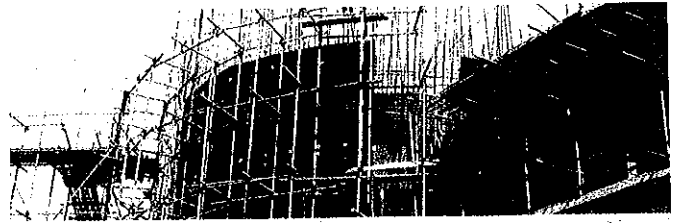
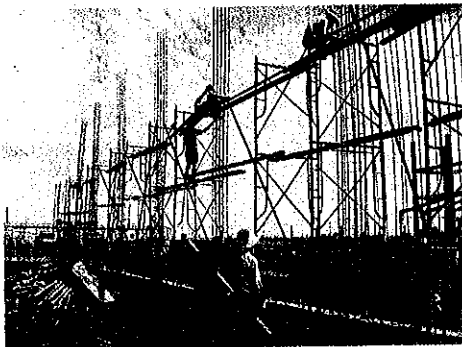
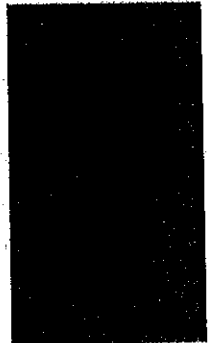
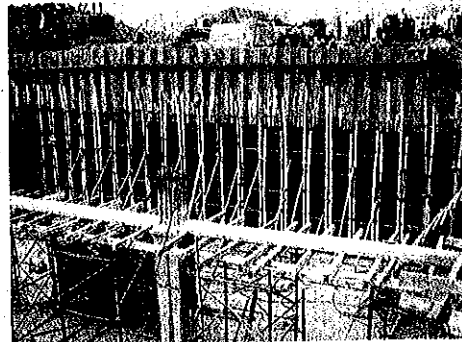
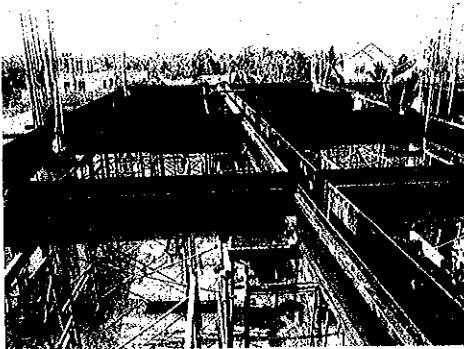


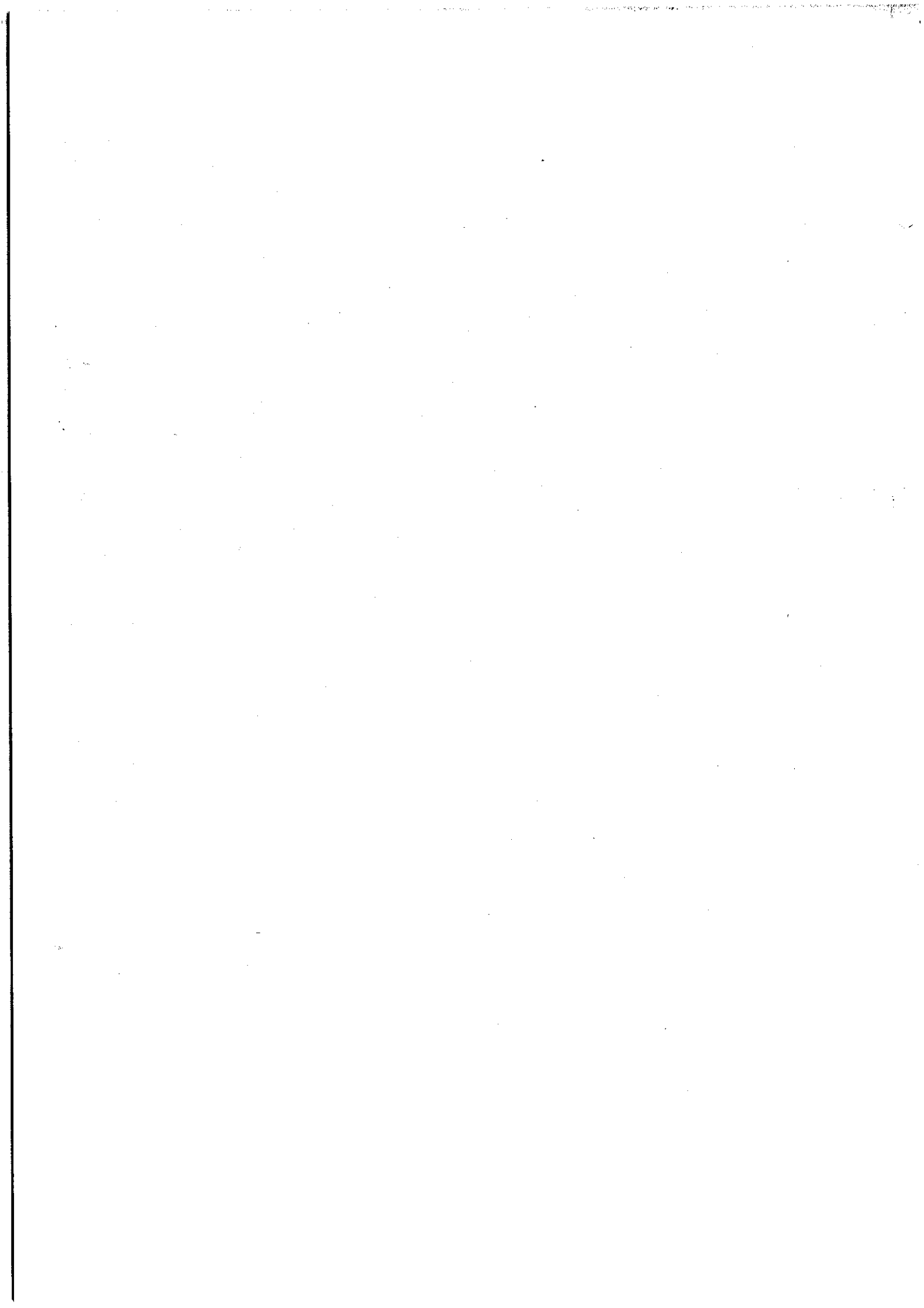
**BÙI MẠNH HÙNG**



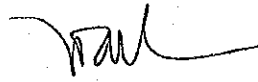
# VÁN KHUÔN GIÀN GIÁO



**NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG**

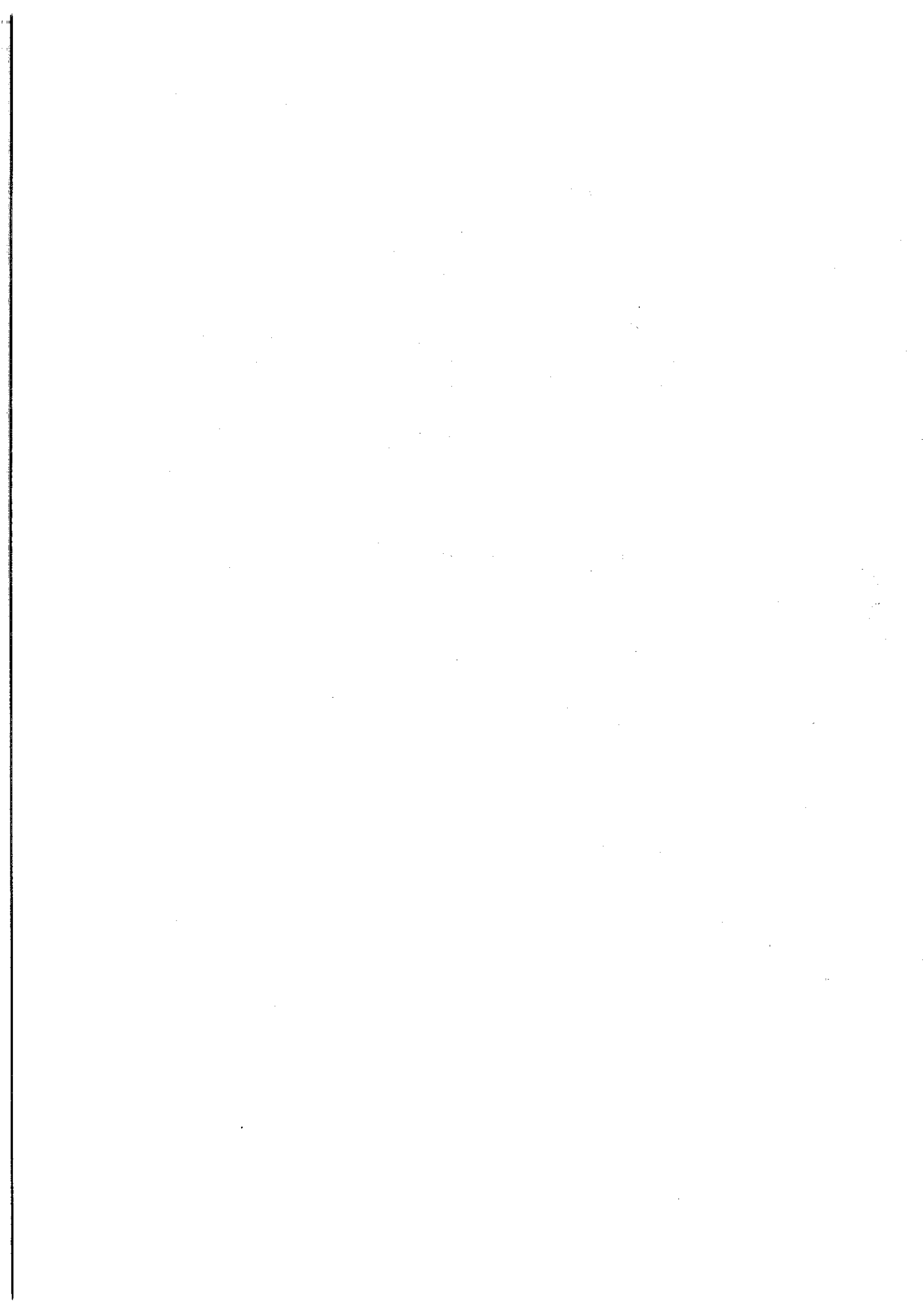


BÙI MẠNH HÙNG

  
-----  
T. Hiep

# VẤN KHUÔN VÀ GIÀN GIẢO TRONG THI CÔNG XÂY DỰNG

NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG  
HÀ NỘI - 2013





## LỜI NÓI ĐẦU

Thi công xây dựng nói chung và thi công bê tông, bê tông cốt thép nói riêng, công tác ván khuôn và giàn giáo giữ một vai trò rất quan trọng. Bởi ván khuôn, giàn giáo quyết định đến chất lượng, hình dáng, bề mặt kết cấu bê tông và cuối cùng là giá thành sản phẩm.

Ván khuôn, giàn giáo tuy chỉ là một hệ kết cấu tạo hình và chống đỡ tạm thời, nhưng người thiết kế vẫn phải tính toán, cấu tạo đảm bảo chắc chắn, ổn định và an toàn. Không ít những công trình bị hư hỏng do chất lượng ván khuôn, giàn giáo không đảm bảo gây nên. Mọi sự cố về ván khuôn, giàn giáo dù nhỏ cũng làm chậm tiến độ thi công, làm tăng giá thành công trình và nhiều khi còn gây tai nạn lao động.

Những năm gần đây, sự tiến bộ vượt bậc về công nghệ xây dựng, nhiều công trình cao tầng, siêu cao tầng xuất hiện. Đòi hỏi công tác ván khuôn, giàn giáo càng phải phù hợp với công nghệ thi công hiện đại, phải phong phú về chủng loại, kiểu dáng, phải hạn chế sử dụng gỗ và phải phát triển theo xu thế hội nhập.

Xuất phát từ ý tưởng đó, tác giả muốn gửi tới bạn đọc cuốn sách "**Ván khuôn và giàn giáo trong thi công xây dựng**". Với mục đích giới thiệu một cách tương đối đầy đủ, tổng hợp về kỹ thuật, công nghệ và an toàn lao động trong công tác ván khuôn và giàn giáo khi thi công xây dựng. Nhằm giúp bạn đọc lúc cần tra cứu và lập biện pháp kỹ thuật thi công bê tông cốt thép, cũng như sử dụng giàn giáo để thực hiện công việc lắp dựng và hoàn thiện công trình xây dựng.

Nội dung cuốn sách gồm ba phần:

**Phần 1. Ván khuôn trong thi công xây dựng:** Giới thiệu về ván khuôn, các loại ván khuôn, những yêu cầu cụ thể về kỹ thuật ván khuôn, thiết kế các loại ván khuôn, ván khuôn cho các kết cấu chính của công trình và các công nghệ ván khuôn điển hình.

**Phần 2. Giàn giáo trong xây dựng:** Giới thiệu chung về giàn giáo, các yêu cầu bắt buộc đối với giàn giáo, các loại giàn giáo, các phương pháp chống đỡ ván khuôn và những yêu cầu cụ thể về kỹ thuật giàn giáo.

**Phần 3. Kỹ thuật an toàn lao động trong công tác ván khuôn, giàn giáo:** Trình bày những tai nạn lao động thường xảy ra trong công tác ván khuôn, giàn giáo; những nguyên nhân chính gây tai nạn; biện pháp

phòng ngừa để hạn chế tới mức thấp nhất về tai nạn lao động. Ngoài ra cuốn sách còn đề cập đến lưới an toàn khi sử dụng ván khuôn, giàn giáo.

Xin chân thành cảm ơn các nhà khoa học (trong và ngoài nước) tại những tài liệu tham khảo mà tác giả đã nghiên cứu, đã chất lọc và kế thừa được. Cảm ơn các đồng nghiệp, các độc giả đã đóng góp nhiều ý kiến quý báu cho cuốn sách, cảm ơn Nhà xuất bản Xây dựng giúp đỡ xuất bản cuốn sách này.

Trong quá trình biên soạn, không thể tránh khỏi sai sót, rất mong nhận được lời góp ý chân thành từ bạn đọc.

**Tác giả**

## Phần I

# VÁN KHUÔN TRONG THI CÔNG XÂY DỰNG

### 1.1. KHÁI NIỆM, PHÂN LOẠI, YÊU CẦU CHUNG ĐỐI VỚI VÁN KHUÔN

#### 1.1.1. Khái niệm, tầm quan trọng của ván khuôn

Ván khuôn là khuôn mẫu tạm thời bằng gỗ, kim loại, hoặc các vật liệu khác được gia công nhằm tạo hình thù các kết cấu bê tông hoặc bê tông cốt thép. Sau khi bê tông đông cứng được tháo ra đem đi đúc công trình khác.

Ván khuôn, trong nhiều tài liệu chuyên môn thường được gọi là hệ ván khuôn, với cách hiểu theo nghĩa rộng của từ này. Ván khuôn còn được người Việt gọi là "Cốp pha", do bắt nguồn từ tiếng Pháp là Coffrage, còn tiếng Anh gọi là Form-work (khuôn công tác). Ván khuôn là công cụ thi công xây dựng, dùng để tạo hình dạng cho các kết cấu bê tông và bê tông cốt thép trong quá trình thi công bê tông. Nó phải đủ độ cứng để không hư hỏng, gãy, phải ổn định không méo mó, biến dạng cong vênh khi đổ bê tông vào khuôn. Ván khuôn có kích thước và khối lượng các bộ phận phù hợp với biện pháp thi công; dùng được nhiều lần và phải dễ lắp dựng cũng như dễ tháo dỡ khi dùng xong.

Ván khuôn là một công cụ thi công rất cần thiết và quan trọng cho việc đúc bê tông tại hiện trường cũng như trong nhà máy. Vì vậy khi chế tạo, sử dụng ván khuôn cần đáp ứng được những yêu cầu kỹ thuật nhất định.

Ván khuôn có hai chức năng chủ yếu:

- Chống lực đẩy của bê tông ướt và đảm bảo kích thước hình học theo thiết kế của cấu kiện bê tông;
- Quyết định chất lượng bề mặt bê tông.

Ván khuôn được định vị theo vị trí thiết kế nhờ giàn giáo, hoặc các phương tiện chống đỡ khác.

Đa số ván khuôn làm bằng gỗ hoặc bằng kim loại, được sản xuất trong nhà máy, công xưởng hoặc tại hiện trường xây lắp. Dù tạo ở đâu, ván khuôn cũng phải đáp ứng các yêu cầu chủ yếu:

- Phải chế tạo đúng theo hình dạng, kích thước và vị trí của các bộ phận kết cấu công trình;
- Phải kín-khít: để có thể chứa đựng được vữa bê tông tươi và lỏng ở trong nó.

- Phải bền, cứng, ổn định, không cong, vênh:

Ván khuôn phải đảm bảo giữ được hình dạng để chế tạo kết cấu bê tông và bê tông cốt thép trong suốt quá trình hình thành nên kết cấu bê tông đó (đặc biệt là ở giai đoạn thứ 2 của bê tông: giai đoạn ninh kết và đóng rắn). Để đảm bảo yêu cầu này kết cấu ván khuôn cần phải được tính toán thiết kế với trạng thái giới hạn thứ II - trạng thái giới hạn về biến dạng.

Ván khuôn phải đảm bảo khả năng chịu lực, vì nó phải chịu lực thay cho bê tông khi ở bê tông dạng vữa và cả khi đã bê tông đã đóng rắn và kết cấu bê tông được hình thành, cho đến khi bê tông đạt đến những giá trị cường độ có thể cho phép tháo dỡ khuôn (đặc biệt là ở giai đoạn thi công bê tông, giai đoạn mà bê tông hoàn toàn không có khả năng chịu lực nhưng lại có nhiều loại tải trọng nhất cùng đồng thời tác động vào ván khuôn). Để đảm bảo yêu cầu này kết cấu ván khuôn cần phải được tính toán thiết kế với trạng thái giới hạn thứ I - trạng thái giới hạn về cường độ.

- Phải gọn, nhẹ, tiện dụng và dễ tháo lắp:

Ván khuôn là thiết bị thi công nên việc sử dụng chúng chỉ có tính tạm thời trong thời gian thi công chế tạo kết cấu bê tông. Đến khi kết cấu bê tông hình thành và đạt đến giá trị cường độ nhất định đủ để kết cấu có thể tự chịu được ít nhất là trọng lượng bản thân của mình, thì khuôn hết vai trò và cần được tháo dỡ đi và có thể được tái sử dụng. Do vậy, ván khuôn cần phải được thiết kế và chế tạo sao cho dễ dàng tháo lắp.

- Phải sử dụng được nhiều lần. Đối với ván khuôn gỗ phải dùng được 3-7 lần; ván khuôn kim loại phải dùng được từ 50-200 lần. Để sử dụng được nhiều lần, sau khi dùng xong phải được cạo tẩy sạch sẽ; phải bôi dầu mỡ, cất vào những nơi khô ráo (những yêu cầu cụ thể xem mục 1.1.3).

Ván khuôn là công trình tạm, hầu hết chỉ phục vụ cho việc đổ bê tông mà không giữ lại ở công trình. Trong khuôn, hỗn hợp vữa bê tông đông cứng dần, sau khi bê tông đạt đến cường độ cho phép, ván khuôn được tháo ra. Có những trường hợp ván khuôn không được tháo ra mà để lại ở kết cấu (gọi là ván khuôn lưu hay ván khuôn chết).

Ván khuôn ảnh hưởng nhiều đến thời gian thi công, đến chi phí và chất lượng công trình. Nhiều nhà thiết kế chỉ quan tâm đến việc lựa chọn kết cấu công trình sao cho chi phí về vật liệu bê tông và sắt thép hạ nhất, mà không chú trọng đến yếu tố ván khuôn và biện pháp đúc bê tông công trình. Trong một số bộ phận công trình, kinh phí cho công tác ván khuôn còn cao hơn kinh phí cho vật tư bê tông và sắt thép của bộ phận công trình đó.

Ván khuôn tuy chỉ là một kết cấu tạo hình và chống đỡ tạm thời, nhưng người thiết kế vẫn phải có trách nhiệm tạo dựng hệ kết cấu tạm thời đó, phải đảm bảo vững chắc, ổn định và an toàn. Đã có những trường hợp ván khuôn bị bung, bể trong khi đúc bê tông, hoặc cơn lốc làm bay cả hệ thống ván khuôn. Mọi sự cố về ván khuôn dù nhỏ cũng làm trì hoãn thi công, làm tăng giá thành công trình và gây tai nạn cho người.

Thành phần ván khuôn bao gồm: ván mặt, sườn cứng và các phụ kiện liên kết.

- Ván mặt là phần tiếp xúc trực tiếp với bê tông, quyết định hình dạng, kích thước và chất lượng bề mặt kết cấu.

- Sườn cứng, liên kết với ván mặt, tăng độ cứng cho ván khuôn.

- Các phụ kiện liên kết dùng để liên kết các tấm khuôn với nhau trong cùng một mặt phẳng hoặc ở những mặt phẳng khác nhau, liên kết ván khuôn với hệ chống đỡ.

Nhiệm vụ chính của ván khuôn vừa là khuôn chứa đựng vữa để tạo nên hình dạng thiết kế đã định, đồng thời chịu lực thay cho vữa và kết cấu bê tông mới đổ, khi chúng chưa có hoặc chưa đạt đủ khả năng chịu lực như thiết kế yêu cầu. Do đó, cấu tạo của tất cả các loại ván khuôn thường gồm hai phần chính:

- Hệ tấm ván khuôn: có nhiệm vụ chính là bao chứa tạo hình kết cấu bê tông, ngoài ra, làm nhiệm vụ chuyển tải trọng sang hệ thành phần còn lại. (Chính xác ra, ván khuôn hay tấm khuôn chỉ là một phần của hệ thống ván khuôn. Toàn bộ các cụm từ "ván khuôn đà giáo" hay "ván khuôn, gông, giằng, văng, chống" mới tương đương với hệ ván khuôn. Nhưng trong xây dựng ở Việt Nam từ ván khuôn lại thường được dùng để chỉ cho toàn bộ hệ khuôn).

- Hệ chống đỡ chịu lực nằm phía bên ngoài hay bên dưới tấm khuôn: làm nhiệm vụ chịu lực chính cho toàn hệ thống kết cấu ván khuôn. Chúng bao gồm: gông, giằng, văng, chống, đà (đà ngang), giáo (giao chống), dây tăng đơ, ...

Ngoài ra, ở một số loại kết cấu ván khuôn đặc biệt (như hệ ván khuôn trượt: hệ ván khuôn có thêm một số bộ phận phụ trợ, với chức năng làm sàn công tác hay làm cơ cấu dịch chuyển), ván khuôn leo, ván khuôn treo...

### **1.1.2. Phân loại ván khuôn**

Có thể phân loại ván khuôn theo nhiều cách khác nhau, căn cứ vào đối tượng kết cấu sử dụng, cấu tạo, mức độ khó khăn trong thi công, vật liệu sử dụng.

#### **1.1.2.1. Căn cứ vào đối tượng kết cấu sử dụng**

Tất cả các loại ván khuôn trong cách phân loại này, được xếp vào hai nhóm khuôn: nhóm đáy nằm (khuôn chịu lực) và nhóm thành đứng (khuôn không chịu lực).

- Hệ ván khuôn móng bê tông và bê tông cốt thép (thuộc nhóm khuôn thành đứng).

- Hệ ván khuôn tường bê tông cốt thép (thuộc nhóm khuôn thành đứng).

- Hệ ván khuôn cột bê tông cốt thép (thuộc nhóm khuôn thành đứng).

- Hệ ván khuôn dầm, khuôn dầm liên sàn và khuôn sàn bê tông cốt thép. Trong đó: khuôn đáy dầm và khuôn sàn là thuộc nhóm khuôn đáy nằm, còn khuôn thành dầm thuộc nhóm khuôn thành đứng.

- Hệ ván khuôn vòm và vỏ bê tông cốt thép (thuộc nhóm khuôn đáy nằm).

- Hệ ván khuôn kết cấu bê tông cốt thép đúc sẵn (thuộc nhóm khuôn thành đứng).

- Hệ ván khuôn kết cấu bê tông khối lớn (thuộc nhóm khuôn thành đứng).

#### **1.1.2.2. Căn cứ vào cấu tạo, cách chế tạo, sử dụng và tháo lắp**

Theo cấu tạo và cách tháo lắp ván khuôn người ta phân ra: ván khuôn cố định, ván khuôn định hình (hay ván khuôn luân lưu), ván khuôn di động (di động ngang, di động lên cao), ván khuôn ốp mặt, ván khuôn đặc biệt...

### 1) Ván khuôn cố định

Ván khuôn cố định thường làm bằng gỗ, ít khi làm bằng kim loại, được gia công tại hiện trường. Khi chế tạo ván khuôn, người ta làm theo từng bộ phận kết cấu của công trình nào đó để đổ bê tông. Sau khi bê tông đông cứng tháo ra thì không thể dùng cho công trình khác loại, khi dùng cho công trình khác phải gia công lại.

Việc liên kết các tấm ván nhỏ thành các mảng lớn thường đóng bằng đinh nên ván khuôn chóng hỏng, hệ số luân chuyển thấp. Kích thước của các tấm gỗ và cách cấu tạo phụ thuộc vào kích thước của các kết cấu phân phối dúc.

Ván khuôn cố định được chế tạo theo thiết kế chuyên biệt, hệ số tái sử dụng thấp, chỉ sử dụng một lần duy nhất hay một vài lần, có hoặc không được tháo dỡ (nằm lại công trình nhưng với mục đích sử dụng khác), hoặc là được tháo dỡ ra và bỏ đi do làm từ các vật liệu có độ bền thấp hay do cấu kiện, kết cấu, công trình bê tông mà nó đúc có dạng đặc thù riêng biệt ít có sản phẩm tương tự. Đầu tiên phải kể đến trong loại khuôn này là khuôn gỗ xẻ tự nhiên truyền thống, do gỗ làm khuôn là loại gỗ tạp nên tuổi thọ không cao, nhưng có thể tạo mọi loại kiểu hình dạng khuôn nên có thể dùng cho các thiết kế khuôn chuyên biệt.

Kiểu khuôn chuyển đổi mục đích sử dụng được nêu trong loại khuôn cố định này có thể kể đến:

- Khuôn đúc cột bằng chính bản thân hệ kết cấu thép cốt cứng của nhà bê tông cốt cứng như (khuôn cột dạng ống thép đúc bê tông vào trong, khuôn sàn thép tấm tạo sóng, dầm thép hình làm kết cấu treo khuôn, ...), sau khi hết vai trò làm khuôn thì tham gia vào thành phần kết cấu bê tông cốt thép như là hệ cốt thép cốt cứng.

- Khuôn đúc bằng các cấu kiện bê tông đúc sẵn, trong phương pháp thi công bê tông cốt thép bán lắp ghép (nửa toàn khối nửa lắp ghép): lắp ghép cột, dầm, sàn bán lắp ghép. Các cấu kiện đúc sẵn đóng vai trò là khuôn khi thi công bê tông tại chỗ, nhưng sau đó lại là một phần của kết cấu công trình mà không phải tháo dỡ.

- Một kiểu cốp pha cố định khác chính là khuôn đất trong thi công cọc nhồi (vách hố cọc) và trong thi công top-down.

Ưu điểm của ván khuôn cố định là sản xuất dễ dàng.

Nhược điểm là tiêu hao nhiều vật liệu (vì phải cắt vụn để thích hợp với các chi tiết của kết cấu công trình) và nhân công, không kinh tế.

### 2) Ván khuôn định hình

Ván khuôn định hình hay còn gọi là ván khuôn luân lưu hoặc ván khuôn luân chuyển. Được chế tạo định hình thành từng bộ phận, từng tấm tiêu chuẩn trong các nhà máy hoặc các công xưởng. Khi đưa ra thi công tại công trường người công nhân chỉ liên kết với nhau bằng các phụ kiện tạo thành hình dáng chuẩn xác theo thiết kế để đổ bê tông. Sau khi bê tông đủ cường độ người ta tháo ra nguyên hình đem đi thi công các công trình khác. Loại này cho phép sử dụng nhiều lần, tháo lắp dễ dàng, ít thất lạc, mất mát. Cũng vì vậy loại ván khuôn này còn được gọi là ván khuôn tháo lắp hay ván khuôn luân lưu.

Trong thiết kế việc xác định kích thước của các tấm ván khuôn định hình cần phải xem xét một số yêu cầu:

- Số lượng mối nối phải đơn giản và ít nhất;
- Số loại tấm cho một kết cấu xây dựng phải ít nhất;
- Không nên sản xuất tấm có trọng lượng lớn hơn 70kg, vì trọng lượng lớn, lắp ghép thủ công rất khó khăn mà phải sử dụng cơ giới.

### 3) Ván khuôn di động

Ván khuôn di động (di chuyển) là loại ván khuôn không tháo rời từng bộ phận sau mỗi chu kỳ hoạt động mà để nguyên di chuyển sang vị trí sử dụng của chu kỳ tiếp theo.

Loại ván khuôn này cũng sử dụng nhiều lần theo chu trình khép kín nhưng khác với chu trình trên: ván khuôn di động được chế tạo 1 lần - vận chuyển đến công trình - lắp đặt một lần - (sử dụng - di chuyển mà không tháo lắp - rời tái sử dụng) nhiều lần theo chu trình - đến khi xong thì tháo dỡ ra một lần duy nhất. Ván khuôn trượt và ván khuôn leo là hai kiểu ván khuôn di động đứng, ván khuôn trượt di động liên tục, ván khuôn leo di động thành từng đợt rời rạc hơn. Việc kéo hoặc đẩy cho hệ khung đỡ ván khuôn nhờ hệ thống kích hoặc tời gắn vào hệ thống giàn giáo hoặc vào lõi kích nằm trong kết cấu đã thi công xong. Ván khuôn trượt sử dụng cho công trình có chiều cao (hoặc chiều dài) đáng kể và có hình dạng mặt cắt thay đổi ít hoặc không thay đổi. Các kiểu ván khuôn di động ngang có thể kể tới ván khuôn kết cấu vòm của đường tuynel (đường hầm) di động trên hệ xe gòng đường sắt, ván khuôn đúc hẫng cân bằng của cầu bê tông cốt thép - dầm văng hay dầm võng, ván khuôn bay (ván khuôn tấm lớn) chế tạo kết cấu sàn nhà cao tầng.

Tất cả ván khuôn di chuyển dịch chuyển được (theo phương đứng hoặc phương ngang) là nhờ những thiết bị đặc biệt như: kích, tời, cần cẩu và những thiết bị liên kết, treo, đỡ... Đối với mỗi loại ván khuôn những thiết bị này được thiết kế theo chức năng chuyên dùng.

#### a) Ván khuôn di chuyển theo phương đứng

Là ván khuôn mà khi tháo rời khỏi chu kỳ hoạt động này, nó dịch chuyển tới chu kỳ hoạt động tiếp theo theo phương đứng. Chúng được cấu tạo từ những tấm có chiều cao khoảng 1,2 - 1,5m, lắp vào toàn bộ chu vi công trình. Khi di chuyển, ván khuôn được nâng lên liên tục, hay từng chu kỳ cho đến khi thi công xong hết chiều cao công trình. Loại này có diện tích rất nhỏ so với bề mặt kết cấu công trình. Ngoài ra, hệ chống đỡ gọn nhẹ, tiết kiệm được nhiều vật liệu và nhân công so với loại ván khuôn cổ điển. Ván khuôn di chuyển theo phương đứng có thể phân ra:

##### - Ván khuôn trượt:

Ván khuôn trượt là loại ván khuôn di chuyển lên cao, nhưng việc di chuyển được tiến hành liên tục, đồng đều trong suốt quá trình đổ bê tông. Nó là một bộ ván khuôn hoàn chỉnh dùng để thi công đổ bê tông các cấu kiện thẳng đứng của một công trình. Các kết cấu nằm ngang như sàn, dầm sẽ được thi công riêng biệt theo các công nghệ khác.

Ván khuôn trượt dùng để đổ bê tông các công trình có chiều cao lớn, có tiết diện không đổi hoặc ít thay đổi, như xi-lô, đài nước, ống khói... Ván khuôn trượt được dùng rộng rãi để thi công bê tông toàn khối các công trình dân dụng. Đặc biệt là xây dựng nhà nhiều tầng có chiều cao lớn.

- Ván khuôn leo:

Ván khuôn leo là ván khuôn bám vào công trình để di chuyển lên cao. Bê tông sau khi đổ đạt cường độ cho phép, ván khuôn đợt dưới được tháo ra để lắp lên đợt trên. Việc thi công bằng ván khuôn leo phụ thuộc vào tính chất và thời hạn đổ bê tông của công trình, nhiệt độ môi trường, tốc độ đổ bê tông, mác bê tông, kinh phí làm ván khuôn.

Trong quá trình thi công, toàn bộ ván khuôn, hay một đoạn, có thể nâng lên theo từng chu kỳ, tùy thuộc vào thời gian kể từ khi đổ bê tông cho đến khi bê tông đông kết (đủ cường độ cho phép tháo ván khuôn trong phạm vi ghép ván khuôn). Ván khuôn leo dùng để đổ bê tông những công trình có chiều cao lớn như: xi-lô, ống khói, đập nước, tường dài và cao...

Sử dụng ván khuôn leo cho phép bỏ toàn bộ giàn giáo chống từ mặt đất đến độ cao công trình cần thi công. Ván khuôn leo cấu tạo theo dạng định hình từ tấm nhỏ (lắp, tháo bằng thủ công), hay tổ hợp lại thành tấm lớn (lắp, tháo bằng cơ giới). Điều chỉnh ván khuôn hoàn toàn bằng công cụ, thợ chuyên nghiệp.

- Ván khuôn treo:

Ván khuôn treo là ván khuôn bám vào hệ giáo đỡ để di chuyển lên cao.

Toàn bộ ván khuôn được treo trên tháp nâng đặt ở trung tâm, và nâng lên bằng thiết bị nâng, theo từng chu kỳ, tùy thuộc vào thời gian ninh kết của bê tông (đủ cường độ, cho phép tháo ván khuôn để đưa ván khuôn lên đợt trên). Ván khuôn treo dùng vào các công trình có chiều cao lớn, tiết diện không đổi và thay đổi như: ống khói, tháp làm lạnh ...

b) Ván khuôn di chuyển theo phương ngang

Ván khuôn di chuyển theo phương ngang là hệ ván khuôn được cấu tạo bằng những tấm khuôn, liên kết vào khung đỡ. Khung đỡ lắp trên hệ thống bánh xe, chạy trên đường ray theo chiều dài công trình. Việc dịch chuyển này thực hiện bằng tời hay kích. Như vậy cho phép đổ bê tông theo từng phân đoạn.

Ván khuôn di chuyển theo phương ngang dùng để thi công các công trình bê tông cốt thép như mái nhà công nghiệp, vòm cuốn đơn giản, các công trình có chiều dài lớn, tiết diện không thay đổi (như tuynen, đường hầm, mái chợ, kênh dẫn nước v.v...).

Để sử dụng được loại ván khuôn này công trình phải đủ dài, các đoạn của kết cấu lặp lại có tính chu kỳ. Một bộ ván khuôn tương ứng với một đoạn công trình.

4) Ván khuôn ốp mặt

Ván khuôn ốp mặt là loại ván khuôn rất kiên cố. Sau khi thi công, loại ván khuôn này được để lại làm bề mặt của kết cấu, nó có thể chịu được các tải trọng trong thi công và tải trọng nén, uốn của kết cấu.

Cấu tạo loại ván khuôn này có thể bằng bê tông cốt thép, hoặc bằng kim loại. Chúng được dùng ở những công trình đặc biệt như công trình cách nhiệt, công trình chống bức xạ...



### 5) Ván khuôn đặc biệt

Dùng cho các công trình phụ thuộc vào phương pháp đổ bê tông; ván khuôn rút nước cho bê tông, ván khuôn tự mang tải, ván khuôn lưu (chết), ván khuôn cho bê tông đúc sẵn ...

#### 1.1.2.3. Căn cứ vào mức độ khó khăn trong thi công

Theo độ lớn của bộ phận công trình, vị trí và tầm quan trọng của các bộ phận công trình đó, ván khuôn được phân loại như sau:

- Ván khuôn đơn giản, cho bê tông các loại kết cấu đơn giản (như móng bè, móng băng...);
- Ván khuôn trung bình, cho công trình không sử dụng khung bê tông cốt thép, có sàn bình thường là sàn phẳng;
- Ván khuôn phức tạp cho công trình có tường chịu lực, có sàn với dầm chính dầm phụ và công trình có khung bê tông cốt thép, gồm: cột, dầm thẳng, sàn sườn có vát hoặc không có vát;
- Ván khuôn đặc biệt cho sàn có nhiều ô, cầu thang thẳng, sàn hình năm đa giác, sàn xi-lô, đài nước, khung nghiêng v.v...;
- Ván khuôn đặc biệt phức tạp cho vòm, sàn nấm hình cong, cầu thang xoáy ốc, dàn kèo, phễu, tháp làm lạnh ...

#### 1.1.2.4. Căn cứ vào vật liệu sử dụng

Theo vật liệu làm ván khuôn, người ta có thể phân ra 3 loại chính:

a) Ván khuôn gỗ: làm bằng gỗ tròn, gỗ xẻ, gỗ dán chịu nước, gỗ ép bên nước.

Ván khuôn được lắp đặt tại công trường bằng gỗ xẻ, gỗ dán hoặc tấm chống ẩm. Chế tạo dễ dàng nhưng tốn thời gian cho các kết cấu lớn và gỗ có tuổi thọ tương đối ngắn. Nó vẫn được sử dụng vì chi phí nhân công thấp, chi phí để mua sắm ban đầu thấp. Đây cũng là loại ván khuôn linh hoạt nhất, do đó các bộ phận phức tạp vẫn có thể sử dụng nó khi các loại ván khuôn khác được sử dụng.

Hiện nay trên thị trường đã có sản phẩm ván khuôn phủ film tấm lớn (1220 × 2440mm) của công ty Minh Dương. Sản phẩm có 2 loại là cốt tre hoặc cốt gỗ cứng, độ dày 12, 15 và 18mm. Sản phẩm sử dụng keo chịu nước, có thể luân chuyển được 10-15 lần. Với kích thước lớn, sản phẩm phù hợp với các công trình nhà cao tầng cao cấp có mặt sàn rộng, dễ thi công. Số lần luân chuyển cao nên giá thành đầu tư thấp. Bề mặt nhẵn bóng, giảm chi phí và nhân công trát tường sau khi đổ bê tông.

b) Ván khuôn kim loại: làm bằng tôn mỏng, nhôm cứng (hợp kim nhôm...).

Đây là loại ván khuôn định hình hay thường được gọi là ván khuôn chế tạo sẵn (Engineered Formwork Systems). Ván khuôn này được lắp đặt dựa trên các module chế tạo sẵn với một khung kim loại (thường là thép hoặc nhôm).

c) Ván khuôn nhựa: làm bằng nhựa tái sinh hoặc vật liệu composit.

Ván khuôn nhựa là loại ván khuôn được môđun hóa và lồng vào nhau, sử dụng để xây dựng các kết cấu bê tông biến đổi nhiều, nhưng khá đơn giản. Các tấm có trọng lượng nhẹ và rất cứng. Chúng đặc biệt phù hợp với chi phí thấp, dự án nhà ở hàng loạt.

Ngoài ra còn có các loại:

- Ván khuôn làm bằng cao su, chất dẻo...
- Ván khuôn ốp mặt làm bằng bê tông, bê tông cốt thép, xi măng lưới thép và kim loại. Trong quá trình đổ bê tông các tấm ốp mặt được liên kết chặt với chính kết cấu của bê tông công trình và nằm lại ở công trình với chức năng trang trí bề mặt.
- Ván khuôn làm bằng các tấm định hình, liên kết với các kết cấu lắp ghép bằng bulông hoặc bằng dây thép vặn xoắn.
- Ván khuôn hỗn hợp của các vật liệu trên.
- Ván khuôn đất.

Dù phân loại ván khuôn theo cách nào, trong thực tế thi công chúng ta thường dùng nhất vẫn là ván khuôn cố định và ván khuôn luân chuyển (luân lưu).

### 1.1.3. Yêu cầu đối với công tác ván khuôn

Ván khuôn là một công cụ thi công rất cần thiết và quan trọng cho việc đúc bê tông tại hiện trường cũng như trong nhà máy. Vì vậy khi chế tạo, sử dụng, ván khuôn cần đáp ứng được những yêu cầu kỹ thuật nhất định. Đa số ván khuôn được làm bằng gỗ, hoặc bằng kim loại, được sản xuất ở trong nhà máy, công xưởng hoặc ở ngay hiện trường. Dù sản xuất ở đâu, ván khuôn cũng phải đáp ứng các yêu cầu:

1) Công tác ván khuôn phải thực hiện phù hợp với các quy phạm hiện hành của các công tác có liên quan. Ngoài ra, khi thiết kế ván khuôn, cần theo các tiêu chuẩn thiết kế có liên quan.

2) Ván khuôn cần được thực hiện theo bản vẽ thiết kế. Đối với những dạng ván khuôn phức tạp, cần thực hiện đồng thời giữa thiết kế công trình và thiết kế ván khuôn; với những dạng ván khuôn quen thuộc như cột, dầm, sàn cần thực hiện đầy đủ những quy định chung để đảm bảo các chỉ tiêu kinh tế - kỹ thuật.

3) Ván khuôn cần được chuẩn bị ở ngoài công trình xây dựng theo thứ tự sử dụng.

4) Những cấu kiện của ván khuôn và các phụ kiện kèm theo phải được gia công theo bản vẽ thiết kế: nghiệm thu thấy đạt yêu cầu mới cho xuất xưởng.

5) Ván khuôn mang đến công trình cần được chuẩn bị kỹ càng, đánh dấu từng cấu kiện, ở vị trí dễ thấy, bằng sơn; ván khuôn phải hoàn chỉnh với các chi tiết kèm theo. Số lượng và thời gian dùng ván khuôn phải đảm bảo yêu cầu thi công liên tục theo tiến độ xây dựng công trình.

6) Ván khuôn giàn giáo phải được sử dụng theo đúng quy định, có theo dõi. Ván khuôn nên được sử dụng lại, với số lần càng nhiều càng tốt. Đối với ván khuôn gỗ phải

dùng được từ 3 - 7 lần, ván khuôn kim loại phải dùng được từ 50 - 200 lần. Để dùng được nhiều lần ván khuôn sau khi dùng xong phải được cạo, tẩy sạch sẽ; phải bôi dầu mỡ, cát dặt vào những nơi khô ráo. Gỗ dùng để sản xuất ván khuôn thường là gỗ nhóm V- VII.

7) Công tác ván khuôn cần được thực hiện theo dây chuyền sản xuất. Khi gia công cần bố trí hợp lý công cụ sản xuất, vật liệu, tổ chức vận chuyển. Khi lắp dựng và tháo dỡ ván khuôn, cần phân chia thành những đoạn thi công và phối hợp với các công việc khác như đặt cốt thép, đổ bê tông v.v...

8) Để thực hiện công tác ván khuôn tại công trình, cần làm cho mỗi khu vực xây dựng có đủ nhân lực với những dụng cụ đồng bộ.

9) Ván khuôn phải:

- Có hình dạng, kích thước phù hợp với những bộ phận kết cấu và công trình có trong bản vẽ thiết kế;

- Phải bền, cứng, ổn định, không cong, vênh.

- Chịu được tải trọng bản thân của ván khuôn, bê tông, cốt thép, trọng lượng của người khi đổ bê tông, sức gió v.v...;

- Kín khít không cho nước và vữa xi măng chảy ra;

- Gọn, nhẹ, tiện dụng, vận chuyển, tháo, lắp dễ dàng và thuận lợi; khi tháo ván khuôn, không gây nứt mẻ, vỡ nứt bê tông, cũng như hư hỏng ván khuôn; không gây khó khăn cho việc đặt cốt thép và đổ bê tông;

- Tạo được bề mặt bê tông phẳng và nhẵn;

- An toàn khi sử dụng;

10) Khi tháo ván khuôn, giàn giáo, không được gây lực chấn động, vì dễ làm hư hỏng bê tông. Các cột giáo chống đỡ chịu tải trọng công trình, cần đặt trên các tấm đệm điều chỉnh được độ cao (như nêm, kích, đệm) hoặc bản thân cột giáo có trang bị bộ phận điều chỉnh được độ cao (như bố trí vít xoay tại chân cột, đầu cột, hoặc cách chân cột một khoảng từ 0,8 - 1m).

## 1.2. CÁC LOẠI VÁN KHUÔN THÔNG DỤNG

Mục 1.1.2 đã giới thiệu bốn cách phân loại ván khuôn, nội dung mục này giới thiệu chi tiết các loại ván khuôn thông dụng trong thi công xây dựng căn cứ vào cấu tạo, cách chế tạo, sử dụng và tháo lắp ván khuôn

### 1.2.1. Ván khuôn luân lưu

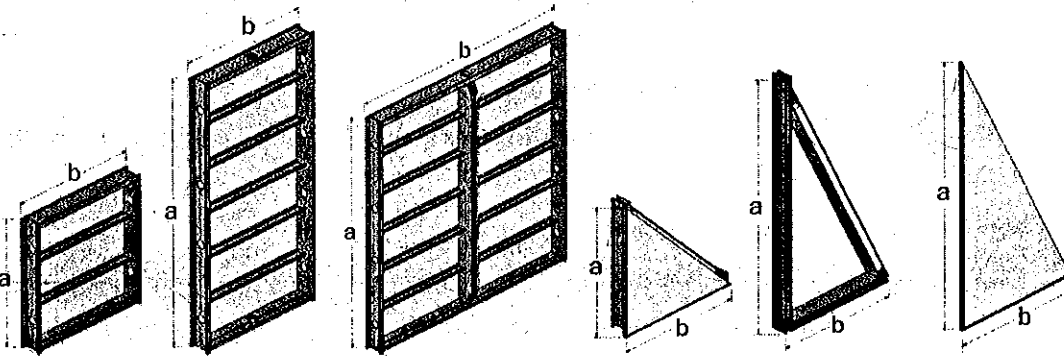
#### 1.2.1.1. Khái niệm về ván khuôn luân lưu

Ván khuôn luân lưu (luân chuyển) là những bộ ván khuôn chế tạo định hình thành từng bộ, từng tấm tiêu chuẩn trong các nhà máy hoặc công xưởng. Khi đưa ra thi công ở

công trường người công nhân liên kết các tấm hoặc bộ phận với nhau bằng các phụ kiện thành hình dáng chuẩn xác để làm khuôn đổ bê tông. Sau khi bê tông đạt cường độ cho phép, ván khuôn được tháo ra dùng cho những kết cấu và công trình khác.

Ván khuôn luân lưu được chế tạo thành cấu kiện (tấm khuôn, hoặc lắp ghép từ các tấm khuôn thành hộp khuôn v.v...) để lắp vào công trình. Ván khuôn luân lưu dịch chuyển theo chiều cao (ván khuôn treo, ván khuôn leo) nâng lên từng chu kỳ theo chiều cao đổ bê tông. Khi bê tông đạt cường độ cho phép, tháo ván khuôn ở đợt dưới, lắp lên đợt trên.

+ Kết cấu của ván khuôn luân lưu cho phép dùng được nhiều lần; ngoài ra, còn có thể tháo cục bộ ván khuôn để sử dụng vào chỗ khác (như tháo ván khuôn cột, thành dầm v.v... là những bộ phận chỉ chịu lực xô ngang).



Hình 1.01. Các loại ván khuôn luân lưu

Trong thiết kế việc xác định kích thước của các tấm ván khuôn cần phải xem xét một số yêu cầu:

- Số lượng mối nối phải ít nhất và đơn giản;
- Số loại tấm phải tối thiểu cho một kết cấu xây dựng;

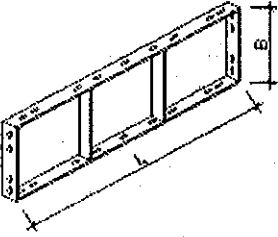
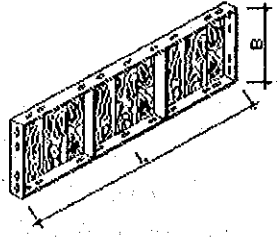
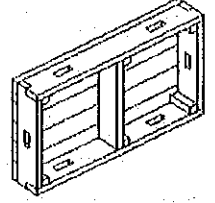
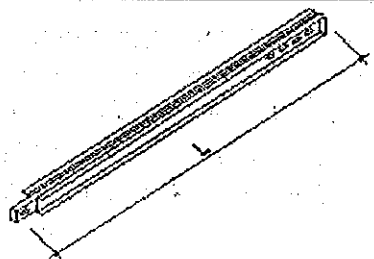
Tấm ván khuôn luân lưu, tùy thuộc vào tính chất của kết cấu ván khuôn, vào phương tiện vận chuyển để sử dụng cho công trình xây dựng, được chia ra:

- + Tấm ván khuôn kích thước bé, lắp tháo bằng thủ công trọng lượng dưới 70kg;
- + Tấm ván khuôn kích thước lớn, lắp tháo bằng cơ giới. Ván khuôn tấm lớn có thể gia công nguyên tấm, hay lắp ghép từ các tấm bé với hệ thống gông - sườn để thành tấm lớn.

Thông thường người ta chỉ sản xuất loại tấm có trọng lượng khoảng 25-40kg cho một tấm để lắp ghép bằng thủ công. Nếu lắp ghép bằng cơ giới thì trọng lượng mỗi tấm gần bằng sức nâng của phương tiện sử dụng.

Khi sử dụng các bộ ván khuôn luân lưu, phải sử dụng luôn hệ thống xà gồ, cột chống, sàn thao tác và các phương tiện luân chuyển đồng bộ mới phát huy được ưu điểm.

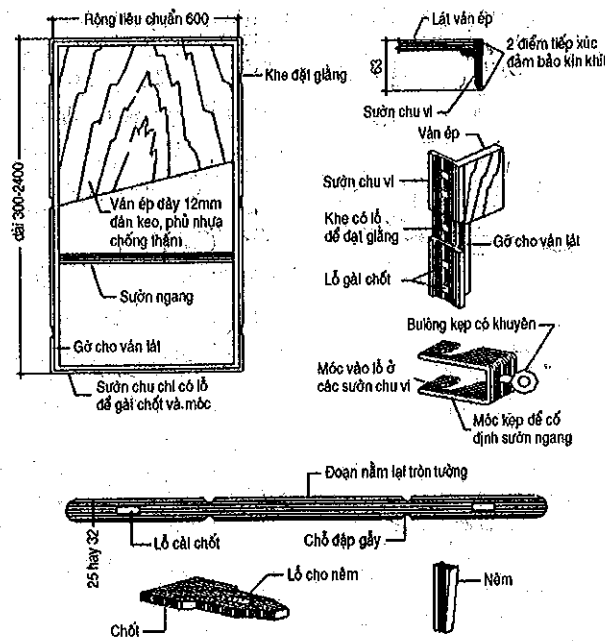
**Tấm ván khuôn tiêu chuẩn**

| Hình dạng   | Thể loại             | Vật liệu                       | Dài / (mm)                    | Rộng b (mm)                   | Nặng (mm) | Công dụng                                     |
|---|----------------------|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------|---|
|    | Tấm ván khuôn sắt    | Thép góc 63×40×4               | 1800                          | 600                           | 40,5      | Dùng làm                                      |
|   |                      |                                | 1800                          | 500                           | 35,0      | Ván khuôn móng nhà                            |
|   |                      |                                | 1800                          | 400                           | 27,0      | Ván khuôn móng máy                            |
|   |                      |                                | 1800                          | 300                           | 23,0      | Ván khuôn tường                               |
|   |                      |                                | 1200                          | 600                           | 28,8      | Ván khuôn sàn                                 |
|   |                      |                                | 1200                          | 500                           | 26,8      |   |
|   |                      |                                | 1200                          | 400                           | 21,2      |   |
|   |                      |                                | 1200                          | 300                           | 15,7      |   |
|   | Tấm ván khuôn sắt gỗ | Thép góc 63×40×4               | 1800                          | 600                           | 42,8      | Dùng làm                                      |
|   |                      | Gỗ thanh 28×120                | 1800                          | 500                           | 36,1      | Ván khuôn móng nhà                            |
|   |                      |                                | 1800                          | 400                           | 32,5      | Ván khuôn móng máy                            |
|   |                      |                                | 1800                          | 300                           | 30,0      | Ván khuôn tường                               |
|   |                      |                                | 1200                          | 600                           | 30,0      | Ván khuôn sàn                                 |
|   |                      |                                | 1200                          | 500                           | 24,1      |   |
|   |                      |                                | 1200                          | 400                           | 22,5      |   |
|   |                      |                                | 1200                          | 300                           | 21,0      |   |
|  | Tấm ván khuôn gỗ     | Gỗ thanh 150×30                | 3000                          | 600                           | 55,2      | Dùng làm                                      |
|   |                      | Ván ép hay ván xả lát mặt      | 2400                          | 600                           | 46,7      | Ván khuôn móng nhà                            |
|   |                      |                                | 1800                          | 600                           | 34,2      | Ván khuôn móng máy                            |
|   |                      |                                | 1200                          | 600                           | 23,4      | Ván khuôn tường<br>Ván khuôn sàn              |
|  |                      | Sườn cứng bằng cặp thép hình U | 3000                          | 2N <sub>08</sub> <sup>^</sup> | 50,4      | Dùng làm sườn đỡ ván khuôn sàn, ván khuôn dầm |
|   |                      | 3000                           | 2N <sub>08</sub> <sup>^</sup> | 42,2                          |           |   |
|   |                      | 2400                           | 2N <sub>08</sub> <sup>^</sup> | 33,6                          |           |   |
|   |                      | 1800                           | 2N <sub>08</sub> <sup>^</sup> | 25,2                          |           |   |

**Hình 1.02. Tấm ván khuôn tiêu chuẩn thép và gỗ**

Các tấm ván khuôn tiêu chuẩn được sản xuất có nhiều loại:

- Ván khuôn luân chuyển làm bằng gỗ được chế tạo trong các nhà máy gỗ, hoặc các xưởng mộc gia công ở công trường. Một bộ ván khuôn loại này được sản xuất thành các mảng. Khi đưa ra công trường gá lắp thành khuôn đúc các bộ phận kết cấu của công trình.



Hình 1.03. Tấm ván khuôn tiêu chuẩn sườn thép, ván ép và giằng thép dẹt

- Ván khuôn luân chuyển bằng gỗ dán (hoặc ván ép) được sản xuất trong các nhà máy chế biến gỗ. Bề mặt ván khuôn tiếp giáp với bê tông nhẵn, phẳng. Phía không tiếp giáp với bê tông (phần ngoài) có hệ sườn, khung để tăng độ cứng cho mảng ván khuôn. Sử dụng hệ ván khuôn gỗ dán trong thi công có nhiều ưu điểm như: Gọn, nhẹ, dễ thao tác, vận chuyển; dễ tháo lắp; độ luân chuyển lớn, thường sử dụng được từ 25 - 40 lần.

- Ván khuôn luân chuyển bằng kim loại thường làm bằng sắt, bằng hợp kim. Làm bằng sắt nặng nên vận chuyển và lắp dựng khó khăn. Dùng hợp kim nhẹ làm các bộ ván khuôn luân chuyển rất phù hợp cho vận chuyển, lắp dựng. Các tấm ván khuôn kim loại được chế tạo định hình, có kích thước thường từ 1,2 - 1,8m chiều dài; chiều rộng 30 - 45cm, có hệ sườn cứng để giữ ổn định cho tấm và liên kết các tấm lại với nhau. Trọng lượng các tấm thường từ 20 - 40kg, với trọng lượng này rất thuận tiện cho việc chuyên chở và lắp dựng. Khi sản xuất, mặt ván khuôn tiếp giáp với bê tông được làm nhẵn, mặt còn lại được chế tạo thêm hệ sườn cứng. Dùng các tấm ván khuôn kim loại riêng lẻ này, ghép lại với nhau để tạo thành các hộp ván khuôn cột, tường, dầm, sàn và các công trình khác.

### 1.2.1.2. Ván khuôn gỗ kích thước nhỏ

#### 1) Tấm khuôn

Tấm khuôn luân lưu kích thước bé thường làm bằng gỗ, được cấu tạo theo những yêu cầu như dưới đây:

- Tấm khuôn làm bằng ván có chiều dày không bé hơn 19mm (thông thường từ 25-30mm). Liên kết ván bằng các nẹp gỗ và đóng đinh từ phía mặt ván tiếp xúc trực tiếp với bê tông.

- Kích thước và vị trí đặt nẹp, trên tấm khuôn dùng cho ván khuôn tường, cột sàn, được xác định từ cách cấu tạo tấm khuôn. Tải trọng tác dụng lên ván khuôn (áp lực ngang của bê tông mới đổ, trọng lượng bê tông v.v...) do các thành phần gia cố (sườn, thành giằng, gông v.v...) chịu.

- Kích thước của nẹp và khoảng cách giữa chúng trên tấm khuôn dùng cho ván khuôn dầm chính, dầm phụ, khung ngang v.v..., cần được xác định theo tính toán, bởi vì các nẹp chịu áp lực ngang của bê tông mới đổ.

- Khoảng cách từ nẹp ngoài cùng đến mép tấm khuôn nằm trong giới hạn từ 150 - 250mm (khi khoảng cách nhỏ hơn 150mm sẽ cản trở việc lắp khuôn, khi lớn hơn 250mm tấm khuôn sẽ không đủ độ cứng).

- Trọng lượng tấm khuôn không nên > 70kg; khi lắp sẵn thành hộp khuôn (ván khuôn cột, ván khuôn dầm, đóng sẵn thành hộp v.v...), trọng lượng đó phải phù hợp với phương tiện cấu lắp.

## 2) Liên kết ván khuôn

Liên kết các tấm khuôn với nhau, hoặc trong các thành phần khác của ván khuôn bằng đinh, cần cấu tạo sao cho trong thời gian đổ bê tông dính làm việc ở trạng thái chịu cắt, và khi tháo ván khuôn, có thể nhổ đinh được dễ dàng.

Số lượng và kích thước đinh khi chịu tải trọng tính toán, cũng như cách bố trí đinh, phải phù hợp với tính toán và quy định về cấu tạo.

Khi không chịu tải trọng tính toán, mà chỉ để liên kết các thành phần của ván khuôn, đinh sẽ được bố trí với số lượng ít nhất và chiều dài nhỏ nhất.

## 3) Gia cố ván khuôn

Ván khuôn chịu áp lực ngang của bê tông mới đổ nên chúng cần được gia cố cả trong lẫn ngoài.

*Gia cố bên trong:* Cố định hai thành ván khuôn đối diện bằng dây thép, bu lông, hoặc cố định thành ván khuôn bằng thanh giằng xiên liên kết với móc neo đã được chôn sẵn ở bê tông đã đổ đợt trước. Ngoài ra, người ta còn cố định thành ván khuôn bằng thanh giằng liên kết với thép chịu lực bên trong của công trình.

*Gia cố bên ngoài:* Bằng các nẹp giữ chân thành ván khuôn, thanh định vị, chống xiên, gông v.v...

## 4) Xác định kích thước của các thành phần ván khuôn

Kích thước tiết diện của các thành phần ván khuôn, khoảng cách giữa các thành phần gia cố của chúng và các số liệu khác để lập bản vẽ ván khuôn, cần phù hợp với các điều kiện:

- Ván khuôn dùng cho kết cấu bê tông nặng, với trọng lượng đơn vị bằng  $2500\text{kg/m}^3$ .
- Ván khuôn làm bằng gỗ thông (hoặc gỗ có cường độ tương đương), còn loại gỗ dùng cho những thành phần riêng của nó phải phù hợp với những yêu cầu về vật liệu làm ván khuôn.

- Bê tông được làm chặt bằng phương pháp đầm trong.

Trong những trường hợp khác với những điều kiện ở trên, cũng như với các kết cấu chưa đề cập tới, việc xác định kích thước của các thành phần ván khuôn đều phải được tính toán cụ thể.

### 1.2.1.3. Ván khuôn công cụ kích thước bé

Ván khuôn định hình, kích thước bé, dạng công cụ, để sử dụng nhiều lần, gọi tắt là ván khuôn công cụ kích thước bé.

Ván khuôn được cấu tạo theo hình thức công cụ để tháo lắp dễ dàng, tăng tuổi thọ và có khả năng làm khuôn cho tất cả các đối tượng kết cấu xây dựng (móng, cột, tường, dầm, sàn v.v...). Ván khuôn công cụ có thể lắp, tháo bằng thủ công (đối với từng ván khuôn riêng lẻ) hoặc lắp tháo bằng cơ giới (khi lắp ráp các tấm khuôn riêng lẻ thành tấm lớn).

Ván khuôn công cụ, được sử dụng đồng bộ và linh hoạt, được chế tạo theo bộ khuôn, gồm:

- Các tấm khuôn (chính và phụ);
- Các thành phần gia cố;
- Các phụ kiện liên kết.

Ngày nay trong xây dựng, các công trình bê tông và bê tông cốt thép tiến tới quy mô rộng lớn, với trình độ kỹ thuật tiên tiến. Do vậy, việc lắp ghép khuôn từ ván rời trở nên lạc hậu, không kinh tế, đã được thay thế bằng cách áp dụng phổ biến ván khuôn công cụ.

Ván khuôn công cụ gia công theo tiêu chuẩn, vật liệu bằng kim loại, hay kết hợp giữa gỗ và kim loại (sườn tấm khuôn bằng kim loại, mặt tấm khuôn bằng gỗ xẻ hoặc gỗ dán), hoặc hoàn toàn bằng gỗ.

Ván khuôn công cụ kích thước bé có những ưu điểm: Đạt được độ bền cao, duy trì được độ cứng lớn trong suốt quá trình đổ bê tông, bảo đảm an toàn cao cho ván khuôn. Việc lắp dựng được đảm bảo chính xác, bề mặt bê tông thẳng nhẵn (chỉ để lại dấu vết là những đường thẳng).

Những công trình có hình dáng đặc biệt, phức tạp ván khuôn được thực hiện theo mẫu riêng.

- Việc lắp tháo ván khuôn đơn giản nhờ các phương pháp liên kết thích hợp, do vậy không cần công nhân có trình độ cao (chỉ cần thao tác theo một quy trình kỹ thuật định sẵn sẽ đạt được tốc độ nhanh nhất). Đây là yếu tố quan trọng trong suốt thời gian thi công.

- Chi phí thiết kế ván khuôn công cụ được giảm vì các công việc tính toán đã được tính sẵn, lập thành các bảng tra. Đối với các dạng ván khuôn đặc biệt, công việc thiết kế chỉ cần dựa trên cơ sở đã được tính sẵn mà hiệu chỉnh lại cho phù hợp.

- Ván khuôn công cụ đạt được thời gian sử dụng lâu nhất, có thể dùng cho một hay nhiều công trình mà vẫn đáp ứng được yêu cầu kỹ thuật, quản lý thuận tiện, hiệu quả kinh tế cao.

- Hình dáng, kích thước của từng cấu kiện thích hợp trong lắp dựng, tháo dỡ, vận chuyển bằng thủ công. Đặc biệt, khi tấm khuôn chế tạo hoàn toàn bằng thép mỏng thì trọng lượng rất nhẹ.

- Ván khuôn công cụ khi kèm theo chống đỡ bằng giàn giáo công cụ sẽ trở thành một hệ thống đồng bộ, hoàn chỉnh, đảm bảo thi công nhanh, nâng cao thêm chất lượng ván khuôn, hiện trường thi công gọn gàng, không gian thoáng, mặt bằng vận chuyển tiện lợi, an toàn.



## A. Cấu tạo ván khuôn công cụ kích thước bé

### 1) Tấm khuôn

Ván khuôn công cụ kích thước bé phải tập hợp các tấm khuôn có kích thước không lớn lắm (phù hợp với khả năng lắp tháo bằng thủ công); các tấm có kích thước khác nhau, khi lắp ghép với nhau có thể tạo thành khuôn cho các đối tượng của kết cấu công trình. Có các tấm chính và tấm phụ. Trong một bộ khuôn, đa số là các tấm chính với các kích thước khác nhau, còn tấm phụ chỉ để ghép nối bổ sung vào những chỗ bị lẻ khi lắp các tấm chính.

Từ việc môđun hoá kích thước của kết cấu bê tông, có thể môđun hoá được kích thước của tấm khuôn, tạo điều kiện thi công thuận lợi và hạ giá thành. Chiều dài và chiều rộng tấm khuôn lấy trên cơ sở hệ môđun của thiết kế công trình. Chiều dài của tấm khuôn nên là bội số của chiều rộng để khi cần, có thể lắp xen kẽ các tấm khuôn theo hai phương đứng và ngang.

Khi lựa chọn các tấm khuôn, cần làm sao cho các tấm phụ có số lượng tối thiểu, còn số lượng các tấm chính không vượt quá 6-7 loại để tránh phức tạp khi chế tạo và thi công.

Trên tấm khuôn phải bố trí hệ thống lỗ lắp ráp dùng cho việc liên kết ván khuôn.

Cần có khả năng lắp, tháo cục bộ từng tấm khuôn, để "mở cửa" và "đóng cửa" phù hợp với yêu cầu công nghệ đổ bê tông.

Các tấm khuôn phải có khả năng ghép với nhau thành tấm lớn, được gia cố vững chắc bằng hệ thống gông sườn đứng và ngang để tháo lắp bằng cơ giới.

Trong thực tế, công trình cần thi công rất đa dạng và môđun kích thước có thể khác nhau. Do vậy, cần chế tạo bộ ván khuôn công cụ kích thước bé có tính chất đồng bộ về chủng loại để có được tính "vạn năng" trong sử dụng.

Bộ ván khuôn công cụ cần có các thành phần như sau:

- Mặt tấm khuôn (phần tiếp xúc với bê tông) bằng thép dẹt 2 - 3mm, gỗ dán hoặc gỗ xẻ. Sườn tấm khuôn bằng thép dẹt 3 - 5mm hoặc thép góc.

- Trên sườn ở chu vi của tấm khuôn, có các lỗ để lắp móc (hoặc chốt) liên kết khi ghép các tấm khuôn đặt cạnh nhau. Phải bố trí khoảng cách các lỗ này sao cho khi lắp các tấm khuôn (trong cùng một khuôn) có kích thước khác nhau, hoặc lắp theo các kiểu khác nhau, vẫn khớp được với nhau. Tùy theo cấu tạo của các phụ kiện liên kết mà lỗ có thể là hình tròn, bán nguyệt, hoặc chữ nhật. Trên sườn chu vi của một số tấm khuôn, ngoài hệ lỗ để lắp phụ kiện liên kết còn bố trí xen kẽ các lỗ nhỏ để liên kết sườn tấm khuôn với nẹp gỗ bằng đinh (khi đặt nẹp gỗ giữa hai sườn của tấm khuôn để điều chỉnh kích thước của ván khuôn những chỗ còn thiếu, hoặc đặt nẹp gỗ ở các góc ván khuôn cột, hoặc liên kết chân ván khuôn cột với sàn hoặc nền công trình). Ở một số kiểu ván khuôn, không những ở sườn chu vi của tấm khuôn có hệ lỗ, mà ở những sườn phía trong cũng có lỗ để lắp chốt hình chữ L tăng cứng cho tấm khuôn khi ghép với nhau (chốt L xuyên quá sườn), hoặc để liên kết các tấm khuôn với hệ gông sườn thành tấm lớn.

Các tấm phụ bao gồm:

+ Tấm góc vuông hai mặt: Để tạo hình tại góc cột, góc tường v.v...

+ *Tấm góc vuông ba mặt*: Để lắp tại điểm góc giao nhau của ba mặt phẳng (góc giao nhau của mặt phẳng ván khuôn sàn với góc của ván khuôn tường).

+ *Tấm góc vát*: Lắp tại góc vát của đầu ván khuôn cột và sàn (hoặc ván khuôn dầm).

+ *Tấm điều chỉnh*: Lắp vào những chỗ bị thiếu của mặt ván khuôn sau khi đã lắp xong các tấm khuôn chính. Tấm điều chỉnh có hình chữ L.

+ *Tấm để xuyên thanh giằng*: Trên tấm khuôn này có bố trí các lỗ trừa sẵn để xuyên thanh giằng.

Ở một vài kiểu ván khuôn công cụ kích thước bé, người ta không chế tạo các tấm riêng biệt để xuyên thanh giằng mà bố trí các lỗ xuyên thanh giằng ngay trên các tấm chính, (tại các sườn ngang và dọc của tấm khuôn, không bố trí ở mặt tấm khuôn vì mặt bằng thép mỏng dễ bị hỏng), (hình 1.03); hoặc khi lắp ghép ván khuôn có thể khoan lỗ tại chỗ vị trí xuyên thanh giằng trên mặt ván khuôn (khi thi công xong, các lỗ được hàn vá lại bằng các chi tiết chuyên dùng).

## 2) Thành phần gia cố ván khuôn

Để tăng cứng cho ván khuôn (chịu áp lực ngang của bê tông khi đổ và đầm) và góp phần tạo hình cho ván khuôn, có các hệ thống gông, bao gồm:

- Gông cột: đai xung quanh ván khuôn cột;
- Gông treo: đỡ ván khuôn dầm;
- Gông kẹp (kẹp thành dầm), để giữ đúng chiều rộng của dầm hoặc đầu tường;
- Gông cho các mặt ván khuôn phẳng như: ván khuôn tường và khối lớn v.v...

Các loại gông phải nhẹ (phù hợp với khả năng vận chuyển bằng thủ công) và cứng (để quá trình vận chuyển không bị cong vênh), chịu lực tốt khi lắp vào ván khuôn; các chi tiết cần dễ chế tạo, lắp ráp và bảo quản.

*Gông cột* có chức năng giữ cho ván khuôn cột đúng kích thước thiết kế, chống lại sức đẩy của bê tông khi đổ và đầm.

Gông cột có thể làm bằng gỗ hoặc kim loại. Gông bằng kim loại hiện nay được dùng phổ biến, tháo lắp dễ dàng, phù hợp với các kích thước khác nhau của cột và sử dụng được nhiều lần.

Phải kiểm tra gông cột trước khi sử dụng. Tùy theo kích thước của cột to hay nhỏ mà bố trí khoảng cách lớn hay bé giữa các gông cột cho thích hợp (tránh sự phình ra quá mức của gông dưới áp lực đẩy của bê tông). Khi tháo cần dùng búa gỗ nhẹ vào nêm (hoặc chốt). Tuyệt đối không được sử dụng gông làm chỗ đứng trong khi điều chỉnh ván khuôn và đổ bê tông.

### Gông treo:

Gông có dạng hình chữ U, bao gồm một thanh ngang và hai thanh đứng, liên kết giữa chúng bằng bulông qua những lỗ khoan sẵn. Gông treo có thể thay đổi được kích thước theo chiều rộng và chiều cao để phù hợp với kích thước thực tế khác nhau của ván khuôn dầm (hình 1.23a, 1.23b, 1.23c, 1.23d).

Gông treo kết hợp với cột chống điều chỉnh chiều cao và dầm rút tạo nên một hệ thống đỡ ván khuôn dầm, rất hoàn chỉnh.

#### *Kẹp thành dầm:*

Khi chống đỡ để tạo phương thẳng đứng cho ván khuôn thành dầm và chịu áp lực ngang lúc đổ và dầm bê tông, người ta thường dùng các đoạn chống xiên bằng gỗ, bên ngoài thành dầm. Để tiết kiệm và mặt khác để có được một loại công cụ chuyên dùng, người ta thay thế các đoạn chống xiên đó bằng kẹp thành dầm.

Kẹp thành dầm có thể điều chỉnh được bề rộng thích hợp với bề rộng khác nhau của ván khuôn dầm (hình 1.23c, 1.23d). Chọn chiều cao của kẹp thành dầm phụ thuộc vào sự thay đổi chiều cao của dầm. Do chiều cao của kẹp thành dầm cố định nên khi lắp ráp thường bố trí theo ba cách:

- Kẹp thành dầm đặt úp;
- Kẹp thành dầm đặt ngửa;
- Kẹp thành dầm đặt hỗn hợp: một ngửa, một úp.

Gông cột cũng có thể sử dụng như chức năng kẹp thành dầm (đối với dầm khi không có sàn).

Kẹp thành dầm đôi khi còn sử dụng để kẹp các đầu của ván khuôn tường.

#### *3) Các phụ kiện liên kết ván khuôn và các chi tiết lắp ráp*

Các phụ kiện dùng để liên kết các tấm khuôn với nhau, các tấm khuôn với gông sườn, tạo thành một hệ thống đồng bộ cùng chịu lực, nhằm sử dụng sức bền vật liệu một cách hợp lý thông qua quá trình tính toán từ trước.

Các phụ kiện liên kết gồm: Chốt thẳng, chốt có móc, kẹp chữ U, khoá kẹp, móc căng v.v...

Để cố định khoảng cách giữa hai thành ván khuôn đối diện, có các thanh cũ cố định chiều dày. Đồng thời, chúng vừa là thanh giằng cùng với hệ gông, sườn làm cho ván khuôn trở thành một khối liên kết vững chắc, thay thế và tiết kiệm được nhiều cột chống từ bên ngoài thành ván khuôn, góp phần quan trọng vào việc chống biến hình ván khuôn.

Các phụ kiện liên kết cần dễ chế tạo cũng như dễ sử dụng. Các phụ kiện phải có số loại tối thiểu và cấu tạo sao cho tránh phải tháo rời, đỡ thất lạc.

#### *a) Mối liên kết các tấm khuôn đặt cạnh nhau*

Các tấm khuôn định hình, khi ghép với nhau, cần đảm bảo cho mặt tiếp xúc của hai sườn tấm khuôn kín khít, không cho vữa xi măng chảy ra. Để gá lắp các tấm khuôn với nhau được dễ dàng, cần có các chi tiết liên kết hoàn chỉnh. Các mối liên kết chịu một phần áp lực đẩy ngang của bê tông mới đổ (chịu lực chính là gông và sườn). Ngoài ra, cũng có kiểu ván khuôn trong đó các mối liên kết giữa các sườn tấm khuôn phải hoàn toàn chịu được áp lực ngang của bê tông.

Những yêu cầu đối với các chi tiết liên kết:

- Dễ chế tạo;
- Lắp, tháo dễ dàng;

- Ít hư hỏng, mất mát phụ liệu;

- Giá thành hạ.

b) Các chi tiết để cố định hai thành ván khuôn đối diện.

Cố định hai thành ván khuôn đối diện bằng các liên kết giằng (như ở ván khuôn tường, dầm, móng v.v...), nhằm mục đích giữ được chính xác khoảng cách giữa hai thành ván khuôn. Đồng thời, các liên kết giằng chịu được áp lực ngang của bê tông khi đổ và đầm. Mặt khác biện pháp cố định này nhằm thay thế bớt cột chống từ phía ngoài lên thành ván khuôn.

- *Cố định bằng bulông có đai ốc xiết chặt ở hai đầu*: bulông luôn qua thanh cữ bằng ống nhựa hoặc ống bê tông. Thanh cữ nằm lại trong bê tông.

- *Đối với tường có chiều dày cố định*: cố định thanh giằng còn được thực hiện bằng tấm hãm.

- *Cố định bằng thanh giằng có đoạn nối*:

Thanh giằng có đoạn nối có chức năng giằng và cố định khoảng cách hai thành ván khuôn. Thanh giằng gồm ba đoạn (hai đoạn đầu nằm ngoài ván khuôn, đoạn ở giữa nằm trong ván khuôn và để lại trong bê tông).

Trong trường hợp khối đổ bê tông có kích thước lớn, thanh giằng có đoạn nối gia công sẵn không đủ chiều dài (không thích hợp với chiều dày khối đổ), thì lúc đó thanh giằng được nối dài. Khi thanh giằng có chiều dài lớn, nó sẽ bị võng do trọng lượng bản thân hoặc do bê tông trút vào khối đổ. Để tránh hiện tượng này, thanh giằng cần liên kết vào cốt thép chịu lực của công trình, hoặc khi không có cốt thép thì phải làm giá đỡ.

*Chú ý*: Cần phải chống võng cho thanh giằng trước rồi mới vặn đai ốc căng thanh giằng.

- *Cố định bằng thanh giằng và khoá kẹp*:

Việc cố định hai thành đối diện của ván khuôn bằng bulông và đai ốc vặn ở hai đầu có nhược điểm là tốn nhiều bulông. Khi tháo đai ốc khỏi đầu bulông gặp khó khăn, do vừa xi măng bám dính. Để khắc phục nhược điểm trên, người ta thay thế bằng thanh giằng và khoá kẹp.

c) Cấu tạo và liên kết

Giữa hai thành ván khuôn đặt những ống nhựa làm cữ (bằng chiều dày của tường). Dùng thanh giằng bằng thép  $\phi 8 - \phi 10$  luồn qua ống nhựa. Giữ chặt thanh giằng, ở hai đầu, bằng khoá kẹp. Để thanh giằng xiết chặt lên sườn của hai thành ván khuôn, trước khi lắp khoá kẹp thứ hai, dùng một dụng cụ đặc biệt là vạm căng để kéo căng thanh giằng. Kiểu liên kết này có ưu điểm tận dụng được thép vạm, tháo thanh giằng nhanh chóng dễ dàng.

Khoá kẹp được thực hiện theo nhiều dạng khác nhau:

- Miếng kẹp bằng thép cường độ cao, cấu tạo đơn giản. Khi dùng miếng kẹp, cho thanh giằng xuyên qua lỗ tròn to ở đầu rãnh, dùng búa đánh vào miếng kẹp để rãnh hình côn kẹp chặt lấy thanh giằng (vì rãnh hình côn nhỏ dần về một phía). Khi tháo, dùng búa đánh ngược lại;

- Khoá kẹp hình nêm bằng thép cường độ cao: Khi dùng, luôn thanh giằng qua lỗ, dùng búa đánh cho nêm kẹp chặt lấy thanh giằng. Khi tháo, dùng búa đánh ngược lại cho nêm tụt ra;

- Khoá kẹp lò xo.

Vam căng thanh giằng cấu tạo đơn giản và chế tạo bằng thép.

### B. Một kiểu ván khuôn công cụ kích thước bé

Giới thiệu bộ ván khuôn thép do công ty thép NITTETSU (Nhật Bản) chế tạo:

#### 1) Cấu tạo ván khuôn

Bộ ván khuôn bao gồm:

- Cấu tấm khuôn (tấm chính);
- Các tấm góc: góc trong và góc ngoài;
- Tấm góc vuông (3 mặt);
- Các tấm góc vát, góc tròn;
- Tấm điều chỉnh: Các tấm khuôn được chế tạo bằng tôn, sườn dọc và ngang dày 2,8 hoặc 3mm, mặt khuôn dày 2mm;
- Gông dùng bộ đôi ống thép tròn, có đường kính ngoài 48,6mm, dày 2,4mm, hoặc dùng thép bản uốn thành gông có tiết diện chữ nhật hoặc chữ U;
- Tấm giới hạn chiều cao đổ bê tông;
- Các phụ kiện liên kết gồm: móc kẹp chữ U, chốt hình chữ L và bulông có mũ;
- Thanh giằng có đoạn nối.

Bộ ván khuôn này được chống đỡ bằng các kiểu giàn giáo công cụ khác nhau (như cột chống đơn điều chỉnh chiều cao LENEX, dầm rút PECCO, giáo PAL).

#### 2) Phạm vi sử dụng

Bộ khuôn có tính "vạn năng", được lắp ghép cho các đối tượng kết cấu khác nhau, như ván khuôn móng khối lớn, móng dẹt cấp, tường, sàn, bể v.v...

Bộ ván khuôn này gồm các tấm có trọng lượng bé, tấm nặng nhất trọng lượng dưới 16kg, thích hợp cho việc vận chuyển, lắp, tháo bằng thủ công. Khi có điều kiện thi công bằng cơ giới, lại có thể lắp ráp trước thành tấm lớn.

**Bảng 1.01. Thông số kỹ thuật của các tấm ván khuôn**

| Rộng (mm) | Dài (mm) | Cao (mm) | Mômen quán tính (cm <sup>4</sup> ) | Mômen chống uốn (cm <sup>3</sup> ) |
|-----------|----------|----------|------------------------------------|------------------------------------|
| 300       | 1800     | 55       | 28,46                              | 6,55                               |
|           | 1500     |          |                                    |                                    |
| 200       | 1200     |          | 20,02                              | 4,42                               |
| 150       | 900      |          | 17,63                              | 4,30                               |
|           | 750      |          |                                    |                                    |
| 100       | 600      |          | 15,68                              | 4,08                               |

**Bảng 1.02. Kích thước các tấm góc trong**

| Kiểu | Rộng (mm)              | Dài (mm) |
|------|------------------------|----------|
| A    | 700                    | 1500     |
|      | 600                    | 1200     |
|      | 300                    | 900      |
| B    | 150 × 150<br>150 × 150 | 1800     |
|      |                        | 1500     |
|      |                        | 1200     |
|      |                        | 900      |
|      |                        | 750      |
|      |                        | 600      |

| Kích thước các tấm góc ngoài (mm) |      | Kích thước các tấm khuôn góc vuông (mm) |      |
|-----------------------------------|------|---|------|
| 100 × 100                         | 1800 | 150 × 150 × 450                         |      |
|                                   | 1500 | 150 × 150 × 300                         |      |
|                                   | 1200 | 150 × 150 × 150                         |      |
|                                   | 900  | 100 × 150 × 450                         |      |
|                                   | 750  | 100 × 150 × 300                         |      |
|                                   | 600  | 100 × 150 × 150                         |      |
| Kích thước tấm khuôn góc vát (mm) |      | Kích thước tấm khuôn góc tròn (mm)      |      |
| 17<br>20                          | 1800 | 45<br>35                                | 1500 |
|                                   | 900  |   | 1200 |
|                                   | 750  |   | 900  |
|                                   | 600  |   | 750  |
|                                   |      |   | 600  |

#### 1.2.1.4. Ván khuôn tấm lớn

##### A. Khái niệm chung về ván khuôn tấm lớn

Ván khuôn tấm lớn (tức là ván khuôn diện tích lớn, ván khuôn lớn) khác với ván khuôn khác ở chỗ: chiều cao tương đương với chiều cao thực tế tầng nhà; chiều rộng căn cứ vào mặt bằng nhà, kiểu ván khuôn và năng lực cầu mà quyết định, nói chung tương đương bề rộng thực tế của gian phòng.

##### 1) Yêu cầu cơ bản đối với ván khuôn tấm lớn

- Có đầy đủ cường độ và độ cứng, luân chuyển được nhiều lần, phí tổn sửa ít;
- Mặt trơn và phẳng, sau khi tháo ván khuôn xong có thể không phải trát vữa hoặc ít phải trát lại mặt bê tông, giảm nhiều công tác tu sửa;
- Trọng lượng mỗi mét vuông phải nhẹ, và trọng lượng mỗi tấm không được vượt quá năng lực của cần cẩu;

- Ghép, tháo, vận chuyển, xếp vào kho phải tiện lợi và an toàn;
- Cấu tạo kích thước phải hết sức tiêu chuẩn hoá, thông dụng hoá, đầu tư một lần rẻ, phí tổn tháo, lắp ít.

### 2) Đặc điểm công nghệ của ván khuôn tấm lớn

- Ván khuôn tấm lớn là một loại ván khuôn định hình có kích thước lớn và được sử dụng luân lưu cho một loại kết cấu;
- Các chi tiết liên kết được chế tạo chính xác để đảm bảo cho quá trình tháo lắp được dễ dàng;
- Trọng lượng của loại ván khuôn này khá lớn vì chúng thường có kích thước bằng bề mặt cấu kiện cho nên phải có thiết bị cầu lắp và vận chuyển;
- Kích thước hình học của ván khuôn có yêu cầu chính xác cao;
- Vật liệu chế tạo ván khuôn tấm lớn thường là loại có chất lượng tốt như: gỗ dán chịu nước, gỗ tấm ép nhân tạo, hỗn hợp thép gỗ, thép, thép hợp kim... Do đó, giá thành của chúng tương đối cao. Thực tế cho thấy muốn giảm giá thành khi thi công theo công nghệ này cần phải nghiên cứu để giảm chi phí cho cả năm công đoạn chính là: Gia công chế tạo; lắp ráp, sử dụng, tháo dỡ và bảo dưỡng.

### 3) Những ưu điểm và hạn chế trong công nghệ ván khuôn tấm lớn

Ván khuôn tấm lớn dùng cho những công trình có bề mặt lớn, như móng thiết bị, cột lớn, tường phẳng v.v.. Loại ván khuôn này có ưu khuyết điểm:

#### *Ưu điểm:*

- Do bề mặt của ván khuôn lớn nên chất lượng của bê tông sẽ tốt hơn, trong công nghệ ván khuôn thông thường phải ghép bằng nhiều tấm ván khuôn nhỏ, nên có nhiều mối nối, vì vậy tạo nhiều khe hở, dẫn đến dễ bị mất nước xi măng trong quá trình đổ bê tông. Mặt khác nếu phải ghép nhiều tấm ván thì rất khó tạo được mặt phẳng cho bề mặt cấu kiện hoặc cả bề mặt công trình;
- Ván khuôn tấm lớn sử dụng bền hơn: vì chúng có bề mặt là những tấm liền và được chế tạo thành hệ văng chắc ổn định. Khi tháo lắp và vận chuyển được thực hiện bởi những loại máy móc tương ứng, vì thế hạn chế được những tác động cục bộ vào từng vị trí của ván khuôn do không phải sử dụng búa, xà beng, đòn bẩy... trong tháo lắp như đối với ván khuôn thường nên nó không bị biến dạng bề mặt, sứt mẻ hoặc cong vênh mép. Chính vì vậy mà ván khuôn tấm lớn được sử dụng nhiều lần hơn;
- Nâng cao được trình độ cơ giới hoá trong thi công xây dựng: ván khuôn tấm lớn có kích thước rộng và trọng lượng lớn. Nó có thể nặng từ vài tạ đến vài tấn và thường thi công trên cao nên lao động thủ công không làm được. Vì vậy nó đòi hỏi phải có máy móc thiết bị hỗ trợ như cần trục, máy nâng, kích... Để nâng cao trình độ cơ giới hoá công nghệ ván khuôn tấm lớn cần nghiên cứu khâu chế tạo ván khuôn cũng như đầu tư trang thiết bị;

- Rút ngắn thời gian tháo lắp, ván khuôn tấm lớn có kích thước thường bằng bề mặt cấu kiện và được chế tạo chính xác, cho nên tháo lắp dễ dàng nhanh chóng bằng phương tiện cơ giới, từ đó đẩy nhanh tiến độ thi công công trình;

- Ván khuôn tấm lớn sẽ đạt hiệu quả kinh tế rất cao nếu khối lượng thi công nhiều.

*Nhược điểm:*

- Ván khuôn tấm lớn đòi hỏi trình độ thiết kế chế tạo cao. Chúng thường được chế tạo theo hai cách:

+ Chế tạo liền mảng: Cách này đòi hỏi phải có các xưởng ván khuôn chuyên dụng, có cán bộ trình độ chuyên môn cao và đòi hỏi những loại vật liệu tương thích;

+ Chế tạo tổ hợp: Sử dụng các panen ván khuôn định hình chuẩn để tổ hợp thành bộ ván khuôn tấm lớn. Việc thiết kế chế tạo theo cách này ngoài những yêu cầu về độ phẳng chính xác cao, ván khuôn lại phải tạo thành hệ ổn định vững chắc do đó yêu cầu trình độ chuyên môn cao. Như vậy, cần có công nhân lành nghề và có địa điểm gia công thuận lợi, hoặc xưởng gia công;

- Do ván khuôn có diện tích lớn, không thể tiến hành cấu lắp khi gió to;

- Phải có thiết bị phù hợp như phương tiện vận chuyển, cần cẩu, vận thăng, máy nâng, tời, kích, máy nén khí, máy bơm bê tông... thì biện pháp thi công mới có hiệu quả;

- Nếu công trình kiến trúc có hình dạng phức tạp thì chế tạo ván khuôn tấm lớn sẽ rất khó khăn, tốn kém, làm tăng giá thành sản phẩm. Vì thế, trong thiết kế nhà nhiều tầng người ta đòi hỏi phải tiêu chuẩn hoá và môđun hoá rất cao, tránh những kết cấu cầu kỳ để có thể áp dụng phương pháp thi công bằng ván khuôn tấm lớn;

- Nếu khối lượng thi công ít hoặc dùng cho kết cấu và công trình đơn lẻ thì hiệu quả kinh tế thấp.

### **B. Cấu tạo ván khuôn tấm lớn**

Ván khuôn thường dùng gồm có: tấm mặt, giàn khung, hệ thống thanh chống và phụ kiện lắp ghép tổ hợp lại. Tấm mặt ván khuôn có cường độ và độ cứng lớn có thể không bố trí giàn khung.

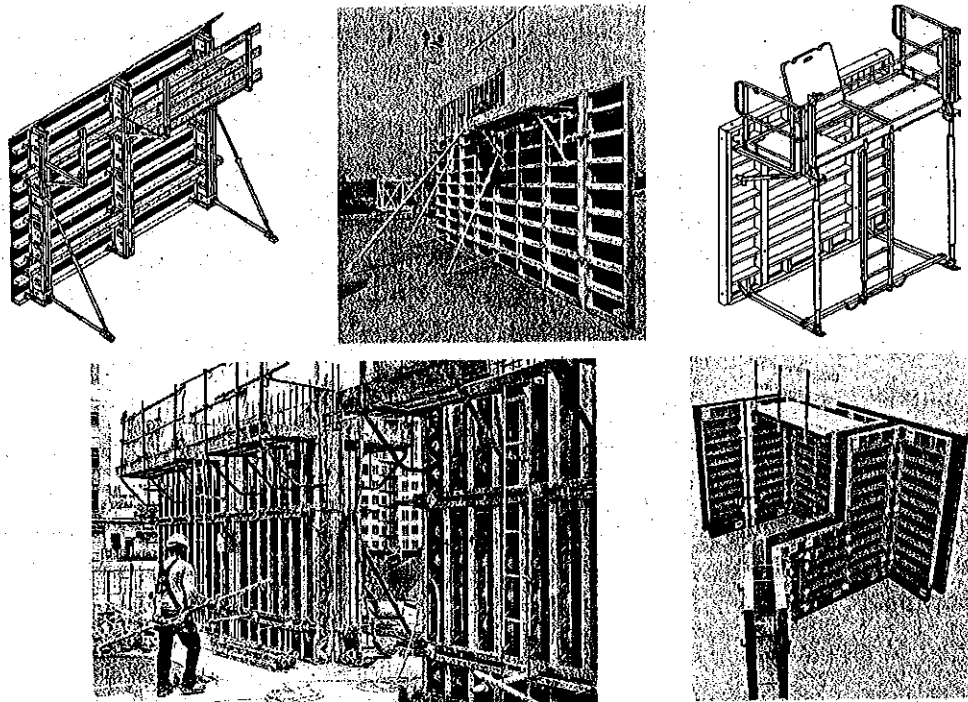
- Tác dụng của tấm mặt ván khuôn là tạo hình cho mặt kết cấu bê tông, nên cần phải yêu cầu thiết kế mặt ngoài;

- Tác dụng của giàn khung là giữ cho mặt tấm ván khuôn cố định, bảo đảm độ cứng cho mặt và truyền tải trọng (mà ván khuôn chịu) vào hệ thống thanh chống. Thông thường do sườn ngang sườn đứng được chế tạo bằng thép hình, thép lòng máng, thép dẹt, ống thép vách mỏng lắp ghép lại. Khi dùng mặt bằng gỗ cũng có thể dùng thanh nẹp làm khung;

- Hệ thống thanh chống có tác dụng truyền tải trọng cho sàn nhà, hoặc nền đất, hoặc lên thân tường tầng dưới, và điều chỉnh cho mặt ván khuôn đúng vị trí thiết kế;

- Các phụ kiện gồm: Sàn thao tác, thang trèo, bulông xuyên tường, bản kẹp trên miệng...





Hình 1.04. Một số loại ván khuôn tấm lớn

### C. Lựa chọn tấm mặt ván khuôn tấm lớn

Tấm mặt ván khuôn có thể lựa chọn nhiều loại vật liệu: thép, gỗ, tre, chất dẻo, hiện nay đã dùng các loại tấm mặt như sau:

#### 1) Thép tấm

Dùng tấm thép dày 4-5mm hàn lại, mặt bằng phẳng, có thể luân chuyển 200 lần trở lên, loại tấm mặt này được sử dụng rộng rãi nhất. Nhưng trọng lượng khá lớn, có thể đến  $40\text{kg/m}^2$ , tốn nhiều thép.

Mặt ván khuôn sử dụng thép tấm dày 2,3 hoặc 2,5mm, sườn cạnh cao 55mm. Mỗi miếng có kích thước tối đa  $300 \times 1500\text{mm}$ , căn cứ theo kích thước mặt ván khuôn lớn mà lắp ghép.

Trọng lượng ván khuôn thép tổ hợp tương đối nhẹ, khoảng  $35\text{kg/m}^2$ , tiện cho tháo lắp và tổ hợp lại. Nhưng số lần luân chuyển không được như tấm mặt bằng thép hoàn chỉnh, mỗi nối lại nhiều phải được xử lý kịp thời.

#### 2) Tấm gỗ dán

Lựa chọn tấm gỗ dán nhiều tầng dày 12, 15 hoặc 18mm. Các năm gân dầy ở Trung Quốc thường dùng nhiều loại ván khuôn hiệu Gấu mèo do Công ty gỗ dán Hoa Lâm tỉnh Thanh Đảo sản xuất, quy cách chủ yếu  $2440 \times 1220\text{mm}$ . Loại này trọng lượng nhẹ, chỉ  $9-14\text{kg/m}^2$ , có thể luân chuyển trên dưới 20 lần. Loại gỗ dán này gồm nhiều tấm đơn dày 1,5mm, dùng keo Andehit Ammonium trát lên mặt các tấm gỗ đơn đặt lệch thớ rồi đập ép, trên cùng dùng keo Phenol Andehit phủ một màng và cán mỏng.

Để bảo vệ cạnh mặt gỗ dán có thể dùng thép lá hay đồng lá tạo gờ xung quanh cạnh tấm gỗ dán.

### 3) Tấm chất dẻo cốt tre

Tấm chất dẻo cốt tre sử dụng cốt trong bằng tre đan, lớp ngoài bằng chất dẻo dính lại, dùng keo đập ép để tạo thành, độ dày khoảng 12mm. Tấm chất dẻo cốt tre có ưu điểm là có thể lợi dụng được tài nguyên tre phong phú của địa phương, tiết kiệm gỗ và sắt thép; cường độ và độ cứng tốt hơn so với tấm gỗ dán.

### 4) Tấm gỗ sợi nhiều lớp

Dùng nguyên liệu vụn thải của các xí nghiệp gỗ, lấy các thanh gỗ làm đệm bên trong, lấy tấm gỗ sợi ép cứng làm mặt ngoài, dùng keo nhựa cây và Phenol Andêhit cán mỏng để chế tạo.

Để nâng cao tính phòng nước và tính chịu mòn, nên dùng nhựa cây tinh chế tiến hành quét bề mặt. Kích thước, quy cách kích thước và tính năng cơ bản của tấm cũng tương tự với tấm gỗ ván.

### 5) Tấm gỗ dán khuôn thép

Ở bốn cạnh của các tấm gỗ (tre) dán cần kẹp các khuôn thép, có thể nâng cao độ cứng toàn bộ của ván khuôn, giữ cho bốn cạnh không bị hư hại.

Nếu dùng cả tấm gỗ (tre) dán thì bề dày nên dùng 18mm. Hệ thống ván khuôn lớn do Công ty Ván khuôn Thủy Đạt, Thanh Đảo sản xuất, có chiều cao là 2400 và 2700mm, chiều rộng là 2100mm. Nếu dùng ván khuôn lắp ghép tổ hợp, hoặc ván khuôn tổ hợp mở rộng mặt thì có loại dày 12 hoặc 15mm, khung thép cạnh có hai loại cao 55 và 70mm. Loại 55mm dùng kết hợp với ván khuôn thép, nhưng độ cứng hơi kém; loại 70mm có độ cứng tốt hơn, có thể sử dụng thành một hệ thống độc lập.

### 6) Tấm tổ ong mặt thép thủy tinh

Dùng các tầng tổ ong làm chất đệm, tấm thép thủy tinh làm mặt thì có thể tiết kiệm khung sườn và cũng không cần dùng khung thép ở bốn phía.

Ưu điểm là cường độ ván khuôn lớn, trọng lượng nhẹ, khi tấm dày 6cm, trọng lượng khoảng 15kg/m<sup>2</sup>. Loại ván khuôn này do Sở Nghiên cứu kỹ thuật thi công Bắc Kinh sáng chế.

### 7) Ván khuôn tổ hợp chất dẻo

Do Công ty trách nhiệm hữu hạn chất dẻo Đồng Tế, khu Khai phát Thiên Tân sản xuất, kích thước bản mặt bằng là 1500×4500mm, sườn cao 80mm. Trọng lượng mỗi tấm 28,4kg. Loại ván khuôn tổ hợp này có trọng lượng nhẹ, mặt láng bóng, tháo ván khuôn rất dễ. Nó đã được Công ty Xây dựng số 1 Thiên Tân và một số đơn vị sử dụng nhiều năm.

## D. Kiểu ván khuôn tấm lớn

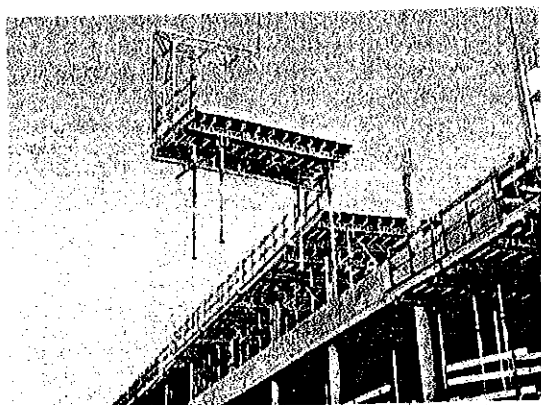
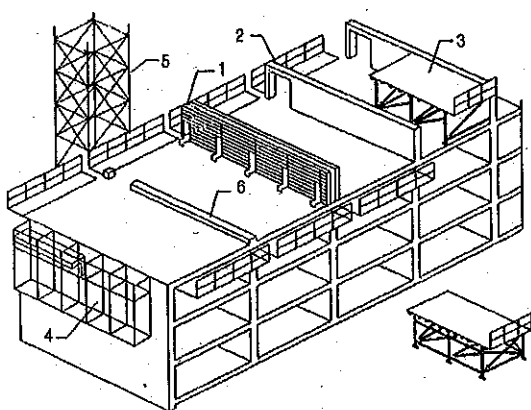
Ván khuôn tấm lớn có nhiều kiểu (tuỳ theo cách phân loại) mà người ta có các kiểu ván khuôn khác nhau. Ví dụ:

1) Theo vị trí thi công có:

- Ván khuôn tấm lớn đúc tường và các cấu kiện đứng có đặc điểm là luôn bám vào công trình (trụ hoặc kết cấu nào đó) trong lúc đang thi công. Mỗi tấm ván khuôn tường với kích thước bằng cả tấm tường gồm: hệ khung sắt cứng với các sườn ngang, dọc, tấm lát mặt bằng tôn hay gỗ dán chịu nước, có sàn cho người đứng thi công, có kích vít hoặc thanh chống với tầng dờ để điều chỉnh độ thẳng đứng. Hai tấm ván khuôn của hai mặt tường được giằng cố định vào nhau tạo thành một khung cứng không gian ổn định cho việc thi công đúc tường.

- Ván khuôn tấm lớn đúc sàn là loại ván khuôn tựa lên các mấu đỡ thông qua những lỗ tạo sẵn trong tường đúc trước hoặc tạo lên các cột chống ván khuôn có dạng giống cái bàn. Vì vậy còn gọi ván khuôn loại này là "ván khuôn bàn" (ở Trung Quốc gọi loại này là ván khuôn bay). Đặc điểm của công nghệ loại này khi tháo dỡ phải di chuyển chúng theo phương ngang về phía chưa có tường ngoài. Các bức tường ngoài sẽ được xây sau hoặc lắp ghép sau.

- Ván khuôn tấm lớn bay cũng là loại ván khuôn sàn nhưng được chế tạo gia công và tổ chức sản xuất ở trình độ cao, nó thường được sử dụng rộng rãi khi thi công nhà nhiều tầng (trình bày cụ thể trong mục E).

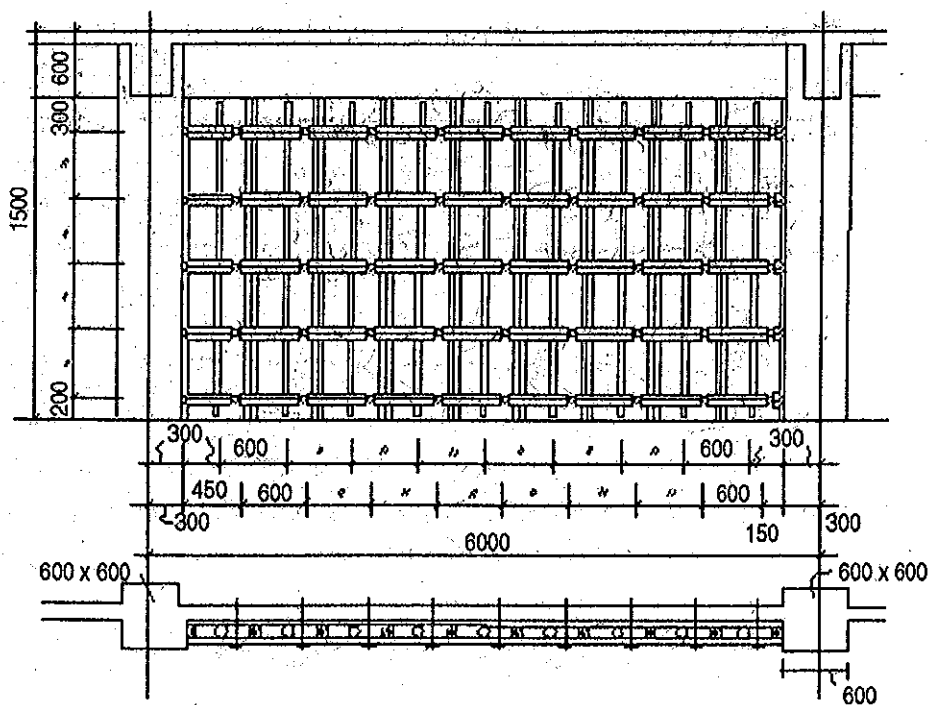


Hình 1.05. Ván khuôn tấm lớn

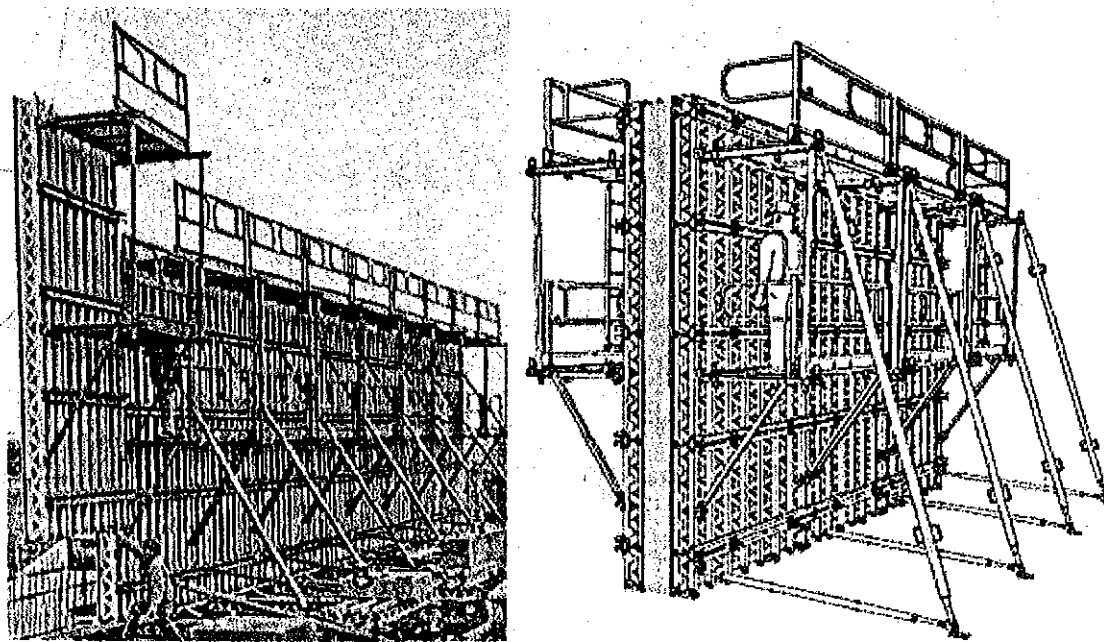
1. tường đã đúc; 2. ván khuôn tường; 3. ván khuôn sàn;
4. giàn giáo; 5. cần trục tháp; 6. phần nhô lên của tường.

Trong hình 1.05 và 1.07 là hai kiểu ván khuôn tấm lớn, diện tích từ 15 - 20m<sup>2</sup>, cấu tạo từ các tấm ván mặt, sườn và gông (thường gọi là giàn khung). Các thanh gông bằng gỗ thanh, thép hộp hoặc ống thép, để tăng độ cứng cho ván khuôn. Ván có chiều dày 40 - 50mm, làm bằng gỗ thanh hay ván gỗ, ván ép hoặc thép.

Khoảng cách giữa các sườn, tiết diện của sườn và gông được xác định theo tính toán sao cho tiết diện là bé nhất. Khi tính toán phải chú ý tới các tải trọng phụ, như lực dạt, lực va chạm, lực tập trung, phát sinh khi cần trục làm việc. Tiết diện chọn được phải lấy tăng theo dự kiến như trong thực tế.



*Hình 1.06. Ván khuôn tấm lớn liên kết giằng*



*Hình 1.07. Ván khuôn tấm lớn thép có cây chống hậu*

Áp lực ngang của bê tông mới đổ, tác dụng lên ván khuôn tấm lớn, do thanh giằng chịu. Thanh giằng đặt nằm ngang khi bề rộng công trình dưới 3m, và đặt xiên khi bề rộng lớn hơn 3m.

2) Theo tính chất của ván khuôn có:

a) Ván khuôn bằng

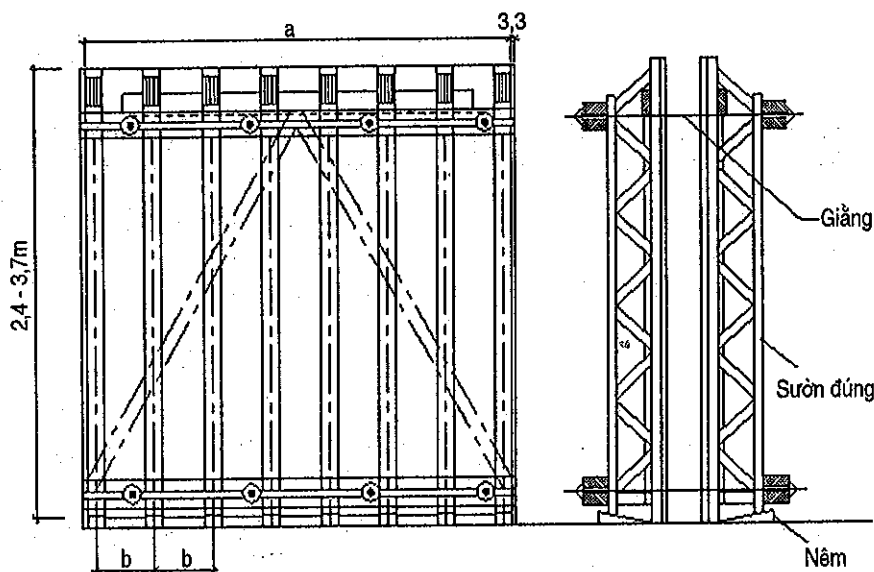
Kích thước ván khuôn bằng nói chung tương đương với mỗi bức tường to hay nhỏ của các gian phòng.

Ưu điểm của nó là trên mỗi bức tường dù to hay nhỏ đều không có mối nối, thể hiện đầy đủ ưu điểm của mặt tường bằng phẳng của ván khuôn tấm lớn. So với ván khuôn lõi, thì trọng lượng tương đối nhẹ (bình thường trong phạm vi 700-1200kg), tính linh hoạt tương đối cao. Vì thế, ván khuôn bằng là loại ván khuôn được dùng nhiều nhất trong các loại ván khuôn. Nhưng ván khuôn bằng chuyên mối nối vào góc tường, vì thế cần xử lý ván khuôn góc tường một cách cho thoả đáng, ngoài ra cần giải quyết tốt tính ổn định cho lắp ghép, tháo dỡ, vận chuyển, xếp dọn, bảo đảm không gây sự cố nghiêng ngã mất an toàn.

Phương thức lắp ghép ván khuôn có thể phân ra ba loại:

\* Ván khuôn bằng chỉnh thể:

Tấm mặt, giàn khung, hệ thống thanh chống, sàn công tác, thanh leo lắp ghép và hàn thành một thể thống nhất (hình 1.08), ưu điểm là tính toàn khối của ván khuôn khá tốt, nhưng tính thông dụng kém, thích hợp với thi công nhà ở diện tích tiêu chuẩn lớn.



- Chiều dài a tùy theo sức nâng của cần trục;
- Khoảng cách b tùy theo tải trọng.

Hình 1.08. Ván khuôn bằng chỉnh thể

\* Ván khuôn bằng tổ hợp:

Ván khuôn bằng tổ hợp chủ yếu gồm ba bộ phận do tấm mặt (bao gồm cả tấm mặt và giàn khung), hệ thống thanh chống và sàn công tác dùng bulông liên kết lại tạo thành. Khi không dùng nữa có thể tháo ra để vận chuyển và xếp kho.

Để giảm số hiệu của ván khuôn lớn, ván khuôn tổ hợp thường phải lấy kích thước cơ bản của chiều sâu, chiều cao của gian nhà làm kích thước mặt ván khuôn, sau đó bố

sung thêm các tấm nối hẹp 20, 30 hoặc 60cm, là có thể thích ứng với thay đổi mặt bằng của ván khuôn.

**\* Ván khuôn bằng kiểu tháo lắp:**

Ván khuôn bằng kiểu tháo lắp không chỉ dùng bulông cố định hệ thống thanh chống, sàn công tác với các tấm mặt, mà còn dùng bulông liên kết tấm mặt với khung xung quanh, sườn ngang, sườn đứng với nhau.

Tấm mặt ván khuôn kiểu tháo lắp có thể dùng ván khuôn thép, hoặc ván khuôn thép gỗ tổ hợp lắp ghép lại.

**b) Ván khuôn góc**

**\* Ván khuôn góc nhỏ**

Ván khuôn góc nhỏ thường được phối hợp với ván khuôn bằng dùng làm ván khuôn góc tường, yêu cầu:

- Dùng, tháo tiện lợi, chắc chắn, không rò rỉ;
- Phải bảo đảm cùng một mặt bằng, chỗ mối nối không được tạo thành bậc thang;
- Giữa ván khuôn góc nhỏ và ván khuôn bằng có lượng co giãn nhất định dùng để điều chỉnh khi tường dày khác nhau và sai số lắp ghép, cũng để tạo điều kiện thuận lợi cho việc lắp dỡ.

**\* Ván khuôn góc lớn**

Ván khuôn một gian phòng bao gồm 4 miếng ván khuôn góc lớn, mối nối nằm chính giữa mỗi mặt tường.

Ưu điểm là bốn góc quy chuẩn, ít mối nối, nhưng tháo lắp ván khuôn khó khăn.

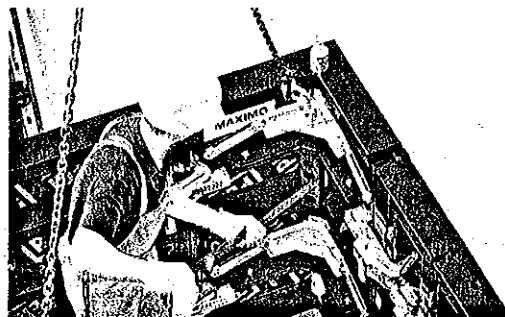
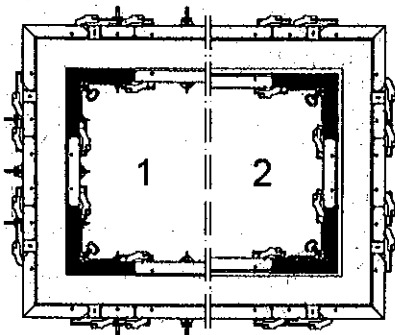
Hai cách làm ván khuôn góc:

- Cách thứ nhất chế tạo thành góc cố định, chỉ dựa vào đệm chất dẻo xốp 6mm để điều chỉnh mối nối;
- Cách thứ hai: ván khuôn hai bên cùng nối lại, có thể thông qua tăng đơ để điều chỉnh. Do mối nối chỗ ván khuôn góc lớn khó ngay ngắn, nên hiện nay ít được sử dụng.

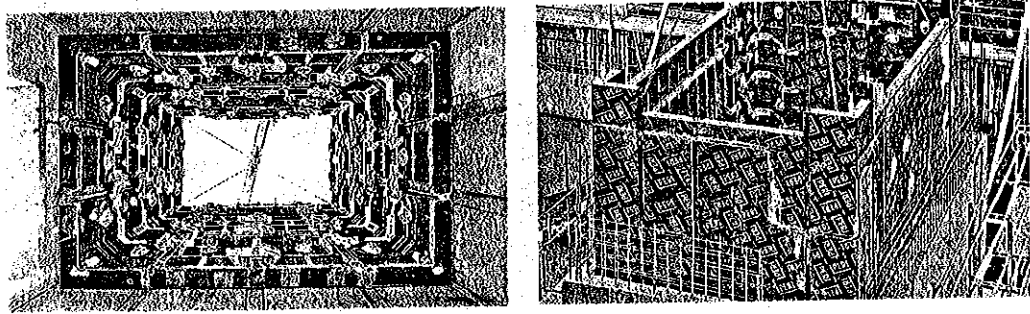
**c) Ván khuôn lõi**

Ván khuôn là loại dựa trên cơ sở ván khuôn bằng phát triển lên, người ta lắp ván khuôn bốn mặt độc lập của một gian phòng liên kết thành một ván khuôn không gian thống nhất.

Ván khuôn này có ưu điểm: ổn định tốt; có thể cấu lắp cả gian; giảm được số lần cầu; sàn công tác lớn; điều kiện thi công tốt.



Hình 1.09. Một ví dụ bố trí các tấm ván khuôn đúc lõi cứng



*Hình 1.10. Hệ khung giằng đảm bảo độ cứng không gian cho ván khuôn lõi cứng*

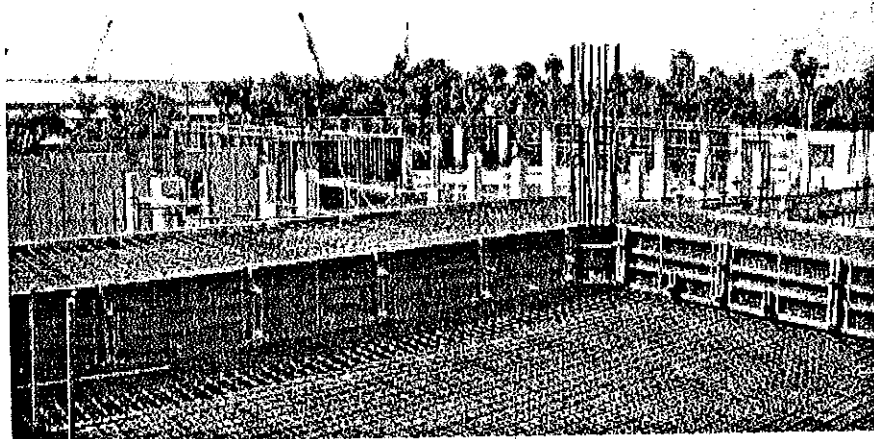
Song, có nhược điểm là kém linh hoạt so với ván khuôn bằng, trọng lượng tương đối nặng. Loại ván khuôn này thích hợp với giếng thang máy, giếng đường ống, ở các nơi kích thước nhỏ, trọng lượng tương đối nhẹ, cấu lắp cũng tiện lợi hơn ván khuôn bằng.

**E. Giới thiệu ván khuôn tấm lớn thép thủy tinh và chất dẻo**

Vào đầu thập kỷ 80 của thế kỷ XX, để đáp ứng yêu cầu đổ bê tông sàn nhà có sườn dày, Viện Thiết kế kiến trúc Bộ Xây dựng, Sở Nghiên cứu công trình kiến trúc thành phố Bắc Kinh và một số đơn vị khác đã nghiên cứu và sáng chế ra vỏ ván khuôn chất dẻo loại lớn. Năm 1984 đã chính thức dùng để thi công khoảng 100.000m<sup>2</sup> sàn nhà sườn dày đơn hướng và cùng hướng của Thư viện Bắc Kinh. Sau đó lại nghiên cứu thành công và sáng chế thành công loại vỏ ván khuôn thép thủy tinh loại lớn dùng cho các công trình: Thư viện Bắc Kinh, Trung tâm tình báo khoa học kỹ thuật Bắc Kinh và Khách sạn Á Châu Bắc Kinh và nhiều công trình khác.

Căn cứ hình thức kết cấu của sàn nhà sườn dày, người ta chia làm: Sàn nhà sườn dày đơn hướng và sàn nhà sườn dày cùng hướng.

Vỏ ván khuôn dùng để thi công sàn nhà sườn dày đơn hướng được gọi là vỏ ván khuôn chữ T, vỏ ván khuôn dùng để thi công sàn nhà sườn dày cùng hướng gọi là vỏ ván khuôn chữ M. Sau đây giới thiệu vỏ ván khuôn chữ M.



*Hình 1.11. Hệ ván khuôn thép thủy tinh*

### 1) Loại hình và cấu tạo

a) Vỏ ván khuôn chất dẻo: Dùng công nghệ gia công đúc chất dẻo thành 1/4 vỏ, sau dùng bulông ghép lại thành một vỏ ván khuôn lớn hoàn chỉnh. Hiện nay, quy cách thường dùng nhiều là 120×90×30cm và 120×120×20, sườn chữ thập cao 9cm, sườn dày 1,4cm ở bốn phía vỏ ván khuôn gia cường thêm sắt góc L36×3 để tiện cho việc liên kết bằng bulông.

b) Vỏ ván khuôn thép thủy tinh: Loại vỏ này dùng vải sợi thủy tinh trung tính với kiềm làm vật liệu gia cường, nhựa cây polyeste không bão hoà làm vật liệu dính kết, dùng tay phết vào mặt lõm của ván khuôn để tạo hình. Thường dùng hình thức cấu tạo sườn cho vỏ mỏng. Hiện nay đã chế tạo loại 120×120×30cm, 150×150×40cm và 200×200×60cm.

Loại ván khuôn này so với loại vỏ ván khuôn chất dẻo cùng kích thước có đặc điểm: độ cứng lớn hơn, không cần có thép hình gia cố v.v...

Gia công vỏ ván khuôn chỉ cho phép sai số âm.

Hai loại vỏ ván khuôn nói trên thích dụng cho kết cấu nhịp lớn, không gian lớn, mạng lưới cột nói chung trên 6m. Với bê tông thường nhịp không nên quá 9m; Với bê tông ứng suất trước nhịp không nên lớn hơn 12m.

### 2) Hệ thống thanh chống

Để có thể được thông dụng và thích hợp với sàn sườn dày đơn hướng và song phương, tiện lợi cho tháo lắp, hệ thống chống có thể dùng mấy loại sau:

a) Hệ thống chống gồm cột chống thép, khung sườn thép, sắt góc lắp ghép lại

Quy cách tính năng cột chống thép tiêu chuẩn (thương phẩm) xem trong bảng 1.03:

**Bảng 1.03. Tính năng cột chống tiêu chuẩn**

| Tính năng                    |                           | MN-75  | MN-90  |
|------------------------------|---------------------------|--------|--------|
| Độ cao tối thiểu (mm)        |                           | 2232   | 2732   |
| Độ cao tối đa (mm)           |                           | 3462   | 3982   |
| Độ cao có thể điều tiết (mm) |                           | 1080   | 1080   |
| Độ cao điều tiết nhỏ (mm)    |                           | 170    | 170    |
| Số lỗ và khoảng cách (mm/lỗ) |                           | 120/10 | 120/10 |
| Tải trọng an toàn            | Khi độ cao tối thiểu (kN) | 20     | 20     |
|                              | Khi độ cao tối đa (kN)    | 15     | 12     |
| Trọng lượng tịnh (kg/chiếc)  |                           | 13.2   | 14.8   |

Trên cột chống thép phải lắp thêm một mũ cột dùng để cố định phương hướng dầm sườn chính. Dầm sườn chính là loại dầm thép hình chữ nhật dùng thép tấm dày 3mm cán thành mặt cắt hình chữ nhật 75×150mm, kích thước dài bình thường là 2,4m, tối đa là 3,6m, hai đầu hở miệng, có thể nối dài. Ở phía trên đầu dầm sườn chính có bố trí một



thanh thép góc (L50×5) làm thanh chống vỏ ván khuôn, thông qua đinh chốt cố định trên dầm sườn chính. Khoảng cách các đinh chốt là 400mm. Ở chỗ lắp đinh chốt bố trí sẵn một ống thép  $\phi 20\text{mm}$  không chỉ tiện lợi cho việc lắp đinh chốt, mà còn có tác dụng để phòng biến dạng mặt bên của dầm sườn chính.

b) *Hệ thống thanh chống gồm: Cột chống thép, tấm đầu cột, dầm đỡ lắp ghép lại*

Quy cách sử dụng cột chống thép như trên, đỉnh cột nối với tấm đầu cột thành một thể thống nhất.

Tấm đầu cột là bộ phận được lắp cố định vào đầu cột bằng bulông, dùng để tháo lắp ván khuôn. Tấm chống và bàn đỡ đều bằng thép tấm, cột đứng bằng thép vuông, nêm bằng thép đúc.

Dầm đỡ là kết cấu thép hình loại nhẹ, trên đỉnh có gờ nổi rộng 100mm, hai đầu dầm có hai lưỡi gà thò ra để lắp vào tấm đầu cột, cánh hai bên là điểm chống của ván khuôn vỏ.

c) *Hệ thống thanh chống gồm: Cột chống vuông bằng gỗ, khung sườn gỗ lắp ghép lại*

Khoảng cách các cột chống, kích thước tiết diện khung sườn gỗ..., căn cứ vào tình hình cụ thể tiến hành thiết kế, tính toán mà xác định.

### 3) Ghép ván khuôn

a) Trước lúc thi công cần có bản vẽ thiết kế ghép ván khuôn. Trước hết vẽ lên mặt sàn đường trục dầm sườn dày, sau đó dựng các cột thép đứng.

b) Đáy nền của cột chống thép phải bằng phẳng, lắp dựng phải kín khít, cột đứng và đáy nền phải thẳng góc. Khi lắp cột cao quá 3,5m, thì cứ mỗi khoảng độ cao 2m phải dùng miếng ốp góc vuông và ống thép giằng chặt với cột chống.

c) Sau khi điều chỉnh độ cao cột đứng chính xác xong, mới lắp ráp khung sườn thép. Khi lắp khung sườn thép cần phải kẻ các đường song song trước, khoảng cách cần phải chuẩn xác, bảo đảm cho dầm phẳng và thẳng đứng. Sau đó lắp sắt góc làm thanh chống, dùng đinh chốt xiết chặt.

d) Nguyên tắc lát đặt vỏ ván khuôn là: từ giữa lát ra hai bên cột. Nhất thiết không được lát từ đầu này đến đầu kia để tránh hiện tượng các sườn không khớp nhau. Ở chỗ không thể dùng vỏ ván khuôn, có thể dùng ván khuôn gỗ khảm bổ sung.

Lát vỏ ván khuôn xong, không thể tránh khỏi khe hở, nhất là sàn nhà sườn dày cùng hướng thì khe hở lại càng lớn, vì vậy cần dùng giấy dầu hoặc vật liệu khác để xảm bịt lại, tránh lọt vữa.

e) Chất bôi để tháo vỏ ván khuôn phải dùng loại chất tháo ván khuôn hoà tan trong nước, nhất thiết tránh dùng loại có dầu, hoặc loại thường dùng cho ván khuôn thường để tránh phản ứng hoá học với vỏ ván khuôn chất dẻo. Chất bôi để để tháo vỏ ván khuôn này là loại KD-B.

f) Tiêu chuẩn chất lượng.

- Tiêu chuẩn kích thước bề ngoài vỏ ván khuôn, sai lệch cho phép 0 - 2mm.
- Yêu cầu bằng phẳng nhẵn về bề mặt ngoài vỏ ván khuôn, sai lệch cho phép về độ bằng phẳng là 2mm.
- Sai lệch cho phép về biến dạng thẳng đứng của vỏ ván khuôn là  $\pm 4$ mm, sai lệch cho phép về biến dạng mặt bên là  $\pm 2$ mm.

Tiêu chuẩn nghiệm thu lắp dựng vỏ ván khuôn, xem bảng 1.04.

**Bảng 1.04. Tiêu chuẩn nghiệm thu**

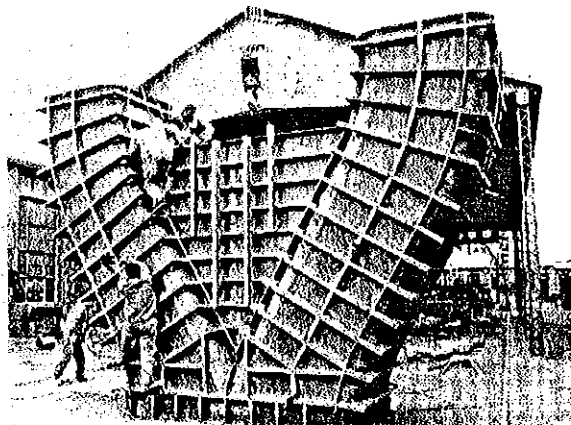
| Thứ hạng | Hạng mục                                     | Sai lệch cho phép (mm) | Phương pháp kiểm nghiệm |
|----------|--|------------------------|-------------------------|
| 1        | Bằng phẳng bề mặt                            | 5                      | Dùng thước 2m thẳng     |
| 2        | Kích thước mặt cắt                           | +2<br>-5               | Dùng thước đo           |
| 3        | Chênh lệch độ cao bề mặt của hai tấm lân cận | 2                      | Dùng thước đo           |

#### 1.2.1.5. Ván khuôn tổ hợp

##### A. Ván khuôn thép tổ hợp (loại ván khuôn nhỏ)

##### A.1. Các bộ phận của ván khuôn thép tổ hợp

Ván khuôn thép tổ hợp là một loại ván khuôn công cụ. Khi dùng loại này thì cần căn cứ theo thiết kế lắp ráp thành tấm ván khuôn lớn của cột dầm tường v.v... Rồi dùng cần cẩu đưa vào vị trí; cũng có thể dùng phương pháp lắp tháo phân tán, linh hoạt và tiện lợi. Các bộ phận chủ yếu gồm: ván khuôn thép, kiện nối và kiện chống.



**Hình 1.12. Ván khuôn thép tổ hợp**

## 1) Ván khuôn thép

### (a) Ván khuôn thép chủ yếu bao gồm:

- Ván khuôn mặt phẳng, ván khuôn góc âm, ván khuôn góc dương, ván khuôn nối góc và các loại khác v.v...

### - Ván khuôn mặt phẳng:

Mặt tấm dày 2,3 hoặc 2,5mm (xem hình 1.13). Loại này chủ yếu dùng cho tường, dầm, cột, sàn v.v... Các loại kết cấu ở vị trí mặt phẳng, quy cách chiều dài có: 450, 600, 750, 900, thường là 1200, 1500 và 1800 (tức lấy bội số của 150); bề rộng có 100, 150, 200, 250, thường là 300, 400, 500, 600 (tức lấy bội số của 50); chiều cao là 55.

### (b) Ván khuôn chuyển góc:

Ván khuôn chuyển góc nhiều loại:

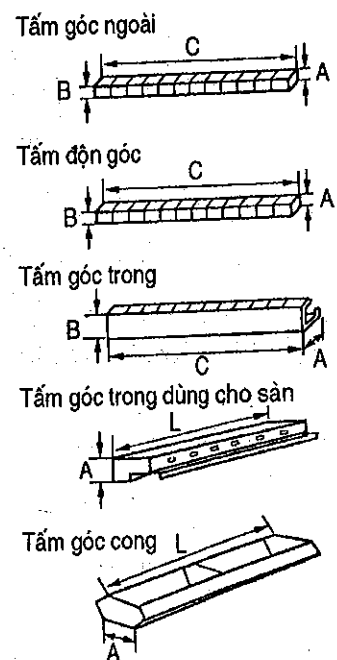
- Ván khuôn góc âm (góc trong);
- Ván khuôn góc dương (góc ngoài);
- Ván khuôn góc cong (vát góc trong);
- Ván khuôn nối góc (độn góc) hình 1.13;
- Ngoài ra còn ván khuôn góc trong dùng cho sàn.

Các loại ván khuôn này dùng ở nơi chuyển góc. Chiều dài ván khuôn chuyển góc cũng giống với chiều dài ván khuôn mặt phẳng.

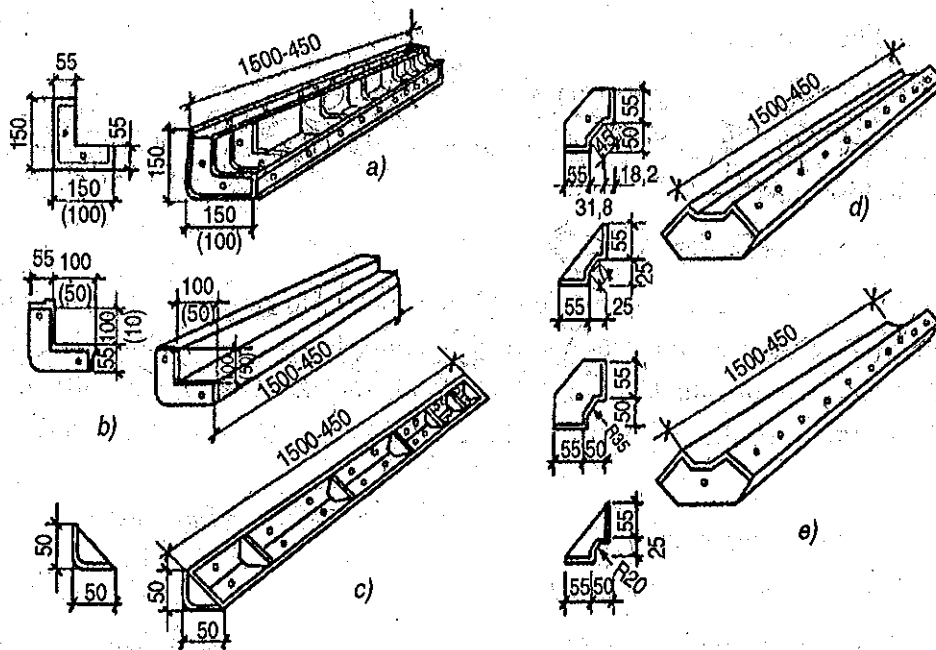
Tiết diện các tấm như sau:

- Ván khuôn góc âm: 100×100, 150×150;
- Ván khuôn góc dương: 65×65;
- Ván khuôn nối góc: 50×50;
- Ván khuôn góc trong dùng cho sàn: 100×100, 150×150;
- Ván khuôn góc cong: 424(300), 238(200), 212(150).

Ván khuôn góc cong hay còn gọi là ván khuôn đảo mép. Ván khuôn đảo mép được phân thành hai loại: ván khuôn mép góc và ván khuôn mép tròn. Hình dạng giống nhau, chỉ khác nhau về góc tròn hay góc là đa giác. Ván khuôn đảo mép chủ yếu dùng cho cột, dầm, thân tường. Chiều dài của loại ván khuôn này tương tự với chiều dài của ván khuôn góc, bề rộng của ván khuôn mép góc là 170, 450, ván khuôn mép tròn là R200, R350.



Hình 1.13. Ván khuôn chuyển góc LENEX



**Hình 1.14.** Kích thước cơ bản của ván khuôn chuyển góc  
a) Ván khuôn góc âm; b) Ván khuôn góc dương; c) Ván khuôn nổi góc;  
d) Ván khuôn mép góc; e) Ván khuôn mép tròn.

(c) Các ván khuôn khác:

Các loại ván khuôn khác, bao gồm: ván khuôn mềm, ván khuôn có thể điều chỉnh được, ván khuôn chấp vá v.v... Quy cách và kiểu dùng xem bảng 1.05.

**Bảng 1.05.** Quy cách và nơi dùng các loại ván khuôn thép khác

| Tên ván khuôn                    |                    | Nơi dùng   | Chiều rộng (mm)  | Chiều dài (mm)                 |
|----------------------------------|--------------------|--|------------------|--------------------------------|
| Ván khuôn mềm                    |                    | Dùng cho vách ống hình tròn và chỗ thân tường hình cong                    | 100              | 1500, 1200, 900, 750, 600, 450 |
| Ván khuôn có thể điều chỉnh được |                    | Dùng để điều chỉnh kích thước lắp ghép ván khuôn trong phạm vi 50m trở lại | 75               | 1500, 1200, 900, 750, 600, 450 |
| Ván khuôn chấp vá                | Tấm ghép mặt phẳng | Dùng ở bộ phận nối đầu các kết cấu: dầm, cột tường, sàn v.v...             | 200, 150, 100    | 300, 200, 150                  |
|                                  | Tấm ghép góc trong |  | 150×150          |                                |
|                                  | Tấm ghép góc ngoài |  | 100×150          |                                |
|                                  | Ván khuôn nổi góc  |  | 100×100<br>50×50 |                                |

## 2) Các cấu kiện nối

### (a) Kẹp hình U:

Là loại kẹp chủ yếu để nối tiếp tự do ván khuôn dọc ngang.

Tốt nhất là dùng loại thép tròn số 30 để chế tạo. Nếu không có thép số 30 thì có thể thay bằng thép số 3 đường kính  $\phi 12$ .

### (b) Chốt cắm hình L:

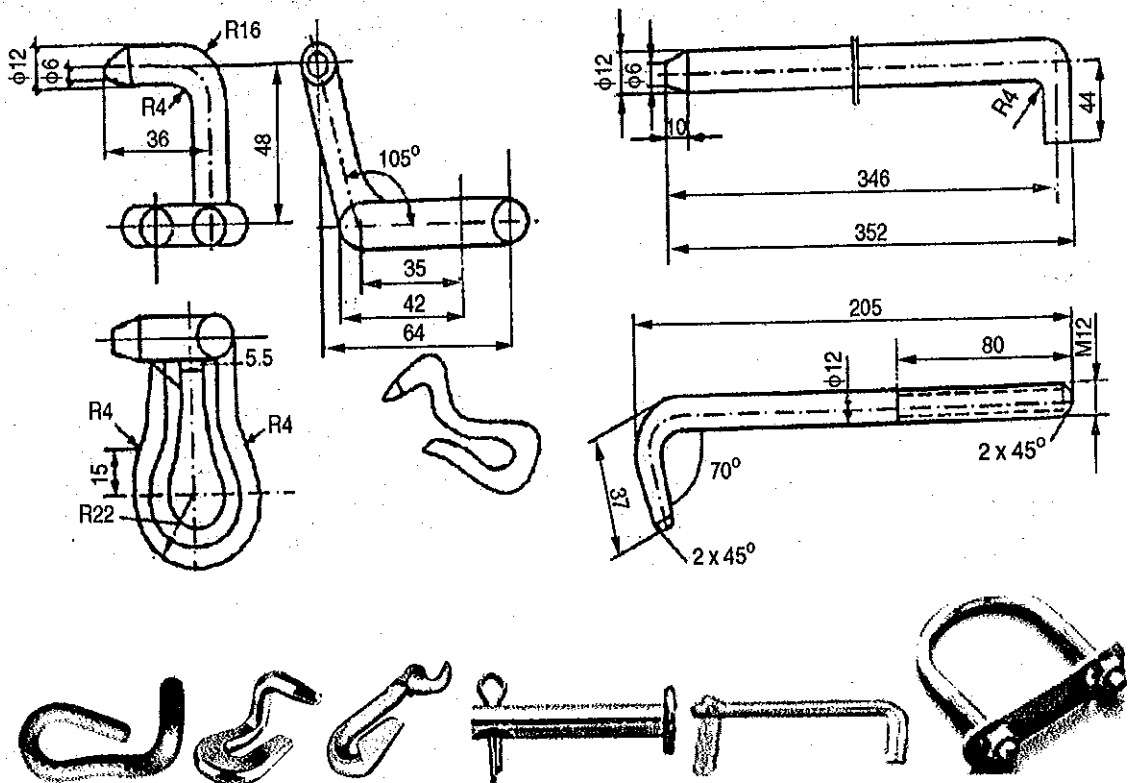
Chốt dùng để tăng cường độ cứng lắp ráp dọc của ván khuôn thép là phụ kiện nối bảo đảm cho mặt phẳng chính thể ở chỗ nối, đường kính  $\phi 12$  dài 345mm, dùng thép tròn số 3 để chế tạo.

### (c) Bulông có đầu móc:

Loại này dùng để nối cố định mép trong và mép ngoài của ván khuôn thép, đường kính bulông  $\phi 12$ , dài 180, 205mm, hoặc theo yêu cầu cụ thể của từng công trình, dùng thép số 3 để chế tạo.

### (d) Bulông kiên cố:

Dùng để kiên cố mép trong và mép ngoài của ván khuôn thép nhằm để tăng cường độ cứng toàn khối sau khi lắp ráp ván khuôn thép xong, đường kính bulông là  $\phi 12$ , dài 180mm, dùng thép số 3 để chế tạo.



Hình 1.15. Các cấu kiện nối

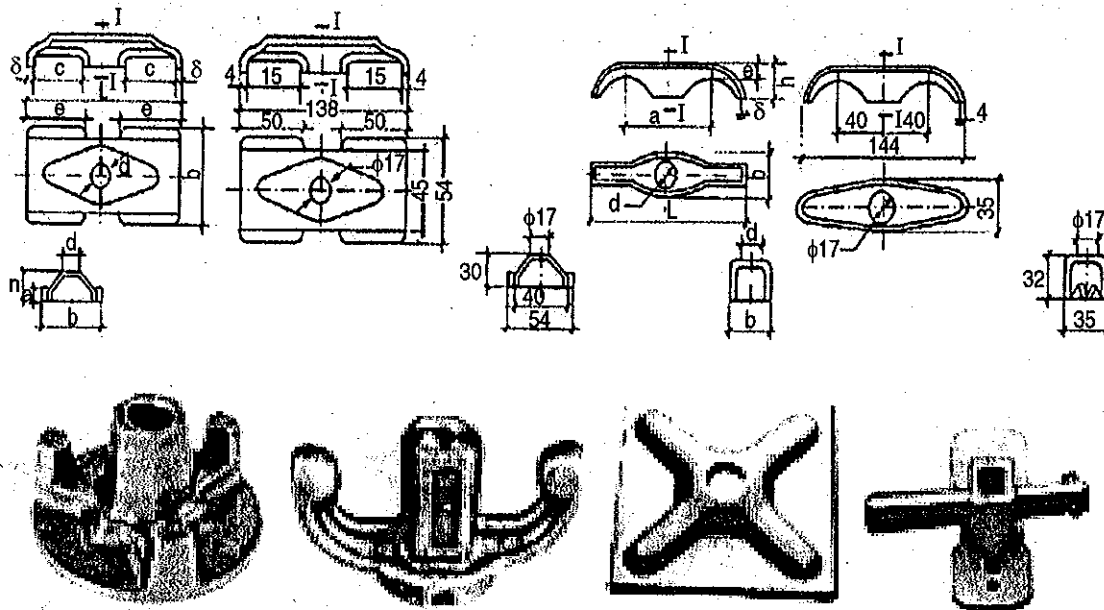
(e) Miếng ốp (kẹp):

Chủ yếu dùng để làm kiên cố ván khuôn thép và các cạnh thép và cùng với các cấu kiện nối khác làm cho ván khuôn thép được ghép thành một hệ vững chắc. Loại này được chế tạo bằng thép tấm số 3 hoặc hình dạng khác. Quy cách của kẹp chia ra 2 loại: loại lớn và loại bé. Kẹp đi trọn bộ với thép cạnh, dựa theo kích thước và hình dáng của thép cạnh chia làm miếng ốp hình cái đĩa, miếng ốp hình số 3. Hình dạng và quy cách của kẹp xem hình 1.16 và bảng 1.06.

**Bảng 1.06. Quy cách miếng ốp (mm)**

| Tên gọi          | a  | b  | c  | d   | e  | d   | L   | h  |
|------------------|----|----|----|-----|----|-----|-----|----|
| Miếng ốp cái đĩa | 15 | 74 | 53 | φ18 | 61 | 3,5 | 145 | 30 |
|                  | 10 | 60 | 43 | φ16 | 49 | 3   | 122 | 20 |
| Miếng ốp số 3    | 92 | 40 | -  | φ15 | 13 | 2,5 | 175 | 32 |
|                  | 66 | 25 | -  | φ15 | 9  | 2   | 120 | 22 |

Tuy nhiên, loại kẹp này phải sử dụng đồng bộ với bulông có móc ở đầu, bulông kiên cố, nhưng khả năng chịu kéo của ván khuôn không hoàn toàn thích ứng, hiện nay có nhiều loại miếng ốp được sử dụng đồng bộ với các bulông chịu kéo, khả năng chịu tải của chúng có thể đạt 26 kN, tải trọng phá hoại đạt 45 kN (xem hình 1.22).



**Hình 1.16. Các loại miếng kẹp**

(f) Thanh giằng (thanh kéo):

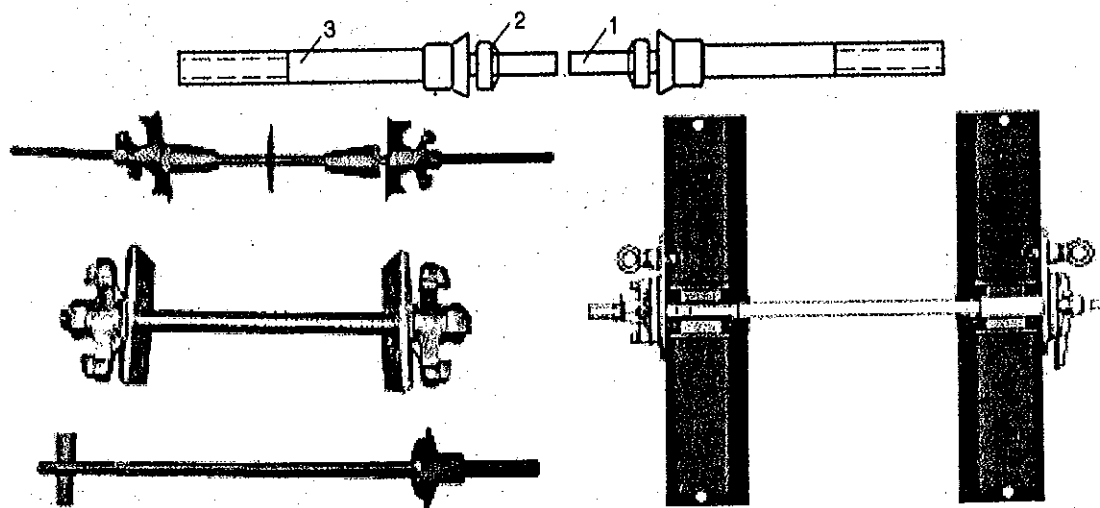
Chủ yếu dùng để nối hai tổ ván khuôn trong và ngoài bảo đảm khoảng cách của hai ván khuôn trong và ngoài (chiều dày của kết cấu), chịu áp lực bên của bê tông và các tải trọng khác, bảo đảm đủ độ cứng và cường độ ván khuôn.

Hiện nay đang dùng chủ yếu có 3 loại: loại thanh tròn, loại mũ vít và loại thanh dẹt.

- Loại thanh tròn:

Loại này còn được gọi là bulông chịu kéo, bulông xuyên tường. Nó được chia làm 2 loại: thanh kéo tổ hợp, thanh kéo chỉnh thể.

Thanh kéo tổ hợp do thanh kéo trong, thanh kéo ngoài và mũ đỉnh lắp ghép lại, có 6 loại quy cách: M12, M14, M16, M18, M20 và M22.



Hình 1.17. Các loại miếng kẹp

1. thanh kéo trong; 2. mũ đỉnh; 3. thanh kéo ngoài

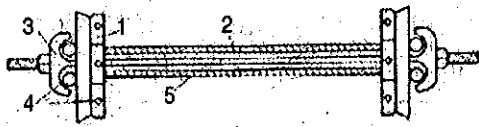
Tính năng chịu lực của thanh tròn thường dùng xem bảng 1.07.

Bảng 1.07. Tính năng chịu lực của thanh tròn

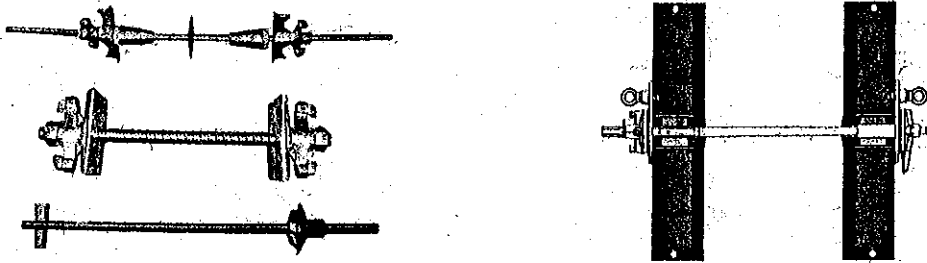
| Đường kính bulông (mm) | Đường kính trong của ren (cm) | Diện tích tính (cm <sup>2</sup> ) | Trọng lượng (kg/m) | Lực kéo cho phép (N) |
|------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|--------------------|----------------------|
| M12                    | 1.011                         | 0.76                              | 0.89               | 12900                |
| M14                    | 1.184                         | 1.05                              | 1.21               | 17800                |
| M16                    | 1.384                         | 1.44                              | 1.58               | 24500                |
| M18                    | 1.529                         | 1.74                              | 2.00               | 29600                |
| M20                    | 1.729                         | 2.25                              | 2.46               | 38200                |
| M22                    | 1.929                         | 2.82                              | 2.98               | 47900                |

*Chú thích:* Ứng lực cho phép tính toán của bulông chế tạo thô  $[\sigma] = 135 \times 1,25 = 170 \text{ N/mm}^2$

Thanh kéo chỉnh thể nói chung là loại bulông dài tự chế. Khi tháo có thể để bulông lại bên trong và chỉ cắt mặt ngoài, cũng có thể chỉ để ống luồn ở trong bulông mà rút bulông ra để dùng tiếp theo.

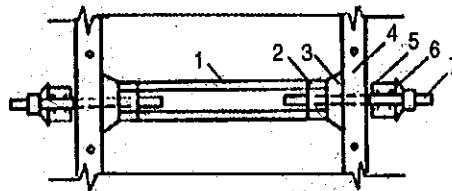


1. ván khuôn thép; 2. bulông chịu kéo;  
3. miếng ốp; 4. thép cạnh; 5. ống thép.



Hình 1.19. Các loại thanh giằng tròn

- Loại mũ vít:



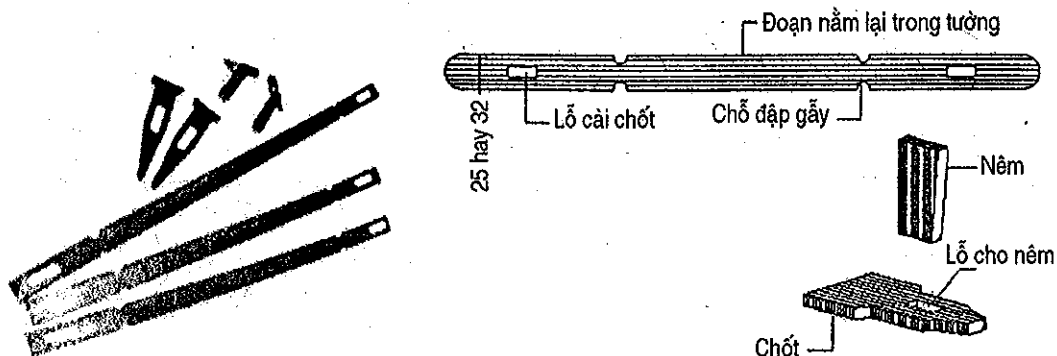
Hình 1.20. Các loại mũ vít

1. cốt thép; 2. mũ vít; 3. miếng gỗ hình côn; 4. ván khuôn thép;  
5. thép cạnh; 6. đệm; 7. thanh bulông có ren

Dùng hai mũ vít lần lượt hàn vào hai đầu 2 thanh cốt thép để làm thanh kéo trong, dùng 2 bulông có ren gai làm thanh kéo ngoài, dùng miếng gỗ để chặn trên đỉnh để phòng thanh kéo trong không lòi ra ngoài mặt bê tông.

- Loại thanh dẹt:

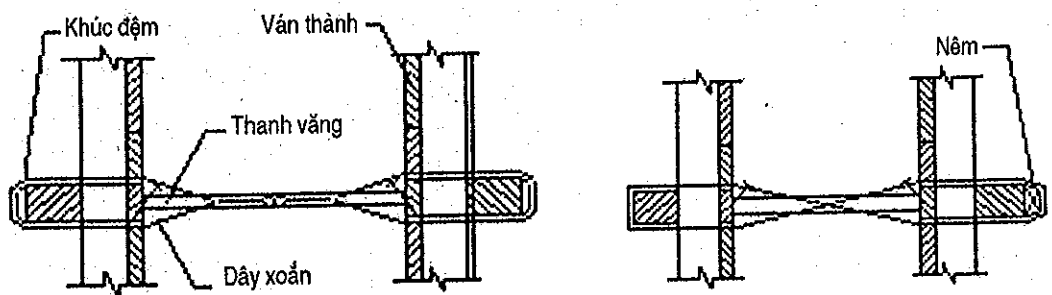
Dùng thanh kéo bằng thép dẹt dày 6mm, hai đầu thanh có trở lỗ hình chữ nhật, trên ván khuôn cũng đã trừ sẵn lỗ để ghép. Khi lắp ghép thì luồn thanh thép dẹt xuyên qua ván khuôn thép, dùng chêm thép cắm vào lỗ ở hai đầu, như vậy có thể sử dụng trở lại.



Hình 1.21. Các loại thanh giằng dẹt

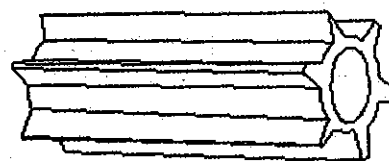
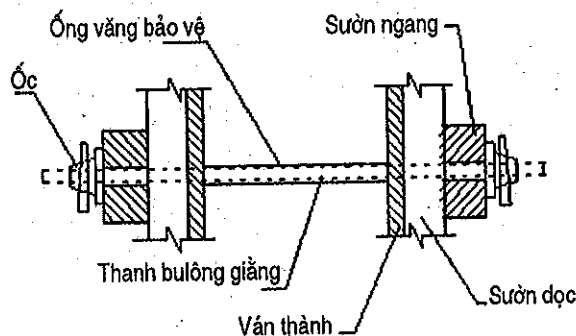


Trường hợp không có thanh dẹt, có thể sử dụng một trong các loại dưới đây để thay thế:



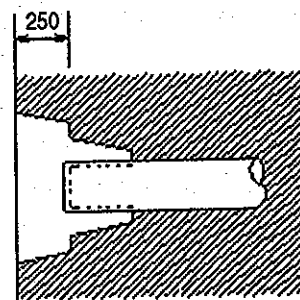
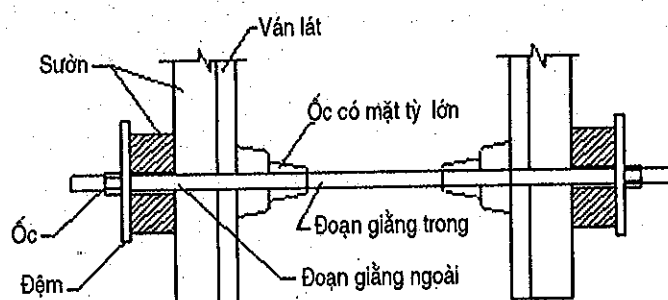
Dây thép giằng xoắn căng bên trong

Dây thép giằng kéo căng nêm bên ngoài



Ống văng bảo vệ

Thanh bulông giằng có ống văng bảo vệ



Thanh giằng có ốc côn

Thanh giằng sau khi tháo ốc côn

Hình 1.22. Các loại thanh giằng khác

### 3) Các thanh chống

#### (a) Thép cạnh:

Thép cạnh còn gọi là khung của ván khuôn, chủ yếu dùng để chống ván khuôn và gia cường độ cứng toàn khối của ván khuôn.

Thép cạnh phía trong trực tiếp chống ván khuôn, thép cạnh ngoài chống đỡ thép cạnh trong, dùng bulông xuyên tường nối chặt hoặc dùng thanh chống xiên cố định.

Thép cạnh có các loại: ống thép tròn, ống thép hình chữ nhật, thép lồng máng cạnh cuốn vào trong, hoặc thép lồng máng v.v... Có thể căn cứ vào yêu cầu thiết kế và điều kiện cung ứng để lựa chọn mà dùng.

Tính năng và quy cách xem trong bảng 1.08.

**Bảng 1.08. Tính năng chịu lực và quy cách của loại thép hình**

| Quy cách (mm)                     |                | Diện tích mặt cắt A (cm <sup>2</sup> ) | Trọng lượng (kg/m) | Mômen quán tính tiết diện I <sub>x</sub> (cm <sup>4</sup> ) | Mômen đề kháng tối thiểu của tiết diện W <sub>x</sub> (cm <sup>3</sup> ) |
|-----------------------------------|----------------|--|--------------------|---|--|
| Ống thép                          | φ48 × 3.0      | 4,24                                   | 3,33               | 10,78   | 4,49   |
|                                   | φ48 × 3.5      | 4,89                                   | 3,84               | 12,19   | 5,08   |
|                                   | φ31 × 3.5      | 5,22                                   | 4,10               | 14,81   | 5,81   |
| Ống thép hình chữ nhật            | □ 60×40×2,5    | 4,57                                   | 3,59               | 21,88   | 7,20   |
|                                   | □ 80×40×2,0    | 4,52                                   | 3,55               | 37,13   | 9,28   |
|                                   | □ 100×50×3,0   | 8,64                                   | 6,78               | 112,12  | 22,42  |
| Thép nhẹ lòng máng                | U80×40×3,0     | 4,50                                   | 3,53               | 43,92   | 10,98  |
|                                   | U100×50×3,0    | 5,70                                   | 4,47               | 88,52   | 12,20  |
| Thép lòng máng cạnh uốn vào trong | U80×40×16×3,0  | 5,08                                   | 3,99               | 48,92   | 12,23  |
|                                   | U100×50×20×3,0 | 6,58                                   | 5,16               | 100,28  | 20,08  |
| Thép cán lòng máng                | □ 8×43×50      | 10,24                                  | 8,04               | 101,30  | 25,30  |

Khi bố trí thép cạnh trong nên đặt thẳng góc với phương chiều dài của ván khuôn thép, và phải bố trí hai chỗ chống trên mỗi tấm ván khuôn, khoảng cách giữa chúng căn cứ theo tải trọng và tính năng chịu lực của ván khuôn thép tính toán mà quyết định. Khoảng cách giữa thép cạnh trong của ván khuôn có chiều dài 1500, 1200 và 900mm nên lần lượt lấy là 750, 600 và 450mm. Thép cạnh ngoài phải thông qua tính toán cường độ chịu uốn và độ võng cho phép mà quyết định khoảng cách tối đa, nhưng không nên vượt quá 2000mm.

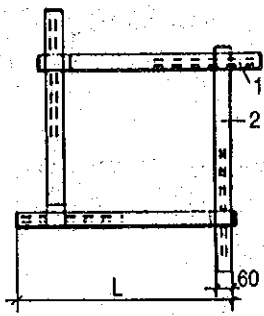
(b) Đai (gông) cột:

Đai cột còn được gọi là đai kẹp định vị, đai kẹp cột. Nó là một loại linh kiện trọng yếu để trực tiếp kẹp chặt các loại ván khuôn cột. Đai kẹp cột dùng các loại thép số 3 để chế tạo, có thép dẹt, thép góc, thép lòng máng, căn cứ vào áp lực bên của bê tông lớn hay nhỏ mà quyết định. Thường dùng các loại sau:

- Đai kẹp cột bằng thép dẹt: do thanh kẹp và chốt cắm lắp ghép lại, thích hợp với các cột rộng 250-500mm (hình 1.23a).

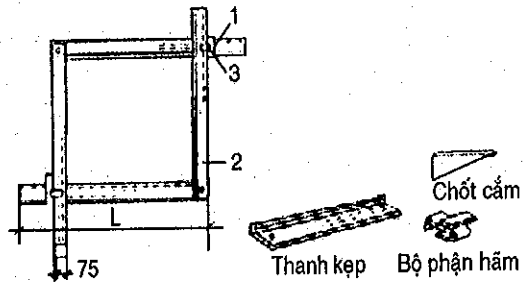
- Đai kẹp cột bằng thép góc: do thanh kẹp và chốt cắm và bộ phận hãm lắp ghép lại, thích hợp với loại cột rộng 250-750mm, thanh kẹp là sắt L quy cách L75×50×5 (hình 1.23b).

- Đai kẹp cột bằng thép lòng máng: do thanh kẹp và chốt cắm lắp ghép lại. Do cường độ và độ cứng của đai khá lớn nên thích hợp với các trụ rộng 500-1200mm. Thanh kẹp dùng thép lòng máng 80×43×5 và 100×48×5,3mm để chế tạo (hình 1.23c).



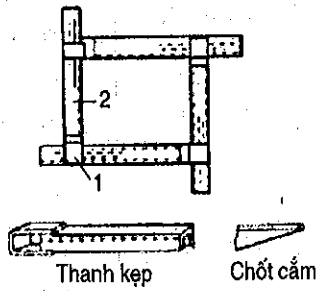
**Hình 1.23a.** Đai kẹp bằng thép dẹt

1. chốt cắm; 2. thanh kẹp.



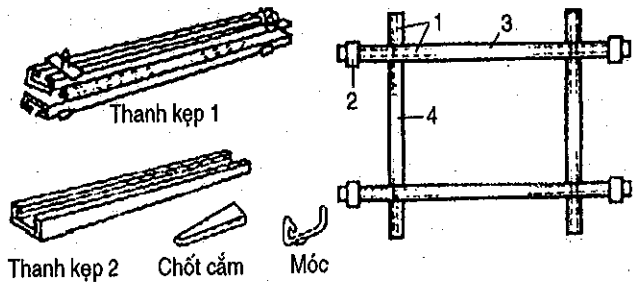
**Hình 1.23b.** Đai kẹp bằng thép góc

1. chốt cắm; 2. thanh kẹp; 3. bộ phận hãm.



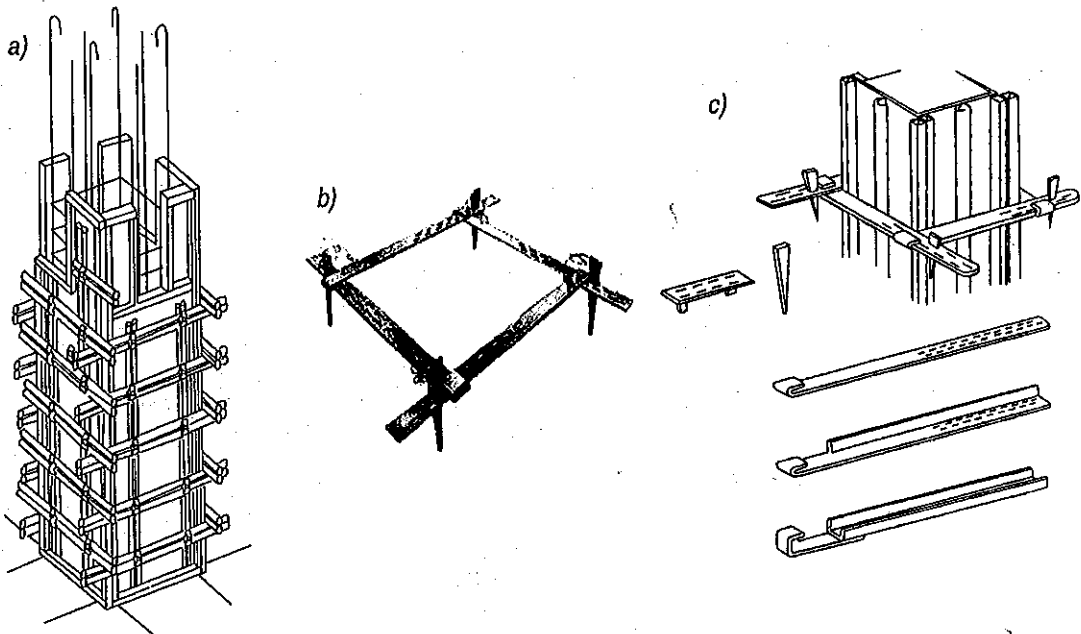
**Hình 1.23c.** Đai kẹp bằng thép lòng máng

1. chốt cắm; 2. thanh kẹp



**Hình 1.23d.** Đai kẹp bằng thép lòng máng cạnh uốn

1. chốt cắm; 2. bộ phận hãm; 3. thanh kẹp ngang; 4. thanh kẹp dọc.



**Hình 1.23e.** Các loại đai cột

a) Đai cột sử dụng ống thép; b) Đai cột sử dụng thép dẹt;  
c) Đai cột sử dụng thép góc L hoặc thép U hoặc (lòng máng cạnh uốn).

- Đai kẹp cột bằng thép lòng máng cạnh uốn: do thanh kẹp, chốt cắm và bộ phận luôn lắp ghép lại. Loại này dùng cho cột rộng 500-1200mm. Quy cách thanh kẹp là 80×40×15×3 và 100×50×20×3mm (hình 1.23d).

- Đai kẹp cột bằng ống thép tròn: do thanh kẹp, kiện buộc hình số 3, bulông xiết hai đầu lắp ghép lại. Thép dẹt có quy cách bằng ống thép  $\phi 48 \times 3,5$  hoặc  $\phi 41 \times 3,5$  mm.

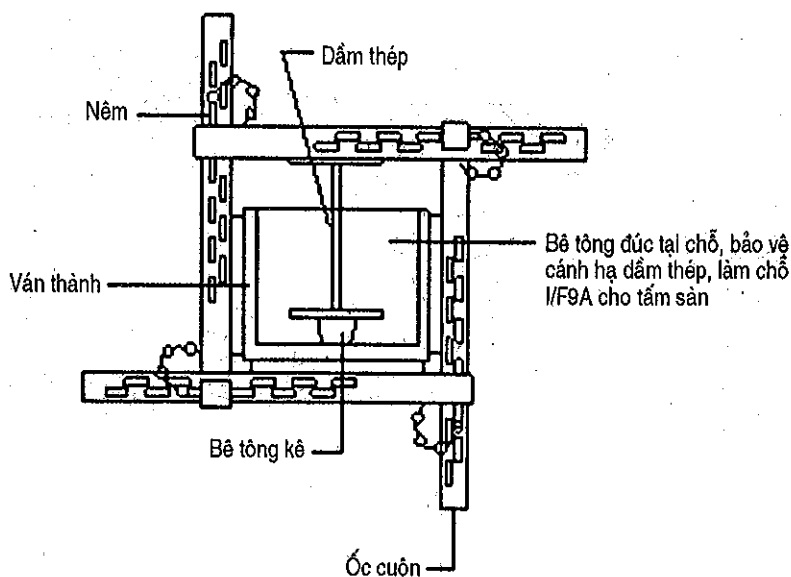
Các đặc trưng mặt cắt đai kẹp cột xem bảng 1.09.

**Bảng 1.09. Đặc trưng mặt cắt của các loại đai kẹp cột**

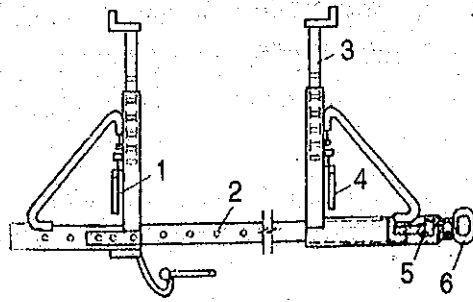
| Quy cách       |                      | Chiều dài thanh kẹp l (mm) | Diện tích mặt cắt A (cm <sup>2</sup> ) | Mômen quán tính I <sub>x</sub> (cm <sup>4</sup> ) | Mômen đề kháng tiết diện W <sub>x</sub> (cm <sup>3</sup> ) | Thích hợp với bề rộng cột (mm) |
|----------------|----------------------|----------------------------|--|---|--|--------------------------------|
| Thép dẹt       | 60×6                 | 790                        | 3,60                                   | 10,80   | 3,60   | 250-500                        |
| Thép góc       | L75×60×5             | 1068                       | 6,12                                   | 34,86   | 6,83   | 250-750                        |
| Thép lòng máng | U80×43×5             | 1340                       | 10,24                                  | 101,30  | 25,30  | 500-1000                       |
|                | U100×48×5,3          | 1380                       | 12,74                                  | 198,30  | 39,70  | 500-1200                       |
| Thép ống tròn  | $\phi 48 \times 3,5$ | 1200                       | 4,89                                   | 12,10   | 5,08   | 300-700                        |
|                | $\phi 51 \times 3,5$ | 1200                       | 5,22                                   | 14,81   | 5,81   | 300-700                        |

(c) Các loại giá đỡ ván khuôn dầm:

Giá đỡ ván khuôn dầm là một loại giá cố định được bố trí để kẹp chặt các dầm lớn ngang hay dọc. Chủng loại của giá đỡ dầm có các loại như sau:

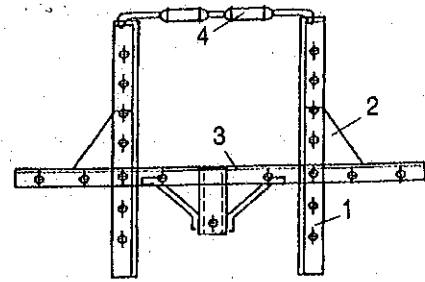


**Hình 1.24. Giá đỡ ván khuôn dầm**



**Hình 1.24a.** Giá đỡ ván khuôn dầm bằng ống thép

1. giá tam giác; 2. chân đế; 3. thanh điều chỉnh;  
4. chốt; 5. bulông điều chỉnh; 6. vòng thép.

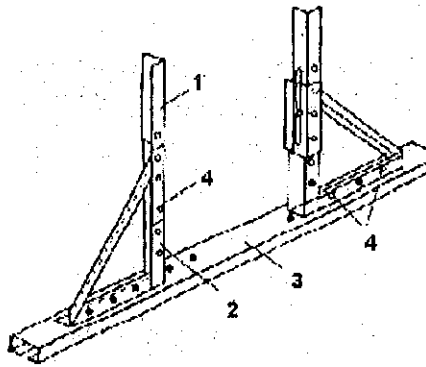


**Hình 1.24b.** Giá đỡ ván khuôn dầm bằng thép góc

1. cột đứng; 2. bản tam giác;  
3. đế đáy; 4. bulông điều chỉnh.

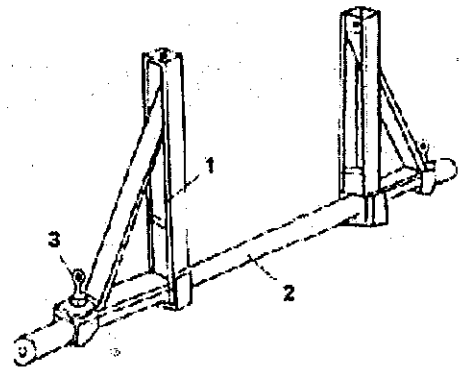
- Giá đỡ dầm bằng ống thép: bao gồm giá đỡ thép và chân đế. Đế giá tam giác đều dùng ống thép để chế tạo, thích hợp với loại ván khuôn dầm có tiết diện trong khoảng 700x500mm, độ cao và độ rộng đều có thể điều chỉnh (hình 1.24a).

- Giá đỡ dầm bằng sắt góc: do cột đứng, chân đế và bản tam giác cùng bulông điều tiết lắp ráp lại. Cột đứng và chân đế dùng sắt góc chế tạo. Chiều cao, chiều rộng đều có thể điều chỉnh, thích hợp với các dầm có mặt cắt trong phạm vi 700x500mm (hình 1.24b).



**Hình 1.24c.** Giá đỡ ván khuôn dầm lắp ghép bằng thép góc và thép lòng máng

1. thanh điều chỉnh; 2. giá tam giác;  
3. đế đáy; 4. bulông;



**Hình 1.24d.** Giá đỡ ván khuôn dầm bằng thép dẹt và ống thép

1. giá tam giác bằng thép dẹt; 2. Đế đáy bằng ống thép; 3. bulông cố định;



| Size | Height of arm<br>m | Max. Width Between arms<br>m | Length of tube<br>m | Weight (complete)<br>kilos |
|------|--------------------|------------------------------|---------------------|----------------------------|
| 1    | 0.87               | 0.25                         | 0.69                | 13.3                       |
| 2    | 1.16               | 0.37                         | 0.97                | 17.2                       |
| 3    | 1.59               | 0.59                         | 1.41                | 2.32                       |

**Hình 1.24e.** Ví dụ về giá đỡ ván khuôn dầm

- Giá đỡ dầm lắp ghép bằng thép góc và thép lòng máng: Loại giá đỡ dầm này có cấu tạo: giá tam giác dùng sắt góc chế tạo, chân đế dùng sắt lòng máng mép gập lại, hai bộ phận trên lắp ghép lại. Độ rộng, độ cao đều có thể điều chỉnh, thích dụng cho dầm với mặt cắt trong khoảng 700×600mm (hình 1.24c).

- Giá đỡ dầm lắp ghép bằng thép dẹt và ống thép tròn: Loại giá đỡ này giá thành hạ, có tính thông dụng tốt, điều tiết tiện lợi (bề rộng có thể điều chỉnh nhỏ) thích dụng với dầm có mặt cắt trong phạm vi 600×500mm (hình 1.24d).

### **B. Ván khuôn tổ hợp thép gỗ**

Các năm gần đây tuy đã dùng ván khuôn thép loại trung, loại nhỏ lắp ghép thay cho ván khuôn gỗ và đã hình thành công nghệ thi công ván khuôn tương đối hoàn chỉnh. Song, công nghệ đó vẫn là ghép ván khuôn thép loại nhỏ, tốn rất nhiều thép, tải trọng lớn, diện tích từng tấm bé, công tác lắp ghép rất tốn công và có rất nhiều mối nối. Vì thế cho nên đã ảnh hưởng rất nhiều đến năng suất và chất lượng công trình.

Để khắc phục các vấn đề còn tồn tại của ván khuôn thép nhỏ, trong xây dựng đã dần dần phát triển các loại ván khuôn thép mở rộng. Trên cơ sở bề rộng ván khuôn 300mm đã mở rộng đến 600mm, có loại đã đạt đến 900, 1200mm; về chiều dài khởi đầu 900mm, theo môđun 300mm, tối đa đã đạt đến 2400mm.

Về vật liệu và cấu tạo mặt ván khuôn có các loại tấm gỗ dán, tấm chất dẻo cốt tre, tấm các tông tổ ong, tấm sợi dẹt v.v... tùy theo điều kiện cụ thể có thể kèm theo khung thép hoặc không có khung thép, song đều được xử lý phòng nước. Hệ thống thanh chống có các loại đã phát triển thành loại thanh chống thép ghép mặt ván khuôn có thể lần lượt tháo dỡ được đẩy tăng tốc độ tháo dỡ ván khuôn. Xét về mặt sử dụng ở các địa phương, mỗi nơi đều có đặc điểm riêng của nó, song đều có chung một số đặc điểm sau:

- Tự trọng nhẹ: Bình quân so với ván khuôn thép tổng hợp thường giảm nhẹ 1/3.

- Lượng thép ít đi: Bình quân giảm được 1/2.

- Diện tích lớn: Như ván khuôn thép tổ hợp 300×1500mm, diện tích mỗi tấm là 0,45m<sup>2</sup>; ván khuôn tổ hợp thép gỗ cùng trọng lượng có diện tích mở rộng đến 0,72m<sup>2</sup> (300×2400mm), bình quân có thể nâng cao 40%. Dẫn đến nâng cao hiệu suất tháo dỡ ván khuôn khoảng 3 đến 5 lần, và giảm được hệ thống thanh chống, linh kiện ghép nối khoảng 1/3, do đó tăng nhanh được tốc độ thi công.

- Khả năng luân chuyển cao: Do bản mặt ván khuôn hai bên phẳng như nhau, có thể dùng được cả hai mặt số lần luân chuyển có thể lên đến 100 lần.

- Hiệu quả sử dụng tốt: Do độ cứng ván khuôn lớn, bề mặt bằng phẳng, láng bóng, giảm được động tác quét lại bề mặt kết cấu bằng vữa ướn.

- Thi công tiện lợi, tiết kiệm nhân lực: Căn cứ theo thí nghiệm, lực bám của ván khuôn chỉ bằng 1/6 của lực bám của ván khuôn thép thông thường, cho nên tháo ván

khuôn dễ dàng; ngoài ra, do dùng phối kiện định hình lắp dựng hệ thống thanh chống nên linh kiện ít, tháo lắp tiện lợi, giảm nhẹ được rất nhiều cường độ lao động.

- Tính năng giữ nhiệt tốt: Khả năng truyền dẫn nhiệt của tấm gỗ dán mặt ván khuôn chỉ bằng khoảng 1/400 mặt bằng thép, cho nên có lợi cho thi công mùa đông.

- Tu sửa thuận lợi: Nếu mặt bị xây xát có thể dùng keo trát lại.

Hiện nay, loại ván khuôn này đang ngày càng được sử dụng nhiều trong xây dựng kiến trúc cao tầng và vẫn còn trong giai đoạn phát triển hoàn thiện thêm. Vì vậy, ở đây chỉ giới thiệu một số loại ván khuôn tổ hợp gỗ thép chính:

#### 1) Ván khuôn tổ hợp gỗ dán hai mặt khung thép

Loại ván khuôn tổ hợp gỗ dán hai mặt có khung chuyên dụng bằng thép góc cán mỏng và sườn gia cường để đỡ tấm gỗ dán hai mặt có lớp phủ trơn. Tấm gỗ dán này có thể gắn chặt hoặc tháo ra để thay đổi.

Loại ván khuôn này, ngoài đặc điểm chung của ván khuôn tổ hợp thép gỗ nói trên ra, còn có đặc điểm sử dụng lắp ghép chung với ván khuôn thép tổ hợp (hiện đang còn rất nhiều). Nguyên nhân là do kích thước mặt cắt vị trí của lỗ chốt, cấu tạo linh kiện lắp của ván khuôn ấy đều thống nhất với ván khuôn thép tổ hợp hiện còn. Loại ván khuôn này cũng khá tiện lợi cho việc cải tiến và thay đổi.

Mặt ván khuôn được chế tạo bằng gỗ dán nhiều lớp, trên mỗi lớp có rải màng mỏng keo phenol andehit cán mỏng, dày 12mm. Tấm đó có tính phòng cháy nhất định, bên ngoài được dán màng chất dẻo và được xử lý bằng nhựa cây. Tất cả các cạnh và các lỗ đều được xử lý bằng các vật liệu gắn kín bảo đảm cho tấm không thể hút nước hoặc bị ẩm mà phát sinh biến dạng.

Ván khuôn tổ hợp gỗ dán hai mặt trơn có khung thép hiện nay chia ra 3 nhóm lớn: nhóm ván khuôn tổ hợp, nhóm ván khuôn tổ hợp mở rộng và nhóm ván khuôn lớn:

- Nhóm ván khuôn tổ hợp: có bốn loại khổ rộng 150, 200, 250, 300mm, sáu khổ dài 900, 1200, 1500, 1800, 2100, 2400mm. Nó thể hiện rõ ưu thế nhẹ, thích hợp với thi công cột, dầm, sàn nhỏ và thi công diện tích thân tường nhỏ.

- Nhóm ván khuôn tổ hợp mở rộng: có 3 loại chiều rộng 600, 900, 1200mm, sáu loại chiều dài là: 900, 1200, 1500, 1800, 2100, 2400mm. Rất thích hợp với thi công cột, dầm, sàn và thân tường có diện tích lớn. Nó có thể phủ diện tích lớn nhưng lại nhẹ (ván khuôn 1200×2400mm mỗi tấm 2,88m<sup>3</sup>, nặng 66kg), lắp ráp tiện lợi, tính toán khối tốt, hiệu suất cao.

Loại ván khuôn này còn phải lắp ráp với ván khuôn dương, ván khuôn âm và ván khuôn góc cố định, chiều dài của chúng cũng giống ván khuôn chính.

Ngoài ra, còn phải có chốt kẹp, kẹp vòng, kẹp quay, chốt cố định, thép buộc, linh kiện nối v.v...

## 2) Ván khuôn tổ hợp gỗ khung thép

Ván khuôn tổ hợp gỗ (tre) khung thép do tấm ván khuôn, hệ thống thanh chống, thanh kéo và các phụ kiện lắp ghép lại. Căn cứ vào loại hình có thể phân làm loại hình tiêu chuẩn và loại hình phi tiêu chuẩn:

- Ván khuôn tiêu chuẩn dùng cho các vị trí và bộ phận thi công có kích thước hình học tương đối đơn giản;

- Loại phi tiêu chuẩn dùng thi công các bộ phận và nơi có kích thước hình học tương đối phức tạp.

Ngoài đặc điểm chung của ván khuôn tổ hợp thép gỗ ra, loại ván khuôn này có thể tháo dỡ được sớm do hệ thống thanh chống bằng thép luôn kiểu độc lập. Do đó nâng cao được số lần luân chuyển ván khuôn, giảm lượng ván khuôn huy động. Căn cứ thống kê lượng ván khuôn đem dùng so với phương pháp ván khuôn thép tổ hợp thông thường giảm đi 2/3.

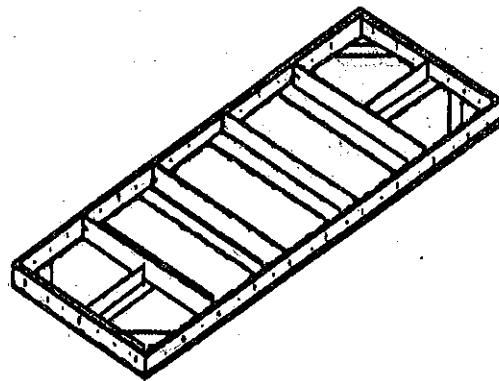
### a) Thành phần của ván khuôn

#### (1) Tấm ván khuôn:

- Ván khuôn mặt bằng gồm khung thép và tấm mặt.

Khung thép được cán bằng thép măng-gan cường độ cao và hàn lại. Khung thép cao 63mm. Trong khung được khảm lắp tấm gỗ dán, hoặc tre dán, hai mặt đều được xử lý bằng nhựa cây, các cạnh và lỗ đều được xử lý bịt kín, cả hai mặt đều trơn và sử dụng như nhau.

Tấm ván khuôn cốt có hai cỡ: 300 và 600mm, chiều dài có năm cỡ: 900, 1200, 1500, 1800 và 2400mm. Trọng lượng bình thường khoảng 20kg, một người có thể mang vác được.



- Ván khuôn góc, thép góc và thanh ghép biên:

+ Tấm ván khuôn góc trong: Dùng cho góc tường, có cấu kiện thép bề mặt trong rộng 150×150mm, có thể lắp ghép với các tấm ván khuôn hoặc các linh kiện hỗ trợ khác, có bốn loại độ dài 1200; 1500; 1800; 2400mm;

+ Tấm ván khuôn góc ngoài: Dùng cho góc tường có khoang thép bề mặt ngoài rộng 150×150mm, có thể lắp ráp với các ván khuôn hoặc các thanh hỗ trợ khác, có hai cỡ chiều dài 1200 và 1800mm;

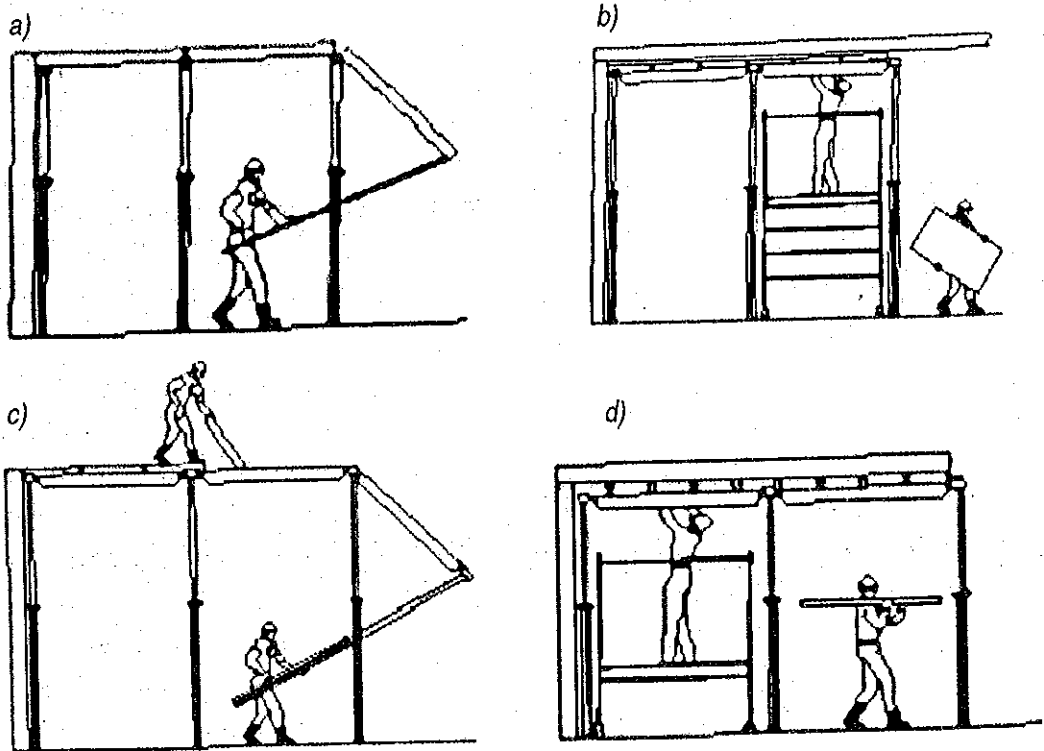
+ Thép góc góc ngoài: Có thể lắp ghép với tấm ván khuôn và linh kiện hỗ trợ khác, chiều dài có bốn loại: 1200; 1500; 1800; 2400mm;



+ Thanh thép biên: Tương tự khung biên của ván khuôn, có thể lắp ráp với tấm gỗ dán 12mm, tạo thành tấm ván khuôn kích thước phi tiêu chuẩn, chiều dài có năm cỡ: 900; 1200; 1500; 1800; 2400mm.

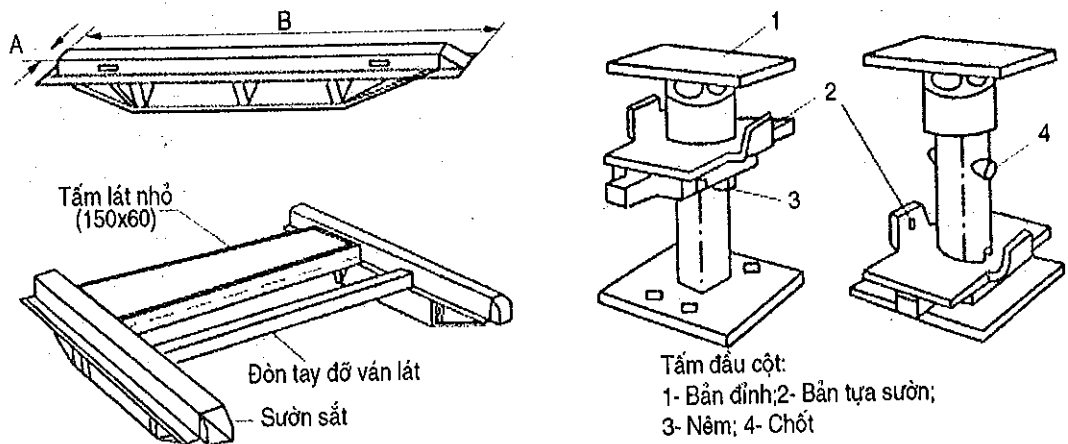
(2) Hệ thanh chống:

Hệ thanh chống gồm bulông chân đế, cột chống, đầu cột, giàn mắt cáo thanh chống ngang, thanh chống xiên lắp ráp lại.



Hình 1.25. Nguyên lý chống và tháo dỡ ván khuôn.

a) Chống dựng khung sắt; b) Lắp đặt tấm lát mặt; c) Tháo dỡ tấm lát mặt; d) Tháo dỡ đòn tay.



Hình 1.26. Chi tiết giàn mắt cáo và tấm đầu cột

- Dầm trên giàn mắt cáo là loại kết cấu thép nhẹ trên lưng có gờ nổi, rộng 75, 100mm. Sau khi lắp ráp cùng mặt ngoài ngang bằng với bề mặt bê tông, hai cánh hai bên dùng tấm chống ván khuôn, hai đầu của dầm thông qua lưới gà áp lên trên tấm lát đầu cột, để truyền tải trọng (hình 1.26). Quy cách và chiều dài của dầm xem trong bảng 1.10.

**Bảng 1.10. Quy cách dầm trên giàn mắt cáo**

| Chiều dài (mm) |         | Bề rộng hữu hiệu (mm) | Trọng lượng (kg) |
|----------------|---------|-----------------------|------------------|
| Danh nghĩa     | Thực tế |                       |                  |
| 1200           | 1050    | 100                   | 11.9             |
| 1800           | 1650    | 100                   | 18.9             |
| 2500           | 2350    | 100                   | 26.4             |

- Tấm đầu cột là một thiết bị dụng tháo ván khuôn có thể điều chỉnh bằng bulông trên đầu cột chống. Tấm chống trên dưới và bản đỡ đều bằng thép, cột đứng bằng thép vuông, chêm bằng thép dúc. Đầu cột có thể điều tiết độ cao trong phạm vi 600mm. Sức chịu tải của tấm đầu cột là 40kN.

Dùng tấm đầu cột có thể tạo điều kiện cho việc tháo dỡ ván khuôn được sớm. Tức là, trong điều kiện nhiệt độ bình thường, sau khi đổ bê tông sàn nhà được 3-4 ngày xong (bê tông đạt được 50% cường độ thiết kế). Trước tiên tháo được ván khuôn, nhưng cột vẫn giữ nguyên cho đến khi bê tông đạt được cường độ đủ điều kiện chống đỡ được cả nhịp với tải trọng bản thân và tải trọng thi công mới thôi. Nguyên lý tháo dỡ ván khuôn sớm.

- Liên kết nối các thanh chống: Dùng linh kiện nối đầu bằng thép dúc có dây thép đeo vào thanh chống. Thanh chống nằm ngang dùng kiểu kẹp vào nhau, sau khi đã kẹp vào nhau xong dùng bulông vuông xiết chặt, thanh chống xiên dùng cách lắp chặt có thể trong bất kỳ góc độ nào cũng lắp cố định được 2 thanh chống xiên thẳng góc với nhau, tạo thành cấu kiện bất biến hình.

(3) Hệ thống các thanh kéo:

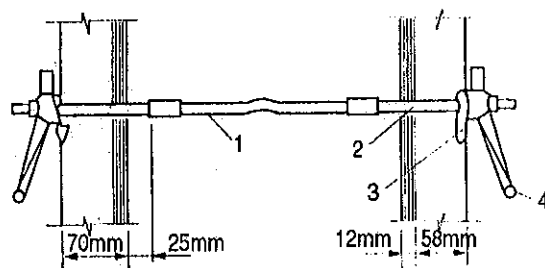
Thanh kéo là một loại công cụ định vị ván khuôn thân tường, gồm: thanh kéo, bulông ren, lá chắn tấm ván khuôn, mũ tai hồng lắp ghép lại (hình 1.27).

Trong đó chiều dài thanh kéo từ 75mm đến 550mm, lấy bội số 25mm. Lựa chọn chiều dài thanh kéo để dùng như sau:

Chiều dài thanh kéo = Bề dày tường  
- (2 ô chiều dài nối đầu)

Trong đó: chiều dài nối đầu là 25mm.

Ví dụ: thân tường dày 150mm, thì chiều dài thanh kéo là 100mm.

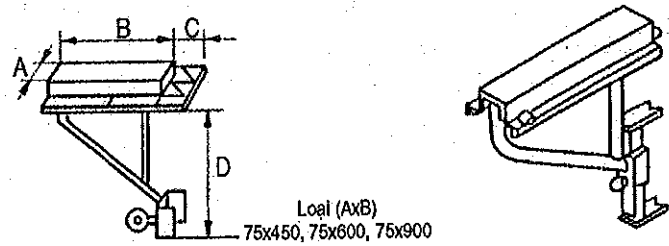


**Hình 1.27. Liên kết thanh kéo**

1. thanh kéo; 2. bulông ren;  
3. lá chắn tấm ván khuôn; 4. ốc tai hồng.

(4) Phụ kiện:

Đối với vị trí và bộ phận phi tiêu chuẩn hoặc ở nơi góc cạnh không hợp với số chấn ván khuôn, có thể dùng dầm mút thừa hoặc tấm chế tạo riêng.

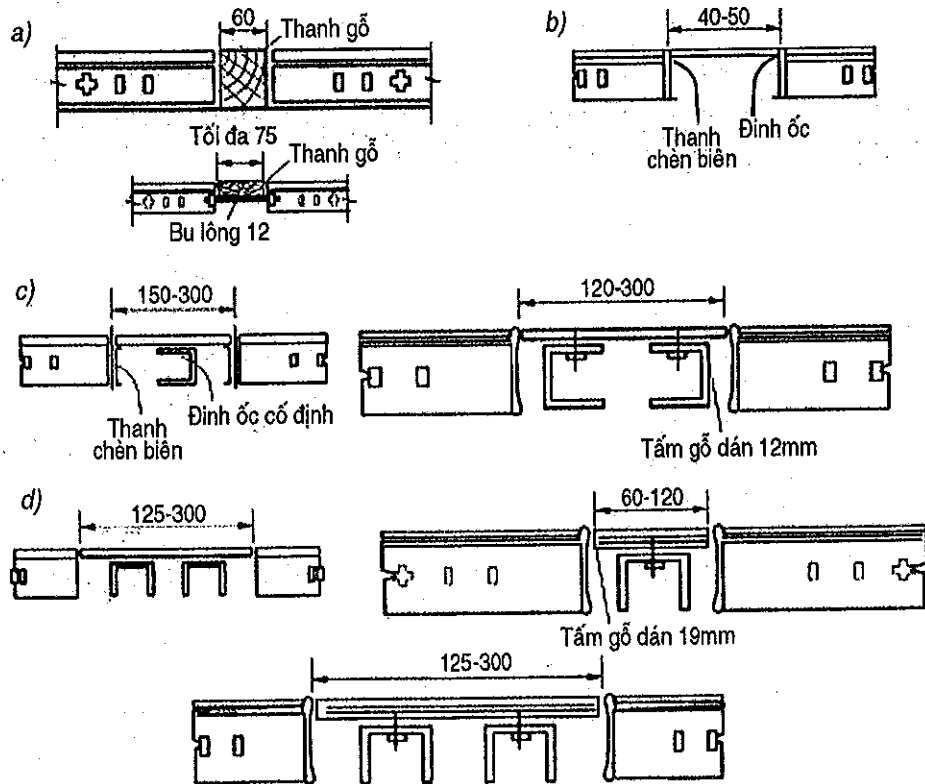


Hình 1.28. Chi tiết dầm mút thừa

- Dầm mút thừa: Dùng để đỡ tải trọng và chống đỡ ván khuôn đầu mút. Một đầu của dầm có thể chốt trên tấm đầu cột (hình 1.28).

- Thanh lắp chế sẵn: Dùng để lắp nối các vị trí và bộ phận phi tiêu chuẩn của ván khuôn sàn và tường.

Miếng này lắp vào chỗ mối nối hẹp, có thể dùng thanh gỗ (dạng dầm) để lắp nối (hình 1.29a). Ở chỗ mối nối rộng hơn, có thể dùng gỗ dán và thanh chèn biên để nối ghép (hình 1.29b) hoặc dùng thép lồng máng và thanh chèn (khảm) biên để gia cường cho gỗ dán (hình 1.29c), cũng có thể dùng thép lồng máng gia cường cho gỗ dán (hoặc tăng bề dày của tấm gỗ dán) mà không dùng thanh chèn (khảm) biên để nối ghép (hình 1.29d).



Hình 1.29. Cách nối ghép ván khuôn tại những bộ phận và nơi phi tiêu chuẩn  
 a) Nối bằng thanh gỗ hoặc dầm; b) Cách nối ghép bằng gỗ dán và thanh chèn biên;  
 c) Cách nối ghép bằng gỗ dán có thép lồng máng gia cường;  
 d) Tăng cường chiều dày gỗ dán và thép lồng máng gia cường.

Mặt cắt của thép lồng máng có tiết diện hình chữ U, chiều dài là: 900; 1200; 1500mm với mục đích là tăng cường độ cứng cho phần ván lắp chèn và trên thép lồng máng đã đục sẵn nhiều lỗ, tiện cho việc dùng bulông xiết chặt.

b) Lắp ghép ván khuôn

(1) Lắp ghép ván khuôn sàn nhà:

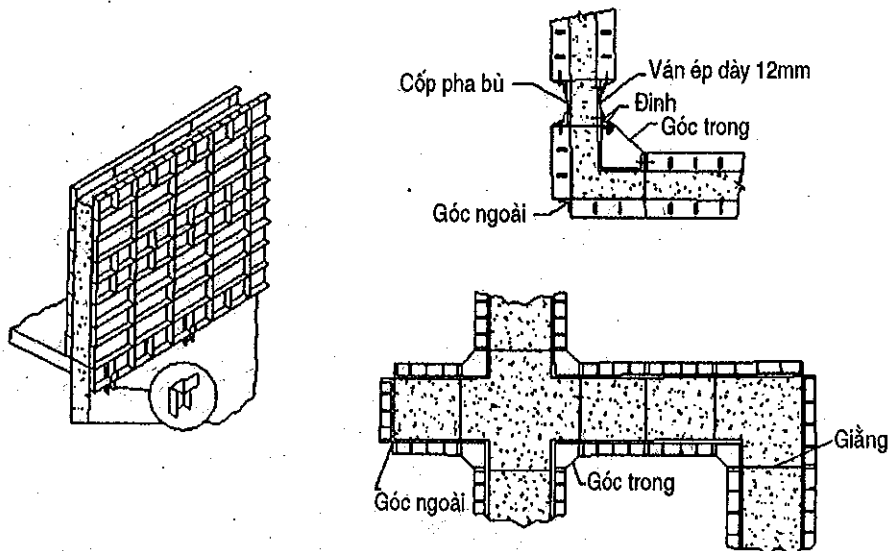
Ván khuôn sàn nhà phải căn cứ vào kích thước sàn lớn hay bé mà lựa chọn tấm ván khuôn quy cách khác nhau, lựa chọn dầm trên giàn măt cào và hệ chống, tẩm đầu cột lắp ghép. Quy cách của hệ thanh chống ván khuôn sàn có tất cả chín loại, xem bảng 1.11.

**Bảng 1.11. Quy cách hệ chống của ván khuôn sàn nhà**

| Chủng loại | Quy cách hệ chống (m) | Chủng loại | Quy cách hệ chống (m) |
|------------|-----------------------|------------|-----------------------|
| A          | 2,5×1,6               | E          | 1,8×1,3               |
| B          | 2,5×1,3               | F          | 1,8×1,0               |
| C          | 2,5×1,0               | G          | 1,2×1,6               |
| D          | 1,8×1,6               | H          | 1,2×1,3               |
|            |                       | J          | 1,2×1,0               |

(2) Lắp ghép ván khuôn thân tường:

Ván khuôn tường phải căn cứ vào kích thước của thân để lựa chọn ván khuôn quy cách khác nhau, ván khuôn góc trong và ngoài, thanh ghép nối phi tiêu chuẩn để lắp ráp. Bố trí mặt bằng của ván khuôn thân tường (hình 1.30).



**Hình 1.30. Bố trí ván khuôn thân tường**

(3) Giới thiệu hệ thống ván khuôn Lợi Kiến (Trung Quốc)

Hệ thống ván khuôn Lợi Kiến là một loại hệ thống ván khuôn thép, gỗ và ván khuôn tổ hợp thép gỗ do Liên hiệp Công ty ván khuôn Lợi Kiến Bắc Kinh phát minh và chế tạo, bao gồm: ván khuôn kết cấu nằm ngang, ván khuôn tường, ván khuôn cột và dầm cùng

các loại chuyên dùng như ván khuôn trượt, ván khuôn leo v.v... Loại này vừa có đặc điểm chung của ván khuôn tổ hợp thép gỗ nói trên vừa phát triển thêm một bước theo hướng công nghiệp hoá, hiện đại hoá.

a) Nhóm ván khuôn kết cấu nằm ngang

Hệ thống ván khuôn kết cấu nằm ngang chủ yếu gồm: ván khuôn bản bụng rỗng, dầm thép hình I (hoặc dầm I thép gỗ) và hệ chống độc lập thép lắp ghép lại. Ván khuôn có thể dùng tấm ép mụn bào, tấm gỗ dán nhiều lớp, tấm kẹp 3 lớp, cũng có thể dùng ván khuôn thép tổ hợp. Quy cách và phân loại của tấm bằng chất gỗ xem bảng 1.12.

**Bảng 1.12. Hệ thống ván khuôn Lợi Kiến**

| Hạng mục        | Tấm mụn bào  | Tấm gỗ dán nhiều lớp | Tấm 3 lớp |
|-----------------|--|----------------------|-----------|
| Độ dày (mm)     | 19, 22, 25   | 18                   | 22        |
| Dài × Rộng (mm) | 2400×1220  | 1800×600             | 1500×500  |
| Xử lý bề mặt    | Dùng keo phòng nước của Sở nghiên cứu khoa học Cục Kiến trúc I Trung Quốc để xử lý |                      |           |

Dầm thép chữ I rỗng bụng hoặc dầm chữ I thép gỗ đều dùng làm kết cấu chống của ván khuôn kết cấu nằm ngang.

Cánh trên, dưới của dầm thép chữ I rỗng bụng dùng thép tấm cán nguội để chế tạo, thanh bụng xiên là ống thép hàn hình chữ nhật 40×35, mặt cắt cao 200mm, cánh mạ trên, cánh mạ dưới rộng 80mm. Quy cách, hình dáng của chúng xem trong bảng 1.13.

**Bảng 1.13. Quy cách, hình dáng ván khuôn**

| Hình dạng | Độ dài (m) | Trọng lượng (kg/m) | Mômen cho phép (kN.m) | Lực cắt cho phép (kN) | Tải trọng đường thiết kế (kN/m) | Độ võng tối đa giữa nhịp (mm) |
|-----------|------------|--------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| LJL - 1,3 | 1,3        | 8                  | 9,49                  | 18,82                 | 3,82                            | 1,88                          |
| LJL - 2   | 2          |                    |                       |                       |                                 |                               |
| LJL - 2,5 | 2,5        |                    |                       |                       |                                 |                               |
| LJL - 3   | 3          |                    |                       |                       |                                 |                               |

**Chú thích:**

1. Tải trọng phân bố thiết kế lấy theo chiều dày sàn nhà 200mm, tải trọng thi công 2,5kN/m, khoảng cách dầm ngang 600mm, nhịp 2m.

2. Độ võng tối đa giữa nhịp lấy theo 2 lần tải trọng phân bố thiết kế.

Dầm chữ I thép và gỗ có mặt trên và mặt dưới bằng thành gỗ, bản bụng cho thép tấm mỏng cán lại và liên kết với thanh gỗ, mặt cắt dầm cũng giống với mặt cắt của dầm chữ I rỗng bụng. Thanh gỗ nép ở mặt trên và mặt dưới có kích thước 80x40. Hình dạng và độ dài của chúng xem trong bảng 1.14.

**Bảng 1.14. Hình dáng và độ dài của dầm chữ I**

| Hình dáng  | Độ dài L (m) | Hình dáng  | Độ dài L (m) |
|------------|--------------|------------|--------------|
| LJML - 2,5 | 2,5          | LJML - 4,5 | 4,5          |
| LJML - 3   | 3            | LJML - 5   | 5            |
| LJML - 3,5 | 3,5          | LJML - 5,5 | 5,5          |
| LJML - 4   | 4            | LJML - 6   | 6            |

Lựa chọn sử dụng ván khuôn kết cấu nằm ngang, xem bảng 1.15.

**Bảng 1.15. Chọn ván khuôn và các kết cấu nằm ngang**

| Các loại ván khuôn               |  |  | Tấm gỗ dán nhiều lớp, tấm mụn bào, tấm sợi tre ép (dày 18mm),<br>ván khuôn thép để lắp (dày 55mm) |      |      |                             |      |      |      |      |      |      |      |
|----------------------------------|--|--|---|------|------|-----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| Nhịp cho phép                    |  |  | Nhịp tối đa của<br>dầm ngang (m)  |      |      | Nhịp tối đa của dầm dọc (m) |      |      |      |      |      |      |      |
| Bề dày<br>tấm<br>bê tông<br>(cm) | Tự<br>trọng<br>bê tông<br>(kN/m <sup>2</sup> ) | Tải<br>trọng<br>thi công<br>(kN/m <sup>2</sup> ) | Khoảng cách<br>dầm ngang (m)  |      |      | Khoảng cách dầm dọc (m)     |      |      |      |      |      |      |      |
| 1                                | 2  | 3  | 4   | 5    | 6    | 7                           | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   | 13   | 14   |
|                                  |  |  | 0,5   | 0,6  | 0,75 | 1,00                        | 1,25 | 1,50 | 1,75 | 2,00 | 2,25 | 2,50 | 3,00 |
| 10                               | 2,50   | 2,50   | 3,65  | 3,43 | 3,19 | 2,90                        | 2,69 | 2,53 | 2,40 | 2,30 | 2,21 | 2,13 | 2,01 |
| 12                               | 3,00   | 2,50   | 3,51  | 3,30 | 3,06 | 2,78                        | 2,58 | 2,43 | 2,31 | 2,21 | 2,12 | 2,05 | 1,93 |
| 14                               | 3,50   | 2,50   | 3,39  | 3,19 | 2,96 | 2,69                        | 2,49 | 2,35 | 2,23 | 2,13 | 2,05 | 1,98 | 1,86 |
| 16                               | 4,00   | 2,50   | 3,28  | 3,09 | 2,87 | 2,60                        | 2,42 | 2,27 | 2,16 | 2,07 | 1,99 | 1,92 | 1,80 |
| 18                               | 4,50   | 2,50   | 3,19  | 3,00 | 2,78 | 2,53                        | 2,35 | 2,21 | 2,10 | 2,01 | 1,98 | 1,86 | 1,75 |
| 20                               | 5,00   | 2,50   | 3,10  | 2,92 | 2,74 | 2,46                        | 2,29 | 2,15 | 2,04 | 1,98 | 1,88 | 1,81 | 1,71 |
| 22                               | 5,50   | 2,50   | 3,03  | 2,58 | 2,64 | 2,40                        | 2,23 | 2,10 | 1,99 | 1,91 | 1,83 | 1,77 | 1,66 |
| 24                               | 6,00   | 2,50   | 2,96  | 2,78 | 2,58 | 2,35                        | 2,18 | 2,05 | 1,95 | 1,86 | 1,79 | 1,73 | 1,63 |
| 26                               | 6,50   | 2,50   | 2,90  | 2,72 | 2,58 | 2,30                        | 2,13 | 2,01 | 1,91 | 1,82 | 1,75 | 1,69 | 1,59 |
| 28                               | 7,00   | 2,50   | 2,84  | 2,67 | 2,48 | 2,25                        | 2,09 | 1,97 | 1,87 | 1,79 | 1,72 | 1,66 | 1,56 |
| 30                               | 7,50   | 2,50   | 2,78  | 2,62 | 2,43 | 2,21                        | 2,05 | 1,93 | 1,83 | 1,75 | 1,68 | 1,63 | 1,53 |

**Ghi chú:**

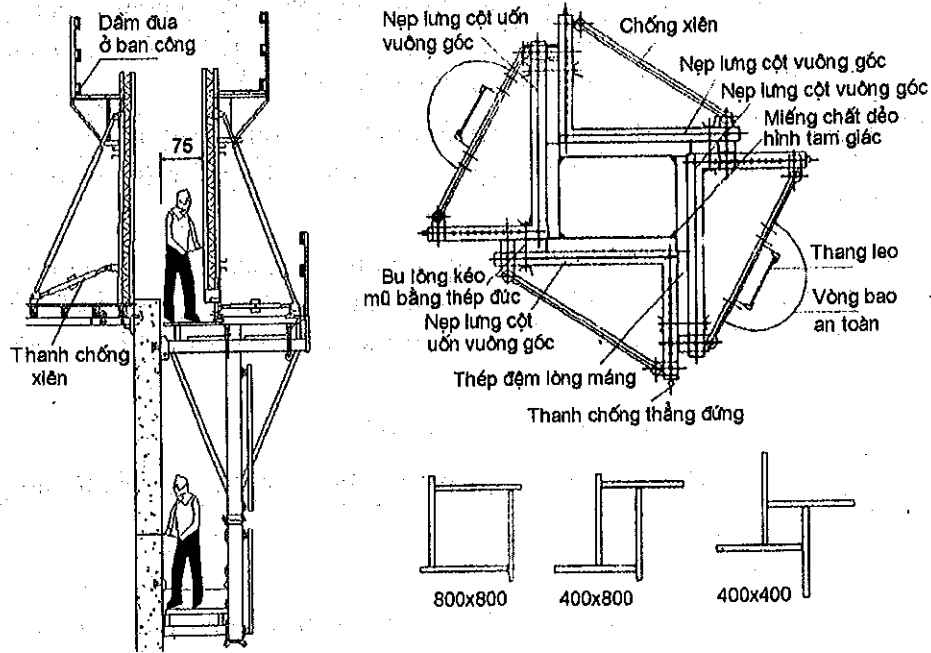
1. Khoảng cách dầm ngang căn cứ theo vật liệu ván khuôn để lựa chọn;
2. Nhịp của dầm ngang = khoảng cách dầm dọc;
3. Nhịp của dầm dọc bằng khoảng cách thanh chống.

**b) Ván khuôn tường**

Ván khuôn tường được phân chia thành 3 nhóm: ván khuôn thép, ván khuôn gỗ, ván khuôn thép gỗ. Trong đó ván khuôn thép gỗ với khung thép được chế tạo đặc biệt và các tấm gỗ (tre) dán nhiều lớp lắp ghép lại. Quy cách và hình dáng của ván khuôn gỗ cũng giống với ván khuôn kết cấu nằm ngang.

Ngoài ra, ván khuôn thép còn phải ghép với các loại ván khuôn góc, chiều dài cũng bằng ván khuôn thép. Bề rộng ván khuôn góc gồm có các loại 350×350mm, 150×150mm (ván khuôn góc trong) và 80×80mm (ván khuôn góc ngoài).

Ván khuôn góc hình dạng khác biệt cũng phân ra ván khuôn góc trong và góc ngoài, có góc chữ bát ( $\wedge$ ), góc tròn, góc vuông có bề rộng khác nhau v.v.. Ván khuôn điều tiết mối nối; thanh nẹp được chế tạo bằng thép lòng máng mép mỏng, hai mặt đều khoan lỗ, chiều dài có 1,2; 1,5; 1,8; 2,1; 2,7 và 3,0m; thanh chống xiên; dầm đua ban công; bulông làm thanh kéo, chiều dài có 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1,0; 1,1 và 1,2m; ống luồn bằng chất dẻo)...



Hình 1.31. Ván khuôn tường và cột với thanh chống xiên và dầm ban công

### c) Ván khuôn cột

Ván khuôn cột là loại ván khuôn lắp ráp toàn khối, gồm ván khuôn cột, thanh nẹp thẳng góc sau lưng, chống xiên sàn công tác, lan can, thang leo, dòn có ren, bánh xe, bulông kéo v.v... lắp ghép lại, chia ra hai góc vuông để lắp ráp và tháo dỡ.

Chiều dài ván khuôn cột, gồm các loại: 1,2; 1,5; 1,8; 2,1; và 2,4m và bề rộng gồm các loại 0,3; 0,6; 0,9m. Phạm vi tổ hợp chiều cao của ván khuôn cột 1,2-6,0m; mặt cắt có thể điều chỉnh 0,4×0,4 - 0,8×0,8m.

### C. Ván khuôn tổ hợp hợp kim nhôm đúc

Ván khuôn tổ hợp bằng hợp kim nhôm đúc là một loại ván khuôn tổ hợp của Mỹ. Hiện nay đã thí nghiệm và sử dụng tại nhiều công trình khác nhau. Xét về khả năng ứng dụng có mấy đặc điểm sau đây:

- Số lần luân chuyển sử dụng thực tế của ván khuôn so với ván khuôn tổ hợp thường nâng cao 10 lần. Nếu xét cả về chênh lệch giá thành của hai loại thì nâng cao được 2-3 lần;

- Trọng lượng loại ván khuôn này nhẹ hơn loại ván khuôn thép thường 1/3. Dùng loại ván khuôn hợp kim nhôm đúc, sau khi đã lắp ghép các tấm theo một cỡ rộng nhất định, việc vận chuyển, lắp ráp, tháo dỡ đều có thể dùng nhân lực thao tác, do đó giảm được nhiều việc điều động cơ giới cấu lắp và vận chuyển;

- Do áp dụng công nghệ tháo dỡ ván khuôn sớm đối với ván khuôn sàn nên lượng ván khuôn đưa vào một lần giảm đi, bình thường so với ván khuôn thép có thể giảm đi 1/2;

- Do ván khuôn và hệ thống chống đều dùng cấu kiện định hình, lắp tháo tiện lợi, hiệu suất có thể nâng cao một lần;

- Do ván khuôn được chế tạo bằng công nghệ đúc toàn khối, cường độ cao, gia công chính xác, kích thước chuẩn, nối ghép rất khít (độ rộng không quá 0,8mm), bề mặt láng phẳng, rất có lợi cho việc nâng cao chất lượng cấu kiện bê tông;

- Ván khuôn có bề mặt trang trí có thể dùng cho bề tông trang trí tường ngoài, mặt trang trí rõ nét làm phong phú thêm mặt đứng kiến trúc, bảo đảm được chất lượng xây lắp bên ngoài;

- Ván khuôn không chỉ thích hợp cho đổ bê tông dầm, sàn, cột, tường mà còn thích hợp với khung chịu lực cốt, công trình dạng ống và các công trình có loại hình kết cấu khác nhau, vừa có thể sử dụng độc lập vừa có thể phối hợp sử dụng với các loại ván khuôn khác.

#### 1) Các bộ phận của ván khuôn hợp kim nhôm đúc

Loại ván khuôn này gồm 3 bộ phận: tấm ván khuôn, hệ thống thanh chống và các linh kiện nối.

##### a) Tấm ván khuôn

Tấm ván khuôn hợp kim nhôm đúc phân 3 loại: loại bề mặt trơn, loại kẻ hình viên gạch nhỏ, loại kẻ hình khối xây. Trong đó có loại mặt trơn dùng cho ván khuôn tường trong và ván khuôn trong của tường ngoài. Sau khi tháo dỡ ván khuôn của thân tường đã đổ, mặt tường có mặt trang trí bằng hoa văn hình viên gạch nhỏ hoặc hình khối xây.

Kích thước tối đa của ván khuôn tiêu chuẩn (dùng đơn vị đo lường Anh là in) là 24x24in, các kích thước khác thì căn cứ theo tổ hợp 1/2, 1/3, 1/6, 1/12 mà bố cục.

Ngoài tấm ván khuôn tiêu chuẩn ra lại còn có ván khuôn góc âm tường trong.

**Bảng 1.16. Nhóm ván khuôn hợp kim nhôm đúc tiêu chuẩn**

| Loại 1 | Loại 2 | Loại 3 | Loại 4 | Loại 5 |
|--------|--------|--------|--------|--------|
| 24x2   | 12x2   | 8x2    | 4x2    | 2x2    |
| 24x4   | 12x4   | 8x4    | 4x4    | 2x4    |
| 24x8   | 12x8   | 8x8    | 4x8    | 2x8    |
| 24x12  | 12x12  | 8x12   | 4x12   | 2x12   |
| 24x24  | 12x24  | 8x24   | 4x24   | 2x24   |

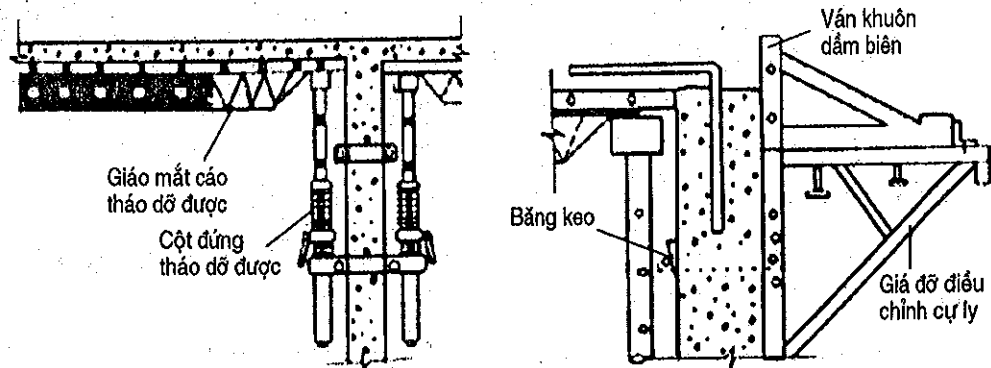
**Chú ý:** Đơn vị đo lường Anh (1in = 2,54cm; 24in = 60,96cm; 12in = 30,48cm; 8in = 20,32cm; 4in = 10,6cm; 2in = 5,08cm)



**b) Hệ thống thanh chống**

Hệ thống thanh chống ván khuôn hợp kim nhôm đúc chủ yếu gồm:

- Thanh chống xiên: giữ cho ván khuôn ở tư thế thẳng đứng. Loại này được chế tạo bằng ống thép, một đầu cố định trên sàn nhà, còn một đầu liên kết với ván khuôn ở giữa có tầng đờ, có thể dùng để điều chỉnh độ thẳng đứng của ván khuôn;
- Giàn mắt cáo tháo lắp và cột đứng tháo lắp: dùng để chống ván khuôn nằm ngang;

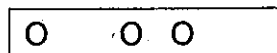


**Hình 1.32. Thanh chống, giàn mắt cáo và giá đỡ điều chỉnh cự ly**

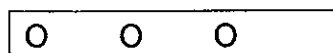
- Giá đỡ điều chỉnh cự ly: là một công cụ được lắp trên bảng kéo, sau khi đã dỡ ván khuôn ngoài của tường ngoài, dùng để cố định khuôn ván khuôn dầm vẩy và chống đỡ ván khuôn ngoài tường ngoài của tầng trên.

**c) Các linh kiện liên kết**

- Bulông: Liên kết các tấm ván khuôn hướng đứng phải dùng bulông cường độ cao, dưới mũ ốc phải có vòng đệm bằng chất dẻo, để phòng khi đầm bê tông, chấn động làm chuyển vị ván khuôn;
- Kẹp bằng thép đúc: Kẹp này dùng để nối các tấm ván khuôn lân cận khi lắp ráp ván khuôn toàn khối.
- Đinh chốt, chêm: Dùng thép cường độ cao để chế tạo, dùng để nối các tấm ván khuôn lân cận và cố định dây chằng cũng như bịt lỗ trên ván khuôn khi lắp ráp ván khuôn toàn khối.
- Bảng kéo: dùng bằng thép mỏng cường độ cao để chế tạo, hai đầu có lỗ  $\phi 17\text{mm}$ , kích thước mặt cắt  $2 \times 38\text{mm}$ , chiều dài thì căn cứ vào bề dày của tường. Bảng kéo có 2 loại: loại 2 lỗ và loại 3 lỗ. Loại 2 lỗ dùng cho tường trong, loại 3 lỗ dùng cho tường ngoài.



Loại 3 lỗ



Loại 3 lỗ



Loại 2 lỗ

- Dầm vây ngang và kẹp chèn (chốt nôm): Dầm vây được chế tạo bằng thép ống chữ nhật vách mỏng rỗng ruột, kích thước mặt cắt là 50x100mm, được bố trí nằm ngang dọc theo ván khuôn toàn khối. Kẹp chèn liên kết dầm vây ngang với ván khuôn toàn khối thành một thể thống nhất để tăng cường độ cứng toàn khối của ván khuôn.

## **2) Thiết kế lắp ghép ván khuôn hợp kim nhôm đúc**

Do ván khuôn hợp kim nhôm đúc theo kích thước Anh, vì thế công tác thiết kế ghép ván khuôn cần được chú ý hơn. Để làm sao cho ván khuôn có thể sử dụng được một cách hợp lý, tăng nhanh luân chuyển mà hiệu quả lại cao nhất trong việc phối hợp các bộ ván khuôn, lắp ráp sẵn, cung ứng, vận chuyển, duy tu, thanh lý và thu hồi...

Nội dung chính của việc điều phối sử dụng ván khuôn như sau:

- Căn cứ tình hình cụ thể công trình và điều kiện thi công hiện trường xác định phương pháp sử dụng ván khuôn;

- Căn cứ theo bản vẽ thi công tiến hành thiết kế điều phối ván khuôn, thiết kế bản vẽ, bố trí lắp ráp mặt bằng, mặt đứng ván khuôn;

- Nghiên cứu phương pháp lắp đặt cố định các linh kiện chôn sẵn, bố trí các đường ống, lỗ phải trừa cho cấu kiện bê tông, xác định phương pháp cố định ván khuôn;

- Thiết kế tính toán hệ thống thanh chống và xác định rõ các phương pháp liên kết và cố định, thiết kế bản vẽ các hệ thống thanh chống;

- Vẽ và thuyết minh chi tiết đối với việc trừa lại các lỗ, các ống cách xử lý cấu tạo ván khuôn đặc thù và cục bộ;

- Tiến hành thống kê và ghi vào mẫu kiểu quy cách đối với các loại ván khuôn tiêu chuẩn và phi tiêu chuẩn, các linh kiện liên kết, hệ thống thanh chống cho đến các tấm chắn ô cửa, cửa lớn v.v... để tiện cho việc chuẩn bị vật liệu.

### **1.2.2. Ván khuôn di động**

Ván khuôn di động là loại ván khuôn không tháo rời từng bộ phận sau mỗi chu kỳ hoạt động mà để nguyên di chuyển sang vị trí sử dụng của chu kỳ tiếp theo.

Căn cứ vào phương chuyển động người ta chia ra ván khuôn dịch chuyển và ván khuôn di động lên cao. Ván khuôn dịch chuyển và ván khuôn di động theo phương nằm ngang, nó dịch chuyển từ đoạn này sang đoạn tiếp theo phương nằm ngang. Phụ thuộc vào cách dịch chuyển ván khuôn di chuyển lên cao còn chia ra ván khuôn leo và ván khuôn trượt. Ván khuôn leo là ván khuôn bám vào công trình để di chuyển lên cao; còn nếu bám vào hệ giáo đỡ là ván khuôn treo.

Tất cả các ván khuôn di động dịch chuyển được là nhờ những thiết bị đặc biệt như kích, tời, cần cấu và những thiết bị liên kết, treo, đỡ v.v...Đối với mỗi loại ván khuôn những thiết bị này được thiết kế theo chức năng chuyên dùng.

Nhóm ván khuôn di động là loại tiên tiến nhất giúp tiến độ thi công nhanh và hiệu quả kinh tế cao. Nhưng để phổ cập loại ván khuôn này đòi hỏi phải có cơ sở thiết kế chế tạo đủ mạnh và thị trường áp dụng rộng lớn thì mới có hiệu quả vì giá đầu tư ban đầu rất lớn.

### 1.2.2.1. Ván khuôn di chuyển ngang

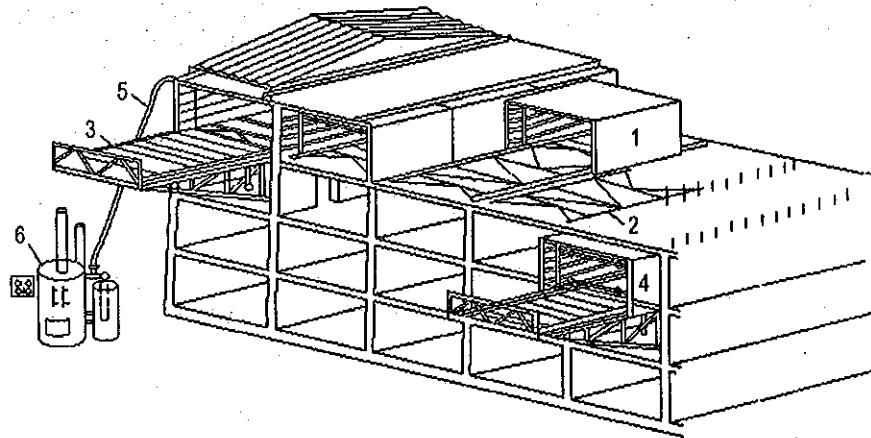
Ván khuôn di chuyển ngang được dùng khi đổ bê tông những công trình có tiết diện không đổi theo chiều dài, như: dầm cầu, đường ống, đường cống cái, mái ga-ra mái chợ, mái nhà kho v.v...

a) Khi thi công các công trình như tuynen, đường hầm, mái chợ, thường sử dụng loại ván khuôn di động ngang. Toàn bộ hệ ván khuôn này được bố trí trên hệ thống đường ray hay bánh xe. Việc thực hiện bằng tời hay kích.

Để sử dụng được loại ván khuôn này công trình phải dài, các đoạn của kết cấu lặp lại có tính chu kỳ như bê tông thành hầm, tường; bê tông đường hầm; bê tông tuynen... Mỗi bộ ván khuôn tương ứng với mỗi đoạn công trình.

Người ta đổ bê tông cả tường và trần cùng một lúc. Trong các trường hợp thi công các đường ngầm trong lòng đất, người ta thường thi công đáy trước, còn trần và thành thi công sau cùng một lúc.

Trong trường hợp này bê tông thường đổ vào khuôn theo phương ngang. Người ta thường dùng máy bơm vữa bê tông với một áp lực ngang đủ lớn.

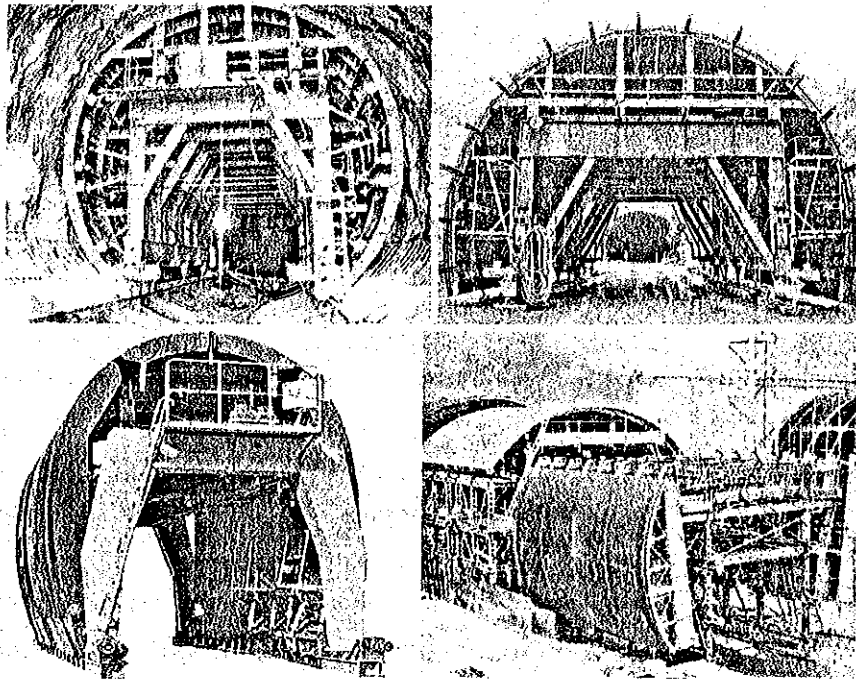


**Hình 1.33.** Ván khuôn di chuyển ngang

1. ván khuôn hộp; 2. đường ray di chuyển ván khuôn hộp; 3. cầu công xon để tháo dỡ ván khuôn ra phía bên; 4. một đoạn ván khuôn hộp được đẩy ra phía ngoài;
5. ống dẫn hơi nước để bảo dưỡng bê tông; 6. lò hơi nước di động.

Khi muốn di chuyển hệ ván khuôn sang vị trí tiếp theo trên tuyến, người ta hạ bốt kích và nối lồng hệ tăngđơ (kích vít), ván sẽ tách ra khỏi bê tông sau đó dùng tời kéo hoặc máy đẩy sang vị trí mới.

Ván khuôn di chuyển ngang di chuyển trên mặt đất giống như tàu hoả chạy trên đường ray.



*Hình 1.34. Một số ví dụ về ván khuôn di chuyển ngang thi công đường hầm*

Cấu tạo ván khuôn gồm 2 phần chính: hệ chống đỡ và ván khuôn.

Hệ chống đỡ bằng gỗ hoặc kim loại, tạo nên các khung sườn cho ván khuôn, có thể di chuyển vị trí bằng cách: kéo trượt trên đường bằng hoặc lăn trên đường ray. Hệ chống đỡ gồm các cấu kiện rời lắp ráp lại, có thể thay đổi hình dạng phù hợp cho việc lắp và tháo ván khuôn.

Ván khuôn: làm bằng ván, gỗ dán hoặc tôn mỏng.

Ván khuôn di chuyển ngang phải thoả mãn những điều kiện sau đây:

- Ván khuôn, hệ chống phải chắc chắn, khi di chuyển không bị biến dạng hoặc hư hỏng;
- Cấu tạo phải đảm bảo cho lắp, tháo, di chuyển nhanh chóng.

b) Khi thi công các công trình như tuynen, đường hầm, mái chợ, thường sử dụng loại ván khuôn di động ngang. Toàn bộ hệ ván khuôn này được bố trí trên hệ thống đường ray hay bánh xe. Việc thực hiện bằng tời hay kích.

Đặc điểm cấu tạo và công nghệ thi công cấu dầm BTĐUL nhịp liên tục đúc phân đoạn tại chỗ trên đà giáo dầy (MSS)

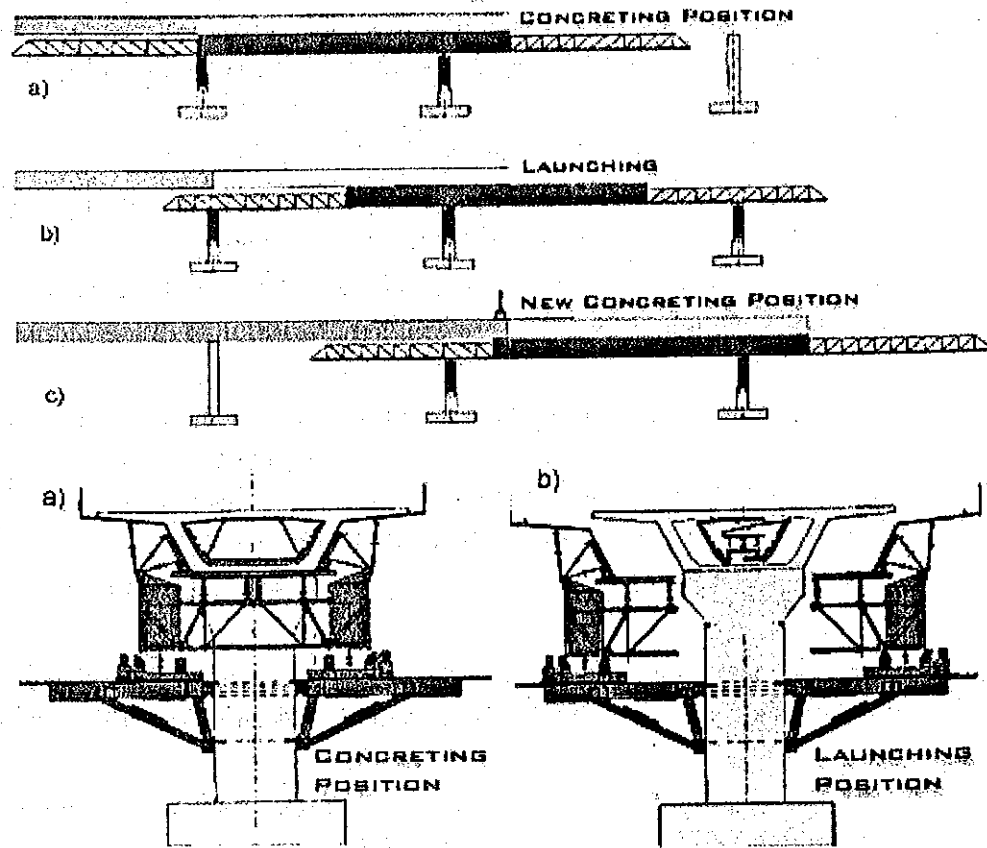
\* Nguyên lý công nghệ thi công

Lắp hệ đà giáo dầy trên các hệ gối đỡ (phần mở rộng trụ và mố) để thi công đúc đoạn 1 kết cấu nhịp.

Thử tải đà giáo (1 lần).

Lắp đặt ván khuôn, cốt thép trên hệ đà giáo dầy và đổ bê tông thi công đoạn 1 kết cấu nhịp.

Sau khi hoàn thành thi công đoạn 1, tiến hành tháo ván khuôn, di chuyển đà giáo sang thi công đoạn 2 của kết cấu nhịp. Quá trình thi công như vậy cứ tiếp tục cho đến khi kết thúc đoạn cuối cùng của kết cấu nhịp.



**Hình 1.35.** Sơ đồ thi công đúc phân đoạn trên đà giáo đẩy  
 a) Đúc bê tông trên đoạn (i); b) Tháo và di chuyển đà giáo đến đoạn (i+1)  
 c) Vị trí đà giáo để đúc đoạn (i+1).

Để tháo ván khuôn và dùng cho phân đoạn sau được nhanh, cần sử dụng bê tông đông cứng nhanh.

#### 1.2.2.2. Ván khuôn leo

Ván khuôn leo là một dạng ván khuôn được nâng chuyển lên cao theo chu kỳ (nên gọi là leo) và thường được cấu tạo từ ván khuôn tấm lớn. Toàn bộ ván khuôn hay một đoạn ván khuôn được nâng lên cao theo từng chu kỳ. Ván khuôn leo có hai hình thức rất giống ván khuôn trượt nhưng sử dụng kích nâng. Ngoài ra, nó còn được nâng bằng cáp tự kéo lên, cáp thông qua các con dọi hay trụ đỡ, theo hình thức co rút để dịch chuyển lên cao và tự quay lật lên có sự hỗ trợ của cần trục.

Việc cố định ván khuôn thường dùng các bulông chốt xuyên qua tường, bulông vít ép hoặc hàn bulông vào các thép chờ. Khi dịch chuyển loại ván khuôn này, nói chung là phải tách hoặc tháo rời từng bộ phận. Loại ván khuôn này rất ưu việt khi thi công những

công trình có chiều cao lớn, trụ cầu, xilô, ống khói, công trình có khối tích lớn như tường chắn, đập nước, tường dài và cao v.v ... Đặc điểm của loại ván khuôn này là dựa bám chính vào công trình mà di lên hoặc sử dụng cần trục nâng.

Việc thi công bằng ván khuôn leo phụ thuộc vào tính chất và thời hạn đổ bê tông của công trình, nhiệt độ môi trường, tốc độ đổ bê tông, mác bê tông, kinh phí làm ván khuôn...

Khi đổ bê tông các bức tường, bức vách nhiều khi người ta sử dụng ván khuôn leo. Khi đổ bê tông được một đoạn nào đấy, bê tông đã đủ cường độ cho phép tháo ván khuôn. Người ta di chuyển mảng ván khuôn đó lên một đoạn khác.

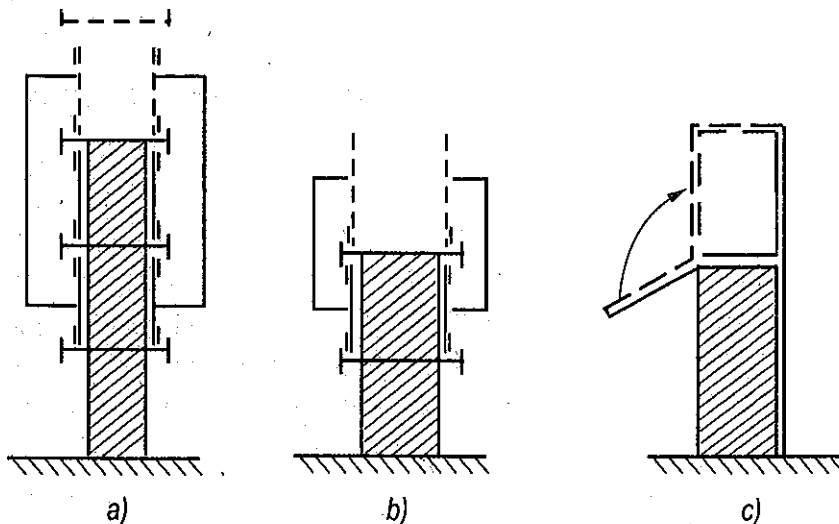
Ván khuôn tự liên kết với nhau qua các chi tiết chôn sẵn trong bê tông. Khi tháo ra đưa lên hàng trên chỉ cần lật qua khớp. Loại ván khuôn này khi leo từ vị trí này qua vị trí khác bằng cần trục.

Sử dụng ván khuôn leo cho phép bỏ được toàn bộ giàn giáo chống từ mặt đất đến độ cao công trình cần thi công. Ván khuôn leo cấu tạo theo dạng định hình từ tấm nhỏ (lắp, tháo bằng thủ công), hay tổ hợp lại thành tấm lớn (lắp, tháo bằng cơ giới). Điều chỉnh ván khuôn hoàn toàn bằng công cụ, thợ bậc thấp cũng làm được.

Bê tông sau khi đổ, đạt cường độ cho phép, ván khuôn dọt dưới được tháo ra để lắp lên dọt trên.

Cấu tạo các mảng ván khuôn leo luân chuyển rất đặc biệt, có thể là một đến ba hàng. Chiều cao của mỗi hàng từ 0,6 - 1,2m, các hàng liên kết với nhau và liên kết vào kết cấu đã chịu lực được.

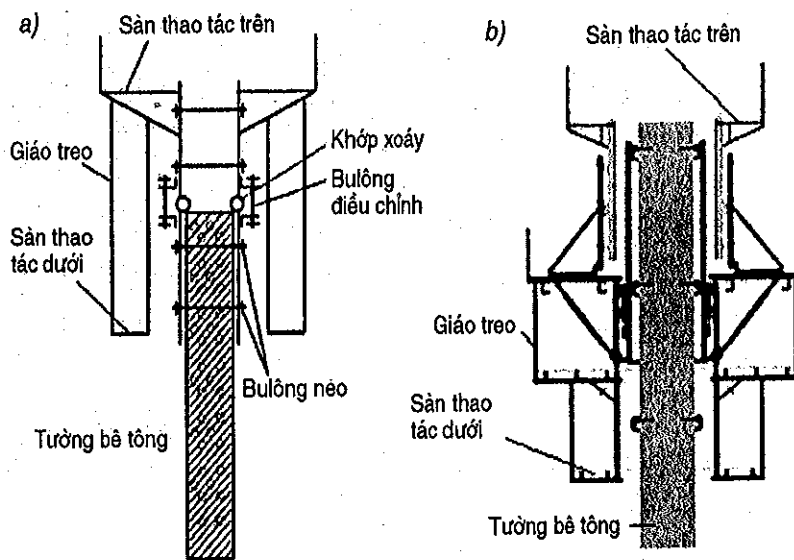
Hình 1.35a là bộ ván khuôn leo dùng hai hàng ván khuôn (các hàng này luôn liên kết vào trong khối bê tông). Hình 1.35b là bộ ván khuôn leo có một hàng ván, khi bê tông đạt được cường độ thì ván được tháo ra và leo lên đoạn trên. Hình 1.35c là ván khuôn leo bằng khớp bản lề.



Hình 1.35. Nguyên lý dịch chuyển của ván khuôn leo

Ván khuôn cấu tạo theo nhiều kiểu khác nhau, những dạng thường gặp trong thực tế gồm:

- Ván khuôn có chiều cao nhỏ (1,20m), lắp tháo bằng thủ công, đợt ván khuôn trên nối với đợt ván khuôn dưới bằng khớp; điều chỉnh phương của ván khuôn bằng bulông, tạo ra một lực xoay quanh khớp (hình 1.36a).



Hình 1.36. Hai kiểu ván khuôn leo

- Ván khuôn có chiều cao lớn (1,8m - 2,4m - 3m), lắp, tháo bằng cơ giới. Giữ ván khuôn bằng bulông, neo vào đợt bê tông đã đổ ở dưới; điều chỉnh phương của ván khuôn bằng các bulông bố trí ở gần đầu mút phía dưới sườn đứng của ván khuôn (bulông điều chỉnh coi như cái kích tỳ vào thành bê tông đã đổ ở đợt dưới) hình 1.36b.

### 1.2.2.3. Ván khuôn treo

Trường hợp nâng chuyển ván khuôn phải sử dụng các kết cấu trụ khác độc lập với kết cấu thi công thì được gọi là ván khuôn treo.

Ván khuôn treo vào các cấu kiện, công trình đã có sẵn hoặc công trình đang thi công, nhằm thay thế toàn bộ hoặc một phần giá đỡ ở dưới ván khuôn... Trường hợp này phải thiết kế cho ván khuôn không bị chuyển vị và biến dạng trong quá trình thi công bê tông.

Loại ván khuôn treo được áp dụng trong những trường hợp sau:

- Thi công sàn bê tông cốt thép toàn khối, tựa lên hệ dầm lắp ghép (dầm bê tông cốt thép hoặc thép hình) đặt ở độ cao lớn. Khi đó, ván khuôn sàn được treo vào hệ dầm lắp ghép trước;

- Ván khuôn dầm, dầm, sàn, đặt ở độ cao lớn so với mặt nền (hoặc sàn), nếu dùng hệ giá đỡ với độ cao lớn sẽ phức tạp và tốn kém. Ván khuôn có thể đặt lên các gối tựa treo (các gối tựa này được liên kết vào các bộ phận công trình đã có sẵn);

Ngoài ra trong một số trường hợp, tùy ván khuôn đặt ở độ cao không lớn so với mặt nền (hoặc sàn), song ở dưới công trình đang thi công cần không gian để hoạt động, ván khuôn cũng có thể được đặt lên các gối tựa treo;

- Ván khuôn dầm, dầm, sàn, đặt ở độ cao lớn, để thay thế toàn bộ giá đỡ ở dưới, ván khuôn được treo trực tiếp vào khung cốt hàn chịu lực đặt phía trên hoặc trong lòng ván khuôn. Khung cốt hàn phải đủ cứng, trong quá trình đổ bê tông không bị biến dạng;

- Nền đất yếu, không đảm bảo để cho cột chống ván khuôn tựa lên.

Cấu tạo ván khuôn treo bao gồm các bộ phận sau (hình 1.37):

- Ván khuôn mặt trong và ngoài của hai bức tường bằng kim loại (1), chiều dày của các tấm kim loại thường từ 2 - 3mm, dùng để đổ bê tông.

- Hệ sàn thao tác trên và dưới (2): Hệ sàn trên dùng để để vật liệu, và người đi lại đổ bê tông; hệ sàn dưới dùng để làm công tác hoàn thiện và kiểm tra.

- Toàn bộ hệ ván khuôn, giàn giá đỡ được treo vào trụ trung tâm (3) bằng hệ thống dây và tăng đơ (4). Hệ dây có trang bị tăng đơ để di chuyển hệ ván khuôn lên cao.

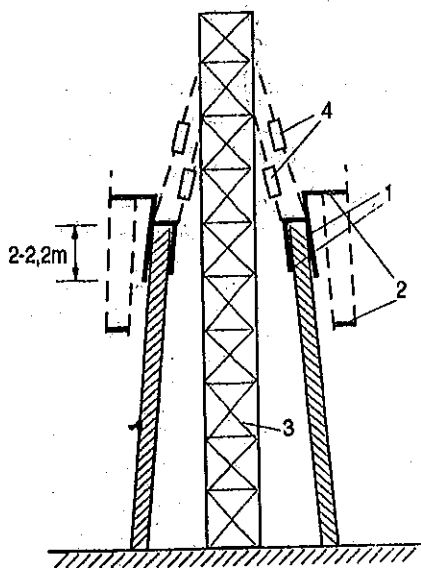
Những tấm ván khuôn bằng thép bản, hàn với hệ thống sườn bằng thép góc. Khi thi công các công trình có tiết diện tròn thay đổi như ống khói, cột tháp, cấu tạo các tấm ván khuôn phải thay đổi theo. Để đơn giản chúng ta có thể chọn hai loại hình chữ nhật và hình thang ghép lại với nhau. Nó cho phép tạo khuôn cho những kết cấu có tiết diện ngang thay đổi. Các tấm ván ngoài liên kết với nhau phải có đinh giằng để giữ cho ván không bung ra do áp lực ngang.

#### A. Ván khuôn được đỡ bằng các gối tựa treo

Trường hợp sàn bê tông cốt thép đổ toàn khối, tựa lên các dầm lắp ghép (bằng thép hình, hoặc bê tông cốt thép) với các hình dạng chữ I, chữ nhật v.v..., ván khuôn được thực hiện như sau:

Để đỡ ván khuôn sàn, có các gối tựa treo vào hệ dầm lắp ghép. Trên các gối tựa treo này, gác các dầm đỡ ván khuôn sàn.

Điều chỉnh chiều cao ván khuôn sàn bằng cách vặn đai ốc ở đầu thanh treo. Khi tháo ván khuôn chỉ việc tháo đai ốc rồi hạ ván khuôn xuống.



Hình 1.37. Hai kiểu ván khuôn leo

1. ván khuôn; 2. sàn thao tác;  
3. trụ; 4. hệ dây có gắn tăng đơ.



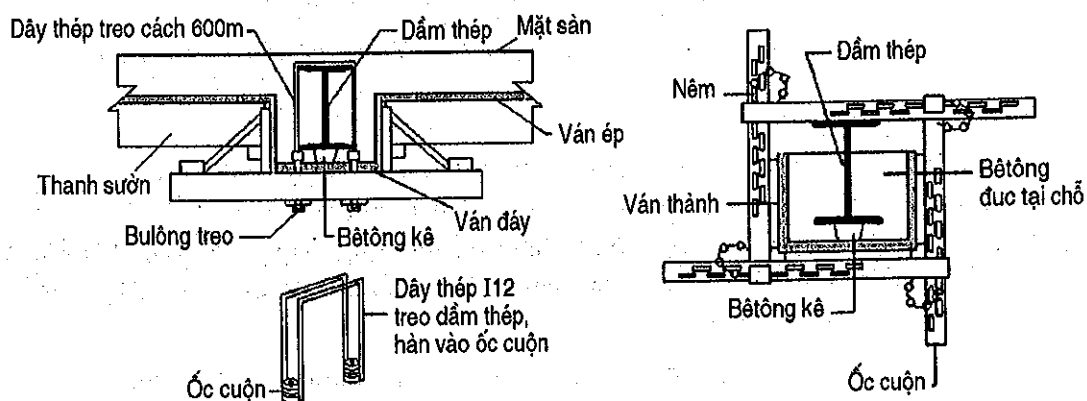
Khi thi công nhà ở bằng ván khuôn trượt, toàn bộ các bức tường được thực hiện xong trước, còn sàn của các tầng nhà được thực hiện bằng ván khuôn đặt lên các gối tựa treo (để giảm giá chống chống đỡ ở dưới ván khuôn theo các biện pháp thông thường).

Kích thước, quy cách của gối tựa treo được xác định qua tính toán.

### B. Ván khuôn dầm treo vào khung cốt hàn chịu lực đặt trong lòng ván khuôn

Dựng cột chống ở dưới đáy ván khuôn dầm để chịu tải trọng chỉ có lợi khi những dầm ở độ cao không lớn (dưới 6m).

Đối với những dầm đặt ở độ cao lớn, có thể dùng phương pháp lợi dụng những cốt thép chịu lực trong dầm bê tông cốt thép và dùng thêm một số thép khác để hàn thành khung cứng; thông qua khung cứng này, dùng bulông treo ván khuôn. Trọng lượng ván khuôn, bê tông và toàn bộ các tải trọng dùng trong thi công đều do khung cốt thép chịu, vì thế không cần đặt cột chống dưới đáy ván khuôn dầm... Phương pháp này tiết kiệm được nhân công vật liệu làm cột chống, là một phương pháp tương đối tiên tiến.



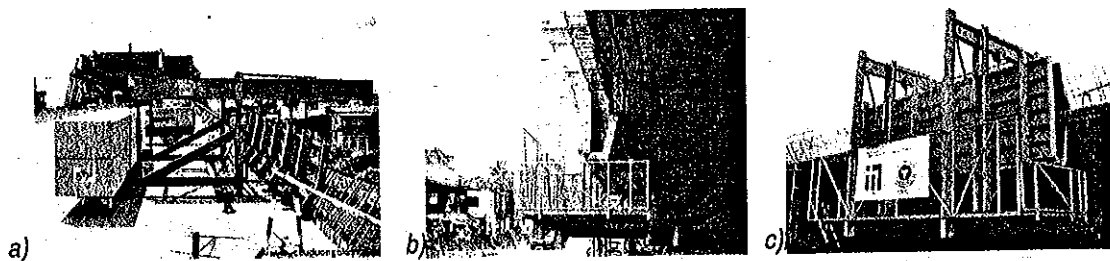
Hình 1.38. Hai kiểu treo ván khuôn dầm

a) Ván khuôn treo sử dụng đai thép hàn vào ốc cuộn;

b) Ván khuôn treo sử dụng bộ gông.

### C. Ván khuôn treo thi công hệ lan can và dầm cầu

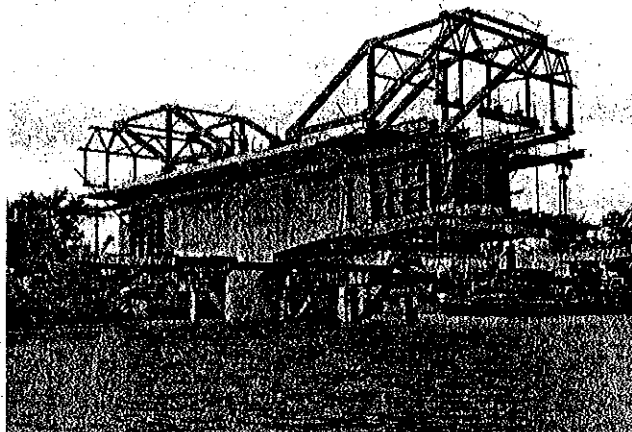
Khi cần thi công lan can có chiều dài lớn, có thể sử dụng ván khuôn treo chạy trên ray hoặc bánh xe.



Hình 1.39. Ván khuôn treo thi công lan can

a) Nhìn từ phía trên; b) Nhìn từ phía dưới; c) Phối cảnh.

Trong công nghệ đúc hẫng cân bằng dầm bê tông cốt thép cầu, sử dụng ván khuôn treo để đúc dầm.



*Hình 1.40. Ván khuôn và hệ giàn giáo treo vào xe đúc thi công dầm cầu*

#### **1.2.2.4. Ván khuôn trượt**

Ván khuôn trượt là loại ván khuôn di động lên cao, nhưng việc di chuyển được tiến hành liên tục trong suốt quá trình đổ bê tông. Khác với ván khuôn luân lưu, ván khuôn trượt là một bộ ván khuôn hoàn chỉnh dùng để thi công đổ bê tông các kết cấu thẳng đứng của một công trình. Các kết cấu nằm ngang như sàn, dầm sẽ được thi công riêng biệt theo các công nghệ khác.

Trước đây ván khuôn trượt chỉ dùng để thi công bê tông các công trình đặc biệt như xilô, ống khói nhà máy... Ngày nay ván khuôn trượt được dùng rất rộng rãi để thi công bê tông toàn khối các công trình dân dụng. Đặc biệt là xây dựng nhà ở nhiều tầng có chiều cao lớn.

##### **A. Thiết bị ván khuôn trượt chủ yếu**

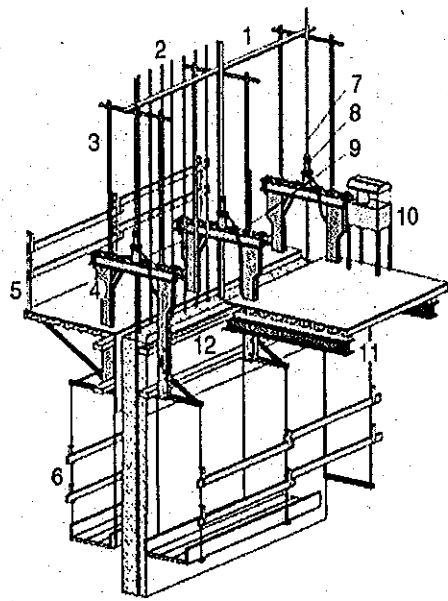
Thiết bị ván khuôn trượt gồm ba bộ phận chủ yếu:

- Các tấm ván khuôn trượt trong, ngoài;
- Hệ thống sàn nâng;
- Hệ thống nâng trượt: khung kích, ty kích và kích;
- Hệ thống khống chế độ chính xác thi công...

##### **1. Hệ thống ván khuôn**

###### **a) Ván khuôn**

Mảng ván khuôn trượt có chiều cao không lớn, thường từ 1,0-1,2m cá biệt có thể đến 2m. Ván khuôn được ghép bao quanh bề mặt kết cấu trên toàn bộ mặt cắt ngang của công trình. Ván khuôn dựa vào khuôn vây dọc theo bề mặt bê tông được kéo trượt lên trên. Tác dụng chủ yếu của ván khuôn là chịu áp lực bên của bê tông, lực xung kích và lực ma sát khi trượt, đồng thời làm cho bê tông thành hình theo yêu cầu mặt cắt của thiết kế.



1. thanh định vị;
2. cột thép;
3. khung đỡ thanh định vị;
4. khung kích;
5. sàn thao tác ngoài;
6. sàn treo ngoài;
7. ty kích;
8. kích;
9. dây dẫn dầu cao áp;
10. máy bơm dầu;
11. sàn treo trong;
12. tấm ván khuôn.

*Hình 1.41. Các bộ phận của ván khuôn trượt thủy lực*

Theo vị trí và tác dụng khác nhau, ván khuôn có thể chia ra: ván khuôn trong, ván khuôn ngoài, ván khuôn chặn, ván khuôn chỗ mặt cắt thay đổi... Để phòng khi đổ bê tông trào ra ngoài, phần trên của ván khuôn ngoài cao hơn ván khuôn trong khoảng 100-200mm.

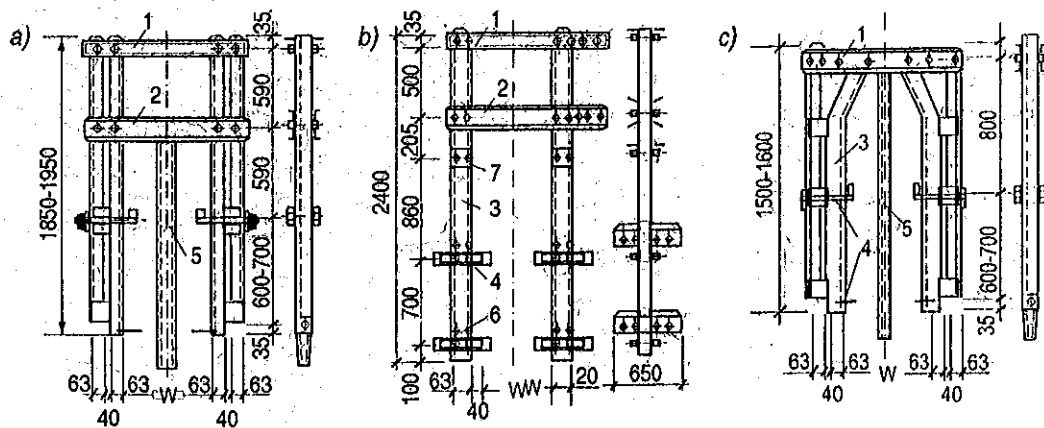
Chiều cao ván khuôn khoảng 1m, bề rộng thường từ 200-1000mm. Khi thi công thân tường có kích thước thay đổi không nhiều, căn cứ vào điều kiện thi công, ghép bề mặt ván khuôn cho lớn hơn, như vậy sẽ tiết kiệm công lắp ráp và tháo dỡ. Ván khuôn có thể dùng tấm thép 2-5mm và thép góc L30-L50 để chế tạo, cũng có thể dùng ván khuôn thép tổ hợp định hình.

#### b) Khuôn vây

Tác dụng chủ yếu của khuôn vây là giữ cho ván khuôn luôn bảo đảm hình dạng mặt bằng khi lắp ghép và để ghép ván khuôn với giá nâng thành một thể thống nhất. Trong công trình, khuôn vây chịu áp lực bên của bê tông do ván khuôn truyền vào, chịu lực xung kích và tải trọng gió cùng các tải trọng khác, chịu lực ma sát khi trượt cũng như tải trọng tĩnh và tải trọng thẳng đứng tác dụng lên sàn thao tác và tất cả truyền vào giá nâng, kích và thanh chống.

#### c) Giá nâng

Giá nâng là cấu kiện chủ yếu để lắp ghép các kích, khuôn vây, ván khuôn ghép thành một thể thống nhất. Tác dụng chủ yếu của giá nâng là khống chế ván khuôn, khuôn vây do áp lực bên của bê tông và lực xung kích mà phát sinh biến dạng hướng ra ngoài; đồng thời chịu tải trọng nói trên truyền cho các kích và hệ thanh chống. Nhờ máy nâng mà giá nâng kéo khung vây, ván khuôn và sàn thao tác nhất loạt trượt lên phía trên.



**Hình 1.42. Sơ đồ cấu tạo mặt đứng giá nâng**

a) Giá nâng chữ khai; b) Giá nâng khi mặt cắt thay đổi; c) Giá nâng chữ môn.

1. dầm ngang trên; 2. dầm ngang dưới; 3. cột đứng; 4. chốt đỡ khuôn vây; 5. ống luồn;  
6. giá điều chỉnh; 7. chốt đỡ dầm nan quạt; 8. khoảng cách cột đứng.

## 2) Hệ thống sàn nâng

Hệ thống sàn nâng dùng để thực hiện các thao tác trong quá trình thi công. Hệ thống này được bố trí ở 2 cao trình, với tên gọi như sau:

### a) Sàn thao tác

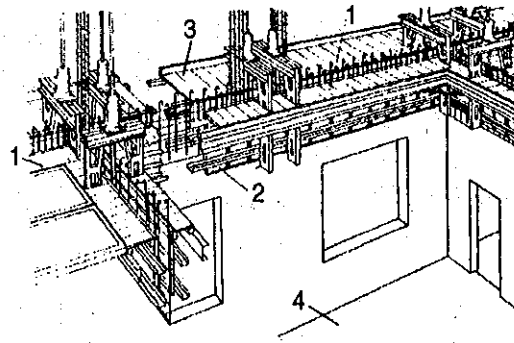
Sàn thao tác ván khuôn trượt là hiện trường thao tác buộc cốt thép, đổ bê tông, nâng ván khuôn. Nó cũng là nơi để tạm thời cốt thép, bê tông, các linh kiện chôn sẵn, một số vật liệu, các kích, các máy dầm và các loại thiết bị khác. Sàn thao tác liên kết trực tiếp vào mảng ván khuôn và được gọi là sàn thao tác chính. Sàn thao tác còn dùng để vận chuyển, đổ bê tông, lắp ván khuôn cửa hoặc dịch chuyển ván khuôn khi cần thiết.

Sàn thao tác chính chia làm hai bộ phận: bên trong và bên ngoài. Sàn thao tác trong thông thường do giàn mắt cáo chịu lực (hoặc dầm), gỗ xà và tấm lát ghép lại. Hai đầu của giàn mắt cáo chống lên cột của giá nâng cũng có thể thông qua giá đỡ chống lên khuôn vây. Sàn thao tác ngoài thông thường gồm giá đua tam giác, gỗ xà và tấm lát ghép lại, nói chung bề rộng vào khoảng 0,8m. Để đảm bảo an toàn phía ngoài, sàn thao tác cần bố trí lan can phòng hộ. Giá tam giác đua ra của sàn thao tác ngoài chống lên cột đứng của giá nâng hoặc chống lên trên khuôn vây trên và dưới. Cấu tạo gỗ xà và tấm lát của sàn thao tác ngoài cũng giống như sàn thao tác trong.

### b) Giàn giáo treo (sàn treo)

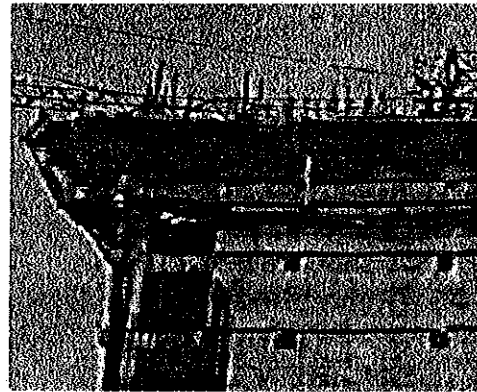
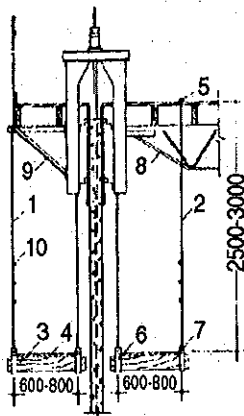
Giàn giáo treo hay còn gọi là giàn giáo đỡ, chủ yếu dùng để kiểm tra chất lượng bê tông, tu sửa bề mặt cũng như kiểm tra, tháo dỡ ván khuôn và một số công tác khác.

Giàn giáo treo gồm: thanh treo, dầm ngang, tấm lát và lan can phòng hộ lắp ghép lại. Thanh treo có thể dùng thép tròn đường kính 16-18mm hoặc thép dẹt 50x4 để chế tạo. Đầu thanh treo thông qua bulông treo hẫng vào cột chính giá tam giác hoặc cột chính của giá nâng.



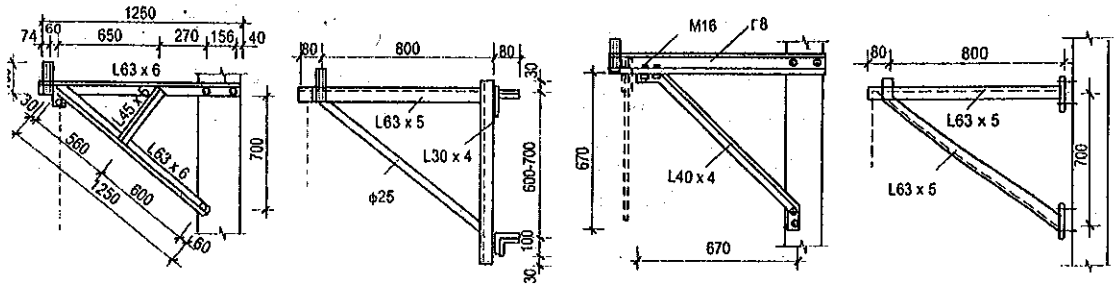
**Hình 1.43: Sơ đồ hệ thống sàn nâng**

1. sàn thao tác trong; 2. sàn treo (giàn giáo treo);  
3. sàn thao tác ngoài; 4. sàn bê tông cốt thép đã thi công.



**Hình 1.44. Cấu tạo sàn thao tác**

1. thanh treo ngoài; 2. thanh treo trong; 3. dầm đỡ ván sàn thao tác ngoài; 4. ván sàn thao tác;  
5. liên kết thanh treo trong và sàn thao tác chính; 6. chốt treo dầm đỡ sàn thao tác; 7. dầm đỡ ván sàn thao tác trong; 8. dàn đỡ sàn thao tác chính; 9. giá đỡ sàn thao tác ngoài; 10. lan can



**Hình 1.45. Một số loại giá đỡ sàn thao tác ngoài**

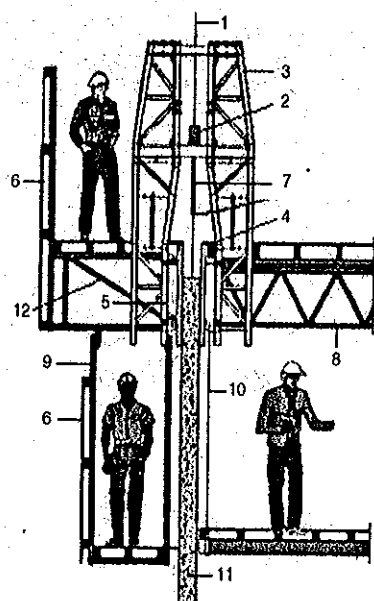
**3) Hệ thống nâng trượt**

Hệ thống nâng thông thường hiện nay là kích thủy lực. Nhờ áp lực dầu, kích nâng đưa toàn bộ kết cấu ván khuôn và sàn nâng trượt lên dọc theo các thanh trụ kích. Hệ thống nâng gồm 3 bộ phận:

- Khung kích: được chế tạo bằng gỗ hay kim loại. Khung kích giữ cho các tấm ván khuôn ép sát vào kết cấu và không bị biến dạng khi có lực xô ngang. Khung kích có dạng chữ  $\Pi$ , khi được nâng lên nó kéo theo các mảng ván khuôn trượt. Khoảng cách giữa các khung kích được xác định theo tính toán, nhưng thường là khoảng 1,5 - 2,0m. Hệ khung kích tiếp nhận toàn bộ tải trọng của ván khuôn, kích, sàn nâng, các tải trọng của vữa bê tông và các tải trọng trong quá trình thi công.

- Thanh trụ kích (hay còn gọi là ty kích): làm nhiệm vụ tỳ kích và tiếp nhận toàn bộ tải trọng tác động từ khung kích và truyền lực xuống kết cấu bê tông. Ty kích làm bằng thép, kích thước thường là  $\Phi 25-50\text{mm}$  có thể dài đến 6m, một đầu được chôn ngấm chặt trong bê tông, đầu kia xuyên qua lỗ ty kích. Ty kích có thể nằm lại hoặc rút ra khỏi kết cấu sau khi thi công.

- Kích: Kích có nhiệm vụ đưa toàn bộ ván khuôn và sàn nâng trượt lên dọc theo các ty kích. Khi thi công trượt, sử dụng kích có công suất lớn (thông thường từ 10 tấn trở lên). Các loại kích này cho phép tăng khoảng cách bố trí khung kích tạo sự thuận lợi cho thi công xây dựng, dễ dàng đổ bê tông, lắp cốt thép, tạo điều kiện tăng năng suất lao động và hạ giá thành công trình. Hiện nay có rất nhiều loại kích như: kích thủy lực, kích cơ điện, kích bàn ren, kích kẹp, kích khí nén...



1. Ty kích;
2. Kích;
3. Giá nâng trụ đứng bên kiểu dàn;
4. Vòng găng kiểu dàn;
5. Ván khuôn;
6. Lưới an toàn phía ngoài;
7. Đường ống dầu;
8. Sàn thao tác;
9. Giá treo ngoài kiểu tháo lắp;
10. Giá treo trong;
11. Phần bê tông của kết cấu;
12. Giá tam giác vươn ra ngoài.

Hình 1.46. Hệ thống nâng trượt

Kích thủy lực (chủ yếu là kích dầu) là loại kích nhỏ nhưng công suất lại lớn, sử dụng đơn giản và tiện lợi nên được sử dụng phổ biến. Nguyên lý của kích thủy lực là chất lỏng không nén được. Kích thủy lực tạo ra thiết bị động lực tiếp xúc tốt, sử dụng dễ dàng, có thể đảo chiều chuyển động, ngăn ngừa sự quá tải, dễ bố trí mạng cung cấp dầu và thuận lợi trong việc tự động hoá.

Kích cơ điện: Nguồn cung cấp đơn giản (bằng điện), chuyển năng lượng và các xung lực trong quá trình vận hành rất nhanh. Do dẫn truyền bằng điện nên đòi hỏi phải có mô-tơ và hộp giảm tốc nên trọng lượng và kích thước của kích lớn.

Các loại kích kẹp, bàn ren, vít thường truyền dẫn riêng rẽ hoặc theo từng nhóm nhỏ, nên có thể nâng hạ không hoàn toàn thống nhất cho tất cả các kích trong toàn bộ hệ thống, để khắc phục vấn đề này phải trang bị thêm hệ thống theo dõi, tự điều chỉnh mức thăng bằng cho hệ thống kích.

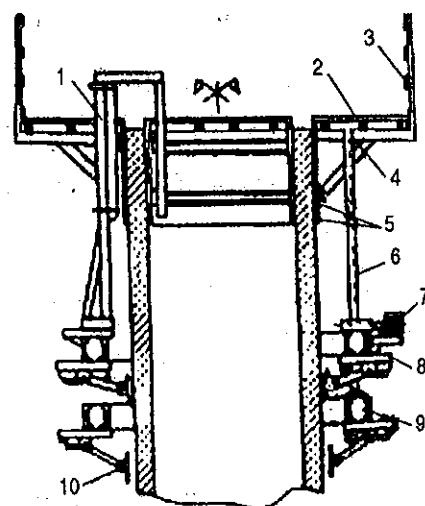
Kích khí nén: Là loại kích có hệ thống truyền dẫn bằng khí nén không phụ thuộc vào nhiệt độ không khí môi trường và không gây xung lực làm ảnh hưởng đến thiết bị máy móc. Nhưng kích loại này có kết cấu phức tạp, chỗ nối phải thật kín khít và khó bảo dưỡng bôi trơn thiết bị nên áp dụng không được rộng rãi.

Toàn bộ hệ thống ván khuôn trượt lên liên tục trong quá trình thi công nhờ hệ thống kích thủy lực. Sức nâng của một kích thủy lực từ 3 - 5 tấn. Những kích thủy lực này bám lấy các thanh trụ trong bê tông. Các kích nối với nhau thành những chuỗi và được điều khiển qua trạm vận hành của máy bơm trung tâm.

Máy bơm trung tâm có thể vận hành được 80 - 100 kích. Trong thi công để đảm bảo an toàn tuyệt đối người ta chỉ dùng 30 - 40 kích.

Ngoài phương pháp trên, còn có phương pháp thi công ván khuôn trượt không dùng ty kích. Nguyên lý của phương pháp này là sử dụng các cơ cấu tạo nên lực đập ma sát vào chính bề mặt bê tông đã đông kết của công trình thông qua các má guốc.

Theo phương pháp thi công ván khuôn trượt không dùng ty kích yêu cầu các khung phải liên kết cứng với nhau và phải có một khoảng cách nhất định so với mép tường để đảm bảo hoạt động dễ dàng của cơ cấu nâng này, đồng thời không gây nên hư hỏng và biến dạng do má guốc tỳ lên bề mặt bê tông vừa đông kết.



1. Trụ gia cường của sàn và ván khuôn;
2. Sàn thao tác;
3. Lan can bảo vệ;
4. Dầm treo;
5. Tấm ván khuôn;
6. Trục vít nâng;
7. Động cơ nâng;
8. Khung đỡ trên;
9. Khung đỡ dưới;
10. Tấm gối đệm.

Hình 1.47. Các bộ phận của ván khuôn trượt không dùng ty kích

#### 4) Hệ thống điều khiển độ chính xác thi công

Hệ thống điều khiển độ chính xác thi công chủ yếu gồm thiết bị quan trắc độ nằm ngang và độ thẳng đứng, thiết bị điều khiển, thiết bị thông tin liên lạc...

- Thiết bị quan trắc độ nằm ngang và độ thẳng đứng: có thể dùng máy thủy bình, máy đo đạc lade tự động điều khiển chính thẳng bằng, máy kinh vĩ thường, máy dây dọi lade và dây dọi thường, độ chính xác của chúng không thấp hơn 1/10.000;

- Thiết bị điều khiển độ chính xác: máy điều chỉnh thăng bằng hạn vị, vab hạn vị, máy điều khiển tự động bằng tia lade, ...

- Thiết bị thông tin liên lạc: có thể dùng máy điện thoại hữu tuyến và vô tuyến (máy bộ đàm) và các máy liên lạc bằng tín hiệu âm thanh và quang học khác.

### 1.2.3. Ván khuôn đặc biệt

#### 1.2.3.1. Ván khuôn bể

Về phương diện thi công, ván khuôn bể được chia thành các dạng chính: ván khuôn cho bể hình tròn và ván khuôn cho bể có hình nhiều cạnh; ngoài ra còn có những dạng đặc biệt phụ thuộc hình dạng kết cấu công trình. Ván khuôn cho bể hình nhiều cạnh, như bể hình vuông, hình chữ nhật v.v... thực hiện như ván khuôn tường.

Bể hình tròn có thể phân chia thành các loại: đường kính bé, đường kính lớn; chiều cao bé, trung bình và lớn. Tương ứng với mỗi loại có các cách cấu tạo ván khuôn khác nhau.

Tùy thuộc cách chia mạch ngừng, theo chiều thẳng đứng hoặc ngang, mà ván khuôn được lắp từng đoạn hay toàn chu vi bể.

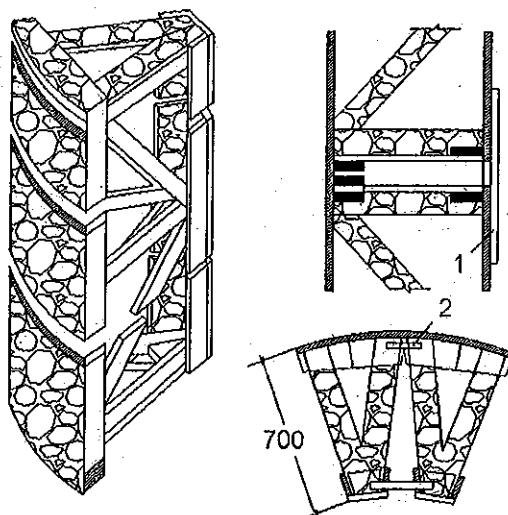
#### 1. Ván khuôn bể hình nhiều cạnh

Ván khuôn các loại bể này thực hiện gần giống ván khuôn tường, song phải có biện pháp phòng nước ngấm qua tường bê tông (sau này) tại vị trí thanh giằng xuyên tường.

#### 2. Ván khuôn bể tròn

##### a) Ván khuôn

Ván khuôn được lắp ghép bằng ván rời, tấm định hình (bằng gỗ xẻ, gỗ dán, kim loại, hoặc tấm khuôn "mềm" uốn cong được). Các kiểu tấm khuôn định hình được dùng như sau:



Hình 1.48. Chi tiết ván khuôn bể

1. thanh ván liên kết; 2. bulông liên kết.

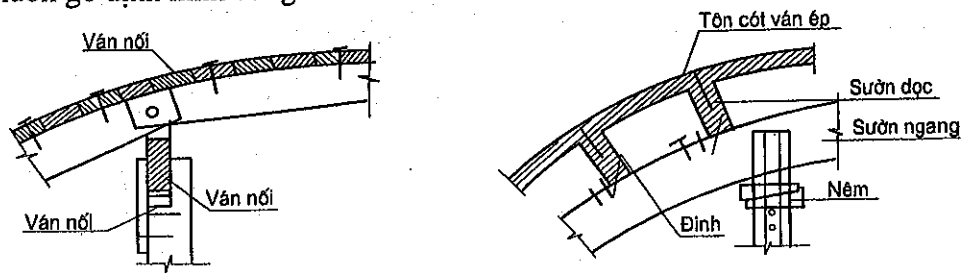


- Tấm khuôn định hình phẳng thường dùng cho những bể có kích thước lớn (để khi lắp có được một đường tròn gãy khúc không đáng kể so với đường cung tròn của chu vi bể).

Tấm định hình phẳng cũng có thể dùng cho bể có đường kính bé với điều kiện bề rộng của tấm khuôn thích hợp với điều kiện áp dụng.

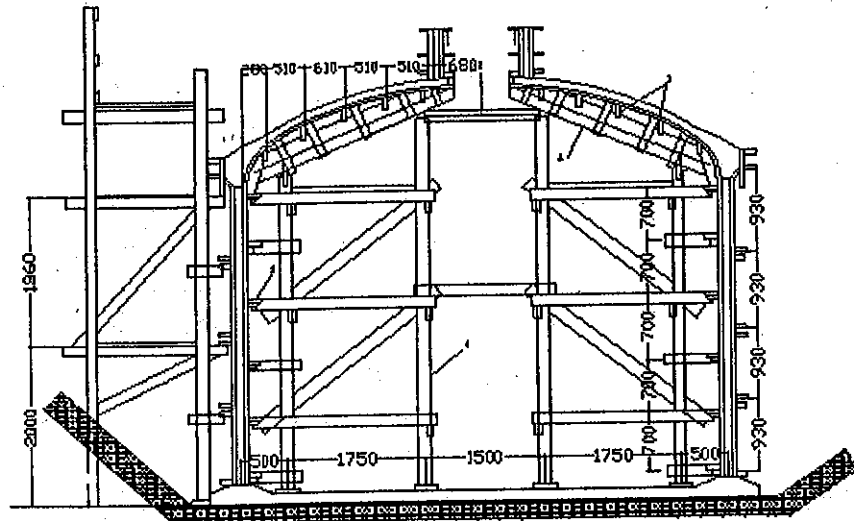
Để làm ván khuôn bể tròn, có thể dùng các tấm khuôn định hình phẳng (có sẵn, hay gia công mới); như vậy sẽ đơn giản hơn so với dùng tấm khuôn định hình cong. Ngoài ra còn dùng tấm định hình cong gãy khúc dạng tấm lớn (hình 1.48).

- Tấm định hình cong được gia công phù hợp với đường cong của bể, cho nên dùng thi công hàng loạt bể có cùng kích thước mà không nên dùng cho công trình đơn chiếc (nhất là khi khuôn bằng kim loại). Hình 1.49 nêu một đoạn ván khuôn bể lắp bằng các tấm khuôn gỗ định hình cong.



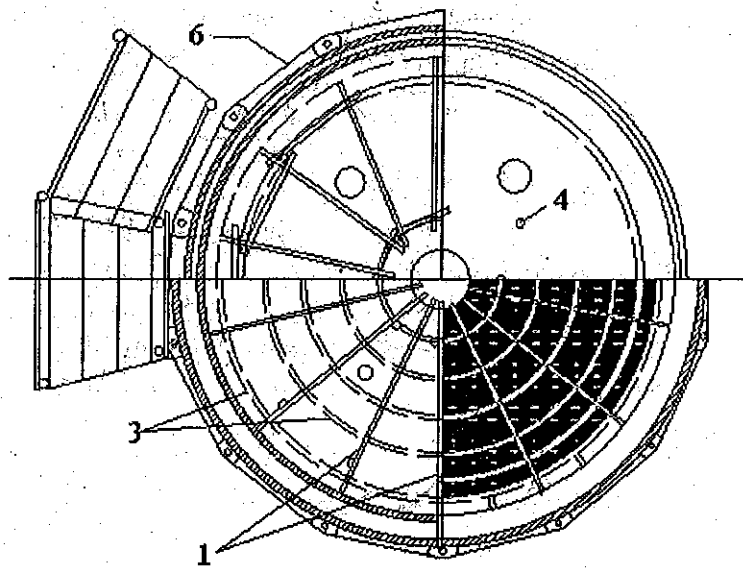
Hình 1.49. Cắt ngang ván khuôn thành bể

- Tấm khuôn mềm uốn cong được bằng kim loại hoặc gỗ dán, có thể uốn theo các bán kính cong khác nhau; khi lắp vào công trình chúng phụ thuộc vào bán kính (đường cong) của gông (sườn). Gông (sườn) cứng, có đường kính định sẵn, sẽ là chỗ tựa, gá lắp cho tấm khuôn mềm.



Hình 1.50. Mặt bằng và mặt đứng ván khuôn thành bể

I. vẽ kích thước bể và vị trí đặt giá; II. hệ khung thành bể;  
III. hệ khung mái bể; IV. ván khuôn nắp bể;



**Hình 1.50. Mặt bằng và mặt đứng ván khuôn thành bể (tiếp theo)**

1. đòn tay đỡ ván khuôn nắp bể; 2. giằng ngang; 3. ghi đỡ ván khuôn nắp bể;  
4. cây chống đứng; 5. hệ giằng trong; 6. hệ giằng ngoài.

#### b) Gông và sườn

Gông và sườn của ván khuôn có thể cấu tạo theo các dạng như sau:

Đối với ván khuôn bể lắp ghép từ ván rời, dùng cửa vòng, xẻ các đoạn gỗ phẳng thành vòng cung theo bán kính của bể và lắp ghép với nhau thành vòng tròn, liên kết bằng đinh để làm sườn ngang cho ván khuôn. Khi vận chuyển, sườn ván khuôn có thể tháo rời làm 3 - 4 phần, sau đó lắp ghép lại tại công trình. Ngoài ra, còn các đoạn sườn đứng để đỡ sườn ngang đúng vị trí.

Đối với ván khuôn bể lắp ghép từ tấm định hình bằng gỗ, sườn của các tấm khuôn định hình được dùng làm hệ thống sườn chung của ván khuôn. Gông và bộ đôi bằng gỗ, có thể đặt đứng hoặc ngang.

Khi ván khuôn cần ghép dần theo chiều cao để đổ bê tông được thuận lợi (như bể có chiều cao lớn v.v...), sườn ván khuôn bể được cấu tạo bằng dầm chữ I hoặc dàn. Các loại dầm hoặc giàn này có chức năng làm sườn cứng cho hệ thống ván khuôn, đồng thời làm chỗ tựa cho mép ván khuôn. Cố định mép ván khuôn, vào dầm hoặc dàn bằng nêm gỗ.

#### c) Liên kết giữa hai thành ván khuôn đối diện

Khi dùng thanh giằng xuyên tường để liên kết hai thành ván khuôn đối diện, phải đảm bảo không cho nước rỉ qua tường tại vị trí này.

Khi cố định thành ván khuôn, mà không dùng thanh giằng xuyên tường để cố định, có thể dùng biện pháp chống đỡ từ bên ngoài thành ván khuôn, hoặc liên kết thành ván khuôn vào khung thép chịu lực của công trình đang thi công. Các cách cấu tạo này phải đảm bảo chắc chắn và cần kiểm tra tường xuyên trong quá trình đổ bê tông để đề phòng biến dạng.

- d) Liên kết chân ván khuôn xuống đáy bể (thực hiện tương tự như ván khuôn tường)
- Liên kết chân ván khuôn xuống đáy bể bằng đinh đặc biệt.
  - Liên kết chân ván khuôn xuống các mẩu gỗ chôn sẵn ở bê tông đáy bể bằng đinh.
  - Liên kết chân ván khuôn vào thép chờ (nếu có) ở phía ngoài thành ván khuôn, còn ở phía trong ván khuôn được cố định bằng lớp bảo hộ (bê tông hoặc chất dẻo) tựa vào cốt thép đứng của thành bể.

e) Phân đoạn ván khuôn

Phân đoạn ván khuôn phụ thuộc vào phân đoạn bê tông tại các vị trí mạch ngừng (mạch ngừng ngang hoặc đứng). Khi mạch ngừng được bố trí theo phương ngang, nằm giữa đáy và thành bể, ván khuôn thành bể phải thực hiện một lần theo vòng tròn, vì vậy cần một số lượng lớn ván khuôn (tuy nhiên còn phụ thuộc vào bể lớn hay bé).

Khi mạch ngừng theo phương đứng, trường hợp đáy bể thi công trong điều kiện khô ráo, không cần phải làm toàn bộ thành bể một lần. Mặt khác, mạch ngừng bố trí thẳng đứng có nghĩa là chia thành bể ra nhiều phân đoạn, do đó lượng ván khuôn cần ít hơn và ván khuôn quay vòng được nhiều lần.

1.2.3.2. Ván khuôn mặt

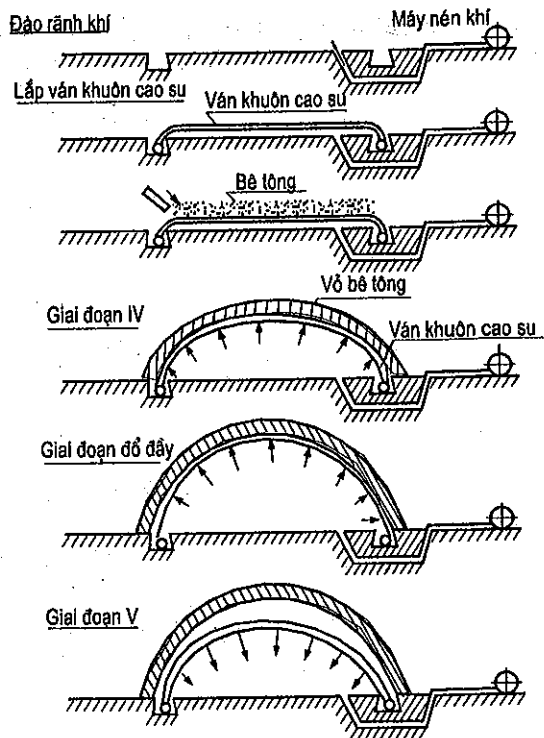
Đây là một loại ván khuôn rất kiên cố. Sau khi thi công loại ván khuôn này được để lại làm bề mặt của kết cấu, nó có thể chịu được các tải trọng trong thi công và tải trọng nén, uốn của kết cấu. Cấu tạo loại ván khuôn này có thể bằng bê tông cốt thép, hoặc bằng kim loại. Dùng ở những công trình đặc biệt, ví dụ như công trình cách nhiệt, chống phóng xạ, bê tông trang trí, sàn bê tông cốt thép bán lắp ghép...

Nếu ván khuôn mặt bằng bê tông cốt thép thì một mặt đã được hoàn thiện để làm mặt kết cấu, mặt còn lại có râu thép và nhám để liên kết với bê tông của cấu kiện sẽ đổ.

1.2.3.3. Ván khuôn cao su

Trong công nghiệp xây dựng phát triển ngày nay, ván khuôn cao su (túi hơi) cũng được sử dụng khá rộng rãi trên thế giới, đó là những túi hơi bằng cao su để đúc bê tông.

Nhiều nước đã dùng ván khuôn này để đổ bê tông các đường ống cao áp dẫn dầu, khí, hoặc xây dựng các kết cấu vỏ mỏng.



Hình 1.51. Công nghệ thi công vòm vỏ mỏng bằng ván khuôn cao su

Ví dụ: Muốn xây dựng một vòm bằng ván khuôn cao su, người ta tiến hành như sau:

- Giai đoạn I: Đào móng và rãnh đặt thiết bị bơm không khí.
- Giai đoạn II: Lắp ván khuôn cao su vào vị trí.
- Giai đoạn III: Đổ bê tông lên mặt ván khuôn.
- Giai đoạn IV: Bơm không khí vào để căng ván khuôn lên và đổ bê tông tiếp.
- Giai đoạn V: Giữ ván khuôn để cho bê tông đông cứng.
- Giai đoạn VI: Tháo không khí ra (hình 1.51).

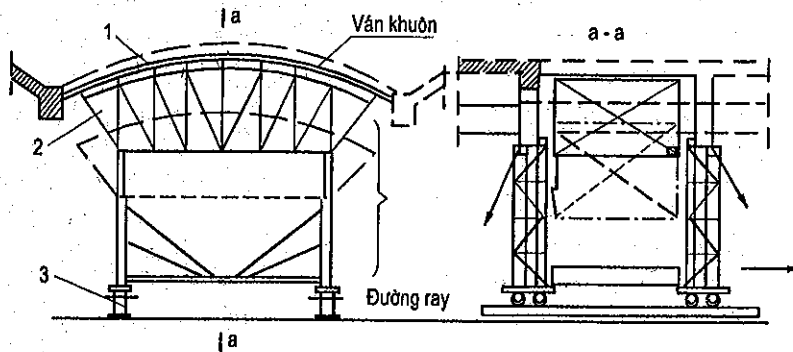
Sử dụng loại ván khuôn cao su rất kinh tế. Có thể sử dụng lại nhiều lần (độ luân chuyển từ 100 - 200 lần).

#### 1.2.3.4. Ván khuôn vỏ và vòm

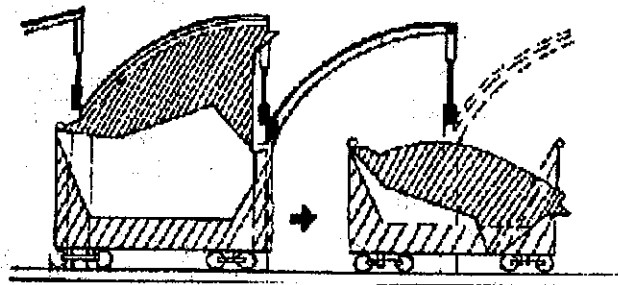
Khi đổ bê tông toàn khối vỏ, vòm cũng cần nghiên cứu chế tạo các loại ván khuôn thích hợp để thi công. Vì đây là những kết cấu phức tạp, nếu không nghiên cứu các biện pháp thi công đầy đủ dẫn đến lãng phí quá nhiều nguyên liệu làm ván khuôn. Mặt khác không đảm bảo được an toàn cho công trình về mặt kết cấu và kiến trúc.

Đối với các công trình vỏ, vòm chạy dài như mái chợ, thì nên thiết kế hệ ván khuôn di chuyển được trên đường ray (hình 1.52a,b). Việc di chuyển của hệ ván khuôn này nhờ các thiết bị đặc biệt như kích, tời.

Sau đây giới thiệu một vài kiểu ván khuôn của dạng này.



Hình 1.52a. Ván khuôn thi công vỏ hình trụ chạy dài  
1. ván khuôn; 2. hệ chống không gian; 3. ray để di chuyển

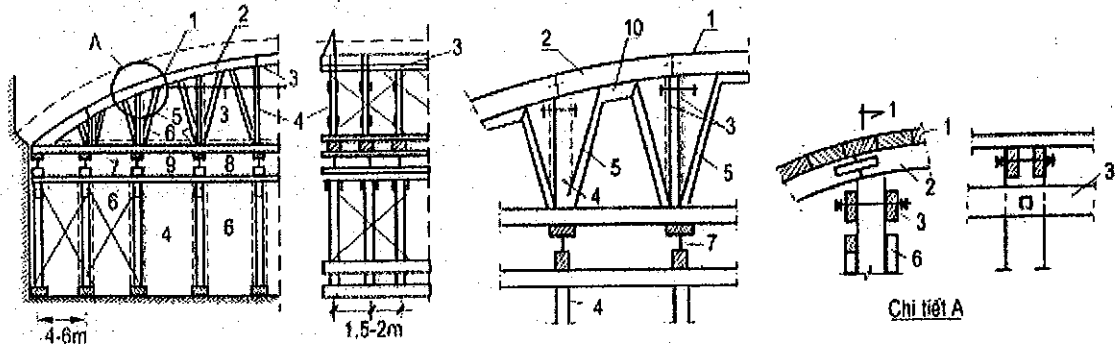


Hình 1.52b. Ván khuôn dịch chuyển thi công mái nhà công nghiệp dạng vỏ

Hình 1.52b là một hệ ván khuôn tương tự dùng để đổ bê tông mái nhà công nghiệp nhiều nhịp dạng vòm. Bộ ván khuôn này được lắp trên hệ chuyển động như một chiếc xe. Người ta kéo nó từ nhịp này sang nhịp khác để đổ bê tông dưới dạng vòm lặp đi lặp lại.

Đối với những dạng vòm lớn, mái rộng, chiều cao lớn, để thiết kế ván khuôn đà giáo phù hợp, thì phải phân chia hai dạng kết cấu chính: dạng vòm và dạng phẳng như vậy hình thành hai tầng giáo chống đỡ để đổ bê tông.

Cấu tạo hệ đỡ ván khuôn vòm dạng đà giáo được mô tả trên hình 1.52c.



**Hình 1.52c. Ván khuôn vòm sử dụng giáo chống**

1. ván khuôn; 2. xà gỗ cong tạo hình; 3. bulông; 4. cột chống xiên; 5. cột chống xiên;
6. hệ giằng; 7. hệ thống tăng giảm chiều cao; 8. dầm gỗ cánh hạ của vòm;
9. gỗ kê theo phương dọc; 10. dầm đỡ.

### 1.2.3.5. Ván khuôn vĩnh cửu

Ván khuôn vĩnh cửu có hai loại lớn: tấm bê tông mỏng và tấm thép hình cán. Bên trong tấm bê tông mỏng có cốt thép ứng suất trước; có loại có cốt thép cùng hướng; có loại có cốt thép gờ cán ngược. Ván khuôn vĩnh cửu loại này, đã được ứng dụng rộng rãi cho kết cấu bê tông cốt thép cao tầng, cho kết cấu tường chịu lực cắt, cho kết cấu lõi và cho kết cấu thép. Dùng ván khuôn loại này cùng các lớp bê tông đổ tại chỗ kết hợp thành chỉnh thể, khiến cho hai loại cùng chịu lực tạo thành sàn nhà nhiều lớp. Dưới đây tập trung giới thiệu ván khuôn vĩnh cửu tấm mỏng ứng suất trước và ván khuôn vĩnh cửu tấm thép hình cán.

#### 1) Ván khuôn vĩnh cửu tấm mỏng ứng suất trước

##### a) Cấu tạo tấm mỏng ứng suất trước

Tấm mỏng ứng suất trước là cấu kiện đúc sẵn dựa theo yêu cầu thiết kế được sản xuất gia công ở xưởng. Tấm dày 50-80mm, nhịp tối đa có thể đến 8m. Tấm bê tông ứng suất trước cả gian có thể đến 4,5-5,4m. Cấu tạo của tấm căn cứ yêu cầu mặt nhiều lớp có thể phân làm ba loại:

- Ứng suất cắt trên mặt nhiều lớp tương đối nhỏ, không cần bố trí cốt thép chống cắt, chỉ cần bề mặt tấm nhám, kê vùn hoặc bố trí một số lỗ lõm kết hợp;

- Mặt nhiều lớp; chịu lực cắt tương đối lớn, bề mặt tấm ngoài yêu cầu nhám và kẻ vân ra, còn bố trí thêm cốt thép chống cắt. Đường kính và khoảng cách cốt thép được xác định qua tính toán. Hình dạng cốt thép có: hình sóng, hình xoắn ốc, lưới thép uốn thành mặt cắt hình tam giác trên hàn điểm v.v...;

- Trên bề mặt tấm mỏng đúc sẵn có bố trí giàn mác cáo bằng thép dùng để gia cường độ cứng của tấm mỏng khi thi công, giảm thiểu hệ chống ở dưới.

**b) Đặc điểm tấm mỏng ứng suất trước**

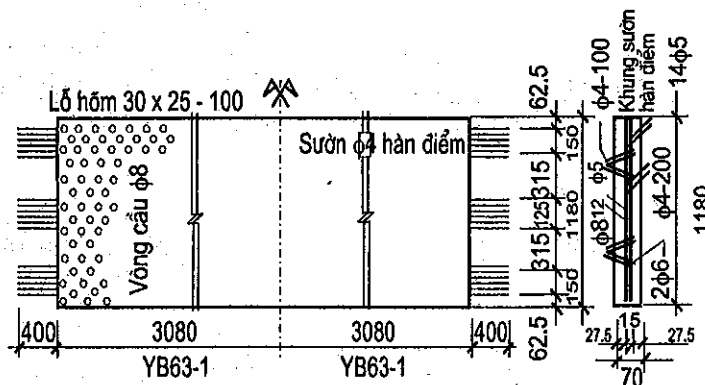
Dùng tấm mỏng ứng suất trước để làm ván khuôn đáy của kết cấu nằm ngang bằng bê tông đổ tại chỗ, có một số đặc điểm như sau:

- Tiết kiệm ván khuôn và công tác lắp tháo ván khuôn;

- Tấm mỏng cùng bê tông đổ tại chỗ kết hợp thành một thể thống nhất, cốt thép chính ứng suất trước của tấm mỏng tức là tính toàn khối của sàn nhà đổ tại chỗ, lại vừa có độ cứng lớn của sàn nhà ứng suất trước và đặc điểm chống nứt tốt;

- Mặt đáy bằng phẳng, nói chung có thể không cần trát;

- Do không cần ghép ván khuôn, công tác xây lắp có thể xen kẽ vượt lên, tăng nhanh tốc độ thi công.



*Hình 1.53. Sơ đồ tấm mỏng ứng suất trước*

**c) Yêu cầu sản xuất vận chuyển, bốc xếp tấm mỏng ứng suất trước**

Do tấm mỏng ứng suất trước đã là ván khuôn vĩnh cửu trong quá trình thi công lại là cấu kiện chịu lực trong kết cấu kiến trúc, vì thế khi sản xuất, gia công, vận chuyển, bốc xếp cần chú ý các điểm sau đây:

- Mặt đáy của tấm mỏng cần phải bằng phẳng bóng láng, cho nên cần tiến hành đúc trên bề mặt bê thép hoặc bê đá mài;

- Để đảm bảo cho tấm mỏng ứng suất trước kết hợp tốt với lớp bê tông đổ tại chỗ, hình thành một khối cùng chịu lực, thì khi sản xuất tấm mỏng ứng suất trước, cần hết sức tạo cho bề mặt trên của tấm nhám;

- Do độ cứng của tấm ứng suất trước tương đối nhỏ, cho nên cần dùng cách vận chuyển nằm ngang, khi bốc xếp, gỗ đệm cần đặt sát vị trí vòng cầu. Gỗ đệm trên và dưới

cân nhau. Dây buộc phải bố trí ở chỗ gỗ đệm. Chiều dày gỗ đệm cân phải lớn hơn độ cao của vòng cầu và độ cao của khung cốt thép để lại trên tấm mỏng. Tấm mỏng lớn cả gian hoặc tấm dài hơn 6m cân phải có thêm một điểm tựa ở giữa nhịp. Bãi xếp cân phải đầm, nén chặt, không đọng nước, gỗ đệm dưới đáy phải đủ chiều dài để phòng lún không đều, độ cao xếp không được vượt quá 10 tấm, thời gian xếp ở bãi không được vượt quá hai tháng, để phòng độ võng tăng lên dẫn đến nứt vỡ.

d) Các điểm chính trong công nghệ thi công tấm mỏng ứng suất trước

\* Kế đường nằm ngang và vị trí lắp ghép tấm mỏng trên tường và cột.

- Dụng giá cứng (Nói chung khung sườn có thể dùng gỗ vuông 50×100 hoặc 100×100 cũng có thể dùng ống thép vuông vách mỏng 50×100×2,5 hoặc khung sườn thép nhẹ khác. Cột chính có thể dùng cột chống bằng thép có từng đốt và điều chỉnh được, cũng có thể dùng gỗ vuông 100×100. Thanh kéo có thể dùng ống thép giàn giáo hoặc gỗ vuông).

- Điều chỉnh độ bằng phẳng trên mặt của khung giá cứng (độ cao mặt đáy của tấm mỏng).

- Dọn sạch bề mặt khung giá cứng.

- Cầu lắp tấm mỏng ứng suất trước vào vị trí lắp ghép.

- Kiểm tra tình hình tiếp xúc giữa mặt đáy tấm mỏng và khung giá, tiến hành điều chỉnh các khe hở còn tương đối lớn.

- Ghép ván khuôn khe nối và ván khuôn các lỗ trừ sẵn.

- Sửa lại cốt thép râu cuối tấm, buộc cốt thép lớp kết hợp, bố trí các kiện định chôn, lắp ghép các đường ống chôn sẵn v.v...

- Quét sạch bề mặt tấm mỏng (nên dùng khí nén).

- Dùng nước xối rửa trên bề mặt tấm mỏng, tưới ướt đầy đủ (trừ mùa đông).

- Đổ bê tông lớp kết hợp.

\* Trình tự thi công khi dùng ván khuôn vĩnh cửu bằng tấm mỏng ứng suất trước để đổ sàn nhà tại chỗ:

- Khi dựng giá cứng, trên mặt cần bảo đảm bằng phẳng. Việc bố trí giá cần bảo đảm đầy đủ cho tấm mỏng khi chịu tải trọng thi công không phát sinh vết nứt và vượt quá yêu cầu độ võng cho phép. Cột đứng cách nhau 1,2-1,5m là tốt nhất, và gia thêm thanh kéo ngang. Cột đứng ở tầng trên và tầng dưới cân phải ở trên cùng một đường thẳng đứng, để tránh cho tấm mỏng khỏi bị lực xô của cột đứng;

- Tấm mỏng ứng suất trước trên 6m và tấm mỏng ứng suất trước lớn cả gian, mỗi lần chỉ được cầu một tấm; tấm mỏng ứng suất trước trong phạm vi 6m có thể căn cứ vào năng lực cầu của cần trục mà xác định số tấm cho mỗi lần cầu. Khi cầu lắp cần dùng dây cáp bọc cao su phải luôn qua dưới đáy, để phòng dây cà hồng cạnh của tấm. Điểm

cầu cân sát với vị trí của đệm gỗ khi xếp kho. Khi cầu và vận chuyển đến tầng nhà, trước hết đặt tạm thời một cách bình ổn trên giá chống hoặc trên sàn nhà đã thi công xong, sau đó mới dựa vào móc treo để cầu từng tấm trên lắp ghép vào vị trí.

Sau khi tấm mỏng ứng suất trước đã cầu lắp vào vị trí xong, nếu phát hiện giữa đáy tấm và bề mặt trên giá cứng còn khoảng hở tương đối lớn, thì cần phải tìm cách điều chỉnh. Cách điều chỉnh như sau: dùng cốt thép ngắn và sợi thép  $\phi 4$  buộc chặt tấm vào khung giá cứng, hoặc ép bộ phận còn cao cho xuống thấp, sau đó dùng cốt thép ngắn hàn chặt với cốt thép kết cấu làm cho bộ phận cao lên bị ép chặt.

Cốt thép râu ở bốn phía của tấm mỏng ứng suất trước cần uốn cong lên  $45^\circ$  trước lúc cầu lắp và phải đợi cho đến khi cầu lắp vào vị trí xong mới uốn thẳng vào trong thân tường và dầm. Nếu cốt thép râu dài hơn bề rộng của dầm và bề dày tường thì uốn cong bộ phận dài ra đó, chứ không được cắt. Nếu cốt thép của dầm, tường tương đối dày thì có thể dùng biện pháp lùi việc buộc cốt thép nằm ngang cục bộ của dầm tường về sau.

- Trước lúc cầu lắp tấm mỏng ứng suất trước, cần lau sạch vôi vữa, vật bẩn trên bề mặt tấm. Cầu lắp vào vị trí xong, trước lúc đổ lớp bê tông kết hợp, cần quét sạch bề mặt, dùng nước phun ướt (thi công mùa đông thì không cần);

- Bê tông khe nối tấm và bê tông lớp kết hợp phải đổ đồng thời. Nhiệt độ đổ bê tông không nên thấp hơn  $20^\circ\text{C}$ ;

- Các lỗ cần để lại: phải chờ cho đến khi cường độ bê tông lớp kết hợp đạt được 70% trở lên, mới có thể đục xuyên tấm mỏng để tạo thành lỗ, nhưng không được cắt đứt cốt thép ứng suất trước. Nếu buộc phải cắt thì cần liên hệ với bên thiết kế để giải quyết;

- Cần căn cứ theo Quy phạm thi công để xác định cường độ bê tông đổ tại chỗ. Khi đạt được cường độ cần thiết mới có thể tháo dỡ giàn giáo, nhưng phải yêu cầu giữ lại ít nhất hai tầng cột chống;

- Cần phải giải quyết tốt việc lắp đường ống xen kẽ trong bê tông đổ tại chỗ. Phải đảm bảo độ dày lớp bảo vệ cốt thép và giữ cho lớp bê tông đổ không vượt quá bề dày quy định.

e) Sai số cho phép của việc lắp ghép tấm mỏng ứng suất trước

**Bảng 1.17. Sai số cho phép**

| Tên hạng mục                           | Sai số cho phép (mm)                            | Phương pháp kiểm tra   |
|--|---|--|
| Chênh độ cao ở đáy của hai tấm lân cận | Cấp trung bình 3<br>Cấp cao 2<br>Có đỉnh treo 5 | Sau lắp ghép xong dùng thước đo khe hở giữa tấm và sườn giá cứng tại mối nối |
| Chiều dài thanh chống                  | Không vượt quá chiều dài thiết kế 5             | Dùng thước đo  |
| Vị trí lắp ghép                        | 10  | Dùng thước đo  |

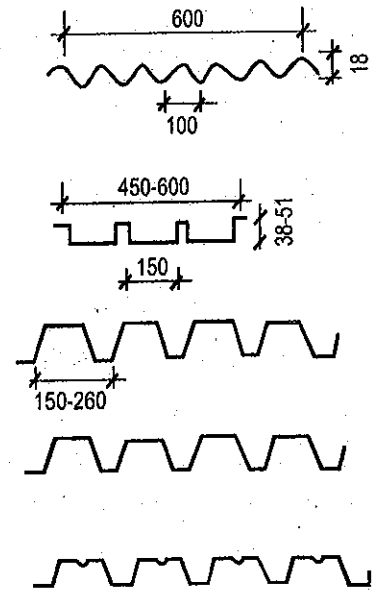


## 2) Ván khuôn vĩnh cửu tấm thép hình cán

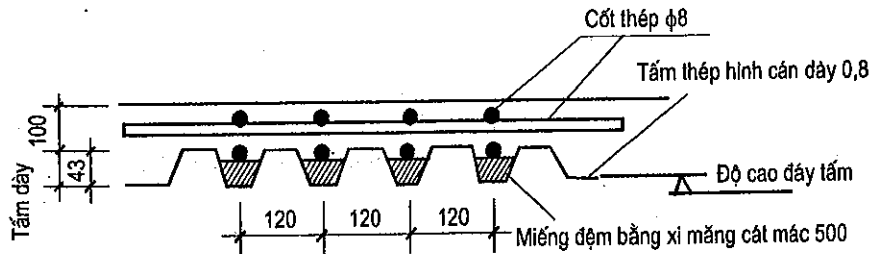
Tấm thép hình cán là loại tấm thép mỏng dày khoảng 1mm được cán thành hình lồng máng, hình chống, hình chêm, đã được qua xử lý phòng gỉ (hình 1.54). Cũng giống như tấm mỏng ứng suất trước tấm thép hình cán được sử dụng làm ván khuôn vĩnh cửu. Khi thi công nó chịu tải trọng thi công và trọng lượng bê tông; khi đổ bê tông xong cùng kết hợp với bê tông cốt thép hình thành một kết cấu chỉnh thể. Vì thế nó có đặc điểm giống với tấm mỏng ứng suất trước, nhưng so với tấm mỏng ứng suất trước thì lượng sắt thép phải dùng nhiều hơn 20%, nhưng giảm thiểu được lượng xi măng.

Điều chỉnh bề dày và hình dạng mặt cắt của tấm thép hình cán tức có thể thích ứng yêu cầu về nhịp của kết cấu.

Ở nước ngoài tấm thép hình cán được sử dụng nhiều, đã sử dụng tấm thép hình cán dày 0,8mm, tấm thép mỏng A3 được cán thành hình rãnh ngói (hình 1.55). Sau khi thành hình, rộng là 670mm, cao là 430mm, trị số độ võng thiết kế  $f$  không được lớn hơn  $1/200$  nhịp tấm, khi tải trọng đạt đến 36kN, độ võng tối đa không được vượt quá quy định của thiết kế.



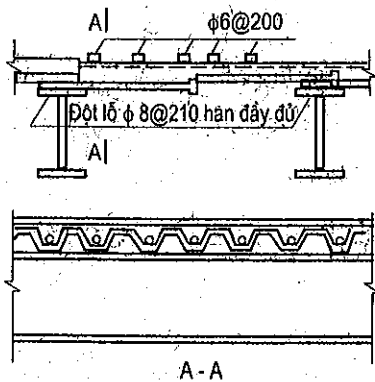
Hình 1.54. Tấm thép hình cán



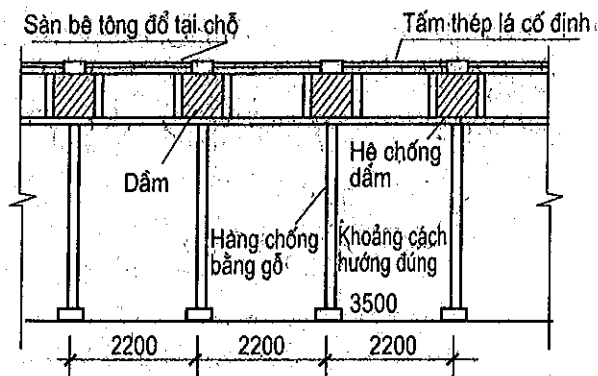
Hình 1.55. Sàn nhà kết hợp tấm thép hình cán

Công nghệ thi công chủ yếu như sau:

- Trước lúc lát tấm thép hình cán, cần chú ý lau sạch hết vết dầu mỡ, mặt khác phải sơn chống gỉ;
- Khi lát tấm thép cán, nếu có chỗ ghép, thì chiều dài ghép không được nhỏ hơn 100mm. Trước tiên có thể hàn điểm hai đầu, sau đó đục các lỗ  $\phi 8$  đầy đủ bằng hàn để cố định (hình 1.56a). Phương pháp cố định này so với cách dùng đinh vít, đinh tán thì tốt hơn.
- Khi tấm thép hình cán đặt trên dầm, cần đặt thêm thanh chống ở hai đầu (hình 1.56) để đề phòng tấm thép bị trượt.



**Hình 1.56a.** Cố định chỗ nối tấm thép hình cán



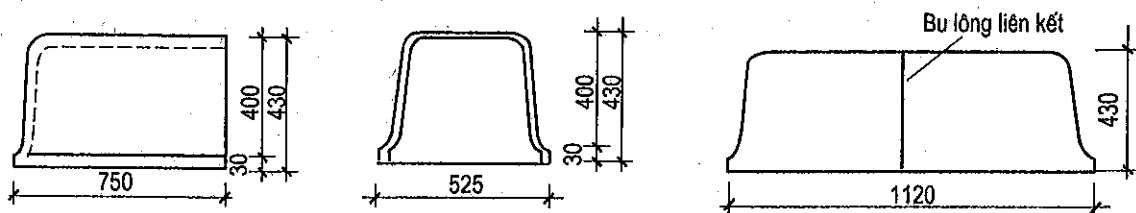
**Hình 1.56b.** Sơ đồ lắp ghép tấm thép hình cán

Giữa dầm và tấm thép hình cán, tại các khe rãnh ngói cần bố trí tấm chắn đầu và hàn điểm dính lại vững chắc để phòng khi đổ bê tông lớp kết hợp bị rò vữa bê tông.

- Tấm thép hình cán cần phải có độ cứng đầy đủ, muốn cho độ võng hạn chế trong phạm vi yêu cầu thiết kế, thì trước lúc đổ bê tông phải tiến hành thí nghiệm nén mẫu.

### 1.2.3.6. Vỏ ván khuôn chất dẻo đơn hướng

Vỏ ván khuôn chất dẻo đơn hướng chủ yếu dùng để thi công sàn nhà sườn dày đơn hướng bằng bê tông đổ tại chỗ. Loại vỏ này dùng chất dẻo (PP) đúc gia công tạo thành vỏ ván khuôn đơn hướng hở miệng và loại vỏ bịt kín (hình 1.57).

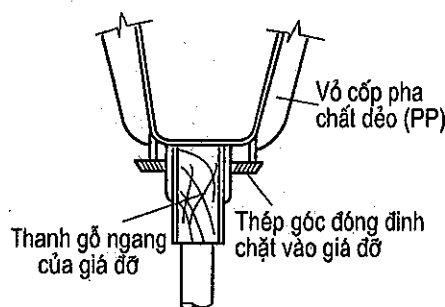


**Hình 1.57.** Vỏ ván khuôn đơn hướng hở miệng và Vỏ ván khuôn loại bịt kín

Loại vỏ bịt kín được chế tạo bằng cách cắt vỏ ván khuôn đơn hướng hở miệng xong, dùng phương pháp liên kết bulông để lắp ghép lại mà thành.

Loại này chủ yếu được dùng ở đầu cuối của dầm sườn dày; hoặc ở chỗ sườn dày tương đối dài, khi cần phân đoạn ở giữa được dùng để làm đầu bịt.

Ghép vỏ ván khuôn xem hình 1.58. Phương pháp thi công khác cũng giống với vỏ ván khuôn chất dẻo (kiểu M) cùng hướng, có thể xem mục 2 về thi công kết cấu giàn khung trong sách này.



**Hình 1.58.** Phương pháp ghép dựng vỏ ván khuôn chất dẻo đơn hướng

#### 1.2.4. Ván khuôn cho bê tông trang trí

Ván khuôn cho bê tông trang trí có vai trò chủ yếu là để tạo những bề mặt thật hoàn mỹ của bê tông trang trí, với hình dáng đẹp đẽ, bền lâu. Vì vậy, nó phải đảm bảo sự chính xác về hình dáng, kích thước của những bộ phận công trình kiến trúc cần thực hiện. Bất kỳ những sự hư hỏng sai lệch nào cũng có thể cộng dồn từ tầng nọ đến tầng kia; kết quả cuối cùng dẫn đến sai số lớn theo chiều thẳng đứng hay chiều ngang mà không thể dễ dàng sửa chữa sau khi đã đổ bê tông xong.

Ván khuôn trang trí cần phải thoả mãn những điều kiện sau đây:

- Chịu được tải trọng tác dụng (trọng lượng bản thân, lực đẩy của bê tông, trọng lượng của thiết bị, tải trọng gió, người đi lại v.v...);
- Không bị biến dạng;
- Kín khít, không thể chảy vữa xi măng của bê tông mới đổ;
- Việc gia công phải đảm bảo thật chính xác để tạo được bề mặt bê tông trang trí có chất lượng tốt và hình dáng yêu cầu;
- Lắp dựng phải thật chính xác, cố định chắc chắn, lắp đến đâu được đến đó và kiểm tra đối chiếu với sai số cho phép;
- Cấu tạo đảm bảo lắp, tháo nhẹ nhàng, không cần lực tác động mạnh, sử dụng được nhiều lần và giữ được bề mặt bê tông nguyên vẹn;
- Khi sản xuất ván khuôn, cần phải trừ sẵn các lỗ trống để luôn các thiết bị, cấu kiện đặt sẵn của công trình, tránh đục phá ván khuôn khi đã lắp vào công trình.

Giàn giáo chống đỡ ván khuôn phải thực hiện sao cho ổn định, vững chắc và chịu được tất cả các tải trọng tác dụng. Tất cả các thành phần chống đỡ ván khuôn phải có giằng hoặc chống theo hai phương. Trong khi thi công, cần lường trước hiện tượng lún cột chống do nền đất yếu.

Cần sử dụng máy trắc đạc để kiểm tra và nghiệm thu ván khuôn, giàn giáo trước và trong thời gian đổ bê tông. Nếu thấy hư hỏng, phải sửa chữa kịp thời.

Việc chọn ván khuôn trang trí trước hết phụ thuộc vào tính chất và tầm quan trọng của công trình, sau đó là mục đích trang trí và khả năng thi công.

Bất kỳ trường hợp nào, ván khuôn, giàn giáo cho bê tông trang trí chỉ được thực hiện trên cơ sở thiết kế bao gồm đầy đủ tất cả các chi tiết để thi công.

Ván khuôn trang trí có thể làm bằng các vật liệu: gỗ xẻ, ván sợi ép, kim loại, chất dẻo, cao su v.v...

Dưới đây là một số kinh nghiệm thực hiện ván khuôn trang trí bằng các vật liệu quen thuộc là gỗ xẻ và kim loại.

##### A. Ván khuôn trang trí bằng gỗ

Ván khuôn gỗ, sau khi tháo, để lại những dấu vết của thớ hoặc vân gỗ trên bề mặt bê tông. Đó là những đặc điểm cần tận dụng để tạo hình.

Bê tông trang trí có thể đổ toàn khối hoặc đúc sẵn. Có thể căn cứ vào cấu tạo của bề mặt ván khuôn để tạo nên những họa tiết trang trí trên bề mặt bê tông. Vì thế, khi thiết kế ván khuôn cần nghiên cứu để bố trí các tấm khuôn sao cho hình dáng bên ngoài và sự phân bố khe tiếp giáp của tấm khuôn tạo được những họa tiết vui mắt, hài hoà, in trên mặt bê tông, đồng thời màu sắc của bê tông phải thể hiện được thẩm mỹ kiến trúc.

Với mục đích này, các khe nối được quy định: với cột hoặc trụ cầu thẳng đứng; còn dầm, lanh tô, khối lớn nằm ngang; đối với những thành phần kiến trúc nằm nghiêng thì các khe nối, theo nguyên tắc, song song với mái đua hay đế móng.

Khe nối giữa các tấm khuôn không được để lại những dấu vết khó coi. Dấu vết của khe nối để lại những đường chỉ đậm, ngoài ra còn có thể tạo nên hình các khe lõm trên bề mặt bê tông.

Dấu vết để lại trên bề mặt bê tông có thể tạo nên do ván bào hay ván không bào. Về màu sắc, ván bào để lại màu nhạt hơn so với ván không bào.

Các vết lõm trên ván khuôn còn có thể tạo nên bằng cách dùng cửa có lưới uốn cong để tạo nên các hình dích dắc, hoặc gắn các hình lồi lõm trên mặt ván khuôn.

Gỗ còn để lại những dấu vết đặc biệt trên bề mặt bê tông nhờ các vòng tuổi, những chỗ có mắt hoặc những chỗ không đồng đều của thớ gỗ.

Xếp các tấm khuôn có thớ gỗ theo các chiều khác nhau cũng tạo nên các đường nét khác nhau trên bề mặt bê tông.

### ***B. Ván khuôn trang trí bằng kim loại***

Ván khuôn kim loại dạng công cụ là những bộ khuôn hoàn chỉnh, bao gồm các tấm khuôn các thành phần gia cố, các phụ kiện liên kết cho phép lắp tháo dễ dàng, chính xác, tạo nên các bề mặt bê tông phẳng nhẵn mà chỉ để lại những vết là đường thẳng mảnh.

Áp dụng ván khuôn công cụ dạng kim loại đã tạo ra một khả năng không cần phải trát mặt ngoài công trình, đem lại những hiệu quả kinh tế đáng kể.

Tuy nhiên, để tạo được mặt trang trí có chất lượng cao, phải lắp ván khuôn thật chính xác, ổn định, chọn chất chống dính thích hợp và thực hiện các yêu cầu kỹ thuật của bê tông trang trí.

**Ghi chú:** Ngoài việc dùng ván khuôn có chất lượng cao, còn phải giải quyết một loạt vấn đề sau:

- Sự ảnh hưởng của các vật liệu thành phần trong cấp phối bê tông, đặc biệt là mác xi măng và độ mịn của xi măng;
- Sự ảnh hưởng của những tỉ lệ thành phần khác nhau của bê tông mới đổ thể hiện qua các đặc tính chính như độ sụt, độ linh động, khuynh hướng phân tầng v.v...
- Đảm bảo lớp bảo hộ bằng bê tông cho cốt thép;
- Kỹ thuật và chi tiết bố trí khe thi công;
- Kỹ thuật đổ và đầm bê tông cho các kết cấu khác nhau;
- Kỹ thuật sửa chữa và hoàn thiện bề mặt bê tông sau khi dỡ ván khuôn;

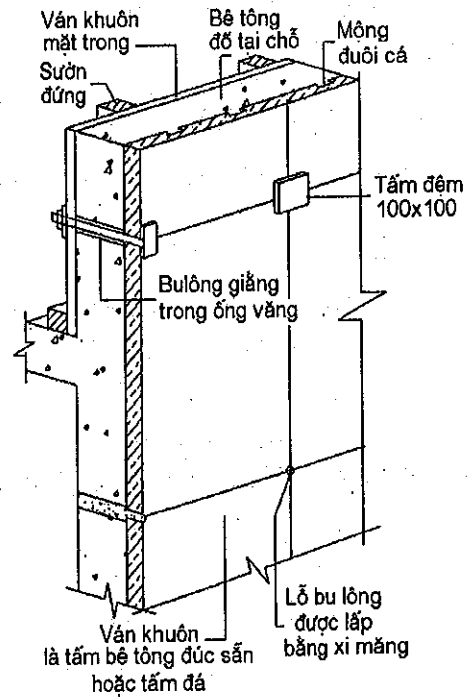
- Chất chống dính;
- Việc làm ướt khuôn trước khi đổ bê tông;
- Ảnh hưởng của hình dạng và tiết diện của kết cấu xây dựng;
- Hiệu quả của sự kéo dài thời gian, sau khi dỡ ván khuôn, cho bề mặt bê tông trang trí;
- Mức độ hoàn thiện về trang trí máy móc;
- Trình độ công nhân.

### C. Ván khuôn trang trí bằng bê tông

Sử dụng chất liệu là bê tông để thay cho gỗ hoặc kim loại như hai trường hợp trên. Ván khuôn trang trí bằng bê tông linh hoạt hơn đối với gỗ và kim loại bởi lẽ cách tạo hình bề mặt dễ dàng.

Trong thực tế hay dùng nhất là ván khuôn trang trí bằng bê tông cho tường đứng. Hiện nay người ta còn sử dụng loại tấm này để vừa trang trí vừa chịu lực đó là các tấm tấm panen bán lắp ghép.

Tấm bê tông loại này được sản xuất trong nhà máy gồm cả thép chịu lực và bê tông, phần dưới được đúc như những tấm panen bình thường nhưng để lại cốt thép phía trên, đồng thời để an toàn và thuận lợi cho thi công sau này người ta lắp thêm một lớp xếp trong lòng tấm panen. Tại công trình xây dựng, tấm panen được lắp lên sau đó trải thép lưới lên mặt và đổ tiếp lớp bê tông mặt (dày khoảng 5cm) là xong. Công nghệ thi công theo phương pháp này vừa đẩy nhanh được tiến độ, tiết kiệm được ván khuôn, cột chống... đồng thời còn tăng cường được ổn định theo phương ngang của công trình.



Hình 1.59. Ván khuôn trang trí bằng bê tông

## 1.3. NHỮNG YÊU CẦU CỤ THỂ VỀ KỸ THUẬT VÁN KHUÔN

### 1.3.1. Chọn kiểu ván khuôn

Chọn kiểu ván khuôn phụ thuộc vào hình dạng kết cấu công trình bê tông; phương tiện vận chuyển (thủ công hoặc cơ giới); tổ chức thi công nói chung, biện pháp công nghệ và tổ chức thi công bê tông nói riêng; thời gian bắt buộc hoàn thành công trình, khả năng và trình độ kỹ thuật của tổ chức xây dựng.

Có thể xác định kiểu ván khuôn sau khi phân tích tất cả những khía cạnh kinh tế với tính toán chi phí đầu tiên của tổ chức xây dựng, vốn đầu tư, triển vọng xây dựng trong

tương lai, số lượng quay vòng sử dụng lại ván khuôn, nhịp điệu quay vòng ván khuôn, phương tiện cơ giới.

### 1.3.2. Vật liệu làm ván khuôn

Vật liệu dùng làm ván khuôn, có thể là:

- Gỗ tròn, gỗ xẻ: khi làm ván khuôn luân lưu, cũng như ván khuôn cố định (không luân lưu);
- Tôn, thép cán, thép hình gập nguội: khi làm ván khuôn công cụ;
- Gỗ dán, để lát mặt ván khuôn có khung sườn bằng gỗ hoặc thép, khi làm ván khuôn có bề mặt cong;
- Gỗ, thép kết hợp (khi làm ván khuôn định hình gỗ, thép) nhằm tăng tuổi thọ của các thành phần bằng gỗ;
- Lưới thép, khi đổ bê tông "không có ván khuôn", nhưng phải phù hợp với chỉ dẫn trong thiết kế công trình;
- Tấm vỏ mỏng ximăng lưới thép hoặc tấm bằng bê tông, bê tông cốt thép v.v...

#### 1) Vật liệu gỗ dùng làm ván khuôn

a) Gỗ dùng làm ván khuôn, phải phù hợp các TCVN. Quy định về gỗ dùng làm ván khuôn, như sau (theo phân loại nhóm gỗ Việt Nam):

- Để làm ván khuôn, chỉ dùng gỗ nhóm VII và VIII;
- Ván lát trên giàn giáo để công nhân đứng làm việc, được dùng gỗ nhóm VI và nhóm VII;
- Với những kết cấu đặc biệt, muốn dùng gỗ nhóm khác để có tính năng cần thiết (như tính dẻo, dễ uốn), phải được sự đồng ý của cấp có thẩm quyền.

b) Ván khuôn đối với các kết cấu phải ghép kỹ (ván khuôn định hình); ván khuôn cho các bề mặt bê tông không phải gia công thêm và để lộ ra ngoài, ván khuôn làm bằng ván đóng đinh (dùng để chống đỡ các kết cấu chịu lực...), tất cả phải có độ ẩm không vượt quá 25%.

c) Gỗ dùng làm ván khuôn phải tốt. Những cây gỗ nào cong nhiều (hoặc có sẹo, mục nát), có thể ảnh hưởng đến an toàn thi công và chất lượng của công trình thì không được dùng.

d) Đối với các bộ phận của ván khuôn gỗ, cho phép dùng loại gỗ xẻ, bào sơ qua bề mặt. Bề rộng của ván làm khuôn không nên vượt quá 20cm; bề dày của ván chọn theo tính toán, nhưng ít nhất cũng phải bằng 2cm.

Với gỗ nhập từ nước ngoài cũng phải sử dụng phù hợp với quy định của những nước có gỗ đó.

#### 2) Vật liệu thép dùng làm ván khuôn

Thép làm ván khuôn, phải thoả mãn những yêu cầu sau đây:

- Đối với những thành phần chịu tải của ván khuôn, và các phụ kiện liên kết (như tấm khuôn định hình, dầm đỡ, cột chống, thanh giằng), cũng như các chi tiết khác, phải dùng thép có mác đã được xác định trong thiết kế ván khuôn. Nếu trong thiết kế thiếu sự chỉ

dẫn thì dùng thép có mác không dưới CT3, phù hợp với các tiêu chuẩn của ГОСТ (thép các bon phẩm chất thường);

- Đối với các thành phần ván khuôn không chịu lực tính toán, dùng thép CTO hay các loại thép khác có mác tương đương;

- Với các phụ kiện liên kết (móc kẹp đàn hồi) có thể dùng thép 65Г và 55ГC;

- Các loại cột điều chỉnh chiều cao, gông cột v.v...có thể làm bằng thép cường độ cao nhưng phải phù hợp với các chỉ tiêu kinh tế - kỹ thuật;

- Khi dùng lưới thép làm mặt khuôn, có thể sử dụng loại có mắt từ 2,5×2,5mm đến 5×5mm, với đường kính sợi từ 1 - 1,2mm. Trước khi lắp phải khử dầu mỡ.

### 3) Gỗ dán

Gỗ dán làm ván khuôn phải là loại bền nước. Keo dán, để liên kết các thành phần của tấm khuôn, phải chịu được nước và phải đảm bảo được độ bền các mối dán không nhỏ hơn độ bền trượt dọc hay độ bền kéo ngang của gỗ gổ.

### 4) Ván khuôn bằng bê tông, bê tông cốt thép

Bê tông, bê tông cốt thép dùng làm lớp vỏ bọc ngoài, ốp mặt (thực hiện chức năng của ván khuôn) phải có mác theo chỉ dẫn của thiết kế. Trong khi dựng lắp, ván khuôn bê tông, bê tông cốt thép phải có độ bền và thoả mãn các yêu cầu kỹ thuật của ván khuôn.

### 5) Các vật liệu khác dùng làm ván khuôn

Các vật liệu mới khác, dùng làm ván khuôn cần phải được xem xét qua nghiên cứu lý thuyết và thực nghiệm; tính chất của chúng phải đáp ứng các nhu cầu kỹ thuật.

### 6) Đinh

Đinh để lắp ghép ván khuôn phải đảm bảo liên kết chặt các tấm ván ghép, làm cho chúng chịu được lực tác dụng của bê tông mới đổ. Có các loại đinh để đóng vào gỗ cứng, gỗ mềm hoặc đóng vào bê tông (để liên kết chân ván khuôn với sàn hoặc nền bê tông).

## 1.3.3. Gia công và kết cấu ván khuôn

1) Ván khuôn phải đảm bảo độ ổn định, độ cứng, độ bền; hình dạng, kích thước theo đúng bản vẽ thiết kế; kín và bằng phẳng, lắp nhanh, tháo dễ, không làm hư hại ván khuôn và không tác động đến bê tông; không gây khó khăn khi lắp cốt thép, khi đổ và đầm bê tông. Ngoài ra, cần đảm bảo sử dụng được nhiều lần.

2) Gia công ván khuôn nên tiến hành theo dây chuyền và chuyên môn hoá. Trước khi chế tạo phải có kế hoạch dùng gỗ một cách hợp lý. Gỗ lớn dùng vào việc lớn, gỗ nhỏ dùng vào việc nhỏ, sao cho lượng hao tổn gỗ ít nhất, không cưa xẻ bừa bãi.

3) Tùy theo từng bộ phận vị trí công trình, kết cấu ván khuôn phải đảm bảo được các quy định dưới đây:

- Kết cấu ván khuôn ở những bộ phận thẳng đứng (như các mặt bên của dầm, tường, cột) và ở tấm sàn phải đảm bảo tháo ra được mà không bị phụ thuộc vào việc tháo các ván khuôn còn lưu lại để chống đỡ (như ván khuôn đáy dầm).

- Ván khuôn của những kết cấu mỏng, khi đổ bê tông có dùng đầm chấn động, phải có vỏ ngoài vững chắc, chịu được sự rung động do đầm gây nên.

4) Mặt ván khuôn phải tạo được bề mặt bê tông theo thiết kế yêu cầu. Với ván khuôn sử dụng luân lưu, mặt ván khuôn tiếp giáp với mặt bê tông phải được bào nhẵn và bôi chất chống dính. Cạnh ván khuôn phải nhẵn và phẳng, bảo đảm ghép kín khít, nước xi măng không thể chảy ra ngoài khi đổ và đầm bê tông.

5) Ván nên ghép thành tấm khuôn (dùng để luân lưu). Nếu lắp dựng ván khuôn bằng thủ công, chiều dài mỗi tấm khuôn nên tối thiểu là 3m và tăng lên theo bội số của 0,5m. Còn chiều rộng tấm khuôn, đối với công trình bê tông khối lớn, nên lấy là 1,0m; đối với công trình nhỏ, chiều rộng này được quyết định theo kích thước thực tế của công trình. Mỗi tấm ván khuôn, trọng lượng không nên quá 70kg.

6) Mức độ giảm kích thước mặt cắt ngang của ván khuôn, so với kích thước thiết kế thi công, không được vượt quá:

- Đối với bộ phận chịu uốn: 5% chiều rộng của mặt cắt ngang (không cho phép giảm chiều cao);

- Đối với bộ phận chịu nén và chịu kéo: 5% diện tích mặt cắt ngang.

*Chú ý:* Chiều cao của bộ phận chịu uốn là chiều lấy theo hướng uốn cong.

7) Về sai lệch kích thước của cấu kiện ván khuôn đã gia công xong so với thiết kế thi công, có thể tham khảo các trị số nêu trong bảng 1.18.

**Bảng 1.18. Quy định trị số sai lệch giới hạn cho phép của ván khuôn**

| Số TT   | Loại sai lệch   | Trị số giới hạn cho phép (mm) |
|---|---|-------------------------------|
| <b>A - Ván khuôn bằng gỗ và gỗ dán</b>                        |   |                               |
| 1   | Sai lệch chiều dài, chiều rộng của tấm ván khuôn so với kích thước thiết kế   | +5                            |
| 2   | Chênh lệch chiều dày của tấm ván ghép cạnh nhau:<br>- Trong tấm ván khuôn không bào<br>- Trong tấm ván khuôn có bào         | ±2<br>±0,5                    |
| 3   | Chiều rộng khe hở giữa 2 tấm ván ghép (hoặc khe nứt do ván co lại, tạo thành)   | 2                             |
| <b>B- Ván khuôn kim loại hoặc hỗn hợp giữa gỗ và kim loại</b> |   |                               |
| 4   | Sai lệch chiều dài, chiều rộng của tấm khuôn và sườn của tấm khuôn:<br>- Trên 1m<br>- Trên toàn bộ chiều dài, không lớn hơn | ±2<br>±0,5                    |
| 5   | Sai lệch của mép tấm khuôn so với đường thẳng:<br>- Trong mặt phẳng của tấm<br>- Ngoài mặt phẳng của tấm                    | 0,5<br>0,1                    |
| 6   | Sai lệch về vị trí lỗ để liên kết các cấu kiện (nêm, bulông v.v...)   | 0,5                           |
| <b>C - Ván khuôn cho kết cấu đặc biệt</b>                     |   | Theo thiết kế quy định        |



8) Trường hợp dùng ván khuôn kim loại, ván khuôn bê tông cốt thép, các kiểu ván khuôn trượt, phải có cơ sở tính toán kinh tế - kỹ thuật bảo đảm được cấp trên trực tiếp chỉ đạo thi công đồng ý.

9) Khi gia công ván khuôn bằng kim loại, cần phải tuân theo những quy định:

- Ván khuôn bằng thép và những bộ phận khác của nó cần phải làm từ những vật liệu dễ uốn, nắn, gò phẳng cẩn thận;

- Liên kết các bộ phận của ván khuôn kim loại cần phải bảo đảm hình dạng và kích thước hình học của nó.

10) Ván khuôn dùng lại, trước mỗi khi dùng phải cọ sạch bê tông cũ, đất bám...; mặt và cạnh ván khuôn phải được sửa chữa lại cho nhẵn phẳng.

11) Ván khuôn, khi đã gia công, cần phải được phân loại, đánh dấu và bảo quản cẩn thận để tránh nứt nẻ, cong vênh, mối, mọt...

Kho và nơi xếp ván khuôn phải cao ráo và thoáng. xếp ván khuôn cao hơn mặt đất ít nhất là 40cm. Các tấm ván phải xếp cách nhau bằng những thanh gỗ đặt ở giữa và hai đầu; tùy theo chiều dài của ván mà các thanh gỗ kê đặt gần hay xa nhau. Ván phải được xếp theo số thứ tự, theo bộ phận công trình, theo thời gian sử dụng để tiện đem ra dùng.

#### 1.3.4. Lắp dựng ván khuôn

Lắp dựng ván khuôn công cụ đơn giản hơn nhiều so với lắp dựng ván khuôn lắp ghép từ cấu kiện rời, chưa định hình. Với ván khuôn lắp ghép từ cấu kiện rời, không những cần phải chú ý trong quá trình lắp dựng mà ngay cả trong quá trình đổ bê tông vẫn phải theo dõi thường xuyên. Ngoài ra, phải có thợ bậc cao để điều hành công việc.

Khi lắp dựng ván khuôn công cụ, đầu tiên phải kiểm tra ván khuôn sử dụng, đặc biệt là các giằng chống, xem có đảm bảo chất lượng yêu cầu hay không; kiểm tra các mối hàn, mức độ cong vênh, biến hình; kiểm tra các mối liên kết v.v... Cuối cùng kiểm tra kích thước của cấu kiện và xác định vị trí cao độ của từng loại ván khuôn để lắp dựng được nhanh chóng.

Khi dùng ván khuôn công cụ, cần nghiên cứu sử dụng sao cho phù hợp với chủng loại kết cấu. Trước hết, cần nắm được cách thao tác để lắp dựng ổn định cho hệ giàn giáo, sau đó kiểm tra và lắp ghép các tấm ván khuôn chịu lực chủ yếu. Làm xong đến đâu phải kiểm tra chắc chắn đến đó rồi mới tiếp tục lắp ghép phần kế tiếp. Việc lắp dựng ván khuôn phải theo các yêu cầu như sau:

1) Vận chuyển các bộ phận

- Vận chuyển, trục lên, hạ xuống phải nhẹ nhàng, tránh va chạm, xô đẩy làm cho ván khuôn bị biến dạng. Dây treo buộc không được ép mạnh, ăn sâu vào ván khuôn;

- Vận chuyển hay lắp dựng ván khuôn trên khối bê tông đã đổ xong phải được cán bộ kỹ thuật phụ trách công trường đồng ý.

2) Phương pháp lắp ghép ván khuôn phải đảm bảo nguyên tắc đơn giản và dễ tháo; bộ phận nào cần tháo trước không bị phụ thuộc vào bộ phận phải tháo sau.

3) Khi lắp dựng ván khuôn, phải căn cứ vào các mốc trắc đạc trên mặt đất (cho vị trí và cao độ), đồng thời dựa vào bản vẽ thiết kế thi công để đảm bảo kích thước, vị trí tương quan giữa các bộ phận công trình và vị trí của công trình trong không gian. Đối với các bộ phận trọng yếu của công trình, phải đặt thêm nhiều điểm khống chế để dễ dàng trong việc kiểm tra đối chiếu.

4) Khi cố định ván khuôn bằng dây chằng và móc neo, dây và móc phải chắc chắn, không bị tuột (nếu có thể, dây nên hàn trực tiếp vào móc). Dây phải thật căng để khi chịu lực không làm cho ván khuôn bị biến dạng.

5) Ván khuôn và giá vòm các mái vòm tuynen, các kết cấu của cầu bê tông cốt thép cũng như ván khuôn dầm bê tông cốt thép có khẩu độ lớn hơn 4m, phải có độ võng thi công bằng trị số độ lún của chúng dưới tác dụng của tải trọng do bê tông mới đổ.

Trị số độ võng, ở giữa nhịp của ván khuôn vòm, và các đặc tính của đường cong võng, do thiết kế quy định. Trong đó độ võng thi công giữa nhịp không được nhỏ hơn 5mm cho 1m dài của nhịp. Độ võng thi công của các kết cấu kiểu dầm không được nhỏ hơn 3mm cho 1m dài của nhịp.

6) Mặt tiếp giáp giữa khối bê tông với nền đá hoặc khối bê tông đã đổ trước, cũng như khe hở giữa các ván khuôn, phải đảm bảo không cho vữa xi măng chảy ra ngoài.

7) Khi ghép dựng ván khuôn, phải trừ lại một số lỗ thích đáng ở bên dưới để khi rửa ván khuôn và mặt nền, nước và rác bẩn có chỗ thoát ra ngoài. Trước khi đổ bê tông, các lỗ này phải bịt kín.

8) Lúc dựng ván khuôn, phải trừ lỗ để đặt trước những bộ phận cố định như bulông, móc sắt làm bậc thang, ống v.v...Lỗ khoan để đặt bulông nên có đường kính bằng 0,9 đường kính của bulông.

9) Nên tránh dùng ván khuôn ở tầng dưới làm chỗ tựa cho ván khuôn ở tầng trên. Trường hợp cần thiết phải dùng cách đó thì ván khuôn tầng dưới không được chuyển dịch mà phải đợi cho bê tông tầng trên đạt đến cường độ theo yêu cầu mới được tháo dỡ ván khuôn tầng dưới.

10) Khi ván khuôn đã dựng xong, cần phải kiểm tra và nghiệm thu, dựa theo:

- Độ chính xác của ván khuôn so với thiết kế;
- Độ chính xác của các bộ phận đặt sẵn;
- Độ chặt, kín giữa các tấm ván khuôn với mặt nền;
- Sự vững chắc của ván khuôn (chú ý các chỗ nối, chỗ tựa).

11) Kiểm tra độ chính xác ở những bộ phận của ván khuôn phải tiến hành bằng máy trắc đạc hay bằng những dụng cụ khác, như dây dọi, thước v.v... Khi kiểm tra, phải có những phương tiện cần thiết để có thể kết luận được về độ chính xác của ván khuôn theo hình dáng, kích thước và vị trí.

12) Sai lệch cho phép về kích thước, vị trí của ván khuôn đã dựng xong không được vượt quá những trị số ghi ở bảng 1.19.

**Bảng I.19. Sai lệch cho phép đối với ván khuôn và giàn giáo đã dựng xong**

| Số TT | Loại sai lệch  | Trị số giới hạn cho phép (mm)  |
|-------|--|--------------------------------|
| 1     | Sai lệch về khoảng cách: giữa các cột chống ván khuôn của những cấu kiện chịu uốn, giữa giằng đóng vào cột chống (so với thiết kế)<br>- Trên 1 mét dài<br>- Trên toàn bộ khẩu độ   | $\pm 25$<br>$\pm 75$           |
| 2     | Sai lệch của mặt phẳng ván khuôn và các đường giao nhau của chúng, so với chiều thẳng đứng hoặc độ nghiêng thiết kế:<br>- Trên mỗi mét theo chiều cao<br>- Trên toàn bộ chiều cao của kết cấu móng<br>- Với tường và cột đỡ tấm sàn toàn khối, có chiều cao dưới 5m<br>- Với tường và cột đỡ tấm sàn toàn khối, có chiều cao trên 5m<br>- Với cột khung liên kết bằng dầm<br>- Với dầm của vòm | 5<br>20<br>10<br>15<br>10<br>5 |
| 3     | Sai lệch đường trụ ván khuôn so với vị trí thiết kế:<br>- Móng<br>- Tường và cột<br>- Dầm, xà và vòm<br>- Móng dưới các kết cấu thép   | 15<br>8<br>10<br>$1,1\sqrt{L}$ |
| 4     | Sai lệch trục ván khuôn di chuyển ngang so với trục công trình   | 10                             |
| 5     | Sai lệch khoảng cách giữa các mặt bên trong của ván khuôn tường và sai lệch kích thước bên trong của tiết diện ngang ván khuôn hình hộp, so với kích thước thiết kế  | +5                             |
| 6     | Độ gồ ghề cục bộ của tấm ván khuôn dùng để đúc các tấm bê-tông (dùng thước thẳng 2m ép sát vào ván để kiểm tra)  | 3                              |

(L là chiều dài khẩu độ hoặc "bước" của kết cấu, tính bằng mét)

13) Khi xây dựng công trình nhiều tầng, vị trí của ván khuôn so với thiết kế chỉ cho phép sai lệch ở tầng dưới (với trị số nêu ở bảng trên điều 3); ở tầng trên, phải điều chỉnh lại cho đúng với vị trí thiết kế.

14) Trong quá trình đổ bê tông, phải thường xuyên kiểm tra hình dạng và vị trí của ván khuôn, nếu có biến dạng do chuyển vị phải xử lý kịp thời.

Ngoài những phần nêu trên, cần chú ý những điểm sau đây:

- Chân ván khuôn phải được liên kết chắc chắn xuống nền đất hay sàn công trình bằng các phương pháp khác nhau. Nếu không rất khó điều chỉnh đúng vị trí ván khuôn, thậm chí sau khi chỉnh xong rồi nếu có chấn động, ván khuôn vẫn rất dễ bị sai lệch; "chân" ván khuôn có chắc thì "ngọn" mới vững;

- Với các ván khuôn tường (thành bể, thành các kênh dẫn nước v.v...), dùng phương pháp chống ván khuôn bằng thanh giằng để cố định chiều dày tường (ở bên trong ván khuôn) tốt hơn là dùng chống xiên để cố định thành ván khuôn ở bên ngoài;

- Ở các góc tường, khi lắp ghép bằng ván khuôn gỗ, nên có các văng chéo để tăng độ cứng cho hệ thống ván khuôn;

- Với các thành ván khuôn treo có chiều dài lớn, nên cho chúng tỳ lên một số điểm tựa bằng "ghế thép" để tăng độ ổn định cho khuôn;

- Ở những vị trí cheo leo, ván khuôn cần cấu tạo thật tốt, vì ở đó không có điều kiện sửa chữa, kiểm tra thường xuyên (liên kết mộng giữa các mép ván để không chảy nước vữa xi măng, tăng cường hệ chống an toàn v.v...). Trong thực tế đã có những trường hợp thấy ván khuôn hư hỏng mà không thể sửa chữa được;

- Khi ván khuôn đặt ở độ cao lớn, mỗi đầu ván khuôn tựa vào công trình có sẵn (ở đây không có khả năng lún), một đầu ván khuôn gác vào giàn giáo (có khả năng lún), việc tính lún cho giàn giáo phải thật chú ý để sau này, khi đổ bê tông, ván khuôn không có hiện tượng lún một đầu;

- Phải cấu tạo tốt mối nối ván khuôn giữa các đợt thi công (nhất là khi ván khuôn lắp từ ván rời) sao cho bề mặt bê tông sau này thẳng, nhẵn, đặc chắc, không bị hư hỏng (như có vết, có khác, hoặc bê tông bị rỗ tổ ong do chảy vữa xi măng);

- Ván khuôn của các lỗ để sẵn cho bulông, cần được cấu tạo sao cho tháo khuôn dễ dàng;

- Công nhân thi công ván khuôn phải hiểu biết kỹ thuật làm ván khuôn. Thực hiện lắp dựng ván khuôn phải có bản vẽ kèm theo và phải làm đúng quy trình kỹ thuật;

- Người phụ trách công tác ván khuôn cần thường xuyên kiểm tra công tác lắp dựng ván khuôn, phát hiện các sai sót trong quá trình thực hiện:

- Trong quá trình đổ bê tông, phải có người thường trực làm nhiệm vụ: Kiểm tra sự chảy vữa xi măng trên bề mặt ván khuôn; Kiểm tra sự biến dạng của bề mặt ván khuôn và hình khối; Kiểm tra các hệ thống thanh giằng, gông ...; Kiểm tra mối quan hệ với các công tác khác có ảnh hưởng tới chất lượng ván khuôn (chất tải trên ván khuôn, va chạm vào ván khuôn...).

### 1.3.5. Tháo dỡ ván khuôn

Trong công trình bê tông, việc tháo ván khuôn có ảnh hưởng trực tiếp đến tốc độ thi công công trình, đến việc tiết kiệm ván khuôn và chất lượng bê tông.

Tháo ván khuôn phải do những công nhân hiểu biết kỹ thuật ván khuôn nói chung hoặc hiểu biết kỹ thuật với loại ván khuôn đặc biệt nào đó tháo dỡ. Để tháo dỡ bất kỳ một loại ván khuôn nào, người thực hiện đều phải hiểu biết quy trình tháo dỡ của loại ván khuôn đó, đồng thời phải hiểu biết mối liên quan giữa công tác ván khuôn và kỹ thuật an toàn lao động.

Trong trình tự tháo dỡ ván khuôn, nói chung, cấu kiện lắp trước thì tháo sau, cấu kiện lắp sau thì tháo trước. Đầu tiên, cần dỡ các cấu kiện không chịu lực, hoặc chịu lực ít (như thành bên); sau đó tiếp tục tháo dỡ đến các cấu kiện chịu tải trọng. Nếu đảo ngược trình độ nói trên, có thể dẫn đến sụp đổ. Ván khuôn cần được tháo dỡ theo thứ tự, sao cho sau khi tháo từng phần đi, những phần còn lại vẫn ổn định.

Về mặt kỹ thuật, tháo đơn giản hơn lắp, thời gian tốn ít hơn. Việc tháo tốt hay xấu quyết định rất lớn đến số lần sử dụng lại của ván khuôn. Để tháo được thuận lợi và dễ dàng, cần dự kiến từ bước thiết kế (nhất là các dạng ván khuôn đặc biệt, phức tạp), đồng thời trong khi lắp, phải chú ý đến việc tháo của khuôn sau này.

Thời gian tháo ván khuôn có quan hệ đến những yếu tố sau:

- Nhiệt độ: Về mùa hè, nhiệt độ cao hơn mùa đông nên thời gian cho phép tháo ván khuôn sớm hơn mùa đông;

- Mác xi măng và lượng nước dùng cho bê tông: Bê tông đông cứng nhanh hay chậm liên quan đến cấp phối của nó, dùng xi măng mác cao, lượng nước ít, thì có thể dỡ ván khuôn sớm hơn;

- Tình hình chịu tải trọng: Đối với ván khuôn ở các bộ phận kết cấu chịu tải trọng, vì cường độ chịu kéo của bê tông rất nhỏ nên thời gian tháo ván khuôn ở những vùng chịu tải trọng (đáy dầm...) phải muộn hơn thời gian tháo ván khuôn ở những vùng không chịu tải trọng;

- Thể tích và chiều dài nhịp: Với kết cấu bê tông có thể tích nhỏ, chiều dài nhịp ngắn, có thể tháo ván khuôn sớm hơn (so với khi có thể tích lớn, nhịp dài).

Những yếu tố trên có cái là chủ yếu, có cái là thứ yếu. Cho nên quyết định chính xác thời gian tháo ván khuôn phải dựa vào điều kiện thực tế và thí nghiệm các mẫu.

Theo quy định của TCVN 4453:1995 (kết cấu bê tông và bê tông cốt thép toàn khối - Quy phạm thi công và nghiệm thu) nêu rõ thời gian tháo dỡ ván khuôn đà giáo:

a) Ván khuôn đà giáo chỉ được tháo dỡ khi bê tông đạt cường độ cần thiết để kết cấu chịu được trọng lượng bản thân và các tải trọng tác động khác trong giai đoạn thi công sau. Khi tháo dỡ ván khuôn, đà giáo, cần tránh không gây ứng suất đột ngột hoặc va chạm mạnh làm hư hại đến kết cấu bê tông.

b) Các bộ phận ván khuôn đà giáo không còn chịu lực sau khi bê tông đã đóng rắn (như ván khuôn thành bên của dầm, cột tường) có thể được tháo dỡ khi bê tông đạt cường độ trên  $50 \text{ daN/cm}^2$ ...

c) Đối với ván khuôn đà giáo chịu lực của các kết cấu (đáy dầm, sàn, cột chống), nếu không có các chỉ dẫn đặc biệt của thiết kế thì được tháo dỡ khi bê tông đạt các giá trị cường độ trong bảng 3.

d) Các kết cấu ô văng, công xon, sênô chỉ được tháo cột chống ván khuôn đáy khi cường độ bê tông đạt đủ mác thiết kế và đã có đối trọng chống lật.

e) Khi tháo dỡ ván khuôn đà giáo ở các tấm sàn đỡ bê tông toàn khối của các nhà nhiều tầng nên thực hiện như sau:

- Giữ lại toàn bộ đà giáo và cột chống ở tấm sàn nằm kề dưới tấm sàn sắp đỡ bê tông.

- Tháo dỡ từng bộ phận cột chống ván khuôn của tấm sàn phía dưới nữa và giữ lại các cột chống an toàn cách nhau 3m dưới các dầm có nhịp lớn hơn 4m.

f) Đối với các công trình xây dựng trong khu vực có động đất và đối với các công trình đặc biệt, trị số cường độ bê tông cần đạt để tháo dỡ ván khuôn chịu lực do thiết kế quy định.

g) Việc chất tải từng phần lên kết cấu sau khi tháo dỡ ván khuôn đà giáo cần được tính toán theo cường độ bê tông đã đạt, loại kết cấu và các đặc trưng về tải trọng để tránh các vết nứt và các hư hỏng khác đối với kết cấu.

h) Việc chất toàn bộ tải trọng lên các kết cấu đã tháo dỡ ván khuôn, đà giáo chỉ được thực hiện khi bê tông đã đạt cường độ thiết kế.

**Bảng 1.20: Cường độ bê tông tối thiểu tháo dỡ ván khuôn đà giáo khi chịu lực (%R) khi chưa chất tải**

| Loại kết cấu                        | Cường độ bê tông tối thiểu cần đạt để tháo ván khuôn, % R <sub>28</sub> | Thời gian bê tông đạt cường độ để tháo ván khuôn ở các mùa và vùng khí hậu, bảo dưỡng bê tông theo TCVN 5592 : 1991 |
|-------------------------------------|---|---|
| Bản, dầm, vòm có khẩu độ nhỏ hơn 2m | 50  | 7   |
| Bản, dầm, vòm có khẩu độ từ 2-8m    | 70  | 10  |
| Bản, dầm, vòm có khẩu độ lớn hơn 8m | 90  | 23  |

**Chú thích:**

- 1) Các trị số ghi trong bảng chưa xét đến ảnh hưởng của phụ gia.
- 2) Đối với các kết cấu có khẩu độ nhỏ hơn 2m, cường độ tối thiểu của bê tông đạt để tháo ván khuôn là 50%R<sub>28</sub> nhưng không được nhỏ hơn 80daN/cm<sup>2</sup>.

**1.3.6. Các công tác khác có liên quan tới công nghệ lắp dựng, tháo dỡ ván khuôn**

*1) Công tác trắc địa*

Khi đánh dấu trực công trình và cao độ, phải có những điểm khống chế (từ móng đến mái v.v...) trong suốt quá trình thi công và những điểm này phải được bảo vệ cẩn thận.

Đánh dấu trực công trình và cao độ phải ở vị trí làm thuận lợi cho việc lắp dựng và kiểm tra ván khuôn, tránh tình trạng khi kiểm tra bị vướng giàn giáo quá nhiều, hoặc di chuyển trực, cao độ từ vị trí này sang vị trí khác gặp khó khăn (do không kết hợp tốt giữa người đánh dấu với người lắp đặt ván khuôn, giàn giáo).

Đối với các loại ván khuôn cột, tường... nên bật mực theo chu vi bộ phận công trình (hay chân ván khuôn) để việc cố định vị trí chân ván khuôn được chính xác.

Đối với ván khuôn của những mặt nghiêng (thành phố, tường nghiêng...) hay ván khuôn có hình thù gấp khúc (cầu thang...), cần đánh dấu đầy đủ tọa độ theo mặt bằng và chiều cao. Ngoài ra, có thể bật mực theo chu vi bộ phận cần lắp (như mặt cạnh bậc cầu thang).

Đối với công trình có chiều cao lớn (ống khói, tháp nước...) tâm công trình được bố trí trên mốc bê tông ở chân công trình và mốc phải được bảo vệ cẩn thận.

*2) Công tác cốt thép*

Cần kiểm tra đầy đủ việc lắp cốt thép và cấu kiện đặt sẵn (nếu có) theo đúng bản vẽ thiết kế (về chiều dày của lớp vữa bê tông bảo vệ, quy cách và vị trí cốt thép), sau đó mới tiến hành lắp ván khuôn bên ngoài. Tránh tình trạng lắp ván khuôn xong, phát hiện cốt thép lắp sai, phải tháo ván khuôn để sửa lại.

Nếu cốt thép và ván khuôn lắp xen kẽ thì phải làm theo đúng trình tự định sẵn để đảm bảo chất lượng của từng công việc và thi công nhanh. Khi phải đặt cốt thép chờ sẵn trong khối đổ và đầu cốt thép nhô ra ngoài mặt bê tông, để tránh cho mặt ván khuôn bị phá hoại mau chóng, có thể làm như sau:

- Không cho cốt thép chờ xuyên qua mặt ván khuôn mà uốn gập cho nó nằm cùng với lớp bê tông bảo vệ cốt thép của công trình, sát với mặt ván khuôn. Sau khi tháo ván khuôn, thép chờ được kéo ra và uốn thẳng (áp dụng cho thép có đường kính bé).

- Tại vị trí có thép chờ, lắp ván khuôn sao cho các thép chờ nằm giữa 2 mép tấm khuôn, hoặc giữa 2 mép ván (nếu lắp bằng ván rời). Như vậy, việc tháo ván khuôn sẽ dễ dàng (mép ván nên khoét lỗ hình bán nguyệt, lắp 2 ván cạnh nhau sẽ tạo nên lỗ để thép chờ xuyên qua).

Khi cốt thép công trình là khung cốt hàn, có thể lợi dụng chúng để liên kết và cố định ván khuôn.

### 3) Công tác bê tông

Việc chọn độ sụt bê tông có liên quan đến việc bố trí cửa đổ bê tông ở ván khuôn theo cả chiều ngang và chiều cao, nếu độ sụt bê tông quá nhỏ mở nhiều cửa.

Nếu thêm phụ gia đông cứng nhanh hoặc dưỡng hộ bê tông bằng nước nóng thì có thể cho phép tháo ván khuôn sớm hơn (trên cơ sở thí nghiệm mẫu).

Khi đổ bê tông phải đảm bảo đúng như các điều kiện tính toán hoặc tra bảng (về kích thước và quy cách các thành phần chịu lực của ván khuôn), nếu không sẽ dẫn đến hoặc là ván khuôn dễ bị hư hỏng (phình, biến dạng...) hoặc là cấu tạo ván khuôn quá an toàn, lãng phí.

Lúc đổ bê tông cần tránh:

- Các lực xung kích (như va quệt thùng chứa bê tông vào ván khuôn);

- Lực tập trung quá lớn trên mặt ván khuôn (chứa bê tông trên ván khuôn sàn...) vì có thể làm biến dạng ván khuôn.

Khi đổ bê tông các bể nước, ống khói, xilô..., bê tông phải được đổ đều theo chiều cao trên toàn chu vi công trình để đảm bảo cân bằng cho giàn giáo và ván khuôn.

Khi thi công các rãnh cáp, kênh dẫn nước... nếu cấu tạo ván khuôn có thanh chống liên kết giữa hai thành ván khuôn với nhau thì bê tông cần được đổ đều cả ở hai thành. Nếu không đảm bảo điều kiện này, ván khuôn sẽ bị biến dạng (thành đổ nhiều bê tông bị phình, thành đổ ít bê tông bị hẹp lại) do áp lực ngang của bê tông khi đầm được truyền qua các thanh chống (xiên hoặc ngang) liên kết giữa hai thành ván khuôn.

Lúc đầm, không được tỳ sát chày đầm vào mặt ván khuôn.

Khi dùng phương pháp ván khuôn treo vào khung cốt thép chịu lực của công trình (khung cốt hàn), như ván khuôn dầm treo, có thể đổ một lớp bê tông đáy dầm (khi chưa lắp lên công trình) để thay thế ván khuôn đáy dầm, đồng thời tăng khả năng chịu lực cho khung cốt thép.

### 1.3.7. Chống dính cho ván khuôn

Độ bền của các tấm khuôn và chất lượng bề mặt kết cấu bê tông phụ thuộc đáng kể vào chất lượng của chất chống dính, sự thường xuyên làm sạch và bôi trơn bề mặt ván khuôn.

Lực giữ ván khuôn vào bề mặt bê tông phụ thuộc nhiều yếu tố khác nhau. Lực liên kết này được xác định từ những cấu trúc vô cùng nhỏ của bề mặt vật liệu làm ván khuôn, cũng như lực dính của vữa xi măng, thành phần bê tông, phương pháp đổ bê tông và một phần nào đặc tính độ bền của cấu kiện ván khuôn.

Sự liên kết của các vật liệu khác nhau làm khuôn, với bê tông, thay đổi trong một phạm vi đáng kể; chống dính có thể làm giảm sự liên kết với một số lần trong một số trường hợp. Nhưng đối với ván khuôn, trị số chính là lực ngàm chặt của tấm khuôn trong bề mặt bê tông. Nhưng lực này phụ thuộc trước hết vào chất lượng gia công của cấu kiện ván khuôn, như những trị số sai lệch của từng chi tiết của tấm khuôn đối với mặt phẳng chính, trị số khe hở giữa những sườn của tấm khuôn. Khi tháo ván khuôn cần phải có những lực đáng kể để làm đứt những cái "nêm" bằng vữa xi măng nhét vào trong các khe hở của các tấm khuôn, của các tấm ván (khi ván khuôn ghép bằng ván rời), của các vết lõm, chỗ hõng của ván khuôn.

Kinh nghiệm cho thấy, trong những điều kiện như nhau, nếu không chống dính cho ván khuôn thì số lần sử dụng ván khuôn sẽ kém hơn (có chống dính) từ 1,5 đến 2 lần; ngoài ra, còn gây nên các biến dạng cho các cấu kiện và chi tiết của ván khuôn (đối với ván khuôn định hình).

Hiện nay, thép và gỗ là hai loại vật liệu chủ yếu dùng làm ván khuôn. Chống dính là một công việc quan trọng, nhằm đảm bảo chất lượng bề mặt bê tông tiếp giáp với ván khuôn, tăng tuổi thọ của ván khuôn, giảm nhẹ sức lao động khi tháo dỡ.

Những yêu cầu của chất chống dính:

- Chất chống dính phải bám chắc vào bề mặt ván khuôn, ngay cả khi ván khuôn lắp thẳng đứng cũng không gây hiện tượng chảy, nhưng ngược lại, không có lực dính với bê tông;

- Việc phủ chất chống dính lên bề mặt ván khuôn phải thực hiện bằng thủ công hoặc cơ giới;

- Chất chống dính cần phát huy tác dụng ngay sau khi phủ lên bề mặt ván khuôn để việc đổ bê tông có thể tiến hành ngay được.

**Bảng 1.21. Một số chất chống dính dùng cho ván khuôn**

| Thành phần  | Tỷ lệ pha trộn theo trọng lượng | Phạm vi ứng dụng  |
|---|---------------------------------|---|
| Nigrôn +<br>Xà phòng giặt +<br>Nước                 | 1-2<br>1-2<br>10-12             | - Mặt phẳng nằm ngang của ván khuôn thép, ván khuôn gỗ. Mặt phẳng thẳng đứng của ván khuôn gỗ |
| Ôtôn +<br>Xà phòng giặt +<br>Nước                   | 1-2<br>1<br>8-10                | Như trên  |
| Xà phòng giặt +<br>Dầu hoả +<br>Dầu xô-li +<br>Nước | 1<br>1<br>1<br>5-7              | - Ván khuôn thép  |
| Ôtôn +<br>Xi măng +<br>Nước                         | 1<br>1<br>1                     | - Ván khuôn gỗ, ván khuôn thép  |



| Thành phần   | Tỷ lệ pha trộn theo trọng lượng | Phạm vi ứng dụng                    |
|--|---------------------------------|-------------------------------------|
| Parafin +<br>Dầu hoả   | 1<br>4                          | - Ván khuôn gỗ, ván khuôn thép      |
| Bitum dầu mỏ (T <sub>H</sub> -I,<br>T <sub>H</sub> -II) +<br>Dầu hoả | 1<br>3-5                        | - Mặt ván khuôn của công trình ngầm |

- Chất chống dính phải làm cho sau khi tháo ván khuôn có được bề mặt bê tông sạch, không có màng xốp trên bề mặt cấu kiện, tháo ván khuôn dễ dàng và không gây sút mẻ, rạn nứt cấu kiện;

- Chất chống dính không được làm giảm cường độ bề mặt bê tông, không gây ăn mòn thép, phá hoại gỗ; ngược lại, có tác dụng bảo đảm chống rỉ đối với thép, chống mục đối với gỗ;

- Chất chống dính không được chứa những chất dễ cháy, bay hơi độc làm ô nhiễm khu vực sản xuất;

- Việc chế tạo phải đơn giản, ít tốn kém.

Cho đến nay, chưa có chất chống dính nào thoả mãn được tất cả các yêu cầu đặt ra nói trên và trong mọi trường hợp đều cho kết quả tốt. Tuy nhiên, trong từng trường hợp cụ thể, lựa chọn kỹ và sử dụng đúng chất chống dính, thực hiện đúng các quy trình thao tác kỹ thuật là những điều quan trọng để có được kết quả mong muốn.

### 1.3.8. Vận chuyển và bảo quản ván khuôn

#### 1) Vận chuyển

Sau khi gia công hoặc sửa chữa xong, ván khuôn được vận chuyển đến chỗ lắp bằng thủ công hoặc cơ giới. Khi vận chuyển, cần chú ý:

- Xếp và dỡ phải hết sức nhẹ nhàng, tránh va chạm. Phải xếp và dỡ đúng quy trình kỹ thuật, không để lung tung choán nhiều chỗ, hoặc làm hư hỏng;

- Khi di chuyển bằng cần trục, phải buộc chắc chắn, đề phòng rơi, nâng lên hạ xuống nhẹ nhàng, tránh va chạm.

#### 2) Bảo quản

Ván khuôn muốn sử dụng được nhiều lần, cần đảm bảo được các yêu cầu dưới đây:

- Phải sử dụng gỗ một cách tiết kiệm và hợp lý, tránh cưa, cắt tùy tiện, nhất là gỗ to, dài;

- Thu hồi hết những vật liệu làm ván khuôn tại hiện trường, sửa chữa, phân loại theo từng quy cách để dùng vào công việc tiếp theo;

- Ván khuôn bằng gỗ phải xếp theo đúng quy cách tại nơi quy định;

- Khi sử dụng ván khuôn công cụ, phải thực hiện quy trình hướng dẫn sử dụng cho từng loại;

- Sau mỗi lần sử dụng, trước khi nhập kho, các phụ kiện phải được kiểm tra, sửa chữa, làm sạch, bôi dầu mỡ bảo quản, phân loại, xếp đúng nơi quy định; khi không có điều kiện nhập kho do yêu cầu thi công liên tục phải kiểm tra, sửa chữa, bôi dầu mỡ thường xuyên trong quá trình sử dụng.

- Khi di chuyển bằng cần trục, phải buộc chắc chắn, đề phòng rơi, nâng lên hạ xuống nhẹ nhàng, tránh va chạm.

## 2) Bảo quản

Ván khuôn muốn sử dụng được nhiều lần, cần đảm bảo được các yêu cầu:

- Phải sử dụng gỗ một cách tiết kiệm và hợp lý, tránh cưa, cắt tùy tiện, nhất là gỗ to, dài;

- Thu hồi hết những vật liệu làm ván khuôn tại hiện trường, sửa chữa, phân loại theo từng quy cách để dùng vào công việc tiếp theo;

- Ván khuôn bằng gỗ phải xếp theo đúng quy cách tại nơi quy định;

- Khi sử dụng ván khuôn công cụ, phải thực hiện quy trình hướng dẫn sử dụng cho từng loại;

- Sau mỗi lần sử dụng, trước khi nhập kho, các phụ kiện phải được kiểm tra, sửa chữa, làm sạch, bôi dầu mỡ bảo quản, phân loại, xếp đúng nơi quy định; khi không có điều kiện nhập kho do yêu cầu thi công liên tục phải kiểm tra, sửa chữa, bôi dầu mỡ thường xuyên trong quá trình sử dụng.

## 1.4. THIẾT KẾ VÁN KHUÔN

### 1.4.1. Thành phần thiết kế ván khuôn

Khi thiết kế ván khuôn cho các công trình bê tông và bê tông cốt thép, cần xác định: kiểu ván khuôn đối với các kết cấu chính; bản vẽ khai triển bề mặt ván khuôn; bản liệt kê các cấu kiện và khối lượng chung của ván khuôn; bản vẽ lắp đặt ván khuôn giàn giáo; bản vẽ gia công ván khuôn và sơ đồ tổ chức thực hiện công tác ván khuôn.

Trong những trường hợp phức tạp, và đối với những công trình đặc biệt (hành lang dạng vòm, móng thiết bị, nhà công nghiệp một tầng có chiều cao lớn v.v...), trong thiết kế ván khuôn, ngoài những yêu cầu nói trên, còn phải có bản vẽ các nút liên kết, các chi tiết.

- *Bản vẽ khai triển* gồm các sơ đồ bề mặt ván khuôn, ở đó vẽ những cấu kiện trong các bề mặt, với chú thích bằng kí hiệu. Đối với sàn, hoặc các kết cấu nằm ngang của công trình, cần có bản vẽ khai triển theo mặt bằng; đối với các tầng, khối lớn v.v... cần có bản vẽ khai triển theo mặt bên. Trong bản vẽ khai triển đối với ván khuôn công cụ, ngoài những chỗ mô tả tấm khuôn định hình, người ta còn chỉ rõ vị trí những tấm phụ (bằng ván hoặc kim loại) lắp vào những vị trí thiếu hụt;

- *Bản kê những cấu kiện cùng loại* (tấm khuôn, gông v.v...) được xác định ở những bản vẽ chính và bao gồm: Tên, kí hiệu cấu kiện ván khuôn và số lượng (toàn bộ, có tính đến sự quay vòng sử dụng lại) cho mỗi kí hiệu của cấu kiện;

- *Bản vẽ công nghệ lắp đặt ván khuôn giàn giáo* gồm: những bản vẽ mặt bằng bố trí cột chống và các cấu kiện khác nhau chống đỡ ván khuôn; các mặt cắt dọc, cắt ngang của ván khuôn cho mỗi đoạn công trình, với giàn giáo chống đỡ. Đối với các kết cấu công trình có dạng đặc biệt và phức tạp, cần có bản vẽ quy định trình tự lắp tháo; còn

đối với các kết cấu đơn giản, quen thuộc (cột, dầm, tường v.v...) thì chỉ cần vẽ các trình tự lắp tháo cho các dạng ván khuôn điển hình nhất.

Bản vẽ công nghệ thi công ván khuôn còn chỉ rõ chi phí vật liệu và nhân công, giá thành, đội tổ công nhân chuyên nghiệp có trách nhiệm thực hiện, thống kê công cụ cơ khí và các trang bị chuyên môn thích hợp với công tác ván khuôn.

Từ bản vẽ công nghệ thi công ván khuôn, lập ra sơ đồ tổ chức công tác ván khuôn.

- *Bản vẽ gia công ván khuôn* là bản vẽ có tỷ lệ hoặc là vẽ bằng tay không có tỷ lệ (phụ thuộc vào mức độ phức tạp và yêu cầu cụ thể), bao gồm: kí hiệu cấu kiện, tên gọi, số hiệu kiểu bản vẽ. Trong bản vẽ gia công phải ghi đầy đủ kích thước và yêu cầu kèm theo, số lượng cấu kiện cần gia công (đã tính đến sự quay vòng sử dụng lại của ván khuôn).

## 1.4.2. Tính toán thiết kế ván khuôn

### 1.4.2.1. Tính toán thiết kế ván khuôn

Trên cơ sở lý thuyết kết cấu gỗ, kết cấu thép áp dụng cho phân tính toán, thiết kế ván khuôn trong phạm vi quyển sách này sẽ không giới thiệu kỹ, mà chỉ đi vào khái quát và xác định được các loại tải trọng tác dụng lên hệ ván khuôn giàn giáo trong thi công.

Tải trọng tác dụng lên ván khuôn, cột chống đà giáo bao gồm:

#### 1) Tải trọng thường xuyên

- Trọng lượng ván khuôn và các phụ kiện;
- Trọng lượng bê tông cốt thép (lấy bằng  $2200 \div 2500 \text{ kg/m}^3$ ).

#### 2) Tải trọng thi công

- Trọng lượng người và phương tiện đi lại (lấy bằng  $250 \text{ kg/m}^2$ );
- Trọng lượng của thiết bị thi công (tuỳ theo loại thiết bị và phương tiện vận chuyển, ví dụ chở bằng xe cải tiến  $150 \div 240 \text{ kg/m}^2$ );
- Tải trọng do trút hoặc đầm bê tông.

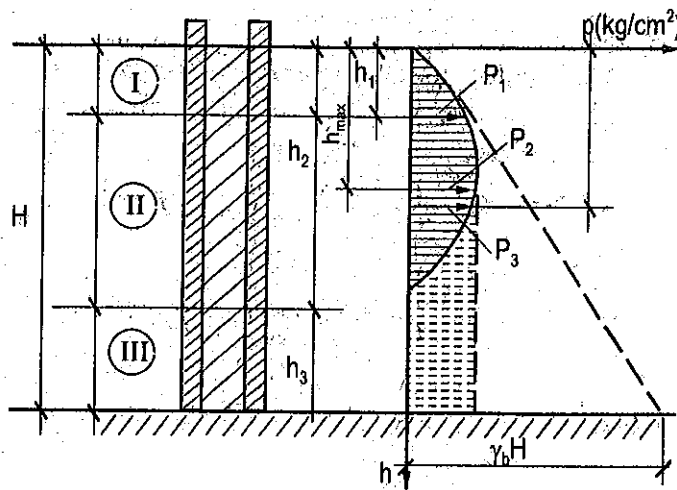
#### 3) Áp lực của vữa bê tông tươi

Đây là loại tải trọng phụ thuộc vào nhiều yếu tố như: loại đầm, tốc độ đổ, chiều cao đổ, loại xi măng, nhiệt độ môi trường...

Công thức tổng quát để tính áp lực của vữa bê tông:

Tính toán cho từng vùng cho chiều cao trên một đợt ván khuôn theo biểu đồ áp lực ngang (hình 1.60). Trên biểu đồ chia ra ba vùng:

- I- Vùng ảnh hưởng của đầm  $h$ ;
- II- Vùng áp lực của vữa bê tông đã giảm  $h_1$ ;
- III- Vùng vữa bê tông đã khô  $h_3$ .



Hình 1.60. Biểu đồ áp lực của vữa bê tông lên ván thành

Vùng ảnh hưởng của đầm có  $0 < h < h_1$ , trong vùng này bê tông ở trong khuôn được xem như một thể lỏng, tỷ trọng lấy bằng tỷ trọng của bê tông.

a) Áp lực ngang trong vùng đầm tác động xác định theo công thức:

$$P = \gamma_b \cdot h; \quad (\text{kg/m}^2)$$

trong đó:

$\gamma_b$  - tỷ trọng của bê tông  $2400 \text{ kg/m}^3$ ;

$h$  - chiều cao của lớp bê tông tươi  $h < h_1$ ;

$$h_1 = v \cdot t_0; \quad (\text{m})$$

$v$  - tốc độ đổ bê tông vào khuôn:

$$v = \frac{Q}{T_Q S}; \quad (\text{m/h})$$

$Q$  - khối lượng bê tông tính bằng  $\text{m}^3$ ;

$T_Q$  - thời gian cần thiết để đổ khối lượng  $Q$  bê tông vào khuôn, tính bằng giờ;

$t_0$  - thời gian bê tông bắt đầu đông kết;

$S$  - diện tích đổ bê tông.

b) Vùng áp lực của vữa bê tông giảm

$h_1 < h < h_3$  sau thời điểm xi măng bắt đầu ninh kết cho đến khi ninh kết hoàn toàn.

Áp lực ngang của bê tông xác định theo công thức:

$$P_{\max} = h_{\max} \cdot \gamma_b; \quad (\text{kg/m}^2)$$

trong đó:  $h_{\max}$  - chiều sâu có áp lực ngang lớn nhất, nó phụ thuộc vào kết cấu cần đúc, vữa bê tông và loại ván khuôn.

#### 4) Tải trọng do trút vữa vào khuôn

Tải trọng động và lực xô ngang tạm thời tác dụng lên ván khuôn, cột chống và hệ sàn thao tác, lấy tùy thuộc vào các phương tiện trút vữa vào khuôn. Nếu phương tiện trút vữa vào khuôn có thể tích:

0,2 m<sup>3</sup> lấy T = 200 kg/m<sup>2</sup>.

0,2 - 0,7 m<sup>3</sup> lấy T = 400 kg/m<sup>2</sup>.

> 0,7 m<sup>3</sup> lấy T = 600 kg/m<sup>2</sup>.

#### 5) Áp lực của gió

Công trình có chiều cao  $h > 6m$ , thì tính theo quy phạm thiết kế.

Công trình có  $h < 6m$ , thì khi thiết kế ván khuôn ta có thể bỏ qua tải trọng của gió.

Khi tính toán ván khuôn, cột chống phải lấy tổ hợp các tải trọng.

#### 6) Đặc trưng tính toán vật liệu sử dụng

Ván khuôn, cột chống, sàn thao tác tính toán dựa trên điều kiện bền của vật liệu (xem kết cấu gỗ, thép). Sau kiểm tra theo biến dạng để đảm bảo mỹ thuật cho công trình.

#### 7) Nghiệm thu ván khuôn - cột chống, sàn thao tác

Sau khi lắp dựng hoàn chỉnh ván khuôn, cột chống và hệ sàn thao tác, trước khi đặt cốt thép cần phải nghiệm thu ván khuôn. Mục đích của việc nghiệm thu ván khuôn là để tránh những sai sót đáng tiếc xảy ra sau này. Mặt khác cũng phải xem xét đánh giá lại những yêu cầu đã nêu ra có đáp ứng hay không. Nội dung kiểm tra nghiệm thu:

- Kiểm tra lại tim, cốt, cao độ, vị trí của ván khuôn có sai lệch với thiết kế hay không.
- Kiểm tra hình dáng, kích thước của ván khuôn.
- Kiểm tra lại độ bằng phẳng, các khe nối, khe hở giữa các tấm ván.
- Kiểm tra độ ổn định của ván khuôn, đà giáo và sàn công tác.
- Kiểm tra nghiệm thu các giải pháp an toàn lao động, phòng chống cháy.

#### Ghi chú:

##### 1) Quy định tính toán

Ván khuôn vừa phải đảm bảo chịu lực tốt thay cho kết cấu bê tông cốt thép trong giai đoạn đúc bê tông, vừa phải đảm bảo cứng để tạo được hình dạng ổn định cho kết cấu bê tông cốt thép. Cho nên khuôn đúc phải được thiết kế đồng thời trong cả hai trạng thái giới hạn về cường độ lẫn về biến dạng.

Khi tính toán theo trạng thái giới hạn I - về cường độ (độ bền), dùng tổ hợp tác dụng của tất cả các tải trọng tính toán thường xuyên và tạm thời nguy hiểm nhất có thể xảy ra. Trong tổ hợp này, tất cả các tải trọng tạm thời đều được nhân với hệ số tổ hợp 0,9. Hoạt tải do đầm và hoạt tải do đổ không bao giờ tác động đồng thời.

Khi tính toán theo trạng thái giới hạn II - về độ võng, yêu cầu khắt khe hơn so với tính toán cho kết cấu bê tông. Độ võng, dưới tác động của tải trọng, cho phép, đối với ván khuôn của bề mặt kết cấu lộ ra ngoài  $[f]_1 = 1/400$  nhịp của bộ phận ván khuôn đó, đối với ván khuôn của bề mặt kết cấu bị che khuất  $[f]_1 = 1/250$  nhịp của bộ phận ván khuôn đó (nhịp của bộ phận ván khuôn là 1, thì  $[f]_1 = 1/400$  hay  $[f]_1 = 1/250$ ).

Theo lý thuyết của Hoa Kỳ, giới hạn độ võng (hay biến dạng) cho phép của các bộ phận ván khuôn chịu uốn cũng được lấy theo nhịp của bộ phận ván khuôn đó, nhưng với các hệ số khác không phải là 1/400 hay 1/250 như của Việt Nam. Độ võng đàn hồi hoặc độ lún của gỗ chống ván khuôn cho phép  $[f]_2 = 1/1000$  nhịp tự do của các kết cấu bê tông cốt thép tương ứng (nhịp của kết cấu bê tông tương ứng là L, thì  $[f]_2 = L/1000$ ) (phụ lục A3 TCVN 4453 : 1995). Dù khác với nhịp của kết cấu bê tông cốt thép, nhịp của bộ phận ván khuôn thường chưa biết trước mà phải xác định thông qua tính toán thiết kế khuôn, nhưng nhịp của bộ phận ván khuôn luôn nhỏ hơn (hay cùng lắm là bằng) nhịp của kết cấu bê tông cốt thép mà khuôn đó đúc nên. Do đó, biến dạng cho phép của ván khuôn là rất nhỏ so với biến dạng cho phép của kết cấu bê tông mà nó đúc nên.

Khi tính toán ván khuôn theo trạng thái giới hạn II - điều kiện sử dụng bình thường về biến dạng của ván khuôn, cần xét với các tải trọng tiêu chuẩn và chỉ sử dụng vật liệu làm khuôn với điều kiện làm việc toàn bộ trong giới hạn đàn hồi của nó (nội lực trong kết cấu ván khuôn trong cả hai trạng thái giới hạn I và II, được xác định qua sơ đồ đàn hồi, không dùng sơ đồ kết cấu khớp dẻo để tính). Vì bản chất của sơ đồ khớp dẻo là quá trình biến hệ kết cấu siêu tĩnh (dầm nhiều nhịp) thành hệ tĩnh định khi hình thành số khớp dẻo tới hạn (nội lực cuối cùng sau khi phân phối lại, thực chất là nội lực của kết cấu tĩnh định), vị trí khớp dẻo làm việc ngoài giới hạn đàn hồi (biến dạng không phục hồi khi thôi tác động của tải trọng), qua đó tận dụng tối đa năng lực của hệ kết cấu.

Kết cấu ván khuôn thông thường đều làm việc ở ba giai đoạn thi công lần lượt như:

Giai đoạn từ khi lắp dựng khuôn đến khi đổ và đầm xong kết cấu bê tông. Trong giai đoạn này kết cấu ván khuôn chịu nhiều tác động của các tải trọng nhất (cả dài hạn và ngắn hạn). Nội lực, chuyển vị và biến dạng trong kết cấu ván khuôn là lớn nhất. Nhưng kết cấu ván khuôn được cấu tạo và thiết kế, cả về cường độ lẫn biến dạng, đồng thời theo sơ đồ kết cấu đàn hồi, nên toàn bộ vật liệu làm khuôn làm việc trong giai đoạn đàn hồi. Do vậy toàn bộ chuyển vị và biến dạng trong kết cấu ván khuôn là chuyển vị và biến dạng đàn hồi. Các biến dạng này có thể rất lớn, nhưng chúng vẫn là biến dạng đàn hồi. Những phần biến dạng do các tải trọng tạm thời, chỉ tác dụng trong giai đoạn thi công này, gây ra sẽ mất đi ngay khi tải trọng đó thôi tác dụng, trước khi bê tông bắt đầu ninh kết, mà không tác động chút nào đến việc hình thành định dạng kết cấu bê tông cần đúc. Cho nên những biến dạng do các tải trọng tạm thời (như tải trọng do người và phương tiện gây ra, tải trọng đổ bê tông, tải trọng đầm bê tông) thôi tác dụng sau khi đổ, đầm bê tông không được kể tới khi tính toán theo trạng thái giới hạn II - về biến dạng.

Giai đoạn đổ và đầm xong, vữa bê tông trong khuôn bắt đầu ninh kết đến khi bê tông đóng rắn. Các biến dạng còn lại, do các tải trọng thường xuyên (như tổng trọng lượng kết cấu bê tông, trọng lượng bản thân hệ ván khuôn) và tạm thời còn lại (như áp lực vữa bê tông lỏng, trọng lượng lớp phủ bảo dưỡng bê tông .v.v..) trong giai đoạn thi công này ảnh hưởng quyết định đến hình dạng kết cấu bê tông. Nên cần phải kiểm tra biến dạng tổng do các tải trọng tác động trong giai đoạn thi công này gây ra trong ván khuôn, theo trạng thái giới hạn II - điều kiện làm việc bình thường của ván khuôn về biến dạng.

Giai đoạn phát triển thêm cường độ bê tông sau đóng rắn cho đến khi bê tông đạt cường độ tháo dỡ ván khuôn. Ván khuôn hết vai trò định dạng kết cấu bê tông, nhưng nó vẫn chịu lực thay cho kết cấu bê tông khi bê tông chưa đủ khả năng làm việc. Trong giai đoạn thi công này các tải trọng tạm thời (áp lực vữa bê tông lỏng .v.v..) tiếp tục giảm tác dụng lên ván khuôn. Nội lực và biến dạng của ván khuôn giảm, nếu sơ đồ kết cấu không thay đổi, nên điều kiện cường độ và biến dạng đã kiểm tra trong các giai đoạn thi công trước vẫn được đảm bảo. Chỉ khi thay đổi sơ đồ kết cấu của ván khuôn, do tháo dỡ một phần khuôn không chịu lực trước ván khuôn chịu lực, thì mới phải kiểm tra phần ván khuôn chịu lực còn lại, với sơ đồ kết cấu mới của khuôn, chủ yếu theo điều kiện cường độ (Trạng thái giới hạn I).

Tóm lại: trạng thái giới hạn I - về cường độ, chủ yếu được kiểm tra ở giai đoạn thi công đầu, đổ và đầm bê tông, với tất cả các tải trọng tác dụng lên ván khuôn. Trạng thái giới hạn II - về biến dạng, được kiểm tra ở giai đoạn thi công thứ hai, ninh kết và đóng rắn, với mọi tải trọng tác dụng lên khuôn trong giai đoạn thi công này. Nếu tháo dỡ ván khuôn không chịu lực trước, thì kiểm tra lại điều kiện cường độ đối với ván khuôn chịu lực còn lại theo sơ đồ làm việc mới của nó, trong giai đoạn thi công cuối - bê tông phát triển cường độ.

Tiêu chuẩn Việt Nam, quy định trạng thái giới hạn I - về cường độ được tính toán với tổ hợp tất cả các tải trọng thường xuyên và tạm thời tác dụng trong giai đoạn thi công bê tông (tức là giai đoạn bê tông tươi), còn trạng thái giới hạn II - về biến dạng được tính toán với tổ hợp tất cả các tải trọng tác dụng trong giai đoạn bê tông ninh kết và đóng rắn, là giai đoạn vật liệu bê tông phải được nằm ổn định trong khuôn và phải được khống chế biến dạng tới mức tối đa.

## 2) Tổ hợp tải trọng tác dụng lên ván khuôn

### a) Ván khuôn và đà giáo chống đỡ của sàn và mái vòm

- Tổ hợp tải trọng khi tính toán khả năng chịu lực gồm:

$$G_{\text{bê tông}}^{\text{II}} + G_{\text{cốt thép}}^{\text{II}} + G_{\text{ván khuôn}}^{\text{II}} + P_{\text{người.ph.tiện}}^{\text{II}} + P_{\text{đám, đá}}^{\text{II}} + G_{\text{bảo dưỡng}}^{\text{II}}$$

- Tổ hợp tải trọng khi tính toán biến dạng gồm:

$$G_{\text{bê tông}}^{\text{tc}} + G_{\text{cốt thép}}^{\text{tc}} + G_{\text{ván khuôn}}^{\text{tc}} + G_{\text{bảo dưỡng}}^{\text{tc}}$$

b) Ván khuôn đáy và đà giáo chống đỡ đáy của dầm và vòm

- Tổ hợp tải trọng khi tính toán khả năng chịu lực gồm:

$$G_{\text{bê tông}}^{\text{tt}} + G_{\text{cốt thép}}^{\text{tt}} + G_{\text{ván khuôn}}^{\text{tt}} + P_{\text{đám, đồ}}^{\text{tt}}$$

- Tổ hợp tải trọng khi tính toán biến dạng gồm:  $G_{\text{bê tông}}^{\text{tc}} + G_{\text{cốt thép}}^{\text{tc}} + G_{\text{ván khuôn}}^{\text{tc}}$

c) Ván khuôn thành đứng của dầm và vòm

- Tổ hợp tải trọng khi tính toán khả năng chịu lực gồm:  $P_{\text{áp lực bê tông}}^{\text{tt}} + P_{\text{đám, đồ}}^{\text{tt}}$

- Tổ hợp tải trọng khi tính toán biến dạng gồm:  $P_{\text{áp lực bê tông}}^{\text{tc}}$

d) Ván khuôn của cột có cạnh nhỏ của tiết diện < 300mm, và ván khuôn tường dày < 100mm

- Tổ hợp tải trọng khi tính toán khả năng chịu lực gồm:  $P_{\text{áp lực bê tông}}^{\text{tt}} + P_{\text{đám, đồ}}^{\text{tt}}$

- Tổ hợp tải trọng khi tính toán biến dạng gồm:  $P_{\text{áp lực bê tông}}^{\text{tc}}$

e) Ván khuôn của cột có cạnh nhỏ của tiết diện > 300mm, và ván khuôn tường dày > 100mm

- Tổ hợp tải trọng khi tính toán khả năng chịu lực gồm:  $P_{\text{áp lực bê tông}}^{\text{tt}} + P_{\text{đám, đồ}}^{\text{tt}}$

- Tổ hợp tải trọng khi tính toán biến dạng gồm:  $P_{\text{áp lực bê tông}}^{\text{tc}}$

f) Ván khuôn thành đứng của các khối bê tông lớn

- Tổ hợp tải trọng khi tính toán khả năng chịu lực gồm:  $P_{\text{áp lực bê tông}}^{\text{tt}} + P_{\text{đám, đồ}}^{\text{tt}}$

- Tổ hợp tải trọng khi tính toán biến dạng gồm:  $P_{\text{áp lực bê tông}}^{\text{tc}}$

Theo tiêu chuẩn TCVN 4453 : 1995 và tiêu chuẩn QPIL-D6 : 1978:

\*  $G_{\text{bê tông}}^{\text{tc}} + G_{\text{bê tông}}^{\text{tt}}$  - Tính tải tiêu chuẩn và tính toán của bê tông: Trọng lượng của vữa bê tông khi còn lỏng (tiêu chuẩn, tính toán), kết cấu bê tông khi đã rắn, thường giảm trọng lượng so với khi lỏng, nên tổng quát lấy trọng lượng khi lỏng để tính. Khối lượng thể tích của hỗn hợp bê tông nặng (trộn với sỏi hoặc đá dăm thuộc các loại nham thạch cứng) mới đổ và được đầm chặt,  $\gamma_b = 2500 \text{ kg/m}^3$ .

\*  $G_{\text{cốt thép}}^{\text{tc}} + G_{\text{cốt thép}}^{\text{tt}}$  - Tính tải tiêu chuẩn và tính toán của cốt thép: Trọng lượng của cốt thép trong kết cấu bê tông (tiêu chuẩn, tính toán). Tải trọng này được tính dựa vào trọng lượng riêng của cốt thép  $\gamma_{ct} = 7850 \text{ kg/m}^3$ , vào hàm lượng cốt thép trung bình trong từng kết cấu bê tông cốt thép, hàm lượng này được xác định cụ thể theo bản vẽ thiết kế kết cấu bê tông cốt thép. Trường hợp không có khối lượng cụ thể, có thể lấy giá trị tải trọng này bằng  $100 \text{ kg/m}^3$  bê tông cốt thép.



\*  $G_{\text{ván-khuôn}}^{\text{tc}} + G_{\text{ván-khuôn}}^{\text{tt}}$  - Tính tải tiêu chuẩn và tính toán của ván khuôn: Trọng lượng bản thân ván khuôn (tiêu chuẩn, tính toán). Tải trọng này được tính dựa vào trọng lượng thể tích của vật liệu làm ván khuôn, vào khối lượng bản thân của từng kết cấu ván khuôn, được xác định dần dần trong khi cấu tạo và thiết kế ván khuôn.

\*  $G_{\text{bảo dưỡng}}^{\text{tc}} + G_{\text{bảo dưỡng}}^{\text{tt}}$  - Hoạt tải tiêu chuẩn và tính toán khi bảo dưỡng: Trọng lượng lớp phủ bề mặt bảo dưỡng kết cấu bê tông (tiêu chuẩn, tính toán). Tải trọng này phụ thuộc vào biện pháp dưỡng hộ bê tông, trọng lượng thực tế quy ra phân bố đều của vật liệu phủ dưỡng hộ. Trong kết cấu nhà nói chung tải trọng này nhỏ, thường được bỏ qua không xét đến.

\*  $P_{\text{áp lực bê tông}}^{\text{tc}}, P_{\text{áp lực bê tông}}^{\text{tt}}$  - Hoạt tải áp lực đẩy ngang tiêu chuẩn và tính toán của vữa bê tông khi hỗn hợp vữa còn lỏng. Tải trọng này chỉ tác dụng lên các kết cấu ván khuôn dạng thành đứng, theo phương vuông góc với bề mặt ván khuôn, dưới dạng phân bố lạng trụ, hình thang hay tam giác (đọc theo chiều ngang bề mặt ván khuôn thành thì đẳng trị, còn dọc chiều đứng ván khuôn thành thì giá trị giảm dần theo độ cao). Theo tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 4453 : 1995, áp lực ngang lớn nhất tiêu chuẩn của vữa bê tông tươi (tiếng Nga là *максимальное боковое давление бетона*), là một hàm số thực nghiệm được tra theo bảng 1.22.

**Bảng 1.22. Áp lực ngang lớn nhất tiêu chuẩn khi đầm bê tông**

| Phương pháp đầm bê tông | Công thức tính toán áp lực ngang tối đa (kg/m <sup>2</sup> )                             | Giới hạn sử dụng công thức  |
|-------------------------|--|---|
| Đầm dùi                 | $P_{\text{áp lực bê tông}}^{\text{tc}} = \gamma_b H$                                     | $H \leq R$  |
| Đầm dùi                 | $P_{\text{áp lực bê tông}}^{\text{tc}} = \gamma_b (0,27V + 0,78)k_1 k_2 \leq \gamma_b H$ | $V \geq 0,5$ (m/giờ) khi $H \geq 4,0$ (m)                             |
| Đầm ngoài               | $P_{\text{áp lực bê tông}}^{\text{tc}} = \gamma_b H$                                     | $V \geq 4,5$ (m/giờ) khi $H \leq 2R_1$<br>(lấy theo TCVN 4453:1995)   |
| Đầm ngoài               | $P_{\text{áp lực bê tông}}^{\text{tc}} = \gamma_b (0,27V + 0,78)k_1 k_2 \leq \gamma_b H$ | $V \geq 4,5$ (m/giờ) khi $H \leq 2,0$ (m)<br>(lấy theo TCVN4453:1995) |

Các ký hiệu trong bảng:

$P_{\text{áp lực bê tông}}^{\text{tc}}$  - áp lực ngang tối đa của hỗn hợp bê tông (daN/m<sup>2</sup>);

$\gamma_b$  - khối lượng thể tích của hỗn hợp bê tông đã đầm chặt (daN/m<sup>2</sup>);

H - chiều cao mỗi lớp hỗn hợp bê tông (m);

V - tốc độ đổ hỗn hợp bê tông (m/giờ);

R và  $R_1$  - bán kính tác động của đầm rùi và đầm ngoài. Đối với đầm rùi lấy  $R = 0,7$ (m), và đầm ngoài lấy  $R_1 = 1,0$ (m);

$k_2$  - hệ số tính đến ảnh hưởng nhiệt độ của hỗn hợp bê tông.

Theo tiêu chuẩn Liên bang Nga, thì  $k_2 = 1,15$  cho hỗn hợp với nhiệt độ từ  $5-10^\circ\text{C}$ ;  $k_2 = 1,0$  cho hỗn hợp với nhiệt độ từ  $10-25^\circ\text{C}$ ;  $k_2 = 0,85$  cho hỗn hợp với nhiệt độ trên  $25^\circ\text{C}$ .

Theo tiêu chuẩn Việt Nam, khi nhiệt độ hỗn hợp bê tông đạt:  $<8^\circ\text{C}$  ( $k_2 = 1,15$ );  $8-11^\circ\text{C}$  ( $k_2 = 1,1$ );  $12-17^\circ\text{C}$  ( $k_2 = 1,0$ );  $18-27^\circ\text{C}$  ( $k_2 = 0,95$ );  $28-32^\circ\text{C}$  ( $k_2 = 0,9$ );  $\geq 33^\circ\text{C}$  ( $k_2 = 0,85$ ).

$k_1$  - hệ số tính đến ảnh hưởng độ sụt của hỗn hợp bê tông.

Theo tiêu chuẩn Liên bang Nga, hệ số này có tính đến tác động của độ sụt của hỗn hợp bê tông,  $k_1 = 0,8$  cho các hỗn hợp với độ sụt  $0 - 2\text{cm}$ ;  $k_1 = 1,0$  cho các hỗn hợp với độ sụt  $2 - 7\text{cm}$ ;  $k_1 = 1,2$  cho các hỗn hợp với độ sụt  $\geq 8\text{cm}$ .

Theo tiêu chuẩn Mỹ, để xác định áp lực ngang của vữa bê tông (*maximum lateral concrete pressure*), với bê tông bình thường (tiêu chuẩn Mỹ lấy trọng lượng riêng của bê tông nặng  $\gamma_b = 2403 \text{ kg/m}^3$ ), dùng đầm trong để đầm, Viện bê tông Mỹ (ACI) khuyến nghị sử dụng các công thức sau đây:

- Đối với tất cả các loại khuôn cột và tường, có tốc độ dâng cao của vữa bê tông khi đổ đạt không quá  $2,1 \text{ m/giờ}$ :

$$P_{\text{áp lực bê tông}}^{\text{tc}} = p = 7,2 + (785R/(T + 18)) \quad (1)$$

$$\text{với } p_{\text{min}} \leq p \leq p_{\text{max}}$$

trong đó:

- $p$  - áp lực ngang của vữa bê tông ( $\text{kN/m}^2$ );
- $R$  - tốc độ dâng cao của vữa bê tông ( $\text{m/giờ}$ );
- $T$  - nhiệt độ ( $^\circ\text{C}$ );
- $H$  - chiều cao của khuôn ( $\text{m}$ ).

Áp lực tối đa, lấy giá trị nhỏ nhất trong các trị số sau:  $p_{\text{max}} = 143,6 \text{ kN/m}^2$  cho cột và  $p_{\text{max}} = 95,8 \text{ kN/m}^2$  cho tường, hoặc  $p_{\text{max}} = 23,6H = \gamma_b H \text{ kN/m}^2$ . Áp lực tối thiểu  $p_{\text{min}} = 28,7 \text{ kN/m}^2$ .

- Đối với đổ bê tông tường, với tốc độ dâng cao vữa nằm trong khoảng  $2,13 - 3,04 \text{ m/giờ}$ :

$$P_{\text{áp lực bê tông}}^{\text{tc}} = p = 7,2 + (1154/(T + 18)) + (244R/(T + 18)) \quad (2)$$

$$\text{với } p_{\text{min}} \leq p \leq p_{\text{max}}$$

Áp lực tối đa, lấy giá trị nhỏ hơn trong các trị số sau:  $p_{\text{max}} = 23,6H \text{ kN/m}^2$  hoặc  $p_{\text{max}} = 95,8 \text{ kN/m}^2$ . Áp lực tối thiểu  $p_{\text{min}} = 28,7 \text{ kN/m}^2$ .

+ Đối với đổ bê tông tường với tốc độ dâng cao của vữa lớn trên  $3,05 \text{ (m/giờ)}$ :

$$P_{\text{áp lực bê tông}}^{\text{tc}} = p = 23,6H \text{ (kN/m}^2) \quad (3)$$

$$\text{với } p \geq p_{\text{min}}$$

Áp lực tối thiểu  $p_{\min} = 28,7 \text{ (kN/m}^2\text{)}$ .

Khi sử dụng đầm rung ngoài khuôn, nên lấy tải trọng thiết kế (áp lực bê tông) gấp hai lần giá trị cho bởi công thức (1) và (2). Khi phụ gia chậm đông kết, puzzolan, hoặc phụ gia siêu dẻo được thêm vào bê tông, sử dụng công thức (3). Khi bê tông được bơm vào khuôn đứng (cho ván khuôn cột và tường), nên sử dụng công thức (3) với một lượng áp lực gia tăng tối thiểu bằng 25% áp suất bơm cho phép.

-  $P_{\text{người ph. tiện}}^{\text{tc}}$ ,  $P_{\text{người ph. tiện}}^{\text{tt}}$  - Hoạt tải do người và phương tiện thi công (công cụ) gây ra. Tải trọng này, khi tính ván khuôn sàn, coi là phân bố đều với giá trị tiêu chuẩn là  $P_{\text{người ph. tiện}}^{\text{tc}} = 250 \text{ kg/m}^2$ .

-  $P_{\text{đám, đổ}}^{\text{tc}}$ ,  $P_{\text{đám, đổ}}^{\text{tt}}$  - Hoạt tải phát sinh khi đổ bê tông vào khuôn ( $P_{\text{đám, đổ}}^{\text{tc}}$ ,  $P_{\text{đám, đổ}}^{\text{tt}}$ ) hoặc chấn động của đầm bê tông ( $P_{\text{đám, đổ}}^{\text{tc}}$ ,  $P_{\text{đám, đổ}}^{\text{tt}}$ ) gây ra. Hai tải trọng đổ và đầm bê tông không bao giờ tác động đồng thời cùng lúc, khi đầm thì ngừng đổ bê tông vào khuôn và ngược lại. Từng kết cấu khuôn khác nhau, xem xét trong hai loại tải trọng này, loại tải trọng gây nguy hiểm hơn cho kết cấu khuôn đó, để dùng nó tính toán thiết kế ván khuôn. Các tải trọng này, coi là phân bố đều theo phương vuông góc với bề mặt ván khuôn, có giá trị tiêu chuẩn được lấy  $P_{\text{đám, đổ}}^{\text{tc}} = 200 \text{ kg/m}^2$ , áp lực đổ  $P_{\text{đám, đổ}}^{\text{tc}}$  (phụ thuộc vào biện pháp đổ và phương tiện vận chuyển vữa bê tông) lấy theo bảng 1.23.

**Bảng 1.23. Hoạt tải tiêu chuẩn khi đổ bê tông**

| Biện pháp đổ bê tông  | Hoạt tải tiêu chuẩn do đổ bê tông tác dụng vào ván khuôn (kg/m <sup>2</sup> ) |
|---|---|
| Đổ bê tông thủ công   | 200   |
| Đổ bằng máy và ống vòi voi hoặc trực tiếp bằng đường ống từ máy bơm bê tông (theo TCVN 4453 : 1995) | 400   |
| Đổ trực tiếp từ các thùng có dung tích: < 0,2 m <sup>3</sup>  | 200   |
| Đổ trực tiếp từ các thùng có dung tích: 0,2 - 0,8 m <sup>3</sup>                                    | 400   |
| Đổ trực tiếp từ các thùng có dung tích: > 0,8 m <sup>3</sup> (thường là ≤ 1,0 m <sup>3</sup> )      | 600   |
| Đổ bê tông bằng bơm bê tông (Tiêu chuẩn Liên bang Nga)  | 800   |

Như vậy, khi thiết kế ván khuôn, phải chọn sơ bộ thiết bị đổ bê tông (thùng đổ), sao cho ván khuôn thiết kế ra phải chịu được hoạt tải đổ bê tông vào khuôn.

Q- Hoạt tải do gió gây ra: chỉ tác dụng lên ván khuôn dạng thành đứng. Hoạt tải gió là đáng kể khi thi công nhà cao tầng và siêu cao tầng. Đối với nhà nhiều tầng có số tầng

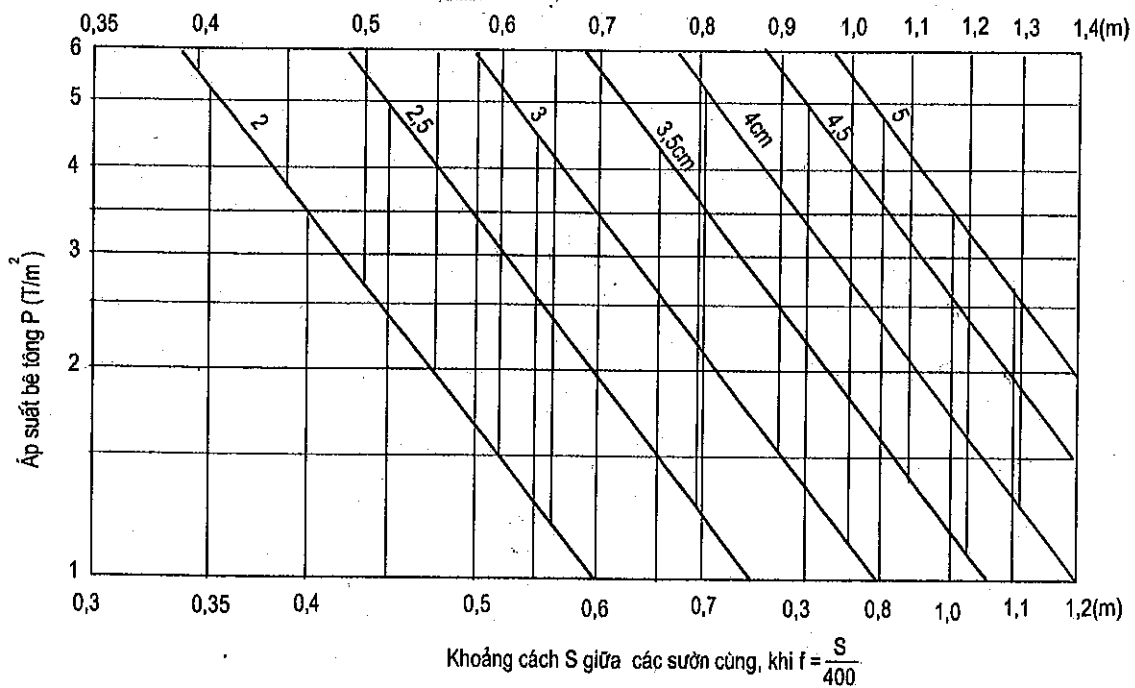
không lớn có thể bỏ qua hoạt tải gió tác dụng lên ván khuôn đứng diện nhỏ như cột hoặc thành dầm, dùng biện pháp cấu tạo hệ gông giằng và giàn giáo chống liên hoàn để chịu tải gió ngang mà không cần tính toán.

Tuy nhiên, trong tiêu chuẩn Mỹ, cách tính toán theo trạng thái giới hạn II - về biến dạng, vẫn được tính toán với tổ hợp tất cả các tải trọng thường xuyên và tạm thời (mọi tải trọng dài hạn và ngắn hạn) tác dụng trong giai đoạn thi công bê tông (tức là giai đoạn bê tông tươi), như trạng thái giới hạn I - về cường độ. Cách này đơn giản hơn, giá trị biến dạng cực trị  $f_{max}$  sẽ lớn hơn so với Tiêu chuẩn Việt Nam (TCVN), nhưng biến dạng cho phép lại được lấy lớn hơn Tiêu chuẩn Việt Nam. Theo Tiêu chuẩn Mỹ, biến dạng cho phép của bộ phận ván khuôn, trong mọi trường hợp, thường được lấy là:  $[f] = 1/180$ , hay  $1/240$ , hoặc  $1/360$  nhịp của bộ phận ván khuôn đó (lớn hơn so với các giá trị độ võng cho phép ở tiêu chuẩn Việt Nam  $[f] = 1/250$  hoặc  $1/400$  nhịp của bộ phận ván khuôn). Do đó, các cách tính trạng thái giới hạn về biến dạng của cả TCVN lẫn Tiêu chuẩn Mỹ là gần như giống nhau, TCVN chặt chẽ hơn, còn Tiêu chuẩn Mỹ lại đơn giản hơn.

Ván khuôn vừa phải đảm bảo điều kiện cường độ, vừa phải đảm bảo điều kiện biến dạng, nên phải khống chế vật liệu làm ván khuôn chỉ làm việc hoàn toàn trong giới hạn đàn hồi.

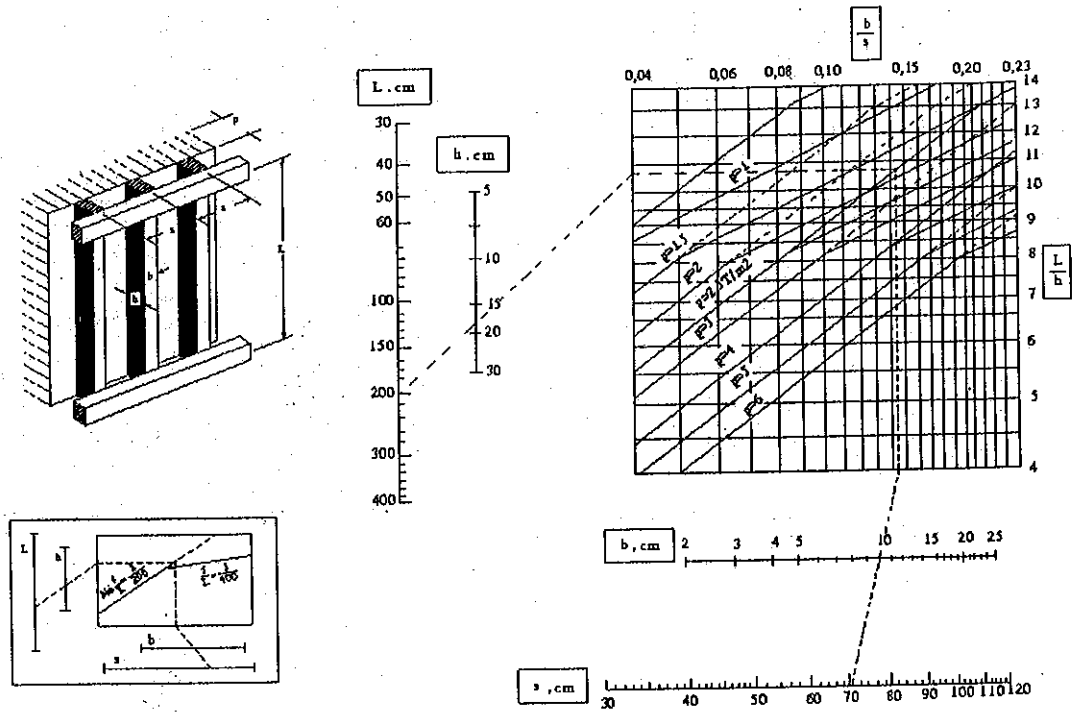
#### 1.4.2.2. Bảng tra biểu đồ tính các bộ phận chính của ván khuôn

##### 1. Biểu đồ tính ván lát



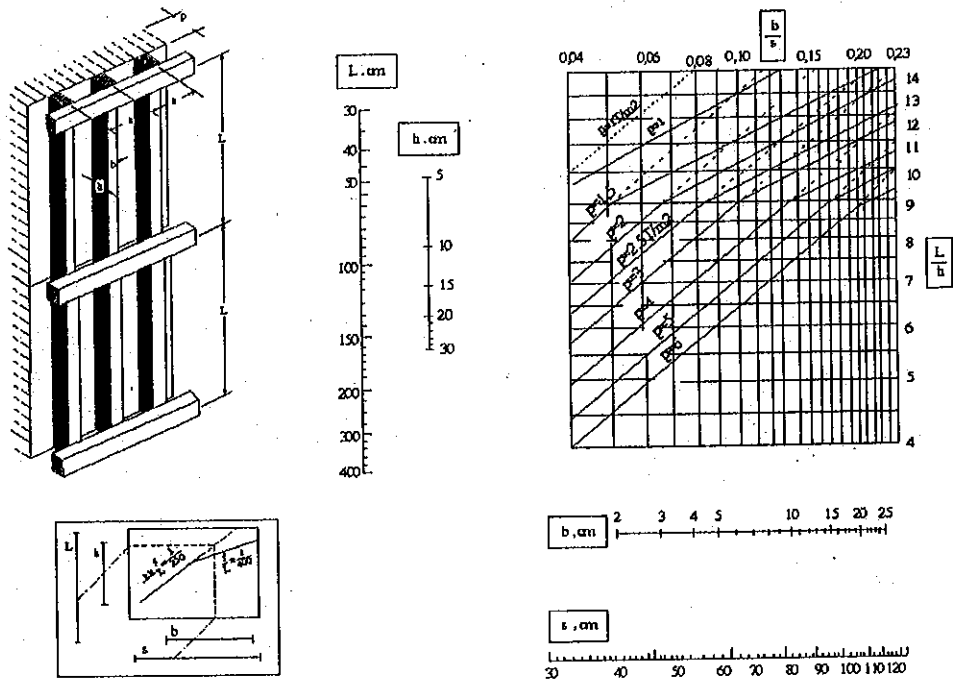
Hình 1.61. Biểu đồ tính ván lát

2. Biểu đồ tính sườn cứng một nhịp



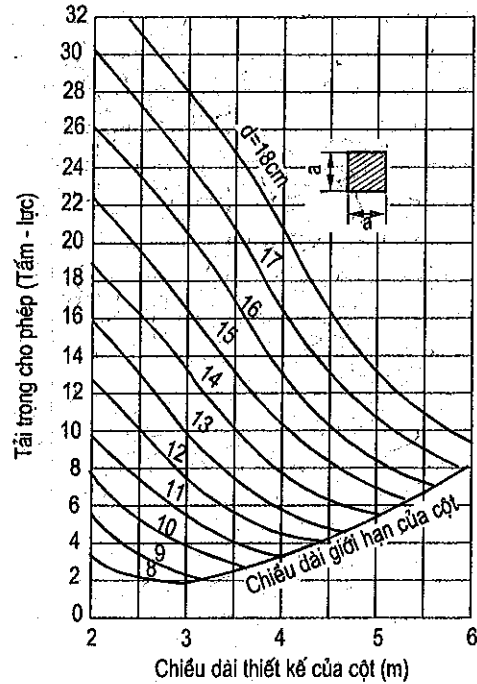
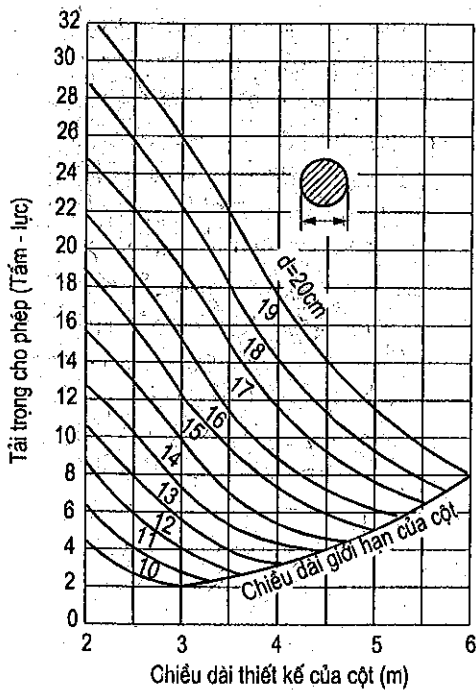
Hình 1.62. Biểu đồ tính sườn cứng một nhịp

3. Biểu đồ tính sườn liên tục



Hình 1.63. Biểu đồ tính sườn liên tục

#### 4. Biểu đồ tính cột chống gỗ.



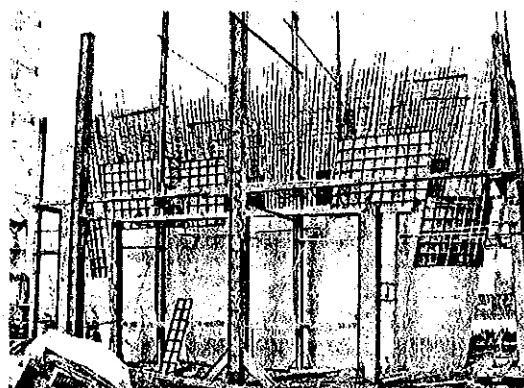
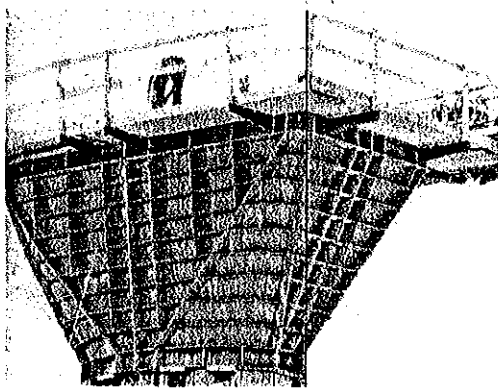
Hình 1.64. Biểu đồ tính cột chống gỗ  $[\sigma] = 120 \text{kg/cm}^2$

#### 1.4.3. Tính toán thiết kế ván khuôn thép tổ hợp

##### 1.4.3.1. Nguyên tắc và các bước thiết kế ván khuôn thép tổ hợp

Khi dùng ván khuôn thép tổ hợp cần chú ý rằng nó không thể như ván khuôn gỗ cho phép tùy ý cắt nối khi thi công ở hiện trường, càng không thể vừa dùng vừa gia công, vì thế phải lựa chọn cẩn thận kiểu ván khuôn và phương pháp lắp ghép trước lúc thi công.

##### a) Nguyên tắc lắp ghép ván khuôn

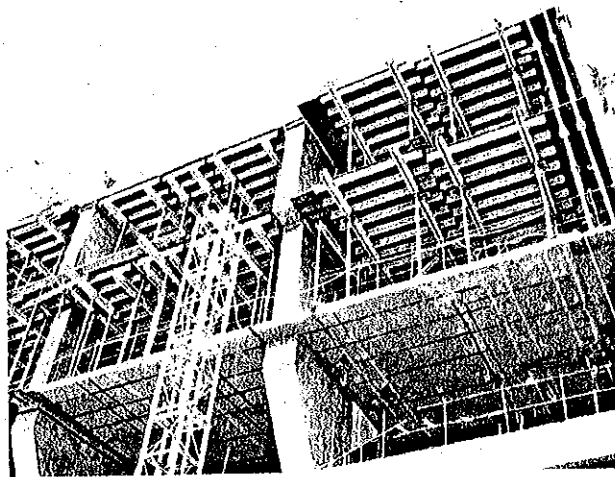


Hình 1.65. Ván khuôn thép tổ hợp

Khi triển khai lắp ghép ván khuôn có thể dùng các loại ván khuôn thép có quy cách khác nhau tiến hành lắp ghép. Song, phải lắp ghép như thế nào cho hợp lý đảm bảo hiệu

suất lắp ghép, có chất lượng và hiệu quả kinh tế. Vì thế nguyên tắc lắp ghép ván khuôn phải đảm bảo yêu cầu:

- Cần bảo đảm kích thước hình dạng của cấu kiện và tính chính xác vị trí tương hỗ của chúng;
- Phải bảo đảm cường độ, độ cứng và tính ổn định đầy đủ của ván khuôn, có thể chịu đựng được trọng lượng và áp lực bên trong của bê tông mới đổ một cách vững chắc và các tải trọng khác phát sinh trong quá trình thi công;
- Tìm mọi cách để cấu tạo đơn giản, tháo lắp tiện lợi, không gây cản trở cho việc buộc cốt thép và đổ bê tông, không được lọt vữa;
- Ván khuôn chọn lắp ráp phải rất ít loại và số lượng phải là ít nhất, ưu tiên loại quy cách thông dụng và loại ván khuôn quy cách lớn; lượng chèn thêm ván khuôn gỗ phải ít nhất;
- Cách lắp đặt ván khuôn phải là: ván khuôn dầm, tường, sàn phải lắp đặt dọc theo chiều dài, ván khuôn cột lắp đặt dọc theo chiều cao. Về cấu tạo chuyển góc không nên yêu cầu đặc thù, có thể không dùng ván khuôn góc dương mà lấy ván khuôn nối góc thay thế. Ván khuôn góc âm tốt nhất là dùng vào chỗ góc ngoặt tương đối dài;
- Trong điều kiện cho phép, khe nối ván khuôn thép phải bố trí lệch nhau, để nâng cao độ cứng toàn bộ của ván khuôn;
- Đối với ván khuôn lớn lắp ghép sẵn có diện tích tương đối vuông và cả khi mới nối đầu ván khuôn tập trung trên một đường thẳng, cần chú ý vị trí mối nối của thanh thép khuôn chống đỡ cốt thép, phải bảo đảm cho mỗi tấm ván khuôn thép được thanh thép khuôn chống đỡ hai chỗ;
- Nếu cần khoan lỗ trên ván khuôn phải bảo đảm cho ván khuôn bị đục lỗ có thể luân phiên sử dụng nhiều lần. Tốt nhất là không khoan lỗ hoặc tìm cách hạn chế khoan.

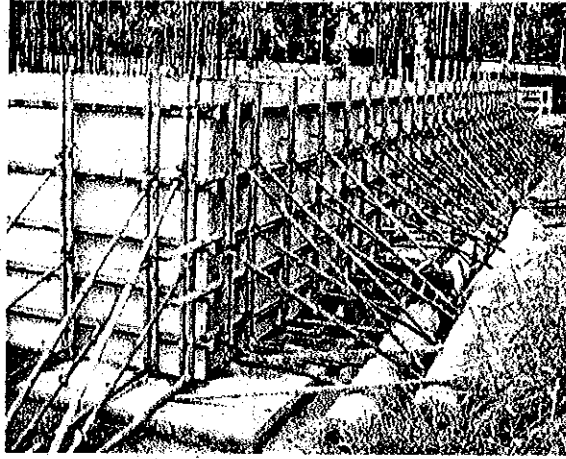


Hình 1.66. Ván khuôn thép tổ hợp dạng tấm lớn

#### b) Các bước công tác lắp ghép ván khuôn

- Căn cứ vào phân chia các đoạn trong thiết kế tổ chức thi công, thời hạn thi công ngắn hay dài và sự sắp đặt hoạt động dây chuyền, trước tiên xác định rõ ràng số lượng cần lắp đặt ván khuôn cho đoạn nào, tầng nào;

- Căn cứ vào tình hình công trình và điều kiện thi công hiện trường, xác định các phương pháp lắp ghép ván khuôn (như lắp ráp từng tấm ở hiện trường, hay tiến hành lắp sẵn trước) và phương pháp chống đỡ (như chống đỡ bằng giá ống, hay là chống đỡ bằng giàn mắt cáo);



*Hình 1.67. Lắp ván khuôn thép tổ hợp*

- Căn cứ theo số lượng các đoạn, các tầng cần lắp đặt ván khuôn đã được xác định, căn cứ vào kích thước cấu kiện trong bản vẽ thi công của dầm, cột, tường, sàn, tiến hành thiết kế lắp ráp ván khuôn;

- Tiến hành thiết kế tính toán đai kẹp cột và các cấu kiện chống cùng công tác lựa chọn linh kiện lắp ráp;

- Xác định rõ ràng phương pháp bố trí, liên kết và cố định hệ thống các thanh chống;

- Xác định rõ ràng phương pháp lắp đặt cố định, các đường ống, cấu kiện chôn sẵn trong các kết cấu, cho đến cả những nơi, những bộ phận đặc thù (ví dụ: các ống, các lỗ cần chừa sẵn...) cũng cần có phương pháp xử lý.

- Căn cứ vào số lượng ván khuôn thép, linh kiện nối, các hệ thống thanh chống, cùng với công cụ lắp đặt lập một bảng thống kê đầy đủ để chuẩn bị khỏi thiếu sót.

#### **1.4.3.2. Tính toán tổ hợp ván khuôn thép**

##### **1) Tổ hợp tải trọng**

Tính toán tải trọng ván khuôn, phải căn cứ theo tổ hợp tính toán quy định hữu quan của: "Quy phạm thi công và nghiệm thu công trình bê tông cốt thép".

##### **2) Ứng suất cho phép của vật liệu**

Trị số ứng suất dưới tác dụng của tải trọng dài hạn và tải trọng ngắn hạn khác nhau, nên trị số lấy để tính toán đối với kết cấu ván khuôn cần cân nhắc để giảm nhỏ hơn. Trong tình hình chung ứng suất cho phép của tải trọng ngắn hạn so với ứng suất cho phép của tải trọng dài hạn cao hơn 50% và ván khuôn là một loại kết cấu công trình tạm thời, vì vậy ứng suất cho phép của ván khuôn cần chọn để dùng là chỉ số trung gian hợp lý nằm ở giữa tải trọng dài hạn và ngắn hạn. Trị số cụ thể xem trong bảng 1.24.



**Bảng 1.24. Ứng suất cho phép của ván khuôn thép và phối kiện**

| Các loại thép                 | Các loại ứng suất | Phù hiệu           | Quy định của quy phạm (N/mm <sup>2</sup> ) | Ván khuôn thép và phối kiện |   |
|-------------------------------|-------------------|--------------------|--|-----------------------------|---|
|                               |                   |                    |  | Hệ số nâng cao              | Trị số dùng để tính toán (N/mm <sup>2</sup> ) |
| 1                             | 2                 | 3                  | 4  | 5                           | 6   |
| Thép hình vách mỏng uốn nguội | Chống kéo         | [σ]                | 160  | -                           | 160   |
|                               | Chống nén         |                    |  |                             |   |
| Thép cán mỏng                 | Chống uốn         | [τ]                | 100  | -                           | 100   |
|                               | Chống cắt         |                    |  |                             |   |
| Bulông chế thô                | Chống kéo         | [σ <sub>L</sub> '] | 135  | 1.25                        | 170   |
|                               | Chống nén         | [τ <sub>c</sub> '] | 240  | -                           | 240   |

*Chú thích:* Môđun đàn hồi của thép E lấy bằng  $2,1 \times 10^5$  N/mm<sup>2</sup>

3) *Độ võng cho phép của ván khuôn thép và phối kiện*

Để bảo đảm yêu cầu chất lượng của bê tông, ván khuôn thép và phối kiện dưới tác dụng của tải trọng tổ hợp phải có đủ độ cứng tính toán và độ võng của chúng không được vượt quá các trị số đã ghi trong bảng 1.25.

**Bảng 1.25. Độ võng cho phép của ván khuôn thép và phối kiện**

| Tên gọi linh kiện      | Độ võng cho phép [f] (mm) | Tên gọi linh kiện                           | Độ võng cho phép [f] (mm) |
|------------------------|---------------------------|---|---------------------------|
| Tấm mặt ván khuôn thép | 1,5                       | Thanh cạnh ván khuôn thép;<br>Thanh kẹp cột | L/500                     |
| Ván khuôn thép tấm lẻ  | 1,5                       | Hệ thống kết cấu ván khuôn thép             | L/1000                    |

*Chú thích:* L bề rộng cột

**1.4.4. Tính toán thiết kế ván khuôn trượt**

**1.4.4.1. Cách lấy giá trị tải trọng và đặc điểm thiết kế ván khuôn trượt**

**A. Đặc điểm thiết kế các bộ phận trong hệ thống ván khuôn trượt**

1) *Đặc điểm thiết kế ván khuôn*

Ván khuôn gồm các bộ phận: ván khuôn sàn, ván khuôn góc, ván khuôn lỗ cửa. Thiết kế ván khuôn nên cố gắng ít quy cách chủng loại và phải có tính lắp lẫn, tính thông dụng đủ độ cứng về mặt cấu tạo, cố gắng tháo lắp thuận lợi.

Tấm khuôn thép dùng cho ván khuôn trượt nói chung dùng thép chống uốn nguội dày 2-2,5mm hoặc hàn thêm thép góc cũng có thể dùng ván khuôn định hình thông thường.

a) Tấm ván khuôn phẳng: Xác định chiều cao ván khuôn phải dựa theo tốc độ trượt và yêu cầu của cường độ thiết kế bê tông khi ra khỏi khuôn. Trong điều kiện và hoàn cảnh thi công trượt bình thường, tốc độ trượt với kết cấu khung và khối vách thường khoảng 20cm một giờ; bê tông đạt được cường độ thích hợp ra khỏi lỗ khuôn là 4 -5 giờ thì chiều cao ván khuôn thường là 1-1,2m. Đối với ván khuôn vách ngoài, cột, dầm và giằng bê tông rơi ra ngoài khuôn trong lúc đổ bê tông và lúc trượt không, tăng cường tính ổn định của hệ thống ván khuôn, phía trên của thành ván khuôn ngoài (vách ngoài, cột, dầm) cao hơn thành trong 10-15cm.

b) Ván khuôn góc lồi lõm:

Sử dụng vật liệu, thiết kế cấu tạo và độ cao giống như ván khuôn phẳng. Để bê tông góc ít bị dính, sứt góc, ván khuôn góc nên dùng ván khuôn góc liền khối có góc tròn (góc cong).

c) Ván khuôn lỗ cửa

Ván khuôn lỗ cửa thường có hai loại: khuôn rút tấm và khuôn khung lỗ cửa.

Tấm khuôn cài: ván khuôn làm thành dạng tấm cài có chiều rộng giống như kích thước tiết diện kết cấu. Khi đổ bê tông khối vách, đến cốt cao độ lỗ cửa hoặc trước lúc bắt đầu trượt cột khung thì để tấm khuôn cài cùng trượt lên với ván khuôn hoặc cài trước cùng trượt với ván khuôn. Khi trượt tới cốt cao độ đáy lỗ cửa hoặc đáy dầm khung, dựng ván khuôn đáy dầm, sau đó tiếp tục đổ bê tông và trượt, nhưng cùng với việc trượt tiếp theo sau đó, tấm khuôn cài cố định không trượt, sau khi trượt quá cao độ của tấm khuôn cài, rút tấm khuôn cài, như vậy sẽ tạo nên lỗ cửa.

Tấm khuôn khung lỗ cửa: do những tấm ván khuôn thép và các thanh đỡ liên kết có cùng độ rộng với kích thước tiết diện kết cấu tạo thành khuôn khung hình hoặc có cùng kích thước lỗ cửa và có độ cứng tương đối tốt. Nên khi khối tường trượt đều cao độ đáy lỗ cửa thì đem khuôn khung lắp vào trong ván khuôn, đồng thời giữ chắc tạm thời các chi tiết chôn sẵn của khối vách ở hai thành của lỗ. Khuôn khung không trượt lên cùng ván khuôn, sau khi trượt qua, đợi cho bê tông tường đạt được cường độ nhất định thì tháo dỡ khuôn khung.

Ngoài ra, trong quá trình trượt lắp đặt trực tiếp cửa đi, cửa sổ theo thiết kế. Cấu tạo của nó là ở hai phía khuôn cửa sổ, cửa đi bằng thép hoặc gỗ, đặt khuôn phụ bằng gỗ hoặc thép hình bằng chiều dày vách, dùng bulông liên kết tạm với khuôn cửa tạo thành khuôn khung của dạng tổ hợp. Sau khi ván khuôn khối vách trượt qua, đợi cho bê tông khối vách đạt cường độ nhất định thì tháo khuôn phụ bằng gỗ hoặc thép hình, để lại khuôn cửa đã ngàm chắc vào khối vách.

## 2) Đặc điểm thiết kế vòng găng

Tải trọng đứng mà vòng găng gánh chịu bao gồm trọng lượng ván khuôn và lực ma sát giữa ván khuôn và bê tông. Ngoài ra, vòng găng còn chịu trọng lượng riêng của sàn

thao tác, giá treo trong, giá treo ngoài và tải trọng thi công tác động lên đó (độ lớn của trọng lượng riêng và tải trọng thi công lấy giá trị như đã nói ở trên). Tải trọng ngang chủ yếu là áp lực bên của bê tông.

Trong tính toán vòng găng, lấy tải trọng đứng do lực ma sát ván khuôn sinh ra và tải trọng ngang do áp lực bên của bê tông sinh ra, nên lấy theo lực cản ma sát giai đoạn bắt đầu trượt ( $300 \text{ kg/m}^2$ ) và áp lực bên ( $600 \text{ kg/m}$ ). Vòng găng giữa hai giá nâng, dưới tác động của tải trọng sử dụng thì biến dạng ngang của nó phải nhỏ hơn  $3\text{mm}$ . Hình dáng, quy cách và độ lớn tiết diện của vòng găng dựa theo độ lớn tải trọng để tính toán quyết định.

Khoảng cách giữa vòng găng trên và dưới xác định theo chiều cao ván khuôn, lấy khoảng  $500\text{-}700\text{mm}$ . Vòng găng trên cách miệng trên ván khuôn  $\leq 250\text{mm}$ , để đảm bảo ván khuôn của phân nhô ra vòng găng trên không bị biến dạng khi đầm bê tông. Cũng như vậy, vòng găng dưới cách miệng ván khuôn thường  $\leq 300\text{mm}$ .

Nối đầu các vòng găng phải dùng thép hình cùng độ cứng để nối vào bulông nối mỗi bên  $\geq 2$  cái. Vòng găng ở nơi chuyển góc phải làm thành nút cứng và thêm thanh chống chéo để tăng độ cứng.

### 3) Đặc điểm thiết kế giá nâng

Tác dụng của giá nâng (còn gọi là kích) được thông qua vòng găng liên kết phía trên nó để ngăn chặn biến dạng bên của ván khuôn và chịu toàn bộ tải trọng thẳng đứng trong quá trình trượt, truyền toàn bộ tải trọng đứng cho kích nâng.

Giá nâng nói chung có thể thiết kế thành giá nâng thông dụng phù hợp với nhiều dạng thi công kết cấu. Đối với kết cấu tấm vách và dầm, mặt bằng thường thiết kế thành hình chữ I. Đối với kết cấu cột khung, mặt bằng thường thiết kế thành hình chữ X, Y,  $\Pi$ ; mặt đứng thường thành hình chữ  $\Pi$ , đối với các bộ phận đặc biệt của kết cấu có thể thiết kế thành giá nâng chuyên dụng.

Giá nâng phải có đủ độ cứng, phải dựa vào tải trọng đứng và ngang thực tế để tính toán khả năng chịu lực của giá. Giá nâng phải chịu được toàn bộ tải trọng đứng, thông qua gờ trên, gờ dưới vươn ra phía trong của trụ đứng để đỡ vòng găng trên và dưới gờ vươn ra phía ngoài trực tiếp liên kết các dầm (hoặc dàn) của sàn thao tác, hoặc các giáo tam giác vươn ra phía ngoài với nhau. Trụ hai bên của giá nâng dưới tác động của lực đẩy ngang do vòng găng truyền đến tính theo dầm công xon: dầm ngang là gối, liên kết giữa dầm ngang và trụ đứng phải đảm bảo đủ độ cứng. Dưới tác động của tải trọng thi công, biến dạng trên của trụ đứng  $\leq 2\text{mm}$ .

Nếu độ cứng của điểm liên kết dầm ngang và trụ đứng giá nâng hình chữ  $\Pi$  không đủ thì có thể dùng biện pháp tăng chiều rộng mặt bên của trụ đứng hoặc tăng thanh chống góc để tăng độ cứng liên kết chúng.

Trụ đứng có thể làm bằng thép góc, thép I hoặc ống thép. Nếu muốn tăng độ cứng ngang của chúng thì có thể dùng trụ đứng dạng dàn bằng thép hình.

Trên trụ đứng có thể bố trí cần điều chỉnh thiết bị để thuận lợi cho việc điều chỉnh độ côn của ván khuôn và kích thước tiết diện của kết cấu.

Dầm ngang của giá nâng chủ yếu do độ lớn tổng tải trọng nâng thiết kế quyết định, nhưng nói chung nên làm bằng hai thép hình để trên đó lắp kích được thuận lợi. Dầm ngang và trụ đứng dùng bulông liên kết, thông qua liên kết vị trí các lỗ bulông khác nhau của trụ đứng và dầm để điều chỉnh khoảng cách giữa hai mặt trụ đứng cho phù hợp yêu cầu chiều dày vách khác nhau.

Trụ đứng và dầm ngang liên kết thành góc vuông, đường tim của chúng phải trên cùng một mặt phẳng. Chiều cao thông thủy giữa đỉnh ván khuôn tới đáy dầm ngang của giá nâng  $\geq 500\text{mm}$  đối với kết cấu có cốt thép.

#### 4) Hệ thống sàn nâng chủ yếu, tác dụng và yêu cầu thiết kế của chúng

Hệ thống sàn nâng chủ yếu gồm các sàn thao tác, sàn phụ, giàn giáo treo trong và ngoài.

##### a) Sàn thao tác (còn gọi là sàn chính)

Sàn thao tác là mặt bằng dùng để buộc cốt thép, dựng ván khuôn, lắp đặt ván khuôn lỗ cửa, lắp đặt các đường ống điện nước chôn sẵn, đổ bê tông và dự trữ vật tư.

Thiết kế sàn thao tác, phải dựa vào đặc điểm của kết cấu công trình, tình trạng chịu lực của sàn, phương pháp công nghệ thi công kết cấu ván khuôn trượt và và điều kiện thi công để chọn mặt bằng cũng như hình thức kết cấu sàn hợp lý.

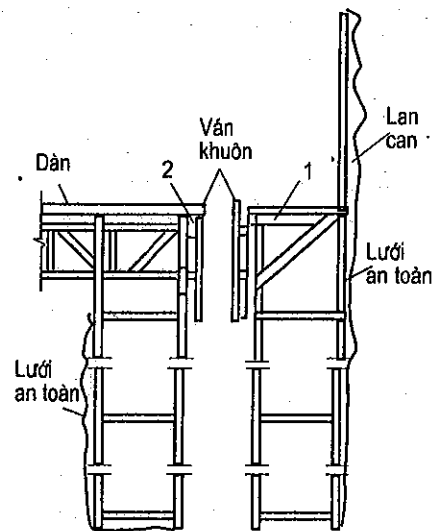
Nếu khẩu độ của sàn tương đối lớn, dầm chính của sàn có thể thiết kế thành dạng dàn và phải liên kết thành một khối với giá nâng. Giữa các dàn phải bố trí các thanh chống đứng và ngang để tăng độ cứng tổng thể của sàn.

Dựa theo yêu cầu thi công, sàn thao tác có thể thiết kế liên khối hoặc chia mảng. Sàn thao tác chia mảng được chia giữa các giá nâng. Sàn thao tác liên khối thông qua liên kết cứng giữa dầm dọc, dầm ngang của sàn với giá nâng để liên kết sàn thao tác của toàn bộ công trình thành một khối.

Nếu khẩu độ nhỏ (kích thước các gian của công trình nhỏ) sàn thao tác có thể không bố trí dầm chính mà trực tiếp chống trên vòng găng hoặc phân đũa của giá nâng.

Trong quá trình trượt, phải lắp đặt dầm, sàn đúc sẵn hoặc tiến hành thi công sàn đổ tại chỗ. Tấm lát của sàn thao tác mỗi gian phải thiết kế thành tấm phủ linh hoạt có thể tháo dỡ, để thuận lợi cho việc cầu, lắp đặt cấu kiện đúc sẵn và việc vận chuyển, lắp đặt các vật liệu ván khuôn cốt thép, bê tông và đổ bê tông của tấm sàn đổ tại chỗ.

b) Sàn phụ: Nếu cần bố trí các thiết bị vận chuyển đứng (như cầu tháp, thành chống...) trên sàn khi cần để thiết bị, máy móc, hoặc vận chuyển vật liệu trên mặt bằng,



Hình 1.68. Giáo treo

a) Giáo treo trong; b) Giáo treo ngoài.

1. giáo tam giác thuộc giáo treo ngoài;  
2. vòng găng nằm trên giáo treo trong.

cân bố trí sàn thao tác phụ (như đường để vận chuyển ngang cho xe đẩy bê tông). Sàn phụ phải dựa vào tải trọng thực tế và đặc điểm chịu lực để thiết kế.

#### c) Giáo treo trong, ngoài

Giáo treo trong, ngoài chủ yếu dùng trong quá trình trượt, sửa chữa, bảo dưỡng mặt vách sau khi tách ra khỏi khuôn, sửa chữa ván khuôn, kiểm tra chất lượng. Giáo treo trong liên kết với giá nâng hoặc dàn sàn thao tác, giáo ngoài treo liên kết với giá tam giác, sàn của phần vươn ra của giá nâng. Chiều rộng ván lát của giá treo thường từ 500 - 800mm. Nếu tường ngoài vừa trượt, vừa xoa mặt, thì có thể thiết kế thành giá treo ngoài hai tầng. Việc thiết kế và tính toán giáo treo trong và ngoài phải tham khảo tải trọng nêu ở trên.

### B. Cách lấy giá trị tải trọng thiết kế ván khuôn trượt

1) Hệ thống ván khuôn (bao gồm ván khuôn, vòng găng, giá nâng). Trọng lượng bản thân, tính toán theo trọng lượng thực tế.

2) Hệ thống sàn (bao gồm sàn thao tác trong, sàn vươn ra ngoài, giàn giáo treo trong ngoài). Trọng lượng bản thân, tính toán theo trọng lượng thực tế.

3) Tải trọng thi công trên sàn, bao gồm người thi công, công cụ và vật liệu đặt trên đó có thể tham khảo các số liệu sau:

Khi thiết kế tấm lát sàn và xà:  $2500\text{N/m}^2$ ; khi thiết kế dầm của sàn:  $1500\text{N/m}^2$ ; khi thiết kế vòng găng và giá nâng:  $1000\text{N/m}^2$ ; khi tính số lượng ty kích:  $1000\text{N/m}^2$ ; khi thiết kế giá treo trong, ngoài (sửa chữa khối vách, bảo dưỡng thiết bị trượt):  $500 - 1000\text{N/m}^2$ .

Nếu trên sàn đặt xe đẩy, thùng treo, trạm điều khiển áp lực dầu, máy hàn điện, thang treo, cầu tháp thì tính tải trọng thiết kế theo trọng lượng thực tế. Nếu muốn dùng sàn thao tác làm ván khuôn đổ tại chỗ (công nghệ hạ khuôn) thì phải tiến hành tính toán lại và gia cố sàn thao tác, về mặt cấu tạo phải xem xét biện pháp tháo dỡ giữa sàn thao tác và vòng găng, bộ phận nâng, giá đỡ.

4) Khi dầm bê tông, ván khuôn chịu áp lực bên nhất định, với chiều cao đổ khoảng 80cm (giai đoạn bắt đầu trượt) thì áp lực bên của ván khuôn phân bố như hình 11-50, hợp lực của áp lực bên lấy  $6\text{kN/m}$ , điểm tác động của hợp lực ở vào điểm khoảng  $2/5H$ .

5) Lực cản ma sát giữa ván khuôn và bê tông do loại bê tông khác nhau mà khác nhau. Đối với ván khuôn thép:  $1,5 - 3\text{ kPa}$  ( $1,5\text{kPa}$  - lực cản ma sát ở giai đoạn trượt bình thường;  $3\text{kPa}$  - lực cản ma sát gian đoạn bắt đầu trượt). Nói chung lấy lực cản ma sát giai đoạn bắt đầu trượt làm tải trọng thiết kế. Đối với các loại ván khuôn khác phải làm thí nghiệm để xác định lực cản ma sát của nó.

6) Đối với công trình xây dựng tháp cao hoặc thi công bằng biện pháp trượt không, còn nên xem xét tải trọng gió ảnh hưởng để sàn ván khuôn trượt.

#### 1.4.4.2. Tính toán ván khuôn trượt

##### A. Tính toán chiều dày tối thiểu của kết cấu khi trượt

Trong quá trình trượt xuất hiện lực ma sát giữa thành ván khuôn và bê tông. Giá trị lực ma sát này phụ thuộc vào vật liệu làm ván khuôn và độ dính bám của vữa bê tông lên

bê mặt ván khuôn. Theo thực nghiệm lực ma sát có trị số lớn hơn nhiều trọng lượng của toàn hệ ván khuôn, vì vậy công nghệ ván khuôn trượt coi trọng việc khắc phục lực cản ma sát này. Khi trượt, sự phá huỷ của bê tông trong ván khuôn trượt có thể xảy ra tại tiết diện bất kỳ, khi ở đó xuất hiện lực ma sát  $F$ . Lực ma sát này có xu hướng nâng bít bê tông lên và nếu giá trị của chúng lớn hơn trọng lượng bê tông thì bê tông sẽ bị kéo lên gây hiện tượng nứt ngang.

Nguyên nhân chủ yếu của hiện tượng này là do bê tông mới đổ chưa đủ khả năng chịu kéo và sự dính kết giữa bê tông và thép chưa hình thành.

Thực tế thiết kế và thi công, thường cấu tạo ván khuôn trượt có độ vát hình côn nên sự phá huỷ của bê tông thường chỉ xảy ra tại chỗ có khe hở giữa bê tông và ván khuôn tại vị trí nối tiếp A-A, lực ma sát này chỉ xuất hiện đoạn phía trên vị trí nối tiếp A-A.

Điều kiện để bê tông không bị nứt ngang là trọng lượng bê tông  $G$  phải đủ lớn để thắng được lực ma sát  $F$ .

Trọng lượng bê tông  $G$  phụ thuộc chủ yếu vào chiều dày kết cấu, nên khi kết cấu có chiều dày lớn thì xác suất phá hoại do nứt ngang nhỏ. Để bê tông mới đổ không bị kéo lên theo ván khuôn cần phải đảm bảo điều kiện  $G \geq 2F$ .

*Ví dụ 1:* Tính chiều dày tối thiểu của tường bê tông trượt khi ván khuôn tường bằng thép có chiều dài 1m, phạm vi xuất hiện lực ma sát  $F$  có chiều cao  $h$ , dung trọng của bê tông là  $\gamma_0$ .

a) Nếu coi  $h$  là chiều cao xuất hiện lực ma sát:

Với điều kiện  $G \geq 2F$

trong đó:  $\gamma_0$  dung trọng của bê tông lấy là  $2400 \text{ daN/m}^3$

Lực ma sát giữa ván khuôn thép và bê tông là  $1,5+3\text{kN/m}^2$

$$G = \gamma_0 \cdot h \cdot d = 2400 \cdot h \cdot d \text{ (daN)}$$

$$F = 150 \cdot h$$

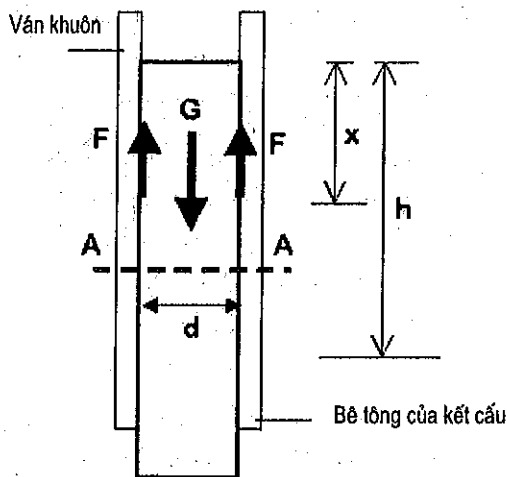
Ta có:  $2400 \cdot h \cdot d \geq 2 \cdot 150 \cdot h$

$$d \geq 0,125\text{m}$$

Như vậy chiều dày tối thiểu  $d_{\min} \geq 12\text{cm}$

b) Nếu coi  $h$  là chiều dày lớp đổ bê tông cuối cùng:

Trên phương diện lý thuyết lực ma sát  $F$  phụ thuộc vào lực đẩy ngang của vữa bê tông lên thành ván khuôn trượt:



Hình 1.69. Tính chiều dày kết cấu khi trượt

$$F = f.P = f.(\gamma_0.h^2/2)$$

Suy ra:

$$G = \gamma_0.h.d \geq 2F = 2.f.(\gamma_0.h^2/2)$$

$$\gamma_0.h.d \geq f.\gamma_0.h^2$$

$$d \geq f.h \text{ (cm)}$$

Lập bảng quan hệ giữa  $d_{\min}$  (chiều dày tối thiểu của kết cấu) với  $h$  (chiều cao lớp đổ bê tông) và  $f$  (hệ số ma sát) như bảng 1.26.

**Bảng 1.26: Quan hệ giữa  $d_{\min}$  với  $h$  và  $f$**

| $h$ (cm) | $f$  | $d_{\min}$ (cm) |
|----------|------|-----------------|
| 20       | 0,4  | 8               |
|          | 0,6  | 12              |
| 30       | 0,37 | 11,1            |
|          | 0,4  | 12              |
|          | 0,6  | 18              |
|          | 0,83 | 25              |

Trong thực tế, chiều dày tối thiểu của tường không chỉ phụ thuộc vào dung trọng của bê tông, hệ số ma sát của ván khuôn và chiều cao lớp bê tông đổ mà nó còn phụ thuộc vào nhiệt độ không khí, môi trường và thành phần cấp phối bê tông. Để đảm bảo an toàn thường lấy  $d_{\min}$  lớn hơn 12cm (*Quy phạm Liên Xô (cũ) các kết cấu bê tông cốt thép trượt thông thường nếu tính ra  $d_{\min} = 12\text{cm}$  người ta thường lấy  $d_{\min} = 15\text{cm}$ , ở Đức quy định  $d_{\min} = 14\text{cm}$ , Trung Quốc lấy  $d_{\min} = 15\text{cm}$ . Khi áp dụng những biện pháp đặc biệt trong thi công trượt thì cũng có thể chọn  $d_{\min}$  mỏng hơn. Tại Anh trượt thân tháp nước có chiều dày 10cm, ở Pháp trượt xilô có chiều dày 9cm).*

*Ví dụ 2: Xác định kích thước tiết diện cột tối thiểu khi trượt*

Trường hợp trượt cột để bê tông mới đổ không bị kéo lên theo ván khuôn cần phải đảm bảo điều kiện  $G \geq F$ .

a) Đối với cột hình vuông cạnh là  $a$  (ván khuôn thép có lực ma sát là  $1,5 \div 3\text{kN/m}^2$ )

$$G = 2400.a^2.h$$

$$F = f.4a.h = 150.4a.h = 600.a.h$$

Từ điều kiện:  $G \geq F$  suy ra  $a_{\min} \geq 0,25\text{m}$  hay 25cm

b) Đối với cột chữ nhật cạnh  $a$  và  $b$  (ván khuôn thép có lực ma sát là  $1,5 \div 3\text{kN/m}^2$ )

$$G = 2400.a.b.h$$

$$F = f.4a.h = 150.2(a + b).h$$

Từ điều kiện:  $G \geq F$  suy ra:  $a.b/2(a + b) \geq 0,0625$

Theo quy định của Rumani và Trung Quốc kích thước tối thiểu của cột khi thi công bằng ván khuôn trượt không nên lấy nhỏ hơn 30cm.

### B. Các tải trọng tác dụng lên hệ ván khuôn trượt

Tải trọng tác dụng lên hệ ván khuôn trượt gồm hai loại: tải trọng cơ bản và tải trọng ngẫu nhiên, được thể hiện trong bảng 1.27.

**Bảng 1.27. Tải trọng cơ bản và tải trọng ngẫu nhiên**

| Loại                 | Nội dung chính               | Nội dung chi tiết của từng tải trọng  |
|----------------------|------------------------------|---|
| Tải trọng cơ bản     | Tải trọng bản thân           | - Trọng lượng bản thân các bộ phận tính toán<br>- Trọng lượng bản thân các bộ phận và chi tiết mà các bộ phận tính toán trên phải mang  |
|                      | Hoạt tải dài hạn             | - Áp lực ngang của vữa bê tông khi đổ và đầm<br>- Lực ma sát giữa bê tông và ván khuôn<br>- Tải trọng do người và công cụ lao động<br>- Tải trọng do vật liệu<br>- Tải trọng do máy móc, thiết bị |
|                      | Hoạt tải ngắn hạn            | - Tải trọng người<br>- Tải trọng vật liệu<br>- Tải trọng động khi bốc xếp vật liệu  |
| Tải trọng ngẫu nhiên | Tải trọng ngẫu nhiên         | - Tải trọng gió<br>- Lực dính giữa ván khuôn và bê tông (phát sinh do ngừng trượt)<br>- Phân lực ma sát tăng thêm (phát sinh do các hiện tượng hư hỏng)<br>- Tải trọng sinh ra do trượt kích      |
|                      | Tải trọng đặc biệt nguy hiểm | - Tải trọng sinh ra do một bộ phận kích bị hư hỏng<br>- Hai kích liên nhau bị hỏng  |

#### 1) Tính toán áp lực ngang của vữa bê tông lên ván khuôn

Nhiều yếu tố như:

- Tốc độ trượt;
- Độ sụt và nhiệt độ của bê tông;
- Chiều cao của mỗi lớp đổ;
- Phương pháp đầm bê tông;
- Chiều cao của phần bê tông được ép giữ trong ván khuôn;
- Loại ximăng và thời gian đông kết của bê tông;
- Chiều dày kết cấu.

Ngoài ra giá trị này còn phụ thuộc vào loại công trình, loại ván khuôn và giai đoạn thi công. Mỗi quốc gia có một phương pháp xác định giá trị này riêng.

#### a) Theo tài liệu của Rumani và Cộng hoà dân chủ Đức

Khi đầm rung thay đổi theo dạng đường cong, phân trên trùng với áp lực thủy tĩnh, giá trị lớn nhất cách mặt bê tông là 1/3 chiều cao lớp đổ. Khi tính toán biểu đồ được quy về dạng hình thang. Theo T. Dinescu thì:



- Áp lực thủy tĩnh ở vị trí  $h/3$ :  $P_{\alpha} = 800h \text{ daN/m}^2$

- Áp lực ngang tối đa:  $P_{\max} = 1,25 P_{\alpha} = 1000h \text{ daN/m}^2$

- Lực đẩy ngang tổng cộng:

$$P_H = P_{\max} \cdot h \cdot 2/3 = (2/3) \cdot 1000h^2 \text{ daN/m}$$

- Lực ma sát:  $F = f \cdot P_H = 2000 \cdot f \cdot h^2/3 \text{ daN/m}$

b) Theo tiêu chuẩn của Mỹ

Xác định áp lực ngang của vữa bê tông tính theo công thức:

$$P = 488(962V/(32+1,8T)) \text{ daN/m}^2$$

Công thức trên được xây dựng với giả thiết ván khuôn trượt có chiều cao từ 1,05 ÷ 1,35m; chiều dày mỗi lớp đổ từ 15 ÷ 25cm và đầm bằng đầm chấn động. Do công thức đề cập đến yếu tố thay đổi về tốc độ đổ bê tông và nhiệt độ của vữa bê tông nên ý nghĩa thực tiễn của công thức được đánh giá cao.

c) Theo Quy phạm Liên Xô (cũ)

Công thức tính toán:  $P = \gamma \cdot h = 2400 \cdot 0,5 = 1200 \text{ daN/m}^2$  với  $V = 0,5 \text{ m/h}$

Do vậy:  $P_H = P \cdot h/2 = 300 \text{ daN/m}$

Công thức trên chưa kể đến tải trọng động do đầm rung hay đổ bê tông vào ván khuôn. Nên:

- Nếu đổ bằng ben có dung tích  $0,2\text{m}^3$  thì áp lực ngang sẽ là  $P = 1400 \text{ daN/m}^2$  và lực đẩy tổng cộng  $P_H = 500 \text{ daN/m}$ ;

- Nếu đổ bằng bơm thì áp lực ngang sẽ là  $P = 1600 \text{ daN/m}^2$  và lực đẩy tổng cộng  $P_H = 700 \text{ daN/m}$ .

Lực ma sát tính theo hệ số sẽ nằm trong khoảng 190 - 415 daN/m và lấy trung bình là 300 daN/m.

d) Theo Quy phạm GBJ của Trung Quốc

Theo T. Dinescu thì sự phân bố áp lực ngang của vữa bê tông lên ván khuôn trượt có dạng gần giống với quan niệm của Quy phạm GBJ. Giá trị áp lực tính ở giai đoạn bắt đầu trượt với  $h = 80\text{cm}$ , điểm tác dụng của hợp lực tại vị trí  $0,6h = 48\text{cm}$  từ mặt bê tông đổ, áp lực tối đa:  $P_H = 500 \div 600 \text{ daN/m}$ .

Nếu kể đến tải trọng do đổ bê tông bằng ống vòi voi, bằng máy bơm hay bằng ben có dung tích dưới  $0,2\text{m}^3$  thì  $P_H = 700 \div 800 \text{ daN/m}$ .

Lực ma sát giữa ván khuôn thép và bê tông lấy theo quy định là  $F = 150 \div 300 \text{ daN/m}$ .

Nếu tính theo công thức hệ số ma sát ta sẽ có:

- Với  $f = 0,38$  thì  $F = 190 \div 228 \text{ daN/m}$ ;

- Với  $f = 0,60$  thì  $F = 300 \div 360 \text{ daN/m}$ ;

- Với  $f = 0,83$  thì  $F = 415 \div 498 \text{ daN/m}$ .

### 2) Sự dính bám, phân lớp và đóng rắn của bê tông trong ván khuôn trượt

Trong công nghệ thi công ván khuôn trượt việc nâng tách ván khuôn được tiến hành liên tục và thường xuyên. Bê tông được ép giữ trong ván khuôn thường nằm ở vị trí  $0,6 \pm 0,8$  chiều cao của tấm ván khuôn trượt, tức là khối lượng đổ bê tông khoảng từ 4 ÷ 8 giờ.

Để đảm bảo việc nâng được dễ dàng người ta cấu tạo ván khuôn trượt có một độ dốc nhỏ (hình côn), khi nâng ván khuôn liên tục với tốc độ  $12 \div 15\text{cm/h}$  vữa bê tông đổ sẽ gồm 4 lớp có sự đông kết khác nhau:

- **Lớp I: Bê tông tươi:** Đây là lớp vữa bê tông dẻo mới đổ được bám dính chặt vào thành ván khuôn. Lực bám dính này khá lớn. Mặt ngoài của bê tông chỗ tiếp xúc với ván thành là lớp màng vữa xi măng có lẫn bọt khí. Khi nâng ván khuôn, lớp bê tông giáp với ván thành có thể bị đẩy trượt lên trên.

- **Lớp II: Bê tông đang ninh kết:** Sau khi đã đổ bê tông được 2 ÷ 4 giờ, sự tiếp xúc giữa ván thành và lớp vữa bê tông đã bị phá vỡ do ván khuôn đã trượt qua và vữa bê tông đã bắt đầu đông kết nên thể tích bị co lại, giai đoạn này vữa bê tông có tính đàn hồi dẻo. Đồng thời do trọng lượng của lớp I nén xuống nên lớp II bị phình ra chèn ép vào thành ván khuôn tạo ra lực ma sát ngoài (ma sát khô) gây cản trở cho việc nâng ván khuôn.

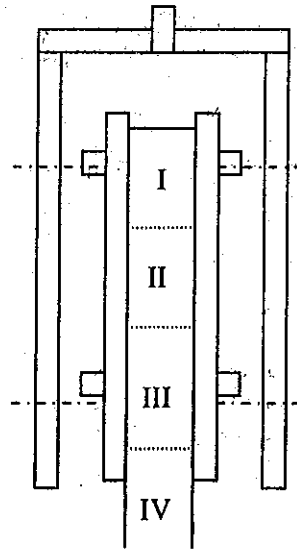
- **Lớp III: Bê tông đã đông kết xong:** ở lớp này hầu như không có sự tiếp xúc giữa ván thành và bê tông do bê tông đã ninh kết xong và do ván khuôn có cấu tạo hình côn nên ván khuôn và bê tông đã có khe hở. Ván thành lúc này chỉ đóng vai trò bảo vệ bê tông, ngăn ngừa các tác động của môi trường xung quanh ảnh hưởng đến sự đông kết và phát triển của cường độ bê tông cũng như các tác động cơ học ngẫu nhiên khác.

- **Lớp IV: Bê tông ra khỏi ván khuôn trượt:** đây là lớp bê tông đã ra khỏi ván khuôn trượt, cường độ của bê tông đạt từ  $4 \div 8 \text{ daN/cm}^2$ . Lớp bê tông này đủ khả năng tự mang được trọng lượng bê tông ở phía trên và đủ khả năng giữ cho thanh trụ kích làm việc bình thường, không bị biến dạng. Bê tông ở lớp này cần được bảo dưỡng theo chế độ thích hợp.

### 3) Yêu cầu cường độ bê tông khi ra khỏi ván khuôn trượt

Quá trình đông cứng cũng như sự phát triển cường độ của bê tông trong ván khuôn trượt khác các điều kiện bình thường. Muốn bê tông khi ra khỏi ván khuôn trượt vẫn giữ ổn định được hình dáng và giữ chặt được ty kích thì yêu cầu bê tông phải đạt được một cường độ nhất định, nghĩa là bê tông phải có một thời gian đông kết nhất định.

Sự phát triển cường độ của bê tông phụ thuộc vào sự đông kết của xi măng, nhiệt độ, độ ẩm của môi trường, điều kiện bảo dưỡng và các yếu tố thiên nhiên khác. Thông thường đối với vùng khí hậu nóng, bê tông đạt cường độ  $5 \text{ daN/cm}^2$  vào khoảng từ 4÷6



Hình 1.70: Bốn lớp bê tông

giờ (theo tài liệu nghiên cứu của nước ngoài). Với điều kiện khí hậu nóng ẩm của nước ta, theo TCVN5592:1991 về bảo dưỡng ẩm tự nhiên cho bê tông nặng thì thời gian để bê tông đạt được cường độ  $5 \text{ daN/cm}^2$  vào khoảng từ 2,5÷5 giờ vào mùa hè.

Yêu cầu để bê tông ra khỏi được ván khuôn trượt là:

- Phải chịu được tải trọng bản thân của chính nó ( $R_b \geq 0,025 \text{ daN/cm}^2$ );
- Phải giữ chặt được thanh ty kích;
- Phải chịu được các ảnh hưởng khác của thời tiết, khí hậu và điều kiện thi công.

Tham khảo tài liệu nước ngoài cho ta thấy:

+ Theo Quy phạm GBJ 113-87 thì cường độ bê tông ra khỏi ván khuôn nên không chế trong phạm vi 2÷4  $\text{daN/cm}^2$  (tối đa có thể là 4÷8  $\text{daN/cm}^2$ );

+ Theo tài liệu của Rumani bê tông trong ván khuôn trượt có thời gian đông kết ban đầu khoảng 1,5÷2 giờ và kết thúc chậm nhất không quá 4÷6 giờ sau khi trộn. Về mặt cường độ yêu cầu phải phát triển nhanh trong những giờ đầu để có thể đạt 1,5÷2  $\text{daN/cm}^2$  trong thời gian từ 4÷8 giờ sau khi đổ bê tông.

+ Theo tài liệu của Liên Xô (cũ): xi măng sử dụng trong thi công ván khuôn trượt thường có thời gian đông kết đạt từ 3÷6 giờ.

Bê tông ra khỏi ván khuôn thường sau 1÷2 giờ kể từ lúc bắt đầu đông kết, thời điểm này cũng chính là lúc sắp kết thúc quá trình đông kết của bê tông.

Việc bảo dưỡng ban đầu với vùng khí hậu nóng sẽ kết thúc khi cường độ của bê tông đạt  $5 \text{ daN/cm}^2$ .

### C. Tính toán tốc độ trượt

Công nghệ thi công bằng ván khuôn trượt có ưu điểm nổi bật là tốc độ thi công nhanh, kết cấu bê tông được nâng dần lên cao theo tốc độ nâng lên của ván khuôn. Tốc độ nâng lên đó gọi là tốc độ trượt - tính theo cm/h hoặc m/ngày.

Trong quá trình thi công để nâng cao chất lượng, thuận lợi trong thi công và hạ giá thành công trình bằng ván khuôn trượt thì tốc độ trượt cần phải được tính toán hợp lý, tốc độ đó gắn với tốc độ trượt cho phép lớn nhất ( $V_{max}$ ). Tốc độ trượt cho phép lớn nhất này được tính toán dựa vào sự đông kết của bê tông (phụ thuộc vào loại xi măng dùng để trộn bê tông, nhiệt độ, độ ẩm môi trường và nhiệt độ của vữa bê tông lúc đổ). Ngoài ra tốc độ trượt còn phụ thuộc vào tiến độ thi công, các điều kiện cung cấp vật tư, nhân lực, phương tiện thi công.

Tốc độ trượt là nhân tố quan trọng quyết định tới hiệu quả của hệ thống trượt vì:

- Nếu tốc độ trượt nhỏ hơn tốc độ cần thiết thì làm mất tính liên khối của công trình, làm tăng lực ma sát, lực dính giữa bê tông và ván khuôn. Do đó khi nâng ván khuôn lên (lúc vùng bê tông đã bị cứng) sẽ gây nên các khuyết tật, các vết nứt ngang, khó hướng ván khuôn trượt tiến theo chiều thẳng đứng, dẫn đến những sự cố làm hư hỏng thậm chí phá huỷ kết cấu bê tông;

- Nếu tốc độ trượt lớn hơn tốc độ cần thiết, thời gian đông rắn của bê tông trong ván khuôn còn ít, bê tông chưa đạt tới cường độ ra khỏi ván khuôn, thậm chí còn ở trạng thái dẻo, khi ván khuôn trượt lên, bê tông không thể giữ được hình dáng mà sạt lộn xuống.

Tính toán tốc độ trượt phải dựa vào các yếu tố sau:

- Khả năng tổ chức thi công trên công trường;
- Khống chế theo thời gian đông kết của vữa bê tông;
- Khống chế theo khả năng chịu lực của ty kích;
- Ổn định tổng thể của công trình trong quá trình thi công.

#### 1) Tốc độ trượt phụ thuộc vào khả năng tổ chức thi công trên công trường

Thi công ván khuôn trượt đòi hỏi phải tổ chức thi công rất khoa học, đồng bộ và nhịp nhàng tất cả các quá trình, không được mất cân đối một quá trình nào. Việc lựa chọn phương tiện vận chuyển, việc cung cấp nguyên vật liệu, nhu cầu nhân công, thành phần tổ đội công nhân..., phải đáp ứng đầy đủ, kịp thời và chính xác.

Khi dự trù về số lượng phương tiện vật tư kỹ thuật, vật liệu, nhân lực... cho phép tăng 1,3 lần so với tốc độ trượt trung bình cho phép.

Tốc độ trượt tính toán phải phù hợp với khả năng và tốc độ đổ bê tông thực tế của công trường.

#### 2) Tính toán tốc độ trượt phải được khống chế theo thời gian đông kết của vữa bê tông

Bê tông trong ván khuôn trượt (nằm trong khoảng 2/3 chiều cao của ván khuôn) muốn tách ra được phải có đạt được cường độ theo quy định. Nên tốc độ trượt khống chế theo cường độ bê tông ra ngoài ván khuôn cũng chính là tốc độ khống chế theo thời gian đông kết của vữa bê tông. Tốc độ này được xác định theo công thức:

$$V = V_{\max} = (H - h - a)/T$$

trong đó:

$V_{\max}$  - tốc độ trượt lớn nhất cho phép (cm/h);

H - chiều cao của ván khuôn trượt (cm);

h - chiều dày của mỗi lớp đổ bê tông (cm);

a - khoảng cách từ mặt bê tông đổ đến mép trên của ván khuôn (5÷10cm);

T - thời gian cần thiết để bê tông có thể trượt ra khỏi ván khuôn (h).

Trường hợp trượt thông thường, chiều cao ván khuôn là 1,2m, chiều dày mỗi lớp đổ bê tông là 15÷20cm, tốc độ trượt lớn nhất là:

$$V_{\max} = (85 \div 95)/T \quad (\text{cm/h})$$

Nếu sử dụng ximăng P.400 để trộn bê tông, lập bảng mối quan hệ giữa nhiệt độ khí trời, thời gian cần thiết cho sự đông cứng của bê tông và tốc độ trượt cho phép (bảng 1.28).

**Bảng 1.28: Quan hệ giữa nhiệt độ - thời gian đông cứng và tốc độ trượt cho phép**

| Nhiệt độ không khí (°C) | T (giờ) | V <sub>max</sub> (cm/h) |
|-------------------------|---------|-------------------------|
| 5                       | 12-14   | 7,9-6,2                 |
| 10                      | 9-11    | 10,3-7,7                |
| 15                      | 7-8,4   | 13,3-10,1               |
| 20                      | 5,7-7   | 16,6-12,1               |

3) *Tính toán tốc độ trượt phải được khống chế theo khả năng chịu lực của ty kích*

Ngoài việc đảm bảo thời gian đông kết của bê tông, khi tính toán tốc độ trượt phải đảm bảo để thanh ty kích làm việc không vượt quá khả năng chịu lực của nó, tức là phải tính toán để ngăn ngừa sự mất ổn định của ty kích khi nâng trượt.

Khả năng chịu lực của ty kích liên quan đến liên quan đến độ đông cứng của bê tông, độ mảnh của thanh ty kích, cách liên kết cố định tổng thể của toàn hệ. Khi khống chế theo khả năng chịu lực của ty kích, tốc độ trượt được xác định cụ thể trong các trường hợp:

a) Trường hợp ty kích không có khả năng mất ổn định thì tốc độ trượt V được xác định theo điều kiện khống chế của cường độ bê tông ra khỏi ván khuôn:

$$V = V_{\max} = (H - h - a) / T \quad (\text{cm/h})$$

b) Trường hợp ty kích chịu nén có khả năng mất ổn định thì tốc độ trượt V phải được tính toán khống chế theo khả năng chịu lực có xét đến ổn định của thanh ty kích:

$$V = \{ 10,5 / (T \sqrt{k \times P}) \} + (0,6 / T)$$

trong đó:

P - tải trọng tác động lên một thanh ty kích (kN);

T - thời gian cần thiết để bê tông có thể đạt được cường độ 7-10 daN/cm<sup>2</sup> trong điều kiện thời tiết trung bình của ca làm việc được xác định theo thực nghiệm.

k - hệ số an toàn (thường lấy k = 2).

**Ghi chú:**

- Nếu cường độ bê tông ra khỏi ván khuôn thấp hơn cường độ quy định hay phần bê tông ở dưới không đạt được yêu cầu ngàm chắc đối với thanh ty kích thì sau khi ra khỏi ván khuôn, bê tông sẽ không giữ được hình dạng của mình mà sẽ bị rơi dưới tác động của trọng lượng bản thân và sẽ làm cho ván khuôn trượt "trượt không" ty kích sẽ bị uốn cong và mất ổn định;

- Trường hợp phần ty kích ở trong ván khuôn không bị cong do lực ma sát và cốt thép giữ được, nhưng phần bê tông phía dưới ván khuôn chưa đạt cường độ giữ ty kích chèn rơi gây mất ổn định.

4) *Tính toán tốc độ trượt phải xét đến sự ổn định tổng thể của công trình trong quá trình thi công*

Khi xét đến sự ổn định tổng thể của kết cấu công trình trong quá trình thi công, chọn tốc độ trượt phải chú ý đến tốc độ trượt cho phép lớn nhất và nhỏ nhất.

- Tốc độ trượt cho phép lớn nhất ( $V_{max}$ ) xác định từ điều kiện khống chế cường độ bê tông khi ra khỏi ván khuôn. Tốc độ trượt tối đa về mặt lý thuyết có thể đạt tới 100cm/h, nhưng trong quá trình thi công còn phải buộc cốt thép và thực hiện một số công việc khác nên tốc độ trượt tối đa bị giảm đi nhiều. Đối với những công trình có mặt bằng đơn giản và quy mô không lớn như xi-lô đơn, trụ cầu, tốc độ trượt tối đa có thể đạt tới 30-35cm/h tức là 7-9m/ngày.

- Tốc độ trượt cho phép nhỏ nhất ( $V_{min}$ ) khống chế theo điều kiện để bê tông không bị dính bám vào ván khuôn trượt. Tốc độ  $V_{min}$  là tốc độ phải đảm bảo để nếu khi nhiệt độ  $t < 15^{\circ}\text{C}$  phải thực hiện được hai lần nâng trong một giờ và khi nhiệt độ  $t \geq 15^{\circ}\text{C}$  phải thực hiện được ba lần nâng trong một giờ. Trong bất kỳ trường hợp nào cũng không được phép nâng trượt ván khuôn với tốc độ nhỏ hơn  $V_{min}$ .

Theo tính toán ở nhiệt độ  $t \geq 15^{\circ}\text{C}$  thì  $V_{min}$  là 5cm/h và ở Liên Xô (cũ) quy định  $V_{min} = 8\text{cm/h}$ , ở Đức lấy  $V_{min}$  là 5cm/h.

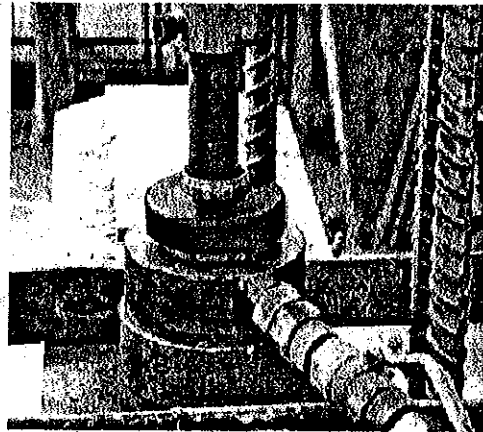
#### 1.4.4.3. Yêu cầu cơ bản khi thiết kế và đặc điểm bố trí, lắp đặt ty kích, kích nâng khi trượt khung - vách cứng

##### A. Những yêu cầu cơ bản khi chọn và thiết kế ty kích

###### 1) Quy cách cấu tạo của ty kích

Thanh trụ kích (hay còn gọi là ty kích): làm nhiệm vụ tỳ kích và tiếp nhận toàn bộ tải trọng tác động từ khung kích và truyền lực xuống kết cấu bê tông đã đông cứng và chính kết cấu này sẽ giữ cho ty kích không bị chuyển dịch hoặc biến dạng khi bị uốn dọc.

Ty kích làm bằng thép tròn trơn có cường độ cao, thép kéo nguội ( $\approx 4000 \text{ daN/cm}^2$ ), hệ số kéo dài khống chế trong khoảng 2 - 3%, kích thước thường là  $\Phi 25 \div 32\text{mm}$  (cá biệt có khi đến 50mm). Nếu dùng kích nâng có tấm nệm thì ty kích có thể dùng thép gai.



Hình 1.71. Ty kích

Chiều dài của ty kích thường lấy bằng 1; 1/2; 1/3 chiều dài thanh thép, phổ biến là từ 2,5÷4m, đôi khi người ta dùng loại có chiều dài 1÷5m, có thể dài đến 6m, một đầu được chôn ngầm chặt trong bê tông, đầu kia xuyên qua lỗ ty kích. Cần lưu ý là các thanh ty kích đầu tiên phải có chiều dài khác nhau để đảm bảo số mối nối trên một mặt cắt ngang phải  $\leq 25\%$  theo quy phạm. Ty kích có thể nằm lại hoặc rút ra khỏi kết cấu sau khi thi công.

Trước khi sử dụng phải kiểm tra chất lượng các thanh ty kích xem có bị cong, lệch tâm, rỗ, lõm... không để xử lý. Vì những khuyết tật này sẽ ảnh hưởng đến khả năng chịu lực của hệ thống và gây khó khăn trong quá trình thi công.

Lượng thép chi phí cho ty kích phải tính toán, qua số liệu thống kê cho biết nó chiếm tỷ lệ khoảng 10-20kg thép cho 1m<sup>3</sup> bê tông. Ty kích được liên kết bằng hàn, nối kiểu chốt mộng, chốt nêm, nối vắn ren. Đầu thanh ty kích có loại đầu bằng, đầu nhọn, đầu côn, đầu vắn ren.

Độ nghiêng lệch đường kính ty kích không cho phép lớn hơn 0,5mm. Khi nối bằng ren, đường kính ren không nhỏ hơn 16mm và đoạn ren nối không nhỏ hơn 20mm.

### 2) Tính toán khả năng chịu tải của ty kích

Ty kích chịu uốn dọc do lực từ kích truyền xuống. Khả năng chịu tải của ty kích phụ thuộc vào các yếu tố: đường kính; loại thép; biện pháp kẹp giữ của kích; trạng thái chuyển vị; độ sâu ngàm giữ trong bê tông; độ dài vượt không của ty kích.

Các yếu tố trên còn sử dụng để xác định chiều dài tính toán, độ mảnh và hệ số uốn dọc của ty kích.

Trong quá trình thi công có thể xảy ra 3 trường hợp đối với ty kích:

- Trường hợp 1: cấu tạo khung kích, vắn khuôn đảm bảo độ cứng không gian, ty kích được ngàm chặt vào bê tông và ở vị trí đặt kích không có sự xô dịch (coi như ty kích được ngàm chặt cả 2 đầu), chiều dài tính toán của ty kích lấy bằng 1/2 chiều dài vượt không của ty kích ( $l_f = 0,5h$ ).

- Trường hợp 2: những công trình có mặt bằng đơn giản, kích thước tiết diện lớn (ví dụ xilô) khi trượt có thể xuất hiện xoắn và ty kích tại vị trí đặt kích có thể bị xô dịch so với tim ty kích đã ngàm trong bê tông một đoạn  $\Delta l$ . Trường hợp này độ dài tính toán của ty kích lấy bằng chiều dài vượt không của nó ( $l_f = h$ ).

- Trường hợp 3: ty kích không bị xô dịch, hệ vắn khuôn trượt không bị xoắn nhưng liên kết giữa kích và ty kích không tạo thành ngàm mà có thể chuyển động xoay. Trường hợp này độ dài tính toán của ty kích lấy bằng 0,7 chiều dài vượt không của nó ( $l_f = 0,7h$ ).

Chiều sâu đổ bê tông giữ ty kích phụ thuộc vào sự đông kết của bê tông. Vùng bê tông đủ cường độ là vùng dưới của vắn khuôn trượt.

Khả năng chịu tải của ty kích có thể tính toán theo nhiều cách, dưới đây trình bày 3 cách:

#### a) Theo quan niệm tính toán của Ole

Tải trọng thiết kế của ty kích lấy theo tổng tải trọng thiết kế của thiết bị vắn khuôn. Sức chịu tải cho phép của ty kích, với điều kiện vắn khuôn không tách khỏi kết cấu, lực gió hoặc lực ngang do sàn bị nghiêng sinh ra đều do kết cấu gánh chịu, ty kích ở trạng thái chịu lực thẳng đứng.

Sức chịu tải cho phép P của ty kích tính theo công thức Ole:

$$P = \frac{\pi^2 EI}{K(\mu L)^2}$$

trong đó:

E - mô đun đàn hồi của vật liệu ty kích;

- K - hệ số an toàn, thường lấy lớn hơn 1,8;
- $\mu$  - hệ số hiệu chỉnh độ dài tự do, lấy 0,6 - 0,7;
- L - độ dài tự do lấy chiều dài từ đầu kẹp dưới của kích đến miệng dưới của ván khuôn;
- I - mô men quán tính của tiết diện vật liệu.

Khi toàn bộ ván khuôn đều trượt không, ty kích ở vào trạng thái cân bằng. Ở trạng thái này, ngoài chịu tải trọng đứng, ty kích còn phải chịu tải trọng ngang, không còn phù hợp với công thức trong điều kiện chịu lực thẳng đứng mà cần phải gia cố hoặc dùng các biện pháp ổn định khác đối với ty kích để đảm bảo an toàn trong thi công.

Cố gắng dùng ty kích làm cốt thép chịu lực của kết cấu để tiết kiệm thép.

Để tránh phân trên ty kích mất ổn định trong quá trình thi công, trong điều kiện thi công bình thường, chiều dài cho phép vươn ra ngoài không được vượt quá các giá trị cho ở bảng sau (với ty kích thép tròn  $\Phi 25\text{mm}$ ).

|                                       |     |     |     |    |
|---------------------------------------|-----|-----|-----|----|
| Tải trọng của ty kích (kN)            | 10  | 12  | 15  | 20 |
| Chiều dài vươn ra ngoài cho phép (cm) | 152 | 134 | 115 | 94 |

**Ghi chú:** Chiều dài vươn ra ngoài cho phép (L) là khoảng cách cho phép từ đầu dưới kẹp kích đến mặt bê tông. Nó bằng khoảng cách đầu dưới kẹp kích đến miệng trên của ván khuôn cộng với chiều cao một lần nâng của ván khuôn.

Nếu sức chịu tải cho phép của kích nhỏ hơn sức chịu tải cho phép của ty kích thì tính theo sức chịu tải cho phép của kích, ngược lại tính theo sức chịu tải cho phép của ty kích.

b) Theo quan niệm tính toán dựa vào khả năng chịu lực của vật liệu

Công thức tính toán:

$$P_{\max} = 2(P_{tr} + P_{ms} + P_d)l_t \leq mP_a$$

trong đó:

$P_{\max}$  - khả năng chịu tải tối đa của ty kích (daN);

$P_{tr}$  - phản lực trên các khung kích;

$P_{ms}$  - lực ma sát giữa bê tông và ván khuôn trượt;

$P_d$  - phản lực dưới của khung kích;

$l_t$  - khoảng cách giữa các ty kích được xác định từ tính toán:

+ Đối với các kết cấu mặt bằng có dạng hình vuông hay chữ nhật thì  $l_t \leq 1,40\text{m}$ .

+ Đối với các kết cấu mặt bằng có dạng hình tròn thì  $l_t \leq 2,00\text{m}$ .

m - hệ số an toàn tính toán có kể đến các trường hợp đặc biệt nguy hiểm ( $m = 0,5$  đến  $0,75$ );

$P_a$  - khả năng chịu lực cho phép của ty kích (daN):

$$P_a = \varphi A_s \sigma_s$$

$\varphi$  - hệ số uốn dọc của ty kích;

$A_s$  - tiết diện ngang của ty kích;

$\sigma_s$  - ứng suất cho phép của loại thép chế tạo ty kích.



c) Có thể chọn trước tiết diện của ty kích, sau đó dựa vào công thức tính toán khả năng chịu tải để tìm ra khoảng cách tối đa của ty kích:

$$l_t \leq mP_a / 2(P_{tr} + P_{ms} + P_d) = m\varphi A_s \sigma_s / 2(P_{tr} + P_{ms} + P_d)$$

Tính toán dựa vào hệ số uốn dọc  $\varphi$  của ty kích, để xác định được  $\varphi$  cần biết được độ mảnh  $\lambda$  của ty kích.

$$1\varphi = f(\lambda)$$

$$\lambda = l_t / i$$

trong đó:

$l_t$  - độ dài tính toán của ty kích phụ thuộc vào điều kiện cấu tạo và làm việc (có thể lấy bằng 0,5; 0,7 hoặc 1,0 chiều dài vượt không của ty kích - như 3 trường hợp trình bày ở trên).

$i$  - bán kính quán tính của thanh ty kích. Ty kích la sắt tròn nên  $i = 0,25$  đường kính ty kích.

3) Tính toán số lượng tối thiểu của ty kích:

$$n_{\min} = L/l_t$$

trong đó:

$L$  - chu vi công trình hoặc chiều dài tổng cộng các tuyến đặt ty kích;

$l_t$  - khoảng cách tối đa của ty kích.

Phương pháp nối ty kích thường có 3 phương pháp: nối âm dương (dùng ren), nối nêm và mối theo cách hàn.

### B. Những yêu cầu cơ bản khi chọn và thiết kế kích nâng

Để giảm tổn thất hành trình: khi kích nâng đi dần lên sinh ra trượt xuống một chút, khi chọn sức chịu tải cho phép của kích, không nên vượt quá 1/2 sức chịu tải quy định. Kích nâng dưới tác động của tải trọng thi công, dung sai trượt khi chốt đầu trên và chốt đầu dưới thay nhau làm việc quy định như sau: kích (dạng chốt cần xoay)  $\leq 5\text{mm}$ , kích (dạng chốt ngang)  $\leq 3\text{mm}$ . Tính năng kỹ thuật của một số kích đang được dùng tương đối rộng rãi hiện nay thể hiện tại bảng 1.29.

**Bảng 1.29: Tính năng kỹ thuật của kích**

| Hạng mục                 | Đơn vị            | Loại kích và tham số |                    |                      |
|--------------------------|-------------------|----------------------|--------------------|----------------------|
|                          |                   | GYD35<br>Kiểu quay   | QYD-35<br>Kiểu nêm | TYD-35<br>Kiểu phẳng |
| Hành trình lý thuyết     | mm                | 35                   | 40                 | 35                   |
| Hành trình thực tế       | mm                | > 20                 | > 20               | > 20                 |
| Áp lực làm việc lớn nhất | N/mm <sup>2</sup> | 8                    | 8                  | 8                    |
| Áp lực dầu xả            | N/mm <sup>2</sup> | 0.3                  | 0.3                | 0.3                  |
| Sức nâng lớn nhất        | T                 | 3.5                  | 3.5                | 3.5                  |
| Sức nâng làm việc        | T                 | 1.5                  | 1.5                | 1.5                  |
| Trọng lượng              | kg                | 13                   | 13                 | 13                   |

| Hạng mục                  | Đơn vị | Loại kích và tham số |                    |                      |
|---------------------------|--------|----------------------|--------------------|----------------------|
|                           |        | GYD35<br>Kiểu quay   | QYD-35<br>Kiểu nằm | TYD-35<br>Kiểu phẳng |
| Kích thước bên ngoài: Dài | mm     | 160                  | 160                | 160                  |
| Rộng                      | mm     | 160                  | 160                | 160                  |
| Cao                       | mm     | 245                  | 280                | 245                  |

Số lượng lớn nhất của kích nâng hoặc ty kích tính theo công thức:

$$n_{\min} = \frac{\sum P}{N \times K}$$

trong đó:

$n_{\min}$  - số lượng ít nhất của kích nâng hoặc ty kích;

$\sum P$  - toàn bộ tải trọng đứng trong quá trình nâng (kN);

$N$  - sức chịu tải cho phép của một ty kích (kN);

$K$  - hệ số điều kiện làm việc, thường lấy  $k = 0,8$ .

### C. Đặc điểm bố trí và lắp đặt thiết bị ván khuôn trượt kết cấu khung, khung - vách cứng, vách cứng

#### 1) Đặc điểm bố trí và lắp đặt hệ thống ván khuôn và sàn thao tác

##### a) Trình tự và đặc điểm lắp đặt hệ thống ván khuôn và sàn thao tác

- Đánh dấu tuyến tim của vách và cột, tuyến vị trí lỗ cửa, tuyến vị trí dọc ngang của trụ đứng bên của giá nâng.

- Cào bằng và bố trí tấm đệm ngang (hoặc láng xoa phẳng lớp vữa xi măng - cát vàng) mặt đỡ trụ đứng bên của giá nâng.

- Lắp đặt giá nâng ở vị trí giao nhau của trục dọc và ngang, sau khi hiệu chỉnh độ thẳng đứng và thăng bằng, cố định chắc chắn.

- Lắp đặt vòng căng trên và dưới, đồng thời liên kết thành bộ khung với giá nâng ở vị trí giao nhau của trục dọc và ngang.

- Lắp đặt các giá nâng ở khoảng giữa của tuyến trục, đồng thời sơ bộ hiệu chỉnh độ thẳng đứng và thăng bằng, gia cố tạm thời chắc chắn.

- Lắp đặt các dầm nối của dầm ngang trên giá nâng tạo thành một hệ thống khung trượt của ván khuôn đồng thời kiểm tra toàn diện và hiệu chỉnh độ thẳng góc và độ thăng bằng.

- Điều chỉnh thanh đỡ vòng căng trên trụ đứng bên giá nâng, điều chỉnh vòng căng trên, dưới tới độ dãn yêu cầu của vách, độ còn của ván khuôn và độ ngang bằng của vòng căng, vặn chặt các bulông thu, sau đó gia cố chắc vòng căng ở vùng góc lồi, lõm.

- Sau khi lắp đặt ván khuôn góc đồng thời hiệu chỉnh và cố định, dọc tuyến lắp đặt phía ván khuôn đồng thời chèn khe ván khuôn.

- Buộc cốt thép đứng và ngang trong ván khuôn, lắp đặt các đường ống chôn sẵn, khuôn các lỗ cửa.

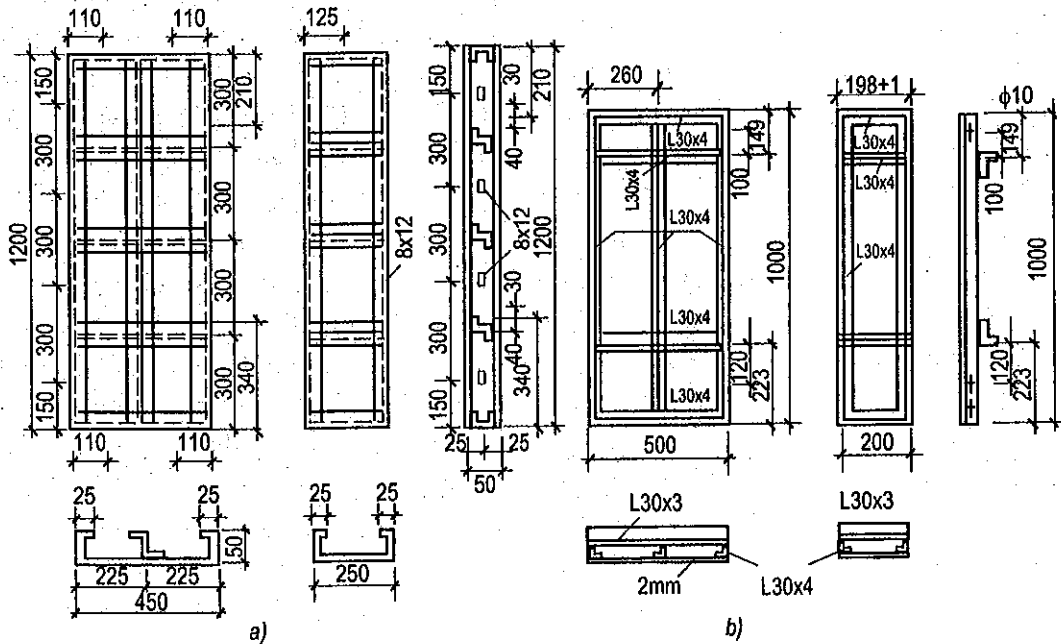
- Sau khi dọn sạch trong ván khuôn, lặp lại phương pháp trên để lắp đặt ván khuôn phía còn lại và chèn khe miệng dưới hai phía ván khuôn.

- Lắp đặt dầm chính sàn thao tác trong và giá đỡ sàn dũa ngoài, lắp đặt và gia cố hệ thống thanh chống đứng và ngang. Sau đó lát hoặc lắp đặt tấm sàn của sàn trong và ngoài.

b) Điểm chính bố trí và lắp đặt hệ thống ván khuôn

Thiết kế hệ thống ván khuôn nên tham khảo thực hiện theo các quy định có liên quan "Quy định thiết kế và thi công công trình ván khuôn trượt".

**Ván khuôn:** Ván khuôn nên dùng ván khuôn thép. Nó có độ cứng và cường độ tương đối tốt, khó bị hỏng và biến dạng, lực cản ma sát tiếp xúc giữa mặt tấm và bê tông tương đối nhỏ, dễ làm sạch, tương đối phù hợp với thi công ván khuôn trượt.



**Hình 1.72: Ván khuôn thép**

a) Ván khuôn thép dập; b) Ván khuôn bản thép có sườn

Trong điều kiện tốc độ trượt và bê tông đạt cường độ ra khỏi ván khuôn bình thường, chiều cao ván khuôn thường là 1 - 1,2m. Đối với kết cấu mà phương pháp thi công là các sàn lên theo từng tầng thì miệng dưới ván khuôn ngoài của vách ngoài hoặc cột dầm ngoài nên dài hơn ván khuôn trong 300 - 400mm để đảm bảo sau khi vách trong và cột trượt không, sự liên kết của ván khuôn ngoài với khối vách, cột, dầm làm tăng tính ổn định của hệ thống ván khuôn.

**Ván khuôn các góc lồi lõm:** ván khuôn các góc lồi lõm có thể làm thành ván khuôn góc toàn khối có góc tròn để giảm lực ma sát trượt ở góc và các hiện tượng dính bê tông mất góc.

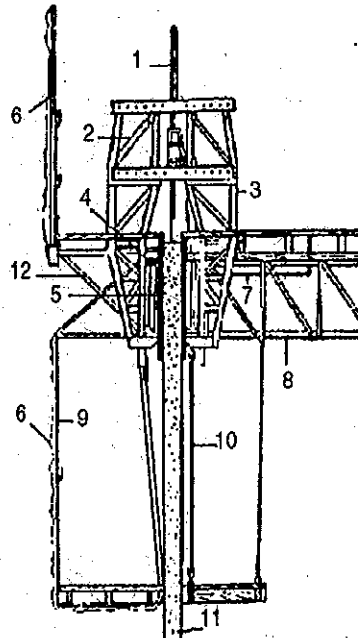
Độ côn ván khuôn là khoảng cách thông thủy: để ngăn ngừa khối vách bị kéo nứt và để giảm lực cản ma sát trượt, khi lắp dựng ván khuôn, phải tạo độ nghiêng miệng dưới lớn, miệng trên nhỏ, độ nghiêng lấy 0,2 - 0,5% là vừa phải. Khoảng cách thông thủy giữa hai mặt ván khuôn, lấy khoảng cách thông thủy ở độ cao 1/3 cách miệng dưới ván khuôn, làm kích thước tiết diện thiết kế.

**Ván khuôn các lỗ cửa:** nếu khẩu độ hoặc diện tích các lỗ cửa của kết cấu tương đối lớn, ván khuôn các lỗ cửa nên dùng các tấm khuôn cài rút được. Tấm khuôn cài rút có ưu điểm thi công đơn giản và tiết kiệm thép, nhưng cần giải quyết tốt vấn đề cấu tạo nối khe, ngăn ngừa trơn trượt quá trình trượt, tấm cài biến dạng, chuyển vị và bị rơi. Nếu diện tích lỗ cửa hoặc khẩu độ tương đối nhỏ, nên dùng ván khuôn kiểu hộp □ hoặc chữ U, Π. Tấm khuôn cài rút có độ cứng lớn, kích thước lỗ cửa để lại tương đối chính xác hình dáng vuông vức, khi lắp đặt phải liên kết chắc chắn các chi tiết chôn sẵn ở 2 phía (nhưng không thuận lợi tháo dỡ) tránh bị kéo theo khi trượt có hiện tượng dịch chuyển, vắn lỗ cửa.

**Vòng găng:** nếu vòng găng chỉ chịu trọng lượng của ván khuôn, lực cản ma sát của ván khuôn với bê tông và áp lực mặt bên của bê tông, nên dùng thép hình tạo thành vòng găng dạng tháo lắp. Nếu sàn thao tác giá treo trong, ngoài trực tiếp tác động vào vòng găng hoặc khoảng cách giữa giá nâng lớn hơn 2,5m, nên liên kết vòng găng trên, dưới thành một khối, tạo thành vòng găng chịu tải trọng kiểu dàn để tăng độ cứng phương dọc. Vòng găng ở nơi chuyển góc phải bố trí thanh chống xiên nhằm tăng độ cứng.

**Giá nâng:** giá nâng nên làm thành giá nâng thông dụng dùng thi công được nhiều dạng kết cấu, liên kết dầm ngang, với trụ đứng bên, trụ đứng bên và thanh đỡ vòng găng nên là dạng lắp ghép, để phù hợp với độ dày vách khác nhau và điều chỉnh độ còn của ván khuôn. Mặt bằng giá nâng thường có dạng chữ I, đối với cột khung có thể làm thành dạng chữ Y, X, hoặc dạng khác, mặt đứng của nó thường dùng dạng chữ Π. Nếu giá nâng chịu áp lực bên tương đối lớn thì trụ đứng bên có thể làm thành trụ đứng kiểu dàn (hình 1.73).

Liên kết giữa trụ đứng và dầm ngang phải thẳng góc, đồng thời tuyến tim của chúng phải ở trên cùng một mặt phẳng và điểm liên kết của chúng phải có đủ độ cứng. Dưới tác động của tải trọng sử dụng, biến dạng phương ngang của trụ đứng không nên lớn hơn 2mm.



1. Ty kích;
2. Kích;
3. Giá nâng trụ đứng bên kiểu dàn;
4. Vòng găng kiểu dàn;
5. Ván khuôn;
6. Lưới an toàn phía ngoài;
7. Đường ống dầu;
8. Sàn thao tác;
9. Giá treo ngoài kiểu tháo lắp;
10. Giá treo trong;
11. Phần bê tông của kết cấu;
12. Giá tam giác vươn ra ngoài.

Hình 1.73. Trụ đứng kiểu dàn

Ván khuôn có tiết diện thay đổi: nếu vách, cột trượt đến bộ phận nào đó cần thay đổi tiết diện thì thường có 3 phương pháp:

- Không làm thay đổi hệ thống vòng găng hiện có, bên trong vòng găng của phương mặt cắt của kết cấu dùng biện pháp đặt thêm tấm đệm, tiến hành điều chỉnh lại vòng găng và lắp đặt lại ván khuôn phương pháp thay đổi này đơn giản và thao tác tương đối an toàn, khi điều chỉnh có thể đảm bảo ván khuôn và hệ thống sàn thao tác trong quá trình trượt đã hình thành độ cứng và tính ổn định của khung trong trạng thái hệ thống biến dạng;

- Dùng phương pháp dán thêm mặt trong ván khuôn để thay đổi chiều dày tiết diện, phương pháp này ngoài các ưu điểm đã trình bày ở trên, còn có đặc điểm thay đổi hình dạng nhanh, nhưng rất tốn ván khuôn đệm (tương đối phù hợp với kết cấu khung), trong thiết kế trang bị ván khuôn trượt phải xem xét trước tải trọng phân đệm ván khuôn này;

- Nếu tiết diện thay đổi tương đối lớn (trên 100mm) và mặt tiếp xúc của ván khuôn tương đối lớn có thể trượt không tới vị trí tiết diện thay đổi, lắp dựng lại vòng găng và ván khuôn.

*c) Đặc điểm bố trí và lắp đặt hệ thống sàn thao tác*

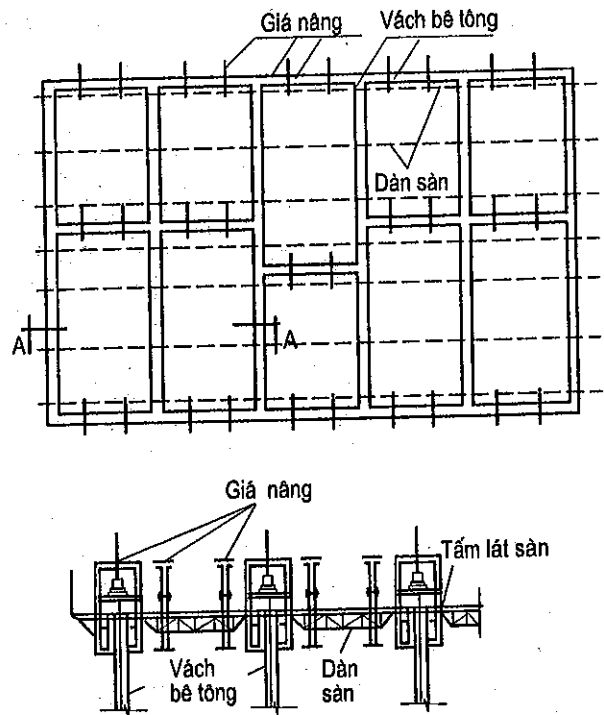
- Sàn chính: nếu khẩu độ tương đối nhỏ, thì dầm chính có thể dùng thép hình; và nếu khẩu độ tương đối lớn, dầm chính có thể làm thành hệ hàn thụt thò để thuận lợi cho các khẩu độ khác nhau. Dầm chính phải liên kết thành một khối với giá nâng. Giữa các dầm chính phải bố trí thanh chống ngang và đứng để tăng cường độ cứng của hệ thống sàn. Sàn chính có thể làm thành hai kiểu: phân đoạn và liên khối.

- + Sàn kiểu phân đoạn thì dầm phụ và tấm lát có thể làm thành tấm phủ, liên từng mảng cơ động; tấm phủ đặt trên phần đua ra của dầm chính hoặc giá nâng.

- + Sàn kiểu liên khối, dầm dọc và dầm ngang nên liên kết cứng thành một khối để tăng cường độ cứng tổng thể của chúng. Loại sàn này phù hợp với phương pháp thi công cuốn chiếu phân đoạn theo phương đứng của vách, cột và sàn.

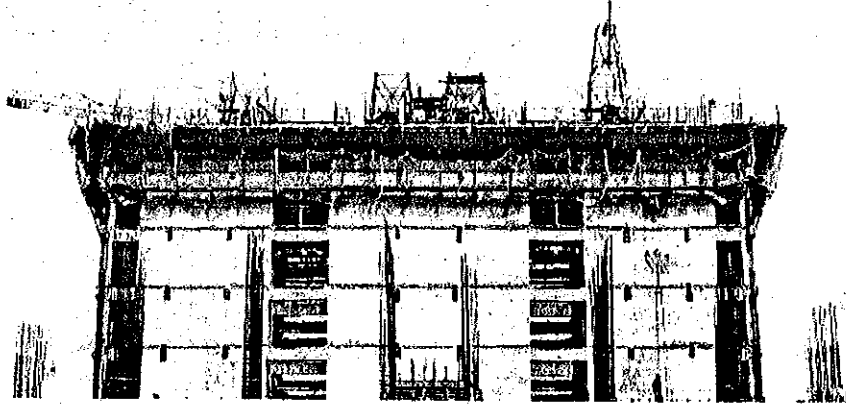
- Sàn vươn ra ngoài giá treo trong, ngoài.

Giá đỡ của sàn vươn ra ngoài và giá đỡ giá treo trong nên dùng kiểu tháo lắp để thuận lợi cho việc lắp đặt và tháo dỡ. Giá đỡ tam giác của sàn vươn ra ngoài nên lắp đặt



Hình 1.74: Sơ đồ sàn kiểu phân đoạn

trên giá nâng. Giáo treo trong và ngoài có thể treo trên giá nâng hoặc dầm chính của sàn thao tác. Chiều cao bảo vệ ngoài của sàn vươn ra ngoài phải cao hơn dầm ngang của giá nâng 1,2m trở nên. Bao che sàn vươn ra ngoài và giáo treo trong ngoài phải dùng lưới an toàn, mắt nhỏ, che kín để tránh các vật rơi từ trên cao.



Hình 1.75: Sàn thao tác vươn ra ngoài và trong

## 2) Đặc điểm bố trí và lắp đặt hệ thống nâng áp lực dầu

### a) Ty kích

- Chọn ty kích: khi dùng kích kiểu cầu xoay thì ty kích dùng cốt thép AIII; nếu dùng kích kiểu chốt ngang có thể tùy ý. Ty kích thường dùng phương pháp kéo nguội để nắn thẳng, độ dẫn hạn chế khoảng 2-3%. Ty kích nên dùng liên kết chống để tiện lắp đặt, loại và thu hồi. Chiều dài thường bằng 2,5 - 4m. Khi lắp đặt, đầu nối phải vặn chặt và phải nằm trên cùng một mặt phẳng ngang không quá 25%.

- Bố trí ty kích: số lượng ty kích bố trí phải xem xét công việc thực tế. Các ty kích không chịu tải như nhau mà còn chịu tác động của các nhân tố khác (như tiến hành hiệu chỉnh để điều chỉnh độ vênh cao độ sàn khiến cho trạng thái làm việc của ty kích thay đổi, làm cho một số ty kích mất ổn định mà truyền tải trọng cho các ty kích bên cạnh. Như vậy, lần lượt xuất hiện mất ổn định cục bộ, thậm chí có thể mất ổn định toàn bộ. Vì vậy, khi bố trí tổng số ty kích, còn phải dựa vào các yêu cầu như số lượng trên cơ sở sức chịu tải, cấu tạo kết cấu công trình, điều kiện thi công, hiệu chỉnh trượt để xác định số lượng ty kích (kích) tối thiểu. Có thể tham khảo công thức tính toán  $n_{\min}$  trong phần 5.2.

Bố trí ty kích phải chịu tải tương đương nhau, hai phía đường tim dọc ngang của mặt trượt phải bố trí đều và kết hợp xem xét tổng hợp sàn và hệ thống ván khuôn để ty kích được sử dụng triệt để. Khi bố trí ty kích tránh vị trí mở lỗ cửa để giảm công việc gia cố ty kích. Khi bố trí cụ thể phải xem xét đặc điểm của kết cấu.

Đối với kết cấu khung, khung-vách cứng dùng phương pháp bố trí tập trung ở cột. Phương pháp này dễ khống chế trượt, đơn giản hoá thi công và có thể dùng ty kích trong cột thay thế một phần cốt thép kết cấu, trong quá trình trượt, hàn ty kích với cốt thép kết cấu thành khung cứng có thể tăng sức chịu tải của ty kích. Nhưng bố trí tập trung làm cho lực cản ma sát mà ty kích phải chịu thay đổi tương đối lớn. Trong quá trình trượt cột, ty kích chịu lực cản ma sát của ván khuôn cột; Khi trượt hệ dầm cột, lực cản ma sát

của ván khuôn dầm cũng tăng. Vì vậy, khi bố trí ty kích tập trung ở cột có thể dùng các biện pháp sau:

+ Nếu diện tích tiết diện cột nhỏ, không bố trí được ty kích, có thể hàn ty kích với cốt thép kết cấu cột và gia cố thành bộ khung tổng thể để tăng sức chịu tải của ty kích.

+ Nếu trượt dầm có lực cản ma sát ván khuôn lớn, làm cho sức chịu tải của ty kích không đủ, có thể bố trí một số ty kích (kích) phụ trên dầm. Ty kích có thể truyền lực dọc vào giá đỡ ván khuôn đáy dầm (khi thiết kế giá đỡ ván khuôn phải xem xét tải trọng trượt của bộ phận này).

+ Khi bố trí ty kích cho cột bên, cần xem xét đặc điểm không đối xứng của tải trọng sàn thao tác trong và ngoài tác động lên ty kích của cột, nghĩa là vị trí bố trí và số lượng của ty kích trong cột cố gắng để gắn mặt trong, nhằm giảm cho ty kích chịu nén lệch tâm và giảm độ nghiêng của cột và dầm biên trong khi trượt.

Đối với vách cứng (kết cấu ống), ty kích cố gắng bố trí đều dọc tường. Nếu kết cấu tấm tường của vách ngang chịu lực, sau khi trượt không dùng phương pháp thi công lắp đặt tấm sàn đúc sẵn hoặc đổ tại chỗ thì số lượng kích của vách dọc ngoài  $\geq 1/3$  tổng số kích. Khi trượt, lực cản ma sát ở vị trí góc tường, các gian thang máy, cầu thang thường lớn hơn lực cản ma sát của vách các gian lớn. Những bộ phận này, do độ cứng của hệ thống sàn và ván khuôn tương đối lớn, việc nâng không đồng bộ một chút sẽ làm cho ván khuôn bị nghiêng, làm cho lực cản ma sát sinh ra tương đối lớn. Vì vậy, ty kích (kích) ở chỗ ống góc vách, và các gian nhỏ phải bố trí nhiều hơn so với số liệu yêu cầu của tính toán theo lý thuyết. Để tránh sau khi bê tông ra khỏi ván khuôn, ty kích bị mất ổn định vì bị nhổ khỏi vách, nên cố gắng bố trí ty kích ở vị trí giữa vách. Ty kích bố trí ở cạnh các lỗ cửa và phải cách viên lỗ một khoảng cách nhất định (không ít hơn 250mm).

- Lắp đặt ty kích: cần đảm bảo hai phía của ty kích lắp vào thẳng góc vì vậy trên mỗi thanh ty kích nên bố trí bộ phận giữ vị trí để khống chế độ vênh chiều cao khi trượt. Khoảng cách của bộ phận giữ vị trí mỗi lần dịch chuyển lên 300mm là vừa. Trong khi trượt, nếu có hiện tượng ty kích mất ổn định, hoặc bị kích kéo theo, phải kịp thời tìm biện pháp xử lý, gia cố. Nếu ván khuôn toàn bộ trượt không, ty kích ở vào trạng thái công xon thì không nên dùng công thức Ole để tính toán. Khi đó, ngoài việc kiểm nghiệm tính toán theo chiều dài thực tế trượt không với điều kiện chịu lực, còn phải tiến hành gia cố ty kích hoặc dùng các biện pháp ổn định khác để đảm bảo thi công an toàn.

#### b) Kích

Chọn tải trọng cho phép của kích, phải  $\leq 1/2$  khả năng định mức để giảm tổn thất hành trình do bị trượt xuống. Chọn chất lượng của kích dùng (chủ yếu là hành trình) cân như nhau, cùng một lô kích, dưới tác động của tải trọng như nhau, hành trình phải gần như nhau. Trước lúc sử dụng phải nén thử và thí nghiệm phụ tải. Lắp đặt kích phải đảm bảo thẳng đứng cả hai phía và đệm phẳng để đảm bảo trạng thái làm việc chịu lực thẳng đứng của ty kích.

#### c) Hệ thống áp lực dầu

- Trạm điều khiển nâng áp lực dầu: áp lực định mức của bơm dầu lấy 120 lít/cm<sup>2</sup>. Lưu lượng của bơm dầu dựa vào số lượng kích và thời gian một lần cấp dầu để tính toán

xác định, nói chung có thể lấy 25-50 lít/phút. Dung tích hữu hiệu của thùng dầu phải lớn hơn 3 lần dung tích của các kích và đường ống, nếu dung tích thùng dầu không đủ có thể dùng thùng dầu phụ. Đối với mô tơ, van đổi chiều, van lọc, đường ống dầu nên bố trí đồng bộ theo áp lực lưu lượng tính toán.

- Bố trí đường dẫn: yêu cầu của việc bố trí đường dẫn là cần rút ngắn thời gian cấp và thu hồi dầu, tăng tốc độ trượt rút ngắn tối đa độ vênh thời gian và độ vênh của các kích trước và sau khi trượt, để tránh một số kích trượt lên sớm mà dưới tác động của sàn cứng hoặc hệ thống ván khuôn, xuất hiện trạng thái vượt tải. Bố trí đường dầu thường có mấy cách như sau:

+ Phương pháp nối tiếp: ưu điểm là đường dầu về đơn giản, nếu lực cản của ống dầu tương đối nhỏ, áp lực của kích có thể như nhau; nhược điểm của nó là độ chênh trượt tương đối lớn, dễ tạo ra độ chênh trượt bậc thang, điều chỉnh phức tạp, phải cắt đường dầu khi cần thay đổi kích.

+ Phương pháp nối song song: ưu điểm nổi bật là thuận lợi cho việc điều chỉnh độ lệch nâng, khi đổi kích không cần cắt đường dầu; khuyết điểm của nó là thời gian hồi dầu dài, đường ống dầu tương đối nhiều. Trong nối song song, về đường kính ống, chiều dài ống, phương thức bố trí các nhóm yêu cầu như nhau để giảm độ lệch khi nâng do tốc độ cấp và hồi dầu không bằng nhau.

+ Phương pháp hỗn hợp nối tiếp và song song: trong mỗi đường nhánh nối song song, số lượng nối tiếp cố gắng giảm ít. Chiều dài đường dầu cần cố gắng như nhau để giảm độ chênh nâng của kích nối tiếp. Phương pháp này áp dụng cho các công trường thi công ván khuôn trượt lớn. Đường dầu phân cấp bố trí các nhóm chia ra của nó phải đánh dấu rõ ràng, đường ống dầu nên tập trung đặt ở sàn cố định ở mép sàn.

- Dầu thủy lực: dầu thủy lực cần có tính trơn và tính ổn định tốt, độ nhớt của nó được xác định dựa vào yêu cầu của áp lực và điều kiện nhiệt độ. Thông thường, trong mùa đông dùng dầu máy số 10; mùa hè dùng dầu máy số 20; khi thời tiết rất nóng bức dùng dầu máy số 30.

Sau khi lắp đặt xong hệ thống áp lực dầu phải vận hành thử, đầu tiên phải bơm dầu xả khí, sau đó tăng áp tới  $100\text{kg/cm}^2$ , lắp lại 5 lần, tiến hành kiểm tra toàn diện, sau khi các bộ phận làm việc bình thường, cấm ty kích vào.

#### **1.4.5. Tính toán thiết kế ván khuôn leo**

##### **1.4.5.1. Giá trị tải trọng thiết kế ván khuôn leo**

Tham khảo cách tính toán trong mục 1.4.2.1.

##### **1.4.5.2. Tính toán các bộ phận cơ bản của ván khuôn leo**

###### **1) Tính toán mặt ván khuôn**

Các lực tác dụng lên ván khuôn thành gồm:

a) Tải trọng động do đổ bê tông vào ván khuôn

$$P_d = 200 \text{ kg/m}^2 \text{ (lượng bê tông đổ } < 200 \text{ lít)}$$



$$P_d = 400 \text{ kg/m}^2 \text{ (lượng bê tông đổ } 200 \div 700 \text{ lít)}$$

b) Tải trọng ngang của vữa bê tông khi đổ và đầm:

$$\text{Đầm bằng tay: } p = 1500H + Pd$$

$$\text{Đầm bằng máy: } p = \gamma H + Pd$$

trong đó:

$\gamma$  - dung trọng của  $1\text{m}^3$  bê tông;

$H$  - chiều cao lớp bê tông sinh ra áp lực ngang.

+ Khi đầm tay thì  $H$  lấy bằng lớp bê tông đổ trong 4 giờ.

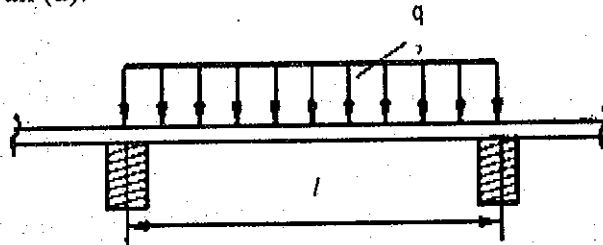
+ Khi đầm bằng đầm dùi:  $H = 0,75\text{m}$ .

+ Khi đầm bằng đầm ngoài:  $H = 2R$ .

+ Khi đầm bằng đầm mặt:  $H = R$ .

$R$  - bán kính tác dụng của đầm máy.

Tính chiều dày ván ( $d$ ):



Hình 1.76. Sơ đồ áp lực của vữa bê tông lên ván thành  
(Nguồn: tài liệu tham khảo [7])

Nếu dùng ván rộng là  $b$  (cm), khoảng cách các sườn ngang là  $l$  (cm), thì lực phân bố trên  $1\text{m}$  dài:

$$q = \frac{P \cdot b}{100} \text{ (kg/cm)}$$

và:

$$M_{\max} = \frac{q \cdot l^2}{8 \times 100} \text{ (kg.cm); } d = \sqrt{\frac{6M}{b \cdot [\sigma]}} \text{ (cm)}$$

Kiểm tra độ võng của ván:

$$f_{\max} = \frac{5}{384} \times \sqrt{\frac{q \cdot l^4}{100EI}} \text{ (cm)}$$

Trong đó mô men quán tính:

$$I = \frac{b h^3}{12} \text{ (cm}^4\text{)}$$

Độ võng cho phép:

$$f = \frac{d}{1000} l \text{ (cm)}$$

2) Tính toán hệ khung và sườn ngang

- Tính kích thước sườn ngang:

Coi sườn ngang là một dầm đơn giản, chịu lực phân phối đều mà gối tựa là hai thanh sườn dọc kép cách nhau 100cm.

Chiều cao của lớp vữa bê tông sinh ra áp lực ngang lớn nhất là 75cm, nhưng để đảm bảo an toàn ta coi áp lực ngang ấy do một thanh sườn ngang chịu, chiều cao lớp bê tông truyền áp lực ngang vào thanh ấy là  $l$  cm.

Nền lực phân bố trên 1 mét dài thanh sườn ngang:

$$q = \frac{P.l}{100} \quad (\text{kg/cm})$$

và: 
$$M_{\max} = \frac{q.l^2}{8 \times 100} \quad (\text{kg.cm})$$

Nếu chiều rộng thanh sườn là  $b$  (cm), thì chiều cao  $h$ :

$$h = \sqrt{\frac{6M}{b[\sigma]}} \quad (\text{cm})$$

Kiểm tra độ võng của thanh sườn ngang:

$$f_{\max} = \frac{5}{384} \times \sqrt{\frac{ql^4}{100EI}} \quad (\text{cm})$$

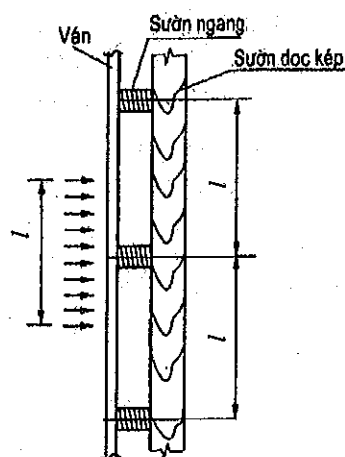
Trong đó mô men quán tính:

$$I = \frac{bh^3}{12} \quad (\text{cm}^4)$$

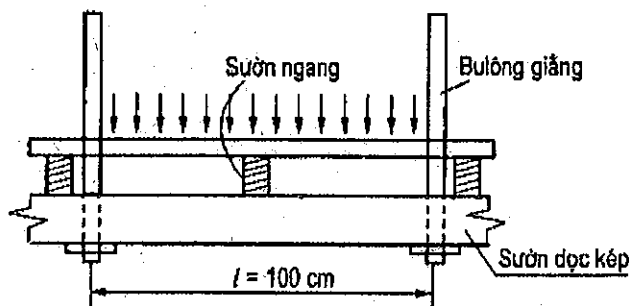
Độ võng cho phép:  $f = \frac{d}{1000}l \quad (\text{cm})$

- Tính kích thước sườn dọc kép:

Trường hợp bất lợi nhất khi thanh sườn ngang nằm giữa hai bulông giằng (cách bulông giằng 50cm). Coi thanh sườn dọc mà gối tựa là những bulông giằng, dầm này chịu lực tập trung ở chính giữa (như hình 1.78).



Hình 1.77. Sơ đồ tính toán sườn ngang [7]



Hình 1.78. Sơ đồ tính toán sườn dọc kép [7]

Diện tích mà đỉnh là bốn bulông bằng  $lm^2$ . Tải trọng phân bố đều trên diện tích ấy được truyền tập trung lên thanh sườn dọc kép. Vậy lực tập trung lên một thanh sườn dọc đơn:

$$P = \frac{\gamma H + P_d}{2} \quad (\text{kg})$$

và: 
$$M_{\max} = \frac{Pl}{4} \quad (\text{kg.cm})$$

Lấy chiều dày của thanh sườn dọc là  $b(\text{cm})$ , suy ra chiều cao  $h$  của thanh sườn:

$$h = \sqrt{\frac{6M}{b[\sigma]}} \quad (\text{cm})$$

Kiểm tra độ võng của thanh sườn ngang:

$$f_{\max} = \frac{Pl^3}{48EI} \quad (\text{cm})$$

Trong đó mô men quán tính:

$$I = \frac{bh^3}{12} \quad (\text{cm}^4)$$

Độ võng cho phép:

$$f = \frac{d}{1000} l \quad (\text{cm})$$

### 3) Kiểm tra bu lông neo, bu lông điều chỉnh

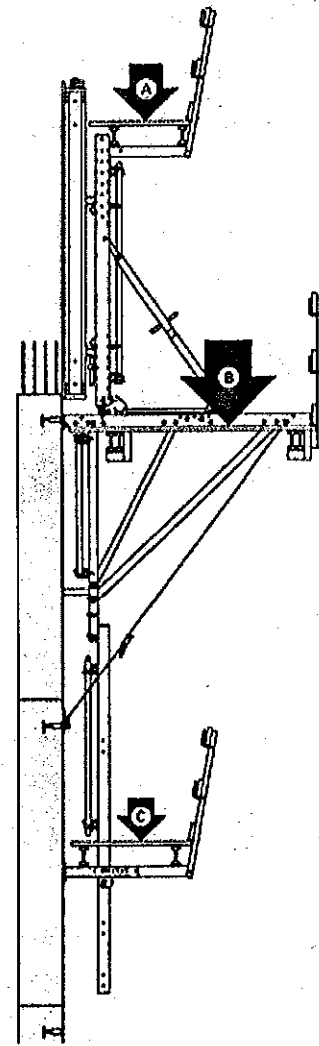
Neo hệ ván khuôn trên kết cấu:

a) Các lực tác dụng (hình 1.80)

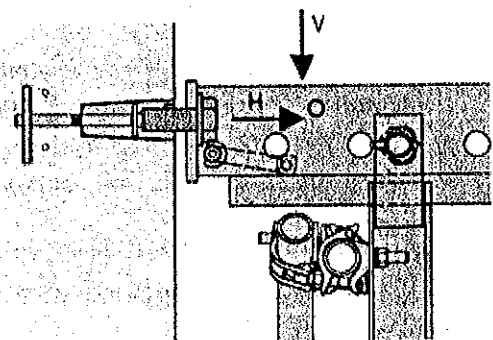
- Cả điểm treo và điểm định vị đều dùng một loại côn như nhau, côn côn phổ thông (A).

- Bulông B7cm (C) có 2 chức năng: Tại điểm định vị - dùng để gắn con côn; Tại điểm treo - dùng để làm điểm treo an toàn cho khung leo.

- Khi hệ ván khuôn leo được sử dụng cả 2 bên, neo cố định phải được định vị lệch nhau, tùy thuộc vào chiều dày tường.



Hình 1.79. Tải trọng động tác dụng lên các sàn thao tác A, B, C [3]



Hình 1.80. Các lực tác dụng lên bu lông treo [3]

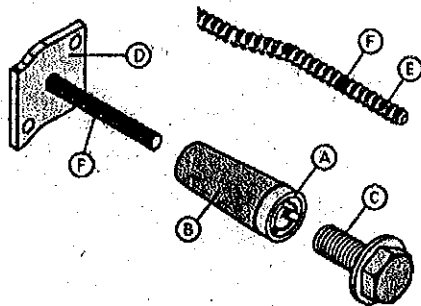
V- lực thẳng đứng cho phép;

H- lực ngang cho phép.

b) Các bộ phận của thiết bị neo.

- Cấu tạo thiết bị neo (hình 1.81)

- Mặt bằng bố trí bu lông neo như trên hình 1.82.



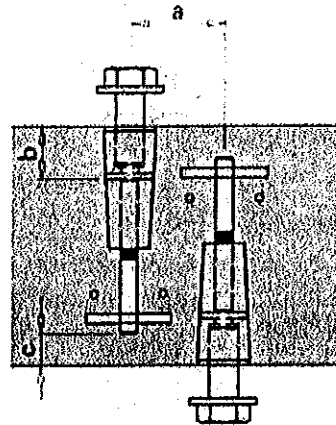
**Hình 1.81.** Cấu tạo thiết bị neo [3]

A- Con côn (thường chọn 15.0);

B- Vỏ nhựa K15.0; C- Bulông ngoài B7cm;

D- Đế neo cố định 15,0; E- Neo đuôi lợn 15,0;

F- Vị trí đánh dấu.



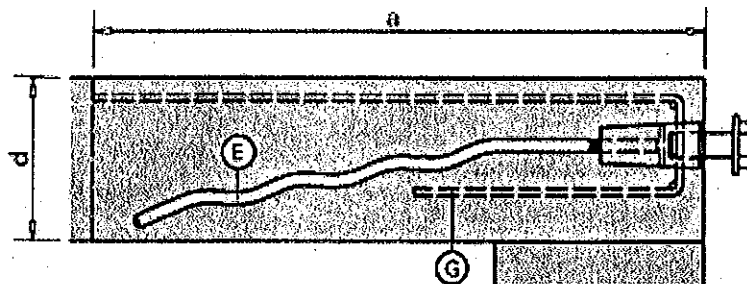
**Hình 1.82.** Mặt bằng bố trí bu lông neo [3]

a- Tối thiểu là 10cm; b- Chiều dày lớp

bê tông bảo vệ ở phía con côn là 5,5cm;

c- Chiều dày lớp bê tông bảo vệ ở phía neo là 2 cm (trong trường hợp tường rất mỏng).

- Cũng có thể sử dụng neo đuôi lợn cho điểm định vị điểm treo đối với sàn thay vì neo cố định (hình 1.83).



**Hình 1.83.** Sơ đồ sử dụng neo đuôi lợn [3]  $d_{min} = 16.0$  cm

a- lấy bằng 74,5 cm (lớp bảo vệ bê tông tại con côn là 5,5 cm và tại đuôi con neo là 5cm);

E- neo đuôi lợn; G- thép dọc và thép U, đường kính nhỏ nhất 8mm, khoảng cách lớn nhất 15cm.

Theo phương pháp neo này cần lưu ý:

- Luôn luôn xoay neo đuôi lợn hoặc neo cố định vào con côn đến khi ăn khớp (tới vị trí đánh dấu).

- Không xoay con neo vào quá sâu trong con côn, nó có thể làm giảm khả năng chịu tải và có thể làm hỏng điểm neo từ đó có thể giảm khả năng chịu lực hoặc hư hỏng.

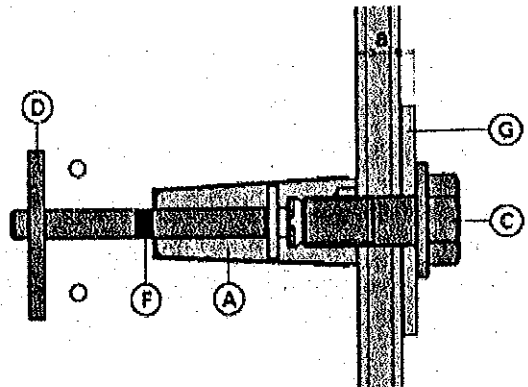
- Không được hàn hoặc nung nóng thanh giằng.

- Chỉ được phép sử dụng bulông B7cm cho điểm định vị và dầm treo (đầu bulông màu đỏ, thể hiện cường độ cao).
- Không được phép đổ bê tông trực tiếp lên phía trên neo đuôi lợn hoặc neo cố định.
- Không được phép để dầm dùi vào neo đuôi lợn hoặc neo cố định.
- Đánh dấu vị trí đặt con neo trên đỉnh tấm ván khuôn, nên khi đổ bê tông để dễ dàng nhận ra vị trí của con neo.
- Mỗi khi sử dụng con côn, đầu tiên phải bọc nó bằng vỏ nhựa mới.
- Trục của con côn phải đúng so với mặt bê tông sai số tối đa là 2°.
- Sai số cho phép của điểm định vị và điểm treo là  $\pm 10\text{mm}$  theo phương thẳng đứng và nằm ngang.

c) Điểm định vị sử dụng bulông B7cm (với lỗ khoan xuyên qua ván mặt)

Cách gắn:

- Gắn tấm gỗ đệm (G) 15mm vào ván mặt.
- Khoan lỗ đường kính 30mm vào ván mặt (vị trí theo như bản vẽ thiết kế).
- Nhét bulông B7cm (C) xuyên qua ván mặt và xoay chặt vào con côn (A).
- Vận neo cố định hoặc neo đuôi lợn vào con côn (A), cho tới điểm đánh dấu (F).



Hình 1.84. Điểm định vị sử dụng bulông B7cm [3]

d) Điểm định vị sử dụng đĩa định vị (J)

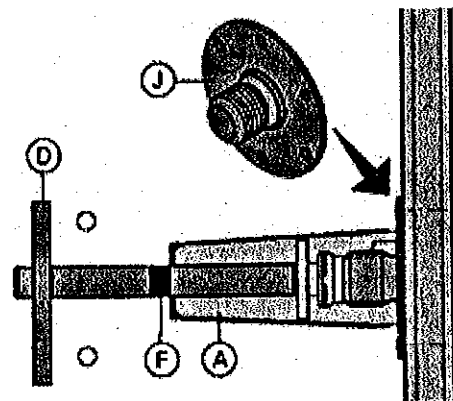
- Chỉ sử dụng đĩa định vị cho các trường hợp đặc biệt, khi mà không thể khoan xuyên qua ván mặt được (chẳng hạn như có dầm ngay phía sau của điểm định vị).

- Không được phép sử dụng đĩa định vị hơn một lần tại cùng một vị trí bởi nó sẽ không được cố định chặt khi đóng đinh vào lỗ định cũ.

- Lắp đĩa định vị vào mặt ván sử dụng đinh 28 x 60 (hình 1.85).

- Xoáy neo cố định hoặc neo đuôi lợn (D) vào con côn (A), cho tới điểm đánh dấu (F).

- Xoáy con côn (A) vào đĩa định vị và vận chặt.

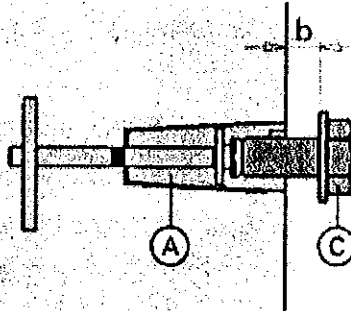


Hình 1.85. Điểm định vị sử dụng đĩa định vị M30 [3]

e) Điểm treo

- Xoáy bulông B7cm vào con côn cho tới khi ăn khớp và vặn chặt nó. Cần vặn 100Nm (20kg giả thiết cán dài khoảng 50cm) là đủ.

Khoảng cách  $b = 30\text{mm}$



Hình 1.86. Điểm neo [3]

### 1.4.5.3. Tính toán lựa chọn chiều cao hiệu quả đợt thi công trong công nghệ ván khuôn leo tháo lắp bằng cơ giới

#### 1) Sơ đồ làm việc hệ ván khuôn leo

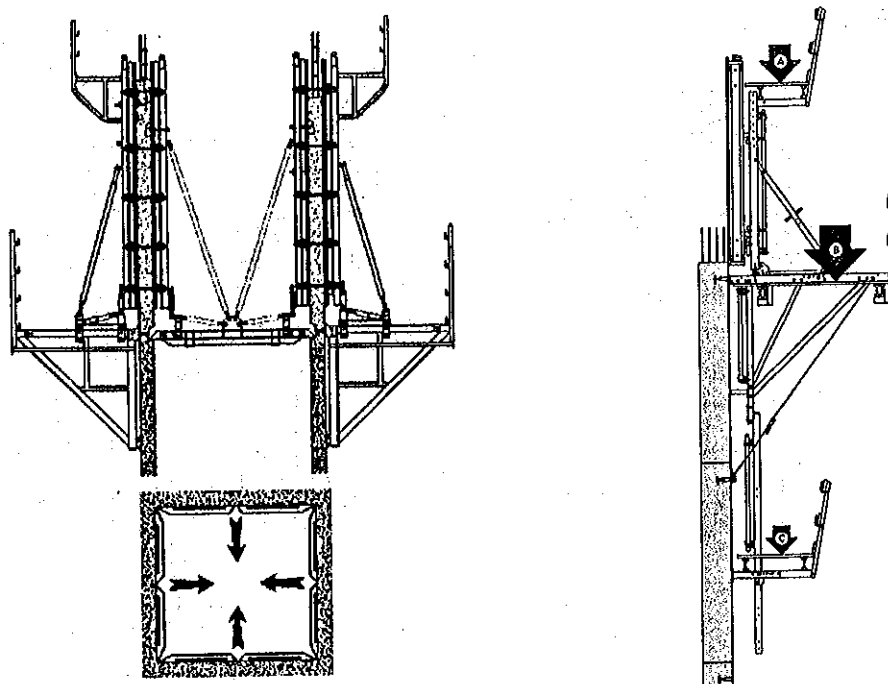
Ván khuôn leo thường được sử dụng để thi công phân kết cấu đứng và độc lập với kết cấu ngang (thường áp dụng đối với phần lõi thang máy trong nhà cao tầng, trụ cầu, tháp hoặc si lô). Do vậy ván khuôn leo được thiết kế nhằm đảm bảo an toàn và tiện lợi cho công nhân khi thao tác trên cao đồng thời giảm thiểu chi phí nhân công và thời gian hoạt động của cầu tháp.

Hệ ván khuôn leo bao gồm các tấm ván khuôn, hệ thống định vị, căn chỉnh trên cao, hệ thống ty xuyên tường (hoặc ngàm vào tường) kết hợp với hệ thống sàn thao tác, hệ thống liên kết với kết cấu đợt dưới đã đúc để leo lên đợt tiếp theo và hệ thống để tách ván khuôn khỏi bê tông vừa đúc. Tất cả các bộ phận trên được chuẩn hóa để giảm thời gian thi công và có thể sản xuất sẵn.

Ván khuôn leo ngoài: Hệ khung leo ngoài cứng chắc và rộng, có bao che bên ngoài, để vừa làm sàn thao tác vừa đỡ cả hệ ván khuôn ngoài. Khung được liên kết nhanh với kết cấu dưới bằng các guốc hãm (shoes), Các guốc được bắt chặt lên kết cấu ngay khi vừa mới tách mặt ván khuôn của lớp kết cấu vừa đổ.

Ván khuôn leo trong: Nhờ các góc bản lề ở các góc và giữa các cạnh của kết cấu hệ ván khuôn leo trong được thu nhỏ để tách mặt dễ dàng và hiệu quả. Toàn bộ hệ ván khuôn liên kết với tường dưới bằng các khớp "click-clack" cho phép hệ này liên kết được vào kết cấu dưới một cách tự động, nhanh và an toàn (hình 1.87).

Với hệ ván khuôn leo trong, do toàn bộ hệ ván khuôn liên kết với kết cấu bằng các khớp "click-clack" và chỉ chịu tác động chủ yếu là lực bản thân và của thành ván khuôn tác động trong quá trình thi công bê tông. Với hệ ván khuôn leo ngoài, là hệ chính chịu tất cả tác động trong suốt quá trình thi công.



**Hình 1.87.** Cấu tạo hệ ván khuôn leo lõi thang [9] **Hình 1.88.** Sơ đồ tải trọng tác động

Phần này tập trung phân tích sự làm việc cũng như tính toán khả năng chịu lực chính của hệ ván khuôn leo ngoài.

Sơ đồ làm việc của hệ ván khuôn leo ngoài: (hình 1.88).

2) Tổ hợp tải trọng và tính toán xác định giá trị nội lực và biến dạng cực trị trong kết cấu theo chiều cao h đợt thi công bê tông.

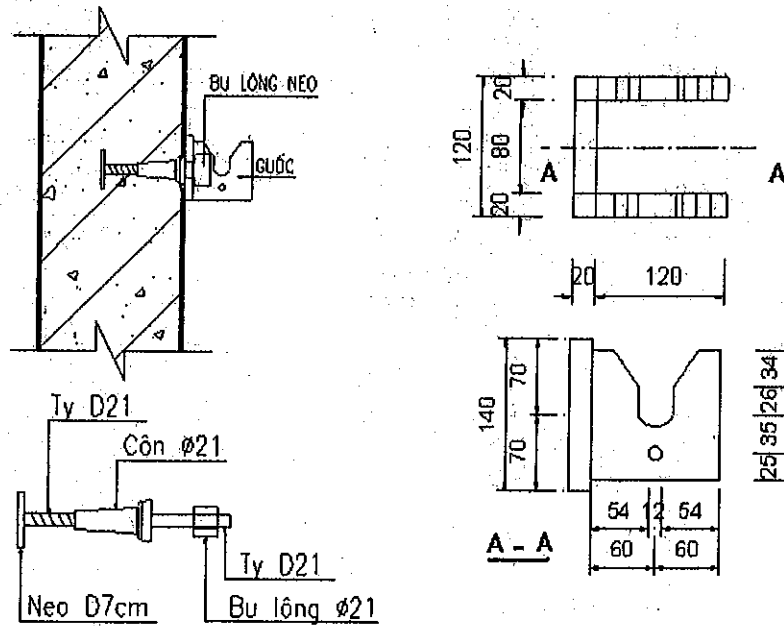
Tải trọng thi công tác dụng lên ván khuôn leo cần được hạn chế và tuân thủ nghiêm ngặt, bởi tất cả các tải trọng đều truyền vào các điểm neo trên bê tông cốt thép. Vì vậy khi khảo sát giá trị nội lực theo từng chiều cao h đợt thi công bê tông, cần tính toán dựa trên sự làm việc của các điểm neo.

a) Tính toán guốc: Xét một bài toán cụ thể, từ đó phân tích và đưa ra kết luận cho bài toán bất kỳ.

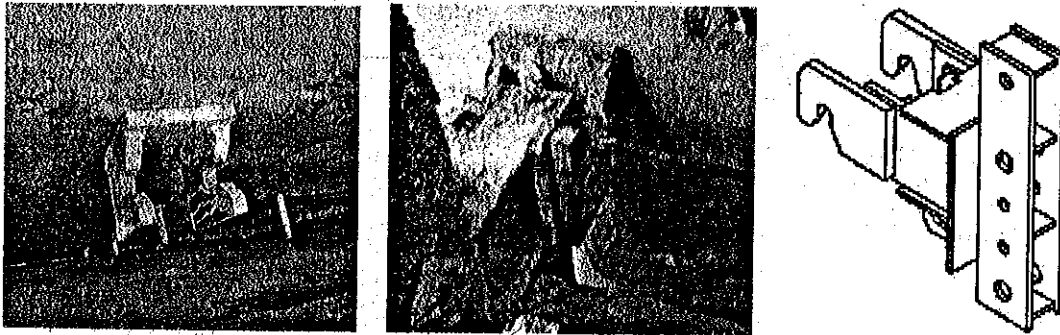
\* Xét bài toàn với số liệu ban đầu:

- Chiều cao vách lõi thang: 3.3m
- Khoảng cách giữa các guốc hãm (jump shoe): 1,6 - 2m
- Mác bê tông: M300#
- Cường độ chịu nén của bê tông:  $R_b = 13 \text{ MPa}$ - Cường độ chịu kéo của bê tông:  $R_{bt} = 1,0 \text{ MPa}$
- Mô đun đàn hồi của bê tông:  $E_b = 29000 \text{ MPa}$
- Que hàn: E 42  $R_h^g = 1500 \text{ kg/cm}^2$

\* Cấu trúc của guốc:



Hình 1.89. Cấu tạo của guốc



Hình 1.90. Guốc trước và sau khi lắp hệ ván khuôn leo

\* Tính toán: (theo phương làm việc thẳng đứng)

Tính tải: Gồm toàn bộ các bộ phận của ván khuôn leo

$Q_1 = 600 \text{ kg/m}^2$  (tải trọng hệ ván khuôn leo Fuvii - theo sách hướng dẫn sử dụng Fuvii)

Hoạt tải: người, máy móc và dụng cụ thi công hoạt động

$$Q_2 = 300 \text{ kg/m}^2$$

Tổng tải:

$$Q = (Q_1 + Q_2)\gamma = (600 + 300) \times 1,2 = 1080 \text{ kg/m}^2$$

$$N = Q.F = 1080 \times 1,6 \times 1,5 = 2592 \text{ kg}$$

( $\gamma$  - hệ số vượt tải)

- Khả năng chịu cắt của bu lông:



$$[N]_c = n_c \frac{\pi d^2}{4} R_c^{bl} = 1 \cdot \frac{\pi 2,1^2}{4} \times 1300 = 4500 \text{ kg}$$

(Thép CT3,  $R_c^{bl} = 1300 \text{ kg/cm}^2$ )

$$N = 2592 \text{ kg} < [N]_c = 4500 \text{ kg} \quad (\text{Thỏa mãn})$$

- Khả năng chịu ép mặt của bu lông:

$$[N]_{em}^{bl} = d \sum \delta_{\min} \cdot R_{em}^{bl} = 2,1 \times 1 \times 3400 = 7140 \text{ kg}$$

(Thép CT3,  $R_{em}^{bl} = 3400 \text{ kg/cm}^2$ )

$$N = 2592 \text{ kg} < [N]_{em}^{bl} = 7140 \text{ kg} \quad (\text{Thỏa mãn})$$

\* Tính toán khả năng chịu cắt bê tông: (theo phương làm việc ngang)

Xét các loại tải trọng ngang:

- Áp lực ngang của vữa bê tông mới đổ [6]

Theo tài liệu của Rumani và cộng hòa dân chủ Đức, khi đầm rung thay đổi theo dạng đường cong, phần trên trùng với áp lực thủy tĩnh, giá trị lớn nhất cách mặt bê tông là 1/3 chiều cao lớp đổ. Khi tính toán, biểu đồ này được quy về dạng hình thang.

Theo T. Dinescu:

- Áp lực thủy tĩnh ở vị trí h/3:  $P_\alpha = 800h \text{ daN/m}^2$

- Áp lực ngang tối đa:  $P_{\max} = 1,25 P_\alpha = 1000h \text{ daN/m}^2$

Đổ bê tông vách làm 2 lớp mỗi lớp cao  $H = 3,3/2 = 1,65 \text{ m}$

→ Áp lực ngang tác dụng lên hệ ván khuôn treo

$$V_1 = 1000h \times 1,65 \times 1,6 = 2640 \text{ (daN)} = 2640 \text{ (kg)}$$

Theo quy phạm Liên Xô (cũ) [6]

$$q_{bt}'' = \gamma \cdot h = 2400 \times 0,5 = 1200 \text{ daN/m}^2 = 1,2 \text{ t/m}^2 \text{ với } V = 0,5 \text{ m/h}$$

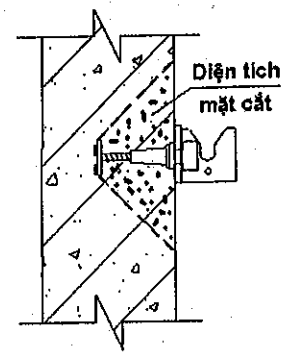
- Tải trọng chấn động phát sinh ra khi đổ bê tông:

Đổ bê tông vách bằng cầu tháp với dung tích ben bằng  $1 \text{ m}^3$  đổ qua ống vòi vòi nên lấy tải trọng chấn động  $q_{cd}^{tc} = 0,2 \text{ t/m}^2$

$$q_{cd}'' = n \cdot q_{cd}^{tc} = 1,3 \times 0,2 = 0,26 \text{ t/m}^2$$

- Tải trọng do đầm vữa bê tông tính bằng  $0,2 \text{ t/m}^2$  bề mặt đứng của ván khuôn:

$$q_d'' = 1,3 \times 0,2 = 0,26 \text{ t/m}^2$$



Hình 1.91. Diện tích mặt cắt làm việc chịu cắt của bê tông

+ Tổng tải trọng tác dụng lên  $1\text{m}^2$  bề mặt đứng của ván khuôn:

$$q = q_{bt}'' + q_{cd}'' + q_d'' = 1,2 + 0,26 + 0,26 = 1,72 \text{ t/m}^2 = 1720 \text{ kg/m}^2$$

Lực tác dụng theo phương xô ngang của hệ:

$$V_2 = S \cdot q = 0,5 \times 1,6 \times 1720 = 1376 \text{ kg}$$

Theo tiêu chuẩn TCVN 356 : 2005 [11], tính toán lực chịu cắt của bê tông theo phương ngang:

Trong điều kiện thi công  $V = 0,5\text{m/h}$  chọn cường độ bê tông đạt khoảng 50% so với  $R_{28}$  để tính toán điều kiện treo hệ lên điểm neo.

$$R_n = 50\% \times 130 = 65\text{kg/cm}^2$$

S - diện tích xung quanh hình nón cụt: (với đường kính neo  $D = 7\text{cm}$ ; chiều dài neo  $h = 15\text{cm}$ )

Suy ra:

$$\text{Độ dài đường sinh: } s = \sqrt{2} \times 15 = 21,21$$

$$S = \pi \times (3,5 + 3,5 + 15) \times 21,21 = 1465,18 \text{ cm}^2$$

$$Q_1 = K \times R_n \times S = 0,35 \times 65 \times 1465,18 = 33332,845 \text{ kg}$$

( $k = 0,35$  với mác bê tông  $< 400$ )

$$\rightarrow Q = Q_1 \sqrt{2} / 2 = 23573,55 \text{ kg}$$

Xét thấy:

$$V_1 = 2640 \text{ kg} < Q = 23573,55 \text{ kg}; V_2 = 1376 \text{ kg} < Q = 23573,55 \text{ kg} \text{ (Thỏa mãn)}$$

$$\text{- Đường hàn: } l_h = \frac{N}{0,7h_n R_g^h} = \frac{2592}{0,7 \times 0,5 \times 1500} = 4,94 \text{ cm}$$

Chọn  $l_h = 60\text{mm}$

Cường độ lực cắt của đường hàn:

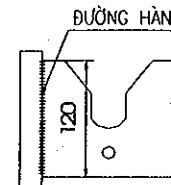
Đường hàn  $5 \times 60$

$$J_x = \frac{0,5 \times 6^3}{12} = 9\text{cm}^4$$

$$\rightarrow W = \frac{J_x}{h/2} = \frac{9}{3} = 3\text{cm}^2$$

$$\rightarrow \delta_h = \frac{M}{n \cdot W_h} = \frac{2592 \times 6}{3 \times 4} = 1276 \text{ kg/cm}^2 < R_k^h = 1800 \text{ kg/cm}^2$$

$$\tau = \frac{Q}{n \cdot \sum l_h \times 0,7h} = \frac{2592}{4 \times 4 \times 0,7 \times 0,5} = 462,85 \text{ kg/cm}^2 < R_k^h = 1800 \text{ kg/cm}^2$$



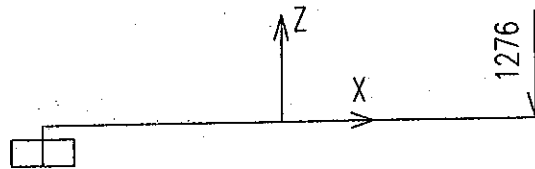
Hình 1.92.  
Chi tiết đường hàn

- Cường độ lực cắt tại vị trí nguy hiểm:

Mô men chống uốn:

$$W = \frac{bh^2}{6} = \frac{2 \times 4,5^2}{6} = 6,75 \text{cm}^2$$

Sơ đồ tính toán:



Hình 1.93. Chi tiết đường hàn

- Cường độ lực cắt tại vị trí nguy hiểm:

Mô men chống uốn:

$$W = \frac{bh^2}{6} = \frac{2 \times 4,5^2}{6} = 6,75 \text{cm}^2$$

3) Lựa chọn chiều cao hiệu quả đợt thi công lõi nhà cao tầng (hỗ) bằng công nghệ ván khuôn leo tháo lắp bằng cơ giới

Trên cơ sở phân tích nội lực và biến dạng cực trị trong kết cấu trên, thấy rõ khả năng chịu lực của hệ kết cấu leo. Chiều cao đợt đổ thi công có thể lên đến  $h = 6\text{m}$ . Qua đồ thị 1, thấy đợt đổ càng cao thì cần trang bị bu lông neo càng lớn. Việc xác định hiệu quả đợt thi công phụ thuộc vào nhiều yếu tố:

- Về tiến độ thi công: vì nguyên tắc cơ bản, thi công theo hệ ván khuôn cho phép thi công kết cấu đứng lên cao và thi công trước kết cấu ngang. Như vậy giai đoạn đầu cho tiến độ thi công kết cấu đứng vượt trước, giai đoạn sau điều chỉnh cho tiến độ thi công kết cấu đứng và kết cấu ngang tương đương nhau sẽ giúp cho mặt trận công tác thông thoáng dẫn đến tiến độ tăng và đảm bảo an toàn lao động.

Ví dụ: Thi công nhà cao tầng, chỉ cần thi công lõi cao hơn 3, 4 tầng vượt trước sàn dưới, dẫn đến việc phối hợp máy thi công và điều phối vật tư được dễ dàng, thuận lợi hơn (như việc điều hành cần phân phối bê tông thi công kết cấu lõi, sàn được thuận lợi, tâm lý thi công an toàn (độ cao vừa phải) cũng như để phòng gió lớn khi thi công trên cao. Về những tầng sau, hoàn toàn có thể giảm tiến độ thi công lõi theo chu kỳ của thi công sàn. Chẳng hạn, tiến độ 5 ngày 1 sàn, thì 5 ngày vách lõi cũng lên 1 tầng. Như vậy, chọn chiều cao đợt thi công lõi nên chọn chiều cao bằng chiều cao 1 tầng nhà (thường từ 3,5 - 4,5m) để hệ số an toàn kết cấu leo được cao hơn và vẫn đảm bảo được tiến độ thi công.

- Về khả năng chịu lực của hệ ván khuôn leo: khi bu lông được neo trong bê tông (qua đồ thị 2) thấy khả năng chịu lực cắt của bê tông rất lớn, chỉ cần bê tông đạt 15% - 20% mác thiết kế là đủ khả năng chịu lực, có thể tiến hành thi công các bước tiếp theo sau khi đổ bê tông đợt trước. Vì vậy việc tăng cường độ bê tông bằng sử dụng phụ gia cũng giúp đẩy nhanh thêm được tiến độ thi công và hệ số an toàn khi sử dụng hệ được tăng lên.

- *Về tổ chức phối hợp các tổ đội thi công:* việc hệ kết cấu đứng thi công trước kết cấu ngang nên tổ chức thi công thép cùng kết hợp với tổ đội thi công ván khuôn leo để đặt thép chờ.

Ví dụ: Thi công nhà cao tầng đòi hỏi có các dầm và sàn liên kết với lõi, nên chọn đợt thi công lõi là một tầng để công tác chờ cốt thép được định vị dễ dàng hơn.

- *Về chất lượng:* việc chọn chiều cao đợt đổ bằng chiều cao từng tầng (thường từ 3,5 - 4,5m) có ưu điểm là dễ thi công, chất lượng bê tông dễ quản lý và hạn chế được sự phân tầng bê tông.

- *Về an toàn lao động:* việc thi công trên cao có ảnh hưởng đến tâm lý thi công, cũng như năng suất lao động. Với một đợt đổ bê tông bằng với chiều cao tầng, tấm ván khuôn mặt có diện tích vừa phải, diện tích đón gió sẽ ít ảnh hưởng đến an toàn của hệ kết cấu và cũng phải giảm các tầng đỡ mềm khi thi công. Nên hệ số an toàn lao động sẽ cao hơn.

*Kết luận:* từ các phân tích sự làm việc của kết cấu hệ ván khuôn leo, cũng như phân tích các lý do trên đây về khả năng chịu lực, tiến độ, chất lượng, cũng như an toàn lao động. Chọn chiều cao hiệu quả đợt thi công lõi nhà cao tầng ( $h_d$ ) bằng công nghệ ván khuôn leo tháo lắp bằng cơ giới chính là chiều cao tầng nhà ( $h_t$ ).

## 1.5. VÁN KHUÔN CHO CÁC KẾT CẤU CHÍNH CỦA CÔNG TRÌNH

### 1.5.1. Ván khuôn móng

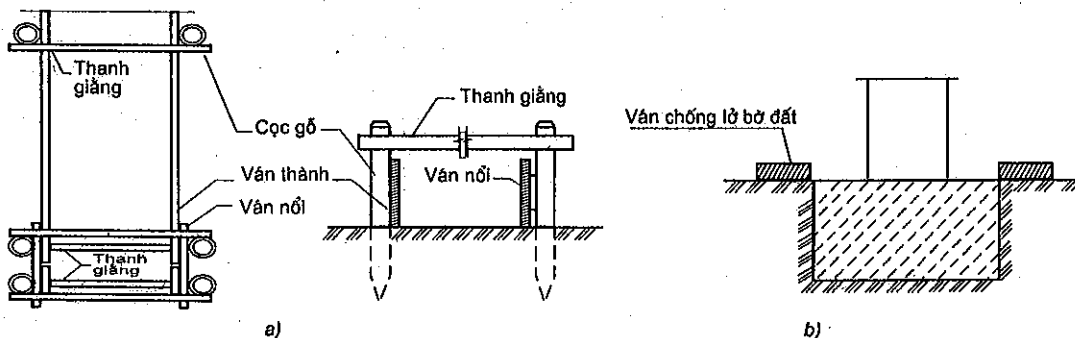
Ván khuôn dùng cho tất cả các loại móng thường bằng các tấm gỗ riêng lẻ, hoặc bằng các mảng gỗ liên kết nhiều tấm lại với nhau bằng đinh.

Ván khuôn móng bằng liên tục cấu tạo gồm: hai tấm (hoặc mảng) gỗ có chiều cao lớn hơn chiều cao của móng 5-10cm. Phía dưới chân dùm hai thanh gỗ định vị, phía trên dùm các thanh văng để giữ cự ly của khuôn. Khi đổ và đầm bê tông, để chống phình người ta dùng các thanh chống xiên.

Ván khuôn dùng để đổ móng đơn, đặc điểm đối với loại móng này là cấu tạo thành nhiều bậc. Ở giữa có cốt móng để lắp ghép cột.

#### 1.5.1.1. Ván khuôn cho móng bằng

1) Ván khuôn móng bằng có tiết diện hình chữ nhật và tiết diện dẹt cấp

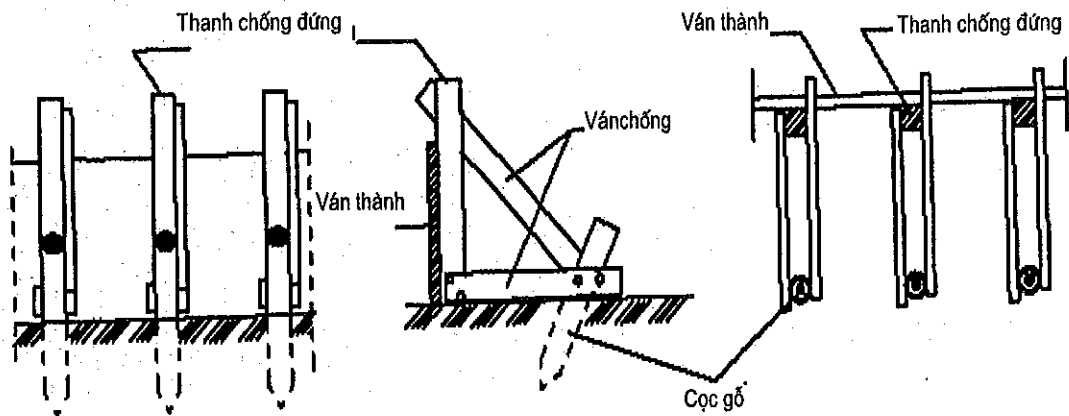


Hình 1.94. Ván khuôn móng bằng nhỏ

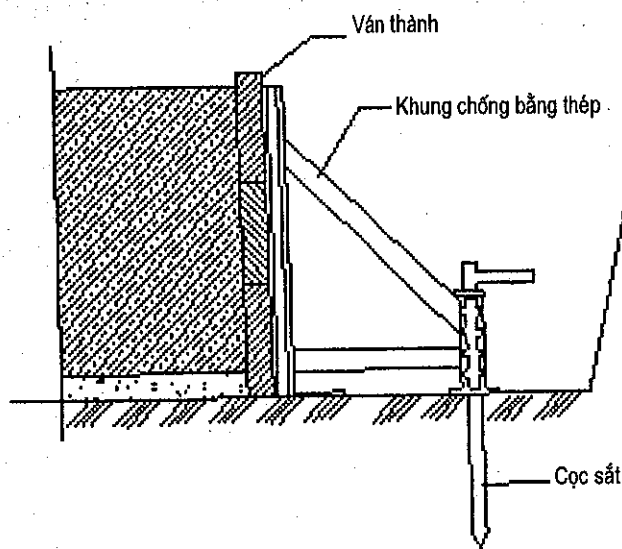
a) Ván khuôn móng bằng nhỏ tiết diện chữ nhật; b) Ván khuôn móng bằng bằng đất.

Với móng băng tiết diện hình chữ nhật, khi chiều cao bé hơn 200mm (hình 1.94a), ván khuôn được làm bằng ván có chiều dày từ 40 - 50mm, cố định thành móng băng cọc đóng xuống nền đất. Khi nền đất tốt, có thể lợi dụng để làm ván khuôn cho móng (hình 1.94b) đương nhiên phải có biện pháp lót chống nước xi măng ngâm vào nền đất.

Khi chiều cao móng dưới 500mm, ván khuôn được tăng cường các nẹp; áp lực ngang của bê tông mới đổ, tác dụng lên thành ván khuôn, do các chống xiên và cọc chịu (hình 1.95) hoặc được truyền qua các thanh chống tựa lên thành hố móng.



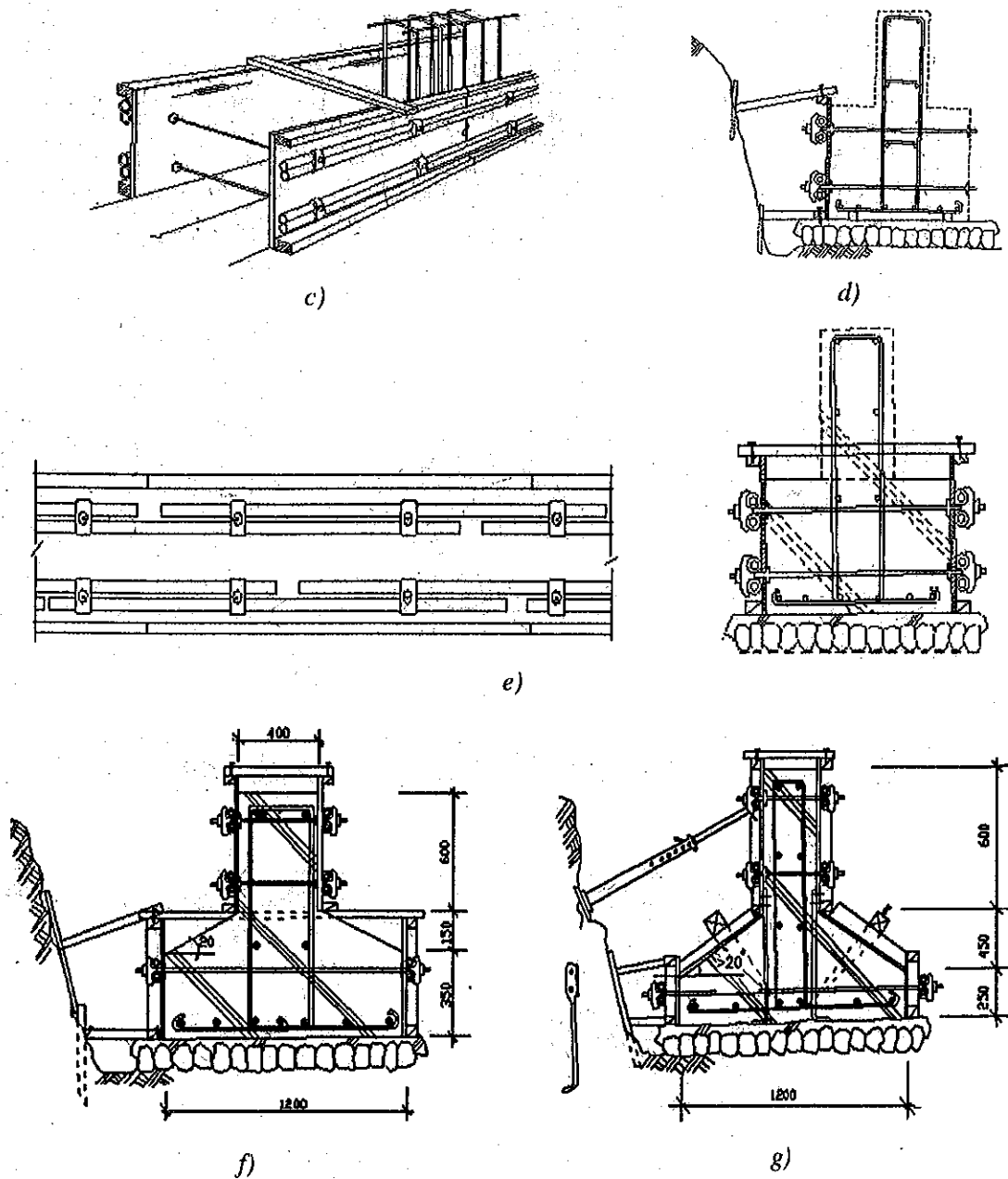
a)



b)

**Hình 1.95.** Ván khuôn móng băng kích thước lớn

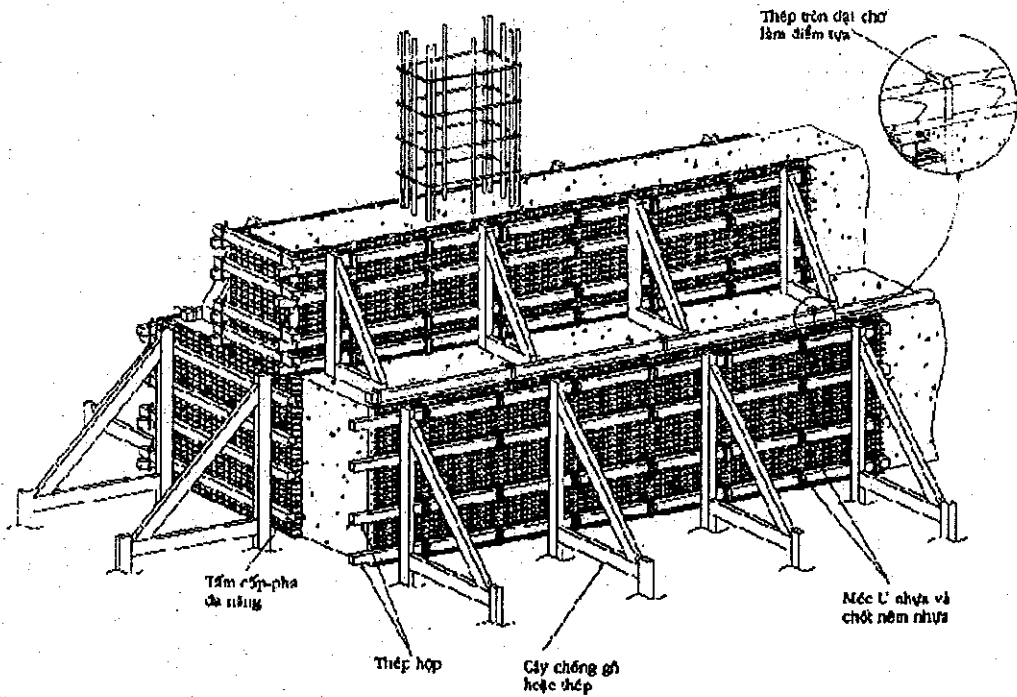
a) Ván khuôn móng băng gỗ có chống xiên; b) Ván khuôn thành móng.



**Hình 1.95 (tiếp theo). Ván khuôn móng băng kích thước lớn**

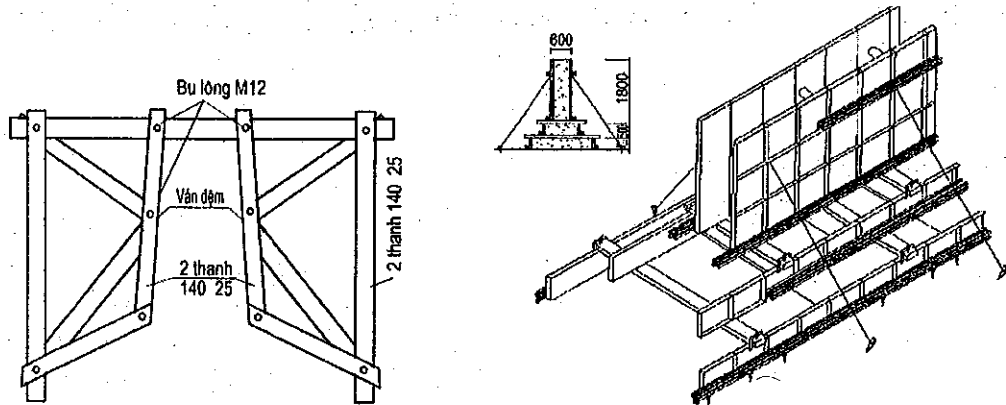
- c) Kết hợp; thanh văng trong lòng ván khuôn và mặt; d) Thanh chống dựa vào thành hố móng;  
 e) Thanh văng trong lòng ván khuôn và mặt với móng đứng độc lập;  
 f) Khi phân vát của bê tông  $< 20^\circ$ ; g) Phải có ván khuôn nắp khi bê tông vát  $> 20^\circ$ .

Với móng băng tiết diện chữ nhật và dặt cấp, khi có chiều cao bé hơn 750mm, ván khuôn được làm từ các tấm khuôn và gông kẹp. Gông kẹp có thể làm bằng gỗ hoặc kim loại. Khi lắp ván khuôn, các tấm khuôn ở một phía của thành móng được cố định, theo vị trí thiết kế, bằng các cọc đóng xuống đất và chống xiên (2 - 3 cọc cho 1 tấm khuôn). Các tấm khuôn của thành còn được giữ bằng gông kẹp và thanh cữ chống tạm thời.



Hình 1.96. Một dạng ván khuôn nhựa thi công móng băng

2) Ván khuôn cho móng băng có tiết diện phức tạp



Hình 1.97. Ván khuôn móng băng tiết diện phức tạp

Hệ sườn cứng của ván khuôn được tạo nên từ các khung ngang; khi lắp ván khuôn, các khung được đặt lên thanh định vị mà thanh này được liên kết bằng đinh với các mẫu gỗ chôn sẵn trong quá trình đổ bê tông lót. Theo phương dọc các khung ngang liên kết với nhau bằng ván giằng. Khi đã có hệ sườn cứng, chỉ việc liên kết các tấm khuôn hoặc ván rời vào sườn cứng bằng các dải thép và bulông đầu chìm.

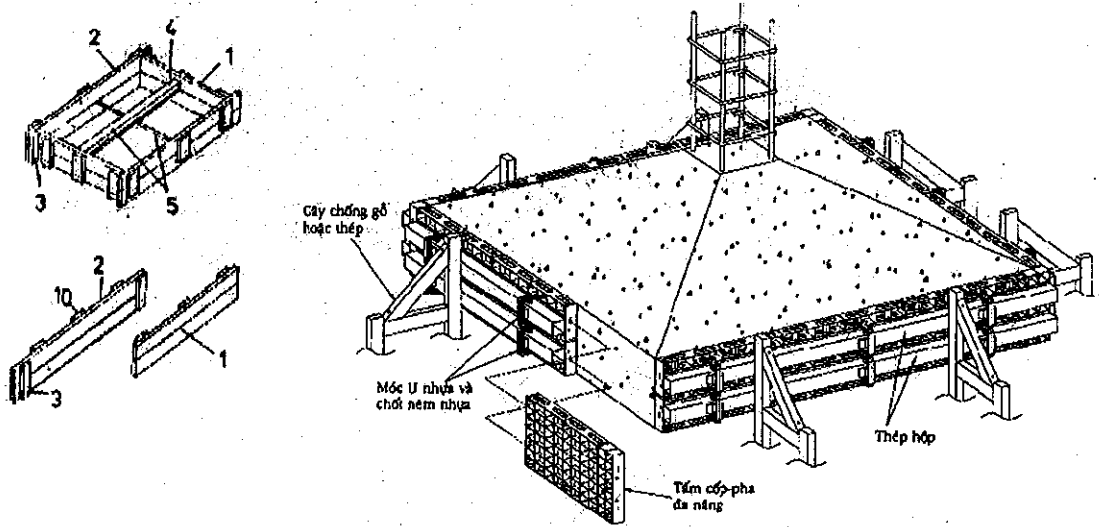
1.5.1.3. Ván khuôn móng cột

Trình tự lắp đặt ván khuôn móng cột.

- Ván khuôn dài cọc và dầm móng được lắp sau khi đã lắp dựng cốt thép;

- Căng dây theo trục tìm cột theo 2 phương để làm chuẩn;
- Ghép ván khuôn theo đúng kích thước của từng móng cụ thể;
- Xác định trung điểm của từng cạnh ván khuôn, qua các vị trí đó đóng các nẹp gỗ vuông góc với nhau để gia cường;
- Cố định ván khuôn bằng các thanh chống cọc cừ.

1) Ván khuôn móng cột hình chữ nhật

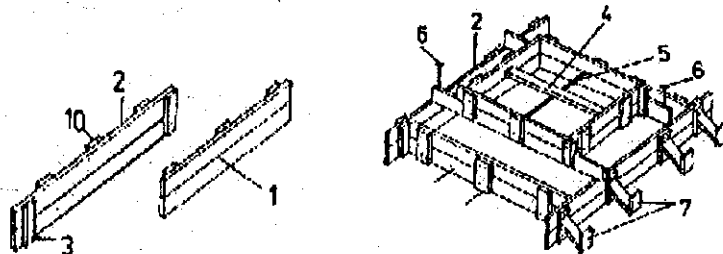


Hình 1.98. Ván khuôn móng cột để chữ nhật

1. Tấm khuôn trong; 2. Tấm khuôn ngoài; 3. Nẹp cũ;  
4. Thanh cừ; 5. Dây; 10. Nẹp thành móng.

2) Ván khuôn móng cột dẹt cấp

Ván khuôn móng cột dẹt cấp gồm các hộp khuôn hình chữ nhật, hộp nọ đặt chồng lên hộp kia. Mỗi hộp khuôn gồm hai cặp tấm khuôn (cặp nằm trong và cặp nằm ngoài). Chiều dài cặp tấm khuôn ngoài lớn hơn cặp tấm khuôn nằm trong từ 200 - 250mm. Chiều cao mỗi bậc khuôn bằng chiều cao bậc móng. Ở đầu các tấm ngoài có nẹp cũ để cố định đầu các tấm trong. Số lượng, kích thước dính liền kết nẹp cũ với tấm ngoài, tùy thuộc vào chiều cao của bậc móng.

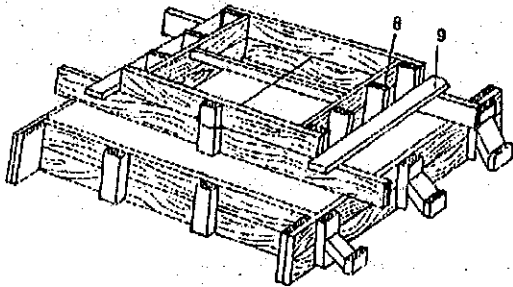


Hình 1.99. Ván khuôn móng cột dẹt cấp

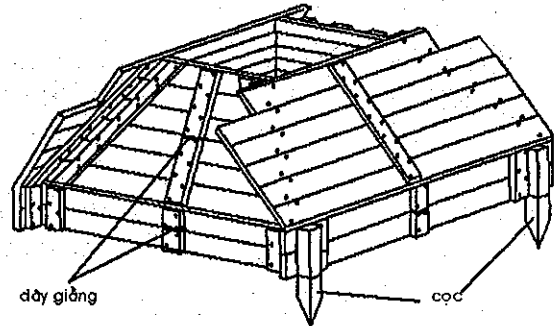
1. Tấm khuôn trong; 2. Tấm khuôn ngoài; 3. Nẹp cũ; 4. Thanh cừ;  
5. Dây thép giằng; 6. Đinh; 7. Cọc; 10. Nẹp thành móng.



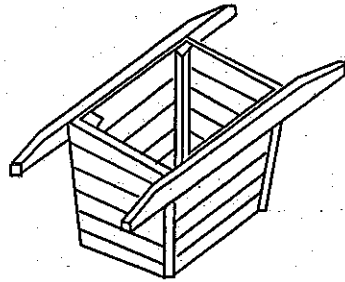
Khi lắp ván khuôn, tấm ngoài được cố định bằng dây thép giằng, tấm trong được cố định bằng nẹp cũ và thanh giằng. Khi cạnh của móng lớn, phải có nẹp giữ thành và nêm chèn để chống phình ván khuôn (hình 1.99, 1.100).



**Hình 1.100a.** Ván khuôn móng cột loại lớn  
8. Nêm chèn; 9. Nẹp giữ thành.



**Hình 1.100b.** Ván khuôn móng cho cột vát cạnh



**Hình 1.100c.**

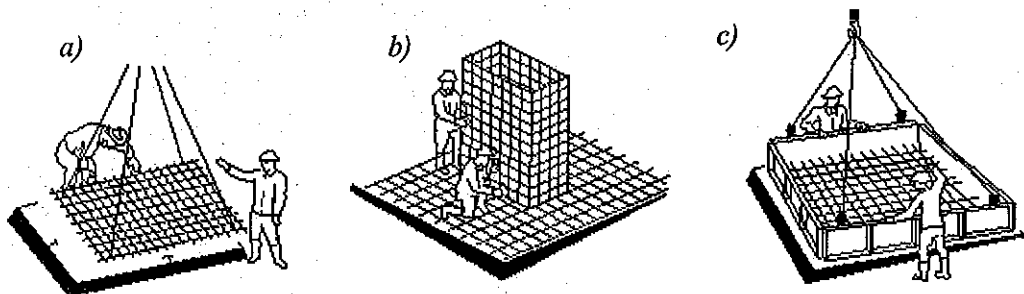
Hộp khuôn cho móng cột lắp ghép



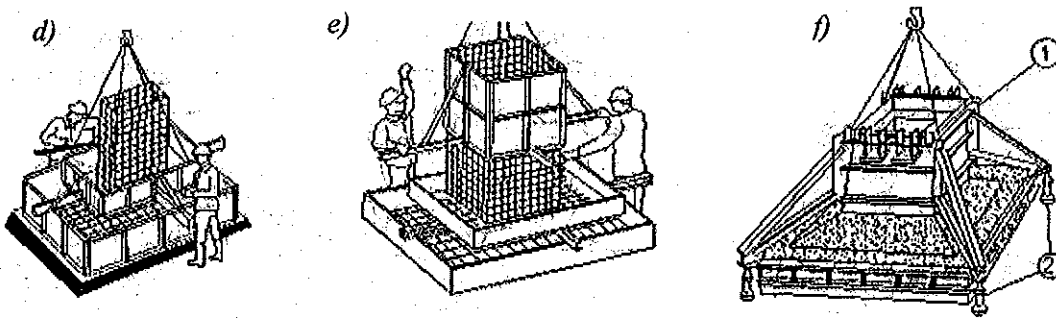
**Hình 1.101.** Ván khuôn móng cột bằng nhựa

Đối với ván khuôn móng cho cột lắp ghép, tại hộp khuôn của bậc móng trên cùng, ở trong được treo một hộp khuôn có dạng hình cốc không đáy (hình 1.100c). Khi lắp, nẹp ngang của khuôn cốc tựa vào thành của hộp khuôn và liên kết bằng đinh. Để dễ dàng tháo khuôn, thành hộp cốc cần cấu tạo vát, phía trên to hơn phía dưới từ 5 - 10mm.

### 3) Ván khuôn móng cột bằng thép



**Hình 1.102.** Công nghệ lắp ván khuôn móng cột bằng thép cho móng dật 1 cấp, 2 cấp, 3 cấp và móng vát;  
a) Lắp cốt thép để móng; b) Lắp cốt thép cổ móng;  
c) Lắp ghép ván khuôn cho móng dật 1 cấp.



**Hình 1.102 (Tiếp theo)**

d) Lắp ghép ván khuôn cho móng dật 2 cấp; e) Lắp ghép ván khuôn cho móng dật 3 cấp; f) Lắp ghép ván khuôn cho móng vát;  
1. Lắp ghép ván khuôn cổ móng; 2. Kích điều chỉnh ván khuôn;

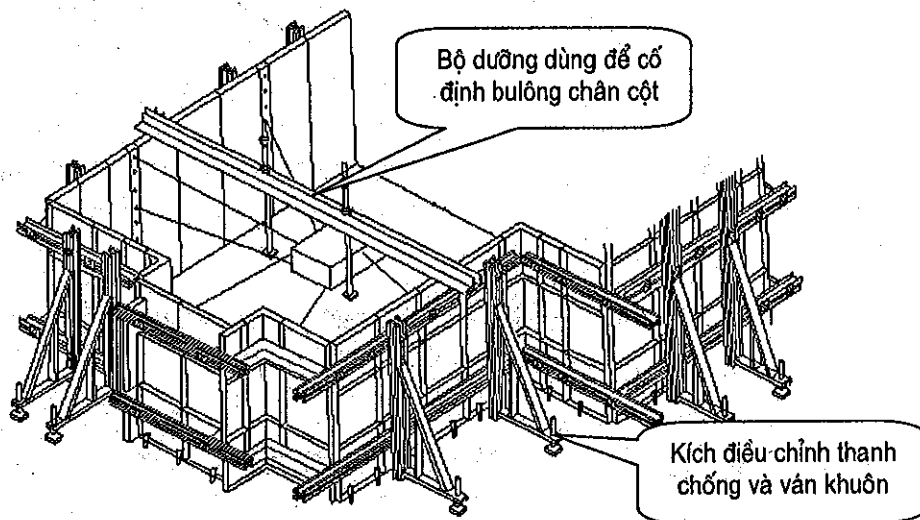
#### 1.5.1.4. Ván khuôn móng thiết bị

Với móng thiết bị có hình dạng phức tạp, các mặt của móng có diện tích nhỏ, việc lắp ván khuôn thực hiện như móng cột. Ván khuôn cho móng thiết bị lớn được cấu tạo thành những tấm khuôn có diện tích lớn, khi lắp dùng cần trục (hình 1.102, hình 1.103).

Tại móng thiết bị, thường phải đặt các lỗ thừa sẵn để sau này chôn bulông. Tùy từng trường hợp mà cách thiết kế ván khuôn cho các lỗ thừa sẵn, có dạng khác nhau (hình 1.103) dùng bộ gá (bộ dưỡng) để giữ bulông chân cột đúng vị trí thiết kế.

Cấu tạo hộp ván khuôn cho lỗ thừa sẵn cần đảm bảo những yêu cầu như sau:

- Hộp phải được cố định chắc chắn, trong quá trình thi công không bị xô dịch do các lực tác dụng gây nên;



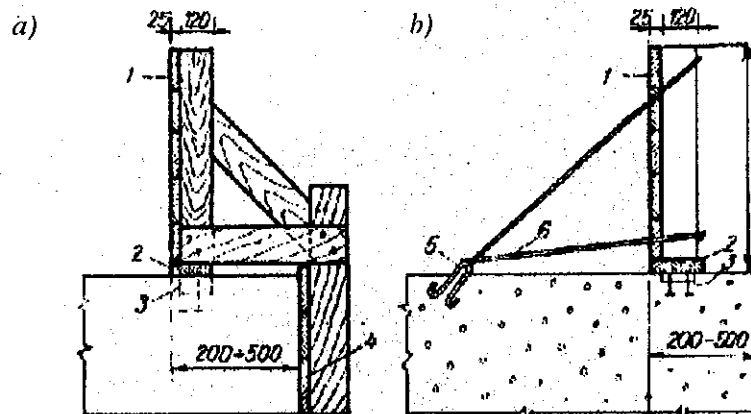
**Hình 1.103. Ván khuôn thép cho móng máy**

- Bê tông không thể rơi từ trên xuống qua miệng hộp (khi đổ bê tông) hoặc là vữa xi măng chảy vào lòng hộp qua những mối ghép trên thành và bê tông đùn lên từ đáy hộp; chúng có tác dụng như một nút bê tông chèn chặt, gây khó khăn khi tháo ván khuôn;

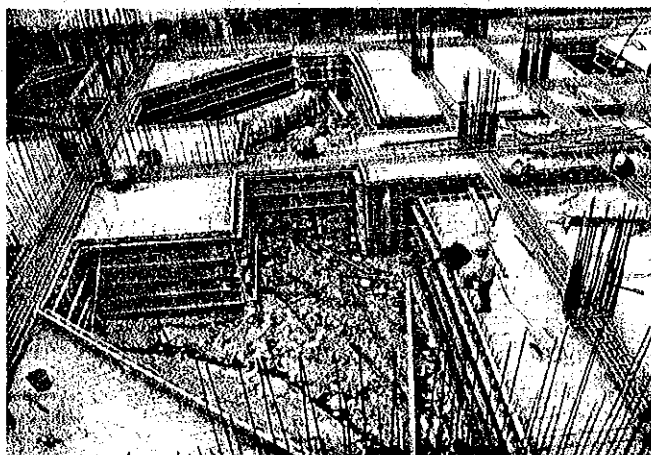
- Trước khi đổ bê tông, phải tưới nước cho nở thớ gỗ để khi gỗ khô ngót, việc tháo dễ dàng;
- Dùng gỗ có thớ dọc, tránh dùng gỗ thớ xoắn, gỗ có mắt hoặc mục;
- Hộp gồm nhiều mảnh ghép lại, để dễ tháo, nên hạn chế việc đóng đinh giữa các tấm;
- Hộp có thể cấu tạo trên to, dưới nhỏ (hoặc trên nhỏ, dưới to) với độ nghiêng khoảng 0,7cm/1m, hoặc không cần tạo độ nghiêng, tùy thuộc vào cấu tạo của từng loại;
- Khi lưới thép của công trình đặt thưa và thép có đường kính bé, hộp được cố định riêng biệt không liên quan đến lưới thép của công trình. Khi lưới thép đặt dày và có đường kính lớn, đảm bảo vững chắc, có thể lợi dụng lưới thép này để làm chỗ tựa và liên kết hộp;
- Hộp không nên để lâu mới tháo. Khi tháo, có thể tháo từng mảnh, hoặc dùng kích kéo cả hộp lên một lần.

#### 1.5.1.5. Ván khuôn móng khối lớn

Đối với móng khối lớn có bậc dặt cấp, ván khuôn phần trên được cố định bằng chống xiên và chống ngang liên kết với sườn đứng của ván khuôn phần dưới (hình 1.104a), hoặc bằng giằng liên kết với móc neo chôn sẵn ở bê tông đợt dưới (hình 1.104b).



Hình 1.104. Ván khuôn móng khối lớn  
a) Móng có dặt cấp; b) Móng không dặt cấp



Hình 1.105. Một góc ván khuôn móng khối lớn sử dụng ván khuôn nhựa FUVI

### 1.5.2. Ván khuôn cột

Cột bê tông cốt thép có thể hình chữ nhật, hình vuông, hình đa giác, hay hình tròn. Trước khi đổ bê tông, cần phải thiết kế và sản xuất ván khuôn.

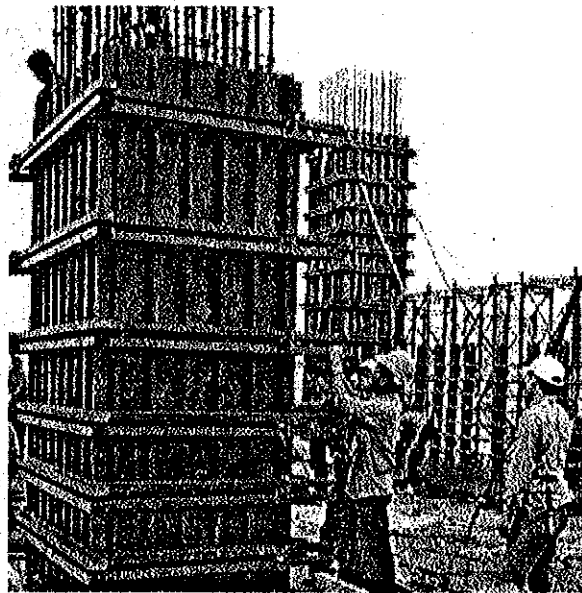
Cấu tạo của ván khuôn cột bao gồm: bốn hoặc nhiều mảng ván ghép lại với nhau bằng nẹp. Giữa các mảng ván khuôn liên kết lại với nhau thành hình dạng kết cấu bằng hệ thống gông (đai). Khoảng cách giữa các gông và chiều dày của ván được thiết kế chống lực xô ngang.

Trình tự lắp ván khuôn cột.

- Trước tiên phải tiến hành đổ mành cột cao 50mm để tạo dưỡng dục ván khuôn. Lưu ý đặt sẵn các thép chờ trên sàn để tạo chỗ neo cho cốp pha cột;

- Gia công thành từng mảng có kích thước bằng kích thước của 1 mặt cột;
- Ghép các mảng theo kích thước cụ thể của từng cột;
- Dùng gông (bằng thép hoặc gỗ cố định), khoảng cách các gông khoảng 50 cm;

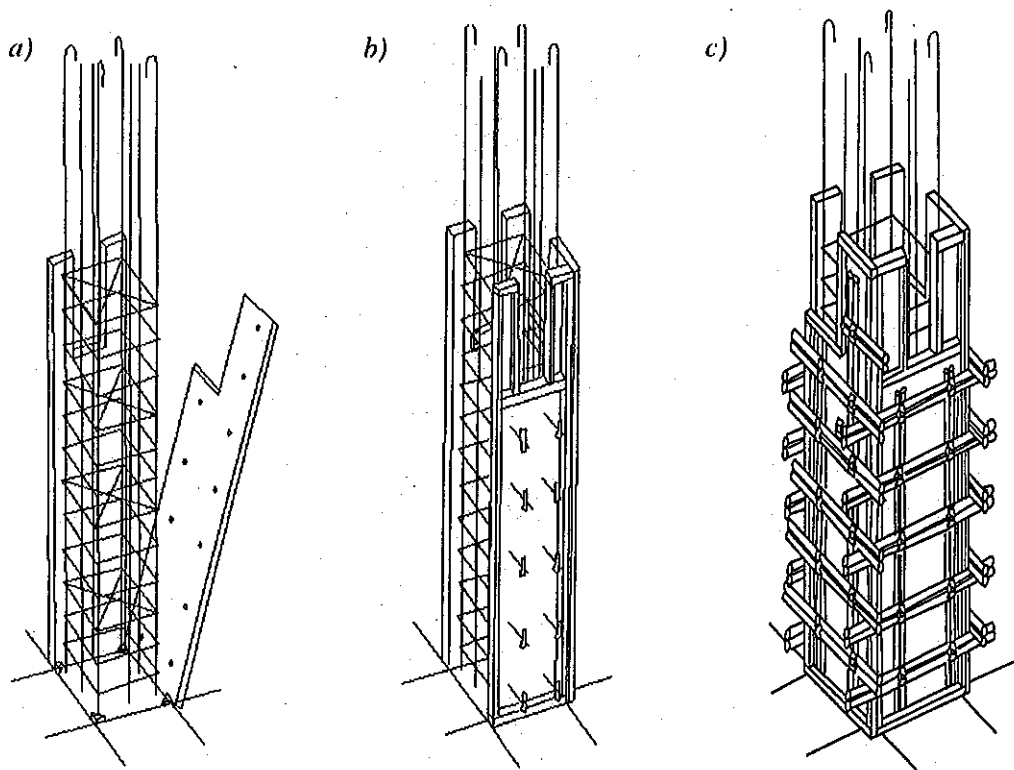
*Chú ý:* phải để cửa sổ để đổ bê tông, chân cột có thưa lỗ để vệ sinh trước khi đổ bê tông;



*Hình 1.106. Ván khuôn cột tiết diện lớn*

\* Cách lắp ghép:

- Vạch mặt cắt cột lên chân sàn, nền;
- Ghim khung cố định chân cột bằng các đệm gỗ đặt sẵn trong lòng khối móng để làm cữ;
- Dùng lần lượt các mảng phía trong rồi đến các mảng phía ngoài rồi đóng đinh liên kết 4 mảng với nhau, lắp gông và nẹp chặt;
- Dùng dọi kiểm tra lại độ thẳng đứng của cột;
- Cố định ván khuôn cột bằng các neo hoặc cây chống.



**Hình 1.107.** Trình tự ghép ván khuôn cột

Gông cột làm bằng gỗ hoặc kim loại, được tính toán cụ thể tùy từng loại cột, vật liệu làm ván khuôn cột, biện pháp thi công... Sử dụng hệ gông bằng kim loại có nhiều dạng khác nhau, trong thi công hay dùng loại gông này vì có nhiều ưu điểm, vì nó có thể thay đổi được tiết diện cột, bằng cách rút chốt nối ra hoặc co lại (hình 1.107) và các ví dụ cách tổ hợp bộ ván khuôn cột dưới đây để thấy một số loại gông.

Khi lắp ván khuôn, chân hộp khuôn đặt trên khung định vị; khung định vị liên kết với móng hoặc sàn bê tông. Khung định vị phải đặt đúng tọa độ và cao độ quy định để lắp ván khuôn dầm vào ván khuôn cột được chính xác.

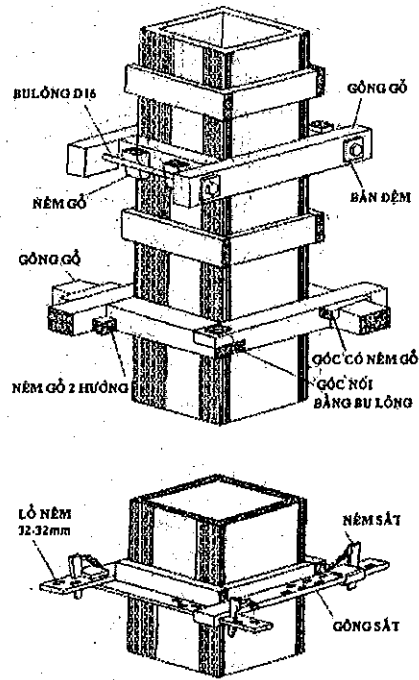
Để làm vệ sinh, tại chân hộp ván khuôn bố trí một cửa (tại tấm ngoài - thường là tấm có kích thước lớn) và cửa này được lắp kín lại trước khi đổ bê tông. Trên đầu cột được để lại, để ghép ván khuôn dầm.

Khi thiết kế ván khuôn các cột có chiều cao  $h > 2,5\text{m}$  phải trừ cửa để đổ bê tông ở khoảng giữa.

Tùy theo điều kiện thực tế, ván khuôn cột (lắp vào công trình) có thể lắp rời hoặc tổ hợp thành hộp khuôn và lắp bằng cần trục. Khi chiều cao dưới 6m, cố định ván khuôn cột bằng chống xiên; khi chiều cao lớn hơn 6m, cố định bằng giàn giáo. Ngoài ra, còn có thể cố định ván khuôn cột dựa vào khung cốt hàn ở bên trong cột.

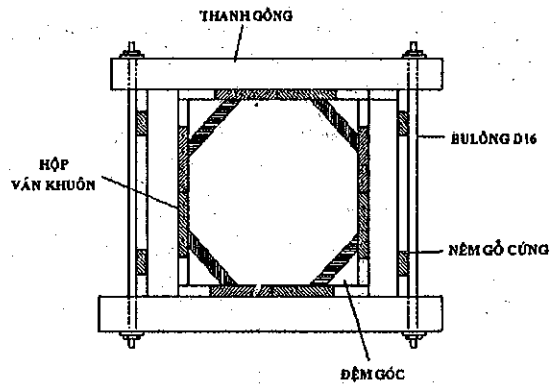
Sau đây là một số ví dụ cách tổ hợp bộ ván khuôn cột.

**Ví dụ 1:** Ván khuôn cột bằng ván ép với gông bằng gỗ và gông bằng thép

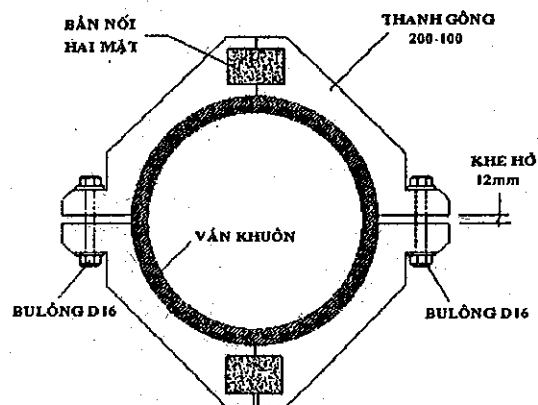


Hình 1.108. Hai loại gông ván khuôn cột vuông

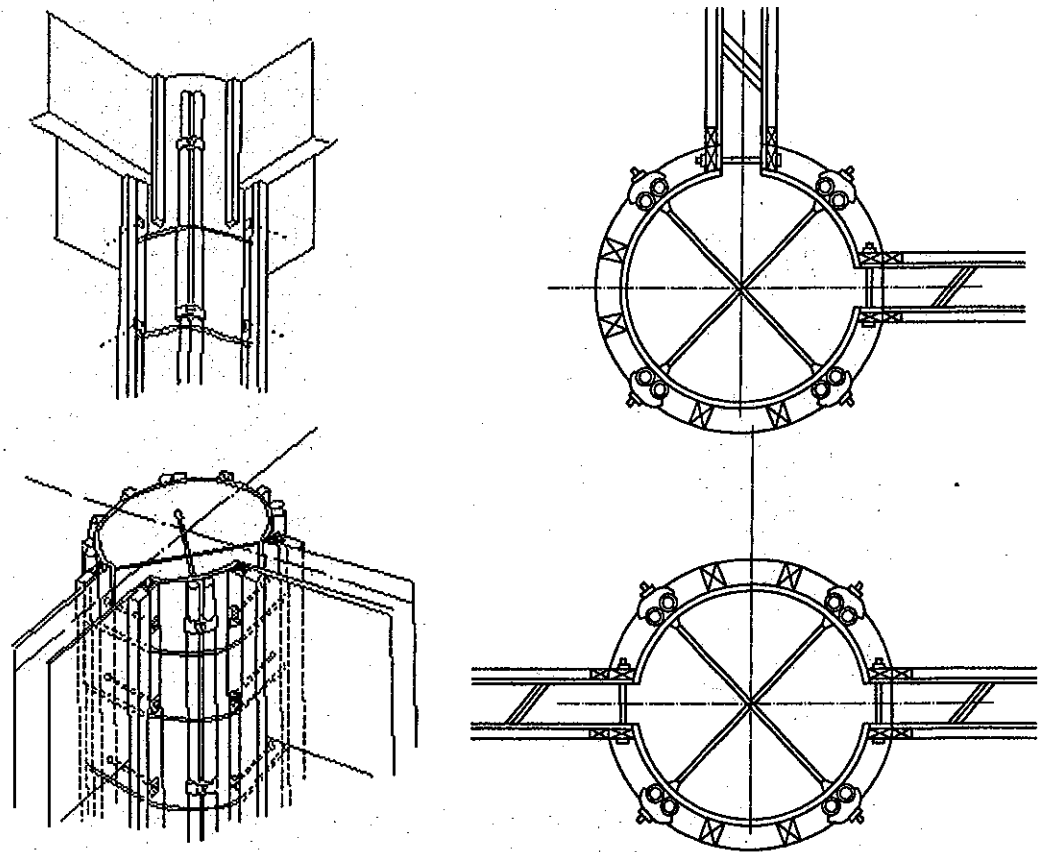
Ví dụ 2: Gông và mặt cắt ván khuôn cột tròn, đa giác và cột lõm



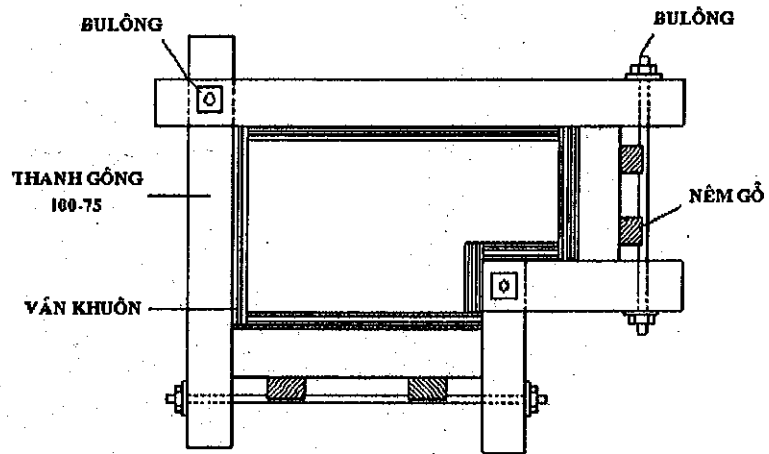
Hình 1.109. Mặt cắt ván khuôn cột 8 cạnh (hát giác)



Hình 1.110. Mặt cắt ván khuôn cột tròn độc lập

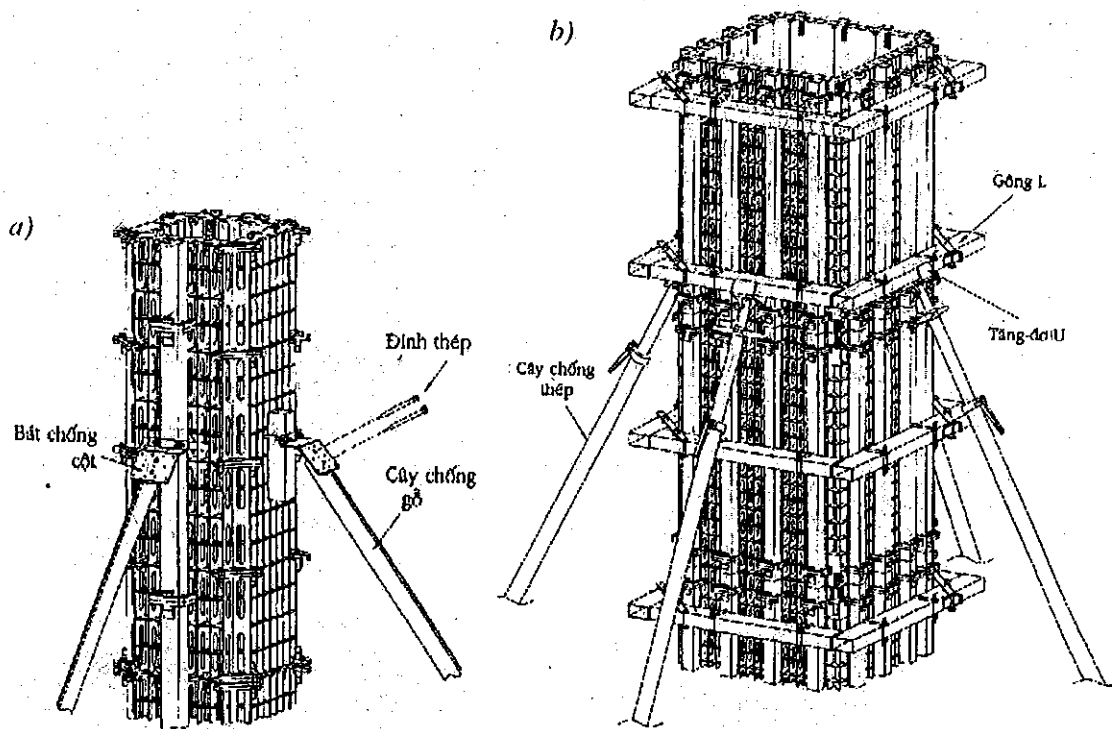


Hình 1.111. Mặt cắt ván khuôn cột tròn liên tường



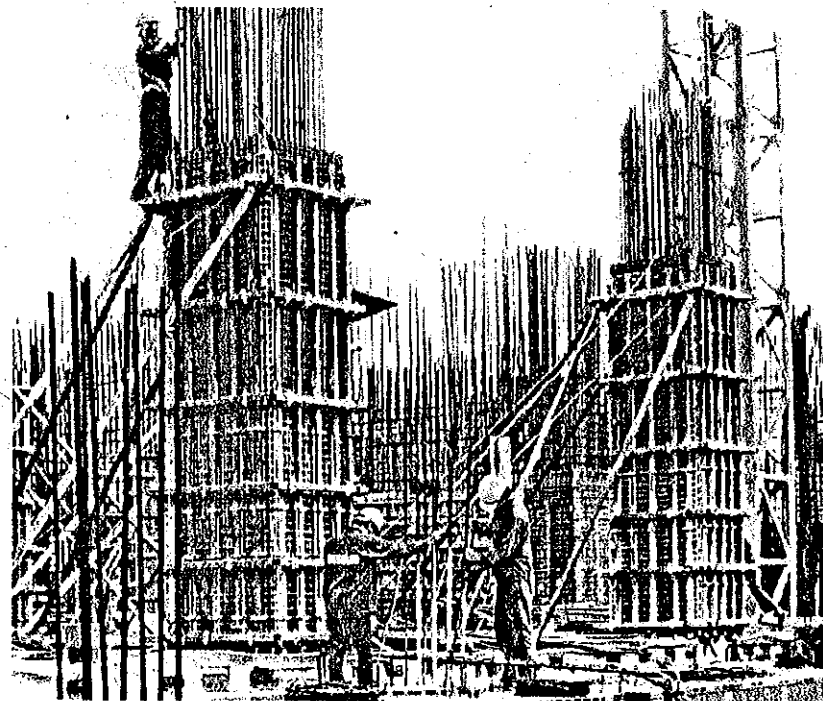
Hình 1.112. Mặt cắt ván khuôn cột lõm

Ví dụ 3: Chống định vị bộ ván khuôn bằng cây chống gỗ và cây chống thép



**Hình 1.113. Cây chống ván khuôn cột**  
*a) Cây chống bằng gỗ; b) Cây chống bằng thép*

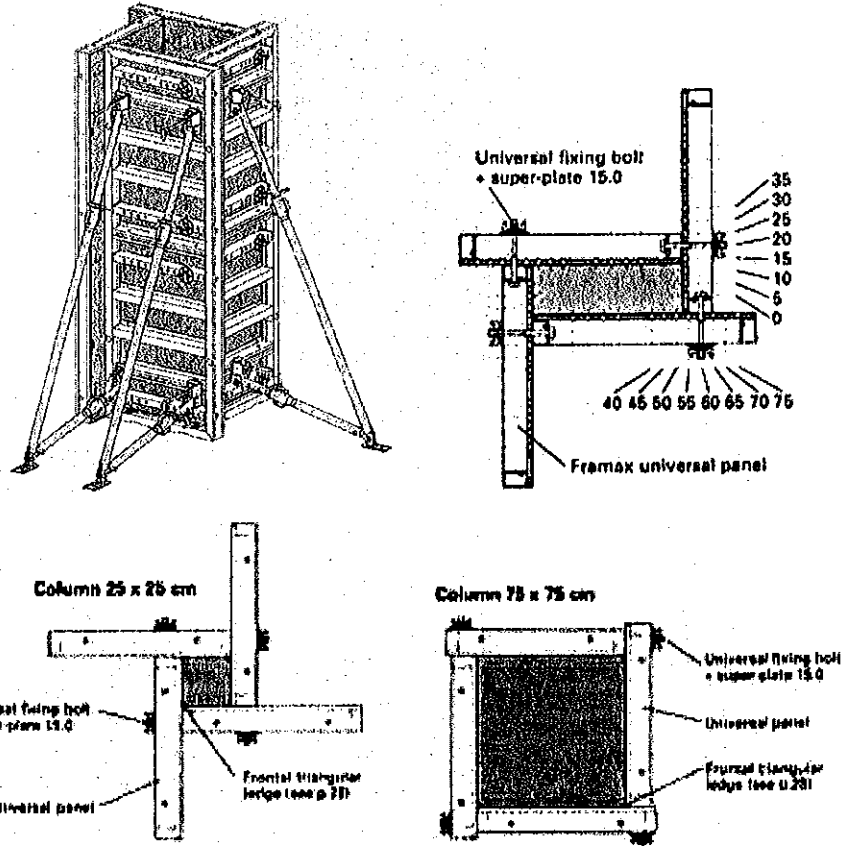
**Ví dụ 4: Bộ ván khuôn FUVI đúc cột với cây chống thép kết hợp giằng bằng dây căng**



**Hình 1.114. Phối cảnh ván khuôn cột bằng tấm nhựa FUVI**

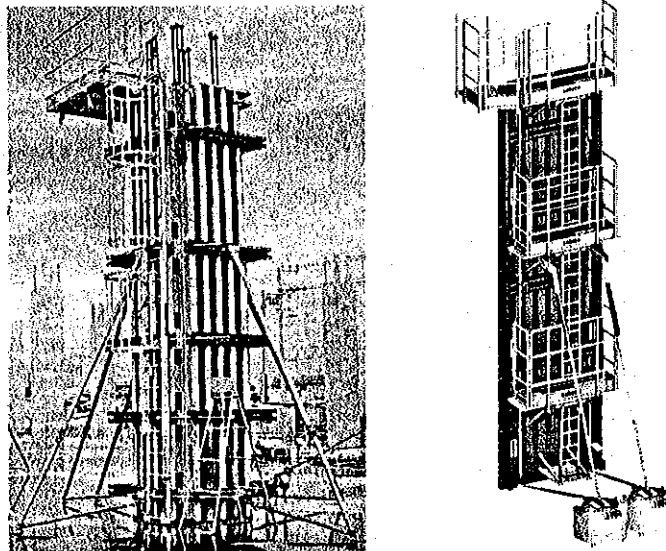


Ví dụ 5: Bộ ván khuôn FRAMAX đúc cột với cây chống thép điều chỉnh được.



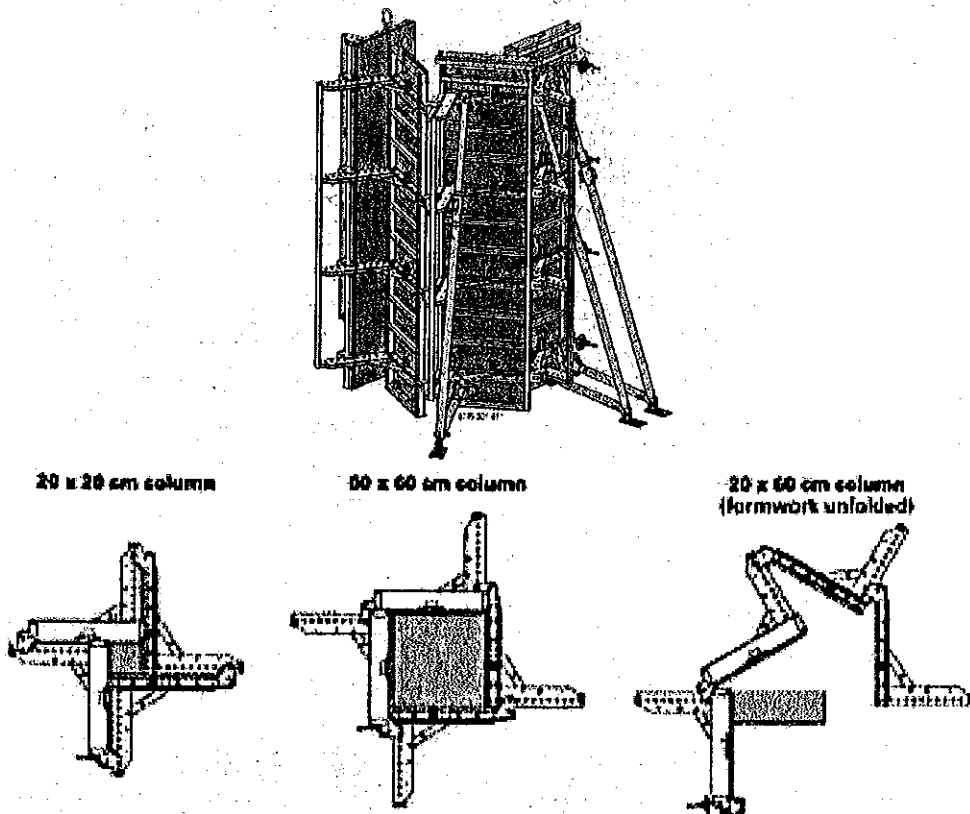
Hình 1.115. Phối cảnh ván khuôn và cách điều chỉnh tiết diện cột

Ví dụ 6: Bộ ván khuôn ACSP tự leo đúc cột với chiều cao lớn



Hình 1.116. Phối cảnh ván khuôn tự leo ACSP

Ví dụ 7: Bộ ván khuôn DOKA đúc cột với cây chống thép điều chỉnh được

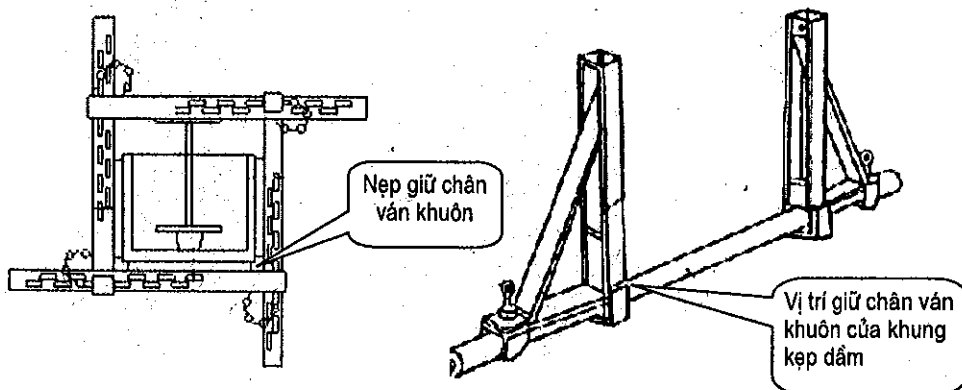


Hình 1.117. Phối cảnh ván khuôn và cách điều chỉnh tiết diện cột

### 1.5.3. Ván khuôn dầm

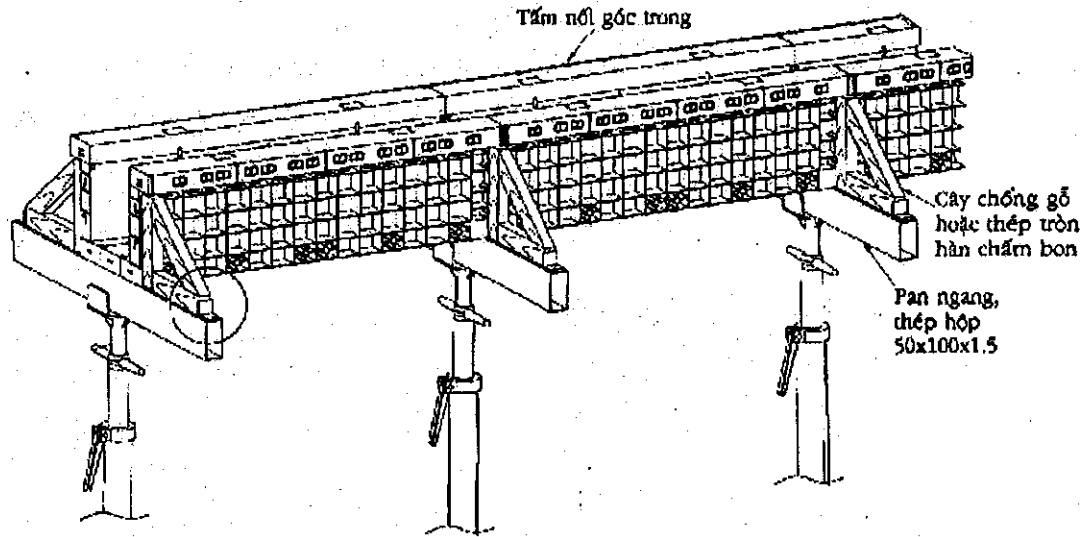
Ván khuôn dầm chính và dầm phụ thường có dạng hình hộp. Đáy hộp chịu trọng lượng của bê tông, thành hộp chịu áp lực ngang của bê tông. Đáy hộp kín do hai thành hộp ép chặt vào. Nếu cấu tạo không đúng, ván đáy có thể bị uốn dưới tác dụng của bê tông, tạo khe hở, làm chảy vữa xi măng.

Thành ván khuôn chịu áp lực ngang của bê tông, tại mép dưới của tấm thành, do nẹp giữ chân, hoặc khung đỡ của khung nối (hoặc khung kẹp) ván khuôn dầm chịu.



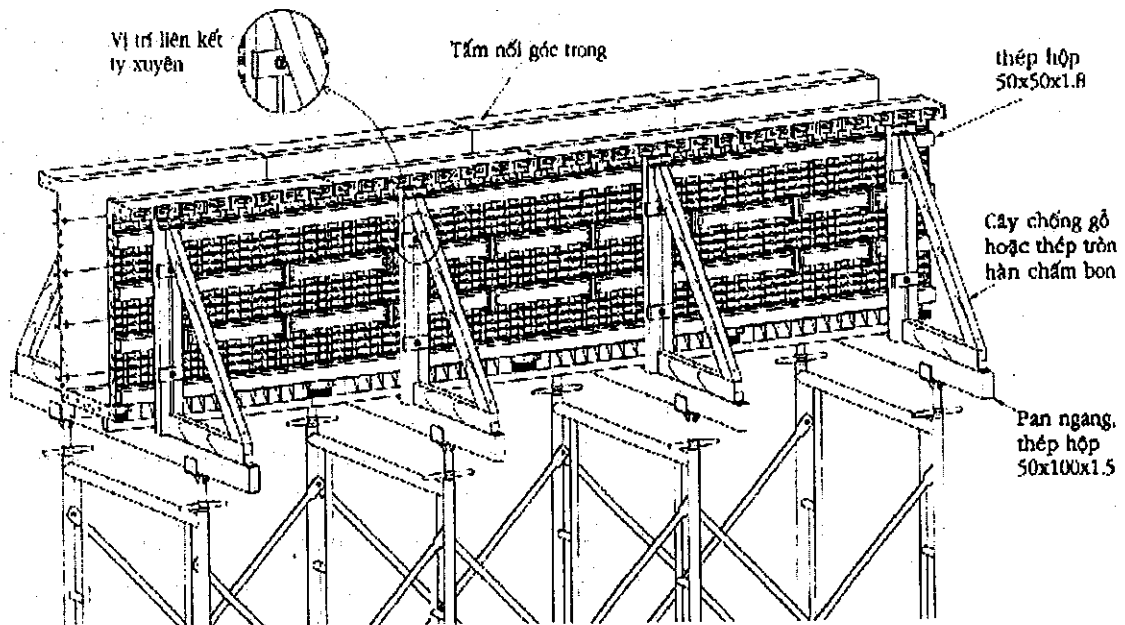
Hình 1.118. Vị trí giữ chân ván khuôn

Áp lực ngang của bê tông, tại mép trên của tấm thành, do ván khuôn sàn chịu. Khi không có ván khuôn sàn thì dùng các thanh chống chéo vào thành ván khuôn phía ngoài hoặc dùng gông ngang liên kết với nẹp đứng của thành ván khuôn (hình 1.119).



Hình 1.119. Ván khuôn dầm có chiều cao nhỏ

Khi ván khuôn dầm có chiều cao lớn, có thể bổ sung thêm giằng bằng dây thép hoặc bulông để liên kết giữa hai thành ván khuôn. Tại các vị trí giằng, cần có các thanh cữ tạm thời (hoặc các ống lồng) nằm trong hộp khuôn để cố định bề rộng ván khuôn dầm; trong quá trình đổ bê tông, các thanh cữ sẽ được lấy dần ra (các ống lồng để nằm lại trong bê tông).



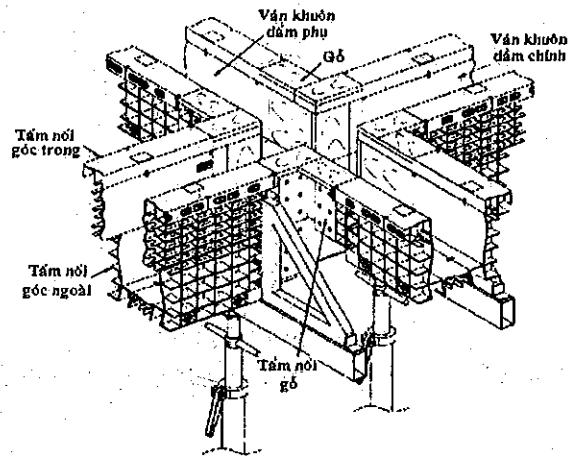
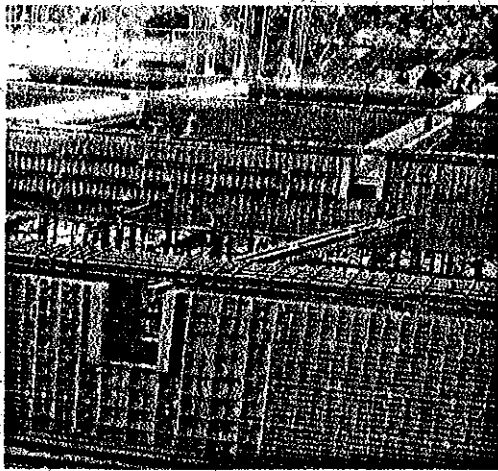
Hình 1.120. Ván khuôn dầm có chiều cao lớn

Khi ván khuôn sàn tựa trên ván khuôn dầm, tải trọng từ ván khuôn sàn phải được truyền xuống đầu các cột chống, qua dầm đỡ sàn, nẹp đỡ dầm, rồi đến con dộn (hoặc nêm).

Thành ván khuôn dầm làm bằng ván có chiều dày từ 19 - 40mm, đáy bằng ván có chiều dày từ 40 - 50mm. Kích thước chính của ván khuôn dầm (ván đáy, ván thành, gông, nẹp, cây chống...) có được dựa vào kết quả tính toán.

Để dễ dàng tháo ván khuôn, giữa đáy và thành ván khuôn không được liên kết đinh.

Mối nối của hộp ván khuôn dầm phụ vào dầm chính, hoặc mối nối của hộp ván khuôn dầm vào cột phải đảm bảo sao cho khi tháo được dễ dàng. Chỗ miệng xẻ của ván khuôn dầm chính, để nối ván khuôn dầm phụ, được lắp khung đỡ hình chữ U dùng làm chỗ tựa cho đáy và thành ván khuôn dầm phụ (cấu tạo cũng tương tự như mối nối ván khuôn dầm vào cột, hình 1.121).

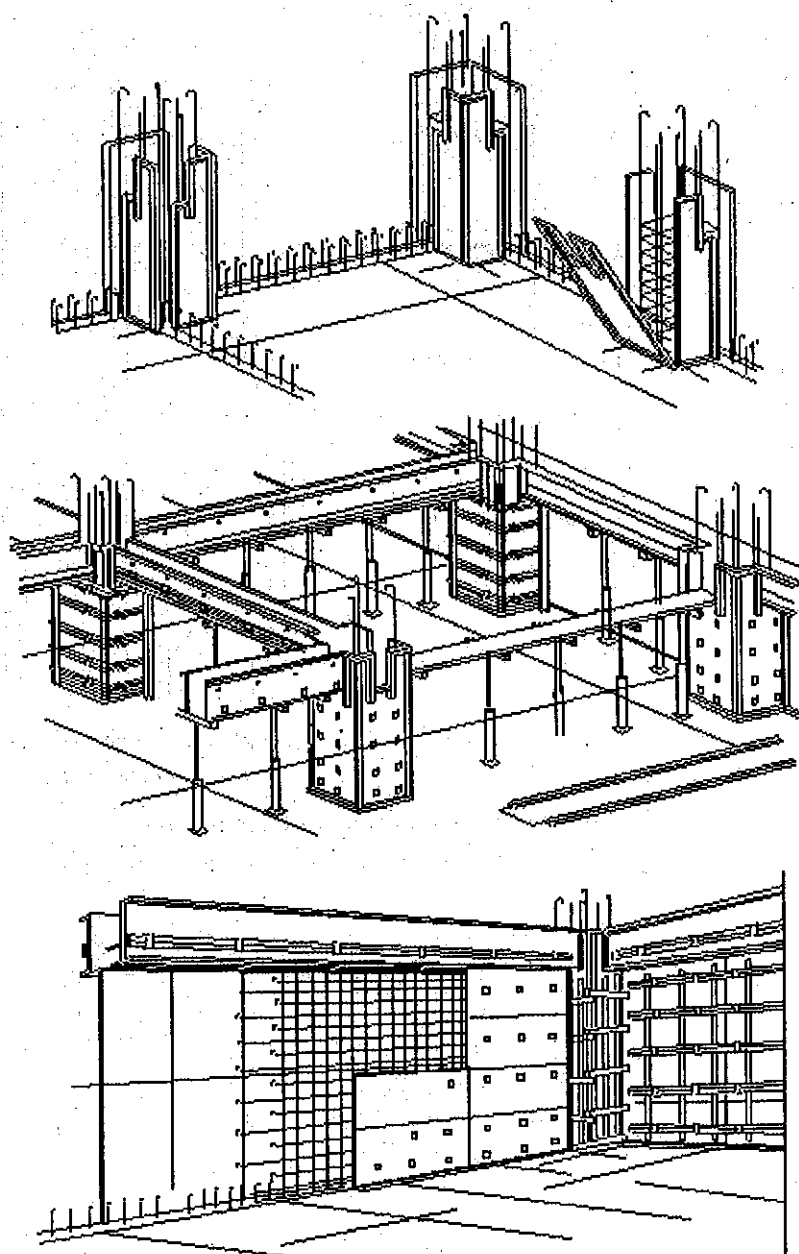


Hình 1.121. Mối nối ván khuôn dầm chính với dầm phụ

Khi cần giảm số lượng cột chống và ván khuôn dầm (như dầm đặt ở chiều cao lớn, khó khăn trong việc đặt điểm tựa của cột chống) thì ván khuôn được làm theo dạng đáy treo. Dạng ván khuôn này, nẹp thành dầm thò dài xuống quá dưới ván đáy, liên kết với thanh ngang, tạo thành gông để đỡ ván đáy dầm. Với cách cấu tạo trên, không phải chỉ có ván đáy chịu uốn, mà cả hai thành cùng chịu uốn do trọng lượng của bê tông. Áp lực ngang của bê tông mới đổ, ở phía dưới, do thanh ngang chịu (thay cho nẹp giữ chân ván thành); còn ở phía trên, sự truyền lực như dạng ván khuôn thông thường.

Ván khuôn dầm gồm 2 ván khuôn thành và 1 ván khuôn đáy. Thứ tự cách lắp dựng:

- Xác định tim dầm;
- Rải ván lót để đặt chân cột chống;
- Đặt cây chống chữ T, đặt 2 cây chống sát cột, cố định 2 cột chống, đặt thêm một số cột dọc theo tim dầm;
- Rải ván đáy dầm trên xà đỡ cột chống T, cố định 2 đầu bằng các giằng;
- Đặt các tấm ván khuôn thành dầm, đóng đinh liên kết với đáy dầm, cố định mép trên bằng các gông, cây chống xiên, bu lông;
- Kiểm tra tim dầm, chỉnh cao độ đáy dầm cho đúng thiết kế.



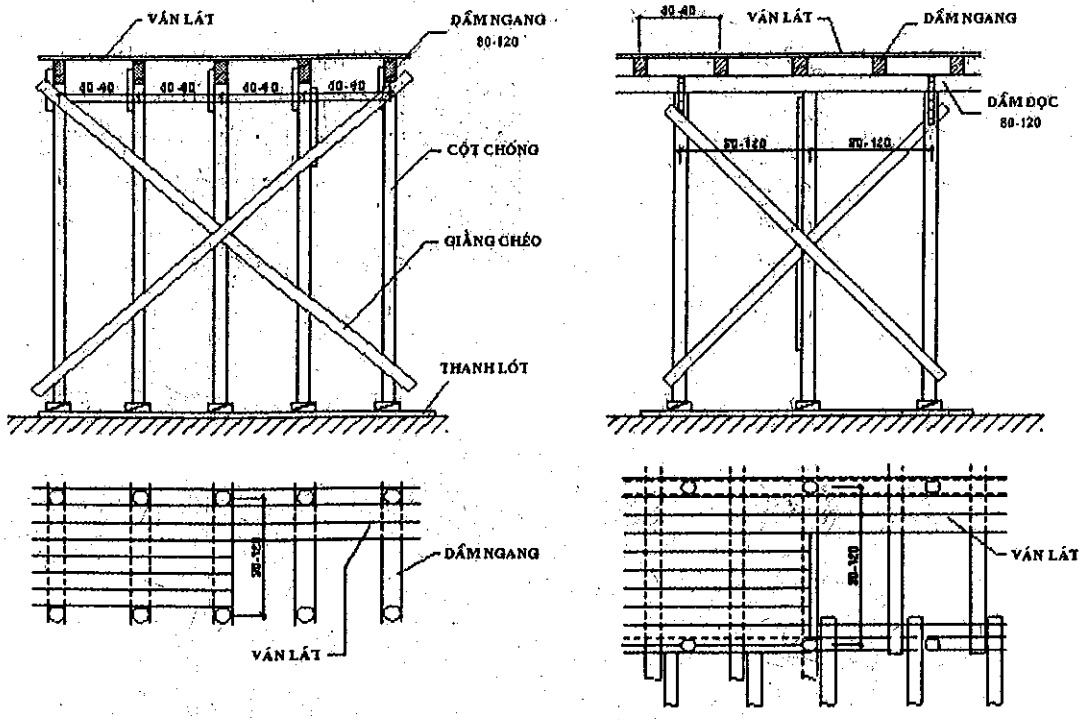
*Hình 1.122. Mối nối ván khuôn dầm với ván khuôn cột*

#### **1.5.4. Ván khuôn sàn**

Trong thực tế, ván khuôn sàn ít khi có cấu tạo độc lập mà thường liên kết với ván khuôn dầm hoặc ván khuôn tường. Nhưng ván khuôn sàn cũng có những đặc thù riêng về cấu tạo cũng như phương pháp thi công.

##### *1) Cấu tạo ván khuôn sàn*

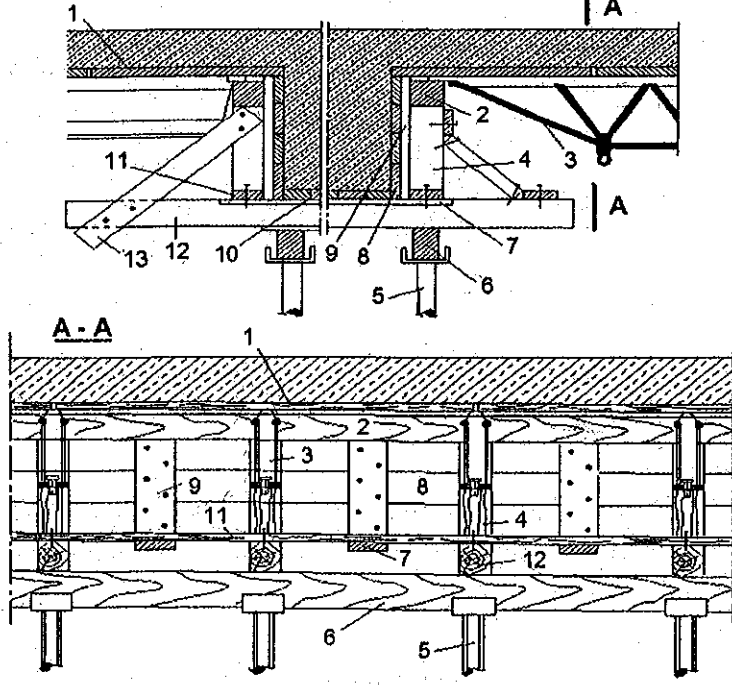
Khi tựa lên ván khuôn dầm, ván khuôn sàn gồm những tấm khuôn gỗ lát kín trên dầm đỡ, các thanh dầm đỡ lại gác lên nẹp đỡ dầm. Dầm đỡ bằng gỗ thanh hay ván xẻ dày, cạnh lớn đặt thẳng góc với mặt sàn.



Ván khuôn sàn có một lớp sườn ngang  
Lưới cột (50-60)x(80-120)

Ván khuôn sàn có hai lớp sườn ngang  
Lưới cột (80-120)x(80-120)

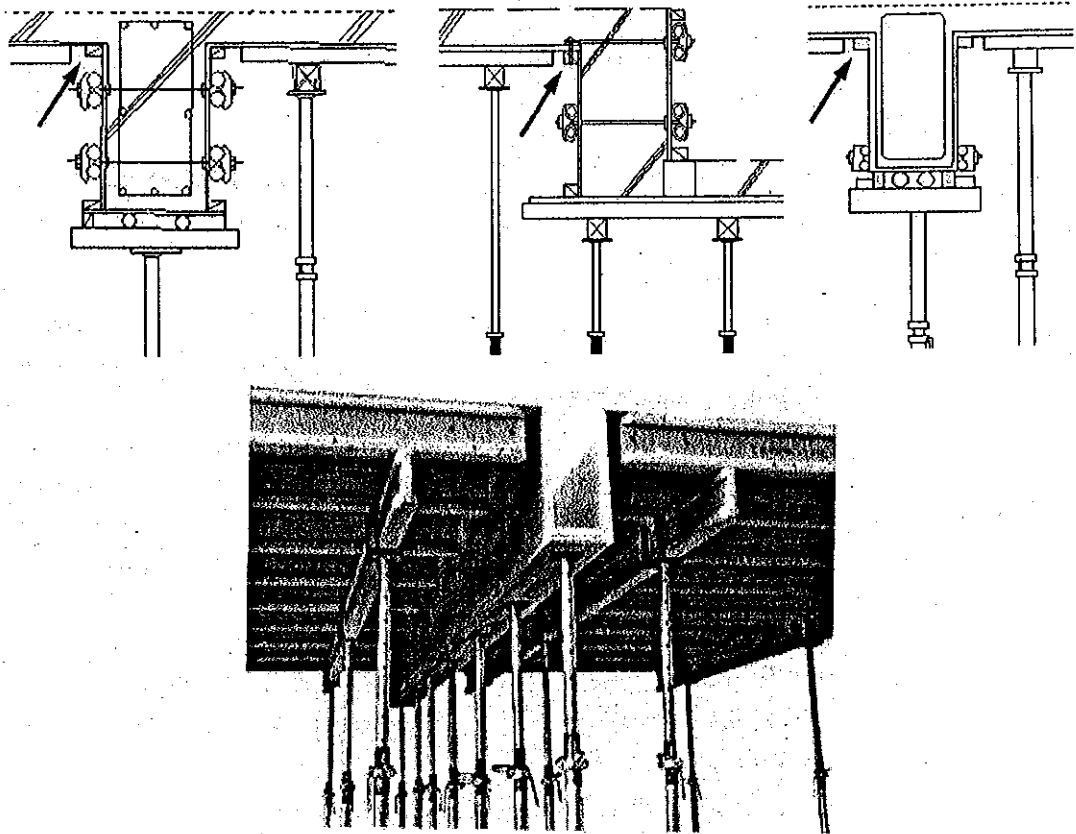
**Hình 1.123.** Ván khuôn sàn bằng gỗ  
Các thanh giằng chéo đóng vào cột để chống lực xô ngang



**Hình 1.124.** Ván khuôn dầm sàn bằng gỗ  
(Các số ghi trên hình để đối chiếu các bộ phận tương ứng)

Dầm đỡ sàn được cố định tại vị trí nhờ liên kết với ván diêm. Ván diêm đặt theo chu vi của sàn, làm ngăn cách tấm khuôn thành dầm với các tấm khuôn sàn, nhằm tháo ván khuôn được dễ dàng.

Đầu dầm đỡ đặt cách mép ngoài của thành ván khuôn dầm từ 15 - 20mm, để khi tháo ván khuôn không bị gãy do áp lực ngang của bê tông mới đổ gây nên. Không được đóng đinh liên kết giữa dầm đỡ sàn và nẹp đỡ dầm để tránh khó khăn khi tháo ván khuôn.

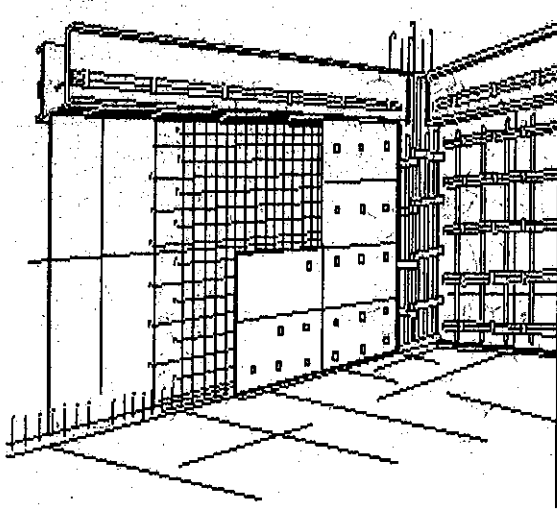


*Hình 1.125. Khoảng cách giữa đầu dầm đỡ ván khuôn sàn và ván thành dầm*

Không được đóng đinh khi liên kết các tấm khuôn (đặt trên các dầm đỡ sàn và nằm giữa các ván diêm) với các dầm đỡ sàn.

Để đơn giản khi lắp và tháo ván khuôn sàn, có thể áp dụng khuôn cải tiến hình góc vuông thay cho nẹp đỡ dầm và nẹp giữ chân. Khuôn cải tiến hình góc vuông đặt lên thanh ngang ở đầu cột chống chữ T và áp sát vào thành ván khuôn dầm để đỡ ván khuôn sàn. Cố định khuôn cải tiến hình góc vuông bằng các thanh chống ngang.

Khi ván khuôn sàn đặt lên ván khuôn tường, nẹp đỡ dầm phải liên kết với sườn của ván khuôn tường, hoặc thay bằng một dầm gỗ tựa lên hàng cột đặt song song sát mép tường để đỡ ván khuôn sàn (áp dụng khi ván khuôn tường cần tháo trước ván khuôn sàn).



Hình 1.126. Phối cảnh một góc ván khuôn cột, dầm, sàn toàn khối

## 2) Cấu tạo ván khuôn dầm kết hợp sàn

Hệ ván khuôn dầm sàn dùng để đổ bê tông các công trình thi công bê tông toàn khối, bao gồm dầm chính, dầm phụ và sàn. Cấu tạo của hệ này phức tạp, gồm nhiều bộ phận và chi tiết liên kết với nhau thành một hệ.

- Cấu tạo ván khuôn dầm gồm 3 mảng gỗ ván (hoặc kim loại) liên kết với nhau; chiều dày của các tấm ván thành thường là 2,5cm; ván đáy dày hơn, thường 3cm. Mặt bên của các tấm thành được trừa sẵn các cửa để đón các dầm phụ.

Đối với các dầm có kích thước lớn hơn 60cm, ngoài cấu tạo các bộ phận như trên còn dùng các thanh thép giằng trong chống phình ván.

- Cấu tạo ván khuôn sàn được tổ hợp bởi các thanh gỗ riêng lẻ liên kết lại với nhau tạo thành một mảng lớn, kích thước của chúng bằng diện tích một phòng; Độ lớn của phòng to hay nhỏ do thiết kế và yêu cầu sử dụng. Các mảng ván này được đặt trên hệ xà gỗ bằng gỗ hoặc bằng kim loại.

Dưới xà gỗ được chống đỡ bằng hệ thống cột chống. Khoảng cách giữa các xà gỗ và cột chống được xác định qua tính toán để đảm bảo độ võng cho thép của sàn. Hệ cột chống này có thể bằng gỗ hoặc bằng kim loại. Khi thiết kế cột chống để đảm bảo cho thi công dễ dàng, thuận lợi, hệ cột chống cần phải thay đổi được chiều cao. Đối với hệ cột chống bằng gỗ ngoài thân của cột thay đổi được chiều cao, chân cột được đặt trên nêm gỗ. Chân cột chống thép thường được kê bằng kích hay kích vít.

Toàn bộ hệ ván khuôn, cột chống dầm sàn cần được giữ ổn định trong suốt quá trình thi công. Nó phải chịu được mọi loại tải trọng. Đối với lực xô ngang gây ra bởi gió, chất tải không đều, hoặc bị chấn động, người ta bố trí thêm hệ giằng theo cả 2 phương.

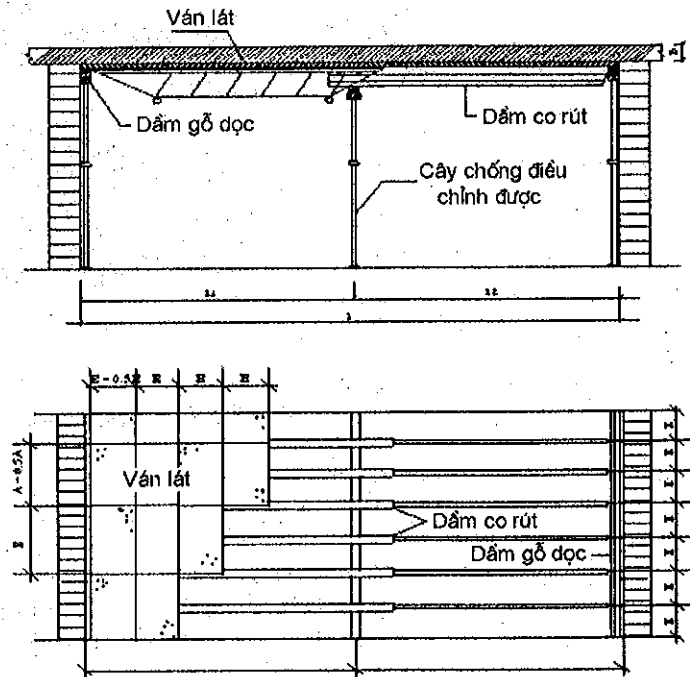
- Nếu chiều cao của hệ dầm sàn lớn hơn 6m, để đề phòng cong, võng của hệ cột chống thì nên dùng hệ giằng nhiều lớp để giữ ổn định.

Khi thi công nhà khung bê tông cốt thép các nhà công nghiệp loại lớn, cốt thép dùng trong bê tông không phải dạng tròn, mà là thép hình. Khi này để đỡ cột chống ta nên dùng ván khuôn treo.



3) Một số ví dụ cấu tạo ván khuôn đầm sàn

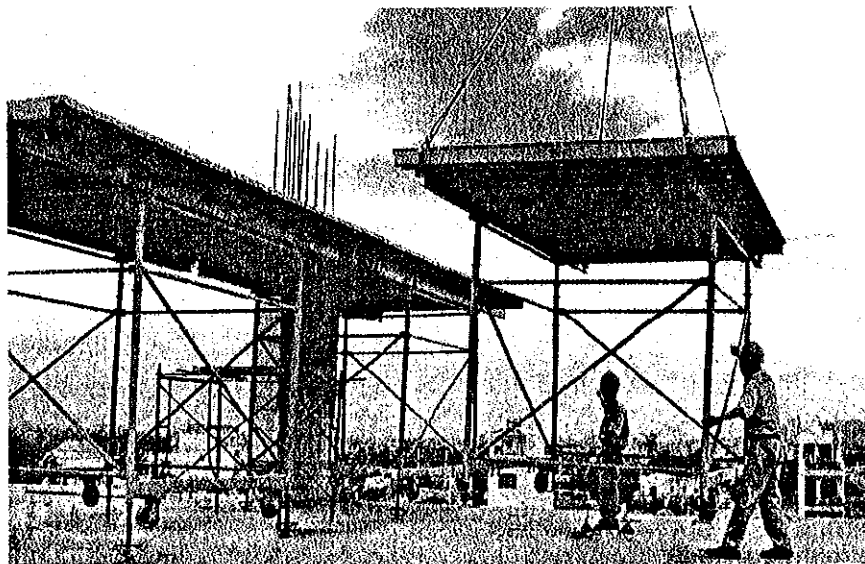
a) Ván khuôn sàn với hệ đỡ bằng cột chống thép và dầm rút PECCO



Hình 1.127. Ván khuôn sàn với cây chống thép và dầm đỡ PECCO

b) Ván khuôn sàn bằng tấm nhựa FUVI

Sử dụng tấm nhựa FUVI lắp thành từng mảng, cố định vào các khung giáo (có bánh xe) để cấu lắp vào vị trí. Sau khi điều chỉnh đúng cao trình thiết kế thì cố định bánh xe chân giáo.

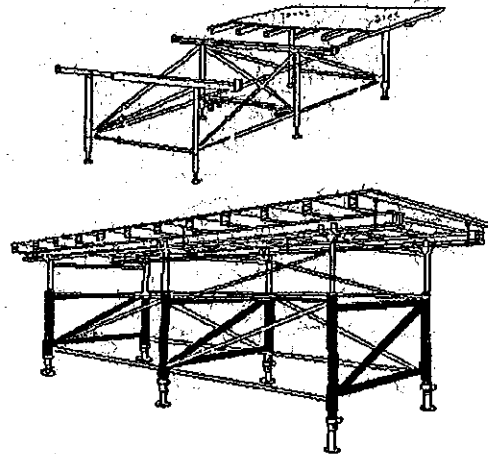


Hình 1.128. Ván khuôn sàn bằng tấm nhựa FUVI với hệ chống và dầm đỡ bằng thép

c) Ván khuôn sàn định hình cỡ lớn

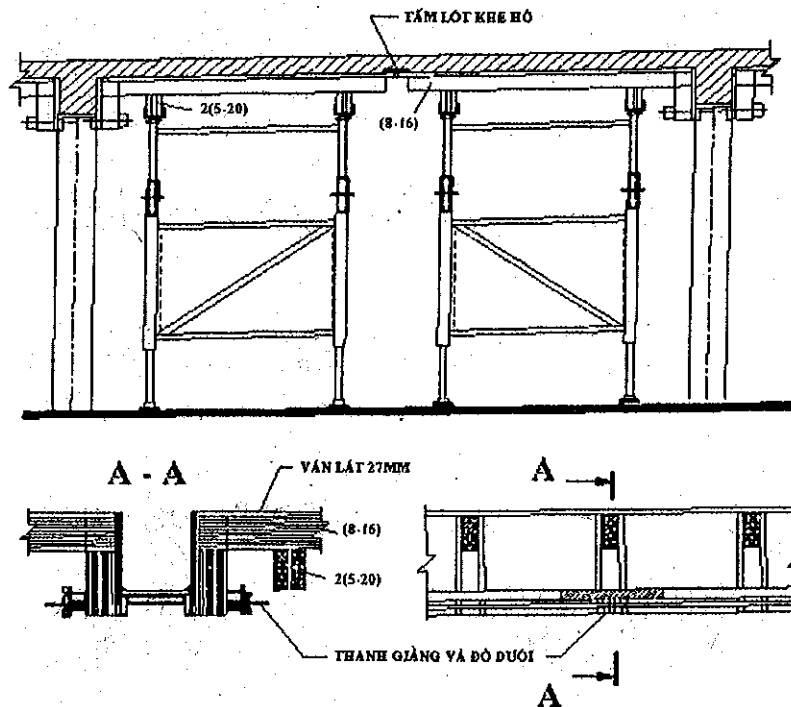
Sử dụng tấm ván sàn định hình cỡ lớn lắp thành từng mảng trên các chuồng giáo (như một chiếc bàn) và lắp vào vị trí. Điều chỉnh bằng thiết bị gắn tại chân giáo.

Sử dụng tấm ván định hình lắp thành từng mảng trên các chuồng giáo (như một chiếc bàn) và lắp vào vị trí. Điều chỉnh bằng thiết bị gắn tại chân giáo, chân giáo có thể co lên được. Ưu điểm của ván khuôn loại này là tổ hợp nhanh, tháo lắp dễ dàng.



Hình 1.129. Ván khuôn sàn định hình cỡ lớn

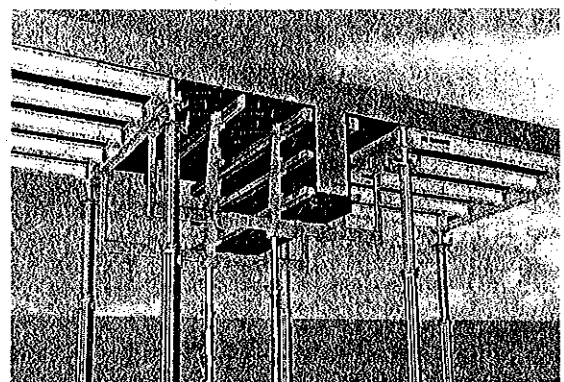
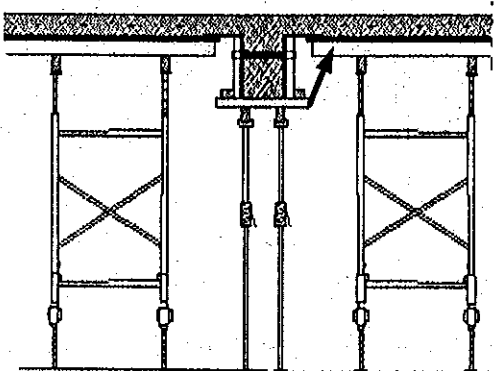
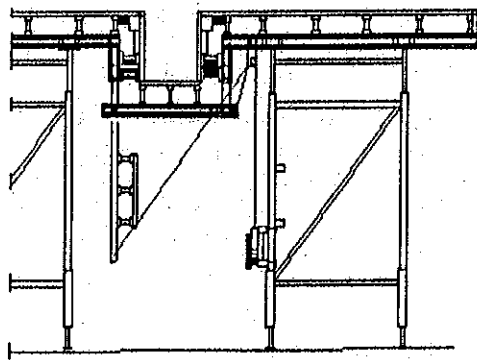
e) Ván khuôn dầm sàn kết hợp và tách biệt



Hình 1.130. Ván khuôn dầm sàn kết hợp với tấm lót tại khe nối

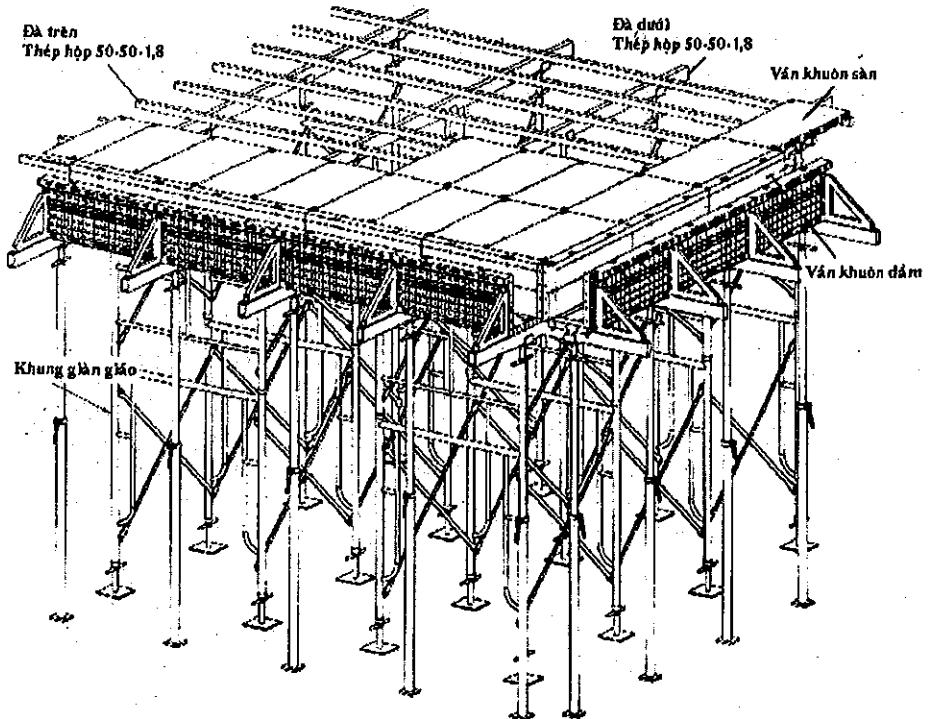
- Ván khuôn dầm kết hợp ván khuôn sàn có tấm lót tại các khe nối ván khuôn.
- Ván khuôn dầm sàn kết hợp với hệ ván đáy dầm treo vào giàn giáo. Loại này tháo ván khuôn đáy dầm bằng cách nhả dây neo cho toàn bộ hệ ván đáy nhả ra và do trọng lượng bản thân nó tự quay xuống.
- Ván khuôn dầm sàn tách biệt, sử dụng tấm lót riêng biệt để che phủ khe hở giữa ván khuôn sàn và ván khuôn thành dầm.

**Hình 1.131.** Ván khuôn dầm sàn kết hợp với hệ dầm treo vào giàn giáo



**Hình 1.132.** Ván khuôn dầm sàn tách biệt

f) Ván khuôn dầm sàn bằng tấm nhựa FUVI

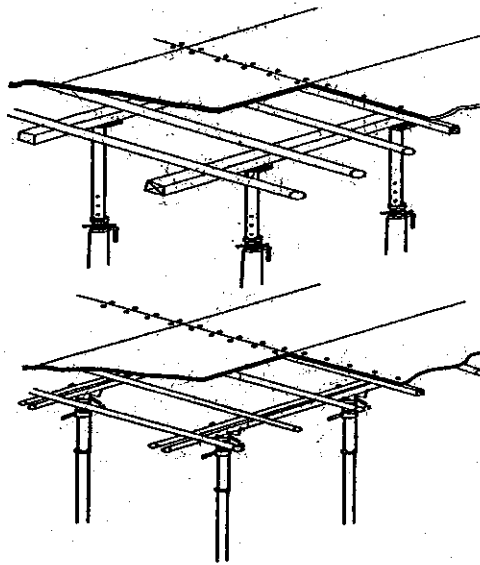


**Hình 1.133.** Hệ ván khuôn dầm sàn bằng tấm nhựa FUVI

### 1.5.5. Ván khuôn cầu thang

Nguyên lý cấu tạo của ván khuôn cầu thang nói chung tương tự ván khuôn dầm sàn. Ván khuôn đan thang được tính toán và cấu tạo giống ván khuôn sàn, ván khuôn dầm chiếu tới, dầm chiếu nghỉ, dầm cốt thang (limông) giống ván khuôn dầm bình thường. Điều chú ý là:

- Khi tính toán cũng như cấu tạo phải kể đến độ dốc của ván khuôn;
- Bố trí cây chống sao cho tiết kiệm nhất, vì tải của đan thang nhỏ nên hệ dầm đỡ ván khuôn đan thang nên có hai lớp dầm ngang và dầm dọc. Từ đó chống vào dầm dọc sẽ tiết kiệm hơn;

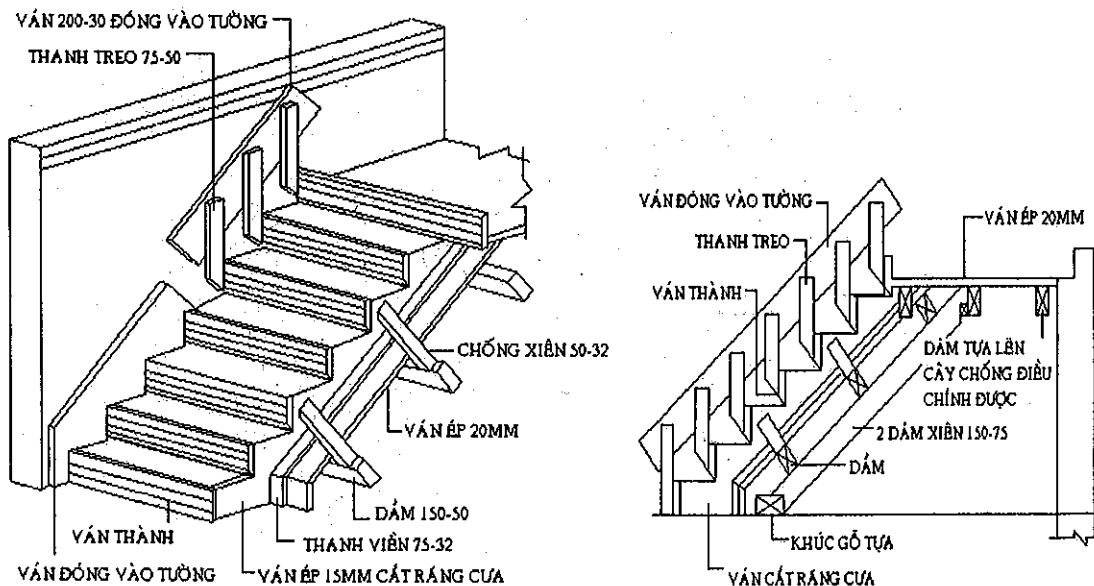


Hình 1.134. Hệ cây chống hai bên đan thang

- Khi chưa tháo cây chống, vẫn phải đảm bảo giao thông được nên hệ cây chống cầu thang bao giờ cũng chống về hai phía của đan thang;
- Cây chống cầu thang có hai loại: chống đứng (vuông góc với mặt đất) và chống xiên (vuông góc với đan thang). Trong đó cây chống xiên thường dài, chiếm nhiều diện tích sàn nhà và dễ trượt, nên hạn chế sử dụng.

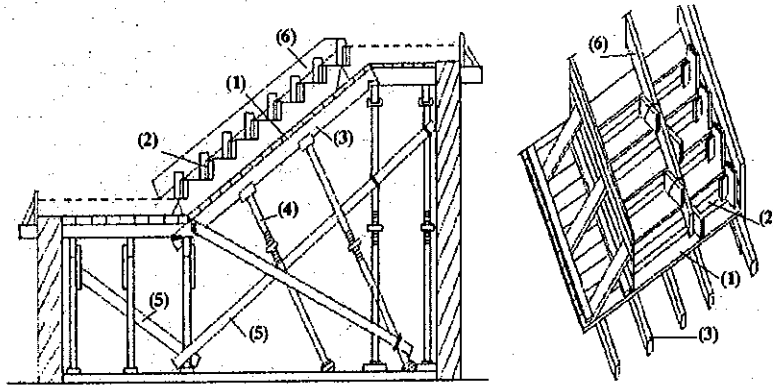
Sau đây là một số ví dụ về cách cấu tạo và biện pháp tổ hợp ván khuôn cầu thang:

#### (1) Mô tả khái quát ván khuôn cầu thang



Hình 1.135. Thành phần chính của ván khuôn cầu thang

(2) Ván khuôn cầu thang với cây chống thép gỗ kết hợp (một lớp dầm gỗ)



**Hình 1.136.** Cấu tạo ván khuôn cầu thang

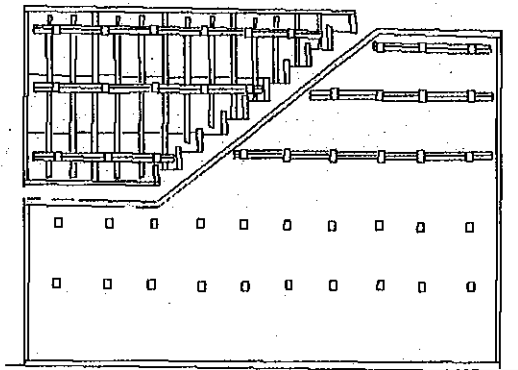
a) Mặt cắt ván khuôn dọc thang; b) Phối cảnh ván khuôn bậc thang

1. ván khuôn đan thang; 2. ván khuôn bậc thang; 3. dầm gỗ dọc (1 lớp);

4. cây chống (gỗ và thép); 5. giằng chéo; 6. thanh giằng giữ tấm ván khuôn bậc.

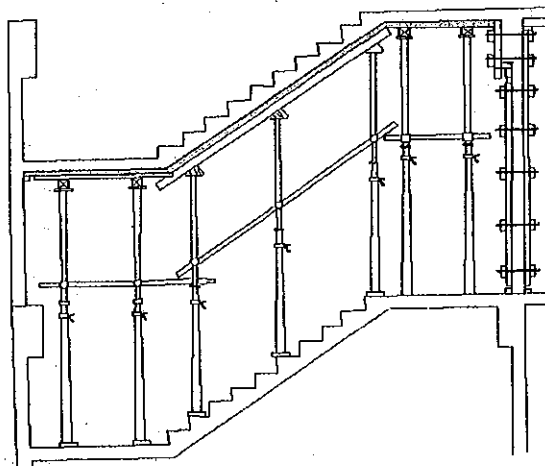
(3) Ván khuôn cầu thang với ván khuôn tường kết hợp

a) Mặt đứng ván khuôn cầu thang chỗ tiếp giáp với ván khuôn tường



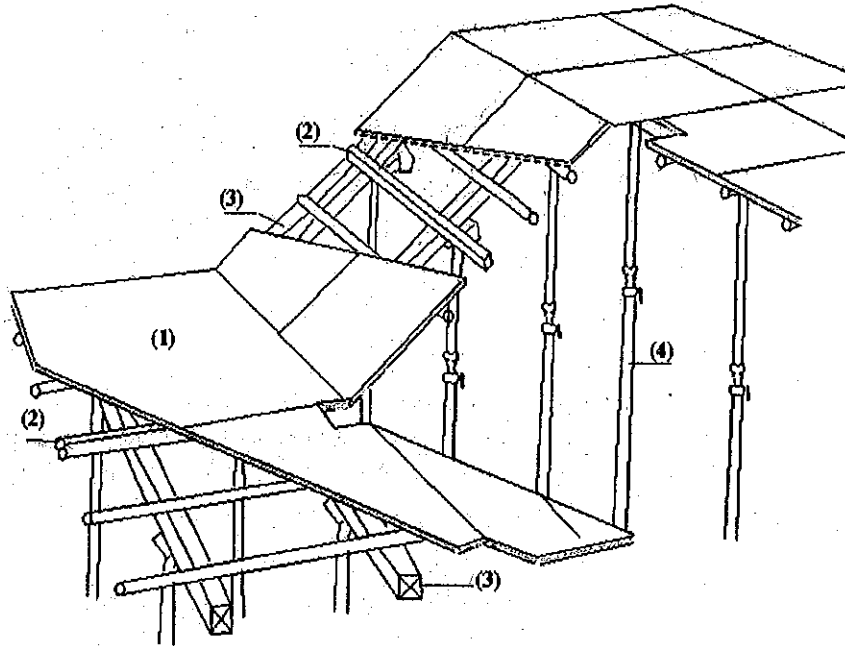
**Hình 1.137.** Mặt đứng ván khuôn thang

b) Mặt cắt ván khuôn cầu thang và ván khuôn tường



**Hình 1.138.** Mặt cắt ván khuôn thang

(4) Phối cảnh ván khuôn cầu thang với cây chống thép (chống đứng), dầm gỗ

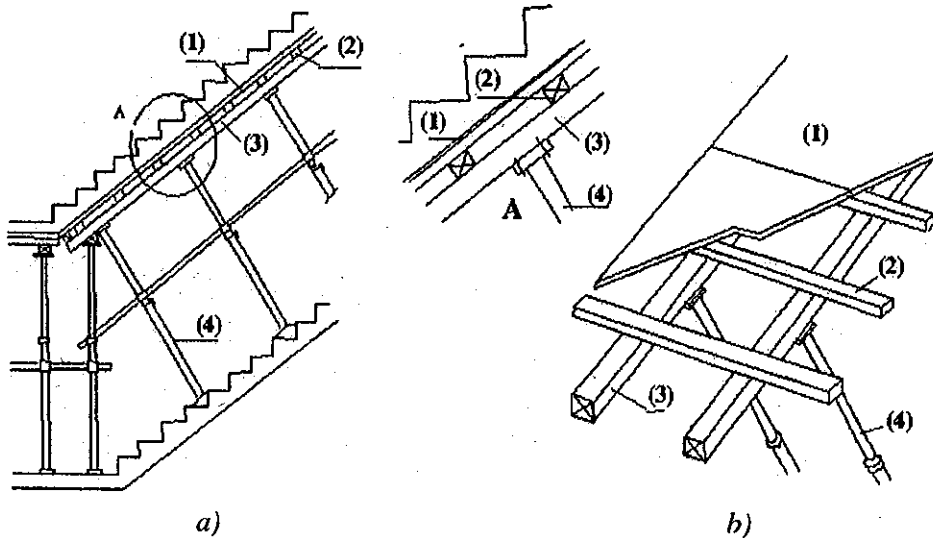


Hình 1.139. Phối cảnh ván khuôn thang

1. tấm ván khuôn mặt; 2. dầm gỗ ngang (lớp 1);
3. dầm gỗ dọc (lớp 2); 4. cây chống đứng (thép)

Chú ý: Cây chống dàn thang bao giờ cũng chống hai bên (để dành lối đi phục vụ cho giao lên xuống các tầng trong thời gian chưa tháo cây chống).

(5) Ván khuôn cầu thang với cây chống thép (chống xiên), dầm gỗ

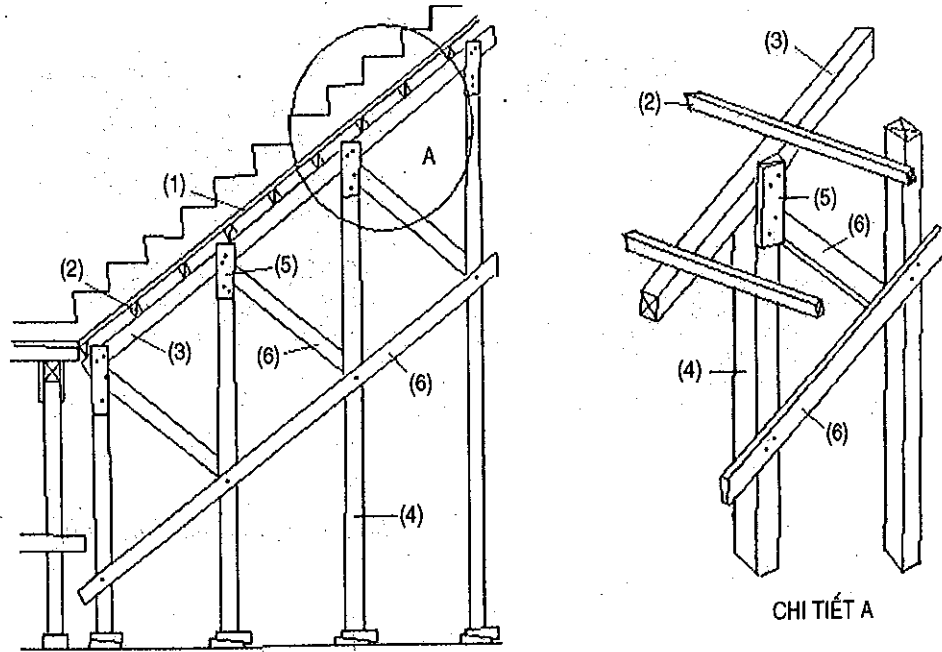


Hình 1.140. Ván khuôn thang với cây chống xiên

a) Mặt cắt dọc thang; b) Phối cảnh một đoạn thang.

1. tấm ván khuôn mặt; 2. dầm gỗ ngang (lớp 1); 3. dầm gỗ dọc (lớp 2); 4. cây chống xiên (thép).

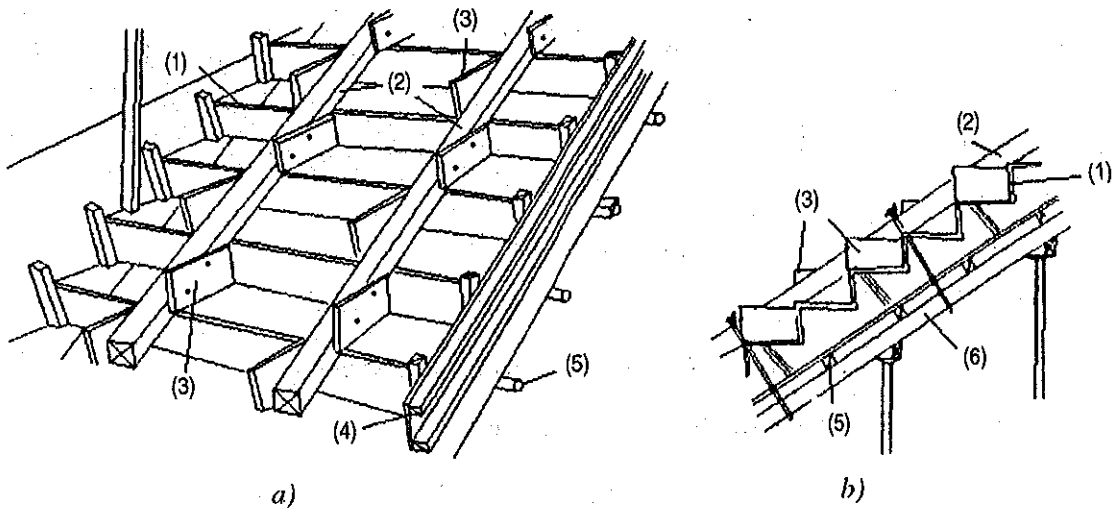
(6) Ván khuôn cầu thang với cây chống gỗ (chống đứng)



**Hình 1.141.** Ván khuôn thang với cây chống đứng

1. tấm ván khuôn mặt; 2. dầm gỗ ngang (lớp 1); 3. dầm gỗ dọc (lớp 2);
4. cây chống đứng (gỗ); 5. ván (bộ) liên kết cột chống và dầm dọc; 6. giằng chéo.

(7) Ván khuôn bậc thang



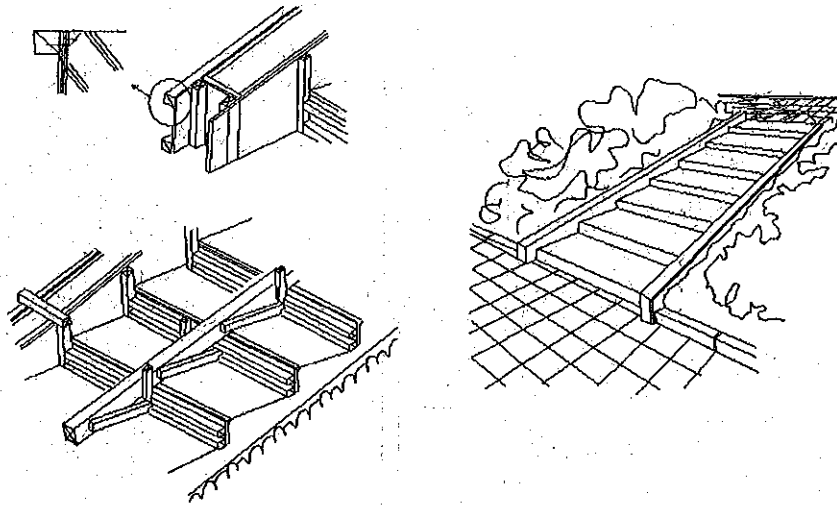
**Hình 1.142.** Ván khuôn bậc thang

a) Phối cảnh ván-khuôn bậc thang;

b) Mặt cắt dọc đan thang thể hiện ván-khuôn bậc thang.

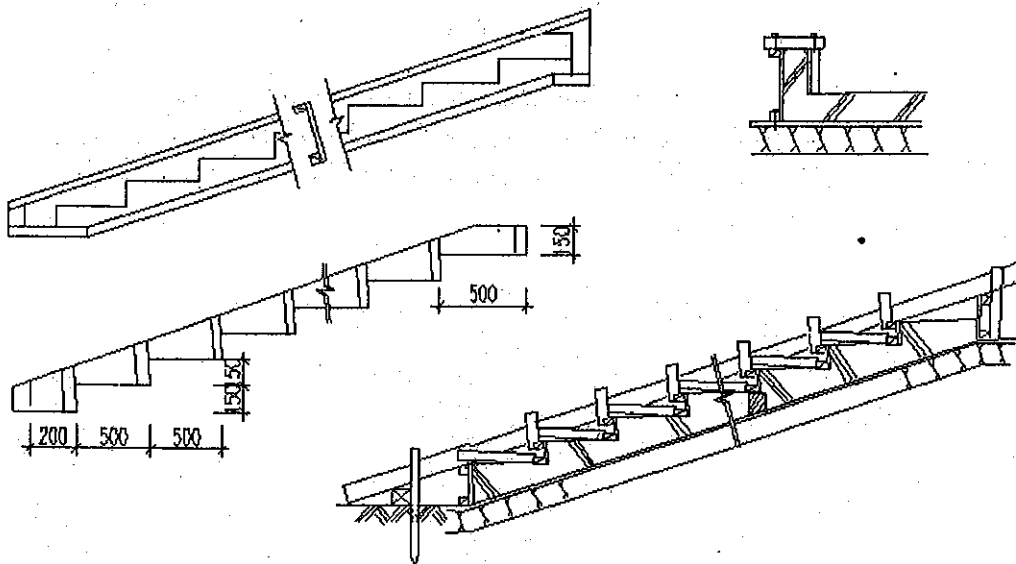
1. tấm ván khuôn bậc thang; 2. dầm gỗ giữ bậc thang; 3. bộ giữ ván khuôn bậc thang;
4. ván khuôn thành bậc; 5. dầm ngang (lớp 1); 6. dầm dọc (lớp 2).

(8) Phối cảnh ván khuôn bậc thang đầu tiên và dầm cốt thang



Hình 1.143. Phối cảnh ván khuôn bậc thang và dầm cốt thang

(9) Ví dụ về ván khuôn thành bậc thang



Hình 1.144. Ván khuôn dầm cốt thang

## 1.5.6. Ván khuôn tường và ván khuôn khối lớn

### 1.5.6.1. Khái niệm và cấu tạo ván khuôn tường

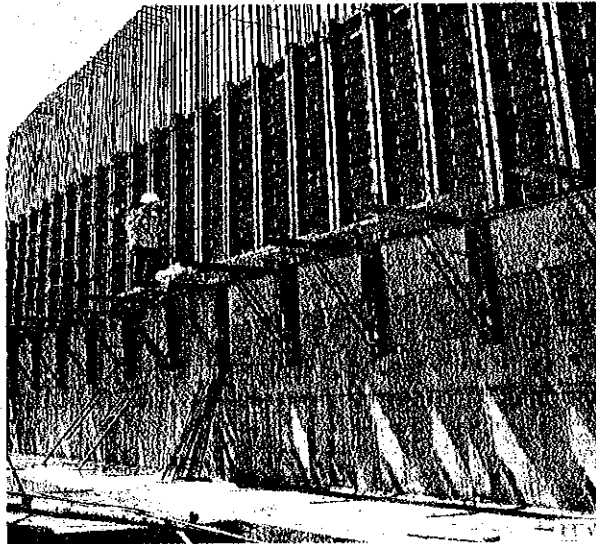
#### a) Khái niệm ván khuôn tường

Ván khuôn tường thường gặp khi đổ bê tông các công trình xây dựng toàn bộ tường bằng bê tông cốt thép, hoặc các vách cứng trong nhà lắp ghép, các lồng cầu thang máy... Đặc điểm là kết cấu mỏng, chiều cao lớn, độ ổn định khi thi công kém. Ván khuôn có thể dùng bằng gỗ, hay bằng kim loại.



\* Cấu tạo của ván khuôn tường gồm các bộ phận chính:

Các mảng ván khuôn bằng gỗ hay bằng kim loại, các mảng này được liên kết với nhau bằng nẹp đứng, nẹp dọc (nẹp ngang). Khoảng cách giữa các nẹp được xác định qua tính toán áp lực của vữa bê tông và lực đẩy ngang do đầm rung.



Hình 1.145. Ván khuôn tường bằng tấm FUVI

Khi ghép ván khuôn người ta dùng bulông, các thanh văng để liên kết. Để giữ ván khuôn ổn định trong quá trình thi công, người ta dùng các thanh chống xiên xuống đất. Phía dưới chân ván khuôn luôn luôn được kê các tấm ván vừa định vị bức tường, vừa giữ độ ngang bằng của ván khuôn.

Các tấm tường có chiều dày  $d \leq 50\text{cm}$  được cấu tạo đơn giản hơn trường hợp chiều dày của bức tường  $d > 50\text{cm}$ , trong trường hợp này cấu tạo ván khuôn cần được chắc chắn và ổn định hơn trường hợp trước. Yêu cầu các thanh đứng, nẹp ngang, các thanh giằng, nẹp thanh chống xiên phải đủ cứng để chống lại lực xô ngang.

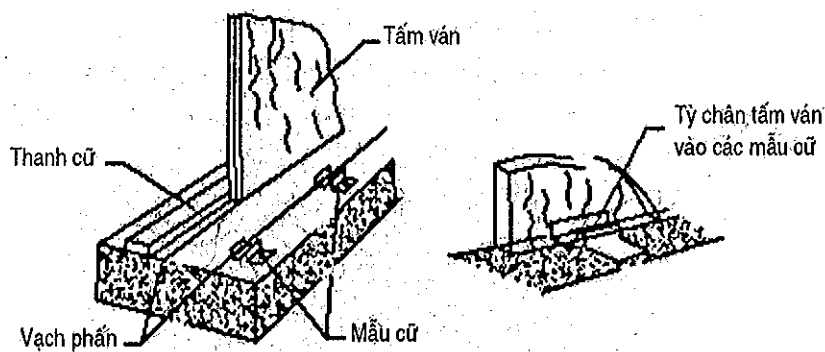
#### b) Cấu tạo ván khuôn tường

Ván khuôn tường được cấu tạo:

- Khoảng cách giữa hai thành ván khuôn là chiều dày của tường. Để cố định vị trí mỗi thành ván khuôn, chân ván khuôn phải cố định xuống nền đất hoặc công trình bê tông (hệ móng, sàn, nền v.v...);

- Đóng cọc gỗ xuống nền đất, liên kết thanh định vị (Thanh định vị làm bằng gỗ đặt theo chu vi của tường và làm mặt tựa bằng phẳng cho chân ván khuôn. Ngoài ra còn là vật trung gian để liên kết cố định chân ván khuôn) vào đầu các cọc nhỏ bằng đinh, sau đó đặt chân ván khuôn lên thanh định vị và liên kết bằng đinh;

- Liên kết thanh định vị với các mẫu gỗ chôn sẵn trong bê tông bằng đinh (các mẫu gỗ được chôn sẵn trong quá trình đổ bê tông nền hoặc sàn; để không bị bật lên do các lực tác dụng, đinh được đóng với mũ đinh thò dài ra ngoài để liên kết chắc chắn trong bê tông). Sau đó, đặt chân ván khuôn lên thanh định vị và liên kết giữa chúng bằng đinh;



**Hình 1.146. Chi tiết chân ván khuôn tường**

- Thanh định vị liên kết xuống nền (hoặc sàn) bê tông nhờ súng bắn đinh, sau đó liên kết chân ván khuôn xuống thanh định vị bằng đinh thường. Ngoài ra, chân ván khuôn còn được cố định với các điểm tựa từ bên ngoài ván khuôn (thép chờ, chống ngang), hoặc cố định từ bên trong ván khuôn bằng cách dùng các miếng cũ tì vào chân cốt thép trong lòng ván khuôn (xem ví dụ minh họa).

#### **1.5.6.2. Điều kiện của ván khuôn tường**

Ván khuôn tường phải thoả mãn những điều kiện như sau:

- Ván khuôn tường, khi chiều dày nhỏ hơn 0,5m, được làm bằng các tấm khuôn và sườn. Khi tường có chiều dày lớn hơn 0,5m, hoặc những tường mỏng với mặt tường bê tông yêu cầu chất lượng cao, thì ván khuôn phải đồng thời có sườn và gông;

- Thanh giằng, để liên kết hai thành ván khuôn đối diện, có thể là thanh thép hoặc dây thép vặn xoắn;

#### **Chú ý:**

+ Với giằng bằng bulông, phải tính tiết diện nhỏ nhất tại chỗ có ren ốc;

+ Giằng bằng dây thép không nên dùng cho ván khuôn tường khi bề mặt bê tông cần chất lượng cao.

- Sườn kép và gông được cấu tạo bằng 2 thanh gỗ, ở giữa sườn có gỗ đệm để liên kết hai thanh gỗ thành bộ đôi (tránh được việc khoan các lỗ để luồn thanh giằng so với cách dùng sườn hoặc gông từ một thanh gỗ nguyên). Ngoài ra, gông còn làm bằng kim loại có tiết diện tròn, chữ U, v.v...;

- Để dễ dàng rút thanh giằng ra khỏi bê tông, thanh giằng phải luôn qua thanh cũ bằng ống nhựa hoặc thỏi bê tông có lỗ ở giữa;

- Nên bố trí thanh giằng cái nọ dưới cái kia theo phương thẳng đứng, mà không bố trí so le để chúng không cản trở việc đổ và đầm bê tông (nhất là khi bố trí khoảng cách ngắn giữa các điểm giằng);

- Khi đổ bê tông những tường cao, ván khuôn và sườn được lắp dần theo chiều cao;

- Ván khuôn của những tường mỏng (chiều dày bé hơn 0,2m) chỉ nên lắp trước một thành ván khuôn, còn thành thứ hai được lắp dần theo chiều cao đổ bê tông. Đối với những tường dày và tường không có cốt thép, ván khuôn được lắp theo toàn bộ chiều cao;

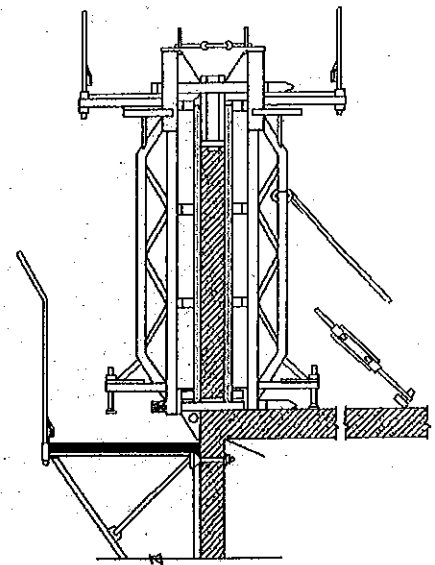
- Khi chiều cao rơi tự do của bê tông là lớn (vượt quá 3m), ván khuôn tường phải có cửa để đổ và đầm bê tông;

- Để đảm bảo ổn định cho ván khuôn tường theo phương đứng (hoặc nghiêng), cần có các thanh chống (xiên hoặc ngang) chống vào ngoài thành ván khuôn. Khoảng cách các thanh chống từ 3 - 4m theo chiều dài của tường.

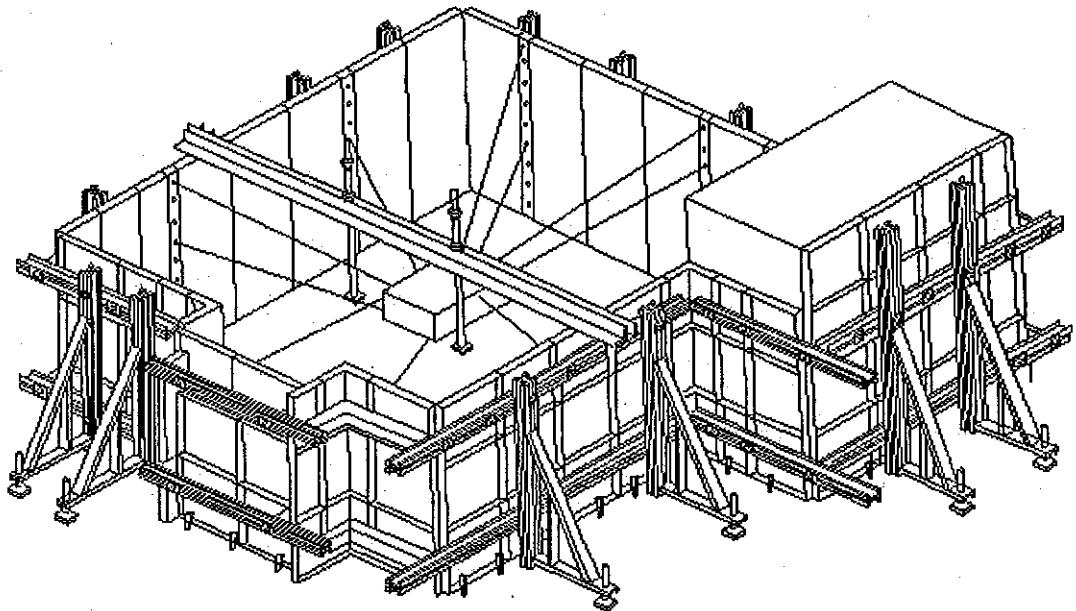
Ví dụ về ván khuôn tường (hình 1.147).

### 1.5.6.3. Ván khuôn khối lớn

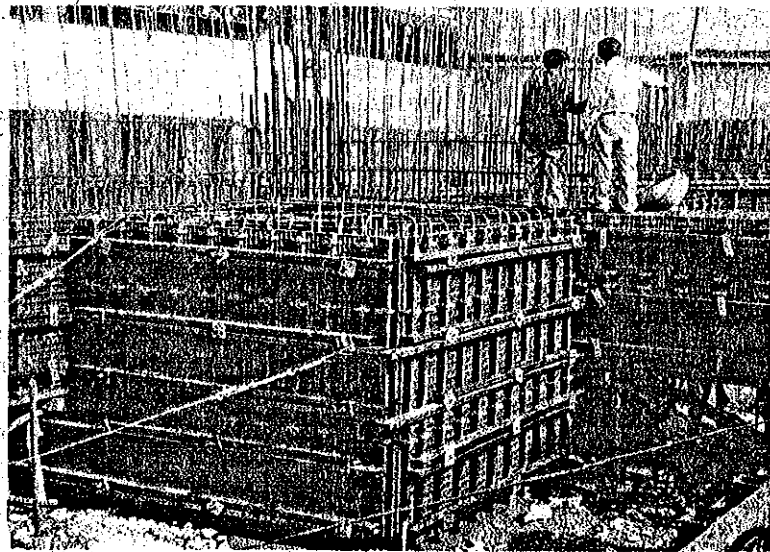
Ván khuôn khối lớn (ví dụ móng khối lớn, móng lò v.v...) khi chiều rộng dưới 3m, được cấu tạo như ván khuôn tường. Khi chiều rộng lớn hơn 3m, thanh giằng ngang được thay thế bằng thanh giằng xiên, liên kết với móc neo chôn sẵn tại lớp bê tông đổ trước ở dưới để chịu áp lực ngang của bê tông mới đổ lên thành ván khuôn, giằng xiên và chống ngang tựa lên thành hố móng. Khi không thể chống lên thành hố móng thì đầu mút của chống xiên tỳ lên gối tựa.



Hình 1.147. Ván khuôn leo thi công tường biên



Hình 1.148. Ván khuôn móng máy



Hình 1.149. Ván khuôn khối lớn bằng tấm FUVI

## 1.6. CÁC CÔNG NGHỆ VÁN KHUÔN ĐIỂN HÌNH

### 1.6.1. Công nghệ ván khuôn luân lưu

#### 1.6.1.1. Trình tự công nghệ lắp và tháo dỡ ván khuôn luân lưu

##### 1) Trình tự lắp ván khuôn

- Dùng ván khuôn đặt trên hệ dàn giáo chịu lực và hệ xà gồ, dùng tối đa diện tích ván khuôn định hình, với các diện tích còn lại thì dùng kết hợp ván khuôn gỗ.
- Theo chu vi sàn có ván diềm được liên kết đỉnh con đĩa vào thành ván khuôn dầm và dầm đỡ ván khuôn dầm.

Chú ý: Sau khi tiến hành xong công tác ván khuôn, phải kiểm tra, nghiệm thu ván khuôn theo nội dung sau:

- + Kiểm tra hình dáng kích thước theo Bảng 2 TCVN 4453 : 1995;
- + Kiểm tra độ cứng, ổn định của hệ đỡ, hệ chống;
- + Độ phẳng của mặt phải ván khuôn (bề mặt tiếp xúc với mặt bê tông);
- + Kiểm tra kẽ hở giữa các tấm ghép với nhau;
- + Kiểm tra chi tiết chôn ngầm;
- + Kiểm tra tim cốt, kích thước kết cấu;
- + Khoảng cách ván khuôn với cốt thép;
- + Kiểm tra lớp chống dính, kiểm tra vệ sinh cốt pha.

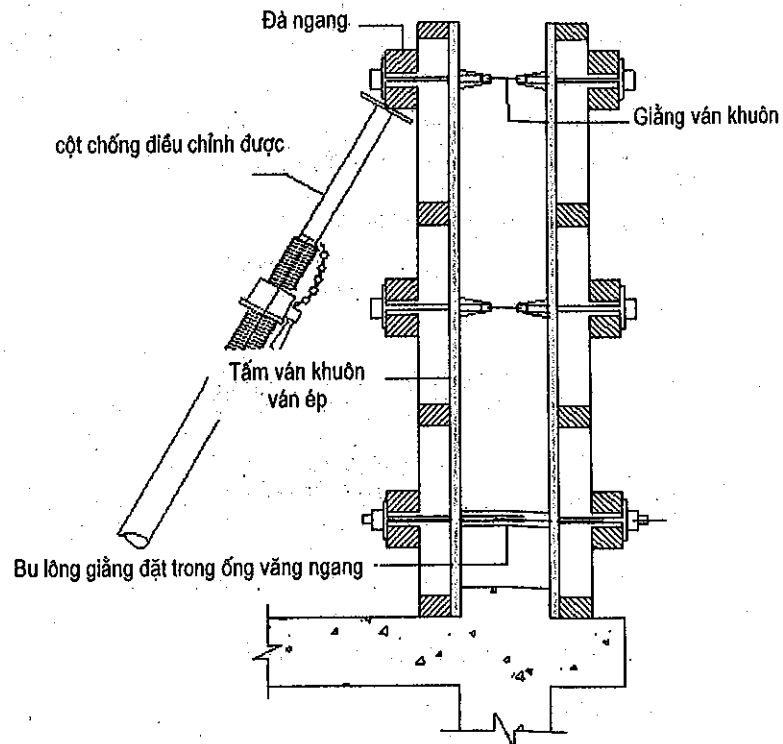
##### 2) Trình tự tháo dỡ ván khuôn

- Giữ lại toàn bộ đà giáo và cột chống ở tấm sàn nằm kề dưới tấm sàn sắp đổ bê tông;
- Tháo dỡ từng bộ phận cột chống ván khuôn của tấm sàn dưới nữa và giữ lại cột chống "an toàn" cách nhau 3m dưới các dầm có nhịp lớn hơn 4m;

Đối với ván khuôn giàn giáo chịu lực của kết cấu (đáy dầm, sàn, cột chống) nếu không có các chỉ dẫn đặc biệt của thiết kế thì được tháo dỡ khi bê tông đạt cường độ là 50% (7 ngày) với bản dầm, vòm có khẩu độ nhỏ hơn 2m, đạt cường độ 70% (10 ngày) với bản, dầm, vòm có khẩu độ từ 2-8m, đạt cường độ 90% với bản dầm, vòm có khẩu độ lớn hơn 8m.

### 1.6.1.2. Một số ví dụ về công nghệ ván khuôn luân lưu

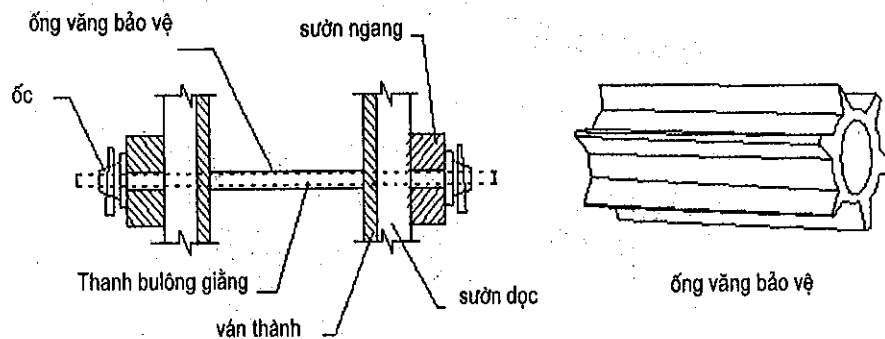
#### 1) Cấu tạo ván khuôn tường bằng gỗ có giằng ngang



Hình 1.150. Ván khuôn tường bằng gỗ

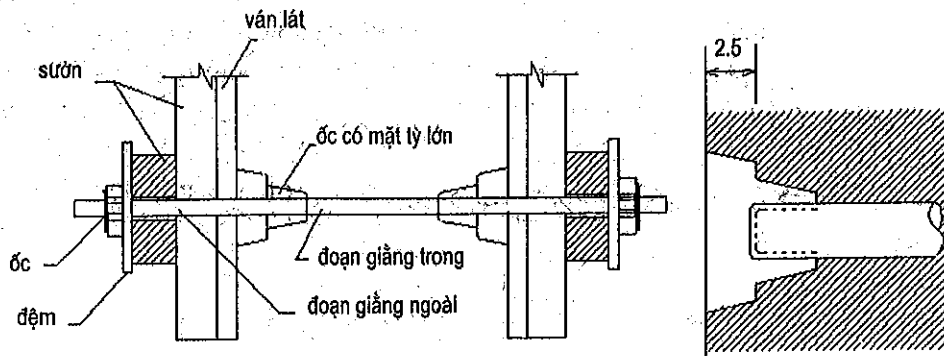
\* Chi tiết bulông giằng ván khuôn:

#### a) Thanh bulông giằng có ống văng bảo vệ



Hình 1.151. Thanh giằng có ống văng

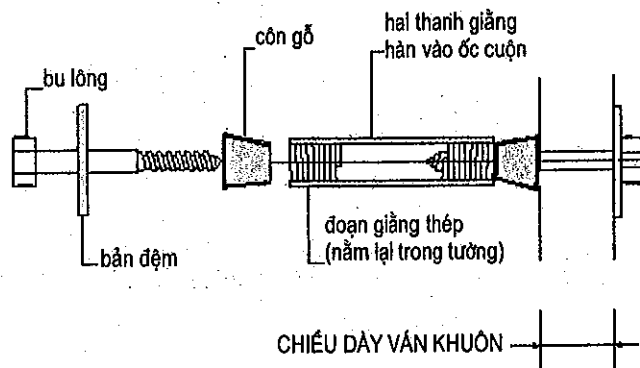
b) Thanh bulông giăng có ốc côn



**Hình 1.152. Thanh giăng có ốc côn**

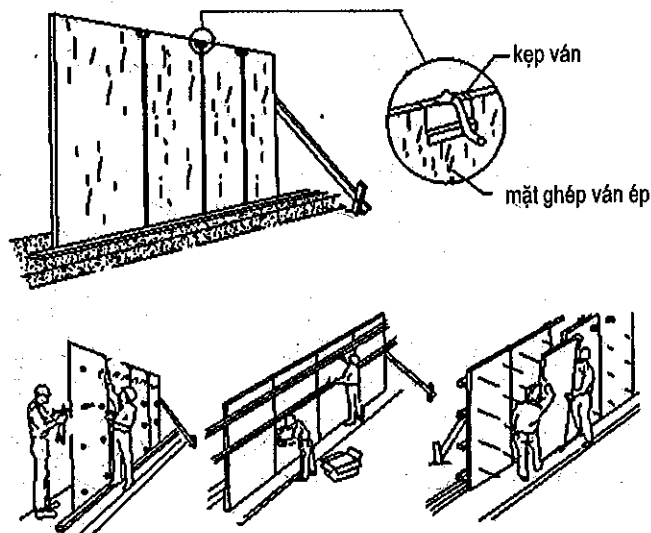
a) Chi tiết thanh giăng; b) Sau khi tháo ốc côn.

c) Thanh bulông giăng đặt trong ống văng ngang



**Hình 1.153. Thanh giăng có ống văng**

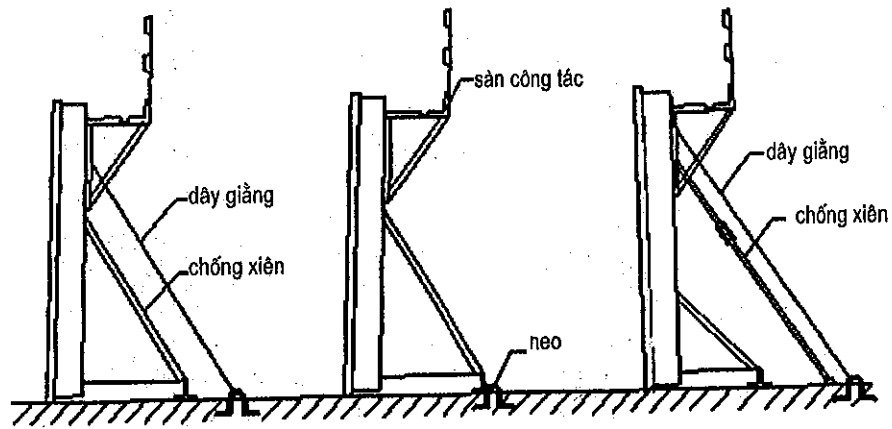
2) Cấu tạo ván khuôn tường bằng ván ép



**Hình 1.154. Ván khuôn tường bằng ván ép**

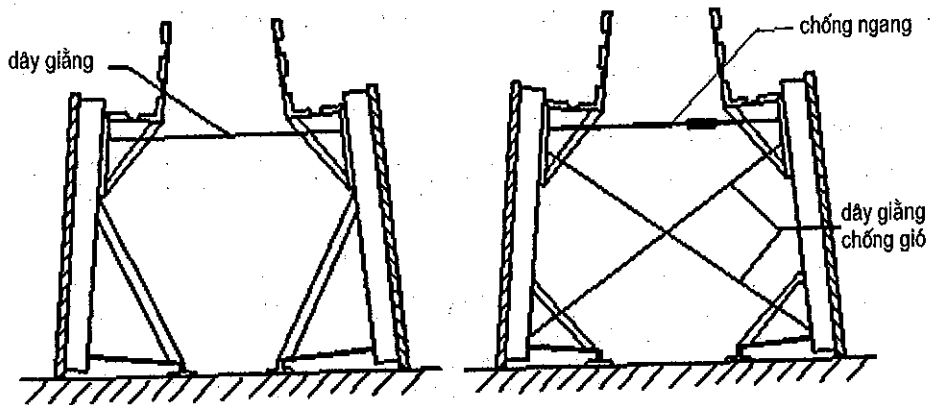
3) Lắp đặt bộ ván khuôn thành

a) Lắp đặt các tấm ván khuôn thành đứng độc lập



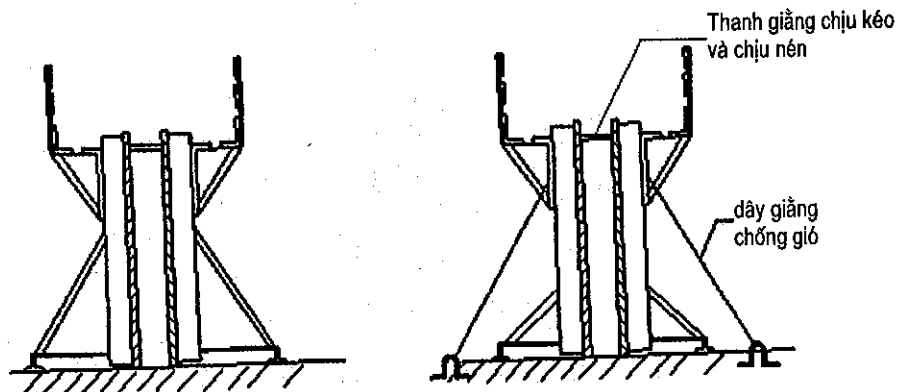
Hình 1.155. Lắp tấm ván khuôn thành đứng

b) Liên kết các tấm ván khuôn đứng gần nhau



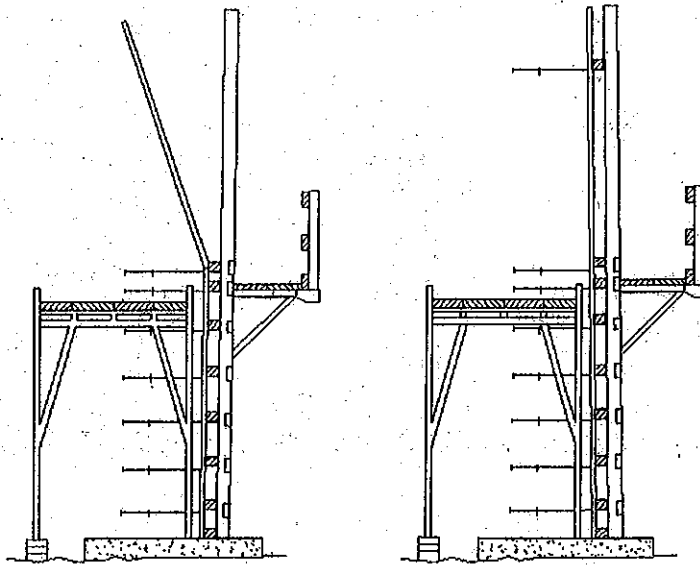
Hình 1.156. Liên kết tấm ván khuôn đứng

c) Liên kết thành bộ các ván khuôn thành



Hình 1.157. Liên kết bộ ván khuôn thành

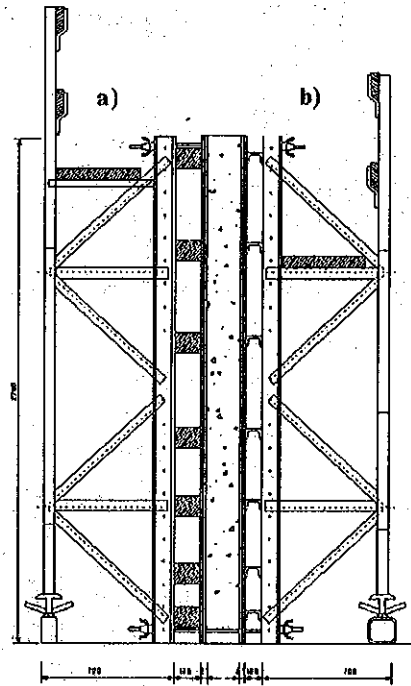
4) Ván khuôn thành ván ép



Hình 1.158. Thứ tự lắp ván khuôn thành ván ép

5) Bộ ván khuôn tường bằng thép

a) Ván khuôn tường bằng thép

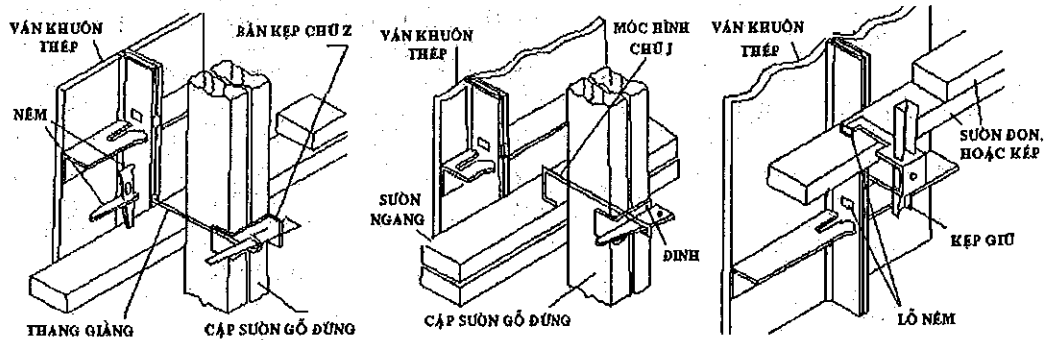


Hình 1.159. Ván khuôn tường

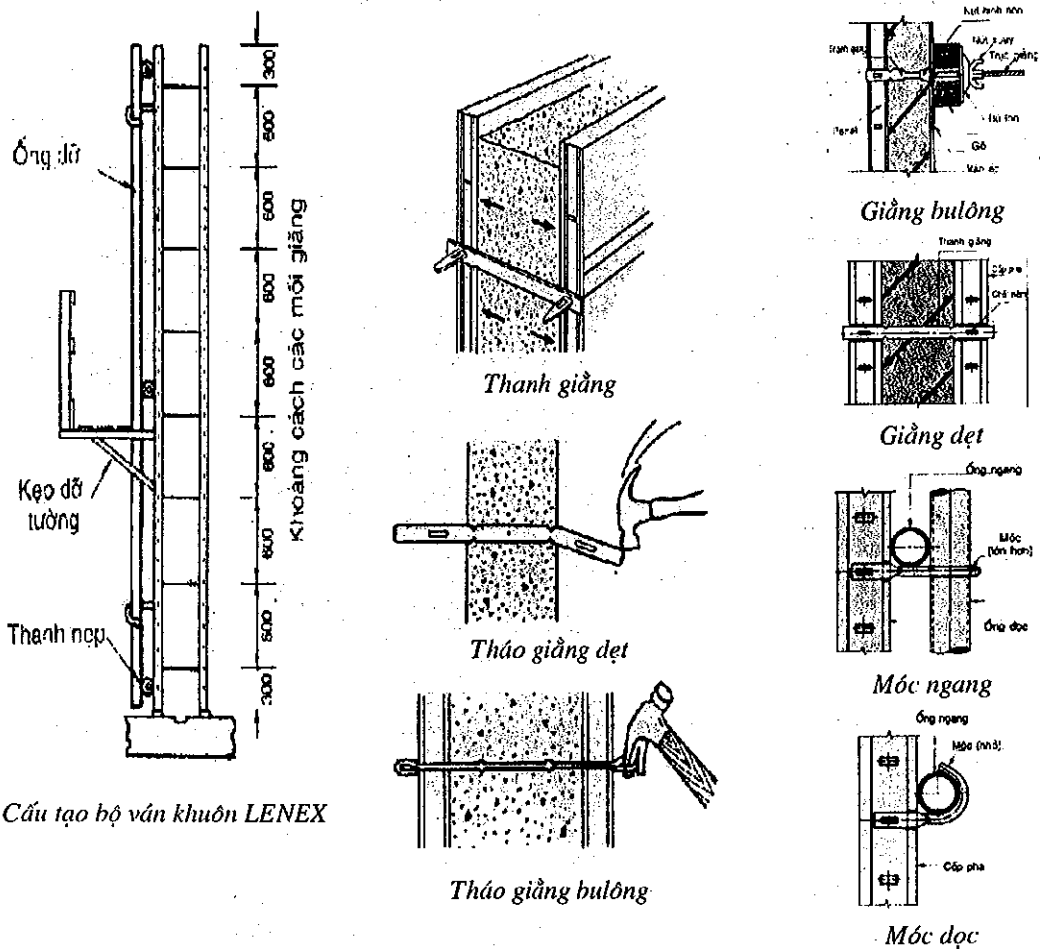
- a) Ván khuôn tường bằng thép với dầm ngang bằng gỗ;
- b) Ván khuôn tường bằng thép với dầm ngang bằng thép hình.



b) Chi tiết liên kết ván khuôn thép với các sườn gỗ



Hình 1.160. Liên kết ván khuôn thép với sườn gỗ

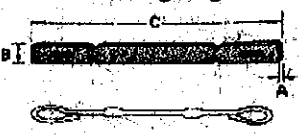

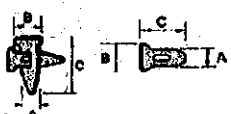



Hình 1.161. Bộ ván khuôn tường LENEK

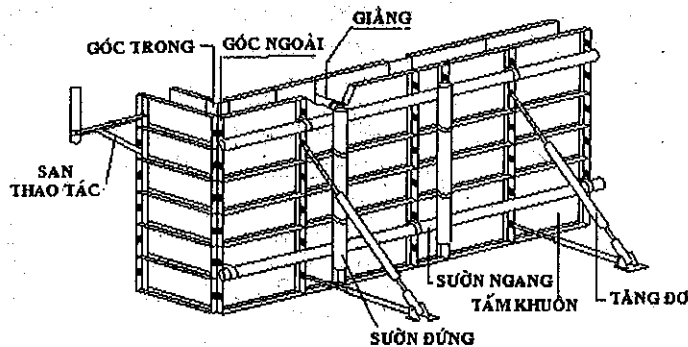
Khoảng cách giữa các mối giằng thường khác nhau, tùy thuộc áp lực của bê tông. Tuy nhiên, khoảng cách hợp lý nhất là từ 300mm đến 600mm.

Ống thép dày 48,6mm được dùng làm thanh nẹp với khoảng cách là 1,8m và được lắp ráp bởi sự hỗ trợ của kẹp nối ống dạng móc.

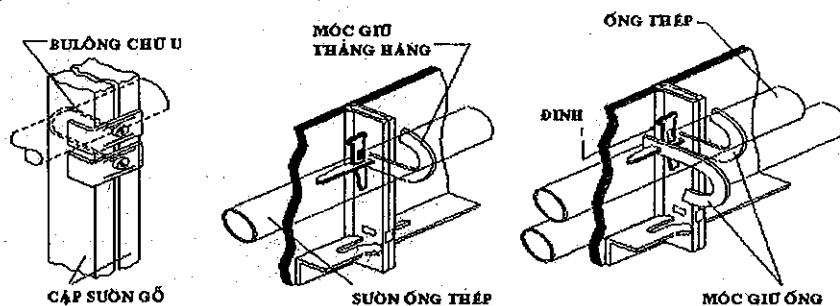
**Bảng 1.30. Quy cách các phụ kiện trong bộ ván khuôn LENEX**

|  |  |   |  |  |
|--|--|---|--|--|
| <p>Thanh giằng</p>  | <p>A (mm)</p> <p>4,0</p> <p>4,0</p> <p>4,0</p> <p>4,0</p> <p>4,0</p> | <p>B (mm)</p> <p>18</p> <p>18</p> <p>18</p> <p>18</p> <p>18</p> | <p>C (mm)</p> <p>200</p> <p>250</p> <p>300</p> <p>400</p> <p>1.000</p> | <p>Trọng lượng (kg)</p> <p>0,228</p> <p>0,260</p> <p>0,291</p> <p>0,354</p> <p>0,732</p> |
| <p>Móc đỡ ống</p>   | <p>Ngang 12×48,6</p> <p>Dọc 12×48,6</p>                              |   |  |  |
| <p>Chốt nêm</p>     | <p>A B C</p> <p>Dài 18 32 90</p> <p>Ngắn 18 32 60</p>                |   |  |  |
| <p>Kẹp nối ván</p>  | <p>Kẹp nối ván ép</p> <p>M12×150</p> <p>M12×250</p> <p>M12×600</p>   |   |  |  |

6) Ván khuôn tường bằng thép với các sườn thép ống



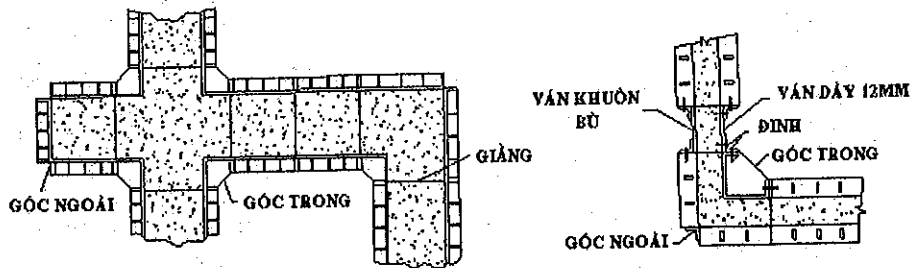
**Hình 1.162.** Ván khuôn tường với sườn thép ống điều chỉnh bằng tầng đỡ cứng  
Chi tiết liên kết tấm ván khuôn thép với các sườn thép ống



**Hình 1.163.** Liên kết tấm ván khuôn với sườn thép ống

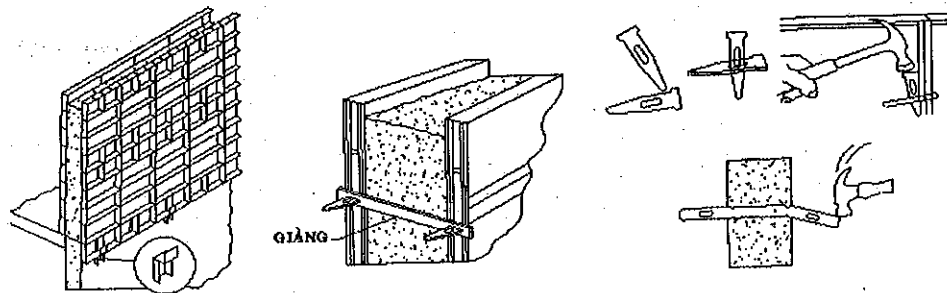
7) Ván khuôn tường bằng các tấm tiêu chuẩn

a) Mặt bằng bố trí các tấm tiêu chuẩn



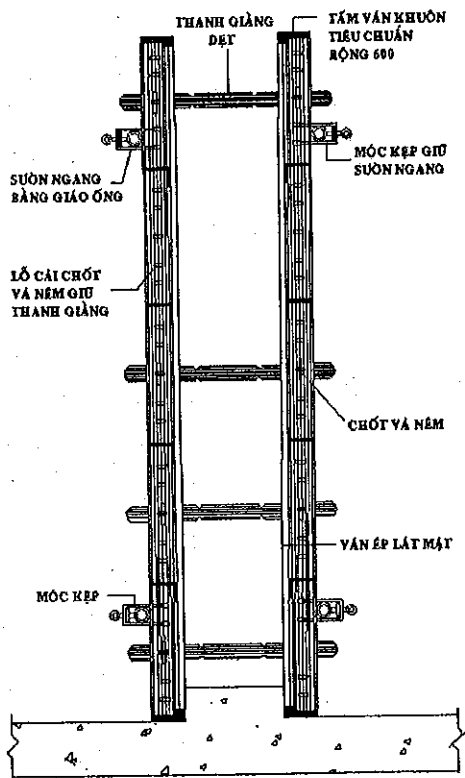
Hình 1.164. Cách bố trí tấm ván khuôn tiêu chuẩn

b) Mặt đứng tấm tiêu chuẩn và cách tháo lắp thanh giằng



Hình 1.165. Cách liên kết và tháo lắp thanh giằng ván khuôn

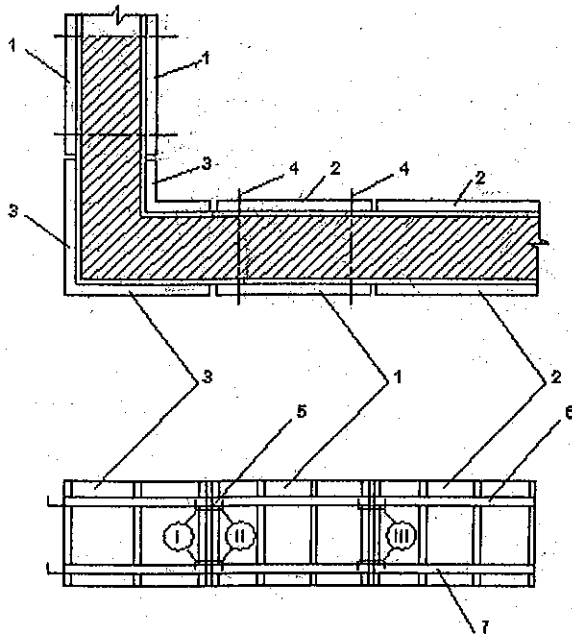
c) Mặt cắt ván khuôn tường bằng tấm tiêu chuẩn, giằng thép dẹt và sườn thép ống



Hình 1.166. Cấu tạo ván khuôn tường bằng tấm tiêu chuẩn

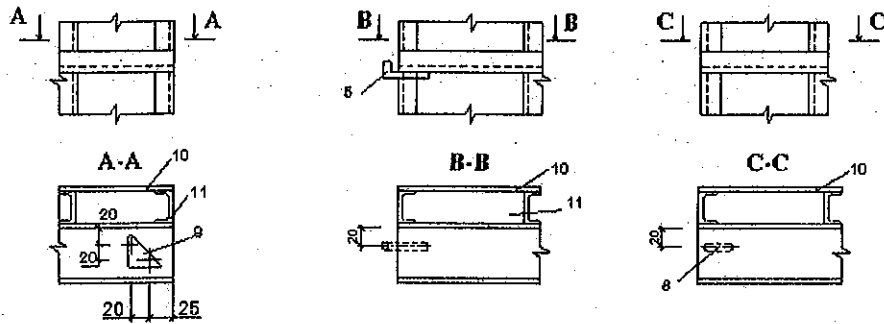
8) Sử dụng ván khuôn luân lưu đúc tường

a) Cấu tạo lắp ráp ván khuôn luân lưu



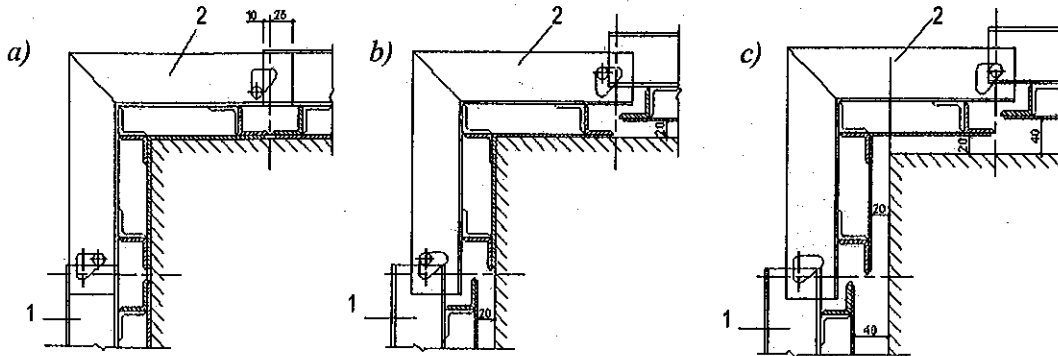
I, II, III. Các điểm liên kết các tấm ván khuôn.

1. tấm ván khuôn chính;
2. tấm khuôn trung gian;
3. tấm góc;
4. khung kích;
5. chốt móc;
6. vòng đai trên;
7. vòng đai dưới;
8. khe dọc tấm ván khuôn trung gian;
9. lỗ tam giác ở tấm góc;
10. mặt ván khuôn;
11. khung sườn tấm ván khuôn.



Hình 1.167. Lắp ráp ván khuôn luân lưu

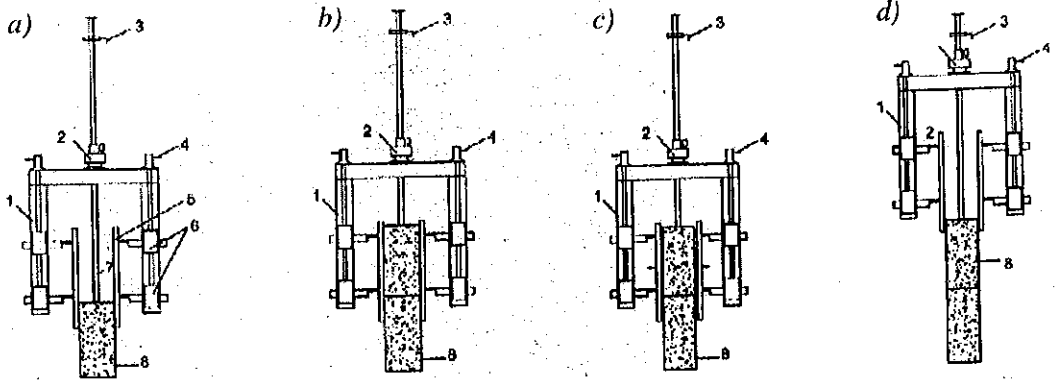
b) Tháo dỡ ván khuôn luân lưu



Hình 1.168. Tháo dỡ ván khuôn luân lưu

- a) Vị trí các tấm ván khuôn khi đúc bê tông; b) Bóc các tấm ván khuôn ra khỏi bê tông; c) Chuẩn bị nâng ván khuôn lên cao. 1. tấm ván khuôn chính; 2. tấm ván khuôn góc.

c) Ván khuôn luân lưu đúc vách cứng



Hình 1.169. Trình tự thi công bộ ván khuôn luân lưu

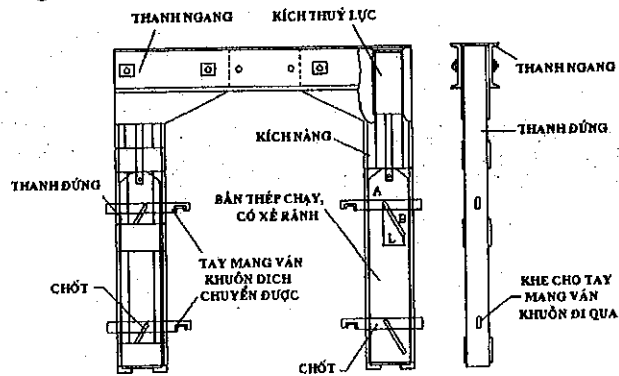
a) Lắp ván khuôn luân lưu; b) Đổ bê tông; c) Tháo ván khuôn; d) Chuyển tới vị trí mới.

1. khung kích; 2. kích thủy lực; 3. ốc chặn để hãm kích; 4. kích để tháo ván khuôn;

5. ván khuôn thành; 6. bộ phận để bóc ván khuôn khỏi tường;

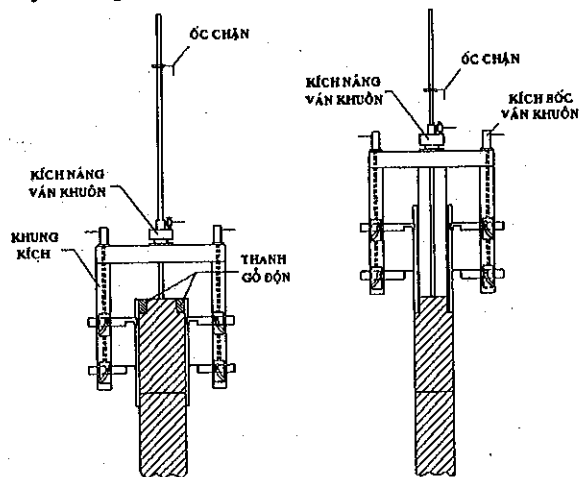
7. thanh lõi (ty) kích; 8. tường đã đúc xong.

d) Khung kích mang ván khuôn luân lưu



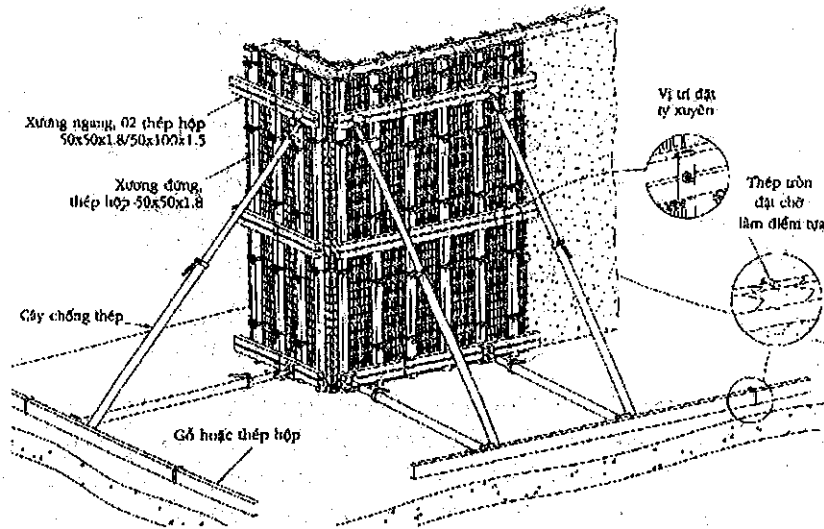
Hình 1.170. Cấu tạo khung kích mang ván khuôn luân lưu

e) Thay đổi chiều dày tường đúc bằng ván khuôn luân lưu

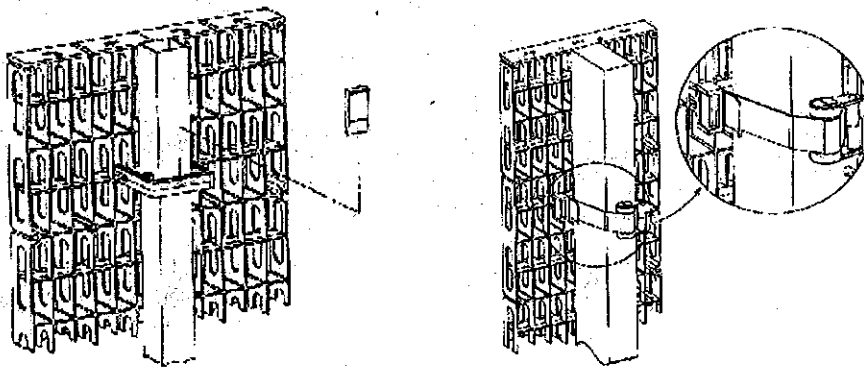


Hình 1.171. Phương pháp thay đổi chiều dày tường

9) Sử dụng tấm ván khuôn FUVI đúc tường

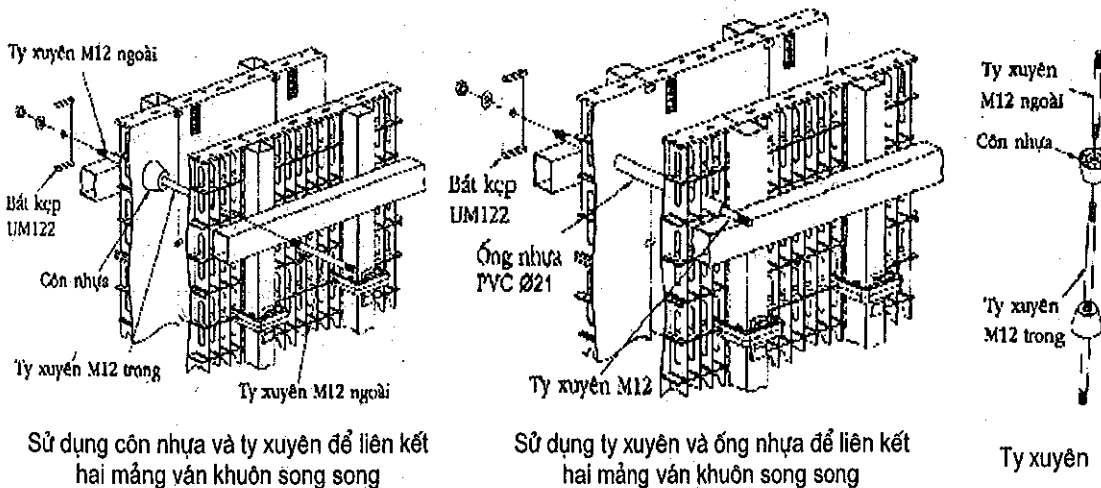


Hình 1.172. Ván khuôn FUVI đúc tường định vị bằng cây chống thép



Sử dụng móc U nhựa và nêm để liên kết tấm ván khuôn với xương đứng

Sử dụng dây đai và bộ vi sai để liên kết tấm ván khuôn với xương đứng



Sử dụng côn nhựa và ty xuyên để liên kết hai mảng ván khuôn song song

Sử dụng ty xuyên và ống nhựa để liên kết hai mảng ván khuôn song song

Ty xuyên

Hình 1.173. Chi tiết liên kết ván khuôn FUVI đúc tường

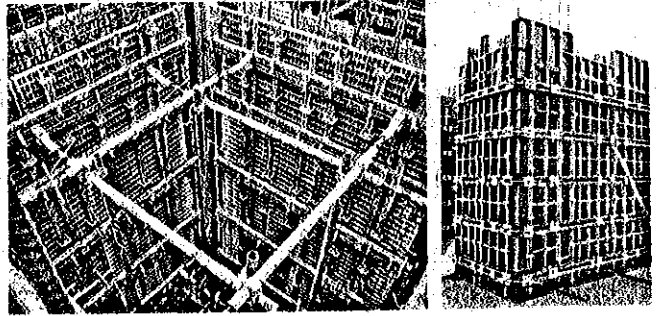
## 1.6.2. Công nghệ thi công ván khuôn thép tổ hợp

### 1.6.2.1. Công tác chuẩn bị

Dùng ván khuôn thép tổ hợp tiến hành thi công kết cấu bê tông cốt thép đổ tại chỗ của công trình đang ngày càng phát triển rộng rãi. Sau đây giới thiệu các nội dung chủ yếu như sau:

#### a) Công tác chuẩn bị trước lúc thi công

Sau khi đã chuẩn bị thiết kế lắp ráp ván khuôn và chuẩn bị công cụ để lắp ván khuôn xong, trước lúc tiến hành thi công lắp ráp ván khuôn thép tổ hợp cần phải làm tốt công tác định vị cố chuẩn ván khuôn. Các bước công tác gồm:



Hình 1.174. Ván khuôn thép tổ hợp

#### - Tiến hành cắm tuyến đường trung tâm và đường vị trí:

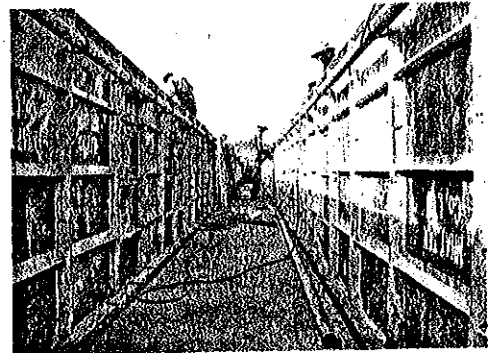
Trước tiên dùng máy kinh vĩ đo dẫn các mép cột hoặc đường trục các tường của nhà và lấy đường trục đó làm khởi điểm, đo dẫn mọi đường trục khác. Khi cắm tuyến, căn cứ bản vẽ thi công kẻ đường phía trong của ván khuôn lên mặt đất hoặc sàn đã chuẩn bị (đa số là các mặt bê tông) và đường trung tâm. Đối với ván khuôn phải kẻ đường mép trong và mép ngoài để tiện cho công nhân lắp ráp và điều chỉnh.

#### - Làm tốt công tác đo đạc độ cao:

Dùng máy thủy bình đo dẫn độ cao thực tế của vật kiến trúc đến vị trí lắp đặt ván khuôn. Nếu không đo trực tiếp được thì phải dùng phương pháp điểm đo quá độ, nhằm để lắp đặt và điều chỉnh ván khuôn.

#### - Tiến hành công tác là bằng:

Để đảm bảo cho ván khuôn ở đúng vị trí và phòng ngừa lọt vữa ở đáy ván khuôn, trước lúc lắp ván khuôn cần tiến hành công tác là bằng bề mặt lắp đặt. Phương pháp thường dùng là: dọc theo đường phía trong ván khuôn dùng vữa xi măng cát 1/3 trát một dải, dùng máy thủy bình đo bằng, dùng làm mặt chống đỡ ván khuôn.



Hình 1.175. Nẹp đỡ ván khuôn phía ngoài

Mép ngoài của cột, của tường, trước khi tiếp tục lắp ghép ván khuôn, lại phải bố trí một dải đệm đỡ, và dùng máy để sửa cho bằng cho đúng.

#### - Bố trí cơ chuẩn định vị ván khuôn:

Cơ chuẩn định vị là cách để cố định vị trí lắp đặt ván khuôn. Phương pháp truyền thống là lấy miếng bê tông đá nhỏ  $50 \approx 100\text{mm}$  cùng cường độ với bê tông cấu kiện sắp

đổ (Lấy sai số âm của kích thước mặt cắt) hoặc tường dẫn làm cơ chuẩn định vị. Máy năm gần đây, ở một số vùng người ta đã dùng mẫu cốt thép ngắn để dùng làm cách định vị, tức là căn cứ mặt cắt cấu kiện cốt thép theo một độ dài nhất định, hàn điểm lên vị trí cốt thép chính (nhất thiết không được phương hại đến mặt cắt cốt thép chính), rồi căn cứ vào trung tâm của hai hàng cốt thép chính phân chia đều để đảm bảo cốt thép và ván khuôn ở vị trí chính xác.

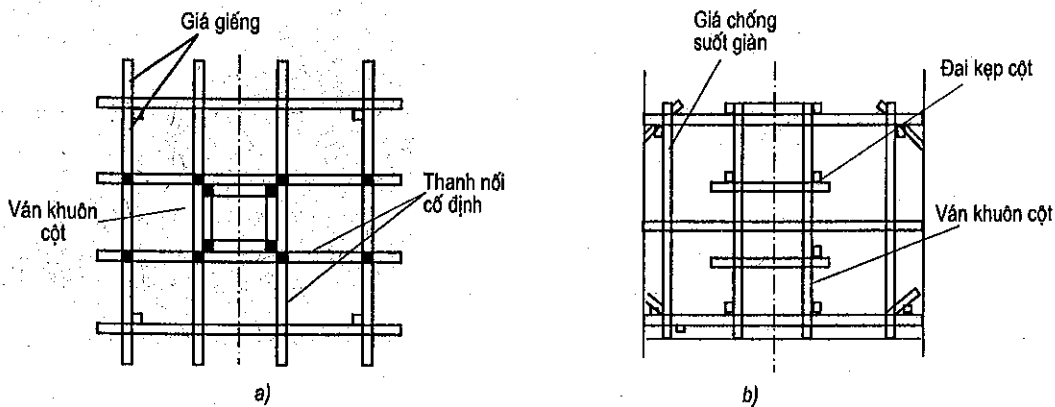
*b) Công nghệ nối ghép và lắp đặt ván khuôn các loại cấu kiện*

Công nghệ lắp ghép ván khuôn cho các loại cấu kiện chia làm hai loại: Từng tấm đơn đưa vào vị trí lắp đặt và chế sẵn thành tổ để lắp. Trong các loại phương thức chế sẵn thành tổ lắp ghép lại, phân thành từng tấm lắp ghép riêng hoặc lắp ghép theo tổ chế sẵn cho cả mảng thì phương pháp lắp ráp theo tổ chế sẵn là một biện pháp có hiệu quả, tăng nhanh tốc độ thi công, nâng cao được chất lượng lắp ghép và đẩy nhanh tốc độ luân chuyển. Song, nó cần căn cứ vào năng lực cấu lắp hiện trường và các điều kiện cụ thể khác để xác định phương án lắp ráp ván khuôn.

**1.6.2.2. Trình tự công nghệ lắp ván khuôn cột**

Trình tự lắp ráp ván khuôn cột gồm công việc sau:

- Từng tấm riêng đưa vào vị trí và lắp ráp: Trước tiên đem ván khuôn bốn mặt của đoạn thứ nhất vào vị trí lắp ghép chính xác và kiểm tra các đường góc. Ván khuôn cần lắp khít và thẳng đứng. Lắp ráp đai cột cố định xong, lại tiếp tục lắp ráp đoạn thứ hai, cứ như thế đến hết độ cao. Khi lắp ráp các đoạn, theo từng tấm tiến hành đồng thời theo hai phương hướng trái phải, chỗ nối đầu nằm ngang và hướng đứng của các tấm cần đồng thời dùng kẹp chữ U nối lại. Khi lắp kẹp chữ U cần chú ý phải so le nhau. Khi lắp đặt đến một độ cao nhất định, cần tiến hành chống đỡ, để phòng nghiêng đổ.



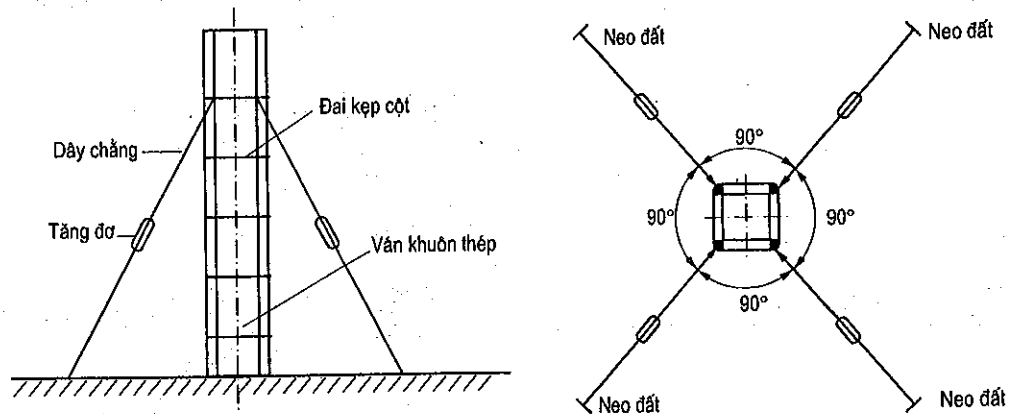
**Hình 1.176. Cách cố định ván khuôn cột bằng hệ giá chống**  
 a) Mặt bằng hệ giá chống cột; b) Mặt đứng hệ giá chống cột.

- Lắp ghép theo mảng tổ hợp chế tạo sẵn: tức là lắp sẵn một mảng, sau khi kiểm tra chất lượng của các cạnh đường chéo góc, bề mặt, và kích thước ngoại hình xong, ta có thể cầu thí nghiệm. Sau khi cầu thí nghiệm thấy mảng đó không bị biến dạng thì có thể cầu vào vị trí để lắp. Sau khi mảng thứ 1 đã vào vị trí và được chống tạm xong, tiếp theo



cầu mẳng thứ hai và dùng kẹp hình chữ U nối chặt với mẳng thứ nhất thành chữ L, và chống tạm thời tám thứ 2. Cứ như thế tuân tự hoàn thành việc lắp ráp mẳng thứ 3, thứ 4, kiểm tra kịp thời, điều chỉnh chuyển vị và độ thẳng đứng, sai lệch đường các góc đối, chỉnh sửa lại 4 góc và lắp kẹp chữ U, tiếp đó căn cứ theo yêu cầu thiết kế lắp các nẹp đai cột từ dưới lên trên. Sau khi lắp đặt toàn bộ ván khuôn cột xong, lại tiến hành kiểm tra toàn diện một lần nữa và khi xét thấy đã đúng quy cách xong thì mới liên kết cố định với quần thể cột lân cận, hoặc với các hệ giá chống xung quanh.

Trước lúc cầu lắp mẳng tổ hợp hoàn chỉnh, cần kiểm tra xem ván khuôn đã được lắp đặt trên mẳng tốt chưa, kiểm tra sai lệch đường chéo góc ở mép dưới cùng với các linh kiện buộc, kiểm tra mức độ kiên cố của các đai kẹp cột v.v... Kiểm tra xem cốt thép có chạm vào ván khuôn không, rồi dùng dây thép buộc cốt thép trên đỉnh cột lại với nhau, để tiện cho việc đưa ván khuôn từ trên xuống.



**Hình 1.177.** Cách điều chỉnh ván khuôn cột

Để tiện cho cầu lắp và đưa ván khuôn cột vào vị trí, có thể lắp một ống loa bằng tấm thép dày 1,2mm tại miệng chân đế của cột, khi ván khuôn cột được hạ xuống còn cách mặt đất khoảng 1m thì cho mở miệng ống loa ra, làm cho toàn bộ ván khuôn cột nằm gọn trên mặt cơ chuẩn lắp ráp, sau đó dùng 4 thanh chống hoặc dùng 4 dây cáp chằng có lắp tăng đỡ một đầu lắp vào 4 góc của đỉnh cột, còn một đầu được neo vào trong đất hoặc sàn, sau khi điều chỉnh đường tim, độ nghiêng của ván khuôn cột và kiểm tra toàn diện xong, mới cố định tổng thể.

Phương pháp xử lý chỗ nối ván khuôn cột với ván khuôn dầm chủ yếu là:

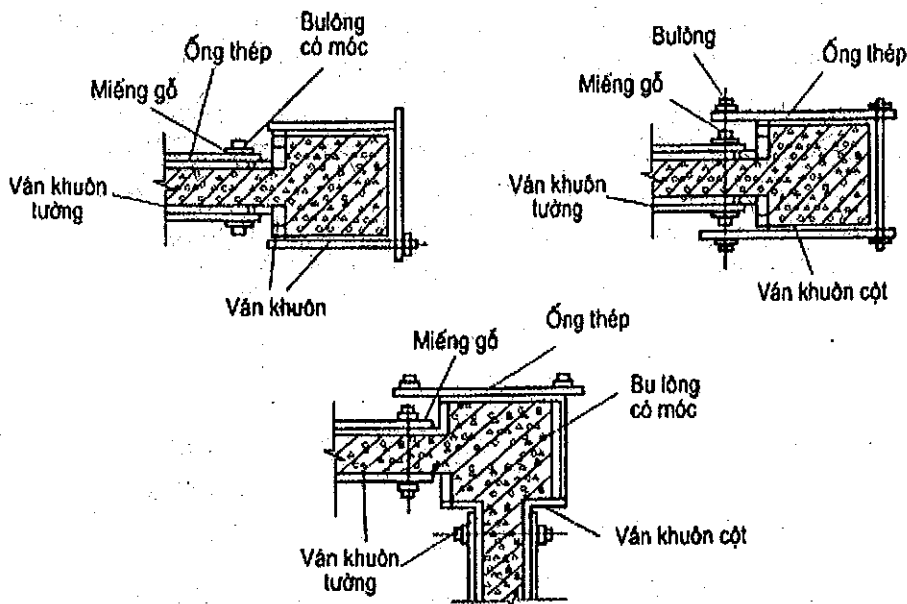
- Bảo đảm cho độ dài của ván khuôn cột phù hợp với số ván khuôn chắn, bộ phận không phù hợp xử lý tại vị trí tiếp nối;
- Lấy độ cao đáy dầm làm chuẩn, từ trên xuống dưới lắp ghép ván khuôn, bộ phận không phù hợp cơ sở đưa vào xử lý tại vị trí chân cột.

Phương pháp ghép nối ván khuôn cột và ván khuôn tường hình 1.178.

Khi lắp ráp ván khuôn cột, cần chú ý các công việc:

- Phải làm ván khuôn chân cột dựa chắc vào mố chống định vị đã chuẩn bị từ trước, đo cho bằng phẳng, để đảm bảo vị trí đường trục và độ cao của ván khuôn cột thật chuẩn

xác. Mổ chống định vị có thể chế tạo bằng vữa xi măng cát hoặc khuôn gỗ. Ván khuôn cột cần phải chống thật chắc chắn, với độ cao 4m hoặc trên 4m, nói chung cần chống 4 mặt (hoặc dùng cáp chằng có tăng đơ kéo chặt). Khi chiều cao cột vượt quá 6m không thể chống một cách giản đơn được, mà phải dùng nhiều thanh chống chống đồng thời và liên kết thành giá cứng.



Hình 1.178. Phương pháp nối ván khuôn cột và tường

- Phần cửa sổ đổ bê tông và quét dọn vệ sinh là vấn đề phải cân nhắc để thực hiện khi lắp dựng ván khuôn.
- Chân của ván khuôn phải dùng vữa xi măng cát bịt chặt để phòng lọt vữa làm rỗng chân cột.
- Khi ván khuôn dầm, ván khuôn cột được lắp ghép thành 2 lần thì khi đổ bê tông cột xong, đến lúc tháo dỡ phải lưu lại tổ ván khuôn trên cùng không được dỡ để tiện cho việc nối tiếp ván khuôn dầm về sau và làm cho chỗ chấp nối ván khuôn bằng phẳng.

### 1.6.2.3. Trình tự công nghệ lắp ván khuôn dầm

Trình tự công nghệ lắp ráp ván khuôn dầm, gồm:

- Lắp ráp tấm đơn:

Sau khi đối chiếu khớp lại độ cao dầm xong, kiểm tra vị trí đường trục dầm không sai sót gì, mới dựng lắp giá chống ván khuôn dầm, cố định các nẹp thép hoặc các nẹp dầm, sau đó lát tấm đáy dầm trên các thanh nẹp ngang, rồi dùng bulông đầu móc cố định với các thanh nẹp. Buộc cốt thép, lắp ráp và cố định ván khuôn hai bên hông. Nếu dùng bulông có ốc hai đầu thì có ống luồn vào và xiết đều hai đầu. Căn cứ theo yêu cầu thiết kế phải tạo vồng. Lắp các thanh nẹp ván khuôn và vặn chặt 2 đầu bulông, điều chỉnh cho miệng dầm phẳng và thẳng đứng.

- Lắp ráp theo phiên tổ hợp:

Sau khi đã kiểm tra kích thước ván khuôn đáy dầm và ván khuôn hai bên, kiểm tra các đường chéo góc, độ bằng phẳng, các mối nối thanh nẹp và vị trí điểm cầu của mảng tổ hợp đầy đủ xong, trước hết cầu ván khuôn đáy dầm vào vị trí ở trên giá đỡ và cố định lại, tiếp sau lần lượt cầu ván khuôn hai bên hông, lắp nối với ván khuôn đáy, và dựng các thanh chống cố định, sau đó căn cứ theo yêu cầu thiết kế đánh vòng. Sau khi đã kiểm tra vị trí và kích thước dầm không có sai sót gì mới tiến hành buộc cốt thép. Lắp thanh kẹp miệng dầm.

- Lắp ráp tổ hợp ván khuôn toàn khối:

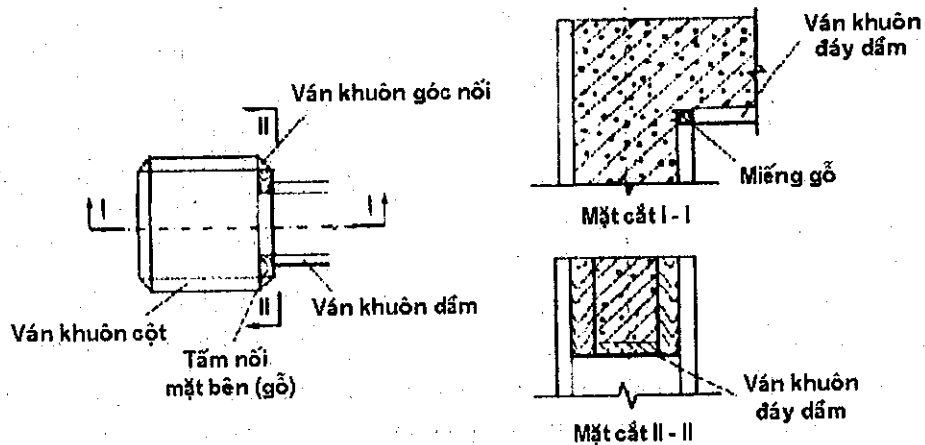
Sau khi đã kiểm tra khớp lại độ cao ván khuôn dầm, vị trí mặt bằng, trước tiên dựng lắp giá chống ván khuôn, đồng thời lắp sẵn tổ hợp ván khuôn toàn khối và kiểm tra kích thước, các thanh liên kết, các thanh nẹp, mối nối và vị trí điểm cầu của cả khối không còn sai sót gì thì tiến hành cầu thí nghiệm. Khi đã cầu lắp vào vị trí xong, điều chỉnh vị trí ván khuôn và tiến hành cố định đáy ván khuôn trên giá chống và dùng thanh chống xiên cố định mặt bên.

Nếu sử dụng giàn mắt cáo chống ván khuôn, có thể đem thanh kẹp dầm cố định toàn bộ giàn mắt cáo của đáy dầm với mặt trên ván khuôn dầm. Khi đưa vào lắp ráp định vị, lỗ lắp ráp hai đầu phải luồn vào cột đứng một cách chính xác dùng bulông cố định và lắp thanh ngang trên cột đứng, để bảo đảm ổn định cho cột đứng.

Lắp ráp ván khuôn đầu cột và đầu dầm là vấn đề đặc biệt quan trọng trong khi lắp ráp, nói chung có mấy phương pháp như sau:

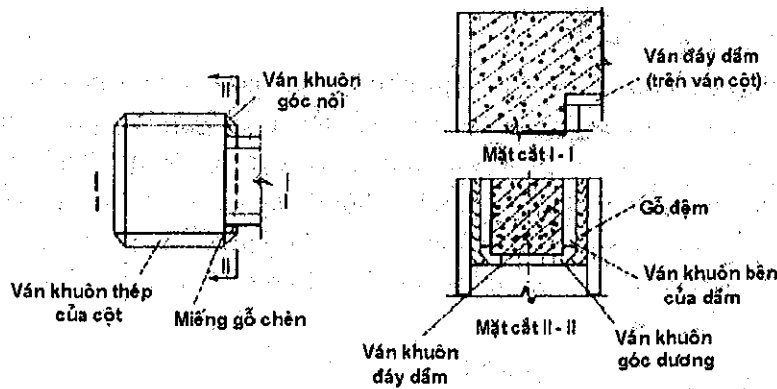
- Dùng ván khuôn góc và ván khuôn thép nhỏ quy cách khác nhau để lắp nối.

- Ở chỗ nối đầu cột và đầu dầm dùng gỗ vuông thay thế cho ván khuôn chuyển góc (hình 1.179).



Hình 1.179. Dùng miếng gỗ vuông lắp ráp đầu dầm và cột

- Đem ván khuôn dầm gác lên ván khuôn cột, làm cho đầu ván khuôn dầm khép kín vào mặt bê tông cột, ở các vị trí khác trên đỉnh cột dùng gỗ ván lắp ghép kín khít (hình 1.180).



**Hình 1.180.** Dùng miếng gỗ nhỏ lắp ráp đầu cột và miệng dầm

Các điểm cần chú ý khi lắp ghép ván khuôn dầm:

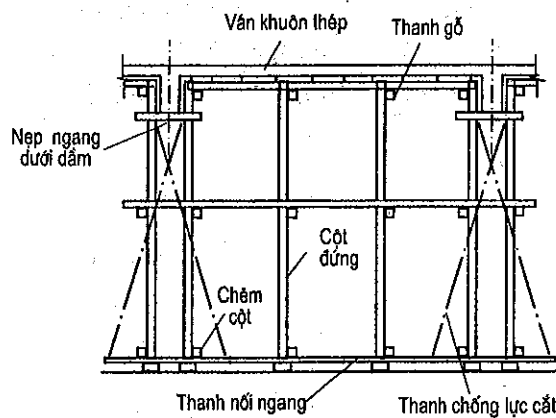
+ Khi dùng phương pháp lắp ghép ván khuôn theo từng mảng tổ hợp và tổ hợp lắp sẵn toàn khối thì lúc cầu lắp ở hai đầu và ở đoạn giữa đưa vào vị trí, bố trí hệ thanh chống, liên kết ổn định chắc chắn xong, mới được tháo móc cầu;

+ Cột chống ván khuôn, hệ thanh giằng phẳng theo hướng dọc hướng ngang, thanh chống lực cắt v.v... đều phải bố trí theo yêu cầu thiết kế. Khi thiết kế không có quy định, thì khoảng cách cột chống bình thường không nên lớn hơn 2m; thanh giằng phẳng theo hướng dọc, ngang cách nhau trên dưới không được lớn hơn 1,5m; khoảng cách các thanh chống lực cắt theo hướng dọc, ngang không được lớn hơn 6m;

+ Mặt đất của tầng đáy giá chống cần phải bằng phẳng và được lèn chặt. Dưới chân giá phải có gỗ đệm và cần phải thoát nước. Nếu cần bố trí nhiều tầng chống thì cột chống trên và dưới phải cùng nằm trên một đường thẳng đứng;

+ Khi dùng giàn mắt cáo làm giá chống, cần phải lắp đặt theo yêu cầu thiết kế đã vạch sẵn, bulông lắp ráp giàn giáo phải được xiết chặt, số lượng phải thoả mãn yêu cầu.

+ Khi dùng giàn giáo ống thép, móc buộc thì móc buộc (hình 1.181) nhất định phải vặn chặt. Khoảng cách các thanh ngang phải bố trí theo yêu cầu thiết kế.



**Hình 1.181.** Lắp ván khuôn dầm được chống bằng giáo ống thép

#### 1.6.2.4. Trình tự công nghệ lắp ván khuôn tường

Trình tự công nghệ lắp ghép ván khuôn tường gồm:

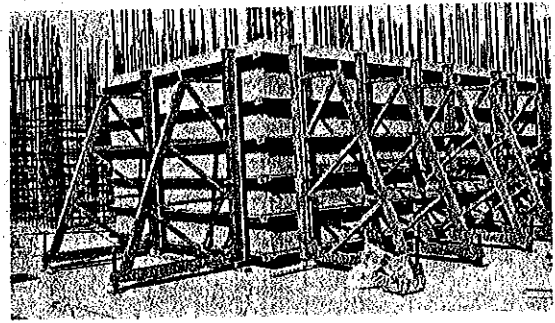
◆ Lắp ráp từng tấm một. Trình tự lắp ráp từng tấm như dưới đây:

- Kiểm tra trước lúc lắp ghép, dựng giá chống;

- Bước 1: chia ván khuôn thành tấm nhỏ, lắp ghép sẵn trên mặt đất, lắp chi tiết chôn sẵn;

- Dùng ván khuôn, đưa vào vị trí, nối liền với nhau, lắp ráp bulông chịu kéo có ốc hai đầu;

- Lắp nẹp thép, liên kết các nẹp thép, làm cho mặt ván khuôn phẳng và ngay ngắn;



Hình 1.182. Lắp ván khuôn tường

- Bước thứ hai, đồng thời lắp ráp ván khuôn hai bên, liên kết với nhau, lắp các bulông kéo hai đầu, lắp các linh kiện cân chôn sẵn (có thể bước đầu cố định lại);

- Lắp các thanh nẹp;

- Điều chỉnh ngay ngắn, thêm các thanh chống xiên, điều chỉnh thẳng đứng, tạo ổn định;

- Xiết hai đầu bulông cho thật chặt;

- Căn cứ theo phương pháp thứ hai, lắp ráp các bước thứ 3, 4,... của ván khuôn;

- Lắp ráp các thanh nẹp ngoài;

- Điều chỉnh ván khuôn ngay ngắn và kiểm tra độ thẳng đứng;

- Liên kết với ván khuôn tường, cột, sàn thành một thể;

- Tăng thêm hệ thanh chống tất yếu cho vững chắc.

◆ Lắp ráp ván khuôn lắp sẵn, trình tự lắp ráp như sau:

- Kiểm tra vị trí lắp ván khuôn, ghi số cho ván khuôn;

- Lắp ráp các linh kiện định chôn sẵn lên ván khuôn;

- Cầu lên và đưa vào vị trí ván khuôn một bên;

- Lắp ráp hệ thanh chống;

- Buộc cốt thép;

- Cắm bulông chịu kéo hai đầu vào ống luồn;

- Lắp ghép ván khuôn phía còn lại vào lắp chống

- Lắp ráp bulông xiết hai đầu, nối hai đầu ván khuôn với nhau;

- Điều chỉnh vị trí ván khuôn và độ thẳng đứng;

- Vặn chặt hai đầu bulông;

- Cố định hệ thanh chống;

- Kiểm tra toàn diện;

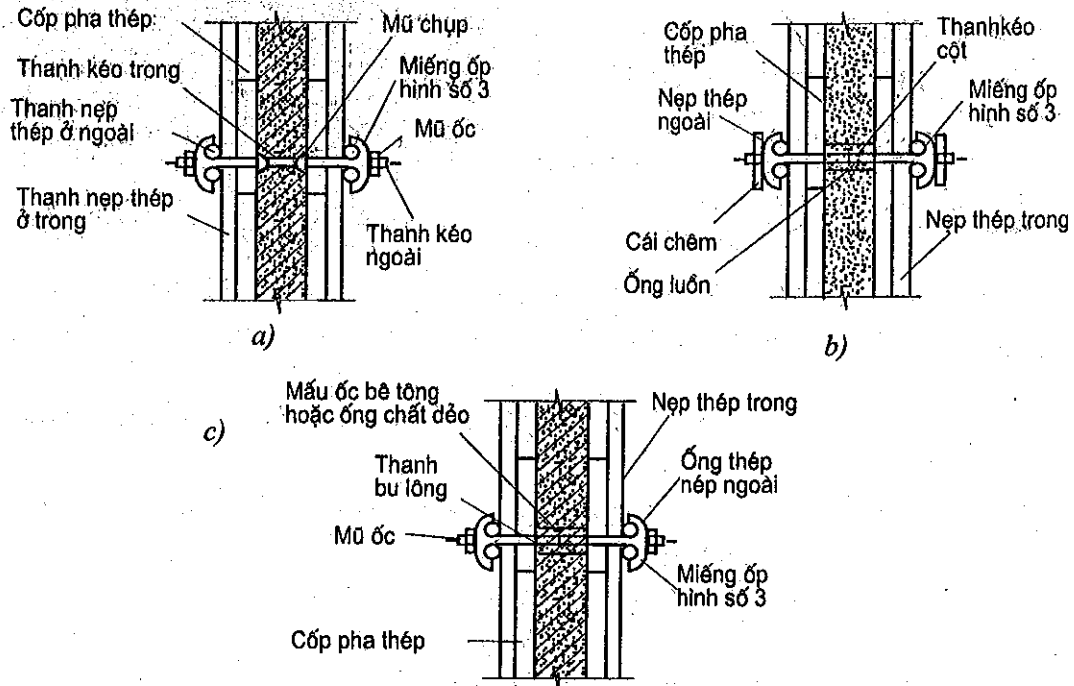
- Thực hiện mối nối với ván khuôn tường gần đó.

Khi lắp ráp ván khuôn tường, đối với bulông kéo 2 đầu có thể chú ý các sự việc như:

+ Khi dùng bulông xiết chặt hai đầu, mũ bằng ni lông được chụp vào hai đầu thanh kéo trong phải có 7-8 đường ren (hình 1.183a).

+ Khi dùng thanh kéo bằng thép dẹt, chiều dài cắt đoạn ống chất dẻo (dùng làm ống luồn) phải nhỏ hơn bề dày của tường 2-3mm (hình 1.183b).

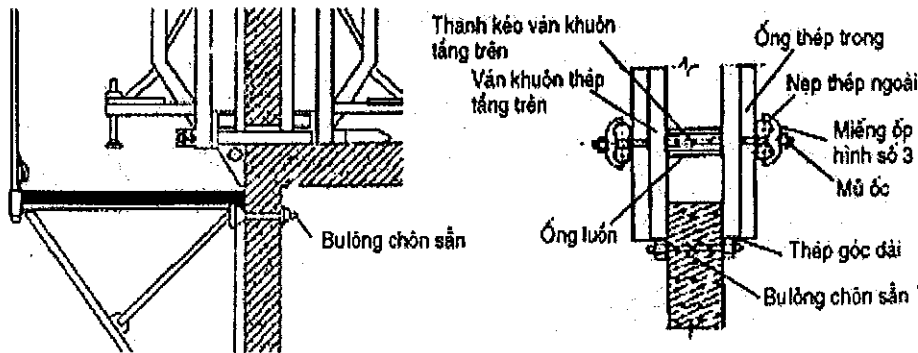
+ Khi dùng bulông vặn xiết 2 đầu xuyên suốt, nếu luồn ống bê tông thì chiều dài ống phải nhỏ hơn bề dày tường 4-5mm hai đầu phải nút đệm cao su, để phòng vữa xi măng chui vào lỗ (hình 1.183c).



**Hình 1.183.** Ba kiểu tổ hợp bulông và thanh dẹt

a) Bulông xiết chặt hai đầu; b) Thanh kéo dẹt; c) Bulông vặn xiết hai đầu.

Đối với ván khuôn lắp cả mảng cho các bức tường cao: khi dùng biện pháp lắp tháo cả mảng, phải bố trí bulông xuyên ngang vào dưới mép bê tông của mặt tường tầng dưới vào khoảng 200mm, lắp thêm 2 bên mỗi bên một thanh thép góc trải dài để chống đỡ ván khuôn của tầng trên;



**Hình 1.184.** Bulông chôn sẵn làm điểm tựa ván khuôn

Khi dùng từng tấm đưa vào lắp, có thể bố trí một hàng bulông chặn 2 đầu trên ván khuôn tầng dưới, khi tháo dỡ ván khuôn, tạm thời chưa tháo ván khuôn tầng này, khi lắp dựng ván khuôn tầng trên dùng nó làm mặt chống ván khuôn tầng trên (hình 1.184).

Khi lắp ráp ván khuôn tường cần chú ý:

- Nếu lắp ráp từng tấm, cần kịp thời thay đổi hoặc tăng cường thanh chống, để bảo đảm cho ván khuôn tường ổn định tùy theo thời gian;

- Nếu lắp ráp các mảng chế sẵn, cần phải vừa đưa vào định vị, vừa điều chỉnh vừa lắp các thanh liên kết, vừa lắp thanh chống hoặc hệ chống tạm thời, phải đợi cho ván khuôn được chống ổn định xong mới được tháo móc cầu. Khi diện tích mặt tường khá lớn nên ván khuôn phải chia làm mấy mảng chế sẵn để cầu lắp thì giữa các mảng phải căn cứ theo yêu cầu thiết kế tăng thêm các thanh nẹp phụ dọc, ngang. Nếu bên thiết kế không quy định, thì số lượng và vị trí của các chỗ nối tiếp phải có đủ thanh nẹp bằng với của ván khuôn ghép sẵn.

Chiều dài của các thanh nẹp phụ thêm hai bên mỗi nối cong với chiều dài các nẹp thép của ván khuôn ghép sẵn bằng 15-20% của toàn chiều dài (rộng) của ván khuôn đã được lắp ghép sẵn;

- Khoảng cách bulông kéo, có thể dựa theo bảng 1.31 để chọn. Bulông kéo cần bảo đảm thẳng góc với ván khuôn tường, độ chặt thích hợp. Vị trí bố trí xen kẽ với thanh nẹp thép trong và ngoài là tốt nhất;

- Các kẹp hình chữ U phải lắp ráp thuận nghịch xen kẽ, chỗ các mối nối ván khuôn lắp sẵn phải lắp đầy đủ;

- Khi lắp ván khuôn đến đoạn cuối gặp bộ phận ván khuôn còn thiếu có thể lắp chèn thêm gỗ;

- Hệ chống ván khuôn tường cần phải vững chắc.

**Bảng 1.31. Khoảng cách thường dùng giữa bulông kéo 2 đầu**

| Áp lực bên của bê tông (kN/m <sup>2</sup> ) | Khoảng cách giữa các bulông |
|---|-----------------------------|
| ≤ 20  | - Ngang 1500                |
|   | - Dọc 750                   |
| ≤ 40  | - Ngang 900                 |
|   | - Dọc 750                   |
| ≤ 60  | - Ngang 600                 |
|   | - Dọc 750                   |

#### **1.6.2.5. Trình tự công nghệ lắp ván khuôn sàn nhà**

Trình tự công nghệ lắp ghép ván khuôn sàn nhà, gồm:

- Lắp ghép theo từng tấm một:

Trước lúc lắp ghép, cần lắp dựng giá chống ổn định. Sau khi kiểm tra cao độ giá chống xong lắp đặt ván khuôn từ bốn phía vào giữa (dùng ván khuôn góc âm liên kết với ván khuôn tường và dầm). Khi lắp ráp ván khuôn mặt phẳng, có thể lắp từng tấm một,

cũng có thể dùng kẹp chữ U ghép sẵn một số tấm lại rồi lát, chỗ ván khuôn bị hụt có thể dùng gỗ để khảm vào.

- Lắp ráp từng mảng ghép sẵn:

Bình thường cần lắp ráp ván khuôn dầm và tường trước, sau mới căn cứ theo thiết kế quy định dựng giàn đỡ vào vị trí và cố định xong, mới cầu lắp ván khuôn sàn.

Trước lúc cầu lắp mảng ván khuôn ghép sẵn cần kiểm tra kích thước các đường chéo, độ bằng phẳng, cũng như vị trí các linh kiện chôn sẵn và các lỗ định trừa sẵn của mảng. Lắp ráp vào vị trí xong dùng ván khuôn góc liên kết với ván khuôn dầm và ván khuôn tường, ở chỗ ván khuôn còn thiếu dùng ván khuôn gỗ khảm để chèn.

Nếu cần phải tạo vòm cho ván khuôn thì sau khi tạo vòm xong, có thể các mối nối sẽ mở to ra, nên phải dùng các vật liệu xảm (chèn) để lấp khít. Khi dùng hệ thống bằng giàn giáo ống thép, cần bố trí một thanh kéo nằm ngang cùng hướng với mỗi khoảng cách 1,2m đến 1,3m theo phương đứng của cột chống.

Lắp ráp ván khuôn sàn nhà cần chú ý các công việc:

- Khi lắp ráp từng tấm ván khuôn, chiều cao chất đống ván khuôn không nên quá cao, cần chú ý không được vượt quá năng lực chịu tải cục bộ của giá chống;

- Khi dùng giàn mắt cáo chống ván khuôn, cần tăng thêm nẹp thép lúc cầu lắp để tăng độ cứng cho giàn. Khi lắp ráp mối nối ván khuôn ghép thành mảng sẵn thì các thanh nẹp ngang dưới ván khuôn có thể bố trí đồng đều và cắm chốt vào cuối các tấm ván khuôn.

Kiểm tra chất lượng lắp ráp ván khuôn thép tổ hợp.

a) Các điểm chính kiểm tra chất lượng

Hoàn thành việc lắp ráp ván khuôn thép tổ hợp, cần căn cứ theo quy định trong “Quy phạm thi công và nghiệm thu công trình bê tông cốt thép” để tiến hành kiểm tra toàn diện. Khi thấy bảo đảm chất lượng và được nghiệm thu xong, thì đội thi công mới được chuyển sang công đoạn mới.

Nội dung kiểm tra gồm:

- Kiểm tra bố cục và trình tự thi công ván khuôn thép tổ hợp có đúng theo yêu cầu thiết kế hay không ?

- Kiểm tra quy cách các loại linh kiện liên kết, quy cách của các thanh chống với số lượng và chất lượng có phù hợp yêu cầu thiết kế thi công không? Đặc biệt là chúng ở tình trạng có chặt, có ổn định không và chống đỡ có vững vàng không ?

- Kiểm tra quy cách và tình hình các linh kiện chôn sẵn, quy cách và tình hình các lỗ, các ống trừa sẵn xem vị trí, số lượng, chất lượng và mức độ cố định, vững chắc của chúng có phù hợp yêu cầu thiết kế không ?

- Nội dung và phương pháp kiểm tra các vị trí bộ phận đó xem bảng 1.32.



**Bảng 1.32. Nội dung và phương pháp kiểm tra kết cấu đổ tại chỗ  
bằng ván khuôn thép tổ hợp**

| Hạng mục                              | Tên kết cấu               | Bộ phận, vị trí kiểm tra  | Phương pháp kiểm tra           |
|---------------------------------------|---------------------------|---|--------------------------------|
| Độ cao                                | Móng độc lập              | 2 điểm, 1 điểm trên, 1 dưới, móng lớn tăng điểm lên   | Dùng máy thủy bình             |
|                                       | Móng băng, tường          | Phía trên, phía dưới, cứ 30-50m lấy một điểm nhưng cùng trên một móng, ở phía dưới mỗi móng không ít hơn 3 điểm |                                |
|                                       | Cột                       | Đầu cột, chân cột mỗi chỗ một điểm, nếu có vai cột lấy 1 điểm trên vai  |                                |
|                                       | Sàn nhà, ban công         | 4 điểm ở góc và 1 ở giữa (5 điểm) nhưng mỗi 10 m <sup>2</sup> không ít hơn 1 điểm                               |                                |
| Đường trục                            | Móng độc lập, cột         | Đường trục hai bên hoặc đường trục trung tâm  | Dùng máy kinh vĩ hoặc thước đo |
|                                       | Móng băng, tường, dầm sàn | Đường trục dài, rộng, cao và trục trung tâm   |                                |
| Kích thước trong lòng                 | Móng độc lập              | Dài, rộng, cao của mỗi bậc, mặt trên dưới, độ sâu của hố cột  | Dùng thước đo                  |
|                                       | Móng băng, tường          | Toàn bộ chiều dài, chiều rộng, chiều cao của các bậc thang, mỗi 30-50m một điểm, không ít hơn 3 điểm            |                                |
|                                       | Cột                       | Cao toàn bộ, mặt cắt ở trên, giữa, phía dưới, kích thước vai, trên đầu dưới cùng và độ cao                      |                                |
|                                       | Dầm                       | Toàn bộ chiều dài mặt cắt hai đầu và ở giữa (3 chỗ)   |                                |
|                                       | Sàn                       | Kích thước: Dài, rộng, sai số các đường chéo góc, bề dày, kiểm tra 4 góc và ở giữa (5 điểm)                     |                                |
| Sai lệch độ thẳng đứng theo chiều cao | Cột, móng độc lập cao lớn | Kiểm tra các mặt  | Dùng máy kim loại hoặc dây dọi |
|                                       | Tường, dầm cao, móng băng | Ván khuôn 2 mặt bên, cứ 30-50m một điểm, nhưng cùng một cấu kiện mỗi chiếc không ít hơn 2 điểm                  |                                |
| Sai lệch độ cong vênh hướng bên       | Móng băng, tường, dầm     | Kiểm tra ván khuôn hai mặt bên  | Kéo dây, hay đo bằng thước     |

| Hạng mục                                  | Tên kết cấu       | Bộ phận, vị trí kiểm tra   | Phương pháp kiểm tra                   |
|---|-------------------|--|--|
| Đánh vồng tạo vòm                         | Dầm               | Vị trí bộ phận giữa nhịp của ván khuôn đáy dầm (khi nhịp dầm $\geq 18m$ , tăng số điểm kiểm tra một cách thích đáng)                 | Máy thủy bình hoặc kéo thước đo        |
| Độ bằng phẳng bề mặt                      | Các loại cấu kiện | Cứ $10m^2$ một điểm, nhưng trên cùng một cấu kiện không ít hơn 3 điểm  | Thước cán dài 2m và thước rà hình chêm |
| Mối nối tấm ván khuôn                     | Các loại cấu kiện | Cứ $10m^2$ một điểm, nhưng trên cùng một cấu kiện không ít hơn 3 điểm  | Thước rà hình chêm                     |
| Linh kiện chôn sẵn và lỗ, ống cản trừ sẵn | Các loại cấu kiện | Tình hướng quy cách, số lượng vị trí đường trung tâm, cố định. Đường trung tâm cần kiểm tra. Vị trí cả hai phương hướng ngang và dọc | Dùng thước đo hay đo bằng gang tay     |

**Chú thích:** Bảng này chỉ dùng tham khảo, khi tiến hành đánh giá chất lượng lắp ghép cần căn cứ vào "Tiêu chuẩn nghiệm thu đánh giá chất lượng lắp ráp công trình kiến trúc" làm chuẩn.

#### b) Tiêu chuẩn chất lượng

Tiêu chuẩn chất lượng lắp ghép ván khuôn tổ hợp xem trong bảng 1.33.

**Bảng 1.33. Tiêu chuẩn chất lượng lắp ghép ván khuôn thép tổ hợp**

| Hạng mục  | Sai lệch cho phép (mm) | Hạng mục   | Sai lệch cho phép (mm) |
|---|------------------------|--|------------------------|
| Sai lệch của đường trục ván khuôn so vị trí thiết kế                          | 6                      | Sai lệch hướng đứng toàn chiều cao   |                        |
| Độ cao (độ cao bề mặt)  | $\pm 5$                | Nhỏ hơn và bằng 5m   | 6                      |
|   |                        | Lớn hơn 5m   | 8                      |
| Sai lệch kích thước xung quanh trong mặt cắt ngang so với kích thước thiết kế |                        | Chênh lệch cao thấp về bề mặt của hai ván khuôn lân cận                          | 2                      |
| Móng  | $\pm 10$               | Độ không phẳng cục bộ tối đa của bề mặt ván khuôn (dùng thước lá 2m để kiểm tra) | $\pm 5$                |
| Cột   | $\pm 5$                |  |                        |
| Dầm   | $\pm 4$                |  |                        |
| Tường   | $\pm 3$                |  |                        |

### 1.6.3. Công nghệ ván khuôn bay

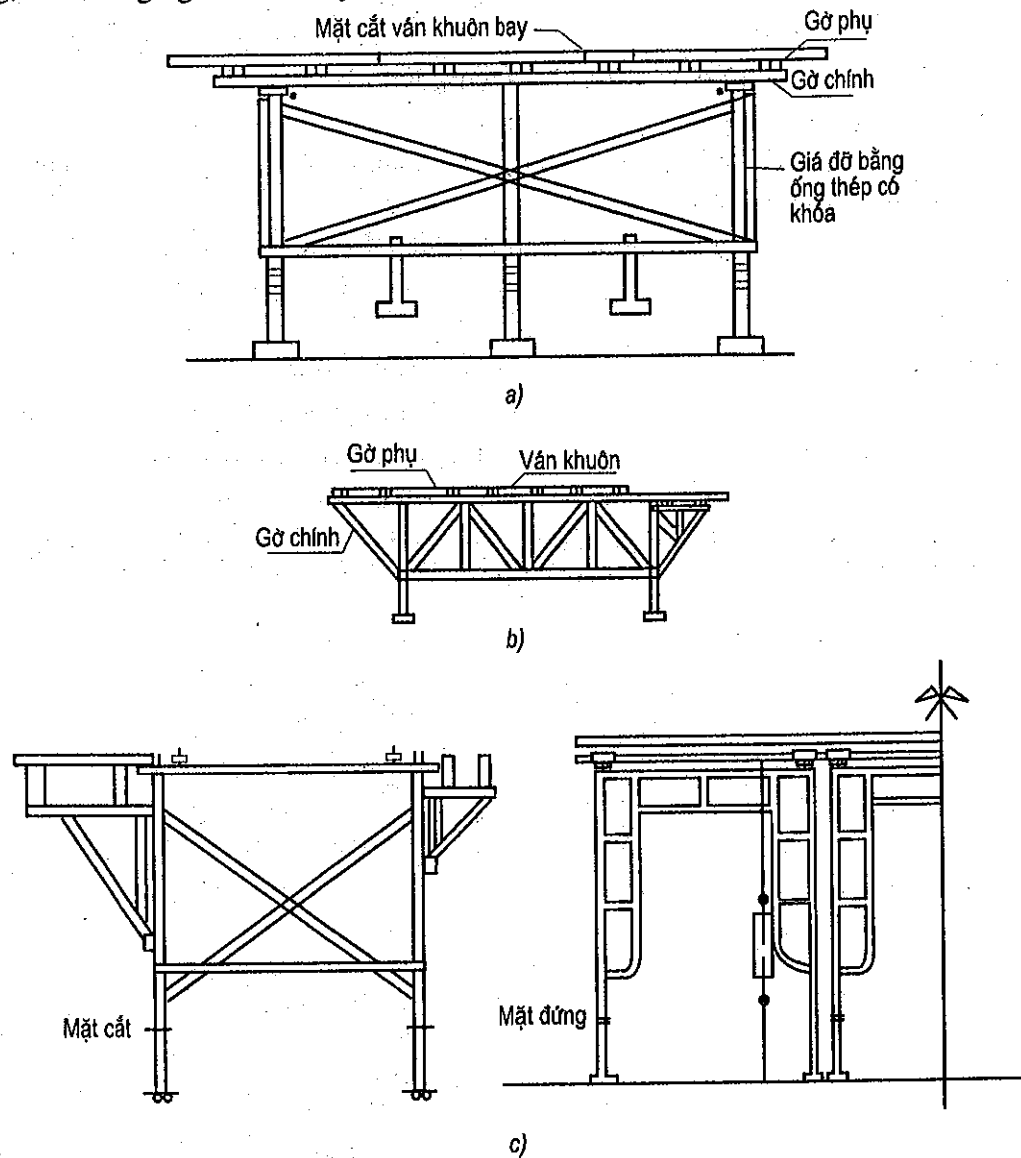
#### 1.6.3.1. Trình tự công nghệ lắp ráp ván khuôn bay

Ván khuôn bay là một hệ ván khuôn sàn tạo nên bởi: ván sàn, hệ thống giá đỡ, hệ thống điều chỉnh và dịch chuyển ngang. Ván sàn có thể là kim loại hoặc gỗ dán. Ván khuôn bay thông thường có kích thước bằng kích thước một ô phòng (khoảng  $20-30m^2$ ).

Hệ giá đỡ khung không gian gồm các thanh xà gỗ và cột. Ván sàn được liên kết chặt với xà gỗ còn cột có thiết bị nâng hạ và bánh xe di chuyển. Hệ giá đỡ có thể dùng các loại giáo ống đa năng.

Hệ thống điều chỉnh bao gồm kích ở chân giá đỡ và bulông để điều chỉnh nâng hạ ván khuôn sàn khi lắp và tháo ván khuôn.

Hệ thống dịch chuyển ngang có thể là các thiết bị trượt hoặc lăn hay các xe nhỏ đặt dưới chân hệ thống giá đỡ để ván khuôn bay có thể dịch chuyển ổn định ra ngoài gian nhà đã đổ bê tông. Từ đây cần cầu có thể đưa ván khuôn lên tầng trên để tiếp tục thi công. Vì vậy, ván khuôn bay chỉ được sử dụng khi tường trong và cột đã đổ bê tông xong, còn tường ngoài chưa xây.



**Hình 1.185.** Hệ ván khuôn bay

a) Sơ đồ ván khuôn bay có hệ giá đỡ hàng thép; b) Sơ đồ ván khuôn bay có hệ giá đỡ kiểu dàn; c) Sơ đồ cấu tạo ván khuôn bay.

Cấu chuyển ván khuôn bay có thể chỉ sử dụng dây cáp của cần trục để đưa ván khuôn ra ngoài ô phòng, sau đó nâng lên. Song, cũng có thể dùng phương pháp đẩy

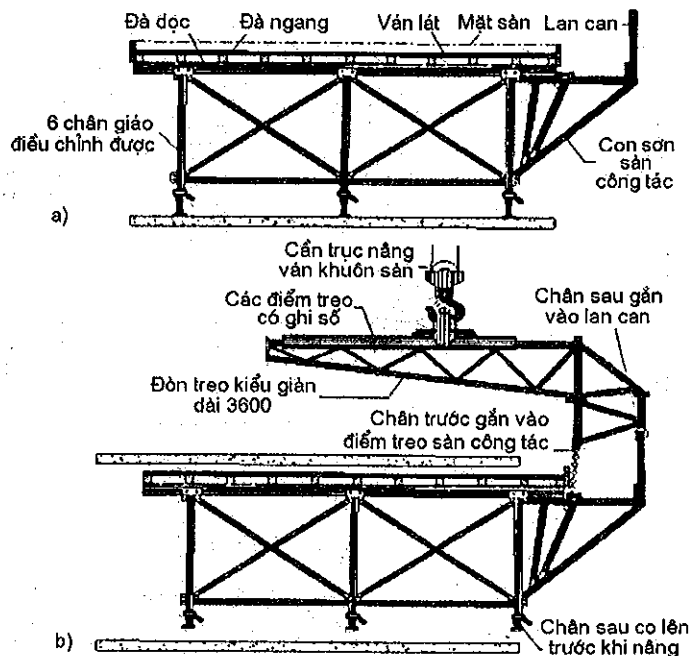
ván khuôn ra khỏi ô phòng nhờ một hệ dàn đỡ, sau đó cần trục sẽ cấu và chuyển đến vị trí thi công mới.

Để cho việc nâng hạ được tiện lợi, nâng cấu được an toàn cho điểm cấu, ván khuôn bay cần được đặt ở trọng tâm cân đối hai bên của mỗi nối giàn mắt cáo. Nâng hạ ván khuôn bay dùng máy nâng hạ quay tay tự thiết kế với nguyên lý hoạt động như một chiếc xích xe ô tô thông thường nhưng có bánh xe để tiện cho việc di chuyển. Dịch chuyển ván khuôn bay trên tầng nhà bằng con lăn; để bảo đảm trạng thái ổn định cho ván khuôn bay khi tháo lắp, người ta dùng công cụ treo cân bằng.

*Trình tự công nghệ lắp ráp ván khuôn bay gồm:*

- Chuẩn bị hiện trường, dựng sàn lắp ráp;
- Căn cứ theo bản vẽ thiết kế, trước tiên lắp thanh cánh thượng, cánh hạ lần lượt dùng tấm kẹp và bulông xiết chặt;
- Dùng bulông lắp ráp thanh cánh thượng, thanh cánh hạ với các thanh bụng thành từng tấm giàn mắt cáo riêng, rồi lắp ráp chân chống và điểm cấu lắp;
- Khi lắp ráp hai giàn mắt cáo xong, dựng lên và dùng gỗ thanh chống chắc chắn, sau đó lắp các thanh chống lực cắt, sườn khung ván khuôn bay;
- Lắp ráp ván khuôn dầm, dầm mút thừa và lan can phòng hộ của sàn công tác;
- Lắp ráp mặt ván khuôn, khung nhôm chữ I trên dầm mút thừa;
- Lát và đóng danh mặt ván khuôn, lắp nắp dầy ở 4 điểm nâng cấu;
- Lắp ráp ván khuôn dầm biên, lát tấm sàn công tác;
- Dựng lan can phòng hộ, lắp lưới an toàn.

### 1.6.3.2. Trình tự công nghệ lắp dựng ván khuôn bay



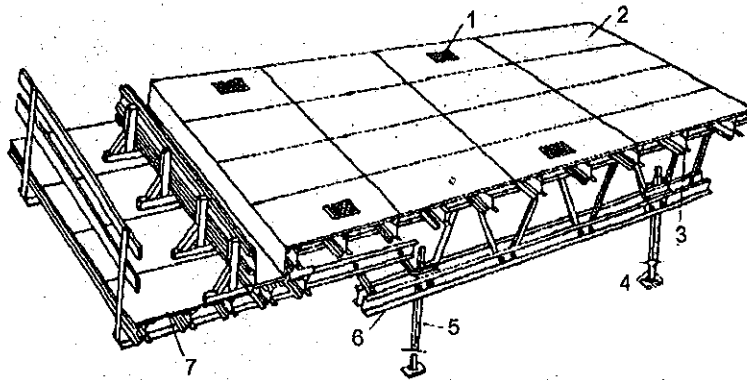
**Hình 1.186.** Sơ đồ mô tả kết cấu ván khuôn bay sử dụng đúc sàn  
a) Khi nằm tại vị trí kết cấu; b) Vị trí chuẩn bị cấu lắp.

Trình tự công nghệ lắp dựng ván khuôn bay gồm:

- Vẽ đường vị trí ván khuôn bay thật đúng lên sàn nhà và đường nằm ngang trên tường;
- Cầu lắp ván khuôn bay vào vị trí;
- Dùng chân chống điều chỉnh độ cao nằm ngang;
- Lắp ván khuôn nối khe hở bốn phía, lắp ván khuôn dầm biên, ván khuôn đầu cột, lắp thanh chống phụ cho dầm biên.

Công nghệ lắp ráp và tháo dỡ ván khuôn bay bằng dây treo cầu

Công nghệ lắp ráp ván khuôn bay ngược lại với công nghệ tháo dỡ chúng, nghĩa là công việc lắp trước thì tháo sau, lắp sau thì tháo trước.



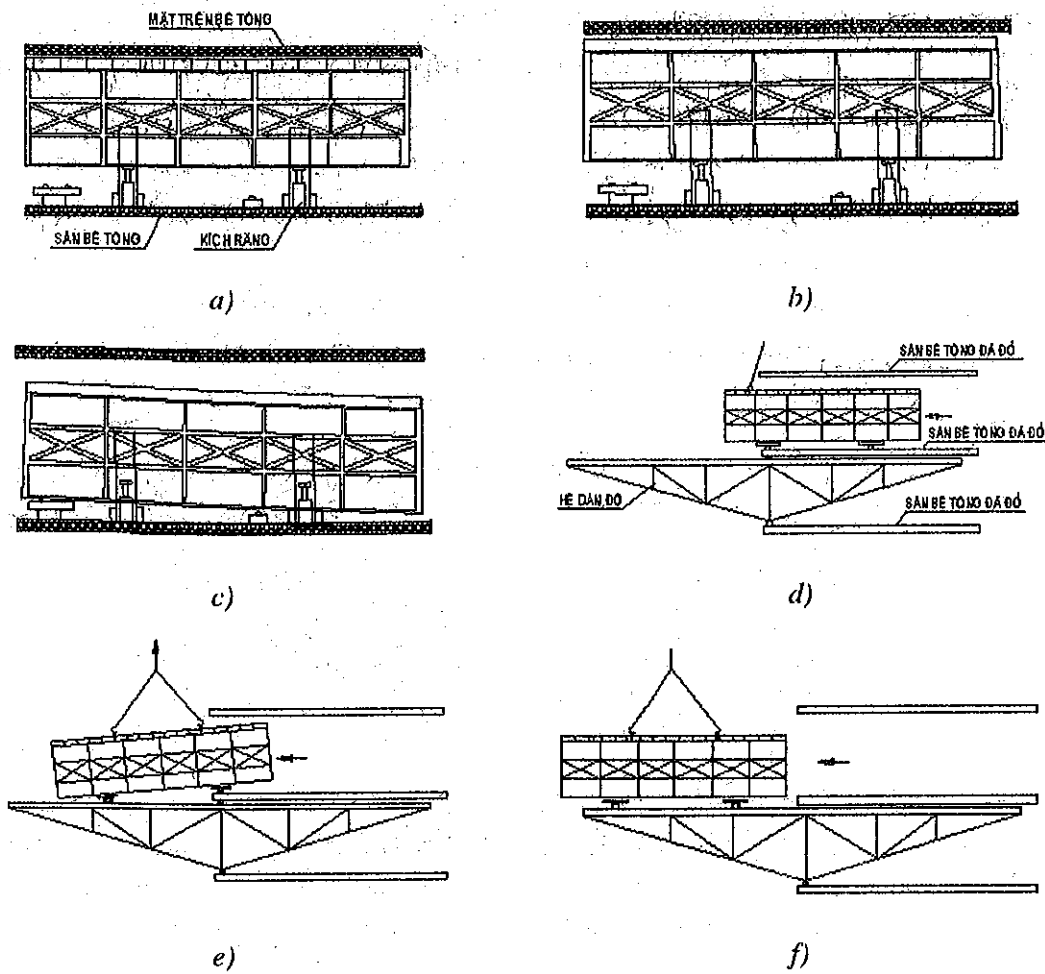
Hình 1.187. Phối cảnh bộ ván khuôn bay sử dụng đúc sàn

1. lỗ để móc cầu; 2. ván khuôn mặt; 3. sườn ngang; 4. đế điều chỉnh độ cao;  
5. chân giá; 6. hệ giàn đỡ tám ván khuôn mặt; 7. sàn công tác.

### 1.6.3.3. Trình tự công nghệ tháo ván khuôn bay

Khi cường độ bê tông đạt đến yêu cầu thiết kế, nếu dùng bê tông ứng suất trước không dính kết thì khi kết thúc kéo xong, tầng trên đã làm tốt công tác cho ván khuôn bay vào vị trí thì tiến hành tháo ván khuôn theo trình tự sau:

- Tháo ván khuôn bốn phía ván khuôn bay và lưới an toàn;
- Dùng máy nâng hạ đồng bộ, đặt ván khuôn bay lên trên con lăn (hoặc xe lăn), buộc chặt dây an toàn, đặt thêm con lăn ở phía dầm biên ngoài cùng của tầng nhà;
- Đẩy ván khuôn bay hướng ra ngoài;
- Sau khi hai điểm cầu đã ra ngoài nhà, cố định các con lăn, lại móc dây cầu vào bốn điểm cầu;
- Tiếp tục đẩy ra ngoài, đồng thời dụng cụ điều chỉnh thăng bằng rút ngắn các dây cầu phía sau sao cho ván khuôn bay thăng bằng ra ngoài;
- Đợi cho toàn bộ được đẩy ra ngoài, dây cầu được điều chỉnh cho ván khuôn bay thăng bằng;
- Ván khuôn bay được đưa lên tầng trên vào vị trí mới.



**Hình 1.188.** Sơ đồ tháo ván khuôn bay

- a) Bộ ván khuôn chuẩn bị tháo (chuyển); b) Hạ ván khuôn; c) Ván khuôn hạ xuống sàn xong chuẩn bị chuyển ra; d) Khi ván khuôn bay ra được 1/3; e) Khi ván khuôn bay ra được 2/3; f) Khi ván khuôn bay ra toàn bộ.

**1.6.3.4. Tham khảo trình tự công nghệ lắp và tháo ván khuôn bay (hợp kim nhôm đúc)**

Trung Quốc đã sản xuất loại ván khuôn bay kiểu giàn mắt cáo hợp kim nhôm đúc: Loại giàn này dùng 2U165 hợp kim nhôm lắp ghép lại. Mặt bằng gỗ lát ở giữa có tấm chất dẻo cốt tre, kết cấu giàn mắt cáo và các bộ phận lắp ghép khác. Trình tự công nghệ ghép và dỡ ván khuôn hợp kim nhôm đúc như sau:

**1) Trình tự công nghệ ghép và dỡ ván khuôn thân tường**

Trình tự công nghệ thi công lắp dựng và tháo dỡ ván khuôn thân tường như sau:

- ◆ Là bằng, cắm tuyến vị trí tường
- Trát tầng lót đáy tường, đánh thẳng bằng;
- Buộc cốt thép thân tường, đặt ống và cấu kiện chôn sẵn;

- Đưa vào và lắp ráp ván khuôn thân tường;
- Bịt các lỗ ô cửa lớn và cửa sổ cùng tấm chắn đầu;
- Lắp ráp dầm vây nằm ngang của ván khuôn;
- Dựng các thanh chống xiên;
- Điều chỉnh độ thẳng đứng của ván khuôn;
- Đổ bê tông thân tường;
- Dưỡng hộ bê tông thân tường;
- Tháo ván khuôn thân tường;
- Tháo ván khuôn dầm vây tầng dưới;
- Lắp ráp giá đỡ điều chỉnh cự ly tường ngoài;
- Cấu tấm tường ngăn bên trong đúc sẵn và tấm sàn đúc sẵn;
- Lắp ghép ván khuôn dầm vây và ván khuôn mối nối;
- Buộc cốt thép dầm vây và cốt thép tấm nối;
- Đổ bê tông dầm vây và đổ bê tông mối nối;
- Dưỡng hộ bê tông.

Trước lúc ghép dựng ván khuôn thân tường, cần căn cứ theo thiết kế ghép ván khuôn lắp ghép sẵn các tấm ván khuôn cùng loại thành từng mảnh trên sàn công tác, và quét dầu xong mang vào vị trí tiến hành lắp ráp.

Trình tự lắp ráp các mảnh bên trong trước, ngoài sau, bắt đầu từ ván khuôn góc theo hai phương thẳng góc với nhau lần lượt lắp ráp theo mảnh. Giữa hai tấm ván khuôn lân cận dùng kẹp thép đúc liên kết với nhau, khoảng cách giữa các kẹp nối chung không lớn hơn 600mm.

Nên vừa lắp mảnh ván khuôn vừa lắp thanh kéo xuyên tường, dùng để nối ván khuôn hai mặt của thân tường và khống chế bề dày của tường, lỗ tròn hai đầu của băng dùng đối ứng với lỗ tròn trên cạnh sườn của mảnh ván khuôn, cắm đinh vào chốt, đóng chêm, như vậy là có thể cố định vị trí của ván khuôn thân tường.

Dựng ván khuôn tường trong và tường ngoài xong, có thể dùng tấm chắn (khung thép cửa lớn và cửa sổ) bịt kín chỗ ô cửa lớn và ô cửa sổ, khi dỡ ván khuôn xong khung cửa lớn và khung cửa sổ gắn với bê tông, có thể nâng cao hiệu suất lắp ráp cửa. Sau đó lắp ráp dầm vây nằm ngang, mỗi bức tường của tầng tiêu chuẩn bố trí hai dầm theo phương nằm ngang, một dầm cách đáy ván khuôn 500mm và một dầm các đỉnh ván khuôn 200mm, dùng kẹp chèn chặt dầm vây và ván khuôn, để gia cường độ cứng toàn khối của ván khuôn.

Điều chỉnh các thanh chống xiên của ván khuôn: Mỗi bức tường cần bố trí ba thanh. Ở vị trí góc lớn của tường ngoài cần có biện pháp cố định, để phòng khi đổ bê tông phát sinh xô lệch và cần dùng máy kinh vĩ để điều chỉnh từng tầng từ mặt đất trở lên.

Đối với nhà kết cấu kiểu tấm có chiều dài khá lớn, lắp ghép ván khuôn phải tiến hành từ giữa hướng ra hai bên để phòng sai số tích lũy quá lớn dẫn đến đoạn cuối sai vị trí.

Lắp ghép ván khuôn dầm vây phải tiến hành sau khi tháo dỡ ván khuôn tường ngoài và sau khi đã lắp chắc chắn giá đỡ trên thân tường. Giá đỡ điều chỉnh khoảng cách đặt cách nhau  $\leq 1,2m$ , ván khuôn dầm vây chống và cố định trên giá đỡ. Giá đỡ có thể điều chỉnh lên hay xuống, để cho ván khuôn dầm vây nằm ngang.

Ván khuôn dầm vây cũng là hệ thống của ván khuôn thân tường ngoài của tầng trên, cần phải đợi cho ván khuôn tường ngoài của tầng trên tháo dỡ xong, mới được tháo dỡ ván khuôn dầm vây và giá đỡ điều chỉnh cự ly.

Giàn giáo này có bố trí lan can treo lưới an toàn cao 4m, tùy theo số tầng tăng lên mà lắp lên cao. Trình tự tháo dỡ ván khuôn lần lượt trong trước, ngoài sau, trước tiên tháo mặt giữa sau tháo ván khuôn góc. Trước hết tháo hệ chống xiên, dầm vây nằm ngang, các kẹp, đinh chốt, chêm và các linh kiện nối khác làm cho băng kéo xuyên tường lia khỏi ván khuôn, sau đó từ một đầu lay động từng mảng ván khuôn, từ trên xuống dưới theo từng mảnh tháo dỡ dần, cuối cùng mới tháo đến ván khuôn góc, bỏ băng kéo ra.

#### *2) Trình tự công nghệ ghép và dỡ ván khuôn cột*

Phương pháp ghép và dỡ cũng tương tự với ván khuôn thép tổ hợp: lấy mảnh ván khuôn đã lắp sẵn nối với ván khuôn góc thành một mặt của cột. Căn cứ tình hình cụ thể ở hiện trường có thể lấy bốn mảnh lắp cho một cột cũng có thể lắp thành hai hình chữ L rồi lắp ráp lại, cũng có thể lắp ráp thành ván khuôn hình ống rồi dùng cầu dựng lắp vào vị trí.

Vật liệu, quy cách và số lượng đai kẹp cột có thể căn cứ tình huống cụ thể mà xác định, cũng có thể dùng băng kéo thay thế.

#### *3) Trình tự công nghệ ghép và dỡ ván khuôn dầm*

Căn cứ theo đường trục tầng nhà lắp dựng cột thép đứng và căn cứ theo độ cao thiết kế điều chỉnh độ cao cột thép đứng, trên hai cột đặt gối đệm vuông 10-10. Sau đó lắp ráp ván khuôn đáy dầm và thép góc 2 bên, kéo thước đo cho ngay thẳng và tạo võng 0,2-0,3%. Sau khi buộc cốt thép dầm xong lắp ráp ván khuôn bên. Ván khuôn bên và ván khuôn đáy dầm được ghép với sắt góc và dùng bulông liên kết, ngoài ra dùng ván khuôn thông qua đinh chốt và chêm liên kết cố định với ván khuôn sàn nhà. Khi dầm cao vượt quá 60cm, cần phải có một đai kéo xuyên qua giữa dầm để neo chặt.

#### *4) Trình tự công nghệ ghép và dỡ ván khuôn sàn nhà*

a) Trình tự lắp ráp ván khuôn sàn nhà như sau:

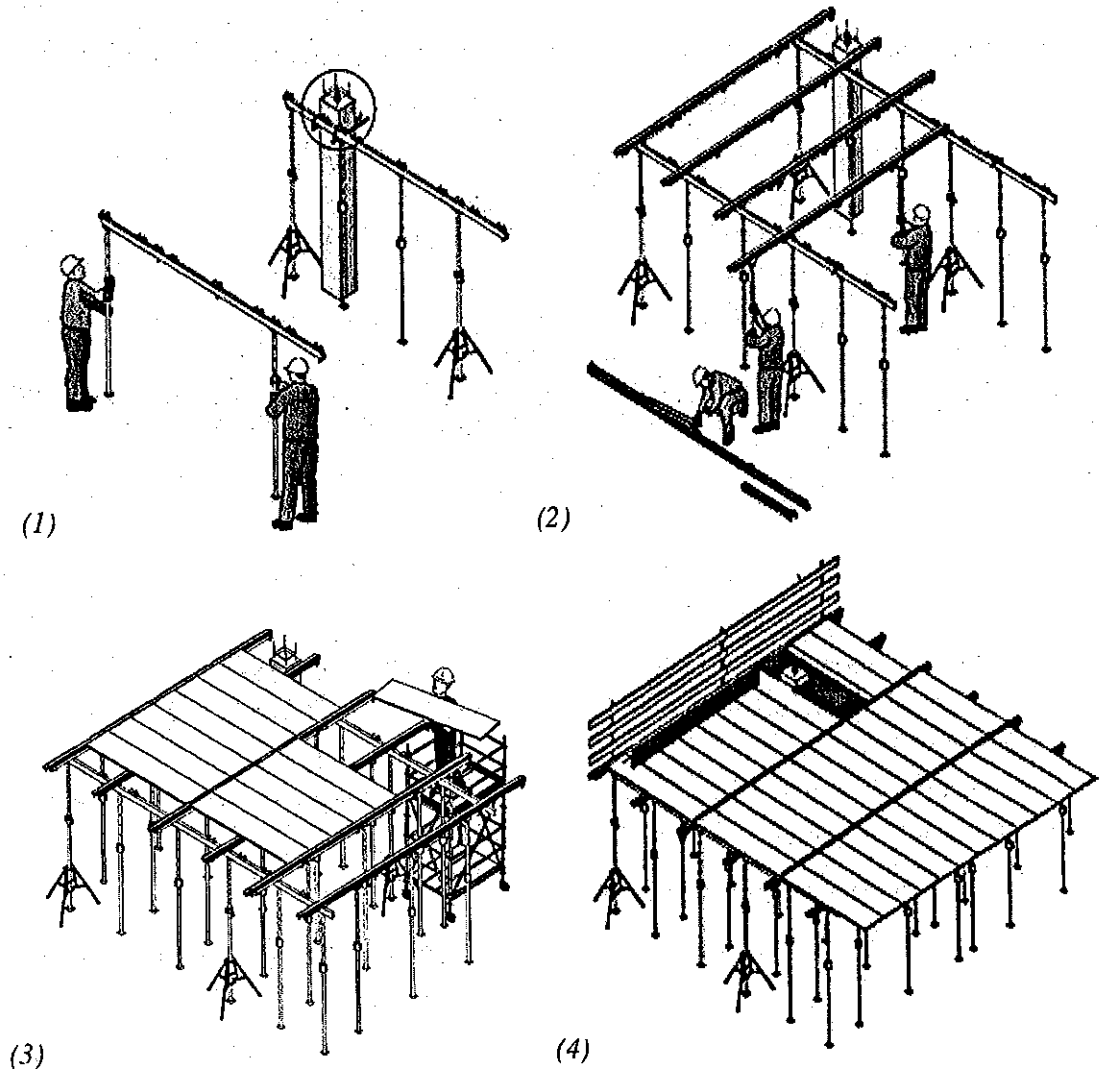
- ◆ Trên tường kẻ đường nằm ngang chiều cao khống chế;
- Trên tường nhà kẻ đường vị trí cột chống ván khuôn;
- Dựng cột đứng và đai kéo tạm thời liên kết cố định;
- Dọc đỉnh cột đặt gỗ ngang và điều chỉnh cho bằng;
- Dựng dầm trên giàn mắt cáo tháo lắp được và điều chỉnh thẳng bằng;
- Lát các tấm ván khuôn sàn và dán băng giấy keo bịt khe hở mối nối;
- Quét chống dính;



- Kiểm tra và nghiệm thu ván khuôn.

Khi dựng ván khuôn sàn nhà, trước tiên dọc theo chu vi thân tường dựng các cột thép đứng, trên cột lát thanh gỗ vuông  $10 \times 10 \text{ cm}$  và đo độ bằng phẳng. Mỗi chiếc cột đứng phải liên kết hai điểm với các đai kéo được bố trí sẵn trên tường (trên và dưới hai đai). Khoảng cách cột chống tối đa là  $1,27 \text{ m}$ . Sau đó đem giàn giáo tháo lắp được lát trên thanh gỗ ngang. Khoảng cách các giàn là  $0,76 - 1,27 \text{ m}$ . Cuối cùng đem ván khuôn lát lên trên giàn mắt cáo.

Trước tiên lắp ván khuôn sàn nhà thành tấm đơn nguyên, theo hướng dọc, dùng bulông liên kết, hướng ngang dùng kẹp thép liên kết. Khi lắp ráp ván khuôn, tấm ván khuôn ở chính giữa cùng với ván khuôn khe nối sẽ được lắp ráp sau cùng.



Hình 1.189. Thứ tự lắp ván khuôn sàn

b) Tháo dỡ ván khuôn sàn

Ván khuôn sàn có thể dùng công nghệ tháo sớm, trình tự của nó như sau:

◆ Dỡ tấm ván khuôn-khe nổi hướng ra hai bên để tháo dỡ;

- Sau khi đã tháo dỡ hết ván khuôn giữa hai giàn mắt cáo xong, ở chính giữa dựng cột chống đứng tạm thời;

- Cột đứng ở hai đầu dầm mắt cáo điều chỉnh các dầm giàn mắt cáo, các cột đứng lên sát đỉnh sàn;

- Tháo các cột đứng tạm thời;

- Đợi đến khi bê tông đạt đến cường độ thiết kế mới tháo dỡ hết toàn bộ cột đứng và giàn mắt cáo.

Căn cứ nguyên tắc tháo dỡ ván khuôn sớm: bình thường sau khi đổ bê tông được ba ngày, đạt được cường độ 50-70% của thiết kế thì có thể tiến hành tháo dỡ ván khuôn. Công nghệ đó không ảnh hưởng đến việc tiếp tục tăng trưởng của cường độ bê tông, lại có thể tăng nhanh luân chuyển ván khuôn, giảm thiểu điều ván khuôn một lần nữa.

#### 5) Các việc cần chú ý trong khi sử dụng ván khuôn bay hợp kim nhôm

- Hiện trường lắp sẵn trước ván khuôn cần phải lên chặt bằng phẳng, khi lắp cột đứng, cần thêm cột chống tạm thời, để phòng nghiêng đổ;

- Khi cấu vận chuyển ván khuôn đã lắp sẵn thành tấm lớn, nếu cần phải dùng lưới dây cáp buộc để cấu bằng móc cấu bulông;

- Trước lúc lắp ghép ván khuôn cần tiến hành kiểm tra từng tấm cùng tất cả phụ kiện, tấm nào không phù hợp yêu cầu chất lượng không được sử dụng;

- Cấm không được tự ý đục lỗ trên ván khuôn, nếu cần sau khi dùng xong sẽ bổ sung. Nếu ván khuôn bị hư hỏng cần thu hồi lại kịp thời;

- Cấm không được đem ván khuôn dùng vào việc khác như: lát giàn giáo, làm tấm lát đường v.v;

- Tháo ván khuôn xuống, cần kịp thời lau sạch sẽ vừa xi măng dính vào. Ván khuôn lau không sạch không được sử dụng;

- Khi tháo lắp ván khuôn cần chú ý độ liên kết ổn định tương hỗ giữa ván khuôn và hệ thanh chống, không được xuất hiện hiện tượng giá hở, gác hở để phòng người ngã gây thương vong;

- Khi tháo dỡ ván khuôn không được dùng búa tạ và xà beng va mạnh, bẩy mạnh, để chống hỏng ván khuôn, và bề mặt bê tông cùng góc cạnh.

### 1.6.4. Công nghệ ván khuôn trượt

#### 1.6.4.1. Công tác chuẩn bị, trình tự, yêu cầu lắp ráp thiết bị ván khuôn trượt

Một trong các đặc điểm của công nghệ ván khuôn trượt là lắp ghép ván khuôn chính xác một lần, giữ nguyên một mạch cho đến khi thi công xong, hạn chế đối giữa chùng. Vì thế công tác lắp cấu kiện cơ bản ván khuôn trượt phải rất cẩn thận, tỉ mỉ, chặt chẽ, tiến hành theo đúng yêu cầu thiết kế và các quy định kỹ thuật có liên quan. Nếu không sẽ gây ra rất nhiều khó khăn trong thi công, thậm chí ảnh hưởng đến chất lượng công trình.

### 1) Công tác chuẩn bị

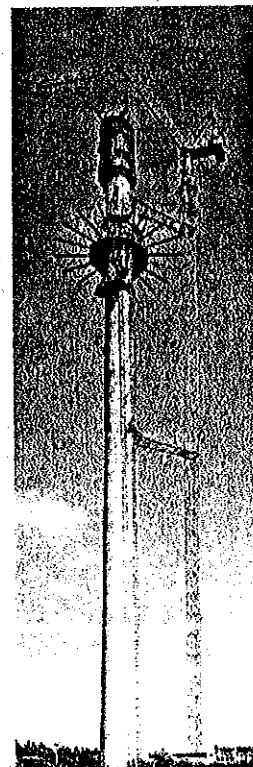
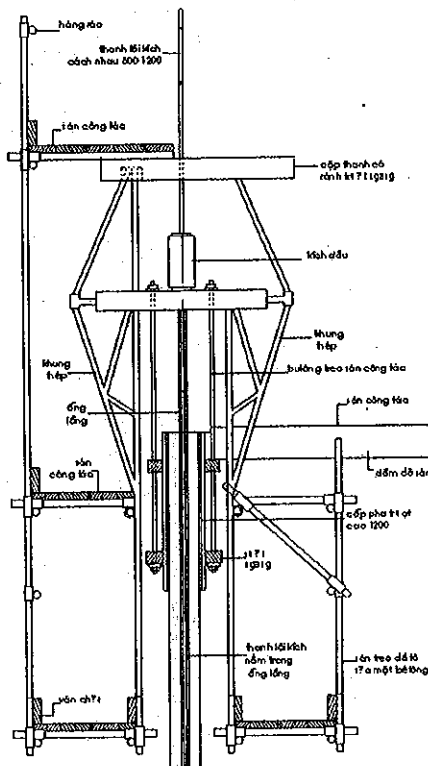
- Công tác lắp các cấu kiện cơ bản của ván khuôn trượt phải được tiến hành trên sàn (nền) nhà khi bê tông đã đạt được cường độ cho phép. Đất móng đã được đắp, san phẳng và đầm chặt;

- Trước lúc lắp ráp, phải dọn sạch hiện trường, bố trí đường đi lại vận chuyển và đường cung cấp điện, nước, nắn thẳng cốt thép, dọn vệ sinh sạch sẽ nhất là tại chân cốt thép. Sau đó bố trí ván khuôn, các thiết bị đi kèm theo bản vẽ, đồng thời bố trí các cọc trung tâm, cọc khống chế quan trắc sạ số đường trục và thẳng đứng cùng một số mốc nhất định để kiểm tra độ cao. Ngoài ra, để tiện cho các thao tác, đối với cốt thép đường kính lớn của cột cần được buộc chắc chắn từng đoạn trước lúc lắp ghép ván khuôn; đối với thép đường kính nhỏ của tường, có thể đợi đến lúc ghép xong ván khuôn một bên mới tiến hành buộc.

- Chuẩn bị sẵn máy kinh vĩ (hoặc máy kinh vĩ Lade), máy thủy bình, dây dọi, thước bọt, mia cao đạc, thước kiểm tra độ nghiêng ván khuôn, thiết bị hàn điện, hàn hơi, khoan tay điện, máy mài cầm tay, palăng xích và một số công cụ khác...

- Cấu kiện kim loại như: ván khuôn thép, ván khuôn vẩy, giá nâng, giàn mắt cáo, thanh chống, bulông liên kết v.v... cần phải cạo gỉ, bôi dầu trước lúc lắp ráp;

- Lắp ghép ván khuôn phải được tiến hành dưới sự chỉ huy thống nhất, mỗi đợt cần có người chuyên trách. Trước lúc lắp ghép cần tiến hành kiểm tra chất lượng, số lượng, quy cách một cách tỷ mỉ cẩn thận và ghi số theo thứ tự, sắp xếp đúng chỗ, chuẩn bị sử dụng. Khi cần thiết phải thí điểm lắp thử một số bộ phận.



Hình 1.190: Sơ đồ mô tả bộ ván khuôn trượt

## 2) Trình tự lắp ghép

Trình tự lắp ghép ván khuôn trượt:

- Dụng sàn lắp ghép tạm thời, lắp ghép cầu thép, máy tời cùng các công cụ vận chuyển thẳng đứng khác. Nếu xác định lợi dụng sàn thao tác để lắp đặt thiết bị vận chuyển thẳng đứng, thì phải tiến hành sau khi đã lắp ghép xong sàn thao tác;

- Lắp ráp giá nâng;

- Lắp ráp khuôn vây (trước tiên lắp khuôn vây trong, sau đó lắp khuôn vây ngoài) cùng ván khuôn một bên phía trong;

- Buộc cốt thép một đoạn thân tường; lắp ghép phía còn lại của ván khuôn trong cùng với ván khuôn ngoài;

- Lắp ghép giàn măt cào (dầm), hệ thanh chống, tấm lát của sàn thao tác;

- Lắp ghép giàn giáo tam giác đưa ra ngoài, lan can và rải tấm lát;

- Lắp ráp kích và thiết bị thủy lực, tiến hành chạy thử máy không tải cùng việc gia áp đổi đường dầu để trục xuất không khí;

- Lắp ráp hệ thống chống;

- Khi ván khuôn trượt đến một độ cao thích đáng (khoảng 3m) lắp ghép giàn giáo treo trong và treo ngoài (nếu là giàn giáo kiểu dây xích có thể lắp ráp trước lúc trượt).

Sau khi trượt hết chiều cao của công trình người ta cho hệ ván khuôn trượt cao hơn cốt của công trình độ 0,5 - 0,6m; sau đó thì tháo dần các bộ phận ra nhờ một cần cẩu.

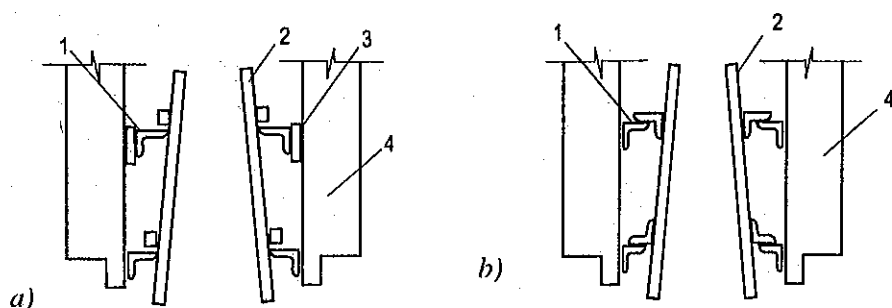
Dùng ván khuôn trượt bằng gỗ có thể luân chuyển được 10 - 12 lần cho các công trình cùng loại. Nếu cũng bộ khuôn này mà làm bằng kim loại có thể tăng độ luân chuyển lên đến 100 - 120 lần.

## 3) Yêu cầu lắp ghép

Lắp ghép ván khuôn cần phù hợp quy định:

- Ván khuôn được lắp ghép tốt cần có miệng trên nhỏ, miệng dưới to, độ nghiêng của một mặt nên bằng 0,2-0,5% chiều cao của ván khuôn;

- Khoảng cách thực tế ở vị trí chiều cao ván khuôn cần rộng bằng mặt cắt kết cấu.



**Hình 1.191:** Sơ đồ độ nghiêng của ván khuôn  
a) Phương pháp thay đổi khoảng cách khuôn vây;  
b) Phương pháp thay đổi bề rộng ván khuôn.

Chỉnh độ nghiêng của ván khuôn có thể dùng hai phương pháp:

+ Phương pháp thay đổi khoảng cách khuôn vây: Khi chế tạo và lắp ráp khuôn vây, làm cho cự ly giữa khuôn vây trong và ngoài của phía dưới lớn hơn cự ly giữa khuôn vây trong và ngoài của phía trên. Như vậy sau khi lắp ghép ván khuôn xong, độ nghiêng mong muốn sẽ hình thành;

+ Phương pháp thay đổi chiều dày ván khuôn: Khi chế tạo ván khuôn, cho cạnh đứng của thép góc nằm sau lưng ván khuôn quay xuống dưới làm cho ván khuôn vây phía trên chống hẳn lên cạnh đứng của thép góc nằm ngang, còn khuôn vây phía dưới lại chống lên ván khuôn (hình 1.191b), lúc ấy ở vị trí khuôn vây trên dưới hình thành một độ nghiêng bằng bề dày cạnh đứng của thép góc nằm ngang sau lưng ván khuôn. Nếu không đủ độ dày có thể đệm thêm miếng đệm hoặc mấu thép. Khi dùng phương pháp này, khuôn vây trên và dưới mỗi bên vẫn đảm bảo thẳng đứng.

#### 4) Tiêu chuẩn chất lượng lắp ghép ván khuôn trượt

Sau khi hoàn tất việc lắp ghép ván khuôn trượt, sử dụng bảng 1.34 tiến hành kiểm tra cẩn thận tiêu chuẩn chất lượng, kịp thời sửa lại và ghi chép nhật ký công trình.

**Bảng 1.34. Sai số cho phép khi lắp ráp thiết bị ván khuôn trượt**

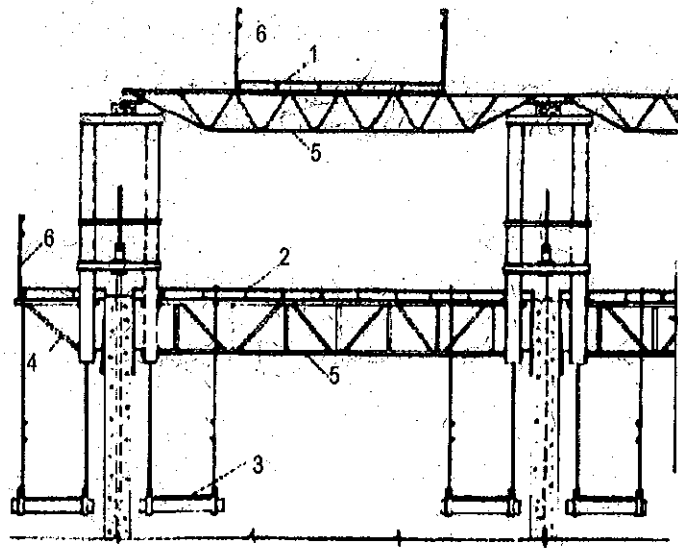
| Nội dung  |                         | Sai số cho phép (mm) |
|---|-------------------------|----------------------|
| Vị trí đường trục kết cấu ván khuôn và kết cấu tương ứng      |                         | 3                    |
| Sai số về vị trí khuôn vây                                    | Phương nằm ngang        | 3                    |
|   | Phương thẳng đứng       | 3                    |
| Sai số thẳng đứng của giá nâng                                | Trong mặt bằng          | 3                    |
|   | Ngoài mặt bằng          | 2                    |
| Sai số độ cao tương đối về dầm ngang giá nâng khi đặt kích    |                         | 5                    |
| Sai số về kích thước ván khuôn sau khi xem xét độ nghiêng     | Miệng trên              | -1                   |
|   | Miệng dưới              | +2                   |
| Sai số về vị trí lắp ghép các kích                            | Trong mặt bằng giá nâng | 5                    |
|   | Ngoài mặt bằng giá nâng | 5                    |
| Sai số đường kính ván khuôn tròn và cạnh ván khuôn vuông      |                         | 5                    |
| Sai số về độ bằng phẳng mặt bằng giữa 2 tấm ván khuôn lân cận |                         | 2                    |

#### 1.6.4.2. Đặc điểm thi công ván khuôn trượt

Thi công sử dụng công nghệ ván khuôn trượt là một phương pháp thực hiện theo một quy trình công nghệ chặt chẽ và có tổ chức cao, thể hiện đầy đủ các đặc trưng của phương pháp thi công theo dây chuyền. Sử dụng ván khuôn trượt đạt được hiệu quả cao theo xu thế công nghiệp hoá bởi vì nó tổ chức được dây chuyền liên tục tốc độ cao.

- Dựa vào kích thước mặt cắt kết cấu mà tổ hợp ván khuôn một lần khi thi công trượt để ván khuôn dịch chuyển đồng bộ. Hạn chế tổ hợp lại ở trên cao.

- Toàn bộ trọng lượng của thiết bị ván khuôn trượt, tải trọng thi công trên sàn thao tác, lực ma sát khi nâng giữa ván khuôn và bê tông là do ty kích gánh chịu và truyền vào khối vách. Vì vậy, bê tông của kết cấu vách sau khi trượt ra phải có một cường độ nhất định có thể giữ ty kích để đảm bảo tính ổn định chống đỡ của ty kích.



**Hình 1.192. Ván khuôn trượt nhà cao tầng**

1. sàn công tác trên; 2. sàn công tác giữa; 3. sàn công tác dưới;  
4. giá công xon; 5. hệ đỡ sàn công tác; 6. lan can an toàn.

- Việc lắp dựng cốt thép trong ván khuôn trượt và việc đổ bê tông kết cấu được tiến hành liên tục đồng thời với việc trượt ván khuôn. Chiều cao của tấm ván khuôn trượt thường từ 1,0 - 1,2m. Hệ ván khuôn này kể cả sàn công tác được tỳ vào chính kết cấu của công trình để tự nâng lên.

- Trong quá trình ván khuôn khối vách dịch chuyển trượt lên và kết cấu thi công lên cao, phải luôn luôn tiến hành quan trắc độ thẳng đứng và hiệu chỉnh các sai lệch thẳng đứng, vận để đảm bảo sai lệch của độ thẳng đứng kết cấu nằm trong phạm vi cho phép.

- Trong công nghệ thi công ván khuôn trượt, ván khuôn được nâng đồng thời và lấy việc đổ bê tông làm công đoạn chính. Nghĩa là trong quá trình thi công khối vách phải nắm vững và xử lý tốt mối quan hệ:

- + Việc đổ bê tông vào khối vách;
- + Cường độ bê tông ra khỏi ván khuôn;
- + Việc cung cấp vận chuyển bê tông theo chiều đứng.

Đây là điều mấu chốt quyết định chất lượng kết cấu, đảm bảo thuận lợi cho vận hành trượt và an toàn thi công.

- Thi công ván khuôn trượt là phương pháp thi công có tính liên khối và cưỡng bức, tính liên tục và tính kỹ thuật tương đối cao. Thi công theo phương pháp này yêu cầu phải đổ bê tông liên tục để không có mạch ngừng, do đó công tác cốt thép phải tiến hành đồng bộ, kịp thời; ván khuôn trượt không được gián đoạn. Vì vậy, trước lúc trượt phải làm đầy đủ các việc chuẩn bị và trong quá trình trượt cần phối hợp chặt chẽ các loại công việc, các phương diện để thi công nhịp nhàng. Bất kỳ một mắt xích công việc nào trục trặc đều ảnh hưởng đến toàn cục thi công trượt, trục trặc nghiêm trọng có thể xảy ra sự cố. Vì vậy, công tác quản lý tổ chức thi công phải chặt chẽ có hiệu quả.

- Tốc độ thi công nhanh và nói chung với nhà cao tầng chỉ cần 5 - 6 ngày là trượt xong một tầng còn kết cấu vách cứng chỉ cần 3 - 4 ngày là trượt xong một tầng. Tầng của nhà cao tầng càng nhiều thì hiệu quả rút ngắn thời gian thi công càng lớn.

- Từ tầng đáy đến tầng mái, chỉ cần một lần lắp dựng ván khuôn, một lần tháo dỡ, vì vậy so với các công nghệ ván khuôn khác, công nghệ trượt tiết kiệm rất nhiều ván khuôn, gỗ và nhân công. Trên hiện trường, nhân công dùng để thi công kết cấu chính thường vào khoảng 0,6 - 0,7 ngày công/m<sup>2</sup> sàn, ván khuôn tốn khoảng 0,004 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> sàn. Nhưng dùng phương pháp này nếu không có nhân viên quản lý và nhân viên thao tác thành thục thì khó đảm bảo chất lượng, khó khống chế sai lệch kết cấu khối vách.

#### **1.6.4.3. Trình tự công nghệ thi công ván khuôn trượt**

Trình tự công nghệ thi công trượt các kết cấu công trình bao gồm các công tác:

##### **1) Trình tự thi công kết cấu:**

- Công tác chuẩn bị thi công;
- Phóng tuyến;
- Lắp đặt giá nâng, vòng căng;
- Lắp đặt một mặt ván khuôn;
- Buộc cốt thép, đặt các đường ống chôn sẵn;
- Lắp đặt mặt ván khuôn còn lại và ván khuôn các lỗ cửa;
- Lắp đặt sàn thao tác;
- Lắp đặt hệ thống áp lực dầu: kích, đường dầu, bộ phận điều khiển;
- Lắp đặt các thiết bị điện khí động lực, chiếu sáng thi công;
- Vận hành thử toàn bộ đường dầu, bơm dầu xả khí;
- Cắm ty kích;
- Đổ bê tông vào cấu kiện và bắt đầu trượt;
- Lắp đặt ván khuôn các lỗ cửa, buộc cốt thép ngang, đặt các chi tiết chôn sẵn, phối hợp đổ bê tông tường cột để trượt bình thường;
- Trượt đến độ cao nhất định, lắp đặt các giá treo trong, ngoài và các biện pháp an toàn;
- Sau khi trượt đến bộ phận yêu cầu, tháo ván khuôn dừng trượt (kết cấu khung, trượt tới đáy dầm thì dừng trượt buộc cốt thép dầm khung, đổ bê tông tiếp tục trượt);
- Cài kết cấu sàn;
- Lắp lại tuần hoàn cho đến khi kết thúc thi công toàn bộ kết cấu, tháo dỡ thiết bị ván khuôn.

Trong quá trình trượt, phải luôn kiểm tra kích thước tìm ván khuôn, tìm kết cấu, độ ngang bằng, độ thẳng đứng, vị trí ván khuôn, vị trí kích, độ phẳng mặt ván khuôn, độ ngang bằng của sàn thao tác, sai lệch phương ngang của vị trí vòng căng đường kính ván khuôn tròn hoặc chiều dài ván khuôn chữ nhật. Bảng sai lệch cho phép thể hiện trong bảng 1.35.

**Bảng 1.35: Sai lệch cho phép lắp ráp ván khuôn trượt**

| Số TT | Hạng mục  | Sai lệch cho phép                  | Ghi chú             |                        |
|-------|---|------------------------------------|---------------------|------------------------|
| 1     | Xé dịch tim ván khuôn và tìm kết cấu vị trí tương ứng | 3 mm                               | Kiểm tra bằng thước |                        |
| 2     | Độ ngang bằng của dầm ngang giá nâng lắp đặt kích     | Trong mặt bằng<br>Ngoài mặt bằng   |                     | 2 mm<br>1 mm           |
| 3     | Độ thẳng góc của trụ đứng giá nâng                    | Trong mặt bằng<br>Ngoài mặt bằng   | 3 mm<br>2 mm        | Kiểm tra bằng thước 2m |
| 4     | Vị trí ván khuôn                                      | Miệng phía trên<br>Miệng phía dưới | -1 mm<br>+2 mm      | Kiểm tra bằng thước    |
| 5     | Vị trí lắp đặt kích                                   |                                    | 5 mm                |                        |
| 6     | Độ phẳng mặt ván khuôn bên cạnh                       |                                    | 2 mm                |                        |
| 7     | Độ ngang bằng sàn thao tác                            |                                    | 20 mm               |                        |
| 8     | Sai lệch phương ngang của vị trí vòng găng            |                                    | 3 mm                |                        |
| 9     | Đường kính ván khuôn tròn, chiều dài ván khuôn vuông  |                                    | 5 mm                |                        |

**2) Công nghệ thi công cốt thép**

- Chiều dài gia công cốt thép ngang không nên lớn hơn 7m; chiều dài gia công cốt thép đứng khi đường kính nhỏ hơn 12mm không nên lớn hơn 6m.

- Vị trí nối cốt thép đúng vách cứng, nên để ở trên mặt sàn 1,2 - 1,5m và để so le theo quy phạm.

- Để đảm bảo sự chính xác của vị trí cốt thép đối với cốt thép đứng, trên giá nâng phải bố trí giá đỡ dẫn hướng định vị cốt thép đứng. Đối với cốt thép ngang, sau mỗi lớp đổ bê tông thì phía trên ít nhất phải có cốt thép ngang hoặc cốt đai đã buộc rồi, để đảm bảo khoảng cách buộc.

- Cốt thép ngang của khối vách đều buộc ở mặt ngoài cốt thép đứng còn móc cân và nút buộc cốt thép đều hướng vào phía trong để tránh khi trượt vướng vào ván khuôn, sinh ra hiện tượng kéo nút khối vách.

**3) Công nghệ thi công bê tông**

**a) Bê tông**

Tính toán cấp phối bê tông, ngoài việc phù hợp yêu cầu thiết kế, còn phải đáp ứng yêu cầu cường độ thích hợp khi ra khỏi khuôn. Phải dựa vào mác thiết kế, tốc độ trượt, đặc điểm kết cấu, tình hình sử dụng nguyên vật liệu, phụ gia và khí hậu hiện trường cũng như điều kiện thi công mà thí nghiệm vài loại cấp phối có tốc độ đông cứng khác nhau để cung cấp hiện trường sử dụng.

Trong điều kiện bình thường, khi vận chuyển đến hiện trường, độ sụt của bê tông 6-8 cm là đạt yêu cầu. Cường độ ra khỏi ván khuôn hạn chế trong khoảng 0,5-2,5 kG/cm<sup>2</sup>.

**b) Đổ bê tông**

Mỗi lớp đổ bê tông, phải nghiêm chỉnh theo tuyến thay đổi đã xác định để đổ bê tông theo vòng. Đổ bê tông cùng một lớp đổ, phải đổ đối xứng nhiều phía để tránh cho công trình nghiêng hoặc vắn. Chiều dày mỗi lớp đổ khống chế trong phạm vi 200 - 300mm.



Đối với lỗ, lỗ cửa, khe bên dạng thì bê tông phải đổ đều hai phía và đối xứng.

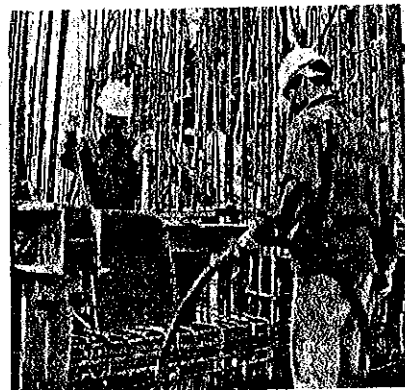
#### c) Đâm bê tông

Khi đâm bê tông, nên dùng đầm dùi. Không được trực tiếp làm chấn động ty kích, ván khuôn, cốt thép. Chiều sâu cắm dùi không được vượt quá 50mm của lớp bê tông trước và khi trượt ván khuôn không được đâm bê tông.

#### 4) Công nghệ trượt vách, cột

##### a) Giai đoạn bắt đầu trượt

Trong giai đoạn bắt đầu đổ bê tông, bê tông được đổ từng lớp đến  $\frac{2}{3}$  chiều cao ván khuôn và trước lúc lớp bê tông đổ đầu tiên bắt đầu đông cứng, ván khuôn trượt 1 - 2 hành trình phải thường xuyên quan sát sự làm việc của thiết bị ván khuôn và cường độ ra khỏi khuôn của bê tông: nếu cường độ ra khỏi khuôn của bê tông đạt  $0,5 - 2,5 \text{ kG/cm}^2$  thì có thể cho trượt bình thường.



Hình 1.193: Đâm bê tông

##### b) Giai đoạn trượt bình thường

Ván khuôn trượt vách, cột nên dùng phương pháp xen kẽ: chia lớp đổ bê tông và chia lớp trượt, nghĩa là lúc đổ thì đâm bê tông mỗi lớp mà không trượt; còn lúc trượt ván khuôn của mỗi lớp đổ bê tông thì không đổ, không đâm bê tông để không chế chiều dày mỗi lớp đổ bê tông và đạt được mục đích đổ bê tông đều. Thời gian gián đoạn hai tầng nâng, thường không vượt quá 1 giờ. Nếu vượt quá 1 giờ thì nên cứ cách 1 giờ chạy một hành trình kích. Nếu thời tiết tương đối nóng nên tăng 1- 2 hành trình kích để đảm bảo bê tông trong ván khuôn trước lúc ra ngoài ván khuôn ở trạng thái không dính.

##### c) Giai đoạn ngừng trượt

Nếu do thi công yêu cầu hoặc những nguyên nhân khác mà trượt đến cao độ nhất định không thể tiếp tục trượt, phải dùng các biện pháp ngừng như sau: bê tông nên đổ tới cùng một mặt phẳng ngang, cách một khoảng thời gian nhất định, ván khuôn nâng một hành trình cho đến khi ván khuôn và bê tông không bị dính thì dừng, đồng thời làm cho bê tông giữ được cường độ ra khỏi ván khuôn thích hợp. Nếu thi công cùng với sàn, thì nâng ván khuôn đến độ cao yêu cầu và khi thi công trở lại phải xử lý tiếp nối bê tông như khe thi công.

#### 5) Công nghệ làm sạch ván khuôn

Vệ sinh ván khuôn trong quá trình thi công trượt là công đoạn quan trọng để đảm bảo ván khuôn nâng thuận lợi, đảm bảo bê tông không bị dính vào ván khuôn, khối vách không bị kéo nứt và mặt tường bằng phẳng.

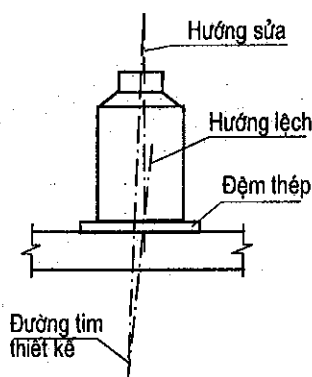
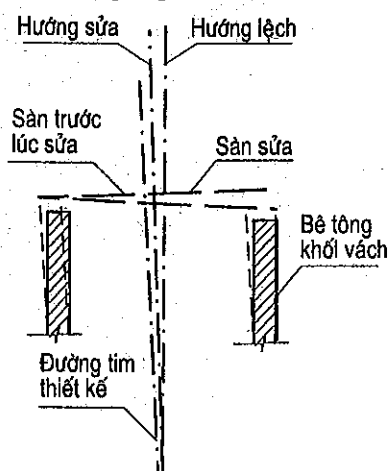
Khi bê tông chia từng lớp đổ xong, cùng với việc nâng ván khuôn phải luôn luôn làm sạch vữa bám dính ở mặt trong ván khuôn, đặc biệt chú ý vệ sinh ván khuôn góc, tấm ván cài và vữa bị kẹt ở khe giữa ván khuôn ngăn và ván khuôn rời.

Nếu dùng phương pháp thi công cùng với sàn, mà theo tầng có trượt không và tạm ngừng thì sau mỗi lần trượt không và tạm ngừng phải làm sạch vữa xi măng đóng cứng ở trong ván khuôn, sau đó quét dầu chống dính (chú ý không được làm bằng cốt thép), phải làm sạch vữa thừa nằm ở trong khe thi công ngang của vách.

### 6) Chữa lệch khi trượt

Để tránh ván khuôn trượt có sai lệch về độ thẳng đứng và vắn, nên làm tốt từng khâu công việc trong thi công ván khuôn trượt. Đặc biệt là chất lượng lắp đặt sàn và hệ thống ván khuôn, độ thẳng đứng lắp đặt của kích, độ ngang bằng trong vận hành của sàn và hệ thống ván khuôn. Đó là nhân tố quan trọng dẫn đến sai lệch độ thẳng đứng và bị vắn. Hạn chế "sai lệch" lấy dự phòng làm chính, chữa lệch làm "phụ", phải luôn quan sát, luôn điều chỉnh. Nếu cần sửa chữa sai lệch về độ thẳng đứng và vắn, nên từng bước tiến hành từ từ, tránh uốn gập và cột vách bị kéo nứt, thường dùng các phương pháp dưới đây để chữa lệch:

#### a) Phương pháp làm lệch độ cao sàn



Hình 1.195: Cách điều chỉnh sai độ cao

Hình 1.196: Phương pháp đệm nghiêng ty kích

Phương pháp này nâng cao một phía sàn, làm cho hệ thống sàn sinh ra lực ngang hướng về phía cần chữa lệch làm thay đổi hướng lên của hệ thống sàn, như vậy cùng với việc sàn trượt lên mà tự điều chỉnh từ từ theo hướng cần chỉnh để từ đó đạt được mục đích chữa lệch. Nhưng độ lệch chiều cao sàn không nên điều chỉnh quá lớn để tránh ván khuôn xuất hiện độ cong ngược. Phương pháp này đơn giản dễ làm, hiệu quả tương đối rõ, sử dụng tương đối phổ biến dùng chữa các sai lệch lớn nhỏ cục bộ hoặc tổng thể.

#### b) Phương pháp đệm nghiêng ty kích

Phương pháp này là đệm cao phía lệch ở đáy kích làm cho kích chữa lệch theo hướng nghiêng, như vậy kích làm cho hệ thống ván khuôn sàn dịch chuyển theo hướng đã định đạt được mục đích chữa lệch. Phương pháp này chỉ dùng cho trường hợp lệch cục bộ không lớn.

### *c) Phương pháp dẫn dất*

Do các nguyên nhân như độ cứng của sàn và của hệ thống ván khuôn lớn, đặc điểm của kết cấu và mặt bằng sai lệch tương đối lớn nếu dùng các phương pháp chữa lệch trên khó đạt được mục đích, vì vậy phải dùng phương pháp ngoại lực tiến hành chữa lệch cưỡng bức - phương pháp dẫn dất.

Phương pháp này dùng dây kéo như dây thép có bulông vặn hoặc tăng đơ. Một đầu dây kéo buộc vào khung của hệ thống ván khuôn theo hướng dịch chuyển, còn đầu kia buộc chắc vào công trình theo hướng chữa lệch hoặc neo vào vật neo ở hiện trường ngoài công trình. Như vậy cùng với trượt kết cấu, hệ thống ván khuôn ở hướng lệch chịu kéo hướng tâm của dây dẫn, đưa hệ thống ván khuôn và sàn theo hướng mong muốn, từ đó đạt yêu cầu chữa lệch. Nhưng, những người dùng phương pháp này cần phải có kinh nghiệm giám sát, thao tác, cùng với việc trượt ván khuôn, khống chế và điều chỉnh chiều dài dây dẫn chữa lệch cho hệ thống ván khuôn và sàn được đều đặn từ từ theo yêu cầu chữa lệch.

### **1.6.5. Công nghệ ván khuôn leo**

#### **1.6.5.1. Những bộ phận cơ bản của ván khuôn leo**

##### *1) Cấu tạo ván khuôn leo*

##### a) Cấu tạo tấm ván khuôn:

Tấm khuôn bao gồm các bộ phận: sườn đứng, sườn ngang, những phụ kiện liên kết, bulông điều chỉnh phương của ván khuôn, sàn thao tác.

- Sườn đứng thường gồm 2 thanh thép hình. Trên sườn đứng có các lỗ khoan sẵn, chia thành hai hệ (phía trên và phía dưới), mỗi hệ có 12 lỗ, để liên kết với các sườn ngang theo hai sơ đồ khác nhau. Hệ lỗ dưới dùng cho lắp đặt ván khuôn đầu tiên sát nền công trình, hệ lỗ trên dùng cho khi lắp các đợt ván khuôn ở trên.

Tại đầu mút phía trên của sườn đứng hàn móc cầu. Gân đầu mút phía dưới của sườn đứng có bulông điều chỉnh. Trên sườn đứng có hai vị trí đặt bulông neo (bulông giằng có đoạn nối); phía dưới liên kết với bulông neo chịu lực, phía trên liên kết với bulông neo của ván khuôn tường (vừa là thanh cũ để cố định chiều dày của ván khuôn tường, đồng thời cũng là vị trí dùng cho bulông chịu lực của đợt lắp ván khuôn tiếp theo).

- Sườn ngang gồm hai thép hình, được uốn theo tiết diện của kết cấu công trình. Chiều dài của sườn ngang, phụ thuộc vào cấu tạo ván khuôn, vào khả năng chịu lực; để khuôn không bị biến dạng khi làm việc, nên xác định kích thước cho chính xác bằng cách phóng mẫu.

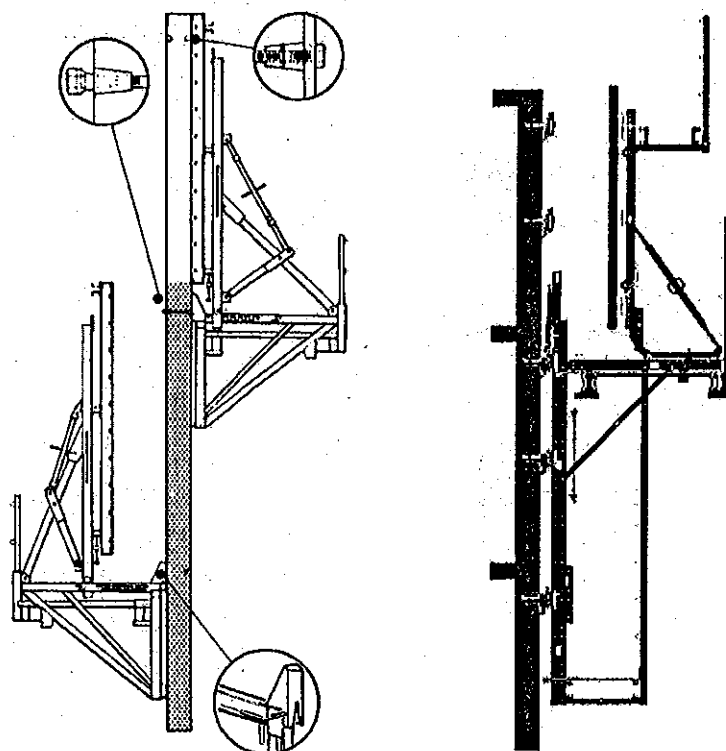
- Đầu mút của sườn ngang có lỗ khoan chừa sẵn để nối các sườn ngang của các ván khuôn tấm lớn lại với nhau khi lắp vào công trình. Các đầu mút của sườn ngang nối với nhau thông qua bản thép và liên kết bằng bulông. Tiết diện của sườn ngang phải xác định qua tính toán.

- Mặt ván khuôn gồm những tấm ván khuôn định hình ghép với nhau bằng móc kẹp chữ U và liên kết với sườn ngang bằng bulông có móc (hình cán-ô) để tạo thành ván khuôn tấm lớn.

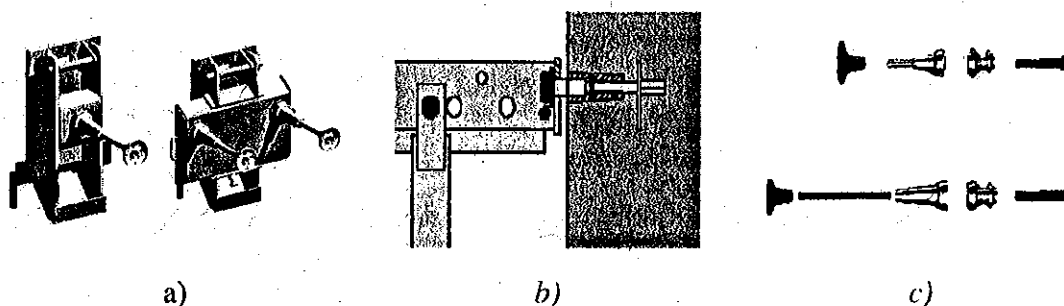
- Liên kết giữa hai thành ván khuôn trong và ngoài bằng thanh neo bu lông gồm ba đoạn: đoạn giữa nằm lại trong bê tông, hai đoạn đầu nằm ngoài bê tông. Các đoạn nối với nhau bằng ren ốc.

- Sàn thao tác gồm các giá công xon hàn vào sườn đứng của ván khuôn; trên các giá này gác ván hoặc lưới thép để tạo thành sàn thao tác.

- Bulông điều chỉnh: Gắn đầu mút phía dưới của sườn đứng có bulông điều chỉnh. Khi vặn bulông sẽ làm thay đổi khoảng cách giữa sườn đứng và thân tường từ đó dẫn đến thay đổi phương của ván khuôn theo yêu cầu. Bulông điều chỉnh được bố trí trên tất cả các sườn đứng của tấm khuôn.

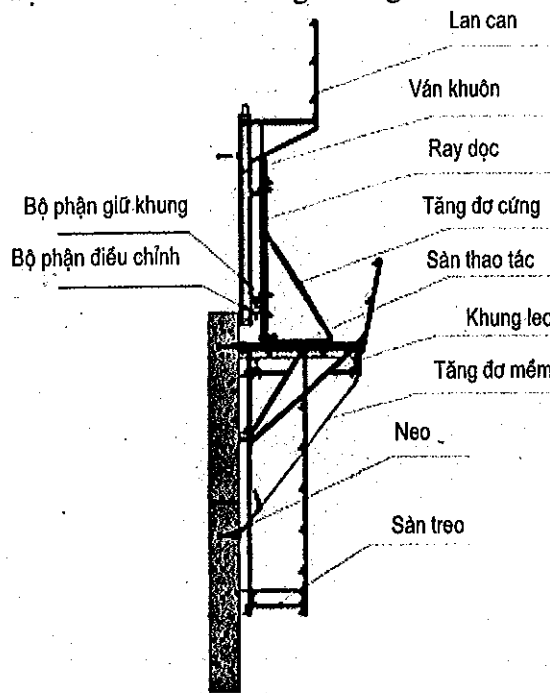


Hình 1.197. Sơ đồ cấu tạo 2 bộ ván khuôn leo



Hình 1.198. Một số chi tiết liên kết trong hệ ván khuôn leo

b) Ví dụ cấu tạo hệ ván khuôn leo thông thường:



Hình 1.199. Ví dụ cấu tạo ván khuôn leo PJ200

2) Lắp ván khuôn leo

Các bộ phận của ván khuôn leo (như sườn đứng, tấm khuôn định hình kích thước bé, bulông neo v.v...) đã được gia công trong xưởng, tại công trình chỉ việc lắp ghép lại thành ván khuôn tấm lớn. Từ các mảng ván khuôn tấm lớn này dùng cần trục lắp ghép lại với nhau theo hình dạng yêu cầu.

a) Thao tác lắp ván khuôn

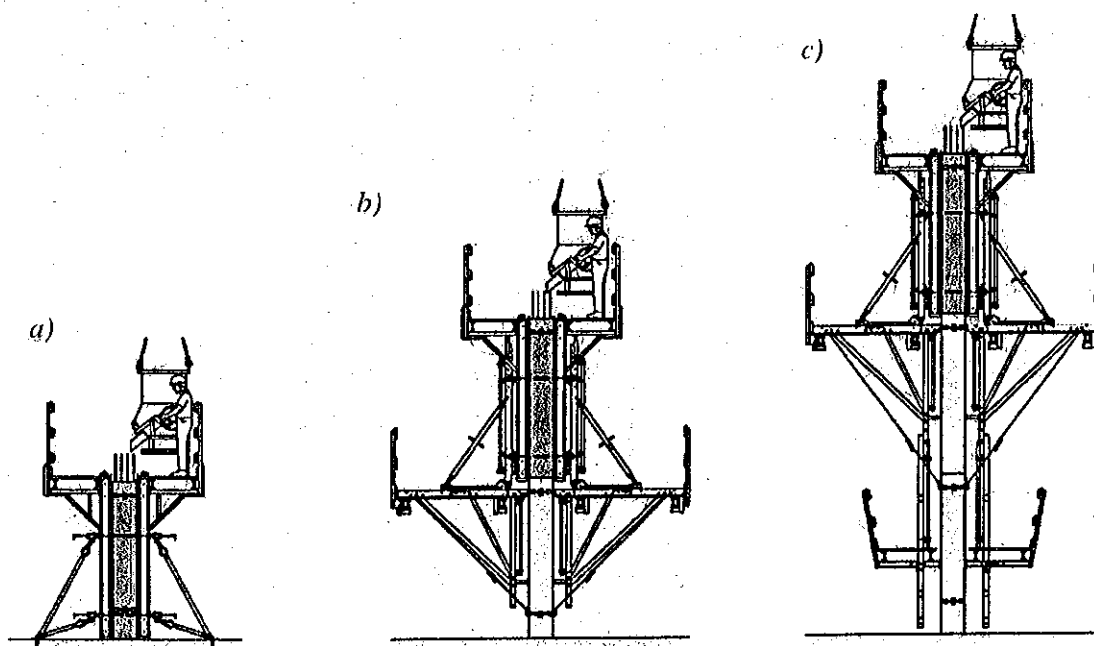
Căn cứ vào chiều rộng của mảng ván khuôn tấm lớn cho thành trong và thành ngoài theo bản vẽ ván khuôn, mà phóng mẫu trên mặt bằng, xác định vị trí tương ứng giữa sườn ngang và sườn đứng, xác định chiều dài thực tế của sườn ngang để cắt tại chỗ.

Liên kết các sườn ngang với sườn đứng bằng bulông (4 bulông cho một vị trí giao nhau của sườn ngang và sườn đứng).

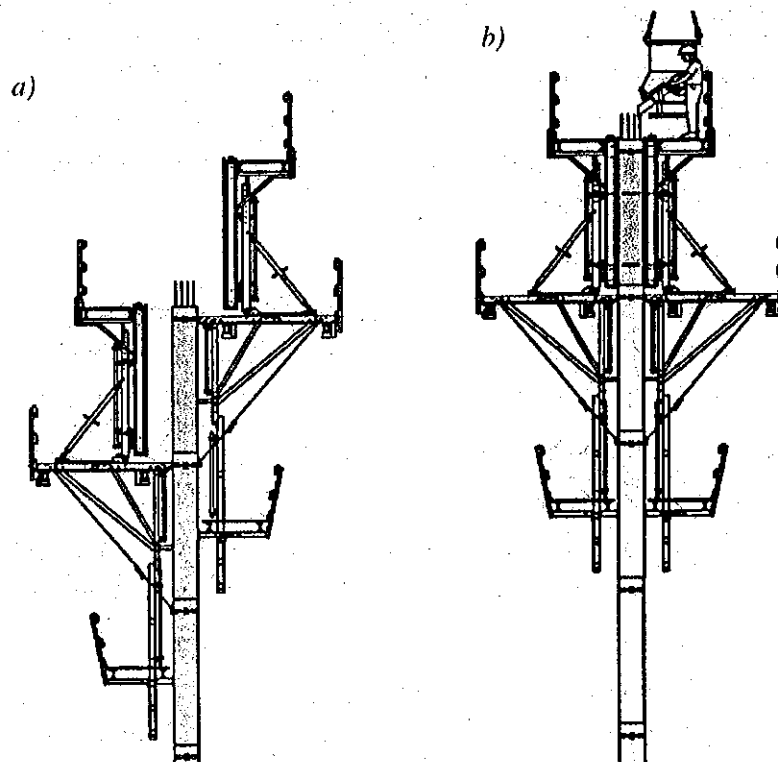
Lắp các tấm khuôn thép lên các sườn ngang bằng bulông có mỏ. Những chỗ bị thiếu hụt, do lắp các tấm khuôn thép kích thước bé không khớp với chiều rộng của tấm khuôn lớn, được chèn nẹp gỗ.

Thao tác lắp ván khuôn leo tấm lớn vào công trình:

\* Đợt chuẩn bị: Đổ một lớp bê tông mỏng (cao 15cm) để tạo lên chỗ tựa cho ván khuôn. Đồng thời cũng qua đó mà kiểm tra toàn bộ kích thước, vị trí của ván khuôn, làm cơ sở cho việc lắp các đợt trên được chính xác.



**Hình 1.200.** Sơ đồ giai đoạn đầu tiên lắp ván khuôn leo [3]  
 a) Đốt đầu tiên không cần khung công sơn giàn giáo; b) Đốt thứ hai trở lên sử dụng khung công sơn giàn giáo; c) Gắn hệ sàn treo và đổ bê tông đốt thứ ba.



**Hình 1.201.** Sơ đồ giai đoạn điển hình lắp ván khuôn leo [3]  
 a) Hệ ván khuôn leo (nhấc) lên đốt tiếp theo; b) Đổ bê tông đốt tiếp theo.

\* **Đợt một:** Lắp ván khuôn đợt một tựa vào công trình (lúc đó chưa lắp sàn thao tác trên và dưới). Sườn ngang liên kết với sườn đứng tại hệ lỗ phía dưới. Điều chỉnh phương thẳng đứng của ván khuôn bằng thanh chống xiên và tăng đơ (vừa chống vừa kéo) ở một phía của thành ván khuôn. Khi đổ xong bê tông đợt một, ván khuôn được tháo ra và lắp lại các sườn ngang với sườn đứng tại vị trí các hệ lỗ phía trên (của sườn đứng) để dùng cho đợt ván khuôn thứ hai trở đi. Từ đợt thứ hai trở đi, do làm việc cách mặt đất nên phải lắp sàn thao tác trên và dưới.

\* **Đợt hai trở lên:** thực hiện ván khuôn từ đợt hai cho đến đợt trên cùng hoàn toàn giống nhau. Trình tự tháo lắp khuôn ở đợt dưới đem lắp lên đợt trên như sau:

- Sau khi bê tông đợt dưới đạt cường độ cho phép để tháo ván khuôn (xác định qua mẫu thí nghiệm) thì tiến hành tháo ván khuôn trước ở một thành. Tháo bulông liên kết ở đầu các sườn ngang và bulông neo ở trên và dưới của các sườn đứng để tách rời ván khuôn tấm lớn khỏi mặt tường bê tông.

- Nâng và liên kết các khuôn tấm lớn vào vị trí mới ở đợt trên tại các vị trí bulông neo sẵn (chính tại vị trí các bulông neo ở phía trên của mỗi đợt ván khuôn). Sau khi lắp xong các bulông neo chịu lực tại các sườn đứng (mép trên của ván khuôn có xu hướng ngả ra phía ngoài so với tim tường), dùng bulông điều chỉnh phương của ván khuôn về vị trí thẳng đứng. Cứ làm như thế cho đến khi lắp xong thành ván khuôn thứ nhất.

- Buộc cốt thép vào thép chờ của tường bê tông và các chi tiết đặt sẵn... ở đợt trên. (Ngoài ra, việc buộc cốt thép cũng có thể đứng trên sàn thao tác trên của ván khuôn đợt dưới để thực hiện, sau đó mới tháo ván khuôn của thành thứ nhất của đợt dưới đem lắp lên đợt trên).

- Tháo ván khuôn thành thứ hai ở đợt dưới đem lắp lên đợt trên (tương tự như tháo, lắp thành ván khuôn thứ nhất).

- Liên kết bulông neo ở hai thành ván khuôn; liên kết các sườn ngang của các tấm khuôn ở lại với nhau.

- Kiểm tra lại lần cuối cùng kích thước, vị trí của ván khuôn trước khi đổ bê tông. Kiểm tra vị trí của ván khuôn bằng cách thả quả dọi từ ván khuôn xuống đáy công trình; nếu khoảng cách ở trên (tính từ mép trong của ván khuôn đến dây dọi) bằng khoảng cách dưới (từ mép tường bê tông đến dây dọi) thì coi như vị trí ván khuôn đúng.

Ván khuôn leo bằng tấm lớn phải được tính toán sao cho đủ sức chịu lực khi trực lắp không bị biến dạng, chịu được áp lực ngang.

Đặc biệt coi trọng khả năng chịu lực của bulông neo và cấu tạo các mối nối. Phải xác định được tải trọng lớn nhất cho phép đặt lên sàn thao tác. Phải quy định được thời gian sớm nhất cho phép tháo ván khuôn, kể từ khi đổ bê tông đợt dưới, để tháo đem lắp lên đợt trên.

b) Ví dụ lắp ván khuôn leo

Bước 1: Lắp ván khuôn và đổ bê tông đợt đầu tiên;

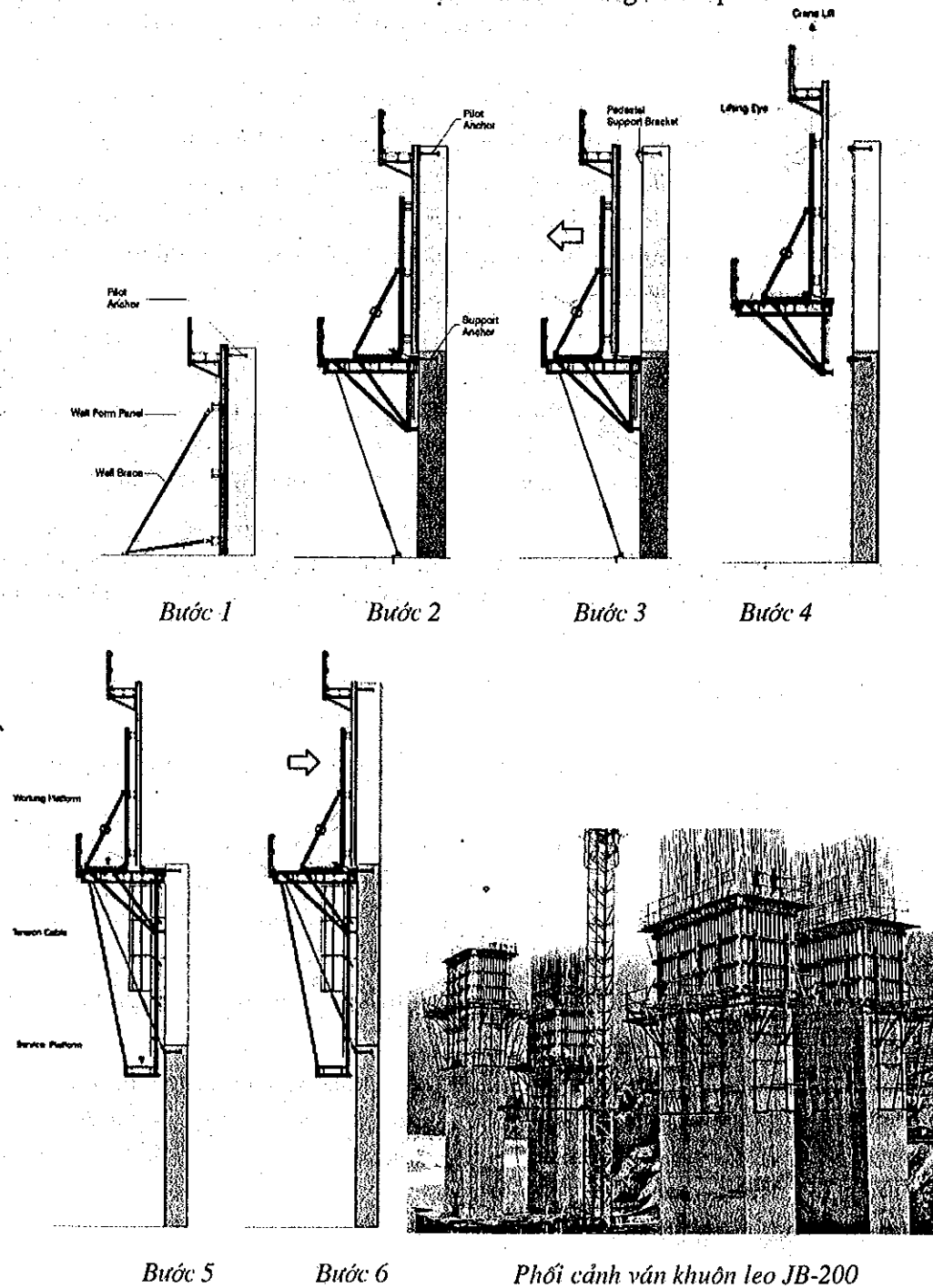
Bước 2: Nâng ván khuôn, lắp sàn thao tác, giằng (mềm) và đổ bê tông đợt thứ hai;

Bước 3: Khi bê tông đủ cường độ cho phép, tháo ván khuôn khỏi kết cấu;

Bước 4: Cầu ván khuôn lắp lên đốt thứ ba;

Bước 5: Lắp giằng, sàn treo và thang;

Bước 6: Điều chỉnh ván khuôn vào vị trí và đổ bê tông đợt tiếp theo.



Hình 1.201. Trình tự lắp ván khuôn JB-200



### 1.6.5.2. Đặc điểm thi công ván khuôn leo

Ván khuôn leo là ván khuôn bám vào công trình để di chuyển lên cao. Toàn bộ ván khuôn, hay một đoạn, có thể nâng lên theo từng chu kỳ, tùy thuộc vào thời gian kể từ khi đổ bê tông cho đến khi bê tông đông kết (đủ cường độ cho phép tháo ván khuôn trong phạm vi ghép ván khuôn). Ván khuôn leo thường dùng vào công trình có hình khối lớn như đập nước, tường chắn, xi lô.

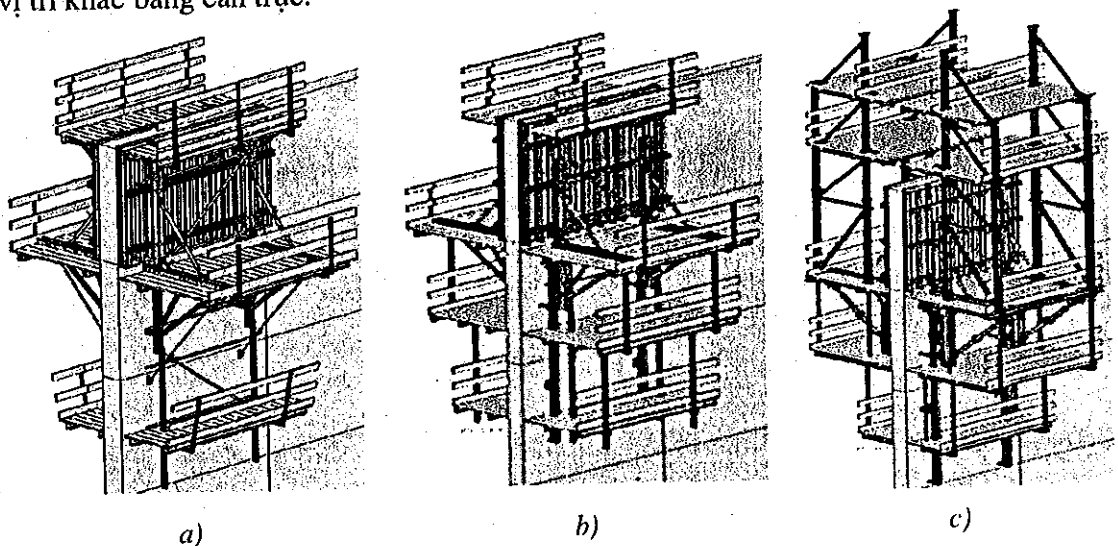
Ván khuôn leo có hai hình thức rất giống với ván khuôn trượt nhưng sử dụng kích nâng. Ngoài ra, nó còn được nâng bằng cáp tự kéo lên, cáp thông qua các con dọi hay trụ đỡ, theo hình thức co rút để dịch chuyển lên cao và tự quay lật lên có sự hỗ trợ của cần trục.

Việc cố định ván khuôn thường dùng các bu lông chốt xuyên qua tường, bu lông vít ép hoặc hàn bu lông vào các thép chờ. Khi dịch chuyển loại ván khuôn này, nói chung là phải tách hoặc tháo rời từng bộ phận. Loại ván khuôn này rất ưu việt khi thi công các công trình có chiều cao lớn, trụ cầu, xi lô, ống khói, các công trình có khối tích lớn như tường chắn, đập nước, tường dài và cao v.v... Đặc điểm của loại ván khuôn này là dựa vào bám dính vào công trình mà đi lên hoặc sử dụng cần trục nâng.

Việc thi công bằng ván khuôn leo phụ thuộc vào tính chất và thời hạn đổ bê tông của công trình, nhiệt độ môi trường, tốc độ đổ bê tông, mác bê tông, kinh phí làm ván khuôn...

Khi đổ bê tông các bức tường, bức vách nhiều khi người ta sử dụng ván khuôn leo. Khi đổ bê tông được một đoạn nào đấy, bê tông đã đủ cường độ cho phép tháo ván khuôn. Người ta di chuyển mảng ván khuôn đó lên một đoạn khác.

Ván khuôn tự liên kết với nhau qua các chi tiết chôn sẵn trong bê tông. Khi tháo ra đưa lên hàng trên chỉ cần lật qua khớp. Loại ván khuôn này khi leo lên từ vị trí này qua vị trí khác bằng cần trục.



**Hình 1.202.** Các loại ván khuôn leo MF  
a) Bộ ván khuôn leo dùng ba sàn thao tác; b) Bộ ván khuôn leo có bốn sàn thao tác;  
c) Bộ ván khuôn leo có năm sàn thao tác.

Sử dụng ván khuôn leo cho phép bỏ toàn bộ giàn giáo chống từ mặt đất đến độ cao công trình cần thi công. Ván khuôn leo cấu tạo theo dạng định hình từ tấm nhỏ (lắp, tháo bằng thủ công), hay tổ hợp lại thành tấm lớn (lắp, tháo bằng cơ giới). Điều chỉnh ván khuôn hoàn toàn bằng công cụ, thợ bậc thấp cũng làm được.

Bê tông sau khi đổ đạt cường độ cho phép, ván khuôn đợt dưới được tháo ra để lắp lên đợt trên.

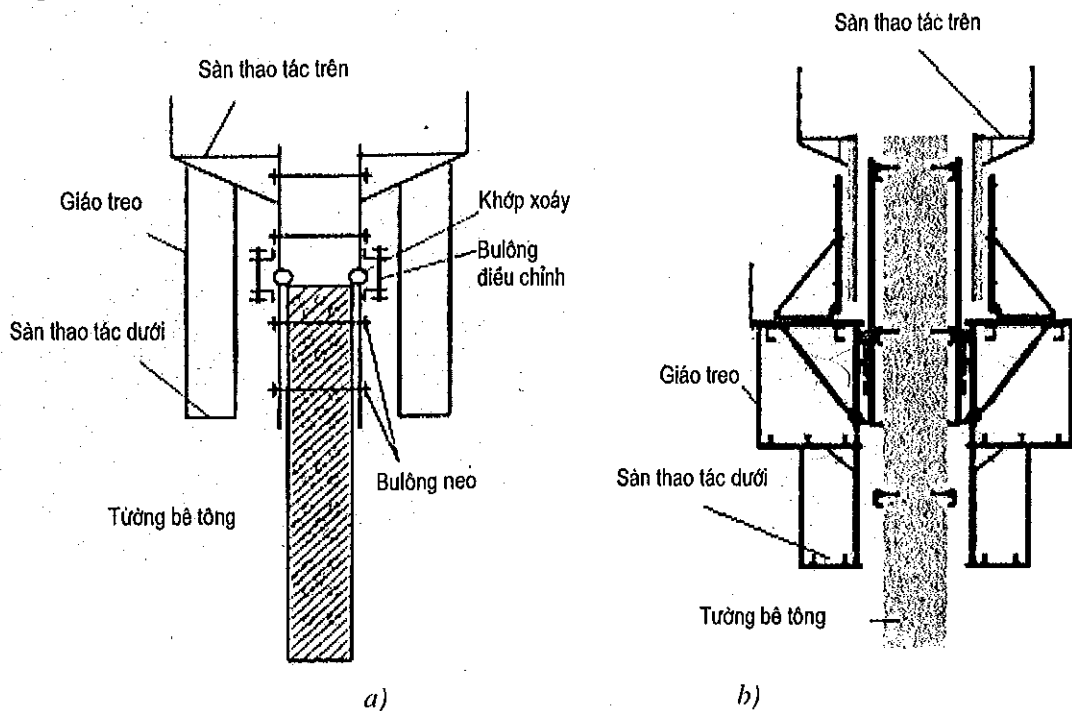
Cấu tạo các mảng ván khuôn leo luôn chuyển rất đặc biệt, có thể là hai đến năm sàn thao tác. Chiều cao lan can mỗi sàn từ 0,6 - 1,2m, các sàn liên kết với nhau và liên kết vào kết cấu đã chịu lực được.

Các sàn thao tác liên kết vào hệ ván khuôn leo, hệ ván khuôn leo được giữ ổn định nhờ các bu lông (hoặc côn) chèn sẵn trong khối bê tông đã đổ, khi bê tông đạt được cường độ tháo ván khuôn, ván khuôn sẽ được tháo ra và leo lên đoạn trên.

Ván khuôn leo được cấu tạo từ nhiều kiểu khác nhau, những dạng thường gặp trong thực tế gồm:

- Ván khuôn có chiều cao nhỏ (1,20m), lắp tháo bằng thủ công, đợt ván khuôn trên nối với đợt ván khuôn dưới bằng khớp; điều chỉnh phương của ván khuôn bằng bulông, tạo ra một lực xoay quanh khớp (hình 1.203a).

- Ván khuôn có chiều cao lớn (1,8m - 2,4m - 3m) lắp, tháo bằng cơ giới. Giữ ván khuôn bằng bu lông, neo vào đợt bê tông đã đổ ở dưới; điều chỉnh phương của ván khuôn bằng các bu lông bố trí ở gần đầu mút phía dưới sườn đứng của ván khuôn (bu lông điều chỉnh như cái kích tỳ vào thành bê tông đã đổ ở đợt dưới (hình 1.203b).



Hình 1.203. Hai kiểu ván khuôn leo

### 1.6.5.3. Trình tự công nghệ thi công ván khuôn leo

#### A. Trình tự thi công hệ ván khuôn leo

##### 1) Bước 1: Đổ bê tông dốt đầu tiên

+ Quét phụ gia chống dính và đóng một bên ván khuôn;

+ Gắn điểm định vị cho ván khuôn và gắn điểm định vị cho tầng dờ;

+ Lắp đặt cốt thép;

+ Đóng ván khuôn và xuyên thanh neo;

+ Đổ bê tông cho dốt đầu tiên;

+ Mở ván khuôn và vệ sinh sạch mặt ván khuôn;

+ Đặt tấm ván khuôn tại vị trí dưới đất bằng phẳng, mặt ván hướng xuống dưới;

+ Chuẩn bị hệ ván khuôn cho thao tác leo.

##### 2) Bước hai: Đốt bê tông đổ thứ hai

+ Treo sàn thao tác vào vị trí điểm treo, chuẩn bị điểm treo;

+ Sử dụng xích cầu 4 sợi, nhắc sàn thao tác và hạ nó vào điểm treo;

+ Bảo vệ sàn thao tác bằng chốt an toàn;

+ Lắp "tăng dờ" vào dầm ngang, sử dụng chốt.

+ Sử dụng bulông để lắp bộ phận chịu kéo của "tăng dờ" vào điểm định vị đã được chuẩn bị trên kết cấu.

+ Lắp tăng dờ.

Đối với bộ di chuyển:

+ Lắp xích cầu vào chốt cầu của thanh đứng;

+ Cầu bộ di chuyển lên sàn thao tác;

+ Chốt thanh đứng vào ray di chuyển bằng chốt và bảo vệ bằng Spring cotter;

+ Chốt thanh chống vào ray di chuyển bằng chốt và bảo vệ bằng đinh chốt.

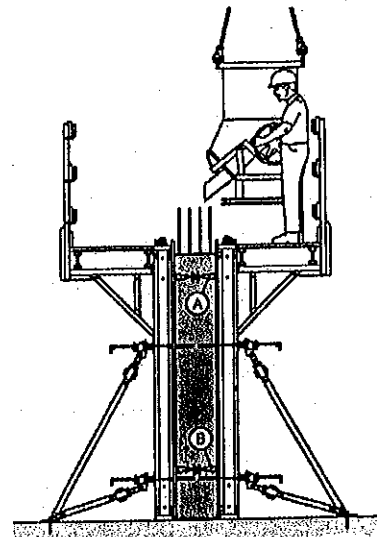
Đối với ván khuôn:

+ Lắp xích cầu vào móc cầu trên tấm ván khuôn đã lắp ráp sẵn;

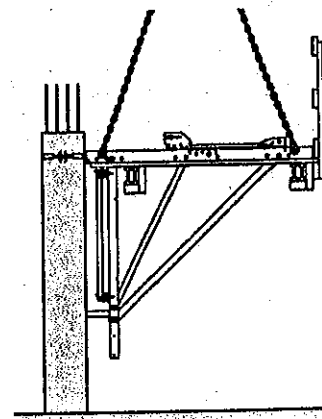
+ Cầu ván khuôn lên sàn thao tác. Cố định tấm ván khuôn vào thanh đứng bằng kẹp ván khuôn;

+ Lắp nêm gỗ vào thanh ngang của ván khuôn (nhằm truyền lực tốt hơn tại vị trí bulông điều chỉnh);

+ Sử dụng bulông điều chỉnh kích thước theo bản vẽ/ mặt bằng lắp dựng;



Hình 1.204. Đợt đổ bê tông đầu tiên



Hình 1.205. Cầu lắp sàn thao tác

+ Luôn ván lan can vào và bảo vệ nó bằng cách đóng đinh vào cột lan can.

+ Quét phụ gia chống dính bám và đóng một bên ván khuôn;

+ Lắp điểm định vị;

+ Lắp đặt cốt thép;

+ Đóng ván khuôn và xuyên thanh neo;

+ Đổ bê tông đợt thứ 2;

+ Mở ván khuôn;

+ Vệ sinh sạch mặt ván khuôn.

3) Bước ba: Đổ bê tông đợt đổ thứ ba

+ Chuẩn bị điểm treo;

+ Đóng chốt thanh treo của sàn treo vào thanh đứng;

+ Tháo bỏ tầng đỡ;

+ Lắp xích cầu vào chốt của thanh đứng;

+ Tháo chốt an toàn từ các điểm treo;

+ Nhấc cả cụm ván khuôn lên bằng cầu và treo vào các điểm treo;

+ Bảo vệ cụm ván khuôn leo tại các điểm treo bằng chốt an toàn;

+ Lắp tầng đỡ;

+ Đóng chốt thanh treo của sàn treo vào thanh đứng và bảo vệ bằng Spring cotter;

+ Quét phụ gia chống dính bám và đóng một bên ván khuôn;

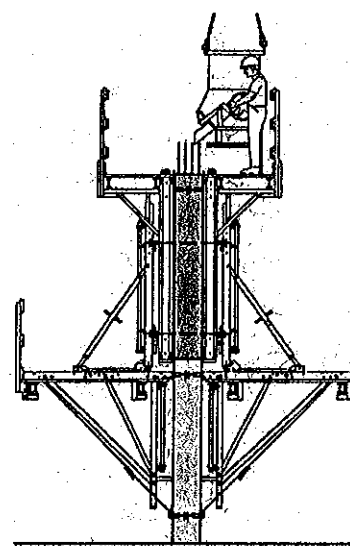
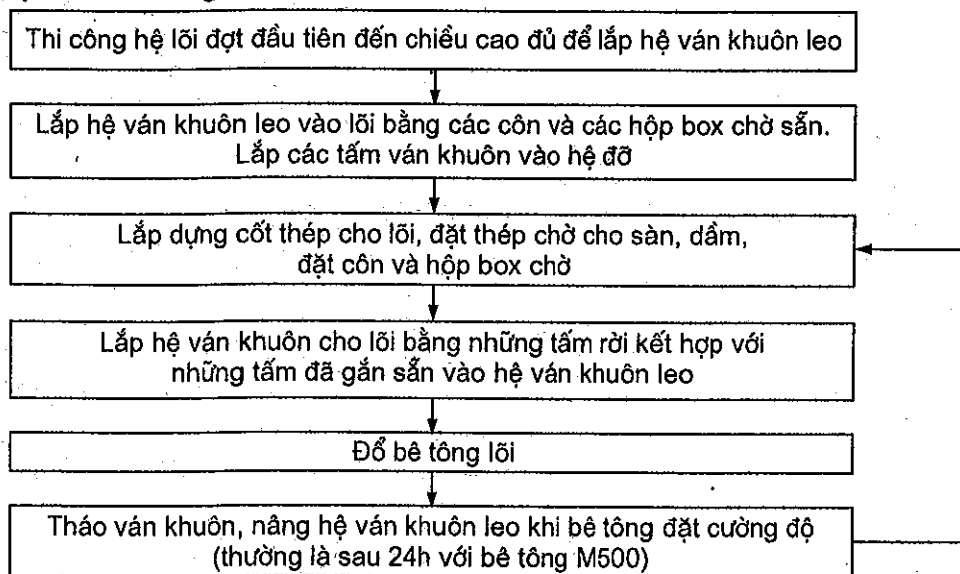
+ Lắp điểm định vị;

+ Lắp đặt cốt thép;

+ Đóng ván khuôn và xuyên thanh neo;

+ Đổ bê tông cho đợt thứ 3.

2) Quy trình thi công ván khuôn leo



Hình 1.206. Đợt đổ bê tông thứ hai [3]

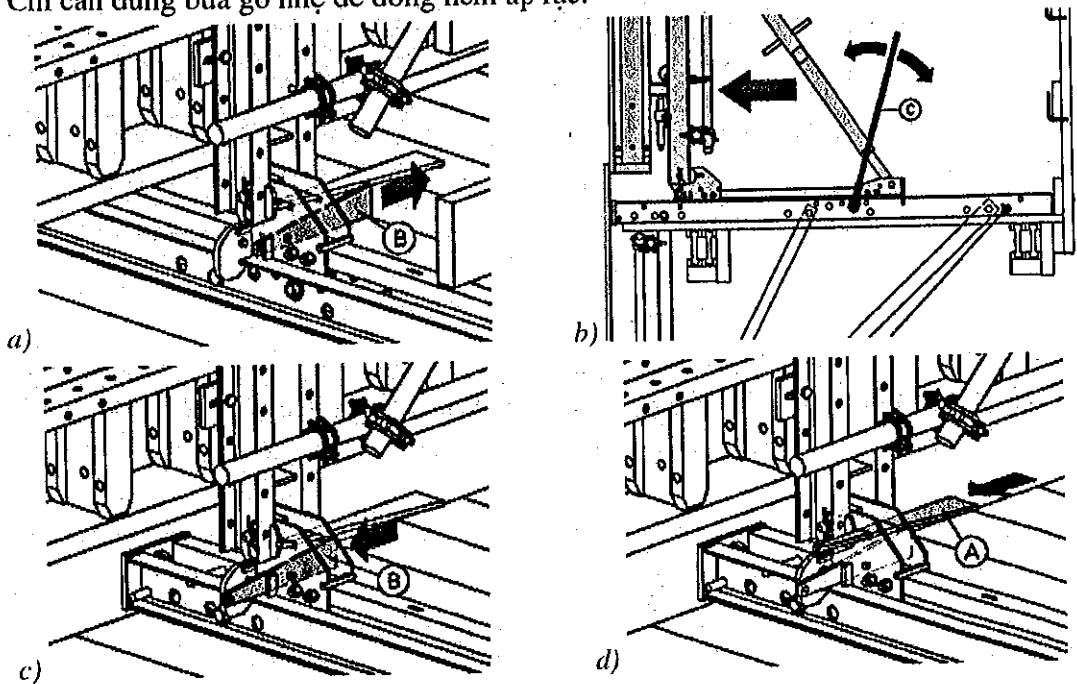
#### 1.6.5.4. Vận hành thi công hệ ván khuôn leo trong công nghệ ván khuôn leo

##### 1) Thao tác lắp dựng và tháo dỡ ván khuôn

###### a) Lắp dựng ván khuôn:

- Nối lồng neo định vị B (hình 1.207a).
- Sử dụng cần vận (tay công) cùng lúc để đẩy bộ phận di chuyển và hệ ván khuôn về phía trước cho tới khi chạm vào mặt bê tông cốt đổ trước (hình 1.207b).
- Đóng nêm cố định B vào vị trí (hình 1.207c). Thao tác này sẽ khoá bộ phận di chuyển vào thanh dầm ngang.
- Điều chỉnh ván khuôn tới khi thẳng bằng điểm định vị, sau đó đóng chặt nêm áp lực A (hình 1.207d). Thao tác này ép chặt mặt ván khuôn vào mặt bê tông của đợt đã đổ.

Chỉ cần dùng búa gỗ nhẹ để đóng nêm áp lực.



Hình 1.207. Lắp dựng ván khuôn [3]

###### b) Tháo dỡ ván khuôn:

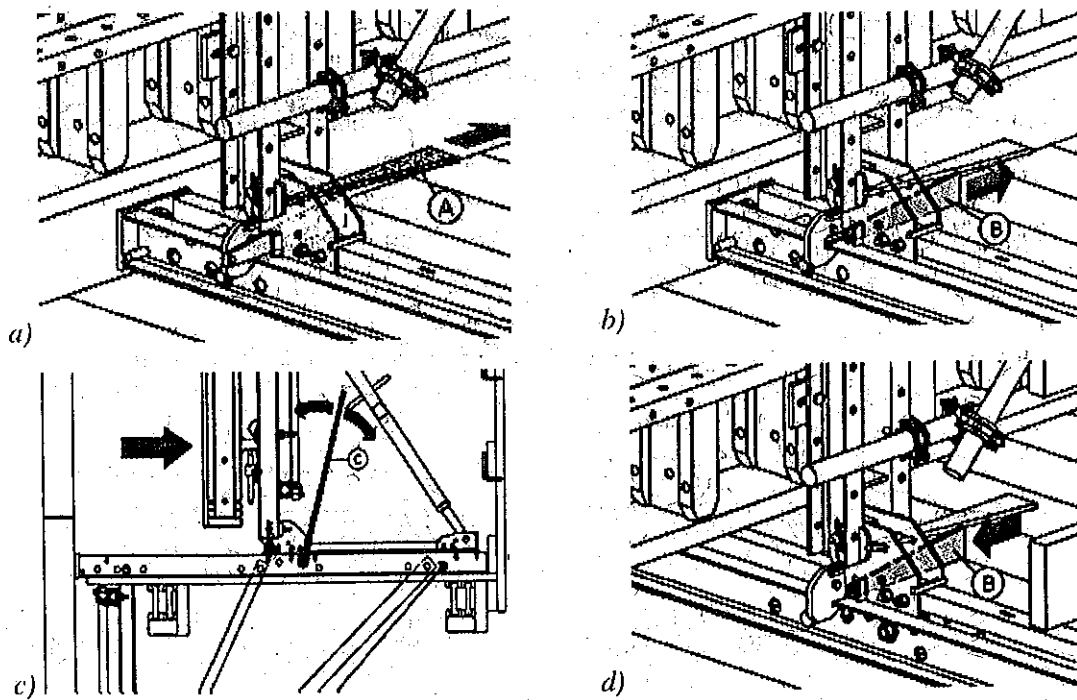
- Tháo các bộ phận tại điểm định vị.
- Nối lồng và tháo thanh giằng của các tấm ván khuôn.
- Tháo các tấm nối giữa các tấm ván khuôn.
- Nối lồng nêm áp lực A (hình 1.208a).
- Nối lồng nêm áp lực B (hình 1.208b).

Bằng cách thao tác đồng thời cần vận, kéo bộ di chuyển về phía sau cùng với tấm ván khuôn (hình 1.208c).

- Đóng nêm cố định B vào vị trí (hình 1.208d). Thao tác này nhằm cố định bộ phận di chuyển vào dầm ngang.

Lưu ý: Nêm cố định chỉ được nối lồng khi di chuyển ván khuôn về phía trước hoặc sau.

Vị trí cuối cùng: Nêm cố định được đóng vào vị trí.



Hình 1.208. Tháo dỡ ván khuôn [3]

## 2) Điều chỉnh ván khuôn

Muốn điều chỉnh tấm ván khuôn một cách chính xác giữa các tấm với nhau và đúng vị trí của kết cấu, cần điều chỉnh theo cả hai phương thẳng đứng và nằm ngang.

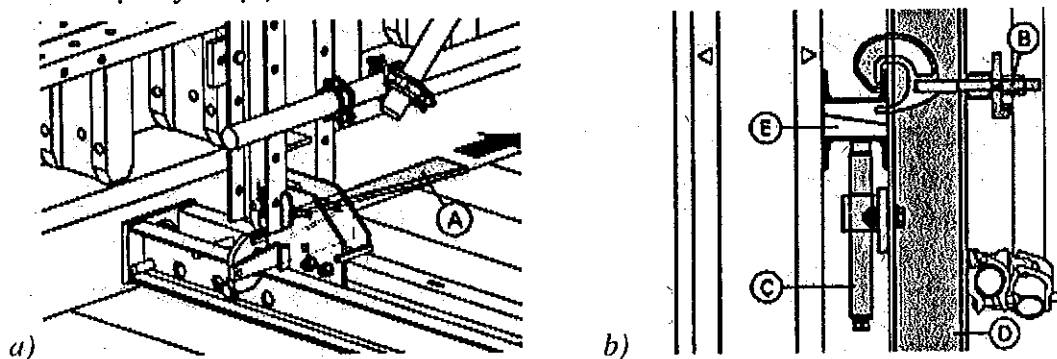
### a) Chuẩn bị cho thao tác điều chỉnh

+ Nới lỏng nêm áp lực A (hình 1.209a). Tách mặt ván khuôn khỏi bề mặt bê tông.

+ Nới lỏng kẹp ván khuôn B (bằng một nhát búa).

Bulông điều chỉnh C cho phép điều chỉnh theo phương đứng một khoảng bằng 150mm. Bulông điều chỉnh cũng có thể thay đổi vị trí trên các lỗ của thanh đứng D (hình 1.209b).

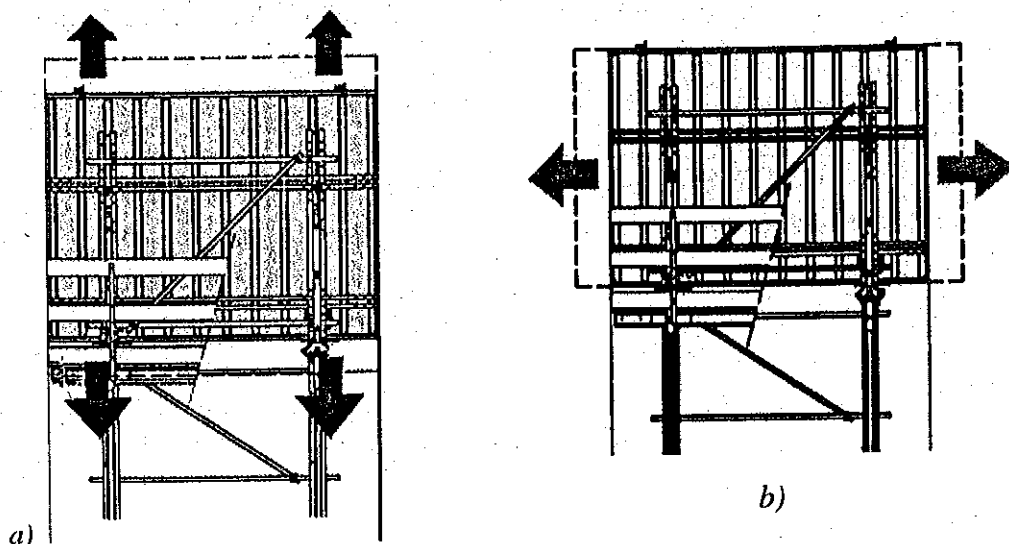
Đệm nêm gỗ E ở vị trí thanh ngang của tấm ván khuôn (gắn bulông điều chỉnh — để đảm bảo sự truyền lực).



Hình 1.209. Công tác chuẩn bị điều chỉnh [3]

b) Điều chỉnh theo phương đứng

Xoay bulông điều chỉnh. Trong khi điều chỉnh độ cao, phải luôn theo dõi kẹp ván khuôn để kẹp không bị kẹt và không làm ảnh hưởng tới quá trình điều chỉnh (hình 1.210a).



Hình 1.210. Điều chỉnh tấm ván khuôn theo phương đứng và phương ngang [3]

c) Điều chỉnh theo phương ngang

Đẩy tấm ván khuôn về hai phía (hình 1.210b).

d) Kết thúc quá trình điều chỉnh

+ Dùng búa xiết chặt kẹp ván khuôn.

+ Sau khi điều chỉnh tấm ván khuôn, đóng chặt nêm áp lực A. Thao tác này sẽ làm tấm ván khuôn ép sát vào mặt bê tông dốt đổ trước.

Chỉ cần dùng búa đóng nhẹ vào nêm áp lực. Áp lực của bê tông do thanh giằng chịu và không truyền vào nêm.

3) Di chuyển, nâng lên bằng cầu

a) Khi thi công cần ghi nhớ những quy tắc quan trọng:

+ Tuân thủ tất cả các quy tắc về vận hành cầu ở những nơi đã từng có gió mạnh.

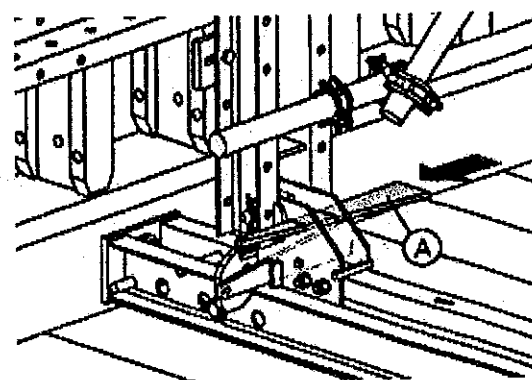
+ Góc nghiêng  $\beta_{\max} = 30^\circ$ .

+ Giằng thanh đứng đúng cách để chống lực kéo xiên B.

+ Lực xiết cần thiết cho khóa C = 50Nm

+ Nếu sử dụng dầm nâng, thì phải chắc chắn rằng dầm có đủ khả năng chịu lực.

+ Nếu phải nâng qua tường nghiêng, phải lắp bộ phận nâng đặc biệt vào thanh đứng.



Hình 1.211. Thao tác kết thúc quá trình điều chỉnh [3]

+ Khi cầu và di chuyển một cụm ván khuôn thì cụm còn lại sẽ bị hở, do đó phải lắp lan can biên.

+ Trong quá trình cầu, không cho phép đứng trên cụm ván khuôn leo dang cầu hoặc cụm bên cạnh.

+ Những người đang thao tác hệ ván khuôn leo phải sử dụng thiết bị bảo hộ cá nhân trong khi cầu.

+ Không được phép "vận chuyển người", di dời bất cứ vật dụng rời trên sàn thao tác và ván khuôn trước khi cầu.

+ Chiều dài xích bằng khoảng cách tối thiểu giữa 2 điểm móc cầu. Điều này sẽ tự động đưa đến góc nghiêng yêu cầu  $\beta$ .

b) Thay đổi vị trí của cả hệ:

+ Kéo bộ di chuyển (cùng với tấm ván khuôn) vào vị trí trọng tâm.

+ Đóng nêm cố định B.

Trước khi thực hiện bất cứ thao tác cầu nào, cần kiểm tra và đảm bảo rằng các mối nối vẫn an toàn và nêm cố định của bộ phận di chuyển đã được đóng chặt.

+ Lắp xích cầu vào chốt cầu của thanh đứng.

+ Tháo tầng đỡ mềm.

+ Rút chốt an toàn (lift-out guard) ra khỏi điểm treo.

+ Di chuyển cả cụm ván khuôn bằng cầu. Tải trọng lớn nhất: 2000 kg cho một chốt cầu.

4) Thi công bê tông với hệ ván khuôn leo

a) Đốt đổ thứ 1

+ Quét phụ gia chống dính và đóng một bên ván khuôn;

+ Lắp điểm định vị cho ván khuôn và lắp điểm định vị cho tầng đỡ;

+ Lắp đặt cốt thép;

+ Đóng ván khuôn và xuyên thanh giằng;

+ Đổ bê tông cho đốt đầu tiên;

+ Mở ván khuôn và vệ sinh sạch mặt ván khuôn;

+ Đặt tấm ván khuôn tại vị trí dưới đất bằng phẳng, mặt ván hướng xuống dưới;

+ Chuẩn bị hệ ván khuôn cho thao tác leo.

b) Đốt đổ thứ 2

(1) Treo sàn thao tác vào vị trí điểm treo:

+ Chuẩn bị điểm treo.

+ Sử dụng cầu, nhắc sàn thao tác và hạ nó vào điểm treo;

+ Bảo vệ sàn thao tác bằng chốt an toàn;

+ Lắp tầng đỡ vào dầm ngang (dùng chốt).

+ Sử dụng bullông để lắp bộ phận chịu kéo của tầng đỡ vào điểm định vị đã được chuẩn bị trên kết cấu.

+ Lắp tầng đỡ.



(2) Đối với bộ di chuyển:

- + Lắp xích cầu vào chốt cầu của thanh đứng;
- + Cầu bộ di chuyển lên sàn thao tác;
- + Chốt thanh đứng vào ray di chuyển bằng chốt và bảo vệ bằng chốt hãm lò xo (Spring cotter);
- + Chốt thanh chống vào ray di chuyển bằng chốt và bảo vệ bằng đinh chốt.

(3) Đối với ván khuôn:

- + Lắp dây cầu vào móc cầu trên tấm ván khuôn đã lắp ráp sẵn;
- + Cầu ván khuôn lên sàn thao tác.

(4) Cố định tấm ván khuôn vào thanh đứng bằng kẹp ván khuôn.

- + Lắp nêm gỗ vào thanh ngang của ván khuôn (nhằm truyền lực tốt hơn tại vị trí bulông điều chỉnh);

- + Sử dụng bulông điều chỉnh kích thước theo bản vẽ/ mặt bằng lắp dựng;
- + Lắp ván lan can và bảo vệ nó bằng cách liên kết đinh vào cột lan can.

(5) Đóng ván khuôn và đổ bê tông

- + Quét phụ gia chống dính bám và đóng một bên ván khuôn.

+ Lắp thiết bị định vị.

+ Lắp đặt cốt thép.

+ Đóng ván khuôn và lắp thanh giằng.

+ Đổ bê tông đợt thứ 2.

+ Mở ván khuôn.

+ Vệ sinh sạch mặt ván khuôn.

c) Đốt đổ thứ 3

(1) Công tác chuẩn bị:

- + Chuẩn bị điểm treo;
- + Đóng chốt thanh treo của sàn treo vào thanh đứng;
- + Tháo bỏ tầng dơ;
- + Lắp dây cầu vào chốt của thanh đứng;
- + Tháo chốt an toàn từ các điểm treo;
- + Nhấc cả cụm ván khuôn lên bằng cầu và treo vào các điểm treo;
- + Bảo vệ cụm ván khuôn leo tại các điểm treo bằng chốt an toàn;
- + Lắp tầng dơ;
- + Đóng chốt thanh treo của sàn treo vào thanh đứng và bảo vệ bằng chốt hãm lò xo;

(2) Đóng ván khuôn và đổ bê tông:

- + Quét phụ gia chống dính bám và đóng một bên ván khuôn;
- + Lắp điểm định vị;
- + Lắp đặt cốt thép;
- + Đóng ván khuôn và xuyên thanh giằng;
- + Đổ bê tông cho đợt thứ 3.