

THI CÔNG PHẦN THÂN CÔNG TRÌNH NHÀ CAO TẦNG

I. Một số đặc điểm của công trình cao tầng

Việc thi công phần thân tuân theo TCXD 202:1997 Nhà cao tầng- Thi công phần thân.

Khi thiết kế biện pháp thi công nhà cao tầng xây chen trong thành phố cần quan tâm đặc biệt đến các yếu tố sau đây: vận chuyển vật liệu, trang bị và người theo phương thẳng đứng, phương ngang, đảm bảo kích thước hình học, giàn giáo và an toàn trên cao chống rơi, thiết bị nâng cẩu phải ổn định kể cả gió bão trong quá trình thi công, giông và sét, tiếng ồn và ánh sáng, sự lan toả khí độc hại, sự giao hội với các công trình kỹ thuật hiện có, sự ảnh hưởng mọi mặt đến công trình hiện hữu lân cận.

II. Công tác đo đạc và xác định kích thước hình học công trình và kết cấu:

(1) Việc định vị công trình, đảm bảo kích thước hình học và theo dõi biến dạng công trình trong và sau khi hoàn thành xây dựng công trình là nhân tố hết sức quan trọng nên phải tổ chức nhóm đo đạc chuyên trách, chất lượng cao thực hiện.

Việc đo đạc tuân theo TCXD 203:1997 Nhà cao tầng - Kỹ thuật đo đạc phục vụ công tác thi công.

Phải lập phương án thực hiện đo đạc cho các giai đoạn thi công, lập thành hồ sơ và được kỹ sư đại diện chủ đầu tư duyệt trước khi thi công.

(2) Phương án đo đạc phải được trình duyệt cho chủ đầu tư đồng thời với phương án thi công xây dựng. Tài liệu đo đạc trong quá trình thi công cũng như đo đạc hoàn công, đo biến dạng đến giai đoạn bàn giao và phương án đo biến dạng trong quá trình sử dụng công trình là cơ sở để bàn giao nghiệm thu công trình. Thiếu hồ sơ đo đạc, công trình không được phép bàn giao và nghiệm thu.

(3) Xây dựng nhà cao tầng nên thành lập mạng lưới bố trí cơ sở theo nguyên tắc lưới độc lập. Phương vị của một trong những cạnh xuất phát từ điểm gốc lấy bằng $0^{\circ}00'00''$ với sai số trung phương của lưới cơ sở bố trí đo góc là $10''$, đo cạnh là $1:5.000$.

(4) Xây dựng nhà cao tầng nên chọn các chỉ tiêu sau đây khi lập lưới khống chế độ cao:

Hạng	I
Khoảng cách lớn nhất từ máy đến mia:	25 m
Chênh lệch khoảng cách sau, trước:	0,3 m
Tích lũy chênh lệch khoảng cách:	0,5 m
Tia ngắm đi cách chướng ngại vật mặt đất:	0,8 mm

Sai số đo trên cao đến mỗi trạm máy: 0,5 mm
 Sai số khép tuyến theo mỗi trạm máy: $\sqrt{n}$

Độ chính xác và các chỉ tiêu dung sai do phía thi công đề nghị và được chủ đầu tư chấp nhận đồng thời với biện pháp thi công các phần việc tương ứng.

Cơ sở để quyết định lựa chọn dung sai và phương pháp xác định những dung sai này là TCXD 193:1996 (ISO 7976-1:1989), Dung sai trong xây dựng công trình, Các phương pháp đo kiểm công trình và cấu kiện chế sẵn của công trình; TCXD 210:1998 (ISO 7976-2 : 1989), Dung sai trong xây dựng công trình, Các phương pháp đo kiểm công trình và cấu kiện chế sẵn của công trình - Vị trí các điểm đo; TCXD 211:1998 (ISO 3443:1989) Dung sai trong xây dựng công trình - Giám định về kích thước và kiểm tra công tác thi công.

Mẫu số đo và các qui cách bằng biểu trong tính toán biến dạng theo qui định trong phụ lục của TCXD 203:1997, Nhà cao tầng - Kỹ thuật đo đạc phục vụ công tác thi công.

III. Các phương pháp phổ biến trong thi công nhà cao tầng

1. Phương pháp thi công công trình liên hợp BTCT

1.1. *Biện pháp Thi công bê tông lõi công trình bằng ván khuôn trượt*

* Một số đặc điểm thi công ván khuôn trượt nhà cao tầng

- Thi công bằng ván khuôn trượt là một phương pháp thi công trình độ cơ giới hoá cao, tổ chức thi công nghiêm ngặt, tốc độ nhanh và có hiệu quả cao. Nó thông qua trạm bơm dầu, lợi dụng mối quan hệ tương hỗ của ván khuôn, ty kích và bê tông mới đổ khiến cho toàn bộ kích đem ván khuôn, sàn thao tác tải trọng thi công trên sàn cùng dịch chuyển lên cao dọc theo ty kích. Khi thi công, một mặt vừa đổ bê tông, một mặt vừa trượt ván khuôn lên trên tạo nên kết cấu theo thiết kế.

- Trượt vách, cột kết cấu và thi công sàn có thể dùng phương pháp thi công đồng bộ hoặc dị bộ. Công nghệ thi công kết cấu ván khuôn trượt chủ yếu có đặc điểm sau:

+ 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. Nói chung không nên tổ hợp lại 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 chịu và truyền vào khối vách. Vì vậy, bê tông của kết cấu 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.

+ Trong công nghệ này ván khuôn được nâng đồng thời và lấy việc đổ bê tông làm công đoạn chính. Nghĩa là khi thi công khối vách phải nắm vững và xử lý tốt mối quan hệ của

tính đồng thời đổ bê tông vào khối vách, tính thích hợp của cường độ bê tông ra khỏi ván khuôn và tính kịp thời cung cấp bê tông theo chiều đứng.

+ Thi công ván khuôn trượt là phương pháp thi công có tính chất liên khối và cưỡng bức do đó đòi tất cả các khâu, các phần việc cần phải được chuẩn bị một cách hết sức kỹ lưỡng và công tác quản lý tổ chức thi công phải chặt chẽ thi mới có hiệu quả.

+ Tốc độ thi công nhanh và nói chung nhà cao tầng chỉ cần 5-6 ngày là được một tầng còn kết cấu vách cứng thì 3-4 ngày được 1 tầng, tầng của nhà cao tầng càng nhiều thì hiệu quả rút ngắn thời gian thi công càng rõ nét.

+ Từ tầng đáy đến tầng mái chỉ cần một lần lắp dựng ván khuôn, một lần tháo dỡ ván khuôn. Vì vậy, so với công nghệ ván khuôn khác phương pháp này tiết kiệm rất nhiều vật liệu và nhân công. khối lượng ván khuôn để tạo nên ván khuôn trượt giảm được tối đa ($0,004\text{m}^3 / \text{m}^2$)

Dùng phương pháp này phải chú ý nếu không có nhân viên quản lý và kỹ thuật thao tác thành thực thì khó đảm bảo chất lượng, khó không chế được sai lệch.

1.2. Lắp ghép kết cấu cột, dầm, sàn

* Khái niệm chung:

Thông thường phương pháp lắp ghép nhà tấm nhỏ áp dụng cho các công trình dạng khung hoặc khung kết hợp với vách, lõi.

Trong loại nhà này khung là kết cấu chịu lực, panen hoặc tường gạch là kết cấu bao che.

Theo sơ đồ kết cấu của nhà, thường có loại nhà khung cứng và loại khung khớp.

Loại nhà khung cứng thường bao gồm cột, dầm, liên kết cứng với nhau.

Loại nhà khung khớp nghĩa là cột tầng trên nối với cột tầng dưới là khớp dầm và cột nối với nhau là khớp, hệ khung này thường được dựa vào lõi cứng (lồng cầu thang) hoặc các vách cứng tùy theo cấu tạo của nhà.

Tùy theo sơ đồ kết cấu của nhà mà trình tự lắp các nhà khung cũng có những phương pháp khác nhau.

Lắp ghép nhà khung cứng như sau:

Nhà khung cứng thường phân chia thành nhiều phân đoạn, lắp ghép lên cao theo từng đợt, mỗi đợt gồm cột của một hoặc hai tầng.

Cần trực lắp ghép có thể đứng một bên hoặc hai bên nhà tùy theo chiều rộng của nhà, sân để cấu kiện nằm trong miền hoạt động của cần trực lắp ghép.

Lắp ghép các nhà khung khớp: bắt đầu lắp ghép từ các lõi cứng và vách cứng, các khung khớp dựa vào các nhân cứng và vách cứng phát triển đến đâu ổn định đến đó.

Các kết cấu phải có những chi tiết xác định vị trí thiết kế, các chi tiết nối giữa các bộ phận, nếu không có chi tiết đó thì phải có những dụng cụ thiết bị riêng phục vụ lắp ghép chính xác.

Các kết cấu đúc tại nhà máy khi vận chuyển đến công trường phải kiểm tra lại kích thước hình học, kiểm soát mọi chi tiết nhỏ của chúng. Những kết cấu đúc tại hiện trường cần có những biện pháp kỹ thuật để đảm bảo độ chính xác cao.

Khả năng chịu lực của kết cấu bê tông cốt thép thường thay đổi khi kết cấu được đặt hoặc treo ở tư thế khác nhau. Vậy cần có biện pháp riêng để tránh gây ra những ứng suất quá lớn trong bê tông và trong cốt thép khi sắp đặt và cẩu lắp.

* Các quá trình lắp ghép kết cấu là :

Chuẩn bị kết cấu để lắp ghép

Treo buộc và vận chuyển kết cấu đến vị trí lắp.

Lắp cố định tạm và điều chỉnh kết cấu.

Cố định vĩnh viễn kết cấu.

Công tác chuẩn bị :

Chải sạch các điểm tựa của kết cấu, vạch sẵn các đường tim, cốt. Bê thẳng lại các đầu cốt thép chờ, kiểm tra vị trí các chi tiết chôn sẵn.

Sắp xếp các kết cấu nằm trong tầm hoạt động của cần trục lắp ghép, ở vị trí thuận tiện nhất cho việc treo buộc cẩu lắp.

Chuẩn bị đầy đủ thang, sàn công tác, giàn cố định, dây điều chỉnh...

Trên các kết cấu phải ghi thứ tự vị trí của từng loại để tránh nhầm lẫn khi cẩu lắp. Xác định vị trí treo buộc cho từng loại cấu kiện. Những cấu kiện nào không đủ khả năng chịu tải trọng bản thân khi cẩu lắp phải được gia cường trước.

Treo buộc và vận chuyển kết cấu :

Phải tính toán và phân bố các điểm treo buộc hợp lý để tránh gây ứng suất quá lớn khi cẩu trục.

Các thiết bị treo buộc phải đảm bảo và nên dùng các thiết bị có khoá bán tự động để dễ tháo lắp.

Nên treo buộc các cấu kiện gần tư thế làm việc của nó ở vị trí thiết kế nhất.

Lắp cố định tạm và điều chỉnh kết cấu :

Có hai cách điều chỉnh kết cấu

Lắp đặt và điều chỉnh kết cấu vào đúng vị trí thiết kế bằng cần trục

Điều chỉnh kết cấu bằng những thiết bị đặc biệt sau khi đã lắp đặt các kết cấu vào đúng vị trí thiết kế thì tiến hành cố định tạm.

áp dụng cách thứ nhất có thời gian sử dụng cần trục nhiều hơn nhưng tốn ít công lao động thủ công.

áp dụng cách thứ hai sẽ mau giải phóng cần trục hơn nhưng tốn nhiều công lao động thủ công, những thiết bị dùng để điều chỉnh thường cồng kềnh và nặng.

Trong quá trình cố định tạm kết cấu phải chú ý neo buộc chắc chắn để tránh hiện tượng chuyển vị của kết cấu dẫn đến làm mất an toàn và làm hư hại cho các mối nối.

Cố định vĩnh viễn kết cấu.

Nên tiến hành sớm sau khi đã điều chỉnh vào đúng vị trí thiết kế. Chỉ cho phép lắp các kết cấu tầng trên khi đã cố định vĩnh viễn kết cấu của tầng dưới.

* Lắp ghép cột, dầm, sàn :

Lắp cột :

Công tác chuẩn bị:

- Kiểm tra kích thước hình học của cột.
- Lấy dấu tim cột theo 2 phương và trọng tâm của cột.
- Các thiết kế cần thiết như dây, kẹp ma sát, khoá bán tự động (tùy theo hình dáng, kích thước của cột)

- Bố trí cột trên mặt bằng tùy thuộc mặt bằng công trình tính năng kỹ thuật của loại cần trục sử dụng và phương pháp lắp dựng cột.

Treo buộc cầu kiện phải tuân theo các yêu cầu sau:

- Phải phân bố các điểm treo buộc kết cấu sao cho không gây ra những ứng suất quá lớn khi cầu trục và không làm đứt dây cầu, quai cầu. Khi cần thiết thì dùng thêm đòn treo.

- Các dụng cụ treo buộc kết cấu phải đảm bảo không bị tuột bất ngờ. Nếu dùng các dây cầu có khoá bán tự động để có thể tháo dỡ chúng khỏi kết cấu từ dưới đất hoặc từ sàn công tác thì người công nhân không phải trèo lên các kết cấu mới lắp.

- Nên treo buộc kết cấu ở tư thế gần giống với tư thế ở vị trí thiết kế nhất.

- Khi cầu những cấu kiện có trọng lượng gần bằng sức trục tới hạn ở một độ với nào đó của cần trục thì phải nâng thử cấu kiện lên cao 20 - 30cm, để kiểm tra độ ổn định của cần trục, độ bền của bộ phận hãm và của dụng cụ treo buộc.

- Giữ cấu kiện treo khỏi quay đưa bằng một hoặc hai dây thừng buộc sẵn ở đầu cấu kiện. Dùng đòn bẩy dẫn kết cấu dần vào vị trí thiết kế của nó, không cho va chạm mạnh vào các bộ phận kết cấu khác.

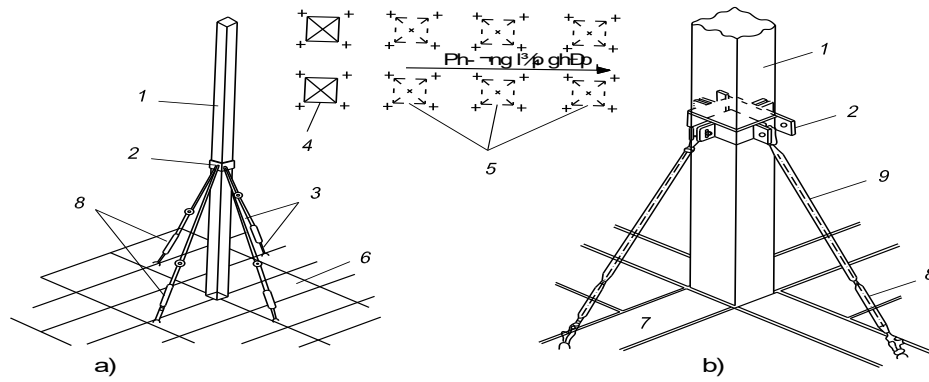
Điều chỉnh và cố định cột:

- Khi lắp các cột tầng trên ta cố định tạm thời chúng vào vị trí các khung dẫn, tầng đỡ hay bằng các dây giằng. Các dụng cụ cố định tạm này gắn vào cột bằng một đai trước khi cầu cột và liên kết vào các móc cầu hoặc chi tiết chôn sẵn trên sàn panel hoặc sàn đỡ tại chỗ hoặc các móc cầu của dầm đã lắp trên sàn tầng.

- Để giải phóng cần trục nhanh chóng người ta dùng loại khung dẫn để lắp ghép cột các nhà cao tầng.

- Sau khi hàn nối cốt thép tầng trên với tầng dưới và đổ bê tông mỗi nối đạt 50% cường độ kết cấu hoặc đã bơm sika đầy đủ các chi tiết thì có thể tháo khung dẫn ra để lắp các cột khác.

Cố định tạm thời các đoạn, cột tầng trên vào vị trí



. Hình 1.1: a) Dùng dây giằng; b) Dùng thanh giằng

1- Cột; 2- Đai; 3- Các dây giằng; 4,5- Vị trí cột trên mặt bằng
6- Panen sàn; 7- Dầm; 8- Tầng đỡ; 9- Thanh chống xiên

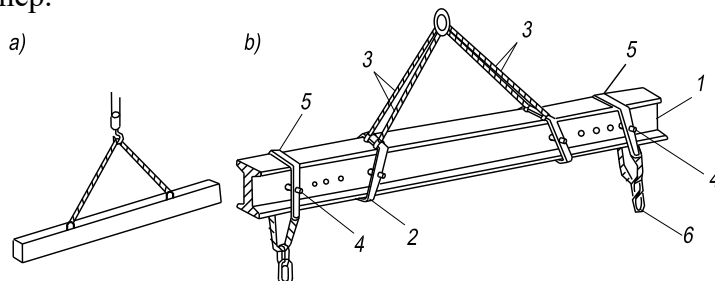


Hình 1.2: Chống đỡ cột tại công trình Syrena Hồ Tây

Lắp dầm:

Công tác chuẩn bị:

- Vạch đường tim ở các chỗ tựa của dầm với mái, với cột.
- Trang bị các dụng cụ điều chỉnh, các thiết bị cố định tạm của kết cấu ở trên cao (thanh giằng có tầng đỡ điều chỉnh, khung dẫn...) và sàn công tác.
- Các bu lông để liên kết với cột, các thiết bị an toàn, gia cố, hệ thống dây để giữ ổn định khi lắp ghép.



Hình 1.3: Treo buộc dầm bê tông cốt thép

Treo buộc dầm loại nhỏ; b) Đòn treo dùng để treo buộc dầm BTCT dài và nặng.

- Các thiết bị cần lắp:

+ Các dầm loại nhỏ tới 6m treo bằng các dây cầu móc vào các quai cầu.

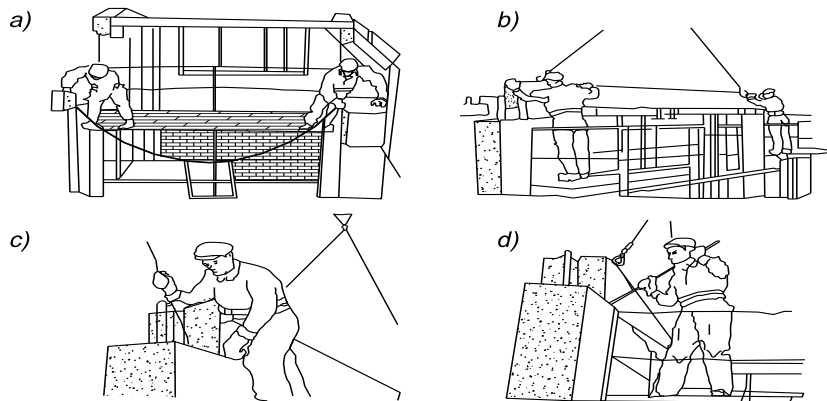
+ Các dầm lớn và nặng, dài tới 12m dùng các đầu treo

Cách lắp:

Treo buộc những tấm dầm loại nhỏ dài tới 6,0 m bằng các dây cầu móc vào các quai cầu. Nếu dầm lớn và nặng, dài tới 12m, phải dùng thêm đòn treo. Nói chung, treo buộc dầm bê tông cốt thép có nhiều cách, tùy theo điều kiện cụ thể, song trong mọi trường hợp đều phải đảm bảo các nguyên tắc: tháo lắp dễ dàng, nhẹ, an toàn cho công nhân làm việc, năng suất cao và giá thành rẻ.

Để tháo dỡ các dụng cụ treo buộc có khoá bán tự động, dây cầu kẹp trên treo dầm cầu chạy qua khoá, một vòng quai đầu dây trùng vào móc cầu trục còn vòng quai kia đi vào khoá, ở đó có chốt ngang giữ đầu dây lại.

Các giai đoạn lắp dầm đỡ panen sàn một nhà cao tầng được trình bày trên hình vẽ sau.



Hình 1.4: Các giai đoạn lắp đỡ dầm sàn

a) Kiểm tra cao trình mặt tựa của dầm; b) Dỡ dầm đưa vào vị trí

c) Chỉnh dịch dầm theo hướng dọc; d) Chỉnh dịch dầm theo hướng ngang

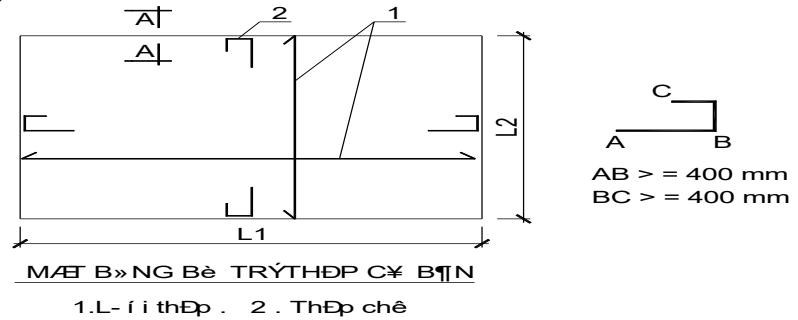
Trước tiên, kiểm tra cao trình mặt tựa của dầm bằng ống thủy bình, rồi cẩu dầm lên đặt vào gối tựa, công nhân đứng trên giá đỡ điều chỉnh dầm vào đúng vị trí. Nếu dầm nằm chưa đúng hẳn vị trí thiết kế thì dùng đòn bẩy để chỉnh dịch lại, sau đó mới tháo dây cầu khỏi dầm.

Nói chung các dầm sàn thường có độ ổn định tương đối lớn, không cần phải cố định tạm sau khi đặt vào vị trí.

- + Có chiều dày mỏng $h_b = 60-140 \text{ mm}$
- + Trọng lượng nhẹ
- + Có thể vượt được khẩu độ lớn do đã được ứng lực trước.
- + Các tấm thường có kích thước khác nhau tùy theo diện tích của công trình cũng như yêu cầu về kiến trúc không gian trong công trình.

Cấu tạo panel sàn gồm:

Lưới thép :

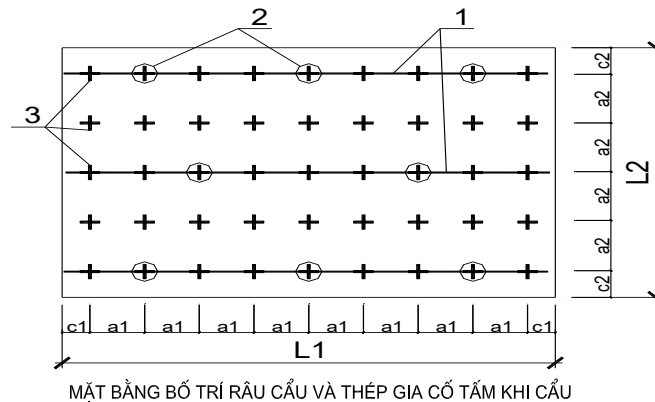


Hình 1.6: MẶT BÊN NG BỀ TRỖ THỘP CỖ BỊN
1. L- í i thép . 2 . Thếp chề

Lưới thép được đặt trong tấm có cấu tạo như một lưới thép của bản sàn và được xác định theo tính toán.

Thép chờ :

Là thép cấu tạo thông thường bố trí theo chu vi của tấm panel sàn để neo lưới cốt thép trên vào phần sàn đổ sau, thép chờ thường sử dụng loại thép thuộc nhóm thép AI hoặc AII, có cường độ chịu kéo $R_a = 2100 \text{ kg/cm}^2$ hoặc $R_a = 2800 \text{ kg/cm}^2$, đường kính cốt thép thường là $d = 8 - 10 \text{ mm}$, chiều dài cốt thép neo vào tấm và phần bê tông sàn đổ sau $l_{neo} \geq 40 \text{ cm}$ (có thể lấy $l_{neo} \geq 40d$ với d là đường kính của cốt thép làm neo), khoảng cách của thép neo lấy theo bước của lưới thép tương ứng.



Hình 1.7:

MẶT BẰNG BỐ TRÍ RÂU CẦU VÀ THÉP GIA CỐ TẤM KHI CẦU
1. Thép gia cố khi cầu . 2. Vết ruy, c mắ c cầu
3. Ruy chét . $c_1 \leq a_1/2$; $c_2 \leq a_2/2$

Râu thép

Có thể coi các râu thép là các móc cầu, khi tấm panel được lắp ghép vào vị trí như tấm panel thường thì ta bắt đầu tiến hành đan thép của lớp thép trên như sàn toàn khối.

Khi đó các râu thép này còn có một tác dụng khác nữa là cốt thép để xác định khoảng cách giữa hai lớp thép trên và dưới của bản sàn.

Sau khi đã đổ xong lớp bê tông phía trên sàn làm việc ở trạng thái sử dụng thì các râu thép lại có tác dụng như các chốt thép để tham gia chống lại lực trượt phát sinh tại mặt tiếp xúc giữa tấm panel sàn và phần bê tông đổ sau này.

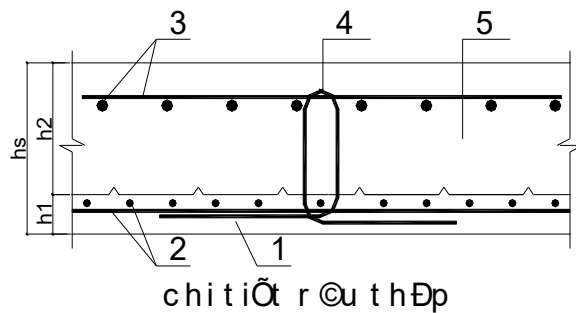
Thông thường lớp thép râu này được làm bằng thép AI đường kính $d \geq 10\text{mm}$ và được bố trí rải đều trên bề mặt tấm panel sàn đúc sẵn. Khoảng cách của các râu thép phải dựa vào tính toán và không nên nhỏ hơn 500mm.

Thép râu có hình dáng cấu tạo giống với móc cầu được đặt trong các cấu kiện bê tông lắp ghép đúc sẵn.

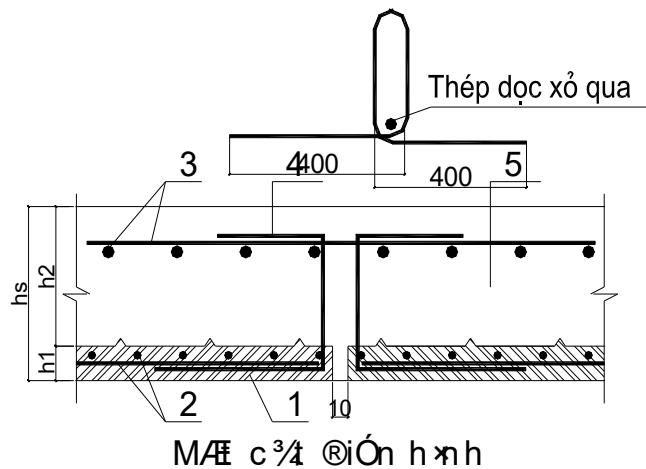
Thép gia cố giữa các móc cầu.

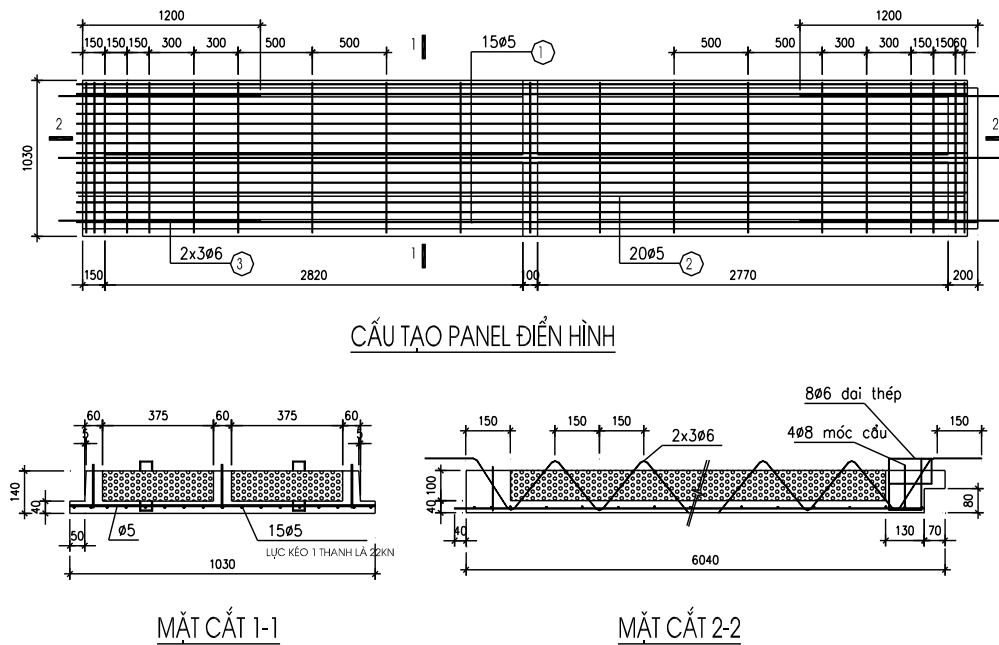
Do tấm panel sàn có chiều dày nhỏ mà kích thước chiều dài chiều rộng lớn nên trọng lượng tấm khá nặng, đồng thời lưới thép trong tấm có thể không đủ khả năng chịu lực. Khi lắp tấm có thể sinh ra gãy nứt, do đó cần phải gia cường thêm các thanh thép (trên hình vẽ ký hiệu số 4) gia cố nối giữa các điểm móc cầu.

Lớp thép này được bổ xung thêm vào lưới thép của tấm và được xác định theo tính toán của tấm panel sàn khi lắp. Thông thường thép dùng cho loại này là thép AII có $R_a = 2800\text{kg/cm}^2$ và thường đường kính $d \geq 12\text{mm}$.



- 1.Tấm côpha BT . 2 . Lưới thép của Tấm
3.Lưới thép sàn . 4. Râu thép. 5.Phần BT đổ sau





Hình 1.8: Cấu tạo Palen sàn đúc sẵn

Tất cả các loại thép trên có thể có cùng trong một tấm panel nếu như khi vị trí đặt tấm và tính toán trong các trường hợp khác nhau cần phải có.

Tuy nhiên, để tấm sàn panel có thể vượt được khẩu độ lớn thì ngoài một số loại thép như trên người ta còn đặt sẵn trong các tấm sàn này những thanh thép ứng lực trước.

Cốt thép dự ứng lực có đường kính 5mm, dùng thép cường độ cao T5 có $R_a = 18600 \text{ kg/cm}^2$

Bê tông dùng cho loại panel này là bê tông thương phẩm có mác 450

Dưới đây trình bày kích thước và cấu tạo một số tấm panel đã được sử dụng trong công trình nhà CT24 Trung hoà nhân chính Hà nội .

-Biện pháp lắp dựng :

Sau khi tấm panel được tính toán và chế tạo theo đúng các yêu cầu thì sẽ được đưa vào sử dụng khi đó sẽ sử dụng cần trục để cầu lắp các tấm panel sàn này trình tự các bước như sau :

Tương tự như các panel thông thường ta cũng tiến hành lắp dựng các cột chống đỡ tấm panel bê tông có thể bằng gỗ, bằng thép hoặc bằng khung dàn giáo. Sau đó

tiếp tục lắp các xà gồ đỡ nằm trên các đầu cột chống, xà gồ đỡ panel sàn bằng gỗ hoặc bằng thép.

Lắp các xà gồ đỡ tấm song song theo một phương trong một ô bản sàn với khoảng cách giữa các xà gồ thông thường là 500 – 600 mm.

Sau khi đã lắp dựng xong cột chống xà gồ đỡ tấm sàn panel ta căn chỉnh, kiểm tra cao độ của hệ xà gồ đỡ sao cho đúng cao độ thiết kế và bắt đầu tiến hành cầu lắp tấm bê tông panel vào vị trí đã được thiết kế trước. Tốt nhất các tấm cần được đánh số và đánh dấu vị trí lắp dựng tránh hiện tượng nhầm lẫn.

Chính vì vậy khi thiết kế tính toán cho các tấm bê tông cố gắng quy chuẩn hóa càng ít loại tấm panel càng tốt. Khi đó các tấm có thể lắp lẫn nhau được. Trong khi cầu lắp các tấm cần phải được nằm ngang các dây cầu cần phải căng đều không được lệch nhau. Sau khi lắp xong các tấm cho một khu sàn cần kiểm tra lại cao độ các tấm một lần nữa vì nhiều khi xà gồ đỡ tấm không hoàn toàn thẳng theo đúng thiết kế có thể cong vênh khi tấm bắt đầu chịu tải trọng có thể sinh ra hiện tượng nứt gãy.

Chúng ta cần vệ sinh rửa bề mặt tấm panel vì trong quá trình cầu lắp tấm công nhân đi lại trên sàn hoặc những phần ghép thêm panel cho phần tiếp giáp của tấm với các phần khác có thể bằng gỗ sẽ làm bẩn bề mặt panel làm cho khả năng bám dính của hai phần bê tông sẽ không tốt.

Tiếp theo tiến hành rải các lớp thép cấu tạo theo thiết kế của các phần nổi và của sàn. Cần phải chú ý việc rải các lớp thép này vì tùy thuộc vào mỗi nổi của tấm của các phần còn lại mà các lớp thép có thể là cấu tạo hoặc là theo tính toán thiết kế, sau đó tiến hành đổ bê tông.

Sau khi bê tông đã đủ thời gian quy định sẽ tiến hành tháo dỡ cột chống và xà gồ của sàn đồng thời tháo dỡ panel của phần dầm hoặc phần nổi giữa các tấm hoặc các tấm với phần khác. Lúc này các tấm đã được gắn với nhau thông qua phần bê tông đổ sau như một khối thống nhất.

Trong trường hợp cột, dầm, vách đổ tại chỗ thì sau bước 2 ta bổ xung thêm một công việc nữa là:

Lắp các tấm panel thành dầm, hoặc cho phần đỡ bù giữa tấm này và tấm kia hoặc giữa các tấm với phần dầm hoặc giữa các tấm với vách cứng. Việc ghép panel này tiến hành làm theo đúng các phương pháp truyền thống mà lâu nay chúng ta vẫn sử dụng.

Đối với những phần bù thêm này khi ghép panel (có thể bằng gỗ hoặc bằng thép có chiều dày nhỏ hơn tấm panel sàn). Cần chú ý cao độ của các tấm panel này sao cho khi dỡ panel phần bê tông đổ thêm này liền khối với phần bê tông của tấm. Vì phần bê tông của tấm có thể được sử dụng làm trần luôn không cần trát mà chỉ cần bả lại và sơn hoàn thiện luôn.



Hình 1.9: Thi công hệ chống đỡ panel sàn lắp ghép



Hình 1.10: Lắp ghép panel sàn tại cụng trình Vimeco



Hình 1.11: Mặt bằng thép sàn đổ bù



Hình 1.12: Thi công trượt lõi cứng kết hợp lắp ghép các tấm cột, dầm và sàn

1.3. Các sự cố gây mất an toàn trong công trình liên hợp bê tông cốt thép

Trong quá trình thi công các cấu kiện lắp ghép vấn đề an toàn trong quá trình cầu lắp và cố định tạm là cần phải quan tâm. Do nếu một khâu nào đó trong các quá trình trên làm không đúng yêu cầu về mặt kỹ thuật thì sẽ dẫn đến nứt gãy thậm chí phá hoại kết cấu công trình.

Đối với dầm, sàn: Đây là các cấu kiện chiếm số lượng rất lớn trong tổng số các cấu kiện lắp ghép trên công trường đồng thời cũng là nơi gây ra nhiều mất an toàn nhất khi thi công lắp ghép. Trong giai đoạn cố định tạm cần hết sức chú ý, trước khi đưa các cấu kiện vào vị trí ta phải thi công các hệ chống đỡ các cấu kiện để đảm bảo ổn định cho kết cấu khi liên kết. Việc mất an toàn cho kết cấu ở đây diễn ra khi hệ chống làm thay đổi sơ đồ làm việc thực tế của cấu kiện đồng thời với tải trọng thi công lớn sẽ dẫn đến xuất hiện các vết nứt thậm chí phá hoại kết cấu. Hình ảnh dưới đây thể hiện sự chống đỡ sai sơ đồ làm việc của kết cấu.



Hình 1.13: Thi công hệ giáo chống cho dầm và sàn tại công trường

1.4. Kết luận

- Lắp ghép các kết cấu xây dựng là cơ giới hoá đồng bộ các quá trình lắp ghép các nhà và công trình bằng các bộ phận kết cấu cơ bản đã được chế tạo sẵn.

- Trước khi bắt đầu lắp ghép phải thực hiện toàn bộ các công việc của phần nhà dưới mặt đất và phải vận chuyển các cấu kiện lắp ghép về mặt bằng công trình kịp thời.

- Khi lắp ghép cần đảm bảo độ ổn định của các kết cấu hoặc bộ phận vừa lắp xong. Trình tự lắp ghép cần phải thể hiện trước được khả năng chuyển giao từng phần đúng thời hạn để lắp đặt thiết bị hoặc đưa vào sử dụng công trình theo từng giai đoạn.

- Những vấn đề về an toàn trong quá trình thi công nhà liên hợp bê tông cốt thép phải được hết sức quan tâm do các kết cấu như cột, dầm, sàn và cầu thang đều có trọng lượng lớn từ vài tấn đến vài chục tấn. Vì vậy trong quá trình thi công như việc vận chuyển và cầu lắp cần hết sức chú ý tới việc đảm bảo an toàn từ việc đặt các móc thép chờ đến việc lựa chọn dây cẩu hay đòn treo đều cần phải được tính toán một cách kỹ lưỡng. Bên cạnh đó việc cố định tạm kết cấu cũng phải được chú ý. Vì các kết cấu lắp ghép này thường dùng các mối nối ướt nên chuyển vị của các cấu kiện trong quá trình lắp ghép đều làm ảnh hưởng đến chất lượng của các mối nối, đồng thời các kết cấu này phải chịu thêm tải trọng động do người đi lại, do bơm bê tông... những tải trọng này thậm chí còn lớn hơn tải trọng tính toán trong quá trình thiết kế, đồng thời các cấu kiện như dầm, sàn khi chế tạo xong tại các nhà máy sản xuất bê tông lại chưa hoàn thiện về mặt kết cấu chịu lực nên trong quá trình thi công khi phải chịu tải trọng lớn sẽ dễ gây ra phá hoại cho kết cấu. Chính vì vậy trước khi lắp ghép các cấu kiện vào vị trí thì nhất thiết phải thi công hệ đỡ cho cột, dầm và sàn. Việc tính toán cho các hệ đỡ này phải dựa theo sơ đồ làm việc thực của từng loại kết cấu.

2. Thi công theo phương pháp đổ bê tông tại chỗ

2.1. Lựa chọn giải pháp ván khuôn thi công công trình

2.1.1. Phân loại cốp pha theo phương pháp sử dụng

a) Cốp pha cố định

Cốp pha cố định là cốp pha được gia công theo từng bộ phận của một kết cấu công trình cụ thể nào đó. Sau khi tháo ra thì không thể dùng cho các kết cấu khác, hoặc gia công lại mới dùng được cho kết cấu khác. Nhược điểm của loại cốp pha này tốn vật liệu chế tạo, tốn công gia công lại. Loại cốp pha này chủ yếu được làm bằng gỗ.

b) Cốp pha định hình

Cốp pha được tạo thành từ các tấm đã gia công trước theo một số kích thước điển hình, ở công trình chỉ tiến hành lắp ráp, khi tháo dỡ giữ lại được nguyên hình, loại này cho phép sử dụng được nhiều lần, tháo lắp dễ dàng. Vì vậy, nó được gọi là cốp pha tháo lắp hay cốp pha luân lưu.

c) Cốp pha di chuyển

Hệ thống cốp pha này nhờ những cơ cấu cấu tạo của nó, có thể di chuyển được toàn bộ theo phương ngang và theo phương đứng.

Cốp pha di chuyển theo phương đứng

Được cấu tạo từ những tấm có chiều cao khoảng 1m đến 1,5m, nó được lắp vào toàn bộ chu vi công trình (xi lô, lõi, vách ...) khi di chuyển cốp pha được nâng lên liên tục hay theo chu kỳ, cho đến khi thi công xong hết chiều cao công trình.

Cốp pha di chuyển theo phương đứng lại có thể chia ra làm một số loại như sau:

- *Cốp pha trượt*: Toàn bộ cốp pha di chuyển lên cao, liên tục, đồng đều trong quá trình đổ bê tông.

Cốp pha trượt dùng để đổ bê tông các công trình có chiều cao trên 15m, có tiết diện không đổi hoặc thay đổi, như xi lô, đài nước, nhà ở nhiều tầng.v.v...

- *Cốp pha leo*: Toàn bộ cốp pha, 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 cốp pha trong phạm vi ghép).

Cốp pha leo thường dùng vào công trình có khối lớn, như đập nước, tường chắn, xi-lô...

- *Cốp pha treo*: Toàn bộ cốp pha được treo trên tháp nâng đặt ở trung tâm và được nâng lên bằng thiết bị nâng, theo từng chu kỳ, tùy thuộc vào thời gian đông kết của bê tông (đủ cường độ, cho phép tháo cốp pha để đưa lên đợt trên).

Cốp pha treo dùng vào các công trình có chiều cao lớn, tiết diện không đổi và thay đổi như: ống khói, xi lô, tháp làm lạnh.v.v...

Cốp pha di chuyển theo phương ngang

Được cấu tạo bởi những tấm khuôn, liên kết vào những khung đỡ. Khung đỡ lắp trên hệ thống bánh xe, chạy trên đường ray theo chiều dài công trình. Như vậy cho phép đổ bê tông theo từng phân đoạn một.

Loại này dùng để thi công các công trình bê tông cốt thép như mái nhà công nghiệp, cuốn đơn giản, các công trình có chiều dài lớn, tiết diện không thay đổi như tunnel, kênh dẫn nước.v.v...

d) Cốp pha đặc biệt

Cốp pha đặc biệt bao gồm: cốp pha rút nước trong bê tông, cốp pha tự mang tải, cốp pha luân lưu, cốp pha cho bê tông đúc sẵn.v.v...

e) Cốp pha tấm lớn

* Đặc điểm công nghệ của cốp pha tấm lớn

- Cốp pha tấm lớn là loại cốp pha 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 dễ dàng.

- Trọng lượng của loại cốp pha này khá lớn vì nó thường có diện tích bằng diện tích bề mặt cấu kiện, nên phải có thiết bị cầu lắp và vận chuyển.

- Cốp pha có yêu cầu cao về độ chính xác của kích thước hình học.

- Cốp pha được sản xuất từ một số loại vật liệu như: gỗ dán chịu nước, tấm gỗ ép công nghiệp, hỗn hợp thép gỗ, thép, hợp kim.v.v... Do vậy có giá thành cao.

- * Những ưu điểm chính trong sử dụng cốp pha tấm lớn.

- Chất lượng bê tông tốt hơn.

- Cốp pha có thời gian sử dụng rất cao.

- Nâng cao mức độ cơ giới hoá trong thi công.

- Rút ngắn thời gian tháo lắp nên đẩy nhanh tiến độ thi công.

- * Những hạn chế trong việc sử dụng cốp pha tấm lớn.

- Do yêu cầu cao về độ chính xác, độ phẳng, độ vững chắc.v.v... Do vậy cốp pha tấm lớn đòi hỏi trình độ thiết kế và chế tạo cao.

- Cốp pha tấm lớn có trọng lượng lớn nên phải có thiết bị thi công phù hợp phục vụ công tác lắp dựng, tháo dỡ và di chuyển trên công trường và ngoài công trường.

- Đối với công trình có hình dáng phức tạp thì chế tạo cốp pha tấm lớn sẽ rất khó khăn và tốn kém, giá thành sản phẩm sẽ rất cao. Vì thế cần phải tiêu chuẩn và mô đun hoá rất cao trong thiết kế nhà nhiều tầng.

- Sử dụng cốp pha tấm lớn cho những công trình đơn lẻ thì hiệu quả kinh tế thấp.

2.1.2. Cột chống, đà đỡ

Cột chống, đà đỡ có chức năng chống đỡ cốp pha, nó chịu tải trọng của cốp pha, bê tông cốt thép, các tải trọng thi công từ khi đổ bê tông đến khi bê tông đạt cường độ. Cột chống, đà đỡ có thể được sản xuất từ gỗ và kim loại. Sau đây giới thiệu một số loại cột chống và đà đỡ.

a) Cột chống công cụ

Cột chống công cụ thường được sản xuất từ thép ống, nó có thể được chế tạo dạng cột chống đơn hay cột chống tổ hợp. Cũng như cốp pha kim loại và cốp pha nhựa, đầu tư ban đầu cho việc mua cột chống thép lớn nhưng do số lần luân chuyển lớn (vài trăm lần) do vậy khấu hao vào giá thành công trình thấp. Cột chống công cụ có một số ưu điểm sau:

- Các bộ phận nhẹ, phù hợp với khả năng chuyên chở trên công trường.

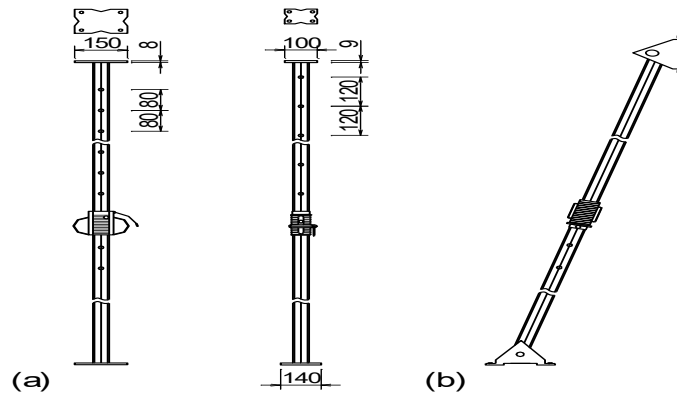
- Lắp dựng và tháo dỡ nhanh, đơn giản.

- Do được sản xuất trong nhà máy nên chính xác, dễ dàng bảo đảm các yêu cầu kỹ thuật.

- Có cấu tạo được nghiên cứu thích hợp với đặc điểm của thi công cốp pha. Tháo lắp được tiến hành theo trình tự hợp lý và dễ dàng do có cơ cấu điều chỉnh chiều cao, đảm bảo an toàn khi lắp dựng, khi đổ bê tông và khi tháo dỡ.

- Tiết kiệm vật liệu do tiết diện và kích thước đã được lựa chọn hợp lý, khả năng chịu lực lớn, có khả năng chống đỡ cho các kết cấu ở những độ cao khác nhau.
- Cho phép luân chuyển, sử dụng nhiều lần.

Hiện nay có rất nhiều loại cột chống công cụ, sau đây giới thiệu một số loại cột chống thông dụng



Hình 1.14 - Cột chống đơn

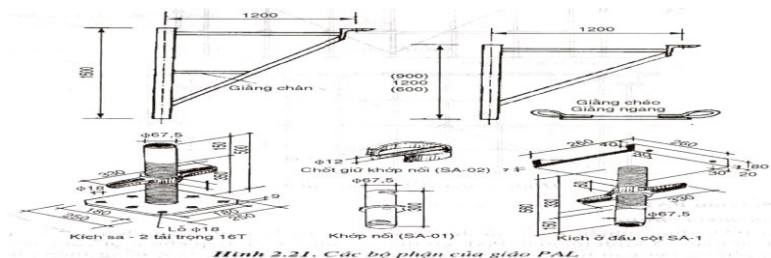
a. Loại thẳng b. Loại xiên

Cột chống đơn

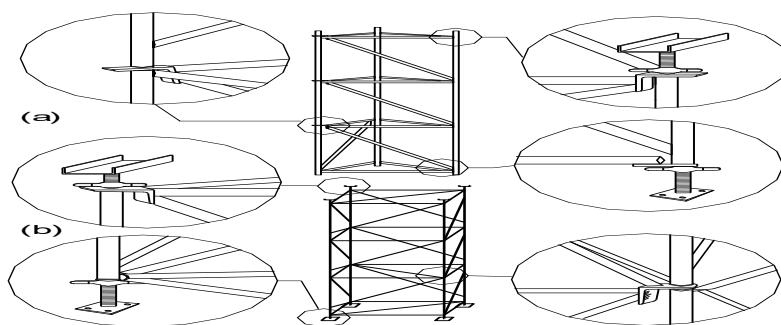
Cột chống đơn dùng trong xây dựng dân dụng thường được sản xuất từ ống thép $\phi 60$, gồm 2 đoạn trên và dưới, cơ cấu điều chỉnh chiều cao, bản đế trên và bản đế dưới. Cấu tạo cột chống đơn được cho trên hình 9.11

Cột chống tam giác tiêu chuẩn (Pal)

Cột chống tam giác tiêu chuẩn (còn gọi là giáo Pal) là loại cây chống vạn năng có khả năng chịu tải trọng lớn và chống đỡ được các kết cấu ở những độ cao lớn nhỏ khác nhau. Giáo Pal gồm các bộ phận: Kịch chân và kịch đầu, tấm đế, giằng ngang và chéo, khung tam giác tiêu chuẩn, khớp nối. Trên hình 9.12 giới thiệu cấu tạo các bộ phận của giáo Pal. Giáo Pal có thể được lắp theo tiết diện hình vuông hoặc tam giác đều (Hình 9.13).



Hình 2.21. Các bộ phận của giáo PAL

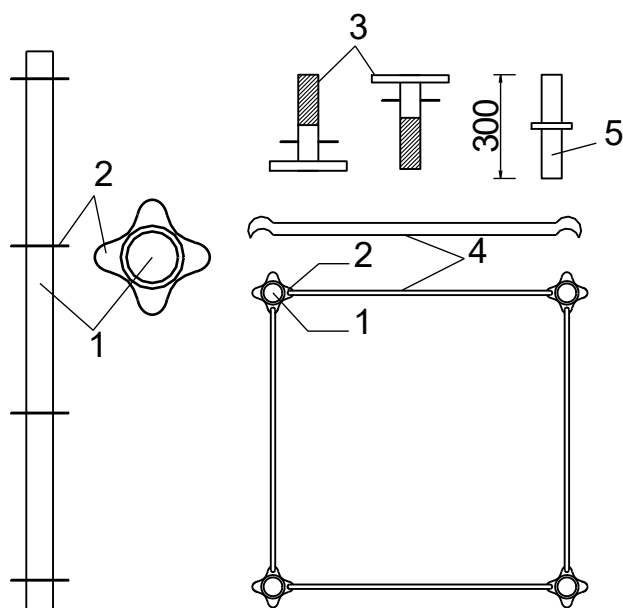


Hình 1.15 - Sơ đồ lắp dựng giáo Pal

a. Lắp sơ đồ tam giác

b. Lắp sơ đồ hình vuông

b)Cột chống tai liên kết



1 - ống cột
liên kết

2 - Tai

3 -Kích chân và đầu
giăng

4 -Thanh

5 -ống nối

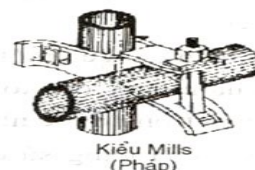
kết



Kiểu Entrepouse - Inncenti



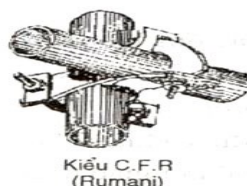
Kiểu Mannesmann
(CHLB Đức)



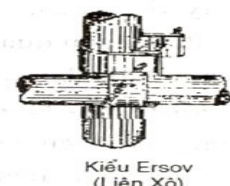
Kiểu Mills
(Pháp)



Kiểu Schmiedag
(CHLB Đức)



Kiểu C.F.R
(Rumani)



Kiểu Ersov
(Liên Xô)

Hình 2.23. Các kiểu khoá vuông

c) Đà đỡ

Đà đỡ là kết cấu trực tiếp đỡ cốp pha. Đà đỡ có thể bằng thép, gỗ.

Đà đỡ bằng gỗ

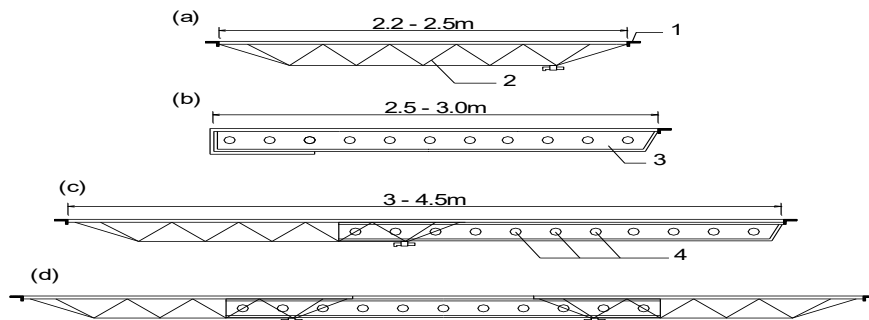
Đà đỡ gỗ có tiết diện 6 x 8cm, 5 x 10cm, 8 x 12cm, 10 x 10cm chiều dài từ 3 đến 5m.

Đà đỡ bằng thép hộp

Hiện nay, đà đỡ bằng thép hộp tiết diện chữ nhật, vuông, bằng hợp kim nhôm có tiết diện chữ I đang được dùng nhiều ở các công trình để thay thế dần cho đà gỗ.

d) Dầm rút

Dầm rút có ưu điểm cơ bản là có khả năng vượt được những khẩu độ lớn, nhỏ khác nhau; khả năng chịu lực cao và tiết kiệm cây chống, hình 9.16 trình bày cấu tạo của dầm rút.



Hình 1.17 - Hệ dầm co rút

a. Dầm ngoài

c. Dầm 2 đoạn

b. Dầm trong

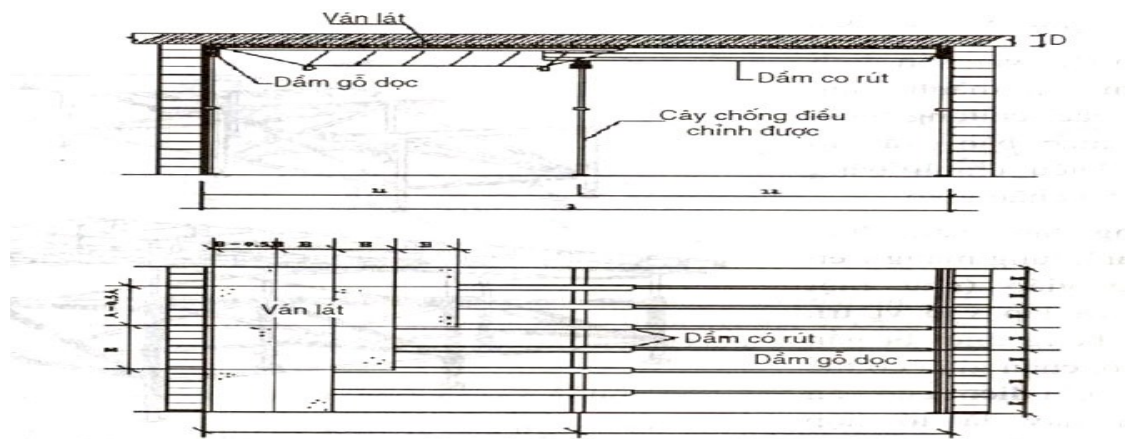
d. Dầm 3 đoạn

1 - Thép góc để liên kết

3 - Thép hình

2 - Dầm tam giác

4 - Lỗ tra chốt



Hình 1.107. Ván khuôn sàn với cây chống thép và dầm đỡ PECCO

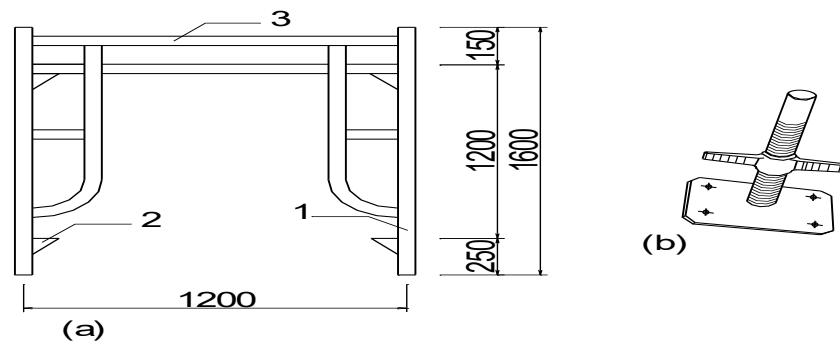
e) Giáo thao tác

Giáo thao tác có nhiều loại; loại đơn giản thường dùng là giáo tre, luồng, gỗ. Loại giáo này cấu tạo đơn giản nhưng không an toàn, nhất là thi công các loại nhà cao.

Ngày nay trong thi công người ta thường dùng giáo thao tác định hình bằng sắt (thép ống hoặc thép hình). Thép ống được dùng thông dụng nhất do ưu điểm là nhẹ, dễ liên kết, dễ bảo quản và an toàn.

Cấu tạo của giáo thao tác gồm những bộ phận chính là: Khung đứng, khung giằng và sàn thao tác.

Khung đứng được làm từ thép ống $\phi 32$ hoặc 40mm. Dưới cùng được lắp kích chân để điều chỉnh chiều cao (Hình 9.17a,b).



Hình 1.18a,b - Khung giáo và chân kích

a. Khung đứng giáo thép

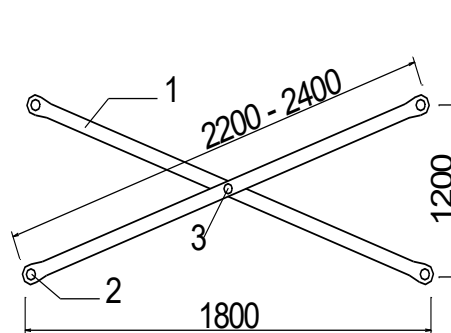
b. Kích chân điều chỉnh chiều cao

1 - Thanh đứng

2 - Tai liên kết thanh giằng

3 - Thanh ngang

Khung giằng thường làm bằng thép tròn, hoặc thép góc loại nhỏ. Giữa thanh người ta chốt liên kết khớp từng đôi. Chiều dài mỗi thanh khoảng 2200mm - 2400mm (Hình 9.17c).



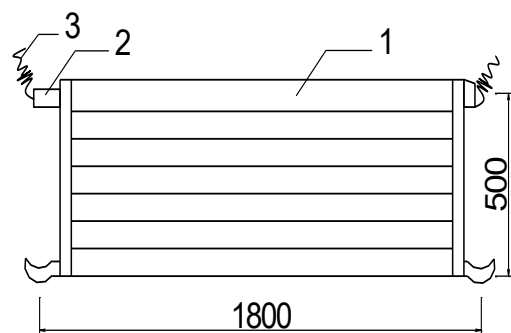
Hình 1.19c

Thanh giằng của giáo thép

1 - Thanh thép tròn (hoặc thép góc)

2 - Lỗ chốt (hoặc móc)

3 - Khớp quay



Hình 1.20d

Sàn thao tác của giáo thép

1 - Sàn

2 - Móc liên kết

3 - Dây hoặc kẹp liên

kết

Sàn thao tác để công nhân làm việc và xếp vật liệu, được lắp ở trên khung ngang. Để tiện vận chuyển lắp đặt, sàn thao tác làm bằng các mảng nhỏ kích thước 500x1800 mm. Như vậy trên khung ngang được đặt 2 tấm. Các tấm nhỏ này đều có móc để liên kết. Giữa hai tấm con phải có dây để giữ lại thành một mảng lớn (Hình 9.17d).

Trường hợp hệ giáo có nhiều tầng thì phải lắp hệ thống cầu thang để cho công nhân lên xuống.

2.1.3. Một số lưu ý khi sử dụng ván khuôn

a) Cốp pha và thanh chống kim loại

Cốp pha và cây chống cho nhà cao tầng thực hiện theo TCVN 4453-1995, Kết cấu bê tông cốt thép toàn khối - Tiêu chuẩn thi công và nghiệm thu.

Do tiến độ thi công cần nhanh và chờ đợi kỹ thuật cho bê tông đủ cứng nên cốp pha và cây chống nên làm theo "phương pháp hai tầng rưỡi".

Khi thi công theo phương pháp hai tầng rưỡi cần tuân theo những qui trình sau đây:

* Mật độ cột chống lại:

Chiều dày sàn (cm)	Kích thước một cạnh sàn		
	6,0 m	7,5 m	9,0 m
10	Không đảm bảo	---	---
15	2,4 m	Không đảm bảo	---
20	2,4 m	2,4 m	Không đảm bảo
25	---	2,4 m	2,4 m
30	---	2,4 m	2,4 m

Ghi chú:

* Các trường hợp " Không đảm bảo " do chiều dày sàn mỏng, thời gian thi công ngắn , không nên áp dụng phương pháp hai tầng rưỡi.

Nên áp dụng phương pháp hai tầng rưỡi khi chiều dày sàn lớn hơn 15 cm.

Thời gian thi công bê tông các tầng phải cách nhau trên 7 ngày để đảm bảo bê tông sàn đủ cứng thi công được bên trên mặc dù vẫn có cây chống.

* Các trường hợp --- không có ý nghĩa thực tiễn vì tương quan giữa chiều dày sàn và nhịp của sàn không hợp lý.

* Thời gian thi công bê tông hợp lý cho một tầng (ngày):

Chiều dày sàn (cm)	Kích thước của một cạnh sàn		
	6,0 m	7,5 m	9,0 m
10	>7	---	---

15	7	>7	---
20	7	7	>7
25	---	7	7
30	---	7	7

*** Các yêu cầu kỹ thuật:**

Cây chống ở tầng nằm trên tầng chống lại nên làm có mật độ cột chống là 1,20 x 1,20 mét.

Cây chống ở tầng trên tầng chống lại nên trùng theo phương thẳng đứng .

Nếu sử dụng cây chống lại là các trụ đơn có điều chỉnh được độ cao nhờ ren vít thì không nhất thiết phải làm giằng. Nếu dùng cây chống lại bằng cột chống phải nêm chân thì nên làm giằng theo cả hai phương vuông góc với nhau.

Việc giảm cột chống trong quá trình chống lại được thực hiện theo từng phân đoạn làm sao để những phân đoạn này đã được đổ bê tông xong tầng trên cùng để tránh hoạt tải do thi công gây ra. Vị trí chống lại trước hết nên là nơi có nội lực lớn nhất của cấu kiện.

Những lỗ chờ để ống kỹ thuật xuyên qua dầm, sàn, cột, tường bê tông phải được bố trí đầy đủ tránh sự đục đẽo sau này ảnh hưởng đến chất lượng kết cấu. Những lỗ này phải do thợ mộc đặt theo chỉ dẫn của thợ lắp đặt kỹ thuật.

Bề mặt cốp pha cần bôi lớp chống dính trước khi đặt cốt thép. Việc sử dụng loại chất chống dính phải thông qua kỹ sư đại diện chủ đầu tư.

Độ vòng thi công tại giữa kết cấu có đỡ hai đầu là 0,3% và với kết cấu có đầu tự do của nhịp thì độ vòng tại đầu nhịp là 0,5%.

Khi sử dụng cốp pha bay (flying forms) hay loại tương tự cần kiểm tra độ bền và độ ổn định để đảm bảo độ cứng và ổn định khi chịu các tải trọng tác động lên trong quá trình thi công. Cách di chuyển cốp pha bay và các dạng cốp pha kích thước lớn tới vị trí khác cần chú ý đảm bảo không bị biến dạng cũng như đảm bảo độ lắp ráp cho vị trí mới thuận lợi nhất. Phải hết sức chú ý và cần kiểm tra hình dạng, các mối liên kết , các kết cấu giằng, néo trước khi di chuyển và khi bắt đầu lắp đặt vào vị trí mới.

Cốp pha và cây chống đã hỏng không được sử dụng cho công trình mặc dầu đã sửa chữa.

Rỡ cốp pha và tháo cây chống chỉ được thực hiện khi đã đảm bảo cường độ theo yêu cầu của TCVN 4453-1995, Kết cấu bê tông cốt thép, tiêu chuẩn thi công và nghiệm thu.

b) Cốp pha sàn bằng bê tông cốt thép

Gần đây, một số Công ty xây dựng trong Tổng Công ty VINACONEX sử dụng giải pháp chế tạo tấm cốp pha cho sàn nhà bằng bê tông và dùng tấm cốppha này như là bộ phận của kết cấu sàn.

Nguyên lý cấu tạo và cách sử dụng như sau:

Tấm cốp pha bê tông sàn là một tấm bê tông có chiều dày 5 ~ 7 cm dùng bê tông cốt liệu nhỏ, mác không thấp hơn mác bê tông sàn.

Thép đặt trong tấm là thép lớp dưới của sàn bê tông chịu lực. Bố trí thêm thép chờ để neo phần thép đã đặt trong lưới này với phần bê tông đổ thêm sau khi đặt cốp pha và cốt thép đủ cho sàn chịu lực.

Cần bố trí thêm thép râu dùng làm móc cầu khi cầu tấm cốp pha này lên vị trí trên sàn. Ngoài ra bố trí thêm một số thanh gia cố giữa các móc cầu.

Kích thước mặt bằng tấm cốp pha bê tông cốt thép này đúng bằng ô sàn mà tấm này làm cốp pha.

Sau khi cầu lắp đến vị trí, bố trí cây chống phía dưới đủ chịu tải và đặt tiếp cốt thép các lớp nằm trên chiều dày tấm cốp pha của sàn.

Đổ bê tông lấp đầy kết cấu sàn.

Sử dụng bê tông làm cốp pha đáy sàn tiết kiệm cốp pha và mau rỡ được cây chống nên mang lại hiệu quả kinh tế thi công.

2.1.4. Cấu tạo ván khuôn một số loại kết cấu

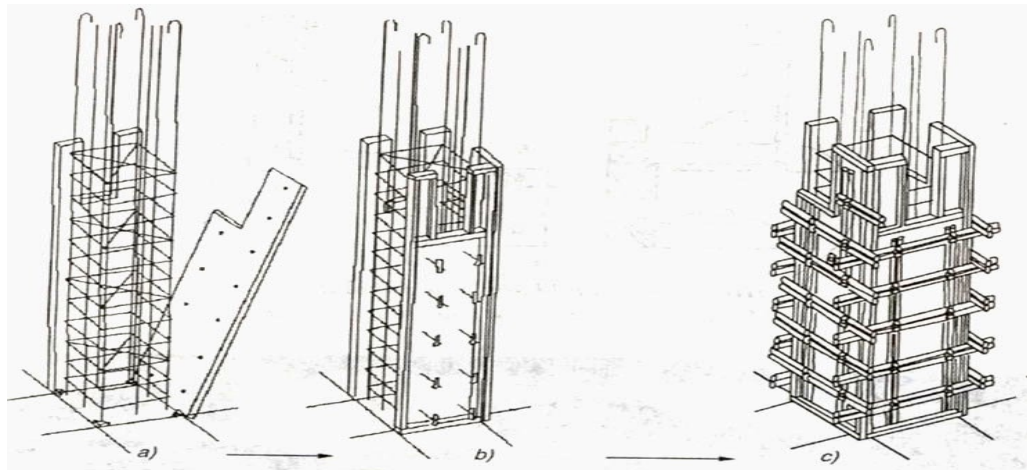
VÁN KHUÔN CỘT

Cốp pha cột có thể được sản xuất từ gỗ xẻ, gỗ dán, gỗ ván ép, thép hoặc nhựa.v.v...

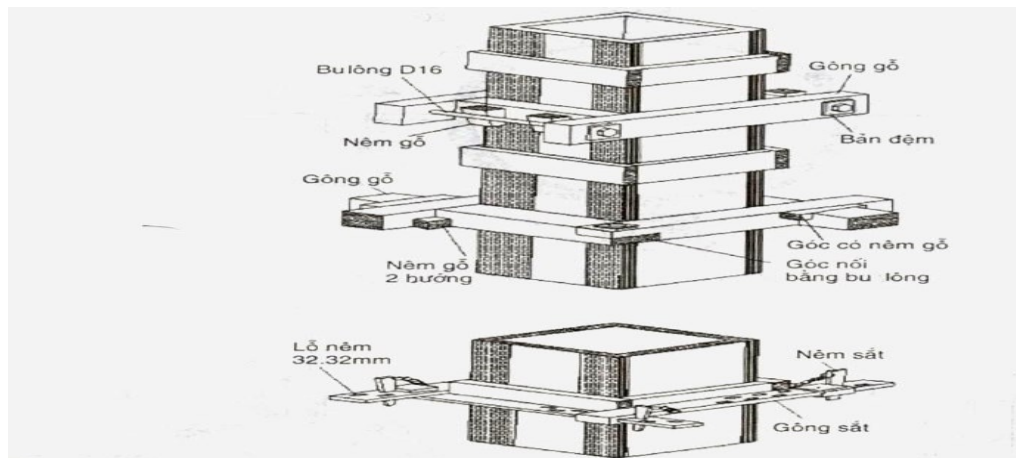
Cốp pha cột từ gỗ xẻ gồm: Tấm khuôn (trong và ngoài), nẹp, gông.

Cốp pha cột từ các tấm khuôn thép gồm: Tấm cốp pha thép, sắt góc liên kết, gông (Hình 10.16).

Cốp pha gỗ dán gồm: Tấm khuôn gỗ dán, sườn, gông

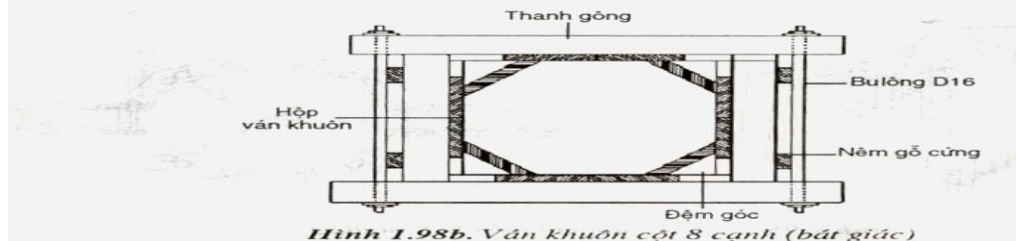


Hình 1.21: Trình tự lắp dựng ván khuôn cột

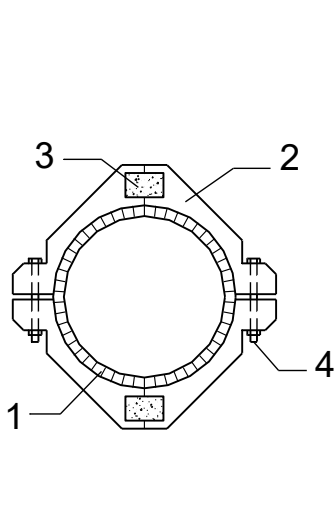


Hình 1.98a. Ván khuôn cột vuông bằng gỗ

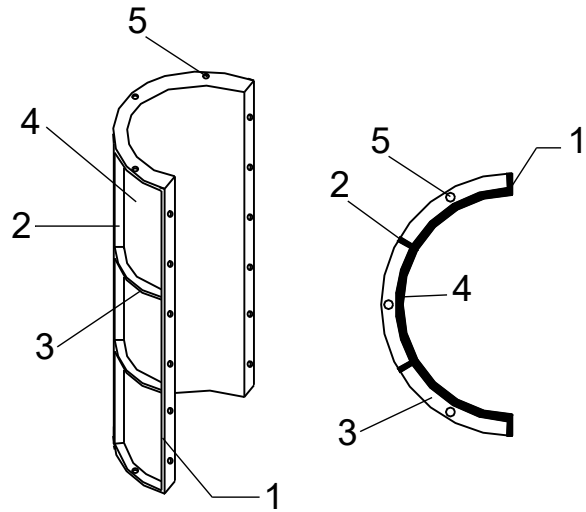
Ví dụ 2: Gông và mặt cắt ván khuôn cột tròn, đa giác và cột lõm



Hình 1.98b. Ván khuôn cột 8 cạnh (bát giác)



Hình 1.22 - Cốp pha cột tròn bằng gỗ



Hình 1.23 - Cốp pha cột tròn bằng thép

thép

- 1 - Ván 3 - Bàn nối
2 - Gông 4 - Bu lông liên kết

- 1 - Thép dẹt 4 - Thép tấm
2 - Sườn dọc 3 - Sườn ngang

5 - Lỗ để bắt bu lông

Cốp pha cột tròn được sản xuất từ gỗ khi cột nhỏ, số lượng cột ít, cấu tạo gồm hai nửa, chúng được lắp tại công trường .

Cốp pha cột tròn được sản xuất từ thép tấm và sắt góc dùng cho các công trình có số cột nhiều và đường kính cột lớn .

Khi cột có chiều cao lớn hơn 2.5m cần để cửa đổ bê tông, chân cột để cửa nhỏ để vệ sinh trước khi đổ bê tông.

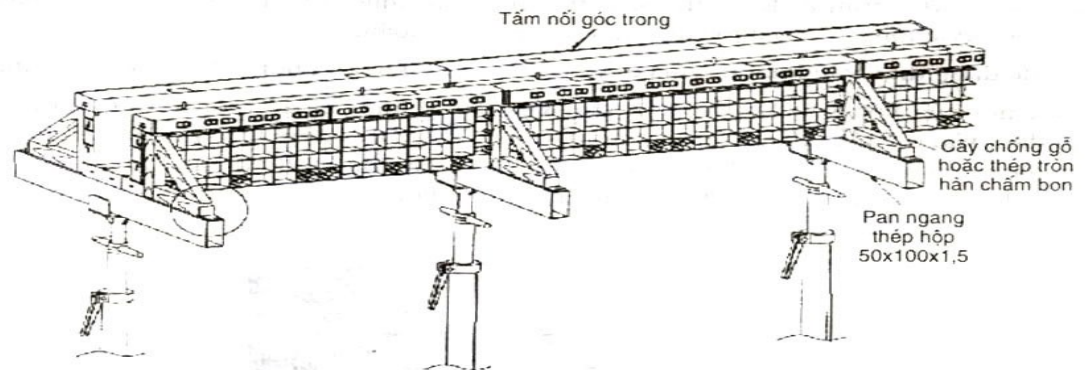
B. CỐP PHA DÀM, SÀN

Cốp pha dầm, sàn có thể được ghép từ các tấm khuôn thép định hình, ván gỗ (gỗ xẻ, gỗ dán) hay tấm khuôn nhựa. Hệ chống đỡ cho cốp pha dầm, sàn có thể là chống gỗ, cột chống thép đơn hay cột chống tổ hợp.

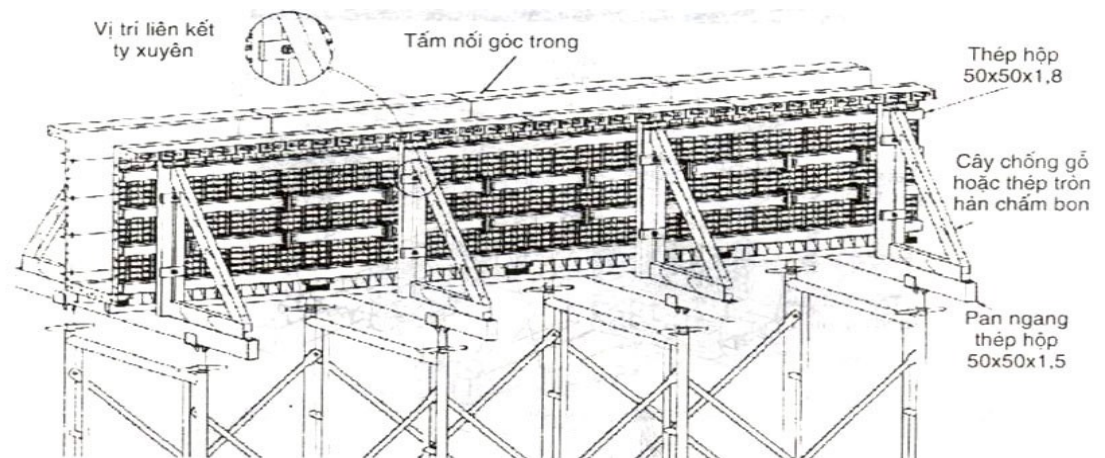
1. Cốp pha dầm, sàn dùng cột chống đơn

Cốp pha dầm được cấu tạo từ 3 tấm: Tấm đáy và hai tấm thành. Với các dầm có chiều cao lớn hơn 60cm phải có các bu lông giằng chống phình cho ván thành. Cốp pha sàn được đỡ bằng các đà, chống đỡ các đà là hệ cột chống .

Chống dầm, sàn bằng cột chống thép đơn hiện nay đang được sử dụng rộng rãi. Thông thường dùng hai cây chống để chống dầm sẽ dễ dàng lắp dựng và đảm bảo ổn định cho cốp pha .

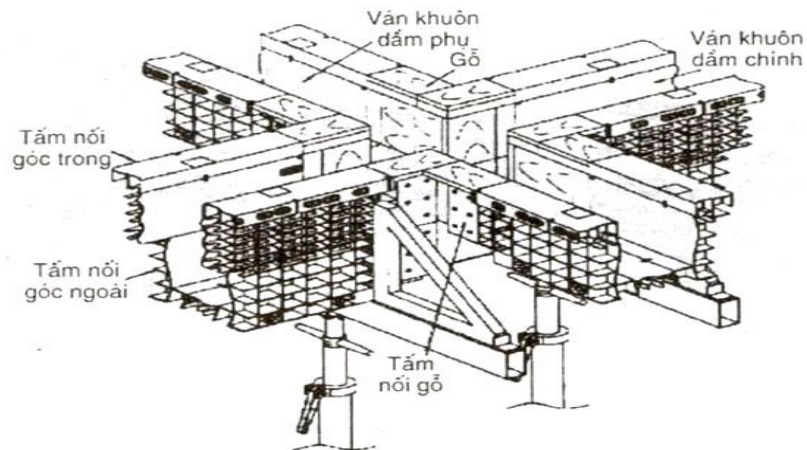
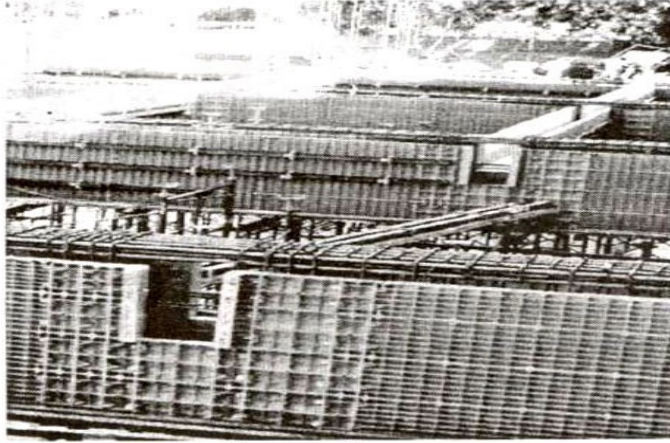


Hình 1.100. Ván khuôn dầm có chiều cao nhỏ



Hình 1.101. Ván khuôn dầm có chiều cao lớn

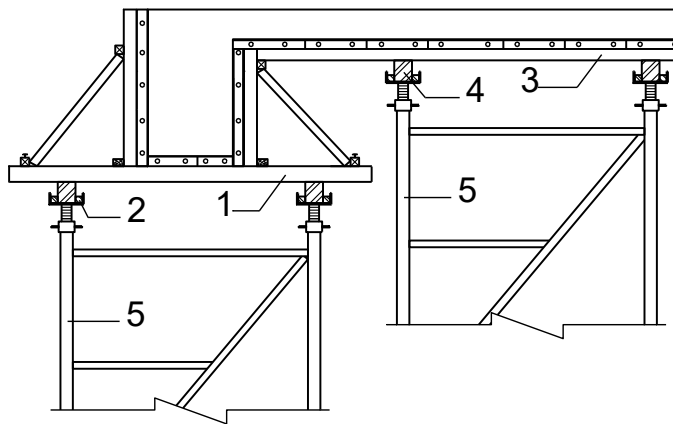
Mối nối của hộp ván khuôn đầm phụ và đầm chính, hoặc mối nối của hộp ván khuôn đầm vào cột phải đảm bảo sao cho khi tháo được dễ dàng. Chỗ miệng sê của ván khuôn đầm chính để nối ván khuôn đầm phụ, được lắp khung đỡ hình chữ U dùng làm chỗ tựa cho đáy và thành ván khuôn đầm phụ.



Hình 1.102a. Mối nối ván khuôn đầm chính với đầm phụ

2. Cốp pha đầm, sàn dùng cột chống tổ hợp

Cột chống tổ hợp có ưu điểm cơ bản là tính ổn định cao, khả năng chịu lực lớn và dễ dàng chống đỡ cho các kết cấu ở độ cao lớn. Vì thế hiện nay nó được sử dụng rất rộng rãi trong xây dựng dân dụng và công nghiệp. Hình 10.28 trình bày biện pháp chống đỡ cốp pha đầm, sàn bằng giáo tam giác tiêu chuẩn.

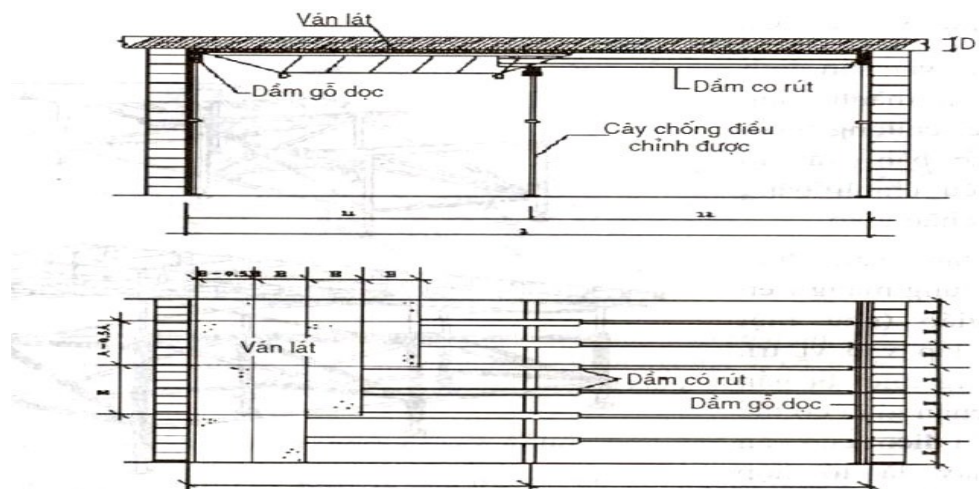


Hình 1.23: Chống đỡ dầm, sàn bằng giáo tổ hợp

- 1 - Xà gồ lớp trên đỡ cốp pha dầm
- 2- Xà gồ lớp dưới đỡ cốp pha dầm
- 3- Xà gồ lớp trên đỡ cốp pha sàn
- 4- Xà gồ lớp dưới đỡ cốp pha sàn
- 5 - Cột chống tổ hợp

3. Cốp pha dầm, sàn dùng giáo chống và dầm rút

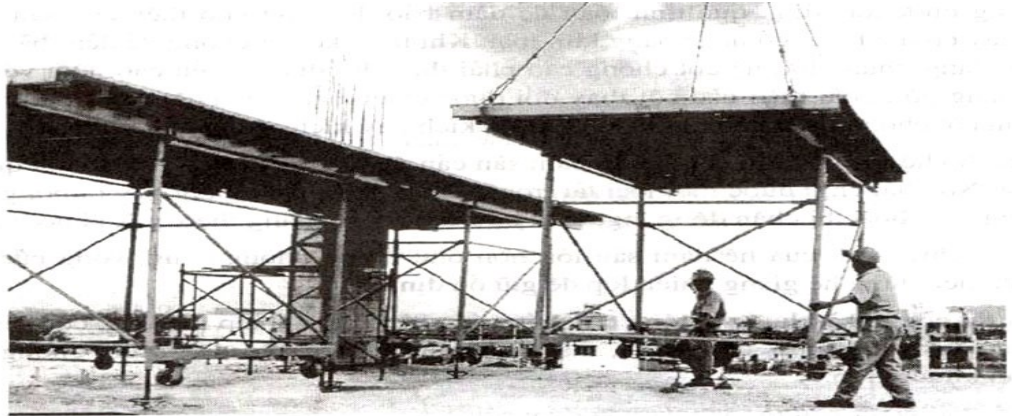
Người ta sử dụng hệ chống đỡ hỗn hợp gồm cột chống khung tam giác tiêu chuẩn để chống đỡ dầm và dầm rút chống đỡ sàn. Ưu điểm nổi bật của hệ chống đỡ hỗn hợp này là: Tiết kiệm công lắp dựng và tháo dỡ, thi công nhanh, tiết kiệm cây chống và tạo điều kiện đi lại thuận tiện khi thi công.



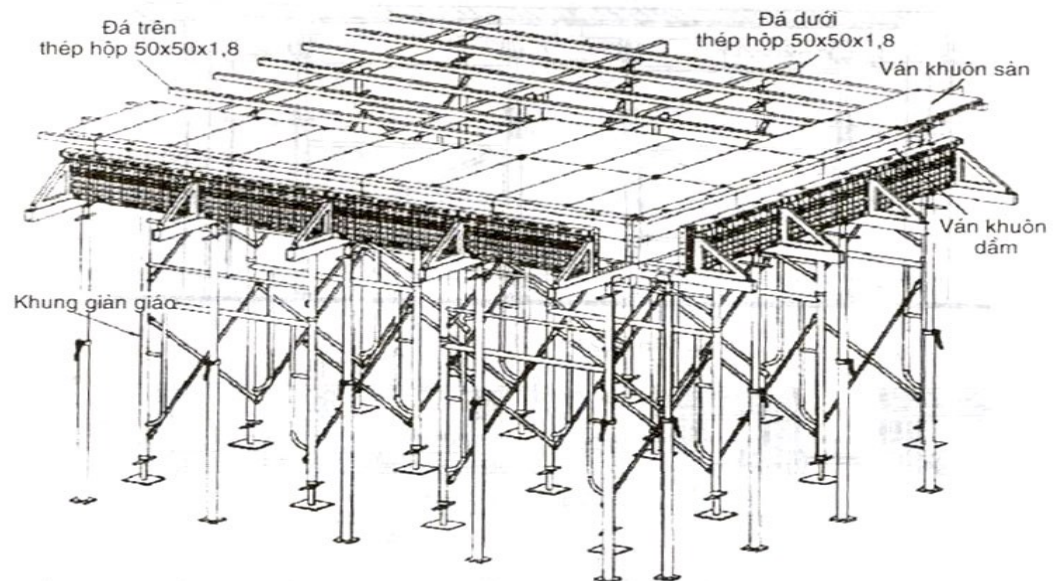
Hình 1.107. Ván khuôn sàn với cây chống thép và dầm đỡ PECCO

4. Cốp pha sàn bằng tấm nhựa Fuji

Sử dụng tấm nhựa Fuji ghép thành từng mảng, cố định vào chuồng giáo để cầu lắp vào vị trí. Sau khi điều chỉnh đúng cao trình thiết kế thì cố định bánh xe chân giáo.



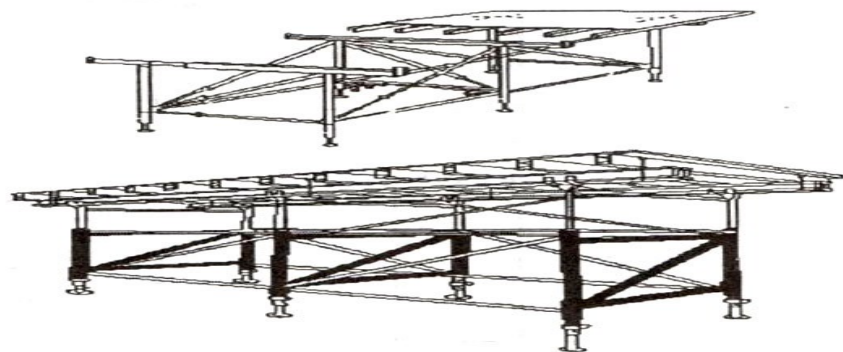
Hình 1.108. Ván khuôn sàn bằng tấm nhựa FUVI với hệ chống và dầm đỡ bằng thép



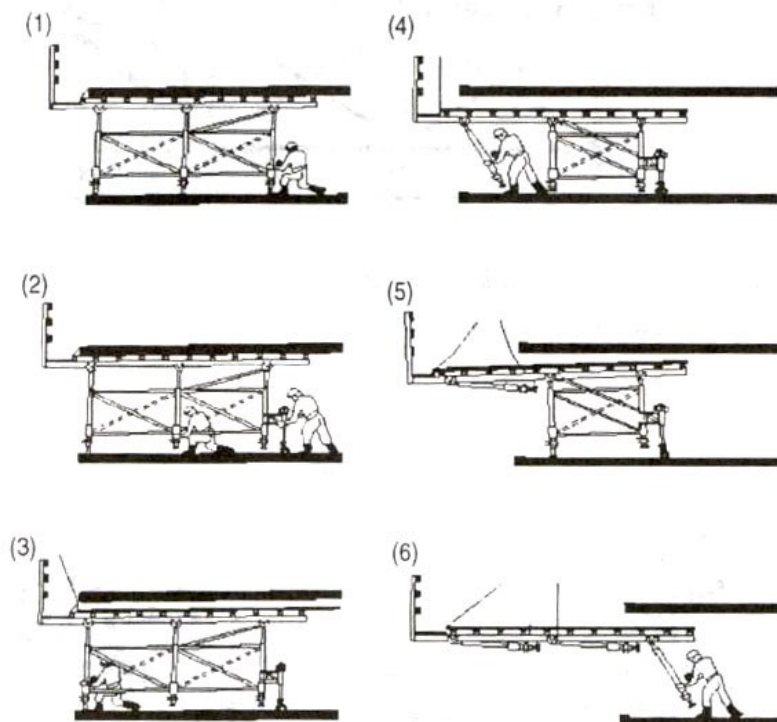
Hình 1.116. Hệ ván khuôn dầm sàn bằng tấm nhựa FUVI

5. Ván khuôn sàn dạng bàn

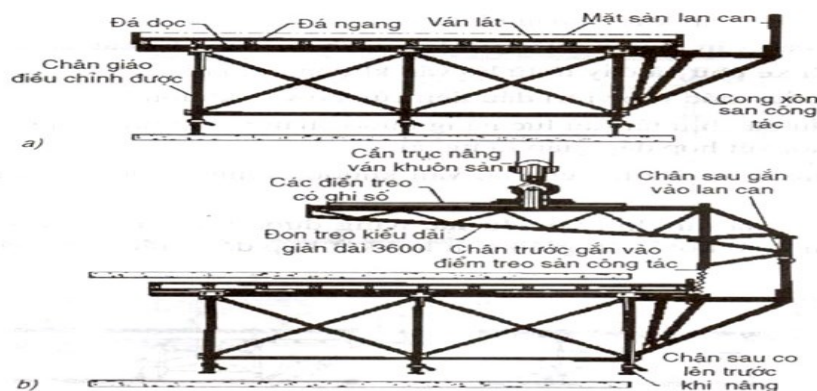
Sử dụng tấm ván khuôn sàn định hình cỡ lớn lắp thành từng mảng trên các chuồng giáo và lắp vào vị trí. Điều chỉnh bằng thiết bị gắn tại chân giáo, chân giáo có thể co lên được.



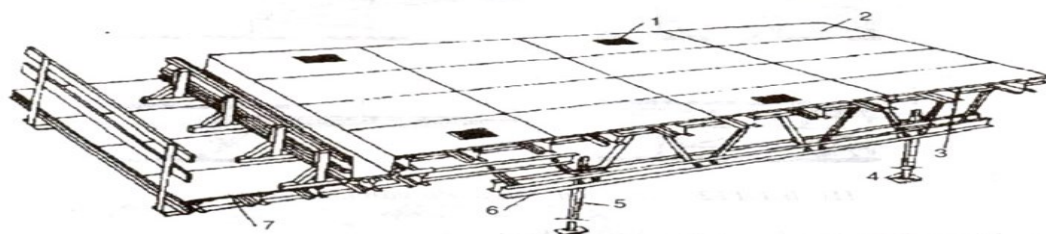
Hình 1.109. Ván khuôn sàn định hình cỡ lớn



Hình 1.112. Công nghệ tháo dỡ ván khuôn sàn



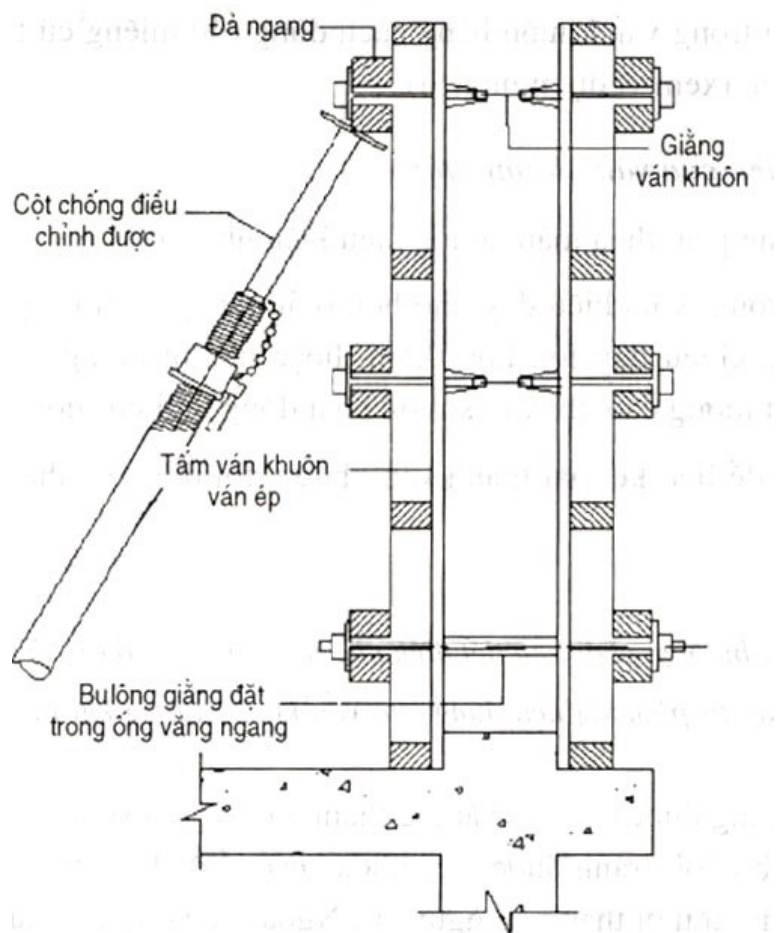
Hình 1.110. Sơ đồ mô tả kết cấu ván khuôn sàn sử dụng đúc sàn
a) Khi nằm tại vị trí kết cấu; b) Vị trí chuẩn bị cấu lắp.



Hình 1.111. Phối cảnh bộ ván khuôn sàn sử dụng đúc sàn
1. Lỗ để móc cấu; 2. Ván khuôn mặt; 3. Sườn ngang; 4. Đế điều chỉnh độ cao;
5. Chân giáo; 6. Hệ giàn đỡ tấm ván khuôn mặt; 7. Sàn công tác.

C. VÁN KHUÔN TƯỜNG

1. Cấu tạo ván khuôn tường bằng gỗ có giằng ngang

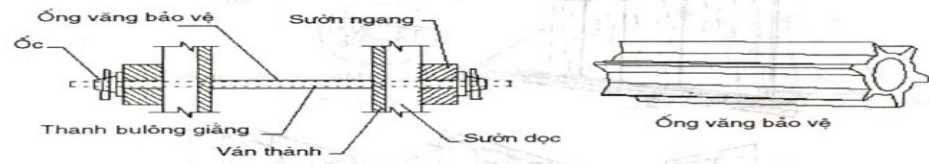


Hình 1.129. Ván khuôn tường bằng gỗ

a. Thanh bu lông giằng có ống văng bảo vệ

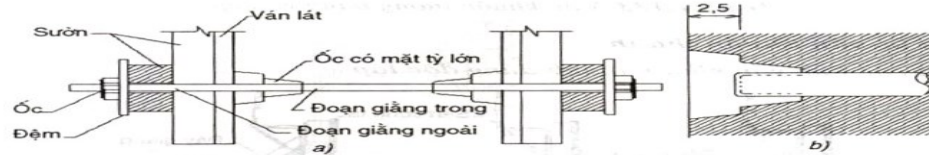
2. Cấu tạo ván khuôn tường bằng thép

a. Cấu tạo ván khuôn tường bằng



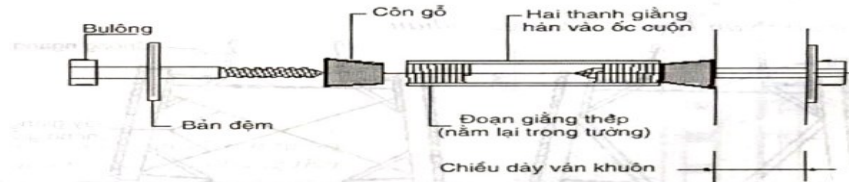
Hình 1.130. Thanh giằng có ống văng

b) Thanh bulông giằng có ốc côn



Hình 1.131. Thanh giằng có ốc côn
a) Chi tiết thanh giằng; b) Sau khi tháo ốc côn

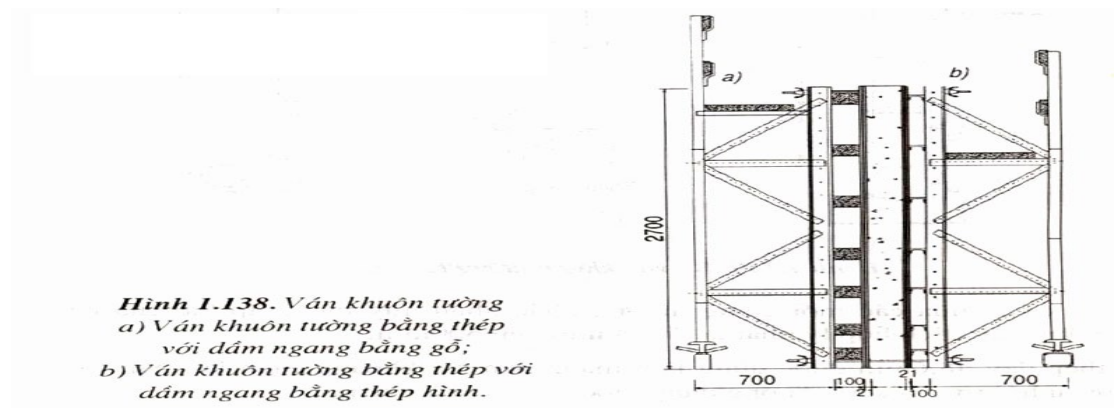
c) Thanh bulông giằng đặt trong ống văng ngang



Hình 1.132. Thanh giằng có ống văng

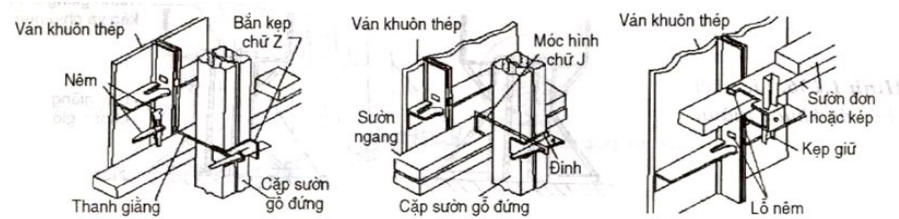
t

hép

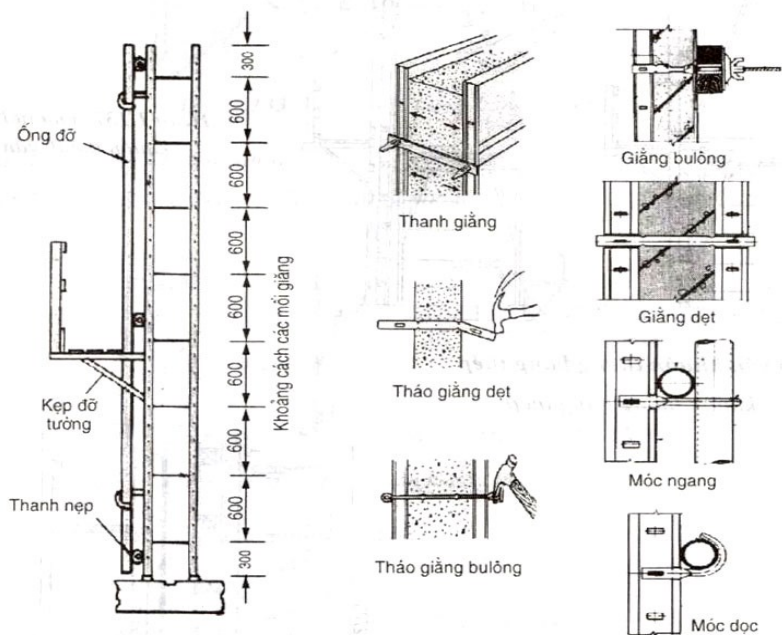


Hình 1.138. Ván khuôn tường
a) Ván khuôn tường bằng thép với dầm ngang bằng gỗ;
b) Ván khuôn tường bằng thép với dầm ngang bằng thép hình.

b. Chi tiết liên kết tám ván khuôn thép với sườn gỗ

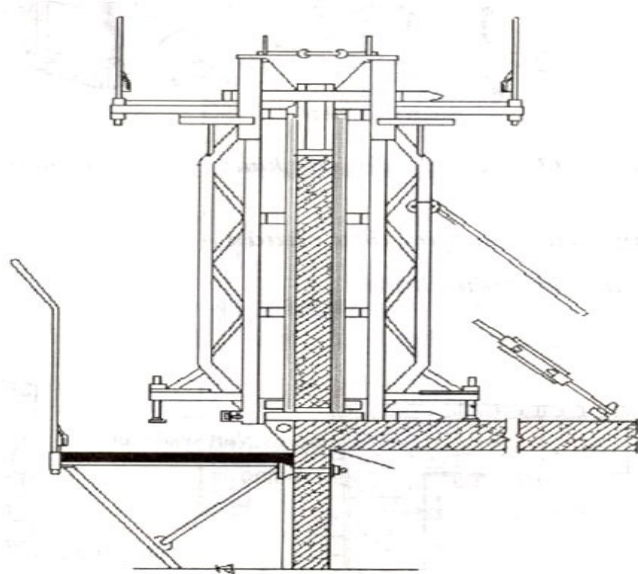


Hình 1.139. Liên kết ván khuôn thép với sườn gỗ



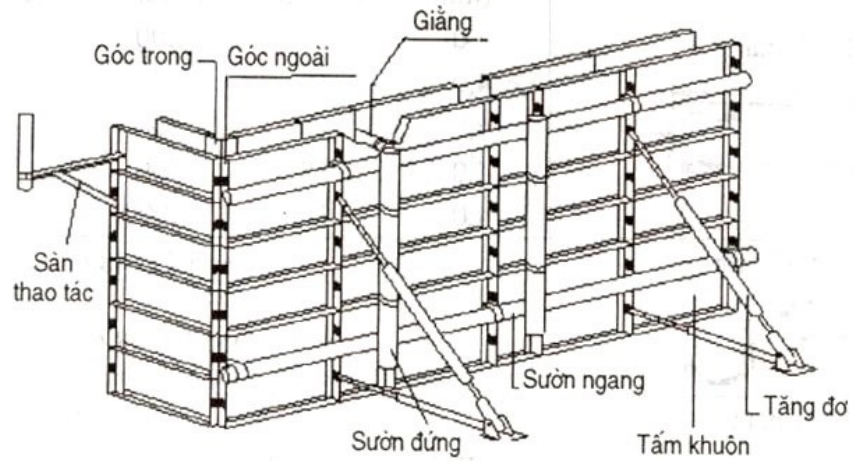
Hình 1.140. Bộ ván khuôn tường LENEX

3. Ván khuôn tường biên



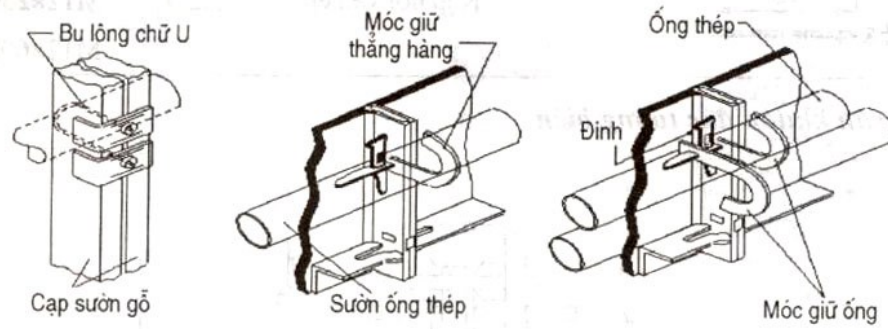
Hình 1.141. Ván khuôn leo thi công tường

4. Ván khuôn bằng thép với sườn thép ống

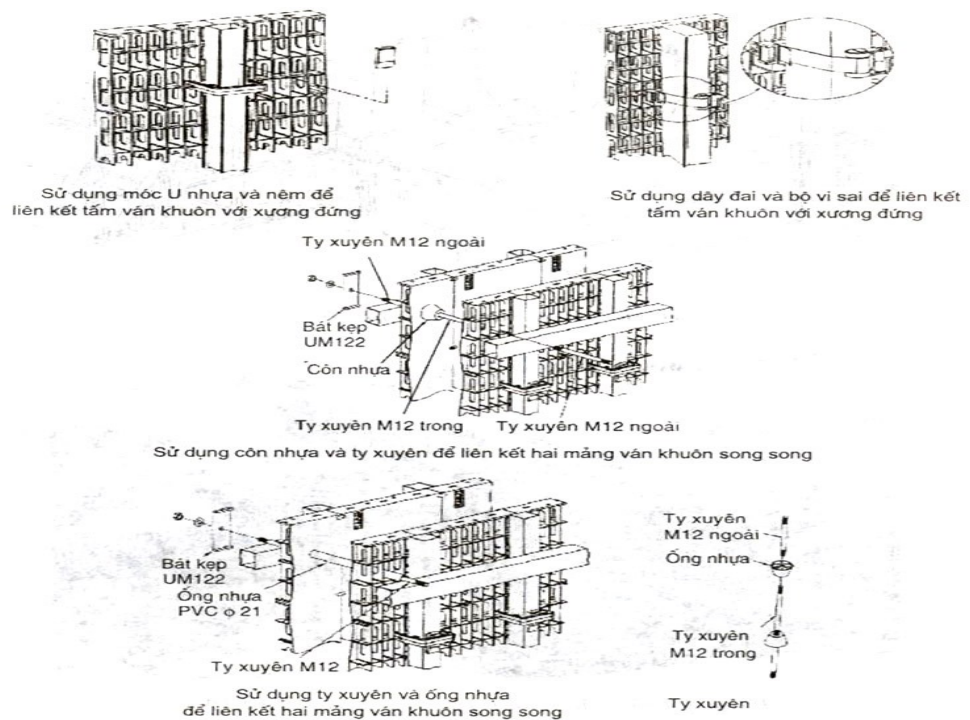


Hình 1.142. Ván khuôn tường với sườn thép ống điều chỉnh bằng tăng đơ cứng

Chi tiết liên kết ván khuôn thép với sườn thép ống



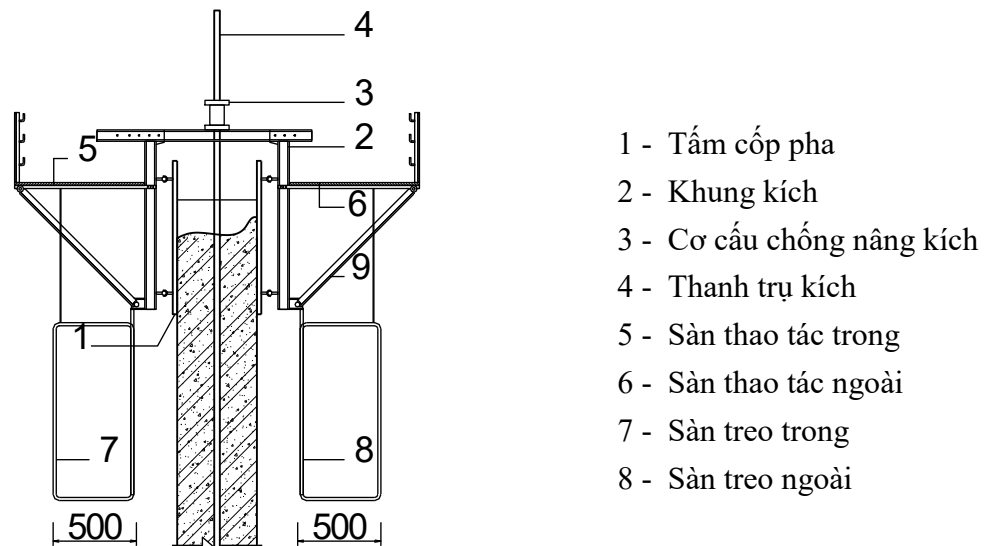
Hình 1.143. Liên kết tấm ván khuôn với sườn thép ống



Hình 1.153. Chi tiết liên kết ván khuôn FUVI đúc tường

5. Cốp pha di động đứng (cốp pha trượt)

Cốp pha trượt là loại cốp pha di động đứng (lên cao), cốp pha được di chuyển liên tục trong suốt quá trình đổ bê tông. Cốp pha trượt sử dụng rất hiệu quả trong thi công các xi lô, ống khói bê tông cốt thép và các công trình dân dụng nhiều tầng. Cấu tạo của cốp pha trượt được mô tả trong hình 10.34.



Hình 1.24: Cốp pha trượt

Chiều cao của tấm cốp pha trượt trung bình 1.1 - 1.2m, bộ cốp pha này bao quanh toàn bộ kết cấu đứng cần phải đổ bê tông bằng cốp pha trượt. Áp lực của vữa bê tông và toàn bộ tải trọng sinh ra trong thi công được chuyển sang hệ khung kích. Khung này được đặt cách nhau từ 1.5 - 2.5m. Tại các hệ khung này người ta đặt các kích thủy lực để nâng

hệ cốp pha lên. Các kích thủy lực gắn liền vào khung kích và ôm lấy các thanh trụ bằng sắt, toàn bộ các thanh trụ tỳ lên mặt móng và ngàm vào khối bê tông đã cứng. Mặt trên của cốp pha người ta bố trí hai hệ sàn công tác trong và ngoài. Hai hệ sàn công tác này phục vụ công nhân đi lại và làm vị trí thi công như lắp dựng cốt thép và đổ bê tông, lắp ghép thiết bị, kiểm tra. Hai hệ sàn công tác này được liên kết trực tiếp hoặc gián tiếp vào khung kích. Phía dưới khung kích đặt hai hệ sàn công tác treo, mục đích để kiểm tra chất lượng bê tông và hoàn thiện công trình.

Toàn bộ hệ thống cốp pha 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 được nối với nhau thành từng 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.

Trong một giờ có thể thực hiện được từ 12 đến 20 chu trình di chuyển, như vậy, trong một ngày hệ cốp pha trượt có thể lên được 2.5 - 3 m chiều cao.

Những thanh trụ thép nhận toàn bộ tải trọng của hệ cốp pha, sàn công tác, thiết bị và nguyên vật liệu truyền xuống móng công trình.

Các thanh trụ thép thường có đường kính từ 25 - 32 mm; chiều dài của mỗi thanh thường 4 - 5 m. Người ta nối các thanh thép này lại bằng hàn hoặc vận ren. Những thanh thép này có thể là các thanh thép chịu lực của công trình. Nếu thiết kế không phải là các thanh thép chịu lực trong bê tông thì có thể dùng các ống bao bằng nhựa bọc ngoài thanh trụ thép có đường kính lớn hơn 3 - 5 mm để lấy trụ thép ra khi thi công xong.

Thiết bị dùng để kiểm tra hệ cốp pha trong quá trình thi công là ống thủy bình, quả dọi. Nếu điều kiện cho phép, nên dùng máy thủy bình và máy kinh vĩ để kiểm tra.

Vị trí đặt thiết bị kiểm tra cần phải xác định cho phù hợp;

Lắp dựng cốp pha trượt:

Việc lắp dựng cốp pha trượt có thể bao gồm các quá trình như sau:

- Sau khi thi công xong móng của công trình ta tiến hành lắp dựng cốp pha.
- Lắp hệ khung kích, lắp kích.
- Lắp các thiết bị kiểm tra.
- Kiểm tra và nghiệm thu cốp pha, kiểm tra sự làm việc của hệ kích, máy bơm dầu

.v.v.

Sau khi trượt hết chiều cao của công trình, người ta cho hệ cốp pha trượt cao hơn cốt của công trình độ 0.5 - 0.6 m, sau đó tháo dần các bộ phận ra nhờ một cần cẩu.

6. Cốp pha leo

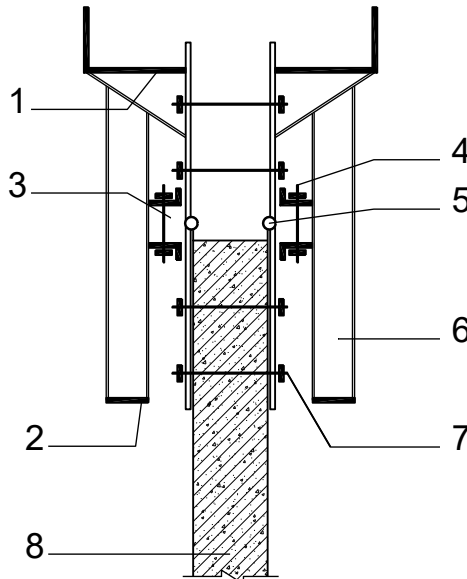
Cốp pha leo dùng để đổ bê tông những công trình có chiều cao lớn, như: xi lô, ống khói, đập nước, tượng đài.v.v...

Việc thi công bằng cốp pha leo phụ thuộc vào tính chất và thời hạn đổ bê tông của công trình v.v

Sử dụng cốp pha leo cho phép bỏ được toàn bộ dàn giáo chống từ mặt đất đến độ cao công trình cần thi công.

Bê tông sau khi đổ, đạt cường độ cho phép, cốp pha đợt dưới được tháo ra để lắp lên đợt trên .

Cốp pha được cấu tạo theo nhiều kiểu khác nhau, những dạng thường gặp trong thực tế gồm:



- Cốp pha có chiều cao nhỏ (1.2 m), lắp – tháo bằng thủ công, đợt cốp pha trên nối với cốp pha dưới bằng khớp, điều chỉnh phương của cốp pha bằng bu lông, tạo ra một lực xoay quanh khớp (Hình 10.36).

- 1 - Sàn thao tác trên
- 2 - Sàn thao tác dưới
- 3 - Giá treo
- 4 - Bu lông điều chỉnh
- 5 - Khớp xoay
- 6 - Giá treo
- 7 - Bu lông neo
- 8 - Tường bê tông

Hình 1.25: Cốp pha leo có chiều cao nhỏ

- Cốp pha có chiều cao lớn (1.8 - 2.4 - 3 m), lắp - tháo cơ giới. Giữ cốp pha bằng bu lông, neo vào đợt bê tông đã đổ ở dưới; điều chỉnh phương của cốp pha bằng các bu lông bố trí ở gần mút phía dưới sườn đứng của cốp pha (bu lông điều chỉnh coi như cái kích tỳ vào thành bê tông đã đổ ở đợt dưới)

E. MỘT SỐ QUY ĐỊNH VỀ THÁO DỠ CỐP PHA, CÂY CHỐNG (TCVN-4453-95)

Cốp pha đà giáo chỉ được 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 cốp pha đà giáo, cần tránh không gây ứng suất đột ngột hoặc va chạm mạnh làm hư hại đến kết cấu bê tông.

Các bộ phận cốp pha đà giáo không còn chịu lực sau khi bê tông đã đóng rắn (như cốp pha thành bên của dầm, cột, tường) có thể được tháo dỡ khi bê tông đạt cường độ trên 50 daN/cm²...

Đối với cốp pha 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 ghi trong bảng 12.7.

Các kết cấu ô văng, công xôn, sê nô chỉ được tháo cột chống và cốp pha đáy khi cường độ bê tông đạt đủ mức thiết kế và đã có đối trọng chống lật.

Khi tháo dỡ cốp pha đà giáo ở các tấm sàn đổ bê tông toàn khối của nhà nhiều tầng nên thực hiện như sau:

Giữ lại toàn bộ giáo và cột chống ở tấm sàn nằm kề dưới tấm sàn sắp đổ bê tông;

Tháo dỡ từng bộ phận cột chống cốp pha của tấm sàn phía dưới nữa và giữ lại các cột chống "an toàn" cách nhau 3m dưới các dầm, sàn có nhịp lớn hơn 4m.

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 cốp pha chịu lực do thiết kế qui định.

Việc chất tải từng phần lên kết cấu sau khi tháo dỡ cốp pha 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.

Việc chất toàn bộ tải trọng lên các kết cấu đã tháo dỡ cốp pha đà giáo chỉ được thực hiện khi bê tông đã đạt cường độ thiết kế.

2.2. Giải pháp thi công cốt thép công trình

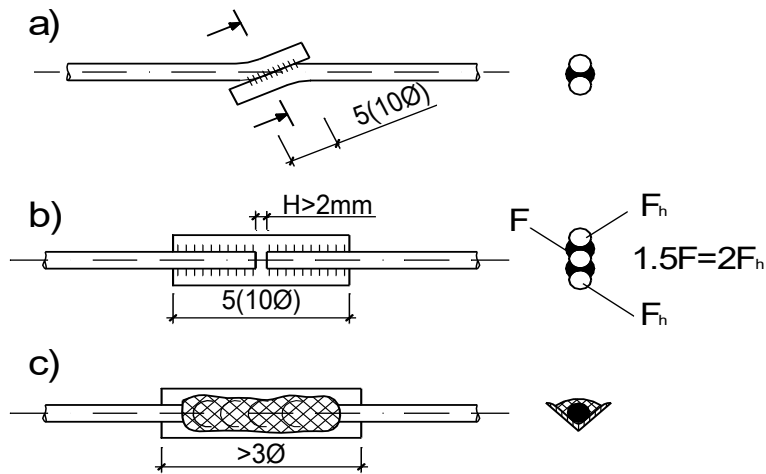
2.2.1. Phương pháp hàn nối cốt thép hiện đại

a) Nối hàn

Cốt thép nối bằng phương pháp hàn có khả năng chịu lực ngay, do đó được sử dụng phổ biến, nhất là với cốt thép có đường kính lớn. Đối với thép cường độ cao, hàn nối gây hiện tượng cứng nguội vì vậy khi gia công cốt thép phải tuyệt đối tuân theo các yêu cầu của thiết kế.

Căn cứ vào công nghệ hàn có ba phương pháp hàn chủ yếu: Hàn tiếp điểm, hàn đối đầu, hàn hồ quang.

Hàn hồ quang: Là dùng dòng điện có điện áp 40-60V tạo ra tia hồ quang đốt chảy que hàn lấp vào chỗ cần hàn. Hàn hồ quang là phương pháp hàn phổ biến nhất trong xây dựng dân dụng và công nghiệp. Hàn hồ quang được sử dụng hàn nối cốt thép có đường kính lớn hơn 8mm, tốt nhất là lớn hơn 12mm. Khi hàn phải bảo đảm bề mặt mối nối nhẵn, không cháy, không đứt quãng và thu hẹp cục bộ, phải đảm bảo chiều cao và chiều dài đường hàn. Khi hàn phải chú ý trục thanh thép phải trùng nhau. Khi mối hàn nguội phải gõ sạch vảy hàn. Hàn hồ quang có thể thực hiện các loại mối nối khác nhau



Hình 1.26: Các loại mối nối hàn hồ quang

a. Hàn chắp chéo b. Hàn ốp sắt tròn c. Hàn ốp thép góc (Hàn đầy)

b. Nối dùng ống nối

Hiện nay trên thế giới và ở Việt Nam, một phương pháp nối thép mới đã được áp dụng đó là phương pháp nối dùng ống nối. Theo phương pháp này, hai đầu thanh thép cần nối được tiện hoặc taro ren. ống nối (măng sông) được sản xuất trong nhà máy. Việc nối thép được thực hiện tại công trường



2.2.2 Phương pháp lắp dựng cốt thép

a) Lắp dựng từng thanh

Thép cột và tường thường dựng theo một chiều cao tầng nhà. Thép dầm trong công trình nhà khung bê tông cốt thép được lắp cùng quá trình lắp dựng cốp pha, trình tự như sau:

Lắp cốt pha đáy dầm xong thì lắp cốt thép dầm, sau đó ghép cốt pha thành dầm và cốt pha sàn, tiếp đến là lắp cốt thép sàn.

Khi lắp dựng cần lưu một số điểm sau:

Buộc toàn bộ các điểm giao nhau của cốt thép, nếu là hàn điểm thì hàn toàn bộ các nút chu vi, bên trong thì hàn cách một. Đối với khung, cột, dầm thì buộc ở tất cả các nút.

b) Lắp đặt từng phần

Trong phương pháp này, cốt thép được lắp sẵn thành từng phần như: Một đoạn cốt thép dầm, thép đế móng độc lập, một đoạn cốt thép cọc nhồi, cọc Barate.v.v...sau đó chúng được chuyển vào vị trí bằng thủ công hoặc bằng cơ giới tùy theo trọng lượng cốt thép và điều kiện thi công.

c) Phương pháp đặt toàn bộ

Đây là phương pháp hay được sử dụng tại các cơ sở đúc sẵn, cốt thép được buộc hoặc hàn hoàn chỉnh thành tấm hoặc khung, sau đó được đặt vào cốt pha, cuối cùng là bơm xung các chi tiết liên kết.

d) Thi công lắp cốt cứng

Hiện nay cốt cứng được sử dụng như một giải pháp hữu hiệu trong thiết kế nhà nhiều tầng nhằm tăng khả năng chịu lực của kết cấu và giảm lượng thép dùng trong công trình. Để có thể tổ chức thi công song song và xen kẽ các quá trình công tác, nhằm rút ngắn thời gian thi công công trình, hệ cốt cứng bằng thép hình được lắp trước khi thi công sàn bê tông cốt thép từ 2 đến 3 tầng nhà. Máy cẩu lắp là cần trực phục vụ thi công công trình. Khi lắp hệ cốt cứng, cần chuẩn bị tốt sàn công tác để tạo mặt bằng bắc giáo và các dụng cụ chuyên dụng như thang, giáo treo, để phục vụ quá trình thi công.

Cốt thép sau khi lắp dựng phải được nghiệm thu theo bản vẽ thiết kế và theo Tiêu chuẩn Việt Nam: TCVN 4453 - 1995. Nghiệm thu cốt thép tiến hành đồng thời với nghiệm thu cốt pha, cây chống. Chỉ được phép tiến hành các công tác tiếp theo sau khi cốt thép và cốt pha đã được nghiệm thu.

2.3. Thi công bê tông công trình

2.3.1. Những yêu cầu khi thi công bê tông

Dù bê tông mua hay tự chế trộn đều phải lập thiết kế thành phần bê tông và đảm bảo thi công đúng thành phần này ghi lại bằng phiếu sản xuất cho từng mẻ trộn. Thành phần bê tông phải thông qua kỹ sư đại diện chủ đầu tư trước khi chế trộn, cần chế tạo mẫu và thí nghiệm mẫu và chỉ sử dụng thành phần này khi mẫu đáp ứng các yêu cầu sử dụng. Văn bản lập liên quan đến thành phần và chất lượng bê tông được lưu trữ như hồ sơ cơ bản làm cơ sở cho việc thanh toán khối lượng hoàn thành kết cấu. Mọi phiếu liên quan đến

chất lượng bê tông cần được kỹ sư chỉ huy thi công xác nhận rằng đúng loại bê tông được xác nhận đây sử dụng vào kết cấu nào trong ngôi nhà (địa chỉ kết cấu sử dụng).

Vật liệu sử dụng phải đảm bảo các chỉ tiêu chất lượng kể cả độ sạch như chất lượng clinker, chất lượng xi măng, thành phần thạch học của cốt liệu, kết quả phân tích cỡ hạt cốt liệu thô và mịn, chất lượng nước, chất lượng và tính năng phụ gia. Việc xác định khối lượng vật liệu(xi măng, cốt liệu thô, cốt liệu mịn, nước, phụ gia) trong thành phần bê tông phải tiến hành bằng cân. Cân và các phương tiện đo lường cần được kiểm định đúng qui trình và định kỳ theo qui phạm , có chứng chỉ được phép sử dụng cũng như còn trong thời hạn được sử dụng.

Với bê tông thương phẩm cần có giải trình thêm về sử dụng phụ gia giảm nước, phụ gia kéo dài đông kết để nâng cao chất lượng bê tông cũng như biện pháp đảm bảo tính năng và yêu cầu kỹ thuật của bê tông. Cần lưu ý đến các thông số sử dụng vật liệu và biện pháp vận chuyển và các tác động khác khi cần chuyên chở bê tông đi xa trong điều kiện đường phố đông đúc.

Việc thi công bê tông cho nhà cao tầng phải tuân thủ nghiêm túc các điều khoản của các tiêu chuẩn sau đây:

TCXD 199:1997 , Nhà cao tầng - Kỹ thuật chế tạo bê tông mác 400-600.

TCXD 200:1997 , Nhà cao tầng - Kỹ thuật chế tạo bê tông bơm.

Dung sai vật liệu trong một mẻ trộn được chấp nhận:

Xi măng +3% theo trọng lượng xi măng.

Nước và từng loại cốt liệu : + 5% theo từng loại.

Hàm lượng hoá chất có hại cho chất lượng bê tông như muối clorua, hàm lượng sunphat phải tuân theo chỉ dẫn của thiết kế và có sự phê chuẩn của kỹ sư đại diện chủ đầu tư.

Việc vận chuyển và đổ bê tông không được làm hao hụt vật liệu thành phần và tạo ra hiện tượng phân tầng.

Bê tông không được rơi tự do quá chiều cao 2,50 mét.

Thời gian vận chuyển kể từ sau khi trộn xi măng với nước càng sớm càng tốt nhưng không muộn hơn 45 phút.

Thời gian ngưng cung cấp bê tông vào kết cấu để đầm cũng như sự phân chia mạch thi công này cần được thiết kế coi như một biện pháp thi công cho từng kết cấu và được kỹ sư đại diện cho chủ đầu tư thông qua.

Quá trình thi công đổ bê tông phải chuẩn bị phương tiện che chắn cho bê tông khi gặp thời tiết xấu như nắng nóng gay gắt hoặc mưa.

Mẻ bê tông đã trộn không có phụ gia kéo dài thời gian đông kết phải vận chuyển, đổ và đầm xong trước 90 phút khi dùng xi măng Poóclăng phổ thông. Nếu sử dụng phụ gia kéo dài thời gian đông kết thì nhà cung cấp bê tông phải có chỉ dẫn bằng văn bản điều kiện sử dụng. Bên thi công phải tuân thủ nghiêm túc chỉ dẫn này.

Bê tông được chuyển lên cao có thể dùng benne để cần trục đưa lên, Benne phải có miệng đổ bằng ống vải bạt, tránh phân tầng khi rót bê tông. Khi đổ phải dịch chuyển vị trí tránh gây ra lực tập trung quá mức, ảnh hưởng đến cường độ và ổn định của cốppha, cây chống.

Nếu dùng bơm thì phải đáp ứng các yêu cầu của bơm như độ sụt bê tông để vận hành bơm được, đường kính hạt cốt liệu thô để bê tông dịch chuyển dễ dàng trong ống bơm.

Mọi công tác đầm phải tiến hành nhờ phương tiện cơ giới như sử dụng đầm rung hoặc các loại đầm tương tự. Cần bố trí thêm ít nhất một đầm có tính năng giống đầm được sử dụng để phòng rủi ro khi thi công. Mỗi đầm bê tông được chọn tương ứng với 8 m³ bê tông đổ trong 1 giờ.

Máy thi công bê tông được rửa sạch tức thời sau khi sử dụng chống sự bám kết bê tông theo thời gian.

Mặt bê tông hở thấy có vết nứt nhỏ khi bê tông còn ướt được xoa ngay cho hết vết nứt. Cần che phủ mặt bê tông bằng bao ướt chống sự mất nước đột ngột và sự phơi lộ dưới ánh nắng mặt trời. Không được phủ cát hay vật liệu rời lên mặt bê tông coi như cách giữ ẩm.

Thời gian giữ ẩm mặt bê tông mới đổ ít nhất 7 ngày sau khi đầm bê tông xong.

Các loại cốp pha kim loại cần làm mát bằng nước trước lúc đổ bê tông khi nhiệt độ ngoài trời trên 25°C.

Việc xử lý bề mặt bê tông đặc biệt như rắc sỏi, rắc đá hay rắc cát, làm cứng bề mặt nhờ hoá chất hoặc các biện pháp khác phải có thiết kế biện pháp riêng được kỹ sư đại diện chủ đầu tư thông qua.

Có thể sử lý chống thấm bề mặt lớp bê tông tầng trên cùng nhờ loại chất chống thấm Radcom7 là loại chất chống thấm tạo phản ứng trương nở bê tông để tự chèn qua thời gian sử dụng.

Người thi công chịu trách nhiệm về việc lấy mẫu và chuyển đi thí nghiệm theo các yêu cầu về thí nghiệm được ghi trong Hồ sơ mời thầu và trong các TCVN hoặc các tiêu chuẩn khác tương ứng được phép sử dụng. Có kết quả thí nghiệm đến đâu người thi công phải gửi bản sao ngay cho kỹ sư đại diện chủ đầu tư để quyết định các tiêu chí chất lượng trong quá trình thi công.

Mọi khuyết tật phải làm báo cáo để chủ đầu tư quyết định. Không tự ý chỉnh sửa khi chưa có quyết định bằng văn bản kỹ sư đại diện chủ đầu tư.

Lựa chọn phương pháp vận chuyển đứng

Dùng cần trục tháp vận chuyển hỗn hợp phục vụ cho cả ba công tác: cốp pha, cốt thép và bê tông.

Dùng máy bơm để vận chuyển bê tông, cần trục tháp vận chuyển cốt pha và cốt thép

Lựa chọn, bố trí thiết bị máy móc phụ trợ và phối hợp chúng với các máy móc chủ đạo

Lựa chọn máy trộn

Tính năng suất cần trục tháp

Tính năng suất máy bơm bê tông và phối hợp máy bơm với xe bồn vận chuyển

Tính toán khối lượng các công tác cốt pha, cốt thép và bê tông cho mỗi tầng nhà (diễn hình)

Phân chia phân khu thi công bê tông

** Lựa chọn phương pháp vận chuyển đứng*

Trong việc lựa chọn phương tiện vận chuyển đứng, trước tiên là phải ưu tiên cho công tác vận chuyển bê tông. Bởi vì công tác bê tông là công tác chính trong dây chuyền công nghệ bê tông cốt thép toàn khối. Nó đòi hỏi tính thi công liên tục cao để đảm bảo sự toàn khối, nên việc vận chuyển vữa bê tông cũng đòi hỏi phải được ưu tiên hàng đầu. Thường có hai phương pháp vận chuyển đứng trong thi công nhà nhiều tầng:

Một là, sử dụng phương tiện vận chuyển chuyên dụng cho công tác bê tông (chỉ dùng vận chuyển bê tông): máy bơm bê tông, vận thăng kết hợp xe cải tiến, ... Còn các công tác khác: **cốt pha** và **cốt thép**, thì được vận chuyển bằng phương tiện vận chuyển đứng đa dụng như: **cần trục**, **tời điện**, ...

Hai là, dùng chung một loại phương tiện vận chuyển đứng đa dụng để phục vụ vận chuyển cho cả ba công tác: bê tông, cốt pha và cốt thép.

*** Lựa chọn sơ bộ cần trục tháp theo quy mô của công trình**

Loại cần trục tháp trụ tháp quay-chạy trên ray-đôi trọng thấp, thích hợp cho các công trình có dạng mặt bằng chạy dài, số tầng không nhiều lắm.

Loại cần trục tháp tự hành cũng tương tự như loại cần trục tháp trụ tháp quay-chạy trên ray-đôi trọng thấp, thích hợp cho các công trình có dạng mặt bằng chạy dài, số tầng không nhiều lắm.

Loại cần trục tháp cần quay-trụ tháp cố định-đôi trọng trên, thích hợp cho cả các công trình dạng tháp cao tầng lẫn nhà nhiều tầng thông thường, nhưng dạng mặt bằng của tất cả các công trình đó là hình chữ nhật ngắn hoặc gần vuông.

Loại cần trục tháp tự leo trong lồng thang máy, thích hợp cho các công trình tháp cao tầng mặt bằng có dạng tập trung (vuông vức). Cần trục tháp sẽ được bố trí ở giữa lõi công trình.

*** Lựa chọn sơ bộ máy bơm bê tông**

Loại máy bơm bê tông di động thích hợp cho các công trình nhà nhiều tầng số tầng không nhiều lắm.

Các công trình nhà cao tầng thường phải sử dụng máy bơm bê tông tĩnh.

Dùng cần trục tháp vận chuyển hỗn hợp phục vụ cho cả ba công tác: cốp pha, cốt thép và bê tông.

Sau khi đã lựa chọn sơ bộ loại cần trục tháp, cần tiến hành lựa chọn chi tiết các thông số cần trục, là sức trục, chiều cao nâng vật và tầm với, theo các thông số tương ứng mà công trình đòi hỏi cần trục tháp phải đáp ứng. Đối với tất cả các loại cần trục tháp, thông số chiều cao nâng vật thường độc lập tương đối với hai thông số cơ bản khác là sức trục và tầm với, được lựa chọn đồng thời với sức trục. Thông số sức trục là thông số chính được lựa chọn, trước thông số tầm với, theo nhu cầu vận chuyển công tác bê tông (công tác chính). Thông số tầm với là thông số phụ thuộc vào sức trục, sẽ được kiểm tra sau khi chọn lựa và bố trí được cần trục.

Ở đây, trọng lượng nâng yêu cầu (sức trục yêu cầu), mà việc thi công công trình đòi hỏi cần trục tháp phải đáp ứng, chính là trọng lượng lớn nhất của một lần vận chuyển bê tông, tức là trọng lượng một hộc vận chuyển (tức là thùng đổ bê tông hay còn gọi là phễu đổ bê tông (concrete hopper)) chứa đầy vữa bê tông (kể cả bì), đổ vào cốp pha mà cốp pha vẫn chịu đựng được theo thiết kế. Như vậy, việc chọn loại thùng đổ bê tông, theo dung tích thùng, cần phải tương ứng với tải trọng đổ bê tông. Trong phần thiết kế cốp pha, chúng ta đã sơ bộ lựa chọn thùng đổ thông qua một dải phân bố dung tích thùng theo tải trọng đổ bê tông tiêu chuẩn dùng để thiết kế cốp pha, (như sau: thùng cỡ nhỏ $V < 0,2 \text{ m}^3$ tương ứng với tải trọng đổ bằng 200 kG/m^2 ; thùng cỡ vừa $V = 0,2-0,8 \text{ m}^3$ tương ứng với tải trọng đổ bằng 400 kG/m^2 ; thùng cỡ lớn, trên $0,8 \text{ m}^3$, $V = 0,8-1,0 \text{ m}^3$ tương ứng với tải trọng đổ bằng 600 kG/m^2). Đến lúc này cần phải lựa chọn chính xác một cỡ thùng đổ bê tông trong dải phân bố đó, và dùng nó để tính trọng lượng nâng yêu cầu (sức trục yêu cầu). Do đó, sức trục yêu cầu chính là trọng lượng (cả bì) của thùng đổ bê tông, đã được chọn như trên, chứa đầy vữa bê tông, được vận chuyển đến đổ ở góc xa nhất của mặt bằng công trình so với vị trí đứng của cần trục (tức là tầm với yêu cầu). Các loại thùng đổ bê tông (phễu đổ bê tông) phải tra theo các kích cỡ của các nhà cung cấp máy xây dựng. Ở Việt Nam, có thể tham khảo các hãng như: Hòa Phát,... (xem thêm phần ví dụ một số loại thùng đổ thông dụng cho đổ cột, dầm, sàn nhà nhiều tầng).

Trong phương pháp vận chuyển này, các công tác cốp pha và cốt thép không được lấy làm công tác chính để lựa chọn thông số cần trục. Trọng lượng mỗi mã cầu phục vụ cho các công tác này được lấy tương ứng với trọng lượng một mẻ vận chuyển bê tông (trọng lượng cả bì của một thùng đổ bê tông đầy vữa). Khối lượng vận chuyển các công tác này trong mỗi ca, được phân bố xen kẽ với khối lượng vận chuyển của công tác bê tông trong ca đó. Chiều cao nâng vật yêu cầu của việc thi công công trình chính là chiều cao công tác yêu cầu để đưa hộc bê tông vào đồ ở tầng mái của nhà.

Như vậy, sau khi chọn sơ bộ loại cần trục tháp, việc tiếp theo trong chọn lựa cần trục tháp là xác định hai thông số sức trục và chiều cao nâng của cần trục theo 2 điều kiện sau:

$$Q_{ct} = Q_{min} \geq Q_{yc} = k_1 k_2 V \gamma_b$$

$$H_{ct} = H_{max} \geq H_{yc} = H_{c.tácmax} = H_{nhà} + h_1 + h_2 + h_3$$

$H_{nhà}$ là cao độ cốp pha sàn mái. (m)

Q_{ct} là thông số sức trục của cần trục tháp được chọn lựa, chính là bằng tải trọng nâng nhỏ nhất mà cần trục có khả năng cầu được khi vị trí xe con nằm tại đầu mút tay cần Q_{min} . (tấn)

H_{ct} là thông số chiều cao nâng của cần trục tháp được lựa chọn. (m)

h_1 là chiều cao đưa thùng chứa bê tông qua lan can giáo công tác tầng mái vào vị trí đổ. (m)

h_2 là chiều cao thùng chứa vữa. (m)

h_3 chiều cao thiết bị treo buộc thùng đổ vào móc cầu (quang treo). (m)

V là dung tích thùng đổ. (m³)

k_1 là hệ số đầy vơi, $k_1 = 0,90-0,95$. Điều 6.3.3. tiêu chuẩn TCVN 4453:1995 nói rằng: "Khi dùng thùng treo để vận chuyển hỗn hợp bê tông thì hỗn hợp bê tông đổ vào thùng treo không vượt quá 90-95% dung tích thùng."

k_2 là hệ số trọng lượng vỏ thùng, có thể lấy $k_2 = 1,2-1,3$ hoặc tính trực tiếp qua tỷ số giữa trọng lượng thùng vữa bê tông kể cả bì trên trọng lượng tịnh vữa bê tông.

γ_b là trọng lượng riêng của vữa bê tông, $\gamma_b = 2,5$ tấn/m³.

Từ đó ta có được một nhóm cần trục tháp đáp ứng được hai thông số yêu cầu trên (sơ tuyển). Tiếp theo tiến hành bố trí từng cần trục đã sơ tuyển trên (với các thông số chế tạo của chúng), trong mặt bằng thi công, theo điều kiện tầm với như sau:

- Trong trường hợp cần trục tháp trụ tháp quay-đối trọng dưới-chạy trên ray và các loại cần trục tháp tự hành khác, thì $R_{ctmax} = R(Q_{min}) \geq R_{yc} = B_{nhà} + B_{máy}$.

R_{yc} là tầm với tới điểm xa nhất của công trình đòi hỏi cần trục phải đảm bảo phục vụ được. Trong trường hợp cần trục chạy trên ray, cần trục có thể di chuyển tịnh tiến song song công trình trên ray tới điểm đứng trục diện với điểm góc xa nhất của công trình. Do đó, R_{yc} chính là khoảng cách từ điểm phục vụ xa nhất đó đến trục ray (trục bố trí máy): $R_{yc} = B_{nhà} + B_{máy}$.

$B_{nhà} = B_{nha}$ là kích thước bề ngang nhà. (m)

$B_{máy} = B_{may}$ là khoảng cách từ trục bố trí máy đến trục định vị biên của nhà ở phía gần cần trục nhất. Trường hợp cần trục tháp loại trụ tháp quay-đối trọng thấp, do phải đảm bảo tránh va chạm đối trọng vào giáo công tác phía mặt công trình, khi cần trục quay lên cần ra phía sau để cẩu vật liệu, thì $B_{máy} = B_{giáo} + B_{at} + B_{dtr}$

$B_{giáo}$ là khoảng cách từ mép ngoài giáo công tác đến trục định vị biên của công trình, có kể đến bề nửa bề dày của kết cấu biên nhà, thường bằng khoảng 1,5-1,8 m.

B_{at} là khoảng khe hở an toàn giữa vị trí đối trọng khi quay vào trong phía công trình hay khoảng hở giữa trụ tháp cố định với mép công trình, thường bằng khoảng 0,8-1,2 m.

B_{dtr} là khoảng cách mép ngoài đối trọng đến tâm cần trục (tâm ray). Đây là một thông số cần trục được tra theo lý lịch máy.

Loại cần trục tháp tự hành cũng được lựa chọn tương tự như loại cần trục tháp trụ tháp quay-chạy trên ray-đối trọng thấp.

Khi $R_{ctmax} = R_{yc}$, thì mọi điểm trên trục định vị biên dọc nhà nằm ở phía xa cần trục đều là điểm phục vụ xa nhất, với tầm với lớn nhất. Tay cần của cần trục khi phục vụ cho các điểm này phải vuông góc với đường trục ray. Đường ray phải được kéo dài suốt dọc chiều dài của nhà.

Còn khi $R_{ctmax} > R_{yc}$, thì chỉ có 2 điểm góc xa của mặt bằng nhà mới là những điểm phục vụ xa nhất. Tay cần của cần trục tháp dài hơn tầm với yêu cầu, nên không cần thiết phải bố trí ray ra tới hai trục đầu hồi nhà, chỉ cần bố trí ray lui vào, tới các vị trí đứng mà cần trục vẫn vươn tới các điểm phục vụ xa nhất đó với bán kính quay bằng R_{ctmax} . Chiều dài mỗi đoạn ray có thể bớt đi được ở hai trục đầu hồi, so với khi $R_{ctmax} = R_{yc}$, được tính

theo công thức sau: $L_{bớt\ ray} = \sqrt{R_{ctmax}^2 - (B_{nha} + B_{may})^2} - L_{máy}/2$

- Trong trường hợp cần trục tháp trụ tháp cố định-tay cần quay-đối trọng trên, thì $B_{máy} = B_{at} + B_{tr.máy}$

và $R_{ctmax} = R(Q_{min}) \geq R_{yc} = \sqrt{L_{nha}^2/4 + (B_{nha} + B_{may})^2}$

$L_{nhà} = L_{nha}$ là kích thước bề dài nhà.

$B_{tr.máy}$ là nửa bề rộng đế trụ tháp. Đây là một thông số cần trục được tra theo lý lịch máy.

- Trong trường hợp cần trục tháp tự leo trong lồng thang máy:

Vị trí đứng của cần trục tháp đã được xác định là ở giữa lõi công trình. Tầm với yêu cầu đối với cần trục lại phụ thuộc vào vị trí tập kết vật liệu cốt thép, thiết bị cốp pha tại chân công trình và vị trí trạm trộn bê tông trên mặt bằng công trường.

[sửa] Dùng máy bơm để vận chuyển bê tông, cần trục tháp vận chuyển cốp pha và cốt thép

Ở phương pháp này, công tác bê tông được ưu tiên vận chuyển bằng phương tiện chuyên dụng. Cần trục tháp được san bớt nhiệm vụ, chỉ còn vận chuyển cho hai công tác cốp pha và cốt thép. Việc xác định sức trục yêu cầu đối với cần trục tháp có khác biệt với phương pháp trên.

Trọng lượng của một mẻ cầu cốp pha hay cốt thép phụ thuộc vào việc thiết kế sức chứa của sàn đón vật liệu (nếu dùng cốp pha rời), hoặc là trọng lượng của cầu kiện cốp pha tấm lớn (nếu dùng cốp pha tấm lớn như: cốp pha bay, ...).

Điều 2.4. tiêu chuẩn TCXD 200-1997 Nhà cao tầng: kỹ thuật về bê tông bơm nói rằng: Hỗn hợp bơm bê tông có kích thước hạt tối đa không lớn hơn 0,33 đường kính trong nhỏ nhất của ống dẫn đối với đá dăm và 0,4 đối với sỏi.

Cốt liệu lớn dùng cho vữa bê tông thông thường có đường kính lớn nhất thường khoảng 10-40 mm thích hợp với các loại đường kính ống bơm từ 125-150 mm trở lên, theo điều 3.2. tiêu chuẩn TCXD 200-1997.

Theo cuốn Hỏi đáp thiết kế và thi công kết cấu nhà cao tầng-tập II, của tác giả người Trung Quốc-Triệu Tây An, thì quan hệ giữa đường kính ống bơm tối thiểu với đường kính cốt liệu lớn nhất được lựa chọn theo bảng sau:

Đường kính cốt liệu max	Đường kính nhỏ nhất của ống
20 mm	100 mm (4" = 4 inches)
25 mm	100 mm (4" = 4 inches)
40 mm (riêng với sỏi)	125 mm (5" = 5 inches)

Đường ống bơm đặt thẳng đứng, ống bơm thu nhỏ tiết diện dạng hình côn, ống cong đổi hướng gây ra những cản trở trong vận chuyển vữa hơn so với đường

ống thẳng đặt nằm ngang (giảm áp lực, giảm vận tốc lưu chuyển, có thể gây tắc,...).
Để lựa chọn ống bơm bê tông, các loại ống này được quy đổi từng đơn vị chiều dài (1 mét) ra một số lượng mét ống thẳng đặt nằm ngang nhất định, sao cho tương đương về độ tổn hao áp lực bơm và vận tốc lưu chuyển vừa.

Bảng quy đổi tương đương về ống ngang của các loại ống trên như sau:

Loại ống	Đơn vị chuyển đổi	Đường kính của ống	Chiều dài ống ngang quy đổi
Ống đứng hướng lên	1 m ống đứng	100 mm (4" = 4 inches)	4 m ống ngang
	1 m ống đứng		5 m ống ngang
Ống đứng hướng lên	1 m ống đứng	125 mm (5" = 5 inches)	6 m ống ngang
	1 m ống đứng		
Ống đứng hướng lên	1 m ống côn	150 mm (6" = 6 7"	4 m ống ngang
	1 m ống côn	inches)	
Ống thu nhỏ hình côn	1 m ống côn	175 mm (7") -->	10 m ống ngang 6"
	1 cắt bán kính R =	150 mm (6")	
Ống thu nhỏ hình côn	5 m	150 mm (6") -->	20 m ống ngang 5"
	1 cắt bán kính R =	125 mm (5")	
Ống thu nhỏ hình côn	10 m	125 mm (5") -->	12 m ống ngang
	1 thanh 3-5 m	100 mm (4")	
Ống cong (cút) 90 độ		-	9 m ống ngang
		-	
		-	30 m ống ngang
Ống cong (cút) 90 độ			
Ống mềm cao su			

Lựa chọn bơm bê tông sơ bộ theo năng lực bơm tối đa: $n_{\text{máy}} Q_{\text{ca max}} k_{\text{sd}} = 8 n_{\text{máy}} Q_{\text{max}} k_{\text{sd}} > Q_{\text{yc}} = Q_{\text{tăng}}$

$n_{\text{máy}}$ số lượng máy bơm cùng loại sử dụng cho công trình (máy)
 Q_{max} năng suất tối đa của máy có thể thực hiện được (là thông của máy bơm)
(m^3/h)

$Q_{\text{ca max}}$ sức bơm lớn nhất của máy bơm. (m^3)

k_{sd} hệ số sử dụng máy bơm, $k_{\text{sd}} = 0,4-0,8$

Q_{yc} khối lượng bê tông mà công trình yêu cầu hệ thống máy bơm đáp ứng trong ca làm việc (8 tiếng). (m^3)

$Q_{tàng}$ khối lượng bê tông của một tầng sàn. (m^3)

[sửa] Lựa chọn, bố trí thiết bị máy móc phụ trợ và phối hợp chúng với các máy móc chủ đạo

[sửa] Lựa chọn máy trộn

Việc lựa chọn máy trộn cần phải tương thích với máy móc chủ đạo (máy vận chuyển theo phương đứng) về dung tích hiệu dụng và năng lực. Dung tích hiệu dụng thùng đổ bê tông thường phải là bội số hoặc tốt nhất là bằng với dung tích trộn hiệu dụng của máy trộn. Nếu khối lượng của mẻ đổ bằng bội số của mẻ trộn, thì cần trực phải mất thêm thời gian chờ đợi giữa các lần xả máy trộn, để giảm thời gian này thì cần nhiều hơn một máy trộn cùng loại.

Sau khi chọn được máy trộn theo dung tích hiệu dụng, cần bố trí máy trộn trong tầm hoạt động của cần trục tháp nhưng nằm gần bãi tập kết vật liệu: cát, đá, xi măng, sao cho khoảng cách vận chuyển từ nơi trộn đến nơi đổ là nhỏ nhất, để tăng năng suất của cần trục.

[sửa] Tính năng suất cần trục tháp

Năng suất ca làm việc của cần trục tháp là tích số giữa tải trọng nâng trung bình của cần trục tháp với số lần làm việc hữu hiệu của cần trục tháp trong một ca làm việc. $N_{ca} = (k_q Q)(k_{tgn}) = (k_q Q)(k_{tg}(8 \cdot 3600 / T_{ck}))$ (tấn/ca)

$$T_{ck} = t_{nạp} + t_{nâng} + 2t_{di chuyển} + 2t_{quay} + 2t_{tầm với} + t_{xả} + t_{hạ}$$

Q là tải trọng nâng một lần làm việc cần trục tháp, tức là trọng lượng của một mã cầu trung bình. (tấn)

$t_{nâng} = (H_{nhà} + h_1) / v_{nâng}$ là thời gian nâng vật cầu (thùng chứa vữa, cấu kiện cốt thép hay cốp pha). (s)

$t_{hạ} = (H_{nhà} + h_1) / v_{hạ}$ là thời gian hạ vật cầu (thùng chứa vữa, cấu kiện cốt thép hay cốp pha). (s)

$t_{di chuyển} = l_0 / v_{di chuyển}$ là thời gian di chuyển cần trục tháp trên ray.

$t_{quay} = \alpha / (6n_{quay})$ là thời gian quay tay cần từ vị nâng (cửa xả của máy trộn, kho bãi gia công cốp pha và cốt thép) đến vị trí hạ (vị trí đổ bê tông, sàn đón vật liệu). (s)

$t_{tầm với} = l_1 / v_{tầm với}$ là thời gian thay đổi tầm với (thời gian di chuyển xe con trên cánh tay cần). (s)

$t_{xả}$ là thời gian xả hàng của cần trục tháp (thời gian trút bê tông vào khuôn hay thời gian hạ cấu kiện cốp pha hoặc cốt thép). (s)

$t_{\text{nạp}}$ là thời gian lắp một mẻ cầu vào cần trục, bao gồm các thời gian: xả bê tông từ máy trộn vào thùng đổ bê tông, treo thùng đổ vào móc cầu. (s)

$v_{\text{nâng}}$ là vận tốc nâng của cần trục tháp, được tra theo lý lịch máy. (m/s)

$v_{\text{hạ}}$ là vận tốc hạ của cần trục tháp, được tra theo lý lịch máy. (m/s)

$v_{\text{di chuyển}}$ là vận tốc di chuyển cần trục tự hành hay tịnh tiến trên ray. (m/s)

n_{quay} là vận tốc quay của cần trục tháp. (vòng/phút)

$v_{\text{tầm với}}$ là vận tốc di chuyển xe con trên cánh tay cần. (m/s)

k_{tg} là hệ số sử dụng thời gian.

k_{q} là hệ số sử dụng sức trục.

l_0 là quãng đường di chuyển cần trục tháp trên ray. Việc tính năng suất nên tính toán với vị trí đứng của cần trục nằm ở trung tâm nhà (đặc biệt là loại cần trục chạy trên ray). Khi đó quãng đường di chuyển cần trục trên ray đến vị trí phục vụ xa nhất là nửa chiều dài của hệ thống ray. $l_0 = (L_{\text{nghĩa}} - 2L_{\text{bót ray}})/2$. Các loại cần trục tháp cố định tại một vị trí mặt bằng thì $l_0 = 0$. (m)

l_1 là quãng đường di chuyển xe con trên cánh tay cần của cần trục tháp, để cầu bê tông từ máy trộn đến vị trí đổ, cốp pha và cốt thép từ bãi gia công vào vị trí lắp đặt. Quãng đường này bằng hiệu số giữa tầm với phục vụ tại vị trí xa nhất R_{max} với tầm với tại vị trí nâng (là tầm với nhỏ nhất trong các tầm với đến các vị trí đặt máy trộn, kho bãi gia công cốp pha hay cốt thép, khi cần trục đứng ở trung tâm nhà). (m)

α là góc quay tay cần lớn nhất từ vị trí nâng đến vị trí hạ để phục vụ được cho mọi điểm của mặt bằng công trình. Góc này thường được lấy bằng góc hợp bởi vị trí tay cần thẳng góc với công trình, khi cần trục nằm ở trung tâm nhà, với hướng tay cần khi cần trục quay ra phía máy trộn hay kho bãi gia công cốp pha hoặc cốt thép (là góc quay lớn nhất trong 3 góc quay cần trục phục vụ cho các công tác cốp pha, cốt thép và bê tông).

Trong thực tế hoạt động của cần trục, có thể tăng năng suất vận chuyển của cần trục bằng cách đồng thời cùng thực hiện nhiều động tác di động của các bộ phận cần trục một lúc (ví dụ như: đồng thời vừa nâng mã cầu, vừa quay tay cần, vừa di chuyển xe con và tịnh tiến cần trục trên ray). Tuy nhiên khi thiết kế biện pháp, phải sử dụng năng suất nhỏ nhất khi các thao tác cần trục được thực hiện độc lập và tuần tự.

[sửa] Tính năng suất máy bơm bê tông và phối hợp máy bơm với xe bồn vận chuyển
[sửa] Tính toán khối lượng các công tác cốp pha, cốt thép và bê tông cho mỗi tầng nhà (diễn hình)

[sửa] Phân chia phân khu thi công bê tông

Việc phân đoạn thi công sản sừn toàn khối lần lượt được xác định theo những điều kiện sau:

Kích thước của phân khu bê tông phải đảm bảo cho việc đúc bê tông trong phân khu được liên tục, đảm bảo tính toàn khối của kết cấu, phù hợp với năng lực của máy móc (đặc biệt là các máy thi công chủ đạo) và nhân lực thi công.

$$L_{pk} \leq (k_1(T_0 - T_{ck} - T_d)\sqrt{V/h})/T_{ck} \quad (1)$$

Trong đó:

V là dung tích hiệu dụng của thùng (khi dùng cần trục) hoặc xe bồn (khi dùng máy bơm bê tông) vận chuyển vữa bê tông đổ vào khuôn

T_0 là thời gian bắt đầu ninh kết của vữa bê tông, tính từ khi vữa bê tông ra khỏi trạm trộn. Thời gian này phụ thuộc vào điều kiện thời tiết môi trường đổ bê tông (nhiệt độ môi trường), mùa hè thì thời gian này ngắn, mùa đông thì dài, và thường trong khoảng 1,0-2,25 giờ đối với bê tông không phụ gia dùng xi măng Poóc-lăng (chính là thời gian ngừng nghỉ cho phép khi đổ bê tông).

T_{ck} là thời gian chu kỳ vận chuyển một mẻ vữa (là lượng vữa vận chuyển bằng thùng hoặc xe vận chuyển bê tông), từ nơi trộn đến khi đổ vào khuôn.

T_d là thời gian đầm xong một mạch đầm ở vị trí tiếp giáp giữa hai mẻ đổ.

$\delta_s = h$ là chiều dày trung bình quy đổi của kết cấu sàn hay sàn sườn bê tông toàn khối, $\delta_s = (V_s + V_d \mathbb{D}_s / \mathbb{D}_d) / LB$

V_s là tổng khối lượng bê tông sàn của mỗi tầng (m^3)

V_d là tổng khối lượng bê tông dầm của mỗi tầng (m^3)

$\mathbb{D}_s$ là định mức lao động cho công tác đổ bê tông sàn ($m^3/\text{công}$)

$\mathbb{D}_d$ là định mức lao động cho công tác đổ bê tông dầm ($m^3/\text{công}$)

L là chiều dài nhà (m)

B là chiều rộng nhà (m)

k_1 là hệ số vận chuyển vữa bê tông không đồng đều (hệ số đầy vơi), $k_1 = 0,9-0,95$

L_{pk} là kích thước phân khu bê tông dọc theo hướng đổ bê tông chính (là hướng phát triển của hàng các mẻ đổ bê tông - hướng của luống bê tông), lớn nhất có thể đạt được mà vẫn đảm bảo điều kiện thi công bê tông liên tục.

Tổng khối lượng công tác bê tông trong một phân khu phải phù hợp với năng lực thi công của máy móc (đặc biệt là các máy thi công chủ đạo) và nhân lực, làm việc trong một ngày hoặc ca làm việc.

$$Q_i = \delta_s L_{pk} B_{pk} \leq N_{BTCa} \quad (2)$$

Trong đó:

L_{pk} là kích thước mặt bằng phân khu bê tông dọc theo hướng đổ bê tông chính, hướng của hàng mẻ đổ.

B_{pk} là kích thước mặt bằng phân khu bê tông vuông góc với hướng đổ bê tông chính.

δ_s là chiều dày trung bình quy đổi của kết cấu sàn hay sàn sườn bê tông toàn khối

Q_i là tổng khối lượng bê tông trong một phân khu (phân đoạn), lớn nhất có thể mà năng lực thi công của máy móc chủ đạo đáp ứng được trong một ca làm việc.

N_{BTCa} là phần năng suất hiệu dụng của máy móc chủ đạo trong một ca làm việc, chỉ phục vụ riêng cho công tác bê tông. Khi đổ bê tông bằng bơm, thì nó là năng suất hiệu dụng của máy bơm trong một ca (ở đây một mẻ bơm là bằng khối lượng của một xe vận chuyển bê tông chuyên dụng). Khi đổ bê tông bằng cần trục, thì nó là phần năng suất hiệu dụng của cần trục trong mỗi ca làm việc, mà được chia ra, chuyên phục vụ vận chuyển vữa bê tông (Phần năng suất này được tính qua tích số giữa, hệ số tỷ lệ quy đổi giữa khối lượng công tác bê tông toàn khối của một tầng nhà so với tổng khối lượng các công tác cốp pha, cốt thép, bê tông của mỗi một tầng nhà, nhân với năng suất ca hiệu dụng của cần trục N_{ca} , vì cần trục phải phục vụ hỗn hợp cả 3 công tác là bê tông, cốt thép và **cốp pha**).

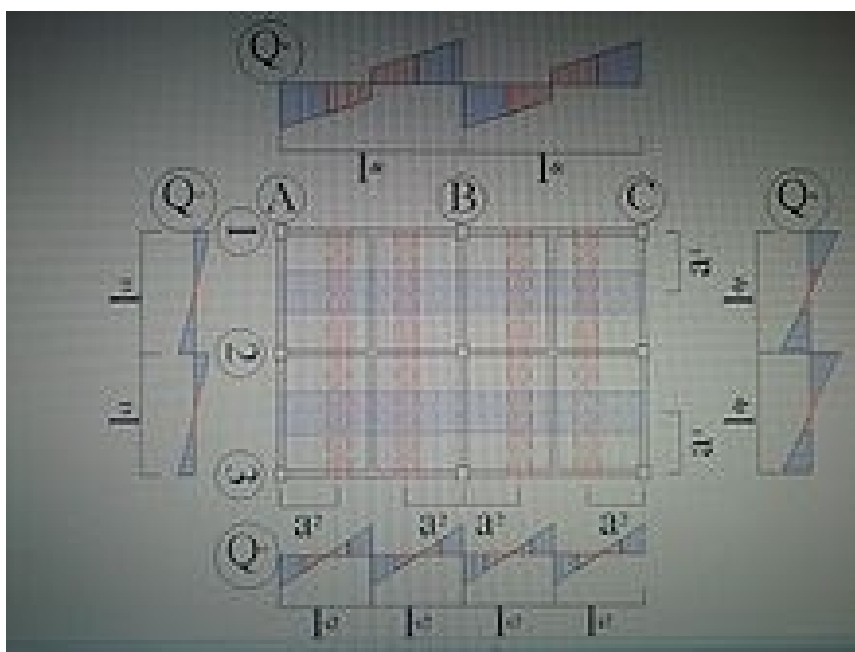
Các điều kiện (1) và (2) trên được xem xét với giả thiết kích thước mặt sàn công trình theo cả hai phương mặt bằng là vô hạn. Nhưng thực tế kích thước công trình là có giới hạn. Trường hợp bề ngang nhà $B > B_{pk}$, thì kích thước phân khu hoàn toàn được xác định theo hai điều kiện trên, L_{pk} và B_{pk} lần lượt nằm dọc theo chiều dọc và chiều ngang nhà, mỗi phân khu có 2 cách phải để mạch ngừng: một mạch dọc nhà, một mạch ngang nhà. Trong trường hợp, bề ngang của nhà $B < B_{pk}$ vừa được chọn theo điều kiện (2), thì xoay hướng đổ chính vuông góc lại, sao cho hướng của hàng các mẻ đổ chạy song song với bề ngang nhà. Khi đó, có 2 khả năng xảy ra:

$B > L_{pk}$, thì phải bố trí thêm một mạch ngừng dọc nhà (như khi $B > B_{pk}$), và mỗi ca đổ bê tông (8 **tiếng**) có khoảng 3-8 hàng mẻ đổ.

$B \leq L_{pk}$, thì lựa chọn $L_{pk} = B$, mỗi phân khu chỉ có một phía cạnh phải để mạch ngừng, và lúc này kích thước lớn nhất của phân khu dọc theo chiều dài nhà lại là $B_{pk\max} = N_{BTCa}/(\delta_s B)$.

Vị trí **mạch ngừng** giữa các phân đoạn thi công phải đảm bảo bố trí đúng quy phạm thi công (TCVN 4453:1995), tránh những chỗ chịu lực xung yếu của kết cấu sàn sườn bê tông toàn khối.

Mạch ngừng theo phương đứng trong sàn sườn được để như sau:



Các vùng có thể bố trí mạch ngừng đứng, cắt qua dầm chính (gạch chéo đỏ) và cắt qua dầm phụ (gạch chéo xanh).

Khi hướng đổ bê tông song song với dầm phụ, tức mạch ngừng cắt qua dầm phụ, thì mạch ngừng có thể bố trí tại bất kỳ tiết diện nào nằm trong đoạn 1/3 chính giữa của nhịp dầm phụ L_{dp} đồng thời cũng là nhịp bản theo phương dầm phụ L_{b1} (nhịp bản chính là nhịp dầm phụ). Ở các vị trí này lực cắt trong cả bản và dầm phụ đều nhỏ.

Khi hướng đổ bê tông song song với dầm chính, tức là mạch ngừng cắt qua dầm chính, thì mạch ngừng có thể bố trí tại bất kỳ tiết diện nào, mà: vừa nằm trong đoạn 1/2 chính giữa nhịp dầm chính L_{dc} , vừa nằm trong đoạn 1/2 chính giữa nhịp bản theo phương dầm chính L_{b2} (nhịp bản có thể không trùng với nhịp dầm chính). Ở các vị trí này lực cắt trong cả bản và dầm chính đều nhỏ. Tuy nhiên, tùy theo mặt bằng kết cấu mà vùng để được mạch ngừng trong trường hợp này có thể không có, và nếu có thì mạch ngừng lại cắt qua nhịp làm việc chính của hệ thống kết cấu, cho nên cần hạn chế để mạch ngừng kiểu này, hãy cố gắng đổ bê tông song song dầm phụ để mạch ngừng cắt qua dầm phụ.

Mạch ngừng phải cấu tạo thẳng đứng, vuông góc với trục dầm, và được tạo thành nhờ khuôn mạch ngừng loại thành đứng.

Mạch ngừng nằm ngang trong hệ dầm liên sàn (sàn sườn): Khi phải bố trí mạch ngừng theo phương ngang, thì mạch ngừng thường được đặt ở dầm tại vị trí dưới nách dầm (nơi tiếp giáp giữa dầm với sàn) khoảng 20 - 30 mm. Trong trường hợp dầm cao > 800 mm, nếu đúc bê tông liên tục thì để tránh sự co ngót ban đầu của vữa bê tông, khi đổ bê tông tới cách nách dầm 20 - 30 mm, ta cần phải tạm nghỉ để bê tông kịp co ngót rồi mới đổ tiếp tới sàn, nhưng cũng không lâu quá thời điểm bắt đầu ninh kết của bê tông. Do vậy

sẽ không hình thành mạch ngừng nằm ngang, việc đúc bê tông không được coi là gián đoạn.

Các yêu cầu kỹ thuật về mạch ngừng thi công sàn sườn bê tông toàn khối trên, được luật hóa ở các điều 6.6.5 và 6.6.7 trong Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 4453:1995. Điều 6.6.7 nêu rằng:

Khi đổ bê tông tấm sàn có sườn theo hướng song song với dầm phụ thì mạch ngừng thi công bố trí trong khoảng 1/3 đoạn giữa nhịp của dầm.

Khi đổ bê tông theo hướng song song với dầm chính thì mạch ngừng thi công bố trí trong hai khoảng giữa của nhịp dầm và sàn (mỗi khoảng 1/4 nhịp).

Tới đây, kích thước phân khu lại được hạn chế lại, một cách chính xác hơn: mỗi phân khu nằm lọt giữa các vị trí mạch ngừng đứng, với khoảng cách nhỏ hơn các kích thước đã được xác định theo điều kiện (1) và (2) ở trên.

Số lượng phân khu phải là tối thiểu, để giảm tối đa số lượng mạch ngừng-nơi kết cấu bê tông toàn khối bị giảm yếu.

Tổng khối lượng bê tông của các phân khu có độ chênh lệch không quá 25%, đảm bảo năng lực thi công của máy móc và nhân lực ổn định.

Chiều dài của mạch ngừng phải bố trí ngắn nhất, độ gấp khúc của mạch ngừng là nhỏ nhất.

Hình dạng của các phân đoạn phải đảm bảo ổn định trong giai đoạn thi công, ngay cả khi phân đoạn còn đứng riêng lẻ.

Tuy nhiên, nếu số lượng phân khu đủ lớn, tức là lớn hơn số dây chuyền chuyên môn, thì có thể tổ chức thi công theo phương pháp tổ chức thi công dây chuyền.

2.3.2. Những nguyên tắc đổ bê tông

Nguyên tắc 1: Chiều cao rơi tự do của vữa bê tông không được vượt quá 2,5m, để bê tông không bị phân tầng. Khi đổ bê tông có chiều cao lớn hơn 2,5m, cần sử dụng các biện pháp sau:

Dùng ống vòi voi (hiện nay hay dùng là ống cao su)

Dùng máng nghiêng (máng nghiêng nên được sản xuất từ thép tấm để vữa bê tông dễ trượt xuống)

Mở cửa đổ bê tông

Nguyên tắc 2: Đổ bê tông từ trên xuống. Đảm bảo nguyên tắc này để nâng cao năng suất lao động.

Nguyên tắc 3: Đổ bê tông từ xa về gần, nguyên tắc này đưa ra nhằm đảm bảo khi đổ bê tông không đi lại gây va chạm và chấn động vào các kết cấu bê tông vừa đổ xong.

Nguyên tắc 4: Khi đổ bê tông các khối lớn, các kết cấu có chiều dày lớn thì phải đổ thành nhiều lớp. Chiều dày và diện tích mỗi lớp được xác định dựa vào bán kính ảnh hưởng và năng suất của loại đầm sử dụng.

2.3.3. Đổ bê tông cột, tường

Bê tông cột có thể được vận chuyển lên cao bằng máy vận thăng, cần trục tháp hoặc máy bơm.

Trước khi đổ bê tông phải tưới nước vệ sinh chân cột, nếu cốp pha là gỗ xẻ phải tưới ẩm nước. Sau khi bịt cửa chân cột, đổ một lớp vữa xi măng cát có mác bằng mác bê tông cột dày 5cm để chống rỗ chân cột. Cột có chiều cao lớn hơn 5m thì cần chia ra làm các đợt đổ nhưng vị trí mạch ngừng phải hợp lý.

Khi đổ bê tông cần chia thành từng cụm cột để có thể luân chuyển cốp pha và bố trí song song, xen kẽ các công tác cốp pha, cốt thép và bê tông. Bê tông được đổ từng lớp có độ dày thích hợp, sau khi đầm xong đổ lớp tiếp theo.

Nếu vận chuyển vữa bằng vận thăng cần lưu ý:

- Đổ từ xa về vị trí đặt máy vận thăng
- Xác định tuyến vận chuyển bê tông trên sàn, lát ván làm đường cho xe cải tiến và xe cút kít.

- Sau khi đổ và đầm bê tông đến cửa, bịt cửa rồi đổ đợt tiếp theo
- Sàn công tác thi công bê tông cột thường sử dụng giáo xây trát kim loại có tấm sàn định hình. Nếu bắc giáo cao từ hai đợt trở lên phải có biện pháp ổn định chắc chắn.

Nếu sử dụng cần trục hoặc máy bơm cần lưu ý:

- Đổ bê tông từng cụm cột từ một đầu công trình tiến về phía đầu còn lại của công trình.

- Sử dụng thùng chứa có ống vòi voi cao su và cơ cấu điều chỉnh cửa xả bê tông.

- Khối lượng bê tông khi sử dụng bơm cho một đợt đổ không nên nhỏ hơn 30m³. Hết sức lưu ý tốc độ bơm vữa bê tông để không làm hư hỏng cốp pha.

- Tường hoặc lõi thang có mặt bằng chạy dài hoặc khép kín trước khi đổ bê tông phải bắc đủ sàn công tác cho một đợt đổ để nâng cao năng suất đổ bê tông.

- Tường có chiều dày nhỏ hơn 15cm nên đổ liên tục trong từng đoạn có chiều cao 1,5m. Tường cao hơn 3m nên chia làm nhiều đợt đổ bê tông, mỗi đợt khoảng 70cm và phải cấu tạo mạch ngừng thi công hợp lý. Khi đổ bê tông phải để vữa bê tông rơi vào giữa hai mặt cốp pha tránh để đá văng ra hai bên.

2.3.4. Đổ bê tông đầm sàn

Lựa chọn phương án đổ bê tông đầm sàn phụ thuộc vào khối lượng bê tông và các điều kiện của đơn vị thi công, trình độ xây dựng của khu vực. Vữa bê tông có thể được vận chuyển lên cao và đến vị trí đổ bằng xe cải tiến, xe cút kít, cần trục tháp hoặc máy bơm.

Khi vận chuyển vữa thủ công cần lưu ý làm đủ sàn công tác cho xe đi và về máy vận thăng, sàn công tác không tỳ vào cốt thép.

Nếu vận chuyển vữa bằng cần trục tháp, phải hạ ben xuống cách mặt sàn từ 20 đến 30cm mới mở cửa xả vữa.

Nếu sử dụng máy bơm phải nối ống dẫn đến vị trí xa nhất và ngắt dần khi đổ, ống dẫn vữa kê cách mặt cốt thép 20cm, tuyệt đối không để ống dẫn vữa kê vào cốt thép.

Đổ bê tông đầm sàn từ đầu này đến đầu kia của công trình. Diện tích dải đổ sàn xác định theo công thức:

$$F \leq \frac{Q(t_1 - t_2)k}{h} \quad (12.3)$$

Trong đó :

Q - Lượng bê tông có thể cung cấp (m^3/h)

F - Diện tích một dải đổ

t_1 - Thời gian bắt đầu ninh kết của vữa bê tông (h)

t_2 - Thời gian vận chuyển vữa bê tông (h)

k - Hệ số vận chuyển vữa không đồng đều

h - Chiều dày sàn

- Đổ bê tông đầm có thể từ một đầu lại hoặc từ hai đầu vào. Nếu đầm có kích thước lớn phải đổ từng lớp.

- Nếu thi công cột, dầm, sàn cùng một đợt thì: Sau khi đổ bê tông cột phải chờ từ một đến hai giờ cho bê tông co ngót ban đầu xong mới đổ bê tông đầm sàn.

Phương pháp làm phẳng và đảm bảo độ dày sàn:

Căn cứ vào cốt được đánh trên thép chờ cột để xác định bề mặt bê tông sàn khi đổ xong. Sau khi trút bê tông, dùng xẻng, cuốc san bê tông cho đều, tiếp đến dùng thước cán phẳng, sau đó đầm bê tông, cuối cùng dùng bàn xoa hoặc các dụng cụ chuyên dùng xoa nhẵn mặt bê tông.

2.3.5. Đầm bê tông

Bản chất của đầm bê tông là truyền rung động từ đầm vào các hạt và nước trong vữa bê tông. Mục đích của đầm là làm cho bê tông đồng nhất, đặc, chắc, tạo điều kiện tốt cho bê tông bám chắc vào cốt thép, có hai phương pháp đầm bê tông là đầm thủ công và cơ giới.

a) Đầm thủ công

Đầm thủ công chỉ sử dụng khi không có đầm máy, ở những công trình ít quan trọng, khối lượng bê tông ít. Đầm thủ công cho chất lượng bê tông kém hơn đầm máy, đầm thủ công chỉ được sử dụng cho vữa bê tông có độ sụt $\geq 6\text{cm}$. Muốn chất lượng bê tông tương đương đầm máy, cần tăng 10 đến 15% lượng xi măng.

Dụng cụ đầm bê tông thủ công là xà beng nhọn đầu, thép tròn trơn, búa nhỏ, đầm gang, đầm sắt nặng từ 6 đến 10kg.

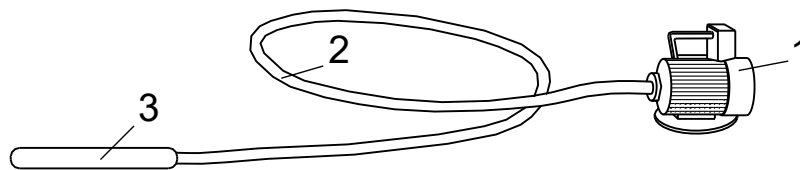
b) Đầm cơ giới

Đầm cơ giới cho chất lượng bê tông tốt, năng suất cao, giảm lao động thủ công trên công trường vì vậy cần triệt để sử dụng đầm máy. Các loại đầm được sử dụng trong thi công bê tông là:

- Đầm chấn động trong (đầm dùi)
- Đầm chấn động ngoài (đầm cạnh)
- Đầm mặt (đầm bàn)

b.1. Đầm chấn động trong (Đầm dùi)

Đầm dùi gồm các bộ phận chính là: Động cơ, vòi đầm và chày đầm (Hình 12.9) chày đầm có chiều dài từ 40 đến 50cm, đường kính chày từ 30 - 40mm.



Hình 12.9 - Đầm dùi

1 - Mô tơ 2 - Vòi đầm 3 - Chày đầm

Đầm dùi được sử dụng thích hợp khi đầm bê tông khối lớn, bê tông để, đài móng, bê tông dầm, tường. Khi sử dụng đầm dùi cần lưu ý:

- Nếu bê tông đổ nhiều lớp thì đầm lớp sau phải cắm xuống lớp trước từ 5 đến 10cm.

- Chiều dày lớp bê tông đổ không lớn hơn $\frac{3}{4}$ chiều dài của chày đầm.

- Thời gian đầm ở một vị trí từ 15 đến 60 giây.

- Cho đầm làm việc trước khi hạ chày từ từ vào bê tông, rút chày từ từ ra khỏi bê tông rồi mới tắt máy.

- Khoảng cách giữa 2 vị trí đầm thường lấy từ 1 đến 1,5 bán kính tác dụng của đầm.

- Khoảng cách từ vị trí đầm đến mặt cốt pha là:

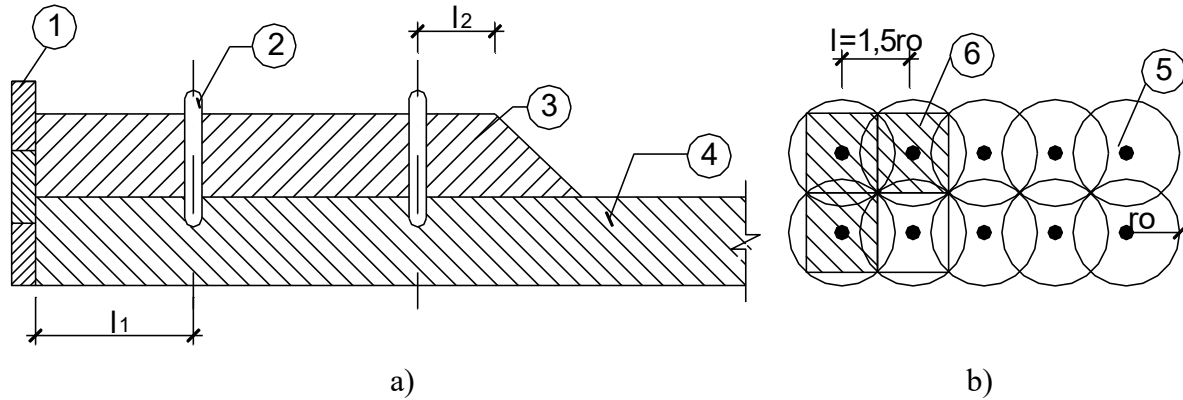
$$2d < l_1 \leq 0,5 r_0$$

- Khoảng cách từ vị trí đầm cuối cùng đến vị trí sẽ đổ bê tông tiếp theo là:

$$l_2 \geq 2 r_0 \quad (\text{Hình 12.10a,b}).$$

Trong đó : d - Đường kính của đầm dùi.

r_o - Bán kính ảnh hưởng của đầm.



Hình 12.10a,b - Vị trí của đầm bê tông khi dùng đầm dùi

a) Mặt cắt; b) Mặt bằng bố trí đặt đầm; 1 - Cốp pha; 2 - Đầm dùi; 3 - Lớp bê tông đang đổ; 4 - Lớp bê tông đổ trước ; 5 - Bán kính ảnh hưởng của đầm ; 6- Phạm vi đầm.

- Tính năng suất của máy đầm:

Năng suất lý thuyết của đầm được tính theo công thức:

$$P = 2r_o^2 \delta \frac{3600}{t_1 + t_2} (m^3 / h) \quad (12.4)$$

Trong đó:

r_o : Bán kính ảnh hưởng của đầm

δ : Chiều dày lớp bê tông cần đầm

t_1 : Thời gian đầm tại một vị trí

t_2 : Thời gian di chuyển đầm từ vị trí này sang vị trí khác (thường lấy xấp xỉ 10 giây)

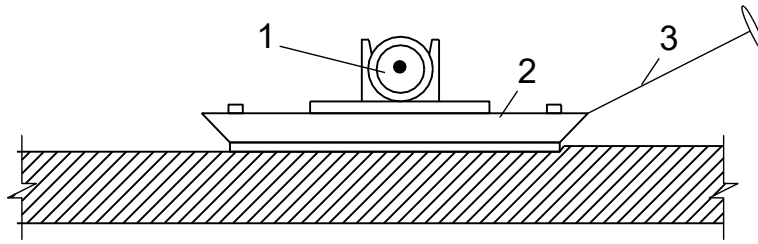
Năng suất thực của đầm là:

$$P_t = KP \quad (12.5)$$

K : hệ số hữu ích (thường lấy từ 0,6 đến 0,8)

b.2. Đầm mặt (Đầm bàn)

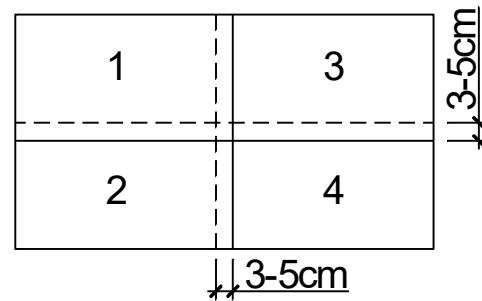
Đầm bàn gồm các bộ phận là: Mô tơ gắn chặt trên bàn đầm và dây kéo (Hình 12.11)



Hình 12.11- Đầm mặt

1- Mô tơ 2- Bàn đầm 3- Dây kéo

Đầm mặt sử dụng thích hợp trong thi công bê tông các bản phẳng như: Sân, đường băng, sân, đường. Chiều dày tối ưu của kết cấu khi sử dụng đầm bàn từ 6 đến 20m.



Hình 12.12

Năng suất lý thuyết của đầm bàn có thể tích theo công thức:

$$P = F\delta \frac{3600}{t_1 + t_2} (m^3 / h) \quad (12.6)$$

Trong đó:

F: Diện tích đầm bê tông (m²)

δ: Chiều dày của lớp bê tông đầm (m)

t₁, t₂: Như trong công thức của đầm dùi

Năng suất thực của đầm mặt tính theo

$$P_t = K.P (m^3/h) \quad (12.7)$$

b.3. Đầm chấn động ngoài (Đầm cạnh)

Đầm chấn động ngoài sử dụng đầm những kết cấu mỏng, đầm được gắn vào mặt ngoài cốp pha. Đầm truyền rung động vào bê tông qua cốp pha, vì vậy cốp pha phải được thiết kế đảm bảo độ vững chắc cần thiết.

2.3.6. Bảo dưỡng bê tông

a) Bản chất của bảo dưỡng bê tông

Quá trình đông cứng của vữa bê tông chủ yếu được thực hiện bởi tác dụng thủy hoá xi măng. Tác dụng thủy hoá này chỉ được tiến hành ở nhiệt độ và độ ẩm thích hợp. Bảo dưỡng bê tông chính là làm thoả mãn điều kiện để phản ứng thủy hoá được thực hiện.

b) Thời gian và phương pháp bảo dưỡng bê tông

Bảo dưỡng bê tông phải đảm bảo bề mặt bê tông luôn luôn ướt. Thời gian bảo dưỡng cần thiết không được nhỏ hơn các trị số trong bảng 12.6 (TCVN 4453 - 95).

Bảng 12.6 Thời gian bảo dưỡng ẩm

Vùng khí hậu	M ùa	Tháng	R th BD % R28	T ^{ct} BD ngày đêm
A	H è	IV - IX	50 – 55	3
	Đ ông	X - III	40 – 50	4
B	K hô	II - VII	55 – 60	4
	M ưa	VIII - I	35 – 40	2
C	K hô	XII - IV	70	6
	M ưa	V - XI	30	1

Trong đó:

RthBD : Cường độ bảo dưỡng tối hạn

T^{ct}BD : Thời gian bảo dưỡng cần thiết

Vùng A : Từ Diễn châu ra Bắc

Vùng B : Phía đông Trường Sơn và từ diễn châu đến Thuận

Hải

Vùng C : Tây nguyên và Nam Bộ

Bảo dưỡng bê tông trên công trường bằng cách tưới nước sạch vào bề mặt của khối bê tông. Lần tưới nước đầu tiên thực hiện sau khi đổ bê tông từ 4 đến 6 giờ tùy theo nhiệt độ ngoài trời. Đối với các kết cấu phẳng nên dùng bao tải hay rơm ẩm che phủ lên bề mặt bê tông khi bảo dưỡng . Tuyệt đối không được bê tông trắng mặt.

Trong nhà máy sản xuất kết cấu bê tông người ta còn dùng nước nóng hoặc bảo dưỡng bê tông trong hơi nước nóng ở áp suất cao để bê tông mau đạt cường độ yêu cầu.

2.3.7. Tháo dỡ cốp pha

a) Các yêu cầu khi tháo dỡ cốp pha

Tháo dỡ cốp pha có ảnh hưởng trực tiếp đến tốc độ thi công công trình, đến giá thành xây dựng và chất lượng của bê tông vì vậy tháo dỡ cốp pha phải tuân theo các yêu cầu sau:

Cấu kiện lắp sau thì tháo trước, lắp trước thì tháo sau. Tháo dỡ các kết cấu không hoặc chịu lực ít, sau đó mới tháo dỡ đến các kết cấu chịu lực.

Tháo cốp pha, đà giáo theo một trình tự sao cho phần còn lại vẫn đảm bảo ổn định.

Tháo cốp pha phải chú ý đến việc sử dụng lại cốp pha.

b) Các yếu tố quan hệ đến thời gian tháo dỡ cốp pha

1. Nhiệt độ:

Sự phát triển cường độ của bê tông phụ thuộc vào nhiệt độ: ở nhiệt độ cao bê tông phát triển cường độ nhanh hơn, ở nhiệt độ thấp bê tông phát triển cường độ chậm hơn, vì thế thời gian tháo dỡ cốp pha ở điều kiện nhiệt độ khác nhau là khác nhau.

2. Mác xi măng và lượng nước dùng trong vữa bê tông:

Thời gian đông cứng của bê tông phụ thuộc vào mác xi măng và lượng nước dùng trong vữa bê tông. Khi dùng xi măng mác cao, lượng nước ít thì có thể được tháo dỡ cốp pha sớm hơn.

3. Tình hình chịu tải trọng của kết cấu:

Cốp pha có thể là loại chịu lực hoặc không chịu lực (cốp pha đáy dầm, đáy sàn là cốp pha chịu lực, cốp pha thành dầm, cốp pha cột là cốp pha không chịu lực) vì vậy thời gian tháo từng loại cốp pha là khác nhau.

4. Thể tích và chiều dài nhịp:

Kết cấu bê tông có thể tích nhỏ, chiều dài nhịp nhỏ có thể được tháo sớm hơn so với kết cấu có thể tích lớn và chiều dài nhịp lớn.

5. Sử dụng phụ gia trong bê tông:

Khi sử dụng một số loại phụ gia sẽ làm cho bê tông phát triển cường độ nhanh hơn vì vậy thời gian cho phép tháo cốp pha và cây chống sẽ sớm hơn. Những yếu tố trên có ảnh hưởng trực tiếp ở những mức độ khác nhau đến thời gian tháo dỡ cốp pha, vì vậy tháo dỡ cốp pha phải căn cứ vào các điều kiện thực tế tại hiện trường và kiểm tra bằng việc ép mẫu thí nghiệm.

12.11.3. Một số qui định về tháo dỡ cốp pha, cây chống (TCVN-4453-95).

1. Cốp pha đà giáo chỉ được 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 cốp pha đà giáo, cần tránh không gây ứng suất đột ngột hoặc va chạm mạnh làm hư hại đến kết cấu bê tông.

2. Các bộ phận cốp pha đà giáo không còn chịu lực sau khi bê tông đã đóng rắn (như cốp pha thành bên của dầm, cột, tường) có thể được tháo dỡ khi bê tông đạt cường độ trên 50 daN/cm^2 ...

3. Đối với cốp pha 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 ghi trong bảng 12.7.

4. Các kết cấu ô văng, công xôn, sê nô chỉ được tháo cột chống và cốp pha đáy khi cường độ bê tông đạt đủ mức thiết kế và đã có đối trọng chống lật.

5. Khi tháo dỡ cốp pha đà giáo ở các tấm sàn đổ bê tông toàn khối của nhà nhiều tầng nên thực hiện như sau:

- Giữ lại toàn bộ giáo và cột chống ở tấm sàn nằm kề dưới tấm sàn sắp đổ bê tông;
- Tháo dỡ từng bộ phận cột chống cốp pha của tấm sàn phía dưới nữa và giữ lại các cột chống "an toàn" cách nhau 3m dưới các dầm, sàn có nhịp lớn hơn 4m.

6. 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 cốp pha chịu lực do thiết kế qui định.

7. Việc chất tải từng phần lên kết cấu sau khi tháo dỡ cốp pha 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.

8. Việc chất toàn bộ tải trọng lên các kết cấu đã tháo dỡ cốp pha đà giáo chỉ được thực hiện khi bê tông đã đạt cường độ thiết kế.

Bảng 12.7 - Cường độ bê tông tối thiểu để tháo dỡ cốp pha đà giáo chịu lực (% R28) khi chưa chất tải

Loại kết cấu	Cường độ bê tông tối thiểu cần đạt để tháo cốp pha , %R28	Thời gian bê tông đạt cường độ để tháo cốp pha ở các mùa và vùng khí hậu bảo dưỡng bê tông theo TCVN 5592 - 1991, ngày
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 cốp pha là 50%R28 nhưng không được nhỏ hơn 80daN/cm².

Tháo cốp pha mái vòm, phễu chứa bắt đầu từ các cột chống ở trọng tâm kết cấu, tháo dần từ trung tâm ra ngoài.

B. Chống dính cho cốp pha.

Tuổi thọ của cốp pha, chất lượng bề mặt kết cấu bê tông và năng suất tháo dỡ phụ thuộc rất đáng kể vào chất lượng của chất chống dính. Kinh nghiệm cho thấy, trong những điều kiện như nhau, nếu không chống dính cho cốp pha thì số lần sử dụng cốp pha sẽ kém hơn khi có chống dính từ 1,5 đến 2 lần. Mặt khác khi không chống dính, tháo cốp pha hết sức khó khăn, năng suất thấp và bề mặt bê tông dễ nứt mẻ.

Trình tự thi công lớp chống dính như sau: Cốp pha sau khi tháo ra phải được vệ sinh sạch sẽ. Với những cốp pha kín như cột, tường, dầm.v.v... chất chống dính được phủ lên bề mặt cốp pha trước khi lắp dựng vào kết cấu. Với cốp pha sàn, phủ lớp chống dính trước khi lắp dựng cốt thép. Chất chống dính được quét thủ công hay phun bằng máy tạo một lớp mỏng phủ kín và đều trên mặt cốp pha. Tuyệt đối không để chất chống dính bám vào cốt thép.

6. SÀN BÊ TÔNG DỰ ỨNG LỰC

Khái niệm

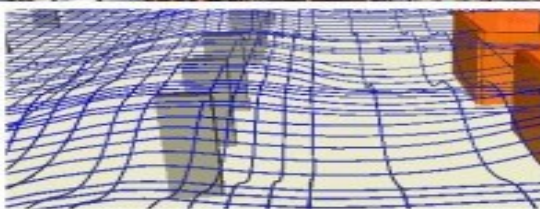
Sàn bê tông ứng lực trước **thường là sàn không dầm (sàn phẳng) và sử dụng loại kết cấu bê tông ứng lực trước.**

Hiện nay hệ thống dự ứng lực có nhiều loại (sợi đơn, đa sợi, có bơm vữa hay không có bơm vữa) với các độ linh động trong lắp đặt và thi công khác nhau.

Thông thường dùng loại cáp có vỏ bọc với đường kính 15,24mm hoặc lớn hơn với số lượng và đường kính theo tính toán của các nhà thiết kế. Sàn ứng lực trước căng sau thường sử dụng 2 loại cáp bám dính hoặc không bám dính. Cáp bám dính thường được sử dụng chủ yếu ở Úc còn ở Mỹ và Anh thì chủ yếu dùng cáp không bám dính.



Một công trình sử dụng sàn bê tông ứng lực trước



Transfer Slab Design by John Matheson & Associates Pty Ltd, (PT3D model and construction)

Cáp ứng lực trước sàn trên máy tính và thi công

Ứng dụng

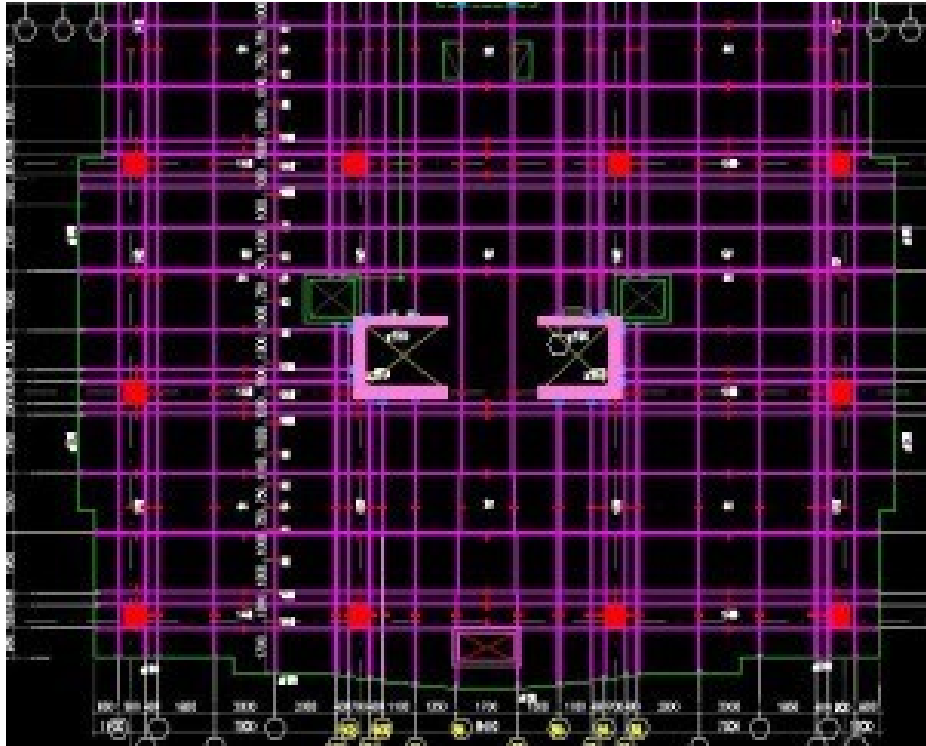
Sàn ứng lực trước có khả năng vượt nhịp lên tới 20m, nhưng chỉ hiệu quả trong nhịp từ 8-12m, kinh tế nhất là nhịp 9m. Nhịp trung bình phổ biến là 10-12m, tuy nhiên có thể kết hợp với dầm bản dự ứng lực với nhịp 16 hay 20m... Nhịp lớn hơn lượng thép dùng càng lớn.

Với nhịp khoảng 8-9m thì dùng sàn tẩm phẳng, cần chú ý đến chọc thủng.

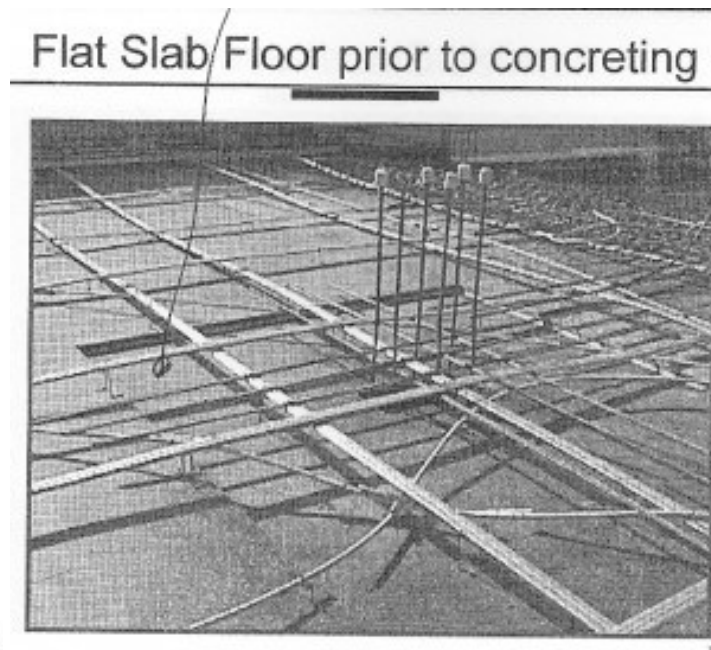
Với nhịp khoảng 10m thì dùng **sàn phẳng** với tẩm mũ, cần chú ý kiểm soát võng.

Với nhịp từ 12m trở lên chỉ nên dùng với dầmбет (dải sàn - slab band) nhưng **tiêu chuẩn** giới hạn là mật độ đặt thanh **thép**. Dầmбет $h < 2t$ với t là chiều dày sàn. Bề rộng của dầmбет $b > 3h$. Khi dùng dầmбет, việc chọn chiều dày sàn dựa trên tỉ số nhịp-trên-chiều cao, là dựa trên chiều dài của nhịp ngắn hơn. (Nhịp ngắn tính từ tim tới tim chứ không dùng khoảng cách thông thủy tính từ mép của dầmбет bởi độ cứng của dầmбет không đủ để có thể xem như một dầm).^[1]

Cấu tạo



Bản vẽ cáp căng sàn bê tông ứng lực trước



Sàn bê tông ứng lực trước với rất ít cốt thép thường

Ngoài việc đặt cốt thép chủ động (ứng lực trước) theo quỹ đạo cáp căng trước thông thường là parabol, cần phải đặt thêm cốt thép bị động (cốt thép thường). Tuy nhiên có thể thiết kế để có thể đặt rất ít cốt thép thường.

Thông thường, với cáp bám dính (bonded tendon), khoảng cách tối đa là 10 lần chiều dày sàn cho sàn 2 phương và 8 lần chiều dày sàn cho sàn một phương (phương còn lại không quy định, thường làm sao đảm bảo P/A -Tiêu chuẩn Mỹ ACI 318-05, mục 18.12.4. Đôi khi khoảng cách lớn hơn đôi chút được sử dụng nếu sàn chịu được tải áp dụng.^[2]

Một số công trình ứng dụng tại Việt Nam

Sàn không dầm bê tông ứng suất trước hiện tại được sử dụng rộng rãi tại các nước trong khu vực như Hongkong, Thailand, Indonesia, Malaysia, Singapore...

Việc thi công sàn ứng lực trước tại Việt Nam trong kết cấu nhà nhiều tầng thì đã có nhiều, điển hình như tòa nhà 63 Lý Thái tổ (nhịp 11m), E-town (nhịp 13.2m), tháp đôi Vincom(nhịp 10m), TT Thương mại Thanh trì (nhịp 13.2m) Vincom, trụ sở Viettel số 1 Giang Văn Minh(nhịp 8.5m), toà nhà 27 tầng tại 25 Láng Hạ^[3], tổ hợp văn phòng kết hợp nhà ở chất lượng cao ở Huỳnh Thúc Kháng... và nhiều công trình hiện đang thi công tại Hà Nội.

Công nghệ thi công sàn ứng lực cũng đã được áp dụng tại Việt Nam từ khá lâu do viện KHCN thực hiện lần đầu tại thư viện trường ĐH Quốc Gia HN (7 tầng).^[4]

Các ưu điểm

Hà Nội, Thành phố Hồ Chí Minh và các thành phố khác trong những năm qua đã có những bước đột phá trong việc xây dựng các khu chung cư cao tầng và nhà làm việc. Trong công trình xây dựng dân dụng và công nghiệp, sàn nhà là bộ phận chiếm tỷ lệ lớn, chịu lực phức tạp và có cấu tạo rất đa dạng. Khi công trình ít tầng thì giá thành chi phí cho sàn chiếm một tỷ lệ lớn. Đối với nhà nhiều tầng, do công trình chịu lực ngang cũng như tải trọng bản thân kết cấu lớn lên chi phí cho các bộ phận chịu lực ngang cũng như tải trọng bản thân kết cấu lớn lên chi phí cho các bộ phận chịu lực ngang cũng như tải trọng bản thân kết cấu lớn nên chi phí cho các bộ phận chịu lực ngang cũng như cột, tường sẽ tăng song chi phí cho sàn vẫn chiếm tỷ lệ cao. Sở dĩ như vậy là do sàn có tác động trực tiếp đến các bộ phận chịu lực khác như cột, dầm, tường. Sàn cũng có ảnh hưởng đến chiều cao tầng, đến khối lượng trát, ốp lát. Theo con số thống kê của công ty VSL thì với công trình cao khoảng 40 tầng, trọng lượng sàn chiếm đến 50% trọng lượng toàn công trình. Do vậy, việc nghiên cứu để giảm nhẹ trọng lượng sàn sẽ có ý nghĩa rất quan trọng.

Do sàn nhà chiếm một vị trí quan trọng như vậy nên ở các nước phát triển đã sử dụng nhiều loại sàn bê tông cốt thép ứng lực trước do có những ưu điểm mà sàn bê tông cốt thép thường không có được. Đó là:

Ngoài các ưu điểm của **bê tông ứng lực trước** thì hệ sàn có một ưu điểm là cho phép có tỷ lệ/ chiều cao lớn hơn (chiều cao tầng nhỏ hơn). Chiều cao tầng phụ thuộc vào hệ **kết cấu** có dầm hay không có dầm. Nếu hệ kết cấu sàn không có dầm với bước cột lớn thì chiều cao tầng có thể giảm và tính linh hoạt của không gian ở trong các căn hộ cũng như phòng làm việc sẽ cao hơn nhiều so với nhà có bước cột bé hoặc nhà có bước cột lớn nhưng lại có dầm. Đặc biệt là những nhà có sử dụng hệ thống điều hoà không khí trung tâm thì giải pháp **sàn không dầm** lại rất tiện lợi. Việc tổ chức không gian ở và làm việc tính linh hoạt (có thể thay đổi trong tương lai).

Để khắc phục yếu tố độ võng đối với bản **sàn không dầm** với bước cột lớn, biện pháp hiệu quả nhất là dùng **bê tông** dự ứng lực. Hiện nay, công nghệ kéo căng bê tông dự ứng lực đã triển khai tương đối mạnh, đặc biệt trong lĩnh vực cầu đường.

Với 1 nhịp lớn, **sàn bê tông ứng lực trước** cần ít bê tông hơn.

Nếu phần lớn **tải trọng** do cốt **thép** ứng lực trước chịu, cốt thép không ứng lực trước có thể được đơn giản hoá và **tiêu chuẩn** hoá ở mức độ cao. Hơn nữa, **vật liệu** cần cầu lắp giảm do trọng lượng thép (không ứng lực trước và ứng lực trước) và **bê tông** nhỏ hơn so với sàn **bê tông cốt thép**.

Sàn bê tông ứng lực trước khi cho phép tháo cốppha sớm hơn.

Việc lắp ráp các cấu kiện đúc sẵn bằng **bê tông** ứng lực trước tránh được các liên kết phức tạp của các thanh cốt **thép**, do đó giảm đáng kể thời gian lắp dựng...Sàn nhà **xây dựng** nhanh thì việc **hoàn thiện** có thể kết thúc sớm, đưa **công trình** vào khai thác sớm. Thông thường với mặt bằng sàn một tầng từ 1.000-2.000m² thì cứ 10 ngày có thể **thi công** xong.

Có thể được áp dụng đồng thời với các công nghệ khác để tăng tiến độ (Cốp pha leo, cốp pha bản, cút **nối thép**, **cốp pha vách** định hình...)

Theo sự tổng kết của các nhà khoa học, loại nhà này có hiệu quả kinh tế với chiều cao từ 9 đến 30 tầng

Các nhược điểm Edit:

Thi công cần đơn vị có kinh nghiệm

Mác bê tông cao hơn

Tính toán phức tạp hơn

Với **công trình** cao tầng, nếu sử dụng phương án **sàn ứng lực trước** thì kết quả tính toán cho thấy độ cứng của công trình nhỏ hơn **bê tông** ứng lực trước dầm sàn thông thường, do đó **chuyên vị** định công trình là điều cần lưu ý để đảm bảo quy phạm; quá

trình tính toán phần sàn. Để khắc phục điều này, nên bố trí xung quanh mặt bằng sàn là hệ dầm bo, có tác dụng neo cáp tốt và tăng cứng, chống xoắn cho công trình bằng nhiều biện pháp, ví dụ: sử dụng cột dạng **vách** thay vì cột vuông, sẽ chịu cắt và chịu lực ngang phương chính tốt hơn.

Khi trong sàn có **chuyển vị**, ứng suất trong cáp ứng lực trước (đặc biệt trong trường hợp sử dụng cáp không dính kết thường được áp dụng tại các **công trình** tại Việt Nam) sẽ thay đổi, mà sự thay đổi này chỉ được xét đến trong phần tính toán hao ứng suất (hệ số kinh nghiệm không cụ thể đối với nhà nhiều tầng chuyển vị ngang lớn). Ngoài ra còn cần kể đến ảnh hưởng của chuyển vị đỉnh cột, của dầm quanh chu vi (nếu có)... Như vậy chuyển vị ngang lớn sẽ ảnh hưởng đến kết quả **thiết kế** cáp ứng lực trước trong sàn. ^[5]

Sàn không dầm (có khả năng chịu chọc thủng kém) thông thường chỉ dùng ở những nơi có nhịp sàn theo 2 phương gần bằng nhau, **tải trọng** nhỏ. Ở Úc, người ta dùng phổ biến nhất ở các bãi đậu xe nhiều tầng - hoạt tải = 2.5~3 kPa. Nhịp sàn ít khi vượt quá 8.4m, vì nếu nhịp quá lớn thì sẽ không kinh tế bằng flat slab + band beam (sàn và dầm bản). **Sàn phẳng** không có mũ cột, (tiếng anh là flat plate), đã được xây nhiều ở nước ngoài. với loại **kết cấu** này, nơi xung yếu nhất là nơi đầu cột liên kết vào sàn. tại vị trí này, vai trò của cốt **thép** chống chọc thủng (punching shear reinforcement) là rất quan trọng. Nhiều đơn vị **thi công** ở Việt Nam chưa quen cách cấu tạo của sàn phẳng không mũ cột.

Ghi chú: ở một số nước có nguy cơ động đất cao đang dần không thiết kế, thi công nhà cao tầng sử dụng sàn ứng lực trước nữa. Với một số chủ đầu tư Đài Loan, họ nhất quyết từ chối sử dụng sàn ứng lực trước trong công trình của họ, nguyên nhân là sàn ứng lực trước không cứng (theo phương ngang khi chịu tải trọng ngang) như sàn thường, công tác bảo dưỡng khó, sàn ứng lực trước thường đi kèm với khả năng cho không gian rộng lớn, bước cột xa hơn nên độ cứng ngang tại từng tầng nhà yếu hơn. Thường thì ở nhà dân dụng: có tầng 1 & 2 trống để làm gara hay siêu thị, tầng trên được xây tường chèn hay tường bê tông ngăn chia nên tầng 1 & 2 trở thành tầng yếu trong tổng thể tòa nhà, khi xảy ra động đất hay bị sập ở tầng 1 chứ các tầng trên không việc gì cả. Hiện ở Đài Loan không ai dùng sàn ứng lực trước nữa (có thể họ có nhiều công trình gặp sự cố khi có động đất).

So sánh giữa sàn bê tông ứng lực trước và sàn bê tông thường Edit

	Phương án BTCT thường có dầm	Phương án bê tông dự ứng lực
Ưu điểm	- Thi công đơn giản hơn - Mác bê tông thấp hơn - Tính toán đơn giản hơn	- Tạo được trần đẹp - Chiều cao tầng được nâng cao bởi không bị hạn chế dầm

	- BBC	- Độ bền công trình cao, vì mác bê tông cao, thép cường độ cao kéo căng và không cho phép có vết nứt - Không phải làm trần - Thi công nhanh - Không gian sử dụng linh hoạt
Nhược điểm	- Chiều cao tầng sẽ bị hạn chế - Đặc biệt với những phòng rộng 100- 150m² thì chiều cao tầng 3,6m, dầm cao 70cm thì thông thủy chỉ còn 2,9m, thấp quá - Độ bền công trình không cao do có sự xuất hiện vết nứt dẫn tới sự ăn mòn thép nhanh - Trần có dầm nên phải làm trần - Thời gian thi công lâu hơn	- Thi công cần đơn vị có kinh nghiệm - Mác bê tông cao hơn - Tính toán phức tạp hơn

Đối với sàn không dầm BTCT thì các nhược điểm so với sàn dự ứng lực hầu như được khắc phục.
Edit

-Chiều cao thông thủy giữa sàn phẳng BTCT và sàn BTĐƯL là như nhau vì chiều dày sàn có thể chọn giống nhau. sàn phẳng BTCT cũng không cần phải đóng trần, thi công nhanh hơn vì không tốn thời gian căng cáp. Độ bền công trình cũng không kém sàn BTĐƯL vì thiết kế đúng quy phạm. độ võng của sàn BTCT sẽ cao hơn sàn BTĐƯL nhưng có thể khắc phục bằng cách tạo độ võng trước khi đổ sàn. Nên kết luận là sàn BTCT vẫn là giải pháp tốt

Trình tự thi công:

- Lắp dựng cốt pha sàn
- Lắp dựng cốt thép sàn
- Dải cáp
- Đổ bê tông mác cao
- Kéo cáp
- Bơm bê tông vào

Các bước được thực hiện như sau:

Sàn ứng lực thì quá trình thi công cũng gần như sàn BTCT thường, nó chỉ khác ở chỗ bố trí các bó cáp và thi công căng cáp sau khi BT đã đạt cường độ thiết kế mà thôi, nhưng nhìn chung nó cũng tương tự như khi thi công sàn BTCT bình thường!



Có thể nhận thấy một điểm rất rõ là sàn ứng lực khác sàn thường ở chỗ là nó không có dầm, chính nhờ ưu điểm này mà nó tạo cho chúng ta không gian thông thoáng, thuận lợi rất nhiều trong việc bố trí hệ thống chiếu sáng, tạo nét thẩm mỹ cho trần nhà.



Ngoài việc bố trí cốt thép như trong sàn BTCT thông thường, sàn ứng lực còn được bố trí thêm các bó cáp (màu trắng), thông thường trong mỗi bó cáp có khoảng 5 sợi cáp, các sợi cáp này được nhập hoàn toàn ở nước ngoài về, mỗi sợi được bện từ 7 sợi cáp (những điều mà mình nói ở đây là ở công trình mà mình xem, còn các công trình khác thì có thể không hoàn toàn giống từng chi tiết như vậy). Các bạn hãy xem hình sau thì sẽ rõ cấu tạo của một sợi cáp:



Các bó cáp được đặt theo thứ căng của môment, vị trí các mối nối của bó cáp phải được quán keo thật kỹ lưỡng, để sau này khi đổ BT không bị BT chảy vào làm tác ổng, nếu tác ổng sẽ gây khó khăn trong việc phun vữa sau này.

Sau khi bố trí cốt thép và bó cáp xong thì tiến hành đổ BT bình thường, sau khi BT đạt cường độ quy định, thông thường khoảng 7 ngày thì bắt đầu tiến hành gắn nêm kích đầu





Chính nhờ các chốt nôm này mà khi căng cáp, kéo cáp ra, cáp sẽ bị giữ luôn ở bên ngoài, không thể tụt vào bên trong được.



Sau đó thì bắt đầu tiến hành căng cáp, thiết bị căng cáp thật ra là một kích thủy lực, được đặt ngay đầu cáp...



....và một máy theo dõi áp lực kéo cáp.



Sau khi căng cáp xong thì bắt đầu bơm vữa, vữa bơm vào gồm xi măng trộn với vài loại phụ gia, trong đó chủ yếu là phụ gia trương nở. Các bạn có thể thấy rõ hình minh chụp, vữa bơm đầu này và tràn lên ở đầu bên kia, sau khi thấy vữa tràn lên đầu bên kia thì người ta dùng túi ni lông đóng chèn vào bịt lỗ, thế là bó cáp của chúng ta đã được bơm đầy vữa xi măng rồi đấy!



Còn đây là tình huống bơm vữa gặp sự cố tắc ống, khi tắc ống thì vữa sẽ không bơm qua tới đầu bên kia được, cho nên người ta phải khoan ở giữa đường ống để tạo lỗ, và vữa sẽ tràn lên theo lỗ này, có nghĩa là ống này phải bơm thành 2 lần ở 2 phía.

Ví dụ so sánh cụ thể Edit

Ví dụ so sánh là một nhà làm việc cao 9 tầng, với lưới cột tối đa là 7mx8,4m. Phương án chọn được xem như tối ưu là hệ kết cấu chịu lực gồm cột + vách cứng đặt ở khu vực thang máy + sàn không dầm. Cột vuông được chọn với tiết diện 65x65cm, sàn dày 20cm, bê tông dự ứng lực mác 350, vách cứng dày 20cm.

Phương án so sánh là phương pháp thông thường lâu nay các nhà thiết kế và các nhà thầu xây lắp thường thích dùng là hệ kết cấu khung cột + vách chịu lực + dầm + sàn với bê tông cốt thép (BTCT) mác 200, thép thường. Hệ kết cấu thẳng đứng chịu lực ngang vẫn dùng hệ cột vuông 65x65cm và vách cứng dày 20cm ở vị trí cầu thang như phương án thép dự ứng lực. Điểm khác ở phương án này là sàn dùng hệ dầm chính và dầm phụ chịu lực. Bản sàn dày 12cm dựa trên yếu tố đảm bảo độ võng cho phép và tỷ lệ thép, hệ dầm chính tiết diện 25x65cm, hệ dầm phụ tiết diện 22x35cm.

- Một nhận xét gần như là quy luật đó là đối với các nhà cao tầng có vách chịu lực thì vách cứng thẳng đứng chịu tải trọng ngang chủ yếu. Cột chỉ chịu một phần rất ít.

-So sánh hai phương án ta thấy nội lực của chân cột cũng không khác nhau nhiều lắm nên phương án móng cũng tương đương nhau.

- Chuyển vị ngang ngang trên đỉnh công trình cũng ở trong phạm vi cho phép và có giá trị tương đương nhau (thực ra có một chút sai khác)

- Từ nội lực của dầm chính, dầm phụ và sàn của 2 phương án ta tính được thép dầm sàn, cột của 2 phương án

Qua kết quả tính toán không gian theo chương trình STAADIII cho 2 phương án trên ta nhận thấy:

Nội lực tại cùng một tiết diện của cùng một chân cột Edit

Phương án BTCT thường có dầm	Phương án bê tông dự ứng lực
- Lực dọc: N=393,994 tấn - Mmax = 0,612tm - Lực cắt Qmax = 0,198 tấn	- Lực dọc: N=447,686 tấn - Mmax = 3,792 tm - Lực cắt Qmax = 0,916 tấn

Chuyển vị tại cùng một tiết diện cốt trên đỉnh công trình Edit

Phương án BTCT thường có dầm	Phương án bê tông dự ứng lực
$\delta_x = 0,00064 \text{ cm}$ $\delta_y = 0,43591 \text{ cm}$ $\delta_z = 1,92053 \text{ cm}$	$\delta_x = 0,21846 \text{ cm}$ $\delta_y = 0,27509 \text{ cm}$ $\delta_z = 2.11529 \text{ cm}$

So sánh khối lượng bê tông, thép và kinh tế của 2 phương án Edit

Từ kích thước của các cấu kiện của 2 phương án so sánh khối lượng bê tông của 2 phương án

	Phương án BTCT thường có dầm	Phương án bê tông dự ứng lực
ê tông	- Bê tông mác 200 - 167,29m³ x 402.612đ/m³= 67.352.961đ	- Bê tông mác 350 155, m ³ x 639.2450đ/m ³ = 99.114.750
thép	Thép thường 35,9 tấn x 5.000.000đ/t=179.500.000đ 12,55 tấn x 5.000.000đ/t=62.750.000đ	Thép ứng lực (cáp+đầu neo+ nhân công) 5,0 tấn x 20.000.000 đ/t=100.000.000đ
	Cốp pha thành dầm 347,4m² x 22.000đ/m² = 7.642.800đ	
	Tổng cộng cho 1 sàn: 254.495.761đ	Tổng cộng cho 1 sàn: 263.954.154đ

CHƯƠNG I: TỔNG QUAN CÔNG NGHỆ SÀN BubbleDeck

1. Công nghệ sàn Bubbledeck trên thế giới

BubbleDeck- Công nghệ sàn mang tính cách mạng trong xây dựng. Hiện nay trên thế giới có rất nhiều công nghệ sàn, mỗi công nghệ đều có những ưu và nhược điểm riêng. BubbleDeck là công nghệ sàn mới, rất thành công tại Châu Âu từ những năm đầu thành lập. Trong 7 năm qua, tại Đan Mạch và Hà Lan, hơn 1 triệu m² sàn sử dụng công nghệ BubbleDeck đã được thi công, ứng dụng cho tất cả các toà nhà cao tầng bao gồm văn phòng, bệnh viện, trường học, nhà ở, nhà để xe và các công trình công cộng khác. Trong kết cấu nhà nhiều tầng trọng lượng bản thân hệ kết cấu sàn ảnh hưởng rất lớn đến nội lực trong các kết cấu chịu lực của Tòa nhà. Nếu giảm được trọng lượng bản thân của kết cấu sàn sẽ làm cho toàn bộ kết cấu của tòa nhà từ móng, đến cột, vách và dầm, sàn đều trở nên thanh mảnh hơn mang đến hiệu quả kinh tế kỹ thuật rất cao.

BubbleDeck là một công nghệ thi công sàn bê tông cốt thép mang tính cách mạng trong xây dựng khi sử dụng những quả bóng bằng nhựa tái chế để thay thế phần bê tông không tham gia chịu lực ở thớ giữa của bản sàn, làm giảm đáng kể trọng lượng bản thân

kết cấu và tăng khả năng vượt nhịp lên khoảng 50%. Bản sàn BubbleDeck phẳng, không dầm, liên kết trực tiếp với hệ cột, vách chịu lực, có nhiều ưu điểm về mặt kỹ thuật và kinh tế, cụ thể: Tạo tính linh hoạt cao trong thiết kế, có khả năng áp dụng cho nhiều loại mặt bằng công trình; Giảm tới 35% trọng lượng bản thân kết cấu, từ đó giảm kích thước hệ kết cấu cột, vách, móng; Tăng khoảng cách lưới cột, giảm hệ tường, vách chịu lực; Giảm thời gian thi công và các chi phí dịch vụ kèm theo; Tiết kiệm khối lượng bê tông thi công: 2,3kg nhựa tái chế thay thế cho 230kg bê tông/m (BD 280) và rất thân thiện với môi trường khi giảm lượng phát thải năng lượng và khí CO₂(khí nhà kính).

Các cấu kiện rộng 2,4m tạo nên một phần bản sàn tổng thể được sản xuất dưới dạng cấu kiện đúc sẵn bán toàn khối bao gồm lưới thép dưới và lớp bê tông đúc sẵn dày 60mm, hình thành hệ ván khuôn vĩnh cửu cho bản sàn. Các sườn tăng cứng có tác dụng cố định 2 lưới thép trên và dưới, định vị các quả bóng nhựa đúng vị trí cũng như tăng cường độ cứng dọc cho tấm sàn trong quá trình lắp dựng. Sau khi cấu kiện bán toàn khối được đặt vào vị trí và được đỡ tạm thời bằng hệ giáo thi công, các cấu kiện sẽ được liên kết lại với nhau bằng cốt thép rời đặt giữa các quả bóng nhựa trên lớp bê tông đúc sẵn và lưới thép trên. Quá trình đổ bê tông và dưỡng hộ tại công trường sẽ làm "biến mất" mối nối giữa các cấu kiện, do đó tạo ra được một sản phẩm hoàn thiện, đảm bảo độ ổn định và bền vững, có khả năng chịu lửa, cách âm tốt và chống lại các tác động có hại của thời tiết.

BubbleDeck là công nghệ thi công tấm sàn phẳng, rộng theo hai phương không dầm, ít cột, thi công không cần ván khuôn và có khẩu độ vượt nhịp lớn. Sàn BubbleDeck rất linh hoạt trong thiết kế kiến trúc, có tính cách âm, cách nhiệt tốt và khả năng chống cháy nổ, giảm tác dụng động đất vượt trội. Với công nghệ BubbleDeck, việc thi công tấm sàn có thể tiết kiệm tới 50% lượng bê tông so với sàn truyền thống, giảm thời gian lắp dựng mỗi sàn xuống 5 đến 7 ngày, giảm tải trọng bản thân tấm sàn cũng như tải trọng lên phần móng công trình và góp phần tích cực vào công tác bảo vệ môi trường. Với những tiến bộ trên, công nghệ BubbleDeck đã được cấp chứng nhận đạt Tiêu chuẩn Xây dựng Châu Âu.

Đặc điểm nổi bật của BubbleDeck là khả năng chịu lực. Một tấm sàn đặc gặp rất nhiều vấn đề khi phải vượt nhịp lớn do ảnh hưởng của trọng lượng bản thân. BubbleDeck đã giải quyết vấn đề này khi giảm 35% lượng bê tông trong tấm sàn nhưng vẫn đảm bảo khả năng chịu lực tương ứng. Vì vậy, khi có cùng khả năng chịu lực, 1 tấm sàn BubbleDeck chỉ cần sử dụng 50% lượng bê tông so với một tấm sàn đặc, hoặc cùng độ dày tấm sàn BubbleDeck có khả năng chịu tải gấp đôi sàn đặc nhưng chỉ tiêu thụ 65% lượng bê tông. BubbleDeck có khả năng chịu lực cắt xấp xỉ 65% khả năng của sàn đặc với cùng chiều cao. Trong tính toán thường sử dụng hệ số 0.6 để thể hiện mối tương quan này. Trong những vùng chịu lực phức tạp(khu vực quanh cột, vách, lõi), có thể bỏ bớt các quả bóng để tăng khả năng chịu lực cắt cho bản sàn.

Khả năng chịu động đất cũng là một trong những ưu điểm của BubbleDeck. Lực động đất tác động lên công trình có giá trị tỉ lệ với khối lượng toàn công trình và khối lượng tương ứng ở từng cao độ sàn. BubbleDeck, tấm sàn phẳng chịu lực theo hai phương, với ưu điểm giảm nhẹ trọng lượng bản thân, khi kết hợp với hệ cột và vách chịu lực sẽ trở thành một giải pháp hiệu quả chống động đất cho các công trình cao tầng.

Bên cạnh đó là khả năng vượt nhịp của BubbleDeck. Quá trình xác định nhịp lớn nhất mà tấm sàn BubbleDeck có thể vượt qua dựa trên tiêu chuẩn British Standard 8110 và EuroCode 2, có bổ sung hệ số 1.5 để kể đến việc giảm nhẹ bản thân sàn so với sàn đặc truyền thống. Tỉ số giữa nhịp/chiều cao tính toán của tấm sàn $L/d \leq 30$ đối với sàn đơn, $L/d \leq 39$ đối với sàn liên tục, $L/d \leq 10.5$ đối với sàn ngàm một phương.

Ngoài ra, khi cần vượt nhịp lớn (trên 15m), có thể sử dụng giải pháp BubbleDeck ứng lực trước, thực hiện căng sau(PT). Khi vượt nhịp lớn, tấm sàn BubbleDeck thông thường sẽ không gặp khó khăn về khả năng chịu lực nhưng cần hạn chế về độ võng lớn, vì vậy phải thực hiện giải pháp PT. BubbleDeck International vừa hoàn thành 32,000m² sàn khu vực phát thanh và truyền hình cho trung tâm truyền thông Đan Mạch với kết cấu sàn ứng lực trước căng sau dày 390mm, khẩu độ vượt nhịp trên 16m. Các dây cáp ứng lực trước đặt cách nhau 3m cũng được chôn dễ dàng vào khe hở giữa các quả bóng của tấm sàn.

Với các đặc điểm kỹ thuật vượt trội của mình, BubbleDeck, hệ sàn phẳng nhẹ duy nhất được chính thức công nhận tại nhiều quốc gia, đã được cấp Chứng nhận Kỹ thuật Hà Lan CUR 86, có giá trị tương đương với Chứng nhận của Tiêu chuẩn Xây dựng.

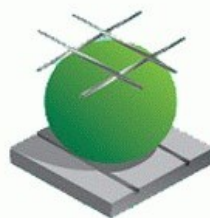
Về cấu tạo Sàn Bubbledeck là loại kết cấu sàn rỗng làm việc theo hai phương trong đó các quả bóng nhựa có vai trò giảm thiểu lượng bê tông ở vùng không cần thiết đối với kết cấu.

Bằng cách phối hợp lỗ rỗng tạo ra do trái bóng và bố trí các thanh của lưới thép, kết cấu bê tông có thể được tối ưu hoá và tối đa hóa việc sử dụng đồng thời các vùng chịu moment uốn và vùng chịu lực cắt.

Lưới thép trên

Bóng rỗng từ nhựa tái chế

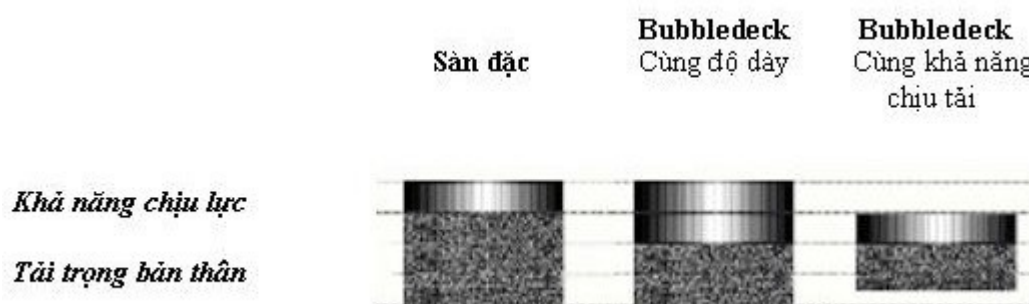
Lưới thép dưới, đổ lớp bê tông 60mm (tùy chọn)



Ưu điểm trong lắp dựng của BubbleDeck chính là kết quả của phối hợp đặc tính hình học của hai chi tiết cơ bản: lưới gia cường và bóng nhựa rỗng. Khi lưới gia cường trên và dưới được liên kết theo cách thông thường, một phần tử Bubbledeck ổn định đã được hình thành.

Lưới thép gia cường có nhiệm vụ phân bổ và cố định các trái bóng tại những vị trí chính xác, trong khi đó, các trái bóng định hình thể tích lỗ rỗng, giúp giữ vững định dạng của lưới thép gia cường đồng thời ổn định vị trí của lưới bóng. Khi tiến hành đổ bê tông phủ kín lưới thép nêu trên, ta có được tấm sàn rỗng "toàn khối" triệt để làm việc theo hai phương.

Ưu thế chính của các quả bóng là giảm trọng lượng của tấm sàn. Tải trọng bản thân của sàn Bubbledeck giảm 1/3 lần so với tấm sàn đặc có cùng độ dày và không ảnh hưởng đến khả năng chịu uốn và độ cứng của tấm sàn.



Giá trị tương đối theo % của sàn đặc	Sàn đặc	BubbleDeck cùng độ dày	BubbleDeck cùng khả năng chịu tải
Khả năng chịu tải	25	50	25
Tải trọng bản thân	75	50	40
Tải trọng bản thân/ khả năng chịu tải	3:1	1:1	1.5:1
Giá trị tuyệt đối theo % của sàn đặc			
Khả năng chịu tải	100	200	100
Tải trọng bản thân	100	65	50
Giá trị gia tăng sử dụng bê tông		300	200

Giá trị gia tăng sử dụng bê tông :

So với tấm sàn đặc, một tấm sàn Bubbledeck có khả năng chịu lực gấp đôi với 65% lượng bê tông và có cùng khả năng chịu lực với 50% lượng bê tông. Cốt lõi của công nghệ Bubble-Deck là làm nhẹ các tấm 2 trục (bê tông). Các tấm này được chia làm 3 loại khác nhau.

1. Những tấm bền vững

Bao gồm việc đúc sẵn ván khuôn đã được nhồi các mắt lưới Bubble lên trên các tấm đó.

Thuận tiện cho việc di dời các thanh rầm sàn khi sửa chữa / tân trang công trình.

2. Các tấm (bê tông) ghép (thô)



Được đưa vào ván khuôn sẵn dưới đáy lớp "mắt lưới-bubble" nằm ngang thay cho các tấm đã được đúc sẵn trong xây dựng. Tấm lợp mái nhà cũng làm trực tiếp được như vậy.

Thích hợp cho việc xây dựng các công trình mới.

3. Các tấm hoàn thiện

Các tấm ván bê tông ,các tấm bê tông đúc sẵn hoàn chỉnh.

Thường được dùng như ban công hoặc cầu thang.

Dòng sản phẩm

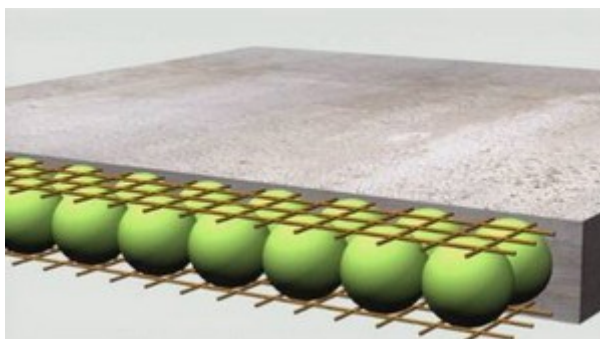
Các dạng sàn : Tấm Bubbledeck đơn giản được cấu tạo bởi lưới thép dưới, quả bóng và lưới thép trên sau đó sẽ được đổ bê tông tại công trường trên hệ ván khuôn truyền thống



Tấm Bubbledeck bán lắp ghép có phần dưới của trái bóng và lưới thép dưới được đổ bê tông tại xưởng, phần bê tông đúc sẵn này sẽ thay thế cho ván khuôn tại công trường.

Tấm Bubbledeck dưới dạng các tấm đúc sẵn toàn khối có thể được cung cấp để thực hiện lắp ghép tại công trường. Để tiện vận chuyển, tất cả các cấu kiện thường có chiều rộng dưới 3m, tuy nhiên sẽ không gặp khó khăn khi gắn kết các cấu kiện đó tại công trường, vì thế khả năng chịu tải tổng hợp của tấm liên kết này vẫn được duy trì không đổi.

Các dạng sản tiêu chuẩn

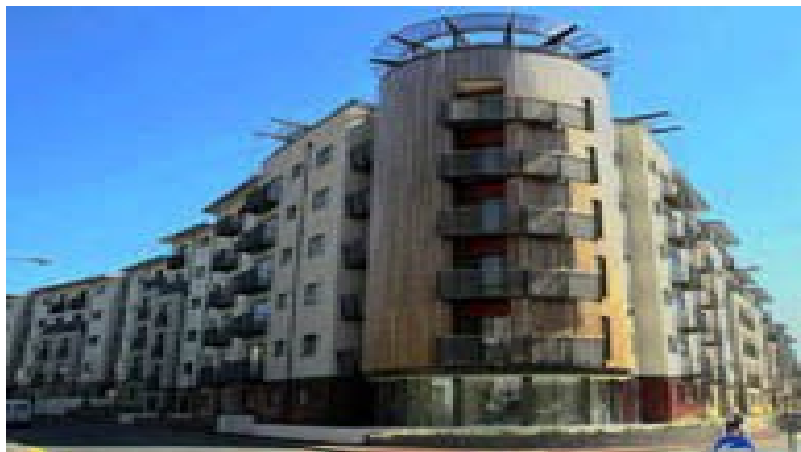


Bubbledeck được sản xuất theo 6 dạng tiêu chuẩn (nên chú trọng các dạng gạch chân) Độ dày tấm (mm): 170 230 280 340 390 430

Một số công trình đã sử dụng sản Bubbledeck trên thế giới



Toà nhà Millenium Tower (Rotterdam, Hà Lan) sử dụng công nghệ sàn BubbleDeck



Toà nhà Le Coie (Anh)- Giải thưởng Xây dựng Jersey 2005 (tiết kiệm được hơn 400,000 bảng Anh khi sử dụng 7800m² sàn BubbleDeck)



Toà nhà 193 Bà Triệu trước và sau khi nâng tầng sử dụng công nghệ Bubbledeck và không cần gia cố nền móng



Toà tháp Habico

2. Ứng dụng và cải tiến kết cấu sàn Bubbledeck ở Việt nam



Hệ sàn Bubbledeck ra đời ở Châu Âu từ 1990 đã được chuyển giao vào Việt Nam năm 2006, từ đó đến nay, đã từng bước làm chủ được công nghệ này và tiếp tục đề xuất những cải tiến nhằm hướng tới hệ kết cấu sàn không dầm, có mức độ công nghiệp hóa cao và giảm mạnh trọng lượng kết cấu sàn cho nhà nhiều tầng đang phát triển nhanh tại Việt Nam.

Nhà nhiều tầng (trên 15 tầng), hiện đang được xây dựng rất nhiều tại các đô thị lớn của Việt Nam để đáp ứng nhu cầu ở, sinh hoạt, thương mại đang tăng lên nhanh chóng của nhân dân.

Trong kết cấu nhà nhiều tầng trọng lượng bản thân hệ kết cấu sàn ảnh hưởng rất lớn đến nội lực trong các kết cấu chịu lực của Tòa nhà. Nếu giảm được trọng lượng bản thân của kết cấu sàn nhà nhiều tầng khoảng 20-30% sẽ làm cho toàn bộ kết cấu Tòa nhà từ móng, đến cột, vách và dầm, sàn đều trở nên thanh mảnh hơn và đạt hiệu quả kinh tế kỹ thuật rất cao. Việc giảm trọng lượng hệ kết cấu sàn bằng cách ứng dụng hệ sàn ô cờ, hệ sàn UST hay hệ sàn liên hợp thép bê tông...bên cạnh việc giảm một chút tải trọng bản thân của kết cấu sàn lại gây ra những bất tiện khác như thi công phức tạp, giá thành cao...

Công nghệ Bubbledeck và các nghiên cứu cải tiến hệ kết cấu sàn của Châu Âu này nhằm tăng khả năng công nghiệp hóa và giảm thêm trọng lượng kết cấu sàn và đáp ứng được nhu cầu cho sàn nhà nhiều tầng tại Việt Nam.

2.1. Các nghiên cứu tiền đề:

Từ 1996 đến 2006 đã có nhiều nỗ lực để tìm kiếm các giải pháp thi công phần kết cấu sàn theo định hướng công nghiệp hóa quá trình xây dựng và giảm nhẹ trọng lượng bản thân của kết cấu sàn, tăng khả năng vượt nhịp và hạn chế chiều cao kết cấu dầm, đó là:

Hệ sàn với các hệ cốt thép bố trí theo kết cấu không gian, làm việc hai phương có các vật thể rỗng đặt trong sàn để giảm nhẹ trọng lượng bản thân sàn. Về mặt thi công, đã cố gắng tìm cách thi công theo hướng bán lắp ghép, bán toàn khối để tăng năng suất lao động, giảm chi phí về ghép ván khuôn tại công trường.

Hệ sàn lắp ghép từ hệ thanh không gian bằng thép ống, bản mặt bằng tấm beton đúc sẵn lắp ghép hoặc đổ tại chỗ, có thể vượt nhịp đến 10-12m. Đã thi công một số công trình.

Tuy nhiên các hệ sàn này chỉ là những thử nghiệm ban đầu, mới đáp ứng được một vài tiêu chí phụ, chưa đạt được tiêu chí chính là có mức độ công xướng hóa cao, thi công nhanh, chiều dày sàn thấp...mà chúng tôi đã đề ra, nên không tiếp tục phát triển theo hướng này nữa, mà chuyển dịch trọng tâm sang tham khảo các công nghệ sàn tiên tiến của nước ngoài.

2.2. Các nghiên cứu tiếp cận công nghệ tiên tiến của nước ngoài

2.2.1 Nghiên cứu hệ sàn Superdeck

Năm 2005 và 2006 tập trung nghiên cứu theo định hướng sản phẩm Superdeck của Hàn Quốc, Trung Quốc.

2.2.2 Nghiên cứu hệ sàn Bubbledeck

Năm 2006-2008 tiếp cận và thử nghiệm công nghệ sàn Bubbledeck của Đan Mạch.

Qua kinh nghiệm của mình, khi tiếp xúc với Mr Jorgen Breuning - tác giả sáng chế hệ sàn Bubbledeck, chúng tôi nhận thấy đây là hệ sàn ưu việt nhất đã được biết đến, và rất có triển vọng áp dụng vào Việt Nam, nên đã:

Ký kết nhận CGCN từ BDI (BubbleDeck International) năm 2007.

Dựa vào trình tự thi công ta chia ra làm 3 kiểu sàn Bubbledeck :

+ Type A: Ghép cốt pha, đặt thép lưới lớp dưới, Lắp bóng đặt thép lưới lớp trên, thép nối, gia cường, thép chịu cắt, Đổ bê tông một lần tại công trường.

+ Type B: Chế tạo cấu kiện tệp lưới thép+bóng. Đúc bê tông 6cm tại xưởng.Vận chuyển, lắp dựng, lắp thép nối, gia cường, Đúc bê tông lần 2.

+ TypeC: Chế tạo tệp lưới thép+bóng. Liên kết ván khuôn tạm Vận chuyển, lắp dựng trên gổ tựa tạm, nối thép, gia cường. Đổ bê tông một lần tại công trường. Dỡ cốt pha sử dụng lại.

Triển khai các thử nghiệm về chế tạo và lắp dựng Bubbledeck **type A** tại:

+ Tòa nhà 191 Bà Triệu

+ Tòa nhà 249 Thụy Khuê

+ Tòa nhà CMC, đường Nguyễn Phong Sắc

+ Tòa nhà 73 Tô Hiến Thành

+ Trường Phổ thông Quốc tế Thăng Long tại Linh Đàm

Các công trình trên theo Bubbledeck type A, đã đạt hiệu quả giảm tải trọng bản thân sàn và giảm chiều dày kết cấu sàn, nhưng mức độ thi công chủ yếu là thủ công, thời gian thi công khá kéo dài...cách làm này chỉ chứng tỏ được tính khả thi về ứng dụng hệ sàn Bubbledeck tại Việt Nam, nhưng chưa chứng minh được tính công xưởng hóa cao mà chúng tôi mong muốn đạt tới.

Năm 2008 và 2009 tập trung nghiên cứu sản xuất hệ sàn Bubbledeck **type B** tại Nhà máy Betong Thịnh Liệt, Nhà máy Betong Bạch Đằng Hải Phòng, và tổ chức lắp dựng trên công trình thực tại Tòa nhà Văn phòng cho thuê tại Khu Đô thị PG Hải Phòng chúng tôi đã chứng minh được tính công xưởng hóa cao của công nghệ Bubbledeck, song thực tế lại bộc lộ những vấn đề bất cập cần được tiếp tục hoàn thiện, nếu muốn phát triển mạnh mẽ Bubble deck tại Việt Nam

2.3 Nghiên cứu sử dụng betong bọt làm betong kết cấu sàn.

Từ năm 2005 đã thử nghiệm sử dụng betong bọt làm betong cho kết cấu sàn Superdeck, nhằm làm giảm đáng kể trọng lượng bản thân của kết cấu sàn và do đó giảm chi phí thép của sàn.

Tuy nhiên sau khi tiếp cận hệ sàn Bubbledeck là hệ sàn chịu lực hai phương, không dầm, có nhiều tính năng ưu việt hơn hẳn hệ sàn Superdeck, nên chúng tôi tạm dừng hướng nghiên cứu này.

2.3.1. Các thành tựu bước đầu đạt được:

Chính từ các kinh nghiệm thu nhận được qua các triển khai đa dạng nhiều công nghệ khác nhau như trên, nên từ 2009 sau khi đã có kinh nghiệm thi công sàn Bubbledeck kiểu A và kiểu B, thấy rõ các ưu và nhược điểm của mỗi kiểu sàn này, để phù hợp với điều kiện cụ thể của Việt Nam, chúng tôi đề xuất hai cải tiến như mô tả chi tiết sau đây.

2.3.1.1 Hệ sàn Bubbledeck type C:

Bên cạnh nhiều ưu điểm vượt trội như đã nêu trên, nhược điểm cơ bản của hệ kết cấu sàn Bubbledeck type B khi ứng dụng vào điều kiện của Việt Nam hiện nay là:

- Cấu kiện nặng nề, cầu lắp và vận chuyển khó khăn, tốn kém.
- Dễ xảy ra nứt lớp beton dày 6mm làm ván khuôn đáy cầu kiện.
- Tính toàn khối hóa của hệ sàn bị giảm sút do chiều dày sàn được đúc beton hai lần, các mảnh ghép từ ván đáy bằng beton chính là các vết nứt sâu 6cm có sẵn không thể liền được, giảm độ cứng chịu uốn của sàn.
- Kiểm soát sự truyền lực qua thép nối giữa các mảnh cầu kiện chưa đạt độ tin cậy cao (có cả nguyên nhân về mặt xã hội bên cạnh nguyên nhân về kỹ thuật...)
- Từ tháng 5/2009 hệ kết cấu Bubbledeck type C như mô tả quy trình bằng hình ảnh dưới đây:



Cải tiến này đã mang lại một loạt hiệu quả như sau:

- Đạt mức độ công xưởng hóa cao, tiết kiệm thời gian thi công tại công trình.
- Công việc chế tạo cấu kiện tại xưởng đơn giản và dễ nhân rộng.
- Trọng lượng cấu kiện nhẹ (giảm 8-9 lần so với cấu kiện loại B có chiều dày và diện tích tương đương).
- Cầu lắp, vận chuyển thuận lợi, chi phí thấp.
- Kiểm soát tốt việc truyền lực giữa các cấu kiện.
- Toàn khối hóa 100% chiều dày betong sàn.
- Giảm tối đa rác thải phát sinh trong quá trình thi công.

Các cải tiến trên đây đã được báo cáo với tác giả của sáng chế Bubbledeck và được sự chấp thuận để đăng ký bằng Sáng chế mới vào tháng 6/2009.

Hiện đã và đang triển khai thi công trên 6 công trình nhà nhiều tầng với diện tích sàn lên đến trên 200.000 m² cho năm 2010 và 2011. Đang thiết kế trên 20 công trình với diện tích lên tới 500.000 m².

2.3.2 Hệ sàn hỗn hợp giữa beton thường và betong bọt:

Khi sử dụng Bubbledeck, nhờ nhiều quả bóng nhựa đặt tại vị trí trục trung hòa ở các khu vực có momen lớn, nhưng lực cắt nhỏ đã chiếm chỗ của beton và giảm được trọng lượng bản thân sàn đến 30-35%, tức là trọng lượng sàn trên m³ được giảm từ 2500 kg/m³ xuống còn 1700 đến 1800kg/m³.

Tuy nhiên, nếu sử dụng betong bọt (air-concrete) có trọng lượng bản thân khoảng 1000 đến 1200 kg/m³ để đúc một phần của kết cấu sàn, ta vẫn còn làm giảm trọng lượng sàn được nhiều hơn nữa.

Do betong bọt có modun đàn hồi và cường độ chịu nén thấp hơn betong thường, nên cách thức hợp lý nhất là cần sử dụng phối hợp giữa betong thường và betong bọt theo cách bố trí sao cho:

- Tại các khu vực có momen tương đối lớn và lực cắt nhỏ thì sử dụng betong thường (có bóng nhựa tạo rỗng).
- Tại các khu vực có momen và lực cắt đều nhỏ (vùng giữa nhịp của sàn không dầm) sẽ sử dụng beton bọt.
- Còn tại các khu vực cả momen và lực cắt đều lớn (khu vực gần gối tựa của sàn không dầm) sẽ dùng betong thường đổ toàn khối không tạo rỗng.

Ưu điểm lớn nhất của giải pháp này là giúp giảm mạnh được trọng lượng bản thân của kết cấu sàn ở vùng giữa nhịp của hệ sàn không dầm, chúng tôi đã nghiên cứu thực nghiệm với bản sàn không dầm có nhịp 10 x 10m, tải trọng sử dụng 500kg/m² và nhận thấy:

- Tại khu vực có momen và lực cắt cùng lớn (diện tích gần đỉnh cột, chiếm 15-20% diện tích ô sàn) sử dụng sàn đặc dày 280mm.

- Tại khu vực có momen lớn nhưng lực cắt nhỏ (chiếm 40- 45 % diện tích sàn) sử dụng beton thường và bóng nhựa dày 280mm.

- Tại khu vực momen và lực cắt đều nhỏ (chiếm diện tích 6x6m tương đương 36% diện tích sàn, sử dụng beton bọt có $\gamma = 1200\text{kg/m}^3$, chiều dày 200mm là đủ.

Như vậy so sánh với hệ sàn không đầm chịu tải và vượt nhịp tương đương dùng kết cấu sàn thông thường, hệ sàn đề xuất mới có các khác biệt sau:

- Trọng lượng bản thân giảm được trên 50%.
- Lượng cốt thép trong sàn giảm trên 30%.
- Độ cứng chống uốn của kết cấu sàn tăng.
- Khả năng cách âm, cách nhiệt, chống cháy của sàn đều tăng.
- Dễ xử lý trang trí nội thất trần và sàn vì chiều dày vùng giữa trần mỏng hơn các khu vực khác.

- Biên độ dao động và tần số dao động của Tòa nhà có cùng độ cao, cùng phân vùng động đất đặt công trình thì giữa hai phương án sàn đã giảm trên 50%.

2.4. Hướng nghiên cứu đang triển khai:

Không thỏa mãn với các kết quả đã đạt được, Chúng tôi đang tiếp tục nghiên cứu cải tiến kết cấu sàn, chủ yếu về công nghệ thi công, với các hướng đi như sau:

Thay thế ván đáy trong cấu kiện Cdeck từ gỗ dán phải tháo dỡ vận chuyển quay vòng bằng tấm beton nhẹ có lưới thép, dày 20-30mm, làm tăng khả năng chống cháy cho sàn, và thay thế lớp trát trần, không cần tháo dỡ ván khuôn đáy tăng năng suất lao động, giảm chi phí nhân công thi công trên công trường.

Nghiên cứu ảnh hưởng của hình dạng và tương quan đường kính với khoảng cách các quả bóng sao cho đạt độ rỗng của sàn cao nhất mà có độ cứng chống uốn tối ưu.

Nghiên cứu sự ảnh hưởng của lỗ rỗng trong sàn Bubbledeck trong việc truyền tải trọng ngang do gió và động đất vào lõi công trình.

2.5. Các đề xuất:

Với những kết quả đạt được chúng tôi mạnh dạn đề xuất:

Các cơ quan quản lý nhà nước xem xét và cho phép tuyên truyền rộng rãi để thông tin đến các chủ đầu tư, các công ty bất động sản biết và tham khảo khả năng ứng dụng hệ kết cấu sàn có hiệu quả kinh tế xã hội khá cao này nhằm tăng hiệu quả đầu tư của xã hội, giảm tiêu thụ vật liệu năng lượng và tài nguyên, tăng cường bảo vệ môi trường.

Các cơ quan quản lý cho xây dựng các định mức và tiêu chuẩn để các dự án sử dụng vốn ngân sách nhà nước cũng có thể ứng dụng được công nghệ này, hiện nay các dự án sử dụng vốn ngân sách nhà nước chưa đủ cơ sở pháp lý để ứng dụng kết cấu này được vì còn thiếu định mức và tiêu chuẩn để thẩm tra, phê duyệt hồ sơ.

Chúng tôi đã chuyển giao và sẵn sàng chuyển giao công nghệ một cách rộng rãi về thiết kế và gia công sản xuất Bubbledeck type C cho các công ty tư vấn thiết kế để đảm

bảo khả năng đáp ứng nhu cầu rất lớn của các dự án Bất động sản muốn sử dụng hệ kết cấu sàn này.

Kiến nghị Bộ xây dựng thay đổi cách tính giá trị thiết kế phí phân kết cấu công trình như hiện nay, vì người tư vấn thiết kế càng đưa ra giải pháp thiết kế tốt, giảm chi phí cho dự án thì càng bị giảm quyền lợi của chính mình, trong khi phải làm việc căng thẳng hơn, chịu trách nhiệm nhiều hơn, giải trình, thuyết phục nhiều hơn...đây chính là nghịch lý đang tồn tại, là một trong những nguyên nhân cản trở công nghệ, kỹ thuật mới đi vào thực tiễn xây dựng của Việt Nam.

Chương II: Phương pháp thi công sàn BUBBLEDECK

Đặc điểm các kiểu sàn Bubbledeck

Dưới đây là bảng so sánh đặc điểm của ba loại sàn

MÔ TẢ VÀ SO SÁNH BUBBLEDECK LOẠI A, B VÀ C				
Chỉ tiêu so sánh		Bubbledeck loại A	Bubbledeck loại B	Bubbledeck loại C
Mô tả	Trình tự thi công	Ghép cốp pha, đặt thép lưới lớp dưới, Lắp bóng đặt thép lưới lớp trên, thép nối, gia cường, thép chịu cắt, Đổ bê tông một lần tại công trường	Chế tạo cấu kiện thép+bóng. Liên kết và tập lưới thép+bóng. Đúc bê tông 6cm tại xưởng. Vận chuyển, lắp đặt, lắp thép nối, gia cường, Đúc bê tông lần 2	Chế tạo tập lưới thép+bóng. Liên kết và khuôn tạm Vận chuyển, lắp đặt trên gôỉ tựa tạm, nối thép, gia cường. Đổ bê tông một lần tại công trường. Dỡ cốp pha sử dụng lại
	Tính toán khối hoá/ khả năng lắp dựng sẵn ván khuôn thành dọc theo chiều dày sàn	Tốt/ Bình thường	Khá/ Khó khăn	Tốt/dễ dàng
Tiêu chí	Độ đặc chắc	Tốt	Khá	Tốt

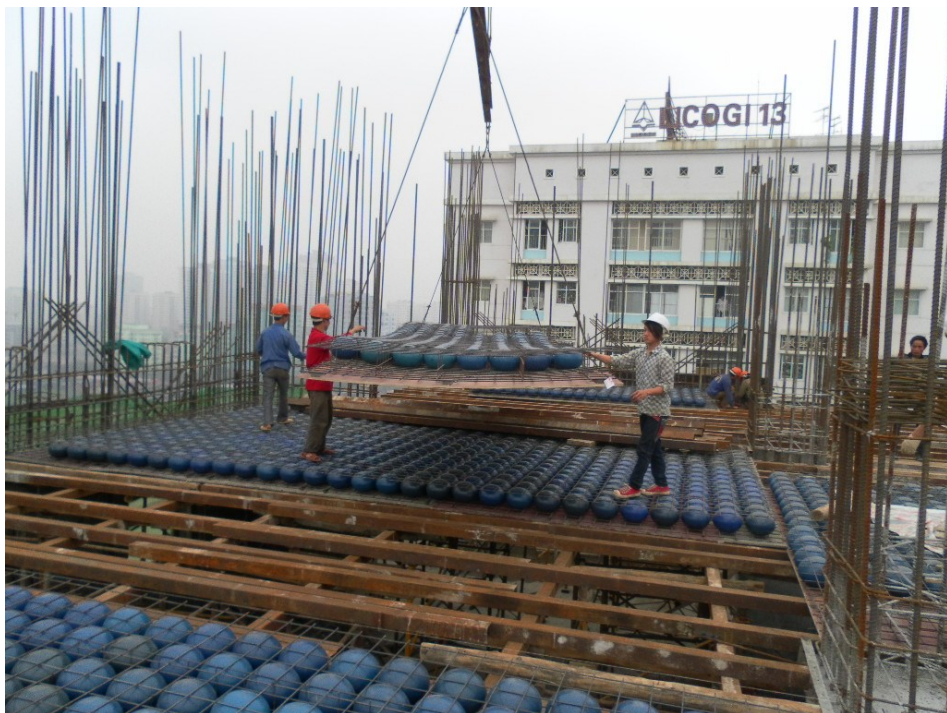
so sánh	của bê tông khi đúc tại vị trí			
	Độ cứng vững khi chịu uốn	Tốt	Khá	Tốt
	Mức độ công xường hoá trong sản xuất	Thấp	Cao	Tốt
	Thuận tiện trong vận chuyển	Bình thường	Khó khăn, tốn chi phí	Tốt
	Thuận tiện trong cầu lắp vào vị trí	Bình thường	Phải có cần trục sức trục lớn	Rất tốt
	Mức vốn đầu tư cho Nhà máy chế tạo cầu kiện Bubbledeck	Thấp	Cao	Thấp
	Tính linh hoạt cho các công trường nhỏ lẻ, xây chen, cải tạo	Tốt	Kém	Tốt
	Thời gian thi công	Dài, 8-12ngày/sàn	Ngắn, 5-7 ngày/sàn	Rất ngắn, 3-5 ngày
	Kiểm soát chất lượng cầu kiện trong khi chế tạo, vận chuyển, cầu lắp	Tốt	Khó	Rất tốt
	Khắc phục hiện tượng đầy nổi bóng nhựa khi đổ bê tông	Tồn kém	Tốt	Tốt
	Tương quan giá thành	100%	115%	95%

2. Biện pháp thi công sàn loại A

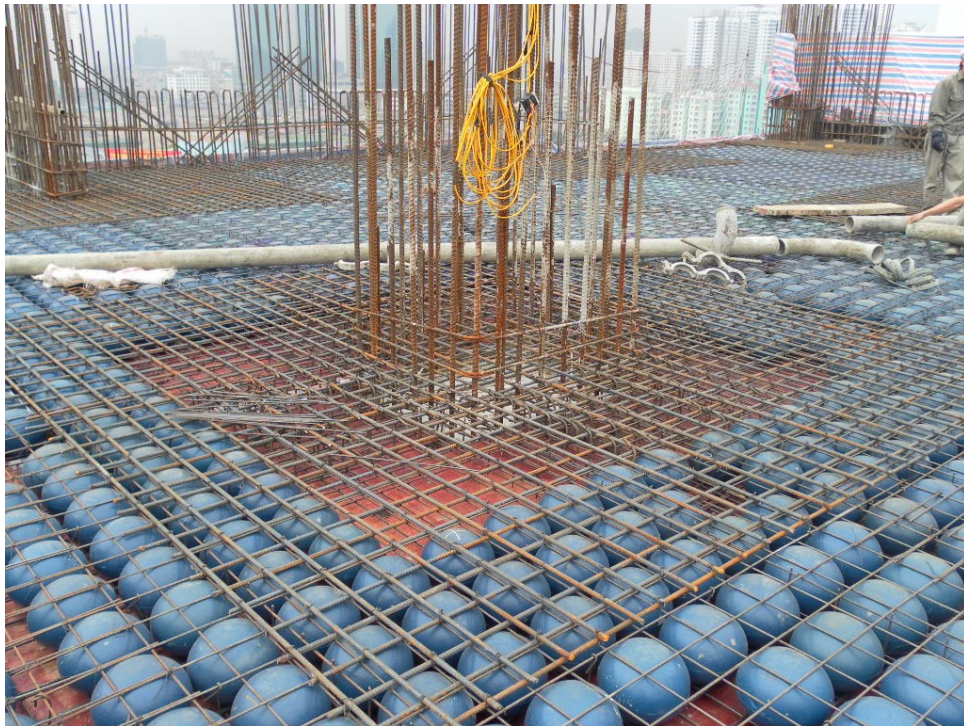
B1: Lắp dựng hệ xà gồ và giáo chống



B2: Cầu lắp các phen gồm các tấm ván khuôn trên đó đã giải thép và đặt bóng sần tại xưởng



B3: Giải các lớp thép gia cường đầu cột và hoàn thiện công tác cốt thép cho sàn



B4: Sau khi tiến hành nghiệm thu công tác cốp pha, cốt thép tại hiện trường ta Lắp đặt ống bê tông



B5: Đổ bê tông kết hợp đầm



B6: Làm mặt bê tông



Biện pháp thi công sàn BubbleDeck loại B



1. Đúc các nửa quả bóng bằng nhựa rỗng, loại nhựa HDPE. Vận chuyển đến công trường.



2. Ghép các nửa quả lại bằng keo dán nhựa thông thường, các nửa có các ren sập đầu đực, đầu cái.



3. Các tấm lưới thép trên dưới được hàn thành tấm.



4. Gép các lưới thép dưới + Bóng nhựa + lưới thép trên thành lồng.



5. Căn chỉnh, để trống các lỗ kỹ thuật



6. Chuẩn bị ván khuôn, thành ván khuôn cao khoảng 6-7cm, ván khuôn bằng thép nhấn được thổi dầu cặn dạng sương để chống dính



7. Đổ lớp bê tông 6cm, đặt lồng thép bóng đã được chuẩn bị tại bước 4





8. Lớp bê tông 6cm chụp gần



9. Phủ bạt hạn chế bốc hơi nước, có thể bơm hơi nước nóng để tăng nhanh cường độ.



10. Đưa các tấm cầu kiện kiểu B ra bãi chứa



11. Chằng buộc các tấm trên thùng xe



12. Đặt các tấm lên các xe tải kéo, các tấm kiểu B có kích thước nhỏ hơn 2.4m x 9m để có thể lưu thông trên đường



13.

Vận

chuyển

trên

đường





14. Chở đến công trường



15. Công trình có bước cột 16.5m (Bước cột tương đối lớn)



16. Đặt hệ giáo chống bê dưới (Không có ván khuôn đáy, chỉ có hệ dầm đặt ngang
tâm, cách nhau <1.8m)





17. Cầu các tấm lên đặt lên hệ giáo, mỗi tấm 2.4x9m nặng khoảng 3.5 tấn



18. Hệ giáo chống nhìn từ bên dưới, các thanh đặt ngang tấm bê tông 6cm đã đổ trong nhà máy.



9. Bố trí các tấm trên mặt bằng phải theo sơ đồ thiết kế do lưới cốt thép phía dưới bố trí khác nhau trên sơ đồ sàn



20.

Căn chỉnh các tấm



21. Đặt các thanh thép ngang nối các tấm





23. Đổ bê tông còn lại toàn khối trên mặt bằng



24. Hoàn thiện bề mặt bê tông



