

Phần 3

NHỮNG PHƯƠNG PHÁP THI CÔNG XÂY DỰNG
PHẦN THÂN CÁC CÔNG TRÌNH
BÊ TÔNG CỐT THÉP

Chương I

XÂY DỰNG THEO PHƯƠNG PHÁP
ĐÚC TOÀN KHỐI

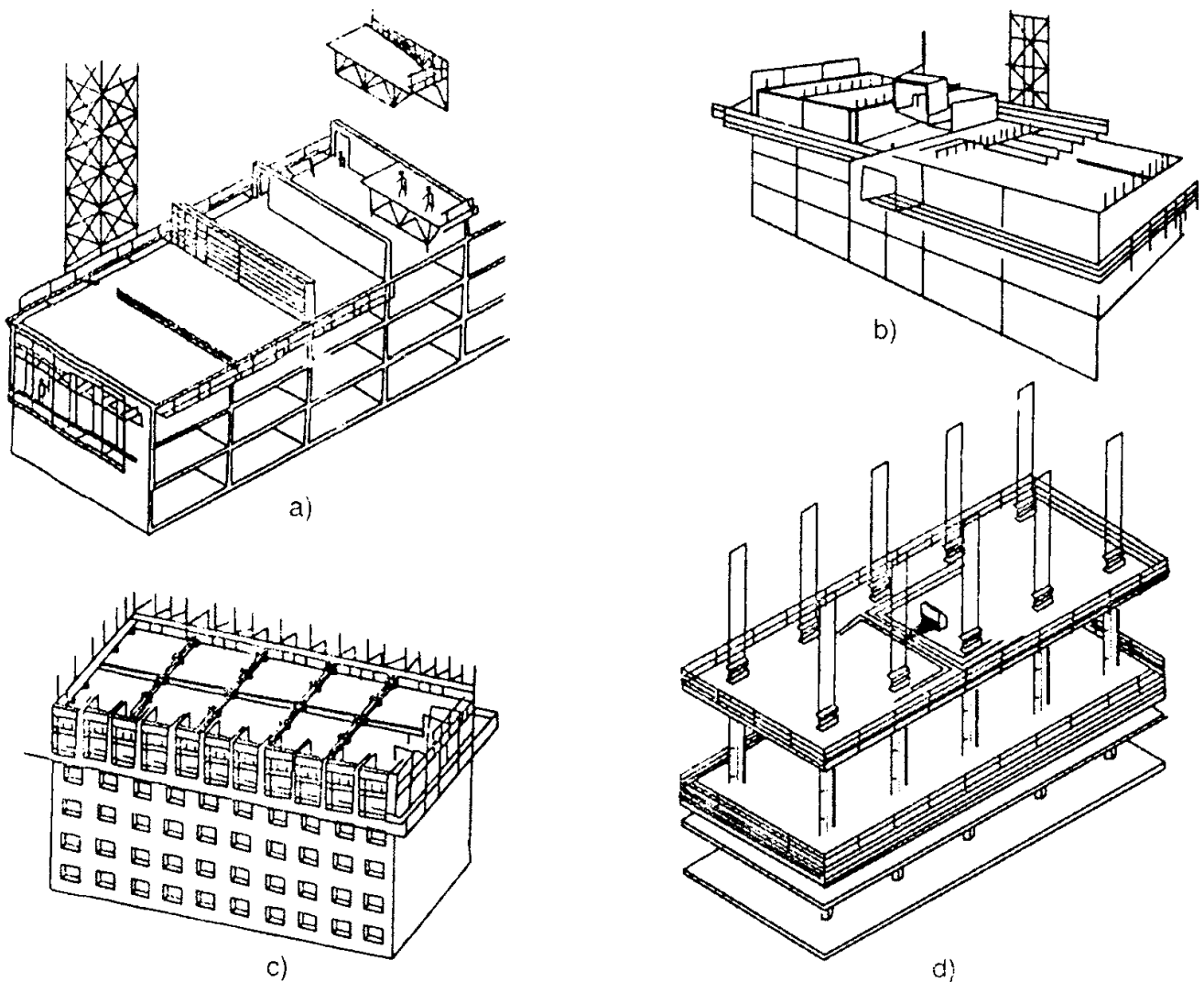
Trước khi có một công trình bê tông cốt thép đúc toàn khối, người ta phải làm một công trình tạm bằng gỗ hoặc bằng các loại vật liệu hỗn hợp khác đúng như công trình bê tông, đó là ván khuôn. Ván khuôn càng phức tạp, giàn giáo càng cao thì công trình bê tông đổ tại chỗ càng đắt và càng tốn nhiều công lao động.

Theo thống kê ở nhiều nước công tác ván khuôn chiếm tới 15-33% giá thành kết cấu bê-tông và có thể chiếm tới 30-50% tổng số công lao động. Vì vậy nếu trong công tác xây dựng người ta bỏ hoặc giảm được giàn giáo, dùng rất ít ván khuôn thì rõ ràng bê tông đổ tại chỗ sẽ rất kinh tế.

Theo những số liệu thống kê của Liên Xô trước đây nếu sử dụng biện pháp thi công mới thì nhà bê tông đổ toàn khối so với nhà lắp ghép tấm lớn có những ưu điểm sau:

- Lương sắt thép giảm được 20-30%;
- Giá thành có thể hạ 4-5%;
- Công lao động tương đương;
- Độ chắc chắn và độ bền cao hơn.

Đó là chưa kể những mặt thuận lợi khác như: không phải xây dựng những nhà máy sản xuất cấu kiện đúc sẵn tại các địa phương, không đòi hỏi các điều kiện về đường sá, phương tiện vận chuyển, bốc xếp, lắp ghép tương đối hiện đại đắt tiền mà không phải nền kinh tế nào cũng đáp ứng được. Mặt khác, về kỹ thuật xây dựng ngày càng có khả năng cơ giới hoá một phần hoặc toàn bộ các quá trình thi công bê tông đúc tại chỗ mà trước đây phải làm thủ công, do đó giảm nhẹ rất nhiều sức lao động của người thợ, nâng cao chất lượng và hạ giá thành.



Hình 3-1. Đổ bê tông toàn khối theo phương pháp hiện đại.

- a. Sử dụng cốp pha tấm lớn đổ bê tông tường và sàn;*
- b. Sử dụng cốp pha tụy-nen; c. Sử dụng cốp pha trượt;*
- d. Đổ bê tông sàn toàn khối theo phương pháp nâng tầng và nâng sàn.*

Phương pháp thi công bê tông đúc tại chỗ hiện nay ở nhiều nước đã trở thành một phương pháp công nghiệp hoá trong xây dựng hiện đại (hình 3-1).

Công nghiệp hoá công việc xây dựng nhà và công trình bằng bê tông cốt thép đổ tại chỗ, tức là: sử dụng các loại vữa bê tông thương phẩm sản xuất tại nhà máy; các quá trình vận chuyển, đổ, đầm được cơ giới hoá tổng hợp; sử dụng các loại xe trộn và bơm bê tông; sử dụng các loại cốp pha luân lưu cỡ lớn tháo lắp dễ dàng, các loại ván khuôn di động; dùng lưới cốt thép, khung cốt thép phẳng, khung cốt thép không gian hoặc cốt thép cứng; cơ giới hoá cao độ hoặc tự động hoá khâu cân đong, chế trộn vữa bê tông...; rút ngắn quá trình ninh kết của bê tông để nhanh chóng tháo dỡ ván khuôn bằng các biện pháp hiện đại như hút nước trong bê tông hoặc hấp bê tông...

Kinh nghiệm của nhiều nước tiên tiến cho thấy: nếu sử dụng biện pháp thi công hiện đại, được trang bị và chuẩn bị tốt thì có thể thi công những công trình bê tông cốt thép đổ toàn khối với tốc độ không thua kém gì tốc độ thi công những công trình lắp ghép.

Sau đây sẽ trình bày các công nghệ tiên tiến trong thi công kết cấu bê tông cốt thép đổ toàn khối:

I. CÔNG NGHỆ CỐP PHA TẤM LỚN:

1. Đặc điểm của công nghệ cốp pha tấm lớn:

- Cốp pha tấm lớn là một 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 được dễ dàng.
- Trọng lượng của loại cốp pha này khá lớn vì chúng thường có kích thước bằng bề mặt cấu kiện cho nên phải có thiết bị cẩu lắp và vận chuyển.
- Kích thước hình học của cốp pha yêu cầu có độ chính xác cao.
- Vật liệu làm cốp pha tấm lớn thường là loại có chất lượng tốt, như: gỗ dán chịu nước, gỗ tấm ép nhân tạo, hỗn hợp thép gỗ, cốp pha thép,

thép hợp kim... Do đó, giá thành của chúng tương đối cao. Thực tế cho thấy muốn giảm giá thành thi công theo công nghệ này thì cần phải nghiên cứu để giảm chi phí cho cả 5 công đoạn chính: gia công chế tạo, lắp dựng, sử dụng, tháo dỡ và bảo dưỡng.

2. Những ưu điểm chính của việc sử dụng cốp pha tấm lớn (đặc biệt là trong thi công nhà nhiều tầng)

a. Do bề mặt tấm cốp pha lớn nên chất lượng bê tông sẽ tốt hơn

Trong cốp pha thông thường ta phải ghép bằng nhiều tấm ván nhỏ, có nghĩa là có nhiều mối nối và vì vậy có nhiều khe hở. Vì thế mà dễ bị mất nước xi măng trong quá trình đổ bê tông. Mặt khác, nếu phải ghép bằng nhiều tấm ván thì rất khó tạo được độ phẳng cho bề mặt cấu kiện hoặc cả bề mặt công trình.

b. Cốp pha tấm lớn sử dụng bền hơn

Cốp pha tấm lớn có bề mặt là những tấm liền và được chế tạo thành hệ vững chắc ổn định. Khi tháo lắp và vận chuyển được thực hiện bởi những loại máy móc tương ứng, vì thế nó hạn chế được những tác động cục bộ vào từng vị trí của cốp pha do không phải dùng búa, xà beng, đòn bẩy... trong tháo lắp như đối với cốp pha thường nên nó không bị biến dạng bề mặt, nứt mẻ hoặc cong vênh mép. Chính vì thế mà cốp pha tấm lớn sử dụng được nhiều lần hơn.

c. Nâng cao được mức độ cơ giới hoá trong thi công:

Cốp pha tấm lớn có kích thước rộng và trọng lượng lớn. Nó có thể nặng từ vài tạ đến vài tấn và thường phải thi công ở trên cao nên lao động thủ công không làm được. Vì vậy nó đòi hỏi phải có máy móc thiết bị hỗ trợ như cần trục, máy nâng, kích... Để nâng cao mức độ cơ giới hóa công nghệ cốp pha tấm lớn chúng ta phải đầu tư để nghiên cứu khâu chế tạo cốp pha cũng như đầu tư trang thiết bị.

d. Rút ngắn thời gian tháo lắp do đó đẩy nhanh tốc độ thi công công trình

Vì cốp pha tấm lớn có kích thước thường bằng bề mặt cấu kiện, và được chế tạo rất chính xác, cho nên việc tháo lắp được thực hiện dễ dàng nhanh chóng bằng phương tiện cơ giới từ đó đẩy nhanh được tiến độ thi công.

Cốp pha tấm lớn sẽ đạt hiệu quả kinh tế rất cao nếu khối lượng thi công nhiều.

3. Những tồn tại và hạn chế trong việc sử dụng cốp pha tấm lớn.

- Cốp pha tấm lớn đòi hỏi trình độ thiết kế chế tạo cao. Thường cốp pha tấm lớn được chế tạo theo hai cách:

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

+ Chế tạo tổ hợp: Người ta sử dụng các panen ván khuôn định hình chuẩn để tổ hợp thành cốp pha tấm lớn - Việc thiết kế chế tạo theo cách này ngoài những yêu cầu về độ phẳng độ chính xác cao, cốp pha lại phải tạo thành hệ ổn định vững chắc do đó trình độ chuyên môn lại càng phải cao.

- Phải có thiết bị phù hợp: Như đã phân tích ở trên không thể thi công cốp pha tấm lớn bằng phương pháp thủ công, nó đòi hỏi phải có thiết bị đồng bộ thì biện pháp thi công mới có hiệu quả.

Thường những máy móc phục vụ cho thi công cốp pha tấm lớn là cần cẩu tháp, cần cẩu tháp tự leo, vận thăng, máy nâng, tời kích, máy nén khí, máy bơm bê tông...

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

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

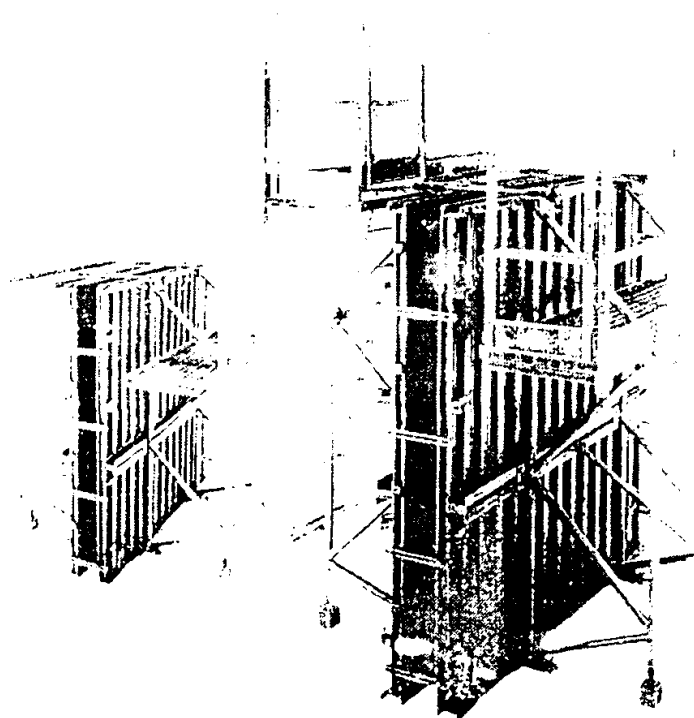
4. Các loại cốp pha tấm lớn:

a. Cốp pha tấm lớn đúc tường hoặc đúc các cấu kiện đứng

Đặc điểm của loại cốp pha này là bám vào công trình trong lúc đang thi công. Nó có thể phải bám vào một kết cấu (trụ chẳng hạn) khi đó nó

được gọi cốp pha treo; nếu nó được dịch chuyển tịnh tiến theo phương ngang thì người ta gọi là cốp pha đúc hẫng.

Mỗi tấm cốp pha tường với kích thước bằng cả bức tường của gian phòng, gồm: một khung sắt cứng với các thanh sườn ngang sườn dọc, mặt lát bằng tôn hay gỗ dán chịu nước, có sàn cho người đứng thi công có kích vít hoặc thanh chống với tầng đỡ để điều chỉnh độ thẳng đứng. Hai tấm cốp pha của 2 mặt tường được giằng cố định vào nhau tạo thành một khung cứng không gian ổn định cho việc thi công đúc tường (hình 3-2 và hình 3-7).



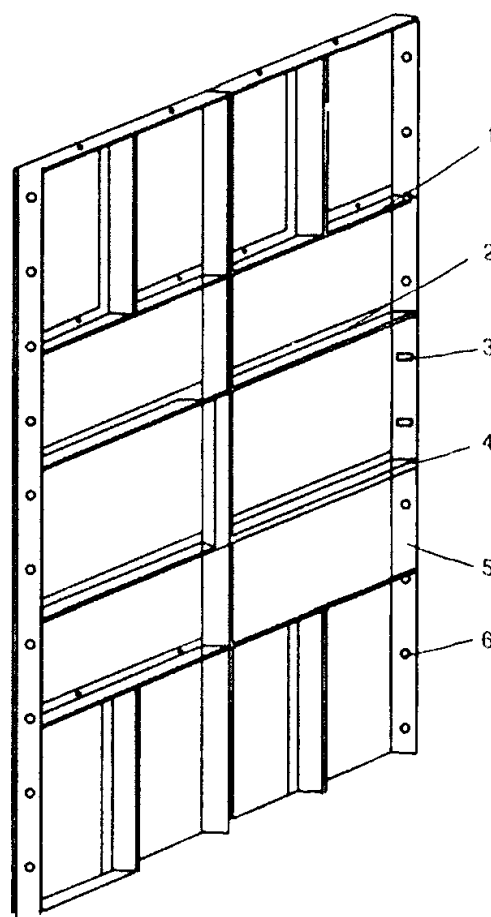
Hình 3-2. Cốp pha tấm lớn đúc tường

Dùng cốp pha tấm lớn bề mặt là cả bức tường thì đảm bảo chất lượng mặt tường rất nhẵn và bằng phẳng. Ở chỗ nối liên kết giữa các tấm cốp pha này nếu có sai sót tạo nên những đường gờ thì cũng dễ sửa chữa khi làm công tác hoàn thiện, có thể dấu kín các vết nối này bằng những đường nét kiến trúc nổi.

Ở Rumania để thi công bê tông nhà nhiều tầng người ta chỉ cần chế tạo 3 loại cốp pha tường khác nhau với các chiều dài 450, 550, 650cm và cao 270cm nặng từ 3,3-3,8tấn. Đúc một nhà 40 đến 50 căn hộ họ chỉ dùng mỗi loại 10 cặp ván khuôn tường là đủ.

Hình 3-3. Cốp pha thép liên mảng.

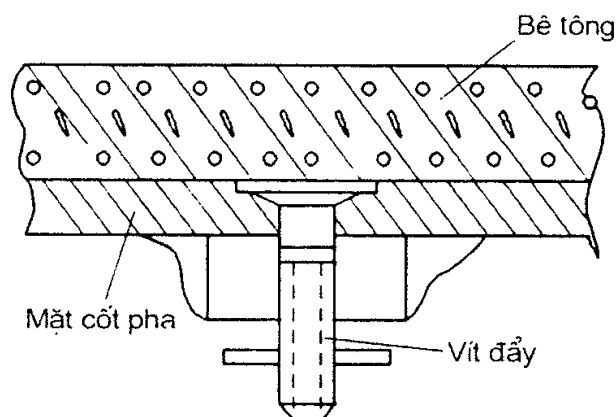
1. Khung ngang cốp pha dùng để đỡ ván ép, chống lại sự biến dạng; 2. Rivê: Công dụng của loại đinh Rivê này là dùng để cố định tấm ván ép và khi cần có thể lấy ra thay ván ép được dễ dàng; 3. Lỗ giằng đa dụng: Các lỗ giằng này có ở thanh dọc và thanh ngang của khung panen, với chiều dài là 300mm rất tiện lợi cho việc lắp ráp; 4. Lỗ chốt nêm: Có ở các rãnh của thanh với chiều dài là 150mm để nối các tấm panen với nhau, hoặc gắn các thanh giằng hay khớp nối; 5. Khung panen: Được làm bằng loại thép có hàm lượng cacbon cao, trọng lượng nhẹ và có đặc tính cơ học tốt để bảo đảm tối đa sự chuyển động quán tính và đạt độ cứng; 6. Lỗ cắm đinh.



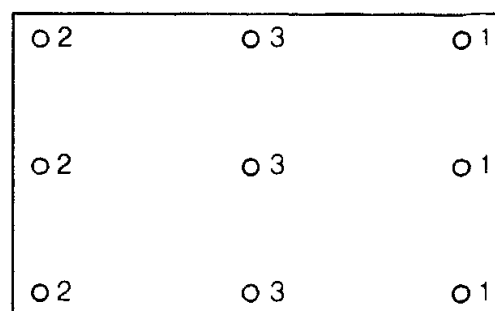
Độ luân lưu của loại ván khuôn tấm lớn kim loại này theo kinh nghiệm thực tế của Rumania là từ 700 đến 1000 lần.

b. Cốp pha tấm lớn đúc sẵn:

Những tấm cốp pha sàn này tựa lên các mấu đỡ thông qua những lỗ tạo sẵn trong tường đúc trước hoặc tựa lên các cột chống cốp pha có dạng giống cái bàn. Vì vậy có nước còn gọi cốp pha tấm lớn đúc sẵn là "cốp pha bàn"; ở Trung Quốc người ta gọi loại cốp pha này là "cốp pha bay"



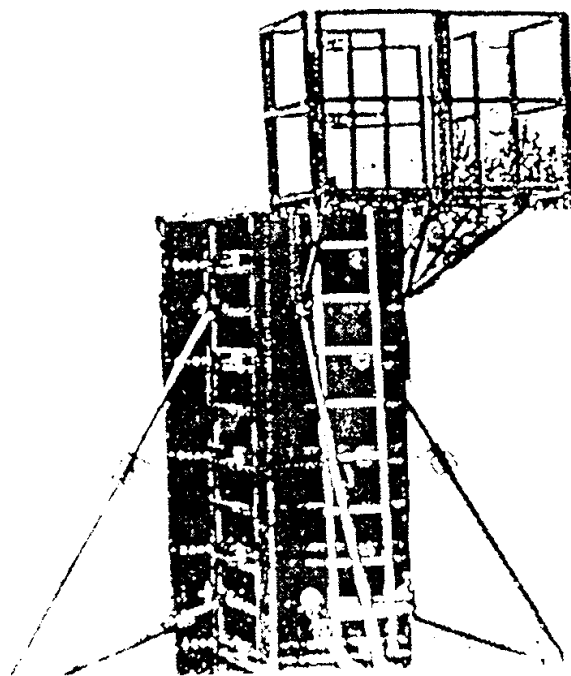
Hình 3-4. Mặt bằng bố trí vít



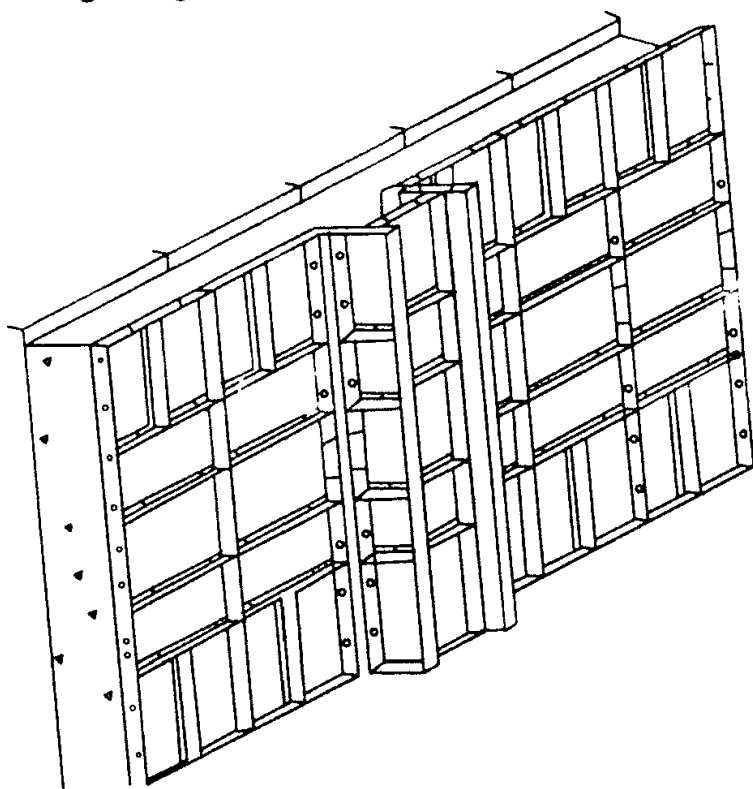
Hình 3-5. Cấu tạo vít đẩy

Khi đúc sàn bằng 2 loại cốp pha trên thì lúc tháo dỡ phải di chuyển chúng theo hướng ngang về phía chưa có tường ngoài. Các bức tường ngoài này sẽ được xây sau bằng gạch hay lắp ghép bằng các tấm đúc sẵn.

Ở nhiều nơi người ta thay thế cốp pha sàn tấm lớn bằng các tấm bê tông đúc sẵn, đây là loại sàn nửa lắp ghép nửa đúc toàn khối. Phần sàn lắp ghép bên dưới là các tấm bê tông đúc sẵn dày từ 6-8cm dùng để làm cốp pha cho lớp bê tông đổ toàn khối bên trên. Như vậy sẽ giảm được cốp pha mà công trình vẫn đảm bảo được tính toàn khối. Các tấm "cốp pha sàn bằng bê tông cốt thép" này sẽ nằm lại công trình không phải lấy ra. Loại sàn này có độ cứng không gian lớn thích hợp cho những vùng động đất hoặc những vùng đất yếu.

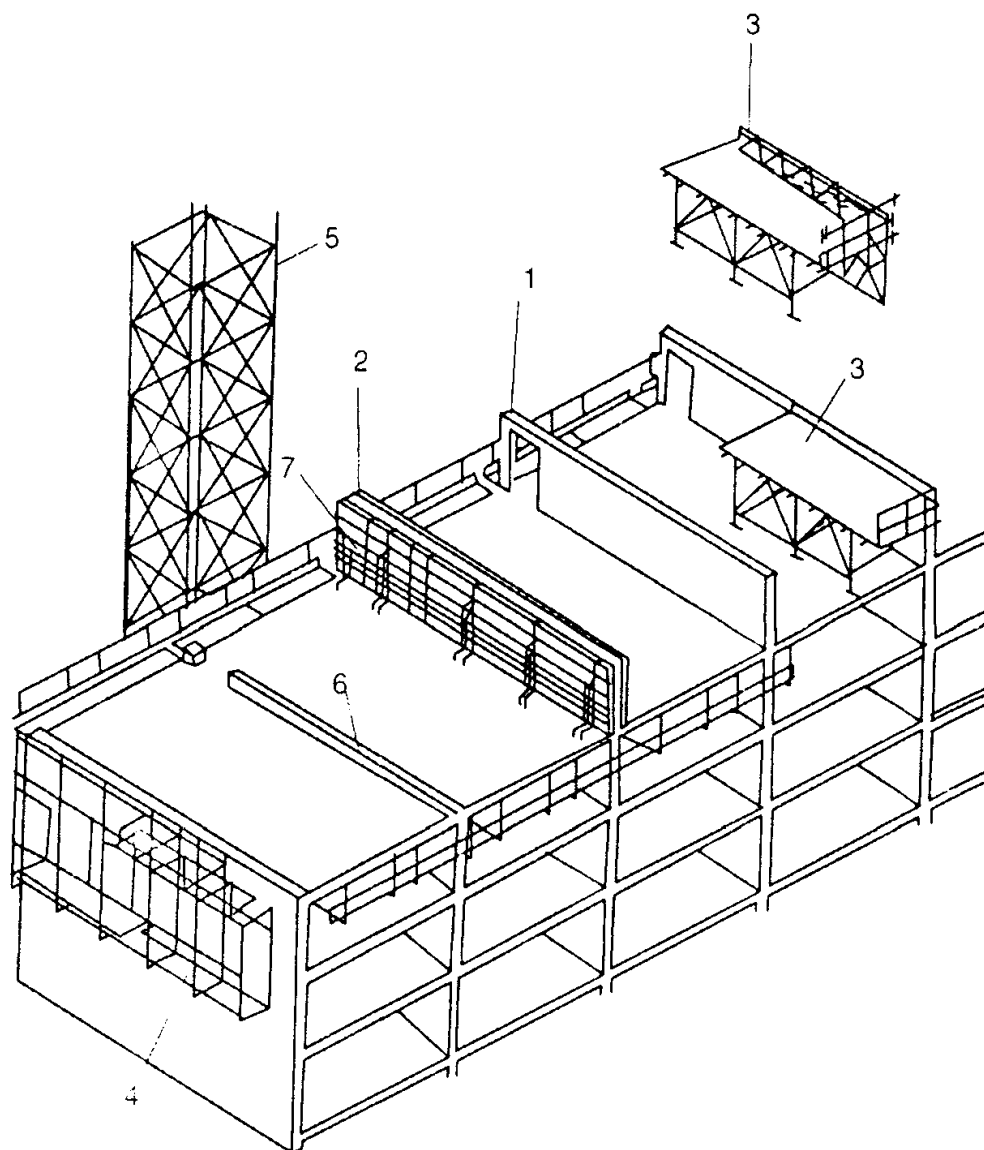


Hình 3-6. Cốp pha cột



Hình 3-7. Cốp pha tường thẳng và cột trụ

Sử dụng ván khuôn tấm lớn, người ta có thể bố trí các đường ống điện nước trong tường hay trong sàn nhà bằng cách gắn sẵn các đoạn ống vào các bộ khung cốt thép của tường hay sàn nhà rồi đặt cùng với chúng vào vị trí thiết kế. Các ô cửa cũng được đặt trước trong cốp pha tường. Những biện pháp trên sẽ giảm được công lao động và rút ngắn thời gian thi công (hình 3-8).



Hình 3-8. Nhà đúc bằng cốp pha tấm lớn

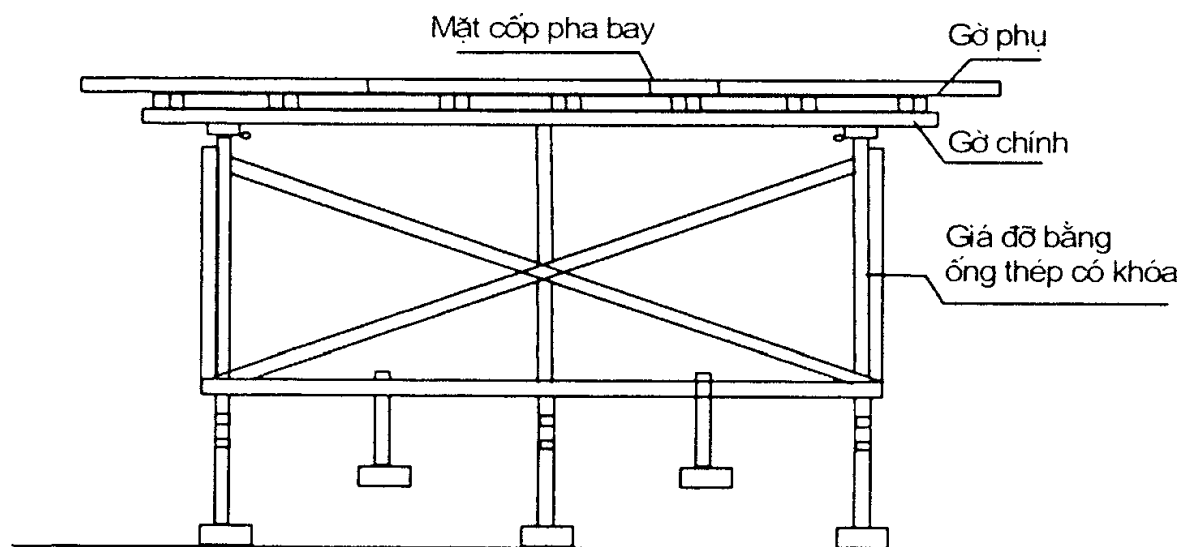
1. Tường đúc; 2. Cốp pha tường; 3. Cốp pha sàn; 4. Giàn giáo; 5. Cần trục tháp;
6. Đầu nhô của tường trên mặt sàn; 7. Ô cửa đặt trong cốp pha tường.

c. Cốp pha bay:

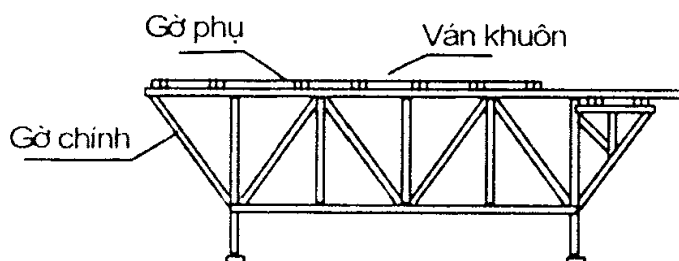
Đây cũng là một loại ván khuôn sàn nhưng được chế tạo gia công và tổ chức sản xuất ở trình độ cao. Nó được sử dụng rộng rãi trong thi công nhà nhiều tầng.

- Cấu tạo cốp pha bay:

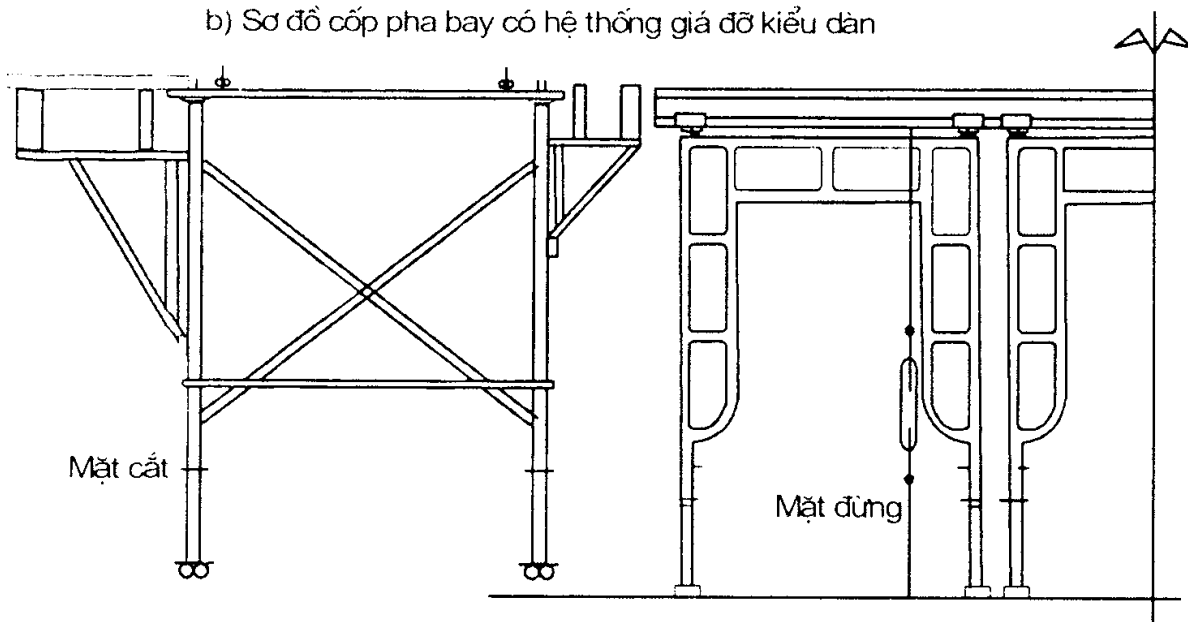
Cốp pha bay là hệ ván khuôn sàn tạo nên bởi: ván sàn, hệ thống giá đỡ, hệ thống điều chỉnh và dịch chuyển ngang. Ván sàn có thể là kim loại hoặc gỗ dán.



a) Sơ đồ cốp pha bay có hệ thống giá đỡ bằng ống thép có khóa



b) Sơ đồ cốp pha bay có hệ thống giá đỡ kiểu dàn



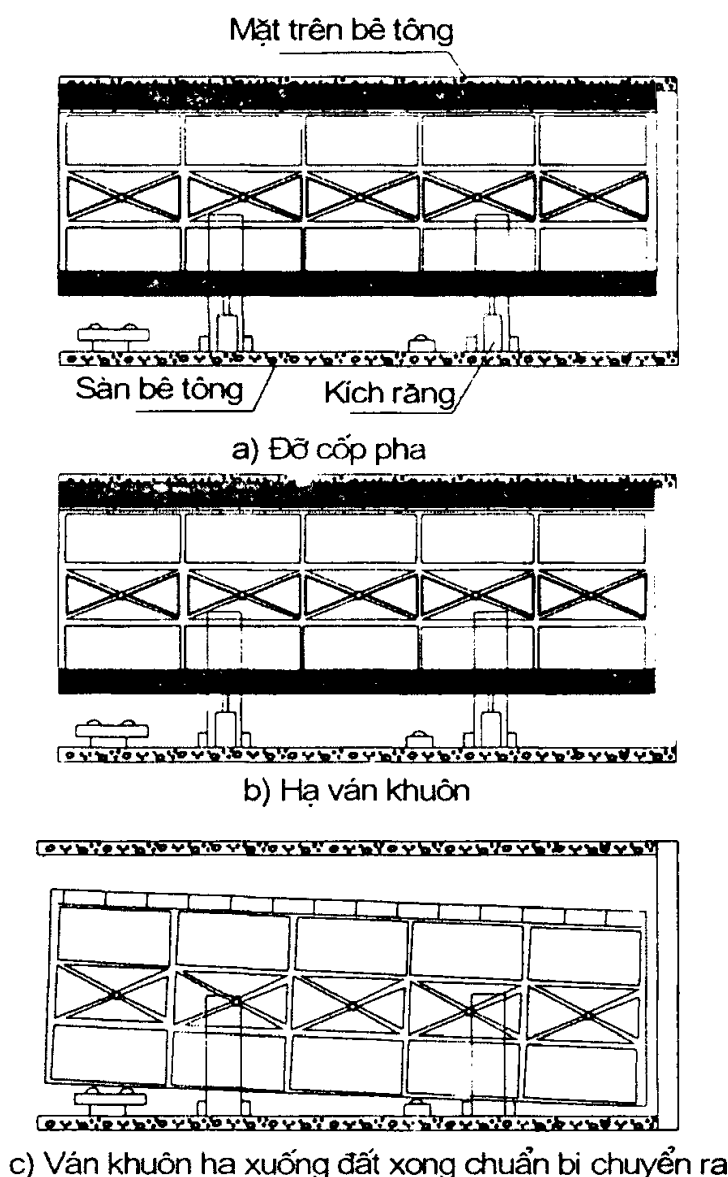
c) Sơ đồ cốp pha bay có hệ thống giá đỡ kiểu nhiều công năng

Hình 3-9. Sơ đồ cấu tạo cốp pha

Hệ giá đỡ là khung không gian gồm các thanh xà gỗ và cột. Ván sàn được liên kết chặt với xà gỗ còn cột có thiết bị nâng hạ và bánh xe di chuyển. Hệ giá đỡ có thể dùng các loại giáo ống đa năng (hình 3-9).

Hệ thống điều chỉnh bao gồm kích ở chân giá đỡ và bu lông để điều chỉnh nâng hạ ván khuôn sàn khi dựng và tháo ván khuôn.

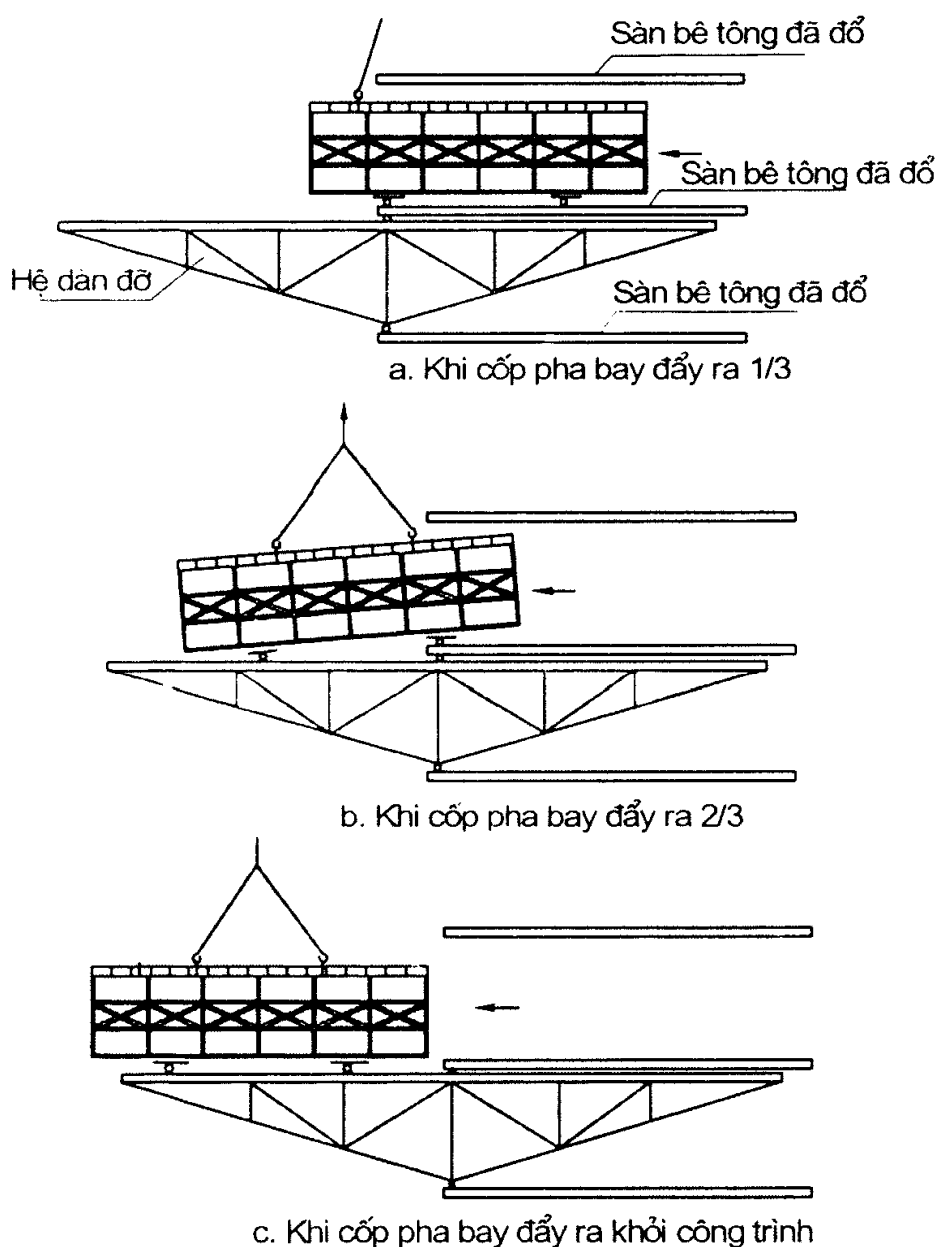
Hệ thống chuyển dịch ngang có thể là các thiết bị trượt hoặc lăn hay các xe nhỏ đặt dưới chân hệ thống giá đỡ để cốp pha bay có thể dịch chuyển ổn định ra ngoài gian nhà đã đổ bê tông. Từ đây cần cầu có thể đưa cốp pha lên tầng trên để tiếp tục sử dụng. Vì thế cốp pha bay chỉ được sử dụng khi tường trong và cột đã đổ bê tông xong còn tường ngoài chưa có (hình 3-10).



Hình 3-10. Sơ đồ hệ thống điều chỉnh và di chuyển ngang

Cốp pha bay thông thường có kích thước bằng kích thước một ô phòng tức là khoảng 20-30m².

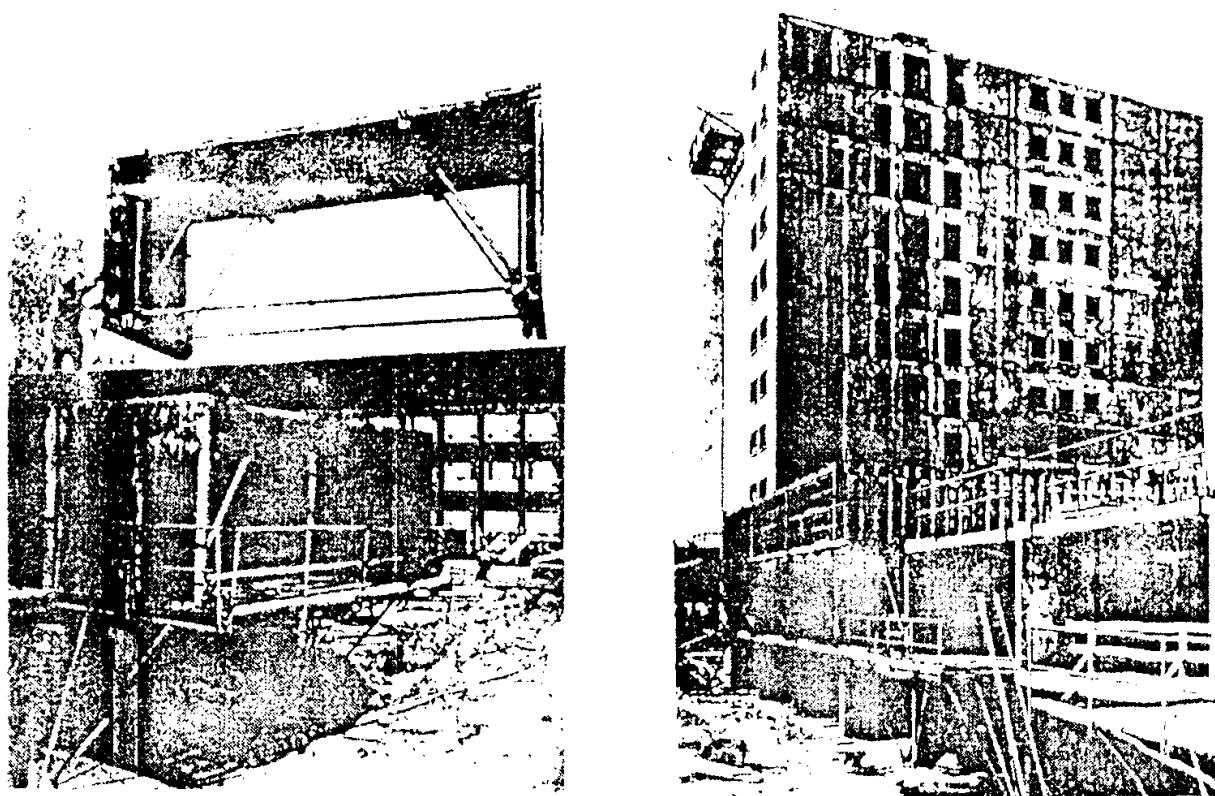
Cầu chuyển cốp pha bay có thể chỉ sử dụng dây cáp của cần trục để đưa cốp pha ra ngoài ô phòng, sau đó nâng lên. Song, cũng có thể dùng phương pháp đẩy cốp pha ra khỏi ô phòng nhờ một hệ dàn đỡ, sau đó cần trục sẽ cầu lên và chuyển đến vị trí thi công mới (hình 3-11).



Hình 3-11. Sơ đồ phương pháp sàn

II. CÔNG NGHỆ CỘP PHA TUY NEN HAY CỘP PHA HỘP

Đây là một loại cốp pha tấm lớn luân lưu có dạng chữ U lộn ngược (hình 3-12 và 3-13a,b), dùng để đúc tường ngang và sàn nhà đồng thời. Chiều cao của cốp pha bằng chiều cao của tầng nhà. Thành phần của cốp pha này thường có 3 tấm cơ bản. Mỗi ô gian gồm 3, 4 đoạn cốp pha tụy nen, mỗi đoạn dài 1,5 đến 3m ghép sát nhau và có thể di chuyển ngang dễ dàng ra phía ngoài để tháo dỡ. Tường bao che bên ngoài của nhà khi sử dụng loại cốp pha này là tường xây gạch hoặc bằng các tấm bê tông đúc sẵn lắp ghép.

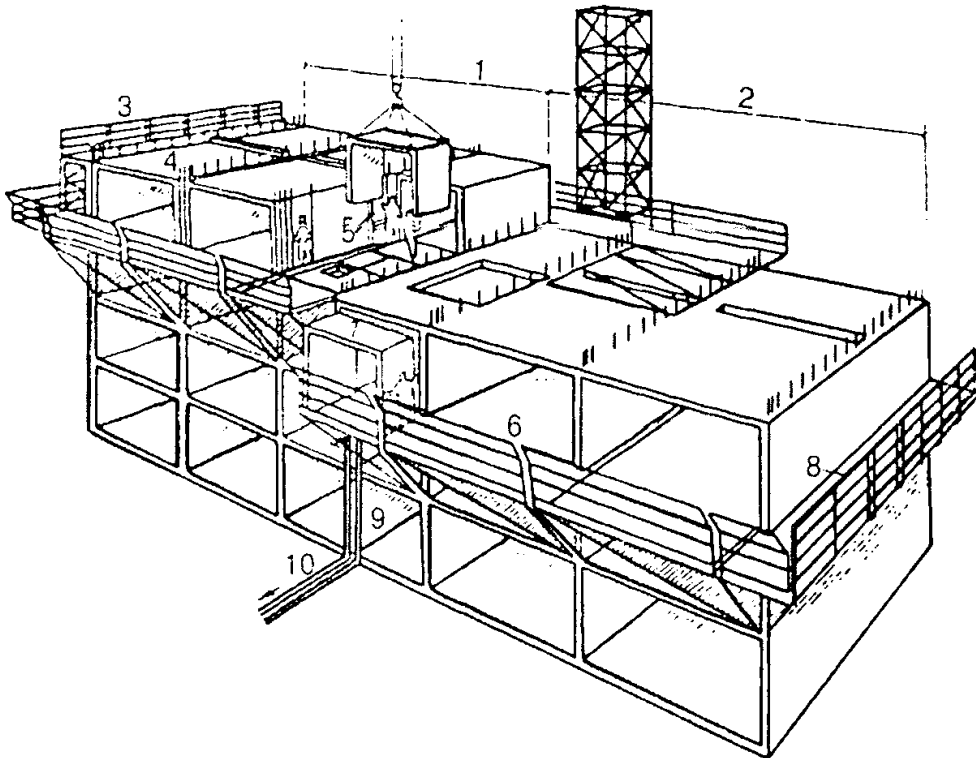


Hình 3-12. Cốp pha tụy nen

Đường nối giữa các đoạn cốp pha tụy nen không phải chỉ ở các chỗ giao nhau giữa tường và trần như trong cốp pha tấm lớn mà cả ở trên mặt phẳng của tường và trần, vì vậy khi lắp ghép cốp pha tụy nen phải thật chính xác và phải chèn kẽ hở kỹ càng.

Vì mỗi đoạn cốp pha tụy nen không dài cho nên trọng lượng không lớn. Vì vậy, người ta có thể dùng cần trục nhỏ có sức nâng từ 2,5 đến 3 tấn để thi công.

Nhiều nơi, người ta đã cải tiến việc thi công bê tông bằng cốp pha tụy nen như sau: Khi tháo dỡ cốp pha, người ta không rút từng đoạn cốp pha tụy nen ra ngoài để khỏi phải làm cầu công tác đón đỡ phía ngoài công trình vừa phức tạp vừa nặng nề tốn kém mà nâng cốp pha ngay ở phía trong nhà bằng cách khi đúc bê tông người ta chừa lại một phần sàn (khoảng 1/3 đến 1/4 diện tích sàn) không đổ bê tông. Đây là lỗ dùng làm nơi tháo rút và nâng các đoạn cốp pha ngoài. Đây cũng sẽ là nơi đưa các khối vệ sinh chế tạo sẵn, các tấm vách ngăn và các thùng chứa vật liệu hoàn thiện trang trí vào trong các phòng. Các lỗ hờ này sẽ được dây kín bằng các tấm panen đúc sẵn.

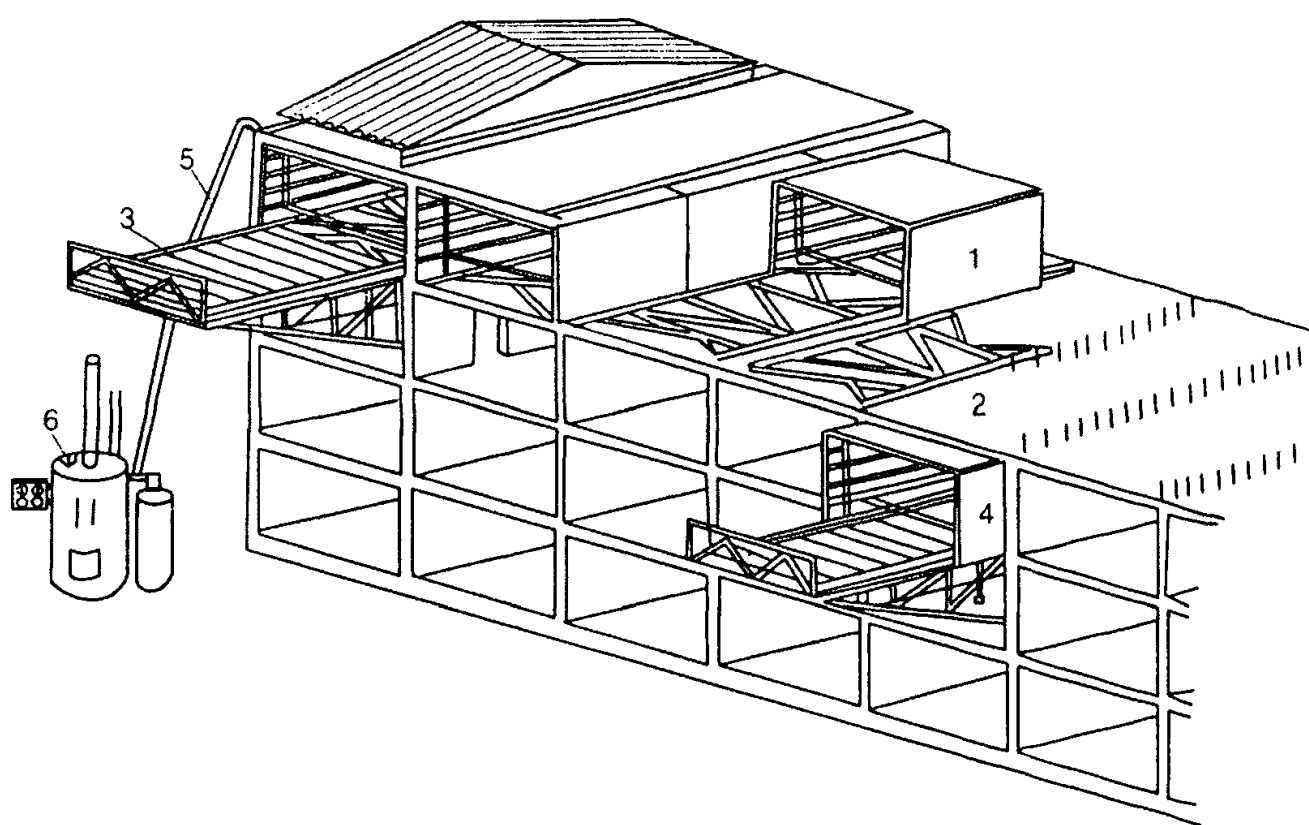


Hình 3-13a. Thi công cốp pha tụy nen không dùng sàn đỡ.

1. Phần đoạn lắp cốp pha; 2. Phần đoạn đặt ray di chuyển cốp pha;
3. Ván khuôn tường hồi; 4. Cốp pha tụy nen; 5. Khuôn cửa đất sàn;
6. Sàn công tác đỡ cốp pha; 7, 8. Lan can an toàn; 9, 10. Ống dẫn hơi để hạp bê tông.

Thi công theo cách này, người ta có thể đồng thời đúc cả tường dọc và tường ngang cùng với sàn. Độ cứng của nhà do vậy cũng được tăng cường nên nó rất thích dụng cho những vùng có động đất.

Tùy theo yêu cầu mà tường ngoài có thể được làm bằng các loại bê tông xốp, nhẹ, cách nhiệt hoặc được trang trí. Mặt ngoài tường bê tông này thường đã rất nhẵn và đẹp nên không cần phải trát vữa để hoàn thiện nữa. Để rút ngắn thời gian đông kết và dưỡng hộ bê tông nhằm nhanh chóng luân chuyển ván khuôn tụy nen trong cốp pha tường và trần, người ta có đặt những thiết bị gia công bê tông bằng nhiệt. Bằng giải pháp này, đã giảm thời gian sử dụng cốp pha tụy nen trong mỗi lần đổ bê tông xuống chỉ còn 24 giờ.



Hình 3-13b. Thi công cốp pha tụy nen dùng sàn đỡ.

1. Cốp pha tụy nen; 2. Ray di chuyển cốp pha; 3. Sàn đỡ;
4. Cốp pha tụy nen di chuyển trên sàn đỡ; 5,6. Hệ thống hấp bê tông.

III. THI CÔNG CÁC CÔNG TRÌNH BÊ TÔNG ĐỔ TẠI CHỖ BẰNG CỐP PHA DI ĐỘNG VÀ CỐP PHA TRƯỢT

Về nguyên tắc cấu tạo, cốp pha di động được ghép mảng từ cốp pha tấm lớn hoặc từ những tấm nhỏ, có thể phẳng hoặc cong. Loại cốp pha

này thường chỉ dịch chuyển theo một hướng nhất định và được phân thành 2 nhóm: Cốp pha di động ngang và cốp pha di động lên cao.

1. Cốp pha di động ngang

Cốp pha di động ngang dùng để đổ bê tông toàn khối những công trình dài có tiết diện không đổi như tuy nèn, đường hầm, đường cống chính, mái chợ, mái nhà kho, ga ra ô tô... Đặc điểm của loại cốp pha này là phải đặt trên các hệ thống dịch chuyển như đường ray, bánh xe.

Cấu tạo của hệ cốp pha này bao gồm các tấm phẳng hoặc cong liên kết vào khung không gian di chuyển dọc theo tuyến hay chu vi của công trình.

Thiết bị của Liên Xô thuộc loại này bao gồm những tấm cốp pha cao từ 1,2 đến 1,5m, dài từ 6 đến 9m. Nó có thể đổ những bức tường cao 6m, dày từ 12 đến 60cm, có bán kính cong 9m. Ở Liên Xô những thiết bị kể trên dùng để thi công các công trình tuy nèn (theo phương pháp hở); vỏ áo các đường hầm (theo phương pháp kín), tường chắn, kênh dẫn, đường ống, cống, các loại mái cuốn đơn giản và mái nhà công nghiệp.

2. Cốp pha di động lên cao

Cốp pha di động lên cao, bao gồm: cốp pha leo và cốp pha trượt.

a. Cốp pha leo :

Cốp pha leo được nâng chuyển theo chu kỳ và thường được cấu tạo từ cốp pha tấm lớn. Toàn bộ cốp pha hay một đoạn cốp pha có thể được nâng lên cao theo từng chu kỳ.

Cốp pha leo cũng có loại hình thức rất giống cốp pha trượt nhưng sử dụng kích nâng. Ngoài ra, nó còn các hình thức khác rất phong phú đa dạng, như:

- Nâng bằng cáp tời tự kéo lên;
- Nâng bằng cáp thông qua các con đội hay trụ chống;
- Nâng theo hình thức co rút để tự dịch chuyển lên;
- Tự quay lật lên có sự hỗ trợ của cần trục.

Việc cố định ván khuôn thường dùng các bulông chốt xuyên qua tường, bulông vít ép hoặc hàn bu lông vào các thép chờ. Khi dịch chuyển

loại cốp pha này, nói chung là phải tách hoặc tháo rời từng bộ phận. Loại cốp pha này rất ưu việt khi được sử dụng để thi công công trình trụ cầu, xilô, công trình có thể tích lớn như tường chắn, đập nước... Đặc điểm của loại cốp pha này là dựa bám chính vào công trình mà đi lên hoặc sử dụng cần trục nâng. Trường hợp nâng chuyển phải sử dụng các kết cấu trụ khác độc lập với kết cấu thi công thì được gọi là cốp pha treo.

Cốp pha treo sử dụng để thi công các công trình có chiều cao lớn, tiết diện có thể thay đổi hoặc không thay đổi như ống khói, tháp làm lạnh... Toàn bộ cốp pha treo thường được treo trên tháp nâng trụ đơn hoặc kép nằm ở trong công trình.

b. Cốp pha trượt

Cốp pha trượt là một loại cốp pha di chuyển lên cao theo phương thẳng đứng liên tục và đồng đều trong suốt quá trình đổ bê tông đến hết chiều cao công trình.

Đây là một phương pháp thi công tiên tiến sử dụng các thiết bị hiện đại và tổ chức thi công chặt chẽ. Nó rất ưu việt khi sử dụng thi công các công trình cao từ 40m trở lên và có chiều dày kết cấu thường là trên 12cm.

Cấu tạo, công nghệ thi công và đối tượng áp dụng của loại cốp pha trượt sẽ được trình bày chi tiết trong phần chuyên đề của các biện pháp thi công xây dựng.

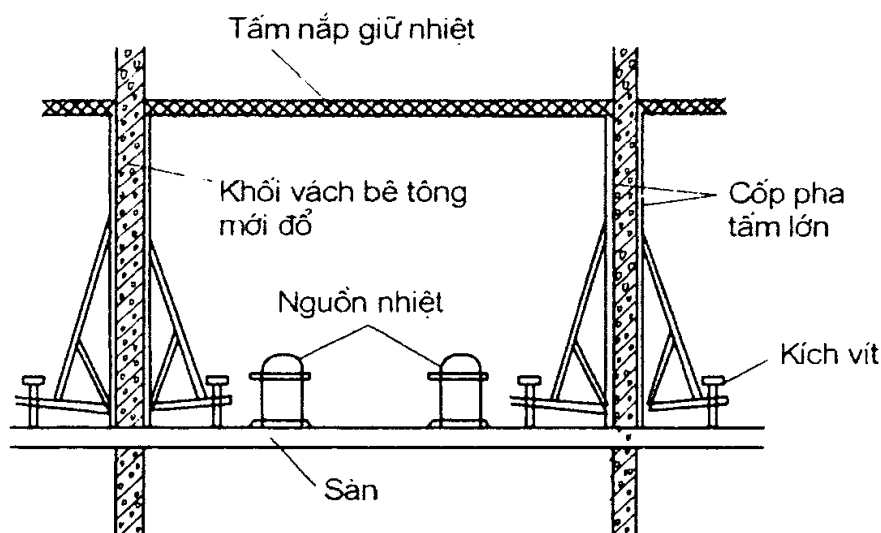
IV. BẢO DƯỠNG ẤM CHO CỐP PHA TẮM LỚN

Nói chung việc bảo dưỡng ấm cho cốp pha tấm lớn có 2 phương pháp:

- Phương pháp lán ấm;
- Phương pháp làm nóng ván khuôn;

1. Phương pháp lán ấm

Sau khi đổ bê tông tường vách và bịt kín các lỗ cửa, người ta đặt lên trên mỗi phòng những tấm nắp di động có lớp cách nhiệt tạo thành một không gian bảo dưỡng kín. Trong các gian đặt những thiết bị làm nóng bằng điện để nâng cao nhiệt độ không khí trong phòng, từ đó nâng cao được nhiệt độ bảo dưỡng thời kỳ đầu của bê tông trong cốp pha tấm lớn (hình 3-14).



Hình 3-14. Sơ đồ bảo dưỡng khối vách

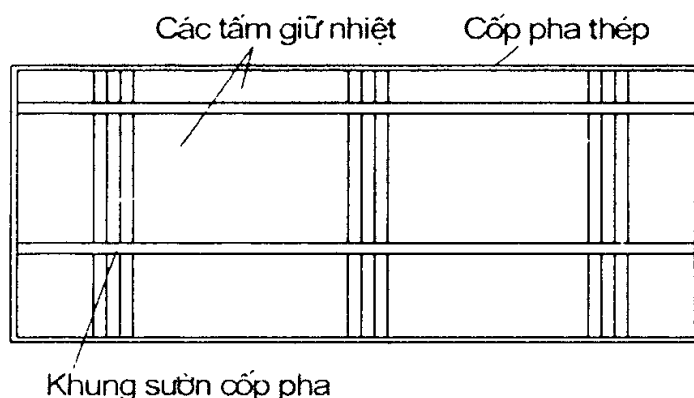
Sau khi đổ bê tông đạt được cường độ tháo ván khuôn thì chuyển dịch tấm nắp để tháo cốp pha tường. Sau đó, lấp đặt hoặc đổ bê tông tại chỗ tấm sàn. Nếu là tấm sàn đổ tại chỗ, thì sau khi đổ bê tông xong phải tiếp tục tăng nhiệt bảo dưỡng tấm sàn để nó có thể đạt được cường độ theo yêu cầu của thi công.

2. Phương pháp làm nóng ván khuôn

Theo phương pháp này, người ta dùng nguồn nhiệt trực tiếp làm nóng ván khuôn tấm lớn, và thông qua ván khuôn để truyền nhiệt lượng cho bê tông, do đó nâng cao nhiệt độ bảo dưỡng bê tông.

Các phương pháp làm nóng ván khuôn:

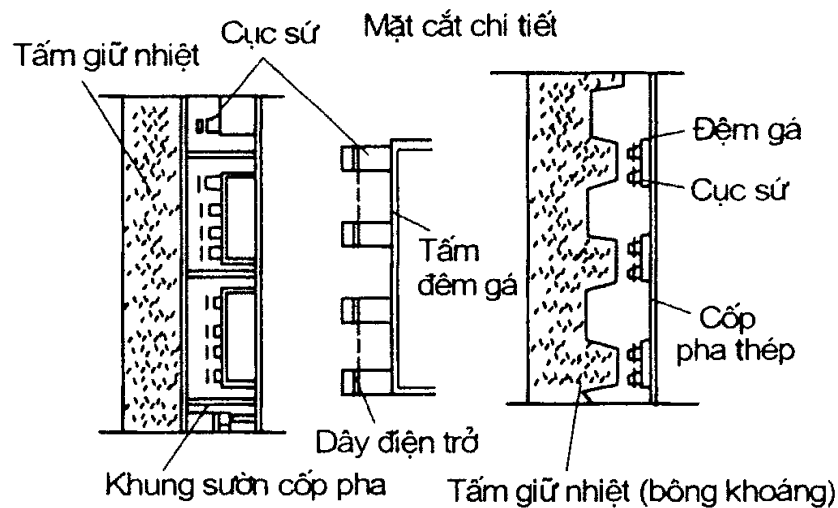
a. Làm nóng ván khuôn bằng điện



Hình 3-15. Cấu tạo giữ nhiệt dùng điện làm sẵn của cốp pha tấm lớn

Mặt sau các tấm cốp pha thép có gắn các ống sứ và đặt dây điện trở, mặt ngoài bọc kín bằng vật liệu giữ nhiệt. Dòng điện qua dây điện trở tạo

nhật và được giữ lại nhờ lớp cách nhiệt và truyền nhiệt lượng này vào bê tông làm tăng nhiệt độ bảo dưỡng bê tông (hình 3-15; 3-16).



Hình 3-16. Cấu tạo tấm giữ nhiệt dùng điện của cốt pha tấm lớn

b. Làm nóng ván khuôn bằng hơi nước

Phương pháp này chỉ nên sử dụng khi công trường có nguồn nhiệt hơi nước áp lực cao. Người ta lắp đặt một dây ống thép có chứa hơi nóng phía sau tấm ván khuôn và cũng dùng các tấm giữ nhiệt để đậy kín phía sau tấm ván khuôn không cho thoát nhiệt. Khi dây ống thép được làm nóng nhờ hơi nước có nhiệt độ cao sẽ tỏa nhiệt làm nóng ván khuôn và làm nóng bê tông mới đổ, nâng cao nhiệt độ bảo dưỡng bê tông (hình 3-17).

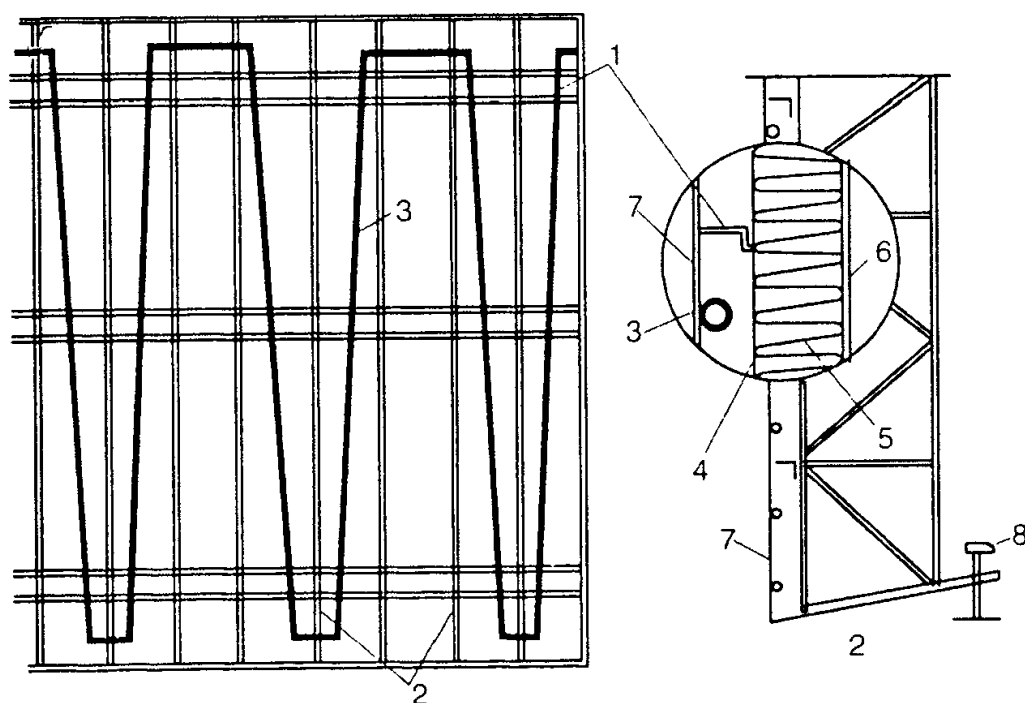
Để tăng nhanh nhiệt độ của bê tông, người ta có thể sử dụng hơi nước để làm nóng ván khuôn trước lúc đổ bê tông.

Thời gian bảo dưỡng theo phương pháp này thông thường là 12 đến 16h.

c. Làm nóng ván khuôn bằng thảm điện nhiệt

Sau khi đặt các tấm thảm điện nhiệt phía sau các tấm cốt pha thép thì cũng phủ lên phía sau tấm ván khuôn bằng các lớp giữ nhiệt như đối với các phương pháp trên.

Cách tiến hành như sau : trước lúc đổ bê tông vào ván khuôn phải cắm điện làm sao cho nóng ván khuôn trước. Tốc độ tăng nhiệt của thảm điện không được vượt quá $10^{\circ}\text{C}/\text{h}$. Phải cắt điện trước khi tháo ván khuôn từ 4-5/h để bê tông giảm nhiệt độ. Chênh lệch nhiệt độ giữa khối bê tông và môi trường chung quanh không được vượt quá 20°C .



Hình 3-17. Cốp pha làm nóng bằng hơi nước.

1. Sườn ngang; 2. Nẹp đứng; 3. Ống nước nóng; 4. Tôn 0,5mm;
5. Bông khoáng 8cm; 6. Tôn 1,00mm; 7. Mặt cốp pha tấm lớn; 8. Kích.

d. Bảo dưỡng bê tông bằng tia hồng ngoại.

Tia hồng ngoại là một loại sóng điện từ, bức xạ của tia hồng ngoại vào trong cốp pha tấm lớn và bê tông sau khi hấp thụ sẽ chuyển hoá thành nhiệt năng do đó nâng cao nhiệt độ bảo dưỡng bê tông.

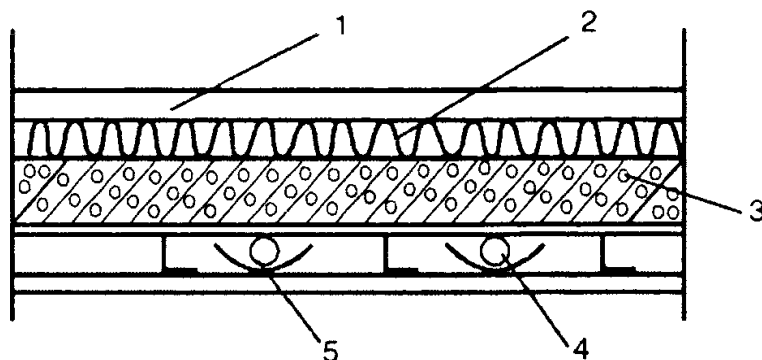
+ Bảo dưỡng bằng tia hồng ngoại có ống làm nóng bằng điện (công suất 0,8 - 2kW điện áp 220V): Ở phương pháp này thì mặt ngoài cốp pha cũng dùng vật liệu giữ nhiệt, song nguồn nhiệt chỉ có ở một bên, còn phía bên kia chỉ dùng vật liệu giữ nhiệt để giữ nhiệt cho cốp pha mà không có nguồn nhiệt (hình 3-18).

Nếu dùng tia hồng ngoại điện nhiệt để bảo dưỡng bê tông thì tốc độ giảm nhiệt rất chậm. Sau khi ngừng cấp điện 2-3 giờ nhiệt độ vẫn tiếp tục tăng. Để lợi dụng hiện tượng này và để tránh nứt nẻ bê tông do chênh lệch nhiệt độ quá lớn thì sau khi ngừng cấp điện 9 giờ mới tháo ván khuôn.

+ Bảo dưỡng bằng tia hồng ngoại dùng ga đốt.

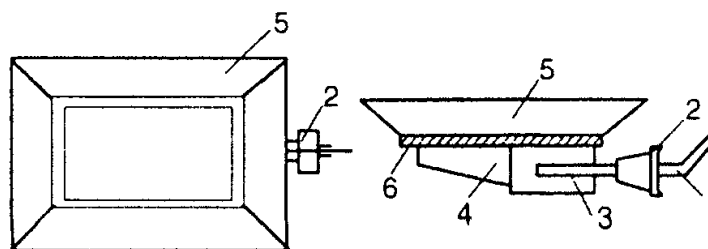
Ván khuôn tấm lớn của một bên vách làm thành lồng giữ nhiệt có lắp đặt một số thiết bị bức xạ tia hồng ngoại. Ga được dẫn đến, và đốt cháy trong thiết bị bức xạ này làm cho nó trở thành nguồn bức xạ tia

hồng ngoại. Mặt bên kia của ván khuôn không có nguồn bức xạ mà chỉ có vật liệu giữ nhiệt (hình 3-19; 2-20).



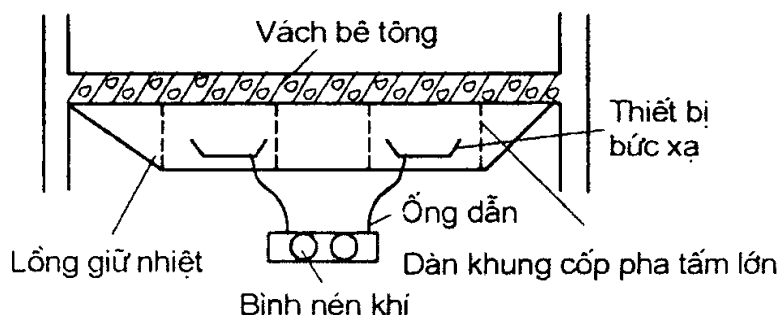
Hình 3-18. Cấu tạo cốt pha tấm lớn bảo dưỡng bằng tia hồng ngoại ống làm nóng bằng điện.

1. Tấm benzen dày 4cm; 2. Tấm bông khoáng dày 5cm; 3. Kết cấu bê tông;
4. Ống cấp nhiệt tia hồng ngoại; 5. Chụp phản xạ hợp kim nhôm



Hình 3-19. Cấu tạo thiết bị bức xạ ga.

1. Vòi phun; 2. Tấm điều chỉnh gió; 3. Thiết bị dẫn xạ;
4. Tấm phân chia dòng; 5. Chụp phản xạ; 6. Lớp bông khoáng.



Hình 3-20. Sơ đồ bố trí thiết bị bảo dưỡng bằng ga.

Bố trí thiết bị bức xạ phải làm sao để nhiệt độ của khối vách tương đối đều, không sinh ra ứng suất nhiệt lớn làm nứt bê tông. Cũng như trong bảo dưỡng bằng bức xạ điện sau khi ngừng đốt ga và trước lúc tháo dỡ cốt pha phải chú ý để bê tông có thời gian giảm nhiệt độ đầy đủ, tránh tháo ván khuôn quá sớm, làm cho bê tông bị lạnh đột ngột sinh ra rạn nứt.

Chương II

XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH THEO PHƯƠNG PHÁP LẮP GHÉP

Khái niệm hiện đại về lắp ghép là kết cấu được chế tạo thành những cấu kiện lớn tại nhà máy và được lắp dựng bằng các phương tiện cơ giới ở công trường. Đó cũng chính là sự khác biệt cơ bản và là ranh giới để phân biệt phương pháp xây dựng lắp ghép và phương pháp xây dựng đổ toàn khối.

Khi xây dựng các công trình bằng phương pháp lắp ghép thì hầu hết mọi công việc nặng nhọc đều được cơ giới hoá. Phương pháp này cho phép chúng ta có thể áp dụng các công nghệ hiện đại, tận dụng được tối đa khả năng của vật liệu và công suất của máy, hạn chế được rất nhiều những yếu tố bất lợi của thời tiết. Vì vậy, phương pháp này có những ưu điểm nổi bật như sau:

- Giảm sức lao động;
- Tiết kiệm thời gian xây dựng;
- Mức độ hoàn thiện cao;
- Hạ giá thành xây dựng.

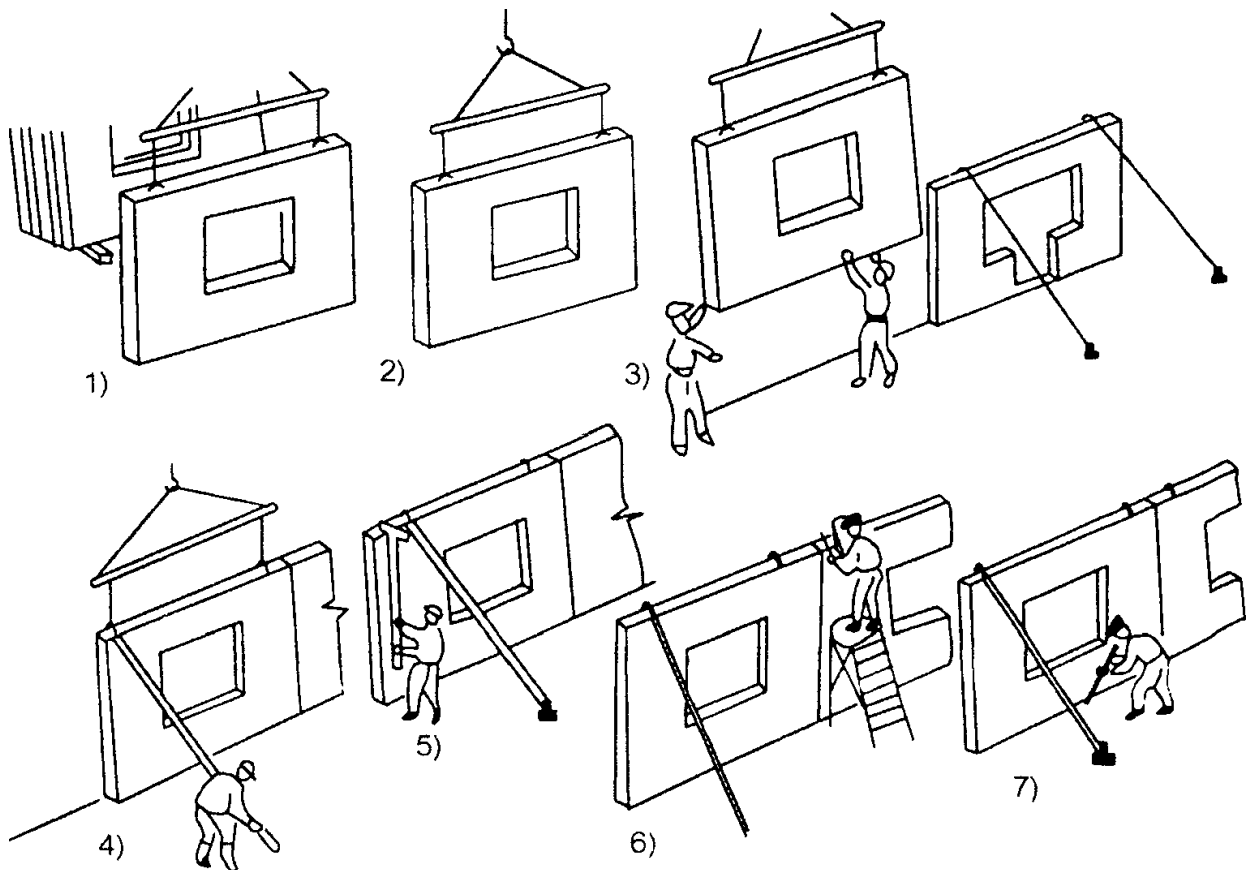
Tuy vậy, lắp ghép cũng có mặt tồn tại của nó:

- Chi phí cho việc đầu tư để sản xuất cấu kiện và thiết bị thi công rất lớn;

- Phải có cơ sở hạ tầng ở mức độ tối thiểu như đường xá, cầu cống, để vận chuyển cấu kiện, điện nước để sản xuất và thi công... Ngoài ra, còn một số khó khăn khác, như: khó thoả mãn các yêu cầu về thẩm mỹ của kiến trúc, công trình dễ đơn điệu và độ ổn định của công trình không cao.

I. PHƯƠNG PHÁP LẮP GHÉP TỰ DO

Các quá trình lắp ghép theo phương pháp này như sau: Các cấu kiện được treo tự do bằng dây cáp ở đầu hoặc mỏ của cần trục. Tiếp theo, nó được đưa đến đặt vào vị trí của nó trên công trình. Lúc này, cấu kiện không thể tự đứng vững được, nó không ổn định và luôn có nguy cơ bị đổ. Do đó, người ta phải giằng, chống nó tạm thời bằng các cây chống xiên hoặc bằng các dây neo cho đến lúc nó được hàn cố định vĩnh viễn vào các cấu kiện khác lắp xong trước (hình 3-21).



Hình 3-21. Lắp ghép theo phương pháp tự do.

Các quá trình lắp dựng một tấm tường: 1. Treo buộc tấm tường; 2. Vận chuyển tấm tường tới chỗ lắp; 3. Đón nhận tấm tường; 4. Cố định tạm thời; 5. Kiểm tra vị trí; 6. Hàn liên kết; 7. Chèn vữa các mối nối.

Theo phương pháp này độ chính xác lắp đặt cấu kiện vào đúng vị trí của nó phụ thuộc vào thao tác chính xác của người lái cần trục, công việc đón đỡ, điều chỉnh cấu kiện của người công nhân lắp ghép. Tóm lại, độ chính xác và tốc độ lắp ghép phụ thuộc vào tay nghề của công nhân.

Việc giằng chống cấu kiện trước khi tháo dỡ nó ra khỏi cần trục tốn công lao động còn cần trục thì tốn thời gian đứng giữ tường. Thao tác này chiếm một tỷ lệ thời gian rất lớn trong lắp ghép tự do : 70% thời gian cần trục dùng vào việc lắp ghép một cấu kiện.

Trong thao tác thủ công thì việc điều chỉnh tấm tường hoặc cấu kiện vào đúng vị trí của nó là quan trọng hơn cả vì nó quyết định mức độ chính xác của lắp ghép. Theo thống kê việc điều chỉnh cấu kiện chiếm 30% thời gian lắp ghép. Nhưng nếu trong lắp ghép mà để sai vị trí thì việc sửa chữa hoàn thiện sẽ vô cùng khó khăn tốn kém và có khi hoàn toàn không thể sử dụng được.

Liên Xô trước đây đã có tổng kết đánh giá mức độ chính xác trong lắp ghép nhà tấm lớn theo phương pháp lắp ghép tự do, như sau:

- Tỷ lệ trường hợp chân tường đặt lệch so với tim tường quá mức dung sai cho phép là 12%;

- Tỷ lệ trường hợp tấm tường đặt không thẳng đứng dẫn đến sàn tỳ lên tường chịu lực quá ít (khoảng 20-25mm) chiếm tới 17 đến 45% tùy loại nhà;

- Các mạch tường quá bé (0-9mm) là 11%;

- Các mạch tường quá lớn (trên 40mm) là 7%.

Qua số liệu thống kê trên, ta thấy phương pháp lắp ghép tự do (phương pháp thi công lắp ghép đầu tiên) không hoàn hảo, tốn thời gian, tốn nhiều sức lao động và thời gian sử dụng máy, sai số lắp ghép nhiều cần phải cải tiến để nâng cao chất lượng công trình, giảm thời gian thi công và sức lực của người thợ.

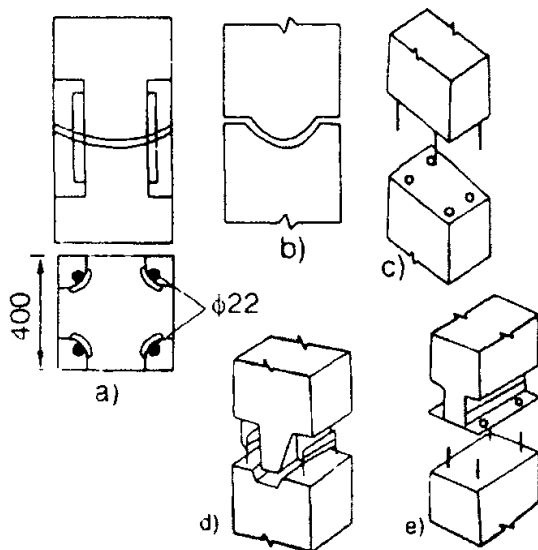
II. LẮP GHÉP KIỂU TỰ DO CẢI TIẾN

Đây cũng vẫn là phương pháp lắp ghép tự do, nhưng có những thay đổi: về hình dạng kết cấu lắp ghép; được trang bị thêm các chi tiết định vị vận năng và các dụng cụ chống đỡ để điều chỉnh và liên kết tạm thời; cải tiến cách sử dụng cần trục và các phương tiện vận chuyển; cải tiến trình tự lắp ghép... Những cải tiến này được thể hiện rõ nhất trong việc lắp ghép các loại nhà dân dụng, đặc biệt là nhà ở tấm lớn.

1. Cải tiến hình dạng kết cấu

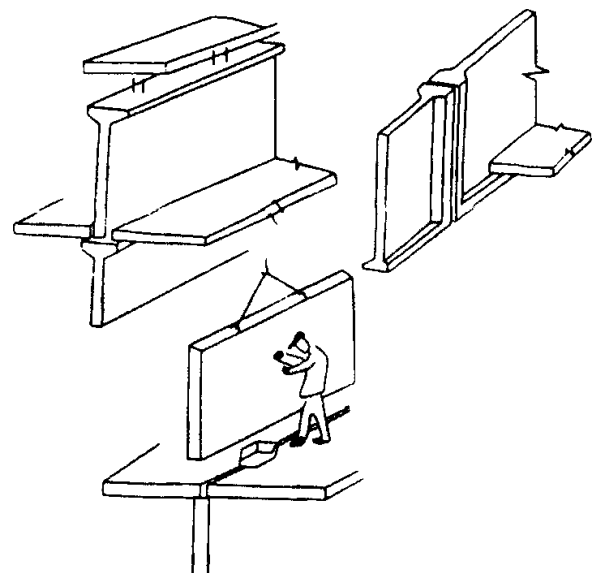
Khi lắp ghép các tấm tường chịu lực của nhà nhiều tầng phải đạt trùng tim trong khi các tấm sàn đã che khuất vị trí tấm tường chịu lực bên dưới, để việc lắp ghép được chính xác và nhanh chóng người ta có thể:

- Để lộ hở ở tấm sàn để người công nhân có thể nhìn thấy tấm tường dưới;
- Cạnh trên tấm tường làm 2 bu lông định vị;
- Thay đổi hình dạng tấm tường như làm thêm vai đỡ sàn;
- Làm dày thêm các mép ở đầu các tấm tường như được bổ trụ;
- Mỗi nối cột có dạng hình cầu, có chốt hoặc bu lông (hình 3-22; 3-23)



Hình 3-22. Cải tiến mỗi nối cột.

a, b. Cột hình cầu có hàn và không hàn kiên kết; c, d. Mối nối không hàn kiểu chốt; e. Mối nối không hàn kiểu bu lông.

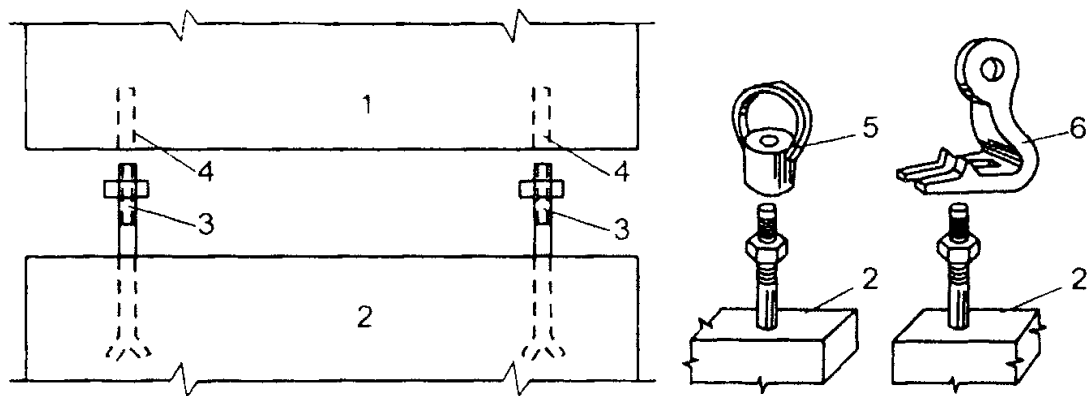


Hình 3-23. Cải tiến hình dạng tấm tường.

a. Để lộ hở tấm sàn để kiểm tra khi lắp ghép; b. Làm thêm vai đỡ sàn; c. Làm dày thêm 2 cạnh đứng tấm tường

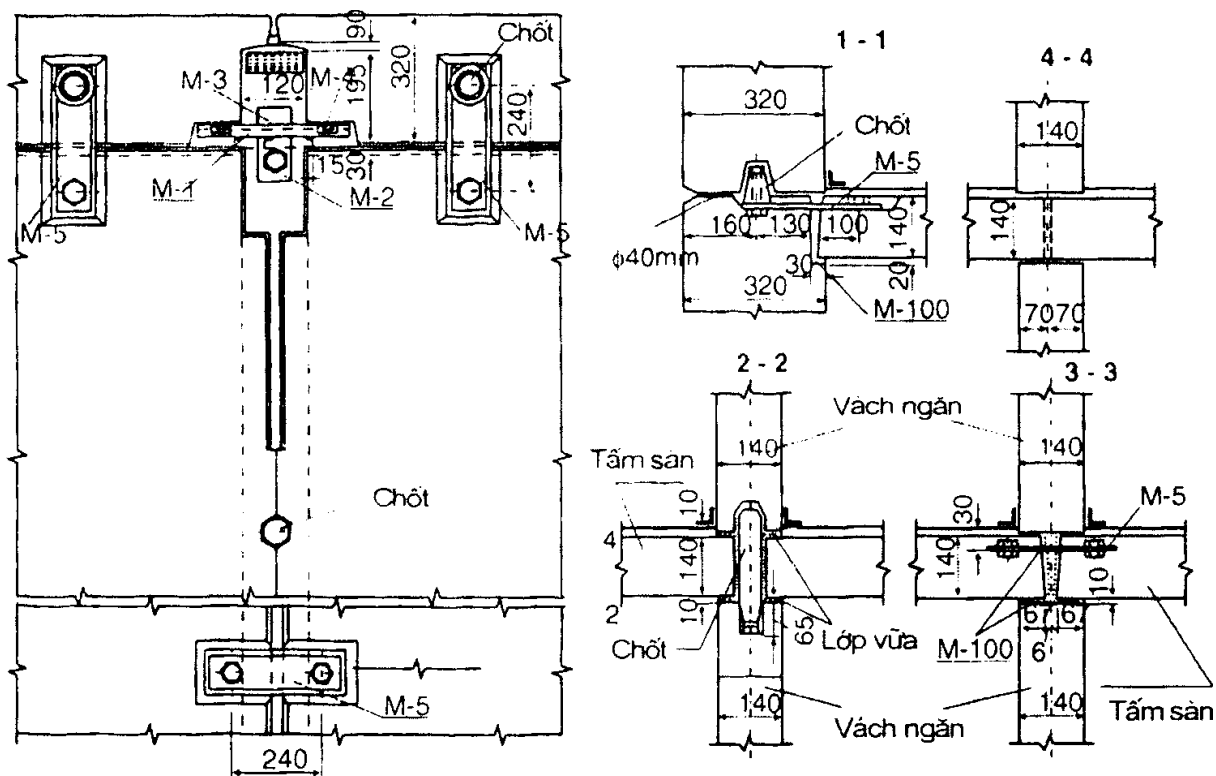
2. Sử dụng các dụng cụ định vị

Người ta gia công những chi tiết thép hàn vào các chi tiết chôn sẵn của kết cấu để đón chân các tấm tường vào đúng vị trí thiết kế (hình 3-24; 3-25).



Hình 3-24. Bên trên tấm tường đặt 2 bulông định vị thay thế quai cầu.

1,2. Các tấm tường trên và dưới; 3. Bulông định vị dùng làm quai cầu tấm tường;
4. Lỗ; 5,6. Chi tiết liên kết với bulông dùng làm quai cầu.

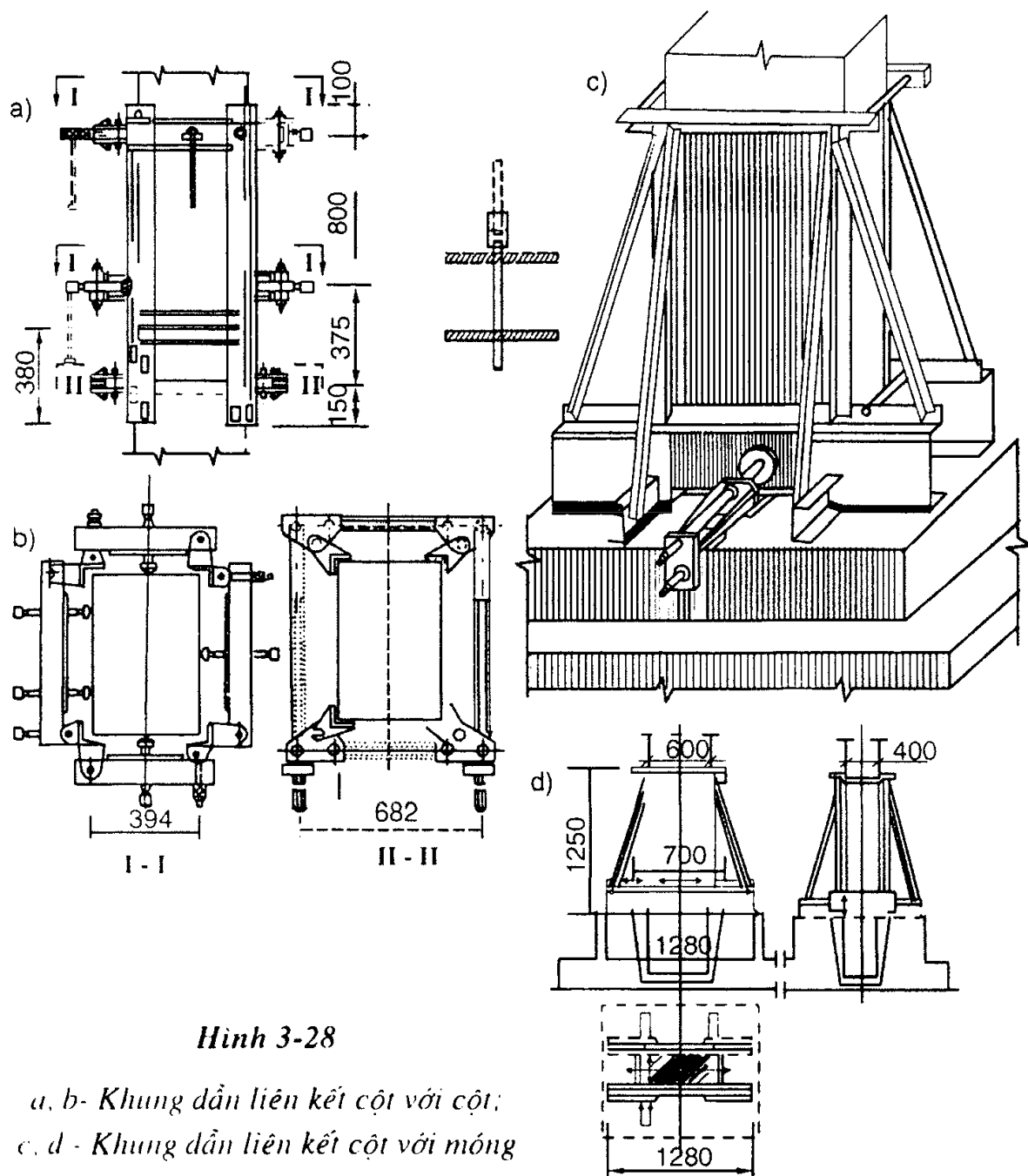


Hình 3-25. Định vị tường ngoài và vách ngăn bằng

Cũng có thể làm thêm 2 bulông ở cạnh trên tấm tường vừa dùng làm quai cầu và để liên kết vĩnh viễn các tấm tường, hoặc cũng có thể sử dụng các móc để định vị và liên kết chúng.

3. Cải tiến các công dụng chống đỡ, dùng các thiết bị vịn năng để điều chỉnh và liên kết tạm thời cấu kiện.

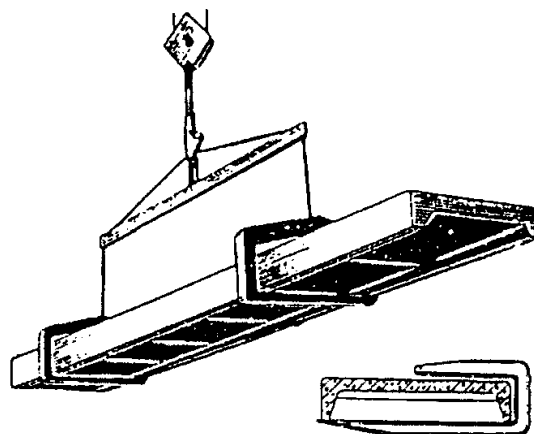
Thiết bị tự tháo dỡ khi lắp ghép (hình 3-26; 3-27; 3-28; 3-29; 3-30)

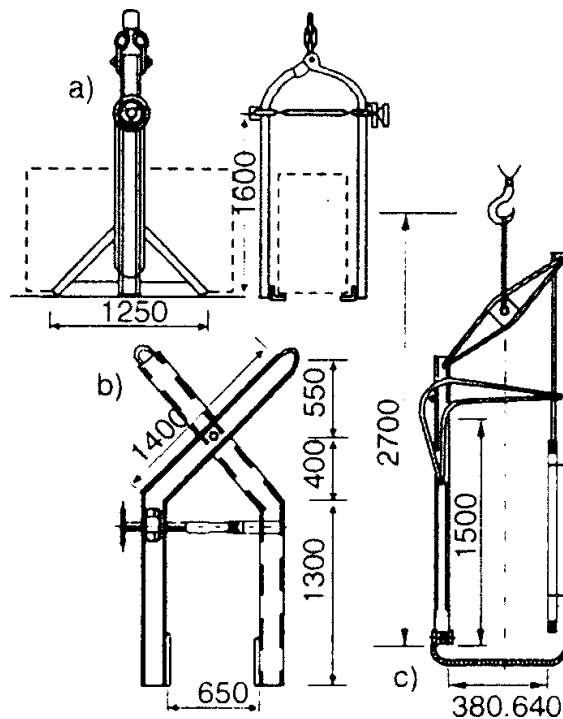


Hình 3-28

a, b- Khung dẫn liên kết cột với cột;
c, d - Khung dẫn liên kết cột với móng

Hình 3-29. Dụng cụ nâng và lắp
panen sàn tự tháo dỡ



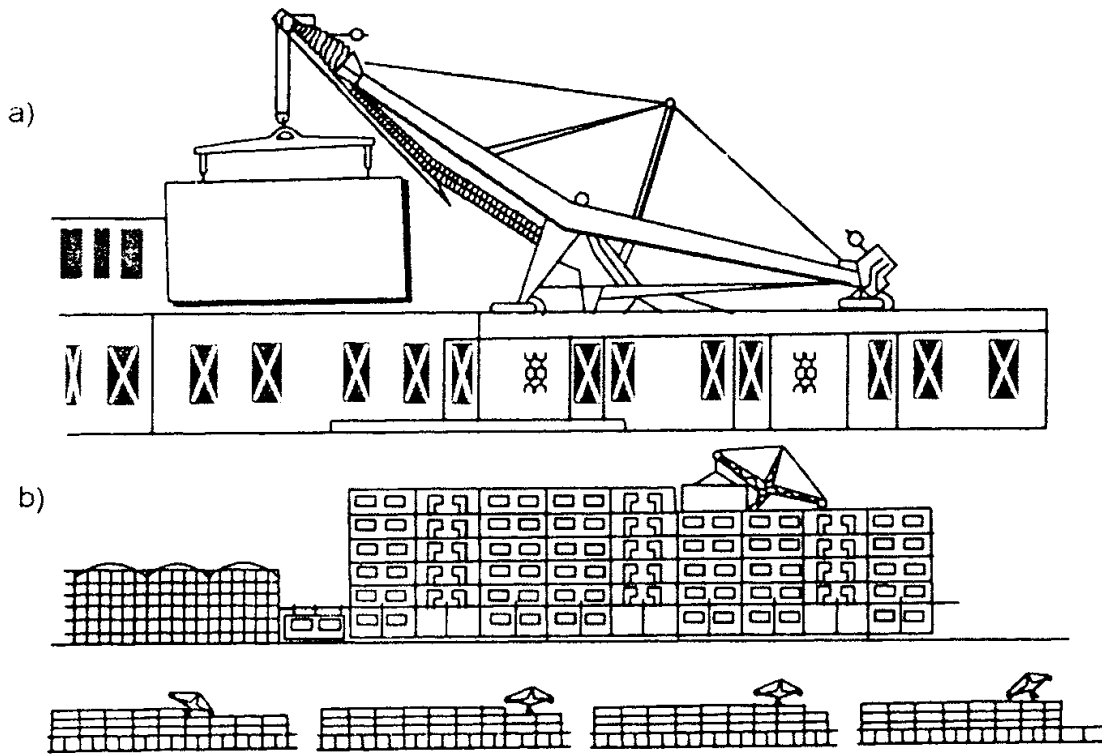


Hình 3-30. Dụng cụ nâng và lắp ghép các khối tường bằng gạch xây

4. Cải tiến cần trục và các thiết bị cấu lắp

Để nâng cao năng suất lao động, rút ngắn thời gian thi công thì một điểm vô cùng quan trọng trong lắp ghép là sử dụng hiệu quả cần trục lắp ghép. Muốn vậy thì người lái phải nhìn rõ được vị trí lắp ghép. Thực tế đã có một số cải tiến theo hướng đó, như sau:

- Đưa cần trục lắp ghép lên các tầng nhà (hình 3-31);
- Sử dụng cần trục tự nâng;
- Cho ca-bin lái cần cấu thay đổi độ cao tùy theo vị trí lắp ghép;
- Trang bị cho cần trục các role tự động để khống chế sức nâng đối với độ quay quãng đường di chuyển sao cho phù hợp với công trình. Tránh những thao tác thừa, đồng thời đảm bảo an toàn cho người và cho máy;
- Trang bị cho cần trục các cần điều khiển để giúp những người thợ lắp ghép khi cần điều chỉnh những cấu kiện lớn nặng, nhằm giảm nhẹ những công việc vất vả và nguy hiểm của những người thợ lắp ghép.



Hình 3-31. Đưa cần trục lên các tầng nhà để lắp ghép

III. DÙNG KHUNG DẪN LỚN

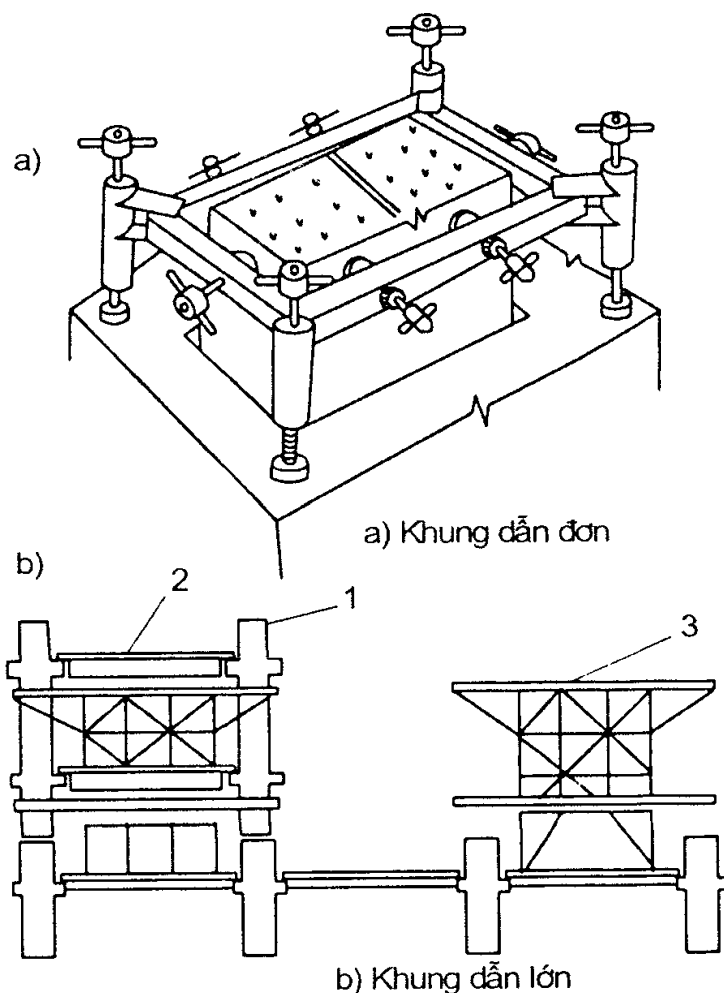
Trong lắp ghép nhà khung, khung dẫn là dụng cụ để định vị chân cột. Ngoài ra, nó còn có chức năng điều chỉnh và cố định tạm thời cột. Khung dẫn đơn chỉ phục vụ được cho một cột. Cần trục được giải phóng ngay sau khi đã dựng được cột vào khung dẫn. Việc điều chỉnh độ thẳng đứng, xê dịch chân cột xoay cột cho trùng tim đều điều chỉnh bằng các vít ngang của khung dẫn. Đối với những cột nặng và cao, ngoài khung dẫn còn cần có thêm tăng đỡ ống hoặc dây giằng để giữ ổn định cho mỗi cột (hình 3-32a).

Dùng khung dẫn lớn có thể hoàn toàn thay thế các khung dẫn đơn, thanh chống xiên và giằng.

Mỗi khung dẫn có thể giữ một lúc được 4 hoặc 6 cột của khung nhà nhiều tầng lại lắp cách ô, số lượng khung dẫn vì thế sẽ rất ít. Mặt khác, khung dẫn lớn có thể sử dụng cho những loại cột dài thông 3, 4 tầng nhà (hình 3-32b; 3-33).

Khung dẫn lớn cũng được dùng trong lắp ghép tường và vách ngăn các nhà tấm lớn. Người ta đã tổng kết và cho biết: sử dụng khung dẫn lớn

trong lắp ghép sẽ giảm được 20% thời gian thi công so với phương pháp thông thường.



Hình 3-32. Khung dẫn

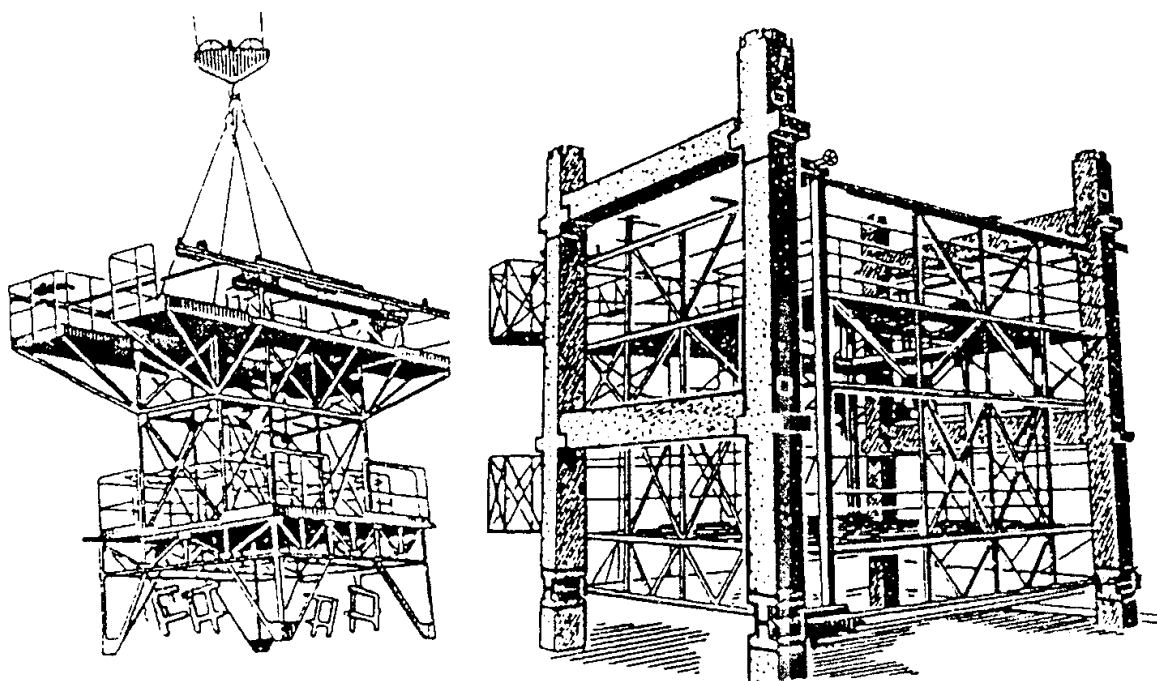
1. Cột nhà; 2. Dầm; 3. Khung dẫn lớn để lắp bốn cột.

Nhược điểm cơ bản của khung dẫn lớn là: công kênh và nặng nề, khó khăn và phức tạp trong chuyên chở.

IV. ĐỊNH VỊ XÂU CHUỖI

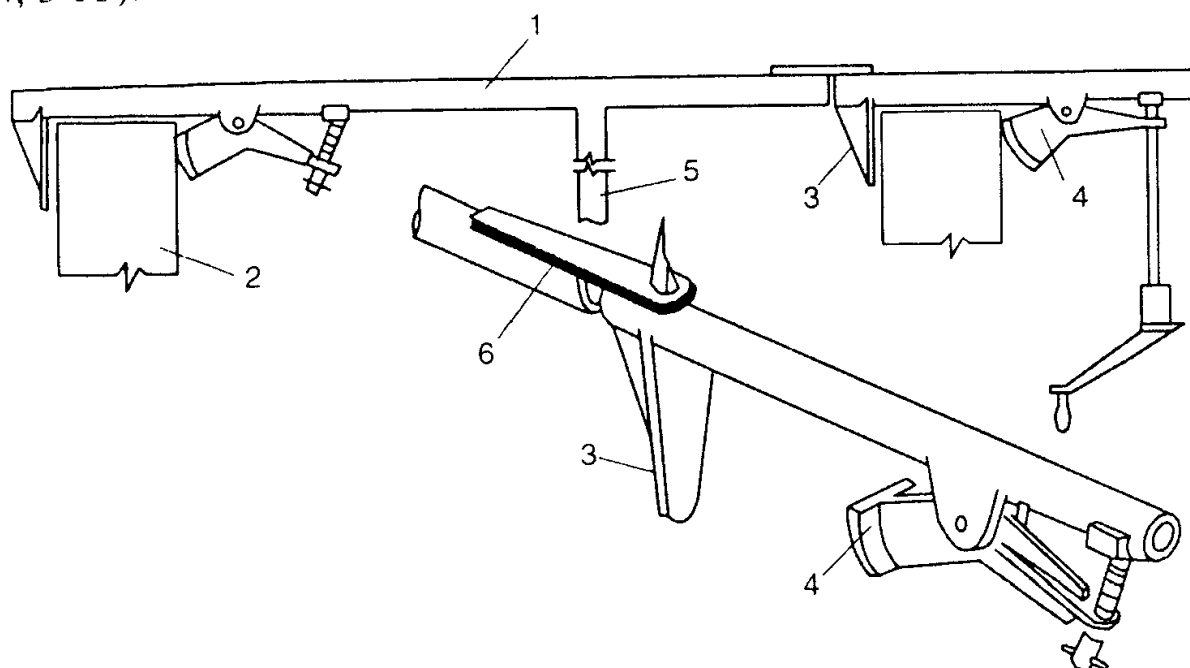
Định vị xâu chuỗi là một cải tiến về trình tự lắp ghép (bán cưỡng bức như phương pháp khung dẫn lớn).

Theo phương pháp này, vị trí mỗi tấm tường được xác định trước trên mặt sàn bằng các công cụ định vị. Ngoài ra chúng còn được liên kết vào các cấu kiện đã lắp trước tạo thành một dãy cấu kiện ổn định mà không cần có sự điều chỉnh riêng lẻ cho từng tấm tường.



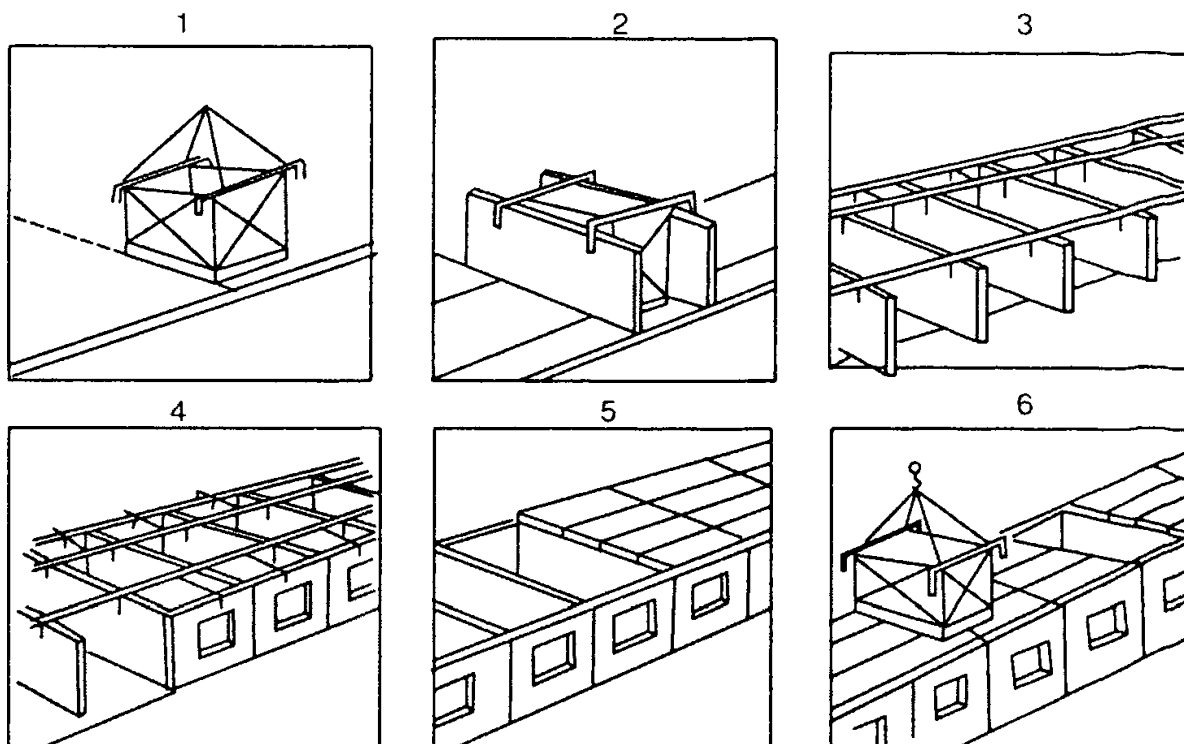
Hình 3-33. Khung dẫn lớn

Dụng cụ định vị chân tường gồm một dây băng bằng thép lá mỏng, rộng 25mm dày 0,4mm, dài bằng cả chiều dài đơn nguyên nhà. Trên dây băng có đánh dấu cự ly giữa các tấm tường. Đầu dây có bộ phận căng băng. Dọc theo dây băng phân bố các móc định vị tháo dỡ được (hình 3-34; 3-35).



Hình 3-34. Giằng đầu tường.

1. Thanh giằng ngang; 2. Tấm tường; 3. Thanh định vị;
4. Mấu kẹp tấm tường; 5. Cây đặt thanh giằng; 6. Bản nối



Hình 3-35. Trình tự lắp ghép nhà tấm lớn.

1. Lắp khung định vị; 2. Lắp các tấm tường ngang làm chuẩn;
3. Lắp các tấm tường ngang trong; 4. Lắp các tấm tường ngoài;
5. Lắp các tấm sàn; 6. Chuyển khung định vị lên tầng trên.

Khi lắp tấm tường ngoài, người thợ đẩy sát chân tường vào móc định vị các móc này được cố định bằng vít vào dây băng đặt trên sàn tầng, mỗi tấm tường đặt tỳ lên 2 dây băng.

Sau khi lắp xong các tấm tường của một tầng nhà, người ta tháo rời các móc định vị ra khỏi dây băng và cuốn dây băng lại.

Dùng băng định vị thì không cần trắc đạc để vạch tim cho mỗi tấm tường mà chỉ cần xác định trên mặt mỗi sàn một đường trục chuẩn.

Để giữ cho tường khỏi đổ, người ta dùng các thanh giằng ngang đặt trên đầu tường. Thanh giằng này là một ống thép có gắn các bộ phận định vị cách nhau đúng bằng khoảng cách bức tường và có cơ cấu để người đứng trên sàn đó có thể vận liên kết cứng tấm tường vào thanh giằng ngang. Dụng cụ này chỉ nặng 10-12 kg nên công nhân sử dụng dễ dàng và không cần dùng đến thang.

Phương pháp định vị xâu chuỗi này có ưu điểm:

- Nâng cao độ chính xác lắp ghép;
- Thời gian sử dụng cần trục giảm từ 2-3 lần so với lắp ghép tự do thông thường;
- Công lao động được giảm một phần nhưng cũng còn nhiều công việc nặng nhọc phải thực hiện bằng thủ công.

V. LẮP GHÉP THEO PHƯƠNG PHÁP CƯỜNG BỨC

Bản chất của phương pháp lắp ghép cưỡng bức (hay còn gọi là phương pháp lắp ghép tự định vị) là sử dụng các chi tiết chôn sẵn hoặc các công cụ lắp ghép để làm các chức năng:

- Định vị cấu kiện, đảm bảo chính xác vị trí của cấu kiện theo thiết kế ngay khi lắp đặt chúng;
- Thay thế các dụng cụ thiết bị giằng chống và liên kết tạm thời trong khi chưa liên kết vĩnh viễn;
- Liên kết vĩnh viễn các cấu kiện có thể không cần hàn nối.

Phương pháp lắp ghép cưỡng bức đã giải quyết được mâu thuẫn trước đây là: việc sản xuất các cấu kiện bằng bê tông cốt thép phần lớn được làm trong các nhà máy đã được công nghiệp hoá ở mức độ cao, nên chất lượng sản phẩm, độ chính xác rất tốt; Song, trong khi việc lắp ghép chúng ở công trường vẫn tốn nhiều sức lao động, chi phí mất nhiều thời gian mà mức độ chính xác và chất lượng công trình thì lại phụ thuộc rất nhiều vào trình độ, thói quen và lương tâm người thợ.

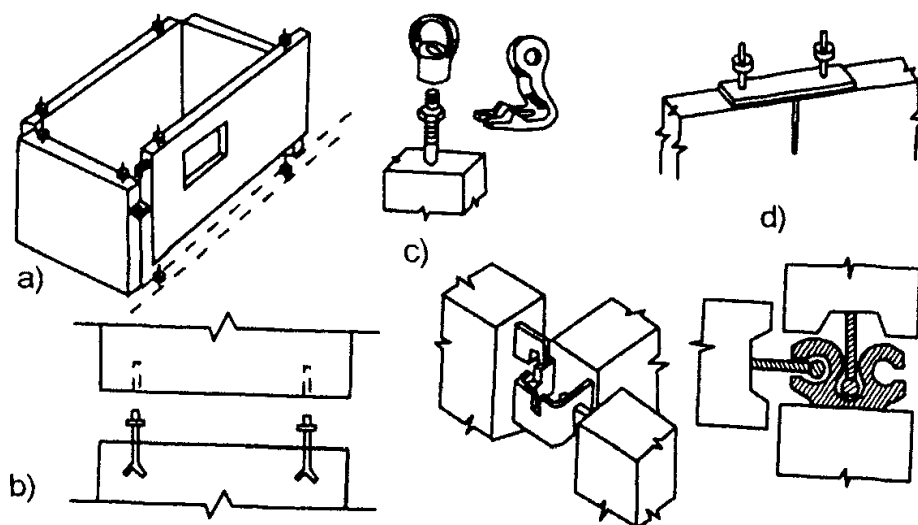
Mục tiêu của phương pháp lắp ghép này là tăng cường hơn nữa mức độ công nghiệp hoá ngành xây dựng để đảm bảo có những cấu kiện có độ chính xác cao, đồng thời nghiên cứu các cấu tạo, các mối nối liên kết thật hợp lý để sao cho ngoài hiện trường có thể loại trừ phần lớn các lao động thủ công, tiến tới cơ giới hoá tổng hợp hoặc tự động hoá một phần công tác lắp ghép, làm sao để công việc lắp ghép chỉ phụ thuộc vào công nhân trên hiện trường ở mức độ tối thiểu.

Hai chốt định vị ở đầu trên tấm tường đứng là một ví dụ. Các chốt định vị này đều được ren răng để bắt êcu. Chính chúng cũng là quai cấu

của tấm tường và đồng thời định vị cho tấm tường bên trên để đảm bảo cả bức tường đồng trục. Ở cạnh dưới của tấm tường sắp lắp, người ta đã tạo sẵn 2 lỗ đồng trục với 2 chốt định vị của tấm tường bên dưới.

Để điều chỉnh tấm tường theo cao trình, người ta vặn các êcu trên chốt định vị rồi dùng các êcu đó làm chỗ tựa cho các tấm tường trên.

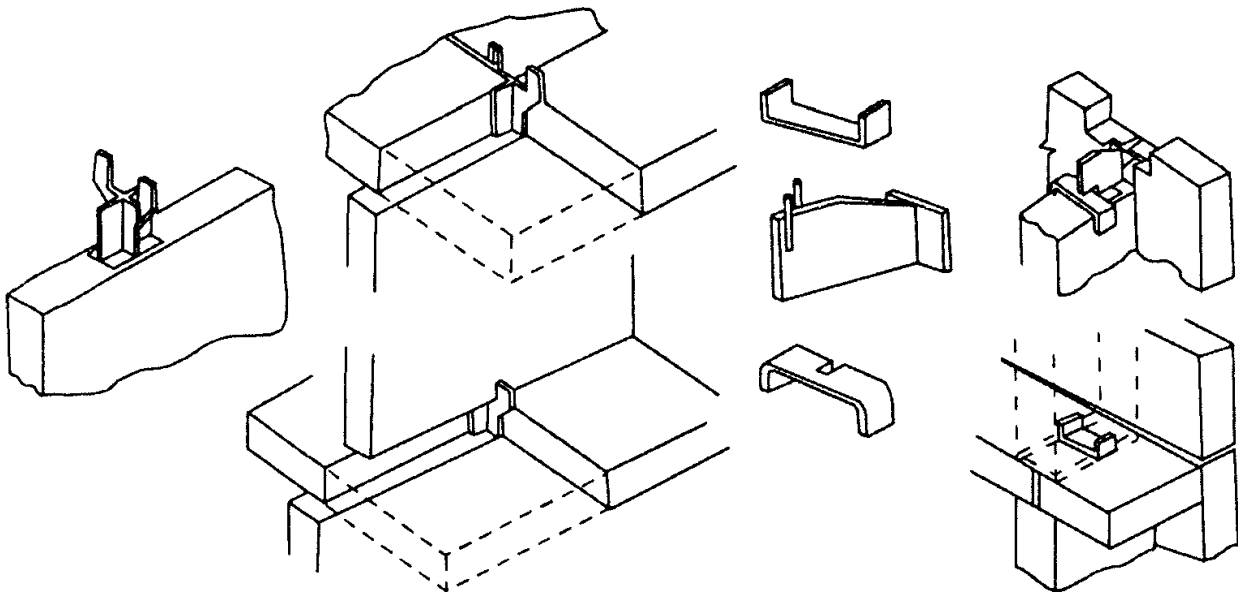
Hai cạnh bên của mỗi tấm tường người ta chôn sẵn các chi tiết móc hoặc chốt mà không cần hàn. Như vậy, mỗi tấm tường khi lắp ghép được định vị bằng 2 chốt dưới chân tường và 2 khoá móc hoặc chốt ở 2 bên cạnh. Do đó không cần thêm bất kỳ một dụng cụ để giằng giữ và liên kết tạm thời nào khác (hình 3-36).



Hình 3-36. Liên kết móc nối giữa các tấm tường theo phương pháp định vị cưỡng bức.

- a. Gian phòng lắp ghép theo phương pháp định vị;
- b. Các chốt định vị chôn tường;
- c. Chốt định vị dùng làm quai cầu của tấm tường;
- d. Chốt định vị dùng để liên kết các tấm tường

Theo phương pháp lắp ghép cưỡng bức, người ta cũng sử dụng các công cụ đặc biệt để lúc lắp ghép không cần thợ phải điều chỉnh mà vẫn đưa được cấu kiện về đúng vị trí thiết kế (hình 3-37).



Hình 3-37. Định vị cưỡng bức các tấm tường

Ưu điểm của phương pháp lắp ghép cưỡng bức:

- Giảm được rất nhiều công lao động trong lắp ghép vì không tốn công điều chỉnh vị trí cấu kiện, không phải lắp và dỡ các dụng cụ neo buộc, liên kết tạm thời cho cấu kiện;
- Tận dụng được cần trục lắp ghép;
- Tiết kiệm được sắt thép để làm các công cụ giằng giữ và liên kết tạm thời;
- Giảm khối lượng công tác trắc đạc và làm liên kết.
- Phân ly quá trình ướn ra khỏi quá trình lắp ghép bằng cách: đầu tiên lắp ráp khô các cấu kiện, sau đó dùng máy móc để chèn mối nối tức là cơ giới hoá tối đa quá trình ướn trong lắp ghép;
- An toàn hơn trong thi công;
- Chất lượng cao và giá thành hạ.

Để đánh giá các phương pháp lắp ghép, chúng ta có thể tham khảo tổng kết sau đây về đặc điểm và các chỉ tiêu kinh tế trong lắp ghép nhà ở tấm lớn:

**Đặc điểm và các chỉ tiêu kinh tế, lắp ghép nhà tấm lớn Tổng kết
của CHDC Đức)**

Các phương pháp lắp ghép	Sự chuyển động của cấu kiện trong lắp ghép	Công cụ sử dụng	Sai số lắp ghép (mm)	Các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật		
				Công lao động (%)	Giá thành (%)	Thời gian (%)
Lắp ghép tự do	Tự do	Dây mềm	20	100	100	100
Lắp ghép tự do cải tiến	Tự do có hạn chế	Dây mềm + dụng cụ lắp đặt	7,5	75	85	60
Lắp ghép bằng khung dẫn lớn	Bán cưỡng bức	Khung dẫn lớn hoặc định vị xâu chuỗi	2,5	60	70	50
Lắp ghép cưỡng bức	Cưỡng bức	Chỉ tiết định vị, công cụ chuyên dùng	0	45	50	20

VI. LẮP GHÉP NHÀ KHUNG

Từ trước đến nay trong tính toán kết cấu cũng như thi công người ta thường phân chia khung nhà thành những kết cấu đơn theo chức năng chịu lực của chúng như cột, dầm, sàn để tận dụng khả năng chịu lực của vận chuyển và cầu lắp. Độ cứng của nhà khung được xác định bởi liên kết giữa cột và dầm, các tấm sàn lắp ghép liên kết với nhau cũng tạo nên những vách cứng nằm ngang để chuyển lực ngang vào cột, lõi cầu thang hoặc các vách đứng.

Ngày nay, do đã có những thiết bị cầu trục có sức nâng lớn, cơ sở hạ tầng đường sá cũng tốt, mức độ công nghiệp hoá trong việc sản xuất các cấu kiện lắp ghép cũng đã được nâng lên đáng kể, cho nên trong xây dựng lại có xu hướng khuyếch đại khung nhà ở mức tối đa trước khi cầu lắp theo khả năng của các thiết bị lắp ghép, để nhằm mục đích như sau:

- Giảm đến mức tối thiểu số lượng cấu kiện phải cầu lắp;
- Giảm số mối nối tức là giảm bớt khối lượng công việc hàn và đổ bê tông chèn ở công trường, do đó mà giảm bớt lao động thủ công, tăng mức độ chính xác cũng là tăng chất lượng sản phẩm, rút ngắn thời gian thi công;

- Tăng độ ổn định trong thi công giảm được rất nhiều thao tác trong việc cố định tạm thời và điều chỉnh cấu kiện.

Phát triển theo xu hướng này ở Lahavana - Cu ba - khi xây dựng ký túc xá cho sinh viên người ta đã đúc những khung nhà cao từ 4 đến 6 tầng nặng tới 18 tấn cho một lần cầu lắp.

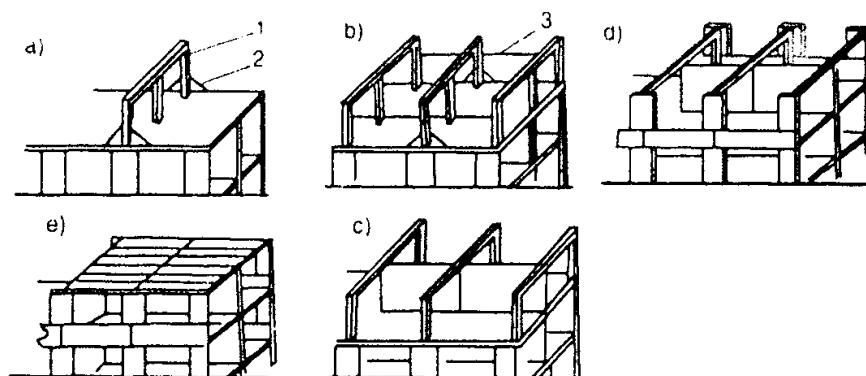
Cũng có trường hợp người ta đổ những cột dài tới 17m cho 3 đến 4 tầng nhà. Dùng loại cột thông tầng ít hoặc không mối nối này có thể tiết kiệm được độ 5% lượng sắt thép do không cần làm các lưới gia cường ở mỗi đoạn cột chỗ các mối nối.

Ở Anh và Pháp đã xây dựng những nhà khung cao đến 23 tầng với những mối nối không hàn. Thay bằng việc hàn, người ta dùng những êcu lớn để nối 2 đầu thép chịu lực của khung trên và khung dưới hoặc lắp cường bức các cột chịu lực ở khung trên vào các ống thép ở khung dưới.

Về phân chia kết cấu nhà khung, thường có 3 sơ đồ cấu tạo:

(1) Khung hoàn toàn cứng (tức là các nút của khung cứng cả 2 phương): Theo sơ đồ cấu tạo này thì kết cấu làm việc tốt, bởi vì điểm nối là điểm có mômen uốn nhỏ theo cả hai phương. Nhược điểm cơ bản của cách phân chia này là sản xuất, vận chuyển và thi công đều rất khó khăn và phức tạp.

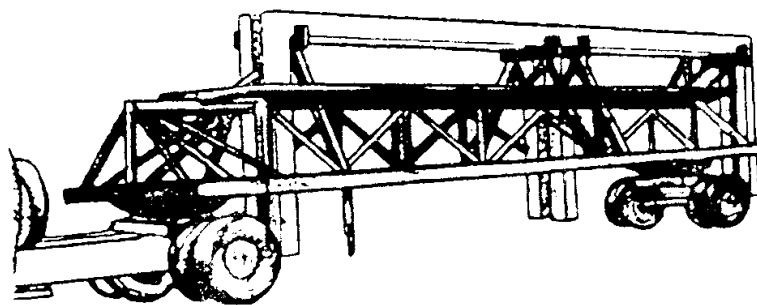
(2) Khung cứng một chiều: Đây là hướng phân chia kết cấu thích hợp với điều kiện thi công cũng như chế tạo hiện nay theo kiểu các khung phẳng.



Hình 3-38. Trình tự thi công nhà khung

a. Lắp ráp khung hai nhịp làm chuẩn; b. Lắp ráp các bộ khung tiếp theo; c. Lắp vách cứng; d. Lắp các tấm bao che mặt ngoài; e. Lắp các tấm sàn

1. Khung chuẩn; 2. Chống xiên; 3. Giằng ngang.



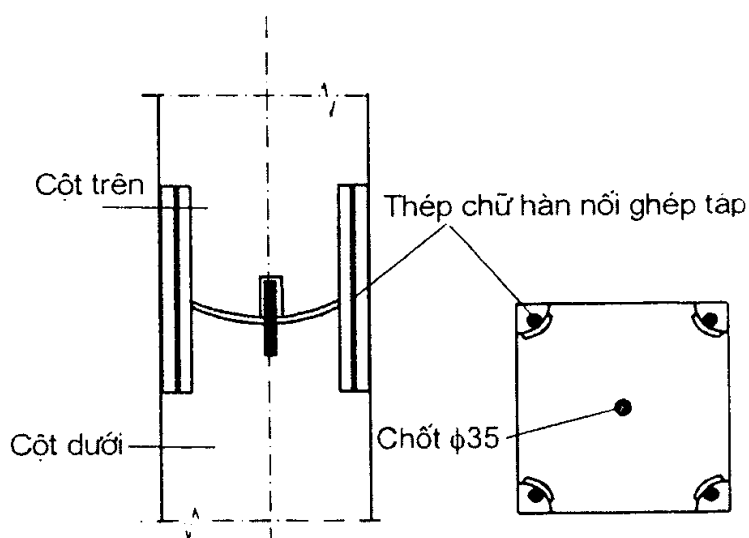
Hình 3-39. Xe chở khung nhà

(3) Khung giằng: Các góc của khung là khớp, ổn định tổng thể của công trình và chịu tải trọng ngang từ sàn truyền vào là các lồng cầu thang và các vách cứng.

Ở Tchechoslovakia và Poland đã xây dựng những nhà theo kiểu khung giằng cao 10 tầng thi công lắp ghép bằng các khung dẫn đơn hoặc các thanh chống xiên.

Khó khăn cơ bản của lắp ghép nhà khung là phải làm sao để các cột trùng tâm, đặc biệt là phải khắc phục hiện tượng cột bị nghiêng lệch do ứng suất và biến dạng nhiệt khi hàn ở mối nối.

Một số giải pháp sau đây đã được sử dụng có hiệu quả:



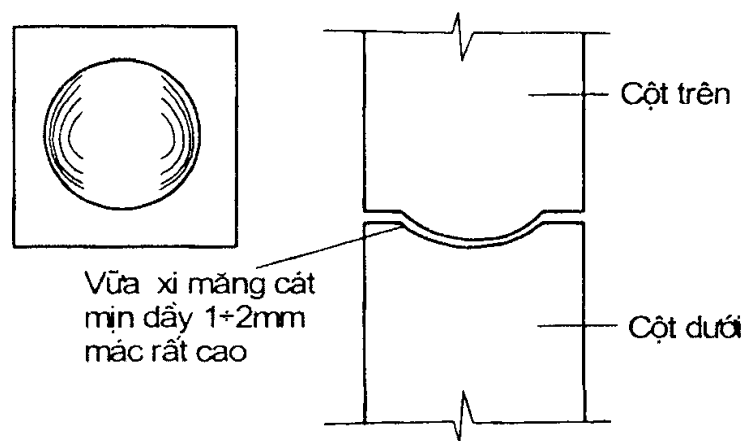
Hình 3-40. Mối nối hình cầu có

- Dùng mối nối hình cầu có chốt sắt $\phi 35\text{mm}$ ở tâm cột. Các cốt thép chủ của cột trên và dưới được hàn ghép táp. Kết cấu này dùng cho nhà

khung giằng (khung các nút là khớp), kích thước cột 40×40cm, bê tông mác 400 khả năng truyền lực của mỗi cột có thể đạt 550 đến 600 tấn (hình 3-40). Dùng mối nối kiểu này có ưu điểm:

- + Khi lắp ghép cột cường bức trùng tâm;
- + Truyền lực dọc trực tiếp qua mặt bê tông khô không cần rải vữa lót;
- + Tốn ít sắt thép.

- Dùng mối nối hình cầu không hàn gắn bằng loại vữa xi măng cát đặc biệt rất mịn (hình 3-41). Loại mối nối này có ưu điểm:



Hình 3-41. Mối nối hình cầu không

- + Khắc phục tình trạng cột bị nghiêng do biến dạng nhiệt khi hàn;
- + Đảm bảo truyền lực đều khắp trên toàn bề mặt mối nối;
- + Giảm thời gian lắp ghép do không phải hàn và chèn kẽ mối nối.

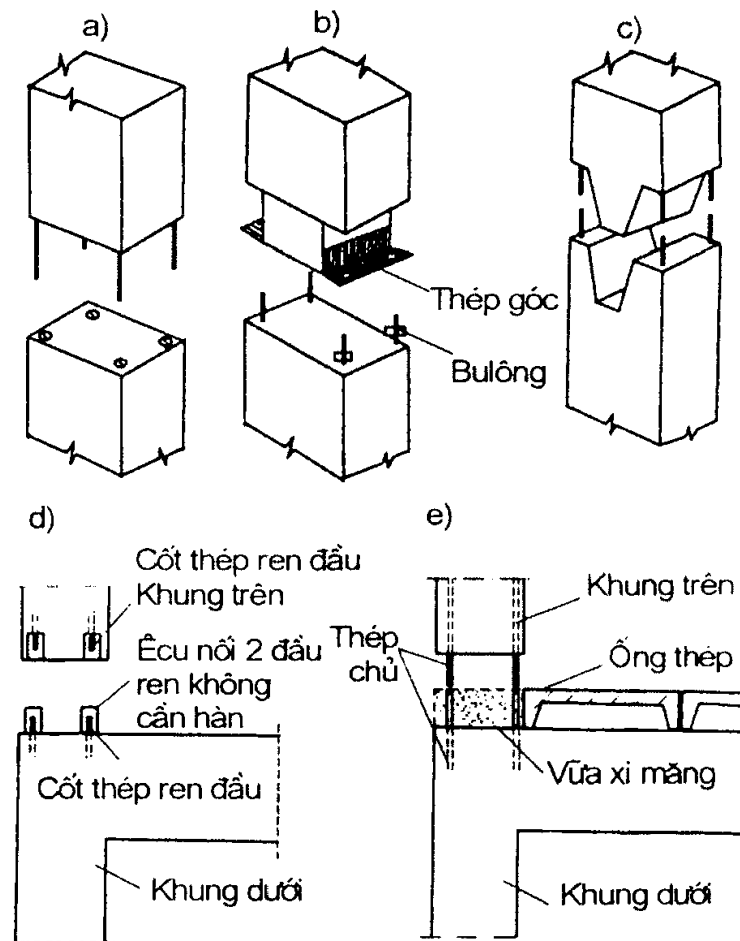
Cách thi công theo phương pháp này như sau: người ta đóng gói một lượng vữa khô vừa đủ dùng cho một mối nối gồm : xi măng Pooc-lăng mác 500 với cát khô mịn theo tỷ lệ 1:1. Khi dùng trộn hỗn hợp trên

với nước theo tỷ lệ $\frac{N}{X} = 0,4$ hoặc 0,5 trộn xong phải dùng ngay.

Khi lắp ghép vữa bị trọng lượng cột nén bết đảm bảo sự tiếp xúc đều khắp trên toàn bộ bề mặt mối nối. Lớp vữa lót này chỉ dày từ 1 đến 2mm. Khi điều chỉnh cột, lớp vữa không bị nứt do vữa vẫn còn dẻo và nó sẽ tự chảy và chèn kín các khe hở trong mối nối.

Ngoài những loại mối nối trên còn có:

- Mối nối cột bằng chốt hoặc ngàm bằng bê tông.
- Mối nối kiểu chốt không hàn.
- Mối nối dùng êcu kiểu tăng đơ hoặc kiểu vận bulông thông thường (hình 3-42 a,b,c,d,e)



Hình 3-42. Các loại mối nối cột BTCT lắp ghép kiểu

- a. Mối nối kiểu chốt đặc biệt; b. Mối nối kiểu vận bulông; c. Ngàm bê tông;
 d. Mối nối không hàn (Anh); e. Mối nối không hàn (Pháp).*

Tường bao che của nhà khung thường là kết cấu treo bám vào khung nhà. Tường bao che được lắp chậm hơn so với lắp khung khoảng 4 đến 6 tầng nhà. Khi đó các thiết bị lắp tường được đặt trực tiếp lên khung chịu lực của nhà. Cấu kiện được vận chuyển trực tiếp từ các xe chuyên dụng chạy trên các sàn tầng. Cần trục hay các phương tiện vận chuyển lên cao khác sẽ đưa các tấm tường bao che lên các tầng nhà.

Người ta cũng có thể sử dụng các loại cần trục nhỏ sức nâng dưới 2 tấn đặt lên mái nhà để lắp ghép tường bao che cho công trình.

Khi lắp ghép kết cấu chịu lực của nhà khung thì công cụ chủ yếu để thi công là các loại khung dẫn sau:

- Khung dẫn để cố định tạm thời cột với móng;
- Khung dẫn để cố định tạm thời cột với cột;
- Khung dẫn lớn lắp ghép đồng thời một số cột hoặc khung nhà (thường là đồng thời lắp ghép 2 khung hoặc 4 hay 6 cột).

VII. LẮP GHÉP KIỂU HỘ PHÒNG (HAY CĂN HỘ)

Lắp ghép kiểu căn hộ hay hộ phòng là đỉnh cao của trình độ lắp ghép được phát triển thịnh hành nhất ở Liên Xô bắt đầu từ những năm 1953-1954 và tại Cộng hoà dân chủ Đức bắt đầu từ những năm 1958-1959 giai đoạn phát triển kinh tế thời kỳ phục hồi sau chiến tranh.

Theo phương pháp xây dựng này người ta xếp những hộ phòng liên kế bên nhau hoặc chồng lên nhau tạo thành những toà nhà, mỗi hộ phòng là một cấu kiện hoàn chỉnh được trang bị tiện nghi đầy đủ và cơ bản hoàn thành phần hoàn thiện và trang trí nội thất.

Mỗi hộ phòng là một kết cấu không gian chịu lực độc lập có độ cứng lớn và liên kết với nhau bằng hàn các chi tiết thép chôn sẵn. Do không phải thi công các mối nối ướn nên tốc độ lắp ghép ở hiện trường rất nhanh và độ chính xác khá cao.

Các hộ phòng không dính vào nhau mà thường cách nhau 4 - 6cm để việc lắp ghép được dễ dàng và tạo lớp cách âm rất tốt cho các căn phòng.

Ưu điểm cơ bản của phương pháp xây dựng nhà kiểu căn hộ

- Các quá trình sản xuất tốn nhiều công sức và thời gian nhất là chế tạo cấu kiện và lắp ráp thiết bị hoàn thiện công trình đều được thực hiện trong nhà máy. Nơi có thể tận dụng triệt để các tính chất ưu việt của việc công nghiệp hoá; nơi có thể tận dụng tối đa tính chất của vật liệu; và là nơi có thể tổ chức hoàn chỉnh nhất việc thi công dây chuyền... Đó là các ưu việt mà các phương pháp xây dựng khác không thể có được. Ở nhà máy

công tác hoàn thiện sẽ thuận lợi và có kết quả cao hơn nhiều, mà như ta đã biết công tác hoàn thiện thường chiếm tới 65% toàn bộ công lao động thủ công trên công trường.

Do mức độ công nghiệp hoá trong sản xuất các cấu kiện theo phương pháp xây dựng kiểu căn hộ rất cao, khối tích và trọng lượng của một cấu kiện rất lớn, độ chính xác lại rất hoàn hảo nên tốc độ thi công loại nhà này rất nhanh, thời gian xây dựng ở công trường rút ngắn đến mức kỷ lục. Thời gian xây dựng một nhà ở gia đình từ 5 đến 9 tầng theo phương pháp này chỉ trong vòng 1 đến 2 tuần lễ.

Về mặt kinh tế nhà căn hộ so với nhà tấm lớn rẻ hơn 8% và nhẹ hơn 10%. Vì tuy cấu tạo tường 2 lớp, sàn 2 lớp, nhưng chiều dày mỗi lớp chỉ độ 2,5 đến 5cm trong khi đó chiều dày của tường, sàn nhà tấm lớn phải từ 10-15cm.

Với loại cấu kiện sản xuất theo tiêu chuẩn nhà kiểu căn hộ có thể xây dựng nhiều hoặc ít tầng đều được và với một số hộp chuẩn người thiết kế có thể sắp xếp để tạo nhiều kiểu nhà có hình dáng và công dụng khác nhau.

Về mặt tồn tại cũng có một số vấn đề như sau:

- Phải có những nhà máy chuyên dụng với những thiết bị tương đối đồng bộ và hoàn chỉnh mới có thể chế tạo được các hộp phòng có chất lượng.

- Phải có các loại xe tải chuyên dụng để chuyên chở các hộp phòng vì khối tích của chúng khá lớn. Chiều ngang của hộp phòng lớn hơn nhiều bề rộng của các xe tải thông thường nên dùng xe thông dụng không chuyên chở được. Một đặc điểm nữa của xe chở các loại hộp phòng là phải trang bị các đệm lò xo rất tốt hoặc phải chở hộp phòng ở tư thế treo.

- Đường chuyên chở hộp phòng từ nhà máy sản xuất đến công trường xây dựng phải đủ rộng và bằng phẳng để xe đi lại ít bị xóc nảy làm hư hại các kết cấu của hộp phòng và các thiết bị đã lắp ghép.

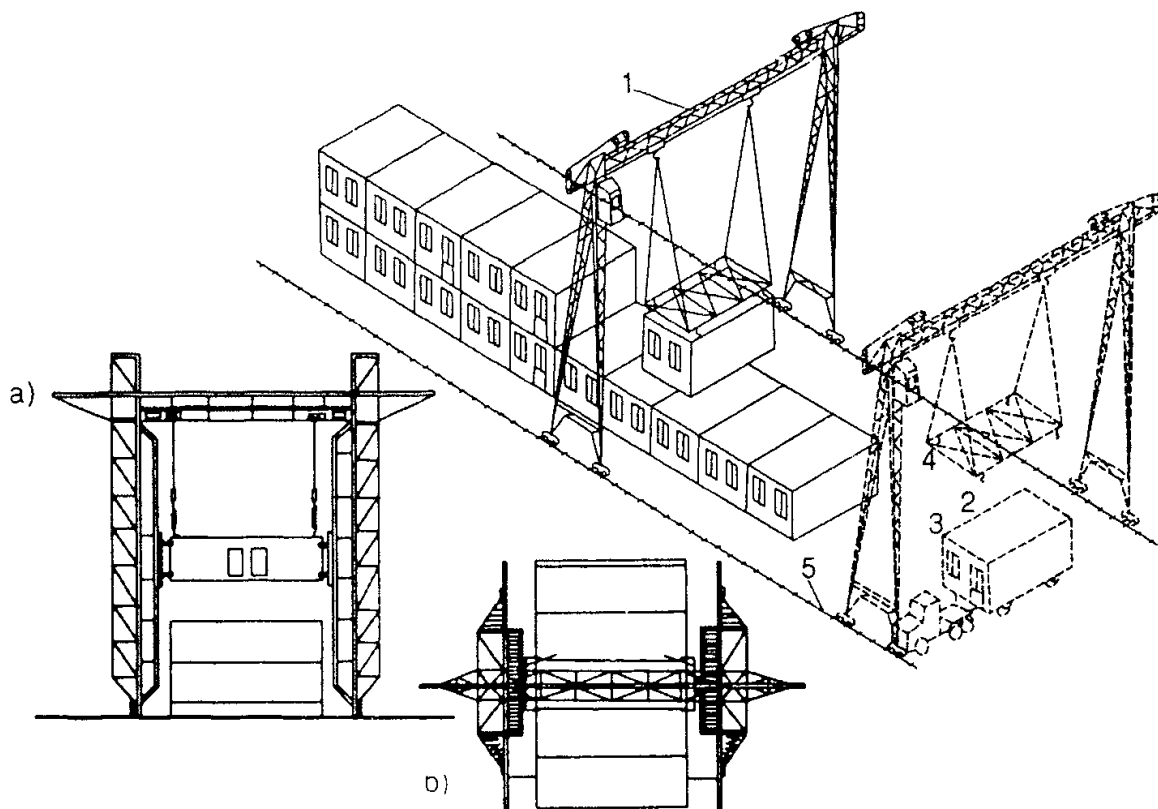
- Trọng lượng các hộp phòng nặng từ 10 đến 15 tấn. Nếu lắp ghép nhà kiểu căn hộ thì trọng lượng thường là 22 đến 25 tấn có khi đến 30 tấn đòi hỏi có cần trục đặc biệt có sức nâng lớn để lắp ghép chúng. Do đó khi thiết kế nhà lắp ghép theo kiểu hộp phòng này thường phải dựa vào sức nâng của cần trục đã có sẵn.

Nếu phải thi công hàng loạt nhà kiểu hộp phòng thì thường tiến hành theo phương pháp dây chuyền: Cho cần trục nhỏ đi lắp các tầng thấp, sau đó dùng cần trục lớn để lắp các tầng cao, hoặc cũng có thể dùng cần trục lớn để lắp các hộp phòng ở giữa nhà trước rồi mới đi chung quanh nhà để lắp các hộp bên ngoài. Song, hợp lý nhất là nên dùng cần trục cổng để lắp ghép loại nhà này, vì nhà chỉ có một vài loại cấu kiện nặng xấp xỉ nhau, nên hệ số sử dụng rất cao thường lên đến 0,9 hoặc đôi khi còn hơn nữa (hình 3-43; 2-44; 2-45).

Theo các tài liệu đã thống kê, cho biết: Năng suất sử dụng cần trục lên đến 60.000 tấn (90.000 m²/năm) đối với lắp ghép nhà hộp phòng và từ 90.000 tấn (150.000m²/năm) đối với lắp ghép nhà hộp kiểu căn hộ.

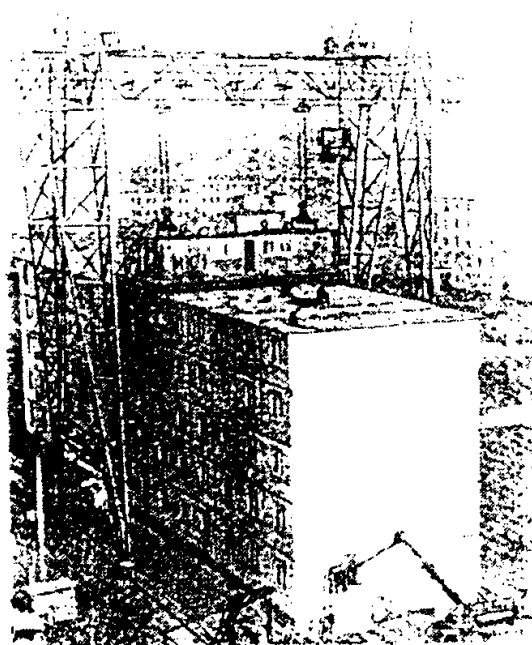
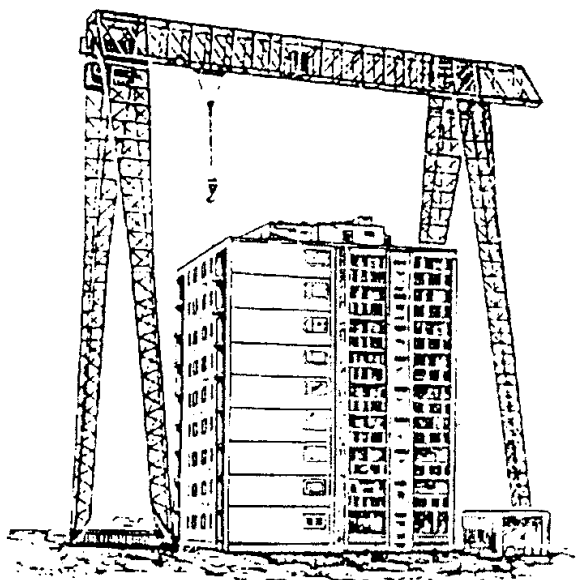
Phân loại nhà kiểu căn hộ:

Theo cách cấu tạo, người ta chia loại nhà này thành 3 loại:

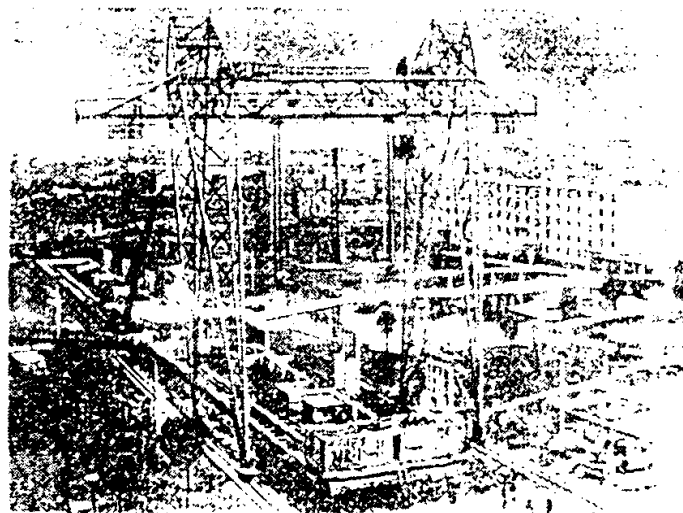
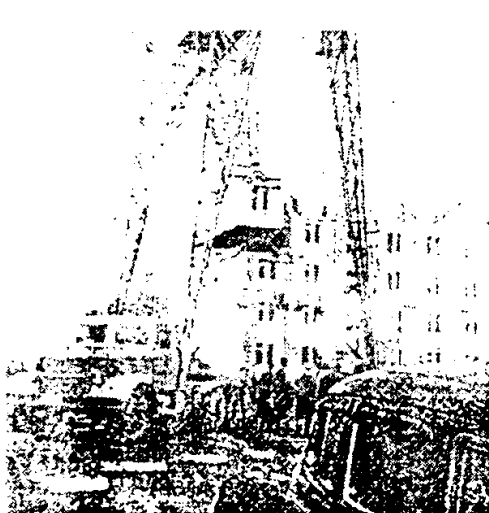


Hình 3-43. Lắp ghép nhà kiểu căn hộ hay hộp phòng.

1. Cần trục cổng; 2. Căn hộ lắp ghép; 3. Ô tô chuyên dụng; 4. Đòn treo không gian;



Hình 3-44. Lắp ghép nhà kiểu hộp phòng ở Liên Xô



Hình 3-45a.

- Loại nhà gồm khung bê tông cốt thép chịu lực và các hộp phòng tự mang: Theo bố trí của loại nhà này thì các hộp phòng tựa lên các dầm ngang và dầm dọc nghĩa là toàn bộ tải trọng truyền lên khung.

- Loại nhà gồm các hộp phòng chịu lực được lắp kết hợp với các tấm sàn và các tấm tường.

- Loại nhà chỉ gồm toàn các hộp phòng chịu lực ghép sát vào nhau, không có thêm một kết cấu nào khác.

Các hộp phòng có thể đúc liền hoặc ghép lại từ các tấm rời.

Khối hộp đúc liền có ưu điểm: tốn ít công sản xuất, độ cứng cấu kiện tốt hơn và có thể cơ giới hoá tổng hợp hoặc tự động hoá hoàn toàn quá trình sản xuất chế tạo cấu kiện. Khối hộp phòng đúc liền này bao gồm 4 bức tường và một sàn đỡ toàn khối (nghĩa là trong một lần đổ bê tông) và một tấm sàn khác đúc riêng. Người ta có thể chế tạo tấm sàn này bằng vật liệu nhẹ để giảm bớt trọng lượng của hộp phòng. Sau khi ghép kín cả 6 mặt thì độ cứng của hộp phòng tăng lên rất nhiều.

Khối hộp lắp ghép bằng các tấm phẳng có ưu điểm: có thể sử dụng ngay những sản phẩm của nhà ở tấm lớn; dây chuyền của nhà máy sản xuất cấu kiện không phải thay đổi nhiều; các cấu kiện phẳng này trước khi lắp ghép được lắp ráp thành hộp nhờ các khung gá lắp định hình bằng kim loại.

Xây dựng nhà căn hộ không sử dụng cần trục lắp ghép:

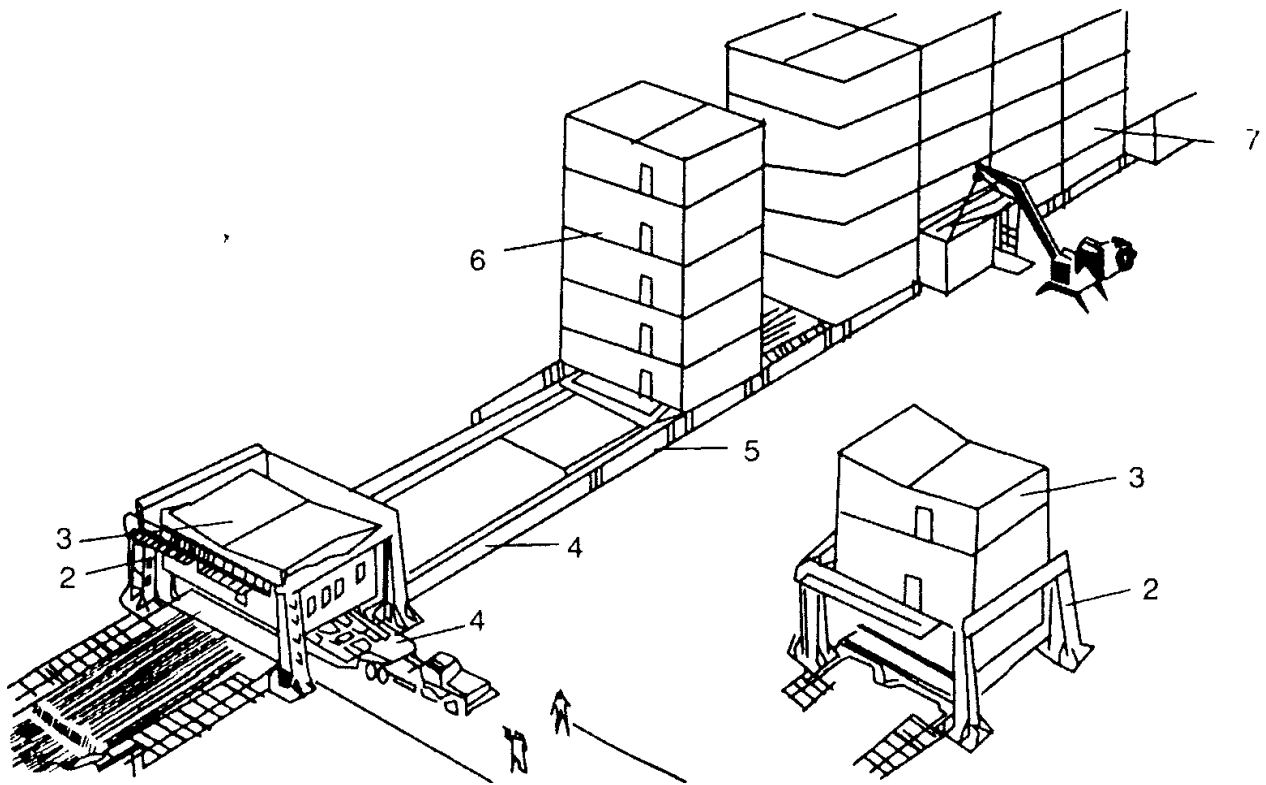
Đây là phương pháp đã được áp dụng tại Liên Xô trước đây, thiết bị thi công chủ yếu là một hệ khung không gian có 4 trụ rất lớn và khoẻ, được trang bị mỗi trụ một máy nâng thuỷ lực có công suất lớn.

Xe tải vận chuyển căn hộ và đưa vào giữa 4 trụ, sau đó các máy nâng thuỷ lực sẽ từ từ nâng khối hộp phòng lên tới một độ cao đủ để cho một xe tải luồn một khối hộp phòng khác xuống dưới hộp phòng vừa nâng, tiếp theo các máy nâng hạ khối hộp phòng tầng trên xuống để hàn liên kết với hộp phòng bên dưới. Tiếp tục với cách thức như vậy, người ta lắp ráp bằng cách dần dần một đoạn nhà lên hết chiều cao.

Sau khi đã hàn liên kết chắc chắn, toàn bộ đoạn nhà này sẽ được dịch chuyển ngang trên hệ thống ray đến vị trí xây dựng theo thiết kế của ngôi nhà và được hạ xuống phân tường hầm và móng đã chuẩn bị sẵn sàng liền với các đoạn nhà đã lắp ráp và dịch chuyển đến trước đó. Các đoạn tiếp sau của nhà cũng sẽ lắp lại như vậy.

Theo phương pháp xây dựng này tốc độ di chuyển ngang đạt tới 10m/phút và tốc độ nâng là 4,7m/phút.

Người ta đã tiến hành thống kê phương pháp xây dựng nhà căn hộ không sử dụng cần trục đối với loại nhà 5 tầng và cho thấy: xây dựng theo phương pháp này công lao động giảm xuống chỉ còn $0,75 \div 0,80$ công cho $1m^2$ nhà ở.



Hình 3-45. Lắp ghép nhà hộp phòng không sử dụng cần trục lớn

1. Ô tô vận chuyển căn hộ; 2. Hệ khung nâng gồm 4 trụ ; 3. Các căn hộ được lắp đùn lên theo phương thẳng đứng; 4. Đường ray; 5. Hệ thống máy đẩy; 6. Một đơn nguyên nhà đã lắp xong; 7. Vị trí xây dựng ngôi nhà theo thiết kế.

Chương III

PHƯƠNG PHÁP XÂY DỰNG HỖN HỢP LẮP GHÉP VÀ ĐÚC TOÀN KHỐI

I. XÂY DỰNG NHÀ Ở THEO PHƯƠNG PHÁP NÂNG TẦNG VÀ NÂNG SÀN

Đây là một phương pháp xây dựng kết hợp được những ưu điểm của cả hai phương pháp lắp ghép và đổ toàn khối.

Phương pháp thi công này đặc biệt ưu việt khi phải xây dựng công trình ở nơi mặt bằng thi công chật hẹp, xung quanh đã có các công trình xây dựng trước. Bởi vì, phương pháp thi công này chỉ cần mặt bằng của công trường bằng chính bản thân ngôi nhà chiếm chỗ mà thôi.

Phương pháp thi công xây dựng theo phương pháp nâng tầng hay nâng sàn cũng rất thích hợp cho các nhà xây dựng ở sườn đồi. Nó không phải mở rộng mặt bằng cũng như làm đường đi lại lên xuống cho cần trục và các phương tiện vận chuyển cấu kiện như trong phương pháp lắp ghép. Mặt khác, tuy làm nhà nhiều tầng nhưng nó lại không đòi hỏi tốn nhiều cọc pha, cây chống và sàn công tác... như phương pháp đổ bê tông toàn khối.

Một ưu điểm khác của phương pháp thi công này là nó tạo điều kiện cho người thiết kế có thể quy hoạch mặt bằng công trình một cách tự do. Người thiết kế không bị gò bó bởi bất kỳ một modul kích thước nào. Chẳng hạn như, lưới cột có thể vuông, chữ nhật hoặc bất kỳ một hình thù nào đó, do có thể bố trí cột tự do trên mặt bằng.

1. Thi công theo phương pháp nâng tầng

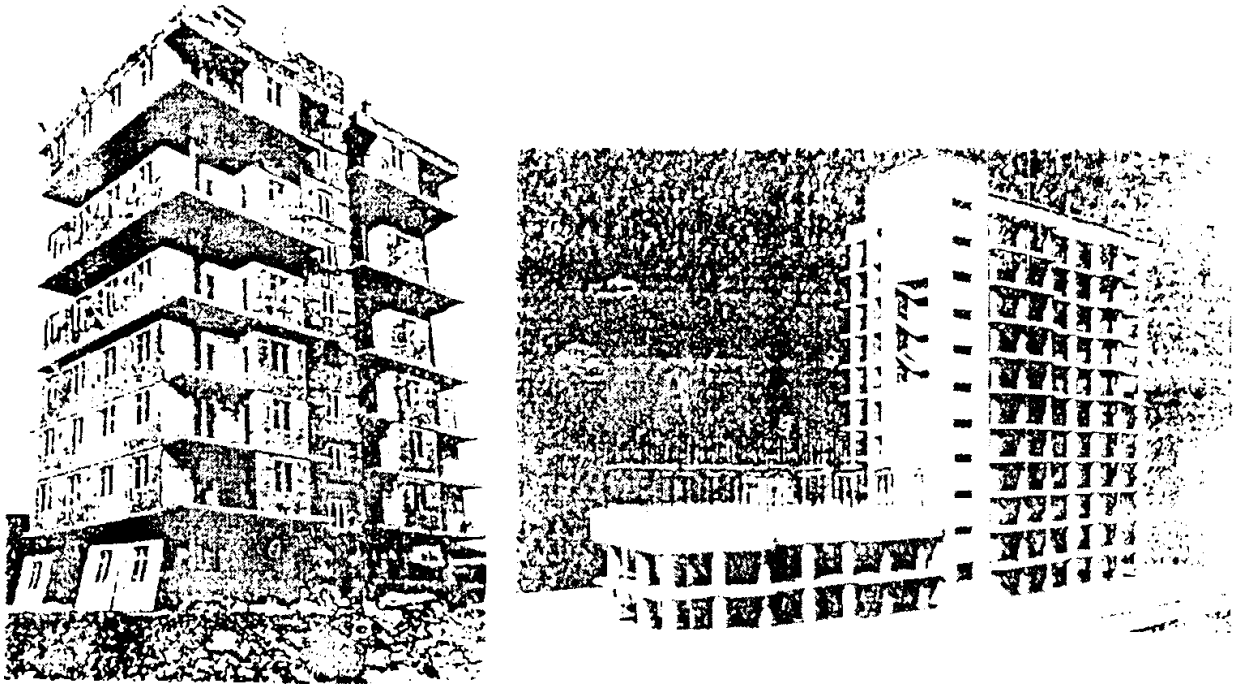
Có hai phương pháp: kéo và đẩy

1.1. Thi công nâng tầng dùng kích kéo

Kết cấu đúc sẵn trong nhà theo phương pháp thi công này là cột, có thể cả tường hoặc vách ngăn.

Kết cấu đúc tại chỗ là các sàn tầng và mái, cũng có thể còn là các lõi cứng như lồng cầu thang và thang máy.

Đối với các loại nhà ít tầng (từ 3 đến 5 tầng) cột được đúc liền. Trên thân cột ở mỗi độ cao của các sàn nhà có chôn sẵn những chi tiết bằng thép để làm nhiệm vụ liên kết giữa cột và các sàn tầng sau này. Cột là một trong những loại kết cấu chịu lực chủ yếu của nhà và được lắp dựng trước.



Hình 3-46. Nhà xây dựng theo phương pháp nâng tầng và nâng sàn.

Sàn tầng và sàn mái được đổ toàn khối tại chỗ, diện tích của mỗi sàn tầng bằng diện tích của cả đơn nguyên nhà. Ở những vị trí cột xuyên qua sàn người ta bao quanh cột bằng các vành thép ở mỗi sàn tầng. Mục đích đặt những vành đai thép này để liên kết với các thanh treo của gạch khi thi công và khi tấm sàn đã nâng lên đến vị trí thiết kế thì liên kết vĩnh viễn vành đai thép này với các chi tiết đã chôn sẵn trong mỗi cột.

Tường nhà là các tấm bê tông cốt thép đúc sẵn. Khi lắp ghép được hàn liền vào các tấm sàn.

Ở Mỹ, Mê-hi-cô, Anh, Cu-ba phương pháp xây dựng này bắt đầu được áp dụng từ 1950 và đã xây dựng được hàng trăm ngôi nhà.

Ở Liên Xô, năm 1959 một nhà 4 tầng xây dựng theo phương pháp nâng tầng được tiến hành ở Leningrat, tiếp đó năm 1964 xây dựng một số nhà 5 tầng, còn ở Ê-rê-va năm 1963 xây dựng một nhà 4 tầng, năm 1966 xây dựng tiếp một nhà 9 tầng theo phương pháp nâng tầng có lõi cầu thang đổ bê tông toàn khối bằng ván khuôn trượt.

Trình tự xây dựng các nhà 4 và 5 tầng ở Ê-rê-va và Leningrat như sau:

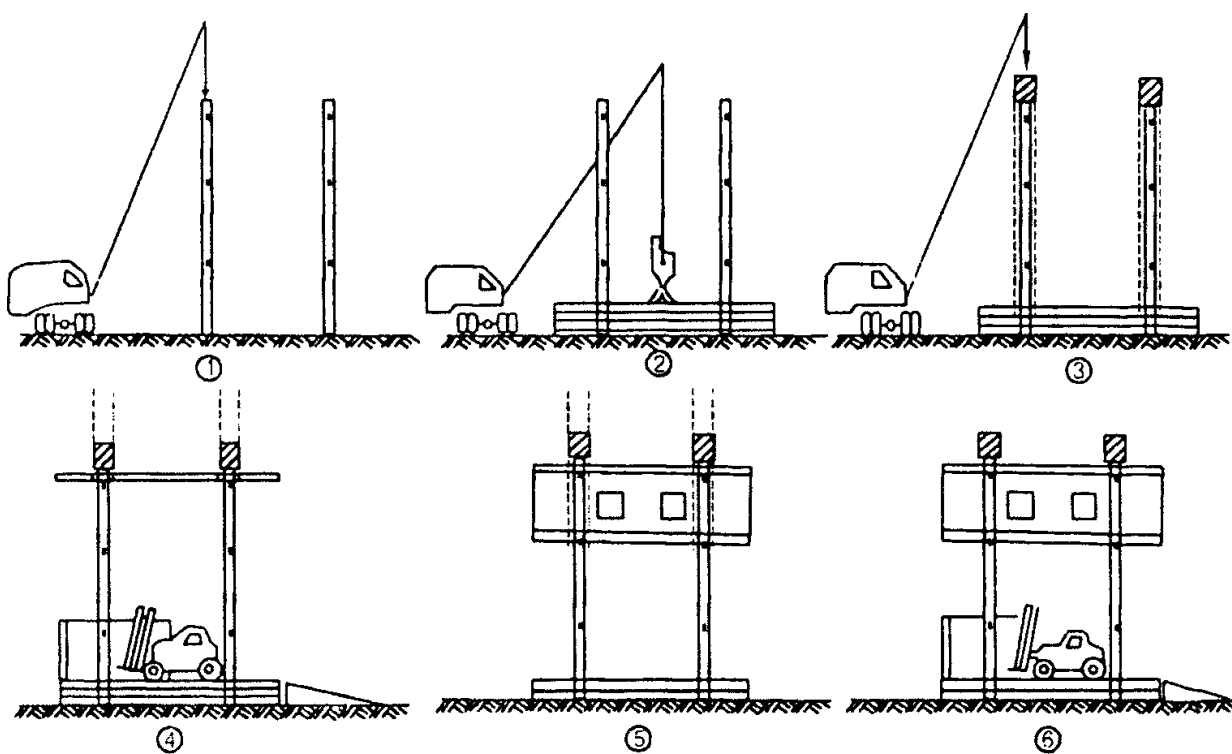
Dùng cần trục tự hành lắp cột thông tầng vào các chấu móng theo cách thông thường. Sau khi lắp đất và san phẳng nền nhà thì tiến hành đổ tại chỗ bê tông các tấm sàn tầng: tấm nọ đúc chồng lên tấm kia và cách ly nhau bởi một lớp chống dính, tấm đúc trên cùng là tấm sàn mái.

Đúc xong sàn, cần trục đặt lên đầu mỗi cột một kích dẩu có cấu tạo đặc biệt và có 2 thanh treo đồng xuống các tấm sàn bê tông đã đổ. Đầu tiên kích nâng tấm sàn mái lên vị trí thiết kế của nó ở đỉnh cột và cố định vĩnh viễn ở đó. Sau đó trên tấm sàn tiếp theo người ta tiến hành lắp ghép toàn bộ các kết cấu của tầng nhà trên cùng gồm: tường, vách, các thiết bị điện, nước, vệ sinh... Sau khi hoàn thành thì kích dẩu trên mỗi đầu cột lại thả thanh treo xuống và nâng toàn bộ tầng nhà đó lên vị trí thiết kế và lại liên kết vĩnh viễn bằng các vành thép ở các sàn tầng và chi tiết đặt sẵn ở cột.

Các tầng dưới cũng tiến hành tương tự như vậy. Việc lắp ghép các kết cấu bao che và thiết bị ở tất cả các tầng thường người ta không dùng cần trục mà sử dụng loại xe nâng hàng (hình 3-47; 3-48; 3-49; 3-50)

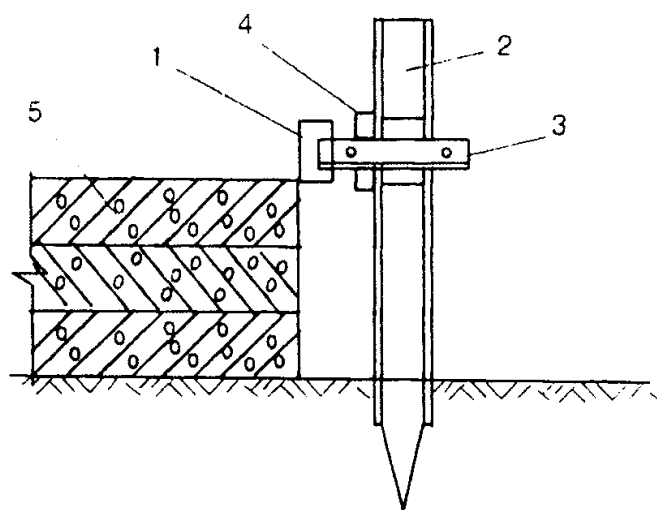
Trường hợp xây dựng nhà nhiều tầng thì cột nhà phải phân ra từng đoạn: mỗi đoạn cột thông 3-4 tầng, đoạn dưới cùng có thể thông đến 5 tầng. Các đoạn cột này sẽ được nối lên dần trong quá trình thi công.

Nhà nhiều tầng mà các bộ phận chịu lực chính là cột và sàn mỏng (không dầm) thường không đủ độ cứng để chịu các tải trọng ngang, vì vậy người ta có thể gia cường thêm các lõi cứng bằng bê tông cốt thép đúc toàn khối. Các lõi cứng này đồng thời là hệ thống lồng cầu thang hoặc thang máy của nhà. Trong lõi có thể có chỗ đặt các hệ thống đường ống. Lõi cứng này cũng được sử dụng để nâng tầng và chịu lực ngang trong quá trình thi công.



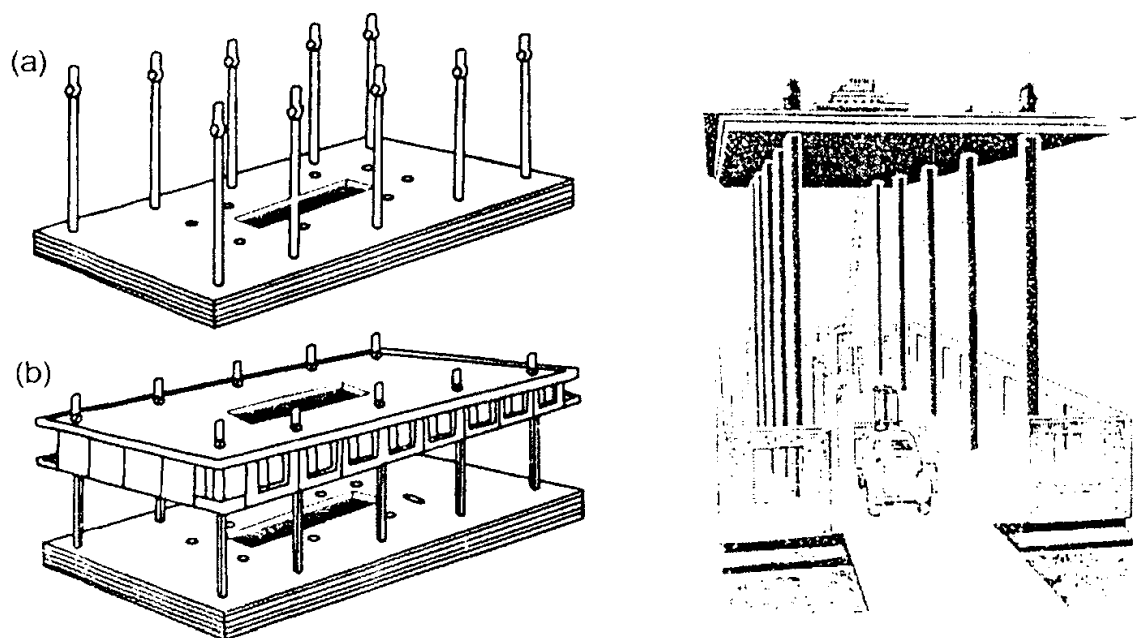
Hình 3-47. Các quá trình thi công theo phương pháp nâng tầng

1. Lắp cột; 2. Đúc sàn; 3. Lắp kích nâng tầng;
4. Lắp tường; 5. Nâng tầng; 6. Lắp tường tầng dưới.



Hình 3-48. Cấu tạo ván khuôn đổ chông bê tông các sàn tầng

1. Khuôn bằng thép U; 2. Cọc; 3. Đai; 4. Nêm; 5. Tấm sàn đúc chông



Hình 3-49. Thi công theo phương pháp nâng tầng
a. Đổ bê tông các sàn tầng lắp cột và kích nâng;
b. Nâng mái và tầng mái.



Hình 3-50. Xây dựng nhà theo phương pháp nâng tầng ở Liên Xô

Có thể nâng từng tầng lên hết chiều cao của nó ngay một đợt trên mỗi đoạn cột mới lắp. Song, cũng có thể nâng tuần tự các tầng lên nhiều đợt: mỗi đợt một tầng nhà. Sự phân bố tạm thời các tầng theo chiều cao của cột tùy thuộc vào cường độ và độ mảnh của cột trong các giai đoạn nâng.

Trong 2 giai đoạn nâng tấm mái và nâng sàn cần lưu ý: khi nâng tấm mái thì độ mảnh của cột là lớn nhất; còn khi nâng sàn tuy độ mảnh của cột nhỏ hơn nhưng tải trọng của các tầng đã nâng lên trước sẽ ảnh hưởng rất lớn đến khả năng chịu lực của cột.

Năm 1966 tại Ê-rê-van thủ đô nước Cộng hoà Ác-mê-ni (Liên Xô) đã xây dựng một nhà ở 9 tầng, tầng dưới cùng là các cửa hàng. Cột của nhà bằng bê tông mác 400 có tiết diện 40×40 cm đúc sẵn thành 3 đoạn: 2 đoạn trên mỗi đoạn 2 tầng liền nhau, còn đoạn dưới cùng thông suốt 5 tầng nhà. Sàn phẳng không sườn dày 24cm. Theo thiết kế toàn bộ tải trọng ngang sẽ được truyền vào lồng cầu thang và 2 vách cứng (lồng cầu thang chịu lực chủ yếu còn 2 vách cứng hỗ trợ). Vì vậy, lồng cầu thang được đổ bê tông toàn khối mác 300 và dày 25cm, còn vách cứng thì làm bằng các tấm bê tông đúc sẵn mác 200 dày 14cm.

Đoạn cột đầu tiên khi nâng tấm mái có độ mảnh là 79, do đó để ổn định người ta phải đặt hệ giằng tạm tại các đỉnh cột. Hệ giằng này sẽ được gỡ bỏ khi nâng được tấm mái lên tới đỉnh cột và được liên kết tạm vào lồng cầu thang. Kinh nghiệm thực tế cho biết nếu độ mảnh của cột là 60 thì hoàn toàn có thể loại bỏ hệ giằng tạm ở đầu cột.

Chiều dài tính toán của đoạn cột thứ nhất tính từ điểm ngàm trong móng lên tới đỉnh cột. Trong thực tế để giảm độ mảnh của cột này, người ta đã cho cột ngàm tạm thời vào chồng sàn đúc sẵn bằng cách đóng nêm vào các kẽ hở giữa cột và sàn.

Sau khi nâng tấm mái lên đỉnh đoạn cột thứ nhất, thì sử dụng xe nâng hàng để lắp ráp các tấm tường ngoài, vách ngăn và đặt các trang thiết bị của tầng 9, lắp vừa mạch nối giữa các tấm tường và vách ngăn. Mặt khác các tấm tường và vách ngăn cũng được rải sẵn một lớp vữa hoặc phủ một lớp keo để liên kết với tấm mái.

Khi đã hoàn thành mọi công việc thì sẽ tiến hành nâng tầng thứ 9 lên sát tấm mái và cố định tạm vào đoạn cột này bằng chốt.

Các tầng 8, 7, 6 cũng được tiến hành tương tự như vậy.

Lắp và nâng xong 4 tầng (9, 8, 7, 6) thì người ta tháo kích ở tất cả các đầu cột của đoạn cột thứ nhất đưa cần trục lên mái để nối dài thêm đoạn cột thứ 2 (cao bằng 2 tầng) rồi đặt lại kích lên đỉnh các cột này. Sau khi xong việc thì lại hạ cần trục xuống đất.

Quá trình lắp ráp và nâng lại được lặp lại đối với tầng 5 và tầng 4 giống như với các tầng 9, 8, 7, 6. Hoàn thành xong 2 tầng này thì công

việc trên lại được lặp lại một lần nữa đối với tầng 3 và tầng 2. Nghĩa là: đưa cần trục lên tháo kích, nối dài tiếp đoạn cột cuối cùng, lắp lại kích, hạ cần trục xuống đất, lắp ghép và nâng tiếp.

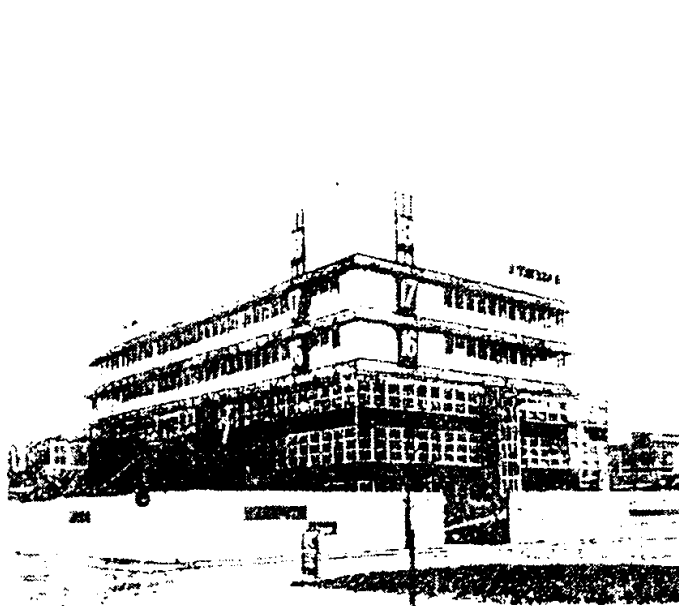
Sở dĩ người ta phân cột với các đoạn 2 và 3 chỉ cao bằng 2 tầng là vì muốn sử dụng cần trục nhẹ cho tiện lợi khi phải lắp ghép trên mái.

b. Thi công theo phương pháp nâng tầng dùng kích đẩy

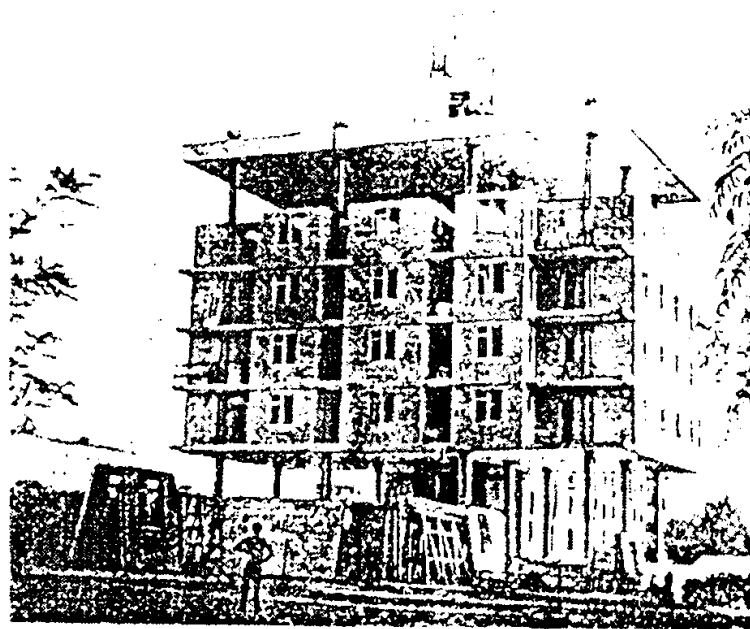
Kết cấu chịu lực của nhà thi công theo phương pháp này là sàn, tường cứng, hoặc kết hợp cả tường cứng và cột.

Thiết bị thi công là các loại kích lớn đặt dưới các tầng hầm, tốc độ chậm và hành trình của kích ngắn.

Hình vẽ dưới đây giới thiệu việc thi công theo phương pháp này đối với một toà nhà 17 tầng ở thành phố Cô-văng-tờ-ri nước Anh. Kết cấu chịu lực của sàn là một hệ dầm bê tông cốt thép ứng suất trước rộng 1,6m đặt vuông góc và đối xứng cách nhau 10m và cách mép ngoài nhà 5m. Mặt bằng nhà hình vuông $20 \times 20\text{m}$.



Hình 3-51. Xây dựng nhà theo phương pháp nâng tầng dùng kích đẩy.



Hình 3-52. Xây dựng nhà nâng tầng ở Liên Xô cũ.

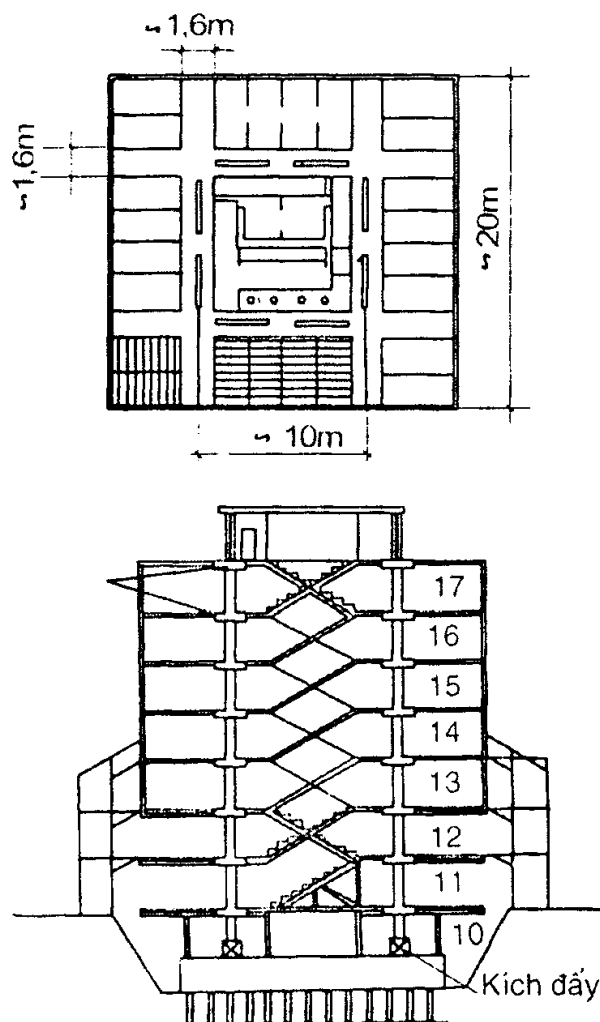
Kết cấu chịu lực là 8 tường cứng, mỗi cạnh nhà 2 tường đè lên các dầm ứng suất trước của sàn.

Trên móng tường chịu lực đặt tổng cộng 40 kích thủy lực, công suất 220 tấn mỗi kích, có hành trình 230mm. Mỗi cạnh nhà có 2 nhóm kích mỗi nhóm 5 chiếc (hình 3-53). Sơ đồ thi công nhà nâng tầng dùng kích đây).

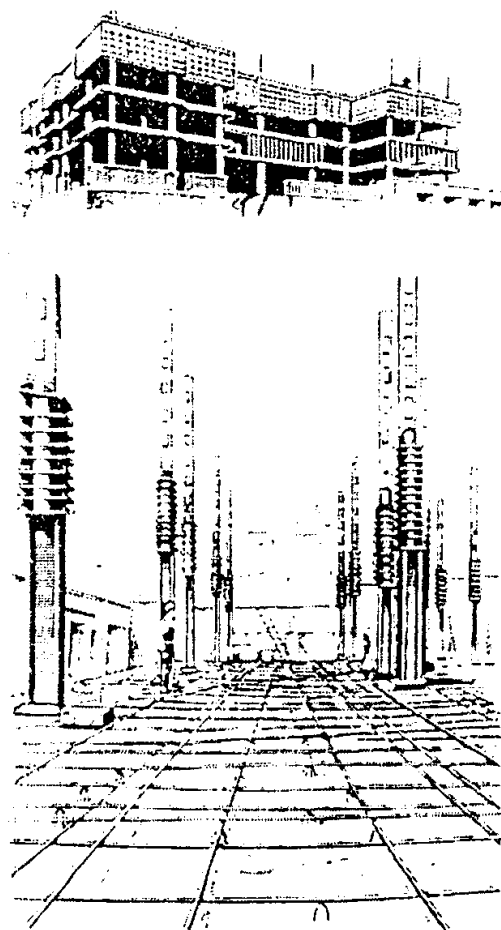
Tổng tải trọng nhà phải nâng là 7500 tấn trong khi sức nâng của 40 kích là 8800 tấn. Tốc độ nâng nhà là 8mm/phút.

Công tác thi công được tiến hành theo phương pháp dây chuyền, trình tự như sau:

- Tầng 17 đã tiến hành xong tất cả các công việc thì được đẩy lên đến cao trình của tầng 5;
- Tầng 16 trong khi đó nằm ở cao trình của tầng 4 và hoàn thiện công tác sàn;
- Tầng 15 nằm ở cao trình của tầng 3 và đang tiến hành phần mộc;
- Tầng 14 nằm ở cao trình tầng 2, song đã kết thúc phần lắp tường và tiến hành trát;
- Tầng 13 nằm ở cao trình tầng 1 và đang tiến hành lắp vách cùng với các thiết bị vệ sinh;



Hình 3-53. Sơ đồ thi công nhà nâng tầng



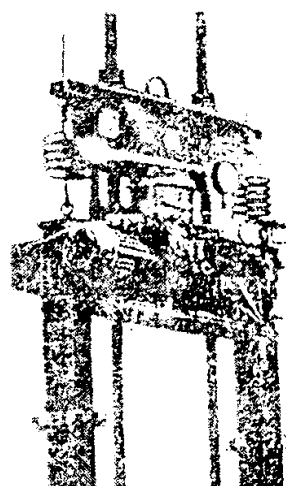
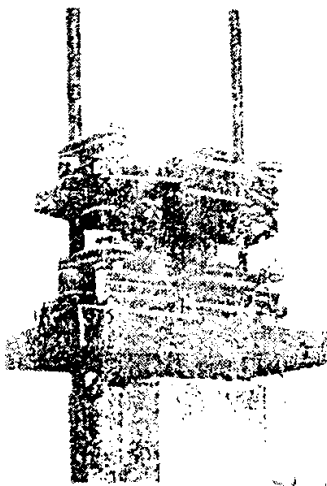
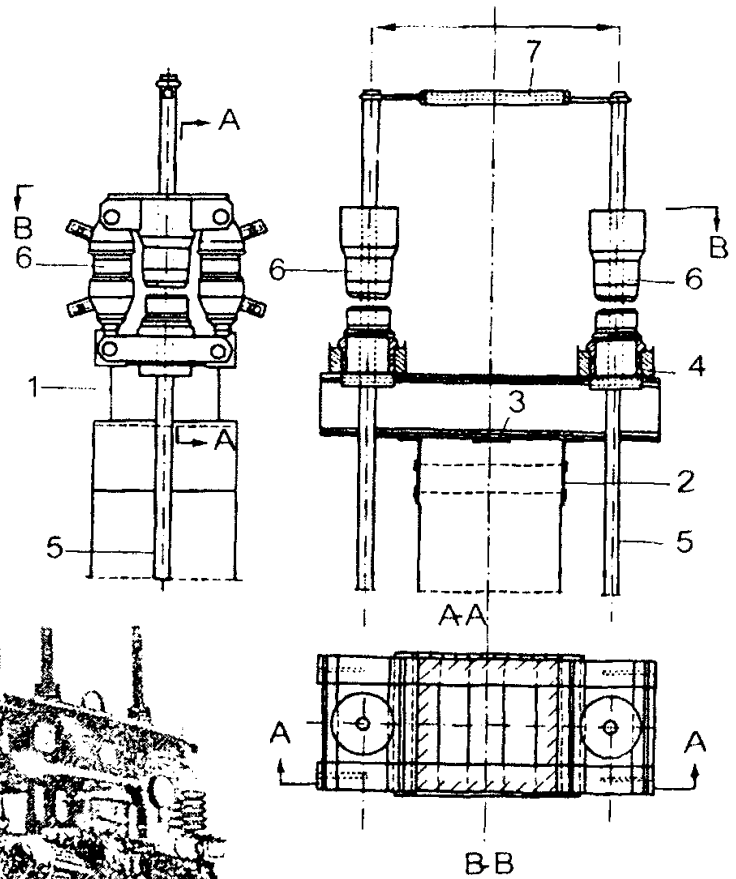
Hình 3-54. Xây dựng nhà theo phương pháp nâng tầng ở Mỹ.

- Tầng 12 nằm ở tầng hầm và đang tiến hành công tác đổ bê tông sàn.

Như vậy khi tầng 17 xong hoàn toàn thì 4 tầng dưới tiếp tục công tác hoàn thiện và chuẩn bị nâng tầng 12. Và cứ tiếp tục như vậy, nghĩa là: mỗi lần đẩy lên một tầng mới thì ta cũng sẽ có thêm một tầng đã được hoàn chỉnh. Về lý thuyết thì phía trên cao trình của tầng 5 sẽ không còn người thợ nào phải bước chân lên đó nữa; và việc lắp ghép các tấm vách tấm tường, các thiết bị vệ sinh chỉ diễn ra ở cao trình của tầng 1 cho tất cả các tầng của toàn nhà.

2. Thi công theo phương pháp nâng sàn

Về nguyên lý thi công theo phương pháp nâng sàn không khác gì phương pháp nâng tầng nhưng chỉ dùng kích kéo chứ không dùng kích đẩy (hình 2.55).

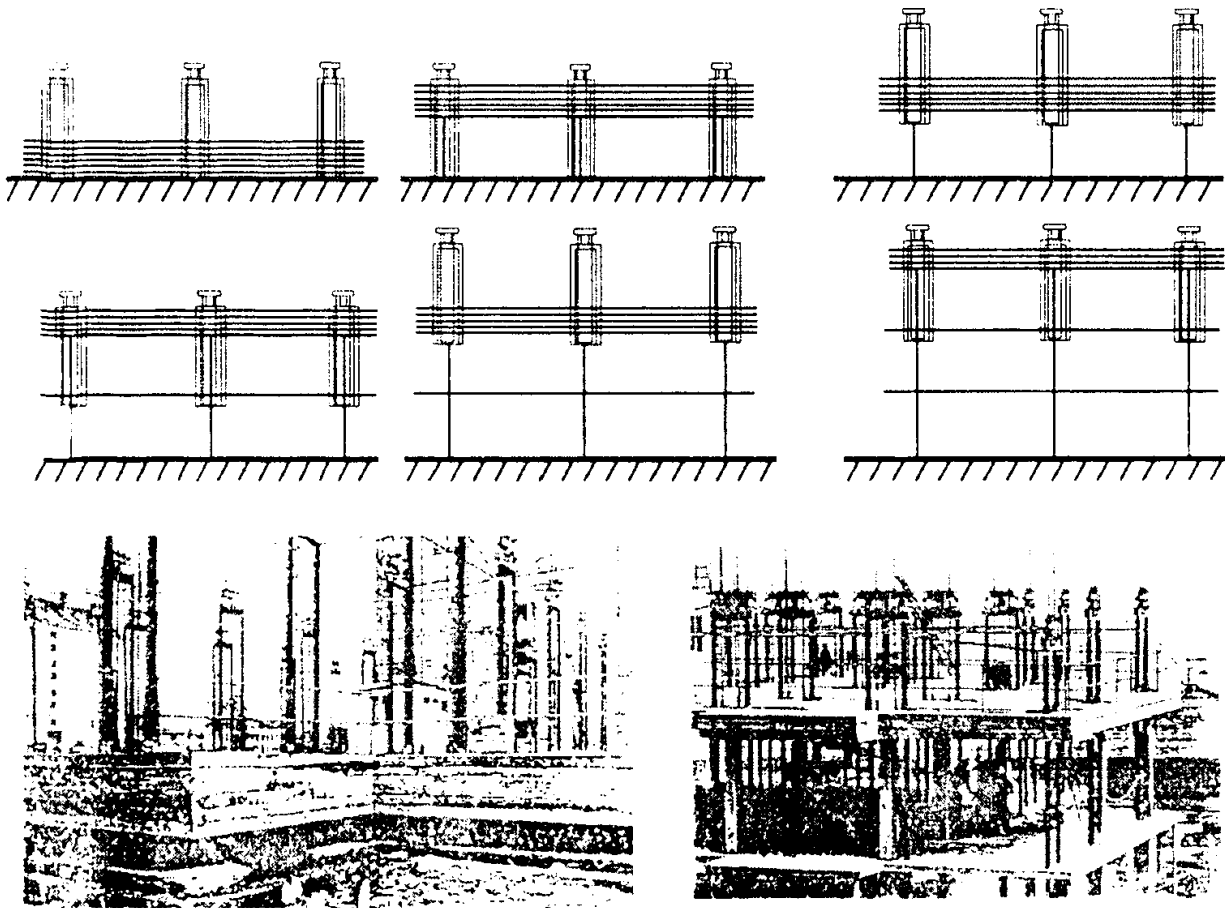


Hình 3-55. Các loại kích nâng sàn
a- Kích cơ khí; b- Kích điện; c- Kích dầu

Kết cấu chịu lực của loại nhà thi công theo phương pháp này là cột. Đối với nhà cao, người ta có thể kết hợp cả lồng cầu thang và thang máy cùng chịu lực với cột và các sàn tầng.

Trong phương pháp thi công này, cần trục được dùng để lắp cột, tháo lắp kích và vận chuyển vật liệu lên các tầng sàn đã nâng lên đến vị trí thiết kế và để lắp ghép các tấm tường ngoài của nhà.

Tuỳ theo khả năng sức nâng của cần trục mà có thể sản xuất cột cho từng tầng hoặc thông liền 4, 5 tầng của ngôi nhà; và cũng tuỳ theo sức chịu tải và độ mảnh của cột mà có thể tiến hành nâng sàn một đợt lên ngay vị trí thiết kế của chúng hoặc phải nâng nhiều đợt cố định tạm thời vào cột ở các cao trình trung gian trước khi chính thức nâng lên vị trí thiết kế để cố định vĩnh viễn.



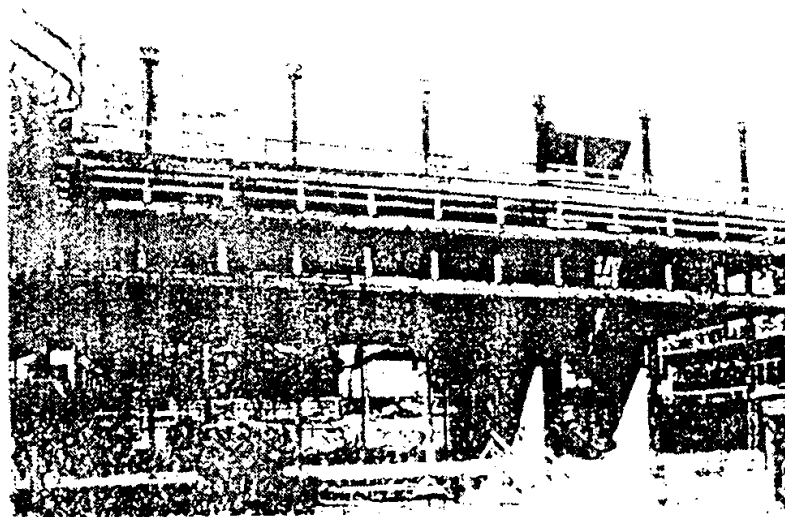
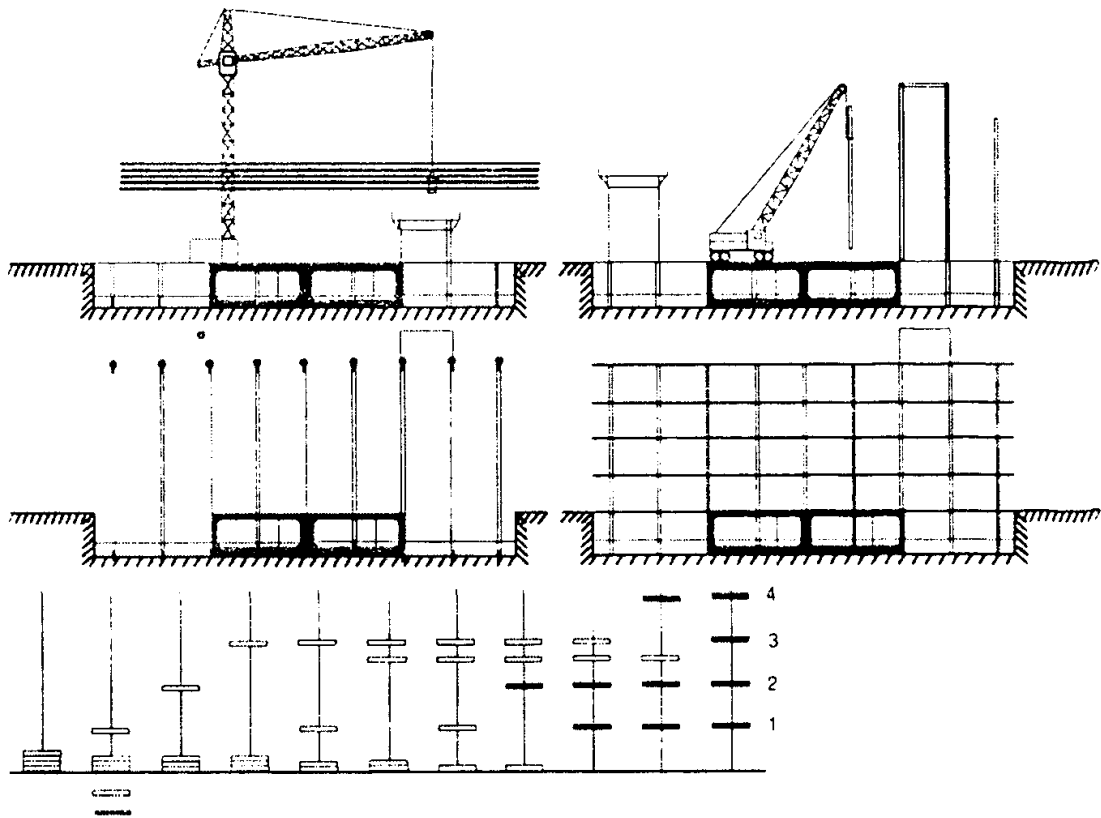
Hình 3-56. Trình tự thi công theo phương pháp nâng sàn

Cũng có nơi sử dụng cột và hệ thống giằng bằng thép để chịu toàn bộ lực dọc và ngang của nhà các tấm sàn chỉ như những tấm panen tấm lớn kích thích bằng một ô gian được đúc chống lên nhau. Sau khi đã đúc xong toàn bộ các tầng sàn, người ta dựng cột và giằng theo hệ dàn không gian bằng nguyên cả chiều cao và bề ngang của nhà. Sau đó, dùng tời nâng dần các tấm sàn đã đúc sẵn thành chống của từng ô gian lên vị trí thiết kế của chúng và cố định vĩnh viễn vào các cột thép vừa dựng.

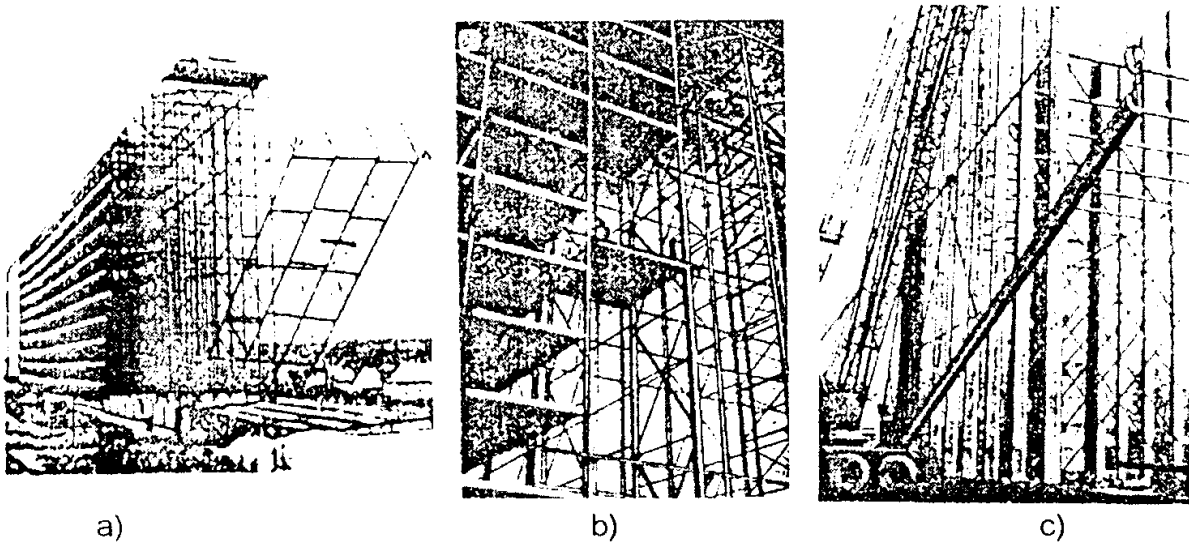
Ở Mỹ đã áp dụng phương pháp này để xây dựng nhà ở cao tới 15 tầng.

Thi công theo phương pháp nâng sàn có trường hợp cột là kết cấu chịu lực chủ yếu và được lắp ghép trước còn kích được đặt lên cột để kéo sàn. Song cũng có trường hợp tiến hành lắp ghép cột cùng với quá trình nâng sàn, khi đó tại mỗi vị trí của cột người ta dùng từ một đến hai cột

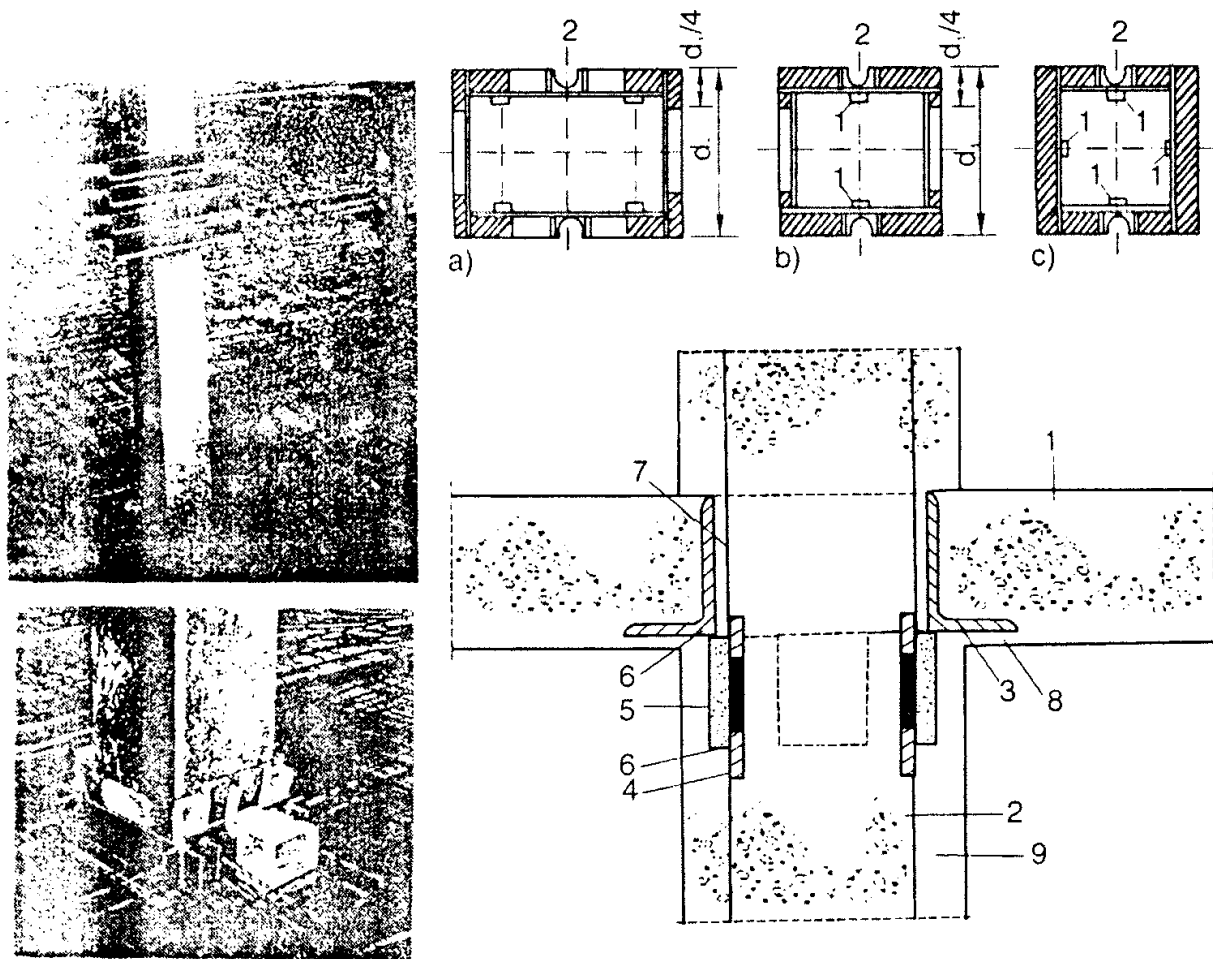
phụ bằng kim loại ở bên trên cột chính và lắp kích lên trên các loại cột phụ này. Các cột phụ này lại được lắp trên sàn mái, vì thế nó sẽ được nâng lên từng đợt theo các sàn tầng. Khi tất cả các sàn tầng đã được nâng lên vị trí thiết kế và được cố định vĩnh viễn thì các cột phụ này sẽ được tháo ra và hạ xuống (hình 3-55b)



Hình 3-57. Các kiểu nhà thi công theo phương pháp nâng sàn ở Liên Xô (cũ), Đức và Mỹ



Hình 3-58a. Thi công nâng sàn dới với nhà nhiều tầng khung thép (a và b). Thi công nâng sàn với cột bê tông cốt thép lắp ghép thông tầng (c).

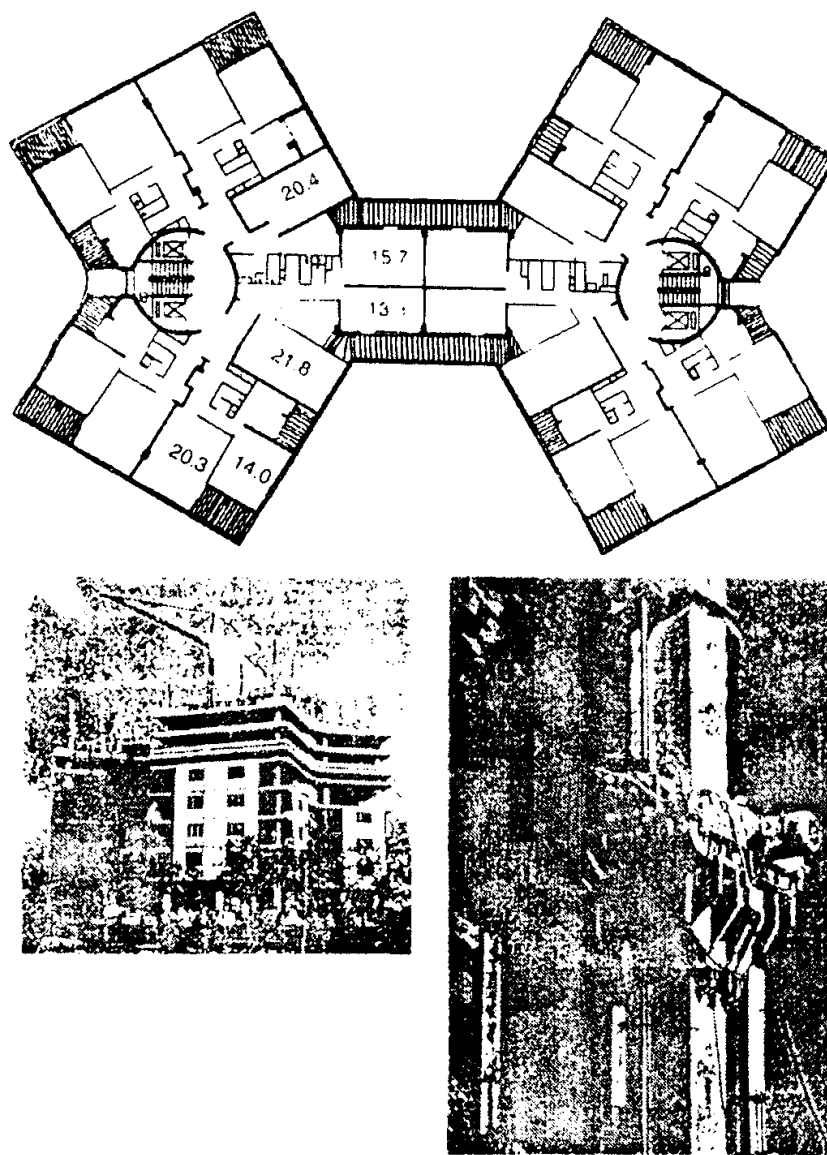


Hình 3-58b. Chi tiết liên kết giữa cột và sàn.

1. Tấm sàn; 2. Cột; 3, 4. Các chi tiết thép đặt sẵn; 5. Bản thép tựa để lắp sàn;
6. Mối hàn; 7, 8. Lớp vữa bảo vệ chi tiết kim loại

II. SỬ DỤNG KÍCH LEO CƠ ĐIỆN TRONG XÂY DỰNG NHÀ THEO PHƯƠNG PHÁP NÂNG TẦNG VÀ NÂNG SÀN

Như ta đã biết: sử dụng kích kéo trong phương pháp nâng sàn và nâng tầng phải đặt kích lên đỉnh cột, mà độ mảnh của cột lại ảnh hưởng rất lớn đến khả năng chịu tải của chúng vì vậy chiều dài của cột bị hạn chế nhiều. Do đó, phải phân chia cột thành nhiều đoạn ngắn làm cho số mối nối của cột tăng lên cùng với số tầng của công trình xây dựng. Mặt khác, cùng với việc tăng số lượng các đoạn cột thì số lần tháo kích, lắp kích và điều chỉnh từng chiếc và cả hệ thống kích cũng mất nhiều thời gian và gây ra những gian đoạn kỹ thuật trong quá trình thi công nâng lắp nhà.

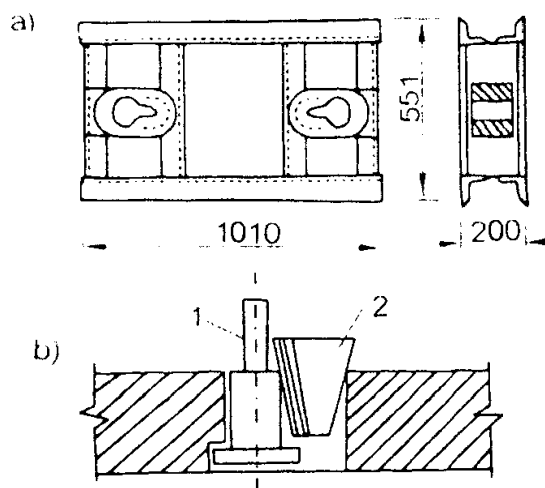


Hình 3-59. Sử dụng kích leo cơ điện trong thi công nhà theo phương pháp nâng tầng

Để khắc phục tình trạng trên, người ta đưa vào sử dụng hệ thống kích cơ khí chạy điện thay thế hệ thống kích bơm dầu.

Kích cơ điện được ghép ôm vào thân cột. Nó có thể tự leo theo từng độ cao theo ý muốn. Công suất của kích leo cơ điện khoảng 3-3kW. Kích có sức nâng từ 40-80 tấn và có tốc độ nâng hạ là 4m/giờ. Trọng lượng bản thân của kích này khoảng 1 tấn (hình 3-59, 3-60, 3-61).

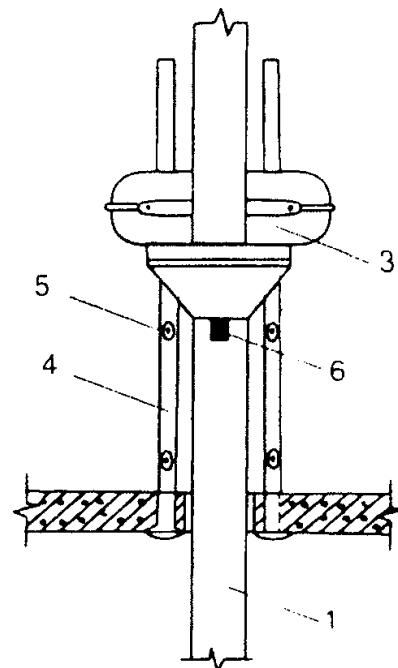
Dùng kích này thì độ mảnh thi công của cột sẽ rất nhỏ không ảnh hưởng đến sức chịu tải của cột, do đó người ta có thể bỏ hệ giằng đầu cột và đoạn cột đầu tiên có thể kéo dài đến 20m hoặc hơn nữa tùy thuộc vào khả năng lắp ghép của cần trục và khả năng vận chuyển của các phương tiện giao thông. Do không phải tháo kích ra để nối cột nên có thể thi công gần như liên tục trong suốt quá trình nâng.



Hình 3-60. Chi tiết liên kết giữa thanh treo của kích và tấm sàn.

a. Vành tựa thép của sàn đúc; b. Cách liên kết thanh treo của kích vào tấm sàn.

1. Ốc đầu thanh treo; 2. Nệm gỗ



Hình 3-61. Nguyên lý cấu tạo của kích leo cơ điện

1. Cột; 2. Sàn; 3. Bộ phận cơ khí chạy điện; 4. Thanh treo; 5. Khớp nối; 6. Chốt

III. VẤN ĐỀ CHỐNG DÍNH GIỮA CÁC TẤM SÀN BÊ TÔNG CỐT THÉP ĐÚC CHỒNG

Vật liệu chống dính và biện pháp thi công lớp cách ly chống dính có ảnh hưởng rất lớn đến chất lượng bề mặt các tấm sàn, đến thời gian thi công và đặc biệt là đối với việc hoàn thiện mặt trần sau này.

Qua thực tế thi công ở nhiều nước, người ta đã đúc kết được những yêu cầu đối với lớp cách ly giữa các tấm sàn bê tông cốt thép đúc chồng như sau:

- Phải loại trừ được lực dính giữa lớp bê tông của sàn đúc trước và sàn đúc sau.

- Phải đủ bền để cho người đi lại, lắp đặt cốt thép và các chi tiết bên trên mà không bị hư hỏng.

- Phải chịu được tác dụng của thời tiết: mưa, nắng không hề làm hư hỏng, biến chất hay bị trôi bị bào mòn.



Hình 3-62. Phun chất chống dính giữa các tấm sàn bê tông cốt thép đúc chồng.

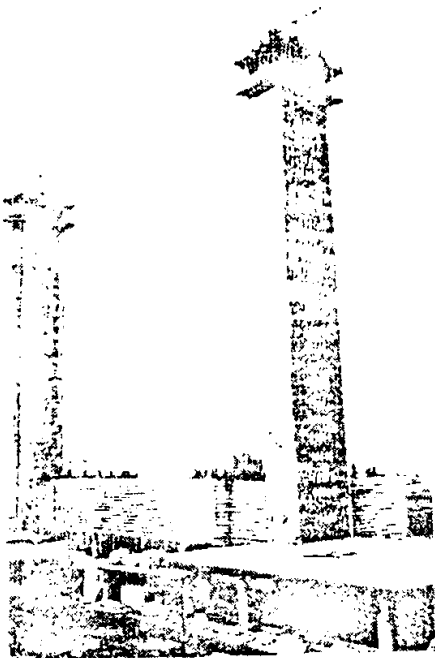
- Phải bảo đảm cho bê tông ninh kết bình thường, không hút nước của bê tông mà còn có thể giữ cho bê tông không bị mất nước.

- Không làm gỉ thép, không làm ảnh hưởng đến sự dính kết giữa bê tông và thép.

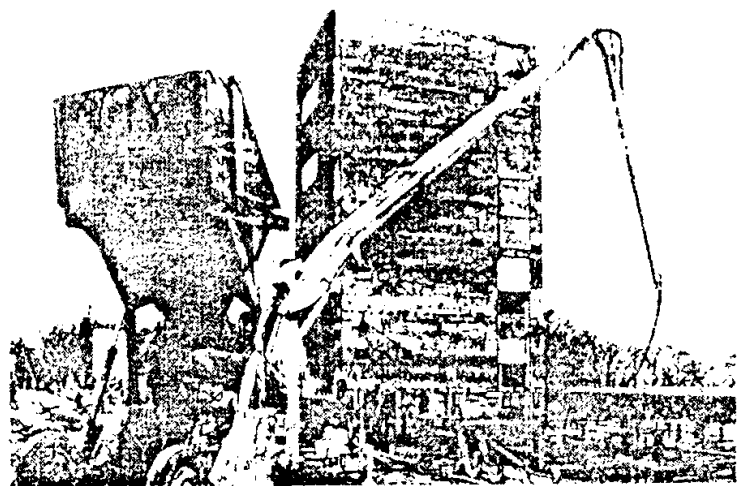
- Dễ bóc khỏi mặt trần và không tạo ra những vết dầu mỡ, đảm bảo các lớp vật liệu trang trí hoàn thiện bám dính tốt với trần.

- Thời gian gián đoạn kỹ thuật trong thi công các tấm sàn không dài.

Trong thực tế, người ta đã dùng nhiều loại vật liệu để chống dính giữa 2 lớp sàn bê tông đúc chồng như: parafin, nhũ tương ben tô nít, màng mỏng pôliêtilen, giấy vỏ bao xi măng, tấm vỏ bào ép... Các vật liệu này đảm bảo được việc cách ly các lớp sàn đúc chồng, nhưng những yêu cầu khác thì không hoàn toàn tốt. Vì vậy, nó cũng ít nhiều gây khó khăn, tốn kém và kéo dài trong công tác hoàn thiện sau này.



Hình 3-63. Thi công kết hợp phương pháp nâng sàn và lối thang máy.



Hình 3-64. Đổ bê tông các tấm sàn đúc chồng bằng máy bơm bê tông

Qua nghiên cứu người ta đã tìm ra chất ê-ti-nôn làm vật liệu cách ly chống dính đáp ứng được các yêu cầu đề ra. Biện pháp thi công lớp cách ly này như sau: Trước tiên phun lên bề mặt bê tông sàn mới đúc một lớp nhựa ê-ti-nôn mỏng 0,5mm, màng ê-ti-nôn này sẽ ngăn nước trong bê tông mới đổ khỏi bốc hơi, đảm bảo cho bê tông ninh kết bình thường mà không cần tưới nước dưỡng hộ; Sau đó 2 đến 3 giờ người ta lại phun lên tiếp một lớp nước vôi pha lẫn keo ca-dê-in dày 1,5-2mm để tạo thành một lớp phân cách ly; và khi lớp vôi này khô cứng thì có thể tiếp tục đúc tấm sàn bê tông mới lên trên lớp sàn cũ.

Vật liệu cần thiết chống dính cho 100m² mặt tấm sàn bê tông là 23kg vôi, 2,5kg muối ăn và 90 lít nước.

IV. THI CÔNG LỖI CỨNG CỦA NHÀ XÂY DỰNG THEO PHƯƠNG PHÁP NÂNG TẦNG

Thông thường thi công lõi cứng sử dụng làm lồng cầu thang hoặc thang máy của nhà xây dựng theo phương pháp nâng tầng hoặc nâng sàn thì có thể sử dụng giàn giáo thông thường với ván khuôn luân lưu hoặc cốp pha trượt giống như trường hợp thi công ống khói hoặc xyclon. Song, thi công theo phương pháp sử dụng ván khuôn và giàn giáo thường rất tốn vật liệu, nhân công và thời gian thi công sẽ kéo dài đáng kể; còn dùng cốp pha trượt thì lại đòi hỏi có thiết bị, công cụ và đội ngũ công nhân cán bộ kỹ thuật chuyên dùng không phải lúc nào và ở đâu cũng có, mặt khác khối lượng thi công lại không nhiều nên cũng không kinh tế. Do đó, một số nước đề xuất lợi dụng ngay các thiết bị thi công nâng tầng để thi công lõi cứng của loại nhà này ngay trên các tấm sàn mái. Thi công theo phương pháp mới này không cần bắc giàn giáo, không cần có thiết bị gì khác bổ sung ngoài số kích và thanh kéo dùng để nâng tầng hoặc nâng sàn mà chỉ cần 1 bộ cốp pha luân lưu đủ cho 2 mặt của 1 tầng lõi cứng đó.

1. Phương pháp thi công

Phương pháp thi công cụ thể như sau:

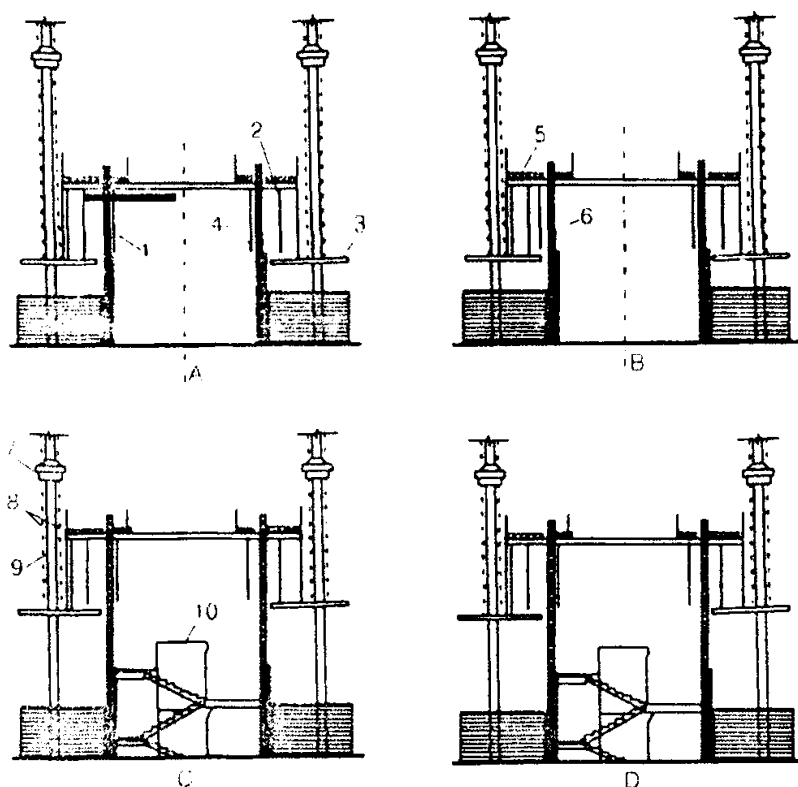
Phần dưới từ cốt chống sàn và mái đã đổ bê tông người ta thi công lõi cứng theo cách thông thường. Sau đó, lợi dụng ngay quá trình nâng

tấm mái để thi công lõi cứng. Khi đó tấm mái như trong tư thế treo vào các cột nhà được làm chỗ tựa cho sàn công tác ghép cốt pha trong cốt pha ngoài và đổ bê tông. Cốt pha để đổ bê tông các lõi cứng này là cốt pha luân lưu bằng kim loại.

2. Trình tự thi công

Trình tự thi công được tóm tắt như sau: Ban đầu tấm cốt pha trong (1) được đặt đúng vị trí của nó, còn tấm cốt pha ngoài (2) cho chuyển dịch ra phía ngoài để lấy chỗ thao tác lắp đặt cốt thép cho tường lõi cứng (4), lúc này người thợ sẽ đứng trên sàn công tác (3) để thi công.

Sau khi đã hoàn thành công tác cốt thép, người ta lại dịch chuyển tấm cốt pha ngoài vào, trở lại đúng vị trí của nó; rồi từ sàn công tác (5) ở bên trên tiến hành đổ bê tông xuống lõi cứng (6).



Hình 3-65. Thi công cầu thang nhà nâng tầng

1. Cốt pha trong; 2. Cốt pha ngoài; 3. Tấm mái; 4. Cốt thép; 5. Sàn công tác;

Khi bê tông đã ninh kết và đủ cường độ thì tháo dỡ ván khuôn và dùng kích nâng tầng (7) với các thanh kéo (8) đặt tại đỉnh của các cột (9) để nâng tấm mái và toàn bộ hệ thống cốt pha luân lưu lên cao trình trên. Tại đó, tấm mái được cố định tạm thời vào cột và tiếp sau đó quá trình lại lặp lại đúng như trình tự đã làm (hình 2.65).

Theo phương pháp thi công này thì song song với việc làm ván khuôn, cốt thép, đổ bê tông lõi cứng, người ta vẫn có thể làm cầu thang và các công việc của thang máy ở cao trình thấp hơn độ 1,2 tầng nhà, do vậy sẽ rút ngắn được thời gian xây dựng.

3. Ưu điểm của phương pháp

Phương pháp này có các ưu điểm nổi bật như sau:

- Không đòi hỏi thêm bất cứ một loại thiết bị đặc biệt nào và cũng không đòi hỏi phải có một loại thợ chuyên nghiệp nào khác;
- Các công việc đều được tiến hành trên sàn bê tông mái rất vững chắc, thuận tiện và an toàn;
- Sai số thi công ít vì khe hở giữa cột và tấm sàn tấm mái chỉ trong giới hạn cho phép là 10mm.

Chương IV

THI CÔNG BÊ TÔNG TOÀN KHỐI BẰNG CÔNG NGHỆ CỐP PHA TRƯỢT

I. VÀI NÉT VỀ LỊCH SỬ PHÁT TRIỂN CỐP PHA TRƯỢT Ở VIỆT NAM VÀ TRÊN THẾ GIỚI.

Năm 1903 công nghệ thi công bê tông bằng cốp pha trượt được tiến hành lần đầu tiên ở Mỹ: đổ bê tông xi-lô. Sau Mỹ là Liên Xô (1924), Đức (1931), Rumania đã áp dụng công nghệ này cho nhiều công trình khác nhau như đập nước, ống khói, tháp nước, hải đăng...

Sau Đại chiến thế giới lần thứ hai, người ta đã áp dụng công nghệ này vào việc xây dựng các công trình dân dụng cao tầng như khách sạn, bệnh viện, nhà ở. Công nghệ cốp pha trượt ngày càng được hoàn thiện. Nó không chỉ là một công nghệ độc lập mà còn là một công nghệ tiên tiến kết hợp với các phương pháp xây dựng khác để thi công các công trình cao.

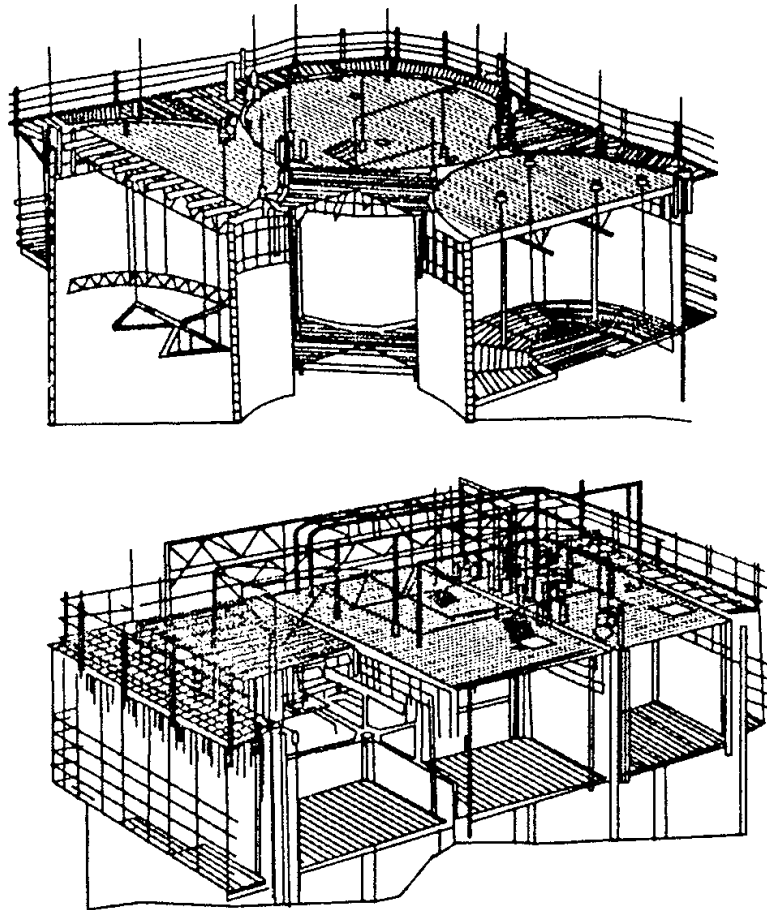
Tại Việt Nam thi công bê tông toàn khối bằng công nghệ cốp pha trượt được sử dụng đầu tiên để xây dựng Nhà máy nhiệt điện Ninh Bình. Thiết bị do Trung Quốc chế tạo theo kiểu dáng của Rumania.

Sau khi xây dựng xong ống khói ở Ninh Bình, Bộ Xây dựng đã nâng đơn vị thi công này thành Công ty Xây dựng số 9 có nhiệm vụ chuyên xây dựng các công trình bằng cốp pha trượt.

Sau năm 1975 Công ty Xây dựng số 9 đã thi công nhiều công trình như: ống khói Nhà máy nhiệt điện Phả Lại (130m) ống khói Nhà máy bê tông Đạo Tú, trụ sở Tổng công ty Xi măng, xi-lô Nhà máy xi măng Hoàng Thạch.

Do trang thiết bị nghèo nàn, chủ yếu sử dụng các trang thiết bị từ thời xây dựng Nhà máy nhiệt điện Ninh Bình và có chỉnh trang chút ít, nên chất lượng công trình nhìn chung chưa cao.

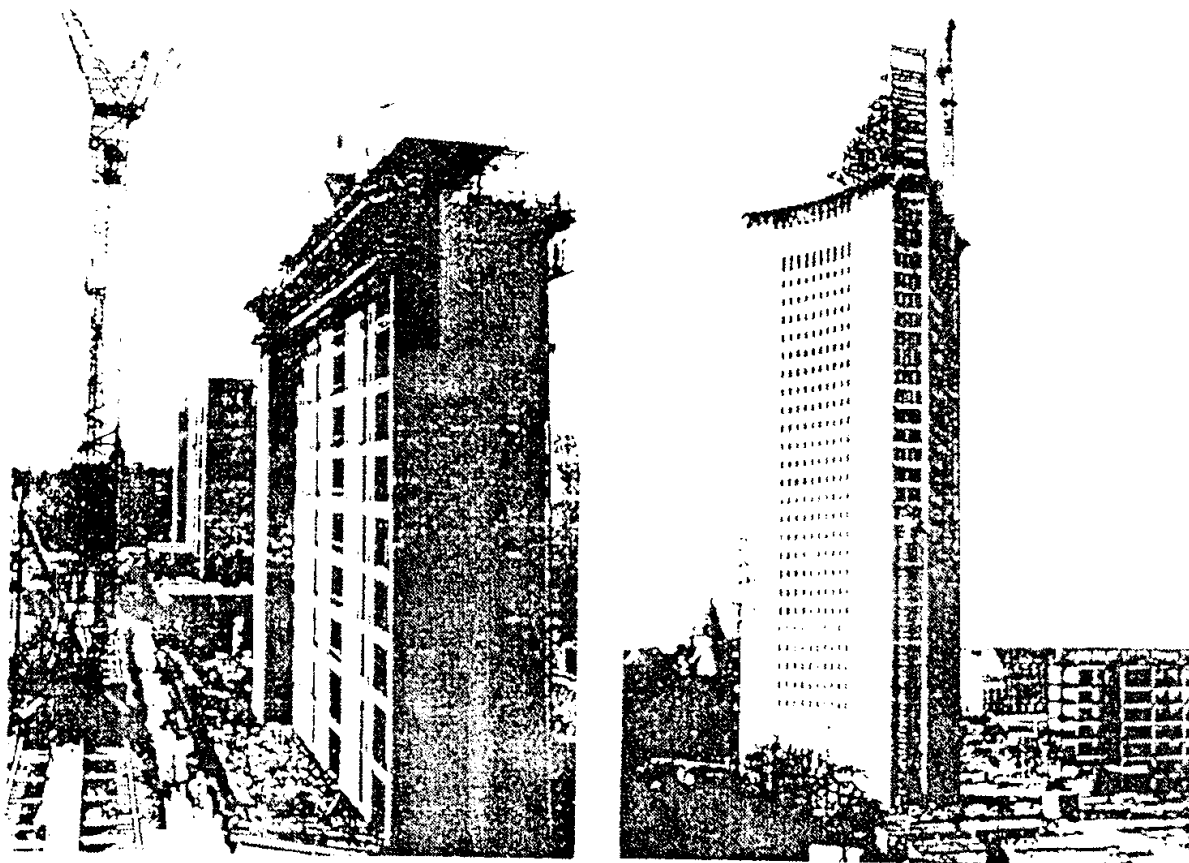
Vì Công ty không có các trang thiết bị kiểm tra hiện đại, nên khó đảm bảo độ thẳng đứng và đồng tâm của công trình. Mặt khác, công việc trượt lại không thường xuyên, nên Công ty phải đa dạng hoá công việc để tồn tại.



Hình 3-66. Hình vẽ mô tả kết cấu của hệ cốp pha trượt được lắp dựng cho thi công xi-lô tròn và xi-lô chữ nhật

II. ĐẶC ĐIỂM CỦA CÔNG NGHỆ THI CÔNG SỬ DỤNG CỐP PHA TRƯỢT

Phương pháp thi công sử dụng công nghệ cốp pha trượt là một phương pháp được thực hiện theo một quy trình công nghệ rất chặt chẽ và có tổ chức cao, thể hiện đầy đủ và rõ nét các đặc trưng của phương pháp thi công theo dây chuyền trong xây dựng.



Hình 3-67. Các công trình được xây dựng theo công nghệ thi công cốp pha trượt.

Sử dụng cốp pha trượt đạt được hiệu quả cao theo xu hướng công nghiệp hoá, bởi vì nó đã tổ chức được dây chuyền liên hoàn tốc độ cao, tương tự như dây chuyền công nghệ trong các phân xưởng của nhà máy.

Cốp pha trượt là loại cốp pha di chuyển lên cao. Đặc trưng cơ bản của cốp pha loại này là việc nâng chuyển cốp pha được tiến hành liên tục trong suốt quá trình đổ bê tông cho đến hết chiều cao công trình. Thi công sử dụng cốp pha trượt không cho phép sử dụng đồng thời với bất kỳ một loại ván khuôn cố định hay luân lưu nào khác.

Việc lắp dựng cốt thép trong cốp pha trượt và việc đổ bê tông kết cấu được tiến hành liên tục đồng thời với việc trượt của cốp pha. Chiều cao của các tấm cốp pha trượt thường chỉ từ 1,0-1,2m. Hệ cốp pha này kể cả sàn công tác được tỳ vào chính kết cấu của công trình để tự nâng lên.

Các kết cấu được áp dụng để thi công bằng cốp pha trượt có thể là các loại tháp cao, ống khói, xi-lô, tường, vách cứng lõi cầu thang, cột.

Trong quá trình thi công theo phương pháp này yêu cầu phải đổ bê tông liên tục để không có mạch ngừng, do đó công tác cốt thép phải tiến hành đồng bộ kịp thời; cốp pha trượt liên tục không được gián đoạn. Vì thế việc tổ chức lao động trên hiện trường phải rất khoa học và chính xác đối với mỗi bộ phận cũng như toàn bộ quá trình thi công.

Cốp pha trượt là một thiết bị hoàn chỉnh, cấu trúc phức tạp, khi trượt phải tuân thủ nghiêm ngặt tốc độ nâng để đảm bảo cho bê tông thực hiện quá trình đông cứng trong ván khuôn theo yêu cầu quy định, không để cho bê tông bị tách lớp đồng thời cũng không được để bê tông sụt xuống gây nguy hại và phá hỏng công trình. Tuy có những đòi hỏi về kỹ thuật và tổ chức cao như vậy nhưng do phương pháp thi công này tiết kiệm được rất nhiều giàn giáo và ván khuôn, cột chống nên công nghệ này đã được sử dụng rộng rãi trong rất nhiều lĩnh vực của ngành xây dựng ở khắp mọi châu lục.

III. THIẾT BỊ CỦA CỐP PHA TRƯỢT

Thiết bị cốp pha trượt bao gồm 3 bộ phận chủ yếu:

- (1) Các tấm cốp pha trượt trong và ngoài;
- (2) Hệ thống sàn nâng.
- (3) Hệ thống nâng trượt: khung kích, thanh trụ kích và kích.

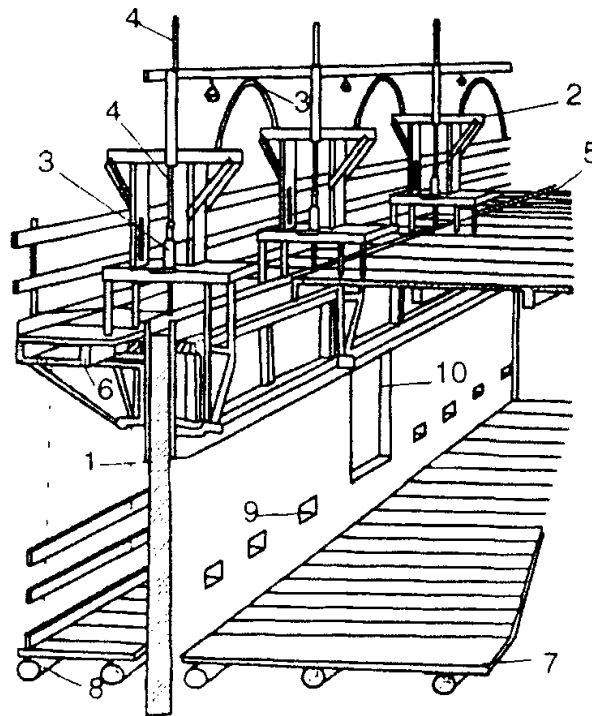
Mảng cốp pha trượt có chiều cao không lớn, thông thường là từ 1,0 đến 1,2 m cá biệt có thể đến 2m. Cốp pha được ghép bao quanh bề mặt kết cấu trên toàn bộ tiết diện ngang của công trình.

Khung kích được làm bằng gỗ hay kim loại. Nó có nhiệm vụ liên kết giữ cho các tấm cốp pha ép sát vào kết cấu và không bị biến dạng khi có lực xô ngang. Khung kích có dạng hình chữ Π . Khi khung kích được nâng lên sẽ kéo theo các mảng cốp pha trượt. Khoảng cách các khung kích xác định theo tính toán nhưng thường là khoảng 1,5 đến 2,0m.

Hệ khung kích có nhiệm vụ tiếp nhận toàn bộ các tải trọng của cốp pha, kích, sàn nâng, các tải trọng của vữa bê tông và các tải trọng trong quá trình thi công. Thanh trụ kích làm nhiệm vụ tỳ kích và tiếp nhận toàn bộ tải trọng tác động từ khung kích và truyền lực xuống kết cấu bê tông.

Thanh trụ kích làm bằng thép kích thước thường là $\phi 25 \div 50\text{mm}$ có thể dài đến 6m một đầu được chôn sâu ngàm chặt trong bê tông, đầu kia xuyên qua lỗ tỳ kích. Thanh trụ kích có thể nằm lại hoặc rút ra khỏi kết cấu sau khi thi công.

Hệ thống nâng thông thường hiện nay là kích thủy lực. Nhờ áp lực dầu kích nâng đưa toàn bộ kết cấu cốp pha và sàn nâng trượt lên trên dọc theo các thanh trụ kích.



Hình 3-68. Sơ đồ kết cấu cốp pha trượt.

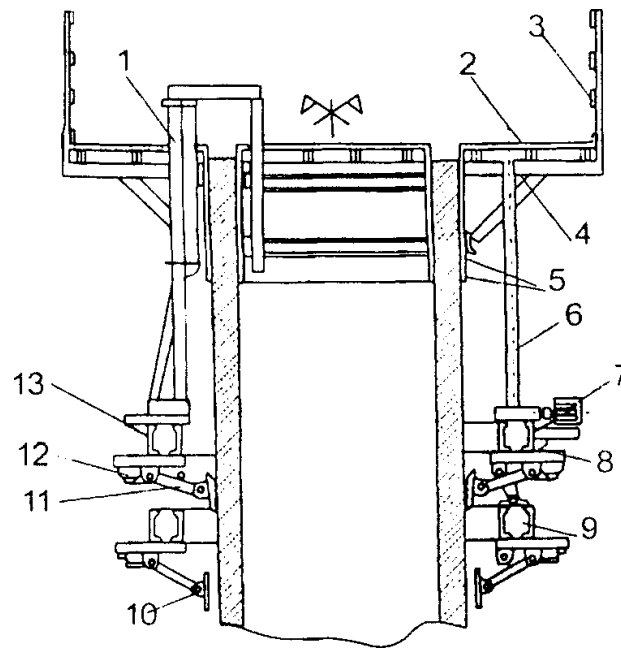
1. Tấm cốp pha trượt; 2. Khung kích; 3. Cơ cấu nâng kích;
4. Thanh trụ kích; 5. Sàn thao tác trong; 6. Sàn thao tác ngoài;
7. Sàn treo trong; 8. Sàn treo ngoài; 9. Lỗ chứa để thi công sàn;
10. Lỗ cửa sổ hoặc cửa đi.

Hệ thống sàn nâng dùng để thực hiện các thao tác trong quá trình thi công. Nó thường được bố trí ở 2 cao trình: Cao trình trên liên kết trực tiếp vào mảng cốp pha và được gọi là sàn thao tác; còn cao trình dưới được liên kết với sàn thao tác trên bởi xích hoặc dây treo và gọi là sàn treo. Sàn thao tác dùng để chứa vật liệu, lắp dựng cốt thép, vận chuyển và đổ bê tông, lắp khuôn cửa hoặc dịch chuyển cốp pha nếu cần; còn sàn

treo thì dùng để kiểm tra chất lượng bê tông, hoàn thiện mặt ngoài và tháo dỡ hộp khuôn các lỗ nếu có (hình 3-68).

Ở Liên Xô, người ta đã sử dụng loại cốp pha trượt cải tiến không cần dùng đến thanh trụ kích để thi công các công trình xây dựng.

Nguyên lý của phương pháp này là sử dụng các cơ cấu tạo nên lực đập ma sát vào chính bề mặt bê tông đã ninh kết của công trình thông qua các má guốc (hình 3-69). Hoạt động theo nguyên lý này yêu cầu các khung phải liên kết cứng với nhau và phải có một khoảng cách nhất định so với mép tường để đảm bảo hoạt động dễ dàng của cơ cấu nâng này, đồng thời không gây nên hư hỏng và biến dạng do má guốc tỳ lên mặt bê tông vừa đông kết.



Hình 3-69. Cốp pha trượt không dùng thanh trụ kích.

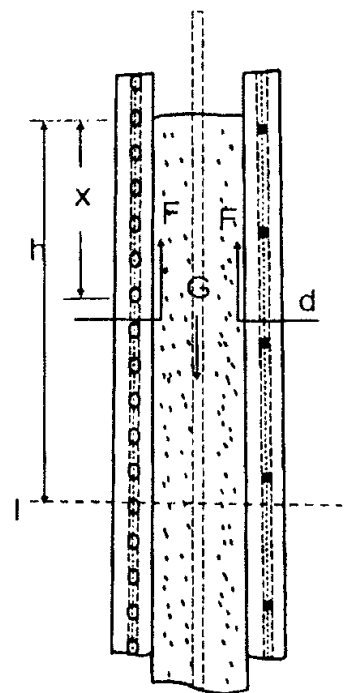
1. Trụ gia cường của sàn và cốp pha; 2. Sàn thao tác; 3. Lan can bảo vệ;
4. Dầm treo; 5. Tấm cốp pha; 6. Trục vít nâng; 7. Động cơ nâng;
8. Khung đỡ trên; 9. Khung đỡ dưới; 10. Tấm gối đệm; 11. Tay đòn;
12. Bộ phận đệm đàn hồi; 13. Tấm cứng.

IV. TÍNH TOÁN VÁN KHUÔN TRƯỢT

1. Tính toán chiều dày tối thiểu của kết cấu khi sử dụng phương pháp thi công bằng cốp pha trượt.

Thi công theo phương pháp sử dụng cốt pha trượt thì trong quá trình trượt sẽ xuất hiện lực ma sát giữa thành cốt pha và bê tông. Độ lớn của lực ma sát phụ thuộc chủ yếu vào vật liệu làm mặt cốt pha và độ dính bám của vữa bê tông lên bề mặt ván.

Theo tính toán thì lực ma sát này có trị số lớn hơn nhiều trọng lượng của toàn hệ cốt pha, vì vậy một vấn đề rất quan trọng của công nghệ thi công cốt pha trượt là phải khắc phục lực cản ma sát này. Sự phá huỷ của bê tông trong cốt pha trượt có thể xảy ra tại tiết diện bất kỳ nào khi có xuất hiện lực ma sát F . Lực ma sát này có xu hướng nâng bứt bê tông lên và nếu có giá trị lớn hơn so với trọng lượng bê tông thì bê tông sẽ bị kéo lên gây nứt ngang (hình 3-70).



Hình 3-70. Minh họa cho việc tính toán chiều dày d_{min}

Trong thực tế cốt pha thường có cấu tạo độ vát hình côn nên sự phá huỷ của bê tông thường chỉ xảy ra ở chỗ có khe hở giữa bê tông và ván khuôn tại mặt cắt I-I, lực ma sát chỉ xuất hiện đoạn phía trên mặt cắt I-I.

Muốn cho bê tông không bị nứt ngang tức là trọng lượng bê tông G cần phải đủ lớn để thắng được lực ma sát F .

Trọng lượng bê tông lại phụ thuộc chủ yếu vào chiều dày kết cấu, do đó nếu tường đổ bê tông càng dày thì xác suất phá hoại do nứt ngang càng ít. Nguyên nhân chủ yếu của hiện tượng này là do bê tông mới đổ còn chưa đủ khả năng chịu kéo và sự dính kết của bê tông và thép chưa hình thành. Để bê tông mới đổ không bị nâng kéo lên theo cốt pha cần phải đảm bảo điều kiện $G \geq 2F$.

Để nghiên cứu kỹ hơn, hãy làm ví dụ tính toán một đoạn cốt pha tường có chiều dài $1m$, phạm vi xuất hiện lực ma sát F có chiều cao là h , dung trọng của bê tông là γ_0 , chiều dày của tường là d , ta có:

$$G = \gamma_0 h d = 2400 h d \text{ (daN)}$$

Như trên đã trình bày lực ma sát gây nứt ngang xuất hiện ở nơi tiết diện hoặc sự làm việc bị giảm yếu nơi có lực dính lớn, do đó bất đẳng thức $G \geq 2F$ có thể quan niệm theo 2 cách:

(1) Có thể coi h là chiều cao xuất hiện lực ma sát;

(2) Có thể coi h là chiều dày lớp đổ bê tông trên cùng.

+ Theo quan niệm thứ nhất (tính toán đối với ván khuôn thép):

Lực ma sát giữa ván khuôn thép và bê tông là $1,5 \div 3 \text{ kN/m}^2$

Ta có: $2400.h.d \geq 2.150.h$

$$d \geq 0,125m$$

Như vậy chiều dày tối thiểu $d_{\min} \geq 12\text{cm}$

+ Theo quan niệm thứ hai: Lực ma sát F phụ thuộc vào lực đẩy ngang của vữa bê tông lên thành cốp pha trượt:

$$F = f.P = f \left(\frac{\gamma_o h^2}{2} \right)$$

Giải ra ta có : $\gamma_o h d \geq \gamma_o f h^2$

$$d \geq f h \text{ (cm)}$$

Ta có quan hệ giữa $d_{\min}$ (chiều dày tối thiểu của kết cấu) với h (chiều dày lớp đổ bê tông) và (hệ số ma sát) f như sau:

h (cm)	f	$d_{\min}$ (cm)
20	0,6	12
	0,4	8
30	0,6	18
	0,4	12
30	0,37	11,1
	0,83	26

Trong thực tế độ dày tối thiểu của tường không chỉ phụ thuộc vào dung trọng của bê tông, hệ số ma sát của ván khuôn và chiều dày lớp đổ

mà nó còn phụ thuộc vào nhiệt độ không khí, môi trường, thành phần cấp phối bê tông.

Để đảm bảo an toàn thường người ta lấy $d_{\min}$ lớn hơn 12cm.

Thí dụ: Theo quy phạm Liên Xô (cũ) trong các kết cấu bê tông cốt thép thông thường nếu tính toán $d_{\min} \geq 12\text{cm}$ người ta thường lấy $d \geq 15\text{cm}$, ở Đức quy định $d_{\min} \geq 14\text{cm}$. Trung Quốc $d_{\min} \geq 15\text{cm}$.

Tuy nhiên nếu áp dụng những biện pháp đặc biệt trong thi công thì cũng có thể làm mỏng hơn. Ví dụ: ở Anh xây dựng thân tháp nước chiều dày 10cm; hay ở Pháp xây dựng xi-lô chiều dày 9cm bằng ván khuôn trượt.

Trường hợp tính toán đối với cột hoặc các loại cấu kiện khác thì cũng có thể dùng những công thức trên để xác định kích thước tối thiểu của tiết diện.

Ví dụ: đối với cột hình vuông $a \times a$.

$$G = a^2 \cdot h \cdot 2400$$

$$F = f \cdot 4a \cdot h = 150 \cdot 4a \cdot h = 600a \cdot h$$

Điều kiện: $G \geq F$

Từ đó rút ra : $a_{\min} \geq 0,25\text{m}$

Đối với tiết diện hình chữ nhật $a \times b$:

$$G = a \cdot b \cdot h \cdot 2400$$

$$F = 150 \cdot 2(a+b) \cdot h$$

Rút ra: $\frac{ab}{2(a+b)} \geq 0,0625$

Theo Rumania và Trung Quốc kích thước tối thiểu của cột thi công bằng cốt pha trượt không nên lấy nhỏ hơn 30cm.

2. Các tải trọng tác dụng lên hệ cốt pha trượt:

Tải trọng tác dụng lên hệ cốt pha trượt thể hiện trong bảng sau:

Tải trọng tác dụng lên hệ cốp pha trượt

1	2	3
Tải trọng cơ bản	Tải trọng thường xuyên (tải trọng bản thân)	Trọng lượng bản thân các bộ phận tính toán - Trọng lượng bản thân các bộ phận và chi tiết mà các bộ phận tính toán trên phải mang.
	Hoạt tải tính toán (dài hạn)	- Áp lực ngang của vữa bê tông khi đổ và đầm. - Lực ma sát giữ bê tông và cốp pha - Tải trọng do người và dụng cụ.. - Tải trọng vật liệu. - Tải trọng máy móc thiết bị.
	Tải trọng bổ sung (ngắn hạn)	- Tải trọng phân bố tập trung của người. - Tải trọng phân bố tập trung vật liệu. - Tải trọng động khi bốc xếp vật liệu.
Tải trọng ngẫu nhiên	Tải trọng ngẫu nhiên	- Tải trọng gió. - Lực dính giữa bê tông và cốp pha (phát sinh do ngừng trượt). - Phần lực ma sát tăng thêm (phát sinh do các hiện tượng hư hỏng). - Tải trọng sinh ra do kích bị hư hỏng (trượt kích).
	Tải trọng đặc biệt nguy hiểm	- Tải trọng sinh ra do một bộ phận kích bị hư hỏng. - Hai kích liên nhau bị hư hỏng.

a. Tính toán áp lực ngang của vữa bê tông lên cốp pha:

Việc tính toán đại lượng này rất phức tạp bởi nó phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố như:

- + Tốc độ trượt.
- + Độ linh động và nhiệt độ của vữa bê tông.
- + Chiều dày của mỗi lớp đổ.
- + Phương pháp đầm bê tông.
- + Chiều cao của phần bê tông được ép giữ trong cốp pha.

- + Loại xi măng và thời gian đông kết của vữa xi măng.
- + Chiều dày kết cấu.

Tuỳ theo mỗi loại công trình, mỗi loại cốt pha và từng giai đoạn thi công những yếu tố trên thay đổi trong một phạm vi khá rộng nên việc xác định chính xác giá trị này rất khó khăn.

Trên thế giới người ta đã áp dụng một số cách tính toán sau đây để xác định áp lực ngang của vữa bê tông lên ván khuôn trượt.

(1) Theo Nennig

Lực đẩy ngang của bê tông nhào lên cốt pha khi bắt đầu trượt có dạng hình parabol.

Áp lực ngang tối đa hay còn gọi là áp lực ngang đơn vị lớn nhất:

$$p_{\max} = 550 \text{ daN/m}^2$$

Lực đẩy ngang tổng cộng :

$$P_H = \frac{2}{3} \gamma a^2 = \frac{2}{3} \times 2400 \times 0,5^2 = 400 \text{ daN/m}$$

Trong đó

γ : dung trọng của bê tông đã được đầm chặt ($\gamma = 2400 \text{ kg/m}^3$)

$a = V.t$ (m) - chiều cao của phần bê tông đang đông kết.

V - tốc độ trượt.

t - thời gian đông kết của bê tông.

Nếu tính toán với chiều cao đổ bê tông bình thường là 0,08m thì ta sẽ có lực đẩy ngang tổng cộng:

$$P_H = 320 \text{ daN/m}$$

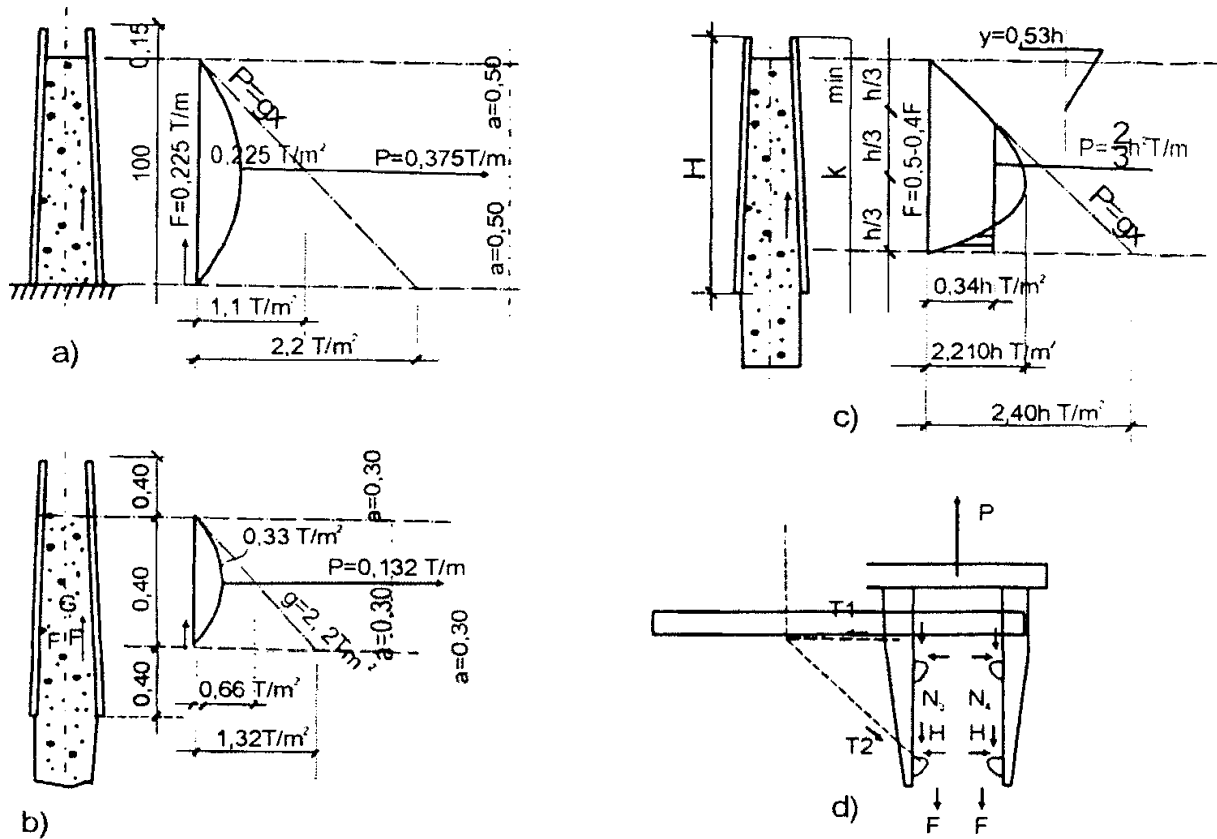
- Hệ số ma sát giữa bê tông và cốt pha gỗ là $f = 0,6$ lúc đó lực ma sát đối với cốt pha gỗ:

$$F = 0,6 \times 320 = 192 \text{ daN/m}$$

- Hệ số ma sát giữa bê tông và cốt pha thép là $f = 0,37 \div 0,83$ (trường hợp cốt pha dính bám bản). Lúc đó lực ma sát sẽ vào khoảng:

$$F = 119 \div 257 \text{ daN/m}$$

Trong quá trình đang trượt lúc này áp lực ngang tác dụng ở độ cao 60cm từ bề mặt bê tông (hình 3-71b) với áp lực ngang đơn vị lớn nhất $p = 330 \text{ daN/m}^2$. Lực đẩy tổng cộng: $P_H = 132 \text{ daN/m}$



Hình 3-71. Biểu đồ áp lực ngang của vữa bê tông lên cốp pha trượt và lực tác dụng lên khung kích

- Biểu đồ áp lực ngang của vữa bê tông lên cốp pha trượt hình 3-71.

- a) Giai đoạn bắt đầu trượt theo Nanning;
- b) Giai đoạn đang trượt theo Nanning;
- c) Biểu đồ áp lực ngang của vữa bê tông theo T. Dinesco;
- d) Sơ đồ các loại lực tác dụng lên khung kích trong quá trình trượt;

N_1, N_2 : phản lực nẹp trên của cốp pha; N_3, N_4 : phản lực nẹp dưới của cốp pha;
 H_1 : phản lực ngang nẹp trên của cốp pha; H_2 : phản lực ngang nẹp dưới của cốp pha;
 T_1, T_2 : Phản lực của sàn công tác ngoài; F : lực ma sát giữa ván khuôn và bê tông khi trượt; P : lực nâng của kích.

Lực ma sát đối với cốp pha gỗ : $F = 80 \text{ daN/m}$

Lực ma sát đối với cốp pha thép: $F = 50 \div 110 \text{ daN/m}$

Kết quả tính toán theo biểu đồ áp lực của Nenning cho ta thấy lực ma sát lớn nhất trong cấp pha trượt xảy ra khi lực ma sát giữa bê tông và ván khuôn có trị số lớn gấp trên hai lần rưỡi so với khi đang trượt.

(2) Theo nghiên cứu của Romania và Cộng hoà dân chủ Đức:

Áp lực ngang của bê tông khi đầm rung thay đổi theo dạng đường cong, phần trên trùng với áp lực thuỷ tĩnh, giá trị lớn nhất cách mặt bê tông là 1/3 chiều cao lớp đổ. Khi tính toán biểu đồ được quy về dạng hình thang. Theo Dinescu, thì:

+ Áp lực thuỷ tĩnh ở vị trí $\frac{h}{3}$; là $P_{\alpha} = 800 h \text{ daN/m}^2$;

+ Áp lực tối đa : $P_{\max} = 1,25P_{\alpha} = 1000h \text{ daN/m}^2$;

+ Lực đẩy ngang tổng cộng:

$$P_H = \frac{2}{3} P_{\max} h = \frac{2}{3} 1000h^2 \text{ daN/m}$$

Lực ma sát $F = f.P_H = \frac{2000}{3} fh^2 \text{ daN/m}$

(3) Xác định áp lực ngang của vữa bê tông theo tiêu chuẩn Mỹ:

Công thức tính toán:

$$P = 488 \frac{962V}{32 + 1,8T} \text{ daN/m}^2$$

Trong đó: V - chiều cao đổ bê tông trong 1 giờ hay tốc độ trượt m/h;

T - nhiệt độ của vữa bê tông trong cấp pha trượt.

Công thức trên được xây dựng với giả thiết cấp pha trượt có chiều cao là 1,05 ÷ 1,35m; chiều dày của mỗi lớp đổ từ 15 ÷ 25cm và đầm bằng đầm chấn động.

Công thức trên có ý nghĩa thực tiễn vì đã xét đến yếu tố thay đổi là tốc độ đổ bê tông và nhiệt độ của vữa trong cấp pha.

(4) *Xác định áp lực ngang theo Quy phạm của Liên Xô cũ:*

Khi tính toán đối với cốt pha trượt ở Liên xô dùng công thức:

$$p = \gamma \cdot h = 2400 \cdot 0,5 = 1200 \text{ daN/m}^2$$

và $V = 0,5 \text{ m/h}$

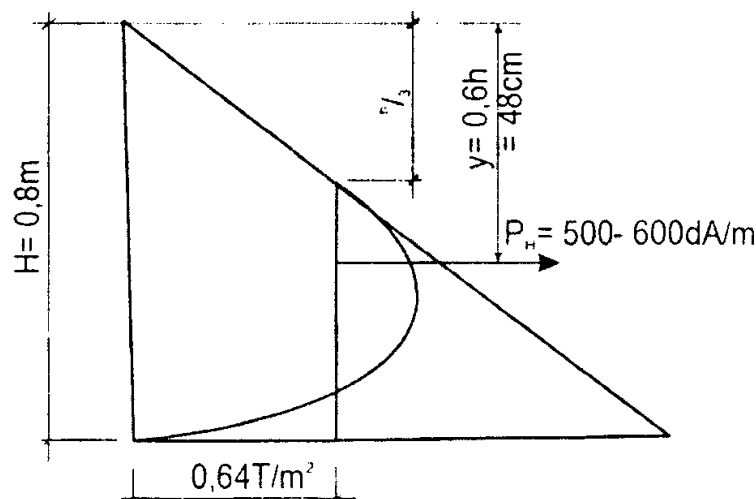
$$\text{do đó } P_H = 2400 \times \frac{0,5}{2} \left(P_H = p \cdot \frac{h}{2} \right) = 300 \text{ daN/m}$$

Trong tính toán trên chưa kể đến tải trọng động do đầm rung hay đổ bê tông vào cốt pha. Do vậy nếu đổ bằng ben có dung tích $0,20\text{m}^3$ thì áp lực ngang sẽ là $P = 1400 \text{ daN/m}^2$ và lực đẩy tổng cộng: $P_H = 500 \text{ daN/m}$; Nếu đổ bằng máy bơm thì: $p = 1600 \text{ daN/m}^2$ và $P_H = 700 \text{ daN/m}^2$.

Lực ma sát tính theo hệ số sẽ có giá trị trong khoảng từ 190-415 daN/m

Nếu lấy trung bình sẽ là 300 daN/m.

(5) *Xác định áp lực ngang theo quy phạm GBJ của Trung Quốc (hình 3-72)*



Hình 3-72. Sự phân bố áp lực ngang của vữa bê tông lên cốt pha trượt

Theo quy phạm GBJ sự phân bố áp lực ngang của vữa bê tông lên cốt pha trượt có dạng gần giống áp lực của Dinescu. Áp lực được tính ở giai đoạn bắt đầu trượt với $h = 80\text{cm}$. Điểm tác dụng của hợp lực tại vị trí $0,6h = 48\text{cm}$ từ mặt bê tông đổ. Áp lực ngang tối đa: $P_H = 500$ đến 600 daN/m .

Nếu xét đến các tải trọng do đổ bê tông bằng ống vòi voi, bằng máy bơm bê tông hoặc ben có dung tích $V \leq 0,2\text{m}^3$ thì thường dùng công thức:

$$P_H = 700 \div 800 \text{ daN/m}$$

Lực ma sát giữa cốp pha thép và bê tông lấy theo quy định là:

$$F = 150 \div 300 \text{ daN/m}$$

Còn nếu tính theo công thức hệ số ma sát ta sẽ có:

Với $f = 0,38$ thì $F = 190 \div 228 \text{ daN/m}$ (Đối với cốp pha thép sạch);

Với $f = 0,83$ thì $F = 415 \div 498 \text{ daN/m}$ (Đối với cốp pha thép dính bẩn);

Với $f = 0,60$ thì $F = 300 \div 360 \text{ daN/m}$ (Đối với cốp pha gỗ).

3. Sự dính bám, phân lớp và đông rắn của bê tông trong cốp pha trượt.

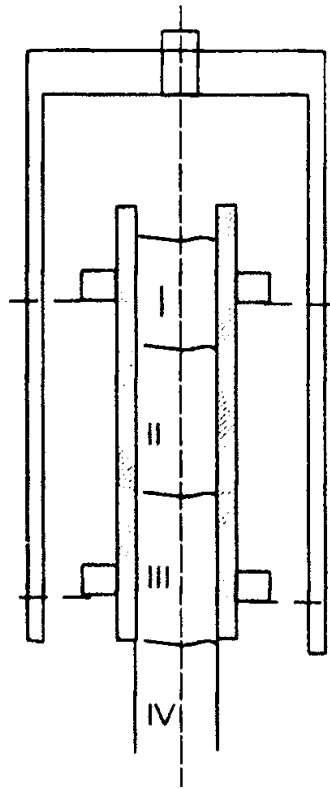
Đặc điểm của công nghệ thi công cốp pha trượt là việc nâng tách cốp pha được tiến hành liên tục và thường xuyên. Bê tông được ép giữ trong cốp pha thường bằng $0,6 \div 0,8$ chiều cao của tấm cốp pha trượt tức là khối lượng đổ bê tông khoảng từ $4 \div 8$ giờ.

Để đảm bảo việc nâng trượt dễ dàng, người ta cấu tạo các tấm cốp pha trượt có một góc nhỏ.

Khi nâng cốp pha liên tục với tốc độ $12 \div 15\text{cm/h}$ vữa bê tông đổ sẽ gồm 4 lớp có sự đông kết khác nhau (hình 2.73):

+ Lớp I: Đó là lớp vữa bê tông dẻo mới đổ (bê tông tươi) được bám dính chặt vào ván thành. Lực dính bám giữa ván thành và lớp bê tông này khá lớn. Khi nâng cốp pha thì lớp bê tông giáp với ván thành có thể bị đẩy trượt lên trên. Sự trượt này phụ thuộc vào lực ma sát của khối bê tông với thành vách. Mặt ngoài bê tông chỗ tiếp xúc với ván thành là lớp màng vữa xi măng có lẫn bọt khí.

+ Lớp thứ II: Sau khi đã đổ bê tông được từ 3-4 giờ sự tiếp xúc giữa ván thành và lớp vữa bê tông đã bị phá vỡ do cốp pha đã trượt qua và vữa bê tông đã bắt đầu đông kết nên thể tích bị co lại, lúc này vữa bê tông có tính đàn hồi dẻo. Do chịu trọng lượng của lớp I nén xuống nên lớp này bị phình ra chèn ép vào thành ván khuôn làm xuất hiện lực ma sát ngoài (ma sát khô) gây cản trở nhiều cho việc nâng cốp pha.



Hình 2.73. *Trạng thái đông kết của bê tông trong thi công cốt pha trượt.*

I. Bê tông tươi; II. Bê tông đang ninh kết; III. Bê tông đã đông kết xong;

IV. Bê tông ra khỏi cốt pha trượt tiếp tục đóng rắn

+ Lớp thứ III: ở lớp này hoàn toàn không có sự tiếp xúc giữa ván thành và bê tông do bê tông đã ninh kết xong và do cốt pha có cấu tạo hình côn vát vì thế giữa cốt pha và bê tông đã tạo ra khe hở. Ván thành lúc này chỉ là để bảo vệ bê tông ngăn ngừa các tác động của môi trường xung quanh ảnh hưởng đến sự đông kết và phát triển của cường độ bê tông cũng như các tác động cơ học ngẫu nhiên khác.

+ Lớp thứ IV: là lớp bê tông đã ra khỏi cốt pha trượt cường độ bê tông đã đạt từ $4 \div 8 \text{ daN/cm}^2$. Nó hoàn toàn đủ khả năng tự mang được trọng lượng bê tông ở phía trên và đủ khả năng giữ cho thanh trụ kích làm việc bình thường không bị biến dạng. Bê tông ở lớp này cần phải được bảo dưỡng theo chế độ nhiệt ẩm thích hợp.

4. Yêu cầu cường độ bê tông khi ra khỏi cốt pha trượt

Điều kiện đông cứng của bê tông đổ trong cốt pha trượt cũng như sự phát triển cường độ của nó khác với các điều kiện thông thường. Muốn

bê tông khi ra khỏi cốt pha trượt mà vẫn giữ ổn định được về hình dáng và giữ chặt được thanh trụ kích thì yêu cầu bê tông phải đạt được một cường độ nhất định tức cũng có nghĩa là bê tông phải có được một thời gian đông kết nhất định.

Cường độ phát triển của bê tông phụ thuộc vào sự đông kết của xi măng, nhiệt độ môi trường, điều kiện bảo dưỡng và các yếu tố về thiên nhiên khác. Theo nhiều nghiên cứu của nước ngoài đối với vùng khí hậu nóng, bê tông đạt cường độ 5 daN/cm^2 vào khoảng từ 4-6 giờ. Trong điều kiện khí hậu nóng ẩm của nước ta sự phát triển cường độ bê tông trong những giờ đầu tiên thuận lợi hơn. Theo TCVN5592/1991 nghiên cứu về bảo dưỡng ẩm tự nhiên cho bê tông nặng thì thời gian để bê tông đạt được cường độ 5 daN/cm^2 là khoảng $2,5 \div 5$ giờ vào mùa hè.

Để bê tông có thể ra khỏi được ván khuôn thì yêu cầu đầu tiên là nó phải chịu được tải trọng bản thân của chính nó ($R_b \geq 0,025 \text{ daN/cm}^2$), đồng thời phải giữ chặt được thanh trụ kích và chịu được các ảnh hưởng khác của thời tiết khí hậu và điều kiện thi công.

- Theo Quy phạm GBJ 113-87 thì cường độ bê tông ra khỏi ván khuôn nên khống chế trọng phạm vi $3-4 \text{ daN/cm}^2$ (tối đa có thể là $4-8 \text{ daN/cm}^2$)

- Theo tài liệu của Rumania bê tông trong cốt pha trượt cần có thời gian đông kết ban đầu khoảng $1,5 \div 2 \text{ h}$ và kết thúc chậm nhất không quá $4 \div 6 \text{ h}$ sau khi trộn, về mặt cường độ yêu cầu phải phát triển nhanh trong những giờ đầu để có thể đạt $1,5 \div 2 \text{ daN/cm}^2$ trong thời gian từ $4 \div 8$ giờ sau khi đổ bê tông.

Bê tông ra khỏi ván khuôn thường sau 1 đến 2 h kể từ lúc bắt đầu đông kết đây cũng chính là thời điểm sắp kết thúc quá trình đông kết của bê tông.

- Ở Liên Xô cũ xi măng sử dụng trong thi công cốt pha trượt thường có thời gian đông kết từ 3 đến 6 h.

Việc bảo dưỡng ban đầu đối với vùng khí hậu nóng sẽ kết thúc khi cường độ của bê tông R_b đạt 5 daN/cm^2 .

5. Tính toán tốc độ trượt

Đặc điểm của phương pháp thi công công trình bằng cốt pha trượt là tốc độ thi công nhanh và kết cấu bê tông được nâng dần lên cao theo mức độ trượt của cốt pha. Tốc độ nâng lên đó gọi là tốc độ trượt (tính theo cm/h hoặc m/ngày) hoặc cũng có thể gọi là tốc độ nâng cốt pha (cm/h).

Để hạ thấp giá thành công trình, nâng cao chất lượng và thuận lợi trong thi công thì cốt pha trượt cần phải được nâng lên với một tốc độ tính toán tối ưu. Tốc độ đó gần với tốc độ trượt cho phép lớn nhất (V_{max}) được tính toán dựa theo sự đông kết của bê tông phù hợp với loại xi măng sử dụng và nhiệt độ môi trường không khí (thực chất là nhiệt độ của vữa bê tông lúc đổ).

Tốc độ trượt còn phụ thuộc vào tiến độ thi công, các điều kiện cung ứng vật liệu và nhân lực. Tốc độ trượt cần được tính toán và lựa chọn là lớn nhất trong khả năng cho phép. Xác định tốc độ trượt là yếu tố quan trọng quyết định hiệu quả của cả hệ thống cũng như tính hợp lý, tính kinh tế trong quá trình thực hiện công việc thi công trên hiện trường.

Như ta đã biết khi nâng trượt với tốc độ nhỏ hơn tốc độ cần thiết thì không những làm mất tính chất liên khối của công trình mà còn làm tăng thêm lực ma sát, lực dính giữa bê tông và ván khuôn. Nếu nâng ván khuôn lên khi mà vùng trên bê tông đã bị cứng thì sẽ gây nên các khuyết tật, các vết nứt ngang và khó hướng cho cốt pha trượt tiến theo chiều thẳng đứng, do đó có thể gây nên những sự cố làm hư hỏng thậm chí phá huỷ kết cấu bê tông.

Theo quan điểm của kỹ sư T. DINESCU tính toán tốc độ trượt phải dựa trên các yếu tố:

- Khả năng tổ chức thi công trên hiện trường;
- Thời gian đông kết của vữa bê tông;
- Khống chế theo khả năng chịu lực của thanh trụ kích;
- Ổn định tổng thể của công trình trong quá trình thi công.

a. Tổ chức thi công trên hiện trường

Về nguyên tắc trong thi công cốt pha trượt đòi hỏi phải tổ chức rất khoa học, đồng bộ và nhịp nhàng tất cả các quá trình, không cho phép bất

kỳ một sự mất cân đối nào. Phải tính toán để lựa chọn trang thiết bị vận chuyển, yêu cầu nhân lực vật tư, thành phần đội tổ công nhân..., đáp ứng đầy đủ kịp thời và chính xác.

Tốc độ trượt tính toán phải thích ứng với khả năng và tốc độ đổ bê tông thực tế của công trường.

Trong thi công cốp pha trượt người ta cho phép dự trữ số lượng phương tiện vật tư kỹ thuật, vật liệu, nhân lực... tăng 1,3 lần so với yêu cầu của tốc độ trượt trung bình cho phép.

b. Tốc độ trượt phải được khống chế theo thời gian đông kết của vữa bê tông

Bê tông trong cốp pha trượt khi tách ra ở khoảng 2/3 chiều cao của cốp pha phải có đủ cường độ theo quy định. Nếu trượt quá nhanh thì thời gian đông rắn của bê tông trong cốp pha quá ít, vì vậy bê tông ra khỏi cốp pha cường độ sẽ thấp. Do đó tốc độ trượt khống chế theo cường độ bê tông ra ngoài cốp pha cũng chính là tốc độ khống chế theo thời gian đông kết của vữa bê tông được xác định theo công thức:

$$V = V_{\max} = \frac{H - h - a}{T} \text{ (cm/h)}$$

Trong đó:

$V_{\max}$ - tốc độ trượt lớn nhất cho phép;

H - chiều cao của cốp pha trượt (cm);

h - chiều dày của mỗi lớp đổ bê tông (cm);

a - khoảng cách từ mặt bê tông đổ đầy đến mép trên của cốp pha (5-10cm);

T - thời gian cần thiết để bê tông có thể trượt ra khỏi cốp pha (h).

Trong trường hợp thông thường chiều cao của cốp pha trượt là 1,20m mỗi lần đổ bê tông là 15-20cm một lớp, ta sẽ có:

$$V_{\max} = \frac{95 \div 85}{T} \text{ (cm/h)}$$

Bảng sau đây sẽ cho ta mối quan hệ về nhiệt độ khí trời, thời gian cần thiết cho sự đông cứng của bê tông và tốc độ trượt cho phép.

**Mối quan hệ giữa nhiệt độ, thời gian đông cứng của bê tông
và tốc độ trượt cho phép**

Nhiệt độ không khí °C	Đối với xi măng P.400	
	T (giờ)	V _{max} (cm/h)
5	12,0 - 14	7,9 - 6,2
10	9,0 - 11	10,3 - 7,7
15	7,0 - 8,4	13,3 - 10,1
20	5,7 - 7,0	16,6 - 12,1

c. Tốc độ trượt phải được khống chế theo khả năng chịu lực của thanh trụ kích

Tính toán tốc độ trượt phải đảm bảo để thanh trụ kích làm việc không vượt quá khả năng chịu lực của nó, tức là phải tính toán để ngăn ngừa sự mất ổn định của thanh trụ kích khi nâng trượt. Khả năng chịu lực của thanh trụ kích liên quan đến độ đông cứng của bê tông, độ mạnh của thanh trụ kích, cách liên kết cố định tổng thể của toàn hệ

Tốc độ trượt được xác định cụ thể như sau:

- Nếu xét thấy thanh trụ kích không có khả năng mất ổn định thì tốc độ trượt V (m/h), được xác định theo điều kiện khống chế của cường độ bê tông ra khỏi ván khuôn, tức là:

$$V = V_{\max} = \frac{H - h - a}{T} \text{ (cm/h)}$$

- Trường hợp thanh trụ kích chịu nén có khả năng mất ổn định thì tốc độ trượt V (m/h) phải được tính toán khống chế theo khả năng chịu lực có xét đến ổn định của thanh trụ kích:

$$V = \frac{10,5}{T\sqrt{KP}} + \frac{0,6}{T}$$

Trong đó:

P - tải trọng tác động lên một thanh trụ kích (kN);

T - thời gian cần thiết để bê tông có thể đạt được cường độ 7-10 daN/cm² trong điều kiện thời tiết trung bình của ca làm việc được xác định theo thực nghiệm;

- Hệ số an toàn ($k = 2$).

Nếu cường độ bê tông ra khỏi ván khuôn thấp hơn cường độ quy định hay phần bê tông ở dưới không đạt được yêu cầu ngàm chắc đối với thanh trụ kích thì sau khi ra khỏi ván khuôn bê tông sẽ không giữ được hình dạng của mình mà sẽ bị rơi dưới tác động của trọng lượng bản thân và sẽ làm cho cốp pha trượt "trượt không" thanh kích sẽ bị uốn cong và mất ổn định.

Có những trường hợp phần thanh kích ở trong ván khuôn không bị cong do lực ma sát và cốt thép giữ được, nhưng phần bê tông phía dưới ván khuôn chưa đạt cường độ giữ ty kích nên bị ty kích chèn rơi gây nên mất ổn định.

d. Tính toán tốc độ trượt phải xét đến sự ổn định tổng thể của kết cấu công trình trong quá trình thi công.

Trong thi công, khi tính toán chọn tốc độ trượt phải chú ý đến cả 2 mặt: tốc độ trượt cho phép lớn nhất và tốc độ trượt cho phép nhỏ nhất.

- Tốc độ trượt cho phép lớn nhất xác định từ điều kiện khống chế cường độ bê tông khi ra khỏi ván khuôn.

Tốc độ trượt cho phép nhỏ nhất không chế theo điều kiện để bê tông không bị dính bám vào cốp pha trượt. Tốc độ $V_{\min}$ là tốc độ phải đảm bảo để nếu khi nhiệt độ $t < 15^{\circ}\text{C}$ phải thực hiện được 2 lần nâng trong một giờ và khi $t \geq 15^{\circ}\text{C}$ phải đạt được 3 lần nâng trong một giờ. Nâng trượt cốp pha với tốc độ nhỏ hơn $V_{\min}$ là không được phép trong bất kỳ trường hợp nào. Theo tính toán tốc độ $V_{\min}$ là 5cm/h; ở Liên xô quy định lấy $V_{\min} = 8\text{cm/h}$; ở Đức thì lấy $V_{\min} = 15\text{cm/h}$ khi nhiệt độ không khí $t \geq 15^{\circ}\text{C}$.

Tốc độ trượt tối đa về mặt lý thuyết có thể đạt tới 100cm/h song, thực tế vì còn phải đặt cốt thép và làm một số công việc khác cho nên tốc độ trượt tối đa phải giảm đi nhiều. Kỷ lục trượt tối đa đã đạt được là 30-35 cm/h tức là 7-9m/ngày nhưng chỉ đối với những công trình có mặt bằng đơn giản và quy mô không lớn như xi-clon đơn, trụ cầu...

6. Kích sử dụng trong thi công cốp pha trượt.

Xu hướng chung trên thế giới là sử dụng kích có công suất lớn trong thi công cốp pha trượt (thông thường kích từ 10 T trở lên). Sử dụng các loại kích lớn này cho phép tăng khoảng cách bố trí khung kích tạo sự thuận lợi trong việc tổ chức sản xuất trên mặt bằng chật hẹp nên năng suất lao động cao hơn, dễ dàng hơn trong việc đổ bê tông cũng như lắp đặt cốt thép.

Có rất nhiều loại kích có thể sử dụng trong việc thi công cốp pha trượt như:

- Kích thuỷ lực;
- Kích cơ điện;
- Kích bàn ren;
- Kích kẹp;
- Kích khí nén...

Kích thuỷ lực. Loại kích này kích thước nhỏ nhưng công suất lại lớn, sử dụng đơn giản và tiện lợi nên được dùng khá phổ biến, chủ yếu là kích dầu. Dựa trên nguyên lý chất lỏng không nén được, kích thuỷ lực tạo ra thiết bị động lực tiếp xúc tốt, sử dụng dễ dàng, có thể đảo chiều chuyển động, ngăn ngừa sự quá tải, dễ dàng bố trí mạng cung cấp dầu và dễ dàng tự động hoá được hệ thống.

Kích cơ điện thuận lợi ở chỗ: nguồn cung cấp đơn giản chuyển rất nhanh năng lượng và các xung lực trong quá trình vận hành nhưng do truyền dẫn bằng điện phải có mô tơ và hộp giảm tốc nên trọng lượng và kích thước của kích lớn.

Các loại kích kẹp, kích bàn ren, kích vít thường truyền dẫn riêng rẽ hoặc theo từng nhóm nhỏ, do vậy có thể nâng hạ không hoàn toàn thống nhất cho tất cả các kích trong toàn hệ thống, để khắc phục hiện tượng trên người ta thường trang bị thêm hệ thống theo dõi, tự điều chỉnh mức thăng bằng cho hệ thống kích.

Kích khí nén là một loại kích mới được đưa vào sử dụng. Hệ thống truyền dẫn sử dụng khí nén không phụ thuộc vào nhiệt độ không khí môi

trường và không gây xung lực làm ảnh hưởng đến thiết bị máy móc. Nhưng do kết cấu phức tạp, chỗ nối phải thật kín khít và khó bảo dưỡng bôi trơn thiết bị nên cũng chưa được phổ biến rộng rãi.

a. Thanh trụ kích (Ty kích)

1. Quy cách cấu tạo của thanh trụ kích:

Chức năng của thanh trụ kích là nhận và truyền toàn bộ tải trọng của hệ cốp pha trượt xuống phần tường bê tông đã đông cứng và chính tường này sẽ giữ cho thanh trụ kích không bị chuyển dịch hoặc biến dạng khi bị uốn dọc.

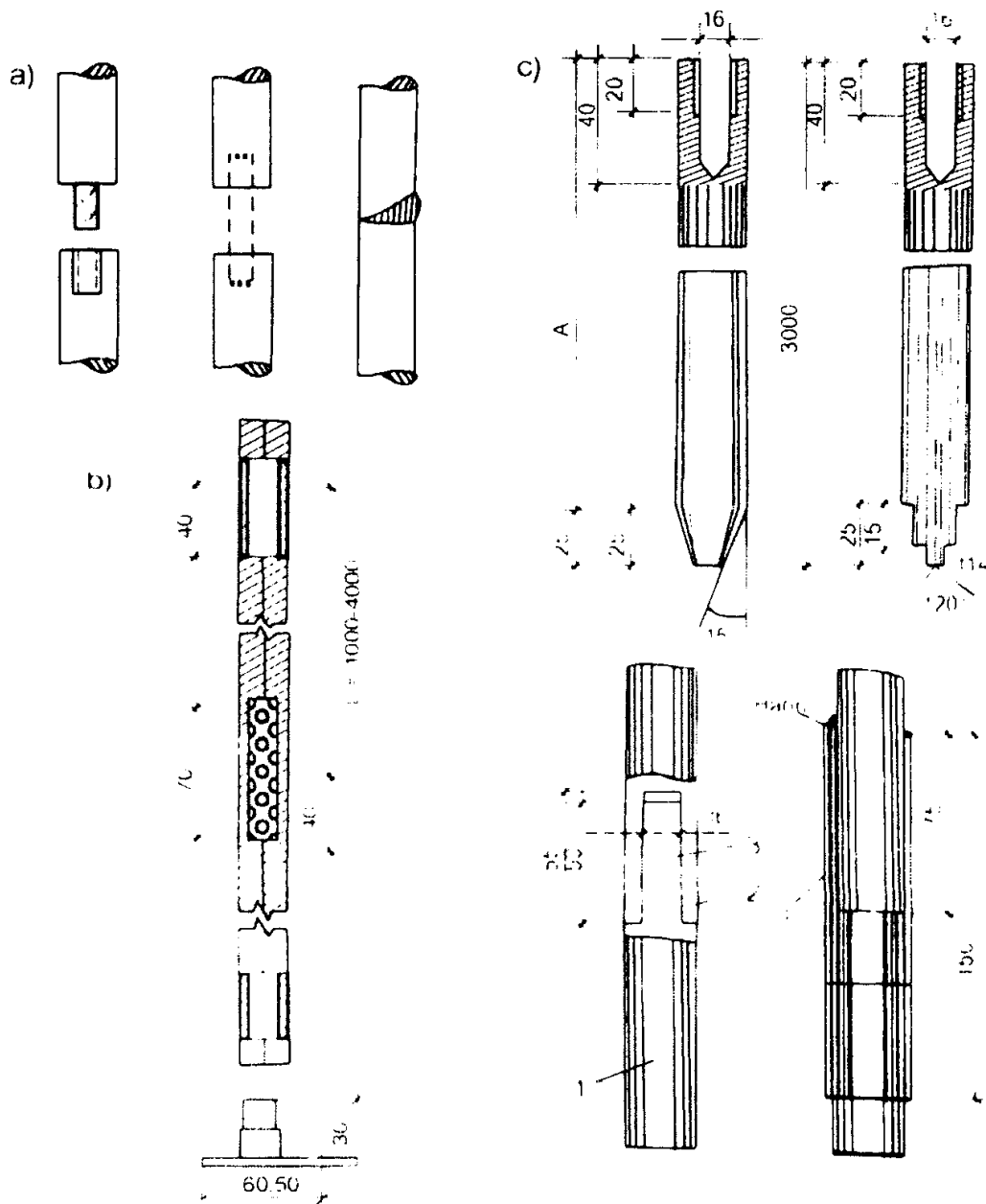
Thanh trụ kích thường làm bằng thép tròn trơn. Đường kính của thanh trụ kích thông thường là $\phi 25 \div \phi 32\text{mm}$ cá biệt có khi đến 50mm.

Chiều dài của thanh trụ kích thường lấy bằng 1; 1/2; 1/3 chiều dài thanh thép, phổ biến là từ 2,5 ÷ 4m, đôi khi người ta cũng dùng loại có chiều dài 1 ÷ 5m. Cần chú ý là những thanh trụ kích đầu tiên phải có chiều dài khác nhau để đảm bảo số mối nối trên một mặt cắt ngang phải $\leq 25\%$ theo quy định. Nói chung người ta hay sử dụng thép có cường độ cao, thép kéo nguội ($\approx 4000 \text{ daN/cm}^2$) để chế tạo thanh trụ kích.

Trước khi sử dụng người ta phải kiểm tra chất lượng các thanh trụ kích xem có bị cong, lệch tâm, rỉ, lõm... không để xử lý. Bởi vì, những khuyết tật này sẽ ảnh hưởng đến sự chịu lực của hệ thống và gây khó khăn trong quá trình thi công.

Lượng sắt thép chi phí cho thanh trụ kích phải do tính toán. Những thống kê cho biết nó chiếm tỷ lệ khoảng từ 10 ÷ 20 kg thép cho 1m^3 bê tông. Liên kết thanh trụ kích có thể bằng hàn, nối kiểu chốt mộng, chốt nêm, nối vện ren. Đầu thanh trụ kích có loại đầu bằng, đầu nhọn, đầu côn, đầu vện ren (hình 3-74).

Độ nghiêng lệch đường kính thanh trụ kích không cho phép lớn hơn 0,5mm. Khi nối bằng ren đường kính ren không nhỏ hơn 16mm và đoạn ren nối không được nhỏ hơn 20mm.



Hình 3-74. Liên kết nối thanh trụ kích

a Các loại mối nối chốt mộng, chốt chêm, hàn, b Sơ đồ nối thanh trụ kích và cách thức liên kết, c. Quy định chi tiết nối của Liên xô: Đoạn đầu tiên, đoạn trung gian, nối vận ren, mối hàn

1. Thanh trụ kích $\phi 25$; 2. Lò có ren trong; 3. Chốt có ren;
4. Đoạn ống bao dùng ống thép dẫn

2. Tính toán thanh trụ kích:

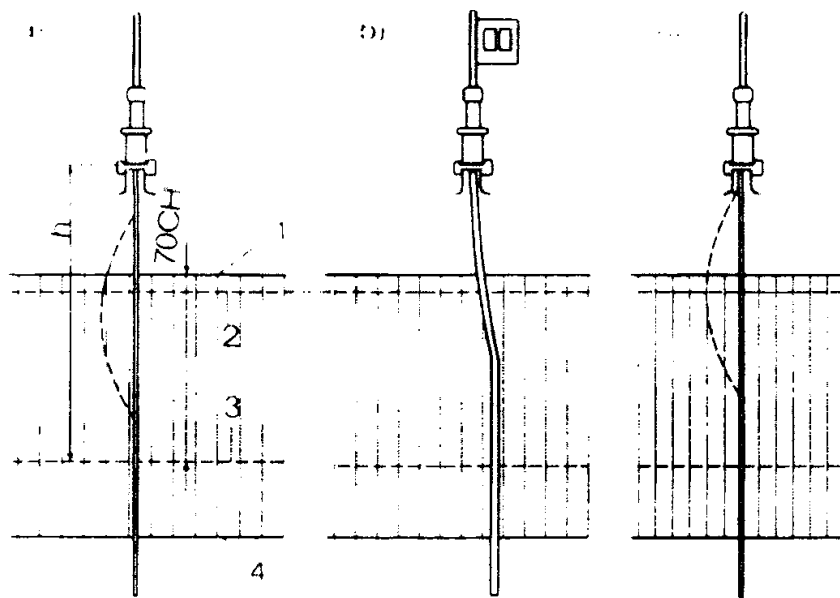
Tính toán thanh trụ kích chịu uốn dọc do lực từ kích truyền xuống thanh trụ kích.

Khả năng chịu lực của thanh trụ kích phụ thuộc vào các yếu tố:

- Đường kính;
- Loại thép;
- Biện pháp kẹp giữ của kích;
- Trạng thái chuyển vị;
- Độ sâu ngàm giữ trong bê tông.
- Độ dài vượt không của thanh trụ kích.

Những chỉ tiêu trên còn dùng để xác định chiều dài tính toán, độ mảnh và hệ số uốn dọc của thanh trụ kích.

Trong thi công có thể xảy ra 3 trường hợp đối với thanh trụ kích (hình 3-75)



Hình 3-75. Trạng thái uốn dọc của thanh trụ kích

a) Xê dịch bên là không có: $l_1 = 0,5h$ (ngàm cả trên và dưới)

b) Xê dịch bên: $l_1 = h$; c) Sơ đồ tính toán thiết kế của thanh trụ

kích: $l_1 = 0,7h$ (trên khớp, dưới ngàm)

1. Mép trên của cốp pha trượt; 2. Mức độ dấy BT;

3. Chiều sâu ngàm giữ trong BT; 4. Mép dưới của cốp pha trượt.

+ Trường hợp 1: Cấu tạo khung kích, cốp pha đảm bảo độ cứng không gian, thanh trụ kích được ngàm chặt vào bê tông và ở vị trí đặt kích không có sự xê dịch coi như thanh trụ kích được ngàm chặt ở cả 2 đầu,

chiều dài tính toán lúc này được tính bằng 1/2 chiều dài vượt không của thanh trụ kích ($l_t = 0,5h$).

+ Trường hợp 2: Đối với những công trình có hình thù đơn giản, kích thước tiết diện lớn (như xi-lôn đơn chẳng hạn) khi trượt có thể xuất hiện xoắn và thanh trụ kích tại vị trí đặt kích có thể bị xô dịch so với tim trụ kích đã ngàm trong bê tông một đoạn là Δl . Khi đó, độ dài tính toán sẽ phải lấy bằng chính chiều dài vượt không của thanh trụ kích ($l_t = h$).

+ Trường hợp 3: Thanh trụ kích không bị xô dịch, có nghĩa là toàn bộ hệ cốt pha trượt không bị xoắn nhưng liên kết giữa kích và thanh trụ kích không tạo thành ngàm mà có thể chuyển động xoay. Lúc đó, chiều dài tính toán của thanh trụ kích sẽ lấy bằng 0,7 lần chiều dài vượt không của thanh trụ kích ($l_t = 0,7h$).

Chiều sâu đổ bê tông giữ thanh trụ kích phụ thuộc vào sự đông kết của bê tông. Vùng bê tông có đủ cường độ là vùng gấn xuống phía dưới trong cốt pha trượt.

Theo công nghệ thi công cốt pha trượt thì khi làm việc ở trạng thái bình thường tức là khi mà từ miệng cốt pha trở xuống chỉ có một phần chưa đổ bê tông bằng chiều cao của một lớp đổ.

b. Tính toán khả năng chịu tải của thanh trụ kích:

- Tính toán theo khả năng chịu lực của vật liệu:

$$P_{\max} = 2(P_{tr} + F_{msút} + P_d) l_t \leq mP_a = m\varphi A_s \sigma_s$$

Trong đó:

$P_{\max}$ - khả năng chịu tải tối đa của thanh trụ kích (daN);

P_a - khả năng chịu lực cho phép của thanh trụ kích (daN);

φ - hệ số uốn dọc của thanh trụ kích;

A_s - tiết diện ngang của thanh trụ kích;

σ_s - ứng suất cho phép của loại thép chế tạo thanh trụ kích;

P_{tr} - phản lực trên của khung kích;

P_d - phản lực dưới của khung kích;

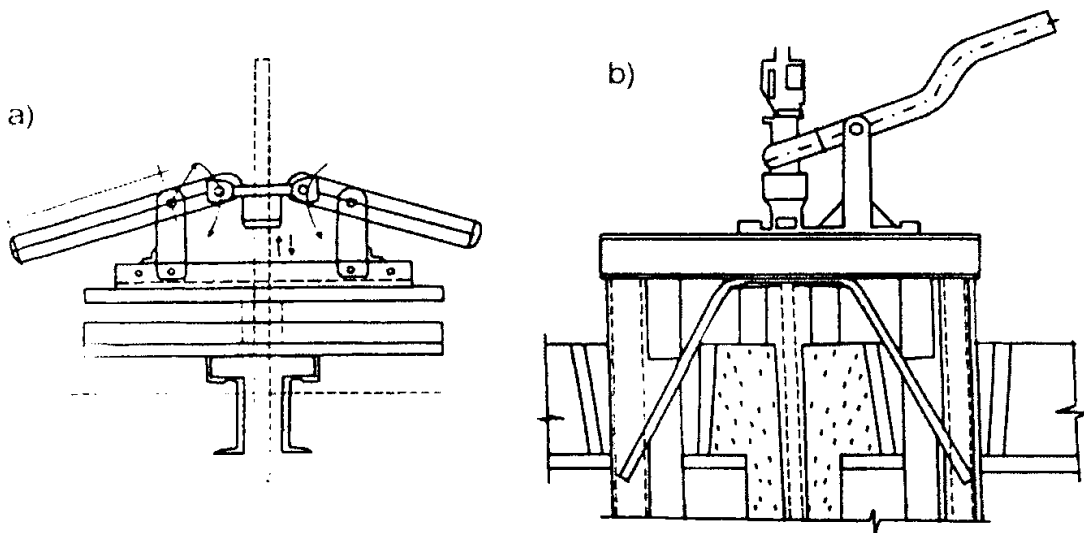
F_{ms} - lực ma sát giữa bê tông và cốt pha trượt;

l_1 - khoảng cách giữa các thanh trụ kích có thể được xác định từ tính toán;

m - hệ số an toàn ($m = 0,5 \div 0,75$) tính toán có kể đến các trường hợp đặc biệt nguy hiểm;

- Đối với các kết cấu mặt bằng có dạng hình vuông hay chữ nhật thì $l_1 \leq 1,40m$;

- Đối với các kết cấu mặt bằng có dạng hình tròn thì $l_1 \leq 2,00m$



Hình 3-76. Thiết bị thu hồi thanh trụ kích.

a) Rút bằng dụng cụ thủ công; b) Sử dụng thiết bị PFI-60

Người ta cũng có thể chọn trước tiết diện của thanh trụ kích sau đó dựa vào công thức tính toán khả năng chịu tải để tìm ra khoảng cách tối đa của các thanh trụ kích:

$$l_1 \leq \frac{m\varphi\sigma_s A_s}{2(P_{tr} + F_{ms} + P_d)}$$

Tính toán liên hệ số cuộn dọc φ của thanh trụ kích:

Để có được φ ta cần biết độ mảnh $\lambda \rightarrow \varphi = f(\lambda)$

$$\lambda = \frac{l_1}{i}$$

Trong đó:

l_r - độ dài tính toán của thanh trụ kích tùy theo điều kiện cấu tạo và làm việc là có thể lấy bằng 0,5; 0,7 hoặc 1,0 chiều dài vượt không của thanh trụ kích;

i - bán kính quán tính của thanh trụ kích vì là sắt tròn nên $i = D/4$;

D - đường kính của thanh trụ kích.

c. Tính toán số lượng tối thiểu của thanh trụ kích:

$$n_{\min} = \frac{L}{l_r}$$

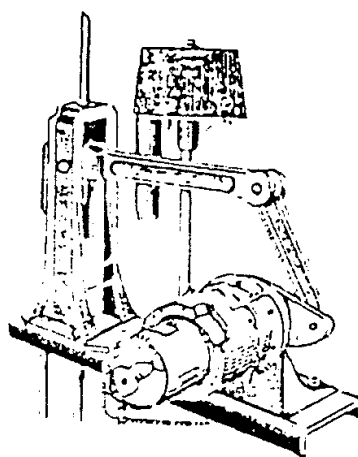
Trong đó

L - chu vi công trình hoặc chiều dài tổng cộng các tuyến đặt kích;

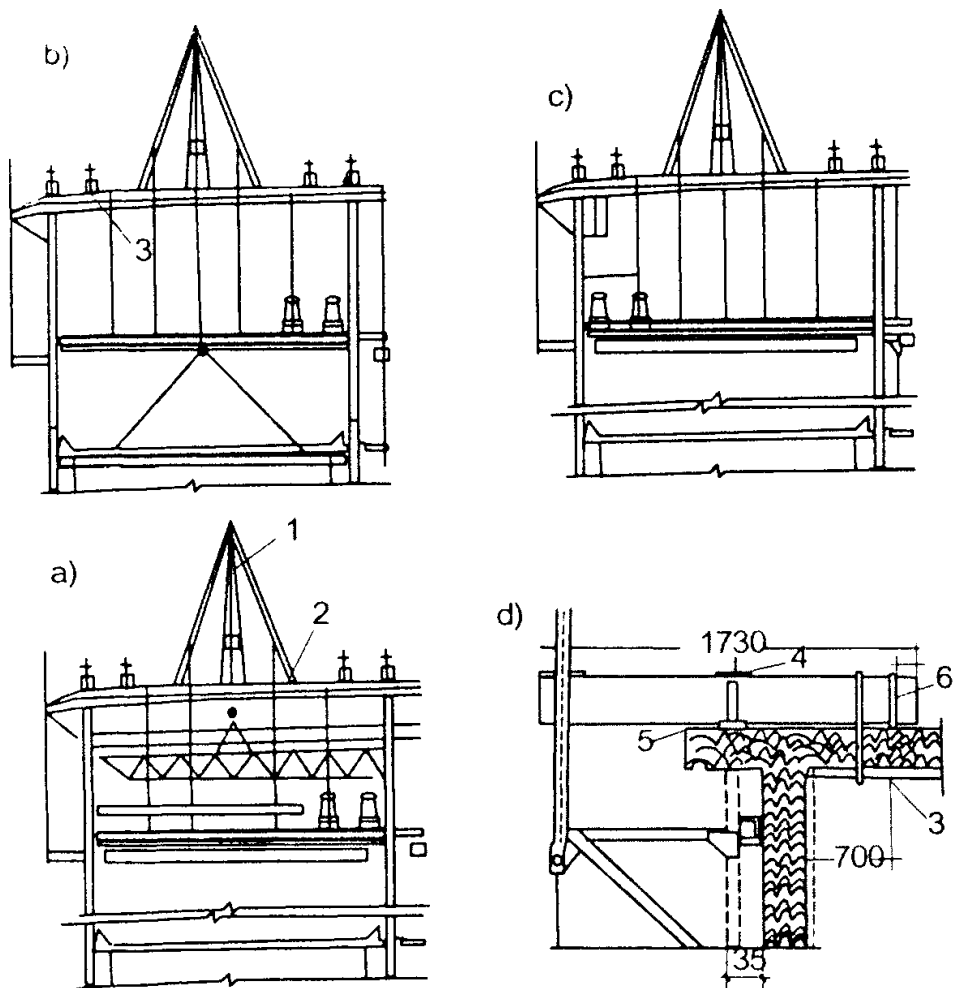
l_r - khoảng cách tối đa của thanh trụ kích.

Thiết bị thu hồi thanh trụ kích

Thiết bị	Kích thước	Sức nâng (kg)	Chiều cao nâng (1 chu trình)	Năng suất (m/phút)	Áp lực trạm bơm (daN)
PΠ - 60	1150×140×850	400	20	1,2	
HΠ - 61	390×270×190	400	10	2,8	45



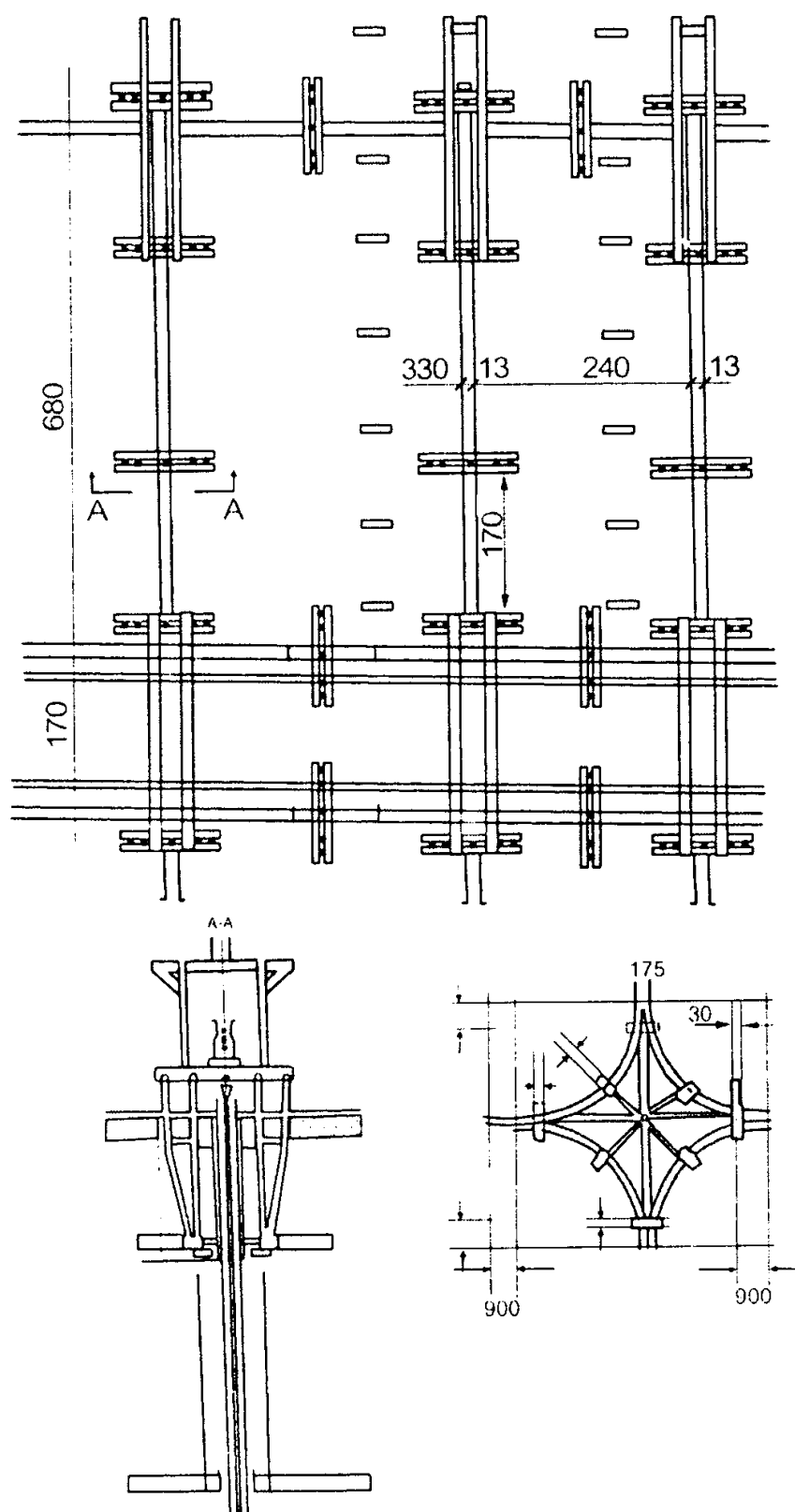
Hình 3-77. Kích điện cơ ĐABLDDÊI (Mỹ)



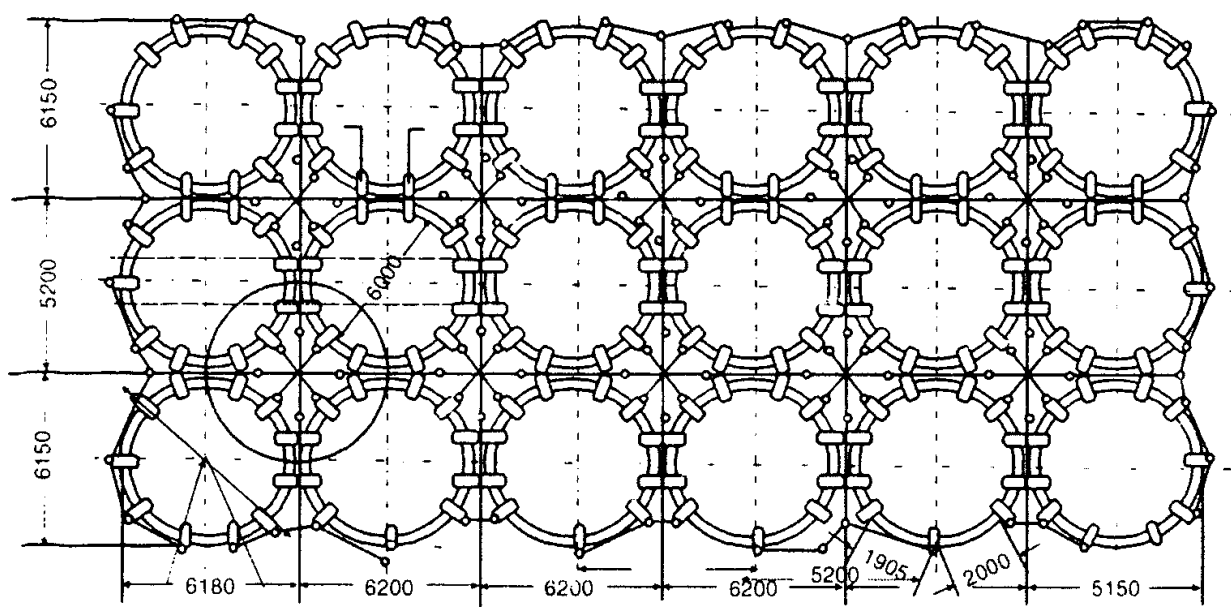
Hình 3-78. Quá trình tháo cốp pha trượt cho cụm xi-lô tròn $\phi 6m$.

- a. Tháo dỡ giàn đỡ sàn và hạ xuống sàn treo; b. Tháo dỡ cốp pha trong;
c. Tháo dỡ cốp pha sàn treo trong và hạ xuống sàn xi-lô ở phía dưới;
d. Cố định lại khung giá treo ngoài vào kết cấu xi-lô.

1. Giá chữ A; 2. Khung đệm kê giá bằng gỗ; 3. Móc neo giữ;
4. Nêm; 5. Đệm; 6. Thanh gỗ 180×50mm



Hình 3-79. Bố trí khung kích cho thi công khách sạn MALAMI



*Hình 3-80. Bố trí khung kích thi công xi-lô $\phi 6m$ ở Liên xô
và mạng điều khiển thủy lực.*

Chương V

PHƯƠNG PHÁP THI CÔNG KẾT CẤU BÊ TÔNG CỐT THÉP ỨNG SUẤT TRƯỚC

Nhược điểm cơ bản của bê tông cốt thép thường là có trọng lượng bản thân lớn và khi chịu lực xuất hiện sớm các vết nứt ngay cả khi ứng suất còn khá nhỏ.

Sự ra đời của kết cấu bê tông ứng lực trước đã khắc phục được nhược điểm này của bê tông cốt thép thông thường.

Như chúng ta đã biết khi sợi dây thép bị kéo căng bởi một lực nào đó thì nó dẫn dài ra song, nếu sợi dây thép có cường độ càng cao thì độ dẫn dài của nó càng lớn trước khi bị đứt.

Trong bê tông cốt thép thì bê tông và thép bám vào nhau rất chặt, khi chịu lực thì độ dẫn dài của chúng phải bằng nhau. Vì thế đã từ lâu người ta phải sản xuất ra loại thép cường độ thấp dùng làm cốt thép cho bê tông, bởi vì nếu dùng loại thép cường độ cao thì đắt hơn mà trong thực tế chẳng có lợi gì hơn vì không tận dụng hết cường độ của nó.

I. VÀI NÉT VỀ LỊCH SỬ VÀ SỰ PHÁT TRIỂN CỦA BÊ TÔNG CỐT THÉP ỨNG SUẤT TRƯỚC Ở VIỆT NAM VÀ TRÊN THẾ GIỚI

Lịch sử của bê tông cốt thép ứng suất trước hãy còn rất trẻ, nếu như việc tìm ra xi măng cách đây khoảng 200 năm, việc sáng chế ra bê tông đã được gần 150 năm (do Monie sáng chế ra năm 1867) thì việc sử dụng kết cấu bê tông cốt thép ứng suất trước mới chỉ khoảng 40 năm trở lại đây.

Thực ra, những năm đầu của thế kỷ XX người ta đã biết nguyên lý về bê tông ứng suất trước và đã thử nghiệm nhưng không thành công. Lúc

đó người ta tạo ứng suất trước trên kết cấu bê tông bằng các loại thép thường và thấy rằng sau một thời gian thì hầu như toàn bộ ứng suất trước tạo ra trước đây đều biến mất và kết cấu bị phá hoại.

Thời đó, khoa học xây dựng chưa giải thích được những nguyên nhân gây mất ứng suất trong quá trình làm việc của thép và bê tông: thép bị giãn dài ra còn bê tông thì co ngắn lại.

Công trình đầu tiên là thanh cảng bằng bê tông cốt thép ứng suất trước cho nhà mái vòm ở Polyvestre (1924) và cho cầu vòm ở Plougastel (1928). Năm 1933 và 1935 người ta làm cột và các ống bằng bê tông cốt thép ứng suất trước; Năm 1941 làm một số cầu ở Luzaney; Năm 1946 làm đường băng của sân bay Orly ở Paris.

Có thể nói Eugene Freyssinet (1879-1962) là cha đẻ ra công nghệ bê tông ứng suất trước. Khoảng từ những năm 1925 Freyssinet đã nghiên cứu vấn đề này. Freyssinet là người đầu tiên giải thích sự mất mát ứng suất và người đầu tiên đã sử dụng thép có cường độ cao trong bê tông cốt thép ứng suất trước.

Thép cường độ cao không phải là để triệt tiêu sự mất mát ứng suất mà là để sau khi mất ứng suất thì lực còn lại vẫn đủ lớn tạo lực nén cần thiết vĩnh viễn trong bê tông.

Sau Freyssinet chúng ta có thể kể đến Yves Guyon, Pierre Lebellet là những nhà nghiên cứu thực nghiệm và lý thuyết cũng có nhiều đóng góp trong lĩnh vực này.

Nước Pháp là quốc gia đầu tiên sau đó là Bỉ, Anh, Đức, Thụy Sĩ, Hà Lan cũng đã ứng dụng và phát triển rộng rãi công nghệ này.

Tại Liên Xô, nếu năm 1970 tỷ lệ kết cấu bê tông ứng lực trước chiếm 23% tổng cấu kiện bê tông cốt thép nói chung thì đến năm 1990 con số này đã tăng lên đến 30%.

Tại Mỹ công nghệ chế tạo bê tông ứng lực trước chậm hơn châu Âu, đầu tiên là xây dựng các bể chứa, nhưng sau đó thì phát triển rất nhanh: chỉ sau 2 năm đã có 34 cơ sở chế tạo cấu kiện bê tông ứng lực trước với trên 500 công trình kiểu này được xây dựng.

Trong thập kỷ 70 khối lượng bê tông cốt thép ứng lực trước trên thế giới đạt khoảng trên 30 triệu mét khối.

Ở Việt Nam : kết cấu bê tông ứng suất trước đầu tiên được xây dựng ở nước ta là vào năm 1962 đó là công trình cầu Phủ Lỗ. Sau đó, nó còn được dùng cho một số công trình khác nữa và cũng có công trình đã bị sập. Sự cố xảy ra không phải do lỗi của loại kết cấu này mà do ta chưa nắm được đầy đủ những yêu cầu hết sức nghiêm ngặt trong thi công cũng như ảnh hưởng của môi trường đến bê tông cốt thép ứng suất trước .

Thực ra từ khi xây dựng Nhà máy Bê tông Chèm cách đây gần 40 năm thì trong thiết kế đã có sàn căng ứng lực trước. Nhưng trên thực tế thì phần công nghệ này không triển khai ở bất cứ nhà máy bê tông nào. Chèm, Xuân Mai, Đạo Tú, Thái Nguyên, Hải Phòng.

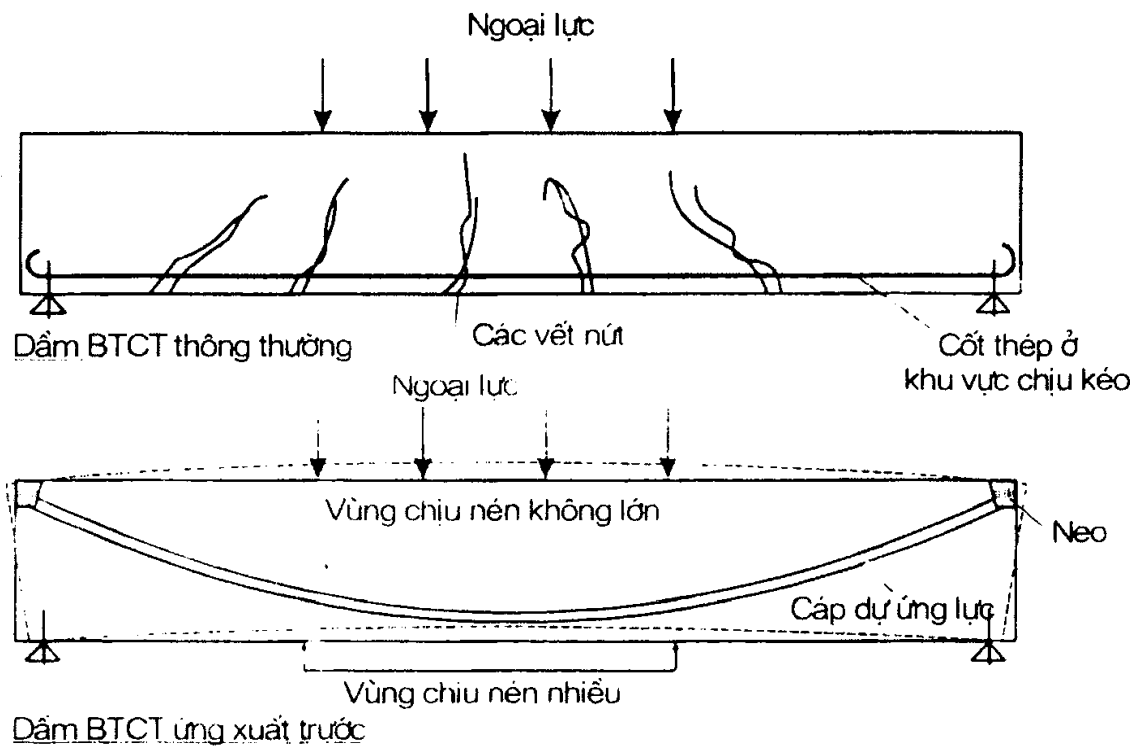
Có thể bởi lý do không có thiết bị căng gọn nhẹ hiệu dụng, nhưng cũng có thể do cơ chế kinh tế đã hạn chế việc áp dụng công nghệ mới, vì thế nên công nghệ ứng lực trước chưa đi vào đời sống sản xuất xây dựng ở nước ta.

Ở Trường Đại học Xây dựng Hà Nội cuối những năm 80 Phòng thí nghiệm công trình đã nghiên cứu và đưa vào sản xuất ở quy mô nhỏ các kết cấu bê tông ứng lực trước sử dụng trong lắp ghép thủ công (khẩu độ dầm 3m trọng lượng 40-50kg).

II. NGUYÊN LÝ CỦA BÊ TÔNG ỨNG SUẤT TRƯỚC

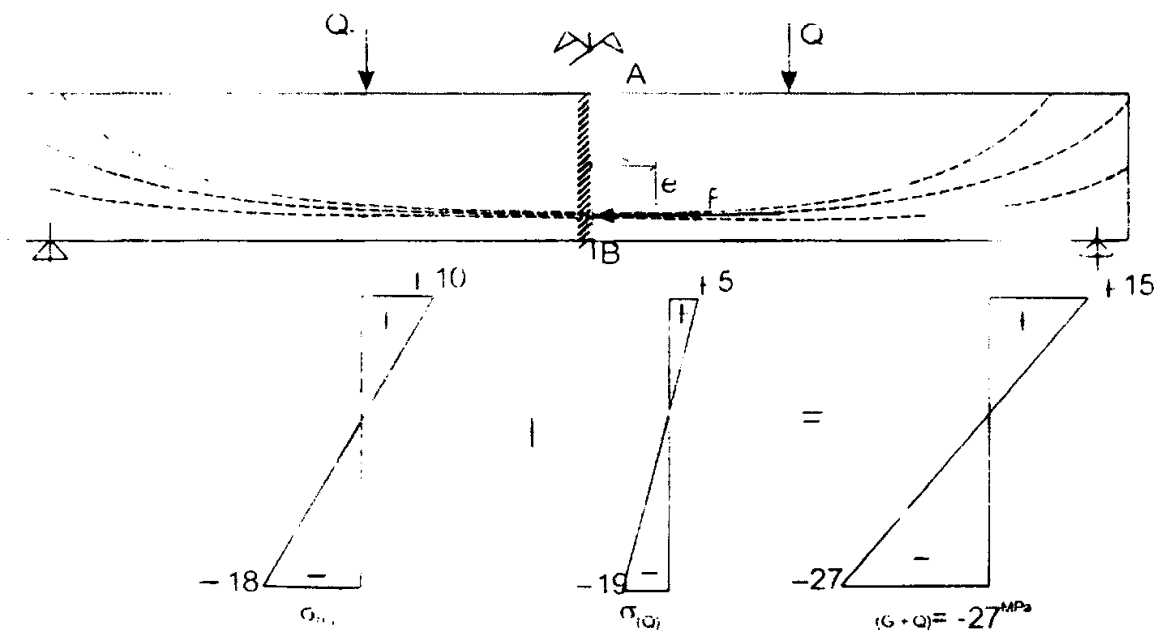
Nguyên lý của bê tông ứng suất trước là: trước khi cho kết cấu bê tông cốt thép chịu lực người ta làm cho bê tông chịu nén trước, đến khi kết cấu chịu tác dụng của ngoại lực thì bê tông trước tiên sẽ để mất ứng suất nén được tạo ra trước đây rồi sau đó mới bắt đầu chịu lực kéo.

Như chúng ta đã biết bê tông là một loại vật liệu chịu nén rất tốt nhưng lại chịu kéo rất kém. Nó sẽ bị nứt nếu lực chịu kéo nhỏ hơn lực chịu nén tới 5 lần. Vì vậy trong 1 dầm bê tông cốt thép người ta đặt thép ở vùng chịu kéo và trong vùng đó không tính sự làm việc của bê tông và trong tính toán người ta coi dầm bê tông cốt thép như 1 loại vật liệu không đồng nhất (hình 3-81).



Hình 3-81 So sánh dầm BTCT thường và dầm BTCT ứng suất trước

Hãy khảo sát 1 dầm đơn gian đặt trên 2 gối tựa có tiết diện ở giữa là AB.



Nếu dầm bị uốn dưới tác dụng của trọng lượng bản thân và hoạt tải thì sẽ xuất hiện ứng suất nén ở phần A và ứng suất kéo ở phần dưới B của tiết diện. Giả thử:

Do trọng lượng bản thân: $\sigma'_{G(A)} = +10\text{MPa}$

$$\sigma'_{G(B)} = -18\text{MPa}$$

Do hoạt tải:

$$\sigma'_{A(A)} = +5\text{MPa}$$

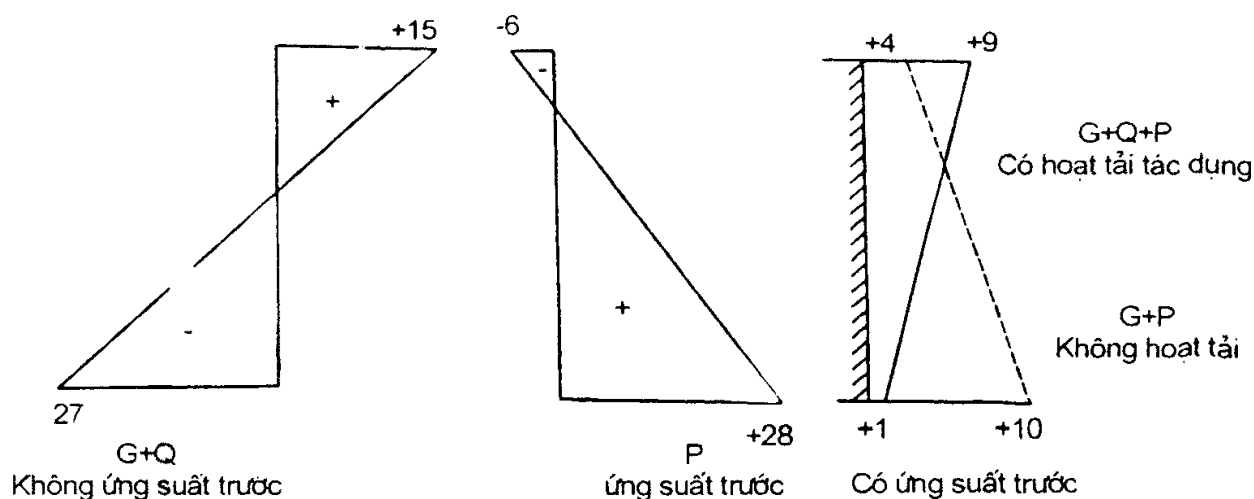
$$\sigma'_{A(B)} = -9\text{MPa}$$

Nếu không có ứng suất trước thì ứng suất chịu kéo ở phần dưới của tiết diện dầm là -27MPa (270kg/cm^2) với ứng suất này thì sau một thời gian dầm sẽ bị phá hoại.

Nếu chúng ta ép vào khối bê tông một lực tính toán, cách trọng tâm tiết diện một khoảng cách e nào đó sao cho lực nén tác dụng lên phần dưới B của tiết diện lớn hơn 27MPa một chút, thí dụ là 28MPa chẳng hạn.

Lúc này ở tiết diện AB của dầm ta sẽ có trạng thái ứng suất theo bảng dưới đây:

Ứng suất tính theo MPa	Ứng suất từng bộ phận			Ứng suất tổng cộng	
	Do trọng lượng bản thân G	Do hoạt tải Q	Do ứng suất trước P	Khi không có hoạt tải (G+P)	Khi có hoạt tải (G+P+Q)
Phần trên σ	+10	+5	-6	+4	+9
Phần dưới σ	-18	-9	+28	+10	+1



Quan sát trên bảng và biểu đồ ứng suất ta thấy rằng trong trường hợp khi có ứng suất trước tiết diện bê tông hoàn toàn chịu nén do vậy có

thể tận dụng triệt để ưu điểm của bê tông. Mặt khác khi kết cấu không chịu tải thì ứng suất lại lớn hơn khi chịu tải. Do đó trong tính toán các kết cấu bê tông cốt thép ứng suất trước phải nghiên cứu không chỉ trường hợp chịu tải mà cả trường hợp không chịu tải.

II. CÁC PHƯƠNG PHÁP TẠO ỨNG SUẤT TRƯỚC

Trong kết cấu bê tông cốt thép ứng suất trước thì bê tông là vật liệu chịu ứng suất trước còn thép cường độ cao là vật liệu tạo ra ứng suất trước.

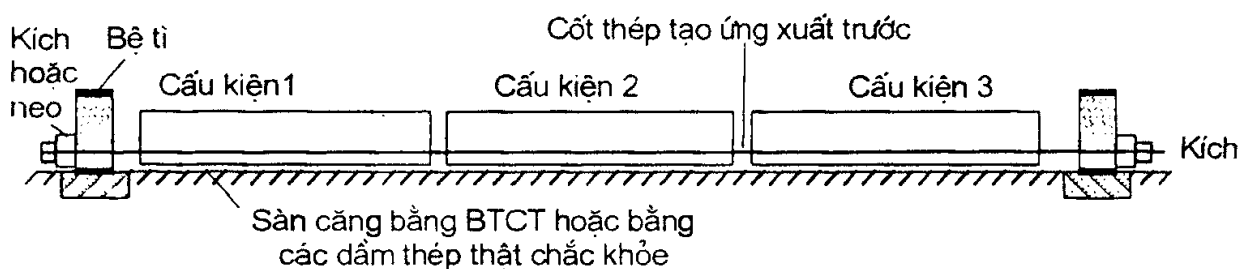
Việc kéo cốt thép để tạo ra ứng suất trước có thể tiến hành trước hoặc sau khi đổ bê tông. Vì vậy, việc chế tạo các kết cấu bê tông cốt thép ứng suất trước cũng có 2 phương pháp chủ yếu:

- Phương pháp kéo căng trước;
- Phương pháp kéo căng sau.

1. Phương pháp kéo căng trước:

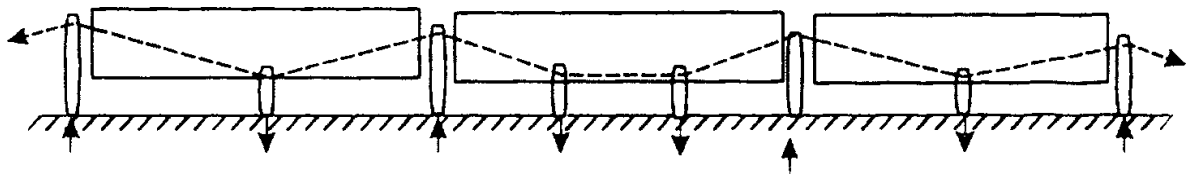
Theo phương pháp này, người ta kéo căng cốt thép trước rồi sau đó mới đổ bê tông. Phương pháp này thông thường dùng trong các nhà máy bê tông để sản xuất hàng loạt cấu kiện giống nhau hoặc cũng có khi người ta tổ chức sản xuất hàng loạt ở các sàn căng đặc biệt tại công trình xây dựng. Cốt thép dự ứng lực có thể được kéo bằng kích từ cả 2 đầu hoặc cũng có thể neo một đầu và kéo một đầu. Thép ứng suất trước có thể là thanh thẳng hoặc gấp khúc tùy theo thiết bị tạo ứng suất. Nó có thể là loại thép tròn trơn cũng có thể là các thanh thép bện hoặc cáp.

Sau khi đổ bê tông một thời gian, cường độ bê tông đã khá cao thì mới thả kích kéo cốt thép ra. Khi đó, cốt thép bị kéo này sẽ co lại và tạo lực nén trong bê tông. Phương pháp tạo ứng suất trước này dựa vào lực dính bám giữa bê tông và cốt thép.

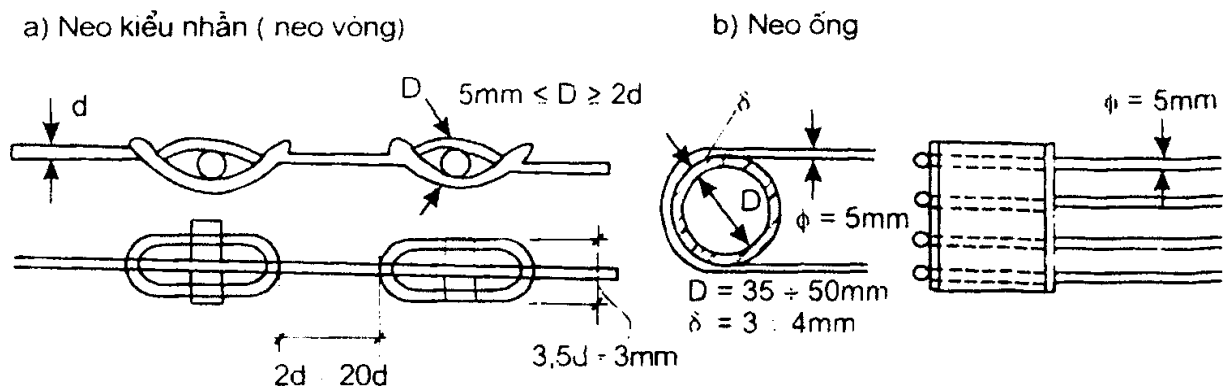


Hình 3-82. Sàn căng thẳng liên tục dài từ 50-200m

Có thể sản xuất một dải nhiều cấu kiện đồng thời trên sàn căng. Đối với thép tròn trơn có thể độ dính giữa cốt thép và bê tông chưa đủ chắc thì người ta có thể bổ sung thêm các neo ở đầu cấu kiện (hình 3-82, 3-83, 3-84).



Hình 3-83. Thiết bị căng thép gấp khúc bằng nhiều đoạn

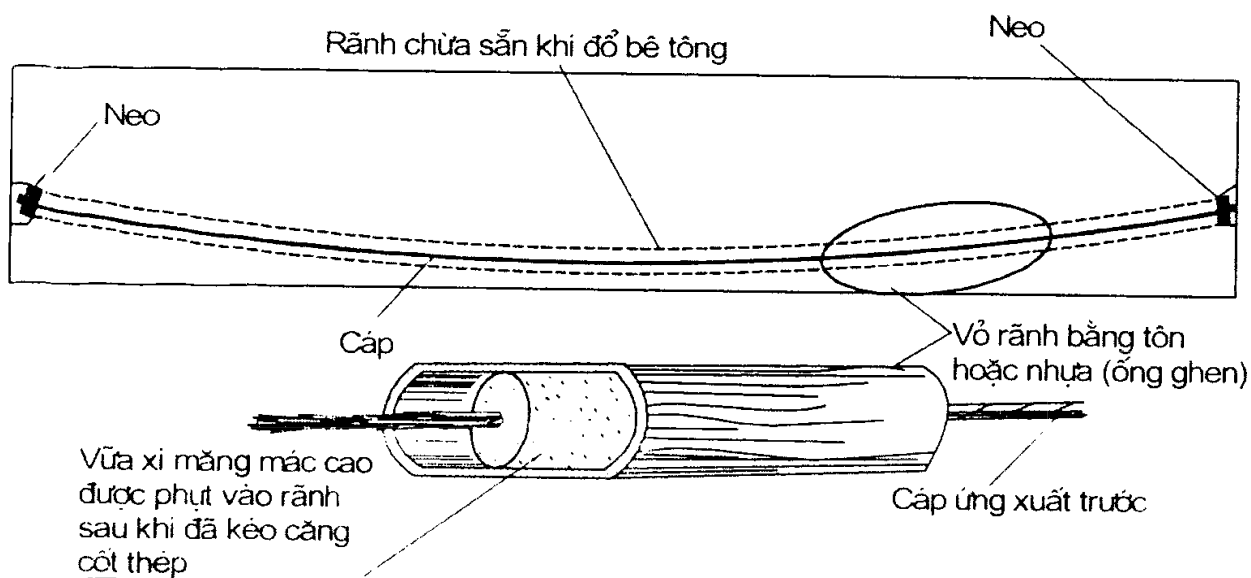


Hình 3-84. Các loại neo trong BTCT ứng suất trước

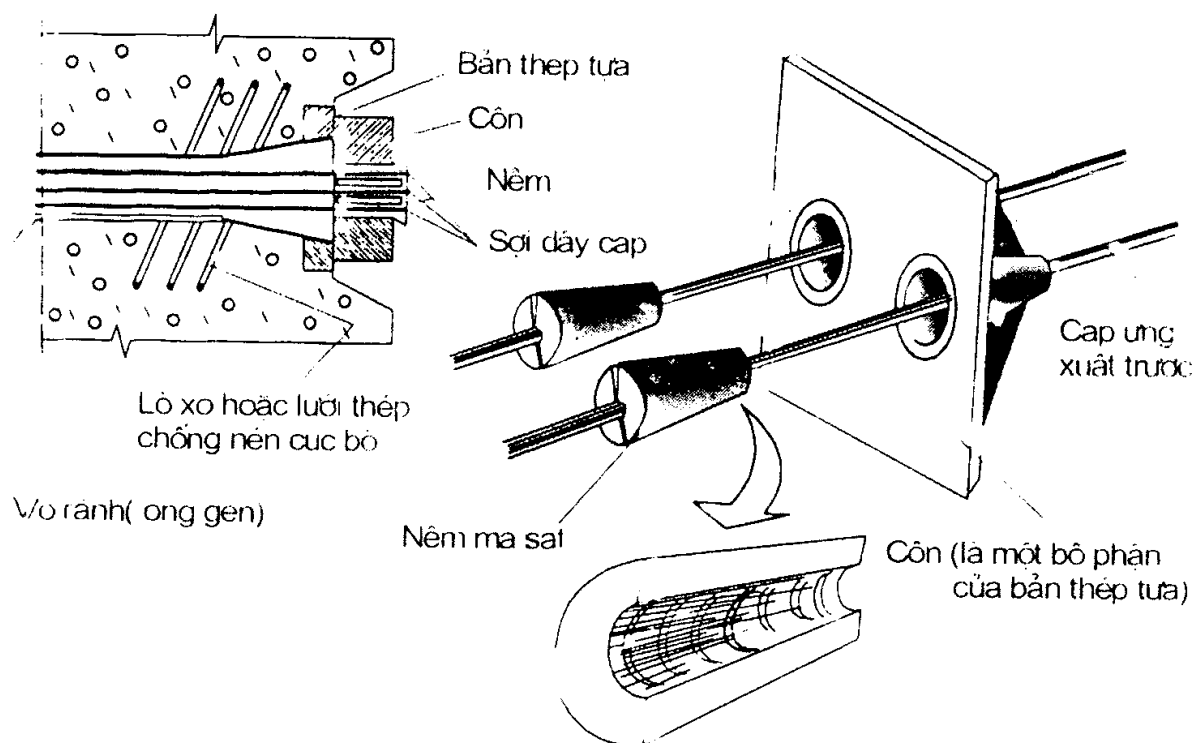
2. Phương pháp kéo căng sau

Đổ bê tông cho những cấu kiện ứng suất trước theo phương pháp này thì phải để sẵn những lỗ để luồn cốt thép tạo ứng suất trước. Các kích cỡ tỷ vào 2 đầu cấu kiện bê tông để kéo căng cốt thép. Sau đó dùng máy phụt vữa xi măng mác cao để lấp các khe hở trong lỗ có cốt thép. Hai đầu cốt thép được neo chặt bằng nệm vào bê tông và chúng trở thành các gối tựa truyền lực nén vào bê tông (hình 3-85; 3-86).

Phương pháp này chỉ được tiến hành khi bê tông đúc đã thật sự rắn chắc. Phương pháp kéo căng sau được ứng dụng rộng rãi trong việc thi công các cầu có khẩu độ lớn, các kết cấu đặc biệt như vỏ của nhà máy điện nguyên tử, các loại kho và bể chứa. Đây là phương pháp thi công cơ động, không đòi hỏi sân bãi và thiết bị công kênh nên được ứng dụng rất rộng rãi trong thực tế sản xuất. Người ta còn áp dụng phương pháp này để tạo ứng suất trước cho những sợi cáp bọc hần phía ngoài kết cấu bê tông.



Hình 3-85. Cấu tạo ống ghen và neo



Hình 3-86. Các chi tiết của bộ phận neo

3. Các phương pháp khác tạo ứng suất trước

Ngoài hai phương pháp căng trước và căng sau trong bê tông cốt thép ứng suất trước còn có các phương pháp khác ít được sử dụng hơn sau đây.

a) Sử dụng bê tông tự tạo ra ứng suất trước bằng cách dùng xi măng nở

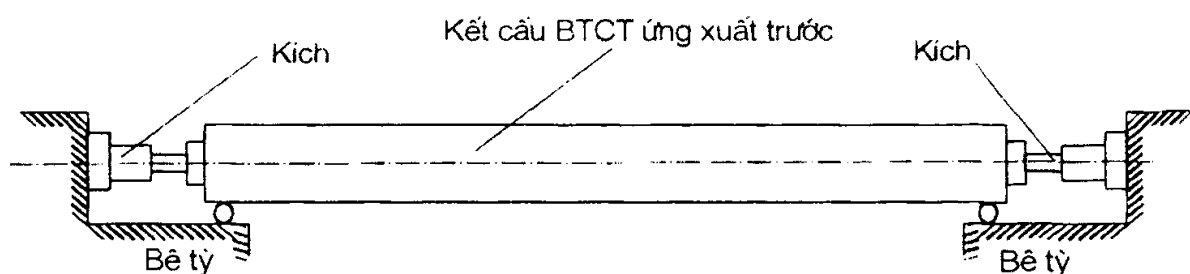
Theo phương pháp này khi cho nước tác dụng thì xi măng sẽ tăng thể tích, các cốt thép trong bê tông sẽ ngăn cản sự giãn nở này của xi măng, kết quả là trong bê tông có 1 lực nén khoảng $60-70\text{kg/cm}^2$.

Người ta có thể sử dụng loại xi măng đặc biệt cho sự trương nở này. Song, thực tế cũng có thể biến xi măng Pooc-lăng thông thường thành loại xi măng đặc biệt này bằng cách trộn thêm phụ gia aluminat và thạch cao. Loại xi măng trương nở tự tạo ứng suất trước này dùng để chế tạo các kết cấu như bể chứa, cầu tàu, cọc, dầm, panen mái che cho nhà công nghiệp. Phương pháp này đôi khi còn được gọi là dùng phương pháp hoá học để tạo ứng suất trước.

b) Dùng kích ép ngoài để tạo ứng suất trước

Khác với 2 phương pháp căng trước và căng sau, kích đặt ở 2 đầu kết cấu không dùng để kéo căng cốt thép ra mà lại dùng để ép chặt cấu kiện bê tông lại, cáp hoặc cốt thép được neo vào các gối tựa.

Sau khi bỏ kích ra bê tông không bị nén nữa và trở về trạng thái bình thường thì sẽ tạo nên ứng suất trước (hình 3-87).

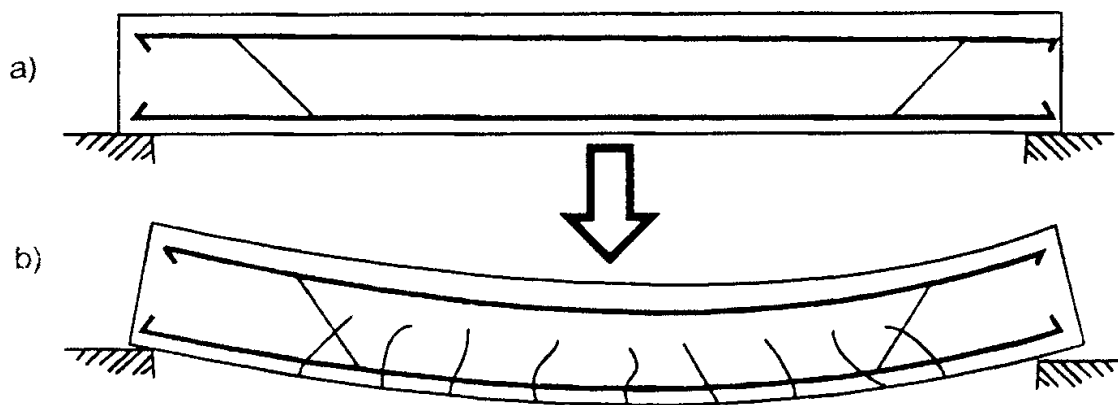


Hình 3-87. Tạo ứng suất trước bên ngoài

Công nghệ này được sử dụng để đổ các nhịp cầu đặc biệt là vòm có khẩu độ lớn.

4. So sánh sự làm việc của kết cấu bê tông cốt thép thông thường và bê tông cốt thép dự ứng lực

Sự làm việc khác nhau giữa kết cấu bê tông cốt thép thông thường và bê tông cốt thép dự ứng lực thể hiện ở hình 3-28 và 3-29.



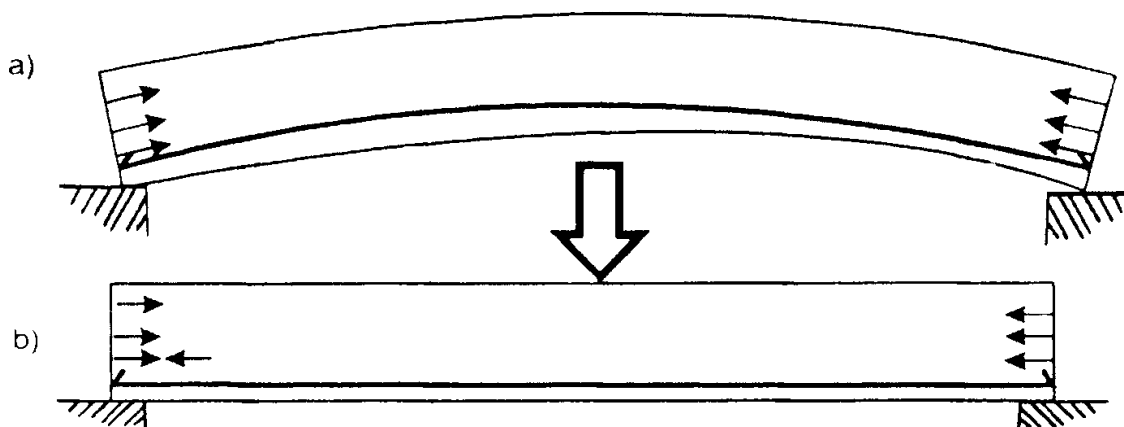
Hình 3-88. Trường hợp BTCT thông thường

a. Khi không chịu tải;

b. Khi chịu tải xuất hiện các vết nứt dưới dầm, dầm bị võng.

5. Phân loại công trình BTCT ứng suất trước

Sự xuất hiện vết nứt trong kết cấu bê tông cốt thép ứng suất trước là rất nguy hiểm, bởi vì nó có thể gây ra sự sụp đổ và phá hoại đột ngột do cáp bị rỉ hoặc bị mối trong quá trình xuất hiện và mở rộng vết nứt.



Hình 3-89. Trường hợp BTCT ứng suất trước

a. Khi không chịu tải, chỉ có trọng lượng bản thân của dầm;

b. Khi chịu tải, dầm thẳng lại, không thấy xuất hiện các vết nứt.

Do đó sự phân loại các công trình hoặc kết cấu bê tông cốt thép dự ứng lực chủ yếu dựa trên các yêu cầu về xuất hiện vết nứt ở bê tông. Có 3 loại như sau:

a. Loại I

Đó là các kết cấu hoàn toàn bị nén, bê tông trong công trình này luôn luôn bị nén kể cả khi chất tải.

b. Loại II

Loại công trình này bê tông có thể chịu kéo nhưng rất hạn chế sao cho kết cấu không có khả năng xuất hiện vết nứt hoặc nếu có thì cũng rất nhỏ dưới điều kiện cho phép.

c. Loại III

Đó là các công trình có thể cho phép xuất hiện vết nứt như trong các kết cấu bê tông cốt thép thông thường. Đối với loại công trình này lực tác dụng vào công trình không những chỉ cân bằng với lực gây ứng suất trước mà còn với cả lực kéo của cốt thép thường trong bê tông.

Để đảm bảo các yêu cầu rất cao về chống xuất hiện vết nứt trong kết cấu BTCT ứng suất trước thì cần phải tuân thủ rất nghiêm ngặt về vật liệu sử dụng và các quy định về tiết diện hoặc cấu tạo đối với các kết cấu này.

IV. VẬT LIÊU DÙNG TRONG KẾT CẤU BTCT ỨNG SUẤT TRƯỚC

Bê tông cốt thép ứng suất trước đòi hỏi phải sử dụng vật liệu có chất lượng cao và thi công theo công nghệ tiên tiến.

1. Bê tông

Thành phần của bê tông gồm có: xi măng Portland, nước, cốt liệu và phụ gia (nếu cần thiết). Chất lượng của bê tông phải đặc biệt tốt. Vữa xi măng để phủ vào ống gen trong phương pháp căng sau thường có thêm phụ gia trương nở để dễ dàng lấp kín mọi kẽ hở trong ống gen.

Cấp phối của vữa bê tông.

Cường độ chịu nén σ_j

Tuổi bê tông (ngày) j		3	7	28	90	365
$\frac{\sigma_j}{\sigma_{28}}$	P325	0,40	0,65	1,00	1,20	1,35
	P400	0,55	0,75	1,00	1,15	1,20

Cường độ chịu kéo: $\sigma'_j = 0,06 \sigma_j + 6$ (bars)

- Cấp phối của vữa bê tông dùng trong BTCT ứng suất trước bao gồm:

+ Xi măng Portland: 350-450kg/m³;

+ Nước Tỷ lệ nước/xi măng từ 0,3-0,45;

- + Cát: 500kg;
- + Sỏi hoặc đá dăm: 1300kg.
- Cường độ cần thiết đạt được theo BAEL

Ứng suất cho phép chịu nén của bê tông

Quy phạm	$\frac{\bar{\sigma}}{\sigma_j}$	Trạng thái chịu lực $\frac{\bar{\sigma}}{\sigma_{28}}$	Trạng thái phá hoại $\frac{\bar{\sigma}}{\sigma_{28}}$
Cầu đường	0,55	0,42	0,70
* Tổ chức kỹ thuật về ứng suất trước (ASP)	0,6	0,42	$\frac{1,0}{1,5} = 0,67$

* ASP - Association Scientifique de la Précontrainte

2. Thép trong bê tông cốt thép ứng suất trước

Thép dùng trong ứng suất trước là loại thép cứng, tức là thép có cường độ chịu lực rất cao. Thép có nhiều hợp chất các-bon ở tỉ lệ cao, không uốn dẻo được, cường độ của thép thông thường là $12.000 \div 17.000 \text{ kg/cm}^2$ hoặc hơn nữa.

Thường cường độ chịu ứng suất trước ban đầu của thép này rất sát với cường độ phá hoại của chúng, nhưng việc này không gây nguy hiểm vì ứng suất trong thép sẽ bị giảm dần theo thời gian.

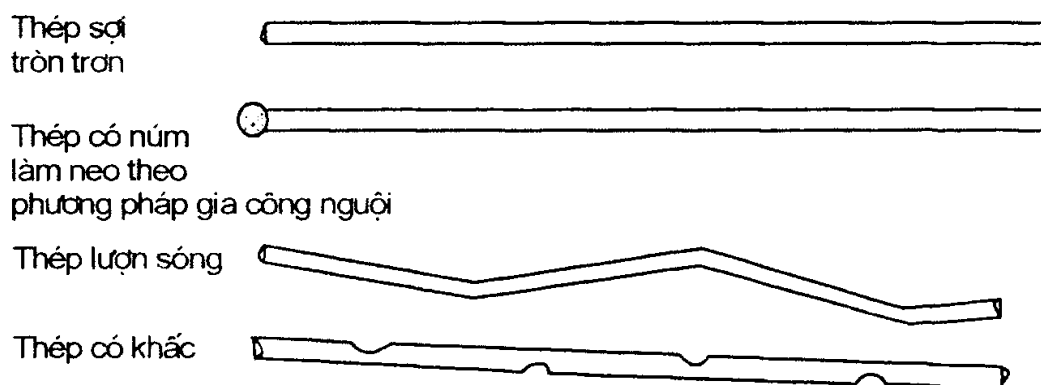
Các loại thép thông dụng được dùng trong bê tông cốt thép thường có :

a. Thép sợi

Loại thép này rất phổ biến là loại thép sợi tròn trơn có đường kính 5,7 hoặc 8mm (hình 3-90).

b. Thép thanh

Thép cây (đường kính $> \phi 12\text{mm}$) thường là thanh có chiều dài khoảng 12m. Trong phương pháp căng sau, người ta cũng dùng các thanh thép tròn có tạo các nùm làm neo theo phương pháp gia công nguội, cốt thép lượn sóng hoặc có gờ.



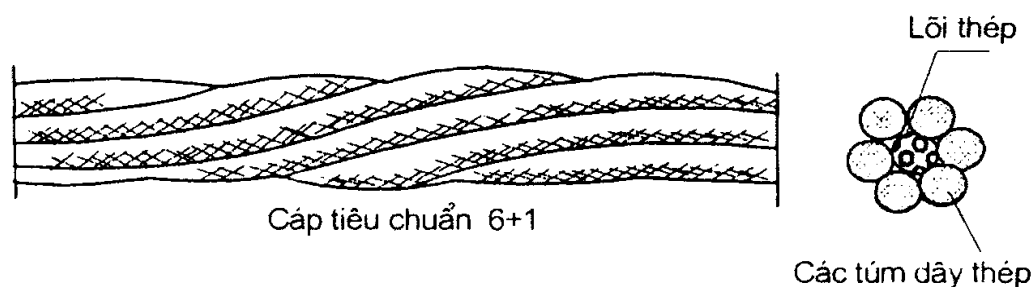
Hình 3-90. Các dùng trong BTCT ứng suất

c. Cáp

Cáp bao gồm nhiều sợi lẻ có đường kính từ 2-5mm có thể quấn 1 hoặc nhiều lớp bao quanh 1 lõi ở giữa (hình 3-91).

Cường độ phá hoại và giới hạn dẻo của thép dùng trong BTCT ứng suất trước. Theo BAEL

Cường độ phá hoại MPa	Thép sợi hoặc cáp	
	Trường hợp dân nở bình thường	Trường hợp ít dân nở
1860	1581	1674
1760	1496	1584
1720	1462	1548
1650	1403	1485
1620	1377	1458
1550	1318	1395
	Thanh trơn	Thanh có gờ
1030	875	824
1080	-	864
1100	935	880



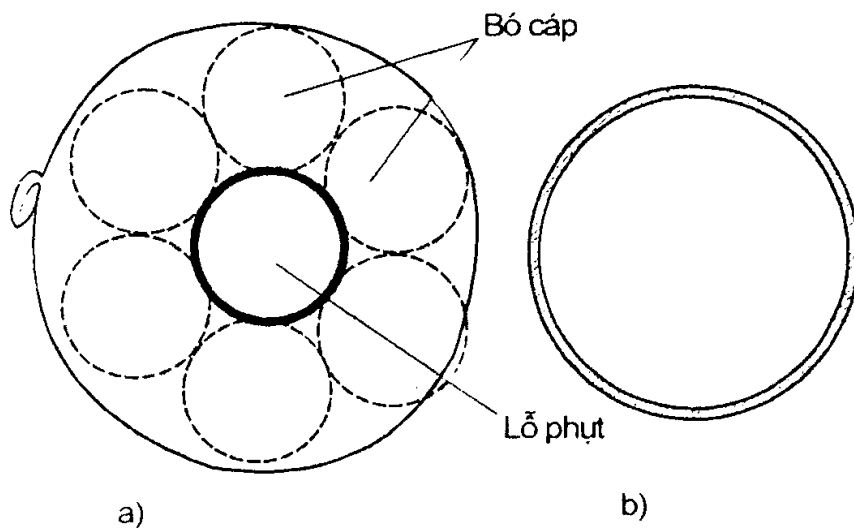
Hình 3-91. Cáp dùng trong BTCT ứng suất

Có loại cáp gồm nhiều túm dây thép, thông thường ta hay gặp loại cáp có 1, 6, 12, 18... túm dây thép

3. Ống gen (hình 3-92)

Có 2 loại ống gen được dùng trong BTCT ứng suất trước:

- Một là loại bằng tôn mỏng 0,2-0,3mm có pha chì để làm giảm ma sát cuộn mép và cuốn theo kiểu xoắn ruột gà.



Hình 2.92.

a. Ống gen bằng tôn mỏng; b. Ống gen bằng thép ống

- Hai là ống gen bằng các loại ống kim loại, ống tròn trơn có bề dày 2-4mm. Yêu cầu ống gen là phải chống thấm tốt để giữ cho nước xi măng không thấm vào ống trong quá trình đổ bê tông và bảo vệ cáp, ống phải bền không bị hư hỏng biến dạng trong quá trình thi công. Tuy nhiên, ống lại phải mềm để đặt cong theo thiết kế và ma sát giữa ống gen với cáp không được quá lớn (vì nếu không sẽ bị giảm nhiều lực ứng suất trước do tổn hao ứng suất).

4. Vữa phụt

Sau khi căng cáp và neo, cần lấp đầy kẽ hở trong ống gen bằng vữa xi măng.

Vữa được phụt vào ống gen dưới áp lực khoảng 6atm

Vữa phụt là một hỗn hợp bao gồm:

Nước - Xi măng (Tỉ lệ $\frac{N}{X} = 0,45$), phụ gia và đôi khi có cả cát.

Độ trương nở của vữa khoảng 5-10%

Tỉ lệ sử dụng cho loại vữa này thông thường như sau:

- 20kg xi măng Pooc-lăng;
- 0,6kg phụ gia trương nở;
- 8 lít nước;
- 4kg cát mịn (đường kính $\leq 0,2\text{mm}$).

Cường độ chịu nén sau 7 ngày ít nhất phải đạt 200kg/cm^2

Nhiệm vụ của vữa phụt là:

- Bảo vệ cấp ứng suất trước chống gỉ;
- Tạo dính kết giữa cáp và bê tông. Sự dính kết này rất cần thiết để đảm bảo sự làm việc của kết cấu.

5. Cốt thép thường trong kết cấu BTCT ứng suất trước

Đối với kết cấu BTCT ứng suất trước bao giờ người ta cũng sử dụng thép gai để tạo sự dính kết tốt giữa bê tông và thép.

Tuy nhiên ở một số cấu kiện sàn BTCT ứng suất trước đối với cốt thép thường nếu dùng lưới hàn sẵn thì người ta cũng có thể sử dụng thép tròn trơn hoặc thép có gờ đặt vuông góc với nhau theo 2 hướng với khoảng cách không đổi.

V. CẤU TẠO CÁC KẾT CẤU BTCT ỨNG SUẤT TRƯỚC

Dạng của các kết cấu BTCT ứng suất trước so với các kết cấu bê tông thường nhìn chung là giống nhau, chỉ có điều là nhịp (khẩu độ) của chúng lớn hơn và độ mảnh cũng lớn hơn.

1. Cốt thép thường (cốt thép cấu tạo)

Trong kết cấu BTCT dự ứng lực cũng bố trí tương tự như trong kết cấu thường.

2. Cốt thép ứng suất trước theo phương pháp căng trước

- Khoảng cách của cốt thép ứng suất trước từ trục đến trục không được nhỏ hơn 3 lần đường kính của chúng.

- Khoảng cách lớp bảo vệ không được nhỏ hơn 2,5 lần đường kính của chúng. Đây là điều kiện đảm bảo sự liên kết và làm việc của cốt thép.

Ngoài ra lớp bảo vệ còn phải tuân thủ các điều kiện sau đây:

$\geq 1\text{cm}$ đối với công trình được che phủ không có lực tập trung;

$\geq 3\text{cm}$ đối với công trình chịu ảnh hưởng của thời tiết, chịu lực tập trung hoặc tiếp xúc với chất lỏng;

$\geq 5\text{cm}$ đối với các công trình xâm thực.

3. Cốt thép ứng suất trước theo phương pháp căng sau

a. Loại gen và bán kính cong R của ống

Tùy theo loại gen mà bán kính cong R của ống phải thoả mãn các điều kiện tối thiểu sau đây:

- Gen bằng thép mỏng cuộn: $R \geq 3m$;

- Gen cứng uốn bằng thủ công: $R \geq 100\phi_i$ (ϕ_i đường kính trong của ống gen);

- Ống cứng: $R \geq 3m$;

Việc tập hợp những nhóm cốt thép ứng suất trước phải thoả mãn những điều kiện sau đây:

- Số ống gen trong mỗi bó được hạn chế:

+ Theo hướng ngang là 2 nếu $\phi \leq 5\text{cm}$;

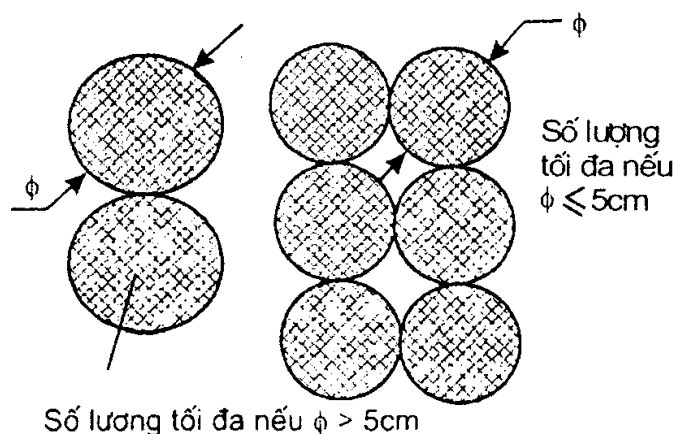
là 1 nếu $\phi > 5\text{cm}$.

+ Theo phương dọc

là 3 nếu $\phi \leq 5\text{cm}$;

là 2 nếu $5 < \phi < 10\text{cm}$;

là 1 nếu $\phi \geq 10\text{cm}$.



(ϕ đường kính ngoài của ống gen)

- Sự ổn định và chắc chắn của ống gen trong quá trình thi công

- Khả năng làm việc của các ống gen trong khi phụt bê tông và các thao tác khác trong ứng suất trước mà không bị biến dạng.

b. Khoảng cách của cốt thép ứng suất trước

Gọi: e_H - Khoảng cách theo phương ngang;

e_V - Khoảng cách theo phương đứng;

ϕ - Đường kính ngoài của ống gen.

Ta sẽ có:

$$e_V \geq \begin{cases} 1 \phi \text{ nếu } q = 1 \\ 1,2 \phi \text{ nếu } q = 2 \\ 4\text{cm} \end{cases}$$

$$e_H \geq \begin{cases} 1,5 \phi \text{ nếu } p = 3 \\ 1 \phi \text{ nếu } p = 2 \\ 1,5 \phi \text{ nếu } q = 2 \\ 5\text{cm} \end{cases}$$

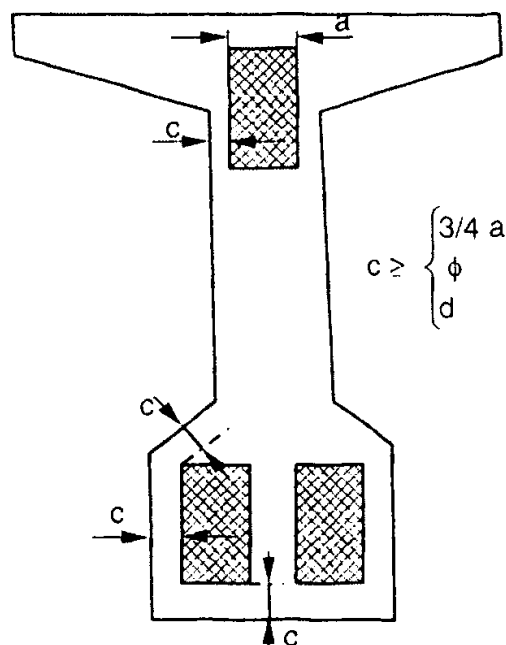
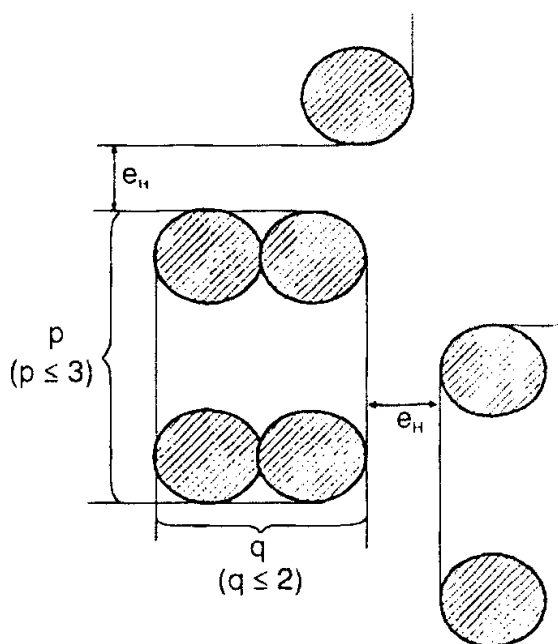
Trong đó :

q- số lượng hàng ngang của ống gen;

p - số lượng cột dọc của ống gen.

c. Lớp bảo vệ của cốt thép ứng suất trước

Lớp bảo vệ bê tông cốt thép ứng suất trước tối thiểu C của ống gen hoặc một nhóm nhiều ống gen của cốt thép ứng suất trước cần thiết phải thoả mãn các điều kiện sau đây:



Trong đó:

- a- Kích thước ngang của ống gen hoặc tập hợp một nhóm ống gen;
- d- 3,4 hay 5 cm tùy môi trường làm việc của cấu kiện.

VI. TỒN HAO ỨNG SUẤT TRONG KẾT CẤU BTCT ỨNG SUẤT TRƯỚC

Có rất nhiều nguyên nhân dẫn đến sự giảm khả năng làm việc trong thép của kết cấu BTCT ứng suất trước, chẳng hạn:

- Lực ma sát giữa cáp và ống gen phụ thuộc vào chiều dài của cáp;
- Trong quá trình làm việc cáp được liên kết với bê tông nhờ neo ở 2 đầu và nhờ lớp vữa phun ở trong ống gen. Song, do bê tông bị co ngót, do từ biến, cáp bị dãn dài... làm cho lực căng của cáp cũng bị giảm đi.

Hiện tượng giảm khả năng làm việc này là do đặc tính của vật liệu, do phương pháp tạo ứng suất trước, do biện pháp thi công... và được gọi là sự tổn hao (hay sự mất mát) ứng suất trong BTCT ứng suất trước.

Để nghiên cứu kỹ càng sự mất mát ứng suất này người ta chia chúng thành 3 loại khác nhau:

- (1) Mất mát trong quá trình kéo và neo cốt thép;
- (2) Mất mát ứng suất do biến dạng đàn hồi tức thì của bê tông;
- (3) Các mất mát ứng suất khác do sự dãn nở của thép và từ biến của bê tông

Cần chú ý là thi công theo phương pháp căng trước thì một phần sự mất mát do sự dãn dài của thép đã diễn ra trước khi có sự mất mát do co ngót đàn hồi của bê tông. Sự dãn dài này được tính toán từ lúc kéo và neo cốt thép trên bệ cho tới lúc bỏ neo.

Trong thi công cần phải nghiên cứu kỹ các tổn hao ứng suất này vì việc sử dụng vật liệu, phương pháp thi công, thiết bị sử dụng sẽ có ảnh hưởng rất lớn.

1. Mất mát ứng suất trong quá trình kéo và neo cốt thép

a. Mất mát hoặc tổn hao ứng suất do ma sát

Khi kéo căng cáp không thể tránh khỏi sự ma sát giữa cáp và ống gen. Điều này dẫn đến lực kéo trong giây cáp bị giảm.

Sự tổn hao ứng suất do ma sát lại được chia làm 2 loại:

(1) *Tổn hao ứng suất đối với các loại cáp đặt cong:*

Gọi $F = A\sigma_a$ là lực kéo căng cáp ở đầu đoạn cong;

A - tiết diện sợi cáp;

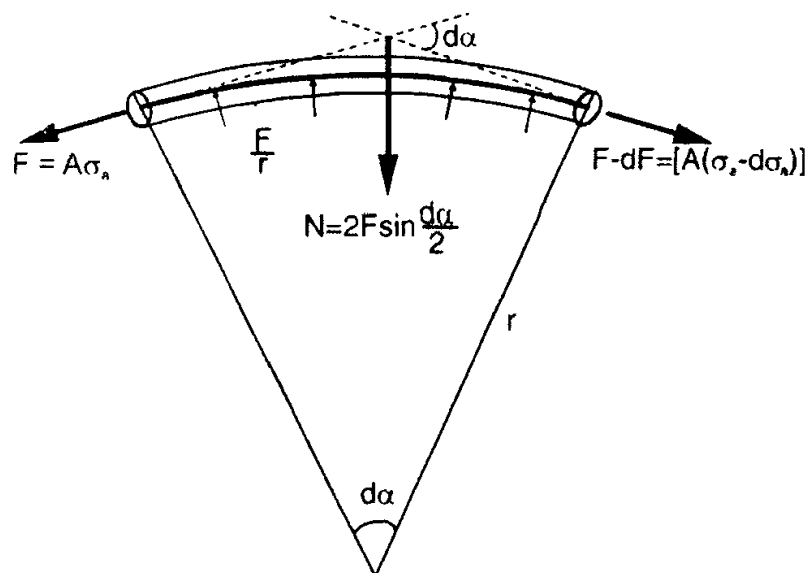
σ_a - ứng suất kéo của cáp;

f - hệ số ma sát giữa cáp và bê tông;

r - đường kính cong của cáp.

Người ta đã tính toán và đưa ra được công thức:

$$\frac{dF}{F} = f d\alpha$$



(2) *Tổn hao ứng suất đối với các loại cáp đặt thẳng:*

Trong thực tế không bao giờ có những ống gen đặt thẳng tuyệt đối mà do quá trình đặt có sai sót, do bê tông làm đầu ống gen bị xô dịch đi, mặt khác do độ võng của cáp, do trọng lượng bản thân..., tất cả những cái đó tạo nên sự ma sát giữa cáp và gen dẫn đến tổn hao ứng suất. Qua nghiên cứu người ta thấy ứng suất này không lớn lắm và được phân bố đều trên mỗi đơn vị của chiều dài dây cáp.

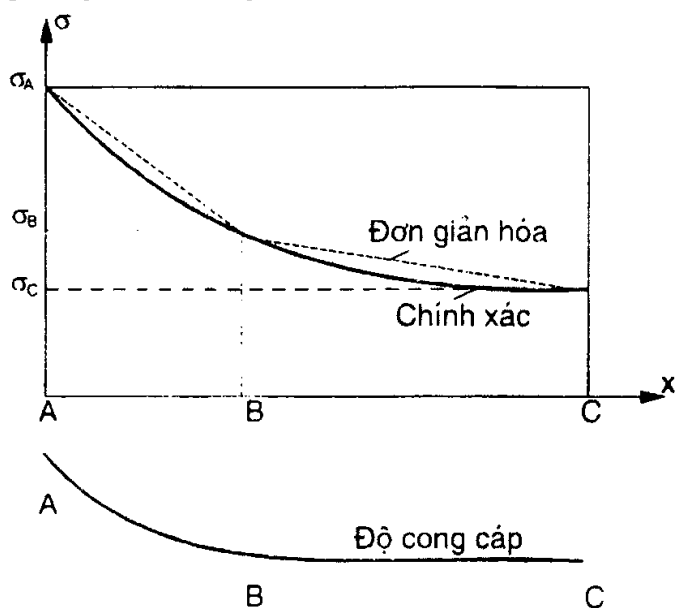
Gọi F_0 là lực kéo cáp ở điểm neo, ta sẽ có lực ở một điểm x bất kỳ theo công thức:

$$F_x = F_0 (1 + f\alpha + \varphi x)$$

Sai số $\approx 1,8\%$

Trong đó: α - góc cong của cáp;

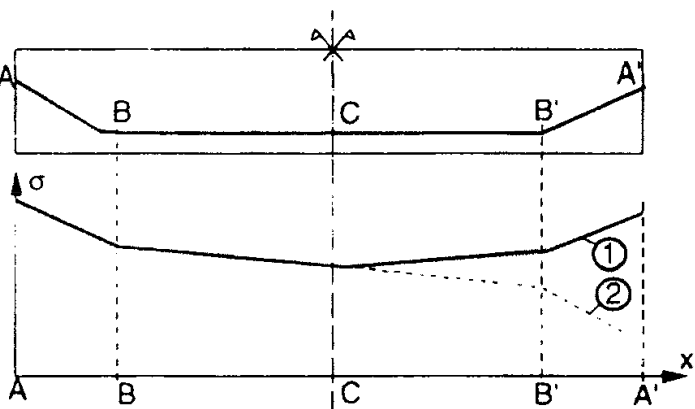
f - hệ số ma sát giữa cáp và bê tông. Hệ số này thường giao động từ 0,15-0,30 (trường hợp cá biệt dùng ống gen cứng có thể lấy $f = 0,10$)



Hình 3-93. Biểu đồ lực hay biểu đồ ứng suất trong cáp sau khi kéo

Hình 3-94. Biểu đồ lực căng theo chiều dài của cáp

- ① Biểu đồ lực căng khi kéo cáp ở cả 2 đầu A và A'
- ② Biểu đồ lực căng khi kéo cáp chỉ ở 1 đầu A

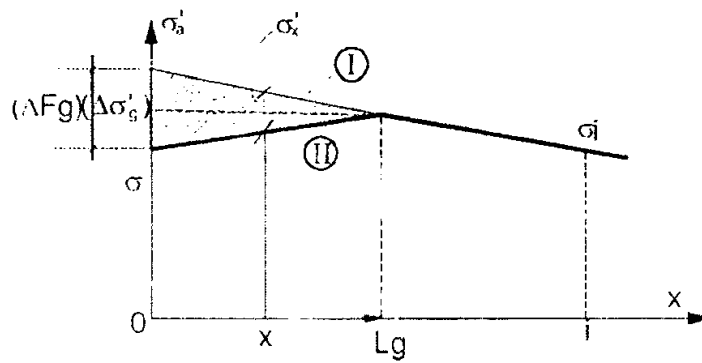


φ - hệ số ma sát đối với cáp đặt thẳng, giao động từ $1,4 \times 10^{-3} \div 3,7 \times 10^{-3}/m$

b. Tổn hao ứng suất trước do neo cáp

Trong tất cả các phương pháp thi công BTCT ứng suất trước, khi neo cáp bê tông bị ép lại và những biến dạng của neo làm cho lực kéo bị tổn thất (hình 3-95).

Sự dịch chuyển của cáp vào bê tông bị hãm lại do lực ma sát giữa cáp và gen. Nếu sự chuyển dịch này $\leq 1mm$ thì tổn hao ứng suất này có thể bỏ qua. Gọi:



Hình 3-95. Biểu đồ ứng suất trong cáp trước và sau khi neo cáp

① Trước khi neo, ② Sau khi neo

ΔF_g - tổn hao ứng suất do neo;

ΔF_i - tổn hao ứng suất do ma sát ở tiết diện i bất kỳ nào đó;

E_a - môđyn đàn hồi của thép;

A - tiết diện cáp;

g - trị số chuyển dịch của cáp vào bê tông;

L_g - Chiều dài ảnh hưởng của cáp do sự chuyển dịch.

Ta có:

$$L_g = \sqrt{\frac{gAE_a\sigma_i}{\Delta F_i}}$$

$$\Delta F_g = \frac{2gAE_a}{L_g}$$

Cần chú ý là nếu lực ma sát giữa cáp và bê tông càng lớn thì tổn hao ứng suất do neo cũng càng lớn.

Trong trường hợp căng trước không có ma sát giữa cáp và ống gen nhưng vẫn có sự trượt giữa bê tông và cốt thép, sự chuyển dịch này tác động trên suốt chiều dài của thép vì vậy $L_g = L$ và sự tổn hao ứng suất do neo cáp trong trường hợp căng trước sẽ là:

$$\Delta F_g = \frac{g}{L} AE_a$$

Trong công thức này thì g là trị số tổng cộng chuyển dịch của cả 2 đầu neo.

2. Mất mát ứng suất do biến dạng đàn hồi tức thì của bê tông

Khi tạo ứng suất trước bê tông bị nén và co lại làm mất đi một phần lực căng trong thép.

Sự tính toán tổn hao ứng suất này sẽ khác nhau tùy phương pháp căng trước hay căng sau.

a. Phương pháp căng trước

So với phương pháp căng sau thì phương pháp căng trước tổn thất ứng suất do biến dạng đàn hồi của bê tông sẽ lớn hơn và được tính theo công thức:

$$\Delta F_c = \frac{\sigma_{ba}}{E_b} A \cdot E_s$$

$\frac{\sigma_b}{E_b}$: biến dạng đàn hồi đơn vị của bê tông;

σ_{ba} : ứng suất trong bê tông ở vị trí của thép ứng suất trước

$$\sigma_{ba} = \frac{F_x}{B} + \frac{F_x e^2}{I} + \frac{M_e}{I}$$

Trong đó:

F_x - lực kéo ứng suất trước tại tiết diện x ;

e - độ lệch tâm của F_x (cáp hay ống gen);

M - moment uốn do trọng lượng bản thân cấu kiện gây ra tại tiết diện x ;

B - tiết diện kết cấu bê tông;

I - moment quán tính của tiết diện bê tông.

Lực ứng suất trước của tiết diện i trước khi tính tổn hao do biến dạng đàn hồi là:

$$F_i = F_x + \Delta F_c$$

b. Phương pháp căng sau

Nếu cấu kiện chỉ có một sợi dây cáp, hoặc nếu nhiều sợi nhưng tất cả đều được kéo đồng thời thì tổn thất do biến dạng đàn hồi của bê tông sẽ bằng không.

Nhưng nếu cấu kiện được tạo ứng suất trước bằng nhiều sợi cáp và kéo không đồng thời thì sẽ có ảnh hưởng đến bê tông và gây mất mát ứng suất, sự ảnh hưởng lẫn nhau này trong tính toán sẽ rất phức tạp và khó khăn. Để đơn giản nếu tiết diện cấu kiện có N sợi cáp lực kéo tương tự nhau thì mất mát ứng suất trước sẽ là:

$$\Delta F_c = \frac{N-1}{2N} \left(\frac{\sigma_{ba}}{E_b} \right) AE_a$$

Trong BPEL (Béton Précontraint aux Etats Limites) người ta cho:

$$\Delta F_a = \frac{1}{2} \left(\frac{\sigma_{ba}}{E_b} \right) AE_a \text{ với } \frac{E_a}{E_b} = 6$$

3. Các mất mát ứng suất trước khác

Các hiện tượng khác cũng gây ra sự mất mát ứng suất như là từ biến của bê tông, sự dãn dài của thép.

Cần chú ý rằng hiện tượng từ biến của bê tông và dãn dài của thép xảy ra trong điều kiện lực tác dụng không phải là cố định.

a. Mất mát ứng suất ở một thời điểm t bất kỳ do từ biến của bê tông

$$\Delta F_{rb} = \varepsilon_{rt} \cdot AE_a$$

ε_{rt} - từ biến đơn vị của bê tông tại thời điểm t bất kỳ.

$$\varepsilon_{rt} = \varepsilon_r \cdot K_{rh} \cdot K_f \cdot K_r [f_{r(t)} - f_{r(t_0)}]$$

K_{rh} - hệ số ảnh hưởng của độ PH (Pourcentage d' humidite)

Nếu $PH < 70$ thì $K_{rh} = 1,35 - 0,0070 PH$

$PH \geq 70$ thì $K_{rh} = 2,87 - 0,0287 PH$

K_f - hệ số ảnh hưởng của hình dáng cấu kiện (Tỷ số: khối lượng/ diện tích)

$$\text{Nếu } \frac{V}{S} < 150\text{mm} \text{ thì } K_r = 1,13 - 0,0035 \frac{V}{S}$$

$$\frac{V}{S} \geq 150\text{mm} \quad K_r = 0,61$$

K_r - Hệ số tính đến ảnh hưởng của mật độ cốt thép thường

$$K_r = 0,975 - 0,83$$

ε_r - từ biến đơn vị tại thời điểm cuối cùng (retrait final);

f_{rt} - ảnh hưởng của thời gian đối với từ biến:

$$\text{Trường hợp thông thường } f_{rt} = \frac{t}{35 + t} \quad (t - \text{ngày})$$

Thời gian bắt đầu: $t_0 = 0, f_r(t_0) = 0$

E_b (MPa)	ε_r
24000	698×10^{-6}
28000	626×10^{-6}
32000	554×10^{-6}
36000	482×10^{-6}
40000	410×10^{-6}

b. Mất mát ứng suất do từ biến của bê tông đối với một tiết diện bất kỳ và ở một thời điểm bất kỳ:

$$\Delta F_r = \varepsilon_{rt} \cdot \sigma_{ba} \cdot A \cdot E_a$$

ε_{rt} - từ biến đơn vị của bê tông ở một thời điểm t bất kỳ trong trường hợp kết cấu bị nén ứng suất trước 1 MPa. Trường hợp thông thường thì:

$$\text{Nếu } E_b \leq 28000 \text{ MPa thì } \varepsilon_{rt} = (627 - 0,019 E_b) \times 10^{-6}$$

$$\text{Nếu } E_b > 28000 \text{ MPa thì } \varepsilon_{rt} = (235 - 0,005 E_b) \times 10^{-6} > 25 \times 10^{-6} \text{ (MPa)}^{-1}$$

σ_{ba} - ứng suất trong bê tông ở vị trí của thép ứng suất trước:

$$\sigma_{ba} = \frac{F_x}{B} + \frac{F_x \cdot e^2}{I} + \frac{M \cdot e}{I}$$

c. Mất mát ứng suất do dẫn dài thép

$$\Delta F_r = A \cdot \Delta \sigma_p$$

Trong đó:

$\Delta \sigma_p$ - mất mát ứng suất đơn vị trong một khoảng cách thời gian p ;

Để đơn giản hoá trong tính toán quy phạm cho phép tính $\Delta \sigma_p$ theo trị số lớn của 2 đại lượng sau đây:

$$11\rho_{120} \left(\frac{\sigma_i}{R_G} - 0,55 \right) \sigma_i$$

và $8\rho_{1000} \left(\frac{\sigma_i}{R_G} - 0,55 \right) \sigma_i$

Trong đó:

ρ_{120} và ρ_{1000} là mất mát ứng suất đơn vị do dẫn dài của thép sau 120 và 1000 giờ ở nhiệt độ 20°C;

σ_i - ứng suất kéo khởi đầu của cáp;

R_G - cường độ phá hoại của cáp.

Mất mát ứng suất do dẫn dài của thép có thể bỏ qua nếu:

$$\sigma_i \leq 0,55 R_G$$

VII . ỨNG DỤNG CỦA KẾT CẤU BTCT ỨNG SUẤT TRƯỚC

Kết cấu BTCT ứng suất trước được sử dụng trước tiên và phổ biến đối với các công trình cầu. Sau đó dần dần nó được phát triển và sử dụng với mọi loại công trình khác.

Người ta đã sử dụng ứng suất trước trong nhiều dạng cấu kiện khác nhau như: dầm, sàn, cột, tường, vỏ mỏng, cọc... Ngoài ra, bê tông ứng suất trước còn được sử dụng làm các thanh căng, trong kết cấu của tụy nen, tường chắn đất và các loại móng đặc biệt.

Về mặt tiết kiệm vật liệu, có thể thấy ngay rằng kết cấu bê tông cốt thép ứng suất trước sẽ đòi hỏi ít thép và bê tông hơn kết cấu bê tông thường trong cùng một điều kiện làm việc. Bởi vì kết cấu làm việc hợp lý hơn và vật liệu có chất lượng cao hơn.

Sử dụng kết cấu bê tông cốt thép ứng suất trước cho phép tiết diện kết cấu nhỏ hơn và khẩu độ kết cấu lớn hơn so với bê tông cốt thép thông thường. Cùng một kích thước tiết diện, cùng một ứng suất thì độ cứng của kết cấu BTCT ứng suất trước gấp 3 đến 4 lần độ cứng của kết cấu BTCT thông thường.

Các kết cấu BTCT ứng suất trước được sử dụng rộng rãi trong thực tế bao gồm:

1. Thanh cằng của vòm cuốn

Thanh cằng là một kết cấu chịu kéo thuần túy, do đó nếu dùng bê tông làm thanh cằng thì nhất thiết phải sử dụng kết cấu ứng suất trước đặc biệt trong các công trình khẩu độ lớn. Rất nhiều công trình điểm tựa của vòm cuốn không đủ khả năng chịu lực đẩy của vòm khi tải trọng tác dụng lên vòm. Song, nếu dùng kết cấu BTCT ứng suất trước thì chúng ta có thể khắc phục tình trạng này bằng cách tạo ra một lực kéo trong các thanh cằng để triệt tiêu lực đẩy.

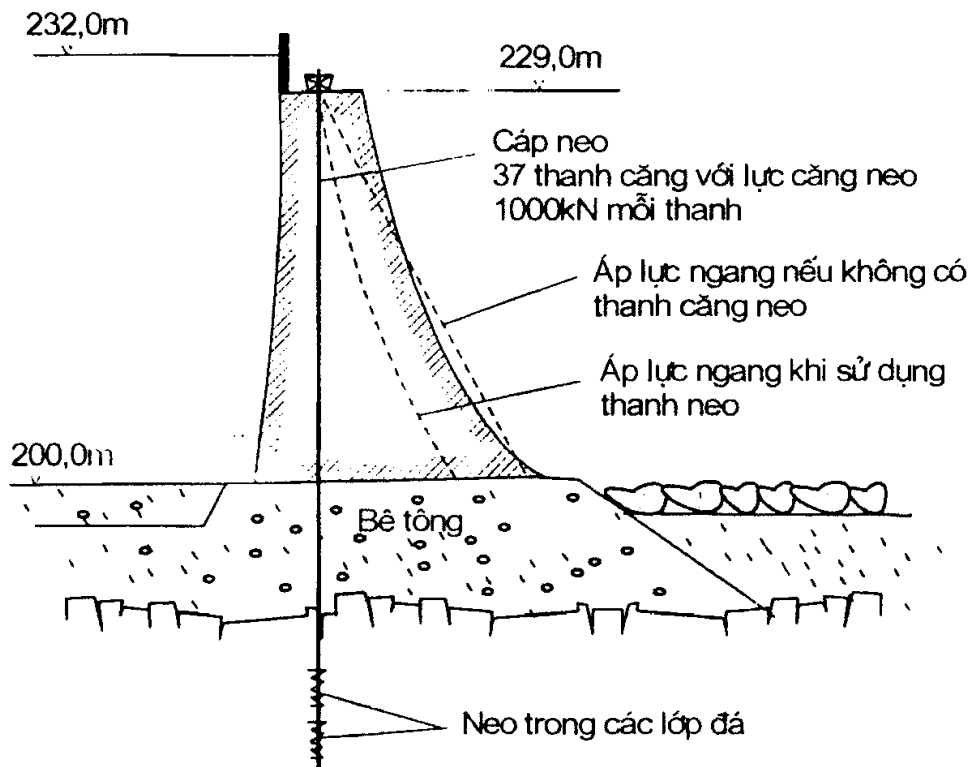
Thí dụ: Trong xây dựng công trình CNIT ở Paris (Pháp) người ta đã làm các thanh cằng chịu được tới 350 tấn lực.

Cầu ở Bow-String qua sông Sarthe có nhịp dài 65m bằng các vòm tròn bê tông thường nhưng mặt cầu là các thanh cằng lại dùng BTCT ứng suất trước.

2. Dùng để neo các đập nước và các công trình xuống các lớp đá sâu (hình 3-96)

Thí dụ: Trong xây dựng đập Cheurfas ở Algeria, nhà ở Paris, tháp vô tuyến ở Moscow...

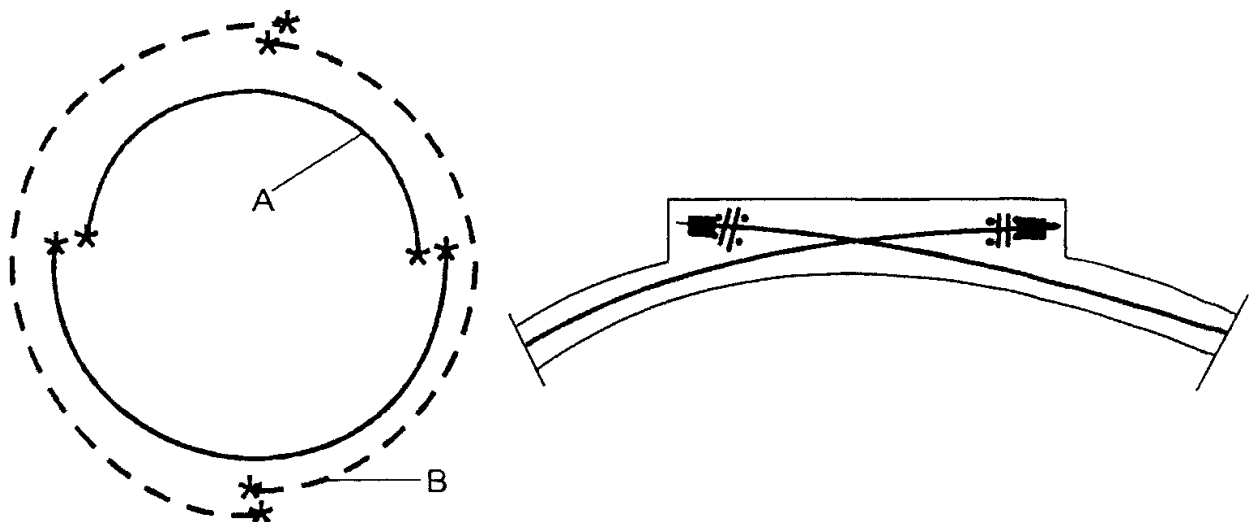
Người ta cũng dùng kết cấu BTCT ứng suất trước để làm neo chống nổi cho các công trình trong mùa nước dâng cao, làm móng cọc cho các móng chịu lực kéo...



Hình 3-96. Cấu tạo của đập Cheurfas ở Algeria

3. Dùng làm đai của các bể chứa hình trụ (hình 3-97)

Có thể tiến hành thi công theo 2 phương pháp:



Hình 2.97. Đai ứng suất trước các bể chứa hình trụ

A. Lớp trong; B. Lớp ngoài.

(1) Đặt các ống gen trong các đầm nổi chung quanh thành bể, mỗi đầm có thể có nhiều đoạn thép và có thể kéo căng tạo ứng suất trước ở

một hoặc cả hai đầu đoạn cáp. Việc phân chia mỗi dầm đai thành 2 hoặc nhiều đoạn là để giảm bớt mất mát ứng suất và để ứng suất trong cáp đồng đều.

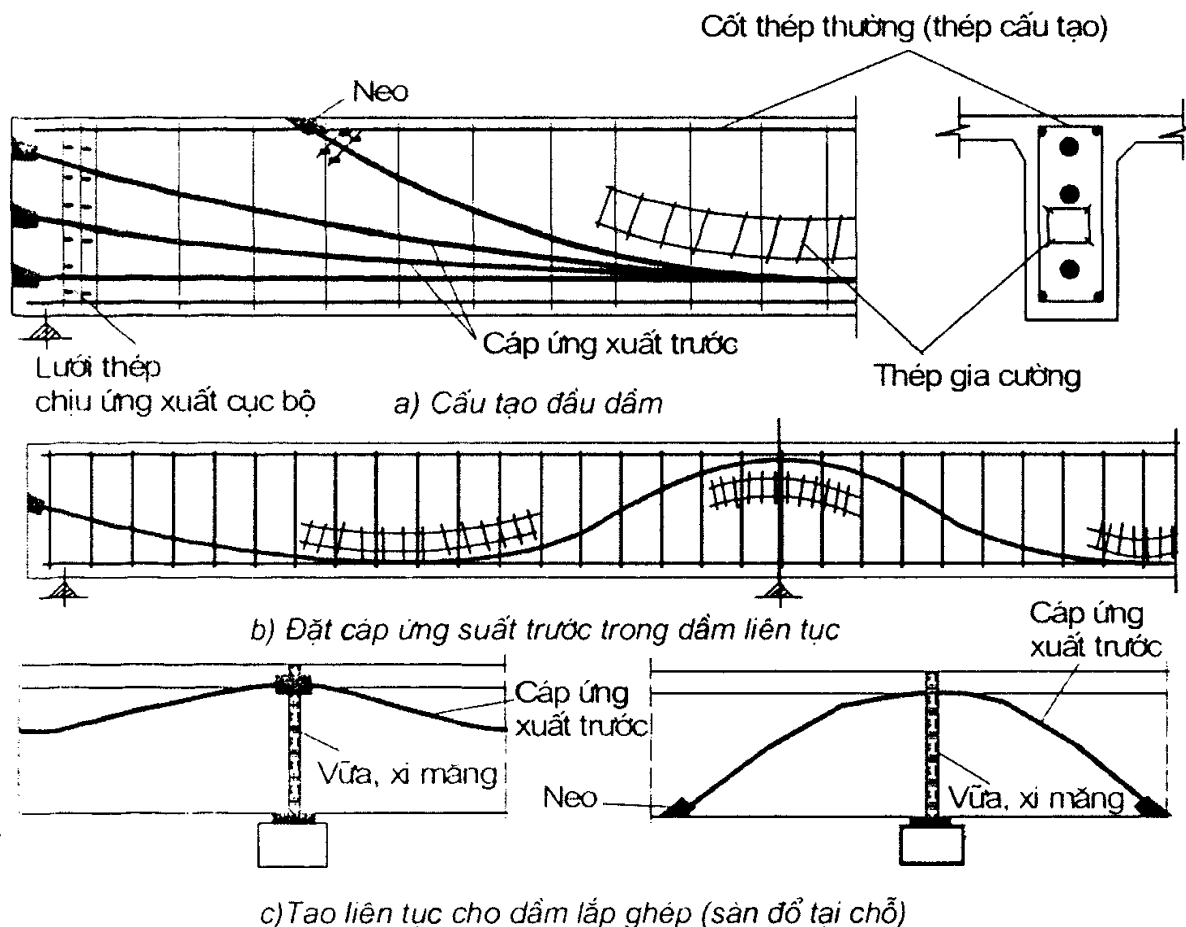
(2) Có thể quán phía ngoài thành bê tông của bể chứa những đường xoắn lò xo liên tục dưới một áp lực kéo nào đó. Sau đó bảo vệ lớp thép ứng suất trước này bằng một lớp vữa đặc biệt chống thấm và theo dõi thường xuyên.

4. Các loại dầm (hình 3-98)

a. Dầm đơn giản:

Dầm đơn giản được sử dụng trong các trường hợp sau đây:

- Khẩu độ chỉ có một nhịp;
- Các gối tựa có thể lún nhiều;



Hình 3-98. Đặt cáp ứng suất trước trong

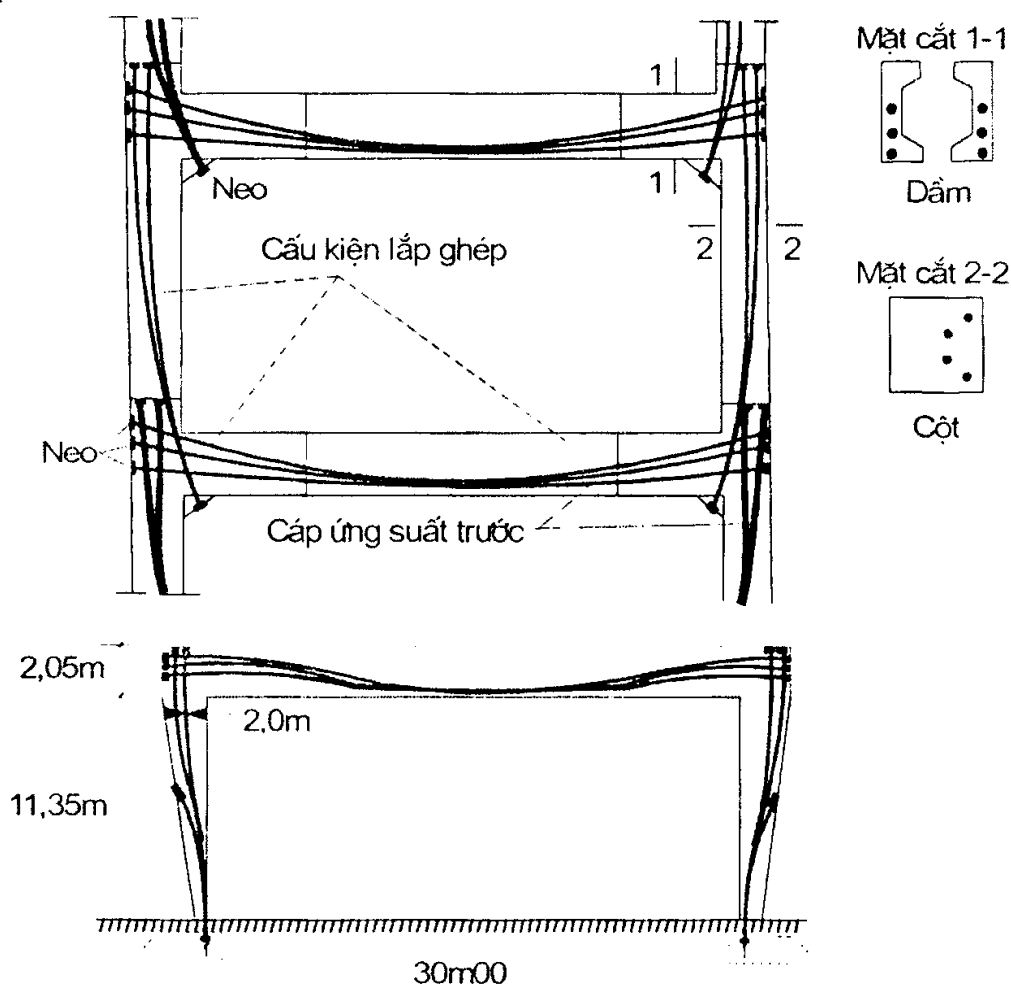
- Các khẩu độ giống nhau, có thể sản xuất hàng loạt theo tiêu chuẩn. Đối với dầm BTCT ứng suất trước loại này thường có khẩu độ

biến động từ 20-55m. Nếu dùng khẩu độ lớn hơn thì sẽ không kinh tế vì dầm sẽ rất lớn và nặng.

b. Dầm liên tục

Nếu dầm khẩu độ khác nhau mà chế tạo hàng loạt dầm đơn giản thì sẽ không có lợi, vì chiều cao dầm sẽ khác nhau; hoặc trường hợp có nhu cầu phải liên kết chắc chắn giữa dầm và cột thì nên dùng phương pháp chế tạo dầm liên tục.

Dầm BTCT ứng suất trước có thể thay đổi độ cao. Cạnh gối tựa chiều cao của dầm lớn hơn giữa nhịp, để dầm chịu lực cắt tốt hơn. Mặt khác như vậy dễ dàng hơn trong việc đặt ống gen cũng như trong thi công kéo cáp.



Hình 3-99. Khung nhà công nghiệp 1 tầng gồm 3 cấu kiện và khung nhà nhiều tầng gồm nhiều chi tiết lắp ghép bằng BTCT ứng suất trước (ở Italy)

c. Dầm cầu

Chiều cao của dầm BTCT ứng suất trước thường trong khoảng $1/16 \div 20$ khẩu độ của nhịp cầu.

Dầm cầu lớn nhất BTCT ứng suất trước dài 204m của cầu Bendort qua sông Rhin.

5. Khung BTCT ứng suất trước (hình 3-99)

Khung BTCT ứng suất trước có thể chế tạo bằng phương pháp đổ tại chỗ hoặc lắp ghép.

Khung lắp ghép gồm nhiều chi tiết có đặt rãnh cáp, các nút khung cứng. Khi kéo cáp tạo ứng suất trước xong cáp được neo vào đầu các cấu kiện. Việc bố trí số lượng và vị trí của cáp ứng suất trước phụ thuộc vào biểu đồ moment uốn

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Huy Côn

Các công nghệ xây dựng thích hợp. Hà Nội - Bộ Xây dựng 1992

2. Lê Văn Kiém

Kỹ thuật thi công. Hà Nội - 1967

3. Công nghệ xây dựng nhà cao tầng.

Báo cáo tổng kết của Viện KHKT Xây dựng. Hà Nội - 1995.

4. Nguyễn Bá Kế

Thi công cọc khoan nhồi. Hà Nội - 1997.

5. Triệu Tây An và nhóm tác giả

Hỏi đáp thiết kế và thi công kết cấu nhà cao tầng. Hà Nội - 1996.

6. Nguyễn Thế Phùng

Công nghệ thi công công trình ngầm bằng phương pháp tường trong đất. NXB Giao thông Vận tải. Hà Nội - 1998.

7. Hoàng Văn Tân, Trần Đình Ngô

Những phương pháp xây dựng công trình trên nền đất yếu. NXB Xây dựng. Hà Nội - 1998.

8. Nguyễn Ngọc Bích (chủ biên)

Đất xây dựng - Địa chất công trình và kỹ thuật cải tạo đất trong xây dựng. NXB Xây dựng. Hà Nội - 2001.

9. Nguyễn Tráp, Nguyễn Mạnh Đầu

Một số kết quả nghiên cứu ứng dụng bằng thoát nước thẳng đứng và cọc đất - vôi, đất - xi măng ở Việt Nam.

10. Hội thảo chuyên đề về địa kỹ thuật của Viện KHKT Xây dựng, Bộ Xây dựng và Viện Địa kỹ thuật Thụy Điển, 1993-1995.

11- Влоховяк З.

Анализ вывора оптимальных методов в строительстве при переменных параметров. Москва - 1966.

12. *Опыт строительства зарубежом - В странах северной Европы и ФРГ.* Москва - 1959

13. Спектор М.Д

Выбор оптимальных вариантов организации и технологии строительства. Москва - 1980

14. Кротков У.Ф - Березин В.П

Специализация в строительстве. Москва - 1977

15. Бахта Ф.М

Монтаж технологического оборудования крупными блоками. Москва - 1970.

16. Кеилмах Л.И, Волынцев В.А

Строительство высотных железобетонных сооружений. Москва - 1962.

17. Миронов С.Ф

Основы технологии бетона в условиях сухого жаркого климата. Москва - 1985.

18. Либерман Л.А

Стальная опалубка сборного железобетона. Москва - 1968.

19. Совалов И.Г, Топчий В.Д

Опалубочные работы. Москва - 1971.

20. Приседько. Б.С

Резервы повышения производительности труда в крупнопанельном строительстве., Киев - 1974.

21. Шахназаран С.Х

Возведение зданий методом подъёма этажей и перекрытий. Москва - 1974.

22. Noverraz Morice

La technologie du batiment (Tom 1+2). Paris - 1986

23. Olivier Emile

Organisation pratique des chantiers. Paris - 1969

24. Cormon Pierre

La Fabrication du béton. Paris - 1977.

25. Dinessco T.

Coffrages glissants - Technique et utilisation. Paris - 1968.

26. Baret J.

La béton Précontraint - Eléments de calcul. Paris - 1953.

27. Hanssan Munir

Prete de tension, d' origine thermique intervenant au cour de fabrication des éléments précontraints par prétention traite's thermiquement. paris - 1978.

28. Konez Tihamis

Traité de la préfabrication en béton armé précontraint. Bruxelles - 1972.

29. Oskar Buttner.

Hubverfahren im Hochbau. Berlin - 1972.

MỤC LỤC

	Trang
Lời nói đầu	3
Phần mở đầu	
SƠ LƯỢC VỀ LỊCH SỬ MỘT SỐ VẤN ĐỀ CẦN QUAN TÂM CỦA CÁC PHƯƠNG PHÁP THI CÔNG XÂY DỰNG	
I. Vài nét về quá trình xây dựng trên thế giới	5
II. Vài nét về sự phát triển công nghệ xây dựng ở Việt Nam	10
1. Tình hình xây dựng ở Việt Nam	11
2. Những vấn đề đặt ra cho người xây dựng	13
Phần 1	
NHỮNG PHƯƠNG PHÁP THI CÔNG XÂY DỰNG PHẦN NGẦM CÁC CÔNG TRÌNH XÂY DỰNG	
Chương I	
GIA CƯỜNG ĐẤT YẾU	
I. Phương pháp cọc cát làm chặt đất	16
1. Tổng quan	16
2. Nguyên lý tính toán đối với cọc cát làm chặt đất để gia cường nền đất yếu	17
3. Công nghệ thi công của phương pháp làm chặt nền đất yếu bằng cọc cát	19
II. Phương pháp giếng cát thoát nước thẳng đứng	23
1. Tổng quan	23
2. Nguyên lý chung của phương pháp giếng cát thoát nước thẳng đứng	23
	307

3. Phương pháp tính toán	26
4. Công nghệ thi công giếng cát thoát nước thẳng đứng	33
III. Phương pháp bắc thăm để gia cường đất yếu bão hòa nước	34
1. Tổng quan	34
2. Nguyên lý chung của phương pháp bắc thăm	35
3. Thi công bắc thăm	39
IV. Phương pháp gia cố sâu bằng công nghệ cọc đất - vôi - xi măng	41
1. Tổng quan	41
2. Tính toán cọc đất - vôi - xi măng	43
3. Công nghệ thi công cọc đất - vôi - xi măng	47
V. Phương pháp ứng dụng vải địa kỹ thuật để gia cường nền đất yếu	49
1. Tổng quan	49
2. Các sản phẩm của vải địa kỹ thuật	51
3. Chức năng của vải địa kỹ thuật	52
4. Tính toán khả năng tăng cường độ của đất sau khi gia cường bằng vải địa kỹ thuật	53

Chương II

CÔNG TÁC LÀM KHÔ HỐ MÓNG, CÁC BIỆN PHÁP THI CÔNG TƯỜNG HẦM VÀ CÁC GIẢI PHÁP CHỐNG THẤM CHO TẦNG HẦM

I. Công tác làm khô hố móng	57
1. Phương pháp bơm hút nước lộ thiên	58
2. Hạ mực nước ngầm bằng giếng lọc	59
3. Hạ nước ngầm bằng ống kim lọc	60
4. Hạ nước ngầm bằng phương pháp điện thấm	66
5. Phương pháp đóng băng nhân tạo	67

II. Các biện pháp thi công tường hầm	69
1. Phương pháp đào đất trước rồi thi công nhà tư dưới lên	69
2. Phương pháp thi công tường hầm nhà làm tường chân đất	74
3. Phương pháp thi công từ trên xuống	76
III. Các giải pháp chống thấm cho tầng hầm	77
1. Chống thấm cho tầng hầm thi công từ dưới lên theo phương pháp cổ điển	77
2. Chống thấm cho tường trong đất	79
3. Chống thấm cho tường trong đất được xây dựng bằng các tấm cấu kiện lắp ghép	81
4. Chống thấm cho tường hầm và đáy hầm bằng lớp màng phủ Bentonite Geotextile	84

Phần 2

PHƯƠNG PHÁP THI CÔNG CÁC LOẠI CỌC TRONG XÂY DỰNG

Chương I

CÁC LOẠI CỌC TRONG XÂY DỰNG

I. Phân loại cọc	85
1. Cọc tre	86
2. Cọc cát	86
3. Cọc gỗ	87
4. Cọc thép	90
5. Cọc bê tông cốt thép	94

Chương II

CỌC BÊ TÔNG CỐT THÉP ĐÚC SẴN

I. Cấu tạo cọc bê tông cốt thép đúc sẵn	96
1. Thân cọc	96
2. Mũi cọc	97
3. Đầu cọc	98

II. Một số loại cọc đặc biệt	100
1. Cọc bê tông đúc sẵn thi công theo phương pháp TAKECHI (Osaka - Nhật Bản)	100
2. Cọc bê tông cốt thép đúc sẵn được mở rộng phần đáy - cọc "Kiểu củ hành"	100
3. Cọc rỗng bằng bê tông cốt thép hoặc bê tông cốt thép ứng suất trước	104
III. Một số công thức thực nghiệm đơn giản để xác định khả năng chịu tải của cọc	102
1. Công thức của Hà Lan	102
2. Xác định khả năng chịu tải của cọc theo công thức Benobencq	103
IV. Thiết bị đóng cọc	104
1. Nhóm thứ nhất: Búa treo hay búa rơi tự do	105
2. Nhóm thứ hai: Búa hơi	109
3. Nhóm thứ ba: Búa Diesel	115
V. Các phương pháp thi công khác	117
1. Phương pháp thi công cọc định ốc	117
2. Phương pháp hạ cọc bằng xối nước	120
3. Phương pháp thi công ép cọc	121

Chương III

CỌC BÊ TÔNG CỐT THÉP ĐỔ TẠI CHỖ

I. Phương pháp thi công thủ công	125
II. Thi công cọc bê tông cốt thép đổ tại chỗ theo phương pháp nén đất	126
III. Các phương pháp thi công cọc bê tông cốt thép đổ tại chỗ sử dụng ống bao	128
1. Cọc đầm đóng	128
2. Phương pháp dùng khí nén	131
3. Phương pháp sử dụng chất nổ	132
4. Phương pháp đóng và rung	133
5. Thi công dùng gầu nạo vét	134
6. Phương pháp thi công cọc sử dụng bùn khoan	135

IV. Cọc hỗn hợp	136
V. Ưu khuyết điểm của phương pháp thi công cọc bê tông cốt thép đổ tại chỗ	138
1. Ưu điểm	138
2. Nhược điểm	139

Chương IV

THI CÔNG CỌC KHOAN NHỒI VÀ CỌC BARRETTE

I. Các dạng cọc khoan nhồi phổ biến và các phương pháp thi công cọc khoan nhồi	140
1. Cọc khoan nhồi có sử dụng ống vách	142
2. Cọc khoan nhồi không dùng ống vách	142
II. Quy trình công nghệ thi công cọc khoan nhồi	144
1. Công tác chuẩn bị	145
2. Định vị vị trí đặt cọc	146
3. Công tác hạ ống vách, khoan và bơm dung dịch bentonite	147
4. Xác định độ sâu hố khoan và xử lý cặn lắng đáy hố cọc	155
5. Công tác chuẩn bị và hạ lồng thép	159
6. Lắp ống đổ bê tông	160
7. Công tác đổ bê tông và rút ống vách	161
8. Kiểm tra chất lượng cọc khoan nhồi	163
III. Thi công cọc Barrette	167
1. Cơ sở lý thuyết tính toán cọc Barrette	168
2. Công nghệ thi công cọc Barrette	169

Phần 2

NHỮNG PHƯƠNG PHÁP THI CÔNG XÂY DỰNG PHẦN THÂN CÁC CÔNG TRÌNH BÊ TÔNG CỐT THÉP

Chương I

XÂY DỰNG THEO PHƯƠNG PHÁP ĐÚC TOÀN KHỐI

I. Công nghệ cốp pha tấm lớn	178
-------------------------------------	-----

1. Đặc điểm của công nghệ cốp pha tấm lớn	178
2. Những ưu điểm chính của việc sử dụng cốp pha tấm lớn (đặc biệt là trong thi công nhà nhiều tầng)	179
3. Những tồn tại và hạn chế trong việc sử dụng cốp pha tấm lớn	180
4. Các loại cốp pha tấm lớn	180
II. Công nghệ cốp pha tụy nen hay cốp pha hộp	188
III. Thi công các công trình bê tông đổ tại chỗ bằng cốp pha di động và cốp pha trượt	190
1. Cốp pha di động ngang	191
2. Cốp pha di động lên cao	191
IV. Bảo dưỡng ẩm cho cốp pha tấm lớn	192
1. Phương pháp làm ẩm	192
2. Phương pháp làm nóng ván khuôn	193

Chương II

XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH THEO PHƯƠNG PHÁP LẮP GHÉP

I. Phương pháp lắp ghép tự do	198
II. Lắp ghép kiểu tự do cải tiến	199
1. Cải tiến hình dạng kết cấu	200
2. Sử dụng các dụng cụ định vị	200
3. Cải tiến các công cụ chống đỡ, dùng các thiết bị vịn nâng để điều chỉnh và liên kết tạm thời cấu kiện	201
4. Cải tiến cần trục và các thiết bị cấu lắp	204
III. Dùng khung dẫn lớn	205
IV. Phương pháp định vị xâu chuỗi	206
V. Lắp ghép theo phương pháp cưỡng bức	209
VI. Lắp ghép nhà khung	212
VII. Lắp ghép kiểu hộp phòng (hay căn hộ)	217

Chương III

PHƯƠNG PHÁP XÂY DỰNG HỖN HỢP LẮP GHÉP VÀ ĐÚC TOÀN KHỐI

I. Xây dựng theo phương pháp nâng tầng và nâng sàn	223
1. Thi công theo phương pháp nâng tầng	223
2. Thi công theo phương pháp nâng sàn	231
II. Sử dụng kích leo cơ điện trong xây dựng nhà theo phương pháp nâng tầng và nâng sàn	236
III. Vấn đề chống dính giữa các tấm sàn bê tông cốt thép đúc chồng	237
IV. Thi công lõi cứng của nhà theo phương pháp nâng tầng	240
1. Phương pháp thi công	240
2. Trình tự thi công	241
3. Ưu điểm của phương pháp	242

Chương IV

THI CÔNG BÊ TÔNG TOÀN KHỐI BẰNG CÔNG NGHỆ CỐP PHA TRƯỢT

I. Vài nét về lịch sử phát triển cốp pha trượt ở Việt Nam và trên thế giới	243
II. Đặc điểm của công nghệ thi công sử dụng cốp pha trượt	244
III. Thiết bị của cốp pha trượt	246
IV. Tính toán ván khuôn trượt	248
1. Tính toán chiều dài tối thiểu của kết cấu khi sử dụng phương pháp thi công bằng cốp pha trượt	248
2. Các tải trọng tác dụng lên hệ cốp pha trượt	252
3. Sự dính bám, phân lớp và đóng sần của bê tông trong cốp pha trượt	257
4. Yêu cầu cường độ bê tông khi ra khỏi cốp pha trượt	258
5. Tính toán tốc độ trượt	260
6. Kích sử dụng trong thi công cốp pha trượt	264

Chương V
PHƯƠNG PHÁP THI CÔNG KẾT CẤU CẦU
BÊ TÔNG CỐT THÉP ỨNG SUẤT TRƯỚC

I. Vài nét về lịch sử và sự phát triển của bê tông cốt thép ứng suất trước ở Việt Nam và trên thế giới	274
II. Nguyên lý của bê tông ứng suất trước	276
III. Các phương pháp tạo ứng suất trước	279
1. Phương pháp kéo căng trước	279
2. Phương pháp kéo căng sau	280
3. Các phương pháp khác tạo ứng suất trước	281
4. So sánh sự làm việc của kết cấu bê tông cốt thép thông thường và bê tông dự ứng lực	282
5. Phân loại công trình BTCT ứng suất trước	283
IV. Vật liệu dùng trong kết cấu BTCT ứng suất trước	284
1. Bê tông	284
2. Thép trong bê tông ứng suất trước	285
3. Ống gen	287
4. Vữa phụ	287
5. Cốt thép thường trong kết cấu BTCT ứng suất trước	288
V. Cấu tạo các kết cấu BTCT ứng suất trước	288
1. Cốt thép thường (cốt thép cấu tạo)	288
2. Cốt thép ứng suất trước theo phương pháp căng trước	289
3. Cốt thép ứng suất trước theo phương pháp căng sau	289
VI. Tổn hao ứng suất trong kết cấu BTCT ứng suất trước	291
1. Mất mát ứng suất trong quá trình kéo và neo cốt thép	291
2. Mất mát ứng suất do biến dạng đàn hồi tức thì của bê tông	295
3. Các mất mát ứng suất trước khác	296

VII. Ứng dụng của kết cấu BTCT ứng suất trước	298
1. Thanh căng của vòm cuốn	299
2. Dùng để neo các đập mới và các công trình xuống các lớp đá sâu	299
3. Dùng làm đai các bề mặt hình trụ	300
4. Các loại dầm	301
5. Khung BTCT ứng suất trước	302
Tài liệu tham khảo	303