

Chương 3

CÔNG TÁC BÊTÔNG

A. KHÁI NIỆM VỀ BÊTÔNG

NHỮNG ĐẶC TÍNH CỦA BÊTÔNG

Các thành phần vật liệu trong bê tông gồm: chất kết dính, cốt liệu lớn, cốt liệu nhỏ.

Sữa ximăng là hỗn hợp ximăng với nước, được sử dụng như một loại keo dính để liên kết các hạt cát, viên đá lại với nhau, vậy ximăng là chất kết dính.

Hỗ bê tông là hỗn hợp ximăng, nước, cát, đá, sau khi đổ khuôn và ninh kết, hồ đó trở thành loại đá nhân tạo, gọi là *bê tông*.

Cát, đá là vật liệu trợ không tham gia vào quá trình đông cứng của bê tông, nhưng lại là bộ xương cứng của bê tông, được gọi là *cốt liệu*. Có ba loại cốt liệu sau:

- Cốt liệu nhỏ, là cát, xỉ, kê-răm-dít..., cỡ hạt tới 5mm.
- Cốt liệu lớn, là đá dăm, đá sỏi, hạt xỉ, hạt kê-răm-dít cỡ lớn 5-150mm.
- Cốt liệu độn, là đá hộc, cỡ 200 - 300mm, cho lẫn vào hồ bê tông trong kết cấu không có cốt thép.

Vữa ximăng - cát là hỗn hợp gồm ximăng, nước và cát, dung trọng trung bình 1800 kg/m³, còn gọi là *bê tông hạt nhỏ*.

Bê tông nặng là loại bê tông thông dụng nhất, dung trọng 2200 - 2500 kg/m³ tùy thuộc loại đá sử dụng.

Bê tông nhẹ làm bằng các hạt cốt liệu có cấu trúc rỗng xốp (kê-răm-dít, pec-lít, xỉ lò cao...), dung trọng nhỏ dưới 1700kg/m³, dùng làm bê tông cách nhiệt.

Bê tông cực nặng, dung trọng 2800 - 6000 kg/m³, cốt liệu gồm quặng sắt, mẩu gang, thép, barit, magnêtit... được dùng để xây dựng lò phản ứng hạt nhân, nhà máy điện nguyên tử... làm những bức tường ngăn cản phóng xạ.

Bê tông chịu nhiệt là loại bê tông chịu được nhiệt độ cao trong lò nung, lò hơi..., nhiệt độ cao nhất mà bê tông này chịu được tùy thuộc khả năng chịu nhiệt của loại cốt liệu sử dụng.

Bê tông đúc sẵn là bê tông được đúc trước trong các khuôn định hình, rồi mới lắp đặt vào vị trí trong công trình, còn gọi là *cấu kiện đúc sẵn*.

Bê tông trang trí là bê tông có mặt ngoài được gia công đặc biệt, thành các hoa văn hoặc thành các đường nét tạo dấu ấn kiến trúc, có màu sắc do sử dụng xi măng trắng pha bột màu.

Bê tông khô là bê tông sử dụng rất ít nước, có độ sụt nhỏ dưới 2cm, dùng để đúc các bề mặt có độ dốc nghiêng.

Bê tông cường độ cao, cường độ đó là 500 - 600kG/m²; muốn có loại bê tông này thì phải sản xuất được loại xi măng mác cao bằng mác bê tông và phải thay đổi công nghệ sản xuất xi măng.

Cường độ bê tông là khả năng chịu nén ép của bê tông sau khi đông cứng được 28 ngày. Cường độ bê tông phụ thuộc chất lượng các vật liệu thành phần. Phòng thí nghiệm vật liệu xây dựng lựa chọn ra các tỷ lệ thành phần vật liệu sao cho cường độ bê tông không thấp hơn mác thiết kế. Kiểm tra sự lựa chọn này bằng cách ép vỡ các mẫu bê tông thí nghiệm trên máy nén, sau khi bê tông đã đạt 7 hay 28 ngày tuổi.

Chất lượng xi măng. Cường độ (hoạt tính) xi măng càng cao thì cường độ bê tông cũng cao. Tốc độ đông cứng của xi măng càng lớn thì cường độ bê tông cũng tăng nhanh.

Lượng xi măng cho 1m³ bê tông. Cường độ bê tông sẽ cao nhất khi đã sử dụng một lượng xi măng đủ để sũa xi măng lấp kín hết các chỗ rỗng trong cát và bao bọc hết các hạt cát, còn vữa xi măng-cát thì đủ để lấp kín các khe rỗng giữa các viên cốt liệu lớn.

Lượng nước cho xi măng. Khi sử dụng cùng một lượng xi măng, cường độ bê tông sẽ thấp đi nếu lượng nước trong hồ bê tông tăng lên. Giải thích điều này như sau: lượng nước cần thiết cho xi măng thủy hóa chỉ vào khoảng 20% trọng lượng xi măng, nghĩa là khi sử dụng 220 - 250 kg xi măng cho 1m³ bê tông thì chỉ cần 45 - 50 lít nước, nhưng lúc này hồ bê tông quá khô nên khó trộn đều, khó đổ khuôn và lèn chặt, người ta phải tăng lượng nước lên 3 - 4 lần, khoảng 160 - 180 lít nước cho 1m³ bê tông. Phần nước dư sẽ bốc hơi khi bê tông ninh kết, để lại những lỗ rỗng xốp, càng nhiều nước thì độ rỗng xốp trong bê tông càng lớn, do đó mà cường độ bê tông giảm.

Chất lượng cốt liệu. Hình dạng, kích cỡ và thành phần các viên cốt liệu tạo nên chất lượng bê tông. Các viên đá gồm nhiều kích cỡ khác nhau (không đồng đều) thì thể tích rỗng sẽ giảm. Độ nhám bề mặt viên đá cốt liệu làm tăng độ dính bám của vữa xi măng với viên cốt liệu đó, tức là làm tăng cường độ bê tông. Hình dạng viên đá dài, dẹt, mặt nhẵn làm giảm cường độ bê tông. Độ dơ bẩn của cốt liệu làm giảm sức bám dính của nó với vữa xi măng, tức là làm giảm cường độ bê tông.

Chất lượng trộn hồ bê tông. Trộn hồ bằng thủ công chất lượng không đồng đều như khi trộn bằng máy trộn. Số lần trộn quá ít hoặc thời gian trộn quá ngắn đều làm giảm cường độ bê tông.

Độ chặt của hồ bê tông. Hồ được làm chặt bằng đầm rung thì cường độ sẽ tăng lên 10 – 30% so với đầm thủ công.

Điều kiện đông cứng. Cường độ bê tông sẽ tăng lên cao nhất khi nó được đông cứng trong môi trường nóng ẩm. Ngược lại trong môi trường nóng khô, chất lượng bê tông giảm đi khá nhiều.

Nhiệt độ khí trời thấp làm chậm tốc độ đông cứng của hồ bê tông; ở nhiệt độ $t^{\circ} = 0^{\circ}\text{C}$, hồ bê tông không đông cứng được.

Dung trọng bê tông là thành phần chất rắn (đá ximăng và cốt liệu) ở trong đơn vị thể tích bê tông đó, chẳng hạn, dung trọng bê tông là 0,85; nghĩa là 85% thể tích bê tông đó là chất rắn, còn 15% thể tích đó là phần rỗng xốp do nước trong bê tông đã bốc hơi để lại. Trong xây dựng ta hiểu dung trọng bê tông là trọng khối tính bằng kg/m^3 . Dung trọng là yếu tố quan trọng của bê tông, vì cường độ, độ chống thấm, độ bền lâu của bê tông phụ thuộc vào dung trọng này.

Độ chống thấm là yêu cầu của bê tông các hồ chứa nước, các công trình thủy lợi. Người ta tăng dần áp lực nước lên mẫu bê tông thử nghiệm để tìm ra áp lực lớn nhất khi nước còn chưa thấm qua được mẫu bê tông đó.

Cường độ mạch ngừng. Trong công trình bê tông cốt thép đúc toàn khối thường có những mạch ngừng do quá trình đúc bị gián đoạn. Trước khi đúc bê tông trở lại cần phải đánh nhám và rửa sạch bề mặt tiếp xúc, nếu không, cường độ liên kết giữa bê tông cũ và bê tông mới sẽ giảm đi nhiều.

Tính co ngót của bê tông. Hồ bê tông chứa nước nên khi ninh kết thể tích bê tông thay đổi: ở ngoài khí trời bê tông sẽ khô và co ngót; ở trong nước bê tông sẽ nở ra chút ít. Mặt ngoài khối bê tông khô nhanh hơn bên trong khối bê tông, tạo nên sự co ngót không đồng đều, từ đó phát sinh ra các vết nứt sợi tóc hỗn loạn (vết nứt co ngót). Có thể làm giảm sự co ngót không đồng đều này bằng cách thường xuyên tưới ẩm mặt ngoài bê tông và che phủ mặt ngoài đó khỏi mau khô vì nắng gió.

Hồ bê tông chứa nhiều ximăng và nhiều nước thì co ngót càng nhiều và co ngót nhiều nhất là khi bê tông ninh kết trong môi trường khô.

Tính phát nhiệt của bê tông. Trong quá trình ninh kết các phản ứng hóa học của bê tông tỏa nhiệt; nhiều nhất trong các khối bê tông lớn, như trong các khối móng lớn, các công trình thủy lợi..., tạo ra những ứng suất nhiệt trong bê tông.

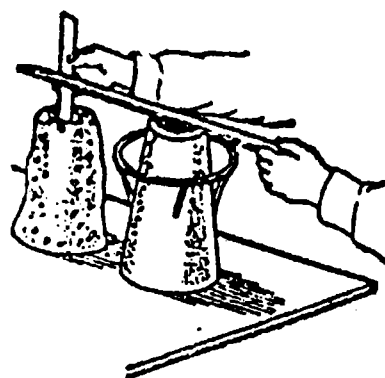
Tính co giãn của bê tông theo nhiệt độ: giống như mọi loại vật liệu, bê tông cũng co giãn khi nhiệt độ môi trường thay đổi. Hệ số co giãn tuyến tính của bê tông trung bình là 0,00001 nghĩa là trên mỗi 10m dài, bê tông giãn ra 1mm khi nhiệt độ bên ngoài tăng lên 10°C . Sự biến dạng do nhiệt độ này thấy rõ ràng trong các công trình nhà cửa có khối tích lớn, nó ảnh hưởng xấu đến cường độ bê tông. Để giảm tác dụng này của nhiệt độ,

người ta chia công trình ra làm nhiều phân đoạn bằng những *mạch nhiệt*. Các mạch nhiệt này cách nhau khoảng 40m, chiều rộng khe nhiệt 10 - 15mm.

TÍNH LƯU ĐỘNG CỦA HỒ BÊTÔNG

Khi chọn các thành phần cho hồ bê tông, không nên chỉ quan tâm đến cường độ không thôi, mà cần chú ý đến hai đặc tính ảnh hưởng đến quá trình thi công bê tông, đó là tính lưu động và tính ổn định của hồ.

Tính lưu động. Hồ bê tông cần phải có một độ chảy dẻo nhất định để có thể trút nhanh ra khỏi cối trộn, khỏi xe vận chuyển, để có thể đúc khuôn nhanh, lấp kín được mọi khe hở giữa các thanh cốt thép ken dày. Tính lưu động của hồ được đo bằng "ống côn" (hình 3.1), dụng cụ này bằng tôn, đường kính miệng trên 100 mm, đường kính đáy dưới 200mm, chiều cao 300mm. Nhồi hồ bê tông vào ống côn làm ba lớp, mỗi lớp dày 100mm; dùng thanh sắt ϕ 15mm để xọc nhồi mỗi lớp 25 nhát. Sau khi gạt hồ dư thừa trên miệng ống, rút ống côn lên từ từ và thẳng đứng. Khối hồ bê tông sẽ lún sụt, người ta đo độ sụt này bằng một thước đo ngang như trong hình 3.1.



Hình 3.1. Ống côn thử độ sụt của hồ bê tông

- Bê tông có độ sụt bằng 0 hay bằng 1-2 cm, gọi là *bê tông khô*.

- Bê tông có độ sụt bằng 3-16 cm, gọi là *bê tông dẻo*.

- Bê tông có độ sụt trên 16 cm, gọi là *bê tông lỏng*.

Tùy theo từng loại kết cấu bê tông và quy mô của chúng chọn độ sụt của hồ theo bảng 3.1.

Bảng 3.1

Loại kết cấu bê tông	Độ sụt (cm)
Lớp bê tông lót móng, sàn nhà, đường, sân bay...	0 - 1
Lớp bê tông sàn, đường, sân bay, khối bê tông lớn ít cốt thép	1 - 3
Cột, dầm, sàn, với các cạnh 400-800 mm ...	3 - 6
Kết cấu nhiều cốt thép, như tường mỏng, cột, dầm sàn tiết diện nhỏ, xilô, bunke...	6 - 10
Kết cấu nhiều cốt thép, nhiều chi tiết chôn sẵn ...	16 - 24

Các số liệu về độ sụt nêu trong bảng, trừ dòng cuối cùng, ứng với các bê tông khô và bê tông dẻo, có sử dụng đầm rung. Còn đối với bê tông lỏng, không cần đầm rung, lại có phụ gia hóa dẻo, thì độ sụt được ấn định ngay tại hiện trường, dựa theo các phương tiện dùng để vận chuyển và đổ bê tông (cần trục, máy bơm bê tông...), trong khoảng 16 - 24cm.

Có thể tăng độ sụt của hồ bê tông bằng cách bổ sung nước và xi măng đồng thời. Khi tỷ lệ N/X không thay đổi thì cường độ bê tông cũng không thay đổi. Như vậy, là có thể điều chỉnh thành phần của hồ để đạt được độ lưu động cần thiết cho việc thi công bê tông mà vẫn giữ được cường độ quy định.

Tính ổn định của hồ: nghĩa là hồ bê tông, khi đổ vào khuôn đúc và đầm chặt, vẫn giữ nguyên tính đồng nhất, không phân rã; hoặc khi đổ hồ vào ống côn thử độ sụt, thấy việc nhồi xọc dễ dàng, không thấy nước rò rỉ ở đáy ống côn; khi nhấc cao ống côn lên thấy hồ bê tông lún xuống, nhưng không rời rã, lở xập.

Các thành phần vật liệu của hồ bê tông gồm: xi măng (X), cát (C), đá (Đ), được tính theo trọng khối (kg). Lượng xi măng được lấy làm đơn vị so sánh. Lượng nước (N) xét riêng biệt, lấy theo tỷ lệ N/X.

Chẳng hạn, cho biết thành phần (X, C, Đ) của hồ bê tông là 1; 2,5; 4,5 và tỷ lệ $N/X = 0,6$ thì nghĩa là các lượng vật liệu trong $1m^3$ bê tông như sau: giả sử lượng xi măng là 280 kg, vậy cần 170 lít nước, 700 kg cát và 1280 kg đá.

NHỮNG TÍNH CHẤT CỦA XIMĂNG

Xi măng là chất kết dính có thể đông cứng ở trong không khí và cả ở trong nước.

Xi măng poóclăng. Cường độ (hoạt tính) của xi măng này phân thành các mức P-30, P-40, P-50, P-60, được sử dụng vào các công trình trên mặt đất, dưới mặt đất và dưới nước, không dùng được ở nơi có nước xâm thực.

Xi măng poóclăng đông cứng nhanh. Cường độ của nó tăng khá nhanh trong mấy ngày đầu (1 - 3 ngày). Thường sau ba ngày, cường độ chịu nén đã trên 25 MPa.

Xi măng poóclăng dẻo. Trong quá trình nghiền clinke có sử dụng phụ gia hóa dẻo, như chất bã rượu sunphit. Dùng loại xi măng này hồ bê tông có độ lưu động cao mà không cần tăng thêm nước khi pha trộn.

Xi măng đông cứng cực nhanh. Cũng là loại xi măng poóclăng nhưng nó có thể đạt cường độ cao ngay trong khi ninh kết ban đầu (dưới 1 giờ), nên được sử dụng vào việc đóng nút bịt các lỗ khoan đầu khí. Hồ xi măng này chỉ trộn với nước, không có cốt liệu, với tỷ lệ $N/X = 0,4 - 0,5$.

Xi măng poóclăng kỵ nước. Chế tạo bằng cách pha thêm chất phụ gia hoạt tính mặt ngoài kỵ nước (như xà bông naptenic, axit oleic...) vào clinke khi nghiền. Các phụ gia này tạo nên một màng mỏng bên ngoài hạt xi măng, dường như mỗi hạt được bọc một lớp dầu chống ẩm. Xi măng giữ được hoạt tính ban đầu trong suốt thời gian vận chuyển và bảo quản trong không khí ẩm ướt, không vón hòn khi tiếp xúc với nước trong thời gian ngắn. Màng bọc ngoài hạt xi măng lại không gây trở ngại cho quá trình ninh kết của xi măng khi trộn với nước.

Bê tông và vữa xi măng-cát chế trộn với xi măng poóc-lăng kỵ nước có độ lưu động cao, có độ thấm nước nhỏ.

Xi măng poóc-lăng xi, là kết quả của quá trình nghiền kết hợp clinke poóc-lăng với xỉ lò cao và thạch cao. Đặc điểm của xi măng này là tốc độ đông cứng chậm, và tỏa nhiệt ít hơn so với xi măng poóc-lăng thông thường.

Xi măng poóc-lăng pudôlan, được chế tạo bằng cách nghiền clinke poóc-lăng với các phụ gia hoạt tính như đá diatômít, đá bọt, trêpen, tuýp núi lửa. Đông cứng ở ngoài khí trời cường độ của xi măng poóc-lăng pudôlan tăng chậm hơn, tỏa nhiệt ít hơn so với xi măng poóc-lăng thông thường; nhưng nếu nó đông cứng ở trong môi trường nước hoặc ở nơi ẩm ướt thì cường độ lại cao hơn xi măng poóc-lăng thông thường. Quá trình đông cứng chậm cũng do xi măng poóc-lăng pudôlan cần lượng nước khá lớn.

Xi măng poóc-lăng pudôlan chống sunphát. Đặc điểm của xi măng này là chống được tác dụng thường xuyên của nước sunphat và các nước xâm thực khác. Khi đông cứng xi măng này tỏa nhiệt ít hơn xi măng poóc-lăng thông thường, nên nó thích hợp với các công trình bê tông khối lớn trên sông và trên biển.

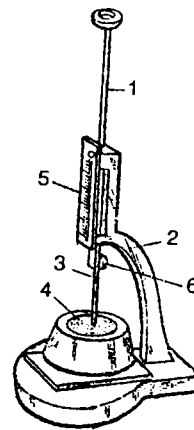
THỜI GIAN NINH KẾT CỦA XI MĂNG

Kiểm tra thời gian ninh kết của xi măng, phục vụ quá trình đúc bê tông bằng dụng cụ thí nghiệm Vica (hình 3.2). Trước tiên chế trộn các mẫu bột xi măng nhào nước với độ dẻo tiêu chuẩn (lượng nước chiếm 23-26% lượng xi măng), rồi đổ vào một hộp khuôn tròn, cao 40 mm, đường kính trung bình 70mm. Cho kim Vica tiếp xúc với mặt bột nhào, sau đó mở ốc hãm để thanh chạy và kim Vica rơi tự do xuyên khối bột nhào. Lúc đầu bột nhào còn mềm nên kim cắm xuyên qua lớp bột; cứ 5 phút sau lại cho kim cắm vào lớp bột một lần, cho đến khi bột nhào bắt đầu ninh kết.

Từ đó, cứ cách 15 phút mới cho kim cắm xuống một lần, mỗi lần phải xê dịch khuôn tròn để kim không rơi vào vết xuyên cũ và lau đầu kim.

Thời điểm bắt đầu ninh kết (sơ ninh) của xi măng (t_1) là khoảng thời gian tính từ lúc trộn xi măng với nước cho đến khi kim rơi cắm xuyên, cách đáy 1-2mm.

Thời điểm kết thúc ninh kết (chung ninh) của xi măng (t_2) là khoảng cách thời gian tính từ lúc trộn cho tới khi kim rơi mà chỉ cắm được vào xi măng không quá 1mm.



- 1- thanh chạy;
- 2- giá gỗ;
- 3- kim Vica;
- 4- khuôn tròn đựng bột xi măng nhào;
- 5- thước đo;
- 6- ốc hãm.

Hình 3.2. Dụng cụ thí nghiệm Vica

THỂ TÍCH XIMĂNG BIẾN ĐỔI KHÔNG ĐỒNG ĐỀU

Hoạt tính của ximăng giảm dần theo thời gian, nên ximăng đã cất chứa trên hai tháng, khi sử dụng phải kiểm tra chất lượng lại.

Người ta làm những mẫu thử nghiệm dạng cái bánh đúc từ bột ximăng nhào và dưỡng hộ chúng trong không khí ẩm, thời gian một ngày, sau đem đun sôi trong thùng ngập nước khoảng 4 giờ.



*Hình 3.3. Mẫu bánh đúc để xác định tính biến đổi thể tích của ximăng
a, d) mẫu có thể tích ổn định (các vết nứt khô tóp không ra đến mép).
b, c) các mẫu có thể tích biến đổi không đồng đều*

Quan sát kỹ các mẫu bánh đúc bằng mắt thường hay bằng kính lúp xem có xuất hiện (hình 3.3): những vết nứt nhỏ hướng từ tâm ra mép; tấm bánh đúc cong vênh; tiếng gõ nghe đục, đó là những dấu hiệu báo chất lượng ximăng không đồng đều.

Cần phân biệt những vết nứt này với những vết nứt nhỏ chạy xiên xẹo do co ngót khô tóp.

Khi cất chứa ximăng phải sắp xếp chúng theo loại, theo mác và theo thời gian lưu trữ để không dùng lẫn lộn. Đặc biệt cấm pha trộn các đợt nhập ximăng khác nhau vào xi-lô hay thùng chứa.

PHỤ GIA CHO XIMĂNG

Trong quá trình sản xuất hồ bê tông và vữa ximăng cát người ta sử dụng phụ gia nhằm thay đổi một vài tính chất hóa lý của ximăng có sẵn, như tính chất chống xâm thực, tính lưu động, tốc độ đông cứng mau chậm. Liều lượng phụ gia sử dụng lấy theo chỉ dẫn hay do phòng thí nghiệm vật liệu quy định.

Có mấy loại phụ gia như sau:

- Phụ gia chất khoáng hoạt tính, làm tăng khả năng chống xâm thực của bê tông trong môi trường nước.
- Phụ gia hóa dẻo, làm tăng tính lưu động của hồ bê tông và của vữa, thường là chất bã rượu sunphít ở dạng lỏng hoặc dạng cô đặc. Dùng phụ gia này thì giảm được lượng nước trong bê tông, nâng cao cường độ và dung trọng bê tông.
- Phụ gia siêu dẻo, có thể làm tăng tính lưu động của hồ bê tông đến mức không cần phải đầm rung trong quá trình đúc khuôn.

- Phụ gia đông cứng nhanh, chất làm xi măng đông cứng nhanh thường là canxi-clorua lỏng, chiếm 0,5-2% trọng lượng xi măng. Trong bê tông không có cốt thép lượng phụ gia này có thể lên tới 3%.

- Phụ gia đông cứng chậm, có tác dụng làm giảm tỏa nhiệt khi xi măng thủy hóa, giữ tính lưu động của hồ bê tông trong thời gian dài khi phải vận chuyển nó đi xa trong đường ống, đồng thời làm tăng tính ổn định của hồ bê tông.

TỶ LỆ NƯỚC - XIMĂNG

Nước rất cần cho sự thủy hóa của xi măng, tức cho phản ứng hóa học giữa nước và xi măng để tạo ra keo dính kết. Lượng nước trong hồ bê tông còn ảnh hưởng đến tính lưu động và tính ổn định của hồ.

Cường độ, độ bền, độ chống thấm, độ chống mài mòn của bê tông liên quan đến tỷ lệ nước xi măng. Tỷ lệ này càng thấp càng tốt, miễn là hồ giữ được tính lưu động cần thiết, vậy cần chọn tỷ lệ N/X sao cho đáp ứng được các yêu cầu của hồ bê tông. Tỷ lệ này thường nằm trong khoảng 0,4 - 0,7 theo trọng lượng.

Thông thường nước nào uống được thì cũng dùng để trộn hồ bê tông được. Tạp chất lẫn trong nước cản trở sự dính bám của hồ lên bề mặt cốt liệu. Các axit, alkali lẫn trong nước, phản ứng với xi măng, can thiệp vào sự thủy hóa của xi măng. Nước biển có thể dùng để trộn bê tông, nhưng cường độ chịu nén của bê tông sẽ giảm 10 - 20% so với khi sử dụng nước ngọt. Nếu còn nghi ngờ chất lượng nước thì đúc các mẫu bê tông thử nghiệm để kiểm tra chất lượng bê tông.

HỒ BÊ TÔNG TRONG MÙA KHÔ NÓNG

Trong năm cũng có mùa, có vùng chịu khí hậu khô nóng, đó là khi nhiệt độ khí trời cao trên 35°C và độ ẩm tương đối nhỏ hơn 50%; nắng mặt trời làm khô cứng cả đất đai lẫn công trình, cộng với những đợt gió Lào làm nước mau bốc hơi.

Tốc độ bốc hơi nước của hồ bê tông và cả của bê tông phụ thuộc nhiều vào nhiệt độ - độ ẩm của thời tiết như sau:

- Nhiệt độ khí trời 20°C, độ ẩm 70%, tốc độ gió khoảng 5m/giây, cường độ bốc hơi nước là 0,3 kg/m².

- Nhiệt độ khí trời là 35°C, độ ẩm 30%, tốc độ gió giống như trên, cường độ bốc hơi lên tới 1,2 kg/m², nghĩa là gấp 4 lần; còn nếu tốc độ gió là 10 m/giây, thì cường độ bốc hơi tăng lên gấp đôi nữa.

*** Những khó khăn khi thi công bê tông:**

- Thời tiết khô nóng làm nhiệt độ trong hồ bê tông tăng cao, dẫn đến nhu cầu về nước cũng phải tăng mới đảm bảo tính lưu động của hồ; tăng lượng nước thì cũng phải tăng lượng xi măng để đảm bảo cường độ của bê tông.

- Thời tiết khô nóng, độ co ngót trong vài giờ đầu của hồ bê tông rất lớn, làm bê tông sớm nứt nẻ, đồng thời làm giảm các tính chất cơ lý của bê tông, dẫn đến giảm độ bền. Lớp bê tông mặt đường hay lớp bê tông ốp mặt con kênh có thể bị nứt nẻ do co ngót và ma sát giữa bê tông mới đúc với đất nền.

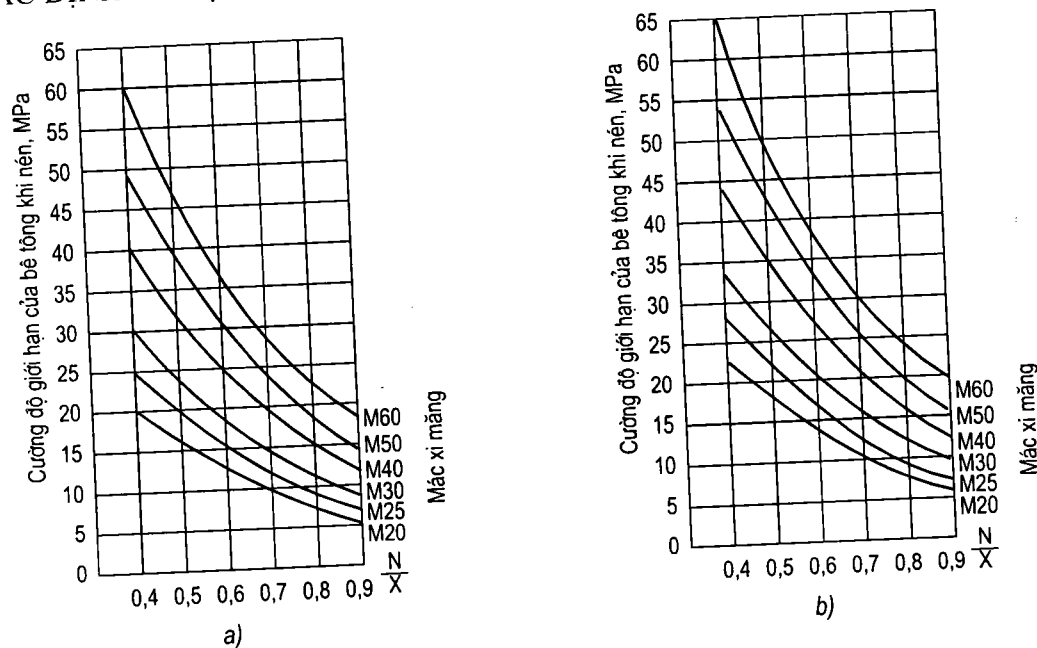
Cốt thép trong bê tông cản trở quá trình co ngót ban đầu này, góp phần làm tăng mức độ nứt nẻ của kết cấu bê tông cốt thép.

Trong tháng đầu sự mất nước nhanh của bê tông đã ninh kết, làm cường độ của bê tông ấy giảm tới 50%.

Thi công bê tông trong thời tiết khô nóng cần lựa chọn loại xi măng thích hợp. Nên sử dụng loại xi măng poóc-lăng cường độ cao và đông cứng nhanh, nhằm làm giảm khả năng mất nước ban đầu của hồ, giảm độ co ngót ban đầu của bê tông. Cũng có thể sử dụng phụ gia hóa dẻo nhằm làm tăng tính lưu động của hồ và tăng tốc độ đông cứng của bê tông.

B. CHẾ TRỘN HỒ BÊ TÔNG

XÁC ĐỊNH TỶ LỆ N/X



Hình 3.4. Biểu đồ xác định tỷ lệ nước - xi măng
a) bê tông sỏi; b) bê tông dầm dầm

- Xác định tỷ lệ N/X theo cường độ yêu cầu bằng biểu đồ (hình 3.4), hoặc bằng công thức Bôlômay:

$$R_{28} = AR_x \left(\frac{X}{N} - 0,5 \right), \quad \text{khi } \frac{N}{X} \geq 0,4$$

Hay viết:

$$\frac{N}{X} = \frac{AR_x}{R_{28} + 0,5AR_x}$$

trong đó: R_{28} - cường độ chịu nén của bê tông sau 28 ngày tuổi;

R_x - hoạt tính của xi măng;

A - hệ số đặc tính của vật liệu:

A = 0,65 - khi chất lượng vật liệu tốt.

A = 0,60 - khi chất lượng bình thường.

A = 0,55 - khi chất lượng xấu (xi măng xấu, cát nhỏ).

- Chọn gần đúng lượng nước (N) trong $1m^3$ hồ bê tông theo bảng 3.2.

Bảng 3.2. Lượng nước ước lượng (l/m^3) cho hồ bê tông

Độ sụt ống côn (cm)	Cỡ đá dăm D_{max} (mm)			
	10	20	40	70
9 - 12	230	215	200	185
6 - 8	220	205	190	175
3 - 5	210	195	180	165
1 - 2	200	185	170	155

Ví dụ: Thiết kế vật liệu cho biết: thành phần X, C, Đ là 1; 2,5; 4,5 để sản xuất hồ bê tông mác 200, với đá dăm cỡ $D_{max} = 40$ mm, bằng xi măng poóclăng $R_x = 350kG/cm^2$. Độ sụt yêu cầu: 6 - 8 cm.

Hãy xác định tỷ lệ N/X đáp ứng độ sụt yêu cầu.

- Tính tỷ lệ N/X theo công thức Bôlômay:

$$\frac{N}{X} = \frac{AR_x}{R_{28} + 0,5_x AR} = \frac{0,6.350}{200 + 0,5.0,6.350} = 0,69$$

- Tra bảng 3.2 để tìm lượng nước cần thiết cho hồ bê tông có độ sụt 6 - 8cm và đá dăm $D_{max} = 40$ mm, ta được: N = 190l.

- Tính lượng xi măng trong $1m^3$ bê tông:

$$X = \frac{N}{N/X} = \frac{190}{0,69} \approx 280kg$$

Sử dụng 280 kg xi măng, 190 lít nước, 700 kg cát và 1280 kg đá để chế tạo hồ bê tông, rồi lấy mẫu để kiểm tra độ sụt của hồ.

Nếu khi kiểm tra thấy độ sụt là 5cm, nghĩa là nhỏ hơn độ sụt yêu cầu. Để tăng cường độ sụt ta bổ sung thêm 10% xi măng và nước. Trộn kỹ hồ bê tông rồi kiểm tra độ sụt mới, thấy nó bằng 7cm, tức nằm trong phạm vi yêu cầu.

CỐT LIỆU CỦA BÊTÔNG

- Cốt liệu (cát, sỏi, đá) tạo thành bộ xương cứng rắn trong bê tông và trong vữa, làm giảm độ co ngót khi đá xi măng ninh kết và làm giảm giá thành. Cốt liệu chiếm 60 - 80% thể tích bê tông, nên tính chất của cốt liệu ảnh hưởng nhiều đến tính chất của bê tông.

Các cốt liệu lớn hay nhỏ đều phải cứng rắn và không chứa các tạp chất có hại quá mức quy định.

Cần lựa chọn các thành phần hạt cốt liệu đảm bảo cấu trúc bê tông chắc đặc biệt để tiết kiệm xi măng.

Cốt liệu nhỏ là cát với cỡ hạt 0,15 – 5 mm, phân thành cát nhỏ, cát trung và cát lớn. Cốt liệu lớn cho bê tông nặng là đá dăm và đá sỏi. Cốt liệu đá cũng phân ra nhiều cỡ: 5 – 10; 10 – 20; 20 – 40 và 40 – 70mm. Đôi khi theo thỏa thuận giữa người tiêu thụ và nhà cung cấp lại phân ra các cỡ đá như sau: 3 – 10 (lẽ ra là 5 – 10mm); 10 – 15; 15 – 20; 25 – 40 và 70 – 120mm. Được phép sử dụng từ hai loại cỡ đá gần nhau trở lên.

Trong kết cấu bê tông cỡ đá lớn nhất không được lớn hơn 1/4 cạnh nhỏ nhất của tiết diện kết cấu. Còn trong kết cấu bê tông cốt thép cỡ đá không được lớn hơn 3/4 khe hở giữa hai thanh cốt thép gần nhau.

Cỡ đá lớn nhất không được lớn quá mức cho phép của cối trộn sử dụng. Cối trộn kiểu rơi tự do có dung tích sản phẩm 65 lít, sử dụng cỡ đá 40mm; có dung tích sản phẩm 165, 300, 500 lít, sử dụng cỡ đá 70mm; có dung tích sản phẩm 800, 1000, 2000 lít, sử dụng cỡ đá 120mm.

- Lượng tạp chất dạng hạt sét trong cát không được lớn hơn 2%, trong đá không được lớn hơn 1%. Kiểm tra độ dơ bẩn của cát như sau: cho mẫu cát vào một ống nghiệm thủy tinh ngập nước, lấy đũa khuấy đều; một lúc sau nhìn thấy rõ ràng: cát lắng xuống dưới, còn đất nằm ở phần trên cát; đo chiều dày lớp tạp chất và lớp cát để tính ra số phần trăm dơ bẩn của cát.

Để chế tạo hồ bê tông sử dụng cát trung và cát lớn; để chế tạo vữa xi măng - cát nên sử dụng cát trung và cát nhỏ. Việc lựa chọn loại cát còn tùy thuộc vào chi phí khai thác, vận chuyển, trữ lượng và giá cả.

Sử dụng cát nhỏ, cát mịn (nhỏ hơn 0,14 mm) để chế tạo hồ bê tông thì rất tốn xi măng. Để cải thiện loại cát mịn người ta trộn thêm 30% cát to và 25% đá vụn, đá mặt lấy từ các nới nghiền sàng đá.

Khi sử dụng loại cát to hạt (không chứa cát nhỏ hạt) cần pha thêm cát nhỏ để tăng độ lưu động của hồ bê tông, tăng độ chắc đặc, tăng trọng lượng thể tích, giảm thể tích rỗng và giảm cả lượng xi măng sử dụng.

TRỘN BÊTÔNG THỦ CÔNG

Trộn bê tông thủ công trên những sân trộn bằng phẳng, không thấm nước, có mái để tránh mưa nắng. Sân trộn rộng khoảng 5×6 m, lát gạch hoặc lót ván, tôn.

Trước tiên trộn khô cát với xi măng cho đến khi đồng màu. Rải cốt liệu lớn thành một lớp dày đồng đều, tưới trước một phần nước cho ướt mặt các viên đá, rồi xúc hỗn hợp cát-xi măng rải lên mặt lớp cốt liệu lớn. Dùng xẻng xúc dần đồng vật liệu khô đó và đổ thành một đống khác bên cạnh, trong khi đó dùng cào đánh trộn đều, vừa trộn vừa dùng bình tưới hương sen tưới phần nước còn lại. Sau đó dùng xẻng xúc lại đống vật liệu đổ sang bên lần nữa, đồng thời dùng cào xáo trộn. Thời gian trộn thủ công không nên kéo dài quá 20 phút.

Bê tông trộn tay không tốt bằng trộn máy, muốn đạt cường độ như nhau phải tốn thêm 5-15% xi măng. Vậy chỉ nên trộn tay khi lượng bê tông tiêu thụ quá ít.

TRỘN BÊTÔNG BẰNG MÁY TRỘN

Có hai phương pháp trộn bê tông bằng máy: trộn rơi tự do và trộn khuấy cưỡng bức. Máy trộn rơi tự do phổ biến hơn, nó là một thùng cối, mặt trong có những cánh sắt dùng để xúc vật liệu lên cao rồi đổ xuống để nhào trộn khi cối quay tròn.

- Có loại cối trộn lật nghiêng được để đổ hồ bê tông ra khỏi cối và loại cối trộn không lật nghiêng được. Loại cối trộn lật nghiêng được tháo hồ bê tông ra khỏi cối nhanh, không để sót nhiều, cối sạch nhưng cấu tạo loại cối trộn này phức tạp, nặng nề, những cối trộn có dung tích lớn thường không lật nghiêng.

- Có loại máy trộn di động và loại máy trộn tĩnh tại: máy trộn di động đặt trên các bánh xe, dung tích cối trộn nhỏ, sản xuất những khối lượng bê tông nhỏ, phục vụ các địa điểm phân tán trên công trường trong thời gian ngắn.

Máy trộn tĩnh tại có dung tích lớn, thường đặt tại các trạm sản xuất hồ bê tông có công suất lớn và hoạt động trong thời gian dài.

- Có loại ô tô mang cối trộn bê tông, nó vận chuyển hồ đi khá xa mà vẫn giữ được hồ bê tông tươi.

Để có thể trộn hồ đạt chất lượng cao, dung tích hình học của cối trộn phải lớn hơn dung tích vật liệu khô khoảng 3 - 4 lần. Sau khi trộn xong, thể tích hồ bê tông tươi chỉ chiếm 65 - 72% thể tích vật liệu khô đưa vào cối trộn.

Năng suất của một máy trộn bê tông tính bằng công thức sau:

$$N_s = \frac{e.n.k_1}{1000} . k_2 \quad \text{m}^3/\text{giờ}$$

trong đó: e - dung tích hữu ích của cối trộn, tính theo cốt liệu khô, bằng lít;

n - số mẻ trộn trong một giờ;

k_1 - hệ số thành phẩm của hồ bê tông (do ngọt), có thể lấy trung bình là 0,67;

k_2 - hệ số sử dụng máy trộn theo thời gian, lấy bằng 0,9.

Trình tự trộn máy như sau: trước tiên cho khoảng 15 - 20% nước vào cối, rồi cho cát, đá, xi măng vào, đổ xi măng xen giữa các lớp cốt liệu. Trong khi cối quay trộn mới đổ dần lượng nước còn lại để đảm bảo độ dẻo, độ lưu động của hồ.

Khi sử dụng phụ gia hóa dẻo thì trước tiên đổ phụ gia và xi măng vào cối, trộn trước trong 1- 2 phút, sau mới đổ các cốt liệu khác vào và trộn theo thời gian quy định.

Khi sử dụng máy trộn cần đảm bảo đúng chế độ làm việc của máy, như: lượng vật liệu trộn, số vòng quay, thời gian trộn. Lượng vật liệu của mỗi cối trộn không được sai số quá $\pm 10\%$ thể tích quy định; lượng quá nhiều hoặc quá ít đều ảnh hưởng đến chất lượng hồ trộn.

Thời gian quay cối phụ thuộc vào dung tích cối trộn và độ khô của hồ; dung tích cối càng lớn, hồ càng khô thì thời gian trộn càng lâu.

Kinh nghiệm cho rằng: máy trộn càng quay lâu thì cường độ bê tông sau này càng cao nhưng đến một thời hạn nào đó thôi, vì nếu trộn lâu hơn nữa, thì năng suất máy trộn sẽ giảm. Thông thường mỗi mẻ hồ cần được trộn ít nhất là 20 vòng quay cối.

CÂN ĐONG CỐT LIỆU

Đối với những máy trộn nhỏ, đặt phân tán ngoài công trường, việc cân đong các cốt liệu có thể làm như sau:

- Đong đá bằng hộc gỗ (1x1x0,25m) và bằng xe rùa (xe cút-kít) có dung tích quy định, rồi đổ thẳng vào máng tiếp liệu của máy trộn. Thể tích đá không thay đổi sau mỗi lần đong.

- Đong cát cũng theo thể tích, nhưng cần chú ý đến độ ẩm tự nhiên của cát, nếu cát ẩm thì phải lấy tăng khối lượng lên. Bảng 3.3 cho thấy mức độ tăng thể tích của các loại cát ở các độ ẩm khác nhau.

Bảng 3.3

Độ ẩm (%)	Cát to	Cát trung	Cát nhỏ
5	18%	28%	38%
10	12	22	32
15	2	12	22

Thể tích cát tăng khi gặp ẩm là vì các hạt cát bị phân cách bởi một màng nước. Cát càng nhỏ thể tích thay đổi càng nhiều khi gặp ẩm. Với độ ẩm 5% thể tích cát tăng nhiều nhất.

Khi xác định khối lượng cát cho thành phần hồ bê tông người ta tính theo cát khô. Thể tích cát bão hòa nước hầu như bằng thể tích cát khô. Vậy có thể điều chỉnh khối lượng cát đóng theo độ ẩm của nó như sau: đổ cát vào một ống nghiệm tròn khoảng 3/4 chiều cao ống và đo chiều cao này. Rót nước vào ống ngập cát, rồi lắc ống cho cát lắng chìm xuống, sau đó đo lại chiều cao cột cát trong ống; chiều cao cột cát này thấp hơn chiều cao ban đầu. Số phần trăm giảm chiều cao cột cát chính là số phần trăm tăng thể tích của cát đóng so với cát khô. Vậy phải giảm lượng nước trộn bê tông đi ngần ấy phần trăm.

- Ximăng ở dạng bột mịn, thể tích của nó thay đổi nhiều mỗi lần đóng, do đó khi sử dụng phải cân ximăng theo trọng lượng, chứ không nên đóng theo thể tích.

- Nước có thể tích đóng chính xác bằng thùng hay xô.

BÊ TÔNG CẤP PHỐI KHÔ

Bê tông cấp phối khô là dạng bán thành phẩm của hồ bê tông tươi. Các cốt liệu khô và ximăng được cân đóng sẵn và đóng thành gói, thành bao hay cát chứa trong thùng kín. Đặc điểm của bê tông cấp phối khô là giữ không cho ximăng được tiếp xúc với nước để có thể cất chứa, tồn trữ nó trong một thời gian dài.

Công nghệ chế tạo bê tông cấp phối khô có thêm khâu sấy khô cốt liệu trong các thùng sấy dạng ống trụ quay tròn. Bê tông cấp phối khô được sản xuất tại một trạm hay tại một nhà máy bê tông thông thường, được vận chuyển và phân phối đến các công trường, tại đó nó mới được trộn với nước để thành hồ bê tông tươi.

CÔNG NGHỆ SẢN XUẤT HỒ BÊ TÔNG

* Công nghệ sản xuất hồ bê tông thương phẩm (bê tông chế trộn sẵn) có nhiều khâu được tự động hóa nhằm:

- Chống bụi và độc hại trong ngành sản xuất có sử dụng ximăng.
- Giảm nhẹ lao động nặng nhọc và đơn điệu.
- Kiểm tra chính xác và nhanh chóng khâu tiếp nhận vật liệu vào kho.
- Cân đóng và điều chỉnh chính xác các thành phần của hồ theo yêu cầu người sử dụng

* Các thao tác nghiệp vụ của xí nghiệp bê tông thương phẩm là:

- Lập sẵn các chương trình vi tính để giải quyết các vụ việc.
- Tiếp nhận các thông tin đặt hàng từ các nơi tiêu thụ.
- Xử lý các thông tin về tình hình tiêu thụ hồ bê tông trên máy vi tính.
- Tự động theo dõi các xe chuyên chở hồ bê tông trên các ngã đường.

* Đặt mua bê tông thương phẩm của xí nghiệp theo nhiều cách:

- Chế tạo theo công thức: khách hàng tự thiết kế các thành phần của hồ gửi đến cho nhà cung cấp và tự chịu trách nhiệm về chất lượng mẻ trộn.

- Chế tạo theo yêu cầu: khách hàng nêu ra các yêu cầu, nhà cung cấp chịu trách nhiệm thiết kế tỷ lệ các thành phần mẻ trộn đáp ứng các yêu cầu đó.

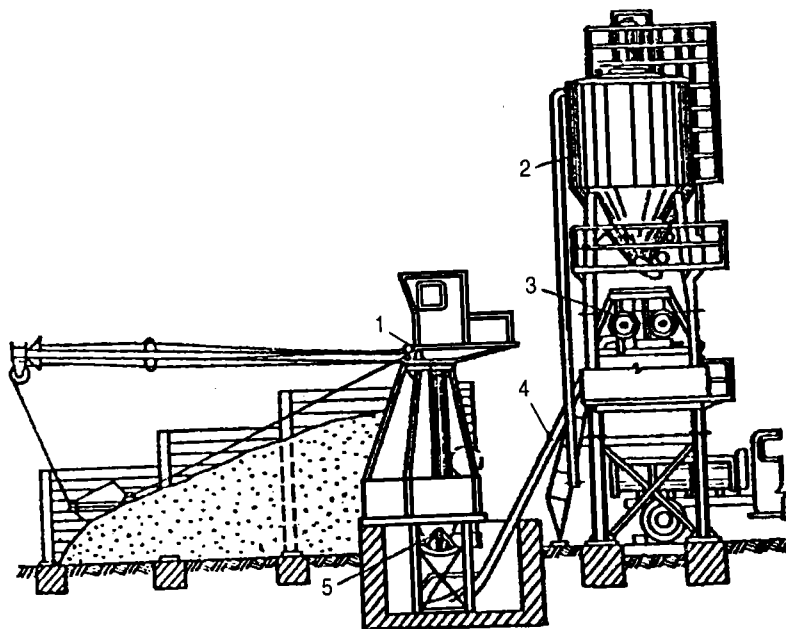
- Chế tạo vừa theo yêu cầu vừa theo công thức: khách hàng cho trước một số yêu cầu về vật liệu (chẳng hạn loại xi măng, vài loại phụ gia...); nhà cung cấp được chủ động xác định tỷ lệ các thành phần sao cho giá thành mẻ trộn thấp nhất.

* Quy mô xí nghiệp có thể phân ra làm ba loại sau:

Nhà máy bê tông: phục vụ một địa bàn rộng lớn, bán kính phục vụ 25 – 30km, công suất hàng năm đáp ứng đầy đủ nhu cầu của địa bàn.

Trạm sản xuất bê tông: nhằm phục vụ một công trường rộng lớn với nhiều hạng mục công trình, trong khoảng thời gian 5 – 6 năm. Công suất hàng năm tới 40.000m³ bê tông, chi phí cho một m³ hồ khá thấp, công lao động 0,1 – 0,3 giờ/m³. Trạm được thiết kế bằng các kết cấu lắp ráp để có thể di dời đến các công trường khác dễ dàng.

Lán trộn bê tông: phục vụ công trường quy mô nhỏ, nhu cầu hàng tháng không quá 2.000m³, nhưng cũng có đầy đủ các kho vật liệu, gian cân đong, gian máy trộn như trong hình 3.5.



Hình 3.5. Lán trộn bê tông tại công trường
1- gầu kéo gom vật liệu rời; 2- xi-lô xi măng;
3- tầng máy trộn; 4- guồng nâng vật liệu; 5- gian cân đong

C. VẬN CHUYỂN HỒ BÊTÔNG

ĐẶC ĐIỂM CỦA VIỆC VẬN CHUYỂN HỒ

Trong quá trình vận chuyển, chất lượng hồ bê tông không ổn định mà có xu hướng xấu dần đi, độ lưu động giảm nhiều.

Từ lâu người ta vẫn sử dụng xe ben, tức xe tải có thùng lật, để vận chuyển hồ. Nhưng thực tế loại xe đó không thích hợp cho mục đích này, vì nước xi măng dễ bị rò rỉ, hồ mau đông quánh và phân tầng.

Tình trạng hồ bê tông bị phân tầng trong khi vận chuyển là do bị xóc nảy dọc đường, các hạt cốt liệu lớn và nặng lắng đọng xuống dưới đáy, vữa xi măng và nước nổi lên trên mặt. Phần hồ lắng đọng tạo nên khối đá cứng thiếu vữa xi măng, phần hồ bên trên hầu hết lại là xi măng - cát với lượng nước quá dư thừa, kết quả là hồ bê tông mới trộn xong trước đó, nay không sử dụng được nữa. Vận chuyển hồ bê tông bằng xe ben còn gặp một khó khăn nữa trong việc kết hợp với các phương tiện tiếp vận khác (chẳng hạn cần trục) để đưa hồ bê tông đến được nơi cần đổ trên công trình, nhưng xe ben lại có ưu điểm vì nó là phương tiện vận tải thông dụng và giá cả thấp.

Ngày nay, đã có nhiều loại xe chuyên dụng để chở hồ bê tông đi xa, như xe trộn, xe ben cải tiến có nắp, xe chuyên chở các thùng chứa hồ bê tông cùng các phương tiện bốc dỡ khác đi kèm.

Thời gian cho phép vận chuyển hồ bê tông đi xa phụ thuộc vào nhiệt độ của chính hồ đó: ở nhiệt độ trên 20°C thời gian cho phép là 45 phút; ở nhiệt độ 10 - 19°C thời gian là 60 phút; ở nhiệt độ 5 - 9°C thời gian là 90 phút. Nhiệt độ thấp thì thời gian chưa ninh kết của xi măng được kéo dài.

XE TRỘN BÊTÔNG

Xe trộn bê tông được dùng để vận chuyển xa các thành phần khô, đã cân đong của hồ bê tông, và chỉ khi đến nơi tiêu thụ mới cho nước vào cối và quay trộn đều, để được mẻ hồ tươi không phân tầng. Khi cần cung cấp cho các công trường ở xa loại hồ bê tông có độ lưu động cao, đáp ứng được yêu cầu của máy bơm bê tông chẳng hạn, thì không có phương tiện nào thay thế được xe trộn, dù sử dụng nó sẽ tốn kém hơn nhiều so với các xe tải khác. Dung tích cối trộn trên xe thông thường là 5 - 6m³.

- Xe trộn làm việc theo ba chế độ, tùy theo dạng vật liệu nạp vào cối trộn:

1. Vận chuyển bê tông cấp phối với những cốt liệu đã được sấy khô, thì chỉ khi xe trộn đến hiện trường hoặc trước khi tháo dỡ hồ ra khỏi cối trộn chừng 10 - 20 phút, mới cho nước vào cối và quay trộn.

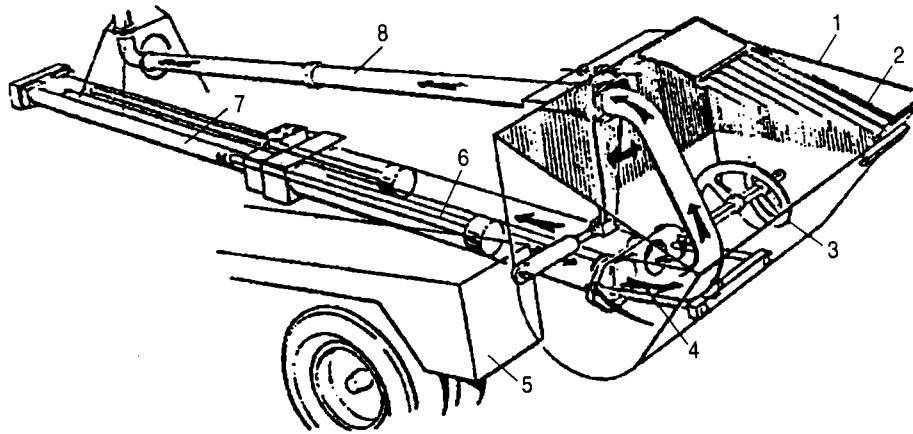
2. Vận chuyển bê tông cấp phối khô với những cốt liệu còn ẩm (không được sấy khô), hoặc vận chuyển loại hồ đã trộn trước với một phần nước tại trạm trộn tĩnh tại, thì chỉ khi đổ tiếp phần nước còn lại vào cối mới cho xe trộn quay trộn hồ.

3. Vận chuyển loại hồ đã được trộn xong với đầy đủ lượng nước yêu cầu tại trạm trộn, thì trong suốt thời gian vận chuyển hồ đến công trường, cho cối trộn quay định kỳ từng đợt hoặc cho cối quay liên tục với tốc độ rất chậm (3 vòng/phút).

Xe trộn thường mang thêm một lượng nước dự trữ để rửa sạch cối ngay sau khi tháo hết hồ ra khỏi cối.

MÁY BƠM BÊTÔNG KIỂU PIT TÔNG

Máy bơm bê tông (hình 3.6) là phương tiện tiếp vận và đổ bê tông thẳng vào công trình, có chất lượng cao và năng suất lớn. Đường ống dẫn hồ bê tông bằng sắt thép, gồm nhiều đoạn dài 3m, dễ tháo lắp; đường kính ống 80 – 100mm và 125 – 150mm; ống đường kính nhỏ dùng ở đoạn thẳng đứng; ống đường kính lớn dùng ở đoạn nằm ngang. Đường kính ống phải lớn gấp 3 – 4 lần kích cỡ lớn nhất của viên cốt liệu. Đúc các kết cấu khung nhà dân dụng và công nghiệp có cốt thép dày đặc, bằng hồ bê tông với đá cỡ 20mm thì chọn đường kính ống 80 – 100mm, với cỡ đá 40mm thì chọn đường kính ống 125 – 150mm và nên dùng loại xi măng hóa dẻo hay xi măng với phụ gia hóa dẻo.



Hình 3.6. Máy bơm bê tông kiểu pit tông

1- thùng tiếp nhận hồ; 2- lưới; 3- guồng trộn; 4- cửa đù đưa;
5- xe tải; 6- xy lanh vận chuyển; 7- xy lanh thao tác; 8- ống dẫn

Công suất máy bơm đủ sức đẩy hồ bê tông đi 200m theo hướng nằm ngang và 85m theo hướng thẳng đứng. Mỗi đoạn thẳng ngang, mỗi đoạn thẳng đứng và mỗi đoạn cong của đường ống dẫn đòi hỏi một công suất đẩy khác nhau. Cho nên để tính toán khả năng tiếp vận được hồ bê tông bằng một tuyến đường ống dẫn phức tạp, tới tận nơi đúc xa nhất, cần áp dụng “các chiều dài quy đổi” như sau:

Cứ 1 m cao tương đương với 8m ngang, những đoạn cong 90°, 45°, 30°, 22° và 15° tương đương với 12, 7, 5, 4, 3m ngang.

Thời gian chuẩn bị cho máy bơm bê tông hoạt động mất 30 – 45 phút. Mặt trong đường ống phải được phủ lót một lớp nước xi măng bôi trơn, tốn khoảng 2 – 3 bao xi măng. Nơi đặt máy bơm phải là chỗ ra vào dễ dàng của xe tiếp tế hồ bê tông và phải đặt máy bơm gần nơi cần đúc nhất.

Mỗi khi thi công xong phải làm sạch đường ống theo hướng ngược lại với hướng bơm, từ cao xuống thấp, nghĩa là ống sẽ tự xả hồ khi mở đáy ống ra. Một quả bóng làm việc chùi sạch mặt trong ống, được đẩy thông suốt chiều dài đường ống bằng khí nén với áp suất 1,5MPa. Khi làm sạch được nửa chiều dài ống thì hạ áp suất xuống dần cho tới bằng áp suất khí trời.

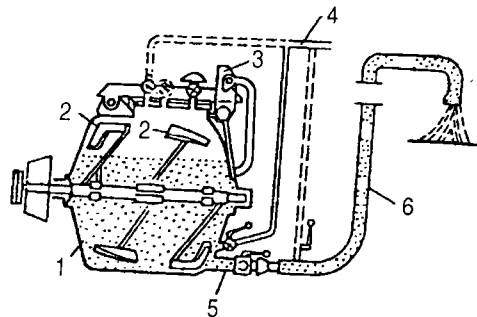
Máy bơm bê tông không được ngừng hoạt động lâu quá 20 phút; nếu cần ngừng lâu thì cứ 10 phút phải cho máy bơm dịch chuyển hồ một lần để khỏi tắc ống. Nếu thấy cần ngừng khá lâu thì phải thông sạch đường ống bằng nước. Vậy cần phải chuẩn bị tốt diện công tác đúc bê tông, để trong quá trình đúc không xảy ra ngừng gián đoạn.

Khi khối lượng bê tông đúc khá lớn, đủ để đảm bảo máy bơm làm việc liên tục, thì phương án thi công bê tông bằng máy bơm là phương án có năng suất cao nhất, 60 – 100m³/h, hơn hẳn phương án thi công cơ giới cổ điển là đổ bê tông bằng cần trục với thùng chứa, năng suất chỉ khoảng 15 – 20m³/h.

MÁY BƠM BÊ TÔNG KIỂU KHÍ NÉN

Máy bơm kiểu này (hình 3.7) vận chuyển hồ bê tông theo đường ống bằng khí nén. Hồ bê tông được đưa qua cửa tiếp liệu vào một thùng chứa có dung tích 0,5 – 0,8 m³, cửa thoát hồ của thùng nối vào đường ống dẫn. Khi đã đóng nắp cửa tiếp liệu, khí nén được dẫn vào thùng chứa hồ, áp lực khí nén tăng dần đến mức đẩy được cả khối hồ bê tông thoát ra khỏi thùng và chảy trong đường ống. Ở đầu ra tốc độ chảy của hồ còn khá lớn, hồ phóng ra rất mạnh, có thể làm xê dịch cốt thép, làm biến dạng cốp pha. Để giảm động năng của dòng hồ, người ta đặt ở đầu ống ra một bộ phận tiêu năng.

- 1- thùng chứa hồ
- 2- guồng trộn
- 3- nắp
- 4- ống dẫn khí nén
- 5- cửa ra
- 6- ống dẫn



Hình 3.7. Máy bơm bê tông kiểu khí nén

Năng suất của máy bơm khí nén là $10 - 20\text{m}^3/\text{h}$, vận chuyển hồ đi xa tới 200m, vận chuyển hồ lên cao tới 35 m, khí nén tiêu thụ là $20 - 30\text{m}^3$ cho mỗi m^3 hồ.

Cấu tạo máy bơm khí nén khá đơn giản, sử dụng lại bền lâu vì các bộ phận cơ khí ít tiếp xúc với vật liệu mài mòn; giá cả cũng thấp, nhưng khi khai thác máy phải thường xuyên kiểm tra an toàn lao động, do đó nó không được ưu chuộng bằng máy bơm kiểu pittông.

Máy bơm bê tông kiểu khí nén thường được sử dụng để đúc các kết cấu có cốt thép đặt thưa, để đúc lớp ớp thành tuy-nen, để lắp các mạch nối bê tông cùng các công việc khác.

TIẾP VẬN VÀ PHÂN PHỐI HỒ BÊ TÔNG

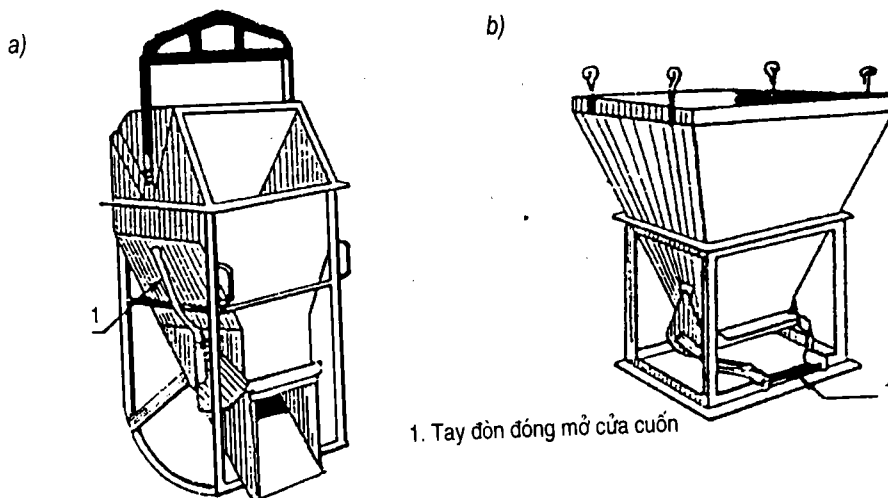
Vận chuyển hồ bê tông thường được hiểu là việc chở hồ bê tông từ một xí nghiệp sản xuất hồ đến các công trường tiêu thụ; còn tiếp vận và phân phối hồ bê tông là việc chở hồ trong phạm vi công trình và tiếp cận mọi vị trí đúc kết cấu.

Tốt nhất là sử dụng một phương tiện để vừa vận chuyển, vừa tiếp vận hồ, chẳng hạn như dùng ngay xe chở hồ có thùng lật đến tiếp cận rồi đổ hồ xuống đúc móng công trình..., nhưng có nhiều trường hợp phải tiếp vận hồ bằng các phương tiện khác như cầu trục, băng tải, máy bơm...

a) Tiếp vận hồ bê tông bằng cần trục và thùng chứa

- Thùng chứa để tiếp nhận bê tông từ xe ben, xe chở bê tông đến công trường, để chứa dự trữ và tiếp tế hồ cho các xe vận chuyển nhỏ khác, như xe rùa...

Thùng chứa (hình 3.8a) đặt nằm trong vùng hoạt động của cần trục đổ bê tông; khi một thùng chứa được cầu lên và đổ hồ vào công trình thì một thùng rỗng khác được thế chỗ ở tư thế nằm, chờ tiếp nhận hồ chở đến từ xe ben. Khi cần trục nâng thùng lên tư thế đứng thì hồ trôi tuột xuống phần dưới thùng và sẽ thoát ra khỏi thùng bằng cửa phía bên.



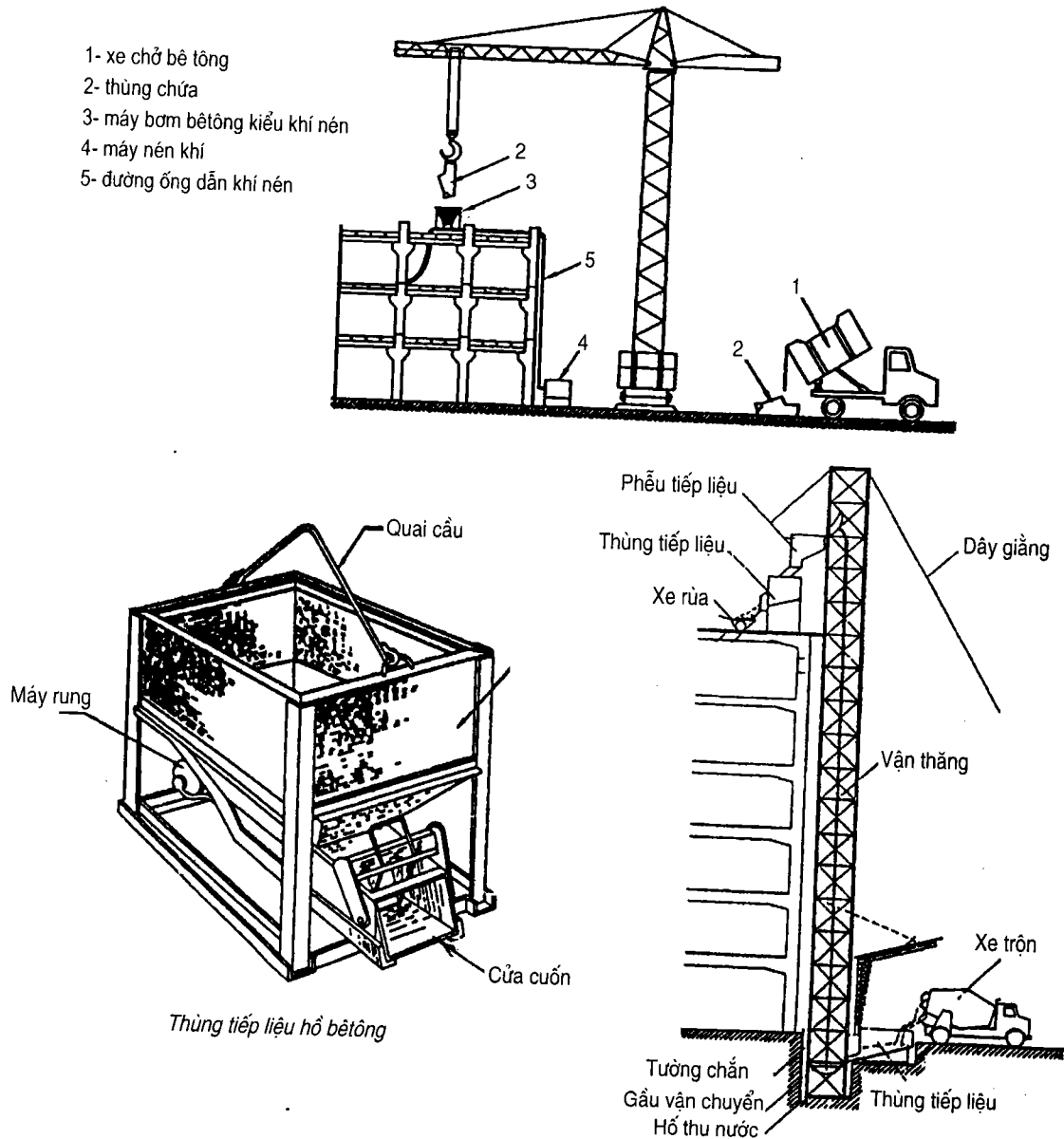
Hình 3.8. Các dạng thùng chứa hồ bê tông

a) thùng chứa đặt nằm và treo đứng có cửa bên; b) thùng chứa đặt đứng có cửa đáy

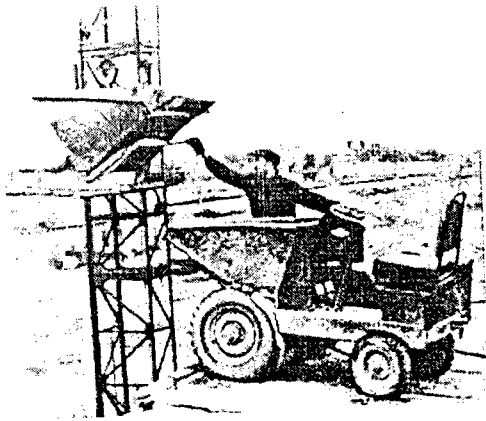
Thùng chứa (hình 3.8b) có giá đỡ để đặt đứng trên xe tải, có cửa cuốn phía đáy để thoát hồ, có dây treo cầu thùng. Cửa cuốn là loại cửa quay, có thể đóng mở lớn nhỏ bằng tay đòn, để điều hòa lượng hồ thoát.

- *Cần trục tháp* cầu thùng chứa hồ lên cao và đổ hồ trực tiếp vào cốt pha kết cấu nằm trong tâm với cửa nó, hoặc thông qua một phương tiện tiếp vận khác để vận chuyển ngang ra xa hơn.

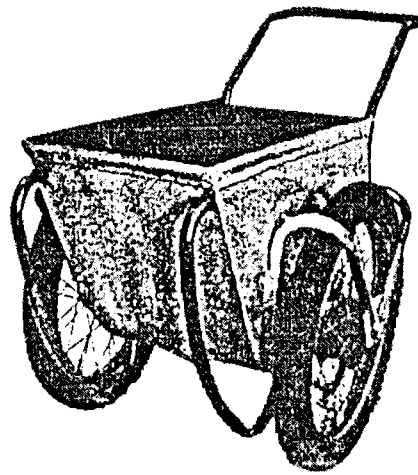
- *Máy vận thăng* vận chuyển hồ lên cao rồi đổ hồ vào thùng chứa tạm, vận chuyển ngang trên cao bằng các loại xe nhẹ như xe rùa hoặc xe có động cơ.



Hình 3.8c. Tiếp vận hồ bê tông bằng cần trục tháp và bằng máy vận thăng



Xe có động cơ,
nhận hồ từ máy vận thăng



Xe đẩy tay hai bánh,
có thùng để lật đổ hồ bê tông

Hình 3.8d. Các loại xe nhẹ tiếp vận hồ bê tông

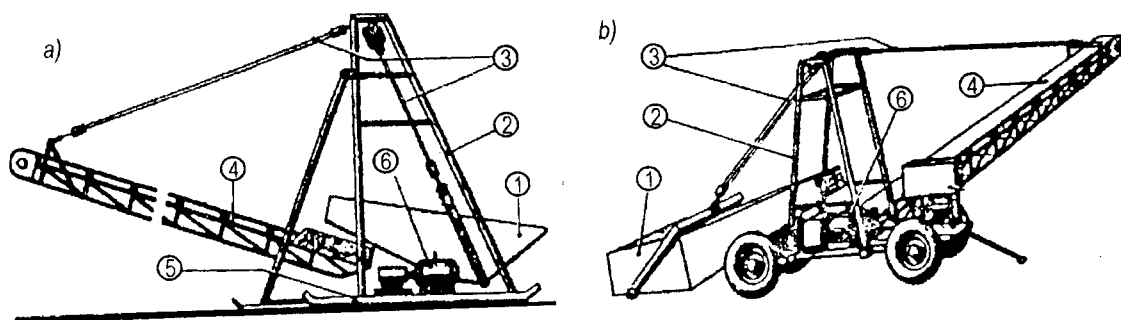
b) Tiếp vận hồ bê tông bằng băng tải

Các xe chở hồ tiếp tế cho băng tải, để băng này (hình 3.9) tiếp cận và đổ hồ vào kết cấu công trình.

Chạy trên băng tải hồ bê tông dễ bị phân tầng do xóc nảy khi dây băng trượt trên các ống lăn đỡ băng, vậy cần giới hạn độ sụt của hồ không được lớn hơn 6cm và lớp hồ bên trên mặt băng phải khá dày và liên tục.

Để hồ có độ sụt 4cm leo dốc được thì độ nghiêng lên dốc của băng không được lớn quá 18°; nếu độ sụt của hồ trong khoảng 4 – 6cm thì độ nghiêng lên dốc không được quá 15°. Độ nghiêng xuống dốc của băng giới hạn là 12 – 10°, để hồ khỏi chảy trượt.

Tốc độ chạy băng là 1 – 3m/sec. Vào mùa khô nắng người ta cho băng chạy với tốc độ cao để rút ngắn thời gian phơi hồ trên băng và độ lưu động của hồ không giảm.



Hình 3.9. a) Băng tải đổ hồ bê tông lắp trên bàn lết;

b) Băng tải đổ hồ bê tông lắp trên giá bánh xe;

1- thùng tiếp nhận hồ bê tông; 2- giá đỡ; 3- ròng rọc; 4- băng tải; 5- bàn lết; 6- tời;

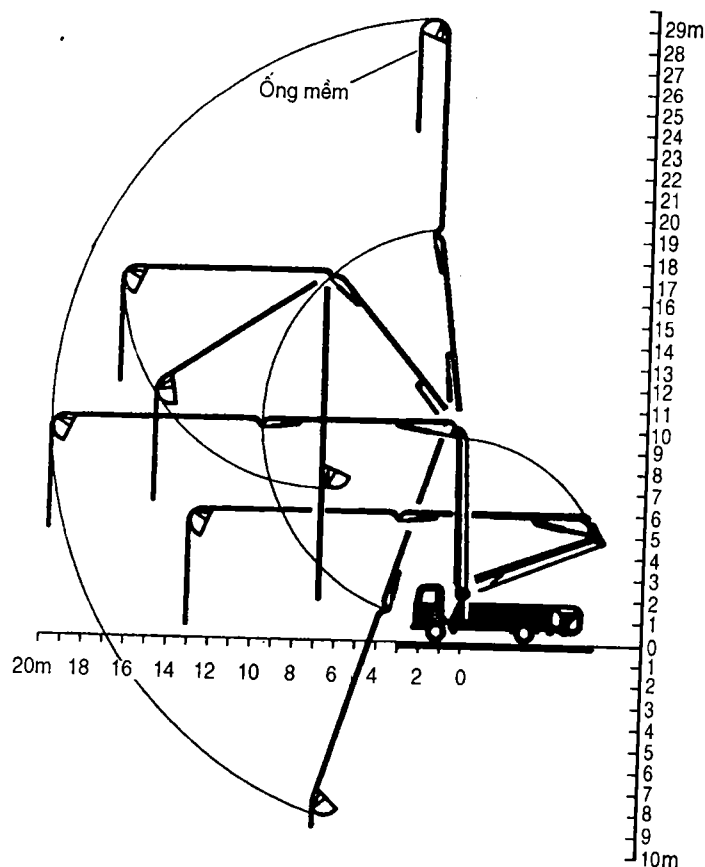
c) Tiếp vận hồ bê tông bằng xe bơm và ống dẫn

Đây là hình thức tiếp vận và phân phối hồ bê tông hiện đại và hiệu quả nhất, nhưng lại đòi hỏi đội ngũ cán bộ và công nhân lành nghề, đòi hỏi sự tuân thủ khắt khe các điều kiện kỹ thuật và yêu cầu một loại hồ bê tông đặc biệt.

Đã là hồ cho bơm thì phải bơm được, khi bơm với áp suất cao hồ bê tông thường bị nén ép chảy nước xi măng và dễ phân tầng, vậy phải thiết kế một loại hồ tránh được hiện tượng này, lại có kết đồng đều, dẻo và tự bôi trơn, có như vậy mới không cần áp suất bơm quá cao và không gây ách tắc ống.

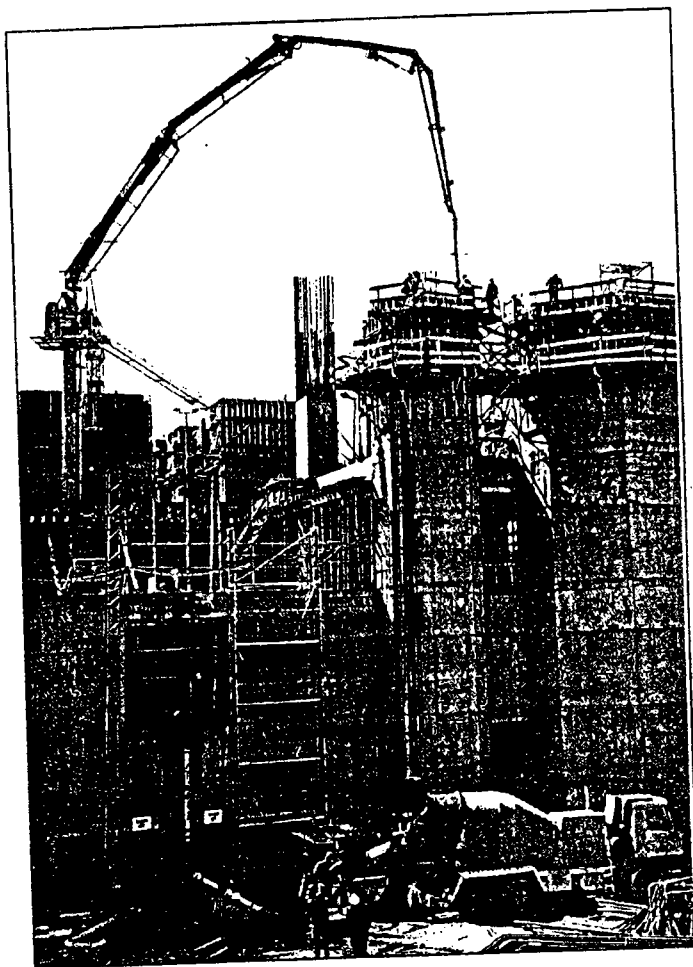
Hồ bê tông chảy liên tục trong đường ống từ điểm tiếp nhận đến điểm đúc khuôn, vừa đi được xa vừa lên được cao, nên năng suất thi công khá lớn. Điều này còn phụ thuộc vào việc lên kế hoạch sơ đồ đúc và tổ chức tiếp tế hồ tươi. Nếu mọi việc suôn sẻ thì máy bơm có thể giải phóng một xe trộn trong khoảng 10 phút.

Tùy theo điều kiện thi công mà sử dụng loại *xe bơm kiểu rơ-moóc* với tuyến đường ống dẫn đặt sẵn trên công trình; hoặc dùng loại *xe bơm tự hành* có cần dài để phân phối hồ bê tông thẳng vào kết cấu công trình qua một ống mềm gắn tại đầu mút của cần (hình 3.10).



Hình 3.10. Xe bơm bê tông có cần

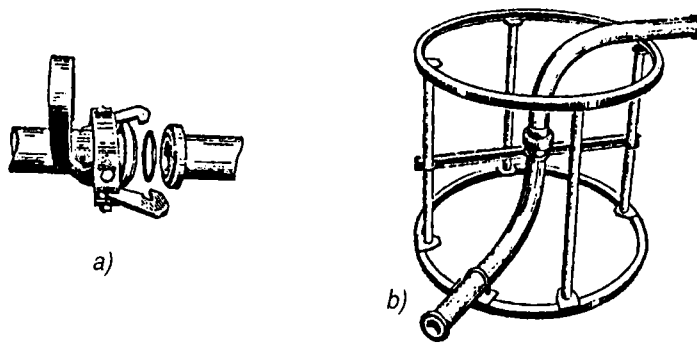
- Xe bơm có cần trình bày trong hình 3.10; cần của nó gồm ba hay bốn đoạn nối khớp, có thể xếp gập, vươn cong, vươn thẳng trong mặt phẳng đứng. Đôi khi cần phân phối này lại đứng tách biệt khỏi xe bơm, giống như một cần trục tháp đứng độc lập trên công trình, nó nhận hồ từ xe bơm, rồi chuyển tiếp hồ đến các nơi đúc trên công trình (hình 3.11). Như vậy, lượng công việc lắp đặt và dịch chuyển tuyến đường ống giảm đến mức tối thiểu.



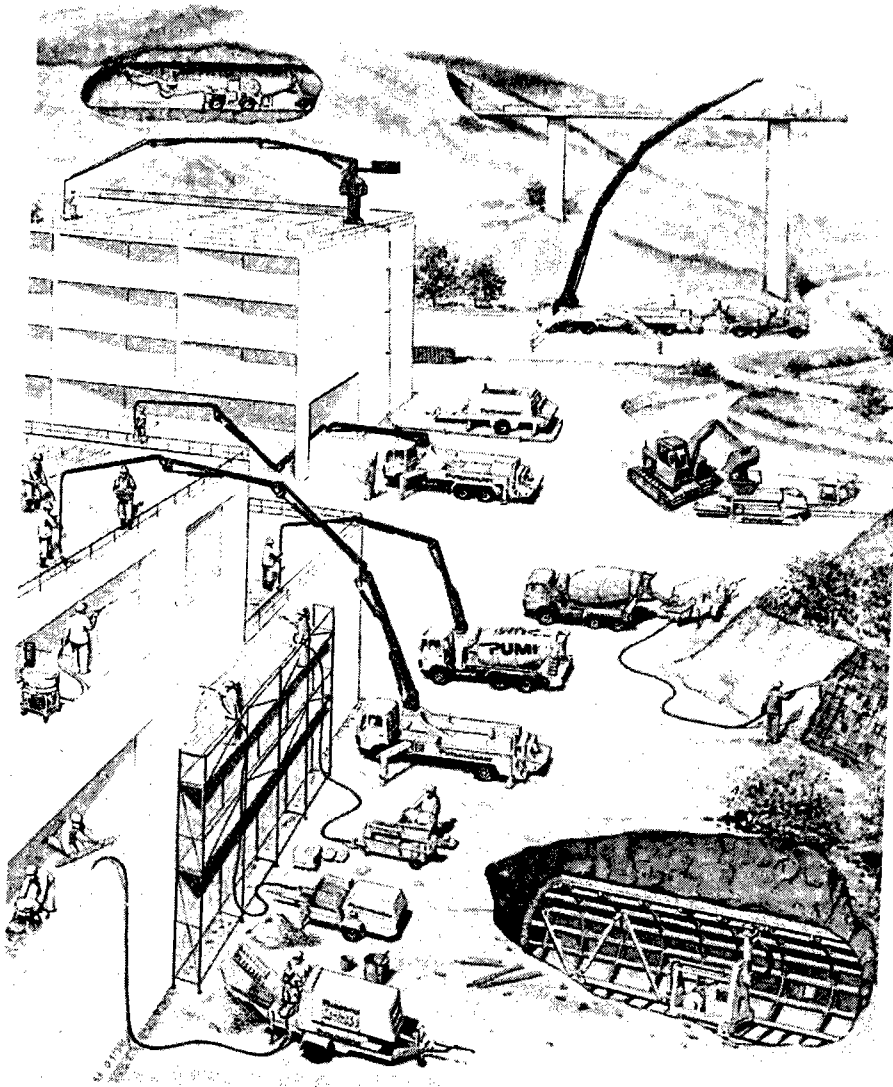
Hình 3.11. Máy bơm bê tông kết hợp với một cần phân phối hồ đặt trên công trình đang thi công

- Xe bơm kiểu rơ-moóc tiếp vận hồ bê tông bằng tuyến đường ống dẫn đặt sẵn; muốn tăng diện tích phân phối hồ thì tại đoạn cuối đường ống dẫn người ta đặt một giá phân phối quay (hình 3.12b).

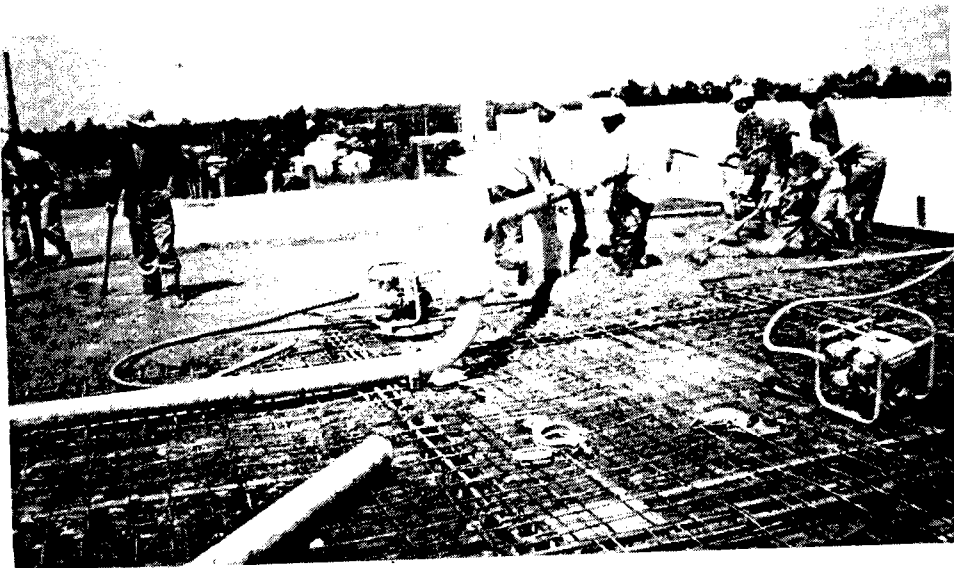
Bắt đầu đổ bê tông từ nơi xa máy bơm trước, rồi lùi về gần máy bơm sau, đồng thời tháo dỡ dần các đoạn ống dư, đem lắp chuẩn bị tuyến đường ống tiếp sau. Hình 3.12a cho thấy dụng cụ tháo lắp các đoạn ống dẫn hồ.



*Hình 3.12. Vài chi tiết về đường ống dẫn hồ:
a) Dụng cụ lắp tháo ống; b) Giá phân phối quay*



Tiếp vận hồ bê tông bằng các xe bơm có cần và bằng xe bơm rơ-móc không cần



Đúc dầm sàn bằng đường ống dẫn hồ bê tông

VÀI PHƯƠNG ÁN VẬN CHUYỂN HỒ BÊ TÔNG

Chọn phương án vận chuyển hồ bê tông từ nơi sản xuất hồ đến các công trường không chỉ căn cứ trên khoảng cách chuyên chở, mà phải xét cả các phương tiện vận chuyển có sẵn. Sau đây là một vài trường hợp để suy xét:

Trường hợp I: Khi các địa điểm đổ bê tông ở phân tán hoặc khi công trường sử dụng máy bơm để tiếp vận các lượng hồ đổ thành nhiều đợt cách nhau thì nên chọn xe trộn làm phương tiện vận chuyển, bất kể công trường ở cách trạm bê tông bao xa.

Trường hợp II: Khi công tác đúc bê tông tập trung ở một địa điểm, và không có phương tiện vận chuyển bê tông là xe trộn, thì nên chọn phương án vận chuyển bằng các

xe tải và các thùng chứa hồ, thêm máy trộn bê tông đặt tại công trường. Máy trộn này dùng để phục hồi tính đồng nhất và tính lưu động của hồ bê tông đã bị phân tầng trong quá trình vận chuyển bằng xe tải.

Trường hợp III: Khi phải sử dụng một vài loại phương tiện vận chuyển khác nhau; chẳng hạn cần vận chuyển hồ bê tông qua một chướng ngại nào đó cản trở sự tiếp cận công trình thì nơi đó nên bố trí một xe bơm có cần, khi này xe trộn vận chuyển hồ đến nơi đặt xe bơm, tại đây xe trộn đổ hồ bê tông vào một thùng chứa, từ đó xe bơm có cần bơm hồ vượt qua chướng ngại vật; sang phía bên kia hồ bê tông được chứa vào cối trộn hay vào thùng chứa trên xe tải chở đi tiếp.

D. ĐÚC BÊ TÔNG

CÔNG TÁC CHUẨN BỊ

Trước khi tiến hành một đợt đổ bê tông nào cũng cần làm một số việc sau đây:

- Kiểm tra lại cốt pha và dàn giáo xem chúng có vững chắc, ổn định, chịu nổi những va chạm khi đổ bê tông không.
- Làm sạch cốt pha gỗ khỏi bụi bẩn dính bám; khi khối lượng làm sạch lớn thì dùng khí nén thổi sạch.
- Chèn bít các khe nối ván thật kín khít để nước xi măng khỏi chảy rỉ.
- Trước khi đổ bê tông một giờ, phải tưới ẩm cốt pha gỗ để nó không hút nước của hồ; gỗ sẽ nở ra và bít kín khe nối ván.
- Cốt pha gỗ hay sắt đều cần được quét phủ lớp chống dính để khi tháo dỡ cốt pha không làm hư hại bề mặt bê tông, không làm hư hỏng cốt pha.
- Kiểm tra vị trí các thanh cốt thép trong cốt pha và vị trí các miếng kê cốt thép đảm bảo chiều dày lớp bê tông bảo vệ. Kiểm tra độ vững chắc, độ ổn định của lưới, khung cốt thép, đảm bảo chúng không xô dịch và biến dạng khi đúc và đầm bê tông. Một độ võng lớn của cốt thép chủ trong tấm mái đua có thể gây ra sự cố.
- Để phục hồi sự dính kết liên khối giữa phần bê tông đúc trước và phần đúc sau cần phải làm nhám bề mặt tiếp xúc bằng bàn chải sắt, bả đục xòm hoặc phun cát, rồi rửa sạch bụi bẩn. Trước khi đổ bê tông mới, cần làm ẩm lại bề mặt mạch ngừng, quét một lớp hồ xi măng cát (giống thành phần trong bê tông). Tuyệt đối không nên tưới nước xi măng lên bề mặt mạch ngừng, vì nó phá hỏng tính đồng chất và tính toàn khối của kết cấu, làm giảm lực dính bám giữa bê tông cũ và bê tông mới.
- Trước khi đúc bê tông móng cần chuẩn bị lớp bê tông lót. Lớp lót làm bằng bê tông ít xi măng, mác 50, dày 10cm, hoặc là một lớp đá dăm trên rải cát, tưới nước và đầm chặt.

Mục đích của lớp lót là tạo nên một bề mặt phẳng để việc thi công cốt pha, cốt thép thuận tiện, công nhân đi đứng không làm hư hỏng nền đất, đồng thời ngăn ngừa đất nền sẽ hút nước xi măng của bê tông móng, làm trơ cốt thép đáy móng.

QUY TẮC ĐỔ BÊ TÔNG

1. Các phương tiện đổ bê tông phải chiếm thế đứng cao để đổ bê tông xuống đúc kết cấu ở thấp hơn

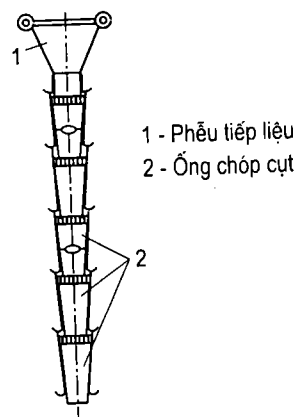
Vậy cần phải chuẩn bị sẵn những sàn công tác ở cao hơn kết cấu cần đúc, thì năng suất đổ đầm bê tông mới cao.

2. Không được để hồ bê tông phân tầng khi đổ

- Vậy khi đổ hồ bê tông theo cách rơi tự do, phải khống chế chiều cao rơi là 2,5m; vì nếu cao hơn thì các hạt cốt liệu to nhỏ khác nhau, có trọng lượng khác nhau, sẽ rơi theo những tốc độ khác nhau, hạt nặng xuống trước, hạt nhẹ xuống sau, gây ra hiện tượng phân tầng trong khối bê tông đúc.

- Nếu độ cao đổ bê tông lớn hơn 2,5m thì phải sử dụng máng nghiêng. Khi độ dốc của máng chỉ còn nhỏ 5 - 10°, hồ bê tông không chảy xuống được thì nên lắp máy rung làm hồ dễ chảy hơn, đảm bảo trút được hết hồ xuống cốt pha mà không cần dùng cuốc xẻng cào hồ từ máng xuống.

- Nếu độ cao đổ bê tông tới 8 - 10m thì phải sử dụng ống vòi voi (hình 3.14), ống gồm nhiều đoạn ngắn hình chóp cụt, lồng một phần vào nhau, đoạn ống nhỏ treo vào đoạn ống kia, làm thành một ống dài mềm. Hồ bê tông đổ từ cao xuống, qua phễu tiếp liệu, xuống các đoạn ống; các hạt cốt liệu không rơi tự do nữa, mà chạy dúc-dắc, va đập vào các thành ống, chẳng khác gì được nhào trộn lại.



Hình 3.14. Ống vòi voi

3. Đổ bê tông lớp trên khi lớp bê tông bên dưới chưa bắt đầu sơ ninh

- Đúc những khối bê tông rộng lớn phải tiến hành đổ nhiều lớp đè lên nhau; chiều dày mỗi lớp khoảng 30cm, xấp xỉ chiều dài của máy đầm dùi. Đầm dùi đầm lớp trên cũng ảnh hưởng đến lớp dưới. Vậy khi đổ và đầm lớp hồ bên trên trước khi lớp hồ bên dưới bắt đầu sơ ninh thì sẽ tạo được sự liên kết toàn khối giữa các lớp bê tông.

Khi bề mặt khối bê tông phải đúc khá rộng, mà công suất các thiết bị thi công có giới hạn, nếu đổ thành từng lớp lan tràn hết bề mặt đó đến khi quay về đổ lớp trên thì lớp dưới đã sơ ninh; vậy phải khống chế bề mặt đúc, nghĩa là phải phân thành nhiều khối đúc nhỏ.

Bề mặt không chế B của mỗi khối đúc tính bằng công thức sau:

$$B \leq \frac{Q(t_1 - t_2)}{h} (\text{m}^2)$$

Q - công suất bê tông (m^3/h), tùy thuộc năng suất và số lượng máy trộn;

t_1 - thời gian bắt đầu sơ ninh của xi măng, tính từ sau khi trộn xong, thường là 1,5 - 5h;

t_2 - thời gian vận chuyển hồ bê tông;

h - chiều dày lớp bê tông đổ, lấy bằng 0,3m.

- Sàn bê tông là kết cấu có bề mặt rộng lớn, nhưng chiều dày nhỏ, chỉ cần đổ bê tông một lớp.

- Dầm bê tông là kết cấu có bề mặt nhỏ, một cách ngắn, một cạnh dài:

+ Nếu chiều cao dầm lớn khoảng 60 - 80cm, chiều dài dầm không lớn lắm, thì đổ bê tông dầm thành hai lớp chạy suốt chiều dài đó.

+ Nếu chiều cao dầm 100 - 120cm, phải đổ 3 - 4 lớp bê tông (tất nhiên chiều dài dầm khá lớn: 10 - 15m), năng suất máy trộn lại thấp, không sản xuất đủ hồ để kịp đổ bê tông theo cách từng lớp chạy suốt chiều dài dầm thì áp dụng cách đổ giạt bậc lên cao.

CÁC MẠCH NGỪNG

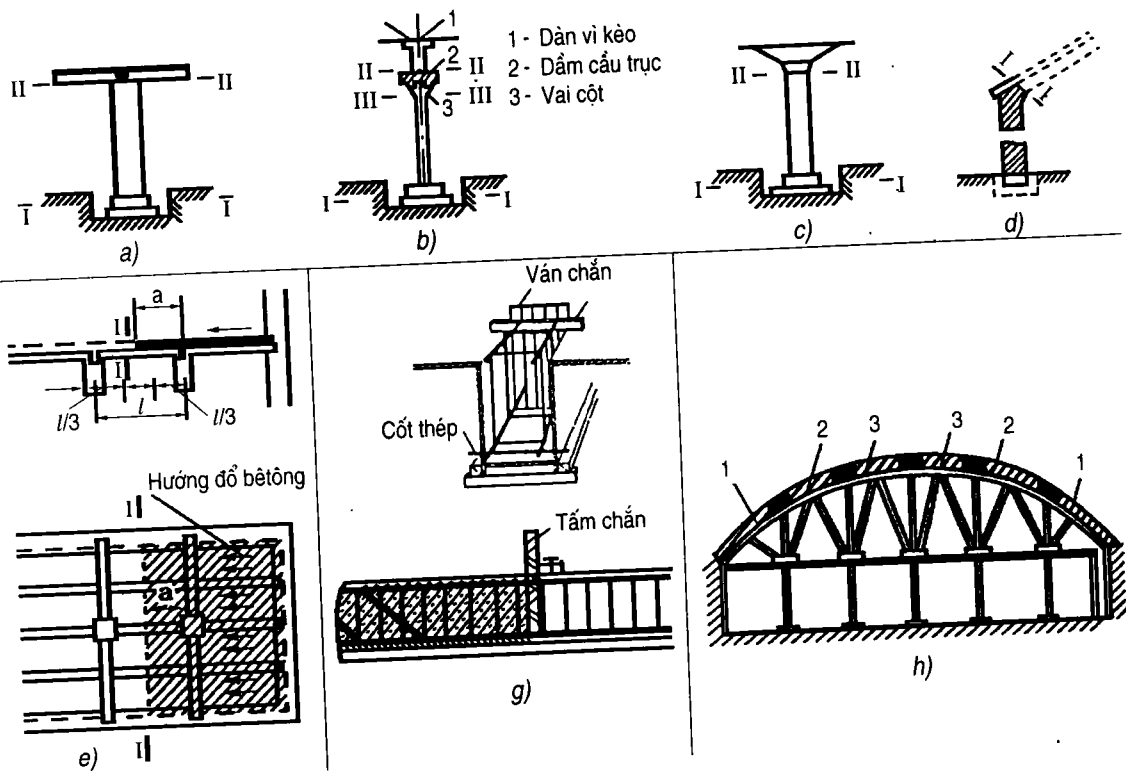
Muốn đảm bảo tính toàn khối của kết cấu bê tông cốt thép thì phải đúc bê tông liên tục. Có những kết cấu đặc biệt mà thiết kế đã chỉ định là phải đảm bảo tính toàn khối, không được có mạch ngừng, chẳng hạn như móng búa máy, móng máy tuốc-bin phát điện do chúng phải làm việc trong điều kiện rung động.

Tuy nhiên nhiều kết cấu bê tông cốt thép khác không tránh khỏi các mạch ngừng. *Mạch ngừng* là mặt phẳng nối giữa bê tông đúc trước và bê tông đúc sau, vì đã có thời gian gián đoạn trên 5 - 8 giờ. Mạch ngừng cũng hình thành khi phải đổ lớp bê tông sau lên trên lớp bê tông trước đã khô rắn.

Độ dính bám giữa bê tông đúc trước và bê tông đúc sau giảm đi nhiều so với khi đúc bê tông liên khối. Tính chống thấm cũng giảm nhiều ở nơi có mạch ngừng.

Vậy nên bố trí mạch ngừng ở những chỗ có nội lực nhỏ hoặc ở những nơi các kết cấu có phương chịu lực khác nhau.

Mạch ngừng trong các kết cấu thẳng đứng (như cột, trụ) là mạch ngừng nằm ngang, bố trí nó ở đúng ngay các góc vuông mà cột tiếp xúc với bề mặt của các kết cấu khác, nghĩa là phải đúc bê tông cột liên tục suốt chiều cao một tầng nhà. Hình 3.15a cho thấy mạch ngừng được bố trí ở ngay chân cột, sát mặt trên của móng và ở dưới mặt đáy dầm vài cm.



Hình 3.15. Vị trí các mạch ngừng trong kết cấu

- a) cột mang sàn có dầm; b) cột mang dầm cầu trục; c) cột có mũ đỡ sàn không dầm; d) cột và dầm khung; e) sàn đúc song song với dầm phụ; h) mái vòm khẩu độ lớn; g) cấu tạo mạch ngừng trong dầm

Nếu đỉnh cột có mũ đỡ sàn không dầm (hình 3.15c) thì bố trí mạch ngừng ở chân mũ; còn mũ cột được đúc bê tông cùng với sàn.

Mạch ngừng trong cột nhà công nghiệp (hình 3.15b) được bố trí tại mặt trên của dầm cầu trục hay dưới vai cột đỡ dầm cầu trục.

Các kết cấu dạng khung (không liền sàn) thì phải đổ bê tông khung liên tục, không được ngừng. Trường hợp phải ngừng khẩn cấp thì nên bố trí mạch ngừng trong phần dầm của khung, cách cột khung không xa (hình 3.15d).

Mạch ngừng trong kết cấu dầm, sàn là mặt phẳng thẳng đứng, vì nếu nó là mặt phẳng nghiêng lại nằm trong vùng chịu ứng suất cắt thì nó làm yếu dầm đi nhiều. Để tạo mạch ngừng thẳng đứng người ta đặt những tấm chắn bê tông bằng gỗ có chứa khe cho cốt thép đi qua (hình 3.15g).

Khi đúc dầm sàn liền khối nên bố trí mạch ngừng ở những chỗ có lực cắt nhỏ. Nếu hướng đúc bê tông dầm sàn song song với dầm phụ thì bố trí mạch ngừng trong đoạn $l/3$ ở giữa của nhịp dầm phụ (hình 3.15e), như vậy đảm bảo dầm chính được đúc liên tục,

toàn khối và mạch ngừng trong sàn chỉ cắt ngang cốt thép phân bố, không cắt ngang cốt thép chủ.

Khi đúc loại *sàn phẳng* không có các dầm sườn thì có thể bố trí mạch ngừng ở bất kỳ điểm nào trên cạnh ngắn nhất của sàn đó.

Nên sát nhập mạch ngừng vào các mạch nhiệt, mạch lún của công trình.

Đúc *vòm có khẩu độ nhỏ* (dưới 15m) có thể tiến hành liên tục không ngừng, bắt đầu từ hai cạnh ngoài lên dần tới đỉnh vòm; đúc đều và đối xứng để đảm bảo cốt pha vòm không bị méo.

Nếu chiều dài vòm lớn thì phân đoạn để đúc bê tông bằng các mạch ngừng vuông góc với đường sinh của vòm.

Nếu *khẩu độ vòm lớn*, để tránh hiện tượng nứt nẻ do giá đỡ vòm lún và do bê tông co ngót, người ta phân vòm ra thành từng dải dọc để đúc bê tông (hình 3.15h) theo thứ tự 1, 2, 3... Giữa các dải bê tông là những *rãnh phòng co ngót*, rộng 0,5 - 1,0m; sau 7 - 14 ngày mới lấp rãnh bằng bê tông khô. Nên bố trí các rãnh trống đó trên đầu các cột chống đỡ giá vòm.

Khi đúc các *công trình chạy dài*, chẳng hạn như cống hộp, để tránh hiện tượng nứt nẻ do co ngót khi bê tông đông cứng, người ta phân đoạn công trình để đúc, chiều dài mỗi đoạn khoảng 10m, *rãnh co ngót* (hình 3.16b) giữa các đoạn lấy rộng 0,5m. Sau khi đúc bê tông các đoạn công trình được 7 - 14 ngày thì lấp các rãnh đó bằng hồ bê tông khô và đầm cẩn thận.

Sau khi ngừng, chỉ nên đổ bê tông tiếp khi cường độ bê tông cũ đã đạt tới 1,2MPa; nếu đổ bê tông sớm quá máy đầm rung có thể phá hoại sự dính bám giữa bê tông và cốt thép trong phần đúc trước.

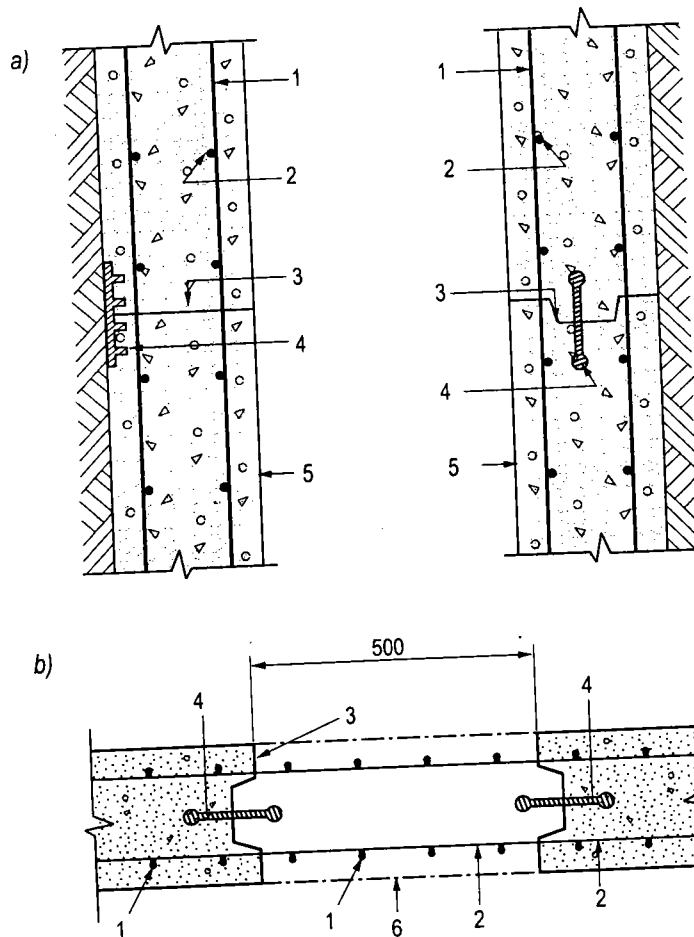
Để *tăng cường khả năng dính kết* giữa bê tông cũ và bê tông mới phải cạo sạch lớp xi măng tại bề mặt mạch ngừng; nếu bề mặt này còn nhẵn thì dùng đục sâu, đánh nhám và thổi sạch bụi bặm bằng khí nén. Ngay trước lúc đổ bê tông mới cần tưới ẩm bề mặt mạch ngừng.

CHỐNG THẤM CHO MẠCH NGỪNG, RÃNH CO NGÓT

Tường và tám đáy tầng hầm hoặc hồ bơi có thể có những mạch ngừng thi công và rãnh co ngót, đó là những chỗ nước dễ thấm thấu qua kết cấu bê tông đúc toàn khối.

Để ngăn chặn nước thấm thấu qua mạch, khi thi công đúc bê tông người ta đặt trước tại các mạch đó những “gioăng” bằng cao su hay bằng vật liệu PVC, như trong hình 3.16.

Chú ý là việc chống thấm cho các công trình nêu trên còn phụ thuộc vào thành phần và chất lượng của chính bê tông kết cấu.



Hình 3.16. Chống thấm cho các mạch ngừng

a) mạch ngừng thi công; b) rãnh co ngót:

- 1- cốt thép chủ đi qua mạch ngừng; 2- cốt thép phân phối; 3- mạch ngừng;
4- gioăng chống thấm; 5- tường tầng hầm; 6- rãnh co ngót

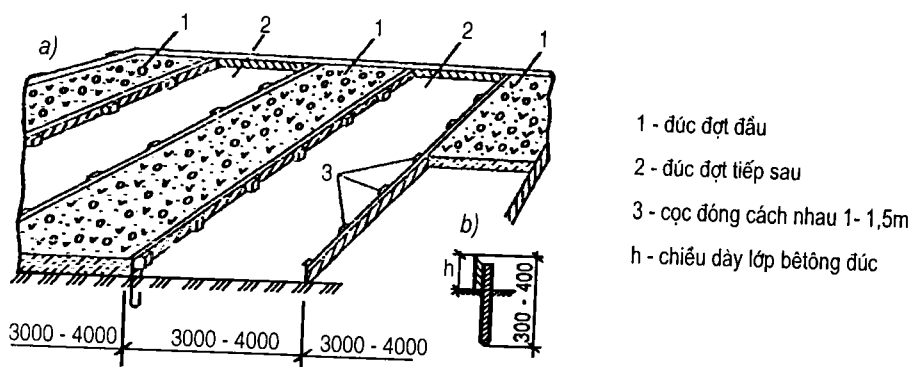
ĐÚC LỚP LÓT, LỚP NỀN NHÀ

Đúc bê tông lớp lót, lớp nền nhà theo từng dải băng cách đoạn, rộng 3 - 4m (hình 3.17), giữa những tấm cốp pha thành. Chiều dài dải bê tông có thể chạy suốt với những mạch biến dạng. Mép trên của cốp pha thành phải ở đúng cao trình mặt bê tông đúc. Chỉ đúc dải băng xen giữa các dải đúc trước khi bê tông các dải này đã khô cứng. Sau khi tháo dỡ các cốp pha thành, quét một lớp nhựa bitum nóng, dày 1,5 - 2mm lên cạnh bên của các dải băng, tạo nên các mạch biến dạng dọc cho tấm lót hoặc tấm sàn, rồi mới đúc bê tông vào giữa các mạch này.

Trên các giải băng dọc người ta tạo các mạch biến dạng ngang, còn gọi là các mạch giả, bằng cách đặt các mảnh tôn mỏng (rộng 100mm, dày 4 - 6mm) ngấp sâu tới 1/3 chiều dày lớp bê tông đúc. Sau khi đúc khoảng 30 phút thì nhổ mảnh tôn tạo mạch đó

lên, để lại một khe hẹp trong lớp bê tông đúc; khe này sau khi bê tông khô cứng được lấp bằng nhựa bitum hay bằng hồ ximăng.

Xe ben hay xe trộn chạy ở giữa mỗi dải và đổ hồ bê tông dọc theo từng dải. Hồ bê tông được san đều và đầm chặt bằng thanh đầm gắn máy rung, kéo lê trên mép cốp pha thành dọc suốt dải băng. Nếu diện tích mặt sàn đúc nhỏ dưới 100m^2 thì dùng đầm rung mặt.



Hình 3.17. Đổ bê tông đúc lớp lót, lớp nền
a) Sơ đồ đúc bê tông; b) Chi tiết cố định cốp pha thành

DÚC MÓNG VÀ CỘT

Phương tiện để tiếp vận hồ và phân phối hồ đúc các móng cột thường là máng rung, băng tải, xe rùa, xe bơm có cần (hình 3.18), hoặc cần trục.

Người ta thường đúc các cột trước khi lắp đặt cốt thép dầm sàn là không để cho các cốt thép dày đặc của dầm bắc qua đỉnh cốp pha cột cản trở việc đổ bê tông cột từ trên cao xuống.

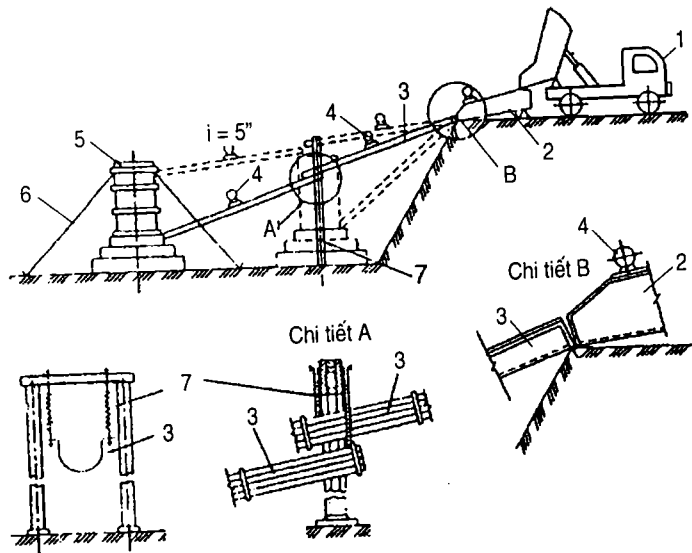
- Đúc những cột cao trên 4m thì phải mở nhiều cửa nhỏ ở cốp pha thành để qua đó đổ bê tông từ phía bên vào theo từng đoạn một, mỗi đoạn không cao quá 2m.

- Đúc những cột cao dưới 4m, được phép đổ bê tông từ trên cao xuống khi tiết diện cột lớn hơn $40 \times 40\text{cm}$ và cốt đai chỉ chạy quanh bên ngoài cốt thép dọc. Còn khi tiết diện cột nhỏ hơn và khi cột có cốt đai chạy đan ngang không gian bên trong cốp pha thì phải đổ bê tông từ phía bên vào, từng đoạn ngắn không quá cao 2m, để bê tông rơi không làm sai lệch vị trí cốt đai.

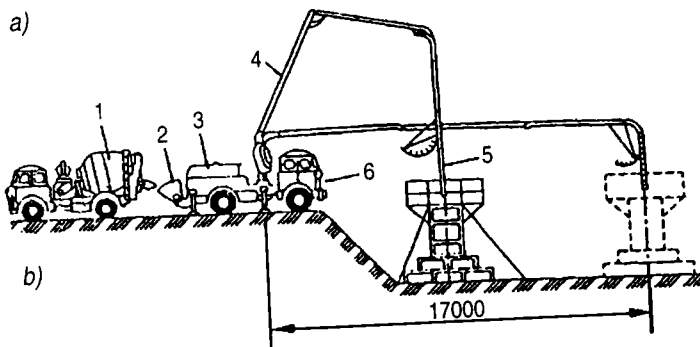
Trường hợp đổ bê tông cột từ trên cao xuống mà thấy bê tông chân cột bị rỗ; do đá lớn rơi nhanh, đọng dồn ở đó thì có thể sửa bằng cách đổ một lớp hồ bê tông đá nhỏ, dày 30cm, xuống chân cột trước; khi đổ bê tông các đợt sau, đá lớn sẽ rơi vùi vào trong lớp hồ đầu tiên, làm cho thành phần hồ bê tông chân cột trở nên bình thường.

- Đầm bê tông cột bằng loại đầm dùi cán mềm để dễ đưa qua cửa phía bên ở cốp pha cột và cũng dễ đưa đầm từ trên cao xuống khi cốt thép cột dày đặc. Trong quá trình đúc

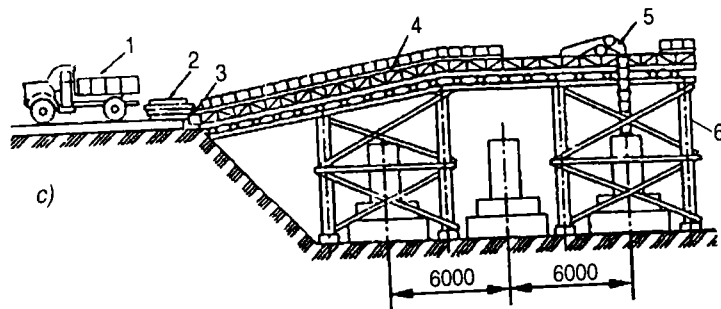
bê tông nên dùng búa gỗ gõ vào cốp pha từ bên ngoài tại độ cao đang đổ bê tông, gõ nhiều nhất tại các góc cốp pha.



- 1- xe ben
- 2- máng tiếp liệu
- 3- máng phân phối
- 4- đầm rung
- 5- cốp pha cột
- 6- dây giàng
- 7- lò xo treo máng



- 1- xe trộn
- 2- thùng tiếp liệu
- 3- xe bơm
- 4- cần phân phối
- 5- ống mềm



- 1- xe ben
- 2- thùng chứa
- 3- phễu tiếp liệu
- 4- băng tải
- 5- ống vòi voi
- 6- cầu cạ

Hình 3.18. Đúc móng cột nhà:

a) bằng máng rung; b) bằng xe bơm có cần; c) bằng băng tải (hay xe rùa) từ cầu cạ

ĐÚC DÂY VÀ SÀN

Thông thường người ta đúc dây với sàn đồng thời một lúc. Chỉ khi dây khá cao, từ 80cm trở lên, mới được đúc dây sàn riêng rẽ. Khi này mạch ngừng giữa dây và sàn nằm ở trong dây và ở dưới đáy sàn độ 30 - 50mm.

- Đúc bê tông dầm theo cách đổ từng lớp toàn diện lên đều. Nhưng nếu dầm thuộc loại cao (trên 1m) và dài (trên 12m) thì có thể đổ bê tông theo kiểu giạt bậc. Trọng lượng loại dầm cao này khá lớn, dàn giáo chống đỡ dưới cốp pha dầm có thể biến dạng nhiều khi tải trọng trên nó tăng dần, làm cho lớp bê tông đáy dầm còn non sẽ bị nứt nẻ, do đó phải tăng tốc độ đổ bê tông để khi hoàn thành quá trình đúc dầm thì lớp bê tông đổ đầu tiên vẫn còn độ dẻo nhất định để cùng võng theo dàn giáo mà không sinh ra vết nứt. Nếu không có khả năng đúc bê tông dầm thật nhanh thì nên chắt lên dàn giáo một số vật nặng, bằng trọng lượng khối bê tông dầm, để dàn giáo biến dạng trước.

Cốt thép dầm và công son thường bố trí khá dày đặc cả ở trên mặt lẫn ở đáy kết cấu, gây khó khăn cho việc đổ và đầm bê tông. Có mấy cách giải quyết như sau:

- + Sử dụng cốt liệu đá cỡ nhỏ cho dễ lọt khe cốt thép
- + Tháo dỡ bớt một số thanh cốt thép phía trên kết cấu để dễ đổ và đầm bê tông, sau đó sẽ đặt cốt thép trở lại và đổ bê tông tiếp.
- + Nếu dầm khá cao, lớp cốt thép trên mặt ken dày thì cần chừa khe cửa ở cốp pha thành dầm để đổ và đầm bê tông.

Khi đúc bê tông hệ thống dầm chính dầm phụ có chiều cao khác nhau, cần bố trí lực lượng thi công và trình tự đúc thích hợp, đảm bảo quá trình đổ bê tông dầm khớp nhau, không phải chờ đợi ngắt quãng lâu, sinh mạch ngừng.

- Trường hợp *đúc bê tông dầm sàn đồng thời* trong một đợt thì đúc dầm trước, lên tới đáy sàn, vì dầm ở thấp hơn và đúc thành nhiều lớp hơn. Khi đúc bê tông sàn một lớp, để đảm bảo chiều dày đồng nhất khắp mặt sàn, nên đóng tạm các cọc móc cũ trên cốp pha sàn, đỉnh cọc móc trùng với cao trình mặt sàn. Sau khi đúc xong sàn, nhổ cọc móc lên và nhồi hồ bê tông lấp lỗ trống trong sàn.

- Trường hợp *đúc bê tông cột cùng với dầm sàn liền một đợt* thì sau khi đúc xong cột được 1-2 giờ, mới đúc tiếp dầm sàn, để bê tông cột kịp lún xuống một mức cần thiết; nếu không dễ sinh khe nứt ở đỉnh cột.

ĐÚC TƯỜNG

Đúc tường chạy dài thường tiến hành từng đoạn một và đúc một đợt lên hết chiều cao tường. Nếu trên tường còn có dầm hoặc sàn thì đúc tường một đợt lên hết chiều cao tới dầm và sàn.

- Khi chiều cao tường lớn hơn 5m mà đúc bê tông lên suốt chiều cao tường không ngừng thì dễ hình thành vết nứt có ngót trên tường, vậy cần có một gián đoạn ngắn để hồ bê tông kịp co ngót. Thời gian gián đoạn đúc bê tông này không được nhỏ hơn 40 phút và không được lớn hơn 2 giờ, nếu quá thì lại hình thành mạch ngừng trong tường.

Dưới chân tường để tụ đọng một lớp đá thiếu xi măng - cát, do đổ bê tông từ cao, vậy ban đầu nên đổ trước một lớp hồ xi măng - cát, dày 10 - 20cm, với thành phần 1:2 hay

1:3, rồi mới đổ hồ bê tông lên trên để đá của hồ này chìm vào trong lớp hồ dưới, như vậy bê tông chân tường hóa thành đồng nhất.

- Khi tường mỏng hoặc khi tường có khá nhiều cốt thép thì phải bố trí công nhân đứng san đầm bê tông từ bên ngoài cốp pha tường, và phải lắp dựng trước một mặt cốp pha tường lên hết chiều cao, làm nơi cố định cốt thép tường; mặt cốp pha tường thứ hai được lắp ráp dần từng phần lên cao theo mức độ đổ bê tông, hoặc để chừa các khe cửa trong cốp pha tường, qua đó đổ và đầm bê tông tường từ phía bên.

- Khi tường dày trên 50cm (như tường kê chắn đất) thì công nhân có thể đứng bên trong cốp pha tường để đúc và đầm bê tông. Sử dụng đầm dùi cán mềm để đầm bê tông.

Cách thức đổ bê tông tường dày là đổ từng lớp toàn diện lên đều. Dùng phễu rót hồ bê tông vào giữa tường thì hồ không bám dính vào cốt thép phía trên và khô trước lớp bê tông đúc sau, đồng thời tránh được hiện tượng phân tầng do hồ rơi quá cao.

Đúc bê tông tường kín (như tường ống khói) theo cách đổ từng lớp toàn diện lên đều, phải tuân theo quy tắc 3, nghĩa là khi đổ lớp trên thì lớp bê tông dưới nó chưa bắt đầu sơ ninh.

ĐÚC TƯỜNG TRONG CỐP PHA TRƯỢT

Cốp pha trượt được dùng để đúc bê tông các công trình cao (trên 20m), như ống khói, xilô, lõi cứng, vách cứng nhà cao tầng.

* **Các bộ phận chính của cốp pha trượt** (hình 3.19) gồm: kích dậu 1; thanh lõi kích 2; khung kích 3; cốp pha tôn 4 cao 110 - 120cm; sàn công tác 5 và các dàn giáo treo 6, 7.

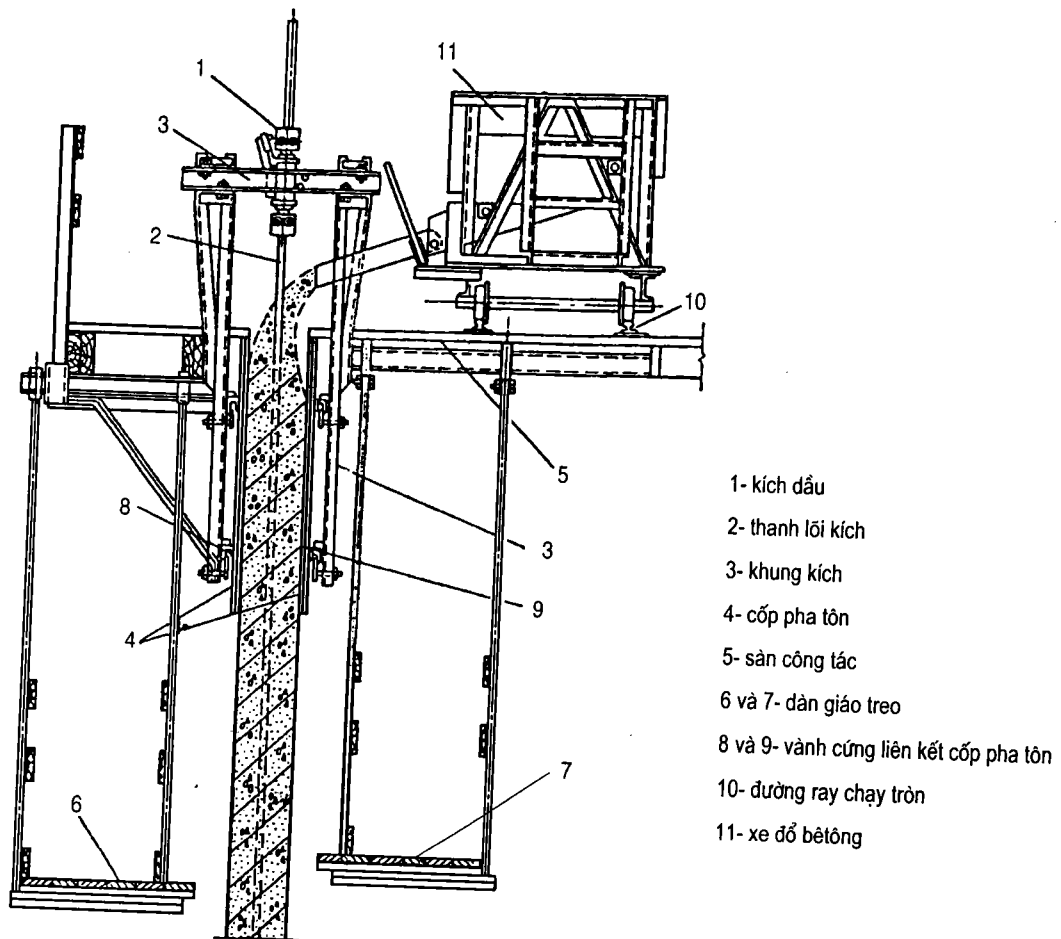
Để giảm ma sát giữa cốp pha tường và hồ bê tông khi kéo trượt người ta đặt hai tấm cốp pha thành hơi dốc nghiêng, phần dưới rộng hơn phần trên 8 - 12mm, khoảng cách giữa hai tấm cốp pha được điều chỉnh theo chiều dày tường. Kích dậu 1 bám vào thanh lõi kích 2 ($d = 25 - 30\text{mm}$) chôn trong bê tông tường để nhún leo lên mang theo khung kích 3 cùng cốp pha trượt 4. Sơ đồ hoạt động của kích dậu trình bày trong hình 3.20. Mỗi bước kích khoảng 30 - 40mm.

Cần trục tháp hoặc máy bơm bê tông tiếp vận hồ lên sàn công tác 5; và đứng tại sàn này công nhân buộc cốt thép và đúc bê tông tường. Các dàn giáo treo 6, 7 là nơi công nhân đứng để hoàn thiện bề mặt tường sau khi bê tông thoát ra khỏi cốp pha trượt.

* **Cách thức đúc tường trong cốp pha trượt như sau:**

Sau khi lắp đặt xong cốp pha trượt trên móng công trình, đổ hồ bê tông vào cốp pha lên đến 600mm (khoảng nửa chiều cao của cốp pha) mất khoảng 2,5 - 3,5 giờ.

Nâng cốp pha lên 10 - 20mm để kiểm tra xem hồ bê tông hay sữa ximăng có chảy rỉ dưới cốp pha không, vì hiện tượng này làm giảm chất lượng bê tông ở chính chân tường.



Hình 3.19. Đúc tường xi-lô bằng cốp pha trượt

Muốn tránh rò rỉ này thì giữa cốp pha chân tường và bề mặt móng nên lót tôn lá hoặc lót lưới thép và gắn chúng vào cốt thép chân. Cũng có thể đúc trước một vành bê tông bằng cốp pha thường, cao 100-120mm, coi như là lớp bê tông dưới cùng của cốp pha trượt, sau đó cốp pha trượt lên liên tục. Mỗi lớp bê tông đúc không dày quá 30cm. Mặt lớp bê tông mới đúc bao giờ cũng phải thấp hơn đỉnh cốp pha là 5cm.

Đầm bê tông bằng đầm dùi cán mềm, đường kính đầm 25 mm cho chiều dày tường 200mm, và đường kính đầm 50mm cho chiều dày tường lớn hơn. Không được để đầm rung tụt vào cốp pha và cốt thép, làm hư hại lớp bê tông bên dưới đang ninh kết.

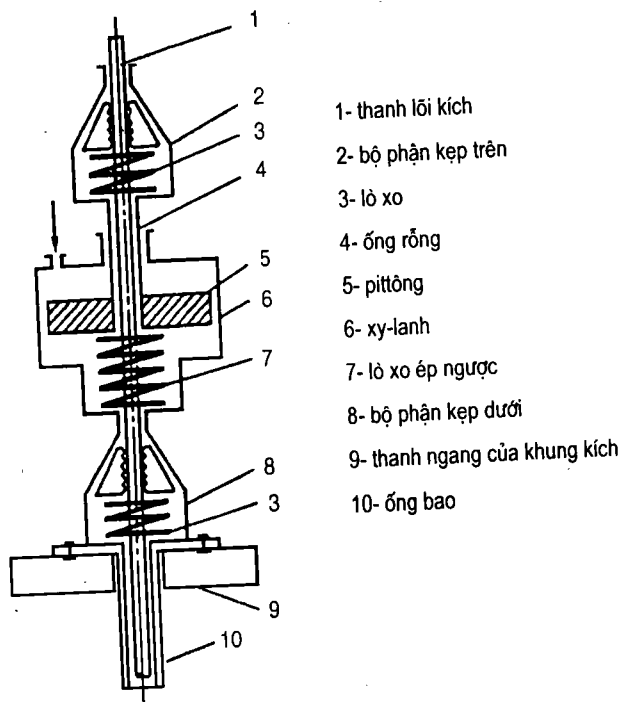
Tốc độ đổ bê tông phải phù hợp với tốc độ trượt của cốp pha, còn tốc độ trượt của cốp pha phải đảm bảo cho bê tông khi thoát ra khỏi cốp pha đã đủ độ cứng cần thiết; các vết xước trên mặt bê tông vẫn có thể xoa nhẵn dễ dàng. Các đợt trượt cốp pha không được cách nhau quá 8 phút, nhằm loại trừ lực dính bám của bê tông với cốp pha. Thực tế quá trình đổ bê tông thường bị gián đoạn bắt buộc và cốp pha phải dừng lâu hơn 2 giờ, để

giảm nguy cơ cốt pha dính bám chặt vào bê tông, người ta cho các kích dịch chuyển cốt pha lên xuống như là “bước tại chỗ”.

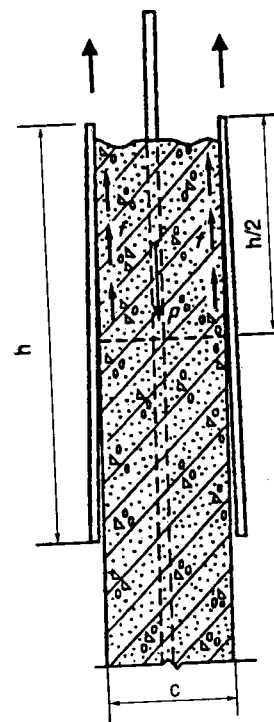
Tốc độ trượt cốt pha khoảng 12 - 15cm/giờ; nghĩa là sau 8 giờ ở trong cốt pha bê tông mới lộ mặt. Trong thời gian ở trong cốt pha này, bê tông được phân ra làm hai tầng với những tính chất khác nhau (hình 3.21).

Tầng thứ nhất: hồ bê tông ở dạng chảy dẻo, áp sát vào cốt pha. Lực dính giữa hồ bê tông và cốt pha rất lớn. Khi cốt pha trượt lên, phần hồ sát thành cốt pha bị kéo dịch lên bởi lực ma sát trong của khối hồ. Ở thành cốt pha hình thành một màng sữa ximăng cùng bọt khí.

Tầng thứ hai: cốt pha không còn tiếp xúc với hồ bê tông nữa (đã đúc được 3 - 4 giờ) do vì cốt pha thành hơi nghiêng và ximăng đã ninh kết nên thể tích hồ giảm đi, khả năng chịu lực của bê tông tăng dần, cốt pha vẫn còn bảo vệ bê tông non khỏi các tác động từ ngoài.



Hình 3.20. Sơ đồ hoạt động của kích dầu



Hình 3.21. Sơ đồ lực tác dụng vào bê tông khi cốt pha tường trượt lên

Khi bê tông đã thoát ra khỏi cốt pha trượt, tự mang được tải trọng bản thân, thì cường độ chịu nén mới là 0,4 - 0,8MPa, vẫn cần được tiếp tục bảo dưỡng.

Hệ số ma sát bê tông với cốt pha thép lấy là $f = 0,37$, nhưng nếu mặt cốt pha không sạch thì hệ số ma sát này lên tới $f = 0,83$.

- Không thể sử dụng cốp pha trượt để thi công tường không có cốt thép và mỏng dưới 10 - 12cm, hoặc để thi công tường mỏng có quá nhiều cốt thép chủ nằm ngang, vì khi này trọng lượng bản thân của hồ bê tông không đủ khả năng giữ bê tông khỏi bị kéo lên cùng cốp pha.

Nếu tường có nhiều cốt thép chủ thẳng đứng và tầng bê tông bên dưới đã đông cứng, chúng giữ không cho tầng bê tông bên trên bị kéo trượt lên.

Cốt thép đặt quá gần cốp pha thành cũng cản trở việc kéo trượt cốp pha lên, vì các viên đá có kích thước lớn hơn chiều dày lớp bê tông bảo vệ có thể bị kẹt giữa cốp pha và cốt thép, vậy cần giữ đúng chiều dày lớp bê tông bảo vệ. Khi thiết kế các công trình đúc bằng cốp pha trượt cần lấy chiều dày lớp bê tông bảo vệ từ 25mm trở lên, không cho lẫn các viên đá lớn quá cỡ vào thành phần hồ bê tông.

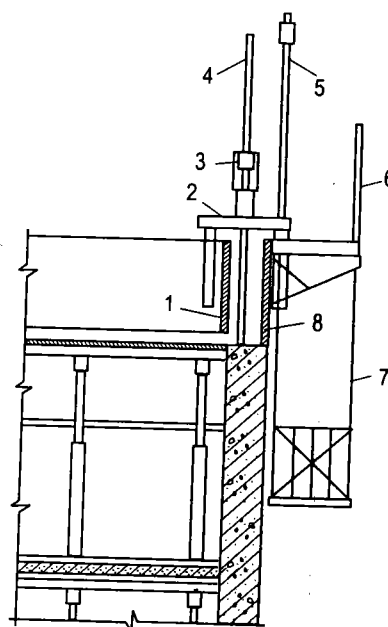
Độ sụt hình côn của hồ bê tông phải lớn hơn 12cm, tỷ lệ N/X phải lớn hơn 0,5; để tiết kiệm xi măng nên trộn thêm phụ gia hóa dẻo vào hồ bê tông.

ĐÚC NHÀ BẰNG CỐP PHA TRƯỢT

Cốp pha trượt còn được sử dụng để *đúc tường chịu lực* nhà ở nhiều tầng bê tông cốt thép. Khi này các sàn tầng được đúc tại chỗ, từng tầng, ở ngay bên dưới cốp pha trượt, hoặc chỉ thi công các sàn tầng sau khi toàn bộ tường chịu lực của nhà hoàn thành. Quá trình *đúc sàn* tại chỗ xen vào quá trình đúc tường bằng cốp pha trượt có ưu điểm là làm tăng độ cứng không gian nhà.

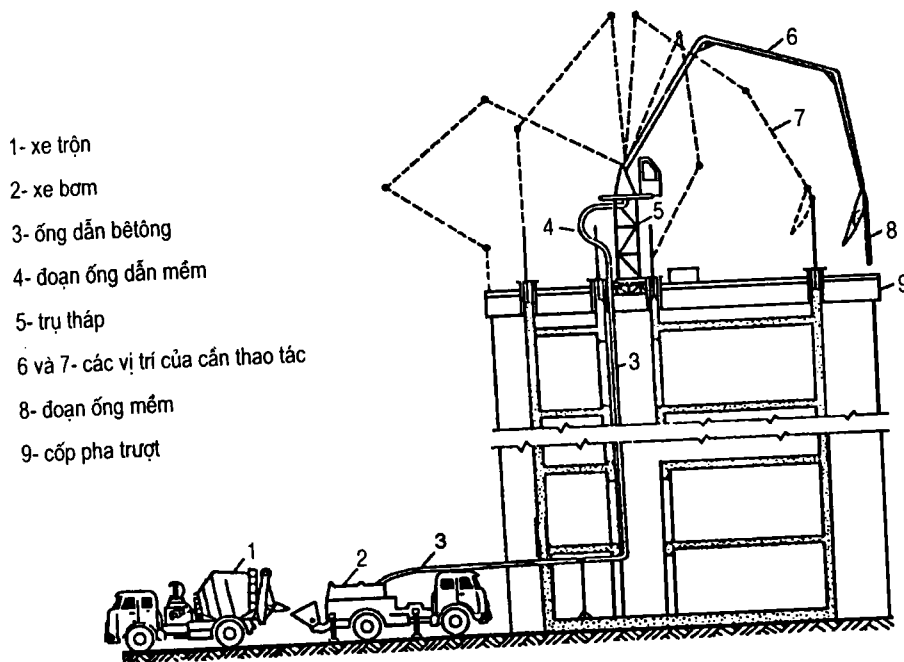
Theo phương pháp đúc xen thì mỗi khi đúc xong tường ở một tầng, cốp pha trượt được kéo lên một độ cao sao cho chân cốp pha thành phía trong nằm tại cao trình mặt sàn tầng sắp thi công (hình 3.22); lắp đặt cốp pha, cốt thép cho sàn tầng đó xong thì tiến hành đúc bê tông sàn; rồi tiếp tục quá trình đúc bê tông tường tầng trên bằng cốp pha trượt.

Do có nhiều đợt ngừng đổ bê tông nên bắt buộc phải bóc định kỳ các cốp pha thành ra khỏi tường để tránh sự dính bám quá chặt giữa bê tông và cốp pha; trên khung kích có đặt loại kích nhỏ hoạt động qua lại theo chiều ngang đủ để điều chỉnh vị trí của các cốp pha thành.



Hình 3.22. Sơ đồ đúc sàn xen đúc tường
 1- cốp pha trượt phía trong;
 2- khung kích; 3- kích; 4- thanh lõi kích;
 5- đèn ca ãm; 6- lan can; 7- dàn giáo treo;
 8- cốp pha trượt phía ngoài

Hình 3.23 là sơ đồ thi công nhà ở nhiều tầng bằng xe bơm 2 cùng trụ tháp 5 với cần thao tác 6 để phân phối hồ bê tông vào cốp pha trượt 9.



Hình 3.23. Đúc nhà ở bằng xe bơm và cốp pha trượt

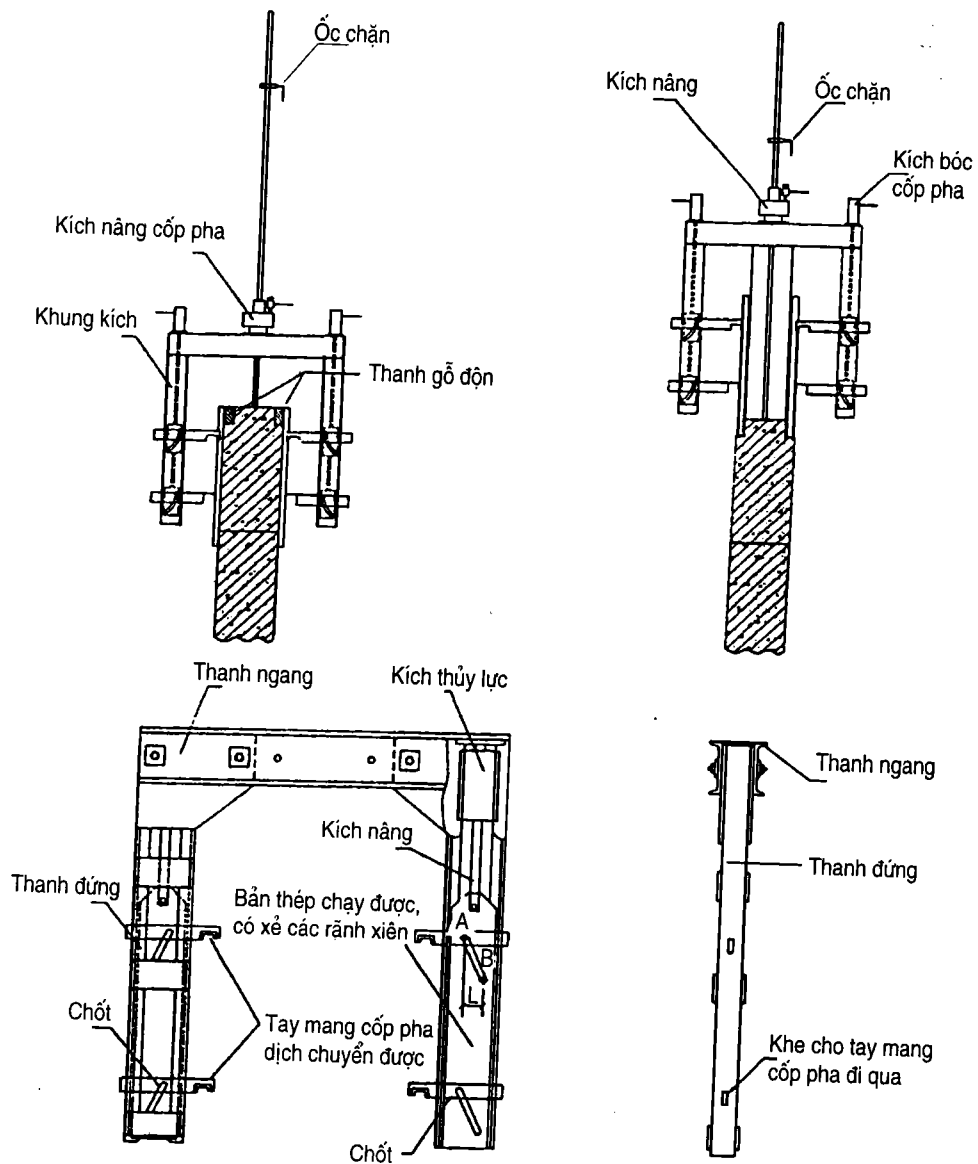
ĐÚC TƯỜNG BẰNG CỐP PHA LUÂN LƯU

- Trình tự thi công đúc bê tông tường (lõi cứng nhà cao tầng) bằng cốp pha luân lưu như sau (hình 3.24):

- + Lắp cốp pha luân lưu vào vị trí đúc tường
- + Đặt cốp thép, đổ hồ bê tông, đầm rung, bảo dưỡng bê tông trong cốp pha cho tới khi đạt 70% cường độ thiết kế.
- + Bóc cốp pha khỏi bê tông và chuẩn bị cốp pha cho đợt đúc tiếp xúc.
- + Nâng cốp pha lên vị trí đợt tiếp, ép sát chân cốp pha thành vào tường bê tông mới đúc xong, kiểm tra độ thẳng đứng của cốp pha và chuẩn bị để tiếp nhận hồ bê tông đợt sau.

Khi muốn thay đổi chiều dày tường đúc, chỉ cần đặt trước hai thanh gỗ dẹt vào trong khuôn đúc, sát cốp pha thành (hình 3.24a) là tạo được chỗ dựa cho việc kẹp sát chân các tấm cốp pha thành vào phần tường đúc trước.

- Cấu tạo cốp pha luân lưu này như sau: một khung kích dạng chữ U ngược, một kích dầm gắn trên thanh ngang của khung và bám vào một thanh lõi kích để kéo khung kích lên, chiều cao nâng khung kích được giới hạn trước bằng ốc chặn trên thanh lõi kích; trong hai thanh đứng của khung kích có đặt hai loại kích đặc biệt dùng vào việc bóc cốp pha thành khỏi tường bê tông.



Hình 3.24. Đúc tường bằng cốp pha luân lưu:
 L. Khoảng cách bóc tám cốp pha ra khỏi tường; A. Điểm cao nhất của rãnh xiên;
 B. Điểm thấp nhất của rãnh xiên

- Cốt thép tường được gia công sẵn dưới dạng lồng không gian, cao bằng hai tầng nhà, nên công lao động lắp đặt cốt thép giảm tới 2/3 so với công lao động buộc cốt thép thủ công trong cốp pha trượt.

Công tác thi công sàn và cầu thang tiến hành trong thời gian gián đoạn đúc bê tông tường, nghĩa là các quá trình thi công tường, sàn, cầu thang nằm trong một dây chuyền thi công chung. Còn khi sử dụng cốp pha trượt đúc kết cấu lõi cứng nhà thì quá trình thi công sàn và cầu thang chỉ thực hiện được sau quá trình đúc tường, lúc này các vật liệu phải vận chuyển qua đường ô cửa.

Cốp pha luân lưu không bị ma sát với bê tông khi nâng lên cao; vị trí cốt thép được kiểm tra từ lúc lắp đặt và cả trong lúc đúc bê tông. Ta có thể ngừng đúc bê tông vào bất kỳ lúc nào hay ấn định tốc độ đổ bê tông theo kế hoạch. Ta cũng có thể sử dụng loại hồ bê tông thông thường; số lượng công nhân và số công lao động sẽ giảm hai lần so với khi sử dụng cốp pha trượt.

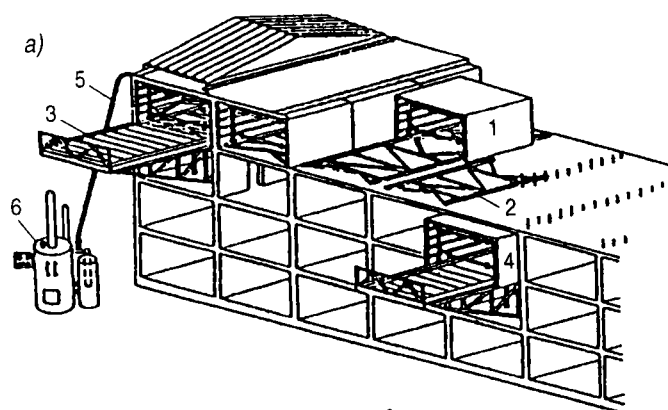
Khi sử dụng vào việc đúc lõi cứng nhà cao tầng, cốp pha luân lưu phải có độ cứng không gian lớn, các tấm cốp pha thành phải liên kết chắc vào các khung kích bằng các thanh giằng, bằng sàn công tác.

Sàn công tác làm bằng ván gỗ đặt trên các dầm và các giằng; trên mặt sàn có chừa rãnh hở, đảm bảo bốc và tháo dỡ được cốp pha. Cần trực vận chuyển vật liệu lên cho thi công sàn tầng và cầu thang, vậy mặt sàn công tác phải chừa lỗ cửa, có nắp đậy (bằng cầu trục).

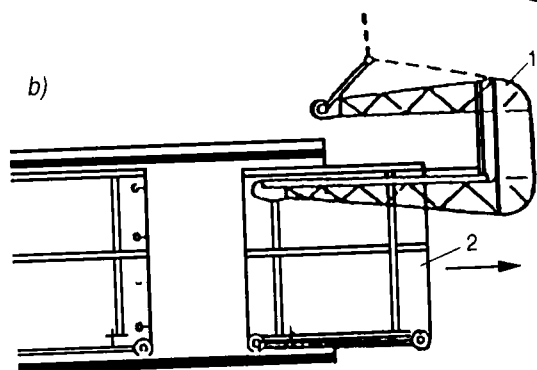
Dàn giáo treo để hoàn thiện mặt ngoài tường, gắn vào công son phía ngoài của sàn công tác; dàn giáo treo để hoàn thiện phía trong tường gắn vào các khung kích.

ĐÚC NHÀ BẰNG CỐP PHA HỘP

- Nhà cao tầng với tường ngang chịu lực, được đúc bằng loại cốp pha sắt tiêu chuẩn có dạng hình hộp (hình 3.25) khi này cả tường lẫn sàn nhà được đúc bê tông đồng thời.



- 1- cốp pha hộp;
- 2- đường ray di chuyển cốp pha
- 3- cầu công-son để tháo dỡ cốp pha ra phía bên
- 4- một đoạn cốp pha hộp được đẩy ra ngoài
- 5- ống dẫn hơi nước để hấp bê tông
- 6- lò hơi nước đi động



- 1- loại đòn treo đặc biệt dùng để đỡ cốp pha hộp
- 2- bộ cốp pha hộp đang được tháo dỡ

Hình 3.25. Đúc nhà bằng cốp pha hộp (tuy nen);
a) Đúc nhà bằng cốp pha hộp (tuy nen); b) Tháo dỡ cốp pha hộp

Cốp pha hộp gồm ba bộ phận liên kết khớp với nhau: một tấm cốp pha sàn và hai tấm cốp pha thành. Nhịp của cốp pha sàn tới 3,50m; nhưng chiều rộng chỉ 1,30m; chiều cao 2,50 - 2,70m; trọng lượng mỗi hộp 800 - 1000kg. Cao trình mặt sàn được điều chỉnh bằng các kích vít. Sau khi, đúc bê tông xong, cốp pha hộp được bóc ra khỏi kết cấu và hạ lên các bánh xe con, nên đẩy đi dễ dàng ra phía mặt ngoài nhà, tại đó cần trục tháp sẽ cẩu toàn bộ hộp cốp pha ra khỏi tầng nhà mới đúc bằng một loại đòn treo đặc biệt (hình 3.25b).

Cần trục còn có thể cẩu từng hộp cốp pha ra từ một ô trống ở chính giữa sàn tầng. Ô này sẽ được lấp kín lại sau. Cần trục tháp cũng là thiết bị vận chuyển cốp pha hộp lên các tầng nhà và đổ bê tông tường sàn.

Có thể đúc mỗi tầng nhà liên khối bằng nhiều bộ cốp pha hộp, sắp xếp sẵn trên sàn tầng. Mỗi đợt đổ bê tông là một tầng nhà. Mỗi tầng nhà lại chia ra thành đoạn với khối lượng đủ làm trong một ngày.

- Trình tự thi công đúc nhà bằng cốp pha hộp như sau: sắp đặt các hộp cốp pha, đồng thời đặt cốt thép tường, đặt cốt thép sàn, sau cùng là đổ bê tông tường sàn. Bên trong cốp pha sắt có bộ phận hấp bê tông mới đúc bằng hơi nước, như vậy có thể rút ngắn thời gian chờ tháo dỡ cốp pha.

- Phương pháp đúc nhà nhiều tầng bằng cốp pha hộp có những ưu điểm sau: tốc độ thi công nhà nhanh; bề mặt kết cấu bê tông nhẵn đẹp, không phải hoàn thiện nhiều; cốp pha bền và dùng được nhiều lần.

ĐÚC TƯỜNG TRONG ĐẤT

* *Đúc tường trong đất* là đào một rãnh có vách đất thẳng đứng, có độ sâu nhất định, chạy theo chu vi ngoài một địa điểm xây dựng công trình. Phòng ngừa vách đất sập lở người ta bơm nước bùn bentônít vào rãnh ngay trong quá trình đào đất. Đào xong rãnh thì thả cốt thép và đổ bê tông tường, hồ bê tông sẽ đẩy dần nước bùn ra khỏi rãnh đào. Khi bê tông đã khô cứng, mới đào đất phía trong bức tường chắn đất. Sau đó, là xây dựng phần công trình còn lại.

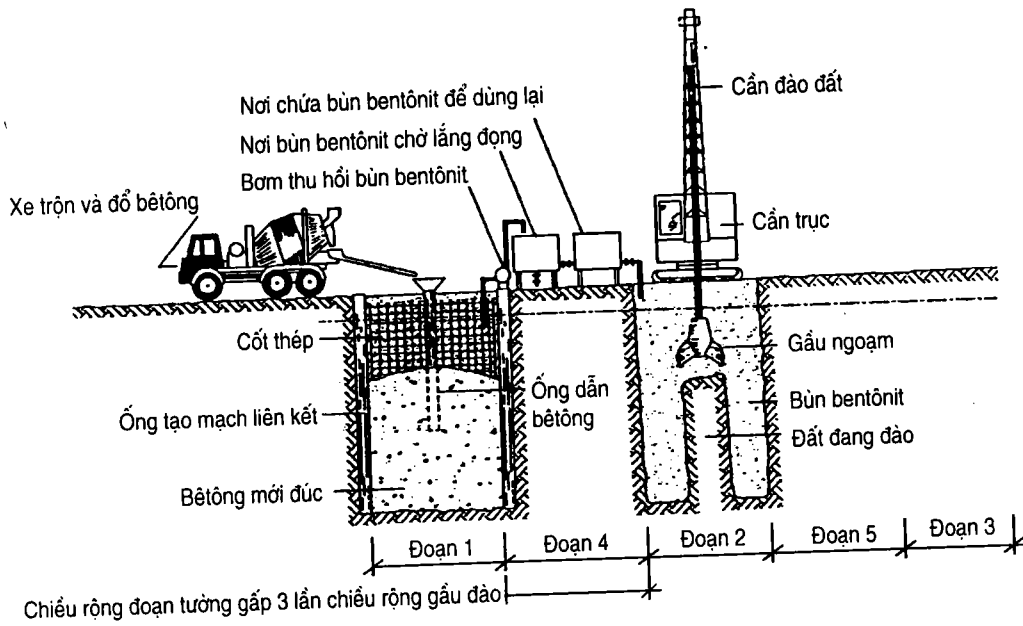
Phương pháp “đúc tường trong đất” thường được áp dụng tại các công trường quá chật hẹp ở trong đô thị, chẳng hạn khi xây dựng tầng hầm chứa xe ô tô bên dưới các nhà cao tầng, xây dựng đường hầm giao thông cho người bộ hành tại các giao lộ...

* *Kỹ thuật thi công* như sau:

- Trước tiên đào một rãnh nông (rãnh dẫn hướng cho tường) và đúc ở đó vành bê tông gia cố hai bên mép rãnh chống sụt lở.

- Máy đào rãnh mang gầu ngoạm (hình 3.26) đào đất sâu tới 30m, rộng 0,5 - 1,2m. Lúc này để giữ vách đất ổn định, người ta bơm nước bùn bentônít vào rãnh trong khi đào

đất; cột nước bùn trong rãnh phải cao hơn mực nước ngầm và áp lực đất trong rãnh để bùn bentônít thâm nhập được vào trong đất cát, tạo thành một màng keo dính giữ vách đất, cát khỏi sập.



Hình 3.26. Đúc tường chắn trong đất

Đúc bê tông tường theo từng đoạn một, mỗi đoạn dài 4 - 5m; phân đoạn bởi các ống tạo mạch. Đặt các ống này vào rãnh trước rồi mới đổ bê tông đúc đoạn rãnh; sau khi đổ bê tông tường được 2 - 3 giờ thì bóc ống tạo mạch ra ngay, để lâu ống sẽ dính chặt vào bê tông, như vậy là đã tạo được khe lõm, sâu bằng 1/2 đường kính ống, để liên kết tốt các đoạn tường với nhau và nâng cao tính chống thấm cho tường. Hồ bê tông có mác 200 - 300, có độ sụt 5 - 6cm.

Chỗ liên kết các đoạn tường là chỗ tường chịu lực kéo ngang, nên nhiều khi tại chỗ đó người ta thiết kế một cột bê tông cốt thép chôn sâu, nằm lại trong tường.

Đúc bê tông tường bằng một ống dẫn thẳng đứng xuống tới đáy rãnh, ống đặt tựa trên một giá đỡ, có các thiết bị kéo ống lên cao dần, ống gồm nhiều đoạn dài 1-3 m. Xe bơm bê tông có cần phân phối hoặc xe trộn là những thiết bị tiếp vận hồ cho ống dẫn. Hồ thoát ra từ đầu cuối ống dẫn tức từ bên dưới lớp hồ bê tông đúc đầu tiên, nên hồ đúc sau đó không tiếp xúc với nước bùn, trừ lớp hồ trên mặt.

Để hồ chảy bình thường thì áp lực đẩy hồ bê tông di chuyển trong ống dẫn phải lớn hơn hoặc bằng phản lực từ tầng nước bùn và lớp hồ bê tông ở cao trên miệng ống. Độ sâu miệng ống dẫn trong khối hồ bê tông phải giữ luôn luôn bằng 1,0 - 1,5m.

Sau cùng là vết đi khoảng 30cm hồ bê tông trên mặt khối tường đúc vì nó bị nhiễm bùn.

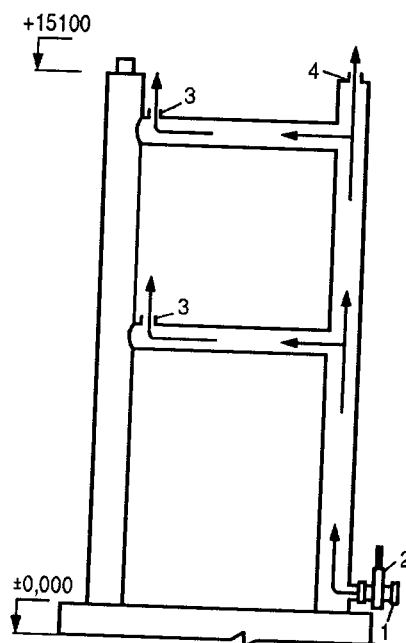
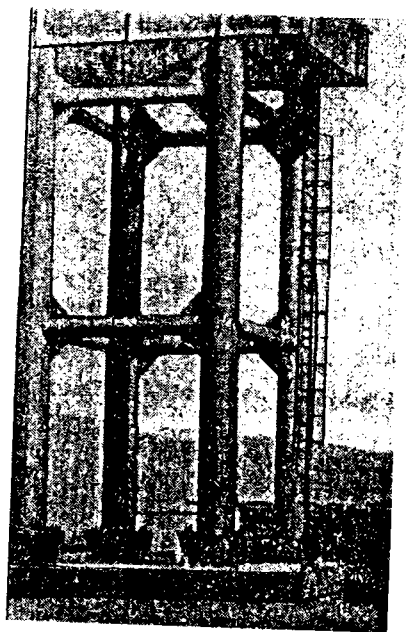
ĐÚC BÊTÔNG DƯỚI ÁP LỰC

Đổ bê tông đúc tường, cột từ trên cao xuống thường dễ xảy ra hiện tượng phân tầng hoặc hình thành những khoang rỗng do hồ bê tông bị nghẽn kẹt không rơi xuống được. Một công nghệ mới là bơm bê tông từ dưới chân cốp pha, nghĩa là đùn hồ lên cao dần, đã được áp dụng để loại trừ các hiện tượng xấu nêu trên.

Hình 3.27 chụp kết cấu trụ bê tông cốt thép cao 15m đỡ hành lang băng tải. Trụ gồm 4 cột ống $\phi 830$, liên kết bởi 2 giằng ngang $\phi 530$, được bơm hồ bê tông lỏng từ dưới chân cột lên cao dần bằng 4 máy bơm qua các lỗ cửa van.

Khi hồ bê tông xuất hiện ở lỗ cửa trên ống giằng dưới thì tạm ngưng bơm để khóa cửa van lỗ đó, rồi mới tiếp tục bơm tiếp. Khi hồ tràn ra khỏi đỉnh cột ống là đúc xong.

Phương pháp này được gọi là đúc bê tông dưới áp lực, không đầm.



Hình 3.27. Đúc bê tông cột dưới áp lực

1- đoạn nối ống bơm; 2- cửa van; 3- lỗ kiểm tra; 4- lỗ đỉnh cột

ĐẦM RUNG

Mục đích của động tác đầm là để đảm bảo hồ bê tông đồng nhất, chắc đặc, không xảy ra hiện tượng rỗng bên trong và rỗ mặt ngoài và để bê tông dính bám đều vào cốt thép.

* Có hai cách đầm bê tông: đầm thủ công và đầm rung.

a) **Đầm thủ công:** Trước khi đầm phải san bằng khối hồ mới đổ xuống, vì khi lớp hồ có cùng một độ dày thì đầm mới đều.

Đầm những khối bê tông nhỏ, độ sụt của hồ trên 7cm, hay đầm ở nơi có cốt thép dày người ta dùng xà beng, gậy sắt xọc đều vào lớp hồ bê tông. Khi đầm đến lớp mặt thì dùng bàn đập bằng gỗ, nặng khoảng 1kg, để vỗ mặt cho phẳng nhẵn.

Đầm những khối bê tông lớn (như móng, tường kê), độ sụt của hồ dưới 6cm, người ta dùng đầm gang nặng 8 - 10kg, chỉ cần nâng đầm lên 10 - 15cm và đầm đều tay; nâng cao, đầm mạnh không hiệu quả bằng đầm đều và nhiều. Khi đổ bê tông nhiều lớp thì đồng thời với động tác đầm phải dùng gậy sắt đi trước thọc sâu xuống lớp bê tông bên dưới độ 5cm, đảm bảo liên kết hai lớp bê tông được tốt.

Khi đầm bê tông chặt rồi, để tránh hiện tượng rỗ mặt thì dùng bàn sả xọc sát vào cốt pha và dùng vò gỗ gõ vào phía ngoài cốt pha.

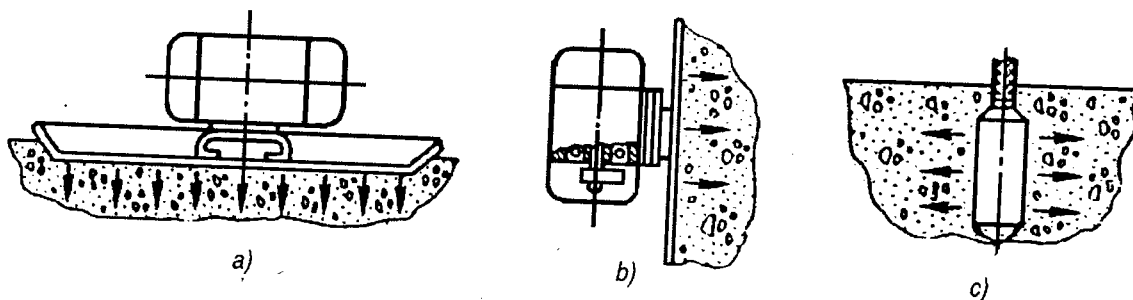
Đầm tay cho đến khi thấy hồ bê tông không lún xuống, lớp nước mỏng trong bê tông nổi lên mặt mới coi là được và chuyển chỗ, phải đầm có kế hoạch, có thứ tự, nếu không sẽ dễ sót những chỗ không được đầm.

b) Đầm rung. Hồ xi măng có độ quán tính nên những viên cốt liệu lớn khó tự di chuyển trong hồ. Khi gây rung động thì hồ bê tông như bị gảy toí lên, lực dính giữa những viên cốt liệu giảm đi, do đó độ lưu động của hồ bê tông tăng lên, mọi cốt liệu đều di động và lắng xuống, bề mặt bê tông dần đều, độ chắc đặc của bê tông tăng lên.

Được đầm bằng rung động hồ bê tông có ít nước cũng trở nên chảy lỏng để lấp kín cốt pha.

Đối với hồ bê tông có nhiều nước, khi được đầm rung các hạt xi măng nhỏ mau nổi lên trên mặt, tạo nên sự phân tầng. Vậy chỉ nên sử dụng đầm rung cho những loại hồ bê tông có độ sụt nhỏ hơn 8cm.

- Những ưu điểm khi đầm rung như sau:
 - + Sử dụng được các loại hồ bê tông khô, do đó tiết kiệm xi măng tới 10 - 15%.
 - + Công lao động giảm được hai lần so với đầm thủ công.
 - + Rút ngắn thời gian chờ bóc dỡ cốt pha do bê tông mau đông cứng vì đã giảm được tỷ lệ N/X.
 - + Giảm lượng xi măng nên độ co ngót của bê tông giảm; cường độ, tính chống thấm, khả năng xâm thực của bê tông đều tăng.
- Ngoài công trường người ta thường sử dụng các loại đầm rung sau (hình 3.29):
 - + Đầm dùi, để đầm bê tông bên trong cốt pha.
 - + Đầm ngoài, gắn ở bên ngoài cốt pha.
 - + Đầm mặt, tạo rung động trên mặt lớp hồ bê tông.



Hình 3.29. Các loại đầm rung
a) đầm mặt; b) đầm ngoài; c) đầm dùi

Phạm vi sử dụng từng loại đầm rung tùy thuộc vào kích thước, hình dạng kết cấu, độ dày đặc cốt thép.

Đầm các kết cấu bê tông lớn như móng máy, cột nhà thì dùng đầm dùi. Đầm tường bê tông mỏng nhiều cốt thép thì dùng đầm ngoài để tránh va chạm vào cốt thép. Đầm sàn tầng hay đầm lớp bê tông trên cùng thì dùng đầm mặt.

- Đầm dùi phổ biến nhất, dùng đầm dùi thì chiều dày h của lớp bê tông mới đổ không nên lớn quá 1,25 chiều dài của bộ phận rung động. Mũi đầm phải cắm sâu xuống lớp bê tông bên dưới 5-10cm để liên kết hai lớp. Thường người ta lấy chiều dày $h = 20 - 30\text{cm}$.

Thời gian đầm một chỗ tùy thuộc độ dày đặc của hồ và lực rung mạnh yếu của bộ phận gây rung, thường trong khoảng 20 - 45 giây. Dấu hiệu chứng tỏ đầm xong một chỗ là hồ bê tông không lún xuống, bọt khí không nổi lên nữa, mặt trên bằng phẳng, bắt đầu thấy xuất hiện màng nước xi măng trên mặt.

Đầm lâu quá mức, hồ bê tông sẽ hóa lỏng, hầu như không thấy cốt liệu đá đâu cả, hồ lỏng dần thành vũng xung quanh đầm dùi, đó là dấu hiệu của sự phân tầng trong bê tông.

Khi sử dụng đầm dùi cần tôn trọng các yêu cầu sau:

- Phải gióng thẳng đầm dùi vào giữa khối hồ bê tông, không đầm quá gần cốt pha và cốt thép.
- Thả đầm dùi cho tụt xuống nhanh, nhưng rút đầm lên từ từ để hồ kịp lấp đầy lỗ đầm, không cho không khí lọt vào.
- Không được dùng đầm dùi để làm dịch chuyển hồ và phân phối hồ
- Không được vô tình hay cố ý cho đầm dùi chạm vào cốt thép, phá hoại cấu trúc bê tông đang ninh kết và làm sai lệch vị trí cốt thép.
- Không được để đầm rung chạy không tải bên ngoài lớp hồ trong thời gian dài.
- Không được bổ sung nước vào hồ bê tông trong giai đoạn đầm, vì làm như vậy cường độ và dung trọng của bê tông giảm đi nhiều.

- *Đám mặt* chỉ dùng để đầm bê tông kết cấu mỏng như tấm sàn và để đầm lớp đúc trên mặt của khối bê tông lớn. Không được dùng đầm mặt để đầm các lớp đúc trung gian, vì nó sẽ làm cho khối bê tông đúc không đồng nhất mà có cấu trúc thớ lớp.

ĐÚC BÊ TÔNG KHÔNG ĐẦM

Những năm gần đây người ta sử dụng loại *phụ gia siêu dẻo* trộn lẫn vào hồ bê tông làm cho hồ có độ chảy lỏng cao. Khi đổ hồ theo kiểu rơi tự do, không cần động tác phân phối đều hồ trong kết cấu và cũng không cần đầm rung, chỉ cần đầm nhẹ các góc cạnh, các mối nối, các chỗ dày đặc cốt thép bằng đầm dùi cán mềm.

Đúc bê tông không đầm rung sẽ giảm lượng điện tiêu thụ, giảm công lao động (khoảng 1/3), tăng nhanh tốc độ thi công. Do vậy, người ta đã áp dụng phương pháp “đúc không đầm” này trong công nghệ thi công cọc khoan nhồi, thi công công trình dưới mặt đất và ngâm trong nước. Hồ lỏng được rót hoặc bơm vào kết cấu bằng máy bơm bê tông. Cường độ chịu nén của bê tông dùng phụ gia siêu dẻo đạt trên 30 MPa. Xác định liều lượng phụ gia siêu dẻo cần thiết cho mỗi loại bê tông tại phòng thí nghiệm vật liệu, thông thường liều lượng này bằng 0,4 - 1% trọng lượng xi măng.

Khi muốn tăng nhanh tốc độ ninh kết của hồ bê tông có phụ gia siêu dẻo, người ta sử dụng clorua canxi.

Tại trạm chế trộn hồ bê tông thương phẩm người ta chỉ trộn bê tông với 80 - 85% lượng nước cần thiết, phần nước còn lại dùng để chế tạo dung dịch phụ gia siêu dẻo và chỉ đổ vào cối để trộn cùng với hồ bê tông có trước trong cối khi xe trộn tới công trường.

Cũng có thể vận chuyển hồ cấp phối khô từ trạm trộn, đến công trường mới cho đủ toàn bộ lượng nước cùng phụ gia siêu dẻo vào cối và trộn chính thức.

PHỤT HỒ

Nội dung phương pháp đúc kết cấu bằng phụt hồ là lắp dây cốt pha bằng cốt liệu lớn trước, rồi bơm hồ xi măng-cát vào bít kín các khe rỗng trong khối đá đó sau, còn gọi là phương pháp *đúc bê tông tách bạch*.

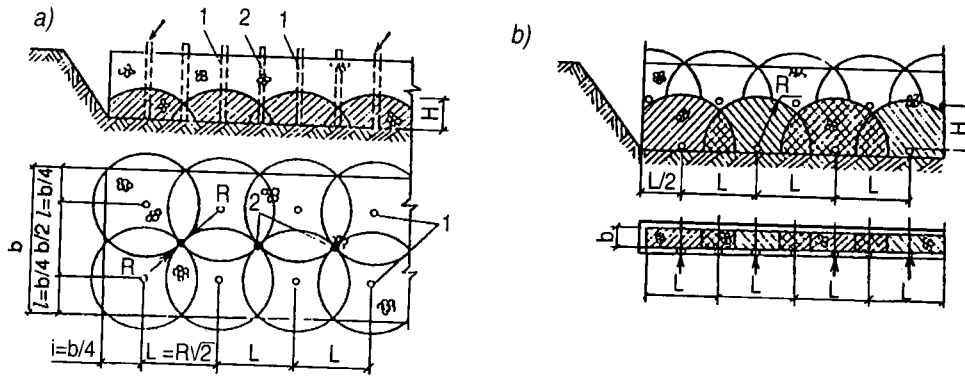
- Trường hợp áp dụng phương pháp:
- + Khi kết cấu bê tông cốt thép cần có dung trọng cao.
- + Khi cốt thép trong kết cấu quá dày đặc.
- + Khi phải thi công tại nơi con người khó thâm nhập, chẳng hạn đúc lớp vỏ bê tông chống hầm tụy-nen.
- + Khi phải thi công tại nơi nguồn nước ngầm quá mạnh.
- Ưu điểm của phương pháp:
- + Có thể sử dụng các loại cốt liệu lớn.

+ Vận chuyển đá và hồ xi măng - cát riêng rẽ nên dễ dàng, thuận lợi hơn là vận chuyển hồ bê tông trộn sẵn.

+ Không cần đến máy trộn bê tông và máy đầm.

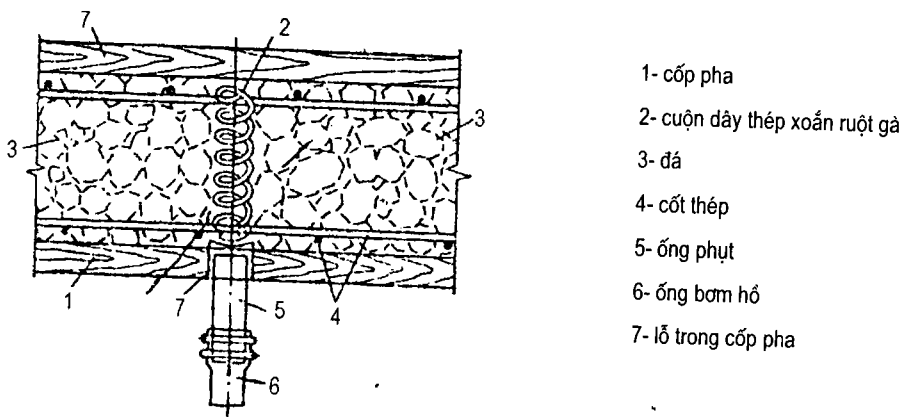
+ Tính chống thấm của bê tông cao.

Khi đúc các kết cấu có chiều cao và chiều dày lớn hơn 1m, người ta phụt hồ xi măng-cát bằng các đoạn ống thép đặt trước trong cốt pha (hình 3.30a). Còn khi đúc các kết cấu có chiều dày dưới 1m, người ta phụt hồ theo hướng ngang thông qua các lỗ ở cốt pha thành (hình 3.30b).



Hình 3.30. Bố trí các ống và các lỗ để phụt hồ;

a) Các ống phụt trong khối cốt liệu lớn (đá); b) Các lỗ phụt trong cốt pha tường mỏng:
1- ống phụt; 2- ống kiểm tra



Hình 3.31. Bố trí các lỗ phụt trong cốt pha

Các ống thép phụt hồ có đường kính 38 - 50mm, dài 1 - 2m, được liên kết thông nhau. Khi hồ dâng lên, thì cũng rút các ống lên, nhưng mũi ống phụt bao giờ cũng phải thấp hơn bề mặt hồ. Hồ phụt là loại hồ thông thường hay loại hồ xi măng hóa dẻo. Cần bố trí các ống phụt và các lỗ phụt sao cho hồ có thể xâm nhập vào mọi chỗ trong khối đúc.

Khi đúc tường mỏng thì nên đặt sẵn những cuộn dây thép xoắn ruột gà, ϕ 3-5mm tại chỗ đặt lỗ phụt trong khối đúc (hình 3.31) để tạo kênh dẫn cho việc phụt hồ được dễ dàng hơn.

Khi đúc các khối kết cấu lớn nên chia ra thành nhiều khối nhỏ, phân cách chúng bằng lưới thép.

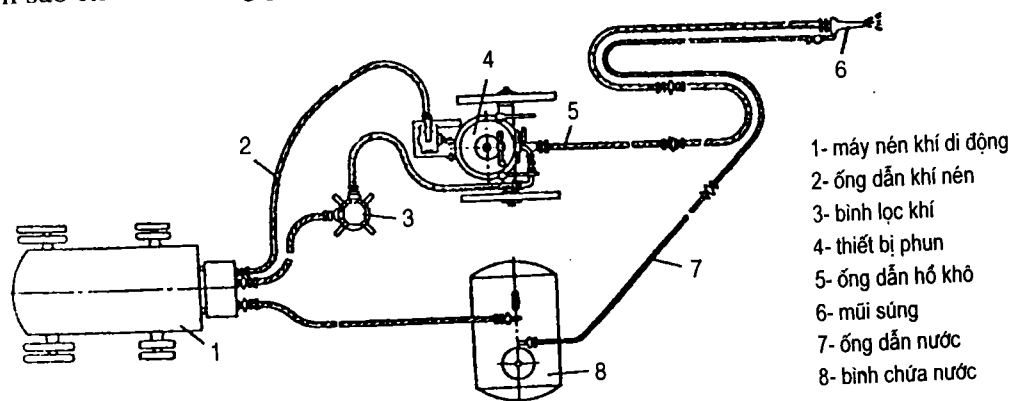
Phụt hồ vào kết cấu tường mỏng làm nhiều tầng, bắt đầu từ tầng dưới cùng. Chiều cao mỗi tầng lấy bằng khoảng cách giữa các lỗ theo hàng ngang. Thời gian phụt hồ mỗi tầng không được lớn hơn thời gian ninh kết của hồ. Thiết bị phụt là *máy bơm hồ*. Thời gian gián đoạn phụt hồ không được lâu quá 20 phút, nếu không, các ống phụt và các lỗ ống phụt dễ bị ách tắc.

PHUN HỒ

- Phun bê tông là đắp phủ lên bề mặt nào đó một lớp hồ ximăng + cát hay gồm ximăng + cát + sỏi sạn, dưới áp lực của khí nén, bằng một dụng cụ gọi là súng phun.

Thành phần hồ phun theo tỷ lệ $X/C = 1/4 - 1/6$, trong đó cát có thể lẫn sỏi sạn, đường kính nhỏ hơn 6 - 8mm.

Thiết bị phun (hình 3.32) gồm một cối trộn khô các thành phần hồ và một máy nén khí. Khi nén đẩy cốt liệu khô và nước theo hai đường ống mềm riêng rẽ đến mũi súng phun, tại đó cốt liệu khô mới gặp nước. Điều tiết liều lượng nước bằng van ở mũi súng phun sao cho hồ bê tông phun ra không chảy khỏi tường.



Hình 3.32. Thiết bị phun bê tông (mặt bằng)

Các hạt cát và ximăng phun ra với tốc độ 70 - 120m/sec và đập lên bề mặt được phun, nén ép lớp hồ phun trước và cùng dính chặt vào đó đến mức dù có phun lên một mặt thẳng đứng hồ bê tông đó cũng không chảy xuống.

Mỗi lớp phun dày 5 - 10mm và có thể phun liên tục cho tới khi có độ dày tổng cộng là 20 - 25mm. Muốn được một lớp bê tông dày hơn thế cần phải đợi cho lớp phun trước ninh kết phần nào (sau 1-2 ngày), rồi làm sạch mặt, tưới ẩm, mới phun lớp khác đè lên trên.

Phun bê tông lên mặt thẳng đứng hay mặt dốc nghiêng nên tiến hành theo từng dải ngang, tuần tự từ dưới lên trên. Khi phun lên kết cấu có cốt thép lớn ($\phi > 14\text{cm}$) phải quay mũi súng phun tạo góc 45° về cả hai phía để không hình thành khoang trống phía sau thanh cốt thép.

- Phương pháp phun hồ được áp dụng trong những trường hợp sau:

+ Một hình thức đúc những kết cấu bê tông mỏng như vòm, vỏ, thành bể chứa chất lỏng... tức là đúc những kết cấu yêu cầu cường độ cao, không thấm nước và chỉ có cốt pha tạo hình một phía.

+ Tạo một lớp vỏ chống thấm cho các kết cấu gạch và kết cấu bê tông cốt thép.

+ Sửa chữa những khuyết tật trong bê tông mới đúc, phục hồi chất lượng những kết cấu bê tông cũ, bằng cách bọc một lớp bê tông mỏng hay một lớp bê tông lưới thép mỏng.

Công nhân sử dụng súng phải đeo khẩu trang và kính bảo vệ mắt, vì không khí ở nơi phun có lẫn rất nhiều bụi xi măng.

BẢO DƯỠNG BÊ TÔNG

- Bê tông mới đúc xong cần được chăm sóc (bảo dưỡng) trong thời gian ấn định cho tới khi nó đạt tới cường độ thiết kế. Trong thời gian đầu, bê tông còn non mà không được bảo dưỡng thì chất lượng sẽ giảm nhiều, đến mức không dám sử dụng vì sợ kết cấu bị phá hoại khi mang tải, mặc dù các vật liệu thành phần của bê tông đều tốt, quá trình đúc thực hiện cẩn thận.

Điều kiện bảo dưỡng là giữ bê tông luôn ở trạng thái ẩm, không được khô quá nhanh, không bị rung động, va chạm mạnh, nhiệt độ trong bê tông không được chênh lệch lớn. Cần ghi nhớ: mọi sai sót trong việc bảo dưỡng bê tông trong những ngày đầu không thể bù đắp được bằng sự bảo dưỡng cẩn thận những ngày sau.

Đồng cứng trong không khí hồ bê tông thường khô nhanh và co ngót, bê tông mặt ngoài kết cấu khô nhanh hơn bê tông bên trong kết cấu, vậy nếu mặt ngoài bê tông không đủ ẩm thì trên mặt bê tông hình thành nhiều vết nứt nhỏ do co ngót không đồng đều.

- Muốn ngăn ngừa những vết nứt không bình thường này có hai cách là che phủ và tưới ẩm mặt bê tông. Ở xứ nóng và nơi gió nhiều, việc này phải tiến hành ngay sau khi đúc bê tông được 2 - 3 giờ. Trong ba ngày đầu, ban ngày tưới ẩm nhiều lần, mỗi lần cách nhau ba giờ, ban đêm tưới ít nhất một lần, những ngày tiếp sau mỗi ngày tưới ba lần (sáng, trưa, chiều). Tưới lên các mặt ngang và mặt nghiêng của bê tông theo kiểu phun mưa, tưới cả lên cốt pha. Muốn tháo dỡ sớm cốt pha cột, cốt pha tường, khi thời gian bảo dưỡng chưa hết thì vẫn phải tưới ẩm các bề mặt bê tông thẳng đứng đã bị tháo dỡ cốt pha.

- Che chắn những tia nắng mặt trời chiếu trực tiếp lên bề mặt bê tông nằm ngang bằng cách phủ lên bề mặt đó lớp vật liệu giữ ẩm như bao tải, rơm rạ, mùn cưa... và tưới nước định kỳ.

Việc che phủ và tưới ẩm bê tông tốn nhiều công lao động nên trên bề mặt bê tông để ngỏ, rộng lớn như sân bay, mặt đường bê tông, sàn nhà công nghiệp... Người ta phủ một tấm màng mỏng polyme không thấm nước và trong suốt, màng này không ngăn cản bức xạ mặt trời, lại giữ cho bê tông không mất nước, tạo điều kiện giống hầm hấp bê tông bằng hơi nước, kết quả là cường độ bê tông tăng nhanh và tiết kiệm nước. Thời gian bảo dưỡng bê tông cho đến khi đạt tới 70% cường độ thiết kế chỉ là 7 - 15 ngày.

- Bảo dưỡng những kết cấu bê tông mới đúc có bề mặt nhỏ rộng lớn còn được thực hiện bằng một lớp nước dày 30 - 50mm trên mặt. Lớp nước này được tạo nên bằng chính các tấm cốp pha thành nhô cao hơn mặt bê tông 60 - 80mm. Nhiệt độ của lớp nước ngập này không được thấp hơn nhiệt độ của hồ bê tông mới đổ (để tránh phát sinh ứng suất nhiệt trong bê tông).

- Bảo dưỡng các móng bê tông bằng cách ngâm chúng ngập trong nước hồ móng. Thời gian bảo dưỡng bê tông ngập trong nước cho tới khi đạt 70% cường độ thiết kế là bảy ngày.

- Nhiệt độ bên trong khối bê tông, do ximăng thủy hóa, thường lớn hơn nhiệt độ mặt ngoài, điều này cũng có thể gây ra ứng suất nhiệt trong bê tông khối lớn. Để giảm sự chênh lệch nhiệt độ ở trong và ngoài khối bê tông người ta trộn hồ bê tông với nước đá, lấy bằng 50% lượng nước thiết kế hoặc ướp lạnh cốt liệu lớn bằng nước đá trước khi trộn bê tông.

- Trong vùng khí hậu khô và nóng muốn khỏi phải bảo dưỡng bê tông bằng tiếp nước dài ngày, người ta áp dụng phương pháp "tăng tốc độ đông cứng của bê tông". Bê tông đông cứng nhanh sẽ ngăn ngừa được hiện tượng co ngót ban đầu, ngăn ngừa nứt nẻ trong bê tông, dẫn đến chất lượng bê tông được nâng cao. Khi bê tông đã đạt tới một cường độ nhất định (70% cường độ thiết kế) thì dù môi trường khô nóng, dù không được tưới ẩm nữa, cường độ bê tông vẫn tiếp tục phát triển.

- Có hai kiểu gia công nhiệt bằng điện để đẩy nhanh tốc độ đông cứng của bê tông như sau:

- + Sấy nóng mặt ngoài là khi bê tông tiếp xúc với cốp pha sắt được nung nóng bằng điện.

- + Sấy nóng bên trong là khi sử dụng loại hồ bê tông đã được hâm nóng tại hiện trường tới 70 - 80°C trong các thùng chứa gắn máy sấy nhiệt.

Biện pháp gia công nhiệt áp dụng cho nhiều loại kết cấu, kể cả kết cấu có bề mặt để ngỏ rộng lớn, lúc này bắt buộc phải phủ kín các bề mặt để ngỏ, không cho khí ẩm từ bê tông thoát ra ngoài được. Thời gian sấy điện lâu 4 - 8 giờ, sau đó ngắt điện để bê tông tiếp tục đông cứng trong cốp pha.

- Công nhân được phép đi lại, chống dàn giáo, đặt cốp pha bên trên mặt bê tông, khi cường độ của nó đã đạt 1,5 MPa (sau khi đúc xong được hai ngày).

THÁO DỠ CỘP PHA

* Thời gian chờ đợi tháo dỡ cốp pha phụ thuộc vào:

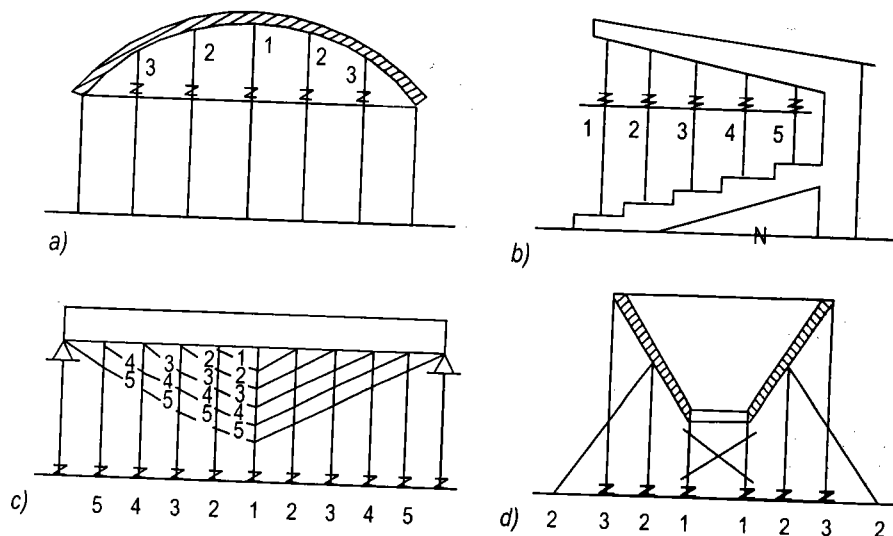
- Tốc độ ninh kết của xi măng.
- Loại kết cấu công trình và tính chất chịu lực của cốp pha (cốp pha thành hay cốp pha đáy).

Khi hồ bê tông bắt đầu ninh kết thì áp lực của nó lên cốp pha thành giảm dần đến triệt tiêu hẳn. Vậy có thể tháo dỡ cốp pha thành khi bê tông đã đạt độ cứng đủ để mặt và cạnh mép kết cấu không bị hư hỏng, sứt mẻ khi tháo dỡ cốp pha, nghĩa là được phép bóc cốp pha thành khi bê tông đạt 25% cường độ thiết kế (khoảng 3 - 4 ngày).

* Việc tháo dỡ dàn giáo và cốp pha đáy dầm (cốp pha chịu lực) khá phức tạp, vì lúc này kết cấu mới bắt đầu chịu tải trọng bản thân và các tải trọng khác (từ dầm tầng trên chuyển xuống dầm tầng dưới); nếu kết cấu phải làm việc đột ngột (do tháo dỡ dàn giáo sai quy cách) thì không khác gì kết cấu bị va chạm mạnh, có thể bị phá hoại. Vậy, phải hạ dàn giáo thật nhẹ nhàng, đều hòa, thành hai ba đợt tùy theo khẩu độ và trọng lượng kết cấu:

- Hạ các cột giáo chống dầm (nhịp nhỏ dưới 4m) khi cường độ bê tông đã đạt 50% cường độ thiết kế, trên suốt chiều dài nhịp dầm, theo lệnh điều khiển chung mà đóng từng nhất búa tháo nêm, hoặc cùng quay kích vít một góc nhất định.

- Hạ các cột giáo chống dầm (nhịp nhỏ dưới 8m) khi bê tông đã đạt 70% cường độ thiết kế, cũng tiến hành trên suốt nhịp dầm, nhưng được để lại các cột giáo chống cách đoạn 3m, cho tới khi cường độ đạt 100% mới tháo dỡ hết.



Hình 3.33. Trình tự hạ các cột giáo chống cốp pha (theo số thứ tự):

- a) Dàn giáo chống vòm trụ; b) Dàn giáo chống dầm mái công-son;
c) Dàn giáo chống dầm cao $h = 100\text{cm}$, dài 1200cm ; d) Dàn giáo chống phễu bun-ke

- Hạ các cột giáo chống dầm có nhịp trên 8 m, khi cường độ đã đạt 100% cường độ thiết kế, tiến hành làm nhiều đợt đối xứng, bắt đầu hạ cột giáo ở chính giữa nhịp dầm (hình 3.33c).

- Hạ các cột giáo chống dầm mái công-son bắt đầu từ cột chống đầu mút công-son (hình 3.33b).

- Hạ các cột giáo đỡ vòm trụ bắt đầu từ đỉnh vòm, tiến hành đối xứng ra hai phía chân vòm (hình 3.33a).

- Hạ các cột giáo chống đỡ vòm cầu theo các vòng tròn đồng tâm, bắt đầu từ vòng tròn nhỏ giữa vòm tiến dần ra vòng chu vi ngoài cùng. Các cột giáo trên mỗi vòng tròn đồng tâm được hạ đều đồng thời một lúc.

- Hạ các cột giáo chống bun-ke cũng vậy, bắt đầu từ miệng lỗ phễu ra dần đến chu vi ngoài (hình 3.33d).

* Muốn rút ngắn thời gian chờ đợi để tháo dỡ cốp pha hay muốn tăng nhanh tốc độ đông cứng của bê tông, người ta thường áp dụng mấy biện pháp sau:

- Sử dụng loại xi măng ninh kết nhanh, như xi măng aluuminat.

- Sử dụng các phụ gia làm bê tông đông cứng nhanh, như clorua canxi

- Sử dụng hồ bê tông khô (độ sụt 1 - 2cm) và đầm kỹ bằng đầm rung.

- Hút nước trong bê tông, hay hấp bê tông bằng hơi nước

CÁC CÔNG NGHỆ THI CÔNG NHÀ KHUNG

Thi công các kết cấu nhà thuần khung hay nhà khung vách cứng thông qua bốn quá trình công tác chính là công tác cốp pha, công tác cốt thép, công tác bê tông và công tác tháo dỡ cốp pha. Các công tác này đều cần công nhân chuyên nghiệp nhưng không tuân theo một trình tự cứng nhắc như thứ tự nêu trên. Có thể tạm chia ra bốn loại công nghệ thi công mỗi tầng nhà theo các trình tự thi công khác nhau.

1. Công nghệ thứ nhất

- Lắp cốp pha cột, vách, dầm, sàn cùng một lần.

- Đúc bê tông cột, vách, dầm, sàn cùng một lần.

- Tháo cốp pha hai lần: lần một tháo cốp pha cột, vách.

lần hai tháo cốp pha dầm, sàn.

Đặc điểm:

- Các kết cấu được đúc liên tục, không có mạch ngừng, đảm bảo tính toàn khối cao.

- Công tác lắp ráp cốp pha và công tác đúc bê tông chỉ tiến hành một lần, nên quá trình được đơn giản hóa, chu kỳ công tác được rút ngắn.

- Cần tăng cường biện pháp đảm bảo ổn định tổng thể hệ thống cốp pha, dàn giáo trong khi dựng lắp và chống gió.

- Đúc bê tông cột, vách trước, đúc bê tông dầm, sàn sau. Cốt thép của dầm, sàn sẽ cản trở việc đổ bê tông cột, vách từ trên cao xuống. Vậy phải bố trí thêm cửa ở cốp pha cột, vách để đổ và đầm bê tông, tránh xảy ra hiện tượng phân tầng và rỗ ở cột và vách.

2. Công nghệ thứ hai

- Đặt cốt thép cột và vách.

- Lắp cốp pha cột, vách, dầm, sàn.

- Đúc bê tông cột và vách.

- Đặt cốt thép dầm và sàn.

- Đúc bê tông dầm sàn.

Vậy là có một lần làm công tác cốp pha

hai lần làm công tác cốt thép

hai lần làm công tác bê tông

hai lần tháo dỡ cốp pha (một lần tháo dỡ cốp pha không chịu lực và một lần tháo dỡ cốp pha chịu lực).

Đặc điểm

Sau khi lắp xong cốp pha sàn mới đúc bê tông cột và vách, tiếp sau mới đặt cốt thép dầm sàn, như vậy là tạo điều kiện thuận lợi cho công tác đúc bê tông cột và vách.

Khi bê tông cột và vách đạt đến một cường độ nhất định, thì tính ổn định tổng thể của hệ thống cốp pha dàn giáo đã tăng lên nhiều, đảm bảo an toàn cho việc thi công đúc dầm sàn tiếp sau.

Hai lần đúc bê tông tạo ra mạch ngừng ở đỉnh cột và vách, tính toàn khối của kết cấu bị giảm đi so với khi đúc bê tông một lần.

Xử lý mạch ngừng ở đỉnh cột và vách bằng đổ trước một lớp hồ ximăng - cát, dày 3 - 5cm, có mác cao hơn mác bê tông tại chỗ đó.

Mạch ngừng ở đỉnh cột phải ở độ sâu đủ để chôn thép neo uốn xuống từ dầm khung.

3. Công nghệ thứ ba

Gồm ba giai đoạn thi công ba dạng kết cấu riêng biệt, trình tự như sau:

- Kết cấu cột, vách: + Cốt thép cột, vách

+ Cốp pha cột, vách

+ Bê tông cột, vách đến dưới đáy dầm

+ Dỡ cốp pha cột, vách.

- Kết cấu dầm: + Cốp pha đáy dầm;
+ Cốt thép dầm;
+ Cốp pha thành dầm;
+ Bê tông dầm đến dưới đáy sàn 2-3cm;
+ Dỡ cốp pha thành dầm.
- Kết cấu sàn: + Cốp pha sàn;
+ Cốt thép sàn;
+ Bê tông sàn;
+ Dỡ cốp pha dầm sàn.

Đặc điểm:

Ở đây cốp pha của mỗi dạng kết cấu đều có thay đổi về cấu tạo cũng như về cách thức thi công. Các bộ phận của từng cốp pha được tháo dỡ lần lượt cái trước cái sau, nhằm nâng cao mức độ luân lưu của chúng và tiết kiệm cốp pha.

Cốp pha cột và dầm bây giờ là các bộ phận độc lập nên độ cứng và độ ổn định của chúng không thể bằng hệ thống cốp pha cột, dầm, sàn lắp dựng cùng một lần. Do đó, các cốp pha cột cũng như các dàn giáo chống dưới cốp pha dầm cần được chống đỡ theo hướng ngang, chống biến dạng và chuyển dịch nghiêng khi đổ, đầm bê tông.

Ngoài ra còn phải lắp đặt thêm sàn công tác tạo chỗ cho người đứng buộc cốt thép, đổ, đầm bê tông những cột và dầm độc lập này.

4. Công nghệ thứ tư

Thi công các kết cấu cột, vách, dầm sàn có sử dụng loại cốp pha bàn để đúc sàn.

Cốp pha bàn (còn tên gọi là cốp pha bay) là bộ cốp pha liên kết khối gồm tám mặt bàn và hệ chân chống (6 - 8 chân), với các kích vít để điều chỉnh độ cao. Cốp pha bàn dùng cho một gian kết cấu, được lắp đặt, tháo dỡ, vận chuyển dưới dạng tổng thể, nên tốc độ thi công khá nhanh và công lao động giảm nhiều. Trình tự thi công các kết cấu như sau:

- Đúc bê tông cột và vách, dỡ cốp pha cột và vách;
- Lắp cốp pha dầm và cốp pha bàn cho sàn;
- Lắp cốp pha các khe tiếp giáp với cột, vách, dầm;
- Đặt cốt thép dầm, sàn, đặt đường ống chôn sẵn.
- Đúc bê tông dầm, sàn.

Tháo dỡ cốp pha bàn như sau: đầu tiên hạ các chân chống giữa để tạo độ võng, giá đỡ cùng tám cốp pha mặt bàn tách rời khỏi mặt đáy bê tông, sau đó hạ các chân chống bốn góc. Nếu cốp pha bàn chưa tách được ra khỏi bê tông, thì tạo rung động cốp pha, dưới tác dụng của trọng lượng bản thân nó sẽ tách ra khỏi bê tông và hạ xuống các thiết bị lăn, trượt; sau đó chuyển dịch ngang ra ngoài; cần trực tiếp đón và vận chuyển toàn bộ cốp pha bàn rời khỏi công trình.

AN TOÀN LAO ĐỘNG TRONG THI CÔNG BÊTÔNG

Dàn giáo công tác

Khi thi công đặt cốt pha, cốt thép, đúc bê tông phải thường xuyên quan sát xem dàn giáo, cầu công tác có chắc chắn và ổn định không. Nếu thấy chúng bập bênh, lung lay, lỏng lẻo thì phải sửa chữa lại cẩn thận mới cho công nhân lên làm việc. Dàn giáo cao phải có hàng rào tay vịn.

Chế trộn và vận chuyển hồ bê tông

- Khi trút hồ bê tông ra khỏi cối trộn, nếu thấy hồ chảy ra quá chậm, không được đưa vào trong cối đang quay bất cứ một dụng cụ gì giúp việc tháo dỡ hồ, mà phải cho máy trộn ngừng quay tạm thời.

Muốn làm sạch cối trộn cũng phải đợi cho máy ngừng hoạt động, ngắt dòng điện bằng tháo dỡ cầu chì và chặn đứng vòng quay.

- Khi vận chuyển hồ bê tông bằng xe ben, xe chở bê tông, cấm không được:

+ Đứng trên thùng xe ben khi đang đổ để gạt hồ xuống

+ Xe không được đứng cách mép hố đào dưới 1m để đổ hồ xuống đúc móng

+ Xe ben không được vừa chạy vừa đổ hồ ra khỏi thùng, nếu thấy việc làm này là có lợi thì phải làm dưới sự giám sát của cán bộ thi công và xe chạy thật chậm.

+ Tốt nhất là sử dụng xe chở bê tông chuyên dụng và đổ hồ ra qua máng

+ Cầu cạn giúp các xe chở bê tông chiếm độ cao đổ hồ xuống dưới thấp, phải có lan can và có dành một lối đi không nhỏ hơn 0,6m. Tốc độ xe đi trên cầu cạn không được lớn quá 3 km/h.

- Khi sử dụng băng tải chở bê tông, thì dây dẫn điện phải nằm trong ống bọc bằng cao su, khung sắt đỡ băng phải được tiếp địa.

+ Chỉ được phép làm sạch dây băng và các ống lăn khi băng tải đã ngừng hoạt động hẳn.

+ Muốn đi ngang qua dây băng tải dài đang hoạt động phải bắc cầu vượt có lan can.

- Công nhân điều khiển máy vận thăng phải nhìn thấy chỗ tiếp nhận hồ bên dưới và chỗ tháo dỡ hồ trên cao. Nếu điều kiện này khó thực hiện thì sử dụng điện thoại di động để liên lạc.

+ Khi đổ hồ bê tông bằng cần trục, chỉ được phép mở cửa đáy thùng chứa hồ khi thùng còn cách mặt kết cấu không quá 1m.

- Trước mỗi ca đổ bê tông bằng máy bơm cần chạy thử máy và đường ống dẫn, đảm bảo quá trình bơm không xảy ra sự cố, cần đảm bảo thông tin liên lạc giữa người vận hành máy bơm bên dưới và người phân phối hồ trên cao.

Phải bố trí một đoạn ống ngang khởi đầu trước khi đường ống được đưa lên thẳng đứng.

Chọn chiều dày thành ống dẫn theo áp lực tối đa của bơm. Lắp đặt ống mới có thành dày cho phần bên dưới, ống có thành mỏng hơn cho phần bên trên, tránh dùng ống bị ép dọc, phải đảm bảo độ kín khít cao cho mỗi ống nối, phải khử nội lực phát sinh ở những điểm dòng chảy thay đổi hướng, bằng các giá chống đỡ khuỷu ống.

Đảm bảo bê tông

Công nhân sử dụng các loại đầm rung chạy điện phải đi giày ủng và găng tay cao su.

Hàng ngày khi công việc kết thúc làm sạch các đầm rung khỏi dính hồ bằng cách lau chùi khô, cấm không được rửa bằng nước.

Khi di chuyển đầm rung từ nơi này sang nơi khác, cũng như mỗi khi tạm ngừng làm việc chóc lát đều phải ngắt điện máy đầm, không được kéo lê đầm dùi bằng cán mềm của nó lúc di chuyển.

KIỂM TRA CHẤT LƯỢNG BÊTÔNG BẰNG DỤNG CỤ CƠ HỌC

Muốn đảm bảo chất lượng bê tông công trình, phải thường xuyên kiểm tra chất lượng hồ bê tông tại công trường

Phòng thí nghiệm vật liệu kiểm tra các thành phần chế tạo hồ. Mỗi ngày ít nhất là hai lần kiểm tra độ lưu động của hồ tại nơi chế trộn và tại nơi đổ bê tông.

Đơn vị thi công phải ghi *nhật ký công tác bê tông* (3.49); khi nghiệm thu công trình các điều ghi chép trong nhật ký giúp vào việc kiểm tra kỹ thuật thi công dễ dàng.

Công tác nghiệm thu bắt đầu từ việc quan sát bên ngoài kết cấu, xem có chỗ rỗ mặt, chỗ bê tông phân tầng, chỗ cốt thép lộ ra ngoài...

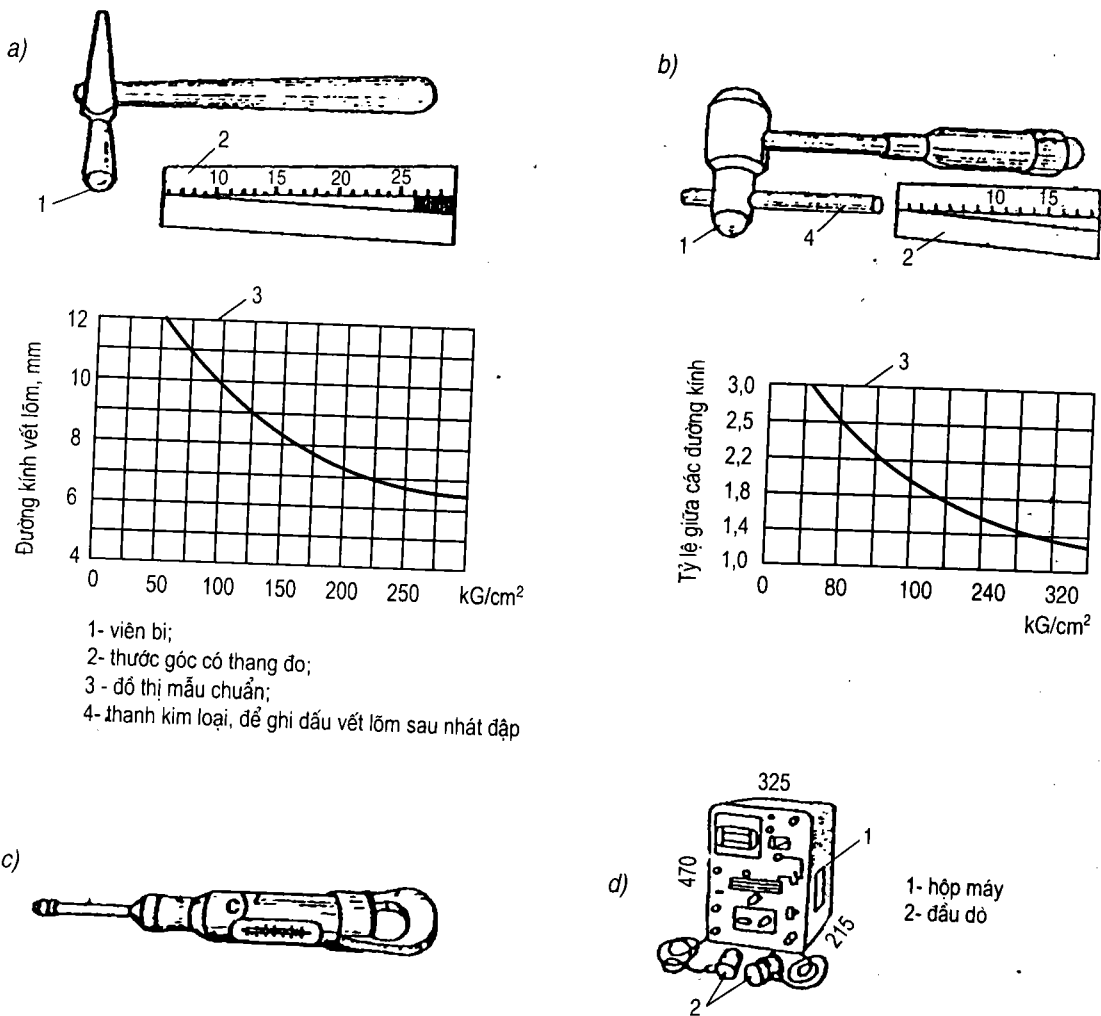
Tiếp sau là kiểm tra chất lượng và tính đồng nhất của bê tông bằng cách gõ búa, bê tông tốt thì tiếng gõ thanh, bê tông xấu thì tiếng gõ đục.

Muốn xác định cường độ bê tông phải sử dụng một số dụng cụ, thiết bị

- Dụng cụ đơn giản nhất là *búa bi* (hình 3.34a), mỗi nhát búa làm xuất hiện một vết lõm tròn trên bề mặt thử nghiệm, đo kích thước vết lõm bằng thước góc, rồi đối chiếu với các số liệu trên đồ thị mẫu chuẩn để suy ra cường độ bê tông.

Loại búa bi (hình 3.34b) cho các số liệu chính xác hơn: lực va đập của viên bi lên bề mặt bê tông được xác định theo kích thước của dấu vết in hằn lên một thanh kim loại đặc biệt, đặt ở phía sau viên bi.

Phương pháp đo dấu vết in hằn viên bi chỉ có thể cho biết cường độ của lớp bê tông bề mặt, với độ sâu 6 - 8mm là cùng, nên thường phải sử dụng kết hợp với phương pháp khoan lấy mẫu bê tông để nén thử nghiệm.



Hình 3.34. Dụng cụ, thiết bị để thẩm tra chất lượng bê tông
a) và b) Búa bì; c) Súng nẩy bêt; d) Thiết bị siêu âm

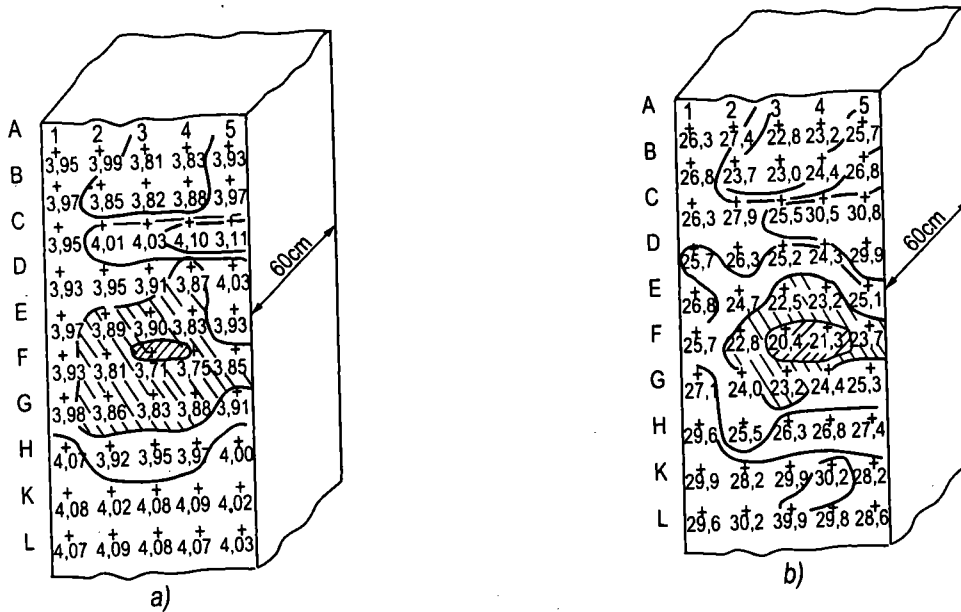
- Loại thiết bị cơ học thứ hai là *súng nẩy bêt* (hình 3.34c), nó cũng sử dụng năng lượng va đập tác dụng lên bề mặt đàn hồi của bê tông, nhưng ở đây lực tạo ra va đập lại từ một lò xo ép trước, khi lò xo bung ra là nó tạo nên một lực va đập ổn định lên bề mặt, rồi nẩy bêt trở lại tùy theo độ cứng rắn của vật liệu, độ cao nẩy bêt này được tự động đọc và ghi lại. Cường độ bê tông được suy ra từ đồ thị tương quan giữa chỉ số nẩy bêt và cường độ mẫu thử. Đối với bê tông độ sâu ảnh hưởng khoảng 30 - 40mm.

KIỂM TRA CHẤT LƯỢNG BÊ TÔNG BẰNG SIÊU ÂM

Ngoài phương pháp cơ học nêu trên còn phương pháp vật lý là dùng siêu âm để xác định *cường độ* và *độ đồng nhất* của bê tông, cũng để phát hiện các *khuyết tật* (khoảng rỗng) ngầm bên trong kết cấu đó.

* **Máy đo vận tốc siêu âm.** Sóng siêu âm chuyên từ một máy phát đi xuyên qua loại vật liệu thử nghiệm. Thiết bị đo vận tốc gồm một máy phát và hai đầu dò (hình 3.34d), đặt các đầu dò ở hai phía của kết cấu (nghe xuyên) hay đặt ở cùng một phía (nghe bề mặt).

- Muốn kiểm tra **độ đồng nhất** của bê tông một cột nhà có tiết diện 600×600 mm, ta vẽ lên bề mặt cột một lưới ô 100×100mm có đánh số. Sau khi chạy siêu âm và đo vận tốc v của xung, ta ghi kết quả như trong hình 3.35.



Hình 3.35. Kết quả kiểm tra chất lượng kết cấu bằng siêu âm
 a) Theo tốc độ siêu âm, kmlsec; b) Theo cường độ chịu nén, MPa

- Cường độ bê tông tính bằng công thức:

$$R = kv^4 G \text{ (MPa)}$$

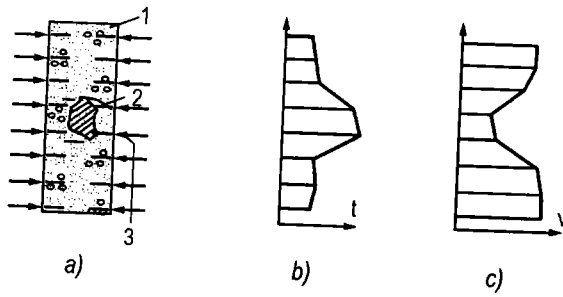
k - hằng số, bằng 0,12;

G - hệ số hình dạng = 0,9;

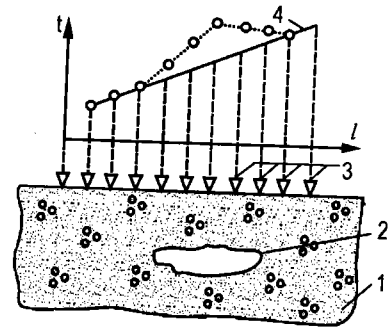
v - vận tốc siêu âm truyền qua bê tông (km/sec).

* **Máy phát hiện khuyết tật bằng siêu âm.** Máy ghi được thời gian truyền siêu âm từ một đầu phát, xuyên qua chiều dày bê tông, tới một đầu nhận. Sóng siêu âm khi gặp khuyết tật (khoảng rỗng) phải đi đường vòng (hình 3.36), nên thời gian xuyên dài hơn khi đi đường thẳng.

Máy phát hiện khuyết tật cũng có thể ghi được thời gian truyền siêu âm khi một đầu dò chuyển dịch trên bề mặt kết cấu, một đầu dò khác ở yên một chỗ. Đồ thị (hình 3.37) chỉ mối quan hệ giữa thời gian (t) truyền sóng siêu âm và khoảng cách (l) giữa hai đầu dò đó. Đường thẳng 4 ứng với trường hợp trong bê tông không có khuyết tật.



Hình 3.36. Thăm dò khuyết tật bằng siêu âm xuyên qua bê tông: a) Sơ đồ thăm dò khuyết tật; b) Sơ đồ thời gian xuyên t; c) Đồ thị vận tốc xuyên v; 1- kết cấu; 2- khoang rỗng; 3- các điểm đặt các đầu dò.

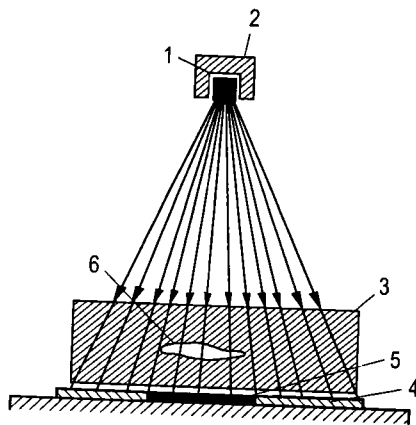


Hình 3.37. Thăm dò khuyết tật bằng siêu âm từ bề mặt bê tông 1- kết cấu; 2- khoang rỗng; 3- các điểm đặt đầu dò; 4- đồ thị thời gian xuyên.

KIỂM TRA CHẤT LƯỢNG BÊTÔNG BẰNG TIA PHÓNG XẠ

Phương pháp chụp ảnh bê tông (hình 3.38) bằng tia phóng xạ được sử dụng để phát hiện các khuyết tật và để kiểm tra vị trí cốt thép bên trong bê tông.

Muốn phát hiện khuyết tật thì ở một phía của kết cấu bê tông người ta đặt một nguồn tia gamma, ở phía kia đặt một cái hộp có phim chụp tia ronghen, sau hộp đặt một tấm chì bảo vệ. Khi tia gamma đi qua các chỗ rỗng và hang hốc thì cường độ của nó sẽ lớn hơn là khi đi qua bê tông chắc đặc, hình chiếu của phần bê tông có khuyết tật sẽ thẫm hơn các phần khác.



- 1- nguồn phóng xạ
- 2- hộp bảo vệ
- 3- kết cấu bê tông
- 4- phim chụp tia phóng xạ
- 5- chỗ phát hiện khuyết tật
- 6- khuyết tật trong kết cấu

Hình 3.38. Phương pháp chụp ảnh bằng tia phóng xạ để phát hiện khuyết tật

KIỂM TRA CƯỜNG ĐỘ BÊTÔNG BẰNG CÁC MẪU THỬ

Ngoài các phương pháp kiểm tra “không phá hoại” nêu trên, người ta còn kiểm tra cường độ bê tông công trình bằng cách lấy ngẫu nhiên một số mẫu hồ bê tông đúc trong

các khuôn vuông (các cạnh 100, 150, 200, 300mm) để nén thử. Các mẫu hồ bê tông thử nghiệm vừa lấy tại nơi chế trộn hồ bê tông vừa lấy tại nơi đúc bê tông.

Trước kia, việc kiểm tra cường độ bê tông dựa vào cường độ trung bình của nhóm ba mẫu hình khối, cường độ trung bình này không được nhỏ hơn cường độ thiết kế. Hiện nay, phương pháp đánh giá cường độ bê tông này chỉ thực hiện cho các công trình nhỏ, có thời gian thi công ngắn.

Phương pháp thống kê mới là phương pháp chính, nó dựa trên mối liên quan giữa cường độ và độ đồng nhất của bê tông.

Vấn đề ở chỗ: khối lượng bê tông trong nhóm ba mẫu kiểm tra (cạnh 150mm) là $0,013m^3$, khá nhỏ so với cả khối lượng bê tông đã đúc cần kiểm tra. Chẳng hạn khi kiểm tra $25m^3$ bê tông đúc trong một ca, khối lượng bê tông thử nghiệm của hai nhóm (ở nơi trộn và ở nơi đúc) là $0,025m^3$, hay là 0,1%, tỷ lệ này quá nhỏ, nếu khối lượng bê tông đúc trong ca lớn hơn $25m^3$ thì tỷ lệ còn nhỏ hơn nữa, vậy nảy sinh vấn đề là cường độ bê tông của các mẫu thử nghiệm đã đủ để phản ánh đúng cường độ bê tông trong công trình chưa?

Vấn đề nêu trên không cần đặt ra nếu toàn bộ các mẫu thử nghiệm lấy ở bất kỳ thời điểm đúc nào, tại bất kỳ kết cấu đúc nào cũng đều có cường độ như nhau. Thực tế thì bê tông không đồng nhất đến thế vì khi nén thử, cường độ các mẫu khác nhau và sai lệch so với cường độ thiết kế.

Độ phân tán hay độ sai lệch nhiều ít của các số liệu thí nghiệm sẽ giúp vào việc đánh giá trình độ tổ chức thi công bê tông và công nghệ đúc bê tông. Trong thống kê độ sai lệch này được biểu thị bằng hệ số phương sai V .

*** Ví dụ:**

Từ một mẻ trộn hồ bê tông mác B20, người ta lấy ra hai nhóm mẫu thử nghiệm. Cường độ trung bình của mỗi nhóm mẫu như sau:

$$R_1 = 19\text{MPa}; \quad R_2 = 22,8\text{MPa}$$

Cường độ trung bình của bê tông trong mẻ trộn:

$$R_m = (R_1 + R_2)/2 = (19 + 22,8)/2 = 20,9\text{MPa}$$

Khi này độ sai lệch về cường độ của bê tông nhóm một là:

$$19 - 20,9 = -1,9\text{MPa}$$

của bê tông nhóm hai là:

$$22,8 - 20,9 = +1,9\text{MPa}$$

Độ sai lệch trung bình về cường độ của hai nhóm mẫu bằng không, nó không đặc trưng cho tính đồng nhất của hồ bê tông trong mẻ. Vậy cần xác định một cái gọi là

“độ sai lệch bình phương trung bình”, nó loại bỏ được dấu của các độ sai lệch bằng cách lấy bình phương. Độ sai lệch bình phương trung bình của hai nhóm mẫu trong mẻ trộn là:

$$S_m = \sqrt{(1,9^2 + 1,9^2)/(2-1)} = 2,66 \text{MPa}$$

Hệ số phương sai V là tỷ số:

$$V = \frac{S_m}{R_m} \cdot 100\%$$

Hệ số V này biểu hiện độ đồng nhất của mẻ bê tông. Trong ví dụ này, hệ số phương sai bằng:

$$V = (2,66/20,9)100 = 12,7\%.$$

Trong xây dựng, hệ số phương sai được phép nằm trong phạm vi 5 - 25%. Vậy trị $V = 12,7\%$ nói lên rằng độ đồng nhất của mẻ bê tông này ở mức trung bình.

- Phương pháp thống kê còn tính ra được cường độ cần thiết R_{ct} của bê tông, không chỉ dựa vào cường độ tiêu chuẩn (thiết kế) R^{tc} , mà còn tùy thuộc độ đồng nhất của bê tông đó nữa, bằng công thức:

$$R_{ct} = KR^{tc}$$

trong đó: hệ số K tùy thuộc vào hệ số phương sai V, hay tùy thuộc độ đồng nhất của bê tông; chọn K bằng cách tra bảng 3.1; trị của K có thể nhỏ hay lớn hơn 100%.

Bảng 3.1

Hệ số phương sai V, %	Hệ số K, tính theo % của R^{tc}	Hệ số phương sai V, %	Hệ số K, tính theo % của R^{tc}
5	84	17	103
7	87	19	108
10	92	21	113
12	95	23	118
15	100	25	123

Trong ví dụ: $V = 12,7\%$ thì $K = 96\%$, vậy cường độ cần thiết của bê tông B20 là:

$$R_{ct} = 0,96 \times 20 = 19,2 \text{MPa}$$

R_{ct} nhỏ hơn cường độ thiết kế của mẻ bê tông này là $R_m = 20,9 \text{MPa}$; vậy có thể chọn lại thành phần bê tông có cường độ trung bình nhỏ hơn để tiết kiệm phân nào xi măng.

- Đã quan trắc tự nhiên kết cấu bê tông và đã thí nghiệm bằng các mẫu đúc mà vẫn chưa tin tưởng vào chất lượng kết cấu bê tông đúc thì phải thí nghiệm bằng chất tải lên kết cấu đó.

HƯ HỎNG, KHUYẾT TẬT SAU THI CÔNG

Do thiếu tôn trọng các quy tắc thi công bê tông nên sau khi tháo dỡ cốp pha, trên mặt bê tông xuất hiện những hư hỏng, khuyết tật dưới các dạng sau:

- Hiện tượng rỗ mặt.
- Hiện tượng nứt nẻ.
- Hiện tượng trắng mặt.

a) **Hiện tượng bê tông bị rỗ mặt:** khá phổ biến. Để dễ đánh giá người ta phân chia ra ba loại rỗ sau:

Rỗ tổ ong: hay rỗ không sâu, chỉ có ở trong lớp bê tông bảo vệ thôi, thường tập trung thành từng mảng nhỏ trên mặt kết cấu.

Rỗ sâu: loại rỗ này xuất hiện khi ta dùng thanh sắt bẫy rời các viên đá không được gắn chặt bằng hồ xi măng-cát cho đến khi gập lớp bê tông quánh chắc bên trong thì tạo nên một khoang hõm sâu, làm lộ cốt thép ra.

Rỗ thấu suốt: là loại rỗ ăn thông qua hai mặt của kết cấu bê tông cốt thép, nếu ở cột thì ta thấy một vành rỗ chạy quanh thân cột.

* **Nguyên nhân** phát sinh ra lỗi là:

- Do đổ hồ từ một độ cao quá lớn nên hồ bê tông bị phân tầng.
 - Do không đúc bê tông thành từng lớp có độ dày phù hợp với khả năng máy đầm
 - Do không đầm bê tông theo một trình tự quy định nên có những chỗ bị bỏ sót không được đầm.
 - Do sử dụng loại hồ bê tông khô và không đầm kỹ, hoặc do dùng máy đầm quá yếu không đủ sức đầm loại hồ bê tông khô này.
 - Do hồ bê tông đã bị phân tầng trong khi vận chuyển, các viên cốt liệu lớn đã tách rời khỏi hồ nước, trước khi đúc khuôn lại không được trộn lại.
 - Do cốt thép ken dày, khe hở giữa các thanh cốt thép lại nhỏ hơn kích thước viên đá, nên hình thành một lưới ngăn không cho hồ bê tông lọt qua.
 - Do cốp pha có khe hở nên nước xi măng chảy ra ngoài khi đầm rung bê tông, còn lại là sỏi đá, làm cho mặt bê tông bị rỗ.
- Ngoài ra hiện tượng rỗ còn xuất hiện tại các góc ngách của kết cấu, nơi không còn chỗ cho người len lỏi vào để đổ và đầm bê tông.

Các loại rỗ nêu trên đều không tốt, chúng làm giảm sức chịu lực của kết cấu, sau này khí ẩm xâm nhập vào trong làm gỉ sét cốt thép, phá hoại bê tông. Những chỗ rỗ sâu, rỗ thấu suốt trong kết cấu chịu lực là những điểm yếu, có thể gây ra sự cố công trình.

* *Những biện pháp sửa chữa rỗ trong bê tông như sau:*

- Nếu mặt bê tông bị rỗ tổ ong, thì dùng bàn chải sắt cọ sạch mặt, rửa nước rồi tô trát một lớp hồ xi măng-cát mác cao lên trên.

- Nếu bê tông bị rỗ sâu thì phải cạo bật các viên đá gần hồ cho đến lớp bê tông tốt, đánh bằng bàn chải, rửa nước rồi trát đầm bằng bê tông đá nhỏ; có máy phun bê tông để lấp các chỗ rỗ sâu này thì tốt nhất.

- Nếu khoang rỗ ăn sâu vào trong kết cấu cột không quá 1/4 chiều dày cột thì sau khi đục và cạo rửa sạch chỗ hư hỏng người ta lấp một khuôn gỗ dạng phễu rồi đổ hồ bê tông đá nhỏ vào khuôn và đầm lèn cho hồ ăn sâu vào trong cột. Sau hai ngày thì tháo dỡ khuôn phễu và đục phần vấu bê tông thừa. Sau 6 - 7 ngày, tô trát lại mặt ngoài cho nhẵn phẳng.

- Khi kết cấu chịu lực bị rỗ sâu trầm trọng, hoặc bị rỗ sâu thấu suốt, mà phải đục phá bỏ chỗ bê tông hư hỏng đó đi để sửa chữa thì kết cấu đó suy yếu đi rất nhiều, nên người ta áp dụng biện pháp phụt hồ xi măng vào sâu trong kết cấu để sửa chữa khuyết tật mà không cần đục phá. Cách làm như sau: tô trát bên ngoài chỗ có khuyết tật của kết cấu một lớp hồ chắc hoặc bọc một lớp vỏ bê tông lưới thép, rồi dùng máy bơm tay phụt sữa xi măng vào các lỗ rỗng bên trong kết cấu qua một ống dẫn chôn sẵn, như vậy ngoài lớp vỏ gia cường bên ngoài, bê tông rỗng xốp bên trong còn được lấp kín bằng hồ mới phụt vào.

b) Hiện tượng bê tông nứt nẻ do mấy nguyên nhân sau

- Hồ bê tông khi ninh kết thể tích co ngót, phát sinh những lớp nứt nhỏ li ti không có phương hướng nhất định.

- Những khối bê tông lớn sau khi đúc không được bảo dưỡng chu đáo, mặt ngoài tiếp xúc với khí trời nên mau nguội lạnh, bên trong phản ứng hóa học phát nhiệt vẫn tiếp diễn, làm xuất hiện ứng suất nhiệt trong bê tông và hình thành các vết nứt do nhiệt.

Cách sửa chữa là đợi khi các vết nứt nẻ đã ổn định không còn phát triển nữa, tùy theo kích thước khe nứt mà tô trát lớp hồ xi măng cát lên mặt ngoài hoặc phụt sữa xi măng vào bên trong. Mục đích lấp kín các khe nứt nẻ do thi công bê tông là để khí ẩm không thâm nhập phá hoại cốt thép bên trong.

c) Hiện tượng trắng mặt: nghĩa là mặt bê tông không có màu xanh xám của bê tông làm bằng xi măng poóc-lăng; nguyên nhân là bê tông không được bảo dưỡng tốt trong những ngày đầu nên mất nước nhiều, cường độ bê tông vì thế mà tăng chậm và khó đạt tới cường độ thiết kế.

NHẬT KÝ CÔNG TÁC BÊTÔNG
(Mẫu)

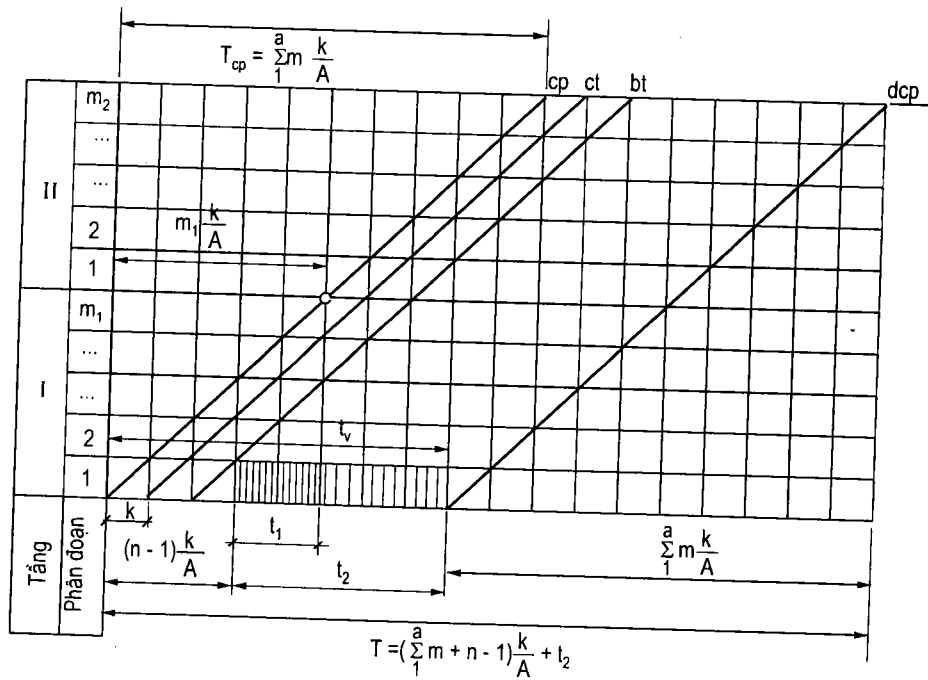
- * Công trường:
- * Công trình:
- * Khối lượng bê tông (m³):
 - Không có cốt thép:
 - Có cốt thép:
 - Có mác:
 - Có mác:
 - Có mác:
- * Cán bộ thi công:
- * Cán bộ thí nghiệm:
- * Ngày bắt đầu:
- * Ngày kết thúc:

NHẬT KÝ CÔNG TÁC BÊTÔNG
(Trang sau)

- * Ngày, tháng:
- * Tên hạng mục
- * Tên kết cấu (ở toạ độ nào, ở độ cao nào):
- * Mác bê tông:
- * Thành phần hồ:
- * Tỷ lệ N/X:
- * Loại xi măng và phụ gia:
- * Độ sụt trung bình:
- * Nhiệt độ hồ bê tông khi đúc:
- * Nhiệt độ không khí:
- * Khối lượng đúc trong ca:
- * Cách đầm bê tông (tên loại máy đầm):
- * Ký hiệu các mẫu kiểm tra:
 - Ở thời điểm tháo dỡ cốt pha.
 - Ở thời điểm ngày thứ 28.

TỔ CHỨC THI CÔNG KHUNG NHÀ BÊTÔNG CỐT THÉP NHIỀU TẦNG

Hình 3.39 trình bày một mẫu tiến độ thi công dây chuyền một khung nhà bê tông cốt thép 2 tầng, trực đứng thể hiện không gian nhà cùng các phân đoạn thi công, trục hoành thể hiện thời gian.



Hình 3.39

Có tất cả 4 dây chuyền công tác là: công tác cốp pha (cp), công tác cốt thép (ct), công tác đúc bê tông (bt) và công tác tháo dỡ cốp pha (dcp).

Ý nghĩa các ký hiệu ghi trên bảng tiến độ như sau:

m_1, m_2 - số phân đoạn thi công khung nhà tầng 1 và tầng 2.

n - số dây chuyền công tác.

a - số tầng nhà.

k - khoảng thời gian hoàn thành công tác trong mỗi phân đoạn.

A - số ca làm việc trong ngày.

Thi công bê tông nhà nhiều tầng có hai gián đoạn kỹ thuật (thời gian chờ đợi) là:

t_1 - thời gian chờ đợi cho đến khi được phép dựng dàn giáo, cốp pha trên các kết cấu tầng dưới đúc trước.

t_2 - thời gian chờ đợi cho đến khi tháo dỡ được cốp pha của kết cấu mới đúc.

t_v - thời gian một lần sử dụng một bộ cốp pha.

T_{cp} - thời gian lắp dựng cốp pha toàn bộ công trình.

- *Tính số phân đoạn tối thiểu để đảm bảo yêu cầu là: các công tác có thể gián đoạn nhau, nhưng dây chuyền của từng công tác vẫn liên tục.*

Thời gian đặt cốt pha dàn giáo trên một tầng nhà, một mặt phải bằng:

$$m \cdot \frac{k}{A}$$

mặt khác phải bằng hoặc lớn hơn:

$$(n-1) \frac{k}{A} + t_1$$

Điều kiện: dây chuyền đặt cốt pha dàn giáo chỉ có thể bắt đầu ở tầng trên khi thời gian gián đoạn kỹ thuật t_1 ở tầng dưới đã kết thúc (hình 3.39), cho phép tầng dưới chịu lực, được viết ra như sau:

$$\frac{mk}{A} \geq \frac{(n-1)k}{A} + t_1$$

Số phân đoạn tối thiểu tại mỗi tầng là:

$$m_{\min} = \frac{At_1}{k} + n - 1 \quad (1)$$

* Thời gian thi công tất cả a tầng nhà là:

$$T = (am + n - 1) \frac{k}{A} + t_2 \quad (2)$$

Nếu khối lượng công tác mỗi tầng không bằng nhau thì thời gian thi công sẽ là (hình 3.39):

$$T = \left[\sum_1^a m + n - 1 \right] \frac{k}{A} + t_2 \quad (3)$$

* Số phân đoạn trong mỗi tầng nhà tính như sau:

$$m_1 = \left[\frac{A(T - t_2)}{k} - n + 1 \right] \frac{Q_1}{Q}$$

$$m_2 = \left[\frac{A(T - t_2)}{k} - n + 1 \right] \frac{Q_2}{Q} = m_1 \frac{Q_2}{Q}$$

$$\dots\dots\dots$$

$$m_a = \left[\frac{A(T - t_2)}{k} - n + 1 \right] \frac{Q_a}{Q} = m_1 \frac{Q_a}{Q}$$

Q_1 - khối lượng công tác tầng thứ nhất;

Q_a - khối lượng công tác tầng thứ a.

* *Độ luân lưu cốt pha v xác định bằng cách chia thời gian lắp dựng cốt pha toàn bộ công trình T_{cp} cho thời gian một lần sử dụng một bộ cốt pha t_v .*

$$v = \frac{T_{cp}}{t_v} = \frac{\sum_1^a m \frac{k}{A}}{(n-1) \frac{k}{A} + t_2} = \frac{\sum_1^a m}{n-1 + \frac{At_2}{k}} \quad (4)$$

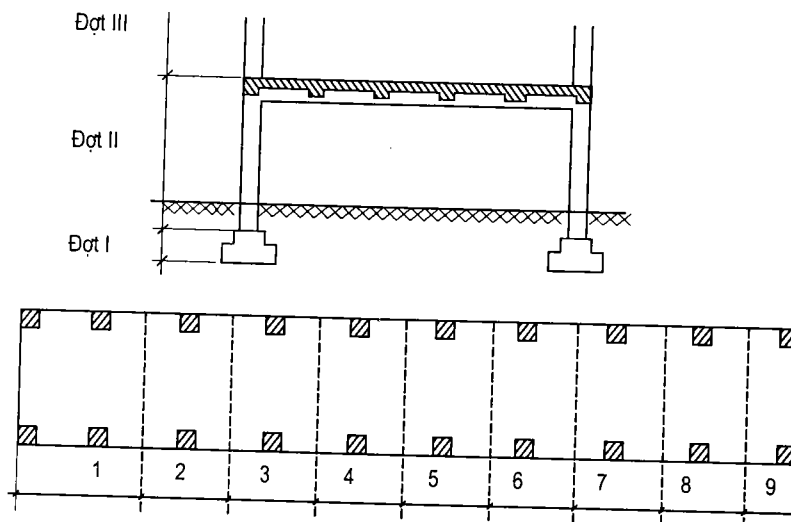
* Số bộ cốp pha cần thiết:

$$b = \frac{\sum_1^a m}{v} = n-1 + \frac{At_2}{k} \quad (5)$$

Độ luân lưu cốp pha và số bộ phận cốp pha có thể xác định riêng rẽ cho cốp pha thành và cốp pha đáy.

Ví dụ: Thiết kế thi công đúc khung nhà bê tông cốt thép hai tầng (hình 3.40) theo phương pháp dây chuyền, với các số liệu cho như sau:

$$T = 35 \text{ ngày}; k = 1; A = 1; t_1 = 2 \text{ ngày}; t_2 = 9 \text{ ngày}.$$



Hình 3.40

Khối lượng bê tông móng: $190m^3$

Khối lượng bê tông tầng một: $270m^3$

Khối lượng bê tông tầng hai: $250m^3$

Tổng khối lượng: $710m^3$.

Phân chia khung nhà theo chiều cao thành ba đợt: đợt I gồm các móng cột, đợt II gồm tầng một, đợt III gồm tầng hai.

Tổng số các phân đoạn đổ bê tông là:

$$\sum_1^a m = \frac{A}{k}(T - t_2) - n + 1 = \frac{1}{1}(35 - 9) - 4 + 1 = 23 \text{ phân đoạn.}$$

Số phân đoạn tối thiểu tại mỗi tầng là (1):

$$m_{\min} = \frac{At_1}{k} + n - 1 = \frac{1.2}{1} + 4 - 1 = 5 \text{ phân đoạn.}$$

Khối lượng bê tông trung bình của mỗi phân đoạn:

$$V_o = \frac{710}{23} = 30,8 \text{ m}^3$$

Cho biết định mức năng suất đổ bê tông móng của một đội công nhân là $36 \text{ m}^3/\text{ca}$ và định mức năng suất đổ bê tông các kết cấu tầng nhà là $26,4 \text{ m}^3/\text{ca}$.

Số phân đoạn của đợt thi công I là:

$$m_1 = \frac{190}{36} = 5,2 \text{ (lấy chẵn là 5 phân đoạn)}$$

Số phân đoạn của đợt thi công II là:

$$m_2 = \frac{270}{26,4} = 10,2 \text{ phân đoạn}$$

Số phân đoạn của đợt thi công III là:

$$m_3 = \frac{250}{26,4} = 9,5 \text{ phân đoạn}$$

Theo khả năng đặt được các mạch ngừng tại các vị trí cho phép ta phân mỗi tầng nhà thành 9 phân đoạn.

Vậy khối lượng đổ bê tông mỗi ca:

- ở tầng một là: $V_2 = \frac{270}{9} = 30 \text{ m}^3$

- ở tầng hai là: $V_3 = \frac{250}{9} = 27,8 \text{ m}^3$

Như vậy là đã thiết kế vượt định mức năng suất từ 5,3 đến 12,6%.

Số phân đoạn mỗi đợt đều từ 5 trở lên, như vậy 4 đảm bảo dây chuyền công tác liên tục.

Số các phân đoạn của cả ba đợt là:

$$m_1 + m_3 + m_2 = 5 + 9 + 9 = 23$$

Thời gian thi công bê tông toàn bộ công trình là (3):

$$T \left(\sum_1^a m + n - 1 \right) \frac{k}{A} + t_2 = (23 + 4 - 1) \frac{1}{1} + 9 = 35 \text{ ngày}$$

Như vậy đảm bảo hoàn thành công tác đúng thời hạn quy định.

Số bộ cốp pha móng (5):

$$b = n - 1 + \frac{A \cdot t'_2}{k} = 4 - 1 + \frac{1 \cdot 2}{1} = 5 \text{ bộ}$$

t'_2 - thời gian chờ đợi dỡ cốp pha thành, lấy $t'_2 = 2$ ngày.

Độ luân lưu cốp pha cột (4):

$$v = \frac{\sum m}{n - 1 + \frac{A t'_2}{k}} = \frac{18}{4 - 1 + \frac{1 \cdot 2}{1}} = 3,6 \text{ vòng}$$

Số bộ cốp pha cột cần thiết:

$$b = n - 1 + \frac{A t'_2}{k} = 4 - 1 + \frac{1 \cdot 2}{1} = 5 \text{ bộ}$$

Độ luân lưu của cốp pha dầm sàn:

$$v = \frac{\sum m}{n - 1 + \frac{A t''_2}{k}} = \frac{18}{4 - 1 + \frac{1 \cdot 9}{1}} = 1,5 \text{ vòng}$$

t''_2 - thời gian chờ đợi dỡ cốp pha đáy, lấy $t''_2 = 9$ ngày.

Số bộ cốp pha dầm sàn cần thiết:

$$b = n - 1 + \frac{A t''_2}{k} = 4 - 1 + \frac{1 \cdot 9}{1} = 12 \text{ bộ}$$

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Chew Yit Lin. *Contruccion technology for tall building*, 2003
2. Chudley R., *Contruccion technology*, 1994
3. Ataeb S.S. *Contruccion technology* (dịch từ tiếng Nga), 1985
4. Nunnally S.W, *Contruccion methods and management*, 1987
5. Peurifoy R.L, *Forwork for concrete structures*, 1995
6. ШМИТ О.М., *Опалубки для монолитного бетона* (dịch từ tiếng Đức), 1987
7. Совалов И.Г., *Бетонные и железобетонные работы*, 1998
8. Лужина О.В. *Неразрушающие методы испытания бетона*, 1985
9. Lê Văn Kiểm. *Thiết kế thi công*. NXB Đại học quốc gia TP Hồ Chí Minh, 2001
10. Lê Văn Kiểm. *Tập bản vẽ thi công xây dựng*. NXB Xây dựng, 2006.

MỤC LỤC

	<i>Trang</i>
<i>Lời nói đầu</i>	3
Chương 1. Công tác cốp pha	5
Khái niệm về cốp pha	5
A. Phân lát mặt bằng vật liệu gỗ	7
Các yêu cầu đối với mặt lát và phân loại	7
Đặc tính kỹ thuật của gỗ cốp pha	8
Chất lượng bề mặt ván xẻ	9
Chất lượng cạnh mép ván xẻ	9
Đặc tính kỹ thuật của ván lát mặt	10
Ván ép lát mặt cốp pha	11
Các ứng dụng cốp pha ván ép	12
Gia công bề mặt ván ép	12
Đặc tính kỹ thuật của ván ép	14
Tính chất cơ học của ván ép	14
Đặc tính kỹ thuật của cốp pha dăm bào	15
B. Cốp pha không bằng vật liệu gỗ	15
Cốp pha sắt thép	15
Cốp pha bằng tôn lá	17
Cốp pha nhôm	17
Cốp pha lưới thép	18
Cốp pha nhựa tổng hợp	19
Cốp pha đất	19
Cốp pha bê tông cốt thép không tháo dỡ	20
Cốp pha bê tông trang trí	21
C. Cấu tạo cốp pha các kết cấu	23
Cốp pha móng băng	23
Cốp pha móng đơn	26
Cốp pha tường bằng gỗ cổ truyền	28
Các loại giằng trong cốp pha tường	29
Cốp pha tường bằng các tấm tiêu chuẩn	31
Cốp pha tường tấm lớn	32
	149

Cốp pha cột	34
Cốp pha sàn bằng gỗ	37
Cốp pha sàn bằng các tấm lát nhỏ	38
Cốp pha sàn tấm lớn	40
Cốp pha cầu thang	41
Cốp pha dầm và sàn	41
Cột chống đỡ cốp pha dầm sàn	43
Dàn giáo khung thẳng	47
Dàn giáo trụ	48
Dàn giáo thép ống	49
Các loại thanh sườn chống đỡ cốp pha	51
An toàn trong thi công cốp pha và dàn giáo	52
D. Thiết kế cốp pha	53
Tải trọng ngang (max) của hồ bê tông lên cốp pha thành	54
Tải trọng ngang (min) khác lên cốp pha thành	55
Tải trọng đứng lên cốp pha sàn	56
Tải trọng ngang (min) lên cốp pha sàn	57
Chương 2. Công tác cốt thép	59
A. Khái niệm về cốt thép	59
Phân loại cốt thép	59
Vài tính chất cơ bản của cốt thép	60
Vai trò của cốt thép trong kết cấu	61
Neo cốt thép	62
B. Gia công cốt thép	64
Sửa thẳng và đánh gỉ sét	64
Cắt và uốn cốt thép	65
Buộc cốt thép	67
Nối cốt thép	68
Các sản phẩm cốt thép gia công sẵn	70
C. Lắp đặt cốt thép	72
Lắp đặt cốt thép móng cột	72
Lắp đặt cốt thép đài cọc	73
Lắp đặt cốt thép cột	74
Lắp đặt cốt thép tường	74

Lắp đặt cốt thép dầm	75
Lắp đặt cốt thép sàn	75
Lớp bê tông bảo vệ cốt thép	76
An toàn lao động khi thi công cốt thép	77
Chương 3. Công tác bê tông	78
A. Khái niệm về bê tông	78
Những đặc tính của bê tông	78
Tính lưu động của hồ bê tông	81
Những tính chất của xi măng	82
Thời gian ninh kết của xi măng	83
Thể tích xi măng biến đổi không đồng đều	84
Phụ gia cho xi măng	84
Tỷ lệ nước - xi măng	85
Hồ bê tông trong mùa khô nóng	85
B. Chế trộn hồ bê tông	86
Xác định tỷ lệ N/X	86
Cốt liệu của bê tông	88
Trộn bê tông thủ công	89
Trộn bê tông bằng máy trộn	89
Cân đong cốt liệu	90
Bê tông cấp phối khô	91
Công nghệ sản xuất hồ bê tông	91
C. Vận chuyển hồ bê tông	93
Đặc điểm của việc vận chuyển hồ	93
Xe trộn bê tông	93
Máy bơm bê tông kiểu pit tông	94
Máy bơm bê tông kiểu khí nén	95
Tiếp vận và phân phối hồ bê tông	96
Vài phương án vận chuyển hồ bê tông	102
D. Đúc bê tông	103
Công tác chuẩn bị	103
Quy tắc đổ bê tông	104
Các mạch ngừng	105
Chống thấm cho mạch ngừng, rãnh co ngót	107
	151

Đúc lớp lót, lớp sàn	108
Đúc móng và cột	109
Đúc dầm và sàn	110
Đúc tường	111
Đúc tường trong cốt pha trượt	112
Đúc nhà bằng cốt pha trượt	113
Đúc tường bằng cốt pha luân lưu	116
Đúc nhà bằng cốt pha hộp	118
Đúc tường trong đất	119
Đúc bê tông dưới áp lực	121
Đầm rung	121
Đúc bê tông không đầm	124
Phụt hồ	124
Phun hồ	126
Bảo dưỡng bê tông	127
Tháo dỡ cốt pha	129
Các công nghệ thi công nhà khung	130
An toàn lao động trong thi công bê tông	133
Kiểm tra chất lượng bê tông bằng dụng cụ cơ học	134
Kiểm tra chất lượng bê tông bằng siêu âm	135
Kiểm tra chất lượng bê tông bằng tia phóng xạ	137
Kiểm tra cường độ bê tông bằng các mẫu thử	137
Hư hỏng, khuyết tật sau thi công	140
Nhật ký công tác bê tông	142
Tổ chức thi công khung nhà bê tông cốt thép nhiều tầng	143
Tài liệu tham khảo	148