

BÊTÔNG LÀM ĐƯỜNG

4.1. PHÂN LOẠI BÊTÔNG LÀM ĐƯỜNG

Bê tông xi măng làm đường thường được phân loại theo độ lớn của cốt liệu và theo loại cốt liệu.

Dựa theo độ lớn của cốt liệu người ta chia ra:

- Bê tông hạt lớn với cốt liệu có $D_{\max} = 70\text{mm}$ và được sử dụng để làm lớp móng.
- Bê tông hạt vừa với cốt liệu có $D_{\max} = 40\text{mm}$ được dùng để làm lớp mặt và lớp móng.
- Bê tông hạt nhỏ với cốt liệu có $D_{\max} = 10\text{mm}$ được dùng để làm lớp mặt nhưng hiện rất ít sử dụng vì giá thành của đá dăm nhỏ khá đắt. Một dạng khác của bê tông hạt nhỏ là bê tông cát trong đó cốt liệu chỉ gồm có cát với $D_{\max} = 5\text{mm}$ và được sử dụng để làm mặt đường bê tông một lớp và hai lớp hoặc làm lớp móng ở các vùng thiếu đá nhưng sẵn cát hạt lớn. So với bê tông thường, bê tông cát có khả năng biến dạng và chịu mài mòn tốt hơn.

Dựa theo loại cốt liệu, người ta chia thành bê tông thường với cốt liệu như là cát sỏi thiên nhiên, bê tông cacbônát, bê tông cát, bê tông kêrămdit...

- Bê tông cacbônát là một dạng mới của bê tông làm đường, thường dùng để làm lớp móng của mặt đường bê tông nhựa. Đây là loại bê tông mà cốt liệu lớn và nhỏ đều bằng đá trầm tích cacbônát (đá vôi và đô-lô-mít) nên sự dính bám của cốt liệu và xi măng rất tốt. Sử dụng bê tông cacbônát ở các vùng gần các xí nghiệp đá dăm vôi và thiếu cát thiên nhiên là hợp lý nhất. Dùng bê tông cacbônát sẽ tiết kiệm được khoảng 10 ÷ 20% lượng xi măng so với bê tông thường có cùng cường độ.

- Bê tông kêrămdit là loại bê tông xi măng và cốt liệu lớn là vật liệu nhân tạo kêrămdit (đất nung), được sử dụng ở các vùng thiếu đá và có điều kiện sản xuất kêrămdit.

Gần đây ở nước ngoài người ta thường dùng bê tông nghèo mác 75 ÷ 150 để làm lớp móng dưới mặt đường bê tông nhựa. Hàm lượng xi măng và nước của bê tông nghèo rất nhỏ so với bê tông thường có cùng cường độ, nên có thể dùng lu (hoặc lu chấn động) để lèn chặt. Do dùng lu lèn chặt hỗn hợp bê tông khô nên tiết kiệm được xi măng trong hỗn hợp.

Dùng bê tông nghèo làm móng dưới mặt đường bê tông nhựa thì cường độ và độ ổn định của kết cấu mặt đường sẽ tăng thêm. Nhược điểm của bê tông nghèo là độ đồng nhất thấp và chất lượng bề mặt của tấm bê tông xấu, vì vậy bê tông nghèo để làm lớp móng là thích hợp.

4.2. ĐẶC ĐIỂM VÀ TÍNH CHẤT CỦA BÊTÔNG LÀM ĐƯỜNG

Thành phần, tính chất và yêu cầu đối với bê tông làm đường khác nhiều so với các loại bê tông nặng dùng trong xây dựng công nghiệp, dân dụng và thủy lợi.

Bê tông làm đường chịu tác động của tải trọng xe chạy, sự tác dụng của điều kiện khí hậu thời tiết, của điều kiện địa hình địa chất và chế độ thủy nhiệt của khu vực xây dựng đường.

Tải trọng của ô tô, xe xích và các xe vận tải khác, nhất là sự tác dụng trùng phục của nó, sẽ gây nên ứng suất kéo nguy hiểm trong bê tông, gây ra lực xung kích mặt bê tông.

Sự thay đổi của nhiệt độ và độ ẩm của môi trường chung quanh sẽ làm xuất hiện biến dạng nhiệt, biến dạng co rút và ứng suất trong bê tông.

Để cho bê tông làm đường có thể chịu được các tác dụng trên đây mà không bị phá hoại, lúc đầu khai thác bê tông phải có cường độ và độ ổn định cần thiết. Đồng thời hỗn hợp bê tông (sau này hình thành bê tông với các đặc tính trên đây) phải hoàn toàn thích hợp với các phương pháp và phương tiện thi công bê tông sẽ dùng.

Đặc điểm công nghệ của bê tông làm đường là bê tông không có cốt thép đổ tại chỗ và được đông cứng trong điều kiện tự nhiên. Việc đổ bê tông, đầm và hoàn thiện bê tông thường được tiến hành bằng bộ máy chuyên dụng thích hợp để thi công các hỗn hợp bê tông tương đối khô.

Cường độ là đặc tính chủ yếu nhất của bê tông làm đường, thường được đánh giá bằng hai chỉ tiêu: Cường độ chịu kéo khi uốn và cường độ chịu nén, trong đó cường độ kéo uốn là chỉ tiêu chủ yếu. Cường độ chịu nén dùng để đánh giá độ ổn định chống mòn của bê tông lớp mặt. Kết quả nghiên cứu cho thấy dùng bê tông có cường độ chịu nén trên 300 kG/cm^2 sẽ đảm bảo điều kiện ổn định chống mòn trong điều kiện khai thác bình thường. Tỷ số giữa cường độ chịu kéo khi uốn và cường độ chịu nén ($R_{ku} : R_n$) có thể đặc trưng cho khả năng biến dạng của bê tông làm đường. Tỷ số ($R_{ku} : R_n$) càng lớn thì khả năng biến dạng, cường độ chống lại tải trọng và tải trọng trùng phục của bê tông càng cao. Cường độ chịu tác dụng của tải trọng trùng phục, còn gọi là cường độ chịu mọi, là chỉ tiêu tính toán chủ yếu của bê tông làm đường.

Cường độ của bê tông phụ thuộc chủ yếu vào mác của xi măng (R_x) và tỷ lệ nước: xi măng ($N : X$), được biểu thị bằng công thức kinh nghiệm có dạng:

$$R = AR_x \left(\frac{X}{N} - B \right),$$

trong đó:

B là hệ số phụ thuộc vào trạng thái ứng suất (với ứng suất nén $B = 0,5$); A là hệ số phụ thuộc vào chất lượng cốt liệu của bê tông.

Với bê tông làm đường thường dùng cốt liệu có cường độ lớn hơn cường độ bê tông ít nhất từ 2 - 3 lần. Khi dùng cốt liệu bảo đảm được điều kiện cường độ như vậy thì bề mặt phá hoại của bê tông sẽ đi qua phần đá xi măng và phần tiếp xúc giữa bê tông với đá, đồng thời cường độ của cốt liệu lớn không ảnh hưởng đến cường độ bê tông. Khi đó lực dính bám giữa vữa bê tông và cốt liệu đá, độ bền, độ nhám, thành phần hạt và hình dáng các hạt đá sẽ ảnh hưởng lớn đến cường độ của bê tông.

Ngoài ra, thời gian và điều kiện đông cứng cũng ảnh hưởng đến cường độ của bê tông. Sự tăng cường độ bê tông theo thời gian được biểu thị như sau:

$$R_n = R_{28} \frac{t_n}{\lg 28}$$

trong đó:

R_{28} và R_n là cường độ của bê tông sau 28 và sau n ngày. Trong tháng đầu cường độ của bê tông tăng nhanh nhất. Cường độ bê tông sau 7 ngày có thể đạt từ 60 ÷ 75% cường độ của bê tông sau 28 ngày. Cường độ của bê tông sau 3 tháng khoảng 125%, sau 6 tháng đạt 150% và sau 12 tháng đạt đến 175% của R_{28} , (ứng với điều kiện đông cứng tiêu chuẩn ở nhiệt độ 15 ÷ 20°C và độ ẩm tương đối của không khí là 90%).

Để tạo điều kiện tốt cho quá trình thủy phân và thủy hoá xi măng, cần phải để cho bê tông đông cứng trong môi trường ẩm ướt (trong nước hoặc trong không khí ẩm). Nếu không bảo dưỡng tốt, để bê tông đông cứng trong không khí khô thì bê tông sẽ bị mất nước, làm tăng biến dạng co rút, làm chậm và gián đoạn quá trình đông cứng của bê tông, nhất là ở lớp bề mặt.

- **Độ ổn định** của bê tông làm đường được đánh giá bằng tuổi thọ của nó dưới tác dụng đồng thời của tải trọng và các điều kiện của môi trường xung quanh.

- **Tính chất biến dạng** cũng là một đặc tính quan trọng của bê tông làm đường, nó đặc trưng cho khả năng biến dạng của bê tông dưới tác dụng của tải trọng và sự thay đổi của nhiệt độ, độ ẩm.

Tính chất biến dạng của bê tông được đánh giá bằng trị số mô đun đàn hồi, hệ số giãn do nhiệt độ, hệ số Poatsông. Tính chất biến dạng cùng với cường độ kéo uốn của bê tông là những tham số chủ yếu của bê tông sử dụng khi tính toán mặt đường bê tông.

- **Môđun đàn hồi của bê tông (E)** đặc trưng cho khả năng biến dạng của bê tông dưới tác dụng của hoạt tải. Vì bê tông là vật liệu đàn hồi dẻo nên đúng ra phải dùng môđun biến dạng để đánh giá tính chất biến dạng của nó. Tuy nhiên bộ phận biến dạng dẻo của bê tông chỉ xuất hiện khi chịu tải lâu dài hoặc khi tải trọng tác dụng tức thời rất lớn (lớn hơn 0,5 tải trọng phá hoại). Hơn nữa tấm bê tông làm việc chủ yếu trong giai đoạn đàn hồi, chịu tác dụng tải trọng tức thời, cho nên dùng trị số môđun đàn hồi tìm được trong điều kiện kéo uốn khi ứng suất bằng 0,2 ứng suất phá hoại để đặc trưng cho tính chất đàn hồi của bê tông.

Trong thực tế vì giá trị của E khi kéo uốn và khi nén gần giống nhau nên có thể lấy E tùy theo loại và mác bê tông như bảng 4-1 hoặc theo bảng 1-1 (số liệu của Liên Xô cũ).

Bảng 4-1

Trị số E của bê tông làm đường

Loại bê tông làm đường	Trị số E. 10 ³ (KG/cm ²) của bê tông với cường độ kéo uốn khác nhau							
	20	25	30	35	40	45	50	55
Bê tông thường theo GOST 8424-72	190	230	265	290	315	330	350	380
Bê tông cát theo BCH 171-70	-	-	150	200	225	250	285	300
Bê tông các-bô-nát	160	195	225	245	265	280	195	320

Trị số môđun đàn hồi của bê tông phụ thuộc chủ yếu vào tính chất đàn hồi của cốt liệu, của đá xi măng và của các thành phần khác trong bê tông. Khi tăng lượng xi măng và tỷ lệ (nước: xi măng) trong bê tông (tức là giảm độ chặt của bê tông) và khi dùng cốt liệu kém đàn hồi thì trị số E của bê tông sẽ giảm. Vì vậy bê tông càng chắc thì trị số E càng lớn. Môđun đàn hồi của bê tông cát thấp hơn so với môđun của bê tông thường có cùng cường độ từ 1,3 ÷ 1,5 lần (vì bê tông cát không có bộ khung cứng bằng cốt liệu hạt lớn). Môđun đàn hồi của bê tông cacbônát cũng thấp hơn môđun đàn hồi của bê tông thường (vì cốt liệu của loại bê tông này rỗng hơn so với cốt liệu của bê tông thường).

- **Trị số của hệ số giãn dài do nhiệt (α_t)** của bê tông làm đường chủ yếu phụ thuộc vào thành phần cốt liệu. Trị số α_t của các loại bê tông làm đường có thể tham khảo ở bảng 4-2.

Bảng 4-2

Trị số α_t của bê tông làm đường

Loại bê tông làm đường	Trị số $\alpha_t \cdot 10^{-6}$ khi nhiệt độ nằm trong khoảng từ 0 đến + 40°C
Bê tông hạt vừa bằng cát thạch anh và đá dăm granit	8,1
Bê tông hạt vừa bằng cát thạch anh và đá dăm vôi	5,6
Bê tông hạt nhỏ (cát)	10,0
Bê tông cacbônát	5,0

Giá trị hệ số Poatsông μ của bê tông làm đường cũng phụ thuộc vào tính chất của cốt liệu. Với bê tông granit $\mu = 0,18$, bê tông đá dăm vôi và bê tông cát $\mu = 0,20$, bê tông cacbônát $\mu = 0,22$.

- **Sự co rút của bê tông** tức là sự giảm thể tích của bê tông theo thời gian, do xi măng bị co rút thể tích và do bê tông bị mất nước khi đông cứng, là một tính chất quan trọng của bê tông, cần phải xét đến khi thiết kế và đặc biệt quan trọng khi cho thi công xây dựng mặt đường bê tông xi măng. Trong trường hợp xấu, biến dạng do co rút có thể làm xuất hiện các đường nứt nhỏ trong bê tông, làm giảm nhiều độ ổn định của mặt đường. Biến dạng co rút phát triển mạnh nhất sau khi đổ bê tông khoảng vài giờ, lúc bê tông bắt đầu đông cứng, do đó nếu bê tông không được bảo dưỡng tốt rất dễ xuất hiện đường nứt, vì khi đó cường độ của bê tông hãy còn rất thấp.

Chất lượng, số lượng xi măng và tỷ lệ "nước: xi măng" trong hỗn hợp bê tông ảnh hưởng rất lớn đến độ co rút của nó. Giảm thấp tỷ lệ nước xi măng và lượng xi măng trong một đơn vị thể tích của bê tông thì độ co rút cũng giảm xuống. Vì vậy, giảm lượng nước trong hỗn hợp bê tông (nhờ sử dụng cốt liệu sạch, có thành phần hạt tốt nhất và giảm độ sụt của hỗn hợp bê tông) sẽ có khả năng giảm nhỏ biến dạng do co rút. Biến dạng co rút có quan hệ chặt chẽ với sự thay đổi độ ẩm của bê tông, cho nên thực hiện tốt các bước bảo dưỡng bê tông bằng cách ngăn ngừa sự bốc hơi nước trong bê tông lúc bắt đầu đông cứng là một vấn đề quan trọng.

Trong điều kiện đông cứng bất lợi, độ co rút của bê tông hạt vừa có thể đạt 5 ÷ 6 mm/m.

4.3. YÊU CẦU KỸ THUẬT ĐỐI VỚI BÊTÔNG LÀM ĐƯỜNG VÀ ĐỐI VỚI CỐT LIỆU CỦA BÊTÔNG

Công ty Hòa Chất Xây Dựng Phương Nam

1. Yêu cầu kỹ thuật chủ yếu đối với bê tông làm đường là yêu cầu về cường độ của nó

Để bảo đảm yêu cầu về cường độ, cần phải chọn và kiểm tra mác bê tông theo cường độ kéo uốn và cường độ chịu nén sau khi xây dựng.

Yêu cầu về cường độ của bê tông đã cho trong bảng 1-1. Để xác định mác (số hiệu) của bê tông cần phải tiến hành nén các mẫu lập phương, mẫu hình trụ và uốn các mẫu dầm cho đến khi phá hoại.

Ngoài phương pháp phá hoại mẫu còn có thể sử dụng các phương pháp không phá hoại kết cấu (phương pháp phóng xạ, siêu âm v.v...) để kiểm tra nửa chừng và đánh giá cường độ của bê tông trực tiếp tại mặt đường.

Để xác định cường độ chịu nén của bê tông, tùy theo D_{max} của cốt liệu mà đúc các mẫu lập phương 30 x 30 x 30cm, 20 x 20 x 20cm, 10 x 10 x 10cm, 7,07 x 7,07 x 7,07cm ($D_{max} \leq a$, với a là cạnh của khối lập phương); hoặc các mẫu hình trụ đường kính 19,5; 15 và 7,14cm, chiều cao 39, 30 và 14,3cm, trong số các mẫu này, mẫu tiêu chuẩn là khối lập phương 20 x 20 x 20cm, hoặc khối viên trụ có đường kính 15cm, cao 30cm.

Để xác định cường độ chịu kéo khi uốn, tùy theo D_{max} của cốt liệu mà thí nghiệm uốn các mẫu dầm 20 x 20 x 80cm; 15 x 15 x 60cm hoặc 10 x 10 x 40cm, trong đó mẫu tiêu chuẩn là 15 x 15 x 60cm. Với bê tông làm đường thường dùng mẫu dầm tiêu chuẩn, với bê tông hạt nhỏ (hoặc bê tông cát) dùng mẫu 10 x 10 x 40cm; với bê tông mà cốt liệu có $D_{max} = 70\text{mm}$ và dùng làm lớp móng, thì đúc mẫu 20 x 20 x 80cm.

Bảng 4-3

Giá trị của hệ số α

Kích thước mẫu, cm	Giá trị của hệ số α khi mác bê tông theo nén (KG/cm^2)			
	100	200	300	400
Khối lập phương:				
30 x 30 x 30	1,06	1,05	1,05	1,04
20 x 20 x 20	1	1	1	1
15 x 15 x 15	0,96	0,94	0,92	0,90
10 x 10 x 10	0,87	0,85	0,83	0,81
7,07 x 7,07 x 7,07	0,91	0,88	0,86	0,84
Khối viên trụ:				
13,5 x 30	1,24	1,24	1,26	1,28
15 x 30	1,19	1,20	1,24	1,25

Chú thích: Với bê tông mà số hiệu không ghi trong bảng này thì xác định hệ số α bằng cách nội suy.

Việc chế tạo và bảo quản các mẫu thí nghiệm phải tiến hành theo đúng quy phạm. Tải trọng thí nghiệm phải được tăng đều và liên tục với tốc độ $6 \pm 4 \text{ KG/cm}^2$ khi thí nghiệm nén và $0,5 \pm 0,2 \text{ kG/cm}^2$ khi thí nghiệm uốn.

Cường độ chịu nén của bê tông R_n (kG/cm^2) được tính theo công thức:

$$R_n = \alpha \frac{P}{F} \text{ (kG/cm}^2\text{)},$$

trong đó:

α - hệ số tính đổi phụ thuộc vào kích thước mẫu xác định bằng thí nghiệm hoặc lấy theo bảng 4-3;

P - tải trọng phá hoại mẫu (kG);

F - diện tích trung bình của tiết diện mẫu (cm^2).

Cường độ chịu nén trung bình của bê tông (với độ chính xác 1 kG/cm^2) là trị số cường độ trung bình của các mẫu thí nghiệm nén trong tổ mẫu. Nếu cường độ của một trong các mẫu nhỏ hơn 15% cường độ của mẫu có trị số lớn nhất thì mẫu đó bị loại bỏ và chỉ lấy trị số trung bình của các mẫu còn lại.

Thí nghiệm uốn được tiến hành theo sơ đồ về ô hình 4-1 (thí nghiệm uốn thuần túy), trong đó nhịp tính toán của dầm mẫu $10 \times 10 \times 40\text{cm}$ là 30cm , của dầm $15 \times 15 \times 60\text{cm}$ là 45cm , của dầm $20 \times 20 \times 80\text{cm}$ là 60cm .

Cường độ chịu kéo khi uốn của bê tông R_{ku} (kG/cm^2) tính theo công thức:

$$R_{ku} = \delta \frac{Pl}{h^3},$$

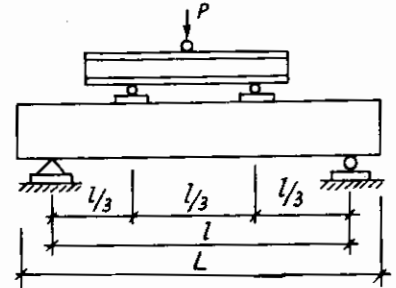
trong đó:

δ - hệ số tính đổi, phụ thuộc vào kích thước của dầm mẫu, tra theo bảng 4-4;

P - tải trọng phá hoại (kG);

l - nhịp tính toán của dầm mẫu (cm);

h - chiều cao dầm (cm).



Hình 4-1. Sơ đồ thí nghiệm uốn dầm mẫu bê tông

Bảng 4-4

Giá trị của hệ số δ

Kích thước dầm mẫu (cm)	Hệ số δ
20 x 20 x 80	0,95
15 x 15 x 60	1,00
10 x 10 x 40	1,05

Nếu đầm mẫu thử nghiền không bị phá hủy ở trong khoảng phân bố giữa nhịp thì không đạt yêu cầu; cường độ kéo uốn trung bình của bê tông cũng tính như cường độ chịu nén.

2. Yêu cầu đối với vật liệu trộn bê tông

a. Yêu cầu đối với xi măng

Xi măng là thành phần chủ yếu của bê tông, nên phải căn cứ vào sự làm việc của bê tông trong kết cấu mặt đường để đề ra các yêu cầu riêng cho xi măng làm mặt đường và lớp móng đường.

Yêu cầu chung đối với xi măng là thời gian ngưng kết của nó không được sớm trước 2 giờ, do phải bảo đảm thời gian gián cách giữa bước trộn bê tông và bước đổ bê tông giữ được tính dẻo cần thiết. Nếu không bảo đảm được yêu cầu trên thì có thể hỗn hợp bê tông khi đưa đến nơi thì công đã mất hết độ lưu động, khó hoặc không thể đầm chặt được.

Với bê tông làm mặt đường, phải dùng xi măng poóc-lăng mác 500 và 400, riêng làm lớp móng có thể dùng xi măng poóc-lăng xỉ lò cao mác không dưới 300.

Mác xi măng được chọn theo cường độ thiết kế của bê tông. Thông thường mác xi măng phải cao hơn mác bê tông. Nếu không bảo đảm yêu cầu này thì phải tăng lượng xi măng, vừa không kinh tế vừa giảm độ ổn định của bê tông.

Không cho phép trộn các chất phụ gia trợ như cát nghiền bột đá hoặc chất hoạt tính (đia-tô-mít, trêpen, tras hoặc tro bay, xỉ nghiền) vào xi măng, bởi các chất này sẽ làm kém phẩm chất của hỗn hợp và ảnh hưởng đến sự đông cứng bình thường của bê tông (nếu tăng lượng nước trong hỗn hợp quá quy định sẽ làm giảm hoạt tính của xi măng, tăng biến dạng co rút và nở...). Vì vậy chỉ được dùng xi măng poóc-lăng có chất phụ gia khoáng vật để làm lớp móng.

b. Yêu cầu đối với cốt liệu nhỏ

Cốt liệu nhỏ dùng trong bê tông làm đường là cát thiên nhiên, cát nghiền và cát cải thiện (trộn 2 hoặc 3 nhóm cát khác nhau).

Thành phần hạt (đặc trưng bằng môđun độ lớn và lượng cát còn sót trên sàng 0,63) là đặc trưng quan trọng của cát.

Môđun độ lớn (M_k) được xác định bằng cách sàng cát (nhóm 0 ÷ 5mm) trên bộ sàng tiêu chuẩn và tính theo công thức:

$$M_k = \frac{A_{2,5} + A_{1,25} + A_{0,63} + A_{0,315} + A_{0,14}}{100}$$

trong đó: $A_{2,5}$; $A_{1,25}$... $A_{0,14}$ - lượng còn sót lại trên sàng có mắt sàng 2,5; 1,25; 0,14mm. Dựa theo M_k người ta chia thành cát hạt lớn ($M_k > 2,5$), cát hạt vừa ($M_k = 2,0 \div 2,5$), cát hạt nhỏ ($M_k = 1,5 \div 2,0$) và rất nhỏ (cát mịn) ($M_k = 1,0 \div 1,5$).

Không cho phép dùng cát mịn trong bê tông làm mặt đường, có thể dùng cát nhỏ để làm lớp móng; nếu dùng cát nhỏ để làm lớp mặt thì phải trộn thêm cát hạt lớn và cát xay.

Với bê tông cát (cát hạt dẹt). Đá dăm cát lún lớn với đường kính trên sàng 0,63mm không dưới 30% và qua so sánh kinh tế kỹ thuật có thể dùng cát hạt nhỏ với lượng sót lại trên sàng 0,63mm không dưới 10%.

Hàm lượng các nhóm sét, bụi trong cát (xác định bằng cách rửa) không được quá 2% (với cát thiên nhiên) và không quá 5% (với cát nghiền). Hàm lượng các hạt 5 ÷ 10mm trong cát không được quá 5% theo khối lượng, hàm lượng các hạt nhỏ hơn 0,14mm không được quá 10%.

Cát nghiền từ đá vôi và đolômít được dùng làm cốt liệu nhỏ của bê tông cacbônát để làm lớp móng. Bụi của loại cát nghiền này là cacbônát canxi hoặc cacbônát manhê tác dụng với xi măng sẽ làm chặt kết cấu của bê tông. Vì vậy hàm lượng các hạt nhỏ hơn 0,14mm trong cát nghiền cho phép chiếm đến 40% khối lượng.

Cát nghiền của bê tông dùng làm mặt đường bê tông một lớp và lớp trên của mặt đường hai lớp phải được nghiền từ đá phún xuất có cường độ nén không nhỏ hơn 800 kG/cm². Nếu dùng để làm lớp dưới của mặt đường hai lớp phải được nghiền từ đá vôi không nhỏ hơn mác 800 hoặc từ đá trầm tích không nhỏ hơn mác 400.

c. Yêu cầu đối với cốt liệu lớn

Cốt liệu của bê tông làm đường là đá dăm nghiền từ đá gốc, từ sỏi cuội hoặc xỉ lò cao với $D_{max} = 40mm$ khi làm lớp mặt ; $D_{max} = 70mm$ khi làm lớp móng.

Nếu dùng đá dăm nghiền từ sỏi cuội hoặc sỏi sạn để trộn bê tông thì yêu cầu phải rửa sạch, hàm lượng các hạt sét, bùn và bụi trong cốt liệu (xác định bằng phương pháp rửa) không được quá 1% theo khối lượng, cốt liệu lớn dùng làm lớp dưới của mặt đường hai lớp hoặc lớp móng thì không được quá 2%. Trong cốt liệu cũng không được chứa các tạp chất hữu cơ các khoáng vật silic và khoáng vật khác có chứa silic ôxyt vô định hình có thể gây phản ứng với xi măng. Đá dăm phải có dạng hình khối, các hạt dẹt và nhọn không được quá 25% theo khối lượng

Để bảo đảm thành phần hạt của cốt liệu không thay đổi phải cân đong đá dăm (đá sỏi) thành hai nhóm: với cốt liệu có $D_{max} = 70mm$ chia thành hai nhóm 5 ÷ 40 và 40 ÷ 70mm, khi $D_{max} = 40mm$ chia thành hai nhóm 5 ÷ 20 và 20 ÷ 40mm, khi $D_{max} = 20mm$ chia thành hai nhóm 5 ÷ 10mm và 10 ÷ 20mm.

Thành phần hạt và thể tích lỗ rỗng là hai chỉ tiêu chất lượng quan trọng của cốt liệu lớn, thường được xác định cụ thể cho từng loại đá trong phòng thí nghiệm để bảo đảm cho hỗn hợp cốt liệu lớn và cốt liệu nhỏ (đá dăm và cát) có thể tích nhỏ nhất, lượng xi măng dùng ít nhất mà bê tông vẫn đạt được cường độ quy định.

Thành phần hạt của đá dăm được xác định bằng cách rung thử qua bộ sàng tiêu chuẩn với các sàng có mắt lưới 3; 5; 10; 20; 40 và 70mm. Khi sàng cần xác định lượng đá còn lại toàn bộ và lượng đá còn lại theo từng nhóm hạt trên mỗi sàng, xác định đường kính lớn nhất D_{max} và nhỏ nhất D_{min} của đá. D_{min} lấy bằng kích cỡ của mắt sàng mà lượng đá còn lại toàn bộ trên sàng đó $\geq 95\%$; D_{max} lấy bằng kích cỡ mắt sàng mà lượng đá còn lại toàn bộ trên sàng đó $\leq 5\%$.

Tổng số giới hạn của từng nhóm hạt tính theo lượng đá còn lại toàn bộ trên sàng, bảo đảm cho đá có thành phần hạt tốt nhất với độ rỗng không quá 45% như sau:

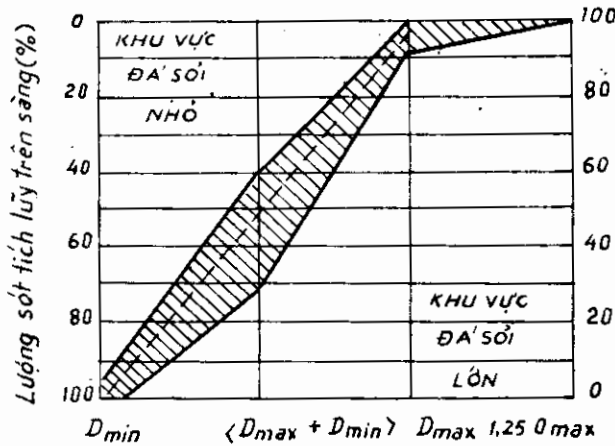
$$D_{\min} = 100 \div 95\%; 0,5 (D_{\min} + D_{\max}) = 40 \div 70\%$$

$$D_{\max} = 0 \div 5\% \text{ và } 1,25 D_{\max} = 0.$$

Nếu biểu diễn các giới hạn trên đây bằng đồ thị, ta sẽ được phạm vi có thành phần hạt tốt nhất của vật liệu đá là khu vực gạch chéo trên hình 4-2.

Bất kỳ loại đá dăm (hoặc đá sỏi) nào mà đường cong thành phần hạt của nó đi ra ngoài khu vực gạch chéo này đều không đạt yêu cầu về thành phần hạt (hoặc là có độ rỗng lớn, hoặc là có tỉ diện các hạt lớn, hoặc là cả độ rỗng và tỉ diện hạt đều lớn).

Hàm lượng của các hạt có cường độ thấp trong đá dăm (đá sỏi) của mặt đường bê tông một lớp và lớp trên của mặt đường hai lớp không được quá 7% theo khối lượng, của lớp móng và lớp dưới của mặt đường bê tông hai lớp thì không được quá 10%.



Hình 4-2. Biểu đồ thành phần hạt của đá dăm và đá sỏi.

Yêu cầu đối với đá gốc để sản xuất cốt liệu lớn của bê tông làm mặt đường một lớp và lớp trên của mặt đường hai lớp cho trong bảng 4-5.

Bảng 4-5

Yêu cầu đối với đá gốc của cốt liệu lớn

Loại cốt liệu lớn	Cường độ chịu nén giới hạn của đá gốc khi bão hoà (kg/cm ²)		Hao hụt về khối lượng sau khi thí nghiệm mài mòn Los - Angelés	
	lớp mặt	lớp móng	cho lớp mặt	cho lớp móng
Đá dăm sản xuất từ đá phun xuất	1200	800	25	45
Đá dăm sản xuất từ đá trầm tích và biến chất	800	300	40	50
Đá sỏi và đá dăm sản xuất từ xỉ lò cao	-	-	30	50

Nước là thành phần quan trọng để tạo thành bê tông. Nước thực hiện các phản ứng hóa học với các khoáng vật của xi măng để tạo thành đá xi măng là chất kết dính của bê tông. Phải dùng nước không chứa các chất có hại cho xi măng và cốt thép để trộn hỗn hợp bê tông. Không được dùng nước có hàm lượng của muối hoà tan trên 5000 mg/lít và ion SO_4 lớn hơn 2700 mg/lít, bởi vì nước có nồng độ cao hơn có thể ăn mòn đá xi măng và cốt thép. Độ pH của nước không được nhỏ hơn 4 và tốt nhất là dùng nước uống được. Nếu dùng nước không uống được để trộn bê tông thì cần phải tiến hành phân tích hoá học.

Yêu cầu đối với nước để rửa cốt liệu cũng giống như đối với nước để trộn bê tông, vì phần nước còn lại sau khi rửa cũng sẽ tham gia tác dụng với xi măng.

đ. Các chất phụ gia hoạt tính và chất tạo màng

Để tăng nhanh quá trình đông cứng của bê tông xi măng, thường dùng muối clorua canxi làm chất phụ gia. Tuy nhiên loại muối này có thể ăn mòn cốt thép, nên không được dùng trong mặt đường bê tông cốt thép.

Với bê tông làm đường, thường dùng hai loại chất phụ gia chính: chất phụ gia tăng dẻo (hoạt tính) và chất phụ gia **hút** khí.

Chất phụ gia tăng dẻo thường dùng được chế biến từ nước bã giấy (hiện nay ở ta đã chế tạo được chất phụ gia này, gọi là "dịch đen"). Trộn thêm chất phụ gia này (số lượng từ 0,15 ÷ 0,25% khối lượng xi măng) thì độ sệt của hỗn hợp bê tông có thể thay đổi trong một phạm vi rộng, do đó có thể giảm nhỏ tỷ lệ $\frac{N}{X}$. Tuy nhiên khi tăng tỷ lệ phụ gia này lên quá 1% thì độ sệt của hỗn hợp bê tông không tăng lên nữa.

- Các chất phụ gia **hút** khí có tác dụng nâng cao độ ổn định ở nhiệt độ âm của bê tông đã đông cứng vì vậy chất phụ gia này được sử dụng chủ yếu khi đổ bê tông ở nhiệt độ thấp và bảo vệ cho bê tông khỏi bị phá hoại do đóng băng và tan băng ở các nước xứ lạnh (có nhiệt độ thấp hơn 0°C).

Hiện nay ở một số nước người ta còn trộn thêm tro bay (khoảng 30 ÷ 100 kg/m³) vào hỗn hợp bê tông để cải thiện thành phần hạt của hỗn hợp, nhất là điều chỉnh thành phần hạt của cát thiếu các nhóm hạt nhỏ. Hợp lý nhất là trộn thêm tro bay vào các hỗn hợp bê tông khô, hỗn hợp bê tông nghèo (mà có lượng xi măng ít).

- Vật liệu tạo màng được phun trên mặt đường bê tông mới đổ để giữ cho nước trong bê tông khó bốc hơi, tạo điều kiện cho bê tông đông cứng mà không cần tưới nước dưỡng hộ. Vật liệu tạo màng phải thoả mãn được các yêu cầu:

- 1) có thể tạo thành một màng mỏng đàn hồi không thấm nước hoặc hơi nước và giữ được các tính chất này ít nhất là 1 tháng;
- 2) không chứa các chất có hại làm ảnh hưởng đến cường độ và độ ổn định của bê tông.

Trước đây dùng nhựa lỏng, nhũ tương để làm lớp tạo màng bảo dưỡng bê tông, tuy nhiên loại vật liệu này hấp thụ nhiệt mạnh, làm tăng nhiệt độ lớp mặt, gây nguy hiểm cho bê tông; nên hiện nay thường dùng các hoá chất có màu sáng như pomaron, pôliêtylen... để bảo dưỡng bê tông.

4.4. YÊU CẦU ĐỐI VỚI CÔNG NGHỆ HỖN HỢP BÊ TÔNG XÂY DỰNG

Mặt đường bê tông xi măng sẽ đạt chất lượng cao nếu trong khi thi công hỗn hợp bê tông được đầm nén đến độ chặt lớn nhất. Muốn vậy, hỗn hợp bê tông lúc thi công mặt đường phải có độ dễ thi công (độ linh động) phù hợp với khả năng đầm chặt của thiết bị đầm nén được sử dụng (chấn động, đầm, lu chấn động v.v..).

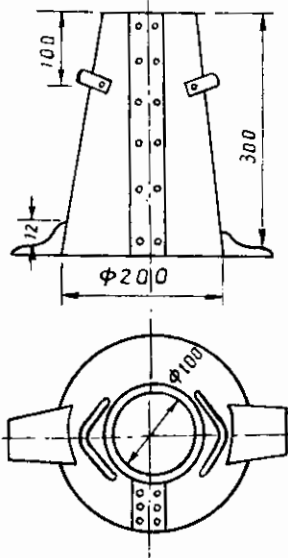
Độ dễ thi công của hỗn hợp bê tông được đặc trưng bằng các chỉ tiêu nói lên khả năng có thể đổ, đầm chặt hỗn hợp bê tông đến độ chặt cần thiết một cách nhanh chóng và tốn ít năng lượng nhất, bảo đảm cho bê tông có độ chặt cao và có kết cấu đồng nhất. Các chỉ tiêu đó là độ sệt (độ lưu động) và độ dẻo của hỗn hợp bê tông.

Độ sệt của hỗn hợp bê tông được đánh giá bằng độ sụt của hình nón tiêu chuẩn (tính bằng mm) hoặc được đánh giá bằng độ cứng tính theo thời gian (bằng giây) cần để làm bết một khối hỗn hợp bê tông hình nón tiêu chuẩn thành một khối lập phương hoặc khối hình trụ khi chấn động trên bàn chấn động tiêu chuẩn.

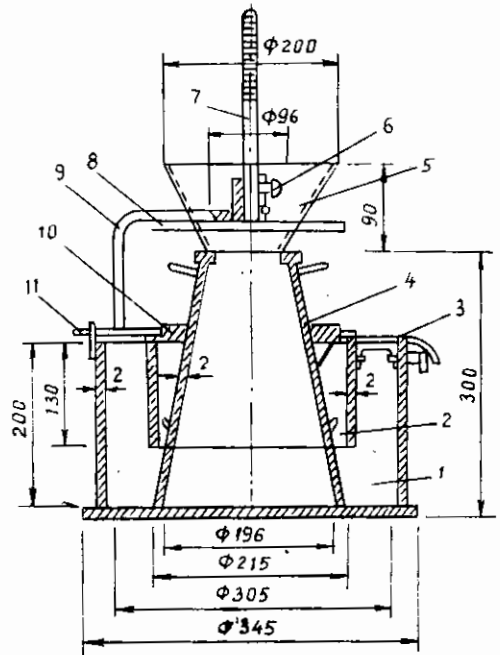
Độ sụt của hỗn hợp bê tông được xác định bằng thí nghiệm với hình nón tiêu chuẩn (hình 4-3). Cho hỗn hợp bê tông vào hình nón (sau khi đã làm ướt mặt trong) thành ba lớp chiều cao giống nhau, mỗi lớp xọc 25 lần bằng thanh sắt $\phi 10\text{mm}$. Sau khi đầm xong, gạt phần bê tông thừa rồi từ từ nhấc hình nón lên và đo độ sụt của hỗn hợp bê tông, đó là chỉ tiêu độ sụt hình nón.

Độ sụt là trung bình cộng của kết quả hai lần xác định độ sụt với độ chính xác đến 1cm (cho hỗn hợp dẻo) và 0,5cm (cho hỗn hợp ít dẻo).

Chỉ tiêu độ cứng được xác định bằng thiết bị đo độ cứng hoặc bằng phương pháp đơn giản (độ cứng có giá trị bằng trung bình cộng của hai lần thí nghiệm với độ chính xác 5 giây). Thiết bị đo độ cứng vẽ ở hình 4-4.



Hình 4-3. Hình nón tiêu chuẩn.



Hình 4-4. Thiết bị đo độ cứng.

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

Cũng có thể xác định độ cứng bằng phương tiện đơn giản là gắn khuôn mẫu lập phương kim loại (cạnh = 20cm) lên bàn chấn động tiêu chuẩn (tần số 2800 ± 200 lần/phút, biên độ 0,35 mm) và đặt hình nón tiêu chuẩn vào trong. Cho bê tông vào hình nón và dùng que xọc như làm với thí nghiệm hình nón tiêu chuẩn. Sau khi lấy hình nón ra thì mở bàn chấn động và đồng hồ bấm giây. Dưới tác dụng chấn động, hình nón hỗn hợp bê tông sẽ bị chảy ra lấp đầy khối lập phương. Thời gian chấn động cần thiết, tính bằng giây, để làm cho hỗn hợp lấp đầy khối lập phương chia cho hệ số 1,5 chính là độ cứng của hỗn hợp.

Dựa theo độ sệt (độ sụt hoặc độ cứng) người ta chia hỗn hợp bê tông thành hỗn hợp khô, hỗn hợp ít dẻo và hỗn hợp dẻo. Hỗn hợp khô có độ cứng từ $30 \div 15$ giây và hỗn hợp dẻo có độ cứng bằng hoặc nhỏ hơn 15 giây. Hỗn hợp khô thường dùng để đúc các cấu kiện lắp ghép. Hỗn hợp ít dẻo (tương đối khô) dùng để thi công mặt đường bê tông đổ tại chỗ. Khi dùng hai loại hỗn hợp này phải chú ý đầm lên cẩn thận, nếu không bê tông sẽ còn nhiều lỗ rỗng và bị rỗ tổ ong.

Bảng 4-6

*Quan hệ giữa độ sụt và độ cứng của hỗn hợp bê tông
với phương pháp đầm nén*

Phương pháp đầm lên hỗn hợp bê tông	Độ sụt hình nón (cm)	Độ cứng (giây)
- Đầm và hoàn thiện mặt đường bằng bộ máy đổ bê tông	1 ÷ 2	30 ÷ 20
- Đầm và hoàn thiện mặt đường bằng đầm bàn và đầm ngựa	2 ÷ 3	20 ÷ 15
- Đầm lớp móng	-	40 ÷ 50

Bảng 4-6 cho các trị số của độ sụt và độ cứng của hỗn hợp bê tông tùy theo phương pháp đầm, khi sử dụng hỗn hợp bê tông càng khô thì trị số của độ sụt càng nhỏ, trị số của độ cứng càng lớn và cần phải đầm khá nhiều. Các đầm rung hiện đại được trang bị ở các xí nghiệp sản xuất cấu kiện đúc sẵn có thể đầm hỗn hợp bê tông có độ cứng từ $30 \div 100$ giây. Khi dùng hỗn hợp bê tông khô có độ cứng lớn hơn 30 giây thì phải sử dụng các máy đổ bê tông có đầm chấn động đặc biệt thiết kế riêng để đầm chặt.

- Độ dẻo đặc trưng cho khả năng thành hình của hỗn hợp bê tông dưới tác dụng của máy đầm và khả năng hoàn thiện bề mặt bê tông đạt chất lượng cao. Bảo đảm hoàn thiện mặt đường bê tông đạt chất lượng cao là một yêu cầu đặc biệt đối với bê tông làm đường vì chất lượng bề mặt có ảnh hưởng rất lớn đến chất lượng khai thác và độ ổn định của mặt đường sau này.

Để bảo đảm khả năng hoàn thiện, hỗn hợp bê tông cần phải có một độ dẻo nhất định, tức là phải có một lượng vữa cần thiết để dễ gia công và hoàn thiện mặt đường. Với bê tông thường lượng vữa trong hỗn hợp được biểu thị bằng hệ số chảy (còn gọi là hệ số thừa vữa) K_p .

$$K_p = \frac{N + \frac{\delta_x}{\alpha} + \frac{\delta_c}{\alpha}}{\frac{D}{\gamma_{od}}}$$

trong đó:

X, N, C, D - lượng xi măng, nước, cát, đá dăm trong 1 m³ hỗn hợp (kg);

α - hệ số rỗng của đá dăm;

δ_x và δ_c - độ chặt của xi măng và cát (kg/m³);

γ_{od} - dung trọng của đá dăm (kg/m³).

Trị số hệ số chảy K_p tốt nhất của bê tông làm đường là 1,6 + 1,9 cho lớp mặt và 1,3 + 1,6 cho lớp móng. Khi thiết kế thành phần bê tông phải xác định K_p bằng thực nghiệm và sau đó kiểm tra ở hiện trường.

Thiết kế thành phần của hỗn hợp bê tông làm đường

Thiết kế thành phần của hỗn hợp bê tông tức là chọn vật liệu và xác định tỷ lệ giữa các vật liệu trong thành phần trong hỗn hợp (xi măng, nước, cát, đá) để cho hỗn hợp bê tông xi măng chế tạo ra có độ dễ thi công cần thiết và đạt được cường độ yêu cầu với số lượng xi măng sử dụng ít nhất.

Khi chọn thành phần trong hỗn hợp bê tông phải thí nghiệm các vật liệu xi măng, cát, đá... theo đúng yêu cầu của các tiêu chuẩn hiện hành. Để chọn thành phần bê tông cần phải có các số liệu sau: mác bê tông thiết kế R_u , độ dễ thi công cần thiết của hỗn hợp, đặc tính của các loại vật liệu (loại và mác của xi măng, dung trọng và độ chặt của cốt liệu và của xi măng, độ rỗng của đá dăm).

Thường thiết kế thành phần bê tông theo phương pháp thể tích tuyệt đối theo trình tự sau:

1. Xác định tỷ lệ nước và xi măng theo các công thức gần đúng

$$R_u = 0,34 R_x \left(\frac{X}{N} - 0,1 \right)$$

Từ đó rút ra:

$$\frac{N}{X} = \frac{0,34 R_x}{R_u + 0,034 R_x}$$

trong đó:

R_u - cường độ chịu kéo uốn của bê tông (mác bê tông thiết kế) (kG/cm²);

R_x - mác xi măng theo uốn (kG/cm²).

Bảng 4-7

Lượng nước trong $1m^3$ hỗn hợp bê tông

Đặc tính của hỗn hợp bê tông		Kích cỡ hạt lớn nhất của cốt liệu (mm)							
		Đá sỏi				Đá dăm			
		10	20	40	70	10	20	40	70
Độ sụt (cm)	Độ cứng (giây)	Lượng nước trong $1m^3$ hỗn hợp (l)							
3 - 5	-	195	180	165	150	210	195	180	165
1 - 2	-	185	170	155	140	200	185	170	155
-	30 - 50	165	160	150	-	175	170	160	-
-	60 - 80	155	150	140	-	165	160	150	-
-	90 - 120	145	110	135	-	160	155	140	-

3. Lượng xi măng (kg) cho $1m^3$ bê tông tính theo công thức:

$$X = N : \frac{N}{X}$$

4. Lượng cốt liệu lớn (kg) trong $1m^3$ bê tông xác định theo công thức:

$$D = \frac{1000 \gamma_{od} \gamma'_{od}}{k_p \gamma_{od} - (k_p - 1) \gamma'_{od}}$$

trong đó:

k_p - hệ số chảy xác định như trên; γ_{od} - dung trọng hạt của cốt liệu lớn (kg/l);

γ'_{od} - dung trọng trong trạng thái chất đồng của cốt liệu lớn (kg/l).

5. Lượng cát (kg) trong $1m^3$ bê tông xác định theo công thức:

$$C = \left[1000 - \left(\frac{X}{\delta_x} + \frac{D}{\gamma_{od}} + N + V_k \right) \right] \delta_c$$

trong đó:

δ_x, δ_c - độ chặt của xi măng và của cát;

V_k - thể tích trung bình của không khí trong bê tông ($1 m^3$).

Sau khi đã chọn được thành phần gần đúng của hỗn hợp bê tông theo trình tự trên đây thì phải thông qua thí nghiệm trong phòng thí nghiệm để kiểm tra lượng nước có bảo đảm độ sụt và độ cứng yêu cầu hay không. Kiểm tra hệ số chảy, tỉ lệ N/X và lượng xi măng bằng cách đúc mẫu kiểm tra cường độ kéo uốn và cường độ chịu nén.

Cuối cùng là lập bảng chi phí vật liệu cho $1m^3$ bê tông trong đó ngoài số lượng xi măng, nước, cát, đá còn phải tính cả số lượng các chất phụ gia trong trạng thái khô.

Kết quả việc chọn thành phần bê tông tìm được theo phương pháp trên đây chỉ cho ta thành phần danh nghĩa, bởi chưa xét đến độ ẩm của cốt liệu. Cần phải điều chỉnh theo độ ẩm thực tế của cốt liệu để có được thành phần của bê tông dùng trong sản xuất ở hiện trường.

CHẾ TẠO HỖN HỢP BÊTÔNG

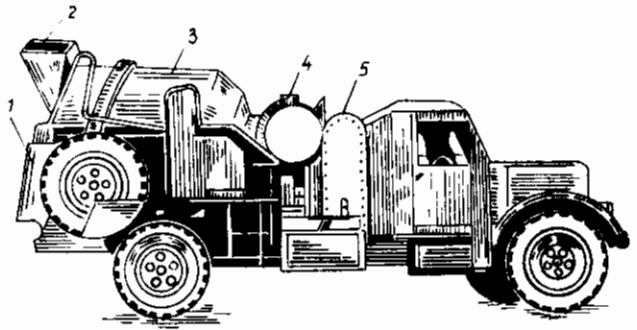
5.1. ĐẶC ĐIỂM CỦA VIỆC CHẾ TẠO HỖN HỢP BÊTÔNG TRONG XÂY DỰNG MẶT ĐƯỜNG

Quá trình chế tạo hỗn hợp bê tông xi măng gồm có các bước sau: bốc dỡ, bảo quản, gia công, vận chuyển nội bộ, cân đong và thí nghiệm các loại vật liệu (xi măng, cát, đá, nước, chất phụ gia), trước khi trộn chúng lại với nhau.

Trong điều kiện xây dựng mặt đường bê tông xi măng, việc tổ chức các bước công nghệ này có những đặc điểm riêng là nơi đổ bê tông phải thay đổi hàng ngày. Do thời gian vận chuyển hỗn hợp bê tông bị hạn chế, nên tùy theo điều kiện xây dựng cụ thể, có thể chọn một trong ba hình thức chế tạo hỗn hợp bê tông sau đây:

1. Trộn bê tông trực tiếp ở mặt đường trong các máy trộn di động

Các máy trộn di động thường đặt trên ô tô và di chuyển dọc theo lề đường mở rộng, hoặc trên phần mặt đường đã thi công xong. Hình 5-1 giới thiệu một loại máy trộn di động đặt trên ô tô. Cũng có trường hợp máy trộn di động được di chuyển trên đường ray của khuôn ray như máy đổ bê tông. Vật liệu (xi măng, cát, đá...) được cân đong trước ở xí nghiệp bê tông (hoặc ở kho bãi vật liệu) rồi dùng ô tô ben chở đến đổ vào máy trộn.



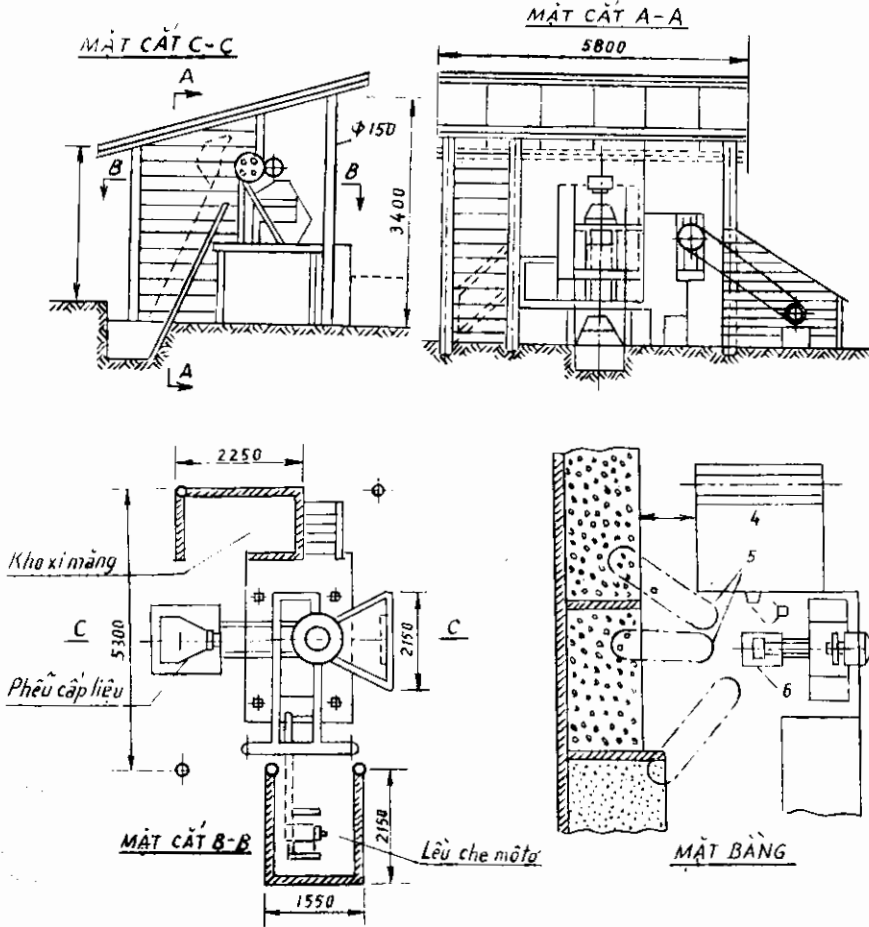
Hình 5-1. Máy trộn bê tông di động đặt trên ô tô.

1. Máng tháo hỗn hợp trộn xong;
2. Phễu cấp liệu;
3. Thùng trộn;
4. Thùng đựng nước;
5. Động cơ.

Nước được chở bằng xitéc hoặc được dẫn theo đường ống tạm đặt dọc theo tuyến đường thi công.

Ưu điểm của việc trộn bê tông trong máy trộn di động là tránh được hiện tượng phân tầng của hỗn hợp bê tông khi vận chuyển, có thể đổ bê tông ngay sau khi trộn, tránh được hiện tượng xi măng bị ngưng kết trước khi hoàn thiện xong mặt đường. Với hình thức trộn bê tông này, có thể kéo dài phạm vi phục vụ của các xí nghiệp bê tông, tránh được hình thức bố trí các trạm trộn cỡ nhỏ dọc theo tuyến đường thi công. Tuy nhiên, năng suất của các máy trộn di động thường rất thấp và giá thành hỗn hợp bê tông thường cao hơn so với bê tông trộn ở xí nghiệp.

2. Trộn hỗn hợp bê tông bằng các trạm trộn cỡ nhỏ bố trí gần địa điểm thi công
Sơ đồ bố trí trạm trộn cỡ nhỏ này như ở hình 5-2.



Hình 5-2. Trạm trộn hỗn hợp bê tông cỡ nhỏ đặt dọc theo tuyến đường thi công.

1. Đống cát; 2. Đống đá dăm nhỏ; 3. Đống đá dăm lớn; 4. Kho xi măng; 5. Xe cải tiến chở vật liệu; 6. Phễu cấp liệu; 7. Vách ngăn vật liệu ở máy trộn.

Vị trí đặt trạm trộn phải đủ chỗ để bố trí các đống vật liệu, kho xi măng, bàn cân vật liệu và máy trộn. Cần chú ý sắp xếp đống vật liệu ở gần máy trộn: đá bố trí ở giữa để vận chuyển gần nhất, cát và xi măng bố trí ở hai bên. Nếu vận chuyển bằng xe cải tiến thì nên bố trí bàn cân chôn ngầm trên đường vận chuyển ở gần thùng cấp liệu.

Thường đặt máy trộn trên giá gỗ để tiện đổ hỗn hợp ra xe vận chuyển. Có thể đào hố hạ thùng cấp liệu xuống đó để dễ đổ vật liệu vào máy. Thành hố phải có cọc chắn giữ cho xe cải tiến không sa xuống hố khi đổ vật liệu. Toàn bộ trạm trộn này đều có mái che.

Hình thức bố trí các trạm trộn cỡ nhỏ này chỉ thích hợp với trường hợp đổ bê tông bằng phương pháp thủ công. Đặc điểm của nó là năng suất rất thấp, phải di chuyển trạm trộn nhiều lần khi địa điểm thi công thay đổi, vì vậy hiện rất ít dùng.

3. Trộn ở xí nghiệp sản xuất hỗn hợp bê tông có định lượng rồi dùng ô tô ben để chở đến mặt đường. Một xí nghiệp sản xuất hỗn hợp bê tông như vậy có thể đảm bảo cung cấp bê tông để xây dựng một đoạn đường làm mới tối đa là $30 \div 50$ km.

Trộn hỗn hợp bê tông ở xí nghiệp thì có thể cơ giới hoá và tự động hoá đến mức cao nhất toàn bộ quá trình công nghệ, giảm giá thành và tăng chất lượng của bê tông lên nhiều. Tuy nhiên khi trộn bê tông ở xí nghiệp thì cự ly vận chuyển hỗn hợp bị hạn chế (do thời gian ngưng kết của xi măng).

Ở các nước công nghiệp phát triển, người ta thường trộn hỗn hợp bê tông theo hình thức này.

Ở xí nghiệp sản xuất chế tạo hỗn hợp bê tông xi măng thường phải tiến hành các loại công tác sau: tiếp nhận và bảo quản vật liệu; vận chuyển vật liệu trong nội bộ xí nghiệp; cân đong vật liệu và trộn hỗn hợp bê tông; vận chuyển hỗn hợp đã trộn xong từ xí nghiệp đến nơi sử dụng.

Như vậy ở một xí nghiệp bê tông xi măng thường gồm các phân xưởng sau: Các kho bãi vật liệu, phân xưởng vận chuyển, phân xưởng trộn và phân xưởng cung cấp năng lượng. Ngoài ra còn phải bố trí phòng thí nghiệm, kho xăng dầu, kho phụ tùng, trạm sửa chữa cơ khí, nhà làm việc, nhà ở v.v..

5.2. CÔNG TÁC TIẾP NHẬN VÀ BẢO QUẢN VẬT LIỆU

Muốn cho công tác ở xí nghiệp sản xuất hỗn hợp bê tông xi măng tiến hành được đều đặn liên tục, cần phải bố trí một hệ thống kho bãi để tiếp nhận bảo quản xi măng, đá dăm, sỏi, cát và các vật liệu khác, trong đó quan trọng nhất là xi măng nhất là khi sử dụng xi măng rời.

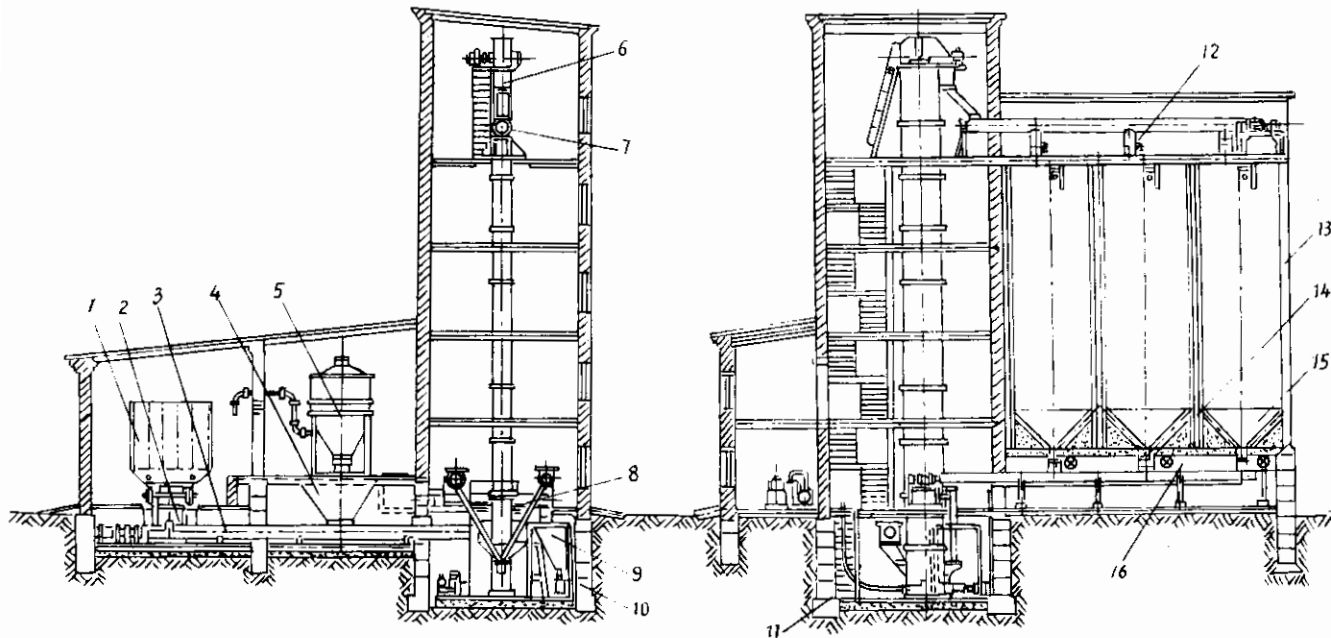
Xi măng là loại vật liệu dễ hút ẩm và biến chất, vì vậy cần được bảo quản cẩn thận trong các kho khô ráo, kín, có tường, sàn, mái được cách ẩm tốt.

Với xi măng đóng bao, cần dựa theo số hiệu xi măng và lô sản xuất để phân biệt bảo quản trong kho. Để tránh cho những bao xi măng phía dưới bị chập lại, chỉ nên chất thành các đồng cao từ $10 \div 12$ bao, chiều rộng đồng từ $5 \div 10$ bao, mỗi đồng không quá 1000 bao. Không nên xếp thành một đồng to liền, mà trong mỗi đồng nên xếp thành từng hàng, mỗi hàng gồm hai bao gối đầu vào nhau, hàng nọ cách hàng kia và cách tường vách chung quanh ít nhất là 0,7 m. Giữa hai đồng phải chừa đường đi rộng ít nhất là 1 m.

Khi bảo quản lâu dài, xi măng hút ẩm và chập lại (dung trọng từ $1 \div 1,2$ T/m³ tăng đến $1,5 - 1,7$ T/m³), cường độ bị giảm dần. Theo kinh nghiệm, với xi măng đóng bao, sau khi bảo quản trong kho 3 tháng cường độ đã giảm xuống 20%, sau 6 tháng cường độ giảm 30% và sau 1 năm thì giảm 40%. Vì vậy cần theo dõi việc nhập và xuất xi măng cẩn thận, xi măng nhập trước phải xuất trước. Thời gian kể từ khi xuất xưởng đến khi sử dụng xi măng, không được quá 6 tháng. Khi cấp phát xi măng không nên lấy từ trên xuống mà phải lấy từ hai bên đồng trước, tránh làm tăng mặt tiếp xúc của xi măng với mái và tường vách của kho.

Với xi măng rời có thể bảo quản trong các kho kiểu vựa thóc, kho hình phễu, kho nửa hình phễu và kho xilô. Kho kiểu vựa thóc có nhược điểm là khó cơ giới hoá khâu tiếp nhận và bảo quản nên ít được sử dụng. Kho hình phễu cũng có nhược điểm: kết cấu kho chưa hợp lý, bốc dỡ không thuận tiện và khó xây dựng. Kho nửa hình phễu có thể bảo quản trong 10 ÷ 12 nghìn tấn xi măng rời, cơ giới hoá thuận tiện, tuy nhiên chất lượng bảo quản không tốt lắm.

Các kho kiểu xilô làm bằng thép hoặc xi măng lưới thép dùng để bảo quản xi măng rời thuận tiện hơn cả. Loại kho này gồm có những ngăn xilô riêng rẽ dạng hình ống, mỗi ngăn chỉ bảo quản loại xi măng cùng số hiệu và do một nhà máy sản xuất. Phần dưới của mỗi ngăn có dạng hình nón mà đáy được trang bị một hệ thống vận chuyển, bốc dỡ xi măng bằng hơi ép. Hình 5-3 là sơ đồ của kho xilô chứa xi măng dung tích 600T.



Hình 5-3. Sơ đồ kho xi măng cơ giới hoá.

1. Toa xe tự đổ; 2. Thiết bị bốc dỡ; 3. Thiết bị chuyên tải kiểu guồng xoắn;
4. Phễu tiếp nhận; 5. Máy dỡ xi măng; 6. Băng chuyền gầu thẳng đứng;
7. Guồng tải trên xilô; 8. Guồng tải chuyển tiếp; 9. Phễu phối liệu; 10. Bơm hơi ép; 11. Ống dẫn xi măng; 12. Miệng chảy hai ống; 13. Xilô; 14. Tấm chắn;
15. Đáy thông khí; 16. Guồng tải dưới xilô.

Có mấy phương pháp bốc dỡ xi măng từ các phương tiện vận chuyển vào kho:

1. Bốc dỡ bằng trọng lực: áp dụng trong trường hợp xi măng rời được vận chuyển trong các toa tự đổ kiểu hình phễu, trong các ô-tô chuyên dụng chở xi măng có xitéc nghiêng v.v.. và khi xi măng được đổ vào các thiết bị thu nhận thấp hơn độ cao của đường vận chuyển.

2. Dùng các máy bốc dỡ cường độ tương đương hợp xi măng ở trong các toa kín và các ô tô chở xi măng có lắp thiết bị bốc dỡ kiểu cánh quạt để cho xi măng vào thùng chứa hoặc bốc dỡ xi măng theo trọng lực.

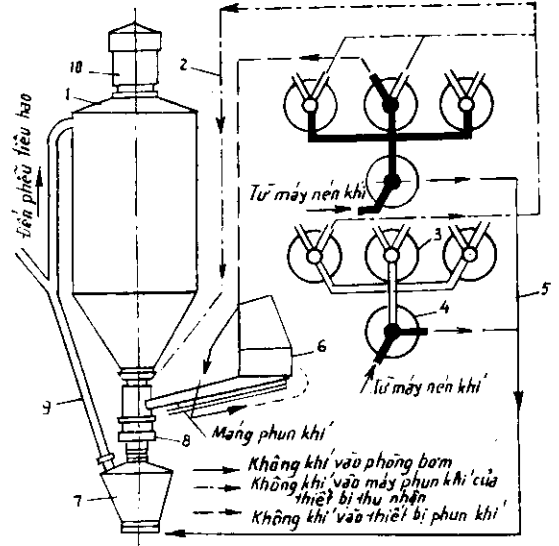
3. Phương pháp bốc dỡ bằng hơi ép: dùng hơi ép để bốc dỡ xi măng đựng trong các toa kín và ô tô chuyên dụng chở xi măng để đổ xi măng vào các thiết bị thu nhận đặt cao hơn vị trí toa xe hoặc chuyển vào các xitéc tự hành đặt cách xa 50 m.

Vận chuyển xi măng rời bằng hơi ép là phương pháp hợp vệ sinh và thuận tiện nhất. Nguyên tắc tác dụng của phương pháp này dựa trên năng lực vận chuyển của không khí theo đường ống với tốc độ bảo đảm di chuyển được các hạt xi măng lơ lửng trong luồng không khí.

Khi cự ly dưới 200 m có thể dùng bơm hơi ép kiểu hộp để vận chuyển xi măng. Loại bơm này cấu tạo đơn giản, không cần động cơ để truyền động, không có nhiều chi tiết phức tạp và chóng mòn. Nguyên tắc làm việc của bơm này (hình 5-4) là dựa vào tác dụng của không khí nén để dồn ép vật liệu dạng bột vào ống dẫn - Lưu lượng không khí của bơm từ 22 ÷ 45 m³/phút, áp lực công tác 4 ÷ 6 kG/cm², năng suất đạt 40 ÷ 100 T/h.

Để cơ giới hoá đồng bộ các khâu bốc, dỡ, vận chuyển xi măng trên các công trường xây dựng loại nhỏ, có thể dùng các ô tô chở xi măng chuyên dụng của Liên Xô C-596 và C-927. Các ô tô chuyên dụng này có thể bơm xi măng rời vào các kho xi-lô hoặc các toa kín chở xi măng, vận chuyển xi măng và khi cần thiết thì hút xi măng từ các kho xi-lô, hoặc toa xe kín vào ô tô.

Năng suất của ô tô chuyên dụng chở xi măng phụ thuộc vào cự ly vận chuyển, dung tích của xitéc và được xác định theo công thức:



Hình 5-4. Sơ đồ vận chuyển xi măng trong kho xi-lô bằng bơm hộp.

1. Xi-lô chứa xi măng; 2. Ống vận chuyển xi măng; 3. Vòi phân phối hơi ép của thiết bị bơm khí của xi-lô; 4. Vòi phân phối hơi ép của bơm hộp; 5. Ống gió; 6. Phân tiếp nhận xi măng từ toa xe và ô tô chuyên dụng; 7. Bơm hộp; 8. Rãnh hơi; 9. Ống dẫn xi măng; 10. Bộ lọc.

$$P = \frac{T \cdot 60 \cdot q_k \cdot k_T}{t_{bq} + \sum t},$$

trong đó:

T - Thời gian làm việc trong một ca (giờ); t_{bq} - Thời gian bốc dỡ 1 tấn xi măng (giờ);

$\sum t$ - Thời gian chạy xe (phút); $(\sum t = \frac{L_1}{v_1} + \frac{L_2}{v_2})$ với L_1 - Cự ly chạy xe có hàng (km);

L_2 - Cự ly chạy xe không (km); v_1, v_2 - Tốc độ chạy xe có hàng và chạy xe không (km/giờ);

q - Trọng tải của ô tô chở xi măng (T); k_T - Hệ số sử dụng trọng tải. Cự ly vận chuyển hợp lý xi măng bằng các loại ô tô chuyên dụng chở xi măng có thể tham khảo ở bảng 5-1.

Số lượng ô tô chở xi măng cần thiết để bảo đảm cho xí nghiệp sản xuất hỗn hợp xi măng làm việc liên tục, bằng:

$$i = \frac{Q_{ca}}{P}$$

trong đó:

Q_{ca} - Lượng xi măng cần dùng trong 1 ca của xí nghiệp (T);

P - Năng suất của ô tô chở xi măng, tính như trên;

5.3. CÂN ĐONG VẬT LIỆU VÀ TRỘN HỖN HỢP BÊTÔNG

Việc cân đong vật liệu và trộn hỗn hợp bê tông được tiến hành trong trạm trộn bê tông.

Các trạm trộn bê tông phải bảo đảm được yêu cầu là sản xuất hỗn hợp bê tông theo đúng thành phần thiết kế, có độ linh động (độ sệt hoặc độ cứng) và độ đồng nhất cần thiết. Thiết bị cân đong và thiết bị trộn là hai bộ phận chủ yếu của trạm trộn, nhằm bảo đảm được yêu cầu trên.

Bảng 5-1

Cự ly vận chuyển xi măng hợp lý của một số ô tô chuyên dụng của Liên Xô cũ

Tên xe	Trọng tải của ô tô chở xi măng (T)	Dung tích xi-téc (m ³)	Cự ly vận chuyển hợp lý (km)	Cự ly chuyển xi măng khi bốc dỡ (m)
C - 853	8	7	50	25/50*
C - 507A	12	11	100	25/50
C - 972	13,5	11,8	100	25/50
C - 652	22	21,0	300	25/50
C - 956	3,5	3,2	25	25/50
C - 927	8	7	50	25/50

Ghi chú: * Tử số là cự ly chuyển theo hướng thẳng đứng, mẫu số là cự ly chuyển theo hướng nằm ngang.

Yêu cầu độ chính xác khi cân đong các thành phần của bê tông như sau: xi măng và nước không quá $\pm 1\%$, cốt liệu không quá $\pm 3\%$ theo trọng lượng. Nói chung thiết bị cân đong của các trạm trộn bê tông đảm bảo được yêu cầu này, nhưng cần phải chú ý điều chỉnh lượng nước kịp thời khi độ ẩm của cốt liệu thay đổi (do mưa, nắng...).

Thiết bị trộn hỗn hợp bê tông được phân loại theo cách đưa vật liệu vào máy, theo nguyên tắc trộn hoặc theo sự bố trí của thiết bị trong không gian.

Dựa theo nguyên tắc trộn người ta chia thành máy trộn tự do, máy trộn cưỡng bức và máy trộn chấn động.

Dựa theo cách đưa vật liệu vào máy người ta chia thành máy trộn tác dụng chu kỳ (trộn theo từng mẻ trộn) và máy trộn tác dụng liên tục.

Với máy trộn chu kỳ, vật liệu được cân đong theo từng mẻ bảo đảm độ chính xác cao nhưng năng suất thấp và cần phải lắp đặt thiết bị trên tháp trộn khá cao.

Với máy trộn tác dụng liên tục, việc cho vật liệu vào và đổ bê tông ra được tiến hành đồng thời. Ưu điểm của nó là sản xuất hỗn hợp bê tông ra liên tục, do đó năng suất rất cao. Khuyết điểm chủ yếu là khó kiểm tra thành phần phối hợp và tình hình trộn, nên chất lượng bê tông không đồng đều.

Hiện nay khi xây dựng mặt đường bê tông ở Liên Xô đã sử dụng phổ biến loại máy trộn tác dụng liên tục C-780 để trộn các loại bê tông với cốt liệu lớn nhất 40 mm, năng suất 30 m³/h. Năm 1975 khi xây dựng mặt đường bê tông xi măng đường Hùng Vương (Hà Nội), ta cũng đã sử dụng trạm trộn C-780 này rất có hiệu quả.

Quá trình công nghệ chế tạo hỗn hợp bê tông xi măng thường gồm các bước sau đây: phân loại đá thành hai nhóm (hạt lớn và nhỏ), cân đong vật liệu đá, cát, xi măng, các chất phụ gia và nước rồi phối hợp các vật liệu đó với nhau và tiến hành trộn.

Bước công nghệ chủ yếu khi chế tạo bê tông là giai đoạn trộn hỗn hợp. Tùy theo loại hỗn hợp cần trộn (hỗn hợp khô hoặc hỗn hợp dẻo), độ sệt của bê tông, trình tự đưa vật liệu vào máy trộn, thời gian trộn, kiểu máy trộn... mà hiệu quả trộn sẽ khác nhau. Chất lượng trộn sẽ tốt nhất nếu cho vật liệu vào máy theo trình tự sau: đầu tiên trộn đá dầm với nước (khoảng 15 ÷ 20% lượng nước toàn bộ) rồi cho xi măng vào trộn, sau đó cho phần nước còn lại và cát vào. Thời gian cần thiết để trộn đều một mẻ bê tông, kể từ lúc đổ toàn bộ vật liệu vào máy đến lúc bắt đầu đổ bê tông ra phải do thí nghiệm quyết định. Nếu giảm thời gian trộn 10% so với thời gian quy định thì cường độ bê tông đã giảm xuống khá nhiều. Tuy nhiên tăng thời gian trộn lên thì cường độ chỉ tăng lên chút ít nhưng năng suất lại giảm. Khi dùng đá nhỏ thì nên tăng thời gian trộn lên 20 ÷ 30% để đảm bảo chất lượng bê tông. Trộn hỗn hợp bê tông khô dùng để xây dựng mặt đường bằng máy trộn cưỡng bức hoặc máy trộn chấn động, vì như vậy có thể tăng cường độ nén 20 ÷ 30%, tăng cường độ chịu uốn 10 ÷ 20% so với khi trộn bằng máy trộn tự do.

Để tránh cho máy trộn làm việc quá tải thì tổng thể tích vật liệu cho vào máy không được lớn hơn thể tích thùng trộn 10%. Cần chú ý là nếu máy trộn có thể tích thùng trộn là V thì mỗi mẻ chỉ sản xuất được một khối lượng hỗn hợp bê tông là kV (với k là hệ số sản lượng thường bằng 0,68 ÷ 0,70).

Khi thiết kế và tổ chức xí nghiệp sản xuất hỗn hợp bê tông xi măng (trạm trộn bê tông xi măng) phải căn cứ vào tốc độ, thời hạn thi công mặt đường, kết cấu mặt đường; căn cứ vào tình hình cung cấp vật liệu và các điều kiện cụ thể khác của địa phương, tình hình đường công vụ, nguồn nước, nguồn điện, tình hình cung cấp nhiên liệu và các điều kiện khác. Xí nghiệp phải đảm bảo cung cấp đầy đủ, kịp thời khối lượng hỗn hợp bê tông có chất lượng tốt để xây dựng đường. Khi thiết kế xí nghiệp bê tông xi măng phải giải quyết các vấn đề sau:

1. Chọn vị trí của xí nghiệp

Khi chọn vị trí, ngoài những yêu cầu chung ở trên còn phải lưu ý đến một đặc điểm riêng là hỗn hợp bê tông xi măng phải được thi công xong trước khi xi măng bắt đầu ngưng kết. Vì vậy phải căn cứ vào loại xe và tình hình đường vận chuyển để chọn khoảng cách từ xí nghiệp đến nơi thi công cho thích đáng.

2. Xác định năng suất của xí nghiệp và số lượng vật liệu cần thiết

Năng suất yêu cầu của xí nghiệp bê tông xi măng trong 1 năm (P_n) hoặc 1 mùa xây dựng xác định theo công thức:

$$P_n = m_1 S_1 h_1 + m_2 S_2 h_2 + Q (m^3),$$

trong đó:

m_1, m_2 - Hệ số xét đến khối lượng hỗn hợp bê tông phải tăng lên do lớp móng không bằng phẳng; $m_1 = 1,02 \div 1,03$; $m_2 = 1,05 \div 1,07$; S_1, S_2 - Diện tích (m^2) của lớp trên và lớp dưới mặt đường bê tông với chiều dày tương ứng h_1, h_2 (m); Q - Khối lượng bê tông dùng để chế tạo các cấu kiện đúc sẵn và cho các nhu cầu khác (m^3).

Số lượng vật liệu cần thiết để chế tạo hỗn hợp bê tông được tính toán theo tỷ lệ phối hợp.

3. Chọn sơ đồ công nghệ và máy móc thiết bị

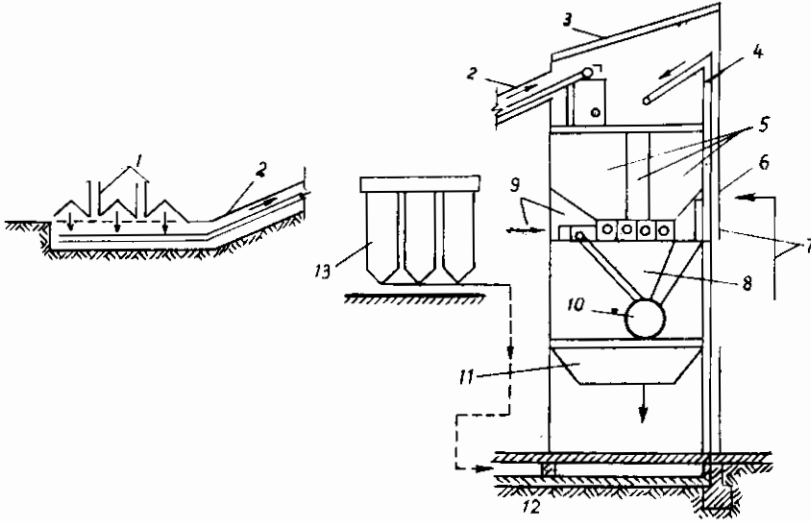
Việc chế tạo hỗn hợp bê tông có thể tiến hành theo sơ đồ công nghệ một cấp hoặc sơ đồ công nghệ hai cấp.

Hình 5-5 giới thiệu một xí nghiệp làm việc theo sơ đồ công nghệ một cấp để chế tạo hỗn hợp bê tông trong máy trộn tác dụng chu kỳ.

Theo sơ đồ công nghệ này, băng chuyền sẽ vận chuyển đá dăm và cát từ các đồng vật liệu đến phễu nhập và phân loại đá cát rồi qua thiết bị cân đong vào phễu cấp liệu có van tháo và sau đó vào máy trộn. Nước và các chất phụ gia cũng được đưa vào máy trộn theo khối lượng tính toán. Sau khi trộn xong thì tháo hỗn hợp xuống phễu phân phối để đi vào xe vận chuyển.

Áp dụng sơ đồ công nghệ này thì có thể cơ giới hoá và tự động hoá các bước công nghệ chủ yếu, tuy nhiên cần phải xây dựng tháp trộn cao khoảng 20m tốn nhiều vật liệu và thời gian lắp dựng, vì vậy thường áp dụng ở các xí nghiệp bê tông cố định.

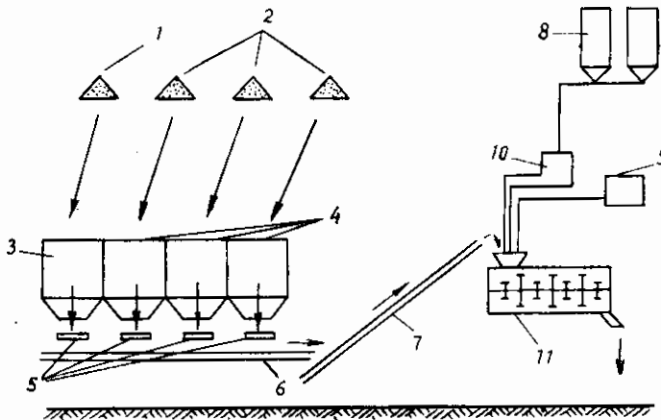
Với các xí nghiệp làm việc theo sơ đồ công nghệ hai cấp thì trong cấp thứ nhất vật liệu được đưa đến phễu thu nhận rồi qua thiết bị cân đong và tập trung vào băng chuyền tập hợp. Cấp thứ hai vật liệu được đưa từ băng chuyền tập hợp vào máy trộn, hỗn hợp bê tông trộn xong được tháo vào phễu phân phối hoặc xe vận chuyển.



Hình 5-5. Sơ đồ quá trình công nghệ chế tạo bê tông xi măng trong máy trộn tác dụng chu kỳ.

1. Các đồng đá dăm và cát; 2. Máy vận chuyển nhiều gầu; 3. Phễu nhập và phân loại đá, cát; 4. Băng chuyển gầu cấp xi măng; 5. Phễu thu nhập vật liệu; 6. Thiết bị cân đong; 7. Thiết bị cấp và đong nước; 8. Phễu cấp vật liệu có van tháo; 9. Thiết bị cấp và cân các chất phụ gia; 10. Máy trộn tác dụng chu kỳ; 11. Phễu phân phối đưa vật liệu ra; 12. Đường ống cấp xi măng; 13. Kho xi măng.

Hình 5-6 giới thiệu sơ đồ xí nghiệp bê tông làm việc theo sơ đồ công nghệ hai cấp để chế tạo hỗn hợp bê tông trong máy trộn tác dụng liên tục.



Hình 5-6. Sơ đồ quá trình công nghệ chế tạo hỗn hợp trong máy trộn tác dụng liên tục.

1. đồng cát; 2. các đồng đá dăm các loại; 3. phễu cát; 4. phễu đá dăm; 5. thiết bị cân đong liên tục (băng chuyển cân); 6. băng chuyển tập hợp; 7. băng chuyển; 8. kho xi măng; 9. thùng đựng nước; 10. thiết bị cân xi măng; 11. máy trộn liên tục.

Bố trí theo sơ đồ Công nghệ Hạng, sẽ giảm được chi phí đào tạo các tạp công nhân, tiết kiệm công xây lắp và khi cần có thể dùng máy xúc trực tiếp đổ vật liệu vào phễu thu nhập.

Năng suất của máy trộn tác dụng chu kỳ xác định theo công thức:

$$P = \frac{3600 V \gamma k_t k}{t_1 + t_2 + t_3} \text{ (T/giờ) ,}$$

trong đó: V - Dung tích của thùng trộn (m^3); γ - Dung trọng của hỗn hợp bê tông xi măng (T/m^3); $k_t = 0,9 - 0,95$ hệ số sử dụng thời gian; $k = 0,67$ hệ số sản lượng của hỗn hợp; t_1 - Thời gian đưa vật liệu vào máy; $t_1 = 10 \div 15$ giây; t_2 - Thời gian trộn, thay đổi theo loại máy trộn (giây); t_3 - Thời gian đưa hỗn hợp ra (giây).

Năng suất của máy trộn tác dụng liên tục xác định theo công thức:

$$P = 60 \cdot S \cdot l \cdot n \cdot \beta \cdot \gamma \text{ (T/giờ) ,}$$

trong đó: S - Diện tích tiết diện vật liệu trên băng chuyền (m^2); l - Bước của trục máy trộn (m); n - Số vòng quay của trục (vòng/phút); $\beta = 0,5$ - Hệ số xét đến sự ma sát của hỗn hợp với cánh của máy trộn; γ - Dung trọng của hỗn hợp (T/m^3).

Số lượng các máy trộn cùng loại cần thiết:

$$N = \frac{P_n(h)}{P} ,$$

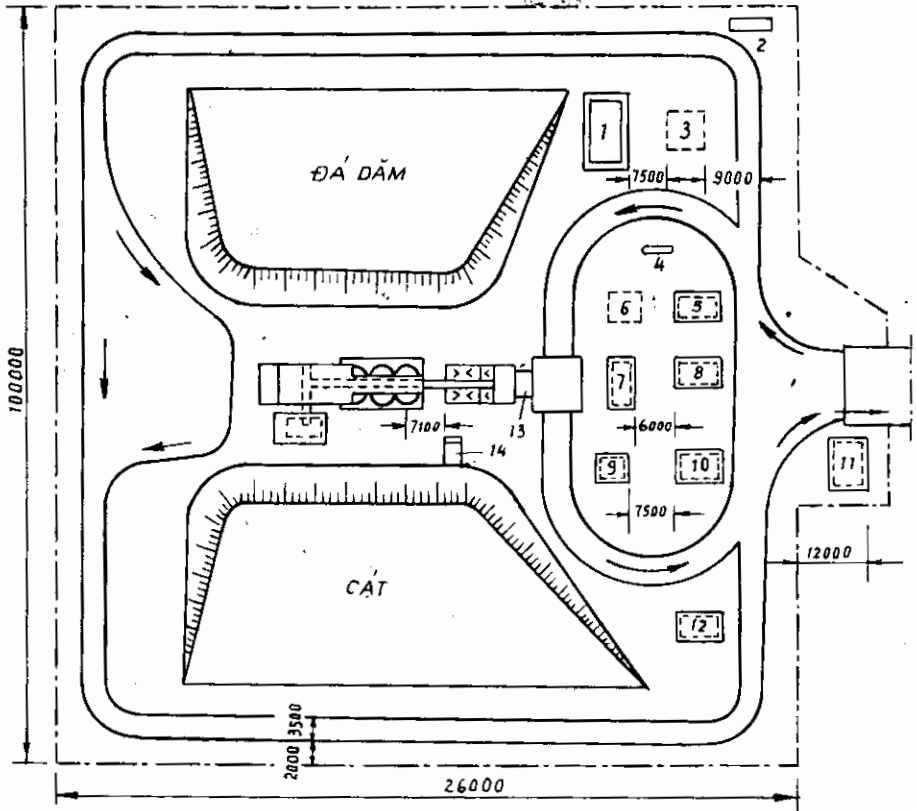
trong đó: P - Năng suất của máy trộn trong 1 giờ, lấy theo lý lịch máy hoặc tính theo các công thức trên; $P_n(h)$ - Năng suất yêu cầu trong 1 giờ của xí nghiệp, $P_n(h) = \frac{P_n}{Nk_t}$ với

P_n như trên; N - Số giờ làm việc của xí nghiệp trong năm, k_t - Hệ số sử dụng thời gian.

4. Bố trí mặt bằng tổng thể của xí nghiệp bê tông xi măng

Khi giải quyết vấn đề này cần phải theo đúng những nguyên tắc chung của việc bố trí các xí nghiệp phục vụ xây dựng đường. Ngoài ra cần phải xét đến những đặc điểm riêng của xí nghiệp bê tông xi măng, đặc biệt là vấn đề cấp nước và cung cấp năng lượng, hơi ép (để vận chuyển xi măng rời).

Mặt bằng tổng thể của xí nghiệp bê tông xi măng bố trí ở gần tuyến đường thi công vẽ ở hình 5-7.



Hình 5-7. Mặt bằng tổng thể của xí nghiệp bê tông xi măng bố trí ở gần tuyến đường thi công.