

CHƯƠNG IV

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 cacbonát, bê tông cát, bê tông kêrămdit...

- Bê tông cacbonát 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 cacbonát (đá vôi và đô-lô-mít) nên sự dính bám của cốt liệu và xi măng rất tốt. Sử dụng bê tông cacbonát ở các vùng gần các xí nghiệp đá dăm vôi và thiếu cát thiên nhiên là hợp lý nhất. Dùng bê tông cacbonát 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 trực tiếp chịu tác dụng của tải trọng xe chạy, 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 bẩn, 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:

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

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 $\alpha_t \cdot 10^{-8}$ 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 hã 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

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 ($D_{max} \nless a$, 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 đối 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:

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

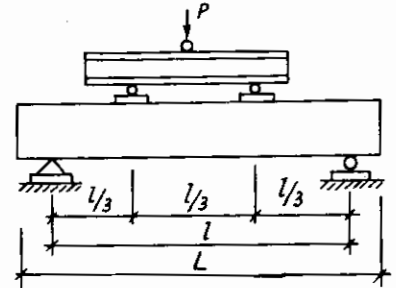
trong đó:

δ - hệ số tính đối, 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 mẫu thí nghiệm không bị phá hoại ở trong khoảng phần ba 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 làm mặt đường, phải dùng cát hạt lớn với lượng sót lại trên sàng 0,63mm không dưới 30% và qua so sánh 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 $D_{\max} = 40\text{mm}$ khi làm lớp mặt ; $D_{\max} = 70\text{mm}$ 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 $D_{\max} = 70\text{mm}$ chia thành hai nhóm 5 ÷ 40 và 40 ÷ 70mm, khi $D_{\max} = 40\text{mm}$ chia thành hai nhóm 5 ÷ 20 và 20 ÷ 40mm, khi $D_{\max} = 20\text{mm}$ 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:

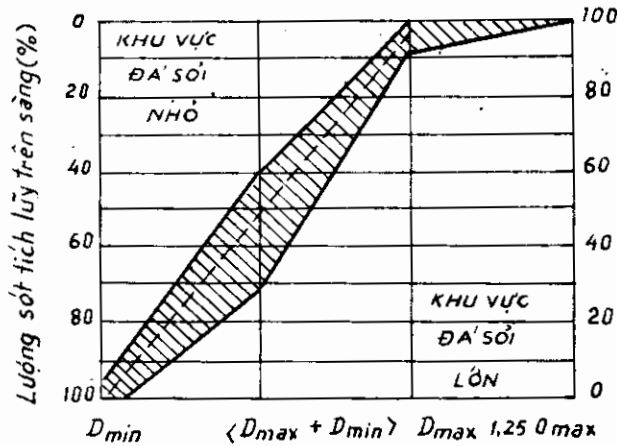
$$D_{\min} = 100 \div 95\%; 0,5 (D_{\min} + D_{\max}) = 40 \div 70\%$$

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

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

d. Yêu cầu đối với nước dùng trong hỗn hợp bê tông

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 HỖN HỢP BÊTÔNG LÀM ĐƯỜNG

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..).

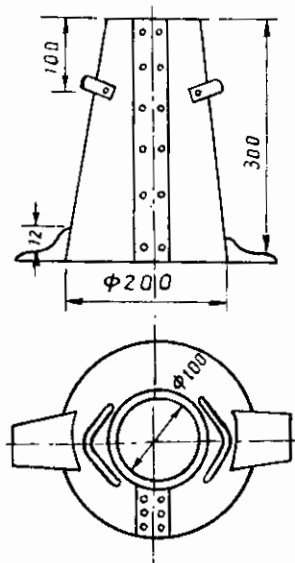
Độ dễ thi công của hỗn hợp bê tông được đặc trưng bằng các chỉ tiêu nói lên khả năng có thể đổ, đầm chặt hỗn hợp bê tông đến độ chặt cần thiết một cách nhanh chóng và tốn ít năng lượng nhất, bảo đảm cho bê tông có độ chặt cao và có kết cấu đồng nhất. Các chỉ tiêu đó là độ sệt (độ lưu động) và độ dẻo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

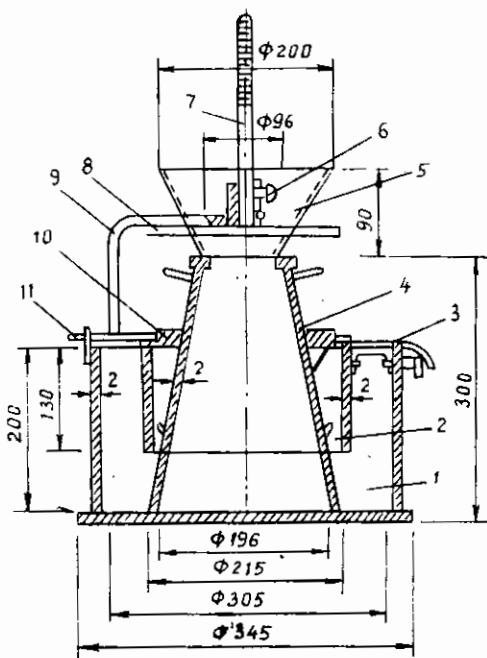
Độ sụt của hỗn hợp bê tông được xác định bằng thí nghiệm với hình nón tiêu chuẩn (hình 4-3). Cho hỗn hợp bê tông vào hình nón (sau khi đã làm ướt mặt trong) thành ba lớp chiều cao giống nhau, mỗi lớp xọc 25 lần bằng thanh sắt $\phi 10\text{mm}$. Sau khi đầm xong, gạt phần bê tông thừa rồi từ từ nhấc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

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 .

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

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).

2. Theo bảng 4-7 hoặc theo kinh nghiệm xác định lượng nước trong $1m^3$ bê tông.

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

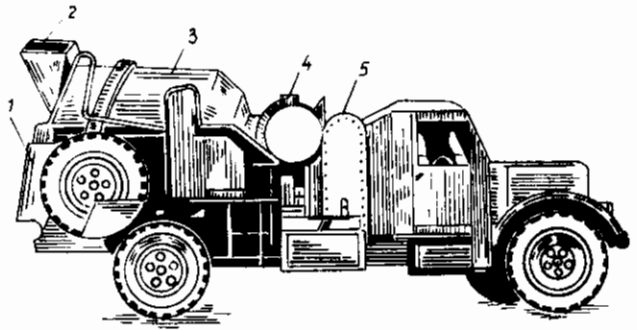
5.1. ĐẶC ĐIỂM CỦA VIỆC CHẾ TẠO HỖN HỢP BÊTÔNG TRONG XÂY DỰNG MẶT ĐƯỜNG

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.

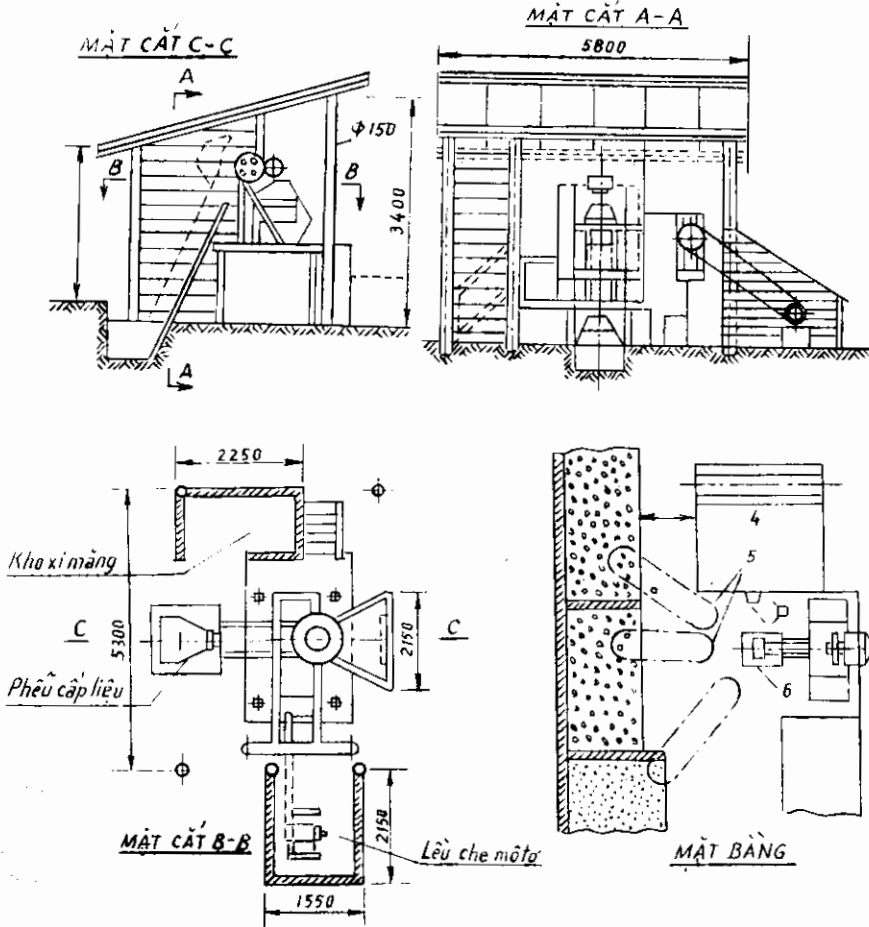
1. Máng tháo hỗn hợp trộn xong; 2. Phễu cấp liệu;
3. Thùng trộn; 4. Thùng đựng nước; 5. Động cơ.

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 trong 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 cố định hoặc nửa cố định 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.

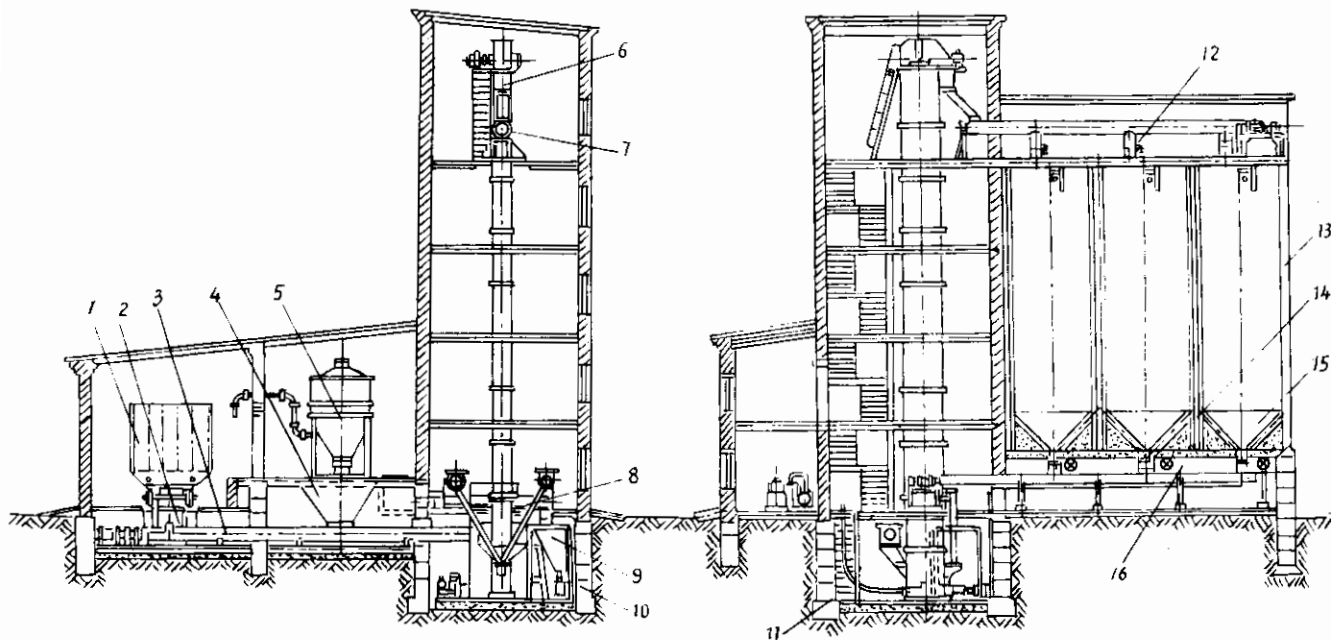
Xi măng là loại vật liệu dễ hút ẩm và biến chất, vì vậy cần được bảo quản cẩn thận trong các kho khô ráo, kín, có tường, sàn, mái được cách ẩm tốt.

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 chuyển 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 bức trong trường hợp xi măng chở 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 xilô hoặc các toa kín chở xi măng, vận chuyển xi măng và khi cần thiết thì hút xi măng từ các kho xilô, 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:

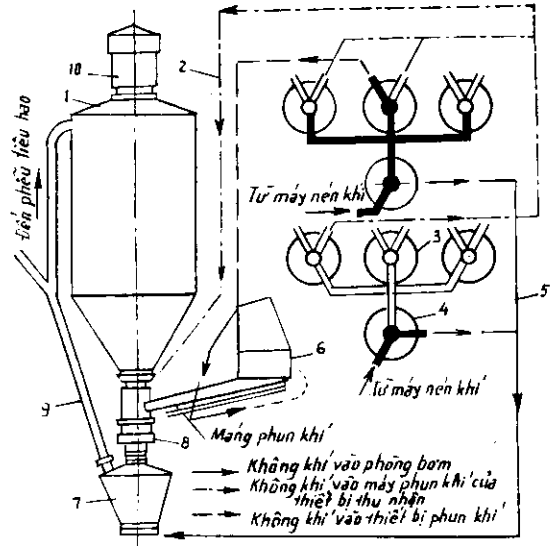
$$P = \frac{T \cdot 60 \cdot q \cdot k_t \cdot k_T}{t_{bq} + \sum t},$$

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);



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

1. Xilô chứa xi măng; 2. Ống vận chuyển xi măng; 3. Vòi phun hơi ép của thiết bị bơm khí của xilô; 4. Vòi phun 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.

q - Trọng tải của ô tô chở xi măng (T); k_t - Hệ số sử dụng thời gian; 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).

5.4. CÁC VẤN ĐỀ CHỦ YẾU KHI THIẾT KẾ XÍ NGHIỆP BÊTÔNG XI MĂNG

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

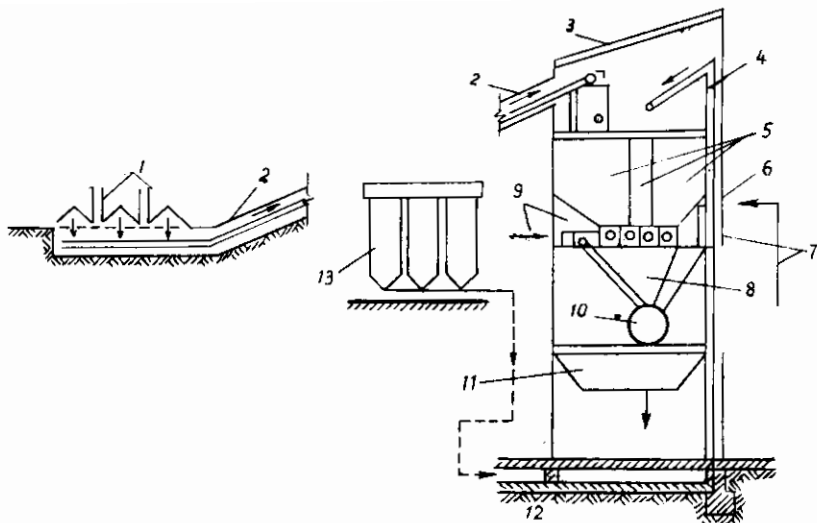
Việc chế tạo hỗn hợp bê tông có thể tiến hành theo sơ đồ công nghệ một cấp hoặc sơ đồ công nghệ hai cấp.

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.

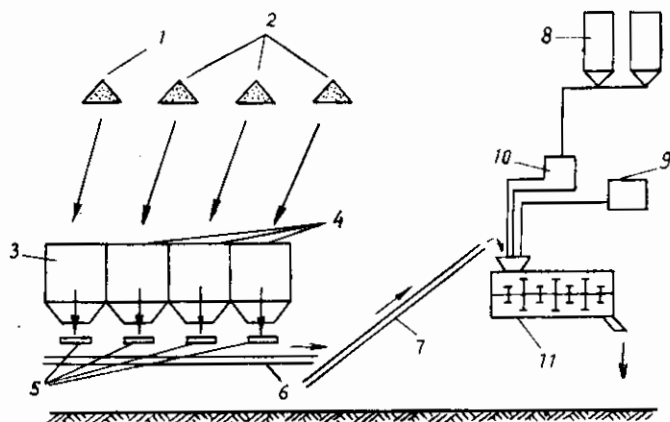
Với các xí nghiệp làm việc theo sơ đồ công nghệ hai cấp thì trong cấp thứ nhất vật liệu được đưa đến phễu thu nhận rồi qua thiết bị cân đong và tập trung vào băng chuyền tập hợp. Cấp thứ hai vật liệu được đưa từ băng chuyền tập hợp vào máy trộn, hỗn hợp bê tông trộn xong được tháo vào phễu phân phối 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 này, sẽ giảm được chiều cao cấu tạo của trạm trộn, 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:

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

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:

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

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:

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

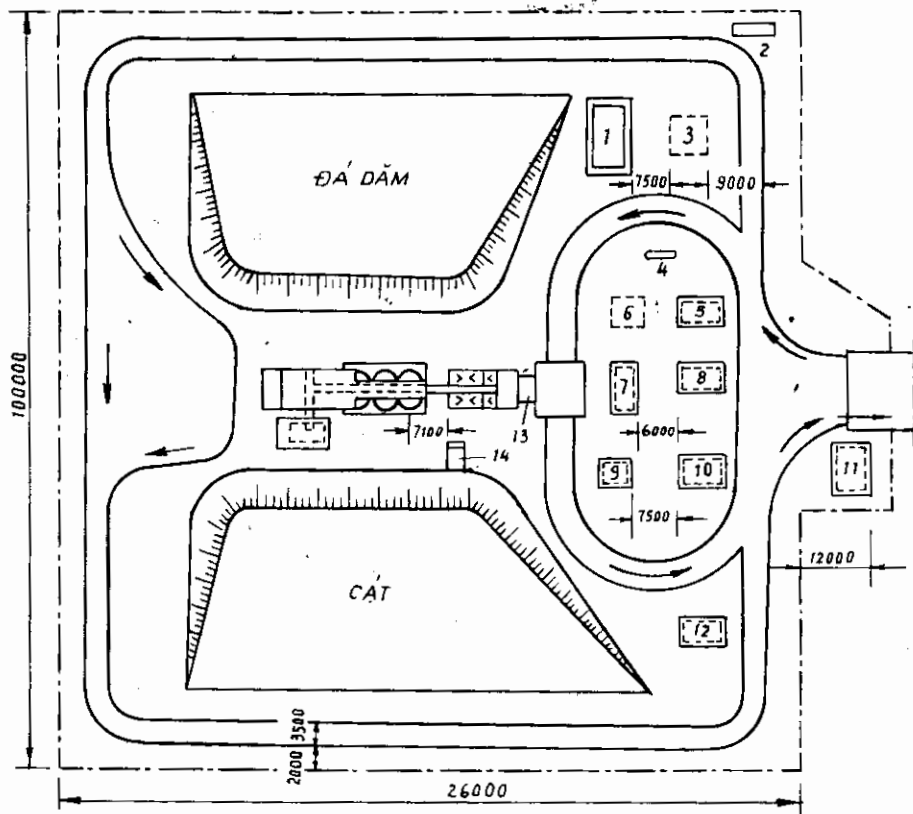
trong đó: P - Năng suất của máy trộn trong 1 giờ, lấy theo lý lịch máy hoặc tính theo các công thức trên; $P_n(h)$ - Năng suất yêu cầu trong 1 giờ của xí nghiệp, $P_n(h) = \frac{P_n}{Nk_t}$ với

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.

CHƯƠNG VI

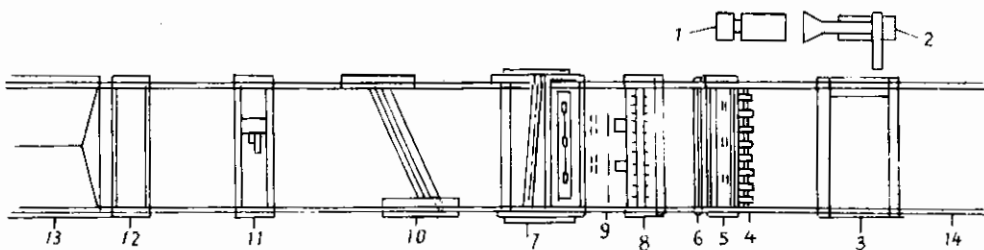
XÂY DỰNG MẶT ĐƯỜNG BÊTÔNG XI MĂNG ĐỔ TẠI CHỖ

6.1. SO SÁNH VÀ CHỌN PHƯƠNG PHÁP THI CÔNG

Phương pháp thi công cơ giới nhỏ dùng nhân lực rải san, chấn động bằng đầm dùi, đầm bàn và dùng đầm ngựa để làm bằng, sử dụng nhiều lao động, tiến độ thi công tương đối chậm (mỗi ngày khoảng 100 m dài), chất lượng thi công khó khống chế chặt chẽ (nhất là cường độ và độ đồng đều về chiều dày, độ bằng phẳng). Do đó phương pháp này chỉ thích hợp trong một phạm vi nhỏ trên các đoạn đường không thể sử dụng máy đổ bê tông hoặc trên các đường ô tô cấp tương đối thấp.

Trước mắt trong điều kiện hạn chế về thiết bị và kỹ thuật, phương pháp này được sử dụng rộng rãi ở nước ta, và dùng cả trong việc xây dựng mặt đường của các đường cấp cao.

Trên các mặt đường cấp cao, để khống chế chặt chẽ chất lượng thi công, nhất là độ bằng phẳng phải sử dụng các máy rải, chấn động và hoàn thiện chuyên dụng. Phương pháp rải bằng máy rải chạy trên ván khuôn ray gồm có máy rải bê tông, thanh đầm chấn động, thanh là hoàn thiện, thiết bị bố trí cốt thép ở khe nối và thanh truyền lực - Tổ hợp các loại máy này vẽ ở hình 6-1 - Ưu điểm của phương pháp thi công này là dùng các thiết bị thi công tương đối đơn giản, yêu cầu kỹ thuật đối với nhân viên thao tác và sửa chữa không cao - Tiến độ thi công mỗi ngày khoảng 100 - 150 m dài và cần nhiều nhân lực.



Hình 6-1. Bộ máy đổ mặt đường bê tông chạy trên khuôn ray.

1. Ô tô tự đổ; 2. Thiết bị tiếp nhận bê tông; 3. Máy rải bê tông kiểu phễu; 4. Guồng san hỗn hợp bê tông; 5. Thanh chấn động; 6. Thanh xoa phẳng; 7. Máy đầm - hoàn thiện; 8. Thiết bị đặt thanh truyền lực của khe ngang; 9. Thiết bị đặt thanh truyền lực của khe dọc; 10. Thanh là chéo; 11. Máy tạo nhám bề mặt; 12. Phun lớp tạo màng bảo dưỡng; 13. Mái che.

Phương pháp thi công bằng bộ máy đổ bê tông chạy trên đường ray cần đặt một số lượng lớn ván khuôn và các thanh chắn ngang vì vậy ảnh hưởng đến tốc độ thi công. Phương pháp đổ bê tông bằng máy rải có ván khuôn trượt bỏ được ván khuôn, dùng hệ thống dẫn hướng và tự động khống chế phương hướng và cao trình rải và dùng một dàn máy hoàn thành việc rải, đầm chặt, hoàn thiện và đặt thanh truyền lực và thanh chịu kéo. Phương pháp này giảm được nhiều sức lao động và máy móc, tốc độ thi công tương đối nhanh (mỗi ngày được từ 400 - 500 m dài). Tuy nhiên do tốc độ thi công nhanh, cần phải cung ứng nhiều vật liệu, hỗn hợp bê tông và thiết bị vận chuyển nên chi phí xây dựng tương đối cao. Đồng thời kỹ thuật thao tác và bảo dưỡng sửa chữa thiết bị cũng yêu cầu cao.

Phương pháp đổ bê tông đầm chặt bằng lu cũng không sử dụng ván khuôn - Phương pháp này dùng máy san hoặc máy rải bê tông nhựa để đổ bê tông sau đó dùng lu chấn động và lu bánh lốp để lu chặt bê tông. Tốc độ thi công theo phương pháp này cũng rất cao, mỗi ngày có thể hoàn thành 200 - 250 m dài. Phương pháp này có ưu điểm là có thể thông xe ngay sau khi thi công và có thể thay một bộ phận chất liên kết bằng tro bay. Tuy nhiên đặc trưng bề mặt (độ bằng phẳng) thấp hơn lớp mặt bê tông thi công theo phương pháp chấn động, do đó hiện mới sử dụng cho các đường cấp tương đối thấp hoặc phải rải một lớp bê tông nhựa lên trên.

6.2. TRỘN VÀ VẬN CHUYỂN BÊ TÔNG

Hỗn hợp bê tông thường được trộn tại các trạm trộn bê tông dọc tuyến rồi dùng ô tô vận chuyển đến nơi thi công.

Trạm trộn bố trí cạnh các bãi chứa vật liệu và kho xi măng. Cốt liệu và xi măng thường cân theo trọng lượng, nước và phụ gia thì đong theo thể tích. Sai số cho phép khi cân đong: nước và xi măng 1%, cốt liệu 3%, phụ gia 2%. Nước chứa trong cốt liệu nước trộn phụ gia cũng phải được tính vào lượng nước sử dụng.

Có thể trộn hỗn hợp bê tông bằng máy trộn cưỡng bức hoặc máy trộn rơi tự do, thông qua việc cân các bộ phận vật liệu và cho vào máy trộn theo một trình tự nhất định - Thời gian cần thiết để trộn thay đổi theo số lượng trộn mỗi mẻ, trình tự cho vật liệu vào và độ sệt, phải thông qua việc trộn thử mà xác định.

Thời gian trộn tối thiểu với máy trộn rơi tự do là 90s, với máy trộn cưỡng bức là 60s, thời gian trộn không được vượt quá thời gian quy định 3 lần vì trộn quá lâu thì cốt liệu có thể bị vỡ nát.

Sản lượng của trạm trộn phải xác định theo yêu cầu của tiến độ thi công và thể tích bê tông cần rải cho 1 m dài mặt đường. Ví dụ, đối với phương pháp đổ bê tông bằng máy chạy trên đường ray, khoảng cách từ nơi rải đến nơi phun lớp màng bảo dưỡng là 50 m, nếu yêu cầu toàn bộ công tác thi công bê tông phải hoàn thành trong vòng 2h sau khi trộn, thì sản

lượng của trạm trộn bê tông ít nhất phải cung cấp đủ lượng hỗn hợp rải phía trước 30 m/h; nếu chiều rộng rải là 7,5 m và chiều dày lớp bê tông là 0,30 m thì mỗi giờ, phải có một sản lượng là $30 \times 7,5 \times 0,30 = 67,5 \text{ m}^3$. Phải dựa vào sản lượng yêu cầu này để chọn loại và số lượng máy trộn của trạm trộn.

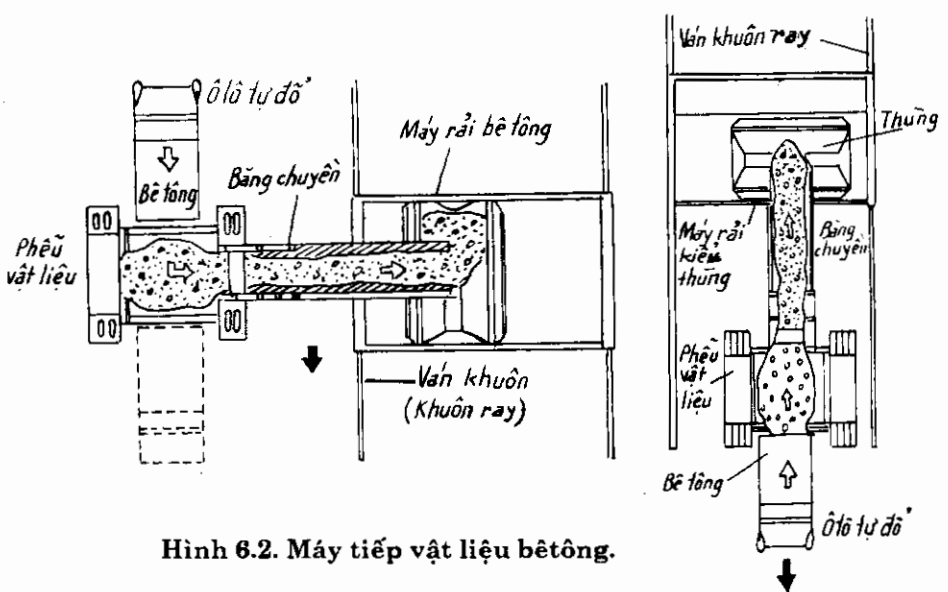
Hỗn hợp bê tông trộn xong thường được vận chuyển tới nơi thi công bằng ô tô tự đổ. Để chống bay hơi nước và phân tầng bê tông, cự ly từ trạm trộn đến nơi thi công không được quá xa, xa nhất cũng không quá 15 km, tốt nhất là trong vòng 5 - 6 km. Đồng thời thời gian từ khi bắt đầu trộn đến khi rải không quá 1 giờ. Căn cứ vào thời gian vận chuyển, thời gian lấy và đổ hỗn hợp và tốc độ rải thì có thể chọn loại và số xe vận chuyển. Trong quá trình vận chuyển phải phủ bạt chống nước bay hơi.

6.3. RẢI VÀ ĐÁM CHẶT BÊ TÔNG

Khi thi công theo phương pháp cơ giới nhỏ hoặc bằng máy rải chạy trên đường ray thì phải đặt ván khuôn hai bên trước khi rải. Ván khuôn bằng thép và dùng đinh sắt cố định với lớp móng. Mặt đỉnh ván khuôn phải cùng cao độ thiết kế của mặt đường, khe hở giữa đáy ván khuôn và lớp móng phải được chèn kín bằng vữa xi măng cát. Vị trí của ván khuôn xác định bằng máy kinh vĩ, cao độ đỉnh ván khuôn xác định bằng máy cao đạc thủy bình - Sau khi đặt ván khuôn chính xác về vị trí và cao độ thì quét một lớp dầu mỏng chống dính khi tháo khuôn.

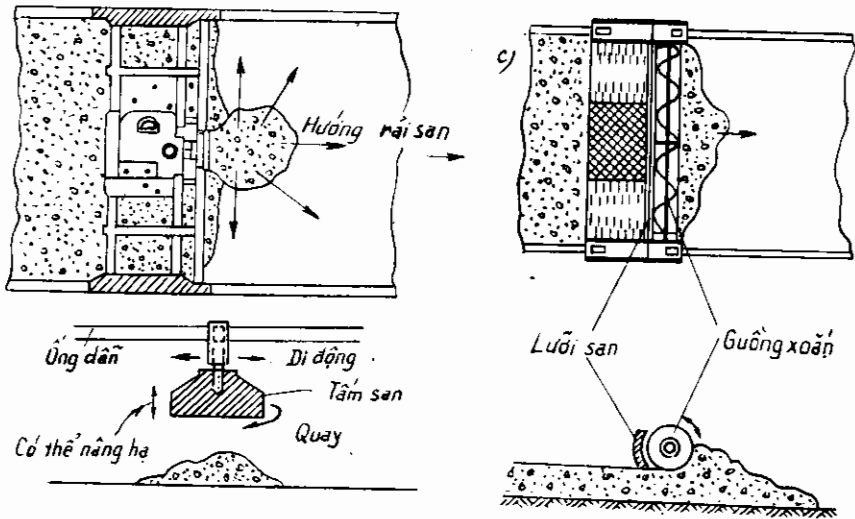
Sau khi vận chuyển hỗn hợp bê tông đến hiện trường có thể đổ trực tiếp vào nơi rải hoặc đổ vào máy tiếp liệu (xem hình 6-2).

Có các máy rải kiểu thùng, kiểu bàn gạt và kiểu guồng (hình 6-3).



Hình 6.2. Máy tiếp vật liệu bê tông.

a. Kiểu đổ bên; b. Kiểu đổ dọc



Hình 6-3. Máy rải bê tông.

- a. Máy rải kiểu thùng
- b. Máy rải kiểu lưới san
- c. Máy rải kiểu guồng xoắn

Máy rải rải hỗn hợp bê tông liên tục và đồng đều trên toàn bộ chiều rộng, gạt hỗn hợp bê tông với chiều dày bằng chiều dày thiết kế nhân với hệ số rời xốp. Thường thì hệ số rời xốp vào khoảng 1,15 - 1,30, có quan hệ với độ sụt hình nón của hỗn hợp, phải thông qua rải thử tại hiện trường để xác định.

Sau khi rải hỗn hợp thì tiến hành san bằng lại, đầm lèn chấn động và hoàn thiện thô bằng máy chấn động - hoàn thiện. Công tác san do bàn san lắp trước máy tiến hành, công tác chấn động do thanh đầm chấn động tần suất từ 3500 - 4000 lần/phút tác dụng trên bề mặt của bê tông. Việc hoàn thiện do một thanh chấn động đơn treo sau máy tiến hành.

Khi thi công bằng phương pháp cơ khí nhỏ thì thường đổ hỗn hợp trực tiếp trên lớp móng và dùng xẻng, cào để san bằng. Sau đó dùng đầm dùi và đầm bàn chấn động để dùi cạnh mép ván khuôn và chấn động trên toàn bề mặt. Sau khi chấn động bằng đầm dùi và đầm bàn thì dùng đầm ngựa là phẳng để hoàn thiện sơ bộ bề mặt. Đầm ngựa làm bằng một thanh thép hình hoặc thanh gỗ phẳng trên gắn một thiết bị chấn động. Sau đó dùng ống nước gạt lại làm cho bề mặt thật phẳng.

Khi đầm mặt đường bằng máy lu thì sau khi đổ hỗn hợp trên lớp móng thì dùng máy san san đều hỗn hợp trên toàn chiều rộng hoặc dùng máy rải hỗn hợp bê tông nhựa để rải đều hỗn hợp bê tông trên toàn chiều rộng - Khi rải bằng máy rải bê tông nhựa thì thiết bị chấn động của máy có thể đầm hỗn hợp đạt đến 90% độ chặt lớn nhất, độ bằng phẳng của mặt đường

cũng được cải thiện rất nhiều. Sau khi rải xong dùng lu chấn động loại nặng để lu lên, đầu tiên lu từ 1 - 2 lần không chấn động rồi lu thêm vài lần có chấn động, cuối cùng dùng lu bánh lốp hoặc lu bánh nhân lu thêm 1 - 2 lần.

6.4. LÀM KHE

Công tác thi công khe nối bao gồm việc bố trí thanh truyền lực và thanh chịu kéo (thanh thép chống trôi) và việc xẻ khe chèn maltic.

Việc đặt thanh truyền lực và thanh chống trôi trong các khe ngang thường dùng máy chấn động để ấn các thanh thép truyền lực đó vào trong bê tông sau khi đã đầm và hoàn thiện sơ bộ, rồi lại tiến hành chấn động và hoàn thiện một lần nữa.

Thép chống trôi trong khe thi công dọc thì có thể bẻ gập 90° một đầu (và đánh dấu bằng một sợi dây thép xuyên qua một lỗ chừa sẵn trong ván khuôn), sau khi bê tông đông cứng và tháo ván khuôn thì uốn thẳng lại phần bẻ gập đó.

Các thanh thép truyền lực của khe dãn thì phải đặt trên giá đỡ bằng thép và xuyên qua tấm gỗ đệm đã cố định trên lớp móng. Giá đỡ phải chịu được tác dụng của đầm chấn động không làm nghiêng lệch các thanh truyền lực - Có thể đổ trước tại vị trí khe dãn một ít hỗn hợp bê tông và dùng đầm dùi đầm chặt xung quanh vị trí khe dãn, sau khi bảo đảm vị trí chính xác của thanh truyền lực thì mới cho máy rải đi qua.

Việc làm khe đổ maltic có thể dùng phương pháp xẻ khe trong bê tông mới cứng và phương pháp nén (xẻ khe trong bê tông ướt). Phương pháp xẻ khe không chấn động lại bê tông và có thể tạo thành các khe rất bằng phẳng, nhưng phải xác định đúng thời gian xẻ khe. Xẻ khe quá sớm cường độ của bê tông không đủ, mép khe có thể bị sụt mẻ hoặc sứt; xẻ khe quá chậm thì ứng suất co rút có thể tạo thành các đường nứt ngang trong bê tông. Thời gian thích hợp phải tùy theo điều kiện khí hậu địa phương mà định, thường phải hoàn thành sau khi hoàn thiện bê tông trong vòng 8 - 18h. Khí hậu khô nóng và nhiều gió, hoặc nhiệt độ sáng sớm và chiều tối có đột biến có thể sinh ra chênh lệch nhiệt độ hoặc độ ẩm tương đối lớn thì phải xẻ khe trước 8 giờ. Ngoài ra có thể dùng phương pháp cắt khe trong bê tông còn ướt để giảm chiều dài tấm, ví dụ cứ cách 4 khe xẻ trong bê tông mới đông cứng thì làm một khe xẻ trong bê tông còn ướt.

6.5. HOÀN THIỆN BỀ MẶT

Mục đích của công tác hoàn thiện bề mặt là làm cho bề mặt bằng phẳng và nhám.

Việc làm bằng phẳng có thể tiến hành bằng máy hoặc bằng thủ công. Máy làm bằng phẳng có hai loại: máy làm bằng theo hướng dọc và máy làm bằng theo hướng chéo. Máy làm bằng theo hướng dọc thì đầm xoa di động theo hướng ngang khi máy chạy theo hướng dọc để loại bỏ các gợn sóng nhỏ theo hướng dọc. Máy hoàn thiện theo hướng chéo thì đầm xoa di động chéo khi máy chạy theo hướng dọc.

Khi hoàn thiện bằng thủ công thì dùng bàn xoa gỗ xoa bằng cho đến khi bề mặt không đọng nước thì thôi.

Sau khi làm phẳng bề mặt thì dùng bàn chải chất dẻo, bàn chải sắt quét ngang mặt đường tạo thành các rãnh nhỏ ngang. Chiều sâu tạo rãnh có thể kiểm tra bằng phương pháp "đo chiều cao cát".

6.6. BẢO DƯỠNG BÊ TÔNG

Sau khi hoàn thiện bề mặt thì tiến hành công tác bảo dưỡng để phòng nước trong bê tông bốc hơi nhanh và giảm nhỏ tác dụng bức xạ của mặt trời. Bốc hơi hay bức xạ đều có thể làm thay đổi nhiệt độ và độ ẩm quá nhiều, gây ra các đường nứt do co rút. Bảo dưỡng cũng đồng thời ảnh hưởng đến sự tăng trưởng cường độ của bê tông.

Thường phun lớp tạo màng lên bề mặt của bê tông ướt để bảo dưỡng. Vật liệu tạo màng là chất dẻo có chứa bột nhôm. Cũng có thể bảo dưỡng bằng cách tưới ẩm.

Trong những giờ đầu để tránh bức xạ và mưa gió nên dùng các mái che tam giác để che kín mặt đường bê tông mới đổ. Thời gian bảo dưỡng xác định bằng thí nghiệm cho đến khi cường độ kháng uốn của bê tông đạt 3,5 MPa, thường là 14 ngày khi dùng xi măng poóc-lăng bình thường.

Sau khi đổ bê tông 60h thì có thể tháo ván khuôn. Khi không có xe chạy, nhiệt độ không thấp hơn 10°C thì sau 20h có thể tháo khuôn.

6.7. ĐỂ PHÒNG CÁC ĐƯỜNG NỨT SỚM

Các đường nứt xuất hiện sau khi đổ bê tông vài ngày gọi là các đường nứt sớm. Phần lớn các đường nứt này là do sự thay đổi nhiệt độ và độ ẩm làm bê tông bị co rút mà sinh ra.

Để phòng xuất hiện các đường nứt sớm, có thể dùng các biện pháp sau:

1. Tận dụng giảm nhỏ lượng xi măng trong một đơn vị thể tích và dùng xi măng có lượng phát nhiệt và độ co rút nhỏ, giảm nhỏ lượng nước dùng cho 1 m³ bê tông bằng cách dùng phụ gia tăng dẻo và dùng cốt liệu có cấp phối tốt để đảm bảo độ dễ thi công.

2. Giảm nhỏ hệ số ma sát ở đỉnh lớp móng (rải giấy dầu hoặc làm lớp màng chất dẻo). Tưới ẩm đủ nước trên mặt lớp móng trước khi đổ bê tông.

3. Nhiệt độ đổ bê tông phải thấp hơn 30°C, về mùa hè có thể thấp hơn 35°C.

4. Phải khống chế tốt thời gian xả khe, phải kịp thời điều chỉnh theo thời gian đổ bê tông và sự thay đổi thời tiết, cứ khoảng 30 m dài nên làm một khe trong bê tông còn ướt.

5. Trong quá trình hoàn thiện bề mặt không để mặt trời trực tiếp chiếu vào.

6.8. KIỂM TRA CHẤT LƯỢNG CÔNG TRÌNH

Việc kiểm tra chất lượng công trình bao gồm 3 mặt: nền móng, vật liệu bê tông và mặt đường BTXM.

Sau khi hoàn thành nền móng phải kiểm tra cường độ (môđun đàn hồi và độ chặt) độ bằng phẳng và kích thước hình học (chiều rộng, chiều dày, cao độ và độ dốc ngang) của nó. Sai số cho phép của các hạng mục kiểm tra như sau: (bảng 6-5).

Bảng 6-5

Sai số cho phép khi kiểm tra chất lượng nền móng của mặt đường BTXM

Hạng mục	Sai số cho phép	Yêu cầu kiểm tra		Phương pháp kiểm tra
		Phạm vi	Số điểm	
Trị số môđun đàn hồi	Không nhỏ hơn yêu cầu thiết kế	50 m	2	Đo độ lún hiện trường
Độ chặt	Không nhỏ hơn yêu cầu thiết kế	1000 (500m ²)	1	Dao đại hoặc rót cát
Độ bằng phẳng	10 mm	50 m (1000m ²)	1	Thước dài 3 m
Chiều rộng	Không nhỏ hơn quy định	50 m	1	Thước dây
Chiều dày	± 10%	50 m (2000 m ²)	1	Thước
Cao độ theo hướng dọc	± 10 (5) mm	20 (10) m	1	Dùng máy thủy bình
Độ dốc ngang	± 1 (0,5)%	100 m	3 (13 < 9 m) 5 (9 - 15 m) 7 (> 15 m)	Dùng máy thủy bình

Lấy cường độ kéo uốn ở 28 ngày tuổi làm chuẩn để kiểm tra cường độ bê tông. Có thể thí nghiệm uốn mẫu đầm, với tấm BTXM đã đông cứng thì khoan mẫu hình trụ và xác định cường độ ép chẻ và quy đổi về cường độ kéo uốn bằng thí nghiệm mẫu đầm theo quan hệ kinh nghiệm sau:

Với BTXM dùng đá dăm vôi và đá dăm hoa cương:

$$\sigma_f = 1,868 \sigma_t^{0,871}$$

Với BTXM dùng đá dăm huyền vũ

$$\sigma_f = 3,035 \sigma_t^{0,423}$$

trong đó: σ_f và σ_t là cường độ kéo uốn (MPa) và cường độ ép chẻ (MPa).

Việc kiểm tra chất lượng của mặt đường BTXM bao gồm: cường độ, độ bằng phẳng, kích thước hình học (dài, rộng, dày), khe nối (độ thẳng) và cấu tạo bề mặt.

Sai số cho phép ghi ở bảng 6-6.

Sai số cho phép khi kiểm tra chất lượng mặt đường BTXM

Hạng mục	Sai số cho phép	Yêu cầu kiểm tra		Phương pháp kiểm tra
		Phạm vi	Số điểm	
Cường độ	Không nhỏ hơn quy định	Mỗi ngày hoặc cứ 200 (400) m ³	2 tổ mẫu	1. Thí nghiệm uốn mẫu dầm
Độ bằng phẳng	5 (3)mm	cứ 1000 - 2000 m ³ 50 m	tăng 1 tổ mẫu 1 (Bmặt < 9 m) 2 (9 - 15 m) 3 (> 15 m)	2. Thí nghiệm ép chế mẫu khoan Dùng thước 3 m đo 3 lần, lấy trị Số trung bình của 3 điểm lớn nhất
Độ cập kênh của các tấm gần nhau	+3 (2)mm	mỗi khe dãn	2	Đo bằng thước
Cao trình dốc dọc	±10 (5)mm	20 m	1	máy thủy bình
Dốc ngang	±0,25 (0,15)%	100 m	3 (Bmặt < 9 m) 5 (9 - 15 m) 7 (> 15 m)	máy thủy bình
Chiều dài tấm	± 20 (10)mm	100 m	2	
Chiều rộng tấm	± 20 (1/2000)	100 m	2	
Chiều dày tấm	± 10 (5)mm	100 m	2	
Độ thẳng của khe dọc	15 (10)mm	100 m khe	1	
Độ thẳng của khe ngang	10mm	20 khe ngang	2 khe	
Độ thẳng mép tấm	± 5mm			
Độ nhám	1 - 2mm	100 m	2 tấm	

Chú ý

BTXM là vật liệu dòn khi vượt tải có thể dẫn tới nứt tấm, mà khi nứt BTXM bị nứt thì rất khó sửa chữa. Vì vậy khi xây dựng phải bảo đảm được cường độ và chiều dày quy định của thiết kế.

Các nhân tố ảnh hưởng đến cường độ bê tông khi thi công ngoài chất lượng vật liệu và tỉ lệ phối hợp của bê tông, thì nhân tố chủ yếu nhất là tỉ lệ $\frac{N}{X}$ và độ đầm chặt. Do đó phải nghiêm khắc khống chế quy cách vật liệu và tỉ lệ phối hợp, đặc biệt là tỉ lệ $\frac{N}{X}$ và lượng nước sử dụng, bảo đảm hỗn hợp bê tông đạt độ chặt đầy đủ.

Cao độ và độ bằng phẳng của lớp móng là nhân tố chủ yếu ảnh hưởng tới chiều dày lớp mặt. Trước khi đổ bê tông ngoài việc kiểm tra cao độ đỉnh ván khuôn phải tiến hành kiểm tra cao độ mặt lớp móng, phải bạt bỏ vật liệu lớp móng bị lồi lên.

Xuất hiện đường nứt sớm là vấn đề chủ yếu của chất lượng thi công BTXM. Ngoài việc khống chế tốt thời gian cắt khe theo sự biến đổi của khí hậu ra còn phải khống chế tốt tỉ lệ N/X trong quá trình trộn bê tông là nhân tố làm cho BTXM bị co rút.

CHƯƠNG VII

CÁC TRƯỜNG HỢP RIÊNG CỦA VIỆC XÂY DỰNG MẶT ĐƯỜNG BÊTÔNG XI MĂNG ĐỔ TẠI CHỖ

7.1 - XÂY DỰNG MẶT ĐƯỜNG BÊTÔNG HAI LỚP

Loại mặt đường này thường được sử dụng ở những nơi thiếu đá tốt hoặc thiếu xi măng mác cao thích hợp để làm mặt đường bê tông một lớp. Do lớp trên các mặt đường bê tông hai lớp làm việc trong điều kiện bất lợi hơn nhiều so với lớp dưới (trực tiếp chịu tác dụng của tải trọng và khí hậu) nên yêu cầu về chất lượng đối với bê tông của lớp trên phải cao hơn so với bê tông của lớp dưới. (Xem bảng 1-2 chương I).

Có thể dùng cốt liệu sản xuất bằng vật liệu địa phương và xi măng địa phương cho bê tông ở lớp dưới, vì vậy việc xây dựng mặt đường bê tông hai lớp thường đạt hiệu quả kinh tế cao hơn khi xây dựng mặt đường một lớp, (theo số liệu của Liên Xô cũ ở những vùng thiếu đá tốt thì xây dựng mặt đường bê tông hai lớp sẽ giảm được từ 70-75% giá thành so với mặt đường bê tông một lớp). Để chắc chắn cần tiến hành so sánh kinh tế kỹ thuật trong từng trường hợp cụ thể để quyết định có nên xây dựng mặt đường hai lớp hay không.

Khi xây dựng mặt đường bê tông hai lớp thì việc tổ chức và công nghệ thi công sẽ phức tạp hơn so với xây dựng mặt đường một lớp, và phải xét đến những đặc điểm như sau:

1. Phải trộn hỗn hợp bê tông dùng cho lớp trên và lớp dưới trong các máy trộn riêng. Năng suất của các máy trộn phải được chọn cho phù hợp với khối lượng hỗn hợp bê tông cần cho 1km mặt đường (cho lớp trên và cho lớp dưới). Vì chiều dày của lớp trên thường lấy bằng 6cm trong khi tổng chiều dày tấm bê tông thường thay đổi từ 18 - 24cm nên nếu bố trí 1 máy trộn bê tông cho lớp trên, thì phải bố trí 3 máy trộn có cùng công suất để trộn bê tông cho lớp dưới, đồng thời phải tổ chức kho bãi, vận chuyển, cân đong riêng.

2. Công tác đổ bê tông mặt đường hai lớp được tiến hành như sau: tuân tự rải hỗn hợp bê tông cho lớp dưới và lớp trên rồi đầm chung cho cả hai lớp. Nếu đổ bê tông bằng máy, thì phải sử dụng đồng thời hai máy rải, để rải bê tông lớp dưới và lớp trên. Máy rải lớp trên chạy cách máy rải lớp dưới một đoạn từ 15 - 20m và phải là máy tiếp nhận hỗn hợp bê tông ở cạnh sườn.

3. Khoảng thời gian giãn cách khi đổ bê tông lớp trên và lớp dưới phải là nhỏ nhất và không được lớn hơn các trị số cho ở bảng 7-1.

Khoảng thời gian giãn cách dài nhất cho phép khi đổ bê tông lớp dưới và lớp trên

Nhiệt độ không khí khi đổ bê tông °C	Khoảng thời gian giãn cách dài nhất cho phép (phút)					
	Khi trời nắng			Khi trời râm		
	Hàm lượng C ₃ A trong xi măng					
	≤ 6	7 ÷ 10	> 10	≤ 6	7 ÷ 10	> 10
5 ÷ 10	120	90	90	120	120	90
>10 ÷ 15	120	60	60	120	90	90
>15 ÷ 20	90	60	45	90	60	60
>20 ÷ 25	45	30	20	60	45	30
> 25 ÷ 30	30	20	15	45	30	20

7.2 - XÂY DỰNG LỚP MÓNG BÊTÔNG

Ở nước ngoài thường xây dựng lớp móng bê tông ở dưới mặt đường bê tông nhựa, nhất là trên các đường trong thành phố.

Về mặt cấu tạo, lớp móng bê tông không bố trí khe dãn, trừ những chỗ tiếp giáp với công trình hoặc chỗ giao nhau với đường khác. Kích thước tấm (khoảng cách giữa hai khe co) của lớp móng cũng dài hơn so với lớp mặt.

Khi thi công bằng bộ máy đổ bê tông đồng bộ, phương pháp xây dựng lớp móng cũng tương tự như phương pháp làm lớp mặt, chỉ khác là việc làm khe được tiến hành trong bê tông mới đổ và dùng nhũ tương nhựa đường để bảo dưỡng.

Trong điều kiện mặt bằng chật hẹp khi không có bộ máy đồng bộ hoặc khi khối lượng xây dựng không nhiều, thường thi công bằng phương pháp nửa cơ giới (xem 7-3).

Gần đây ở nước ngoài người ta sử dụng ngày càng nhiều việc xây dựng lớp móng bê tông nghèo và lèn chặt bằng lu. Trong bê tông nghèo, lượng xi măng dùng ít nhất (so với bê tông cùng cường độ thì công theo phương pháp chấn động thông thường). Do đầm lèn bằng lu nên có thể dùng hỗn hợp bê tông khô, với lượng nước ít nhất. Sử dụng hỗn hợp bê tông khô nên tiết kiệm được xi măng và bê tông ít bị co rút.

Kinh nghiệm cho thấy, dùng bê tông nghèo để làm lớp móng dưới mặt đường bê tông nhựa thì lớp mặt sẽ ít bị nứt hơn so với khi rải trên lớp móng bê tông thường. Thành phần hỗn hợp bê tông nghèo dùng làm lớp móng có thể tham khảo ở bảng 7-2.

Lớp móng bê tông nghèo được xây dựng trên lớp móng đá dăm hoặc móng cát gia cố xi măng chiều dày không nhỏ hơn 15cm. Các khe ngang làm theo loại khe co giả cách nhau 20-70m hoặc lớn hơn tùy theo nhiệt độ không khí lúc đổ bê tông, mác bê tông và chiều dày lớp móng bê tông.

Chiều dày lớp móng bê tông nghèo được xác định theo tính toán (xem chương II).

Hỗn hợp bê tông nghèo được chế tạo ở trạm trộn bê tông rồi vận chuyển ra hiện trường và rải bằng máy rải đá dăm hoặc máy rải bê tông chạy trên bánh xích thành từng vệt. Khi thiếu máy rải có thể dùng máy san để san đều hỗn hợp bê tông đã đổ thành đống ở lòng đường. Sau đó dùng lu nhẹ 5-6T hoặc lu chấn động 3,5T để lu và lu lần cuối cùng bằng lu nặng 10-15T.

Bảng 7-2

Lượng vật liệu cho 1m² bê tông nghèo (KG)

Vật liệu	Mác bê tông					
	Đá dăm vôi			Đá dăm nghiền từ đá cuội		
	50	100	150	50	100	150
Nước	110 ÷ 120	120 ÷ 130	130 ÷ 140	100 ÷ 110	100 ÷ 120	120 ÷ 130
Xi măng M400	70 ÷ 80	110 ÷ 120	150 ÷ 160	70 ÷ 80	110 ÷ 120	150 ÷ 160
Đá dăm	1490	1490	1490	1490	1490	1490
Cát	650	600	560	650	600	560

Khi lu phải bảo đảm vệt lu sau đè lên vệt lu trước từ 15-25cm và lu cho đến khi hỗn hợp hoàn toàn chặt với số lần lu tổng cộng ít nhất là 12 lần qua một chỗ. Dấu hiệu để kết thúc việc lu là sau khi lu nặng đi qua không còn hằn vệt bánh.

Việc thi công lớp mặt bê tông nhựa hoặc đá dăm đen nên tiến hành ngay sau khi lu xong lớp móng bê tông để đơn giản khâu bảo dưỡng. Nếu không làm kịp lớp mặt thì phải phun lớp tạo màng bằng nhũ tương hoặc tưới nước giữ ẩm để bảo dưỡng bê tông.

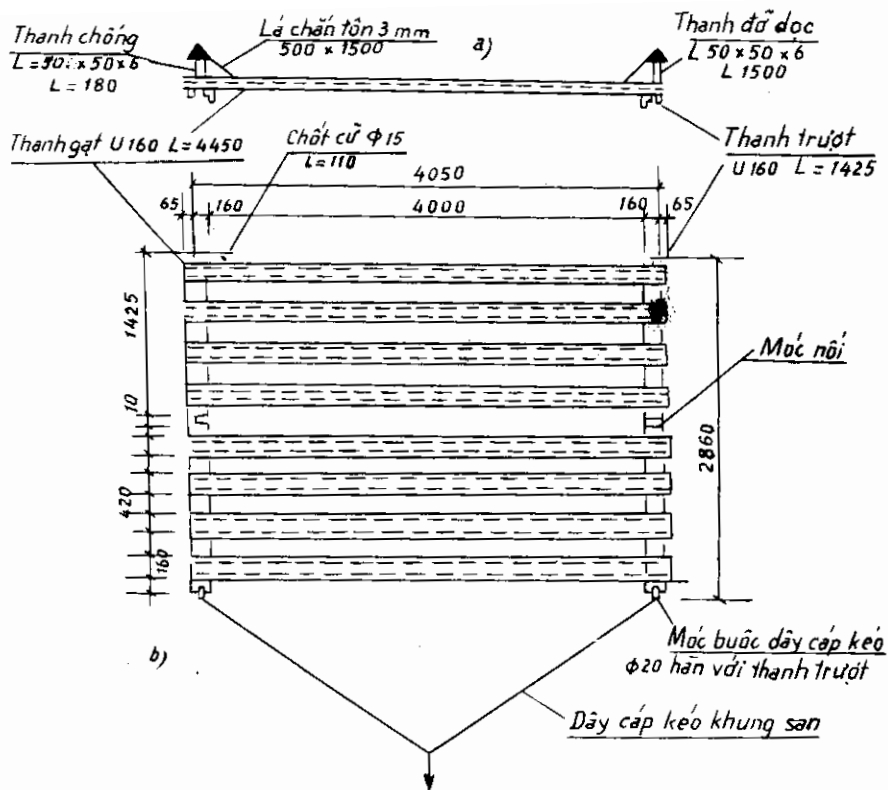
Khi xây dựng mặt đường bê tông nhựa trên lớp móng bê tông (nhất là với mặt đường bê tông nhựa một lớp) cần phải có biện pháp tăng độ nhám của móng bê tông để đảm bảo sự dính bám giữa lớp mặt và lớp móng. Có thể làm nhám bằng cách khoá các mạch chèn trên mặt lớp móng bê tông hoặc rải các hòn đá nhỏ 5-15mm và lu cho đá ăn sâu vào bề mặt lớp móng khoảng 1/2 chiều cao hòn đá.

7.3 - XÂY DỰNG ĐƯỜNG BÊ TÔNG THEO PHƯƠNG PHÁP THỦ CÔNG KẾT HỢP CƠ GIỚI.

Trong trường hợp không có bộ máy đổ bê tông đồng bộ chuyên dùng để xây dựng mặt đường bê tông như đã trình bày ở chương VI, hoặc khi diện thi công chật hẹp, đoạn đường cần thi công ngắn không tiện sử dụng bộ máy đồng bộ thì có thể áp dụng phương pháp thi công thủ công nghiệp kết hợp cơ giới bằng bộ thiết bị đổ bê tông cải tiến, đổ liên tục theo từng vệt mà tác giả đã thiết kế và đã dùng để thi công.

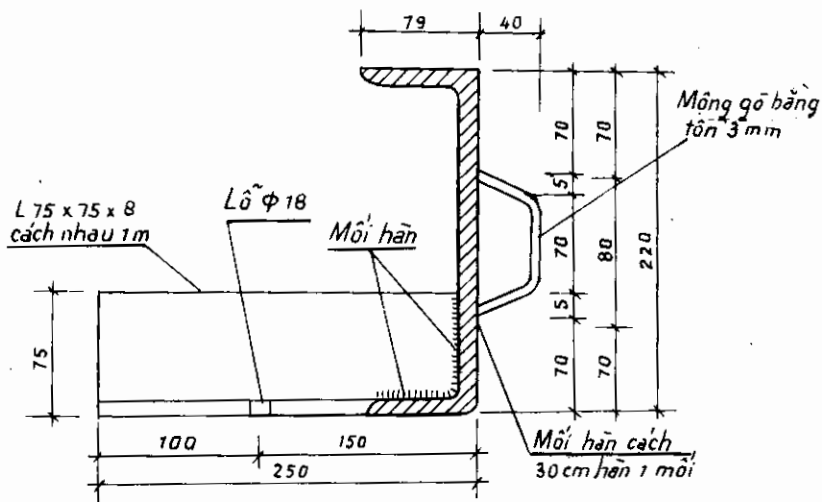
Bộ thiết bị đổ bê tông cải tiến này gồm có:

- Khung san hỗn hợp bê tông (hình 7-1) được di chuyển bằng cách kéo trượt (do tời điện hoặc ô tô đầu tời kéo) trên hệ ván khuôn thép (hoặc trên tấm tôn dài lót trên mép tấm bê tông đã đổ trước). Ván khuôn thép (hình 7-2) làm bằng các đoạn thép U, có chiều cao bằng chiều dày tấm bê tông, mặt trong có hàn mộng gò bằng tôn lá 3mm (để tạo ngàm cho các khe dọc với ván khuôn ở sát lề đường thì không cần hàn mộng). Dáy dưới của thanh U có hàn thêm các chân đế bằng thép góc 75 x 75 x 8mm để tăng ổn định và để đóng cọc cố định ván khuôn với lớp móng qua các lỗ khoét sẵn ở chân đế.



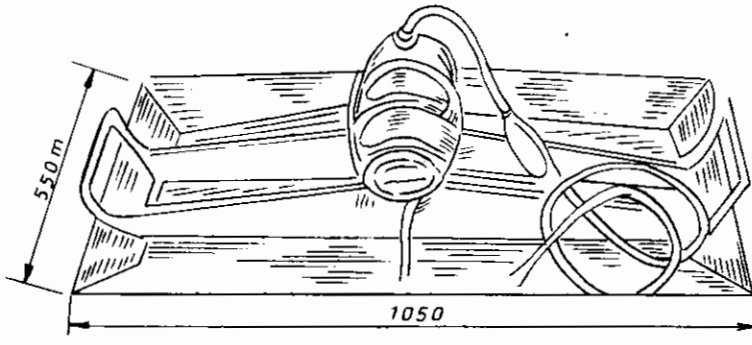
Hình 7-1. Khung sàn bê tông

a) Mặt cắt; b) Mặt bằng.

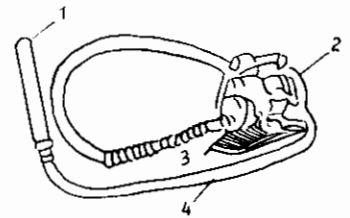


Hình 7.2. Ván khuôn thép

Các loại đầm gồm: đầm bàn (hình 7-3), đầm dùi (hình 7-4), đầm ngựa (hình 7-5) và đầm đập đá (hình 7-6).

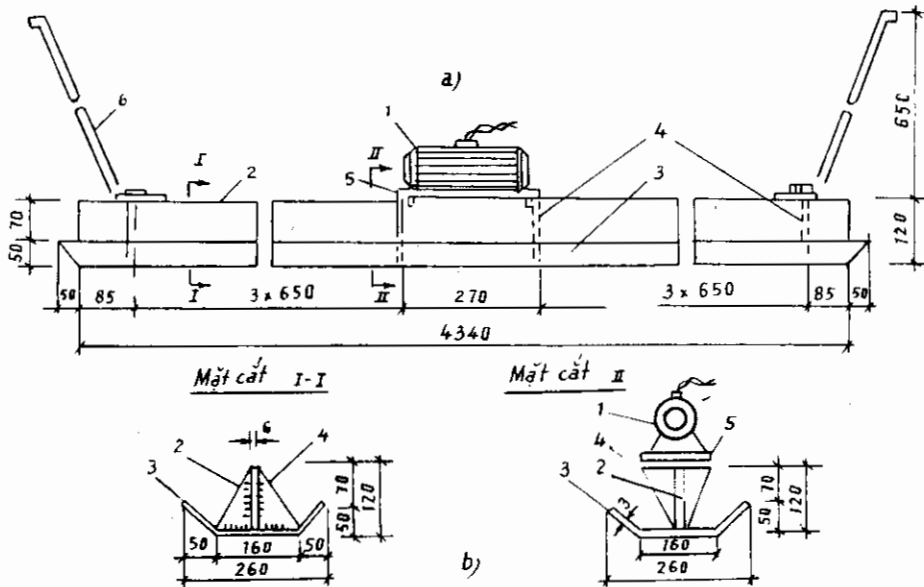


Hình 7-3. Đầm bàn



Hình 7-4. Đầm dùi

1. Dùi chấn động; 2. Động cơ điện; 3. Tấm trượt; 4. Dây cáp điện mềm.



Hình 7-5. Đầm ngựa

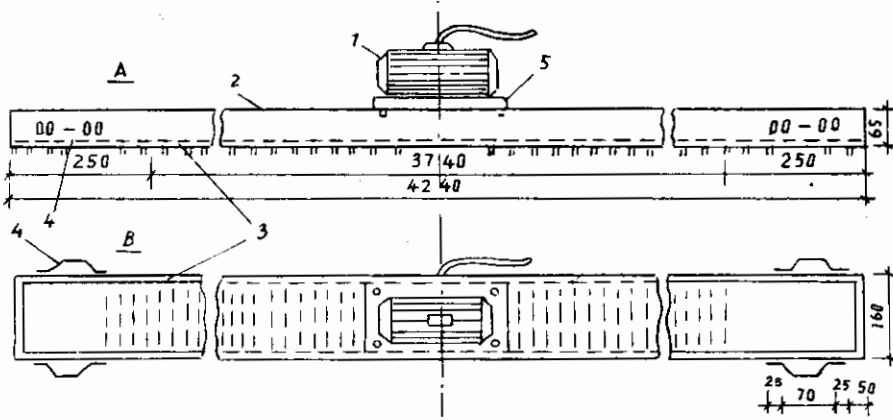
a) Mặt chính; b) Các mặt cắt: 1. Mô tơ; 2. Sườn dầm bằng tôn 6mm hàn với dây dầm; 3. Dây dầm bằng tôn 3mm dập hình lòng máng; 4. Tôn 6mm tăng cường; 5. Đế bằng tôn 6mm có lắp mô tơ; 6. Tay cầm bằng thép ϕ 20mm.

- Các dụng cụ cắt khe và hoàn thiện gồm các ống thép gạt vữa; dụng cụ cắt khe và thanh tạo khe trong bê tông mới đổ, các dụng cụ hoàn thiện bằng thủ công.

Trình tự thi công mặt đường bê tông xi măng được tiến hành như sau:

Khung san hỗn hợp bê tông được đặt sẵn tại vị trí đổ bê tông sao cho hai thanh U dọc (dùng làm thanh trượt) nằm trên đỉnh ván khuôn; khi đó các thanh U ngang (dùng làm thanh san) sẽ nằm song song với cạnh ngang của vệt mặt đường cần đổ bê tông.

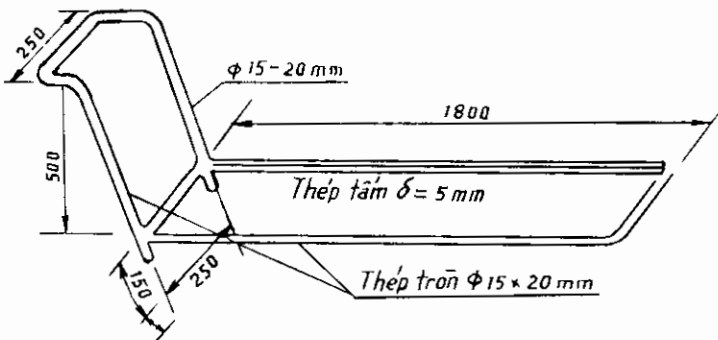
Hỗn hợp bê tông được chế tạo tại xí nghiệp trộn bê tông tập trung, rồi dùng ô tô tự đổ vận chuyển ra hiện trường và đổ vào khung san. Công nhân sẽ dùng bàn gạt bê tông (hình 7-7) và xẻng để cào và san sơ bộ các đống bê tông rải đều trên toàn khung san. Sau đó sẽ dùng tời kéo cho khung san trượt theo đỉnh ván khuôn (hoặc trên tấm tôn lót) để tiến lên phía trước.



Hình 7.6. Đầm đập đá.

1. Mô tô; 2. Thanh $\subset 160$; 3. Thép tròn $\phi 6\text{mm}$ ($l = 150\text{mm}$) hàn với dây dầm;
4. Móc buộc dây kéo dầm; 5. Đế lắp mô tơ bằng tôn 6mm; a) Mặt chính; b) Mặt bằng.

Khi kéo, các thanh U ngang sẽ gạt đều hỗn hợp bê tông ra trên toàn tấm bê tông định đổ, với chiều dày bằng chiều tấm bê tông nhân với hệ số xấp rời. Để đảm bảo chiều dày này, khi gia công khung san phải bố trí cho khe hở giữa đáy của các thanh U ngang và đỉnh ván khuôn bằng $h(k-1)\text{cm}$. Ở đây h - chiều dày tấm bê tông và k - hệ số xấp rời của bê tông.



Hình 7-7. Bàn gạt bê tông.

Sử dụng khung san sẽ bảo đảm san đều hỗn hợp bê tông với chiều dày và độ xấp rời giống nhau và đồng đều trên toàn mặt đường, tạo điều kiện thuận lợi cho các bước công tác tiếp sau đó. Khung san còn có tác dụng bảo vệ cốt thép (mặt đường bê tông cốt thép) và các phụ kiện của khe ngang khỏi bị xô lệch. Nó không để cho hỗn hợp bê tông bị chặt lại như trường hợp đổ bê tông trực tiếp từ ô tô xuống. Kéo khung san đến đâu thì tiến hành đầm chặt và hoàn thiện mặt đường đến đó.

Công tác đầm bê tông được tiến hành tuần tự bằng đầm bàn, đầm dùi, đầm ngựa và đầm đập đá.

Đầu tiên dùng đầm bàn đầm sơ bộ, thời gian tác dụng đầm bàn tại một chỗ từ 30 - 45gy. Sau khi đầm sơ bộ, hỗn hợp, bê tông sẽ lún xuống từ 3-4cm, tạo điều kiện thuận lợi cho đầm ngựa tác dụng tiếp theo.

Song song với đầm bàn sẽ bố trí cho đầm dùi đầm dọc theo mép của ván khuôn. Thường chỉ bố trí đầm dùi để đầm các tấm bê tông có chiều dày trên 20 cm, hoặc với mặt đường bê tông cốt thép. Trong quá trình đầm sơ bộ, cần tiến hành bù bê tông vào các chỗ trũng ngay. Bán kính tác dụng của đầm dùi và chiều sâu tác dụng của đầm bàn có thể tham khảo ở bảng 7-3.

Bảng 7-3

*Bán kính tác dụng của đầm dùi và chiều sâu tác dụng của đầm bàn
(do Liên Xô sản xuất)*

Các loại đầm chấn động	Bán kính tác dụng của đầm dùi hoặc chiều sâu tác dụng của đầm bàn (cm)
Đầm dùi U - 22	35
Đầm dùi U - 21	20 - 35
Đầm dùi u - 50	40
Đầm bàn UB2A	25

Đầm dùi phải được thả thẳng đứng tới một độ sâu nhất định, tránh làm hỏng móng. Thời gian thả tại một vị trí là 30 ÷ 45 gy, sau đó nâng đầm dùi lên từ từ, tránh tạo thành lỗ và chuyển sang vị trí mới cách vị trí cũ không quá 1,5 bán kính tác dụng của đầm. Đầm bàn bắt đầu đầm từ mép ngoài vào giữa, hai vị trí tác dụng đầm bàn trước và sau phải trùng lên nhau 5-10 cm. Trong quá trình đầm sơ bộ cần bù bê tông vào chỗ trũng ngay.

Sau khi đầm sơ bộ xong thì tiếp tục đầm bằng đầm ngựa. Kích thước và cấu tạo của đầm ngựa được dùng để đầm bê tông ở đường Hùng Vương (Hà Nội) vẽ ở hình 7-5. Tác dụng của đầm ngựa là để đầm chặt hỗn hợp bê tông đến cao độ thiết kế trên toàn chiều rộng tấm bê tông, khắc phục những chỗ lồi lõm làm cho mặt tấm bê tông bằng phẳng.

Đầm ngựa do hai người thao tác. Phải bố trí hai công nhân dùng xẻng xúc bột bê tông ở các chỗ cao bù vào các chỗ thấp để đầm dễ di chuyển. Dưới tác dụng của đầm ngựa hỗn hợp bê tông sẽ lún dần đến cao độ thiết kế, khi đó 2 đầu đầm ngựa sẽ trực tiếp tựa trên ván khuôn và đó là dấu hiệu để kết thúc giai đoạn đầm này.

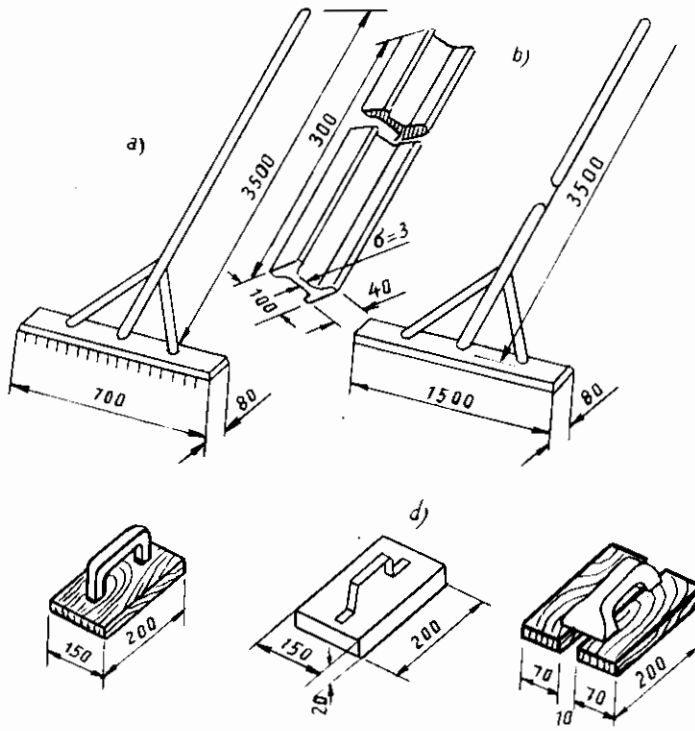
Đầm dập đá đi tiếp sau đầm ngựa, đáy đầm (phần nằm trong bê tông) có hàn thêm các đoạn sắt $\phi 6$ theo hướng ngang nhằm dập các hòn đá còn nổi cao xuống một độ sâu cần thiết (để khi dùng ống gạt là phẳng tấm bê tông thì không làm bật các hòn đá lên). Mặt khác tạo được một lượng vữa đủ để hoàn thiện lớp mặt bê tông. Một tác dụng quan trọng nữa của đầm dập đá là để đảm bảo sau khi đầm xong, mặt tấm bê tông hoàn toàn bằng phẳng và có cao độ bằng cao độ đỉnh ván khuôn. Vì vậy yêu cầu đáy đầm phải hoàn toàn thẳng và phẳng, nếu không sẽ gây khó khăn rất lớn cho việc hoàn thiện về sau.

Đầm dập đá cũng do hai công nhân thao tác và hai công nhân theo đầm bù phụ bê tông.

Sau khi đầm dập đá đi qua thì tiến hành công tác là phẳng mặt đường ngay. Để làm công tác này người ta dùng một ống tròn thẳng bằng kim loại, có đường kính 50-60mm; dài khoảng 4,00m, hai đầu có tay cầm. Hai người cầm hai đầu ống vừa đi vừa miết theo đỉnh ván khuôn để gạt vữa bê tông từ chỗ cao sang chỗ thấp, làm cho bề mặt bằng phẳng và có cao độ bằng cao độ thiết kế. Đầm đến đâu phải gạt phẳng mặt đường đến đấy, số vữa thừa được gạt về phía đang đầm bê tông hoặc xúc bỏ đi. Những chỗ lồi lõm nhiều phải gạt đi gạt lại nhiều lần, cho đến khi hoàn toàn đạt độ bằng phẳng yêu cầu.

Sau công tác là phẳng mặt đường là công tác cắt khe. Phương pháp cắt khe ở đây là cắt khe trong bê tông còn ướt như đã giới thiệu ở chương VI.

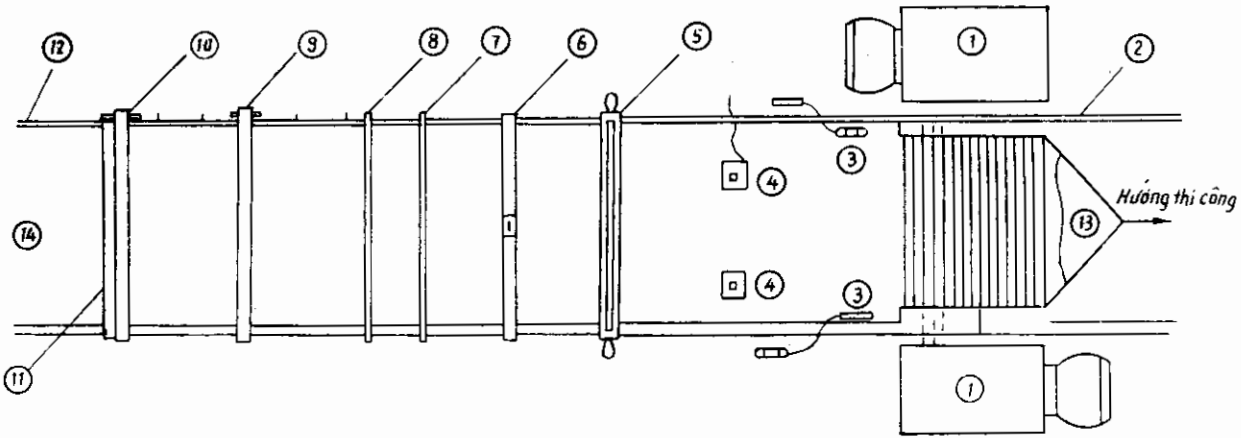
Cuối cùng là công tác hoàn thiện và làm nhám bề mặt tấm bê tông. Việc hoàn thiện và làm nhám bề mặt được tiến hành bằng các dụng cụ cầm tay như ở hình 7-8.



Hình 7-8. Dụng cụ cầm tay để hoàn thiện mặt đường bê tông
 a) Chi quét nhám; b) Thước kiểm tra độ bằng phẳng; c) Bàn trang; d) Bàn xoa gỗ.

Bộ thiết bị này tuy còn một số nhược điểm (như còn phải dùng nhiều nhân lực để san sơ bộ bê tông) nhưng tương đối gọn; cơ động, dễ chế tạo, dễ thao tác và có thể sử dụng để thi công mặt đường bê tông theo phương pháp đổ từng vệt liên tục, bảo đảm chất lượng bê tông đạt năng suất trung bình 100 m³/ca.

Sơ đồ mặt bằng thi công mặt đường bê tông cốt thép đường Hùng Vương (Hà Nội) vẽ ở hình 7-9.



Hình 7-9. Sơ đồ mặt bằng thi công mặt đường bê tông cốt thép đường Hùng Vương (Hà Nội)

1. Ô tô tự đổ (loại đổ bên); 2. Khung san bê tông do ô tô đầu kéo; 3. Đầm dùi;
4. Đầm bàn; 5. Đầm ngựa; 6. Đầm đập đá; 7. Ống gạt $\phi 60\text{mm}$; 8. Ống gạt $\phi 30\text{mm}$;
9. Cầu công tác để hoàn thiện và quét nhám; 10. Cầu công tác để cắt khe; 11. Dụng cụ cắt khe; 12. Ván khuôn; 13. Hồn hợp bê tông dạng san;
14. Mặt đường đã làm xong.

7.4 - XÂY DỰNG MẶT ĐƯỜNG BÊ TÔNG CỐT THÉP ĐỔ TẠI CHỖ

So với mặt đường bê tông thường, mặt đường bê tông cốt thép chịu kéo tốt hơn, và trong một chừng mực nào đó, chịu được sự hình thành đường nứt. Các đường nứt sinh ra trong mặt đường được cốt thép duy trì ở trạng thái nén, do đó không làm cho mặt đường bị phá hoại tiếp tục, mặt đường vẫn còn sử dụng được.

- Nên xây dựng mặt đường bê tông cốt thép trên các đoạn mà nền đường có khả năng lún không đều như các đoạn nền đường đắp cao, các đoạn mở rộng đường cũ, các chỗ chuyển từ nền đào sang nền đắp, các đoạn nền đường nửa đào nửa đắp trên sườn dốc v.v..

Cốt thép trong mặt đường bê tông cốt thép là các lưới thép hàn bằng dây thép $\phi 5 - \phi 6\text{mm}$. Với lượng thép 3-4 kg/m², hoặc bằng các thanh cốt thép có gờ $\phi 10 - \phi 14\text{mm}$. Khi mặt đường có bố trí cốt thép thì khoảng cách giữa các khe (chiều dài tấm bê tông) có thể tăng lên, còn chiều dày tấm có thể giảm xuống một ít (khoảng 10%). Ví dụ chiều dài các tấm có bố trí cốt

Việc xây dựng mặt đường bê tông xi măng sẽ tiến hành khó khăn và bất lợi ở các vùng khí hậu khô nóng (như khi thi công về mùa hè ở vùng Nghệ Tĩnh, Bình Trị Thiên có nhiệt độ cao, độ ẩm thấp và chịu ảnh hưởng của gió Lào...).

Nhiệt độ không khí cao, độ ẩm thấp vì gió khô nóng sẽ ảnh hưởng rất xấu đến tính chất của hỗn hợp và sự đông cứng của bê tông mới đổ. Nhiệt độ cao thì thời gian ngưng kết của xi măng sẽ rút ngắn, độ sụt của hỗn hợp bê tông sẽ giảm, độ cứng của bê tông tăng nhanh, do đó thời gian thi công bị rút ngắn và việc đầm chặt, ... hoàn thiện sẽ rất khó khăn, nhiều khi không thực hiện được.

Ví dụ khi nhiệt độ không khí từ 16° tăng lên 30°C thời gian ngưng kết của xi măng Bim Sơn giảm đi khoảng 2,5 lần và chỉ tiêu độ cứng của hỗn hợp từ 15 tăng lên 25 giây. Như vậy để đảm bảo chỉ tiêu độ cứng cho trước cần phải giảm chỉ tiêu độ cứng ban đầu của hỗn hợp ở trạm trộn và điều đó đưa đến việc phải tăng lượng xi măng lên (hoặc phải giảm cường độ nếu giữ nguyên xi măng) khi các điều kiện khác không thay đổi.

Mặt khác khi nhiệt độ không khí cao, tốc độ bốc hơi nước trong hỗn hợp cũng tăng, do đó cần tăng độ sụt (hoặc giảm độ cứng) của hỗn hợp làm cho độ co rút của bê tông khi đông cứng tăng lên.

Như vậy khi xây dựng mặt đường bê tông trong điều kiện nhiệt độ cao cần phải áp dụng các biện pháp công nghệ bổ sung để giảm nhiệt độ hỗn hợp bê tông và giảm tốc độ đông cứng của bê tông, cũng như để ngăn ngừa sự bốc hơi nước của hỗn hợp.

Biện pháp đơn giản nhất để khắc phục ảnh hưởng xấu của nhiệt độ cao đến tính chất của bê tông là đổ bê tông vào buổi chiều, hoặc ban đêm khi thi công trong những ngày hè nóng. Tất nhiên biện pháp này sẽ làm cho việc tổ chức thi công thêm phức tạp vì phải tổ chức chiếu sáng và làm việc ban đêm.

Để giảm nhiệt độ hỗn hợp bê tông khi xây dựng mặt đường ở nhiệt độ không khí cao (trên 30°C) cần phải:

1. Có biện pháp để giảm nhiệt độ ban đầu của hỗn hợp ở xí nghiệp bê tông bằng cách giữ không cho cốt liệu bị mặt trời chiếu nóng, hoặc bằng cách làm nguội cốt liệu và nước. Cốt liệu được làm nguội bằng cách phun nước khi đánh đồng hoặc khi đưa cốt liệu vào máy trộn. Để giảm nhiệt độ của nước tốt nhất là dùng nước đá thay cho một lượng nước thích ứng. Ví dụ khi nhiệt độ không khí là 30 - 35°C và dùng biện pháp cho nước đá vào nước thì nhiệt độ hỗn hợp có thể giảm xuống đến 15°C.

2. Bảo đảm thời gian vận chuyển hỗn hợp bê tông từ nơi trộn đến nơi đổ là ngắn nhất (không quá 30 phút). Vị trí của xí nghiệp bê tông phải được xác định theo điều kiện đó. Phải bảo đảm đường vận chuyển luôn tốt, để ô tô vận chuyển bê tông chạy nhanh nhất. Phải thường xuyên tưới ẩm lớp móng và ván khuôn để tăng độ ẩm của không khí, làm nguội lớp móng để tạo điều kiện giảm nhiệt độ hỗn hợp và tốc độ bốc hơi nước trong hỗn hợp.

Khi trời nắng nóng và gió mạnh, phải tiến hành đổ bê tông dưới các mái che.

Ngoài các biện pháp trên đây, khi đổ bê tông về mùa nóng còn phải áp dụng các biện pháp công nghệ nhằm khắc phục và giảm bớt ảnh hưởng bất lợi của điều kiện khí hậu thời tiết đến tính chất của hỗn hợp bê tông và của bê tông làm đường. Ví dụ để giảm độ co rút của bê tông phải thiết kế hỗn hợp bê tông với số lượng xi măng ít nhất bằng cách bảo đảm cấp phối của cốt liệu, cường độ của cốt liệu và dùng cát, đá sạch. Khi trộn hỗn hợp bê tông nên sử dụng chất phụ gia tăng dẻo để giảm bớt lượng nước, làm chậm thời gian ngưng kết của xi măng và làm chậm thời gian đông cứng của bê tông mới đổ.

Cần phải tăng lượng chất phụ gia lên so với khi đổ bê tông trong điều kiện bình thường (ít nhất phải bằng 0,5% lượng xi măng).

Ngoài ra cần đặc biệt chú ý khâu bảo dưỡng bê tông mới đổ: phải bảo dưỡng kịp thời ngay sau khi đổ bê tông (bằng cách phủ cát hoặc bao tải ẩm). Nếu bảo dưỡng bằng cách phun lớp tạo màng thì phải phủ một lớp cát ẩm lên trên.

7.6 - MẶT ĐƯỜNG BÊ TÔNG LÊN CHẶT BẰNG LU

Bê tông lên chặt bằng lu (bê tông lu lên) là một tiến bộ kỹ thuật đã và đang được sử dụng để làm mặt đường ô tô ở nước ngoài có kết quả.

Dùng bê tông lên chặt bằng lu để làm mặt đường thì có thể khắc phục được các nhược điểm chính của mặt đường bê tông làm theo phương pháp thông thường vì:

- Có thể sử dụng các thiết bị thi công thông dụng như máy san, máy rải bê tông nhựa, xe lu, trạm trộn đá cấp phối...;

- Tốc độ thi công nhanh, thời gian bảo dưỡng ngắn - Mặt đường sau khi thi công xong có thể cho xe nhẹ chạy được ngay;

- Chất lượng bê tông lên chặt bằng lu xấp xỉ chất lượng bê tông thông thường;

- Do lượng hàm nước thấp, lu lên bằng lu chấn động công suất lớn, đạt độ chặt cao nên không cần bố trí nhiều khe co giãn phức tạp như mặt đường bê tông thông thường.

Đây là một hướng nghiên cứu thành công nhằm làm cho bê tông xi măng thích hợp với mặt đường ô tô, ngược với hướng nghiên cứu để chế tạo các thiết bị thi công bê tông hiện đại. Kinh nghiệm cho thấy các thiết bị xây dựng mặt đường bê tông xi măng hiện đại, công suất lớn giá thành rất đắt và chỉ thích hợp để xây dựng các xa lộ lớn.

Tuy nhiên loại mặt đường này khó thi công để đạt được độ bằng phẳng cao, vì vậy ở nước ngoài hiện vẫn chưa sử dụng làm lớp mặt trên đường có tốc độ xe chạy cao, mà chỉ dùng làm lớp mặt cho các đường từ cấp 2 trở xuống.

1 - Yêu cầu đối với vật liệu

Bê tông lên chặt bằng lu do vật liệu liên kết (xi măng...) cốt liệu, nước và chất phụ gia hợp thành.

Đường kính cỡ hạt lớn nhất của cốt liệu $D = 20\text{mm}$ là thích hợp - Khi mặt đường bê tông lên chặt bằng lu được rải thành hai lớp, đường kính cỡ hạt lớn nhất của lớp dưới có thể dùng $D = 40\text{mm}$. Phạm vi cấp phối cốt liệu của bê tông lên chặt bằng lu có thể tham khảo ở bảng 7-4.

Khi rải thành hai lớp, chiều dày lớp dưới thường bằng 2/3 tổng chiều dày; đường kính lớn nhất của cốt liệu lớp trên là 20mm, chiều dày lớp trên bằng 1/3 tổng chiều dày nhưng không nhỏ hơn 8 cm

Bảng 7-4

Đường kính cỡ hạt lớn nhất (mm)	Kích thước lỗ sàng								
	Sàng tròn						Sàng vuông		
	40	25	20	10	5	2,5	0,6	0,3	0,15
	Tỷ lệ % lọt qua sàng theo trọng lượng								
20	-	-	90 - 100	50 - 65	30 - 45	21 - 35	10 - 20	7 - 15	5 - 10
40	90 - 100	65 - 77	-	35 - 50	25 - 40	19 - 32	10 - 20	7 - 15	5 - 10

Phạm vi cấp phối thiết kế căn cứ vào kết quả thí nghiệm trong phòng, dựa vào độ chặt, cường độ và độ dễ thi công để tìm ra.

Mặt đường bê tông lên chặt bằng lu rải thành hai lớp thì lớp dưới có thể trộn vào một lượng tro bay^(*) thích hợp. Bê tông lên chặt bằng lu sau khi trộn thêm tro bay không chỉ hạ được giá thành mà còn giảm được lượng toả nhiệt khi đông cứng, cải thiện độ dễ thi công và có tác dụng chống thấm. Khi rải thành hai lớp, để bảo đảm hai lớp dính chặt nhau và đủ thời gian lu lên thì nên trộn thêm phụ gia làm chậm ngưng kết.

Tỷ lệ phối hợp các thành phần của bê tông lu lên được xác định trên nguyên tắc bảo đảm cường độ thiết kế yêu cầu mà có thể lên chặt bằng lu chấn động - Cường độ kéo uốn của bê tông trong phòng thí nghiệm phải cao hơn cường độ kéo uốn thiết kế từ 15 + 25%. Khi trộn thêm tro bay, liều lượng tro bay thường bằng 20% liều lượng xi măng, hàm lượng tốt nhất của phụ gia vào khoảng 0,25 - 0,30% trọng lượng khô của xi măng + tro bay.

2. Phương pháp thiết kế.

Việc tính toán chiều dày của mặt đường bê tông lên chặt bằng lu được tiến hành như với mặt đường bê tông thông thường, cho trường hợp tải trọng tác dụng ở giữa tấm. Việc thiết kế gần giống như thiết kế mặt đường bê tông thông thường trừ những quy định dưới đây:

1- Cường độ kéo uốn thiết kế của bê tông lên chặt bằng lu không được thấp hơn quy định cho ở bảng 7-5.

(*) Tro bay là phế thải rắn thu được ở các nhà máy nhiệt điện mà chất đốt là than đá. Đó là các hạt nhỏ từ 1- 200 μm thoát theo khói và được các thiết bị lọc bụi giữ lại. Loại tro bay này còn gọi là tro silicoalumin, có hoạt tính pudolan khi tác dụng với vôi và nước.

Bảng 7-5

Cấp giao thông (Số lần tác dụng trục bánh 10t trên làn xe (trục/ngày) khi bắt đầu khai thác)		Cường độ kéo uốn thiết kế (MPa)
Rất nặng	(>1500)	5,0
Nặng	200 - 1500	5,0
Vừa	5 - 200	4,5
Nhe	≤ 5	4,0

Môđun đàn hồi phải xác định bằng thí nghiệm - Nếu không có điều kiện thí nghiệm thì có thể tham khảo các giá trị ở bảng 7-6.

Bảng 7-6

Cường độ kéo uốn thiết kế (MPa)		5,0	4,5	4,0
Môđun đàn hồi E_c ($\times 10^3$ MPa)	BTLCL	35	33	31
	BTLCL + Tro bay	33	31	29

2 - Việc thiết kế chiều dày tấm bê tông cũng được tiến hành theo phương pháp gần đúng. Đầu tiên giả định chiều dày tấm bê tông h_i rồi tính ứng suất do tải trọng trùng phục gây ra σ_p . Nếu ứng suất này không chênh lệch so với cường độ kéo uốn cho phép của bê tông quá $\pm 5\%$ thì lấy chiều dày giả định làm chiều dày thiết kế. - Nếu không phải giả định lại h_i và tính lại cho đến khi đạt yêu cầu. Chiều dày giả định h_i cũng với các cấp giao thông khác nhau có thể tham khảo theo bảng 7-7.

Bảng 7-7

Cấp giao thông	Rất nặng	Nặng	Vừa	Nhe
Chiều dày quyết định h_i (cm)	≥ 26	24 - 26	22 - 24	< 22

Chiều dày nhỏ nhất của mặt đường bê tông lu lên là 18cm.

3. Bố trí khe

Mặt đường bê tông lên chặt bằng lu được hình thành do sự lên chặt hỗn hợp bê tông bằng xe lu chấn động - Phương pháp thi công này làm cho việc bố trí các thanh truyền lực và thanh chịu kéo ở các khe nối trở nên khó khăn. Vì vậy ở nước ngoài với bê tông lên chặt bằng lu đều không bố trí các thanh truyền lực và thanh chịu kéo.

Kết quả xác định hệ số co ngấn do nhiệt độ của bê tông lên chặt bằng lu cho thấy hệ số co của bê tông lên chặt bằng lu thấp hơn so với bê tông thường khoảng 30%, vì vậy

Hiệp hội xi măng Poóclăng (Mỹ) đề nghị lấy khoảng cách giữa các khe co từ 15-18m. Hiệp hội đường ô tô Nhật Bản thì lấy khoảng cách giữa các khe co là 15-20m khi chiều dày tấm $\geq 25\text{cm}$ và từ 10-15cm khi chiều dày tấm dưới 25cm.

Tất cả các khe co đều là khe co giả không bố trí thanh truyền lực.

4. Làm lớp hao mòn

Để đảm bảo độ bằng phẳng và êm thuận khi chạy xe trên mặt đường bê tông lèn chặt bằng lu nhiều nước đã làm một lớp hao mòn dày 2 + 3cm dưới hình thức láng nhựa hoặc thảm nhựa cực mỏng. Để bảo đảm dính bám tốt, trước khi rải lớp hao mòn sau khi phun nhựa dính bám, theo kinh nghiệm của Trung Quốc nên rải một ít bột khoáng (số lượng khoảng 30-40% lượng nhựa) để tăng lực dính bám giữa các lớp.

3 - Thi công

Việc thi công mặt đường bê tông lèn chặt bằng lu được tiến hành theo trình tự sau:

1. Chuẩn bị lớp móng

Để bảo đảm tấm bê tông có chiều dày không đổi và được lu lèn chặt lớp móng phải có chất lượng tốt, bảo đảm độ bằng phẳng và độ dốc ngang thiết kế. Mặt khác để cho lớp móng không hút mất nước của bê tông cần phải tưới ẩm lớp móng làm bằng vật liệu thấm nước và khi thi công ở nhiệt độ cao.

2. Rải và san

Bê tông lèn chặt bằng lu được rải thành lớp chiều dày từ 18 + 25cm sau khi lèn chặt. Để tránh làm khe dọc nên cố gắng rải trên toàn chiều rộng mặt đường.

Có thể rải bê tông bằng các thiết bị sau:

- Máy rải bê tông dùng ván khuôn trượt;
- Máy san;
- Máy san kết hợp máy ủi loại nhỏ;
- Máy rải bê tông nhựa (với các máy rải bê tông nhựa hiện đại có thể rải một lớp dày 22cm sau khi lu).

Theo kinh nghiệm nên rải theo trình tự sau thì có thể bảo đảm chất lượng bề mặt của mặt đường.

- Dùng máy san, máy ủi, máy rải... rải và san vật liệu cao hơn chiều dày thiết kế vài centimet.
- Dùng lu chấn động để đầm chặt một phần nhằm hạn chế không cho vật liệu phòi ra.
- Dùng máy san đặc biệt để hoàn thiện lần cuối lớp vật liệu đã rải đến chiều cao cuối cùng, vật liệu thừa ra được thu gom lại để làm lề hoặc đẩy ra phía trước nếu thời hạn thi công cho phép.

Với những công trường lớn có thể sử dụng các máy rải tự động.

- Tưới ẩm vật liệu khi cần.
- Sau đó tiếp tục lu lên bằng lu chấn động rồi lu bánh lốp.

3. Lu lên

Công tác lu lên ảnh hưởng rất lớn đến chất lượng: độ chặt và độ bằng phẳng của mặt đường, vì vậy cần đặc biệt chú ý.

Việc lu lên được tiến hành bằng lu chấn động và lu bánh lốp theo đúng trình tự đã nêu trong mục 9-4.

Cần đặc biệt chú ý lu lên các mép mặt đường đạt độ chặt yêu cầu. Muốn vậy phải đắp lề trước và cùng lu chặt lề đường và mặt đường.

Cách lu lên như sau:

- Đầu tiên cho máy lu (không rung) lu trên 1/3 chiều rộng bánh lên lề đường và 2/3 lên lớp bê tông.

- Sau đó cho máy lu (không rung) chuyển dần vào lớp bê tông, rồi tiếp tục lu bình thường.

4. Giữ ẩm sau khi lu lên

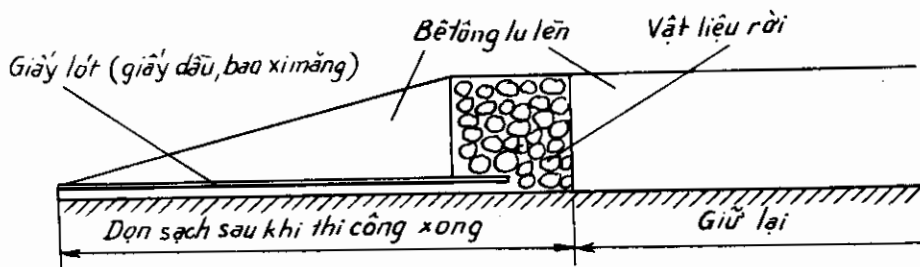
Chất liên kết chỉ có thể đông cứng tốt khi đủ nước, vì vậy cần phải giữ cho bê tông không bị khô mặt bằng cách làm ẩm khi cần thiết.

5. Thi công các khe nối và chỗ nối tiếp thi công

- Các khe dọc: Việc thi công nửa thứ hai của mặt đường phải được bố trí sao cho có thể đầm chặt khe trước khi nửa phần mặt đường thứ nhất ngưng kết: việc tổ chức công trường phải được tiến hành để có thể thi công toàn bộ mặt đường trước khi kết thúc thời hạn thi công của vật liệu rải đầu tiên, phải duy trì độ ẩm của mép cho tới khi thi công vệt rải tiếp theo.

- Các khe ngang: để tránh rải thành lớp mỏng có nguy cơ bị uốn dọc ở nhiệt độ cao tại các vị trí nối tiếp thi công phải cắt bê tông thành một hố thẳng đứng.

Việc cắt bê tông được tiến hành dễ dàng theo trình tự sau, (hình 7-11):



Hình 7-11. Thi công đoạn nối tiếp

- Rải một lớp giấy lót trên lớp móng trước khi làm đường dốc lên xuống;
- Rải bê tông làm đường lên xuống của xe máy thi công;
- Lu lên vật liệu;
- Dùng máy san cát bê tông tạo thành một rãnh thẳng đứng rộng khoảng 30cm sâu bằng chiều dày lớp trên toàn bộ mặt cắt ngang.

- Đổ đầy sỏi sạn hoặc đá dăm vào đầy rãnh và đầm chặt.

Phân đường lên xuống, giấy lót và vật liệu rời được dọn sạch khi thi công xong.

6. Bảo dưỡng

Trong những ngày đầu sau khi thi công xong nếu không được bảo vệ cẩn thận thì dễ bị xe cộ, nhất là xe thi công và mưa nắng làm hư hỏng.

Vì vậy phải làm tốt công tác bảo dưỡng với những nội dung sau:

- Ngay sau khi lu lên phải giữ ẩm bằng cách phun hoặc tưới nước.
- Cuối ca thi công hoặc chậm nhất là sáng hôm sau phải phun lớp nhũ tương bảo dưỡng và rải sỏi. Lượng nhũ tương vào khoảng 600 g/m^2 nhũ tương có độ pH ≥ 4 và sỏi cỡ 4/6mm.

Sau khi thông xe vài ngày: láng nhựa hai lớp hoặc láng nhựa một lớp cho đường ít xe chạy.

Việc chế tạo hỗn hợp bê tông lu lên được tiến hành ở các trạm trộn cấp phối đá gia cố xi măng hoặc ở các trạm trộn bê tông xi măng. Nếu có trộn thêm tro bụi thì trạm trộn phải trang bị thêm phễu chứa tro bụi và phải chú ý khống chế chính xác liều lượng.

Phải chú ý chống phân tầng khi đổ hỗn hợp vào xe, vận chuyển và rải san hỗn hợp. Khi vận chuyển xa phải có bạt che kín để giữ độ ẩm của hỗn hợp.

7.7. MẶT ĐƯỜNG BÊ TÔNG CỐT THÉP LIÊN TỤC

1. Phạm vi sử dụng thích hợp

Mặt đường bê tông cốt thép liên tục thích hợp cho đường cao tốc và đường ô tô cấp 1.

2. Thiết kế chiều dày

Chiều dày của mặt đường bê tông cốt thép liên tục có thể dựa vào các thông số thiết kế và các quy định thiết kế mặt đường bê tông thông thường để tiến hành thiết kế.

Lớp móng lấy bằng chiều dày lớp móng của mặt đường bê tông thường, còn chiều dày tấm bê tông của đường cao tốc thì lấy bằng chiều dày tấm bê tông của mặt đường bê tông thường, với đường cấp 1 thì lấy bằng 0,9 chiều dày đó.

3. Thiết kế bố trí cốt thép

1. Cốt thép theo hướng dọc và hướng ngang đều dùng cốt thép vằn. Tỷ lệ cốt thép theo hướng dọc xác định theo công thức (7.1), thường không chế trong phạm vi từ 0,5 đến 0,7%. Tỷ lệ cốt thép nhỏ nhất thường là 0,5%.

Lượng cốt thép sử dụng theo hướng ngang lấy bằng 1/5 - 1/8 lượng cốt thép sử dụng theo hướng dọc.

$$\beta = \frac{E_c f_{cm}}{2E_c f_{sy} - E_s f_{cm}} (1,3 - 0,2\mu) \times 100 \quad (7.1)$$

trong đó: β - Tỷ lệ cốt thép bố trí theo hướng dọc (%);

f_{cm} - Cường độ kéo uốn theo thiết kế của bê tông (MPa);

f_{sy} - Cường độ chảy dẻo của cốt thép (MPa);

μ - Hệ số ma sát giữa tấm và lớp móng, thường lấy bằng 1,5.

2. Việc bố trí cốt thép phải phù hợp với yêu cầu dưới đây:

a) Khoảng cách giữa cốt thép theo hướng dọc không nhỏ hơn 10cm, không lớn hơn 25cm.

b) Khoảng cách giữa các cốt thép theo hướng ngang không lớn hơn 80cm.

c) Chiều dài liên tiếp của cốt thép theo hướng dọc không được nhỏ hơn 50cm hoặc 30 lần đường kính cốt thép. Vị trí các mối hàn tiếp phải so le nhau, không được trùng nhau trên một mặt cắt.

d) Khoảng cách từ cốt thép biên đến mép tấm thường là 10 - 15cm.

4. Xử lý ở đầu mút tấm

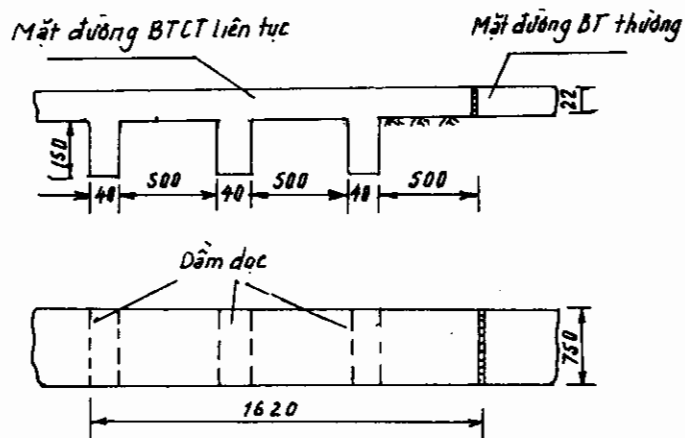
Chỗ nối tiếp giữa mặt đường bê tông cốt thép liên tục với các mặt đường khác hoặc với cầu cống phải tiến hành xử lý. Việc xử lý đầu mút này có thể căn cứ vào tình hình thực tế để chọn chung loại neo dầm hình chữ nhật, neo cột đổ bê tông, khe nối kiểu chữ công cánh rộng, bố trí khe dãn liên tục (hình 7-12).

5. Bố trí khe

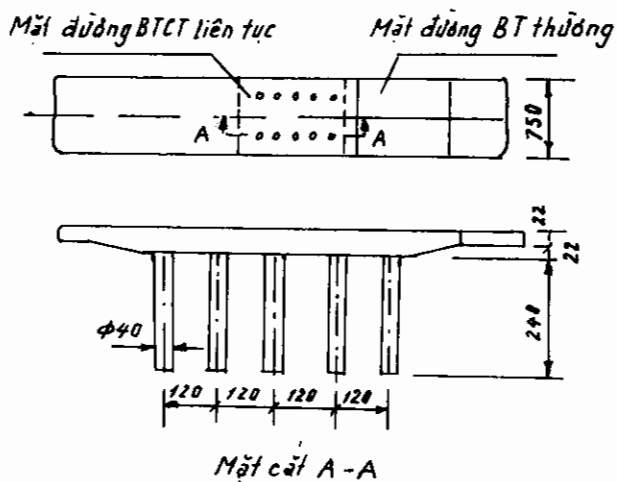
Khoảng cách và cấu tạo của khe dọc có thể thiết kế theo quy định ở điều 5-2-1, nhưng không bố trí thanh chịu kéo vì các cốt thép theo hướng ngang của tấm đã xuyên qua khe dọc và làm nhiệm vụ của thanh chịu lực.

Khe thi công theo hướng ngang nên tận dụng tối thiểu - Khe thi công bố trí khi gián đoạn thi công có thể bố trí khe bằng, nên duy trì sự liên tục của cốt thép dọc xuyên qua khe nối.

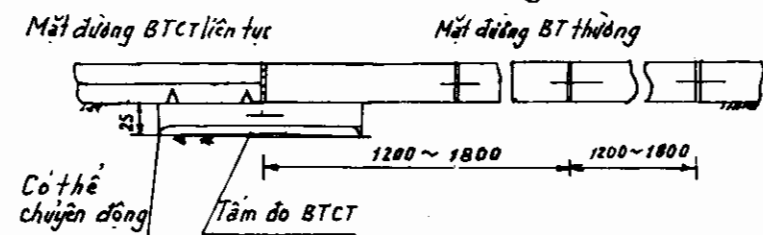
Cấu tạo của khe dãn giống như với bê tông thường.



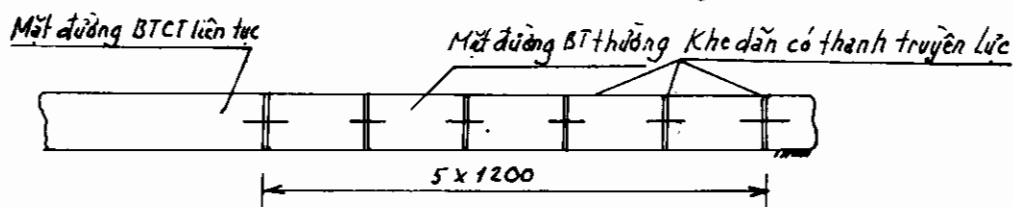
a) Neo dầm chữ nhật



b) Neo cọc đổ bê tông



c) Khe nối kiểu chữ I cánh rộng



d) Khe dẫn bố trí liên tục

Hình 7-12. Sơ đồ các hình thức xử lý ở đầu mút
(kích thước tính bằng cm)

7.8. MẶT ĐƯỜNG BÊTÔNG SỢI THÉP

1. Trường hợp sử dụng

Mặt đường bê tông sợi thép thường sử dụng thích hợp ở các đoạn đường hạn chế cao độ, lớp tăng cường mặt đường bê tông cũ, trạm đỗ xe công cộng, trạm thu phí, mặt đường trên cầu...

2. Yêu cầu cơ bản đối với vật liệu

Sợi thép có thể dùng sợi thép cấu hoặc sợi thép đúc. Cường độ chịu kéo của nó không thấp hơn 550 MPa. Đường kính sợi thép thường từ 0,4 - 0,7mm, tỉ lệ chiều dài trên đường kính từ 50 - 70. Đường kính lớn nhất của cốt liệu thô thường bằng 1/2 chiều dài sợi thép nhưng không lớn hơn 20mm. Yêu cầu đối với các vật liệu khác của hỗn hợp bê tông giống như với bê tông thường.

3. Thiết kế tỉ lệ phối hợp

Phương pháp thiết kế cấp phối của bê tông sợi thép giống với bê tông thông thường, có thể tiến hành theo quy định ở điều 5-4-2 của quy phạm này. Lượng sợi thép sử dụng dựa vào tỉ lệ phổ biến chiếm trong thể tích bê tông để tính, thường dùng từ 1,0 - 1,2%. Cốt liệu dùng cấp phối liên tục, tỉ lệ cát phải được chọn căn cứ vào lượng sợi thép sử dụng, thường dùng từ 45 - 55%, lượng sợi thép nhiều thì dùng trị số cao.

4. Thiết kế chiều dày

Chiều dày của mặt đường bê tông sợi thép trước tiên có thể dựa vào các thông số và chiều dày quy định của lớp móng và tấm mặt đường bê tông thường để thiết kế. Sau đó lấy chiều dày lớp móng bằng chiều dày lớp móng của mặt đường bê tông thường, còn chiều dày của tấm bê tông thì dựa vào lượng sợi thép sử dụng lấy bằng 0,55 đến 0,65 lần chiều dày của tấm bê tông thường, nhưng chiều dày nhỏ nhất không được nhỏ hơn 10cm.

5. Bố trí khe nối

Việc bố trí khe dọc có thể xác định theo yêu cầu thi công thực tế. Với mặt đường rải trên toàn chiều rộng thì có thể không làm khe co dọc.

Khoảng cách giữa các khe co ngang được bố trí theo điều kiện khí hậu địa phương, chiều dày tấm và tỉ lệ sợi thép sử dụng, thường từ 15 - 20cm.

Nguyên tắc bố trí khe thi công dọc, ngang và khe dẫn giống như với mặt đường bê tông thường.

CHƯƠNG VIII

XÂY DỰNG MẶT ĐƯỜNG BÊTÔNG LẤP GHÉP

8.1 - KHÁI NIỆM VÀ CẤU TẠO CỦA MẶT ĐƯỜNG BÊTÔNG LẤP GHÉP

- Mặt đường bê tông lấp ghép là loại mặt đường do các tấm bê tông hoặc bê tông cốt thép đó được chế tạo sẵn để lấp ghép thành đường.

So với mặt đường bê tông đổ tại chỗ, mặt đường bê tông lấp ghép có những ưu điểm sau:

1. Các tấm bê tông được chế tạo sẵn ở xí nghiệp (hoặc ở các bãi đúc cấu kiện) nên có điều kiện bảo đảm chất lượng tốt, có thể cơ giới hoá toàn bộ quá trình sản xuất, do đó nâng cao được năng suất lao động, hạ giá thành, có thể sản xuất chế tạo hàng loạt theo quy cách thống nhất, do đó tận dụng được công suất của máy móc thiết bị;

2. Công tác xây dựng mặt đường bê tông lấp ghép tại hiện trường được đơn giản hơn, chỉ gồm có việc làm lớp móng, lấp ghép các tấm bê tông và làm khe nối, do đó giảm được nhiều khối lượng công tác phải trực tiếp làm trên đường;

3. Điều kiện thời tiết ít ảnh hưởng đến công tác xây dựng mặt đường bê tông lấp ghép - Cự ly vận chuyển và thời gian bảo quản các tấm bê tông đúc sẵn không bị hạn chế vì lý do thi công;

4. Có thể thông xe ngay sau khi đặt xong các tấm bê tông;

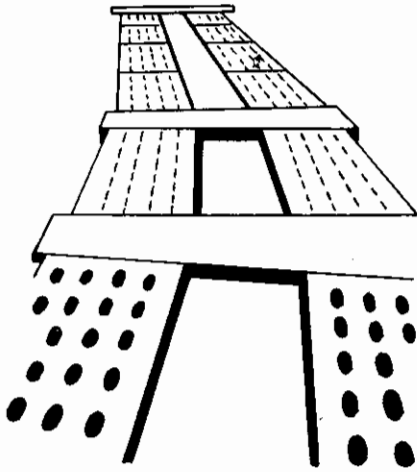
5. Khi cần thiết có thể tháo gỡ dễ dàng.

Bên cạnh những ưu điểm trên đây, mặt đường bê tông lấp ghép vẫn còn những nhược điểm sau:

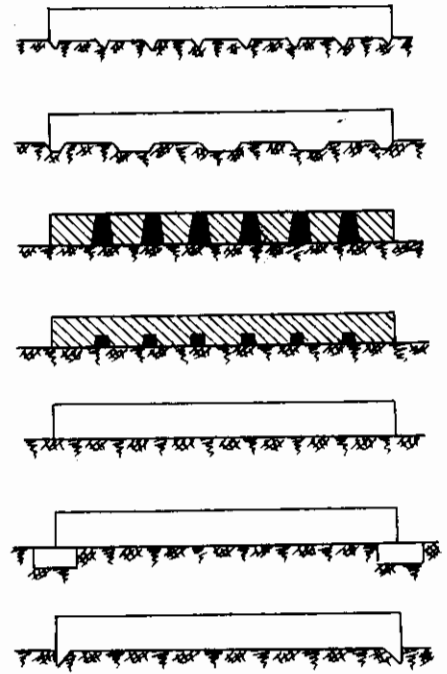
1. Số lượng khe nối nhiều, do đó làm giảm tốc độ thi công. Mặt đường khó bằng phẳng nên tốc độ của xe chạy trên đường bị hạn chế. Vấn đề liên kết giữa các tấm bê tông hiện nay vẫn chưa được giải quyết tốt;

2. Sự tiếp xúc giữa lớp móng và tấm bê tông thường không được tốt. Hiện nay vẫn còn thiếu thiết bị đồng bộ để đặt các tấm bê tông, nên năng suất đặt tấm còn thấp, nhất là với các tấm nhỏ.

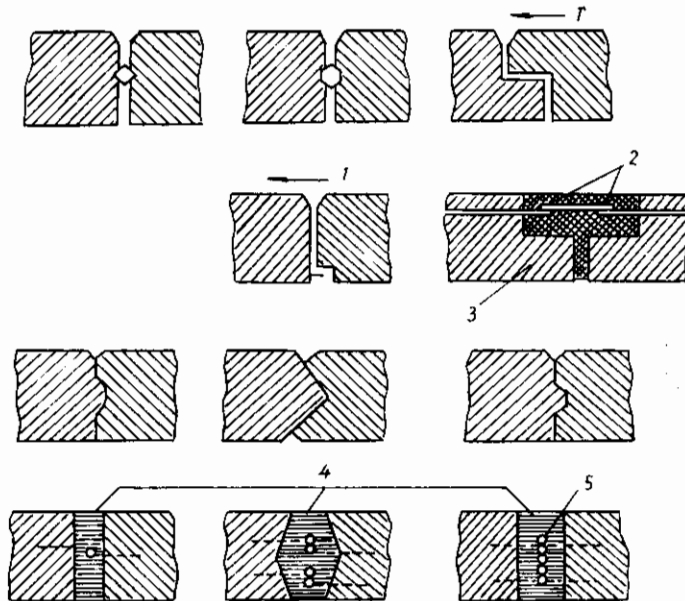
3. Số lượng cốt thép dùng nhiều, nhất là với các tấm bê tông loại lớn. So với mặt đường bê tông đổ tại chỗ giá thành cao. Mặt đường bê tông lấp ghép sử dụng thích hợp để làm đường nội bộ trong các công trình, xí nghiệp, nhà máy bởi vì thời gian xây dựng nhanh chóng. Khi mở rộng các đường cũ, khi xây dựng các đường hẹp, nếu dùng mặt đường lấp ghép thì vẫn bảo đảm thông xe trong quá trình thi công. Tuy nhiên về độ bằng phẳng kém nên ít được dùng để làm các đường trục. Đối với các đường tạm, mật độ giao thông nhỏ thì có thể lát các tấm bê tông theo vệt bánh (hình 8-1).



Hình 8-1. Mặt đường bê tông lắp ghép lái theo vết bánh



Hình 8-2. Các hình thức tiếp xúc giữa tấm bê tông với lớp móng



Hình 8-3. Các kiểu khe nối tấm bê tông của mặt đường bê tông lắp ghép.

1. Hướng xe chạy; 2. Liên kết bằng cốt thép hàn (khe hở chèn bằng bê tông nhựa nguội); 3. Vữa liên kết cứng; 4. Các móc bằng kim loại.

Mặt đường bê tông lắp ghép thường được lát bằng các tấm hình chữ nhật và hình vuông. Trên các quảng trường, đường phố rộng đôi khi còn dùng các tấm hình sáu cạnh.

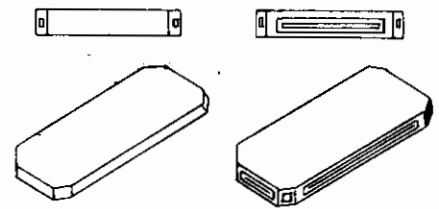
Khi dùng các tấm chữ nhật thì chiều rộng mặt đường phải là bội số của cạnh ngắn.

Nếu mặt đường rộng 7m thì cạnh ngắn của tấm phải lấy bằng 3,5 hay 1,75m. Với mặt đường lát theo vệt bánh thì chiều rộng của tấm bê tông thường là 1m. Chiều dài của tấm (kích thước của cạnh đặt dọc theo tim đường) thường được xác định từ hai điều kiện: 1. Bảo đảm cho khối lượng của tấm phù hợp với khả năng của cần trục và của phương tiện vận chuyển; 2. Bảo đảm cho số lượng khe theo hướng ngang là ít nhất.

Các tấm bê tông lắp ghép dùng làm mặt đường có rất nhiều hình thức cấu tạo khác nhau. Sự khác nhau chủ yếu của chúng là hình thức cấu tạo ở đáy tấm bê tông nhằm bảo đảm cho tấm bê tông tiếp xúc tốt và truyền lực đều trên lớp móng (hình 8-2) và phương pháp liên kết giữa các tấm bê tông với nhau (hình 8-3). Nếu tấm bê tông không tiếp xúc chặt chẽ với lớp móng thì mặt đường sẽ bị giảm yếu và điều kiện làm việc của tấm dưới tác dụng của tải trọng sẽ bị xấu đi. Nếu liên kết tấm bê tông với các tấm bê tông bên cạnh không đảm bảo thì mômen uốn xuất hiện trong tấm sẽ không được giảm bớt (nhất là khi tải trọng tác dụng ở cạnh và góc tấm). Vì vậy người ta đã thiết kế nhiều kiểu cấu tạo đáy tấm khác nhau (hình 8-2) và các kiểu khe nối tấm bê tông khác nhau (hình 8-3).

Các tấm bê tông có đáy lồi lõm sẽ chống trượt ngang tốt hơn các tấm có đáy phẳng. Các tấm có gờ đỡ ở góc và mép tấm thì bản thân góc và mép tấm được tăng cường nhưng ở giữa lại tương đối yếu. Tấm bê tông có gờ chung quanh thì khả năng chịu lực ở chu vi của tấm sẽ được tăng lên, bảo đảm ổn định tốt, nhưng khả năng chịu lực ở giữa kém hơn. Tấm bê tông có lỗ suốt, việc tiếp xúc với lớp móng được tốt, ổn định chống trượt tốt, nhưng chế tạo phức tạp, lại bị nước mưa chảy xuống theo các lỗ làm ẩm ướt nền móng dễ gây xói lở nền móng.

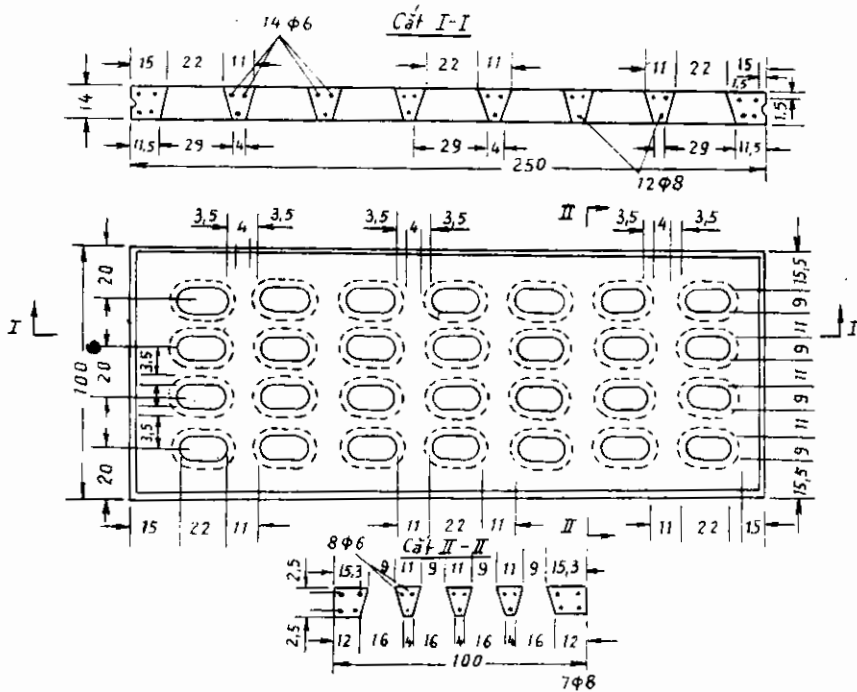
Qua so sánh các tấm bê tông có hình dạng và kết cấu khác nhau nhận thấy các tấm bê tông có hình dạng và kết cấu phức tạp trong nhiều trường hợp chẳng có ưu điểm gì nổi bật mà chế tạo lại phức tạp. Hiện nay thường sử dụng các tấm có hình dạng và kết cấu đơn giản nhất. Thường dùng các tấm hình chữ nhật có đáy trơn (hình 8-4) để lát mặt đường trên toàn bộ phận xe chạy và dùng tấm có lỗ suốt của A.V. Iakóplep (hình 8-5).



Hình 8-4. Các tấm lắp ghép hình chữ nhật.

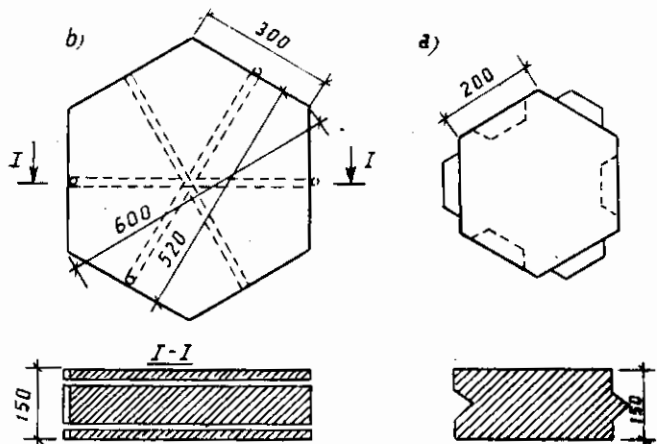
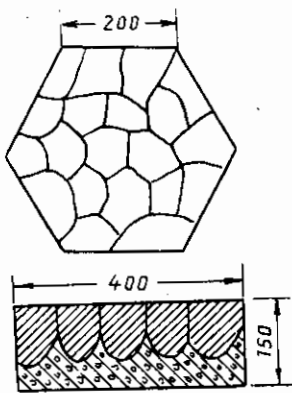
Kích thước các tấm bê tông chữ nhật thường là 2x4m hoặc 2x6m, lượng cốt thép dùng khoảng $9 + 12\text{kg/m}^2$. Dùng các móc kim loại (hình 8-2) để liên kết các tấm, khi lắp ghép sẽ hàn các móc này lại với nhau và đổ bê tông vào khe hở giữa các tấm. Ngoài ra người ta cũng dùng liên kết kiểu ngàm, nhưng việc lắp ghép chúng rất phức tạp.

Các tấm bê tông kích thước nhỏ thường dùng để lát quảng trường, chỗ đỗ xe, sân bãi, hoặc xây dựng mặt đường ở những đoạn nền đường có khả năng lún không đều.



Hình 8-5. Tấm bê tông có lỗ suốt (kích thước hình vẽ ghi bằng (cm),
kích thước cốt thép bằng (mm)).

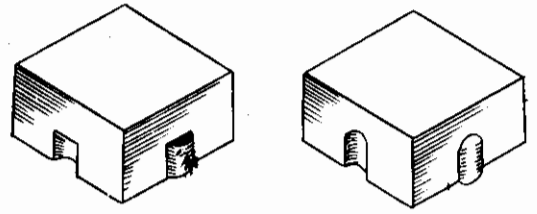
Về cấu tạo, các tấm bê tông kích thước nhỏ thường có dạng hình sáu cạnh, hình vuông hoặc hình chữ nhật, trong đó tấm hình sáu cạnh (hình 8-6) được sử dụng phổ biến nhất. Từ đầu thế hệ này, ở Ba Lan, Liên Xô cũ đã xây dựng mặt đường lát bằng các tấm bê tông lắp ghép theo kết cấu của kỹ sư Trilinski. Các tấm bê tông này hình sáu cạnh, mỗi cạnh 20cm, dày 15cm, nặng 35 + 37kg, trên mặt có gắn đá cứng để chống mòn (hình 8-6). Sau đó, năm 1948, giáo sư Kirienkô đã thiết kế một loại tấm mới cũng hình sáu cạnh, nhưng có liên kết ngầm, để bảo đảm truyền tải trọng từ tấm này sang tấm kia (hình 8-7a). Kirienkô còn nghiên cứu một loại tấm hình sáu cạnh, có bố trí các thanh cốt thép xuyên tâm (hình 8-7b). Đầu các thanh cốt thép này được uốn thành móc tròn, để liên kết với các tấm bê tông bên cạnh bằng các chốt.



Hình 8-6. Tấm bê tông mặt đường hình sáu cạnh của Trilinski

Hình 8-7. Các tấm bê tông sáu cạnh của Kirienkô.
a) Tấm có liên kết gờ; b) Tấm có bố trí cốt thép xuyên tâm.

Ngoài tấm hình sáu cạnh, người ta còn dùng các tấm hình vuông hoặc hình chữ nhật. Hình 8-8 giới thiệu một loại tấm hình vuông, mỗi cạnh dài 33cm, bề dày tấm thay đổi từ $8 \div 20\text{cm}$ tùy theo loại tải trọng. Các tấm này được sử dụng khá rộng rãi ở Ba Lan, Tiệp Khắc. Các cạnh của tấm bê tông này có bố trí mộng và lỗ để ghép với nhau từng đôi một, bảo đảm sự ổn định của mặt đường dưới tác dụng của xe chạy. Thường dùng bê tông mác $300 \div 400$ để đúc các tấm bê tông kích thước nhỏ.



Hình 8-8. Các tấm bê tông hình vuông dùng lát mặt đường.

Móng của mặt đường bê tông lắp ghép cũng được xây dựng như móng của mặt đường bê tông đổ tại chỗ. Mặt đường bê tông lắp ghép vịnh cửa thường được đặt trên các lớp móng gia cố, móng đá dăm, hoặc móng cát. Mặt đường lát theo vệt bánh có thể đặt trực tiếp trên nền đường tùy theo thời hạn sử dụng của mặt đường, loại đất và điều kiện khí hậu thời tiết của khu vực.

8.2- CÔNG NGHỆ SẢN XUẤT CÁC TẤM BÊ TÔNG CỐT THÉP ĐÚC SẴN

Quá trình công nghệ chủ yếu để sản xuất các cấu kiện bê tông đúc sẵn bao gồm các trình tự sau:

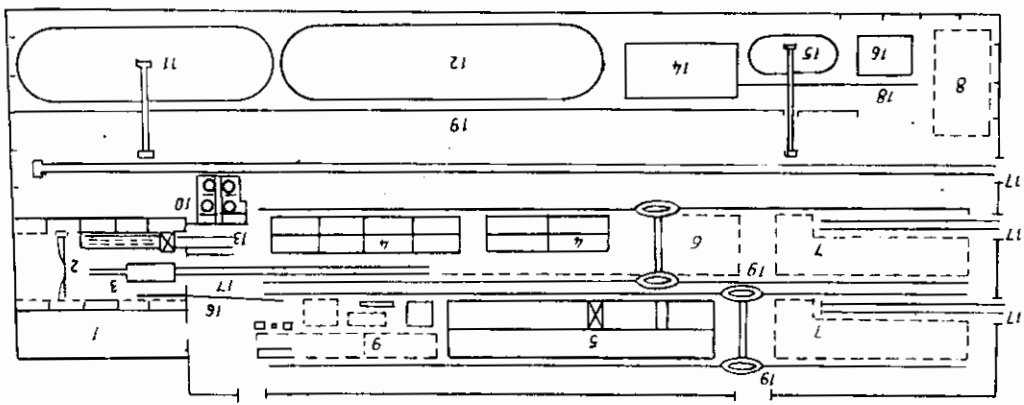
1. Tiếp nhận, bảo quản và vận chuyển nguyên vật liệu;
2. Chế tạo ván khuôn;
3. Gia công cốt thép;
4. Trộn và vận chuyển hỗn hợp bê tông;
5. Đổ bê tông đúc cấu kiện;
6. Bảo dưỡng các cấu kiện mới đúc xong;
7. Tháo ván khuôn, sửa chữa hoàn thiện;
8. Bảo quản các sản phẩm.

Trong các trình tự trên đây thì bước đổ bê tông đúc cấu kiện và bảo dưỡng cấu kiện mới đúc xong có tác dụng quyết định đối với phương án công nghệ sản xuất cấu kiện.

Các tấm bê tông mặt đường có thể chế tạo tại xí nghiệp bê tông hoặc tại các bãi đúc ngoài trời. Công tác bố trí bãi đúc tấm bê tông ngoài trời chủ yếu gồm có việc bố trí các bộ phận sau: 1. Bãi để cát, đá và kho xi măng; 2. Trạm trộn bê tông; 3. Bãi đúc và bảo dưỡng cấu kiện; 4. Các phân xưởng phụ thuộc như phân xưởng cốt thép, ván khuôn, lò hơi, kho nhiên liệu và các kho làm việc, khu sinh hoạt; 5. Bãi để các sản phẩm đã đúc xong.

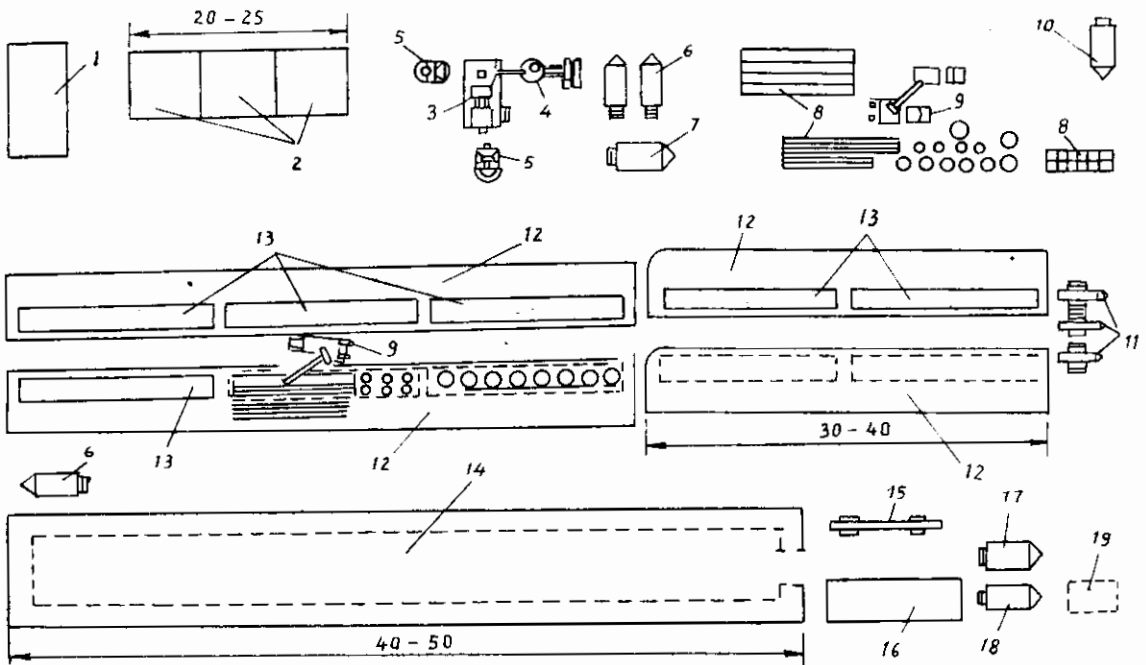
Hình 8-9 giới thiệu sơ đồ bố trí một bãi đúc ngoài trời kiểu cố định có thể sản xuất các loại cấu kiện đúc sẵn, sản lượng hàng năm 10000m^3 nếu mỗi ngày sản xuất 2 ca.

Hình 8-10 là sơ đồ mặt bằng của một bãi đúc ngoài trời kiểu di động với công suất nhỏ hơn 10.000m^3 sản phẩm trong một năm.



Hình 8-9. Bãi cấu kiện bê tông đúc sẵn ở ngoài trời kiểu cố định.

1. Các phòng làm việc và sinh hoạt; 2. Phân xưởng đổ bê tông; 3. Phân xưởng cốt thép; 4. Buồng bảo dưỡng bằng hơi nước nóng; 5. Bộ đúc cấu kiện dự ứng lực; 6. Bãi đổ bê tông ngoài trời; 7. Kho thành phẩm; 8. Kho ván khuôn; 9. Bãi cốt thép; 10. Kho xi măng; 11. Đống cát; 12. Đống đá dăm; 13. Phân xưởng trộn; 14. Buồng nổi hơi; 15. Đống than; 16. Đống xỉ lò; 17. Đường sắt; 18. Đường goòng; 19. Đường sắt cho cần trục.



Hình 8-10. Mặt bằng tổng thể của bãi cấu kiện ngoài trời kiểu di động.

1. Kho nhiên liệu; 2. Bãi cát đá; 3. Trạm trộn bê tông; 4. Kho xi măng; 5. Máy bốc dỡ vật liệu tự hành; 6. Trạm phát điện di động; 7. Phòng thí nghiệm di động; 8. Kho thành phẩm; 9. Cần trục ô tô; 10. Phòng làm việc di động; 11. Nồi hơi di động; 12. Bãi đúc cấu kiện; 13. Buồng bảo dưỡng bằng hơi nước nóng kiểu chụp dây; 14. Bãi cốt thép; 15. Bộ lắp các khung cốt thép; 16. Kho kim loại; 17. Kho vật liệu di động; 18. Xưởng sửa chữa cơ khí di động; 19. Phân xưởng rên.

8.3 - XÂY DỰNG MẶT ĐƯỜNG BÊTÔNG LẤP GHEP

Việc vận chuyển các tấm bê tông lấp ghép từ xí nghiệp hoặc bãi đúc sẵn đến nơi thi công có thể tiến hành bằng ô tô khi cự ly vận chuyển từ 10 + 30km; hoặc bằng đường sắt, đường thủy liên vận với cự ly vận chuyển xa hơn. Cần bố trí các bãi chứa tấm bê tông trên tuyến đường cho hợp lý, phải tính toán cẩn thận số tấm bê tông cần chứa ở mỗi bãi, tránh tình trạng thừa thiếu khi thi công.

Đặt các tấm bê tông là bước chủ yếu nhất của các quá trình xây dựng mặt đường lấp ghép. Nếu tiến hành bước này không cẩn thận thì khó bảo đảm cho mặt đường đạt độ bằng phẳng cần thiết, các tấm bê tông sẽ không tiếp xúc chặt chẽ với nền móng như điều kiện tính toán của tấm trên nền đàn hồi, do đó làm giảm cường độ của mặt đường. Theo thống kê thì đại bộ phận các đoạn mặt đường bê tông lấp ghép bị hư hỏng thường là do khâu đặt các tấm bê tông tiến hành không tốt.

- Nếu dùng các tấm nhỏ thì quá trình lấp ghép được tiến hành bằng thủ công kết hợp với các công cụ cải tiến, tương tự như thi công mặt đường lát đá. Khi dùng các tấm lớn thì thường đặt tấm bằng ô tô cần trục. Tùy theo khối lượng của tấm mà chọn ô tô cần trục cho thích hợp.

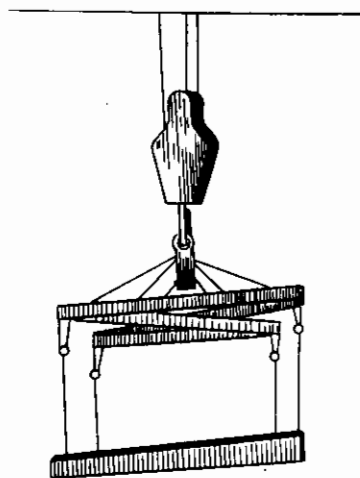
Bảng 8-1

Đặc tính kỹ thuật của một số loại ô tô cần trục của Liên Xô cũ, Tiệp Khắc

Thứ tự	Loại cần trục	Khối lượng cần trục (T)	Sức nâng lớn nhất		Sức nâng nhỏ nhất	
			T	Khi tằm với (m)	T	Khi tằm với lớn nhất (m)
1	AK5 quay nửa vòng, truyền động cơ học lắp trên bệ xe 164	8,3	5	2,5	1	5,5
2	AK5 I	8,3	5	2,5	1	5,5
3	K-51, quay nửa vòng, truyền động cơ học lắp trên bệ xe MAZ-200	12,15	5	3,8	2	6,5
4	K-52, quay nửa vòng chuyển động điêden điện, lắp trên bệ MAZ-200	13	5	3,8	2	6,5
5	CMK-7, nt	-	7,5	4	2	8,5
6	MKA-10, quay toàn vùng, truyền động thủy lực lắp trên bệ MAZ-200	14	10	4	2,2	10
7	K-104, quay toàn vùng, truyền động điêden điện, lắp trên bệ KPAZ-219	22,8	10	4	2,2	10
8	K-162, quay toàn vùng, truyền động điêden điện lắp trên bệ xe AZ-219	20,8	15	4	3,25	10
9	Cần trục A-16, Tiệp Khắc truyền động thủy lực, lắp trên bệ xe Tatra 138PN	-	6	3,0	2,5	8,5

Việc chọn cần trục được tiến hành theo sức nâng và tầm với của chúng. Sức nâng của cần trục phải tương ứng với khối lượng của mỗi tấm cộng thêm $20 + 40\%$ khối lượng để khắc phục lực ma sát giữa tấm với ván khuôn, giữa tấm với đất. Cần chú ý là sức nâng của cần trục ghi trong lý lịch máy là ứng với tầm với nhỏ nhất. Nếu tăng tầm với lên thì sức nâng của nó sẽ giảm từ $2 + 5$ lần. Không nên tiến hành đặt tấm khi sử dụng tầm với cần trục nhỏ nhất vì như vậy máy phải di chuyển nhiều lần khi đặt tấm, giảm năng suất xuống nhiều. Khi đặt các tấm loại lớn nên dùng các cần trục có tầm với ít nhất là $7 + 10\text{m}$. Vì vậy khi chọn cần trục cần phải kiểm tra sức nâng của chúng ứng với tầm với lớn nhất (xem bảng 8-1).

Các loại ô tô cần trục thường không có thiết bị để giữ cho tấm bê tông nằm ngang trước khi hạ, vì vậy cần phải bố trí thêm một giằng chéo có móc hoặc có dây treo như hình 8-11. Khi hạ cần phải bố trí từ $2 + 4$ công nhân để giữ cho tấm khỏi bị lác lư. Quá trình đặt tấm bê tông bằng ô tô cần trục như sau: hạ tấm bê tông xuống độ cao cách móng 20cm , giữ cho tấm bê tông đúng vị trí cần đặt và song song với móng, rồi mới đặt tấm bê tông xuống móng đường. Sau đó lại nâng tấm bê tông lên và quan sát mặt tiếp xúc giữa móng và đáy tấm bê tông để kiểm tra xem đáy tấm có tiếp xúc chặt chẽ với lớp móng không. Nếu mặt tiếp xúc chưa tốt thì phải sửa chữa những chỗ lõm của lớp móng. Khi chữa lại lớp móng, cần đưa tấm bê tông sang bên cạnh để đảm bảo an toàn và dễ thao tác. Sửa chữa lớp móng xong lại hạ tấm xuống và nâng tấm lên để kiểm tra lần nữa.

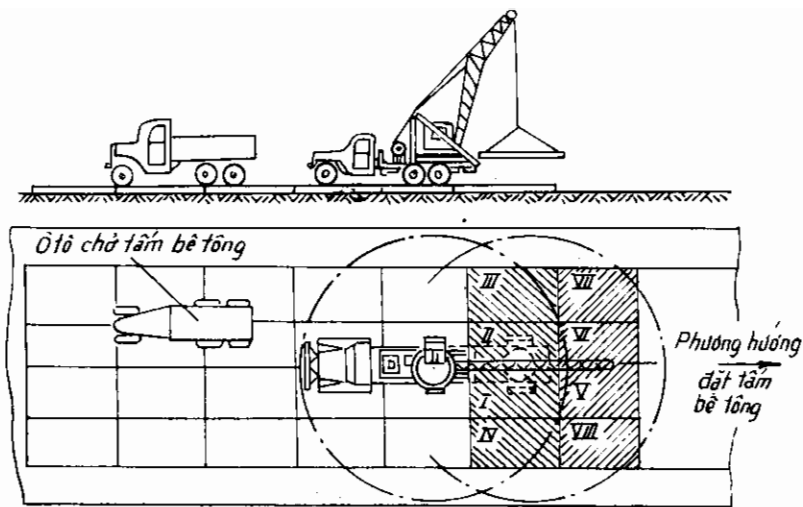


Hình 8-11. Giằng chéo bảo đảm thẳng bằng khi đặt tấm.

Trong quá trình đặt tấm bê tông, ô tô cần trục thường đỗ trên phần mặt đường vừa đặt xong. Cần trục cẩu các tấm bê tông từ ô tô vận chuyển hoặc từ các tấm đã được xếp sẵn ở lề đường, rồi đặt lên trên lớp móng ngay trước vị trí để cần trục. Sơ đồ đặt các tấm bê tông bằng ô tô cần trục theo phương pháp tiến dần theo hướng thi công được giới thiệu ở hình 8-12.

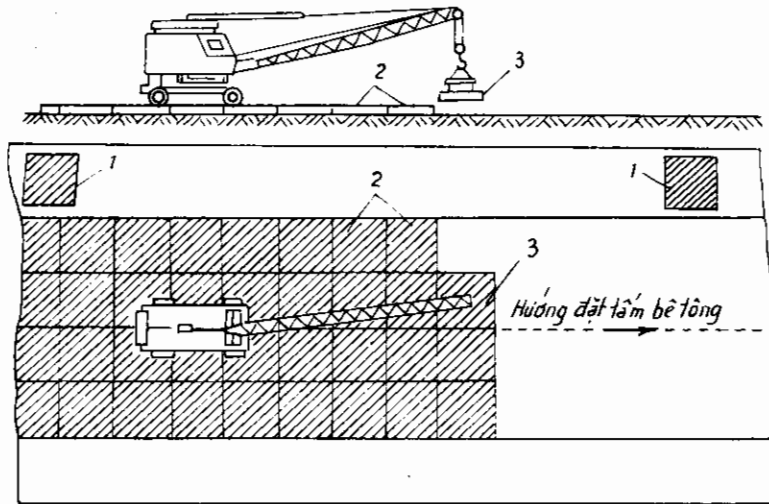
Đầu tiên đặt các tấm ở tim đường, rồi đặt các tấm ở mép đường. Sau khi xong các tấm trên toàn bộ một hàng ngang thì di chuyển cần trục lên phía trước và đổ vào phần mặt đường vừa được đặt tấm xong và kiểm tra sơ bộ chất lượng đặt tấm. Việc đặt tấm bảo đảm được chất lượng khi tấm không bị vênh và không bị lún dưới tác dụng của cần trục.

Hình 8-13 trình bày sơ đồ đặt tấm bê tông được cẩu từ các chông tấm đặt sẵn ở lề đường. Việc cẩu được thực hiện bằng trục tự hành có sức nâng lớn và có cần trục nối dài, do đó có thể đặt 3 hàng tấm mới phải di chuyển cần trục. Việc đặt các tấm bê tông trên đường cong phức tạp hơn nhiều so với khi đặt trên đường thẳng, bởi vì các tấm chữ nhật hoặc sáu cạnh (nhất là các tấm có kích thước lớn) thường rất khó đặt vào các đoạn cong.



Hình 8-12. Sơ đồ đặt các tấm bê tông mặt đường bằng ô tô cần trục theo phương pháp tiến dần.

(các số la mã I, II... VIII biểu thị trình tự đặt tấm).



Hình 8-13. Sơ đồ đặt các tấm bê tông được cấu từ các chông tấm đặt sẵn tại lề đường bằng cần trục tự hành có cần cầu nổi dài.

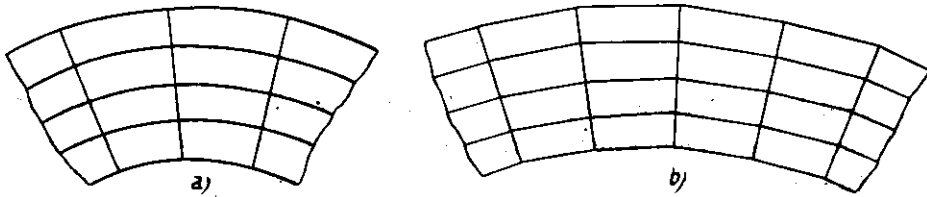
1. Các chông tấm bê tông ở lề đường; 2. Các tấm bê tông đã đặt xong; 3. Tấm bê tông đang đặt.

Một số biện pháp xây dựng mặt đường lắp ghép trên các đoạn cong:

1. Chế tạo các tấm đặc biệt có hình dáng và kích thước phù hợp với mặt đường trên các đoạn cong;
2. Dùng các tấm chữ nhật (hoặc sáu cạnh) tiêu chuẩn và làm thay đổi chiều rộng các khe nối ngang để bảo đảm độ cong của mặt đường;

3. Dùng các tấm tiêu chuẩn để lát mặt đường có mép gãy góc. Lát theo kiểu này thì chiều rộng mặt đường thường tăng lên, nhưng chiều rộng ở các góc lõm của mép đường vẫn bằng chiều rộng thiết kế.

Chất lượng mặt đường bê tông lắp ghép sẽ đảm bảo nhất nếu chế tạo các tấm có hình dạng đặc biệt, được thay đổi theo bán kính đường cong. Với các đường cong có bán kính nhỏ thì chế tạo các tấm có hai cạnh cong, với các đường cong có bán kính lớn thì chế tạo các tấm hình thang (hình 8-14).



Hình 8-14. Sơ đồ đặt các tấm bê tông lắp ghép trên đường cong.

a) Đặt các tấm có hai cạnh cong; b) Đặt bằng các tấm hình thang.

Trên các đường cong có bán kính nhỏ, có thể dùng các tấm chữ nhật (hoặc sáu cạnh) tiêu chuẩn để lát mặt đường và thay đổi chiều rộng các khe nối ngang nhằm bảo đảm hình dạng của mặt đường trong đường cong (hình 8-15). Khe nối ngang ở mép trong của mặt đường có chiều rộng nhỏ nhất ($1 \div 2\text{mm}$) còn ở mép ngoài thì có chiều rộng lớn nhất.

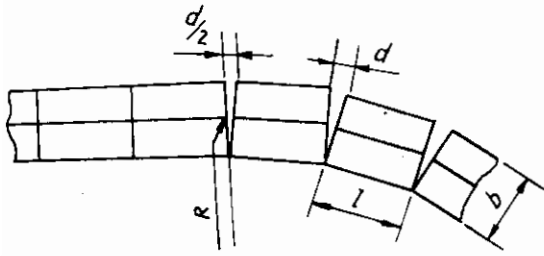
Trong thực tế, có thể xác định trị số độ mở rộng của khe ngang d theo công thức sau:

$$d = \frac{bl}{R - \frac{b}{2}}$$

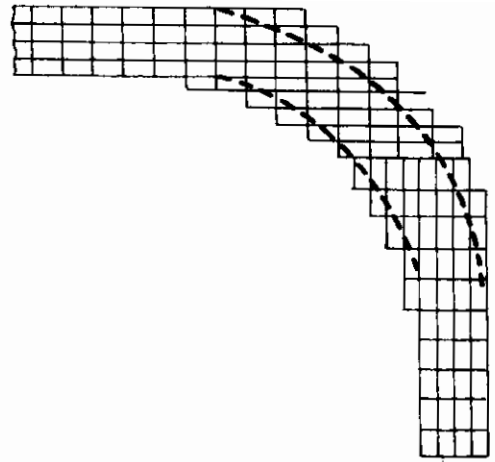
trong đó: b - Chiều rộng mặt đường (m); l - Chiều dài tấm bê tông (m); R - Bán kính cong (m).

Trên các đường cong có bán kính nhỏ và góc ngoặt bằng 90° thì có thể đặt các tấm bê tông lắp ghép theo sơ đồ ở hình 8-16. Ưu điểm của sơ đồ này là có thể dùng các tấm bê tông tiêu chuẩn thông thường, nhược điểm là phải tốn thêm một số tấm lát thừa ra lề đường. Khi góc ngoặt nhỏ hơn 90° thì phải đặt $1 \div 2$ hàng ở giữa đường cong bằng các tấm đặc biệt, hoặc phần mặt đường này được đổ bê tông tại chỗ.

Sau khi thông xe khoảng $15 \div 20$ ngày, lúc đó các tấm bê tông đã bị lún dưới tác dụng của xe chạy thì dùng thước dài 3m kiểm tra độ bằng phẳng của mặt đường. Khe hở giữa thước kiểm tra và mặt tấm bê tông không được quá 5mm, mép các tấm bê tông gần nhau không được chênh lệch quá 3mm.



Hình 8-15. Sơ đồ đặt các tấm bê tông chữ nhật trên đường cong với các khe ngang có chiều rộng thay đổi.



Hình 8-16. Sơ đồ đặt mặt đường bê tông lắp ghép bằng các tấm chữ nhật trên đường cong bán kính nhỏ.

Phương pháp đặt các tấm bê tông mặt đường lát theo vệt bánh, cũng tương tự như phương pháp đặt tấm bê tông của mặt đường lát trên toàn bộ chiều rộng, nhưng về yêu cầu kỹ thuật thì có chêm chước. Vì tốc độ chạy xe trên mặt đường vệt bánh tương đối thấp, nên yêu cầu đối với độ bằng phẳng của mặt đường cũng không cao lắm. Nếu dùng các tấm bê tông có lỗ suốt thì cũng cần phải kiểm tra xem đáy tấm có tiếp xúc tốt với lớp móng không, còn với các tấm có đáy phẳng thì có thể không cần kiểm tra vì chiều rộng mặt đường vệt bánh thường rất hẹp.

Sau khi đặt tấm và kiểm tra độ bằng phẳng của mặt đường xong thì tiến hành công tác làm khe. Với các khe kiểu ngàm thì chèn mastic vào khe. Với các khe nổi khác thì phải hàn cốt thép nối các tấm bê tông lại với nhau hoặc dùng cọc để chêm vào, sau đó có thể chèn hỗn hợp đá dăm đem rải nguội hoặc chèn vữa bê tông đông cứng nhanh và đầm chặt. Khi dùng vữa bê tông thì phải ngừng thông xe một thời gian ngắn và phải có chế độ bảo dưỡng khe giống như với mặt đường đổ bê tông tại chỗ.

CHƯƠNG IX

MẶT (MÓNG) ĐƯỜNG BẰNG HỖN HỢP ĐÁ DẪM (SỎI SẠN) GIA CỐ XI MĂNG

9-1. KHÁI NIỆM

Trong mấy thập kỷ gần đây kết cấu mặt đường làm bằng hỗn hợp đá dăm (sỏi sạn) gia cố xi măng được sử dụng rộng rãi ở nhiều nước trên thế giới. Do có hiệu quả kinh tế kỹ thuật cao cho nên loại vật liệu này đang trở thành một trong những vật liệu chủ yếu để làm lớp móng trong các kết cấu mặt đường cấp cao và làm lớp mặt (trên có láng nhựa) trong các kết cấu mặt đường địa phương ở nhiều nước.

Ở Pháp và nhiều nước Tây Âu khác, loại vật liệu đá gia cố xi măng và các chất liên kết vô cơ khác (xi lò cao, vôi pudôlan, vôi-tro bay v.v..) được xem là loại vật liệu chủ yếu để làm lớp móng trên dưới lớp mặt bê tông nhựa trong các kết cấu mặt đường ô tô.

Theo kỹ thuật của Pháp, người ta gia cố một cấp phối đá dăm (sỏi sạn) có tính chất cơ lý tốt với thành phần hạt liên tục, kích cỡ 0/20mm bằng xi măng (hoặc các chất liên kết vô cơ khác) nhằm bảo đảm các yêu cầu sau: a/ có thời gian ngưng kết đủ dài để dễ thi công; b/ có đủ cường độ để có thể thông xe ngay sau khi thi công (dùng cốt liệu có cấp phối tốt nhất); c/ có đủ độ cứng và cường độ phá hoại do mỏi cao. Ở Pháp loại cấp phối đá dăm gia cố xi măng còn được dùng để tăng cường mặt đường cũ ngay trên những tuyến đường vừa thi công vừa bảo đảm giao thông.

Ở Mỹ, kỹ thuật làm lớp móng bằng vật liệu đá gia cố xi măng (gọi là cement treated base, viết tắt là C.T.B) được sử dụng khá phổ biến, trong đó C.T.B được chia thành hai cấp: cấp A với tỉ lệ xi măng từ 3,5 ÷ 6%, cấp B với tỉ lệ xi măng từ 2,5 ÷ 4,9% so với khối lượng đá.

Ở Liên Xô cũ cũng đã dùng loại vật liệu đá gia cố xi măng để làm lớp móng của kết cấu mặt đường trên một số đường trục và đường thành phố. Theo quy phạm thiết kế mặt đường mềm BCH 46-72 của Liên Xô, vật liệu đá gia cố xi măng được xem là một loại vật liệu chính để làm lớp móng dưới mặt đường cấp cao.

Kinh nghiệm xây dựng và khai thác loại móng đường này ở nước ngoài cho thấy dùng chúng để làm lớp móng (có lớp bê tông nhựa đủ dày ở bên trên) vừa bảo đảm được cường độ và độ ổn định lại vừa kinh tế và rất thích hợp để thi công theo phương pháp công nghiệp.

Ở nước ta những năm vừa qua đã bắt đầu sử dụng cấp phối đá dăm gia cố xi măng để làm lớp móng trên đường Bắc Thăng Long - Nội Bài và trên Quốc lộ 5 (đoạn km 47-km62) theo các tiêu chuẩn kỹ thuật của Pháp và của Mỹ.

Kinh nghiệm xây dựng và khai thác các đoạn đường này cho thấy là chúng ta hoàn toàn có thể xây dựng tốt loại mặt đường này.

9-2. CÁC NHÂN TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN TÍNH CHẤT CƠ HỌC CỦA VẬT LIỆU ĐÁ GIA CỐ XIMĂNG

Cường độ và độ ổn định của vật liệu đá gia cố ximăng phụ thuộc vào nhiều nhân tố: tỉ lệ ximăng trong hỗn hợp, hàm lượng nước và độ chặt sau khi lu lèn, thành phần hạt của vật liệu đá và chất lượng của công tác thi công v.v..

1. Ảnh hưởng của hàm lượng ximăng đối với cường độ của hỗn hợp

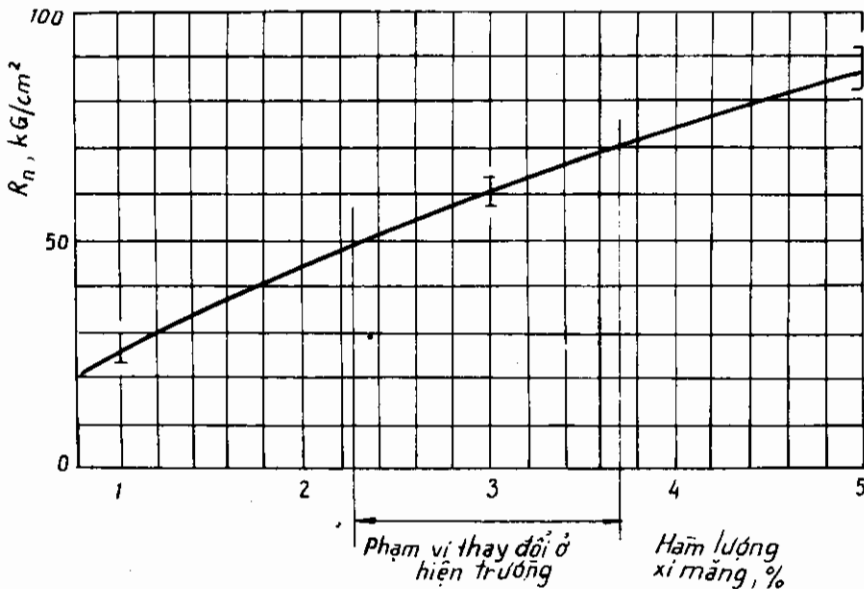
Hàm lượng ximăng tính theo công thức:

$$X\% = \frac{P_x}{P_x + P_{dk}}$$

trong đó: P_x - Khối lượng ximăng, g;

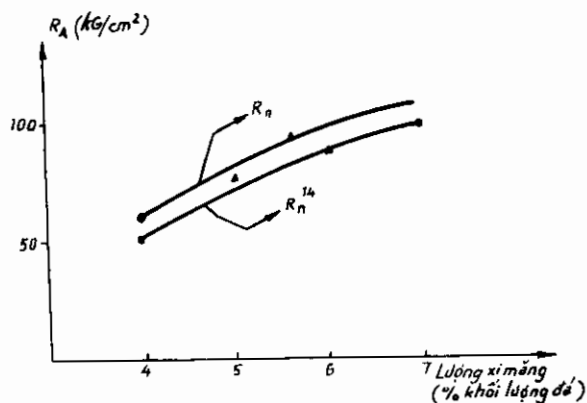
P_{dk} - Khối lượng đá khô, g.

Cường độ chịu nén của vật liệu đá gia cố ximăng gần như tỉ lệ tuyến tính với hàm lượng của ximăng trong hỗn hợp. Theo giáo sư J.Bonnot thì cường độ chịu nén và hàm lượng ximăng trong hỗn hợp đá gia cố ximăng có quan hệ tuyến tính ít nhất là trong phạm vi vài phần trăm xung quanh hàm lượng ximăng sử dụng (hình 9-1). Từ hình 9-1 ta thấy khi hàm lượng ximăng thay đổi khoảng 1,0% quanh hàm lượng trung bình (là 3%) thì cường độ chịu nén sau 7 ngày của vật liệu đá gia cố ximăng đã thay đổi đến 16 kG/cm². Ảnh hưởng của hàm lượng ximăng đối với môđun đàn hồi và cường độ chịu kéo (ép chẻ) của vật liệu đá gia cố ximăng cũng tương tự.

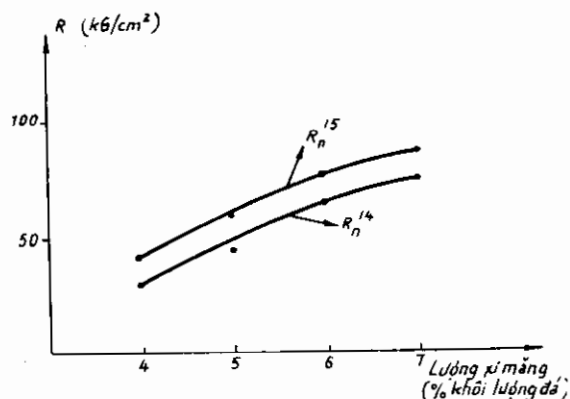


Hình 9-1. Ảnh hưởng của hàm lượng ximăng đến độ chịu nén của hỗn hợp đá gia cố ximăng.

Trên hình 9-2 và 9-3 giới thiệu mối quan hệ giữa cường độ chịu nén và hàm lượng xi măng trong hỗn hợp vật liệu đá dăm và vật liệu đá sỏi gia cố xi măng theo số liệu thí nghiệm của tổ bộ môn đường bộ Trường Đại học giao thông.



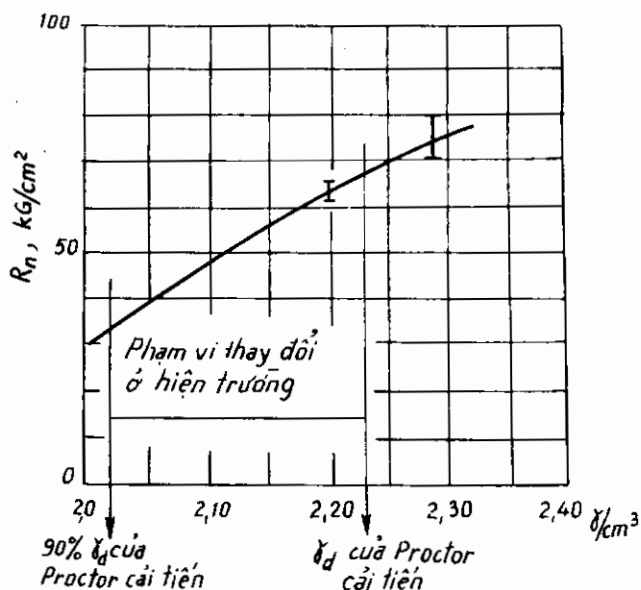
Hình 9-2. Mối quan hệ giữa cường độ chịu nén và hàm lượng xi măng trong hỗn hợp vật liệu đá gia cố xi măng (ĐHGT).



Hình 9-3. Mối quan hệ giữa cường độ chịu nén và hàm lượng xi măng trong hỗn hợp vật liệu đá sỏi gia cố xi măng (ĐHGT).

2. Ảnh hưởng của công tác lu lèn

Công tác lu lèn có tác dụng trực tiếp đến việc tăng giảm độ chặt của mặt đường đá gia cố xi măng, do đó ảnh hưởng rất lớn đến cường độ của kết cấu mặt đường. Trên hình 9-4 trình bày ảnh hưởng của độ chặt đến cường độ chịu nén của hỗn hợp đá gia cố xi măng theo số liệu của Viện LCPC (Pháp).



Hình 9-4. Ảnh hưởng của độ chặt (dung trọng khô) đến cường độ chịu nén của vật liệu đá gia cố xi măng (R_n sau 7 ngày tuổi. $W = 6\%$ theo Proctor).

Từ hình vẽ trên ta thấy khi độ chặt giảm từ 100% xuống 95% độ chặt lớn nhất theo tiêu chuẩn Proctor thì cường độ chịu nén sẽ giảm từ 65 xuống còn 35 kG/cm² tức là giảm đến 50%.

3. Ảnh hưởng của hàm lượng nước

Hàm lượng nước (độ ẩm) tốt nhất của hỗn hợp phụ thuộc vào khả năng hút nước của các hạt lớn và độ ẩm tốt nhất của các nhóm hạt nhỏ trong hỗn hợp.

Theo giáo sư Xiđenkô để xác định độ ẩm tốt nhất của hỗn hợp đá gia cố xi măng phải sàng vật liệu đá thành hai nhóm: nhóm hạt ≤ 2,5mm và nhóm hạt > 2,5mm. Xác định khả năng hút nước của nhóm các hạt lớn (> 2,5mm) bằng cách cho nhóm hạt này vào túi vải thưa, ngâm vào nước từ 10 ~ 30 phút, rồi lấy ra treo cho chảy hết nước. Khả năng hút nước được tính theo công thức:

$$W_1 = \frac{P_{bh} - P_k}{P_k} \cdot 100\%$$

trong đó P_{bh} - Khối lượng túi đá sau khi bão hoà nước, g;

P_k - Khối lượng túi đá khô, g.

Sau đó xác định độ ẩm tốt nhất W_2 của xi măng và nhóm các hạt nhỏ trong hỗn hợp bằng phương pháp đầm nén tiêu chuẩn (thí nghiệm Proctor cải tiến).

Hàm lượng nước tốt nhất của hỗn hợp W_o được tính theo công thức:

$$W_o = \frac{W_1 P_1 + W_2 (P_2 + P_3)}{P_1 + P_2 + P_3} \cdot 100\%$$

trong đó: P_1, P_2 - Tương ứng là khối lượng nhóm hạt lớn và nhóm hạt nhỏ, kg.

P_3 - Khối lượng xi măng trong hỗn hợp, kg;

W_1 - Khả năng hút nước của nhóm hạt lớn, % khối lượng;

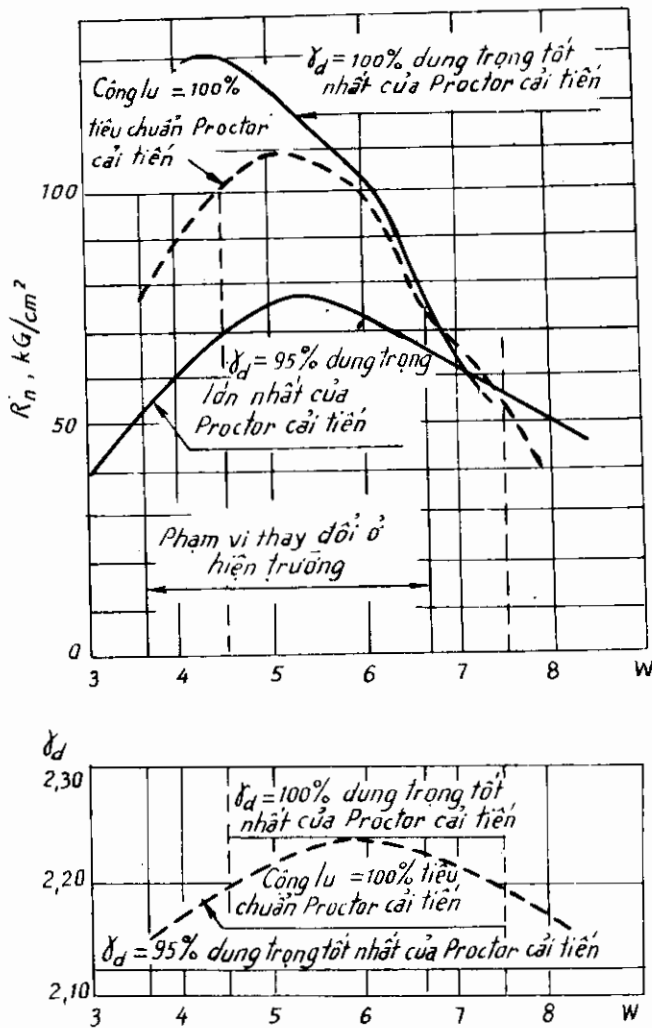
W_2 - Độ ẩm tốt nhất của hỗn hợp xi măng và nhóm các hạt nhỏ, % khối lượng.

Lượng nước dùng để trộn hỗn hợp có xét đến độ ẩm đã có sẵn của vật liệu W_{od} được tính theo công thức:

$$N = \frac{W_o P - W_{od} (P_1 + P_2)}{100}$$

trong đó: P - Khối lượng của toàn hỗn hợp khô, kg.

Từ lý thuyết đầm lèn ta biết rằng khi công đầm nén không thay đổi sẽ có một hàm lượng nước tốt nhất để đạt được một độ chặt lớn nhất. Như vậy quan hệ giữa độ chặt và cường độ chịu nén của vật liệu phụ thuộc vào hàm lượng nước của nó khi lù lèn.



Hình 9-5. Ảnh hưởng của hàm lượng nước đến cường độ chịu nén sau 90 ngày tuổi của hỗn hợp đá vôi silic gia cố 3,5% xi măng.

Trên hình 9-5 trình bày ảnh hưởng của hàm lượng nước với cường độ chịu nén của vật liệu đá gia cố 3,5% xi măng, tìm được bằng cách thay đổi hàm lượng nước của hỗn hợp khi lu lên mặt đường với công đầm nén không thay đổi.

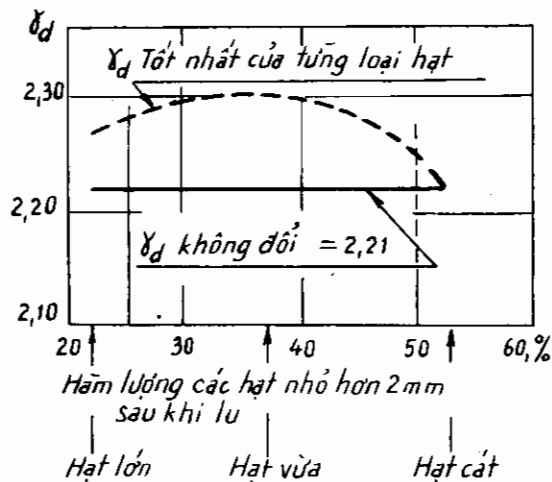
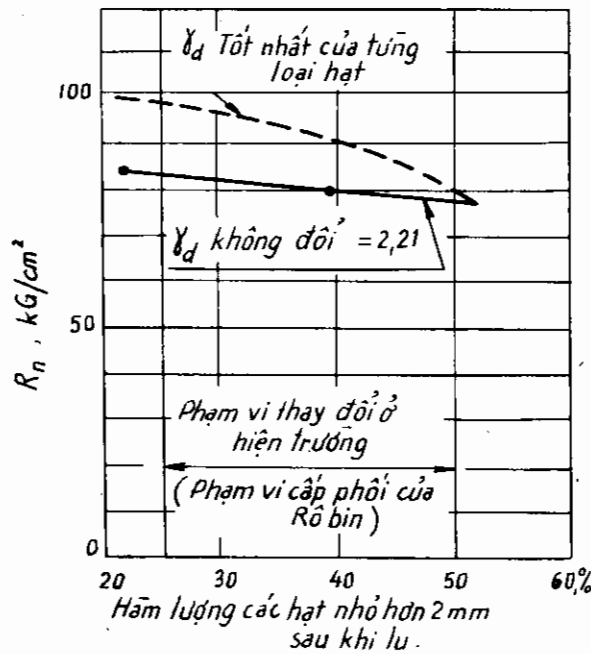
Qua biểu đồ trên ta thấy nếu hàm lượng nước tốt nhất cho dung trọng khô cao nhất (ứng với công đầm nén của cối Proctor cải tiến) là 6% thì hàm lượng nước cho cường độ cao nhất chỉ bằng 5%, nghĩa là thấp hơn 1%. Còn khi hàm lượng nước thấp hơn 5% thì cường độ giảm xuống rất nhiều.

Nếu khi thi công không chế hàm lượng nước là 6% thì hàm lượng nước thực tế khi lu lên sẽ biến động trong khoảng $6\% \pm 1,5\%$ (tức là từ 4,5 ~ 7,5%) và cường độ chịu nén sẽ thay đổi tương ứng từ 110 đến 50 kG/cm^2 (với công lu không đổi). Như vậy nếu phạm vi thay đổi độ ẩm thực tế ở hiện trường là 3% thì cường độ chịu nén sẽ giảm tối đa là 55%. Nếu không chế chặt chẽ hàm lượng nước trung bình khi lu lên bằng 5% (hàm lượng nước cho cường độ lớn nhất) thì cường độ chịu nén chỉ giảm từ 110 xuống 80 kG/cm^2 tức là chỉ giảm 27%.

4. Ảnh hưởng của thành phần hạt

Hình 9-6 trình bày ảnh hưởng của thành phần hạt đối với cường độ chịu nén (cùng một loại vật liệu nhưng có ba thành phần hạt khác nhau).

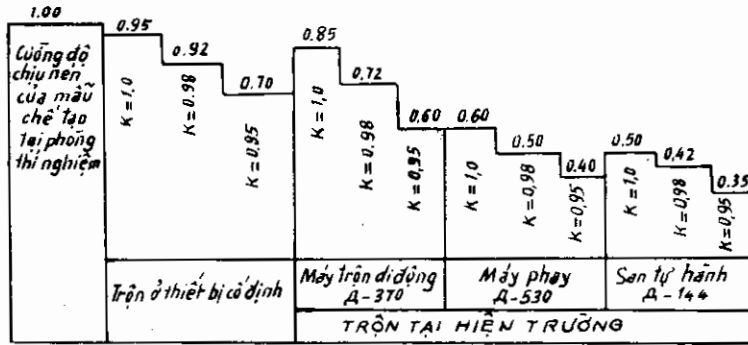
Qua hình 9-6 ta thấy ảnh hưởng của thành phần hạt đối với cường độ chịu nén nhỏ hơn so với ảnh hưởng của các nhân tố trên. Khi thay đổi thành phần cấp phối từ đường cong ở giữa thành loại cấp phối theo đường cong ở ngoài phạm vi cấp phối tốt nhất của Robin thì cường độ chịu nén của hỗn hợp đá gia cố xi măng chỉ giảm xuống khoảng 15%.



Hình 9-6. Ảnh hưởng của thành phần hạt đối với cường độ chịu nén

5. Ảnh hưởng của phương pháp thi công

Có thể thi công mặt đường đá gia cố xi măng theo phương pháp trộn tại đường và trộn trong thiết bị. Theo giáo sư Xlavutski, phương pháp trộn vật liệu ảnh hưởng rất lớn đến cường độ chịu nén của mặt đường đá gia cố xi măng (hình 9-7).



Hình 9-7. Ảnh hưởng của phương pháp thi công (trộn và dầm lên) đối với cường độ chịu nén của vật liệu đá gia cố xi măng.

Từ sơ đồ so sánh trên đây ta thấy khi trộn tại đường bằng máy san tự hành D-144, cường độ chịu nén của vật liệu giảm xuống 50% so với khi trộn trong thiết bị và chỉ bằng 33% cường độ của mẫu chế tạo trong phòng thí nghiệm.

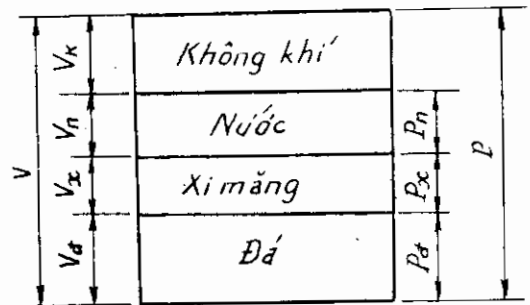
6. Mối quan hệ giữa cường độ với hàm lượng xi măng và độ chặt khi lu lèn của vật liệu đá gia cố xi măng

Gọi DVC là tỉ số của thể tích tuyệt đối của xi măng khô trên thể tích của các lỗ rỗng còn lại trong đá khô (hình 9-8):

$$DVC = \frac{V_x}{V - V_d}$$

Viện thí nghiệm cầu đường trung tâm (LCPC) của Pháp đã tìm được mối tương quan giữa chỉ số DVC với các tham số cấu tạo của vật liệu đá gia cố xi măng như sau:

$$DVC = \frac{0,01X}{\gamma_c} \left[\frac{\gamma_d}{1 + 0,01X - \frac{\gamma_d}{\gamma_d'}} \right]$$



Hình 9-8.

trong đó: $\gamma_d = \frac{P_d + P_c}{V}$ - Dung trọng khô (độ chặt) của hỗn hợp ;

$$\gamma_x = \frac{P_x}{V_x} \quad \text{- Tỷ trọng của xi măng;}$$

$$\gamma_{\text{đ}} = \frac{P_{\text{đ}}}{V_{\text{đ}}} \quad \text{- Tỷ trọng của vật liệu đá;}$$

$$X\% = \frac{P_x}{P_{\text{đ}}} 100\% \quad \text{- Hàm lượng của xi măng trong hỗn hợp.}$$

Dựa vào kết quả thí nghiệm, viện LCPC đã tìm được các mối quan hệ giữa cường độ chịu kéo sau 90 ngày tuổi R_k và chỉ số DVC như sau:

Với hỗn hợp đá dăm vôi gia cố 3% xi măng poóc-lăng của Pháp:

$$R_k = 43,1 + 38,0lg(DVC)$$

Với hỗn hợp đá dăm vôi - silic:

$$R_k = 33,4 + 26,0lg(DVC)$$

Với hỗn hợp đá dăm silic:

$$R_k = 33,8 + 29,2lg(DVC)$$

Với các hỗn hợp đá dăm gồm nhiều loại đá lẫn lộn

$$R_k = 37,4 + 31,1lg(DVC)$$

7. Quan hệ giữa các chỉ tiêu cường độ chịu nén, chịu uốn và chịu kéo của vật liệu đá gia cố xi măng

Bảng 9-1 dưới đây tóm tắt mối quan hệ giữa các chỉ tiêu cường độ khác nhau của vật liệu đá gia cố xi măng của tác giả tìm được dựa trên các số liệu của nhiều mẫu thí nghiệm, đối chiếu với các kết quả tương ứng của một số tác giả nước ngoài.

Bảng 9-1

Vật liệu	Tác giả		
	Bộ môn đường ôtô ĐHGT	Xlavutxki	Viện LCPC
Đá dăm gia cố 5% xi măng	$R_{28} = 5,5 R_{k_u} + 7$ $R_{k_u} = 0,185 R_{28} - 1,27$ $R_{k_u} = 1,78 R_k$	$R_{28} = 10,8 R_{k_u} - 13,3$ $R_{k_u} = 0,09 R_{28} + 1,2$ $R_{k_u} = 1,5 R_k$	$R_{k_u} = 1,6 R_k$ $E = 200 R_7$
Đá sỏi gia cố xi măng	$R_{28} = 4,7 R_{k_u} + 2,95$ $R_{k_u} = 0,21 R_{28} - 0,62$ $R_{k_u} = 1,75 R_k$	Chú thích: R_7, R_{28} - Cường độ chịu nén sau 7 và sau 28 ngày; R_{k_u} - Cường độ chịu kéo khi uốn sau 28 ngày; R_k - Cường độ chịu kéo theo phương pháp ép chẻ; E - Môđun đàn hồi của hỗn hợp.	

Từ các quan hệ tìm được trên đây, sau này trong thực tế thi công có thể chỉ cần xác định một chỉ tiêu đơn giản nhất là cường độ chịu nén, rồi tính đổi ra các chỉ tiêu cường độ khác để giảm bớt khối lượng công tác thí nghiệm.

9.3 - YÊU CẦU ĐỐI VỚI VẬT LIỆU

1. Yêu cầu đối với đá

Đá dùng để gia cố xi măng có thể là đá dăm, đá sỏi, hỗn hợp đá dăm và đá sỏi - Vật liệu đá thường được chọn theo một thành phần cấp phối nhất định.

- Với cấp phối đá gia cố xi măng của Mỹ (CTB) các yêu cầu về cấp phối và chất lượng của đá như sau:

a. Cấp phối

Chia thành ba loại: cấp phối loại I, II và III. Tỷ lệ phần trăm lọt qua sàng của cốt liệu khô phải phù hợp với yêu cầu của bảng 9-2.

Bảng 9-2

Mắt sàng (lỗ vuông)	Tỷ lệ % lọt qua sàng theo trọng lượng của cấp phối		
	I	II	III
2 in (50mm)	100	-	-
1 $\frac{1}{2}$ in (38,1mm)	-	100	-
1 in (25mm)	55 - 85	70 - 95	100
3/4 in (19mm)	50 - 80	55 - 85	70 - 100
N ^o 4 (4,75mm)	40 - 60	40 - 60	40 - 65
N ^o 40 (125 μ m)	10 - 30	10 - 30	15 - 30
N ^o 200 (75 μ m)	5 - 15	5 - 15	5 - 15

b. Chất lượng

Với cấp phối đá gia cố xi măng loại I, II và III, vật liệu đá phải có chất lượng thế nào để khi trộn với 5% xi măng poóc-lăng PC400 và lu lèn đạt độ chặt 98% của Proctor cải tiến (AASHTO T180) thì cường độ kháng nén ở 7 ngày không nhỏ hơn 130kg/cm² (trộn trong phòng thí nghiệm) và không nhỏ hơn 80kg/cm² (khi lấy mẫu ở hiện trường).

- Cấp phối đá gia cố xi măng của Pháp (grave - ciment, viết tắt GC) được chia thành hai loại: 0/20 và 0/14 (với D_{max} tương ứng là 20 và 14mm). Tỷ lệ phần trăm lọt qua sàng của cấp phối đá + xi măng phải thoả mãn yêu cầu của bảng 9-3.

Đá phải sạch, sần sùi, sắc cạnh, gồm phần lớn các hạt đá dăm. Hỗn hợp đá gia cố xi măng sẽ có cường độ cao nhất nếu vật liệu đá là một trong các loại: thạch anh, labradô, micrôlin. Tuy nhiên việc sử dụng các loại đá này không kinh tế, vì vậy thường dùng các loại đá quen thuộc để gia cố xi măng.

Bảng 9-3

Kích cỡ mắt sàng lỗ vuông, mm	Tỉ lệ % lọt qua sàng của cấp phối			
	0/20		0/40	
	Giới hạn	Trung bình	Giới hạn	Trung bình
31,5	-	-	-	-
20	85 - 100	95	-	-
14	-	-	85 - 100	94
10	55 - 80	68	68 - 90	79
6,3	42 - 66	54	50 - 72	61
4	32 - 56	44	38 - 60	49
2	23 - 43	33	26 - 46	36
0,5	11 - 26	19	13 - 27	20
0,2	7 - 17	12	9 - 19	14
0,08	4 - 10	7	5 - 11	8

Vật liệu sỏi sạn tốt nhất là dùng sỏi sông. Do bề mặt nhẵn nên khả năng dính bám giữa xi măng với sỏi sạn kém, vì vậy tốt nhất là dùng sỏi nghiền. Bảng 9-4 cho tỉ lệ phần trăm tối thiểu của các hạt sỏi nghiền trong hỗn hợp đá sỏi gia cố xi măng thay đổi theo lưu lượng giao thông (theo số liệu của Pháp).

Bảng 9-4

Lưu lượng giao thông (xe/ngày đêm)	Mặt đường tăng cường dưới tác dụng của xe chạy	Mặt đường làm mới	
		Lớp móng trên của mặt đường đen, lớp móng của mặt đường bê tông	Lớp móng dưới của mặt đường đen
< 100	> 40%	> 25%	cấp phối sỏi sạn
100 - 500	> 60%	> 25%	> 25%
500 - 1000	100%	> 40%	> 25%
> 1000		> 60%	> 25%

Nếu cấp phối thiên nhiên chứa nhiều cát thì phải sàng các hạt > 4mm ra. Như vậy ta sẽ có: 1) nhóm cát với kích cỡ hạt < 4mm; 2) nhóm hạt > 4mm. Nhóm này sẽ được nghiền và ta sẽ thu được một cấp phối ít cát, sau đó sẽ trộn thêm cát đã sàng ra trước đó thành cấp phối tốt nhất.

Đá phải có độ cứng nhất định. Theo quy định của Pháp, hệ số Deval ẩm của các hạt đá phải lớn hơn 3; khi dùng làm lớp móng có thể châm chước một ít.

Cũng theo quy định của Pháp, hệ số Lốt-Angiolét (ký hiệu LA ^(*)) của các hạt đá phải thoả mãn các điều kiện cho trong bảng 9-5.

Bảng 9-5

Lưu lượng giao thông (xe nặng/ngày)	Mặt đường tăng cường	Mặt đường làm mới	
		Lớp móng trên của mặt đường đen, lớp móng của mặt đường bê tông	Lớp móng dưới của mặt đường đen
< 100	LA < 35	LA < 35	LA < 10
100 - 500	LA < 30	LA < 35	LA < 40
500 - 1000	LA < 30	LA < 30	La < 40
> 1000		LA < 30	LA < 40

Cấp phối sử dụng phải là cấp phối đá sạch, có chỉ số dẻo bằng 0. Hàm lượng các chất hữu cơ không được quá 0,3%.

2. Yêu cầu đối với xi măng

Có thể dùng tất cả các loại xi măng mác ≤ 400 , thông thường nên dùng loại xi măng poóc-lăng mác 250 ~ 300. Xi măng phải có thời gian ngưng kết chậm để có thể kéo dài thời kỳ thi công. Khi chế tạo hỗn hợp ở trong thiết bị, hàm lượng xi măng sử dụng có thể tham khảo ở bảng 9-6. Khi trộn tại hiện trường hàm lượng xi măng phải tăng thêm 1-1,5%. Trong mọi trường hợp, hàm lượng xi măng không được thấp hơn 3%.

Bảng 9-6

Số hiệu xi măng	Mặt đường tăng cường (lớp móng trên của mặt đường đen, lớp móng của mặt đường bê tông)	Lớp móng dưới của mặt đường đen
400	3,5%	3%
250 - 300	4,5%	3,5%

3. Hàm lượng nước

Như đã nói ở trên, cần phải khống chế chặt chẽ hàm lượng nước khi lu lèn theo kết quả thí nghiệm trong phòng. Với vật liệu đá gia cố xi măng, việc tôn trọng hàm lượng nước khi lu lèn cũng quan trọng như việc tôn trọng hàm lượng xi măng. Thật vậy, các kết quả thí nghiệm đã chứng minh là nếu hàm lượng nước cao hơn 1,5% so với hàm lượng nước cho cường độ lớn nhất thì cường độ của vật liệu sẽ giảm xuống tương tự như khi giảm hàm lượng xi măng xuống 1%. Việc kiểm tra hàm lượng nước khi thi công được tiến hành bằng phương pháp rang khô bằng chảo tại hiện trường.

(*) Hệ số LA là hệ số mài mòn thí nghiệm trên thiết bị Lốt-Angiolét (Los Angelès) của Mỹ.

9.4 - CHẾ TẠO HỖN HỢP VÀ THI CÔNG MẶT ĐƯỜNG ĐÁ GIA CỐ XIMĂNG BẰNG PHƯƠNG PHÁP CÔNG NGHIỆP

1. Chế tạo hỗn hợp đá gia cố xi măng

Hỗn hợp đá gia cố xi măng thường được trộn trong các trạm trộn tác dụng liên tục (hình 6-10).

Do lượng xi măng sử dụng thấp (khoảng 3 - 4%) nên cần phải khống chế chặt chẽ sao cho xi măng từ phễu chứa chảy đều và liên tục vào máy trộn.

Các thiết bị cân đong vật liệu hạt sẽ cân đong riêng theo từng nhóm hạt và thông qua một băng chuyền trung gian để đưa vào máy trộn tác dụng cưỡng bức. Sau máy trộn có bố trí một phễu chứa dung tích lớn để trút hỗn hợp đã trộn xong vào phễu đó qua một thiết bị trung gian để chống phân tầng.

2. Trình tự và phương pháp thi công

Quá trình công nghệ xây dựng mặt đường bằng vật liệu đá gia cố xi măng gồm các bước sau đây:

1) Chuẩn bị lớp móng: yêu cầu lớp móng phải bằng phẳng có độ dốc ngang theo đúng thiết kế và phải được lu lèn đạt hệ số độ chặt $K \geq 0,95$.

2) Vận chuyển hỗn hợp vật liệu đá gia cố xi măng đã chuẩn bị xong ở trạm trộn đến hiện trường bằng ô tô tự đổ và đổ vào máy rải hoặc đổ thành đống.

3) Rải: có thể dùng các máy rải bê tông xi măng với năng suất thích hợp. Khi khối lượng ít hoặc thiếu máy rải thì ô tô sẽ đổ vật liệu thành đống tại đường, rồi dùng máy san tự hành để san thành lớp theo mặt cắt ngang thiết kế.

Khi thi công lớp tăng cường trên mặt đường cũ, nếu lưu lượng nhỏ hơn *100 xe nặng/ngày đêm* thì cho phép thông xe ngay sau khi kết thúc lu lèn và rải xong lớp mặt. Thường rải thành vệt với chiều dài đủ bảo đảm sao cho thời gian gián cách khi thi công hai vệt gần nhau không quá 90 phút. Nếu lưu lượng xe từ *100 ~ 500 xe nặng/ngày* thì có thể thông xe sau khi lu lèn xong 12 giờ. Như vậy phải rải thành vệt dài và cho xe chạy trên vệt trống; chú ý trước khi rải vệt này phải xới bỏ một phần vật liệu bị khô dọc theo vệt vật liệu đã rải trước đó.

Với mặt đường làm mới, khi rải thành vệt người ta thường dùng hai máy rải chạy song song và cách nhau một khoảng cách nhỏ.

4) Lu lèn: do tầm quan trọng của nó, cần phải đặc biệt chú ý đến bước này.

Cần phải làm một diện lu lèn thí điểm nhỏ để lấy mẫu thử độ chặt rồi xác định số lượt lu cần thiết của từng máy lu để đạt độ chặt lớn nhất. Độ chặt yêu cầu phải đạt được sau khi lu là $0,95 \delta_{\max}$ (δ_{\max} là dung trọng khô lớn nhất của đá gia cố xi măng, xác định bằng thí nghiệm Proctor). Nếu có điều kiện nên chọn một trong các loại lu sau:

- Lu chấn động nặng (trọng lượng > 4t);

- Lu bánlớp nặng với áp lực hơi > $5kG/cm^2$, tải trọng trên bánh lu > 2t khi lu lèn hỗn hợp đá sỏi trộn ít đá dăm và > 4t khi lu lèn cấp phối đá dăm.

Bảng 9-7 giới thiệu các bộ máy lu thường dùng để lu lên mặt đường đá gia cố xi măng của Pháp.

Bảng 9-7

Lưu lượng xe chạy (xe nặng/ngày đêm)	Lu chấn động nặng		Lu bánh lốp	
	Số lu	Số lần lu	Số lu	Số lần lu
<1500	1	3 lần chấn động	1	15 - 20
>1500	1	3 lần chấn động	≥ 2	15 - 20

Theo kinh nghiệm với lu chấn động chỉ cần lu qua 3 lần là đủ. Tăng số lần lu hoặc sẽ hỏng lu (nếu thành phần hạt của hỗn hợp tốt) hoặc vật liệu sẽ bị phân tầng. Với lu bánh lốp độ chặt của hỗn hợp thường không tăng lên sau khi lu 15 ~ 20 lần. Muốn tăng độ chặt thì phải chọn lu nặng hơn và áp lực hơi cao hơn.

Cần chú ý khống chế chặt chẽ hàm lượng nước khi lu xấp xỉ bằng hàm lượng nước tốt nhất xác định theo thí nghiệm.

5) Hoàn thiện: việc hoàn thiện phải tiến hành kịp thời sao cho khoảng thời gian gián cách kể từ khi trộn vật liệu đến khi hoàn thiện không được quá 2 giờ. Nếu có dùng chất phụ gia làm chậm đông kết thì thời gian này có thể kéo dài hơn. Bước hoàn thiện lần cuối cùng thường làm bằng thủ công.

6) Bảo dưỡng: sau khi lu lên xong phải phun ngay một lớp nhũ tương số lượng khoảng 300 g/m^2 , chậm nhất là sau khi lu xong 4 giờ, để bảo đảm cho nước trong hỗn hợp không bị bay hơi nhanh chóng.

Với mặt đường mới phải cấm xe trong vòng 7 ngày sau khi thi công.

7) Thi công lớp mặt, với đường có ít xe chạy thường tráng nhựa hai lớp lên trên lớp đá gia cố xi măng với lượng nhựa khoảng $2,5 \text{ kg/m}^2$.

Với đường có nhiều xe chạy thì phải rải lớp thảm bê tông nhựa sau khi thi công xong lớp đá gia cố xi măng từ 5 ~ 7 ngày.

CHƯƠNG X

THIẾT KẾ MẶT ĐƯỜNG CỨNG SÂN BAY

Mặt đường cứng sân bay thường gồm một tấm bê tông xi măng; một lớp móng bằng vật liệu hạt, đất gia cố hay bê tông nghèo trên một nền đường đầm chặt.

Mặt đường cứng thường được xây dựng ở:

- Hai đầu đường băng;
- Chỗ giao nhau giữa đường băng và đường lăn;
- Chỗ giao nhau giữa đường lăn và đường lăn;
- Sân đỗ máy bay;
- Các khu vực chịu tác dụng phụ của động cơ phản lực và tác dụng của nhiên liệu.

Việc thiết kế mặt đường cứng sân bay thường được tiến hành theo:

a. Các tài liệu nghiên cứu lý thuyết về ứng suất và độ võng trong mặt đường cứng của Westergaard, Pickett và Ray, Burmister, Packard...

b. Các thí nghiệm được tiến hành trong phòng thí nghiệm và ở hiện trường của một số đơn vị như Hiệp hội xi măng poóclăng (PCA) của Mỹ, Cục phát triển công trình dân dụng (DCED) của Anh.

c. Thí nghiệm chất tải mặt đường tại chỗ như các thí nghiệm của Đoàn kỹ sư quân đội Mỹ trong và sau chiến tranh thế giới lần thứ hai.

d. Những đặc trưng của các mặt đường đang khai thác của sân bay dân dụng và quân sự.

Như vậy có rất nhiều phương pháp thiết kế mặt đường cứng sân bay - Trong tập "Mặt đường" của Tổ chức Hàng không dân dụng quốc tế ICAO đã giới thiệu 4 phương pháp thiết kế của Mỹ, Anh, Pháp, Canada đồng thời có thể sử dụng. Trong chương này chủ yếu giới thiệu phương pháp của Hiệp hội hàng không liên bang (FAA) của Mỹ.

10.1 - CÁC SỐ LIỆU CẦN THIẾT ĐỂ THIẾT KẾ MẶT ĐƯỜNG BÊ TÔNG SÂN BAY

Để thiết kế chiều dày mặt đường cứng sân bay cần phải thu thập các số liệu sau đây:

1. Lượng vận chuyển của máy bay

Phải dự báo số lần cất cánh hàng năm hoặc số lần cất cánh có thể tiến hành trong niên hạn sử dụng quy định của mặt đường cho từng loại máy bay dự kiến khai thác trên sân bay.

2. Tải trọng máy bay

Qua việc dự báo lượng vận chuyển sẽ lập được một bản danh mục các loại máy bay có trọng lượng và loại càng bánh khác nhau dự kiến sử dụng sân bay. Chiều dày yêu cầu của

mặt đường sân bay được xác định với trọng lượng cất cánh lớn nhất của máy bay - Loại càng máy bay thể hiện sự phân bố của tải trọng máy bay lên mặt đường và xác định phản ứng của mặt đường đối với tải trọng.

3. Cường độ của nền đường hoặc của tổ hợp nền đường + lớp móng

a. Nền đường

Nền đường dưới mặt đường cứng sân bay phải được đầm lên cẩn thận nhằm bảo đảm độ ổn định và sự đồng nhất của nó. Đầm nén đất làm tăng độ chặt và giảm tính thấm nước của đất, do đó làm tăng cường độ của nền đường.

Tuy nhiên yêu cầu về đầm nén của nền móng dưới mặt đường cứng không khác khe như dưới mặt đường mềm, do ứng suất tác dụng lên nền đường sau khi tải trọng truyền qua tấm bê tông được giảm xuống khá nhiều.

Ví dụ độ chặt yêu cầu của nền đường đắp bằng đất dính dưới mặt đường BTXM theo quy định của Cục Hàng không liên bang Mỹ (FAA) là 90% dung trọng khô lớn nhất xác định theo AASHTO T99 và T180, trong lúc đó độ chặt yêu cầu tương ứng dưới mặt đường mềm là 95%.

Cường độ của nền đường dưới mặt đường cứng sân bay được xác định bằng thí nghiệm nén tấm ép đường kính 30 inch (762mm) theo AASHTO-T222. Từ kết quả thí nghiệm trên xác định được môđun phản lực nền k (hoặc hệ số nền k).

$$k = \frac{\text{tải trọng (pci hoặc MN/m}^3\text{)}}{\text{độ lún (inch hay m)}}$$

Từ giá trị k tìm được có thể phân cấp nền đường như sau:

Rất xấu	$k < 150 \text{ pci}$	$(< 40 \text{ MN/m}^3)$
Trung bình đến tốt	$k = 200 + 250 \text{ pci}$	$(55 - 68 \text{ MN/m}^3)$
Rất tốt	$k \geq 300 \text{ pci}$	$(\geq 82 \text{ MN/m}^3)$

FAA kiến nghị khi thiết kế mặt đường cứng sân bay không nên dùng hệ số nền $k > 500 \text{ pci}$ (136 MN/m^3).

b. Lớp móng

Lớp móng có thể làm bằng vật liệu hạt, cấp phối đá dăm, đất gia cố xi măng, hỗn hợp đá trộn nhựa, bê tông nghèo v.v..

Lớp móng được đặt trên nền đường để đảm bảo các chức năng sau:

- Phòng ngừa và giảm hiện tượng phình bùn (pumping).

Các nền đường bằng đất dính bão hoà nước chịu tác dụng trùng phục của tải trọng máy bay, đất hoá thành bùn và phình qua các khe nối và đường nứt của tấm bê tông.

- Cải thiện năng lực chịu tải của nền đường: khi làm lớp móng bằng vật liệu hạt hoặc đất gia cố, giá trị của hệ số nền k sẽ tăng lên, chiều dày mặt đường bê tông có thể giảm nhỏ.

- Tăng cường độ của nền đất, cải thiện điều kiện truyền lực ở các khe nối.
- Làm đường đi lại cho xe máy phục vụ thi công.

Khi làm lớp móng bằng vật liệu hạt hoặc bằng vật liệu gia cố thì giá trị của hệ số nền k sẽ được tăng lên, làm giảm chiều dày của tấm bê tông. Để xác định hệ số nền k trên mặt lớp móng có thể làm thí nghiệm nén tấm ép trực tiếp trên lớp móng, hoặc có thể hiệu chỉnh kết quả tác dụng của lớp móng đến hệ số nền k theo các toán đồ lập sẵn (hình 10-1 và 10-2).

Hình 10-1 là toán đồ điều chỉnh hệ số nền k trên mặt lớp móng bằng cấp phối đá dăm và cấp phối sỏi sạn.

Hình 10-2 là toán đồ điều chỉnh hệ số nền k trên mặt lớp móng bằng vật liệu gia cố ximăng.

Theo quy định của FAA (Mỹ) chiều dày tối thiểu của lớp móng dưới mặt đường cứng là 100mm (4 inch) - FAA cũng quy định phải làm lớp móng gia cố cho các kết cấu mặt đường làm mới được thiết kế cho máy bay có tải trọng ≥ 45000 kg (100000 lb).

4. Cường độ của bê tông

Dưới tác dụng của tải trọng máy bay tấm bê tông bị uốn gây ra ứng suất nén và ứng suất uốn - So với cường độ chịu nén của bê tông thì ứng suất nén có trị số rất nhỏ, còn tỉ số của ứng suất uốn/cường độ chịu uốn thì cao hơn nhiều và thường lớn hơn 0,5. Vì vậy mặt đường cứng sân bay được thiết kế theo cường độ kéo uốn.

Cường độ chịu uốn hay môđun phá hoại của bê tông được xác định bằng thí nghiệm uốn mẫu đầm phù hợp tiêu chuẩn ASTM - C78.

(xem minh hoạ ở hình 4-1 chương 4).

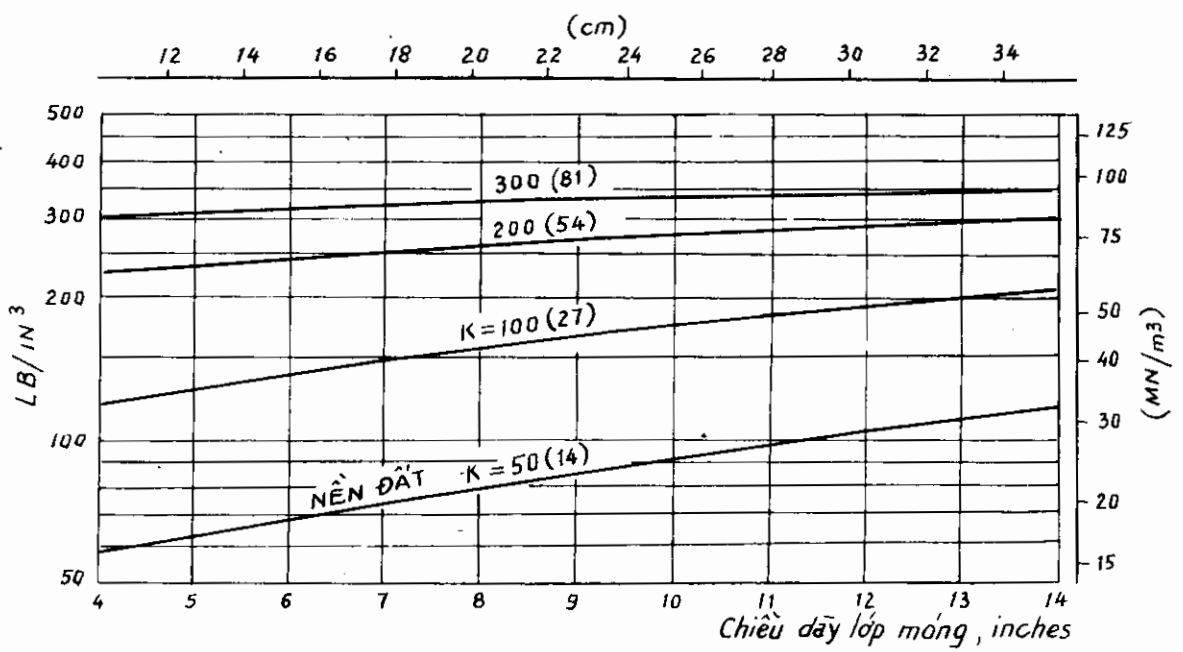
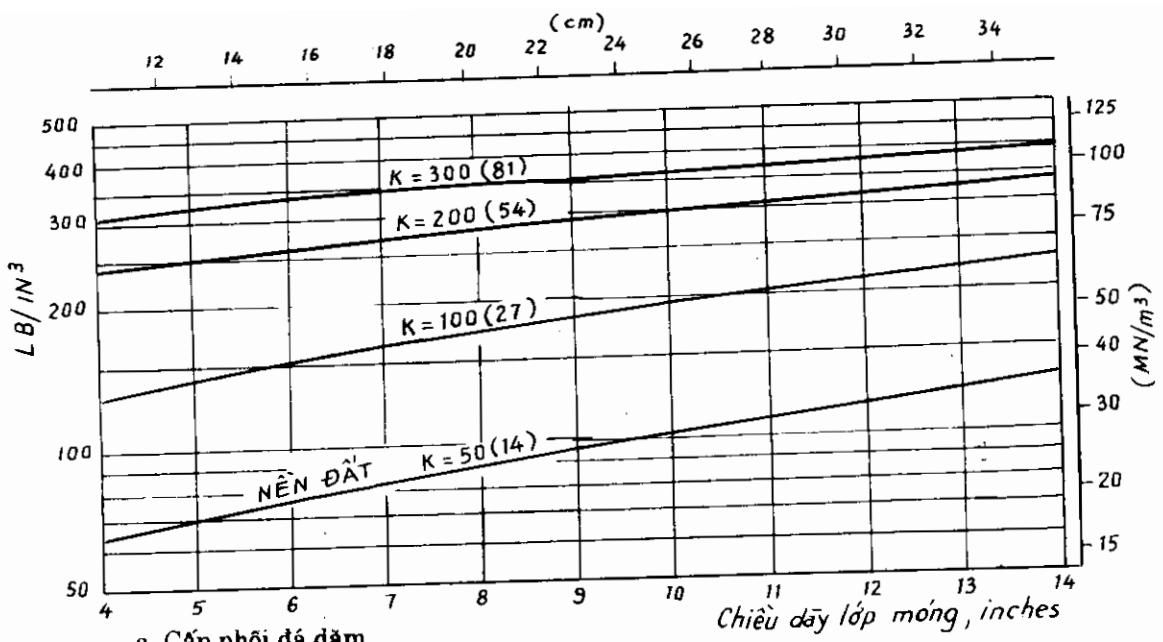
Các thí nghiệm được tiến hành ở 7, 14, 28 và 90 ngày tuổi. Các kết quả thí nghiệm ở 7 và 14 ngày tuổi được dùng để xác định thời gian đưa mặt đường vào sử dụng. Kết quả thí nghiệm ở 28 ngày tuổi dùng để quy định công nghệ thi công và kết quả ở 90 ngày tuổi thường được FAA dùng làm cường độ chịu uốn thiết kế. Nếu không có các kết quả thí nghiệm ở 90 ngày tuổi thì cường độ uốn giới hạn dùng để thiết kế mặt đường sân bay nên lấy bằng 110% cường độ giới hạn ở 28 ngày tuổi.

10-2. TÍNH ỨNG SUẤT TRONG MẶT ĐƯỜNG CỨNG SÂN BAY.

Các loại ứng suất chủ yếu gây ra trong mặt đường cứng sân bay là:

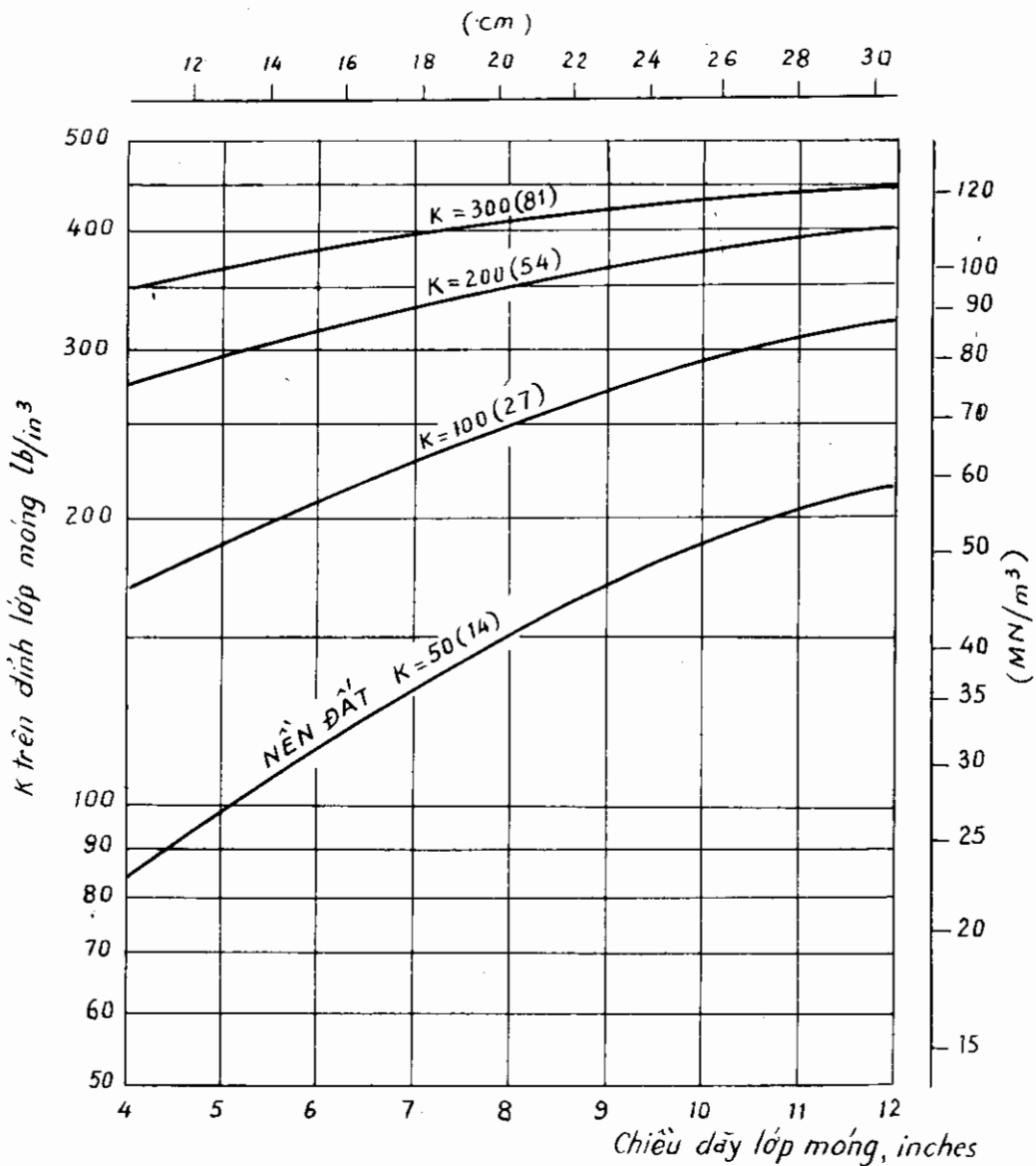
- Ứng suất do tải trọng bánh máy bay.
- Ứng suất do chênh lệch nhiệt độ và độ ẩm.
- Ứng suất do ma sát giữa tấm bê tông và lớp móng.

Hệ số k trên đỉnh lớp móng



Hình 10-1. Tác dụng của lớp móng đến giá trị của hệ số nền ở trên mặt lớp móng

- Chú thích: 1) $\text{psi} = \frac{\text{lb}}{\text{in}^2} = 0,07 \text{ kg/cm}^2$
 2) $\text{pci} = \frac{\text{lb}}{\text{in}^3} = 0,027 \text{ kg/cm}^3$
 3) 1 inche = 25,4mm
 4) 1 lb = 0,454kg



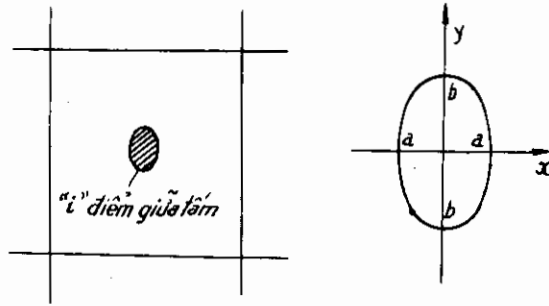
Hình 10-2. Tác dụng của lớp móng gia cố đến giá trị của hệ số nền k ở trên mặt lớp móng

1. Ứng suất do tải trọng bánh máy bay

Có nhiều phương pháp để xác định ứng suất này - Phương pháp thường được sử dụng nhất là phương pháp giải tích của H.M Westergaard.

Westergaard xét hai trường hợp tác dụng thường gặp là trường hợp tải trọng tác dụng ở giữa tấm (trường hợp I) và trường hợp tác dụng ở cạnh tấm (trường hợp II) để tính ứng suất do tải trọng bánh gây ra:

Trường hợp I: Tải trọng tác dụng ở giữa tấm (hình 10-3).



Hình 10-3. Trường hợp tải trọng tác dụng giữa tấm

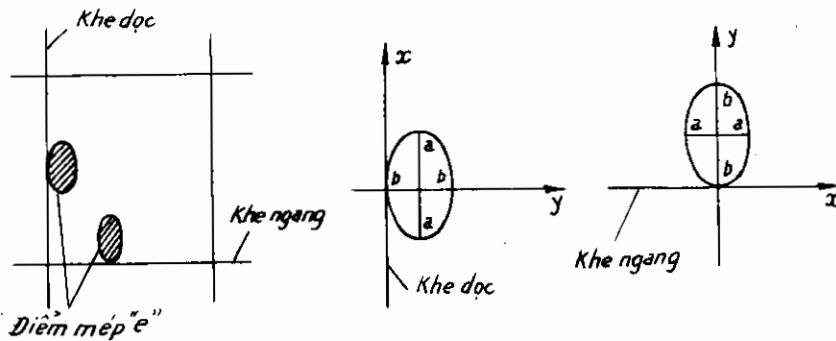
Vết bánh elip được xác định bởi công thức

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$$

Ứng suất ở giữa tấm σ_i tính theo công thức

$$\sigma_i = \frac{P}{h^2} \left\{ 0,275(1+\mu) \log_{10} \frac{Eh^3}{k[(a+b)/2]^4} + 0,239(1-\mu) \frac{a-b}{a+b} \right\}$$

Trường hợp II: Tải trọng tác dụng ở cạnh tấm (Hình 10-4).



Hình 10-4. Trường hợp tải trọng tác dụng ở cạnh tấm

Vết bánh hình elip được xác định theo công thức

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{(y-b)^2}{b^2} = 1.$$

Ứng suất tác dụng ở điểm mép "e" σ_e tính theo công thức:

(giả định không có tải trọng truyền qua khe nối)

$$\sigma_e = \frac{2,2(1+\mu)p}{(3+\mu)h^2} \log_{10} \frac{Eh^3}{100k[(a+b)/2]^4} \cdot \frac{3(1+\mu)P}{\pi(3+\mu)h^2} \times \left[1,84 - \frac{4}{3} \mu + (1+\mu) \frac{a-b}{a+b} + 2(1-\mu) \frac{ab}{(a+b)^2} + 1,18(1+2\mu) \frac{b}{l} \right],$$

trong đó:

P - tải trọng truyền qua một bánh máy bay tác dụng lên tấm bê tông (MN hay lb);

a, b - các nửa trục của elip vết bánh máy bay - Trường hợp tải trọng tác dụng ở cạnh mép tấm hay cạnh khe nối thì "a" là nửa trục song song với mép tấm hoặc khe nối - "a" hoặc "b" có thể là nửa trục lớn hay nhỏ tùy theo khe nối là khe dọc hoặc ngang.

x, y là toạ độ vuông góc trên mặt phẳng nằm ngang. Trường hợp tải trọng tác dụng gần mép tấm hay mép khe nối thì trục "x" là dọc theo đường mép tấm hay khe nối, nếu vết bánh là hình elip thì trục của x trùng theo hướng của nửa trục "a".

h - chiều dày tấm bê tông (m hay inch);

E - môđun đàn hồi của bê tông (MN/m² hay psi);

μ - hệ số Poisson của bê tông, thường lấy $\mu = 0,15$;

k - hệ số nền (MN/m³ hay pci);

l - bán kính độ cứng tương đối (m hay inch),

$$l = \sqrt[4]{\frac{Eh^3}{12(1-\mu^2)k}}$$

Cũng có thể sử dụng các toán đồ ảnh hưởng của Picket và Ray lập ra để xác định các ứng suất trong mặt đường cứng gây ra khi tải trọng tác dụng ở giữa tấm hoặc ở cạnh tấm.

2. Ứng suất do chênh lệch nhiệt độ và độ ẩm của tấm và ứng suất do ma sát giữa đáy tấm bê tông và lớp móng (xem 2-6 "Tính toán mặt đường bê tông xi măng dưới tác dụng của nhiệt độ").

10-3. CÁC TOÁN ĐỒ THIẾT KẾ MẶT ĐƯỜNG BÊ TÔNG XI MĂNG SÂN BAY

Trong thực tế người ta thường sử dụng các toán đồ lập sẵn để xác định chiều dày mặt đường bê tông xi măng - Các toán đồ thiết kế mặt đường cứng sân bay cho một số máy bay phân lực do Hiệp hội xi măng Poóclăng (PCA) lập được giới thiệu ở các hình từ 10-5 ÷ 10-8. Các toán đồ này xác định ứng suất theo công thức của Westergaard trong trường hợp tải trọng tác dụng ở giữa tấm.

Cách sử dụng toán đồ như sau:

Đầu tiên giả định chiều dày mặt đường, từ chiều dày giả định này kẻ một đường nằm ngang gặp đường cong hệ số nền k tương ứng tại một điểm, từ giao điểm này hạ một đường thẳng đứng gặp đường thẳng biểu thị tải trọng của càng bánh tương ứng. Từ giao điểm này lại kẻ đường nằm ngang và xác định được ứng suất kéo uốn trong tấm bê tông ứng với chiều dày giả định đó. Nếu ứng suất kéo uốn tìm được nhỏ hơn hoặc bằng ứng suất cho phép là được, nếu không phải giả định lại.

Ứng suất kéo uốn cho phép bằng cường độ kéo uốn giới hạn của bê tông chia cho một hệ số an toàn - Theo PCA hệ số an toàn k lấy như sau:

- Sân đỗ, đường lăn, hai đầu đường băng $k = 1,7 \div 2,0$.
- Đường băng (đoạn giữa) $k = 1,4 \div 1,7$.

Các hệ số an toàn này chủ yếu xét đến sự mỏi của bê tông.

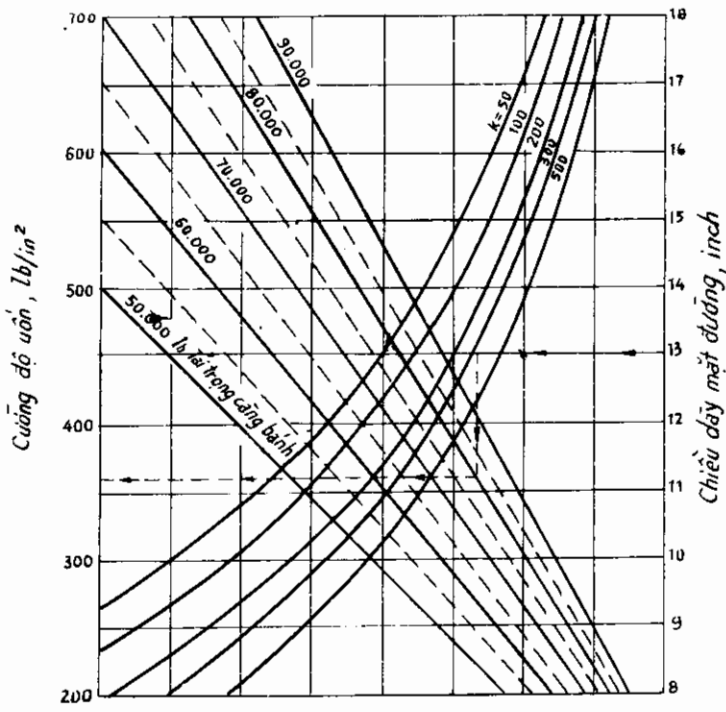
Kinh nghiệm cho thấy nếu lấy hệ số an toàn $k = 2,0$ (tải trọng trùng phục gây ra một ứng suất kéo uốn bằng $1/2$ cường độ kéo uốn giới hạn) thì mặt đường bê tông có thể chịu được vô số lần tác dụng của tải trọng máy bay. Nếu tải trọng trùng phục của máy bay gây ra ứng suất xấp xỉ bằng cường độ kéo uốn giới hạn ($k \approx 1$) thì chỉ sau vài lần cất hạ cánh tấm bê tông đã có thể bị hỏng.

Gọi N_i là tỉ số ứng suất do tải trọng máy bay gây ra trong mặt đường bê tông trên cường độ kéo uốn giới hạn của bê tông $\left(N_i = \frac{\sigma_i}{R_{ku}} \right)$, n_i là số lần trùng phục tải trọng cho phép thì theo Hiệp hội xi măng Poóclăng, mối tương quan giữa N_i và n_i được cho ở bảng 10-1.

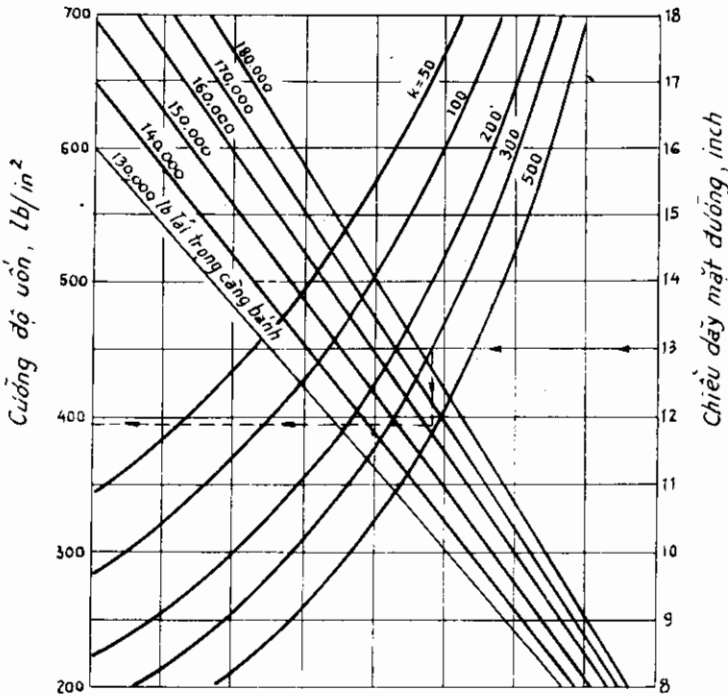
Bảng 10-1

Tỉ số ứng suất N_i và số lần trùng phục cho phép n_i

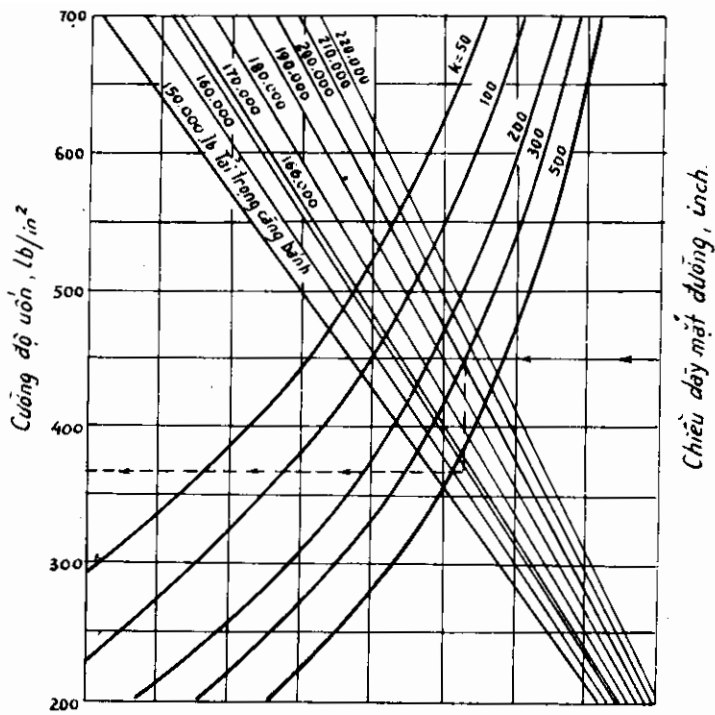
Tỉ số ứng suất N_i	Số lần trùng phục cho phép n_i	Tỉ số ứng suất N_i	Số lần trùng phục cho phép n_i
0,51 (*)	400000	0,63	14000
0,52	300000	0,64	11000
0,53	240000	0,65	8000
0,54	180000	0,66	6000
0,55	130000	0,67	4500
0,56	100000	0,68	3500
0,57	75000	0,69	2500
0,58	57000	0,70	2000
0,59	42000	0,71	1500
0,60	32000	0,72	1100
0,61	24000	0,73	850
0,62	18000	0,74	650



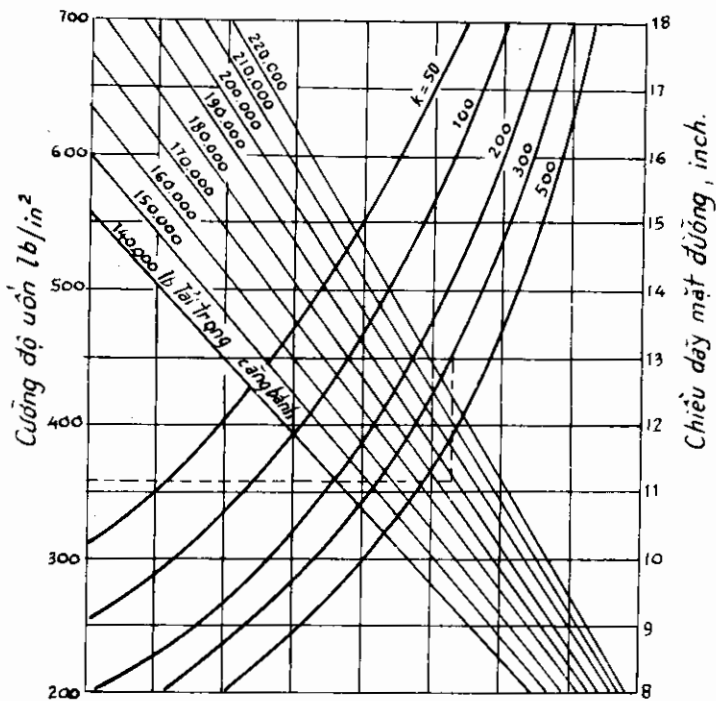
Hình 10-5. Chiều dày mặt đường cứng cho máy bay Boeing 727 (Hiệp hội xi măng Portland).



Hình 10-6 Chiều dày mặt đường cứng cho máy bay DC-b-62, 63 (Hiệp hội xi măng Portland).



Hình 10-7. Chiều dày mặt đường cứng cho máy bay Boeing 747
(Hiệp hội xi măng Portland)



Hình 10-8 Chiều dày mặt đường cứng cho máy bay DC10
(Hiệp hội xi măng Portland).

10-4. CÁC KHE NỐI TRONG MẶT ĐƯỜNG CỨNG SÂN BAY

Các khe nối được bố trí trong mặt đường cứng để:

- Cho phép mặt đường co giãn, từ đó giảm ứng suất do ma sát, do thay đổi nhiệt độ và độ ẩm.

- Bảo đảm cho công tác thi công tiến hành thuận lợi.

1. Các loại khe (hình 1 - 9)

Căn cứ vào chức năng của các khe nối, chia ra:

- Khe nối thi công (dọc và ngang);

- Khe dẫn;

- Khe co;

a. Khe thi công

- Khe thi công dọc

Là khe bố trí ở mép của vệt thi công, có thể là khe kiểu ngàm hoặc khe có bố trí các thanh thép truyền lực để truyền tải trọng sang tấm bê tông bên cạnh (các khe thi công loại C, D, E).

Tuy nhiên cần lưu ý là với khe dọc kiểu ngàm thường không nên bố trí trong các tấm bê tông chiều dày dưới 23cm (9 inch) vì với tấm mỏng thì kích thước của ngàm nhỏ và khả năng truyền tải trọng hạn chế. Để bảo đảm khả năng truyền tải qua ngàm người ta thường bố trí các thanh thép chịu kéo xuyên qua khe dọc kiểu ngàm để giữ cho khe khỏi bị doãng quá rộng, giảm khả năng truyền lực qua ngàm.

Khoảng cách giữa các khe dọc thường không lớn hơn 4,5 m.

- Khe thi công ngang

Được bố trí ở cuối ca thi công hoặc ở vị trí mà việc thi công bị ngừng lại từ 30 phút trở lên. Nếu cần bố trí khe thi công ngang ở vị trí của khe co ngang (hoặc gần khe co) thì nên dùng khe có thanh truyền lực (loại D). Nếu khe thi công nằm cách khe co khoảng 1/3 khoảng cách giữa hai khe thi công Hiệp hội xi măng Poóclăng Mỹ (PCA) đề nghị làm loại khe ngàm có bố trí thanh chịu kéo (khe loại E).

b. Khe dẫn

Chức năng của khe dẫn là tạo một khoảng trống cho mặt đường cứng giãn nở nhằm ngăn ngừa không cho xuất hiện ứng suất nén lớn có thể làm mặt đường bị mất ổn định vì uốn dọc (khe loại A và B).

Trong mặt đường cứng sân bay thường chỉ bố trí khe dẫn tại những chỗ mặt đường tiếp xúc với các kết cấu khác hoặc tại các đường giao.

Đoàn kỹ sư Mỹ khuyến nghị chỉ làm khe dẫn khi chiều dày của tấm bê tông dưới 10 inch (25cm) và khi đổ bê tông ở nhiệt độ thấp.

c. Khe co

Được bố trí tại những vị trí quy định để giảm ứng suất kéo sinh ra do bê tông co ngót, từ đó khống chế được vị trí của đường nứt. Nếu không bố trí khe co các đường nứt có thể xuất hiện tại những vị trí bất kỳ. Có thể tạo khe co bằng cách xẻ rãnh trong bê tông khô hoặc ướt.

Có hai loại khe co:

- Khe co dọc

Nếu chiều rộng của dải thi công $\geq 7,6\text{m}$ thì phải làm khe co dọc giữa hai khe thi công dọc. Trong trường hợp này thường bố trí các thanh chịu kéo tại các khe co dọc (khe loại G hoặc H) để giữ cho các tấm luôn tiếp xúc chặt với nhau.

- Khe co ngang

Cục Hàng không liên bang Mỹ (FAA) kiến nghị nên bố trí các thanh truyền lực cho ít nhất là 3 khe co ngang kể từ cạnh tự do. Các khe co ngang ở đoạn giữa của mặt đường có thể không cần bố trí thanh truyền lực (xem các khe loại F (có thanh truyền lực) và loại H (không có thanh truyền lực)).

2. Khoảng cách giữa các khe

a. Mặt đường bê tông xi măng trên lớp móng không gia cố

Hiệp hội xi măng Poóclăng (PCA) đã đề ra một phương pháp gần đúng để tính khoảng cách giữa hai khe nối của mặt đường cứng trên lớp móng không gia cố. Khoảng cách giữa hai khe nối (tính bằng feet) bằng khoảng 2 lần chiều dày của tấm (tính bằng inch).

Khoảng cách lớn nhất giữa hai khe nối ghi trong bảng 3-11 của Tập thông báo của FAA cũng được xác định theo quy tắc đó. Để an toàn nên lấy khoảng cách giữa hai khe nối nhỏ hơn khoảng cách ghi ở bảng 3-11.

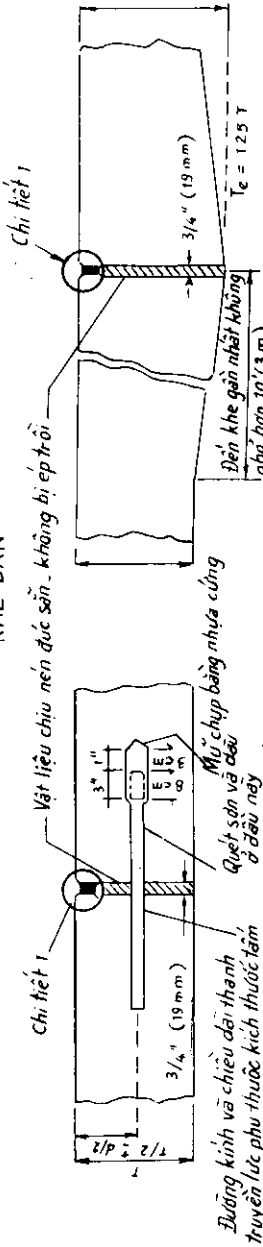
Với mặt đường bê tông không cốt thép tỉ số giữa chiều dài trên chiều rộng của tấm bê tông không nên lớn hơn 1,25.

Bảng 10 - 2
(FAA Advisory Circular)

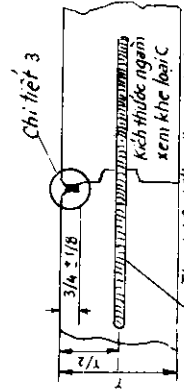
Khoảng cách lớn nhất giữa hai khe nối của mặt đường cứng trên lớp móng không gia cố.

Chiều dày tấm		Khe ngang		Khe dọc	
Inch	Milimet	Feet	Mét	Feet	Mét
6	150	12,5	3,8	12,5	3,8
7 - 9	175 - 230	15	4,6	15	4,6
9 - 12	230 - 305	20	6,1	20	6,1
> 12	> 305	25	7,6	25	7,6

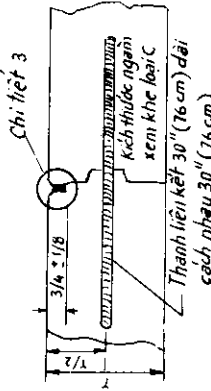
KHE DẪN



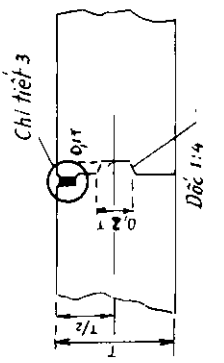
LOẠI B - TĂNG CHIỀU DÀY MÉP KHE



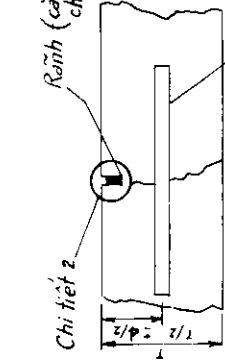
KHE THI CÔNG



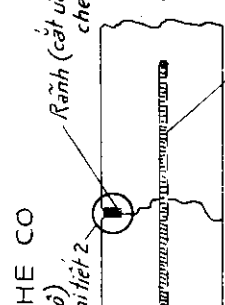
LOẠI A - THANH TRUYỀN LỰC



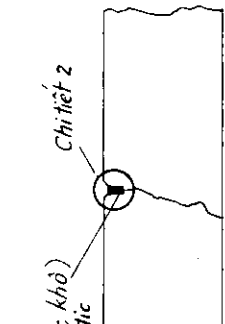
LOẠI C - NGÂM



LOẠI D - THANH TRUYỀN LỰC



LOẠI E - KHỚP (Ngâm)



LOẠI H - KHE GIÀ

Ghi chú: Mũi đến là chèn mastic

LOẠI G - KHỚP

Ghi chú: Mũi đến là chèn mastic

LOẠI F - THANH TRUYỀN LỰC

Ghi chú: Mũi đến là chèn mastic

Hình 10-9. Các loại khe của mặt đường cứng

b. Mặt đường bê tông xi măng trên lớp móng gia cố

Với mặt đường cứng trên lớp móng gia cố thì khoảng cách giữa hai khe nối phụ thuộc vào bán kính độ cứng tương đối l của tấm bê tông.

Thường thì phải chọn khoảng cách giữa hai khe nối L sao cho tỉ số $\frac{L}{l}$ vào khoảng từ $4 \div 6$.

Bán kính độ cứng tương đối tính theo công thức $l = \sqrt[4]{\frac{Eh^3}{12(1-\mu^2)k}}$,

với E, μ, h : mô đun đàn hồi hệ số Poisson và chiều dày tấm bê tông ;
 k : hệ số nền.

10-5. TĂNG CƯỜNG MẶT ĐƯỜNG CỨNG SÂN BAY

Tính toán tăng cường mặt đường cứng sân bay bằng bê tông xi măng là một bài toán phức tạp so với tính mặt đường cứng một lớp. Trong trường hợp này sơ đồ tính toán là tấm hai lớp trên nền đàn hồi chịu tác dụng của cang bánh máy bay tính toán. Đồng thời còn phải xét tới giữa các lớp có tồn tại lực dính bám hay không và giá trị của lực dính bám giữa các lớp lớn hay nhỏ.

Lời giải lý thuyết của bài toán này rất phức tạp, vì vậy phương pháp tính toán lớp tăng cường của mặt đường cứng thường sử dụng các lời giải thực nghiệm.

Dưới đây là phương pháp tính toán chiều dày lớp tăng cường bằng bê tông xi măng trên mặt đường bê tông xi măng hiện hữu của Mỹ.

Việc thiết kế lớp tăng cường bê tông xi măng trên mặt đường cứng hiện hữu cũng sử dụng các toán đồ thiết kế đã lập sẵn. Các toán đồ thiết kế mặt đường cứng cho ta chiều dày yêu cầu của mặt đường bê tông xi măng một lớp thoả mãn các điều kiện thiết kế. Để sử dụng phương pháp này thì người thiết kế phải xác định được hệ số nền k của nền móng hiện hữu. Giá trị của k có thể xác định bằng thí nghiệm nén tấm ép ngay trên nền móng sau khi cất bỏ tấm bê tông hoặc có thể xác định dựa vào nhật ký thi công của mặt đường hiện hữu - Hệ số điều chỉnh được xác định sau khi khảo sát điều kiện mặt đường. Việc lựa chọn hệ số điều chỉnh thực chất là việc đánh giá công trình mặt đường. Sử dụng phương pháp không phá hoại kết cấu thì có thể thu được nhiều giá trị để đánh giá điều kiện của mặt đường hiện hữu. Phương pháp không phá hoại kết cấu được dùng để xác định các vị trí đào hố thí nghiệm. Nhằm thống nhất đánh giá các hệ số điều kiện, đã xác định các giá trị sau đây:

- $C_r = 1,00$ - mặt đường hiện hữu còn tốt, có một ít nứt gãy không phải do các thiếu sót về kết cấu.
- $C_r = 0,75$ - mặt đường hiện hữu bắt đầu nứt gãy ở góc do tải trọng nhưng không phát triển hoặc do thiếu sót của khe.
- $C_r = 0,35$ - mặt đường hiện hữu xấu: bị nứt gãy nhiều, cập kênh với hư hỏng ở khe.

Ba hệ số điều kiện trên đây chỉ để minh họa hệ số điều kiện nhằm xác định một giá trị thích hợp cho thiết kế. Trong các điều kiện riêng có thể yêu cầu sử dụng một giá trị trung gian của C_r với một giới hạn khuyến nghị.

1. Lớp bê tông tăng cường không có lớp cách ly: Chiều dày của tấm bê tông tăng cường đặt trực tiếp trên mặt đường cứng hiện hữu được xác định theo công thức sau:

$$h_c = \sqrt[1.4]{h^{1.4} - C_r h_e^{1.4}} ,$$

h_c - chiều dày yêu cầu của lớp bê tông tăng cường;

h - chiều dày tấm bê tông một lớp xác định theo toán đồ;

h_e - chiều dày mặt đường cứng hiện hữu;

C_r - hệ số điều kiện.

Để tính toán nhanh đã lập các toán đồ vẽ ở các hình 10-10 và 10-11. Các toán đồ này được lập với hai hệ số điều kiện $C_r = 1,0$ và $C_r = 0,75$. Rải lớp tăng cường bê tông xi măng trực tiếp trên mặt đường hiện hữu chỉ tiến hành khi mặt đường cứng hiện hữu có hệ số điều kiện C_r không nhỏ hơn 0,75 tránh xuất hiện các đường nứt phản ánh.

2. Lớp bê tông tăng cường trên lớp cách ly.

Trong một số trường hợp cần phải đặt tấm bê tông tăng cường trên một lớp nhựa cách ly (bù vênh) trên mặt đường cứng hiện hữu. Công thức để tính chiều dày lớp bê tông tăng cường trên lớp cách ly như sau:

$$h_c = \sqrt{h^2 - C_r h_e^2}$$

h_c - chiều dày yêu cầu của lớp bê tông tăng cường;

h - chiều dày yêu cầu của tấm bê tông một lớp xác định theo toán đồ;

h_e - chiều dày mặt đường cứng hiện hữu;

C_r - hệ số điều kiện.

Lớp cách ly có thể làm bằng bê tông nhựa có độ ổn định cao - không nên làm lớp cách ly bằng cốt liệu vì sẽ tạo nên một kết cấu kiểu kẹp (sandwich) - Các toán đồ 10-12 và 10-13 để tính toán nhanh chiều dày lớp tăng cường - cho các hệ số điều kiện 0,75 và 0,35. Với các hệ số điều kiện khác giữa các giá trị này có thể chuẩn hoá bằng nội quy.

3. Lớp tăng cường bằng bê tông dính chặt với mặt đường hiện hữu

Trong một số điều kiện nhất định đôi khi có thể làm lớp bê tông tăng cường dính chặt với mặt đường bê tông hiện hữu thành một tấm bê tông toàn khối. Chiều dày lớp bê tông tăng cường khi đó tính theo công thức:

$$h_c = h - h_e ,$$

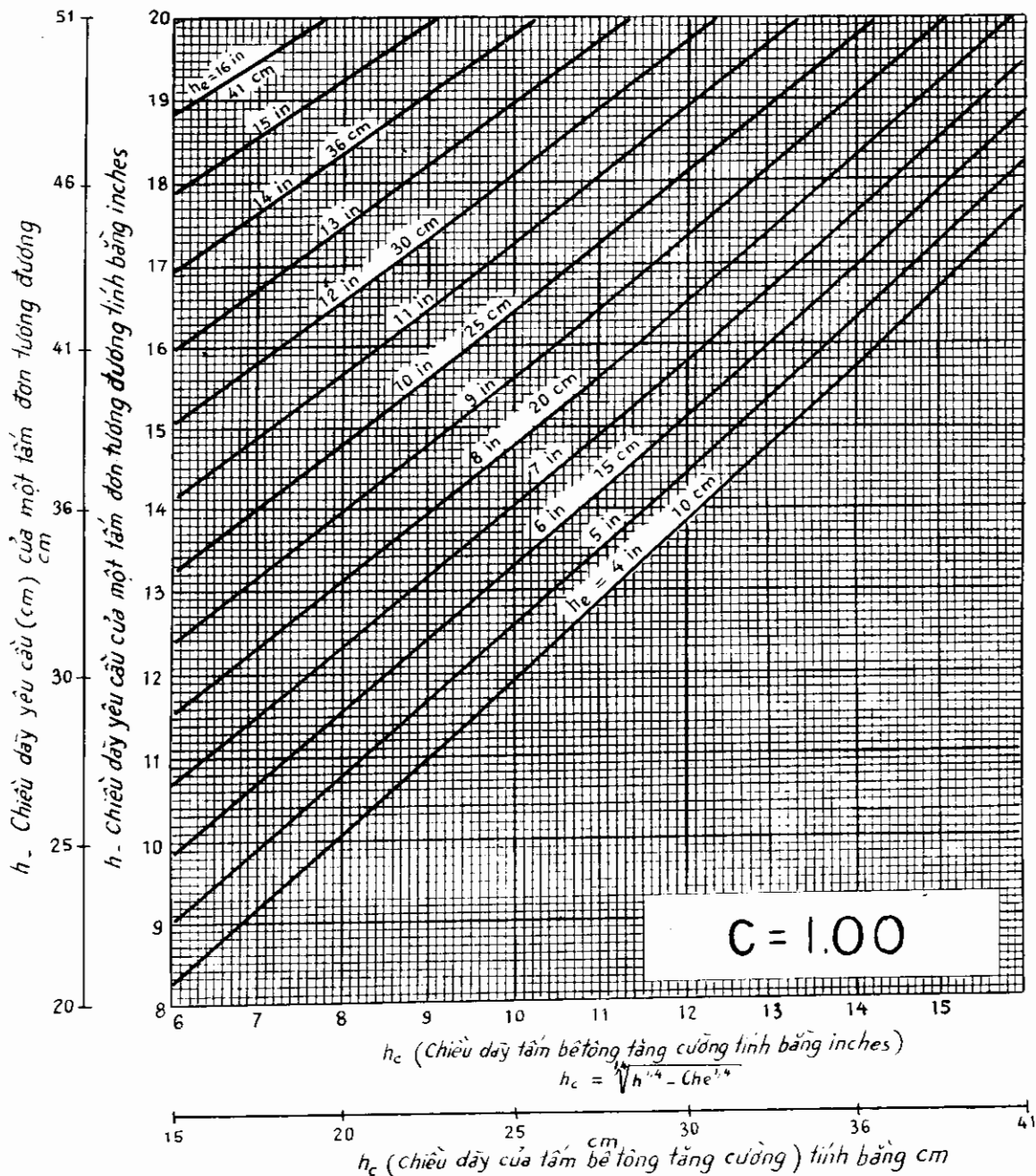
trong đó:

h_c - chiều dày yêu cầu của lớp bê tông tăng cường;

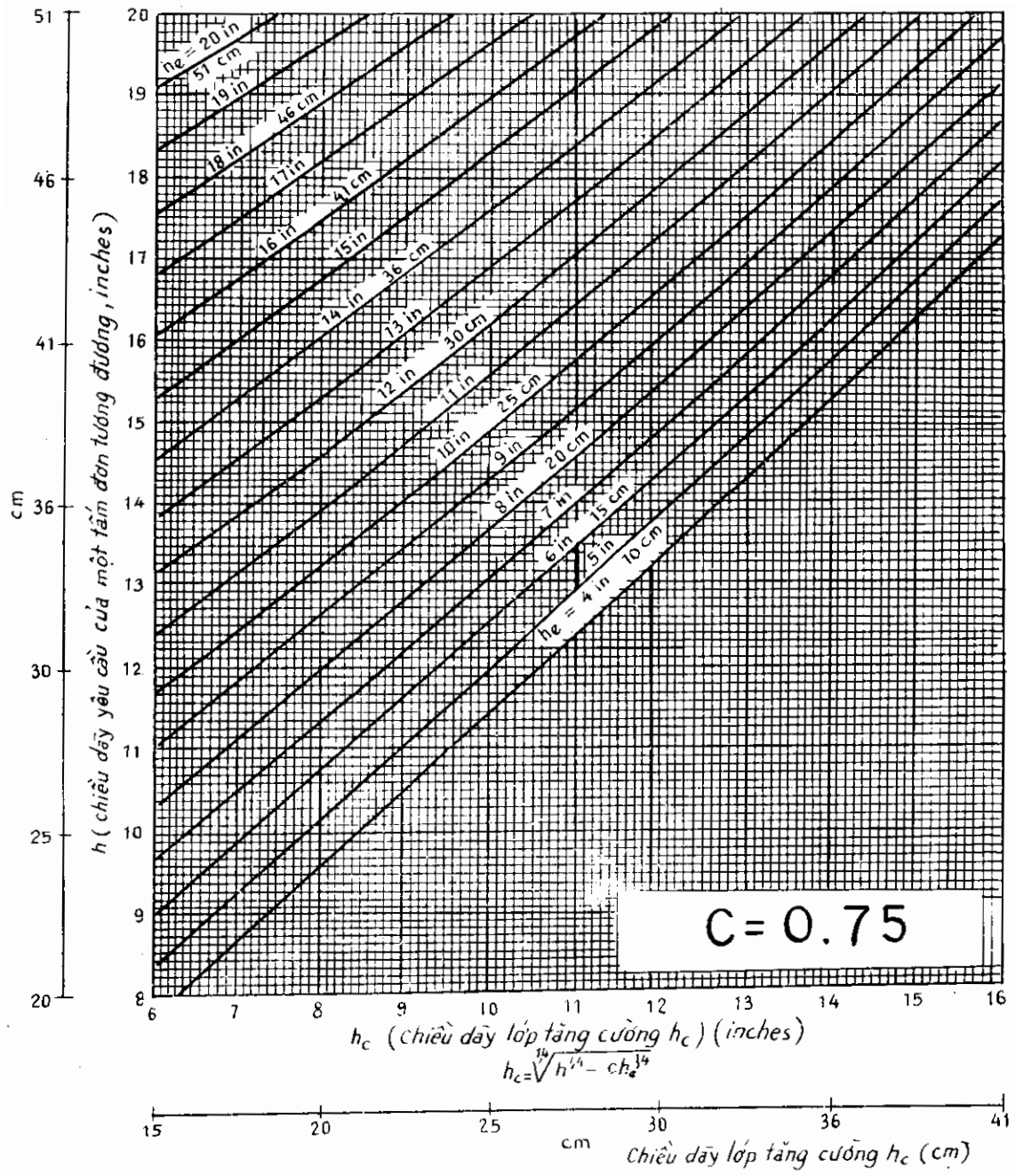
h - chiều dày tấm bê tông một lớp xác định theo toán đồ;

h_e - chiều dày của mặt đường cứng hiện hữu.

Điều kiện để làm lớp tăng cường này là mặt đường cứng hiện hữu phải trong điều kiện tốt vì những hư hỏng của mặt đường hiện hữu có thể phản ánh lên lớp bê tông tăng cường - Phải chuẩn bị tốt mặt đường hiện hữu và bảo đảm kỹ thuật thi công để lớp bê tông tăng cường dính chặt với lớp bê tông hiện hữu.

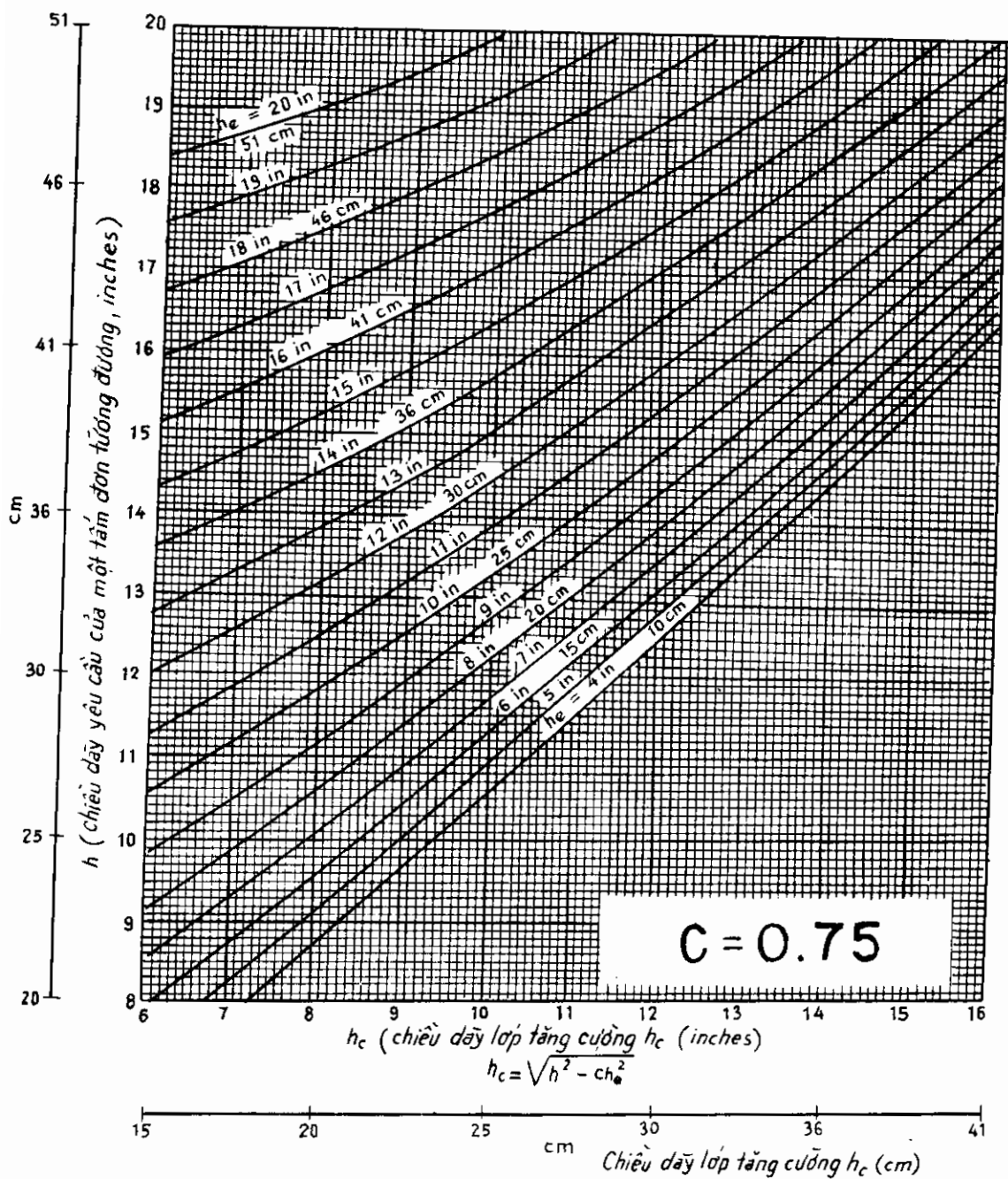


Hình 10-10. Lớp phủ tăng cường bê tông trên mặt đường cứng ($c = 1,00$)



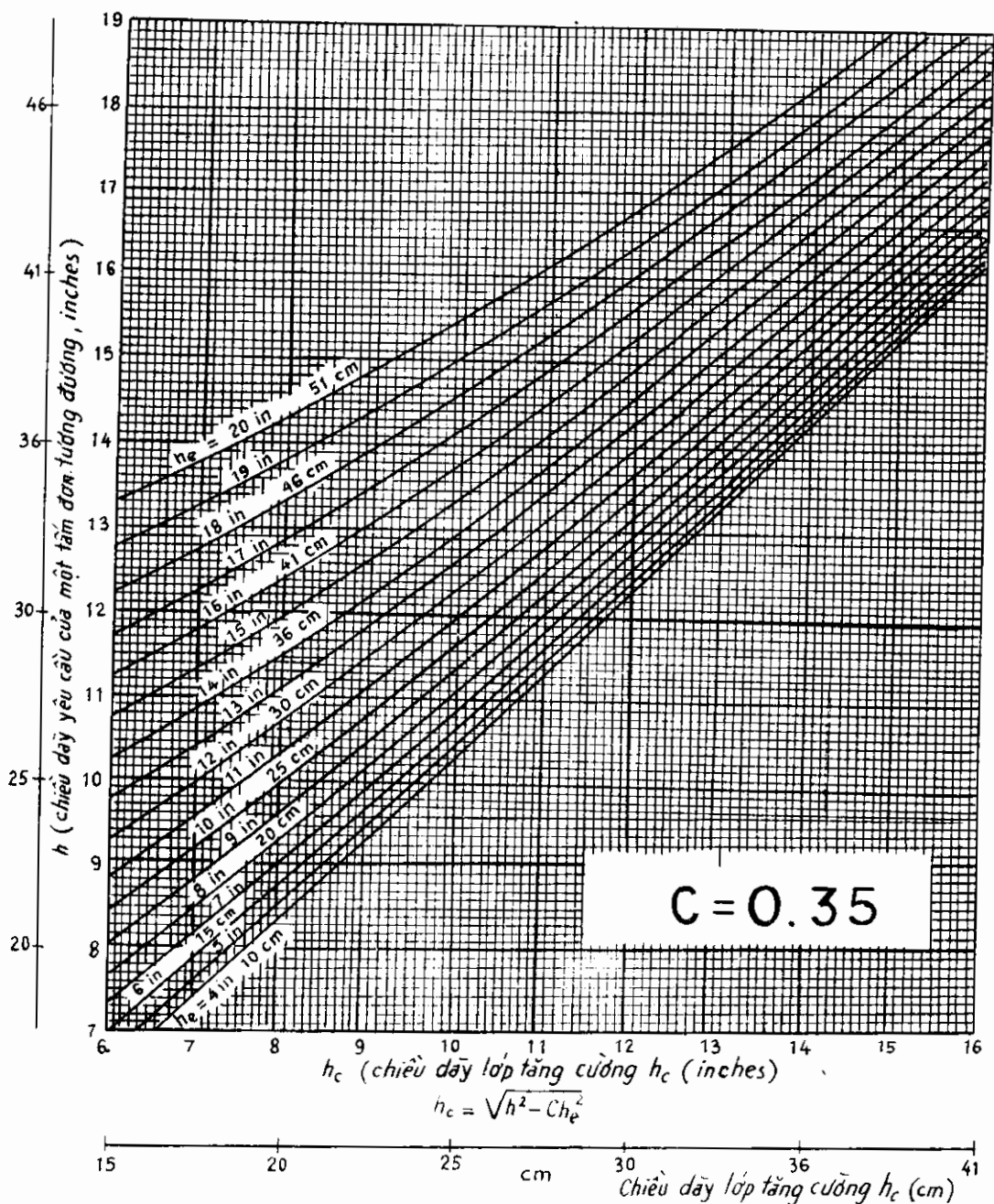
h - Chiều dày yêu cầu của một tấm đơn tương đương, inches.

Hình 10-11. Lớp phủ tăng cường bê tông trên mặt đường cứng ($C = 0,75$)



h - Chiều dày yêu cầu của một tấm đơn tương đương, inches.

Hình 10-12. Lớp phủ tăng cường bê tông xi măng trên mặt đường cứng có lớp bù vênh ($C = 0,75$, có lớp cách ly).



h - Chiều dày yêu cầu của một tấm đơn tương đương, inches.

Hình 10-13. Lớp phủ tăng cường bê tông xi măng trên mặt đường cứng có lớp bù vênh ($C=0,35$, có lớp cách ly).

CHƯƠNG XI

KIỂM TRA CHẤT LƯỢNG CÔNG TÁC XÂY DỰNG MẶT ĐƯỜNG BÊTÔNG XI MĂNG

Kiểm tra chất lượng công tác xây dựng mặt đường bê tông xi măng là một công tác quan trọng không thể thiếu được trong quá trình xây dựng mặt đường. Yêu cầu phải kiểm tra kỹ thuật chặt chẽ cho toàn bộ các khâu của quá trình công nghệ xây dựng mặt đường, bắt đầu từ khâu chế tạo hỗn hợp cho đến khâu cuối cùng là bảo dưỡng bê tông.

Các xí nghiệp (hoặc liên hiệp xí nghiệp) xây dựng đường phải tổ chức phòng thí nghiệm trung tâm để: chỉ đạo công tác của các phòng hoặc tổ chức thí nghiệm cấp dưới, kiểm tra thiết bị và dụng cụ thí nghiệm, thiết kế thành phần hỗn hợp bê tông, thí nghiệm các vật liệu trộn bê tông; tiến hành thí nghiệm trong các trường hợp phức tạp; tiến hành công tác nghiên cứu sử dụng các vật liệu tại chỗ và chế phẩm công nghệ.

1. Kiểm tra chất lượng hỗn hợp bê tông và bê tông.

Tất cả vật liệu để chế tạo hỗn hợp bê tông (xi măng, cát, đá dăm, hoặc đá sỏi, nước và các chất phụ gia) đều phải được kiểm tra bằng cách xem xét bằng mắt và thí nghiệm các mẫu lấy từ các lô vật liệu đó.

Khi độ ẩm của cốt liệu thay đổi trên 1%, cần phải điều chỉnh lại thành phần của cấp phối bê tông. Vì vậy hàng ngày cần kiểm tra độ ẩm của cát, đá ít nhất là 1 lần trong 1 ca, nhất là sau khi trời mưa to, để điều chỉnh thành phần bê tông (bằng cách thay đổi lượng nước, cát, đá trong bê tông).

Cần kiểm tra thành phần hỗn hợp bê tông sau khi trộn ít nhất là 1 tuần 1 lần và khi thay đổi thành phần cấp phối bê tông. Ngoài ra hàng ngày cần phải theo dõi khối lượng bê tông sản xuất ra và khối lượng bê tông đổ vào mặt đường, sai số khối lượng cho phép không được quá 3%.

Cường độ của bê tông trong mặt đường được kiểm tra bằng thí nghiệm các mẫu bê tông chịu nén và mẫu bê tông kéo uốn. Nếu độ lớn của cốt liệu dưới 40mm thì đúc các mẫu lập phương 15 x 15 x 15cm và mẫu dầm 15 x 15 x 60 cm. Bê tông trong các mẫu thí nghiệm cũng phải được đầm theo phương pháp đầm bê tông mặt đường. Mẫu được bảo quản trong khuôn có phủ bao tải ẩm ít nhất trong 20 giờ, sau đó đem bảo quản ở trong phòng ẩm.

2. Xác định dung trọng của hỗn hợp bê tông và so sánh với dung trọng của hỗn hợp bê tông được xác định trong phòng thí nghiệm

Lấy hỗn hợp bê tông ở máy trộn (hoặc ở nơi đổ) và trộn đều trong 3 phút rồi cho vào bình 10 lít và chấn động cho đến khi xuất hiện vữa xi măng (nhưng không quá 90 giây), sau đó

cân chính xác đến 10g. Tiếp đó xác định dung trọng của mẫu thứ hai, rồi lấy trị số trung bình. Xác định dung trọng của hỗn hợp bê tông đã đầm chặt theo công thức:

$$\gamma_o = \frac{g - g_t}{V} \left(\text{kG} / \text{m}^3 \right),$$

trong đó: g - trọng lượng bình có hỗn hợp (kG); g_t - trọng lượng vỏ bình (kG); V - thể tích bình (m^3).

Nếu dùng đá có độ lớn $\geq 40\text{mm}$ thì mỗi ca phải thí nghiệm ít nhất 1 lần trong bình 20 lít. Sai số của dung trọng thí nghiệm ở hiện trường so với dung trọng xác định trong phòng thí nghiệm không được vượt quá $\pm 1\%$.

3. Xác định hệ số tăng thêm của bê tông (thể tích của một mẻ trộn). Mục đích để kiểm tra xem việc cân đong vật liệu có chính xác hay không. Hệ số tăng thêm của bê tông được kiểm tra mỗi tuần 1 lần, hoặc được kiểm tra khi thay đổi thành phần bê tông hoặc thay đổi vật liệu trộn bê tông.

Lấy một lượng hỗn hợp (khoảng $1 \div 2 \text{ m}^3$) trong một hoặc hai mẻ trộn đầm chặt bằng chấn động, rồi đo chiều cao lớp bê tông trong thùng và tính thể tích. Tiến hành thí nghiệm hai lần và lấy trị số trung bình để điều chỉnh việc cân đong vật liệu cho chính xác.

4. Chế tạo và bảo quản các mẫu, thí nghiệm cường độ chịu nén và chịu uốn.

Lấy hỗn hợp bê tông xi măng ở trạm trộn hoặc ở hiện trường (trong phần giữa của hỗn hợp bê tông chở đến) và đúc các mẫu lập phương $20 \times 20 \times 20\text{cm}$ và các mẫu dầm $15 \times 15 \times 60\text{cm}$. Khi $D_{\text{max}} < 40\text{mm}$ thì cho phép đúc các mẫu $15 \times 15 \times 15\text{cm}$ và phải nhân với hệ số điều chỉnh 0,9 (để tính đổi về mẫu $20 \times 20 \times 20\text{cm}$). Khi đúc mẫu phải dùng khuôn chính xác, sai số về kích thước bên trong của khuôn không được quá $\pm 1\%$, sai số của góc vuông là $\pm 2\%$ và phải quét dầu lên thành khuôn trước khi đổ bê tông.

Hỗn hợp được đổ vào khuôn thành $2 \div 4$ đợt, xong đặt trên bàn rung tiêu chuẩn và gắn chặt mẫu với bộ dầm, rồi chấn động cho đến khi nổi vữa xi măng lên mặt. Thời gian chấn động phải lớn hơn chỉ tiêu độ cứng quy định là 30 giây. Gạt bằng mặt mẫu, đánh số và bảo quản mẫu ở nhiệt độ $20 \pm 3^\circ\text{C}$ trong 20 giờ (hoặc 2 ngày đêm). Sau đó tháo khuôn và đặt vào phòng bảo dưỡng tiêu chuẩn (ở nhiệt độ $20 \pm 3^\circ\text{C}$ và độ ẩm tương đối $\geq 90\%$). Việc tháo khuôn, vận chuyển và bảo dưỡng phải làm cẩn thận, tránh làm hỏng mẫu.

Trước khi thí nghiệm cường độ, phải đo và cân kiểm tra các mẫu. Với các mẫu lập phương phải đo kiểm tra chiều dài (chính xác đến 1mm); với các mẫu dầm thì kiểm tra chiều dài, chiều rộng và chiều cao. Dung trọng của mẫu bằng trị số trung bình số học của các mẫu thí nghiệm (lấy tròn đến $10 \text{ kG}/\text{m}^3$). Nếu dung trọng của một mẫu cá biệt nào đó sai khác quá 3% so với dung trọng trung bình thì bỏ toàn bộ lô mẫu đó không thí nghiệm nữa.

Thí nghiệm nén mẫu được tiến hành trên máy nén có công suất tương ứng. Phải đặt mẫu cẩn thận cho một mặt của nó trùng đúng tâm của tấm ép dưới và tiếp xúc đều với mặt tấm ép, rồi mở máy cho tải trọng tăng đều với tốc độ tăng tải $6,0 \pm 4 \text{ kG}/\text{cm}^2$. Ứng suất cực đại được xác định theo trị số của tải trọng phá hoại (P_{max}); diện tích công tác của mẫu là trị số

trung bình số học của hai mẫu, chính xác đến $0,1\text{cm}^2$. Cường độ chịu nén giới hạn tính theo công thức:

$$R_n = \frac{P_{\max}}{F} \left(\text{kG/cm}^2 \right).$$

Cường độ chịu nén giới hạn của bê tông bằng trị số trung bình số học của ba mẫu, với điều kiện là trong ba mẫu đó không có mẫu nào có cường độ sai khác quá 15% so với mẫu kia. Nếu có một mẫu sai quá quy định trên thì bỏ đi và lấy trung bình cộng của hai mẫu còn lại.

Thí nghiệm các mẫu uốn được tiến hành trên máy nén có công suất $3 + 5T$, máy có trang bị một dầm cứng đặc biệt, trên đó bố trí hai gối tựa theo sơ đồ quy định (xem hình 4-1).

Cường độ chịu uốn giới hạn tìm được khi thí nghiệm uốn mẫu dầm kích thước $15 \times 15 \times 60\text{cm}$, mẫu thí nghiệm được chế tạo tương tự như mẫu nén. Trước khi thí nghiệm phải xác định kích thước tính toán của dầm, vị trí gối và điểm đặt lực. Thí nghiệm được tiến hành bằng hai lực tập trung đặt đối xứng và cách gối $1/3l$ (l - nhịp tính toán của mẫu dầm). Sai số của điểm đặt lực và gối dầm so với vị trí quy định không được quá $\pm 1\text{mm}$. Tải trọng phải tăng đều và liên tục với tốc độ tăng tải $0,5 \pm 0,2 \text{ kG/cm}^2$ cho đến khi phá hoại mẫu.

Cường độ chịu uốn giới hạn mẫu dầm được tính theo công thức:

$$R_u = \frac{Pl}{a^3},$$

trong đó: P - tải trọng phá hoại mẫu (kG); l - nhịp tính toán của mẫu (cm) a - cạnh của tiết diện vuông của dầm mẫu (cm). Khi thí nghiệm các mẫu dầm kích thước khác thì phải nhân với hệ số điều chỉnh β đã cho ở trên.

Nếu mẫu không bị phá hoại trong khoảng $\frac{1}{3}$ giữa nhịp thì bỏ kết quả đó đi. Cường độ chịu kéo uốn trung bình của bê tông được tính toán tương tự như quy định để tính toán cường độ chịu nén giới hạn.

Để kiểm tra chất lượng của bê tông ngay trong mặt đường có thể khoan trực tiếp trong mặt đường lấy các mẫu nguyên dạng để thí nghiệm nén và ép chèn các mẫu đó. Theo quy định với bê tông thường và đường kính cốt liệu lớn nhất $D_{\max} < 40\text{mm}$ thì đường kính mẫu khoan là 150mm , và mỗi kilômét đường phải khoan ít nhất 20 mẫu. Để giảm khối lượng công tác khoan mẫu, thường chỉ dùng phương pháp này để đánh giá chất lượng một số tấm bê tông có vấn đề nghi ngờ, mỗi tấm khoan 3 mẫu.

Cường độ chịu nén giới hạn của bê tông khi thí nghiệm các mẫu khoan được xác định theo trình tự sau:

1. Xác định cường độ chịu nén của bê tông của mẫu khoan theo công thức:

$$R_{nk} = \frac{4P}{\pi d^2}$$

trong đó: P - tải trọng phá hoại mẫu (kG); d - đường kính trung bình của mẫu khoan (cm).

2. Tính đổi cường độ của mẫu khoan thực tế thành cường độ của mẫu hình viên trụ có tỉ số $\frac{h}{d} = 2$

$$R_{nt} = \frac{R_{nk}}{k_1}$$

với k_1 - hệ số, xác định bằng biểu đồ (hình 11.1).

3. Tính đổi thành cường độ chịu nén của mẫu viên trụ tiêu chuẩn với $h = 30\text{cm}$, $d = 15\text{cm}$:

$$R_{ntc} = \frac{R_{nt}}{k_2},$$

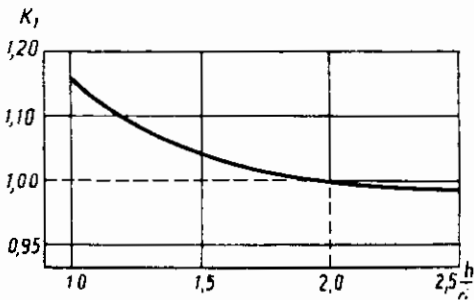
với k_2 - hệ số, xác định bằng biểu đồ (hình 11-2).

4. Tính đổi về cường độ chịu nén giới hạn của mẫu lập phương theo công thức:

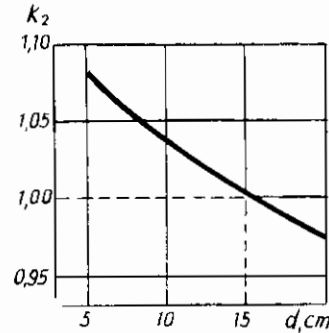
$$R_n = 1,2 R_{ntc}$$

hoặc

$$R_n = \frac{1,2 R_{ntc}}{k_1 k_2}$$



Hình 11-1. Biểu đồ xác định hệ số k_1



Hình 11-2. Biểu đồ xác định hệ số k_2

Thí nghiệm ép chẻ mẫu khoan (hình 11-3) được tiến hành trên máy nén có công suất 3-5T với tốc độ tăng tải trọng $0,6 - 0,7\text{kg/cm}^2$.

5. Cường độ chịu kéo giới hạn của mẫu bê tông khi ép chẻ xác định theo công thức:

$$R_{ec} = \frac{2P}{\pi(1+2\delta)h} \left(\text{KG/cm}^2 \right)$$

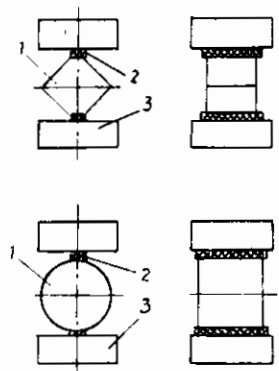
trong đó:

P - tải trọng phá hoại mẫu (kG);

d - đường kính trung bình của mẫu khoan (cm);

δ - chiều dày lớp vữa gia công bề mặt ($\delta = 0,3\text{ cm}$);

h - chiều cao mẫu khoan (cm).



Hình 11-3. Thí nghiệm ép chẻ mẫu khoan.

Cường độ chịu kéo uốn giới hạn

$$R_u = 0,621 R_{cc} + 26,4 \text{ (kG/cm}^2\text{)}$$

5. Thí nghiệm bê tông không phá hoại kết cấu

Kinh nghiệm cho thấy các phương pháp xác định cường độ bê tông bằng cách phá hoại mẫu giới thiệu trên đây còn nhiều nhược điểm, trong đó những nhược điểm chủ yếu là:

- Các mẫu được chế tạo tại hiện trường tốn nhiều công và không phản ánh đúng cường độ thực tế của bê tông trong mặt đường. Công tác khoan mẫu tại mặt đường khá phức tạp và tốn kém.

- Các mẫu sau khi đã phá hoại, không thể thí nghiệm lại nữa.

- Không thể tránh được những số liệu về cường độ không đúng dẫn đến những kết luận không đúng.

Vì vậy gần đây ở nước ngoài, để thí nghiệm cường độ của bê tông mặt đường người ta áp dụng ngày càng phổ biến các phương pháp không phá hoại kết cấu, các phương pháp này thuận tiện và nhanh chóng hơn nhiều. Có thể chia các phương pháp thí nghiệm cường độ bê tông mà không phá hoại kết cấu thành hai nhóm sau:

a. Các phương pháp cơ học: gồm có phương pháp biến dạng dẻo và phương pháp độ bật đàn hồi.

Với phương pháp biến dạng dẻo, cường độ của bê tông được xác định theo đại lượng của biến dạng dẻo (vết) trên bề mặt tấm bê tông do bắn viên bi hoặc nén tấm ép. Thường dùng loại súng bắn bê tông (như súng Fizdil, súng Carcarov) hoặc tấm ép thủy lực để tạo nên các biến dạng dẻo này.

Với phương pháp thí nghiệm bằng độ bật (độ nảy) đàn hồi, cường độ của bê tông được xác định thông qua độ bật đàn hồi của một thanh mà một đầu tiếp xúc với bê tông còn đầu kia chịu tác dụng của một búa đập với năng lượng tiêu chuẩn (thường dùng búa có năng lượng đập 3kg.m). Dựa trên theo độ bật đo được, theo các đường cong đã lập sẵn để tra ra cường độ của bê tông.

Phương pháp dùng súng bắn bê tông Fizdil là đơn giản nhất. Súng nặng 250g, đầu nòng nạp viên bi thép đường kính 17,5mm. Bắn viên bi thép trên mặt tấm bê tông, rồi đo độ lún của viên bi và dựa vào độ lún này để xác định cường độ của bê tông.

Súng bắn bê tông của Carcarop (hình 11-4) cho kết quả chính xác hơn súng Phid-đen khi bắn viên bi đồng thời tạo thành vết lõm trên mặt bê tông và trên tấm thép của súng. Thông qua tỉ số của đường kính hai vết lõm này để xác định cường độ của bê tông.

Khi thí nghiệm cường độ bằng súng bắn bê tông, cần phải bắn ít nhất là 10 điểm trên bề mặt kết cấu, rồi chỉnh lý kết quả tìm được bằng phương pháp thống kê.

Khuyết điểm chủ yếu của các phương pháp trên đây là chỉ mới đo được độ cứng thực tế của bề mặt tấm bê tông. Cần phải xác định được mối tương quan giữa bề mặt (hoặc độ đàn hồi) của bê tông với cường độ của nó thì mới áp dụng được phương pháp này.

b. Thí nghiệm cường độ bê tông bằng phương pháp siêu âm, phóng xạ.

Dùng các phương pháp thí nghiệm này có thể xác định cường độ của bê tông với sai số dưới 10%. Dùng các phương pháp này có thể tiến hành các thí nghiệm tỉ mỉ và cẩn thận, tránh được các sai số thường gặp khi thí nghiệm theo phương pháp nén mẫu. Ngoài ra còn có thể xác định cường độ bê tông nhiều lần tại một vị trí và theo dõi sự thay đổi của cường độ theo thời gian.

Có mấy phương pháp chính sau đây:

- Phương pháp siêu âm - Dựa trên việc đo tốc độ lan truyền các sóng siêu âm dao động nhiều lần với tần suất trên 2000 héc. Dựa theo tốc độ truyền sóng để xác định cường độ, độ đồng nhất và độ chặt của bê tông xi măng. Tốc độ truyền sóng siêu âm càng cao thì bê tông càng chặt và cường độ càng cao.

Theo lý thuyết, tốc độ truyền sóng siêu âm (m/giây) qua bê tông có thể xác định theo công thức:

$$V = \sqrt{\frac{E}{\rho(1-\mu^2)}}$$

trong đó:

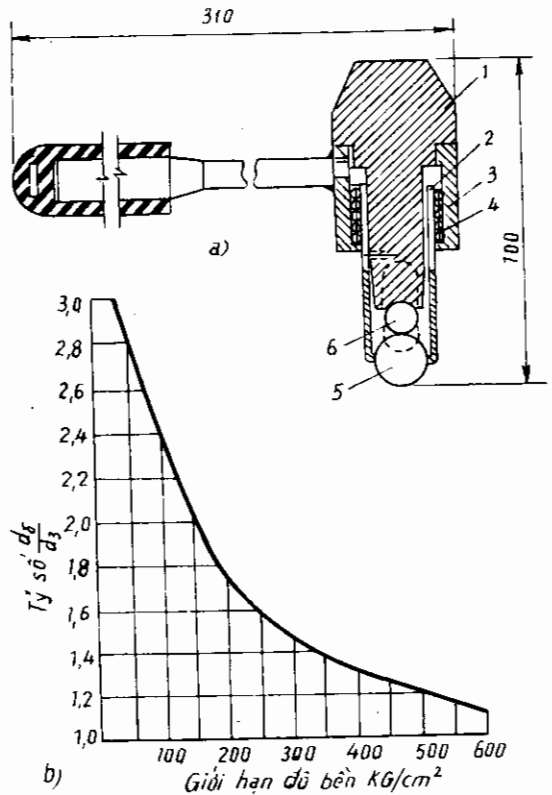
E - mô đun đàn hồi của bê tông xi măng;

ρ - độ chặt của bê tông;

$\rho = \frac{\gamma}{g}$ - với γ là dung trọng của bê tông; $g = 9,81 \text{ m/gy}^2$;

μ - hệ số Poát sônng của bê tông.

Cần phải tiến hành hiệu chuẩn, xác định môđun đàn hồi, cường độ và độ chặt của các mẫu bê tông đã thí nghiệm bằng siêu âm trước ở trong phòng thí nghiệm rồi vẽ các biểu đồ cho quan hệ giữa tốc độ và cường độ của các loại bê tông khác nhau. Sau đó dựa theo thời gian truyền siêu âm t từ nguồn phát siêu âm đến máy thu (đặt cách nhau một khoảng cách s) đo được qua thí nghiệm mà xác định tốc độ truyền sóng siêu âm thực tế theo



Hình 11-4. Súng Carcarốp

a. Dạng chung; b. Biểu đồ tra cường độ

công thức $V = \frac{S}{t}$. Từ tốc độ V mà xác định, tra biểu đồ quan hệ giữa tốc độ và cường độ sẽ tìm được cường độ của bê tông cần thí nghiệm.

- *Phương pháp thu âm* - Đặc điểm của phương pháp này là chỉ phát đi một xung thay thế cho các xung siêu âm lặp lại. Đặt hai máy thu âm trên bề mặt của mặt đường thí nghiệm và nối chúng với thiết bị đo micro giây. Đập nhẹ trên mặt bê tông xi măng vị trí gần một trong hai máy thu âm thì thời gian lan truyền sóng âm giữa hai máy thu âm đó sẽ được thiết bị đo micro giây ghi lại. Biết được khoảng cách giữa hai máy thu âm thì sẽ xác định được tốc độ lan truyền của sóng âm do sự va đập đó gây ra.

Nếu hiệu chuẩn trước thiết bị thì có thể xác định cường độ của bê tông xi măng theo tốc độ truyền âm thanh.

Khi bố trí hai máy thu âm luôn cách nhau một khoảng cách không đổi và lần lượt di chuyển chúng đến vị trí khác nhau thì có thể kiểm tra được cường độ của mặt đường bằng phương pháp này.

Ở Liên Xô đã sản xuất hàng loạt máy kiểm tra cường độ mặt đường bê tông bằng phương pháp thu âm ký hiệu PIK-6 (MK1). Máy này có hệ thống đếm nhớ và tự ghi để lập hồ sơ các số liệu của thí nghiệm đang làm.

Hiện nay ở Liên Xô phương pháp thu âm là phương pháp thông dụng nhất để thí nghiệm các kết cấu mặt đường không phá hoại kết cấu.

Phương pháp phóng xạ - Có thể xác định độ chặt và cường độ của bê tông xi măng nhờ sử dụng các chất đồng vị phóng xạ. Dùng phương pháp này có thể theo dõi khuyết tật của các tấm bê tông xi măng và xác định các lỗ rỗng, đường nứt trong các tấm đó. Thường sử dụng nguồn tia gamma của các đồng vị phóng xạ Co, hoặc Sezi để tiến hành thí nghiệm này.

Chiếu các tia gamma qua bê tông để xác định độ chặt của mặt đường bê tông xi măng. Tùy theo các độ chặt khác nhau của bê tông xi măng mà sự phóng xạ sẽ giảm yếu với các mức độ khác nhau. Nếu biết được cường độ phóng xạ ban đầu và đo được mức độ giảm yếu của tia gamma sau khi truyền qua một khoảng cách nhất định trong bê tông xi măng thì có thể tính được dung trọng của nó.

Người ta đã chế tạo nhiều kiểu thiết bị để kiểm tra chất lượng mặt đường bằng phương pháp phóng xạ. Bộ phận chủ yếu của thiết bị này là nguồn phóng xạ và cái đếm phóng xạ đặt ở hai phía đối diện trong vật liệu cần thí nghiệm. Chính vì vậy chỉ có thể dùng phương pháp này để thí nghiệm các mẫu ở trong phòng thí nghiệm và không dùng để kiểm tra trực tiếp trên đường.

Thường dùng phương pháp khuếch tán để kiểm tra độ chặt và cường độ của bê tông xi măng ngay tại mặt đường. Theo phương pháp này nguồn phóng xạ và cái đếm phóng xạ được bố trí về một phía của vật liệu (tức là ở trên mặt đường) và cái đếm không nhận phóng xạ trực tiếp từ nguồn phóng xạ mà nhận các điện tử khuếch tán hoặc phản xạ từ mặt đường bê tông xi măng. Bê tông xi măng càng chặt thì phóng xạ được khuếch tán càng ít.

CHƯƠNG XII

XÂY DỰNG MẶT ĐƯỜNG CỨNG SÂN BAY

Chương này giới thiệu phương pháp xây dựng mặt đường cứng sân bay theo phương pháp công nghiệp phù hợp với các tiêu chuẩn của ASTM (Mỹ) và của BS (Anh).

12.1. YÊU CẦU VẬT LIỆU:

Vật liệu sử dụng khi xây dựng mặt cứng phải đáp ứng các yêu cầu sau:

1. Cốt liệu:

Cốt liệu phải phù hợp với các yêu cầu của ASTM C33 - Các quy định kỹ thuật đối với cốt liệu bê tông.

1.1. Cốt liệu nhỏ:

Cốt liệu nhỏ là đá dăm, cát nghiền, cát thiên nhiên hoặc hỗn hợp của chúng và phải phù hợp với yêu cầu cấp phối sau (bảng 12-1):

Bảng 12-1

Sàng (lỗ vuông)	% lọt qua sàng theo tỷ lệ
3/8 in (9,5mm)	100
N°4 (4,75mm)	95 - 100
N°8 (2,36mm)	80 - 100
N°16 (1,18mm)	50 - 85
N°30 (600 μ m)	25 - 60
N°50 (300 μ m)	10 - 30
N°100 (150 μ m)	2 - 10

1.2. Cốt liệu thô:

Cốt liệu thô gồm có đá sỏi nghiền hoặc không nghiền, đá dăm, xỉ lò cao. Cốt liệu phải gồm các hạt liên chắc và phải thoả mãn yêu cầu về các chất có hại cho trong ASTM C33. Cốt liệu cung cấp phải thoả mãn một trong những yêu cầu cấp phối ở bảng 12-2. Khi các cốt liệu hiện có tại địa phương không thể phối hợp kinh tế để đảm bảo yêu cầu về cấp phối thì có thể cải tiến thành phần hạt để đảm bảo các đặc trưng của các cốt liệu địa phương đó.

Cốt liệu của bất kỳ một nhóm hạt nào cũng không được chứa quá 8% theo trọng lượng các hạt dẹt và dài khi thử phù hợp với ASTM D4791.

1.3. Tỷ lệ % của độ bào mòn (theo trọng lượng) của cốt liệu thô không được quá 40 khi thí nghiệm phù hợp với "ASTM C131 - cường độ mài mòn xác định trong máy Los Angeles".

Bảng 2

Mắt sàng		Loại cấp phối của cốt liệu thô				
		Từ 2" đến N°4		Từ 1,5" đến N°4		Từ 1" đến N°4
in	mm	2" - 1"	1" - No4	1,5" - 3/4"	3/4" - N°4	1" - N°4
2,5	63	-	-	-	-	-
2	50,8	90 - 100	-	100	-	-
1,5"	38,1	35 - 70	100	90 - 100	-	100
1	25,9	0 - 15	95 - 100	20 - 55	100	95 - 100
3/4	19	-	-	0 - 15	90 - 100	-
1/2	12,5	0 - 5	2 - 60	-	-	25 - 60
3/8	9,5	-	-	0 - 5	20 - 55	-
N°4	4,75	-	0 - 10	-	0 - 10	0 - 10
N°8	2,36	-	0 - 5	-	0 - 5	0 - 5

(*Chú thích:* Tất cả các yêu cầu về cấp phối đều được biểu thị bằng % theo trọng lượng lọt qua sàng).

2. Xi măng:

Loại xi măng sử dụng phải phù hợp với các quy định kỹ thuật sau:

2.1. Xi măng pooc lăng thường:

Phải phù hợp "ASTM C150 - Tiêu chuẩn kỹ thuật đối với xi măng Pooc lăng. Nó có tốc độ ngưng kết và đông cứng vừa và được sử dụng cho nhiều loại công trình".

2.2. Xi măng pooc lăng đông cứng nhanh:

Phải phù hợp với ASTM C150 - Nó đông cứng nhanh hơn so với xi măng pooc lăng thường và được sử dụng khi có yêu cầu tăng nhanh cường độ bê tông. Loại xi măng này không khuyến nghị dùng ngoại trừ các trường hợp đặc biệt.

(Tiêu chuẩn của Anh BS cũng có những quy định tương tự).

2.3. Xi măng Pooc lăng xỉ lò cao: Phải phù hợp với ASTM C595 hoặc BS 146 xi măng pooc lăng xỉ lò cao.

2.4. Xi măng Pooc lăng bền với sulphat.

Phải phù hợp với ASTM C150. Nó được sử dụng trong các mặt đường và đất hoặc nước ngầm chứa sulphat. Tương tự với BS 4027.

3. Phụ gia:

3.1. Nói chung các phụ gia dùng trong mặt đường bê tông là các loại phụ gia hoá học phù hợp với "ASTM C494 - Các quy định kỹ thuật của phụ gia hoá học cho bê tông".

Dựa trên các chức năng của chúng, 5 loại phụ gia hoá học thường dùng như sau:

- a. Phụ gia giảm nước;
- b. Phụ gia làm chậm ngưng kết;
- c. Phụ gia tăng nhanh ngưng kết;
- d. Phụ gia giảm nước và làm chậm ngưng kết;
- e. Phụ gia giảm nước và tăng nhanh ngưng kết.

3.2. Các quy định tương tự như của Anh "BS 5075 - Các phụ gia hoá học".

4. Nước:

Nước sử dụng để trộn và bảo dưỡng bê tông phải sạch, không lẫn dầu, muối, axit, các tạp chất hữu cơ và các chất có hại khác. Chỉ có thể dùng nước không uống được nếu cường độ mẫu vừa chế tạo với nước cất khi thí nghiệm phù hợp với quy định của "ASTM C109 - phương pháp chuẩn để thí nghiệm cường độ chịu nén của vữa xi măng".

Quy định tương tự của Anh - "BS 3148 - phương pháp thí nghiệm nước cho bê tông".

5. Vật liệu tạo màng bảo dưỡng bê tông:

Có ba loại vật liệu tạo màng thường dùng để bảo dưỡng bê tông.

5.1. Chất tạo màng polyeten trắng

Lượng dùng không nhỏ hơn 305 g/m^2 tạo thành một màng polyeten dày 0,1mm, phù hợp "ASTM C171 - Quy định kỹ thuật của vật liệu tạo màng bảo dưỡng bê tông".

5.2. Giấy không thấm nước/ màng polyeten. Màng không thấm nước và kín phù hợp với yêu cầu giữ nước của "ASTM C171".

5.3. Màng chất lỏng - hỗn hợp tạo màng:

Hỗn hợp bảo dưỡng này phải phù hợp với các yêu cầu của "ASTM C309 - Quy định kỹ thuật đối với Liquid Membrane Forming Compound để bảo dưỡng bê tông" - Hỗn hợp tạo màng bột sơn trắng loại 2 thích hợp để bảo dưỡng mặt đường trực tiếp dưới ánh sáng mặt trời.

6. Chất độn (chèn) khe:

Chất độn (chèn) khe là một loại đặc biệt và phù hợp với một trong các quy định kỹ thuật sau; phụ thuộc vào đặc điểm sử dụng chúng:

- a. ASTM D1751 - Quy định kỹ thuật đối với chất độn khe giãn chế tạo sẵn cho mặt đường và kết cấu bê tông (loại bitum không bị ép trôi và đàn hồi).
- b. ASTM D1752 - Quy định kỹ thuật đối với chất độn khe giãn bằng cao su xốp và lie cho mặt đường bê tông.
- c. ASTM D2628 - Preformed polychloropene Elastomeric Joint Seals.

7. Mastic chèn khe:

7.1. Mastic chèn khe được chọn trong các vật liệu sau đây. Các quy định hiện có về mastic như sau:

- a. Fed Spec SS.S-20 - Mastic hai thành phần, loại Elastomer, Polymer ổn định chống phụt, rót nguội.
- b. ASTM D3406 - Mastic - chèn nóng, loại Elastomer polychoropen cho mặt đường BTXM.
- c. ASTM D1854 - Quy định kỹ thuật cho mastic loại Elastic chèn nóng, ổn định chống phụt.
- d. ASTM D2628 Mastic chèn khe Elastomer polychoropen chế tạo sẵn cho mặt đường BTXM.
- e. ASTM D3569 - Quy định kỹ thuật cho mastic Elastomer chèn nóng, ổn định chống phụt cho mặt đường bê tông xi măng.
- f. ASTM D3581 - Quy định kỹ thuật cho mastic chèn nóng, ổn định chống phụt cho mặt đường BTXM và bê tông nhựa.

7.2. Tiêu chuẩn Anh BS tương tự:

- a. BS 2499 - Mastic chèn nóng cho mặt đường BTXM.
- b. BS 5211 - Mastic chèn nguội cho mặt đường BTXM.

8. Tấm ngăn cách:

Thường làm bằng vật liệu tương đối cứng, không dính bê tông và được cắt với chiều dày và chiều cao yêu cầu. Tấm thường được đặt trong bê tông ướt bằng tay hoặc bằng máy để tạo thành một khe nổi phẳng trong mặt đường để ngăn ngừa các vết nứt ngẫu nhiên.

9. Thép tăng cường:

9.1. Thép và phụ kiện dùng trong mặt đường bê tông phải phù hợp với các quy định kỹ thuật sau:

a. Cốt thép sợi, áp dụng các tiêu chuẩn sau:

- 1- ASTM A185 - Quy định về cốt thép hàn cho mặt đường bê tông cốt thép, hoặc
- 2- ASTM A497 - Quy định đối với lưới thép hàn tiết diện có gờ của cốt thép cho BT.
- 3- BS 4483 - Cốt thép của bê tông.

b. Cốt thép thanh áp dụng các tiêu chuẩn sau:

- 1- ASTM A 615 - Cốt thép có gờ và cốt thép trơn, thép tấm cho bê tông cốt thép (cấp 40 hoặc 60).
- 2- ASTM A616 - Cốt thép có gờ và cốt thép trơn dạng ray cho bê tông cốt thép (cấp 50 hoặc 60).
- 3- ASTM A617 - Cốt thép có gờ và cốt thép trơn (thép trục) cho bê tông cốt thép (cấp 40 hoặc 60).
- 4- BS 4449 - Thép cán nóng cho cốt thép của bê tông.

9.2. Cốt thép phải không dính bẩn dầu mỡ, sơn, rỉ hoặc các chất hữu cơ khác có thể ảnh hưởng xấu đến sự dính bám với bê tông.

10. Thanh truyền lực và thanh chịu kéo:

Mục đích của việc đặt các chịu kéo trong khe nối là để ngăn ngừa hai dải bê tông cạnh nhau cách xa nhau. Để đảm bảo neo giữ tốt mặt đường bê tông, thanh chịu kéo phải là thép có khả năng biến dạng phù hợp với yêu cầu của mục 1.9.1(b) - Độ thẳng của thanh chịu kéo không yêu cầu cao lắm, chỉ cần bảo đảm đúng khoảng cách giữa các thanh.

Mục đích của việc đặt thanh truyền lực là để đảm bảo truyền tải trọng của mặt đường qua khe nối - Thanh truyền lực phải thẳng, tròn, phù hợp với các yêu cầu ở mục 1.9.1(b) và phải quét một lớp chống rỉ hoặc lớp phủ epoxy trên 2/3 chiều dài. Mũi chụp ở đầu mút khe dẫn phải chụp lên thanh truyền lực từ 50-75mm và có khe hở ít nhất là 25mm.

12.2 - CHẤP THUẬN CÁC TIÊU CHUẨN CỦA HỖN HỢP BÊ TÔNG THIẾT KẾ:

Trước khi bắt đầu các công tác đổ bê tông mặt đường và sau khi chấp thuận toàn bộ các vật liệu của bê tông, người chế tạo hỗn hợp bê tông phải đệ trình cho kỹ sư phê chuẩn hỗn hợp bê tông thiết kế - Việc sản xuất bê tông trên có thể bắt đầu khi hỗn hợp bê tông thiết kế được kỹ sư chấp thuận. Tuy nhiên hỗn hợp bê tông thiết kế phải phù hợp với các yêu cầu chủ yếu sau:

1. Cường độ uốn nhỏ nhất của bê tông:

Cường độ uốn tối thiểu của bê tông mặt đường sân bay là 4,15 MPa (N/mm²) (tức khoảng 600 psi).

2. Hàm lượng xi măng tối thiểu:

Các vật liệu xi măng (xi măng + tro bay) trong hỗn hợp không được nhỏ hơn 500 lb/m³ (hoặc 296 kg/m³).

3. Tỷ lệ N/X lớn nhất:

Tỷ lệ N/X (X - vật liệu xi măng) trong hỗn hợp kể cả nước mặt tự do của cốt liệu không được lớn hơn 0,53 theo trọng lượng.

4. Độ dễ thi công của hỗn hợp bê tông ướt:

Thí nghiệm độ sụt của hỗn hợp bê tông ướt phải phù hợp với ASTM C143 hoặc BS 1881: Phần 102. Độ sụt của hỗn hợp bê tông phải thoả mãn các yêu cầu ở bảng 12-3, tùy theo phương pháp xây dựng mặt đường khác nhau:

Bảng 12-3

Độ dễ thi công	Phương pháp rải mặt đường	
	Ván khuôn trượt	Ván khuôn cố định
Độ sụt	1/2" - 1,5" (12-37mm)	1" - 2" (25-50mm)

Khi đổ bê tông bằng máy có ván khuôn trượt, nhất là với các tấm bê tông có khe ngàm hoặc khi chiều dày lớn hơn 10" (25cm) thì dùng bê tông có độ sụt nhỏ.

5. Vật liệu độn xi măng:

5.1. Tro bay:

Có thể sử dụng tro bay trong thiết kế hỗn hợp bê tông. Khi dùng tro bay thay thế một phần xi măng, hàm lượng xi măng tối thiểu được xác định từ lượng vật liệu xi măng tổng cộng bằng hàm lượng xi măng + tro bay. Lượng xi măng thay thế được xác định từ hỗn hợp thử trong phòng thí nghiệm nhưng không được quá 25% tổng vật liệu xi măng.

5.2. Xi lò cao dạng bột:

Xi măng có độn xi lò cao có thể sử dụng trong thiết kế hỗn hợp phù hợp với ASTM - C150. Xi lò cao chỉ có thể chiếm từ 25% - 55% vật liệu xi măng tổng cộng.

6. Lỗ trống không khí trong hỗn hợp bê tông:

Để tăng cường độ của bê tông chống hư hỏng do các chu kỳ đóng băng tan băng lặp lại, phụ gia hút không khí phải được cho vào thể nào để phân bố đồng đều trong mẻ trộn. Hàm lượng khí của hỗn hợp bê tông hút khí còn ướt phải dựa trên hỗn hợp trộn thử với các vật liệu sử dụng trong công trình để sản xuất bê tông có độ dẻo và độ dễ thi công yêu cầu. Tỷ lệ % của khí hút vào hỗn hợp phải phù hợp với bảng 12-4 ($\pm 1,5\%$). Hàm lượng khí phải được xác định bằng thí nghiệm phù hợp với ASTM C231 (hoặc BS 1881: phần 106) với sỏi sạn và cốt liệu hạt thô chặt; và ASTM C173 với xi lò cao và cốt liệu có độ rỗng cao.

Sai số của lỗ rỗng không khí hút vào

Bảng 12-4

Cốt liệu thô	Hàm lượng khí, % thể tích
1,5 in (38,1mm), 2in (51mm) 2,5 in (63mm)	5,5
3/4 in (19,1mm), 1 in (25,0mm)	6
3/8 in (9,5mm), 1/2 in (12,5mm)	7,5

12.3. XÂY DỰNG MẶT ĐƯỜNG:

1. Thiết bị:

Trang thiết bị và dụng cụ là cần thiết để xử lý vật liệu và hoàn thành toàn bộ các bộ phận của công trình và phải có tại hiện trường thi công để kiểm tra và thí nghiệm trước khi bắt đầu các bước xây dựng.

1.1. Trạm cân:

Trạm cân bao gồm các thùng chứa, phải chứa và cân cốt liệu nhỏ và cốt liệu thô - Nếu dùng xi măng rời thì phải có thùng chứa và cân xi măng.

a. Thùng và phễu cốt liệu:

Các thùng chứa có các ngăn gián cách chứa cốt liệu hạt nhỏ và cốt liệu thô phải bố trí cho trạm trộn theo mẻ. Mỗi ngăn phải tháo nhanh và tự do vào phễu cân. Phải có biện pháp

không chế sao cho liều lượng móng muốn rơi vào phễu cân là gần đúng, có thể đóng vật liệu cung cấp lại một cách chính xác.

b. Cân:

Cân để cân cốt liệu và xi măng là cân đòn hoặc cân bàn lò so, chúng phải chính xác đến 0,5% phạm vi sử dụng.

Cân phải được kỹ sư kiểm tra và niêm phong khi cần để bảo đảm độ chính xác liên tục.

1.2. Thiết bị trộn bê tông:

Bê tông có thể được trộn ở trạm trộn hoặc trộn toàn bộ hay một phần trong các máy trộn di động.

a. Trạm trộn trung tâm:

Máy trộn phải có khả năng trộn cốt liệu, xi măng và nước thành một khối đồng đều trong thời gian trộn quy định và đổ hỗn hợp ra không bị phân tầng. Máy trộn của trạm trộn trung tâm phải được trang bị các thiết bị được chấp thuận và không cho phép vượt quá thời gian trộn quy định.

b. Máy trộn di động và máy khuấy di động:

Xe trộn dùng để trộn và đảo bê tông, còn xe khuấy dùng để khuấy đảo hỗn hợp bê tông đã trộn ở trạm trộn phù hợp với các yêu cầu của ASTM C94.

c. Xe chở không quay lại:

Trang bị của xe này phải phù hợp với ASTM C94.

1.3. Trang thiết bị hoàn thiện:

a. Máy hoàn thiện:

Máy hoàn thiện được trang bị một hoặc nhiều thanh ngang kiểu chấn động.

b. Đầm rung:

Khi xây dựng bằng bộ máy đổ bê tông có ván khuôn cố định, đầm rung có thể tác dụng lên trên bề mặt với mặt đường nhỏ hơn 8 inches (200mm) chiều dày hoặc dùng loại đầm dùi trên toàn chiều rộng của tấm bê tông - Các đầm này có thể gắn vào máy rải hoặc máy hoàn thiện hoặc có thể lắp trên một khung riêng. Các đầm không được tiếp xúc với khe, thanh truyền lực, nền móng hoặc ván khuôn. Tần suất của đầm chấn động bề mặt không được nhỏ hơn 3500 lần rung/1 phút, còn tần suất của đầm chấn động sâu thì không được nhỏ hơn 7000 lần chấn động/phút với đầm dùi. Khi chấn động bằng đầm dùi ở cạnh ván khuôn thì tần suất không được nhỏ hơn 3500 lần/phút - Đầm chấn động cầm tay dùng để đầm bê tông dọc theo ván khuôn và các khu vực cách biệt khác.

Khi xây dựng bằng máy có ván khuôn trượt máy phải chấn động bê tông trên toàn chiều rộng và chiều sâu của vệt rải mặt đường. Việc chấn động được hoàn thành bằng máy chấn động sâu với tần suất thay đổi từ 7000 lần đến 12000 lần/phút.

Biên độ chấn động phải nằm trong khoảng 0,025" (0,6mm) và 0,06" (1,5mm).

Máy chấn động sâu có thể được bổ sung bằng thanh chấn động theo tác trên bề mặt bê tông. Tần suất của đầm chấn động bê tông không được nhỏ hơn 3500 chấn động/phút.

c. Máy rải dùng ván khuôn trượt:

Khi chọn phương pháp dùng ván khuôn trượt trong xây dựng mặt đường, việc rải hoàn toàn được cơ giới hoá, tự hành và được thiết kế để rải, đầm và hoàn thiện mặt đường bê tông, bảo đảm độ dốc, sai số và mặt cắt ngang chính xác. Nó phải đủ nặng và có khả năng rải bê tông trên một làn rộng và nhìn rõ trên mặt bằng, có tốc độ thích đáng, không bị mất ổn định ngang, dọc và thẳng đứng và không bị chuyển vị - Máy rải phải được trang bị các thiết bị điều khiển điện tử hoặc thuỷ lực nằm ngang và thẳng đứng.

2. Chuẩn bị nền và móng:

Sau khi nền móng đã được rải và lu lên đến dung trọng yêu cầu thì phải tu sửa chính xác cao trình và mặt cắt bằng máy được thiết kế riêng. Công tác sửa chữa chính xác diện tích hoàn thiện chủ yếu theo khối lượng bê tông cần thi công - Nếu dung trọng của nền móng bị xáo động khi hoàn thiện thì phải lu lên bổ sung trước khi đổ bê tông. Nếu lớp móng gia cố bị hư hỏng thì phải sửa chữa trên toàn chiều sâu hoặc đắp bằng bê tông làm đường. Nền móng đã hoàn thiện phải ẩm, không bão hoà để đề phòng bê tông bị mất nước ngay sau khi đổ.

Khi đổ bê tông bằng máy có ván khuôn trượt việc lu lên nền móng phải làm rộng ra hai bên khoảng 0,9m để làm đường đi của máy rải - Yêu cầu các lớp móng gia cố phải chịu được cày máy bay 4 bánh với tổng trọng lượng 90700 kg.

3. Xử lý, đo và cân đong vật liệu:

3.1. Cốt liệu:

Không được chất đống lẫn lộn cốt liệu từ các nguồn khác nhau và thành phần hạt khác nhau.

Không dùng cốt liệu bị phân tầng và lẫn đất - Tất cả các cốt liệu được sản xuất hoặc xử lý bằng phương pháp thuỷ lực và các cốt liệu rửa phải được chất đống để thoát nước ít nhất là 12 giờ trước khi cân.

Cốt liệu hạt nhỏ và hạt thô phải được đê riêng trong các phễu và phải cân chính xác đến 2% khi trộn.

3.2. Xi măng:

Xi măng phải được cân theo trọng lượng với độ chính xác 1%. Khi xi măng tiếp xúc với cốt liệu trên 1,5 giờ thì phải bỏ mẻ trộn đó đi.

3.3. Nước:

Nước được đong theo thể tích hoặc theo trọng lượng và phải có độ chính xác 1%.

3.4. Phụ gia:

Phụ gia phải được cân trong máy trộn với độ chính xác $\pm 3\%$.

4. Trộn bê tông:

4.1. Thời gian trộn:

Bê tông có thể trộn tại hiện trường, tại trạm trộn trung tâm hoặc tại xe trộn. Khi trộn tại hiện trường hoặc tại trạm trộn thì thời gian trộn không được nhỏ hơn 50sec nhưng không

được lớn hơn 90sec. Bê tông trộn ở trạm được vận chuyển bằng xe trộn, xe khuấy hoặc xe không khuấy. Thời gian kể từ khi cho nước vào hỗn hợp cho đến khi đổ bê tông tại hiện trường không được quá 30 phút khi bê tông được vận chuyển bằng xe thường (xe không khuấy), không được quá 60 phút khi chở bằng xe trộn bê tông hoặc xe khuấy.

Có thể thêm nước vào mẻ vật liệu và hỗn hợp đã trộn để tăng độ sụt theo yêu cầu nếu được kỹ sư cho phép. Tuy nhiên các thao tác này chỉ có thể hoàn thành trong vòng 45 phút sau khi bắt đầu trộn và không được tăng tỷ lệ N/X lên.

4.2. Những hạn chế:

Việc trộn, rải hoặc hoàn thiện bê tông chỉ được làm khi trời đủ sáng hoặc dưới một hệ thống chiếu sáng nhân tạo được chấp thuận.

- Công tác bê tông khi thời tiết nóng.

Khi nhiệt độ lớn nhất trong ngày quá 30°C phải tưới ẩm ván khuôn và lớp móng trước khi đổ bê tông - Bê tông phải được đổ ở nhiệt độ thích hợp và không một trường hợp nào nhiệt độ của bê tông vượt quá 33°C trong khi đổ.

Cần phải làm lạnh cốt liệu và nước trộn để giữ cho nhiệt độ của bê tông thấp hơn nhiệt độ lớn nhất đã quy định.

5. Đổ bê tông:

5.1. Đổ và rải bê tông:

Bê tông phải được đổ bằng một thiết bị riêng thích hợp với việc chuyển hỗn hợp từ xe trộn hoặc xe vận chuyển và đổ chúng gần vị trí cuối, bảo đảm ít phân tầng nhất.

Trên công trường rộng thường triển khai máy rải kiểu vít tải hoặc kiểu thùng. Máy thường thao tác từ các mép của làn và san rải hỗn hợp bê tông trên toàn chiều rộng của làn rải. Khi xây dựng mặt đường bê tông bằng máy rải ván khuôn trượt thường rải hỗn hợp từ đóng đổ trước máy rải.

5.2. Cắt và đặt cốt thép:

Sau khi đổ phải gạt khối bê tông cho phù hợp với mặt cắt ngang và một cao trình để đầm chặt và hoàn thiện. Khi mặt đường bê tông cốt thép được rải thành hai lớp thì lớp bê tông đáy phải được đổ với chiều dài và chiều cao thế nào để có thể đặt cốt thép trên bê tông ở vị trí cuối cùng của nó rồi đổ lớp bê tông tiếp theo. Lớp bê tông phía trên phải được đổ sau khi đổ lớp bê tông phía dưới trong vòng 30 phút.

Khi mặt đường bê tông cốt thép được đổ thành một lớp thì có thể đặt cốt thép vào vị trí trước khi đổ bê tông hoặc cũng có thể đặt cốt thép trong bê tông dẻo sau khi rải bằng biện pháp cơ khí hoặc chấn động.

6. Làm khe:

Các khe nối được bố trí trong mặt đường bê tông với những mục đích sau:

- Khống chế vị trí của đường nứt trong mặt đường.
- Bảo đảm liên kết khi mặt đường chuyển động do thay đổi nhiệt độ hoặc độ ẩm.
- Bảo đảm tạm thời kết thúc công tác trong quá trình xây dựng mặt đường.

6.1. Khe dọc:

Khe dọc là các khe được làm dọc theo hoặc song song với hướng rải mặt đường. Tùy theo các chức năng của nó có thể phân thành các loại khe sau:

a. Khe thi công dọc:

Khe này được làm với mặt đường đổ thành vệt và được tạo thành bằng ván khuôn cố hoặc không cố ngàm khi đổ bê tông bằng ván khuôn cố định. Khi xây dựng mặt đường bằng máy có ván khuôn trượt thì ngàm được tạo thành trong bê tông dẻo nhờ nén thành ngàm kim loại chế tạo sẵn trong quá trình đổ bê tông. Khe thi công dọc cũng phải được xẻ rãnh chèn mastic ở đỉnh khe.

b. Khe co dọc:

Khe co dọc được làm khi vệt rải mặt đường rộng nhằm khống chế đường nứt do co rút trong mặt đường bê tông. Các rãnh ở đỉnh khe có thể tạo bằng phương pháp ướn hoặc bằng cách xẻ khe. Nếu dùng phương pháp ướn thì thanh tạo khe được ấn vào bê tông ướn bằng tay hoặc bằng máy đến một độ sâu yêu cầu.

c. Khe dãn dọc:

Thường rất ít dùng khe dãn dọc khi xây dựng mặt đường. Khi phải làm khe dãn thì phải đặt tấm gỗ đệm trên toàn chiều sâu và chiều rộng của tấm bê tông mặt đường và phải chèn mastic trên đỉnh khe.

6.2. Các khe ngang:

Khe ngang là các khe làm thẳng góc với hướng đổ bê tông. Có thể chia thành các loại khe ngang như sau:

a. Khe ngang thi công:

Khe ngang thi công thường làm ở cuối ngày hoặc ở vị trí mà việc đổ bê tông bị gián đoạn lâu hơn thời gian bắt đầu ngưng kết của bê tông. Khe được làm ở điểm kết thúc thi công bằng cách đặt một ván khuôn ngang có ngàm hoặc thép chịu kéo. Cũng có thể cân nhắc việc bỏ ngàm và tăng thanh chịu kéo thành thanh truyền lực.

b. Khe co ngang:

Các khe ngang thường được bố trí thẳng góc với vệt đổ bê tông và cách đều nhau để khống chế các đường nứt co rút trong bê tông. Các khe được bố trí bằng cách tạo một rãnh hoặc khe nứt trên đỉnh tấm bằng cách đặt một thanh tạo khe trong bê tông ướn. Cũng có thể làm khe bằng cách xẻ rãnh trong bê tông cứng. Thời gian xẻ khe trong bê tông cứng không được làm xuất hiện đường nứt do co rút.

c. Khe dãn ngang:

Khe dãn ngang được bố trí trong mặt đường theo thiết kế.

7. Đầm chặt và hoàn thiện:

Kết quả của việc đầm chặt bê tông sau khi rải là được một mặt đường chặt, đồng nhất, không rỗ và nứt.

Việc đầm lèn được kết thúc khi mặt bê tông nhẵn và cốt liệu thô bị chìm nhưng vẫn nằm ngang dưới lớp bề mặt. Dấu hiệu của việc đầm quá là thừa vữa hoặc nước trên mặt, là nguyên nhân của sự phân tầng và có hại đối với tuổi thọ của bê tông. Cần đặc biệt lưu ý đầm chặt ở cạnh dọc theo đường tim của thanh truyền lực và ở góc tấm.

Khi dùng ván khuôn cố định đổ các tấm bê tông chiều dày dưới 8inch (200mm) dùng đầm bàn chấn động hoặc đầm dùi để đầm trên toàn chiều rộng của tấm bê tông. Các đầm này có thể gắn vào máy rải hoặc máy hoàn thiện hoặc lắp trên một dàn riêng.

Việc hoàn thiện có thể tiến hành bằng máy hoặc bằng tay.

8. Tạo nhám:

Diện tích của mặt đường phải bảo đảm cả về độ nhám mịn và độ nhám thô. Độ nhám mịn được tạo thành bởi cát trong lớp vữa xi măng, còn độ nhám thô được tạo thành bằng các gờ của vữa bằng phương pháp tạo nhám.

Có thể tạo nhám trong mặt đường bê tông bằng các phương pháp sau:

- Hoàn thiện bằng bàn chải hoặc chổi mềm.
- Hoàn thiện bằng vải thô.

8.1. Hoàn thiện bằng bàn chải:

Nếu việc tạo nhám mặt đường được tiến hành bằng bàn chải hoặc chổi mềm thì công tác được làm khi nước còn chưa bốc hơi. Thiết bị phải thao tác theo hướng ngang của mặt đường tạo thành các vết nhám sâu khoảng 1/6 inch (2mm) đều đặn. Điều quan trọng của thiết bị tạo nhám này là không được làm rách mặt đường trong quá trình thao tác. Bất kỳ những thiếu sót nào khi tạo nhám cũng cần phải sửa chữa.

8.2. Hoàn thiện bằng tấm vải thô:

Nếu dùng tấm vải thô để tạo nhám bề mặt mặt đường thì vải phải có trọng lượng ít nhất là 555g/m². Để thu được độ nhám bề mặt, thanh tạo nhám ngang phải nâng lên khoảng 3cm kể từ mặt.

8.3. Bề mặt chống trơn trượt

Phương pháp này thường bảo đảm yêu cầu chống trơn trượt bề mặt đường bằng sân bay. Đó là phương pháp xẻ các rãnh hoặc tạo rãnh nhám trong bê tông ướt.

a. Xẻ các rãnh trong bê tông đã đông cứng

Trong mặt đường bê tông mới hoá cứng, các rãnh ngang được xẻ trong mặt đường tạo thành các đường rãnh 6 x 6 x 31mm. Các rãnh phải liên tục trên toàn chiều dài đường băng, chúng phải được cắt theo hướng ngang trong mép mặt đường băng khoảng 3m thích hợp với thiết bị thi công.

Rãnh cửa ngang dài nhất không được quá 40m - Sai số đối với các rãnh cắt phải thoả mãn các yêu cầu sau: (bảng 12-5)

Sai số đường thẳng:

± 1,5 inch (37mm) trên đoạn thẳng dài 75 feet (23m).

Sai số của rãnh	Tối thiểu	Tối đa
Chiều sâu	3/16" (5mm)	5/16" (10mm)
Chiều rộng	3/16" (5mm)	5/16" (10mm)
Khoảng cách từ tim - tim	1 1/4" (31mm)	2" (50mm)

Không được xẻ rãnh trong đoạn cách khe ngang 3inch (75mm). Các rãnh xẻ có thể kéo liên tục qua khe thi công dọc.

b. Các rãnh xẻ trong bê tông ướt kích thước 6 x 6 x 31mm:

Các rãnh phải liên tục trên toàn chiều dài và chiều rộng đường băng. Sai số của các rãnh nhám được tạo thành trong bê tông ướt như sau: (bảng 12-6).

Sai số đường thẳng:

± 3 inch (75mm) trên đoạn thẳng dài 75 feet (23m)

Bảng 12-6

Sai số của rãnh	Tối thiểu	Tối đa
Chiều sâu	1/8" (3mm)	3/8" (10mm)
Chiều rộng	1/8" (3mm)	3/8" (10mm)
Khoảng cách từ tim - tim	1 1/4" (31mm)	2" (50mm)

c. Chải mặt vữa:

Kỹ thuật chải mặt vữa phải sử dụng lược hoặc bàn chải thép kích thước thay đổi để tạo nên các rãnh nhám trong mặt đường mới đổ và phải tạo thành các rãnh kích thước 3 x 3mm, cách nhau 13mm (tim ÷ tim).

9. Bảo dưỡng:

Nước cần thiết để phát triển cường độ bê tông. Đó là lượng nước thích hợp trong hỗn hợp bê tông và cần phải bảo đảm lượng nước này và duy trì nó trong suốt thời gian mới đổ cho đến khi đạt được cường độ đủ.

Điều đặc biệt quan trọng là phải tiến hành bảo dưỡng sớm nhất có thể để bê tông không bị giảm cường độ do thiếu độ ẩm trong giai đoạn đầu.

Ngay sau công tác hoàn thiện và có một màng nước bị bay hơi từ bề mặt, toàn bộ diện tích của bê tông mới đổ phải được phủ một lớp bảo dưỡng phù hợp với một trong các phương pháp sau.

9.1. Phương pháp màng mỏng không thấm nước:

Toàn bộ diện tích của mặt đường phải được phun đều một lớp bảo dưỡng trắng ngay sau khi hoàn thiện bề mặt và trước khi bê tông đông kết. Vật liệu bảo dưỡng không được phun khi mưa rào. Thiết bị phun phải phun đều và có trang bị một thùng tự quay.

Chất bảo dưỡng phải tạo thành một màng đông cứng sau khi phun 30 phút.

9.2. Màn polyetylen:

Màn polyetylen được phủ lên bề mặt bê tông còn ẩm - Nếu bề mặt bị khô thì phải phun ẩm trước khi phủ lớp polyetylen.

Giữ lớp phủ sau khi đổ bê tông 72 giờ.

9.3. Tấm vải thô trắng (bao tải trắng):

Phủ kín toàn bộ bề mặt và mép đường bằng một tấm vải. Tấm vải phải được làm bão hòa nước trước khi phủ lên mặt bê tông và chỉ được phủ khi bề mặt đủ cứng để tránh bị hỏng mặt. Tấm được giữ ướt trong vòng 72 giờ sau khi đổ bê tông.

9.4. Bảo dưỡng trong mùa rét:

Khi nhiệt độ trung bình ngày dưới 4°C, lớp phủ bảo dưỡng mặt đường bê tông mới đổ phải không nhỏ hơn 300mm để đề phòng bê tông mới đổ bị đóng băng.

12.4. KIỂM TRA CHẤT LƯỢNG THI CÔNG:

1. Lấy mẫu và thử:

Các mẫu bê tông được lấy ở hiện trường để xác định độ sệt, hàm lượng khí và cường độ của bê tông đang sản xuất.

1.1. Lấy mẫu dựa trên việc sản xuất hàng ngày:

Thí nghiệm uốn mẫu đầm được chế tạo hàng ngày với bê tông hiện trường. Mỗi nhóm mẫu phải được đúc từ mẻ trộn bê tông và phải đủ số lượng mẫu để làm hai thí nghiệm uốn mẫu đầm cho mỗi tuổi thử. Thường quy định thử ở 7 ngày tuổi và 28 ngày tuổi.

Cường độ uốn của bê tông phải thỏa mãn những yêu cầu sau:

- Cường độ trung bình ở 28 ngày cho bất kỳ 4 thí nghiệm liên tiếp phải bằng hoặc lớn hơn cường độ uốn quy định.

- Không quá 20% cường độ uốn 28 ngày được nhỏ hơn cường độ quy định.

Khi phát hiện các mẫu thử không phù hợp với các yêu cầu cường độ trên đây người kỹ sư có quyền thay đổi hỗn hợp bê tông thiết kế để đáp ứng các yêu cầu.

1.2. Lấy mẫu dựa trên khối lượng sản xuất đã quy định:

Một phương pháp khác để nghiệm thu bê tông theo cường độ uốn dựa trên lô. Một lô gồm có một khối lượng bê tông mặt đường với thể tích quy định và phải chia thành 4 lô con. Mỗi lô con phải làm 1 thí nghiệm. Lô đặc biệt được nghiệm thu không cần điều chỉnh giá cả nếu cường độ uốn trung bình 28 ngày dựa trên 4 thí nghiệm nghiệm thu (mỗi thí nghiệm cho một lô con) của lô, bằng hoặc lớn hơn so với giới hạn nghiệm thu của lô đã trả tiền là 1,00 trong bảng dưới đây. Nếu cường độ trung bình không thỏa mãn giới hạn này, nhà thầu có thể giải quyết lô bê tông đã đổ bằng cách giảm số tiền trả phù hợp với bảng dưới nếu quyết định không rải lại phần bê tông không phù hợp đó. Tuy nhiên nếu cường độ uốn trung bình 28 ngày của lô nằm dưới 0,75 hệ số trả tiền thì người kỹ sư có quyền ra lệnh đào bỏ và rải lại bằng bê tông mới phù hợp với yêu cầu. Song nếu khi người kỹ sư quyết định giữ lại lô bê tông đó thì chỉ trả 1/2 số tiền (tức 0,5 hệ số trả tiền).

% trả tiền khuyến nghị	Cường độ uốn trung bình của 4 mẫu đầm trong 1 lô
100	Lớn hơn (M + 0,12R)
95	M đến M + 0,115R
85	(M-0,009R) đến (M-0,005R)
75	(M-0,017R) đến (M-0,095R)
50	Thấp hơn (M - 0,17R)

trong đó:

M: cường độ uốn quy định của bê tông;

R: hiệu số giữa cường độ uốn cao nhất và thấp nhất của 4 mẫu đầm ở 28 ngày.

2. Sai số chiều dày mặt đường:

Bê tông được nghiệm thu về chiều dày theo mỗi lô. Một lô gồm có một khu vực mặt bằng quy định - Một lô phải khoan 1 mẫu. Khi số đo của mẫu khoan lấy từ một lô nhỏ hơn chiều dày quy định trên 0,2inch (5mm) nhưng nhỏ hơn 1inch (25mm) thì phải khoan thêm 2 mẫu nữa và xác định chiều dày trung bình của lô đó và việc thanh toán tiền của lô được tiến hành phù hợp với bảng sau: (bảng 12-8)

Bảng 12-8

% trả tiền khuyến nghị	Chiều dày mặt đường xác định bằng trị số trung bình của 3 mẫu khoan bị thiếu (mm)
100	0 - 5
80	5 - 8
72	8 - 10
68	10 - 13
57	13 - 19
50	19 - 25
Không thanh toán nếu tấm mặt đường được giữ lại	> 25

12.5. RẢI MẶT ĐƯỜNG BẰNG MÁY RẢI CÓ VÁN KHUÔN TRƯỢT:

Máy rải này chế tạo ở Mỹ năm 1949, nó rải bê tông mặt đường sau một lượt đi qua và không cần ván khuôn cố định. Nền đất và lớp móng được chuẩn bị trước tương tự với phương pháp thi công thông thường. Thay vì sử dụng ván khuôn cố định máy rải được một thiết bị dẫn đúng đường và cao độ ở hai bên máy.

Sau khi rải bê tông đều trên nền móng trước máy, máy tiến lên và tiến hành san, đầm, hoàn thiện.

Việc hoàn thiện ở mép tấm phải do các công nhân lành nghề tiến hành.

Độ dễ thi công của hỗn hợp bê tông là một yếu tố rất chủ yếu của việc tạo thành mặt đường bằng ván khuôn trượt. Dùng hỗn hợp bê tông có độ sệt thấp thì bảo đảm được mép tấm thẳng đứng và giảm thiểu việc các mép tấm bị sệ xuống khi đổ bê tông.

Những ưu điểm và tồn tại của máy đổ bê tông bằng ván khuôn trượt như sau:

Ưu điểm:

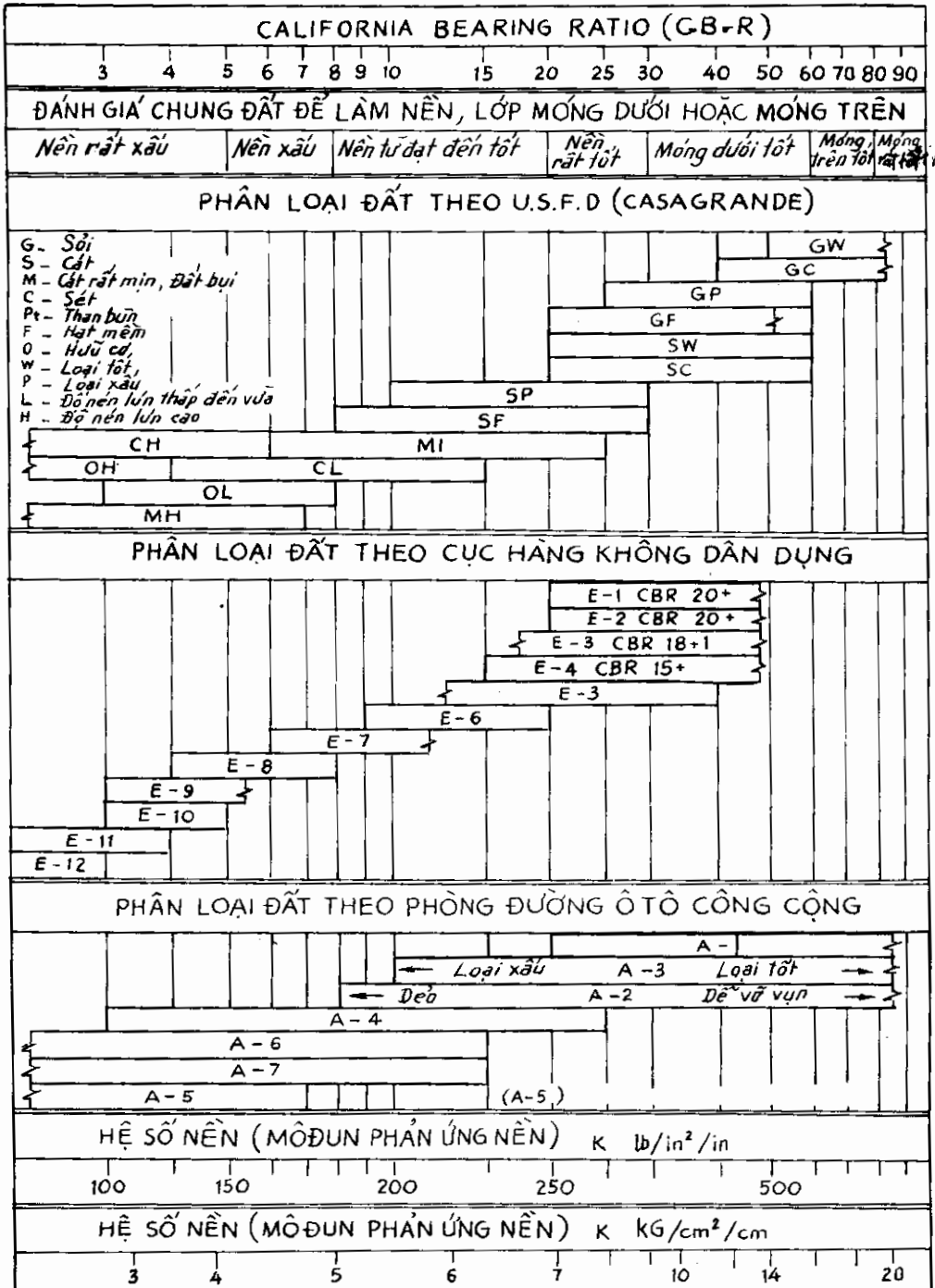
- Không yêu cầu phải đặt ván khuôn đỡ mép mặt đường.
- Máy rải bê tông bằng ván khuôn trượt có thể hoàn thành các chức năng khác nhau: rải san, đầm, hoàn thiện.

Nhược điểm:

- Việc đặt cốt thép tăng cường sau khi đổ bê tông khó khăn hơn.
- Việc giữ lại cho thành tấm bê tông thẳng đứng trong điều kiện thời tiết mưa và ẩm ướt là khó khăn.
- Yêu cầu độ dễ thi công thấp, khó hoàn thiện bằng tay.

THÍ NGHIỆM XÁC ĐỊNH HỆ SỐ NỀN K
 THÍ NGHIỆM NÉN TẮM ÉP XÁC ĐỊNH MÔĐUN ĐÀN HỒI E_v
 TƯƠNG QUAN GIỮA K, CBR VÀ E_0

A. Tương quan giữa hệ số nền K và chỉ số CBR và giữa các cách phân loại đất của Hiệp hội xi măng Poóc-lăng (PCA) Mỹ.



Chú thích: Tất cả các tương quan trên đây chỉ là gần đúng.
 Yêu cầu phải làm thí nghiệm thực tế để xác định CBR, K.

B. Thí nghiệm xác định hệ số nền (môđun phản ứng nền) K tại hiện trường

I. Định nghĩa:

Hệ số nền K (hoặc môđun phản ứng nền, môđun Westergaard) được xác định theo công thức:

$$K = \frac{0,7}{e}$$

Trong đó e là độ lún trung bình, tính bằng cm, của một tấm ép đường kính 75cm đặt trên đất và chịu một áp lực $0,7\text{kg/cm}^2$, hoặc tương đương một tải trọng tập trung 3000kg.

II. Thiết bị

1. Một tấm ép cứng đường kính 75cm bằng thép có chiều dày như nhau và ít nhất là 25mm. Cũng có thể là một chồng các tấm dày 10mm có đường kính giảm dần: 75cm, 60cm, 45cm và 30cm.

2. Một kích thủy lực 5t đặt trên tâm của tấm ép - Kích được lắp lực kế hoặc một vòng ứng biến để đo lực.

3. Một giá đỡ để kích tựa vào và tác dụng tải trọng lên tấm ép. Giá đỡ này có thể là một dầm cứng dài 5-6m gối trên hai ô tô tải chở nặng. Yêu cầu các bánh xe của ô tô tải này phải đỡ cách mép tấm ép ít nhất là 2,4m.

4. Ba hoặc bốn bách phân kế (đồng hồ đo độ võng), chính xác đến phần trăm mm, được đặt đối xứng qua tâm tấm ép - Một thanh kim loại để gắn bách phân kế có gối tựa trên đất và phải cách mép tấm ép và bánh ô tô ít nhất 2,4m.

III. Cách thao tác.

1. Đào đất đến cao độ thiết kế của nền đường rồi đầm chặt đến độ chặt yêu cầu của nền đất dưới mặt đường bê tông.

Nếu thí nghiệm tiến hành về mùa khô và nền đất dưới mặt đường tương lai có nguy cơ bị ẩm ướt do mao dẫn thì sau khi đặt tấm ép phải tưới ẩm nước xung quanh tấm ép.

Để bảo đảm tấm ép tiếp xúc tốt với nền đất có thể:

a. Rải một lớp cát mịn (hoặc thạch cao) dày trên 6mm;

b. Nếu đất tương đối dẻo thì dùng kích tác dụng lên tấm ép một áp lực $0,1\text{kg/cm}^2$.

2. Trong trường hợp a trước tiên tác dụng tải trọng $0,1\text{kg/cm}^2$ trên tấm ép 30 phút để cho toàn tấm ép làm việc, rồi dỡ tải trọng đi và ghi lại số đọc trên bách phân kế (sau khi bách phân kế đã ổn định) - Gọi C_0 là trị số trung bình của các số đọc trên bách phân kế.

Sau đó tác dụng tải trọng $0,7\text{kg/cm}^2$ và duy trì tải trọng đó cho tới khi số đọc trên bách phân kế ổn định (khi tốc độ lớn $\leq 0,03\text{mm/phút}$ trong cùng 3 phút liên tục).

Gọi C_1 là trị số đọc trung bình của các thiên phân kế lúc đó,

ta có:
$$e = C_1 - C_0 \quad (\text{tính bằng cm}).$$

Từ đó:
$$K = \frac{0,7}{C_1 - C_0}.$$

Trong trường hợp b thì trước hết tác dụng tải trọng $0,1\text{kg/cm}^2$ cho đến khi số đọc trên thiên phân kế ổn định như đã nói ở trên - Khi đó tìm được C'_0 là trị số trung bình của các số đọc trên bách phân kế. Sau đó cho tăng tải trọng từ $0,1$ đến $0,7\text{kg/cm}^2$ và sau khi số đọc trên bách phân kế ổn định thì tìm được C'_1 là trị số trung bình các số đọc.

Từ đó:
$$K = \frac{0,6}{C'_1 - C'_0}.$$

Chú thích:

Khi thí nghiệm hệ số nền K dưới mặt đường bê tông của các sân bay loại C thì có thể thay tấm ép đường kính 75cm bằng tấm ép đường kính 50cm, dày 20mm.

Tấm ép này dễ thao tác hơn tấm ép lớn (chỉ nặng 30kg so với tấm ép kia là 86kg), chỉ cần tác dụng một tải trọng 1400kg thay vì 3000kg, có thể tránh được việc sử dụng giá đỡ mà có thể cho kích tựa vào gầm xe tải nặng. Trong trường hợp này khoảng cách giữa bánh xe và mép tấm ép chỉ cần khoảng 1,20m.

Trình tự thao tác như trên nhưng giá trị của hệ số nền K được tính như sau:

- Trường hợp a:
$$K = \frac{0,7}{C_1 - C_0} \times \frac{50}{75}.$$

- Trường hợp b:
$$K = \frac{0,7}{C'_1 - C'_0} \times \frac{50}{75}.$$

THÍ NGHIỆM NÉN TẤM ÉP

Thí nghiệm gồm có việc đo chuyển vị thẳng đứng được gọi là độ võng của một điểm trên mặt cát, dưới trọng tâm của một tấm ép cứng. Các hạt lớn nhất của vật liệu còn do biến dạng không được lớn hơn 200mm.

Tải trọng trên tấm ép được chuyển từ một kích tựa trên một xe tải 7000 DaN (≈ 7 tấn).

Tấm ép đường kính 600mm, giữa tấm ép và cần điều khiển kích có liên kết khớp.

Độ võng được đo bằng cần Benkelman mà đầu mút của cánh tay còn tựa trên một cần trượt ở trong tấm ép.

Tải trọng tác dụng lên tấm ép được kiểm tra bằng mắt nhờ cân có đồng hồ đo lực đến 1000 DaN và một manômen hoặc một vòng ứng biến.

Tấm ép được đặt lên tấm ép vật liệu thí nghiệm qua một lớp đệm mỏng bằng cát mịn (0 - 1mm) ẩm hoặc một lớp thạch cao.

Tiến hành lần tác dụng tải trọng đầu tiên với tốc độ 800 DaN/sec cho tới khi đạt được áp lực ở dưới tấm là 2,5 DaN/cm² (tổng tải trọng là 700 DaN), độ ổn định khi độ võng thay đổi dưới 0,02mm/phút.

Đỡ tải trọng đi trong khoảng 2 hoặc 3 giây.

Rồi lại tác dụng tải trọng lần thứ hai với cùng tốc độ và cách thức như vậy cho tới khi áp lực ở dưới tấm ép đạt đến 2 DaN/cm² (tổng tải trọng là 5650 DaN) - khi đạt được độ ổn định thì kết thúc thí nghiệm.

Như vậy ta đo được:

W_1 là độ võng của lần tác dụng tải trọng đầu tiên, mm,

W_2 là độ võng của lần tác dụng tải trọng thứ hai, mm.

Ghi lại các điều kiện tiến hành thí nghiệm (khí tượng, mưa, và tất cả các trục trặc có thể xảy ra).

Kết quả:

Công thức Boussinesq cho độ võng:

$$W = \frac{1,58 \cdot a}{E_v} (1 - \mu^2).$$

Trong đó W - Độ võng tính bằng mm, ở giữa hai tấm ép;

E_v - Môđun biến dạng, DaN/cm²;

δ - Áp lực trung bình dưới tấm ép;

a - Bán kính tấm ép, mm;

μ - Hệ số poisson, bằng 0,25.

Các công thức tính môđun:

- Lần đặt tải đầu: $E_{v1} = \frac{1125}{W_1}$

- Lần đặt thứ hai: $E_{v2} = \frac{900}{W_2}$

- $K = E_{v2} / E_{v1}$

Dưới đây là ví dụ một tờ phiếu thí nghiệm nén tấm ép của Viện LCPC (Pháp).

ĐO ĐỘ BIẾN DẠNG NỀN ĐƯỜNG BẰNG THÍ NGHIỆM TẤM ÉP

Phòng thí nghiệm:

Thí nghiệm số:

Hồ sơ:	Tinh chất vật liệu	GL	Cọc số 7, mặt cắt số 112
Công trường:	Độ ẩm dưới tấm ép	10%	Thí nghiệm thực hiện: 10
Ngày tháng:	Độ ẩm tốt nhất OPM		Hạ lưu cọc số 11
Thí nghiệm viên:	Các giới hạn Atterberg		
	$W_c \dots l_p \dots$		
	Các giá trị đề nghị:		
	$E_{v1}/E_{v2} \quad K = E_{v2}/E_{v1} = 2$		
$W_1 = 2,5$	$E_{v1} = 1125 / W_1 = 450 \text{ bars}$		Kết luận:
$W_2 = 1,0$	$E_{v2} = 900 / W_2 = 900 \text{ bars}$		

QUAN HỆ GIỮA CBR VÀ E_o (theo số liệu của Trung Quốc)*

CBR (%)	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	25
E_o (MPa)	14,7	18,8	22,8	26,6	30,3	34,0	37,6	41,2	48,1	58,2	74,4	90,0

$$E_o = 5,76 \text{ CBR}^{0,854}$$

* Kết cấu định hình mặt đường nhựa của Hàn Phong Hoa và nhiều tác giả NXB Đại học Đồng Tế - Thượng Hải - Trung Quốc, 1998.

PHỤ LỤC 2

BẢNG TRA BÁN KÍNH ĐỘ CỨNG TƯƠNG ĐỐI CỦA MẶT ĐƯỜNG CỨNG

Trong trường hợp mặt đường cứng, cần phải tính toán giá trị của bán kính độ cứng tương đối của tấm bê tông l để tính tải trọng bánh đơn tương đương ESWL và từ đó đánh giá năng lực chịu tải của mặt đường.

Cho chiều dày tấm bê tông và trị số của môđun phản ứng nền k thì có thể đọc trực tiếp các trị số tương ứng của l trong bảng dưới đây. Các trị số cho trong bảng được tính toán với các giá trị trung bình của hệ số Poisson μ và môđun đàn hồi E của bê tông - Với các giá trị khác của E phải nhân với hệ số điều chỉnh tương ứng cho ở bảng dưới.

$$l = \sqrt[4]{\frac{Eh^3}{12(1-\mu^2)k}}$$

$$\mu = 0,15$$

$$E = 350000 \text{ kg/cm}^2$$

$$(5.000.000 \text{ psi})$$

k - môđun phản ứng của nền

BẢNG CÁC GIÁ TRỊ CỦA l (m)

Chiều dày tấm bê tông (cm)	$k = 1,5$ kg/cm ³	$k = 2$	$k = 4$	$k = 6$	$k = 8$	$k = 10$	$k = 15$	$k = 30$
15	90.52	84.24	70.84	64.00	59.56	56.33	50.90	42.80
16	95.00	88.41	74.35	67.18	62.52	59.13	53.43	44.93
17	99.43	92.53	77.81	70.30	65.43	61.88	55.91	47.02
18	106.77	96.58	81.21	73.38	68.29	64.59	58.36	49.08
19	108.08	100.58	84.58	76.42	71.12	67.26	60.78	51.10
20	112.82	104.52	87.89	79.42	73.91	69.90	63.16	53.11
21	116.50	108.41	91.17	82.38	76.66	72.50	65.51	55.09
22	120.64	112.26	94.40	85.30	79.38	75.08	67.84	57.05
23	124.72	116.07	97.60	88.19	82.08	77.62	70.14	58.98
24	128.78	119.83	100.77	91.05	84.74	80.14	72.41	60.89
25	132.78	123.56	103.90	93.89	87.37	82.63	74.67	62.79
26	136.73	127.24	106.99	96.68	89.97	85.09	76.89	64.65
27	140.66	130.89	110.07	99.46	92.56	87.53	79.10	66.51
28	144.54	134.51	113.11	102.21	95.11	89.95	81.28	68.35
29	148.40	138.10	116.13	104.93	97.65	92.35	83.45	70.17
30	152.22	141.66	119.12	107.64	100.17	94.73	85.60	71.98
31	156.01	145.18	122.09	110.32	102.66	97.09	87.73	73.77
32	159.77	148.68	125.03	112.97	105.14	99.43	89.85	75.55
33	163.50	152.15	127.95	115.62	107.59	101.75	91.94	77.31
34	167.20	155.60	130.84	118.23	110.02	104.05	94.02	79.06

Tiếp bảng các giá trị của I (m)

Chiều dày tấm bê tông (m)	k = 1,5 kg/cm ³	k = 2	k = 4	k = 6	k = 8	k = 10	k = 15	k = 30
35	170.88	159.01	133.71	120.82	112.44	106.34	96.09	80.80
36	174.52	162.41	136.57	123.40	114.83	108.61	98.14	82.53
37	178.15	165.78	139.41	125.97	117.23	110.87	100.18	84.24
38	184.74	169.13	142.22	128.51	119.59	113.11	102.20	85.94
39	185.32	172.46	145.02	131.04	121.95	115.33	104.21	87.63
40	188.87	175.76	147.80	133.35	124.29	117.54	106.21	89.31

Các trị số của E	300 000 kg/cm ²	Nhân với các hệ số điều chỉnh tương ứng	0.96
	250 000 "		0.92
	200 000 "		0.87
	150 000 "		0.81

BẢNG CÁC GIÁ TRỊ CỦA I (ĐƠN VỊ ANH)

Chiều dày tấm bê tông mặt đường (inch)	k=50 lb/m ³	k=100	k=150	k=200	k=250	k=300	k=350	k=400	k=500	k=1000
6	36.84	30.98	27.99	26.04	24.63	23.54	22.64	21.91	20.71	17.42
6.5	39.11	32.89	29.72	27.66	26.16	25.00	24.04	23.26	21.99	18.50
7	41.35	34.78	31.42	29.23	27.65	26.42	25.42	24.58	23.25	19.55
7,5	43.55	36.62	33.08	30.79	29.12	27.83	26.77	25.89	24.49	20.59
8	45.71	38.43	34.73	32.32	30.57	29.20	28.10	27.17	25.70	21.61
8,5	47.83	40.22	36.34	33.82	31.98	30.57	29.40	28.44	26.90	22.62
9	49.93	41.99	37.94	35.30	33.39	31.90	30.69	29.69	28.07	23.61
9,5	51.99	43.72	39.50	36.76	34.78	33.22	31.96	30.92	29.24	24.59
10	54.03	45.43	41.06	38.21	36.13	34.52	33.22	32.13	30.39	25.55
10,5	56.05	47.13	42.59	39.63	37.48	35.81	34.46	33.33	31.52	26.50
11	58.04	48.81	44.10	41.04	38.82	37.08	35.68	34.51	32.64	27.44
11.5	60.00	50.46	45.59	42.43	40.13	38.34	36.89	35.67	33.74	28.36
12	61.95	52.10	47.07	43.81	41.43	39.59	38.09	36.84	34.84	29.29
12,5	63.87	53.71	48.53	45.17	42.72	40.81	39.27	37.98	35.92	30.19
13	65.79	55.32	49.98	46.51	44.00	42.03	40.44	39.11	37.00	31.12
13,5	67.67	56.91	51.42	47.86	45.25	43.23	41.61	40.24	38.05	31.99
14	69.54	58.48	52.85	49.18	46.50	44.43	42.76	41.35	39.11	32.88
14,5	71.40	60.04	54.25	50.49	47.75	45.62	43.89	42.45	40.15	33.75
15	73.24	61.59	55.65	51.79	48.98	46.80	45.02	43.55	41.18	34.62
15,5	75.06	63.12	57.03	53.08	50.19	47.96	46.14	44.83	42.21	35.49
16	76.87	64.64	58.41	54.36	51.41	49.11	47.26	45.71	43.22	36.34

Với các trị số của E	4 000 000 psi	Nhân các giá trị của I cho trong bảng với các hệ số	0.95
	3 000 000 "		0.88
	2 000 000 "		0.80