

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. Tiến độ xác định dung trọng của mẫu thử là mỗi 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 ( $\text{m}^3$ ).

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 phân 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 gấn 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 ( $P_{\text{max}}$ ); diện tích công tác của mẫu là trị số

trung bình số học của ba mẫu, làm tròn kết quả, Lưu ý 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 x 15 x 60cm, 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 ± 1mm. Tải trọng phải tăng đều và liên tục với tốc độ tăng tải 0,5 ± 0,2 kG/cm<sup>2</sup> 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 lấy từ thành phần 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  $h = 30\text{cm}$ ,  $d = 15\text{cm}$ :

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

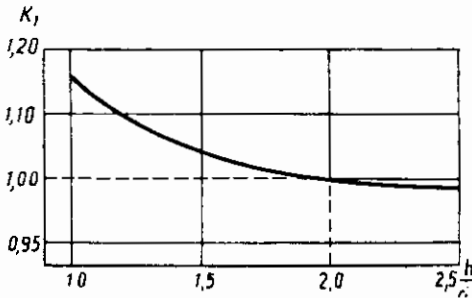
với  $k_2$  - hệ số, xác định bằng biểu đồ (hình 11-2).

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

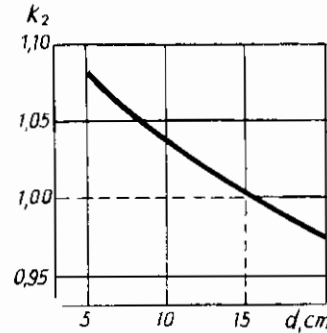
$$R_n = 1,2 R_{ntc}$$

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:

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

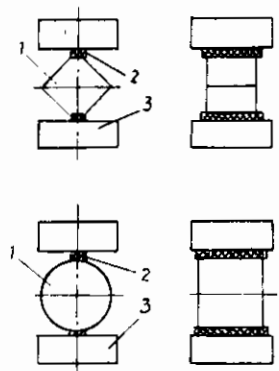
trong đó:

P - tải trọng phá hoại mẫu (kG);

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

$\delta$  - 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.

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

### 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:

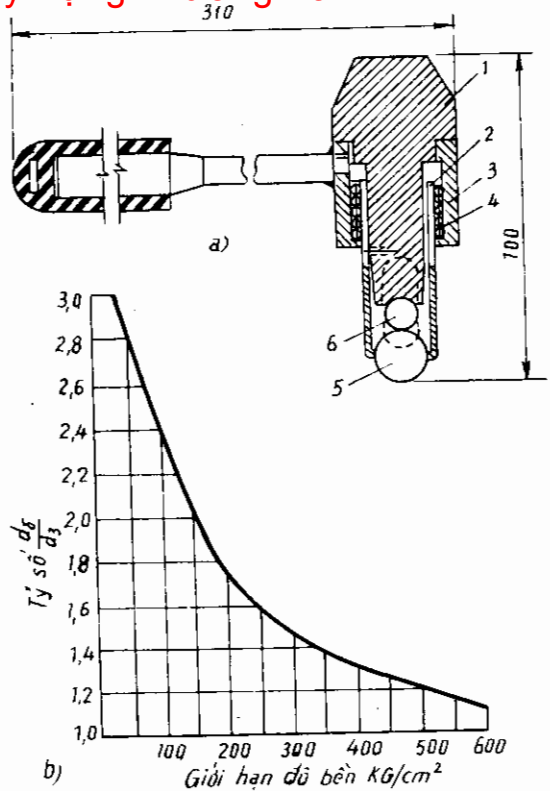
E - mô đun đàn hồi của bê tông xi măng;

$\rho$  - độ chặt của bê tông;

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

$\mu$  - hệ số Poát sông 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 Carcarop

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 (600µm)	25 - 60
N°50 (300µm)	10 - 30
N°100 (150µm)	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.

## Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

### 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  $305 \text{ g/m}^2$  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 - Prefomed 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 dãn 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/mm<sup>2</sup>) (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/m<sup>3</sup> (hoặc 296 kg/m<sup>3</sup>).

**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 hiệu lượng mong muốn rơi vào phía 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 bảo 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.

# Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

## 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 có hoặc không có 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 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 dẫn dọc:

Thường rất ít dùng khe dẫn dọc khi xây dựng mặt đường. Khi phải làm khe dẫn 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 dẫn ngang:

Khe dẫn 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 lên được kết thúc khi mặt bê tông nhẵn và cốt thép không 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 tìm 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/m<sup>2</sup>. 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. *Màng polyetylen:* Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

Màng 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 quan trọng nếu 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.

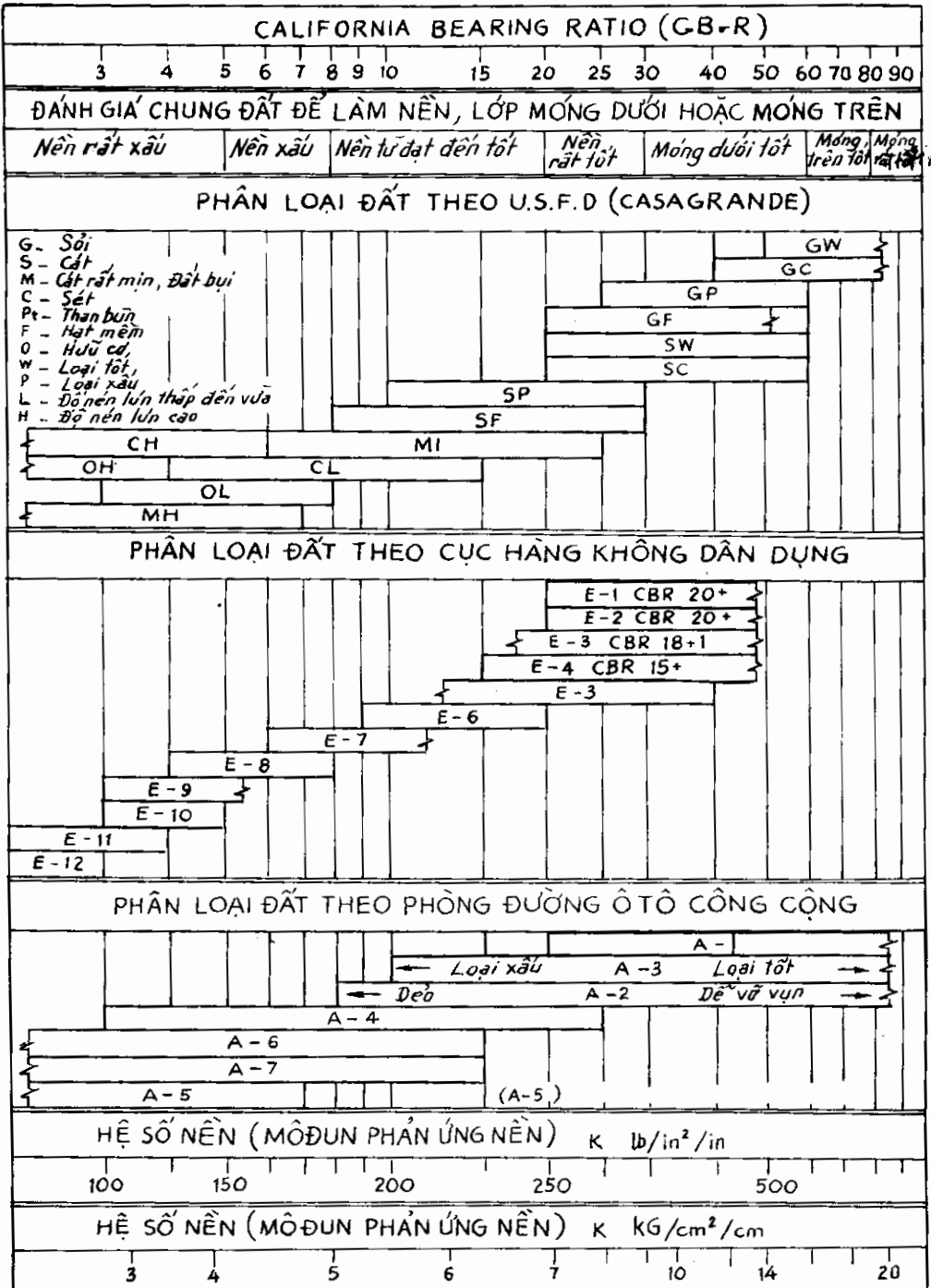
**Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam**

THÍ NGHIỆM XÁC ĐỊNH HỆ SỐ NỀN K

THÍ NGHIỆM NÉN TẤM 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 ( $\approx 7$  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 máy đo tải trọng 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/cm<sup>2</sup> (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/cm<sup>2</sup> (tổng tải trọng là 5650 DaN) - khi đạt được độ ổn định thì kết thúc thí nghiệm.

**Như vậy ta đo được:**

W<sub>1</sub> là độ võng của lần tác dụng tải trọng đầu tiên, mm,

W<sub>2</sub> 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:

$$W = \frac{1,58 \cdot a}{E_v} (1 - \mu^2) \cdot \delta$$

Trong đó W - Độ võng tính bằng mm, ở giữa hai tấm ép;

E<sub>v</sub> - Môđun biến dạng, DaN/cm<sup>2</sup>;

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<sub>v2</sub> / E<sub>v1</sub>

Dưới đây là ví dụ một tờ phiếu thí nghiệm nén tấm ép của Viện LCPC (Pháp).

**Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam**  
**ĐO ĐỘ BIẾN DẠNG NỀN ĐƯỜNG BẰNG THÍ NGHIỆM TAM ÉP**

**Phòng thí nghiệm:**

**Thí nghiệm số:**

<b>Hồ sơ:</b>	Tính chất vật liệu GL	Cọc số 7, mặt cắt số 112
<b>Công trường:</b>	Độ ẩm dưới tấm ép 10%	Thí nghiệm thực hiện: 10
<b>Ngày tháng:</b>	Độ ẩm tốt nhất OPM	Hạ lưu cọc số 11
<b>Thí nghiệm viên:</b>	Các giới hạn Atterberg $W_c \dots I_p \dots$ Các giá trị đề nghị: $E_{v1}/E_{v2} \quad K = E_{v2}/E_{v1} = 2$	
$W_1 = 2,5$ $W_2 = 1,0$	$E_{v1} = 1125 / W_1 = 450 \text{ bars}$ $E_{v2} = 900 / W_2 = 900 \text{ bars}$	<b>Kết luận:</b>

**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.

**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  $\mu$  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 <sup>3</sup>	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

Chiều dày tấm bê tông (m)	k = 1,5 kg/cm <sup>3</sup>	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	$\left\{ \begin{array}{l} 300\ 000\ \text{kg/cm}^2 \\ 250\ 000\ \text{"} \\ 200\ 000\ \text{"} \\ 150\ 000\ \text{"} \end{array} \right\}$	Nhân với các hệ số điều chỉnh tương ứng	$\left\{ \begin{array}{l} 0.96 \\ 0.92 \\ 0.87 \\ 0.81 \end{array} \right\}$
------------------	--	--	--

**BẢNG CÁC GIÁ TRỊ CỦA I (ĐƠN VỊ ANH)**

Chiều dày tấm bê tông mặt đường (inch)	k=50 lb/m <sup>3</sup>	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	$\left\{ \begin{array}{l} 4\ 000\ 000\ \text{psi} \\ 3\ 000\ 000\ \text{"} \\ 2\ 000\ 000\ \text{"} \end{array} \right\}$	Nhân các giá trị của I cho trong bảng với các hệ số	$\left\{ \begin{array}{l} 0.95 \\ 0.88 \\ 0.80 \end{array} \right\}$
----------------------	---	---	--