

**QUY ĐỊNH TẠM THỜI VỀ THIẾT KẾ MẶT ĐƯỜNG BÊ TÔNG  
ĐÀM LẦN TRONG XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH GIAO THÔNG**

*(Ban hành theo Quyết định số 4451/QĐ-BGTVT ngày 18 tháng 12 năm 2015*

*của Bộ trưởng Bộ Giao thông vận tải)*

**1 Phạm vi áp dụng**

**1.1** Tiêu chuẩn này quy định các yêu cầu và cung cấp các chỉ dẫn cần thiết để thiết kế kết cấu mặt đường bê tông xi măng đầm lăn (BTDL) trên các đường ô tô làm mới có cấp thiết kế từ cấp IV trở xuống theo TCVN 4054:2005, có số lần tích lũy của trục xe 100 KN tác dụng lên vị trí giữa cạnh dọc tám bê tông xi măng (BTXM) trong thời hạn thiết kế  $N_e < 1.10^6$  lần, vận tốc khai thác không quá 50 km/h, thời hạn phục vụ thiết kế yêu cầu không quá 10 năm; mặt đường giao thông nông thôn theo TCVN 10380:2014; mặt đường nội bộ; bãi đỗ xe; lớp móng trên trong kết cấu áo đường cho các loại đường cao tốc, đường cấp cao, đường có tải trọng nặng lưu thông thường xuyên.

**1.2** Tiêu chuẩn này không áp dụng cho việc thiết kế sửa chữa mặt đường BTDL.

**1.3** Việc tính toán chiều dày lớp móng BTDL cho các kết cấu áo đường cấp cao tuân thủ theo Quyết định 3230-QĐ/BGTVT ngày 14/12/2012 của Bộ GTVT và tiêu chuẩn 22TCN 211:06.

**2 Tài liệu viện dẫn**

Các tài liệu viện dẫn sau rất cần thiết cho việc áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với các tài liệu viện dẫn ghi năm ban hành thì áp dụng bản được nêu. Đối với các tài liệu viện dẫn không ghi năm ban hành thì áp dụng phiên bản mới nhất, bao gồm cả các sửa đổi, bổ sung (nếu có).

**Ký hiệu tiêu chuẩn**

**Tên tiêu chuẩn**

TCVN 4054:2005	Đường ô tô – Yêu cầu thiết kế.
TCVN 10380-2014	Đường giao thông nông thôn - Yêu cầu thiết kế.
TCVN 8858:2011	Móng cấp phối đá dăm và cấp phối thiên nhiên gia cố xi măng trong kết cấu áo đường ô tô – Thi công và nghiệm thu.

TCVN 8859:2011	Móng cấp phối đá dăm trong kết cấu áo đường ô tô – Vật liệu, thi công và nghiệm thu.
TCVN 8862:2011	Xác định cường độ kéo khi ép chẻ của vật liệu hạt liên kết bằng các chất kết dính.
TCVN 9436:2012	Nền đường ô tô – Tiêu chuẩn thi công và nghiệm thu.
TCVN 3105:1993	Hỗn hợp bê tông và bê tông nặng – Lấy mẫu chế tạo và bảo dưỡng mẫu thử.
TCVN 8864:2011	Độ bằng phẳng mặt đường bằng thước dài 3 mét - Tiêu chuẩn thử nghiệm.
TCVN 8865:2011	Mặt đường ô tô - Phương pháp đo và đánh giá xác định độ bằng phẳng theo chỉ số độ gồ ghề quốc tế IRL.
TCVN 8867 : 2011	Xác định mô đun đàn hồi chung của kết cấu bằng cần đo vòng Benkelman.
TCVN 3114:1993	Bê tông nặng – Phương pháp xác định độ mài mòn.
TCVN 5729:2012	Đường ô tô cao tốc – Yêu cầu thiết kế.
AASHTO M301	Standard Specification for Joint Sealants, Hot Poured for Concrete and Asphalt Pavements (Quy định kỹ thuật đối với chất chèn khe, rót nóng trong mặt đường bê tông nhựa và bê tông xi măng).
ASTM D3405:97	Standard Specification for Joint Sealants, Hot-Applied, for Concrete and Asphalt Pavements (Quy định kỹ thuật đối với chất chèn khe, rót nóng dùng cho mặt đường bê tông nhựa và bê tông xi măng).
ASTM D3407	Standard Test Methods for Joint Sealants, Hot-Poured, for Concrete and Asphalt Pavements (Phương pháp thử tẩm chất chèn khe, rót nóng dùng cho mặt đường bê tông nhựa và bê tông xi măng).
22TCN 211:06	Áo đường mềm – Các yêu cầu và Chỉ dẫn thiết kế.
Quyết định số 3230/QĐ-BGTVT	Quy định tạm thời về thiết kế mặt đường bê tông xi măng thông thường có khe nối trong xây dựng công trình giao thông.

### 3 Thuật ngữ và định nghĩa

#### 3.1 Bê tông đầm lăn (Roller Compacted Concrete)

Là hỗn hợp bao gồm cốt liệu, xi măng, nước và phụ gia khoáng hoạt tính (mineral admixtures) đã đóng rắn sau khi đầm chặt bằng thiết bị (máy) lu.

#### 3.2 Mặt đường bê tông đầm lăn (Roller Compacted Concrete Pavement)

Loại kết cấu áo đường cứng có tầng mặt làm bằng bê tông đầm lăn và tầng móng bằng các vật liệu khác nhau đặt trực tiếp trên nền đường.

### 4 Quy định chung

#### 4.1 Kết cấu áo đường BTDL (RCC Structure)

Kết cấu này từ trên xuống dưới thường gồm các tầng lớp sau:

- Tầng mặt bằng BTDL (RCC surfacing).
- Tầng móng (Road foundation) đầy đủ gồm lớp móng trên (Road base) và lớp móng dưới (Sub-base).

- Lớp đáy móng (Capping layer or Improved subgrade) nhằm:

- + Tạo một lòng đường chịu lực đồng nhất (đồng đều theo chiều rộng), có sức chịu tải tốt;
- + Ngăn chặn nguồn ẩm thấm từ trên xuống nền đất và từ dưới lên tầng móng áo đường;
- + Tạo hiệu ứng “đè” để bảo đảm chất lượng đầm nén các lớp móng phía trên;
- + Tạo điều kiện cho xe máy đi lại trong quá trình thi công áo đường mà không gây hư hại nền đất phía dưới (nhất là khi thời tiết xấu).

Với mặt đường BTDL, chi cần có lớp này khi nền đường có điều kiện địa chất bất lợi và thường xuyên chịu ảnh hưởng của các nguồn ẩm.

- Lớp nền thường (Subgrade) là phần nền đường trong phạm vi từ 80cm đến 100cm kể từ đáy lớp móng dưới trở xuống. Đây là khu vực tác dụng của nền đường, là phạm vi nền đường tham gia chịu tác dụng của tải trọng bánh xe truyền xuống.

Trong các trường hợp thiết kế cụ thể cho các đường cấp thấp, kết cấu áo đường BTDL có thể không đầy đủ các lớp như trên mà chỉ bao gồm tầng mặt BTDL và tầng móng có một lớp đặt trực tiếp trên nền đất.

#### 4.2 Các cấp quy mô giao thông (Traffic classes)

Đổi với mặt đường BTDL, chỉ áp dụng cho hai cấp quy mô trung bình và nhẹ, tùy theo số lần tích lũy  $N_e$  của trục xe 100 kN tác dụng lên vị trí giữa cạnh dọc tấm bê tông, dự báo cho một làn xe phải chịu đựng trong suốt thời hạn phục vụ thiết kế như Bảng 1.

**Bảng 1. Phân cấp quy mô giao thông**

<b>Cấp quy mô giao thông</b>	<b>Số làn trục xe quy đổi về 100 KN tác dụng lên cạnh dọc tầm trên 1 làn xe trong suốt thời hạn phục vụ thiết kế <math>N_e</math></b>
Nhẹ	$< 3.10^4$ làn
Trung bình	$3.10^4 \div 1.10^6$ làn

Ghi chú:  $N_e$  được xác định theo phụ lục B.

## **5 Nội dung và yêu cầu thiết kế**

### **5.1 Các nội dung thiết kế**

1. Thiết kế cầu tạo kết cấu mặt đường và lề đường BTDL.
2. Tính toán chiều dày các lớp kết cấu, xác định kích thước tầm BTDL và xác định các yêu cầu về vật liệu đối với mỗi lớp kết cấu; thiết kế khe nối.
3. Thiết kế hệ thống thoát nước cho kết cấu mặt đường.

### **5.2 Yêu cầu chung đối với việc thiết kế mặt đường BTDL**

**5.2.1** Kết cấu mặt đường thiết kế phải phù hợp với công năng và cấp hạng đường thiết kế, phải phù hợp với điều kiện khí hậu, thủy văn, địa chất và vật liệu tại chỗ, cũng như phù hợp với các điều kiện xây dựng và bảo trì tại địa phương.

**5.2.2** Kết cấu thiết kế phải đảm bảo trong thời hạn phục vụ quy định đáp ứng được lượng xe dự báo thiết kế lưu thông an toàn và êm thuận, cụ thể là:

- Dưới tác dụng của tải trọng xe chạy, tầng mặt BTDL không bị phá hoại (không bị nứt vỡ).
- Ngoài yêu cầu về cường độ và độ bền vững nói trên, tầng mặt BTDL còn phải đủ độ nhám để chống trơn trượt, phải chịu được tác dụng mài mòn của xe chạy và phải đủ bằng phẳng để bảo đảm tốc độ xe chạy thiết kế.

Để dự phòng mài mòn, tầng mặt BTDL được thiết kế tăng dày thêm 6,0 mm so với chiều dày tính toán và làm tròn chiều dày theo chuẩn 10mm khi đã tăng thêm chiều dày dự phòng.

Các yêu cầu về độ độ bằng phẳng tuân theo quy định đối với mặt đường bê tông xi măng trong các tiêu chuẩn TCVN 8864:2011 và TCVN 8865: 2011.

### **5.3 Thiết kế cấu tạo lớp mặt và lề đường BTDL**

#### **5.3.1 Cấu tạo lớp mặt và lề đường BTDL**

- Cấu tạo mặt đường BTDL thường sử dụng là các tấm hình chữ nhật có chiều rộng (tức là khoảng cách giữa các khe dọc) trong phạm vi từ 3,0 m ÷ 4,5 m và chiều dài (tức là khoảng cách giữa các khe ngang) trong khoảng từ 6,0 m ÷ 10,0m.

- Nơi tiếp giáp với lề đất, chiều rộng tấm BTDL mở rộng thêm tối thiểu 0,3 m so với chiều rộng một làn xe, đồng thời kết hợp độ mở rộng này với kết cấu lề gia cố (lấy độ mở rộng này bằng bề rộng lề gia cố).

- Cạnh dài của mỗi tấm phải trùng với hướng tuyến. Đầu khe ngang của các tấm liền kề không được bố trí lệch nhau.

### 5.3.2 Bố trí khe dọc

Trong kết cấu mặt đường ô tô, khi đường có hai làn xe thì phải bố trí khe dọc ở vị trí tìm đường. Đối với các trường hợp khác (như quy định tại mục 1), khi bề rộng vệt rải một làn lớn hơn 4,5 m thì phải thiết kế khe dọc.

### 5.3.3 Chiều dày tấm BTDL

Chiều dày lớp BTDL phải được xác định thông qua kiểm toán với trạng thái giới hạn như đề cập ở mục 6.3.2 và theo chỉ dẫn ở mục 6.

Để thuận lợi cho việc kiểm toán, bước đầu có thể tham khảo các giá trị chiều dày tấm tùy thuộc vào cấp hạng đường và quy mô giao thông như Bảng 2.

**Bảng 2. Chiều dày tấm BTDL thông thường tùy theo cấp hạng đường và quy mô giao thông**

Cấp thông thường	Chiều dày tấm BTDL theo quy mô giao thông (cm)	
	Trung bình	Nhẹ
Đường cấp IV, V, VI	20-24	18-20

Riêng đối với trường hợp sử dụng trong tầng móng của mặt đường cấp cao, tấm BTDL có chiều dày từ 12 cm đến 20 cm.

### 5.3.4 Các chỉ tiêu cơ lý yêu cầu đối với mặt đường BTDL

- Cường độ kéo uốn thiết kế yêu cầu đối với BTDL được quy định ở điều 6.3.3.

- Độ mài mòn xác định theo TCVN 3114:1993 phải không được lớn hơn 0,6g/cm<sup>2</sup> đối với mặt đường BTDL cho đường ô tô cấp IV trở xuống hoặc các đường có quy mô giao thông trung bình và nhẹ.

## 5.4 Yêu cầu cấu tạo tầng móng

**5.4.1** Đối với các tuyến đường cấp IV theo TCVN 4054:2005, và đường có cấp quy mô giao thông trung bình tầng móng nên thiết kế gồm hai lớp móng trên và móng dưới. Trong đó, để tăng tuổi thọ cho kết cấu lớp móng trên nên chọn loại vật liệu có khả năng chống xói, có độ cứng thích hợp, sử dụng vật liệu cấp phối đá dăm (CPDD) gia cố khoảng 3.5%.

**5.4.2** Đối với các tuyến đường các cấp khác và đường giao thông nông thôn có thể chọn tầng móng chỉ một lớp móng trên bằng CPD. Riêng lớp móng của đường giao thông nông thôn, tùy theo cấp của đường có thể lựa chọn các loại vật liệu móng như chỉ dẫn tại Quyết định số 4927/QĐ-BGTVT ngày 25/12/2014 của Bộ GTVT và TCVN 10380:2014.

**5.4.3** Chiều rộng lớp móng trên phải rộng hơn chiều rộng lớp mặt trên bằng BTDL mỗi bên tối thiểu 0,3 m.

**5.4.4** Do đặc điểm ít co ngót so với bê tông xi măng thông thường thông thường có khe nối, thông thường không yêu cầu làm lớp ngăn cách giữa tầng mặt BTDL và tầng móng. Trường hợp thiết kế phân tầng BTDL, trên mặt lớp móng trên có thể bố trí lớp cách ly.

## 5.5 Yêu cầu cầu tạo đối với nền đường

**5.5.1** Nền đất dưới kết cấu cầu mặt đường BTDL phải đạt được đầy đủ các yêu cầu đã quy định ở TCVN 9436:2012 “Nền đường ô tô – tiêu chuẩn thi công và nghiệm thu” cũng như các quy định liên quan ở TCVN 4054:2005.

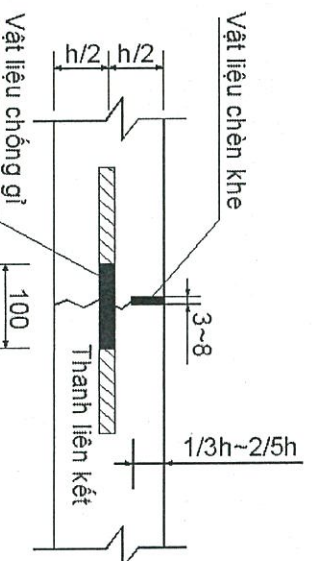
**5.5.2** Khi nền đường đạt các yêu cầu quy định trong tiêu chuẩn TCVN 9436:2012 “Nền đường ô tô – tiêu chuẩn thi công và nghiệm thu” và đạt loại I về loại hình gây âm như đề cập ở phụ lục B của 22TCN-211:2006 thì không cần bố trí lớp đáy móng.

**5.5.3** Nếu nền đường không đạt các yêu cầu ở 5.5.2 thì phải bố trí lớp đáy móng. Cầu tạo và thiết kế lớp đáy móng trong trường hợp này cũng tuân thủ các quy định ở điều 2.5.2 của 22TCN 211:2006.

**5.5.4** Trong tính toán kết cấu cầu mặt đường BTDL, lớp đáy móng được xem là phần trên cùng của nền đường.

## 5.6 Yêu cầu đối với khe nối

**5.6.1** Khi đường gồm hai làn xe, phải bố trí khe dọc tại vị trí tìm đường như hình 1. Đường có một làn xe, không yêu cầu làm khe dọc.



**Hình 1. Cầu tạo khe dọc (đơn vị mm, h là chiều dày tấm BTDL)**

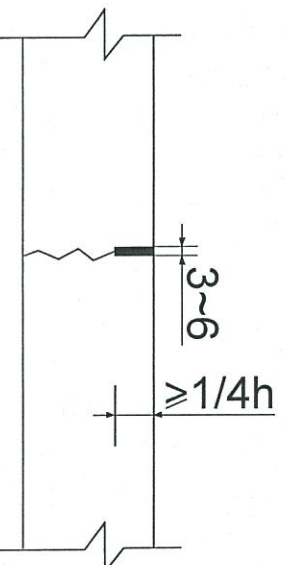
**5.6.2** Thép dùng cho thanh liên kết của khe dọc được chọn là cốt thép vằn, đặt tại vị trí 1/2 chiều dày tấm, song song với mặt tấm, đồng thời được xử lý chống gỉ trong phạm vi 0,1m ở giữa của thanh (có thể bằng cách quét bitume). Đường kính thanh, chiều dài thanh và khoảng cách giữa các thanh được quy định trong bảng 3.

**Bảng 3. Quy định về bố trí thanh liên kết ở khe dọc**

*Đường kính x chiều dài x khoảng cách (mm)*

Chiều dày mặt đường BTDL (mm)	Khoảng cách đến khe dọc liên kết không bố trí thanh liên kết (m)			
	3,00	3,50	3,75	4,50
180÷250	14x700x900	14x700x800	14x700x700	14x700x600
≥260	16x800x800	16x800x700	16x800x600	16x800x500

**5.6.3** Để kiểm soát vị trí các vết nứt, có thể sử dụng khe co ngang. Khe co ngang có thể được bố trí theo khoảng cách đều hoặc bố trí theo khoảng cách thay đổi, với khoảng cách giữa các khe từ 6 m đến 10 m (Khoảng cách chính xác giữa các khe ngang được xác định thông qua thí công thử nghiệm). Dùng cầu tạo khe co ngang không đặt thanh truyền lực như ở hình 2.



**Hình 2. Cầu tạo khe co ngang (đơn vị mm)**

**5.6.4** Tại vị trí mặt trên của khe co ngang phải được cắt tạo khe. Chiều sâu cắt khe không nhỏ hơn 1/4 chiều dày tấm. Nên chọn chiều rộng khe cắt trong khoảng từ 3 mm đến 6mm, cắt khe xong phải lấp đầy khe cắt bằng vật liệu chèn khe. Thời điểm cắt khe từ 4 đến 6 tiếng sau khi thi công.

**5.6.5** Vật liệu chèn khe (khe dọc, khe co ngang) bằng mastic loại rót nóng, có các chỉ tiêu kỹ thuật như yêu cầu ở bảng 4 để bảo đảm dính bám tốt với thành tấm BTDL, bảo đảm có tính đàn hồi cao, không hòa tan trong nước, không thấm nước, ổn định nhiệt và bền. Cũng có thể sử dụng các loại mastic chèn khe loại rót nóng có các chỉ tiêu phù hợp với yêu cầu AASHTO M301 hoặc ASTM D3405.

**Bảng 4. Yêu cầu kỹ thuật đối với vật liệu mastic chèn khe loại rót nóng**

(Phương pháp thử theo ASTM 3407)

Các chỉ tiêu	Loại đàn hồi thấp	Loại đàn hồi cao
Độ kim lún (0,01mm)	< 50	< 40
Tỷ lệ khôi phục đàn hồi (%)	≥ 30	≥ 60
Độ chảy (mm)	< 5	< 2
Độ dãn dài ở - 10°C (mm)	≥ 10	≥ 15
Cường độ dính kết với bê tông (MPa)	≥ 0,2	≥ 0,4

#### **5.7 Yêu cầu đối với thoát nước**

Yêu cầu cầu tạo và tính toán hệ thống thoát nước trong kết cấu áo đường BTDL tuân thủ theo các quy định hiện hành đối với mặt đường mặt đường bê tông xi măng thông thường có khe nối (Quyết định 3230/QĐ-BGTVT ngày 14/12/2012 của Bộ GTVT).

### **6. Tính toán chiều dày mặt đường BTDL**

#### **6.1. Trình tự tính toán thiết kế**

Nội dung công việc thiết kế mặt đường BTDL đã được đề cập ở điều 5.1. Trình tự tiến hành thiết kế gồm 2 bước sau:

1. Dựa vào các yêu cầu về cấu tạo kết cấu như đề cập ở mục 5 để tiến hành thiết kế cấu tạo kết cấu mặt đường BTDL. Kết quả của bước này là đưa ra được cấu tạo kết cấu sơ bộ (các tầng lớp, vật liệu và chiều dày mỗi lớp). Chiều dày tầng mặt BTDL được giả thiết trước.
2. Kiểm toán lại sự phù hợp của kết cấu thiết kế sơ bộ theo điều kiện đề cập ở 6.3.2. Nếu kết quả kiểm toán đạt yêu cầu thì chấp nhận kết cấu sơ bộ làm kết cấu thiết kế chính thức. Nếu chưa đạt được các tiêu chuẩn đó thì thay đổi chiều dày các lớp kết cấu và tiếp tục kiểm toán lại cho đến khi đạt tiêu chuẩn cho phép đề quyết định kết cấu thiết kế cuối cùng.

#### **6.2. Yêu cầu tính toán**

Nội dung tính toán phải đảm bảo kết cấu đủ khả năng chịu lực dưới tác dụng của tải trọng xe trong suốt thời gian phục vụ. Tuy nhiên, xét đến cấu tạo mở rộng (tại mục 5.3.1) và phạm vi áp dụng của kết cấu mặt đường BTDL (đường cấp thấp, quy mô tải trọng cấp trung bình hoặc nhẹ, vận tốc khai thác không quá 50km/giờ, cho phép nút tự nhiên do co ngót), chỉ cần tính toán theo nội dung quy định tại mục 6.3. Trong trường hợp đường có chức năng quan trọng, với sự thay đổi lớn về nhiệt độ trong môi trường

khai thác, có thể bỏ sung tính toán theo các trị số ứng suất kéo uốn gây ra do tải trọng và do gradient nhiệt độ tại vị trí giữa cạnh dọc tấm như quy định hiện hành đối với mặt đường bê tông xi măng thông thường có khe nối.

### 6.3. Nội dung tính toán.

#### 6.3.1. Mô hình tính toán

Mô hình tấm trên nền đàn hồi nhiều lớp áp dụng cho trường hợp mặt đường BTDL đặt trên lớp móng trên bằng vật liệu hạt.

#### 6.3.2. Các trạng thái giới hạn tính toán

Trong quy định này việc kiểm toán kết cấu mặt đường BTDL chỉ xét đến khả năng chịu kéo khi uốn của mặt đường BTDL, phù hợp với đường cấp IV trở xuống có tải trọng xe nặng qua lại nhưng với lưu lượng hạn chế. Kiểm tra kết cấu theo điều kiện sau:

$$\gamma_r \cdot \sigma_{pmax} \leq f_r \quad (6-1)$$

$$\gamma_r \cdot \sigma_{pr} \leq f_r \quad (6-2)$$

Trong đó:

$\sigma_{pmax}$ : Ứng suất kéo uốn do tải trọng bánh lớn nhất tạo ra tại vị trí tính toán, (MPa);

$\sigma_{pr}$ : Ứng suất kéo uốn gây môi do tác dụng xe chạy tại vị trí tính toán (MPa);

$f_r$ : Cường độ kéo uốn thiết kế của vật liệu BTDL (MPa);

$\gamma_r$ : Hệ số độ tin cậy (xác định theo chỉ dẫn ở mục 6.3.4).

#### 6.3.3. Xác định cường độ kéo uốn thiết kế yêu cầu $f_r$ .

Đối với trường hợp BTDL sử dụng trong tầng mặt của kết cấu áo đường:

$f_r \geq 4,5$ MPa đối với đường có quy mô giao thông cấp trung bình hoặc đường có quy mô giao thông cấp nhẹ nhưng có xe nặng với trục đơn  $> 100$ kN thông qua.

$f_r \geq 4$  MPa với đường có quy mô giao thông cấp nhẹ không có xe nặng với trục đơn  $> 100$ kN thông qua.

Đối với trường hợp sử dụng BTDL trong tầng móng của mặt đường ô tô cấp cao, có quy mô giao thông nặng và cực nặng, yêu cầu  $f_r \geq 2,5$  Mpa.

#### 6.3.4. Hệ số độ tin cậy $\gamma_r$

Hệ số độ tin cậy  $\gamma_r$  được xác định tùy thuộc mức độ an toàn yêu cầu, thời hạn phục vụ thiết kế và độ tin cậy yêu cầu đối với mặt đường BTDL như ở bảng 5 dưới đây:

**Bảng 5. Chọn độ tin cậy và hệ số độ tin cậy thiết kế  $\gamma_r$**

<b>Cấp hạng đường</b>	<b>Đường từ cấp IV trở xuống</b>
Yêu cầu an toàn	Trung bình
Thời hạn phục vụ thiết kế yêu cầu (năm)	10÷15
Độ tin cậy yêu cầu (%)	70÷80
Hệ số độ tin cậy thiết kế $\gamma_r$	1,04÷1,07

### 6.3.5. Vị trí tính toán mặt đường BTDL

Do yêu cầu tính toán ở mục 6.2, vị trí tính toán của mặt đường BTDL (vị trí tính ứng suất kéo uốn mặc định) là điểm giữa của tấm.

### 6.3.6. Tính toán các trị số ứng suất kéo uốn gây ra do tải trọng bánh lớn nhất

Ứng suất kéo uốn  $\sigma_{pmax}$  (MPa) xuất hiện trong tấm BTDL dưới tác dụng của tải trọng bánh lớn nhất trên mặt đường  $P_{max}$  (kN), tác dụng lên diện tiếp xúc hình tròn tương đương bán kính  $R$  (m) được tính theo công thức sau:

$$\sigma_{pmax} = \frac{0,316 \cdot P_{max} \cdot 10^{-3}}{h^2} \left[ 4 \log \left( \frac{l}{b} \right) + 1,069 \right] \quad (6-3)$$

Trong đó :

$P_{max}$  : Tải trọng bánh lớn nhất trên bề mặt đường BTDL (kN), lấy bằng 0,5 lần tải trọng trục lớn nhất

$h$  : Chiều dày tấm BTDL (m)

$b = R$  nếu  $R \geq 1,724h$  ;  $b = \sqrt{1,6 R^2 + h^2} - 0,675h$  nếu  $R < 1,724h$

$l$  : đặc trưng đàn hồi của tấm BTDL (m), tính theo công thức (6-4).

$$l = \left[ \frac{Eh^3}{12(1-\mu^2)k} \cdot 10^3 \right]^{0,25} \quad (6-4)$$

Trong đó:

$E$  : mô đun đàn hồi của BTDL(GPa)

$\mu$ : Hệ số Poisson của BTDL, thông thường lấy  $\mu = 0,15$ .

$k$  : hệ số nền tính từ mật lớp móng (MN/m<sup>3</sup>), được xác định phụ thuộc vào loại đất nền và được xác định phụ theo phụ lục A

$R$  là bán kính vết bánh xe ứng với tải trọng trục lớn nhất (m), được xác định theo tải trọng bánh lớn nhất  $P_{max}$  (kN) và áp lực bánh xe tiêu chuẩn 0,6 MPa.

$$R = \sqrt{\frac{P_{max}}{3,14 \cdot 0,6 \cdot 10^3}} (m) \quad (6-5)$$

### 6.3.7. Tính toán trị số ứng suất kéo uốn gây môi do tác dụng xe chạy

Ứng suất kéo uốn gây môi  $\sigma_{pr}$  (Mpa) được xác định theo công thức sau :

$$\sigma_{pr} = k_r \cdot k_f \cdot k_c \cdot \sigma_{ps} \quad (6-6)$$

Trong đó :

$k_r$  - Hệ số chiết giảm ứng suất do khả năng truyền tải tại khe nối. Thông thường, với việc dùng kết cấu tầng mặt của lè gia cố giống như phần xe chạy (như quy định tại 5.3.1) thì áp dụng  $k_r = 0,87$ ; nếu tầng mặt lè mỏng hơn thì áp dụng trị số  $k_r = 0,92$ ; Nếu dùng kết cấu lè mềm (bê tông nhựa hoặc lè đất) thì áp dụng:  $k_r = 1,0$ ;

$k_c$  - Hệ số tổng hợp xét đến ảnh hưởng của tác dụng động và các yếu tố sai khác giữa lý thuyết và thực tế chịu tải của tấm BTDL, tùy thuộc vào cấp hạng đường. Với BTDL, do phạm vi áp dụng từ đường cấp IV trở xuống nên lấy  $k_c = 1$ .

$k_f$  - Hệ số môi xét đến số lần tác dụng tích lũy của tải trọng gây môi trong thời hạn phục vụ thiết kế,  $k_f = N_e^{0,065}$ .

Trình tự tính toán  $\sigma_{ps}$  (theo công thức 6-7) giống như đối với  $\sigma_{pmax}$ , nhưng các thông số liên quan tới tải trọng được áp dụng cho trường hợp tính môi với tải trọng bánh tiêu chuẩn tương ứng; áp dụng cho cả khi tính toán đường kính quy ước truyền tải trọng trên móng  $D$ , khi tính toán hệ số nền tương đương.

Cụ thể:  $P_{lc}$  là trọng bánh tiêu chuẩn tính môi (50 kN), bằng 0,5 lần tải trọng trục tiêu chuẩn tính môi  $P_s$  (100 kN), với bán kính vết bánh xe tiêu chuẩn  $R$  bằng 0,165m.

$$\sigma_{ps} = \frac{0,316 \cdot P_{lc} \cdot 10^{-3}}{h^2} \left[ 4 \log \left( \frac{l}{b} \right) + 1,069 \right] \quad (6-7)$$

### 6.3.8. Kiểm tra sự phù hợp của ứng suất kéo uốn

Sau khi tính toán ra giá trị  $\sigma_{pmax}$ ,  $\sigma_{pr}$  tiến hành kiểm toán theo công thức 6-1, 6-2 nếu thỏa mãn thì giá trị  $h$  chính là giá trị bề dày mặt đường BTDL phải tìm, nếu không thỏa mãn cần giả thiết lại giá trị  $h$  và tiến hành tính toán lại cho đến khi thỏa mãn các điều kiện tại công thức 6-1 và công thức 6-2.

## PHỤ LỤC A

### CÁC THAM SỐ VẬT LIỆU THIẾT KẾ

#### A.1 Xác định các đặc trưng tính toán của vật liệu làm các kết cấu mặt đường BTDL

A.1.1 Các đặc trưng cơ học dùng để tính toán của vật liệu tầng mặt BTDL, lớp móng trên, lớp móng dưới và lớp đáy áo đường (lớp đệm) đều có thể được xác định theo các tiêu chuẩn hiện hành của nước ta (đã liệt kê trong mục 2-Tài liệu viện dẫn).

A.1.2 Trị số mô đun đàn hồi của BTDL làm lớp mặt, lớp móng trên được xác định bằng trị số mô đun đàn hồi suy ra từ thí nghiệm xác định cường độ chịu kéo uốn của BTDL theo TCVN 3119-1993; Khi chưa có số liệu thí nghiệm trực tiếp xác định trị số mô đun đàn hồi thì có thể áp dụng các số liệu kinh nghiệm ở bảng A1 dưới đây:

**Bảng A1. Trị số mô đun đàn hồi tính toán của các loại BTDL (tham khảo)**

Cường độ kéo uốn (MPa)	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,5	6,0
Cường độ nén (MPa)	15	20	25	30	36	42	49
Mô đun đàn hồi (GPa)	21	23	25	27	29	31	33

*Chú thích:*

1- Các chỉ tiêu ở bảng này đều ở tuổi mẫu 28 ngày;

2-  $1GPa = 1000 MPa$ ;

3- Cường độ chịu kéo uốn xác định theo TCVN 3119:1993;

*Cường độ chịu nén xác định theo TCVN 3118:1993.*

#### A.2 Về hệ số nền $k$

##### A.2.1 Hệ số nền của nền đất và của vật liệu móng

Đặc trưng cơ bản, quan trọng là khả năng chống biến dạng của nền đất được thể hiện qua hệ số nền  $k$ , có thứ nguyên là  $MN/m^3$ . Trong điều kiện tính toán thông thường, có thể lựa chọn các giá trị ứng với điều kiện thủy văn địa chất loại 2, khu vực khí hậu IV như trích dẫn trong bảng A2.

**Bảng A.2. Các chỉ tiêu tính toán của đất nền và vật liệu làm tầng móng (tham khảo)**

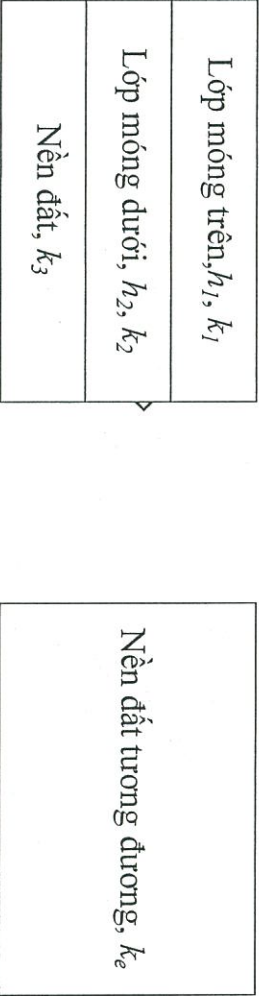
<b>Đất nền thiên nhiên</b>	<b>Hệ số nền tính toán k, MN/m<sup>3</sup></b>
Cát lẫn sỏi, cát hạt to	160
Cát hạt trung bình	130
Cát hạt nhỏ	70
Cát hạt bụi	60
Á cát	60
Sét, á sét	50
Á cát và á sét hạt bụi	40
Cấp phối đá dăm	300-450
Cấp phối thiên nhiên	180-280
Đất (cỡ hạt lớn hơn 10mm trên 50%)	280
Cấp phối đá dăm gia cố xi măng	300-500

**A.2.2. Hệ số nền của hệ ba lớp**

Nội dung này đề cập đến việc xác định hệ số nền trên mặt của lớp móng trên, khi tầng móng gồm hai lớp đất đặt trên nền thiên nhiên.

Trong trường hợp này, quy đổi cả hệ nền-móng thành một nền đồng nhất, có hệ số nền tương đương  $k_e$  được xác định theo sơ đồ và công thức sau:

**Hình A1. Sơ đồ quy đổi nền tương đương**



$$k_e = \frac{k_1 + k_2 \cdot \alpha_2 + k_3 \cdot \alpha_3}{1 + \alpha_2 + \alpha_3} \quad (A-1)$$

$$\alpha_2 = \frac{h_2 [1,6.D_r - (h_1 + 0,5.h_2)]}{h_1 (1,6.D_r - 0,5.h_1)} \quad (\text{A-2})$$

$$\alpha_3 = \frac{0,5 [1,6.D_r - (h_1 + h_2)]^2}{h_1 (1,6.D_r - 0,5.h_1)} \quad (\text{A-3})$$

$k_1, k_2, k_3$  lần lượt là hệ số nền của lớp móng trên, lớp móng dưới và nền đất, MN/m<sup>3</sup> (tham khảo bảng A2).

$h_1, h_2$  lần lượt là chiều dày của lớp móng trên, lớp móng dưới, m.

Đối với trường hợp móng gồm 2 lớp, lấy  $h_2, \alpha_2$  bằng 0.

$D_r$ : đường kính quy ước truyền tải trọng trên móng, m, xác định theo công thức

$$D_r = 1,13 \sqrt{\frac{P}{p_k}} \quad (\text{A-4})$$

$P$  là tải trọng bánh lớn nhất (KN), tính theo chỉ dẫn tại 5.3.6 đối với bài toán tính ứng suất kéo uốn lớn nhất, hoặc là tải trọng bánh tiêu chuẩn tính theo chỉ dẫn tại mục 5.3.7 ứng với trường hợp tính toán ứng suất kéo uốn gây mỏi.

$p_k$  là áp lực tối đa tác dụng trên mặt móng (KPa).

$$p_k = 0,12 \frac{P_{\max}.k_p}{l_1^2} \quad (\text{A-5})$$

$k_p$  là hệ số lấy bằng 5;  $l_1$  là đặc trưng đàn hồi của tấm mặt đường bê tông xi măng đầm lăn, có thể lấy bằng 1 m.

### A.2.3 Hệ số nền của hệ nhiều lớp

Đối với trường hợp hệ nền và móng có nhiều hơn 3 lớp, tiến hành quy đổi về hệ 3 lớp rồi tính toán như chỉ dẫn ở điều A.2.2.

Việc tính toán được thực hiện bằng cách quy đổi các lớp móng nhất thuộc tầng móng lại thành một lớp theo công thức:

$$h_{qđ} = \sum_{i=1}^n h_i \quad (\text{A-6})$$

$$k_{qđ} = \frac{\sum_{i=1}^n k_i.h_i}{\sum_{i=1}^n h_i} \quad (\text{A-7})$$

$k_i, h_i$ - Tương ứng là hệ số nền (MN/m<sup>3</sup>) và chiều dày (m) của các lớp được quy đổi.

## PHỤ LỤC B

### ĐIỀU TRA VÀ TÍNH TOÁN LƯỢNG GIAO THÔNG THIẾT KẾ MẶT ĐƯỜNG BÊ TÔNG ĐÀM LẦN

Việc điều tra và tính toán lưu lượng giao thông thiết kế mặt đường bê tông đầm lăn tương tự như đối với mặt đường bê tông xi măng truyền thống, dành cho trường hợp đường có từ hai làn xe trở xuống, quy mô giao thông cấp trung bình hoặc nhẹ (theo phạm vi áp dụng của loại mặt đường BTDL này).

**B.1** Để phục vụ việc tính toán, thiết kế mặt đường BTDL cần điều tra, dự báo lưu lượng xe tải và xe khách loại nặng ngày đêm trung bình năm theo cả 2 chiều trong năm đầu tiên đưa đường vào khai thác (ký hiệu là ADTT). Xe tải và xe khách loại nặng là các xe có 2 trục, 6 bánh trở lên. Các xe khách và xe chở hàng loại có 2 trục, 4 bánh đều không cần tính đến, tức là trong ADTT thiết kế sẽ loại bỏ số xe loại này ra. (Chú ý: ADTT có đơn vị là xe nặng/ngày đêm cho cả 2 chiều).

**B.2** Hệ số phân phối xe cho mỗi chiều xe chạy được xác định dựa vào tình hình cụ thể của mỗi tuyến đường nếu không có gì đặc biệt thì hệ số phân phối này có thể lấy bằng 0,5-0,6 đối với đường có 2 làn xe, bằng 1,0 đối với đường có 1 làn xe.

**B.3** Hệ số phân phối số lượng xe 2 trục, 6 bánh trở lên cho làn xe thiết kế được lấy bằng 1,0.

Trị số ADTT 2 chiều nhân với các hệ số đề cập ở B.2 và B.3 sẽ là trị số ADTT thiết kế cho 1 làn xe ở năm đầu tiên đưa đường vào khai thác. Trị số này cũng chỉ gồm các xe 2 trục, 6 bánh trở lên (2 bánh trục trước và 4 bánh trục sau trở lên).

**B.4** Phải dự báo được tỷ lệ tăng trưởng trung bình năm trong thời hạn phục vụ thiết kế của mặt đường BTDL của các loại xe nặng nói trên (các loại xe 2 trục, 6 bánh).

**B.5** Phải thiết lập các trạm điều tra trọng tải trục xe hoặc lợi dụng các số liệu ở các trạm cân xe có sẵn để thu thập số liệu về tỷ lệ các thành phần tải trọng trục xe nặng và xác định được tải trọng trục nặng nhất có thể thông qua trên đường.

Tải trọng trục xe nặng và nặng nhất đều được xác định là tải trọng trục đơn  $P_A(\text{kN})$ . Tải trọng trục đơn nặng nhất  $P_m$  có thể bằng 150kN, 180kN, 240kN (thường không quá 240kN).

Để xác định tỷ lệ thành phần trục xe nên cân từng trục xe của 3000 xe nặng (loại xe từ 2 trục, 6 bánh trở lên) từ đó tính ra tỷ lệ mỗi thành phần trục xe. Từ kết quả cân xe này lập được phổ tải trọng trục của các xe nặng.

**B.6** Quy đổi các trục đơn nặng loại  $i$  có trọng lượng trục  $P_i$  về tải trọng trục đơn tiêu chuẩn dùng để tính ứng suất gây mới  $P_s = 100\text{kN}$  được thực hiện theo biểu thức B.1.

Sơ đồ quy đổi để xác định hệ số nền tương đương

Lớp móng CPBD GCXM, $h_1=0,12m, k_1=320 \text{ MN/m}^3$
Nền đất, $k_3=40 \text{ MN/m}^3$

⇔

Nền đất tương đương Hệ số nền $k_e$
--

- Áp lực tối đa tác dụng lên mặt lớp móng (xác định theo công thức A-5)

$$P_k = 0,12 \frac{P \cdot k_p}{l_1^2} = 0,12 \frac{120,5}{1^2} = 72 (kPa)$$

- Đường kính quy ước truyền tải trọng lên mặt móng (xác định theo công thức A-4)

$$D_r = 1,13 \sqrt{\frac{P}{P_k}} = 1,13 \sqrt{\frac{120}{72}} = 1,46 (m)$$

Hệ hai lớp,  $h_2, t_2, \alpha_2$  trong công thức A-2 lấy bằng 0.

- Xác định  $\alpha_3$  theo công thức A-3

$$\alpha_3 = \frac{0,5[l_1 \cdot 6 \cdot D_r - (h_1 + h_2)]^2}{h_1(1,6 \cdot D_r - 0,5 \cdot h_1)} = \frac{0,5 \cdot (1,6 \cdot 1,46 - 0,12)^2}{0,12 \cdot (1,6 \cdot 1,46 - 0,5 \cdot 0,12)} = 8,99$$

- Xác định hệ số nền tương đương (tính theo công thức A1)

$$k_e = \frac{k_1 + k_2 \cdot \alpha_2 + k_3 \cdot \alpha_3}{1 + \alpha_2 + \alpha_3} = \frac{320 + 0 + 40 \cdot 8,99}{1 + 0 + 8,99} = 68,1 (MN/m^3)$$

- Xác định vết bánh xe R theo công thức 5-5:

$$R = \sqrt{\frac{P_{\max}}{3,14 \cdot 0,6 \cdot 10^3}} = \sqrt{\frac{120}{3,14 \cdot 0,6 \cdot 10^3}} = 0,25 (m)$$

- Xác định đặc trưng đàn hồi quy đổi theo công thức 5-4:

$$l = \left[ \frac{Eh^3}{12(1 - \mu^2) \cdot k} \cdot 10^3 \right]^{0,25} = \left[ \frac{27 \cdot 0,2^3}{12(1 - 0,15^2) \cdot 68,1} \cdot 10^3 \right]^{0,25} = 0,72 (m)$$

Với  $R=0,25m, h=0,2m$ , có  $R < 1,724h$ . Do vậy, xác định  $b$  theo chỉ dẫn tại mục 5.3.6:

$$b = \sqrt{1,6 R^2 + h^2} - 0,675h = 0,24 (m)$$

- Xác định ứng suất kéo uốn do tải trọng bánh lớn nhất gây ra tại đáy tấm BTDL theo công thức 5.3:

$$\sigma_{p\max} = \frac{0,316P_{\max} \cdot 10^{-3}}{h^2} \left[ 4 \log \left( \frac{l}{b} \right) + 1,069 \right] = \frac{0,316 \cdot 120 \cdot 10^{-3}}{0,2^2} \left[ 4 \log \left( \frac{0,72}{0,24} \right) + 1,069 \right] = 2,8 (MPa)$$

$$\gamma_r \cdot \sigma_{p\max} = 2,8 * 1,07 = 3,0 (MPa)$$

Với  $f_r = 4,5$  MPa, điều kiện  $\gamma_r \cdot \sigma_{p\max} \leq f_r$  thỏa mãn.

### 3. Xác định ứng suất kéo uốn do môi

Trường hợp này được tính toán với tải trọng bánh tiêu chuẩn  $P_{fc} = 50$  kN.

- Tương tự như trình tự tính toán ở trên khi xác định  $\sigma_{p\max}$  ở trên, áp dụng công thức 5-7, ta xác định được giá trị  $\sigma_{ps} = 1,48$  MPa.

- Với kết cấu lè và kết cấu tầng mặt giống nhau, lấy  $k_r = 0,87$

-  $k_c = 1$

- Với  $N_e = 1 \cdot 10^6$ ,  $k_f = N_e^{0,065} = 2,45$ .

- Xác định ứng suất kéo uốn gây môi theo công thức 5-6:

$$\sigma_{pr} = k_r \cdot k_f \cdot k_c \cdot \sigma_{ps} = 0,87 \cdot 2,45 \cdot 1 \cdot 1,48 = 3,16 (MPa)$$

Với hệ số độ tin cậy thiết kế  $\gamma_r = 1,07$ ,  $f_r = 4,5$  MPa,  $\gamma_r \cdot \sigma_{pr} = 3,4$  MPa

Điều kiện  $\gamma_r \cdot \sigma_{pr} \leq f_r$  thỏa mãn.

Kết luận: Kết cấu lựa chọn thỏa mãn các điều kiện chịu lực.

