

TIÊU CHUẨN NGÀNH

CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM	QUY TRÌNH THIẾT KẾ ÁO ĐƯỜNG MỀM	22TCN 211-93
BỘ GIAO THÔNG VẬN TẢI		Có hiệu lực từ 30/6/1993

(Ban hành theo Quyết định số 1293/KHKT ngày 29/6/1993)

CHƯƠNG I

QUY ĐỊNH CHUNG

1.1 Phạm vi áp dụng của quy trình - Quy trình này bao gồm các quy định về cấu tạo và tính toán cường độ áo đường mềm trong trường hợp đường cũ nâng cấp, cải tạo, cho các loại đường ô tô cấp kỹ thuật khác nhau, các đường công nghiệp, đường đô thị và cả đường xe đạp (khi làm xe đạp được tách riêng với đường ô tô).

- Quy trình cũng được dùng để làm cơ sở tính toán đánh giá khả năng làm việc của áo đường mềm trên các tuyến đường hiện có nhằm phục vụ cho việc tổ chức khai thác, sửa chữa chúng (không chế điều chỉnh lượng xe và loại xe cho phép đi lại trên những tuyến đó sao cho phù hợp với cường độ của áo đường...).

1.2. Quy trình này thay thế cho quy trình thiết kế mặt đường mềm 22 TCN 292-90.

1.3. Một số thuật ngữ nói trong quy trình này được khái niệm như sau:

1.3.1. Áo đường mềm là loại áo đường có khả năng chống biến dạng không lớn, có độ cứng nhỏ (nên cường độ chịu uốn thấp). Trừ mặt đường bằng bê tông ximăng thuộc loại áo đường cứng, tất cả các áo đường làm bằng vật liệu hỗn hợp đá-nhựa (bê tông nhựa...) bằng sỏi đá, đất hoặc đá, đất gia cố chất liên kết vô cơ (xi măng, vôi...) hay chất liên kết hữu cơ (bi-tum, gu-đơ -rông...) đều được xem là thuộc loại áo đường mềm.

Kết cấu áo đường mềm được hiểu là bao gồm các lớp móng và các lớp mặt làm phần áo đường bằng các vật liệu nói trên và gồm cả lớp đất trên cùng của nền đường chịu lực thẳng đứng do xe truyền xuống, hơn nữa, khi chịu lực, biến dạng của lớp đất này còn chiếm tỷ lệ đáng kể trong biến dạng toàn bộ (độ võng chung) của cả kết cấu áo đường. Do vậy, khi thiết kế áo đường mềm cần đặc biệt chú ý có các biện pháp tăng cường độ (khả năng chống biến dạng) và tăng sự ổn định cường độ của lớp đất dưới đáy áo đường.

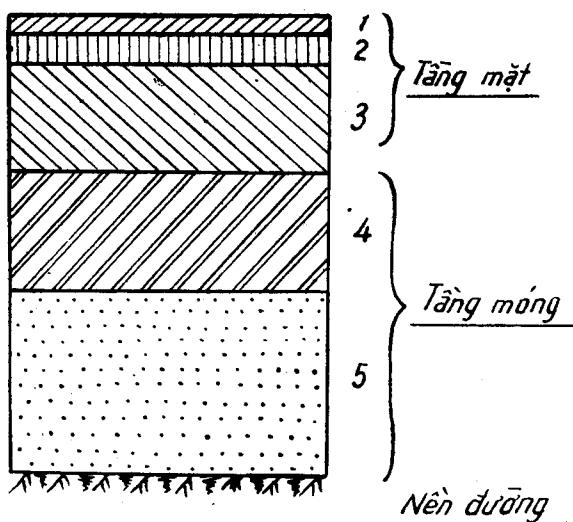
1.3.2. Cấu tạo áo đường mềm hoàn chỉnh gồm có tầng mặt và tầng móng, mỗi tầng lại có thể gồm nhiều lớp.

Tầng mặt ở trên, chịu tác dụng trực tiếp của xe (lực thẳng đứng và lực ngang) và tác dụng của các nhân tố thiên nhiên (mưa, nắng, nhiệt độ...). Tầng mặt phải đủ bền trong suốt thời kỳ sử dụng, phải bằng phẳng, có độ nhám, chống nước thấm, chống được biến dạng

dẻo ở nhiệt độ cao, chống được nứt, phải có khả năng chịu bào mòn tốt và không bụi, chống được bong bật.

Để đạt được yêu cầu trên tầng mặt thường cấu tạo gồm lớp chịu lực chủ yếu (chịu nén, uốn và cắt) và lớp mặt (**chống thấm**, chống bong bật, chống bào mòn, tạo nhám để chống trượt, tạo bằng phẳng); đôi khi còn có lớp bảo vệ (rải trên lớp mặt hoặc thay thế lớp mặt); lớp mặt và lớp bảo vệ (nếu có). Là các lớp được định kỳ khôi phục lại trong quá trình khai thác đường.

Tầng móng ở dưới, có tác dụng phân bổ ứng suất do tải trọng xe xuống nền đường. Vật liệu tầng móng có thể dùng loại rời rạc nhưng phải bảo đảm có độ cứng nhất định và có thể có cường độ giảm dần theo chiều sâu do vậy tầng móng có thể bố trí vài lớp vật liệu khác nhau với loại có cường độ thấp hơn ở dưới và có thể tận dụng vật liệu tại chỗ.



Hình 1.1. Áo đường tầng mặt

- 1/ Lớp bảo vệ (đối với AD bê tông nhựa và AD có xử lý nhựa thì không có lớp này).
- 2/ Lớp hao mòn (đối với AD BTN thì đó là BTN mịn có bột khoáng).
- 3/ Lớp chịu lực chủ yếu.
- 4/ Lớp móng trên.
- 5/ Lớp móng dưới.

Đối với đường cấp 5 trở xuống, áo đường có thể chỉ gồm tầng mặt (tầng mặt kiêm chức năng của tầng móng) và tầng mặt này có thể chỉ có lớp bảo vệ rời rạc mà không có lớp hao mòn.

1.4 Yêu cầu cơ bản đối với chất lượng khai thác của áo đường chính là các yêu cầu đối với tầng mặt nói ở 1.3.2. Tuy nhiên, tùy theo quy mô giao thông và tốc độ xe chạy cần thiết, tùy theo ý nghĩa và cấp hạng kỹ thuật của đường, việc thiết kế áo đường sẽ nhằm thỏa mãn các yêu cầu đó ở những mức độ khác nhau để đảm bảo các mục tiêu an toàn, êm thuận, kinh tế trong xây dựng và khai thác đường trong đó tính kinh tế được xác định nhờ kết quả so sánh các phương án thiết kế áo đường thông qua sự đánh giá hiệu quả kinh tế theo

tổng số vốn đầu tư xây dựng, các chi phí cho phương tiện giao thông đối với khối lượng vận chuyển cho trước trong thời gian so sánh phương án như hướng dẫn ở chương V.

Về cường độ, mức độ yêu cầu khác nhau nói trên được thể hiện trong tính toán thiết kế thông qua mức độ dự trữ cường độ khác nhau đối với cá kết cấu áo đường (mức độ dự trữ cường độ càng cao thì càng bảo đảm kết cấu áo đường mềm làm việc ở giai đoạn đàn hồi và chất lượng sử dụng trong khai thác vận doanh cũng càng cao).

1.5 Để thiết kế áo đường mềm cần phải tổ chức điều tra khảo sát thu thập các số liệu sau:

1) *Quy mô giao thông sẽ chạy trên đường* ở năm được chọn là năm tính toán trong tương lai, tức là lưu lượng và thành phần cũng như tốc độ xe chạy tính toán ở cuối thời kỳ khai thác. Thời kỳ này được quy định từ 5-15 năm tùy theo cấp kỹ thuật của áo đường và tùy theo yêu cầu riêng của luận chứng kinh tế xác định.

Trong trường hợp có dự kiến đầu tư phần kỳ thì cần phải nghiên cứu dự báo quy luật và tỷ lệ tăng trưởng lưu lượng xe hàng năm.

2) *Điều tra, thí nghiệm, quan trắc* để xác định các thông số tính toán đối với nền đất (trường hợp áo đường làm mới) và đối với kết cấu nền mặt đường cũ (trường hợp thiết kế nâng cấp cải tạo). Nội dung và yêu cầu điều tra thí nghiệm được quy định và hướng dẫn ở phụ lục II.

3) *Điều tra vật liệu xây dựng dọc tuyến đường*, bao gồm cả việc thí nghiệm xác định các chỉ tiêu chất lượng vật liệu (phụ lục III).

4) *Điều tra khí hậu, địa chất thủy văn* (nhất là điều kiện gây ẩm nền mặt đường). Đoạn đường bị ngập hoặc qua vùng đất yếu thì phải điều tra khảo sát kỹ và phải có thiết kế đặc biệt như QT. Khảo sát đường ô tô. (22TCN - 27 - 84) yêu cầu.

5) *Điều tra điều kiện và phương tiện thi công.*

6) *Điều tra thu thập các số liệu luận chứng hiệu quả kinh tế và so sánh phương án kết cấu áo đường trong giai đoạn luận chứng KTKT thiết kế áo đường* (nội dung thu thập số liệu như ở chương V).

1.6 Thiết kế áo đường gồm các trình tự sau:

I- Thiết kế cấu tạo kết cấu áo đường.

2- Kiểm toán cường độ chung và cường độ trong mỗi tầng lớp của áo đường, tính toán xác định bề dày áo đường.

Thiết kế cấu tạo là nhằm chọn và bố trí hợp lý các lớp vật liệu phù hợp với chức năng và yêu cầu của các tầng lớp áo đường nói ở 1.3 và 1.4, chọn các biện pháp tăng cường cường độ và sự ổn định cường độ của móng nền đất. Thiết kế cấu tạo kết cấu áo đường mềm có ý nghĩa hết sức quan trọng vì thực tế có nhiều yêu cầu đối với chất lượng vận doanh khai thác của áo đường không thể giải quyết được bằng biện pháp tính toán; đặc biệt để hạn chế tác dụng phá hoại bề mặt của xe và của các nhân tố thiên nhiên thì chỉ có thể giải quyết bằng các biện pháp cấu tạo. Do vậy khi thiết kế cấu tạo cũng cần đặc biệt tôn trọng các nguyên lý chung về sử dụng vật liệu (về kích cỡ, tỷ lệ, hình dạng, độ cứng ... của các hạt khoáng cũng

núi chất của chất liên kết) đồng thời cũng phải xét đến kinh nghiệm cấu tạo áo đường ở các vùng khác nhau trong nước. Chỉ cho phép sử dụng các kết cấu mới, các vật liệu mới sau khi kết cấu thí điểm được xây dựng và đánh giá tốt.

Thiết kế áo đường cũng gồm hai giai đoạn: Luận chứng KTKT và lập bản vẽ thi công. Trong mỗi giai đoạn đều phải phân chia tuyến đường thành các đoạn có các điều kiện nói ở 1.5, khác nhau để thiết kế cho phù hợp. Trong giai đoạn thiết kế cải tạo nâng cấp đường cũ thì việc phân chia đoạn tuyến thành từng đoạn đồng nhất để thiết kế áo đường càng phải tiến hành tỷ mỉ và chi tiết trên cơ sở điều tra thử nghiệm hiện trường từng mảnh km đường, thậm chí có thể phải thiết kế cá biệt cho các đoạn ngắn 50 - 100m (các đoạn nền đào, đắp xen kẽ, các đoạn có điều kiện gây ẩm và cường độ nền móng khác nhau...) Hồ sơ thiết kế áo đường của mỗi giai đoạn phải theo đúng các quy định của quy trình khảo sát thiết kế đường ô tô.

CHƯƠNG II

CẤU TẠO KẾT CẤU ÁO ĐƯỜNG MỀM

2.1. Nhiệm vụ thiết kế cấu tạo kết cấu áo đường là bố trí số tầng, lớp trong kết cấu áo đường, lựa chọn vật liệu thích hợp với chức năng, đặc điểm chịu lực và trạng thái ẩm-nhiệt của mỗi tầng, lớp xác định yêu cầu cụ thể đối với mỗi thành phần vật liệu theo đúng nguyên lý sử dụng vật liệu để lựa chọn cho mỗi tầng lớp (đá chèn đá, cấp phoi hoặc lát xếp...) sao cho chúng có thể phối hợp tốt, tạo nên và hình thành được một cấu trúc có cường độ cao; xác định các biện pháp cụ thể nhằm tăng cường độ và sự ổn định cường độ của phần nền đất trên cùng (thay đất, độ đầm nén yêu cầu), xác định rõ công nghệ thi công, yêu cầu và cách kiểm tra chất lượng đối với mỗi trình tự thi công trong những điều kiện cụ thể về máy móc và phương tiện thi công. Chú ý rằng chất lượng thi công và duy tu bảo dưỡng có ảnh hưởng rất lớn đến chất lượng áo đường, do vậy việc thiết kế cấu tạo kết cấu áo đường nhất thiết phải kèm theo bản vẽ thiết kế công nghệ thi công tương ứng và nêu cả các yêu cầu về duy tu bảo dưỡng theo các quy trình hiện hành của ngành.

2.2 Nguyên tắc cấu tạo kết cấu áo đường mềm

2.2.1) Phải tuân theo nguyên tắc thiết kế tổng thể nền mặt đường, tức là phải sử dụng các biện pháp tổng hợp để nâng cao cường độ của nền đất, tạo điều kiện thuận lợi cho nền đất cùng tham gia chịu lực với áo đường đến mức tối đa, đồng thời phải sử dụng các biện pháp tổng hợp khác nhau để hạn chế tác dụng của ẩm và nhiệt đến cường độ và độ bền của mỗi tầng, lớp trong kết cấu áo đường.

Theo nguyên tắc này, tốt nhất là thiết kế một kết cấu áo đường kín và ổn định nhiệt: có tầng mặt không thấm nước, thoát nước mặt nhanh và ổn định nhiệt. Nếu không có điều kiện làm tầng mặt bằng vật liệu không thấm nước thì phải đặc biệt chú ý thiết kế thoát nước mặt đường; có lớp trên cùng của nền đất được đầm nén với độ chặt cao và lớp dưới cùng của nền đất được đầm nén với độ chặt cao và lớp dưới cùng của tầng móng bằng vật kín (như đất gia cố...) để hạn chế ẩm mao dẫn và ẩm dạng hơi, đồng thời có lề đủ rộng và đủ chặt để hạn chế ẩm di chuyển ngang từ rãnh biên hoặc từ nước ngập đọng hai bên nền đường vào khu vực tác dụng của nền đường.

2.2.2) Để hạn chế tác hại của lực ngoài đến lớp chịu lực chủ yếu của tầng mặt, cần cấu tạo lớp mặt và ở một số trường hợp còn có lớp bảo vệ trên lớp mặt. Tầng mặt của đường cấp thấp có thể không bố trí lớp mặt nhưng nên có lớp bảo vệ.

2.2.3) Phải chú ý sử dụng tối đa các vật liệu tại chỗ, các phế thải công nghiệp tại chỗ (sử dụng trực tiếp hoặc có biện pháp gia cố chúng bằng chất kết dính vô cơ hoặc hữu cơ). Đồng thời phải chú ý vận dụng các kinh nghiệm về xây dựng và khai thác áo đường trong điều kiện cụ thể của địa phương.

2.2.4) Phải phù hợp với khả năng thi công thực tế, tăng nhanh tốc độ dây chuyền thi công, cơ giới hóa và công nghiệp hóa quá trình xây dựng áo đường, giảm giá thành xây dựng.

2.2.5) Áp dụng nguyên tắc phân kỳ đầu tư trong thiết kế cấu tạo áo đường, dự tính biện pháp tăng cường bờ dày, thay đổi kết cấu để nâng cấp áo đường cho phù hợp với yêu cầu xe chạy tăng dần theo thời gian.

2.3. Cấu tạo tầng mặt áo đường.

2.3.1) Tùy theo cấp hạng kỹ thuật mặt đường và phạm vi sử dụng các loại tầng mặt cấu tạo bao gồm:

- Bê tông nhựa chặt dưới hình thức nhựa bitum đun nóng, nhũ tương bi-tum, hoặc nhựa bi-tum lỏng.

- Đá dăm nước không hoặc có xử lý nhựa (thẩm nhập nhựa, láng nhựa...) hoặc xử lý bằng chất kết dính vô cơ trên láng nhựa.

- Đá dăm cấp phối hoặc cấp phối thiên nhiên không hay có xử lý chất kết dính vô cơ, trên có láng nhựa. Nếu không láng nhựa thì phải có lớp bảo vệ.

- Cát, đất cải thiện thành phần hạt hoặc gia cố các chất kết dính vô cơ, trên có lớp bảo vệ.

- Các phế liệu công nghiệp, đá kém phẩm chất được xử lý gia cố bằng chất kết dính hoặc bằng chất hóa học khác, trên có lớp bảo vệ.

- Lát đá, lát gạch nung hoặc lát gạch bê tông.

Ghi chú: Các chất kết dính vô cơ ở đây bao gồm : xi măng, vôi, vôi tro bay nhiệt điện, vôi pu-dô-lan, vôi xi lò cao... kể cả có hay không có chất phụ gia hóa học.

Các chất kết dính hữu cơ bao gồm: nhựa gốc dầu (bi-tum), nhựa gốc than (gu-đơ-rông), nhựa lấy từ trong đá có chứa nhựa (at-phan) hoặc các loại nhựa tổng hợp khác... Kể cả có hay không có chất phụ gia hóa học để cải thiện chất lượng nhựa theo yêu cầu sử dụng.

Loại tầng mặt	Vật liệu và cấu tạo tầng mặt	Phạm vi nên sử dụng
Cấp cao A ₁	- Bê tông nhựa chặt	- Trên các tuyến đường cấp I - III, đường cao tốc, đường trục chính toàn thành và trục chính khu vực ở các đô thị, đường trong xí nghiệp lớn.

Loại tầng mặt	Vật liệu và cấu tạo tầng mặt	Phạm vi nền sử dụng
Cấp cao A ₂	<ul style="list-style-type: none"> - Bê tông nhựa rải nguội và ấm, trên có láng nhựa - Thảm nhập nhựa - Đá dăm nước láng nhựa 	<ul style="list-style-type: none"> - Trên các tuyến đường cấp III - IV và các đường trực chính đô thị - Chỉ dùng cho đường cấp IV - V và các đường phố đô thị
Cấp thấp B ₁ Cấp thấp B ₂	<ul style="list-style-type: none"> - Đá gia cố chất KD vô cơ láng nhựa. - Đá dăm nước có lớp bảo vệ rời rạc <p>Cấp phối</p> <ul style="list-style-type: none"> - Đất cải thiện hạt đất đá tại chỗ, phế liệu công nghiệp gia cố CKDVC hoặc CKDHC trên có lớp hao mòn và bảo vệ 	<ul style="list-style-type: none"> - Trên các tuyến đường cấp IV - VI, các đường phố ở đô thị nhỏ. - Trên các tuyến đường cấp VI và cấp thấp hơn.

2.3.2)- Yêu cầu đối với lớp bê tông nhựa làm tầng mặt:

Bê tông nhựa làm lớp trên của tầng mặt phải có tính ổn định nước và ổn định nhiệt cao theo đúng các yêu cầu trong quy trình chế tạo và thi công lớp bê tông nhựa hiện hành.

2.3.3)- Trong trường hợp cấu tạo kết cấu áo đường có lớp dưới của tầng mặt hoặc có tầng móng bằng vật liệu đất, đá gia cố chất kết dính vô cơ thì bề dày tổng cộng của lớp bê tông nhựa nằm trên lớp đất, đá gia cố này nên có chiều dày 6-8 cm.

Riêng đối với lớp tráng nhựa vẫn cho phép đặt trực tiếp trên các lớp đất, đá gia cố chất kết dính vô cơ do đó cho phép nút lan lên bề mặt áo đường.

2.3.4)- Lớp hao mòn thường có bề dày từ 1,0 - 3,0 cm và không được kể đến trong tính toán cường độ (bề dày) áo đường. Trên các đoạn tuyến đường có độ dốc từ 6% trở lên thì nên dùng lớp tráng nhựa làm lớp hao mòn vì trong trường hợp này lớp hao mòn cấp phối hạt và lớp bảo vệ rất dễ bị phá hỏng.

2.4- Cấu tạo tầng móng:

2.4.1)- Tùy theo loại tầng mặt có thể chọn các lớp tầng móng như bảng 2-2.

Nên bố trí các lớp vật liệu có độ cứng giảm dần từ trên xuống dưới phù hợp với sự phân bố ứng suất theo chiều sâu nhằm sử dụng hợp lý khả năng làm việc của vật liệu mỗi lớp và cải thiện trạng thái ứng suất tiếp giáp giữa các lớp. **Tỷ số mỏ duy nhất giữa lớp trên và lớp dưới kẽ nở bằng vật liệu kém dính không nên vượt quá 5-6 lần.**

2.4.2)- Tất nhất là không nên dùng cát làm lớp dưới của tầng móng vì hiệu quả chịu lực của lớp này thấp khó thi công và khó bảo đảm thoát nước hết ra ngoài dù đã có hệ rãnh xương cá. Do vậy, chỉ trong điều kiện tại chỗ khan hiếm vật liệu thì bắt buộc mới nên sử dụng móng cát.

Khi dùng cát là lớp dưới của tầng móng cho kết cấu áo đường thì nhất thiết phải bố trí hệ rãnh xương cá để thoát nước từ móng cát ra khỏi phạm vi nền đường.

Bảng 2-2

Loại tầng móng	Phạm vi sử dụng		Điều kiện sử dụng
	Vị trí ở tầng móng	Loại tầng mặt	
1) Đá dăm nước có hay không gia cố chất KD - Đá dăm cấp phối hay không gia cố chất KD	Lớp móng trên	Cấp cao A ₁ , A ₂	- Rải 1 lớp hoặc nhiều lớp đặt trên cấp phối; cấp phối đá dăm, sỏi cuội; đá ba, đất, hoặc đá dăm gia cố.
2)- Đá dăm, sỏi có hay không gia cố chất KD	Lớp móng trên	Cấp cao A ₁ , A ₂	Rải một lớp đá dăm cấp phối đá dăm, sỏi, hoặc đá ba
3)- Đất, cát gia cố chất kết dính vô cơ hoặc hữu cơ	Lớp móng trên hoặc lớp móng dưới	Cấp cao A ₂	- Rải trực tiếp trên nền đất.
4)- Cấp phối thiên nhiên cấp phối sỏi cuội, cấp phối đá dăm đá dăm, trên đất, cấp phối laterit không gia cố	Lớp móng dưới	Cấp cao A ₂ Cấp thấp B ₁	- Rải trên nền đất
5) Phế liệu công nghiệp (xỉ than) gạch vỡ, đất cải thiện	Lớp móng dưới	Cấp thấp B ₁ , B ₂	- Rải trên nền đất

2.5- **Bè dày tối thiểu của các lớp vật liệu** - Để đảm bảo điều kiện làm việc tốt và thi công thuận lợi, bè dày tối thiểu của lớp cấu tạo không được <1,5 lần kích cỡ hạt cốt liệu lớn nhất và không được nhỏ hơn các trị số ở bảng 2-3.

BÈ DÀY TỐI THỊỂU CÁC LỚP CỦA ÁO ĐƯỜNG

Bảng 2-3

TT	Lớp vật liệu	Bè dày tối thiểu (cm)
1	Lớp hao mòn bằng vữa nhựa	1,0
2	Bê tông nhựa nóng hạt nhỏ và cát hạt lớn	3,0 ÷ 5,0
3	Bê tông nhựa nguội hạt mịn	3,0
4	Đá dăm, đá sỏi trộn nhựa	8,0
5	Đá dăm thâm nhập nhựa : Thâm nhập sâu	8,0
	Thâm nhập nhẹ và bán thâm nhập	5,0

TT	Lớp vật liệu	Bề dày tối thiểu (cm)
6	Đá dăm, sỏi cuội gia cố CKDVC - Theo phương pháp kẹt vữa - Theo phương pháp tưới vữa - Theo phương pháp trộn	15 8 $10 \div 15$
7	Đá dăm, cấp phối đá dăm, cấp phối sỏi cuội - Rải trên móng cát - Rải trên nền đất chặt	$13 \div 15$ $8 \div 19$
8	Đất hoặc cát gia cố CKDVC	$10 \div 15$

2.6- Các biện pháp tăng cường độ và sự ổn định cường độ của phần trên nền đất dưới đáy áo đường.

2.6.1)- Lớp đất trên cùng của nền đường dày 30cm phải được thiết kế có tiêu chuẩn độ chắt tương ứng với hệ số đầm nén $K=0,98 - 1,0$ (cả đối với nền đào và nền đắp).

2.6.2)- Phải thiết kế cao độ nền đắp trên mức nước ngầm và mức nước ngập theo đúng quy định ở quy phạm thiết kế đường ô tô nhằm đảm bảo khu vực tác dụng của nền đường không bị ảnh hưởng mao dẫn của nước. Trong trường hợp không bảo đảm được yêu cầu này (như trường hợp đối với đường đô thị do bị khống chế cao độ quy hoạch nên không có phép nâng cao nền đường), hoặc trong trường hợp đất dùng để đắp là loại kém ổn định nước thì cần phải thiết kế thay đất trong phạm vi khu vực tác dụng bằng cát hoặc sử dụng các biện pháp gia cố hay hạn chế mao dẫn đặc biệt khác (lớp cách nước hoặc hào ngăn nước thấm ngang).

Trong trường hợp nền đắp qua vùng nước động thường xuyên thì có thể dùng biện pháp đắp lề rộng từ 2,0 - 2,4m bằng đất á sét hoặc sét đầm nén đạt độ chắt $K=0,95$ để hạn chế ảnh hưởng của nước động đối với khu vực tác động của nền đường.

2.6.3)- Để hạn chế nước mưa thấm qua áo đường vào nền đất, độ dốc ngang của bờ mặt áo đường phải được thiết kế như ở bảng 2-4.

ĐỘ DỐC NGANG CỦA MẶT ĐƯỜNG

Bảng 2-4

Loại tăng mặt của áo đường	Độ dốc ngang (%)
- Bê tông nhựa	1,5 -2,0
- Các loại mặt đường có xử lý nhựa	2,0 -3,0
- Mặt đường bằng vật liệu hạt không xử lý nhựa (kể cả mặt đường lát)	3,0 - 4,0

Ở vùng mưa nhiều và ở đoạn tuyến có độ dốc dọc nhỏ thì áp dụng trị số độ dốc ngang mặt đường lớn.

Độ dốc ngang của lề đường phải được thiết kế từ 4 - 5%.

2.7- Gia cố lề đường: Phải thiết kế biện pháp gia cố lề đường để tránh cho áo đường khỏi bị phá hoại theo kiểu cúc gầm.

Đối với áo đường cấp thấp B_1, B_2 tất cả các lớp mặt đường có chiều dày từ 8cm trở lên nối ở bảng 2-3 phải bố trí đá via kích cỡ 18-20cm có chân cắm vào các tầng móng để gia cố mép lề, trên toàn bộ bờ rộng lề phải đầm nén đạt độ chặt tối thiểu $K = 0,95$.

Đối với lớp mặt đường bê tông nhựa các loại phải thiết kế gia cố lề một dải có bờ rộng từ 0,5-1,0m bằng 1 lớp vật liệu cấp phối, đá dăm trộn đất hay đá gia cố dày 10cm hoặc lát đá : lát tấm bê tông nhỏ trên cát đậm.

Đối với lề đường của đường cao tốc, phải thiết kế gia cố lề như trên trong phạm vi toàn bộ bờ rộng lề.

Các trường hợp khác thì tùy tình hình cụ thể yêu cầu mà chọn biện pháp gia cố lề.

2.8- Cấu tạo áo đường ở làn dành riêng cho xe đạp và xe thô sơ : Vì các đường dành riêng loại này thường chỉ bố trí trên các tuyến đường đô thị hoặc các tuyến đường quốc lộ cao cấp. Do vậy kết cấu áo đường dành riêng phải được thiết kế với mặt có xử lý nhựa. Nói chung không cần bố trí tầng móng (tầng mặt kiêm luôn nhiệm vụ của tầng móng và đặt trực tiếp trên nền đất).

CHƯƠNG III

TÍNH TOÁN CƯỜNG ĐỘ VÀ BỀ DÀY ÁO ĐƯỜNG

3.1. Nhiệm vụ, nội dung và nguyên tắc tính toán:

Sau khi thiết kế cấu tạo áo đường, nhiệm vụ của việc tính toán là kiểm tra xem xét cấu tạo áo đường đã đề xuất có đủ cường độ không, đồng thời tính toán xác định lại bề dày cần thiết của mỗi lớp cấu tạo (nếu cần thì điều chỉnh lại bề dày của mỗi lớp theo kết quả tính toán).

Kết cấu áo đường mềm được xem là đủ cường độ nếu như trong suốt thời kỳ khai thác (quy định ở Điều 1-5), dưới tác dụng của ô tô nặng nhất và của toàn bộ dòng xe, trong bất kỳ lớp nào (kể cả nền đất) cũng không phát sinh biến dạng dẻo, tính liên tục của các lớp liền kề không bị phá hoại và độ lún của kết cấu áo đường không vượt quá trị số cho phép.

Do vậy, việc tính toán kết cấu áo đường mềm chính là tính toán kiểm tra 3 tiêu chuẩn cường độ dưới đây:

- Tính toán ứng suất cắt ở trong nền đất và các lớp vật liệu yếu xem nó có vượt quá trị số giới hạn cho phép không.
- Tính toán ứng suất uốn phát sinh ở đáy các lớp vật liệu liền kề nhằm khống chế không cho phép nứt ở các lớp đó.
- Tính toán độ lún đàn hồi thông qua khả năng chống biến dạng (biểu thị bằng trị số mô đun đàn hồi) của cả kết cấu áo đường và khống chế để trị số mô đun đàn hồi của cả kết cấu phải lớn hơn trị số mô đun đàn hồi yêu cầu. Nếu điều kiện này được đảm bảo thì sẽ hạn chế được sự phát triển của hiện tượng mài trong vật liệu các lớp kết cấu dưới tác dụng trùng phục của dòng xe, do đó mới bảo đảm duy trì được chất lượng của kết cấu cuối thời kỳ khai thác.

Cơ sở của phương pháp tính toán theo 3 tiêu chuẩn nói trên là lời giải của bài toán hệ đàn hồi nhiều lớp dưới tác dụng của tải trọng bánh xe (được mô hình hóa là tải trọng phân bố đều trên diện tròn tương đương với diện tích tiếp xúc của bánh xe trên mặt đường) kết hợp với kinh nghiệm sử dụng và khai thác áo đường tích lũy được trong nhiều năm (thể hiện trong các tiêu chuẩn giới hạn cho phép).

3.2. Về thứ tự tính toán theo 3 điều kiện giới hạn

Đối với kết cấu áo đường cấp cao A₁ và A₂ đều phải tính toán kiểm tra theo 3 tiêu chuẩn cường độ nói ở 3.2.

Về thứ tự tính toán, nên bắt đầu tính theo tiêu chuẩn độ lún đàn hồi (nhất là khi lưu lượng xe chạy lớn và khi độ ẩm của nền đất nhỏ hơn 0,7 giới hạn nhão), sau đó kiểm toán theo điều kiện cân bằng trượt và khả năng chịu kéo khi uốn.

Đối với áo đường cấp B₁, B₂, không yêu cầu kiểm tra theo tiêu chuẩn chịu kéo uốn và điều kiện trượt.

Khi thiết kế áo đường chịu tải trọng rất nặng (tải trọng trực trên 12 tấn ở đường công nghiệp hoặc đường chuyên dụng) thì không cần tính theo độ võng đàn hồi mà chỉ cần tính theo điều kiện cân bằng trượt và điều kiện chịu kéo uốn.

3.3. Các thông số tính toán cường độ và bề dày áo đường mềm: Cần phải xác định được các thông số tính toán dưới đây tương ứng với thời kỳ bất lợi nhất về chế độ thủy nhiệt (tức là thời kỳ nền đất và cường độ vật liệu của các lớp áo đường yếu nhất):

- Tải trọng và lưu lượng xe chạy trong thời kỳ bất lợi (cách xác định xem ở Điều 3.4 và 3.5).
- Trị số tính toán của mô đun đàn hồi E, lực dính C và góc nội ma sát_ctương đương với độ ẩm tính toán bất lợi nhất của nền đất (xem hướng dẫn ở phụ lục II).
- Trị số tính toán của mô đun đàn hồi E, lực dính C và góc nội ma sát_ccủa các loại vật liệu làm áo đường; ứng suất cho phép chịu kéo uốn của lớp vật liệu (xem hướng dẫn ở phụ lục III).

Xét đến các điều kiện nhiệt ẩm, mùa hè là thời kỳ bất lợi vì mưa nhiều và nhiệt độ tăng mặt đường tăng cao. Do vậy, tính toán cường độ theo tiêu chuẩn độ lún đàn hồi chỉ tiêu của bê tông nhựa và các loại hỗn hợp đá nhựa được lấy tương ứng với nhiệt độ tính toán là 30°C. Tuy nhiên, tính toán theo tiêu chuẩn chịu kéo uốn thì tình trạng bất lợi đối với bê tông nhựa và hỗn hợp đá-nhựa lại là mùa lạnh (lúc đó các vật liệu này có độ cứng lớn), do vậy lúc này lại phải lấy trị số mô đun đàn hồi tính toán của chúng tương đương với nhiệt độ 10°C đối với lớp có bề dày 6cm và 15°C đối với lớp có bề dày 7-12cm. Khi tính toán theo điều kiện cân bằng trượt thì nhiệt độ tính toán của bê tông nhựa và các loại hỗn hợp đá nhựa lấy bằng 60°C.

Trong mọi trường hợp tính toán nói trên, các thông số của nền đất đều ấy tương đương với độ ẩm bất lợi nhất xác định tùy thuộc vào các biện pháp cấu tạo nền đường hướng dẫn ở phụ lục III.

3.4. Tải trọng tính toán :

3.4.1) Tải trọng tính toán tiêu chuẩn :

Khi tính toán cường độ, tải trọng tính toán tiêu chuẩn được quy định là trục xe ô tô (trục đơn) có tải trọng 10T đối với tất cả các loại áo đường mềm thuộc mạng lưới chung; có tải trọng 12T đối với áo đường đô thị, loại đường cao tốc, đường công nghiệp, đường trục chính toàn thành và 9,5T đối với các đường đô thị khác ít quan trọng. Các tải trọng tính toán này được tiêu chuẩn hóa như quy định ở bảng 3.1.

TRỌNG TẢI TÍNH TOÁN TIÊU CHUẨN

Bảng 3-1

Loại đường	Tải trọng trục (daN)	Áp lực tính toán lên mặt đường (daN/cm ²)	Đường kính vết bánh (cm)
- Đường ô tô công cộng	10000	6,0	33
- Trục chính đô thị	<u>12000</u>	<u>6,0</u>	<u>36</u>
- Đường phố và đường ít quan trọng ở đô thị	9500	5,5	33

- Trên những đường có các loại xe khác biệt nhiều so với loại xe tiêu chuẩn ở bảng 3-1 thì áo đường phải được tính toán theo tải trọng của loại xe nặng nhất (đường vùng mỏ, đường công nghiệp). Đặc trưng tính toán của một số loại xe được nêu ở phụ lục I.

Nếu tải trọng loại xe nặng nhất không vượt quá tải trọng tính toán tiêu chuẩn 20% và số lượng của chúng chiếm dưới 5% số xe tải và xe buýt chạy trên đường thì vẫn cho phép tính toán theo tải trọng tiêu chuẩn.

3.4.2) Tải trọng tính toán của xe nhiều bánh :

Trường hợp trên đường có loại xe nhiều bánh chạy (như xe kéo rơ moóc có bệ tỳ, xe công-ten-nơ...) thì tải trọng tính toán phải được xác định có xét đến ảnh hưởng của các bánh xe khác mà khoảng cách từ chúng đến bánh xe chọn để tính toán dưới 2,50m.

Tải trọng bánh xe tính toán Q_{td} lúc này được xác định theo công thức sau :

$$Q_{td} = Q_{ij} (q_{i-1} + 1 + q_{i+1}) K_q; \text{ Tấn} \quad (3-1)$$

Với : $K_q = q_{i-1} + q_{i+1} + q_{i+2};$ (3-2)

Trong đó Q_{ij} - là tải trọng của bánh j (bánh đơn hoặc bánh đôi) thuộc trục i được chọn làm bánh xe tính toán.

$q_{i-1}; q_{i+1}$ - là hệ số xét đến ảnh hưởng của trục trước và trục sau (trục i-1 và i + 1) đến bánh xe tính toán thuộc trục i; q_{i-1} và q_{i+1} được xác định theo biểu đồ hình 3-1 tùy thuộc tỉ số khoảng cách giữa trục L với đường kính vết bánh được chọn làm bánh tính toán D_{ch} .

$q_{i-1}, q_{i+1}, q_{i+2}$ - là hệ số xét đến ảnh hưởng của bánh khác cùng thuộc trục i với bánh chọn để tính toán;

$q_{i-1}; q_{i+1}; q_{i+2}$ - được xác định theo biểu đồ 3-1 tùy thuộc tỉ số khoảng cách giữa các bánh 1 và D_{ch} (khi $1 < L/D_{ch} \leq 2$ thì lấy $q = 1$).

Lần lượt tất cả các bánh của loại xe nhiều bánh này được chọn để tính toán Q_{td} (tương ứng với mọi Q_{ij}) và sẽ chọn trị số Q_{td} lớn nhất trong kết quả làm tải trọng tính toán của xe nhiều bánh (Q_{td}^{\max}).

Áp lực tính toán p được xác định bằng lực không khí p_0 trong bánh xe có Q_{td}^{\max}

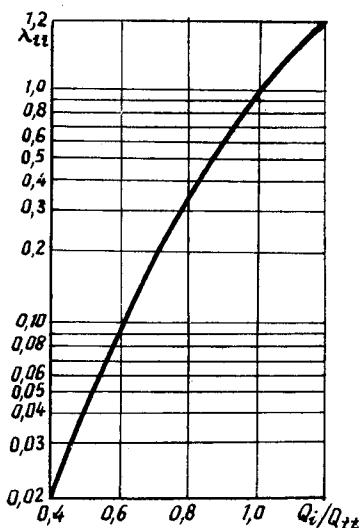
$$p = p_0, \text{ daN/cm}^2, \quad (3-3)$$

Dường kính vét bánh tính toán của xe nhiều bánh D_{td} được xác định theo công thức :

$$D_{td} = \sqrt{\frac{4Q_{td}^{\max}}{\Pi \cdot p}} \quad (\text{cm}) \quad (3-4)$$

Trị số p theo (3-3) và D_{td} theo (3-4) được dùng để tính toán cường độ theo điều kiện cân bằng trượt và điều kiện chịu kéo uốn như nói ở điều 3-2 trong trường hợp thiết kế áo đường mới chịu tải trọng trực trên 12 tấn, cũng như trong trường hợp kiểm nghiệm khả năng của kết cấu áo đường để giải quyết việc có hay không cho phép sự di lại của xe nặng trên các đường cũ hiện có.

Hình 3-1. Đồ thị xác định các hệ số q để xét ảnh hưởng của các trục khác và bánh khác (trên cùng một trục) đến bánh xe chọn để tính toán đối với trường hợp xe nhiều bánh.



Hình 3-2 : Đồ thị để xác định hệ số quy xe chạy tổng cộng theo cả hai hướng nhưng không được đổi trực xe có tải trọng bánh Q_1 về trực có lớn hơn khả năng thông qua của một làn.

tải trọng tính toán Q_u theo công thức:

$$a_i = \left(\frac{Q_i}{Q_{tt}} \right)^{4,4}$$

Đối với đường 4 làn xe nhưng có dài phân cách ở giữa chia đường thành 2 phần xe chạy, mỗi phần có 2 làn xe thì lưu lượng xe tính toán lấy bằng 0,35 lưu lượng

Trường hợp số làn xe theo mỗi hướng lớn hơn 2 (trên những đường có dài phân cách tách biệt 2 hướng) thì phải xét đến sự phân bố xe tải nặng trên các làn

xe, khi đó mỗi làn xe nặng được tính với lưu lượng xe không nhỏ hơn 0,35 lưu lượng quy đổi tổng cộng theo cả hai hướng (nhưng không được lớn hơn khả năng thông qua của mỗi làn). Trong trường hợp này số làn còn lại được tính toán theo lưu lượng xe tương lai chạy trên các làn đó.

Ở các chỗ nút giao nhau và chỗ vào nút, áo đường thuộc phạm vi chuyển làn phải được tính với lưu lượng xe bằng 0,5 tổng lưu lượng xe qua nút.

3.6. Qui đổi về tải trọng trực tính toán :

3.6.1- Qui đổi về tải trọng tính toán tiêu chuẩn :

Lưu lượng xe chạy quy đổi về tải trọng tính toán tiêu chuẩn $N_{tt} = N_1a_1 + N_2a_2 + N_3a_3\dots$ xe/ ngày đêm (3-5)

Trong đó $N_1, N_2, N_3\dots$ là lưu lượng xe chạy của các loại xe có tải trọng trực lớn nhất khác nhau trên làn xe trong một ngày đêm ở cuối thời kỳ khai thác đường (xe/ngày đêm)

$a_1, a_2, a_3\dots$ là các hệ số quy đổi loại xe tương ứng ra trực xe tiêu chuẩn; các hệ số này được xác định theo bảng 3-2.

HỆ SỐ QUY ĐỔI VỀ TẢI TRỌNG TIÊU CHUẨN

Bảng 3-2

Loại tải trọng tiêu chuẩn	Hệ số quy đổi tương ứng với tải trọng trực của ô tô (Tấn/1 trực)							
	4	5	7	8	9,8	10	11	12
Trục 10T	0,02	0,10	0,36	0,42	0,68	1,0		
Trục 12T	0,01	0,05	0,18	0,22	0,35	0,5	0,8	1,0
Trục 9,5T	0,03	0,15	0,55	0,65	1,0			

Khi quy đổi những ô tô ba cầu (có hai trục sau) được xem gần đúng như 2 xe có tải trọng trực tương ứng với mỗi trục sau; xe kéo moóc nhiều trục thì có bao nhiêu trục ở rơ moóc được xem là bấy nhiêu ô tô.

Đối với xe có tải trọng trực vượt quá tải trọng trực tiêu chuẩn 20% trở xuống thì có thể qui đổi về xe tiêu chuẩn nhờ biểu đồ hình 3-2.

3.6.2 Quy đổi về tải trọng tính toán khác tiêu chuẩn.

Trường hợp đường chuyên dùng (phục vụ công nghiệp hoặc khai thác mỏ) hoặc trường hợp các làn xe chạy riêng có thể có những xe nặng hơn tải trọng trực tiêu chuẩn quá 20% thì lúc này phải quy đổi các xe khác ra trực xe có tải trọng tính toán lớn nhất trong dòng xe. Hệ số qui đổi được xác định theo đồ thị hình 3-2. Đối với xe nhiều trục cũng phải quy đổi từng mỗi trục ra trực xe chọn để tính toán. Nếu xe nặng nhất chọn để tính toán là loại có nhiều bánh thì tải trọng tính toán được xác định như hướng dẫn ở Điểm 3.4.2 ($Q_{td} = Q_{td}^{\max}$).

Tính toán cường độ áo đường mềm theo tiêu chuẩn độ lún dàn hồi.

3.7. Như đã chỉ dẫn ở Điều 3.1, theo tiêu chuẩn độ lún dàn hồi kết cấu áo đường mềm sẽ được xem là đủ cường độ khi trị số mô đun dàn hồi chung E_{ch} của cả kết cấu lớn hơn hoặc bằng trị số mô đun dàn hồi yêu cầu E_{yc} :

$$E_{ch} > E_{yc} \quad (3-6)$$

3.8- Trị số mô đun dàn hồi yêu cầu được xác định theo công thức :

$$E_{yc} = \frac{p.D.(1 - \mu^2)}{l_{cp}} \quad (3-7)$$

Trong đó:

p : Áp suất của bánh xe tính toán trên mặt đường;

D : Đường kính của vòng tròn tương đương diện tích vệt bánh xe trên mặt đường, cm;

μ : Hệ số Poisson, lấy bằng 0,3;

l_{cp} : Độ võng dàn hồi cho phép, cm;

Độ võng dàn hồi cho phép được xác định trên cơ sở kinh nghiệm thực tế sử dụng, khai thác đường tùy thuộc lưu lượng xe chạy. Lưu lượng xe càng lớn thì càng phải khống chế trị số l_{cp} nhỏ để hạn chế hiện tượng mồi như nói ở 3.1. Ngoài ra, để xét đến mức độ dự trữ cường độ khác nhau, trị số l_{cp} cũng được xác định khác nhau đối với các loại tầng mặt áo đường khác nhau.

Do vậy mô đun dàn hồi yêu cầu được xác định theo bảng 3-3.

TRỊ SỐ MÔ ĐUN DÀN HỒI YÊU CẦU CỦA ÁO ĐƯỜNG Bảng 3-3

Loại tải trọng trực T		Trị số mô đun dàn hồi yêu cầu, daN/cm ² tương ứng với lưu lượng xe chạy tính toán (xe/ngày đêm)								
		10	20	(50)	100	200	500	1000	2000	3000
10	Cấp A ₁	1150	1330	1470	1600	1780	1920	2070	2240	
	Cấp A ₂	760	910	1100	1220	1350	1530			
	Cấp B ₁	510	640	820	940					
	Cấp A ₁	1150	1270	1460	1610	1730	1900	2040	2180	2350
	Cấp A ₂	900	1030	1200	1330	1460	1630			
	Cấp B ₁	670	790	980	1110					
12	Cấp A ₁	980	1100	1270	1410	1530	1710	1850	1980	2170
	Cấp A ₂	720	850	1040	1150	1280	1460			
	Cấp B ₁	480	600	770	920	1050				
9.5										

Trị số mô đun dàn hồi yêu cầu xác định được theo bảng 3-3 không được nhỏ hơn trị số tối thiểu quy định ở bảng 3-4.

TRỊ SỐ TỐI THIỂU ĐỐI VỚI MÔ ĐUN ĐÀN HỒI YÊU CẦU. *Bảng 3-4*

Cấp hạng đường	Mô đun đòn hồi yêu cầu tối thiểu (daN/cm^2)		
	Đè đường		
	Cấp A ₁	Cấp A ₂	Cấp B ₁
1/ Đường ô tô :			
Cấp I	1780		
Cấp II	1570	1280	
Cấp III	1400	1150	
Cấp IV	1270	980	720
Cấp V		770	550
Cấp VI		Không quy định	
2/ Đường đô thị :			
- Đường cao tốc và trục chính toàn thành	1910		
- Đường chính khu vực	1530	1270	
- Đường phố	1190	940	680
- Đường công nghiệp và kho hàng	1530	1270	1020
- Đường xe đạp, ngõ	980	720	470

3.9. Các trường hợp tính toán để chọn bề dày tầng mặt theo trị số E_{yc}

Sau khi xác định trị số mô đun đòn hồi yêu cầu, có hai trường hợp tính toán :

1/ Tính toán để nghiệm lại các phương án cấu tạo kết cấu áo đường đã đề xuất gồm các lớp vật liệu với bề dày giả thiết xem có thỏa mãn điều kiện (3-6) không. Trường hợp này phải tính được E_{ch} của cả kết cấu rồi so sánh với trị số E_{yc} để đánh giá. Đây cũng chính là trường hợp tính toán để đánh giá cường độ của kết cấu áo đường cũ hiện có.

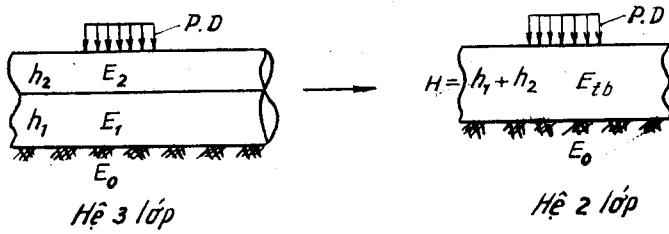
2/ Biết E_{yc} , tiến hành tính toán bề dày áo đường để thỏa mãn điều kiện (3-6).

3.10. Tính toán mô đun đòn hồi chung hoặc tính bề dày áo đường đối với kết cấu là hệ hai lớp được tiến hành với toán đồ hình 3-3. Toán đồ này có trực đứng biểu thị số mô đun đòn hồi của vật liệu dưới và lớp trên E_o/E_1 ; trực ngang biểu thị tỷ số bề dày của vật liệu lớp trên h với D là đường kính tương đương của vật bánh xe tính toán, còn các đường cong biểu thị giá trị của các mô đun đòn hồi chung và đòn hồi lớp trên E_{ch}/E .

Theo toán đồ, nếu biết mô đun đòn hồi của vật liệu cả bán không gian phía dưới E_o , mô đun đòn hồi và bề dày vật liệu áo đường (E_1 và h/D) thì sẽ tính được E_{ch} của cả kết cấu; ngược lại biết E_{ch} bằng E_{yc} (cho mô đun đòn hồi chung bằng mô đun đòn hồi yêu cầu), biết E_1 và E_o thì cũng tính được bề dày h cần thiết để thỏa mãn điều kiện (3-6).

3.11. Tính toán đối với kết cấu nhiều lớp vẫn áp dụng toán đồ hình 3-3 nhưng trước hết phải đổi hệ nhiều lớp về hệ hai lớp theo sơ đồ hình 3-4 và công thức (3-8).

Đối với kết cấu áo đường nhiều lớp có chiều dày lớn hơn 2D, tức lớn hơn 66cm thì cần áp dụng toán đồ hình 3-3 để trực tiếp tính đổi 2 lớp một từ dưới lên.



Hình 3-4. Sơ đồ đổi hệ 3 lớp về hệ 2 lớp.

(Các lớp ký hiệu số thứ tự tăng dần từ dưới lên)

$$E_{tb} = E_4 \left[\frac{1 + k \cdot t^{1/3}}{1 + k} \right]^3 \quad (3-8)$$

Trong đó $k = h_2/h_1$; $t = E_2/E_1$ với h_2 và h_1 là chiều dày lớp trên và lớp dưới của áo đường; E_2 và E_1 là mô đun đàn hồi của vật liệu lớp trên và lớp dưới.

Việc đổi hệ nhiều lớp và hệ 2 lớp được tiến hành từ dưới lên, có hai lớp vật liệu quy đổi về một lớp có bề dày $H' = h_1 + h_2$ và có trị số mô đun đàn hồi E_{tb} tính theo (3-8).

Sau đó lại xem lớp H' (với E_{tb}) là lớp dưới và tiếp tục qui đổi nó cùng với lớp trên nó là một lớp có bề dày $H = H' + h_3$ và E_{tb} tính theo (3-8) nhưng với E_{tb} lớp này đóng vai trò E_1 và $K = h_3/H'$, $t = E_3/E_{tb}$.

Sau khi quy đổi nhiều lớp áo đường về một lớp thì cần nhân thêm với E_{tb} một hệ số điều chỉnh β xác định theo bảng 3-6 để được trị số E_{tb}^{dc} :

$$E_{tb}^{dc} = \beta \cdot E_{tb} \quad (3-9)$$

HỆ SỐ ĐIỀU CHỈNH β

Bảng 3-6

Tỷ số H/D	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00
Hệ số β	1,033	1,069	1,107	1,136	1,178	1,198	1,210

Chú thích bảng 3-6 : H là bề dày toàn bộ của áo đường; D là đường kính vét bánh xe tính toán.

Trị số E_{tb}^{dc} tính theo (3-9) dùng để tính toán tiếp trị số E_{ch} của cả kết cấu theo toán đồ hình 3-3 và như vậy các thiết kế tiện lợi nhất đối với hệ nhiều lớp là áp dụng trường hợp 1 nói ở Điều 3-9.

Trường hợp muốn tính bề dày thì cần giả thiết trước cấu tạo các lớp vật liệu (biết mô đun đàn hồi của các lớp và tỷ số bề dày giữa các lớp kề nhau, từ đó theo (3-8) tính ra E_{tb}). Với E_{tb} (chưa điều chỉnh) và cho $E_{ch} = E_{yc}$ lại áp dụng toán đồ hình 3-3 để tính được tỷ số H/D để xác định bề dày H của áo đường một cách gần đúng (gần đúng vì E_{tb} lúc này chưa được điều chỉnh do chính hệ số β lại phụ thuộc vào H/D). Để chính xác hóa trị số H cần dựa

vào tỷ số H/D tính được với E_{tb} chưa điều chỉnh này để giả thiết vài trị số H/D khác nhau rồi tính nghiệm lại theo cách thử dần cho đến khi vừa thỏa mãn cả (3-9) và Điều kiện (3-6). Với tỷ số H/D được tìm chính xác hóa và với tỷ số bề dày đã giả thiết ta sẽ tính được bề dày của các lớp áo đường thiết kế.

Tính toán cường độ áo đường theo điều kiện trượt trong nền đất và trong các lớp vật liệu kém dính.

3.12- Tiêu chuẩn tính toán theo điều kiện trượt:

Điều kiện cân bằng giới hạn ở điểm có ứng suất lớn nhất dưới tâm của tải trọng đốiứng trực được biểu thị như sau :

$$\frac{1}{2\cos\varphi} [(\sigma_1 - \sigma_3) - (\sigma_1 + \sigma_3) \sin\varphi] = c \quad (3-10)$$

Vết trái của phương trình được gọi là ứng suất cắt hoạt động τ_a , trong đó :

σ_1, σ_3 là ứng suất chính lớn nhất do tải trọng xe chạy và trọng lượng bản thân các lớp nằm phía trên gây ra.

c, φ - là lực dính và góc ma sát trong của đất hoặc vật liệu.

Do vậy, để bảo đảm không phát sinh biến dạng dẻo cục bộ trong nền đất và các lớp vật liệu dính, cấu tạo kết cấu áo đường phải thỏa mãn điều kiện sau:

$$\tau_{ax} + \tau_{av} \leq K' \cdot \delta \quad (3-11)$$

Trong đó τ_{ax} là ứng suất cắt hoạt động lớn nhất do tải trọng xe chạy gây ra trong nền đất hoặc trong lớp vật liệu kém dính.

τ_{av} là ứng suất cắt chủ động do trọng lượng bản thân các lớp vật liệu nằm trên gây ra cũng tại điểm đang xét.

c- Lực dính của đất hoặc vật liệu kém dính ở trạng thái tính toán xác định theo thí nghiệm cắt nhanh (xác định như hướng dẫn ở phụ lục II).

K' - Hệ số tổng hợp, xét đến đặc điểm của kết cấu và điều kiện làm việc của áo đường (xác định như hướng dẫn ở 3-15).

Tính toán cường độ áo đường theo điều kiện trượt chính là tính toán theo điều kiện (3-11).

3.13- Xác định τ_{ax} được đơn giản hóa nhờ các toán đồ ở các hình 3-6, 3-7, 3-8. Các toán đồ này được lập cho sơ đồ tính toán hệ 2 lớp với hệ số Poisson $\mu_1 = 0,25$ đối với vật liệu áo đường và $\mu_2 = 0,35$ đối với nền đất, trong đó thể hiện mối quan hệ giữa tỷ số H/D (bề dày tương đối của áo đường), tỷ số mô đun đàn hồi lớp trên và lớp dưới E_1/E_2 với tỷ số τ_{ax}/p (p là áp lực của tải trọng tính toán) đối với các trường hợp góc ma sát trong của nền đất φ khác nhau. Trình tự xác định τ_{ax}/p được chỉ dẫn bằng các mũi tên trên toán đồ và lưu ý cũng phải chọn trị số ở trạng thái tính toán bất lợi (phụ lục II). Để nâng cao độ chính xác, với các trị số τ_{ax}/p nhỏ phải sử dụng toán đồ 3-7 và 3-8.

Toán đồ hình 3-5 và 3-7 được lập cho trường hợp có sự làm việc đồng thời giữa lớp trên và lớp dưới, trên thực tế áp dụng cho trường hợp áo đường đặt trên nền đất dính (sét, á sét

và á cát) cũng như trên các lớp đất gia cố, sỏi cuội, xi... Còn toán đồ hình 3-6 và 3-8 được lập cho trường hợp ở mặt tiếp xúc giữa lớp trên và dưới có thể chuyển vị tự do; trên thực tế áp dụng cho trường hợp lớp trên đặt trên cát và các vật liệu tương tự cát.

Khi kiểm tra trượt trong nền đất dưới đáy áo đường để áp dụng toán đồ tìm τ_{av} phải đổi hệ nhiều lớp về hệ 2 lớp theo cách nói ở Điều 3.11 (công thức 3-8 và 3-9); lúc này trị số E_{tb} tính được đóng vai trò E_1 và trị số mô đun đàn hồi của nền đất Eo đóng vai trò của E_2 . Khi kiểm tra trượt trong lớp vật liệu kém dính thì trị số E_2 phải được thay bằng trị số mô đun đàn hồi chung E_{ch} ở trên mặt lớp đó (trong khi c và φ vẫn dùng trị số tính toán của lớp đó), còn trị số E_1 phải được thay bằng trị số mô đun đàn hồi trung bình E_{tb} của các lớp nằm trên nó. Lúc này trị số E_{ch} được xác định theo cách nói ở 3.10 hoặc 3.11 và trị số E_{tb} cũng được xác định theo (3-8) và (3-9).

3.14. Xác định τ_{av} được thực hiện với toán đồ hình 3-9 tùy thuộc vào bề dày tổng cộng h của các lớp nằm trên lớp tính toán và trị số ma sát trong φ của đất hoặc vật liệu lớp đó. Chú ý rằng trị số τ_{av} có thể mang dấu âm hoặc dương và phải dùng dấu đó trong công thức (3-11).

3.15 Xác định hệ số K' : là một hệ số tổng hợp nêu K' bao gồm một loạt các hệ số riêng biệt như sau:

$$K' = \frac{K_1 \cdot K_2}{n \cdot m} \cdot \frac{1}{K_{kt}} \quad (3-12)$$

Trong đó :

n : Hệ số vượt tải do xe chạy, lấy n = 1,15

m : Hệ số xét đến điều kiện tiếp xúc của lớp kết cấu trên thực tế không đúng như giả thiết (làm việc đồng thời hoặc chuyển dịch tự do giữa các lớp); khi nền đất là đất dính (áp dụng toán đồ hình 3-5 và 3-7), lấy m = 0,65; khi nền đất kém dính (áp dụng toán đồ hình 3-6 và 3-8) m = 1,15.

K_1 : Hệ số xét đến sự giảm khả năng chống cát dưới tác dụng của tải trọng trùng phục: $K_1 = 0,6$

K_2 - Hệ số an toàn xét đến sự làm việc không đồng nhất của kết cấu; K_2 được chọn tùy theo cường độ xe chạy như ở bảng 3-7:

TRỊ SỐ CỦA HỆ SỐ K_2

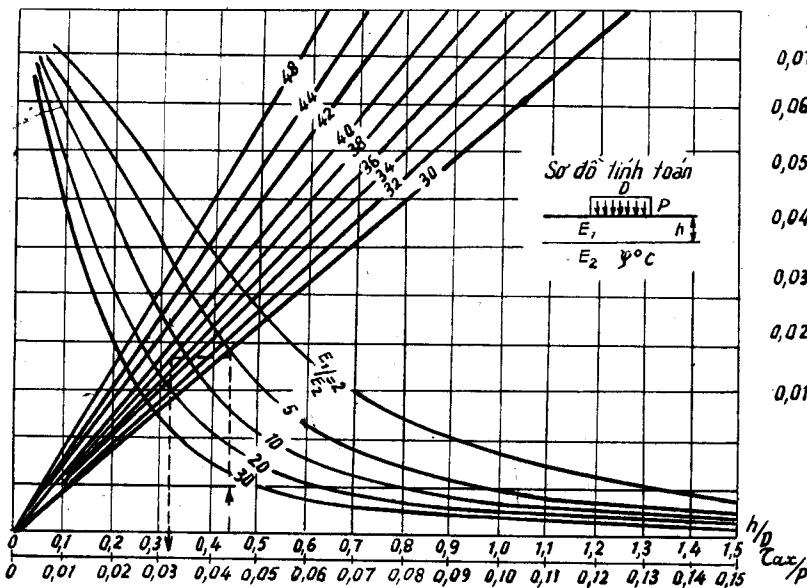
Bảng 3-7

Cường độ xe chạy tính toán trên 1 làn xe (xe/ngày đêm)	Dưới 100	Dưới 1000	Dưới 5000	Trên 5000
Hệ số K_2	1,0	0,8	0,65	0,60

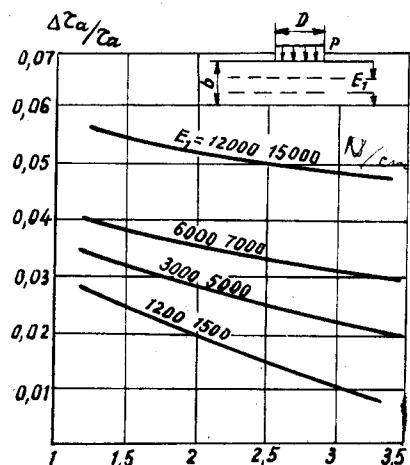
K_{kt} : Hệ số tùy thuộc yêu cầu về chất lượng khai thác;

$K_{kt} = 1,0$ đối với áo đường cấp A₁, A₂ và với áo đường bố trí lớp bằng vật liệu gia cố chất liên kết vô cơ không cho phép phát sinh biến dạng dư.

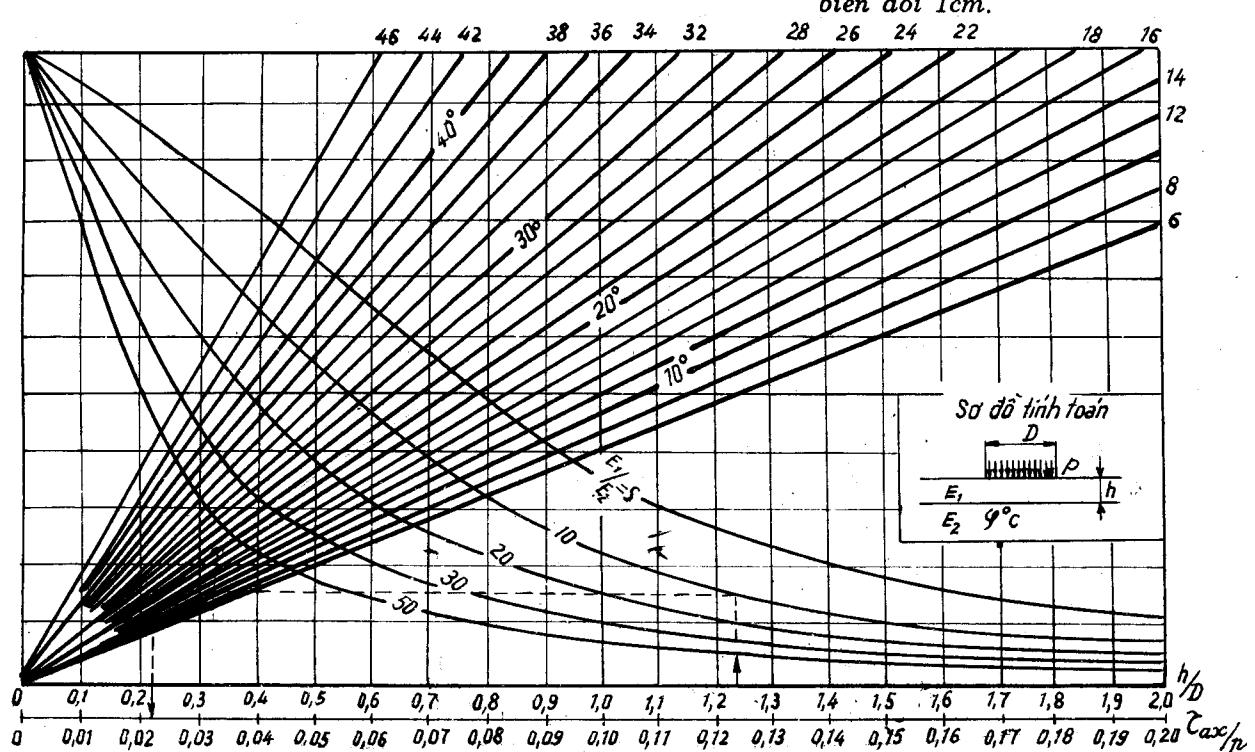
$K_{kt} = 0,95 - 0,75$ đối với áo đường có tầng mặt loại B₁. (Khi cường độ xe chạy dưới 100 xe/ngày đêm trên một làn.



Hình 3.6. Toán đồ tìm ứng suất cắt chủ động τ_{ax} ở lớp dưới của hệ hai lớp khi chuyển dịch tự do ở mặt tiếp xúc.

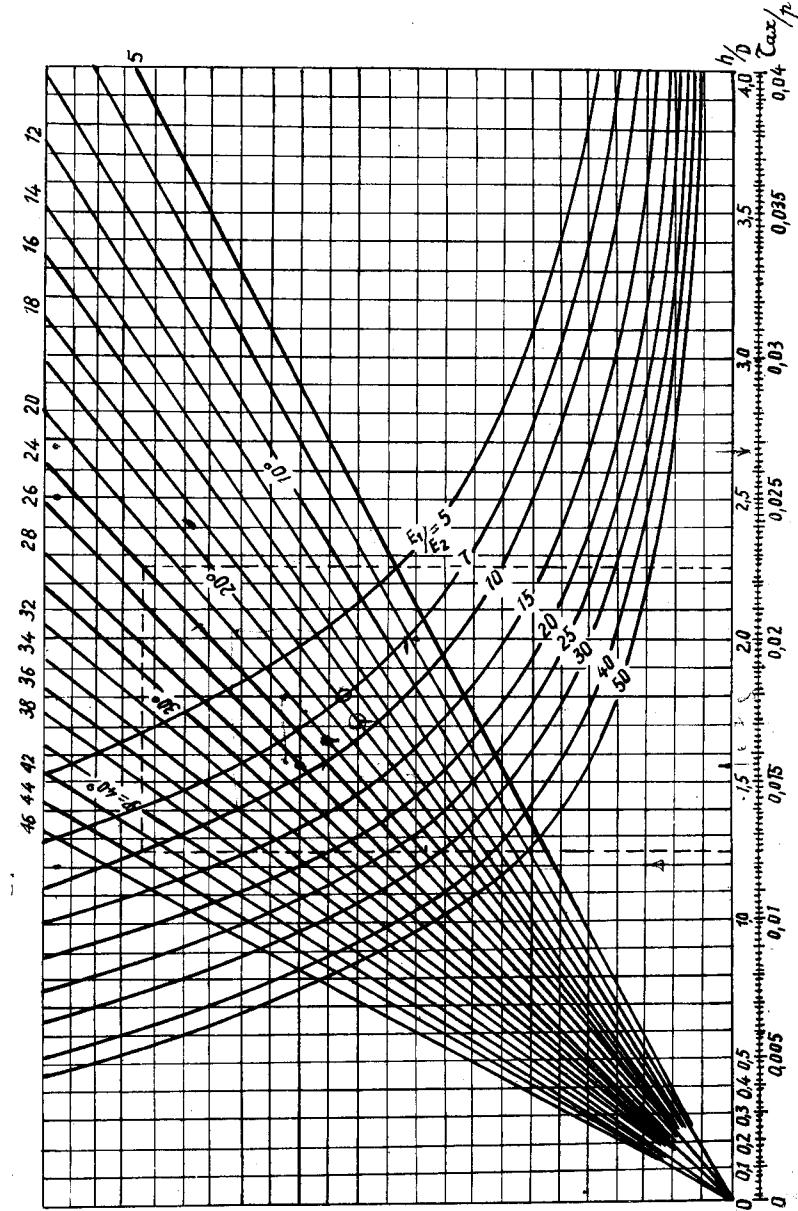


Hình 3.10. Sự thay đổi tương đối của ứng suất cắt chủ động trong nền đất đệm $\Delta \epsilon_{ax}/\epsilon_{ax}$ khi bề dày của lớp bất kỳ trong mặt đường biến đổi 1cm.

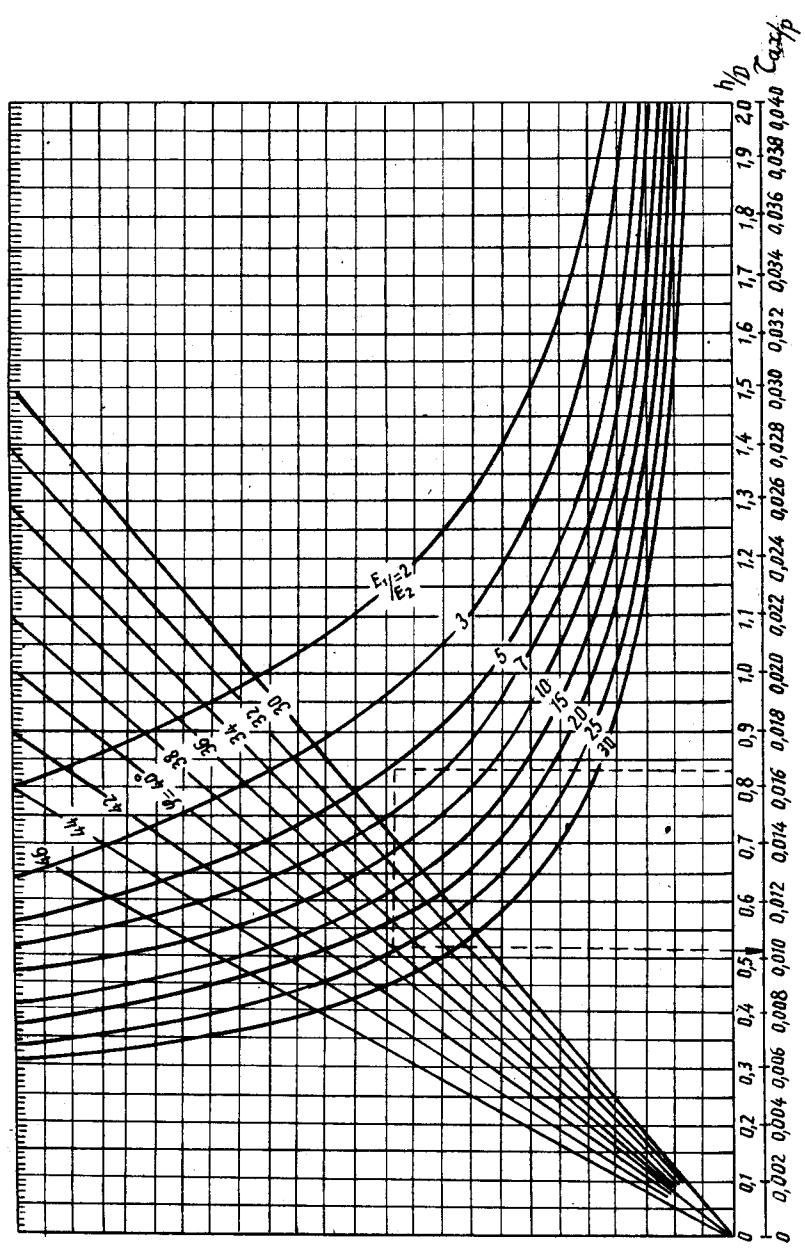


Hình 3.5. Toán đồ xác định ứng suất cắt chủ động τ_{ax} của lớp dưới của hệ hai lớp khi các lớp cùng làm việc.

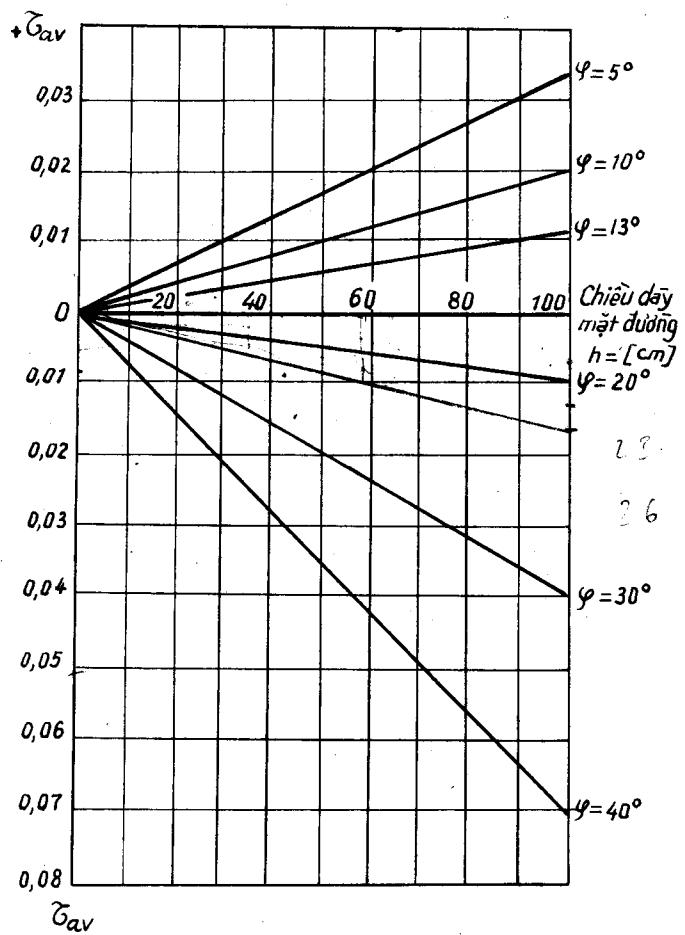
$$H \rightarrow E_1 \rightarrow \varphi^0 \rightarrow C_{ax}/r$$



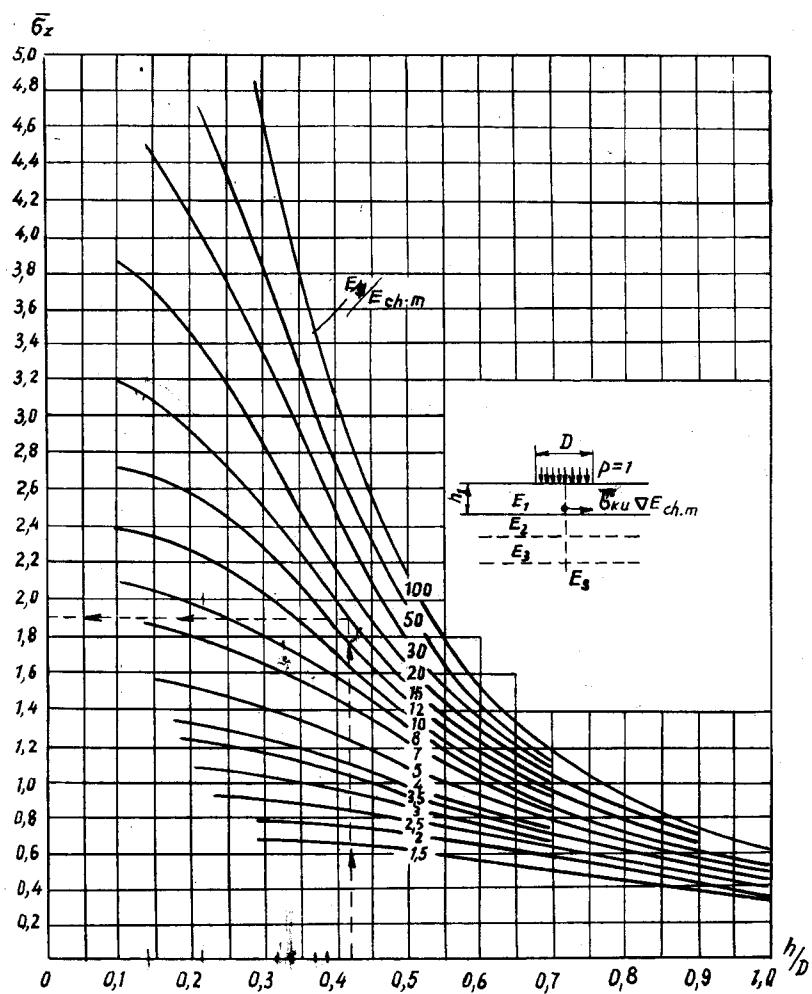
Hình 3.7. Toàn đồ tìm ứng suất cắt chủ động τ_{ax} ở lớp dưới của hệ hai lớp khi các lớp cùng làm việc (chi tiết toán đồ biểu đồ 3.5)



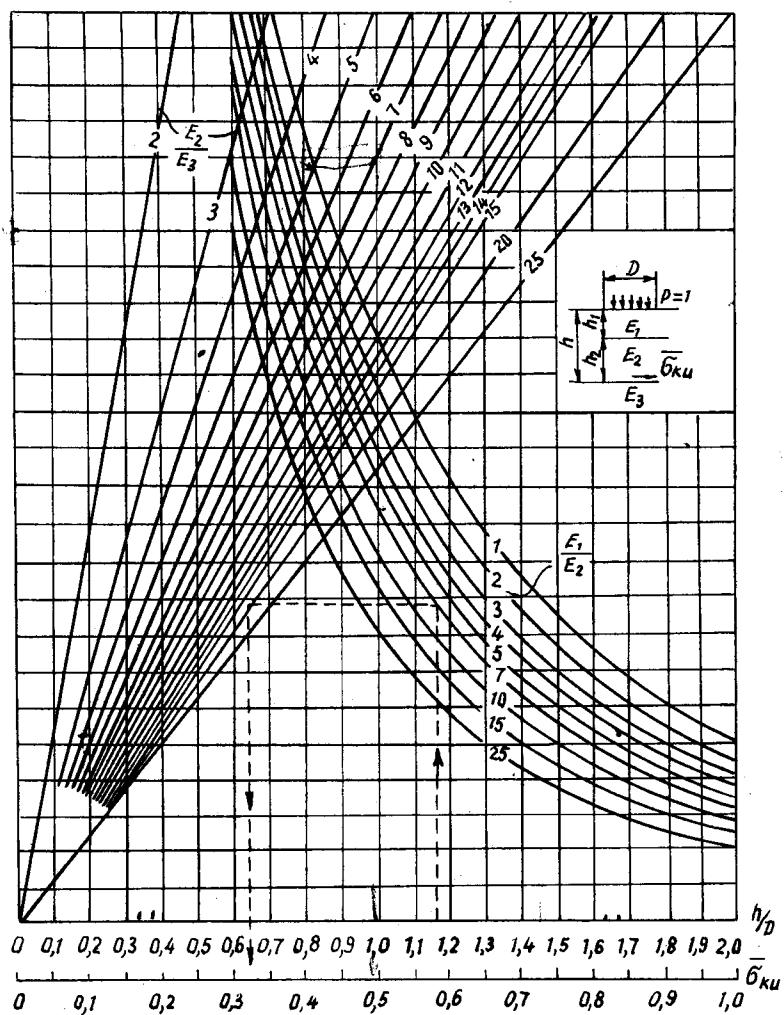
*Hình 3.8. Toán đồ tìm ứng suất cắt chủ động tam ở lớp dưới
hệ hai lớp khi có thể có chuyển vị tự do giữa 2 lớp.
(chi tiết của toán đồ 3.6)*



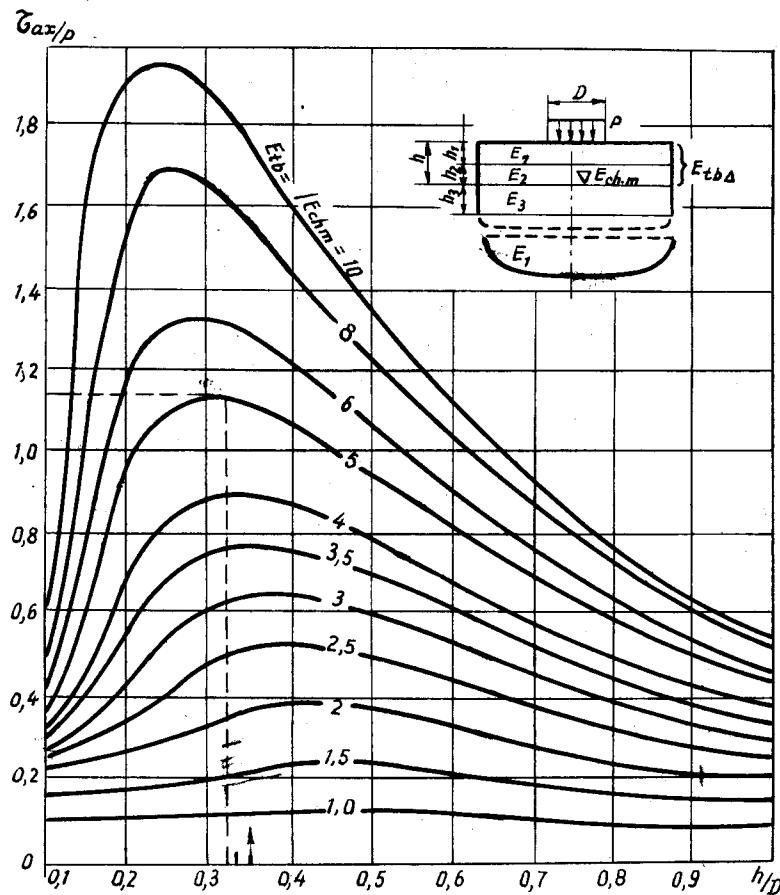
Hình 3.9. Toán đồ tìm ứng suất cắt chủ động τ_{av} do trọng lượng bản thân mặt đường.



Hình 3.11. Toán đồ tìm ứng suất kéo uốn đơn vị σ_{ku} ở lớp mặt (số trên đường cong là tỉ số $E_1/E_{ch,m}$, móng).



Hình 3.12. Toán đồ tìm ứng suất kéo uốn đơn vị $\bar{\sigma}_{ku}$ ở lớp liền khói giữa (số trên đường cong là E_1/E_2 trên các đường tia E_2/E_3).



Hình 3.13. Toán đồ xác định ứng suất cắt hoạt động
lớn nhất trong lớp bê tông nhựa.

3.16- Nếu kết quả tính toán cho thấy điều kiện (3-11) không thỏa mãn thì cần tăng bề dày lớp kết cấu bên trên lớp được kiểm tra trượt hoặc thay thế nó bằng vật liệu có khả năng chống trượt cao hơn. Còn nếu tổng ứng suất cắt hoạt động tính ra quá nhỏ thì điều chỉnh cấu tạo kết cấu theo hướng ngược lại.

Sau khi điều chỉnh, thay đổi cấu tạo kết cấu thì lại phải tính toán để nghiệm lại Điều kiện (3-11) với cả nền đất và lớp vật liệu kém dính. Để giảm bớt số lần tính thử khi điều chỉnh bề dày áo đường, lúc này có thể sử dụng toán đồ ở hình (3-10). Nhờ toán đồ này ta biết

được sự thay đổi tương đối của trị số ứng suất cắt hoạt động lớn nhất trong nền đất $\frac{\Delta \tau_{ax}}{\tau_{ax}}$ khi thay đổi 1cm bề dày h_i của lớp kết cấu nào đó có mô đun E_i .

Tính toán cường độ theo tiêu chuẩn chịu kéo uốn trong các lớp vật liệu liền khói.

3.17- Theo tiêu chuẩn này, áo đường được xem là đủ cường độ khi ứng suất kéo uốn lớn nhất phát sinh trong lớp vật liệu liền khói σ_{ku} không vượt quá cường độ chịu kéo uốn cho phép của vật liệu lớp đó R_u :

$$\sigma_{ku} \leq R_u \quad (3-13)$$

Phải tính toán kiểm tra điều kiện (3-13) đối với các lớp bê tông nhựa, hỗn hợp đá nhựa và các lớp đất cát hoặc đá gia cố chất liên kết vô cơ. Riêng đối với lớp thảm nhập nhựa và lớp hỗn hợp dùng nhựa lỏng thì không cần phải kiểm tra.

Khi tính toán R_u được xác định theo hướng dẫn ở Điều 3-3.

3.18 Xác định σ_{ku} theo lời giải của bài toán hệ nhiều lớp bán khẩn dàn hồi với các toán đồ ở hình ~~3-11~~ và 3-12. Trong đó toán đồ hình 3-11 dùng để tính σ_{ku} (ứng suất kéo uốn đơn vị) ở đáy lớp trên cùng của tầng mặt áo đường tùy thuộc bề dày tương đối của lớp h_1/D (bề dày so với đường kính bánh xe tính toán) và tỷ số giữa mô đun đàn hồi của lớp đó với mô đun đàn hồi tương đương của mọi lớp nằm dưới nó $E_1/E_{ch.m}$. Để xác định $E_{ch.m}$ trong trường hợp này phải quy đổi hệ nhiều lớp nằm dưới lớp đang xét về hệ hai lớp từ dưới lên theo hướng dẫn ở Điều 3-11 rồi áp dụng toán đồ hình 3-3.

Toán đồ hình 3-12 dùng để tính ứng suất kéo uốn đơn vị σ_{ku} ở đáy các lớp nằm ở khoảng giữa kết cấu (lớp dưới của tầng mặt hoặc các lớp của tầng móng) tùy thuộc vào bề dày tương đối của tổng các lớp nằm trên điểm tính ứng suất h_1/D , tỷ số mô đun đàn hồi giữa lớp trên và lớp đang xét E_1/E_2 cũng như tỷ lệ giữa mô đun lớp đang xét với mô đun tương đương của các lớp nằm dưới nó $E_2/E_{ch.m}$. (Sơ đồ như hình 3-12) $E_{ch.m}$ được xác định theo cách nói ở trường hợp trên.

Nếu nằm trên lớp tính toán kéo - uốn có nhiều hơn 2 lớp thì lại quy đổi về 2 lớp theo công thức (3-8).

Trường hợp tỷ số $E_1/E_2 < 1,0$ thì không dùng toán đồ hình (3-12); lúc này phải quy đổi các lớp nằm trên cùng với bản thân lớp tính toán kéo uốn ra 1 lớp theo công thức (3-8) và lại áp dụng toán đồ hình (3-11).

Sau khi xác định được ứng suất kéo - uốn đơn vị, trị số ứng suất kéo-uốn đơn vị, trị số ứng suất kéo - uốn lớn nhất được tính theo công thức:

$$\sigma_{ku} = k_{15p} \cdot \bar{\sigma}_{ku} \quad (3-14)$$

Trong đó p là áp lực của bánh xe tính toán lên mặt đường, (daN/cm^2), 1,15 là hệ số xét đến ảnh hưởng của tác dụng động.

3.19- Nếu điều kiện (3-13) không được thỏa mãn thì phải thay đổi kết cấu theo hướng tăng bề dày hoặc tăng độ cứng của các lớp cấu tạo, tìm biện pháp tăng khả năng chịu kéo - uốn. Sau khi thay đổi cấu tạo lại phải tính toán kiểm tra lại.

Các ví dụ tính toán cường độ áo đường theo 3 tiêu chuẩn giới hạn được nêu ở *phụ lục VI*.

Hình 3-11: Toán đồ để xác định ứng suất kéo - uốn đơn vị ở đáy lớp trên của tầng mặt áo đường.

Hình 3-12: Toán đồ để xác định ứng suất kéo-uốn đơn vị ở đáy lớp nằm ở khoảng giữa kết cấu áo đường.

Tính toán lớp bê tông nhựa theo điều kiện trượt.

3.20- Tại các chỗ giao nhau, các điểm đỗ xe buýt, các điểm dừng xe thì cần phải tính toán kiểm tra điều kiện ổn định chống trượt của các lớp trong tầng mặt bằng bê tông nhựa theo điều kiện (3-11) nhưng lúc này không cần xét đến thành phần ứng suất cắt hoạt động do trọng lượng bản thân (xem như $\tau_{av} = 0$).

Trong trường hợp này, trị số K' và c của các loại bê tông nhựa được chọn dùng theo bảng 3-8 dưới đây:

Bảng 3-8

Loại hỗn hợp bê tông nhựa	Hệ số tổng hợp K'	Lực dính c (daN/cm ²)
- Hỗn hợp hạt lớn	1,6	3,0 - 2,7
- Hỗn hợp hạt nhỏ	1,1	2,0 - 1,7
- Hỗn hợp bê tông nhựa cát	0,9	1,5 - 1,3

3.21 - Úng suất cắt hoạt động lớn nhất do tải trọng bánh xe tính toán gây ra τ_{ax} được xác định theo toán đồ hình 3-13 tùy thuộc áp lực tải trọng tính toán p, đường kính vét bánh tính toán D, mô đun đàn hồi trung bình của các lớp bê tông nhựa E_{tb}^a và mô đun đàn hồi tương đương của các lớp nằm dưới lớp bê tông nhựa đang xét $E_{ch.m}$.

Khi tính toán trị số $E_{ch.m}$ được quy đổi từ dưới lên theo cách hướng dẫn ở điều 3-11; trị số E_{tb}^a được tính theo công thức (3-8), trong đó mô đun đàn hồi của lớp bê tông nhựa trên và dưới đều được lấy tương ứng với nhiệt độ tính toán 60°C như nói ở Điều 3-3.

3.22- Trường hợp $\tau_{ax} < K'c$ thì tầng mặt bê tông nhựa được xem là ổn định trượt; ngược lại thì cần phải điều chỉnh lại cấu tạo kết cấu áo đường (chọn vật liệu loại có sức chống trượt lớn hoặc thay đổi bề dày).

CHƯƠNG IV

THIẾT KẾ TĂNG CƯỜNG ÁO ĐƯỜNG CŨ

4.1. Khi cường độ của kết cấu áo đường hiện có không còn đáp ứng yêu cầu chạy xe thì phải tiến hành thiết kế tăng cường với các biện pháp sau:

Rải trên áo đường cũ một vài lớp vật liệu mới (kết cấu áo đường cũ được giữ nguyên và được xem là tầng móng của kết cấu mới). Biện pháp này dẫn đến việc nâng cao độ mặt đường, do vậy đôi khi không thích hợp với đường đô thị (trường hợp khống chế cao độ theo quy hoạch) nhưng rất phổ biến đối với đường ngoài đô thị.

- Cày xới lớp mặt của áo đường cũ, dùng lại vật liệu của lớp này trộn thêm với chất liên kết để tạo nên một lớp mới có cường độ cao hơn lớp cũ; sau đó có thể rải thêm 1 lớp mặt mới nữa.

- Đào bỏ cả áo đường cũ và thiết kế một kết cấu mới (áp dụng khi không cho phép tăng cao bề mặt áo đường).

Khi thiết kế, dù áp dụng biện pháp nào cũng phải tuân theo các nguyên tắc cấu tạo và tính toán như đã nêu ở chương II và chương III.

4.2. Điều tra đánh giá tình trạng kết cấu áo đường cũ:

Thường áo đường cũ đều phải trải qua quá trình xây dựng, sửa chữa phức tạp, do vậy, để có được một giải pháp thiết kế tăng cường đúng đắn, trước hết phải tiến hành điều tra đánh giá kỹ lưỡng đoàn đồng nhất. Cơ sở phân đoạn đồng nhất là sự khác nhau về cấu tạo các lớp áo đường, loại đất nền, loại hình thủy văn của nền, trạng thái cũng như quy mô hư hỏng bề mặt và cường độ xe chạy.

Để thực hiện các nội dung điều tra nói trên phải tổ chức thị sát dọc tuyến, nghiên cứu trên bình độ và trắc dọc độ dốc đường cũ, lấy số liệu ở các đơn vị duy tu, khai thác đường và cả trực tiếp tiến hành ở hiện trường như đào hố quan trắc cấu tạo kết cấu; quan sát, phân loại tình trạng và quy mô hư hỏng theo các đặc trưng ở bảng 4-1; tổ chức đếm xe...

Sau khi phân đoạn theo các đặc trưng kể trên, phải tiến hành thử nghiệm đánh giá cường độ kết cấu áo đường ở mỗi đoạn theo cách hướng dẫn ở 4-3. Dựa vào kết quả điều tra tình trạng và đánh giá cường độ phải được thể hiện trên biểu đồ theo lý trình đường, trên đó hình thành một cách cố căn cứ các đoạn sẽ được áp dụng giải pháp thiết kế tăng cường khác nhau.

MIÊU TẢ TÌNH TRẠNG HƯ HỎNG MẶT ĐƯỜNG CŨ

Bảng 4-1

Loại tình trạng hư hỏng	Đặc trưng hư hỏng
- Nút cá biệt	Các khe nứt có dạng bất kỳ và cách xa nhau trên 10m
- Nút thưa	Các khe nứt ngang và xiên không liên hệ với nhau, khoảng cách giữa chúng từ 4 - 10m
- Nút dày	Nhiều khe nứt nhung nón chung chua khép kín, khoảng cách giữa chúng từ 1 -4m
- Nút thành lưới	Các khe nứt khép kín như mắt lưới
- Nút dọc vệt xe chạy kết hợp nút ngang	Các khe nứt dọc trên vệt xe chạy cách nhau 0,2 - 0,4m. và các vệt nứt cách ngang cách nhau 1-4m, trên cả bề rộng mặt đường
- Vết hấn	Trắc ngang mặt đường bị hấn đều ở vệt xe chạy
- Lún cục bộ	Lún lõm lòng chảo kèm theo mạng lưới khe nứt
- Bong, bật, tróc	Bề mặt đường bị phá hoại, các cốt liệu bị phá rời khỏi chất kết dính
- Ố gà	Các hõm sâu với góc cạnh rõ rệt
- Làn sóng	Làn sóng có quy luật (thường vết lồi, lõm theo hướng ngang cách nhau 0,5-2,0m)
- Trượt ngang	Có sự dịch chuyển lớp mặt; thường thấy ở những đoạn dốc lớn, các nơi hay phải dừng xe (các chỗ giao nhau, các trạm dỗ xe...)
- Vỡ, gãy	Phá hại hoàn toàn áo đường, mặt cắt ngang áo đường bị biến dạng

4.3. Thử nghiệm đánh giá cường độ kết cấu áo đường cũ:

Việc thử nghiệm phải được tiến hành đối với từng đoạn nhỏ hơn 1000m (nếu các đoạn phân chia theo cách hướng dẫn ở điểm 4.2 dài hơn 1000m thì phải chia thêm thành các đoạn nhỏ hơn 1000m). Trên mỗi đoạn (nhỏ hơn 1000m) của áo đường bê tông nhựa và các loại áo đường có xử lý nhựa (từ đây gọi tắt là áo đường nhựa) thì đo độ võng đàn hồi dưới bánh xe ở 20 điểm theo phương pháp hướng dẫn ở phụ lục V (bình quân cứ 50m đo 1 điểm). Với các đoạn nhỏ hơn 100m có cường độ chênh lệch hẳn với xung quanh thì phải đo đủ 15 điểm trên mỗi đoạn (8-10m đo một điểm). Các điểm đo phải nằm trên làn có nhiều xe chạy qua nhất và mỗi lần đo phải đồng thời đo nhiệt độ của lớp bê tông nhựa hoặc hỗn hợp đá-nhựa để phục vụ cho việc xử lý số liệu kết quả đo sau này. (Đối với kết cấu đường cũ không phải là áo đường nhựa thì không đo độ võng đàn hồi).

Ở mỗi đoạn (nhỏ hơn 1000m) đồng thời phải tiến hành đào bóc một chỗ kết cấu áo đường cũ để xác định bề dày các lớp kết cấu, tình trạng cũng như chất lượng của chúng, xác định loại đất, lực dính c, góc ma sát, và xác định trị số mô đun đàn hồi của nền đất bằng phương pháp ép tĩnh hoặc phương pháp lấy mẫu về thử nghiệm ở trong phòng theo cách hướng dẫn ở phụ lục II tương ứng với trạng thái ẩm ướt bất lợi để từ đó tính ra cường độ chung của cả kết cấu áo đường cũ theo cách quy định ở Điểm 3.11. Chỗ đào bóc áo đường cũ để thử nghiệm này phải trùng với một điểm đo độ vồng đàn hồi dưới bánh xe (thường chọn chỗ có tình trạng hư hỏng đặc trưng nhất cho cả đoạn) để đổi chiếu cường độ tính từ dưới lên (có xét đến trạng thái ẩm ướt bất lợi) và cường độ tính theo độ vồng đàn hồi đo được dưới bánh xe, từ đó có cơ sở để sử dụng các số liệu đo độ vồng ở các điểm khác trên toàn đoạn một cách tin cậy hơn.

4.4 Kết quả đo độ vồng đàn hồi dưới bánh xe của kết cấu áo đường cũ tại một điểm luôn biến đổi theo sự thay đổi của độ ẩm (chủ yếu là độ ẩm của nền đất) và nhiệt độ của tầng mặt bê tông hoặc hỗn hợp đá-nhựa), do vậy phải tổ chức đo trong thời gian từ tháng 5 đến tháng 9 hàng năm tương ứng với thời kỳ bất lợi ở điểm 3.3. Trong thời gian triển khai việc đo dọc theo tuyến đường cũ đồng thời phải tổ chức việc đo cố định nhằm theo dõi biến đổi của độ vồng theo ẩm và nhiệt tại các điểm kiểm tra của từng đoạn (mỗi đoạn chọn một điểm kiểm tra, tại đó mỗi ngày tiến hành đo độ vồng dưới bánh xe một lần vào khoảng thời gian nhiệt độ tăng cao).

Xử lý kết quả đo độ vồng đàn hồi dưới bánh xe được thực hiện theo hướng dẫn ở phụ lục V tương ứng với số liệu đo trên mỗi đoạn để xác định được độ vồng trung bình đặc trưng cho cả đoạn. Trong trường hợp trị số độ vồng này đủ tin cậy, nghĩa là được đo dưới bánh xe có tải trọng bằng tải trọng tính toán tiêu chuẩn và bảo đảm được tương ứng với trạng thái bất lợi nhất định nói ở điều 3.3 thì cho phép trực tiếp sử dụng trị số đó để tính ra mô đun đàn hồi chung dùng để tính toán của cả kết cấu áo đường cũ theo công thức sau:

$$E_{ch}^{cu} = 0,6 \frac{pD(1 - \mu^2)}{l} \quad (4-1)$$

l: Độ vồng đàn hồi dưới bánh xe được đo và xử lý theo cách nói ở điểm 4.3 và 4.4; các ký hiệu khác trong công thức (3-7) ở trên. Hệ số 0,6 là để xét đến việc đo độ vồng trực tiếp dưới bánh xe kép, khi kết quả đo độ vồng (1) có trị số nhỏ hơn hoặc bằng 1,5 mm. Khi $l > 1,5$ mm thì cần tiến hành thực nghiệm đổi chiếu cường độ tính từ dưới lên như cách xác định cường độ tính theo độ vồng đã nói ở cuối điều 4.3. Bằng cách đổi chiếu này sẽ tự xác định hệ số thay cho hệ số 0,6. Lúc này có thể sẽ có hệ số lớn hơn 0,6 nhưng không được lấy trị số lớn hơn 1.

Trường hợp đo độ vồng dưới bánh xe nhẹ không đúng xe tiêu chuẩn, hoặc đo không đúng thời gian bất lợi... thì số liệu đo chỉ có thể dùng để đánh giá tương đối cường độ các đoạn đường với nhau và để chính xác hóa việc phân đoạn nói ở 4.2. Trong trường hợp này, mô đun đàn hồi chung của kết cấu áo đường cũ dùng để thiết kế tăng cường phải được xác định chủ yếu theo cách đào bóc lấy mẫu thí nghiệm ở trạng thái bất lợi như nói ở điểm 4.3 và tính từ dưới lên theo cách hướng dẫn ở điểm 3.1.1.

4.5 Trên cơ sở các kết quả điều tra, thử nghiệm đánh giá tình trạng và cường độ kết cấu áo đường cũ cần phải đề xuất các phương án khác nhau về thời gian dự định tiến hành tăng cường về giải pháp và cả về vật liệu lớp tăng cường và tiến hành so sánh kinh tế - kỹ thuật theo phương pháp hướng dẫn ở chương V để chọn phương án có hiệu quả nhất.

Nếu tăng cường áo đường trong thời gian dự định chưa có lợi về mặt kinh tế hoặc không thể tiến hành tăng cường trong năm điều tra, thử nghiệm thì tại những đoạn đường có cường độ không đủ (theo 3 tiêu chuẩn cường độ nói ở chương III) phải tạm thời hạn chế di lại của các phương tiện giao thông trong thời gian kết cấu áo đường làm việc ở trạng thái bát lợi nhất.

4.6 Cấu tạo kết cấu áo đường tăng cường cần phải chú ý bảo đảm tầng mặt cùng loại hoặc theo yêu cầu mới.

4.7 Xác định bề dày lớp tăng cường: Theo toán đồ hình 3-3, để xác định bề dày lớp tăng cường tùy theo mô đun đàn hồi yêu cầu E_{yc} (theo bảng 3-3), mô đun đàn hồi của vật liệu lớp tăng cường E_i và mô đun đàn hồi chung của kết cấu áo đường của $E_{ch}^{cú}$ (xác định theo điểm 4-4). Sau đó phải kiểm tra cường độ chung của kết cấu áo đường tăng cường theo các điều kiện chịu uốn và điều kiện trượt như ở chương III (kể cả kiểm tra điều kiện ổn định chống trượt của lớp mặt mới tăng cường là bê tông nhựa).

CHƯƠNG V

TÍNH TOÁN SO SÁNH KINH TẾ-KỸ THUẬT CÁC PHƯƠNG ÁN KẾT CẤU ÁO ĐƯỜNG.

5.1- Nội dung và nguyên tắc tính toán: Khi xây dựng mới cũng như khi cải tạo nâng cấp, tăng cường áo đường cũ phải tiến hành tính toán so sánh kinh tế - kỹ thuật giữa nhiều phương án khác nhau để chọn phương án tốt nhất. Đối với phương án được chọn lại cần tính toán đánh giá về mức độ hiệu quả của việc đầu tư vốn.

Các phương án đưa ra để so sánh có thể thuộc các loại khác nhau về kết cấu, về loại cấp hạng tầng mặt, về các chỉ tiêu khác - vận tải, về thời hạn đầu tư và về phân kỳ đầu tư.

Tiêu chuẩn chính để so sánh về mặt kinh tế là phương án được chọn phải có tổng chi phí xây dựng và khai thác 1km kết cấu áo đường tính đổi về năm gốc có giá trị nhỏ nhất.

Tổng chi phí này bao gồm các chi phí tập trung cho xây dựng, sửa chữa vừa, sửa chữa lớn, cải tạo nâng cấp cũng như các chi phí thường xuyên cho việc sửa chữa nhỏ và chi phí vận tải hàng hóa trong thời gian khai thác tính toán được lấy bằng thời gian giữa hai lần đại tu áo đường của phương án đất tiền (nhưng không lớn hơn thời gian tính toán so sánh các phương án tuyến huyện quy định là 20 năm). Thời gian khai thác tính toán này được quy định ở bảng 5-1.

Hiệu quả kinh tế của việc đầu tư vốn để thực hiện phương án chọn được xác định bằng cách so sánh giữa số vốn đầu tư với số lợi nhuận thu được hàng năm trong thời gian khai thác do giảm giá thành vận tải và các chi phí sửa chữa khác vì chất lượng áo đường và điều kiện chạy xe đã được cải thiện so với nguyên trạng thông qua việc tính toán hệ số hiệu quả kinh tế (Điều 5.8).

5.2- Tính đổi các chi phí về năm gốc : Để kể tới yếu tố thời gian đầu tư vốn, khi so sánh các phương án phải tính đổi các chi phí bỏ ra trong các năm khác nhau về cùng một

năm gốc bằng cách nhân số vốn đầu tư trong năm nào đó với hệ số tính đổi r_t được xác định như sau:

- Nếu vốn đầu tư ở những năm sau năm gốc:

$$r_t = (1 + e_{td})^{-t} \quad (5-1)$$

Nếu vốn đầu tư ở những năm trước năm gốc:

$$r_t = (1 + e_{td})^t \quad (5-20)$$

Trong đó: t - là khoảng thời gian (năm) tính từ năm gốc tới năm bỏ vốn đầu tư: $e_{td}=0,08$ là hệ số hiệu quả kinh tế tiêu chuẩn khi tính đổi.

Năm gốc thường được chọn là năm bắt đầu đưa kết cấu áo đường vào sử dụng.

5.3- Xác định tổng chi phí và khai thác tính đổi về năm gốc theo công thức sau cho mỗi phương án.

$$P_{td} = K_{td} + \sum_{t=1}^n \frac{C_t}{d} \quad (4-3)$$

Trong đó: K_{td} là tổng các chi phí tập trung cho xây dựng, sửa chữa định kỳ và cải tạo 1 km kết cấu áo đường tính đổi về năm gốc, đồng.

C_t - Chi phí thường xuyên gồm chi phí sửa chữa nhỏ và chi phí vận tải ở năm thứ t , đồng/năm.

$$d = 1 + e_{td} \text{ với } e_{td} = 0,08 \text{ như nói ở Điểm (5-2).}$$

n - Thời gian khai thác tính toán (Điều 5.1) kể từ năm gốc (năm đưa đường vào sử dụng).

5.4- Xác định tổng chi phí tập trung K_{td} cho 1km kết cấu áo đường gồm các thành phần như sau:

$$K_{td} = K_o + \frac{K_c}{dn_c} + \sum_i^{i_d} + \frac{K_d}{dn_d} + \sum_i^{i_{tr}} \frac{K_{tr}}{dn_{tr}} \quad (4-4)$$

Trong đó: K_o -Chi phí đầu tư xây dựng ban đầu 1km kết cấu đường được xác định theo dự toán, đồng.

K_c - Chi phí cải tạo áo đường (nếu có) trong khoảng thời gian khai thác tính toán, đồng; xác định theo dự toán.

K_d - Chi phí một lần đại tu áo đường; xác định theo dự toán; khi thiếu đơn giá cụ thể có thể tham khảo xác định theo tỷ lệ so với vốn xây dựng ban đầu như ở bảng 5-1; đồng.

K_{tr} - Chi phí một lần trung tu áo đường; xác định theo dự toán; khi thiếu đơn giá có thể tham khảo xác định theo tỷ lệ so với vốn xây dựng ban đầu như ở bảng 5-1, đồng.

n_c, n_d, n_{tr} , là thời gian kể từ năm gốc (năm đưa đường vào sử dụng) đến lúc cải tạo, đại tu, trung tu áo đường xác định tùy theo loại tầng mặt áo đường như ở bảng 5-1.

i_d, i_{tr} là số lần tiến hành đại tu và trung tu trong khoảng thời gian khai thác tính toán; xác định thời gian giữa hai lần đại tu hoặc trung tu (bảng 5-1) so với khoảng thời gian tính toán.

Bảng 5-1

Loại tăng mặt áo đường	Khoảng thời gian (năm)		Tỷ lệ chi phí sửa chữa so với vốn xây dựng ban đầu (%)		
	Đại tu	Trung tu	Đại tu	Trung tu	Thường xuyên
Bê tông nhựa	15	5	42,0	5,1	0,55
Đá dăm trộn nhựa	12	4	48,7	7,9	0,98
Thâm nhập nhựa	10	4	49,6	8,7	1,92
Đá dăm	5	3	53,1	9,0	1,60
Cấp phối	5	3	55,0	10,0	1,80
Bê tông xi măng	25	8	34,2	4,1	0,32

5.5 Xác định tổng chi phí thường xuyên $\sum_{t=1}^n \frac{X_t}{\delta t}$

Tổng chi phí thường xuyên (gồm chi phí sửa chữa nhỏ và chi phí vận tải hàng năm) tính đổi về năm gốc được xác định theo công thức:

$$\sum_{t=1}^n \frac{C_t}{d_t} = C_{dt} \cdot M_n + S \cdot Q_n \cdot M_q \quad (5-3)$$

Trong đó : C_{dt} - Chi phí hàng năm cho việc duy tu sửa chữa nhỏ 1km kết cấu áo đường xác định theo đơn giá thực tế hoặc tham khảo theo tỷ lệ ở bảng 5-1 nếu không có số liệu thực tế.

M_n - Hệ số tính đổi phụ thuộc vào thời gian khai thác tính toán với hệ số hiệu quả tính đổi tiêu chuẩn $e_{td} = 0,08$, xác định theo bảng 5-2.

S - Chi phí vận tải 1T.Km hàng hóa được xác định theo công thức (5-6), đồng/T.Km.

M_q - Hệ số tính đổi phụ thuộc vào thời gian khai thác tính toán, hệ số tăng trưởng lưu lượng xe chạy hàng năm q với hệ số hiệu quả kinh tế tính đổi tiêu chuẩn $e_{td} = 0,08$ được xác định theo bảng 5-3.

Q_n - Khối lượng vận chuyển hàng hóa trong năm tính toán xác định theo công thức (5-3), tấn.

HỆ SỐ M_n KHI $E_{td} = 0,08$

Bảng 5-2

Thời gian tính toán n (năm)	6	9	12	15	18	20
Hệ số M_n	4,623	6,247	7,536	8,559	9,372	9,818

HỆ SỐ M_q KHI E_{td} = 0,08

Bảng 5-3

Thời gian tính toán n (năm)	Hệ số tăng trưởng lưu lượng xe chạy hàng năm q								
	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
6	4,450	4,383	4,271	4,164	4,062	3,964	3,870	3,780	3,695
9	5,975	5,721	5,438	5,261	5,053	4,857	4,674	4,057	4,341
12	7,075	6,653	6,268	5,915	5,590	5,292	5,018	4,775	4,532
15	7,879	7,272	6,728	6,241	5,802	5,407	5,051	4,744	4,437
18	8,452	7,649	6,945	6,328	5,784	5,305	4,881	4,525	4,170
20	8,729	7,793	6,986	6,288	5,682	5,155	4,694	4,315	3,937

5.6 Xác định chi phí vận tải hàng hóa S : Chi phí vận tải 1T.km hàng hóa bao gồm hai thành phần là chi phí biến đổi và chi phí cố định được xác định theo công thức

$$E = \frac{P_{bd}}{\beta \cdot \gamma \cdot G} + \frac{P_{cd}}{\beta \cdot \gamma \cdot G \cdot V} \quad (5-6)$$

Trong đó:

P_{bd} - Chi phí biến đổi trung bình cho 1km hành trình của xe ô tô, đồng/ xe Km được xác định theo 5.6.1.

P_{cd} - Chi phí cố định trung bình trong 1 giờ cho 1 ô tô, đồng / xe giờ được xác định theo 5.6.2.

β - Hệ số sử dụng hành trình, lấy $\beta = 0,65$;

γ - Hệ số lợi dụng trọng tải, lấy $\beta = 0,9 - 0,95$;

G- Trọng tải trung bình của các ô tô tham gia vận chuyển, tấn; có thể xác định trung bình theo trọng tải và tỷ lệ các loại xe tham gia vận chuyển.

V- Tốc độ chạy xe trung bình trên đường, km/giờ ; lấy bằng 0,7 tốc độ kỹ thuật xác định theo loại mặt đường và điều kiện địa hình ở bảng 5-4.

**TỐC ĐỘ KỸ THUẬT TRUNG BÌNH CỦA Ô TÔ VẬN TẢI
TRÊN ĐƯỜNG CÓ ÁO ĐƯỜNG THUỘC CÁC LOẠI KHÁC NHAU. Bảng 5-4**

Cấp hạng đường	Loại áo đường	Tốc độ kỹ thuật trung bình ở địa hình		
		Đồng bằng	Đồi	Núi
I	Cấp cao A ₁	65	60	50
	Cấp cao A ₁	55	50	40
	Cấp cao A ₂	50	40	35
II	Cấp cao A ₁ , A ₂	45	35	30
	Cấp cao A ₂	35	30	25
III	Cấp thấp B ₁	30	25	20
	Cấp cao A ₂	30	25	20
	Cấp thấp B ₁	25	20	17
IV	Cấp cao A ₂	15 - 20	13 - 18	10 - 14
	Cấp thấp B ₂			
V				
VI				

5.6.1- Chi phí biến đổi là chi phí phụ thuộc vào hành trình, điều kiện chạy xe (loại mặt đường, định hình) và vào tính năng của xe, nó gồm chi phí về nhiên liệu, dầu mỡ, hao mòn sám lốp, sửa chữa bảo dưỡng định kỳ, khấu hao sửa chữa lớn... Các thành phần chi phí này được xác định theo định mức ở các xí nghiệp vận tải ô tô. Nếu thiếu các số liệu này, trong so sánh phương án áo đường đường cho phép tính gần đúng chi phí biến đổi theo lượng tiêu hao nhiên liệu như sau :

$$P_{bd} = \lambda \cdot e \cdot r \text{ đồng/xe.km} \quad (5-7)$$

Trong đó :

λ - Tỷ lệ giữa chi phí biến đổi so với chi phí nhiên liệu, thường kí $\lambda = 2,6 - 2,8$;

e - Lượng tiêu hao nhiên liệu trung bình cho 1 km, lít/xe.km;

r - Giá nhiên liệu, đồng/lít.

5.6.2- Chi phí cố định là chi phí phải trả khi sử dụng ô tô 1 giờ, không phụ thuộc hành trình (dù thuê để đó không chạy hoặc thuê để chờ hàng). Chi phí này gồm các khoản khấu hao xe máy, lương lái xe, các khoản chi cho quản lý phương tiện (như lương bộ máy hành chính, chi bảo hiểm, chi phí về ga-ra và bãi đỗ xe...), nó được xác định theo định mức ở các xí nghiệp vận tải ô tô.

5.7- Khối lượng vận chuyển hàng hóa trong năm tính toán được xác định theo công thức sau :

$$Q_n = 365 \cdot \gamma \cdot \beta \cdot G.N, \quad (5-8)$$

Trong đó: N là lưu lượng xe chạy ngày đêm ở cuối thời gian tính toán, xe/ngày đêm : Các ký hiệu khác như ở công thức 5-6.

5.8- Xác định hiệu quả kinh tế của việc đầu tư vốn : Đối với phương án được chọn cần phải đánh giá được hiệu quả kinh tế của việc đầu tư vốn thông qua việc xác định hệ số hiệu quả kinh tế theo công thức :

$$E = \frac{C_{tx}^I - C_{tx}^{II}}{K_{td}^{II} - K_{td}^I} \quad (5-9)$$

Trong đó C_{tx}^I , C_{tx}^{II} là các chi phí thường xuyên của phương án mặt đường giữ nguyên trạng (phương án I) và phương án xây dựng mới hay cải tạo nâng cấp. Các chi phí này được tính ứng với năm t_x tùy thuộc vào tỷ lệ tăng chi phí thường xuyên hàng năm. Nếu xem tỷ lệ tăng chi phí thường xuyên hàng năm bằng tỷ lệ tăng trưởng lưu lượng xe chạy hàng năm q thì trị số t_x có thể được xác định theo bảng 5-5.

K_{td}^{II} và K_{td}^I là các tổng chi phí tập trung tính đối của phương án xây dựng mới và phương án để nguyên trạng. Vì để nguyên trạng nên ở đây $K_{td}^I = 0$, còn K_{td}^{II} được tính như ở 5.3.

TRỊ SỐ TÍNH TOÁN t_x

Bảng 5-5

q	1,01	1,02	1,03	1,04	1,05	1,06
t_x	4	8	10	11	11	12
q	1,07	1,08	1,09	1,10	1,11	1,12
t_x	13	13	14	14	15	15

Việc đầu tư được xem là có hiệu quả nếu hệ số hiệu quả tính theo công thức (5-9) lớn hơn hệ số hiệu quả kinh tế tiêu chuẩn $E_{tc} = 0,12$.

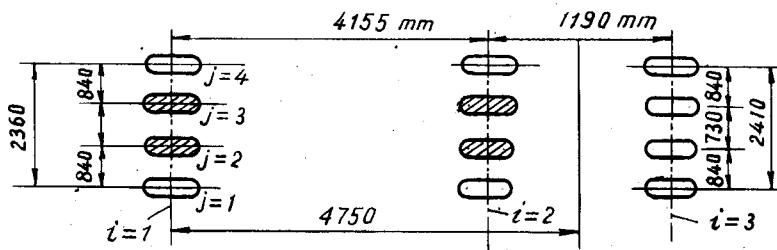
5.9- Những căn cứ khác cần xét đến trong so sánh phương án kết cấu áo đường :
Ngoài việc so sánh hiệu quả kinh tế tương đối giữa các phương án theo tổng chi phí xây dựng, khai thác tính đổi và theo hệ số hiệu quả đầu tư vốn, cần xét những chỉ tiêu khác về khối lượng và khả năng cung cấp nguyên vật liệu, về khả năng thực hiện của công nghệ thi công và khả năng bảo đảm tiến độ thi công để đạt thời gian quy định phải hoàn thành. Đồng thời cũng cần so sánh giữa phương án đầu tư xây dựng 1 lần với phương án đầu tư phân kỳ nếu lưu lượng xe chạy biến đổi theo thời gian.

PHỤ LỤC I

"Ví dụ xác định tải trọng tính toán của xe nhiều bánh và đặc trưng tính toán một số loại xe thông thường".

I- Ví dụ xác định các đặc trưng tính toán của xe nhiều bánh :

Giả sử trên đường sẽ cho chạy loại xe rơ-moóc hạng nặng mà sơ đồ vị trí các bánh của nó được miêu tả ở hình I-1



Hình I.1. Sơ đồ vị trí các bánh của rơ-moóc nặng chạy trên đường.

Đặc trưng của xe rơ-moóc này như sau :

- Tải trọng trên mỗi bánh của trục thứ nhất ($i = 1$) là 46kN (tức là 4,6 tấn/bánh).
- Tải trọng trên mỗi bánh của trục thứ nhì và thứ ba ($i = 2$ và $i = 3$) là 40,76kN (4,076 tấn/bánh).

- Áp lực hơi trong các lốp đều có $P_o = 7 \text{ daN/cm}^2$ (0,7 MPa). Vấn đề đặt ra là xác định các đặc trưng tính toán của loại xe này theo các hướng dẫn ở Điều 3.4.2. và 3.5 của chương III.

Qua sơ đồ hình I.1, có thể thấy điều kiện bất lợi nhất đối với sự làm việc của áo đường là dưới bánh xe thứ 2 hoặc thứ 3 ($j = 2$ và $j = 3$) của trục thứ 1 và trục thứ 2 ($i = 1$ và $i = 2$) vì đối với trục thứ 1 tải trọng trên mỗi bánh lớn hơn trên các trục khác và vì các bánh giữa (ở trục thứ 2 và các bánh thứ 2, thứ 3) có khả năng chịu ảnh hưởng của các bánh trước, bánh sau, các bánh hai bên nhiều hơn.

Do vậy chọn bánh Q_{12} ($i=1$ và $j=2$) và bánh Q_{22} ($i=2$; $j=2$) để tính toán.

1) Xác định tải trọng tính toán đối với bánh 2 trục 2 Q_{22} được thực hiện theo công thức 3-1 và biểu đồ hình 3-1 ở chương III.

Để xác định hệ số q , trước hết phải xác định các tỷ số L/D_{ch} ; L là khoảng cách từ các trục trước, trục sau và bánh hai bên đến bánh Q_{22} ; còn D_{ch} là đường kính vét bánh được chọn làm bánh tính toán, ở đây là bánh Q_{22} :

$$D_{ch} = \sqrt{4 \cdot 40,76 / (3,14 \cdot 0,7)} = 0,27 \text{ m.} = 27 \text{ cm.}$$

(D_{ch} được xác định theo công thức 3-4 chương III).

Các trị số L xác định theo sơ đồ hình I.1 và từ các tỷ số L/D_{ch} và theo toán đồ hình 3-1 ta có:

a) Xét ảnh hưởng của trục 1 và trục 3 đối với trục 2:

- Hệ số ảnh hưởng của trục 1 đối với trục 2

$$L_1/D_{ch} = 415,5 : 27 = 15,39 \rightarrow q_1 = 0,000$$

Hệ số ảnh hưởng của trục 3 đối với trục 2

$$L_3/D_{ch} = 119,0 : 27 = 4,41 \rightarrow q_3 = 0,109$$

b) Xét ảnh hưởng của các bánh 1, 3, 4 đối với bánh 2 trên cùng trục 2.

- Hệ số ảnh hưởng của bánh 1 đối với bánh 2

$$L_1/D_{ch} = 84,0 : 27 = 3,11 \rightarrow q_1 = 0,24$$

- Hệ số ảnh hưởng của bánh 3 đối với bánh 2

$$L_3/D_{ch} = 73 : 27 = 2,7 \rightarrow q_3 = 0,293$$

- Hệ số ảnh hưởng của bánh 4 đối với bánh 2

$$L_4/D_{ch} = 157 : 27 = 5,81 \rightarrow q_4 = 0,042$$

Thay vào công thức (3.4) ta có tải trọng tương đương của bánh 2 trục 2 là:

$$S_{22}^{td} = 40,76 (0,00 + 1 + 0,109) (0,24 + 1,0 + 0,293 + 0,042) = 71,42 \text{ KN}$$

2) Tương tự như vậy ta có thể tìm được

$$Q_{12}^{td} = 77,79 \text{ kN}$$

$$Q_{32}^{td} = 71,42 \text{ kN}$$

3) So sánh 3 trị số tải trọng tương đương trên có thể thấy trị số $Q_{12}^{td} = 77,79$ là lớn nhất, do vậy chọn trị số này làm trị số tải trọng tính toán ($Q_{tt} = 77,79 \text{ kN}$).

4) Từ trị số $Q_{tt} = 77,79$ các đặc trưng tính toán của xe rơ mooc hạng nặng được xác định như sau :

$$D_{tid} = \sqrt{4 \cdot 77,79 \cdot (3,14 \cdot 0,7)} = 38 \text{ cm.}$$

$$P = P_0 = 7 \text{ daN/cm}^2 (0,7 \text{ MPa})$$

Các trị số P và D_{tid} này được dùng để kiểm nghiệm khả năng của kết cấu áo đường khi cho phép loại xe nặng này chạy trên đường như quy định và hướng dẫn ở Điều 3.4.2. Chương III.

5) Xác định hệ số quy đổi của trục 2 và trục 3 về trục 1 là trục nặng nhất được chọn làm trục tính toán (trục có tải trọng nặng nhất) theo cách hướng dẫn ở điều 3.6.2 chương III.

Tỷ số giữa tải trọng bánh trục 2 và 3 với tải trọng tính toán.

$$\frac{Q_{22}}{Q_{tt}} = \frac{71,42}{77,79} = 0,918$$

$$\frac{Q_{32}}{Q_{tt}} = \frac{71,42}{77,79} = 0,918$$

Với các tỷ số này, tra đồ thị hình 3-2 tìm được hệ số quy đổi $a_{21} = a_{31} = 0,70$

Như vậy, nếu có 1 xe 3 trục như rơ mooc hạng nặng nói trên chạy thì tương đương với $1 + 0,70 + 0,70 = 2,40$ xe 1 trục có tải trọng bánh tính toán là $Q_{tt} = 77,79$ và $P = 7 \text{ daN/cm}^2$.

II- Đặc trưng tính toán của một số loại xe thông thường

Bảng 2

Máy của phương tiện vận tải	Trọng tải (T)	Tải trọng lên mặt từ bánh trước (kN) Tính	Tải trọng lên mặt từ bánh sau (kN) Tính Q _H	Khoảng cách giữa các trục sau của xe 3 trục L(m)	Áp suất trung bình bánh sau lên mặt đường p(MPa)	Đường kinh vét bánh xe khi tính toán áo đường (cm) Tính D _H
1	2	3	4	5	6	7
Ô tô hàng						
YAZ 61	2,0	12,0	15,0	-	0,27	27
AZ-53A	4,0	9,0	28,0	-	0,53	26
ZIL - 133L	8,0	20,9	27,5	1,40	0,35	32
Ural - 377H	7,5	20,0	27,5	1,40	0,36	31
ZIL - 130	5,0	12,9	34,8	-	0,60	27
Ural - 4320	5,0	21,6	22,7	1,40	0,32	30
KrAZ - 257L	13,0	23,0	45,0	1,40	0,50	34
MAZ - 516	14,5	28,5	45,0	1,46	0,55	32
MAZ - 5001	8,0	24,1	50,0	-	0,65	31
ZIL - 130 - 76	6,0	13,1	39,5	-	0,60	29
Magirus - 232019 L	11,5	30,0	65,0	-	0,6	37
Magirus - 290026L	16,6	30,0	50,0	1,38	0,6	33
KamAZ - 5320	8,0	21,9	27,3	1,32	0,45	28
KrAZ - 255	7,5	27,2	35,6	1,40	0,35	36
KamAZ - 5410	8,1	20,8	27,4	1,32	0,45	28
Ural - 377 CH	7,5	18,2	27,3	1,40	0,36	31
MAZ - 504A (SKODA)	7,75	21,9	50,0	-	0,65	31
KAZ - 608	4,5	14,0	29,6	-	0,60	25
Ural - 3750 - KL	5,5	20,2	22,7	1,40	0,32	30
ZIL - 157KB	4,35	14,7	18,2	1,12	0,35	26
KpAZ - 255B	8,0	27,4	33,4	1,40	0,35	35
ZIL - 13LB	5,0	17,8	20,3	1,25	0,30	29
KpAZ - 258L	12,0	22,4	43,7	2,40	0,50	33
Marcedez Benz 2232L6	14,0	30,0	40,0	1,35	0,58	32
VOLVO p89 - 38 (6 x 2)	14,50	32,5	11,2	1,32	0,45	34
VOLVO F89 - 32 (6 x 2)	13,86	32,0	60,0	1,37	0,45	30

1	2	3	4	5	6	7
	Ô tô tự đổ					
GAZ - SAZ - 55	3,50	50,0	20,00	-	0,63	26
ZIL - MMZ - 554	4,00	43,9	32,5	-	0,60	26
KamAZ - 5511	10,00	22,4	36,1	1,32	0,45	32
MAZ - 503A	8,00	26,2	50,0	-	0,65	31
KrAZ - 25661	12,00	22,6	47,1	1,40	0,50	35
Magirus - 2908 - 26K	14,50	30,0	50,0	1,38	0,60	33
Tatra 13881	12,70	24,5	44,1	1,32	0,06	39
Tatra 14881	15,00	30,00	50,0	1,32	0,60	39
	Ô tô chuyên dụng khai thác mỏ					
Belaz - 304A	27,00	78,0	162,0	-	0,50	64
Belaz - 548A	40,00	116,0	228,0	-	0,56	72
Belaz - 549	90,00	238,4	305,2	-	0,96	107
	Rô moóc đa năng					
GAB-DX7	5,50	20,1	20,1	-	0,60	21
MAZ - 8926	8,00	30,0	30,0	-	0,55	26
GKB - 8350	8,00	14,4	14,4	-	0,38	22
	Rô moóc một trục đa năng					
OBA 3- 9370	14,20	-	27,5	1,32	0,36	31
MAZ - 5245	13,50	-	50,0	-	0,48	36
KAZ - 717	11,50	-	27,5	1,37	0,30	34
	Ôtô buýt			-		
PAZ - 3201		13,2	22,6	-	0,30	31
LAZ - 659N		19,9	37,2	-	0,50	31
LAZ - 699H		28,4	33,8	-	0,50	32
LAZ - 4202		20,5	46,5	-	0,75	28
LYAS - 677		28,7	41,6	-	0,675	28
YKARUS - 250		20,0	47,9	-	0,650	31
YKARUS - 255		27,8	46,5	-	0,600	31
YKARUS - 280		27,2	45,2	-	0,650	30
YKARUS - 260			29,4	-	0,775	
YKARUS - 260		20,2	49,4	-	0,650	30
	Xe điện bánh lốp					
ZYU - 9B		31,4	51,8	-	0,66	32
SYU - 662		30,4	54,4	-	0,66	32
SKODA 9TP		30,0	50,4	-	0,80	28

PHỤ LỤC II

XÁC ĐỊNH CÁC ĐẶC TRƯNG TÍNH TOÁN ĐẤT NỀN

1. Các đặc trưng tính toán của đất nền đường phải xác định tương ứng với độ ẩm bất lợi nhất như nói ở Điểm 3-3 chương III. Để xác định trị số độ ẩm bất lợi nhất phải dựa vào kết quả quan trắc cố định sự diễn biến độ ẩm theo thời gian của nền đường trong khu vực tùy theo loại hình kết cấu áo đường khác nhau.

2. Trong trường hợp không có số liệu quan trắc cố định có thể tạm xác định trị số độ ẩm bất lợi nhất tùy theo loại hình kết cấu nền mặt đường như sau :

2.1- Loại I : Kết cấu nền mặt đường có thể hạn chế được tác dụng của các nguồn ẩm :

Nền đường loại này phải không có nước ngập thường xuyên và mực nước ngầm phải thấp hơn đáy mặt đường 1,5m. (Nếu nền đắp bằng đất á sét và sét) hay 0,8m (nếu nền đắp bằng đất á cát), phải thoát nước mặt tốt. Nếu có nước ngập từng thời gian (không quá 3 tháng thì lề phải được dấp bằng đất sét hoặc á sét với độ chật $K \geq 0,95$ và lề phải rộng hơn $1,5+2,0$ m).

Kết cấu áo đường loại này phải có tầng mặt không thấm nước và tầng móng bằng vật liệu kín như đất nền chật với $K = 0,95 - 0,98$ hoặc bằng đất cát gia cố chất liên kết.

Độ ẩm tính toán của đất nền loại này có thể lấy bằng $0,55 - 0,6$ độ ẩm giới hạn chảy xác định theo thí nghiệm.

2.2- Loại II: Kết cấu nền mặt đường có chịu ảnh hưởng của 1 hoặc một vài nguồn ẩm. Kết cấu nền mặt đường loại này không đạt được một trong những yêu cầu của loại trên.

Tùy theo sự phân tích mức độ có thể chịu ảnh hưởng của các nguồn ẩm; trị số độ ẩm tính toán của đất nền loại này có thể được xác định theo phạm vi trong bảng II.1.

ĐỘ ẨM TÍNH TOÁN CỦA ĐẤT NỀN LOẠI II

Bảng II.1

Độ chật K	Độ ẩm tính toán đối với loại đất		
	Sét	Á sét	Á cát
1,0	0,60 - 0,65	0,6 - 0,64	0,6 - 0,64
0,95	0,6 - 0,7	0,6 - 0,7	0,6 - 0,7
0,90	0,7 - 0,8	0,7 - 0,8	0,7 - 0,85

2.3. Loại III : Kết cấu nền mặt đường chịu nhiều ảnh hưởng của các nguồn ẩm.

Nền đường loại này thường đắp thấp, lề hẹp bằng đất á cát đầm chật kém, có nước ngầm thường xuyên, thoát nước mặt không tốt và chịu ảnh hưởng của nước ngầm. Mặt đường thuộc loại thấm nước, móng là loại không kín (đá ba, đá dăm...) Độ ẩm tính toán của loại II có thể lấy theo bảng II-2.

ĐỘ ẨM TÍNH TOÁN CỦA NỀN LOẠI III

Bảng II.2

Độ chật K	Độ ẩm tính toán đối với loại đất		
	Sét	Á sét	Á cát
1,0	0,65 - 0,67	0,64 - 0,66	0,64 - 0,66
0,95	0,72 - 0,75	0,74 - 0,75	0,76 - 0,80
0,90	0,80 - 0,85	0,85 - 0,90	0,89 - 0,96

Độ ẩm tính toán trong các *bảng II.1* và *II.2* là độ ẩm tương đối so với giới hạn chảy của đất xác định theo thí nghiệm.

Độ ẩm tính toán của đất lắn sỏi sạn lấy tương ứng theo đất cùng loại không có sỏi sạn.

3. Trong giai đoạn lập luận chứng kinh tế kỹ thuật có thể lấy trị số mô đun đàn hồi của đất nền tùy theo độ ẩm và độ chật như ở bảng II.3 và trị số lực dính $c(\text{daN}/\text{cm}^2)$, góc nội ma sát tính theo bảng II.4.

TRỊ SỐ MÔ ĐUN ĐÀN HỒI (daN/cm^2)

TÙY THEO ĐỘ ẨM VÀ ĐỘ CHẬT

Bảng II.3

Loại đất	Độ chật K	Độ ẩm tương đối $\alpha = W/W_T$					
		0,50	0,6	0,7	0,8	0,9	0,95
Sét	0,95	440	340	270	220	190	
	0,90	420	320	250	200	160	
Á sét	0,95	470	370	300	250	220	
	0,90	440	340	270	230	200	
Á cát	0,95	520	430	360	320	280	260
	0,90	490	400	330	290	250	240
Đất lắn sỏi sạn	0,95	650	570	500	460	420	
	0,90	620	540	480	440	400	
Ba zan		650		450 ÷	250 ÷	210 ÷	
Tây nguyên		610		400	230	160	

**TRỊ SỐ LỰC DÍNH c (daN/cm²) VÀ GÓC MA SÁT $\varphi^{(o)}$
KHI ĐẤT CÓ ĐỘ CHẶT K = 0,95**

Bảng II.4

Loại đất	Chỉ tiêu	Độ ẩm tương đối		
		0,5 ÷ 0,6	0,6 ÷ 0,7	0,7 ÷ 0,8
Sét	c	0,64 ÷ 0,48	0,48 ÷ 0,38	0,38 ÷ 0,30
	φ	22 ÷ 18	18 ÷ 15	15 ÷ 12
Á sét	c	0,50 ÷ 0,38	0,38 ÷ 0,28	0,28 ÷ 0,2
	φ	24 ÷ 20	20 ÷ 17	17 ÷ 14
Á cát	K	0,38 ÷ 0,18	0,18 ÷ 0,1	0,10 ÷ 0,05
	φ	26 ÷ 22	22 ÷ 19	19 ÷ 15
Lãnh sỏi Sạn		Lấy tương ứng theo loại đất thông thường không có sỏi sạn		
Đất Bazan	c	0,51 ÷ 0,31	0,37 ÷ 0,24	0,27 ÷ 0,19
	φ	17 ÷ 12	14 ÷ 8	11 ÷ 7

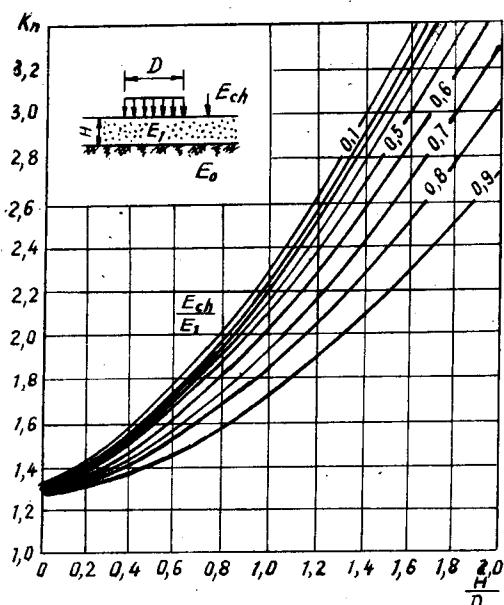
II. 3. Đối với lớp đất trên cùng của nền đường, đầm nén, đạt yêu cầu như Điều II.1 thì trị số mô đun đàn hồi của nó được lấy tăng 10% so với giá trị lớn ở bảng II.3.

4. Trong giai đoạn thiết kế lập bản vẽ và thi công phải xác định mô đun đàn hồi của đất nền bằng cách đo ép tại hiện trường hoặc tại máng thí nghiệm với tẩm ép lớn trong thời kỳ bất lợi (xem hướng dẫn ở phụ lục V).

5. Trường hợp không thể đo ép tại hiện trường được thì có thể xác định trị số mô đun đàn hồi của đất nền theo kết quả thí nghiệm trong phòng bằng phương pháp nén một trục nở hông tự do. Đặc biệt khi không đo ép vào thời kỳ bất lợi được thì có thể dùng phương pháp này với các mẫu chế bị ở độ ẩm bất lợi tính toán ở Điểm II.2.

Phương pháp này cũng thường chỉ áp dụng đối với các loại đất có tính dính nhất định (vì như vậy mới có thể đúc được mẫu để nén một trục nở hông tự do). Với phương pháp này, trị số mô đun đàn hồi tính toán của đất nền E_o phải điều chỉnh theo công thức : $E_o = K_n E_{tn}$ (daN/cm²) (II.1)

Trong đó E_{tn} là trị số mô đun đàn hồi thí nghiệm trong phòng bằng phương pháp nén một trục nở hông tự do theo cách hướng dẫn ở dưới đây.



Hình II.2. Toán đồ để xác định hệ số K_n trong công thức II.1 (các ký hiệu như trên sơ đồ tính).

K_n - Hệ số điều chỉnh xác định theo biểu đồ hình II.2.

Theo biểu đồ hình II.1, hệ số K_n được xác định theo phương pháp thử dàn (tính gần đúng dàn) cùng với bề dày H ; mô đun dàn hồi của vật liệu kết cấu thiết kế E_1 , đường kính vẹt bánh xe tính toán D và mô đun dàn hồi tương đương của cả kết cấu E_{ch} (khi thiết kế thường biết $E_{ch} = E_{yo}$, biết D rồi già thiết H và E_1 sẽ xác định được K_n và E_o . Với E_o này lại tính từ dưới lên để tìm lại E_{ch} theo toán đồ hình 3-3 chương III. Nếu trị số E_{ch} tìm lại xấp xỉ trị số ban đầu là được.

6. Phương pháp thí nghiệm trong phòng để xác định E_{tn} được tiến hành như sau:

- Dùng mẫu tròn có kích thước đường kính 5cm, cao 5cm; nếu có thể lấy nguyên dạng tại nền đường vừa thi công xong hoặc tại nền đường cũ (trường hợp thiết kế tăng cường áo đường cũ) tương ứng với thời gian bất lợi về độ ẩm; mẫu cũng có thể chế bị bằng đất dùng để xây dựng nền đường hoặc bằng đất lấy ở nền đường cũ về sao cho có độ chật bằng độ chật thực tế khi nền làm việc và có độ ẩm tính toán nói ở điểm 2. Cách chế biến phải theo đúng như cách qui định trong qui trình thí nghiệm đất (gồm cả việc bảo dưỡng mẫu trong bình giữ ẩm để ẩm phân bố đều trong mẫu).

- Mẫu được ép trên máy nén với bản ép có đường kính 5cm (bằng đường kính của mẫu) và không có khuôn (nén một trực cho nở hông tự do). Tăng tải một cấp cho đến trị số 2,0 - 2,5 daN/cm². Sau đó dỡ tải và đo biến dạng hồi phục S . Khi già và dỡ tải đều đợi đến lúc biến dạng không quá 0,01mm/5 phút mới đọc trị số biến dạng.

- Tính trị số mô đun dàn hồi thí nghiệm theo công thức sau:

$$E_{tn} = \frac{p \cdot H}{S} \text{ daN/cm}^2 \quad (\text{II.2})$$

Trong đó:

p là áp lực tác dụng lên mẫu khi nén, daN/cm²

H -chiều cao mẫu, cm;

S là biến dạng hồi phục tương ứng với áp lực p , cm.

Trị số E_{tn} sử dụng phải là kết quả trung bình ít nhất của 3 mẫu cùng loại đất, cùng độ ẩm và độ chật.

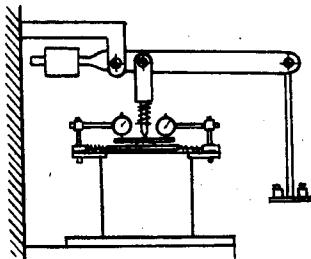
7. Trường hợp nền đường có độ chật và độ ẩm thay đổi nhiều theo chiều sâu hoặc gồm các lớp đất khác nhau (không đồng nhất) thì phải chia ra nhiều lớp để lấy mẫu nguyên dạng (hoặc chế biến) xác định mô đun dàn hồi thí nghiệm E_{tn}^i của mỗi lớp đó theo cách nói ở trên. Khi đó trị số E_{tn} chung của cả nền đường được tính theo công thức sau :

$$E_{tn} = \frac{30}{\frac{12}{E_{tn}^o} + \frac{9}{E_{tn}^1} + \frac{5}{E_{tn}^2} + \frac{3}{E_{tn}^3} + \frac{1}{E_{tn}^4}} \quad (\text{II.3})$$

Trong đó $E_{tn}^o, E_{tn}^1, E_{tn}^2, E_{tn}^3, E_{tn}^4$ là mô đun dàn hồi thí nghiệm nén một trực nở hông tự do của các lớp đất tương ứng ở các độ sâu 0,0m, 1D, 2D, 3D, 4D (D là đường kính của vẹt bánh xe tính toán trên mặt đường).

8. Trị số mô đun dàn hồi thí nghiệm của đất nền cũng có thể được xác định theo phương pháp ép lún có hạn chế nở hông bằng máy nén đòn bẩy, nhất là trong trường hợp đất kém dính, không đúc được mẫu để ép theo cách nở hông tự do như trên.

Theo phương pháp này mẫu được chế bị và khi thí nghiệm vẫn được đặt trong khuôn hình trụ có đường kính không nhỏ hơn 4 lần và chiều cao không nhỏ hơn 3 lần so với đường kính tấm ép. Đường kính tấm ép nên dùng là 4-5 cm, do vậy cũng thường dùng khuôn 15x15



hoặc 15x20cm. Yêu cầu về việc chuẩn bị mẫu giống như nói ở điểm 6 ở trên. Khối lượng đất và nước trộn với được tính toán trước và sau khi trộn đều chia làm 3-4 lần để đổ vào khuôn; mỗi lần đều dùng chùy sắt đầm chặt đến vạch dự tính trước để đạt độ chặt tính toán. Nên tạo mẫu cao hơn mặt khuôn độ 2cm sau đó dùng dây thép con cắt bằng mặt khuôn để đặt tấm ép khi thí nghiệm. Do vậy phải dùng khuôn có lắp đoạn khuôn mõ.

Hình III.2. Sơ đồ lắp đặt ép và thiên phân kế

1. Đồng hồ đo chuyển vị;
2. Tấm ép;
3. Khuôn có mẫu đất.

Khi thí nghiệm, lắp đặt mẫu và các đồng hồ đo chuyển vị như sơ đồ ở hình III.1 (máy nén kiểu đòn bẩy).

Tài trọng được chuyển qua tấm ép đặt ở trung tâm mẫu và chất tải trọng theo từng cấp (3-4 cấp) cho đến cấp lớn nhất là $p=2,0 - 2,5 \text{ daN/cm}^2$. Cứ mỗi cấp, đợi cho biến dạng không quá 0,01mm/phút) lại dỡ tải và cũng đợi cho biến dạng hồi phục ổn định (với tốc độ trên) thì đọc trị số ở đồng hồ đo chuyển vị để xác định biến dạng hồi phục sau mỗi cấp. Trị số mô đun dàn hồi thí nghiệm E_{tn} của mỗi mẫu được xác định theo công thức sau:

$$E_{tn} = \frac{\Pi}{4} \frac{pD(1-\mu^2)}{l}, \text{ daN/cm}^2 \quad (\text{II.4})$$

Trong đó l là biến dạng hồi phục đo được tương ứng với áp lực tính toán daN/cm^2 ($p=2,0 - 2,5 \text{ daN/cm}^2$); D là đường kính tấm ép; μ : là hệ số Poisson, với đất $\mu = 0,35$.

Sau khi có E_{tn} , lại sử dụng công thức II.1 để xác định trị số mô đun dàn hồi-tính toán của nền đất.

9. Trị số lực dính c và góc ma sát φ của nền đất được xác định bằng thí nghiệm cắt nhanh không thoát nước với các mẫu đất hình trụ tròn được chế bị ở trạng thái ẩm và chặt bất lợi nhất với diện tích mẫu khoảng 40cm^2 (đường kính không nhỏ hơn 70mm) và cao 30 - 35mm. Yêu cầu đối với thí nghiệm cắt tương tự như vật liệu (xem điểm 6 phụ lục III) và có thể tham khảo quy trình thí nghiệm cơ học đất thông thường.

10. Yêu cầu về số mẫu và cách xử lý số liệu thí nghiệm các đặc trưng cường độ và biến dạng của đất nền cũng tương tự như hướng dẫn ở điểm 7 phụ lục III.

PHỤ LỤC III

XÁC ĐỊNH CÁC ĐẶC TRUNG TÍNH TOÁN CỦA VẬT LIỆU LÀM ÁO ĐƯỜNG

1/ Các đặc trưng tính toán của bê tông nhựa và hỗn hợp đá - nhựa phải được xác định tùy thuộc trường hợp tính theo tiêu chuẩn cường độ khác nhau, tùy thuộc vị trí lớp vật liệu trong kết cấu và tùy thuộc nhiệt độ tính toán :

1.1- Khi tính toán kiểm tra cường độ chịu kéo uốn của các lớp thuộc tầng mặt áo đường thì đặc trưng biến dạng và cường độ của bê tông nhựa và hỗn hợp đá-nhựa có thể được lấy theo bảng III-1 tương ứng với nhiệt độ tính toán 10 - 15°C (đối với các vùng phía Nam được lấy tới số thấp đối với mô đun đàn hồi).

Bảng III-1

Loại vật liệu	Mô đun đàn hồi E (daN/cm ²)	Cường độ chịu kéo-uốn cho phép R _u (daN.cm ²)
- Bê tông nhựa rải nóng và ấm		
Loại I (chặt có bột đá)	13.000 - 15.000	18 - 20 Dùng trị số nhỏ
Loại II (chặt có bột đá)	10.000 - 12.000	14 - 15 khi rải ấm và
Rỗng không bột đá	8.000 - 9000	10 - 12 dùng sỏi
Loại III	7000 - 9000	12 - 14
Loại IV	5000 - 6000	8 - 9
Bê tông nhựa nguội		
Loại I	6000 - 7000	9 - 10 Dùng trị số
Loại II	5000 - 5500	7 - 8 nhỏ khi
Không bột đá	4000 - 5000	6 - 7 dùng sỏi
Đá dăm thâm nhập nhựa		
Đá cấp 1 và 2	5000 - 6000	
Đá cấp 3	4000 - 5000	
Đá sỏi trộn nhựa lỏng	2500 - 3000	
Đá cường độ thấp, hỗn hợp phế liệu mô đá với cát hoặc á cát trộn nhựa.	2000 - 3500	2 - 3,5

1.2- Khi tính toán cường độ áo đường theo tiêu chuẩn độ võng đàn hồi, trị số mô đun đàn hồi của bê tông nhựa và hỗn hợp đá-nhựa dùng làm tầng mặt phải lấy tương ứng với nhiệt độ tính toán 30°C như ở *Bảng III-2*. Khi tính toán theo điều kiện trượt thì trị số mô đun đàn hồi của bê tông nhựa và đá nhựa dùng làm tầng mặt phải lấy tương ứng với nhiệt độ tính toán ở 60°C ở *Bảng III-2*. Khi đo ép thử nghiệm cường độ áo đường ở nhiệt độ thực tế khác thì trị số mô đun đàn hồi ~~còn chung~~ cũng cho ở *Bảng III-2*.

**TRỊ SỐ MÔ ĐUN ĐÀN HỒI TRUNG BÌNH CỦA CÁC LOẠI
BÊ TÔNG NHỰA (daN.cm²)**

Bảng III-2

Loại vật liệu	Nhiệt độ tăng mặt đường			
	20	30	40	50 (80)
- Bê tông nhựa chặt				
Loại B :				
Hạt lớn	4000	3500	3000	2500
Hạt vừa	3500	3000	2700	2500
Hạt nhỏ	3000	2700	2200	2000
- Bê tông nhựa rỗng	2000	1800	1600	1500
- Bê tông nhựa cắt	3600	3200	2800	2500
Loại D,E	3200	2900	2700	2500
Hạt lớn	2900	2500	2200	2500
Hạt vừa	2500	2250	2000	1900

- Đối với bê tông nhựa loại A trị số mô đun đàn hồi được tăng thêm 20% và với loại C giảm 20% so với loại B.

- Đối với loại thảm nhập nhựa, trị số mô đun đàn hồi có thể được ấy tương ứng với loại bê tông nhựa rỗng (hạt lớn hoặc hạt vừa) ở bảng III-2.

1.3. Khi tính toán kiểm tra ổn định trượt của lớp mặt bê tông nhựa, lực dính c của bê tông nhựa được lấy theo bảng 3-8 (chương III).

2- Đặc trưng biến dạng và cường độ của các lớp vật liệu khác thay đổi rất ít theo nhiệt độ và độ ẩm. Trị số trung bình của chúng được cho ở bảng III-3.

Trị số trung bình các đặc trưng cường độ đo và biến dạng của các lớp vật liệu làm áo đường.

Bảng III-3

Loại vật liệu	Mô đun đàn hồi $E, daN/cm^2$	Cường độ kéo uốn R_u (daN/cm ²)	Góc ma sát φ^0	Lực dính	Ghi chú
- Đá dăm, sỏi cuội có mặt vỡ gia cố xi măng 6-7% xi măng	6.000-7.000	6 - 8			
4-5% xi măng	4.000-5.000	4 - 6			
- Phế liệu mỏ đá cắt gia cố xi măng	3.000-4.500	3 - 4			

Loại vật liệu	Mô đun đàn hồi $E, \text{daN/cm}^2$	Cường độ kéo uốn R_u (daN/cm ²)	Góc ma sát φ^0	Lực dính	Ghi chú
- Đất có thành phần tốt nhất gia cố xi măng hoặc vôi 8-10%	3000 - 4000	2,5-3,5			Cát vàng gia cố được lấy trị số tương ứng với tỷ lệ xi măng cao hơn 2%
- Cát đen và á cát gia cố xi măng 6%	1800	1,5			
8%	2800	2,5			
10%	3500	3,0			
- Á sét gia cố xi măng hoặc vôi 8-10%	2000-2500	2-2,5			
- Đá dăm macadam	3500-4000				Đá cấp 3 dùng trị số thấp
- Cấp phối đá dăm	2000-2500				Lấy tùy cấp đá
- Cấp phối sỏi cuội có tỷ lệ cát hạt 2mm và 0,5mm					
85% và 3%	2500	45	0,2-0,5		
70% và 7%	2200	42	0,2-0,5		
60% và 10%	1800	37	0,2-0,5		
50% và 12%	1600	35	0,2-0,5		
- Xỉ lò cấp 1-4 chất lượng đồng đều cấp phối tốt					
Có hoạt tính	3000-4000				
Hoạt tính yếu	2000-3000				

3) Các trị số ở các bảng III-1, III-2, III-3 chỉ là các trị số trung bình tham khảo ở nước ngoài và một phần theo kinh nghiệm trong nước. Trong thiết kế lập bản vẽ thi công chi tiết phải tiến hành thí nghiệm xác định các đặc trưng cường độ và biến dạng của vật liệu theo phương pháp đo ép tại máng thí nghiệm hoặc tại hiện trường (phụ lục V). Với các vật liệu gia cố chất liên kết vô cơ hay hữu cơ có thể xác định bằng phương pháp thí nghiệm trong phòng như hướng dẫn dưới đây.

4) Xác định mô đun đàn hồi của các vật liệu gia cố chất liên kết trong phòng được thực hiện bằng cách ép các mẫu trụ tròn trong điều kiện cho nở hông tự do (nén 1 trực, mẫu không đặt trong khuôn, bàn ép bằng đường kính mẫu). Lúc này, trị số mô đun đàn hồi của vật liệu được tính theo trị số biến dạng đàn hồi của vật liệu được tính theo trị số biến dạng đàn hồi lđo được khi thí nghiệm ép, tương ứng với tải trọng p (daN/cm^2) với công thức sau :

$$E = \frac{pH}{L} \quad (\text{daN/cm}^2) \quad (\text{III-1})$$

Trong đó:

$$P = \frac{4P}{\pi D^2}$$

D là đường kính mẫu (đường kính bán ép) và H là chiều cao mẫu.

P là lực tác dụng lên bàn ép - daN

Khi thí nghiệm thường lấy $p = 5,0 \text{ daN/cm}^2$ (tương đương với áp lực làm việc của vật liệu áo đường). Còn đường kính mẫu thì chọn tùy cỡ hạt lớn nhất có trong vật liệu; Chiều cao mẫu có thể bằng hai hoặc bằng đường kính mẫu. Thường mẫu có kích thước như sau :

- Với bê tông nhựa D = 10 cm, H = 10 cm
- Với đá gia cố D = 10 cm, H = 10 cm.
- Với đất, cát gia cố D = 5 cm, H = 5 cm

Các mẫu phải được chế bị đúng với thực tế thi công về tỷ lệ các thành phần, về độ chặt, độ ẩm. Thường với mẫu đất gia cố chất liên kết vô cơ được chế bị ở độ chặt lớn nhất và độ ẩm tốt nhất, còn mẫu bê tông nhựa thường chế bị với áp lực khoảng 300 daN/cm^2 . Mẫu vật liệu gia cố chất liên kết vô cơ phải ủ mat cưa ẩm hàng ngày có tưới nước để bảo dưỡng cho đạt trước thí nghiệm (7 ngày và 20 ngày); trước khi ép phải bão hòa mẫu bằng cách ngâm mẫu chìm trong nước 1-2 ngày hoặc dùng máy hút chân không.

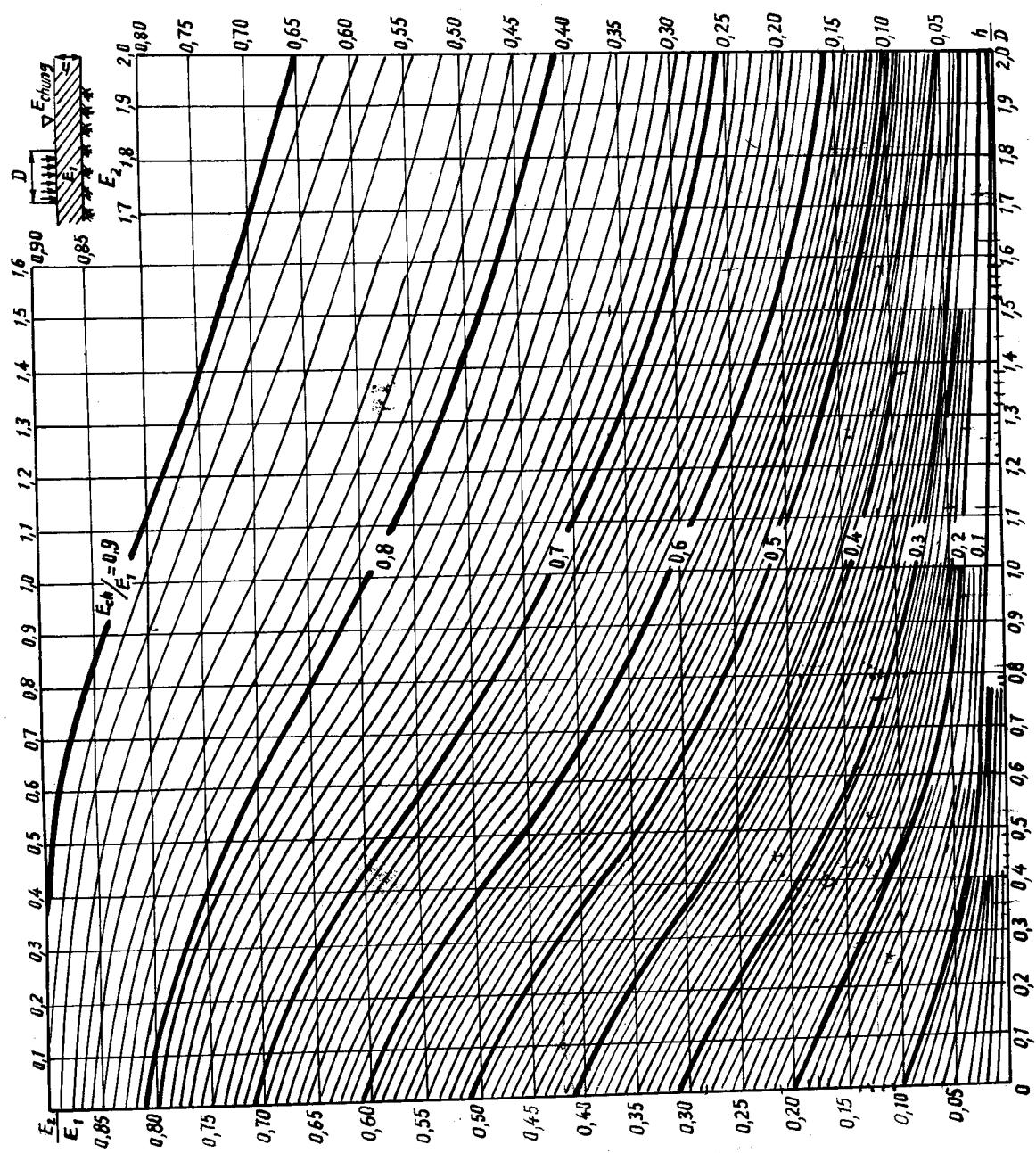
Mẫu bê tông nhựa và vật liệu gia cố chất liên kết hữu cơ phải bảo dưỡng ở nhiệt độ trong phòng ít nhất 16 giờ và trước khi thí nghiệm ép phải giữ ở nhiệt độ tính toán (quy định ở điểm 3.3 chương 3) trong hai giờ để đảm bảo toàn khối mẫu đạt đến nhiệt độ đó (giữ trong tủ nhiệt hoặc ngâm trong nước có nhiệt độ cao hơn nhiệt độ tính toán vài độ).

Mẫu đem ép với chế độ gia tải 1 lần. Giữ áp lực p trên mẫu cho đến khi biến dạng lún ổn định, cụ thể được xem là ổn định khi tốc độ biến dạng chỉ còn $0,01 \text{ mm/phút}$ (trong 5 phút). Sau đó dỡ tải ra và đợi biến dạng hồi phục cũng đạt được ổn định như trên thì mới đọc thiên phân kế để xác định trị số biến dạng đàn hồi 1.

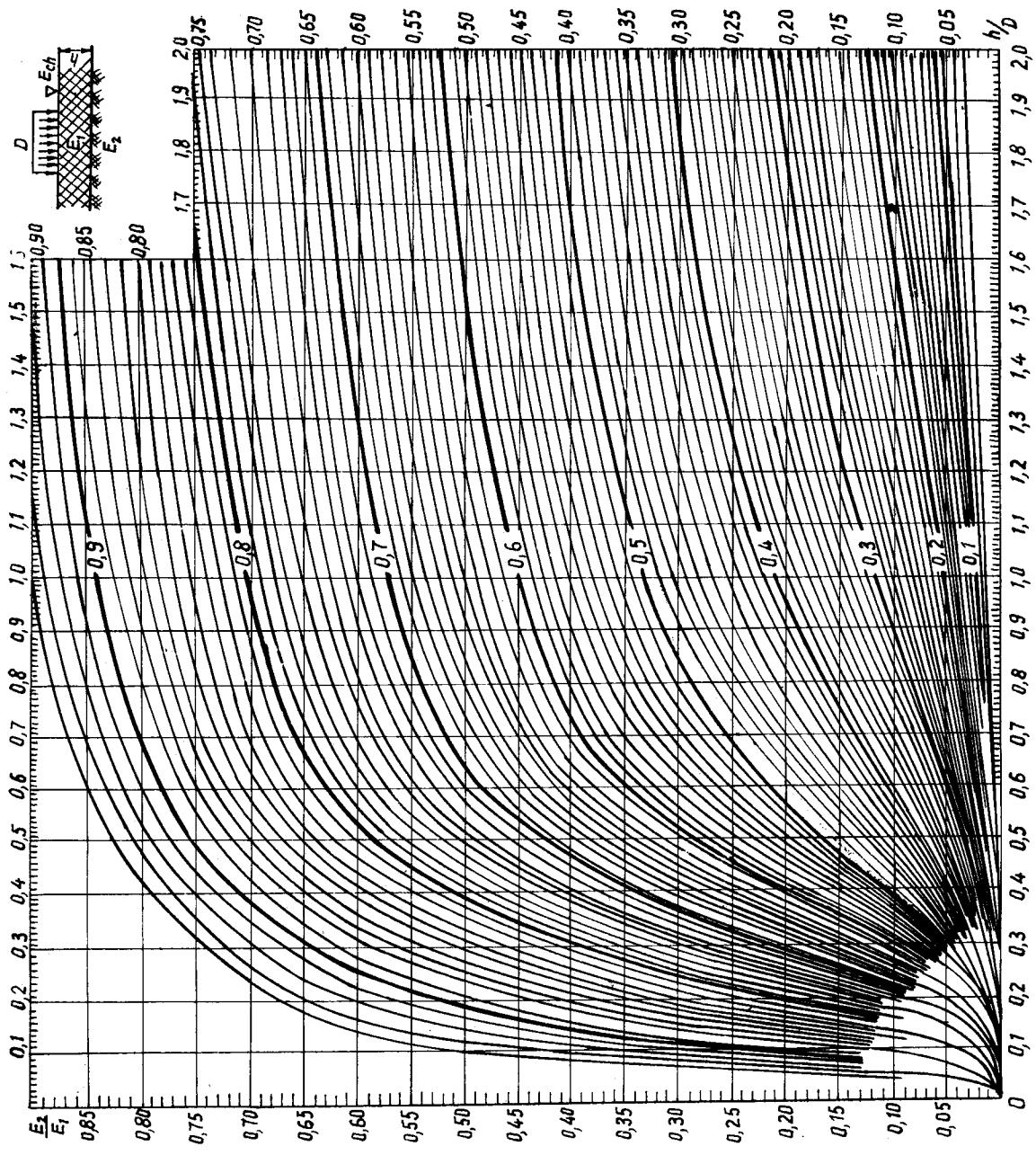
Đối với vật liệu gia cố chất liên kết vô cơ thì trị số mô đun đàn hồi thí nghiệm tính được theo (III-1) phải giảm nhỏ vài lần (2-3 lần) vì trên thực tế các vật liệu này luôn phát sinh khe nứt làm giảm hẳn khả năng phân bố tải trọng của chúng và cũng vì chất lượng thi công không thể đảm bảo như lúc chế bị mẫu. Do vậy nếu không có kinh nghiệm thử thách nhiều năm trên những kết cấu áo đường thực tế thì không nên dùng trị số mô đun đàn hồi thí nghiệm được cao hơn trị số ở bảng III-3, nếu trị số thí nghiệm nhỏ hơn thì phải dùng trị số nhỏ hơn.

Khi ép thử, đối với vật liệu gia cố chất liên kết hữu cơ thì nên dùng loại máy nén thủy lực có tốc độ gia tải nhanh (tạo được tốc độ biến dạng từ 100mm/phút trở lên), còn đối với vật liệu gia cố chất liên kết vô cơ thì có thể dùng bất cứ loại máy nén nào, kể cả máy nén kiểu đòn bẩy.

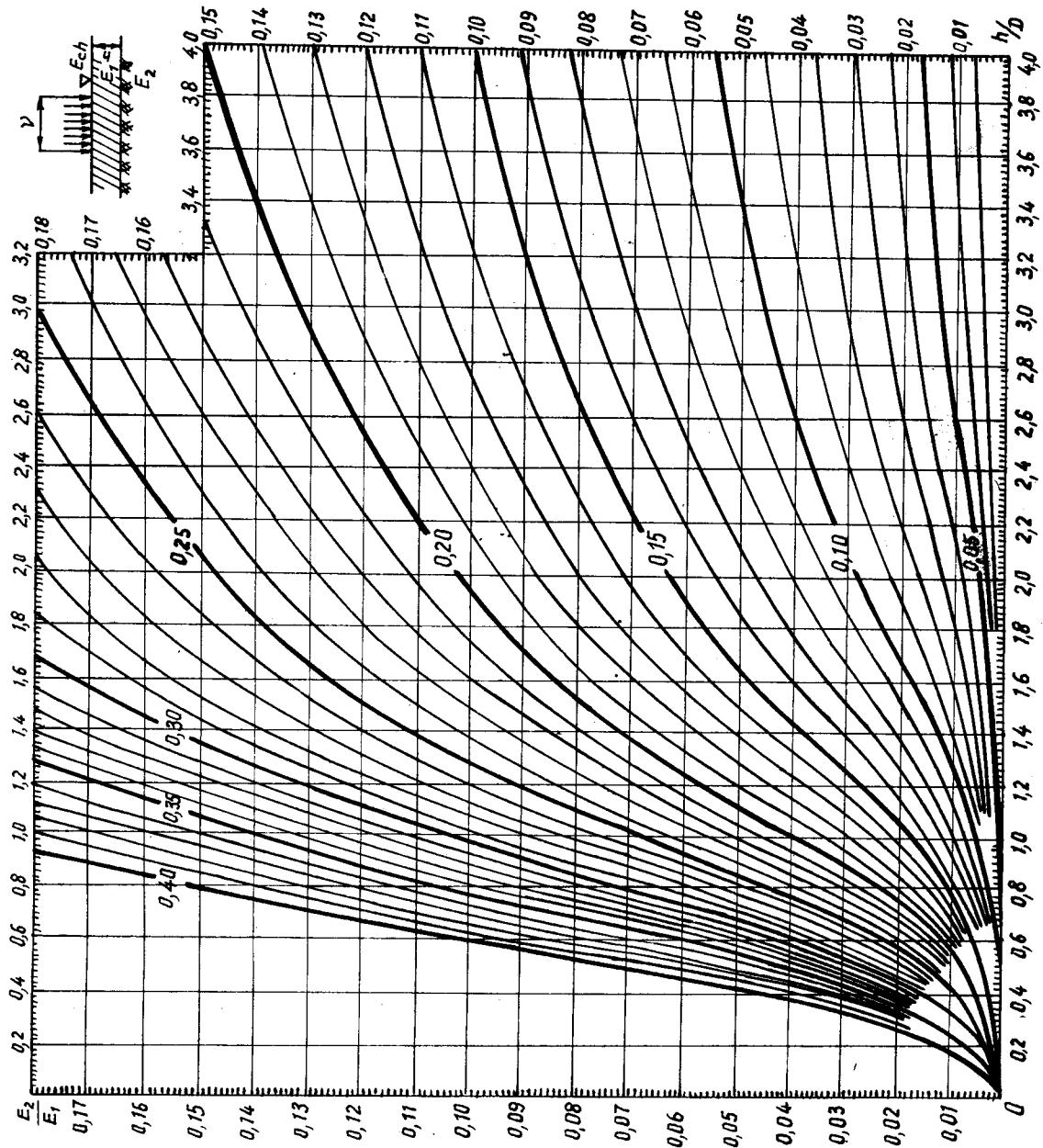
5) Xác định cường độ chịu kéo - uốn của vật liệu gia cố chất kết dính vô cơ và hữu cơ (kể cả bê tông nhựa) được thực hiện với những mẫu kiểu đầm có kích thước không nhỏ hơn $4x4x16 \text{ cm}$. Chế bị mẫu trong các khuôn thép có bề dày lớn hơn 20mm . Yêu cầu về chế bị và bảo dưỡng mẫu đối với các loại vật liệu khác nhau cũng giống như đối với mẫu để thí nghiệm mô đun đàn hồi nói ở điểm 4. (khuôn để đúc mẫu bê tông nhựa cũng phải sấy nóng đến nhiệt độ trộn hỗn hợp).



Hình 3-3. Toán đồ xác định módun E_{ch} của hệ hai lớp



Hình IV-1. Tìm módun dàn hồi E_1 của lớp trên, hệ hai lớp (tri số trên đường cong là $\frac{E_2}{E_{ch}}$)



Hình IV-2. Tìm môđun dàn hồi E_1 (chi tiết của biểu đồ IV - 1. ở tỷ lệ lớn hơn)

Thí nghiệm uốn mẫu bằng cách đặt mẫu trên 2 gối tựa cách nhau 14 cm (1 gối cố định, 1 gối di động). Phần gối tiếp xúc với mẫu có dạng mặt tru với bán kính 5mm. Chất tải ở giữa mẫu trên khắp bề ngang mẫu thông qua tấm đệm thép có dạng mặt tru bán kính 10 mm hoặc có dạng mặt phẳng dày 8mm. Khi gia tải phải theo dõi độ võng của đầm bằng các chuyển vị kế đặt ngược ở dưới lên tại giữa đáy dưới và ở 2 gối (để sau loại trừ được biến dạng cục bộ của vật liệu tại gối). Tốc độ gia tải trên máy nén là 2-4mm/phút với đất, đá gia cố chất liên kết vô cơ và 100-200 mm/phút với bê tông nhựa cho đến phá hủy.

Cường độ chịu kéo - uốn giới hạn R_u của vật liệu được xác định theo công thức :

$$R_u = \frac{3.P.L}{2b.h^2} \cdot K_y \quad (\text{III-2})$$

Trong đó P là tải trọng phá hoại mẫu; L là khoảng cách giữa hai gối tựa; b; h là chiều rộng và chiều cao mẫu.

K_y là hệ số an toàn xét đến tác dụng của tải trọng trùng phục làm phát triển hiện tượng mồi trong vật liệu, với đất, đá, gỗ có chất vô cơ thường lấy $K_y = 0,4$; với hỗn hợp có chất liên kết hữu cơ lấy $K_y = 0,2-0,3$.

Cường độ chịu kéo - uốn cũng có thể được xác định gần đúng bằng phương pháp ép chẽ các mẫu vật liệu hình trụ tròn có chiều cao bằng đường kính ($5x5$ cm với đất cát, gỗ và $10x10$ cm với vật liệu khác). Ép chẽ tức là gia tải lên mẫu theo hướng các đường sinh cho tới khi phá hoại mẫu với tốc độ như khi thí nghiệm uốn. (Mẫu cũng được chế biến như với mẫu kiểm đam). Lúc này cường độ chịu kéo - uốn giới hạn được xác định theo công thức :

$$R_u = K_n \cdot R_e \quad (\text{III-3})$$

Trong đó K_n là hệ số quan hệ thực nghiệm giữa 2 loại cường độ : nếu không có số liệu kinh nghiệm tích lũy được thì tạm sử dụng $K_n = 2$ đối với vật liệu gỗ và $K_n = 4$ với vật liệu có liên kết hữu cơ.

R_e là cường độ ép chẽ được xác định theo công thức :

$$R_e = K \frac{P}{dh}, \text{ daN/cm}^2 \quad (\text{III-4})$$

Với P là tải trọng ép chẽ khi mẫu bị nứt tách; d, h - Đường kính và chiều cao mẫu; K - Hệ số, lấy bằng 1,0 đối với vật liệu có chất liên kết hữu cơ, bằng $2/\pi$ đối với vật liệu có chất liên kết vô cơ.

6) Xác định lực dính c và hệ số góc ma sát của vật liệu được thí nghiệm ở trong phòng bằng cách cắt phẳng theo một mặt định trước.

Với vật liệu chứa cát hạt lớn nhất nhỏ hơn 40mm thì phải dùng khuôn đường kính 30 cm (nếu có cát hạt lớn hơn 40mm thì cho phép thay thế bằng cát hạt từ 10-40mm theo khối lượng có trong vật liệu). Thường chế mẫu trực tiếp trong khuôn này theo những yêu cầu giống như đối với mẫu kéo-uốn nói trên.

Phải tiến hành cắt ít nhất 3 mẫu có cùng trạng thái về ẩm, chặt, nhiệt độ nhưng chịu những trị số tải trọng thẳng đứng khác nhau (tải trọng lớn nhất không vượt quá ứng suất có thể xảy ra trong áo đường). Dùng máy nén lấp thêm phụ tùng để cắt với tốc độ biến dạng không đổi khoảng 0,1 cm/phút. Khi cắt, theo dõi biến dạng trượt qua các khoảng thời gian đều nhau cho đến khi tốc độ biến dạng tăng vọt thì đọc áp lực kế để xác định trị số cường độ chống cắt giới hạn.

Có các trị số cường độ chống cắt giới hạn tương ứng với các trị số tải trọng thẳng đứng khác nhau, sẽ xác định trị số lực chính c và góc ma sát theo phương trình Coulomb :

$$\tau = c + p \cdot \tan \varphi, \text{ daN/cm}^2 \quad (\text{III-5})$$

Trong đó τ là sức chống cắt giới hạn; p : Áp lực thẳng đứng khi thí nghiệm cắt, daN/cm².

Ngoài thí nghiệm cát phẳng, c và φ cũng có thể xác định bằng thí nghiệm nén 3 trục với các mẫu tròn chiều cao gấp đôi đường kính.

7) Khi xác định các đặc trưng cường độ và biến dạng của vật liệu bằng các thí nghiệm nói ở trên, trong bất cứ trường hợp nào và đối với bất kỳ chỉ tiêu gì đều phải làm thí nghiệm ít nhất với 3 mẫu cùng loại; kết quả thí nghiệm đều được xử lý để tìm trị số tính toán theo các quy tắc xử lý thí nghiệm thông thường dựa trên cơ sở toán học xác suất thống kê, đồng thời cũng phải phân tích kỹ các điểm khác biệt giữa điều kiện thực tế trong kết cấu áo đường và điều kiện thí nghiệm đã sử dụng.

PHỤ LỤC IV

PHƯƠNG PHÁP THỰC NGHIỆM XÁC ĐỊNH MÔ ĐUN DÀN HỒI CỦA ĐẤT VÀ VẬT LIỆU ÁO ĐƯỜNG TẠI HIỆN TRƯỜNG HOẶC TẠI MÁNG THÍ NGHIỆM.

1) Trong trường hợp này mô đun dàn hồi của đất hoặc vật liệu được xác định theo công thức :

$$E = \frac{\pi}{4} \frac{p \cdot D (1 - \mu^2)}{1} \text{ daN/cm}^2 \quad (\text{IV-1})$$

Trong đó : 1 là biến dạng hồi phục đo được khi thực nghiệm tương ứng với cấp tải trọng p. Khi thực nghiệm thường dùng p = 5,6 daN/cm² đối với trường hợp ép trên mặt các lớp vật liệu và 2,0-2,5 daN/cm² trên mặt đất nền.

D là đường kính tấm ép, trong điều kiện hiện nay cho phép dùng tấm ép cứng đường kính từ 30-40cm đối với cả đất và vật liệu.

μ là hệ số Poisson, được lấy bằng 0,35 đối với đất nền, 0,25 đối với vật liệu và 0,30 đối với cả kết cấu áo đường.

2) Thời gian do ép tiến hành thực nghiệm tại hiện trường phải là lúc kết cấu mặt đường ở vào trạng thái bất lợi nhất về ẩm và nhiệt như nói ở Điều 3.3 chương III. Kết quả đo ép ở các thời điểm khác trong năm chỉ có giá trị tham khảo, trong trường hợp này muốn sử dụng được kết quả đó thì cần kết hợp với các thí nghiệm trong phòng theo cách hướng dẫn ở phụ lục II và phụ lục III bằng các mẫu chế bị đúng với trạng thái ẩm nhiệt bất lợi.

3) Trong trường hợp sử dụng máng thí nghiệm thì có thể tạo nên kết cấu thí nghiệm giống hệt kết cấu thực tế vật liệu về bề dày tầng lớp và về công nghệ thi công nhưng đồng thời lại có thể tạo được nền đất và các lớp vật liệu có trạng thái ẩm nhiệt bất lợi nhất. Trong máng thí nghiệm cũng có thể cấu tạo cả kết cấu áo đường hoàn chỉnh (gồm đất nền và đủ các lớp vật liệu) hoặc cũng có thể cấu tạo riêng nền đất, riêng từng loại vật liệu nếu muốn thực nghiệm xác định mô đun dàn hồi của riêng chúng. Yêu cầu chính là phải bảo đảm đồng nhất về cấu tạo trong mỗi lớp.

Trong mọi trường hợp, máng thí nghiệm tối thiểu phải bảo đảm kích thước mặt bằng và chiều sâu bằng 4 lần đường kính D của tấm ép.

4) Trên các kết cấu áo đường cũ hiện đang khai thác hoặc trên máng thí nghiệm có cấu tạo kết cấu nền mặt đường hoàn chỉnh thì trình tự đo ép thực nghiệm được tiến hành như sau :

- Đo ép trên mặt áo đường để xác định biến dạng hồi phục 1 của cá kết cấu nền mặt đường, từ đó xác định mô đun đàn hồi chung của cá kết cấu theo công thức IV-1.

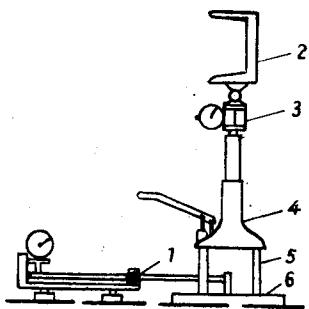
- Tiếp tục đo mô đun đàn hồi tương đương ở trên mặt mỗi lớp vật liệu áo đường khác nhau bằng các dèo bóc dần từng lớp đo chiều dày mỗi lớp và đo ép trên mặt các lớp từ trên xuống dưới. Phải dèo bóc một mặt bằng có kích thước không được nhỏ hơn 3 lần đường kính tấm ép ngay tại vị trí đặt tấm ép lớp trên. Cứ như vậy cho đến cuối cùng là ép trên mặt nền đất.

- Từ trên xuống dưới, áp lực đo ép lớn nhất p có thể giảm dần từ $5,0 \text{ daN/cm}^2$ đối với khi ép trên mặt áo đường cho đến $2,0-2,5 \text{ daN/cm}^2$ khi ép trên mặt nền đất.

- Biết chiều dày lớp, biết trị số mô đun đàn hồi tương đương trên mặt áo đường và trên mặt mỗi tầng lớp vật liệu thì có thể áp dụng toán đồ hình 3-3 chương III để tính ngược ra trị số mô đun đàn hồi của mỗi lớp vật liệu : còn mô đun đàn hồi của nền đất thì được xác định trực tiếp theo công thức IV-1.

Hình IV-1 và hình IV-2 : Toán đồ để xác định trị số mô đun đàn hồi của vật liệu lớp trên trong hệ 2 lớp.

5) Các thao tác do ép thực nghiệm ở trên mặt mỗi lớp được thực hiện như sau:



**Hình IV-3. Sơ đồ lắp đặt thiết bị
đo ép tại hiện trường hoặc tại máng
thí nghiệm.**

- Tại chỗ đặt tấm ép phải tạo sửa bề mặt cho thật bằng phẳng để tấm ép có thể tiếp xúc tốt với đất hoặc vật liệu (có thể xoa 1 lớp cát mỏng 1-2 mm, loại cát cho lọt qua lỗ sàng đường kính 0,5mm). Sau đó bố trí kích và các thiết bị đo ép như sơ đồ hình IV-3.

Kích 4 được đặt dưới khung xe tải 2 (hoặc dầm của khung giá ép trên máng thí nghiệm) để truyền tải xuống tấm ép 6. Chuyển vị thẳng đứng do bằng cần đo độ võng Benkelman 1 mà mũi đo được đặt chính ở giữa bàn ép (trong trường hợp này kích phải được đặt trên 1 giá truyền tải có 3 trụ đứng, giá 5). Tải trọng trên tấm ép được đo bằng áp lực kế 3. Cũng có thể đo chuyển vị thẳng đứng bằng máy thủy bình chính xác N : 004 hoặc bằng 2 chuyển vị kẽ đặt ở 2 bên gần mép tấm ép (đặt đối xứng) trong trường hợp này các chuyển vị kẽ phải được lắp trên 1 dầm cứng có 2 gối tựa xuống nền cách xa tấm ép và các bánh xe một khoảng cách không nhỏ hơn 4D). Trước khi thử nghiệm phải chèn chặt bánh trước của ô tô và trong suốt thời gian thử nghiệm phải khóa chặt nhíp của ô tô.

hợp này các chuyển vị kẽ phải được lắp trên 1 dầm cứng có 2 gối tựa xuống nền cách xa tấm ép và các bánh xe một khoảng cách không nhỏ hơn 4D). Trước khi thử nghiệm phải chèn chặt bánh trước của ô tô và trong suốt thời gian thử nghiệm phải khóa chặt nhíp của ô tô.

- Sau khi lắp đặt xong thiết bị như trên, tiến hành gia tải đến tải trọng p lớn nhất và giữ tải trọng đó trong 2 phút rồi dỡ tải chờ đến khi biến dạng hồi phục hết (bước này là bước già tải chuẩn bị).

- Bước vào thử nghiệm chính thức, việc gia tải được thực hiện với 3-4 cấp cho đến tải trọng p là cấp cuối cùng, cứ gia tải 1 cấp, đợi biến dạng ổn định (tốc độ biến dạng không quá 0,02 mm/phút) thì lại dỡ tải và đợi biến dạng hồi phục ổn định (tốc độ biến dạng như trên) thì ghi số dọc ở chuyển vị kế để tính ra trị số biến dạng hồi phục tương ứng với các tải trọng đó. Sau đó tiếp tục gia và dỡ tải cấp tiếp theo.

- Vẽ biểu đồ quan hệ giữa biến dạng hồi phục và tải trọng đường biểu diễn quan hệ này phải là đường cong đều, không có điểm gãy gần với đường thẳng.

- Tính trị số mô đun đàn hồi theo công thức IV-f1.

6) Thường do ép thử nghiệm 3 lần trong phạm vi 10-15 mm trên đường hiện có hoặc trong phạm vi 1-2m trên máng thí nghiệm. Sau đó tính trị số trung bình của các kết quả đo ép 3 lần đó và dùng nó làm trị số mô đun đàn hồi tính toán. (chênh lệch giữa các lần đo không được quá 20%).

PHỤ LỤC V

PHƯƠNG PHÁP THỬ NGHIỆM VÀ ĐÁNH GIÁ CƯỜNG ĐỘ ÁO ĐƯỜNG MÈN THEO ĐỘ VỐNG ĐÀN HỒI ĐO TRỰC TIẾP DƯỚI BÁNH XE.

1/ Công tác chuẩn bị cho việc thử nghiệm đánh giá cường độ kết cấu áo đường cũ gồm có:

- Hoàn thành việc điều tra tình trạng và dự kiến phán đoán kết cấu áo đường cũ dọc tuyến theo quy định ở Điểm 4.2 và 4.3 chương IV, trong đó có xác định rõ các điểm đo kiểm tra ở mỗi đoạn.

- Chuẩn bị xe tải: Thường dùng xe trục 10 tấn (như loại MAZ-500A hoặc MAZ-503) xe phải được cân để xác định tải trọng bánh đôi ở trục sau (cả 2 bên) và phải được in vệt bánh trên giấy kẻ ly quyết dầu để xác định chính xác diện tích vệt bánh tiếp xúc với bề mặt áo đường (cả 2 bánh sau).

- Chuẩn bị cần đo độ võng kiểu Benkelman cần đo phải có chiều dài từ gối tựa phía trước đến mũi đo ít nhất là 1,8m: hàng ngày trước mỗi ca làm việc phải kiểm tra độ chính xác của cần đo bằng cách đổi chiều kết quả đo chuyển vị thẳng đứng trực tiếp ở mũi đo với kết quả ghi được ở chuyển vị kế lắp tại cuối cánh tay đòn phía sau. (Nếu kết quả sai khác quá 5% thì phải xem xét lại sự liên kết ở các mối nối của cần đo).

2/ Tiến hành đo độ võng tại mặt đường:

- Đánh dấu trước các vị trí đo trên mặt đường; đo nhiệt độ mặt đường ở cạnh chỗ sẽ đo độ võng.

- Cho ô tô đỗ bánh do vào vị trí cần đo, đặt đầu cần đo vào giữa khe bánh đối và cho bánh xe tác dụng trong 3 phút tại điểm đo, ghi lại số đọc ở chuyển vị kế ở thời điểm sau 3 phút tác dụng của tải trọng này.

- Cho xe chạy về phía trước ít nhất 5,0m.

- Đợi 1 phút, gõ nhẹ vào cần đo theo dõi chuyển vị kế từng 10 sec một cho đến khi biến dạng hồi phục ổn định (trong 10 sec số đọc ở chuyển vị kế không quá 0,01 mm) thì ghi lại số đọc trên chuyển vị kế. Hiệu số của 2 số đọc là trị số độ võng đòn hồi của kết cấu áo đường tại điểm đo. Tiến hành các thao tác đo độ võng ở mỗi điểm 2 lần. Nếu trị số độ võng 2 lần đo không chênh quá 10-15% thì chuyển sang ở điểm tiếp theo. Nếu kết quả chênh quá trị số trên thì nên đo kiểm tra thêm 1 lần nữa.

- Để tránh ảnh hưởng của bức xạ mặt trời tới độ chính xác của cần đo, trong khi đo phải dùng tấm che nắng cho cần đo.

- Phải ghi rõ vị trí của điểm đo (khoảng cách so với mép đường): ghi các nhận xét về tình trạng mặt đường tại điểm đo (miêu tả cả vết nứt trong phạm vi 1.5m quanh điểm đo như hướng dẫn ở bảng 4-1).

- Phải tổ chức chắn đường trong khi đo bằng các barie có treo biển báo, phải chú ý đảm bảo an toàn trong công tác và phải huấn luyện kỹ nghiệp vụ của lái xe.

3/ Tổ chức đo độ võng cố định tại điểm kiểm tra:

Mục đích chính của việc đo cố định tại điểm kiểm tra của mỗi đoạn là muôn thông qua kết quả đo hàng ngày để tìm ra quy luật thay đổi độ võng do được theo sự thay đổi ẩm của nền đất và sự thay đổi nhiệt độ của tầng mặt hồn hợp nhựa, để từ đó tìm ra cách xử lý số liệu đo đọc tuyến nhằm xác định được trị số độ võng bất lợi nhất dùng để tính toán. Do vậy, hết sức khuyến khích kết hợp các đợt thử nghiệm và đánh giá áo đường cũ với việc tổ chức quan trắc cố định liên tục trong vài năm để xác định được hệ số chuyển đổi từ trị số độ võng do được trong bất kỳ thời điểm nào của năm sang độ võng ở trạng thái bất lợi.

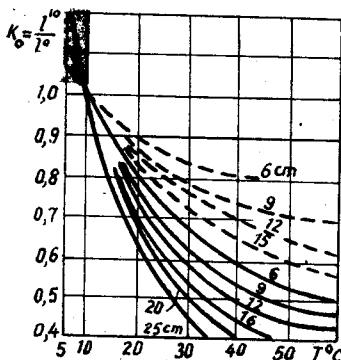
Cần phải đo độ võng ở các điểm kiểm tra của mỗi đoạn 2 lần một ngày vào các thời điểm 7 giờ sáng và 13-14 giờ trưa. Thời gian quan trắc cố định càng lâu càng tốt, ít nhất là trong suốt thời gian tiến hành đo đọc tuyến và suốt thời kỳ bất lợi trong năm (từ tháng 5 đến tháng 9).

Cách đo ở các điểm kiểm tra cố định cũng tương tự như ở điểm đọc tuyến kể cả đo nhiệt độ mặt đường lúc thử nghiệm.

4/ Để tham khảo trong phụ lục này cũng giới thiệu cách xem ảnh hưởng của nhiệt độ với độ võng trong quy trình BCH-46-83.

Theo cách này, nếu quy đổi về độ võng tương ứng với nhiệt độ 10°C thì độ võng đo được ở nhiệt độ $T^{\circ}\text{C}$ phải nhân với một hệ số $K_c = \frac{l_{10}}{l_0}$ được xác định theo toán đồ hình V-1. (l_{10} là độ võng ở 10° , còn l_0 là độ võng đo ở nhiệt độ T°):

$$l_{10} = K_c \cdot l_0 \quad (\text{V-1})$$



Hình V-1. Quan hệ giữa hệ số nhiệt độ của tầng mặt bê tông nhựa tại thời điểm đo võng (chữ số trên các đường cong của toán đồ chỉ bê dày tổng cộng các lớp làm bằng bê tông nhựa của áo đường; các đường cong nét liền là cho trường hợp thử nghiệm dưới bân ép cứng, đường cong nét đứt là cho trường hợp do độ võng trực tiếp dưới bánh xe).

Sử dụng toán đồ hình V-1 có thể qui đổi độ võng đo ở nhiệt độ thực tế ra nhiệt độ tính toán bất kỳ (không cứ là 10°C bằng cách trước hết quy đổi về độ võng 10°C rồi từ l_{10} lại đổi ra độ võng ở nhiệt độ tính toán:

$$e_{tt} = l_0 \frac{K_o}{K_{tt}}$$

Trong đó:

l_{tt}, l_0 - Độ võng dàn hồi ở nhiệt độ tính toán và ở nhiệt độ lúc đó.

K_{tt}, K_o - Hệ số tích đổi ở nhiệt độ tính toán và nhiệt độ đo.

5/ Cung để tham khảo, ở đây giới thiệu cách quy đổi về độ võng dưới tải trọng tính toán tiêu chuẩn trong trường hợp sử dụng xe đo độ võng không phải là xe có trực 10T (xe có tải trọng tiêu chuẩn):

$$E = E_j \cdot \frac{D_j}{33} = 0,0303 E_j \cdot D_j \quad (\text{V-2})$$

Trong đó : E và E_j là trị số mô đun dàn hồi tính theo công thức 4-1 (chương IV) tương ứng với độ võng đo dưới bánh xe khác tiêu chuẩn l_j (xe khác tiêu chuẩn này có đường kính vét bánh là D_j).

6/ Xử lí số liệu do độ võng dưới bánh xe :

- Đối với kết cấu mặt đường có tầng mặt bằng bê tông nhựa hoặc hòn hợp đá - nhựa thì trước hết phải quy đổi các trị số đo độ võng được dọc tuyến và đo được tại các điểm kiểm tra ở mỗi đoạn ra trị số độ võng ở cùng nhiệt độ tính toán dựa trên cơ sở chuỗi số liệu đo cố định tại các điểm kiểm tra tương ứng với các nhiệt độ khác nhau để quy đổi người ta dùng công thức V-1 và toán đồ hình V-1.

- Dựa vào kết quả đo độ võng cố định ở các điểm kiểm tra thành lập biểu đồ quan hệ giữa độ võng với thời gian (độ võng đã quy đổi ở nhiệt độ tính toán). Qua biểu đồ này có thể

phát hiện thời kỳ bất lợi (hoặc bất lợi nhất nếu thời gian quan trắc cố định đủ dài) và tiếp đó lập được hệ số chuyển đổi - tỷ số giữa độ vũng do được ở ngày i nào đó với độ vũng lớn nhất do được ở thời kỳ bất lợi. Biểu đồ độ vũng - thời gian tương ứng với điểm kiểm tra của đoạn nào sẽ được sử dụng để qui đổi độ vũng ở ngày i về độ vũng bất lợi nhất đối với đoạn ấy bằng cách nhân độ vũng do ở ngày i (đã qui đổi về nhiệt độ tính toán) với hệ số qui đổi của ngày i nói trên.

- Sau khi đã qui đổi độ vũng do được về độ vũng tương ứng thời kỳ bất lợi thì tiến hành tính toán độ vũng trung bình bất lợi nhất của cả đoạn và khoảng tin cậy của trị số trung bình theo phương pháp xử lý xác suất thống kê thông thường từ đó theo công thức 4-1 (điều 4-4 chương IV) để tính ra mô đun dàn hòn chung dùng để đánh giá cường độ của cá kết cấu áo đường trong đoạn đó.

Chú ý rằng, trước khi tính toán trị số độ vũng trung bình cần xem xét ki tùng số liệu độ vũng thực do để loại bỏ những sai số thô, tức là những trị số độ vũng quá chênh lệch so với độ vũng của các điểm lân cận mà không có căn cứ xác đáng.

PHỤ LỤC VI

CÁC VÍ DỤ TÍNH TOÁN

Ví dụ 1 :

Thiết kế kết cấu áo đường cho đường cấp I đồng bằng, 4 làn xe, có dài phân cách.

Số liệu ban đầu:

- *Lưu lượng và thành phần xe chạy theo cả hai chiều dự kiến vào cuối thời kỳ khai thác như sau:*

<i>Loại xe</i>	<i>Trục xe, tấn</i>	<i>Số lượng</i>
<i>Xe con các loại</i>		<i>1800</i>
<i>Xe ca</i>		
<i>PAZ-3201</i>	<i>4,5 tấn</i>	<i>500</i>
<i>IKARUS</i>	<i>9,5</i>	<i>50</i>
<i>Xe tải : GAZ-53A</i>	<i>5,6</i>	<i>1800</i>
<i>ZIL-130</i>	<i>6,9</i>	<i>1250</i>
<i>MAZ-500</i>	<i>10,0</i>	<i>600</i>
<i>Kraz-2561</i>	<i>2x9,4</i>	<i>200</i>
<i>Tổng cộng:</i>		<i>6200 xe/ ngày đêm</i>

- Các đặc trưng cường độ của các vật liệu làm áo đường và nền đường sau :

Vật liệu	E, (daN/cm ²)			R _u	c	φ
	Tính trượt	Tính độ vỡng	Tính kéo uốn	(daN/cm ²)	(daN/cm ²)	(độ)
Bê tông nhựa hạt nhỏ	2000	2700	15000	20	3,0	
Bê tông nhựa hạt vừa	2500	3000	9000	12	3,0	
Dá dăm già cổ XM 6%	6000		6000	6		
Cấp phối dá dăm	2200					
Dát nền á sét	370				0,35	20

Trình tự tính toán như sau:

1/ Xác định lưu lượng xe chạy tính toán:

Đối với đường 4 làn xe, lưu lượng xe chạy tính toán:

$$N_{tt} = 0,35 \sum N_i \cdot a_i$$

N_i - Lưu lượng thực tế của loại xe thứ i.

a_i - Hệ số quy đổi về xe tính toán của xe thứ i.

Kết quả tính toán ghi trong bảng sau:

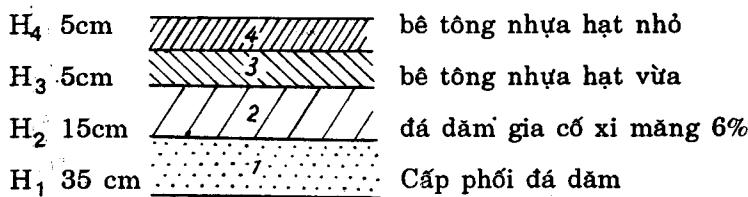
Loại xe	N _i	a _i	N _{qd}
Xe con các loại			
PAZ-3201	1800	0	0
IKARUS	500	0,03	15
GAZ 53A	50	0,68	34
ZIL - 130	1800	0,08	144
MAZ-500	1250	0,34	425
Kraz-25651	600	1,0	600
	200	2 x 0,66	264
Tổng cộng	6200		1482

$$N_{tt} = 0,35 \times 1482 = 519 \text{ xe / ngày đêm.}$$

2/ Xác định mô đun dàn hồi chung yêu cầu của mặt đường với lưu lượng tính toán 519 xe /ngày đêm, mô đun dàn hồi chung yêu cầu:

$$E_{yc} = 1785 \text{ daN/cm}^2$$

3/ Sơ bộ chọn kết cấu áo đường :



4/ Kiểm tra kết cấu áo đường theo tiêu chuẩn độ vồng đàn hồi

- Chuyển hệ nhiều lớp về hệ hai lớp bằng cách đổi các lớp kết cấu áo đường lần lượt hai lớp một từ dưới lên theo công thức (3-8):

$$E_{tb} = E_1 \left[\frac{1 + K \frac{h_2}{h_1}}{1 + K} \right]^3$$

$$K = \frac{h_2}{h_1}, t = \frac{E_2}{E_1}$$

$\frac{E_2}{E_1}$ $\frac{h_2}{h_1}$
 $\frac{h_{tb}}{h_1}$
 X X X X X X X X

Trong đó

Kết quả tính toán ghi trong bảng sau:

Lớp vật liệu	E ₁	t	h ₁	K	h _{tb1}	E _{tb1}
(4) BTN hạt nhỏ	2700	0,88	5	0,091	60	3046
(3) BTN hạt vừa	3000	0,97	5	0,10	55	3074
(2) Đá dăm gia cố XM	6000	2,72	15	0,429	50	3048
(1) Cấp phối đá dăm	2200		35			

Hệ số $\frac{H}{D} = \frac{60}{33} = 1,82$ nên trị số E_{tb} của kết cấu được nhân thêm hệ số $\beta = 1,201$.

$$E_{tb}^{tt} = E_{tb} \times \beta = 3046 \times 1,201 = 3658 \text{ daN/cm}^2.$$

- Dùng toán đồ hình H 3-3 xác định mô đun đàn hồi chung của mặt đường:

Từ các tỷ số

$$\frac{H}{D} = \frac{60}{33} = 1,82$$

$$\frac{E_o}{E_1} = \frac{370}{3658} = 0,101 \text{ lúc này lấy } E_1 = E_{tb}^{tt}$$

Tra toán đồ được $\frac{E_{ch}}{E_1} = 0,49$

$$E_{ch} = 0,49 \times E_1 = 0,49 \times 3658 = 1792 \text{ daN/cm}^2$$

$E_{ch} > E_{yc}$ nên kết cấu đã chọn bảo đảm tiêu chuẩn về độ vồng đàn hồi cho phép.

5- Kiểm tra nền đất theo tiêu chuẩn bảo đảm không trượt:

Đổi các lớp kết cấu áo đường về 1 lớp (như trên), từ các số liệu.

$$\frac{H}{D} = \frac{60}{33} = 1,82, \frac{E_1}{E_o} = \frac{3658}{370} = 9,88$$

$\varphi = 20^\circ$, tra toán đồ H3-7 xác định được:

$$\frac{\tau_{ax}}{p} = 0,013, \quad \tau_{ax} = 6 \times 0,013 = 0,078 \text{ daN/cm}^2$$

Từ $H = 60 \text{ cm}$, tra toán đồ H 3-9 xác định được:

$$\tau_{av} = -0,0055 \text{ daN/cm}^2$$

Ứng suất cắt hoạt động trong đất là :

$$\tau = \tau_{ax} + \tau_{av} = 0,078 - 0,0055 = 0,0725 \text{ daN/cm}^2$$

Ứng suất cắt cho phép của nền đất:

$$[\tau] = K' \cdot c$$

$$K' = \frac{K_1 \cdot K_2}{n \cdot m} \times \frac{1}{K_t}$$

$$K_1 = 0,6; \quad K_2 = 0,8; \quad n = 1,15; \quad m = 0,5; \quad K_t = 1,0$$

$$K' = \frac{0,6 \cdot 0,8}{1,15 \cdot 0,65} \times \frac{1}{1} = 0,642$$

$$[\tau] = 0,642 - 0,35 = 0,225 \text{ daN/cm}^2$$

$\tau < [\tau]$ nên nền đất bảo đảm chống trượt

6- Kiểm tra các lớp vật liệu toàn khối theo điều kiện chịu kéo khi uốn.

+ Kiểm tra các lớp bê tông nhựa:

- Đổi 2 lớp bê tông nhựa về 1 lớp tương đương:

$$K = \frac{h_2}{h_1} = \frac{5}{5} = 1,0 \quad t = \frac{E_2}{E_1} = \frac{15.000}{9.000} = 1,667$$

$$E_{tb} = 9000 \left[\frac{1 + 1(1,667)^{1/3}}{1 + 1} \right]^3 = 11750 \text{ daN/cm}^2$$

- Xác định $E_{ch.m}$ trên mặt lớp đá dăm gia cố XM:

+ Đổi lớp cấp phối đá dăm gia cố XM về 1 lớp tương đương, với lưu ý hệ số

$$\frac{H}{D} = \frac{35 + 15}{33} = 1,52$$

nên trị số E_{tb} được nhận thêm hệ số $\beta = 1,180$

$$E_{tb} = 3084 \times 1,18 = 3639 \text{ daN/cm}^2$$

+ Từ

$$\frac{H}{D} = 1,52, \quad \frac{E_o}{E_t} = \frac{370}{3639} = 0,102$$

Từ toán đồ H3-3 xác định được $\frac{E_{ch.m}}{E_l} = 0,452$

$$E_{ch.m} = 0,452 \times 3639 = 1645 \text{ daN/cm}^2$$

Ta có sơ đồ tính toán:

$$\frac{H}{D} = \frac{10}{33} = 0,303 \quad H_1 = 10 \text{ cm}, E_1 = 11750 \text{ daN/cm}^2 \\ E_{ch.m} = 1645 \text{ daN/cm}^2$$

$$\frac{E_l}{E_{ch.m}} = \frac{11750}{1645} = 7,1$$

Từ 2 tỷ số trên tra toán đồ H3-11 được $\bar{\sigma}_u = 1,68$

$$\sigma_u = 1,15 \cdot p \cdot \bar{\sigma}_u = 1,15 \cdot 6 \cdot 1,68 = 11,59 \text{ daN/cm}^2$$

Ứng suất kéo uốn xuất hiện dưới đáy lớp bê tông nhựa hạt vừa $\sigma_u = 11,59 \text{ daN/cm}^2$
 $< \sigma_u = 12 \text{ daN/cm}^2$ nên các lớp bê tông nhựa bảo đảm điều kiện chịu kéo khi uốn.

+ Kiểm tra lớp đá dăm gia cố xi măng.

- Đổi 2 lớp bê tông nhựa về 1 lớp tương đương (các trị số mô đun đàn hồi của bê tông nhựa lấy như khi tính theo tiêu chuẩn độ vồng đàn hồi).

$$K = \frac{5}{5} = 1,0 ; t = \frac{2700}{3000} = 0,90$$

$$E_{tb} = 3000 \left[\frac{1 + 1(0,90)^{1/3}}{1 + 1} \right]^3 = 2834 \text{ daN/cm}^2$$

Xác định mô đun đàn hồi chung $E_{ch.m}$ trên mặt lớp cấp phối đá dăm:

$$\frac{H}{D} = \frac{35}{33} = 1,06 ; \quad \frac{E_o}{E_1} = \frac{370}{2200} = 0,168$$

Tra toán đồ hình H 3-3 xác định được $\frac{E_{ch.m}}{E_l} = 0,46$

$$E_{ch.m} = 0,46 \times 2200 = 1012 \text{ daN/cm}^2$$

Ta có sơ đồ tính toán:

$$\text{Xét tỷ số } \frac{E_1}{E_2} = \frac{2834}{6000} = 0,472$$

$$h_1 10 \text{ cm} ; \quad E_1 = 2834$$

$$h_2 15 \text{ cm} ; \quad E_2 = 6000$$

$$E_3 = E_{ch.m} = 1012$$

Vì $\frac{E_1}{E_o} < 1,0$ nên ta phải đổi lớp đá dăm gia cố xi măng và hai lớp bê tông nhựa

phía trên thành một lớp tương đương rồi dùng toán đồ hình (3-11).

Kết quả quy đổi các lớp như sau:

Vật liệu	E_1	t	h_1	K	h_{tb}	E_{tb}
BT hạt nhỏ	2700		5			
BTN hạt lớn	3000	0,602	5	0,25	25	4534
Đá dăm gia cố XM	6000	0,45	15	0,333	20	4983

$$E_{tb}^u = E_{tb} \beta = 4534 \times 1,07 = 4851 \text{ daN/cm}^2$$

Ta có sơ đồ tính :

$$E_1 = 4851 ; H_1 = 25$$

Từ các tỉ số $\frac{H_1}{D} = \frac{25}{33} = 0,757$; $E_{ch.m} = 1012$

$$\frac{E_1}{E_{ch.m}} = \frac{4851}{1012} = 4,79 \text{ tra toán đồ 3-11 xác định được}$$

$$\bar{\sigma}_u = 0,7; \sigma_u = 1,15. \text{ p. } \bar{\sigma}_u = 4,83 \text{ daN/cm}^2$$

$\sigma_u < R^u = 6 \text{ daN/cm}^2$ nên lớp đá dăm gia cố xi măng bảo đảm điều kiện chịu kéo khi uốn.

7- Kiểm tra điều kiện trượt của các lớp bê tông.

- Đổi 2 lớp bê tông nhựa về 1 lớp tương đương (như trên) có :

$$h_{tb} = 10\text{cm}; E_{tb} = 2243 \text{ daN/cm}^2$$

Xác định mô đun đàn hồi chung $E_{ch.m}$ trên mặt lớp đá dăm gia cố xi măng (như trên), $E_{ch.m} = 1645 \text{ daN/cm}^2$

Ta có sơ đồ tính toán:

Từ các tỷ số

$$\frac{H}{D} = \frac{10}{33} = 0,303 ; E_{tb} = 2243; H = 10\text{cm}; E_{ch.m} = 1645$$

$$\frac{E_{tb}}{E_{ch.m}} = \frac{2243}{1645} = 1,36$$

Tra toán đồ H.3-13 xác định được

$$\frac{\tau_{ax}}{p} = 0,2 ; \tau_{ax} = 6 \times 0,2 = 1,2 \text{ daN/cm}^2$$

$$[\tau] = K'; c = 1,6 \times 3,0 = 4,8 \text{ daN/cm}^2$$

$\tau_{ax} < [\tau]$ nên lớp bê tông bảo đảm điều kiện chống trượt.

Như vậy kết cấu đã chọn bảo đảm tất cả các điều kiện về cường độ.

Ví dụ 2 : Thiết kế kết cấu áo đường mềm cho đường cấp IV 2 làn xe, mặt đường cao cấp A₂.

Số liệu ban đầu như sau:

- Lưu lượng và thành phần xe chạy trong một ngày đêm theo cả hai chiều dự kiến vào cuối thời kỳ khai thác như sau:

Loại xe	Trục xe, tấn	Số lượng
Xe con các loại		250
Xe xa PAZ-3201	4,5	50
Xe tải GAZ - 53A	5,6	200
ZIL - 130	6,9	300
MAZ - 500	10,0	80
Kraz - 25661	2 x 9,4	20
Tổng cộng:		900xe/ngày

- Các đặc trưng cường độ của các vật liệu làm áo đường và nền đất như sau:

Vật liệu	Mô đun đàn hồi		R_u (daN/cm ²)	c (daN/cm ²)	φ (độ)
	Tính độ vồng trượt	Tính kéo uốn			
Đá dăm trộn nhựa đặc	2500	9000	12		
Đá dăm macadan	3500				
Cấp phối sỏi cuội cát	1800			0,35	37
Đất nền á cát	400			0,18	22

Trình tự tính toán như sau:

1- Xác định lưu lượng xe chạy tính toán:

Đối với đường 2 làn xe, cường độ chạy xe tính toán:

$$N_{tt} = 0,55 \times \sum N_1 \cdot a_1$$

$$N_{tt} = 0,55(50 \cdot 0,3 + 200 \cdot 0,08 + 300 \cdot 0,34 + 80 \cdot 1 + 20 \cdot 2 \cdot 0,66)$$

$$N_{tt} = 0,55 \cdot 226 = 124 \text{ xe /ngày đêm.}$$

2. Xác định mô đun đàn hồi chung yêu cầu của mặt đường:

Từ $N_{tt} = 124 \text{ xe/ngày đêm}$, xác định được $E_{yc} = 1250 \text{ daN/cm}^2$.

3- Sơ đồ chọn kết cấu áo đường:

h_3 10cm (3) lớp Đá dăm trộn nhựa đặc rải nóng

h_2 10cm (2) lớp Đá dăm macadam

h_1 30cm (1) lớp Cấp phối sỏi cuội cát.

4- Kiểm tra kết cấu áo đường theo tiêu chuẩn độ vồng đàn hồi:

- Chuyển hệ nhiều lớp về hệ hai lớp bằng cách đổi các lớp kết cấu áo đường lần lượt hai lớp một, từ dưới lên trên theo công thức (3-8). Kết quả tính toán được ghi trong bảng:

Lớp	Vật liệu	E_1	t	h_i	K	h_{tb}	E_{tb}
3	Đá dăm trộn nhựa	2500	1,161	10	0,25	50	2220
2	Đá dăm macadam	3500		10		40	
1	Cấp phối sỏi cuội cát	1800	1,94	30	0,333		2153

$$\text{Tỷ số } \frac{H}{D} = \frac{50}{33} = 1,52 \text{ nên trị số } E_{tb} \text{ của kết cấu được nhận thêm hệ số } \beta = 1,180$$

$$E_{tb}^{tt} = 2220 \times 1,180 = 2620 \text{ daN/cm}^2$$

- Dùng toán đồ (13-3) xác định mô đun đàn hồi chung của mặt đường :

Từ các tỷ số

$$\frac{H}{D} = \frac{50}{33} = 1,52$$

$$\frac{E_o}{E_1} = \frac{400}{2620} = 0,153, \quad E_1 = E_{tb}^{tt}$$

Xác định được

$$\frac{E_{ch}}{E_1} = 0,535$$

$$E_{ch} = 0,535 \times 2620 = 1402 \text{ daN/cm}^2$$

$E_{ch} > E_{yc}$ nên kết cấu đã chọn bảo đảm tiêu chuẩn về độ vồng đàn hồi cho phép.

5- Kiểm tra lớp nền đất và lớp cấp phối sỏi cuội cát tiêu chuẩn bảo đảm chống trượt:

- Kiểm tra đối với nền đất :

+ Đổi các lớp cấu áo đường về một lớp (như trên)

Từ các số liệu $\frac{H}{D} = \frac{50}{33} = 1,52$; $\frac{E_1}{E_o} = \frac{2620}{400} = 6,6$

$\varphi = 22^\circ$, tra các toán đồ H.3-7 xác định được:

$$\frac{\tau_{ax}}{p} = 0,0235, \quad \tau_{ax} = 6 \cdot 0,0235 = 0,141 \text{ daN/cm}^2$$

Từ $H = 50\text{cm}$; $\gamma = 22^{\circ}$ tra toán đồ H.3-2 xác định được :

$$\tau_{av} = -0,007$$

$$\tau = \tau''_{ax} + \tau_{av} = 0,141 - 0,007 = 0,134 \text{ daN/cm}^2$$

$$[\tau] = K' \cdot c$$

$$K' = \frac{K_1 K_2}{m \cdot n} \cdot \frac{1}{K_t} = \frac{0,6 \cdot 0,8}{0,65 \cdot 1,15} \cdot \frac{1}{0,85} = 0,755$$

$$[\tau] = 0,755 \times 0,18 = 0,136 \text{ daN/cm}^2$$

$\tau < [\tau]$ nên đất bảo đảm chống trượt.

6- Kiểm tra đối với lớp cấp phổi sỏi cuội cát:

- Đối với lớp đá dăm macadam và lớp đá dăm trộn nhựa về 1 lớp tương đương có chiều dày $h_{tb} = 10+10 = 20\text{cm}$.

$$K = \frac{h_2}{h} = \frac{10}{10} = 1,0; \quad t = \frac{E_2}{E_1} = \frac{2500}{3500} = 0,714$$

$$E_{tb} = 3500 \left[\frac{1 + 1 \cdot (0,714)^{1/3}}{1 + 1} \right]^3 = 2972 \text{ daN/cm}^2$$

Vì $\frac{H}{D} = \frac{20}{33} = 0,606$ nên E_{tb} được nhận thêm hệ số

$$\beta = 1,048; E_{tb}^{tt} = 1,048 \cdot 2972 = 3115 \text{ daN/cm}^2$$

- Xác định mô đun đàn hồi chung $E_{ch,m}$ trên mặt lớp cấp phổi sỏi cuội cát :

Từ tỷ số $\frac{H}{D} = \frac{30}{33} = 0,909$

$$\frac{E_o}{E_1} = \frac{400}{1800} = 0,222$$

Tra toán đồ H.3-3 xác định được $\frac{E_{ch}}{E_1} = 0,492$

$$E_{ch} = 866 \text{ daN/cm}^2$$

Ta có sơ đồ tính toán $H = 20; E_1 = 3115$

Từ $\frac{H}{D} = \frac{20}{33} = 0,606; E_2 = 886; c = 0,35; \varphi = 37^{\circ}$

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{3115}{886} = 3,5; \varphi = 37^{\circ}$$

tra toán đồ H.3-8 xác định được $\frac{\tau_{ax}}{p} = 0,025$

$$\tau_{ax} = 6 \times 0,025 = 0,150 \text{ daN/cm}^2$$

Từ $H = 20\text{cm}$; $\varphi = 37^\circ$ tra toán đồ H.3-9 xác định được :

$$\tau_{ay} = -0,013$$

$$\tau = \tau_{ax} + \tau_{ay} = 0,150 - 0,013 = 0,137 \text{ daN/cm}^2$$

$$[\tau] = K' \cdot c$$

$$K' = \frac{K_1 \cdot K_2}{m \cdot n} \cdot \frac{1}{K_t} = \frac{0,6 \cdot 0,8}{1,15 \cdot 1,15} \cdot \frac{1}{0,85} = 0,427$$

$$[\tau] = 0,427 \times 0,35 = 0,148 \text{ daN/cm}^2$$

τ [τ] nên lớp đất phoi sỏi cuội cát bảo đảm điều kiện chống trượt.

7- Kiểm tra lớp đá dăm trộn nhựa về điều kiện chịu khéo khi uốn:

- Xác định $E_{ch.m}$ trên mặt lớp đá dăm macadam

+ Đổi lớp cấp phoi sỏi cuội cát và lớp đá dăm maca đan về 1 lớp tương đương có $h = 30 + 10 = 40 \text{ cm}$.

$$E_{tb} = 2153 \times 1,131 = 2435 \text{ daN/cm}^2$$

$$+ \text{Từ tỷ số } \frac{H}{D} = \frac{40}{33} = 1,21 \text{ và } \frac{E_o}{E_1} = \frac{400}{2435} = 0,164$$

tra toán đồ H.3-3 xác định được :

$$E_{ch}/E_1 = 0,485, E_{ch} = 0,485 \times 2435 = 1180$$

- Ta có sơ đồ tính toán:

$$\text{Từ các tỷ số } \frac{H}{D} = \frac{10}{33} = 0,303; H = 10; E_1 = 9000; E_{ch.m} = 1180$$

$$\text{và } \frac{E_1}{E_{ch.m}} = \frac{9000}{1180} = 7,63$$

tra toán đồ H.3-11 xác định được:

$$\bar{\sigma}_u = 1,7$$

$$\hat{\sigma}_u = 1,15 \cdot p \cdot \bar{\sigma}_u = 1,15 \cdot 6 \cdot 1,7 = 11,73 \text{ daN/cm}^2$$

$\sigma_u < R_u = 12 \text{ daN/cm}^2$ nên lớp đá dăm trộn nhựa được bảo đảm điều kiện chịu kéo uốn

Như vậy kết cấu đã chọn đảm bảo tất cả các điều kiện về cường độ. Mặc dù về tiêu chuẩn độ võng đàn hồi kết cấu còn dư thừa khá nhiều ($E_{ch} = 1402$ so với $E_{yc} = 1250 \text{ daN/cm}^2$) song về các tiêu chuẩn khác thì kết cấu chỉ vừa đủ bảo đảm, vì vậy ta không nên giảm bớt chiều dày của bất kỳ lớp nào của kết cấu.