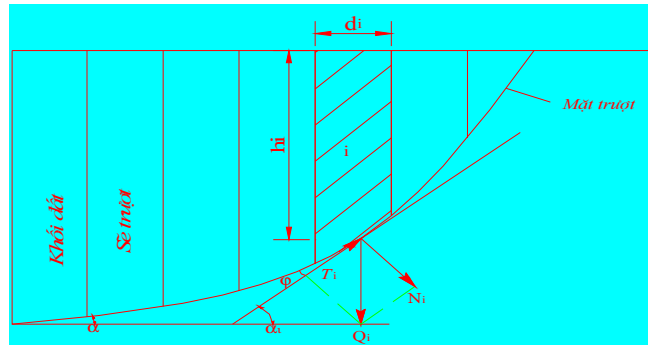


3.4 TÍNH ỔN ĐỊNH MÁI DỐC TA LUY NỀN ĐƯỜNG

3.4.1. Bài toán 1 : Một vách đất thẳng đứng thường mất ổn định, khối đất sẽ trượt theo một mặt trượt nào đó.

Xét điều kiện cân bằng cơ học của một mảnh đất i bất kỳ trên mặt trượt của nó ta có điều kiện cân bằng:



Hình 3.10: Sơ đồ xét điều kiện cân bằng cơ học của khối đất trên mặt trượt

$$T_i = Q_i \cdot \sin \alpha_i : \text{lực gây trượt}$$

$$N + C \cdot \frac{d_i}{\cos \alpha_i} : \text{Lực giữ}$$

$$N_i = Q_i \cdot \cos \alpha_i$$

$$Q_i \cdot \sin \alpha = Q_i \cdot \cos \alpha_i \cdot \tan \varphi + C \cdot \frac{d_i}{\cos \alpha_i}$$

$$\tan \alpha_i = \tan \varphi + \frac{C}{\gamma \cdot h_i \cdot \cos^2 \alpha_i} \quad (3-6)$$

- Với loại cát có lực dính $C=0$, để taluy ổn định phải có góc dốc bằng góc nghỉ tự nhiên
- Với đất dính ổn định cơ học của mái dốc còn phụ thuộc chiều cao mái ta luy h_i

$$\text{Khi } h_i \rightarrow 0 \text{ thì } \alpha_i \rightarrow 90^0 ; \quad h_i \rightarrow \infty \text{ thì } \alpha_i \rightarrow \varphi$$

Như vậy cấu tạo mái ta luy nên có dạng trên dốc dưới thoải

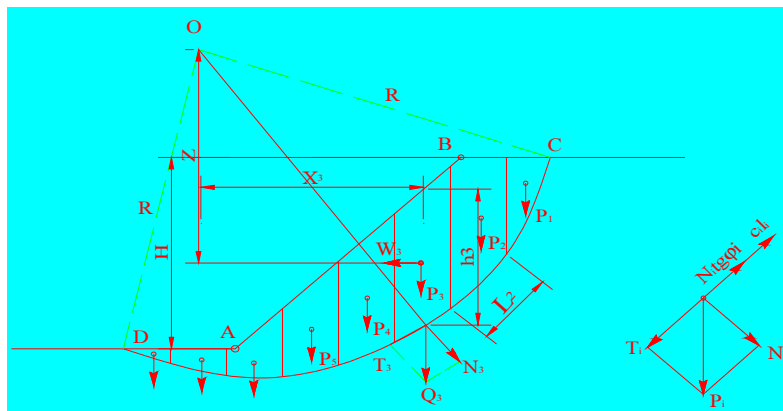
Theo giáo sư NN Matslov để đơn giản hoá và thêm hệ số an toàn K

$$\tan \varphi_i = \frac{1}{K} \left(\tan \varphi + \frac{C}{\gamma \cdot h_i} \right) \quad (3-7)$$

3.4.2. Phương pháp phân mảnh cổ điển :

Phương pháp này do W.Fellenius người Thụy Điển đề xuất từ năm 1926 với giả thiết:

Khối đất trên ta luy khi mất ổn định sẽ trượt theo mặt trượt hình trụ tròn.



Hình 3.11.: Sơ đồ tính ổn định mái taluy theo W.Fellner

Xét bài toán phẳng, phân khối đất ra thành các mảnh như hình vẽ và giả thiết khi trượt cả khối trượt se cùng trượt một lúc do đó giữa các mảnh không có lực ngang tác dụng lên nhau, trạng thái giới hạn chỉ xảy ra trên một mặt trượt.

Mỗi mảnh trượt i se chịu tác dụng của trọng lượng bản thân P_i .

Tổng lực giữ và tổng lực gây trượt:

Nếu đất đồng nhất:

$$K = \frac{tg \varphi \sum_1^n P_i \cdot \cos \alpha_i + C \cdot L}{\sum_1^n P_i \cdot \sin \alpha_i + W_i \cdot \frac{Z_i}{R}} \quad (3-8)$$

Trong đó:

P_i : trọng lượng mảnh thứ i .

i, C_i : góc ma sát, lực dính của mảnh thứ i .

W_i : tác dụng lực động đất co cánh tay đòn so với tâm O là Z_i .

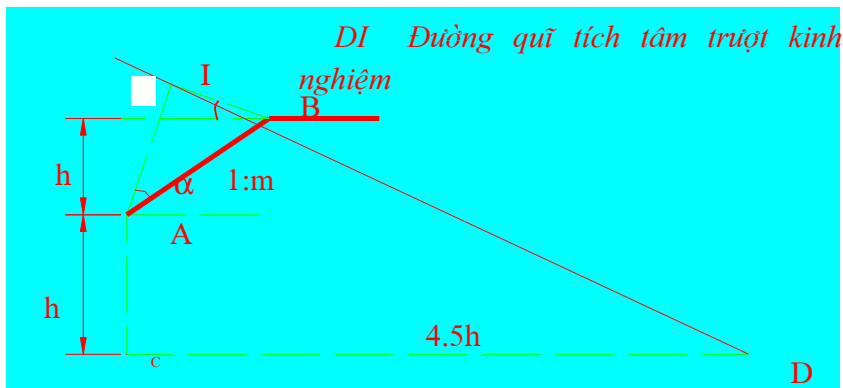
$W_i = (0,1 \text{ } 0,2)P$ xác định theo TCVN 22TCN 211-95

R : bán kính cung trượt. L : chiều dài cung trượt.

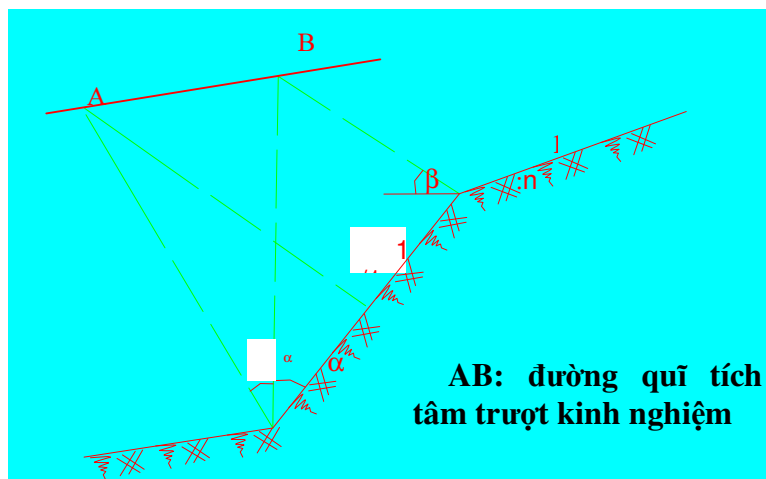
- Khi bình thường chia bề rộng mỗi mảnh i là 1 đến 2 m (chia càng nhỏ càng chính xác)
Trên đây chỉ mới xác định được hệ số ổn định K ứng với một mảnh trượt nào đó. Nhưng chưa chắc mặt trượt này đã là mặt trượt nguy hiểm nhất. Để tìm trị số K_{min} đối với mái taluy đã biết thì giả thiết nhiều mặt trượt khác nhau, tương ứng với mỗi mặt trượt sẽ tìm được một hệ số K , từ đó tìm được K_{min} .

Thường người ta dựa vào đường quỹ tích tâm trượt nguy hiểm.

Theo kinh nghiệm thì tâm trượt nguy hiểm nhất sẽ hầu như nằm trên đường thẳng DI hoặc đường AB.

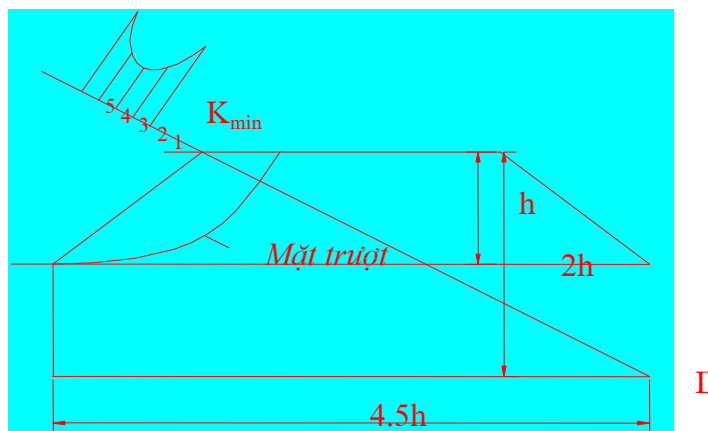


Hình 3.12 : Sơ đồ xác định tâm trượt nguy hiểm kinh nghiệm của nền đắp



Hình 3.13 : Sơ đồ xác định tâm trượt nguy hiểm kinh nghiệm của nền đào

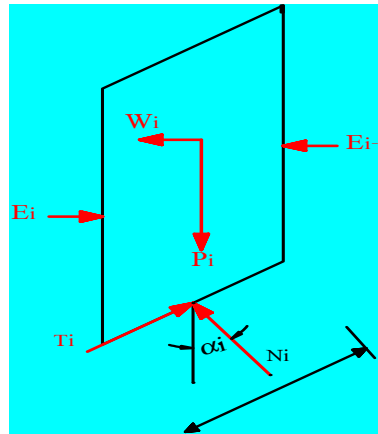
Thường thì chỉ cần chọn 3÷5 điểm trên đường quỹ tích tâm trượt nguy hiểm rồi biểu diễn chúng trên hình để xác định K_{min}



Hình 3.14 : Vẽ đồ thị hệ số ổn định K để tìm K_{min}

Các giá trị α ; β ; γ ; $1/m$, $1/n$ xem các bảng 7.5 và bảng 7.6 giáo trình TKĐ 1

3.4.3. Phương pháp Bishop :



Hình 3.15: Sơ đồ tính ổn định mái taluy theo Bishop

Việc tính toán hệ số ổn định giống như phương pháp phân mảnh cổ điển, chỉ khác ở mỗi mảnh trượt Bishop có xét thêm các lực đẩy ngang E_{i+1} E_{i-1} tác dụng từ hai phía của mảnh trượt (không quan tâm đến vị trí điểm đặt của các lực ngang đó) (hình 3.15) Đối với toàn bộ khối trượt:

Hệ số ổn định K tương ứng với mặt trượt tròn như sau :

$$K = \frac{\sum_1^n (N_i \cdot \text{tg } \varphi_i + C_i \cdot l_i)}{\sum_1^n (T_i + w_i \cdot \frac{Z_i}{R})}$$

$$N_i = \frac{p_i - \frac{C_i \cdot l_i \cdot \sin \alpha}{K}}{\cos \alpha_i + \frac{\text{tg } \varphi_i}{K} \cdot \sin \varphi_i}$$

$$T_i = (C_i \cdot l_i + N_i \cdot \text{tg } \varphi_i) \cdot \frac{1}{K}$$

$$\Rightarrow K = \frac{\sum_1^n (P_i \cdot \frac{\text{tg } \varphi_i}{\cos \alpha_i} + C_i \cdot l_i) m_i}{\sum_1^n (P_i \cdot \sin \alpha_i + w_i \cdot \frac{Z_i}{R})} \quad (3-9)$$

Để tìm trị số K_{\min} tính tương tự phương pháp W.Fellenius

3.5 ỔN ĐỊNH NỀN ĐƯỜNG TRÊN ĐẤT YẾU

3.5.1. Đất yếu:

Về chỉ tiêu cơ lý, đất yếu là các loại đất có hệ số rỗng ϵ_0 lớn, độ ẩm tự nhiên lớn (thường bão hoà nước), sức chống cắt τ (c, φ) nhỏ, sức chịu tải nhỏ, tải trọng

giới hạn chịu được nhỏ, đất dễ bị phá hoại làm cho nền đắp ở trên mặt ổn định (do lún, lún không đều, do trượt trôi)

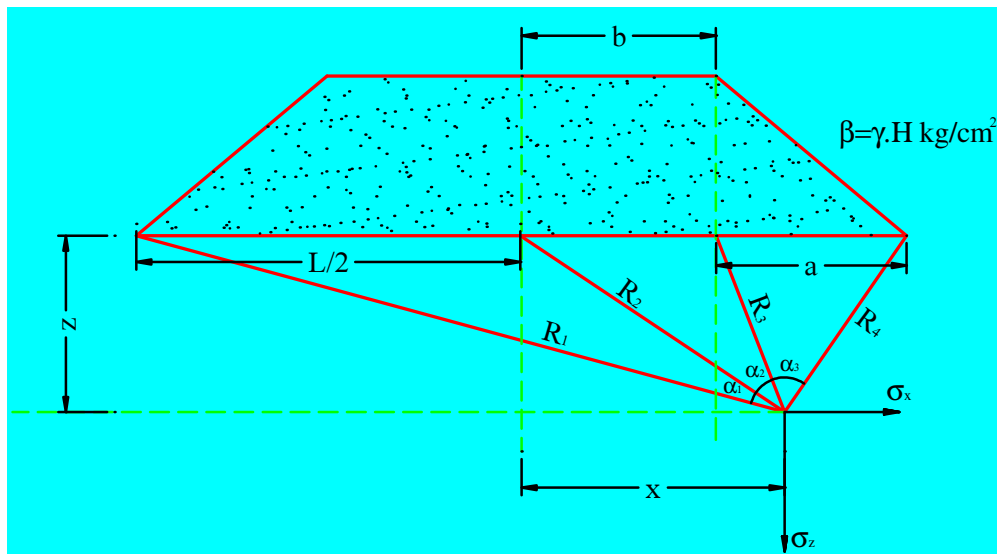
Các loại đất yếu như: đất sét trầm tích $\epsilon_0 > 1,5$ (nếu là sét), $\epsilon_0 > 1$ (nếu là á sét). Độ ẩm thiên nhiên xấp xỉ W_{nh} : $C < 0,1 \div 0,2 \text{ Kg/cm}^2$, $\varphi = 0 \div 10^0$. Với than bùn còn yếu hơn $\epsilon_0 = 3 \div 15$, $C = 0,01 \div 0,04 \text{ Kg/cm}^2$, $\text{tg}\varphi = 0,03 \div 0,07$

3.5.2 .Tính toán ổn định cường độ của nền đắp trên đất yếu:

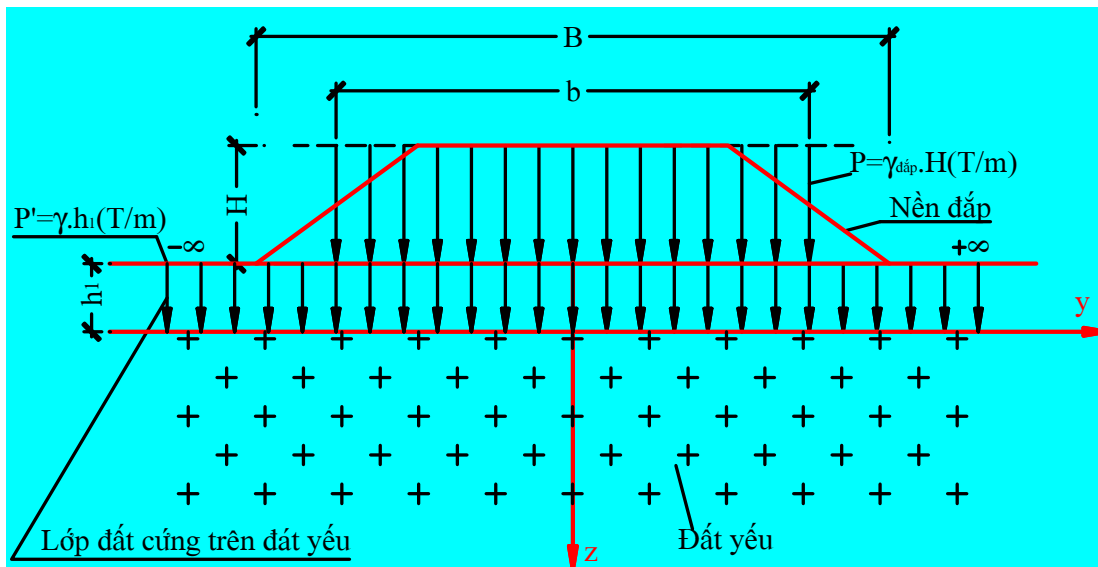
3.5.2.1 Phương pháp dựa vào giả thiết đất là môi trường biến dạng tuyến tính:

Theo phương pháp này, nền đất sẽ ổn định nếu ứng suất gây ra trong đất yếu tại mọi điểm không đủ tạo nên biến dạng dẻo tại điểm đó.

Nếu giả thiết đất là môi trường biến dạng tuyến tính thì các ứng suất σ_z , σ_x , τ_{zx} gây ra tại một điểm M bất kỳ trong đất yếu dưới tác dụng tải trọng của nền đắp (có dạng hình thang) như hình vẽ 3 -16 hoặc quy đổi ra hình chữ nhật và cộng tác dụng với tải trọng phân bố đều vô hạn của lớp đất cứng trên đất yếu như hình 3.17.



Hình 3.16 : Sơ đồ tính toán ứng suất trong đất dưới tác dụng của tải trọng nền đắp



Hình 3.17 : Sơ đồ đổi tải trọng nền đắp ra tải trọng hình chữ nhật để kiểm tra ổn định

Tại M, khi biết $\sigma_z, \sigma_x, \tau_{zx}$ ta sẽ tính được

$$\sigma_{1-2} = \frac{\sigma_z - \sigma_x}{2} \pm \frac{1}{2} \sqrt{(\sigma_z - \sigma_x)^2 + 4\tau_{zx}^2}$$

$$\sigma_\alpha = \sigma_1 \cdot \cos^2 \alpha + \sigma_2 \sin^2 \alpha \quad (3-10)$$

$$\tau_\alpha = (\sigma_1 - \sigma_2) \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha$$

Trong đó :

σ_1, σ_2 : ứng suất chính tại điểm M

$\sigma_\alpha, \tau_\alpha$: ứng suất pháp và ứng suất tiếp trên một hướng bất kỳ qua M, hợp với mặt phẳng chính 1 góc α

Để đất yếu tại M không pháp sinh biến dạng dẻo thì:

$$\tau_\alpha \leq f \cdot \sigma_\alpha + C$$

$$f = \text{tg} \varphi \quad (3-11)$$

Hệ số ổn định tại điểm M:

$$K = \frac{f \cdot \sigma_\alpha + C}{\tau_\alpha} = \phi(\sigma_1, \sigma_2, \alpha)$$

Để tìm được hệ số ổn định nhỏ nhất (K_{\min}) :

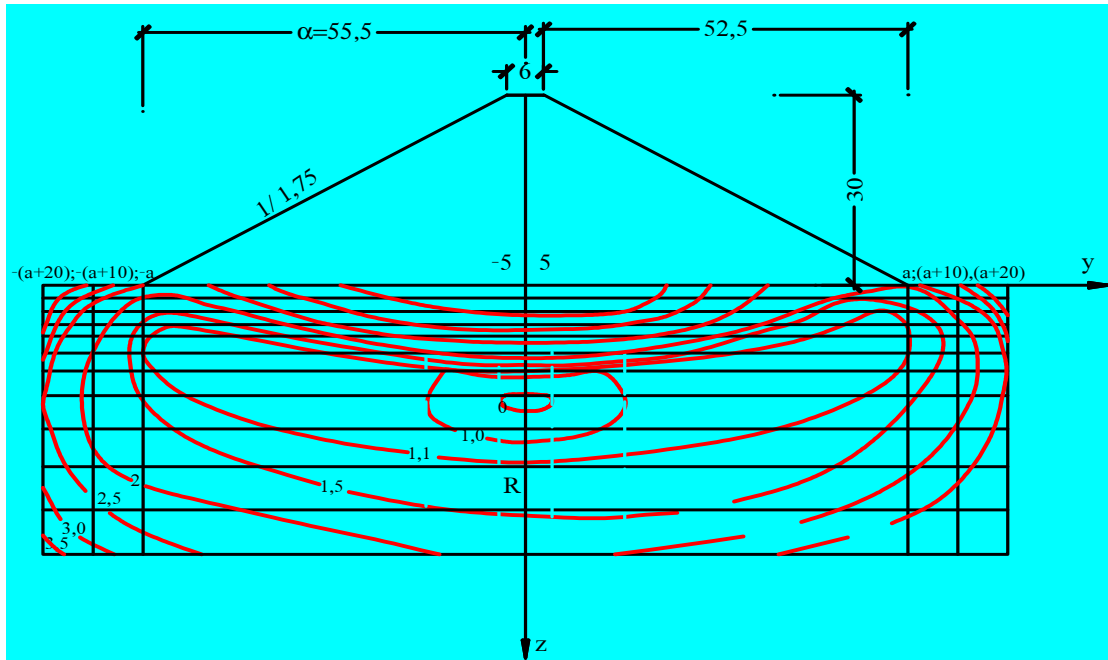
$$\frac{dK}{d\alpha} = 0$$

$$\Rightarrow K_{\min} = 2\sqrt{A(A-f)}$$

Trong đó: $A = \frac{f \cdot \sigma_1 + C}{\sigma_1 - \sigma_2}$

Nếu $K_{min}^M \geq 1$ thì tại điểm m không phát sinh biến dạng dẻo

Sau khi xác định K_{min} ở mọi điểm trong đất yếu < ta có thể vẽ được đường thẳng K_{min} như hình vẽ 3.18



Hình 3.18.: Các " Đường đẳng Kmin" và phạm vi phát sinh biến dạng dẻo R

Nếu vùng nào có $K_{min} < 1,0$ thì sẽ phát sinh biến dạng dẻo. Nếu vùng biến dạng dẻo càng rộng và đến hai mép chân taluy thì đất yếu bị đẩy trượt trôi ra hai bên và sẽ mất ổn định. Nếu vùng biến dạng dẻo

$$R \leq 1/2B \quad (B: \text{là bề rộng đáy nền đắp}) \quad (3-12)$$

thì đất yếu vẫn có thể coi là ổn định (không bị trôi, chỉ bị lún nhiều)

Trị số ứng suất tiếp lớn nhất τ_{max} của các điểm trong đất yếu nằm trên trục tìm đường của nền đắp có thể xác định theo công thức:

$$\tau_{max} = \frac{z \cdot p}{\pi \cdot a} \ln \frac{z^2 + (a+b)^2}{z^2 + b^2} \quad (3-13)$$

Nếu đất yếu φ rất nhỏ :

$$K_{min} = \frac{C}{\tau_{max}}$$

$$\tau_{max} = (0,27 \div 0,33) \cdot p \quad (3-14)$$

$$P_{gh} = \gamma_d \cdot H_{gh} = 3C \quad (3-15)$$

Trong đó :

P_{gh} : tải trọng nền đắp giới hạn (t/m^2)

γ_d : dung trọng của nền đắp (t/m^3).

H_{gh} : chiều cao nền đắp giới hạn (m).

3.2 KẾT CẤU ÁO ĐƯỜNG

3.2.1 YÊU CẦU CHUNG VÀ CẤU TẠO KẾT CẤU ÁO ĐƯỜNG

3.2.1.1 Khái niệm:

Áo đường là phần trên của nền đường được tăng cường bằng các lớp vật liệu khác nhau để chịu tác dụng của tải trọng xe chạy và các điều kiện tự nhiên (mưa, gió, nước ngầm...)

3.2.1.2 Các yêu cầu chung của kết cấu áo đường (KCAD)

- Kết cấu áo đường phải đủ cường độ và ổn định cường độ (cường độ ít thay đổi hoặc không thay đổi khi chịu tác dụng của các điều kiện bất lợi)
- Mặt đường phải đảm bảo đủ độ bằng phẳng nhất định để: Giảm sức cản lăn (tốc độ xe chạy tăng cao, giảm thời gian xe chạy, giảm lượng tiêu hao nhiên liệu). Tăng tuổi thọ của phương tiện (hạ giá thành vận chuyển).
- Bề mặt áo đường phải đảm bảo đủ độ nhám để nâng cao hệ số bám giữa bánh xe với mặt đường nhằm tăng mức độ an toàn xe chạy.
- Áo đường phải ít sinh bụi: Tăng tầm nhìn của lái xe, tránh gây tác dụng xấu đến hành khách hàng hóa, đảm bảo vệ sinh môi trường, tăng tuổi thọ của động cơ cũng như tuổi thọ của công trình.

Để đáp ứng được các yêu cầu trên chi phí bỏ ra là rất tốn kém, vì vậy tùy vào yêu cầu thực tế và ý nghĩa xây dựng đường... để đưa ra những kết cấu mặt đường thích hợp.

3.2.1.3 Đặc điểm chịu lực của kết cấu áo đường :

Khi xe chạy, lực tác dụng lên áo đường gồm hai thành phần:

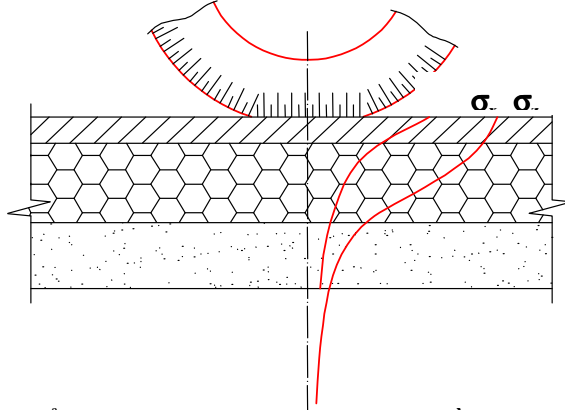
- Lực thẳng đứng P do tải trọng xe chạy gây ra ứng suất σ_z
- Lực nằm ngang gây ra σ_x : do lực kéo, lực hãm, lực ngang khi xe chạy trên đường vòng, khi tăng giảm tốc gây ra. Tại bề mặt áo đường:

$$\sigma_z = p$$

$$\sigma_x = (0,2 - 0,3)p \text{ khi xe chạy; } \sigma_x = (0,75 - 0,85)p \text{ khi xe hãm.}$$

p : Áp lực thẳng đứng do tải trọng bánh xe nặng nhất truyền xuống qua diện tích vệt tiếp xúc giữa lốp xe với mặt đường; $p = (0,5 \div 6) \text{Mpa}$

Lực ngang chủ yếu tác dụng trên phần mặt của áo đường mà không truyền sâu xuống các lớp phía dưới nên chỉ gây trạng thái ứng suất (σ_x) ở lớp trên cùng của kết cấu áo đường, làm cho vật liệu tại đó bị xô trượt, bong bật, bào mòn dẫn đến phá hoại. Trái lại lực thẳng đứng thì truyền xuống khá sâu cho mãi tới nền đất. Như vậy về mặt chịu lực kết cấu áo đường cần có nhiều lớp, các lớp có nhiệm vụ khác nhau để đáp ứng nhu cầu chịu lực khác nhau.



σ_x - ứng suất do lực nằm ngang

σ_z - ứng suất do lực thẳng đứng

Hình 3.1: Sơ đồ phân bố ứng suất trong kết cấu áo đường theo chiều sâu

- Ở KCAĐ cứng thì áp lực truyền lên lớp móng và nền đất nhỏ hơn so với KCAĐ mềm (vì do tấm bê tông có độ cứng lớn)

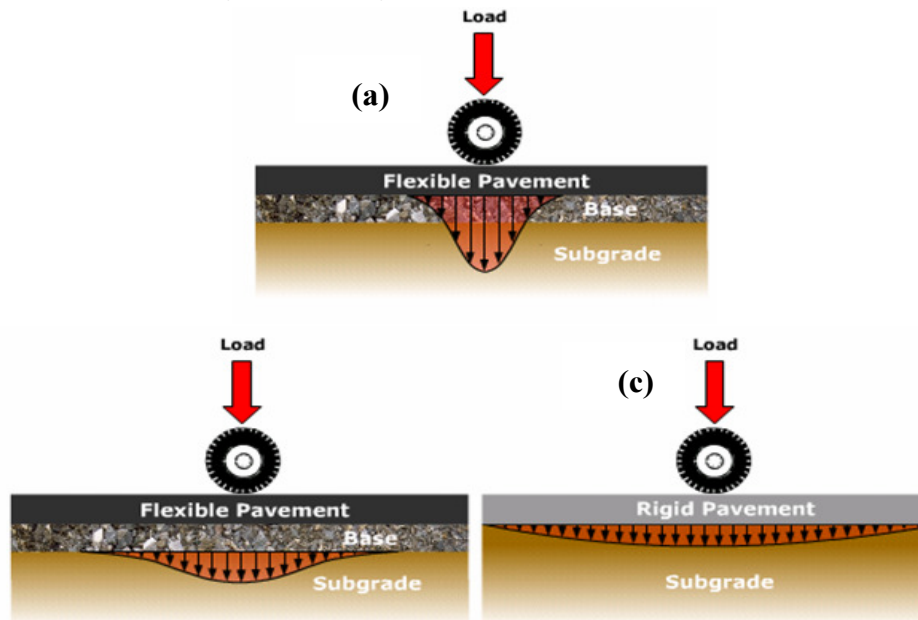


Figure 1: Rigid and Flexible Pavement Load Distribution

Hình 3.2 : Tải trọng phân bố ở KCAĐ
a); b) KCAĐ mềm b) KCAĐ cứng

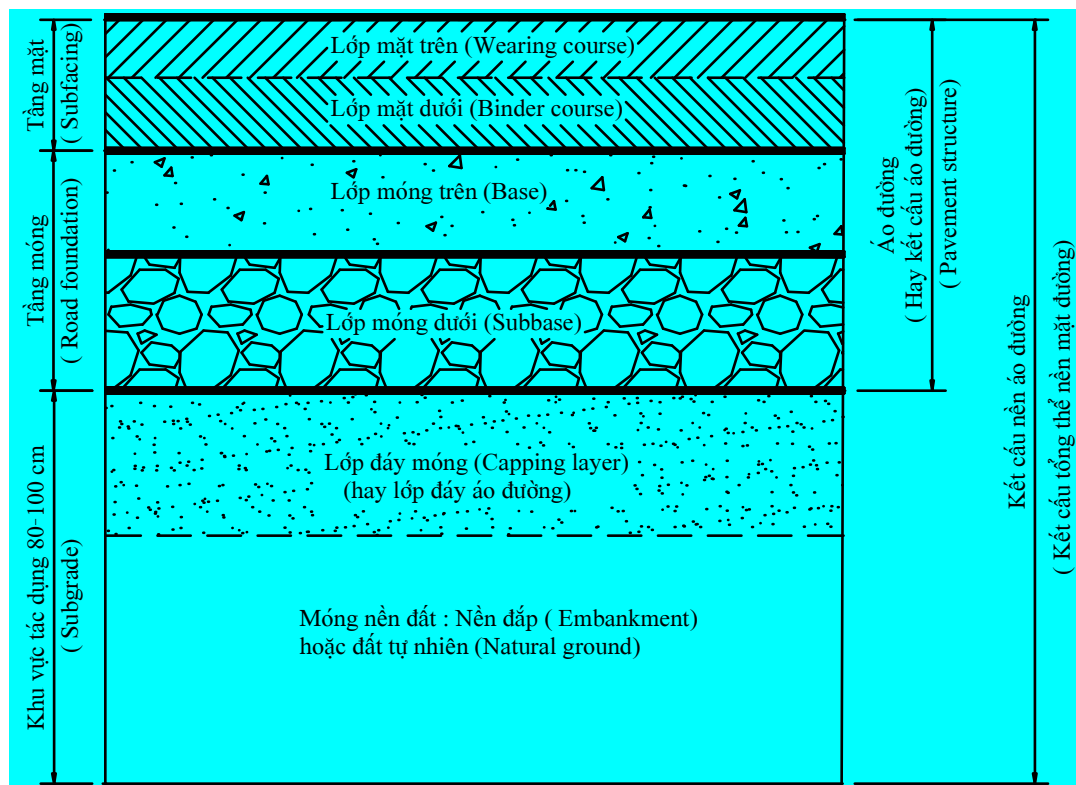
3.2.1.4 Cấu tạo kết cấu nền áo đường :

Sơ đồ cấu tạo kết cấu nền áo đường xem hình 3.3

3.2.1.5 Vai trò của từng lớp trong kết cấu tổng thể nền mặt đường.

➤ Lớp tạo nhám

- + Lớp tạo nhám là một lớp dày 1,5 – 3,0 cm bằng bê tông nhựa có độ nhám cao; hoặc bằng hỗn hợp nhựa thoát nước dày 3-4cm
- + Bố trí trên đường có cấp cao A1 có $V_{tk} \geq 80$ km/h
- + Tác dụng: tăng sức bám giữa bánh xe và mặt đường đảm bảo xe chạy với vận tốc cao mà vẫn an toàn đồng thời kiêm chức năng lớp hao mòn tạo phẳng



Hình 3.3 : Sơ đồ cấu tạo kết cấu nền áo đường

- Lớp mặt trên còn gọi là lớp hao mòn, hoặc lớp tạo nhám, nếu bề dày của nó nhỏ dưới 3cm
- Lớp mặt dưới là lớp mặt chịu lực chủ yếu

➤ Lớp hao mòn, lớp bảo vệ

- + Lớp bảo vệ là một lớp dày 0,5 – 1,0cm thường bằng vật liệu cát, sỏi nhỏ rời rạc.
- + Lớp hao mòn là một lớp mỏng dày 1,0 - 3,0cm làm bằng vật liệu có chất liên kết, hoặc cấp phối hạt nhỏ đặt trên lớp mặt chủ yếu.

Tác dụng của hai lớp này là: Để hạn chế bớt xung kích, xô trượt, mài mòn trực tiếp của bánh xe lên lớp mặt. Tăng độ bằng phẳng và độ kín cho tầng mặt.

Chú ý : Khi các vật liệu của lớp mặt không đủ sức liên kết để chịu tác dụng của xe chạy (khi cường độ vận tải lớn) thì tầng mặt mới làm thêm lớp hao mòn, và lớp bảo vệ. Và khi tính toán cường độ kết cấu áo đường thì không kể các lớp này vào bề dày của tầng mặt.

Ví dụ: Đối với mặt đường cấp cao A2 người ta sử dụng lớp láng nhựa để làm lớp hao mòn, tạo nhám, tạo phẳng .

➤ **Các lớp tầng mặt :**

Là bộ phận trực tiếp chịu tác dụng của tải trọng bánh xe và ảnh hưởng của các nhân tố tự nhiên (đặc biệt ngoài tác dụng của lực thẳng đứng còn chịu tác dụng của lực ngang lớn). Do đó tầng mặt đòi hỏi được làm bằng các vật liệu có cường độ và sức liên kết tốt, thường dùng vật liệu có kích thước nhỏ để giảm phá loại bong bật do lực ngang các loại vật liệu có gia cố chất liên kết hữu cơ hoặc vô cơ.

➤ **Các lớp móng**

Chủ yếu chịu tác dụng của lực thẳng đứng, truyền và phân bố lực thẳng đứng để khi truyền xuống nền đất thì ứng suất sẽ giảm đến một mức độ đất nền đường có thể chịu đựng được mà không tạo nên biến dạng thẳng đứng hoặc biến dạng trượt quá lớn. Vì lực thẳng đứng truyền xuống ngày càng bé đi để tiết kiệm, tầng móng có thể gồm nhiều lớp vật liệu khác nhau có cường độ giảm dần từ trên xuống. Có thể cấu tạo bằng các vật liệu rời rạc, kích cỡ lớn, chịu bào mòn kém nhưng phải có đủ độ cứng và độ chặt nhất định. Ngoài ra còn có thể dùng các vật liệu tại chỗ hoặc các phế liệu công nghiệp.

➤ **Lớp đáy móng**

Chức năng :

- Tạo ra một lòng đường chịu lực đồng nhất, có sức chịu tải cao.
- Ngăn chặn và có thể cắt đứt dòng ẩm thấm từ trên xuống nền đất hoặc từ dưới lên áo đường.
- Tạo “hiệu ứng đê” để bảo đảm chất lượng đầm nén các lớp móng phía trên
- Tạo thuận lợi cho xe, máy đi lại trong quá trình thi công áo đường mà không gây hư hại nền đất phai dưới (khi thời tiết xấu)

Phạm vi áp dụng:

- Đường cao tốc, đường cấp I, đường cấp II và đường cấp III có 4 làn xe
- Đường cấp IV đến VI khi nền đắp bằng cát, bằng đất sét trương nở và khi

đường vùng mưa nhiều hoặc chịu tác động của nhiều nguồn ẩm khác nhau

Vật liệu sử dụng:

Đất cấp phối tốt, cấp phối thiên nhiên đất gia cố vôi hoặc xi măng với tỉ lệ thấp hoặc vừa phải, tuyệt đối không được dùng các loại cát hoặc vật liệu thích hợp để đạt được các yêu cầu sau:

- Độ chặt đầm nén cao $K = 1,00 \div 1,02$ (đầm nén tiêu chuẩn)
- Môđun đàn hồi $E \geq 50\text{Mpa}$ hoặc tỷ số CBR = $10 \div 15$

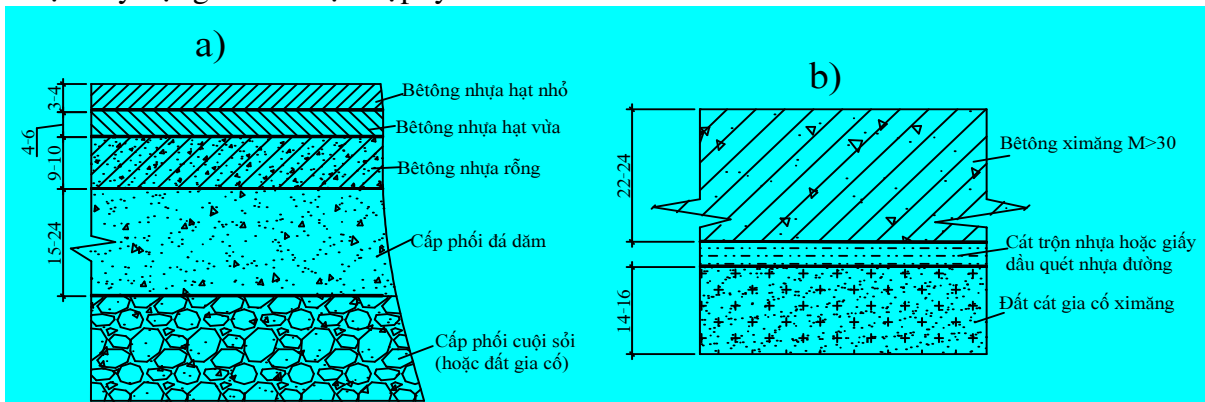
➤ **Móng nền đất:**

Được coi là một bộ phận của KCAĐ, vì tuân theo nguyên tắc thiết kế tổng thể nền mặt đường. Bản thân nó cũng tham gia chịu lực thẳng đứng của tải trọng xe, đặc biệt khi áo đường phía trên có độ cứng nhỏ.

Bảng 3.1 : Độ chặt tối thiểu của nền đường trong phạm vi khu vực tác dụng (so với độ chặt đầm nén tiêu chuẩn theo 22 TCN 333 - 06)

Loại nền đường		Độ sâu tính từ đáy áo đường xuống (cm)	Độ chặt K		
			Đường ô tô từ cấp I đến cấp IV	Đường ô tô cấp V và cấp VI	
Nền đắp	Khi áo đường dày trên 60cm	30	$\geq 0,98$	$\geq 0,95$	
	Khi áo đường dày dưới 60cm	50	$\geq 0,98$	$\geq 0,95$	
	Bên dưới chiều sâu kể trên	Đất mới đắp		$\geq 0,95$	$\geq 0,93$
		Đất nền tự nhiên (*)	Cho đến 80	$\geq 0,93$	$\geq 0,90$
Nền đào và nền không đào không đắp (đất nền tự nhiên) (**)		30	$\geq 0,98$	$\geq 0,95$	
		30 - 80	$\geq 0,93$	$\geq 0,90$	

Chú ý: Không phải khi nào KCAĐ cũng có đủ tất cả các lớp như sơ đồ cấu tạo như trên, mà tùy thuộc vào yêu cầu xe chạy, loại áo đường, cấp đường, điều kiện cụ thể ở khu vực xây dựng mà cấu tạo hợp lý.

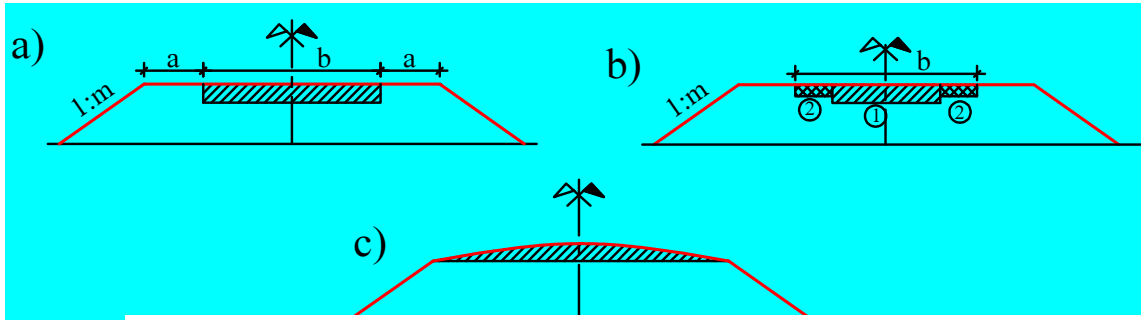


Hình 3.4: Ví dụ kết cấu áo đường cấp cao

a) Tầng mặt bê tông nhựa ; b) Tầng mặt bê tông xi măng

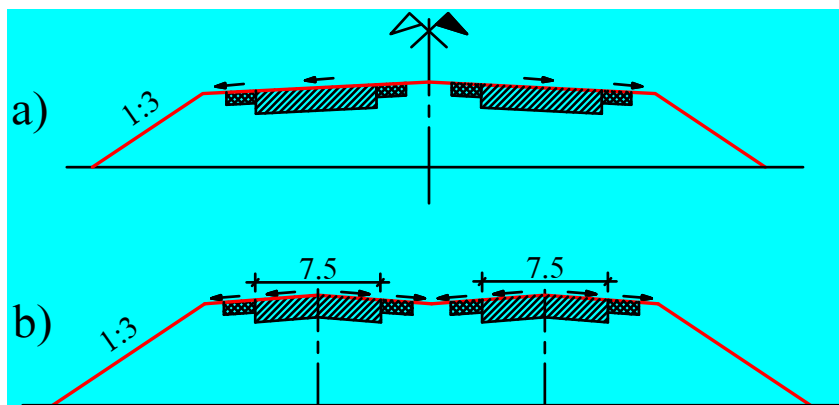
3.2.1.6 Cấu tạo cắt ngang của áo đường

+ Cấu tạo trắc ngang có mấy kiểu như hình vẽ sau :



Hình 3.5 : Bố trí áo đường trên nền đường

- a) Cấu tạo áo đường hình máng trên phần xe chạy (thường hay dùng)
- b) Cấu tạo trắc ngang áo đường xây dựng phân kì (giai đoạn 2 mở rộng)
- c) Cấu tạo hình lưỡi liềm trên toàn bộ nền đường (dùng cho mặt đường cấp phối hay đất cải thiện)



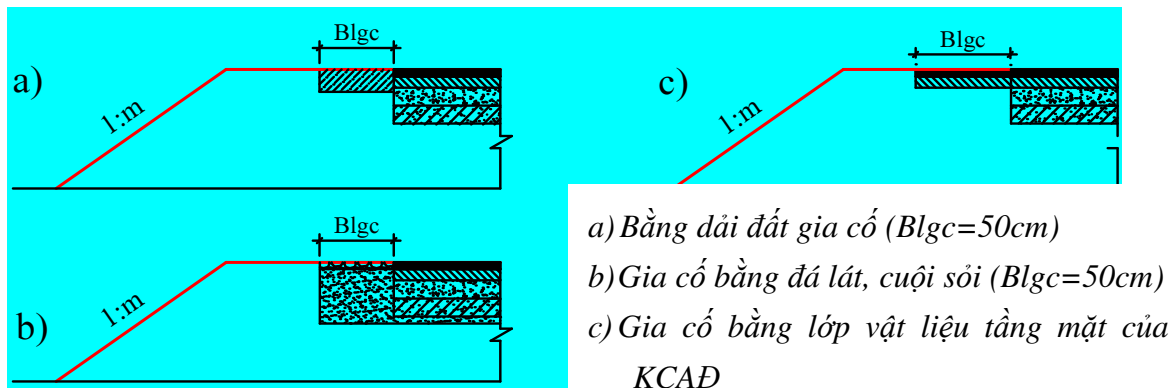
Hình 3.6: Cấu tạo áo đường trên đường cấp cao có dải phân cách

+ Độ dốc ngang áo đường và lề đường

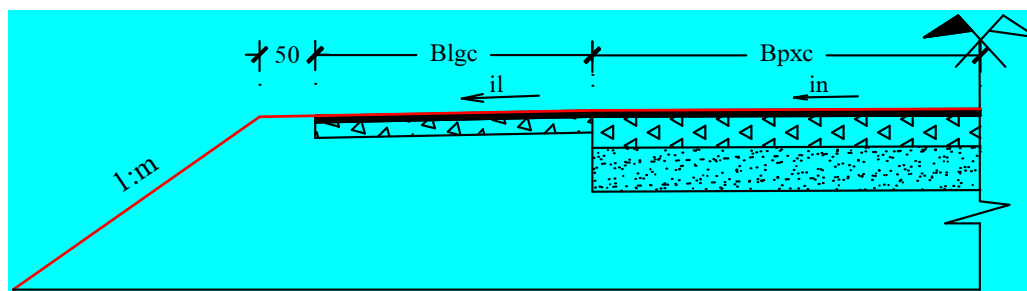
Bảng 3.2: Độ dốc ngang tối thiểu mặt đường

Yếu tố mặt cắt ngang	Độ dốc ngang (%)
Phần mặt đường và phần lề gia cố : - Bê tông nhựa cấp cao A1 - Các loại mặt đường khác cấp cao A2 - Mặt đường đá dăm, cấp phối, mặt đường cấp thấp B1, B2	1,5 – 2,0 2,0 – 3,0 3,0 – 3,5
Phần lề không gia cố	4,0 – 6,0
Phần dải phân cách	Tùy vật liệu phủ và lấy như trên

+ Người ta thường thiết kế gia cố lề để tránh mép áo đường bị phá hoại, chống thấm nước, tăng an toàn, tăng hiệu suất sử dụng bề rộng phần xe chạy, làm nổi đầu xe tạm thời (nếu lề gia cố rộng)



Hình 3.7 : Cấu tạo gia cố lề đường dọc mép áo đường



Hình 3.8 : Cấu tạo dạng mặt đường hay dùng nhất

3.2.2 PHÂN LOẠI KẾT CẤU ÁO ĐƯỜNG

Có 3 cách phân loại chính:

- + Phân loại theo vật liệu sử dụng
- + Phân loại theo phương pháp tính toán
- + Phân loại theo cấp áo đường (phạm vi sử dụng)

3.2.2.1 Phân loại theo cấp áo đường (phạm vi sử dụng):

Áo đường cấp cao chủ yếu (A1) - (High type pavement)

- Là loại kết cấu áo đường đáp ứng yêu cầu xe chạy không **xuất hiện biến dạng dư**, (**áo đường chỉ làm việc trong giai đoạn đàn hồi**), mức độ dự trữ cường độ cao. Mức độ an toàn xe chạy cao, tốc độ xe chạy lớn.
- Tuổi thọ áo đường cao ≥ 10 năm
- Thường dùng cho với các tuyến đường có tốc độ thiết kế $V \geq 60\text{km/h}$
- Vật liệu :

- + Bê tông nhựa chặt loại I rải nóng (Atphalt Concret)
- + Bê tông xi măng (Ciment concret)

Áo đường cấp cao thứ yếu (A2)

- Đáp ứng điều kiện xe chạy không xuất hiện biến dạng dư, vật liệu làm việc trong giai đoạn đàn hồi nhưng mức độ dư trữ cường độ nhỏ hơn áo đường cấp cao chủ yếu A1
- Tuổi thọ của mặt đường cấp cao A2 từ 4 - 8 năm
- Các loại vật liệu làm mặt đường cấp A2 :
 - + Bê tông nhựa nguội
 - + Bê tông nhựa chặt loại II
 - + Láng nhựa
- Lưu lượng xe chạy không cao, chi phí duy tu bảo dưỡng thường xuyên lớn hơn mặt đường cấp cao A1

Áo đường cấp thấp B1 – Intermediate type pavement

- Cho phép xuất hiện biến dạng dư, chiều dày của kết cấu giảm đi rất nhiều, đáp ứng yêu cầu lưu lượng xe chạy thấp, tốc độ xe chạy không cao, chi phí duy tu sửa chữa, bảo dưỡng lớn
- Tuổi thọ của mặt đường cấp thấp B1 từ (3 – 4) năm
- Các loại vật liệu làm mặt đường cấp B1 :
 - + Đá dăm nước
 - + Cấp phối đá dăm, CPĐĐ láng nhựa hoặc nhũ tương; CPĐĐ gia cố XM
 - + Cấp phối cuội sỏi láng nhựa
 - + Cát gia cố xi măng láng nhựa

Áo đường cấp thấp B2 (cấp quá độ) - Low type pavement

- Cho phép xuất hiện biến dạng dư, lưu lượng xe chạy rất thấp, sinh bụi nhiều
- Tuổi thọ mặt đường không cao (từ 2 - 3 năm)
- Các loại vật liệu làm mặt đường cấp B1 :
 - + Đất cải thiện
 - + Đất đá tại chỗ, phế liệu công nghiệp gia cố.

3.2.2.2 Phân loại theo vật liệu sử dụng

1 Áo đường bằng các loại vật liệu đất, đá tự nhiên không có chất liên kết

Có cấu trúc theo nguyên lý đá chèn đá hoặc nguyên lý cấp phối

- Ví dụ:
- Cấp phối đá dăm, cấp phối đất đồi, cấp phối sỏi sạn
 - Đá dăm macadam (còn gọi là đá dăm nước, đá dăm trắng)

2 Áo đường làm bằng vật liệu đất, đá tự nhiên có gia cố các chất liên kết vô cơ (vôi, xi măng) :

Có cấu trúc theo nguyên lí đá chèn đá, nguyên lí cấp phối hoặc nguyên lí gia cố đất

- Ví dụ : - Đá dăm thấm nhập vữa xi măng cát
- Cấp phối đá dăm gia cố xi măng, Bê tông xi măng
- Đất gia cố vôi, cát gia cố xi măng

3 Áo đường làm bằng vật liệu đất, đá tự nhiên gia cố các chất liên kết hữu cơ (bitum, grudông).

Có cấu trúc theo nguyên lí đá chèn đá hoặc nguyên lí cấp phối

- Thấm nhập nhựa
- Bê tông nhựa
- Đá trộn nhựa

3.2.2.3 Phân loại theo phương pháp tính toán (tính chất chịu lực)

- Áo đường mềm (Flexible Pavement) : là kết cấu có độ cứng nhỏ, khả năng chịu kéo, chịu uốn không đáng kể, trạng thái chịu lực chủ yếu là chịu nén và chịu cắt. Cường độ và khả năng chống biến dạng phụ thuộc vào nhiệt độ và độ ẩm.

Ví dụ : Mặt đường BTN, thấm nhập nhựa ...

- Áo đường cứng (Rigid Pavement): là kết cấu có độ cứng lớn, khả năng chịu nén, chịu kéo, chịu uốn đều tốt, trạng thái chịu lực chủ yếu là chịu kéo uốn. Cường độ chịu uốn và môđun đàn hồi không thay đổi theo nhiệt độ và độ ẩm.

Ví dụ: Mặt đường bê tông xi măng

- Áo đường nửa cứng nửa mềm (Semirigid pavement): là loại mặt đường trung gian, có độ cứng tương đối lớn, có khả năng chịu nén, chịu kéo khi uốn, trạng thái chịu lực chủ yếu là chịu nén, cắt và chịu kéo khi uốn

Ví dụ : + Mặt đường cấp phối đá dăm gia cố xi măng
+ Mặt đường đá dăm thấm nhập vữa xi măng .

3.2.2.4 Phân loại theo tính chất cơ học

- Vật liệu mặt đường có tính toàn khối: Khả năng chịu nén lớn, có khả năng chịu kéo khi uốn (BTXM, đá dăm gia cố xi măng, BTN, cát gia cố xi măng, đất gia cố vôi...)
- Vật liệu mặt đường không có tính toàn khối: Khả năng chịu lực kém hơn, có khả năng chịu kéo khi uốn không đáng kể (cấp phối đất tự nhiên, cấp phối sỏi cuội)

3.2.2.5 Phân loại theo độ rỗng

- Mặt đường kín: Độ rỗng còn dư nhỏ ($<6\%$), hạn chế nước thấm qua (BTN, BTXM, cấp phối đá dăm gia cố xi măng, cấp phối đá dăm, đất gia cố vôi hoặc xi măng..)
- Mặt đường hở: độ rỗng còn dư lớn ($6 \div 25\%$), không hạn chế được nước thấm qua (đá dăm macadam, thảm nhập nhựa)

3.2.3 NGUYÊN TẮC THIẾT KẾ CẤU TẠO KẾT CẤU ÁO ĐƯỜNG

3.2.3.1 Nội dung của việc thiết kế kết cấu áo đường.

Áo đường là bộ phận đắt tiền nhất của công trình đường ô tô. Ở Việt Nam chi phí xây dựng áo đường chiếm tới (45- 65) % tổng vốn đầu tư xây dựng đường đối với các dự án vùng đồng bằng và đô thị, (30- 45) % tổng vốn đầu tư xây dựng đường đối với các dự án vùng đồi núi. Các chi phí duy tu, sửa chữa bảo trì trong quá trình khai thác cũng chiếm tỷ lệ rất lớn trong tổng vốn đầu tư cho duy tu đường nói chung. Do vậy việc thiết kế một kết cấu áo đường hợp lý và đúng đắn có ý nghĩa hết sức to lớn về kinh tế và kỹ thuật.

3 nội dung lớn cần phải giải quyết khi triển khai công tác thiết kế KCAĐ

- Thiết kế cấu tạo KCAĐ, tức là chọn đúng và bố trí đúng các tầng, lớp vật liệu trong kết cấu áo đường sao cho:
 - + Phù hợp với chức năng của mỗi tầng lớp
 - + Đảm bảo kết cấu phải có đủ cường độ và duy trì được cường độ để hạn chế tối đa các trường hợp phá hoại của xe cộ và của các yếu tố môi trường tự nhiên
 - + Bề mặt KCAĐ phải đảm bảo bằng phẳng, đủ nhám, dễ thoát nước mặt và ít sinh bụi để đáp ứng yêu cầu giao thông an toàn, êm thuận, kinh tế, giảm thiểu các tác dụng xấu đến môi trường hai bên đường
 - + Phù hợp với khả năng cung ứng vật liệu, khả năng thi công và khả năng khai thác duy tu, sửa chữa, bảo trì sau này.
- Tính toán cường độ (biến dạng) của KCAĐ, đây cũng là nội dung xác định chiều dày các lớp vật liệu trong kết cấu. Công việc này liên quan chặt chẽ với công việc thiết kế cấu tạo.
- Luận chứng hiệu quả kinh tế, so sánh chọn phương án tối ưu về kinh tế kỹ thuật ứng với từng điều kiện cụ thể của từng dự án.

Chú ý: Nếu không thiết kế cấu tạo KCAĐ đúng đắn và hợp lí thì việc tính toán cường độ cũng như luận chứng kinh tế trở nên vô nghĩa.

3.2.3.2 Nguyên tắc thiết kế cấu tạo

1. *Tuân theo nguyên tắc thiết kế tổng thể nền áo đường và nguyên tắc tạo một kết cấu kín* để tăng cường độ và sự ổn định cường độ của nền đất phía dưới áo đường, để tạo điều kiện thuận lợi để cho nền đất cùng tham gia chịu lực với áo đường ở mức tối đa, từ đó giảm được bề dày áo đường và hạ giá thành xây dựng.

2. *Lựa chọn vật liệu:*

Tùy thuộc vị trí của lớp vật liệu trong kết cấu áo đường

➤ *Cấu tạo các lớp tầng mặt*

Căn cứ vào cấp hạng đường, thời hạn thiết kế, số trục xe tiêu chuẩn tích lũy trên một làn xe trong suốt thời hạn thiết kế và điều kiện tự nhiên, điều kiện khai thác.

Yêu cầu :

- + Vật liệu và bề dày các lớp trong tầng mặt phải chịu được tác dụng phá hoại của xe cộ và của các yếu tố bất lợi về thời tiết, khí hậu
- + Vật liệu làm tầng mặt phải có tính ổn định nhiệt, ổn định nước, không thấm nước, chống bào mòn, độ nhám cao và dễ bằng phẳng.
 - Trong trường hợp vật liệu làm lớp mặt không đủ các yếu cầu trên, đặc biệt không đủ sức chịu phá hoại bề mặt, thì nhất thiết phải cấu tạo thêm lớp hao mòn và lớp bảo vệ.
 - Với đường cao tốc và các đường hiện đại có yêu cầu cao về chất lượng bề mặt, đặc biệt là độ nhám, còn sử dụng các lớp hao mòn đặc biệt như: :
 - Vữa nhựa, hoặc hỗn hợp nhựa cục mỏng (<2cm) có độ bền cao, tạo nhám và tạo phẳng,
 - Lớp hỗn hợp thoát nước (3-4); lớp này làm bằng cấp phối hờ, hạt cứng (độ rỗng 15 ÷ 20%) trộn với bitum cải tiến

➤ *Cấu tạo các lớp tầng móng.*

Trên cơ sở tận dụng tối đa vật liệu tại chỗ, các phế thải công nghiệp tại chỗ(sử dụng trực tiếp hoặc gia cố các vật liệu này với chất kết dính vô cơ hay hữu cơ), có thể cấu tạo nhiều lớp có chiều dày tăng dần theo chiều sâu.

Ví dụ: Thiết kế đường qua vùng đồng bằng có thể dùng đất sét, á sét gia cố vôi, hoặc qua vùng có cát thì có thể dùng cát gia cố xi măng, qua vùng có mỏ đất sỏi đỏ thì phải dùng lớp móng dưới là đất sỏi đỏ

Phù hợp với khả năng chế tạo vật liệu và khả năng thi công

Ví dụ:

+ Muốn sử dụng cấp phối đá dăm làm tầng móng phải đảm bảo vật liệu cấp phối đá dăm được tạo ra ngay tại mỏ đá, phải đảm bảo vật liệu không bị phân tầng từ khâu xúc lên xe, vận chuyển và rải thành lớp

+ Muốn sử dụng vật liệu bê tông nhựa rải nóng phải đảm bảo coa trạm trộn bê tông nhựa và có các thiết bị chuyên dùng

Phải xét đến ảnh hưởng của trạng thái thủy – nhiệt của nền đường

Trong thực tế có nhiều đoạn đường cấp thấp (như mặt đường cấp phối) có tình trạng vốn còn tốt nhưng sau khi lát nhựa lên trên lại nhanh chóng bị phá hoại. Hiện tượng này xuất hiện ở các đoạn ẩm ướt. Nguyên nhân chủ yếu là do lớp mặt lát nhựa đã ngăn cản sự bốc hơi nước, do đó làm tăng độ ẩm ở lớp móng và nền đất làm giảm khả năng chống trượt của lớp này nên gây ra hiện tượng trôi trượt, nứt mặt đường

Với khí hậu nhiệt đới ở nước ta không nên dùng cát làm móng dưới vì cát rỗng tạo điều kiện thuận lợi cho việc tích tụ ẩm.

Vì vậy với những đoạn đường có thể bị ảnh hưởng của mao dẫn từ nước ngầm phía dưới thì lớp móng dưới nên sử dụng vật liệu đất gia cố chất liên kết vô cơ hoặc hữu cơ.

Phải xét đến kế hoạch phân kỳ xây dựng

Để sử dụng nguồn vốn có hạn một cách hợp lý phải xét đến mức tăng xe hàng năm để xây dựng kết cấu đáp ứng yêu cầu ngắn hạn, và được sử dụng hoàn toàn để làm lớp móng cho nâng cấp cải tạo cho giai đoạn sau.

Phải xét đến các yêu cầu về vệ sinh, thẩm mỹ và xét đến điều kiện hình thành lớp mặt

Với những con đường nhỏ trong khu dân sinh, khu hành chính, trường học, xét về điều kiện xe chạy thì không cần thiết phải làm mặt đường loại A1 hay A2. Nhưng do yêu cầu chống bụi nên cần thiết kế lớp lát nhựa hoặc BTN

3. Khả năng chống biến dạng

Môđun đàn hồi, cường độ của các lớp vật liệu trong kết cấu giảm dần theo chiều từ trên xuống dưới để phù hợp với trạng thái phân bố ứng suất, để hạ giá thành xây dựng: $E_{trên} / E_{dưới} < 3$ lần, và $E_{móng dưới} / E_{nền đất} = [2,5 ÷ 10]$ tạo sự làm việc đồng nhất và có hiệu quả của từng lớp và của cả kết cấu.

Mô đun đàn hồi các lớp nên đạt yêu cầu sau đây:

- Nền đường $E_0 \geq 20$ MPa hay CBR $\geq 6-7$

- Lớp đáy áo đường $E_0 \geq 50$ MPa hay CBR $\geq 10-15$
- Lớp móng dưới CBR ≥ 30
- Lớp móng trên CBR ≥ 80

Không nên cấu tạo quá nhiều lớp gây phức tạp cho thi công.

4. Cải thiện chế độ nhiệt ẩm

Khi chế độ thủy nhiệt của nền đường trở nên bất lợi với sự có mặt của các nguồn ẩm như nước mưa, do nước đọng hai bên đường và nước mao dẫn từ dưới lên thì cường độ áo đường sẽ bị giảm thấp và dưới tác dụng của xe chạy sẽ rất dễ bị phá hoại. Vì vậy phải dùng các biện pháp cải thiện sau:

- Tăng cường đầm nén đất nền đường; đắp cao nền đường; hạ mực nước ngầm, làm lớp mặt không thấm nước; làm các lớp ngăn cách nước mao dẫn; tăng bề rộng lề đường để mép áo đường đủ xa nước ngập hai bên; dùng các giải pháp hạn chế nước mưa; nước mặt xâm nhập vào khu vực tác dụng.
- Trong trường hợp không áp dụng được các biện pháp trên thì phải áp dụng các biện pháp làm khô mặt đường và phần trên của nền đường như sau: bề mặt áo đường, lề đường và bề mặt phân cách có lớp phủ có độ dốc ngang tối thiểu qui định; thoát nước mưa xâm nhập vào kết cấu áo đường từ trên mặt đường bằng cách bố trí rãnh xương cá đối với KCAĐ hở; các hào thoát nước ngang hoặc dọc.

5. Nguyên tắc cấu tạo chiều dày.

- Bề dày lớp trên mỏng tối thiểu, lớp dưới nên tăng bề dày vì xét đến tính kinh tế
- Bề dày được sử dụng nên bằng hoặc gần đúng bằng bội số của bề dày đầm nén có hiệu quả lớn nhất. Nếu vượt qua thì cùng một lớp vật liệu thi công 2 lần. Bề dày đầm nén hiệu quả lớn nhất của các lớp như sau:
 - + Đối với BTN không quá 8cm
 - + Đối với các vật liệu có gia cố chất liên kết không quá 15cm
 - + Đối với các vật liệu không gia cố chất liên kết không quá 18cm
- Để đảm bảo điều kiện làm việc tốt và thuận lợi trong thi công, thì chiều dày (đã lèn chặt) tối thiểu $H_{\min} \geq 1,5D_{\max}$ (đường kính cốt liệu lớn nhất được sử dụng trong lớp kết cấu) và không nhỏ hơn bảng sau:

Bảng 3.3 : Bề dày tối thiểu và bề dày thường sử dụng

Loại lớp kết cấu áo đường		Bề dày tối thiểu (cm)	Bề dày thường sử dụng (cm)
Bê tông nhựa, đá dăm trộn nhựa	Hạt lớn	5	5 – 8
	Hạt trung	4	4 – 6
	Hạt nhỏ	3	3 - 4
Đá mặt trộn nhựa		1,5	1,5 – 2,5
Cát trộn nhựa		1,0	1 – 1,5
Thảm nhập nhựa		4,5	4,5 – 6,0
Láng nhựa		1,0	1,0 – 3,5
Cấp phối đá dăm	$D_{max}=37,5mm$	12 (15)	15 – 24
	$D_{max}\leq 25mm$	8 (15)	
Cấp phối thiên nhiên		8 (15)	15 – 30
Đá dăm nước		10 (15)	15 – 18
Các loại đất, đá, phế thải công nghiệp gia cố chất liên kết vô cơ theo phương pháp trộn		12	15 - 18

1.1.1.1. Khi sử dụng các loại vật liệu làm lớp bù vênh trên mặt đường cũ cũng phải tuân thủ các trị số bề dày tối thiểu trong

1.1.1.2. Các trị số trong ngoặc là bề dày tối thiểu khi rải trên nền cát (khi sử dụng các vật liệu nêu trên làm lớp đáy móng).

3.2.4 TÍNH TOÁN CƯỜNG ĐỘ ÁO ĐƯỜNG MỀM

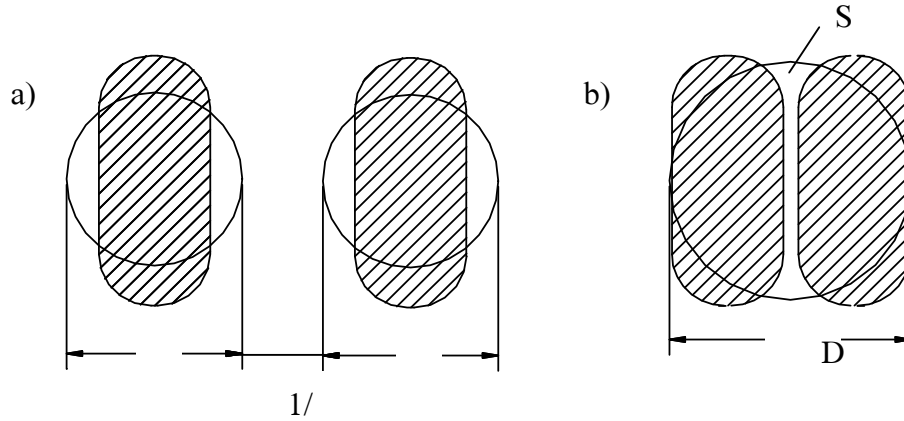
3.2.4.1 ĐẶC ĐIỂM CỦA TẢI TRỌNG XE CHẠY TÁC DỤNG LÊN MẶT ĐƯỜNG VÀ ẢNH HƯỞNG CỦA NÓ ĐẾN CƠ CHẾ LÀM VIỆC CỦA KẾT CẤU ÁO ĐƯỜNG

Đặc điểm của tải trọng xe chạy tác dụng lên mặt đường

➤ **Độ lớn của tải trọng trực tính toán P** (T, daN, kN).

Tải trọng trực tính toán P được lấy bằng 1/2 tải trọng trực sau, và các xe tải thường có trọng lượng trực sau chiếm 3/4 trọng lượng của toàn bộ xe.

➤ **Diện tích vật tiếp xúc của bánh xe với mặt đường** (cm²): phụ thuộc vào kích thước và độ cứng của lốp xe (áp lực hơi). Vật tiếp xúc này thực tế đo được là hình êlíp, để đơn giản cho tính toán người ta xem gần đúng như một hình tròn có diện tích (S) bằng diện tích thực tế



Hình 3.10 : vết tiếp xúc của bánh xe với mặt đường

a) Bánh đôi có vết tiếp xúc đối về hai vòng tròn nhỏ đường kính d

b) Bánh đôi có vết tiếp xúc đối về một vòng tròn có đường kính D (dùng trường hợp này để tính toán)

➤ Đường kính của vết bánh xe tương đương (D) được xác định như sau:

Áp lực bánh xe truyền xuống mặt đường:

$$p = \alpha \cdot p_0 \quad (3-16)$$

Trong đó :

p : áp lực truyền xuống mặt đường (Mpa; daN/cm²)

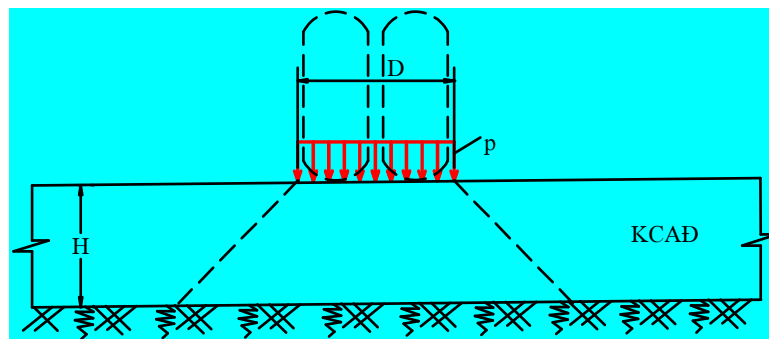
α : Hệ số kể đến độ cứng của lớp, $\alpha = 0,9 \div 1,3$ khi tính toán lấy $\alpha = 1,1$

p_0 : Áp lực hơi trong săm xe (p_0 càng cứng thì diện tích tiếp xúc càng bé).

p_0 tìm được đo đo trực tiếp

Mặt khác : $p = \frac{P}{S} = \frac{P}{4\pi D^2} \Rightarrow D = \sqrt{\frac{4P}{\pi p}} \approx 1,08 \sqrt{\frac{P}{p}} \quad (\text{cm}) \quad (3-17)$

D càng lớn thì áp lực bánh xe (p) truyền xuống càng sâu



Hình 3.11 : Lực tác dụng của bánh xe lên mặt đường

Bảng 3.4: Đặc trưng của tải trọng trực tính toán tiêu chuẩn

<i>Loại đường</i>	<i>Tải trọng trực P (kN)</i>	<i>Áp lực tính toán lên mặt đường p (Mpa)</i>	<i>Đường kính vệt bánh xe</i>
Đường ô tô công cộng (TCVN 4054-05)	100	0,6	33
Trục chính đô thị (TCXDVN 104-07); đường cao tốc (TCVN 5729-97)	120	0,6	36

➤ **Đặc điểm tải trọng xe tác dụng lên mặt đường :**

- Tải trọng động
- Tải trọng tác dụng đột ngột tức thời (xung kích và ngắn hạn)
- Tải trọng trùng phức lặp đi lặp lại nhiều lần (phát sinh thiện tượng mỏi của vật liệu).

Ảnh hưởng của tải trọng đến cơ chế làm việc của KCNAD

Biến dạng của KC nền áo đường phụ thuộc:

Thời gian tác dụng của tải trọng

Biến dạng tỷ lệ thuận với thời gian tác dụng : nếu cùng tải trọng tác dụng như nhau thì thời gian tác dụng càng lâu sinh ra biến dạng càng lớn.

+ Thời gian tác dụng của tải trọng xe chạy đối với các lớp tầng mặt 0.02s-0.05s với $V > 50 \text{ km/h}$

+ Thời gian tác dụng của tải trọng xe chạy đối với các lớp tầng móng: 0,1s-0,2s

Trong thời gian tác dụng đó tải trọng thay đổi từ $0 \rightarrow p \rightarrow 0$

Trị số của tải trọng

Biến dạng tỷ lệ thuận với tải trọng : nếu cùng thời gian tác dụng như nhau thì tải trọng tác dụng càng lớn sinh ra biến dạng càng lớn

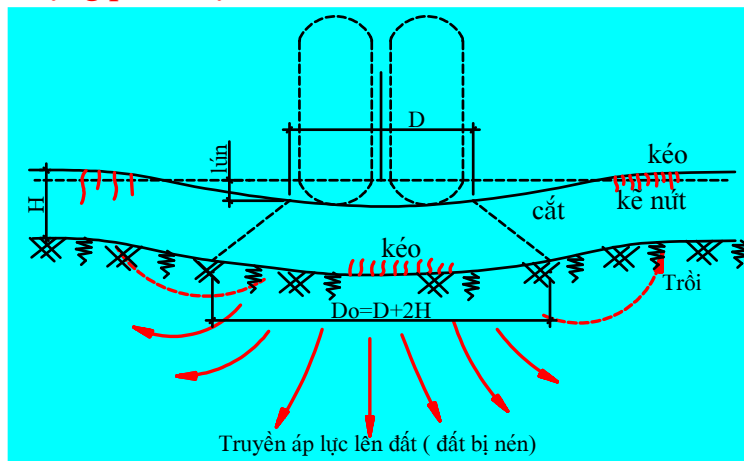
Tốc độ gia tải

Biến dạng tỷ lệ nghịch với tốc độ gia tải : tốc độ gia tải càng chậm thì biến dạng do nó gây ra càng lớn.

Do đất và các lớp vật liệu áo đường là loại vật liệu đàn hồi nhớt dẻo nên dưới tác dụng của tải trọng động, trùng phức sẽ phát sinh ***hiện tượng mỏi và có tích lũy biến dạng dư***. Nên tìm cách tạo điều kiện đất dưới đáy áo đường trở nên biến cứng (rigidation) là không còn tích lũy biến dạng dư nữa.

3.2.4.2 CÁC HIỆN TƯỢNG PHÁ HOẠI KCAĐ MỀM, NGUYÊN LÝ TÍNH TOÁN CƯỜNG ĐỘ ÁO ĐƯỜNG MỀM

Các hiện tượng phá hoại KCAĐ mềm:



Hình 3.12 : Các hiện tượng phá hoại áo đường mềm ở trạng thái giới hạn dưới tác dụng của tải trọng xe chạy

Dưới tác dụng tải trọng xe chạy, khi đạt đến cường độ giới hạn, trong kết cấu áo đường mềm sẽ xảy ra các hiện tượng sau:

- + Ngay dưới mặt tiếp xúc của bánh xe, mặt đường sẽ bị lún (ứng suất nén)
- + Xung quanh chỗ tiếp xúc sẽ phát sinh trượt dẹo (ứng suất cắt)
- + Trên mặt đường xuất hiện các đường nứt hướng tâm bao tròn, xa hơn 1 chút vật liệu bị đẩy trôi, mặt đường có thể bị gãy vỡ và phần đáy của áo đường bị nứt (ứng suất kéo)

Kết luận rút ra sau khi phân tích sơ đồ phá hoại:

- Biến dạng của KCAĐ mềm là kết quả tác động của nhiều yếu tố xảy ra cùng 1 lúc hay là yếu tố nọ tiếp sau ngay yếu tố kia.

- Trong khu vực hoạt động của nền đường dưới tác dụng của tải trọng xe, toàn bộ kết cấu nền mặt bị biến dạng và áo đường bị lún xuống dưới dạng đường cong gọi là vòng tròn lún với độ lún là l . Các lớp áo đường càng dày, càng cứng (E lớn) thì áp lực của bánh xe truyền xuống phân bố trên diện tích rộng hơn, áp lực truyền xuống móng nền đất nhỏ hơn và ngược lại kết cấu áo càng mỏng, càng mềm thì áp lực của bánh xe truyền xuống càng sâu trên diện phân bố nhỏ hơn.

- Độ lún càng lớn ứng suất kéo bề mặt dưới các lớp vật liệu càng lớn

- Độ lún của áo đường đặc trưng cho độ cứng, cho khả năng chống lại biến dạng của áo đường, bản thân độ cứng không thể đặc trưng cho khả năng chống biến dạng của áo đường được nhưng nó có liên quan đến cường độ (khả năng chống biến dạng),

tới ứng suất kéo uốn của các lớp vật liệu toàn khối, tới ứng suất gây trượt trong nền đất, trong các lớp vật liệu rời rạc và trong các lớp đá nhựa ở nhiệt độ cao. Ví lẽ đó có thể xem độ lún, mô đun đàn hồi như các chỉ tiêu về cường độ của cả kết cấu áo đường. Việc đo đạc xác định độ lún cũng đơn giản hơn so với xác định ứng suất kéo uốn, ứng suất cắt. Tuy nhiên vì quan hệ giữa độ lún l, ứng suất cắt, ứng suất kéo uốn không phải là tuyến tính và phụ thuộc vào kết cấu áo đường cấu tạo nên việc phải tính toán KCAĐ theo 3 tiêu chuẩn cường độ là cần thiết và hợp lý.

YÊU CẦU VÀ NGUYÊN LÝ TÍNH TOÁN

1. Yêu cầu tính toán

Bài toán 1: Kiểm tra các phương án cấu tạo đưa ra có đủ cường độ không

Bài toán 2: Tính toán xác định loại bề dày cần thiết của mỗi lớp kết cấu khi biết E_{yc} (có thể điều chỉnh theo kết quả tính toán để kết cấu đạt khả năng chịu tải tốt nhất)

2. Tính toán các tiêu chuẩn cường độ

2.1 Tính toán theo tiêu chuẩn độ võng đàn hồi:

Nguyên lý: Độ võng đàn hồi của toàn bộ KCAĐ dưới tác dụng của tải trọng xe gây ra không được vượt quá trị số độ võng đàn hồi cho phép thì áo đường sẽ làm việc ở trạng thái bình thường dưới tác dụng của một lượng giao thông nhất định. Nghĩa là:

$$K_{cd}^{dv} \cdot l_{dh} \leq l_{gh} \quad \text{hay} \quad K_{cd}^{dv} \leq \frac{l_{gh}}{l_{dh}} \quad (3-18)$$

$$E_{ch} \geq K_{cd}^{dv} \cdot E_{yc} \quad (3-19)$$

Trong đó:

l_{dh} : Độ võng đàn hồi của cả KCAĐ dưới tác dụng của tải trọng xe gây ra (cm)

l_{gh} : Độ võng đàn hồi cho phép xuất hiện trong KCAĐ (cm)

K_{cd}^{dv} : Hệ số dự trữ cường độ theo tiêu chuẩn độ võng đàn hồi

E_{ch} : Mô đun đàn hồi chung cả kết cấu áo đường (Mpa)

E_{yc} : Mô đun đàn hồi yêu cầu của cả kết cấu áo đường trong suốt quá trình khai thác

$$E_{yc} = \frac{p \cdot D \cdot (1 - \mu)}{l_{gh}} \quad (3-20)$$

Trong đó : p: Là áp lực của bánh xe tác dụng lên mặt đường

D: Đường kính vệt bánh xe tương đương

l_{gh} : Độ võng giới hạn cho phép

μ : Hệ số poisson

2.2 Tính toán theo tiêu chuẩn ứng suất gây trượt:

Nguyên lý: Ứng suất cắt chủ động lớn nhất sinh ra tại mọi điểm trong nền đất và các lớp vật liệu kém dính do tải trọng xe chạy và trọng lượng bản thân các lớp vật liệu gây ra tại các vị trí đó không vượt quá trị số giới hạn cho phép thì kết cấu làm việc ở trạng thái bình thường.

$$\tau_{a \max} \leq \tau_{cp} \quad (3-21)$$

$\tau_{a \max}$: Ứng suất cắt chủ động lớn nhất xuất hiện trong nền đất hoặc trong các lớp vật liệu kém dính hoặc trong các lớp hỗn hợp đá nhựa ở nhiệt độ cao do tải trọng xe chạy và trọng lượng bản thân của các lớp vật liệu gây ra (Mpa)

$$\tau_{a \max} = \tau_{ax} + \tau_{av} \quad (3-22)$$

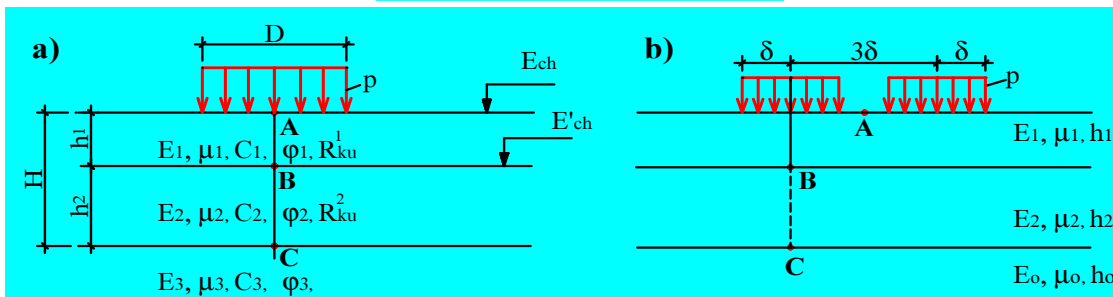
τ_{cp} : ứng suất cắt giới hạn cho phép trong nền đất hoặc trong các lớp vật liệu kém dính, trong hỗn hợp đá nhựa ở nhiệt độ cao (Mpa)

$$\tau_{cp} = \frac{C_{tt}}{K_{cd}^{tr}} \quad (3-23)$$

C_{tt} : Lực dính tính toán của đất nền hoặc vật liệu kém dính (Mpa) ở trạng thái độ ẩm, độ chặt tính toán (được xác định theo phương pháp cắt phẳng)

K_{cd}^{tr} : Hệ số dự trữ cường độ theo tiêu chuẩn ứng suất gây trượt

$$\Rightarrow \tau_{\bar{a}} + \tau_{av} \leq \frac{C_{tt}}{K_{cd}^{tr}} \quad (3-24)$$



Hình 3.13: Sơ đồ tính toán cường độ kết cấu áo. a) Việt Nam, Nga ; b) Trung Quốc, Pháp, (A, B, C là các điểm tính ứng suất và biến dạng để kiểm tra)

2.3 Tính toán theo tiêu chuẩn ứng suất chịu kéo khi uốn

Nguyên lý: Ứng suất chịu kéo khi uốn xuất hiện ở đáy các lớp vật liệu toàn khối do tải trọng xe chạy gây ra không được vượt quá ứng suất kéo uốn cho phép của các lớp vật liệu đó nhằm hạn chế sự phát sinh nứt dẫn đến phá hoại các lớp đó.

$$\sigma_{ku} \leq \frac{R_{tt}^{ku}}{K_{cd}^{ku}} \quad (3-25)$$

Trong đó:

σ_{ku} : Ứng suất kéo uốn lớn nhất xuất hiện ở đáy lớp vật liệu toàn khối do tải trọng xe chạy gây ra (Mpa)

R_{tt}^{ku} : Cường độ chịu kéo uốn của vật liệu toàn khối (Mpa)

K_{cd}^{ku} : Hệ số dự trữ cường độ theo tiêu chuẩn chịu kéo uốn

Cơ sở phương pháp tính toán

Cơ sở của phương pháp tính toán theo 3 tiêu chuẩn giới hạn nêu trên là lời giải của bài toán hệ bán không gian đàn hồi nhiều lớp có điều kiện tiếp xúc giữa các lớp là hoàn toàn liên tục dưới tác dụng của tải trọng bánh xe (được mô hình hoá là tải trọng phân bố đều hình tròn tương đương với diện tích tiếp xúc của bánh xe trên mặt đường)

Về yêu cầu 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.

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

+ Khi tính toán kết cấu áo lề có gia cố thì phải tính theo các tiêu chuẩn như đối với kết cấu áo đường của phần xe chạy liền kề.

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 trục tính toán và số trục xe tính toán (N_{tt})
- Eo, lực dính C và góc nội ma sát φ tương đương với độ ẩm tính toán bất lợi nhất của nền đất.
- E, lực dính C và góc nội ma sát φ , R_{ku} của vật liệu
- Nhiệt độ tính toán các tiêu chuẩn cường độ:
 - + Theo tiêu chuẩn độ lún đàn hồi : 10°C
 - + Theo điều kiện cân bằng trượt : 60°C
 - + Theo tiêu chuẩn chịu kéo uốn : $(10-15)^{\circ}\text{C}$

Tải trọng trục tính toán tiêu chuẩn:

Khi tính toán cường độ của kết cấu nền áo đường theo 3 tiêu chuẩn, tải trọng trục tính toán tiêu chuẩn được quy định là trục đơn của ô tô có trọng lượng 100 kN và 120 kN

đối với tất cả các loại áo đường mềm trên đường cao tốc, trên đường ô tô các cấp thuộc mạng lưới chung và cả trên các đường đô thị các cấp.

Quy đổi số tải trọng trục xe khác về số tải trọng trục tính toán tiêu chuẩn

Mục tiêu quy đổi ở đây là quy đổi số lần thông qua của các loại tải trọng trục i về số lần thông qua của tải trọng trục tính toán trên cơ sở tương đương về tác dụng phá hoại đối với kết cấu áo đường:

Việc quy đổi phải được thực hiện đối với từng cụm trục trước và cụm trục sau của mỗi loại xe khi nó chở đầy hàng với các quy định sau:

- Cụm trục có thể gồm m trục có trọng lượng mỗi trục như nhau với các cụm bánh đơn hoặc cụm bánh đôi ($m = 1, 2, 3$);
- Chỉ cần xét đến (tức là chỉ cần quy đổi) các trục có trọng lượng trục từ 25 kN trở lên
- Bất kể loại xe gì khi khoảng cách giữa các trục $\geq 3,0m$ thì việc quy đổi được thực hiện riêng rẽ đối với từng trục
- Khi khoảng cách giữa các trục $< 3,0m$ (giữa các trục của cụm trục) thì quy đổi gộp m trục có trọng lượng bằng nhau như một trục với việc xét đến hệ số trục C_1 như ở biểu thức (3-26) và (3-27).

Việc quy đổi được thực hiện theo biểu thức sau:

$$N = \sum_{i=1}^k C_1 \cdot C_2 \cdot n_i \cdot \left(\frac{P_i}{P_{tt}}\right)^{4,4} \quad ; \quad (3-26)$$

Trong đó:

N : là tổng số trục xe quy đổi từ k loại trục xe khác nhau về trục xe tính toán sẽ thông qua đoạn đường thiết kế trong một ngày đêm trên cả 2 chiều (trục/ngày đêm);

n_i : là số lần tác dụng của loại tải trọng trục i có trọng lượng trục P_i cần được quy đổi về tải trọng trục tính toán P_{tt} (trục tiêu chuẩn hoặc trục nặng nhất). Trong tính toán quy đổi thường lấy n_i bằng số lần của mỗi loại xe i sẽ thông qua mặt cắt ngang điển hình của đoạn đường thiết kế trong một ngày đêm cho cả 2 chiều xe chạy

C_1 : là hệ số số trục được xác định theo biểu thức sau:

$$C_1 = 1 + 1,2 (m - 1) \quad (3-27)$$

Với m là số trục của cụm trục i

C_2 : Là hệ số xét đến tác dụng của số bánh xe trong 1 cụm bánh: với các cụm bánh chỉ có 1 bánh thì lấy $C_2=6,4$; với các cụm bánh đôi (1 cụm bánh gồm 2 bánh) thì lấy $C_2=1,0$; với cụm bánh có 4 bánh thì lấy $C_2=0,38$.

Số trục xe tính toán trên một làn xe và trên kết cấu áo lề có gia cố

Số trục xe tính toán N_{tt} : là tổng số trục xe đã được quy đổi về trục xe tính toán tiêu chuẩn (hoặc trục xe nặng nhất tính toán) sẽ thông qua mặt cắt ngang đoạn đường thiết kế trong một ngày đêm trên làn xe chịu đựng lớn nhất vào thời kỳ bất lợi nhất ở cuối thời hạn thiết

$$N_{tt} = N_{tk} \cdot f_1 \text{ (trục/làn.ngày đêm)} \quad (3-28)$$

Trong đó:

N_{tk} : là tổng số trục xe quy đổi từ k loại trục xe khác nhau về trục xe tính toán trong một ngày đêm trên cả 2 chiều xe chạy ở năm cuối của thời hạn thiết kế. Trị số N_{tk} được xác định theo biểu thức (3.26)

f_1 : là hệ số phân phối số trục xe tính toán trên mỗi làn xe

Bảng 3.5 : Hệ số xét đến sự phân bố xe chạy trên các làn xe

Trường hợp tính toán	Hệ số f_1
Đường chỉ có 1 làn xe	1,0
Đường có 2 hoặc 3 làn xe chạy và không có dải phân cách giữa	0,55
Đường có 4 làn xe và có dải phân cách giữa	0,35
Đường 6 làn xe trở lên và có dải phân cách giữa	0,3

Số trục xe tính toán trên kết cấu lề có gia cố:

$N_{tt}^{lgc} = (35 \div 50)\% \cdot N_{tt}$: phần xe chạy và lề không có dải phân cách bên

$N_{tt}^{lgc} \geq (35 \div 50)\% \cdot N_{tt}$: phần xe chạy có 2 làn xe trở xuống

$N_{tt}^{lgc} \leq (35 \div 50)\% \cdot N_{tt}$: phần xe chạy có 4 làn xe trở lên và có dải phân cách giữa

3.2.4.3 TÍNH TOÁN CƯỜNG ĐỘ (BÈ DÀY) CỦA KẾT CẤU ÁO MỀM THEO TIÊU CHUẨN ĐỘ VÔNG ĐÀN HỒI

1. Điều kiện tính toán.

$$E_{ch} \geq K_{cd}^{dv} \cdot E_{yc}$$

2. Nội dung tính toán:

2.1 Xác định hệ số dự trữ cường độ và chọn độ tin cậy mong muốn

+ Hệ số cường độ về độ võng K_{cd}^{dv} được chọn tùy thuộc vào độ tin cậy thiết kế như sau

Bảng 3.6: Xác định hệ số cường độ về độ võng phụ thuộc độ tin cậy

Độ tin cậy	0,98	0,95	0,90	0,85	0,80
Hệ số cường độ K_{cd}^{dv}	1,29	1,17	1,10	1,06	1,02

+ Có thể chọn độ tin cậy thiết kế đối với các loại đường và cấp hạng đường như sau:

Bảng 3.7 : Lựa chọn độ tin cậy thiết kế tùy theo loại và cấp hạng đường (áp dụng cho cả kết cấu áo đường và kết cấu áo có lẽ gia cố)

Loại, cấp hạng đường	Độ tin cậy thiết kế
1. Đường cao tốc	0,90 , 0,95 , 0,98
2. Đường ô tô	
- Cấp I, II	0,90 , 0,95 , 0,98
- Cấp III, cấp IV	0,85 , 0,90 , 0,95
- Cấp V, VI	0,80 , 0,85 , 0,90
3. Đường đô thị	
- Cao tốc và trục chính đô thị	0,90 , 0,95 , 0,98
- Các đường đô thị khác	0,85 , 0,90 , 0,95
4. Đường chuyên dụng	0,80 , 0,85 , 0,90

Các đoạn đường có bố trí siêu cao $\geq 6\%$, trạm thu phí, điểm dừng đỗ xe thí cần chọn mức độ tin cậy cao hơn so với đoạn đường thông thường ít nhất là 1 cấp.

2.2 Xác định trị số mô đun đàn hồi yêu cầu E_{yc}

$$E_{yc} = \max \{ E_{yc}^{\min}, E_{yc}^{llxc} \} \tag{3-29}$$

Trong đó :

E_{yc}^{\min} : Môđuyen đàn hồi yêu cầu tối thiểu

E_{yc}^{\min} : Môđuyen đàn hồi yêu cầu theo lưu lượng xe tính toán

Xác định E_{yc}^{\min}

E_{yc}^{\min} phụ thuộc vào:

+ Cấp đường

+ Loại tầng mặt của KCAĐ thiết kế

Bảng 3.8 : Trị số tối thiểu của mô đun đàn hồi yêu cầu (MPa)

Loại đường và cấp đường	Loại tầng mặt của kết cấu áo đường thiết kế		
	Cấp cao A1	Cấp cao A2	Cấp thấp B1
1. Đường ô tô - Đường cao tốc và cấp I - Đường cấp II - Đường cấp III - Đường cấp IV - Đường cấp V - Đường cấp VI	180 (160) 160 (140) 140 (120) 130 (110)	120 (95) 100 (80) 80 (65)	75 Không quy định
2. Đường đô thị - Đường cao tốc và trục chính - Đường chính khu vực - Đường phố - Đường công nghiệp và kho tàng - Đường xe đạp, ngõ	190 155 120 155 100	130 95 130 75	70 100 50

Ghi chú : Các trị số trong ngoặc là mô đun đàn hồi yêu cầu tối thiểu đối với kết cấu bê gia cố.

Xác định E_{yc}^{lxc}

E_{yc}^{lxc} phụ thuộc vào :

- + Số trục xe tính toán N_{tt}
- + Loại tầng mặt của KCAĐ thiết kế

Bảng 3.9 : Trị số mô đun đàn hồi yêu cầu

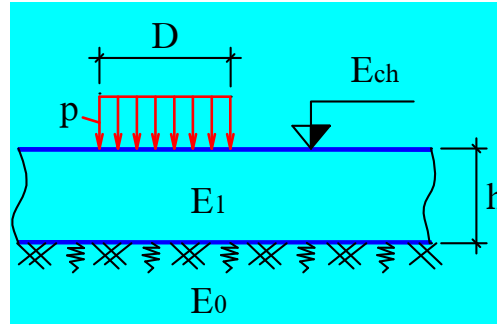
Loại tải trọng trục tiêu chuẩn	Loại tầng mặt	Trị số mô đun đàn hồi yêu cầu E_{yc} (MPa), tương ứng với số trục xe tính toán (xe/ngày đêm/làn)									
		10	20	50	100	200	500	1000	2000	5000	7000
10	Cấp cao A1			133	147	160	178	192	207	224	235
	Cấp cao A2		91	110	122	135	153				
	Cấp thấp B1		64	82	94						
12	Cấp cao A1		127	146	161	173	190	204	218	235	253
	Cấp cao A2	90	103	120	133	146	163				
	Cấp thấp B1		79	98	111						

2.3 Xác định Ech . Đối với hệ 2 lớp: Sử dụng toán đồ Cogal cho hệ 2 lớp

Lập tỉ số:

$$\frac{E_{ch}}{E_1} = f\left(\frac{h}{D}, \frac{E_0}{E_1}\right)$$

⇒ E_{ch}

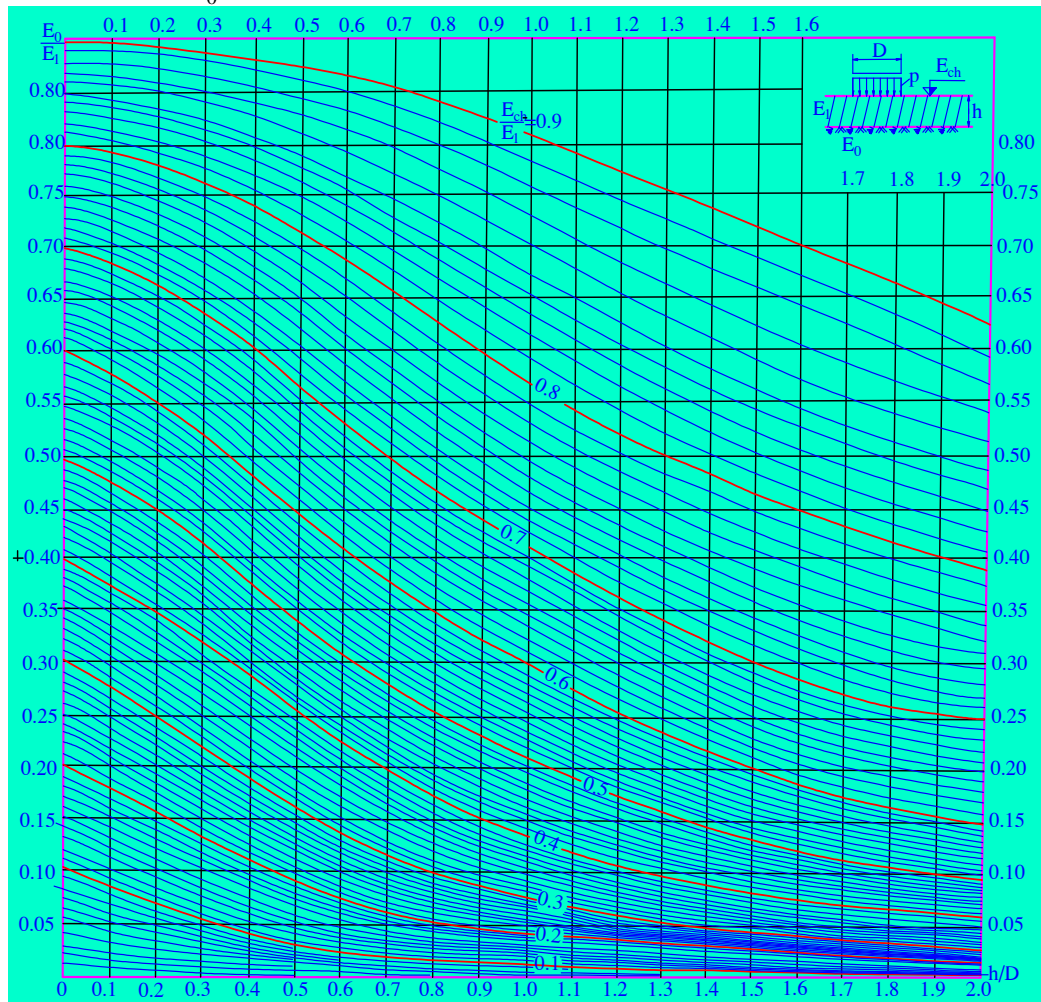


Hình 3.14: Sơ đồ hệ 2 lớp

Trong đó: h: Bề dày lớp áo đường có môđun đàn hồi E₁

D: là đường kính tương đương của vệt bánh xe tính toán

E₀: là môđun đàn hồi của nền đất



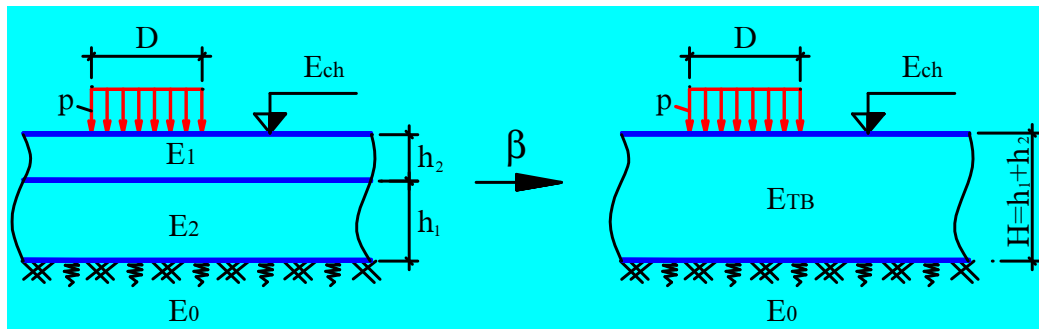
Hình 3.15: Toán đồ để xác định môđun đàn hồi chung của hệ 2 lớp Ech

(Trị số ghi trên các đường cong là tỷ số $\frac{E_{ch}}{E_1}$)

Trong trường hợp kết cấu áo đường có tổng bề dày lớn ($H/D > 2$) thì việc tính toán E_{ch} có thể được tính theo công thức gần đúng như chỉ dẫn ở Phụ lục F của tiêu chuẩn thiết kế áo đường mềm 22TCN 211-06

Đối với hệ nhiều lớp: Vì kết cấu áo đường mềm thường có nhiều lớp nên cần quy đổi về hệ 2 lớp để áp dụng dạng toán đồ hình 3.15. Việc quy đổi được thực hiện đối với 2 lớp một từ dưới lên theo sơ đồ hình 3.16

Đối với hệ 3 lớp:



Hình 3.16 : Sơ đồ đổi hệ 3 lớp về hệ 2 lớp

Sử dụng công thức của giáo sư Đặng Hữu

- Đổi lớp 1 và lớp 2 thành 1 lớp tương đương

$$\text{Từ quan hệ: } E'_{TB} = E_1 \left[\frac{1 + k.t^{1/3}}{1 + k} \right]^3 \quad (3-29)$$

Trong đó:

$k = \frac{h_2}{h_1}$ với h_2 và h_1 : là chiều dày lớp trên và lớp dưới của áo đường.

$t = \frac{E_2}{E_1}$ với E_2 và E_1 : là mô đun đàn hồi của vật liệu lớp trên và lớp dưới.

Sau khi quy đổi nhiều lớp áo đường về một lớp thì cần nhân thêm một hệ số điều chỉnh β ;

$$E_{TB} = \beta \cdot E'_{TB} \quad (3-30)$$

β lấy theo bảng sau:

Bảng 3.10: Hệ số điều chỉnh

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

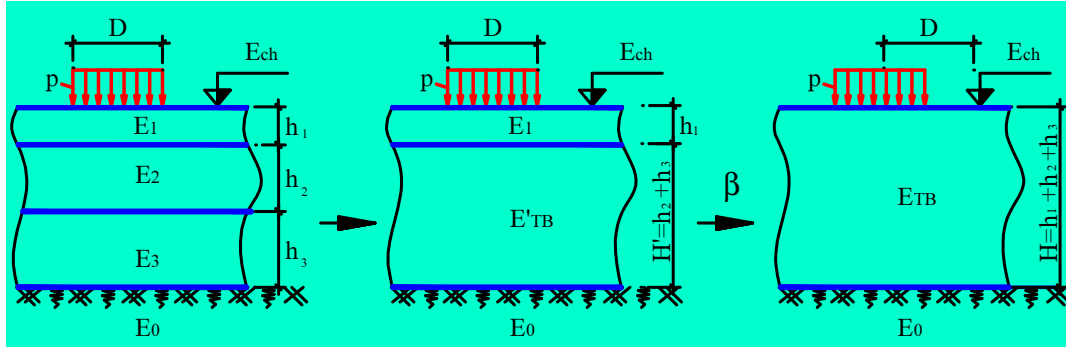
Khi $H/D > 2$ thì có thể tính β theo biểu thức:

$$\beta = 1,114 \cdot (H/D)^{0,12} \quad (3-31)$$

Trong đó :H là bề dày toàn bộ của kết cấu áo đường

D là đường kính vệt bánh xe tính toán

Đối với hệ 4 lớp:



Hình 3.17: Sơ đồ đổi hệ 4 lớp về hệ 2 lớp

$$E'_{TB} = E_1 \left[\frac{1 + k_1 t_1^{1/3}}{1 + k_1} \right]^3$$

$$E_{TB} = \beta \cdot E'_{TB} \left[\frac{1 + k t^{1/3}}{1 + k} \right]^3$$

$$\text{Với } k_1 = \frac{h_2}{h_3}; t_1 = \frac{E_2}{E_3}; k = \frac{h_1}{h_2 + h_3} = \frac{h_1}{H'}; t = \frac{E_1}{E'_{TB}}$$

Các trường hợp tính toán: Sau khi xác định E_{ch} sẽ có thể có 2 trường hợp tính toán:

* Bài toán thuận: Xác định E_{ch} khi biết chiều dày h như sau :

$$\text{- Xét tỉ số : } \left. \begin{array}{l} \frac{H}{D} \\ \frac{E_0}{E_1} \end{array} \right\} \xrightarrow{\text{tratainãüöKogan}} \frac{E_{ch}}{E_1}$$

$$\Rightarrow E_{ch}$$

* Bài toán ngược : Tìm h_i khi biết E_{yc} và $E_{ch} = E_{yc}$

$$\text{- Xét tỉ số : } \left. \begin{array}{l} \frac{E_0}{E_1} \\ \frac{E_{ch} = E_{yc}}{E_1} \end{array} \right\} \xrightarrow{\text{tratainãüöKogan}} \frac{H}{D}$$

$$\Rightarrow H \text{ (giá trị gần đúng vì chưa kể đến hệ số } \beta \text{)}$$

Để chính xác hóa trị số H cần dựa vào $\frac{H}{D}$. Giả thiết vài trị số $\frac{H}{D}$ nhỏ hơn \rightarrow tính ra hệ số điều chỉnh rồi tính nghiệm lại theo cách thử dần cho tới khi thỏa mãn điều kiện vông cho phép.

2.4 Trình tự tính toán

- ✓ Xác định lưu lượng xe chạy tính toán tương ứng với năm tính toán của loại tầng mặt đường, tính lưu lượng xe trên 1 làn
- ✓ Xác định E_{yc}
- ✓ Dự kiến cấu tạo các lớp áo đường theo nguyên tắc thiết kế cấu tạo
- ✓ Đổi tầng từ hệ nhiều lớp về hệ 2 lớp theo một trong các cách nêu trên để sử dụng toán đồ Cogal xác định Ech.
- ✓ Đánh giá so sánh E_{ch} với $K_{cd}^{dv} \cdot E_{yc}$

TÍNH TOÁN CƯỜNG ĐỘ ÁO ĐƯỜNG MỀM THEO TIÊU CHUẨN ỨNG SUẤT CẮT TRONG NỀN ĐẤT VÀ VẬT LIỆU KÉM DÍNH

1 Điều kiện tính toán :

$$\tau_{ax} + \tau_{av} \leq \frac{C_{tt}}{K_{cd}^{tr}} \tag{3-32}$$

Trong đó:

τ_{ax} : ứng suất cắt hoạt động lớn nhất do tải trọng bánh xe tính toán gây ra trong nền đất hoặc trong lớp vật liệu kém dính (MPa)

τ_{av} : ứng suất cắt hoạt động do trọng lượng bản thân các lớp vật liệu nằm trên nó gây ra cũng tại điểm đang xét (MPa)

C_{tt} : Lực dính tính toán của đất nền hoặc vật liệu kém dính (MPa) .

K_{cd}^{tr} là hệ số cường độ về chịu cắt trượt được chọn tùy thuộc độ tin cậy thiết kế

Bảng 3.11: Chọn hệ số cường độ về cắt trượt tùy thuộc độ tin cậy

Độ tin cậy	0,98	0,95	0,90	0,85	0,80
Hệ số K_{cd}^{tr}	1,10	1,00	0,94	0,90	0,87

Chú ý: + Không cần kiểm tra điều kiện cắt trượt đối với kết cấu áo đường có tầng mặt là loại cấp thấp B1, B2

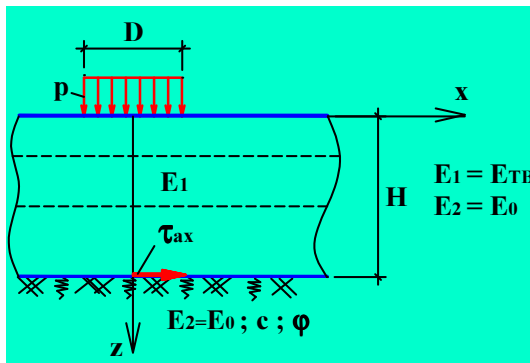
+ Không kiểm tra điều kiện cắt trượt trong các lớp bê tông nhựa

2 Nội dung tính toán

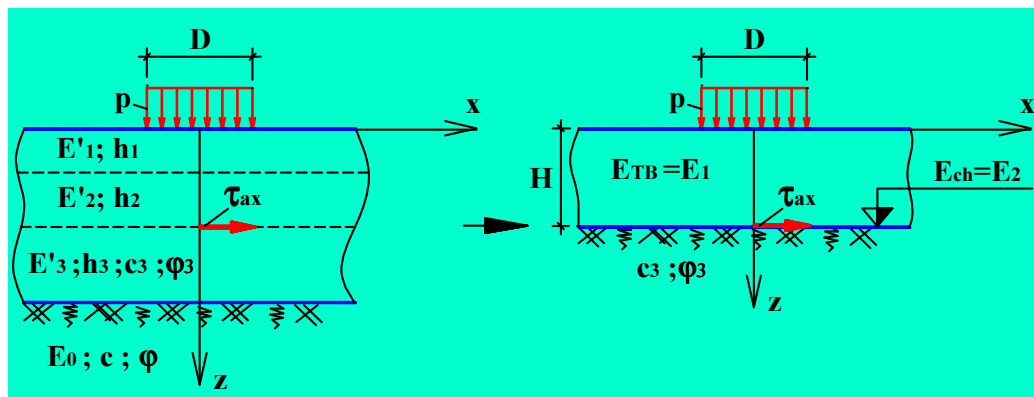
Nguyên tắc chung khi chuyển hệ tính toán bất kỳ nhiều lớp về hệ 2 lớp :

- Khi tính toán trượt đối với nền đất thì quy đổi các lớp phía trên nền đất về 1 lớp tương đương.
- Đối với các lớp vật liệu kém dính: Quy đổi các lớp vật liệu phía trên vị trí tính toán về 1 lớp tương đương, quy đổi lớp tính toán với các lớp phía dưới và nền đất về 1 bán không gian đàn hồi có môđun đàn hồi chung E_{chm} nào đó

2.1 Xác định ứng suất cắt hoạt động lớn nhất τ_{ax}



Hình 3.18 : Sơ đồ tính toán τ_{ax} của hệ 2 lớp với lớp dưới là nền đất



Hình 3.19 : Sơ đồ tính toán τ_{ax} của hệ 2 lớp với lớp vật liệu kém dính

$$\left[\frac{\tau_{ax}}{p} \right] = f \left(\varphi, \frac{H}{D}, \frac{E_{TB}}{E_{chm}} \right) \quad (3.33)$$

Trong đó:

φ : Góc nội ma sát của lớp vật liệu cần tính toán

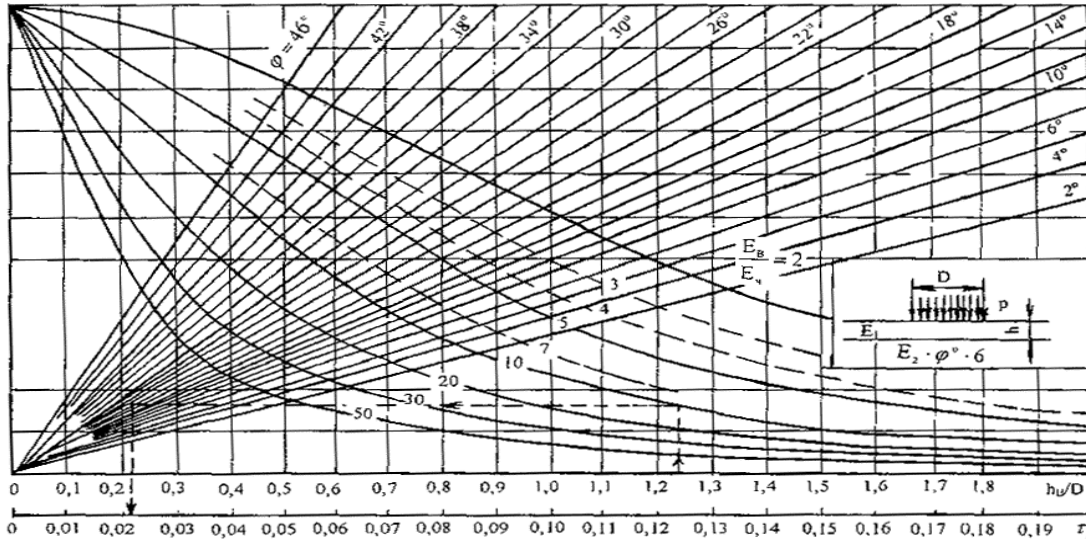
H : Tổng chiều dày của các lớp áo đường trên lớp tính toán

E_{ch} : Môđun đàn hồi chung của nền đất và các lớp vật liệu phía dưới vị trí tính toán

E_{TB} : Môđun đàn hồi trung bình của các lớp áo đường phía trên vị trí tính toán

$\frac{\tau_{ax}}{p}$: là ứng suất cắt hoạt động lớn nhất đơn vị do $p=0,1\text{MPa}$ gây ra

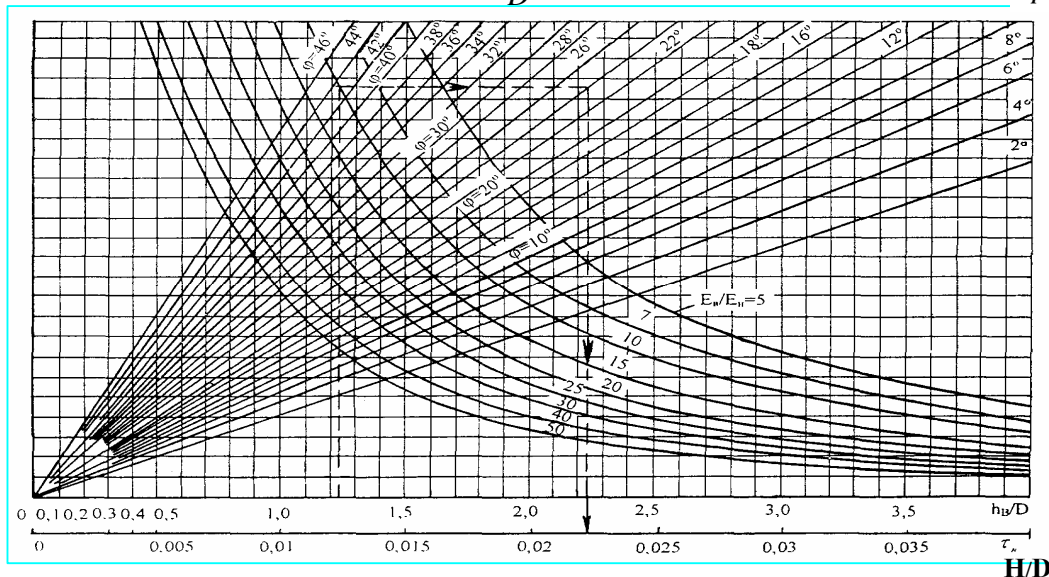
Việc xác định T_{ax} được thực hiện thông qua việc xác định $\frac{T_{ax}}{p}$ theo toán đồ hình 3.20 (khi $\frac{H}{D} = 0 \div 2,0$) hoặc toán đồ hình 3.21 (khi $\frac{H}{D} = 0 \div 4,0$). Hai toán đồ này được lập theo sơ đồ tính toán hệ 2 lớp có sự làm việc đồng thời giữa các lớp áo đường phía trên và nền đất phía dưới.



Hình 3.20 : Toán đồ x/d ứng suất trượt từ tải trọng bánh xe ở lớp dưới của hệ hai lớp

$$\left(\frac{H}{D} = 0 \div 2,0\right)$$

$$\frac{T_{ax}}{p}$$



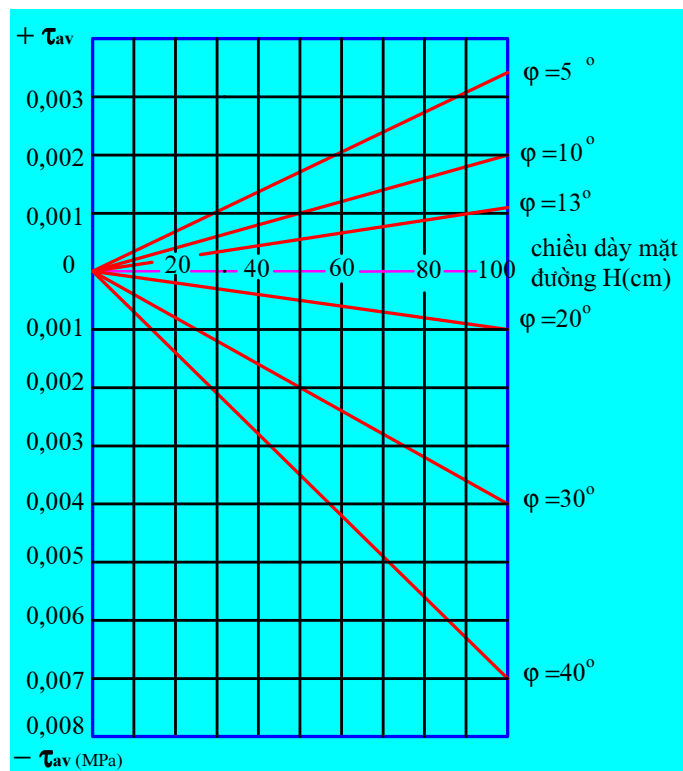
Hình 3.21 : Toán đồ x/d ứng suất trượt từ tải trọng bánh xe ở lớp dưới của hệ hai lớp

2.2 Xác định ứng suất cắt hoạt động do trọng lượng bản thân

$$\tau_{av} \in \begin{cases} H \\ \varphi \end{cases} \rightarrow \text{Tra toán đồ hình 3.22 được } \tau_{av}$$

Trong đó: H : Tổng chiều dày của các lớp áo đường trên lớp tính toán

φ : Góc nội ma sát của lớp vật liệu cần tính toán



Hình 3.22: Toán đồ tìm ứng suất cắt hoạt động T_{av} do trọng lượng bản thân mặt đường đường phía trên gây ra đối với lớp dưới

2.3 Xác định trị số lực dính tính toán C_{tt}

Trị số C_{tt} được xác định theo biểu thức sau

$$C_{tt} = C \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \quad (3-34)$$

Trong đó:

C : Lực dính của đất nền hoặc vật liệu kém dính (MPa)

K_1 : Hệ số xét đến sự suy giảm sức chống cắt trượt dưới tác dụng của tải trọng động và trùng phục.

+ Phần xe chạy thì lấy $K_1=0,6$

+ Lê gia cố thì lấy $K_1 = 0,9$

K_2 : Hệ số an toàn xét đến các yếu tố tạo ra sự làm việc không đồng nhất của kết cấu; các yếu tố này gây ảnh hưởng nhiều khi lưu lượng xe chạy càng lớn

Bảng 3.12: Xác định hệ số K_2 tùy thuộc số trục xe tính toán

Số trục xe tính toán (trục/ngày đêm/làn)	Dưới 100	Dưới 1000	Dưới 5000	Trên 5000
Hệ số K_2	1,0	0,8	0,65	0,6

Với kết cấu áo lề có gia cố thì lấy hệ số $K_2 = 1,0$; riêng với kết cấu áo lề có tầng mặt loại cấp thấp B1 thì được lấy $K_2 = 1,23$.

K_3 : Hệ số xét đến sự gia tăng sức chống cắt trượt của đất hoặc vật liệu kém dính ; và sự khác biệt về điều kiện tiếp xúc thực tế giữa các lớp kết cấu áo đường với nền đất so với điều kiện xem như chúng dính kết chặt (tạo ra sự làm việc đồng thời) khi áp dụng toán đồ hình (9.11) hoặc (9.12)

- Đối với các loại đất dính (sét, á sét, á cát ...) $K_3 = 1,5$
- Đối với các loại đất cát nhỏ $K_3 = 3,0$
- Đối với các loại đất cát trung $K_3 = 6,0$
- Đối với các loại đất cát thô $K_3 = 7,0$

TÍNH TOÁN CƯỜNG ĐỘ ÁO ĐƯỜNG THEO TIÊU CHUẨN CHỊU KÉO UỐN TRONG CÁC LỚP VẬT LIỆU TOÀN KHỐI

1. Điều kiện tính toán:

$$\sigma_{ku} \leq \frac{R_t^{ku}}{K_{cd}^{ku}} \quad (3-35)$$

Trong đó:

R_t^{ku} : Ứng suất chịu kéo uốn lớn nhất phát sinh ở đáy lớp vật liệu liên khối dưới tác dụng của tải trọng bánh xe.

K_{cd}^{ku} : Hệ số cường độ về chịu kéo uốn được chọn tùy thuộc độ tin cậy thiết kế lấy theo bảng sau

Bảng 3.13 : Chọn hệ số cường độ về kéo uốn tùy thuộc độ tin cậy

Độ tin cậy	0,98	0,95	0,90	0,85	0,80
Hệ số K_{cd}^{ku}	1,10	1,00	0,94	0,90	0,87

Chỉ phải tính toán kiểm tra điều kiện (9-21) đối với các lớp bê tông nhựa, hỗn hợp đá trộn nhựa, các lớp đất, cát gia cố, đá gia cố chất liên kết vô cơ sử dụng trong kết cấu áo

đường cấp cao A1 và A2 . Riêng đối với lớp thấm nhập nhựa và các lớp đất, đá gia cố nhựa lỏng thì không cần kiểm tra.

2. Nội dung tính toán

2.1 Xác định σ_{ku}

Ứng suất kéo uốn lớn nhất phát sinh ở đáy lớp vật liệu liền khối σ_{ku} được xác định theo biểu thức sau:

$$\sigma_{ku} = \overline{\sigma_{ku}} \cdot p \cdot k_b \tag{3-36}$$

Trong đó:

p : Áp lực bánh của tải trọng trực tính toán (kN)

k_b : hệ số xét đến đặc điểm phân bố ứng suất trong kết cấu áo đường dưới tác dụng của tải trọng tính toán là bánh đôi hoặc bánh đơn

+ Cụm bánh đôi lấy $k_b = 0,85$

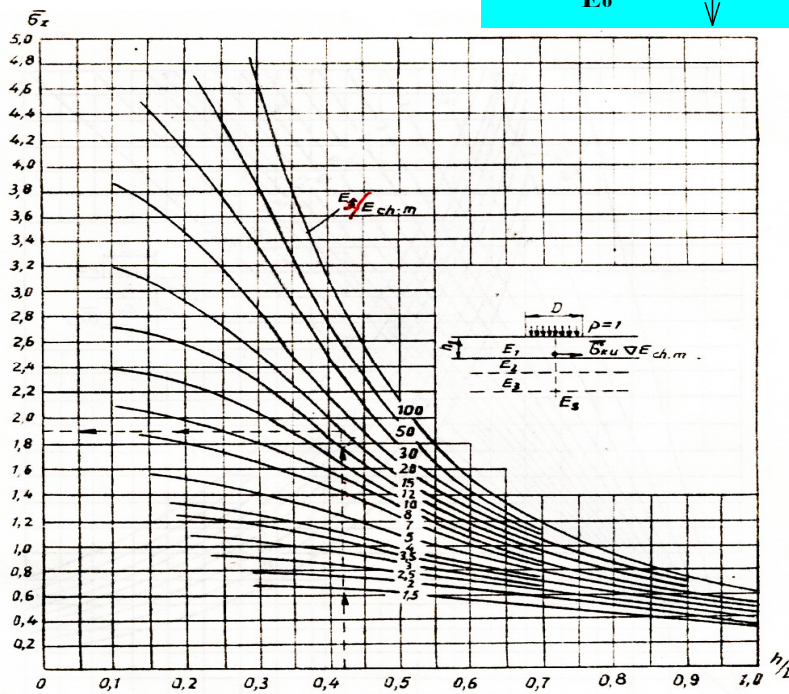
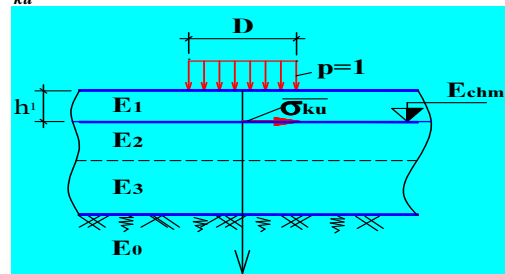
+ Cụm bánh đơn của tải trọng trực đặc biệt nặng nhất (nếu có) thì lấy $k_b = 1,0$.

$\overline{\sigma_{ku}}$: ứng suất kéo uốn đơn vị

+ Các lớp liền khối trong tầng mặt: xác định $\overline{\sigma_{ku}}$ theo toán đồ hình 3.23

$$\overline{\sigma_{ku}} = f\left(\frac{h_1}{D}; \frac{E_1}{E_{ch.m}}\right)$$

Hình 9.14 : Sơ đồ ứng suất $\overline{\sigma_{ku}}$ của lớp vật liệu toàn khối là tầng mặt

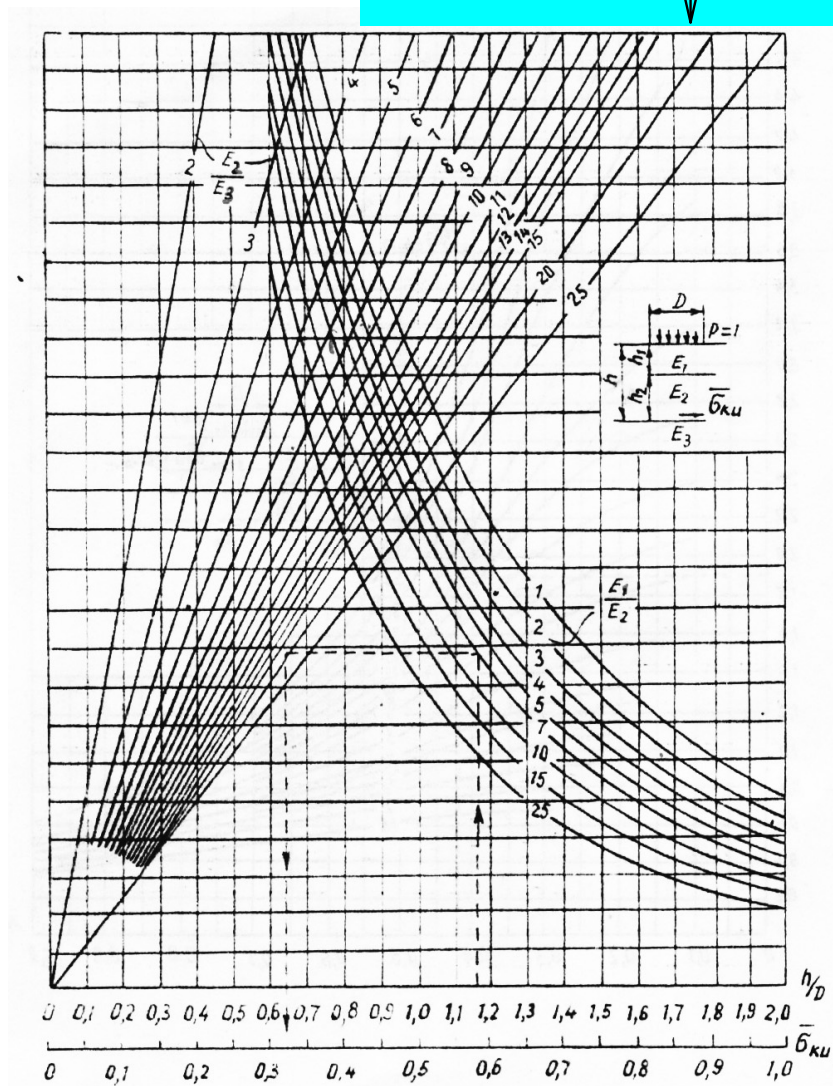
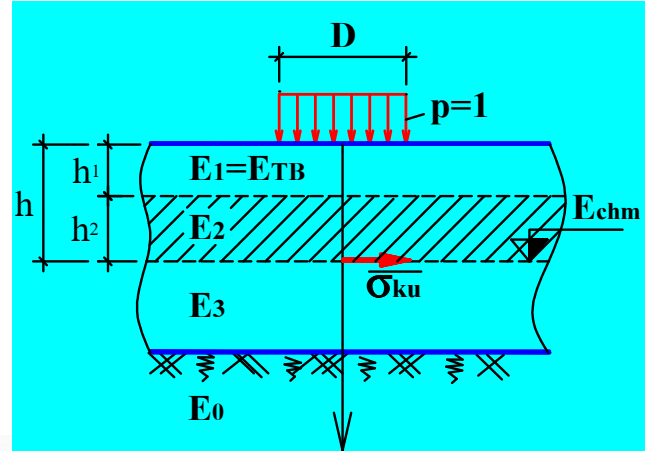


Hình 3.23: Toán đồ xác định ứng suất kéo uốn đơn vị $\overline{\sigma_{ku}}$ ở các lớp của tầng mặt

+ Các lớp liên khối trong tầng móng : xác định $\overline{\sigma_{ku}}$ theo toán đồ hình 3.24

$$\overline{\sigma_{ku}} = f\left(\frac{h_1}{D}; \frac{E_1}{E_2}; \frac{E_2}{E_3}\right)$$

Hình 3.24 : Sơ đồ ứng suất $\overline{\sigma_{ku}}$ ở đáy các lớp vật liệu tầng giữa



Hình 3.24 : Toán đồ xác định ứng suất kéo uốn đơn vị $\overline{\sigma_{ku}}$ ở các lớp liên khối của tầng móng

Trong đó: h_1 : là tổng bề dày các lớp kết cấu kể từ đáy lớp được kiểm tra kéo uốn trở lên đến bề mặt áo đường.

E_1 : là mô đun đàn hồi trung bình của các lớp nằm trong phạm vi h_1

D : là đường kính vệt bánh xe tính toán

E_{chm} : là mô đun đàn hồi chung của nền đất và các lớp nằm phía dưới đáy lớp vật liệu liền khối được kiểm tra.

Xác định R_t^{ku}

$$R_t^{ku} = k_1 \cdot k_2 \cdot R_{ku} \quad (3.37)$$

Trong đó:

R_{ku} : Cường độ chịu kéo uốn cho phép của vật liệu (MPa)

k_2 : hệ số xét đến sự suy giảm cường độ theo thời gian so với các tác nhân về khí hậu thời tiết.

+ Các vật liệu gia cố chất liên kết vô cơ lấy $k_2 = 1,0$

+ Bê tông nhựa loại II, bê tông nhựa rỗng và các loại hỗn hợp vật liệu hạt trộn nhựa lấy $k_2 = 0,8$.

+ Bê tông nhựa chặt loại I và bê tông nhựa chặt dùng nhựa polime lấy $k_2 = 1,0$.

k_1 : hệ số xét đến sự suy giảm cường độ do vật liệu bị mỏi dưới tác dụng của tải trọng trùng phục

- Đối với vật liệu bê tông nhựa:

$$k_1 = \frac{11,11}{N_e^{0,22}} \quad ; \quad (3.38)$$

- Đối với vật liệu đá (sỏi cuội) gia cố chất liên kết vô cơ

$$k_1 = \frac{2,86}{N_e^{0,11}} \quad ; \quad (3.39)$$

- Đối với vật liệu đất gia cố chất liên kết vô cơ

$$k_1 = \frac{2,22}{N_e^{0,11}} \quad ; \quad (3-40)$$

N_e : là số trục xe tính toán tích lũy trong suốt thời hạn thiết kế thông qua trên một làn xe

+ Với các lớp bê tông nhựa chặt loại I và bê tông nhựa polime, thời hạn thiết kế lấy bằng 15 năm; còn với các loại bê tông nhựa và hỗn hợp nhựa khác lấy bằng 10 năm.