

ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA
BỘ MÔN ĐƯỜNG ÔTÔ - ĐƯỜNG THÀNH PHỐ

THIẾT KẾ ĐƯỜNG ÔTÔ (PHẦN 2)

TS PHAN CAO THỌ



ĐÀ NẴNG – 2006

Chương 12 : THIẾT KẾ CẤU TẠO ÁO ĐƯỜNG



§12.1 YÊU CẦU CHUNG VÀ CẤU TẠO KẾT CẤU ÁO ĐƯỜNG

12.1.1 Khái niệm:

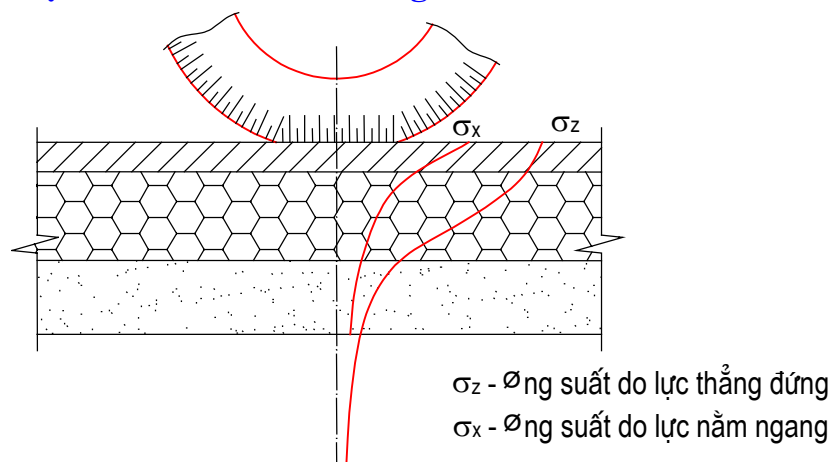
Áo đường là phần trên của nền đường được tăng cường bằng các lớp vật liệu khác nhau để chịu tác dụng của tải trọng xe chạy và các điều kiện tự nhiên (mưa, gió, nước ngầm...)

Kết cấu áo đường (Structure pavement), viết tắt: KCAD

12.1.2 Các yêu cầu chung của kết cấu áo đường:

- 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.
 - + Đảm bảo vệ sinh môi trường.
 - + Tăng tuổi thọ của động cơ cũng như tuổi thọ của công trình.

12.1.3 Đặc điểm chịu lực của kết cấu áo đường :



Hình 12-1. Sơ đồ phân bố ứng suất trong kết cấu áo đường theo chiều sâu

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 F 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:

$\sigma_z = p$ áp lực thẳng đứng do tải trọng bánh xe nặng nhất tác dụng

$\sigma_x = (0,2 - 0,3)p$ khi xe chạy.

$\sigma_x = (0,75 - 0,85)p$ khi xe hãm.

p : Áp lực thẳng đứng do tải trọng bánh xe nặng nhất truyền xuống qua diện tích vật tiếp xúc giữa lốp xe với mặt đường.

$p = (5 - 6)\text{daN/cm}^2$ tùy thuộc loại xe (thường lấy 3 giá trị : 5; 5,5; 6 daN/cm^2)

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.

12.1.4 **Cấu tạo kết cấu áo đường :**

12.1.4.1 Sơ đồ cấu tạo kết cấu áo đường (hình 12.2)

12.1.4.2 Vai trò của từng lớp trong kết cấu trong kết cấu áo đường

Lớp bảo vệ

+ Lớp bảo vệ là một lớp dày 0,5 – 1,0cm thường bằng vật liệu cát, sỏi nhỏ rời rạc.

+ Tác dụng : Bảo vệ cho các lớp mặt không chịu tác dụng trực tiếp của bánh xe. Tăng độ bằng phẳng. Tăng độ kín cho tầng mặt.

Lớp hao mòn :

+ Lớp hao mòn là một lớp mỏng dày 1,0 - 3,0cm làm bằng vật liệu có chất liên kết đặt trên lớp mặt chủ yếu.

+ Tác dụng : Bảo vệ cho các lớp mặt không chịu tác dụng trực tiếp của bánh xe

Tăng độ bằng phẳng.

Tăng độ kín cho mặt đường .

Tăng khả năng chống bào mòn cho mặt đường

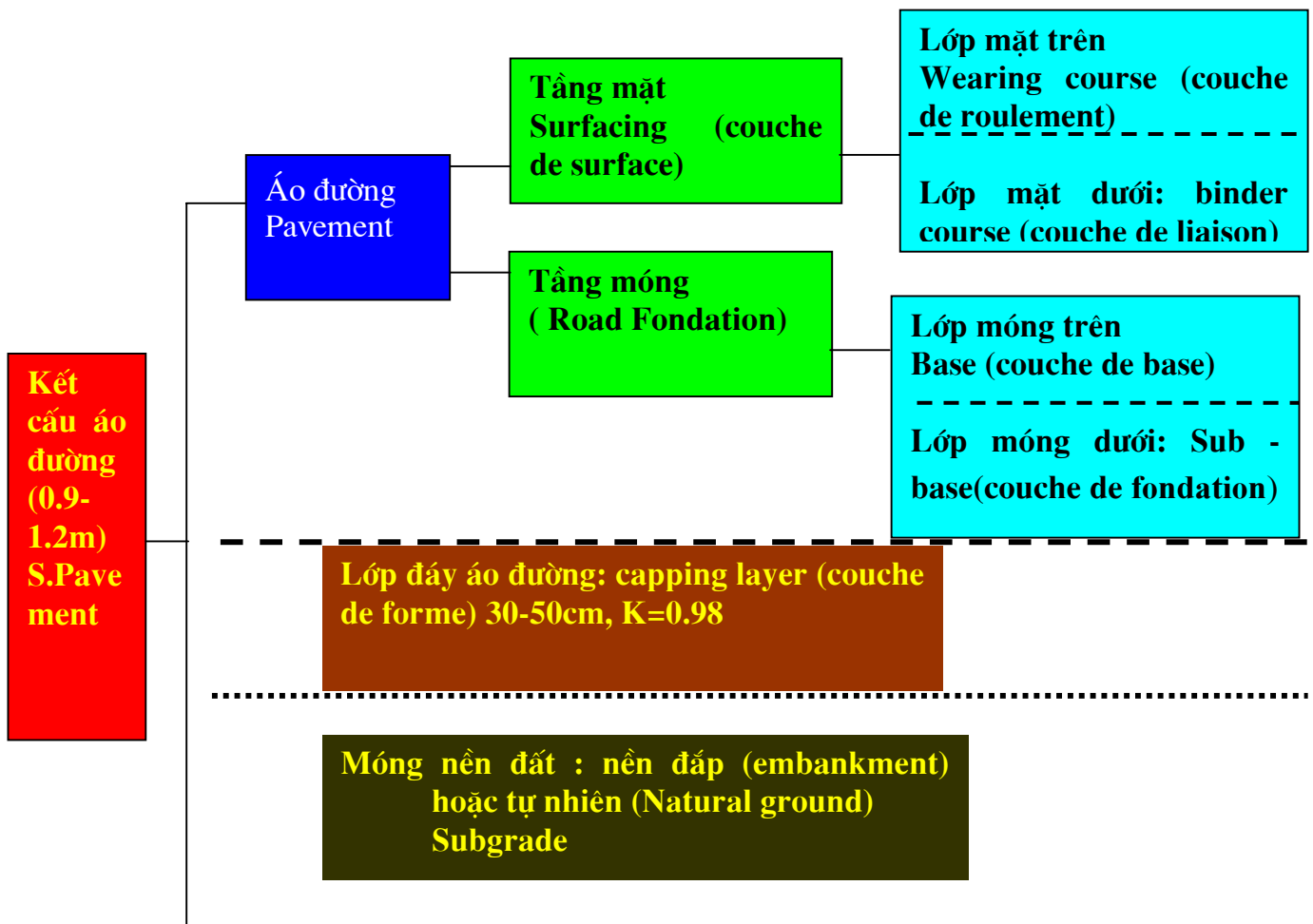
Các lớp tầng mặt :

+ Chiều dày các lớp tầng mặt phụ thuộc vào việc tính toán cường độ, thường làm bằng các loại vật liệu có gia cố chất liên kết hữu cơ hoặc vô cơ.

+ 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

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.



Hình 12.2 - Sơ đồ cấu tạo kết cấu áo đường

Đáy áo đường

Độ chặt của lớp đáy áo đường theo **TCVN 4054-98 và 22 TCN 211-93** :

Loại công trình		Độ sâu tính từ AD đường xuống (cm)	Độ chặt K	
			Đường ô tô có $V_{tt} \geq 40$ Km/h	Đường ô tô có $V_{tt} < 40$ Km/h
Nền đắp	Khi áo đường dày trên 60 cm	30	$\geq 0,98$	$\geq 0,95$
	Khi áo đường dày dưới 60 cm	50	$\geq 0,98$	$\geq 0,95$
	Bên dưới chiều sâu kể trên		$\geq 0,95$	$\geq 0,90$
Nền đào và nền không đào không đắp		30	$\geq 0,98$	$\geq 0,95$

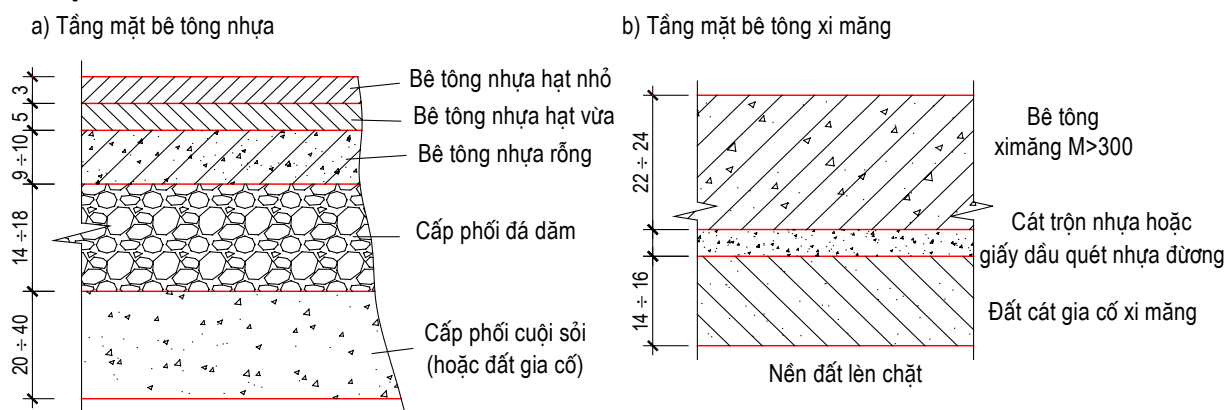
Chức năng :

- + Tạo ra một nền 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 đe” để thi công (lu lèn) các lớp mặt đường phía trên đạt hiệu quả cao
- + Tạo thuận lợi cho xe, máy đi lại trong quá trình thi công.

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.

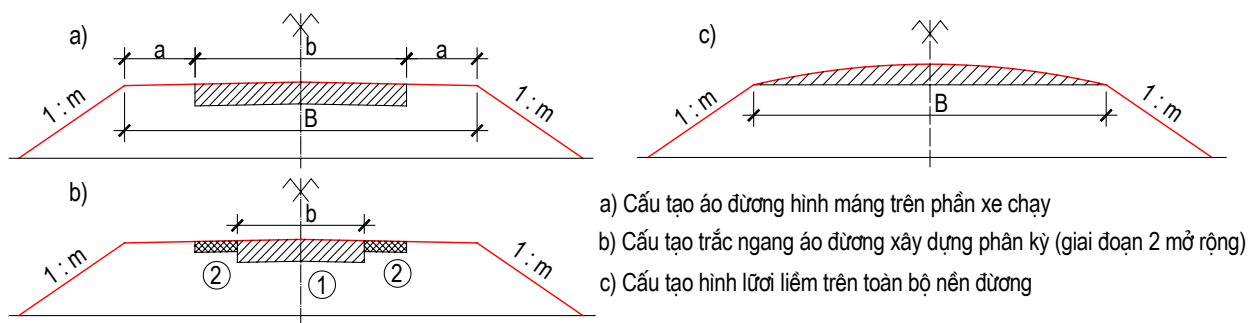
Lớp có chức năng đặt biệt: Kết cấu ngược (structure inverse) không tuân theo nguyên tắc môđun giảm dần của các lớp nhằm tăng hiệu quả lu lèn các lớp trên, chỉ sử dụng khi có yêu cầu đặc biệt.

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. Một lớp có thể có nhiều chức năng khác nhau (như bê tông nhựa, bê tông xi măng).

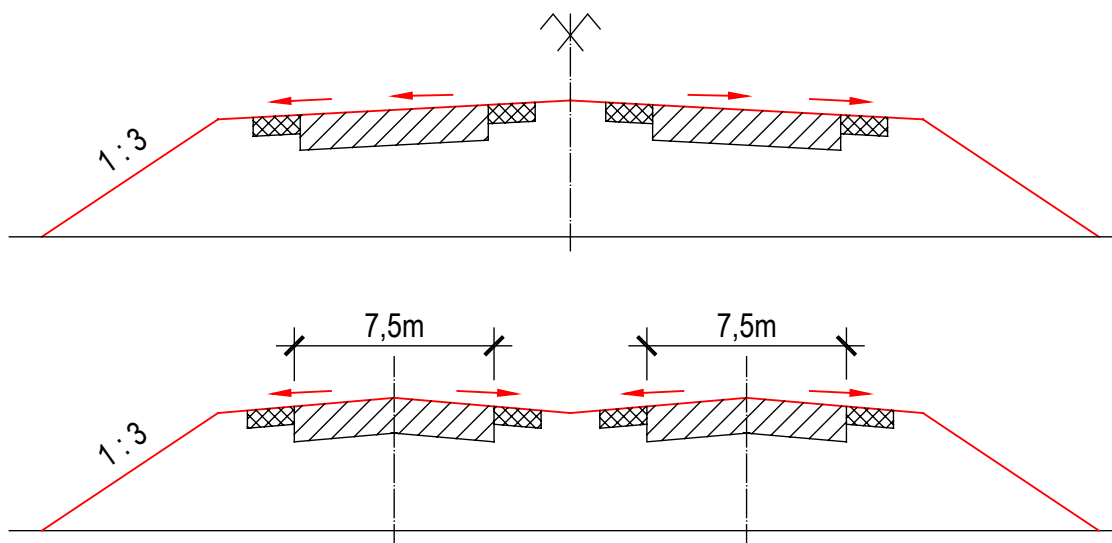
Ví dụ:

Hình 10-3. Ví dụ kết cấu áo đường cấp cao

12.1.5 Cấu tạo cắt ngang của áo đường



Hình 10-4. Bố trí áo đường trên nền đường



Hình 10-5. Cấu tạo áo đường trên đường cấp cao có dải phân cách

- a) Thường áp dụng cho tuyến đường cấp thấp có số làn xe 2 - 6
b) Áp dụng với đường cấp thấp và GTNT, áp dụng khi vật liệu mặt đường và vật liệu nền đường cùng loại.
c) Áp dụng đối với đường cấp cao, bề rộng mặt đường nhỏ hơn trường hợp d).
Kết cấu phần lề gia cố : thường cùng vật liệu với lớp mặt

Độ dốc ngang áo đường và lề đường

Loại áo đường	Dốc ngang mặt đường và lề gia cố (%)	Dốc ngang lề đường đất (%)
Bê tông xi măng và bê tông nhựa	1.5÷2	6
Các loại mặt đường nhựa (trừ bê tông nhựa)	2÷3	6
Đá dăm, đá sỏi	3÷4	6

§12.2 PHÂN LOẠI KẾT CẤU ÁO ĐƯỜNG

12.2.1 Mục đích phân loại kết cấu áo đường

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

12.2.2.1 Áo đường cấp cao chủ yếu (A1) -CCCY – *High type pavement, Chaussée en haute qualité.*

- 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 : từ 15 - 25 năm.

- + $T_{PV} = 15$ năm: bê tông nhựa loại I (T_{PV} là thời gian giữa 2 lần đại tu)
- + $T_{PV} = 20 - 25$ năm: bê tông xi măng
- Thường dùng cho với các tuyến đường có tốc độ thiết kế $V \geq 60 \text{ km/h}$
- Vật liệu :
 - + Bê tông nhựa rải nóng loại I (Atphalt Concret)
 - + Bê tông xi măng (Ciment concret)

10.2.2.2 Áo đường cấp cao thứ yếu (A2)CCTY

- Đáp ứng điều kiện xe chạy không **xuất hiện biến dạng dư**, vật liệu làm việc trong giai đoạn đàn hồi nhưng mức độ dự trữ **cường độ nhỏ hơn** áo đường cấp cao chủ yếu A1

- Tuổi thọ của mặt đường cấp cao A2 từ 8 - 12 năm
- Áp dụng với các tuyến đường có tốc độ TK $V < 60 \text{ km/h}$
- Các loại vật liệu làm mặt đường cấp A2 :
 - + Thảm nhập nhựa (tuổi thọ 10 năm)
 - + Đá dăm đen (tuổi thọ 12 năm)
 - + Bê tông nhựa loại II (tuổi thọ 12 năm)
 - + Láng nhựa (ít dùng, qui trình cũ)

- Lưu lượng xe chạy không cao chi phí duy tu bảo dưỡng thường xuyên lớn hơn cấp cao A1, tốc độ xe chạy tối đa 60 – 70 km/h.

12.2.2.3 Áo đường cấp quá độ (B1) – *Intermediate type pavement, Chaussée en qualité intermédiaire.*

- 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 từ (3 – 5) năm

- Phạm vi áp dụng : áp dụng với các tuyến đường có tốc độ TK $V \leq 40 \text{ km/h}$.
- Các loại vật liệu làm mặt đường cấp B1 :
 - + Đá dăm láng nhựa

- + Cấp phối đá dăm, CPĐD láng nhựa hoặc nhũ tương; CPĐD gia cố XM
- + Cấp phối cuội sỏi láng nhựa
- + Cát gia cố xi măng láng nhựa

12.2.2.4 Áo đường cấp thấp (B2) -Low type pavement, Chaussée en qualité modeste.,

- Cho phép xuất hiện biến dạng dư, lưu lượng xe chạy rất thấp, sinh bụi nhiều, tuổi thọ mặt đường không cao (từ 1 - 3 năm)
- Áp dụng với mặt đường GTNT hoặc đường tạm

10.2.3 Phân loại theo vật liệu sử dụng

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

- Cấp phối đá dăm.
- Cấp phối đất đồi.
- Cấp phối sỏi sạn

10.2.3.2 Áo đường làm bằng vật liệu đất, đá tự nhiên có gia cố các chất liên kết vô cơ :

- Đất gia cố vôi, cát gia cố xi măng
- Cấp phối đá dăm gia cố xi măng
- BTXM

10.2.3.3 Áo đường làm bằng vật liệu đất, đá tự nhiên gia cố các chất liên kết hữu cơ.

- Bê tông nhựa
- Thảm nhập nhựa
- Đá trộn nhựa

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

Áo đường cứng (Rigid Pav): BTXM

Áo đường mềm (Flexible Pav):

Áo đường nửa cứng nửa mềm (Semirigid pav)

(Xem bảng 12-2: Các cấp tầng mặt áo đường và phạm vi sử dụng, trang 82 TKĐ tập 2, GS Dương Học Hải và GS Nguyễn Xuân Trục, NXB Giáo dục 2000)

§12.3 NGUYÊN TẮC THIẾT KẾ CẤU TẠO KẾT CẤU ÁO ĐƯỜNG

12.3.1 Các vấn đề lớn cần giải quyết khi thiết kế kết cấu áo đường.

Áo đường là bộ phận đất 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 vấn đề lớn cần phải giải quyết khi triển khai công tác thiết kế KCAĐ

1. Thiết kế cấu tạo KCAĐ, đây là nội dung rất quan trọng để định hướng cho bước sau, đòi hỏi sự sáng tạo của Điều kỹ sư trên cơ sở một số các phương án cấu tạo. Nếu việc thiết kế cấu tạo mà không hợp lý thì việc tính toán cường độ cũng như luận chứng kinh tế chẳng có ý nghĩa gì.
2. 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.
3. 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.

12.3.2 Nguyên tắc thiết kế cấu tạo

Nội dung thiết kế cấu tạo là: *Xác định tên tuổi và sắp xếp thứ tự trên, dưới của các lớp vật liệu* trong các phương án kết cấu áo đường trên cơ sở chức năng và nhiệm vụ của mỗi lớp để đảm bảo cả kết cấu áo đường thoả mãn cơ bản các yêu cầu chung (nêu ở mục 12.1) cũng như các điều kiện về vật liệu địa phương, khả năng cung cấp vật liệu, năng lực thi công và khả năng khai thác, duy tu bảo dưỡng sau này.

1. *Tuân thủ nguyên tắc thiết kế tổng thể* nền mặt đường nhằm tăng cường độ của nền đất, tạo điều kiện thuận lợi để cho nền đất cùng tham gia chịu lực với mặt đường ở mức tối đa.
2. *Cấu tạo các lớp tầng mặt* trên cơ sở cấp đường thiết kế, lưu lượng xe chạy, tốc độ thiết kế và điều kiện tự nhiên, điều kiện khai thác.

Tầng mặt phải kín để chống thấm nước, không được dùng kết cấu hở
Chịu tác dụng lực ngang tốt, chống bào mòn, độ nhám cao và dễ bằng phẳng.

Ổn định nhiệt và nước.

Trong mọi trường hợp nên cấu tạo các lớp chống 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 cực mỏng (<2cm) có độ bền cao, tạo nhám và tạo phẳng.

Lớp hỗn hợp thoát nước (3-4)cm, cấp phối hỏ, hạt cứng trộn với bitum cải tiến

3. Cấu tạo các tầng móng.

Trên cơ sở tận dụng vật liệu địa phương có thể cấu tạo nhiều lớp có chiều dày tăng dần theo chiều sâu, nên dùng vật liệu rời rạc, kích cỡ lớn như đá dăm, cấp phối đá dăm, đất đá gia cố vô cơ...

Không nên dùng cát làm móng dưới (khí hậu nhiệt đới ở nước ta) bị tích tụ ẩm. Nếu chỉ dùng như lớp đệm thì nhất thiết phải làm rãnh xương cá để thoát nước.

4. Khả năng chống biến dạng (Môđun đàn hồi, cường độ) 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, dễ hạ giá thành xây dựng: $E_{\text{trên}} : E_{\text{dưới}} < 3 \text{ lần} \rightarrow$ tạo sự làm việc đồng nhất và có hiệu quả của từng lớp và của cả kết cấu. Mô đun đàn hồi trên mặt lớp:

- Nền đường $E_0 \geq 200 \text{ daN/cm}^2$ hay $\text{CBR} \geq 6-7$
- Lớp đáy áo đường $E_0 \geq 500 \text{ daN/cm}^2$ hay $\text{CBR} \geq 10-15$
- Lớp móng dưới $\text{CBR} \geq 30$
- Lớp móng trên $\text{CBR} \geq 80$

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

5. Cải thiện chế độ nhiệt ẩm để tăng cường độ nền đất trong phạm vi tác dụng của nền đường, tăng $E_{\text{móng}}$ để giảm ứng suất kéo uốn ở đáy tầng mặt, nên bố trí $h_{\text{móng}} \geq 2d$, chiều dày của tầng mặt không nên nằm trong khoảng $(0,5 - 1,0)d$; d là bán kính vòng tròn 1 vết bánh tương đương $= (10,5 - 11)\text{cm}$. Không bố trí tầng mặt bê tông nhựa chỉ là 1 lớp 4 - 6cm, nên dùng 2 lớp có chiều dày tổng cộng 10cm trở lên đối với đường cấp cao có $V \geq 60\text{km/h}$. Chú ý khi thiết kế tầng mặt bê tông nhựa trên lớp móng có độ cứng (CPĐĐ, đất đá gia cố vô cơ) không được quá mỏng để tránh phát sinh nứt do có sự co dãn của lớp móng này, qui định là 6-8cm cho 1 lớp.

6. Nguyên tắc cấu tạo chiều dày.

- Lớp trên mỏng tối thiểu, lớp dưới nên tăng chiều dày vì xét đến tính kinh tế
- Theo chiều dày lu lèn có hiệu quả của thiết bị và tính chất vật liệu

$$- H_{\min} > (1,25-1,4)D_{\max}$$

(Xem bảng 12-3: trang 90 TKĐ tập 2, GS Dương Học Hải và GS Nguyễn Xuân Trục, NXB Giáo dục 2000)

Chương 13 : TÍNH TOÁN CƯỜNG ĐỘ ÁO ĐƯỜNG MỀM



§13.1 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

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

Độ lớn (trị số) của tải trọng tác dụng lên mặt đường phụ thuộc vào hai yếu tố:

+ Độ lớn của tải trọng trục P (T, daN).

Các xe tải thường có trọng lượng trục sau chiếm $3/4$ trọng lượng của toàn bộ xe. Do đó độ lớn của tải trọng phụ thuộc vào trọng lượng trục sau của ô tô.

+ Diện tích vết tiếp xúc của bánh xe với mặt đường (cm^2) phụ thuộc vào kích thước và độ cứng của lớp xe (áp lực hơi).

Diện tiếp xúc của bánh xe với mặt đường được xác định như sau:

Áp lực truyền xuống mặt đường (daN/cm^2)

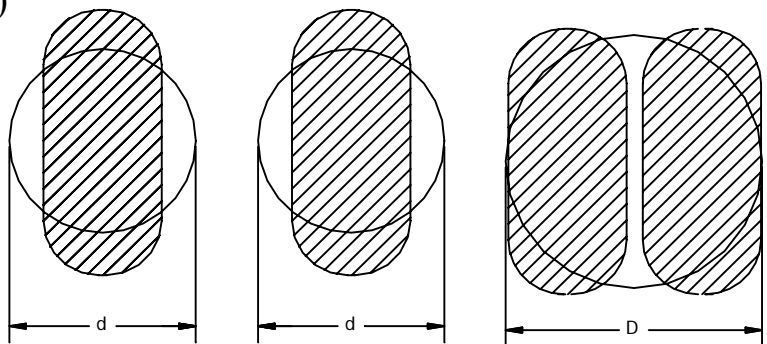
$$p = \alpha \cdot p_0 \quad (13.1)$$

Trong đó:

α : Hệ số kể đến độ cứng của lớp,

$\alpha = 0,9 - 1,3$ khi tính toán lấy $\alpha = 1,1$

p_0 : Áp lực hơi trong xăm xe.



Hình 13.1. Vết tiếp xúc của bánh xe với mặt đường

D được tính như sau:

$$D = \sqrt{\frac{4P}{\pi p}} = 1,08 \sqrt{\frac{P}{p}} \quad (\text{cm}) \quad (13-2)$$

P : Là $1/2$ tải trọng trục sau.

D : Đường kính của vết bánh xe tương đương

p : Áp lực của bánh xe tác dụng lên mặt đường.

Theo 22TCN 211-93 tải trọng tính toán tiêu chuẩn như sau (bảng 13.1) :

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).

Bảng 13.1: Đặc trưng tính toán của tải trọng xe chạy

<i>Loại đường</i>	<i>Tải trọng trục $P(\text{daN})$</i>	<i>Áp lực tính toán lên mặt đường (daN/cm^2)</i>	<i>Đường kính vết bánh xe (cm)</i>
Đường ô tô công cộng (thuộc cấp của TCVN 4054-98, TCVN 4054 - 2005)	10000	6	33
Trục chính đô thị (20TCN 104-83); đường cao tốc (TCVN 59-97)	12000	6	36
Đường phố và đường ít quan trọng ở đô thị (20TCN 104-83)	9500	5.5	33

13.1.2 Ảnh hưởng của tải trọng đến cơ chế làm việc của KCAĐ

Biến dạng của KCAĐ và nền 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.

Tác dụng ngắn hạn:

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

Tác dụng của tải trọng xe chạy đối với các lớp tầng móng: 0,1-0,2s

Tác dụng xung kích: từ 0 \rightarrow p \rightarrow 2p

Tải trọng tác dụng P

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 phục sẽ phát sinh **hiện tượng mỏi và có tích lũy biến dạng dư (hình 13-4 trang 98 Sđd)** \rightarrow 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.

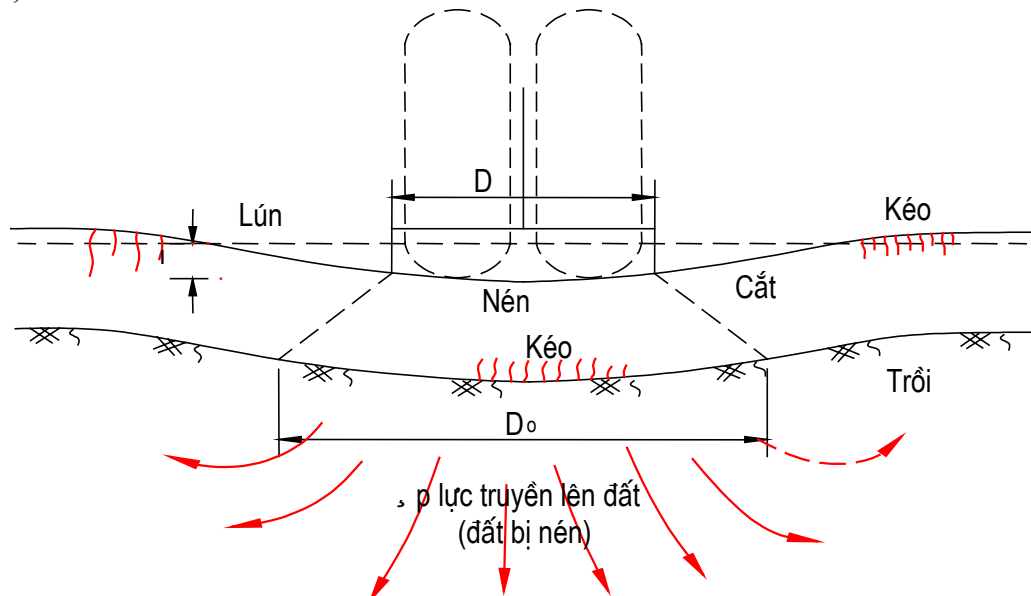
§13.2 CÁC HIỆN TƯỢNG PHÁ HOẠI KCAD MỀM, NGUYÊN LÝ TÍNH TOÁN CƯỜNG ĐỘ ÁO ĐƯỜNG MỀM

13.2.1 Các hiện tượng phá hoại KCAD mềm

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)



Hình 13-7. Các hiện tượng phá hoại áo đường mềm ở trạng thái giới hạn dưới tác dụng của tải trọng xe chạy

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

- **Biến dạng của KCAD 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 của 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. Vì 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 cầu tạo nên việc phải tính toán KCAD theo 3 tiêu chuẩn cường độ là cần thiết và hợp lý.

13. 2.2 Nguyên lý tính toán kết cấu áo đường mềm.

13.2.2.1 Tính toán theo tiêu chuẩn độ võng đàn hồi:

Nguyên lý: Độ võng đàn hồi của toàn bộ KCAD dưới tác dụng của tải trọng xe gây ra không được vượt quá trị số độ võng đàn hồi cho phép thì áo đường có thể làm việc bình thường dưới tác dụng của 1 lượng giao thông nhất định. Nghĩa là:

$$l_{dh} < l_{gh} \quad (13-3)$$

$$\text{Hay} \quad K_{dv} \leq \frac{l_{gh}}{l_{dh}}$$

$$E_{ch} \geq E_{yc}$$

l_{dh} : độ võng đàn hồi của cả KCAD dưới tác dụng của tải trọng xe gây ra; cm.

l_{gh} : độ võng đàn hồi cho phép xuất hiện trong KCAD; cm.

K_{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

E_{yc} : Mô đun đàn hồi yêu cầu của cả kết cấu áo đường trong suốt quá trình khai thác; daN/cm²

$$E_{yc} = \frac{p.D.(1 - \mu^2)}{l_{gh}} \quad (13-4)$$

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

D : đường kính vết bánh xe tương đương

l_{gh} : độ võng giới hạn cho phép

μ : hệ số poisson

13.2.2.2 Tính toán theo tiêu chuẩn ứng suất gây trượt :

Nguyên lý: Ứng suất cắt chủ động lớn nhất sinh ra tại mọi điểm trong KCAD và trong nền đất do tải trọng xe chạy và trọng lượng bản thân của các lớp vật liệu gây ra không được quá ứng suất cắt giới hạn trong nền đất và trong các lớp vật liệu KCAD nghĩa là.

$$\tau_{amax} \leq \tau_{cp} \quad (13-5)$$

τ_{amax} : 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 [daN/cm²]

$$\tau_{amax} = \tau_{am} + \tau_{ab} \quad (13-6)$$

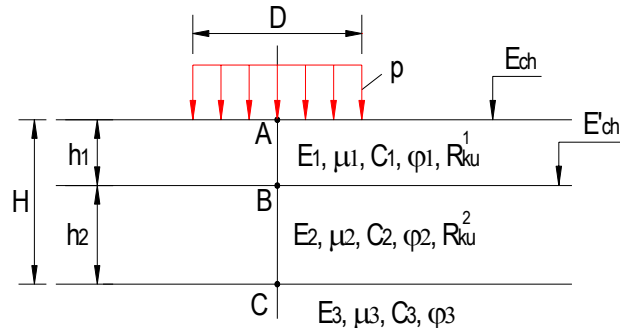
τ_{cp} : ứng suất cắt giới hạn cho phép trong nền đất hoặc trong các lớp vật liệu kém dính, trong hỗn hợp đá nhựa ở nhiệt độ cao [daN/cm²]

$$\tau_{cp} = K' \cdot C \quad (13-7)$$

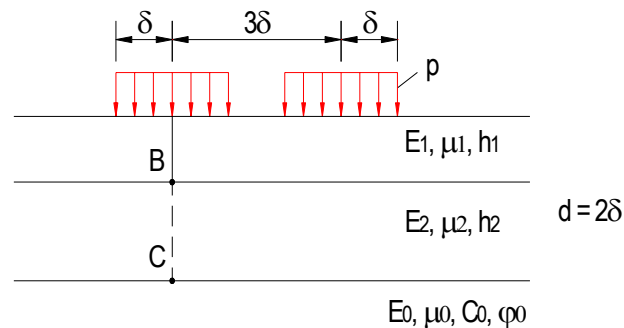
K' : Hệ số tổng hợp xét đến đặc điểm của kết cấu áo đường, điều kiện làm việc của kết cấu áo đường .

C : Lực dính của đất hoặc của lớp vật liệu kém dính, của hỗn hợp đá nhựa ở nhiệt độ cao.

a) Việt Nam, Liên bang Nga, ...



b) Trung Quốc, Pháp, ...



Hình 13-9 Sơ đồ tính toán cường độ kết cấu áo đường mềm
(A,B,C là các điểm tính ứng suất và biến dạng để kiểm tra)

13.2.2.3 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 thì kết cấu áo đường làm việc ở trạng thái bình thường.

Nghĩa là :

$$\sigma_{ku} \leq R_{ku} \quad (13-8)$$

σ_{ku} : ứng suất kéo khi uốn lớn nhất xuất hiện trong các lớp vật liệu toàn khối do tải trọng xe chạy gây ra [daN/cm^2]

R_{ku} : cường độ chịu kéo khi uốn cho phép của vật liệu [daN/cm^2]

§13.3 TÍNH TOÁN CƯỜNG ĐỘ (BỀ DÀY) CỦA KẾT CẤU ÁO MỀM THEO TIÊU CHUẨN ĐỘ VĨNG ĐÀN HỒI

13.3.1 Nguyên lý tính toán.

$$E_{ch} \geq E_{yc} \quad (13-9)$$

13.3.2 Nội dung tính toán:

13.3.2.1 Xác định môđun đàn hồi yêu cầu (E_{yc}):

$$E_{yc} = \max\{E_{yc}^{\min}, E_{yc}^{llxc}\} \quad (13-10)$$

Trong đó :

E_{ycmin} : Môđun đàn hồi yêu cầu tối thiểu

E_{ycllxc} : Môđun đàn hồi yêu cầu theo lưu lượng xe tính toán .

Xác định E_{ycmin} :

Môđun đàn hồi yêu cầu tối thiểu phụ thuộc vào cấp đường và cấp áo đường , được xác định theo bảng sau :

Bảng 13.2 Trị số mô đun đàn hồi yêu cầu tối thiểu

Cấp đường	$E_{yc}^{\min} \text{ (daN/cm}^2\text{)}$		
	A_1	A_2	B_1
Đối với đường ô tô			
- Đường cấp I	1780		
- Đường cấp II	1570		
- Đường cấp III	1400	1280	
- Đường cấp IV	1270	1150	720
- Đường cấp V	Không quy định	980	550
- Đường cấp VI	Không quy định	770	Không q.định
Đối với đường đô thị			
- Đường cao tốc và trục chính toàn thành	1910		
- Đường chính khu dân cư	1530	1270	
- Đường khu nhà ở	1190	940	680
- Đường khu công nghiệp và kho tàng	1530	1270	1020
- Đường xe đạp và ngõ	980	720	470

Xác định E_{yclxc}

E_{yclxc} phụ thuộc vào

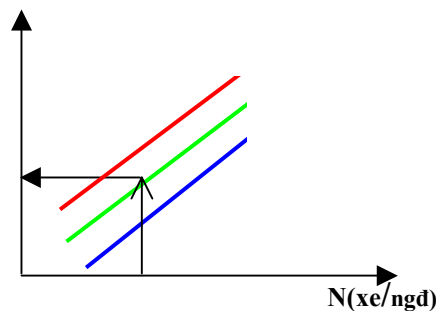
Tải trọng trục tính toán

Cấp áo đường (A1 , A2 , B1)

Lưu lượng xe tính toán N_{tt}

Mô đun đàn hồi theo nhu cầu xe chạy được tính toán dựa công thức (13-4), trên cơ sở công thức này có thể xây dựng toán đồ hoặc bảng biểu để xác định:

Toán đồ 13-3 Sổ tay TKĐ ô tô lập cho đường 2 làn xe có bề rộng mặt từ (6-7,5)m cho từng loại xe H8, H10, H13...



Bảng 13-6 trang 110 TKĐ2 (các trị số E_{yc} trong bảng này đã kể tới hệ số dự trữ cường độ K_{dv}).

*Lưu lượng xe tính toán (N_{tt}) là số ô tô được quy đổi về loại ô tô có tải trọng trục **tính toán tiêu chuẩn thông qua mặt cắt ngang đường trong một ngày đêm trên làn xe chịu** đựng lớn nhất ở cuối thời kỳ khai thác tính toán .*

Công thức xác định :

$$N_{tt} = \gamma \sum_{i=1}^n N_i a_i \quad (\text{trục xe tt/ngày đêm/làn}) \quad (13-11)$$

Trong đó :

N_{tt} : Lưu lượng xe tính toán

N_i : Lưu lượng xe chạy của loại xe i theo cả 2 chiều ở cuối thời kỳ khai thác tính toán

n : số loại xe chạy trên đường.

a_i : Hệ số quy đổi tải trọng trục của loại xe i về trục xe tính toán.

Bảng 13-3 Hệ số quy đổi xe ra xe tính toán

<i>Loại tải trọng tiêu chuẩn (daN)</i>	<i>Trị số hệ số quy đổi a_i khi tải trọng trục của xe cần đổi là (daN)</i>							
	4	6	7	8	9,5	10	11	12
Trục 10000	0.02	0.10	0.36	0.43	0.68	1.0		
Trục 12000	0.01	0.05	0.18	0.22	0.35	0.5	0.8	1.0
Trục 9500	0.03	0.15	0.55	0.65	1.00			

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

Bảng 13-3 Hệ số xét đến sự phân bố xe chạy trên các làn xe

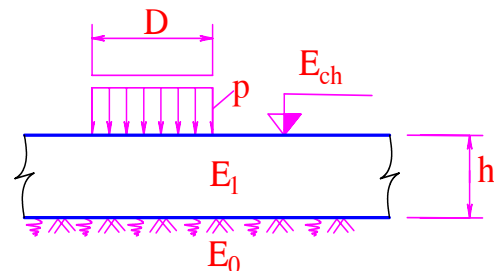
<i>Trường hợp tính toán</i>	<i>Hệ số γ</i>
- Đường chỉ có 1 làn xe.	1.00
- Đường có từ 2(3 làn không có dải phân cách giữa.	0.55
- Đường 4 và nhiều làn xe có dải phân cách giữa.	0.35

Từ lưu lượng xe tính toán, tải trọng trục tính toán và cấp áo đường xác định được E_{yc}^{llxc} . Theo công thức 13-10 xác định trị số mô đun đàn hồi yêu cầu dùng cho thiết kế E_{yc} .

13.3.2.2 Tính E_{ch} :

Đối với hệ 2 lớp: Sử dụng toán đồ Cogal cho hệ 2 lớp (hình

Lập tỉ số:



Hình 13-4: Sơ đồ cơ bản hệ 2 lớp

$$\frac{E_{ch}}{E_1} = f\left(\frac{h}{D}, \frac{E_0}{E_1}\right) \quad (13-12)$$

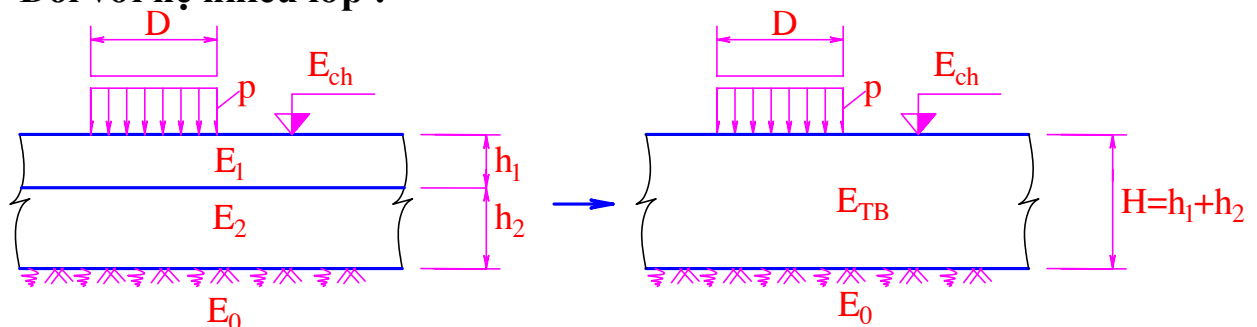
$$\Rightarrow E_{ch}$$

Trong đó: h là bề dày lớp áo đường có mô đun đàn hồi E_1

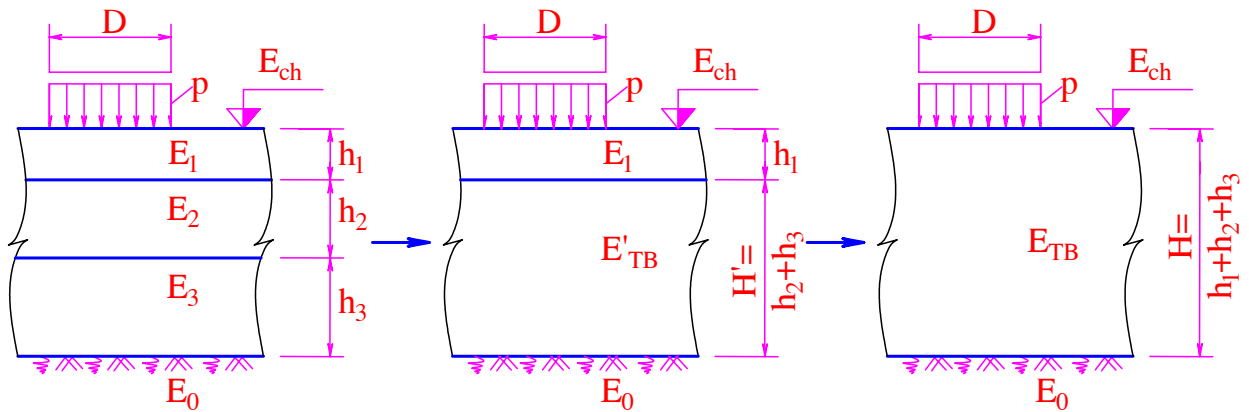
D là đường kính tương đương của vết bánh xe tính toán

E_0 là mô đun đàn hồi của nền đất

Đối với hệ nhiều lớp:



Hình 13- 5. Sơ đồ đổi hệ 3 lớp về hệ 2 lớp



Hình 13- 6. Sơ đồ đổi hệ 4 lớp về hệ 2 lớp

Cách 1. Sử dụng công thức đổi tầng của GS Đặng Hữu

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

$$+ \text{Từ quan hệ : } E_{TB} = \beta \cdot E_2 \left[\frac{1 + K \cdot t^{\frac{1}{3}}}{1 + K} \right]^3 \quad (13.13)$$

Trong đó :

$$k = \frac{h_2}{h_1} \quad t = \frac{E_2}{E_1}$$

β : Hệ số quy đổi từ phương pháp tính toán gần đúng về phương pháp tính toán chính xác (hệ số hiệu chỉnh)

β có thể tính theo công thức sau:

$$\beta = 1,114 \left(\frac{H}{D} \right)^{0,12} \quad (13.14)$$

(Hoặc tra bảng 13-4 Giáo trình TKĐ 2 page 109)

$$H = h_1 + h_2$$

E_2 là mô đun đàn hồi lớp dưới,

E_1 là mô đun đàn hồi lớp trên,

- Sử dụng hệ 2 lớp để tính toán E_{ch} như bài toán hệ 2 lớp với toán đồ Côgal.

Cách 2 :

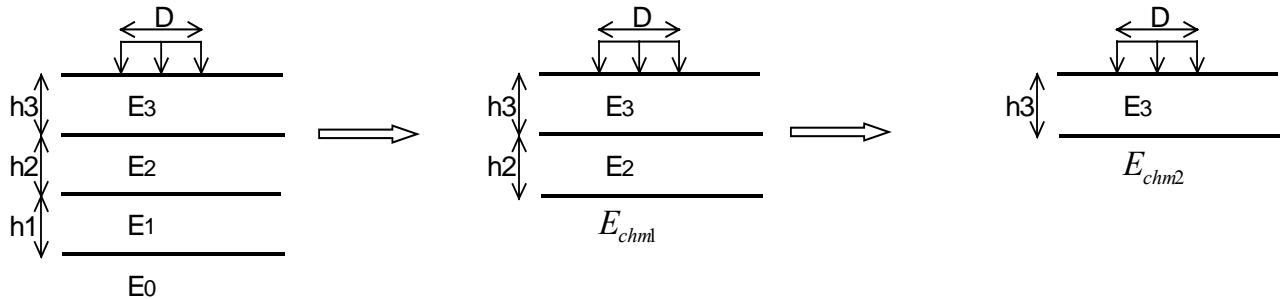
Có thể đổi tất cả các lớp vật liệu áo đường về 1 lớp có mô đun đàn hồi trung bình theo phương pháp trung bình số học theo chiều dày h_i , tùy theo yêu cầu của từng giai đoạn thiết kế hoặc các lớp tầng mặt có tính chất cơ lý và biến dạng gần như nhau.

$$E_{TB} = \frac{\sum_{i=1}^n E_i h_i}{\sum_{i=1}^n h_i} \quad (13-15)$$

Sau đó dùng toán đồ Cogal cho hệ 2 lớp để tính E_{ch}

Cách thứ 3:

Dùng toán đồ Cogal cho hệ 2 lớp để xác định E_{chm} trên mặt các lớp móng và mặt theo trình tự từ dưới lên như hình 13- 7.



Hình 13.7. Sơ đồ xác định môđun đàn hồi trên mặt các lớp

Chú ý : Chỉ đưa hệ số β vào lần tính cuối cùng

$$\beta = f\left(\frac{H}{D}\right) = f\left(\frac{h_1 + h_2 + h_3}{D}\right)$$

Tuy nhiên mọi cách thức đổi tầng đều nhằm mục đích đưa KCAĐ về hệ 2 lớp để sử dụng toán đồ Cogal, do đó có thể kết hợp cả 3 cách 1,2 và 3 như trên. Vấn đề sử dụng cách nào và kết hợp các cách ra sao là phụ thuộc vào giai đoạn thiết kế, phụ thuộc vào tính chất làm việc của các lớp vật liệu áo đường.

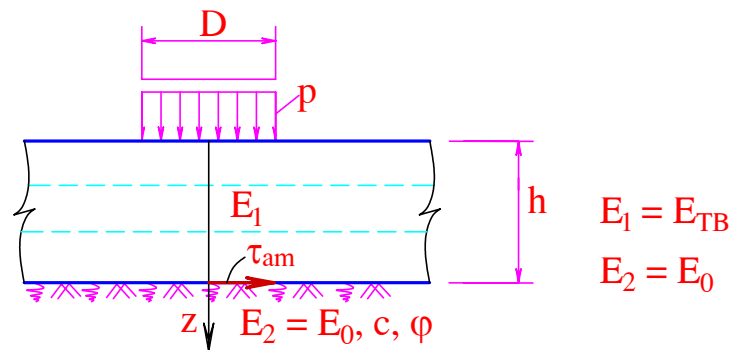
13.3.3 Trình tự tính toán.

1. 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
2. Xác định E_{yc} theo công thức 13 -10
3. Dự kiến cấu tạo các lớp áo đường theo nguyên tắc thiết kế cấu tạo ở chương 10, dự kiến chiều dày các lớp hoặc tỷ số chiều dày các lớp.
4. 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 E_{ch} .
5. Đánh giá so sánh E_{ch} với E_{yc}

§13.4 TÍNH TOÁN CƯỜNG ĐỘ CỦA KẾT CẤU ÁO MỀM THEO TIÊU CHUẨN CÂN BẰNG GIỚI HẠN TRƯỢT TRONG NỀN ĐẤT VÀ TRONG CÁC LỚP VẬT LIỆU KÉM DÍNH

13.4.1 Nguyên lý tính toán :

Nguyên lý: Ứng suất cắt chủ động lớn nhất sinh ra tại mọi điểm trong KCAĐ và trong nền đất do tải trọng xe chạy và trọng lượng bản thân của các lớp vật liệu gây ra không được quá ứng suất cắt giới hạn trong nền đất và trong các lớp vật liệu KCAĐ nghĩa là.



Hình 13- 7a Sơ đồ tính toán τ_{am} của hệ 2 lớp đối với lớp dưới là nền đất

$$\tau_{amax} \leq \tau_{cp} \quad (13-5)$$

$$\Leftrightarrow \tau_{am} + \tau_{ab} \leq K' \cdot C$$

Trong đó :

τ_{am} : là ứng suất cắt hoạt động lớn nhất do tải trọng xe chạy gây ra trong nền đất hoặc trong các lớp VL kém dính trong các lớp BTN ở nhiệt độ cao (daN/cm^2).

τ_{ab} : ứng suất cắt chủ động do trọng lượng bản thân các lớp vật liệu phía trên gây ra tại điểm tính toán (daN/cm^2).

K' : Hệ số tổng hợp xét đến các điều kiện tính toán

Cơ sở lý thuyết: GS A.M Krivitski đã bắt đầu từ điều kiện cân bằng giới hạn tại một điểm trong nền đất hoặc trong các lớp VL áo đường biểu thị bằng quan hệ ứng suất tiếp với ứng suất pháp trên vòng Mohr ứng suất cho bài toán phẳng.

$$\frac{1}{2\cos\varphi} [(\sigma_1 - \sigma_3) - (\sigma_1 + \sigma_3)\sin\varphi] = C \quad (13-16)$$

Trong đó: σ_1, σ_3 là ứng suất chính tại điểm đang xét

C, φ là lực dính và góc nội ma sát của đất hoặc VL áo đường

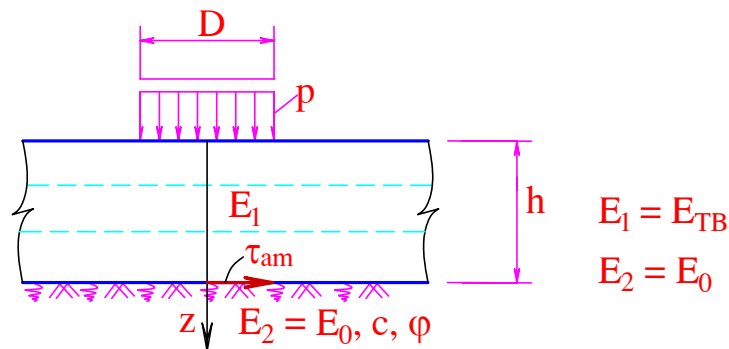
Vế trái của (13-16) được gọi là ứng suất cắt chủ động lớn nhất sinh ra tại điểm đang xét ký hiệu là τ_{amax} , Vế phải nhân thêm hệ số K' để xét tới các yếu tố ảnh hưởng trong quá trình tính toán.

13.4.2 Nội dung tính toán:

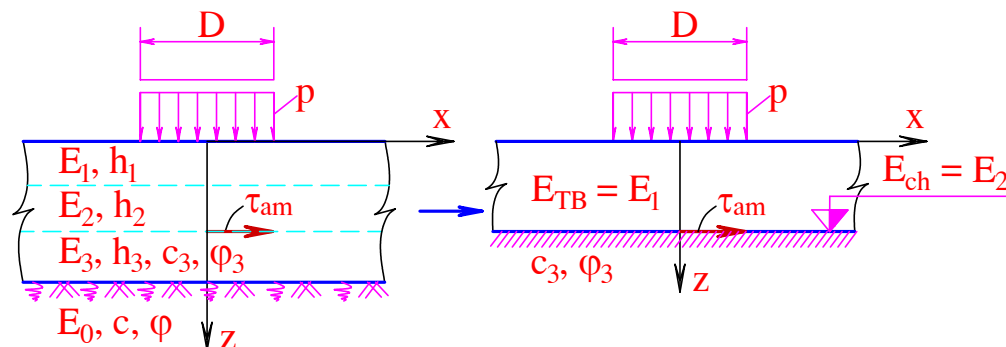
13.4.2.1 Xác định τ_{am} , τ_{ab} trong nền đất và trong các lớp vật liệu kém dính : Để xác định τ_{am} , τ_{ab} chuyển hệ tính toán bất kỳ về hệ 2 lớp để tính toán

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 .

a . Xác định τ_{am} :

Hình 13-8. Sơ đồ tính toán τ_{am} của hệ 2 lớp đối với lớp dưới là nền đất



Hình 13-9. Sơ đồ tính toán τ_{am} đối với lớp vật liệu kém dính

$$\left[\frac{\tau_{am}}{p} \right] = f\left(\phi, \frac{H}{D}, \frac{E_{tb}}{E_{chm}} \right) \quad (13-17)$$

Trong đó :

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

H : tổng chiều dày của các lớp áo đường tính đến vị trí tính toán .

E_{chm} : 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 .

τ_{am}/p : là ứng suất cắt hoạt động lớn nhất đơn vị do $p=1 \text{ daN/cm}^2$ gây ra tại tâm tải trọng tác dụng

Từ quan hệ (13-17) tra các toán đồ Hình 13-12a hoặc Hình 13-12b trang 135 TKĐ2.

+ Toán đồ hình 13-12a dùng để xác định τ_{am} do tải trọng bánh xe gây ra ở lớp dưới của hệ 2 lớp khi lớp trên và lớp dưới có dính kết tốt nghĩa là cho nền đất dưới đáy áo đường

+ Toán đồ hình 13-12b dùng để xác định τ_{am} do tải trọng bánh xe gây ra ở lớp dưới của hệ 2 lớp khi lớp trên và lớp dưới không có dính kết nghĩa là cho lớp VL kém dính

+ Toán đồ hình 13-13 dùng để xác định ứng suất cắt hoạt động lớn nhất đơn vị trong lớp BTN

$$\left[\frac{\tau_{ax}}{p} \right] \in f\left(\frac{H}{D}, \frac{E_{tb}}{E_{chm}} \right) \quad (13-18)$$

trong đó :

H : tổng chiều dày của các lớp BTN .

D : đường kính của vết bánh xe tương đương.

E_{chm} : môđun đàn hồi chung của nền đất và các lớp vật liệu phía dưới lớp BTN

E_{tb} : môđun đàn hồi trung bình của các lớp BTN.

Chú ý: Các toán đồ được lập ứng với hệ số poisson $\mu=0,25$ đối với các lớp VL áo đường và $\mu=0,35$ đối với nền đất.

Toán đồ hình 13-13 dùng cho các lớp tầng mặt là BTN nên ảnh hưởng của lực ma sát là không đáng kể do đó không có mặt của góc nội ma sát φ .

b . Xác định τ_{ab} :

Trị số τ_{ab} tại mặt nền đất (hoặc bề mặt lớp dưới cần tính toán) trên trục tác dụng của tải trọng cũng là nơi xuất hiện τ_{am} được tính trong vế trái của (13-15) & (13-16) như sau:

$$\tau_{ab} = \frac{\gamma \cdot h}{2 \cos \varphi} \left[1 - \frac{\mu_2}{1 - \mu_2} - \left(1 + \frac{\mu_2}{1 - \mu_2} \right) \sin \varphi \right] \quad (13-19)$$

Từ quan hệ (13-19) cũng lập được toán đồ để tiện cho việc tính toán

$$\left[\tau_{ab} \right] \in \left\{ \frac{H}{\varphi} \right\} \rightarrow \text{Tra toán đồ hình 13-14 xác định } \tau_{ab}$$

- Đối với lớp BTN do chiều dày của các lớp BTN nhỏ nên ta bỏ qua ứng suất cắt do trọng lượng bản thân gây ra τ_{ab}

4.2.3 Xác định ứng suất gây trượt cho phép.

$$K' \cdot C = \frac{K_1 \cdot K_2}{n \cdot m} \times \frac{1}{K_{tr}} \cdot C \quad (13-20)$$

Trong đó:

N tính toán trên 1 làn xe (xe/ngayđêm)	< 100	<1000	<5000	≥ 5000
K_2	1	0.8	0.65	0.6

n : Hệ số vượt tải lấy $n = 1,15$

m : Hệ số xét đến điều kiện tiếp xúc giữa các lớp kết cấu lấy

$m = 0,65$ với đất nền có tính dính

$m = 1.15$ với đất nền kém dính.(cát, á cát)

K_1 : Hệ số xét đến sự giảm khả năng chống cắt dưới tác dụng của tải trọng trùng phục và chấn động của xe chạy lấy $K_1=0,6$

K_2 : Hệ số an toàn xét đến điều kiện làm việc không đồng nhất của kết cấu, hệ số này phụ thuộc lưu lượng xe chạy :

K_{tr} : Hệ số cường độ để xét đến độ bền vững và dự trữ cường độ theo tiêu chuẩn gây trượt.

Với mặt đường cấp cao A1, A2 : $K_{tr} = 1$

Với mặt đường cấp thấp B1 : $K_{tr} = 0,75 - 0,95$ (khi lưu lượng xe <100(xe/ngđêm/làn) dùng trị số nhỏ)

C : Lực dính của lớp tính toán .

Riêng đối với BTN hệ số K' và lực dính C của nó ở nhiệt độ cao 50^0C như sau:

+ BTN hạt lớn : $C=2,7 - 3,0$ (daN/cm²) ; $K'=1,6$

+ BTN hạt mịn : $C=1,7 - 2,0$ (daN/cm²) ; $K'=1,1$

+ BTN cát : $C=1,3 - 1,5$ (daN/cm²) ; $K'=0,9$

Chú ý : Đối với các lớp móng bằng đá dăm, bằng đất gia cố chất vô cơ không cần kiểm tra điều kiện trượt vì cường độ chống cắt của chúng lớn.

§13.5 TÍNH TOÁN CƯỜNG ĐỘ CỦA KẾT CẤU ÁO MỀM THEO TIÊU CHUẨN CHỊU KÉO KHI UỐN.

13.5.1 Nguyên lý tính toán:

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 thì kết cấu áo đường làm việc ở trạng thái bình thường.

Nghĩa là :

$$\sigma_{ku} \leq R_{ku} \quad (13-8)$$

Trong đó :

σ_{ku} : ứng suất kéo khi uốn lớn nhất xuất hiện trong các lớp vật liệu toàn khối do tải trọng xe chạy gây ra [daN/cm²]

R_{ku} : cường độ chịu kéo khi uốn cho phép của vật liệu [daN/cm²]

Có thể hiểu một cách cặn kẽ như sau:

Trong các lớp vật liệu toàn khối của KCAĐ làm bằng BTN và các lớp vật liệu gia cố bằng chất kết dính vô cơ, hữu cơ... Ứng suất sinh ra khi KCAĐ bị võng dưới tác dụng của tải trọng trùng phục, tức thời không được làm phá hoại cấu trúc của vật liệu và dẫn đến phát sinh các vết nứt.

Nội dung tính toán

13.5.2.1 Xác định cường độ chịu kéo khi uốn cho phép

$R_{ku} = f(\text{tính chất cơ lý của VL, chế độ tải trọng: mức độ trùng phục và tốc độ tăng ứng suất...})$

Ngoài ra đối với các lớp BTN và các hỗn hợp có nhựa còn phụ thuộc nhiều vào nhiệt độ trong thời kỳ tính toán, còn những vật liệu được gia cố bằng chất kết dính vô cơ thì chỉ phụ thuộc vào độ ẩm.

Các trị số R_{ku} của từng loại vật liệu được xác định theo (bảng 13-13 trang 129 TKĐ 2)

13.5.2.2 Xác định ứng suất chịu kéo khi uốn trong các lớp VL toàn khối

Cơ sở lý thuyết: Nghiên cứu cho hay ứng suất kéo uốn lớn nhất xuất hiện ở mặt tiếp xúc giữa lớp VL toàn khối và lớp VL ngay dưới nó, tại trục tác dụng của tải trọng.

$$\sigma_{ku} = \frac{4E_1}{\pi(1-\mu_1)} \frac{\omega_0}{D} \frac{h_1}{D} \cot g \frac{D}{h_{td}} \quad (13-21)$$

Trong đó:

E_1 là môđun đàn hồi của lớp VL toàn khối

ω_0 là biến dạng đàn hồi của nền đất

h_1 là chiều dày lớp VL toàn khối

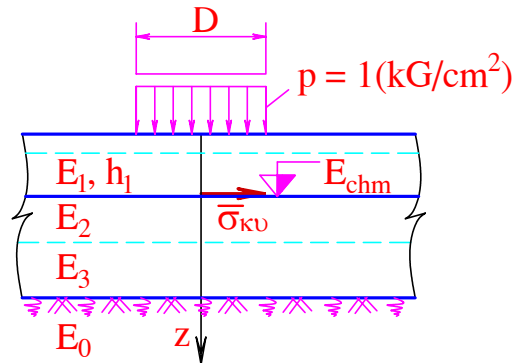
h_{td} là chiều dày tương đương của các lớp VL nằm dưới lớp VL toàn khối

μ_1 là hệ số poisson trung bình của lớp VL toàn khối $\mu_1=0,30$

Từ công thức (13-21) có thể lập toán đồ để tính toán

Trong thực tế thường xảy ra 2 trường hợp là lớp VL toàn khối nằm ở tầng mặt và lớp VL toàn khối nằm ở tầng giữa (móng).

Đối với tầng mặt:



Hình 13.10. Sơ đồ tính ứng suất chịu kéo khi uốn đơn vị $\bar{\sigma}_{ku}$ của lớp vật liệu toàn khối là tầng mặt

Sơ đồ tính cho ứng suất kéo uốn đơn vị do $p=1 \text{ daN/cm}^2$ sinh ra

Toán đồ hình 13-15 biểu diễn quan hệ giữa chiều dày tương đối h_1/D của tầng mặt (trục hoành) và tỷ số E_1/E_{chm} (đường cong) với trị số $\bar{\sigma}_{ku}$ do tải trọng $p=1 \text{ daN/cm}^2$ gây ra (trục tung).

Toán đồ lập cho trường hợp giữa tầng mặt và tầng móng không tiếp xúc nhưng có dính bám tốt đó là trường hợp bất lợi nhất về phát sinh ứng suất kéo - uốn ở đáy tầng mặt.

$$\bar{\sigma}_{ku} = f\left(\frac{h_1}{D}, \frac{E_1}{E_{chm}}\right) \quad (13-22)$$

Trong đó :

h_1 : chiều dày của lớp VL tính toán.

D : đường kính của vật bánh xe tương đương.

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

E_1 : môđun đàn hồi của lớp VL tính toán.

Trình tự tính toán:

Tính trị số mô đun đàn hồi chung trên mặt tầng móng E_{chm} , trị số này được tiến hành tính toán theo toán đồ Cogal bằng cách đổi tuần tự từ dưới lên trên các lớp khi đã biết chiều dày của chúng. Hoặc đối các lớp VL nằm dưới lớp VL toàn khối về 1 lớp có E_{TB} theo công thức (12-13) của GS Đặng Hữu rồi dùng toán đồ Cogal xác định E_{chm} giữa E_{TB} với E_0

Dùng toán đồ hình 13-15 tính ứng suất kéo - uốn đơn vị lớn nhất σ_{ku}
 Xác định ứng suất kéo uốn toàn bộ trong tầng mặt

$$\sigma_{ku} = 1,15 \overline{\sigma_{ku}} \cdot p \quad (13-23)$$

1,15 là xét đến hệ số động

4. So sánh đánh giá σ_{ku} với R_{ku} trong kết cấu 1 lớp hoặc lớp dưới của tầng mặt 2 lớp

Nếu $\sigma_{ku} \leq R_{ku}$ đảm bảo tầng mặt làm việc bình thường

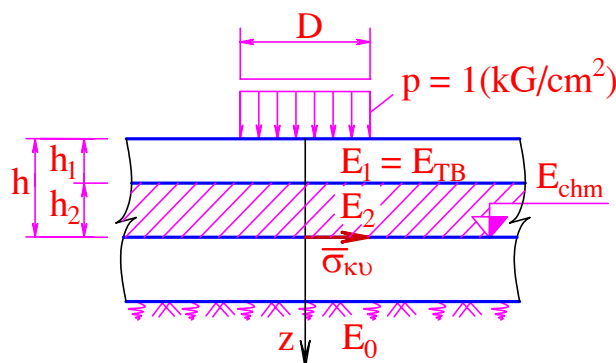
Nếu $\sigma_{ku} > R_{ku}$ phải gia cường thêm bằng cách tăng chiều dày h_1 hoặc tăng độ cứng của tầng móng (tức là tăng E_{chm}), rồi kiểm tra lại.

Chú ý: Khi tính toán tầng mặt bê tông asphalt 2 lớp thì cho phép chỉ tính ứng suất kéo - uốn đối với lớp dưới và phải đổi tầng mặt 2 lớp về 1 lớp có E_{TB} và h_1 rồi tiến hành tính toán xác định σ_{ku} nhưng R_{ku} lấy ứng với VL lớp dưới.

Đối với các lớp VL toàn khối nằm ở tầng giữa:

Sử dụng toán đồ hình 13-16 (trang 121 TKĐ 2)

- Đưa hệ bất kỳ về hệ có 3 lớp, có lớp giữa là lớp VL toàn khối cần tính toán:
- Giữ nguyên lớp tính toán, đổi các lớp phía trên lớp tính toán về 1 lớp tương đương có E_{TB} , các lớp phía dưới lớp tính toán và nền đất đưa về 1 bán không gian đàn hồi (nền mới)



Hình 13.11. Sơ đồ tính ứng suất chịu kéo khi uốn đơn vị $\overline{\sigma_{ku}}$ ở đáy các lớp vật liệu tầng giữa.

- Xác định ứng suất kéo uốn đơn vị

$$\overline{\sigma_{ku}} = f\left(\frac{H}{D}, \frac{E_{tb}}{E_{tt}}, \frac{E_{tt}}{E_{chm}}\right) \quad (13-24)$$

Trong đó :

H : tổng chiều dày của các lớp áo đường tính đến vị trí tính toán (đáy lớp VL toàn khối).

D : đường kính của vật bánh xe tương đương.

E_{chm} : môđun đàn hồi chung của nền đất và các lớp vật liệu phía dưới lớp VL toàn khối đóng vai trò là E_3 trên toán đồ.

E_{tt} : môđun đàn hồi của lớp VL toàn khối tính toán đóng vai trò là E_2 trên toán đồ .

E_{tb} : môđun đàn hồi trung bình của lớp VL áo đường phía trên lớp VL toàn khối tính toán đóng vai trò là E_1 trên toán đồ .

Toán đồ hình 13-16 được lập cho trường hợp các lớp cùng nhau dịch chuyển trên mặt tiếp xúc (là điều kiện bất lợi về ứng suất kéo lớp giữa). Toán đồ được thiết lập chính xác vừa đủ trong phạm vi $h_1/h = 0,1 - 0,6$

- Xác định ứng suất kéo uốn lớn nhất

$$\sigma_{ku} = 1,15 \overline{\sigma_{ku}} \cdot p \quad (12-25)$$

Trong đó :

$\overline{\sigma_{ku}}$: ứng suất kéo uốn đơn vị (ứng với $p=1$ (daN/cm²))

p : áp lực của bánh xe tác dụng lên mặt đường (từ 5,5 – 6 daN/cm²)

1.15 :hệ số xét đến ảnh hưởng của tải trọng động.

§13.6 PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH CÁC THÔNG SỐ TÍNH TOÁN CƯỜNG ĐỘ ÁO ĐƯỜNG MỀM.

Chú ý : Khi tính toán KCAD theo các tiêu chuẩn với các lớp vật liệu có nhựa phải chú ý đến nhiệt độ tính toán ứng với điều kiện bất lợi nhất và điều kiện phổ biến

+ Kiểm tra điều kiện kéo uốn : $t^0 = (10 - 15)^0C$

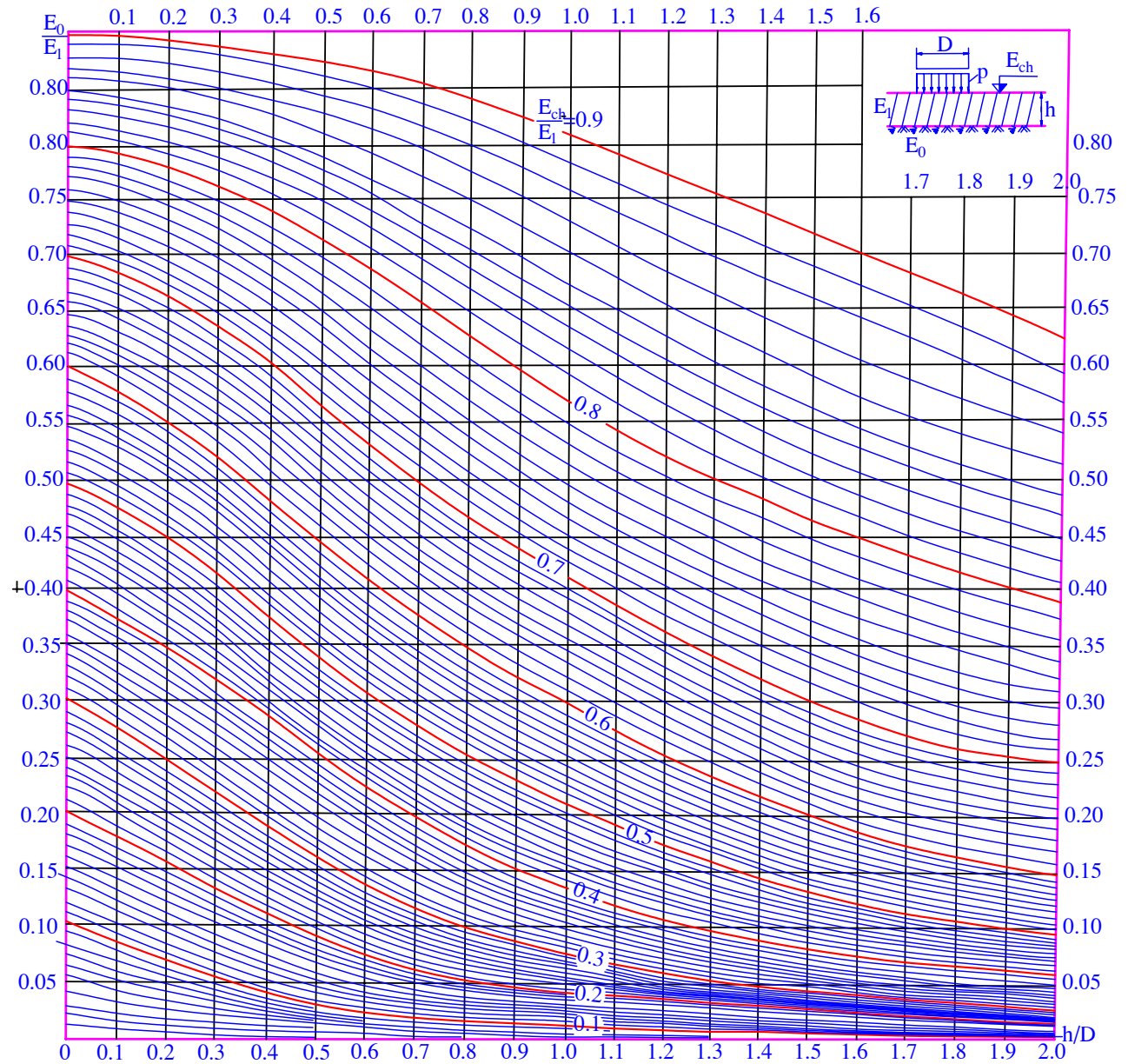
+ Kiểm tra điều kiện trượt : $t^0 = (50 - 60)^0C$

+ Kiểm tra điều kiện võng : $t^0 = (20 - 30)^0C$ (điều kiện phổ biến)

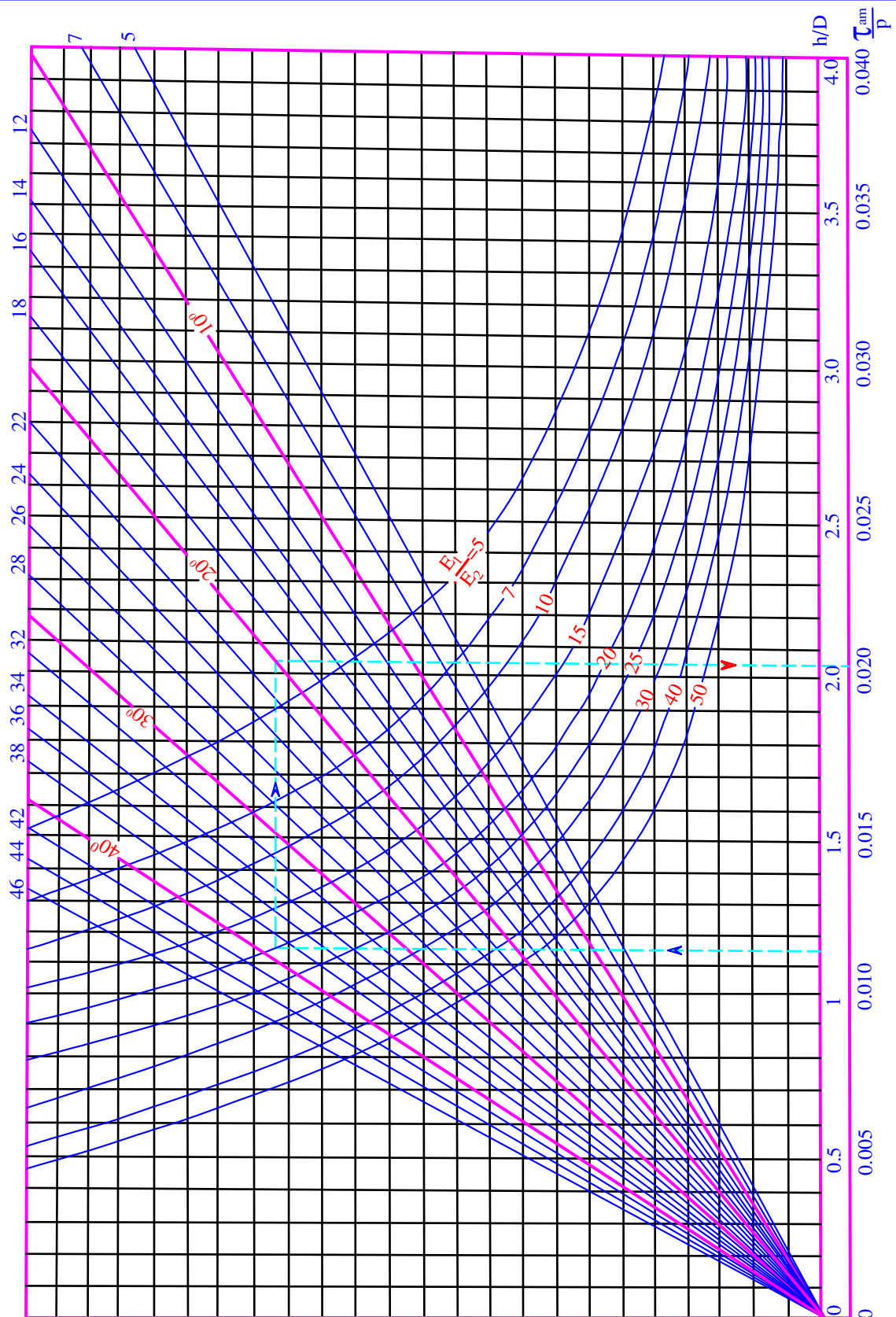
Để tính toán cường độ cũng như chiều dày của KCAD mềm cần phải xác định được các đặc trưng tính toán của VL và nền đất gồm:

- Môđun đàn hồi của vật liệu E_{vl}
- Môđun đàn hồi của nền đường E_0
- Lực dính của vật liệu , nền đường C
- Góc nội ma sát của vật liệu , nền đường
- Cường độ chịu kéo khi uốn của VL toàn khối.
- Các đặc trưng tính toán E , c , ϕ và R_{ku} của hỗn hợp đá nhựa
- Xác định trị số CBR (California Bearing Ratio) của đất và vật liệu.

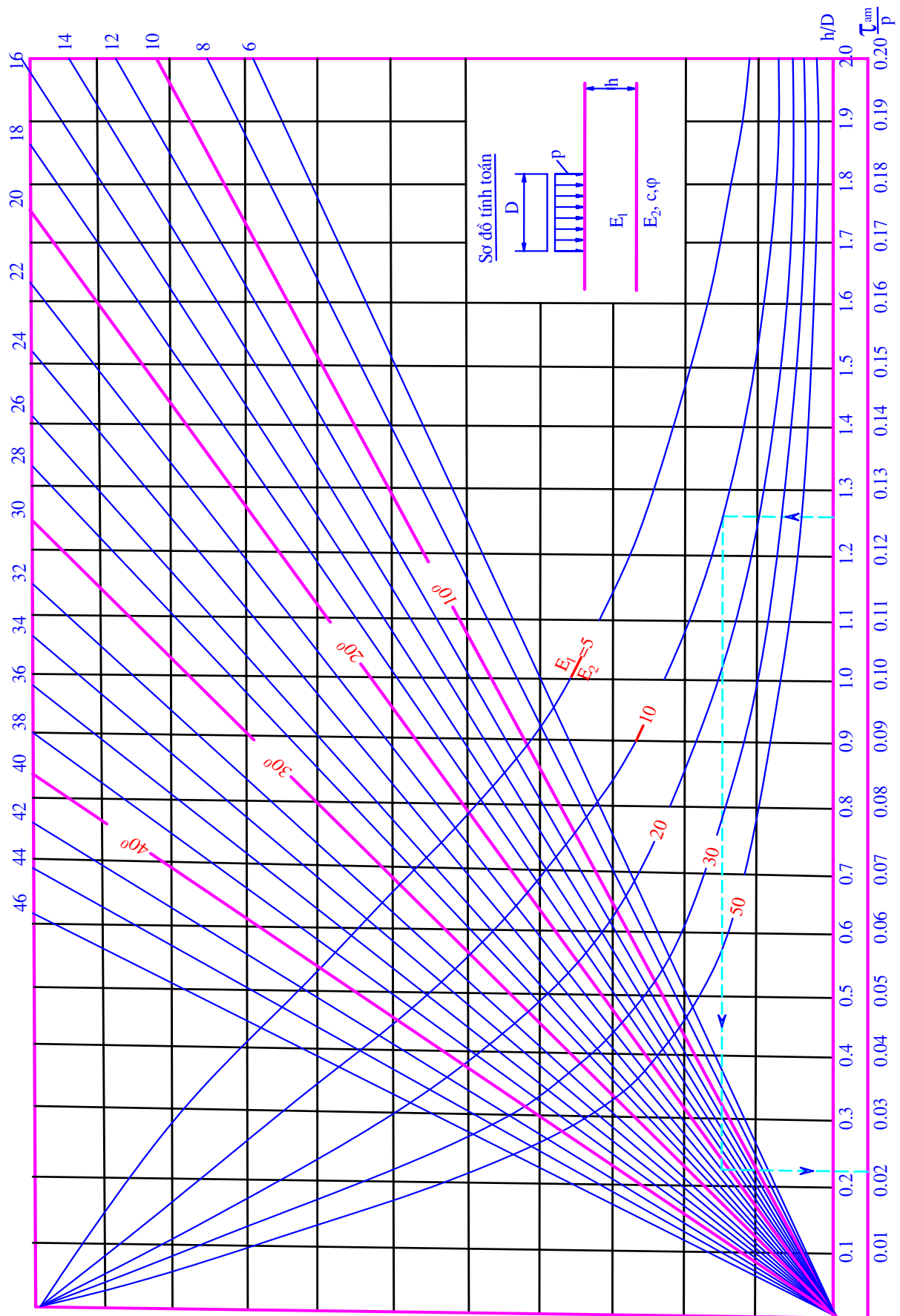
(Phần này SV có thể xem các tài liệu chuyên môn các môn học Cơ học đất, Vật liệu xây dựng, các Giáo trình thí nghiệm và Giáo trình TKĐ 2)



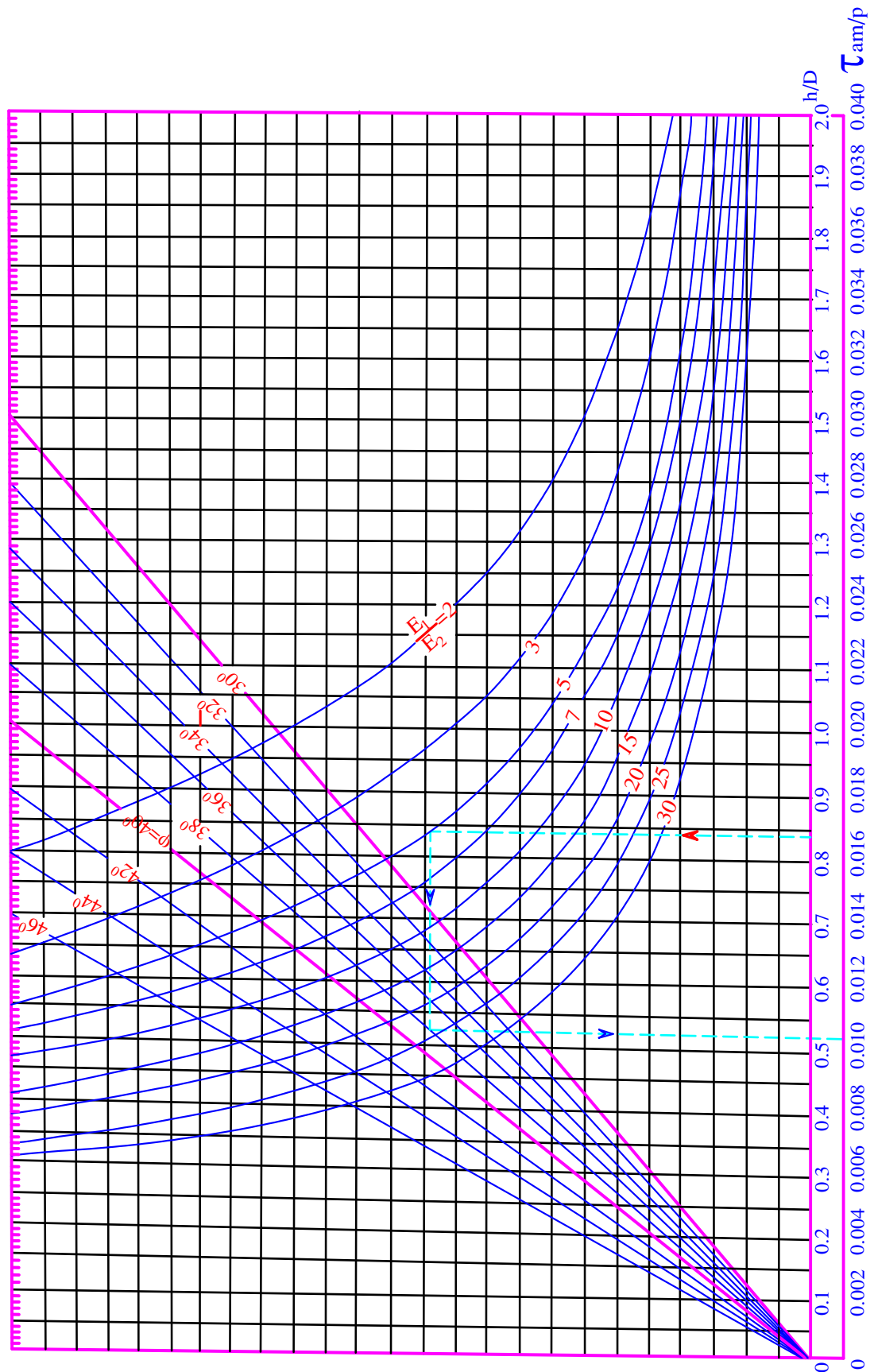
Hình 13.11 Toán đồ Kogan xác định môđun đàn hồi chung của hệ 2 lớp



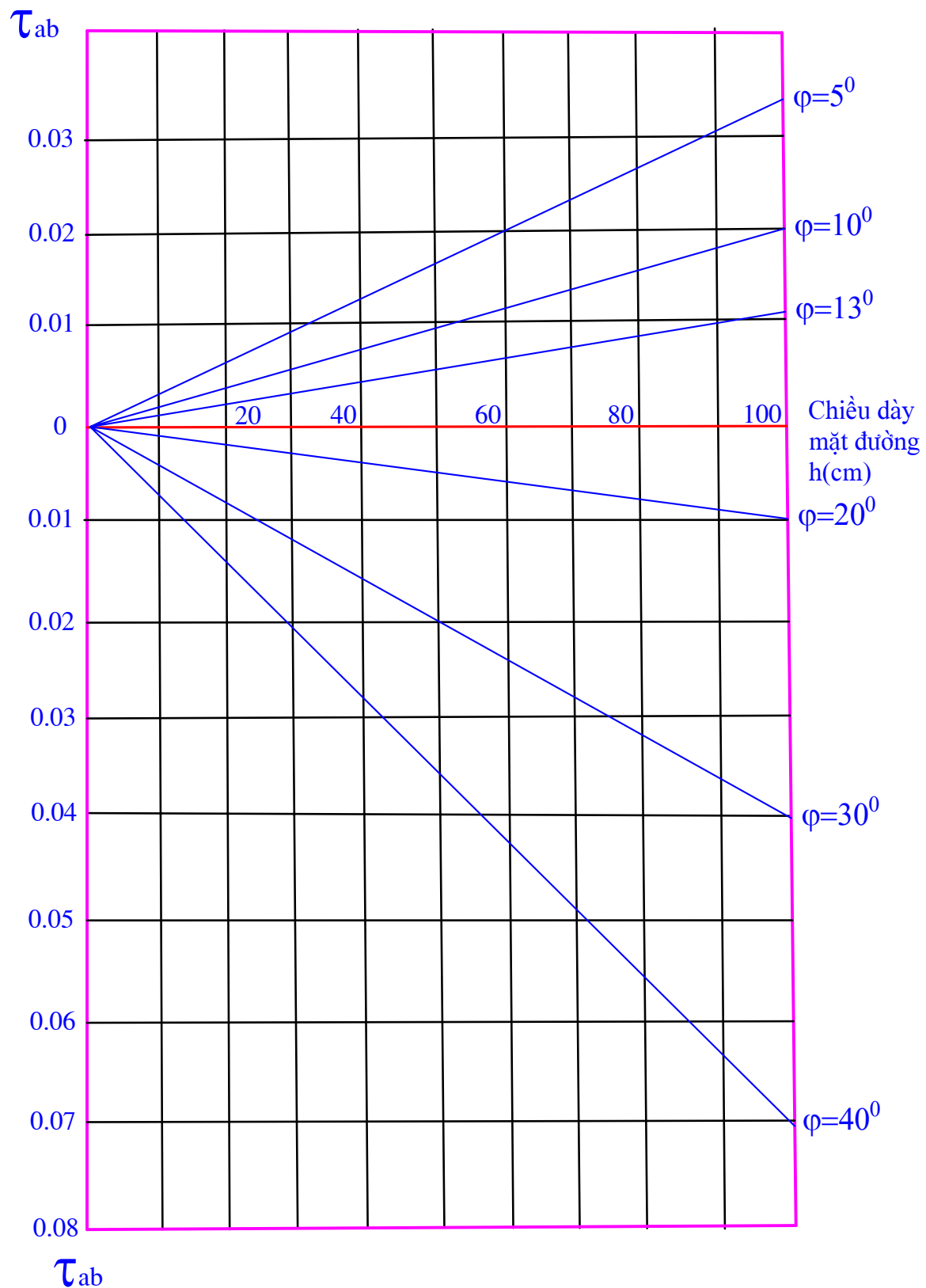
Hình 13.12a. Toán đồ xác định ứng suất cắt τ_{am} đối với nền đất



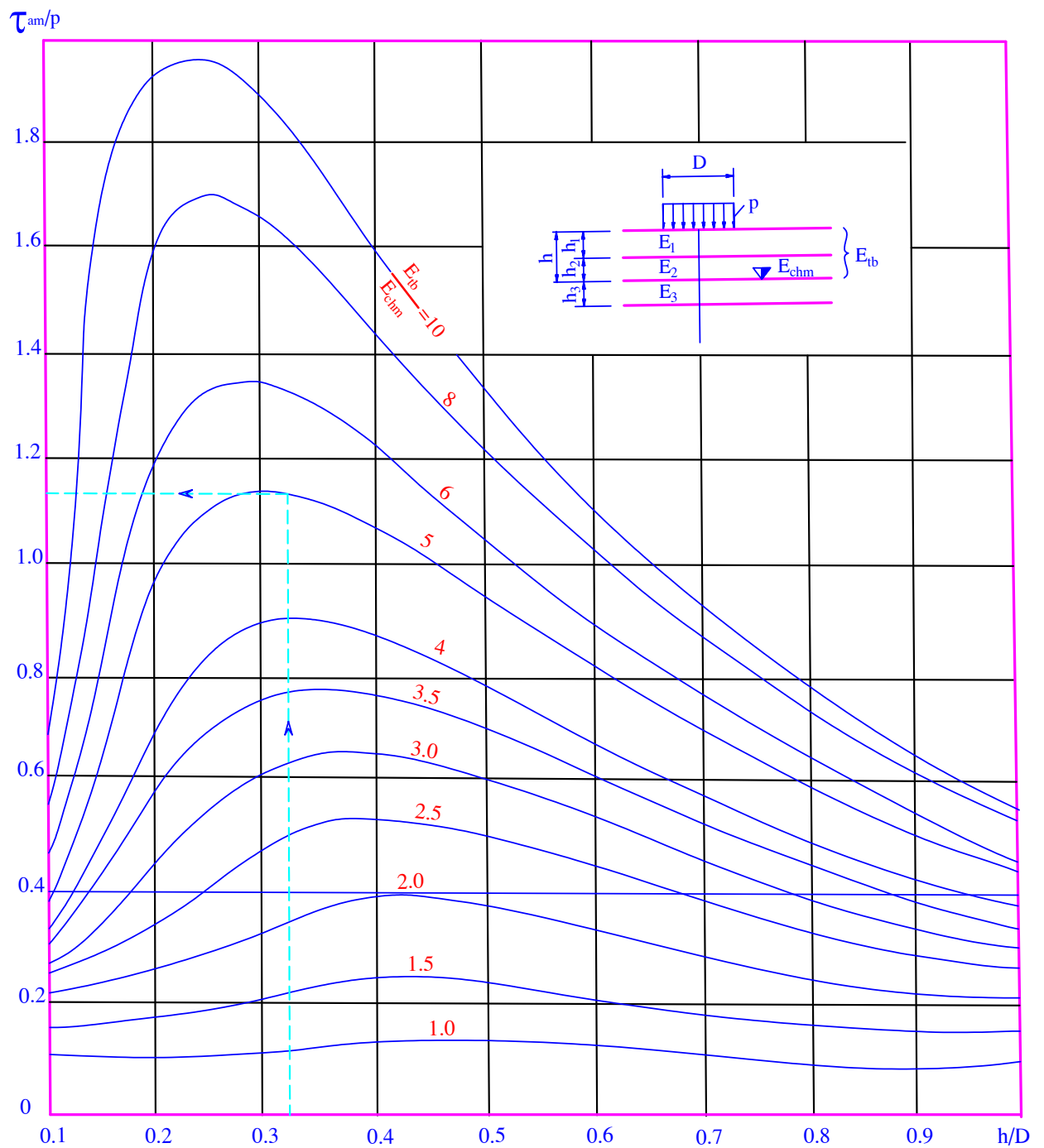
Hình 13-16. Toán đồ xác định ứng suất cắt chủ động τ_{am} của lớp dưới hệ 2 lớp khi các lớp cùng làm việc
(Dùng cho nền đất)



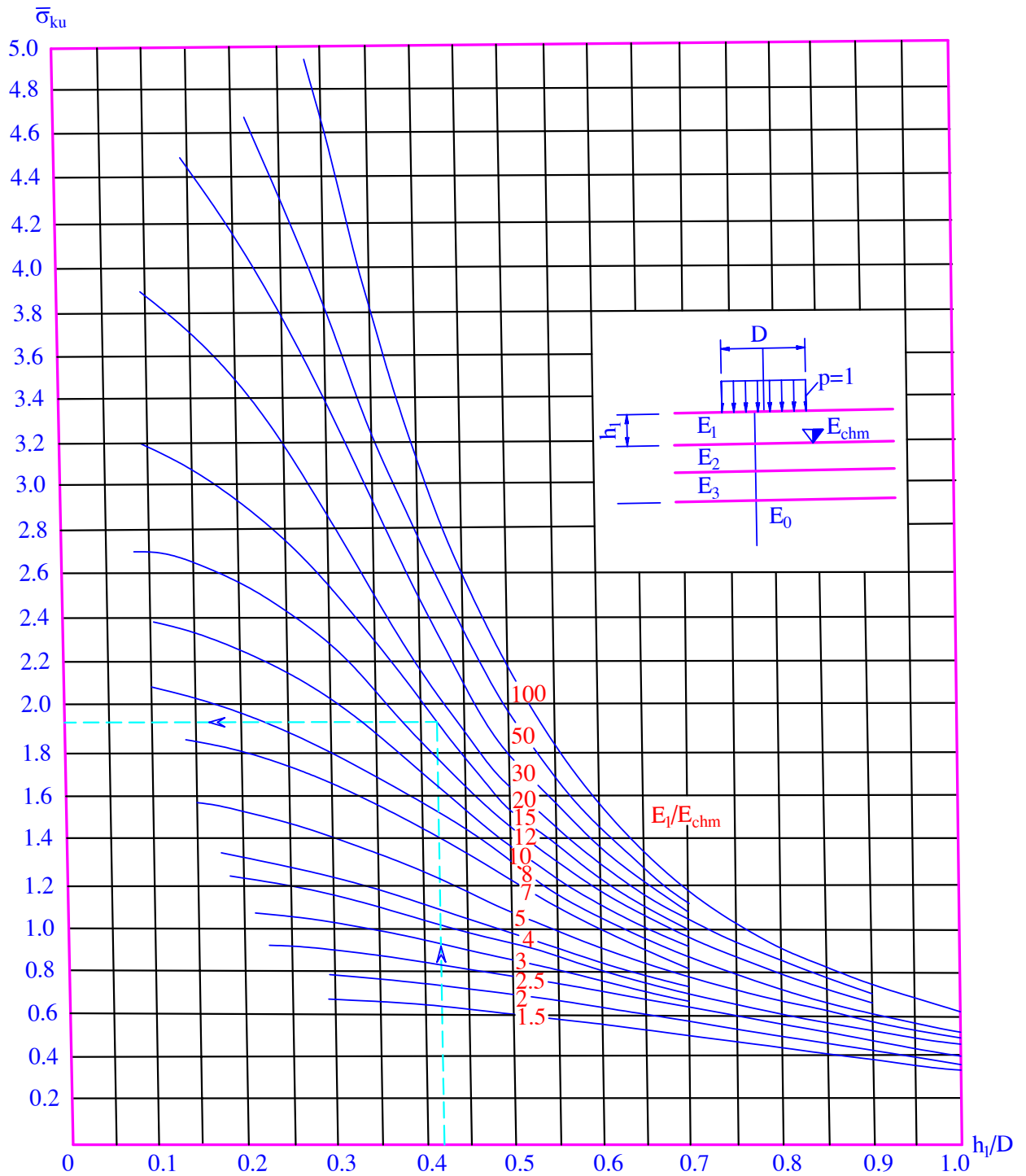
Hình 13-12. Toán đồ xác định ứng suất cắt chủ động τ_{am} của lớp dưới hệ 2 lớp khi có thể chuyển vị tự do giữa 2 lớp (chỉ tiết của toán đồ 9-14)



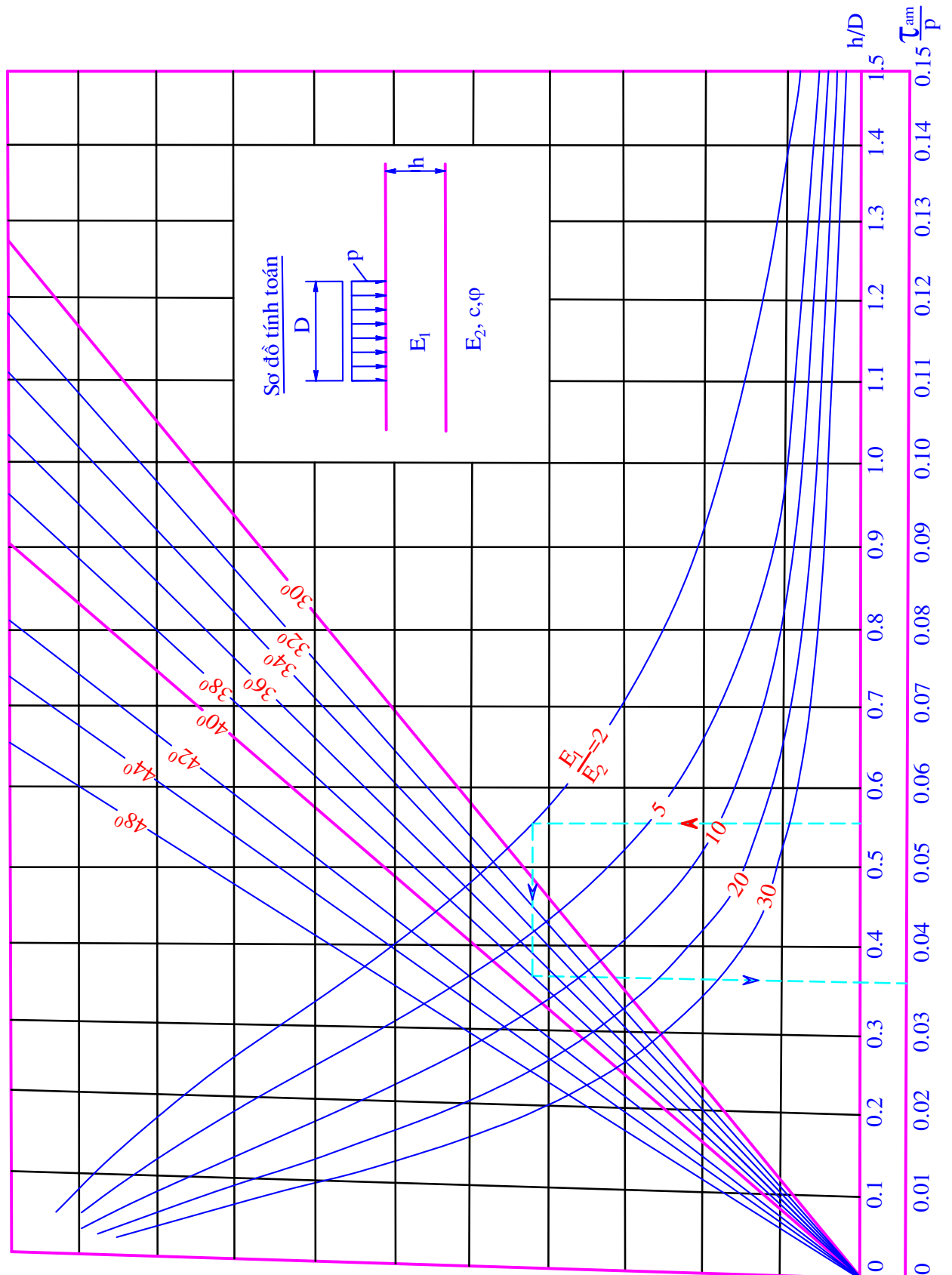
Hình 13-12. Toán đồ xác định ứng suất cắt chủ động τ_{am} do trọng lượng bản thân mặt đường gây ra



Hình 13-17. Toán đồ xác định ứng suất cắt hoạt động lớn nhất trong lớp bê tông nhựa



Hình 13-13. Toán đồ xác định ứng suất kéo uốn đơn vị $\bar{\sigma}_{ku}$ ở lớp mặt



Hình 13 -14. Toán đồ xác định ứng suất cắt chủ động τ_{AM} của lớp dưới hệ 2 lớp khi chuyển vị tự do ở mặt tiếp xúc (dùng cho vật liệu kém dính)

Chương 14 : THIẾT KẾ ÁO ĐƯỜNG CỨNG



§14.1 ĐẶC ĐIỂM CỦA KẾT CẤU ÁO ĐƯỜNG CỨNG.

14.1.1 Khái niệm: (Rigid pavement – Ciment concrete)

Áo đường cứng là kết cấu có độ cứng rất lớn, khả năng chống biến dạng (mô đun đàn hồi) cao hơn hẳn so với nền đất và đặc biệt có khả năng chịu uốn lớn, do đó làm việc theo nguyên lý tấm trên nền đàn hồi, diện phân bố áp lực của tải trọng xe chạy trên nền đất rộng.

Kết cấu ÁĐ cứng về mặt cấu tạo khác với KCAĐ mềm ở chỗ một trong các lớp kết cấu của nó bằng bê tông xi măng có cường độ cao, có thể là lớp mặt hoặc lớp móng.

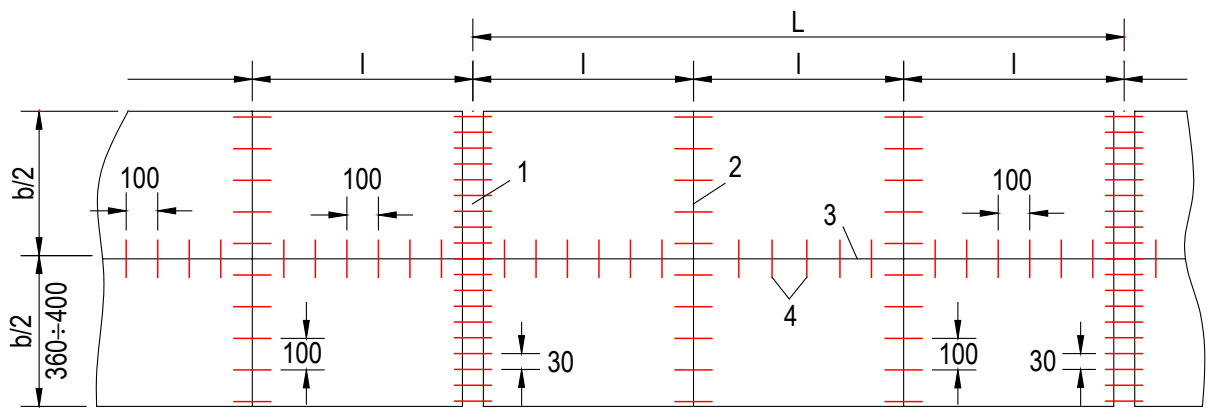
14.1.2 Phân loại :

- Phân loại theo cấu tạo VL:
 - + Bê tông thường – Ciment Concrete (CC)
 - + Bê tông cốt thép – Jointed Reinforced Concrete Pavement (JRCP)
 - + Bê tông cốt thép liên tục – Continuously Reinforced Concrete Pavement (CRCP)
 - + Bê tông cốt thép sợi - Fibre – Reinforced Concrete Pavement (FRCP)
 - + Bê tông tự chặt - Roller Compacted Concrete Pavement (RCCP)
 - + Bê tông cốt thép ứng suất trước.
- Theo phương pháp thi công :
 - + Lắp ghép
 - + Đổ tại chỗ.
- Theo kích thước tấm :
 - Tấm liên tục $L \times B \times h$ ($L \gg \lambda$)
 - Tấm có kích thước hữu hạn $L \times B \times h$ (thông qua độ mềm S)

14.1.3 Cấu tạo:

1. Tấm bê tông xi măng :

- Chiều dày : $H_{\min} = 18\text{cm}$, $R^{\#}_{\min} 300$ cho đường ô tô, $R^{\#} 200$ cho GTNT, cấp thấp $V=20\text{km/h}$.
- Chức năng : bộ phận chịu lực chủ yếu của mặt đường cứng



Hình 14-1 Sơ đồ bố trí khe và phân tấm áo đường bê tông xi măng
1- khe dẫn ; 2- khe co ; 3- khe dọc ; 4- thanh truyền lực (kích thước theo cm)

2. Lớp đệm :

Vật liệu : Cát, cát trộn nhựa, giấy dầu tấm nhựa đường (1-3 lớp)

- Chức năng:

- Tăng độ bằng phẳng cho lớp móng .
- Tạo tiếp xúc tốt giữa móng với đáy tấm
- Giảm hệ số ma sát, giảm sự phát sinh ứng suất nhiệt do tấm có thể dịch chuyển tự do.

3. Các lớp móng:

Tương tự kết cấu áo đường mềm (Flexible Pav)

14.2 Các loại khe nổi :

- | | |
|-------------|---------------------|
| 1 - Khe co | 3- Khe dọc |
| 2 - Khe dẫn | 4- Thanh truyền lực |

14.2.1 Khe dẫn (Expansion joint)

- **Tác dụng** : cho phép tấm bê tông di chuyển tự do trên lớp móng và giảm ứng suất sinh ra trong tấm khi tấm bê tông có xu hướng dẫn ra do nhiệt độ môi trường lớn hơn nhiệt độ khi thi công.
- **Cấu tạo**: 2 loại khe dẫn
 - Khe dẫn có thanh truyền lực
 - Khe dẫn kiểu ngàm
- **Áp dụng**:
 - Khe dẫn có thanh truyền lực sử dụng khi đổ bê tông từng vệt liên tục, bằng máy.
 - Khe dẫn kiểu ngàm sử dụng khi thi công bằng thủ công, đổ bê tông thành từng tấm riêng biệt.

14.2.2 Khe co:

- **Tác dụng** : giảm ứng suất khi bê tông co ngót trong thời gian đông cứng và khi tấm bê tông làm việc ở nhiệt độ thấp.
- **Cấu tạo**: 2 loại khe co
 - Khe co có thanh truyền lực
 - Khe co kiểu ngàm
- **Áp dụng** :
 - Khe co có thanh truyền lực áp dụng khi đổ bê tông từng vệt liên tục, bằng máy.
 - Khe co kiểu ngàm áp dụng khi thi công bằng thủ công, đổ bê tông thành từng tấm riêng biệt.

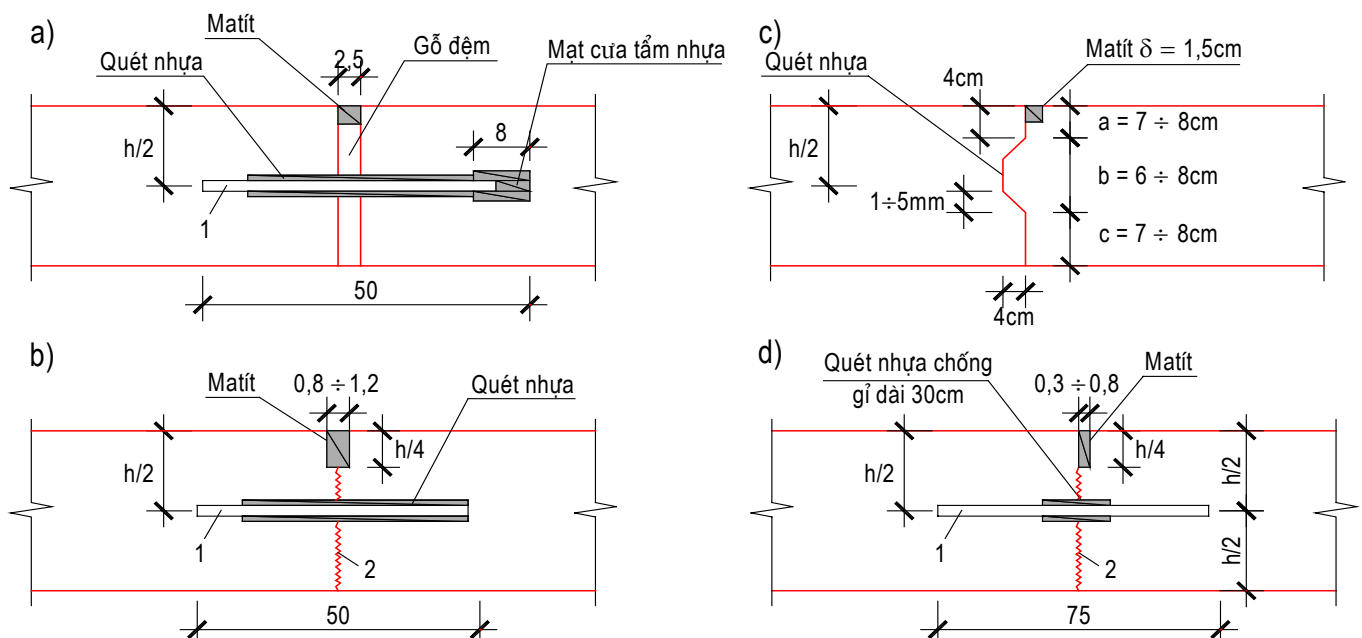
14.2.3 Khe dọc (khe uốn vòng): Là 1 dạng của khe co có tác dụng giảm ứng suất khi bê tông co ngót, khi nhiệt độ mặt đường thấp.

Ưu, nhược điểm của việc bố trí các khe nối :

- Làm độ bằng phẳng của MĐ không cao
- Các khe nối là vị trí xung yếu, nước thấm xuống các lớp móng (cường độ móng giảm -> cường độ của kết cấu giảm đi)
- Giảm ứng suất nhiệt, chống nứt tấm

14.2.3.4 . Thanh thép truyền lực :

Trị số trong ngoặc ứng với trường hợp tấm BT đặt trên lớp móng gia cố chất liên kết vô cơ.



Hình 14-2 Cấu tạo khe áo đường bê tông xi măng.

a- khe dẫn ; b- khe co giả ; c- khe dọc kiểu ngàm ; d- khe dọc có thanh truyền lực
không quét nhựa để chống tấm di động ra phía lề ; 1- thanh truyền lực ;
2- dầm nứt do giảm yếu tiết diện (kích thước tính bằng cm)

14.3 Các thông số tính toán của mặt đường bê tông xi măng :**14.3.1 Tải trọng thiết kế và hệ số xung kích:**

Tải trọng trục tiêu chuẩn (daN)	Tải trọng bánh xe tiêu chuẩn (daN)	Hệ số xung kích	Tải trọng bánh xe tính toán (daN)
10000	5000	1.2	6000
12000	6000	1.15	6900
9500	4750	1.2	5700

14.3.2 Hệ số an toàn và hệ số chiết giảm cường độ :

- Hệ số xét đến hiện tượng mỏi của tấm bê tông do tác dụng trùng phục và tác dụng động của tải trọng gây ra.

- Hệ số an toàn phụ thuộc vào tổ hợp tải trọng tính toán được lấy như sau :

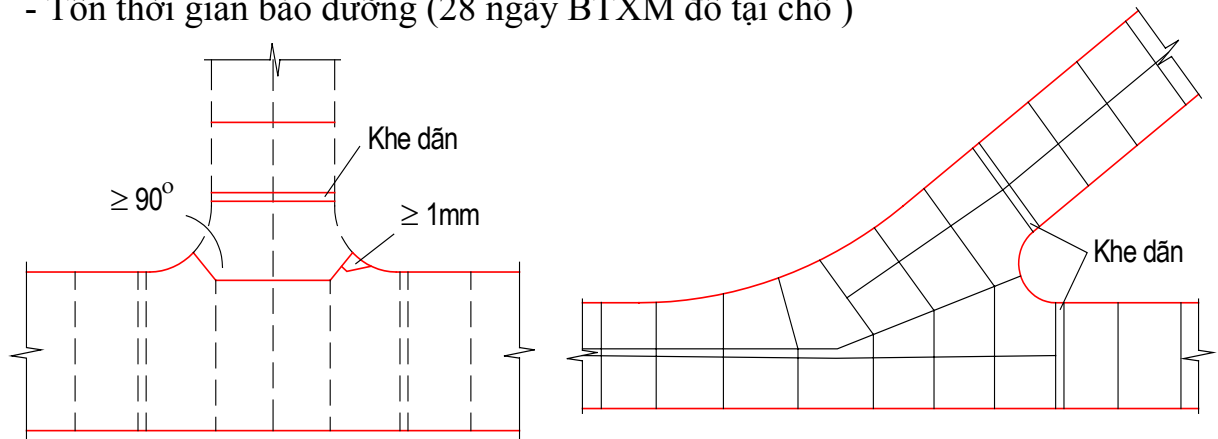
Tổ hợp tải trọng tính toán	Hệ số an toàn (k)	Hệ số chiết giảm cường độ ($n=1/k$)
-Tính với tải trọng thiết kế	2	0.5
-Kiểm toán với xe nặng	1.7 - 1.53	0.59 - 0.83
- Kiểm toán với xe xích	1.54	0.65
-Tác dụng đồng thời của hoạt tải và ứng suất nhiệt	1.18 - 1.11	0.85 - 0.9

14.3.3 Cường độ và mô đun đàn hồi của bê tông:**14.4.1 Ưu nhược điểm của mặt đường bê tông xi măng :****14.4.1.1 Ưu điểm :**

- Có cường độ rất cao thích hợp với các loại xe kể cả xe bánh xích.
- Ổn định cường độ khi chịu tác dụng của nhiệt độ và độ ẩm.
- Hệ số bám cao và ít thay đổi khi ẩm ướt.
- Mặt đường có màu sáng nên dễ phân biệt phần mặt đường và lề đường(an toàn xe chạy cao.
- Độ hao mòn mặt đường ít : 0.1(0.2mm/1năm
- Tuổi thọ rất cao : nếu bảo dưỡng tốt có thể sử dụng 30(40 năm.
- Công tác duy tu bảo dưỡng ít.
- Có thể cơ giới hoá hoàn toàn khi thi công và mùa thi công có thể kéo dài (thi công lắp ghép)

14.4.1.2 Nhược điểm:

- Do có hệ thống khe nối (mặt đường không bằng phẳng(vận tốc xe chạy không cao
- Giá thành cao.
- Thời gian bảo dưỡng (28 ngày BTXM đổ tại chỗ)



Hình 14-4. Bố trí chia tấm tại các chỗ giao nhau

§14.2 TÍNH TOÁN TẤM BTXM CHỊU TÁC DỤNG CỦA TẢI TRỌNG XE CHẠY

14.2.1 Nguyên lý tính toán và phương trình vi phân độ võng:

12.2.1.1 Nguyên lý tính toán:

- Tính toán theo nguyên lý tấm trên nền đàn hồi
- Theo nguyên lý này: Tính toán nội lực của tấm phải tìm ra hàm phản lực của lớp móng tác dụng lên đáy tấm với giả thiết như sau :

- Độ lún của mặt lớp móng hoàn toàn trùng với độ võng của tấm dưới tác dụng của tải trọng.
- Tấm BT là vật liệu đồng nhất, đẳng hướng .

12.2.1.2 Phương trình vi phân độ võng :

- Gọi $\omega(x,y)$ là độ võng của tấm tại toạ độ (x,y) , giả sử lực tác dụng $P(x,y)$ và phản lực nền $q(x,y)$.

- Phương trình vi phân độ võng có dạng sau :

$$L \left(\frac{\partial^4 \omega}{\partial x^4} + 2 \frac{\partial^4 \omega}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 \omega}{\partial y^4} \right) = P(x,y) - q(x,y)$$

Trong đó :

L : độ cứng chống uốn của tấm bê tông xi măng

$$L = \frac{E_b h^3}{12(1 - \mu_b^2)}$$

E_b, μ_b : Môđun đàn hồi và hệ số Poisson của bê tông, $\mu_b = 0,15$

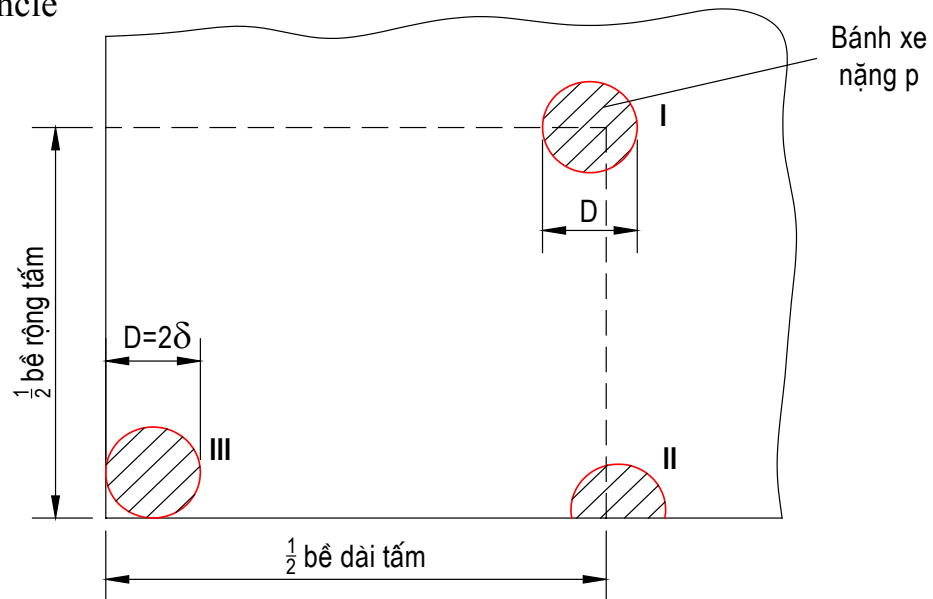
h : chiều dày của tấm bê tông xi măng (cm)

12.3 Các phương pháp tính toán mặt đường bê tông xi măng hiện nay:

12.3.1 Phương pháp Westergaard:

- + Các giả thiết
- Xem tấm BTXM là 1 vật thể đàn hồi đẳng hướng và tuân theo giả thiết tiết diện thẳng.
- Tính toán tấm BTXM với 3 vị trí đặt tải trọng :
 - Tải trọng đặt ở giữa tấm
 - Tải trọng đặt ở góc tấm
 - Tải trọng đặt ở cạnh tấm

- Dựa trên cơ sở hệ số nền k (xem nền - móng như 1 hệ thống lò xo), hệ số nền Winkle



Hình 14-4a . Các trường hợp tác dụng tải trọng điển hình trên tấm bê tông xi măng ($D=2\delta$)

Để xác định k ta tiến hành thí nghiệm đặt 1 tấm ép cứng có đường kính 76cm, tác dụng tải trọng P.

Tăng dần lực P đến khi độ lún của nền - móng là 1,27cm, đọc giá trị P.

Hệ số nền : kL

Tính toán cho 3 trường hợp :

- Khi tải trọng đặt ở giữa tấm :

$$\sigma_I = 1,1(1+\mu_b) \left(\lg \frac{l}{\delta} + 0.2673 \right) \frac{P}{h^2}$$

- Tải trọng đặt ở cạnh tấm :

$$\sigma_{II} = 2,116(1+0,54\mu_b) \left(\lg \frac{l}{\delta} + 0.08975 \right) \frac{P}{h^2}$$

- Tải trọng đặt ở góc tấm :

$$\sigma_{III} = 3 \left[1 - \left(\frac{\sqrt{2}\delta}{l} \right)^{0,6} \right] \frac{P}{h^2}$$

Trong đó :

δ : bán kính vết bánh xe tương đương.

P : lực tác dụng

h : chiều dày tấm BTXM

μ_b : hệ số Poisson của bê tông, $\mu_b=0,15$

$$l = \sqrt[4]{\frac{L}{k}}$$

L : độ cứng chống uốn của tấm bê tông xi măng

K : hệ số nền.

$$q = k \omega(x,y)$$

So sánh kết quả trên với kết quả đo ứng suất thực tế cho thấy:

+ Trường hợp I , II : nếu $\delta \geq 0.5h$ ($2\delta = D$) và móng tiếp xúc hoàn toàn với đáy tấm , thì kết quả giữa tính toán và thực tế là tương đối phù hợp ; nếu móng tiếp xúc không tốt với đáy tấm , thì kết quả ứng suất đo được lớn hơn lý thuyết khoảng 10% .

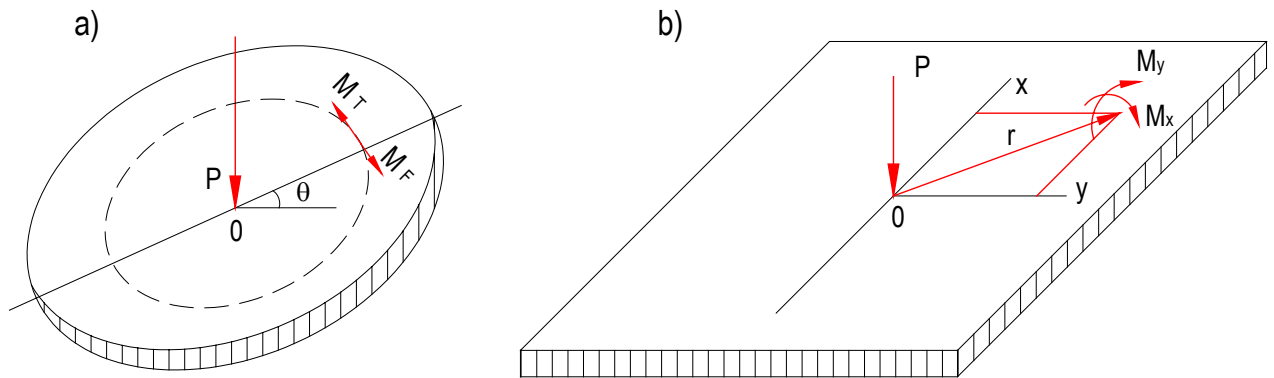
+ Trường hợp III : ứng suất đo thực tế > tính toán lý thuyết khoảng 30 - 50 % , do đó phải hiệu chỉnh lại công thức xác định σ_{III} như sau :

$$\sigma_{III} = 3 \left[1 - \left(\frac{\sqrt{2}\delta}{l} \right)^{0,12} \right] \frac{P}{h^2}$$

Nhận xét về phương pháp :

- PP này chỉ tính được US tại vị trí đặt tải trọng, không tính được US do tải trọng đặt lân cận vị trí tính toán, do đó phản ánh không đúng điều kiện làm việc của tấm BTXM có kích thước thông thường (phổ biến).

14.3.2 Tính mặt đường BTXM theo giả thiết xem nền-móng là bán không gian đàn hồi (Phương pháp Shekter & Gorbunov – Pocadov).



Hình 14-5 . Sơ đồ tính toán mômen uốn do tải trọng tập trung tác dụng cách tiết diện tính toán một khoảng cách r sinh ra
a- trong toạ độ một cực ; b- trong toạ độ x, y

- Dưới tác dụng của tải trọng phân bố đều trên diện tích hình tròn có bán kính δ , tại vị trí đặt tải xuất hiện mômen tiếp tuyến và mômen pháp tuyến có độ lớn :

$$M_T = M_F = \frac{C.P(1 + \mu_b)}{2\pi a \delta}$$

- Dưới tác dụng của tải trọng tập trung cách điểm tác dụng tải trọng một khoảng r , tại đó xuất hiện mômen tiếp tuyến và mômen pháp tuyến có độ lớn :

$$M_F = (A + \mu_b . B)P$$

$$M_T = (B + \mu_b . A)P$$

Trong đó :

P : tải trọng tác dụng

δ : bán kính vệt bánh xe tương đương.

C : hệ số phụ thuộc vào tích số (a. δ) (Tra bảng 14-7)

A, B : hệ số phụ thuộc tích số (a.r) (Tra bảng 14-7)

a : đặt trung đàn hồi của tấm BTXM, xác định như sau :

$$a = \frac{1}{h} \sqrt[3]{\frac{6E_0(1 - \mu_b^2)}{E_b(1 - \mu_0^2)}}$$

E_0, μ_0 : môđun đàn hồi và hệ số Poisson của nền- móng

E_b, μ_b : môđun đàn hồi và hệ số Poisson của bê tông

r : khoảng cách từ vị trí tác dụng tải trọng đến vị trí tính toán nội lực

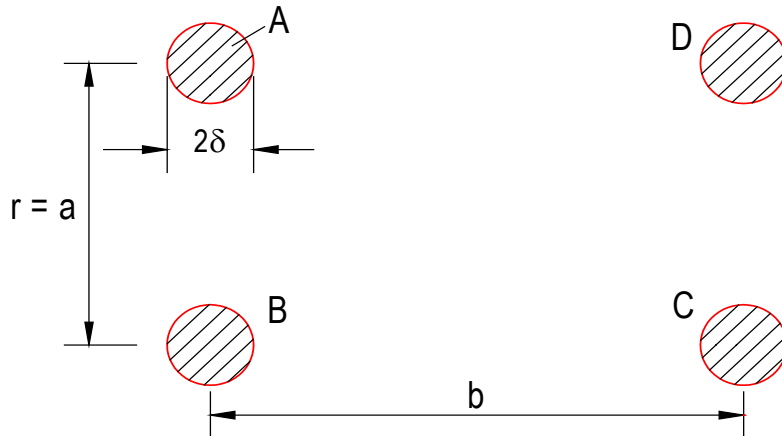
Để thuận lợi cho việc tính toán - chuyển nội lực từ hệ toạ độ cực sang hệ trục toạ độ Decat vuông góc

$$M_x = M_F \cdot \cos^2\theta + M_T \cdot \sin^2\theta$$

$$M_y = M_F \cdot \sin^2\theta + M_T \cdot \cos^2\theta$$

Từ đó tìm được mômen tổng hợp lớn nhất $M \rightarrow$ ứng suất kéo uốn xuất hiện trong tấm BTXM :

$$\sigma = \frac{6 \sum M}{h^2} \leq [\sigma] \rightarrow h \geq \sqrt{\frac{6 \sum M}{[\sigma]}}$$



Hình 14-6 Sơ đồ tính toán mômen uốn khi có xét đến ảnh hưởng của bánh xe bên cạnh

Nhận xét về phương pháp :

- P.P này không những tính được US tại vị trí đặt tải trọng mà còn tính được US do tải trọng đặt cách vị trí tính toán một khoảng r gây ra .
- PP này không tính được cho trường hợp tải trọng đặt ở **cạnh tấm** và **góc tấm** .

Như vậy để giải được hoàn chỉnh bài toán mặt đường BTXM tác giả I.A Mednicov giả định ứng suất xuất hiện khi tải trọng đặt ở giữa tấm của 2 phương pháp trên bằng nhau từ đó tìm được quan hệ quy đổi giữa hệ số nền k và mô đun đàn hồi của nền - móng E_o , từ đó tính được ứng suất và chiều dày tấm trong trường hợp tải trọng đặt ở cạnh tấm và góc tấm như sau (22TCN 223-95)

- **Khi tải trọng đặt ở giữa tấm :**

$$h_1 = \sqrt{\frac{\alpha_1 P}{[\sigma]}}$$

- **Khi tải trọng đặt ở cạnh tấm :**

$$h_2 = \sqrt{\frac{\alpha_2 P}{[\sigma]}}$$

- **Khi tải trọng đặt ở góc tấm :**

$$h_3 = \sqrt{\frac{\alpha_3 P}{[\sigma]}}$$

$$\left. \begin{matrix} \alpha_1 \\ \alpha_2 \\ \alpha_3 \end{matrix} \right| = F \left(\begin{matrix} \frac{h}{\delta} \\ \frac{E_b}{E_0} \end{matrix} \right) \quad \text{tra bảng 14-8 trong đó :}$$

δ : bán kính vết bánh xe tương đương.

h : chiều dày tấm BTXM

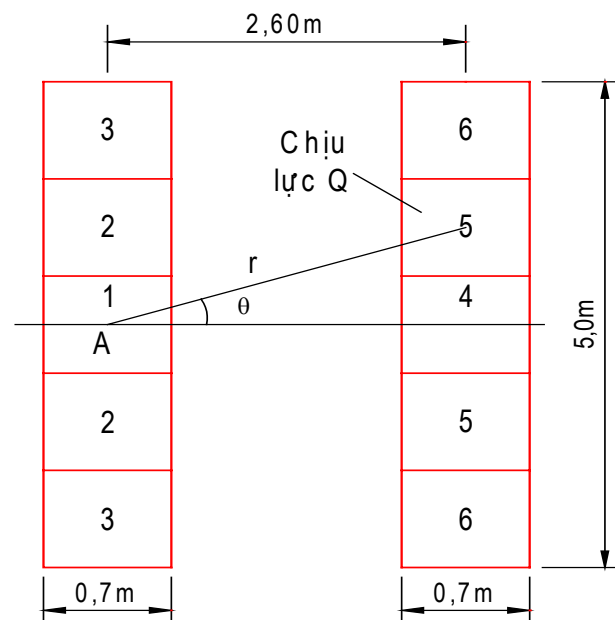
E_b, μ_b : môđun đàn hồi và hệ số Poisson của bê tông

μ_0 : hệ số Poisson của nền- móng.

E_0 : môđun đàn hồi của nền- móng (môđun đàn hồi chung của các lớp móng và nền đường dưới tấm BTXM)

14.4 Tính toán mặt đường bê tông xi măng lắp ghép (xem GT) :

14.5 Kiểm toán xe nặng

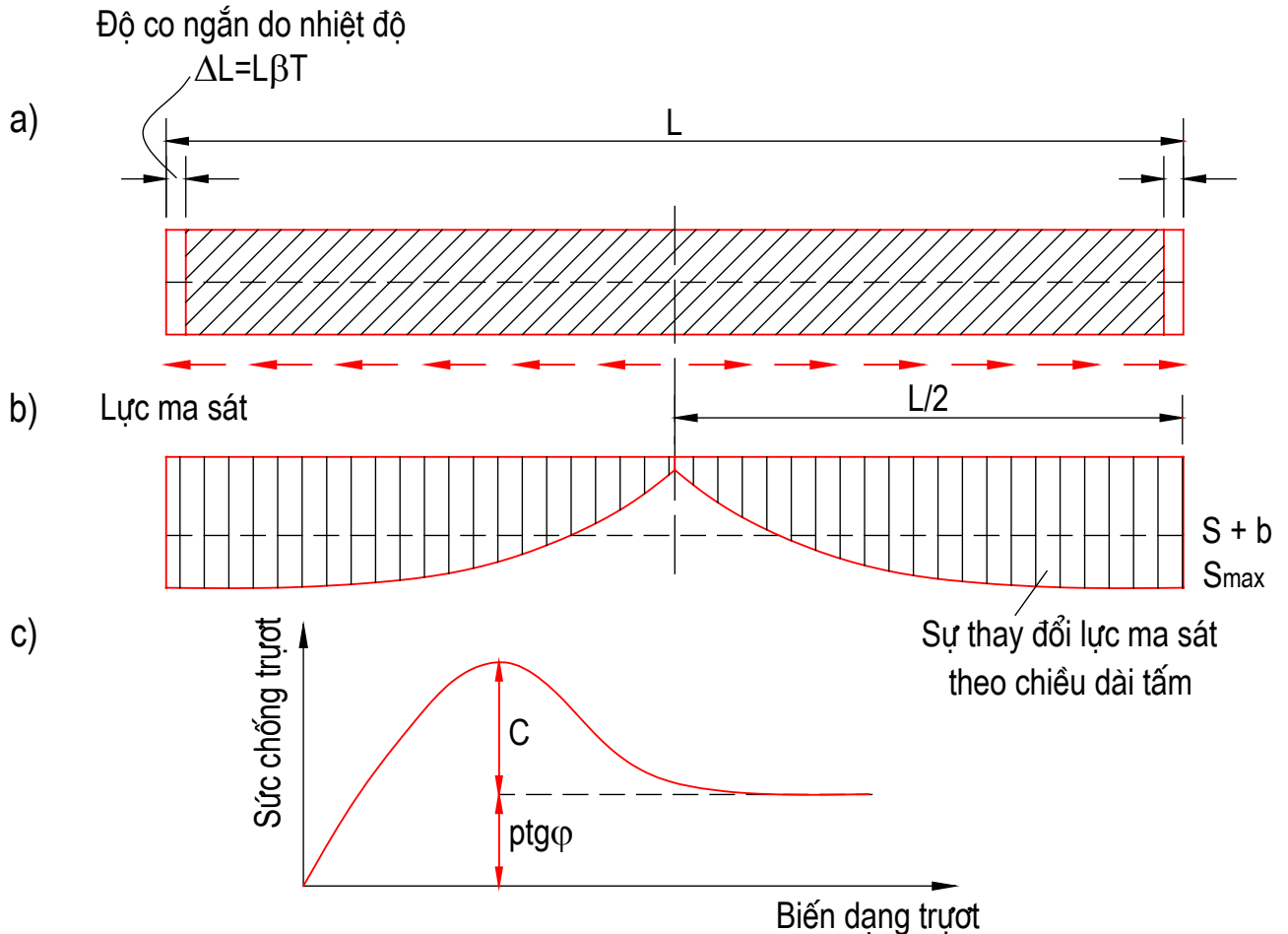


Hình 14-7 . Sơ đồ tính toán momen do tải trọng của xe xích gây ra

§14.4 TÍNH TẮM BTXM DƯỚI TÁC DỤNG CỦA ỨNG SUẤT NHIỆT.

14.4.1 Tính chiều dài của tấm BTXM theo ứng suất nhiệt thay đổi đều trên toàn bộ tấm.

14.4.1.1 Bài toán:



Hình 14-8 . Sơ đồ tính toán xác định chiều dài tấm
(khoảng cách giữa hai khe co)

- Xét 1 tấm BTXM có bề rộng 1m, chiều dày h , dài L , đặt trên 1 nền móng có góc nội ma sát φ , lực dính c (xem hình vẽ)

- Khi có sự thay đổi nhiệt độ thì tấm có xu hướng dẫn ra hoặc co vào, nhưng do có sự cản trở của lực ma sát và lực dính giữa lớp móng và đáy tấm làm tấm BTXM không thể chuyển vị tự do (xuất hiện ứng suất trong tấm bê tông).

14.4.1.2 Phương pháp giải :

- Các giả thiết :

- + Xem tấm BTXM là 1 vật thể đàn hồi đẳng hướng
- + Khi tấm BTXM dẫn ra hoặc co vào thì phần giữa của tấm vẫn nằm nguyên tại chỗ còn hai đầu tấm có chuyển vị lớn nhất.

- Phương pháp

- Xác định lực chống trượt lớn nhất trên một đơn vị diện tích S_{max} :

$$S_{\max} = P \tan \varphi + c = \gamma \cdot h \cdot \tan \varphi + c$$

- Xác định lực chống trượt trung bình trên một đơn vị diện tích S_{tb} :

$$S_{tb} = 0.7 S_{\max} = 0.7 (\gamma \cdot h \cdot \tan \varphi + c)$$

- Xác định lực chống trượt trung bình trên toàn bộ tấm :

$$S = S_{tb} \cdot \frac{B \cdot L}{2} = 0.7 \cdot \frac{B \cdot L}{2} \cdot (\gamma \cdot h \cdot \tan \varphi + c)$$

$$S = 0.35 (\gamma \cdot h \cdot \tan \varphi + c) \cdot L \quad (B=1\text{m})$$

Lực này sinh ra ứng suất :

$$\sigma = \frac{S}{F} + \frac{M}{W} = \frac{S}{B \cdot h} + \frac{S \cdot \frac{h}{2}}{\frac{B \cdot h^2}{6}} = 4 \frac{S}{B h} \quad (B=1\text{m})$$

$$\text{Vậy : } \sigma_{\max} = 1.4 (\gamma \cdot h \cdot \tan \varphi + c) L$$

$$\rightarrow L = \frac{[\sigma] \cdot h}{1.4 (h \cdot \gamma \cdot \tan \varphi + c)}$$

Trong đó :

C : lực dính của vật liệu làm lớp móng

φ : góc nội ma sát của vật liệu làm lớp móng

h : chiều dày tấm BTXM

γ : dung trọng của tấm BTXM

$[\sigma]$: ứng suất chịu kéo khi uốn cho phép của BT

$$[\sigma] = (0.35 - 0.4) R_{ku}$$

R_{ku} : cường độ giới hạn chịu kéo uốn của bê tông .

14.4.2 Tính toán ứng suất nhiệt do chênh lệch nhiệt giữa mặt trên và mặt dưới của tấm (T thay đổi không đều theo h_t)

Viết phương trình vi phân truyền nhiệt

Trong thời gian sử dụng mặt đường BTXM, nhiệt độ mặt trên và mặt dưới của tấm thường khác nhau do đó thớ trên và thớ dưới của tấm co, giãn không đều làm cho tấm BTXM bị uốn vòng. Nhưng do tải trọng bản thân và tải trọng ngoài tác dụng làm cho tấm không thể uốn vòng tự do được \rightarrow sinh ra ứng suất.

- Đối với tấm có kích thước vô hạn ứng suất uốn vòng sinh ra trong tấm :

$$\sigma = \frac{E_b \cdot \alpha \cdot \Delta t}{2(1 - \mu_b^2)}$$

- Tuy nhiên nhờ hệ thống các khe nối (tấm có kích thước hữu hạn) khi đó các ứng suất uốn vòng sinh ra trong tấm có chiều dài L , chiều rộng B như sau :

$$\sigma_x = \frac{E_b \cdot \alpha \cdot \Delta t}{2(1 - \mu_b^2)} (C_x + \mu_b C_y)$$

$$\sigma_y = \frac{E_b \cdot \alpha \cdot \Delta t}{2(1 - \mu_b^2)} (C_y + \mu_b C_x)$$

$$\sigma_0 = \frac{E_b \cdot \alpha \cdot \Delta t}{2(1 - \mu_b^2)} C_x$$

trong đó :

σ_x : ứng suất uốn vòng ở giữa tấm theo hướng dọc cạnh tấm (daN/cm²)

σ_y : ứng suất uốn vòng ở giữa tấm theo hướng ngang cạnh tấm (daN/cm²)

σ_0 : ứng suất uốn vòng theo hướng dọc ở cạnh tấm (daN/cm²)

E_b, μ_b : môđun đàn hồi và hệ số Poisson của bê tông

α : hệ số dẫn nở nhiệt của bê tông $\alpha = 10 \cdot 10^{-6} (1/^\circ\text{C})$

Δt : chênh lệch T max giữa mặt trên và mặt dưới của tấm

$$\Delta t = 0,84 \cdot h$$

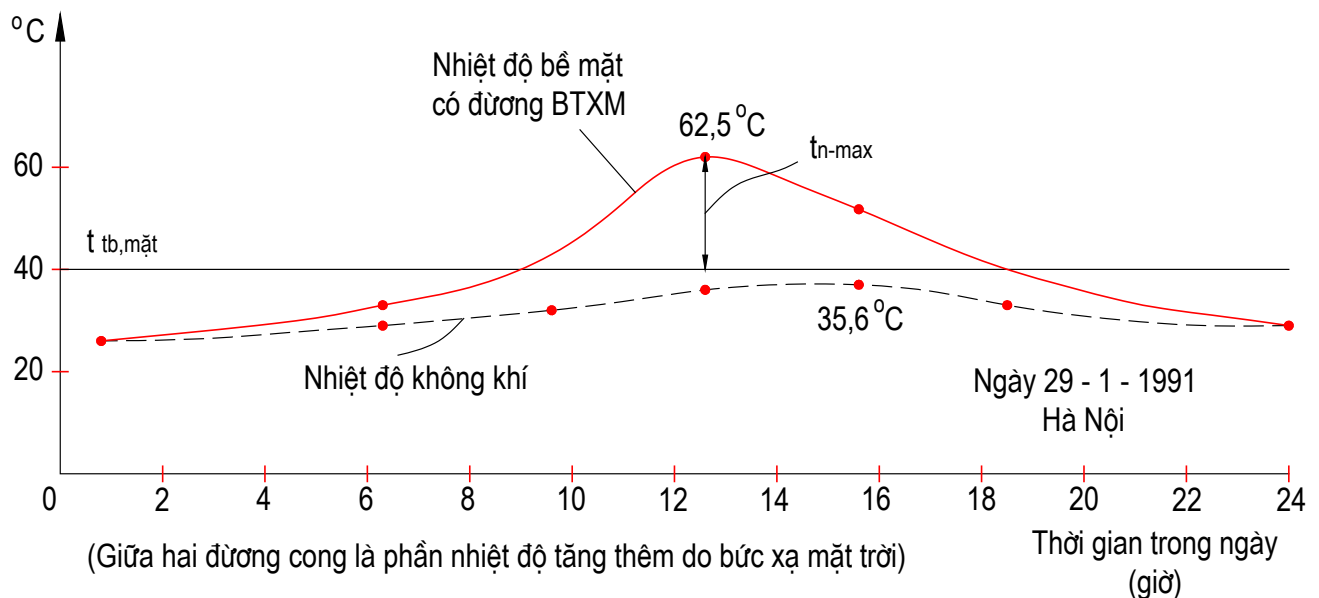
h : chiều dày tấm BTXM (cm)

C_x, C_y : các hệ số phụ thuộc $L/l, B/l$ (tra toán đồ H14-10)

$$l : \text{bán kính độ cứng của tấm bê tông } l = 0,6h \sqrt{\frac{E_b}{E_{chm}}}$$

E_{chm} : môđun đàn hồi chung của các lớp móng và nền đường dưới tấm BTXM

L, B : chiều dài và chiều rộng của tấm BTXM .



Hình 14-10 . Diễn biến nhiệt độ bề mặt áo đường cứng trong một ngày đêm

Chương 15 : THIẾT KẾ CẢI TẠO ĐƯỜNG Ô TÔ



§15.1 CƠ SỞ THIẾT KẾ CẢI TẠO ĐƯỜNG ÔTÔ

15.1.1. Khái niệm:

+ Cải tạo - sửa chữa:

- Sửa chữa nhỏ - thường xuyên
- Sửa chữa vừa - trung tu
- Sửa chữa lớn - đại tu

Giữ nguyên tiêu chuẩn hình học của tuyến, của các hạng mục để sau khi cải tạo, sửa chữa những tiêu chuẩn này được đảm bảo.

+ Cải tạo - Nâng cấp: (Reconstruction) xây dựng lại theo tiêu chuẩn mới cao hơn, vốn đầu tư nhiều hơn.

15.1.2. Căn cứ cải tạo nâng cấp

2.1 Lưu lượng xe chạy tăng cần phải mở rộng nền, mặt, quá trình khai thác các yếu tố hình học và cơ học không giữ được như ban đầu.

2.2 Vòng tránh tuyến qua các khu dân cư, đô thị

2.3 Thành phần dòng xe thay đổi: xe con nhiều đòi hỏi tốc độ cao, xe tải nặng nhiều kết cấu áo đường phải gia cường để phù hợp vận chuyển chuyên dụng. Làm đường giành riêng cho hệ thống giao thông công cộng.

2.4 Dòng chảy thay đổi, thủy văn thay đổi các công trình thoát nước không đáp ứng khả năng thoát nước dẫn đến bị hư hỏng.

2.5 An toàn giao thông kém.

2.6 Do qui hoạch mới thay đổi dẫn đến phân bố lại dòng xe có thể gây ùn tắc tại các nút giao nhau nên cần phải thiết kế tổ chức điều khiển giao thông trên nút, xây dựng nút lập thể.

15.1.3. Nguyên tắc chung

- Tận dụng triệt để kết cấu, hạng mục hiện có
- Hạn chế thay đổi hướng tuyến nếu không cần thiết.
- Phối hợp chặt chẽ các cơ quan liên quan: Sở Xây dựng, Sở Kiến trúc, đường sắt, hàng không, đường thủy.

- Bỏ vốn đầu tư cải tạo, nâng cấp phải hiệu quả, bền vững hơn, mỹ thuật hơn, an toàn giao thông hơn và phải áp dụng những tiến bộ KHKT tiên tiến.

15.1.4. Đặc điểm:

- Công tác đo đạc, khảo sát phục vụ thiết kế được tiến hành khi công trình đang khai thác.

- Đánh giá hiện trạng toàn bộ công trình thông qua các chỉ tiêu: hình học, cơ học, thống kê lâu dài, tỷ mỉ, đảm bảo độ tin cậy từ các đại lượng ngẫu nhiên.

§15.2 NỘI DUNG THIẾT KẾ CẢI TẠO ĐƯỜNG ÔTÔ

15.2.1 Thiết kế cải tạo tuyến (bình đồ) :

- Khi cải tạo tuyến cần bỏ những đoạn tuyến ngoằn ngoèo không hợp lý làm cho xe phải chạy dài hơn và dễ xảy ra tai nạn.

- Cải tạo những đoạn tuyến mà lái xe không rõ hướng tuyến tiếp theo .
- Cải tạo những đường cong nằm có bán kính nhỏ không đảm bảo tầm nhìn.

Cần chú ý các điểm sau :

- Đối với các tuyến đường sau khi cải tạo có cấp đường tương đương cấp I khi thiết kế cải tạo không nên cho hướng tuyến đi qua khu dân cư (an toàn, tăng tốc độ xe chạy).

- Đối với các tuyến đường sau khi cải tạo có cấp đường tương đương cấp II khi thiết kế cải tạo cho phép sử dụng hướng tuyến mới trùng với hướng tuyến cũ khi các chỉ tiêu kỹ thuật của tuyến cũ tương đương các chỉ tiêu kỹ thuật tuyến mới

- Đối với các tuyến đường địa phương (V_{TK} nhỏ) không nhất thiết phải cải tạo bình đồ.
- Đối với các tuyến đường cấp III và cấp IV không hạn chế việc tận dụng hướng tuyến cũ (tận dụng càng nhiều càng tốt)

15.2.2 Cải tạo nền đường:(mở rộng)

15.2.2.1 Đối với đường ở vùng đồng bằng :

- + Mở rộng cả 2 bên :
- + Mở rộng 1 bên :

15.2.2.2 Đối với đường ở vùng đồi , núi : nên mở rộng về phía ta luy đào .

15.2.3 Thiết kế cải tạo trắc dọc : cần cải tạo những đoạn tuyến sau.

- Những đoạn tuyến có cao độ đường đồ thấp ,không đảm bảo CDTN của nền đường .
- Những đoạn tuyến có độ dốc dọc nhỏ và chiều dài đoạn dốc ngắn.
- Những đoạn tuyến có độ dốc dọc lớn và chiều dài đoạn dốc lớn
- Những đường cong đứng có R nhỏ
- *.Các chỉ tiêu kỹ thuật của đường cứu nạn :
- + Vị trí đường cứu nạn : nên bố trí bên phải tuyến theo chiều xe xuống dốc , khi không thể bố trí bên phải thì cho phép bố trí bên trái .
- + Chiều dài đường cứu nạn :

$$L = \frac{V^2}{2g(f_{tb} \pm i_{tb})}$$

$$V = \sqrt{2 \cdot g \cdot l \cdot (f - i) + V_0^2}$$

V : Tốc độ xe ở đầu đường cứu nạn

V₀: Tốc độ xe lúc mất thăng (phanh)

- Có thể lấy theo biểu đồ tốc độ xe chạy lý thuyết
- Lấy theo tình trạng mặt đường :

MD xấu V₀ = 20 -30 km/h

MD tốt V₀ = 30 -40 km/h

f_{tb} : hệ số sức cản lăn trung bình :

$$f_{tb} = \frac{f_1 l_1 + f_2 l_2 + f_3 l_3}{l_1 + l_2 + l_3}$$

i_{tb} : độ dốc dọc trung bình của đường cứu nạn

$$i_{tb} = \frac{i_1 l_1 + i_2 l_2 + i_3 l_3}{l_1 + l_2 + l_3}$$

+ Bán kính tối thiểu của đường cong nằm :

$$R_{\min}^{sc} = \frac{V^2}{127(\mu + i_{ec}^{\max})}$$

$$i_{sc}^{\max} = 8\%$$

$$\mu = 0.24$$

$$R_{\min}^{sc} = 0.0246V^2$$

+ Bề rộng nền - mặt đường :

- Khi đường chính từ cấp I - III thì :

$$B_n = 12m, B_m = 7m$$

- Khi đường chính từ cấp IV - V thì :

$$B_n = 9m, B_m = 5.5m$$

+ Kết cấu áo đường :

- Đoạn 1 : (5 - 10)m đầu tiên : tương đương vật liệu mặt đường chính.
- Đoạn 2 : (10 - 20)m cuối cùng : cát hạt thô h=40cm, đồng cát H cao 1m

- Đoạn 3 :

+ Đá dăm 4x6, dày $d=(20 - 25)\text{cm}$ hoặc

+ Cuội sỏi đồng đều hạt, dày $d=(20- 25)\text{cm}$

15.2.4 Cải tạo kết cấu áo đường :

*Cơ sở :

+ Căn cứ vào bề rộng và chất lượng của mặt đường cũ

+ Căn cứ mô đun đàn hồi của nền đường (E_0) và của MĐ Ech cũ .

+ Căn cứ mô đun đàn hồi yêu cầu của KC áo đường mới.

* Phân tận dụng

+ Hiện trạng mặt đường cũ, đánh giá mức độ hư hại

+ Xác định E để xem đoạn nào có khả năng tận dụng, đoạn nào phải đào bỏ đi.

* Phân mở rộng :

+ Môđun đàn hồi nền đường E_0 , vật liệu nền đường, độ chặt nền đường.

- Căn cứ lưu lượng xe chạy tính toán (tải trọng trục) xác định E_{yc}

- Từ E_{yc} đề xuất các lớp vật liệu trên mặt đường cũ

- Phân mở rộng : biết E_0 , chọn kết cấu và chiều dày các lớp móng để $E_{ch} > E_{yc}$

*** Xác định môđun đàn hồi mặt đường cũ : Dùng cần đo Benkenmal để đo độ võng đàn hồi KCAĐ cũ.**

+ Cứ khoảng 50m đo 1 điểm, cách mép phần xe chạy 1 - 1,5m

+ Chia ra những đoạn có môđun đàn hồi tương đương nhau .

+ Lấy E_{TBmin} trong từng đoạn

Chương 16 : THIẾT KẾ CẢNH QUAN ĐƯỜNG ÔTÔ**§16.1- TÌNH HÌNH TKĐ HIỆN NAY & NHỮNG QUAN ĐIỂM HIỆN ĐẠI****16.1.1. Tình hình T.K.Đ ô tô hiện nay :**

Như đã biết T.K.Đ ô tô trước hết phải xuất phát từ điều kiện chuyển động của ô tô về mặt động lực để đảm bảo mỗi xe khi chạy trên đường được an toàn tiện lợi, kinh tế, các yêu cầu về mặt động lực được tính toán cụ thể xuất phát từ điều kiện chuyển động của ô tô về mặt cơ học: sức kéo, sức bám, chống lực xung kích ở đ/c đứng và chống lực ly tâm ở đ/c nằm..., có nghĩa là khi thiết kế chỉ xem xét tới hệ thống ô tô đơn độc - đường trong hệ thống khai thác tổng thể. Đồng thời một quan niệm khá phổ biến ở không ít kỹ sư thiết kế hiện nay là việc an toàn xe chạy sẽ tự nó được đảm bảo nếu các yếu tố của tuyến đường được phù hợp với tiêu chuẩn quy phạm kỹ thuật đã được xác định theo tốc độ tính toán, khá hơn một chút là làm đường cho thông thoáng, xe dễ chạy, mà trong thực tế một **con đường** là tập hợp của nhiều đoạn có những đặc tính kỹ thuật khác nhau (các yếu tố của tuyến khác nhau) do vậy tốc độ xe chạy khác nhau, hơn nữa tốc độ xe chạy còn thuộc trạng thái tâm sinh lý của lái xe.

Qua kết quả nghiên cứu ở một số nước Nga, Anh, Mỹ, Canada, Pháp, Đức, Nhật và Trung quốc thì nguyên nhân xảy ra tai nạn ô tô thường là do sự phát triển, sự thay đổi các yếu tố kỹ thuật của đường ở những đoạn lân cận (1).

Ở nước ta vấn đề này còn tồn tại ở một số cơ quan tư vấn, các cơ quan quản lý ở phạm vi địa phương.

16.1.2. Quan điểm thiết kế mới :

Qua nhiều năm thông qua thực tế khai thác đường và qua nhiều công trình nghiên cứu Điều ta đã phát hiện ngày càng đầy đủ và xác nhận rằng: Ngoài yếu tố động lực còn có nhiều yếu tố khác ảnh hưởng đáng kể đến mục tiêu xe chạy an toàn, tiện lợi, kinh tế (SCE). Trong đó phải kể đến sự đánh giá chủ quan của lái xe đối với con đường trên cơ sở các thông tin thu nhận được thông qua thị giác & cảm giác của chính mình (chủ yếu thông qua thị giác). Nếu sự đánh giá đoạn đường phía trước là sai lệch hoặc không đầy đủ (bị hạn chế bởi một lý do nào đó), thì việc

chọn các giải pháp điều khiển ô tô của Điều lái xe sẽ trở nên lúng túng, có trường hợp xảy ra nhầm lẫn và đương nhiên việc chạy xe sẽ kém an toàn, tiện lợi & kinh tế. Sự đánh giá của Điều lái xe về điều kiện xe chạy ở đoạn đường phía trước đúng hay sai, đầy đủ hay thiếu hụt chủ yếu phụ thuộc trạng thái tâm thần, tâm lý thông qua thị giác và còn phụ thuộc nhiều vào các giải pháp TK có tạo điều kiện thuận lợi cho Điều lái xe phán đoán đúng hay không ?

Trong mỗi điều kiện cụ thể của tự nhiên & môi trường của vùng tuyến qua thì một tuyến đường được thiết kế sao cho tạo điều kiện để lái xe bớt được mệt mỏi & căng thẳng thuận lợi cho việc thu nhận thị giác & đánh giá đúng điều kiện xe chạy của đoạn đường phía trước, đó là một tuyến đường đảm bảo thuận lợi cho việc chạy xe.

Một tuyến đường dài được thỏa mãn rất tốt điều kiện xe chạy về mặt động lực vẫn chưa đảm bảo được mục tiêu xe chạy an toàn, thuận lợi, kinh tế nếu như sự phối hợp các yếu tố với nhau chưa tốt và sự phối hợp giữa tuyến với quang cảnh, môi trường 2 bên chưa tốt.

* Vì vậy với những quan điểm trên việc thiết kế đường hiện nay đòi hỏi phải phối hợp nhuần nhuyễn giữa các yếu tố của tuyến, giữa tuyến với môi trường, giữa tuyến với xe chạy & tâm lý Điều lái trong hệ thống ВАДС (ВОДИТЕЛЬ – АВТОМОБИЛЬ -ДОРОГА – СРЕДА) với tất cả các cấp đường (đường cao tốc & các cấp hạng khác) kể cả thiết kế mới hay thiết kế cải tạo.

Phương pháp thiết kế này được gọi là phương pháp thiết kế CANH QUAN hay “LANSAC”.

Đối với nước ta hiện nay việc xây dựng các tuyến đường ô tô có tốc độ cao đang được triển khai trên khắp cả nước, nhiều công trình vốn đầu tư rất lớn, đảm bảo khả năng thông xe lớn, tiêu chuẩn thiết kế, công nghệ thi công đòi hỏi cao và khắt khe, nhằm đạt mục tiêu cuối cùng khi khai thác là an toàn, êm thuận và kinh tế. Có nhiều công trình đầu tư hàng ngàn tỷ đồng để xây dựng thì không lẽ gì bỏ qua những tiêu chí về mỹ học (Aesthetics), mà phải hướng đến, đạt đến một cách hoàn thiện hơn về thẩm mỹ của công trình, làm cho **con đường** mà chúng ta thiết kế, xây dựng đúng nghĩa là một công trình nghệ thuật (Construction d’art) hay cao

hơn nữa là một tác phẩm nghệ thuật (Ouvrage d' art) phục vụ toàn cộng đồng xứng đáng với tầm vóc của nó.

Vì vậy việc thiết kế, xây dựng và chăm lo cho vẻ đẹp của con đường phải khẳng định là cần thiết, rất cần thiết, dù có muộn cũng còn hơn không làm, mà không làm thì không bao giờ có kinh nghiệm, có lý luận cả.

Một số công trình đường cấp cao đã và đang xây dựng:

Đường Bắc Thăng long - Nội Bài

Đường QL 5, QL51

Đường Nội Bài - Bắc Ninh - Quảng Ninh

Đường Pháp Vân - Cầu Giẽ, Cầu Giẽ - Ninh Bình

Bắc Ninh - Bắc Giang

Láng – Hoà Lạc

Sài Gòn – Trung Lương

Đà Nẵng – Dung Quất

...

§16.2 MỤC ĐÍCH VÀ NỘI DUNG THIẾT KẾ CẢNH QUAN ĐƯỜNG ÔTÔ

16.2.1 Mục đích :

Theo quan điểm trên vấn đề THIẾT KẾ CẢNH QUAN (TKCQ) đường ô tô được đặt ra nhằm mục đích sau :

Trong điều kiện địa hình, địa mạo, quang cảnh, môi trường chọn được tuyến & thiết kế tuyến bảo đảm có sự phối hợp tốt giữa các yếu tố của tuyến Bình đồ - Trắc dọc - Trắc ngang (BĐ-TD-TN). Phối hợp tốt tuyến với quang cảnh do đó đảm bảo được điều kiện xe chạy an toàn thuận lợi, không gây mệt mỏi căng thẳng mà tạo được cảm giác dễ chịu, thoải mái cho lái xe & hành khách, đồng thời tạo khả năng giữ gìn những giá trị thiên nhiên của môi trường 2 bên đường. Những mục tiêu này trước hết nhằm tạo điều kiện cho xe chạy tốt nhưng cũng phù hợp với chức năng của đường trên phương diện xem đường là một loại công trình phục vụ công cộng cho mọi Điều & đòi hỏi phải đạt được những yêu cầu mỹ quan nhất

định. Nó không phá hoại thiên nhiên mà trái lại tô điểm thêm cho thiên nhiên và môi trường.

Đó cũng là thỏa mãn được chức năng không gian của đường, ngoài chức năng giao thông.

Áp dụng phương pháp thiết kế cảnh quan đường ô tô đương nhiên đem lại hiệu quả kinh tế trong việc giảm giá thành vận doanh giảm số tai nạn & đôi khi giảm cả giá thành xây dựng (vì nếu thiết kế phối hợp tốt giữa tuyến với địa hình có thể sẽ dẫn tới việc giảm khối lượng đào đắp).

16.2.2 Nội dung.

16.2.2.1. Thiết kế phối hợp không gian các yếu tố của tuyến nghĩa là nghiên cứu sự bố trí tương hỗ các yếu tố BD-TD-TN trong toạ độ không gian 3 chiều để đảm bảo tính đều đặn rõ ràng của tuyến, đảm bảo cho việc chạy xe an toàn & tiện lợi cho lái xe & hành khách.

16.2.2.2. Thiết kế dẫn hướng & các biện pháp tạo điều kiện thuận lợi cho việc thu nhận thị giác để đảm bảo cho Điều lái xe nhận rõ được hướng tuyến - tức tuyến phải là một đường cong không gian đều đặn - rõ ràng - khúc triết về thị giác.

16.2.2.3. Kết hợp hài hòa với phong cảnh của khu vực tuyến qua, đảm bảo tuyến không phá hoại thiên nhiên trái lại tô điểm thêm và tạo nên một bức tranh hài hòa, đẹp đẽ.

Khi thiết kế chú ý sử dụng thêm các dạng cây, hoa, thảm thực vật, bố trí chỗ nghỉ ngơi, ngắm cảnh dọc tuyến, các công trình kiến trúc phục vụ công cộng khác...

16.2.2.4. Thiết kế bảo vệ môi trường - không phá vỡ cân bằng sinh thái, chống ồn, ô nhiễm môi trường & chống bụi cho dân cư hai bên đường.

Như vậy để giải quyết đúng đắn các vấn đề trên phải dựa trên cơ sở nghiên cứu quy luật tâm lý, trạng thái tinh thần thể chất và sự thu nhận thị giác của Điều lái xe, đồng thời phải dựa trên cơ sở nghiên cứu thực nghiệm đánh giá các điều kiện đường về mặt an toàn, tiện lợi cũng như các kết quả thống kê phân tích các nguyên nhân gây tai nạn xe cộ trên thực tế. Ngoài ra để đi tới các giải pháp thiết kế cụ thể cũng cần phải nghiên cứu các phương pháp và chỉ tiêu đánh giá được tính

đều đặn, rõ ràng của tuyến đường, cũng như đánh giá được mức độ đảm bảo an toàn xe chạy của các đoạn đường.

§16.3 THIẾT KẾ CẢNH QUAN ĐẢM BẢO AN TOÀN TIỆN LỢI CHO LÁI XE & HÀNH KHÁCH

Các tiêu chuẩn kỹ thuật trong các tiêu chuẩn thiết kế đường của chúng ta hiện nay xác định từ điều kiện xe chạy thông qua trị số tốc độ thiết kế, ít chú ý đến ảnh hưởng của các yếu tố kỹ thuật của các đoạn lân cận & điều kiện chuyển động của dòng xe, nhất là dòng xe hỗn hợp nhiều thành phần như ở nước ta (vấn đề này hiện đang còn nghiên cứu - mới bắt đầu áp dụng một phần).

Trong thực tế mỗi tuyến đường là tập hợp của những đoạn có I_d khác nhau. Trên đó có những đường cong nằm, đường cong đứng với các bán kính R khác nhau, nhiều nơi phải sử dụng tầm nhìn hạn chế & phải giảm tốc độ để đảm bảo an toàn giao thông. Những nơi giao nhau với đường bộ & đường sắt, qua các khu dân cư thì tốc độ xe chạy trên các đoạn đường luôn luôn thay đổi cho phù hợp với điều kiện xe chạy của từng đoạn. Trên các đoạn ngắn có I_d xe thường không kịp tăng, giảm V đạt tốc độ cân bằng động lực.

Nội dung tư tưởng chỉ đạo của Điều thiết kế là với bất cứ ở cấp hạng kỹ thuật nào của đường cũng phải tranh thủ tạo điều kiện thuận lợi nhất cho lái xe chạy với tốc độ V cao & an toàn giao thông (ATGT).

1. Muốn thế cần phải tránh tình trạng trên đường có những nơi phải giảm tốc độ vì yêu cầu về ATGT: các nơi không đủ tầm nhìn, dốc lớn với cua ngoặt trên bản đồ, v.v... Trên TD tránh những đoạn răng cưa lên dốc, xuống dốc lắt nhắt gây tổn thất xăng dầu và thời gian khi xe chạy.

2. Để tuyến đường có thể thỏa mãn các yêu cầu cho xe chạy – các yếu tố của đường phải thiết kế không gây khó khăn cho việc điều khiển xe với tốc độ cao hướng tuyến về phía trước phải hoàn toàn rõ ràng để lái xe vững tâm chạy với vận tốc cao.

3. Phải đảm bảo cho tuyến là một đường không gian êm dịu, đều đặn, trong hình phối cảnh tuyến không bị bóp méo, hay gãy khúc gây cảm giác sai lệch & khó chịu cho lái xe.

* Phân tích sự tập trung của Điều lái xe theo tốc độ khi xe chạy chậm Điều lái xe có điều kiện quan sát rộng các dải gần 2 bên đường.

Khi chạy nhanh Điều lái buộc phải bao quát nhiều hơn & khi tốc độ càng lớn thì sự tập trung của Điều lái dồn về phía trước xe ở một đoạn xa & trên một dải hẹp dọc đường.

Theo kết quả nghiên cứu N.P.Ornatski cự ly từ xe ô tô tới vùng tập trung sự quan sát L (m) phụ thuộc vào tốc độ xe chạy V (km/h).

$$L = 15 + 4,3 V \text{ (m)}$$

Như vậy nguyên tắc thiết kế ở đây là: Để đảm bảo an toàn cho Điều lái xe không nên thiết kế đường có tính đơn điệu gây tâm lý mệt mỏi cho Điều lái xe tức là :

+ Đường thẳng dài không phải là tốt nhất vì :

- Đường thẳng dài gây cho Điều lái một sự đơn điệu dễ mệt, dễ buồn ngủ.

ở ITALIA thống kê có 50% TN do đứng thoi miên.

- Gây cho lái xe thói quen với vận tốc xe chạy. Chủ quan và kéo dài thời gian phản ứng tâm lý khi cần xử lý đôi khi còn xảy ra hiện tượng cứ tăng tốc độ một cách không có cơ sở.

- Về ban đêm dễ bị chói mắt.

- Khó kết hợp tuyến với phong cảnh.

Do đó: Khi định tuyến không nên dùng đoạn thẳng quá dài 3-5 km hoặc cứ 3-4 km phải thay đổi hướng tuyến.

Nga: Đường thẳng tới 15 km, số tai nạn tăng 1,5 lần so với đường thẳng dài 3-5 km, khi đường thẳng dài 25 km số tai nạn tăng 2,2 lần so với đường thẳng dài 3 - 5 km.

+ Nên dùng đường cong có R lớn thay đổi những đoạn thẳng : tạo ấn tượng cho Điều lái xe, làm cho Điều lái xe chú ý đến việc chạy xe.

Số liệu thống kê CHLBĐ: đường cong có: $\alpha = 1,18^0$ thì chỉ có 32 vụ tai nạn/100 triệu xe. $\alpha = 1,01^0$ thì chỉ có 20 vụ tai nạn/100 triệu xe.

+ Không dùng đ/c có R nhỏ sau 1 đoạn thẳng dài vì tốc độ sẽ bị giảm đột ngột.

- + Phải trồng cây để dẫn hướng che khuất những chỗ địa hình xấu & những vị trí gây ấn tượng đột ngột (từ nền đào sâu sang nền đắp cao).
- + Dùng cây cao thu hút một cách có hệ thống sự chú ý của Điều lái từ xa hoặc cột đường dây thông tin.

§16.4 - ĐẢM BẢO SỰ ĐỀU ĐẶN, UỐN LƯỢN CỦA TUYẾN TRONG KHÔNG GIAN

16.4.1 Yêu cầu.

Yêu cầu đảm bảo xe chạy trong thực tế với tốc độ ít bị thay đổi trên toàn tuyến có thể thỏa mãn nếu đường được thiết kế như một đường cong không gian đều đặn. Muốn vậy cần phải xét sự ảnh hưởng tương hỗ của BD – TD và TN. Đảm bảo tầm nhìn & các yêu cầu về thiết kế quang học của tuyến đường.

Các yếu tố BD & TD của các đoạn lân cận phải thiết kế như thế nào để tốc độ không thay đổi trong phạm vi lớn, nghĩa là xe chạy trên đường thực tế với tốc độ không đổi & tránh được tình trạng phải hãm xe & tăng giảm tốc thường xuyên. Để Điều lái xe có thể vững tin điều khiển xe với tốc độ tối đa có thể phát huy được, Điều lái xe phải nhìn rõ hướng đường & tình trạng kỹ thuật của đường ở cự ly lớn hơn nhiều trị số tầm nhìn quy định trong tiêu chuẩn thiết kế, không đoán nhảm thông qua những hình ảnh phối cảnh bị bóp méo. (các ví dụ trang 266 TKĐ tập 4).

Điều lái xe nhìn đoạn đường phía trước trong hình phối cảnh dưới một góc nhìn nhỏ nên dễ gây sai lệch về thị giác, trục quang học của mắt không có hướng nằm ngang như trong điều kiện bình thường mà hướng theo dốc song song với mặt đường của đoạn đường trên đó xe đang chạy. Do sự thay đổi hình ảnh của đường trong hình chiếu phối cảnh, nên Điều lái xe có cảm giác: đường cong tròn có chiều dài ngắn hơn & dốc trên các đường cong hình như dốc hơn, góc ngoặt hình như tăng lên - đường cong ngắn gãy khúc, còn các đoạn lên dốc thoải nằm sau các đoạn xuống dốc dài thì như đoạn có dốc lên lớn...

Tất cả những nhầm lẫn về thị giác đó của Điều lái xe đã ảnh hưởng không tốt tới việc lựa chọn chế độ xe chạy và với tốc độ thì nói chung thường vượt trên điều kiện xe chạy thực tế cho phép của đường.

Phải đảm bảo cho tuyến là 1 đường cong không gian uốn lượn đều đặn thì các yếu tố của tuyến phải được thiết kế phối hợp trên BD-TD. Không cho phép thiết kế chung các yếu tố nọ phụ thuộc vào các yếu tố kia mà lại không xét tới những ảnh hưởng tương hỗ của chúng tới điều kiện xe chạy & tâm lý của lái xe.

16.4.2 Cơ sở thiết kế.

* Sự đều đặn của tuyến ít nhất phải được đảm bảo trong phạm vi tầm nhìn của lái xe.

* Tránh sử dụng những tiêu chuẩn giới hạn cho phép R_{\min} nằm & R_{\min} đứng, I_{\max} , luôn luôn cố gắng sử dụng những chỉ tiêu kỹ thuật cao.

Để xét những biện pháp khắc phục (đưa ra những nguyên tắc), xem xét một số khái niệm sau. (có thể gọi là phân loại các yếu tố của tuyến đường).

1. Đường thẳng: Đường thẳng không bị biến dạng trên hình chiếu phối cảnh mà chỉ bị rút ngắn.

2. Đường cong phẳng.

Trên hình phối cảnh các đặc trưng hình học (chiều dốc lên hoặc xuống, chiều cong trái (phải) không nhưng các kích thước đều bị rút ngắn, trong không có dạng elip, Parabol tùy thuộc điểm nhìn.

3. Đường cong không gian : vừa cong ở BD vừa cong ở TD

Đường xoắn ốc có bước đều trong không gian Điều lái xe ở những vị trí khác nhau sẽ nhìn thấy những điểm uốn di động gây ra cho Điều lái một tâm lý không an toàn.

Đường cong không gian phức tạp các đặc trưng hình học trên hình phối cảnh thường bị khuất, ảnh không thật và thường thấy dễ xuất hiện những điểm uốn, điểm gây lồm và những ảo ảnh cong ngược, đường cong nằm và đường cong đứng phối hợp bất kỳ không theo nguyên tắc nào cả.

16.4.3 Nguyên tắc thiết kế.

1) Số lượng đường cong đứng và đường cong nằm nên cố gắng bằng nhau, vì phạm vi điều này đường mất tính đều đặn và khoá an toàn, nhiều tai nạn điển hình của sự phối hợp, chưa đạt các yếu tố BD & TD này là trên đoạn thẳng dài có nhiều chỗ đổi dốc trên TD. Trường hợp này gặp khi thiết kế ường thẳng ở vùng đồi theo

phương pháp đường bao để tránh khối lượng đào đắp lớn. Đường có dạng làn sóng và có nhiều chỗ khuất đặc biệt xấu khi đường đổi hướng tại các đường cong lõm.

2) Dĩ nhiên là bố trí đường cong nằm & đường cong đứng trùng nhau. Cố gắng để chiều dài đường cong nằm trên chiều dài đường cong đứng lồi một ít đối với đường cấp I, II, III là 50-100 m.

Hai đỉnh của đường cong nằm & đứng không lệch nhau qua $1/4$ chiều dài đường cong ngắn hơn. Tốt nhất là trùng nhau. Tránh thiết kế đ/c đứng lõm trên TD < 6 lần bán kính đường cong nằm vì gây thêm sự quá tải của nhịp xe & lực ly tâm lớn hơn. Nói chung tránh đặt đường cong đứng có R nhỏ & quá ngắn nằm trên các đoạn thẳng dài hoặc trên đường cong nằm có R lớn.

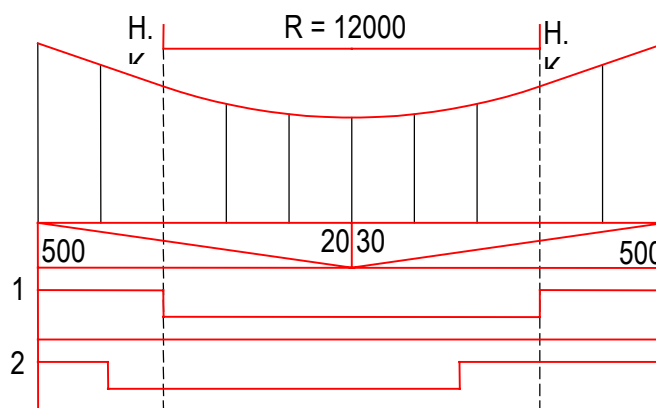
Có thể bố trí đường cong lõm nằm trên đoạn thẳng nếu tốc độ dốc tối đa cho phép trên đường.

Tránh nối tiếp điểm cuối của đường cong nằm với điểm đầu của đường cong đứng lồi hay lõm (đường cong đứng nằm trên đoạn thẳng).

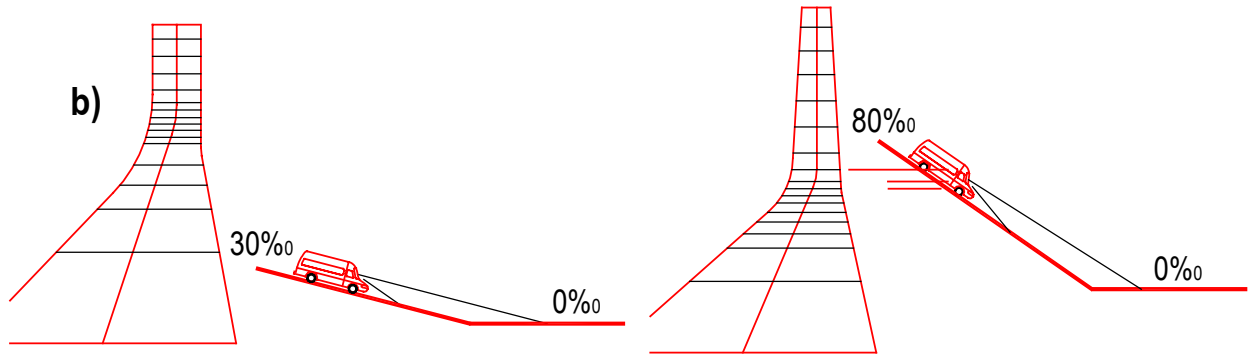
*** Chú ý :**

Ở trường hợp thứ nhất Điều lái xe khi vào đường cong đứng không rõ hướng đường phía trước.

Ở trường hợp thứ hai thì tầm nhìn ban đêm hạn chế.



Hình 16-1. Phối hợp đường cong nằm và đường cong đứng
1- Nền làm; 2- Cho phép



Trong điều kiện khó khăn cho phép đỉnh các đường cong đứng & nằm không trùng nhau. Nhưng đường cong nằm rẽ trái nên bố trí trước đường cong lồi còn rẽ phải thì bố trí sau.

3. Để đảm bảo cự ly nhìn thấy được các vật trên mặt đường từ một cự ly xa, tránh phối hợp các yếu tố của tuyến gây cảm giác thật hẫng, làm lái xe khó nhận ra hướng đường tiếp theo.

Những trường hợp này là :

- Các đoạn cong lồi ngắn trên TD thuộc các đoạn đường thẳng hay trên các đ/c nằm có R lớn thường gặp ở địa hình vùng đồng bằng & vùng đồi
- Các đoạn đường cong lồi có R nhỏ trên các đoạn có dốc lớn.

Ví dụ : tại các cầu nhỏ hay ở các nơi giao nhau khác mức của đường vùng đồng bằng.

- Các đoạn đường giảm tốc một cách đột ngột trên đường dốc gât.

Tại những nơi giao nhau khác mức - cầu nhỏ - cầu trung. Nên bố trí đoạn thẳng giữa 2 đường cong cùng chiều trong đó :

- + Hai đường cong nằm phải nằm trùng với chiều dài đường cong lồi của TD.
- + Trường hợp cá biệt có thể bố trí như sơ đồ 6-7b.
- * Nếu từ phía phải của đường có thể thấy đoạn đường sau công trình cầu.
- + Không được thiết kế đường cong đứng ở đầu cầu vượt vì sau cầu đường bị khuất.
- + Trường hợp có thể cho phép nếu cầu thuộc đường cong nằm có R > 3000m.

4) Chiều dài các đoạn đường thẳng và đường cong nằm phải được phối hợp với nhau một cách hợp lý (bảng 7-3 trang 190 TKĐ 4). Nên tránh TK các đoạn

đường cong ngắn nằm giữa 2 đoạn thẳng dài vì nhìn từ xa lái xe có cảm giác đường bị gãy khúc đột ngột do vậy sẽ bị giảm tốc độ.

Nếu góc chuyển hướng nhỏ thì cầu sử dụng bán kính đường cong nằm lớn để đảm bảo chiều dài đường vòng K không quá ngắn (bảng 7-2 trang 189 sdd). Giới thiệu bán kính tối thiểu phụ thuộc góc chuyển hướng (góc ngoặt).

Chiều dài đt trước đường cong; (m)	50	100	150	200	250	300	350	400	450
Chiều dài đ/c nằm min; (m)	50	115	180	250	330	400	500	600	700

Góc chuyển hướng (độ)		1	2	3	4	5	6	8	10
R (min) (m)	Đường cấp I (nên)	20.000 30.000	14.000 20.000	8.000 10.000	6.000 6.000	4000 5000	3000 .	2000 .	1200 .
	Các cấp khác (nên)	10.000 15.000	6.000 .	4.000 5.000	3.000 3.000	2.000 2.500	1500 2500	1000 .	600 .

5) Đối với các trường hợp góc ($< 0^{\circ}59'$ không yêu cầu TK đ/c nằm vì thực tế sự thay đổi hướng tuyến, lái xe không nhận thấy.

6) Bán kính tối thiểu đ/c nằm xác định theo quy phạm chỉ nên dùng trong những trường hợp đặc biệt. Nói chung phải cố gắng sử dụng R lớn & có thể xác định nó tùy thuộc vào góc chuyển hướng. VD : góc $\alpha = 8^{\circ} - 20^{\circ}$, nên dùng $R = 1000 - 800$ m; ($\alpha > 20^{\circ}$ nên thiết kế tuyến theo đường cong chuyển tiếp (clôtôt) hay dùng các đ/c hỗn hợp ($K = K_1 + K_2 + \dots$)).

7) Không nên thiết kế các đoạn chêm ngắn nằm giữa các đoạn đ/c cùng chiều để tránh cảm giác đường bị gãy khúc tốt nhất là thay các đoạn thẳng chêm này bằng các đ/c có R lớn hơn hoặc đ/c phức hợp gồm nhiều R khác nhau.

Nên tránh thiết kế những đoạn chêm ngắn nằm giữa các đ.c ngược chiều. Trong trường hợp này có thể giải quyết bằng cách tăng chiều dài của R để chống nối liền nhau lại.

Trường hợp đặc biệt thì đảm bảo đoạn thẳng giữa các điểm giới hạn của đ/c chuyển tiếp $>200\text{m}$. Không nên bố trí đ/c trên đoạn đường thẳng dốc gắt nằm giữa các đ/c có R rất lớn.

8) Chiều dài của các đoạn thẳng và đoạn cong phải thiết kế theo quy luật tăng lên hoặc giảm từ từ, cố gắng để các R kế cận nhau.

Chiều dài các yếu tố lân cận (đường thẳng & đường cong) không được vượt quá 1 : 1,4. Yêu cầu này đặt ra để đảm bảo tuyến đều đặn có đường nét trong không gian & sự thay đổi tốc độ xe chạy giữa các đoạn kế cận nhau không quá 10-15% do đó tăng khả năng an toàn xe chạy.

9) Không cho phép phối hợp các yếu tố của đường mà có hiện tượng (một cách đột ngột. Ví dụ : bố trí đ/c có R nhỏ nằm giữa các đ/c R lớn hoặc bố trí đ/c có R nhỏ trên đoạn dốc dài.

Nên thiết kế tuyến đường có các đ/c chuyển tiếp (dài hơn quy định của tiêu chuẩn hiện nay) theo dạng clotoit, chọn các tham số của đ/c clotoit không chỉ xuất phát từ đ/c tăng dần dần lực ly tâm mà còn xuất phát từ yêu cầu về quang học. Đường không bị bóp méo gãy khúc trong hình phối cảnh khi Điều lái xe nhìn từ xa.

10) Để đảm bảo sự đều đặn của tuyến trong không gian cần nắm vững những nguyên tắc quan sát & lấy chuẩn hướng xe chạy của lái xe trên đường. Mắt Điều lái lướt nhìn trên mặt đường trước xe theo dõi các vật định hướng song song với đường xe chạy như 2 bên mép mặt đường, cây xanh trồng bên đường, các cọc bảo hộ...

Cách thiết kế quang học có hiệu quả nhất là phối hợp chặt chẽ các yếu tố của tuyến đường & trồng cây ven đường làm cho lái xe biết được hướng tuyến ngoài phạm vi tầm nhìn thực tế. Đôi khi từ xa rất khó nhận thấy hướng tuyến vì bị địa hình che khuất mắt phía trước. (trên các đoạn đường lên xuống ở vùng đồi). Có R lồi nhưng không đủ lớn – nối giao nhau với đường nhánh nơi rẽ ngoặt.

§16.5- ĐẢM BẢO PHỐI HỢP CÁC YẾU TỐ CỦA TUYẾN VỚI PHONG CẢNH THIÊN NHIÊN VÀ THIẾT KẾ BẢO VỆ MÔI TRƯỜNG

1. Thiết kế phối hợp cảnh quan hai bên : Như mục đích TKCQ đã biết việc phối hợp các yếu tố của tuyến đường với quang cảnh 2 bên của khu vực tuyến đi qua là nhằm tạo nên một tuyến đường đẹp, không phá hoại, cát nát địa hình & quang cảnh thiên nhiên mà trái lại phối hợp hài hòa tô điểm thêm cho quang cảnh thiên nhiên.

a) Tác dụng : Kinh nghiệm thực tế cho thấy : Trên những tuyến đường TK phối hợp tốt với quang cảnh hai bên, không những Điều đi xe thích thú mà Điều lái xe cũng không bị căng thẳng thần kinh mệt mỏi, đảm bảo an toàn giao thông & đạt chỉ tiêu vận doanh khai thác cao, ngoài ra ở một chừng mực nào đó làm tăng khả năng thẩm mỹ cho dân cư ở khu vực tuyến qua.

b) Những nguyên tắc chung : 2 nguyên tắc.

+ Tuyến đường là một công trình xây dựng đồ sộ vì vậy nó khống chế phong cảnh cả một vùng. Bất phong cảnh thiên nhiên phụ thuộc vào nó & phục vụ nó.

+ Con đường – bản thân nó cũng là một yếu tố của phong cảnh vì vậy phải làm thế nào để nó tô điểm nổi bật phong cảnh khu vực – như vậy yêu cầu Điều thiết kế đặt nó sao cho hài hòa với khu vực.

c) Các biện pháp kết hợp :

- Nghiên cứu một cách tỉ mỉ địa hình khu vực để nắm chắc được quy luật & đặc điểm thiên nhiên của khu vực. Từ đó đặt tuyến ăn khớp vào phong cảnh của khu vực. Không phá vỡ phong cảnh tự nhiên – ngược lại làm tăng vẻ đẹp khu vực tuyến qua.

- Tìm hiểu kỹ các cảnh đẹp & các công trình kiến trúc hiện nay có trong khu vực để đặt tuyến đường cách các đối tượng đó một cự ly mà hành khách có thể quan sát được. Mỗi một đoạn tuyến cần phải có một mục tiêu về thị giác để hướng sự chú ý của hành khách vào mục tiêu đó.

- Các công trình phục vụ dọc tuyến cần phải được xem là một thành phần quan trọng trong hình mẫu kiến trúc chung của đường. Vì vậy mà tránh những việc

thiết kế cứng nhắc rẽ tiền. Liên hệ với đặc điểm kiến trúc địa phương để thỏa mãn chức năng phục vụ.

- Sử dụng cây xanh 2 bên đường & các thảm thực vật một cách hợp lý.

VD : Khi không thể & men ngoài các thảm thực vật mà phải bắt buộc cắt qua nó thì tuyến đường không nên cắt thẳng mà nên lượn vòng vì cắt thẳng không đẹp tạo ra cảnh đối xứng cứng nhắc & chia cắt thảm cây bằng một dải quá hẹp.

Dùng cây xanh che đi những địa hình xấu gây ấn tượng không đẹp mắt.

VD : Các chỗ đào lấy đất đắp dọc tuyến, các mái taluy nếu đào trên các sườn đồi vốn trước có cây cối bao phủ, các đoạn đắp lên cần dẫn các khu vực kho tàng để gần tuyến.

+ Cây xanh còn làm nền cho công trình – hướng dẫn sự chú ý của hành khách.

Chú ý : Việc trồng cây xanh phải nên hình dạng: Kết hợp những khóm cây rừng cây nhỏ, rặng cây, hồ nước & dòng nước tự nhiên luôn luôn tạo cảm giác hứng thú cho hành khách.

+ Cấu tạo nền đường gắn liền với sự êm thuận. Nên dùng những đ/c thay cho gờ của taluy. Nếu đắp thấp có thể dùng taluy thoải 1 : 3 – 1: 4.

2. Đảm bảo môi trường môi sinh & Cân bằng sinh thái :

- Bảo vệ nông lâm nghiệp – bảo vệ nguồn nước phục vụ cho nông, lâm nghiệp.

- Chống bụi cho những khu vực dân cư.

- Chống ồn do phương tiện giao thông gây ra. Mức độ ồn cho phép đối với vùng dân cư là 50-60 đêxiben, vùng an dưỡng 40-50 đêxiben.

Tiếng ồn phụ thuộc LLXC & mật độ xe, loại mặt đường, thành phần dòng xe. Tại mép nền đường độ ồn do xe chạy gây ra có thể xác định theo công thức $L = 24 + 20 \lg N (*)$

L : độ ồn (đêxiben); N : LLXC (xe/h)

VD : ở cách đường 7m khi xe tải nặng chạy $L = 90$ đêxiben. Cách nguồn gây tiếng động càng xa thì độ ồn càng thấp theo quan hệ :

L_n : độ ồn (đêxiben) ở cách nguồn gây tiếng động 1 khoảng cách R_n ; R_1 ; độ ồn của khoảng cách R_1 .

Kết hợp (*) & (**) có thể xác định được khoảng cách cầu thiết kế giữa tiếng ồn & khu nhà ở để tiếng ồn do xe chạy không ảnh hưởng đến sinh hoạt của dân cư.

Trong thành phố có thể dùng tường chắn ngăn tiếng ồn bằng vật liệu hút âm, đắp đê đất, trồng rừng cây.

- Không những chú ý đến biện pháp giữ gìn môi trường, môi sinh như trên mà còn đề cập đến các biện pháp nhằm cải thiện thêm môi trường hai bên đường.

VD :- Các biện pháp nhằm sử dụng các phế liệu công nghiệp như xỉ, tro bay.... để xây dựng đường.

- Các biện pháp nhằm cải thiện điều kiện thiên nhiên như kết hợp việc xây dựng đường qua vùng lầy để làm khô đầm lầy.

- Kết hợp việc lấy đất để tạo hồ chứa nước, gia cố ổn định của sườn dốc.

§16.6.6- ĐÁNH GIÁ SỰ ĐỀU CỦA TUYẾN BẰNG HÌNH CHIẾU PHỐI CẢNH

Hiệu quả của phương pháp dựng hình phối cảnh trong việc kiểm tra sự đều đặn của tuyến : trên các hình chiếu phối cảnh đó ta có thể tiến hành thiết kế điều chỉnh tuyến để cải thiện hơn nữa độ đều đặn và rõ ràng của tuyến, cũng như luận chứng được hiệu quả của nó.

Ví dụ: Đối với đường cong không gian phức tạp - Hình chiếu phối cảnh của nó rất phức tạp không có quy luật - thường sau khi thiết kế xong phải vẽ hình chiếu phối cảnh & điều chỉnh những điểm gãy - khuất - lượn sóng ở trên bình điều phối cảnh. Rồi từ đó làm phép ngược lại để điều chỉnh BD & TD.

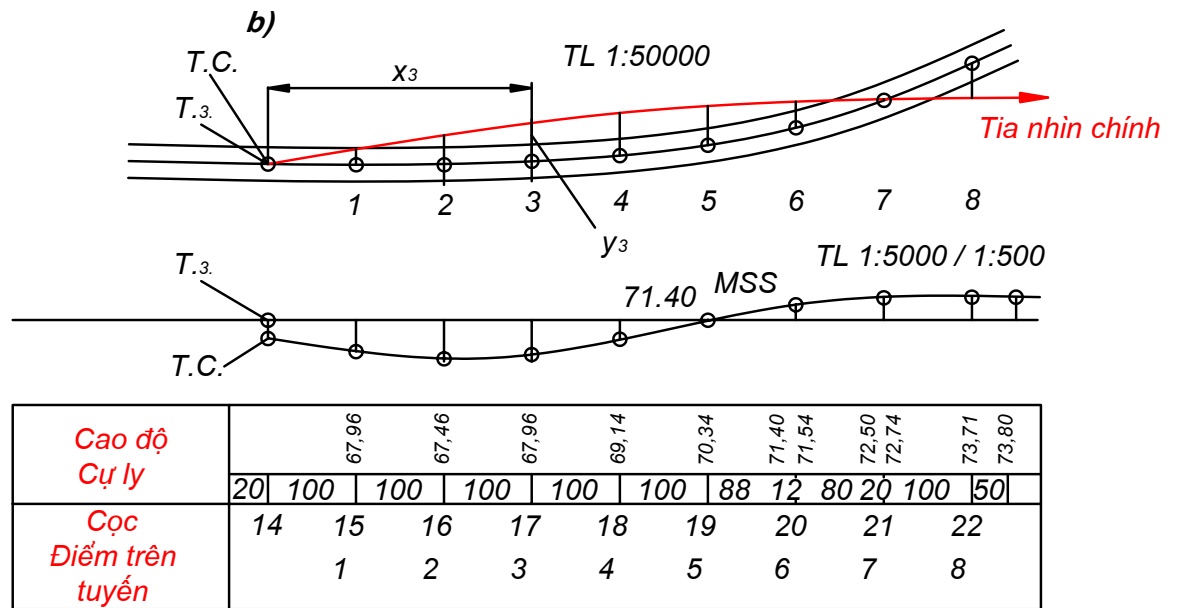
Phương pháp dựng hình chiếu phối cảnh để kiểm tra rất nhanh chóng & tiện lợi.

Để có thể kiểm tra & thiết kế điều chỉnh BD-TD trên hình phối cảnh cần phải giải quyết được những vấn đề sau :

- a) Chọn điểm nhìn.
- b) Xác định tia nhìn
- c) Tính toán tọa độ phối cảnh của các điểm trên trục đường.

d) Phương pháp đánh giá độ đều đặn.

e) Phương pháp thiết kế điều chỉnh các yếu tố tuyến.



Hình 16-2.

* Các vấn đề trên hiện chưa được giải quyết một cách hoàn hảo (đặc biệt về mặt các tiêu chuẩn định lượng) hiện nay vẫn còn được tiếp tục nghiên cứu ????

1- Chọn điểm nhìn :

Nói chung mắt nhìn của Điều lái xe di động dọc theo trục đường do vậy hình chiếu phối cảnh cần phải kiểm tra ở nhiều vị trí, nhưng thực tế công việc rất phức tạp, vì vậy chỉ có thể kiểm tra ở một số những điểm đặc trưng :

- + Điểm nhìn cách xa vùng, vị trí quan sát = 1 cự ly nhìn
- + ở điểm đầu của đoạn thẳng trước khi đi vào đ/c.
- + Trên điểm nhìn được xác định ở cách mép phần xe chạy phía phải 1,5 m & trên mđ 1,2m (phù hợp với vị trí của mắt Điều lái xe.
- + Cuối những chỗ đổi dốc lồi trên TD.

2- Tia nhìn :

+ Trên bình đồ chúng ta lấy theo đường phân giác của góc của góc quan sát của Điều lái xe để đảm bảo quan sát khu vực tầm nhìn.

+ Trên trắc dọc : đối với những đoạn id < 2% thì tia nhìn của Điều lái có thể lấy theo phương nằm ngang, id > 2%, thì tia nhìn được lấy song song với mặt đường.

3. Tính toán tọa độ phối cảnh của các điểm đặc trưng trên trục đường. Ta biết rằng 1 điểm bất kỳ trong không gian đều được xác định bởi 3 tọa độ x, y, z .

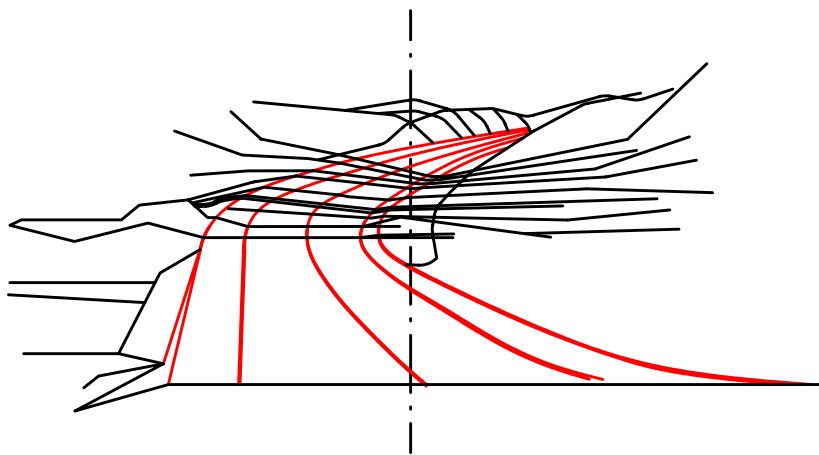
$A (X_A, Y_A, Z_A)$

X_A : cự ly từ mắt nhìn đến A (trục X đặt theo tia nhìn chính)

Y_A : Cao độ tính từ tia nhìn ở TD đến A

Z_A : K/c từ tia nhìn ở bđ đến điểm A

Nếu muốn dựng ảnh phối cảnh có k/c từ mắt đến chứa ảnh là $X'A$ thì tọa độ ảnh $Y'A, Z'A$ bề rộng ảnh $B'A$ của điểm (vật) có tọa độ $Y'A, Z'A$ & bề rộng BA trên thực tế có thể xác định theo hệ đồng dạng.



Hình 16-3. Mô hình một đoạn đường dựng bằng máy tính

Thông thường để tính toán & quan sát sau này Điều ta thường chọn vị trí ảnh với $X'_A = 100 \text{ cm (1m)}$ khi đánh giá trên ảnh cũng phải đặt ảnh cách mắt 1m do đó có thể tính toán tọa độ ảnh theo tọa độ các điểm thực tế đã biết.

Theo nguyên tắc này ta lần lượt tính tất cả các tọa độ phối cảnh Y', Z' cho tất cả các điểm 1, 2, 3...

Các trị số X, Y, Z đo trực tiếp trên hình hoặc tính toán theo các công thức giải tích, xác định được các trị số Y', Z' ta đưa lên hình chiếu phối cảnh. Tỷ lệ : 1 : 100.

4) Phương pháp đánh giá sự êm thuận (độ đều đặn) của tuyến trên hình chiếu phối cảnh.

- Vẽ hình chiếu phối cảnh theo hai chiều đi và về.
- Điểm nhìn phải di động dọc theo trục của tim đường.

- Độ đều đặn được đánh giá bằng hai chỉ số.

Ở đoạn tuyến có đ/c đứng & đ/c nằm.

Trường hợp đ/c đứng lồi (trên đoạn thẳng ở bản đồ)

Trường hợp đoạn cong nằm trên bđ thì độ đều đặn chủ yếu được đánh giá qua trị số f (m) tùy thuộc k/c từ điểm nhìn đến đỉnh đường cong tròn. Yêu cầu f (trị số bảng sau :

K.C nhìn (m)	550	500	300	250	200
f (m)	> 5,5	> 5.0	> 3.0	> 2.5	> 2.0

Chú ý : Trị số f ở bảng là độ lớn thực trong tự nhiên do vậy phải đổi ra theo tỷ lệ phối cảnh.

Trường hợp đ/c đứng lồi trên đường cong nằm (vòng) thì để đảm bảo nhìn rõ hướng ngoặt yêu cầu trị số f trên ảnh (4mm.

Nếu trên hình phối cảnh có những điểm gãy lồi hoặc điểm khuất thì nâng lên cho đều. Như vậy ta lại tính ngược lại trị số Y & Z (chỉnh được ở BD & TD.

5) Điều chỉnh các yếu tố tuyến dựa vào hình chiếu phối cảnh.:

Nguyên tắc : Trường hợp phát hiện thấy không đảm bảo sự đều đặn và rõ ràng thì có thể tiến hành TKĐC ngay trên ảnh. Cụ thể là chữa các điểm bị gãy, lồi, bóp méo hay khuất trên ảnh để loại bỏ các điểm đó hoặc để đạt được các trị số như bảng trên & cải thiện hình phối cảnh theo ý mong muốn.

Khi chữa trên ảnh phải vạch lại các đường đặc trưng như đồng tim, đồng mép phần xe chạy. Theo đó ta có thể xác định tọa độ trên ảnh của các điểm mong muốn tức y' & z' theo công thức :

và tính ngược lại tọa độ các điểm mong muốn y, z .

Sau đó vẽ lại ảnh phối cảnh để kiểm tra kết quả chỉnh tuyến công việc cứ lặp lại cho đến khi đạt yêu cầu.

*** Một vài tổ hợp giữa BD-TD :**

Những trường hợp xấu ở hình chiếu phối cảnh.

- 1- Đ/c đứng quá bé so với đ/c nằm hoặc ngược lại.

- 2- Đ/c đứng và đường cong nằm đặt lệch nhau quá 20m gây hiện tượng gãy, cong ngược.
- 3- Dùng nhiều đ/c đứng R nhỏ trên 1 đoạn thẳng BD
- 4- Dùng một đoạn chêm thẳng < 200m giữa 2 đ/c cùng chiều thì trên hình phối cảnh có 1 đoạn gãy rõ ràng.

Những tổ hợp tốt :

- 1- Bố trí đường cong đứng & đ/c nằm trùng nhau hoàn toàn.
 - 2- Các đoạn chêm không là thẳng mà là các đoạn của đ/c chuyển tiếp.
- + Nếu $R < 5000\text{m}$ thì giữa đường thẳng & đ/c cũng phải dùng đ/c chuyển tiếp clotoid.

V km/h	40	60	80	100	120	140
A	120	200	275	400	500	700

A còn có thể lấy theo phạm vi từ $(0,4 - 1,5) R$ đối với $\alpha < 3^\circ$ thì đ/c chuyển tiếp mới phát huy được tác dụng.

Nếu trường hợp góc chuyển hướng $\alpha > 6^\circ$ thì nên dùng 2 đoạn đ/c chuyển tiếp nối liền nhau mà không dùng đường tròn K.

- + 2 đ/c tròn ngược chiều thì phải đảm bảo $R_1/R_2 \geq 3$
- + 2 đ/c tròn cùng chiều nếu bố trí cùng 1 đ/c clotoid với :
- + 2 đ/c tròn được nối trực tiếp với nhau chỉ khi $R_1 \geq 2 R_2$

Chương 17

ĐƯỜNG CAO TỐC



§17.1 Một số khái niệm

Định nghĩa - Chức năng:

Định nghĩa: Là đường ô tô chuyên dụng chỉ cho phép các *loại xe cơ giới chạy trên đường với tốc độ cao ($V_{min} = 50 \text{ km/h}$)*

Expressway, Freeway, motorway, superhighway, autoroute, autobahn, Автомагистраль...

Chức năng:

- Dành cho xe có động cơ
- Tối thiểu 2 làn trên cùng một chiều (4 làn) và tách bằng dải phân cách.
- Bố trí làn dừng khẩn cấp trên mỗi chiều.
- Bố trí đầy đủ trang thiết bị đảm bảo GT liên tục trong mọi nơi, mọi lúc: TCGT - ĐKGT, Chiều sáng...
- Đảm bảo ATGT, tiện lợi xe chạy
- Hạn chế nơi giao và giao nhau lập thể (khác mức).

Đặc điểm

- V lớn
- KNTĐ cao: (35.000-50.000) xe/ngđêm/ 4làn
(70.000-100.000)xe/ngđêm/ 6làn
- ATGT (1/3 tổng số vụ trên mạng lưới)
- Chi phí vận chuyển C_{VC} thấp
- GT liên tục không dừng, tính cơ động cao (Mobility)

Nhược điểm:

Chi phí xây dựng lớn

Đòi hỏi kỹ thuật cao trong xây dựng và trong quản lý khai thác.

Phân loại đường cao tốc

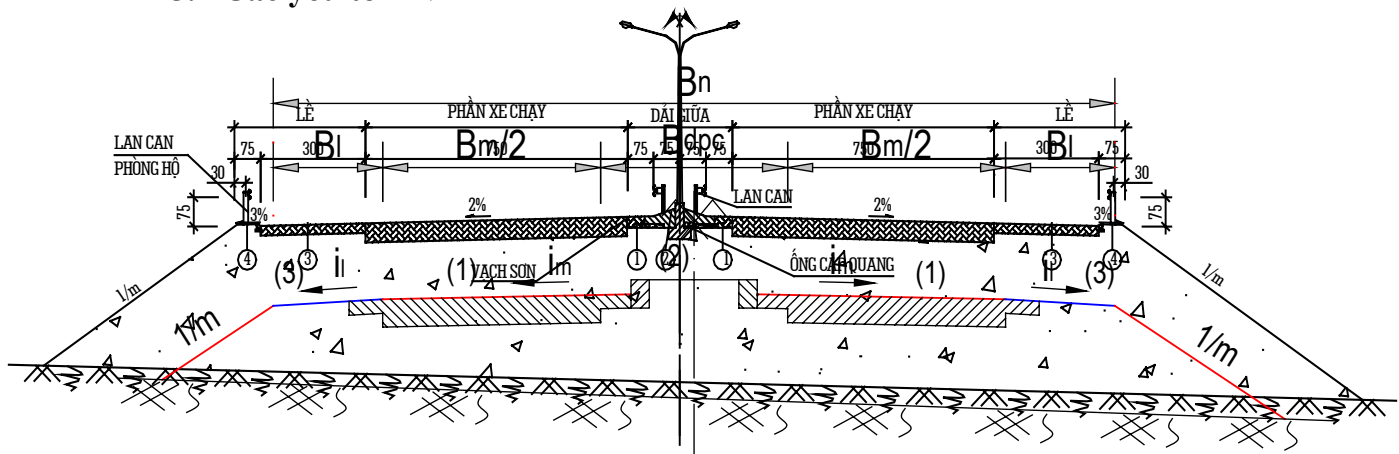
Thế giới: Anh, Mỹ, Pháp, Canada, Nga, Nhật, Trung quốc.

Việt Nam TCVN 5729 – 97, TCVN 4054-2005

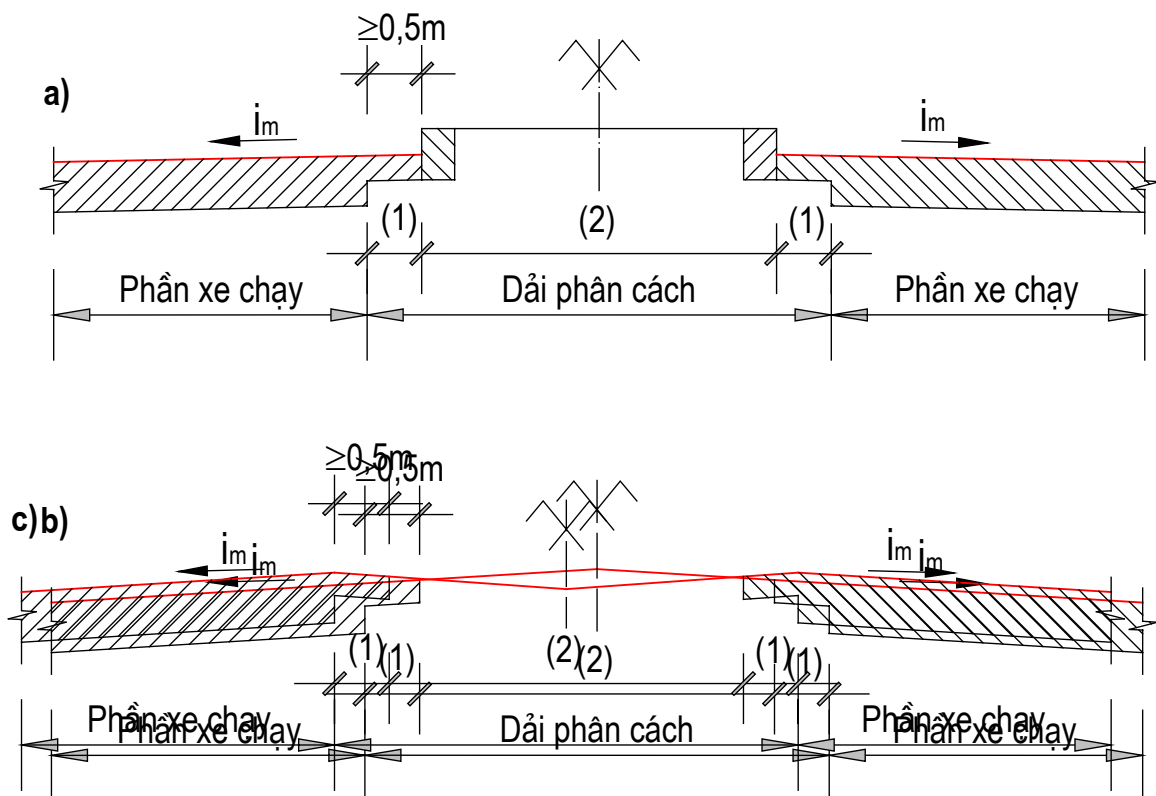
§17.2 Yêu cầu và các chỉ tiêu kỹ thuật trên đường cao tốc

1. Cấp hạng và tốc độ TK
2. Lưu lượng xe chạy và số làn xe.
3. Yêu cầu TK Bình Đều: R_{\min} , S , S_{ngang} , i_{sc} , đường cong chuyển tiếp.
4. Yêu cầu TK Trắc dọc: i_d lên, i_d xuống, L_{dmax} , L_{dmin} , $R_{\text{lồimin}}$, $R_{\text{lõmin}}$, phối hợp đ.cong đứng, nằm, $L_{\text{thẳng}}$ với K_{cong} .
5. Yêu cầu TK Trắc ngang

5.1 Các yếu tố TN



Hình 3.1: Các yếu tố trên mặt cắt ngang đường



Hình 3.2: Các dạng dải phân cách

Xem hình II -1, bảng II-1, hình II-2 GT TKĐ cao tốc

5.2 Chức năng các yếu tố**6. Bố trí cửa ra, cửa vào trên đường cao tốc (mở thông dải phân cách)****§17. 3 Phân tích ý nghĩa của mức phục vụ
(level of service - LOS)**

Việc chọn mức phục vụ ảnh hưởng đến việc xác định các chỉ tiêu, các yếu tố của đường cao tốc.

Mỹ và nhiều nước đã sử dụng mức phục vụ làm tiêu chuẩn chất lượng để đánh giá hiệu quả khai thác đường. Mức phục vụ của một con đường được xác định dựa trên ba thông số chính phản ánh chất lượng phục vụ của nó, đó là :

- Tốc độ hành trình trung bình (average Travel speed) : V_{tb}
- Tỷ lệ thời gian xe chạy bị cản trở (percent time delay)
- Hệ số sử dụng năng lực thông hành v/c (Utilization of capacity)

+ Trong đó tốc độ hành trình trung bình phản ánh khả năng lưu thông của quãng đường và được xác định bằng giá trị trung bình tốc độ hành trình của tất cả các xe qua quãng đường đó.

+ Tỷ lệ thời gian bị cản trở là tỷ lệ phần trăm trung bình thời gian của tất cả các xe bị cản trở trong khi chạy theo nhóm do không có khả năng vượt nhau.

+ Hệ số sử dụng năng lực thông hành v/c là tỷ số giữa lưu lượng xe chạy của dòng xe và năng lực thông hành ($v = \text{Volume}$; $C = \text{capacity}$). Hệ số này thể hiện yêu cầu của Điều thiết kế về chất lượng chạy xe (an toàn, thuận lợi nhiều hay ít), đồng thời cũng thể hiện một phần đòi hỏi về chi phí đầu tư xây dựng.

- Ở Mỹ và một số nước phương Tây đã sử dụng hệ số này là một yếu tố cơ bản quyết định mức phục vụ của một con đường, trong khi mức phục vụ lại chính là một đặc trưng kinh tế kỹ thuật quan trọng đòi hỏi phải được xác định ngay từ đầu để làm cơ sở cho việc thiết kế đường.

- Ở Liên Xô (cũ) thì dùng quan niệm mức độ thuận lợi làm đặc trưng cho trạng thái chất lượng của dòng xe thông qua ba thông số như chúng ta đã biết.

* Hệ số làm việc : Z (Việt Nam cũng gọi là hệ số làm việc)

* Hệ số tốc độ : C

* Hệ số đông xe : ρ

+ Thực ra hệ số $Z = N/P$ trên một đoạn đường có ý nghĩa như chỉ tiêu mức sử dụng năng lực thông hành v/c, còn hệ số tốc độ C cùng tương đồng với chỉ tiêu về tốc độ hành trình của Mỹ.

Như vậy cả Mỹ - và Nga đều có quan điểm thống nhất cơ bản khi lựa chọn các chỉ tiêu để đánh giá mức độ thuận lợi xe chạy hay mức phục vụ của

đường. Song có sự khác nhau ở chỗ chọn thông số nào đứng đầu trong tiêu chuẩn mức phục vụ và sự linh hoạt trong khi sử dụng.

+ Dựa trên 3 thông số trên chất lượng và hiệu quả khai thác đường được đánh giá với 6 mức phục vụ khác nhau.

Từ A, B, C, D, E, F lần lượt là mức có chất lượng phục vụ cao nhất đến thấp nhất, không hiệu quả về mặt kinh tế đường.

+ Sau khi nghiên cứu các thông số trong từng mức phục vụ ta nhận thấy đối với đường cao tốc mức phục vụ đòi hỏi chất lượng càng cao thì hệ số v/c càng nhỏ, số làn xe càng nhiều và vốn đầu tư càng lớn. Ngoài ra hệ số v/c sẽ ảnh hưởng trực tiếp đến tốc độ chạy xe trung bình V_{tb} của dòng xe, đối với đường cao tốc (Freerways and other expressways) thì quan hệ :

$V_{tb} = f(V/C)$ có thể được xác định theo hình I.1 trang 17 (TK Đường cao tốc – GS Dương Học Hải)

Hình I.1 : Quan hệ $V_{TB} = f(V/C)$ của đường cao tốc

Chúng ta cũng có thể biểu thị mối quan hệ giữa $V_{tb} - V/C$ và mức độ phục vụ của đường theo biểu đồ sau (Hình I.2 theo tài liệu HCM)

Như vậy, khi thiết kế Điều thiết kế trước hết phải lựa chọn một mức phục vụ thích hợp để đảm bảo có sự cân đối hài hòa giữa các yêu cầu về kinh tế (đầu tư và chi phí vận doanh khai thác) với các yêu cầu về mức độ an toàn, thuận lợi trong khai thác. Và khi đã lựa chọn hợp lý mức phục vụ thì mọi yếu tố, mọi bộ phận, mọi đoạn của đường đều phải được thiết kế đảm bảo đạt mức độ phục vụ đó.

Qua những vấn đề đã trình bày ở trên chúng ta nhận thấy rõ ràng hai chỉ tiêu tốc độ hành trình trung bình V_{tb} và hệ số sử dụng năng lực thông hành V/C rất quan trọng và liên quan với nhau như ở hình I.1 và I.2. Trong đó hệ số V/C là yếu tố chính để phân loại mức phục vụ (vấn đề này được rất nhiều nước công nhận : Liên Xô (cũ), các nhà khoa học về kỹ thuật giao thông của nước ta ...).

Việc chọn mức độ phục vụ để thiết kế khi đã quyết định tốc độ thiết kế thì thực tế chỉ là chọn hệ số V/C và như vậy chỉ còn ảnh hưởng đến việc xác định số làn xe cần thiết của đường cao tốc. Tuy nhiên như đã nói ở trên, chọn mức phục vụ thích hợp (tức là lựa chọn V_{tb} và hệ số V/C) thì việc thiết kế đường (tính toán các chỉ tiêu kinh tế – kỹ thuật của tuyến) sẽ mang lại hiệu quả kinh tế cao cho nền kinh tế quốc dân. Như vậy, đối với giai đoạn thiết kế mới mức phục vụ E và F không có ý nghĩa.

§14.4 Sự khác biệt đường cao tốc với đường ô tô thông thường

Cơ sở tính toán thiết kế các yếu tố của tuyến trên bình độ và trắc dọc của đường cao tốc có những gì khác với đường ô tô thông thường (nêu rõ những điểm giống và khác nhau, các điểm phải đề cập đối với đường cao tốc mà không cần đề cập đối với đường ô tô thông thường và ngược lại).

Như chúng ta đã biết : Đường cao tốc là loại đường ô tô có chức năng đặc biệt chỉ dành cho xe có động cơ, đảm bảo giao thông liên tục (chỉ cho phép dừng xe ở các chỗ quy định hoặc dừng xe khẩn cấp bên lề). Tách riêng hai phần xe chạy bằng dải phân cách ở giữa, hạn chế số các vị trí ra vào đường, chỉ cho ra, vào tuyến ở các điểm quy định, không cho phép giao nhau cùng mức; áp dụng các tiêu chuẩn kỹ thuật cao và bố trí đầy đủ các trang thiết bị, tín hiệu chỉ dẫn giao thông. Với các điều kiện như vậy đường cao tốc được đặc trưng bằng các đặc điểm sau :

- 1- Tốc độ xe chạy cao.**
- 2- Năng lực thông hành lớn.**
- 3- An toàn xe chạy cao.**
- 4- Chi phí vận doanh giảm.**
- 5- Bảo đảm được giao thông liên tục trong mọi thời tiết.**

Để đạt được những vấn đề trên Điều thiết kế phải nhất thiết tuân theo các tiêu chuẩn riêng của đường cao tốc. Các tiêu chuẩn này có những điểm giống, điểm khác với các tiêu chuẩn của đường, ô tô thông thường, có những tiêu chuẩn được đề cập đối với đường ô tô cao tốc mà không cần đề cập đối với đường ô tô thông thường và ngược lại; lần lượt chúng ta sẽ xem xét những điểm này.

1- Các đoạn tuyến nằm trên đường thẳng

Theo quan điểm thiết kế đường cao tốc thì đoạn tuyến thẳng quá dài hoặc quá ngắn đều không có lợi.

Lý do : Đối với đoạn thẳng quá dài sẽ không an toàn trong điều kiện xe chạy với tốc độ cao vì tuyến sẽ trở nên đơn điệu, lái xe mệt mỏi, dễ buồn ngủ, dễ ước lượng sai khoảng cách với xe đi trước và phản ứng rất chậm có khi cứ tăng tốc độ một cách vô lý khi cần phải xử lý tình huống, chói mắt về đêm, khó kết hợp hài hòa với phong cảnh 2 bên. Như vậy TCVN 5729 – 1997 thiết kế đường cao tốc của ta quy định : “Tránh thiết kế các đoạn thẳng quá dài 4 – 6 Km trên đường cao tốc”.

Về điểm này đối với đường ô tô thông thường cấp cao (cấp I – III) cũng được đề cập đến trong phần thiết kế cảnh quan nhưng chưa có quy định rõ ràng trong TCVN 4054 – 85.

Đối với đoạn thẳng quá ngắn cũng không cho phép đối với đường cao tốc xuất phát từ quan điểm thị giác và an toàn. Về điểm này mỗi nước có đề nghị khác

nhau nhưng nói chung đều có cùng quan điểm về quan hệ giữa chiều dài đoạn thẳng và bán kính đường cong như Cộng hòa liên bang Đức.

Khi $L_{\text{đoạn thẳng}} \leq 500\text{m}$ thì $R \geq L_{\text{đoạn thẳng}}$

Khi $L_{\text{đoạn thẳng}} > 500\text{m}$ thì $R > 500\text{m}$

Đối với đường ô tô thông thường theo TCVN 4054-85 của nước ta thì quy định mối quan hệ giữa chiều dài đoạn thẳng và đoạn cong trên bình đồ không nên chênh lệch nhau quá 3 lần và tránh bố trí đường cong ngắn giữa các đoạn thẳng dài hoặc đoạn thẳng ngắn giữa các đường cong.

2- Bán kính đường cong nằm nhỏ nhất R_{\min} và bán kính nhỏ nhất thông thường.

Về công thức tính toán thì như nhau :

$$R = \frac{V^2}{127(\mu + i_{sc})}$$

Ở đây khi dùng trị số μ_{\max} và $i_{sc \max}$ sẽ được trị số bán kính nhỏ nhất.

- Đối với đường ô tô thông thường dùng $\mu_{\max} = 0,15$ để tính R_{\min} nhưng đối với đường cao tốc hầu như tất cả các nước dùng $\mu_{\max} = 0,10 - 0,13$ (khi V_{TK} càng lớn thì dùng μ_{\max} lấy càng nhỏ trong phạm vi trên).

- Bán kính nhỏ nhất thông thường được chỉ đề cập đến đối với đường cao tốc mà không được nói đến ở đường ô tô thông thường vì đối với đường cao tốc yêu cầu về đảm bảo an toàn, êm thuận được hiểu là bán kính nhỏ nhất nên áp dụng khi thiết kế để đảm bảo điều kiện an toàn, êm thuận hơn, và chỉ trong trường hợp địa hình rất khó và lưu lượng xe không lớn mới áp dụng trị số bán kính nhỏ nhất R_{\min} .

3- Bán kính nhỏ nhất không làm siêu cao : Vẫn dùng công thức (II-1) để tính nhưng đối với đường cao tốc thì trị số $\mu = 0,045 - 0,05$ tương ứng $i_{sc} = -2\%$ (bằng i_n trên mặt đường 2 mái).

Một số nước khác còn lấy $\mu = 0,035$ ứng với $i_{sc} = 1,5\%$

Trong khi đó đối với đường ô tô thông thường thì để xác định trị số bán kính nhỏ nhất không làm siêu cao $R_{\min \text{ osc}}$ lấy $\mu = 0,08$ ứng với $i_n = 3\%$ tức là tiêu chuẩn thấp hơn.

Trên cơ sở các phân tích ở trên (mục 2,3) TCVN 5729 – 1997 đã quy định các trị số R_{\min} , R_{\min} thông thường và $R_{\min \text{ osc}}$ cho từng cấp đường cao tốc.

4- Bán kính đường cong tối thiểu theo yêu cầu êm thuận về thị giác

Tiêu chuẩn này được Liên Xô (cũ) đề nghị dùng cho đường cao tốc

$$R_{\min} = \frac{0,2V^2}{i} + 20 \quad (\text{II-2})$$

Trong đó R_{\min} là bán kính nhỏ nhất bảo đảm đều đặn (êm thuận) về thị giác được hiểu là bán kính cong ở cuối đoạn chuyển tiếp Clotoit.

V : Tốc độ thiết kế (Km/h)

i : Độ dốc dọc của đoạn đường cong (%) và chỉ tính với các trường hợp có độ dốc dọc $i > 0,25\%$.

Tiêu chuẩn này đối với đường ô tô thường ở các nước và nước ta không đề cập đến.

5- Chiều dài đường cong ngắn nhất K_{\min}

Tiêu chuẩn này cũng được đề cập rất chi tiết đối với đường cao tốc. Trị số của nó được tính toán dựa trên 3 điều kiện sau.

a) ĐK sao cho lái xe không phải đổi hướng tay lái trong 6 sec tức là :

$$K_{\min} = v \cdot t = \frac{V}{3,6} \cdot 6 = 1,67V(m)(II-3)$$

b) ĐK đủ nối tiếp 2 đoạn đường cong chuyển tiếp

$$K_{\min} = 2L \quad (m) \quad (II-4)$$

$$L = \frac{V^3}{\alpha R I} \quad (m) \quad (II-5)$$

$$\text{Hay } K_{\min} = 0,085 \frac{V^3}{R} \quad (m) \quad (II-6)$$

c) ĐK sao cho phân cự p đủ lớn để đảm bảo sự đều đặn và mỹ quan làm cho lái xe không cảm thấy tuyến như bị bóp mép, thu nhận thị giác bị sai lệch (Đưa ra các trị số p không chế tương ứng với từng VTK.

- áp dụng các trị số p không chế này ta có chiều dài đường cong tối thiểu khi thiết kế đường cao trong trường hợp đường vòng dùng dạng Clotoit.

$$K_{\min} = \frac{1.400}{\alpha} \quad ; (m) \text{ khi } V_{TK} = 120 \text{ Km/h} \quad (II-7)$$

$$K_{\min} = \frac{1.200}{\alpha} \quad : (m) \text{ khi } V_{TK} = 100 \text{ Km/h} \quad (II-8)$$

$$K_{\min} = \frac{1.000}{\alpha} \quad ; (m) \text{ khi } V_{TK} = 80 \text{ Km/h} \quad (II-9)$$

Trường hợp đường vòng tròn đều thì :

$$K_{\min} = \frac{P \cdot \alpha}{57,3 \left(\frac{1}{\cos \alpha / 2} - 1 \right)} \quad ; (m) \quad (II-10)$$

Tổng hợp cả 3 điều kiện trên khi thiết kế cần không chế chiều dài đường vòng theo trị số nào lớn hơn tính được giữa (II-3) và (II-7); (II-8); (II-9) hoặc giữa (II-10) và (II-7); (II-8); (II-9).

6- Đường cong chuyển tiếp

Tiêu chuẩn này được đề cập đến cho cả đường cao tốc và đường ô tô thông thường. Tuy nhiên đối với đường ô tô thông thường chỉ yêu cầu đối với đường C1, C2, , C3 khi $V_{TK} > 60\text{Km}$. Còn đối với đường cao tốc việc thiết kế đ/c chuyển tiếp được tính toán và quy định rất chặt chẽ và gần như là 1 yêu cầu không thể thiếu. Các thông số để xác định chiều dài đường cong chuyển tiếp L cũng đòi hỏi cao hơn chẳng hạn như độ tăng gia tốc ly tâm I chỉ lấy bằng $0,2 - 0,3 \text{ m/s}^3$. Ngoài ra việc xác định chiều dài L còn xuất phát từ yêu cầu thu nhận thị giác của lái xe : $L_{\text{Min}} = R/9$ (II-11). Đây chính là cơ sở để đưa ra quy định chiều dài L tối thiểu như bảng 2 trong TCVN 5729-1997.

* Chú ý : Trị số bán kính không cần bố trí siêu cao ở bảng 2 trong TCVN 5729- 1997 không phải là bán kính **không cần** bố trí đường cong chuyển tiếp Clotoit và chỉ khi nào với bán kính R đủ lớn đến mức giữa quỹ đạo chạy xe bám theo đường cong tròn không có đoạn nối chuyển tiếp dạng Clotoit với quỹ đạo chạy xe có nối chuyển tiếp Clotoit sai lệch nhau không đáng kể thì lúc đó mới không cần bố trí đường cong chuyển tiếp. Tức là lúc đó trị số p rất nhỏ ($p = 0,07 - 0,08 \text{ m}$) hay trị số bán kính là khá lớn.

Nhưng thực ra theo quy định về chọn L tối thiểu tương ứng R (như ở toán đồ hình 3.3 trang 68 - Đường cao tốc của GS Dương Học Hải thì không có cặp (L, R) theo quy định nào cho p nhỏ ($p \leq 0,07 - 0,08 \text{ m}$) và điều kiện $p \leq 0,07 - 0,08 \text{ m}$ chỉ có thể xảy ra khi chiều dài L rất nhỏ trong khi R rất lớn nhưng vì rất nhiều điều kiện không chế, nhất là điều kiện thu nhận thị giác theo (II-11). Do vậy yêu cầu luôn luôn phải bố trí đường cong chuyển tiếp dạng đường cong Clotoit cho đường cao tốc là hoàn toàn dễ hiểu.

7- Độ dốc dọc của đường

7.1 Độ dốc dọc lớn nhất cho phép

Tiêu chuẩn này được đề cập đến đối với đường cao tốc có một số điểm khác biệt so với đường thông thường. Độ dốc dọc lớn nhất cho phép cho 2 trường hợp : Khi lên dốc và khi xuống dốc. Là vì : Trên đường cao tốc xe chạy một chiều và níu mỗi chiều được thiết kế trắc dọc riêng (tách riêng hai phần xe chạy) không phụ thuộc vào nhau thì độ dốc lớn nhất cho phép của dốc xuống đương nhiên có thể lớn hơn trị số cho phép của dốc lên (không phải khắc phục sức cản lên dốc mà chỉ là yêu cầu hãm xe an toàn mà thôi).

Như vậy TCVN 5729 – 1997 đã quy định $i_{d \text{ Max}}$ cho phép của đường cao tốc như bảng III-6 trang 74 – Giáo trình đường cao tốc.

7.2 Độ dốc dọc nhỏ nhất cho phép

- Yêu cầu này đối với đường ô tô thông thường tại những đoạn nền đường đào dài là 0,5% (cá biệt 0,3%)

- Nhưng đối với đường cao tốc ngoài yêu cầu $i_{dMin} = 0,5 \%$ còn quy định riêng đối với các đoạn chuyển tiếp có dốc ngang $i_n = 1\%$ thì nhất thiết phải thiết kế $i_{dMin} = 1\%$.

7.3 Chiều dài dốc tối đa

Tiêu chuẩn này cả 2 loại đường đều được xét đến và L dốc được xác định trên cơ sở sao cho khi xe leo đến đỉnh dốc trong điều kiện tốc độ của nó vẫn đảm bảo lớn hơn và bằng tốc độ thấp nhất cho phép để xác định chính cự ly này.

7.4 Giảm độ dốc dọc trên đường vòng.

Việc thiết giảm độ dốc dọc trên đường vòng được thực hiện cho cả 2 loại đường nhưng đối với đường ô tô thông thường việc này chỉ đặt ra với các bán kính nhỏ ($R \leq 50m$).

Nhưng đối với đường cao tốc việc này cho cả với các bán kính tối thiểu lớn dựa trên cơ sở đề phòng sự nguy hiểm sẽ gặp phải khi xe xuống dốc trên các đoạn vừa dốc lớn trần trắc dọc vừa cong trên bình độ cụ thể như sau :

Khi xe chạy xuống dốc trên đường vòng thì trục trước của xe sẽ phải chịu lực tăng lên do ảnh hưởng của độ dốc chéo làm phân bố lại tải trọng giữa 2 trục như vậy phải không chế trị số gia tăng chịu tải đó sao cho chỉ bằng với khi xe chạy xuống dốc trên đường thẳng từ đó sẽ rút ra được trị số độ dốc cần triệt giảm đối với đoạn vừa xuống dốc vừa nằm trên đường vòng là :

$$\Delta i = \frac{V^2}{127R} i_{sc} \quad (II.12)$$

8- Đường cong đứng trên trắc dọc

8.1 Bán kính tối thiểu của đường cong đứng lồi

Cơ sở xác định bán kính tối thiểu đường cong đứng lồi trên đường cao tốc cũng như trên đường ô tô thông thường.

$$R \geq \frac{V^2}{2(\sqrt{d_1} + \sqrt{d_2})^2} \quad (II-13)$$

Nhưng đối với đường cao tốc thì chỉ tính $S = S_1$ tầm nhìn 1 chiều, d_1 là chiều cao tầm mắt Điều lái xe = 1,2m; $d_2 = 0,1m$ là chiều cao chướng ngại vật, với những trị số này ta có :

$$R_{Min}^{lồi} = \frac{S_1^2}{3,98} \quad (II-14)$$

Từ đây TCVN 5729-1997 quy định trị số bán kính đường cong đứng lồi tối thiểu.

8.2 Bán kính tối thiểu của đường cong đứng lõm

Đường ô tô thông thường trị số bán kính lõm tối thiểu được xác định từ điều kiện đảm bảo sự êm thuận của xe và xét thêm từ điều kiện hạn chế tầm nhìn về ban đêm.

Đối với đường cao tốc cùng xét đến 2 điều kiện trên như sau:

1- Điều kiện đảm bảo êm thuận cho xe chạy $R \geq V^2/13b$ (II-15) Trong đó b là gia tốc ly tâm lấy nhỏ hơn so với đường ô tô thông thường $b = (0,25-0,3) \text{ m/s}^2$ do vậy thường tính $R_{l\ddot{o}m \min} = V^2/3,6 ; \text{ m}$ (II-16).

2- Điều kiện đảm bảo về tầm nhìn ban đêm, giống như đường ô tô thông thường :

$$R_{Min}^{Lom} = \frac{S_1^2}{2(h_d + S_1 \cdot \sin \alpha)} \text{ m}; \text{ (II-17)}$$

3- Ngoài 2 điều kiện trên đường cao tốc còn xét thêm đảm bảo tầm nhìn tại các chỗ trên đường vòng lõm có cầu vượt qua đường trong hai trường hợp :

- Khi $S_1 < L_V$ thì $R_{min}^{l\ddot{o}m} = S_1/28,92 ; \text{ m}$ (II-18)

- Khi $S_1 > L_V$ thì $R_{min}^{l\ddot{o}m} = \frac{2S}{|i_2 - i_1|} - \frac{28,92}{|i_2 - i_1|} \text{ m}$ (II-19)

Trong đó i_1 và i_2 là 2 độ dốc dọc của 2 đường tang tạo thành đường cong đứng lõm.

Với trị số tầm nhìn S_1 quy định trong TCVN 5729-1997 thì điều kiện (II-18) cho trị số $R_{min}^{l\ddot{o}m}$ nhỏ hơn điều kiện tính đảm bảo tầm nhìn ban đêm. Do vậy khi quy định trị số bán kính tối thiểu của đường vòng đứng lõm thường Điều ta chọn trong khoảng giữa hai điều kiện êm thuận (II-16) và (II-17). Như TCVN 5729-1997 đã quy định trị số ngày bằng 2.000m, 3.000m và 5.000m tương ứng với các cấp tốc độ thiết kế bằng 80Km/h, 100Km/h và 120 Km/h.

Tuy nhiên khi áp dụng khuyến nghị tăng tầm nhìn lên thì lúc thiết kế cần kiểm tra lại điều kiện (II-19) tùy theo góc đối dốc $|i_2 - i_1|$.

Chương 18. Khảo sát thiết kế đường ô tô

§18.1. Nội dung công tác khảo sát thiết kế đường ô tô

Như mọi công trình xây dựng cơ bản hác đồ án thiết kế là không thể thiếu được trước khi làm mới hoặc cải tạo - 1 TK đường ô tô cần phải đảm bảo được tính hợp lý về kinh tế kỹ thuật đối với các nội dung thiết kế sau :

1- Vị trí tuyến trên bình đồ và trắc dọc :

(Chú ý rằng việc quyết định vị trí tuyến trên thực địa có ảnh hưởng lớn đến việc thiết kế các công trình khác của đường).

2- Nền đường và các công trình (nhằm đảm bảo cường độ và độ ổn định cho nền).

3- Mặt đường : bề rộng phần xe chạy & cấu tạo K.C

4- Quy hoạch thoát nước và cấu tạo từng công trình thoát nước trên đường.

5- Các công trình phục vụ khai thác đường sau khi đưa công trình vào sử dụng : Thiết bị phòng hộ, biển báo, trạm đỗ, trạm cung cấp nhiên liệu nhà ở cho đơn vị quản lý khai thác đường, v.v...

* Ngoài ra trong quan điểm TKĐ hiện nay - đã TKĐ không thể thiếu được phần thiết kế : TCGT & ATGT, vì rằng : TK về mặt công trình chỉ đảm bảo chính xác & hợp lý tương ứng với một phương án TCGT. Ngược lại do pha TGGT quyết định lại việc điều chỉnh, hạn chế sự đi lại (cường độ xe) của các phương tiện giao thông dẫn đến việc hình thành dòng xe một cách chủ động (Tác dụng quan trọng đối với việc phát huy, hiệu quả của công trình đường & đối với ATGT.

* Đồ án TKĐ ô tô còn bao gồm cả phần tổ chức thi công (xác định khối lượng công tác, khối lượng nguyên vật liệu, máy móc, nhân lực) cả phần dự toán kinh tế - chi phí cho từng hạng mục công trình. Như vậy để có tài liệu phục vụ cho việc TK các nội dung trên cũng như để LCKTKT cần phải tiến hành một loạt các trình tự khảo sát trong phòng - hiện trường. Bao gồm :

+ Khảo sát kinh tế (điều tra kinh tế)

+ Khảo sát kỹ thuật (phục vụ TK kỹ thuật & TK chi tiết lập bản vẽ thi công).

1/ Khảo sát kinh tế :

- Tiến hành trước khảo sát kỹ thuật.
- Mục đích : + Thu nhập số liệu về phân bổ sản xuất
 - + Phân bổ dân cư.
 - + Tình hình MLĐ hiện có...

(Xác định tính chất & LL vận chuyển hàng hóa, hành khách trước mắt & tương lai.

Đây là cơ sở để Lchqkt, để vạch ra nhiệm vụ, TK (cấp hạng đồng, trình tự, thời hạn thi công & dự kiến chi phí).

Khi TK quy hoạch MLĐ gọi công tác này là điều tra kinh tế tổng hợp & kết quả của nó là báo cáo.

Một tuyến đường - công tác điều tra kinh tế cá biệt.

2/ Khảo sát kỹ thuật :

a) Khảo sát thiết kế kỹ thuật :

- Nghiên cứu kỹ các điều kiện thiên nhiên (địa hình, đ/c thủy văn...) của khu vực đặt tuyến đường (xác định vị trí chính thức của tuyến trên bình đồ & trắc dọc.

- Xác định kết cấu kích thước nền, mặt & các công trình nhân tạo khác.

- Thu nhập tài liệu về nguồn vật liệu xây dựng, số lượng để xác định khối lượng công tác & các nhu cầu nhằm vật lực thiết bị cần thiết cho xây dựng đường.

b) Khảo sát thiết kế chi tiết lập bản vẽ thi công :

- Xác định khối lượng công tác đào - đắp, khối lượng tường phải xây, chiều dài cầu cảng một cách chính xác.

- Chi tiết hóa & cải tiến hơn nữa các giải pháp thiết kế kỹ thuật đồng thời có thể bổ sung tài liệu để vận dụng thiết kế mẫu (định hình) vào các điều kiện cụ thể. Nội dung chủ yếu của công việc này nhằm lập được các bản vẽ chi tiết về tuyến, nền, mặt, công trình... các bản vẽ này được giao cho đơn vị thi công cùng với bản dự toán chi tiết.

Chú ý :

- Khi yêu cầu cấp bách thì ta có thể thay giai đoạn 1 bằng giai đoạn thị sát.
- Khi tuyến ngắn và đơn giản có thể bỏ qua giai đoạn 1 & làm giai đoạn 2 nhưng tất cả đều được sự phê chuẩn của cấp trên.
- Đối với các tuyến đường trục, đường cấp cao, đường qua các vùng hiểm trở, phức tạp thì thường phải triển khai riêng biệt 2 giai đoạn trên.

II. Nội dung & cách lập Luận chứng KTKT thiết kế & xây dựng đường :

Như đã nói ở trên, việc lập Luận chứng Kinh tế kỹ thuật có nội dung rộng & bao trùm hơn so với nội dung công tác khảo sát thiết kế sơ bộ.

Nội dung thiết kế & XD đường ô tô bao gồm :

1) Số liệu xuất phát : Từ khảo sát sơ bộ

Trình bày các cơ sở để lập T

- Đặc trưng kinh tế - vận tải của khu vực hấp dẫn (*) & vai trò của đường trong việc phục vụ vận chuyển hàng hóa & hành khách.
- Sơ đồ (MLĐ trong vùng, đề án quy hoạch & kế hoạch (kinh tế của vùng.
- Tình trạng đường hiện có - kèm theo đánh giá về kỹ thuật khai thác & kinh tế.
- Các kết quả điều tra kinh tế.

Khu vực hấp dẫn hay khu vực phục vụ : khu vực bao gồm toàn bộ đất đai trong đó có các điểm kinh tế (hiện tại - tương lai) mà MLĐ sẽ phục vụ toàn bộ hay một phần trong thời gian tính toán.

2) Luận chứng cấp hạng & tiêu chuẩn kỹ thuật của tuyến đường thiết kế :

- Khối lượng vận chuyển hàng hóa & hành khách, LLXC tính toán.
- Phân tích khả năng xấu về kỹ thuật & tính bất hợp lý về kinh tế nên sử dụng các đường hiện có để phục vụ yêu cầu vận chuyển tương lai.
- Luận chứng chọn cấp hạng & các tiêu chuẩn kỹ thuật chủ yếu.

3) Luận chứng và chọn hướng tuyến :

- Các nguyên tắc cơ bản đề xuất phương án tuyến.

- Định tuyến & đánh giá tuyến theo các phương án về mặt kinh tế, khai thác & sử dụng, về các chỉ tiêu kỹ thuật, bảo vệ môi trường, tài nguyên...

- LCKTKT về việc lấy đất canh tác để làm đường, kèm theo các biên bản thỏa thuận về hướng tuyến với cơ quan hữu quan.

- Chi phí xây dựng cho mỗi phương án.

- Chi phí vận doanh khai thác cho mỗi phương án.

- Giải pháp kỹ thuật chủ yếu cho mỗi phương án.

- So sánh kinh tế kỹ thuật các phương án.

- Đánh giá hiệu quả vốn đầu tư theo phương án chọn.

4) Các giải pháp thiết kế cơ bản đối với phương án tuyến được chọn.

- Các tiêu chuẩn định hình, quy phạm đã được chọn, áp dụng khi thiết kế.

- Đặc điểm tuyến.

- Phân làn xe & KNTX

- Các giải pháp nền, mặt, công trình nhân tạo, nút giao thông (có so sánh các phương án TC & ĐK giao thông).

5) Tổ chức thi công & thời gian xây dựng đường :

- Khối lượng công tác xây lắp chủ yếu, nhu cầu nguyên vật liệu, cấu kiện.

- Chọn máy & nhu cầu máy, thiết bị thi công.

- Biện pháp cung cấp & vận chuyển.

- Thời hạn khởi công & tiến độ thi công.

6) Giá thành xây dựng :

Đơn giá và hồ sơ lập khái toán.

7) Về kinh tế xây dựng :

- Thứ tự xây dựng đường & trình tự thi công.

- So sánh các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật, của tuyến thiết kế với các tuyến đường đã được thiết kế trước đó.

8) Kết luận và kiến nghị :

- Đánh giá mức độ hợp lý và cần thiết của việc thiết kế & xây dựng đường đối với nền kinh tế.

- Kiến nghị về trình tự đưa vào xây dựng đường, thời hạn hoàn vốn.

- Các công việc & giai đoạn nghiên cứu TK tiếp theo (nếu có).

* Chú ý : Khi trình duyệt cần các văn kiện sau :

- Thuyết minh (nội dung trên)
- Phụ lục : văn bản giao nhiệm vụ lập
- Biểu các chỉ tiêu Kinh tế kỹ thuật, sơ đồ các phương án tuyến, sơ đồ ML vận chuyển, biểu đồ LL xe chạy ngày đêm TB, TD, TN điển hình, tiến độ T/c thi công, sơ hoạ vị trí các công trình nhân tạo.
- Các tài liệu luân chứng có xác nhận của cơ quan hữu quan về việc thiết kế xây dựng đường.
- Bản kê các đường ô tô trong khu vực hấp dẫn.
- Biểu đồ trạng thái kỹ thuật dọc tuyến của các đường hiện có.
- Tài liệu dẫn xe.
- Các phương án cấu tạo k/c mặt.
- Bảng kê các mỏ & các cơ sở vật liệu xây dựng đường.
- Bảng tính khối lượng công tác & giá thành khai toán.
- TL về tính toán hq VĐT.

III. Các yêu cầu nội dung & hồ sơ TKKT – Lập bản vẽ thi công

A- Nội dung công tác khảo sát thiết kế kỹ thuật :

Công tác này hoàn toàn dựa vào phương án đã duyệt & phê chuẩn cũng như chủ trương kỹ thuật mà thiết kế sơ bộ đã đưa ra.

Nội dung chính :

- + Đo đạc chi tiết trên thực địa xác định vị trí chính thức tuyến đường & công trình trên BĐ & TD.
- + Thu thập các tài liệu cần thiết cho TKKT.
- + Tính toán khối lượng công trình & lập dự toán xây dựng con đường.

1/ Trình tự tiến hành :

(Công tác chuẩn bị :

- Nghiên cứu kỹ các hồ sơ - tài liệu do thiết kế sơ bộ hay thị sát để lại. Nên đi thực địa tìm hiểu lại một lần. (Dạng địa hình, địa vật, các điểm đầu, điểm cuối, điểm khống chế, điểm tựa, vị trí công trình thoát nước...).

- Nhận định các vấn đề do thiết kế sơ bộ để lại cần phải nghiên cứu thêm.

- Lập kế hoạch & tiến độ khảo sát, bố trí nhân lực máy móc dụng cụ & chuẩn bị kinh phí, giấy tờ phương tiện vận chuyển, Điều chỉ đường, cấp dưỡng & mọi điều kiện sinh hoạt khác.

Chú ý : Có thể bố trí mỗi một đội đi khoảng 50-100 km, 50-60 Điều bao gồm :

1 đội trưởng

1 đội phó

1 kỹ sư cầu đường

1 kỹ sư địa chất

1 kiến trúc sư (nếu có)

7 cán bộ trung cấp (1 Điều chuyên môn cảm tuyến, 2 Điều đo cao, 1 Điều đo trắc ngang, 1 Điều đo lưu vực, 1 Điều khảo sát địa chất, 1 kỹ thuật viên, phân tích thí nghiệm).

2 lái xe, 1 quản lý, 25-30 công nhân : 4 Điều đo góc, đo dài, 4 Điều cố định cọc, 2 lưu vực, 6 cao đạc, 5 địa chất, 5 n gười đo vẽ địa hình trái ngang...).

(Công tác ngoài thực địa :

* Chọn tuyến, định đỉnh, phương thẳng (tức là quyết định các canh tuyến & các điểm ngoặt của tuyến trên thực địa).

Là công tác, có tầm quan trọng lớn có ảnh hưởng nhiều đến chất lượng tuyến đường bởi vậy nhóm này do đội trưởng hoặc đội phó kỹ thuật phụ trách (kỹ sư cầu đường).

Nhiệm vụ :

+ Định các đỉnh của đ/c, điểm của đ/c.

+ Xác định R.

+ Xác định vị trí cầu cảng.

+ Chọn tuyến đi qua vùng đặc biệt.

+ Kiểm tra các tài liệu về đường thiết kế ở BD & TD.

* Hướng dẫn một số phương pháp, chọn tuyến ở vùng khó khăn.

- Chọn đường sườn thử - Kết hợp lên TD & TN để quyết định đường sườn chọn.

- Chọn tuyến trên bản đồ đường đồng mức được vẽ bằng toàn đạc một dải cách tìm đường từ 30-50m về 2 phía. Các trạm máy đặt cách nhau 100-150m đo tất cả các điểm đặc trưng của địa hình. Sau đó lập bản đồ đường, đ/m chọn tuyến & đối chiếu với thực địa.

+ Chọn tuyến đường bản đồ đường đ/m, được vẽ theo số liệu đo đạc dọc theo đường sườn chính & các TN kèm theo.

+ Dựa vào thị sát để chọn một hướng của đường sườn chính định các trắc ngang tại các vị trí đặc trưng của địa hình cao đặc, đường sườn chính & các TN. Trên đó, ta lập bản đồ đường đ/m với vạch tuyến trên đó. Đối chiếu với thực địa.

* Nhóm cắm tuyến : Do đội phó kỹ thuật và 3-4 công nhân.

- Đo góc, cắm cong, dùng máy kinh vĩ.

- Rải các cọc H, Km, TĐ, TC, Đ & các cọc địa hình.

1. Đo góc : Dùng máy kinh vĩ đo góc bằng - Tất cả các góc thống nhất lấy về một phía.

Một góc phải đo 2 chiều máy & lấy trị TB đoạn đầu tiên phải xác định được góc phương vị được dẫn từ mốc cao đặc của nhà nước - nếu không có thì đo theo sao bắc đầu. Sau mỗi một ngày ở đoạn cuối phải đo lại góc phương vị & kiểm tra sai số :

$$\Sigma \alpha_{\text{th}} - \Sigma \alpha_K - (A_0 - A_N) \leq 1,5 \sqrt{n}$$

t : độ chính xác máy = 1 phút

n : Số đỉnh

Nếu sai số thuộc phạm vi cho phép thì phải phân đều các góc.

2. Cắm cong : Chọn chính xác bán kính đường cong & tính các yếu tố của đường cong.

- Định các tiếp đầu, tiếp cuối, phân cự P & dài một số cọc trên đường cong.

với $R > 100 \text{ m}$ thì 5m/1 cọc

100 < R < 200 m 10m/1 cọc

R > 200 m 20m/1 cọc

Cọc đỉnh đóng bằng gỗ tạm sau khi đỉnh tuyến song thay bằng cọc vĩnh cửu & nên tô hoạ vị trí các cọc để tránh nhầm lẫn sau này.

Dùng phương pháp toạ độ vuông góc để cắm

Nếu địa hình hiểm trở và chiều dài đường cong lớn thì chia (ra nhiều phần bằng nhau.

Xác định được $A_1B_1 = R$

Đặt máy tại B₁ quay một góc (và lấy 1 đoạn = R sẽ được đỉnh A₂ với lại lấy một đoạn 2 R (B₂ cứ thế tiếp tục. Nếu đỉnh rơi vào chướng ngại vật (sông, vách đá) thì chọn, N, N bất kỳ.

Đo chính xác LMN = m

có = M + N

Giải (DMN (DM

Giới thiệu phương pháp cung kéo dài.

Phương pháp toạ độ độc cực

3. Đo cự ly : (nhóm đo dài, dài cọc) một trung cấp và 3 công nhân.

Cắm các cọc H, Km, cọc địa hình, cọc cắm cong khi độ dốc ngang

<5% đo sát mặt đất được

>5% đo theo đường nằm ngang dùng thước chữ A.

Đo theo cả chiều đi & chiều về – sai số giữa 2 lần đo

- Đo tổng thể : đo tất cả các cọc H, Km, TĐ, TC

- Đo cọc chi tiết : chỉ cần đo một lần và khép vào các cọc H, K.

L : cự ly được đo (m)

Khi đo tiến hành dài cọc 1, 2, 3... Trong phạm vi 1 km khi gặp chướng ngại mà phải đo tránh ra để không ảnh hưởng đến thi công đóng thêm cọc báo ra ngoài khu vực thi công.

* Nối tuyến với các mốc trắc đạc trung gian :

Mục đích :

- Sử dụng bản đồ, số liệu

Chương 19 : THIẾT KẾ MẠNG LƯỚI ĐƯỜNG ÔTÔ

§19.1 Yêu cầu và trình tự thiết kế mạng lưới đường

19.1.1 Khái niệm:

- Mạng lưới đường
- Thành phần mạng lưới
- Hình dạng mạng lưới
- Mật độ mạng lưới đường

NHIỆM VỤ THIẾT KẾ:

- Xác định sơ đồ mạng lưới đường, xác định cấp hạng và các chỉ tiêu kỹ thuật của các tuyến đường trong mạng lưới.

- Xác định trình tự xây dựng và trình tự nâng cấp cải tạo.

19.1.2 Yêu cầu thiết kế:

- Phải đảm bảo đáp ứng tất cả các yêu cầu vận tải trong và ngoài khu vực qui hoạch.
- Phải là mạng lưới thống nhất trong khu vực và toàn quốc, nằm trong quy hoạch chung của quốc gia.
- Phải phối hợp chặt chẽ với các loại hình vận tải khác như đường sắt, đường thủy, đường hàng không ...
- Phải được luận chứng hiệu quả kinh tế, phải tối ưu về giá thành xây dựng và khai thác thông qua chỉ tiêu **tổng chi phí xây dựng và khai thác tính đổi là nhỏ nhất (P_{td})**

19.1.3 Trình tự thiết kế MLĐ:

- Thông qua kết quả điều tra kinh tế tổng hợp và riêng lẻ tiến hành phân tích xử lý số liệu nhằm xây dựng ma trận QHVT (sơ đồ QHVT)
- Dựa vào sơ đồ QHVT xác định sơ đồ mạng lưới đường tối ưu về mặt lý thuyết.
- Kết hợp với các tuyến đường hiện có trong khu vực với QHXD, QHSX... tiến hành hiệu chỉnh lại mạng lưới đường để có tính khả thi.
- Lựa chọn phương tiện vận tải, tính toán lưu lượng xe chạy trên từng đoạn tuyến, xác định lại cấp hạng qui mô xây dựng và các chỉ tiêu kỹ thuật của từng tuyến.
- Tính giá thành xây dựng và giá thành khai thác, đánh giá hiệu quả kinh tế.
- Xác định trình tự xây dựng các tuyến đường trong mạng lưới.

19.1.4 Các chỉ tiêu so sánh phương án – hàm mục tiêu.

- 1- Tổng chiều dài các tuyến đường trong mạng lưới (km)
- 2- Tổng công vận chuyển (T.km/năm)
- 3- Tổng thời gian vận chuyển (giờ.xe/năm).
- 4- Tổng chi phí xây dựng (đồng).
- 5- Tổng chi phí vận chuyển và duy tu, sửa chữa đường hay là tổng chi phí khai thác (đồng).

6- Tổng chi phí xây dựng và khai thác tính đổi về năm gốc, P_{td} (đồng).

7- Một số chỉ tiêu khác.

§ 19.2 Điều tra kinh tế - kỹ thuật

Nội dung của công tác điều tra kinh tế kỹ thuật bao gồm :

- Điều tra lượng hàng hoá cần phải vận chuyển trong năm hiện tại và các năm tương lai.

- Điều tra lượng hành khách (lượt hành trình) trên các tuyến đường trong mạng ở năm hiện tại và trong tương lai.

19.2.1 Nội dung và tổ chức điều tra kinh tế :

Điều tra kinh tế phục vụ công tác thiết kế mạng lưới đường bao gồm điều tra kinh tế tổng hợp và điều tra riêng lẻ.

19.2.1.1 Điều tra tổng hợp

Mục đích : thu thập các số liệu làm cơ sở cho việc thiết kế mạng lưới đường.

Nội dung :

- Nghiên cứu sự phân bố các điểm tập trung đầu mối giao thông (còn gọi là các điểm kinh tế hay lập hàng).

- Điều tra mạng lưới đường hiện có, điều tra mối liên hệ giữa đường ô tô với đường thủy, đường sắt, hàng không nếu có trong khu vực qui hoạch.

- Xác định được lượng hàng hoá và hành khách cần vận chuyển giữa các điểm kinh tế trong thời điểm hiện tại và trong tương lai.

- Các phương tiện tham gia vận chuyển và tỷ lệ các loại phương tiện đó.

- Điều tra điều kiện tự nhiên - xã hội (khí hậu, thủy văn, địa hình, địa chất, hệ thống sông ngòi, vật liệu xây dựng và các danh lam thắng cảnh , khu di tích lịch sử . . .)

Trên cơ sở đó sơ bộ xác định lưu lượng xe chạy và cấp hạng các tuyến đường trong mạng lưới tương ứng với chức năng, ý nghĩa của nó (rút ra trình tự xây dựng mới hoặc cải tạo các tuyến đường trong mạng lưới).

2.1.2 Điều tra riêng lẻ:

Mục đích: Phục vụ việc thiết kế một tuyến đường trong mạng lưới.

Nội dung: Điều tra phân tích các số liệu sau :

- Quan hệ vận tải giữa các điểm kinh tế trong khu vực (xác định được lượng hàng hóa vì hình khách cần vận chuyển giữa 2 điểm kinh tế trong mạng lưới).

- Xác định lượng hàng hóa và hành khách cần vận chuyển giữa 2 điểm kinh tế trong mạng lưới ở năm hiện tại và các năm tương lai .

- Xác định loại phương tiện tham gia vận chuyển (tỷ lệ % các loại phương tiện) ở các năm hiện tại và tương lai.

- Điều tra các tuyến đường hiện có:
 - + Cấp đường.
 - + Nền - mặt đường, chất lượng công trình.
 - + Chiều dài tổng các tuyến đường trong mạng lưới

Trên cơ sở các kết quả điều tra được :

- Luận chứng kinh tế, kỹ thuật về hướng tuyến và các điểm khống chế.
- Xác định cấp hạng và các chỉ tiêu kỹ thuật của tuyến đường trong mạng lưới.
- Trình tự xây dựng: xây dựng trước hay sau.
- Phân tích hiệu quả kinh tế của việc xây dựng mới hoặc cải tạo, nâng cấp các tuyến đường trong mạng lưới.

2.2 Xác định khối lượng VC hàng hoá và hành khách :

2.2.1 Xác định khối lượng vận chuyển hàng hoá : để xác định được khối lượng hàng hoá cần vận chuyển giữa các điểm kinh tế chúng ta căn cứ vào:

- Tình hình phát triển kinh tế của khu vực.
- Xác định các nhà máy xí nghiệp các cơ sở sản xuất trong khu vực
- Xác định công suất (số lượng) các nhà máy đó ở các năm hiện tại và tương lai.
- Điều tra cung cầu của các khu vực.

Từ những căn cứ đó tính nhu cầu vận chuyển giữa các điểm kinh tế (tính toán lượng hàng hoá cần vận chuyển).

2.2.2 Xác định lượng vận chuyển hành khách :

- Điều tra lưu lượng đi lại giữa các điểm kinh tế .
- Xác định số lượng (tỷ lệ) người đi xe con, xe buýt, xe đạp và xe máy, metro...

2.3 Xác định lưu lượng xe cần thiết phục vụ cho vận chuyển hàng hoá :

Đối với đường thiết kế mới:

@ Lưu lượng xe chạy trung bình trong một ngày đêm của một loại xe nào đó có thể xác định theo công thức :

$$N_i = G \quad (\text{xe/ngày.đêm})$$

Trong đó : N_i : là lưu lượng của xe thứ i tham gia vận chuyển. (xe/ngày.đêm)

a_i : tỷ lệ hàng hoá mà loại xe thứ i cần vận chuyển.

$$a_i = \frac{g_i \cdot p_i}{(g_1 \cdot p_1 + g_2 \cdot p_2 + \dots + g_n \cdot p_n)}$$

g_i : tải trọng loại xe thứ i (tấn/xe)

p_i : tỷ lệ (%) xe i trong tổng số xe chạy trên đường

Q : Lượng hàng hoá vận chuyển trên đường trong một năm (tấn/năm)

(η) : hệ số lợi dụng hành trình (0,5-1.0)

T : số ngày xe chạy trong một năm (365 ngày)

(: hệ số lợi dụng tải trọng (0,65 -1.0)

@ Lưu lượng xe chạy trung bình trong một ngày đêm của tất cả các loại xe các thứ
Xác định theo công thức :

$$N L \quad (\text{xe/ngày.đêm})$$

Đối với đường thiết kế cải tạo: Lưu lượng xe chạy ? năm tương lai Xác định theo
công thức :

$$N_t = N_0(1 + q)^{t-1}$$

Trong đó : N_0 : lưu lượng xe chạy ở năm đầu tiên (xe/ngày.đêm)

N_t : lưu lượng xe chạy ở năm tương lai thứ t (xe/ngày.đêm)

q : hệ số tăng trưởng xe hàng năm. $q = 0,08$ (0,15

2.4 Xác định lưu lượng xe cần thiết phục vụ cho vận chuyển hành khách (giống xe tải)

§19.3 THIẾT KẾ MẠNG LƯỚI ĐƯỜNG

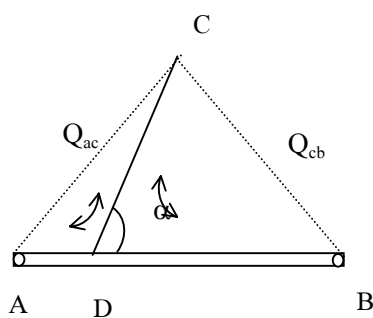
19.3.1 Phương pháp Xác định sơ đồ mạng lưới đường tối ưu về mặt lý thuyết:

Khi thiết kế lưới đường chúng ta thường gặp 3 trường hợp cơ bản sau :

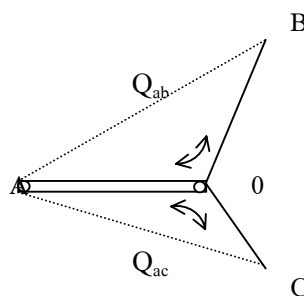
- Hàng hóa giữa 2 điểm A,B được vận chuyển trên đường chính AB, điểm thứ 3 là C có quan hệ vận tải với cả hai điểm A và B. Để giải quyết nhu cầu vận tải có thể làm đường nhánh để nối CD với AB để vận chuyển hàng hóa từ C về hai phía A và B và ngược lại (H 13a) (Bài toán đường **nối**).

- Một điểm A có quan hệ vận tải với hai điểm B và C, giải quyết hai quan hệ này người ta thiết kế đường chung đi từ A sau đó rẽ về hai nhánh B và C (H 13b) (Bài toán đường nhánh).

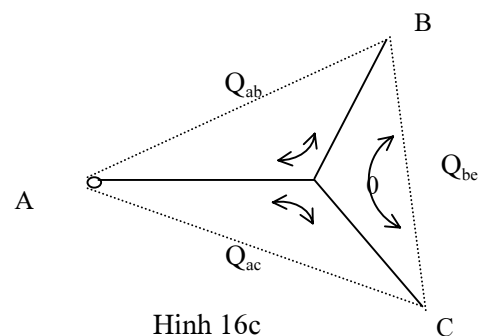
- Ba điểm A, B, C có quan hệ vận tải tam giác, vận chuyển hàng hóa đến ba điểm này theo ba đường gặp nhau tại một điểm chung (H 13c) ---> **Bài toán QHVT tam giác**



Hình 16a



Hình 16b



Hình 16c

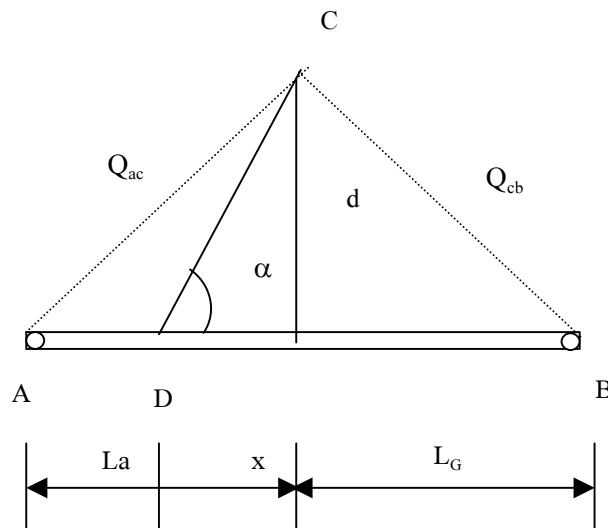
Hình 19-1. Quan hệ vận tải

===== Đường chính

----- Đường nhánh

Bài toán Đường Nối

Xác định vị trí đường nhánh CD Nối với đường chính AB tức là xác định góc (hợp với hai đường trên. (h.14)



Hình 19-2

Dựa vào chỉ tiêu (chi phí vận chuyển khi Nối đường đạt trị số min. Viện sĩ Obrasop đưa ra cách xác định góc (như sau:

Gọi S_n và S_c là giá thành vận chuyển trên đường nhánh, chính (đ/T.Km)

Q_A, Q_B là hai lượng hàng vận chuyển từ C đến A, B và ngược lại với giả thiết $Q_A > Q_B$. Vậy giá thành vận chuyển trên đường chính và đường nhánh là:

$$C = C_n + C_c = (Q_A + Q_B) \cdot \sqrt{d^2 + x^2} \cdot S_n + [Q_A(L_A - x) S_c + Q_B(L_B + x) S_c] \rightarrow \text{MIN}$$

góc hợp (là tải ưu ứng (min

$$\text{Nghĩa là } \dot{G} = 0 \quad (\dot{G} = -Q_A S_c + Q_B S_c + \dot{G} (Q_A + Q_B) S_n = 0$$

$$\text{Vì } \dot{G} = \cos(\quad \cos(= \dot{G} \alpha \quad (54)$$

Công thức (54) dùng để xác định hợp x Nối đường nhánh CD vào đường chính AB.

+ Nếu $Q_A = Q_B$ thì $\cos(= 0 \quad (= 90^\circ$ (đường Nối CD (AB G

+ Nếu $Q_B = 0$ thì $\cos(= G$ công thức (53) ? trên không xét phí tun ban đầu để xây dựng đường Nối CD nên giảm ý nghĩa thực tế.

+ Giáo sư A-K Xlepuiski đề nghị xác định (khi $Q_B (0$ bằng công thức

Tỉ mỉ hơn:

$$\cos\alpha = \frac{S_O / v_C + S_b}{S_O / v_n + S_b + \frac{(C_a + C_b)\beta \cdot g \cdot \delta}{Q}} \quad (55)$$

Trong đó: S_O : chi phí vận chuyển cố định cho 1đ/xeh

S_b : chi phí vận chuyển biến đổi cho 1đ/ xeKm

v_C, v_n : Tốc đi xe chạy trên đường nhánh và chính

C, C_a : chi phí khai thác và khấu hao hàng năm cho một con đường

Nối (đ)

Q : cường đi hàng hoá (T)

g : trọng lượng xe (T)

$(, ($: hệ số lợi dụng hành trình và tải trọng

Dựa theo chỉ tiêu tổng thời gian vận chuyển là nhỏ nhất.

Romarencô có công thức xác định (:

$$\cos\alpha = \frac{v_n}{v_C} \frac{(N_A - N_B)}{(N_A + N_B)} \quad (56)$$

N_A và N_B : LLXC theo CA và CB

Đối chiếu hai công thức (54) (56) thấy phù hợp với nhau vì giá thành vận chuyển cố thể xác định góc tải ưu hợp với đường nhánh Nối vào đường chính. Tiêu chu?n tổng chi phí đường vận chuyển đạt được min. Theo chỉ tiêu này Xaurk đưa ra công thức xác định (như sau:

$$\cos\alpha = \frac{Q_A - Q_B}{(Q_A + Q_B) F(Q_n)} \cdot \frac{S_c}{S_n} \quad (57)$$

Trong đó: $Q_n = Q_A + Q_B$.

$F(Q_n) = 1 + G$

các hệ số a, b đã nói ? phần trên

Đường nhánh

Khi hai điểm (B,C) không có quan hệ vận tải với nhau nhưng có cùng quan hệ vận tải với A ta phải giải bài toán tìm nút O của hai đường nhánh OB, OC. Giả sử hằng đó chính là AE điểm O1 sẽ Nối trên đường này.

Trong khoảng AE1 và O2 (AE2

ĐUt $O1E1 = x1, AE1 = L1$

Tốc đi xe chạy trên đường chính là V_c và theo đường nhánh OB và v_{n1} , OC là v_{n2} .

Xác định vị trí điểm O theo điều kiện (T.3 xe chạy trên đường chính và hai đường phụ là min.

Cho rằng đường nhánh OB Nối với đường chính góc (tại O1 và OC làm với đường chính góc (tại O2.

Thương xe chạy trên đường chính AO1 và đường nhánh O1B bằng:

$$t_1 = \frac{L_1 - x_1}{V_c} + \frac{\sqrt{h_1^2 + x_1^2}}{v_n^1}$$

để t_1 min thì:

$$\frac{dt_1}{dx_1} = -\frac{1}{v_c} + \frac{x_1}{v_n^1 \sqrt{h_1^2 + x_1^2}} = 0 \text{ từ hình vẽ ta thấy ngay } \frac{x_1}{\sqrt{h_1^2 + x_1^2}} = \cos \alpha. \text{ Từ đó ta}$$

suy ra.

$$\alpha = \arccos \frac{v_n^1}{V_c} \quad (58a)$$

Khoảng cách $x_1 = O1.E1 = \dot{G}$

Tương tự thời gian vận chuyển hai điểm A và C theo AO2 và O2C đạt nhỏ nhất khi O2C làm với đường cao một góc (.

$$\beta = \arccos \frac{v_n^2}{V_c} \quad (58b)$$

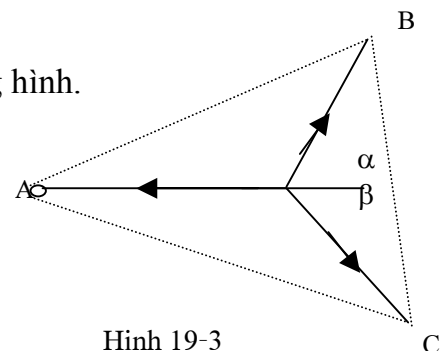
Các công thức (58) dùng để xác định góc tải ưu (, (khi làm hai đường nhánh.

Từ hình (15) ta thấy A1O1B đi qua ba điểm A, O1, B và góc AO1B = 180(- (= AO1B được chắn bởi cát tuyến AB và góc AO2C qua ba điểm A, O2, C và góc AO2C = 180(- (được chắn bởi cát tuyến AC, ba điểm giữa cung AO1B và AO2C chính là điểm nút O cần tìm thỏa mãn các điều kiện (58) lúc đó O1 (O2. Vậy để xác định O ta làm như sau:

a) Giả thiết hàng đường kính bất kỳ AF tính các góc (, (theo 58 sau đó vẽ hai cung tròn AO1B và AO2C giả sử hai cung chính là O cần tìm.

b) Tính các góc (, (, vẽ trên giấy can hai góc này với ba hàng OA, OB, OC (H 19) sau đó di chuyển giấy can trên bản đồ cho trùng với A, B, C rồi chấm điểm O cần tìm trên bản đồ.

c) Có thể xác định điểm nút O bằng cách dựng hình.



Hình 19-3

Từ hình 17 ta thấy $\angle AOB' = \angle ACB'$

$$\angle B'AC = 180^\circ - (\alpha + \beta) = \angle B'OC = \delta$$

Điểm B' của tam giác B'AC là ba điểm của đường tròn đi qua A, O, C và đường thẳng BO kéo dài.

Tương tự có $\angle BAC' = 180^\circ - (\alpha + \beta) = \angle ABC'$ và $\angle ABC' = \angle ACB'$. Đỉnh C' của tam giác ABC' là Q(A, B, C) x CO. Vậy điểm O xác định như sau:

Trên hai cạnh AC và AB dựng các góc $\angle ACB'$ và $\angle ABC'$. Nối đỉnh B', C' với hai điểm tương ứng B, C giao điểm hai đường B'B và C'C là điểm O cần tìm.

Từ công thức xác định góc $\angle ACB'$ thấy rằng nếu $V_n = V_1$ hai điểm nhánh bằng nhau ($V_1n = V_2n$) thì $\angle ACB' = \angle ABC'$ và điểm nút O thuộc đường phân giác góc BAC.

Nếu chênh lệch V giữa đường nhánh và đường chính càng lớn ($V_n \ll V_c$) thì góc $\angle ACB'$ càng lớn dẫn đến $\angle ACB'$ chiều dài đường chính.

* Bây giờ ta xác định $\angle ACB'$ theo chỉ tiêu $\angle ACB'$ giá thành vận chuyển trên đường cong và định nghĩa là MIN.

Giả thiết lượng hàng vận chuyển trên đường là Q. Giá thành vận chuyển trên đường chính và nhánh là S_c, S_n và α (đ/t cm)

Tổng giá thành vận chuyển trên đường chính và nhánh là:

$$\text{theo OB: } \Delta_1 = Q (L_1 - x_1) S_c + Q S_n^1 \sqrt{h_1^2 + x_1^2}$$

$$\text{OC: } \Delta_2 = Q (L_2 - x_2) S_c + Q S_n^2 \sqrt{h_2^2 + x_2^2}$$

$$\Delta_1 = 0; \Delta_2 = 0$$

$$\alpha = \arccos \frac{S_c}{S_n^1} \quad (59)$$

$$\beta = \arccos \frac{S_c}{S_n^2}$$

Lưới đường có quan hệ vận tải tam giác (ba đỉnh có quan hệ vận tải lẫn nhau)

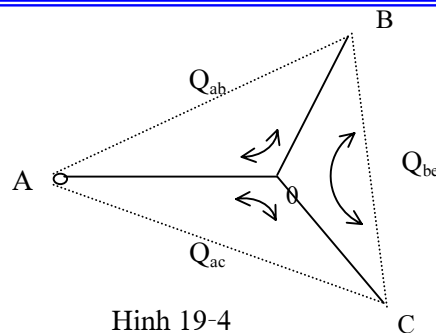
Có nhiều phương pháp khác nhau để giải bài toán này. Ba điểm A, B, C có quan hệ vận tải nhau, với lượng hàng Q_{AB}, Q_{AC} và Q_{BC}. Có thể có hai phương án (h.18)

- Nối trực tiếp ba điểm bằng ba đường ngắn nhất AB, AC, BC.
- Nối ba điểm bằng ba đường có chung điểm nút O là OA, OB, OC với lượng hàng vận.

$$Q_{OA} = Q_{AB} + Q_{AC}$$

$$Q_{OB} = Q_{AB} + Q_{BC}$$

$$Q_{OC} = Q_{AC} + Q_{BC}$$



Hình 19-4

Thực hiện theo PA 2 chiều dài tổng cộng nhỏ hơn so với PA 1 nhưng LLXC lớn hơn tạo điều kiện cho xe chạy V cao hơn và giảm giá thành vận chuyển.

Xét một vài phương pháp xác định nút O.

a) Phương pháp tam giác sai số của Zamaxaeb

Để tìm điểm nút O, Zamaxaeb đề nghị sử dụng kết quả giải bài toán NỘI vào đường chính của viện sĩ Ôbrasop.

Lên lượt coi đường AB, BC, AC là những đường chính ta dựng đường nhánh với các góc (1, (2, (3. Ba đường này tạo thành một tam giác, sai số điểm O cần tìm thuộc phạm vi tam giác này. (H.19)

b) Phương pháp của Launga năm 1882

Launga đề nghị xác định điểm nút O qua các góc (, (, ? dựa vào chỉ tiêu tổng chi phí xây dựng đường và vận chuyển là min. (H.19-5a)

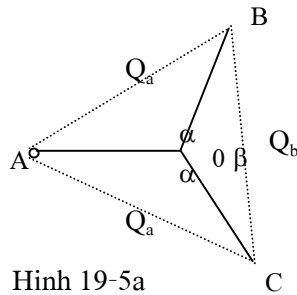
(, (, ? xác định theo tỉ số:

$$\sin(\pi - \alpha) : \sin(\pi - \beta) : \sin(\pi - \gamma) = p_C : p_A : p_B$$

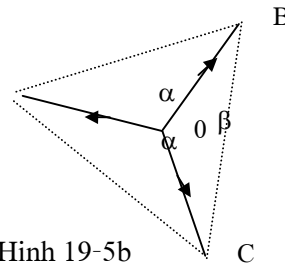
Trong đó p_C , p_A , p_B là giá thành vận chuyển và chi phí cho xây dựng 1Km đường theo các hướng AO, BO, CO. Nếu p là nửa chu vi của tam giác có ba cạnh p_A , p_B , p_C nghĩa là $p = 1/2 (p_A + p_B + p_C)$ thì:

$$\begin{aligned} \sin\left(\frac{\pi - \alpha}{2}\right) &= \sqrt{\frac{(p - p_A)(p - p_B)}{p_A p_B}} \\ \sin\left(\frac{\pi - \beta}{2}\right) &= \sqrt{\frac{(p - p_B)(p - p_C)}{p_B p_C}} \\ \sin\left(\frac{\pi - \gamma}{2}\right) &= \sqrt{\frac{(p - p_A)(p - p_C)}{p_A p_C}} \end{aligned} \quad (60b)$$

Sau khi xác định được các góc có thể xác định được điểm nút O bằng cách vẽ trên giấy can rồi áp lên bản đồ cho trùng với ba hướng OA, OB, OC (h.19-5b). Hoặc xác định O bằng cách dựng hình (h.19-5c)



Hình 19-5a



Hình 19-5b

Hình 19-5: Xác định điểm nút O của quan hệ vận tải tam giác.

Dựng hình: trên AC dựng tam giác AB'C với các góc $\angle CAB' = \gamma$; $\angle ACB' = \alpha$, nối BB' - O(A,B,C) x BB' = 0 cần tìm.

c) Phương pháp của Romanencô: Xác định điểm nút O thỏa mãn điều kiện T.G vận chuyển trên 1Km đường theo OA, OB, OC thì O phải thỏa mãn:

$$T_0 = (t_A \cdot OA + t_B \cdot OB + t_C \cdot OC) \rightarrow \text{Min} \quad (61)$$

Vì $t_A = G$; $t_B = G$; $t_C = G$. Nếu (1Km đường):

$$T_0 = \frac{N_A L_A}{V_A} OA + \frac{N_B L_B}{V_B} OB + \frac{N_C L_C}{V_C} OC \rightarrow \text{Min}$$

Nếu từ t_A, t_B, t_C có thể dựng được một tam giác nghĩa là $t_A \neq t_B \neq t_C, t_B < t_A + t_C, t_C < t_A + t_B$ thì điểm nút O thuộc tam giác ABC còn nếu các trị số t_A, t_B, t_C không cho phép dựng được tam giác thì điểm nút O sẽ trùng với một đỉnh nào đó của tam giác này. Trên cạnh $AB = c$ lấy đoạn $BA'' = t_C$ sau đó trên BA'' dựng tam giác $BA''C''$ có cạnh $C''B = t_A$; $C''A'' = t_B$ (H.21). Dựng tam giác BAC' đồng dạng với tam giác $BA''C''$.

Tương tự ta dựng các tam giác $AB'C$ và BCA' đồng dạng với tam giác $BA''C''$ và đặt $AC = b, BC = a$ chúng có các cạnh:

$$AC' = \frac{c \cdot t_B}{t_C}; BC' = \frac{c \cdot t_A}{t_C}; B'A = \frac{a \cdot t_C}{t_A}; CA' = \frac{a \cdot t_B}{t_A}; AB' = \frac{b \cdot t_C}{t_B}; CB' = \frac{b \cdot t_A}{t_B}$$

Nói $CC'; AA'; BB'$ giao điểm ba đường này là điểm nút O cần tìm thỏa mãn điều kiện trên ta phải chứng minh điều này [xem sách] (và xác định đường cao.

$$\cos \alpha = \frac{t_A^2 + t_B^2 - t_C^2}{2t_A t_B}$$

$$\cos \beta = \frac{t_A^2 + t_B^2 - t_C^2}{2t_A t_C} \quad (62)$$

$$\cos\gamma = \frac{t_A^2 + t_B^2 - t_C^2}{2t_B t_C}$$

Hay tính theo giá trị 1/2 chu vi: $p = \frac{t_A + t_B + t_C}{2}$

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} &= \sqrt{\frac{(p - t_A)(p - t_B)}{p(p - t_C)}} \\ \operatorname{tg} \frac{\beta}{2} &= \sqrt{\frac{(p - t_A)(p - t_C)}{p(p - t_B)}} \\ \operatorname{tg} \frac{\gamma}{2} &= \sqrt{\frac{(p - t_B)(p - t_C)}{p(p - t_A)}} \end{aligned} \quad (63)$$

Điểm nút O có thể xác định bằng cách dựng trên, song có thể xác định bằng cách sau:

Vẽ tam giác BA"C" có 3 cạnh t_A , t_B , t_C , sau đó vẽ tam giác ABC' đồng dạng tam giác BA"C" và dựng đường tròn ngoại tiếp tam giác ABC'. Nối CC' giao điểm của ba đường này với đường tròn là điểm O cần tìm (H.22)

Ngoài ra có thể tìm O bằng cách vẽ lên giấy can 3 góc tách (A, (B, (C rồi xoay sao cho 3 cạnh của ba góc ấy đi qua ba điểm A, B, C. Ta nên chú ý rằng góc (lớn nhất phải đối đỉnh với đường có LLXC Min và ngược lại (H.23)

Thời gian vận chuyển cần thiết xác định theo công thức (33) ? bài 5

như v?y:

$$\begin{aligned} t_{AO} = t_A &= \frac{N_{AO}}{5N^{0,294}} \approx 0,2 N_{AO}^{0,706} \\ t_{BO} = t_C &= 0,2 N_{BO}^{0,706} \end{aligned}$$

Đưa ra công thức $V = 5N^{0,294}$ Đối với dáng xe hình lip Romanencô làm cho việc tính toán thiết kế lưới đường rất đa dạng vì các góc (, (, ? tính theo T.G thời gian xe cần thiết chỉ phụ thuộc vào LLXC ($t = 0,2 (LN^{0,706})$.

Dựa theo các công thức (32), (64) Romanencô đã tính ra các góc tách (và lập thành bảng tra. Kèm theo hướng dẫn cách dùng bảng.

----- ❧ ❧ ❧ -----

CHƯƠNG 20 : PHÂN TÍCH HIỆU QUẢ KINH TẾ VÀ ĐÁNH GIÁ SO SÁNH PA TRONG TK ĐƯỜNG ÔTÔ



§20.1 CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN

20.1.1 Ý nghĩa của việc phân tích hiệu quả kinh tế :

- Lập dự án đầu tư xây dựng một tuyến đường: phải chứng minh được hiệu quả kinh tế - xã hội của việc bỏ vốn đầu tư vào xây dựng một tuyến đường hoặc cải tạo nâng cấp tuyến đường cũ so với phương án không xây dựng, hoặc không cải tạo nâng cấp.
- Nhờ phân tích các chỉ tiêu kinh tế - kỹ thuật - xã hội của từng phương án giúp ta chọn phương án tuyến tối ưu .
- Chọn các tiêu chuẩn hình học của đường, các phương án **kết cấu nền- mặt đường, công trình thoát nước và các công trình** trên đường cũng đều phải thông qua so sánh kinh tế kỹ thuật để chọn phương án tối ưu.

20.1.2 Các khái niệm cơ bản dùng trong phân tích HQKT dự án đường ô tô.

- ? Hệ số hiệu quả kinh tế tiêu chuẩn: Etc
- ? Hệ số hiệu quả kinh tế tiêu chuẩn dùng để tính đổi: Etd
- ? Hiệu quả kinh tế tương đối dùng để so sánh các PA: E
- ? Hiệu quả kinh tế tuyệt đối dùng để đánh giá hiệu quả VĐT của PA chọn: Etuyệt đối.
- ? Hệ số qui đổi chi phí về năm gốc (năm 0): $pt=(1+Etd)-t$ hoặc $pt=(1+Etd)t$
- ? Thời gian hoàn vốn tiêu chuẩn: $Thv= 1/Etc$

Phân biệt lợi ích (lợi nhuận

20.1.3 Phân tích hiệu quả kinh tế và phân tích hiệu quả tài chính của một DA đường ô tô.

Phân tích HQKT (gọi tắt là PT kinh tế) là tính toán phân tích xem cả cộng đồng phải bỏ ra bao nhiêu chi phí và thu lại bao nhiêu lợi ích trong suốt quá trình XD và khai thác DA (đối tượng hưởng lợi ích là toàn cộng đồng)

Phân tích HQTC (gọi tắt là PT tài chính) là tính toán chi phí của chủ đầu tư có xét giá thị trường, thuế, lãi vay, tỷ lệ lạm phát, hối đoái và lợi nhuận (thu lại) chỉ là tổng số tiền thu phí dự kiến, khai thác quỹ đất 2 bên, và các DA BOT

Nếu chỉ xét về mặt KT thì trong mọi trường hợp PA chọn là PA có HQKT cao nhất --> PTKT là cơ sở quan trọng để quyết định chọn PA đầu tư và mục đích cuối cùng là đánh giá tính khả thi của DA chọn.

20.1.3 Các chỉ tiêu kinh tế - kỹ thuật sử dụng khi so sánh các phương án đường ô tô :

Nhóm các chỉ tiêu kỹ thuật :

Chiều dài tuyến, hệ số triển tuyến
 Số lượng đường cong nằm, đứng
 Trị số R_{\min} , $R_{\text{đứng min}}$
 Trị số độ dốc dọc của đường: dốc lớn nhất, L_{\max} ...
 Điều kiện đảm bảo tầm nhìn, đảm bảo an toàn giao thông

Nhóm các chỉ tiêu kinh tế và khai thác :

- Tốc độ xe chạy trung bình VTB, thời gian xe chạy TTB ..., hệ số tai nạn tổng hợp Ktn, hệ số an toàn Kat và KNTH và hệ số mức độ phục vụ Z.

Khối lượng xây dựng công trình
 Mức độ phức tạp khi thi công
 Giá thành xây dựng
 Tình hình cung cấp nguyên vật liệu dọc tuyến
 Chi phí vận doanh khai thác

Tổng chi phí xây dựng và khai thác tính đổi về năm gốc Ptd.

Các chỉ số về lợi ích, chi phí NPV, IRR, BCR , thời gian hoàn vốn Thv.

Các chỉ tiêu để đánh giá chọn phương án :

- Giá thành xây dựng ban đầu : K_0 (đồng)
- Chi phí cải tạo, đại tu, trung tu, sửa chữa thường xuyên : K_{ct} , K_d , K_{tr} Cđt.
- Chi phí hàng năm cho công tác vận chuyển : C_{vct}
- ***Hiệu quả kinh tế mang lại cho nền kinh tế quốc dân do việc làm đường mới hoặc cải tạo, nâng cấp đường cũ.***
- ***Tổng chi phí xây dựng và khai thác quy đổi về năm gốc (phương án nào có Ptd nhỏ hơn sẽ tối ưu hơn)***
- Chỉ tiêu về khối lượng của các loại vật liệu đất tiền.
- Mức độ phức tạp khi thi công, khả năng cơ giới hóa thi công.
- Tính năng kỹ thuật của từng phương án.

§20.2 PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH HIỆU QUẢ KINH TẾ (HOẶC HQTC) DỰ ÁN ĐƯỜNG ÔTÔ

+ Theo qui trình TKAD mềm 22TCN 211-93 (Nga, VN): Ptd---> min
 + Theo tiêu chuẩn Tây Âu, Bắc Mỹ: NPV, IRR, BCR...
 Ưu nhược điểm ???

20.2.1 PHƯƠNG PHÁP PT TỔNG CHI PHÍ XD VÀ KHAI THÁC TÍNH ĐỔI

1.1 Khi so sánh chọn phương án KCAĐ :

$$P_{td} = K_{td} + \sum_{t=1}^{T_s} \frac{C_t}{(1 + E_{td})^t} \quad (20.1)$$

Ktd : tổng chi phí xây dựng tập trung quy đổi về năm gốc.

$$K_{td} = K_0 + \sum_{t=1}^{n_{ct}} \frac{K_{ct}^i}{(1 + E_{td})^{t_c}} + \sum_{t=1}^{n_d} \frac{K_d^i}{(1 + E_{td})^{t_d}} + \sum_{t=1}^{n_{tr}} \frac{K_{tr}^i}{(1 + E_{td})^{t_{tr}}} \quad (20.2)$$

Trong đó :

nct, nd, ntr : số lần cải tạo, đại tu và trung tu của phương án.

tct, td, ttr : thời gian cải tạo, đại tu và trung tu KCAĐ tính từ lúc bắt đầu đưa công trình vào sử dụng .

Kct, Kd, Ktr : chi phí cải tạo, đại tu và trung tu của phương án.

K0 : chi phí XD ban đầu (lấy theo dự toán)

Kct , Kd , Ktr :phụ thuộc vào loại mặt đường và chi phí XD ban đầu K0 , các chi phí này lấy theo 22TCN 211-93:

Loại tầng mặt áo đường	Khoảng thời gian (năm)		Tỷ lệ chi phí sửa chữa so với vốn đầu tư ban đầu (%K0)		
	Đại tu	Trung tu	Đại tu	Trung tu	Sửa chữa t. xuyên
Bê tông nhựa	15	5	42	5.1	0.55
Đd trộn nhựa	12	4	48.7	7.9	0.98
Thảm NN	10	4	49.6	8.7	1.92
Đá dăm	5	3	53.1	9.0	1.6
Cấp phối	5	3	55	10.0	1.8
BTXM	25	8	34.5	4.1	0.3

$$\sum_{t=1}^{T_s} \frac{C_t}{(1 + E_{td})^t} : \text{Chi phí khai thác quy đổi về năm gốc.}$$

$$\sum_{t=1}^{T_s} \frac{C_t}{(1 + E_{td})^t} = \sum_{t=1}^{T_s} \frac{C_t^d}{(1 + E_{td})^t} + \sum_{t=1}^{T_s} \frac{C_t^{VC}}{(1 + E_{td})^t} \quad (20.3)$$

T_s : thời gian so sánh (thông thường lấy bằng thời gian đại tu của phương án đắt tiền (bền vững hơn) ??).

C_t^d : chi phí duy tu, SCTX hằng năm ở năm thứ t

C_t^{VC} : chi phí vận tải ở năm thứ t

$$C_t^{VC} = S_t \cdot Q_t \cdot L \quad (20.4)$$

S_t : giá thành vận chuyển 1 tấn hàng đi 1km ở năm thứ t

$S_t = \bar{G}_t$ (đồng/tấn.km)

Q_t : lượng hàng hoá vận chuyển năm thứ t

$$Q_t = 365 \cdot N_t \cdot \gamma \cdot \beta \cdot G_{tb}$$

γ : hệ số lợi dụng tải trọng phụ thuộc loại hàng, $\gamma = 0,90 - 0,95$

N_t : lưu lượng xe chạy (xe/ng.đêm)

β : hệ số lợi dụng hành trình của các loại xe tham gia vận chuyển.

$Pbđ$: chi phí biến đổi trung bình trong 1 km hành trình ô tô (đồng/xe.km)

$$Pbđ = \lambda \cdot e \cdot r$$

e : lượng tiêu hao nhiên liệu trung bình của 1 xe cho 1km (lít/xe.km)

r : giá nhiên liệu (đồng/lít)

λ : Tỷ lệ chi phí biến đổi so với chi phí nhiên liệu :

$$\lambda = (2,6 \div 2,8)$$

$Pcđ$: Chi phí cố định trung bình trong 1 giờ cho 1 ô tô (đồng/xe.giờ). (xác định theo các định mức của các xí nghiệp ô tô)

\bar{V} : Tốc độ xe chạy trung bình khi tính toán lấy bằng 0,7 lần tốc độ kỹ thuật của xe.

$$\overline{V} = 0,7V_{kt}$$

V_{kt} : (lấy theo “22TCN 211-93” phải xem xét thực tế vì các trị số hướng dẫn này rất nhỏ so với thực tế hiện nay)

1.2 Khi so sánh chọn phương án tuyến :

1.2.1 Công thức tính toán :

$$P_{td} = K_{td} + \dot{G} + \dot{G} + \dot{G} + \dot{G} + \dot{G}$$

$$+ K_0^S + \sum_{t=1}^{T_s} \frac{\Delta K_t^S}{(1+E_{td})^t} + K_0^{th} + \sum_{t=1}^{T_s} \frac{\Delta K_t^{th}}{(1+E_{td})^t} + \sum_{t=1}^{T_s} \frac{C_t}{(1+E_{td})^t}$$

(20.5)

Trong đó :

K_{td} : tổng chi phí xây dựng tập trung quy đổi về năm gốc :

$$K_{td} = K_0 + \sum_{t=1}^{n_{ct}} \frac{K_{ct}^i}{(1+E_{td})^{t_{ct}}} + \sum_{t=1}^{n_d} \frac{K_d^i}{(1+E_{td})^{t_d}} + \sum_{t=1}^{n_{tr}} \frac{K_{tr}^i}{(1+E_{td})^{t_{tr}}}$$

K₀ : chi phí xây dựng ban đầu bao gồm chi phí xây dựng nền đường, mặt đường và các loại công trình trên đường.

K_{ct}, K_d, K_{tr} : chi phí cải tạo, đại tu và trung tu của phương án trong thời gian so sánh (cải tạo nền đường, mặt đường và công trình)

n_{ct}, n_d, n_{tr} : số lần cải tạo, đại tu và trung tu trong thời gian so sánh

t_{ct}, t_d, t_{tr} : thời gian kể từ năm gốc đến lúc cải tạo, đại tu và trung tu (năm)

T_S : thời gian so sánh PA tuyến T_S = 20 năm.

ê: chi phí đền bù do đường chiếm dụng đất nông nghiệp

ê: tổng vốn lưu động thường xuyên trong quá trình khai thác ở năm đầu tiên.

$$K_0^q = \frac{Q_0 \cdot D \cdot T}{365}$$

Q₀ : lượng hàng hóa cần vận chuyển ở năm đầu tiên (T)

D : giá thành trung bình vận chuyển 1 tấn hàng (đồng/tấn)

T : tổng thời gian hàng năm trong quá trình vận chuyển. (ngày-đêm)

$$T = \frac{365.L}{24.0,7.V}$$

L : cự ly vận chuyển (chiều dài tuyến đường Km)

V : tốc độ xe chạy trung bình trên tuyến, lấy theo biểu đồ tốc độ xe chạy lý thuyết .

ê: số vốn lưu động bỏ thêm vào hàng năm do lưu lượng xe chạy tăng lên.

$$\Delta K_t^q = \frac{(N_t - N_0)K_0^q}{N_0}$$

ê: chi phí để xây dựng các cơ sở phục vụ vận tải ô tô : trạm sửa chữa, ga ra . . .

ê: chi phí bỏ thêm hàng năm

$$\Delta K_t^{\text{ôtô}} = \frac{(N_t - N_0).K_0^{\text{ôtô}}}{N_0}$$

ê_{II}, G : các chi phí đầu tư để xây dựng hệ thống đường sắt, đường thủy và chi phí thêm vào hàng năm để sửa chữa đường sắt, đường thủy (nếu có).

C_t : các chi phí thường xuyên trong thời gian khai thác :

$$C_t = C_t^d + C_t^{VC} + C_t^{tn} + C_t^{tx} + C_t^{hk} + C_t^{khc} + C_t^{cht}$$

C_t^d : chi phí thường xuyên để sửa chữa đường ở năm thứ t

C_t^{VC} : chi phí vận chuyển ở năm thứ t

C_t^{tn} : tổn thất cho nền kinh tế quốc dân do tai nạn giao thông ở năm thứ t

C_t^{tx} : tổn thất cho nền kinh tế quốc dân do hiện tượng tắc xe ở năm thứ t

C_t^{hk} : tổn thất cho nền kinh tế quốc dân do hành khách mất thời gian đi trên đường ở năm thứ t

C_t^{khc} : tổn thất cho nền kinh tế quốc dân do mạng lưới đường không hoàn chỉnh

C_t^{cht} : chi phí chuyển tải hàng hoá từ phương tiện này sang phương tiện khác ở năm thứ t

1.2.2 Phương pháp xác định các chi phí thường xuyên :

C_t^d : căn cứ vào dự toán hoặc có thể lấy bằng tỷ lệ % chi phí xây dựng ban đầu (giống KCAD)

$$C_t^{VC} = Q_t \cdot S_t \cdot L \text{ (đồng)}$$

Q_t : lượng hàng hoá cần vận chuyển ở năm thứ t

$$Q_t = 365 \cdot \gamma \cdot \beta \cdot G_{tb} \cdot N_t$$

γ : hệ số lợi dụng tải trọng $\gamma = 0,90 - 0,95$

N_t : lưu lượng xe chạy ở năm thứ t (xe/ng.đêm)

β : hệ số lợi dụng hành trình, $\beta = 0,65$

G_{tb} : trọng tải trung bình của các loại xe tham gia vận chuyển (căn cứ thành phần % lưu lượng xe)

S_t : giá thành vận chuyển 1 tấn hàng đi 1 km (đồng/tấn.km)

$$S_t = \bar{G} \text{ (đồng/tấn.km)}$$

L : quãng đường xe chạy (km)

$$C_t^{tn} = 365 \cdot 10^{-8} \sum_{i=1}^n a_{ti} \cdot m_{ti} \cdot L_i \cdot C_i \cdot N_{ti}$$

a_{ti} : số lượng tai nạn xảy ra trong 100 triệu ô tô/1km

$$a_{ti} = 0,009 \cdot K_i^2 - 0,27 K_i + 34,5$$

K_i : hệ số tai nạn tổng hợp ở năm thứ t trên đoạn đường thứ i.

L_i : chiều dài đoạn đường thứ i.

N_{ti} : lưu lượng xe chạy ở năm thứ t trên đoạn đường thứ i (xe/ng.đêm)

m_{ti} : hệ số mức độ thiệt hại của 1 vụ tai nạn giao thông ở năm thứ t trên đoạn đường thứ i.

$$m_{ti} = \prod_{i=1}^{11} m_i$$

Các mi xác định từ bảng 4-7/P86 -HD TKĐô tô 1996

Ci : tổn thất trung bình cho 1 vụ tai nạn giao thông xảy ra trên đoạn đường thứ i ở năm thứ t .

$$C_t^{tx} = \frac{Q_t \cdot D \cdot t_{tx}}{288} E_{TC}$$

ê: lượng hàng hóa do tắc xe ở năm thứ t (lượng hàng hóa ứ đọng)

ttx : thời gian tắc xe

D : đơn giá trung bình cho 1 tấn hàng phải dự trữ do tắc xe gây ra

ETC : hệ số hiệu quả kinh tế tiêu chuẩn. ETC=0.1

$$C_t^{hk} = 365 \left[N_c^t \left(\frac{L}{V_c} + t_{ch}^c \right) H_c + N_b^t \left(\frac{L}{V_b} + t_{ch}^b \right) H_b \right] \cdot C$$

N_c^t, N_b^t : LL xe con, xe buýt ở năm thứ t

L : chiều dài quãng đường (km)

V_c, V_b : vận tốc xe con, xe buýt

t_{ch}^c, t_{ch}^b : thời gian chờ để đi xe con, xe buýt.

C : tổn thất trung bình cho nền kinh tế quốc dân của hành khách trong 1 giờ (đồng/h.Điều) .

C_t^{khc} : cho phép bỏ qua trong đồ án môn học (cho TK mới tuyến đường)

$$C_t^{cht} = Q_t \cdot Z$$

Q_t : lượng hàng hoá cần bốc dỡ ở năm thứ t

Z : chi phí bốc dỡ 1 tấn hàng (đồng/tấn)

20.2.2 PHƯƠNG PHÁP TÍNH THEO TIÊU CHUẨN TÂY ÂU- BẮC MỸ

2.2.1 Giá trị hiện tại thức tính đổi NPV(net present value)

$$NPV = \sum_{t=0}^n (B_t - C_t) p_t$$

(Bt-Ct): lợi ích dòng thu được ở năm thứ t

Bt(benefit): lợi ích của DA thu được năm t

$$B_t = \sum_{i=1}^9 B_t^i$$

Có 2 trường hợp: ENPV và FNPV

NPV>0 DA có HQKT, DA nào có NPV lớn nhất là DA có HQKT nhất.

2.2.2 Suất thu hồi nội tại IRR (Internal Rate Return)

20.2.3 ĐÁNH GIÁ CÁC PHƯƠNG ÁN TUYẾN THEO KHẢ NĂNG THÔNG HÀNH VÀ MỨC ĐỘ GIAO THÔNG THUẬN TIỆN

Năng lực thông hành thực tế của đường :

- Năng lực thông hành là số ô tô thông qua 1 đoạn đường trong 1 đơn vị thời gian trên 1 làn xe (xe/ng.đêm hoặc xe/h). Năng lực thông hành phụ thuộc vào điều kiện đường, điều kiện thời tiết, vận tốc thành phần dòng xe cũng như phụ thuộc đặc điểm tổ chức giao thông
- Do vậy năng lực thông hành thay đổi khá nhiều với các đoạn đường khác nhau
- Nếu tuyến có năng lực thông hành thấp sẽ gây ùn tắc trở ngại cho giao thông trên tuyến. Vì thế khi so sánh các phương án thiết kế phải tính toán năng lực thông hành trên từng đoạn của mỗi phương án tuyến để kiểm tra mức độ đáp ứng nhiệm vụ thiết kế và đánh giá mức độ thuận lợi khi xe chạy đối với từng phương án.
- Năng lực thông hành tính theo 1 loại xe (thường là xe cón), các loại xe khác tính đổi ra xe con theo hệ số tính đổi
- Để tính toán năng lực thông hành thực tế có thể áp dụng phương pháp của TSKH V.V.Xilianôp :

$$N_{tt}^i = N_{max} \cdot \beta_1^i \beta_2^i \dots \beta_{13}^i \quad (xe/h)$$

Trong đó :

N_{max} : năng lực thông xe lớn nhất (xe/h)

$\beta_1^i \beta_2^i \dots \beta_{13}^i$: các hệ số xét đến ảnh hưởng của những điều kiện đường

khác nhau làm giảm năng lực thông xe so với điều kiện xác định N_{max}

- Khi tính toán năng lực thông hành thực tế lớn nhất $N_{max} = (1800 - 2000) \text{ xcqđ/h/làn}$

Hệ số sử dụng năng lực thông hành :

- Công thức xác định :

$$Z = \frac{N}{N_{tt}^i}$$

Trong đó :

N : lưu lượng xe chạy thực tế trên đoạn thứ i tại thời điểm đánh giá mức độ thuận tiện.

N_{tt}^i : năng lực thông hành thực tế các định bằng công thức:

$$N_{tt}^i = N_{\max} \cdot \beta_1^i \beta_2^i \dots \beta_{13}^i \quad (\text{xecon/h/lan})$$

- Như vậy khi Z lớn thì mật độ xe chạy trên đường lớn, sự cản trở lẫn nhau giữa các xe chạy trên đường lớn và mức độ giao thông thuận tiện giảm đi, ngược lại mức độ giao thông thuận tiện tăng lên.

§ 20.4 ĐÁNH GIÁ CÁC PHƯƠNG ÁN TUYẾN THEO MỨC ĐỘ AN TOÀN GIAO THÔNG

Mức độ đảm bảo giao thông của từng đoạn tuyến có thể được đánh giá theo 2 phương pháp dựa vào hệ số tai nạn và hệ số an toàn của mỗi đoạn.

Hệ số tai nạn :

- Hệ số tai nạn tổng hợp (K_{tn}) được xác định bằng tích số của 14 hệ số tai nạn riêng biệt đối với từng yếu tố của tuyến có ảnh hưởng đến khả năng xảy ra tai nạn

$$K_{tn} = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \dots k_{14}$$

Trong đó k_i là tỉ số giữa số tai nạn trên 1 đoạn tuyến nào đó với số tai nạn xảy ra trên tuyến chuẩn (tuyến thẳng, không có dốc, bề rộng phần xe chạy 7,5m, lề rộng và có gia cố)

Các hệ số k_i được xác định như sau :

- Hệ số k_1 xét đến ảnh hưởng của lưu lượng xe chạy N (xe/ng.đêm)

N (xe/ng.đêm)	500	2000	3000	5000	7000	>9000
Hệ số k_1	0,40	0,50	0,75	1,00	1,40	1,70

- Hệ số k2 xét đến bề rộng phần xe chạy và cấu tạo lề :

Bề rộng phần xe chạy (m)	4,5	5,5	6,0	7,5	$\geq 8,5$
Hệ số k2 (lề có gia cố)	2,20	1,50	1,35	1,00	0,80
Hệ số k2 (lề không gia cố)	4,00	2,75	2,5	1,50	1,00

- Hệ số k3 xét đến ảnh hưởng của bề rộng lề :

Bề rộng lề đường (m)	0,5	1,5	2,0	3,0
Hệ số k3	2,2	1,4	1,2	1,0

- Hệ số k4 xét đến ảnh hưởng của độ dốc dọc i:

Độ dốc dọc i(0/00)	20	30	50	70	80
Hệ số k4 (không dải phân cách)	1,00	1,25	2,50	2,80	3,00
Hệ số k4 (có dải phân cách)	1,00	1,00	1,25	1,40	1,50

- Hệ số k5 xét đến bán kính cong trên bình đồ R :

R (m)	≤ 50	100	150	200÷300	300÷600	1000÷2000	> 2000
Hệ số k ₅	10,00	5,40	4,00	2,25	1,60	1,25	1,00

- Hệ số k6 xét đến tầm nhìn thực tế có thể đảm bảo được trên đường (bình đồ hoặc trắc dọc):

Tầm nhìn đảm bảo (m)	100	200	300	400	≥ 500
Hệ số k6 (trên bình đồ)	3,0	2,3	1,7	1,2	1,0
Hệ số k6 (trên trắc dọc)	4,0	2,9	2,0	1,4	1,0

- Hệ số k7 xét đến bề rộng phần xe chạy của cầu (thông qua r : hiệu số chênh lệch giữa khổ cầu và bề rộng phần xe chạy của đường) :

Hiệu số r (m)	< 0	0	$0 \div 1$	> 1
Hệ số k7	6,0	3,0	1,5	1,0

- Hệ số k8 xét đến ảnh hưởng chiều dài đoạn thẳng

Chiều dài đoạn thẳng (km)	3	5	10	15	20	≥ 25
Hệ số k8	1,0	1,1	1,4	1,6	1,9	2,0

- Hệ số k9 xét đến lưu lượng xe chạy (xe/ng.đêm) ở chỗ giao nhau cùng mức :

Lưu lượng xe (xe/ng.đêm)	< 1000	$1600 \div 3500$	$3500 \div 5000$	$5000 \div 7000$
Hệ số k9	1,5	2,0	3,0	4,0

- Hệ số k10 xét đến ảnh hưởng của hình thức giao nhau khi có đường nhánh

Giao nhau khác mức	$K_{10}=0,35$
Giao nhau cùng mức nhưng lưu lượng xe chạy trên đường cắt chiếm (10% lưu lượng tổng cộng của cả 2 đường	$K_{10}=1,50$
Giao nhau cùng mức lượng xe chạy trên đường cắt chiếm (10(20)%	$K_{10}=3,00$
Giao nhau cùng mức lượng xe chạy trên đường cắt chiếm $> 20\%$	$K_{10}=4,00$

- Hệ số k11 xét đến ảnh hưởng của tầm nhìn thực tế đảm bảo được tại chỗ giao nhau cùng mức có đường nhánh :

Tầm nhìn (m)	> 60	$60 \div 40$	$40 \div 30$	$30 \div 20$	< 20
Hệ số k11	1,00	1,10	1,65	2,50	10,00

- Hệ số k12 xét đến số làn xe chạy trên phần xe chạy :

Số làn xe (m)	2	3	4	4 (có dải phân cách)
Hệ số k12	1,00	1,50	0,80	0,65

- Hệ số k13 xét đến ảnh hưởng của khoảng cách từ nhà cửa 2 bên đường đến phần xe chạy :

Khoảng cách 15 (20m, giữa có làn xe địa phương	$K_{13}=2,50$
Khoảng cách 5 (10m, giữa có vỉa hè	$K_{13}=5,00$
Khoảng cách 5m, giữa không có làn xe địa phương nhưng có vỉa hè	$K_{13}=7,50$
Khoảng cách 5m, giữa không có làn xe địa phương, không có vỉa hè	$K_{13}=10,00$

- Hệ số k14 xét đến ảnh hưởng của hệ số bám (của mặt đường và tình trạng mặt đường:

Hệ số bám	0,20 ÷ 0,30	0,40	0,60	0,70	0,75
Tình trạng mặt đường	Trơn	Khô	Sạch	Nhám	Rất nhám
Hệ số k14	2,50	2,00	1,30	1,00	0,75

- Ảnh hưởng của độ dốc siêu cao đến tai nạn giao thông, xác định thông qua việc tính bán kính tương đương R_{td} :

$$R_{td} = \frac{\varphi_R + i_R}{\varphi_{lc} + i_{lc}} R$$

Trong đó :

φ_R, i_R : hệ số bám ngang và độ dốc ngang đoạn đường vòng bán kính R đang xét

φ_{lc}, i_{lc} : hệ số bám ngang và độ dốc ngang đoạn đường lân cận với đoạn đường vòng

Với R_{td} ta ta xác định ảnh hưởng đến tai nạn giao thông thông qua hệ số k5. Để đánh giá các phương án thiết kế đường về mức độ an toàn giao thông , ta chia bình đồ và trắc dọc tuyến thành từng đoạn và lần lượt tính các hệ số tai nạn riêng biệt tương ứng. Kết quả lập biểu đồ hệ số tai nạn dọc tuyến.

Hệ số an toàn :

- Hệ số an toàn (Kat) của 1 đoạn tuyến được xác định bằng tỉ số giữa vận tốc xe có thể chạy được trên đoạn đang xét và vận tốc trên đoạn kế trước nó.
- Ý nghĩa của hệ số an toàn : hệ số này càng nhỏ thì chênh lệch vận tốc giữa 2 đoạn càng lớn và xác suất xảy ra tai nạn càng lớn.
- Vận tốc xe chạy để tính toán là vận tốc xe chạy lý thuyết xác định đối với ô tô du lịch. Vận tốc xe chạy trên đường cong nằm và đường cong đứng được tính theo các công thức dựa vào bán kính và giá trị giới hạn về hệ số bám ngang đảm bảo xe không bị lật
- Để xét tới trường hợp bất lợi nhất về an toàn, khi tính toán vận tốc cần thực hiện hiệu chỉnh như sau :

+ Không xét tới những chỗ hạn chế tốc độ do yêu cầu về tổ chức giao thông

+ Không xét tới chỗ hãm phanh để giảm tốc trước khi vào các đoạn có hạn chế tốc độ. Chỉ cần xác định được tốc độ tối đa ở cuối mỗi đoạn mà không cần xét tới điều kiện xe chạy ở các đoạn sau.

- Biểu đồ hệ số an toàn theo 2 chiều xe chạy sẽ được xác định nếu ta xác định được biểu đồ vận tốc xe chạy thường lập.. Nếu điều kiện xe chạy theo 2 chiều rất khác nhau thì ta chỉ cần vẽ và tính hệ số an toàn cho chiều có tốc độ cao nhất.

- Tiêu chuẩn đánh giá mức độ an toàn xe chạy theo hệ số an toàn :

$K_{at}(0,4$: rất nguy hiểm

$K_{at}=0,4 (0,6$: nguy hiểm

$K_{at}=0,6 (0,8$: ít nguy hiểm

$K_{at}>0,8$: không nguy hiểm

+ Khi thiết kế đường mới, phải đảm bảo mọi đoạn tuyến đều có $K_{at}(0,8$

+ Đối với đồ án cải tạo và đại tu đường , phải đảm bảo $K_{at}\geq 0,6$

- Đối với tuyến đường đang khai thác, biểu đồ hệ số an toàn có thể được vẽ thông qua việc quan trắc vận tốc xe chạy thực tế trên các đoạn đường.

