

TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA ĐN  
Khoa Xây dựng Cầu - Đường  
-----~ & <sup>TM</sup>-----

**BÀI GIẢNG:**

# THIẾT KẾ ĐƯỜNG 1

*<ThS. Võ Đức Hoàng>*



*Đà Nẵng 05/2006*

## CHƯƠNG 1 : KHÁI NIỆM CHUNG VỀ ĐƯỜNG ÔTÔ

----- TM - ~ -----

### §1.1 VAI TRÒ CỦA ĐƯỜNG ÔTÔ TRONG GIAO THÔNG VẬN TẢI

Đường ô tô là tổng hợp các công trình, các trang thiết bị nhằm phục vụ giao thông trên đường, vì vậy nó có tầm quan trọng rất lớn trong các lĩnh vực kinh tế, chính trị, hành chính, quốc phòng, văn hoá, du lịch. . . tầm quan trọng của nó trong suốt mọi thời đại, mọi chế độ, mọi nền văn minh trên khắp mọi nơi. So với các loại hình vận tải khác ( đường thuỷ, đường sắt, đường hàng không) vận tải trên đường ô tô có một số ưu - nhược điểm sau:

#### @ Ưu điểm :

- Có tính cơ động cao, vận chuyển trực tiếp hàng hóa, hành khách từ nơi đi đến nơi đến không cần thông qua các phương tiện vận chuyển trung gian
- Thích ứng với mọi địa hình đồi , núi khó khăn
- Tốc độ vận chuyển cao hơn đường thuỷ, tương đương đường sắt
- Cước phí vận chuyển rẻ hơn đường hàng không

#### @ Nhược điểm :

- Tai nạn giao thông cao
- Tải trọng nhỏ, tiêu hao nhiên liệu nhiều do đó giá thành vận chuyển cao hơn đường sắt và đường thuỷ

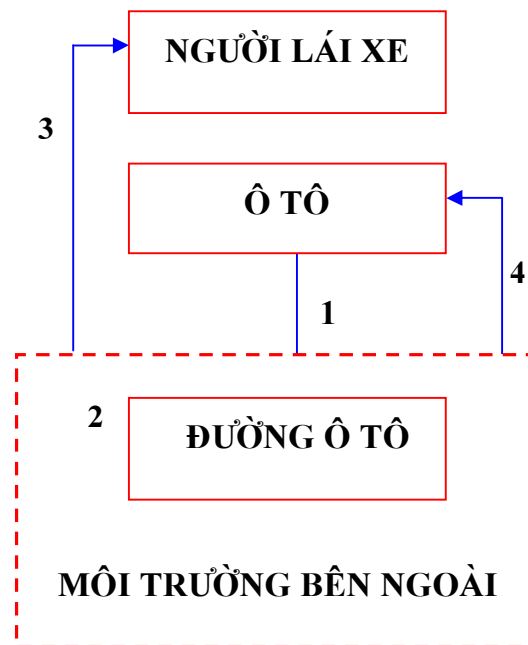
### §1.2 HỆ THỐNG KHAI THÁC VẬN TẢI ÔTÔ VÀ MỐI QUAN HỆ GIỮA CÁC BỘ PHẬN TRONG HỆ THỐNG

#### 2.1 . Hệ thống khai thác vận tải ô tô :

Hệ thống khai thác vận tải ô tô bao gồm :

- Đường ô tô
- Ô tô
- Người lái

- Môi trường bên ngoài



Hình 1-1. Hệ thống khai thác vận tải ô tô

## 2.2. Mối quan hệ giữa các bộ phận trong hệ thống :

### 2.2.1 Mối quan hệ giữa " Ô tô - Đường ô tô " :

Mối quan hệ này là cơ sở đề xuất các yêu cầu của việc chạy xe đối với các yếu tố của đường, nghiên cứu mối quan hệ này để đi đến quy định cụ thể các chỉ tiêu kỹ thuật của tuyến đường và các giải pháp thiết kế.

### 2.2.2 Mối quan hệ giữa "Môi trường bên ngoài - Đường ô tô " :

Môi trường bên ngoài chính là điều kiện tự nhiên ( địa hình , địa mạo , địa chất , thủy văn . . . ) và sự phân bố dân cư, nghiên cứu mối quan hệ này để xác định vị trí của tuyến đường và các giải pháp thiết kế để đảm bảo tính ổn định và bền vững của công trình

### 2.2.3 Mối quan hệ giữa "Môi trường bên ngoài - Người lái xe " :

Nghiên cứu mối quan hệ này để biết được ảnh hưởng của môi trường xung quanh đến tâm - sinh lý của người lái xe

### 2.2.4 Mối quan hệ giữa " Đường - Ô tô " :

Mối quan hệ này nói lên ảnh hưởng của chất lượng đường ô tô đến các chỉ tiêu khai thác vận tải của ô tô ( vận tốc, lượng tiêu hao nhiên liệu . . . )

**Tóm lại :** Nghiên cứu các quan hệ này để đề ra các giải pháp thiết kế để tuyến đường có khả năng phục vụ đạt hiệu quả cao ( an toàn , tiện nghi và kinh tế )

### §1.3 NỘI DUNG CHỦ YẾU CỦA MÔN HỌC TK ĐƯỜNG

Là một môn khoa học nghiên cứu các nguyên lý và phương pháp thiết kế tuyến đường, cầu, cống và các công trình phục vụ khai thác đường và tổ chức giao thông. Nội dung chủ yếu bao gồm:

1. Nguyên lý tính toán và xác định các yếu tố hình học của tuyến:

Trên cơ sở phân tích cơ học, đề ra các nguyên lý xác định các yếu tố của đường trên bình đồ, trắc dọc, trắc ngang :

Bề rộng mặt đường:  $B_m$

Bề rộng nền đường:  $B_n$

Bề rộng lề đường:  $B_l$  .

Taluy nền đường đào :  $1/n$

Taluy nền đường đắp :  $1/m$

Độ dốc ngang của mặt đường :  $i_n$

Độ dốc dọc của mặt đường :  $i_d$ .

Độ mở rộng phần xe chạy

Kích thước rãnh biên.

2. Thiết kế nền đường và các công trình trên đường

3. Thiết kế kết cấu áo đường :

- Thiết kế cấu tạo
- Tính toán cường độ của kết cấu
- Luận chứng so sánh chọn phương án

4. Tính toán khẩu độ và quy hoạch bố trí các công trình thoát nước trên tuyến

5. Thiết kế đường cao tốc, thiết kế nút giao thông và quy hoạch mạng lưới đường

6. Thiết kế các công trình phục vụ khai thác đường và tổ chức giao thông

7. Phương pháp điều tra, dự báo khối lượng vận chuyển hàng hoá và hành khách trong tương lai

8. Các phương pháp khảo sát thiết kế đường ô tô

## **§1.4 MẠNG LƯỚI ĐƯỜNG ÔTÔ**

### **4.1. Mạng lưới đường ô tô :**

1.1 Mạng lưới đường Quốc lộ : Đường nối các trung tâm kinh tế, chính trị, văn hoá lớn của quốc gia .

Ví dụ :

- Quốc lộ 1A : Lạng Sơn - Nam bộ
- Quốc lộ 5 : Hà Nội - Hải Phòng

1.2. Mạng lưới đường địa phương ( tỉnh, huyện, xã ) : Đường nối các trung tâm kinh tế, chính trị, văn hoá của địa phương ( tỉnh, huyện , xã ).

1.3. Các chỉ tiêu đánh giá mức độ phát triển của mạng lưới đường ô tô :

+ Mật độ đường / 1000 km<sup>2</sup> lãnh thổ:

- Đối với các nước phát triển  $250 \div 1000$  km/1000km<sup>2</sup>
- Đối với các nước đang phát triển  $100 \div 250$  km/1000km<sup>2</sup>
- Đối với các nước chậm phát triển  $<100$  km/1000km<sup>2</sup>

+ Chiều dài đường / 1000 dân:

Mức trung bình khi đạt được  $3 \div 5$  km đường có lớp mặt cấp cao/1000 dân.

+ Chiều dài đường / 1 phương tiện giao thông:

- Chiều dài đường  $> 50$ m cho một ô tô là phù hợp.
- Chiều dài đường  $20 \div 50$ m cho một ô tô là cần bổ sung.
- Chiều dài đường  $< 20$ m cho một ô tô là quá thấp.

### **4.2. Cấp hạng của đường :**

**4.2.1. Cấp quản lý :** Là phân cấp theo đơn vị quản lý nhà nước về mặt xây dựng, tổ chức quản lý và khai thác đường

**4.2.2. Cấp kỹ thuật :** Là phân cấp để biết được các chỉ tiêu kỹ thuật của từng cấp đường, cấp kỹ thuật thường được gọi tên theo tốc độ thiết kế ( cấp 20 , cấp 40 . . . )

Theo tiêu chuẩn thiết kế đường ô tô TCVN 4054 - 98 cấp quản lý và cấp kỹ thuật của đường ô tô được quy định như sau :

+ Cấp quản lý :

Bảng 1-1

Cấp quản lý	Cấp kỹ thuật	Vận tốc tính toán(km/h)	Số làn xe	Chức năng chủ yếu của đường
I II III	80 và 60	80 và 60	6 4 2	Đường nối các trung tâm kinh tế, chính trị văn hóa lớn
IV	60 40	60 40	2	Đường nối các trung tâm kinh tế, chính trị văn hóa lớn của địa phương với nhau và với đường trục hay đường cao tốc
V	40 20	40 20	1 hoặc 2	Đường nối các điểm lập hàng, các khu dân cư.

+ Cấp kỹ thuật : Còn phân theo chức năng và địa hình của đường

Bảng 1-2

Chức năng của đường	Địa hình		
	Đồng bằng	Đồi	Núi
- Đường nối các trung tâm kinh tế, chính trị, văn hóa lớn	80 ; 60	80 ; 60	60
- Đường nối các trung tâm kinh tế, chính trị, văn hóa của địa phương với nhau và với đường trục ô tô hay đường cao tốc	80 ; 60	60 ; 40	40 ; 20
- Đường nối các điểm lập hàng, các khu dân cư	40	40 ; 20	20

+ Tốc độ thiết kế và lưu lượng xe tối thiểu của từng cấp đường :

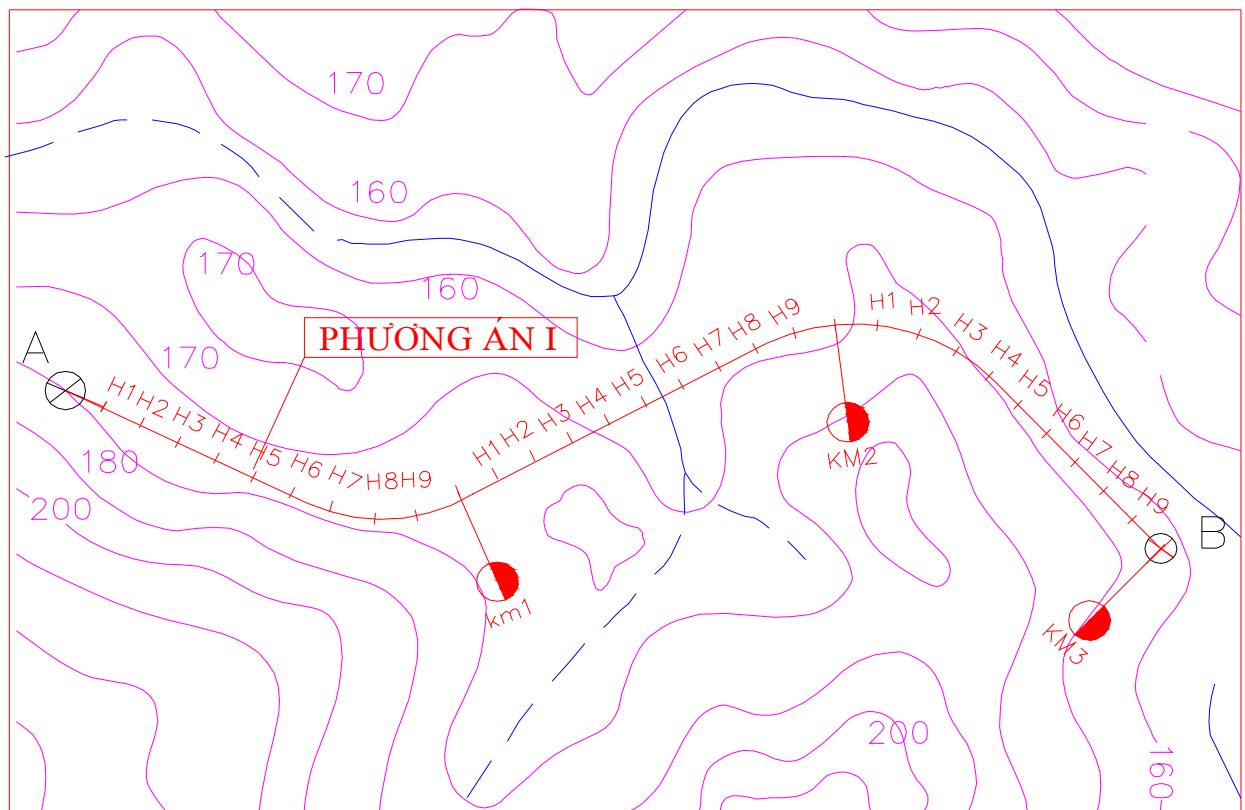
Bảng 1-3

Cấp kỹ thuật	Tốc độ tính toán $V_{tt}$ (km/h)	Lưu lượng xe tối thiểu (xeqđ/ng.đ)
80	80	$\geq 3000$
60	60	$\geq 900$
40	40	$\geq 150$
20	20	$< 150$

### §1.5 CÁC YẾU TỐ CỦA ĐƯỜNG ÔTÔ

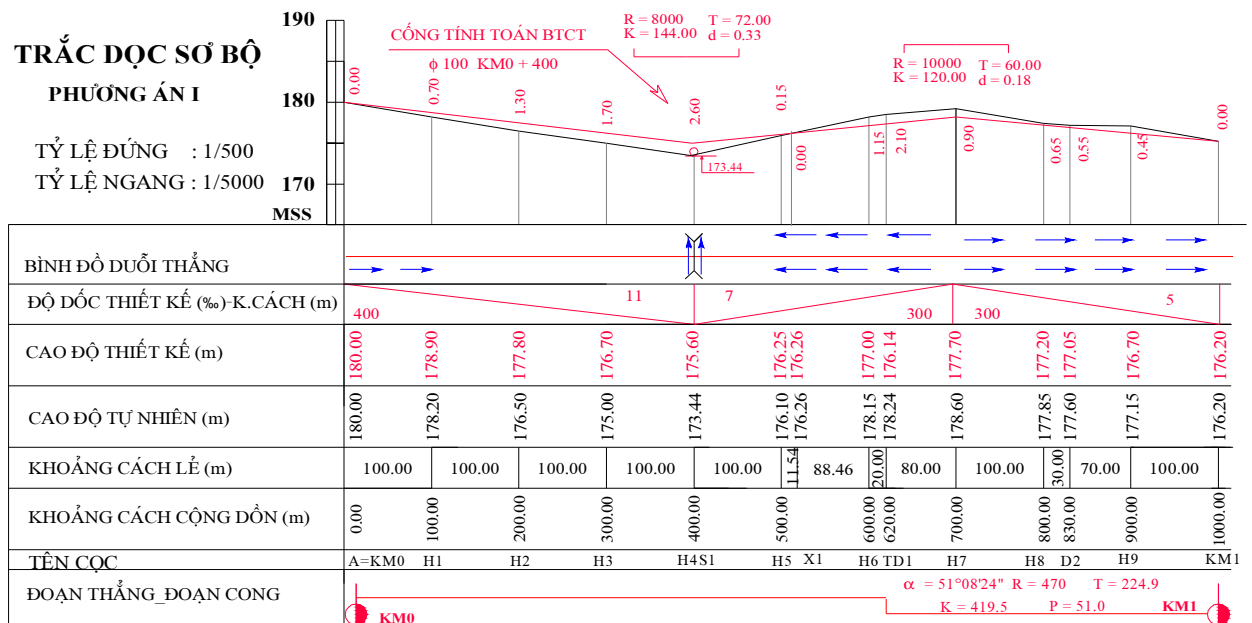
5.1. **Tuyến đường** : Là đường nối giữa các tim đường, do điều kiện tự nhiên tuyến đường gồm các đoạn thẳng, đoạn cong nối tiếp nhau

5.2. **Bình đồ** : Là hình chiếu bằng của tuyến đường



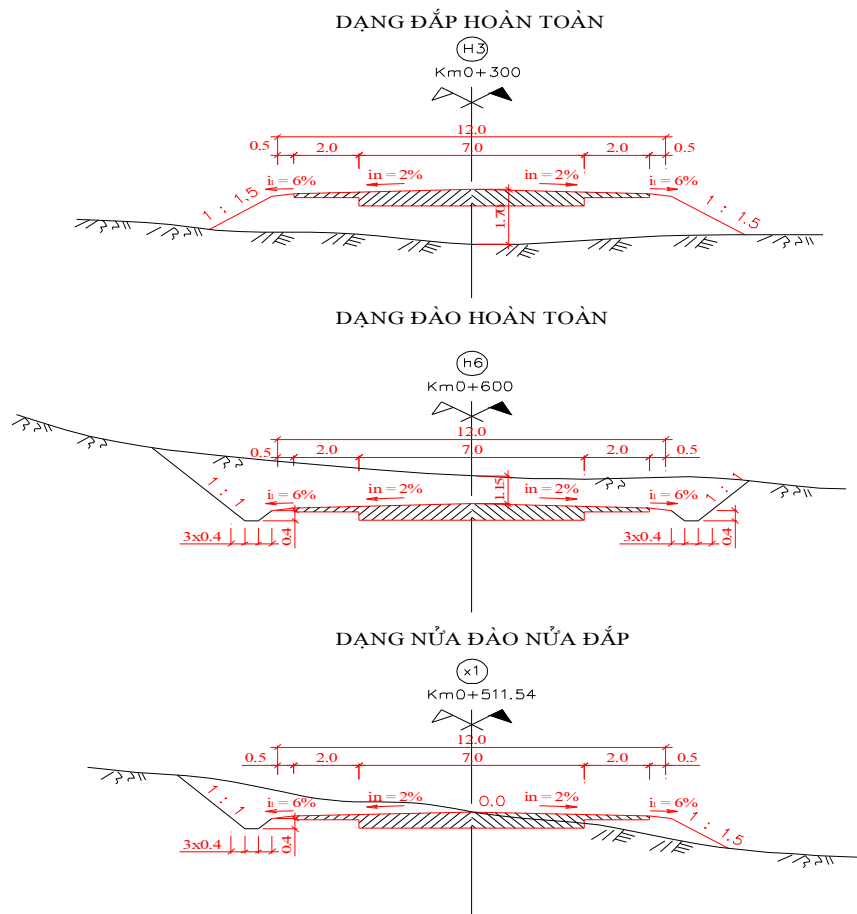
Hình 1-2. Bình đồ tuyến

### 5.3. Trắc dọc : Là mặt cắt đứng dọc theo tuyến đường đã được duỗi thẳng



Hình 1-2. Trắc dọc tuyến

### 5.4. Trắc ngang : Là hình chiếu các yếu tố của đường lên hình chiếu thẳng góc với tim đường .



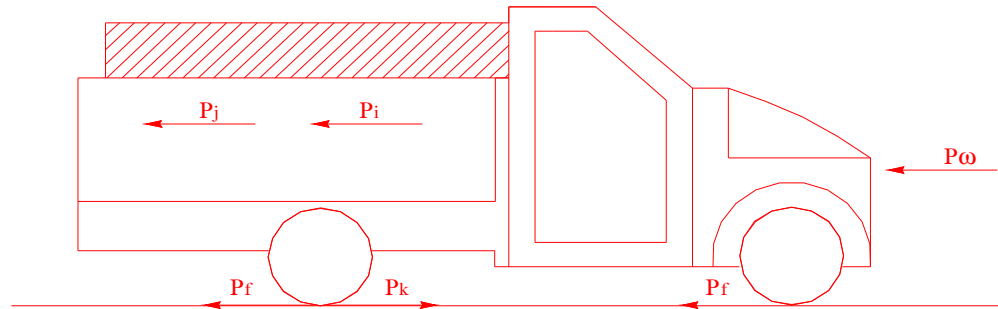
Hình 1-2. Trắc ngang



## CHƯƠNG II : NGUYÊN LÝ TÍNH TOÁN SỰ CHUYỂN ĐỘNG CỦA ÔTÔ TRÊN ĐƯỜNG

### §2.1 CÁC LỰC TÁC DỤNG LÊN ÔTÔ KHI CHUYỂN ĐỘNG

Khi chuyển động ô tô chịu tác dụng của các lực sau :



Hình 2-1. Các lực tác dụng trên ô tô khi xe chạy.

+ Lực kéo  $P_k$

+ Lực cản:

- Lực cản lăn  $P_f$
- Lực cản không khí  $P_\omega$
- Lực cản lên dốc  $P_i$
- Lực cản quán tính  $P_j$

#### 2.1.1. Lực cản của xe trên đường :

##### 2.1.1.1 Lực cản lăn $P_f$ :

Khi xe chạy tại các điểm tiếp xúc giữa bánh xe và mặt đường xuất hiện lực cản lăn.

Lực này ngược chiều với chiều chuyển động của xe. Lực cản lăn sinh ra do :

- Biến dạng của lốp xe
- Do xe bị xung kích và chấn động trên mặt đường không bằng phẳng
- Do ma sát trong các ổ trục của bánh xe

Thực nghiệm cho thấy lực cản lăn tỷ lệ với trọng lượng tác dụng lên bánh xe :

$$P_f = G \cdot f \quad (2-1)$$

trong đó:  $G$  - trọng lượng của xe (KG)

$P_f$  - lực cản lăn (KG)

$f$  - hệ số sức cản lăn

### **Hệ số sức cản lăn :**

- Phụ thuộc chủ yếu vào loại mặt đường
- Phụ thuộc vào độ cứng của lớp xe
- Trong điều kiện lớp xe cứng, tốt, hệ số sức cản lăn trung bình phụ thuộc vào loại mặt đường như sau :

Bảng 2-1

Loại mặt đường	Hệ số lực cản lăn $f_0$
- Bê tông xi măng và BT nhựa	0.01 ÷ 0.02
- Đá dăm và cuội sỏi đen	0.01 ÷ 0.025
- Đá dăm trắng	0.03 ÷ 0.05
- Đường lát đá	0.04 ÷ 0.05
- Đường đất khô và bằng phẳng	0.04 ÷ 0.05
- Đường đất ẩm và không bằng phẳng	0.07 ÷ 0.15
- Đường cát khô, rời rạc	0.15 ÷ 0.30

\* Khi tốc độ xe chạy nhỏ hơn 50 km/h thì hệ số sức cản lăn không phụ thuộc vào tốc độ

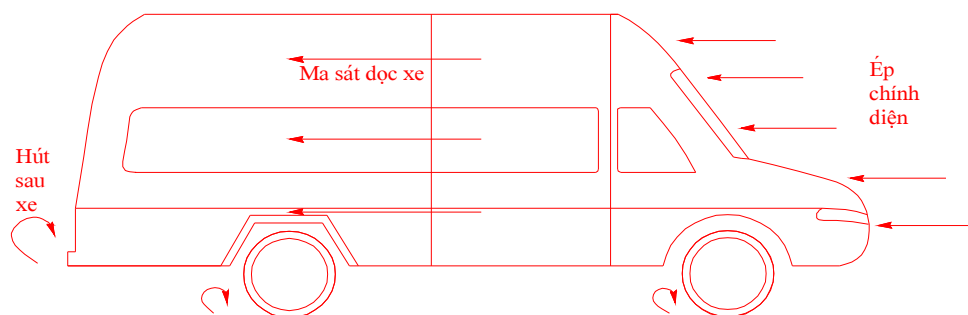
$$f = f_0$$

\* Khi tốc độ xe chạy lớn hơn 50 km/h thì hệ số sức cản lăn phụ thuộc vào tốc độ

$$f = f_0 [1 + 0,01(V-50)] \quad (2-2)$$

trong đó :  $V$  - tốc độ xe chạy (km/h )

#### **2.1.1.2 Lực cản không khí:**



Hình 2-2. Nguyên nhân sinh ra lực cản không khí.

+ Nguyên nhân sinh ra lực cản không khí :

- Khối không khí trước xe bị ép lại
- Do ma sát giữa không khí và thành xe ( ma sát dọc vỏ xe)
- Do khối không khí chân không ngay phía sau xe hút lại.

+ Công thức xác định lực cản không khí :  $P_{\omega} = C.p.F.V^2$  (2-3)

trong đó :

$F$  : diện tích cản trở  $F = 0,8.B.H$  ( $m^2$ ) (2-4)

$B, H$  : bề rộng và chiều cao của xe (m)

$V$  : tốc độ tương đối của xe, tức là phải kể đến tốc độ của gió, trong tính toán coi tốc độ của gió bằng không,  $V$  là vận tốc của ô tô (m/s)

$C$  : hệ số phụ thuộc vào hình dạng của ô tô.

$\rho$  : mật độ không khí ( $kg/m^3$ )

Để đơn giản ta lấy  $F$ :

- Đối với xe tải và xe buýt  $F = 3 \div 5,5 m^2$ .

- Đối với xe con  $F = 1,5 \div 2,8 m^2$ .

Gọi  $K = C.p$  là hệ số sức cản không khí phụ thuộc vào từng loại xe:

- Xe tải  $K = 0,06 \div 0,07$ .

- Xe buýt  $K = 0,04 \div 0,06$ .

- Xe con  $K = 0,025 \div 0,035$ .

- Khi vận tốc gió  $V_{\text{gió}} = 0$  thì  $P_{\omega} = \frac{K.F.V^2}{13}$  (2-5)

- Khi vận tốc gió  $V_{\text{gió}} \neq 0$  thì  $P_{\omega} = \frac{K.F.(V^2 \pm V_g^2)}{13}$  (2-6)

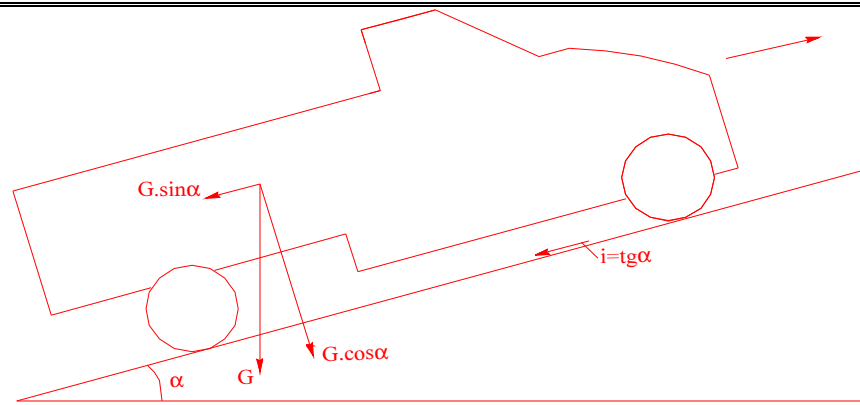
\*Trong trường hợp xe có rômooc thì sức cản  $P_{\omega}$  tăng lên từ (25÷30)%

### 2.1.1.3 Lực cản lên dốc $P_i$ :

$$P_i = \pm G. \sin \alpha. \quad (2-7)$$

Do  $\alpha \ll$ , xem gần đúng  $\sin \alpha = \tan \alpha = i$

$$\Rightarrow P_i = \pm G.i \quad (2-8)$$



Hình 2-3 Xác định lực cản lên dốc

trong đó:  $i$  - là độ dốc dọc của đường.

Lấy dấu "+" khi lên dốc

Lấy dấu "-" khi xuống dốc

#### 2.1.1.4 Lực cản quán tính $P_j$ :

Lực cản quán tính:

$$P_j = m \cdot j \quad (\text{KG}) \quad (2-9)$$

trong đó:  $m$  - là khối lượng của xe (kg)

$$m = \frac{G}{g} \quad (2-10)$$

$G$  - trọng lượng xe

$G$  - gia tốc trọng trường.

$$j - \text{gia tốc quán tính}, j = \frac{dV}{dt} \text{ có thể (+) hoặc (-)} \quad (2-11)$$

Để kể đến sức cản quán tính của các bộ phận quay:

$$P_j = \pm \delta \cdot \frac{G}{g} \cdot \frac{dV}{dt} \quad (2-12)$$

trong đó:  $\delta$  - là hệ số kể đến sức cản quán tính của các bộ phận quay

$$\delta = 1,03 \div 1,07$$

#### 2.1.1.5 Tổng lực cản tác dụng lên ô tô:

Khi xe chạy trên đường nó chịu tác dụng của tổng lực cản  $P_c$

$$P_c = P_f + P_w + P_i + P_j \quad (2-13)$$

$$P_c = P_\omega + G.f \pm G.i \pm \delta \frac{G}{g} \frac{dV}{dt} \quad (2-14)$$

### 2.1.2 Lực kéo của ô tô:

Do quá trình đốt cháy nhiên liệu trong động cơ  $\rightarrow$  nhiệt năng  $\rightarrow$  được chuyển hóa thành công năng của công suất hiệu dụng  $N$ , công suất này tạo nên một mômen  $M$  tại trục khuỷu của động cơ.

$$N = \frac{M.\omega}{75} \quad (\text{mã lực}) \quad (2-15)$$

trong đó:  $N$  - là công suất hiệu dụng của động cơ.

$M$  - là mômen tại trục khuỷu của động cơ.

$\omega$  - vận tốc góc của trục khuỷu (vòng/phút).

$$\omega = \frac{2.\pi.n}{60} \quad (2-16)$$

$n$  - số vòng quay của trục khuỷu trong 1 phút.

$$\Rightarrow \frac{M.75.N}{\omega} = \frac{75.60.N}{2.\pi.n} = 716.2 \frac{N}{n} \quad (2-17)$$

tong đó : Tỷ số  $\frac{N}{n}$  phụ thuộc vào từng loại ô tô

- Mômen quay tại trục khuỷu tạo ra một mômen kéo  $M_k$  ở trục chủ động của xe

$$M_k = i_0.i_k.\eta.M \quad (2-18)$$

tong đó:  $i_0$  - tỉ số truyền động trong hộp số

$i_k$  - tỉ số truyền động cơ bản

$\eta$  - hệ số hiệu dụng của cơ cấu truyền

$$\eta = 0,8 \div 0,85 \quad \text{đối với xe tải}$$

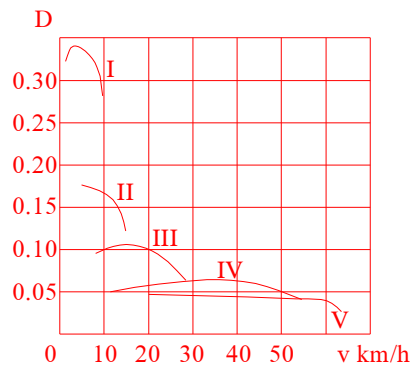
$$\eta = 0,85 \div 0,9 \quad \text{đối với xe con}$$

Mômen  $M_k$  sẽ gây ra một ngoại lực  $P_k$  là lực kéo tại điểm tiếp xúc của bánh xe với mặt đường:

$$P_k = \frac{M_k}{r_0} \quad (2-19)$$



số truyền động, tính được giá trị D phụ thuộc vào tốc độ V.



Hình 2-3. Biểu đồ nhân tố động lực

Quan hệ giữa nhân tố động lực (D) và tốc độ (V) được thể hiện bằng biểu đồ nhân tố động lực (Hình 2-4). Các đường cong được lập khi bướm ga của động cơ mở hoàn toàn hay bơm nhiên liệu động cơ diezen mở hoàn toàn.

\*.Xét trường hợp xe chạy với vận tốc đều  $V=\text{const}$

$$\frac{dV}{dt} = 0$$

$$D > f \pm i \quad (2-24)$$

trong đó: D - nhân tố động lực của ô tô

f - hệ số sức cản lăn

i - độ dốc dọc

Vế trái của ( 2-24 ) phụ thuộc vào ô tô

Vế phải của ( 2-24 ) phụ thuộc vào điều kiện đường

Phương trình (2-24) thể hiện mối liên hệ giữa ô tô ( vế trái) và đường ô tô ( vế phải)

\* **Nhận xét:**

Nếu biết tổng sức cản tác dụng lên ô tô thì dựa vào công thức (2-24) chúng ta có thể xác định được tốc độ chuyển động lớn nhất tương ứng với các loại ô tô chạy trên đường và tốc độ đó gọi là tốc độ cân bằng.

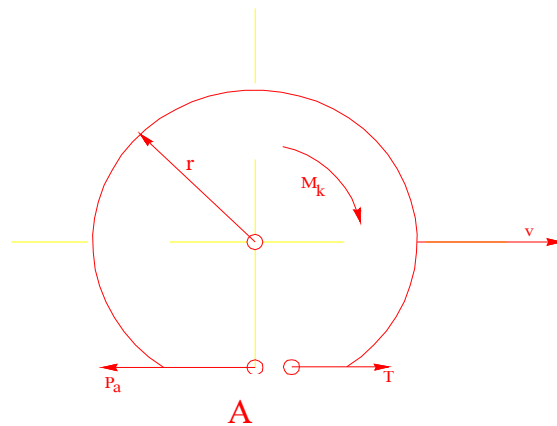
Biểu đồ biểu thị quan hệ giữa D và V,  $D = f(V)$  ứng với các chuyển số khác nhau được gọi là **biểu đồ nhân tố động lực** của ô tô

Dựa vào công thức (2-24) ta có các bài toán sau:

- Xác định  $i_{\max}^d$  cho các loại xe khi biết vận tốc thiết kế
- Xác định tốc độ xe chạy lý thuyết của các loại xe khi biết độ dốc dọc của đường.
- Vẽ biểu đồ vận tốc xe chạy lý thuyết của các loại xe.

### §2.3 LỨC BÁM CỦA BÁNH XE VỚI MẶT ĐƯỜNG

Trường hợp tại A không có phản lực T ( phản lực của đường tác dụng vào lốp xe) thì tại A không tạo nên một tâm quay tức thời. Như vậy  $M_k$  không chuyển thành  $P_k$  và bánh xe sẽ quay tại chỗ.



Hình 2-3. Lực bám giữa bánh xe với mặt đường

Phản lực T gọi là lực bám giữa bánh xe với mặt đường và T là một lực bị động. Giá trị lực T phụ thuộc vào  $P_K$ . Khi  $P_K$  tăng thì T cũng tăng theo và T không thể tăng mãi được, T tăng đến giá trị  $T_{\max}$  (lực bám lớn nhất). Nếu tiếp tục tăng  $P_K > T_{\max}$  thì điểm tiếp xúc không trở thành tâm quay tức thời được và bánh xe sẽ quay tại chỗ. Do đó điều kiện để xe

$$\text{chuyển động được là: } P_K \leq T_{\max} \quad (2-25)$$

$$T_{\max} = \varphi \cdot G_K \quad (2-26)$$

trong đó:  $\varphi$  - là hệ số bám giữa bánh xe với mặt đường,  $\varphi$  phụ thuộc vào tình trạng của mặt đường và điều kiện xe chạy ( xem bảng 2-2)

Bảng 2-2

Tình trạng mặt đường	Điều kiện xe chạy	j
Khô sạch	Rất thuận lợi	0,7
Khô sạch	Bình thường	0,5
Âm, bẩn	Không thuận lợi	0,3



$G_K$ : trọng lượng của xe trên trục chủ động.

Với xe con:  $G_K = (0,5 \div 0,55)G$

Với xe tải:  $G_K = (0,65 \div 1)G$

$G$ : Tải trọng xe

$$\text{Từ (2-25) và (2-26) } \Rightarrow P_K < \varphi \cdot G_K \quad (2-27)$$

Trừ hai vế của (2-27) cho sức cản không khí:

$$P_K - P_\omega \leq \varphi \cdot G_K - P_\omega$$

$$D = \frac{P_K - P_\omega}{G} \leq \frac{\varphi \cdot G_K - P_\alpha}{G}$$

Kết hợp cả 2 điều kiện lực cản và lực bám ta được :

$$f \pm i < D \leq \frac{\varphi \cdot G_K - P_\alpha}{G} \quad (2-28)$$

## §2.4 CHIỀU DÀI HÃM XE

### 2.4.1. Lực hãm phanh:

Khi hãm phanh, trên vành hãm của các bánh xe tạo ra một momem quay  $M_h$  ngược chiều với chiều quay của bánh xe và momem này sinh ra lực hãm phanh  $P_h$  :

$$P_h = \frac{M_h}{r_0} \quad (2-29)$$

trong đó :  $r_0 = (0,93 \div 0,95)r$

$r$  : bán kính của bánh xe

Lực hãm có ích lớn nhất chỉ có thể bằng lực bám lớn nhất .

$$P_h = T_{\max} = \varphi \cdot G \quad (2-30)$$

trong đó:

$\varphi$ : hệ số bám giữa bánh xe với mặt đường

$G$ : trọng lượng toàn bộ của xe ( tất cả xe đều bố trí phanh trên các trục )

2.4.2. Chiều dài hãm phanh: Khi hãm phanh ngoài lực hãm  $P_h$  các lực cản khác đều trở thành lực hãm do đó :

$$\sum P_c = P_f \pm P_a \pm P_i \pm P_j + P_h \quad (2-31)$$

Khi  $V = \text{const} \Rightarrow P_j = 0$

Khi hãm tốc độ xe nhỏ  $\Rightarrow P_{\omega} \approx 0$

Bỏ qua sức cản lăn để an toàn

$$\text{Do đó } \sum P_c = P_T \pm P_i = \varphi \cdot G \pm i \cdot G = G(\varphi \pm i) \quad 2-32)$$

Gọi  $V_1, V_2$  là vận tốc của xe trước và sau khi hãm (m/s)

Gọi  $S_h$  là quãng đường hãm phanh (m). Theo định luật bảo toàn năng lượng:

$$S_h \cdot G(\varphi \pm i) = \frac{m \cdot V_1^2}{2} - \frac{m \cdot V_2^2}{2} = \frac{G}{g} \left( \frac{V_1^2 - V_2^2}{2} \right)$$

$$\text{nên } S_h = \frac{V_1^2 - V_2^2}{2 \cdot g \cdot (\varphi \pm i)} \quad (\text{m/s})$$

$$S_h = \frac{V_1^2 - V_2^2}{2 \cdot g \cdot 3,6^2 \cdot (\varphi \pm i)} = \frac{V_1^2 - V_2^2}{254 \cdot (\varphi \pm i)} [V(\text{km/h})]. \quad 2-33)$$

Tùy thuộc vào từng loại xe khác nhau nên:

$$S_h = K \cdot \frac{V_1^2 - V_2^2}{254 \cdot (\varphi \pm i)} \quad (2-34)$$

K: Hệ số sử dụng phanh - Đối với xe con:  $K = 1,2$

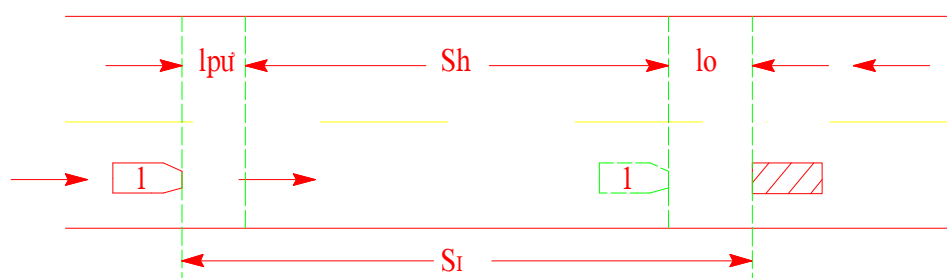
- Đối với xe tải:  $K = 1,3 \div 1,4$

## §2.5 TẦM NHÌN XE CHẠY

2.5.1. Định nghĩa : Tầm nhìn xe chạy là chiều dài quãng đường tối thiểu ở phía trước mà người lái cần phải nhìn thấy

### 2.5.2. Các sơ đồ tầm nhìn và tính toán tầm nhìn :

#### 2.5.2.1 Tầm nhìn một chiều $S_1$ ( tầm nhìn trước chướng ngại vật cố định )



Hình 2-5. Tầm nhìn một chiều

$$S_I = l_{pu} + S_h + l_0 \quad (m) \quad (2-35)$$

trong đó:  $l_{pu}$  - quãng đường xe chạy được trong thời gian phản ứng tâm lý  $t=1(s)$

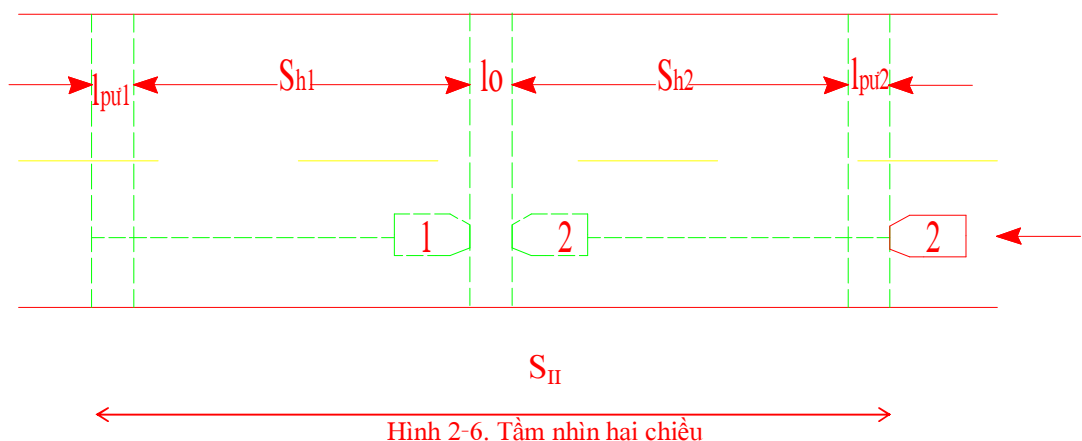
$$l_1 = \frac{V}{3,6} \quad (m) \quad (2-36)$$

$l_0$  - khoảng cách an toàn giữa xe và vật,  $l_0 = (5 \div 10) m$

$S_h$  - quãng đường hãm phanh

$$S_h = \frac{K.V^2}{254(\varphi \pm i)} \quad (m) \quad (2-37)$$

### 2.5.2.2 Tầm nhìn hai chiều $S_{II}$ ( tầm nhìn thấy xe ngược chiều ) :



Hình 2-6. Tầm nhìn hai chiều

$$S_{II} = l_0 + l_{pu1} + l_{pu2} + S_{h1} + S_{h2} \quad (2-38)$$

Trong đó :

$l_0$  - khoảng cách an toàn giữa 2 xe

$l_{pu1}, l_{pu2}$  - quãng đường xe 1 và xe 2 chạy được trong thời gian phản ứng tâm lý

$$l_{pu1} = \frac{V}{3,6}, \quad l_{pu2} = \frac{V}{3,6}$$

$S_{h1}$  - quãng đường hãm phanh của xe 1:

$$S_{h1} = \frac{K.V_1^2}{254(j - i)} \quad (2-39)$$

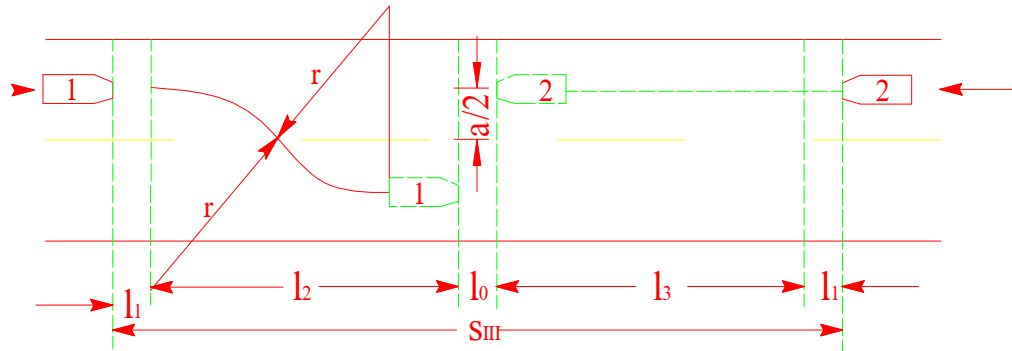
$S_{h2}$  - quãng đường hãm phanh của xe 2:

$$S_{h2} = \frac{K.V_2^2}{254(j + i)} \quad (2-40)$$

Trường hợp hai xe cùng loại  $K_1 = K_2 = K$  và hai xe chạy cùng tốc độ  $V_1 = V_2 = V$ .

$$S_{II} = \frac{V}{1,8} + \frac{K.V^2}{254} \left( \frac{1}{\phi+1} + \frac{1}{\phi-1} \right) + l_0 = \frac{V}{1,8} + \frac{K.V^2}{127} \left( \frac{j}{j^2 - i^2} \right) + l_0 \quad (2-41)$$

### 2.5.2.3 Tầm nhìn tránh xe : Hai xe cùng chiều trên cung một làn tránh nhau



Hình 2-7. Tầm nhìn tránh xe

$$S_{III} = l_0 + l_1 + l'_1 + l_2 + l_3$$

trong đó:

$l_0$  - khoảng cách an toàn giữa hai xe.

$l_1, l'_1$  - quãng đường xe 1 và xe 2 chạy được trong thời gian phản ứng tâm lý

$r$  - bán kính vòng xe tối thiểu

$a$  - khoảng cách hai tim giữa hai làn xe

$$\left( \frac{l_2}{2} \right)^2 = r^2 - \left( r - \frac{a}{2} \right)^2$$

$$\frac{l_2^2}{4} = ar - \frac{a^2}{4}$$

$$\Rightarrow l_2^2 = 4ar - a^2$$

Do  $a \ll r$  nên bỏ qua  $a^2$

$$\text{Vậy } l_2^2 = 4ar \Rightarrow l_2 = 2\sqrt{a.r}$$

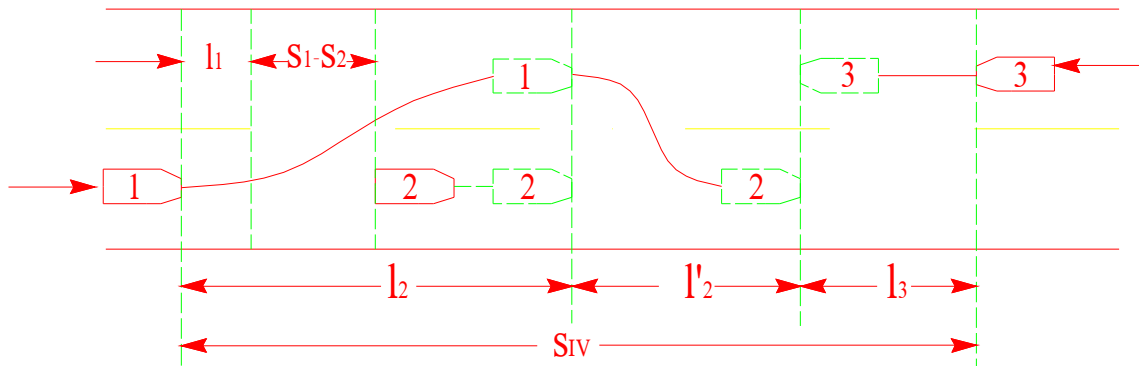
$$\text{Do } l_3 = \frac{V_2}{V_1} \cdot l_2$$

$$S_{III} = l_0 + \frac{V_1}{3,6} + \frac{V_2}{3,6} + 2\sqrt{a.r} + \frac{V_2}{V_1} 2\sqrt{a.r} \quad (2-42)$$

trường hợp  $V_1 = V_2 = V$ .

$$S_{III} = l_0 + \frac{V}{1,8} + 4\sqrt{a.r} \quad (2-43)$$

### 2.5.2.4 Tầm nhìn vượt xe $S_{IV}$ : Hai xe cùng chiều vượt nhau và tránh xe ngược chiều



Hình 2-8. Tầm nhìn vượt xe

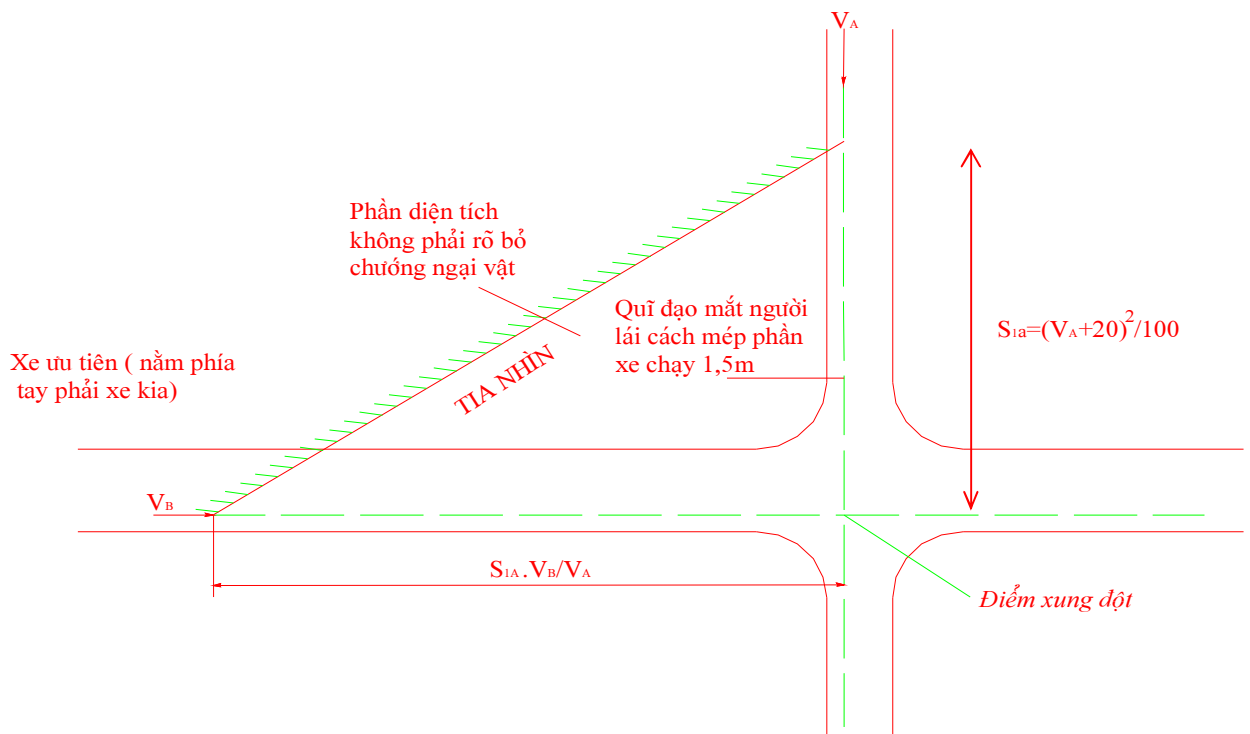
$$S_{IV} = l_2 + l'_2 + l_3$$

Để đơn giản có thể tính tầm nhìn vượt xe như sau :

Trường hợp bình thường :  $S_{IV} = 6.V$

Trường hợp cưỡng bức :  $S_{IV} = 4.V$

### 2.5.2.5 Tầm nhìn trong nút giao thông :



Hình 2-8. Tầm nhìn trong nút giao thông

**§2.6 TÍNH TOÁN TIÊU HAO NHIÊN LIỆU**

- Lượng tiêu hao nhiên liệu là một chỉ tiêu quan trọng vì nó ảnh hưởng đến giá thành vận tải, là một trong những chỉ tiêu để tính toán kinh tế - kỹ thuật chọn phương án tuyến.

- Lượng tiêu hao nhiên liệu trên đoạn đường thứ  $i$  của 1 xe/100km được tính toán như sau:

$$Q_{100}^i = \frac{q_c \cdot N \cdot 100}{1000 \cdot V_i \cdot g} = \frac{q_c \cdot N}{10 \cdot V_i \cdot g} \quad (\text{l/100km}) \quad (2-45)$$

trong đó:  $V_i$  - vận tốc xe chạy (km/h) trên đoạn đường thứ  $i$  (tốc độ xe chạy lý thuyết)

$\gamma$  - tỉ trọng của nhiên liệu (kg/lit)

$N$  - công suất hiệu dụng của động cơ trên đoạn đường thứ  $i$  (Mã lực)

$$N = \frac{\sum P_c \cdot V_i}{3,6 \cdot 75 \cdot h}$$

trong đó:  $\sum P_c$  - tổng lực cản tác dụng lên ô tô

$$\sum P_c = P_f + P_w \pm P_i. \quad (\text{xem } V = \text{const} \Rightarrow P_j = 0)$$

$$\sum P_c = \frac{K \cdot F \cdot V_i^2}{13} + G(f \pm i)$$

$\eta$ : hệ số hiệu dụng của cơ cấu truyền

3,6 - hệ số quy đổi km/h sang m/s

75 - hệ số quy đổi từ mã lực sang công

$$Q_{100}^i = \frac{\left[ \frac{K \cdot F \cdot V_i^2}{13} + G(f \pm i) \right] q_c}{3,6 \cdot 75 \cdot h \cdot 10 \cdot g} \quad (\text{l/100km}). \quad (2-46)$$

$q_c$ : tỉ suất tiêu hao nhiên liệu ( g/mã lực.giờ)

Lấy  $q_c = 250 \div 300$  g/mã lực.giờ

\*. Chú ý: Khi tính ra  $Q < 0$  ( khi xe xuống dốc với độ dốc dọc lớn) thì lấy  $Q_{100} = 2 \div 4$  (kg/100km)

$$Q = \frac{\sum_{i=1}^n Q_{100}^i \cdot l_i}{100} \quad (\text{lít}) \quad (2-47)$$

## CHƯƠNG 3 : THIẾT KẾ TRẮC NGANG

Trắc ngang là hình chiếu các yếu tố của đường lên hình chiếu thẳng góc với tim đường.

Các yếu tố trên trắc ngang gồm :

- Phần xe chạy
- Lề đường
- Dải phân cách
- Dải đất dự trữ
- Rãnh biên.
- Taluy và độ dốc taluy

Ngoài ra trên mặt cắt ngang còn có thể hiện đoạn tránh xe, làn xe phụ cho xe tải leo dốc, hành lang bảo vệ...

### §3.1 BỀ RỘNG CÁC YẾU TỐ TRÊN TRẮC NGANG

#### 3.1.1. Bề rộng phần xe chạy :

##### 3.1.1.1 Định nghĩa :

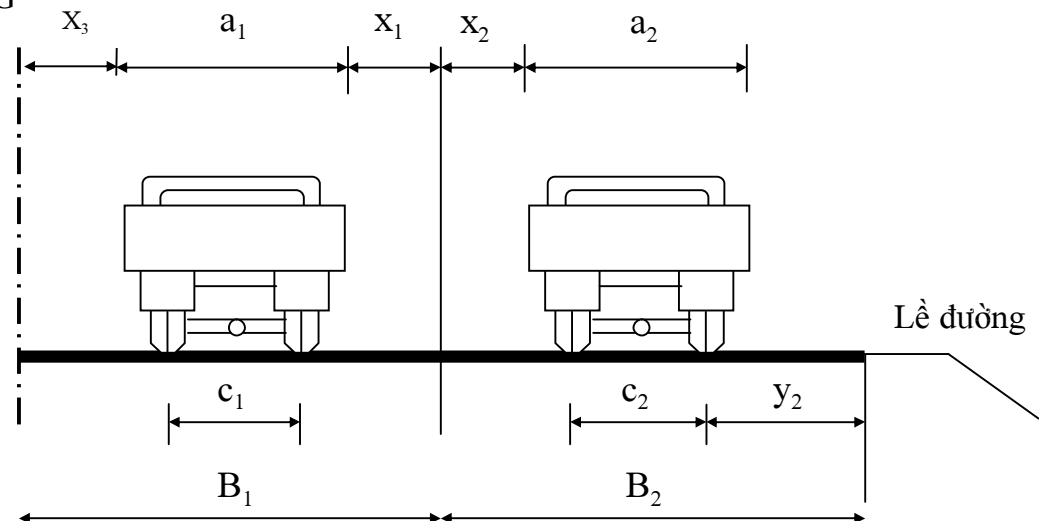
Phần xe chạy là bộ phận của nền đường được tăng cường bằng một hay nhiều lớp vật liệu để chịu tác dụng trực tiếp của tải trọng xe chạy và các điều kiện tự nhiên . Bề rộng phần xe chạy có ảnh hưởng trực tiếp đến chất lượng dòng xe, tốc độ xe chạy, khả năng thông hành và an toàn giao thông . Bề rộng phần xe chạy phụ thuộc vào :

- Chiều rộng 1 làn xe
- Số làn xe
- Tổ chức giao thông

##### 3.1.1.2 Chiều rộng của 1 làn xe

Làn xe là không gian đủ rộng để xe chạy nối nhau theo 1 chiều đảm bảo an toàn với vận tốc thiết kế, bề rộng làn xe là không gian tối thiểu để chứa xe và 2 khoảng dao động ngang của xe .

## TIM ĐƯỜNG



Hình 3-1 : Sơ đồ tính bề rộng một làn xe

Công thức xác định :

+ Đối với làn xe ngoài cùng

$$B = \frac{a + c}{2} + x + y \quad (3-1a)$$

+ Đối với làn xe bên trong

$$B = a + x_1 + x_3 \quad (3-1b)$$

trong đó : a - bề rộng thùng xe.

c - khoảng cách tim 2 bánh xe.

x - khoảng cách từ sườn thùng xe đến làn xe bên cạnh.

$$x = 0,35 + 0,005V \quad \text{khi làn xe bên cạnh chạy cùng chiều}$$

$$x = 0,50 + 0,005V \quad \text{khi làn xe bên cạnh chạy ngược chiều}$$

y : khoảng cách từ tim bánh xe ngoài đến mép phần xe chạy.

$$y = 0,5 + 0,005V$$

Theo tiêu chuẩn TCVN 4054-1998 bề rộng 1 làn xe như sau :

Đường cấp 60 ,80  $B_1 = 3.5 \text{ m}$

Đường cấp 40  $B_1 = 3.0 \text{ m}$

Đường cấp 20  $B_1 = 3.5 \text{ m ( 1 làn xe )}$

**3.1.1.3 Số làn xe** : số làn xe yêu cầu được các định theo công thức :



$$n = \frac{N_{xcgio}}{Z \cdot N_{th}} \quad (\text{lần}) \quad (3-2)$$

trong đó :

$n$  - số làn xe yêu cầu (làn)

$N_{xcgio}$  - lưu lượng xe con qui đổi trong giờ cao điểm ở năm tính toán (xcqđ/h)

$$N_{xcgio} = \alpha \cdot N_{cxngdêm} \quad (\text{xcqđ/h}) \quad (3-3)$$

$N_{cxngdêm}$  - lưu lượng xe con quy đổi trong 1 ngày đêm ở năm tính toán (xcqđ/ngđêm)

$\alpha$  - hệ số quy đổi lưu lượng xe ng.đêm về lưu lượng xe giờ cao điểm  $\alpha = (0.1-0.12)$

$Z$  - hệ số sử dụng năng lực thông hành

$$V_{tk} \leq 40 \text{ km/h} \quad Z = 0,77.$$

$$V_{tk} = 60 \text{ km/h} \quad Z = 0,55 \text{ đối với đường ở vùng đồng bằng}$$

$$Z = 0,77 \text{ đối với đường ở vùng đồi, núi}$$

$$V_{tk} \geq 80 \text{ km/h} \quad Z = 0,55.$$

$N_{th}$  - khả năng thông hành thực tế lớn nhất của 1 làn xe , lấy như sau :

+ Khi có phân cách xe chạy trái chiều và phân cách ô tô với xe thô sơ  $N_{th}=1800$  (xcqđ/h.làn).

+ Khi có phân cách xe chạy trái chiều và không phân cách ô tô với xe thô sơ  $N_{th}=1500$  (xcqđ/h.làn).

+ Khi không phân cách trái chiều và không phân cách ô tô với xe thô sơ  $N_{th}=1000$  (xcqđ/h.làn)

Thực tế chỉ dự báo được lưu lượng xe hỗn hợp nên phải quy đổi ra xe con ( theo TCVN 4054-1998 ) như sau :

$$N_{xcgio} = \sum_{i=1}^n N_i \cdot K_i \quad (3-4)$$

trong đó :  $n$  - số loại xe trong dòng xe

$N_i$  - lưu lượng của loại xe thứ  $i$  ở năm tính toán ( xe/ng.đêm )

$K_i$  - hệ số quy đổi loại xe thứ  $i$  về xe con ( xem bảng 3 - 1 )

Bảng 3-1

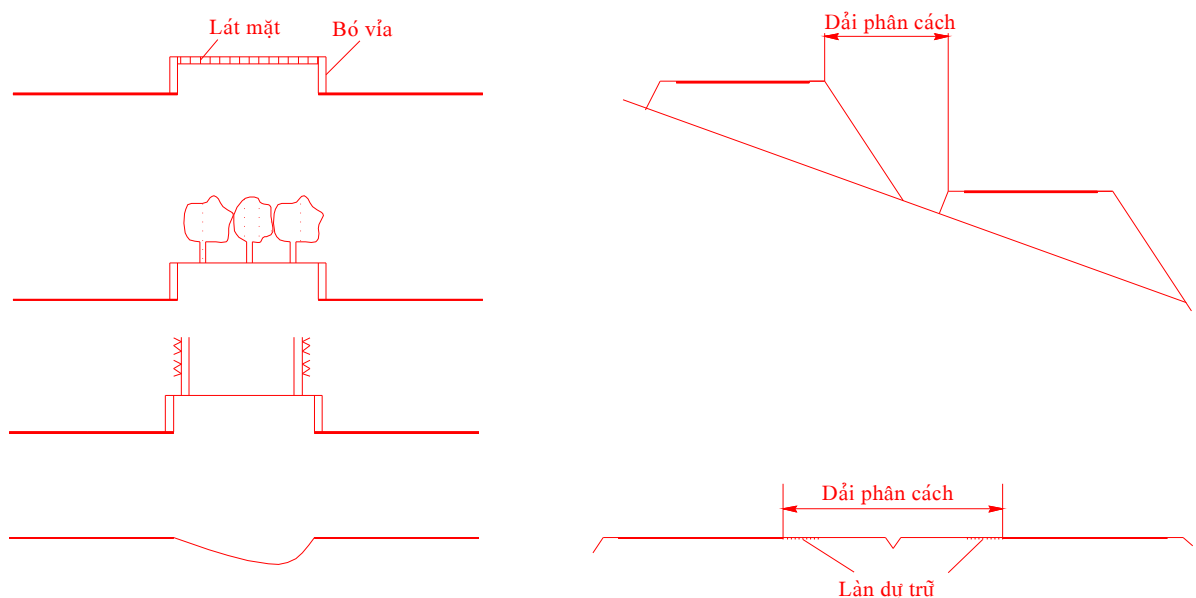
Loại xe	Xe đạp	Xe máy	Xe tải 2 trục và xe buýt < 25 chỗ	Xe tải 3 trục trở lên xe buýt > 25 chỗ	Xe kéo mooc, xe buýt có mooc
$K_i$	0,2	0,3	2,0	2,5	3,0

### 3.1.2 Dải phân cách :

Dải phân cách là khoảng không gian trống để phân cách 2 chiều xe chạy, cho phép xe quay đầu hoặc qua đường ở những nơi quy định .

Dải phân cách thường rộng < 3m nhằm tiết kiệm chi phí xây dựng, có thể cao hơn phần xe chạy, có thể cao bằng phần xe chạy, hoặc thấp hơn phần xe chạy. Về cấu tạo có thể là dải phân cách cố định hay phân cách mềm.

Trong một số trường hợp dải phân cách còn là nơi dự trữ phần đất để mở rộng, nâng cấp đường sau này.



Hình 3-2 .Cấu tạo dải phân cách trung tâm

TCVN 4054-1998 quy định đối với đường có  $V_{tt} \geq 80\text{km/h}$  phải thiết kế dải phân cách, cụ thể như sau :

Bảng 3-2

<b>Cấu tạo của dải phân cách</b>	<b>Phần phân cách (m)</b>	<b>Phần an toàn (gia cố) (m)</b>	<b>Chiều rộng tối thiểu dải phân cách giữa (m)</b>
Có đá vữa, có lớp phủ, không bố trí cột công trình.	0,50	2x0,50	1,50
Có đá vữa, có lớp phủ, có bố trí cột công trình.	1,50	2x0,50	2,50
Không có lớp phủ	3,00	2x0,50	4,00

**3.1.3 Lề đường :**

Lề đường là dải đất song song và nằm sát phần xe chạy

Tác dụng của lề đường :

- Tăng độ ổn định cho mép phần xe chạy không bị phá hoại
- Để dừng xe khi cần thiết , để tập kết vật liệu . . .
- Để dự trữ đất

Kích thước mặt cắt ngang tối thiểu được quy định ( TCVN 4054-1998) như sau :

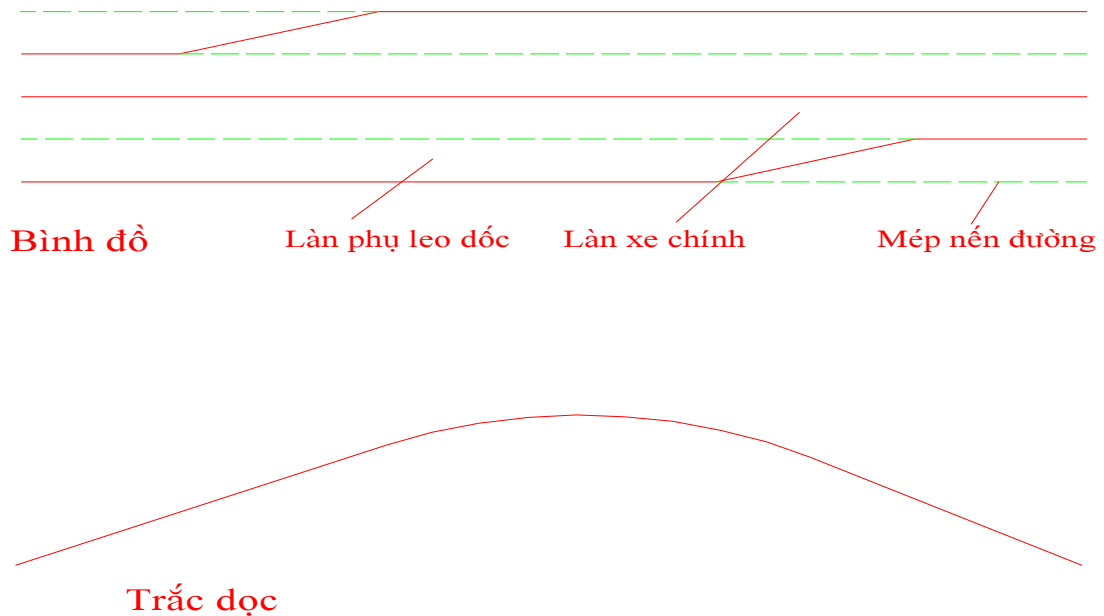
Bảng 3-3

<b>Các yếu tố</b>	<b>Cấp kỹ thuật</b>			
	<b>20</b>	<b>40</b>	<b>60</b>	<b>80</b>
Phần xe chạy	1x3.50	2x3.00	2x3.50	2x3.50
Phần lề đường	2x1.50	2x1.50	2x2.50	2x3.00
Phần lề có gia cố	-	2x1.00	2x2.00	2x2.50
Bề rộng tối thiểu của nền đường	6.50	9.00	12.00	13.00

Phần lề gia cố : Gia cố bằng vật liệu tương đương vật liệu mặt đường

**3.1.4. Làn phụ lên dốc :**

Trên các đoạn dốc lớn ( $>4\%$ ), xe tải nặng và xe kéo rơmooc chạy với tốc độ rất thấp làm cản trở sự lưu thông của các loại xe có tốc độ cao như xe con, tải nhẹ nhất là đối với đường 2 làn xe. Để hạn chế việc cản trở này thường dùng làn xe phụ cho xe tải nặng, và xe kéo rơmooc khi lên dốc.



Hình 3-3. Làn phụ lên dốc của đường 2 làn xe

### §3.2 TÍNH TOÁN NĂNG LỰC THÔNG HÀNH

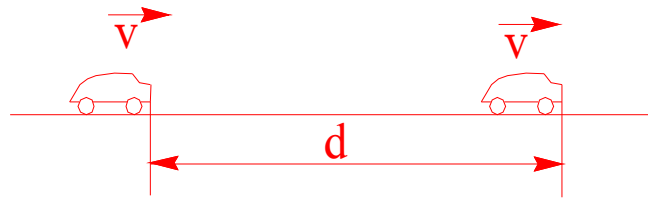
3.2.1 Định nghĩa năng lực thông hành : Năng lực thông xe là số lượng xe lớn nhất thông qua trên một đoạn đường hoặc một mặt cắt đường trong một đơn vị thời gian  $P$  (xe/giờ), (xe/ngàyđêm). Năng lực thông hành phụ thuộc vào nhiều yếu tố:

- Điều kiện đường (mặt đường, bề rộng, độ bằng phẳng ...).
- Điều kiện dòng xe (Thành phần xe ( số loại xe ) trong dòng xe ).
- Điều kiện môi trường, thời tiết.

3.2.2 Năng lực thông xe lý thuyết lớn nhất  $P_{\max}$  :

3.2.2.1 Theo mô hình **động lực học đơn giản** với các giả thiết như sau:

- Giả thiết 1: Dòng xe chỉ có một loại xe ( xe con )
- Giả thiết 2: Xe chạy trên đường thẳng, độ dốc dọc bằng không, mặt đường khô ráo, độ nhám tốt, các xe cùng chạy với một vận tốc  $V$ , khoảng cách giữa các xe là  $d$



Hình 3-4 . Mô hình động học đơn giản để tính năng lực thông hành

Năng lực thông hành được tính :

$$P_{\max} = \frac{1000.V}{d} \quad (\text{xe con/giờ.làn}) \quad (3-5)$$

trong đó:  $d$  - khổ động học của xe (khoảng cách giữa các xe) (m)

$V$ - tốc độ của dòng xe [km/h]

\* **Nhóm thứ nhất** (các tác giả Greenshields, Svante, Đadenkov) quan niệm:

$$d = l_x + l_1 + l_0. \quad (3-6)$$

$l_x$  : Chiều dài xe

$l_1$  : Chiều dài xe đi được trong thời gian phản ứng tâm lý.  $l_1 = \frac{V}{3,6}$

$l_0$  : Cự ly an toàn giữa hai xe khi dừng  $l_0 = 5 \div 10$  m

\* **Nhóm thứ hai** (các tác giả Berman, Saar, Birulia, Alison) : ngoài các chiều dài trên còn có chiều dài hãm xe  $l_h$  :

$$d = l_x + l_1 + l_0 + l_h \quad (3-7)$$

$l_h$  : chiều dài hãm xe  $l_h$

$$l_h = \frac{K.V^2}{254(\phi \pm i + f)} \quad (3-8)$$

\* **Nhóm thứ ba** (các tác giả Phinxenson, Edie...), ngoài các chiều dài trên còn có hiệu quãng đường hãm xe của xe sau và xe trước  $l_2$  :

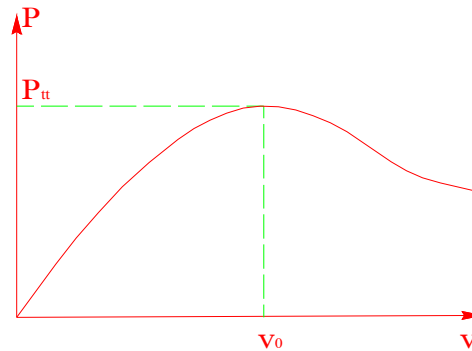
$$l_2 = S_h^{\text{sau}} - S_H^{\text{Truoc}}$$

\* **Nhóm thứ tư** : chủ trương xác định  $d$  bằng thực nghiệm:

+ **Nhận xét** :

-  $d$  là hàm bậc 2 của tốc độ nên khi lập quan hệ giữa  $V$  và  $P$  ta thấy lúc đầu khi  $V$  bắt đầu tăng thì  $P$  tăng theo nhưng qua 1 giá trị nào đó  $d$  tăng nhanh hơn, khi đó  $V$  tăng thì  $P$  giảm xuống

- Nhiều nghiên cứu cho thấy rằng giá trị tốc độ cho năng lực thông hành lớn nhất dao động trong khoảng  $(30 \div 50)\text{km/h}$ , ứng với nó là cực trị của năng lực thông hành lý thuyết theo mô hình động lực học đơn giản.



Hình 3-5 . Đồ thị xác định năng lực thông hành lý thuyết

### 3.2.2.2 Quan điểm của HCM (Highway Capacity Manuel)

Năng lực thông hành là số xe hợp lý thông qua 1 mặt cắt trong 1 điều kiện phổ biến về đường và về dòng xe trong một đơn vị thời gian, quan điểm này cũng nhấn mạnh điều kiện nhiệt độ, mưa nắng, sương mù, độ ẩm, tầm nhìn.

### 3.2.3 Năng lực thông xe thực tế:

Là số xe lớn nhất có thể thông qua trên một đoạn đường hay một mặt cắt đường trong một đơn vị thời gian trong điều kiện thuận lợi nhưng có xét đến các điều kiện thực tế.

Năng lực thông hành thực tế phụ thuộc:

- Thành phần dòng xe.
- Vận tốc dòng xe.
- Điều kiện đường.
- Kích thước hình học của đường.
- Tổ chức giao thông.

\* Trường phái Nga đề nghị :

$$P_{tt} = P_{\max} \prod_{i=1}^{15} K_i \quad (\text{xe/h.làn}). \quad (3-9)$$

trong đó:  $P_{\max}$  - năng lực thông xe tối đa của một làn,  $P_{\max} = 2000$  xe/h.làn

$K_{i=1...15}$  - các hệ số chiết giảm KNTH

(Tham khảo các hệ số  $K_i$  trong giáo trình TKĐ tập 1)

\* Theo TCVN 4054-1998 năng lực thông hành thực tế lớn nhất  $N_{\max}$  được lấy như sau :

+Khi có phân cách xe trái chiều và phân cách ô tô với xe thô sơ :  $N_{\max} = 1800$  (xe/h/làn)

+Khi có phân cách trái chiều và không phân cách ô tô với xe thô sơ :  $N_{\max} = 1500$  (xe/h/làn)

+Khi không có phân cách trái chiều và ô tô chạy chung với xe thô sơ :  $N_{\max} = 1000$  (xe/h/làn)

## CHƯƠNG 4 : THIẾT KẾ ĐƯỜNG CONG NẪM TRÊN BÌNH ĐỒ

Thiết kế đường cong nằm là một nội dung quan trọng nhằm đảm bảo sự an toàn, tiện nghi giúp lái xe an tâm chạy xe vào đường cong với tốc độ cao.

### §4.1 ĐẶC ĐIỂM XE CHẠY TRÊN ĐƯỜNG CONG NẪM

Khi chạy trong đường cong, xe phải chịu những điều kiện bất lợi sau :

1 Xe phải chịu thêm lực ly tâm, lực này đặt ở trọng tâm của xe, hướng nằm ngang, chiều từ tâm đường cong ra ngoài, có trị số:

$$C = \frac{m.v^2}{R} \quad (4-1)$$

trong đó:  $m$  - khối lượng của xe ( kg )

$v$  - tốc độ của xe. (m/s)

$R$  - bán kính đường cong tại nơi tính toán ( m )

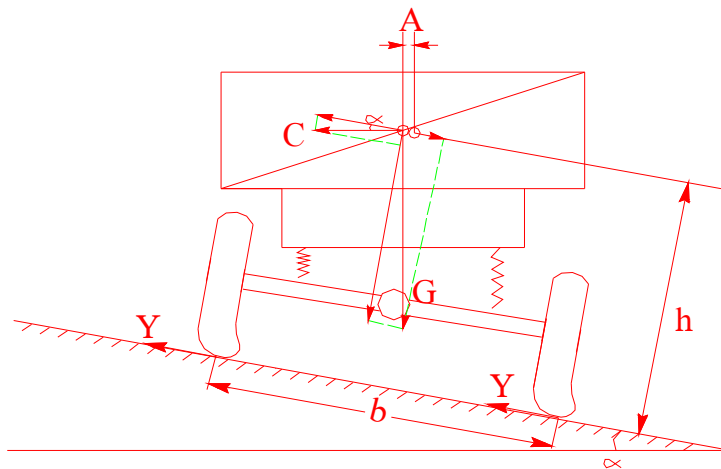
Lực ly tâm có thể gây **lật xe**, gây **trượt ngang**, làm **tiêu tốn nhiên liệu**, **hao mòn xăm lốp**, gây khó khăn cho việc điều khiển xe , làm cho hành khách khó chịu

2 - Bề rộng phần xe chạy lớn hơn so với đường thẳng

3 - Tầm nhìn của người lái xe bị hạn chế .

Do đó yêu cầu đặt ra ở đây là nghiên cứu các biện pháp thiết kế để cải thiện các điều kiện bất lợi trên .

## §4.2 LỰC NGANG VÀ HỆ SỐ LỰC NGANG



Hình 4-1. Các lực tác dụng lên xe khi xe chạy trong đường cong nằm

## 4.2.1. Lực ngang :

Gọi Y là tổng lực ngang tác dụng lên ô tô khi chạy trên đường cong:

$$Y = C.\cos\alpha \pm G.\sin\alpha. \quad (4-2)$$

" + " khi xe chạy ở phía lũng đường cong

" - " khi xe chạy ở phía bệng đường cong

Do góc  $\alpha \ll$  nên xem gần đúng ta có:  $\cos\alpha \approx 1$  ;  $\sin\alpha \approx \tan\alpha \approx i_n$

$$\Rightarrow Y = C \pm G.i_n$$

$$Y = \frac{G.V^2}{g.R} \pm i_n G \quad (4-3)$$

$$\frac{Y}{G} = \frac{V^2}{127.R} \pm i_n \quad (4-4)$$

Đặt  $\mu = \frac{Y}{G}$  là hệ số lực ngang (Lực ngang tác dụng trên một đơn vị trọng lượng xe)

$$\mu = \frac{V^2}{127.R} \pm i_n \quad (4-5)$$

4.2.2. Xác định hệ số lực ngang  $\mu$  :

Lực ngang Y ( hệ số lực ngang  $\mu$  ) có thể gây ra những ảnh hưởng xấu cho ô tô, hành khách và người lái xe :

- Làm xe bị lật



- Làm xe bị trượt ngang.
- Gây cảm giác khó chịu với hành khách và người lái xe
- Làm tiêu hao nhiên liệu và hao mòn xăm lốp.

4.2.2.1 Xác định hệ số lực ngang ( $\mu$ ) theo điều kiện ổn định chống lật :

$$Y = \frac{G.V^2}{g.R} \pm i_n \quad (4-6)$$

$$M_{\text{lật}} = Y.h$$

$$M_{\text{giữ}} = G.\cos\alpha.\left(\frac{b}{2} - \Delta\right) \approx G.\left(\frac{b}{2} - \Delta\right)$$

Để xe không bị lật:

$$G.\left(\frac{b}{2} - \Delta\right) \geq Y.h \quad (4.7)$$

trong đó:

$b$  - khoảng cách giữa hai bánh xe

$Y$  - lực ngang

$\Delta$  - độ lệch tâm so với tâm hình học của xe  $\Delta=0,2.b$

$$\Rightarrow 0,3.G.b \geq Y.h$$

$$\mu = \frac{Y}{G} \leq \frac{0,3.b}{h} \quad (\text{tỉ số } \frac{b}{h} \text{ phụ thuộc từng loại xe})$$

$$\text{Xe con } \frac{b}{h} = 2 \div 3$$

$$\text{Xe buýt, xe tải } \frac{b}{h} = 1,7 \div 2,2$$

$$\text{Để đơn giản lấy } \frac{b}{h} = 2$$

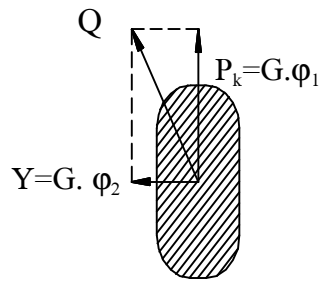
$$\Rightarrow \mu \leq 0,3.2 \leq 0,6$$

$$\mu \leq 0,6$$

4.2.2.2 Xác định hệ số lực ngang ( $\mu$ ) theo điều kiện ổn định chống trượt ngang :

$$Q = \sqrt{Y^2 + P^2} \quad (4-8)$$

Điều kiện để xe không trượt:



Hình 4-2. Tương quan giữa lực bám ngang và lực bám dọc

$$\sqrt{Y^2 + P^2} = Q \leq G \cdot \varphi \quad (4-9)$$

trong đó:

$G$  - tải trọng tác dụng trên bánh xe.

$\varphi$  - hệ số bám giữa bánh xe với mặt đường

$$\varphi = \sqrt{j_1^2 + j_2^2}$$

$\varphi_1$ : Hệ số bám dọc  $\varphi_1 = (0,7 \div 0,8) \varphi$

$\varphi_2$ : Hệ số bám ngang  $\varphi_2 = (0,6 \div 0,7) \varphi$

Khi đó:  $Y \leq G \cdot \varphi_2$

$$\mu = \frac{Y}{G} \leq \varphi_2 \quad (4-10)$$

Khi mặt đường khô, sạch  $\varphi = 0,6$        $\varphi_2 = 0,36$        $\mu \leq 0,36$

Khi mặt đường ẩm, sạch  $\varphi = 0,4$        $\Rightarrow \varphi_2 = 0,24 \Rightarrow \mu \leq 0,24$

Khi mặt đường ẩm, bẩn  $\varphi = 0,2$        $\varphi_2 = 0,12$        $\mu \leq 0,12$

4.2.2.3 Xác định hệ số lực ngang ( $\mu$ ) theo điều kiện êm thuận và tiện nghi đối với hành khách: theo kết quả điều tra xá hội học khi :

$\mu \leq 0,1$  : hành khách khó cảm nhận xe vào đường cong.

$\mu = 0,15$  : hành khách bắt đầu cảm nhận có đường cong.

$\mu = 0,2$  : hành khách cảm thấy có đường cong và hơi khó chịu, người lái muốn giảm tốc độ.

$\mu = 0,3$  : hành khách cảm thấy rất khó chịu.

Về phương diện êm thuận và tiện nghi đối với hành khách  $\mu \leq 0,15$

4.2.2.4 Xác định hệ số lực ngang ( $\mu$ ) theo điều kiện tiêu hao nhiên liệu và xăm lốp:

Khi chạy trên đường cong bánh xe phải hợp với trục dọc của xe một góc  $\alpha$ , do có lực ly tâm, bánh xe lệch sang một bên và khi quay không quay hết góc  $\alpha$  được mà chịu một góc lệch  $\delta$  so với trục chuyển động của xe.  $\delta$  càng lớn thì tiêu hao nhiên liệu và hao mòn xăm lốp càng lớn.

Với  $\delta = 1^\circ$  hao mòn xăm lốp đã tăng lên 5 lần và công suất yêu cầu của động cơ đã tăng lên 15 lần.

Muốn giảm tiêu hao nhiên liệu và hao mòn xăm lốp thì  $\mu \leq 0,1$ .

\* **Tóm lại** : Để đảm bảo điều kiện ổn định và tiện nghi khi xe vào đường cong nằm, khi thiết kế chúng ta sử dụng hệ số lực ngang  $\mu$  như sau:

- Khi điều kiện địa hình thuận lợi nên chọn  $\mu \leq 0,1$
- Trong điều kiện khó khăn cho phép  $\mu = 0,15$  ( khi này phải dùng siêu cao lớn nhất )

## §4.3 XÁC ĐỊNH BÁN KÍNH ĐƯỜNG CONG NẪM

## 4.3.1 Xác định bán kính đường cong nằm theo hệ số lực ngang :

## 4.3.1.1 Khi có bố trí siêu cao:

$$R_{\min} = \frac{v^2}{g(m + i_{sc}^{\max})} = \frac{V^2}{127(m + i_{sc}^{\max})} \quad (4-11)$$

## 4.3.1.2 Khi không bố trí siêu cao:

$$R_{\min}^{ksc} = \frac{v^2}{g(m - i_n)} = \frac{V^2}{127(m - i_n)} \quad (4-12)$$

## 4.3.2 Xác định bán kính đường cong nằm theo điều kiện đảm bảo tầm nhìn ban đêm :

$$R_{\min} = \frac{30S_1}{\alpha} \quad (4-13)$$

trong đó :  $S_1$  - tầm nhìn một chiều (m)

$\alpha$  - góc chiếu sáng của pha đèn ô tô ( $2^\circ$ )

## §4.4 SIÊU CAO

## 4.4.1 Siêu cao và độ dốc siêu cao :

Từ công thức xác định hệ số lực ngang

$$\mu = \frac{V^2}{127.R} \pm i_n$$

Để giảm  $\mu$  ta có các biện pháp sau:

- Tăng R
- Giảm V
- Làm dốc ngang một mái về phía bụng đường cong (siêu cao)

4.4.1.1 Mục đích của việc bố trí siêu cao:

- Nhằm giảm hệ số lực ngang  $\mu$
- Tăng tốc độ xe chạy trong đường cong nằm
- Tăng mức độ an toàn xe chạy trong đường cong nằm

4.4.1.2 Độ dốc siêu cao:

+ Độ dốc siêu cao :  $i_{sc} = i_n \rightarrow i_{sc}^{max}$

trong đó :  $i_n$  - độ dốc ngang của mặt đường ( % )

$i_{sc}^{max}$  - độ dốc siêu cao lớn nhất ( % )

+ Xác định độ dốc siêu cao lớn nhất :

- Khi có bố trí siêu cao thì lực do siêu cao sẽ triệt tiêu (1/3÷1/4 ) lực ly tâm. Gọi tỷ số

này là  $1/n$

$$i_{sc} = \frac{V^2}{n.g.R} \quad (4-14)$$

Phần còn lại không được lớn hơn lực bám ngang giữa bánh xe với mặt đường :

$$\begin{aligned} \mu &= \frac{V^2}{g.R} - i_{sc} \\ \mu &= \frac{V^2}{g.R} - \frac{1}{n} \frac{V^2}{g.R} \\ &= \left(1 - \frac{1}{n}\right) \frac{V^2}{g.R} \leq \phi_2 \\ \frac{n-1}{n} \frac{V^2}{g.R} &\leq j_2 \end{aligned}$$

$$(n-1).i_{sc} \leq j_2 \Rightarrow i_{sc} \leq \frac{j_2}{n-1}$$

$$\varphi_2 = (0,6 \div 0,7) \varphi, \text{ chọn } \varphi = 0,3 \Rightarrow \varphi_2 = 0,18 \text{ và } n = 4$$

$$\Rightarrow i_{sc} = \frac{\varphi_2}{n-1} = 0,06 = 6\%$$

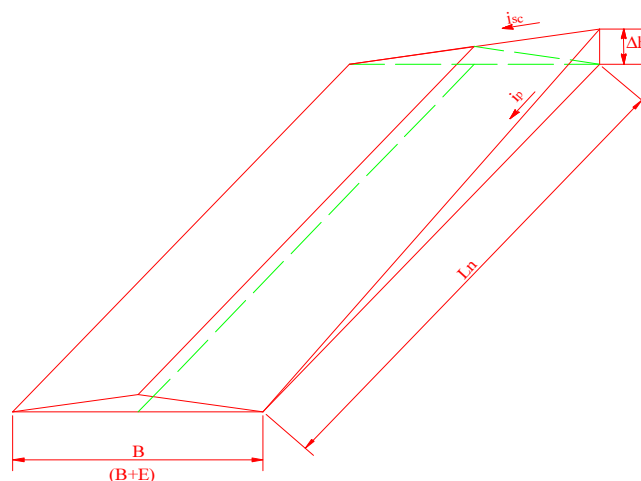
Độ dốc siêu cao ứng với các bán kính đường cong nằm (TCVN4054-98)

Tốc độ tính toán (km/h)	Độ dốc siêu cao (%)					Không làm siêu cao
	6	5	4	3	2	
80	$\geq 250 \div 275$	$> 275 \div 300$	$> 300 \div 350$	$> 350 \div 500$	$> 500 \div 1000$	$> 1000$
60	$\geq 250 \div 275$	$> 150 \div 175$	$> 175 \div 200$	$> 200 \div 250$	$> 250 \div 500$	$> 500$
40	$\geq 60 \div 75$		$> 75 \div 100$		$> 100 \div 200$	$> 200$
20	$\geq 14 \div 50$		$> 50 \div 100$			$> 100$

#### 4.4.2 Cấu tạo siêu cao:

##### 4.4.2.1 Đoạn nối siêu cao :

- Đoạn nối siêu cao được thực hiện với mục đích chuyển hóa một cách điều hòa từ trắc ngang thông thường hai mái sang trắc ngang đặc biệt có siêu cao. Sự chuyển hóa sẽ tạo ra một độ dốc phụ  $i_p$  ( hình 4-3)



Hình 4-3. Xác định chiều dài đoạn nối siêu cao

$$\text{- Chiều dài đoạn nối siêu cao: } L_n = \frac{i_{sc} \cdot B}{i_p} \quad \text{hoặc} \quad L_n = \frac{i_{sc} (B + E)}{i_p} \quad (4-15)$$

trong đó: B - bề rộng mặt đường.

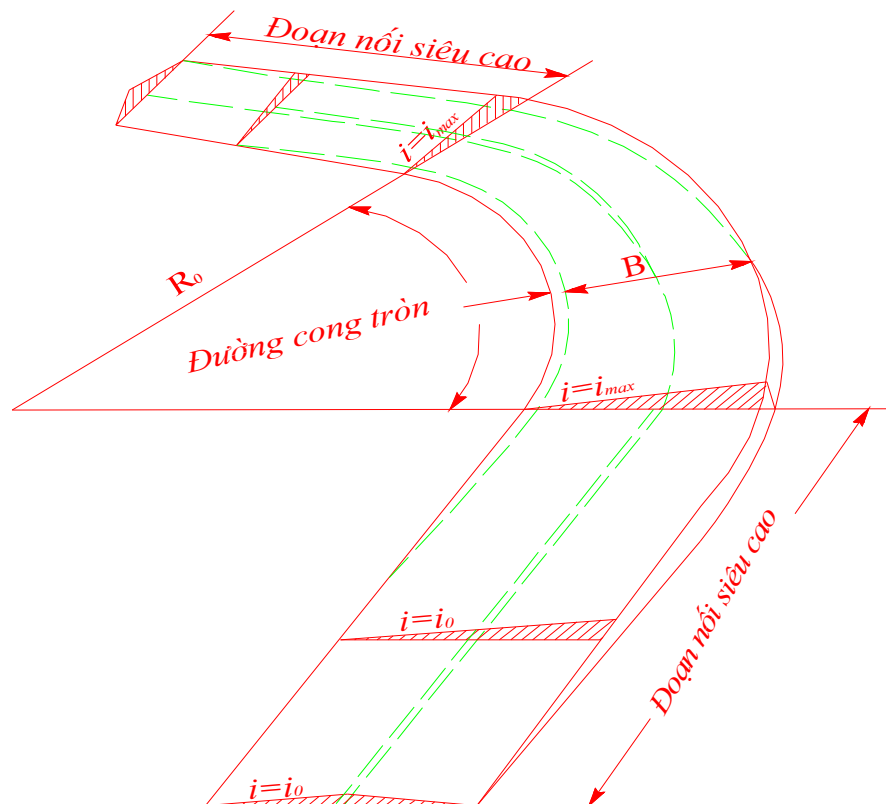
E - độ mở rộng mặt đường trong đường cong

$i_p$  - độ dốc dọc phụ cho phép ( độ dốc nâng siêu cao)

$i_p = 1\%$  khi  $V_{tk} \leq 40 \text{ km/h}$

$i_p = 0,5\%$  khi  $V_{tk} \geq 60 \text{ km/h}$

#### 4.4.2.2 Cầu tạo siêu cao :



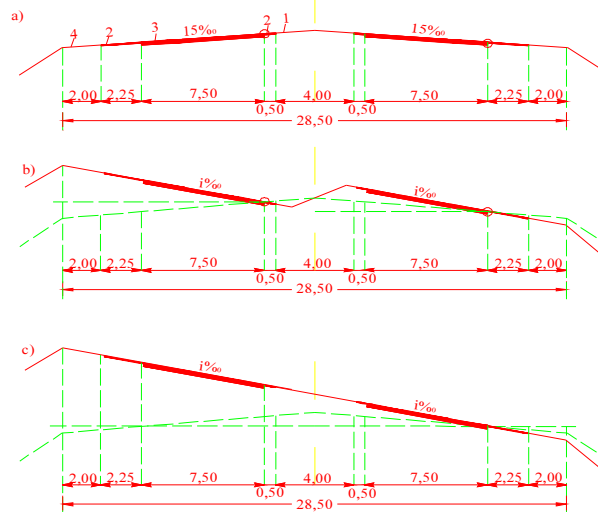
Hình 4-3. Bố trí siêu cao và đoạn nối siêu cao

\* Việc chuyển hóa được tiến hành như sau :

Trước khi vào đoạn nối siêu cao, cần một đoạn 10m để vuốt cho lề đường có cùng độ dốc ngang với mặt đường ( $i_n$ ) sau đó tiến hành theo trình tự và phương pháp sau :

1. Quay mặt đường phía lưng và lề đường phải lưng đường cong quanh tim đường cho mặt đường trở thành một mái với độ dốc  $i_n$

2. Quay mặt đường và lề đường phải lưng đường cong quanh tim đường ( hoặc quanh mép trong phần xe chạy hoặc quanh 1 trục ảo ) cho mặt đường trở thành một mái với độ dốc siêu cao ( $i_{sc}$ )



Hình 4-4. Một số dạng MCN có bố trí siêu cao

## §4.5 ĐƯỜNG CONG CHUYỂN TIẾP

### 4.5.1 Mục đích của việc thiết kế đường cong chuyển tiếp:

Khi xe chạy từ đường thẳng vào đường cong, phải chịu các thay đổi:

- Bán kính từ  $\infty$  chuyển bằng R
- Lực ly tâm tăng từ 0 đến  $\frac{G.V^2}{g.R}$
- Góc  $\alpha$  hợp giữa trục bánh xe trước và trục sau xe từ 0 đến  $\alpha$

Những biến đổi đột ngột đó gây cảm giác khó chịu cho người lái xe và hành khách. Để đảm bảo có sự chuyển biến điều hòa về lực ly tâm, về góc  $\alpha$  và về cảm giác của hành khách cần phải có một đường cong chuyển tiếp giữa đường thẳng và đường cong tròn. Đồng thời làm cho tuyến hài hòa hơn, tầm nhìn đảm bảo hơn.

### 4.5.2 Xác định chiều dài của đường cong chuyển tiếp (ĐCCT):

\* Các giả thiết:

- Giả thiết 1: Tốc độ xe chạy trên ĐCCT không đổi và bằng tốc độ thiết kế.
- Giả thiết 2: Trên chiều dài ĐCCT, gia tốc ly tâm thay đổi từ 0 đến  $\frac{V^2}{R}$  đồng thời bán

kính đường cong thay đổi đều từ  $\infty$  tới R, tỷ lệ bậc nhất với chiều dài ĐCCT từ :

$$S = 0 \text{ tới } S = L_{ct} .$$

$$S = 0 \quad \left| \begin{array}{l} a=0 \\ R = \infty \end{array} \right. \quad S = L_{ct} \quad \left| \begin{array}{l} a = \frac{V^2}{R} \text{ (gia tốc ly tâm)} \\ R \end{array} \right.$$

- Gọi I là độ tăng gia tốc ly tâm trên đường cong chuyển tiếp

- t là thời gian xe chạy trên đường cong chuyển tiếp.

$$I = \frac{v^2}{R.t} \text{ (m/s}^3\text{)} \quad (4-16)$$

$$t = \frac{L_{ct}}{V} \text{ (s)}$$

$$\Rightarrow I = \frac{v^3}{R.L_{ct}}$$

$$\Rightarrow L_{ct} = \frac{v^3}{R.I} \quad (v \text{ (m/s)}) \quad (4-17)$$

$$L_{ct} = \frac{V^3}{47.R.I} \quad (V(\text{km/h})) \quad (4-18)$$

trong đó: V - tốc độ xe chạy (km/h)

R - bán kính đường cong nằm.

I - độ tăng gia tốc ly tâm (m/s<sup>3</sup>).

Theo quy trình Mỹ : I = 0,3÷0,9 m/s<sup>3</sup>

Theo quy trình Pháp : I = 0,65÷1 m/s<sup>3</sup>

Theo quy trình Việt Nam : I = 0,5 m/s<sup>3</sup>

$$L_{ct} = \frac{V^3}{23,5.R} \quad (4-19)$$

\* *Lưu ý:*

Khi đường cong vừa có L<sub>n</sub>, L<sub>ct</sub> thì bố trí đoạn vuốt nối và chuyển tiếp trùng nhau và lấy cùng một chiều dài: L = max ( L<sub>ct</sub> , L<sub>n</sub> )

#### 4.5.3 Phương trình của ĐCCT:

Xét một điểm bất kỳ trên ĐCCT, có chiều dài tính từ gốc tọa độ S, bán kính ρ

$$S = \frac{V^3}{47.\rho.I} \quad (4-20)$$



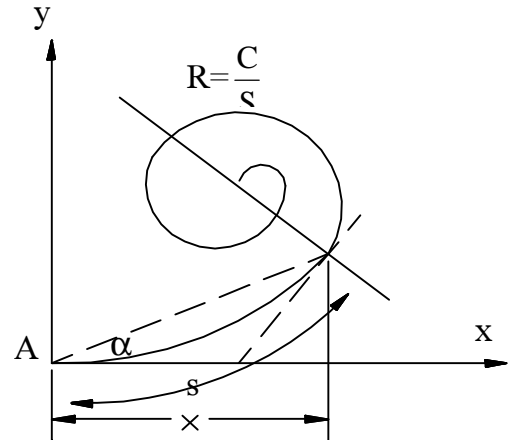
$$C = \frac{V^3}{47.I} = \text{const}$$

$$\Rightarrow S = \frac{C}{\rho}$$

Đây là phương trình đường cong **clothoide**

$$\text{Đặt } C = A^2 = R.L_{ct}$$

$$\Rightarrow S = \frac{A^2}{\rho} \quad (4-21)$$



trong đó: A - thông số đường cong clothoide: Hình 4-5. Đường cong chuyển tiếp dạng clothoide

$$A = \sqrt{R.L_{ct}} \quad (\text{m}) \quad (4-22)$$

$$\text{Nên chọn } A \geq \frac{R}{3}$$

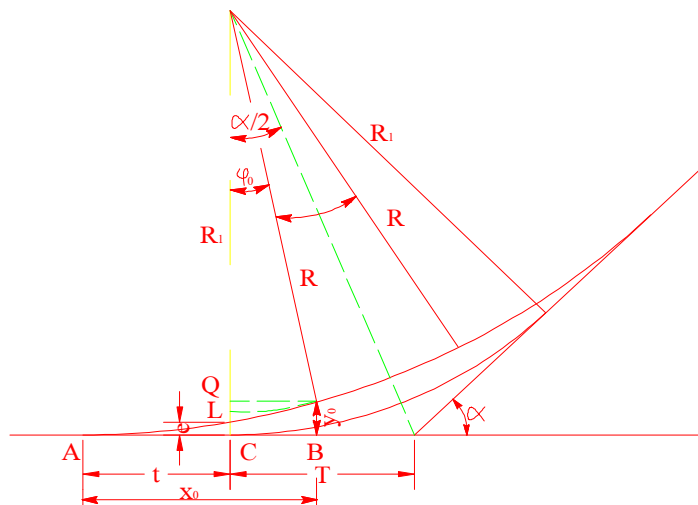
+ Phương trình thông số của đường cong clothoide :

Phương trình  $\rho = \frac{C}{S}$  là phương trình độc cực, chuyển sang dạng tọa độ Đêcác:

$$\begin{aligned} x &= S - \frac{S^5}{40.A^4} + \frac{S^9}{3456.A^8} - \dots \\ y &= \frac{S^3}{6.A^2} - \frac{S^7}{336.A^6} + \frac{S^{11}}{42240.A^{10}} - \dots \end{aligned} \quad (4-23)$$

Đây là phương trình hội tụ nhanh chỉ cần tính với hai số hạng đầu là đủ

#### 4.5.4 Trình tự cắm đường cong chuyển tiếp:



Hình 4-6. Cấu tạo đường cong chuyển tiếp dạng clothoide

## 4.5.4.1 Tính các yếu tố cơ bản của đường cong tròn

$$\begin{aligned}
 & \text{- Tiếp tuyến của đường cong} & T &= R \tan \frac{\alpha}{2} \\
 & \text{- Chiều dài đường cong} & K &= \frac{\pi \cdot \alpha \cdot R}{180} \\
 & \text{- Phân cự} & P &= R \left( \frac{1}{\cos \frac{\alpha}{2}} - 1 \right)
 \end{aligned}$$

## 4.5.4.2 Tính toán chiều dài đường cong chuyển tiếp

$$L_{ct} = \frac{V^3}{47 \cdot I \cdot R}$$

## 4.5.4.3 Tính góc kẹp giữa đường thẳng và tiếp tuyến ở cuối ĐCCT:

$$\varphi_0 = \frac{L_{ct}}{2R} \leq \frac{a}{2}$$

- Xác định tọa độ điểm cuối của đường cong chuyển tiếp

$$\begin{aligned}
 x_0 &= S - \frac{S^5}{40 \cdot A^4} + \frac{S^9}{3456 \cdot A^8} - \dots \\
 y_0 &= \frac{S^3}{6 \cdot A^2} - \frac{S^7}{336 \cdot A^6} + \frac{S^{11}}{42240 \cdot A^{10}} - \dots \\
 \text{Với } A &= \sqrt{R \cdot L_{ct}}, \quad S = L_{ct}
 \end{aligned} \tag{4-23}$$

## 4.5.4.5 Xác định các chuyển dịch p' và t:

$$\begin{aligned}
 p' &= y_0 - R(1 - \cos \varphi_0) \\
 t &= x_0 - \sin \varphi_0
 \end{aligned} \tag{4-24}$$

## 4.5.4.6 Xác định điểm bắt đầu và điểm kết thúc của đường cong chuyển tiếp

$$\text{Lý trình điểm đầu : } N_d = Đ - (t + T)$$

$$\text{Lý trình điểm cuối : } N_c = N_D + K_0 + 2L_{ct}$$

Đ : lý trình đỉnh đường cong

## 4.5.4.7 Xác định các phần còn lại của đường cong tròn

Góc ở tâm còn lại:  $\alpha_0 = \alpha - 2\varphi_0$

$$T_0 = R_0 \operatorname{tg} \frac{\alpha_0}{2}$$

$$K_0 = \frac{\pi \cdot \alpha_0 \cdot R_1}{180}$$

$$P_0 = R_1 \left( \frac{1}{\cos \frac{\alpha_0}{2}} - 1 \right)$$

4.5.4.8 Cắm các điểm trung gian của đường cong chuyển tiếp:

Khi có khoảng cách S

$$\begin{aligned} x_s &= S - \frac{S^5}{40 \cdot A^4} + \frac{S^9}{3456 A^8} - \\ y_s &= \frac{S^3}{6 A^2} - \frac{S^7}{336 A^6} + \frac{S^{11}}{42240 A^{10}} - \end{aligned} \quad (4-25)$$

trong đó : s - khoảng cách từ điểm đầu của ĐCCT đến vị trí cần cắm cọc trung gian

x,y - tọa độ điểm trung gian

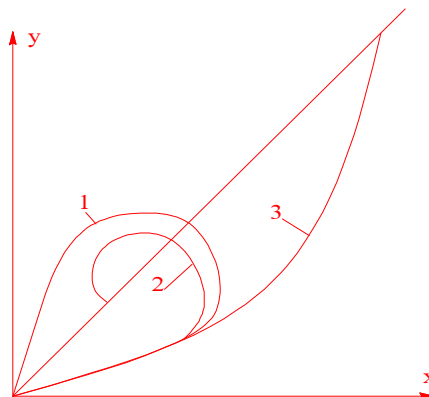
4.5.5 Các dạng đường cong thay thế :

Nếu trong phương trình độ cực:

- Thay  $S = a$  ( a là dây cung) ta sẽ được phương trình lemniscate:

$$\rho = 3 \cdot C \cdot \sin 2\omega$$

- Thay  $S \approx x$  (x là hoành độ ) ta sẽ có phương trình parabol bậc 3:  $y = \frac{x^3}{6A^2}$



1. Phương trình lemniscate
2. Phương trình clothoide
3. Phương trình parabol

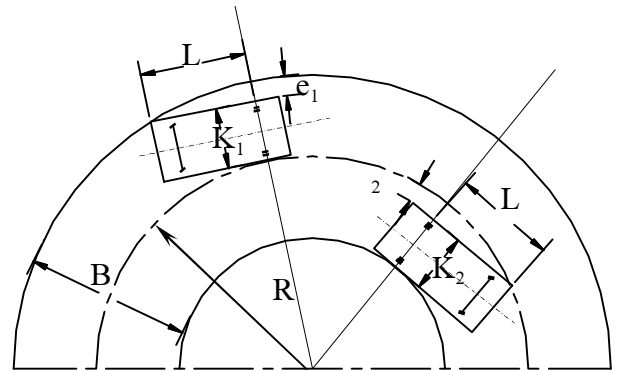
Hình 4-7. Các dạng đường cong chuyển tiếp đơn giản

## §4.6 MỞ RỘNG PHẦN XE CHẠY TRÊN ĐƯỜNG CONG

Khi xe chạy trên đường cong, trục sau cố định luôn luôn hướng tâm, còn bánh trước hợp với trục sau 1 góc, nên yêu cầu chiều rộng phần xe chạy phải lớn hơn so với trên đường thẳng.

### 4.6.1 Độ mở rộng của một làn xe :

$$e_1 = \frac{L^2}{2R} + \frac{0,05.V}{\sqrt{R}} \quad (4-26)$$



trong đó:

Hình 4-8. Sơ đồ xác định độ mở rộng của đường 2 làn xe

$e_1$  : độ mở rộng.

$L$  : chiều dài tính toán từ trục sau của xe đến giảm xóc đằng trước

$R$  : bán kính đường cong

$V$  : tốc độ xe chạy (km/h)

### 4.6.2 Độ mở rộng phần xe chạy của đường nhiều làn xe :

+ Khi có 2 làn xe

$$E = e_1 + e_2 = \frac{L^2}{R} + \frac{0,1.V}{\sqrt{R}} \quad (4-27)$$

+ Khi có n làn xe:

$$E = n.e_1 \quad (4-28)$$

$e$  - độ mở rộng của một làn xe

$n$  - số làn xe

\* Lưu ý:

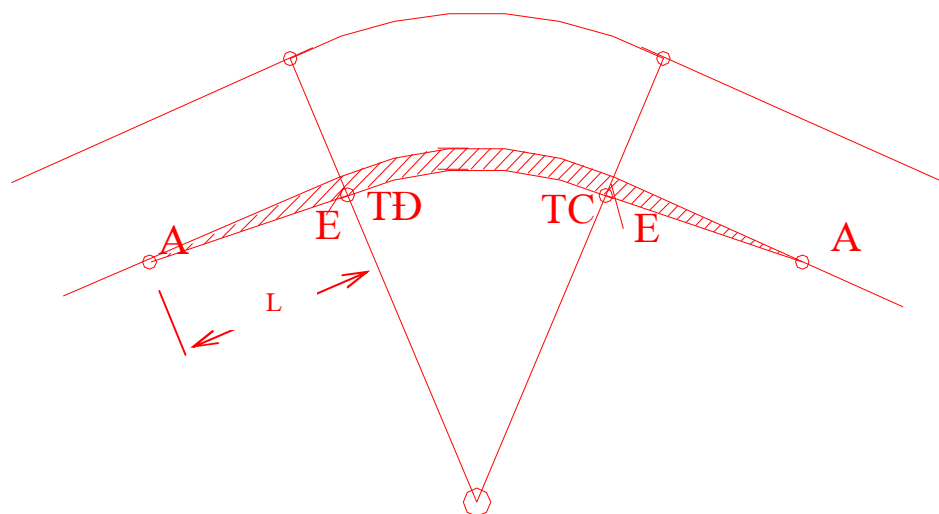
- Với những trường hợp đặc biệt (có thể có xe kéo mooc, xe chở vật rất dài□) phải có sự tính toán riêng

- Khi mở rộng đường cong nên mở rộng về phía bụng. Trong một số trường hợp đặc biệt mới cho phép mở rộng về phía lưng.

Độ mở rộng theo TCVN 4054-98 (bảng 4-1)

Trường hợp	Khoảng cách từ trục sau của xe tới đầu xe (m)	Bán kính đường cong nằm (m)								
		250÷ 200	<200 ÷150	<150 ÷100	<100 ÷70	< 70 ÷50	< 50 ÷30	< 30 ÷25	< 25 ÷20	< 20 ÷15
1	5.5	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,8	2,2	2,5
2	5.8	0,6	0,7	0,9	1,2	1,5	2,0	-	-	-
3	5,2÷8,8	0,8	1,0	1,5	2,0	2,5	-	-	-	-

#### 4.6.3. Phương pháp mở rộng phần xe chạy :



Hình 4-9. Phương pháp bố trí độ mở rộng

$$L = \max \{ 10E, L_n, L_{ct} \}$$

### §4.7 NỐI TIẾP CÁC ĐƯỜNG CONG TRÊN BÌNH ĐỒ

- Để tránh bất ngờ cho người lái, các bán kính đường cong cạnh nhau không nên chênh lệch nhau quá 1,5 lần.
- Sau một đoạn thẳng dài không nên bố trí đường cong có bán kính quá nhỏ

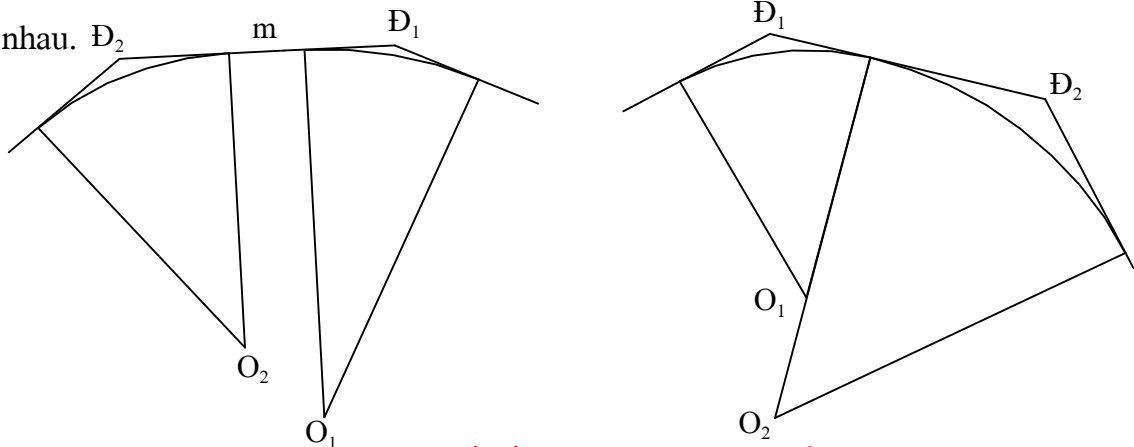
#### 4.7.1 Nối tiếp giữa hai đường cong cùng chiều:

- + Khi hai đường cong không có siêu cao có thể nối trực tiếp với nhau.

+ Khi hai đường cong cùng chiều có siêu cao khác nhau thì để nối tiếp với nhau thì đoạn chêm phải đủ chiều dài để bố trí hai nửa đoạn nối siêu cao.

$$m > \frac{L_{vn1} + L_{vn2}}{2} \quad (4-29)$$

+ Nếu hai đường cong cùng chiều có cùng độ dốc siêu cao thì có thể nối trực tiếp với nhau. Đ<sub>2</sub> Đ<sub>1</sub>



Hình 4-10. Nối tiếp các đường cong cùng chiều

#### 4.7.2 Nối tiếp giữa hai đường cong ngược chiều:

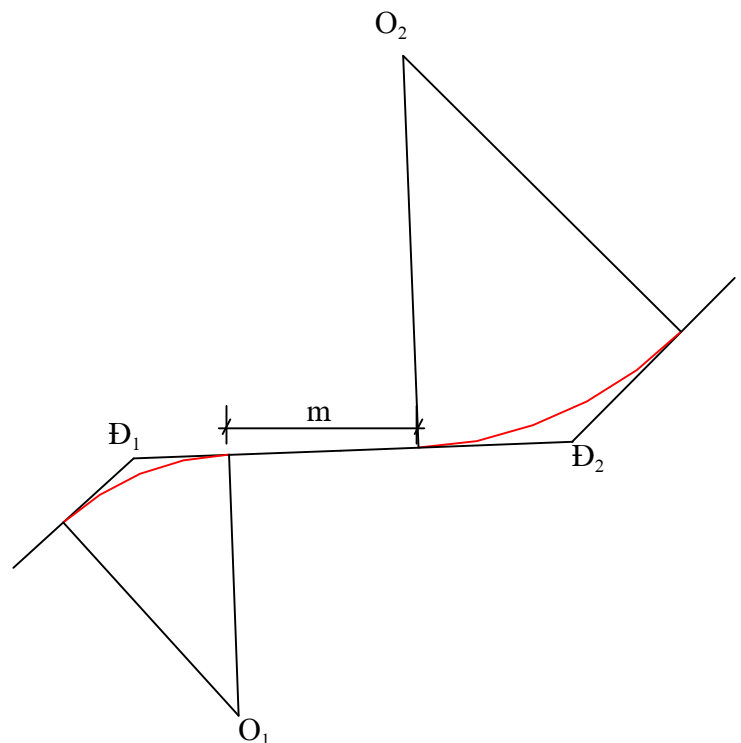
+ Khi hai đường cong ngược chiều đều không có siêu cao có thể nối trực tiếp với nhau.

+ Khi hai đường cong ngược chiều có bố trí siêu cao thì cần có đoạn chêm m :

$$m \geq \frac{L_{vn1} + L_{vn2}}{2}$$

m: Chiều dài đoạn chêm (m)

$L_{vn1}$  ,  $L_{vn2}$  : Chiều dài đoạn vuốt nối siêu cao của đường cong 1 và đường cong 2



Hình 4-11. Nối tiếp các đường cong ngược chiều

----- TM -----

## CHƯƠNG 5 : THIẾT KẾ TRẮC DỌC

### §5.1 YÊU CẦU ĐỐI VỚI CÁC YẾU TỐ TRÊN TRẮC DỌC

#### 5.1.1 Xác định độ dốc dọc của đường.

##### 5.1.1.1 Xác định độ dốc dọc lớn nhất $i_{\text{dmax}}$ :

+ Theo điều kiện cơ học :

$$P_k > P_c \quad (5-1)$$

$$P_k < T \quad (5-2)$$

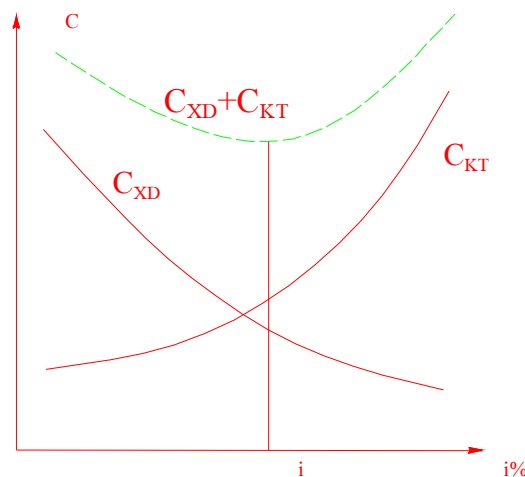
trong đó :  $P_k$  - sức kéo của xe

$P_c$  - tổng sức cản tác dụng lên ô tô

$T$  - sức bám giữa bánh xe với mặt đường

+ Theo điều kiện kinh tế : Tổng chi phí xây dựng và khai thác là nhỏ nhất

$$\sum (C_{XD} + C_{KT}) \rightarrow \min \quad (5-3)$$



Hình 5-1. Cơ sở xác định độ dốc dọc

Theo TCVN 4054 - 98 độ dốc dọc lớn nhất cho phép như sau :

Bảng 5-1

Vận tốc tính toán km/h	20	40	60	80
Độ dốc dọc lớn nhất ‰	90	80	70	60

##### 5.1.1.2 Xác định độ dốc dọc nhỏ nhất $i_{\text{dmin}}$ : xác định theo điều kiện đảm bảo thoát nước

trong rãnh biên ( rãnh dọc ) :

Nền đường đắp cao ( không có rãnh biên )  $i_{\text{dmin}} = 0\%$

Nền đường đắp thấp, nửa đào-nửa đắp, nền đào (có rãnh biên)  $i_{\text{dmin}}=0.5\%$  cá biệt  
 $i_{\text{dmin}}=0.3\%$

### 5.1.2. Chiều dài đoạn dốc

**5.1.2.1 Chiều dài đoạn dốc lớn nhất :** Phụ thuộc vào tốc độ tính toán và độ dốc dọc của đường ( xem bảng 5-2 )

Bảng 5-2

Độ dốc dọc %	Tốc độ tính toán km/h			
	20	40	60	80
4	-	1500	1000	900
5	1200	1000	800	700
6	1000	800	600	500
7	800	600	400	-
8	600	400	-	-
9	400	-	-	-

**5.1.2.2 Chiều dài đoạn dốc nhỏ nhất :** Để hạn chế trắc dọc dạng răng cưa và có thể bố trí hai đường cong đứng thì chiều dài đoạn dốc tối thiểu như sau:

Bảng 5-3

Tốc độ tính toán km/h	80	60	40	20
Chiều dài tối thiểu của đoạn dốc (m)	200 (150)	150 (100)	100 (70)	60 (50)

Trị số trong ngoặc áp dụng khi thiết kế cải tạo đường cũ

### 5.1.3. Giảm độ dốc dọc trên đường cong nằm :

Lượng triệt giảm độ dốc dọc được quy định theo TCVN 4054 - 98 như sau :

Bảng 5-4

Bán kính đường cong nằm (m)	50-35	35-30	30-25	25-20	$\leq 20$
Lượng triệt giảm (%)	1	1,5	2,0	2,5	3,0

### 5.1.4 Đường cong đứng :

#### 5.1.4.1 Phạm vi thiết kế đường cong đứng :



Dựa vào hiệu đại số hai độ dốc dọc liên tiếp

$$|i_1 - i_2| = \Delta i \quad (5-4)$$

Khi  $\Delta i \geq 5,0\%$  phải TK đường cong đứng đối với đường cấp I, II

Khi  $\Delta i \geq 10\%$  phải TK đường cong đứng đối với đường cấp III

Khi  $\Delta i \geq 20\%$  phải TK đường cong đứng đối với đường cấp IV, V

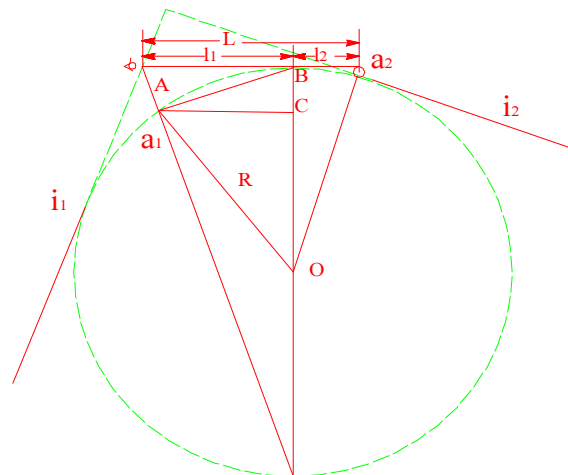
$i$  - lấy dấu "+" "khi lên dốc, lấy dấu "-" khi xuống dốc

#### 5.1.4.2 Xác định bán kính tối thiểu của đường cong đứng :

##### 5.1.4.2.1 Đường cong đứng lồi :

+ **Cơ sở xác định** : Căn cứ vào điều kiện **tầm nhìn** trong đường cong đứng lồi

+ **Xác định bán kính tối thiểu của đường cong đứng lồi** :



Hình 5-2. Sơ đồ xác định bán kính tối thiểu của đường cong đứng lồi

Gọi  $d_1, d_2$  là chiều cao mắt người lái xe và chiều cao của vật ( $d_1 = 1,2\text{m}$ )

$L$ : Chiều dài phải nhìn thấy.

$R$ : Bán kính đường cong đứng.

$$\frac{BC}{AC} = \frac{AC}{DC} \Rightarrow AC^2 = BC \cdot DC$$

Do  $R$  rất lớn so với  $d_1, d_2$  xem gần đúng:

$$BC \approx d_1$$

$$DC = 2R - d_1 \approx 2R$$

$$AC \approx l_1$$

$$l_1 = \sqrt{2Rd_1}$$

$$l_2 = \sqrt{2Rd_2} \Rightarrow S = l_1 + l_2 = \sqrt{2Rd_1} + \sqrt{2Rd_2} = \sqrt{2R}(\sqrt{d_1} + \sqrt{d_2})$$

$$\frac{1}{R} = \frac{2(\sqrt{d_1} + \sqrt{d_2})^2}{S^2} \Rightarrow R = \frac{S^2}{2(\sqrt{d_1} + \sqrt{d_2})^2}$$

- Trường hợp vật 2 là vật cố định trên mặt đường và có chiều cao rất nhỏ:  $d_2 \approx 0$

$$R = \frac{S^2}{2(\sqrt{d_1})^2} = \frac{S_I^2}{2d_1} \quad (5-5)$$

- Trường hợp vật 2 là xe cùng loại với xe 1:  $d_1 = d_2 = 1,2m$

$$R = \frac{S_{II}^2}{8d} \quad (5-6)$$

#### 5.1.4.2.2 Đường cong đứng lõm :

+ Cơ sở xác định :

- Theo điều kiện không quá tải đối với lò xo nhíp xe và không khó chịu đối với hành khách: ( Hạn chế lực ly tâm)

- Theo điều kiện đảm bảo tầm nhìn ban đêm :

+ **Xác định bán kính tối thiểu của đường cong đứng lõm :**

- Theo điều kiện không quá tải đối với lò xo nhíp xe và không khó chịu đối với hành khách:

Gọi a: là gia tốc ly tâm cho phép  $a = 0,5-0,7m/s^2$

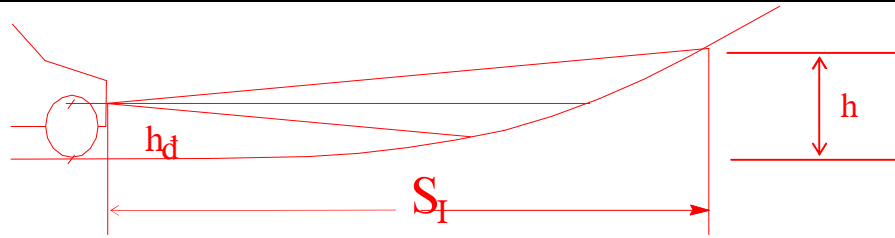
$$a = \frac{v^2}{R} \Rightarrow R = \frac{v^2}{a} \quad (5-7)$$

Trong đó: v - Vận tốc xe chạy (m/s).

R - Bán kính đường cong đứng lõm (m)

$$R = \frac{V^2}{6,5} \quad [V : (km/h)] \quad (5-8)$$

+ Theo điều kiện đảm bảo tầm nhìn ban đêm :



Hình 5-3. Xác định bán kính tối thiểu của đường cong đứng lồi

$$h = h_d + S_I \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$BD = h_d$$

$$\frac{AC}{DC} = \frac{BC}{AC} \Rightarrow AC^2 = BC \cdot DC$$

$$\Rightarrow S_I = 2R \cdot h$$

$$R = \frac{S_I^2}{2h} = \frac{S_I^2}{2(h_d + S_I \cdot \sin \frac{\alpha}{2})} \quad (5-9)$$

trong đó:  $S_I$  - tầm nhìn một chiều.

$H_d$  - chiều cao đèn

$\alpha$  - góc chiếu sáng của pha đèn  $\alpha = 2^\circ$

#### Bán kính tối thiểu của đường cong đứng theo TCVN 4054-98

Bán kính tối thiểu của đường cong đứng	Tốc độ tính toán (km/h)			
	20	40	60	80
Bán kính tối thiểu của ĐCĐ lồi (m)	200	750	2500	4000
Bán kính tối thiểu của ĐCĐ lõm (m)	100	450	1000	2000

#### 5.4.1.3 Các yếu tố của đường cong đứng :

+ Độ dài đường cong  $K = (i_1 - i_2)R$

+ Độ dài đường tang  $T = R \frac{(i_1 - i_2)}{2}$

+ Phân cự  $d = \frac{T^2}{2R} = \frac{K^2}{8R}$

trong đó :  $R$  - bán kính đường cong đứng (m)

$i_1, i_2$  - độ dốc dọc của 2 đoạn dốc liên tiếp

## §5.2 YÊU CẦU, NGUYÊN TẮC KHI THIẾT KẾ TRẮC DỌC

5.2.1 Yêu cầu , nguyên tắc khi thiết kế trắc dọc :

- Trắc dọc phải đảm bảo tuyến **uốn lượn đều đặn, ít thay đổi độ dốc** và nên dùng **độ dốc nhỏ** nếu địa hình cho phép. Trong điều kiện địa hình khó khăn mới sử dụng các trị số giới hạn (  $i_d^{\max}$  ,  $R_{\min}$  . . . )

- Khi thiết kế trắc dọc phải phối hợp với thiết kế bình đồ và thiết kế trắc ngang.

- Thiết kế trắc dọc phải đảm bảo các **cao độ các điểm khống chế** và **cao độ các điểm mong muốn** .

- Không nên thiết kế những đường cong nằm bán kính nhỏ dưới chân những đoạn dốc có độ dốc lớn.

- Nên thiết kế đỉnh của đường cong đứng và đỉnh của đường cong nằm trùng nhau. Nếu khó khăn thì không được lệch nhau quá 1/4 chiều dài đường cong ngắn hơn.

- Phải đảm bảo thoát nước cho nền đường đào và nền đường đắp thấp.

- Đáy rãnh dọc nên thiết kế song song với mép nền đường (  $i_d \geq i_d^{\min}$  )

- Khi thiết kế trắc dọc phải chú ý đến các điều kiện thi công.

- Thiết kế trắc dọc phải chú ý để khối lượng đào, đắp tương đương nhau.

5.2.2 Xác định các điểm khống chế :

Cao độ khống chế là cao độ buộc đường dốc phải đi qua hoặc cao độ đường dốc phải cao hơn một cao độ tối thiểu, hoặc cao độ đường dốc phải thấp hơn một cao độ tối đa nào đó .

5.2.2.1 Các điểm khống chế buộc đường dốc phải đi qua :

- Điểm đầu và điểm cuối của tuyến .

- Điểm giao nhau với các đường giao thông khác có cấp hạng cao hơn .

- Điểm giao nhau với đường sắt .

- Cao độ các đoạn tuyến đi qua khu dân cư

- Cao độ mặt cầu

5.2.2.2 Các điểm khống chế buộc đường dốc phải cao hơn :

- Cao độ tối thiểu trên công
- Cao độ tối thiểu tại các đoạn tuyến ven sông, đầu cầu, những đoạn ngập nước . . .

#### 5.2.2.3 Các điểm khống chế buộc đường dốc phải thấp hơn :

- Tại nút giao nhau khác mức do khống chế cao độ của đường chạy trên
- Tại nơi khống chế cao độ đường dây điện cao thế

**5.2.3 Các điểm mong muốn** : Là cao độ thoả mãn diện tích đào và diện tích đắp tại mỗi mặt cắt ngang tương đương nhau .

#### 5.2.4 Các phương pháp thiết kế trắc dọc : ( 2 phương pháp )

- Phương pháp đường bao
- Phương pháp đường cắt

### §5.3 VẼ BIỂU ĐỒ TỐC ĐỘ XE CHẠY LÝ THUYẾT

#### 5.3.1. Mục đích:

- Xác định tốc độ xe chạy trung bình trên tuyến
  - Xác định thời gian xe chạy trung bình trên tuyến
  - Xác định lượng tiêu hao nhiên liệu xe chạy trung bình trên tuyến
  - Xác định hệ số an toàn  $K_{at}$
  - Xác định chi phí vận chuyển
- => So sánh chọn phương án tuyến tối ưu

#### 5.3.2 Trình tự và phương pháp vẽ

##### 5.3.2.1 Xác định vận tốc cân bằng cho từng đoạn:

$$D_i = f \pm i \rightarrow \text{Tra biểu đồ nhân tố động lực } V_i^{cb}$$

##### 5.3.2.2 Xác định vận tốc hạn chế :

+ Xác định  $V_{hc}$  khi vào đường cong nằm có bán kính nhỏ :

Đối với đường cong nằm có siêu cao:

$$V_{hc} = \sqrt{127 \cdot R \cdot (\mu + i_{sc})} \quad (5-10)$$

Đối với đường cong nằm không có siêu cao:

$$V_{hc} = \sqrt{127.R.(m - i_n)} \quad (5-11)$$

+ Xác định  $V_{hc}$  tại các vị trí đường cong đứng lồi có bán kính nhỏ:

$$R \rightarrow S_1 \rightarrow V \quad (5-12)$$

Trường hợp 1:  $S_1 = \sqrt{2.4.R_{loi}}$

$$S_1 = \frac{V}{3,6} + \frac{K.V^2}{254.\phi} + 5$$

Trường hợp 2:  $S_2 = \sqrt{9.6.R_{loi}}$

$$S_2 = \frac{V}{1,8} + \frac{K.V^2}{127.\phi} + 5$$

+ Xác định vận tốc hạn chế  $V_{hc}$  tại các vị trí đường cong đứng lõm có bán kính nhỏ.

$$R = \frac{V^2}{6,5} \Rightarrow V_{hc} = \sqrt{6,5.R} \quad (5-13)$$

+ Tại các vị trí có độ dốc dọc lớn khi xe xuống dốc cần phải hạn chế tốc độ:

Độ dốc khi xuống dốc (%)	11	9	7	6	5	4
$V_{hc}$ (km/h)	20-25	40	60	80	100	120

+ Khi tuyến đường đi qua các khu vực dân cư thì phải hạn chế tốc độ lấy theo biển báo giao thông.

+ Khi tuyến đường đi qua cầu, cống có bề rộng bị thu hẹp cần phải hạn chế tốc độ lấy theo biển báo giao thông.

+ Khi tuyến đường đi vào các nút giao thông.

+ Tùy thuộc vào chất lượng của mặt đường.

- Đối với mặt đường cấp thấp và cấp quá độ  $V_{max} = 40\text{km/h.}$
- Đối với mặt đường quá độ tốt  $V_{max} = 60\text{km/h.}$
- Đối với mặt đường bê tông XM lắp ghép  $V_{max} = 80\text{km/h.}$
- Đối với mặt đường cấp cao không hạn chế.

5.3.2.3 Tính quãng đường tăng tốc, giảm tốc, hãm phanh:

\* Quãng đường tăng tốc, giảm tốc :

$$S_{t,g} = \frac{|V_2^2 - V_1^2|}{254(D_{tb} - (f \pm i))} \quad (5-14)$$

trong đó:  $S_t, S_g$ - quãng đường tăng tốc, giảm tốc

$V_1, V_2$ - vận tốc trước và sau khi tăng, giảm tốc

$f$  - hệ số sức cản lăn

$i$ - độ dốc dọc

$D_{tb}$ -nhân tố động lực trung bình ứng với  $V_1, V_2$

- Quãng đường hãm phanh :

$$S_h = \frac{K(V_1^2 - V_2^2)}{254(\phi \pm i)} \quad (5-15)$$

trong đó:  $S_h$ - chiều dài hãm phanh

$\phi$  - hệ số bám giữa bánh xe với mặt đường

$V_1, V_2$ - tốc độ trước và sau khi hãm

$K$  - hệ số sử dụng phanh.

Đối với xe con  $K = 1,2$

Đối với xe tải  $K = 1,3 - 1,4$

### 5.3.3 Tốc độ trung bình và thời gian xe chạy trên tuyến:

- Thời gian xe chạy trên tuyến:

$$T_{AB} = \sum_1^n t_i \quad (\text{giờ}) \quad (5-16)$$

$$t_i = \frac{l_i}{v_i} \quad (\text{giờ})$$

$$T_{BA} = \sum_1^n t_i \quad (\text{giờ})$$

- Tốc độ xe chạy trung bình trên tuyến  $\overline{V_{AB}}, \overline{V_{BA}}$

$$\overline{V_{AB}} = \frac{\sum l_i}{T_{AB}} \quad (\text{km/h}) \quad (5-17)$$

$$\overline{V_{BA}} = \frac{\sum l_i}{T_{BA}} \quad (\text{km/h}) \quad (5-18)$$

trong đó:  $l_i$  - chiều dài của đoạn thứ  $i$  (km).

$V_i$  - tốc độ xe chạy trên đoạn thứ  $i$  (km/h)

\*. Khi tính  $S_v, S_g$  thì mỗi lần tính chênh lệch tốc độ không quá 10km/h để tăng mức độ chính xác.

\* Biểu đồ vận tốc xe chạy được vẽ trực tiếp trên trắc dọc và trục hoành trùng với trục ngang của trắc dọc, trục tung là trục biểu diễn tốc độ.

Trục hoành bằng tỉ lệ ngang của trắc dọc

Trục tung 1cm tương ứng vận tốc 5km/h.

----- TM - ~ -----



## CHƯƠNG 6 : QUY LUẬT CHUYỂN ĐỘNG CỦA DÒNG XE

### §6.1 CÁC ĐẶC TRƯNG CƠ BẢN CỦA DÒNG XE

#### 6.1.1 Tốc độ xe chạy ( V ) :

Tốc độ xe chạy là chỉ tiêu quan trọng thể hiện mức độ tiện nghi của dòng xe. Có 2 loại tốc độ trung bình :

+ **Tốc độ trung bình theo thời gian** : Là tốc độ trung bình của dòng xe trên một quãng đường ngắn.

$$V_t = \frac{(\sum V_i)}{n} \quad (6-1)$$

trong đó : n - số đoạn đường có các tốc độ khác nhau

$V_i$  - tốc độ trên đoạn thứ i

+ **Tốc độ trung bình theo không gian** : Là tỉ lệ giữa quãng đường L và thời gian xe chạy trên đường.

$$V_s = \frac{L}{\frac{1}{n} \sum t_i} = \frac{nL}{\sum \frac{L}{V_i}} = \frac{n}{\sum \frac{1}{V_i}} \quad (6-2)$$

trong đó : n - số đoạn đường có các tốc độ khác nhau

$V_i$  - vận tốc trên đoạn thứ i

L - chiều dài quãng đường

Tốc độ là một trị số ngẫu nhiên nên thống kê bao giờ cũng phân tán, nhưng trị số của nó đều tập hợp quanh trị trung bình và có hàm phân phối là hàm chuẩn :

$$P(v) = \frac{1}{s\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(v-\bar{v})^2}{s^2}} \quad (6-3)$$

trong đó : P(v) - xác suất xuất hiện tốc độ v

$\bar{v}$  - tốc độ thống kê trung bình của dòng xe

s - độ lệch quân phương

#### 6.1.2. Mật độ dòng xe ( q ) :

Mật độ dòng xe là số xe xuất hiện trên một đơn vị chiều dài của đường. Vì mỗi xe đều có kích thước nhất định nên khi vận động cũng cần một khoảng không gian nhất định. Mật độ ứng với khi bị tắc xe gọi là **mật độ tắc xe** ( khoảng 121xe/km )

### 6.1.3. Cường độ dòng xe ( N ) :

- Cường độ dòng xe (còn gọi là suất dòng xe) là số xe chạy qua 1 mặt cắt hay một đoạn đường trong 1 đơn vị thời gian.
- Cường độ xe chạy biến đổi theo sự phát triển kinh tế của mỗi nước. Có rất nhiều nhân tố ảnh hưởng tới cường độ xe chạy như sự phân công, cạnh tranh giữa các hình thức vận tải; tính hấp dẫn của các con đường . . .
- Cường độ xe chạy không đều vì ảnh hưởng theo mùa, theo tháng, theo ngày trong tuần và theo giờ trong ngày

Theo một kết quả nghiên cứu trong nước cho biết như sau :

+ $K_t$ : Hệ số không đồng đều theo tháng	:	1,20
+ $K_n$ : Hệ số không đồng đều theo ngày trong tuần	:	1,10
+ $K_g$ : Hệ số không đồng đều theo giờ trong ngày	:	0,10

### 6.1.4. Quãng thời gian giữa các xe ( $\Delta_t$ ) :

- Quãng thời gian trung bình giữa các xe là đại lượng quan trọng, quãng thời gian trung bình càng lớn thì xe chạy càng dễ dàng và ngược lại.
- Theo PGS-TS Đỗ Bá Chương khi dòng xe không vượt quá 700xe/h/lan thì hàm mật độ phân phối quãng thời gian phù hợp với số mũ âm :

$$P(\Delta_t) = \lambda \cdot e^{-\lambda \cdot \Delta_t} \quad (6-4)$$

và hàm phân phối có dạng :

$$P(x \leq \Delta_t) = e^{-\lambda \cdot \Delta_t} \quad (6-5)$$

trong đó :  $P(\Delta_t)$  - xác suất xuất hiện quãng thời gian bằng  $\Delta_t$

$P(x \leq \Delta_t)$  - xác suất xuất hiện quãng thời gian nhỏ hơn hoặc bằng  $\Delta_t$

$\lambda$  - cường độ dòng xe hay suất dòng xe

$\Delta_t$  - quãng thời gian giữa 2 xe (s)

6.1.5. Quãng không gian (  $\Delta_s$  ) : Quãng không gian có quan hệ với quãng thời gian thông qua tốc độ chạy xe, có thể suy ra quãng không gian từ quãng thời gian.

**6.1.6. Thành phần dòng xe** : Là tỉ lệ phần trăm các loại xe trong dòng xe

## §6.2 QUAN HỆ CƠ BẢN CỦA DÒNG XE

### 6.2.1. Mối quan hệ giữa $N$ , $V$ , $q$

$$N = V \times q \quad (6-6)$$

trong đó :  $N$  - cường độ dòng xe ( xe / giờ )

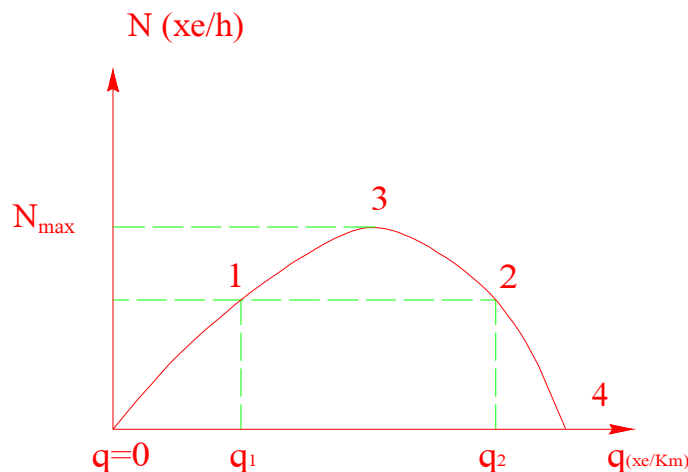
$V$  - tốc độ dòng xe ( Km/h )

$q$  - mật độ dòng xe ( xe / Km )

Vì tốc độ phụ thuộc vào mật độ  $V = V(q)$  do đó :

$$N = V(q) \times q \quad (6-7)$$

### 6.2.2. Các chế độ chạy xe :



Hình 6-1. Các chế độ chạy xe

+ Điểm 0 :  $q = 0$  ,  $N = 0$ , dòng xe hầu như không có xe chạy qua, rất vắng xe, tốc độ xe chạy tự do ( $V_0$ )

+ Điểm 1 và điểm 2 : là 2 điểm có mật độ khác nhau nhưng có cùng cường độ xe chạy , tốc độ  $V_1 > V_2$ , điểm 1 là chế độ thông xe, điểm 2 là chế độ tắc xe.

+ Điểm 3 cho phép lượng xe thông qua lớn nhất ( năng lực thông hành). Ứng với nó là tốc độ tối ưu về năng lực thông hành.

+ Điểm 4(  $q', 0$ ) ứng với mật độ tắc xe, dòng xe hầu như không có xe chạy qua.

### §6.3 CÁC MÔ HÌNH DÒNG XE

#### 6.3.1. Mô hình động lực học đơn giản ( đã nói ở chương 3)

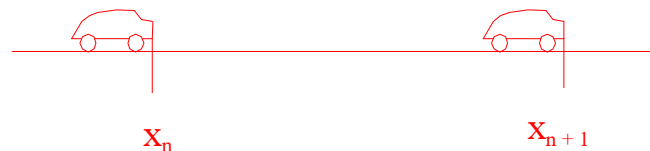
Năng lực thông hành được tính :

$$P_{\max} = \frac{1000.V}{d} \quad (\text{xe con/giờ.làn}) \quad (6-8)$$

trong đó:  $d$  - khổ động học của xe (khoảng cách giữa các xe) (m)

$V$  - tốc độ của dòng xe [km/h]

6.3.2. Mô hình xe bám xe : Gọi  $x$  là vị trí ( tọa độ ) của xe trên đường ,  $n$  và  $n+1$  là xe thứ  $n$  và thứ  $n+1$  ,  $x'$  là tốc độ của xe,  $x''$  là gia tốc của xe



Hình 6-2. Sơ đồ mô hình xe bám xe

Quan hệ vị trí giữa 2 xe :  $x_{n+1} = x_n + l_0 + v_n \cdot t_{pu} + l_{n+1}$  (6-9)

trong đó :

$l_0$  - cự li an toàn giữa 2 xe khi dừng

$v_n$  - tốc độ của xe sau ( xe thứ  $n$ )

$t_{pu}$  - thời gian phản ứng tâm lí của lái xe

$l_{n+1}$  - chiều dài của thân xe  $n+1$

Trên cơ sở xác định được 3 quan hệ cơ bản theo 3 lí thuyết xe bám xe như sau :

+ Lí thuyết I :  $N = C \left( 1 - \frac{q}{q'} \right)$  (6-10)

+ Lí thuyết II :  $N = C \cdot q \cdot \ln \frac{q'}{q}$  (6-11)

+ Lí thuyết III :  $N = v_0 \cdot q \cdot e^{-C \cdot q}$  (6-12)

trong đó :  $C$  - độ nhạy cảm của người lái xe

$V_0$  - tốc độ xe chạy tự do

$q$  - mật độ dòng xe

$q'$  - mật độ tắc xe

6.3.3. Mô hình tương tự dòng dịch thể : Đây là một mô hình vĩ mô, các tác giả quan niệm liên tục hoá dòng xe và coi xe chạy trong 1 làn xe như 1 dòng dịch thể chảy trong một ống dẫn, dùng phương trình tổng quát của dòng dịch thể :

$$\frac{dv}{dt} = -C^2 \cdot q^n \cdot \frac{\partial v}{\partial t} \quad (6-13)$$

+ Tác giả **Greenberg** nghiên cứu dòng xe với  $n=-1$

$$N = C^2 \cdot q \cdot \ln \frac{q'}{q} \quad (6-14)$$

+ Tác giả Greenshield nghiên cứu dòng xe với  $n=0$

$$N = C^2 \cdot q \left( 1 - \frac{q}{q'} \right) \quad (6-15)$$

+ Tác giả R.D. Drew nghiên cứu dòng xe với  $n=1$

$$N = C^2 \cdot q \left( 1 - \sqrt{\frac{q}{q'}} \right) \quad (6-16)$$

6.3.4. Mô hình thực nghiệm của Greenshield : nghiên cứu thực nghiệm trên đường ngoài đô thị và tìm được quan hệ giữa tốc độ và mật độ :

$$v_s = v_0 - v_0 \cdot \frac{q}{q'} \quad (6-17)$$

từ đó tìm được quan hệ giữa cường độ và mật độ :

$$N = v_0 \cdot q \cdot \left( 1 - \frac{q}{q'} \right) \quad (6-18)$$

và quan hệ giữa cường độ và tốc độ :

$$N = v_s \cdot q' - q \cdot \frac{v_s^2}{v_0} \quad (6-19)$$

Đồng thời tìm được cường độ tối đa tức là năng lực thông hành :

$$N_{\max} = q' \cdot \frac{v_0}{4} \quad (6-20)$$

**§6.4 CHẤT LƯỢNG PHỤC VỤ CỦA ĐƯỜNG**

**6.4.1 Tình trạng của dòng xe :** Để đánh giá tình trạng của dòng xe chúng ta dựa vào các hệ số sau :

**6.4.1.1 Hệ số làm việc của đường ( Z ) :**

- Công thức xác định : 
$$Z = \frac{N}{P_{tt}^i} \quad (6-21)$$

trong đó : N - lưu lượng xe chạy thực tế trên đoạn thứ i tại thời điểm đánh giá mức độ thuận lợi

$P_{tt}^i$  - năng lực thông hành thực tế của đoạn đường thứ i có cùng điều kiện đường, xác định bằng công thức :

$$P_{tt} = P_{\max} \prod_{i=1}^{15} K_i \quad (\text{xe/h}). \quad (6-22)$$

**6.4.1.2 Hệ số tốc độ xe chạy ( C ) :** 
$$C = \frac{V_{tb}}{V_0} \quad (6-23)$$

trong đó :  $V_{tb}$  - tốc độ trung bình của dòng xe

$V_0$  - tốc độ xe chạy tự do

**6.4.1.3 Hệ số đông xe r :** 
$$\rho = \frac{q_z}{q_{\max}} \quad (6-24)$$

$q_z$  - mật độ của dòng xe ứng với mức độ thuận lợi nào đó

$q_{\max}$  - mật độ tối đa của dòng xe .

**6.4.2. Mức độ thuận lợi ( mức độ phục vụ ) xe chạy :**

a. Mức độ phục vụ A :

- Là điều kiện dòng xe tự do, lưu lượng rất nhỏ, tốc độ cao
- Mật độ xe thấp, tốc độ được lựa chọn theo ý người lái.
- Hầu như không có hạn chế gì về thao tác xe và thời gian chậm xe rất ít , không có.

b. Mức độ phục vụ B :

- Dòng xe ổn định, tốc độ thao tác có 1 vài hạn chế
- Người lái vẫn còn tự do để chọn tốc độ và làn xe chạy

- Chỉ có 1 số rất nhỏ xe bị hạn chế tốc độ

c. Mức độ phục vụ C :

- Dòng xe vẫn còn ổn định
- Tốc độ và khả năng thao tác bị hạn chế
- Phần lớn lái xe bị hạn chế khi chọn tốc độ
- Nhưng tốc độ chạy vẫn còn được thoả mãn nhiều người.

d. Mức độ phục vụ D :

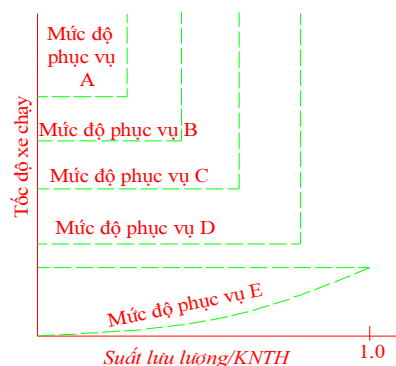
- Dòng xe đã dần sang miền không ổn định
- Tốc độ vẫn còn có thể chấp nhận nhưng đã bị hạn chế nhiều
- Lưu lượng bị giao động và xe bị nghẽn tạm thời
- Tự do thao tác bị hạn chế, tiện nghi bị giảm nhiều

e. Mức độ phục vụ E :

- Dòng xe không ổn định
- Tắc xe xảy ra, có khi kéo dài
- Tốc độ thấp
- Lưu lượng đã gần với năng lực thông hành

f. Mức độ phục vụ F :

- Dòng xe cưỡng bức với tốc độ rất chậm
- Xe xếp thành hàng trên đường
- Lưu lượng đã vượt khả năng thông hành



Hình 6-1. Các mức độ phục vụ

## CHƯƠNG 7 : NÚT GIAO THÔNG

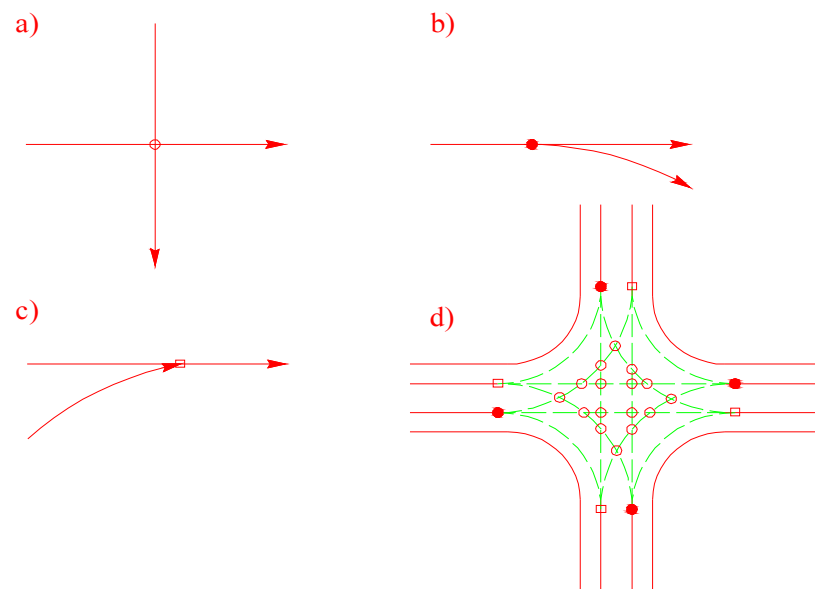
### §7.1 NÚT GIAO THÔNG VÀ CÁC ĐIỂM XUNG ĐỘT

#### 7.1.1. Định nghĩa:

Nút giao thông là nơi giao nhau của hai hay nhiều đường ô tô hoặc giữa đường ô tô với đường sắt, tại đó xe có thể chuyển hướng được. Vì vậy nút giao thông là nơi tập trung nhiều xung đột, nhiều tai nạn, gây tắc xe. Nhiệm vụ thiết kế nút giao thông là giải quyết các xung đột ( triệt để hoặc ở mức độ) để nhằm các mục tiêu :

- Đảm bảo an toàn, đảm bảo chất lượng dòng xe, đảm bảo năng lực thông hành
- Hiệu quả về kinh tế
- Đảm bảo mỹ quan và vệ sinh môi trường

#### 7.1.2. Các điểm xung đột :



Hình 7.1. Các xung đột trong nút giao thông  
 a - điểm cắt ; b - điểm tách ; c - điểm nhập  
 d - các xung đột trong một ngã tư đơn giản  
 16 điểm cắt ( kí hiệu  $\odot$ )  
 8 điểm tách ( kí hiệu  $\bullet$ )  
 8 điểm nhập ( kí hiệu  $\square$ )

Có 3 loại điểm xung đột:

- + Điểm cắt
- + Điểm tách



+ Điểm nhập

**7.1.3.Đánh giá mức độ nguy hiểm của nút giao thông cùng mức:**

$$M = 5.N_c + 3N_n + N_t \quad (7-1)$$

trong đó :  $N_c$  - số điểm cắt $N_n$  - số điểm nhập $N_t$  - số điểm tách

M càng lớn thì nút giao thông càng phức tạp và nguy hiểm, cụ thể :

 $M \leq 10$       NGT rất đơn giản $M \leq 10-25$     NGT đơn giản $M \leq 25-55$     NGT phức tạp $M > 55$       NGT rất phức tạp

Vì vậy khi thiết kế NGT cần có các biện pháp để giảm mức độ phức tạp của nút .

**Ví dụ :**      Đối với nút ngã 3  $M = 27$ Đối với nút ngã 4  $M = 112$ **7.1.4. Các giải pháp giảm mức độ phức tạp của NGT :**

- Tổ chức GT bằng đèn tín hiệu
- Bố trí đảo trung tâm có bán kính rất lớn ( $R > 30 - 50$  m)
- Tổ chức GT một chiều
- Dùng nút GT khác mức .

**§7.2 PHÂN LOẠI NÚT GIAO THÔNG****7.2.1. Phân loại NGT :**

1. Theo cao độ các tuyến dẫn đến nút :

- a. Nút GT cùng mức .
- b. Nút GT khác mức

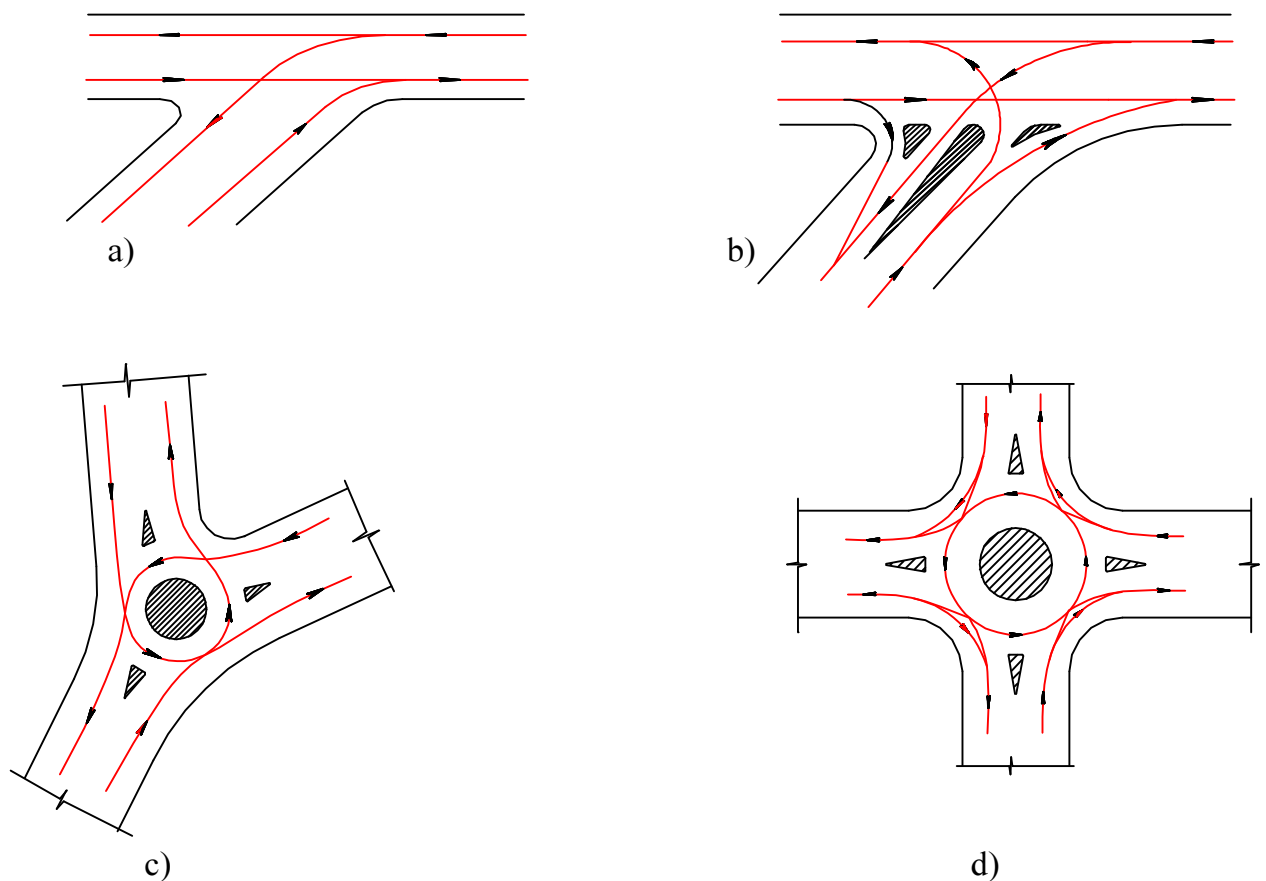
2. Theo mức độ phức tạp của nút :

- a. Nút GT đơn giản
- b. Nút GT có đảo trên hường phụ

- c. Nút GT có đảo và làn trung tâm trên hướng chính
- d. Nút GT khác mức

3. Theo sơ đồ tổ chức giao thông :

- a. Nút GT không có điều khiển ( hình a)
- b. Nút GT có điều khiển cưỡng bức ( hình b)
- c. Nút GT tự điều khiển ( NGT hình xuyên ) ( hình c, d)
- d. Nút GT không cần điều khiển ( NGT khác mức )



Hình 7-2. Một số loại nút giao thông cùng mức

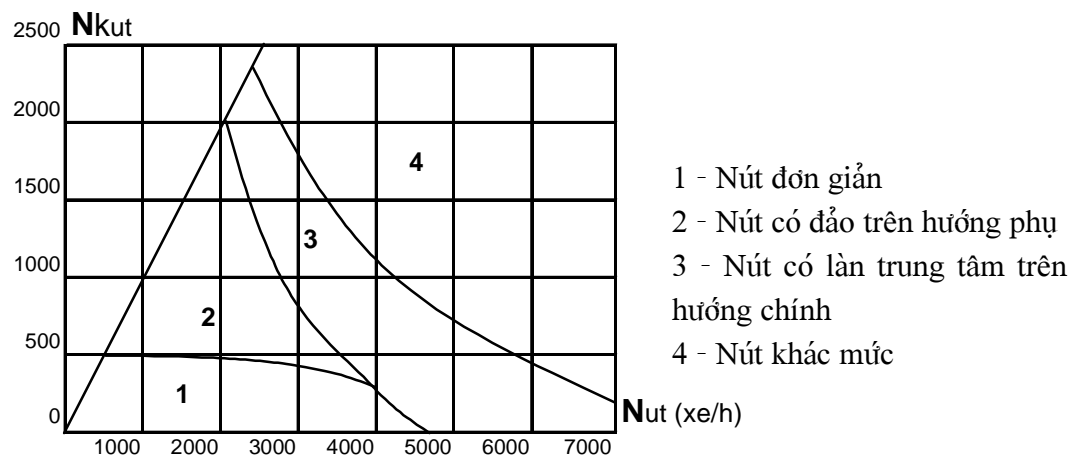
7.2.2 Phạm vi sử dụng các loại hình nút giao thông :

7.2.2.1 Theo TCVN 4054-98

LL xe thiết kế trên đường chính (xcqd.ng.đ)	LL xe thiết kế trên đường phụ (xcqd.ng.đ)			
	Nút đơn giản	Nút có đảo trên đường phụ, có mở rộng	Nút có đảo và làn rẽ trái trên hướng chính	Các loại hình khác
$\leq 1000$	$\leq 500$	500 - 1000	-	
$\leq 2000$	$\leq 500$	500 - 2000	-	
$\leq 3000$	$\leq 450$	450 - 1000	1000 - 1700	>1700
$\leq 4000$	$\leq 250$	$\leq 250$	250 - 1200	> 1200
$\leq 5000$			$\leq 700$	> 700
> 5000			$\leq 400$	> 400

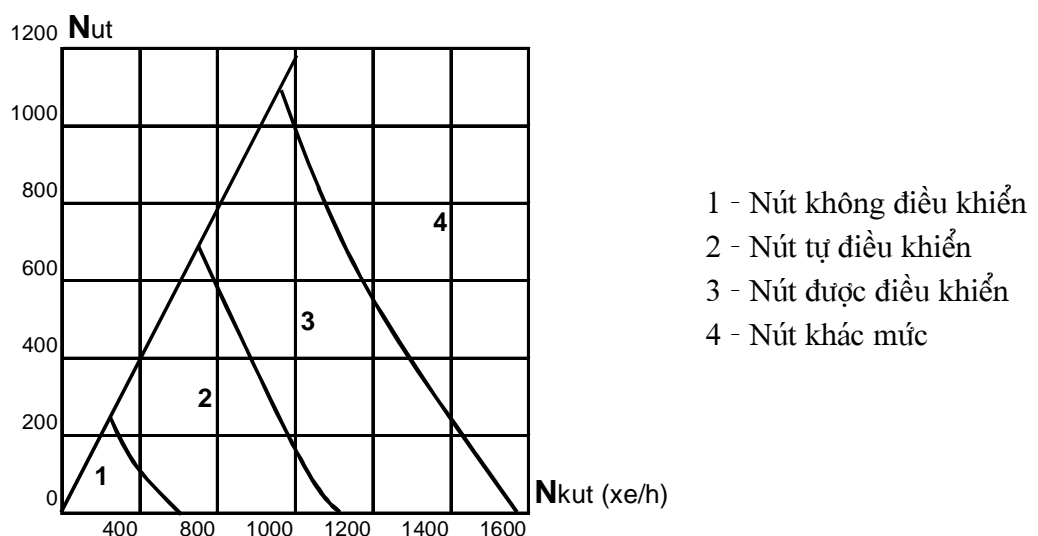
7.2.2.2 Theo E.M Lôbanôv và theo Rugicov:

\* Theo Lôbanôv



Hình 7-3. Đồ thị chọn loại hình nút giao thông theo Lôbanôv

\* Theo Rugicov



Hình 7-4. Đồ thị chọn loại hình nút giao thông theo Rugicov

## 7.2.2.3 Theo Malaysia :

Loại đường	Đường cao tốc	Đường trục	Đường gom	Đường Đ.phương
Đường cao tốc	KM	KM	-	-
Đường trục	KM	KM/Đ	Đ	Đ/B
Đường gom	-	Đ	Đ	B
Đường Đ.phương	-	Đ/B	B	B

Ghi chú : KM - nút khác mức

Đ - nút điều khiển bằng đèn

B - nút ĐK bằng biển báo và vạch dừng xe

Nút hình xuyến được xét dùng khi có nhiều đường dẫn đến nút. Nút trên đường tô không khuyến khích dùng đèn điều khiển, nhất là đối với đường có  $V_{tt} \geq 60$  km/h.

## 7.2.3 Trình tự tiến hành lựa chọn loại hình nút:

- Điều tra tầm quan trọng của tuyến đường, ý nghĩa của nút trong mạng lưới đường. Nếu nút quá phức tạp thì san sẻ sang các nút lân cận và các tuyến song song. Các nút trên cách nhau  $> 2$  km và các nút lân cận nên cùng một trình độ trang bị, tiêu chuẩn kỹ thuật thống nhất.

- Điều tra về yêu cầu giao thông, thường là giờ cao điểm trong tương lai.

Nút cải tạo và làm mới  $\leq 20$  năm

Nút thiết kế tổ chức giao thông  $\leq 5$  năm

- Lập ma trận các luồng xe hoặc lập thành sơ đồ rẽ xe, phác thảo các phương án, lập các sơ đồ luồng xe.

- Điều tra địa hình (tỷ lệ  $\leq 1:500$ ), điều kiện tự nhiên (hướng thoát nước  $\square$ ).

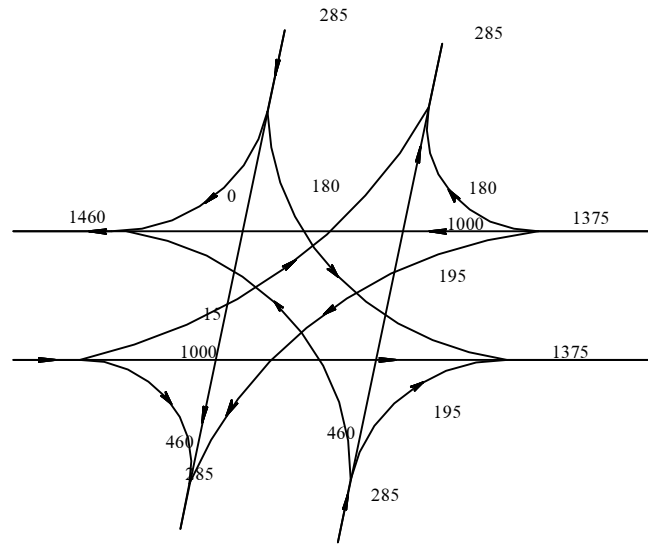
- Cấu tạo chi tiết nút: bình đồ, trắc dọc, trắc ngang, các công trình vượt, thoát nước quy hoạch chiều đứng.

- Thiết kế tổ chức giao thông và biển báo, đánh giá mức độ an toàn của nút.

- Lập luận chứng kinh tế kỹ thuật để chọn phương án. Phương án chọn phải thỏa mãn các yêu cầu:

+An toàn giao thông (đánh giá số tai nạn xảy ra trên  $10^6$  xe/km hoặc tai nạn / 1 năm.)

+ Tổ chức giao thông đơn giản, mạch lạc đảm bảo mỹ quan và có hiệu quả kinh tế.



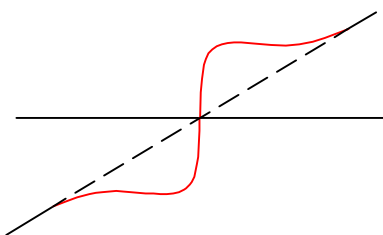
Hình 7-4. Sơ đồ các luồng xe

## §7.3 NÚT GIAO THÔNG CÙNG MỨC

### 7.3.1 Tuyến đường dẫn:

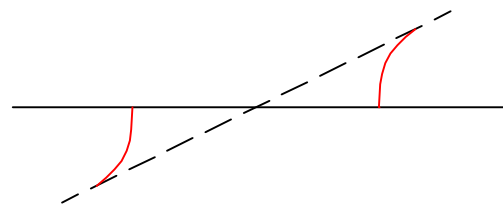
- Các đường dẫn nên giao nhau  $90^\circ$  vì dễ bố trí, dễ quay xe, dễ đảm bảo tầm nhìn. Nếu giao nhau với góc xiên thì cố gắng nên  $\geq 60^\circ$ . Trong nhiều trường hợp  $<60^\circ$  nên cải tuyến để tuyến giao nhau  $\geq 60^\circ$ .

-Tuyến đường trong nút nên thẳng, không nên đặt tuyến trong đường cong, đặc biệt đường cong bán kính nhỏ.



Nắn tuyến cho vuông góc

-Về phương diện vị trí:



Chữa một ngã tư thành hai ngã ba tư

Nút giao nhau đặt ở chỗ trũng thì dễ quan sát nhưng khó thoát nước. Nút đặt ở đỉnh đường cong đứng lồi thì dễ thoát nước nhưng khó quan sát cho người lái, nên đặt nút ở những chỗ địa hình bằng phẳng.

- Đảm bảo khả năng thông hành hợp lý và an toàn giao thông.

### 7.3.2. Xe thiết kế và tốc độ tính toán khi rẽ xe :

#### 7.3.2.1 Xe thiết kế :

- + khi xe con  $> 60\%$  dùng xe con làm xe thiết kế
- + khi xe con  $< 60\%$  dùng xe tải làm xe thiết kế
- + Khi lượng xe kéo mooc  $> 20\%$  thì dùng xe kéo mooc làm xe thiết kế

#### 7.3.2.2 Tốc độ thiết kế :

- + Dòng xe đi thẳng dùng tốc độ thiết kế của cấp đường qua nút
- + Dòng xe rẽ phải, tốc độ thiết kế không quá  $60\%$  tốc độ tính toán trên đường chính qua nút
- + Dòng xe rẽ trái:
  - Tốc độ tối thiểu  $15\text{km/h}$
  - Thiết kế nâng cao không quá  $40\%$  tốc độ tính toán trên đường chính qua nút

### 7.3.3. Siêu cao và hệ số lực ngang :

- Độ dốc siêu cao tối đa  $6\%$ . Khi qua khu dân cư  $\leq 4\%$
- Hệ số lực ngang cho phép dùng  $\mu = 0,25$
- Xe rẽ phải có bán kính rẽ tối thiểu :
  - + Đối với đường cấp I,II,III:  $25\text{m}$
  - + Đối với đường cấp IV ,V :  $15\text{m}$

### 7.3.4. Các loại NGT cùng mức

#### 7.3.4.1 Nút giao thông đơn giản :

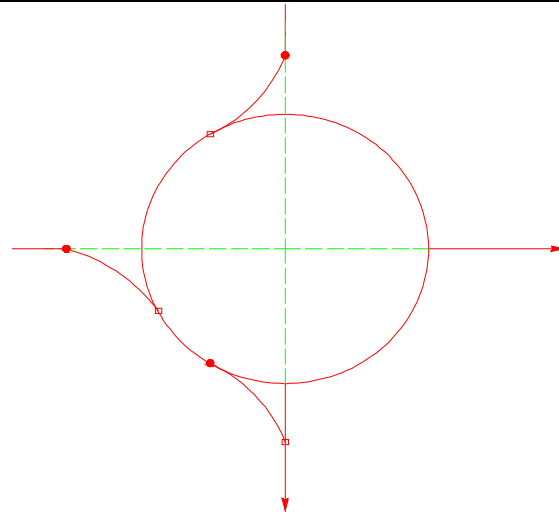
#### 7.3.4.2 Nút giao thông có đảo trên đường phụ

#### 7.3.4.3 Nút có làn trung tâm cho xe chờ rẽ trái và đón xe rẽ trái

#### 7.3.4.4 Nút giao thông hình xuyên :

##### a. Định nghĩa:

NGT hình xuyên là một loại hình đặc biệt, có đảo lớn ở trung tâm, trong nút tất cả các xe đều chạy ngược chiều kim đồng hồ bám theo chu vi đảo trung tâm.



Hình 7.5. Nguyên tắc chuyển đổi điểm cắt thành điểm nhập và tách trong nút hình xuyên.

## b. Đặc điểm:

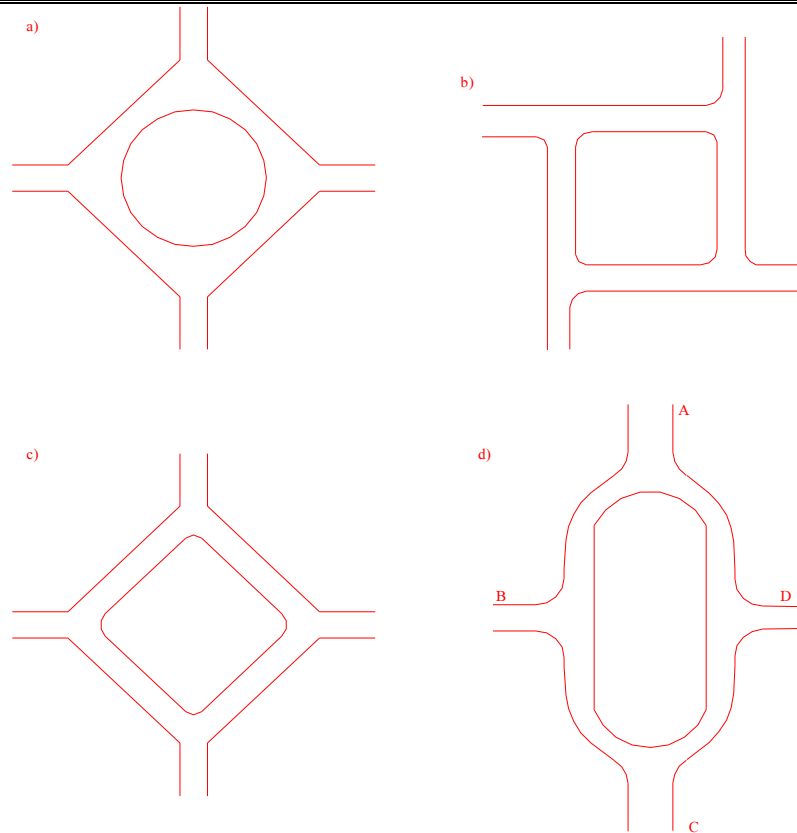
### \* Ưu điểm:.

- + Đơn giản , giá thành xây dựng thấp .
- + Triệt tiêu các điểm cắt , chỉ tồn tại điểm nhập và điểm tách .
- + Xe chạy qua nút được liên tục, không phải dừng xe.
- + An toàn, không tốn chi phí cho điều khiển giao thông.
- + Thích hợp cho NGT có lưu lượng xe trên các tuyến cân bằng và thích hợp đối với nút có nhiều hướng tuyến.
- + Hình thức nút đẹp, trong phạm vi đảo có thể bố trí các công trình kiến trúc như: tượng đài, bồn hoa, đài phun nước . . .

### \* Nhược điểm:

- + Đường rẽ trái quá dài nên gây trở ngại cho xe thô sơ
- + Chiếm diện tích đất quá lớn
- + Vì phải bám theo quanh đảo và phải xếp hàng nên tốc độ xe chạy trong nút không cao

### \* Đảo trung tâm : hình tròn, elíp, vuông, thoi



Hình 7-6. Hình dạng đảo trung tâm  
a) tròn, b) hình vuông, c) hình thoi, d) hình elip

## §7.4 NÚT GIAO THÔNG KHÁC MỨC

7.4.1. Định nghĩa : NGT khác mức là nút giao thông có xây dựng một hay nhiều công trình ( cầu , hầm ) cách ly các dòng xe để hóa giải xung đột. Có hai loại chính :

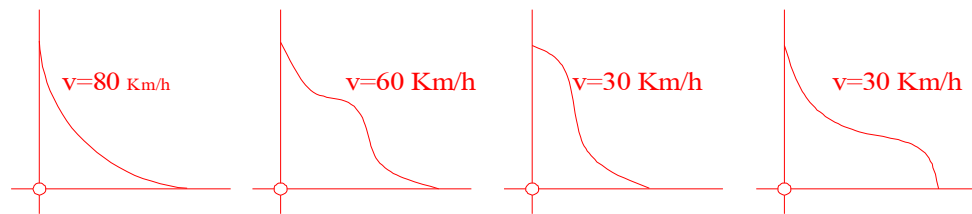
- Nút khác mức liên thông : trong nút có các nhánh nối để xe có thể chuyển hướng
- Nút vượt (nút trực thông): trong nút không có các nhánh nối

7.4.2. Các nhánh nối:

Chiều rộng nhánh nối thường là hai làn xe, khi lưu lượng xe ít, có thể làm phần xe chạy một làn xe với điều kiện lề đường có gia cố hoặc bao bằng đá vữa thấp, vượt qua được. Khi bao bằng đá vữa cao thì phải làm hai làn xe.



## 7.4.2.1 Nhánh nổi rẽ phải:



Hình 7 - 7. Nhánh nổi rẽ phải

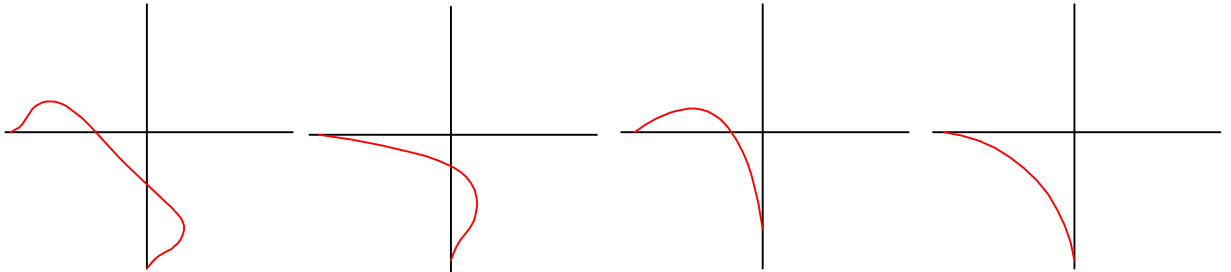
a - nổi đường cấp cao với đường cấp cao

b - nổi đường cấp thấp với đường cấp cao

## 7.4.2.2 Nhánh nổi rẽ trái:

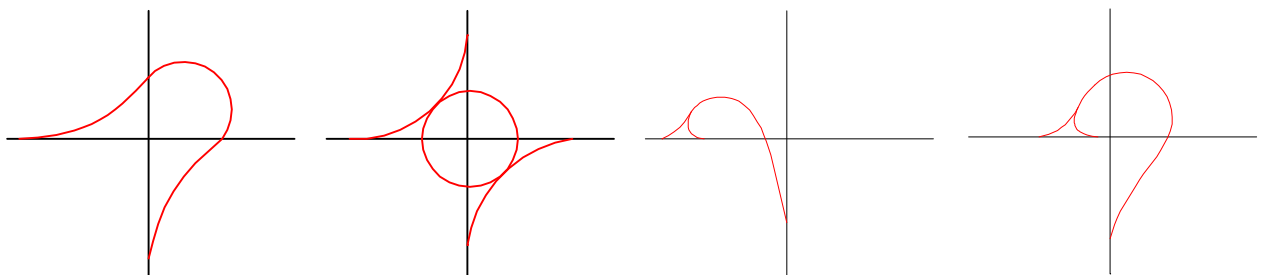
Các nhánh nổi rẽ trái phức tạp hơn, thường gây nhiều khó khăn khi cấu tạo. Tùy theo yêu cầu của giao thông rẽ trái, người ta có thể chọn các nhánh nổi rẽ trái sau:

## a. Rẽ trái trực tiếp:



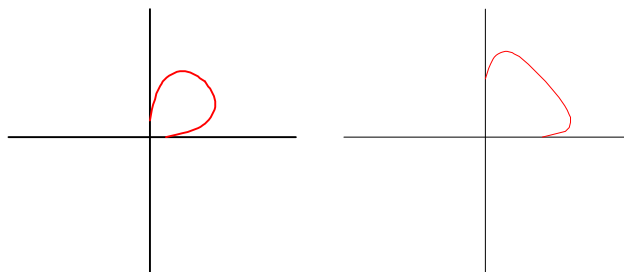
Hình 7-8. Nhánh nổi rẽ trái trực tiếp

## b. Rẽ trái bán trực tiếp:



Hình 7-9. Nhánh nổi rẽ trái bán trực tiếp

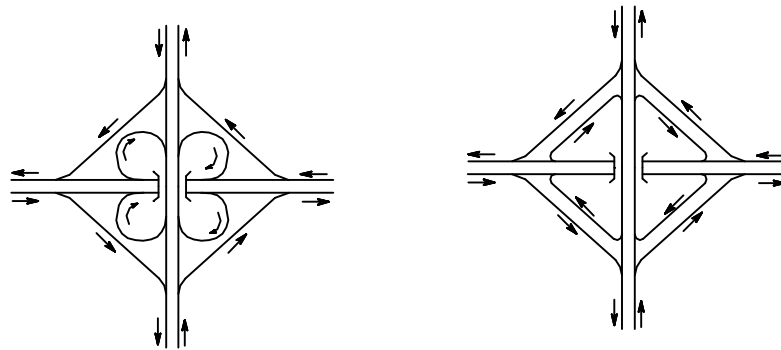
## c. Rẽ trái gián tiếp:



Hình 7-10. Nhánh nổi rẽ trái gián tiếp

Sau khi phân tích giao thông để lựa chọn loại hình đường nhánh nối, phân tích địa hình và đất đai có thể triển khai nút.

**7.4.3 Nút giao hoa thị:** Nút giao hoa thị là loại hình rất kinh điển. Hai tuyến đường chính giao nhau nhờ công trình cầu hay hầm. 4 đường nhánh nối rẽ phải và 4 đường nhánh nối rẽ trái gián tiếp đảm bảo thông thoát mọi yêu cầu chuyển hướng của xe.

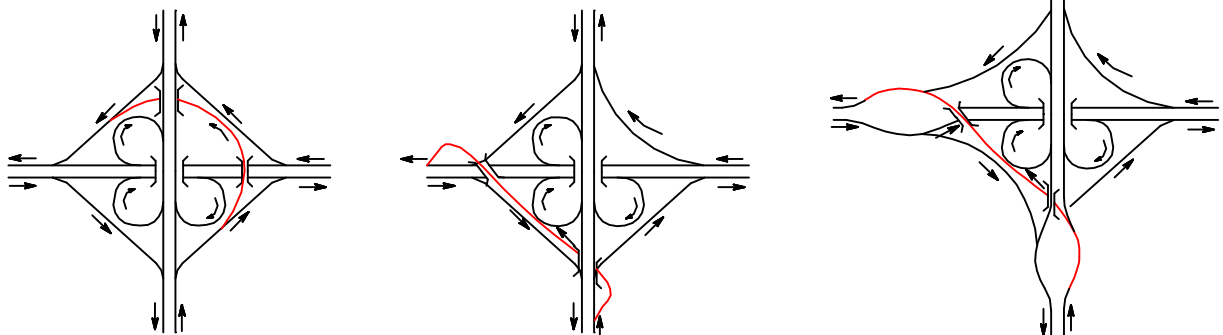


CÓ 8 ĐƯỜNG NHÁNH NỐI

KẾT HỢP CÒN 4 ĐƯỜNG NHÁNH NỐI

Hình 7-11. Nút hoa thị

- Biến thể của nút hoa thị:

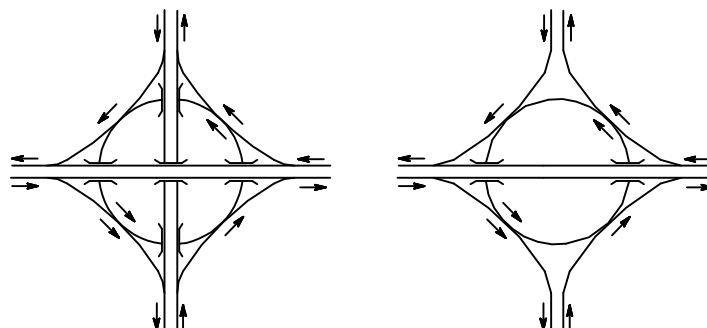


Rẽ trái bán trực tiếp

Rẽ trái trực tiếp

Rẽ trái trực tiếp

Hình 7-12. Biến thể của nút hoa thị



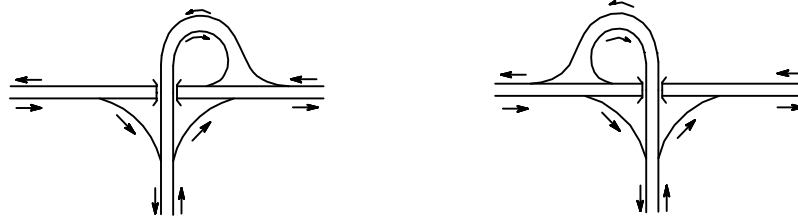
Nút khác mức 5 cầu

Nút khác mức 2 cầu

Hình 7-13. Nút hình xuyên khác mức

#### 7.4.4 Nút ngã ba khác mức:

Dùng đường nổi rẽ trái gián tiếp cho đường phụ thì được *nút loa ken thuận*, dùng đường nổi rẽ trái gián tiếp cho đường chính thì được *nút loa ken ngược*.



Loa ken thuận

Loa ken ngược

Hình 7-14. Nút ngã ba khác mức

#### 7.4.5 Các làn chuyển tốc:

- Xe từ các đường có cấp hạng khác nhau phải chuyển hướng, xe từ nhánh nối vào đường chính và ngược lại đều phải chuyển tốc và tìm cơ hội tham gia vào làn xe mới.

- Khi lưu lượng xe ra hoặc vào đường cấp I  $\geq 25$  xe/ngđ; II  $\geq 50$  xe/ngđ; III  $\geq 100$  xe/ngđ thì cần làm làn chuyển tốc.

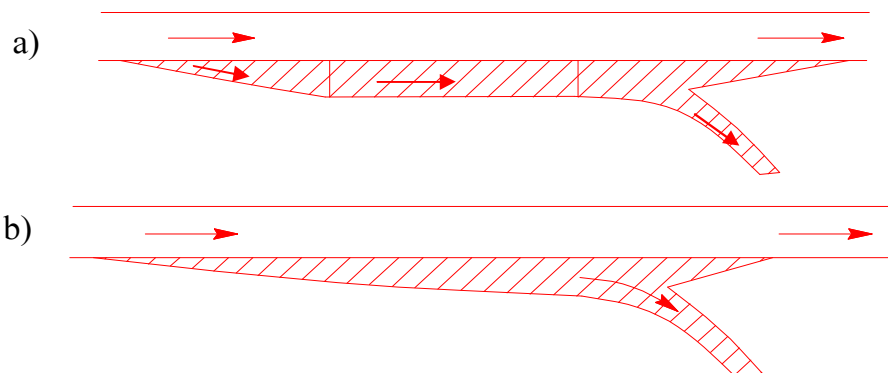
- Chiều dài đoạn tăng và giảm tốc  $L_{ct} = \frac{V_1^2 - V_2^2}{26.a}$  [m]

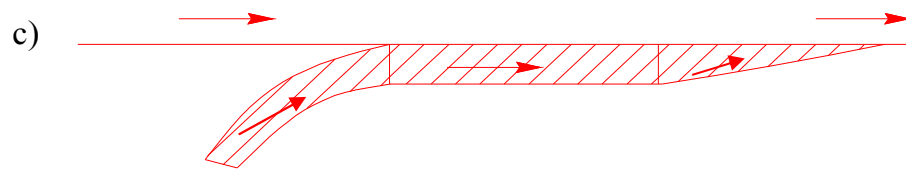
$V_1, V_2$  tốc độ xe lấy ở đầu và cuối đoạn chuyển tốc (km/h).

a: Gia tốc: khi giảm tốc  $a = 1,75 \div 2,5 \text{ m/s}^2$

khi tăng tốc  $a = 0,80 \div 1,2 \text{ m/s}^2$

Khi dốc dọc  $> 0,02$  thì phải xét đến dốc dọc. Khi xe trên đường chính đông, nhiều khi tăng tốc xong chưa nhập được dòng thì không thể dừng hoặc giảm tốc được do đó tiếp tục kéo dài đoạn vượt chuyển làn.





Hình 7-15. Cấu tạo làn giảm tốc a, b  
và làn tăng tốc c



Hình 7-16. Một số dạng nút giao thông khác mức

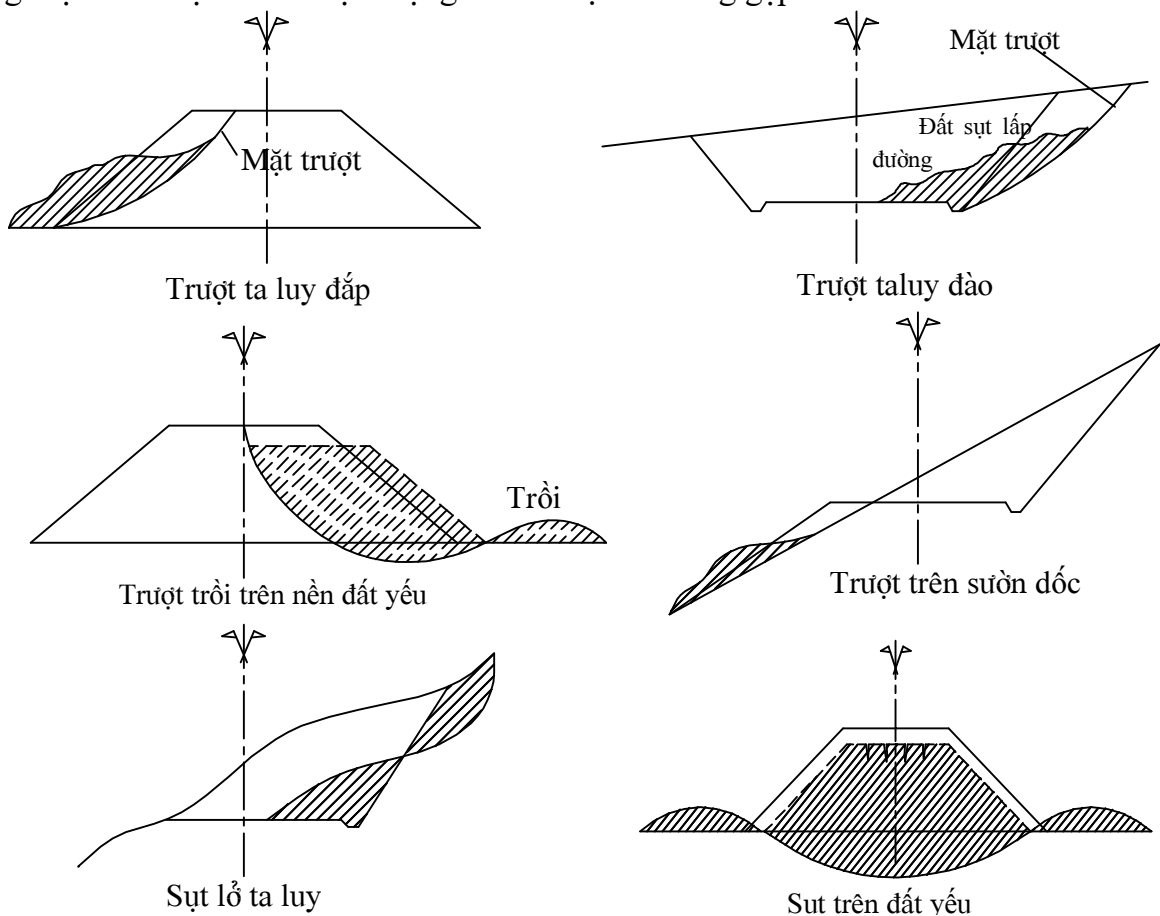
**CHƯƠNG 8 : THIẾT KẾ NỀN ĐƯỜNG.****§8.1 YÊU CẦU ĐỐI VỚI NỀN ĐƯỜNG.****8.1.1. Tác dụng của nền đường:**

- Khắc phục địa hình tự nhiên nhằm tạo nên một dải đất đủ rộng dọc theo tuyến đường có các tiêu chuẩn về bình đồ, trắc dọc, trắc ngang... đáp ứng được điều kiện chạy xe an toàn, êm thuận, kinh tế.

- Nền đường cùng với áo đường chịu tác dụng của tải trọng xe chạy, do đó nó ảnh hưởng rất lớn đến cường độ và tình trạng khai thác của cả kết cấu áo đường.

**8.1.2. Yêu cầu đối với nền đường :****8.1.2.1 Nền đường phải đảm bảo luôn luôn ổn định toàn khối :**

Kích thước hình học và hình dạng của nền đường không bị phá hoại hay biến dạng trong mọi điều kiện . Các hiện tượng mất ổn định thường gặp :



Hình 8-1. Các hiện tượng nền đường mất ổn định toàn

## 8.1.2.2 Nền đường phải đảm bảo có đủ cường độ :

Đủ độ bền khi chịu cắt trượt và không bị biến dạng quá nhiều (hay tích lũy biến dạng) dưới tác dụng của tải trọng xe chạy.

## 8.1.2.3 Nền đường phải đảm bảo ổn định về cường độ:

Cường độ nền đường không được thay đổi theo thời gian, khí hậu, thời tiết bất lợi.

**8.1.3. Các nguyên nhân gây phá hoại nền đường:**

- Do tác dụng của nước :

+ Nước mặt.

+ Nước ngầm

+ Hơi nước.

Làm giảm cường độ của đất ở taluy nền đường và bên trong nền đường gây mất ổn định toàn khối và cường độ không ổn định .

- Do điều kiện địa chất - thủy văn.

- Do tác dụng của tải trọng xe chạy.

- Do tác dụng của tải trọng bản thân nền đường.

- Thi công không đảm bảo chất lượng.

\* Để đánh giá độ ổn định toàn khối của nền đường người ta xét đến hệ số ổn định  $K_{\text{ổđ}}$

$$K_{\text{ổđ}} = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_{\text{pp}} \quad (8-1)$$

trong đó:

$K_1$ - độ tin cậy của các thông số cơ học của đất ( c ,  $\phi$  )  $K_1 = 1,0-1,1$ .

$K_2$ - hệ số xét đến ý nghĩa của công trình nền đường :

Đối với đường cấp I,II :  $K_2 = 1,03$

Đối với đường cấp III , IV , V :  $K_2 = 1,0$

$K_3$ - hệ số xét đến mức độ gây tổn thất cho nền kinh tế quốc dân nếu công trình nền đường bị phá hoại làm gián đoạn giao thông.  $K_3 = 1,0-1,2$



$K_4$ - hệ số xét đến mức độ phù hợp giữa sơ đồ tính toán với điều kiện địa chất thủy văn tại nơi xây dựng nền đường  $K_4 = 1,0-1,05$

$K_5$ - hệ số xét loại đất và sự làm việc của nó trong kết cấu nền đường  $K_5 = 1,0-1,05$

$K_{pp}$ - hệ số xét đến mức độ tin cậy của phương pháp tính toán ổn định

$K_{\text{od}}$ - hệ số ổn định tổng hợp đối với nền đường  $K_{\text{od}} = 1,0-1,5$ .

## §8.2 CẤU TẠO NỀN ĐƯỜNG VÀ ĐẤT XÂY DỰNG NỀN ĐƯỜNG.

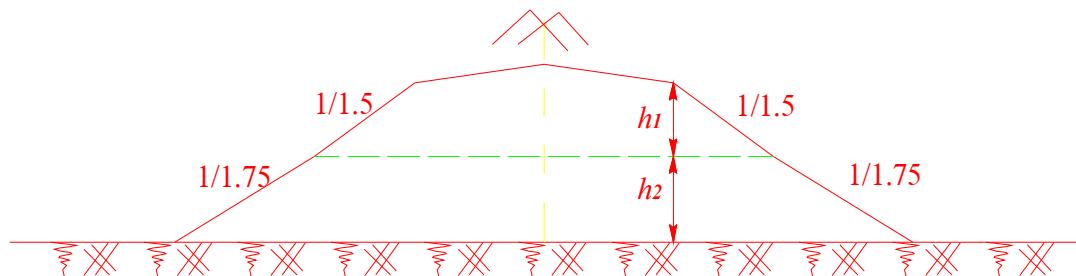
### 8.2.1. Cấu tạo của nền đường :

#### 8.2.1.1 Cấu tạo nền đường đắp :

\* Khi chiều cao đắp  $< 1,0\text{m}$  :

- Dùng độ dốc ta luy thoải  $1/3 \rightarrow 1/5$  khi dùng máy thi công lấy đất từ thùng đầu.
- Dùng độ dốc ta luy  $1/1,5$  khi thi công bằng thủ công.

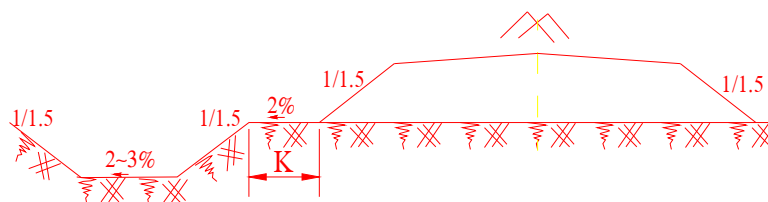
\* Khi chiều cao đắp từ  $(6 \rightarrow 12)\text{m}$ : Phần dưới độ dốc taluy cấu tạo thoải  $1:1,75$  và phần trên ( $h_1 = 6-8\text{m}$ ) độ dốc ta luy  $1:1,5$



Hình 8- 2. Cấu tạo nền đường đắp ( khi  $h_{\text{đắp}} = 6-12\text{m}$ )

\* Khi đắp nền đường bằng cát thì độ dốc taluy  $1:1,75$  và lớp trên cùng đắp một lớp đất á sét với chỉ số dẻo  $> 7$ , dày tối thiểu  $30\text{cm}$  (không được phép đặt trực tiếp áo đường lên trên nền cát )

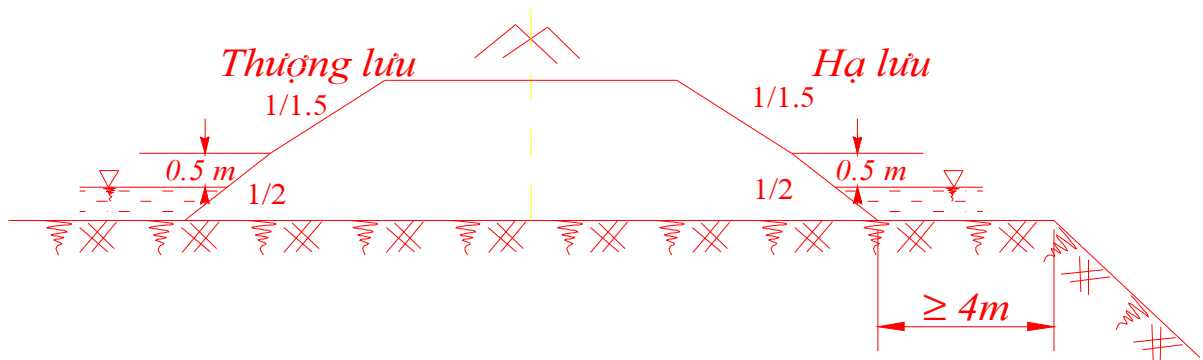
\* Khi lấy đất thùng đầu để đắp nền đường cần có khoảng bảo vệ chân ta luy (K)



Hình 8- 3. Cấu tạo nền đường đắp dùng đất thùng đầu

@ Nền đường đầu cầu và dọc sông có thể bị ngập nước thì phải cấu tạo độ dốc taluy thoải 1:2,0 đến trên mức nước thiết kế ít nhất 0,5m. Mực nước thiết kế ứng với tần suất:

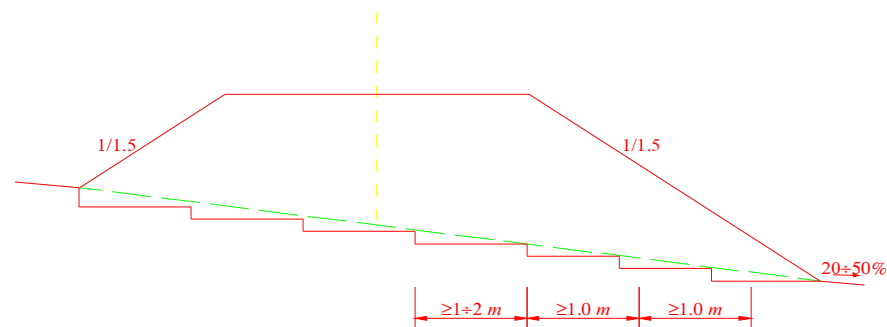
Đường cấp I	tần suất 1%
Đường cấp II , III	tần suất 2%
Đường cấp IV , V	tần suất 4%



Hình 8- 4. Cấu tạo nền đường khi có nước ngập

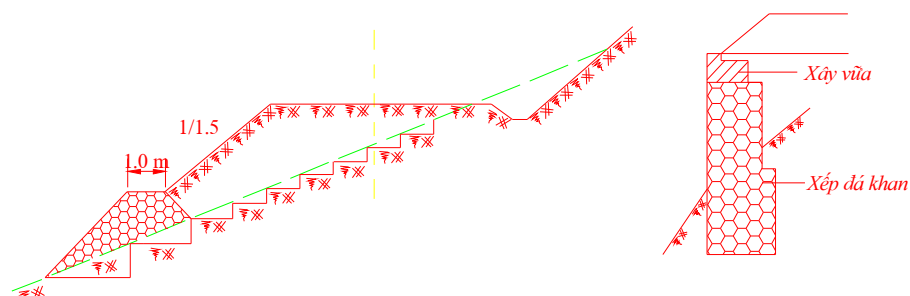
@ Khi đắp đất trên sườn dốc :

- + Khi  $i_s < 20\%$ : chỉ cần rải hết cây cỏ ở phạm vi đáy nền tiếp xúc với sườn dốc
- + Khi  $i_s = (20 \rightarrow 50)\%$  : thì cần phải đánh bậc cấp



Hình 8- 5. Cấu tạo nền đường đắp trên sườn dốc ( $i_s = 20\% - 50\%$ )

- + Khi  $i_s \geq 50\%$  phải dùng biện pháp làm kè chân hoặc tường chắn

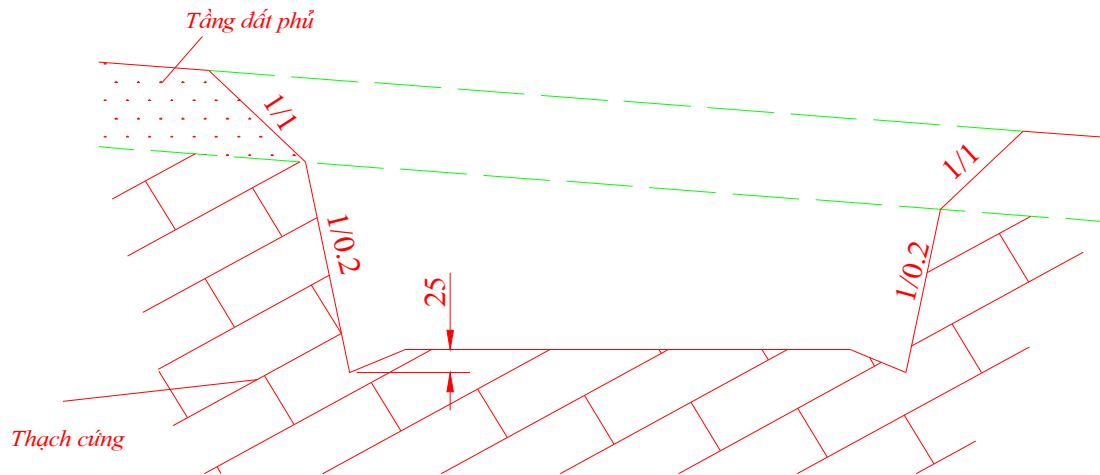


Hình 8- 6. Các biện pháp chống đỡ nền đường đắp trên sườn dốc ( $i_s \geq 50\%$ )



## 8.2.1.2 Cấu tạo nền đường đào:

- Nền đào hoàn toàn: mái taluy đào phải có độ dốc nhất định để bảo đảm ổn định cho taluy và cho cả sườn dốc. Độ dốc mái taluy  $1/n$  tùy vào điều kiện địa chất công trình và chiều cao taluy đào.



Hình 8- 7. Cấu tạo nền đường đào qua các lớp địa chất khác nhau

- Nền đào chữ L: thích hợp đối với đường vùng đồi và núi.

( Độ dốc taluy đào xem bảng 19 , Độ dốc taluy đắp xem bảng 20-TCVN 4054-98 )

## 8.2.2. Cấu tạo gia cố taluy nền đường:

- Mục đích của việc gia cố taluy là để đề phòng mái taluy bị phá hoại do tác dụng của nước mưa, nước mặt, sóng, gió và các tác dụng khác như phong hoá...

- Các hình thức gia cố:

+ Đầm nén chặt mái taluy và gọt nhẵn mái taluy.

+ Trồng cỏ trên mái taluy .

+ Gia cố lớp đất mặt mái taluy bằng chất liên kết vô cơ hoặc hữu cơ.

+ Làm lớp bảo vệ cục bộ hoặc tường hộ để ngăn ngừa tác dụng phong hoá.

+ Những đoạn nền đường đắp chịu tác dụng nước chảy và sóng vỗ thì có thể gia cố bằng cách dùng các tầng đá xếp khan hoặc tầng đá xếp khan có lót vải địa kỹ thuật...

**8.2.3. Đất làm nền đường:** Đất là vật liệu chủ yếu để xây dựng nền đường. Tính chất và trạng thái của đất (độ ẩm và độ chặt của đất) ảnh hưởng rất lớn đến cường độ và mức độ ổn định của nền đường.

## 8.2.3.1 Phân loại đất theo cỡ hạt :

Bảng 8-1

Tên hạt	Kích cỡ hạt (mm)	Tên hạt	Kích cỡ hạt (mm)
Cuội	100÷40	Cát to	2÷1
Sỏi rất to	40÷20	Cát vừa	1÷5
Sỏi to	20÷10	Cát nhỏ	0,5÷0,25
Sỏi và	10÷4	Cát rất nhỏ (mịn)	0,25÷0,05
Sỏi b	4÷2	Bụi to	0,05÷0,01
		Bụi nhỏ	0,01÷0,005
		Bụi sét	<0,005

## 8.2.3.2 Phân loại cát

Bảng 8-2

Loại cát	Tỷ lệ theo kích cỡ (% khối lượng)	Chỉ số dẻo	Khả năng sử dụng để xây dựng nền đường
Cát sỏi	Hạt >2mm chiếm 25÷50%	<1	Rất thích hợp nhưng phải có lớp bọc mái taluy
Cát to	Hạt >0,5mm chiếm >50%	<1	Thích hợp nhưng phải có lớp bọc mái taluy
Cát vừa	Hạt >0,25mm chiếm >50%	<1	Thích hợp nhưng phải có lớp bọc mái taluy
Cát nhỏ	Hạt >0,1mm chiếm >75%	<1	Thích hợp nhưng phải có lớp bọc mái taluy
Cát bụi	Hạt >0,05mm chiếm >75%	<1	Ít thích hợp

## 8.2.3.3 Phân loại đất dính

Bảng 8-3

Loại đất	Tỷ lệ hạt cát (2÷0,005)mm có trong đất (% khối lượng)	Chỉ số dẻo	Khả năng sử dụng để xây dựng nền đường
Á cát nhẹ, hạt to	>50	1÷7	Rất thích hợp
Á cát nhẹ	>50	1÷7	Thích hợp
Á cát bụi	20÷50	1÷7	Ít thích hợp
Á cát bụi nặng	<20	1÷7	Không thích hợp
Á sét nhẹ	>40	7÷12	Thích hợp
Á sét nhẹ, bụi	<40	7÷12	Ít thích hợp

Á sét nặng	>40	12÷17	Thích hợp
Á sét nặng, bụi	<40	12÷17	Ít thích hợp
Sét nhẹ	>40	17÷27	Thích hợp
Sét bụi	Không quy định	17÷27	Ít thích hợp
Sét béo	Không quy định	>27	Không thích hợp

- Đất cát: dùng làm nền đường thì nền đường có cường độ cao, ổn định nước tốt nhưng đất cát rời rạc không dính nên phải có lớp đất dính bọc xung quanh. Đất cát thường dùng để đắp nền đường qua vùng đất yếu (sét bão hòa nước), thay thế các chỗ nền yếu cục bộ.

- Đất sét: tính chất ngược với đất cát, thể tích thay đổi theo trạng thái khô, ẩm, ổn định nước kém. Thường được sử dụng để đắp nền đường những nơi cao, thoát nước tốt và phải có biện pháp đầm nén chặt

- Đất bụi: Kém dính, ổn định nước kém, là loại đất bất lợi nhất đối với yêu cầu xây dựng nền đường

Như vậy đất cát, á cát là loại vật liệu xây dựng nền đường thích hợp nhất, sau đó là đất á sét

#### 8.2.4. Độ chặt của nền đường :

Độ chặt quy định của nền đường (TCVN4054-98)

Bảng 8-4

Loại công trình		Độ sâu tính từ đáy áo đường xuống (cm)	Độ chặt K	
			Đường ô tô có $V_{tt} \geq 40\text{km/h}$	Đường ô tô có $V_{tt} < 40\text{km/h}$
Nền đắp	Khi áo đường dày trên 60cm	30	$\geq 0,98$	$\geq 0,95$
	Khi áo đường dày dưới 60cm	50	$\geq 0,98$	$\geq 0,95$
	Bên dưới chiều sâu kể trên		$\geq 0,95$	$\geq 0,9$
Nền đào và nền không đào không đắp		30	$\geq 0,98$	$\geq 0,95$

### §8.3 TÍNH ỔN ĐỊNH CỦA NỀN ĐƯỜNG TRÊN SƯỜN DỐC

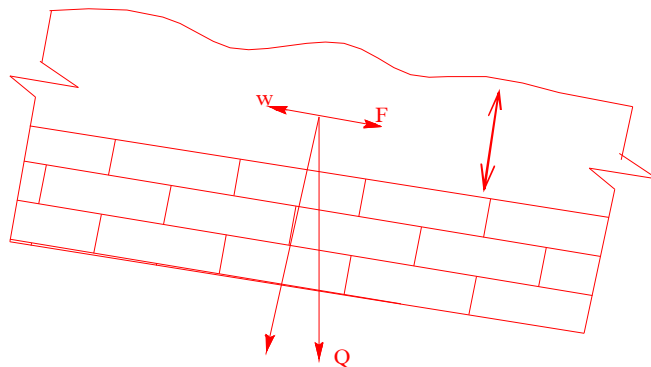
#### 8.3.1. Yêu cầu khi đắp đất nền đường trên sườn dốc :

- Nền đường phải đặt trên một sườn dốc ổn định và bản thân sườn dốc đó vẫn ổn định sau khi đã xây dựng nền đường.

- Nền đắp không bị trượt trên mặt sườn dốc đó, ngoài ra bản thân ta luy nền đường đào hoặc đắp của nền đường cũng phải bảo đảm ổn định.

### 8.3.2. Tính toán ổn định:

#### 8.3.2.1 Trường hợp mặt trượt tương đối phẳng:



Hình 8- 8. Sơ đồ tính ổn định của nền đường trên sườn dốc ( mặt trượt phẳng)

Xét một lớp đất có chiều cao  $h$ , dung trọng đất  $\gamma$ , lực dính  $C$ , góc nội ma sát  $\varphi$ , sườn có độ dốc  $i_s$

Gọi  $f$  là hệ số ma sát giữa khối đất và mặt trượt.

$$K = \frac{F}{W} = \frac{C + f \cdot Q \cdot \cos \alpha}{Q \cdot \sin \alpha} \quad (8-2)$$

Ở trạng thái cân bằng giới hạn trượt:  $k = 1$

$$Q \cdot \sin \alpha = C + f \cdot Q \cdot \cos \alpha$$

$$\frac{C}{Q \cdot \cos \alpha} + f = \tan \alpha = i_s$$

$$i_s = f + \frac{C}{Q \cdot \cos \alpha}$$

Để khối đất không bị trượt trên mặt trượt thì độ dốc của mặt trượt là:

$$i_s \leq f + \frac{C}{\gamma \cdot h \cdot \cos \alpha} \quad (8-3)$$

trong đó:

$$F = C + f \cdot Q \cdot \cos \alpha : \text{ lực giữ}$$

$$W = Q \cdot \sin \alpha : \quad \text{lực gây trượt}$$

$i_s$ : độ dốc của sườn.

$f$ : hệ số ma sát giữa khối trượt trên và mặt phẳng.

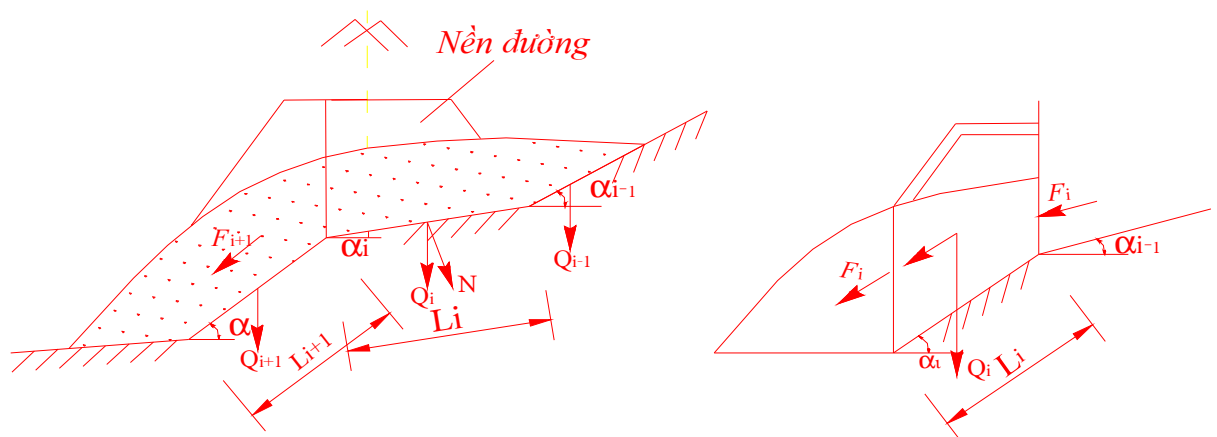
$\gamma$ : dung trọng khối đất trượt ( $T/m^3$ ) ở trạng thái ẩm lớn nhất.

$C$ : lực dính đơn vị giữa khối trượt và mặt trượt ( $T/m^2$ )

$\alpha$ : góc nghiêng của sườn dốc.

$h$ : chiều dày của khối đất trượt (m) có thể lấy  $h = h_{tb}$  hoặc  $h = h_{max}$

### 8.3.2.2 Trường hợp trượt trên mặt gãy khúc:



Hình 8-9. Sơ đồ tính ổn định của nền đường trên sườn dốc (mặt trượt gãy khúc)

- Tại các chỗ thay đổi dốc của mặt trượt kẻ các đường thẳng đứng để phân khối trượt thành từng đoạn trượt.

- Trên từng đoạn trượt  $i$  tính trọng lượng  $Q_i$ .

- Lần lượt tính các lực gây trượt  $F_i, F_{i-1}, F_{i+1}$

Lực trượt  $F_i$ :

$$F_i = (F_{i-1} \cos(\alpha - \alpha_{i-1}) + K \cdot Q_i \cdot \sin \alpha_i) - (f_i \cdot Q_i \cdot \cos \alpha_i + C_i \cdot l_i)$$

$$F_i = Q_i \cdot (K \cdot \sin \alpha_i - \cos \alpha_i \cdot \tan \varphi_i) + F_{i-1} \cdot \cos(\alpha_i - \alpha_{i-1}) - C_i \cdot l_i \quad (8-4)$$

trong đó:

$\alpha_i$  - Độ dốc  $i$  của mặt trượt đoạn  $i$

$C_i, \varphi_i$  - là lực dính ( $T/m^2$ ) và góc ma sát giữa khối trượt và mặt trượt ở đoạn  $i$

$K$  - Hệ số ổn định, quy định  $K=1,0 \div 1,5$

Cuối cùng tính được lực gây trượt dưới chân dốc  $F_{i+1}$ , qua đó đánh giá ổn định của sườn dốc:

Nếu  $F_{i+1} \leq 0$  thì sườn dốc ổn định.

$F_{i+1} > 0$  sườn dốc không ổn định.

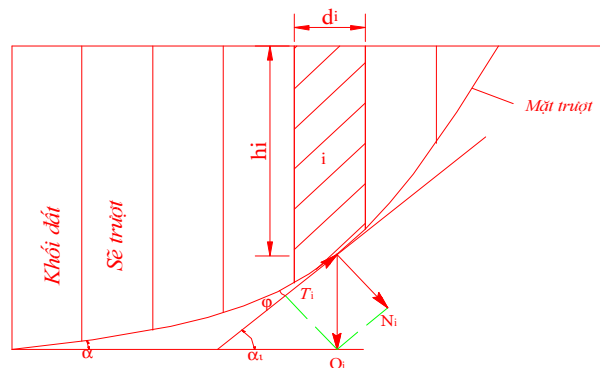
Ngoài ra có thể đánh giá mức độ ổn định riêng của từng khối.

$$K_i = \frac{Q_i \cdot \cos \alpha_i \cdot \tan \varphi_i + C_i \cdot l_i}{F_{i-1} \cos(\alpha_i - \alpha_{i-1}) + Q_i \cdot \sin \alpha_i} \quad (8-5)$$

## §8.4 TÍNH ỔN ĐỊNH MÁI DỐC TA LUY NỀN ĐƯỜNG

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

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



Hình 8- 10. Sơ đồ xét điều kiện cân bằng cơ học của khối đất trên mặt trượt

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

$$N_i + C \cdot \frac{d_i}{\cos \alpha_i} : \text{lực giữ}$$

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

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

$$\tan \alpha_i = \tan \varphi + \frac{C}{\gamma \cdot h_i \cdot \cos^2 \alpha_i}$$

- Với loại cát có lực dính  $C = 0$ , để ta luy ổn định phải có góc dốc bằng góc nghỉ tự nhiên  $\alpha = \varphi$

- Với đất dính ổn định cơ học của mái dốc còn phụ thuộc chiều cao mái ta luy  $h_i$

Khi  $h_i \rightarrow 0$  thì  $\alpha_i \rightarrow 90^\circ$

$h_i \rightarrow \infty$  thì  $\alpha_i \rightarrow \varphi$

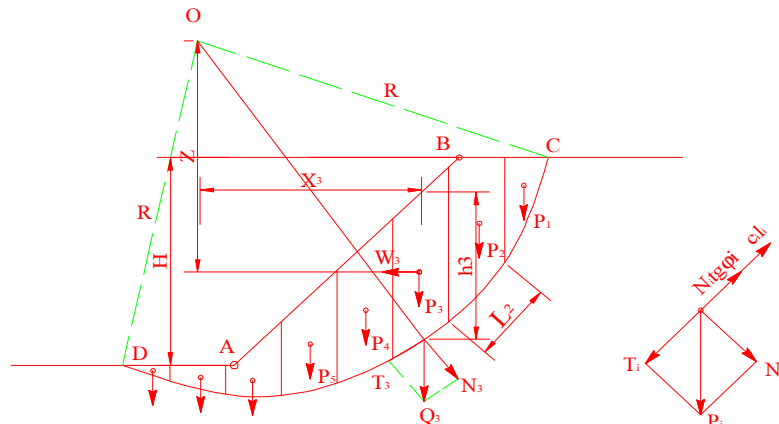
Như vậy cấu tạo mái ta luy nên có dạng trên dốc dưới thoải

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

$$\operatorname{tg} \varphi_i = \frac{1}{K} \left( \operatorname{tg} \varphi + \frac{c}{\gamma \cdot h_i} \right) \quad (8-6)$$

#### 8.4.2. Phương pháp phân mảnh cổ điển :

- Phương pháp này do W.Fellenuis người Thụy Điển đề xuất từ năm 1926 với giả thiết:
- Khối đất trên ta luy khi mất ổn định sẽ trượt theo mặt trượt hình trụ tròn.



Hình 8-11 . Sơ đồ tính ổn định mái taluy theo W.Fellenuis

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

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

+ Tổng lực giữ:

$$\sum_{i=1}^n P_i \cdot \cos \alpha_i \cdot \operatorname{tg} \varphi_i + C_i \cdot l_i$$

+ Tổng lực gây trượt:

$$\sum_{i=1}^n P_i \cdot \sin \alpha_i + W_i$$

Hệ số ổn định :

$$K = \frac{\sum_{i=1}^n M_g}{\sum_{i=1}^n M_t} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i \cdot \cos \alpha_i \cdot \operatorname{tg} \varphi_i + C_i \cdot l_i}{\sum_{i=1}^n P_i \cdot \sin \alpha_i + w_i \cdot \frac{Z_i}{R}} \quad (8-7)$$

trong đó:  $P_i$  - trọng lượng mảnh thứ  $i$ .

$\varphi_i, C_i$  - góc ma sát, lực dính của mảnh thứ  $i$ .

$W_i$  - tác dụng lực động đất có cánh tay đòn so với tâm  $O$  là  $Z_i$ .

$R$  - bán kính cung trượt.

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

Nếu đất đồng nhất:

$$K = \frac{\operatorname{tg} \varphi \cdot \sum_{i=1}^n P_i \cdot \cos \alpha_i + C \cdot L}{\sum_{i=1}^n P_i \cdot \sin \alpha_i + W_i \cdot \frac{Z_i}{R}} \quad (8-8)$$

$L$ : chiều dài cung trượt.

- Khi tình thường chia bề rộng mỗi mảnh  $i$  là 1 đến 2 m (chia càng nhỏ càng chính xác)

Trên đây chỉ mới xác định được hệ số ổn định  $K$  ứng với một mảnh trượt nào đó. Nhưng chưa chắc mặt trượt này đã là mặt trượt nguy hiểm nhất. Để tìm trị số  $K_{\min}$  đối với mái ta luy đã biết thì giả thiết nhiều mặt trượt khác nhau, tương ứng với mỗi mặt trượt sẽ tìm được một hệ số  $K$ , từ đó tìm được  $K_{\min}$ .

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

Bảng 8-5

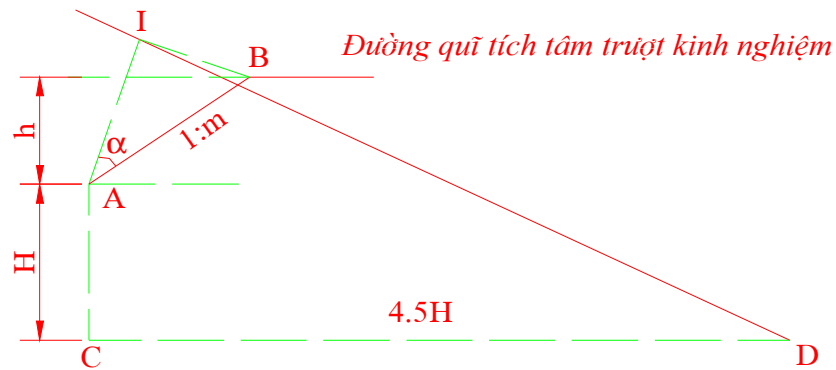
1:m	$\alpha^0$	$\beta^0$	1:m	$\alpha^0$	$\beta^0$
1:0,58	29	40	1:2	25	35
1:1,0	28	37	1:3	25	33
1:1,5	26	35	1:5	23	31

Bảng 8-6

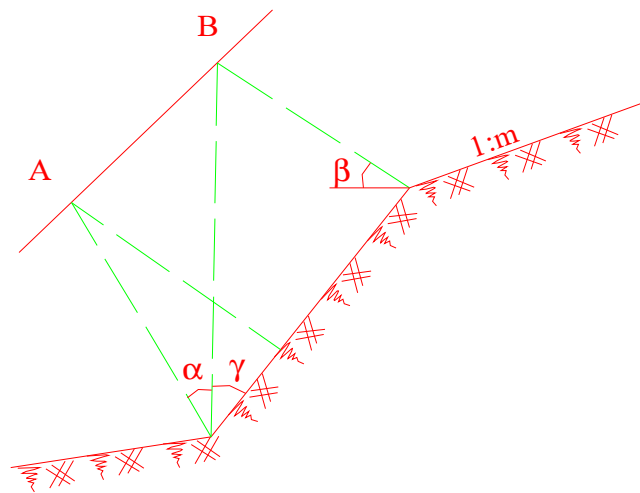
Độ dốc mặt đất 1:n	Taluy nền đào 1:m	$\beta^0$	$\alpha^0$	$\gamma^0$
	1:1	30	60	30
1:10	1:1	38	69	30
1:4	1:1	53	60	30
1:3	1:1	75	55	30
1:2	1:1	67	64	40

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



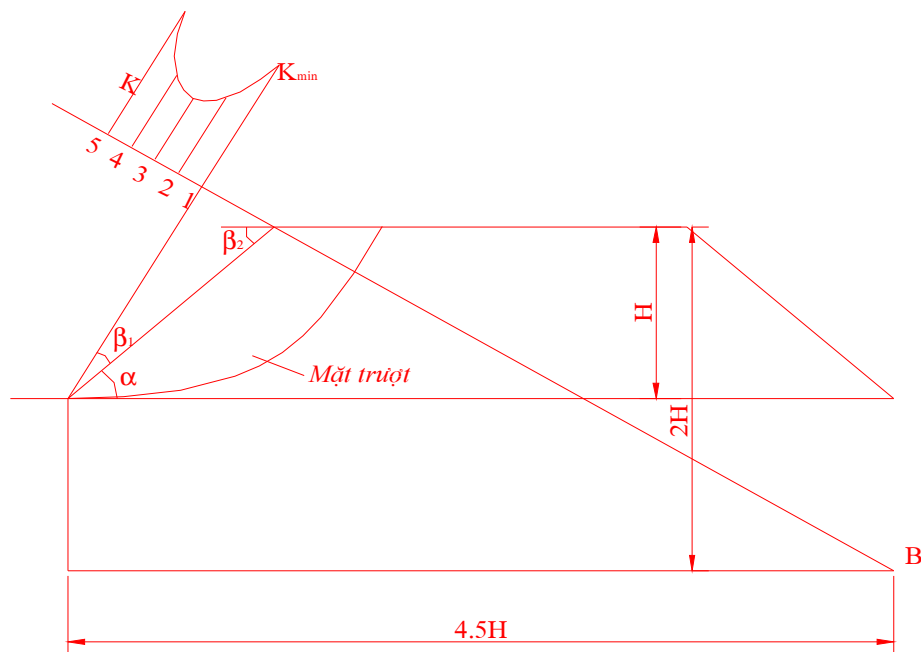


Hình 8- 12. Sơ đồ xác định quỹ tích tâm trượt nguy hiểm kinh nghiệm của nền đắp ( kèm theo bảng 8-5)



Hình 8- 13. Sơ đồ xác định quỹ tích tâm trượt nguy hiểm kinh nghiệm của nền đào ( kèm theo bảng 8-6)

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



Hình 8- 14. Vẽ đồ thị hệ số ổn định K để tìm  $K_{\min}$

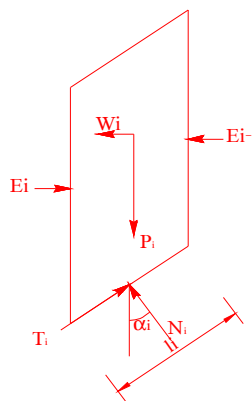
Các giá trị  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $1/m$ ,  $1/n$  xem các bảng 8-5 và bảng 8-6

#### 8.4.3. Phương pháp Bishop :

Việc tính toán hệ số ổn định giống như phương pháp phân mảnh cổ điển, chỉ khác ở mỗi mảnh trượt Bishop có xét thêm các lực đẩy ngang  $E_{i+1}$   $E_{i-1}$  tác dụng từ hai phía của mảnh trượt (không quan tâm đến vị trí điểm đặt của các lực ngang đó) (hình 8-15)

Đối với toàn bộ khối trượt ta có :

$$\sum \Delta E_i = \sum (E_{i+1} - E_{i-1}) = 0 \quad (8-9)$$



Hình 8- 15. Sơ đồ tính ổn định mái taluy theo **Bishop**

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

$$K = \frac{\sum_1^n (N_i \cdot \operatorname{tg} j_i + C_i \cdot l_i)}{\sum_1^n (T_i + w_i \cdot \frac{Z_i}{R})} \quad (8-10)$$

trong đó :

$$N_i = \frac{p_i - \frac{C_i \cdot l_i \cdot \sin a_i}{K}}{\cos a_i + \frac{\operatorname{tg} j_i}{K} \cdot \sin j_i} \quad (8-11)$$

$$T_i = (C_i \cdot l_i + N_i \cdot \operatorname{tg} j_i) \frac{1}{K} \quad (8-12)$$

$$\Rightarrow K = \frac{\sum_1^n (P_i \cdot \frac{\operatorname{tg} j_i}{\cos a_i} + C_i \cdot l_i) \cdot m_i}{\sum_1^n (P_i \cdot \sin a_i + w_i \cdot \frac{Z_i}{R})} \quad (8-13)$$

$$\text{với} \quad m_i = \left( 1 + \frac{1}{K} \cdot \text{tg} j_i \cdot \text{tg} a_i \right)^{-1} \quad (8-14)$$

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

## §8.5 ỔN ĐỊNH NỀN ĐƯỜNG TRÊN ĐẤT YẾU

### 8.5.1. Đất yếu :

Về chỉ tiêu cơ lý, đất yếu là các loại đất có hệ số rỗng  $\varepsilon_0$  lớn, độ ẩm tự nhiên lớn (thường bão hoà nước), sức chống cắt  $\tau$  ( c,  $\varphi$ ) nhỏ, sức chịu tải nhỏ, tải trọng giới hạn chịu được nhỏ, đất dễ bị phá hoại làm cho nền đắp ở trên mất ổn định (do lún, lún không đều, do trượt trôi )

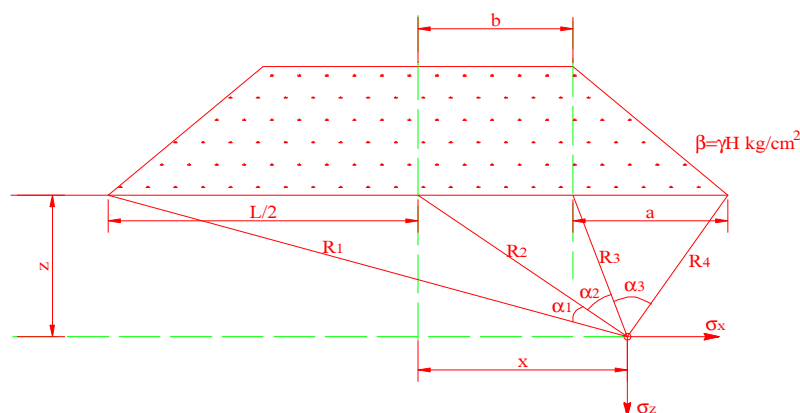
Các loại đất yếu như: đất sét trầm tích  $\varepsilon_0 > 1,5$  (nếu là sét) ,  $\varepsilon_0 > 1$  (nếu là á sét) Độ ẩm thiên nhiên xấp xỉ  $W_{nh}$ :  $C < 0,1 \div 0,2 \text{ Kg/cm}^2$ ,  $\varphi = 0 \div 10^\circ$  .Với than bùn còn yếu hơn  $\varepsilon_0 = 3 \div 15$ ,  $C = 0,01 \div 0,04 \text{ Kg/cm}^2$ ,  $\text{tg} \varphi = 0,03 \div 0,07$

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

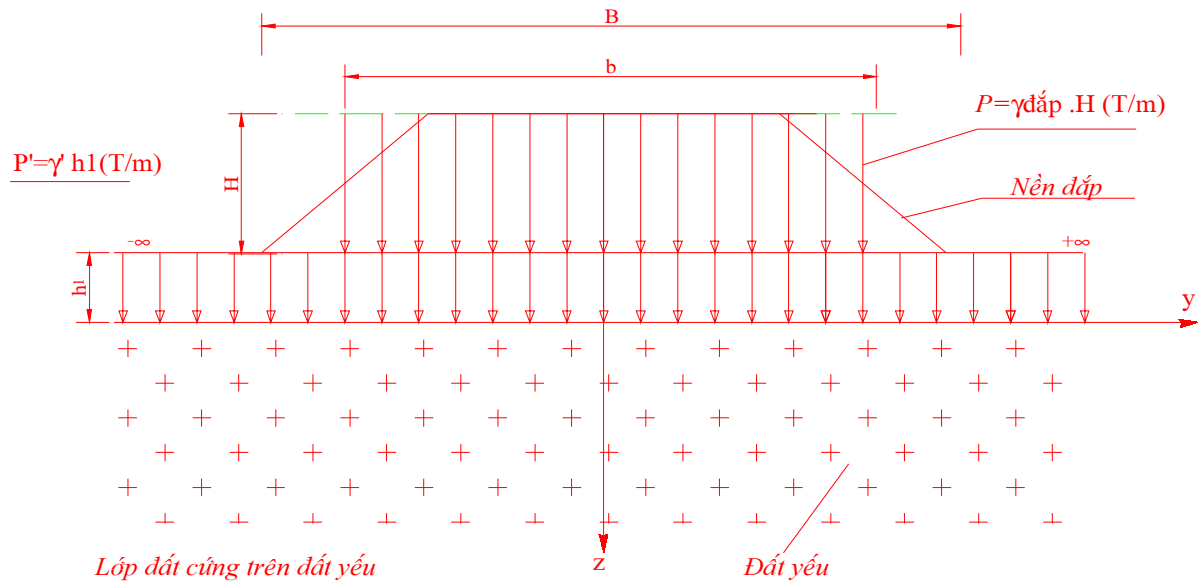
#### 8.5.2.1 Phương pháp dựa vào giả thiết đất là môi trường biến dạng tuyến tính:

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

Nếu giả thiết đất là môi trường biến dạng tuyến tính thì các ứng suất  $\sigma_z, \sigma_x, \tau_{zx}$  gây ra tại một điểm M bất kỳ trong đất yếu dưới tác dụng tải trọng của nền đắp ( có dạng hình thang ) như hình vẽ 8-16 hoặc quy đổi ra hình chữ nhật và cộng tác dụng với tải trọng phân bố đều vô hạn của lớp đất cứng trên đất yếu như hình 8-17.



Hình 8-16. Sơ đồ tính toán ứng suất trong đất yếu dưới tác dụng của tải trọng nền đắp



Hình 8-17. Sơ đồ đổi tải trọng nền đắp ra tải trọng hình chữ nhật để kiểm tra ổn định

Tại điểm M, khi biết  $s_z, s_x, t_{zx}$  ta sẽ tính được :

$$s_{1-2} = \frac{s_z - s_x}{2} \pm \frac{1}{2} \sqrt{(s_z - s_x)^2 + 4t_{zx}^2} \quad (8-15)$$

$$s_a = s_1 \cos^2 a + s_2 \sin^2 a \quad (8-16)$$

$$t_a = (s_1 - s_2) \sin a \cdot \cos a \quad (8-17)$$

trong đó :

$s_1, s_2$ : ứng suất chính tại điểm M

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

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

$$\tau_\alpha \leq f \cdot s_a + C \quad (8-18)$$

$$f = \tan \varphi$$

Hệ số ổn định tại điểm M:

$$K = \frac{f \cdot s_a + C}{t_a} = \Phi(s_1, s_2, a) \quad (8-19)$$

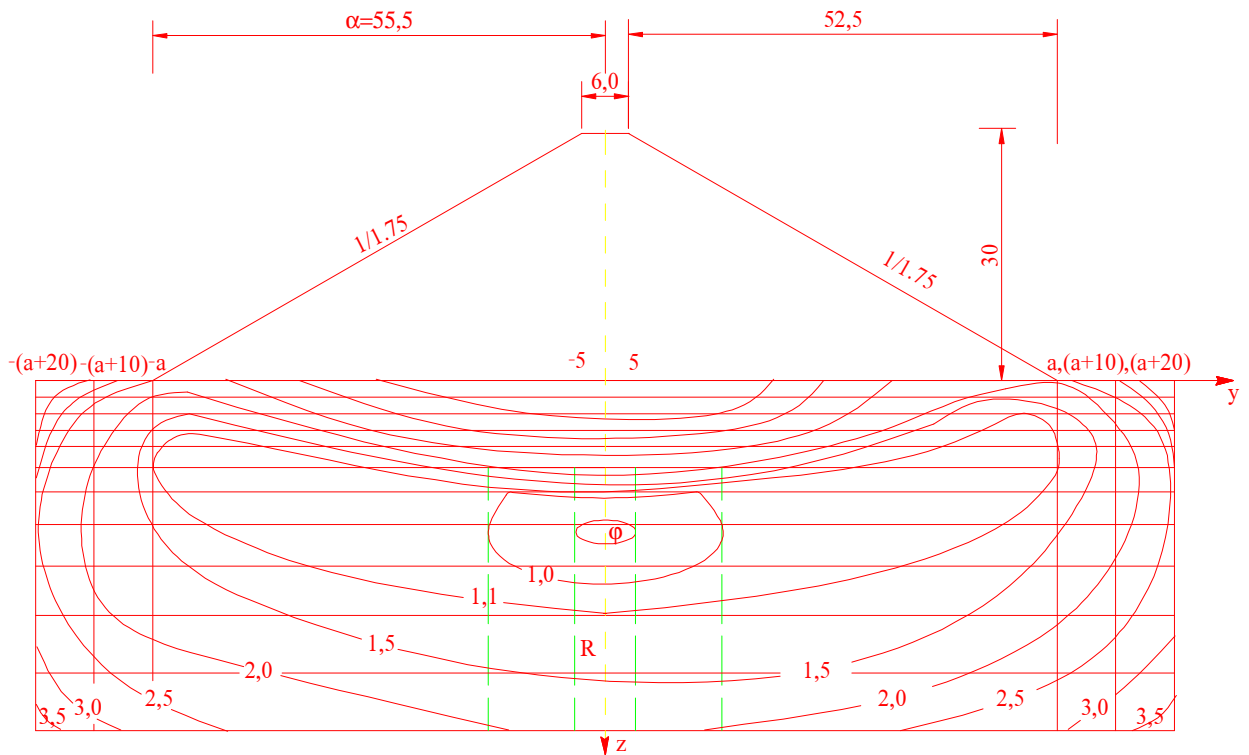
Để tìm được hệ số ổn định nhỏ nhất ( $K_{\min}$ ) :

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

$$\Rightarrow K_{\min} = 2\sqrt{A(A-f)} \quad \text{trong đó } A = \frac{f \cdot s_1 + C}{s_1 - s_2} \quad (8-20)$$

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

Sau khi xác định  $K_{\min}$  ở mọi điểm trong đất yếu, ta có thể vẽ được đường đẳng  $K_{\min}$  như hình vẽ 8-18



Hình 8-18. Các " Đường đẳng  $K_{\min}$  " và phạm vi phát sinh biến dạng dẻo R

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

Nếu vùng biến dạng dẻo

$$R \leq \frac{1}{2} B \quad (B: \text{là bề rộng đáy nền đắp}) \quad (8-21)$$

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

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

$$\tau_{\max} = \frac{z \cdot p}{\pi \cdot a} \ln \frac{z^2 + (a+b)^2}{z^2 + b^2} \quad (8-22)$$

Nếu đất yếu  $\varphi$  rất nhỏ:  $K_{\min} = \frac{C}{\tau_{\max}}$  (8-23)

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

$$\Rightarrow P_{gh} = \gamma_d \cdot H_{gh} \approx 3C \quad (8-24)$$

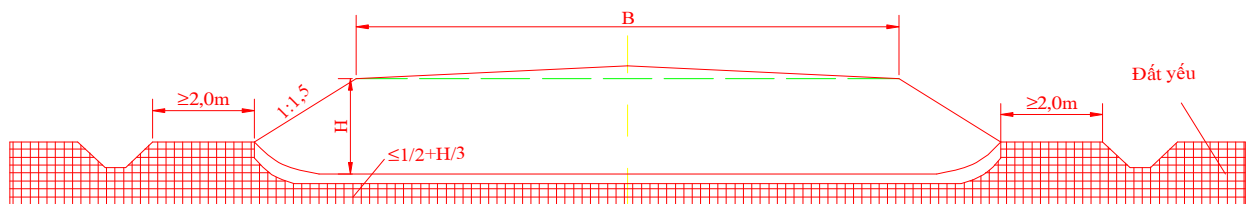
trong đó :  $P_{gh}$  - tải trọng nền đắp giới hạn ( $t/m^2$ )

$\gamma_d$  - dung trọng của nền đắp ( $t/m^3$ ).

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

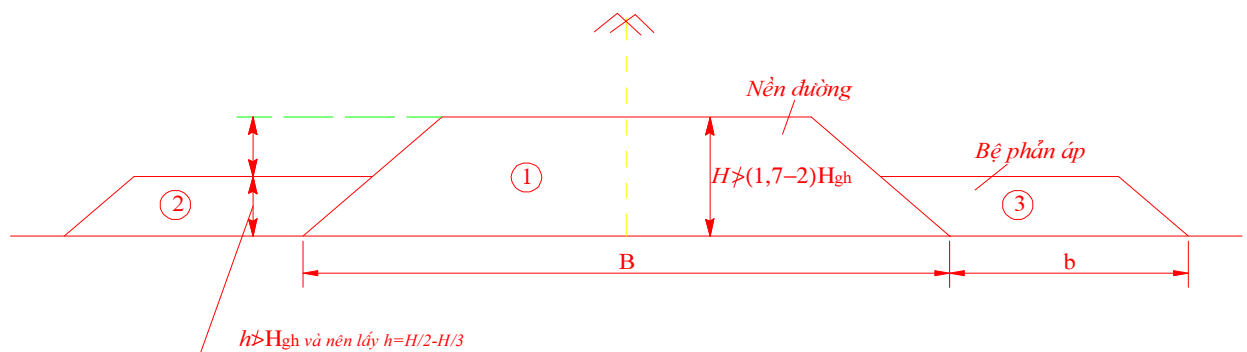
\* Khi tính toán nếu vùng biến dạng dẻo quá lớn  $R \geq \frac{1}{2} B$  thì phải có các biện pháp như :

- Giảm tải trọng nền đắp ( dùng vật liệu nhẹ để đắp), giảm chiều dày lớp đất yếu ( đào bỏ một phần hình 8-19)



Hình 8-19. Đào một phần đất yếu để tăng độ ổn định của nền đắp

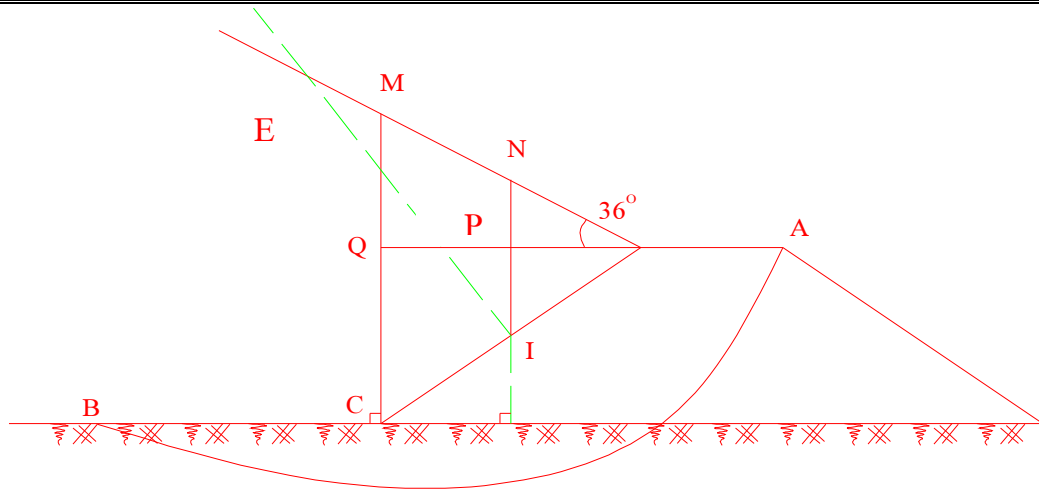
- Phân bố rộng tải trọng nền đắp ( giảm độ dốc mái ta luy, dùng bộ phản áp xem hình 8-20) Sau đó kiểm toán lại



Hình 8-20. Dùng bộ phản áp để tăng độ ổn định của nền đắp

#### 8.5.2.2 Phương pháp mặt trượt tròn:

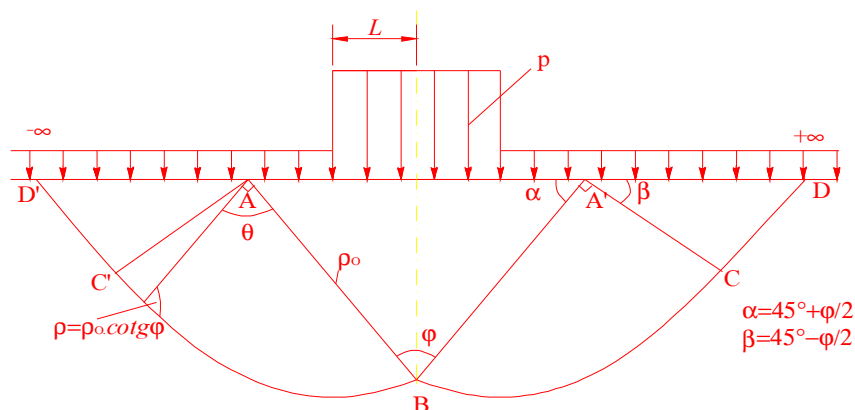
Tính toán ổn định nền đắp trên đất yếu theo phương pháp mặt trượt tròn, mặt trượt nguy hiểm khoét vào trong đất yếu và quỹ tích tâm trượt nguy hiểm phải mò tìm dần trong phạm vi MNPQ, hoặc trên đường phân giác góc EIN



Hình 8-21. Phương pháp tìm tâm trượt nguy hiểm

### 8.5.2.3 Phương pháp dùng công thức tải trọng giới hạn Prăngđơ -Taylor

Khi tải trọng hình băng chữ nhật phân bố đều  $p$  đạt tới tải trọng giới hạn  $P_{gh}$  thì đất yếu sẽ bị phá hoại và trượt theo mặt trượt ABCD hoặc A'B'C'D' như hình vẽ 8-22



Hình 8-22. Sơ đồ tính tải trọng giới hạn Prăngđơ

- Xét sự cân bằng của khối đất trượt nếu cả hai bên còn có tải trọng phân bố đều bán vô hạn q
- Tải trọng giới hạn:

$$P_{gh} = (q + C \cdot \cot g j) \frac{1 + \sin j}{1 - \sin j} e^{p \cdot j g j} - C \cdot \cot g j \quad (8-25)$$

- Để kể đến trong lương bản thân khối đất trượt:

$$P_{gh} = \left[ C \cot gj + Lg \cot g \left( \frac{p}{4} - \frac{j}{2} \right) \right] \left[ \frac{1 + \sin j}{1 - \sin aj} e^{p \cdot tgj} - 1 \right] + q \left[ \frac{1 + \sin j}{1 - \sin aj} e^{p \cdot tgj} \right] \quad (8-26)$$

Nếu  $\varphi = 0$  thì  $P_{gh} = 5,14.C$

- Còi nền đất không bị lún vào đất yếu.

$q=0 \Rightarrow$  tính được  $P_{th}$

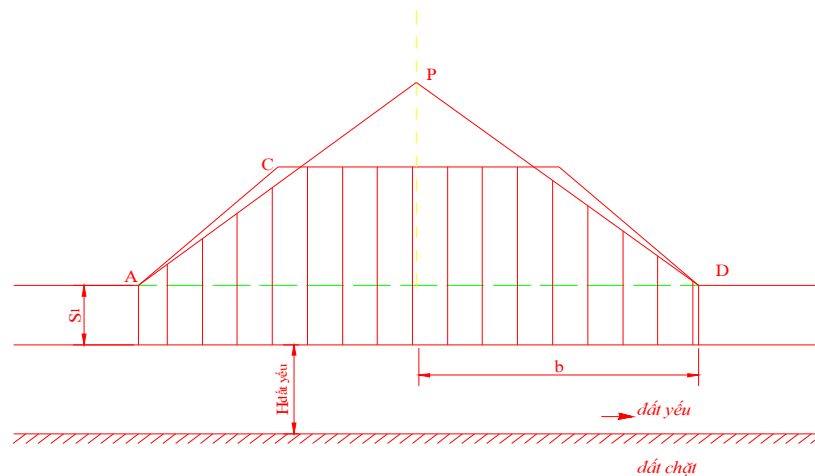
Nếu  $P_{gh}^1 > P$  ( $P = \gamma_{dấp} \cdot H_{dấp}$ ) thì nền đắp là ổn định, ngược lại nền sẽ lún vào trong đất yếu.

- Giả thiết nền lún vào đất yếu một độ sâu  $S_1$  ( $q=S_1 \cdot \gamma_1$ ) tính được  $P_{gh}$ , thử dần  $S_1$  cho đến khi  $P_{gh} = P' = (H_{dấp} + S_1) \cdot \gamma_{dấp}$  thì nền sẽ đạt trạng thái cân bằng mới.

\* Phạm vi sử dụng của phương pháp khi :

$$H_{đất yếu} \geq 1.5B \quad (B: \text{là bề rộng đáy nền đắp})$$

#### 8.5.2.4 Phương pháp dùng công thức tính tải trọng giới hạn L.K. Iugenxon



Hình 8-23. Sơ đồ tính tải trọng giới hạn L.K. Iugenxon

Phương pháp này thường dùng cho lớp đất yếu tương đối mỏng  $H_{đất yếu} \leq \frac{1}{2} B$

Khi bị phá hoại toàn bộ bề dày đất yếu trong phạm vi dưới nền đắp sẽ bị ép đẩy trôi ra hai bên.

L.K.Iugenxon đã tính được tải trọng giới hạn dưới tác dụng của tải trọng phân bố dạng tam giác với các giả thiết:

- \* Cường độ của đất chỉ phụ thuộc C, coi như  $\varphi = 0$  (Đúng với đất sét no nước)
- \* Khi bị ép lớp đất cứng dưới không bị ảnh hưởng gì và đáy nền đắp luôn song song với lớp đất cứng phía dưới. Đất nền đường bị đẩy trôi ra hai bên nhưng không thay đổi thể tích.

$$+ \text{Tải trọng giới hạn: } P_{gh} = \frac{2 \cdot c \cdot b}{H_{đất yếu}} \quad (8-27)$$



+ Khi nền đắp phía dưới thông thường  $P_{gh}$  giảm đi 1/2

$$P_{gh} = \frac{c.b}{H_{đất yếu}} \quad (8-28)$$

c: lực dính của đất yếu, b,  $H_{đất yếu}$  như hình vẽ 8-23

## §8.6 XÁC ĐỊNH ĐỘ LÚN NỀN ĐẮP, TỐC ĐỘ LÚN NỀN ĐẮP

### 8.6.1 Độ lún của nền đắp:

#### 8.6.1.1 Tính độ lún tổng cộng S:

$$\text{Độ lún tổng cộng } S \text{ gồm hai phần: } S = S_i + S_c \quad (8-29)$$

trong đó:

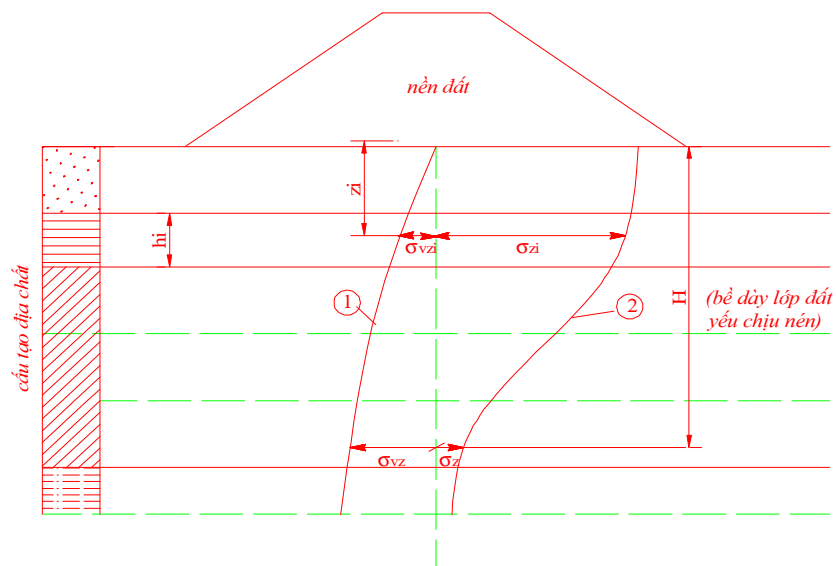
$S_i$  - độ lún tức thời do đất yếu dưới tác dụng của tải trọng nền đắp bị nở hông, gây ra biến dạng ngang không thoát nước

$S_c$  - độ lún do nước lỗ rỗng thoát ra và đất yếu bị nén chặt dưới tác dụng của tải trọng đắp ( độ lún cố kết)

$$\text{Thông thường} \quad S_i = 0,2.S$$

$$S_c = 0,8.S$$

Theo phương pháp phân tầng lấy tổng (có xét đến hai giai đoạn lún khác nhau)



Hình 8-24. Sơ đồ tính lún theo phương pháp phân tầng lấy tổng

1. Đường phân bố ứng suất do trọng lượng bản thân các lớp đất yếu
2. Đường phân bố ứng suất do tải trọng nền đắp

$$S = \sum_{i=1}^n \frac{h_i}{(1+e_0^i)} \left[ C_r^i \cdot \log \left( \frac{\sigma_{pz}^i}{\sigma_{vz}^i} \right) + C_c^i \cdot \log \left( \frac{\sigma_{vz}^i + \sigma_z^i}{\sigma_{pz}^i} \right) \right] \quad (8-30)$$

trong đó:

$h_i$  - bề dày của lớp đất  $i$

$e_0^i$  - hệ số rỗng của lớp đất  $i$  ở trạng thái ban đầu.

$C_r^i$  và  $C_c^i$  - chỉ số nén lún hay độ dốc của đường cong nén lún (biểu diễn dưới dạng  $e = \log p$ ) tương ứng với giai đoạn quá cố kết và giai đoạn cố kết bình thường của lớp đất thứ  $i$ .

$\sigma_{vz}^i$  - áp lực do trọng lượng bản thân các lớp đất tự nhiên nằm trên lớp  $i$ .

$\sigma_{zp}^i$  - áp lực biên cố kết

$\sigma_z^i$  - áp lực do tải trọng đắp (bao gồm phần đắp trên mặt và phần đắp lún vào trong đất yếu  $S$ ) gây ra ở lớp  $i$ .

\* Khi  $\sigma_{vz}^i > \sigma_{zp}^i$  đất ở trạng thái chưa cố kết xong dưới tác dụng của tải trọng bản thân do đó không tồn tại  $C_r^i$

\* Từ hình sẽ xác định được điểm tương ứng với áp lực tiền cố kết  $P$ :  $\sigma_p^i$

$$\Rightarrow C_r^i = \frac{e_1^i - e_p^i}{\log \sigma_p^i - \log p_1^i} \quad (8-31)$$

$e_p^i$  - hệ số rỗng tương ứng với áp lực tiền cố kết  $\sigma_p^i$

$e_1^i$  - hệ số rỗng tương ứng với áp lực tiền cố kết  $\sigma_1^i$  ( $\sigma_1^i = 0,1 \text{ kg/cm}^2$ )

$$C_c^i = \frac{e_p^i - e_z^i}{\log p_2^i - \log \sigma_p^i} \quad (8-32)$$

$e_z^i$ : là hệ số rỗng của lớp đất  $i$  tương ứng với cấp áp lực  $P_z^i$

Nếu lớp đất yếu dày, tính lún đến tầng đất có  $\sigma_z^i = \frac{1}{5} \sigma_{vz}^i$

Nếu lớp đất yếu mỏng,  $H_{\text{đất yếu}} \leq \frac{1}{2} B$  coi như một lớp để tính

#### 8.6.1.2 Tính độ lún theo thời gian của nền đắp trên đất yếu:

- Tính độ lún theo thời gian dựa theo lý thuyết cố kết một chiều :

$$S_t = S_c \cdot U \quad (8-33)$$

$$u = f(T)$$

$S_t$  - độ lún sau thời gian  $t$

$S_c$  - độ lún do nén chặt cố kết

$$u = f(T) \text{ với } T \text{ là nhân tố thời gian: } T = \frac{C_v \cdot t}{h_{tt}^2} \quad (8-34)$$

$C_v$  - hệ số cố kết trung bình theo phương thẳng đứng trong phạm vi lớp đất chịu nén

$$C_v = \frac{h_{tt}^2}{\left(\sum \frac{h_i}{\sqrt{C_{vi}}}\right)^2} \quad (\text{cm}^2/\text{s}) \quad (8-35)$$

$$\sum h_i = h_{tt}$$

$h_i$  - bề dày các lớp đất yếu có hệ số cố kết  $C_{vi}$  khác nhau

$C_{vi}$  - xác định thông qua thí nghiệm nén lún không nở hông đối với mẫu đất nguyên dạng đại diện cho lớp đất yếu  $i$

$h_{tt}$  - bề dày tính toán của lớp đất yếu chịu nén

\* Nếu chỉ thoát nước theo một chiều thì  $h_{tt} = H$

\* Nếu thoát nước theo hai hướng  $h_{tt} = H/2$  ( $H$  - bề dày lớp đất chịu nén xem hình 8-24)

$u = f(T)$  tùy thuộc vào sơ đồ phân bố ứng suất cho ở bảng 8-13 SGK

#### 8.6.2 Các biện pháp tăng nhanh độ lún cố kết:

- Trường hợp sử dụng bấc thấm hoặc dùng giếng cát tức là tạo điều kiện để nước lỗ rỗng thoát theo cả hai hướng ngang do đó độ cố kết:

$$u = 1 - (1 - U_v)(1 - U_h) \quad (8-36)$$

$U_v$  - độ cố kết theo chiều đứng.

$U_h$  - độ cố kết theo phương ngang

$$U_h = 1 - \exp \left[ \frac{-8Th}{-F(n) + F_s + F_r} \right] \quad (8-37)$$

$T_h$  - là nhân tố thời gian theo phương ngang

$$T_h = \frac{C_h}{l^2} \cdot t \quad (8-38)$$

l - khoảng cách tính toán giữa các giếng cát hoặc bắc thăm

+ Nếu bố trí giếng hoặc bắc theo kiểu ô vuông

$$l = 1,13D$$

+ Nếu bố trí theo kiểu tam giác

$$l = 1,05D$$

D - khoảng cách giữa các tim giếng hoặc bắc

$C_h$  - hệ số cố kết theo phương ngang ( $\text{cm}^2/\text{s}$ ) có thể xác định thông qua thí nghiệm nén lún không nở hông đối với mẫu đất nguyên dạng đại diện cho lớp đất yếu i lấy theo phương ngang. Có thể lấy  $C_h = (2 \div 5) C_v^{tb}$

$F(n)$  - nhân tố xét đến ảnh hưởng của khoảng cách bố trí giếng cát hoặc bắc thăm, xác định tùy thuộc  $n = \frac{1}{d}$  (d: đường kính giếng cát hoặc đường kính tương đương của một bắc thăm)

$$F(n) = \frac{n^2}{n^2 - 1} \ln(n) - \frac{3n^2 - 1}{4n^2} \quad (8-39)$$

$F_s$  - nhân tố xét đến ảnh hưởng của vùng đất bị xáo động xung quanh bắc thăm

$F_r$  - nhân tố xét đến ảnh hưởng về sức cản của bắc thăm

#### 8.6.2.1 Trường hợp sử dụng bắc thăm:

+ Đường kính tương đương của bắc thăm:

$$d = \frac{a + b}{2} \quad (8-40)$$

a, b: Là chiều rộng và chiều dày của bắc thăm.

vì  $d = 5 \div 6 \text{ cm} \Rightarrow n = \frac{1}{d} \gg \Rightarrow n^2 \gg 1$  do vậy có thể tính:

$$F(n) = \ln(n) - \frac{3}{4} \quad (8-41)$$

+ Nhân tố kể đến xáo động:

$$F_s = \left( \frac{K_h}{K_s} - 1 \right) \ln \left( \frac{d_s}{d} \right) \quad (8-42)$$

trong đó:

$K_h, K_s$  - hệ số thấm theo phương ngang của đất khi chưa đóng bắc thấm và sau khi đóng bắc thấm:  $K_s < K_h$  thường cho phép lấy  $K_h = K_v$

$K_v$  - hệ số thấm của đất yếu theo phương thẳng đứng.

$$\frac{K_h}{K_s} = \frac{K_h}{K_s} = \frac{C_h}{C_v} = 2 \div 5 \quad (8-43)$$

$C_h, C_v$  - hệ số cố kết của đất yếu theo phương nằm ngang và phương thẳng đứng

$\frac{d_s}{d}$  - tỉ số giữa đường kính tương đương của vùng đất bị xáo trộn xung quanh bắc

thấm và đường kính tương đương của chính bắc thấm.

$$\frac{d_s}{d} = 2 \div 3$$

+ Nhân tố kể đến sức cản của bắc thấm.

$$F_r = \frac{2}{3} p \cdot L^2 \cdot \frac{K_h}{q_w} \quad (8-44)$$

L- Chiều dài tính toán của bắc thấm (m).

Nếu thoát nước một chiều lấy L bằng chiều sâu đóng bắc thấm.

Nếu thoát nước hai chiều lấy L bằng 1/2 chiều sâu đóng bắc thấm

$K_h$  - hệ số thấm ngang  $K_h = (2 \div 5) K_v$

$q_w$  - khả năng thoát nước của bắc thấm tương ứng với gradient thủy lực bằng 1m/s

$\frac{K_h}{q_w} = 0.00001 \div 0.001 \text{ m}^{-2}$  đối với đất yếu loại sét hoặc á sét

$\frac{K_h}{q_w} = 0.001 \div 0.01 \text{ m}^{-2}$  đối với than bùn

$\frac{K_h}{q_w} = 0.01 \div 0.1 \text{ m}^{-2}$  đối với bùn cát

#### 8.6.2.2 Trường hợp sử dụng giếng cát:

Có thể sử dụng trực tiếp toán đồ (hình 8-36 SGK) với  $F_s = F_r = 0$

Quan hệ giữa sự tăng mức độ cố kết với mức độ tăng cường độ chống cắt của đất yếu

$$S_u = U \left[ 0,22\sigma_z^i + \mu S_s \left( \frac{\sigma_{pz}^i}{\sigma_{vz}^i} \right)^{0,2} \right] \quad (8-45)$$

trong đó:

U - độ cố kết dự báo có thể đạt được kể từ lúc bắt đầu đắp nền đợt đầu tiên cho đến khi bắt đầu đắp nền đợt tiếp theo.

$S_s$  - sức chống cắt không thoát nước theo kết quả thí nghiệm cắt cánh hiện trường

$\mu$  - hệ số hiệu chỉnh tra bảng 8-12 SGK

\* Chú ý:

Khi sử dụng các phương tiện thoát nước cố kết thẳng đứng thì để bảo đảm được hiệu quả của việc thoát nước thì áp lực tải trọng đất đắp gây ra trong lớp đất yếu phải đủ lớn để đẩy nước ra ngoài. Tải trọng đắp phải đảm bảo điều kiện:

$$\sigma_{vz}^i + \sigma_z^i \geq 1,5\sigma_{pz}^i \quad (8-46)$$

Ngoài ra khi sử dụng giếng cát hoặc bắc thấm thì trên đỉnh giếng cát hoặc bắc thấm phải có tầng đệm cát có khả năng thoát nước tốt và dày  $\geq 1/2S$  ( S độ lún tổng cộng) và không nhỏ hơn 80cm.

----- TM ~ -----

## CHƯƠNG 9: CHẾ ĐỘ THUỶ NHIỆT CỦA NỀN ĐƯỜNG & CÁC BIỆN PHÁP ĐẢM BẢO ỔN ĐỊNH CƯỜNG ĐỘ CỦA NỀN ĐƯỜNG

### §9.1 ẢNH HƯỞNG CỦA TRẠNG THÁI ẨM ĐẾN SỰ ỔN ĐỊNH CƯỜNG ĐỘ CỦA NỀN ĐƯỜNG

#### 9.1.1 Đặc trưng về cường độ và biến dạng của nền đường:

- + Lực dính  $C$  (daN/cm<sup>2</sup>), góc nội ma sát  $\varphi$  (độ) đặc trưng cho cường độ của đất NĐ
- + Môđun đàn hồi  $E$  (daN/cm<sup>2</sup>) đặc trưng cho biến dạng của nền đường

Các thông số :  $C$ ,  $\varphi$ ,  $E$  phụ thuộc vào :

- Loại đất
- Điều kiện chịu tải
- Độ chặt của NĐ
- Độ ẩm của đất NĐ

#### 9.1.2 Ảnh hưởng của độ ẩm đến cường độ, độ biến dạng của nền đường :

\* Theo kết quả nghiên cứu của bộ môn Đường ô tô và Đường thành phố trường ĐHXD thì quan hệ giữa mô đun đàn hồi của đất với độ ẩm tương đối như sau :

$$\text{Đối với đất á sét} \quad E_{tn} = 24 \left( \frac{W}{W_{nh}} \right)^{-5} \quad (9-1)$$

$$\text{Đối với đất á cát} \quad E_{tn} = 74 \left( \frac{W}{W_{nh}} \right)^{-3} \quad (9-2)$$

trong đó:  $E_{tn}$  - mô đun đàn hồi thí nghiệm của đất (daN/cm<sup>2</sup>)

$W$  - độ ẩm của đất (%)

$W_{nh}$  - giới hạn nhão của đất (%)

$\frac{W}{W_{nh}}$  - độ ẩm tương đối của đất.

- Độ ẩm của nền đường càng lớn thì cường độ của nó càng giảm và đất biến dạng nhiều.

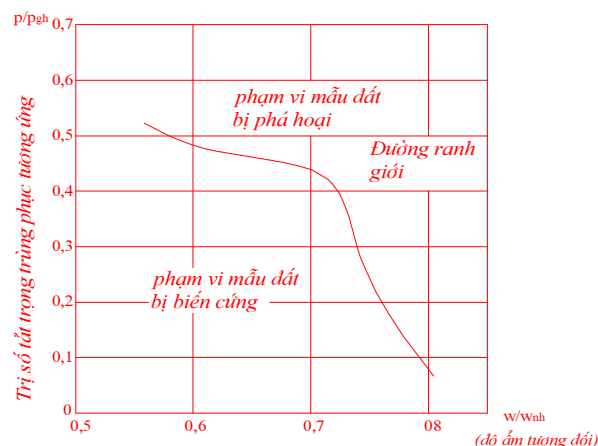
- Nếu nền đường có độ ẩm  $\frac{W}{W_{nh}} = 0,5 \div 0,7$  đất ở trạng thái dẻo cứng.
- Nếu nền đường có độ ẩm  $\frac{W}{W_{nh}} = 0,75 \div 1$  đất chuyển sang trạng thái dẻo mềm và nhão
- Khi thiết kế người ta thường tìm các biện pháp giữ cho trạng thái ẩm  $\frac{W}{W_{nh}} \leq 0,6 \div 0,65$

\* Theo kết quả nghiên cứu của giao sư A.M.Krivitski ( hình 9-1) : từ kết quả này ta thấy :

+ Khi đất tương đối khô ( $W < 0,7W_{nh}$ ) dưới tác dụng của tải trọng trùng phục có trị số tương đối lớn  $p \leq (0,45 \div 0,55) P_{gh}$  nền đất vẫn trở nên biến cứng.

$P$  - trị số tải trọng trùng phục tác dụng lên đất (daN/cm<sup>2</sup>)

$P_{gh}$  - trị số tải trọng giới hạn mà đất chịu được khi tác dụng tĩnh một lần (daN/cm<sup>2</sup>)



Hình 9-1. Quan hệ giữa trạng thái cuối cùng của đất với tác dụng của tải trọng trùng phục (đất á sét bụi)

+ Khi  $W > 0,75W_{nh}$  thì với tải trọng trùng phục rất nhỏ đất mới có thể biến cứng được.

$P \leq 0,1 P_{gh}$  với đất á sét bụi

$P \leq 0,09 P_{gh}$  với đất á sét

$P \leq (0,15 \div 0,2) P_{gh}$  với đất á cát

Như vậy đất càng ẩm thì khả năng bị phá hoại càng lớn và khả năng biến cứng càng ít.



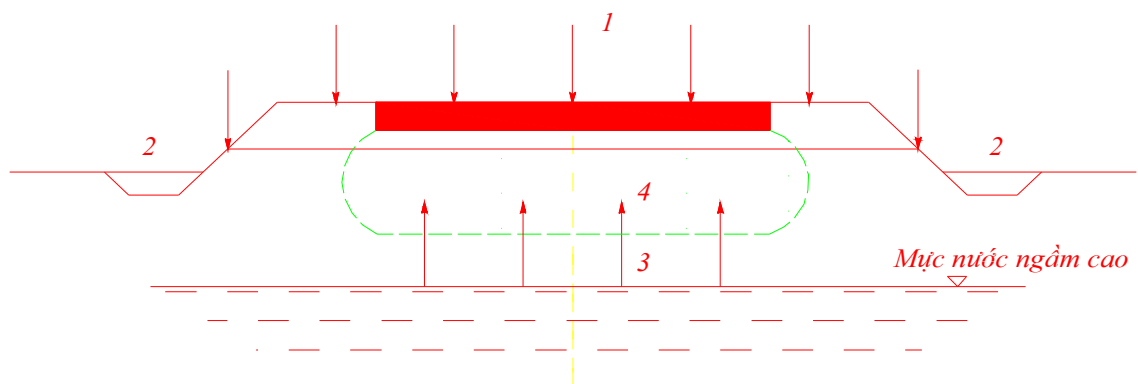
**Biến cứng** là hiện tượng nền đất dưới tác dụng của tải trọng lâu dài trở nên không tích lũy biến dạng dư mà chỉ làm việc ở giai đoạn đàn hồi. Như vậy nếu không chế được độ ẩm của nền đường trong phạm vi nhất định thì tức là tạo điều kiện để biến tác dụng bất lợi của tải trọng xe chạy trùng phục nhiều lần thành tác dụng có lợi cho cường độ chung của nền đường.

## §9.2 CHẾ ĐỘ THUỶ NHIỆT CỦA NỀN ĐƯỜNG

**9.2.1 Định nghĩa:** *Chế độ thuỷ nhiệt của nền đường là quy luật thay đổi và phân bố độ ẩm tại các điểm khác nhau trong khối đất nền đường theo thời gian*

Quy luật thay đổi và phân bố độ ẩm trong nền đường chịu ảnh hưởng rất lớn của sự thay đổi nhiệt độ và phụ thuộc vào các nguồn ẩm, các điều kiện tự nhiên, kết cấu nền- mặt đường.

### 9.2.2 Các nguồn ẩm:



Hình 9-2. Các nguồn gây ẩm có ảnh hưởng đến trạng thái ẩm của nền đường

1 - Nước mưa      2 - Nước ngập      3 - Nước ngầm      4 - Hơi nước

#### 9.2.2.1 Nước mưa:

Có thể thấm qua kết cấu áo đường, lề đường để thấm xuống nền đường. Nếu kết cấu áo đường kín và lề đường có gia cố, độ dốc hợp lý sẽ hạn chế được bất lợi này.

#### 9.2.2.2 Nước ngập:

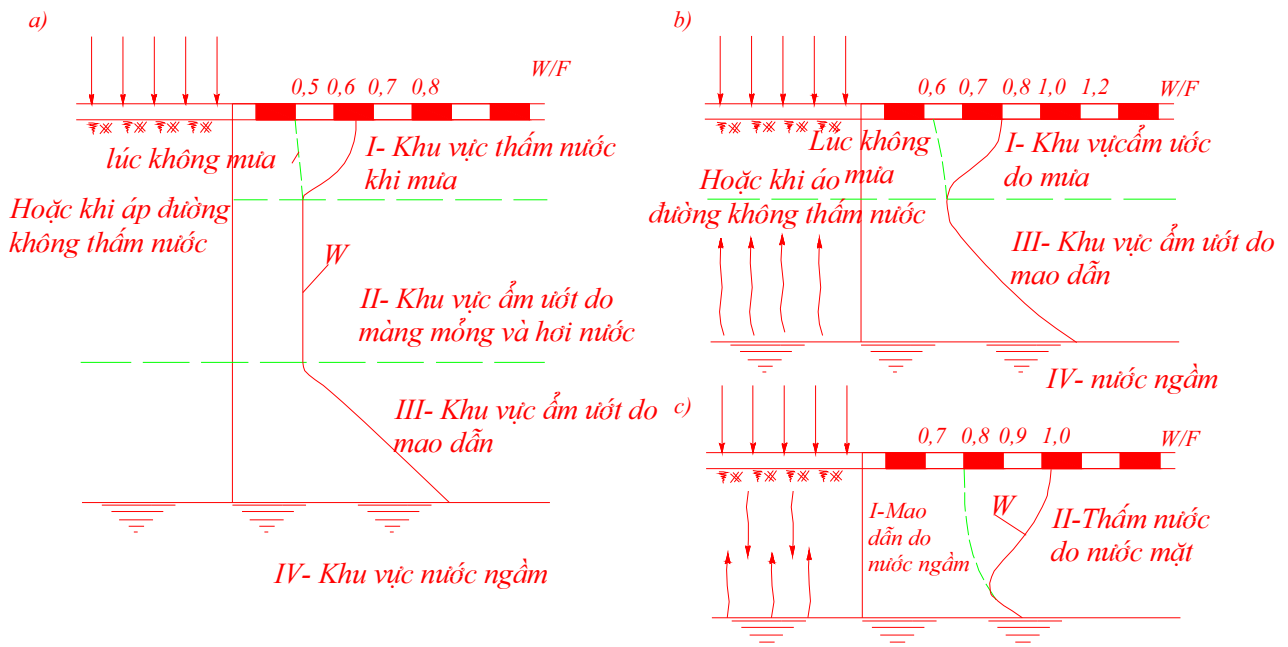
Nước ngập trong rãnh biên, trong thùng đấu, những đoạn đường ven sông, đầu cầu, cống... để hạn chế nước ngập ngấm vào nền đường ta tăng bề rộng nền đường, giảm độ dốc mái taluy.

## 9.2.2.3 Nước ngầm :

Mao dẫn lên nền đường để hạn chế tăng chiều cao nền đường, bố trí lớp cách nước . .

## 9.2.2.4 Hơi nước :

Di chuyển trong các lỗ rỗng của đất theo chiều dòng nhiệt (từ nơi nóng đến nơi lạnh). Ở nước ta về mùa nóng dòng nhiệt di chuyển từ trên xuống, về mùa lạnh dòng nhiệt trong đất đi lên và tập trung dưới đáy áo đường, làm tăng độ ẩm của đất nền đường. Ngoài ra hơi nước cũng thay đổi theo chu kỳ ngày đêm.



Hình 9-3. Các dạng phân bố ẩm

- a) Trường hợp nước ngầm ở rất sâu, thoát nước mặt tốt
- b) Nước ngầm ở cao, thoát nước mặt tốt
- c) Chịu ảnh hưởng của cả nước ngầm và nước mặt

## 9.2.3 Phân khu khí hậu đường sá :

Tiêu chuẩn phân vùng cụ thể của mỗi nước là khác nhau vì phạm vi lãnh thổ và điều kiện tự nhiên của mỗi nước là khác nhau. Tuy nhiên các tiêu chuẩn chung đều bao gồm các yếu tố tiêu biểu cho ảnh hưởng của quy luật thiên nhiên đối với công trình.

- Các nhân tố khí hậu: Chế độ mưa, lượng mưa, chế độ gió, lượng bốc hơi, nhiệt độ, độ ẩm tương đối của không khí, chế độ nước ngầm...
- Quang cảnh địa lý, địa hình, địa chất...

\* Việt Nam nằm trong vùng khí hậu nhiệt đới, nhiệt độ thay đổi trong năm tương đối ít, lượng mưa lớn, độ ẩm không khí 80÷85%. Tuy nhiên lãnh thổ chạy dài trên nhiều vĩ độ khác nhau nên chế độ mưa, ảnh hưởng của gió mùa cũng khác nhau. Ngoài ra ảnh hưởng của cấu tạo địa chất, loại đất...đến công trình đường cũng lớn. Ở miền Bắc Việt Nam việc phân vùng cũng dựa vào hai tiêu chuẩn chính là vĩ độ và địa hình, qua đó chia làm 3 khu vực chính (xem bảng bảng 9-2a sách TKĐ tập 2).

### §9.3 TÍNH TOÁN PHÂN BỐ ẤM TRONG THÂN NỀN ĐƯỜNG

Để tính toán phân bố ẩm trong thân nền đường, giáo sư Dương Học Hải đề nghị sử dụng lời giải của phương trình truyền dẫn ẩm 1 chiều như hình 9-4.

Khi xét với nước ngập - dùng chiều ox, khi xét với nước ngầm - dùng chiều oz

#### 9.3.1 Xác định độ ẩm tại các điểm trong thân nền đường :

\* Phương trình truyền dẫn ẩm 1 chiều :

$$\text{Nước ngập ( phương } 0x) \quad \frac{\partial W}{\partial T} = a. \frac{\partial^2 W}{\partial x^2} \quad (9-3)$$

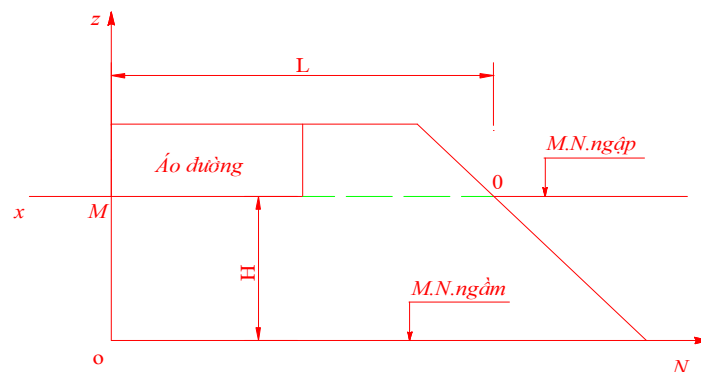
$$\text{Nước ngầm ( phương } 0z) \quad \frac{\partial W}{\partial T} = a. \frac{\partial^2 W}{\partial z^2} \quad (9-4)$$

T - Thời gian tồn tại nguồn ẩm (giờ)

a- Hệ số truyền dẫn ẩm

W - Độ ẩm tại điểm tính toán

Để giải được các phương trình (9-3) và (9-4) ta xác định các *điều kiện ban đầu* và *điều kiện biên* của bài toán :



Hình 9-4. Sơ đồ tính toán phân bố ẩm

+ Điều kiện ban đầu:

$$W(x, T=0) = W_0 \quad (9-5a)$$

$$W(z, T=0) = W_0 \quad (9-5b)$$

$W_0$ : độ ẩm ban đầu của đất nền đường

+ Điều kiện biên:

$$W(x=0, T) = W_{\max} \quad (9-6a)$$

$$W(z=0, T) = W_{\max} \quad (9-6b)$$

$W_{\max}$ : độ ẩm lớn nhất (tại vị trí tiếp xúc với nguồn ẩm)

$$\frac{\partial W}{\partial x}(x=L, T) = 0 \quad (9-7a)$$

Nước ngập hai bên có tính chất đối xứng nên tại tim đường  $x=L$  không có biến thiên độ ẩm

$$\frac{\partial W}{\partial z}(z=H, T) = 0 \quad (9-7b)$$

Không có trao đổi ẩm tại đáy áo đường ( $z=H$ ) vì kết cấu áo đường kín

Giải phương trình (9-3) với các điều kiện (9-5a), (9-6a), (9-7a) ta được:

$$W(x, T) = W_{\max} + \frac{4}{p}(W_0 - W_{\max}).K_{wx} \quad (9-8a)$$

Giải phương trình (9-4) với các điều kiện (9-5b), (9-6b), (9-7b) ta được:

$$W(z, T) = W_{\max} + \frac{4}{p}(W_0 - W_{\max}).K_{wz} \quad (9-8b)$$

$$\text{Với } K_{wx} = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\sin \frac{2n+1}{2L} p \cdot x}{2n+1} \exp \left[ -a \cdot \frac{(2n+1)^2 \cdot p^2}{4 \cdot L^2} \cdot T \right] \quad (9-9a)$$

$$K_{wz} = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\sin \frac{2n+1}{2H} p \cdot z}{2n+1} \exp \left[ -a \cdot \frac{(2n+1)^2 \cdot p^2}{4 \cdot H^2} \cdot T \right] \quad (9-9b)$$

Vậy  $K_{wx} = f\left(\frac{x}{L}, \frac{aT}{L^2}\right)$  hay  $K_{wz} = f\left(\frac{z}{H}, \frac{aT}{H^2}\right)$  có thể tra trực tiếp ở đồ thị hình 9-8.

a: Hệ số truyền dẫn ẩm tính toán phụ thuộc vào loại đất, độ chặt, T,  $W_0$  (xem bảng 9-3, 9-4 trang 62- SGK)

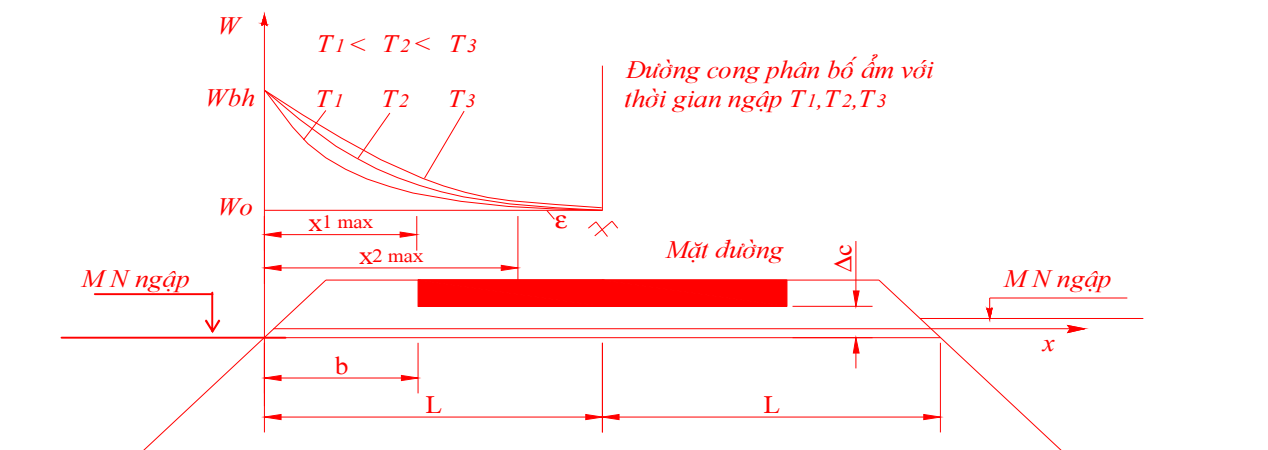
$L, H$  - như hình 9-4

$x, z$  - tọa độ của điểm tính toán

Từ (9-8a) và (9-8b) ta có thể xác định được trạng thái ẩm của các điểm trong thân nền đường .

### 9.3.2 Xác định kích thước hình học của nền đường :

#### 9.3.2.1 Xác định bề rộng của lề đường $B_{lề}$ :



Hình 9-5. Dạng phân bố ẩm và diện tích thấm ướt nền đường

+ Độ ẩm cho phép của đất nền đường  $W = W_0 \pm 2\%W_0$

$$W(x_{\max}, T) = W_0 + 0,02W_0 = 1,02W_0 \quad (9-10)$$

Cần xác định  $x_{\max}$  bằng bao nhiêu để độ ẩm tại đó bằng độ ẩm cho phép

Từ các phương trình (9-8a) và (9-10a) ta xác định được

$$x_{\max} = b = 3,08\sqrt{a \cdot T} \quad (9-11)$$

$a$ - hệ số truyền dẫn ẩm theo phương ngang

$T$ - thời gian tồn tại nước ngập

Từ  $x_{\max}$  ta có thể xác định bề rộng cần thiết của lề đường

#### 9.3.2.2 Xác định chiều cao của nền đường tính từ mực nước ngầm ( $H$ ) :

$$H \geq z_a + z_{\max} \quad (9-12)$$

$z_{\max}$ : Chiều cao mao dẫn của nước ngầm ( tính tương tự như  $x_{\max}$ )

$$z_{\max} = 3,08\sqrt{a \cdot T} \quad (9-13)$$

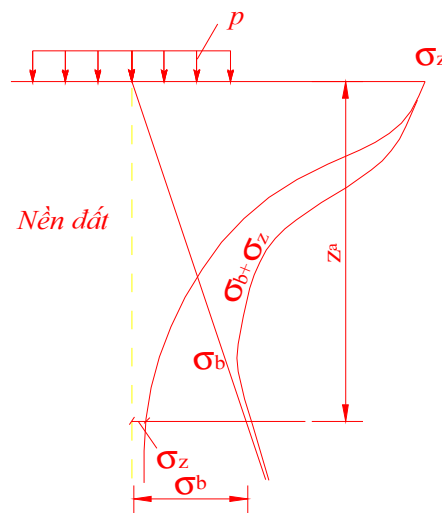
a - hệ số truyền dẫn ẩm theo phương thẳng đứng

T- thời gian tồn tại nước ngầm

$z_a$ : Khu vực tác dụng của nền đường

## §9.4 KHU VỰC TÁC DỤNG CỦA NỀN ĐƯỜNG & CÁC BIỆN PHÁP CẢI THIỆN CHẾ ĐỘ THỦY NHIỆT CỦA NỀN ĐƯỜNG

### 9.4.1 Khu vực tác dụng của nền đường :



- Ứng suất tại mỗi điểm trong đất do trọng lượng bản thân nền đường :

$$\sigma_b = \gamma \cdot z \quad (9-14)$$

$\gamma$  - trọng lượng đơn vị đất đắp ( $t/m^3$ )

$z$  - Chiều sâu tính toán ứng suất

- Ứng suất thẳng đứng do tải trọng bánh xe gây ra:

$$s_z = k \frac{P}{z^2} \quad (k = 0,5) \quad (9-15)$$

Giả thiết khi  $s_z = \frac{1}{n} s_b$  thì ta có thể bỏ qua ảnh hưởng của tải trọng động

Chiều sâu ( $z_a$ ) thỏa mãn  $s_z = \frac{1}{n} s_b$  được gọi là khu vực tác dụng của nền đường :

$$k \frac{P}{z_a^2} = \frac{1}{n} \cdot \gamma \cdot z_a \Rightarrow z_a = \sqrt[3]{\frac{k \cdot n \cdot P}{\gamma}} \quad (9-16)$$

Thường giả thiết  $\frac{1}{n} = \frac{1}{5} \div \frac{1}{10}$

với tải trọng bánh ô tô thông dụng ta có:  $z_a = (0,9 \div 1,3)m$

#### 9.4.2 Các biện pháp cải thiện chế độ thủy nhiệt của NĐ

##### 9.4.2.1 Đầm nén chặt nền đường:

Là một biện pháp để tăng cường cường độ và cải thiện được chế độ thủy nhiệt của nền đất tương đối đơn giản, phổ biến và có hiệu quả cao

##### 9.4.2.2 Đắp cao nền đường : Chiều cao đắp đất tối thiểu tính từ mực nước ngầm

$$H_{\text{đắp}} = Z_{\text{max}} + Z_a \quad (9-17)$$

$Z_{\text{max}}$  - Chiều cao mao dẫn lớn nhất của nước ngầm ( xác định theo 9-13)

$Z_a$  - Chiều sâu khu vực tác dụng ( xác định theo 9-16)

##### 9.4.2.3 Những biện pháp thoát nước và ngăn chặn các nguồn ẩm :

- Thoát nước mặt bằng hệ thống rãnh đỉnh, rãnh biên, cầu, cống ...
- Hạ mực nước ngầm hoặc dùng lớp cách nước.
- Làm lớp cách hơi.
- Đắp lề đường đủ rộng để ngăn chặn nước ngập hai bên thấm vào nền đường .

##### 9.4.2.4 Chọn và thiết kế kết cấu áo đường và lề đường thích hợp

### §9.5 TRẠNG THÁI PHÂN BỐ ẨM TÍNH TOÁN VÀ CƯỜNG ĐỘ TÍNH TOÁN CỦA NỀN ĐƯỜNG

#### 9.5.1 Trạng thái phân bố ẩm tính toán :

Một trong những mục tiêu của việc nghiên cứu chế độ thủy nhiệt nền mặt đường là phải xác định được trạng thái phân bố ẩm tính toán để từ đó xác định cường độ tính toán của đất nền đường. Theo trạng thái phân bố ẩm nền đường được phân làm 3 loại:

- Loại I: Nền đường khô ráo, không ẩm ướt, bảo đảm thoát nước mặt tốt, nước ngầm ở sâu.
- Loại II: Ẩm ướt theo mùa, không bảo đảm thoát nước mặt, nhưng nước ngầm ở sâu.
- Loại III: Rất ẩm ướt, nước ngầm hoặc nước mặt đọng, ngập lâu ngày, thường xuyên gây ẩm nền đường.

Theo quy trình thiết kế áo đường mềm 22TCN 211-93 độ ẩm tương đối tính toán tương ứng với các loại nền đường như sau :

Hệ số đầm nén K	Đất sét		Đất á sét		Đất á cát	
	Đồng bằng	Núi, đồi	Đồng bằng	Núi, đồi	Đồng bằng	Núi, đồi
Nền loại I	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Nền loại II						
1.00	0,6÷0,65	0,6÷0,63	0,6÷0,64	0,6÷0,62	0,6÷0,64	0,6÷0,61
0,95	0,6÷0,70	0,6÷0,70	0,6÷0,70	0,6÷0,70	0,6÷0,7	0,6÷0,70
0,90	0,6÷0,80	0,6÷0,75	0,6÷0,80	0,6÷0,75	0,6÷0,75	0,6÷0,78
Nền loại III						
1.00	0,65÷0,67	0,63÷0,64	0,64÷0,66	0,62÷0,63	0,64÷0,66	0,61÷0,62
0,95	0,72÷0,75	0,70÷0,71	0,74÷0,75	0,70÷0,71	0,76÷0,80	0,69÷0,71
0,90	0,80÷0,85	0,77÷0,80	0,83÷0,90	0,78÷0,80	0,89÷0,90	0,78÷0,81

### 9.5.2 Cường độ tính toán của nền đường :

Theo quy trình thiết kế áo đường mềm 22TCN 211-93 cường độ tính toán của nền đường như sau :



## **CHƯƠNG 10 : THIẾT KẾ QUY HOẠCH HỆ THỐNG THOÁT NƯỚC CHO ĐƯỜNG**

### **§10.1 HỆ THỐNG THOÁT NƯỚC VÀ QUY HOẠCH THOÁT NƯỚC CHO ĐƯỜNG Ô TÔ**

Hệ thống thoát nước bao gồm hàng loạt các công trình và các biện pháp kỹ thuật được xây dựng để đảm bảo nền đường không bị ẩm ướt. Các công trình này có tác dụng tập trung và thoát nước nền đường, không cho nước thấm vào phần trên của nền đất. Hệ thống thoát nước đường ô tô bao gồm hệ thống thoát nước mặt và hệ thống thoát nước ngầm.

#### 10.1.1 Hệ thống thoát nước mặt và thoát nước ngầm:

##### 10.1.1.1 Hệ thống thoát nước mặt : bao gồm các công trình và biện pháp :

- + Độ dốc ngang và độ dốc dọc của đường :
- Về khía cạnh thoát nước thì dốc ngang mặt đường càng lớn thoát nước tốt. Tuy nhiên độ dốc ngang mặt đường lớn sẽ bất lợi cho điều kiện xe chạy, hao mòn xăm lốp.
- Độ dốc ngang mặt đường phụ thuộc vào cấu tạo lớp mặt, phụ thuộc loại mặt đường.
- Độ dốc ngang của lề đường có giá cố bằng độ dốc ngang phần xe chạy, độ dốc ngang phần lề đất là 6%.
- + Rãnh dọc, rãnh đỉnh, rãnh tập trung nước, thùng đấu, bể bốc hơi, con dê trạch ...
- + Dốc nước và bậc nước
- + Công trình thoát nước qua đường : cầu, cống, đường thấm, đường tràn
- + Các công trình hướng dòng nước và uốn nắn dòng chảy trong suối.

##### 10.1.1.2 Hệ thống thoát nước ngầm :

- + Mục đích của hệ thống thoát nước ngầm là chắc, tháo và hạ mực nước ngầm, đảm bảo nền đường không bị ẩm ướt, do đó cải thiện được chế độ thủy nhiệt của nền - mặt đường.

### 10.1.2 Quy hoạch hệ thống thoát nước trên đường ô tô

#### 10.1.2.1 Nguyên tắc chung:

Trước hết phải tiến hành quy hoạch tổng thể hệ thống thoát nước hoàn chỉnh bao gồm các công trình thoát nước như rãnh, cầu, cống...được phối hợp chặt chẽ với nhau. Vị trí, kết cấu, kích thước phải hợp lý đảm bảo hiệu quả sử dụng và giảm giá thành.

Việc bố trí rãnh thoát nước nền đường phải phối hợp với việc bố trí cầu, cống thoát nước qua đường. Ngược lại việc bố trí cầu, cống cũng phải xét tới yêu cầu thoát nước nhanh chóng cho rãnh.

Việc bố trí các công trình thoát nước phải xét tới yêu cầu tưới tiêu của các ruộng thủy lợi phục vụ nông nghiệp.

#### 10.1.2.2 Trình tự thiết kế bố trí hệ thống thoát nước nền đường :

Trên bình đồ vẽ các đường đỉnh taluy nền đường đào, chân taluy nền đắp, vị trí các đóng đất thừa, thùng đấu.

Bố trí các rãnh đỉnh trên sườn núi để ngăn nước chảy về đường khi lưu lượng nước từ sườn núi lớn, rãnh dọc không thoát kịp.

Đối với nền đào, nửa đào nửa đắp, đắp thấp phải bố trí rãnh dọc

Bố trí ruộng dẫn nước từ rãnh biên, rãnh đỉnh ra các chỗ trũng, sông suối hoặc cầu cống gần đây

Bố trí vị trí cầu, cống để tạo với hệ thống rãnh thành một mạng lưới các công trình thoát nước hợp lý.

Nếu có nước ngầm gây tác hại đến nền đường thì phải bố trí các công trình thoát nước ngầm kết hợp với hệ thống thoát nước mặt .

Sau khi đã xác định được vị trí công trình thoát nước -> tính toán lưu lượng nước tập trung về công trình -> chọn khẩu độ, tiết diện .

**§10.2 THIẾT KẾ VÀ TÍNH TOÁN THUỶ LỰC RÃNH****10.2.1 Những yêu cầu khi thiết kế rãnh**

- Tiết diện và độ dốc của rãnh phải đảm bảo thoát được lưu lượng nước tính toán với kích thước hợp lý.
- Tiết diện và độ dốc rãnh phải chọn để tốc độ nước chảy trong rãnh không nhỏ hơn tốc độ bắt đầu làm các hạt phù sa lắng đọng ( 0.5% hoặc 0.3%)
- Khi thiết kế rãnh nên hạn chế chỗ góc ngoặt để tránh hiện tượng lắng đọng bùn cát, góc ngoặt không lớn hơn  $45^0$  và bán kính cong của rãnh không nhỏ hơn 2 lần chiều rộng mặt trên của rãnh, nhưng không nhỏ hơn 10m
- Để đảm bảo nền đường khô ráo, rãnh không bị đầy tràn, lòng rãnh không bị xói phải tìm cách tháo nước từ rãnh ra khe suối hay chỗ trũng
- Chiều cao rãnh phải cao hơn chiều sâu mực nước chảy trong rãnh tối thiểu 0,25m
- Tính lưu lượng nước tập trung về rãnh với tần suất 4%

**10.2.2 Các công thức tính toán cơ bản**

+ Tốc độ nước chảy : 
$$V = \frac{1}{n} \cdot R^y \cdot \sqrt{R \cdot i_r} \quad (\text{m/s}) \quad (10-1)$$

+ Khả năng thoát nước của rãnh : 
$$Q = V \cdot \omega \quad (\text{m}^3/\text{s}) \quad (10-2)$$

trong đó :  $\omega$  - tiết diện thoát nước ( $\text{m}^2$ )

$n$  - hệ số nhám

$y$  - hệ số trong công thức Sêzi

$i_r$  - độ dốc của rãnh

$R$  - bán kính thủy lực (m) 
$$R = \frac{w}{l} \quad (\text{m}) \quad (10-3)$$

$\lambda$  - chu vi ướt (m)

**10.2.3 Trình tự tính toán thủy lực rãnh:**

- + Xác định lưu lượng nước thiết kế rãnh

- + Giả thiết tiết diện rãnh ( chiều sâu nước chảy trong rãnh ( $h_0$ ) , bề rộng đáy rãnh, độ dốc ta luy rãnh)
- + Xác định tiết diện thoát nước, chu vi ướt và bán kính thủy lực của rãnh.
- + Xác định khả năng thoát nước của rãnh
- + So sánh với lưu lượng nước thiết kế ( nếu chênh lệch  $<10\%$  thì tiết diện vừa giả thiết là tiết diện chọn để thiết kế, nếu chênh lệch  $>10\%$  thì giả thiết lại tiết diện và tính toán lại )
- + Kiểm tra điều kiện xói lở và chọn biện pháp gia cố lòng rãnh ( nếu cần)
- + Chọn chiều sâu của rãnh  $H_r = h_0 + 0.25$  (m)

### §10.3 GIA CỐ CHỐNG XÓI LÒNG RÃNH

#### 10.3.1 Những quy định chung :

- + Chống xói lở rãnh phải được thiết kế dựa trên tính toán thủy lực rãnh, trong trường hợp không tính toán thủy lực rãnh có thể chọn hình thức gia cố rãnh theo kinh nghiệm dựa vào độ dốc lòng rãnh :

Loại gia cố	Độ dốc rãnh (%)	
	Trên đất cát	Trên đất sét
Không gia cố	$\leq 1$	$\leq 2$
Lát cỏ	$1 \div 3$	$2 \div 3$
Lát đá	$3 \div 5$	$3 \div 5$
Bạc nước và dốc nước	$> 5$	$> 5$

- + Khi độ dốc rãnh hơn độ dốc gây xói của mỗi loại đất có thể chọn 1 trong 2 cách :
  - Lòng rãnh chia làm nhiều bậc có độ dốc nhỏ hơn độ dốc gây xói và gia cố ở đầu và cuối mỗi bậc.
  - Gia cố lòng rãnh suốt chiều dài.

**10.3.2 Các hình thức gia cố :** Các hình thức gia cố lòng rãnh theo chiều sâu nước chảy và tốc độ nước chảy trong rãnh.

Loại gia cố lòng rãnh	Chiều sâu nước chảy trong rãnh			
	0,4	1,0	2,0	3,0
Lát cỏ trên móng đã lèn chặt	0.9	1.2	1.3	1.4
Lát cỏ chồng thành tường	1.5	1.8	2.8	3.2
Lát đá 1 lớp trên đá dăm : Cỡ đá 15cm	2.0	2.5	3.8	3.5
Cỡ đá 20cm	2.5	3.0	3.5	4.0
Cỡ đá 25cm	3.0	3.5	4.0	4.5
Lát 2 lớp đá trên lớp đá dăm dày 10cm (lớp dưới bằng đá cỡ 15cm, lớp trên đá cỡ 20cm)	3.5	4.5	5.0	5.5
Gia cố bằng cành cây dày 20 ÷ 25cm trên móng đã chèn chặt	-	2.0	2.5	-
Gia cố bằng cành cây dày 50cm	2.5	3.0	5.5	-
Rọ đá 0,5x0,5x1,0m	4.0	5.0	5.5	6.0
Lớp áo bằng bê tông xi măng mác 170	6.5	8.0	9.0	10
140	6.0	7.0	8.0	9.0
110	5.0	6.0	7.0	7.5

#### §10.4 RÃNH DỌC ( rãnh biên )

##### 10.4.1. Nguyên tắc bố trí :

- Rãnh dọc bố trí ở những đoạn nền đường đào, nửa đào nửa đắp và nền đường đắp thấp hơn quy định trong bảng sau :

Loại đất	Chiều cao nền đường tính từ đáy rãnh (m)
Cát, cát mịn, đá rời	0,4
Á cát, cát có nhiều đất bột	0,6
Á sét, á sét nặng, sét	0,8
Á sét bột	0,9
Đá	0,25

- Thường dùng tiết diện hình thang, bề rộng đáy tối thiểu 0.4m, chiều sâu rãnh đa 0.5m.

#### 10.4.2. Mục đích bố trí :

- Thoát nước mặt đường, lề đường và diện tích đất dành cho đường. Rãnh dọc có tác dụng làm cho nền đường khô ráo và đảm bảo cường độ và ổn định cường độ nền đường.

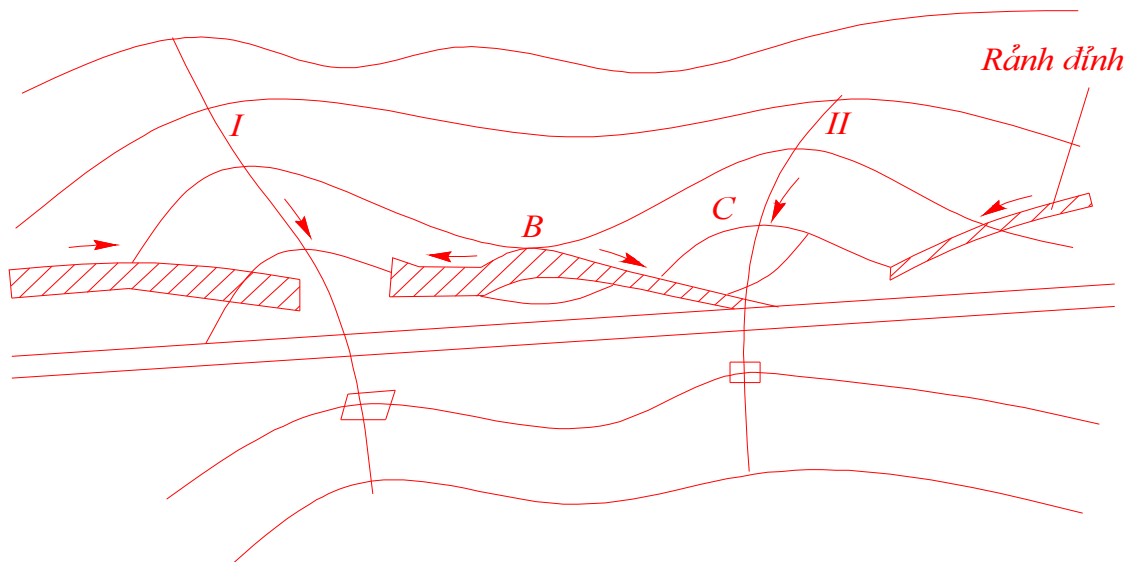
#### 10.4.3 Cấu tạo :

- Kích thước rãnh được thiết kế cấu tạo mà không yêu cầu tính toán thủy lực, chỉ tính toán khi rãnh dọc còn để thoát nước từ sườn lưu vực.
- Rãnh có thể hình thang, tam giác, chữ nhật, hình tròn.
  - + Rãnh tam giác : thường dùng nơi có điều kiện thoát nước tốt và thi công bằng máy có thiết bị đào rãnh tam giác (nền đá)
  - + Rãnh hình thang : dùng phổ biến có chiều rộng đáy 0,4m; chiều sâu tính từ mặt đất thiên nhiên tối thiểu 0,3m; taluy nền 1/1  $\rightarrow$  1/1,5
  - + Có thể dùng rãnh 1/2 hình tròn.
- Để đảm bảo an toàn xe chạy, rãnh dọc không nên làm sâu quá :
  - + Đối với đất sét : 0,25m
  - + Đối với đất á sét : 1,00m
  - + Đối với đất á cát : 0,80m
- Khi quy hoạch hệ thống thoát nước mặt chú ý không để nước từ rãnh nền đường đắp chảy về nền đường đào, trừ trường hợp chiều dài nền đường đào nhỏ hơn 100m.
- Không để nước từ rãnh đỉnh và các rãnh khác chảy về rãnh dọc và phải luôn tìm cách tháo nước từ rãnh dọc về chỗ trũng hay sông suối, có thể chảy qua đường nhờ các công trình thoát nước ngang.
- Cứ 500 đối với rãnh hình thang và 250m rãnh tam giác phải tìm cách tháo nước qua đường nhờ các công cấu tạo.

## §10.5 RÃNH ĐỈNH

### 10.5.1. Mục đích bố trí :

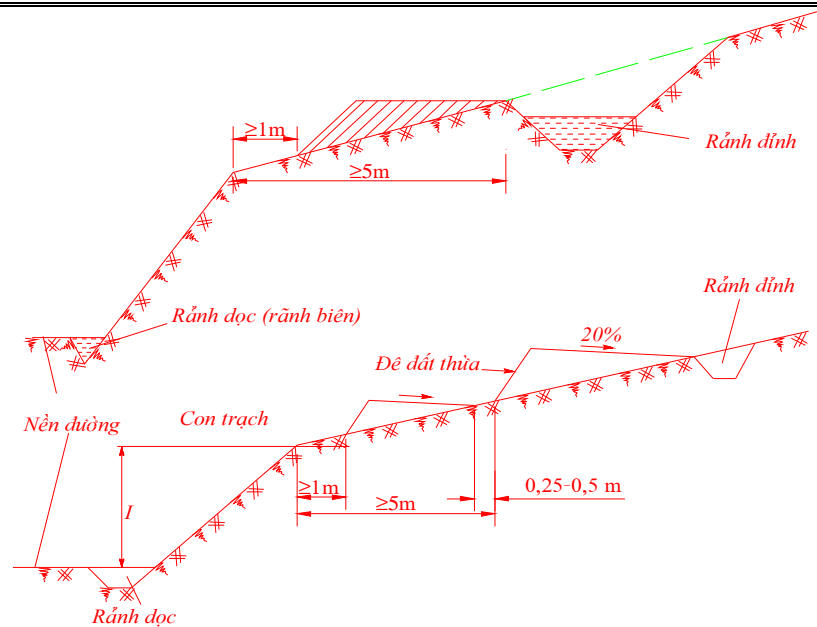
Khi diện tích lưu vực lớn, rãnh dọc không thể thoát hết nước phải bố trí rãnh đỉnh để đón nước từ sườn lưu vực dẫn về công trình thoát nước hoặc chỗ trữ.



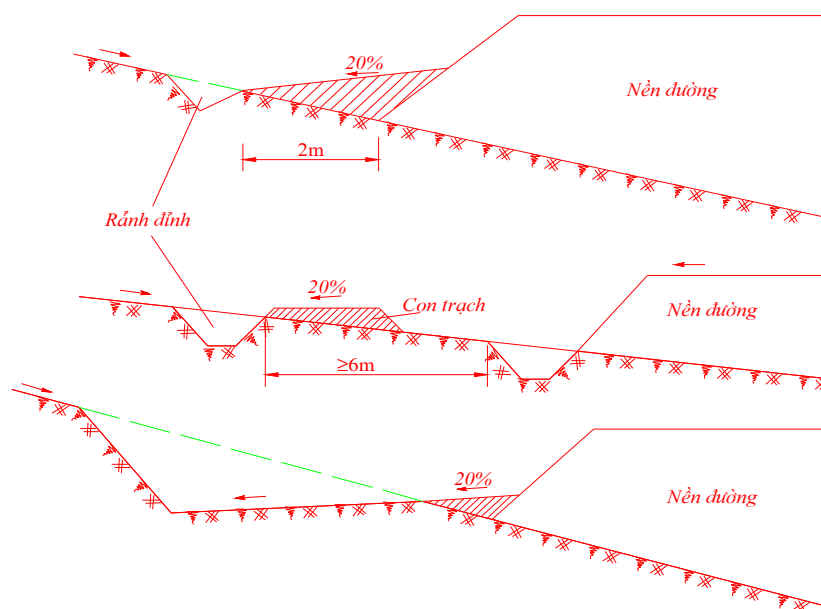
Hình 10-1. Sơ đồ bố trí rãnh đỉnh để tập trung nước từ sườn dốc

### 10.5.2. Cấu tạo:

- Tiết diện hình thang, chiều rộng đáy rãnh tối thiểu 0,5m, taluy 1:1,5; chiều sâu rãnh tính theo yêu cầu thủy lực nhưng không quá 1,5m.
- Độ dốc rãnh thường chọn theo điều kiện địa chất và phù hợp với địa hình, không được nhỏ hơn  $(0,3 \div 0,5) \%$
- Nếu địa hình dốc lớn, diện tích lưu vực lớn, địa chất xấu thì có thể bố trí 2 hoặc nhiều rãnh đỉnh.
- Vị trí rãnh đỉnh phải cách mép taluy nền đường đào tối thiểu 5m
- Không nên bố trí rãnh đỉnh quá xa đường vì sẽ làm giảm tác dụng rãnh đỉnh



Hình 10-2. Sơ đồ bố trí rãnh đỉnh trên nền đường đào



Hình 10-3. Sơ đồ bố trí rãnh đỉnh trên nền đường đắp

## §10.6 XÁC ĐỊNH KHẨU ĐỘ CÔNG TRÌNH THOÁT NƯỚC ( CỐNG )

### 10.6.1 Tính toán lưu lượng nước chảy về công trình:

Xác định lưu lượng cực đại chảy về công trình theo tiêu chuẩn 22TCN 220-95 của Bộ giao thông vận tải Việt Nam được áp dụng cho sông suối không bị ảnh hưởng của thủy triều.



@. Công thức tính :  $Q_p = A_p \cdot \alpha \cdot H_p \cdot \delta \cdot F \quad (\text{m}^3/\text{s}) \quad (10-6)$

Trong đó: + F: Diện tích của lưu vực ( $\text{Km}^2$ ).

+  $H_p$ : Lượng mưa ngày (mm) ứng với tần suất thiết kế  $p\%$

+  $\alpha$ : Hệ số dòng chảy lũ tùy thuộc loại đất cấu tạo lưu vực, lượng mưa ngày thiết kế ( $H_{p\%}$ ) và diện tích lưu vực (F).

+  $A_p$ : Môđun dòng chảy đỉnh lũ ứng với tần suất thiết kế trong điều kiện  $\delta=1$ .

+  $\delta$ : Hệ số chiết giảm lưu lượng do đầm, ao hồ,  $\delta=1$ .

@. Trình tự tính toán:

1. Xác định vùng thiết kế và lượng mưa ngày ứng với tần suất thiết kế:

Tần suất lũ thiết kế  $p$  (đường cấp I- 1%; cấp II,III- 2%; cấp IV,V- 4%)

Lượng mưa ngày ứng với tần suất lũ thiết kế  $H_{p\%}$  (PL5 - sổ tay TKĐ T2)

2. Tính chiều dài sườn dốc lưu vực theo công thức:

$$b_{sd} = \frac{F}{1,8(\sum l + L)} \quad (10-5)$$

trong đó: +  $\sum l$ : tổng chiều dài các suối nhánh (km).

+ L: chiều dài suối chính (km).

3. Xác định đặc trưng địa mạo của sườn dốc lưu vực:

trong đó:

$$\Phi_{sd} = \frac{b_{sd}^{0,6}}{m_{sd} \times I_{sd}^{0,3} \times (a \times H_p)^{0,4}} \quad (10-6)$$

+  $I_{sd}$ : độ dốc của sườn dốc lưu vực ( $^0/_{00}$ ) Xác định trên địa hình.

+  $m_{sd}$ : hệ số nhám sườn dốc (Bảng 7.2.5 sổ tay TKĐ T2)

4. Xác định thời gian tập trung nước  $t_{sd}$ :

Xác định thời gian tập trung nước  $t_{sd}$  ứng với vùng mưa thiết kế và  $\Phi_{sd}$ .

Ta có:  $t_{sd} = f(\text{vùng mưa}, \Phi_{sd})$ . (PL4 - sổ tay TKĐ T2)

5. Xác định hệ số đặc trưng địa mạo của lòng sông suối:

trong đó:

$$\Phi_{Ls} = \frac{1000L}{m_{Ls} \times I_{Ls}^{1/3} \times F^{1/4} \times (a \times H_{p\%})^{1/4}} \quad (10-7)$$

+  $L$ : chiều dài dòng suối chính (Km).

+  $I_{LS}$ : độ dốc dòng suối chính tính theo ‰.

+  $m_{LS}$ : hệ số nhám của lòng suối (Bảng 7.2.4 sổ tay TKĐ T2)

6. Xác định  $A_p$  theo  $\Phi_{LS}$ ,  $t_{sd}$  và vùng mưa (PL3 - sổ tay TKĐ T2)

7. Xác định trị số  $Q_{max}$

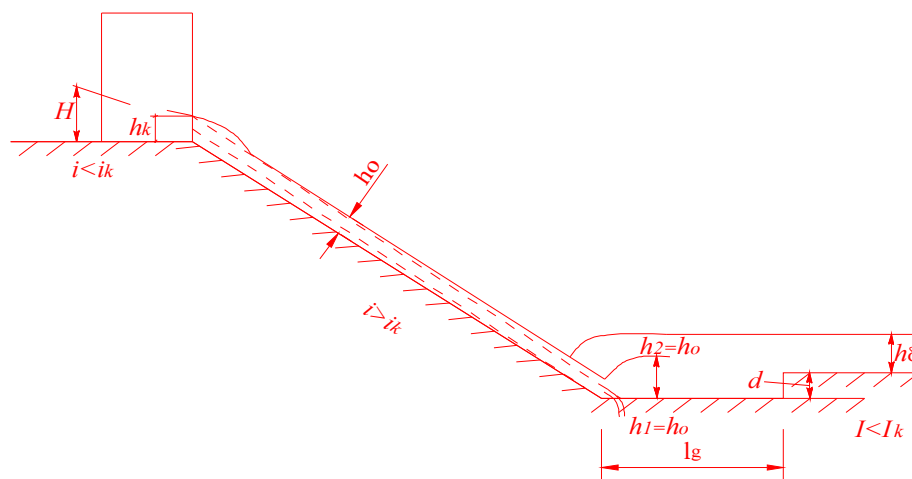
### 10.6.2 Chọn loại cống & xác định khẩu độ :

1. Chọn loại cống (cống tròn hay cống vuông)
2. Chế độ chảy trong cống (có áp, bán áp, không áp)
2. Xác định khẩu độ cống (PL12 & 13 - sổ tay TKĐ T2)

## §10.7 DỐC NƯỚC, BẬC NƯỚC

### 10.7.1 Mục đích bố trí

- Sườn dốc có độ dốc lớn để tránh xói lở nền đường và công trình.
- Dốc nước dùng đối với mọi độ dốc, nhưng tốc độ nước chảy trên dốc nước tại nơi tiếp giáp với cầu cống thường tăng đáng kể.
- Bậc nước được sử dụng khi kênh, máng rất dốc.



Hình 10-3. Sơ đồ tính dốc nước có giếng tiêu năng

### 10.7.2 Dốc nước :

- Dốc nước là rãnh, kênh có độ dốc lớn hơn độ dốc phân giới, mặt cắt ngang thường có dạng hình chữ nhật. Đáy và tường dốc làm bằng bê tông, bê tông cốt thép, gạch đá xây.

- Để giảm tốc độ dòng chảy thường dùng các tường tiêu năng hay giếng tiêu năng
- Nội dung tính toán dốc nước bao gồm :

+ Xác định chiều rộng của dốc nước  $b$  :

$$b = \frac{Q \cdot i^{3/4}}{n_a^{3/2} \cdot v_0^{5/2}} \quad (\text{m}) \quad (10-8)$$

trong đó :  $n_a$  - hệ số nhám của dốc nước có xét đến hiện tượng lẫn khi

$$n_a = a \cdot n \quad (10-9)$$

$a$  - hệ số lẫn khi lấy theo bảng 13-7 TKĐ tập 2

$n$  - hệ số nhám của dốc nước

$v_0$  - tốc độ cho phép không xói vật liệu làm dốc nước

$i$  - độ dốc của dốc nước

$Q$  - lưu lượng nước thiết kế

+ Xác định chiều sâu nước chảy ở cuối dốc nước  $h_0$  :

$$h_0 = \frac{Q}{b \cdot v_0} \quad (\text{m}) \quad (10-10)$$

+ Xác định chiều sâu nước chảy ở đầu dốc nước  $h_k$  :

$$h_k = 0.47 \cdot \left( \frac{Q}{b \cdot v_0} \right)^{2/3} \quad (\text{m}) \quad (10-11)$$

+ Xác định điều kiện ngập ở hạ lưu dốc nước  $h_2$ :

$$h_2 = h_0'' = v_0 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot h_0}{g}} = 0.45 v_0 \cdot h_0^{1/2} \quad (\text{m}) \quad (10-12)$$

Nếu  $h_d > 1.1 h_0''$  chế độ chảy ở hạ lưu là chảy ngập, không cần làm giếng tiêu năng

Nếu  $h_d < 1.1 h_0''$  cần làm giếng tiêu năng để giảm tốc độ nước chảy.

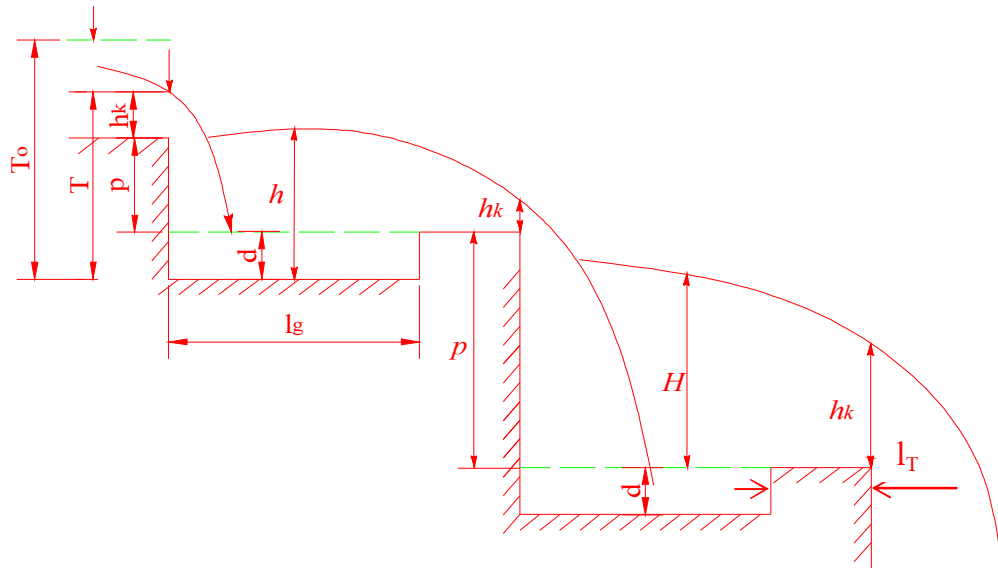
$$\text{- Chiều sâu giếng tiêu năng :} \quad d = 1.1 h_0'' - h_d \quad (10-13)$$

$$\text{- Chiều dài giếng tiêu năng :} \quad l_g = 3 (h_0'' - h_d) \quad (10-14)$$

+ Dựa vào tốc độ tính toán để chọn vật liệu làm dốc nước.

**10.7.3 Bậc nước :**

- Bậc nước có giếng tiêu năng thường dùng khi rãnh, kênh rất dốc. Bậc nước có tiết diện hình chữ nhật được làm bằng bê tông, bê tông cốt thép, xây đá.
- Bậc nước có giếng tiêu năng gồm : cửa vào, tường đứng, thành giếng, cửa ra dạng bậc ( đối với bậc nước 1 bậc) hoặc tường tiêu năng ( đối với bậc nước nhiều bậc)



Hình 10-4. Sơ đồ tính bậc nước có giếng tiêu năng

- Nội dung tính toán bậc nước bao gồm :
  - + Xác định chiều rộng của bậc nước : thường lấy bằng khẩu độ công trình thoát nước (cống) hoặc lấy theo tiêu chuẩn  $(0.5-1)m^3/s$  cho một mét chiều rộng bậc nước.
  - + Xác định chiều cao nước đổ xuống (chiều cao bậc nước):

$$P = \frac{\Delta H}{n} \quad (10-15)$$

trong đó :  $\Delta H$  - chênh lệch cao độ ở điểm đầu và điểm cuối của bậc nước (m)

$n$  - số bậc nước

- + Xác định chiều sâu nước chảy tại cửa vào bậc nước :

$$h_k = 0.47 \cdot \left( \frac{Q}{b \cdot v_0} \right)^{2/3} \quad (m) \quad (10-16)$$

- + Xác định chiều sâu sau bước nhảy thủy lực:

$$h_c'' = e_c'' h_k \quad (m) \quad (10-17)$$

trong đó :  $e_c''$  - xác định theo đồ thị (hình 13-27 -TKĐ tập 2) nếu biết năng lượng tương đối  $e_{T_0}$  :

$$e_{T_0} = \frac{T_0}{h_k} = 1.5 \frac{P+d}{h_k} \quad (10-18)$$

trong đó :  $T_0$  - năng lượng mặt cắt tại cửa vào  $T_0 = 1.5(P+d)$

$d$  - chiều sâu giếng tiêu năng

$P$  - chiều cao bậc nước

+ Xác định chiều sâu nước trước tường tiêu năng :

$$h = H + d = 1.7h_k + d \quad (10-9)$$

+ Kiểm tra điều kiện nước chảy ngập ở hạ lưu :

$$h \geq 1.1h_c'' \quad (10-20)$$

Nếu không thoả mãn điều kiện này thì phải giả định lại  $d$  và tính toán đến khi thoả mãn.

+ Xác định chiều dài tối thiểu cho phép của giếng ( $l_g$ )

$$l_g = l_1 + l_2 \quad (m) \quad (10-21)$$

trong đó :  $l_1$  - độ xa của dòng nước đổ xuống đáy

$$l_1 = v_k \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot y}{g}} \quad (m) \quad (10-22)$$

$$v_k - \text{tốc độ nước chảy tại cửa vào, } v_k = \frac{Q}{b \cdot h_k} \quad (m/s) \quad (10-23)$$

$g$  - gia tốc rơi tự do

$y$  - chiều cao nước đổ của dòng chảy

$$y = P + d + \frac{h_k}{2} \quad (m) \quad (10-24)$$

$l_2$  - chiều dài bước nhảy thủy lực:

$$l_2 = 3(h_c'' - h_c) \quad (10-25)$$

$h_c$  - chiều sâu nước chảy tại tiết diện thu hẹp trong giếng

$$h_c = e_c \cdot h_k \quad (10-26)$$

$e_c$  - xác định theo đồ thị (hình 13-27 -TKĐ tập 2), giống  $e_c''$

+ Xác định chiều dày cửa tường tiêu năng :

$$l_T = 3.h_k \quad (10-27)$$

+ Kiểm tra điều kiện bố trí bậc nước bằng cách xác định độ dốc đặt bậc nước:

$$i_b = \frac{P}{l_T + l_g} \quad (10-28)$$

Nếu độ dốc  $i_b \neq i$  ( độ dốc sườn dốc địa hình tại nơi đặt bậc nước) thì phải giả thiết lại số bậc nước hoặc chiều dài giếng .

## §10.8 THIẾT KẾ VÀ TÍNH TOÁN RÃNH NGẦM

10.8.1 Nước ngầm và các công thức tính toán cơ bản :

10.8.1.1 Nước ngầm :

- Nước ngầm là phần nước nằm dưới đất và dưới tác dụng của trọng lực chảy theo dốc của các lớp đất - đá không thấm nước.

- Lớp địa chất có chứa nước ngầm gọi là lớp chứa nước ngầm. Lớp này được giới hạn về phía trên bởi mặt trên của nước ngầm và về phía dưới bằng lớp đất - đá không thấm nước.

- Để xác định vị trí mặt nước ngầm người ta khoan hoặc đào các hố địa chất, dựa trên bản đồ vùng nước ngầm và dựa vào các tài liệu khoan - đào địa chất xác định cao độ nước ngầm và vẽ các đường đồng mức mực nước ngầm. Nước ngầm chảy theo hướng vuông góc với đường đồng mức.

10.8.1.2 Các công thức tính toán cơ bản :

a. Tốc độ dòng nước ngầm :

- Đối với vật liệu hạt nhỏ :

$$V = K.I \quad (10-29)$$

trong đó :  $K$ - hệ số thấm (hệ số lọc nước) các định theo bảng 13-8 TKĐ tập 2

$I$  - độ dốc của dòng nước ngầm

- Đối với vật liệu hạt lớn :

$$V = K.I^{1/m} \quad (10-30)$$

trong đó :  $m$  - hệ số,  $m=2$  khi chảy rối qua vật liệu hạt lớn

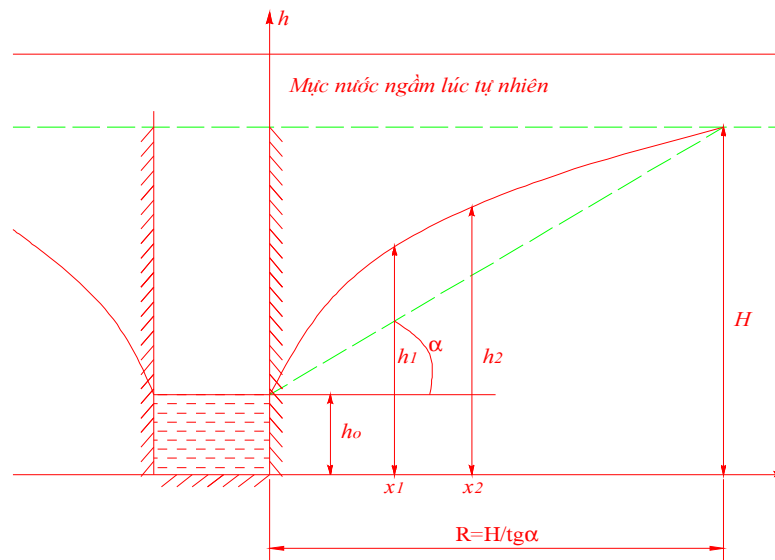
$m=1$  khi chảy tầng qua vật liệu hạt nhỏ

b. Lưu lượng thoát nước ngầm qua một mét dài tường rãnh

$$q = K.h.I^{1/m} \quad (10-31)$$

trong đó :  $h$  - chiều cao nước ngầm thấm qua tường

c. Phương trình của đường thấm :



Hình 10-5. Sơ đồ tính toán thủy lực rãnh ngầm

Viết phương trình Becnuli cho mặt cắt  $x_1$  và  $x_2$  của dòng nước ngầm với trục  $ox$  chạy qua đáy rãnh ( hình 10-5) :

$$h_1 + \frac{P_a}{g} + \frac{V_1^2}{2g} = h_2 + \frac{P_a}{g} + \frac{V_2^2}{2g} + h_w \quad (10-32)$$

trong đó :  $h_1, h_2$  - chiều sâu dòng chảy ngầm tại mặt cắt  $x_1$  và  $x_2$

$v_1, v_2$  - tốc độ dòng chảy ngầm tại mặt cắt  $x_1$  và  $x_2$

$P_a$  - áp lực không khí

$g$  - tỉ trọng của nước

$h_w$  - tổn thất năng lượng do ma sát khi nước chảy từ mặt cắt  $x_1$  và  $x_2$

Tốc độ dòng chảy ngầm là do thấm thấu nên có thể xem  $v_1 = v_2$  do đó phương trình (10-32) có dạng đơn giản :

$$h_1 - h_2 = h_w \quad (10-33)$$

Với :  $h_1 - h_2 = -dh$  (10-34)

$$h_w = I \cdot dx = \frac{V}{K} \cdot dx = \frac{q}{K \cdot h} \cdot dx \quad (10-35)$$

thay (10-34) và (10-35) vào (10-33) ta được :

$$-h \cdot dh = \frac{q}{K} \cdot dx \quad (10-36)$$

Giải phương trình (10-36) với điều kiện biên  $x=0 \rightarrow h = h_{0t}$  ta được :

$$h^2 - h_0^2 = \frac{2 \cdot q}{K} x \quad (10-37)$$

$$h_0 \ll h \text{ do đó } h^2 = \frac{2 \cdot q}{K} x \quad (10-38)$$

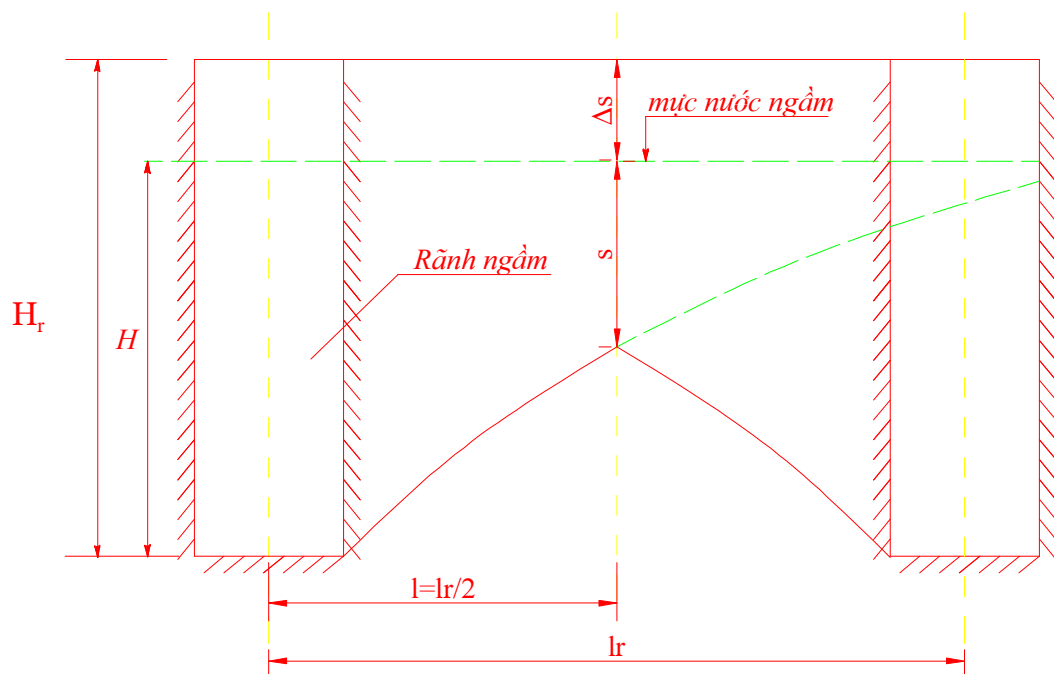
d. Xác định bán kính hoạt động của rãnh R :

$$R = H \cdot \operatorname{tg} a \quad (10-39)$$

trong đó : H - chiều cao mực nước ngầm lúc tự nhiên tới đáy rãnh

a - góc của đường thấm, phụ thuộc vào tính chất của lớp đất chứa nước ngầm (tg a lấy theo bảng 13-8 TKĐ tập 2)

Từ phương trình (10-38) ta có thể giải các bài toán sau :



Hình 10-6. Sơ đồ xác định khoảng cách giữa hai rãnh ngầm



\* Bài toán 1 : Xác định khoảng cách cần thiết giữa 2 rãnh ngầm ( $l_r$ ) khi biết yêu cầu hạ mực nước ngầm ( $S$ ) và chiều sâu rãnh ngầm ( $H_r$ )

\* Bài toán 2 : Xác định chiều sâu hạ mực nước ngầm ( $S$ ) khi biết khoảng cách giữa 2 rãnh ngầm ( $l_r$ ) và chiều sâu rãnh ngầm ( $H_r$ )

\* Bài toán 3 : Xác định chiều sâu rãnh ngầm ( $H_r$ ) khi biết khoảng cách giữa 2 rãnh ngầm ( $l_r$ ) và yêu cầu hạ mực nước ngầm ( $S$ )

#### 10.8.2 Rãnh ngầm, tác dụng và cấu tạo:

##### a. Tác dụng của rãnh ngầm :

- Tác dụng của rãnh ngầm là cắt và hạ mực nước ngầm
- Tùy theo vị trí và tác dụng của rãnh ngầm có thể phân loại như sau :
  - + Rãnh ngầm dưới đáy rãnh dọc hay dưới nền đường để hạ mực nước ngầm dưới phần xe chạy.
  - + Rãnh ngầm đặt trong taluy nền đường đào
  - + Rãnh ngầm đặt sau tường chắn đất
  - + Rãnh ngầm thoát nước dưới các lớp áo đường

##### b. Cấu tạo rãnh thoát nước ngầm ( xem sách )

## **CHƯƠNG 11. ĐỊNH TUYẾN TRÊN ĐỊA HÌNH VÀ THIẾT KẾ ĐƯỜNG TRONG CÁC ĐIỀU KIỆN THIÊN NHIÊN KHÁC NHAU**

### **§11.1 CÁC NGUYÊN TẮC CHUNG VÀ YÊU CẦU CƠ BẢN KHI ĐỊNH TUYẾN**

Khi định tuyến phải thỏa mãn một số yêu cầu cơ bản như sau :

- Đảm bảo các yếu tố của tuyến như bán kính tối thiểu của đường cong nằm, chiều dài đường cong chuyển tiếp, độ dốc dọc lớn nhất khi triển tuyến ...không vi phạm những quy định về trị số giới hạn của cấp đường thiết kế.
- Đảm bảo tuyến đường ôm theo địa hình để khối lượng đào đắp nhỏ nhất và bảo vệ được cảnh quan thiên nhiên.

- Đảm bảo sự hài hoà, phối hợp giữa đường với cảnh quan.
- Xét các yếu tố của người lái xe và hành khách trên đường. Không tạo tâm lý mất cảnh giác hay căng thẳng cho người lái xe.
- Cố gắng sử dụng các yếu tố hình học cao
- Đảm bảo tuyến là 1 đường không gian đều đặn, êm dịu, không bóp méo hay gãy khúc.
- Tránh các vùng đất yếu, đất sụt, đối với đường cấp cao tránh tuyến qua khu dân cư.
- Phải phối hợp các yếu tố của tuyến và phối hợp các yếu tố với cảnh quan.

## **§11.2 ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC NHÂN TỐ THIÊN NHIÊN ĐẾN CÔNG VIỆC KHẢO SÁT THIẾT KẾ ĐƯỜNG**

Các nhân tố thiên nhiên bao gồm điều kiện địa hình, khí hậu, địa chất, thủy văn, thổ nhưỡng và thảm thực vật tại vùng tuyến đi qua. Các nhân tố này ảnh hưởng rất lớn đến việc khảo sát và cắm tuyến thực địa, đồng thời nó cũng ảnh hưởng đến công việc khảo sát, xây dựng, khai thác và bảo dưỡng đường sau này nên chúng có ảnh hưởng quan trọng đến việc lựa chọn các giải pháp thiết kế. Ta lần lượt phân tích các yếu tố.

### **11.2.1 Địa hình :**

- Ảnh hưởng quyết định đến việc chọn cấp hạng và tiêu chuẩn kỹ thuật của tuyến .
- Nó quyết định điều kiện chọn tuyến vì địa hình có ảnh hưởng đến bình đồ, trắc dọc, trắc ngang, do đó ảnh hưởng đến tiến độ khảo sát thiết kế và giá thành xây dựng đường.
- Trong thiết kế đường ô tô việc phân loại địa hình dựa vào các yếu tố sau :
  - + Chênh lệch cao độ lớn nhất trong vùng tuyến đường đi qua.
  - + Độ dốc ngang và dọc
  - + Mức độ chia cắt địa hình

### **11.2.2 Khí hậu :**

- Yếu tố khí hậu bao gồm : tình hình mưa (lượng mưa, mùa mưa, cường độ mưa), chế độ nhiệt của không khí, chế độ gió, độ ẩm và độ bốc hơi.

- Các nhân tố này ảnh hưởng quan trọng đến quy luật vận động của các nguồn ẩm cũng như quy luật phân bố ẩm và nhiệt độ trong nền - mặt đường. Do đó nhân tố khí hậu ảnh hưởng đến cường độ nền mặt đường và ảnh hưởng đến điều kiện thi công.

#### 11.2.3 Các yếu tố khác :

Cùng với 2 yếu tố quan trọng là địa hình, khí hậu các yếu tố khác : địa chất, thủy văn, thổ nhưỡng và thảm thực vật đều ảnh hưởng trực tiếp đến các giải pháp thiết kế. Các yếu tố này lại ảnh hưởng qua lại và quan hệ chặt chẽ với nhau.

### **§11.3 ĐẶC ĐIỂM KSTK ĐƯỜNG QUA VÙNG NÚI VÀ THIẾT KẾ ĐƯỜNG CONG RẮN**

Tuyến đường ô tô ở vùng núi sẽ rơi vào một trong các lối đi tuyến sau đây : lối đi tuyến thung lũng, lối đi sườn núi, lối đi phân thủy và lối đi vượt đèo.

#### **11.3.1 Lối đi tuyến thung lũng (ven sông suối) :**

- Trước hết cần xem xét nên đặt tuyến bên bờ trái, bên bờ phải hay đi bên trái một đoạn rồi đi bên phải. Chọn tuyến đi phía nào cần cân nhắc các điều kiện khí hậu, địa hình, tình hình phân bố dân

cư và số lượng, chiều dài các đoạn cắt qua sông suối.

- Có các trường hợp sau :

+ Tuyến ven sông gặp các mỏm núi hẹp hoặc bám theo thềm sông. Phải cân nhắc việc chọn bán kính đường cong, chọn phương án đi gần hay xa sông suối.

+ Nếu gặp các mỏm đá dựng đứng ven sông thì có thể áp dụng các biện pháp như : triển tuyến từ xa để vượt lên trên vách đá; làm nền đường kiểu nửa hầm, đắp nền đường bằng đá và kè lấn ra sông. Phương án này không nên dùng ở những đoạn thung lũng sông, suối hẹp, 2 bên đều là vách núi cao.

+ Khi tuyến gặp các cửa suối nhánh không nên đặt tuyến cắt ngang bãi bồi ở suối nhánh vì dòng nước hay ổi dòng và bãi bồi thay đổi. Nên lợi dụng men theo dòng suối

nhánh để triển tuyến vòng vào trong, càng vòng sâu thì đường càng dài nhưng cầu càng ngắn, cần luận chứng so sánh.

#### 11.3.2 Triển tuyến trên sườn núi :

- Phải cân nhắc chọn phía sườn núi ( bên trái hay bên phải) để triển tuyến.
- Căn cứ địa chất để chọn tuyến tránh hiện tượng trượt sườn, đá lăn, tránh qua các vùng sườn tích, các sườn có mạch nước ngầm chảy ra và các sườn có thể nằm của đá dốc ra phía ngoài.
- Khi thiết kế tuyến trên sườn núi cần gắn liền với các biện pháp đảm bảo ổn định nền đường và phải kết hợp các yếu tố bình đồ, trắc dọc, trắc ngang.
- Khi tuyến gặp các hõm núi sâu, vách dốc thì phải cân nhắc bán kính đường cong nằm, bố trí các công trình thoát nước, các công trình gia cố chống đỡ.

#### 11.3.3 Triển tuyến vượt núi:

- Chọn vị trí vượt qua dãy núi ở một trong số các đèo (yên ngựa trên bình đồ). Vị trí nên chọn là đèo nào có phù hợp với hướng đi chung của tuyến, có độ cao thấp nhất, có địa chất đỉnh đèo và 2 bên ổn định, có độ dốc 2 bên yên ngựa thoải và có địa hình thuận lợi cho việc triển tuyến lên xuống đèo.
- Tính toán, kiểm tra chênh cao giữa đỉnh đèo và điểm thấp nhất cần nối với tuyến .
- Đề xuất các phương án triển tuyến lên - xuống đèo, thường có 2 hướng lên, xuống đèo là theo sườn phải hay sườn trái. Các phương án này đều phải vạch thử và loại trừ ngay những phương án không hợp lý.

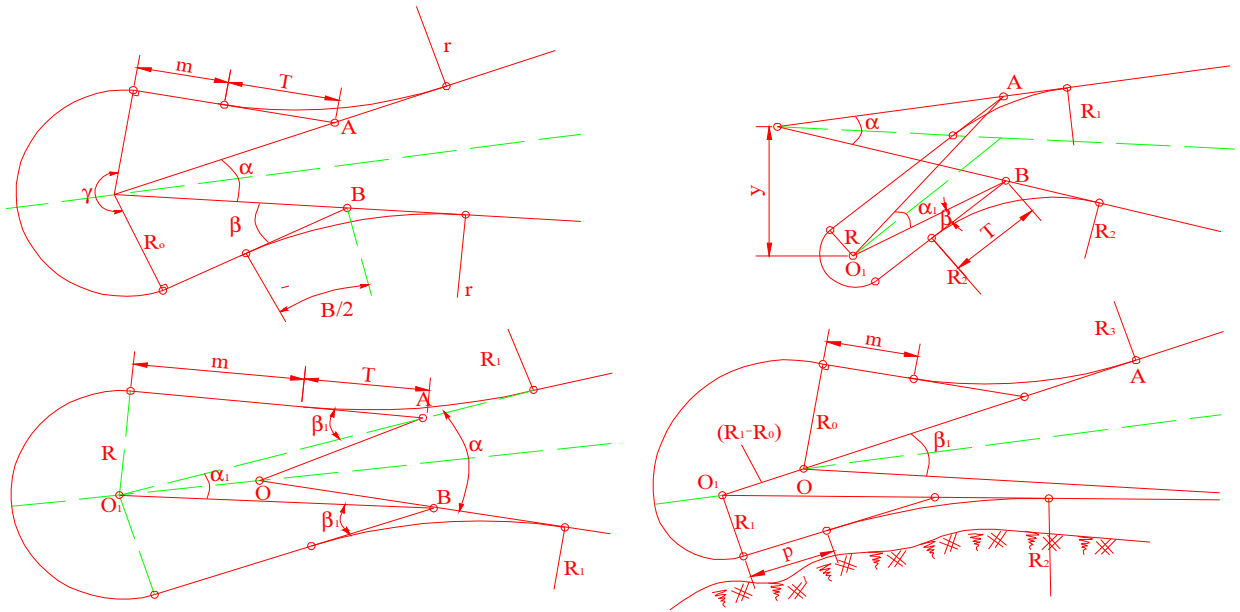
11.3.4 Triển tuyến đường cong rắn : Khi triển tuyến vùng núi thường gặp trường hợp góc ngoặt rất nhỏ (góc chuyển hướng rất lớn), đường cong phải đặt bên ngoài góc ngoặt, lúc này ta có đường cong rắn .

##### a. Mục đích :

Bố trí đường cong rắn là hạn chế chênh lệch cao độ lớn trong các lối đi tuyến khác nhau ở địa hình vùng núi

## b. Đặc điểm :

- + Góc ngoặt rất nhỏ (góc chuyển hướng rất lớn) rất khó bố trí đường cong nằm.
- + Trên một sườn núi tuyến đi qua đi lại nhiều lần, do đó hình thành nhiều tầng đường trên một sườn, để giảm dốc dọc cần phải kéo dài tuyến ( như hình vẽ 11-1)



Hình 11-1. Một số dạng của đường cong rắn

## c. Cấu tạo và tính toán :

- + Cấu tạo bao gồm : ( xem hình vẽ 11-1)
  - Đoạn đường cong cơ bản dài  $K_0$ , bán kính  $R_0$  tương ứng với góc  $\gamma$
  - 2 đoạn cong phụ ngược chiều (có thể cùng chiều) bán kính  $r$  tại góc chuyển hướng  $\beta$  tại 2 đỉnh phụ A và B
  - Các đoạn chêm giữa các đường cong chính và phụ dài  $m$ .

## + Tính toán :

Nếu gọi  $\alpha$  là góc ngoặt thì liên hệ giữa các yếu tố của đường cong rắn như sau :

$$\gamma = 360^\circ - 2(90^\circ - \beta) - \alpha = 180^\circ + 2\beta - \alpha \quad (11-1)$$

$$K_0 = \frac{p \cdot R_0 g}{180^\circ} \quad (11-2)$$

$$T = r \cdot \tan \frac{\beta}{2} \quad (11-3)$$

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{R_0}{T+m} = \frac{R_0}{r.\operatorname{tg}\frac{\beta}{2} + m} \quad (11-4)$$

Giải ra được phương trình (11-4) ta được :

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{-m + \sqrt{m^2 - R_0(2r + R_0)}}{2r + R_0} \quad (11-5)$$

Nếu quy định m đủ để nối tiếp hai đường cong thì từ (11-5) ta tính được  $\beta$

Khoảng cách giữa đường cong chính và đường cong phụ tính theo công thức :

$$AO = \frac{T-m}{\cos\beta} = \frac{R_0}{\sin\beta} \quad (11-6)$$

Chiều dài đường cong rắn là :

$$S = 2(K+m) + K_0 \quad (11-7)$$

Với K là chiều dài đường cong phụ

$$K = \frac{p.r.b}{180^\circ} \quad (11-8)$$

Khoảng cách giữa tim 2 tầng đường chỗ hẹp nhất :

$$f = AB + 2p = 2 \frac{R_0}{\sin\beta} \cdot \sin\frac{\alpha}{2} + 2 \left( \frac{T}{\sin\frac{\beta}{2}} - r \right) \quad (11-9)$$

p - phân cự của đường cong phụ

d.Trình tự khảo sát - thiết kế :

- Đo đạc trên bình đồ địa hình tỉ lệ : 1/500 hoặc 1/1000 khu vực dự định đặt đường cong rắn, điều tra địa chất, thủy văn.

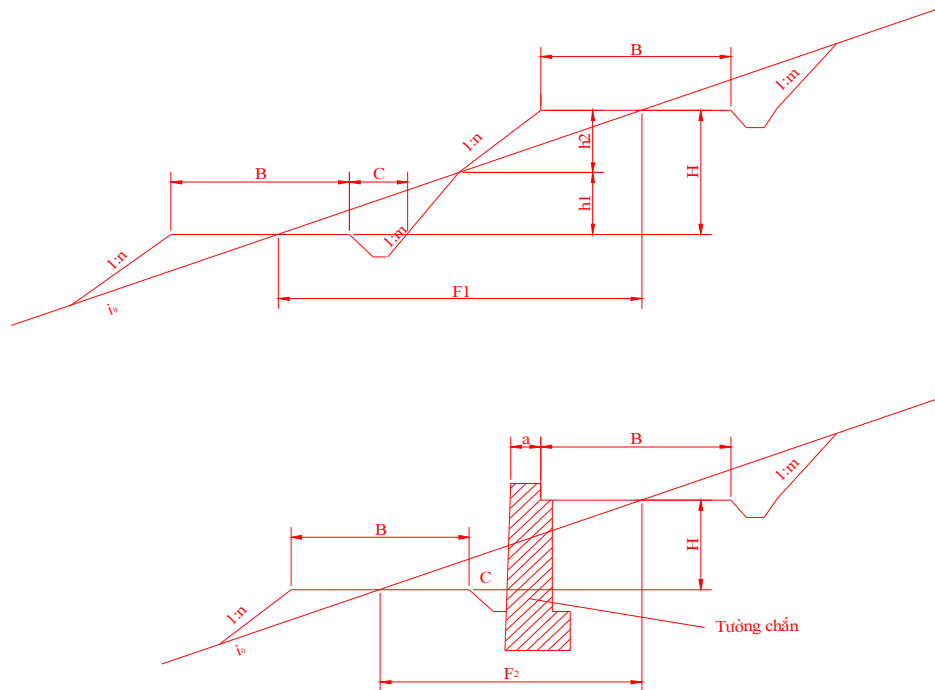
- Tiến hành thiết kế trên bản vẽ :

- Chọn dạng đường cong rắn cho phù hợp
- Tính toán các yếu tố đường cong rắn
- Khi Kiểm tra điều kiện đặt 2 tầng đường trên cùng 1 sườn núi :

$$f \geq F_1 \text{ hoặc } f \geq F_2$$

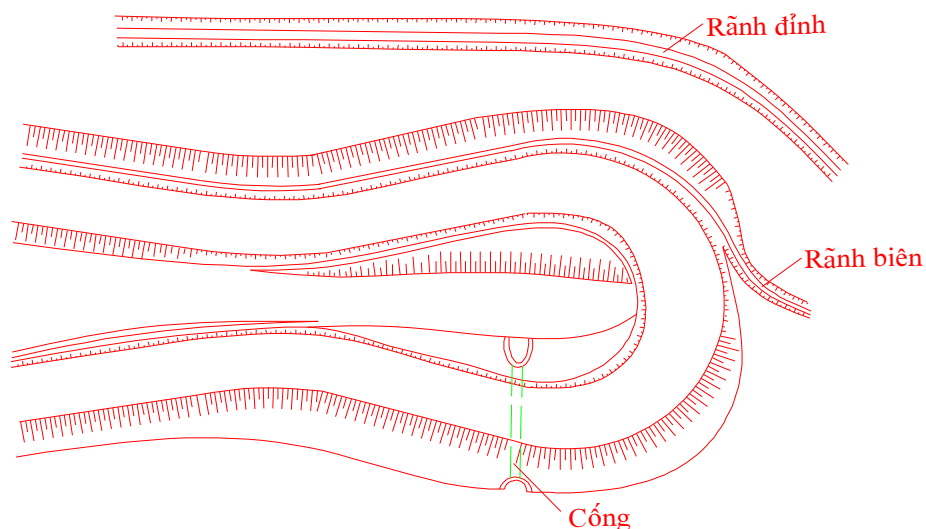
trong đó :  $f$  - tính toán theo (11-9)

$F_1, F_2$  - xác định trên hình vẽ ( 11-2)



Hình 11-2. Xác định khoảng cách cho phép giữa hai tầng của đường cong rấn

- Quy hoạch và thiết kế thoát nước trong phạm vi của đường cong con rấn nhằm đảm bảo nước từ các tầng đường trên không đổ xuống phá hoại các tầng đường dưới như hình 11-3.



Hình 11-3. Bố trí thoát nước trong đường cong rấn

- Thiết kế các công trình phòng hộ trong đường cong rấn ( tường chắn ở hình 11-2), kiểm tra điều kiện đảm bảo tầm nhìn.

- Cắm tuyến đường cong rắn trên thực địa : xác định đỉnh O trên đường cong cơ bản, dùng các quan hệ hình học để cắm toàn bộ các yếu tố khác.

e. Chỉ tiêu kỹ thuật của đường cong rắn.

*Tiêu chuẩn kỹ thuật của đường cong con rắn (TCVN 4054-1998)*

Các tiêu chuẩn	Đơn vị	Tốc độ tính toán của đường (km/h)		
		80	60	40 và 20
Tốc độ tính toán trên đường cong con rắn	km/h	30	25	20
Bán kính tối thiểu của đường cong con rắn	m	30	20	15
Siêu cao trên các đường cong	‰	60	60	60
Độ mở rộng	m	2.5	2.5	3.0
Độ dốc tối đa	‰	35	40	45
Đoạn chêm tối thiểu giữa 2 đường cong	m	200	150	100

### §11.3 ĐẶC ĐIỂM KSTK ĐƯỜNG QUA VÙNG ĐẦM LẦY VÀ ĐẤT YẾU

#### 11.3.1 Phân loại đầm lầy và đất yếu :

- Khái niệm : đất hữu cơ ở vùng đầm lầy và đất yếu có đặc điểm chung là chứa nhiều hàm lượng hữu cơ, độ ẩm tự nhiên lớn, độ rỗng lớn, sức chịu tải và biến dạng lớn

- Nguồn gốc hình thành :

+ Đầm lầy được tạo nên ở các nơi có khí hậu ẩm thấp, lượng nước bốc hơi ít hơn lượng mưa, địa hình bằng trũng, giữ đọng nước thường xuyên, mức nước ngầm cao và dôi dào.

Tại đó các loài thực vật phát triển, thối rữa, và phân hủy trong môi trường yếm khí dưới tác dụng của nấm và vi khuẩn, từ đó sinh ra các vật lắng hữu cơ lẫn với khoáng vật để tạo thành than bùn.

Phân loại đầm lầy than bùn : có 3 loại :

- Loại I - đầm lầy than bùn có độ sệt ổn định
- Loại II - đầm lầy than bùn có độ sệt không ổn định



- Loại III - đầm lầy ở trạng thái chảy, nhưng trên mặt có lớp than bùn có cường độ nhất định.

- + Đất yếu có nguồn gốc khoáng vật là chủ yếu, đó là các tầng đất sét, á sét trầm tích trong nước.

### 11.3.2 Điều tra khảo sát và bố trí tuyến qua vùng đất yếu :

- Cần khảo sát kỹ để đo - vẽ được mặt cắt địa chất cho đến hết vùng chịu tải trọng nền đường thiết kế hoặc đến tận tầng cứng của đầm lầy, để biết tính chất cơ lý và chiều dày mỗi lớp

- Cần nắm được phạm vi đầm lầy để có thể cho đi vòng, nắm được các nguồn ẩm và khả năng thoát nước cũng như vị trí các mỏ đất có thể đắp qua đầm lầy. Để có được các đặc trưng này có thể dùng các biện pháp sau :

- + Đo đạc lập bình đồ địa hình toàn bộ vùng lầy tỉ lệ  $1/1000 \div 1/2000$  với chênh lệch cao độ của các đường đồng mức  $0,25 \div 0,5m$

- + Đo đạc mặt cắt dọc theo hướng tuyến dự định và các mặt cắt ngang dự kiến sẽ khoan, đào để vẽ mặt cắt địa chất.

- + Lấy mẫu thí nghiệm và thí nghiệm xác định các chỉ tiêu cơ lý của than bùn và đất yếu,

- + Khi bố trí tuyến qua vùng đất yếu tốt nhất nên chọn các chỗ có bề dày mỏng nhất, đầm lầy loại I, chiều dài cắt qua nhỏ nhất, tầng đáy cứng có độ dốc nhỏ ( $<10\%$ ) và chỗ có điều kiện thoát nước dễ.

Ngoài ra còn phải chọn tuyến thế nào để mặt cắt ngang vùng đất yếu đối xứng tránh hiện tượng trượt. trôi về 1 bên.

### 11.3.3 Thiết kế đường qua vùng đầm lầy và đất yếu :

#### a. Các giải pháp chung

- Mọi giải pháp thiết kế đường đều phải được kiểm toán về cường độ, về độ lún tổng cộng và độ lún theo thời gian.

- Cấu tạo nền đường qua vùng đầm lầy và đất yếu phải được đắp cao và kích thước trước hết phải thoả mãn hạn chế tác dụng bất lợi của nước ngập và nước ngầm ( như đã nói ở chương 8), đất đắp phải chọn loại ổn định nước, cố gắng giảm tải trọng nền đắp bằng cách làm taluy nền đắp thoải, dùng vật liệu nhẹ và thoát nước tốt, có thể giảm độ cao đắp tới mức tối thiểu, tuy nhiên không được nhỏ hơn chiều sâu tắt sóng chấn động của ô tô truyền xuống đất yếu.

- Nền đường chỉ được phép đắp trực tiếp trên đất yếu (không sử dụng các biện pháp xử lý) khi tải trọng nền đắp nhỏ hơn tải trọng giới hạn của đất yếu và độ lún trong phạm vi cho phép.

b. Các giải pháp khác:

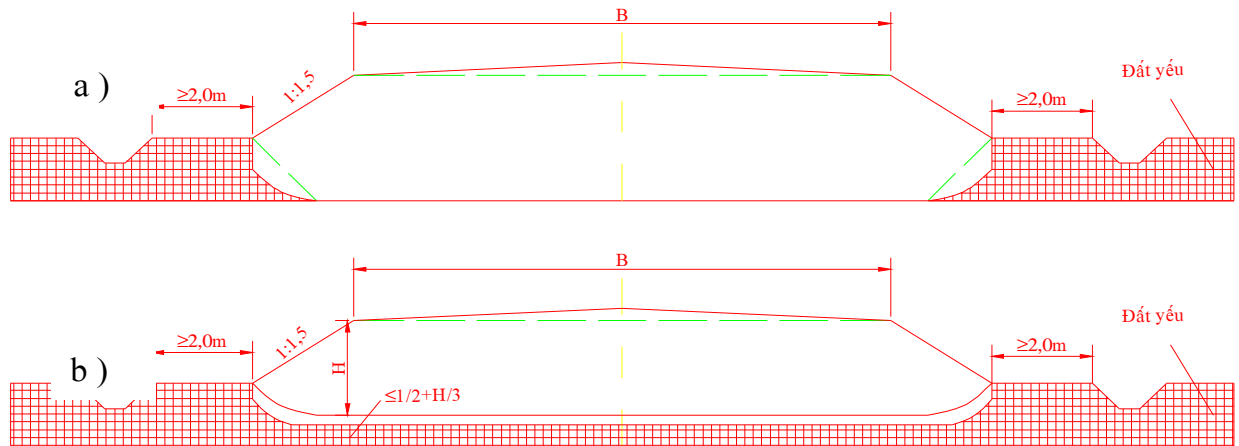
\* Đào toàn bộ bề dày lớp lầy, hạ cao độ nền đường đến đáy cứng

- Phạm vi ứng dụng : thích hợp khi bề dày phân lầy mỏng vì sẽ không hiệu quả nếu đất càng yếu và càng dày (khó đào bỏ). Trường hợp đất quá yếu thì có thể sử dụng phương pháp đắp để nền tự lún đến đáy.

- Khi hạ nền đắp đến đáy mà đáy có độ dốc 10% thì cần đánh bậc trước khi đắp.

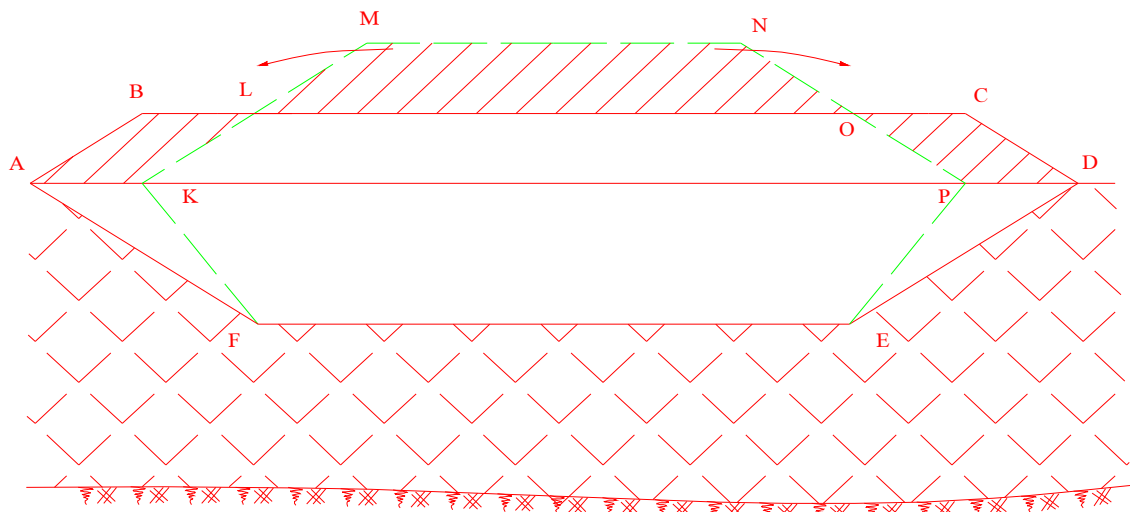
- Có thể đào lầy hoàn toàn hoặc đào lầy 1 phần, giải pháp đào lầy 1 phần có thể tăng được tính ổn định nền đường do tác dụng phản áp. Giải pháp này cần phải tính toán bề dày cần đào để đảm bảo ổn định đất yếu về cường độ và biến dạng.

- Dùng cọc tre đóng 25cọc/1m<sup>2</sup> là giải pháp thay thế việc đào bớt lớp đất yếu trong phạm vi chiều sâu cọc đóng (có thể 2,0 ÷ 2,5m). Trên đỉnh cọc tre sau khi đắp 1 lớp 30cm nên rải 1 lớp vải địa kỹ thuật. Cọc tre nên dùng cọc có đầu lớn 7cm, đầu nhỏ 4cm. Tương tự cọc tre có thể dùng cọc tràm đầu to điều kiện 12cm đầu nhỏ 5cm, đóng sâu 3,5m, mật độ 16cọc/1m<sup>2</sup>



Hình 11-4. Đào lầy để đảm bảo ổn định cho nền đường a) Đào lầy hoàn toàn, b) Đào lầy một phần

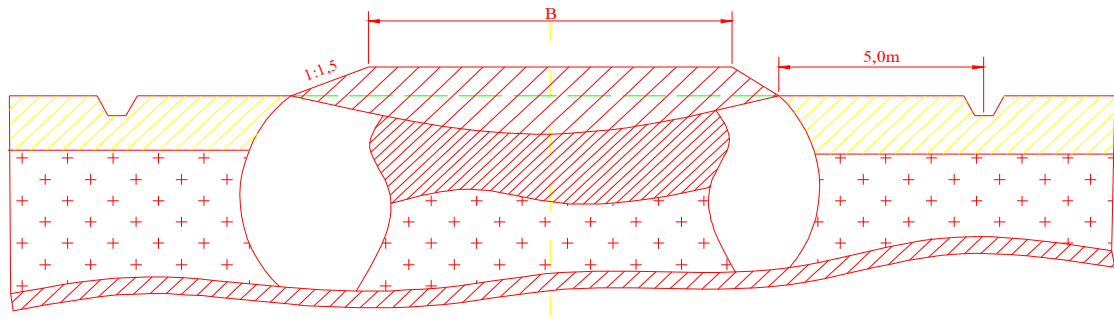
\* Biện pháp đắp quá tải trên đất yếu: để tăng nhanh tốc độ lún của nền đường



Hình 11-4. Đắp quá tải trên đất yếu, ABCDEF: nền đường thiết kế, MNPEFK: nền đường đắp quá tải

\* Biện pháp đắp nền trên lầy có biện pháp chống trôi ngang

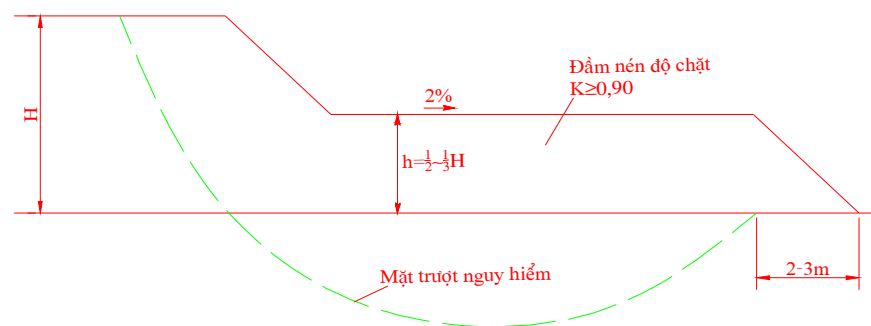
- Giải pháp này hạn chế trôi ngang bằng 2 hào cát, có thể thay hào cát bằng cọc đá, cọc gỗ, cọc tre, cọc ván, cọc bê tông
- Ứng dụng khi tầng đất yếu mỏng và yêu cầu thi công gấp.- Giải pháp này cần phải tính toán các công trình hạn chế trôi, đủ chịu được áp lực chủ động do tải trọng nền đắp gây ra.



Hình 11-5. Đắp nền trên đất yếu có hạn chế trời ngang

\* Biện pháp đắp đê phản áp

- Giải pháp này giữ cho nền đất yếu không bị trôi ra 2 bên nhờ đê phản áp, chính vì vậy nền đắp được ổn định
- Kích thước đê phản áp nên lấy rộng, thấp và bề rộng phải lớn hơn mặt trượt nguy hiểm
- Có ưu điểm là đơn giản nên thi công nhanh, nhược điểm là khối lượng đắp lớn, chiếm diện tích đất lớn và không áp dụng được khi đất quá yếu.



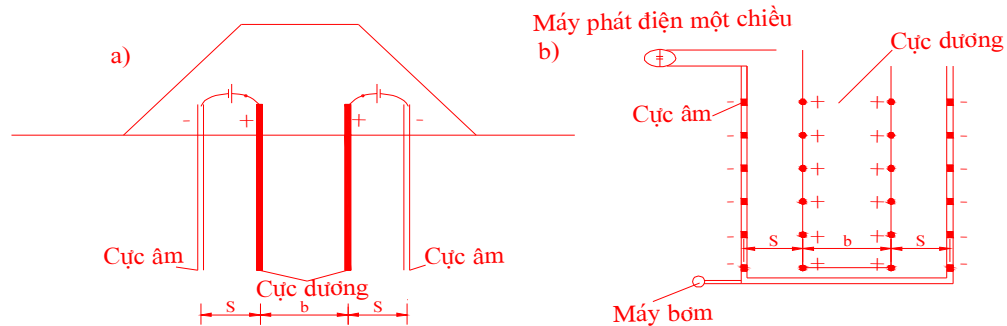
Hình 11-6. Đắp trực tiếp trên đất yếu với bề phản áp ở hai bên

\* Dùng biện pháp tăng nhanh độ cố kết của đất

- Giải pháp này rất hiệu quả vì khi tốc độ cố kết của đất tăng nhanh thì đặc trưng cường độ của đất yếu cũng sẽ tăng nhanh đủ để chịu được sự tăng dần của tải trọng nền đắp.
- Do vậy giải pháp này cần phải tính toán không chế tốc độ đắp sao cho phù hợp với tốc độ cố kết, muốn đắp nhanh thì phải có biện pháp thoát nước nhanh, các biện pháp đó là :

\* Bố trí hệ thống điện cực sao cho làm nước thoát ra khỏi nền đắp theo nguyên lý điện thấm, điện cực dương có thể bằng các thanh sắt đường ray, cực âm là ống sắt  $\phi 50\text{mm}$  có

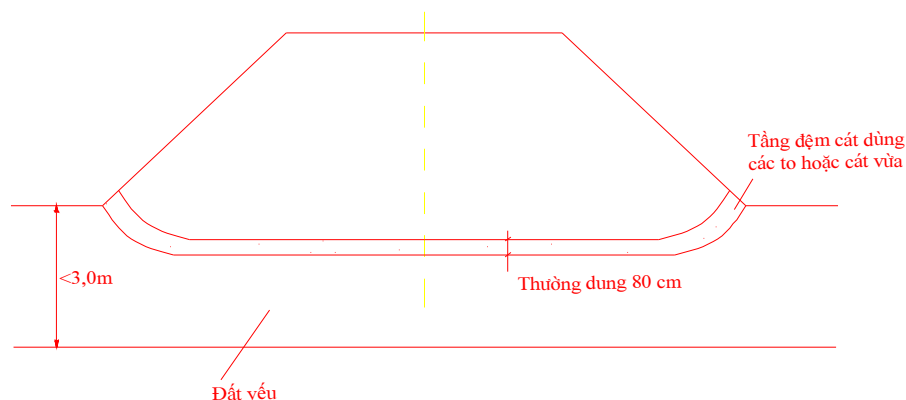
châm lỗ trong phạm vi 1,5m ở dưới để nước từ lầy thoát vào ống và dùng máy bơm hút lên.



Hình 11-7. Bố trí hút nước trong đất yếu theo phương pháp điện thấm

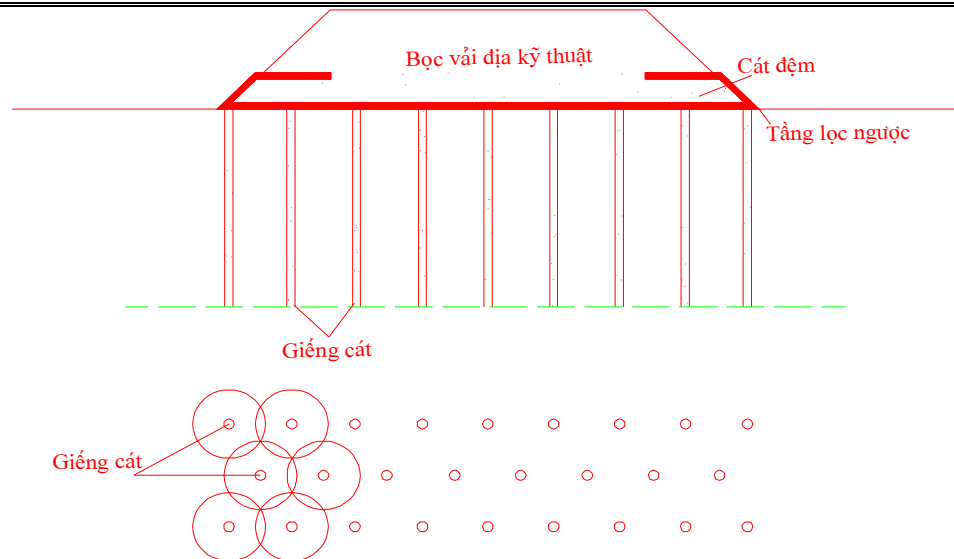
\* Dùng tầng đệm cát khi bề dày nhỏ ( hình 11-8) hoặc dùng giếng cát hay rãnh cát khi bề dày lớn ( hình 11-9).

- Cát ở giếng phải dùng loại cát hạt to, cát tầng đệm dùng cát to hoặc cát hạt vừa.
- Tầng đệm cát phải được bọc vải địa kỹ thuật để tạo tầng lọc ngược cho nước thoát ra mà không lồi theo cát.
- Nhờ có các rãnh, giếng cát mà nước trong lầy thoát ra theo cả 2 hướng ngang và thẳng, vì vậy càng bố trí cự ly giữa các giếng nhỏ thì nước càng dễ thoát ra và có thể đắp nền với tốc độ nhanh.



Hình 11-8. Nền đắp trên tầng đệm cát

- Giếng cát dùng giếng đường kính 30 ÷ 45cm, cự ly giữa 2 giếng 2 ÷ 5m hay 8 ÷ 10 lần đường kính giếng. Đỉnh giếng cát phải phủ lưới rãnh cát hay tầng đệm cát để nước thoát ngang ra ngoài phạm vi nền đắp. Rãnh cát thường có bề rộng bằng 60 ÷ 80cm và dùng khi lớp yếu < 6m



Hình 11-9. Nền đắp trên giếng cát

- \* Dùng bấc thấm làm phương tiện thoát nước cố kết theo phương thẳng đứng.
- \* Dùng các biện pháp gia cố bằng cốt tăng cường hoặc nén chặt nền đất yếu.
  - Xây dựng nền đắp trên đất yếu có đặt cốt ngang theo nguyên lý đất có cốt
  - Dùng cọc vôi : cọc vôi điều kiện  $30 \div 50\text{cm}$ , khoảng cách giữa các cọc  $2 \div 3\text{m}$ . Sau khi khoan đến độ sâu thiết kế thì tiến hành nhồi vôi chưa tôi vào lỗ khoan thành từng lớp, mỗi lớp  $1,0 \div 1,5\text{m}$ , dùng máy đầm có dạng hình nêm đầm nén từng lớp vôi trong lỗ khoan. Sau khi đầm nén đường kính cọc vôi sẽ nở ra (tăng 20%) và đất xung quanh được nén chặt lại.

Ngoài ra vôi còn có tác dụng gia cố lý hoá vùng đất xung quanh cọc làm tăng cường độ nền đất.

- \* Dùng cầu vượt qua bãi lầy

----- TM ~ -----