

BỘ GIAO THÔNG VẬN TẢI
TRƯỜNG CAO ĐẲNG GIAO THÔNG VẬN TẢI TRUNG ƯƠNG I

GIÁO TRÌNH
Môn học: Thiết kế đường
NGHỀ: XÂY DỰNG CẦU ĐƯỜNG
TRÌNH ĐỘ: CAO ĐẲNG

Hà Nội – 2017

LỜI NÓI ĐẦU

Đại hội đảng IX đã định mục tiêu tổng quát của chiến lược phát triển kinh tế Xã hội 2001-2010 là đưa đất nước ta ra khỏi tình trạng kém phát triển, nâng cao đời sống vật chất, văn hoá tinh thần của nhân dân, tạo nền tảng đến năm 2020 nước ta cơ bản trở thành một nước công nghiệp theo hướng Hiện đại hoá. Con đường Công nghiệp hoá-Hiện đại hoá của nước ta có thể rút ngắn hơn so với các nước đi trước, vừa có tính tuần tự vừa có bước nhảy vọt.

Để thực hiện tốt nhiệm vụ đó, cung ứng đầy đủ nhân lực kỹ thuật có trình độ cao, đáp ứng nhu cầu của nền Công nghiệp hoá-Hiện đại hoá.

Trong quá trình thực hiện hoàn thiện chương trình đào tạo với sự tham gia của nhóm giáo viên, chuyên gia có nhiều kinh nghiệm của trường Cao đẳng GTVT TU 1 đã căn cứ bộ tiêu chuẩn kỹ năng nghề để biên soạn ra bộ giáo trình Thiết kế đường để lưu hành nội bộ phục vụ công tác giảng dạy tại nhà trường.

Tuy nhiên trong quá trình thực hiện việc biên soạn chương trình, do thời gian có hạn, lại là lần đầu, khác với cách biên soạn cổ điển cả về nội dung lẫn hình thức vì vậy tài liệu này sẽ còn nhiều thiếu sót, mong được sự góp ý của các nhà giáo để chương trình này được hoàn thiện hơn.

Tài liệu này được thiết kế theo từng mô-đun thuộc hệ thống mô-đun/môn học của một chương trình, để đào tạo hoàn chỉnh nghề " Xây dựng cầu đường " ở cấp trình độ Cao đẳng và được dùng làm Giáo trình cho học viên trong các khoá đào tạo, cũng có thể được sử dụng cho đào tạo ngắn hạn hoặc cho các công nhân kỹ thuật, các nhà quản lý và người sử dụng nhân lực tham khảo.

Đây là tài liệu thử nghiệm sẽ được hoàn chỉnh để trở thành giáo trình chính thức trong nhà trường.

Chân thành cảm ơn !

Nhóm tác giả !

MỤC LỤC

CHƯƠNG I : GIỚI THIỆU CHUNG VỀ ĐƯỜNG Ô TÔ	Error! Bookmark not defined.
CHƯƠNG II : THIẾT KẾ BÌNH ĐỒ	Error! Bookmark not defined.
1. Những khái niệm cơ bản	Error! Bookmark not defined.
CHƯƠNG III : THIẾT KẾ HÌNH CẮT DỌC	Error! Bookmark not defined.
1. Định nghĩa , yêu cầu của trắc dọc	Error! Bookmark not defined.
CHƯƠNG V : ĐIỀU PHỐI VÀ VẬN CHUYỂN ĐẤT	Error! Bookmark not defined.
1. Tính khối lượng đất nền đường	Error! Bookmark not defined.
CHƯƠNG VI : THIẾT KẾ THOÁT NƯỚC	Error! Bookmark not defined.
1. Ảnh hưởng của nước đối với đường	Error! Bookmark not defined.
CHƯƠNG VII : THIẾT KẾ ĐƯỜNG GIAO NHAU	Error! Bookmark not defined.
1. Đường ô tô giao nhau	Error! Bookmark not defined.
CHƯƠNG VIII : THIẾT KẾ MẶT ĐƯỜNG	Error! Bookmark not defined.
1. Tác dụng và yêu cầu đối với mặt đường	Error! Bookmark not defined.

CHƯƠNG I : GIỚI THIỆU CHUNG VỀ ĐƯỜNG Ô TÔ

1. Vai trò , vị trí của đường ô tô trong giao thông vận tải

1.1 Vai trò của giao thông vận tải trong nền kinh tế quốc dân

Trong nền kinh tế quốc dân, giao thông vận tải là một ngành kinh tế đặc biệt và quan trọng. Mọi lĩnh vực sản xuất đều liên quan mật thiết tới vận tải. Nó có mục đích vận chuyển hàng hoá từ nơi này đến nơi khác. Trong quá trình sản xuất, nó không làm tăng giá trị sử dụng của hàng hoá tuy nhiên tầm quan trọng của nó dễ nhận thấy trong mọi ngành kinh tế.

Không có vận tải thì hàng hoá sản xuất ra không thể lưu thông phân phối tới người tiêu dùng. Nó cung cấp nguyên nhiên liệu cho mọi nhà máy, vận chuyển vật liệu xây dựng, máy móc tới để xây lắp nhà máy.

Vận tải là mạch máu nối liền các khu trung tâm kinh tế, chính trị, văn hoá, du lịch, các khu công nghiệp, nông nghiệp, giữa thành thị với nông thôn... phục vụ cho sự phát triển mọi lĩnh vực của nền kinh tế, phát triển xã hội, đảm bảo an ninh quốc phòng.

1.2 Các hình thức vận tải

Ngành vận tải tiến hành nhờ 5 hình thức sau đây :

Vận tải đường thủy.

Vận tải đường hàng không.

Vận tải đường sắt.

Vận tải đường bộ (đường ô tô).

Vận tải đường ống.

1.3 Vai trò , vị trí của đường ô tô trong GTVT

Đường ô tô là một bộ phận rất quan trọng của giao thông vận tải. Nó có những đặc điểm sau :

Có tính cơ động cao, vận chuyển trực tiếp không cần qua các phương tiện chuyển tải trung gian.

Đường ô tô đòi hỏi đầu tư ít vốn hơn đường sắt, độ dốc dọc lớn nên đi được tới các nơi địa hình hiểm trở.

Tốc độ vận tải khá lớn, nhanh hơn đường thủy, tương đương đường sắt, trên đường cao tốc có thể chạy trên 100 km/h nên trên các cự ly ngắn nó có thể cạnh tranh với đường hàng không.

Đường ô tô có thể kết hợp với các loại phương tiện khác kể cả vận tải thô sơ.

Do có những đặc điểm như trên mà đường ô tô có ý nghĩa rất quan trọng trong sự nghiệp xây dựng và phát triển đất nước :

Đường ô tô nối liền giữa trung ương với địa phương giữa thành thị với nông thôn , giữa đồng bằng với miền núi.

Đường ô tô làm nhiệm vụ phân phối lưu thông.

Đường ô tô phải đi trước một bước trong sự nghiệp công nghiệp hoá - hiện đại hoá đất nước.

Chính vì vậy đường ô tô là một bộ phận không thể thiếu được trong mạng lưới giao thông vận tải toàn quốc.

Mặc dù đường ô tô có những ưu điểm nói trên nhưng bên cạnh đó vẫn còn tồn tại nhược điểm sau :

Giá thành vận tải cao, nhất là vận chuyển đường dài.

Vận tải đường ô tô phụ thuộc nhiều và trạng thái của đường mà trạng thái đường lại chịu ảnh hưởng rất lớn của thiên nhiên.

Tai nạn giao thông trên đường mỗi ngày một tăng.

Môi trường xung quanh bị ô nhiễm.

Nạn ùn tắc giao thông còn phổ biến , đặc biệt là ở các đô thị lớn.

2. Quan hệ giữa ô tô với đường

Mục tiêu của công tác vận tải là vận chuyển hành khách và hàng hoá với tốc độ mong muốn được an toàn, thuận lợi và kinh tế. Do đó việc phân tích sự chuyển động của xe trên đường là rất quan trọng. Nó ảnh hưởng đến năng suất vận tải, giá cước , khả năng thông hành, tốc độ xe chạy, v.v...

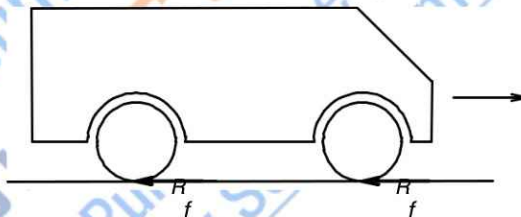
Chuyển động của ô tô trên đường là một chuyển động rất phức tạp, nó chuyển động tịnh tiến trên đường thẳng, chuyển động quay trên đường cong đứng và chuyển động lượn vòng trên đường cong nằm. Khi mặt đường không bằng phẳng ô tô còn chịu ảnh hưởng bởi dao động dọc và dao động ngang.

Trong thiết kế đường khi xét chuyển động của ô tô, ta chỉ xét một hệ đơn giản XE - ĐƯỜNG còn các yếu tố khác như trình độ nghề nghiệp, tâm sinh lý của lái xe chưa xét

đây. Trong hệ đó XE được coi như một chất điểm, có lực kéo của động cơ để thắng các lực cản trên đường, còn mặt đường được giả thiết bằng phẳng, cứng và không biến dạng.

2.1 Các loại lực cản tác dụng vào ô tô

2.1.1 Lực cản lăn (R_f)



Khi ô tô chuyển động sinh ra lực cản lăn tác dụng vào mặt tiếp xúc giữa bánh xe với mặt đường, ngược chiều với chiều chuyển động của ô tô do đó làm cản trở chuyển động của ô tô.

Lực cản lăn sinh ra do những nguyên nhân sau :

Do ma sát giữa bánh xe và mặt đường.

Do biến dạng của lốp xe và biến dạng của mặt đường làm cản trở xe chạy.

Do xe bị xung kích và chấn động trên mặt đường không bằng phẳng.

Do ma sát trong các ổ trục của bánh xe khi xe chạy.

- Công thức tính toán : $R_f = G \cdot f$ (kG)

Trong đó : R_f – Lực cản lăn, kG.

– Trọng lượng của ô tô, kG.

– Hệ số lực cản lăn , không thứ nguyên.

Hệ số lực cản lăn f phụ thuộc vào các yếu tố sau :

Độ cứng của lốp xe (áp suất hơi càng lớn, bánh xe càng cứng thì hệ số lực cản lăn càng nhỏ).

Độ biến dạng của mặt đường và tình trạng mặt đường. Mặt đường càng tốt, ít biến dạng (thí dụ như mặt đường bê tông) thì hệ số lực cản lăn càng nhỏ.

Tốc độ xe chạy. Khi xe chạy tốc độ cao (>50 km/h) thì biến dạng của lốp xe chưa kịp phục hồi đã chịu thêm một lần biến dạng nữa nên hệ số lực cản lăn tăng cao theo tốc độ xe chạy.

2.1.2 Lực cản không khí (R_a)

Khi ô tô chuyển động, lực cản không khí sinh ra do khối không khí ở trước xe ép lại, do bị ma sát không khí ở thành xe và bị các khối chân không đằng sau xe hút lại.



Công thức tính toán : $R_a = \frac{KFV^2}{13}$ (kG)

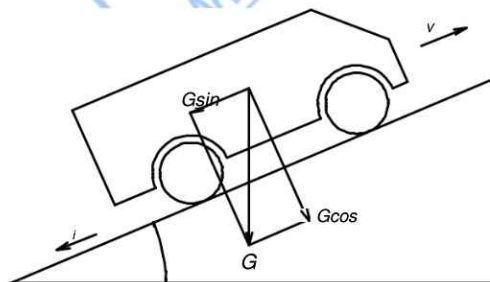
Trong đó : R_a – Lực cản không khí, kG

– Hệ số cản không khí, phụ thuộc vào mật độ không khí và chủ yếu theo hình dạng xe. Trung bình thực nghiệm, hệ số K của xe tải : 0,060 0,070, xe buýt : 0,04 0,06, xe con : 0,025 0,035. F –

Tiết diện cản của xe. Có thể tính $F = 0,8.B.H$

V – Tốc độ tương đối của xe, tức là phải kể cả tốc độ của gió. Trong điều kiện trung bình coi tốc độ gió bằng không khi đó V là tốc độ của ô tô, Km/h.

2.1.3 Lực cản leo dốc (R_i)



Khi ô tô chuyển động lên dốc phải tiêu tốn năng lượng để khắc phục một phần trọng lượng của ô tô do đó nó cản trở chuyển động.

Công thức tính toán : $R_i = G \sin i$, (kG)

Do nhỏ nên $\sin i \approx \tan i$ (i : độ dốc dọc của đường) $R_i = G i$ (kG)

Lấy : (+) khi lên dốc ; (-) khi xuống dốc.

2.1.4 Lực cản quán tính (R_j)

Khi ô tô chuyển động tăng tốc hoặc giảm tốc thì sinh ra lực cản quán tính. Nếu xe chuyển động tăng tốc thì lực quán tính sẽ cản trở chuyển động, khi xe chuyển động giảm tốc lực quán tính sẽ cùng chiều chuyển động. Lực quán tính sinh ra là do sức cản quán tính do chuyển động tịnh tiến của toàn khối ô tô và sức cản quán tính do các bộ phận quay của ô tô.

Công thức tính toán : $R_j = G \cdot j$ (kG)

Trong đó : G – Trọng lượng của ô tô, kG

– Gia tốc tương đối của ô tô. $j = \frac{dv}{dt} \cdot g$

– Hệ số xét đến ảnh hưởng của các bộ phận quay $\gamma = 1,03 - 1,07$. g –

Gia tốc trọng trường.

$\frac{dv}{dt}$ – Gia tốc của ô tô.

Nhận xét :

Tăng tốc thì $R_j > 0$

Giảm tốc thì $R_j < 0$

Chuyển động đều thì $R_j = 0$.

2.2 Lực kéo của ô tô

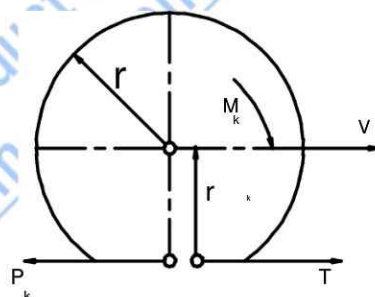
Khi ô tô chuyển động thì nhiên liệu được đốt cháy trong động cơ và biến nhiệt năng thành cơ năng và tạo nên một mômen quay M tại trục khuỷu của động cơ. Ban đầu mômen quay này còn nhỏ và tốc độ quay còn lớn do đó muốn sử dụng được cần qua hộp số để tạo mômen kéo đủ lớn M_k tại trục chủ động.

Mômen này sẽ sản sinh ra một ngoại lực P_k tại điểm tiếp xúc của bánh xe với mặt đường bằng về trị số và trái chiều với phản lực của đường T .

Công thức tính lực kéo : $P_k = \frac{M_k}{r_k}$ (kG)

Trong đó : M_k – Mômen quay ở bánh xe chủ động kGm

r_k – Bán kính của bánh xe có xét đến sự biến dạng của lốp xe. r_k phụ thuộc vào áp lực hơi trong bánh xe, cấu tạo của lốp và tải trọng trên bánh xe, trạng thái của mặt đường. Thường lấy $r_k = 0,93 - 0,96r$.

**2.3 Nhân tố động lực và biểu đồ nhân tố động lực**

Điều kiện để ô tô có thể chuyển động được là : $P_k > R_f + R_a + R_i + R_j$

Xét phương trình cân bằng : $P_k = R_f + R_a + R_i + R_j$

$$\frac{P_k}{G} = \frac{R_a}{G} + \frac{R_f}{G} + \frac{R_i}{G} + \frac{R_j}{G}$$

Đặt $D = \frac{P_k}{G} - \frac{R_a}{G}$ gọi là nhân tố động lực. Về mặt cơ học, nhân tố động lực có nghĩa là sức kéo trên một đơn vị trọng lượng của xe.

Khi xe chuyển động đều : $j = 0$ $D = f \pm i$

Nhân tố động lực từng loại xe phụ thuộc vào tốc độ xe chạy V đối với từng chuyển số. Quan hệ này được thể hiện bằng biểu đồ nhân tố động lực. Trên biểu đồ biểu diễn các đường $D = f(V)$ ứng với các chuyển số khác nhau của mỗi loại ô tô.

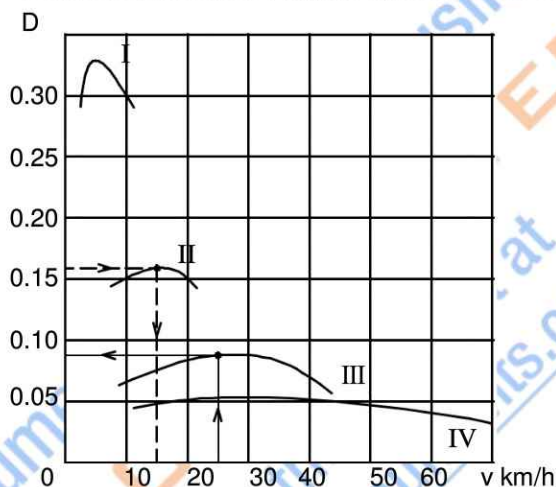
Với biểu đồ nhân tố động lực ta có thể vận dụng hữu ích như sau :

Xác định tốc độ xe chạy đều khi biết tình trạng của đường.

Xác định các điều kiện cần thiết của đường để đảm bảo một tốc độ xe chạy cân bằng yêu cầu.

Biểu đồ cho thấy khi điều kiện đường thay đổi thì khi chạy ô tô phải sang số, ở các đoạn đường dốc lớn đường xấu thì phải dùng số thấp.

Ví dụ : Biểu đồ nhân tố động lực của xe con Gaz -51



2.4 Lực bám của bánh xe với mặt đường và điều kiện xe chạy

2.4.1 Lực bám của bánh xe với mặt đường

Tại điểm tiếp xúc của bánh xe với mặt đường, xe tác dụng lên mặt đường một lực P_k và mặt đường cũng tác dụng lên bánh xe một phản lực T . Phản lực này rất cần thiết để điểm tiếp xúc trở thành một tâm quay tức thời, lúc đó xe mới chuyển động được. Phản lực T về trị giá cân bằng với lực kéo P_k nhưng ngược chiều chuyển động, ta gọi là lực bám của bánh xe với mặt đường.

Lực T là một lực bị động, khi P_k tăng thì T cũng tăng theo nhưng T chỉ tăng tới một trị số giới hạn gọi là $T_{\max}$ (lực bám lớn nhất).

$$T_{\max} = .G_k \text{ (kG)}$$

Trong đó : G – Trọng lượng bám (trọng lượng tác dụng lên cầu chủ động)

– Hệ số bám giữa bánh xe với mặt đường, nó phụ thuộc vào độ nhám của mặt đường, độ bằng phẳng của mặt đường, tình trạng mặt đường và tốc độ xe chạy.

Nếu $P_k > T_{\max}$ thì điểm tiếp xúc không trở thành tâm quay tức thời được và bánh xe sẽ quay tại chỗ (hiện tượng patinê) hay ô tô chuyển động theo quán tính (hiện tượng mất tay lái).

2.4.2 Điều kiện xe chạy

tô muốn chạy được phải thoả mãn 2 điều kiện sau :

- Lực kéo phải lớn hơn hay bằng tổng các lực cản : $P_k \quad R_f \quad R_a \quad R_i \quad R_j$

Lực kéo của ô tô phải nhỏ hơn hoặc bằng lực bám lớn nhất : $P_k \quad T_{\max} \quad G_k$

3. Phân cấp đường ô tô**3.1 Mục đích phân cấp đường ô tô**

Mỗi tuyến đường có một vai trò và chức năng riêng trong mạng lưới giao thông vì vậy phải tiến hành phân cấp để đảm bảo mỗi con đường đáp ứng yêu cầu về giao thông đúng với chức năng của nó, đồng thời thuận lợi trong công tác quản lý vốn đầu tư, lập kế hoạch xây dựng và kế hoạch quản lý khai thác.

Tiến hành phân cấp hạng đường ô tô nhằm đảm bảo yêu cầu về lưu lượng xe thiết kế cần thông qua (chỉ tiêu này được mở rộng vì có những trường hợp đường có chức năng quan trọng nhưng lượng xe không nhiều hoặc tạm thời không nhiều xe).

Với những địa hình khác nhau có những yêu cầu về kỹ thuật đặt ra cho mỗi con đường khác nhau vì vậy việc phân cấp hạng đường giúp cho chúng ta có thể đưa ra mức đầu tư hợp lý xây dựng tuyến đường cho phù hợp mang lại hiệu quả tốt về kinh tế.

3.2 Cách phân cấp đường ô tô (Theo TCVN 4054-2005)**3.2.1 Phân cấp đường theo chức năng và lưu lượng thiết kế**

Phục vụ cho công tác quản lý và khai thác đường.

Ứng với lưu lượng thiết kế và chức năng của đường phân thành các cấp sau :

Bảng 3 – Bảng phân cấp kỹ thuật đường ô tô theo chức năng của đường và lưu lượng thiết kế

Cấp thiết kế của đường	Lưu lượng xe thiết kế (xcqđ/nd)	Chức năng của đường
Cao tốc	> 25000	Đường trục chính, thiết kế theo TCVN 5729 -1997
Cấp I	> 15000	Đường trục chính nối các trung tâm kinh tế, chính trị, văn hoá lớn của đất nước , quốc lộ
Cấp II	> 6000	Đường trục chính nối các trung tâm kinh tế , chính trị, văn hoá lớn của đất nước, quốc lộ.
Cấp III	> 3000	Đường trục chính nối các trung tâm kinh tế, chính trị, văn hoá lớn của đất nước, của địa phương. Quốc lộ hay đường tỉnh
Cấp IV	> 500	Đường nối các trung tâm của địa phương, các điểm lập hàng, các khu dân cư. Quốc lộ, đường tỉnh, đường huyện.
Cấp V	> 200	Đường phục vụ giao thông địa phương. Đường tỉnh, đường huyện, đường xã.
Cấp VI	< 200	Đường huyện, đường xã.

3.2.2 Phân cấp theo địa hình và tốc độ thiết kế

Phục vụ cho công tác thiết kế và xây dựng đường.

Theo cách phân cấp này đường ô tô được phân thành 6 cấp có tên gọi là cấp I, II, ..., VI. Ứng với mỗi cấp thiết kế đường tùy theo địa hình quy định tốc độ thiết kế như bảng 4 trong TCVN 4054-05 :

Bảng 4 – Tốc độ thiết kế của đường

Cấp thiết kế	I	II	III		IV		V		VI	
Địa hình	Đồng bằng	Đồng bằng	Đồng bằng	Núi	Đồng bằng	Núi	Đồng bằng	Núi	Đồng bằng	Núi
Tốc độ thiết kế V_{tk} , km/h	120	100	80	60	60	40	40	30	30	20
Chú thích : Việc phân biệt địa hình được dựa trên cơ sở độ dốc ngang phổ biến của sườn đồi, sườn núi như sau : đồng bằng và đồi 30% , núi >30 %.										

3.2.3 Các yếu tố khống chế phân cấp đường

Tiêu chuẩn 4054 -2005 có quy định khi lực chọn cấp hạng của đường phải căn cứ theo 3 tiêu chí sau :

Chức năng của đường.

Địa hình vùng tuyến đi qua.

Lưu lượng xe thiết kế (xe qđ/ ngđ).

Để lựa chọn cấp đường thiết kế phải dựa trên cơ sở tổng hợp 3 tiêu chí trên, ý nghĩa tầm quan trọng của tuyến đường mà lựa chọn cho phù hợp.

3.3 Các chỉ tiêu kỹ thuật chủ yếu của cấp đường**3.3.1 Tốc độ thiết kế (V_{tk})**

Đây là tốc độ dùng để tính toán các chỉ tiêu hình học giới hạn của đường sử dụng trong điều kiện khó khăn như tầm nhìn, bán kính đường cong tối thiểu, v.v...

Tốc độ thiết kế được quy định là tốc độ lớn nhất của xe có thể chạy bình thường an toàn tại các nơi sử dụng tiêu chuẩn hình học giới hạn trong điều kiện xe chạy đơn chiếc (vắng xe).

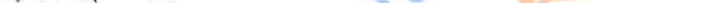
3.3.2 Lưu lượng xe thiết kế

Lưu lượng xe thiết kế là số xe con được quy đổi từ các loại xe khác, thông qua một mặt cắt trong một đơn vị thời gian, tính cho năm tương lai. Năm tương lai là năm thứ 20 sau khi đưa đường vào sử dụng đối với các cấp I và II, năm thứ 15 đối với các cấp

và IV ; năm thứ 10 đối với các cấp V, cấp VI và các đường thiết kế nâng cấp, cải tạo.

[illegible]

Figure 1. Schematic representation of the experimental design. The figure is divided into two main sections: 'Pre-Test' and 'Main Experiment'. The 'Pre-Test' section includes 'Pre-Test 1' (with 'Pre-Test 1a' and 'Pre-Test 1b' sub-sections) and 'Pre-Test 2'. The 'Main Experiment' section includes 'Main Experiment 1' (with 'Main Experiment 1a' and 'Main Experiment 1b' sub-sections) and 'Main Experiment 2'. The 'Pre-Test' section is used to determine the optimal number of trials for the main experiment. The 'Main Experiment' section is used to test the effect of the number of trials on the results. The figure shows the flow of the experiment, from the pre-test to the main experiment, and the results of the main experiment.

[illegible]

$\frac{1}{\sqrt{2}}$

$$E_1 = 1.4 \times 10^6 \text{ J} \quad E_2 = 1.6 \times 10^6 \text{ J} \quad E_3 = 1.8 \times 10^6 \text{ J} \quad E_4 = 2.0 \times 10^6 \text{ J}$$
[illegible]

QUESTION

•



Year	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052	2053	2054	2055	2056	2057	2058	2059	2060	2061	2062	2063	2064	2065	2066	2067	2068	2069	2070	2071	2072	2073	2074	2075	2076	2077	2078	2079	2080	2081	2082	2083	2084	2085	2086	2087	2088	2089	2090	2091	2092	2093	2094	2095	2096	2097	2098	2099	2100																																																																																																																																																																																												
Population (millions)	5.3	5.4	5.5	5.6	5.7	5.8	5.9	6.0	6.1	6.2	6.3	6.4	6.5	6.6	6.7	6.8	6.9	7.0	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7	7.8	7.9	8.0	8.1	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6	8.7	8.8	8.9	9.0	9.1	9.2	9.3	9.4	9.5	9.6	9.7	9.8	9.9	10.0	10.1	10.2	10.3	10.4	10.5	10.6	10.7	10.8	10.9	11.0	11.1	11.2	11.3	11.4	11.5	11.6	11.7	11.8	11.9	12.0	12.1	12.2	12.3	12.4	12.5	12.6	12.7	12.8	12.9	13.0	13.1	13.2	13.3	13.4	13.5	13.6	13.7	13.8	13.9	14.0	14.1	14.2	14.3	14.4	14.5	14.6	14.7	14.8	14.9	15.0	15.1	15.2	15.3	15.4	15.5	15.6	15.7	15.8	15.9	16.0	16.1	16.2	16.3	16.4	16.5	16.6	16.7	16.8	16.9	17.0	17.1	17.2	17.3	17.4	17.5	17.6	17.7	17.8	17.9	18.0	18.1	18.2	18.3	18.4	18.5	18.6	18.7	18.8	18.9	19.0	19.1	19.2	19.3	19.4	19.5	19.6	19.7	19.8	19.9	20.0	20.1	20.2	20.3	20.4	20.5	20.6	20.7	20.8	20.9	21.0	21.1	21.2	21.3	21.4	21.5	21.6	21.7	21.8	21.9	22.0	22.1	22.2	22.3	22.4	22.5	22.6	22.7	22.8	22.9	23.0	23.1	23.2	23.3	23.4	23.5	23.6	23.7	23.8	23.9	24.0	24.1	24.2	24.3	24.4	24.5	24.6	24.7	24.8	24.9	25.0	25.1	25.2	25.3	25.4	25.5	25.6	25.7	25.8	25.9	26.0	26.1	26.2	26.3	26.4	26.5	26.6	26.7	26.8	26.9	27.0	27.1	27.2	27.3	27.4	27.5	27.6	27.7	27.8	27.9	28.0	28.1	28.2	28.3	28.4	28.5	28.6	28.7	28.8	28.9	29.0	29.1	29.2	29.3	29.4	29.5	29.6	29.7	29.8	29.9	30.0	30.1	30.2	30.3	30.4	30.5	30.6	30.7	30.8	30.9	31.0	31.1	31.2	31.3	31.4	31.5	31.6	31.7	31.8	31.9	32.0	32.1	32.2	32.3	32.4	32.5	32.6	32.7	32.8	32.9	33.0	33.1	33.2	33.3	33.4	33.5	33.6	33.7	33.8	33.9	34.0	34.1	34.2	34.3	34.4	34.5	34.6	34.7	34.8	34.9	35.0	35.1

Bảng 6 Chiều rộng tối thiểu các yếu tố trên mặt cắt ngang cho địa hình đồng bằng và đồi

Cấp thiết kế của đường	I	II	III	IV	V	VI
Tốc độ thiết kế, km/h	120	100	80	60	40	30
Số làn xe tối thiểu dành cho xe cơ giới (làn)	6	4	2	2	2	1
Chiều rộng 1 làn xe, m	3,75	3,75	3,50	3,50	2,75	3,50
Chiều rộng phần xe chạy dành cho cơ giới, m	2 x 11,25	2 x 7,50	7,00	7,00	5,50	3,5
Chiều rộng dải phân cách giữa ¹⁾ , m	3,00	1,50	0	0	0	0
Chiều rộng lề và lề gia cố ²⁾ , m	3,50 (3,00)	3,00 (2,50)	2,50 (2,00)	1,00 (0,50)	1,00 (0,50)	1,50
Chiều rộng nền đường, m	32,5	22,5	12,00	9,00	7,50	6,50

Bảng 7 Chiều rộng tối thiểu các bộ phận trên mặt cắt ngang cho địa hình vùng núi

Cấp thiết kế của đường	III	IV	V	VI
Tốc độ thiết kế, km/h	60	40	30	20
Số làn xe dành cho xe cơ giới, làn	2	2	1	1
Chiều rộng 1 làn xe, m	3,00	2,75	3,50	3,50
Chiều rộng phần xe chạy dành cho xe cơ giới, m	6,00	5,50	3,50	3,50
Chiều rộng tối thiểu của lề đường ^{*)} , m	1,5 (gia cố 1,0m)	1,0 (gia cố 0,5m)	1,5 (gia cố 1,0m)	1,25
Chiều rộng của nền đường, m	9,00	7,50	6,50	6,00
*) Số trong ngoặc ở hàng này là chiều rộng phần lề có gia cố tối thiểu. Khi có thể, nên gia cố toàn bộ chiều rộng lề đường, đặc biệt là khi đường không có đường bên dành cho xe thô sơ.				

3.3.4 Phần xe chạy

Phần xe chạy gồm một số nguyên các làn xe. Con số này nên là số chẵn, trừ trường hợp hai chiều xe có lưu lượng chênh lệch đáng kể hoặc có tổ chức giao thông đặc biệt.

Số làn xe trên mặt cắt ngang được xác định tùy thuộc cấp đường, đồng thời phải được kiểm tra theo công thức :

$$n_{lx} = \frac{N_{cdgia}}{Z.N_{th}}$$

Trong đó : n_{lx} – Số làn xe yêu cầu

N_{cdgior} – Lưu lượng xe thiết kế giờ cao điểm

N_{th} – Năng lực thông hành thực tế, khi không có nghiên cứu tính toán, có thể lấy như sau :

Khi có dải phân cách giữa phần xe chạy trái chiều và có dải phân cách bên để phân cách ô tô với xe thô sơ : 1800 xqcđ/h/làn.

Khi có dải phân cách giữa phần xe chạy trái chiều và không có dải phân cách bên để phân cách ô tô với xe thô sơ : 1500 xqcđ/h/làn.

Khi không có dải phân cách trái chiều và ô tô chạy chung với xe thô sơ : 1000 xqcđ/h/làn.

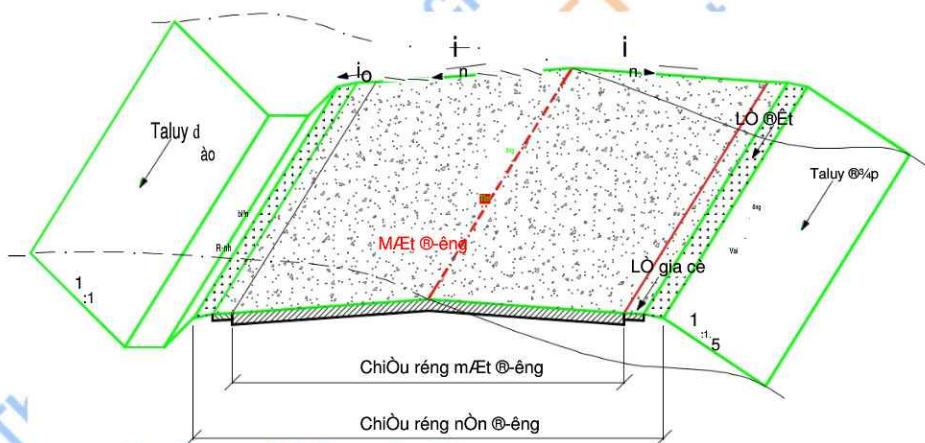
Z : hệ số sử dụng năng lực thông hành :

V_{tk} 80 km/h là 0,55.

V_{tk} = 60 km/h là 0,55 cho vùng đồng bằng ; 0,77 cho vùng núi.

V_{tk} 40 km/h là 0,85.

4. Các bộ phận cơ bản của đường



4.1 Mặt đường

Mặt đường là phần để cho xe chạy, phần quan trọng nhất của đường gồm một hay nhiều lớp vật liệu được gia cố bằng các vật liệu hạt cứng qua lu lèn tạo thành một kết cấu vững chắc đảm bảo cho xe chạy được an toàn êm thuận và vận tải đạt hiệu quả kinh tế.

Các yếu tố cơ bản của mặt đường :

Chiều rộng, chiều dày của mặt đường.

Độ dốc ngang của mặt đường (in) phụ thuộc vào vật liệu làm mặt đường.

Tim đường (trục đối xứng của đường).

Mép mặt đường : đường giáp giữa mặt đường với lề đường.

Ngoài ra trên mặt đường còn có thể có dải phân cách , vạch kẻ sơn để phân cách chiều xe chạy.

4.2 Nền đường

Nền đường là nền tảng của mặt đường, cường độ và độ ổn định của mặt đường phụ thuộc rất nhiều vào cường độ ổn định của nền đường. Trên nền đường gồm có phần mặt đường và lề đường.

Lề đường có tác dụng chắn giữ vật liệu của mặt đường, bảo vệ cho mặt đường, là nơi để cho bộ hành đi, tránh xe hoặc đỗ xe. Độ dốc ngang của lề đường thì được quy định phần lề gia cố thì có độ dốc cùng độ dốc của mặt đường, phần lề đất có độ dốc 4% - 6%. Kết cấu của phần lề gia cố có lớp trên cùng kết cấu với mặt đường.

Các yếu tố cơ bản của nền đường bao gồm :

Chiều rộng của nền đường : Tính từ đường giới hạn của 2 vai đường

Vai đường (mép nền đường).

Mái đường.

Tay luy đường (độ dốc của mái đường) được tính bằng tang của góc nhị diện hợp bởi mặt phẳng mái đường với mặt nằm ngang.

4.3 Rãnh biên

Rãnh biên làm để thoát nước mưa từ mặt đường, lề đường và diện tích hai bên dành cho đường.

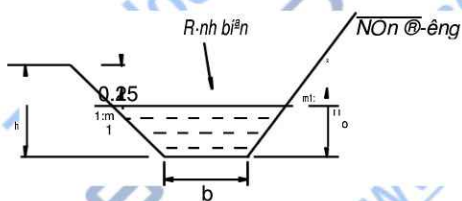
Rãnh biên có tác dụng làm cho nền đường khô ráo do đó đảm bảo cường độ nền và mặt đường khi mưa. Rãnh biên cần làm ở các đoạn nền đường đào, nửa đào nửa đắp, nền đường đắp thấp.

Các yếu tố cơ bản của rãnh biên :

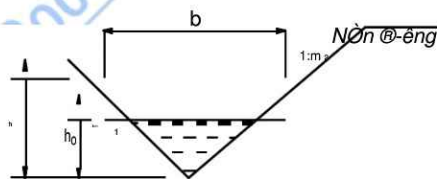
Kích thước của rãnh có thể là hình thang, hình tam giác....

Độ dốc của rãnh.

Tiết diện rãnh biên



Hình thang



Hình tam giác

CHƯƠNG II : THIẾT KẾ BÌNH ĐỒ

1. Những khái niệm cơ bản

1.1 Bình đồ tuyến

Bình đồ là hình chiếu bằng của tuyến đường trên địa hình. Ngoài các yếu tố địa hình biểu diễn chủ yếu bằng các đường đồng mức, tuyến đường xác định nhờ các yếu tố sau:

Điểm xuất phát, điểm tới và các điểm chuyển hướng.

Các góc ngoặt $0, 1, 2 \dots$ ở các chỗ chuyển hướng.

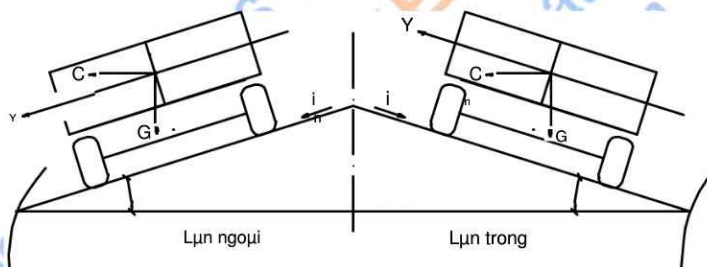
Chiều dài và góc phương vị các đoạn thẳng.

Các yếu tố của đường cong nằm.

Các cọc lý trình : Cọc H (100 m), Cọc Km (1000 m), cọc vị trí công trình cầu, cống.

1.2 Đặc điểm xe chạy trên đường cong

Khi chạy trên đường cong xe phải chịu thêm lực ly tâm. Lực này nằm ngang trên mặt phẳng vuông góc với trục chuyển động hướng ra ngoài đường cong.



Lực ly tâm có giá trị : $C = \frac{m \cdot v^2}{R} = \frac{G}{g} \cdot \frac{v^2}{R} (KG)$

Trong đó : G- trọng lượng xe (KG).

R- bán kính đường cong.

v- gia tốc trọng trường (m/s^2).

v- tốc độ xe chạy (m/s).

Lực ly tâm có tác dụng xấu, có thể gây lật xe, gây trượt ngang, làm cho việc điều khiển xe khó khăn, gây khó chịu cho hành khách, gây hư hỏng cho hàng hoá.

Xe chạy trên đường cong do bán kính quỹ đạo các bánh xe khác nhau do vậy xe chạy trên đường cong yêu cầu có bề rộng phần xe chạy lớn hơn.

Xe chạy trên đường cong dễ bị cản trở tầm nhìn, nhất là khi bán kính đường cong nhỏ ở đoạn đường đào vì vậy độ an toàn khi chạy xe giảm do đó dễ gây ra tai nạn.

1.3 Nội dung thiết kế bình đồ

Để giải quyết các đặc điểm trên thì nội dung chủ yếu của thiết kế bình đồ bao gồm :

Vạch tuyến trên bình đồ hay định tuyến ở ngoài thực tế.

Thiết kế chọn bán kính đường cong.

Thiết kế siêu cao, đoạn nối siêu cao và bố trí siêu cao.

Thiết kế mở rộng mặt đường, đoạn nối mở rộng và bố trí mở rộng.

Thiết kế đảm bảo tầm nhìn.

2. Tính toán các yếu tố kỹ thuật trong đường cong

2.1 Bán kính tối thiểu ($R_{\min}$)

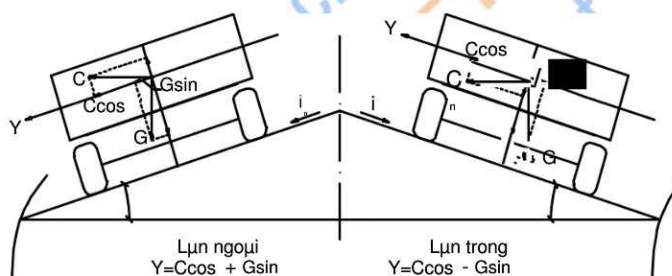
2.1.1 Khái niệm

Với một vận tốc xe chạy nhất định thì bán kính đường cong càng nhỏ thì xe chạy càng kém an toàn. Do đó trong điều kiện cho phép thì thiết kế bán kính đường cong càng lớn càng tốt. Tuy nhiên với điều kiện địa hình bất lợi ta phải thiết kế đường cong có bán kính nhỏ nhưng chỉ được nhỏ đến một giới hạn nào đó đủ để cho xe chạy có độ an toàn bé nhất. Bán kính đó gọi là bán kính tối thiểu ($R_{\min}$).

Vậy : Ứng với một tốc độ tính toán đối với mỗi cấp đường bán kính để cho xe chạy với độ an toàn bé nhất gọi là bán kính tối thiểu.

2.1.2 Công thức tính

Xe chạy trong đường cong chịu tác dụng của trọng lượng G và lực ly tâm C . phân tích G và C thành hai thành phần như sau :



Ta có : $Y = C \cos + G \sin$

Trong đó : Y - Lực ngang .

- Lực ly tâm .

- Trọng lượng xe .

- Góc mặt đường hợp với đường nằm ngang .

Dấu (+) : Trường hợp xe chạy ở làn ngoài (đốc về phía lưng).

Dấu (-) : Trường hợp xe chạy ở làn trong (đốc về phía bụng).

Vì nhỏ $\sin i_n \approx i_n$ (độ dốc ngang mặt đường) ; $\cos i_n \approx 1$.

$$Y = \frac{G}{g} \frac{v^2}{R} i_n - \frac{Y}{G} \frac{v^2}{gR} i_n$$

Đặt $\frac{Y}{G}$ là hệ số lực ngang tức là lực ngang tác dụng trên một đơn vị trọng lượng của xe.

$$\text{Vậy : } \frac{v^2}{gR} i_n - R \frac{v^2}{g(i_n)} = (m)$$

Chương II : Thiết kế bình đồ

Trong công thức này, tốc độ tính theo m/s . Nếu chuyển theo thứ nguyên km/h thì công thức có dạng : $R = \frac{V^2}{127(i_n)}$

+ Trường hợp I : Nếu mặt đường thiết kế siêu cao : $R = \frac{V^2}{127(i_{sc})}$

Trong đó : - Hệ số lực ngang ; lấy $=0,15$

i_{sc} - Độ dốc siêu cao ; 2% i_{sc} 8%

Khi $i_{sc} = i_{sc,max}$ thì $R = R_{min} = \frac{V^2}{127(i_{sc,max})}$

+ Trường hợp II : Khi có điều kiện làm bán kính lớn và không cần thiết phải bố trí siêu cao, lúc đó mặt cắt ngang làm hai mái và $i_{sc} = -i_n$. Khi đó hệ số lực ngang do muốn cải thiện điều kiện xe chạy nên phải dùng 0,08.

$$R_{ksc} = \frac{V^2}{127(0,08 - i_n)}$$

2.1.3 Lựa chọn hệ số lực ngang ().

Điều kiện về êm thuận và tiện nghi với hành khách :

Khi chịu tác dụng của lực ly tâm, hành khách cảm thấy khó chịu, nhiều khi sợ hãi có cảm giác xe bị lật đổ. Điều tra theo thực nghiệm cho ta các kết quả sau:

Nếu $= 0,1$ thì người ngồi trong xe không cảm giác có đường cong.

Nếu $= 0,15$ thì người trong xe hơi cảm giác có đường cong .

Nếu $= 0,2$ thì người trong xe cảm giác rõ rệt có đường cong và hơi khó chịu.

Nếu $= 0,3$ người ngồi trong xe có cảm giác như xe bị lật đổ .

Để đảm bảo êm thuận và thoải mái cho hành khách nên chọn 0,15 và trong điều kiện khó khăn, khi hành khách có chuẩn bị cho phép dùng tới 0,25.

b) Điều kiện ổn định chống trượt ngang:

Để đảm bảo xe không bị trượt ngang trên đường thì : $Y > G_2$

Trong đó : G_2 – Lực bám giữa bánh xe và mặt đường theo phương ngang.

– Trọng lượng của ô tô.

μ_2 – Hệ số bám theo chiều ngang giữa bánh xe và mặt đường.

Y – Tổng lực ngang tác dụng lên xe.

$$\mu_2 = \frac{Y}{G}$$

Ta có : $\mu_2 = (0,6 - 0,7)$.

Với μ_2 là hệ số bám giữa bánh xe với mặt đường

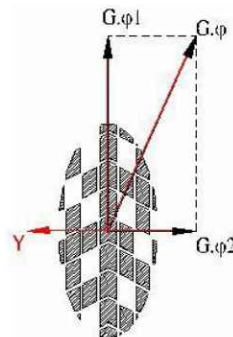
Như vậy ta có các điều kiện của μ_2 như sau :

- Mặt đường khô ráo 0,36.

- Mặt đường khô, ẩm sạch 0,24.

- Mặt đường ẩm có bùn bẩn 0,12.

Xét tổng hợp các điều kiện trên thì trong trường hợp thông thường nên đảm bảo 0,1 ; trường hợp khó khăn có thể lấy

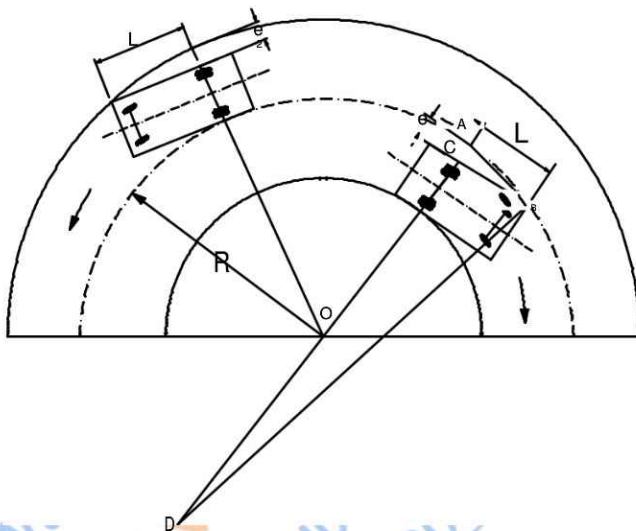


0,15 ; trường hợp đặc biệt khó khăn dùng = 0,2. Trong quy phạm thường tính toán với = 0,15.

2.2 Mở rộng phần xe chạy và đoạn nối mở rộng

2.2.1 Mục đích mở rộng phần xe chạy

Khi xe chạy trên đường cong, trục sau cố định luôn luôn hướng tâm, còn bánh trước hợp với trục xe một góc do đó bán kính quỹ đạo của các bánh xe khác nhau. Bán kính quỹ đạo bánh xe phía trong của trục sau là nhỏ nhất và bán kính quỹ đạo bánh ngoài của trục trước là lớn nhất vì vậy xe chạy trên đường cong chiếm nhiều đường hơn xe chạy trên đường thẳng nên để đảm bảo xe chạy được an toàn phần xe chạy trong đường cong phải mở rộng thêm.



2.2.2 Trị số độ mở rộng

a) Độ mở rộng của một làn xe

Theo hình trên ta có $\frac{AC}{BC} \cdot \frac{CB}{CD} = \frac{AC \cdot BC^2}{CD^3} e = \frac{L^2}{2R} \quad (m)$

Trong đó : R – bán kính đường cong ;

L – chiều dài tính từ trục sau của xe tới bađờsóc đằng trước.

Xét ảnh hưởng của tốc độ xe chạy để đảm bảo an toàn : $e = \frac{L^2}{2R} = \frac{0,05V}{\sqrt{R}} \quad (m)$

Nếu : $V_{TK} = 40 \text{ Km/h} \quad L = 5 \text{ m}$

$V_{TK} = 60 \text{ Km/h} \quad L = 8 \text{ m}.$

Trường hợp có nhiều xe kéo móc $L = 5,2 - 8,8 \text{ m}.$

b) Độ mở rộng của hai làn xe

$$E = e_1 + e_2 = \frac{L_2}{R} = \frac{0,1V}{\sqrt{R}} \quad (m)$$

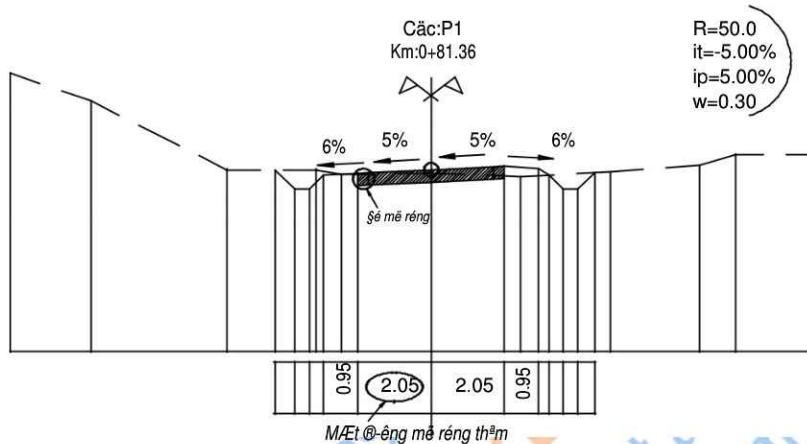
Theo TCVN 4054-05 quy định độ mở rộng hai làn xe trong đường cong nằm như sau:

Độ mở rộng phần xe chạy hai làn xe trong đường cong nằm (E)

Dòng xe	Bán kính đường cong nằm							
	250 200	<200 150	<150 100	<100 70	<70 50	<50 30	<30 25	<25 15
Xe con	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.8	2.2
Xe tải	0.6	0.7	0.9	1.2	1.5	2.0	-	-
Xe móc tỳ	0.8	1.0	1.5	2.0	2.5	-	-	-

2.2.3 Bố trí độ mở rộng

- Độ mở rộng bố trí cả hai bên, phía bụng và lưng đường cong. Khi gặp khó khăn, có thể bố trí một bên, phía bụng hay là lưng đường cong.
- Độ mở rộng được đặt trên diện tích phần lề gia cố. Dải dẫn hướng (và các cấu tạo khác như làn phụ cho xe thô sơ...) phải bố trí phía tay phải của độ mở rộng. Nền đường khi cần mở rộng, đảm bảo phần lề đất còn ít nhất là 0,5 m.



2.2.4 Đoạn nối mở rộng (L_e).

a) Khái niệm

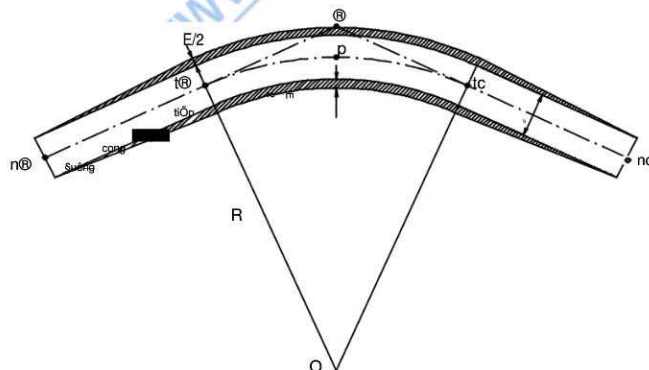
ngoài đường thẳng mặt đường có độ mở rộng bằng 0, vào trong đường cong thì độ mở rộng bằng độ mở rộng theo tính toán E . Để xe chạy được thuận lợi mặt đường phải mở rộng dần dần trên một đoạn dài nào đó. Đoạn dài ấy người ta gọi là đoạn nối mở rộng.

Vậy : *Đoạn nối mở rộng là đoạn để cho mặt đường biến đổi từ độ mở rộng bằng 0 đến độ mở rộng theo tính toán.*

Bố trí đoạn nối mở rộng

Khi có đường cong chuyển tiếp hoặc đoạn nối siêu cao thì đoạn nối mở rộng làm trùng với chiều dài của đường cong chuyển tiếp hay đoạn nối siêu cao.

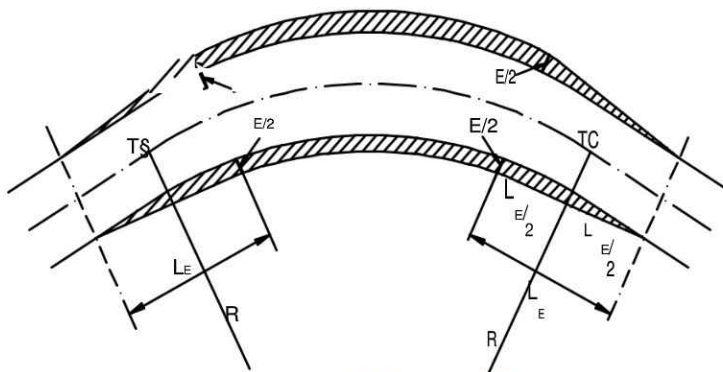
Chú ý : Khi vận tốc thiết kế 60 Km/h thì bố trí đường cong chuyển tiếp.



Khi không có đường cong chuyển tiếp hoặc đoạn nối siêu cao thì đoạn nối mở rộng được cấu tạo như sau :

Một nửa nằm trên đường thẳng và một nửa nằm trên đường cong;

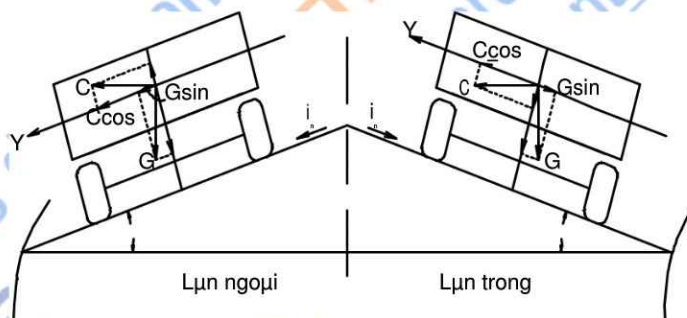
Trên đoạn nối, mở rộng đều (tuyến tính). Mở rộng 1 m trên chiều dài 10 m.



2.3 Siêu cao và đoạn nối siêu cao

2.3.1 Khái niệm siêu cao

Khi chạy vào đường cong, xe chịu thêm tác dụng của lực ly tâm C . Thành phần nằm ngang của lực ly tâm và của trọng lượng xe sẽ gây ra lực ngang làm cho xe chạy ở làn ngoài gặp bất lợi.



Muốn giảm hệ số lực ngang, có thể giảm vận tốc V hoặc tăng bán kính R của đường cong. Tuy nhiên cả hai phương pháp trên đều có những chỗ hạn chế vì nếu tăng bán kính thì có thể dẫn đến khối lượng thi công rất lớn, đôi khi không thể thực hiện được vì tuyến đường còn phụ thuộc rất nhiều vào điều kiện địa hình, còn nếu giảm vận tốc thì sẽ làm giảm tiện nghi xe chạy và không đạt được các chỉ tiêu khai thác đề ra cho tuyến đường.

Có một biện pháp thông minh là đáng lẽ phần xe chạy bên ngoài có dốc đổ ra lưng đường cong (mang dấu +) thì ta làm dốc đổ vào bên trong (dốc một mái) và làm độ dốc khá lớn (lúc này dốc mang dấu -). Chiều cao bất thường làm thêm để dốc đổ vào bụng đường cong tạo thành siêu cao.