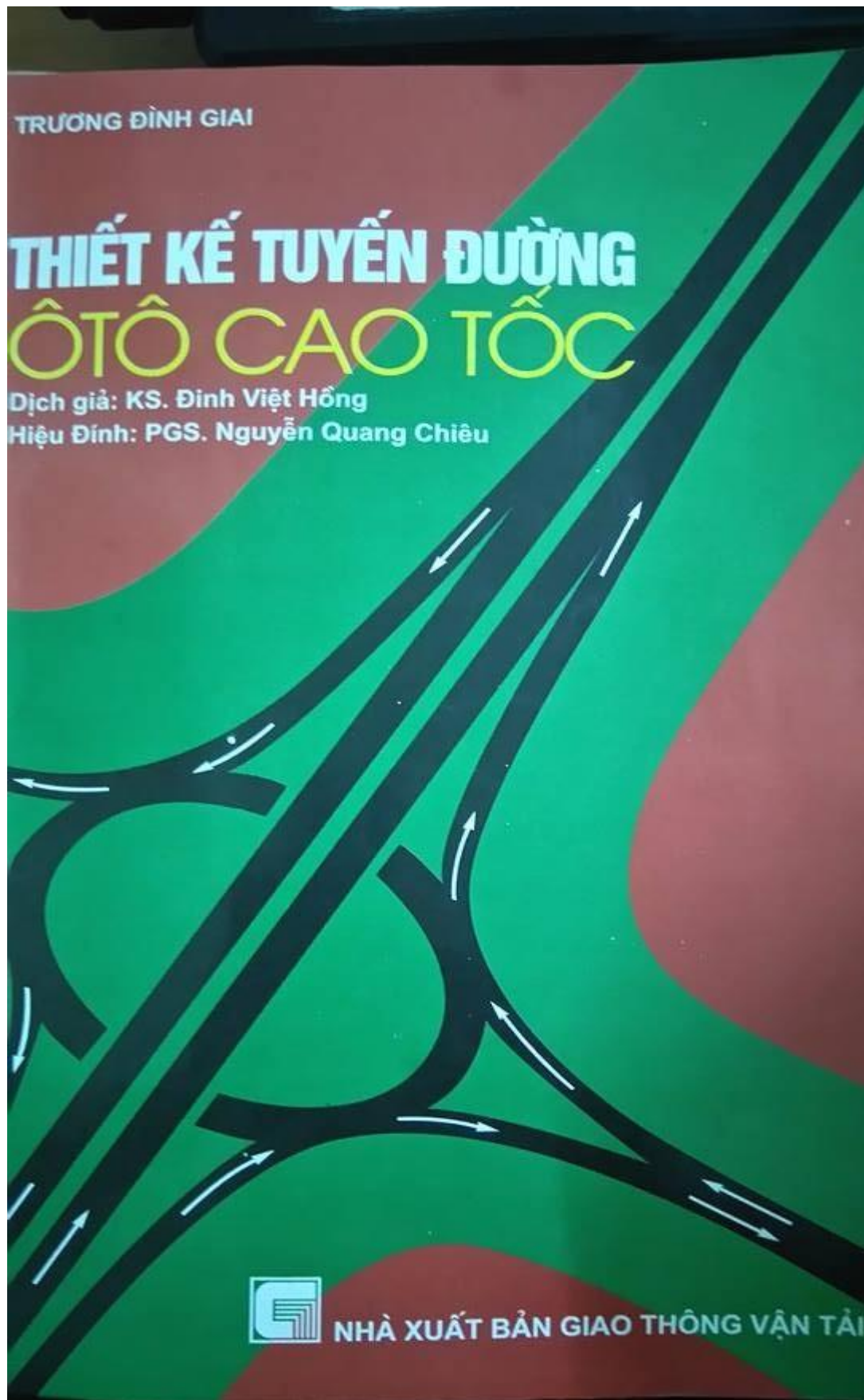


Các bạn xem cùng TCVN 5729:2012 đường ô tô cao tốc – yêu cầu thiết kế
Download tại: thietkeduong.com



MỤC LỤC	
	<i>Trang</i>
Lời nói đầu.....	5
Chương I: Thiết kế tuyến đường ô tô cao tốc.....	7
§1. Các căn cứ thiết kế.....	7
§2. Cấp hạng và các tiêu chuẩn kỹ thuật.....	18
§3. Tuyến trên bình đồ.....	23
§4. Tuyến trên mặt cắt dọc.....	50
§5. Mặt cắt ngang.....	64
§6. Thiết kế tổng hợp tuyến đường cao tốc.....	74
§7. Vẽ và phân tích hình phối cảnh tuyến đường.....	106
Chương II: Thiết kế nút khác mức trên đường ô tô cao tốc.....	106
§1. Các điều kiện và quy định bố trí nút khác mức liên thông.....	106
§2. Phân loại và các hình thức chính của nút khác mức.....	108
§3. Năng lực thông hành của nút khác mức liên thông.....	124
§4. Phân cấp các nút khác mức liên thông.....	128
§5. Tiêu chuẩn tuyến đường chính trong phạm vi nút khác mức liên thông.....	128
§6. Tốc độ xe tính toán của nhánh nối nút khác mức liên thông.....	129
§7. Các nguyên tắc thiết kế và chỉ tiêu kỹ thuật khi thiết kế nhánh nối.....	130
§8. Thiết kế cảnh quan nút khác mức.....	148
§9. Thiết kế quảng trường thu phí tại nút khác mức thông nhau.....	150
§10. Thiết bị phục vụ trong phạm vi nút khác mức thông nhau.....	152
Tài liệu tham khảo.....	163
Mục lục.....	164

TRƯỜNG ĐÌNH GIAI

THIẾT KẾ TUYẾN ĐƯỜNG ÔTÔ CAO TỐC

Dịch giả: KS. ĐÌNH VIỆT HỒNG

Hiệu đính: PGS. NGUYỄN QUANG CHIÊU

Nhà xuất bản Giao thông vận tải

80B Trần Hưng Đạo - Hà Nội

ĐT: 9433346, 9433345 - Fax: 8334784

NHÀ XUẤT BẢN GIAO THÔNG VẬN TẢI

HÀ NỘI - 2002

LỜI NÓI ĐẦU

GIỚI THIỆU NỘI DUNG

Cuốn sách này chủ yếu giới thiệu việc thiết kế tuyến đường ô tô cao tốc và thiết kế nút giao khác mức. Trong cuốn sách bao gồm các căn cứ thiết kế, cấp hạng đường, các tiêu chuẩn kỹ thuật, các yếu tố thiết kế bình đồ, trắc dọc, trắc ngang tuyến đường; điều kiện bố trí các nút khác mức, loại hình, phân loại nút, năng lực thông hành; các chỉ tiêu kỹ thuật và nguyên tắc thiết kế chính tuyến và nhánh nối. Đồng thời cuốn sách cũng giới thiệu sơ lược thiết kế cảnh quan và bố trí việc phục vụ tại nút khác mức.

Cuốn sách có thể dùng cho các cán bộ kỹ thuật công trình, cán bộ nghiên cứu về quy hoạch, thiết kế, thi công các công trình đường bộ, cũng làm tài liệu tham khảo cho cán bộ giảng dạy, sinh viên các chuyên ngành công trình giao thông thuộc các học viện, nhà trường.

LỜI NÓI ĐẦU

Đường ô tô cao tốc là đường ô tô dành riêng cho số lượng lớn ô tô chạy với tốc độ cao được an toàn, êm thuận và là đường ô tô chủ yếu dùng cho vận chuyển đường dài đi suốt. Nó là tuyến đường thông suốt, tốc độ cao, không bị hạn chế do thời tiết, chạy được suốt ngày đêm. Do hạn chế sự ra vào, xe chạy cách ly nhau, chuyên dùng cho ô tô, tất cả là nút giao thông khác mức, sử dụng các tiêu chuẩn cao, biện pháp quản lý giao thông hoàn thiện, đã tạo điều kiện vận chuyển nhanh chóng, an toàn, liên tục, êm thuận.

Đường ô tô cao tốc là sản phẩm của ngành vận tải đường bộ phát triển cao, là xương sống mạng lưới đường bộ cả nước, là đường ô tô hiện đại tiêu chuẩn cao. Từ năm 1928, Đức xây dựng tuyến đường cao tốc đầu tiên từ Cologne đến Bon đến nay đã có trên 60 nước và khu vực xây dựng được trên 16 vạn km đường cao tốc. Nút giao cắt lập thể sớm nhất là của Mỹ xây dựng năm 1928, là nút khác mức hình hoa thị. Đường "trực đạo" xây dựng đời Tần ở Trung Quốc (năm 218 trước công nguyên) là con đường quân sự trọng yếu phục vụ cho việc chinh phạt, buôn bán, phía nam bắt đầu từ Vân Dương (nay ở tỉnh Thiểm Tây), phía bắc đến Cửu Nguyên (nay là Bao đầu Nội Mông) dài gần 1000 km, có thể nói đó là manh nha "đường cao tốc" sớm nhất trên thế giới.

Tính đến cuối tháng 12-1996, đường bộ cả nước đạt 118 vạn km, trong đó đường ô tô cao tốc đạt 3000 km. Trong cả nước, tất cả các các huyện, 97% xã, 80% thôn đã có đường ô tô. Theo kế hoạch, đến năm 2000, số km đường ô tô khoảng 125 vạn km. Hiện nay ở nước ta, việc xây dựng đường ô tô đã bước vào thời kỳ "kết hợp phổ cập với nâng cao, lấy nâng cao là chính".

Đường cao tốc đã xây dựng có: Thẩm Dương - Đại Liên; Bắc Kinh - Thiên Tân - Đường Cô; Tế Nam - Thanh Đảo; Hợp Phì - Nam Kinh; Thượng Hải - Nam Kinh; Thành Đô - Trùng Khánh; Thạch Gia Trang - Thái Nguyên; Quảng Châu - Thẩm Quyến; Tây An - Bảo Kê; Thái Nguyên - Lạc Dương; Lạc Dương - Khai Phong; Cam Trúc Thiên Thuỷ - Bắc Đạo; Quảng Châu - Phật Sơn; Thượng Hải - Gia Định; Thượng Hải Bình Trang - Tùng Giang; Tây An - Vị Nam; Trường Sa - Tương Trạch; Hàng Châu - Ninh Ba; Trường Xuân - Tứ Bình. Côn Minh - Khúc Thanh; Nội Mông Hu-kolơ - Bao Đầu; Thẩm Quyến - Du Đầu; đoạn Liêu Minh - Thẩm Mộc, đoạn sân bay thủ đô, Thạch Gia Trang - Định Châu (nửa đường) v.v.

Đường cao tốc đang xây dựng gồm: Bắc Kinh - Thẩm Dương; Thượng Hải - Hàng Châu; Phúc Châu - Hạ Môn - Tuyền Châu; Bắc Kinh - Thạch Gia Trang;

Thạch Gia Trang - An Dương; Trịnh Châu - Hứa Xương; Thạch Gia Trang - Thừa An Phố; Tuyên Hoá - Đại Đồng; Hợp Phi - Quang Hồ; Tế Nam - Đức Châu; Nam Xương - Trương Thu; Liễu Châu - Quế Lâm; Thẩm Quyến - Chu Hải, đường trung tuyến đảo Hải Nam; vành đai Quảng Châu; vành đai Thẩm Dương; đoạn phía nam An Huy - Hợp Đồ v.v. Trong thời kỳ "Cửu ngũ" trọng điểm xây dựng đường bộ nước ta là các tuyến đường trục như Đồng Giang (Hắc Long Giang) đến Tam Nghiệp (Hải Nam), từ Bắc Kinh đi Chu Hải (Quảng Đông), từ Thượng Hải đi Thành Đô (Tứ Xuyên), Cảng Liên Vân (Giang Tô) đi Tân Cương, Bắc Kinh đi Thượng Hải v.v. Kế hoạch trong 25 năm xây dựng các tuyến đường động mạch "5 dọc 7 ngang", nối thông từ thủ đô, các thành phố cấp tỉnh đến các thành phố trên 50 vạn dân, xe chạy đi về 400 - 500 km trong ngày, đi suốt 800 - 1000 km trong ngày.

Tuyến là xương sống của đường cao tốc. Thiết kế hình dạng tuyến là quyết định hướng tuyến và bố trí cụ thể trên tuyến là khâu then chốt trong thiết kế đường cao tốc. Thiết kế hình dạng tuyến tốt hay xấu luôn luôn là tiêu chuẩn đánh giá chủ yếu việc thiết kế tổng thể và tác dụng của nó. Vì vậy, cần phải thiết kế tỷ mỉ sao cho tuyến có chất lượng cao. Hình dạng không gian của tuyến không những đòi hỏi xe chạy an toàn, nhanh chóng, tiết kiệm mà còn phải đáp ứng yêu cầu tâm, sinh lý con người, hài hoà với cảnh quan, địa hình, nhằm đạt được xe chạy an toàn, hình dạng tuyến liên tục, thị giác êm thuận, hình dạng đẹp đẽ.

Nút khác mức là bộ phận tổ thành quan trọng của đường cao tốc, là điểm nối tiếp tại nơi đường giao nhau, có hình dạng kết cấu không gian nhiều tầng và bố trí chuyên dùng có chức năng chuyển đổi các tuyến giao thông lập thể. Việc lựa chọn loại hình nút, xác định vị trí, thiết kế hình học cụ thể đều là những chuyên đề kỹ thuật quan trọng, nhất là nút khác mức kiểu thông nhau chiếm dụng nhiều đất (thường thường một nút giao thông khác mức chiếm khoảng 3 - 10 vạn m²), đầu tư lớn nên cần phải kết hợp tình hình trong nước mà nghiên cứu thảo luận thêm.

Xây dựng và phát triển đường cao tốc là nhu cầu hiện đại hoá đất nước Trung Quốc, các đường cao tốc đang từng bước được xây dựng sẽ cống hiến to lớn cho sự phát triển mạnh mẽ nền kinh tế đất nước, tăng thêm những thành tựu huy hoàng mới cho công cuộc xây dựng đường sá Trung Quốc.

Người biên soạn

CHƯƠNG I

THIẾT KẾ TUYẾN ĐƯỜNG Ô TÔ CAO TỐC

§1. CĂN CỨ THIẾT KẾ

I. Tốc độ xe thiết kế

Tốc độ xe thiết kế (hoặc còn gọi tốc độ xe tính toán) là một trong các yếu tố cơ bản quyết định việc thiết kế hình học đường ô tô, là *căn cứ chủ yếu dùng để thiết kế các bộ phận bị hạn chế của các cấp đường* (như bán kính đường cong, độ dốc dọc v.v). Tốc độ xe thiết kế là tốc độ tối đa mà người lái xe bình thường bảo đảm lái xe an toàn, thoải mái trong điều kiện thời tiết tốt, mật độ giao thông nhỏ. Tốc độ xe thiết kế là tốc độ tạo ra đặc tính bên ngoài của đường ô tô có ảnh hưởng tới việc chạy xe và xác lập mối tương quan giữa các bộ phận đường; đồng thời tốc độ xe thiết kế còn liên quan tới tầm quan trọng và tính kinh tế của tuyến đường.

Tốc độ xe tính toán phải phù hợp với loại hình đường, đặc trưng khu vực, nó là một trong các thước đo chất lượng phục vụ của đường. Tốc độ xe tính toán được xác định với yêu cầu thoả mãn việc xe chạy an toàn, êm thuận, và phụ thuộc vào tính chất tuyến đường, địa hình, địa mạo, thi công khó hay dễ, tính kinh tế của tuyến đường.

Trong bản "Tiêu chuẩn kỹ thuật đường ô tô" (JTJ 01-88) của nước ta (Trung Quốc) có quy định, chia tốc độ xe tính toán trên đường cao tốc thành 4 cấp tùy theo địa hình và lưu lượng giao thông:

Tốc độ xe thiết kế	120 km/giờ	khu đồng bằng, đồi thấp,
- nt -	100 km/giờ	khu đồi cao
- nt -	80 km/giờ	khu rừng núi
- nt -	60 km/giờ	

Tốc độ xe thiết kế ghi trong các "Tiêu chuẩn", "Quy phạm" nhà nước là tiêu chuẩn chung xây dựng trong phạm vi toàn quốc, khi sử dụng, cần dựa vào tình hình cụ thể địa phương để xác định.

II. Loại hình xe thiết kế

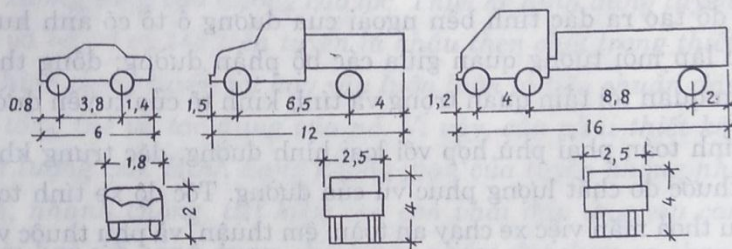
Loại hình xe thiết kế là một căn cứ quan trọng để thiết kế đường ô tô cao tốc. *Loại hình xe thiết kế là xe có tính chất đại diện để dùng khi thiết kế*, tùy thuộc vào các nhân tố như tình hình xe thực tế đang sử dụng trong nước, tương lai phát triển ngành ô tô, trình độ kinh tế đất nước v.v. Các chỉ tiêu kỹ thuật của đường như chiều rộng làn xe, độ mở rộng mặt đường trong đường cong, tầm nhìn v.v đều

có liên quan tới kích thước bên ngoài và tính năng của xe. Kích thước ngoài của xe thiết kế dùng ở nước ta như hình 1-1 và biểu 1-1.

Kích thước bên ngoài xe thiết kế (đơn vị: m)

Biểu 1-1

Kích thước Loại hình	Tổng chiều dài	Tổng chiều rộng	Tổng chiều cao	Cự ly từ trục trước đến mũi xe	Cự ly trục trục	Cự ly từ trục sau đến đuôi xe
Xe con	6	1,8	2	0,8	3,8	1,4
Xe tải	12	2,5	4	1,5	6,5	4
Xe bán moóc	16	2,5	4	1,2	4 + 8,8	2



Hình 1-1. Kích thước khổ ngoài của xe thiết kế (m)

III. Giới hạn kiến trúc và phạm vi sử dụng đất

A. Phạm vi sử dụng đất

Phạm vi dùng đất của đường ô tô cao tốc là phần đất cách mép ngoài của rãnh biên của nền đắp (khi không có rãnh thoát nước thì tính từ chân ta luy nền đắp) hoặc cách mép ngoài rãnh đỉnh của ta luy nền đào, (khi không có rãnh đỉnh là đỉnh của mái ta luy) không dưới 3m.

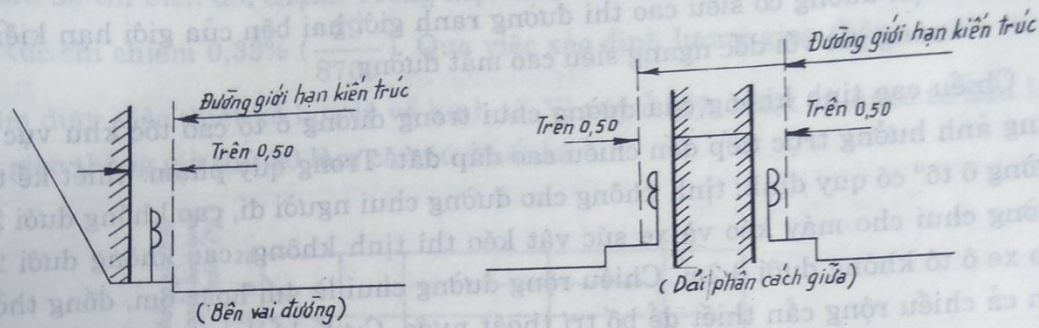
Đối với đoạn đường đắp cao, đào sâu thì phạm vi dùng đất cần xác định qua tính toán để đảm bảo ổn định nền đường.

Ở những đoạn đường địa chất đặc biệt như vùng cát lún, tuyết nhiều, đất yếu v.v. thì còn bao gồm cả giải đất để bố trí các thiết bị phòng hộ.

B. Giới hạn kiến trúc

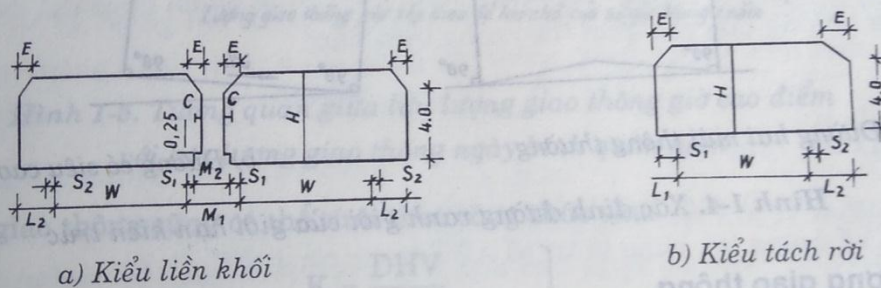
Giới hạn kiến trúc là giới hạn không gian mà trong một phạm vi nhất định về chiều rộng và chiều cao, không có bất kỳ một chướng ngại vật nào, để đảm bảo các loại xe chạy bình thường và an toàn.

trong phạm vi tĩnh không, không được đặt bố trí biển báo, rào chắn, cột đèn sáng, cột điện, cây ven đường, mố, trụ cầu của cầu vượt v.v. Đối với mố cầu cột biển báo đặt trên giải phân cách giữa và trên vai đường đều có lan can chắn và cần có đất để bố trí lan can phòng hộ (hình 1-2).



Hình 1-2. Phân đất chứa để đặt lan can phòng hộ

Giới hạn kiến trúc đường ô tô cao tốc xem hình 1-3



a) Kiểu liên khối

b) Kiểu tách rời

Hình 1-3. Giới hạn kiến trúc đường cao tốc (đơn vị: m)

V: Chiều rộng làn xe;

L_1 : Chiều rộng vai đường cứng phía trái;

L_2 : Chiều rộng vai đường cứng bên phải hoặc dải dừng xe khẩn cấp;

L: Chiều rộng bên. Chiều rộng bên của đường cao tốc là chiều rộng vai đường cứng (L_1, L_2);

C: Khi tốc độ chạy xe tính toán lớn hơn hoặc bằng 100 km/giờ thì lấy 0,5m, khi tốc độ nhỏ hơn 100 km/giờ thì lấy 0,25m;

S_1 : Chiều rộng bó vỉa bên trái; S_2 : Chiều rộng bó vỉa bên phải;

M_1 : Chiều rộng dải trung gian; M_2 : Chiều rộng dải phân cách giữa hay đảo giao thông;

E: Chiều rộng góc đỉnh giới hạn kiến trúc, khi $L \leq 1$ m lấy $E = L$, khi $L > 1$ m lấy $E = 1$ m;

H: Chiều cao tĩnh không với đường cao tốc lấy $H = 5$ m.

Đường ranh giới của giới hạn kiến trúc xác định như sau: (xem hình 1-4)

1. Đường ranh giới trên của giới hạn kiến trúc

(1) Đoạn đường mũi lượn thông thường: đường ranh giới trên là đường nằm ngang.

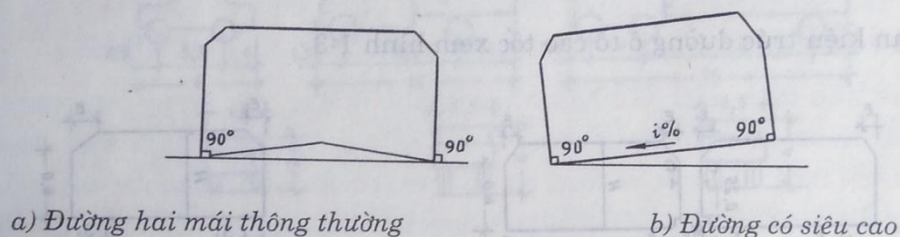
(2) Đoạn đường có siêu cao: đường ranh giới trên song song với dốc ngang siêu cao.

2. Đường ranh giới hai bên của giới hạn kiến trúc

(1) Đoạn đường mũi lượn thông thường thì đường ranh giới hai bên vuông góc với đường nằm ngang.

(2) Đoạn đường có siêu cao thì đường ranh giới hai bên của giới hạn kiến trúc vuông góc với dốc ngang siêu cao mặt đường.

Chiều cao tĩnh không của đường chui trong đường ô tô cao tốc khu vực đồng bằng ảnh hưởng trực tiếp đến chiều cao đắp đất. Trong quy phạm "thiết kế tuyến đường ô tô" có quy định: tĩnh không cho đường chui người đi, cao không dưới 2,2m; đường chui cho máy kéo và xe súc vật kéo thì tĩnh không, cao không dưới 2,7m, cho xe ô tô không dưới 3,2m. Chiều rộng đường chui là 4m hoặc 6m, đồng thời xét đến cả chiều rộng cần thiết để bố trí thoát nước. Cự ly bình quân của đường chui đề nghị là 800m.



Hình 1-4. Xác định đường ranh giới của giới hạn kiến trúc

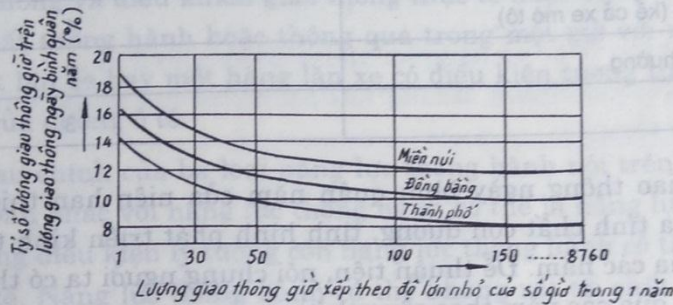
IV. Lượng giao thông

Lượng giao thông (lưu lượng giao thông) là số lượng xe thông qua một mặt cắt nào đó của tuyến đường trong một đơn vị thời gian, thường lấy trong một giờ (h), một ngày đêm (d) gọi là lượng giao thông - giờ (xe/giờ), lượng giao thông - ngày đêm (xe/ngày đêm). Lượng giao thông thay đổi theo mùa, theo thời gian, theo khí hậu. Để nghiên cứu sự biến đổi tức thời của dòng xe, có khi người ta sử dụng cả lưu lượng xe trong khoảng thời gian gián cách 15 phút, 10 phút, 5 phút.

Căn cứ thiết kế thông thường lấy lượng giao thông - giờ của năm thiết kế tương lai (đường ô tô cao tốc là 20 năm) làm tiêu chuẩn. Năm thiết kế tương lai là năm mà tuyến đường thỏa mãn yêu cầu sử dụng và có mức phục vụ nhất định, năm bắt đầu tính là năm xây dựng xong tuyến đường đó.

Lượng giao thông - giờ dùng thiết kế lấy là lượng giao thông hai chiều của giờ thứ 30 trong thứ tự sắp xếp từ lớn đến nhỏ của năm thiết kế tương lai. Tuy tình hình giao thông địa phương, cũng có thể lấy lượng giao thông nằm giữa khoảng giờ thứ 20 đến 40, nếu xét thấy hợp lý về kinh tế.

Qua điều tra quan trắc, người ta lấy từng lượng giao thông - giờ của 8760 giờ (365 x 24) trong một năm chia cho lượng giao thông - ngày bình quân trong năm, đem các tỷ số đó sắp xếp theo thứ tự từ lớn đến nhỏ vẽ thành đường cong biểu diễn ở hình 1-5, thì thấy rằng đường cong lân cận giờ thứ 30 thay đổi mạnh, còn ở sau vị trí thứ 30 thì biến đổi chậm. Trong một năm chỉ có 29 lượng xe - giờ vượt quá trị số đó, tức chỉ chiếm 0,33% ($\frac{29}{8760}$). Qua việc xác định lượng giao thông - giờ, ta có thể tìm được việc thiết kế hợp lý về kinh tế. Vì vậy ở Mỹ, Nhật và nước ta đều lấy lượng giao thông giờ thứ 30 làm căn cứ thiết kế.



Hình 1-5. Tương quan giữa lưu lượng giao thông giờ cao điểm với lưu lượng giao thông ngày bình quân năm

Lượng giao thông cũng có thể tính theo công thức sau:

$$\left. \begin{aligned} K &= \frac{DHV}{ADT} \\ V &= ADT \cdot KXD \end{aligned} \right\} \quad (1-1)$$

Trong đó:

DHV: Tổng lượng giao thông hai chiều ở giờ thứ 30 (xe/giờ)

ADT: Lượng giao thông ngày bình quân trong năm của năm thiết kế tương lai (xe/ngày đêm)

V: Lượng giao thông thiết kế giờ cao điểm của hướng chính (xe/giờ)

K: Hệ số, là tỷ số giữa lượng giao thông giờ thứ 30 và ADT

Đề nghị sử dụng hệ số K	Thành thị	11%
	Đồng bằng	13%
	Miền núi	15%

D: Hệ số phân bố không đều giữa hai hướng trong giờ cao điểm, tính theo công thức:

$$D = \frac{\text{Lượng giao thông của hướng chính}}{\text{Tổng lượng giao thông cả hai hướng}} \%$$

Trị số D xác định qua điều tra thực tế, nếu không có số liệu thì lấy là 0,60.

Đối với việc tính đổi lượng giao thông, lấy chuẩn là xe con, đề nghị tính đổi theo biểu 1-2.

Hệ số tính đổi xe

Biểu 1-2

Loại xe	Hệ số tính đổi
Xe con (kể cả xe mô tô)	1
Xe tải thường	2
Xe kéo	3

Lưu lượng giao thông ngày bình quân năm của niên hạn thiết kế tương lai được dự đoán qua tính chất con đường, tình hình phát triển kinh tế dọc tuyến, số liệu quan trắc qua các năm. Để thuận tiện, nói chung người ta có thể dự đoán theo tỷ lệ tăng trưởng qua các năm theo công thức sau:

$$Q_{\text{tương lai}} = Q (1+K)^{n-1} \quad (1-2)$$

Trong công thức trên:

$Q_{\text{tương lai}}$: Lưu lượng giao thông ngày bình quân năm (xe/ngày đêm) của niên hạn thiết kế tương lai, cũng là trị số ADT trong công thức (1-1).

Q : Lưu lượng giao thông ngày bình quân năm của năm bắt đầu tính, lấy ở năm đường xây dựng xong.

K : Hệ số tăng trưởng lượng giao thông hàng năm, thí dụ đường cao tốc Bắc Kinh - Thiên Tân, năm 1990 - 2000 là 6%, sau năm 2000 là 5%.

V. Năng lực thông hành

A. Năng lực thông hành là số lượng xe lớn nhất đi qua một mặt cắt nào đó của tuyến đường trong một đơn vị thời gian trong điều kiện xe chạy với tốc độ bình thường, bảo đảm an toàn, êm thuận, biểu thị bằng xe/giờ hoặc xe/ngày đêm. Nó là trị số giới hạn của giao thông đường bộ trong điều kiện bình thường.

Năng lực thông hành của tuyến đường chia thành ba loại:

(1) Năng lực thông hành cơ bản:

Năng lực thông hành cơ bản là số lượng xe tiêu chuẩn lớn nhất đi qua trong một giờ tại một làn xe hoặc một hàng làn xe có điều kiện gần giống nhau hoặc trên một mặt cắt ngang của đường ô tô trong điều kiện đường sá, giao thông lý tưởng.

(2) Năng lực thông hành có thể:

Nó được tính cho các bộ phận cấu thành của tuyến đường trong điều kiện đường sá, giao thông và điều khiển giao thông thực tế hoặc dự kiến biết trước. Đó là số lượng xe lớn nhất thông hành hoặc thông qua trong một giờ của một làn xe hay một hàng làn xe có điều kiện gần giống nhau hoặc tại một mặt cắt ngang của tuyến đường.

(3) Năng lực thông hành thiết kế:

Nó cũng được tính cho các bộ phận cấu thành của tuyến đường trong điều kiện đường sá, giao thông và điều khiển giao thông thực tế hoặc dự kiến trước. Nó là số lượng xe lớn nhất thông hành hoặc thông qua trong một giờ với mức độ phục vụ được chọn ở một làn xe hay một hàng làn xe có điều kiện tương tự nhau hoặc một mặt cắt ngang của đường ô tô.

Sự khác nhau chính của ba loại năng lực thông hành nói trên ở chỗ: năng lực thông hành cơ bản khác với năng lực thông hành có thể là năng lực thông hành cơ bản thì tính trong điều kiện lý tưởng còn năng lực thông hành có thể thì tính trong điều kiện thực tế. Năng lực thông hành có thể không xét tới chất lượng vận hành còn năng lực thông hành thiết kế là năng lực thông hành trong điều kiện đã chọn mức phục vụ.

B. Năng lực thông hành cơ bản

Năng lực thông hành cơ bản là số lượng xe thông qua một làn xe mỗi giờ trong điều kiện lý tưởng, nó phản ánh trị số giới hạn của số xe (xe con) cho phép đi qua tuyến đường cao tốc, là cơ sở để tính các năng lực thông hành khác.

Năng lực thông hành cơ bản N (xe/giờ) tính theo công thức:

$$N = \frac{3600}{\frac{L}{v}} = \frac{3600 v}{1 + vt + kv^2 + l_0}$$

lấy

$$K = \frac{K_2 - K_1}{2g(\varphi + f \pm i)}$$

hoặc

$$N = \frac{3600}{t + Kv + \frac{1 + l_0}{v}} \quad (1-3)$$

Trong đó:

v : Tốc độ ô tô (m/s)

t : Thời gian phản ứng của lái xe, với xe con lấy $t = 1,2s$

l : Chiều dài ô tô (m), với xe khách nhỏ có thể lấy 6m

l_0 : Giãn cách an toàn giữa các ô tô, lấy 3-5 (m)

φ : Hệ số bám, thường lấy 0,2 - 0,5

f : Hệ số cản lăn, thường lấy 0,02

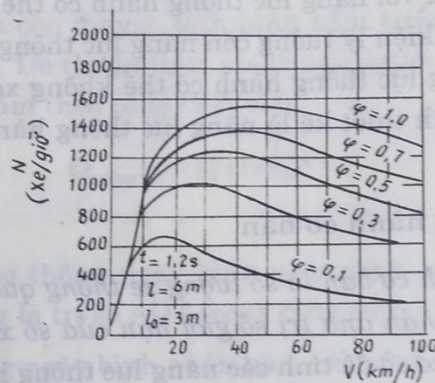
i : Độ dốc dọc của đường, lên dốc lấy dấu +, xuống dốc lấy dấu -.

K_2, K_1 : Hệ số hãm, xe sau lấy $K_2 = 1,7$; xe trước $K_1 = 1,0$

Tốc độ xe, khi năng lực thông hành lớn nhất, là v_k . Lúc đó $\frac{dN}{dv} = 0$

$$v_k = \sqrt{\frac{1 + l_0}{K}}$$

Quan hệ giữa tốc độ xe và năng lực thông hành như ở hình 1-6. Năng lực thông hành tăng khi tốc độ xe tăng, nhưng khi đạt tới số lượng xe nhất định thì giảm dần khi tốc độ xe tăng.



Hình 1-6. Biểu đồ quan hệ giữa năng lực thông hành của một làn xe với tốc độ xe

Năng lực thông hành cơ bản mỗi làn xe của đường ô tô cao tốc bốn làn xe, thường là 1500 - 2000 xe/giờ.

C. Năng lực thông hành có thể

Năng lực thông hành có thể là năng lực thông hành thực tế dựa trên cơ sở thông hành cơ bản, có sự điều chỉnh sau khi xem xét các nhân tố khách quan: điều kiện đường sá, giao thông, điều khiển giao thông như chiều rộng làn xe, chiều rộng tịnh không ngang, loại xe lớn lẫn vào v.v. Điều kiện đường sá nói lên đặc trưng hình học tuyến đường như số lượng làn xe, chiều rộng làn xe, chiều rộng dải phân cách giữa, chiều rộng tịnh không ngang, tốc độ xe chạy tính toán, bình đồ, trắc dọc tuyến v.v. Điều kiện giao thông nói lên đặc trưng giao thông bao gồm lưu lượng giao thông, sự phân bố lưu lượng theo hai chiều đi về, sự phân bố lưu lượng giao thông ở các làn xe khác nhau v.v.

Điều kiện điều khiển giao thông là loại hình bố trí thiết bị điều khiển, các thiết kế đặc biệt, quy tắc giao thông như địa điểm và hình thức đặt tín hiệu, biển báo, quy định hạn chế sử dụng các làn xe v.v.

D. Năng lực thông hành thiết kế

Năng lực thông hành thiết kế là năng lực thông hành mà thực tế chấp nhận được. Nó được xác định theo yêu cầu chủ quan của con người đối với tuyến đường, đồng thời phải xét tới các nhân tố như chất lượng khai thác đường (trình độ phục vụ), yêu cầu về kinh tế, về an toàn v.v. Năng lực thông hành thiết kế là căn cứ dùng để thiết kế.

Năng lực thông hành thiết kế liên quan tới chất lượng khai thác đường. Vì vậy, cần phân tích trình độ phục vụ của con đường. Người ta chia trình độ phục vụ làm bốn cấp tùy theo chất lượng chạy xe của dòng xe (chạy xe tự do, chạy xe ổn định, chạy xe không ổn định và chạy xe cưỡng bức) và mức độ lái tự do của lái xe.

Đó là:

Cấp một: Là giai đoạn cao bao gồm chạy xe tự do và chạy xe ổn định. Trong phạm vi chạy xe tự do, các xe chạy không chịu hoặc hầu như không chịu ảnh hưởng của các xe khác trong dòng xe. Lái xe tự do lựa chọn tốc độ xe chạy mong muốn. Ở giai đoạn ổn định cao một bộ phận nhỏ trong dòng xe bắt đầu bị ảnh hưởng của một số xe khác, độ lái tự do tuy vẫn rất cao, song đã có giảm chút ít.

Cấp hai: Là giai đoạn giữa của dòng xe ổn định. Giữa các xe chạy bắt đầu có ảnh hưởng lẫn nhau, độ lái tự do giảm mức độ nhất định.

Cấp ba: Là giai đoạn thấp của dòng xe ổn định. Trong giai đoạn này, độ lái tự do và tốc độ xe bị hạn chế nghiêm trọng, lưu lượng xe tăng lên gây ra sự vận hành có vấn đề.

Cấp bốn: Bao gồm dòng xe không ổn định và chạy xe cưỡng bức. Trong phạm vi dòng xe không ổn định, lượng giao thông xấp xỉ hoặc bằng năng lực thông hành cơ bản, tốc độ tất cả các xe đều thấp nhưng còn tương đối đều; độ lái tự do rất thấp, lượng giao thông tăng chút ít hoặc hơi rối loạn cũng sẽ dẫn tới rối loạn lớn thậm chí làm giao thông gián đoạn. Ở giai đoạn chạy xe cưỡng bức hầu như không còn độ lái tự do, còn xe phía trước khi chạy khi dừng.

Năng lực thông hành thiết kế đường ô tô cao tốc có thể tham khảo các số liệu có liên quan của Nhật Bản (Biểu 1-3)

**Năng lực thông hành thiết kế của đường
ô tô cao tốc Nhật Bản**

Biểu 1-3

Tốc độ xe thiết kế (km/h)	Năng lực thông hành của một làn xe (xe/ngày đêm)
120	12.000 (đồng bằng)
100	12.000 (đồng bằng) - 9000 (miền núi)
80	} 8000 (miền núi)
60	

Khi thiết kế đường ô tô cao tốc, cần tiến hành phân tích, tính toán năng lực thông hành và trình độ phục vụ của các đoạn đường sau:

(1) Đoạn đường cao tốc

(2) Nhánh nối nút khác mức kiểu thông nhau.

(3) Đoạn trộn xe của đường cao tốc.

Trình độ phục vụ dùng khi thiết kế đường ô tô cao tốc lấy là cấp hai, còn đoạn trộn xe và nhánh nối thiết kế theo trình độ phục vụ cấp 3 trong trường hợp bất đắc dĩ.

Mức phục vụ đoạn đường chính của đường ô tô cao tốc có thể tham khảo theo biểu 1-4.

**Phân cấp mức phục vụ đoạn đường chính
của đường ô tô cao tốc**

Biểu 1-4

Cấp hạng phục vụ	Mật độ	Tốc độ xe chạy tính toán 120 km/giờ			Tốc độ xe chạy tính toán 100 km/h			Tốc độ xe chạy tính toán 80 km/h			Tốc độ xe chạy tính toán 60 km/h		
		(a)	(b)	(c)	(a)	(b)	(c)	(a)	(b)	(c)	(a)	(b)	(c)
		Tốc độ xe (km/h)	v/c	Lượng giao thông phục vụ lớn nhất	Tốc độ xe (km/h)	v/c	Lượng giao thông phục vụ lớn nhất	Tốc độ xe (km/h)	v/c	Lượng giao thông phục vụ lớn nhất	Tốc độ xe (km/h)	v/c	Lượng giao thông phục vụ lớn nhất
I	≤12	≥94	0,56	1100	≥81	0,51	1000	-	-	-	-	-	-
II	≤19	≥86	0,79	1600	≥75	0,71	1400	≥69	0,67	1300	≥59	0,64	1150
III	≤26	≥73	0,94	1900	≥68	0,85	1700	≥62	0,83	1600	≥56	0,81	1450
IV	≤42	≥48	1,00	2000	≥48	1,00	2000	≥45	1,00	1900	≥43	1,00	1800
	>42	<48	(d)	(d)	<48	(d)	(d)	<45	(d)	(d)	<43	(d)	(d)

Ghi chú:

- (a) Tốc độ xe là tốc độ bình quân
- (b) Tỷ số v/c là tỷ số: lượng giao thông phục vụ lớn nhất (V) chia cho năng lực thông hành bản. (C) trong điều kiện lý tưởng. Năng lực thông hành cơ bản là chỉ lưu lượng giao thông phục vụ tối đa (của dòng trên ở trình độ phục vụ cấp 4)
- (c) Lưu lượng giao thông lớn nhất ở các cấp phục vụ trong điều kiện lý tưởng là số xe con nh đổi chạy qua một giờ của làn xe.
- (d) Ở nửa phần dưới trình độ phục vụ cấp 4 (dòng dưới trong bảng) giao thông ở vào tình trạng dòng cường bức thì tỷ số v/c và lưu lượng giao thông thay đổi rất lớn nhưng lớn nhất vẫn không vượt quá tỷ số v/c và lượng giao thông phục vụ lớn nhất của phần trên trình độ phục vụ cấp 4 (ở dòng trên trong bảng mục cấp 4).

Đường ô tô cao tốc là đường mà xe đi vào đường phải thông qua hệ thống điều khiển giao thông nhằm loại bỏ về cơ bản (giao cắt) để tăng tốc độ chạy xe, tăng năng lực thông hành, an toàn giao thông và hạ giá thành vận tải.

Để loại bỏ kiểu giao cắt có thể áp dụng các biện pháp:

(1) Khống chế về loại xe, kiểu xe, tính năng kỹ thuật, trọng tải, người lái của các xe đi vào đường cao tốc.

(2) Khống chế số lượng đường nhánh nhập vào, vị trí và hình thức nối vào đường chính.

Ngoài ra còn phải chú ý đến các điều kiện môi trường không làm ảnh hưởng tới việc chạy xe an toàn (như khí độc, ánh sáng, chấn động, tiếng ồn, quảng cáo không thích hợp v.v).

Các quy định trong "Quy phạm thiết kế tuyến đường ô tô" về khống chế việc vào ra đường cao tốc có hàm ý là:

(1) Chỉ cho phép ô tô, mô tô phù hợp yêu cầu vận hành mới được vào đường cao tốc, còn nghiêm cấm người và các loại xe khác đi vào.

(2) Phải là đường ô tô có 4 làn xe hoặc trên 4 làn xe.

(3) Phải bố trí dải phân cách giữa, nghiêm cấm xe quay đầu tại các cửa khẩu của dải phân cách.

(4) Tại các vị trí giao nhau với đường ô tô, đường phố, đường nông thôn, đường sắt, đường ống v.v. phải bố trí giao khác mức. Tại các vị trí giao nhau với đường ô tô có thể vào ra đường cao tốc thì phải bố trí nút giao khác mức kiểu thông nhau.

(5) Phải đặt lan can cấm đi vào.

"Tiêu chuẩn kỹ thuật công trình đường ô tô" quy định:

I. Cấp hạng

Đường ô tô cao tốc ở nước ta phân thành 4 cấp, niên hạn để tính lượng giao thông thiết kế là 20 năm (tính từ năm xây dựng xong) đồng thời quy định tốc độ 50 km/h là giới hạn thấp nhất của tốc độ xe nhập tuyến; đường cao tốc giao nhau với đường ô tô khác, với đường sắt phải dùng nút giao khác mức và phải khống chế hoàn toàn xe ra vào. Đường cao tốc chia thành:

Khu vực miền núi lấy $\begin{cases} v = 80 \text{ km/h} \\ v = 60 \text{ km/h} \end{cases}$

Biểu 1-5

18

II. Tiêu chuẩn kỹ thuật

Tiêu chuẩn kỹ thuật là tiêu chuẩn được áp dụng bảo đảm tính năng hoạt động bình thường trong điều kiện tự nhiên bình thường. Nó là yêu cầu kỹ thuật có tính pháp lệnh. Các tiêu chuẩn kỹ thuật chủ yếu của đường ô tô cao tốc xem biểu 1-6.

Tiêu chuẩn kỹ thuật chủ yếu đường ô tô cao tốc**Biểu 1-6**

Tốc độ xe tính toán (km/h)			120	100	80	60
Địa hình			Đồng bằng, đồi thấp	Đồi cao	Miền núi	Miền núi
Chiều rộng làn xe (m)			2x7,5	2x7,5	2x7,5	2x7.0
Chiều rộng nền đường (m)	Thông thường		≥26,0	24,5	23,0	21,5
	Trị số thay đổi		24,5	23,0	21,5	20,0
Chiều rộng vai đường (m)	Lề vật liệu cứng		≥2,5	≥2,5 (2,25)	≥2,25 (1,75)	≥2,00 (1.5)
	Lề đường đất					
Chiều rộng dải phân cách giữa (m)			3,00 (2,00)	2,00 (1,50)	1,50	1,50
Chiều rộng dải mép bên trái (m)			0,75 (0,50)	0,50 (0,25)	0,50 (0,25)	0,50 (0,25)
Mũi lượn			2% - 1,5%			
Bán kính đường cong (m)	Tối thiểu giới hạn		650	400	250	125
	Tối thiểu thông thường		1000	700	400	200
Chiều dài tối thiểu đường cong chuyển tiếp (m)			100	85	70	50
Tầm nhìn dừng xe (m)			210	160	110	75
Đốc dọc tối đa (%)			3	4	5	5
Độ dốc hợp thành tối đa (%)			10,0 (8,0)		10,5 (8,0)	
Bán kính đường cong đứng (m)	Tối thiểu giới hạn	Lồi	17000	10000	4500	2000
		Lõm	11000	6500	3000	1400
	Tối thiểu thông thường	Lồi	6000	4500	3000	1500
		Lõm	4000	3000	2000	1000
Tải trọng xe thiết kế cầu hầm			ô tô vượt cấp 20		Rơmoóc 120	

Ghi chú: () Dùng trong trường hợp đặc biệt

III. Đoạn thiết kế

Đoạn thiết kế là đoạn có tiêu chuẩn thiết kế giống nhau. Mỗi đoạn thiết kế cần phải đủ dài để ô tô có thể chạy an toàn, êm thuận.

Chiều dài đoạn thiết kế tối thiểu sao cho thời gian mỗi một lần đổi tốc độ không quá ngắn và tốc độ không thay đổi liên tục.

Đoạn thiết kế đường cao tốc, nói chung không dưới 20 km, trường hợp đặc biệt không được dưới 10 km; tốc độ thiết kế giữa hai đoạn lân cận không chênh lệch quá 20 km/h.

Khi đường đi qua các khu vực phải dùng tốc độ thiết kế khác nhau, thì tại nơi thay đổi tốc độ, cần kết hợp địa hình, bố trí một đoạn dài nhất định để các chỉ tiêu kỹ thuật thay đổi từ từ, tránh biến đổi đột ngột. Về nguyên tắc, địa điểm nối tiếp các đoạn thiết kế khác nhau, cần bố trí tại các nơi có lưu lượng giao thông thay đổi lớn như nút khác mức thông nhau hoặc tại nơi mà lái xe có thể thấy được tình hình phía trước để thay đổi tốc độ như làng xóm, thị trấn, cầu, địa hình thay đổi v.v, đồng thời phải đặt biển báo tương ứng.

IV. Phân kỳ xây dựng

Phương án phân kỳ xây dựng đường cao tốc phải xét đến các nhân tố như đầu tư và hiệu quả đầu tư khi xây dựng một lần và xây dựng phân kỳ, yêu cầu xã hội, nhu cầu giao thông v.v... mà xác định một cách tổng hợp. Có thể phân thành hai loại:

- Kỳ đầu làm 2 làn xe, kỳ sau 4 làn xe.
- Kỳ đầu 4 làn xe, kỳ sau 6 làn xe.

A. Kỳ đầu xây dựng nửa đường

Dựa vào yêu cầu thiết kế tổng thể, đường cao tốc được xây dựng theo giai đoạn thời kỳ đầu, xây dựng hai làn xe (cũng gọi là đường cao tốc kiểu xây dựng nửa đường) lưu lượng giao thông không dưới 3500 - 4500 xe/ngày đêm (tính đổi ra xe tải hạng trung), đường này thích ứng với lưu lượng tối đa 8500 - 10000 xe/ngày đêm.

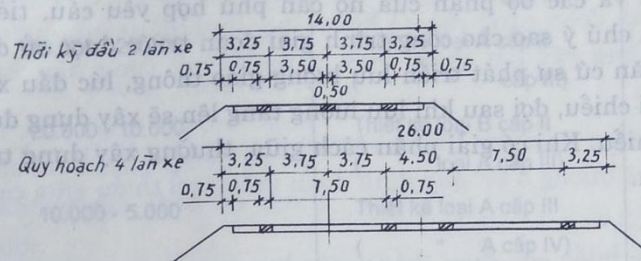
Nói chung trong giai đoạn đầu thường sử dụng hình thức hai làn xe cùng phía, khi cần thiết làm thêm làn xe phụ.

Nếu ngay từ thời kỳ đầu thấy lưu lượng giao thông vượt 8000 xe/ngày đêm thì xây dựng một lần không cần phân kỳ xây dựng.

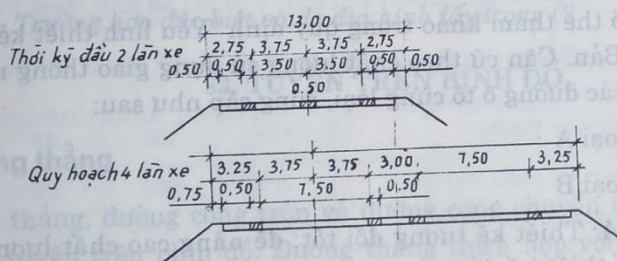
Giãn cách giữa hai giai đoạn xây dựng được xác định qua luận chứng kinh tế kỹ thuật, nói chung khoảng 7 - 10 năm là thích hợp.

Tốc độ xe tính toán cho thời kỳ xây dựng 2 làn xe cũng lấy bằng tốc độ xe tính toán cho quy hoạch 4 làn xe.

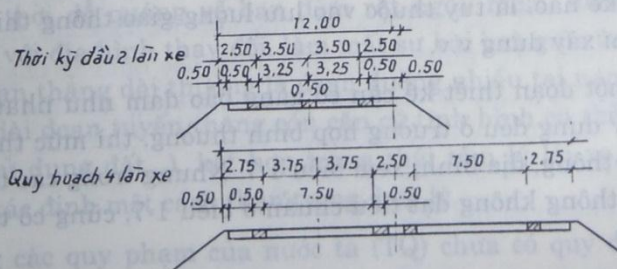
Tầm nhìn, ngoài yêu cầu theo quy hoạch 4 làn xe, còn phải thỏa mãn yêu cầu cự ly tránh xe, trong khoảng thời gian xe chạy 1 phút (trường hợp khó khăn 3 phút) bố trí một đoạn tầm nhìn vượt xe. Mặt cắt ngang nền đường của đường cao tốc theo phân kỳ xây dựng (xem hình 1-7).



a) Khu vực đồng bằng



b) Khu vực đồi cao



c) Khu vực Miền núi

Hình 1-7. Xây dựng phân kỳ mặt cắt ngang nền đường cao tốc (m)

B. Kỳ đầu 4 làn xe, kỳ cuối 6 làn xe

Qua nghiên cứu thấy rằng lưu lượng giao thông hợp lý để xây dựng đường cao tốc là đạt bình quân 10000 xe/ngày đêm, đó là điều kiện cần, còn điều kiện đủ là phải xét tổng hợp tình hình kinh tế, địa hình, sự phát triển của địa phương và phối hợp với các phương thức vận chuyển khác. Khi lưu lượng giao thông tương lai vượt 45000 xe/ngày đêm (xe con) thì phải xây dựng đường cao tốc 6 làn xe.

Tiêu chuẩn tuyến và các bộ phận của nó cần phù hợp yêu cầu, tiêu chuẩn tương lai, nhưng phải chú ý sao cho công trình giai đoạn trước được sử dụng đầy đủ ở giai đoạn sau. Căn cứ sự phát triển lưu lượng giao thông, lúc đầu xây dựng đường 4 làn xe cho hai chiều, đợi sau khi lưu lượng tăng lên sẽ xây dựng đường cao tốc 6 làn xe cho hai chiều. Khi có giải pháp phân cách giữa, thường xây dựng trước bốn làn xe hai chiều ở giữa.

V. Mức thiết kế

Căn cứ theo mối quan hệ giữa đầu tư và hiệu quả mà con đường mang lại, để xác định sự phối hợp cân đối giữa các yếu tố thiết kế như trắc ngang hình dạng tuyến v.v.

Mức độ thiết kế có thể tham khảo trong quy định "Yếu lĩnh thiết kế đường cao tốc" (1987) của Nhật Bản. Căn cứ theo chất lượng sử dụng giao thông mà thiết kế mang lại, có thể chia các đường ô tô cùng loại, cùng cấp như sau:

Mức thiết kế loại A

Mức thiết kế loại B

Mức thiết kế loại A: Thiết kế tương đối tốt; để nâng cao chất lượng sử dụng giao thông, các yếu tố thiết kế đều sử dụng các trị số lớn hơn các trị số tối thiểu thông thường.

Mức thiết kế loại B: Nói chung bảo đảm trị số tối thiểu thông thường nhưng khi tiết kiệm được chi phí xây dựng, lại không ảnh hưởng đến an toàn lắm, cũng cho phép sử dụng trị số tối thiểu giới hạn.

Áp dụng loại thiết kế nào, là tùy thuộc vào lưu lượng giao thông thiết kế, quy mô tuyến đường, chi phí xây dựng v.v.

Mức thiết kế của một đoạn thiết kế cần cố gắng bảo đảm như nhau. Khi cấp hạng đường chi phí xây dựng đều ở trường hợp bình thường, thì mức thiết kế chủ yếu dựa vào lượng giao thông, địa hình, xem biểu 1-7. Nhưng trong các trường hợp sau, dù lưu lượng giao thông không đạt tiêu chuẩn ở biểu 1-7, cũng có thể lấy cao hơn một bậc:

(1) Khi mức thiết kế của đoạn lân cận cao hơn đoạn đang xét rất nhiều.

(2) Lượng giao thông của xe loại lớn nhiều.

(3) Lượng giao thông chạy đường dài nhiều.

Mức thiết kế đường cao tốc

Biểu 1-7

Lượng giao thông thiết kế (xe/d)	Đồng bằng	Miền núi
40.000	Thiết kế loại A cấp I (" cấp II)	Thiết kế loại A cấp II (" cấp III)
40.000 - 30.000	Thiết kế loại B cấp I (" cấp II)	Thiết kế loại B cấp II (" cấp III)
30.000 - 20.000	Thiết kế loại A cấp II (" cấp III)	Thiết kế loại A cấp III (" cấp IV)
20.000 - 10.000	Thiết kế loại B cấp II (" loại A cấp III)	Thiết kế loại B cấp III (" loại A cấp IV)
10.000 - 5.000	Thiết kế loại A cấp III (" A cấp IV)	Thiết kế loại B cấp III (" A cấp IV)
5.000	Thiết kế loại B cấp III (" A cấp IV)	Thiết kế loại B cấp IV

Ghi chú: Trường hợp đặc biệt và do địa hình lấy trong ()

§3. TUYẾN TRÊN BÌNH ĐỒ

I. Đường thẳng

Đường thẳng, đường cong tròn và đường cong chuyển tiếp là 3 yếu tố cơ bản thành tuyến trên bình đồ. Đường thẳng thích hợp với địa hình bằng phẳng. Đường nhìn mục tiêu không có trở ngại. Các đoạn thích hợp để làm tuyến thẳng là: vùng đồng bằng hoặc thung lũng rộng giữa hai dãy núi, trên cầu lớn dài, cầu vượt hoặc hầm dài. Đường thẳng có ưu điểm là có hướng rõ ràng, tuyến ngắn, đơn giản v.v. Nhưng đường thẳng quá dài, cảnh quan đơn điệu, thường làm lái xe mệt mỏi, dễ vượt tốc độ quy định, dễ chủ quan, ước lượng cự ly thường sai, đồng thời dễ quáng về ban đêm rất nguy hiểm; đường thẳng dài cũng khó thích hợp với địa hình thay đổi, làm mất sự hài hoà giữa tuyến với môi trường v.v. Vậy đoạn thẳng dài thường là đoạn đường nhiều tai nạn. Khi chọn tuyến thẳng chiều dài đoạn tuyến thẳng cần căn cứ tình hình cụ thể của khu vực (địa hình, vật, sử dụng đất...), kết hợp trạng thái tâm lý lái xe, bảo đảm vận hành an toàn mà xác định một cách thận trọng, hợp lý.

Trong các quy phạm của nước ta (TQ) chưa có quy định cụ thể độ dài đoạn thẳng dài nhất. Nguyên nhân chủ yếu vì đất nước ta rộng lớn, địa hình và điều kiện tự nhiên mỗi nơi một khác, việc chọn độ dài của đoạn tuyến thẳng phải tùy thuộc vào tình hình địa hình cụ thể của địa phương. Nhưng trong "Quy phạm thiết kế

tuyến đường ô tô" cũng nêu rõ: "Cần hạn chế chiều dài tối đa của đoạn thẳng. Khi sử dụng đoạn thẳng dài, để khắc phục nhược điểm cảnh quan đơn điệu, cần có các biện pháp kỹ thuật thích hợp tùy theo tình hình cụ thể dọc tuyến" Nhật Bản sử dụng quy định RAL-L của Đức "Chiều dài (tính bằng m) tối đa đoạn thẳng thích hợp lấy bằng 20 lần tốc độ xe chạy". Quy định này dựa vào thời gian xe chạy theo tốc độ quy định vào khoảng 72 giây.

Qua nghiên cứu người ta thấy rằng đoạn thẳng càng dài, tai nạn càng nhiều, hơn nữa tốc độ đến cuối đoạn càng cao. Ở Pháp, quy định để tránh đường thẳng quá dài, thì đoạn thẳng rất dài được thay bằng đường cong bán kính lớn: $5.000\text{m} < R < 15.000\text{m}$.

Để bảo đảm xe chạy an toàn, êm thuận và đường cong chuyển tiếp từ từ, trong bản "Quy phạm thiết kế đường ô tô" quy định đoạn thẳng tối thiểu giữa các đường cong tròn như sau:

(1) Chiều dài (m) tối thiểu của đoạn thẳng giữa hai đường cong tròn cùng chiều không ngắn hơn 6 lần tốc độ (km/h) xe chạy.

(2) Chiều dài (m) tối thiểu của đoạn thẳng giữa hai đường cong tròn ngược chiều không ngắn hơn 2 lần tốc độ (km/h) xe chạy. Các trị số này, xem biểu 1-8.

Chiều dài đoạn thẳng tối thiểu

Biểu 1-8

Tốc độ xe tính toán (km/h)	120	100	80	60
Giữa các đường cong cùng chiều (6V) (m)	720	600	480	360
Giữa các đường cong ngược chiều (2V) (m)	240	200	160	120

Chiều dài tối thiểu các đoạn thẳng 6V (giữa hai đường cong cùng chiều) và 2V (giữa hai đường cong ngược chiều) lần lượt tương đương thời gian chạy xe với tốc độ xe chạy tính toán là 21,6s và 7,2s. Trong đường cong cùng chiều do phải liên tục vòng cùng chiều, lái xe khó nắm được tác dụng của lực quán tính, lực ly tâm tăng lên liên tục nên quy định chiều dài đoạn thẳng phải dài hơn so với đoạn thẳng giữa hai đường cong tròn ngược chiều. Thực tiễn nghiên cứu việc xây dựng đường ô tô ở Quảng Tây, Tứ Xuyên thấy rằng: trong điều kiện bảo đảm xe chạy an toàn, để tránh đắp cao, đào sâu do đoạn thẳng giữa các đường cong quá dài dẫn tới chi phí công trình quá đắt, nên có quy định bổ sung "Chiều dài tối thiểu đoạn thẳng giữa hai đường cong cùng chiều nói chung không dưới 4,5V (m), ở nơi địa hình phức tạp, công trình khó khăn không dưới 3V (m)".

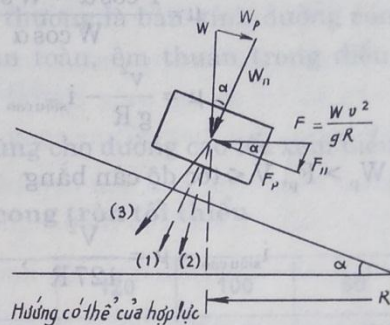
II. Đường cong tròn

Đường cong tròn là yếu tố thường dùng nhất trong thiết kế tuyến trên bình đồ, được sử dụng để đổi hướng tuyến khi gặp chướng ngại vật hoặc địa hình khó khăn.

Đường cong có dạng tuyến hình học mềm mại, đẹp dễ, linh hoạt, độ tự do lớn, thích ứng với địa hình, tròn trĩnh, dễ đổi hướng, tầm nhìn tự nhiên tạo ra bức tranh phong cảnh muôn màu muôn sắc luôn biến đổi dọc theo hướng xe chạy. Do đặc điểm vốn có của nó, nên đường cong được sử dụng rất rộng rãi. Tuy nhiên, đường cong làm kéo dài tuyến, xe qua đường cong chịu tác dụng của lực tương đối phức tạp, tăng thêm độ hao mòn lốp xe và phá hoại mặt đường. Vì vậy, trong điều kiện địa hình cho phép, cần chọn bán kính đường cong tròn lớn, nhằm cải thiện điều kiện xe chạy trên đường cong.

Bán kính đường cong được xác định dựa theo độ ổn định ngang của xe (chống trượt, chống lật) và khống chế theo ổn định chống trượt.

Phân tích lực theo hình 1-8, ta biết: trọng lực W của xe phân thành lực W_p song song với mặt đường và lực W_n vuông góc với mặt đường; Lực ly tâm F ($F = \frac{W v^2}{gR}$) phân thành phân lực F_p song song với mặt đường và phân lực F_n vuông góc với mặt đường. R là bán kính đường cong (m).



Hình 1-8. Lực tác dụng lên ô tô chạy trên đường cong có siêu cao

Khi $W_p = F_p$, hợp lực (1) sẽ vuông góc với mặt đường, không có cảm giác về lực ly tâm.

Khi $W_p > F_p$, hợp lực (2) lệch về phía dưới mặt đường

Khi $W_p < F_p$, hợp lực (3) lệch về phía trên.

Như vậy:

(1) Khi $W_p = F_p$, V = tốc độ cân bằng

$$W \sin \alpha = \frac{W v^2}{gR} \cos \alpha$$

$$\operatorname{tg} \alpha = i = \frac{v^2}{gR}$$

Thay V (km/h) vào v (m/s), thì:

$$\left. \begin{aligned} i_{\text{siêu cao}} &= \frac{V^2}{127R} \\ R &= \frac{V^2}{127i_{\text{siêu cao}}} \\ V &= \sqrt{127Ri_{\text{siêu cao}}} = \text{Tốc độ cân bằng} \end{aligned} \right\} (1-4)$$

* Khi $W_p \neq F_p$, gọi μ là hệ số lực ngang thì:

$$\mu = \frac{F_p - W_p}{F_n + W_n} = \frac{F \cos \alpha - W \sin \alpha}{F \sin \alpha + W \cos \alpha}$$

do α rất nhỏ, thường $> 7^\circ$ nên $F \sin \alpha \approx 0$

$$\mu = \frac{F \cos \alpha - W \sin \alpha}{W \cos \alpha} = \frac{F}{W} - \operatorname{tg} \alpha$$

$$\mu = \frac{v^2}{gR} - i_{\text{siêu cao}} = \frac{V^2}{127R} - i_{\text{siêu cao}}$$

(2) Khi $W_p > F_p$, $V < \text{tốc độ cân bằng}$

$$i_{\text{siêu cao}} - \mu = \frac{V^2}{127R}, \quad R = \frac{V^2}{127(i_{\text{siêu cao}} - \mu)} \quad (1-4-1)$$

(3) Khi $W_p < F_p$, có cảm giác lực ly tâm, $V > \text{tốc độ cân bằng}$.

$$i_{\text{siêu cao}} + \mu = \frac{V^2}{127R}, \quad R = \frac{V^2}{127(i_{\text{siêu cao}} + \mu)} \quad (1-4-2)$$

Công thức (1-4-2) dùng cho đoạn đường cong có siêu cao.

Khi sử dụng siêu cao ngược hoặc xe chạy ở làn xe ngoài của trục ngang hai mái, thì lực ly tâm cùng chiều với lực trượt ngang, nên chỉ có lực ma sát bên giữ xe, nên

$$\mu = i_{\text{siêu cao}} + \frac{V^2}{127R}$$

Vì vậy công thức chung tính bán kính đường cong nằm là:

$$R = \frac{V^2}{127(\mu \pm i)} \quad (1-4-3)$$

Trong công thức:

V = Tốc độ xe (km/h)

μ = Hệ số lực ngang, với đường cao tốc lấy bằng $0,035 \div 0,15$

i: Độ khum của mặt đường (mặt đường có siêu cao lấy +, khi xe chạy làn xe ngoài của mặt đường hai mái thì lấy dấu -).

Bán kính đường cong tròn gồm: bán kính tối thiểu giới hạn, tối thiểu thông thường và bán kính tối thiểu không bố trí siêu cao.

Bán kính tối thiểu giới hạn là trị số nhỏ nhất của bán kính đường cong tròn, chỉ dùng khi địa hình khó khăn hoặc điều kiện hạn chế. Khi dùng bán kính tối thiểu giới hạn thì phải bố trí siêu cao tối đa.

Bán kính đường cong tối thiểu không bố trí siêu cao là chỉ bán kính đường cong tương đối lớn, lực ly tâm tương đối nhỏ, lực ma sát của mặt đường khi xe chạy trên làn phía ngoài đường 2 mái (không bố trí siêu cao) đủ bảo đảm xe chạy an toàn, ổn định.

Bán kính đường cong tối thiểu thông thường là bán kính đường cong tối thiểu mà xe chạy với tốc độ tính toán được an toàn, êm thuận trong điều kiện bình thường.

Bán kính đường cong tròn tối thiểu dùng cho đường cao tốc xem biểu 1-9.

Bán kính đường cong tròn tối thiểu

Biểu 1-9

Tốc độ xe tính toán (km/h)	120	100	80	60
Bán kính đường cong tối thiểu giới hạn (m)	650	400	250	125
Bán kính tối thiểu thông thường (m)	1000	700	400	200
Bán kính tối thiểu không có siêu cao (m)	5500	4000	2500	1500

Trong điều kiện địa hình thích hợp, cần cố gắng chọn đường cong có bán kính lớn, nhưng tối đa không nên quá 10000m, đồng thời chú ý mối tương quan giữa các yếu tố tuyến phía trước và phía sau.

III. Đường cong chuyển tiếp

Đường cong chuyển tiếp là đường cong quá độ có bán kính cong thay đổi dần thích ứng với quỹ đạo xe chạy biến đổi, được dùng khi nối đường thẳng với đường cong tròn hoặc giữa hai đường cong tròn có bán kính khác nhau.

Tác dụng của đường cong chuyển tiếp:

(1) Độ cong biến đổi từ từ làm cho lái xe và đường thông suốt, tạo cho tuyến đẹp nhất.

(2) Gia tốc ly tâm biến đổi từ từ, làn xe không trượt ngang.

(3) Là đoạn quá độ thay đổi dốc ngang của đường, để giảm rung khi xe chạy. Nó là một yếu tố quan trọng để phối hợp tuyến trên bình đồ.

1. Dùng đường cong clôtôit làm đường cong chuyển tiếp: Đặc điểm của nó là bán kính cong giảm tỷ lệ nghịch với độ dài đường cong, tức là bán kính R tỷ lệ nghịch với chiều dài L_s đường cong clôtôit.

Công thức cơ bản của đường cong clôtôit là:

$$rl = A^2 \quad (1-5)$$

Trong công thức:

r: bán kính cong tại một điểm bất kỳ của đường cong clôtôit (m)

l: chiều dài đường cong trên đường cong clôtôit từ một điểm bất kỳ đến gốc (m)

A: thông số đường cong clôtôit

Đặc tính của đường cong clôtôit xem hình 1-9a.

Tất cả các đường cong clôtôit xoắn ốc tương tự nhau về mặt hình học.

Chỗ nối tiếp giữa hai đường cong tròn cùng chiều có bán kính khác nhau, trên nguyên tắc, cần bố trí đường cong clôtôit. Nhưng nếu phù hợp các điều kiện sau đây, thì có thể không đặt đường cong cong clôtôit:

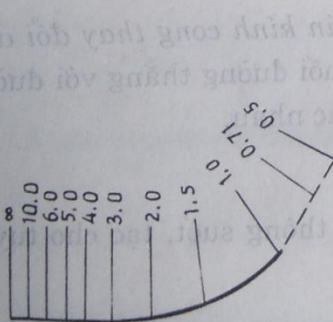
(1) Bán kính vòng tròn nhỏ, lớn hơn bán kính tối thiểu đường cong tròn không đặt siêu cao ghi ở biểu 1-9, thì có thể bỏ đường cong clôtôit.

(2) Khi bán kính vòng tròn nhỏ, lớn hơn bán kính ghi ở biểu 1-10:

* Trường hợp đường cong vòng tròn bé có bố trí đường cong clôtôit có chiều dài tương đương với chiều dài đường cong chuyển tiếp ngắn nhất mà trị số độ dôi ngang của vòng tròn lớn so với vòng tròn bé, chênh lệch không quá 0,1m thì có thể bỏ không bố trí đường cong clôtôit.

* Tỷ số bán kính vòng tròn lớn R_1 so với vòng tròn nhỏ R_2 : Nếu tốc độ xe tính toán lớn hơn 80 km/h, mà $\frac{R_1}{R_2} < 1,5$ thì có thể bỏ đường cong clôtôit; nếu tốc độ xe

tính toán nhỏ hơn 80 km/h mà $\frac{R_1}{R_2} < 2,0$ thì có thể bỏ đường cong clôtôit.



$\infty: \beta = 0(g)$	$R = \infty$	$3: \beta = 3.54(g)$	$R = 3A$
$10: \beta = 0.32(g)$	$R = 10A$	$2: \beta = 7.95(g)$	$R = 2A$
$6: \beta = 0.89(g)$	$R = 6A$	$1.5: \beta = 14.16(g)$	$R = 1.5A$
$5: \beta = 1.27(g)$	$R = 5A$	$1.0: \beta = 31.83(g)$	$R = A$
$4: \beta = 1.99(g)$	$R = 4A$		

Hình 1-9a. Đặc tính đường cong clôtôit

Ghi chú: (g) là độ bách phân của Đức: $360^\circ = 400(g)$

**Bán kính đường cong giới hạn của vòng tròn nhỏ
trong đường cong kép**

Biểu 1-10

Tốc độ xe tính toán (km/h)	120	100	80	60
Bán kính đường cong giới hạn (m)	2100	1500	900	500

2. Chiều dài tối thiểu L của đường cong chuyển tiếp: Xác định theo độ thay đổi tốc độ tâm và thời gian cần thiết điều khiển xe.

(1) Theo độ thay đổi gia tốc tâm:

Độ biến đổi gia tốc tâm cần được khống chế trong một phạm vi nhất định khi xe chạy trên đường cong chuyển tiếp $p = 0,35 - 0,5 \text{ m/s}^3$. Lấy $p = 0,5 \text{ m/s}^3$ thì chiều dài đường cong chuyển tiếp là:

$$L_s = 0,043 \frac{V^3}{R} \quad (1-6)$$

Trong công thức:

V : Tốc độ xe tính toán (km/h)

R : Bán kính đường cong tròn (m)

(2) Tính theo thời gian phản ứng khi thao tác của lái xe:

Lấy $t = 3\text{s}$, thì
$$L_s = \frac{V}{1,2} = 0,83 V \quad (1-7)$$

Đồng thời, còn phải thỏa mãn yêu cầu về thị giác, qua nghiên cứu tìm được công phạm vi $L_s = \frac{R}{9} \sim R$ thì tuyến được êm thuận, độ cong đều, phù hợp với thị giác.

Chiều dài tối thiểu đường cong chuyển tiếp xem biểu 1-11.

Khi một bộ phận đường cong tròn cần bố trí siêu cao theo quy định, thì đường cong chuyển tiếp cần thỏa mãn nhu cầu của đoạn nối siêu cao.

Chiều dài tối thiểu đường cong chuyển tiếp

Biểu 1-11

Tốc độ xe tính toán (km/h)	120	100	80	60
Chiều dài tối thiểu đường cong chuyển tiếp (m)	100	85	70	50

Để về mặt thị giác có được tuyến mỹ quan tròn trĩnh thì chiều dài đường cong chuyển tiếp dài thêm khi bán kính đường cong tròn tăng thêm.

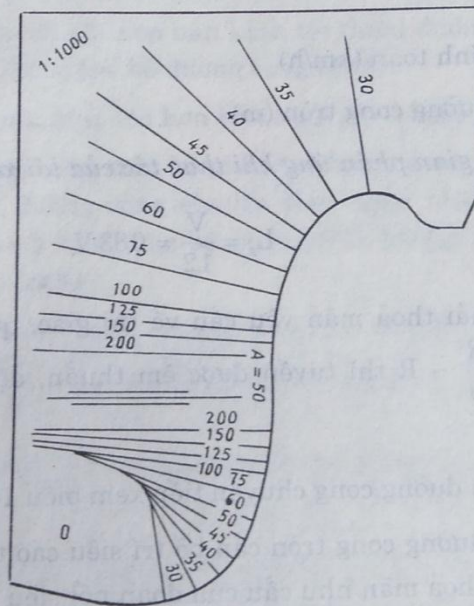
Trị số A tối thiểu tính theo bán kính tối thiểu giới hạn R và chiều dài đường cong chuyển tiếp L của quy phạm như trong biểu 1-12. Giới hạn tối đa của thông số A có thể lấy khoảng 1500 m.

Trị số tối thiểu thông số A của đường cong clôtôit *Biểu 1-12*

Tốc độ xe tính toán (km/h)	120	100	80	60
A tối thiểu (m)	260	200	140	80

Khi sử dụng tuyến đường có kiểu nối đường cong chuyển tiếp - đường cong tròn - đường cong chuyển tiếp, thì chiều dài đường cong tốt nhất nên thiết kế theo tỷ lệ 1:1:1.

Để tiện thiết kế và vẽ người ta làm một tấm bản vẽ mô phỏng đường cong clôtôit như hình 1-9b. Các loại tỷ lệ và phạm vi đường clôtôit xem phía dưới hình vẽ.



M = 1 : 1000 A = 20 ÷ 250

M = 1 : 2000 A = 40 ÷ 500

M = 1 : 5000 A = 100 ÷ 1250

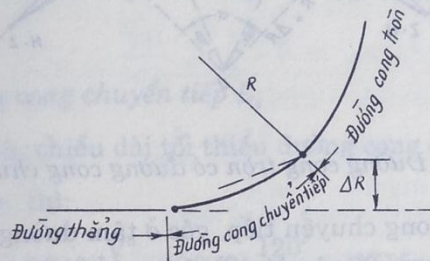
M = 1 : 10000 A = 200 ÷ 2500

M = 1 : 500 A = 10 ÷ 125

Hình 1-9b. Tấm bản mô phỏng đường cong clôtôit

3. Bán kính đường cong tròn không bố trí đường cong chuyển tiếp:

Sau khi đường cong chuyển tiếp nối với đường cong tròn thì sinh ra độ dời ngang ΔR (xem hình 1-10), nếu ΔR quá nhỏ thì có thể bỏ đoạn cong chuyển tiếp đó, nó đã thoả mãn được quá trình xe chạy trên đường cong chuyển tiếp. Lúc đó, đường cong tròn và đường thẳng nối liền với nhau.



Hình 1-10. Trị số độ dời ngang sau khi có đường cong chuyển tiếp

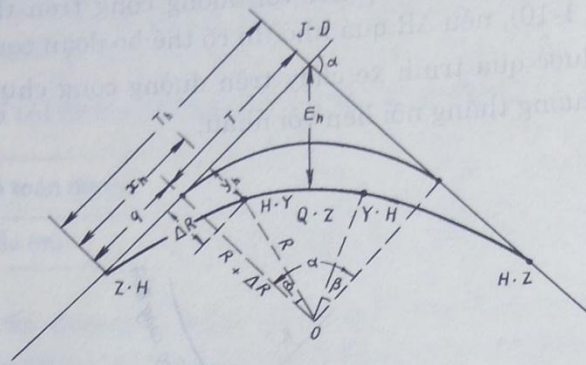
Đối với đường cao tốc để lái xe có cảm giác thoải mái, trong "Tiêu chuẩn kỹ thuật công trình đường bộ" nước ta quy định: bán kính tối thiểu không bố trí đường cong chuyển tiếp và bán kính tối thiểu không bố trí siêu cao bằng nhau, lúc đó $\Delta R = 0,07 - 0,08m$ và $t = 3s$, xem biểu 1-13.

Bán kính tối thiểu không bố trí đường cong chuyển tiếp **Biểu 1-13**

Tốc độ xe tính toán	120	100	80	60
Bán kính tối thiểu không bố trí đường cong chuyển tiếp (m)	5500	4000	2500	1500

4. Tính toán các yếu tố đường cong chuyển tiếp:

Đường cong chuyển tiếp được bố trí giữa đường thẳng và đường cong tròn, điểm đầu nối với đường thẳng, còn điểm cuối nối với đường cong tròn, đường cong tròn dịch vào trong một đoạn ΔR . Thông thường, ngành đường bộ dùng phương pháp không dịch tâm vòng tròn của đường cong tròn, còn bán kính thì giảm đi chút ít và dịch vào phía trong. Trong hình 1-11, J.D là đỉnh góc giao của tim đường, α là góc lệch. Sau khi bố trí đường cong chuyển tiếp đường cong tròn dịch vào trong theo hướng tâm vòng tròn một đoạn ΔR (bán kính vòng tròn từ $R + \Delta R$ giảm xuống còn R), điểm đầu đường cong tròn dịch tiến lên một đoạn q , được điểm Z.H; lúc đó toạ độ vị trí điểm nối đường cong chuyển tiếp với đường cong tròn là x_h , y_h (góc tiếp tuyến tương ứng β). Vì vậy xác định được ΔR , q và β là có thể bố trí đường cong chuyển tiếp.



Hình 1-11. Đường cong tròn có đường cong chuyển tiếp

Sau khi bố trí đường cong chuyển tiếp, góc ở tâm đường cong tròn giảm đi, góc ở tâm sau khi giảm còn là $\alpha - 2\beta$, do đó điều kiện để đặt đường cong chuyển tiếp là $\alpha \geq 2\beta$

Lúc đó:

$$\beta = \frac{L_s}{2R} \text{ (rad)} \quad (1-8)$$

$$\Delta R = \frac{L_s^2}{24R} - \frac{L_s^2}{2688R^3} \text{ (m)} \quad (1-9)$$

$$q = \frac{L_s}{2} - \frac{L_s^3}{240R^2} \text{ (m)} \quad (1-10)$$

Vậy các yếu tố đường cong nằm có đường cong chuyển tiếp là:

$$\text{Tổng chiều dài tiếp tuyến: } T_h = T + q = (R + \Delta R) \tan \frac{\alpha}{2} + q \quad (1-11)$$

$$\text{Đường tên ngoài: } E_h = (R + \Delta R) \sec \frac{\alpha}{2} - R \quad (1-12)$$

$$\text{Tổng chiều dài đường cong: } L_h = \frac{\pi}{180} R (\alpha - 2\beta) + 2L \quad (1-13)$$

$$\text{Siêu cự: } D = 2T_h - L_h \quad (1-14)$$

Năm cọc chính của đường cong đã được xác định, ký hiệu năm cọc đó là:

Z.H: Điểm đầu đường cong chuyển tiếp thứ nhất

H.Y: Điểm cuối đường cong chuyển tiếp thứ nhất

Q.Z: Trung điểm đường cong tròn

Y.H: Điểm cuối đường cong chuyển tiếp thứ hai

H.Z: Điểm đầu đường cong chuyển tiếp thứ hai

Thí dụ: Đường cao tốc ở khu vực đồng bằng x, $V = 120 \text{ km/h}$, cọc tại giao điểm đường cong là K12 + 687,34, góc lệch $\alpha = 12^\circ 27' 32''$, bố trí đường cong nằm với bán kính đường cong tròn R trong khoảng 2000 - 3000m. Hãy tính toán 5 cọc chính sau khi bố trí đường cong chuyển tiếp trên đoạn đường cong ấy.

Giải:

1) Chiều dài đường cong chuyển tiếp L_s

Quy phạm quy định, chiều dài tối thiểu đường cong chuyển tiếp là 100m.

Nên lấy $R = 2000\text{m}$, thì:

$$L_s = 0,043 \cdot \frac{V^3}{R} = 0,043 \cdot \frac{120^3}{2000} = 37,15\text{m}$$

$$L_s = \frac{V}{3,6} \cdot 3 = \frac{120}{1,2} = 100\text{m}$$

$$L_s = \frac{R}{9} \sim R = \frac{2000}{9} \sim 2000 = 222,22 \sim 2000\text{m}$$

Nếu lấy số tròn, có thể lấy chiều dài đường cong chuyển tiếp 250m.

Nhưng nếu theo tỷ số đường cong clôtôit - đường cong tròn - đường cong clôtôit là 1: 1:1 thì

$$R = \frac{2}{\alpha} \cdot L_s \cdot \frac{180^\circ}{\pi} \quad (1) \text{ thì:}$$

$$R = \frac{2}{12^\circ 27' 32''} \cdot 250 \cdot \frac{180^\circ}{\pi} = 2299,39\text{m lấy số tròn } R = 2300\text{m}$$

Ghi chú: (1) Khi chiều dài đường clôtôit là L_{min} , ứng với góc ở tâm β' :

$$\beta'_0 = \frac{L_{min}}{2R} \cdot \frac{180^\circ}{\pi}$$

Cho chiều dài đường cong tròn $L_k \geq L_{min}$, ta được:

$$\alpha - 2\beta_0 \geq 2\beta'_0$$

Sau đó lấy $L_k = L_s$ được:

$$\alpha - 2\beta_0 = 2\beta'_0$$

$$\Rightarrow \frac{\alpha}{2} + 2\beta_0 = 1$$

Trong đó:

$$\beta_0: \text{Góc ở tâm đường cong chuyển tiếp: } \beta_0 = \frac{L_s}{2R} \cdot \frac{180^\circ}{\pi} \quad (1)$$

β'_0 : Trị số bé nhất góc ở tâm đường cong chuyển tiếp

α : Góc ở tâm đường cong nằm (góc lệch)

Từ công thức (1) và công thức β_0 ta có $2\beta_0 = \frac{\alpha}{2} = \frac{L_s}{R} \cdot \frac{180^\circ}{\pi}$

$$\Rightarrow R = \frac{2}{\alpha} \cdot L_s \cdot \frac{180^\circ}{\pi} \quad (2)$$

$$L_s = \frac{\alpha}{2} \cdot R \cdot \frac{\pi}{180^\circ} \quad (3)$$

Theo công thức (2), (3) tính được nhanh, dễ sử dụng.

Cũng vậy, đối với tỷ số đường clôtôit: đường cong tròn: đường clôtôit = 1:2:1 thì

$$\frac{\alpha}{2\beta_0} = 1,5 \quad (4)$$

$$R = \frac{3}{\alpha} \cdot L_s \cdot \frac{180^\circ}{\pi} \quad (5)$$

$$L_s = \frac{\alpha}{3} \cdot R \cdot \frac{\pi}{180^\circ} \quad (6)$$

Lúc đó kiểm nghiệm: $L_s \sim \frac{R}{9} \sim R = 255,56 \sim 2300$, lấy $L_s = 260\text{m}$

Kiểm nghiệm về yêu cầu siêu cao:

$L_c = \frac{B \times \Delta i}{\Delta P}$, lấy siêu cao 3%; mui lượn 1,5%, chiều rộng làn xe 7,5m, độ biến đổi

siêu cao $\Delta P = \frac{1}{200}$, thì $L_c = \frac{7,5 \times 0,045}{1/200} = 67,5\text{m}$ (thấp hơn 260m, phù hợp quy định).

2) Độ dời ngang ΔR

$$\Delta R = \frac{260^2}{24 \times 2300} - \frac{260^4}{2688 \times 2300^3} = 1,22\text{m}$$

3) Tổng chiều dài tiếp tuyến T_h

$$\text{Trước hết tìm } q = \frac{260}{2} - \frac{260^3}{240 \times 2300^2} = 129,99\text{m}$$

$$T_h = (2300 + 1,22) \text{tg } 6^\circ 13' 46'' + 129,99 = 251,19 + 129,99 = 381,18\text{m}$$

4) Tổng chiều dài đường cong L_h

$$\beta = \frac{L_s}{2R} \rho = \frac{260}{2 \times 2300} \times 57,2958 = 3^\circ 14' 18,45''$$

$$L_h = 2300 \times (12^\circ 27' 32'' - 2 \times 3^\circ 14' 18,45'') \times \frac{\pi}{180^\circ} + 2 \times 260$$

$$= 240,13 + 520 = 760,13\text{m}$$

5) Năm cọc chính

J.D	Km12 + 687,34
-) T_h	381,18
ZH	Km12 + 306,16
+) L_h	260
HY	Km12 + 566,16
+) $(L_h - L_s)$	500,13
HZ	Km13 + 066,29
-) L_h	260
YH	Km12 + 806,29
-) $\frac{1}{2}(L_h - 2L_s)$	120,065
Q.Z	Km12 + 686,225

Siêu cự $D = 2 \times 381,18 - 760,13 = 2,23\text{m}$ cho nên

Cọc J.D tính ra từ cọc QZ là $\text{Km12} + 686,225 + \frac{2,23}{2} = \text{Km12} + 687,334$ phù hợp
cọc J.D cũ, nên tính toán không sai.

Lúc này, thông số đường cong xoắn ốc $A = \sqrt{2300 \times 260} = 773,30\text{m}$ lớn hơn quy
định 260m ở biểu 1-12, phù hợp yêu cầu thị giác $> \frac{R}{3} \left(\frac{2300}{3} = 766,67\text{m} \right)$

IV. Chiều dài tối thiểu đường cong nằm

Ô tô chạy trên đường cong, nếu đường cong quá ngắn người lái phải thao tác
tay lái nhanh, với tốc độ cao dễ nguy hiểm; đồng thời để đảm bảo cho hành khách
có trạng thái tâm lý tốt, cần phải bố trí đoạn đường cong đủ dài để độ biến đổi gia
tốc ly tâm nhỏ hơn một trị số nhất định; mặt khác khi góc ngoặt của đường cong
nhỏ hơn 7° , thì dễ làm chiều dài đường cong và bán kính đường cong ngắn hơn so
với thực tế, nên quay tay lái đột ngột rất dễ xảy ra tai nạn.

Khi xác định chiều dài tối thiểu của đường cong nằm, cần xét tới hai phương
diện sau đây:

(1) Đường cong quá ngắn, thao tác khó khăn.

(2) Phải thoả mãn yêu cầu thay đổi độ gia tốc ly tâm.

Trong trường hợp bình thường, đường cong nằm gồm đường cong tròn và đường cong clôtốt ở hai đầu (hoặc đoạn chuyển tiếp siêu cao, đoạn nối mở rộng). Khi góc ngoặt đường cong lớn hơn 7° , chiều dài tối thiểu đường cong nằm không nhỏ hơn hai lần chiều dài đường cong chuyển tiếp, nếu lấy 2 lần hành trình xe chạy trong 3s (chiều dài đường cong chuyển tiếp) tức là cự ly xe chạy trong 6s, thì chiều dài tối thiểu đường cong nằm tính theo công thức:

$$L = vt = \frac{V}{3,6} \times 6 = 1,67 V \text{ (m)} \quad (1-15)$$

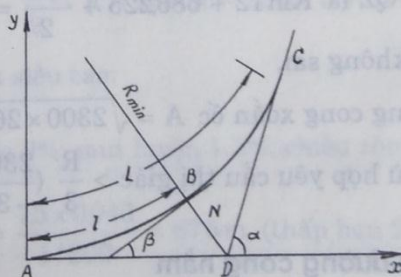
Lúc đó, có thể lấy theo biểu 1-14

Chiều dài tối thiểu đường cong nằm

Biểu 1-14

Tốc độ xe tính toán (km/h)	120	100	80	60
Chiều dài tối thiểu đường cong nằm (m)	200	170	140	100

Khi góc ngoặt đường cong $\alpha < 7^\circ$, khó nhận ra là đường cong, dễ nhầm là đường ngắn hơn đường cong thực tế. Vì vậy, để lái xe không nhầm lẫn, cần để đường phân cự ngoài N của đường cong khi $\alpha < 7^\circ$ (đoạn BD trong hình 1-12) bằng đoạn N của đường cong khi $\alpha = 7^\circ$, tức là lấy đường cong dài hơn.



Hình 1-12. Đường phân cự ngoài N của đường cong

"Quy phạm thiết kế đường ô tô" quy định: Khi góc ngoặt đường ô tô $< 7^\circ$, đường cong nằm có thể lấy đường cong lồi có 2 đường clôtốt. Khi đó, chiều dài đường cong nằm lớn hơn "trị số thông thường" ở cột chiều dài đường cong nằm trong biểu 1-15; nhưng nếu địa hình hạn chế hoặc tình hình đặc biệt khác thì có thể lấy "trị số giới hạn". Chiều dài tối thiểu đường cong nằm còn phải thoả mãn quy định ở biểu 1-14.

Chiều dài tối thiểu đường cong nằm khi $\alpha < 7^\circ$

Biểu 1-15

Tốc độ xe tính toán (km/h)	Phân cự N (m)	Chiều dài đường cong nằm (m)	
		Trị số chung	Trị số giới hạn dưới
120	2,04	$1400/\alpha$	200
100	1,73	$1200/\alpha$	170
80	1,42	$1000/\alpha$	140
60	1,04	$700/\alpha$	100

Ghi chú: α là góc ngoặt ($^\circ$), khi $\alpha < 2^\circ$, lấy 2° để tính

Góc ngoặt nhỏ ở tuyến trên bình đồ, nói chung đều bố trí bất đắc dĩ trong điều kiện hạn chế. Thực tế công trình ở nước ta cho thấy: Ở các đoạn góc ngoặt dưới 7° , chỉ cần chiều dài đường cong ăn khớp với đoạn lân cận, tuyến hình mềm mại thì có thể bố trí đường cong góc ngoặt nhỏ.

V. Siêu cao và mở rộng trong đường cong

A. Siêu cao

Bố trí siêu cao trên đoạn đường cong là nhằm đề phòng xe trượt ngang và giảm tới mức tối thiểu ảnh hưởng lực ngang do xe chạy gây nên, với điều kiện là việc thoát nước mặt đường phải thuận lợi.

Khi bán kính đường cong tròn nhỏ hơn bán kính tối thiểu không cần siêu cao cho ở biểu 1-9 thì phải bố trí siêu cao trên đường cong.

Độ dốc ngang siêu cao được xác định theo tốc độ xe tính toán, bán kính đường cong, loại mặt đường, điều kiện thiên nhiên, thành phần xe v.v. "Quy phạm thiết kế đường ô tô" quy định bố trí siêu cao theo biểu 1-16, siêu cao không thay đổi trên đoạn đường cong tròn. Công thức tính toán siêu cao: $i_{sc} = \frac{V^2}{127R} - \mu$. Độ dốc tối đa của siêu cao trên đường cao tốc: đối với khu vực bình thường là 10%, đối với khu vực băng tuyết là 6%. Trường hợp đường ô tô qua thị trấn, hoặc được sử dụng làm đường phố, việc bố trí siêu cao có khó khăn, tốc độ xe qua phố xá bị hạn chế nên có thể giảm độ dốc siêu cao: Khi $V = 80$ km/h độ dốc siêu cao tối đa là 6%; $V = 60$ km/h độ dốc siêu cao tối đa là 4%; $V = 40$ km/h, 30 km/h, 20 km/h, độ dốc siêu cao tối đa là 2%.

Bán kính đường cong tròn và độ dốc siêu cao

Biểu 1-16

Cấp hạng đường Bán kính (m) Siêu cao (%)	Đường ô tô cao tốc							
	Đồng bằng, đồi thấp		Đồi cao		Miền núi			
	V = 120 km/h		V = 100 km/h		V = 80 km/h		V = 60 km/h	
	Trường hợp thông thường	Khu vực băng tuyết	Trường hợp thông thường	Khu vực băng tuyết	Trường hợp thông thường	Khu vực băng tuyết	Trường hợp thông thường	Khu vực băng tuyết
2	<5500	5500	<4000	<4000	<2500	<2500	<1500	<1500
	-3240	-1940	-1710	-1550	-1240	-1130	-810	-720
3	<3240	<1940	<1710	<1550	<1240	<1130	<810	<720
	-2160	-1290	-1220	-1050	-830	-750	-570	-460
4	<2160	<1290	<1220	<1050	<830	<750	<570	<460
	-1620	-970	-950	-760	-620	-520	-430	-300
5	<1620	<970	<950	<760	<620	<520	<430	<300
	-1300	-780	-770	-550	-500	-360	-340	-190
6	<1300	<780	<770	<550	<500	<360	<340	<190
	-1080	-650	-650	-400	-410	-250	-280	-125
7	<1080	-	<650	-	<410	-	<280	-
	-930	-	-560	-	-350	-	-230	-
8	<930	-	<560	-	<350	-	<230	-
	-810	-	-500	-	-310	-	-200	-
9	<810	-	<500	-	<310	-	<200	-
	-720	-	-440	-	-280	-	-160	-
10	<720	-	<440	-	<280	-	<160	-
	-656	-	-400	-	-250	-	-125	-

Nối siêu cao: Từ mặt cắt hai mái của mũi lượn mặt đường trên đường thẳng chuyển sang mặt cắt một mái có siêu cao trên đường cong, cần phải có một đoạn biến đổi từ từ gọi là đoạn nối siêu cao như hình 1-13. Trong hình 1-13, l_c là chiều dài đoạn nối siêu cao; i_0 là độ dốc ngang đường hai mái, i_{sc} là độ dốc ngang siêu cao; A là điểm khởi đầu đoạn nối, E là điểm cuối đoạn nối. Tại điểm A mặt đường vẫn giữ mặt cắt hai mái dốc sẵn có trên đường thẳng, đến điểm C, phía ngoài dốc hai mái được nâng cao lên tạo với phía trong thành dốc ngang một mái; từ điểm C nâng cao đầu dốc một mái cho đến điểm E thì đạt độ dốc i_{sc} .

Chiều dài đoạn nối tiếp siêu cao tính theo công thức:

$$l_c = \frac{B \Delta i}{\Delta p} \quad (1-16)$$

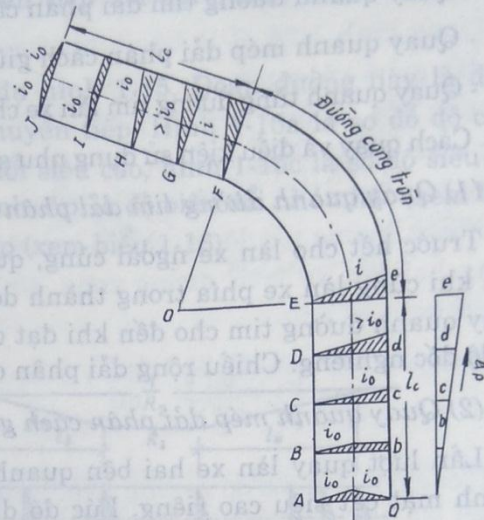
Trong công thức:

l_c : Chiều dài đoạn nối siêu cao (m)

B : Chiều rộng tính từ trục quay đến mép ngoài đường xe chạy (đường cao tốc là dải mép đường) (m)

Δi : Hiệu đại số giữa dốc siêu cao và dốc hai mái (%)

Δp : Độ biến đổi siêu cao cho phép, là tỷ suất lên xuống tương đối giữa trục quay và mép ngoài đường; trị số này xem ở biểu 1-17.



Hình 1-13. Siêu cao trên đường cong

Độ biến đổi siêu cao cho phép Δp

Biểu 1-17

Tốc độ xe tính toán (km/h)	Vị trí trục quay siêu cao	
	Đường tim	Đường biên
120	1/250	1/200
100	1/225	1/175
80	1/200	1/150
60	1/175	1/125
40	1/150	1/100
30	1/125	1/75

Chiều dài đoạn nối siêu cao tính theo công thức trên phải lấy tròn theo bội số 5m, nhưng không được dưới 10m.

Để bảo đảm thoát nước mặt đường, ở những nơi dốc ngang của làn xe chạy gần như nằm ngang thì trị số biến đổi $\Delta p'$ đề nghị dùng các số ở biểu 1-18.

Trị số biến đổi $\Delta p'$ tối thiểu

Biểu 1-18

Số làn xe	Vị trí trục quay siêu cao	
	Quay qua đường tim	Quay hai bên mép dải phân cách giữa
4	1/350	1/250
6	1/325	1/200

Trục quay biến đổi dốc ngang siêu cao có thể chia thành 3 loại:

- Quay quanh đường tim dải phân cách giữa
- Quay quanh mép dải phân cách giữa
- Quay quanh từng đường tim làn xe chạy.

Cách quay và điều kiện sử dụng như sau:

(1) Quay quanh đường tim dải phân cách giữa (hình 1-14a)

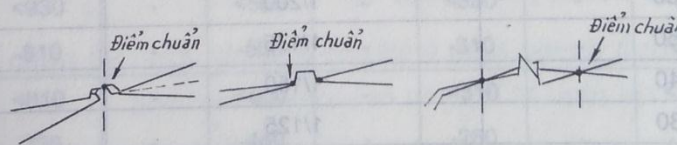
Trước hết cho làn xe ngoài cùng, quay quanh đường tim dải phân cách giữa, đến khi cùng làn xe phía trong thành dốc ngang một mái, sau đó cả mặt cắt cùng quay quanh đường tim cho đến khi đạt độ dốc siêu cao. Lúc đó dải phân cách giữa có độ dốc nghiêng. Chiều rộng dải phân cách $\leq 4,5\text{m}$ có thể dùng cách này.

(2) Quay quanh mép dải phân cách giữa (hình 1-14b)

Lần lượt quay làn xe hai bên quanh mép dải phân cách giữa, để các làn ấy thành mặt cắt siêu cao riêng. Lúc đó dải phân cách giữa giữ nguyên trạng thái phẳng. Đường ô tô có các dải phân cách giữa có các loại chiều rộng đều có thể dùng cách này.

(3) Quay quanh từng đường tim của làn xe chạy (hình 1-14c)

Đem làn xe hai bên quay riêng quanh đường tim của mình, để các đường ấy thành mặt cắt siêu cao một mái riêng biệt; lúc đó hai mép dải phân cách giữa nâng cao và hạ thấp riêng tạo thành mặt cắt nghiêng. Đường trên 4 làn xe có thể dùng cách này.



Hình 1-14. Phương pháp chuyển dần siêu cao của đường ô tô có dải phân cách giữa

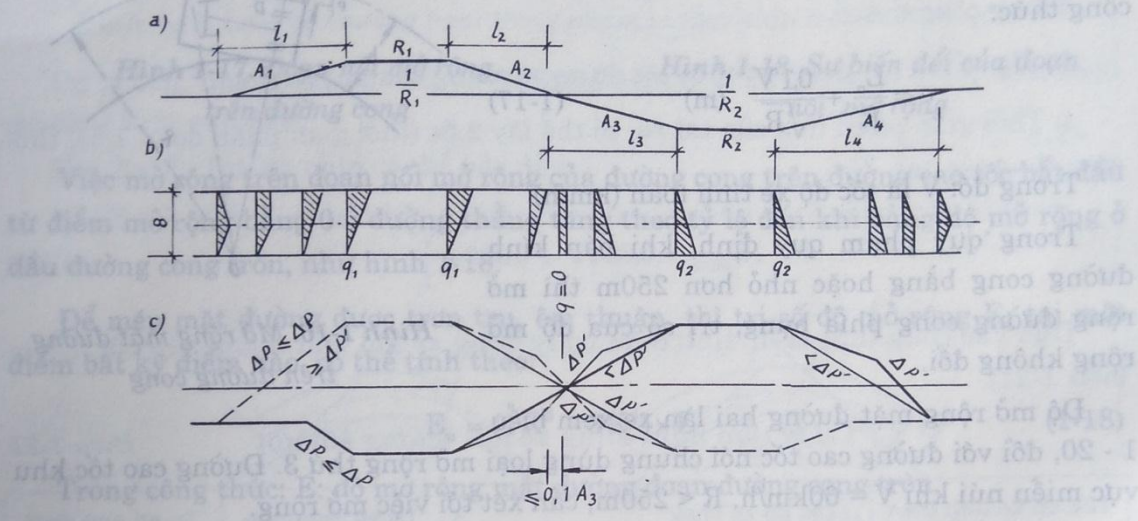
- a) Quay quanh đường tim dải phân cách giữa
- b) Quay quanh mép dải phân cách giữa
- c) Quay quanh từng đường tim của các làn xe

Về nguyên tắc, việc nối siêu cao được tiến hành trong phạm vi toàn bộ chiều dài đường cong chuyển tiếp; thông thường chiều dài đường cong chuyển tiếp thỏa mãn đủ yêu cầu bố trí nối siêu cao, nhưng khi vừa dùng bán kính đường cong nhỏ nhất, lại vừa dùng đường cong chuyển tiếp nhỏ nhất thì cần phải kiểm tra độ biến đổi siêu cao.

Lúc đó, độ biến đổi siêu cao $\Delta p = \frac{B \Delta i}{L_s}$, trong đó L_s là chiều dài đoạn chuyển tiếp (m). Các ký hiệu khác trong công thức như các mục trước.

Khi độ biến đổi siêu cao quá nhỏ, đoạn nối siêu cao có thể không hết trong phạm vi toàn chiều dài đường cong chuyển tiếp mà chỉ ở một đoạn nào đó của đường cong chuyển tiếp.

Sự biến đổi siêu cao có thể xem thí dụ hình 1-15. Đoạn đường này là đoạn đường cong ngược chiều có đường cong chuyển tiếp. Hình 1-15a là sơ đồ độ cong đoạn đường đó, hình 1-15b là sơ đồ biến đổi siêu cao, hình 1-15c là sơ đồ siêu cao phía ngoài và độ biến đổi của nó. Trong hình, $\Delta p'$ là độ biến đổi nhỏ nhất (xem biểu 1-17), $\Delta p_{\max}$ là độ biến đổi siêu cao cho phép (xem biểu 1-16)



Hình 1-15. Sơ đồ siêu cao và nối siêu cao

Tại điểm gấp khúc dọc ở mép bên điểm đầu điểm cuối đoạn chuyển tiếp siêu cao của làn xe cần bố trí đường cong đứng giảm xóc có bán kính lớn hơn trị số ghi ở biểu 1-19

Bán kính đường cong đứng giảm xóc
(đường cong đứng lõm)

Biểu 1-19

Tốc độ xe tính toán (km/h)	120	100	80	60
Bán kính đường cong đứng giảm xóc (m)	5000	4000	3000	2500

Khi độ biến đổi siêu cao nhỏ hơn các trị số nêu sau đây cũng có thể không bố trí đường cong đứng giảm xóc: Khi đường chuẩn là tim làn xe thì độ biến đổi siêu cao 1/250, khi đường chuẩn là hai mép bên giải phân cách giữa thì độ biến đổi siêu cao 1/200.

B. Mở rộng

Khi xe chạy trên đường cong, tất cả các bánh xe chạy theo những quỹ đạo có bán kính khác nhau, bánh trong trục sau chạy với bán kính nhỏ nhất, còn bánh

ngoài trục trước chạy với bán kính lớn nhất. Vì vậy, xe chạy trên đường cong chiếm chiều rộng tương đối lớn nên cần phải mở rộng phần xe chạy.

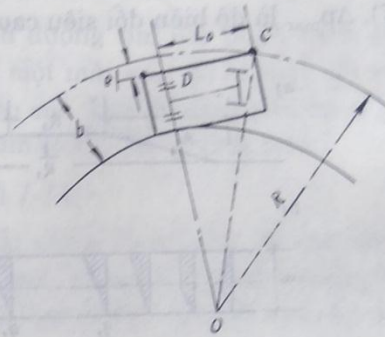
Trong hình 1-16, R là bán kính đường cong tròn (m); L_0 là cự ly từ trục bánh sau đến giảm xóc trước của xe (m), đối với xe khách nhỏ là 4,6m (có thể lấy 5m), xe tải nặng 8m, xe nửa móc lấy 5,2 - 8,8m; b là chiều rộng một làn xe, e_1 là độ mở rộng mặt đường một làn xe, độ mở rộng mặt đường hai làn xe là $e = 2e_1$. Xét thêm sự hiệu chỉnh ảnh hưởng tốc độ xe, thì độ mở rộng mặt đường hai làn xe trên đường cong, tính theo công thức:

$$e = \frac{L_0}{R} + \frac{0,1V}{\sqrt{R}} \quad (\text{m}) \quad (1-17)$$

Trong đó: V là tốc độ xe tính toán (km/h)

Trong quy phạm quy định, khi bán kính đường cong bằng hoặc nhỏ hơn 250m thì mở rộng đường cong phía bưng, trị số của độ mở rộng không đổi.

Độ mở rộng mặt đường hai làn xe xem biểu 1 - 20, đối với đường cao tốc nói chung dùng loại mở rộng thứ 3. Đường cao tốc khu vực miền núi khi $V = 60\text{km/h}$, $R < 250\text{m}$, cần xét tới việc mở rộng.



Hình 1-16. Mở rộng mặt đường trên đường cong

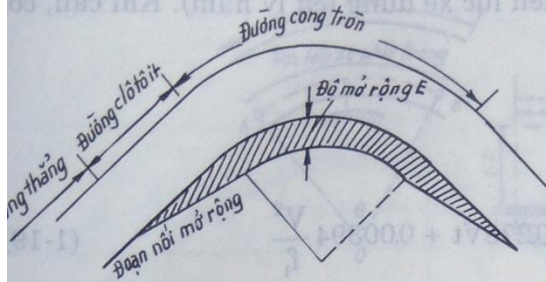
Độ mở rộng mặt đường hai làn xe

Biểu 1-20

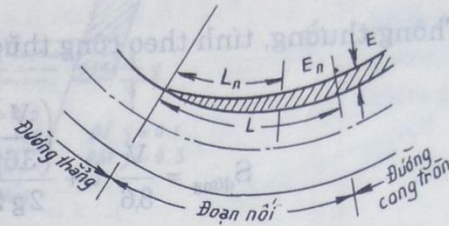
Loại mở rộng	Bán kính đường cong tròn (m)			
	Độ mở rộng (m)	250-200	<250-150	<150-100
	Khoảng cách hai trục cộng với khoảng cách từ trục trước đến đầu xe			
1	5	0,4	0,6	0,8
2	8	0,6	0,7	0,9
3	5,2 + 8,8	0,8	1,0	1,5

Đoạn nối mở rộng:

Khi có bố trí đoạn đường cong chuyển tiếp hoặc đoạn nối siêu cao thì chiều dài đoạn nối mở rộng lấy bằng chiều dài đoạn nối siêu cao hoặc chiều dài đoạn đường cong chuyển tiếp. Khi không có bố trí đoạn đường cong chuyển tiếp hoặc đoạn nối siêu cao thì đoạn nối mở rộng lấy theo độ biến đổi 1/15 nhưng không dưới 10m (hình 1-17).



Hình 1-17. Đoạn nối mở rộng
trên đường cong



Hình 1-18. Sự biến đổi của đoạn
nối mở rộng

Việc mở rộng trên đoạn nối mở rộng của đường cong trên đường cao tốc bắt đầu từ điểm mở rộng bằng 0 ở đường thẳng tăng theo tỷ lệ đến khi bằng độ mở rộng ở đầu đường cong tròn, như hình 1-18.

Để mép mặt đường được trơn tru, êm thuận, thì trị số độ mở rộng E_n tại một điểm bất kỳ điểm nào, có thể tính theo:

$$E_n = (4K^3 - 3K^4) \times E \quad (1-18)$$

Trong công thức: E: độ mở rộng mặt đường đoạn đường cong tròn

$$K = \frac{L_n}{L}, \text{ với } L \text{ là toàn bộ chiều dài đoạn nối mở rộng (m), } L_n$$

là khoảng cách từ một điểm bất kỳ đến điểm đầu của đoạn nối mở rộng. Phương của độ mở rộng là phương đường pháp tuyến của tim đường xe chạy.

VI. Tầm nhìn

Để bảo đảm xe chạy an toàn, người lái cần nhìn thấy một quãng đường phía trước nhất định, để khi gặp xe khác hoặc vật chướng ngại thì có thể hãm xe hoặc vòng tránh kịp thời, khoảng cách đó gọi là tầm nhìn xe chạy. Bất kỳ trên mặt bằng hay mặt cắt dọc đều phải có tầm nhìn cần thiết.

A. Tầm nhìn dừng xe

Khi trên cùng một làn xe, ô tô gặp phải vật chướng ngại (như mặt đường hỏng hoặc vật chướng ngại cách mặt đất 0,10 m trở lên) phải dừng xe; cự ly đủ để lái xe nhìn thấy gọi là tầm nhìn dừng xe (đường nhìn của tài xế xe khách nhỏ cách mặt đất 1,2m trở lên).

Tầm nhìn dừng xe, gồm hai phần cấu thành chủ yếu:

(1) Cự ly xe chạy mà tài xế đủ thời gian phản ứng

(2) Cự ly xe chạy từ khi bắt đầu hãm đến lúc xe dừng (cự ly hãm). Khi cần, còn thêm cự ly an toàn 5-10m.

Thông thường, tính theo công thức sau:

$$S_{\text{dừng}} = \frac{V}{3,6} \cdot t + \frac{\left(\frac{V}{3,6}\right)^2}{2gf_1} = 0,278Vt + 0,00394 \frac{V^2}{f_1} \quad (1-19)$$

Trong công thức:

f_1 : Hệ số ma sát dọc, tùy theo tốc độ xe và trạng thái mặt đường.

t : Thời gian phản ứng của tài xế, có thể lấy 2,5s (thời gian phán đoán 1,5s, thời gian thao tác 1s)

$$S_{\text{dừng}} = 0,694V + 0,0394 \frac{V^2}{f_1} \quad (1-20)$$

Dựa vào công thức trên, tính được cự ly dừng xe khi mặt đường ẩm ướt. (Xem biểu 1-21).

Cự ly tầm nhìn dừng xe khi đường ẩm ướt

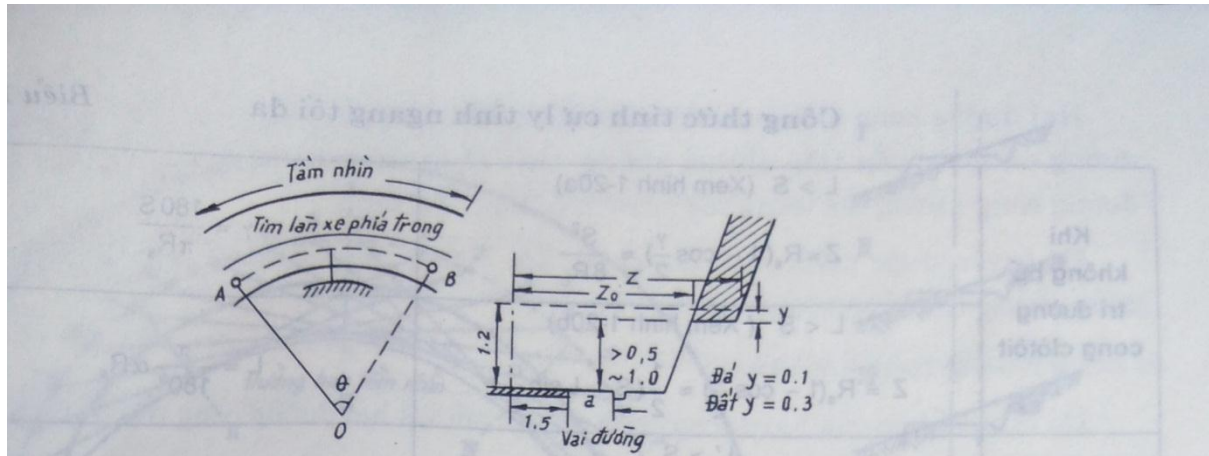
Biểu 1-21

Tốc độ xe tính toán (km/h)	Tốc độ xe chạy (km/h)	f_1	Trị số tính toán (m)	Trị số quy định (m)
120	102	0,29	212,2	210
100	85	0,30	153,7	160
80	68	0,31	105,9	110
60	54	0,33	72,3	75

Trên đường cao tốc, do có dải phân cách giữa, nên không có dòng xe ngược chiều, vậy chủ yếu chỉ xét cự ly dừng xe. Chỉ trong trường hợp đặc biệt mới xét cự ly tầm nhìn vượt xe. Nhưng trên nhánh nổi có xe chạy hai hướng ở nút khác mức, để bảo đảm cự ly tránh xe phải lấy gấp đôi cự ly tầm nhìn dừng xe $2S_{\text{dừng}}$.

B. Loại bỏ các chướng ngại tầm nhìn

Khi xe chạy phía bụng đường cong, đường nhìn bị chắn nên cần phải loại bỏ các vật chướng ngại trong phạm vi tầm nhìn, xem hình 1-19. Trong hình vẽ, Z_0 gọi là cự ly tĩnh ngang cần thiết phía bụng đường cong.

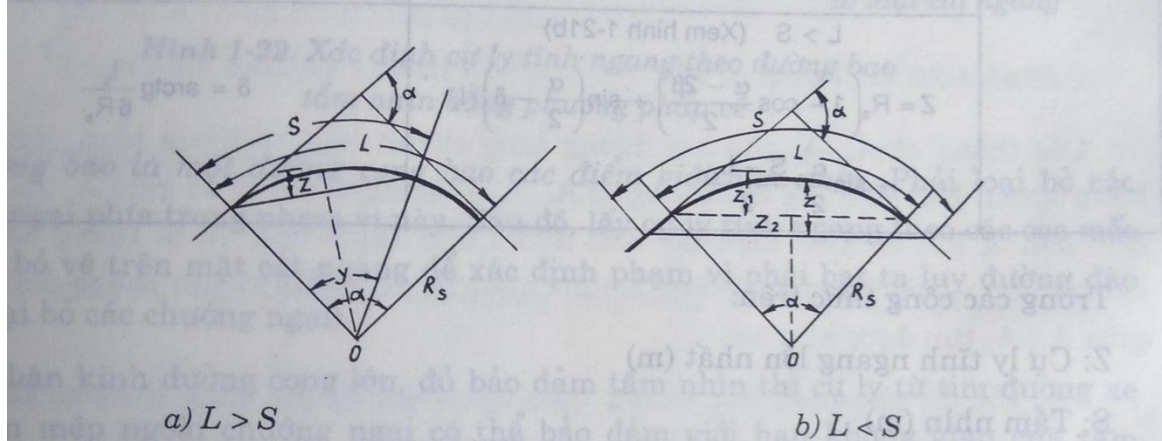


Hình 1-19. Loại bỏ chướng ngại trong phạm vi tầm nhìn trên mặt bằng (m)

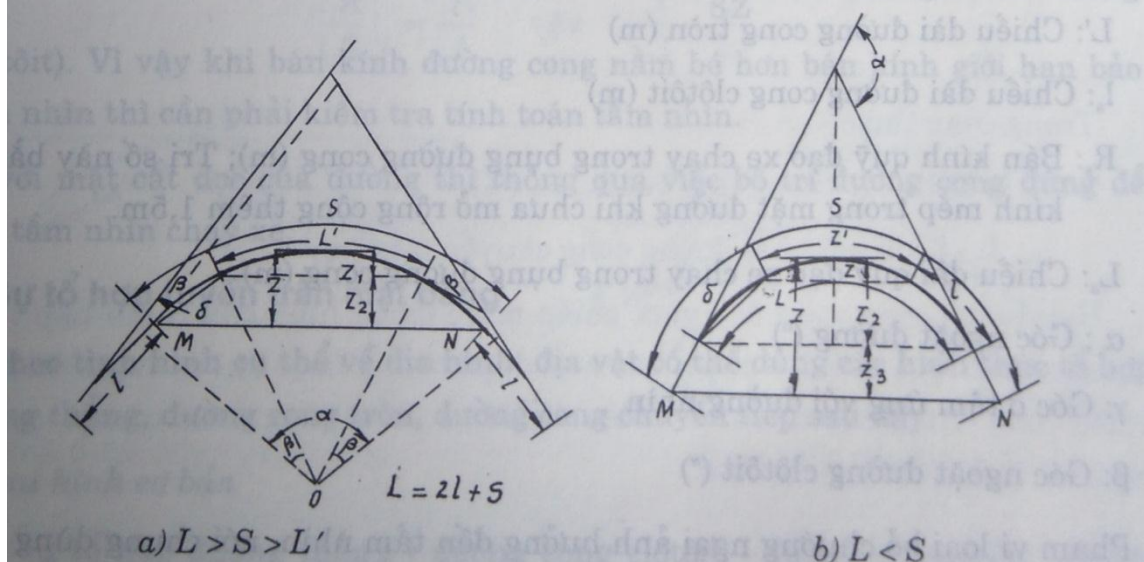
Cự ly tầm ngang tối đa trên đường cong nằm (hình 1-20, hình 1-21) tính theo công thức sau đây:

Khi $Z < Z_0$: Đường nhìn có thể bảo đảm

Khi $Z > Z_0$: Cần loại bỏ những phần nằm trong phần gạch chéo trên hình vẽ.



Hình 1-20. Tính cự ly tầm ngang khi không bố trí đường cong nối



Hình 1-21. Tính cự ly tầm ngang khi có đặt đường cong nối

Công thức tính cự ly tầm ngang tối đa

Biểu 1-22

Khi không bố trí đường cong clôtôit	$L > S$ (Xem hình 1-20a) $Z = R_s(1 - \cos \frac{\gamma}{2}) \approx \frac{S^2}{8R_s}$	$\gamma = \frac{180 S}{\pi R_s}$
	$L < S$ (Xem hình 1-20b) $Z = R_s(1 - \cos \frac{\gamma}{2}) \approx \frac{1}{2}(S - L \sin \frac{\alpha}{2})$	$L = \frac{\pi}{180^\circ} \alpha R_s$
Khi bố trí đường cong clôtôit	$L' > S$ $Z = R_s(1 - \cos \frac{\gamma}{2})$	$\gamma = \frac{180}{\pi} \cdot \frac{S}{R_s}$
	$L > S > L'$ (Xem hình 1-21a) $Z = R_s \left(1 - \cos \frac{\alpha - 2\beta}{2} \right) + \sin \left(\frac{\alpha}{2} - \delta \right) \cdot (l_s - r)$	$\delta = \arctg \left\{ \frac{l_s}{6R_s} \cdot \left[\left(1 + \frac{r}{l_s} \right) + \left(\frac{r}{l_s} \right)^2 \right] \right\}$ $r = \frac{1}{2}(l_s - S)$
	$L > S$ (Xem hình 1-21b) $Z = R_s \left(1 - \cos \frac{\alpha - 2\beta}{2} \right) + \sin \left(\frac{\alpha}{2} - \delta \right) \cdot l_s$ $+ \sin \frac{\alpha}{2} \cdot \frac{S - L_s}{2}$	$\delta = \arctg \frac{l_s}{6R_s}$

Trong các công thức trên:

Z: Cự ly tầm ngang lớn nhất (m)

S: Tầm nhìn (m)

L: Chiều dài đường cong nằm (m)

L': Chiều dài đường cong tròn (m)

l_s : Chiều dài đường cong clôtôit (m)

R_s : Bán kính quỹ đạo xe chạy trong bụng đường cong (m); Trị số này bằng bán kính mép trong mặt đường khi chưa mở rộng cộng thêm 1,5m.

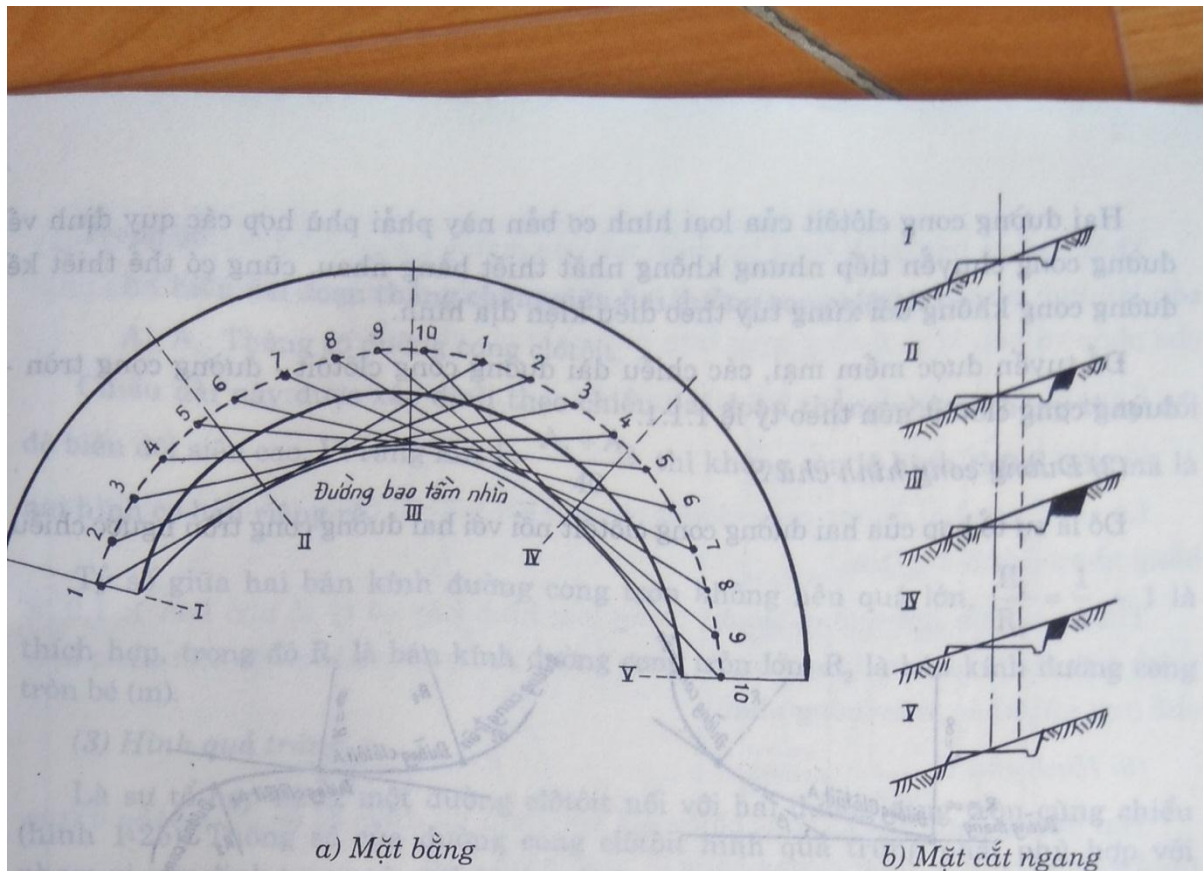
L_s : Chiều dài quỹ đạo xe chạy trong bụng đường cong (m)

α : Góc ngoặt đường (°)

γ : Góc ở tâm ứng với đường nhìn

β : Góc ngoặt đường clôtôit (°)

Phạm vi loại bỏ chướng ngại ảnh hưởng đến tầm nhìn, nói chung dùng phương pháp vẽ như ở hình 1-22.



Hình 1-22. Xác định cự ly tầm nhìn ngang theo đường bao tầm nhìn bằng phương pháp vẽ

Đường bao là một đường cong bao các điểm giới hạn nhìn. Phải loại bỏ các hướng ngại phía trong phạm vi này. Sau đó, lấy cự ly tầm nhìn ngang theo các cọc mốc hải đồ bỏ vẽ trên mặt cắt ngang để xác định phạm vi phải bạt ta luy đường đào hoặc loại bỏ các chướng ngại).

Khi bán kính đường cong lớn, đủ bảo đảm tầm nhìn thì cự ly từ tìm đường xe chạy đến mép ngoài đường ngại có thể bảo đảm giới hạn không gian của tầm nhìn, bán kính giới hạn ấy tính theo công thức $R \approx \frac{S^2}{8Z}$ (khi không bố trí đường cong clôtôit). Vì vậy khi bán kính đường cong nằm bé hơn bán kính giới hạn bảo đảm tầm nhìn thì cần phải kiểm tra tính toán tầm nhìn.

Đối với mặt cắt dọc của đường thì thông qua việc bố trí đường cong đứng để bảo đảm tầm nhìn chạy xe.

VII. Sự tổ hợp tuyến trên mặt bằng

Tuỳ theo tình hình cụ thể về địa hình, địa vật có thể dùng các hình thức tổ hợp giữa đường thẳng, đường cong tròn, đường cong chuyển tiếp sau đây:

(1) Loại hình cơ bản

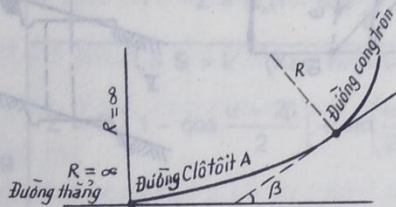
Đó là sự tổ hợp đường thẳng - đường cong clôtôit - đường cong tròn - đường cong clôtôit - đường thẳng, (hình 1-23)

Hai đường cong clôtôit của loại hình cơ bản này phải phù hợp các quy định về đường cong chuyển tiếp nhưng không nhất thiết bằng nhau, cũng có thể thiết kế đường cong không đối xứng tùy theo điều kiện địa hình.

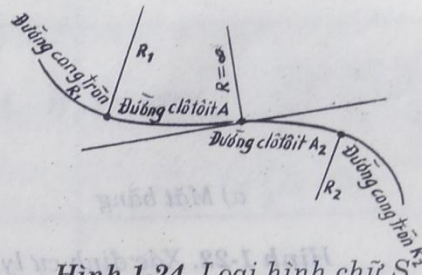
Để tuyến được mềm mại, các chiều dài đường cong clôtôit - đường cong tròn - đường cong clôtôit nên theo tỷ lệ 1:1:1.

(2) Đường cong hình chữ S

Đó là sự tổ hợp của hai đường cong clôtôit nối với hai đường cong tròn ngược chiều.



Hình 1-23. Loại hình cơ bản



Hình 1-24. Loại hình chữ S

Các thông số A_1 , A_2 của hai đường cong clôtôit liên kế trong hình chữ S nên bằng nhau. Khi sử dụng các thông số A_1 , A_2 khác nhau thì tỷ số giữa A_1 với A_2 cần nhỏ hơn 2, khi có điều kiện lấy nhỏ hơn 1,5 là thích hợp. A_1 là thông số đường clôtôit lớn, A_2 là thông số đường clôtôit nhỏ. Để bảo đảm tuyến thông suốt, tỷ số giữa A_1 , A_2 tìm được như sau:

Cho tốc độ góc quay dốc ngang trên hai đoạn đường cong chuyển tiếp bằng nhau, và dốc ngang tại điểm nối tiếp bằng 0, vì vậy:

$$\frac{i_1}{L_1} = \frac{i_2}{L_2} \quad \text{vậy} \quad \frac{A_1}{A_2} = \sqrt{\frac{R_1 i_1}{R_2 i_2}}$$

Trong công thức:

i_1, i_2 : Siêu cao tương ứng với R_1, R_2 (%)

L_1, L_2 : Chiều dài hai đường cong chuyển tiếp (m)

Hai đường cong xoắn ốc ngược chiều nhau trong hình chữ S nối tiếp với nhau. Khi địa hình hạn chế cần chêm vào một đoạn thẳng hoặc khi đường clôtôit của hai đường cong trùng hợp nhau thì chiều dài đoạn chêm hoặc đoạn trùng hợp cần phù hợp quy định ở công thức sau:

$$l \leq \frac{A_1 + A_2}{40}$$

Trong đó:

l : Chiều dài đoạn thẳng chêm giữa hai đường cong clôtôit (m)

A_1, A_2 : Thông số đường cong clôtôit.

Chiều dài này được xác định theo chiều dài đoạn thẳng chêm không thay đổi độ biến đổi siêu cao. Vì rằng khi $l > \frac{A_1 + A_2}{40}$ thì không còn là hình chữ S nữa mà là hai hình cơ bản riêng rẽ.

Tỷ số giữa hai bán kính đường cong tròn không nên quá lớn, $\frac{R_1}{R_2} = \frac{1}{3} \sim 1$ là thích hợp, trong đó R_1 là bán kính đường cong tròn lớn, R_2 là bán kính đường cong tròn bé (m).

(3) Hình quả trứng

Là sự tổ hợp dùng một đường clôtôit nối với hai đường cong tròn cùng chiều (hình 1-25). Thông số của đường cong clôtôit hình quả trứng phải phù hợp với phạm vi quy định trong công thức sau đây:

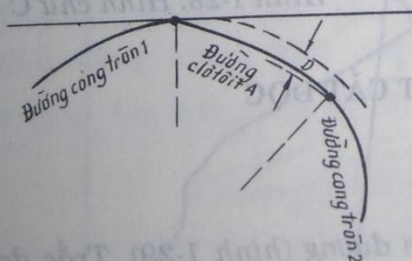
$$A = \frac{R_2}{2} \sim R_2$$

A : Thông số đường clôtôit

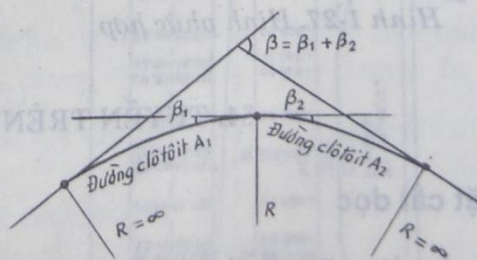
R_2 : Bán kính đường cong tròn nhỏ (m)

Tỷ số giữa hai bán kính của hai đường cong tròn $\frac{R_2}{R_1} = 0,2 \sim 0,8$ là thích hợp.

Khoảng cách giữa hai đường cong tròn: $\frac{D}{R_1} = 0,003 \sim 0,03$ là thích hợp, D là khoảng cách nhỏ nhất giữa hai đường cong tròn (m).



Hình 1-25. Hình quả trứng



Hình 1-26. Hình lồi

(4) Hình lồi

Là loại hình giữa hai đường cong clôtôit cùng chiều không chêm đoạn thẳng mà nối trực tiếp với nhau (hình 1-26).

Thông số và bán kính cong tại điểm nối của đường cong clôtôit loại hình lồi này cần lần lượt phù hợp với các quy định về thông số của đường cong clôtôit nhỏ nhất cho phép và bán kính đường cong tròn nhỏ nhất nói chung.

Chỉ khi địa hình, địa vật hết sức hạn chế mới dùng hình thức này.

(5) Hình phức hợp

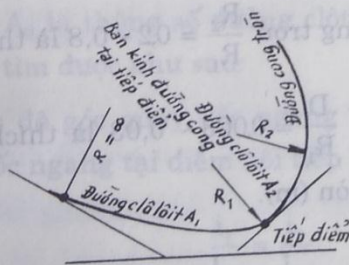
Là sự tổ hợp hai đường cong clôtôit cùng chiều nối với nhau tại điểm có độ cong bằng nhau (hình 1-27).

Thông số của hai đường clôtôit trong loại hình này có tỷ lệ nhỏ hơn 1: 1,5 là thích hợp. Loại này sử dụng khi địa hình hoặc các nguyên nhân đặc biệt khác hạn chế (trừ nút khác mức thông nhau).

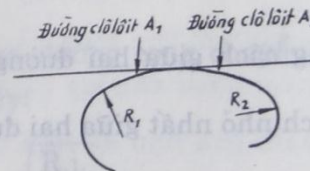
(6) Hình chữ C

Hai đường cong clôtôit cùng chiều nối với nhau tại điểm có độ cong bằng 0 (tức tại điểm nối, $R = \infty$, đường cong bằng 0), xem hình 1-28.

Loại hình chữ C cũng chỉ dùng trong điều kiện địa hình đặc biệt.



Hình 1-27. Hình phức hợp



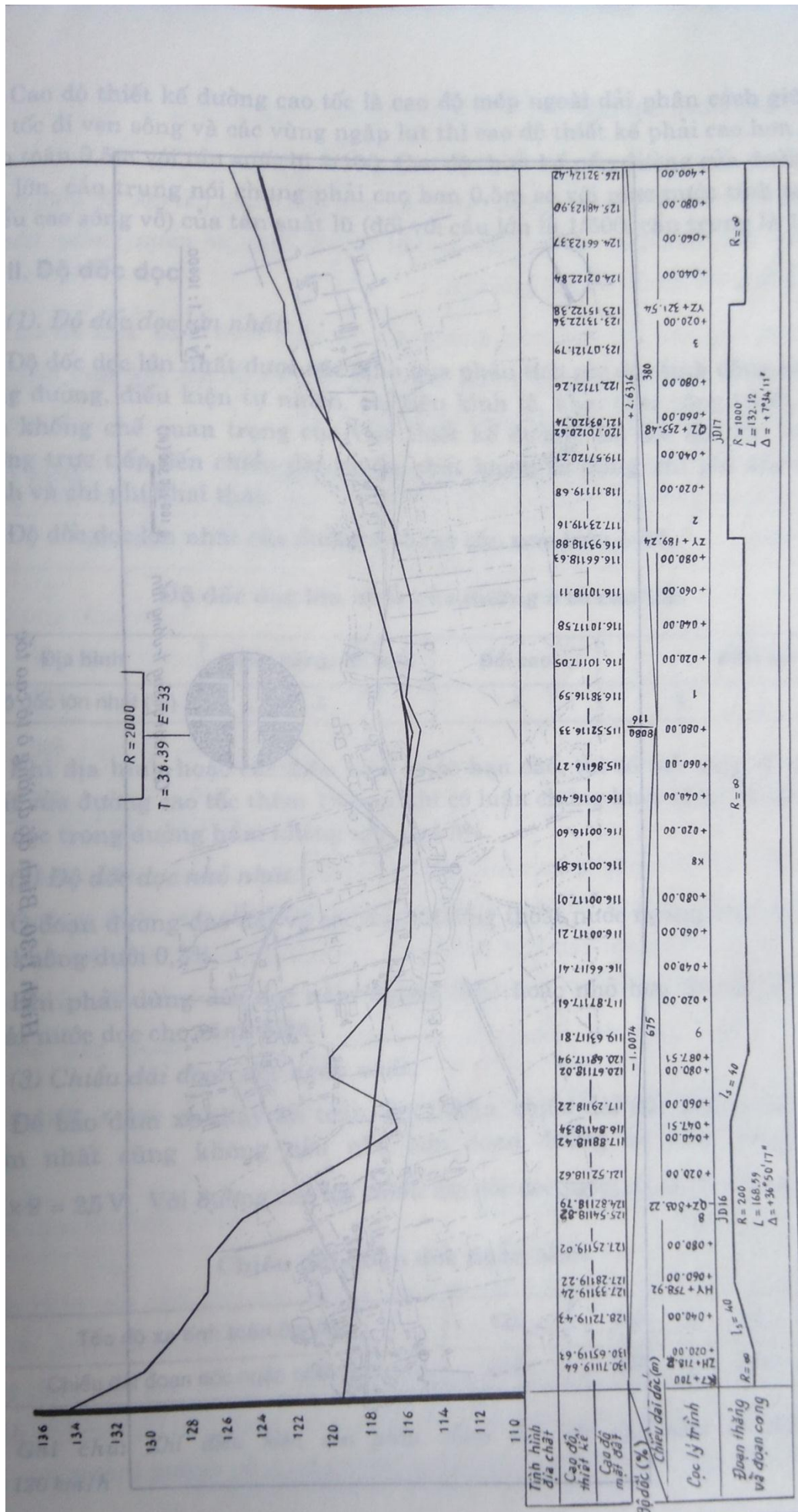
Hình 1-28. Hình chữ C

§4. TUYẾN TRÊN MẶT CẮT DỌC

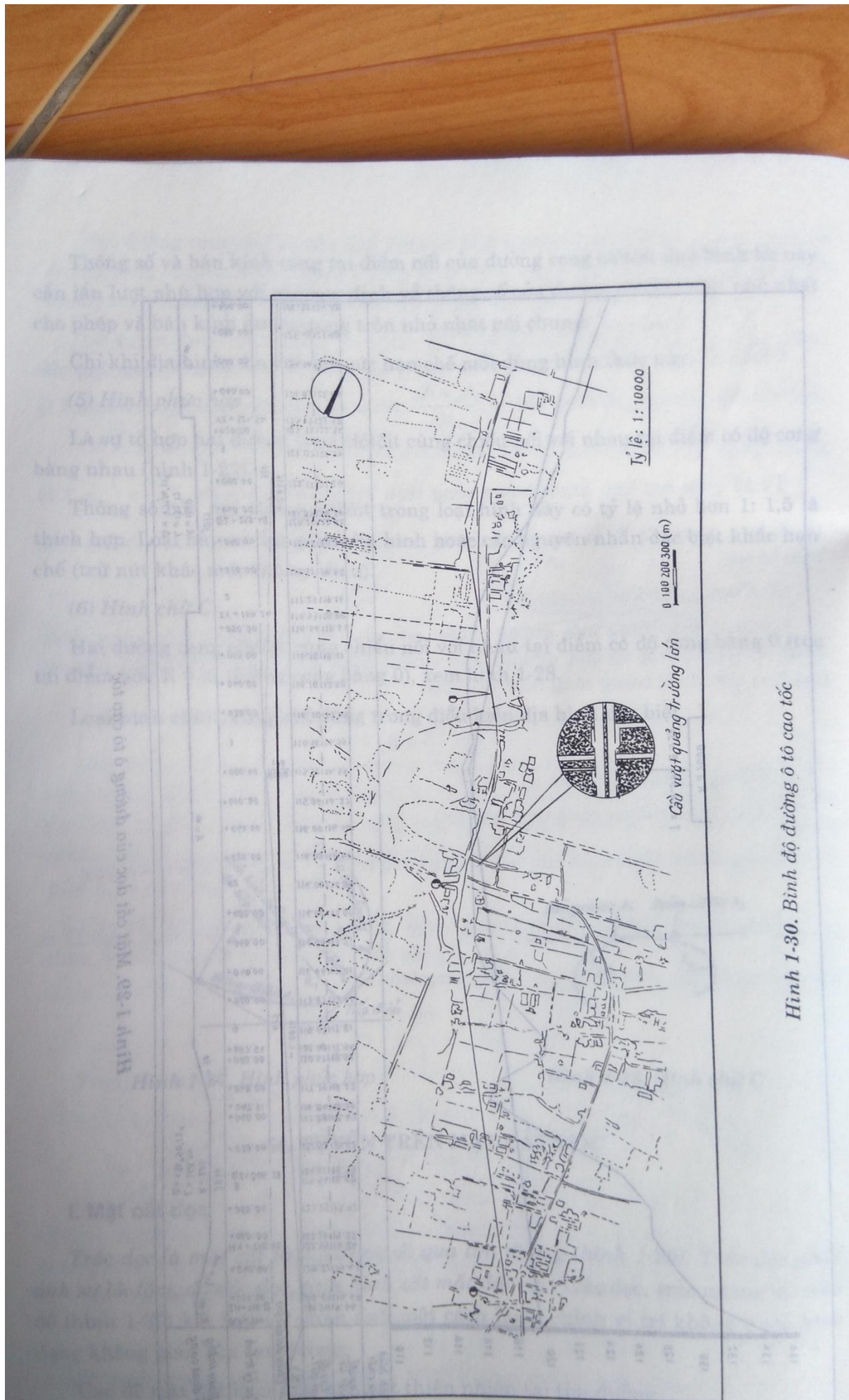
I. Mặt cắt dọc

Trắc dọc là mặt cắt thẳng đứng đi qua tim đường (hình 1-29). Trắc dọc phản ánh sự lồi lõm, độ dốc dọc, tình hình cắt mặt đất v.v. Trắc dọc, trắc ngang và bình đồ (hình 1-30) kết hợp lại phản ánh một cách hoàn chỉnh vị trí không gian, hình dạng không gian của con đường.

Cao độ mặt đất là cao độ mặt đất thiên nhiên tại tim đường.



Hình 1-29. Mặt cắt dọc của đường ô tô cao tốc



Hình 1-30. Bình độ đường ô tô cao tốc

Cao độ thiết kế đường cao tốc là cao độ mép ngoài dải phân cách giữa. Đường cao tốc đi ven sông và các vùng ngập lụt thì cao độ thiết kế phải cao hơn mực nước tính toán 0,5m với tần suất lũ 1/100. Cao độ thiết kế nền đường của đường dẫn lên cầu lớn, cầu trung nói chung phải cao hơn 0,5m so với mực nước tính toán (kể cả chiều cao sóng vỗ) của tần suất lũ (đối với cầu lớn là 1/300, cầu trung là 1/100).

II. Độ dốc dọc

(1). Độ dốc dọc lớn nhất:

Độ dốc dọc lớn nhất được xác định qua phân tích các đặc tính động lực ô tô, cấp hạng đường, điều kiện tự nhiên, chỉ tiêu kinh tế, khai thác công trình. Nó là chỉ tiêu khống chế quan trọng của việc thiết kế đường. Độ dốc dọc lớn hay bé ảnh hưởng trực tiếp đến chiều dài tuyến, chất lượng sử dụng, chi phí xây dựng công trình và chi phí khai thác.

Độ dốc dọc lớn nhất của đường ô tô cao tốc, xem biểu 1-23.

Độ dốc dọc lớn nhất của đường ô tô cao tốc

Biểu 1-23

Địa hình	Đồng bằng, đồi thấp	Đồi cao	Miền núi	
Độ dốc lớn nhất (%)	3	4	5	5

Khi địa hình hoặc các điều kiện khác hạn chế, thì có thể tăng độ dốc dọc lớn nhất của đường cao tốc thêm 1% sau khi có luận chứng kinh tế kỹ thuật hợp lý. Độ dốc dọc trong đường hầm không nên quá 3%.

(2) Độ dốc dọc nhỏ nhất.

Ở đoạn đường đào dài và các đoạn đường thoát nước ngang khó, nên dùng độ dốc không dưới 0,3%.

Khi phải dùng độ dốc dọc nằm ngang (0%) hoặc nhỏ hơn 3% thì phải thiết kế thoát nước dọc cho rãnh biên.

(3) Chiều dài đoạn dốc ngắn nhất.

Để bảo đảm xe chạy an toàn, êm thuận, chiều dài dốc không nên quá ngắn, ngắn nhất cũng không nên nhỏ hơn đoạn đường xe chạy trong 9s tức là $\frac{V}{3,6} \times 9 = 2,5 V$. Với đường cao tốc chiều dài dốc dọc ngắn nhất lấy theo biểu 1-24.

Chiều dài đoạn dốc ngắn nhất

Biểu 1-24

Tốc độ xe tính toán (km/h)	120	100	80	60
Chiều dài đoạn dốc ngắn nhất (m)	300	250	200	150

Ghi chú: Khi điều kiện cho phép, chiều dài dốc nhỏ nhất có thể $\geq 400m$ khi $V = 120 km/h$

(4) Hạn chế chiều dài dốc

Ở các đoạn đường dốc gắt, vì công suất động cơ ô tô giảm xuống nên ảnh hưởng đến xe chạy an toàn. Để bảo đảm an toàn, cần hạn chế chiều dài dốc để khống chế việc ô tô leo dốc, bảo đảm cự ly chạy xe khi tốc độ chạy xe giảm xuống nhưng không thấp hơn tốc độ thấp nhất giới hạn.

Chiều dài hạn chế của dốc trên đường cao tốc xem biểu 1-25. Khi đó tại các đoạn dốc dài quy định trên, phải bố trí đoạn nối dốc với độ dốc dọc nhỏ hơn 3%, chiều dài phù hợp với chiều dài dốc nhỏ nhất.

Trị số hạn chế chiều dài dốc

Biểu 1-25

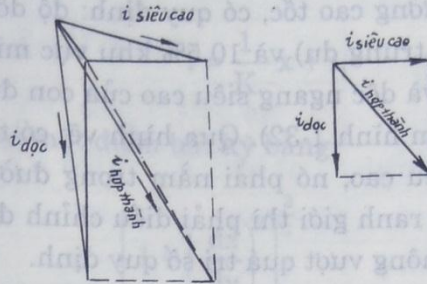
Địa hình		Đồng bằng, đồi thấp	Đồi cao	Miền núi	
Độ dốc dọc (%)	2	1500	-	-	-
	3	800	1000	-	-
	4	600	800	900	700
	5	-	600	700	500
	6	-	-	500	300

Ở đoạn lên dốc liên tục, gồm nhiều độ dốc khác nhau, muốn biết chiều dài dốc có phù hợp hay không, thường dùng phương pháp dốc dọc bình quân. Thí dụ: đường cao tốc vùng đồi cao $V = 100 \text{ km/h}$, có một đoạn đã thiết kế dốc lên 3% dài 600m, sau đó lại bố trí đoạn tiếp theo dốc 4%, vậy chiều dài của đoạn này là bao nhiêu? Lúc đó, đoạn 3% đã chiếm $\frac{600}{1000}$, nên đoạn sau 4% là

$800(1 - \frac{600}{1000}) = 320\text{m}$, sau đó bố trí một đoạn nối dốc với dốc dọc < 3% chiều dài < 250m.

III. Dốc hợp thành

Khi xe chạy trên đường cong có dốc dọc, ngoài sức cản của dốc, còn phải chịu tác dụng của đường cong. Khi dốc dọc lớn mà bán kính đường cong lại nhỏ, dễ để phòng xe trượt theo phương dốc hợp thành bởi dốc dọc và siêu cao, cần phải hạn chế độ dốc hợp thành trong một phạm vi nhất định (xem hình 1-31) nhằm bảo đảm trạng thái xe chạy trên đoạn đường cong cũng giống như trên đường thẳng.



Hình 1-31. Dốc hợp thành

Trên đoạn đường cong nằm có siêu cao và dốc, độ dốc xiên do dốc dọc và dốc ngang siêu cao tạo ra gọi là dốc hợp thành. Độ dốc hợp thành tính theo công thức:

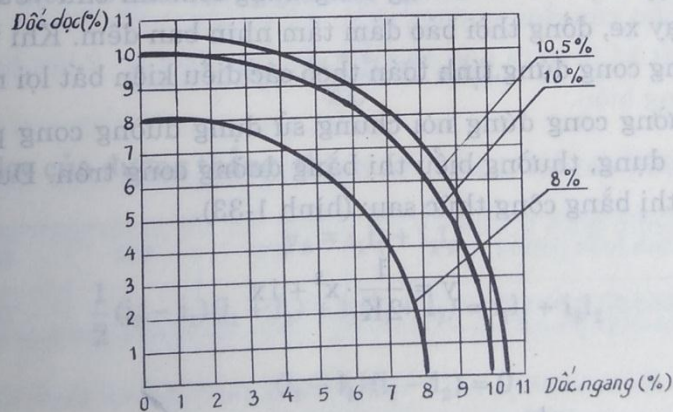
$$i_{\text{hợp}} = \sqrt{i_{\text{ngang}}^2 + i_{\text{dọc}}^2}$$

Trong công thức:

$i_{\text{hợp}}$: Độ dốc hợp thành (%)

i_{ngang} : Độ dốc ngang siêu cao (%)

$i_{\text{dọc}}$: Độ dốc dọc tuyến (%)



Tốc độ xe tính toán (km/h)	Bán kính đường cong (m)								
	5500	3240	2160	1620	1300	1080	930	820	720
120	4000	1710	1220	950	770	650	560	500	440
100	2500	1240	830	620	500	410	350	310	280
80	1500	810	570	430	340	280	230	200	100
60	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Độ dốc ngang (%)	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Hình 1-32. Đồ thị đường giới hạn dốc hợp thành

Độ dốc hợp thành cần khống chế trong phạm vi thích đáng để có lợi cho việc chạy xe an toàn. Đối với đường cao tốc, có quy định: độ dốc hợp thành không quá 10% (ở khu vực đồng bằng, trung du) và 10,5% khu vực miền núi. Có thể kiểm tra độ dốc hợp thành của dốc dọc và dốc ngang siêu cao của con đường đã cho bằng đồ thị giới hạn độ dốc hợp thành (xem hình 1-32). Qua hình vẽ, có thể trực tiếp tìm ra giao điểm của độ dốc dọc và siêu cao, nó phải nằm trong đường giới hạn độ dốc hợp thành; nếu vượt quá đường ranh giới thì phải điều chỉnh độ dốc dọc hoặc siêu cao, sao cho độ dốc hợp thành không vượt quá trị số quy định.

Khi độ dốc lớn trùng với đường cong bán kính nhỏ nếu điều kiện cho phép thì nên dùng độ dốc hợp thành nhỏ, nhất là trong các trường hợp sau thì độ dốc hợp thành phải nhỏ hơn 8%:

- (1) Các khu vực mặt đường có băng tuyết về mùa đông.
- (2) Các đoạn đường ven sườn núi có độ dốc ngang tương đối dốc.

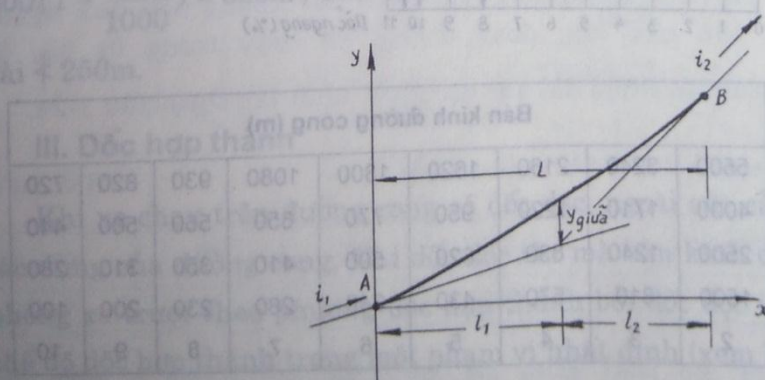
IV. Đường cong đứng

Để giảm xóc cho ô tô và bảo đảm tầm nhìn khi xe chạy qua điểm đổi dốc dọc, cần bố trí đường cong đứng, nhằm cải thiện tuyến, tăng thêm cảm giác an toàn thoải mái và thoát nước thuận tiện.

Bố trí đường cong đứng lỗi là nhằm cải thiện sự êm thuận của dốc dọc, bảo đảm tầm nhìn chạy xe, còn với đường cong đứng lõm thì chủ yếu là giảm xóc và chấn động khi chạy xe, đồng thời bảo đảm tầm nhìn ban đêm. Khi thiết kế, cần lấy các bán kính đường cong đứng tính toán theo các điều kiện bất lợi nói trên.

Hình dạng đường cong đứng nói chung sử dụng đường cong parabol bậc hai. Nhưng để tiện sử dụng, thường biểu thị bằng đường cong tròn. Đường cong parabol bậc hai, biểu thị bằng công thức sau: (hình 1-33).

$$y = \frac{1}{2K} \cdot x^2 + i_1 x$$



Hình 1-33. Đường cong đứng dạng Parabol

Thay đổi độ dốc tại một điểm bất kỳ x là:

$$i = \frac{1}{K} \cdot x + i_1$$

Bán kính cong R tại một điểm bất kỳ bằng:

$$R = \frac{\left[1 + \left(\frac{dx}{dy} \right)^2 \right]^{\frac{3}{2}}}{\frac{d^2y}{d^2x}} = K(1 + i^2)^{\frac{3}{2}}$$

Trị số i nhỏ hơn 1 rất nhiều, có thể bỏ qua, nên $R \approx K$

$$R \approx K = \frac{x}{i - i_1} = \frac{L}{i_2 - i_1}$$

Vậy

$$y = \frac{i_2 - i_1}{2L} \cdot x^2 + i_1 x$$

Tung độ tại l_1 là:

$$y_{giữa} = \frac{i_2 - i_1}{2L} \cdot l_1^2$$

Tung độ tại điểm B của đường parabol là:

$$y_B = \frac{i_2 - i_1}{2L} \cdot L^2 + i_1 L$$

Từ độ dốc dọc của đường thẳng, thì:

$$y_B = i_1 l_1 + i_2 l_2$$

$$\frac{1}{2}(i_2 - i_1)(l_1 + l_2) + i_1(l_1 + l_2) = i_1 l_1 + i_2 l_2$$

$$(l_1 - l_2)(i_1 - i_2) = 0$$

Khi $i_1 \neq i_2$ thì $l_1 = l_2$

Lúc đó

$$y_{giữa} = \frac{1}{8}(i_2 - i_1) \cdot L$$

Khi biểu thị bằng đường cong tròn thì:

$$R = 100 \frac{L}{i_1 - i_2}$$

Bán kính đường cong đúng sử dụng theo quy định ở biểu 1-26

Bán kính đường cong đứng

Biểu 1-26

Bán kính đường cong đứng (m)		Tốc độ xe tính toán (km/h)			
		120	100	80	60
Lối	Trị số nhỏ nhất thông thường	17.000	10.000	4.500	2.000
	Trị số nhỏ nhất giới hạn	11.000	6.500	3.000	1.400
Lỗm	Trị số nhỏ nhất thông thường	6.000	4.500	3.000	1.500
	Trị số nhỏ nhất giới hạn	4.000	3.000	2.000	1.000

Bán kính đường cong đứng thường dùng phải lớn hơn hoặc bằng trị số nhỏ nhất thông thường ghi ở biểu trên. Trường hợp bất đắc dĩ, mới sử dụng bán kính nhỏ hơn "Trị số nhỏ nhất thông thường" thậm chí "trị số nhỏ nhất giới hạn".

Để thoả mãn yêu cầu thao tác của người lái xe, chiều dài tối thiểu của đường cong đứng được tính theo cự ly xe chạy với tốc độ tính toán trong quãng thời gian 3s theo công thức sau:

$$L = \left(\frac{5}{6}\right)V \quad (\text{m}) \quad (1-22)$$

Trong đó V là tốc độ xe tính toán (km/h)

Chiều dài tối thiểu của đường cong đứng như biểu 1-27. Để xe chạy an toàn, êm thuận, trong thiết kế thực tế nên dùng trị số lớn gấp 1,5 - 2 lần hoặc lớn hơn so với các trị số ghi trong biểu.

Chiều dài tối thiểu của đường cong đứng

Biểu 1-27

Tốc độ xe tính toán (km/h)	120	100	80	60
Chiều dài đường cong đứng tối thiểu (m)	100	85	70	50

Ghi chú: Nếu điều kiện cho phép, khi $V = 120 \text{ km/h}$, chiều dài tối thiểu đường cong đứng nên $\geq 400\text{m}$.

Tính toán các yếu tố đường cong đứng:

Để bố trí đường cong đứng được chính xác, cần phải tính toán các yếu tố của đường cong đứng, tức là phải tính chiều dài đường cong đứng L, độ dài tiếp tuyến T và phân cự E như hình 1-34.

Gọi R là bán kính đường cong đứng, ω là góc đối dốc giữa hai đoạn dốc dọc thì:

$$L = R\omega \frac{\pi}{180^\circ}$$

Khi ω rất nhỏ, $\omega = i_1 - i_2$, thì:

$$L \approx R(i_1 - i_2), T = R \operatorname{tg} \frac{\omega}{2}$$

Vì độ dốc dọc rất nhỏ, độ dài tiếp tuyến T tính theo cự ly nằm ngang, nên khi ω rất nhỏ thì:

$$T \approx \frac{1}{2}L = \frac{R}{2}(i_1 - i_2) \quad (1-23)$$

$$E = R \left(\sec \frac{\omega}{2} - 1 \right)$$

Thông thường lấy:

Hình 1-34. Các yếu tố đường cong đứng

$$E = \frac{T^2}{2R} = \frac{L^2}{8R} = \frac{R(i_1 - i_2)^2}{8} = \frac{T\omega}{4}$$

Để bố trí cụ thể đường cong đứng, tọa độ x, y của các điểm tìm đường cong đứng theo công thức sau:

$$y = \frac{x^2}{2R}$$

(1-24)

hoặc

$$y = E \left(\frac{x}{T} \right)^2$$

Trong công thức:

x: Hoành độ các điểm đường cong đứng

y: Tung độ các điểm đường cong đứng

Đối với đường cong đứng lồi, lấy dấu -, đối với đường cong đứng lõm lấy dấu +, khi $y = T$ thì $y = E$

Đối với đường cong đứng lồi, cao độ thiết kế = cao độ dốc khi chưa đặt đường cong đứng - y.

Đối với đường cong lõm; cao độ thiết kế = cao độ đường dốc khi chưa bố trí đường cong đứng + y.

Thí dụ: Đường cao tốc ở một khu vực đồng bằng, tốc độ xe tính toán 120km/h, hai đoạn liên kế có độ dốc dọc $i_1 = 0,013$ và $i_2 = -0,017$, cọc lý trình đổi dốc K10 + 50, cao độ điểm đó là 63,54m. Hãy tính cao độ thiết kế đoạn đường cong đứng lồi, bán kính đường cong đứng $R = 18000\text{m}$.

Giải: Chiều dài đường cong đứng $L = R \cdot \omega = 18000(0,013 + 0,017) = 540\text{m}$

Chiều dài tiếp tuyến $T = \frac{L}{2} = \frac{540}{2} = 270\text{m}$

Cự ly ngoài (phân cự) $E = \frac{T^2}{2R} = \frac{270^2}{2 \times 18000} = 2,025m$

Cọc điểm đầu đường cong đứng: $km10 + 350 - 270 = Km10 + 080$

Cao độ điểm đầu đường cong đứng: $63,54 - 270 \times 0,013 = 63,54 - 3,51 = 60,03m$

Cọc điểm cuối đường cong đứng: $km10 + 350 + 270 = Km10 + 620$

Cao độ điểm cuối đường cong đứng: $63,54 - 270 \times 0,017 = 63,54 - 4,59 = 58,95m$

Cao độ các điểm trung gian cứ lấy cọc 10m một, áp dụng công thức: $y = \frac{x^2}{2R}$ để

tính cao độ thiết kế các điểm đó (ở đây không ghi biểu tính các trị số đó).

V. Làn phụ leo dốc

Làn phụ leo dốc là đường dùng riêng cho xe tải được đặt phía bên phải đường chính tuyến ở đoạn đường dốc.

1. Điều kiện bố trí làn phụ leo dốc

Đường cao tốc phù hợp một trong các trường hợp sau thì có thể bố trí làn phụ leo dốc phía phải của hướng đường xe lên dốc:

- (1) Khi tốc độ xe tải lên dốc thấp hơn tốc độ nhỏ nhất cho phép ghi ở biểu 1-28.
- (2) Khi lưu lượng giao thông/giờ thiết kế của đoạn lên dốc vượt quá năng lực thông hành thiết kế.

Tốc độ lên dốc thấp nhất cho phép

Biểu 1-28

Tốc độ xe thiết kế km/h	120	100	80	60
Tốc độ thấp nhất cho phép (km/h)	60	55	50	40

Việc bố trí làn phụ leo dốc, cần phải có luận chứng kinh tế kỹ thuật so sánh về sự cải thiện dốc dọc khi có và khi không làm làn phụ leo dốc. Đối với đoạn đường hầm, cầu lớn, đoạn đường đào sâu có bố trí làn phụ leo dốc hay không còn phải so sánh một cách tổng hợp giữa sự tăng chi phí công trình với tăng cường năng lực thông hành.

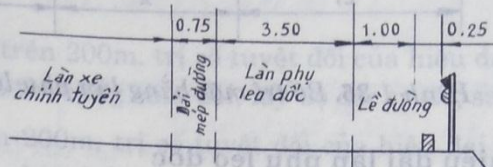
Đường cao tốc 6 làn xe và trên 6 làn xe có thể không bố trí làn phụ leo dốc vì làn xe ngoài có thể sử dụng làm làn phụ leo dốc.

2. Cấu tạo làn phụ leo dốc

(1) Cấu tạo mặt cắt ngang

Làn phụ leo dốc bố trí bên phải đường xe chạy của chính tuyến, thông thường rộng 3,5m; giữa làn phụ leo dốc và đường xe chạy chính tuyến có đặt dải mép

đường như hình 1-35. Khi lề đường bên cạnh làn phụ leo dốc hẹp, không dừng xe khẩn cấp được thì ở những đoạn làn phụ leo dốc rất dài, tùy theo nhu cầu có thể bố trí dải dừng xe khẩn cấp.



Hình 1-35. Làn phụ leo dốc (m)

(2) Siêu cao và mở rộng

Độ dốc siêu cao ở làn phụ leo dốc xem quy định ở biểu 1-29. Trục quay độ dốc siêu cao là mép trong làn leo dốc.

Độ dốc siêu cao của làn phụ leo dốc (%)

Biểu 1-29

Độ dốc siêu cao chính tuyến	10	9	8	7	6	5	4	3	2
Độ dốc siêu cao làn phụ leo dốc		5			4			3	2

Độ mở rộng làn phụ leo dốc tùy thuộc vào độ mở rộng đường xe chạy.

(3) Bố trí bình đồ và chiều dài làn phụ leo dốc

Trên bình đồ, làn phụ leo dốc gồm ba đoạn: đoạn dài chuyển tiếp ở đầu L_1 , đoạn đường vượt dốc L , đoạn phụ thêm ở cuối L_2 , xem hình 1-36.

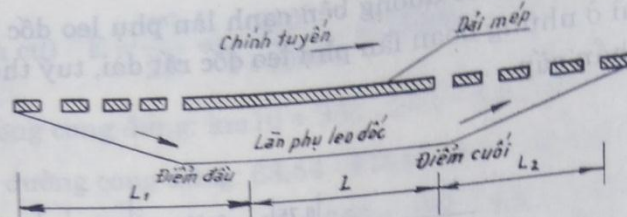
Chiều dài tối thiểu đoạn làn phụ leo dốc là 500m, chiều dài đoạn chuyển tiếp ở đầu $L_1 = 45$. Chiều dài đoạn cuối là chiều dài cần thiết để xe gia tốc đến tốc độ tối đa nhất cho phép trước khi vào chính tuyến. Chiều dài đoạn này phụ thuộc vào độ dốc dọc của chính tuyến, có thể tham khảo ở biểu 1-30, các trị số này bao gồm đoạn chuyển tiếp 60m ở cuối.

Chiều dài thêm ở điểm cuối làn phụ leo dốc (m)

Biểu 1-30

Độ dốc dọc tại nơi khôi phục được tốc độ xe thấp nhất cho phép (%)	Xuống dốc	Dốc bằng	Lên dốc			
			0,5	1,0	1,5	2,0
Chiều dài thêm (Kể cả đoạn tam giác)	150	200	250	300	350	400

Điểm đầu, điểm cuối làn phụ leo dốc cần kết hợp với thiết kế tuyến, chọn nơi có tầm nhìn thông thoáng, dễ quan sát, thuận lợi việc chuyển tiếp.



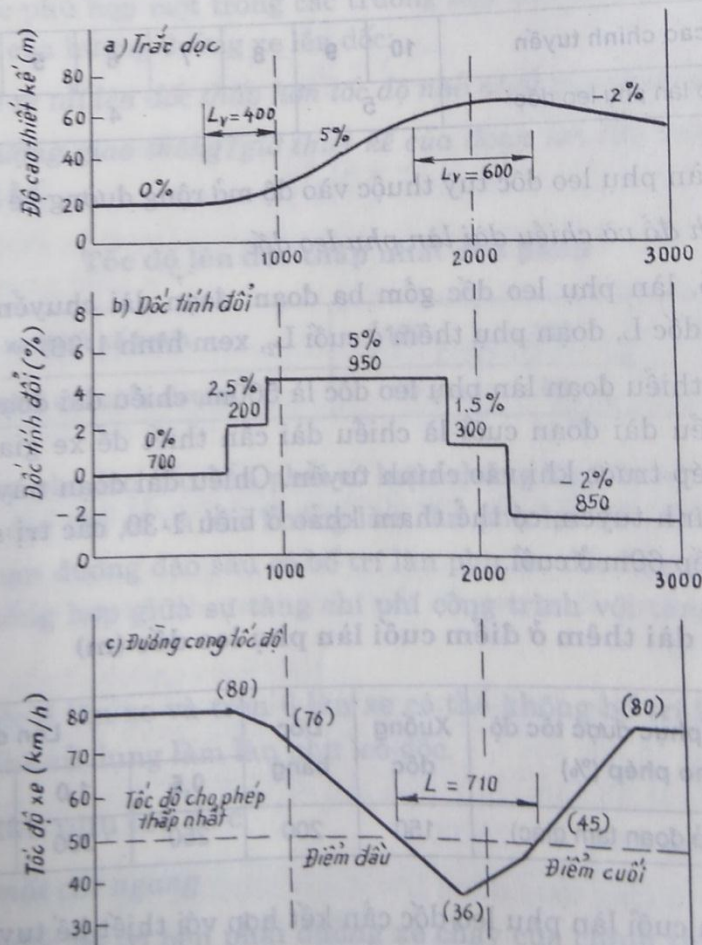
Hình 1-36. Bố trí mặt bằng làn phụ leo dốc

3. Xác định chiều dài làn phụ leo dốc

Chiều dài làn phụ leo dốc, thường dùng phương pháp đồ giải để tìm dựa vào đường biểu diễn tính năng leo dốc. Phương pháp này như sau: Căn cứ theo mối quan hệ giữa dốc dọc thiết kế và chiều dài dốc, tìm trên đường biểu diễn tính năng leo dốc, các tốc độ xe chạy ở cuối mỗi đoạn, trong đó tách rõ đoạn đường có tốc độ xe chạy thấp hơn tốc độ thấp nhất cho phép, đó là phạm vi làm làn phụ leo dốc.

Các bước cụ thể như sau:

(1) Vẽ sơ đồ trắc dọc tuyến (xem hình 1-37a): L_v là chiều dài đường cong đứng.



Hình 1-37

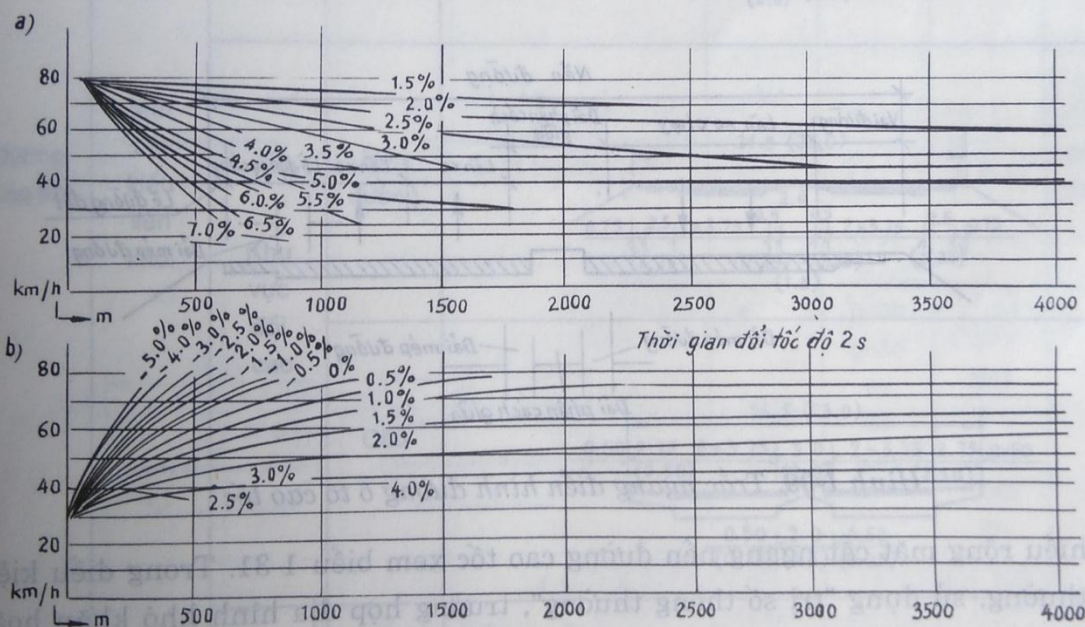
(2) Vẽ sơ đồ độ dốc tính đối từng đoạn (hình 1-37b): Trong sơ đồ, độ dốc dọc đoạn đường cong được chia thành một số đoạn đường thẳng liên tục. Phân đoạn cụ thể và độ dốc quy định như sau:

a) Chiều dài đường cong đứng dưới 200m thì chia đôi, lấy độ dốc riêng biệt ở phía trước và phía sau.

b) Đường cong đứng dài trên 200m, trị số tuyệt đối của hiệu đại số dốc trước và sau của nó nhỏ hơn 0,5% thì cũng chia đôi, lấy độ dốc trước, sau như trên.

c) Đường cong đứng trên 200m, trị số tuyệt đối của hiệu đại số dốc trước, dốc sau của nó lớn hơn 0,5% thì chia đường cong dốc đứng thành 4 đoạn, các đoạn 1/4 đầu lấy trị số độ dốc phía trước, phía sau, còn đoạn 2/4 ở giữa lấy trị số đại số trung bình của các độ dốc phía trước và phía sau.

(3) Vẽ sơ đồ đường cong tốc độ (hình 1-37c): Sơ đồ này chủ yếu dựa vào sơ đồ đường cong tính năng leo dốc của ô tô tải để vẽ. Nhật bản quy định lấy tốc độ xe thiết kế chạy trên đường chính là 80 km/h để xét, tốc độ xe thấp nhất cho phép là 0 km/h. Đồ thị đường cong khi tăng tốc và giảm tốc xem hình 1-38.



Hình 1-38

a) Khi gia tốc; b) Khi giảm tốc

(4) Xác định phạm vi và chiều dài làn phụ leo dốc:

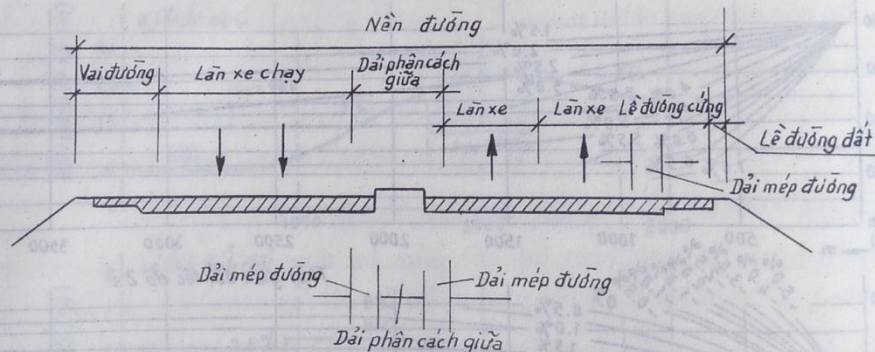
Dùng sơ đồ đường cong tốc độ, trực tiếp tìm trên hình vẽ phạm vi giới hạn và điểm đầu, điểm cuối tương ứng của tốc độ thấp nhất cho phép, tức tìm được chiều dài L làn leo dốc (chưa kể phạm vi các đoạn chuyển tiếp ở hai đầu).

Vị trí bố trí cụ thể làn vượt dốc, ngoài việc dựa vào phương pháp trên còn phải xét một cách tổng hợp các nhân tố như mối quan hệ với đường chính, điều kiện tầm nhìn và làm sao nối với đường chính được thoả đáng.

§5. MẶT CẮT NGANG

I. Các bộ phận hợp thành và các kiểu mặt cắt ngang

Mặt cắt ngang đường cao tốc là toàn bộ mặt cắt bao gồm các làn xe chạy, dải phân cách, lề đường, ta-luy, rãnh biên và biển báo, chiếu sáng, lan can, cây xanh hố lấy đất trong phạm vi sử dụng đất. Bề rộng mặt cắt ngang quyết định việc sử dụng đất, chi phí xây dựng và ảnh hưởng đến năng lực thông hành và an toàn xe chạy. Mặt cắt ngang điển hình như hình 1-39.



Hình 1-39. Trắc ngang điển hình đường ô tô cao tốc

Chiều rộng mặt cắt ngang nền đường cao tốc xem biểu 1-31. Trong điều kiện bình thường, sử dụng "trị số thông thường", trường hợp địa hình khó khăn hoặc đặc biệt, sử dụng "trị số biến đổi".

Chiều rộng nền đường

Biểu 1-31

Địa hình		Đồng bằng, đồi thấp	Đồi cao	Miền núi	
Tốc độ xe tính toán (km/h)		120	100	80	60
Chiều rộng nền đường (m)	Trị số thông thường	26,0	24,5	23,0	21,5
	Trị số biến đổi	24,5	23,0	21,5	20,0

Trắc ngang tiêu chuẩn nền đường và cầu, xem hình 1-40.

Loại		Hình vẽ
Mặt cắt kiểu liên khối	Nền đường	
	Cầu	
	Nền đường	
	Cầu	
Khu vực Miền núi	Nền đường	
	Cầu	

Loại			Hình vẽ
Mặt cắt kiểu liên khối	Khu vực Miền núi	Cầu	
	Khu vực đồng bằng và đồi thấp	Cầu	
Đường cao tốc	Khu vực đồng bằng và đồi thấp	Nền đường	
	Khu vực đồi cao	Nền đường	
	Khu vực đồng bằng và đồi thấp	Hầm	
	Khu vực đồi cao	Hầm	

Loại			Hình vẽ
Đường cao tốc	Khu vực đồi cao	Cầu	
		Hầm	
	Khu vực Miền núi	Nền đường	
		Cầu	

Loại				Hình vẽ
Đường cao tốc	Mặt cắt ngang kiểu tách rời	Khu vực Miền núi	Hầm	

Ghi chú: () Sử dụng trong trường hợp đặc biệt.

Hình 1-40. Mặt cắt ngang tiêu chuẩn của nền đường
và cầu đường ô tô cao tốc (m)

II. Làn xe và phần xe chạy

Chiều rộng phần xe chạy được xác định theo tốc độ xe thiết kế, lưu lượng giao thông thiết kế cho tương lai và tỷ lệ xe nặng chạy lẫn vào đường, còn chiều rộng một làn xe thì căn cứ theo tốc độ xe thiết kế và tỷ lệ xe nặng chạy lẫn vào. Mỗi làn xe đường cao tốc, trừ khu vực miền núi ($V = 60\text{km/h}$) rộng 3,5m, còn ở các khu vực khác chiều rộng mỗi làn xe đều là 3,75m.

Chiều rộng phần xe chạy của đường cao tốc (ở nước ta (TQ)) quy định ở biểu 1-32.

Chiều rộng phần xe chạy

Biểu 1-32

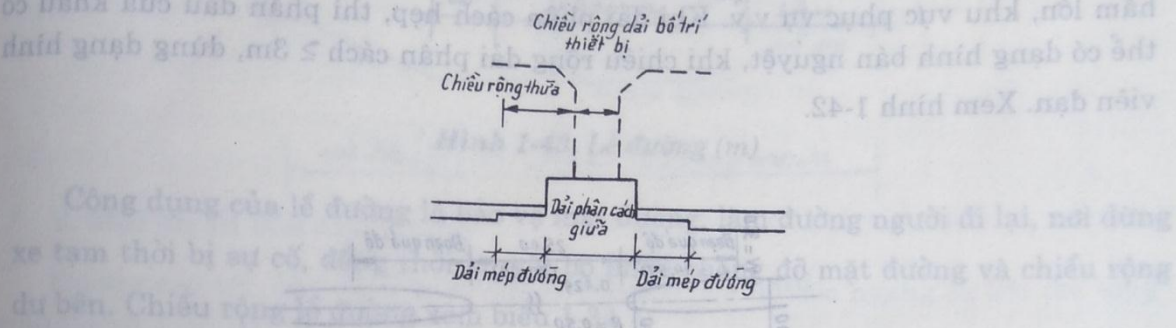
Tốc độ xe tính toán (km/h)	120	100	80	60
Chiều rộng phần xe chạy (m)	2x7,50	2x7,50	2x7,50	2x7,0

Khi lưu lượng giao thông của đường cao tốc vượt quá năng lực thông hành của 4 làn xe thì số làn xe của nó có thể tăng theo số chẵn, chiều rộng nền đường cũng tăng tương ứng.

Đối với đường cao tốc mới xây dựng một nửa, để bảo đảm tốc độ xe, nâng cao trình độ phục vụ thì có thể bố trí làn phụ dùng vượt xe; làn phụ vượt xe rộng 3,50m, cự ly bố trí 6 – 10km, chiều dài 1,0 - 1,5km, tỷ lệ bố trí 20% và cố gắng bố trí các cự ly tương đối bằng nhau, bố trí đối xứng hoặc so le trên cả hai hướng đi, về. Thường thì xe tốc độ thấp đi vào làn phụ để bảo đảm xe tốc độ cao chạy được bình thường.

III. Dải phân cách

Dải phân cách gồm dải phân cách giữa và hai dải bên mép đường. Chiều rộng của nó bằng tổng chiều rộng dải đặt thiết bị và chiều rộng dư ở bên.



Hình 1-41. Dải phân cách

Tác dụng của dải phân cách là ở chỗ: ngăn cách với xe chạy ngược chiều, để phòng đụng độ với xe ngược chiều, làm rõ mép đường phía trong dẫn hướng tầm nhìn người lái, ngăn ngừa xe tùy ý quay xe, đồng thời còn là nơi bố trí lan can, biển báo, cây xanh. Dải mép đường (vạch) có tác dụng hướng dẫn tầm nhìn; tăng thêm bề rộng dư ở bên. Dải phân cách xem hình 1-41

Chiều rộng dải phân cách xem biểu 1-33

Chiều rộng dải phân cách

Biểu 1-33

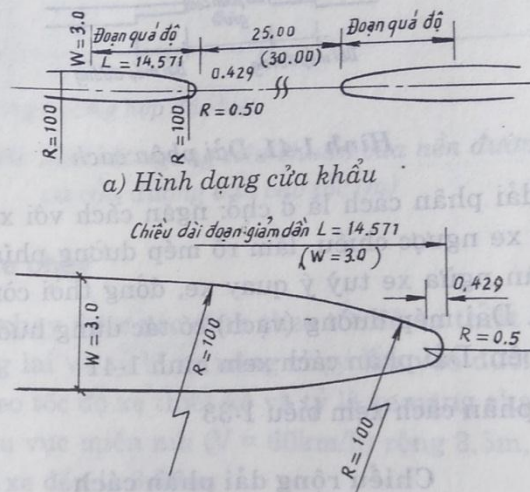
Tốc độ xe tính toán (km/h)	120	100	80	60
Chiều rộng dải phân cách giữa (m)	3,00 (2,00)	2,00 (1,50)	1,50	1,50
Chiều rộng dải mép trái đường (m)	0,75 (0,50)	0,50 (0,25)	0,50 (0,25)	0,50 (0,25)
Chiều rộng dải phân cách (m)	4,50 (3,00)	3,00 (2,00)	2,50 (2,00)	2,50 (2,00)

Ghi chú: Khi địa hình hạn chế và trường hợp đặc biệt khác, có thể lấy con số trong dấu ().

Khi sử dụng mặt cắt ngang kiểu tách rời, có thể kết hợp tình hình địa hình, thiết kế dải phân cách rộng hơn 4,5m (kể cả mặt đất thiên nhiên).

Chiều rộng dải phân cách cần không thay đổi trên một đoạn đường tương đối dài. Khi chiều rộng dải phân cách thay đổi, thì cần bố trí đoạn quá độ. Đoạn quá độ dải phân cách hẹp nên bố trí trong phạm vi đường cong chuyển tiếp, chiều dài của nó bằng chiều dài đường cong chuyển tiếp; đoạn quá độ dải phân cách rộng thì nên bố trí ở đoạn đường cong nằm bán kính lớn.

Tại dải phân cách giữa, cứ một đoạn nhất định cần bố trí cửa khẩu để giải quyết việc đi lại khi duy tu đường, cho xe chạy trên làn ngược chiều trong trường hợp cần thiết. Thường thường, cứ 2 km mở một cửa khẩu, cửa khẩu bố trí ở vị trí tầm nhìn tốt; nếu bố trí ở đoạn đường cong, thì bán kính đường cong nên lớn hơn 700m. Cần bố trí cửa khẩu trước và sau các nút khác mức kiểu thông nhau, cầu, hầm lớn, khu vực phục vụ v.v. Khi dải phân cách hẹp, thì phần đầu của khẩu có thể có dạng hình bán nguyệt, khi chiều rộng dải phân cách $\geq 3\text{m}$, dùng dạng hình viên đạn. Xem hình 1-42.



a) Hình dạng cửa khẩu

b) Hình viên đạn

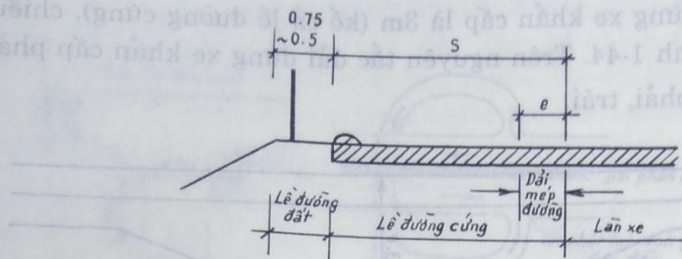
Hình 1-42. Cửa khẩu của dải phân cách giữa (m)

Hình dạng đá vữa của dải phân cách giữa có hai kiểu: kiểu bằng và kiểu vát. Kiểu bằng dùng cho dải phân cách $> 4,5\text{m}$, kiểu vát dùng cho dải phân cách $\leq 4,5\text{m}$. Bề mặt dải phân cách giữa có thể trồng cây cỏ hoặc đổ kín. Thông thường, dải phân cách rộng $> 4,5\text{m}$ thì trồng cây cỏ, còn dải phân cách rộng $\leq 4,5\text{m}$ thì lát kín.

Vạch kẻ mép đường là một bộ phận của dải phân cách được kẻ sát mép với phần xe chạy để làm rõ mép biên phần xe chạy, hướng dẫn tầm nhìn lái xe và tạo ra một độ rộng dư ở bên, chiều rộng $0,50 - 0,75\text{m}$.

IV. Lề đường:

Lề đường là dải đất nằm từ mép ngoài phần xe chạy đến vai nền đường, gồm vạch kẻ mép đường, lề đường cứng và lề đường đất bảo vệ (hình 1-43).



Hình 1-43. Lề đường (m)

Công dụng của lề đường là bảo vệ mặt đường, làm đường người đi lại, nơi dừng xe tạm thời bị sự cố, đồng thời là một bộ phận chống đỡ mặt đường và chiều rộng dư bên. Chiều rộng lề đường xem biểu 1-34.

Chiều rộng lề đường (m)

Biểu 1-34

Tốc độ xe tính toán (km/h)	120	100	80	60
Chiều rộng lề đường cứng (m)	$\geq 2,5$	$\geq 2,50 (2,25)$	$\geq 2,25 (1,75)$	$\geq 2,0 (1,50)$
Chiều rộng lề đường đất (m)	$\geq 0,75$		$\geq 0,50$	

Ghi chú: Khi địa hình hạn chế hoặc trường hợp đặc biệt, sử dụng số trong ngoặc ().

Với đường cao tốc mặt cắt ngang kiểu tách rời hoặc dải phân cách giữa rộng thì chiều rộng lề đường cứng bên trái như sau:

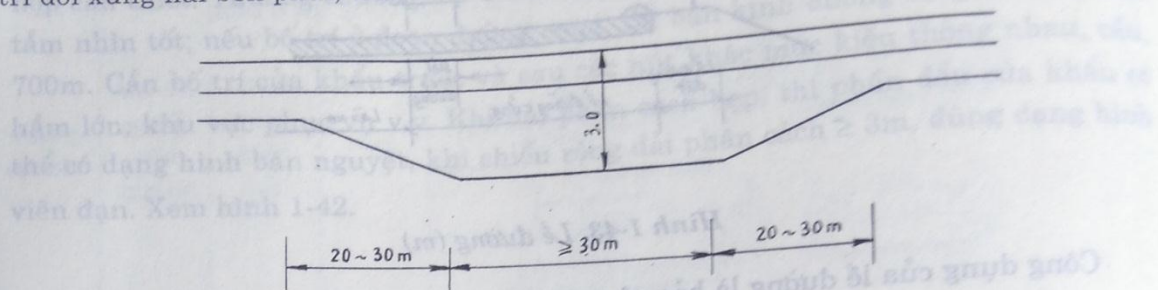
Khu vực đồng bằng, đồi thấp $\geq 1,25\text{m}$, khu vực đồi cao $\geq 1,00\text{m}$, khu vực miền núi $\geq 0,75\text{m}$.

Trên đường cao tốc, phía trong lề đường cứng (s) bố trí dải mép đường (e) bên phải với chiều rộng là 0,5m.

Với đường cao tốc mặt cắt ngang kiểu tách rời, thì trong bề rộng lề đường cứng cần bố trí dải mép đường trái, rộng 0,5m.

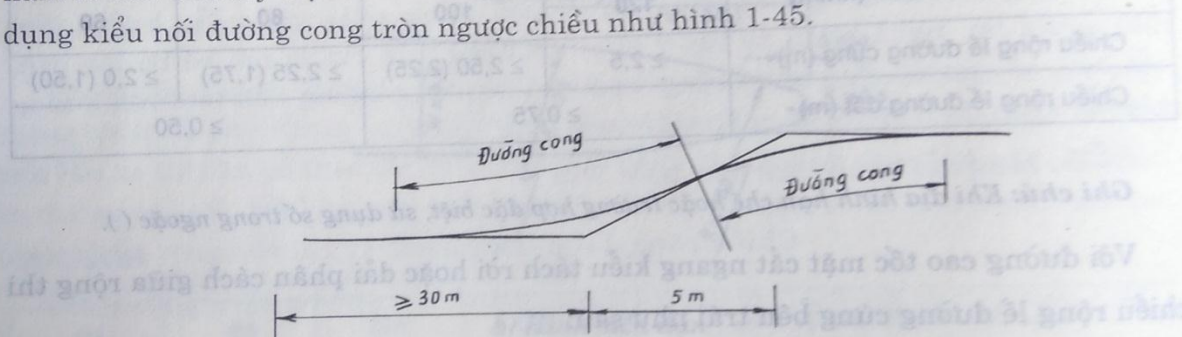
Khi bề rộng lề đường phải của đường cao tốc nhỏ hơn 2,25m, cần bố trí các dải dừng xe khẩn cấp. Khoảng cách giữa các dải dừng xe khẩn cấp, về nguyên tắc, trên dưới 300m đối với khu vực đồng bằng, trên dưới 500m đối với khu vực trung du, miền núi; còn thực tế bố trí có thể kết hợp tình hình địa hình mà tăng lên thích hợp.

Chiều rộng dải dừng xe khẩn cấp là 3m (kể cả lề đường cứng), chiều dài hữu dụng $\geq 30\text{m}$, xem hình 1-44. Trên nguyên tắc dải dừng xe khẩn cấp phải được bố trí đối xứng hai bên phải, trái.



Hình 1-44. Dải dừng xe khẩn cấp

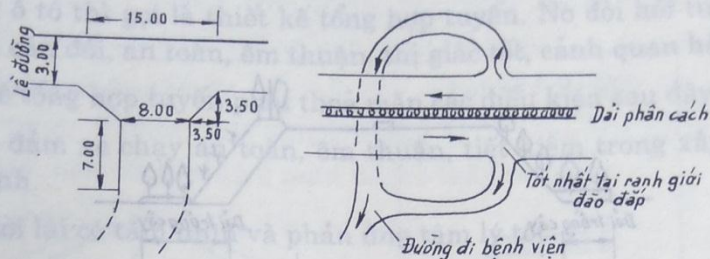
Đối với cầu rất dài và hầm dài, tùy theo nhu cầu, bố trí các dải dừng xe khẩn cấp cách nhau khoảng 750m. Chiều dài tối thiểu của đoạn quá độ ở trên cầu, trong hầm là 5m. Khi lấy trị số tối thiểu, để đoạn quá độ có hình dạng trơn tru, có thể sử dụng kiểu nối đường cong tròn ngược chiều như hình 1-45.



Hình 1-45. Đoạn chuyển tiếp dải dừng xe khẩn cấp

Để bảo đảm thoát nước thì dốc ngang của lề đường thường lớn hơn độ dốc ngang mặt đường 1-2% và hướng ra ngoài nền đường. Ở đoạn đường cong có bố trí siêu cao, cần chú ý việc nối tiếp giữa mặt đường và lề đường sao cho không bị lõm, để giảm khối lượng công trình và thoát nước nhanh chóng. Thông thường, độ dốc ngang lề đường phía bụng đường cong có siêu cao bằng độ dốc ngang siêu cao i_{sc} (%). Độ dốc lề đường phía lưng: đối với đường đắp, bố trí độ dốc i_l (%) ngược chiều, nói chung $i_{sc} + i_l \leq 10\%$; đối với đường đào, có thể bằng dốc ngang siêu cao.

Đối với đường cao tốc không chế xe nhập vào, có thể bố trí các cửa ra khẩn cấp tạo điều kiện cho việc cứu hỏa, cấp cứu, bảo dưỡng đường, giải quyết tai nạn giao thông v.v. Vị trí các cửa khẩu này nên chọn những nơi có tầm nhìn tốt, nối tiếp thuận lợi với các đường bộ khác. Xem hình 1-46.



Hình 1-46. Cửa ra khẩn cấp (m)

V. Mui lượn của mặt đường

Đường cao tốc đều dùng mặt đường cấp cao, với độ dốc ngang từ 2% (bê tông nhựa) đến 1,5% (bê tông xi măng).

Độ khum của đường cao tốc có dạng đường cong, thường dùng đường cong bậc hai $y = Ax^2 + By + c$; công thức sử dụng:

$$y = \frac{h}{16} \left[-7 \sqrt{49 + 480 \left(\frac{x}{l} \right)^2} \right]$$

Trong công thức:

x: Cự ly ngang tính từ tim đường (m)

y: Cự ly đứng, tính từ đường nằm ngang qua đỉnh mui lượn đến điểm x (m)

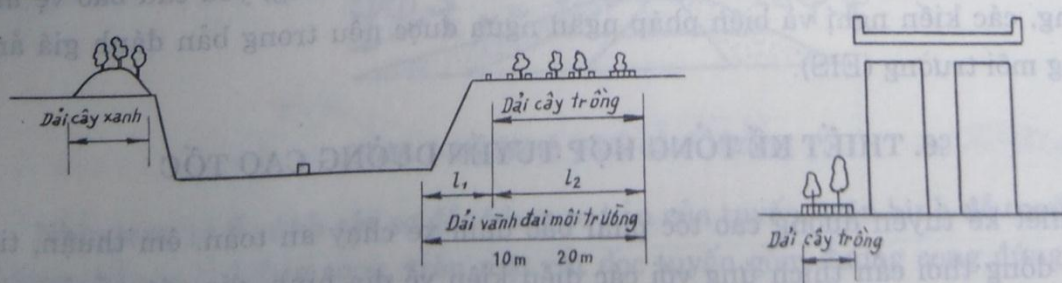
h: Chiều cao mui lượn (m)

l: 1/2 chiều rộng dải đường (m)

Với loại hình này, tại vị trí 1/4 chiều rộng dải đường là $3/8h$, tại vị trí 1/2 chiều rộng là bằng h.

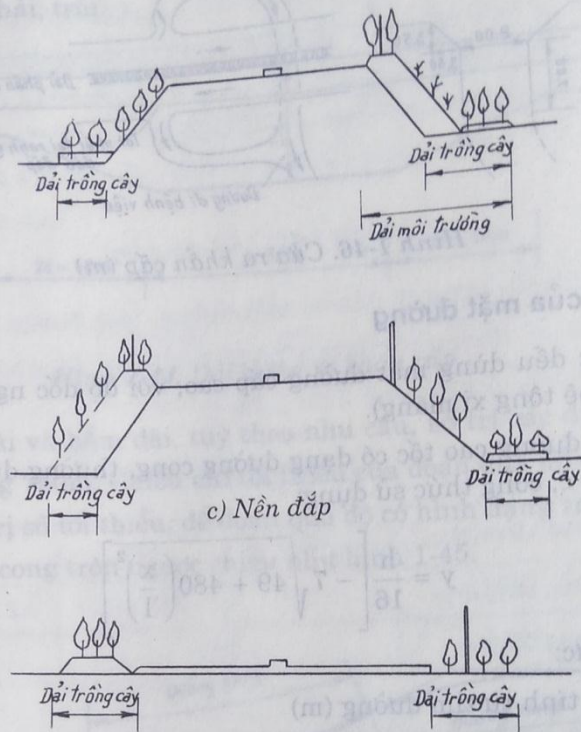
VI. Dải cây xanh

Dải cây xanh là một bộ phận hợp thành mặt cắt ngang, dải cây xanh nhằm bảo đảm môi trường giao thông tốt đẹp và môi trường sinh hoạt trong lành dọc hai bên đường. (Xem hình 1-47).



a) Nền đào

b) Dưới cầu cao



d) Đất bằng

Hình 1-47. Dải cây xanh

Chiều rộng dải cây xanh, thường vào khoảng 1,5m. Khi qua khu vực thành phố, khu danh lam thắng cảnh cần kết hợp với tình hình nhà cửa, đường sá để bố trí dải cây xanh rộng hơn.

Vành đai môi trường gồm dải cây xanh, lề đường, đường người đi lại, đường phụ được xác định theo lưu lượng giao thông, cấu tạo đường, yêu cầu bảo vệ môi trường, các kiến nghị và biện pháp ngăn ngừa được nêu trong bản đánh giá ảnh hưởng môi trường (EIS).

§6. THIẾT KẾ TỔNG HỢP TUYẾN ĐƯỜNG CAO TỐC

Thiết kế tuyến đường cao tốc phải bảo đảm xe chạy an toàn, êm thuận, tiết kiệm, đồng thời cần thích ứng với các điều kiện về địa hình, địa vật, cảnh quan môi trường và hợp lý về kinh tế, kỹ thuật.

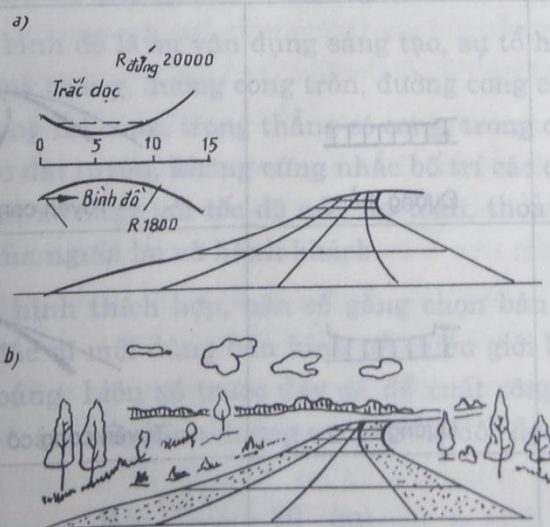
Tuyến đường ô tô là hình dạng hình học của các bộ phận hợp thành đường ô tô như bình đồ, trắc dọc, trắc ngang; còn việc thiết kế chỉnh thể hình dạng không gian đường ô tô thì gọi là thiết kế tổng hợp tuyến. Nó đòi hỏi tuyến phải liên tục, các chỉ tiêu cân đối, an toàn, êm thuận, thị giác tốt, cảnh quan hài hoà.

Thiết kế tổng hợp tuyến phải thoả mãn các điều kiện sau đây:

- (1) Bảo đảm xe chạy an toàn, êm thuận, tiết kiệm trong xây dựng công trình và vận doanh.
- (2) Người lái có tầm nhìn và phản ứng tâm lý tốt.
- (3) Kết hợp hài hoà các điều kiện về địa hình, địa vật, cảnh quan môi trường và sử dụng đất hợp lý.
- (4) Bảo đảm sự cân đối tiết kiệm và hợp lý giữa chi phí xây dựng và hiệu quả đầu tư

Để đạt yêu cầu cảm giác tâm lý về tuyến liên tục, êm thuận, người ta thường dùng hình phối cảnh hoặc mô hình động để nghiên cứu, phân tích phản ứng thị giác của người lái xe đối với tuyến đường.

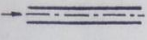
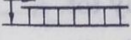
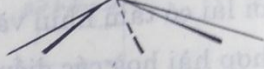
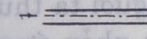
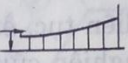
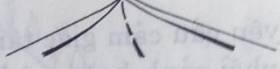
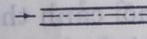
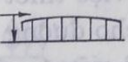
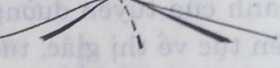
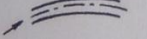
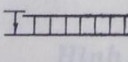
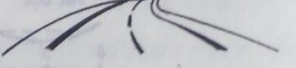
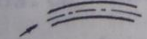
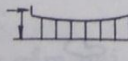
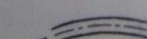
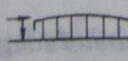
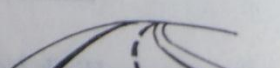
Tuyến liên tục, êm thuận gây cho ta cảm giác không gian thoải mái, sự ăn khớp, điều hoà giữa bình đồ, trắc dọc với cảnh quan xung quanh. Hình 1-48 là hình phối cảnh của tuyến đường ô tô. Vì vậy, việc thiết kế tuyến đường phải bảo đảm tính liên tục về thị giác, tức là phải làm cho đường có tuyến phối cảnh thông thuận. Muốn vậy, phải nghiên cứu mối quan hệ giữa tuyến và hình phối cảnh.



Hình 1-48. Hình phối cảnh đường

Nhìn trên phối cảnh các sơ đồ tổ hợp cơ bản của tuyến, trên bình đồ tuyến gồm đường thẳng và đường cong, trên mặt cắt dọc tuyến gồm đường cong đứng lồi và lõm, và có thể tổ hợp thành 6 loại như hình 1-49. Hơn nữa, nếu trên bình đồ phân

ra thêm đường thẳng, đường cong chuyển tiếp, đường cong tròn thì các sơ đồ tổ hợp trên bình đồ, trắc dọc sẽ là 9 loại.

Yếu tố bình đồ	Yếu tố trắc dọc	Yếu tố tuyến lập thể
 Đường thẳng	 Đường thẳng	 Tuyến thẳng có dốc đều
 Đường thẳng	 Đường cong	 Tuyến thẳng có đường cong đứng lõm
 Đường thẳng	 Đường cong	 Tuyến thẳng có đường cong đứng lồi
 Đường cong	 Đường thẳng	 Tuyến cong có độ dốc đều
 Đường cong	 Đường cong	 Tuyến cong có đường cong đứng lõm
 Đường cong	 Đường cong	 Đường cong có đường cong đứng lồi

Hình 1-49. Các sơ đồ tổ hợp chính của tuyến nhìn trên phối cảnh

I. Các nguyên tắc chung thiết kế tuyến trên bình đồ

(1) Yêu cầu tuyến thẳng, tròn trĩnh, bán kính đường cong nên lấy lớn. Trên bình đồ, tuyến cần thẳng thì thẳng, cần cong thì cong.

(2) Tuyến liên tục, tránh thay đổi đột ngột, sự thay đổi các chỉ tiêu kỹ thuật cần biến đổi từ từ. Thí dụ: cuối đường thẳng dài, không nên bố trí đường cong bán kính nhỏ. Thực tiễn công trình ở nước ta cho thấy các đoạn:

- Dốc dài thẳng > 500m, độ dốc dọc > 4%;

- Đoạn xuống dốc dài thẳng > 1000m;

- Đoạn đường thẳng dốc dài > 1500m, dốc dọc < 1% đều được xem là tuyến thẳng dài hoặc xuống dốc dài. Trong các trường hợp này bán kính đường cong ở cuối đoạn nên lớn hơn hoặc bằng bán kính đường cong tối thiểu thông thường.

(3) Góc chuyển hướng, nói chung không dưới 7°, phải chú ý có đủ chiều dài đường cong cần thiết.

(4) Giữa hai đường cong cùng chiều, không được chêm đoạn thẳng quá ngắn; có thể điều chỉnh thành đường cong đơn hoặc đường cong kép hoặc đường cong chữ C (Ghi chú: đường cong hình chữ C là đường cong tại điểm nối hai đường cong chuyển tiếp cùng chiều có $R = \infty$, độ cong = 0).

(5) Khi giữa hai đường cong ngược chiều có chêm đoạn thẳng thì đoạn thẳng đó không nhỏ hơn đoạn thẳng tối thiểu (tức 2V, xem tiết 3 về bình đồ).

Thiết kế tuyến trên bình đồ là sự vận dụng sáng tạo, sự tổ hợp hợp lý các yếu tố của tuyến đường (đường thẳng, đường cong tròn, đường cong chuyển tiếp); đáng thẳng thì thẳng, đáng cong thì cong, trong thẳng có cong, trong cong có thẳng, tức là không miễn cưỡng kéo dài tuyến, không cứng nhắc bố trí các đường cong không cần thiết, nhằm bảo đảm xe chạy với tốc độ cao, an toàn, thoả mãn yêu cầu mỹ quan, tâm lý thoải mái của người lái và hành khách.

Trong điều kiện địa hình thích hợp, nên cố gắng chọn bán kính đường cong tròn tương đối lớn, bất đắc dĩ mới dùng bán kính tối thiểu giới hạn. Xuất phát từ cảm giác nhìn thông thoáng, Liên xô trước đây đã đề xuất công thức về mối liên quan giữa tốc độ xe tính toán, bán kính đường cong và độ dốc dọc như sau:

$$R = \frac{0,2V^2}{i} + 20 \quad (\text{m})$$

R: Bán kính đường cong hoặc bán kính ở điểm cuối đường cong chuyển tiếp (m)

V: Tốc độ xe tính toán (km/h)

i: Độ dốc dọc (%), không dưới 0,25%

Các trị số tính theo công thức này ghi ở biểu 1-35

Biểu 1-35

Tốc độ xe tính toán (km/h)	Bán kính đường cong tròn ứng với độ dốc dọc (%)							
	0,25	0,5	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
120	11540	5780	2920	1460	980	740	-	-
100	8020	4020	2020	1020	690	520	420	-
80	5140	2570	1300	660	445	340	276	-
60	2900	1460	740	380	260	200	164	140

Vận dụng hợp lý các yếu tố đường thẳng, đường cong (đường cong tròn, đường cong chuyển tiếp) trên bình đồ là sự thể hiện kỹ thuật hình học tuyến đường, qua đó tạo cho người lái và hành khách những cảm nhận khác nhau. Xe chạy nhanh trên đoạn đường thẳng dài, do cảnh quan đơn điệu dễ làm người lái mệt mỏi, lại dễ tăng tốc, đoán nhận sai cự ly giữa các xe nên dẫn đến tai nạn giao thông. Vì vậy đoạn đường thẳng quá dài, trên 10 km, thì thị giác không còn hấp dẫn, thường là nơi xảy ra nhiều tai nạn, do đó cần điều chỉnh, bố trí đường cong.

Đoạn thẳng tối thiểu chêm giữa hai đường cong: Để bảo đảm tuyến được liên tục, đoạn thẳng chêm giữa hai đường cong cùng chiều dài không dưới 6V, giữa hai đường cong ngược chiều không dưới 2V (xem bình đồ ở §3). Đó là quy định ở trạng thái khó khăn, còn khi có điều kiện, thì nơi rộng càng tốt. Qua nghiên cứu thực tiễn ở nước ta thấy rằng, đoạn thẳng giữa hai đường cong cùng chiều 900m, giữa hai đường cong ngược chiều 500m là có thể đạt kết quả tốt.

Đoạn đường cong bán kính lớn, tuy hình dạng tuyến mềm mại, nhưng lái xe chạy trên đường cong gần như chạy trên đường thẳng (vô lăng không phải điều chỉnh lớn). Nếu bán kính 7000 - 9000m, thì hiệu quả thị giác trong phạm vi tầm nhìn 300 - 600m gần như ở đường thẳng, nên cũng làm lái xe mệt mỏi hoặc tăng tốc dẫn đến tai nạn. Thực tiễn chứng tỏ, đứng về hình dạng tuyến liên tục mà xét, thì chiều dài đường cong 1000 - 1500m là thích hợp.

Đối với đường cong có góc chuyển hướng nhỏ ($\alpha < 7^\circ$), nói chung cần có đoạn đường cong đủ dài, nếu không, sẽ sinh ra nhìn lệch, gây nên nhầm lẫn độ cong lớn hơn thực tế. Vì vậy, trong trường hợp bất đắc dĩ, mới sử dụng đường cong có góc chuyển hướng nhỏ. Khi vì điều kiện địa hình hoặc các nguyên nhân khác phải bố trí đường cong có góc chuyển hướng nhỏ, thì phải bảo đảm tuyến liên tục thông suốt. Thực tiễn công trình nước ta cho thấy:

(1) Giữa hai đoạn đường thẳng và phẳng có chêm một đường cong có góc chuyển hướng nhỏ thì dù bán kính lớn bao nhiêu vẫn hình thành tuyến có đường thẳng dài, đường cong ngắn, nhìn như một đường cong gãy nên tránh loại này.

(2) Ở cuối đoạn đường thẳng dài, bố trí đường cong có góc chuyển hướng nhỏ cũng phá hỏng tính liên tục của tuyến; cần nên tránh.

(3) Tại vị trí đường cong đứng lồi lớn, trên mặt cắt dọc lại có đường cong nằm có góc chuyển hướng nhỏ làm cho tổ hợp mặt cắt ngang, mặt cắt dọc không tốt, bình đồ vận vẹo, cần tránh loại này.

(4) Nếu bố trí đường cong có góc chuyển hướng nhỏ trước và sau đoạn đường thẳng, mà chiều dài đường cong cân đối, bán kính biến đổi đều đặn, và việc bố trí đường cong có góc chuyển hướng nhỏ lại giảm được rõ rệt khối lượng công trình thì có thể sử dụng được loại này.

II. Các nguyên tắc chung khi thiết kế mặt cắt dọc

(1) Để phù hợp điều kiện địa hình, cần dùng tuyến có thể nhìn thấy liên tục, thông thoáng, tròn trĩnh, tránh hình dạng tuyến lồi lõm, lên xuống liên tục hoặc lồi ở giữa.

(2) Ở đoạn đường lên dốc liên tục tương đối dài, thì phía dưới chân dốc phải dốc hơn, còn gần đỉnh dốc phải thoải hơn.

(3) Khi độ dốc dọc của hai đoạn liên kế thay đổi tương đối ít thì nên lấy bán kính đường cong đứng lớn.

(4) Tránh chêm đoạn dốc thẳng ngắn giữa hai đường cong đứng cùng chiều, nhất là đường cong đứng lồi. Để cải thiện cảm giác về thị giác, cần bao hai đường cong đứng thành một đường cong đứng đơn lớn hoặc sửa đường cong đứng kép. Giữa hai đường cong đứng ngược chiều, tốt nhất là bố trí một đoạn dốc thẳng có chiều dài không nhỏ hơn 3s tốc độ xe tính toán.

(5) Dốc dọc trước và sau chỗ giao cắt cần thoải hơn. Ở khu vực băng tuyết, tránh dùng dốc đứng. Độ dốc dọc trong đường hầm dài cần thoải hơn, độ dốc dọc tối đa là 2% (đặc biệt, có thể 3%).

(6) Để có thể nhìn thấy tuyến liên tục, thông thoáng, thì bán kính đường cong đứng có thể thiết kế theo biểu 1-36.

**Bán kính đường cong đứng tối thiểu
theo yêu cầu thị giác**

Biểu 1-36

V (km/h)	Bán kính đường cong đứng lồi (m)	Bán kính đường cong đứng lõm (m)
120	20.000	12.000
100	16.000	10.000
80	12.000	8.000
60	9.000	6.000

Độ dốc dọc là một trong những khâu then chốt khi thiết kế tuyến đường ô tô. Hiện nay, ở nước ta xe tải nặng còn chiếm một tỷ lệ nhất định, khi xác định độ dốc dọc tối đa không những chỉ xét tính năng leo dốc của xe tải, mà còn phải xét việc chạy xe ở độ dốc dọc lớn nhất có nhanh chóng, an toàn hay không. Vì vậy, ở nước ta đường cao tốc ở khu vực miền núi sử dụng dốc 5% là phù hợp. Dốc dọc cần bố trí đều đặn, tránh sử dụng dốc dài và quá dốc, để xe tải lớn chạy được dễ dàng. Khi điều kiện kỹ thuật cho phép, cần tiến hành so sánh giữa phương án có chỉ tiêu kỹ thuật cao như độ dốc dọc nhỏ, tăng thêm cầu cao, hầm v.v. với phương án sử dụng độ dốc dọc lớn, tăng thêm làn phụ vượt dốc để tìm được phương án thiết kế dốc dọc hợp lý, tiết kiệm.

Để đạt được yêu cầu mỹ quan, thông thoáng, đủ tầm nhìn, khi thiết kế tuyến cần cố gắng sử dụng bán kính đường cong đứng tương đối lớn, bắt đầu dĩ mới sử dụng trị số giới hạn. Ở Liên xô cũ, có đề xuất công thức dưới đây để xác định, đường cong đứng, có thể tham khảo khi thiết kế:

$$\text{Đường cong đứng lồi: } R_{\text{lồi}} \geq 0,01V^3 + 300 \text{ (m)}$$

$$\text{Đường cong đứng lõm: } R_{\text{lõm}} \geq 0,34V^3 + 300 \text{ (m)}$$

Trong công thức, V là tốc độ xe tính toán.

Các trị số R xem ở biểu 1-37.

Biểu 1-7

Tốc độ xe tính toán (km/h)	Bán kính đường cong đứng (m)	
	lồi	lõm
120	17580	5200
100	10300	3700
80	5420	2480
60	2460	1530

Khi thiết kế trắc dọc khu vực đồng bằng, do cống, đường chui nhiều, nền đường đắp cao, dùng phương pháp độ dốc dọc nhỏ, đoạn dốc dài, nhấp nhô ít, đường cong đứng bán kính lớn sẽ được tuyến nhìn thẳng liên tục, trơn tru. Thí dụ: Đường ô tô cao tốc Bắc Kinh - Thiên Tân - Đường Sơn có độ dốc dọc lớn nhất dưới 3%, chiều dài đường cong đứng chiếm 56,5% toàn bộ lý trình, nền đường cao bình quân 2,51m.

Khi thiết kế dốc dọc, cần chú ý khống chế cao độ đắp đất bình quân của nền đường. Đường cao tốc là đường ô tô chuyên dụng, hoàn toàn kín; để loại bỏ sự xâm phạm hai bên vào, cần bố trí đường chui cho người, máy kéo và ô tô dùng trong nông nghiệp qua đường. Chiều cao đắp đất bình quân nền đường là một trong những chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật quan trọng khi thiết kế nền đường cao tốc. Đặc biệt, tại khu vực đồng bằng, do thôn xóm nhiều, dân cư dày đặc, ruộng đồng xen

kê, người xe qua lại đông đúc, đường chui nhiều gây khó khăn cho việc hạ thấp cao độ nền đường; vì vậy cần giải quyết thỏa đáng mối quan hệ giữa xây dựng đường cao tốc với giao thông địa phương, sao cho đạt được mục đích vừa thuận tiện cho nhân dân đi lại, vừa giảm bớt số lượng đường chui dọc tuyến, nhằm hạ thấp cao độ đắp nền đường. Muốn vậy, tùy theo tình hình cụ thể mà sử dụng các biện pháp sau đây:

(1) Nhập các đường chui lại với nhau, tăng thêm một số đường gom ngoài tuyến, nhằm giảm bớt số lượng đường chui.

(2) Đường chui kết hợp với cống: mở rộng khẩu độ cống hoặc chiều cao cống, tăng thêm số lượng ống cống, phân luồng người, xe, nước chảy riêng để giảm bớt số lượng đường chui.

(3) Di dời vị trí đường chui: dời đường chui tới vị trí trũng mà nước mặt có thể thoát được, để hạ thấp cao độ nền đắp.

(4) Kết hợp đường chui với cầu: lợi dụng vòm đầu cầu để đặt đường chui.

(5) Chọn nơi đường đào hoặc địa hình có lợi để bố trí đường vượt trên cao hoặc đường chui. Tuy nhiên, đường ngang vượt qua chính tuyến sẽ ảnh hưởng đến mỹ quan con đường và gây bất tiện cho giao thông nông thôn. Vì vậy cần giảm số đường ngang vượt trên đường chính đến tối thiểu.

III. Nguyên tắc thiết kế tổ hợp tuyến trên bình đồ và trắc dọc

(1) Bảo đảm tính liên tục của tuyến về thị giác, để tia nhìn hướng một cách tự nhiên, lái xe được nhịp nhàng, êm thuận.

(2) Chú ý bảo đảm sự cân đối của các chỉ tiêu kỹ thuật trên bình đồ, trắc dọc được cân đối sao cho hình dạng tuyến được êm thuận, tiết kiệm chi phí xây dựng và khai thác, có thể tham khảo các số liệu ở biểu 1-38.

Sự cân đối giữa bán kính đường cong nằm
và đường cong đứng

Biểu 1-38

Bán kính đường cong nằm (m)	Bán kính đường cong đứng (m)	Tỷ số nằm: đứng
600	10.000	1:16,7
700	12.000	1:17,1
800	16.000	1:20
900	20.000	1:22,2
1000	25.000	1:25
1100	30.000	1:27,3
1200	40.000	1:33,3
1500	60.000	1:40
2000	100.000	1:50
3000	180.000	1:60

(3) Chọn độ dốc hợp thành thoả đáng để đảm bảo thoát nước mặt đường và xe chạy an toàn.

(4) Nhằm bảo đảm đủ tầm nhìn, số đường cong nằm mà người lái xe có thể nhìn thấy phía trước nói chung không quá hai cái, số đường cong đứng nhấp nhô không quá 3 cái.

(5) Cần chú ý phối hợp hài hoà hình dạng tuyến với cảnh quan môi trường tự nhiên xung quanh.

(6) Về chất lượng thiết kế, có thể đánh giá qua hình vẽ phối cảnh tuyến. Khi có điều kiện, có thể vẽ hình phối cảnh liên tục di động, hoặc hình phối cảnh toàn cảnh hoặc mô hình ba chiều.

Để đảm bảo tính liên tục cả tuyến, cần sử dụng hình phối cảnh động để kiểm tra sự thông suốt, sự phối hợp với địa hình, sự hài hoà với môi trường xung quanh và từng bước trở thành công cụ cần thiết để đánh giá chất lượng tuyến đường.

Thiết kế tổng hợp tuyến đòi hỏi đường cong nằm và đường cong đứng phải tương ứng với nhau, và đường cong nằm dài hơn đường cong đứng chút ít, cũng tức là phù hợp quy tắc pha (phaserule). Số lượng các đường cong đứng nằm trong phạm vi chiều dài đường cong nằm ở mức độ sao cho không ảnh hưởng đến việc chạy xe êm thuận. Ở khu vực đồng bằng nước ta, cầu cống, đường chui nhiều, độ dốc dọc bị khống chế bởi các công trình xây dựng dày đặc. Để hạn chế cao độ đắp đất, người ta sử dụng phương pháp đổi dốc nhiều lần. Trường hợp độ dốc dọc và chênh lệch độ dốc đều nhỏ, bán kính đường cong đứng lại lớn, thị giác không có cảm giác bất thường, không ảnh hưởng đến xe chạy bình thường thì loại tuyến đường như vậy có thể chấp nhận được. Thí dụ: ở khu vực đồng bằng nước ta, khi chênh lệch độ dốc dọc $\leq 1\%$, trong một đường cong nằm có 3-4 đường cong đứng thì nhìn hình phối cảnh vẫn rất tốt.

Khi thiết kế tuyến đường cao tốc, việc phối hợp giữa bình đồ và trắc dọc, cần chú ý tránh các trường hợp sau đây:

(1) Đỉnh đường cong đứng lồi hoặc đáy đường cong đứng lõm không được trùng vào đường cong nằm bán kính nhỏ. Trường hợp đầu, mất tác dụng hướng dẫn tầm nhìn, người lái phải đến gần đỉnh dốc mới phát hiện đường cong nằm do đó phải giảm tốc hoặc vì chạy nhanh lại quay vô lăng dẫn đến tai nạn. Trường hợp sau, người lái phán đoán sai xuống dốc tưởng nhầm lên dốc, dẫn đến vượt tốc độ, gây tai nạn giao thông.

(2) Không bố trí đỉnh đường cong đứng lồi hoặc đáy đường cong đứng lõm ở điểm đổi độ cong của đường cong ngược chiều. Trường hợp đầu, người lái xe không an tâm, lên đỉnh dốc phát hiện ngoặt ngược chiều, mới thao tác nên rất nguy hiểm. Trường hợp sau, việc thoát nước có vấn đề, đồng thời xuất hiện hiện tượng vắn vẹo về thị giác ở điểm trước và sau điểm đổi độ cong.

(3) Trong phạm vi một đường cong nằm cần tránh bố trí nhiều đường cong đứng lồi, lõm nhấp nhô. Khi trong một đường cong nằm có các đường cong đứng lồi lõm nhấp nhô, thường chỉ thấy được đoạn trước mắt và đoạn xa, còn không nhìn thấy đoạn lõm ở giữa, nên cảm thấy tuyến bị cắt đoạn, không an toàn. Biện pháp khắc phục là cho đường cong nằm và đường cong đứng trùng nhau hoặc tăng thêm bán kính đường cong đứng để cải thiện trắc dọc.

(4) Cần tránh chêm đường cong đứng bán kính nhỏ vào đường thẳng dài. Khi trên đường thẳng dài có đường cong đứng lõm (từ xuống dốc dài quá độ sang lên dốc dài), tài xế dễ nhầm độ lên dốc phía trước lớn hơn độ dốc thực tế nên đã gia tốc không cần thiết. Trường hợp này, cần giảm thoải dốc dọc, tăng bán kính đường cong đứng và áp dụng các biện pháp về an toàn.

(5) Cần tránh sử dụng đường cong nằm, đường cong đứng và đường thẳng ngắn nhất là tránh chêm đoạn thẳng ngắn vào giữa hai đường cong cùng chiều. Về bình đồ, đoạn thẳng giữa hai đường cong cùng chiều hình như bị cong theo chiều ngược với chiều đường cong hai đầu; còn về trắc dọc, đoạn thẳng ngắn giữa hai đường cong đứng cùng chiều có vẻ nổi lên trên, gây ra cảm giác không êm thuận. Trường hợp này, tốt nhất là bố trí thành một đường cong nằm (hay đứng) có bán kính lớn hoặc thành đường cong kép.

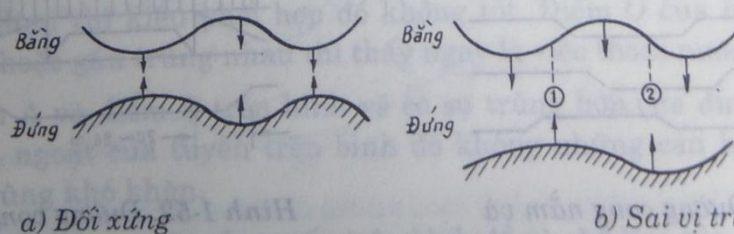
Ngoài ra, khi nối hai đường cong ngược chiều hay cùng chiều cần tăng bán kính đường cong và kéo dài đường cong chuyển tiếp, để điểm cuối đường cong trước trùng với điểm đầu đường cong sau.

Cần tránh đường thẳng quá dài, vì quá dài dễ xảy ra tai nạn. Lúc này, có thể bố trí một số vật kiến trúc hoặc đài kỷ niệm đập vào mắt nhằm điều chỉnh đường nhìn người lái, giảm bớt cảm giác mệt nhọc do cảnh trí đơn điệu. Đồng thời cần tránh bố trí nối liên tiếp nhiều dốc dọc ngắn với nhau, nhằm bảo đảm tuyến đường liên tục, êm thuận.

IV. Đánh giá chất lượng tuyến đường

Để tuyến đường có hình dạng phù hợp với thị giác, bảo đảm xe chạy với tốc độ cao, cảm giác thị giác liên tục, người ta thường sử dụng phương pháp phân tích hình phối cảnh.

Đường cong nằm và đường cong đứng trùng nhau, đường cong nằm bao đường cong đứng thì tuyến đẹp, êm thuận, xe chạy an toàn xem hình 1-50a.



Hình 1-50. Các vị trí tuyến tương ứng trên bình đồ và trắc dọc

Trong hình 1-50b, là trường hợp lệch pha $1/2$. Điểm (1) không dẫn hướng được tia nhìn Điểm (2) thoát nước khó khăn. Do đó về thị giác, tuyến đường có hiện tượng vắn vẹo.

Căn cứ phân tích, nghiên cứu hình phối cảnh có thể rút ra các kết luận sau:

- Đỉnh đường cong đứng, đường cong nằm trùng nhau là trường hợp lý tưởng và vừa ý nhất.

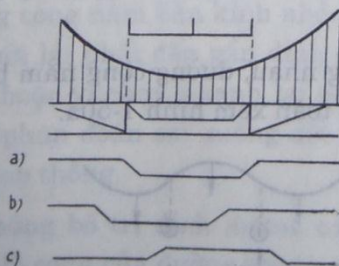
- Đỉnh đường cong đứng và đường cong nằm lệch pha $1/4$ thì tương đối vừa ý.

- Đỉnh đường cong đứng và đường cong nằm lệch $1/2$ là rất kém.

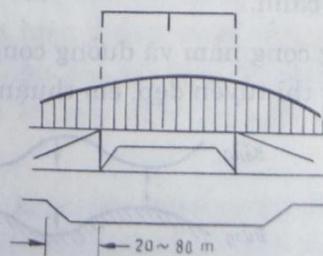
Để có được hình nhìn trơn tru, êm thuận, tại bất kỳ vị trí nào trên đường người lái xe cũng có thể nhìn thấy tuyến không gian nhiều nhất với hai đường cong nằm, ba đường cong đứng.

Qua phân tích các tai nạn giao thông thấy rằng khi tổ hợp độ dốc dọc với các yếu tố tuyến trên bình đồ thì tỷ lệ tai nạn tăng theo thứ tự: đường thẳng, đường cong tròn, đường cong chuyển tiếp.

Về mặt cân đối giữa chiều dài đường cong nằm và đường cong đứng, thường yêu cầu, đường cong nằm phải dài hơn đường cong đứng, tức đường cong nằm bao đường cong đứng. Ở đây đường cong nằm là đường cong tròn, không bao gồm đường cong chuyển tiếp. Trong "quy phạm thiết kế cảnh quan kiến trúc đường bộ" của Liên xô cũ có quy định: đường cong nằm thông thường phải nằm trong chiều dài đường cong đứng lõm (hình 1-51a). Nếu các đường cong không thể tránh khỏi lệch nhau thì đường cong nằm ngoặt trái bố trí ở trước đường cong đứng lõm (hình 1-51b), còn ngoặt phải thì bố trí ở phía sau (hình 1-51c). Đỉnh đường cong đứng lồi phải trùng với điểm chuyển hướng đường cong và chiều dài đường cong nằm phải dài hơn đường cong đứng 20-80m (hình 1-52). Các trị số tăng thêm chiều dài đường cong nằm, xem biểu 1-39.



Hình 1-51. Đường cong nằm và đường cong đứng lõm



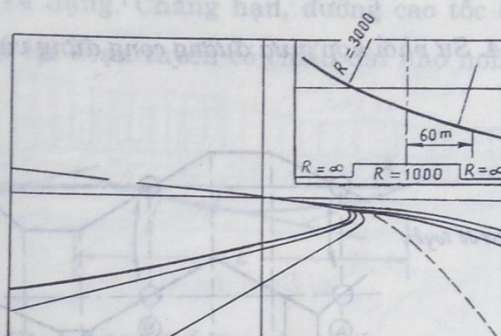
Hình 1-52. Đường cong nằm và đường cong đứng lồi

Trị số gia tăng chiều dài đường cong

Biểu 1-39

Tốc độ xe tính toán (km/h)	Bán kính đường cong (m)						
	500	1000	1500	2000	2500	3000	4000
120-100	25	30	40	45	50	60	80
80-60	20	25	30	35	40	45	50

Hình 1-53 là thí dụ tương đối tốt khi bố trí đường cong nằm và đường cong đứng trùng nhau. Bố trí như vậy thì tuyến đường sẽ êm thuận và đẹp mắt.



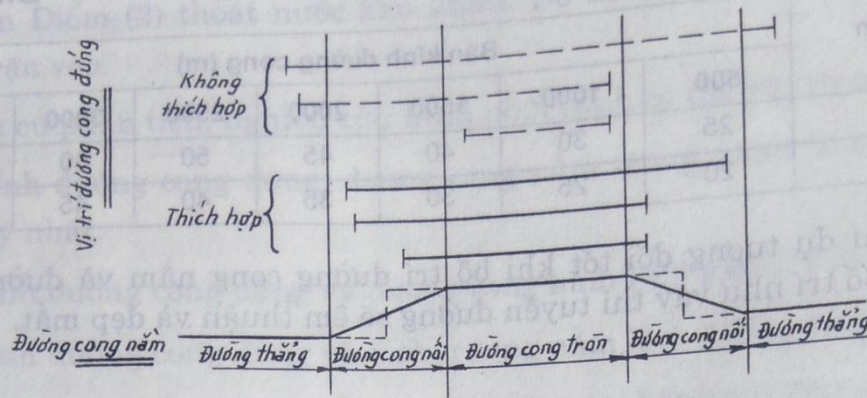
Hình 1-53. Thí dụ tốt về sự phối hợp giữa đường cong nằm và đường cong đứng

Tuyến phối hợp tốt là các điểm đầu, điểm cuối đường cong đứng lần lượt nằm giữa hai đường cong chuyển tiếp, không có điểm nào của nó nằm trên đoạn thẳng ngoài đường cong chuyển tiếp hoặc trong cung tròn. Các đường nét liền ở phần dưới hình 1-54 là thí dụ tốt về sự phối hợp giữa đường cong đứng và đường cong nằm. Nếu bán kính đường cong nằm và đường cong đứng đều rất lớn, thì vị trí đường cong đứng và đường cong nằm không bị ràng buộc bởi các điều quy định trên. Nếu không phối hợp tốt giữa đường cong đứng và đường cong nằm, và hai bán kính đường cong này đều nhỏ hơn một giới hạn nào đó thì đành phải kéo dài đường cong đứng và đường cong nằm một đoạn thích đáng để đường cong nằm ở trên đoạn dốc thẳng hoặc đường cong đứng ở trên đường thẳng.

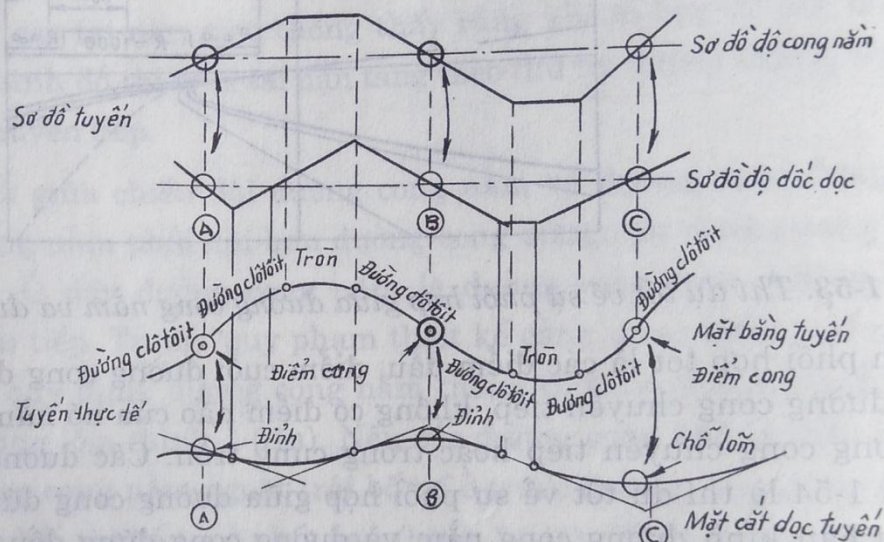
Để đánh giá ưu, nhược điểm của việc phối hợp tuyến trên bình đồ và trên mặt cắt dọc, có thể dùng sơ đồ độ cong và sơ đồ độ dốc, điểm đánh giá chính là so sánh điểm O trên sơ đồ độ cong và điểm O trên sơ đồ độ dốc. Như hình 1-55a cho thấy khi điểm O của độ cong và điểm O của độ dốc trên sơ đồ tuyến mà trùng nhau hoặc gần trùng nhau thì kiểu phối hợp đó không tốt. Điểm O của hai loại tuyến này trùng nhau hoặc gần trùng nhau thì thấy ngay là việc thoát nước có vấn đề.

Tại điểm A và điểm B trên hình vẽ có sự trùng hợp của đỉnh tuyến trên trắc dọc và điểm ngoặt của tuyến trên bình đồ không những cản trở đường nhìn mà thoát nước cũng khó khăn.

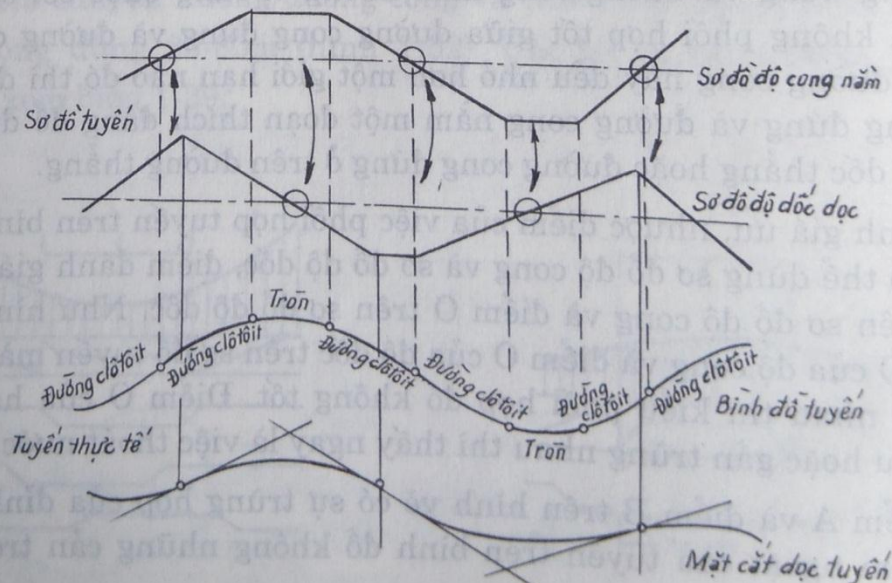
Tại điểm C điểm ngoặt các tuyến trên bình đồ và chỗ lồi của tuyến trên trắc dọc trùng nhau, tuy không ảnh hưởng đến đường nhìn nhưng lại có vấn đề về thoát nước.



Hình 1-54. Sự phối hợp giữa đường cong đứng và đường cong nằm



a) Điểm O của sơ đồ tuyến trùng nhau - phối hợp không tốt

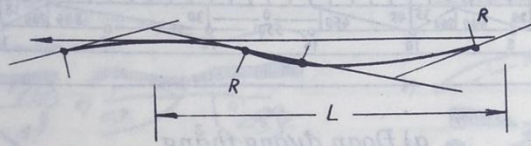


b) Điểm O của sơ đồ tuyến lệch nhau tạo thành một sự phối hợp lý tưởng: đường cong nằm và đường cong đứng trùng nhau

Hình 1-55. Sơ đồ độ cong và sơ đồ độ dốc

Ngược lại với các điểm trên như hình 1-55b cho thấy. Điểm O trong sơ đồ độ cong và điểm O trong sơ đồ độ dốc lệch nhau, tuân thủ nguyên tắc thiết kế tuyến cho đường cong nằm và đường cong đứng trùng hợp, được tuyến không gian tương đối tốt. Vì vậy xét các điểm O trên tuyến có lệch nhau hay không là một biện pháp hiệu quả để đánh giá sự phối hợp bình đồ, trắc dọc có tốt hay không.

Khi phân tích hình phối cảnh, cần đặc biệt chú ý kiểm tra các chỗ tuyến lõm không an toàn cho người sử dụng. Chẳng hạn, đường cao tốc ở Pháp quy định, cần tránh xuất hiện sự lặp lại đoạn tuyến có chiều dài nhỏ hơn L (Hình 1-56 và biểu 1-40).



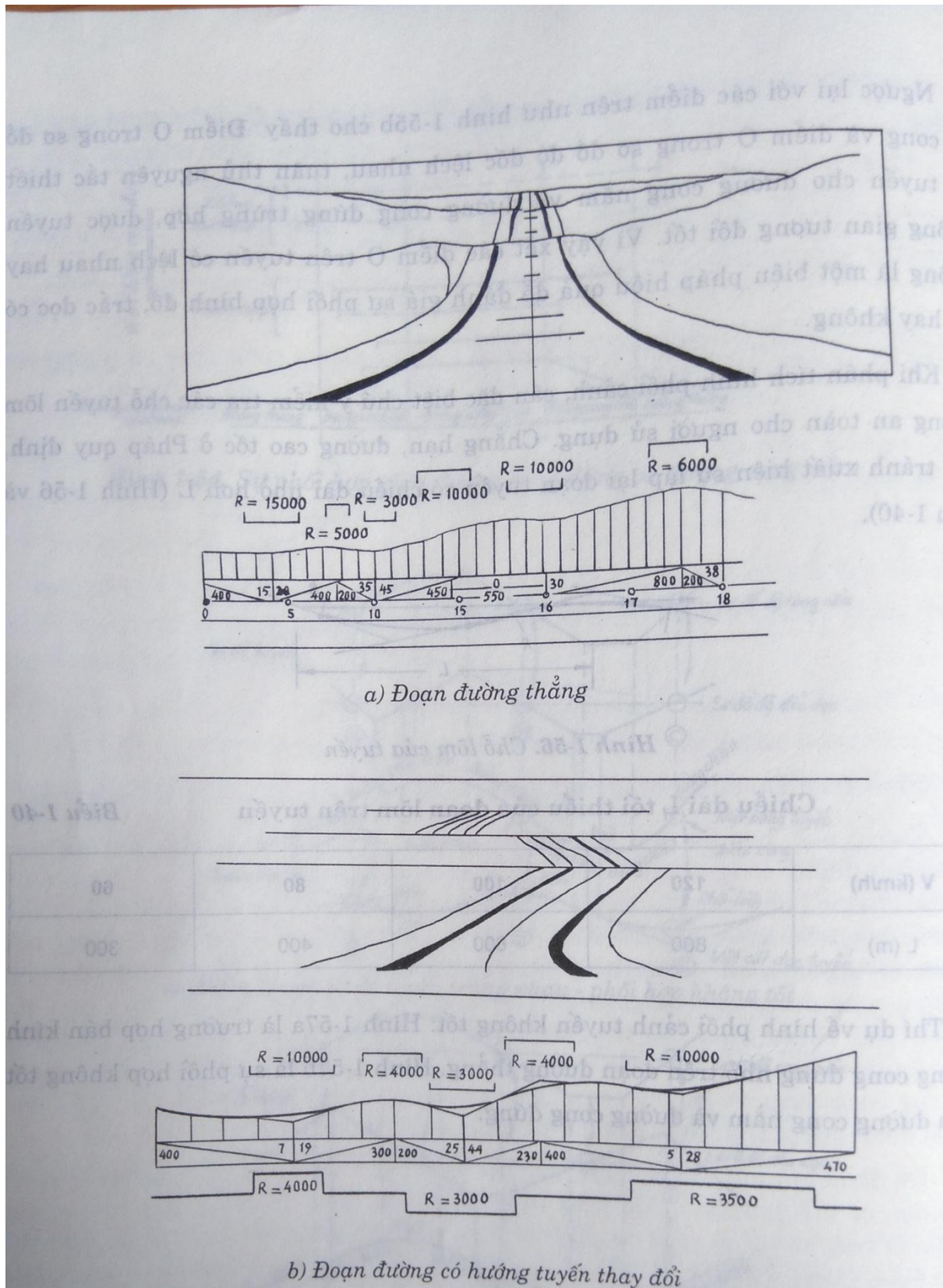
Hình 1-56. Chỗ lõm của tuyến

Chiều dài L tối thiểu của đoạn lõm trên tuyến

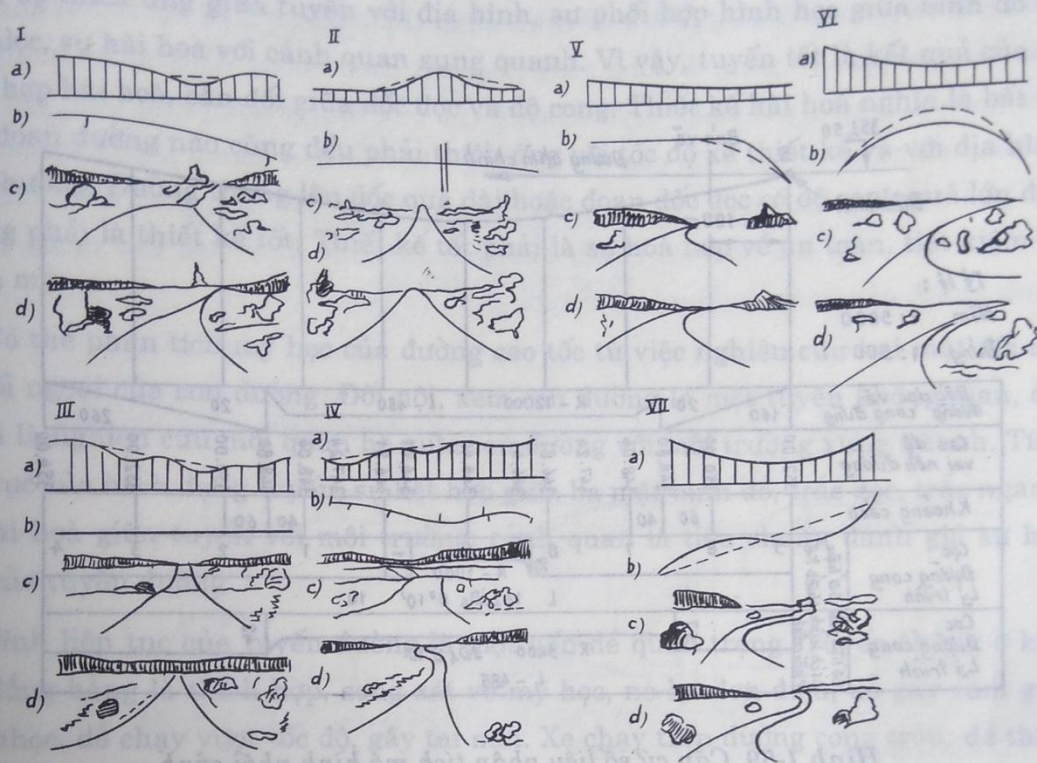
Biểu 1-40

V (km/h)	120	100	80	60
L (m)	800	600	400	300

Thí dụ về hình phối cảnh tuyến không tốt: Hình 1-57a là trường hợp bán kính đường cong đứng nhỏ trên đoạn đường thẳng. Hình 1-57b là sự phối hợp không tốt giữa đường cong nằm và đường cong đứng.



Hình 1-57. Hình phối cảnh của tuyến đường không tốt



Hình 1-58. Thí dụ điển hình về tuyến đường không êm thuận và phương pháp cải thiện

a) Trắc dọc; b) Bình đồ (đường nét đứt là tuyến đề xuất);

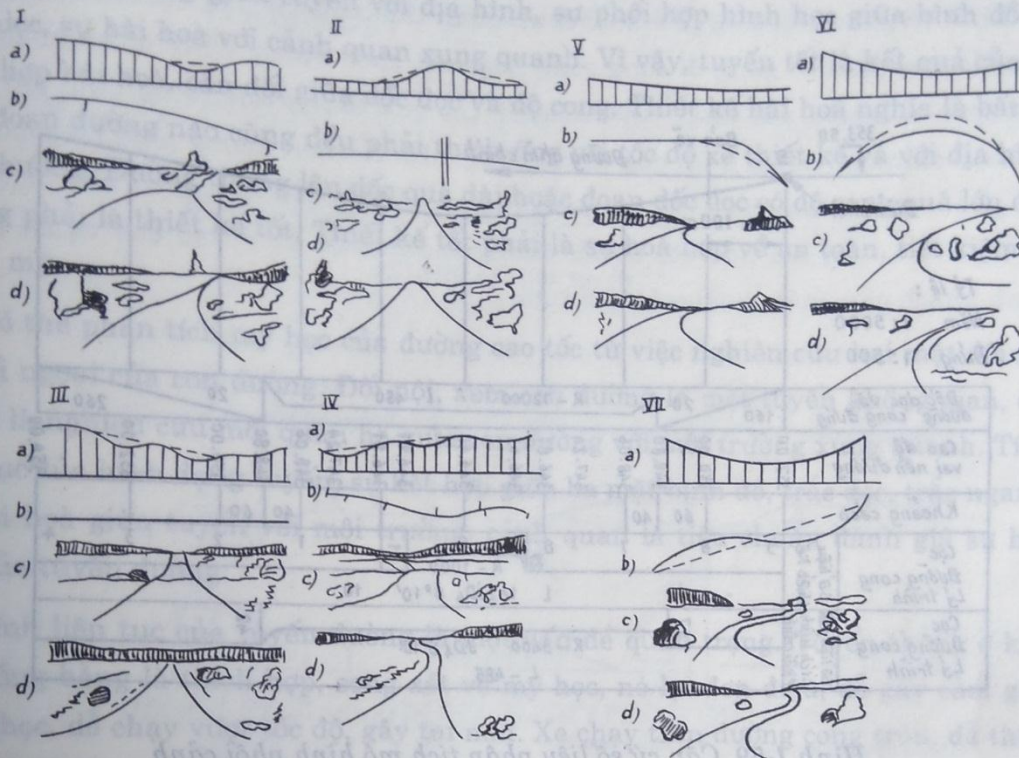
c) Hình phối cảnh trước khi cải thiện; d) Hình phối cảnh sau khi cải thiện

I. Trắc dọc đoạn lổm ngổm; II. Trắc dọc đoạn lồi dốc; III. Trắc dọc nhấp nhô liên tục; IV. Đường quá gấp khúc; V. Đường cong nằm ngắn; VI và VII. Đoạn thẳng giữa hai đường cong nằm quá ngắn.

Dùng hình phối cảnh có thể nghiên cứu phân tích và cải thiện chất lượng tuyến. Hình 1-58 là thí dụ về tuyến đường không êm thuận và biện pháp cải thiện.

Để tiện phân tích thị giác về tuyến đường, có thể dựa vào phân tích mô hình để hiệu chỉnh trắc dọc trên bình đồ và trắc dọc như hình 1-59 và 1-60.

Tuyến đường cao tốc đẹp là tuyến thích ứng với cảnh quan, địa hình địa phương. Tuyến thẳng dài thường thích hợp với địa hình bằng phẳng, còn đường ô tô ở vùng đồi núi sử dụng tuyến cong, độ dốc dọc nhỏ sẽ dễ dàng thích ứng với địa hình hay thay đổi, lại hợp lý về kinh tế, phù hợp với yêu cầu mỹ quan.



Hình 1-58. Thí dụ điển hình về tuyến đường không êm thuận và phương pháp cải thiện

a) Trắc dọc; b) Bình đồ (đường nét đứt là tuyến đề xuất);

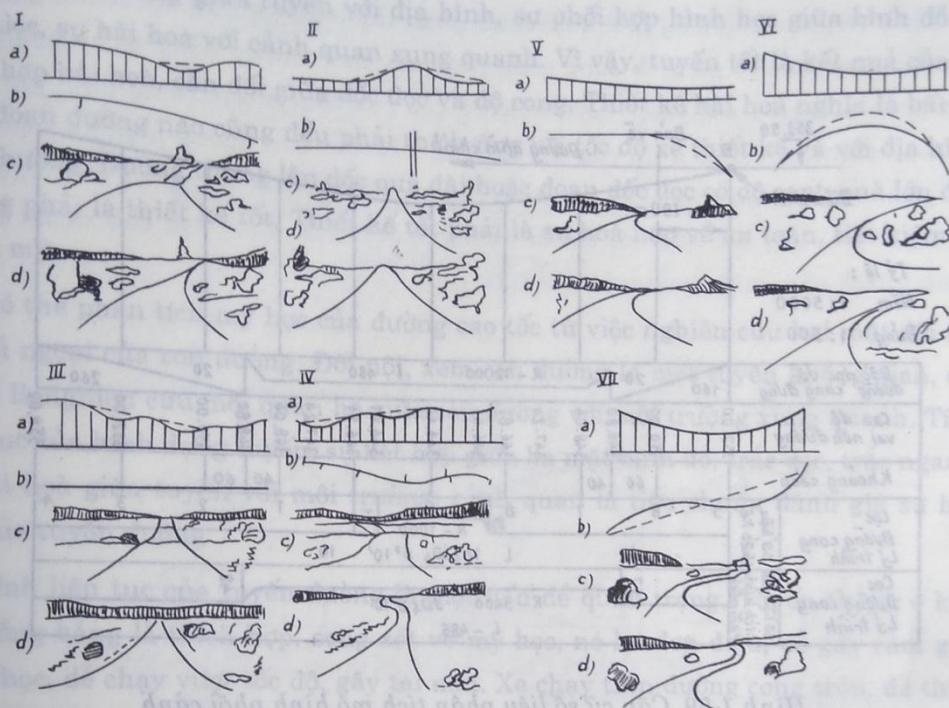
c) Hình phối cảnh trước khi cải thiện; d) Hình phối cảnh sau khi cải thiện

ắc dọc đoạn lồi ngắn; II. Trắc dọc đoạn lõm ngắn; III. Trắc dọc nhấp nhô liên tục; IV. Đường qua khúc; V. Đường cong nằm ngắn; VI và VII. Đoạn thẳng giữa hai đường cong nằm quá ngắn.

Dùng hình phối cảnh có thể nghiên cứu phân tích và cải thiện chất lượng ến. Hình 1-58 là thí dụ về tuyến đường không êm thuận và biện pháp cải thiện.

Để tiện phân tích thị giác về tuyến đường, có thể dựa vào phân tích mô hình để u chỉnh trắc dọc trên bình đồ và trắc dọc như hình 1-59 và 1-60.

Tuyến đường cao tốc đẹp là tuyến thích ứng với cảnh quan, địa hình địa ơng. Tuyến thẳng dài thường thích hợp với địa hình bằng phẳng, còn đường ô vùng đồi núi sử dụng tuyến cong, độ dốc dọc nhỏ sẽ dễ dàng thích ứng với địa a hay thay đổi, lại hợp lý về kinh tế, phù hợp với yêu cầu mỹ quan.



Hình 1-58. Thí dụ điển hình về tuyến đường không êm thuận và phương pháp cải thiện

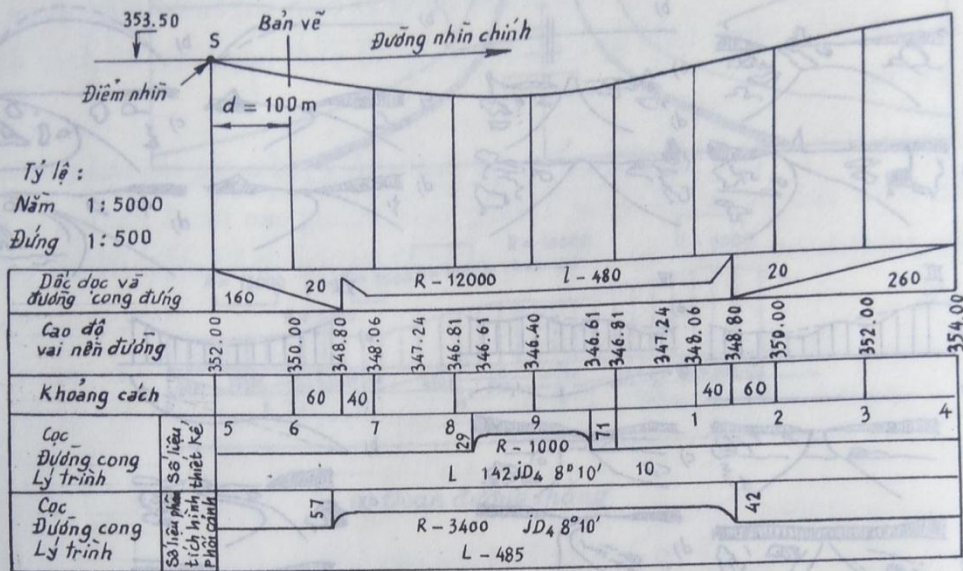
- a) Trắc dọc; b) Bình đồ (đường nét đứt là tuyến đề xuất);
c) Hình phối cảnh trước khi cải thiện; d) Hình phối cảnh sau khi cải thiện

I. Trắc dọc đoạn lồi ngắn; II. Trắc dọc đoạn lõm dốc; III. Trắc dọc nhấp nhô liên tục; IV. Đường quá gấp khúc; V. Đường cong nằm ngắn; VI và VII. Đoạn thẳng giữa hai đường cong nằm quá ngắn.

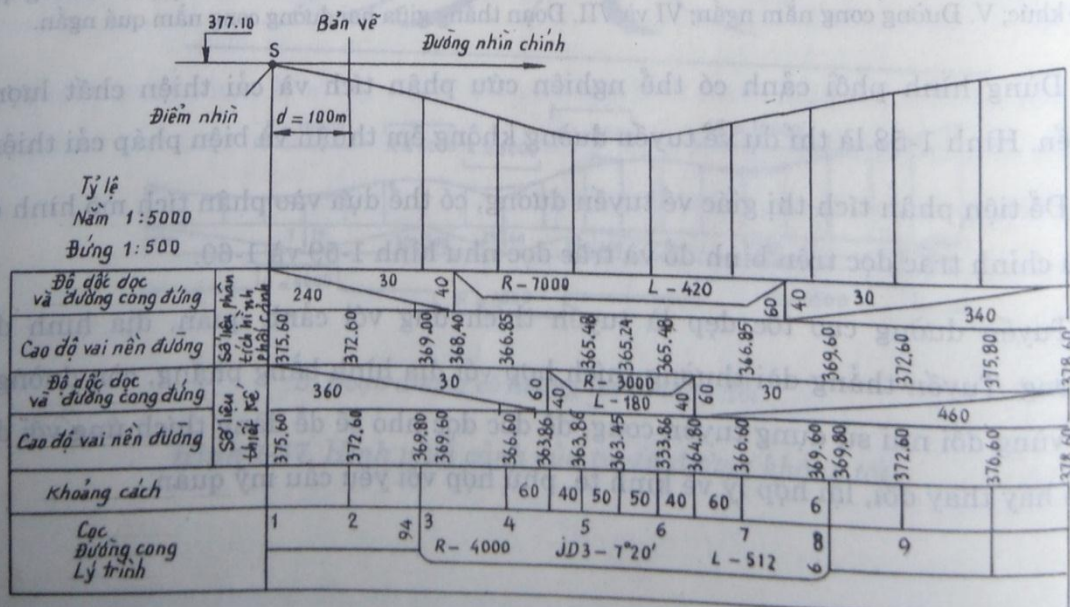
Dùng hình phối cảnh có thể nghiên cứu phân tích và cải thiện chất lượng tuyến. Hình 1-58 là thí dụ về tuyến đường không êm thuận và biện pháp cải thiện.

Để tiện phân tích thị giác về tuyến đường, có thể dựa vào phân tích mô hình để hiệu chỉnh trắc dọc trên bình đồ và trắc dọc như hình 1-59 và 1-60.

Tuyến đường cao tốc đẹp là tuyến thích ứng với cảnh quan, địa hình địa phương. Tuyến thẳng dài thường thích hợp với địa hình bằng phẳng, còn đường ô tô ở vùng đồi núi sử dụng tuyến cong, độ dốc dọc nhỏ sẽ dễ dàng thích ứng với địa hình hay thay đổi, lại hợp lý về kinh tế, phù hợp với yêu cầu mỹ quan.



Hình 1-59. Căn cứ số liệu phân tích mô hình phối cảnh hiệu chỉnh trắc dọc trên bình đồ



Hình 1-60. Dựa theo số liệu phân tích hình phối cảnh để hiệu chỉnh trắc dọc

Tuyến đường phải êm thuận, liên tục và dễ nhận biết. Điều này phụ thuộc vào trình độ thích ứng giữa tuyến với địa hình, sự phối hợp hình học giữa bình đồ và trắc dọc, sự hài hoà với cảnh quan xung quanh. Vì vậy, tuyến tốt là kết quả của sự phối hợp hài hoà, cân đối giữa dốc dọc và độ cong. Thiết kế hài hoà nghĩa là bất kỳ một đoạn đường nào cũng đều phải thích ứng với tốc độ xe thiết kế và với địa hình địa phương. Đường thẳng lên dốc quá dài hoặc đoạn dốc dọc có độ cong quá lớn đều không phải là thiết kế tốt. Thiết kế tốt phải là sự hoà hợp về an toàn, tiết kiệm và thẩm mỹ.

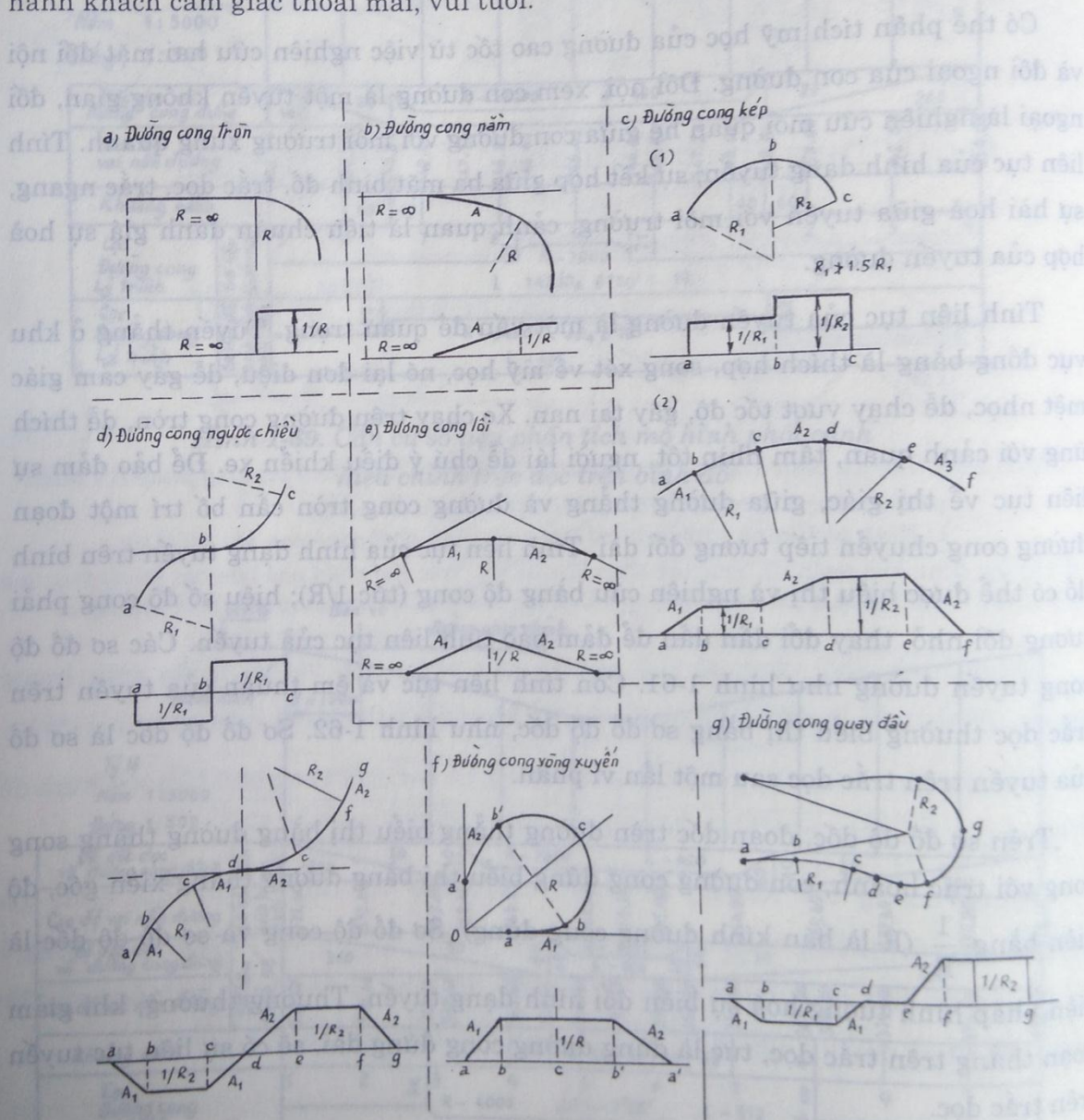
Có thể phân tích mỹ học của đường cao tốc từ việc nghiên cứu hai mặt đối nội và đối ngoại của con đường. Đối nội, xem con đường là một tuyến không gian, đối ngoại là nghiên cứu mối quan hệ giữa con đường với môi trường xung quanh. Tính liên tục của hình dạng tuyến, sự kết hợp giữa ba mặt bình đồ, trắc dọc, trắc ngang, sự hài hoà giữa tuyến với môi trường, cảnh quan là tiêu chuẩn đánh giá sự hoà hợp của tuyến đường.

Tính liên tục của tuyến đường là một vấn đề quan trọng. Tuyến thẳng ở khu vực đồng bằng là thích hợp, song xét về mỹ học, nó lại đơn điệu, dễ gây cảm giác mệt nhọc, dễ chạy vượt tốc độ, gây tai nạn. Xe chạy trên đường cong tròn, dễ thích ứng với cảnh quan, tầm nhìn tốt, người lái dễ chú ý điều khiển xe. Để bảo đảm sự liên tục về thị giác, giữa đường thẳng và đường cong tròn cần bố trí một đoạn đường cong chuyển tiếp tương đối dài. Tính liên tục của hình dạng tuyến trên bình đồ có thể được biểu thị và nghiên cứu bằng độ cong (tức $1/R$); hiệu số độ cong phải tương đối nhỏ, thay đổi dần dần để đảm bảo tính liên tục của tuyến. Các sơ đồ độ cong tuyến đường như hình 1-61. Còn tính liên tục và êm thuận của tuyến trên trắc dọc thường biểu thị bằng sơ đồ độ dốc, như hình 1-62. Sơ đồ độ dốc là sơ đồ của tuyến trên trắc dọc sau một lần vi phân.

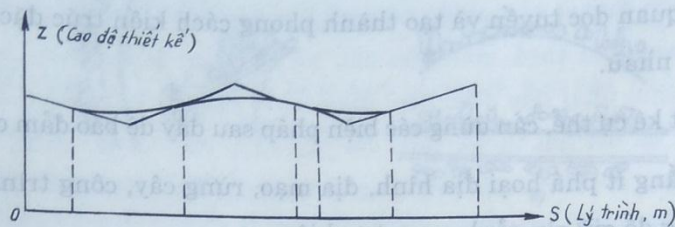
Trên sơ đồ độ dốc, đoạn dốc trên đường thẳng biểu thị bằng đường thẳng song song với trục hoành, còn đường cong đứng biểu thị bằng đường thẳng xiên góc, độ xiên bằng $\frac{1}{R}$ (R là bán kính đường cong đứng). Sơ đồ độ cong và sơ đồ độ dốc là biện pháp hình tượng hoá sự biến đổi hình dạng tuyến. Thường thường, khi giảm đoạn thẳng trên trắc dọc, tức là dùng đường cong đứng dài, sẽ có sự liên tục tuyến trên trắc dọc.

Tuyến lý tưởng là tuyến không gian liên tục, đều đặn có được khi đường cong nằm và đường cong đứng trùng nhau. Đường ô tô cao tốc cần phải có ngoại hình

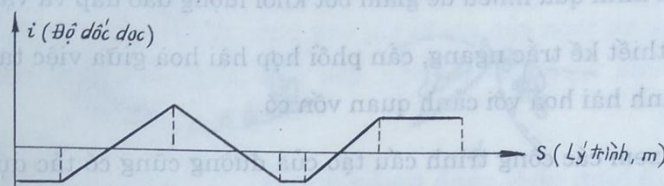
đẹp và là bộ phận tổ thành cảnh quan. Phải tiện hướng, hoà hợp tuyến đường với địa hình và giảm thiểu sự phá hoại cảnh quan thiên nhiên. Thí dụ: tuyến qua khu vực đồi núi, phải cố gắng đi song song hoặc cắt chéo đường đồng mức; đường đào nên chọn nơi sườn núi thấp, tuyến đường cắt qua thung lũng sông phải giữ được sự hoàn chỉnh về ngoại hình của thung lũng. Mặt cắt nền đường phải liên tục, mái dốc phải thoải, phải trồng cây xanh và thảm cỏ. Biển báo, trang trí kiến trúc, bia kỷ niệm v.v. cần hài hoà với tuyến đường thành một khối, tạo cho người lái và hành khách cảm giác thoải mái, vui tươi.



Hình 1-61. Tuyến trên bình đồ và các sơ đồ độ cong ($1/R$)



a) Mặt cắt dọc tuyến



b) Độ dốc

Hình 1-62. Tuyến trên trắc dọc và sơ đồ độ dốc của tuyến

V. Sự hài hoà giữa hình dạng tuyến và môi trường xung quanh - Thiết kế cảnh quan đường ô tô

Thiết kế cảnh quan đường ô tô là làm hài hoà giữa cảnh quan thiên nhiên và công trình đường, xây dựng một cảnh quan đường ô tô mới, hoàn chỉnh, có phong cách kiến trúc nhất định. Việc thiết kế phải xuất phát từ tâm lý, thị giác người sử dụng để nghiên cứu công năng của con đường, sự thống nhất giữa kinh tế và mỹ quan. Vì vậy, cần xem xét một cách tổng hợp các yêu cầu cơ bản sau đây:

(1) *Thông suốt*: Đòi hỏi phải kết hợp hài hoà vị trí không gian của các bộ phận hợp thành con đường, để người lái xe cảm thấy tuyến thông thoáng, xe chạy an toàn, êm thuận.

(2) *Dẫn hướng*: Lập hệ thống quan sát khu vực, để có thể biết trước sự thay đổi phương hướng, tình trạng con đường và áp dụng biện pháp lái xe an toàn.

(3) *Hài hoà*: Đòi hỏi con đường phải hài hoà với cảnh quan thiên nhiên, phát hiện cảnh sắc tươi đẹp của khu vực, loại bỏ các chương ngại không đẹp cho cảnh quan con đường.

(4) *Cây xanh hoá*: Sử dụng các biện pháp trang trí cây xanh để bổ sung và cải thiện cảnh quan dọc tuyến và tạo thành phong cách kiến trúc đặc sắc cho các đoạn đường khác nhau.

Khi thiết kế cụ thể, cần dùng các biện pháp sau đây để bảo đảm các yêu cầu trên:

(1) Cố gắng ít phá hoại địa hình, địa mạo, rừng cây, công trình kiến trúc xung quanh đường để giữ gìn cảnh quan tự nhiên.

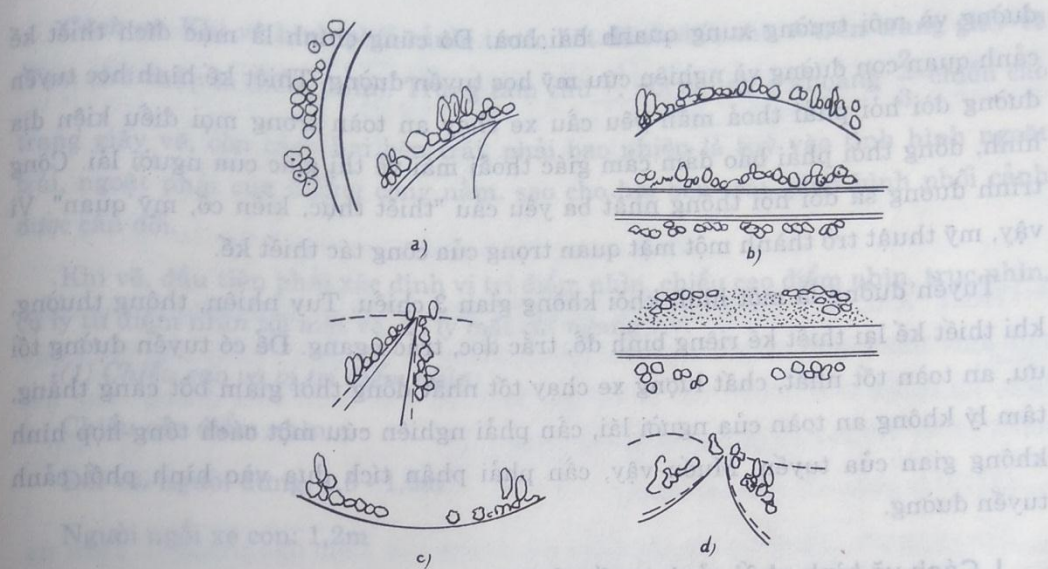
(2) Khi thiết kế mặt cắt dọc phải tận dụng bám sát độ dốc của mặt đất tự nhiên, tránh cắt địa hình quá nhiều để giảm bớt khối lượng đào đắp và vận chuyển.

(3) Khi thiết kế trắc ngang, cần phối hợp hài hoà giữa việc tạo hình mái taluy, trồng cây xanh hài hoà với cảnh quan vốn có.

(4) Phải xem các công trình cấu tạo của đường cũng có tác dụng cân bằng ảnh hưởng của đường đối với cảnh quan tự nhiên mà chọn loại hình hợp lý theo yêu cầu kỹ thuật và cảnh quan.

(5) Do sự đa dạng của cảnh quan làm cho người lái xe cảm thấy hoà nhập dần với môi trường xung quanh, bảo đảm lái xe an toàn và thoải mái.

Việc trồng cây hai bên đường, làm cho không khí trong lành, giảm bớt bụi bặm, ngăn gió bão, giảm tiếng ồn, dẫn hướng tia nhìn, con người thoải mái, làm đẹp môi trường, tăng thêm gỗ. Chẳng hạn, cây sấu có thể hút hàm lượng lưu huỳnh ô nhiễm bầu không khí, các loại cây quanh năm xanh tươi như bằng lăng, hoàng dương lá to, hấp thụ tiếng ồn, giảm sóng âm; một số loại cây như hương đẳng, tử vi có khả năng sát trùng lớn, có thể giảm 50% lượng vi khuẩn. Về mùa hạ, nhiệt độ trên mặt thảm cỏ thấp hơn 6-7° so với mặt đất lộ thiên. Vì vậy, có thể xem xanh hoá như "nhà máy gia công không khí trong lành", "máy lọc bụi tự nhiên", "trạm y tế tiêu độc". Nhưng trên nguyên tắc mỹ quan, thích hợp, tiết kiệm, việc trồng cây xanh phải tùy nơi mà trồng những cây thích hợp, phù hợp với cảnh quan sinh thái từng vùng. Mái taluy cần trồng các loại cỏ, loại cây bụi thấp để đảm bảo tầm nhìn và thưởng thức cảnh sắc ven đường. Dọc hai bên đường có thể trồng các loại cây ăn quả, cây lấy gỗ đặc sản địa phương như nhãn, vải ở miền Nam, đào hạt, táo ở miền Bắc, chè ở Giang Tây, thạch lựu ở Thiểm Tây v.v. Đồng thời có thể cách một cự ly nhất định, trồng một loại cây, nhằm giảm bớt cảm giác đơn điệu.



Hình 1-63. Các hình thức trồng cây dẫn hướng tia nhìn

- a) Để tránh cảm giác khó chịu, cây trồng ở mép ngoài của đường cong nằm ngoài một ít cây cao nên trồng một số cây thấp. Để đảm bảo tia nhìn không trồng cây ở mép trong của đường cong.
- b, c) Các mặt cắt dọc có đường cong đứng lồi (hình b) và đường cong đứng lõm (hình c): ở đỉnh đường cong đứng trồng cây thấp, hai đầu trồng cây cao, như vậy có tác dụng nhìn rõ đường cong đứng.
- d) Ở đoạn đường qua thung lũng, không nên trồng cây ở phần thấp, nếu trồng hai hàng cây cao có thể làm thu hẹp trường nhìn.

Thông qua việc trồng cây xanh, có thể dự đoán được sự thay đổi hình dạng tuyến đường bảo đảm cho xe chạy an toàn thoải mái với tốc độ cao. Qua chiều cao và vị trí hàng cây biết được sự thay đổi tuyến trên bình đồ và trắc dọc mà dẫn hướng tia nhìn, (xem hình 1-63).

§7. VẼ VÀ PHÂN TÍCH HÌNH PHỐI CẢNH TUYẾN ĐƯỜNG

Thiết kế tuyến cần bảo đảm xe chạy an toàn, êm thuận, tiết kiệm, đồng thời tuyến phải phù hợp với địa hình, địa vật, cảnh quan môi trường và hợp lý về kinh tế kỹ thuật. Các chỉ tiêu chủ yếu để đánh giá hình dạng tuyến đường là: an toàn, thoải mái, nhanh chóng, kinh tế. Về sự thoải mái thường biểu hiện ở hai mặt cảm giác và thị giác. Hình phối cảnh tuyến trong không gian là phương pháp nghiên cứu hình dạng tuyến lập thể về tâm lý thị giác.

Hình phối cảnh tuyến dùng trong thiết kế, tạo cho ta cảm giác không gian của con đường, nhờ đó có thể làm cho bản thân con đường (tức không gian ba chiều: bình đồ, trắc dọc, trắc ngang) được liên tục, đều đặn, đẹp đẽ đồng thời làm cho con

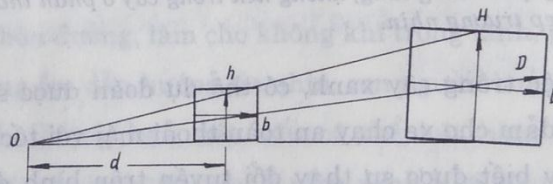
đường và môi trường xung quanh hài hoà. Đó cũng chính là mục đích thiết kế cảnh quan con đường và nghiên cứu mỹ học tuyến đường. Thiết kế hình học tuyến đường đòi hỏi phải thoả mãn yêu cầu xe chạy an toàn trong mọi điều kiện địa hình, đồng thời phải bảo đảm cảm giác thoải mái về thị giác của người lái. Công trình đường sá đòi hỏi thống nhất ba yêu cầu "thiết thực, kiên cố, mỹ quan". Vì vậy, mỹ thuật trở thành một mặt quan trọng của công tác thiết kế.

Tuyến đường là một hình khối không gian 3 chiều. Tuy nhiên, thông thường, khi thiết kế lại thiết kế riêng bình đồ, trắc dọc, trắc ngang. Để có tuyến đường tối ưu, an toàn tốt nhất, chất lượng xe chạy tốt nhất đồng thời giảm bớt căng thẳng, tâm lý không an toàn của người lái, cần phải nghiên cứu một cách tổng hợp hình không gian của tuyến. Muốn vậy, cần phải phân tích dựa vào hình phối cảnh tuyến đường.

I. Cách vẽ hình phối cảnh tuyến đường

Nguyên lý: Lập hệ toạ độ không gian (D,B,H) lấy điểm nhìn O làm gốc toạ độ.

Toạ độ (D,B,H) của các điểm đặc trưng tuyến đường (các cọc tim đường) tìm được trên bình đồ, trắc dọc, trắc ngang. D là cự ly từ điểm nhìn tới đường (m).



Hình 1-64. Nguyên lý hình phối cảnh

O- Điểm nhìn gốc; OD- Trục nhìn; H- Toạ độ dọc; (trên là +, dưới là -);

B- Toạ độ ngang (phải là + trái là -)

Các toạ độ hình chiếu tương ứng (d,b,h) trong mặt phẳng chiếu là các trị số cố định (d là cự ly từ điểm nhìn đến mặt phẳng chiếu). Thông thường, lấy $d = 500\text{mm}$ hoặc 1000mm , $b = \frac{d}{D} B$, $h = \frac{d}{D} H$ (xem hình 1-64).

Các điểm đặc trưng trên hình chiếu, nối lần lượt các điểm b, h được đường cong là hình phối cảnh đường tim. Toạ độ mặt đường và mép nền đường thì lấy $\frac{1}{2}$ bề rộng mặt đường, nền đường nhân với tỷ số $\frac{d}{D}$, đem các trị số tìm được, lấy toạ độ b của đường tim làm chuẩn, đánh dấu ra hai bên trái, phải. Cứ lần lượt nối các điểm sẽ được hình phối cảnh mặt đường và mép nền đường.

Cách vẽ: Khi vẽ hình phối cảnh, trước hết đánh dấu chữ + trên trang giấy vẽ (Tâm chữ thập là điểm nhìn). Trung tâm chữ +, nói chung ở khoảng $\frac{2}{3}$ chiều cao trang giấy vẽ, còn cách hai bên trái, phải bao nhiêu là tùy vào tình hình ngoặt trái, ngoặt phải của đường cong nằm, sao cho hai bên trái, phải hình phối cảnh được cân đối.

Khi vẽ, đầu tiên phải xác định vị trí điểm nhìn, chiều cao điểm nhìn, trục nhìn, cự ly từ điểm nhìn tới mặt vẽ, cự ly mặt cắt ngang v.v.

(1) Chiều cao và vị trí điểm nhìn:

Chiều cao điểm nhìn:

Đối với người đứng: 1,5 - 1,6m

Người ngồi xe con: 1,2m

Người ngồi xe tải: 1,9 - 2,2m

Trên hình phối cảnh, lấy trị số trung bình 1,5m.

Vị trí điểm nhìn trên mặt cắt ngang, tùy theo cấp hạng đường, nói chung ở độ cao điểm nhìn, cách tim đường về phía phải 1m (xem hình 1-65).

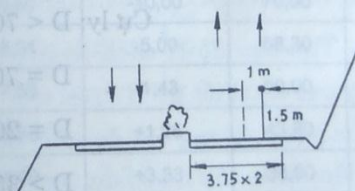
(2) Chọn trục nhìn

Trên bình đồ, trục nhìn lấy theo phương tiêu điểm (điểm tập trung sự chú ý nhìn), là đường thẳng nằm ngang đi qua gần đường tâm đường, và cố gắng cắt nhiều tuyến đường thiết kế.

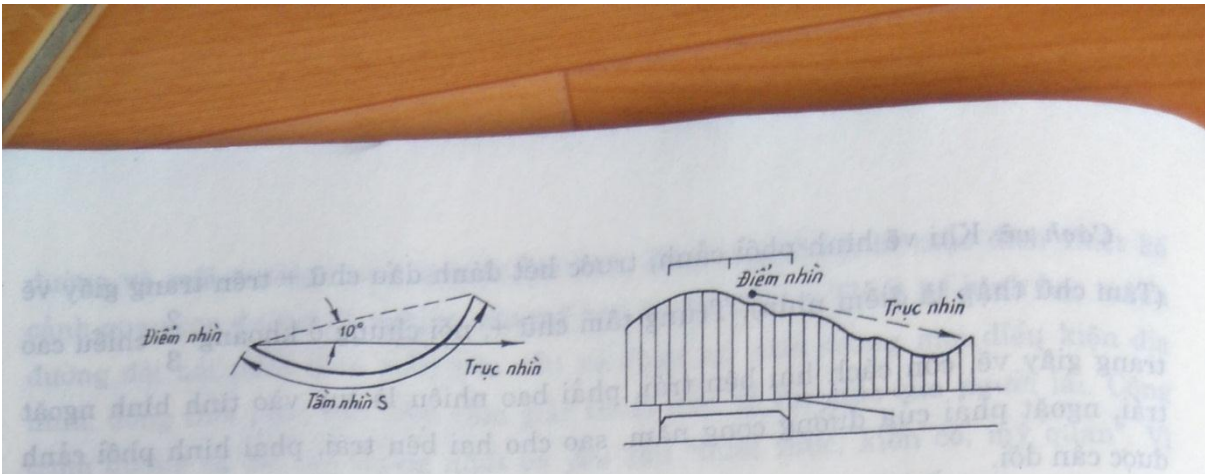
Trục nhìn trên trắc dọc trùng với phương dốc dọc, và cố gắng ở vị trí nằm ngang.

Trong "quy phạm thiết kế cảnh quan đường ô tô" của Liên Xô cũ có quy định: Trên

đoạn đường cong nằm, trục nhìn hợp với dây cung đường cong một góc kẹp là 10° ; điểm nhìn theo hướng dọc đặt ở vị trí trước điểm cuối đường cong đúng là 100m nhìn xuống, còn diện mạo ngoài con đường thì ở khoảng cách không dưới 300m tính từ điểm nhìn không bị gián đoạn; dọc theo đường thẳng nhìn thấy được con đường không dưới 1 km. Khi độ dốc dọc $\leq 2\%$ thì cự ly tính theo đường nằm ngang; khi độ dốc dọc lớn hơn 2% thì độ dốc tia nhìn lấy bằng độ dốc đường tại điểm nhìn (xem hình 1-66).



Hình 1-65. Vị trí của điểm nhìn trên đường cao tốc 4 làn xe

**Hình 1-66. Chọn trục nhìn**

Trong "RAL" của Cộng hoà liên bang Đức nêu: Sự thay đổi hướng đường cong nằm được nhận biết khi góc kẹp giữa tuyến đường và tia nhìn ở cự ly tầm nhìn quy định, tối thiểu là $3^{\circ}10'59''$, tức là khi góc kẹp của trục nhìn trên đường cong lớn hơn $3^{\circ}10'59''$ thì mới có cảm giác đường cong.

(3) Cự ly giữa các mặt cắt ngang

Khi vẽ, trước hết cần chọn các điểm đặc trưng, các điểm đặc trưng là: điểm tia nhìn cắt đường cong nằm, điểm tia nhìn cắt đường cong đứng, giao điểm tìm đường với tia nhìn, điểm đầu, điểm cuối đường cong nằm.

Cự ly giữa các mặt cắt ngang là bao nhiêu tùy thuộc vào yêu cầu độ chính xác của hình phối cảnh và khối lượng công việc tính toán.

Nói chung, lấy tiêu chuẩn các cự ly gián cách sau để chọn mặt cắt ngang:

Khi $d = 500 - 1500\text{mm}$

Cự ly: $D < 70\text{m}$ lấy gián cách 10-20m

$D = 70-200\text{m}$ lấy gián cách 20-30m

$D = 200-350\text{m}$ lấy gián cách 30-50m

$D > 350\text{m}$ lấy gián cách 50-100m

(4) Kích thước bản vẽ và cự ly từ bản vẽ đến điểm nhìn d. Xem biểu 1-41

Cự ly d giữa điểm nhìn và bản vẽ

Biểu 1-41

Kích thước bản vẽ (mm x mm)	Cự ly d giữa điểm nhìn và bản vẽ (mm)
210 x 297	500
420 x 594	1000
594 x 441	1500

Thí dụ: Một đoạn đường ô tô cấp II từ $K0 + 000 - K0 + 600$, nền đường rộng 10m, mặt đường rộng 7m, trên bình đồ có đường cong tròn với góc chuyển hướng

8°36'00" về phía trái, bán kính đường cong $R = 2000\text{m}$, chiều dài đường cong 300m , trắc dọc là dốc thẳng +2%. Điểm đứng ở $K0 + 000$, cách tim đường $1,0\text{m}$ về bên phải trục nhìn song song đường thẳng $K0 + 000 - K0 + 040$, chiều cao điểm nhìn $1,5\text{m}$. Hãy vẽ hình phối cảnh tuyến đường $d = 1000\text{mm}$.

Giải:

A. Lập biểu tính toán (xem biểu 1-42)

Biểu tính toán hình phối cảnh

Biểu 1-42

Cọc tim	Ký hiệu	Toạ độ vật				$d = 1000\text{mm}$ d/D	Toạ độ hình phối cảnh		Đường mép mặt đường điểm a $3,50\text{m} \times d/D$	Đường mép nền đường điểm b $5,00\text{m} \times d/D$
		D (m)	B (m)	H' (m)	H (m)		$b(\text{mm}) = B \times d/D$	$h(\text{mm}) = H \times d/D$		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
K0+000	0	0	-1,00	0,00	-1,50	∞	∞	∞	∞	∞
010	1	10	-1,00	0,20	-1,30	100	-100	-130	350	500
020	2	20	-1,00	0,40	-1,10	50	-50	-55	175	250
030	3	30	-1,00	0,60	-0,90	33,33	-33,33	-30	116,70	166,7
040	4	40	-1,00	0,80	-0,70	25,00	-25,00	17,50	87,50	125
050	5	50	-1,03	1,00	-0,50	20,00	-20,60	-10,00	70,00	100
060	6	60	-1,10	1,20	-0,30	16,67	-18,34	-5,00	58,30	83,3
070	7	70	-1,23	1,40	-0,10	14,29	-17,58	-1,43	50,00	71,5
080	8	80	-1,40	1,60	+0,10	12,50	-17,50	+1,25	43,80	62,5
090	9	90	-1,63	1,80	+0,30	11,11	-17,09	+3,33	38,90	55,5
100	10	100	-1,90	2,00	+0,50	10,00	-19,00	+5,00	35,00	50,0
120	11	120	-2,60	2,40	+0,90	8,33	-21,66	+7,40	29,20	41,7
140	12	140	-3,50	2,80	+1,30	7,14	-25,01	+9,28	25,00	35,7
160	13	160	-4,60	3,20	+1,70	6,25	-28,75	+10,63	21,90	31,3
180	14	180	-5,90	3,60	+2,10	5,56	-32,80	+11,68	19,50	27,8
200	15	200	-7,40	4,00	+2,50	5,00	-37,00	+12,25	17,50	25,0
250	16	250	-12,30	5,00	+3,50	4,00	-48,12	+14,00	14,00	20,0
300	17	300	-17,90	6,00	+4,50	3,33	-56,61	+14,98	11,70	16,7
400	18	400	-32,50	8,00	+6,50	2,50	-81,25	+16,25	8,80	12,5
600	19	600	-62,50	12,00	+10,50	1,67	-104,87	+17,54	5,80	8,3

(1) Xác định các cọc đặc trưng trên tim đường, lần lượt theo thứ tự ghi vào cột 1,2. Trong thí dụ này, dưới 100m lấy 10m một cọc, từ 100 - 200m lấy 20m một cọc, từ 200m trở đi lấy các cọc 250, 300, 400, 600, tổng cộng là 19 điểm đặc trưng.

(2) Tìm chiều dài hình chiếu D của các điểm đặc trưng lên trục nhìn, ghi vào cột 3 trong biểu. Nói chung chiều dài hình chiếu, tính theo phép tính hình học. Trong thí dụ này, vì góc giao giữa tuyến và trục nhìn rất nhỏ, nên chiều dài giữa hình chiếu và cự ly cọc chênh lệch nhau rất ít, nên lấy cự ly cọc thay thế hình chiếu.

(3) Tìm các cự ly B từ điểm đặc trưng tới trục nhìn ghi vào cột 4. Trong thí dụ này chia làm 3 đoạn để tìm B.

Đoạn 1: K0 + 000 - K0 + 040 là đoạn thẳng, song song với trục nhìn, cách 1,0m lại ở bên trái trục nhìn, nên từ số thứ tự 1-4, trị số B đều là -1,0m.

Đoạn 2: K0 + 040 - K0 + 340 là đường cong, trị số B là cự ly từ tiếp tuyến đến đường cong cộng với cự ly song song với tiếp tuyến. Thí dụ ở cọc K0 + 080 thì cự ly đoạn tiếp tuyến đến đường cong là 0,4m. Vậy trị số $B = 1 + 0,4 = 1,4\text{m}$ vì nằm bên trái trục nhìn nên lấy dấu -.

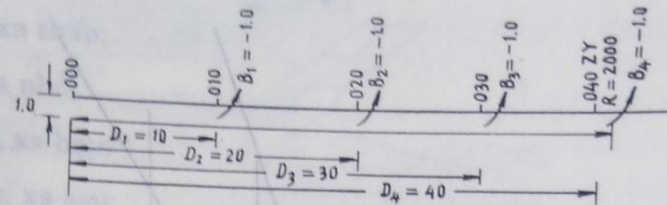
Đoạn 3: K0 + 340 - K0 + 600 là đường thẳng hợp với trục nhìn một góc $80^{\circ}36'00''$, trị số B ở các cọc tìm theo phương pháp hình học. Thí dụ: Tại cọc K0 + 400, $B_{18} = -(1,0 + 210\text{tg}8^{\circ}36') = -32,50\text{m}$.

Trị số B,D của các đoạn xem hình 1-67.

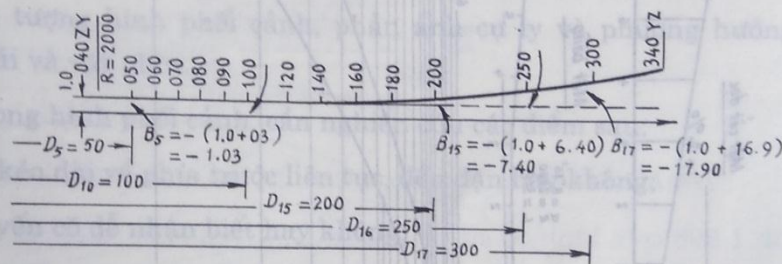
(4) Tìm cao độ H cách trục nhìn của các điểm đặc trưng ghi vào cột 6. Trước hết lấy cao độ thiết kế H' trên trắc dọc ghi vào cột 5, sau đó lấy cao độ H' trừ đi cao độ điểm nhìn (trong thí dụ này cao độ điểm nhìn là 1,5m) sẽ được trị số H, nếu ở trên điểm nhìn lấy trị số dương (+), ở dưới lấy trị số âm (-).

(5) Sau khi có các toạ độ không gian (D,B,H) của các điểm đặc trưng nêu trên, và $d = 1000\text{m}$, ta tính được tỷ số $\frac{d}{D}$ của các điểm đặc trưng tim đường và các toạ độ phẳng (b,h) của hình phối cảnh, rồi lần lượt ghi vào các cột 7,8,9. Chẳng hạn, toạ độ trên hình phối cảnh ở K0 + 080 (cọc số 8) và ở K0 + 400 (cọc 18) lần lượt là $(-17,50 + 1,25)$ và $(-81,25 + 16,25)$ v.v.

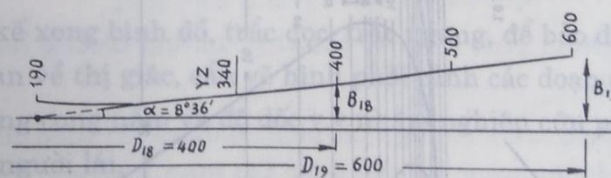
(6) Lấy 3,5m, 5,0m là khoảng cách từ tim đường đến mép mặt đường, mép nền đường nhân với tỷ số $\frac{d}{D}$ rồi ghi vào cột 10,11; hai cột này, biểu thị chiều rộng mặt đường, nền đường của các điểm đặc trưng trên hình vẽ.



a) Trị số B, D của đoạn K0 + 000 ÷ K0 + 040



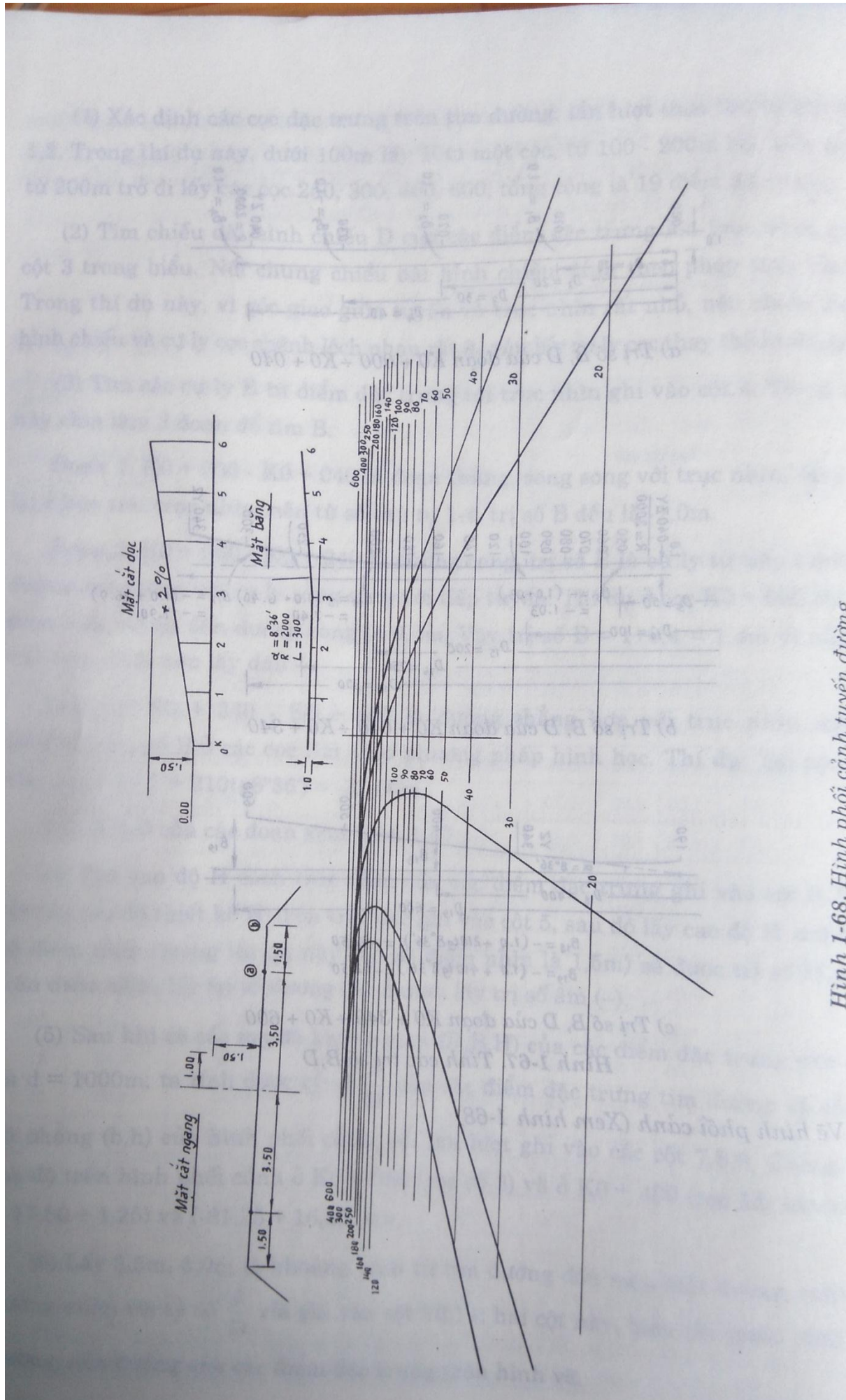
b) Trị số B, D của đoạn K0 + 040 ÷ K0 + 340



c) Trị số B, D của đoạn K0 + 340 ÷ K0 + 600

Hình 1-67. Tính các trị số B, D

B. Vẽ hình phối cảnh (Xem hình 1-68)



Qua phương pháp vẽ hình phối cảnh ta biết rằng, hình phối cảnh của một vật thể được vẽ cần phù hợp các điểm sau đây:

- (1) Gần cao, xa thấp;
- (2) Gần to, xa nhỏ;
- (3) Gần rộng, xa hẹp;
- (4) Gần trước, xa sau;
- (5) Gần dưới, xa trên;
- (6) Gần rõ, xa mờ;
- (7) Gần cong, xa thẳng.

Vì vậy, hình tượng hình phối cảnh, phản ánh cự ly và phương hướng điểm nhìn của người lái và vật nhìn.

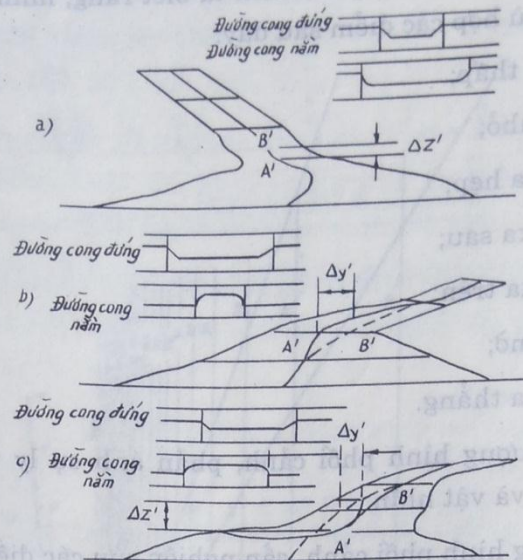
Sau khi vẽ xong hình phối cảnh, cần nghiên cứu các điểm sau:

- (1) Tuyến có kéo dài về phía trước liên tục, đều đặn hay không;
- (2) Hướng tuyến có dễ nhận biết hay không;
- (3) Tuyến có thích ứng với địa hình, môi trường và có cảnh quan đẹp hay không.
- (4) Đường nhìn có lợi cho việc dẫn hướng và có cự ly đủ nhìn hay không.

Sau khi thiết kế xong bình đồ, trắc dọc, trắc ngang, để bảo đảm tuyến liên tục, tròn trĩnh, mỹ quan về thị giác, cần vẽ hình phối cảnh các đoạn đường có sự tổ hợp phức tạp giữa đường cong nằm và độ dốc v.v nhằm nghiên cứu phân tích phản ứng tâm lý và thị giác người lái.

Những chỗ tuyến không đều đặn cục bộ xuất hiện trên hình phối cảnh, cần bắt tay sửa đổi ngay tuyến trên bình đồ hoặc trên trắc dọc hoặc sửa cả hai. Khi sửa đổi hình dạng tuyến, lấy các số liệu sửa đổi đem ráp vào bình đồ, trắc dọc rồi đem kết quả đó vẽ lại trên hình phối cảnh, kiểm tra lại các điểm trên đã được cải thiện hay chưa. Nếu kết quả sửa đổi chưa đạt yêu cầu, lại phải làm lại. Trường hợp bản thân tuyến không có cách nào sửa đổi hoặc không phù hợp về kinh tế thì phải tìm các biện pháp bổ sung. Chẳng hạn, đỉnh đường cong đứng lồi tương đối nhỏ, khó nhận biết hướng tuyến phía trước, cần trồng các cây cao bên đường để dẫn hướng đường nhìn.

Hình 1-69 là một thí dụ sự phối hợp không tốt giữa bình đồ, trắc dọc (đường nét đứt là hình sau khi điều chỉnh). Hình 1-69a là sửa A' thành B' trên trắc dọc, trong hình vẽ làm nâng cao $\Delta Z'$, trên thực địa $\Delta Z = \frac{D}{d} \cdot \overline{A'B'}$, lúc đó có thể tăng thêm bán kính đường cong đứng.

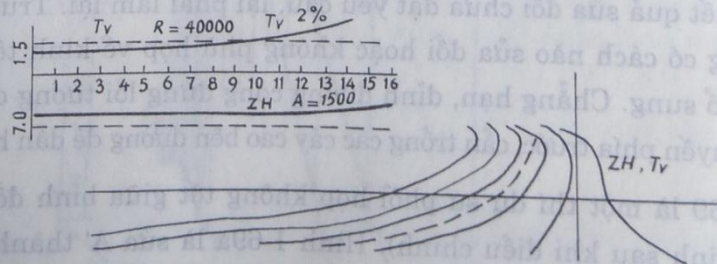


Hình 1-69. Thí dụ sự tổ hợp bình đồ, trắc dọc có khiếm khuyết

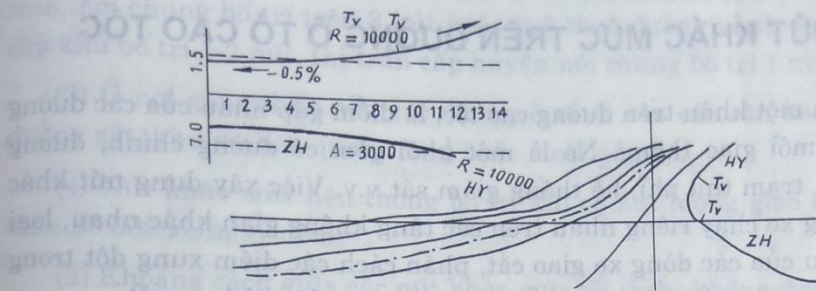
Hình 1-69b trên bình đồ sửa A' thành B', tuyến dịch sang phải $\Delta y' = \overline{A'B'}$. Trên thực địa $\Delta y = \frac{D}{d} \cdot \overline{A'B'}$, lúc đó tăng bán kính đường cong nằm. Hình 1-69c sửa A' và B' tức nâng cao $\Delta Z'$, đồng thời dịch phải $\Delta y'$.

Qua phân tích hình phối cảnh có thể thấy những trường hợp cần tránh ở các hình 1-70, 1-71, 1-72.

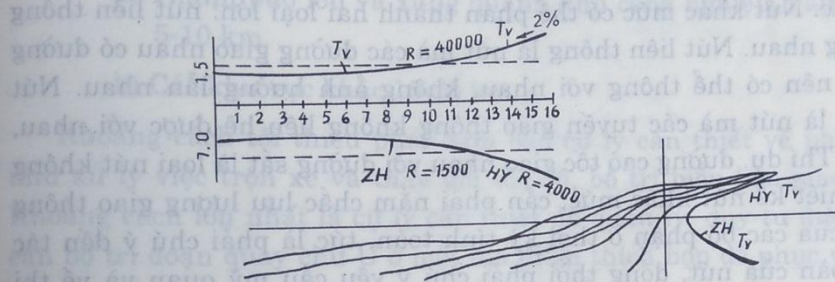
Tổng hợp các điều trên, thông qua phân tích về thị giác cho thấy hình dạng tuyến lý tưởng là đường cong lập thể được tạo hình liên tục. Tuyến đường cần có ngoại hình đẹp, là một bộ phận hợp thành phong cảnh hoặc cảnh quan đô thị. Tuyến đường là đường cong mềm mại, nhìn thấy phong cảnh phía trước thay đổi liên tục, gây cho ta cảm giác hưng phấn, từ đó làm cho thông thoáng và hài hoà ăn khớp với cảnh quan xung quanh, bảo đảm xe chạy an toàn, nhanh chóng và thoải mái.



Hình 1-70. Tuyến đường nên tránh: Đoạn nối đường cong đứng nằm trước cuối đường cong nằm; như vậy ảnh hưởng đến việc phán đoán độ dốc (T_v là tiếp điểm cắt đường cong đứng).



Hình 1-71. Đường nền tránh: Bán kính đường cong đứng quá nhỏ



Hình 1-72. Đường nền tránh: Điểm khởi đầu đường cong đứng quá gần
điểm vượt đường cong chuyển tiếp

CHƯƠNG II

THIẾT KẾ NÚT KHÁC MỨC TRÊN ĐƯỜNG Ô TÔ CAO TỐC

Nút khác mức là một khâu trên đường cao tốc, là điểm gặp nhau của các đường giao thông, là đầu mối giao thông. Nó là một khối gồm có đường chính, đường nhánh nối cầu vượt, trạm thu phí, hệ thống giám sát v.v. Việc xây dựng nút khác mức tạo cho các dòng xe chạy riêng nhau trên các tầng không gian khác nhau, loại bỏ sự can thiệp nhau của các dòng xe giao cắt, phân cách các điểm xung đột trong không gian nhằm thoả mãn nhu cầu giao thông đông đúc, xe chạy thông suốt.

Khi đường cao tốc giao với các đường giao thông khác, về nguyên tắc, đều phải bố trí nút khác mức. Nút khác mức có thể phân thành hai loại lớn: nút liên thông và nút không thông nhau. Nút liên thông là nút mà các đường giao nhau có đường nhánh lên xuống, nên có thể thông với nhau, không ảnh hưởng lẫn nhau. Nút không thông nhau là nút mà các tuyến giao thông không liên hệ được với nhau, phải làm cầu vượt. Thí dụ, đường cao tốc giao nhau với đường sắt là loại nút không thông nhau. Khi thiết kế nút khác mức, cần phải nắm chắc lưu lượng giao thông và tốc độ xe chạy của các bộ phận ở thời kỳ tính toán, tức là phải chú ý đến tác dụng và tính an toàn của nút, đồng thời phải chú ý yêu cầu mỹ quan và về thị giác, qua đó mà xác định hình thức và cấu tạo hình học các bộ phận của nút. Yêu cầu đối với nút giao khác mức không chỉ là phải bảo đảm giao thông nhanh chóng, tiện lợi, an toàn, thoải mái, mà còn phải dựa vào điều kiện địa hình sáng tạo kiểu loại kiến trúc đặc sắc, tổ chức giao thông hợp lý, bố trí mặt bằng chặt chẽ, sử dụng không gian đầy đủ, thiết thực về kinh tế. Các yếu tố cần xét đến khi thiết kế gồm: loại đường giao thông giao nhau, tính chất khu vực xung quanh, tốc độ xe tính toán, lưu lượng giao thông, môi trường sinh thái, điều kiện kinh tế, an toàn, địa hình, sử dụng tốt đất đai v.v.

Trước khi thiết kế nút khác mức kiểu liên thông, cần điều tra tỷ mỉ lưu lượng giao thông, thành phần và hướng đi của luồng xe, dự đoán tương lai phát triển, khảo sát kỹ địa hình, địa vật, địa chất khu vực nút, xem xét tác dụng giao thông và mỹ thuật cảnh quan. Khi thiết kế nên vẽ hình phối cảnh, điều kiện cho phép, tốt nhất là làm mô hình tỷ lệ 1:250, độ chính xác đạt 1mm để nghiên cứu xem thiết kế có hợp lý không. Khi phân tích phối cảnh, lấy việc người lái trước khi đến nút 10 giây đã có thể nhìn thấy tình hình và quang cảnh của nút để xem xét.

**§1. CÁC ĐIỀU KIỆN VÀ QUY ĐỊNH BỐ TRÍ
NÚT KHÁC MỨC LIÊN THÔNG**

Điều kiện bố trí nút khác mức là:

- (1) Nơi giao nhau của các đường ô tô chính hoặc địa điểm gần đó.

(2) Ở gần nơi thị trấn có số nhân khẩu trên 3 vạn người hoặc nơi mà phạm vi ảnh hưởng của nút khác mức liên thông có từ 5 đến 10 vạn người. Ở thành phố cấp tỉnh, nói chung bố trí trên 3 nút hoặc tùy theo đường vành đai thành phố. Thị xã cấp khu bố trí 1-2 nút, thị trấn cấp huyện nói chung bố trí 1 nút.

(3) Ở nơi giao nhau của các đường ô tô đi vào các sân bay, bến cảng, nhà ga đường sắt, khu du lịch quan trọng hoặc ở nơi gần đó.

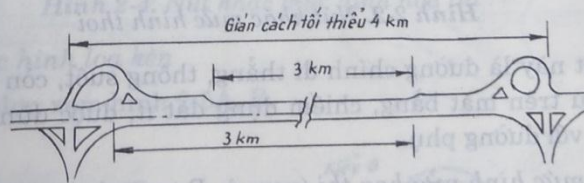
(4) Nút khác mức liên thông bố trí khi có lưu lượng giao thông ra, vào không dưới 30.000 xe/ngày đêm.

(5) Khoảng cách giữa các nút khác mức tối thiểu không dưới 4km, tối đa không nên quá 30km. Khoảng cách tiêu chuẩn, thông thường, quy định như sau:

a) Thành phố lớn và xung quanh khu công nghiệp, hầm mỏ quan trọng là 5-10 km.

b) Các khu vực khác 15-25 km.

Khoảng cách tối thiểu phải đảm bảo cự ly cần thiết về phương diện chạy xe như xử lý việc trộn xe và thay đổi tốc độ, bố trí biển báo giao thông (hình 2-1). Khoảng cách lớn nhất là cự ly cần thiết để quản lý, duy tu đường sá; nếu không, cần bố trí đoạn quay chữ U ở một địa điểm thích hợp để phục vụ việc duy tu, cứu hộ hoặc cho xe nhầm đường quay đầu.



Hình 2-1. Cự ly giữa các nút khác mức liên thông

Khoảng cách giữa nút khác mức liên thông với các thiết bị khác, xem biểu 2-1 (Các trị số là cự ly đến tìm thiết bị).

Khoảng cách giữa nút khác mức liên thông
với các thiết bị khác (km)

Biểu 2-1

Nút khác mức với khu phục vụ	5 (3)
Nút khác mức với bãi đỗ xe	
Nút khác mức với đường hầm	4 (1,5)
Nút khác mức với trạm đỗ xe buýt	

Ghi chú: Trong dấu () là trị số giới hạn

§2. PHÂN LOẠI VÀ CÁC HÌNH THỨC CHÍNH CỦA NÚT KHÁC MỨC

Phân loại nút khác mức như biểu 2-2

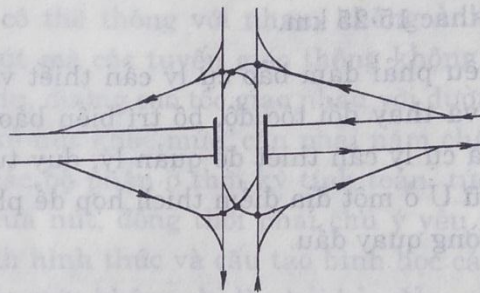
Phân loại nút khác mức

Biểu 2-2

Phân loại	Nút khác mức tách rời	Nút khác mức liên thông					Nút khác mức hình xuyên
		Thông không hoàn toàn		Thông nhau hoàn toàn			
Hình thức cơ bản	Nút khác mức tách rời	Nút khác mức hình thoi	Nút khác mức hoa thị một phần	Nút khác mức hoa thị	Nút khác mức loa kèn	Nút khác mức định hướng	

Hình vẽ và đặc điểm các loại hình nút khác mức như sau:

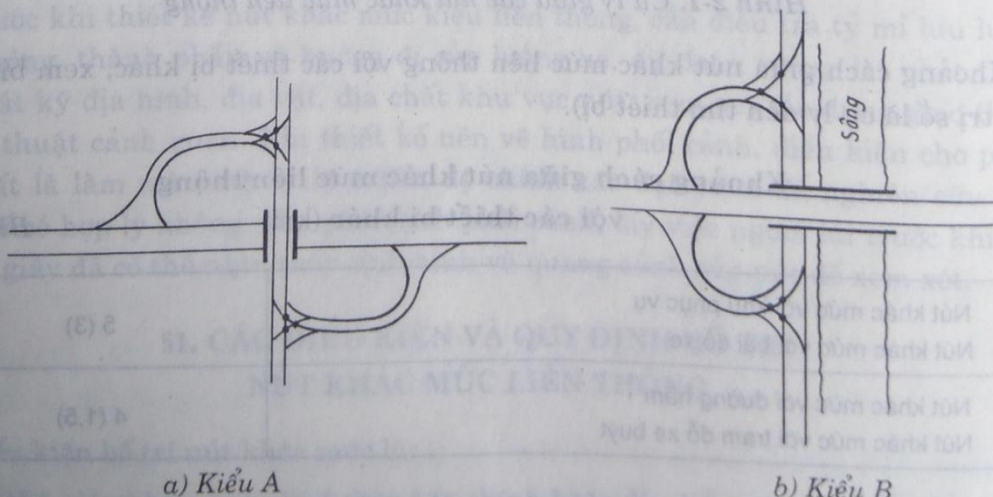
(1) Nút khác mức hình thoi (xem hình 2-2)



Hình 2-2. Nút khác mức hình thoi

Đặc điểm nút này là đường chính đi thẳng, thông suốt, còn trên đường phụ bố trí đảo giao nhau trên mặt bằng, chiếm dụng đất ít, được dùng ở nơi đường trực chính giao nhau với đường phụ.

(2) Nút khác mức hình nửa hoa thị (xem A, B trong hình 2-3a, 2-3b).



a) Kiểu A

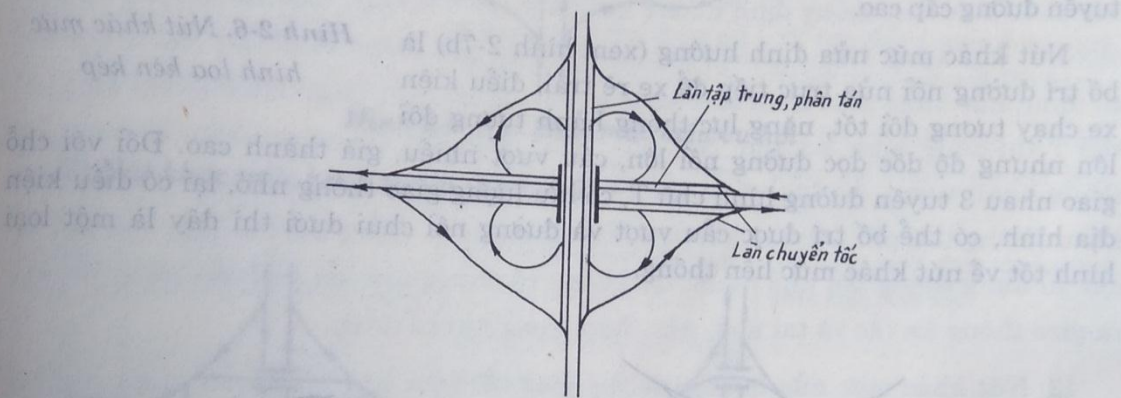
b) Kiểu B

Hình 2-3. Nút khác mức nửa hoa thị

Đặc điểm: đường chính đi thẳng, thông suốt, trên đường phụ bố trí hai chỗ nút cùng mức. Loại này, so với nút hình thoi, thì cự ly đi vòng xa hơn lại thêm một trạm thu phí. Thích hợp cho đường phụ là đường cấp II trở xuống, việc thu phí khép kín.

(3) Nút khác mức hình hoa thị (xem hình 2-4).

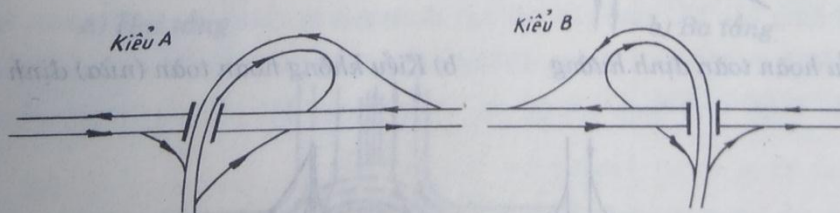
Đặc điểm của nó là tác dụng trơn vệt, năng lực thông hành lớn, an toàn, tốc độ xe cao, đường phụ không bố trí nút cùng mức. Khuyết điểm của nó là chiếm dụng đất nhiều, giá thành cao, xe rẽ trái phải vòng cự ly dài. Loại này dùng cho hai đường cấp cao giao nhau, hình thức thu phí mở.



Hình 2-4. Nút khác mức hình hoa thị

(4) Nút khác mức hình loa kèn

a) Hình loa kèn đơn xem hình 2-5A, B.



Hình 2-5. Nút khác mức hình loa kèn đơn

Đặc điểm của nó là đối với đường phải thu phí chỉ bố trí một trạm thu, nút cùng mức chỉ bố trí một chỗ, đường nối rẽ trái bố trí trên đường phụ. Loại này thích hợp cho hình thức thu phí kín, đường phụ là đường cấp II trở xuống, dòng giao thông tập trung vào một góc nào đó.

b) Hình loa kèn kép (xem hình 2-6).

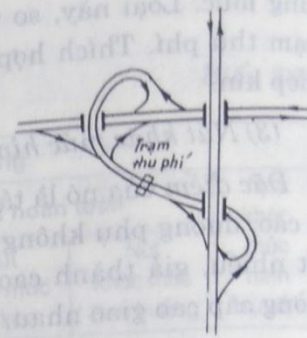
Đặc điểm: Chỉ bố trí một trạm thu phí cho đường phải thu phí, giá thành tương

đổi cao, có một số góc xe phải đi vòng. Loại này thích hợp với hai đường cấp cao giao nhau, mà chỉ có một đường thu phí hoặc cả hai đường đều thu phí nhưng phương thức thu phí khác nhau.

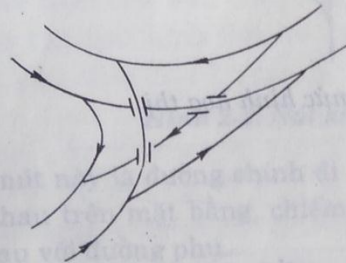
(5) Nút khác mức định hướng (xem hình 2-7).

Đặc điểm: Đối với hướng rẽ trái, bố trí đường nối riêng trực tiếp, xe chạy đơn giản, an toàn, tốc độ cao. Khuyết điểm là chiếm dụng đất nhiều, các cầu vượt nhiều, giá thành cao; thích hợp lưu lượng xe rẽ trái nhiều, hình thức thu phí mở và nơi giao nhau của hai tuyến đường cấp cao.

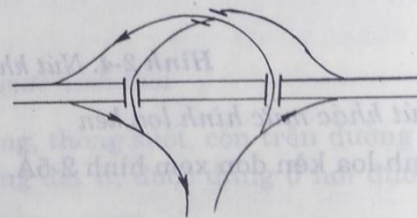
Nút khác mức nửa định hướng (xem hình 2-7b) là bố trí đường nối nửa trực tiếp để xe rẽ trái, điều kiện xe chạy tương đối tốt, năng lực thông hành tương đối lớn nhưng độ dốc dọc đường nối lớn, cầu vượt nhiều, giá thành cao. Đối với chỗ giao nhau 3 tuyến đường hình chữ T, có lưu lượng giao thông nhỏ, lại có điều kiện địa hình, có thể bố trí được cầu vượt và đường nối chui dưới thì đây là một loại hình tốt về nút khác mức liên thông.



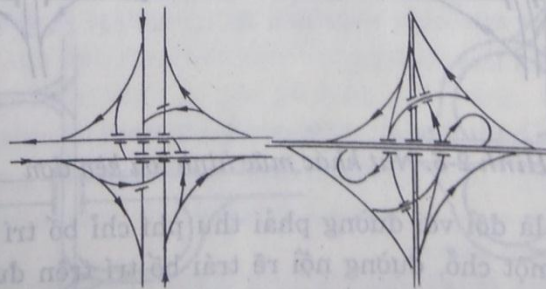
Hình 2-6. Nút khác mức hình loa kèn kép



a) Kiểu hoàn toàn định hướng



b) Kiểu không hoàn toàn (nửa) định hướng



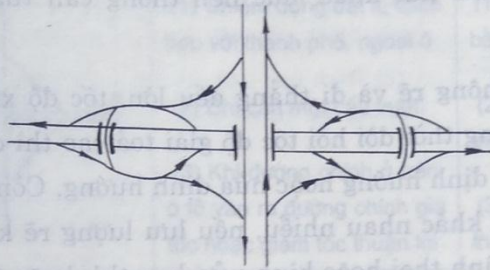
c) Nút khác mức kiểu tua bin định hướng

d) Nút khác mức kiểu tua bin nửa định hướng

Hình 2-7. Nút khác mức định hướng

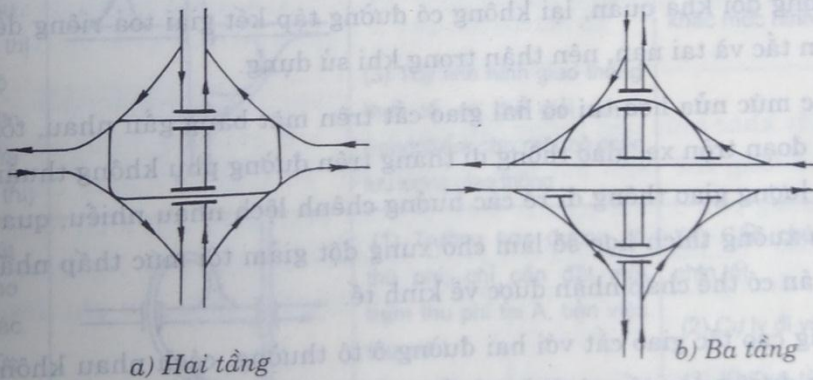
(6) Nút khác mức kiểu vu hồi (hình 2-8) là hình thức tổ hợp hình xuyên và

định hướng. Nút khác mức kiểu vu hồi là một hình thức kéo dài đường rẽ trái. Đặc điểm của nó là xe rẽ trái phải chạy vòng vu hồi dài. Hình thức nút này chiếm đất ít, nhưng xe rẽ trái, rẽ phải đan xen nhau một đoạn, tốc độ xe thấp, quãng đường xe chạy rẽ trái dài, cần phải có 3 cầu vượt. Nút khác mức kiểu vu hồi thích hợp cho đường chính, đường phụ giao nhau khác mức đường chính có khoảng đất rộng rãi.



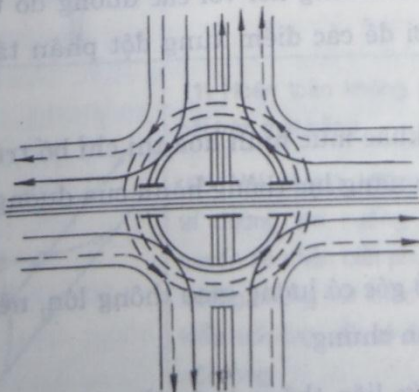
Hình 2-8. Nút khác mức kiểu vu hồi

(7) Nút khác mức hình xuyên (hình 2-9)



a) Hai tầng

b) Ba tầng



c) Bốn tầng

— Xe có động cơ
-- Xe thô sơ

Hình 2-9. Nút khác mức hình xuyên

Đặc điểm: Giao thông đường chính thông suốt; đường phụ, tất cả giao thông đi rẽ đều thông qua đường vòng xuyên. Thích hợp với nơi nhiều đường giao nhau, nơi thung lũng địa hình hạn chế, hoặc ở gần thành phố việc sử dụng đất hạn chế, và nơi các đường xe chuyên dùng giao nhau lưu lượng xe rẽ không lớn.

Khi lựa chọn loại hình nút khác mức liên thông cần tuân theo các nguyên tắc sau:

(1) Khi lưu lượng giao thông rẽ và đi thẳng đều lớn, tốc độ xe tính toán của các đường giao nhau lớn, đồng thời đòi hỏi tốc độ giải toả cao thì có thể sử dụng kiểu nút khác mức liên thông định hướng hoặc nửa định hướng. Còn khi các đường giao nhau có cấp hạng đường khác nhau nhiều, nếu lưu lượng rẽ không lớn thì có thể sử dụng nút khác mức hình thoi hoặc hình nửa hoa thị, hoặc trường hợp giao cắt chữ T thì dùng hình loa kèn. Nút khác mức hình hoa thị có ưu điểm là năng lực thông hành tương đối lớn và có thể rẽ hình chữ U, thích hợp cho các đường giao nhau không thu phí. Nhưng khi yêu cầu tốc độ xe rẽ tương đối cao, quy mô nút và đất sử dụng tương đối khả quan, lại không có đường tập kết giải toả riêng dễ xảy ra giao thông ùn tắc và tai nạn, nên thận trọng khi sử dụng.

(2) Nút khác mức nửa hoa thị có hai giao cắt trên mặt bằng gần nhau, tồn tại các xung đột và đoạn trộn xe, giao thông đi thẳng trên đường phụ không thuận lợi. Nhưng nếu lưu lượng giao thông đi rẽ các hướng chênh lệch nhau nhiều, qua việc bố trí đường lên xuống thích hợp sẽ làm cho xung đột giảm tới mức thấp nhất thì cũng là phương án có thể chấp nhận được về kinh tế.

(3) Khi đường cao tốc giao cắt với hai đường ô tô thường, cách nhau không xa hơn nữa hai bên đường cao tốc có đường nối với các đường đó thì có thể sử dụng nút khác mức hình thoi tách rời để các điểm xung đột phân tán sang hai đường ô tô kia.

(4) Đường nối vòng của nút khác mức hình hoa thị chỉ bố trí đường 1 làn. Nếu lưu lượng trên đường nối lớn hơn năng lực thông hành của đường 1 làn thì sử dụng đường nối có định hướng.

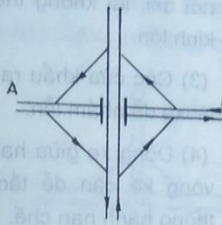
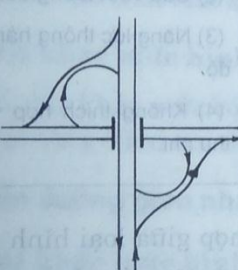
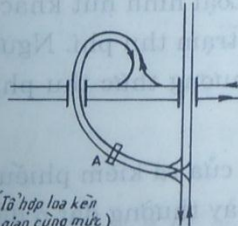
(5) Trạm thu phí nên bố trí ở góc có lưu lượng giao thông lớn, nếu do địa hình, địa vật hạn chế thì xác định theo luận chứng.

(6) Khi mở rộng nút khác mức liên thông hoặc từ nút cùng mức chuyển sang nút khác mức, cần xét việc sử dụng lại các thiết bị của nút cũ.

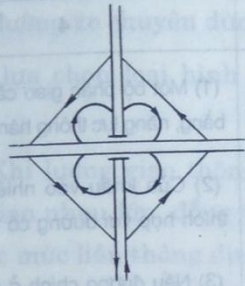
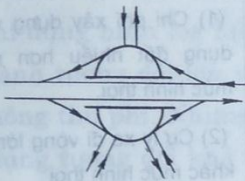
Ưu khuyết điểm các loại hình nút khác mức liên thông ghi ở biểu 2-3.

Ưu khuyết điểm các loại nút khác mức liên thông

Biểu 2-3

Tên	Hình vẽ	Ưu điểm	Khuyết điểm
1	2	3	4
Nút giao hình thoi		(1) Chiếm dụng đất ít, thích hợp với thành phố, ngoại ô (2) Chỉ cần một cầu vượt (3) Khi đường chính ở trên, ô tô vào ra đường chính gia tốc hoặc giảm tốc thuận lợi	(1) Một bộ phận giao cắt trên mặt bằng, năng lực thông hành nhỏ (2) Cửa khẩu vào nhiều, không thích hợp với đường có thu phí. (3) Nếu đường chính ở phía dưới, thì tình hình ngược với cột bên trái.
Nút giao khác mức kiểu hoa thị bộ phận (nửa hoa thị)		(1) So với nút khác mức hình thoi, năng lực thông hành lớn hơn (2) Chỉ bố trí một cầu vượt (3) Tùy tình hình giao thông thực tế, có thể giải quyết trọng điểm cho một bộ phận lưu lượng giao thông	(1) Chi phí xây dựng và chiếm dụng đất nhiều hơn nút khác mức hình thoi. (2) Cự ly xe đi vòng lớn hơn nút khác mức hình thoi
Nút giao khác mức kiểu loa kèn		(1) Trường hợp đường có thu phí, chỉ cần đặt một trạm thu phí tại A, tiện việc thu phí	(1) Cần chú ý bảo đảm tầm nhìn tốt. (2) Cự ly đi vòng dài (3) Khi xe từ đường nối đi vào đường chính dễ tắc.
Nút giao khác mức kiểu định hướng (trực tiếp)		(1) Hoàn toàn không giao cắt trên mặt bằng (2) Nói chung không bố trí đường lên xuống hình xuyên để nhận biết phương hướng nhưng nút khác mức kiểu tước-bin, cần có đường nối vòng (3) Loại hình này thích hợp nối các đường cao tốc	(1) Chi phí đất đai đắt. (2) Nhiều cầu, nên chi phí xây dựng lớn. (3) Ảnh hưởng trắc dọc.

Biểu 2-3 tiếp theo

1	2	3	4
Nút giao khác mức kiểu hoa thị		(1) Đối xứng hình học, ngoại hình đẹp (2) Các cấu trúc không gian thành một khối (3) Thích hợp việc nối các đường cao tốc với nhau	(1) Chiếm dung đất lớn (2) Các xe đi vòng qua đường nối dài, lại không thể dùng bán kính lớn. (3) Các cửa khẩu ra vào nhiều, lái xe dễ nhầm lẫn. (4) Dòng xe giữa hai đường nối vòng kế cận dễ tắc, năng lực thông hành hạn chế.
Nút giao khác mức hình xuyên		(1) Là nút kép có thể dùng cho 5 tuyến đường trở lên (2) Loại hình này có thể thành hai hướng riêng A,B trong nút hình thoi (3) Kết cấu đơn giản	(1) Cửa khẩu vào nhiều (2) Cầu vượt tương đối lớn. (3) Năng lực thông hành có mức độ (4) Không thích hợp với đường thu phí.

Việc bố trí nút khác mức liên thông cần chú ý kết hợp giữa loại hình với vị trí, bảo đảm thiết kế tổng thể được hài hoà. Nói chung, phương án đường cao tốc ở phía dưới, còn đường phụ ở phía trên là kinh tế nhất. Loại hình nút khác mức liên thông phải tiện cho việc quản lý, cố gắng giảm bớt các trạm thu phí. Người ta chia các trạm thu phí đường cao tốc thành hai loại theo phương thức thu phí: loại mở và loại kín.

Trạm thu phí mở: Cửa vào thu phí theo từng đoạn, cửa ra kiểm phiếu, loại này thích hợp với đường không hoàn toàn đóng kín; trạm này thường đặt ở đầu và cuối đường chính, để bảo đảm dòng xe đi thẳng được thông suốt, liên tục. Đối với đường cao tốc đóng hoàn toàn, người ta dùng phương thức thu phí kín: cửa vào phát thẻ, cửa ra nộp tiền theo lý trình. Trạm thu phí thường bố trí ở nhánh nối với nút khác mức liên thông, hầu như không ảnh hưởng đến dòng xe đi thẳng; các trạm trung gian của đường cao tốc phần lớn sử dụng phương thức này.

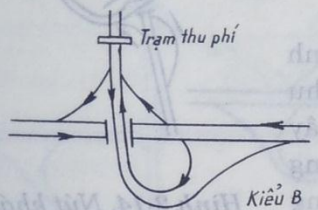
Trạm thu phí chiếm diện tích lớn nên khi chọn hình thức bố trí trạm, cần phải xem xét một cách tổng hợp: loại nút khác mức liên thông, điều kiện địa hình, chi phí vận chuyển đi vòng, so sánh chi phí đầu tư làm thêm đường với chi phí tăng thêm trạm thu phí v.v nhằm bảo đảm thu phí và quản lý thuận tiện, tập trung nhưng không ảnh hưởng đến giao thông thông suốt.

Hình thức bố trí nút khác mức có trạm thu phí, có thể xem các thí dụ sau đây:

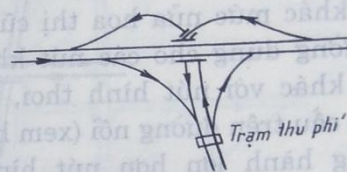
I. Ba đường giao nhau

1. Nút khác mức hình loa kèn đơn: Đây là hình thức điển hình trong các nút khác mức liên thông của ba tuyến đường, loại hình này thích hợp khi sử dụng đường nối vòng, lưu lượng giao thông nhỏ. Việc thu phí tập trung tại một địa điểm (hình 2-10).

2. Nút khác mức hình chữ Y (xem hình 2-11). Ưu điểm giống như nút khác mức kiểu loa kèn, nhưng cấu tạo phức tạp, là nút khác mức ba tầng.



Hình 2-10. Nút khác mức kiểu loa kèn đơn



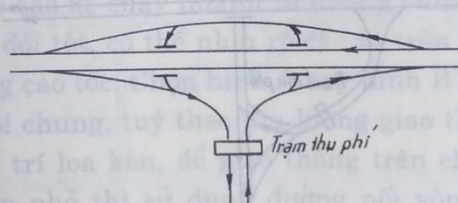
Hình 2-11. Nút khác mức chữ Y

3. Nút khác mức hình vòng xuyên của ba tuyến đường

Nó là nút khác mức có đường vòng xuyên đan xen thay cho đường nối chữ Y. Cầu là hai tầng ở hai nơi (hình 2-12).

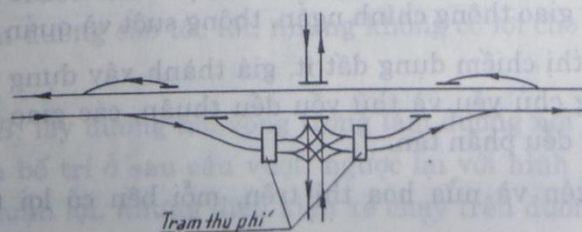
II. Bốn đường giao nhau

1. Nút khác mức hình thoi



Hình 2-12. Nút khác mức vòng xuyên của ba tuyến đường

Nút khác mức hình thoi tương đối đơn giản. Nếu bố trí trạm thu phí thì phải đặt ở 4 nơi, tăng thêm chi phí quản lý. Để giảm bớt số trạm thu phí, có thể sửa đổi chút ít hình thức nút, trạm thu phí bố trí tập trung vào 2 nơi, để giảm chi phí quản lý, nhưng lại phải tăng hai cầu.



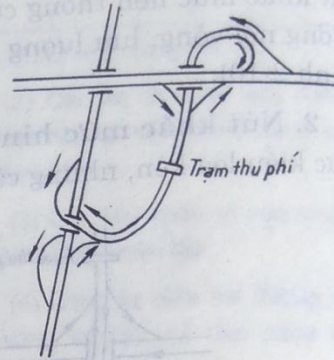
Hình 2-13. Nút khác mức hình thoi

2. Hình loa kèn kép và nút khác mức hình loa kèn

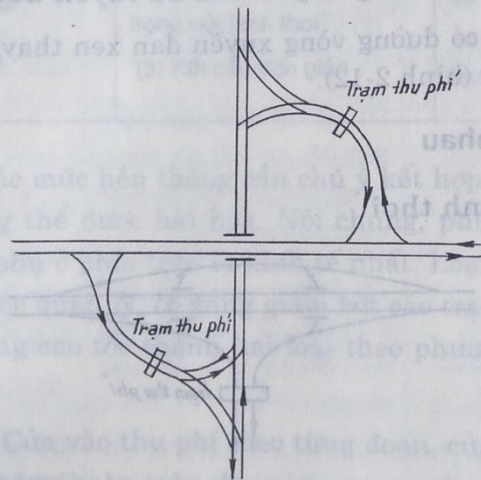
Khi hai tuyến đường cùng cấp giao nhau, để bố trí tập trung các thiết bị thu phí, cho các xe thông qua tập trung tại một địa điểm nhằm thuận lợi việc quản lý, người ta sử dụng nút khác mức loa kèn kép (hình 2-6) hoặc hình loa kèn thêm nút hình chữ Y (hình 2-14).

3. Nút khác mức nửa hoa thị

Nút khác mức nửa hoa thị cũng là một hình thức thường dùng cho các nút khác mức có thu phí. Nó khác với nút hình thoi, không cần xây dựng các cầu trên đường nổi (xem hình 2-15), năng lực thông hành lớn hơn nút hình thoi, nhưng chiếm dụng đất nhiều, hơn nữa phải bố trí 2 trạm thu phí, về quản lý, phân tán hơn nút hình thoi.



Hình 2-14. Nút khác mức hình loa kèn có thêm hình chữ Y

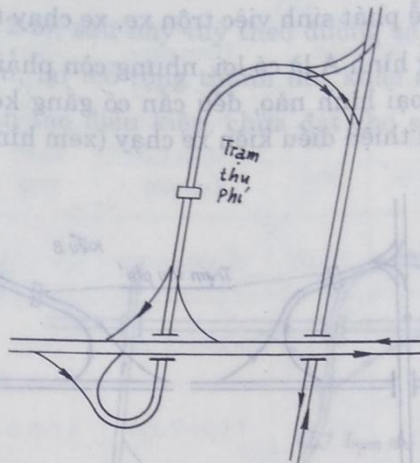


Hình 2-15. Nút khác mức nửa hoa thị

Các nút khác mức liên thông của các đường cao tốc có thu phí, thông thường sử dụng loại hình loa kèn đơn hoặc hình nửa hoa thị. Hình loa kèn có hai cầu vượt, một trạm thu phí và một nút trên mặt bằng. Loại hình nửa hoa thị có một cầu vượt, hai trạm thu phí và hai nút mặt bằng. Hình loa kèn có thể bố trí linh hoạt tùy theo địa hình, dòng giao thông chính ngấn, thông suốt và quản lý thuận tiện.

Loại hình nửa hoa thị chiếm dụng đất ít, giá thành xây dựng tương đối thấp, tuyến đường hai hướng chủ yếu và thứ yếu đều thuận, các giao cắt đan xen và xung đột trên mặt bằng đều phân tán.

Hai loại hình loa kèn và nửa hoa thị trên, mỗi bên có lợi thế riêng. Xem hình 2-15 và 2-16



Hình 2-16. Nút khác mức hình loa kèn

Hình loa kèn có hai loại: hình A quay vòng phải, hình B quay vòng trái, (xem hình 2-5). Ở hình A, đường nối vòng trong là đường nối cho dòng vào, tốc độ xe chạy từ thấp lên cao, có lợi cho việc khống chế tốc độ xe nhập vào đường cao tốc tương đối an toàn, nhưng bán kính đường nối vòng nhỏ, trường hợp đường chính lên dốc, sẽ hạn chế xe nhập vào đường cao tốc.

Ở hình B, đường nối vòng trong là đường nối cho dòng ra, do bán kính đường nối vòng nhỏ nên che lấp các xe chạy nhanh từ đường chính tách dòng ra, nhưng đường vòng ngoài tương đối tốt, có thể nhìn rõ các xe trên đường chính có lợi cho xe gia tốc nhập vào đường cao tốc. Chọn hình A hay hình B là tùy theo địa hình và lưu lượng giao thông. Nói chung, tùy theo lưu lượng giao thông và phương hướng dòng xe mà chọn góc bố trí loa kèn, để giao thông trên chính tuyến được thông suốt, hướng có lưu lượng nhỏ thì sử dụng đường nối vòng trong, hướng có lưu lượng lớn thì dùng đường nối vòng ngoài. Nếu đứng về quan điểm an toàn, thì lấy vòng ngoài làm đường nối cho dòng đi ra là thích hợp.

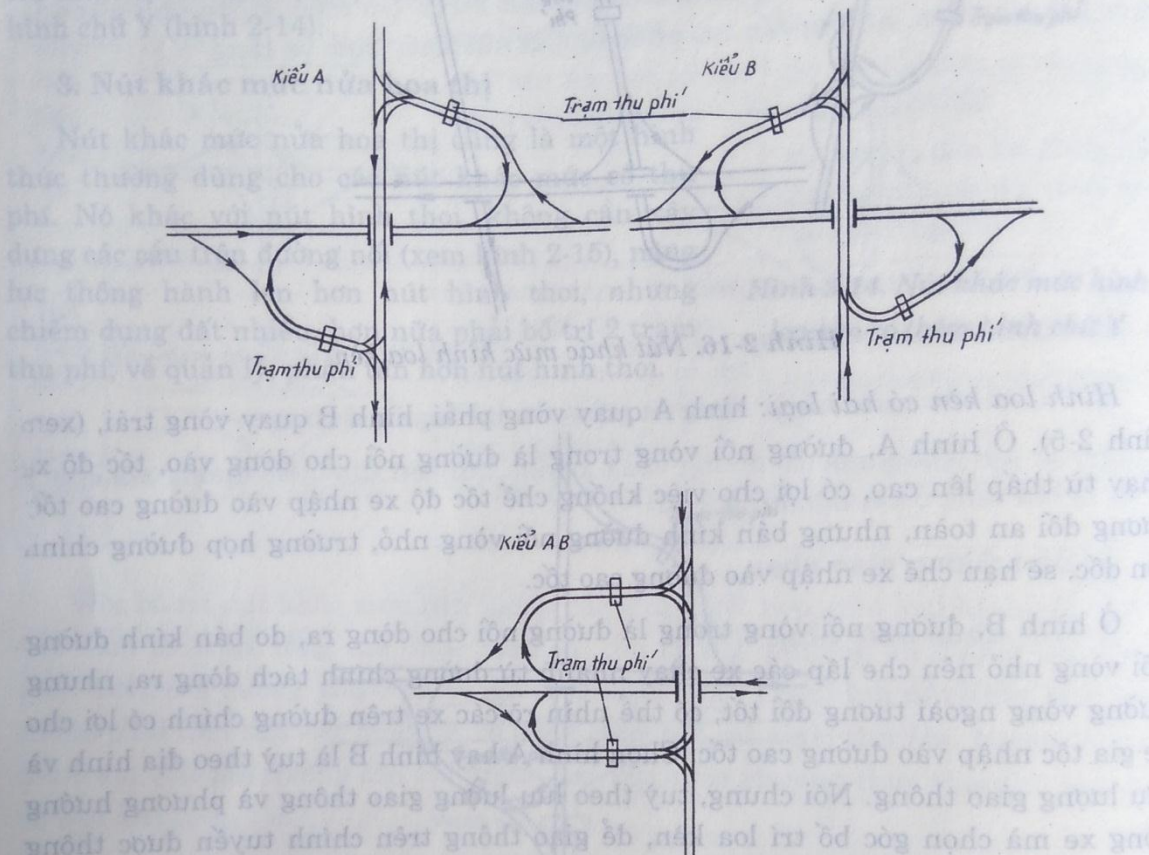
Loại hình nửa hoa thị có thể chia thành 3 loại: hình A, hình B và hình AB (xem hình 2-17).

Ở loại hình A: lấy đường nối vòng ngoài làm đường nối cho dòng ra, cửa ra của đường chính đặt trước cầu vượt, cửa dòng ra có thể nhìn rõ cả toàn bộ nút, điều kiện xe chạy trên đường cao tốc tốt, nhưng không có lợi cho xe chạy trên đường bị giao cắt.

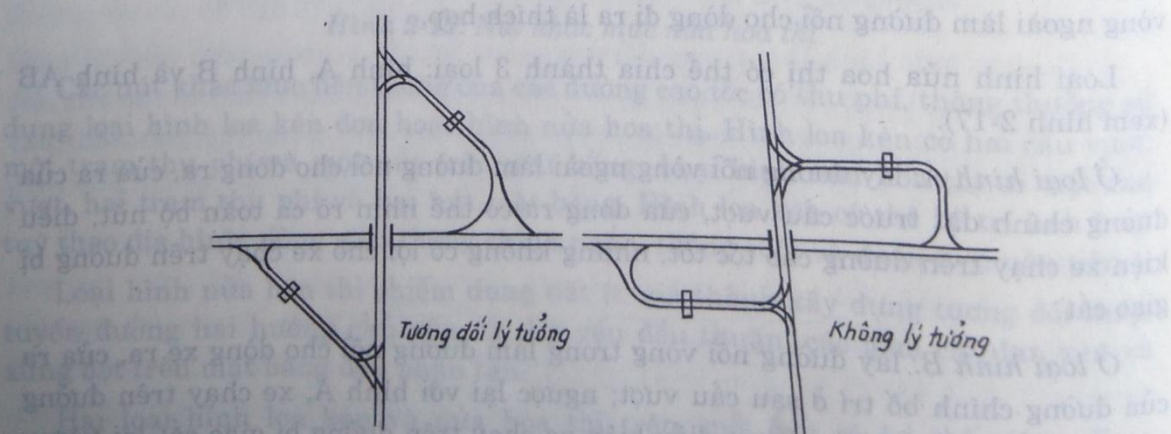
Ở loại hình B: lấy đường nối vòng trong làm đường nối cho dòng xe ra, cửa ra của đường chính bố trí ở sau cầu vượt; ngược lại với hình A, xe chạy trên đường cao tốc không thuận lợi, nhưng điều kiện xe chạy trên đường bị giao cắt lại tương đối tốt.

Ở loại hình AB: Các đường nối bố trí ở hai góc liên kế đường chính, đoạn đường giữa hai nút giao bằng để phát sinh việc trộn xe, xe chạy tương đối hỗn loạn.

Xét về an toàn, dùng hình A là có lợi, nhưng còn phải tùy tình hình cụ thể mà xác định. Bất cứ dùng loại hình nào, đều cần cố gắng kéo dài cự ly giữa hai nút giao cùng mức; nhằm cải thiện điều kiện xe chạy (xem hình 2-18).

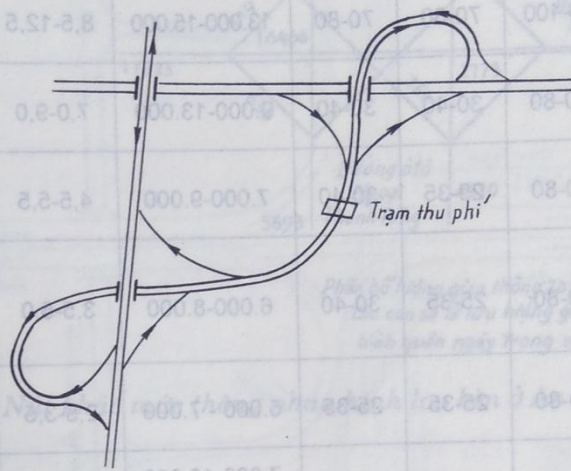


Hình 2-17. Nút khác mức nửa hoa thị



Hình 2-18

Thí dụ: Để tiết kiệm đầu tư, thời kỳ đầu xây dựng nút khác mức hình loa kèn đơn (hình A) (xem hình 2-5), sau này tùy theo đường sá mở rộng, lưu lượng giao thông dọc tuyến tăng lên, lại mở rộng thành nút khác mức loa kèn kép. Vì vậy, ngay từ thời kỳ đầu, cần tạo điều kiện, chừa đất cho sau này cải tạo nút (xem hình 2-19).



Hình 2-19. Nút khác mức loa kèn kép

Cần dùng hình thức bình chọn để tìm được phương án tối ưu cho nút khác mức liên thông, chủ yếu xét về 3 mặt: mức độ phục vụ, năng lực thông xe, lợi ích kinh tế để có phương án hợp lý, khả thi về kinh tế kỹ thuật.

Có thể thông qua việc phân tích thị giác (hình phối cảnh) và phân tích đặc tính chạy xe (tốc độ xe chạy, tiêu hao nhiên liệu) để so sánh kỹ thuật các phương án, còn về kinh tế thì phải tiến hành phân tích hiệu quả kinh tế, tức là tìm được chênh lệch về mức đầu tư giữa các phương án khác nhau của cùng một hạng mục công trình, từ đó tính ra ba chỉ tiêu: tỷ số hiệu quả giá thành, kỳ hạn đầu tư và tỷ suất thu lợi nội bộ để đánh giá hiệu quả kinh tế của phương án.

Loại hình nút khác mức thông nhau, chủ yếu phụ thuộc vào các nhân tố như tính chất, nhiệm vụ, quy hoạt phát triển trong tương lai của các tuyến đường giao nhau v.v và phải thích ứng với điều kiện địa phương. Với tiền đề thỏa mãn yêu cầu giao thông, loại hình nút phải sử dụng hợp lý đất đai, chi phí vận doanh và đầu tư công trình tiết kiệm, hài hoà với môi trường xung quanh. Điều kiện chọn nút khác mức xem biểu 2-4.

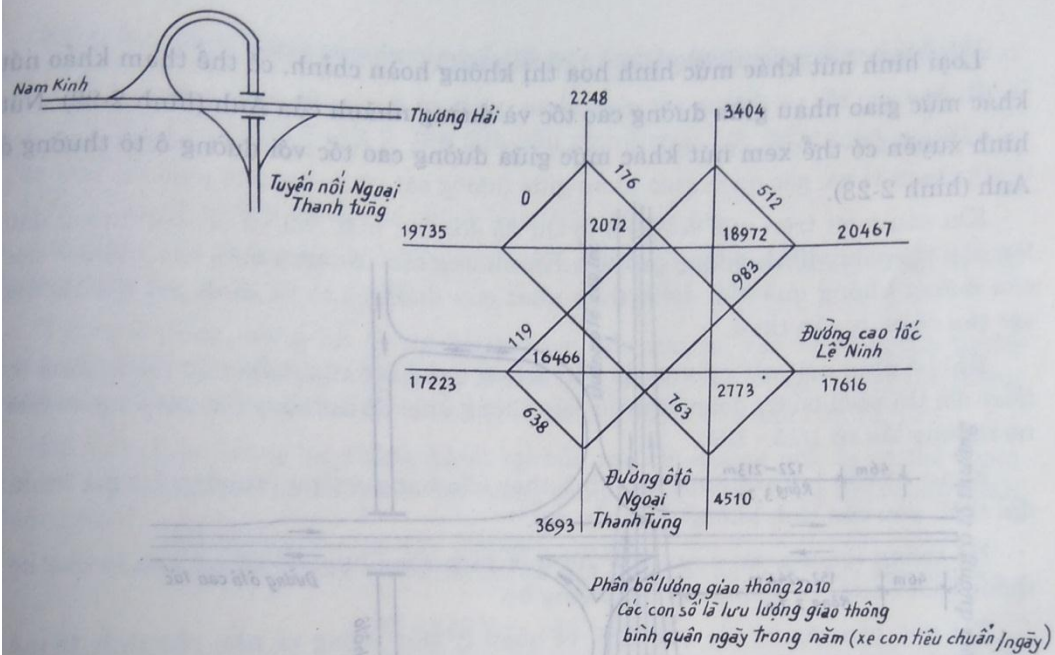
Chọn loại hình nút khác mức liên thông

Biểu 2-4

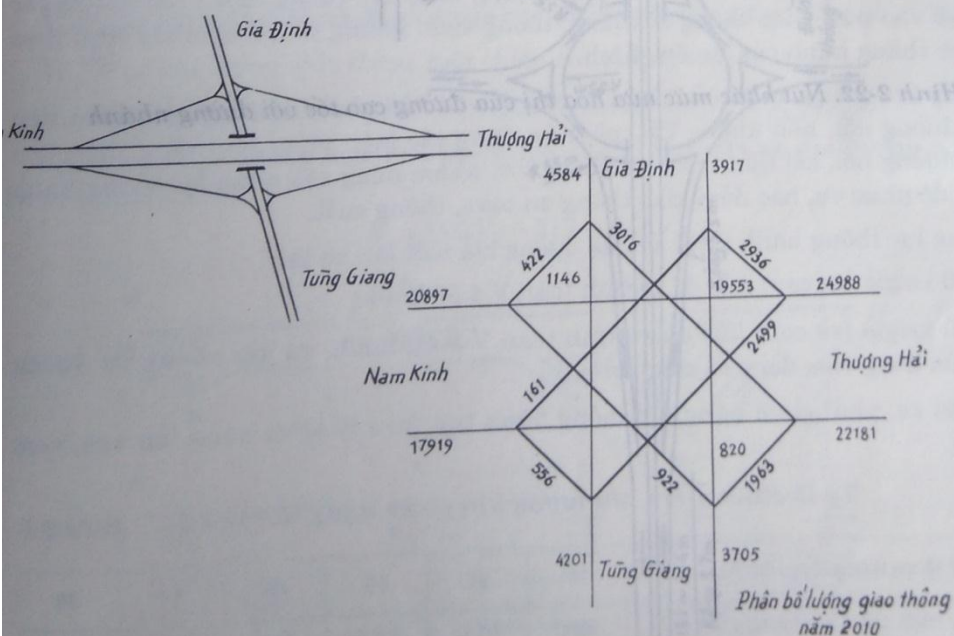
Hạng mục Loại hình nút khác mức	Tốc độ xe tính toán (km/h)			Tổng năng lực thông hành cửa khẩu nút (xe/giờ)	Diện tích chiếm dụng (ha)	Cấp hạng đường giao nhau
	Đi thẳng	Rẽ trái	Rẽ phải			
Nút khác mức định hướng	80-100	70-80	70-80	13.000-15.000	8,5-12,5	Đường cao tốc giao nhau với đường cao tốc
Nút khác mức hình hoa thị	60-80	30-40	30-40	9.000-13.000	7,0-9,0	Đường cao tốc giao nhau với đường cao tốc
Nút khác mức kiểu vu hồi	60-80	25-35	30-40	7.000-9.000	4,5-5,5	Đường cao tốc giao nhau với đường xe nhanh
Nút khác mức nửa hoa thị:	30-80	25-35	30-40	6.000-8.000	3,5-5,0	Đường cao tốc giao nhau với đường xe nhanh, đường trục chính.
Nút khác mức hình thoi	30-80	25-35	25-35	5.000 - 7.000	2,5-3,5	Đường xe nhanh với đường trục chính.
Nút khác mức hình xuyên 4 tầng	60-80	25-35	25-30	7.000-10.000 (có xe thô sơ 15.000 - 25.000)	4,0-4,5	Đường xe nhanh giao nhau với đường xe nhanh, có xe thô sơ chạy tách ra.
Nút khác mức hoa thị dài 3 tầng	60-80	25-35	25-35	6.000-9.000	6,0-7,0	Đường cao tốc giao nhau với đường xe nhanh hoặc đường xe nhanh giao nhau với đường trục chính, có xe thô sơ.
Nút khác mức 3 đường hình loa kèn	60-80	30-40	30-40	6.000-8.000	3,5-4,5	Đường cao tốc giao nhau với đường xe nhanh hoặc đường xe nhanh giao nhau với đường trục chính.
Nút khác mức 3 đường hình xuyên	60-80	25-35	25-35	5.000-7.000	2,5-3,0	Đường cao tốc giao nhau với đường xe nhanh hoặc đường xe nhanh với đường trục chính.

Ghi chú: Đường giao nhau tính 6 làn xe; đơn vị tính lưu lượng giao thông là xe con tương đương.

Thí dụ: Nút khác mức Yên Đình trên đường cao tốc Lỗ - Ninh là nút hình loa kèn đơn, còn nút khác mức Gia Tùng là nút hình thoi. Sự phân bố lưu lượng giao thông tương lai và sơ đồ các nút này xem hình 2-20 và 2-21.

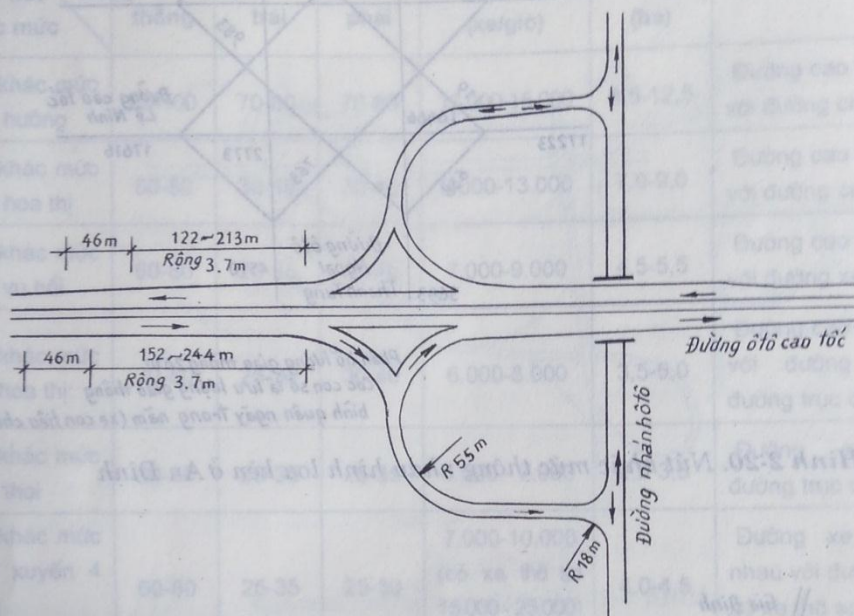


Hình 2-20. Nút khác mức thông nhau hình loa kèn ở An Đình

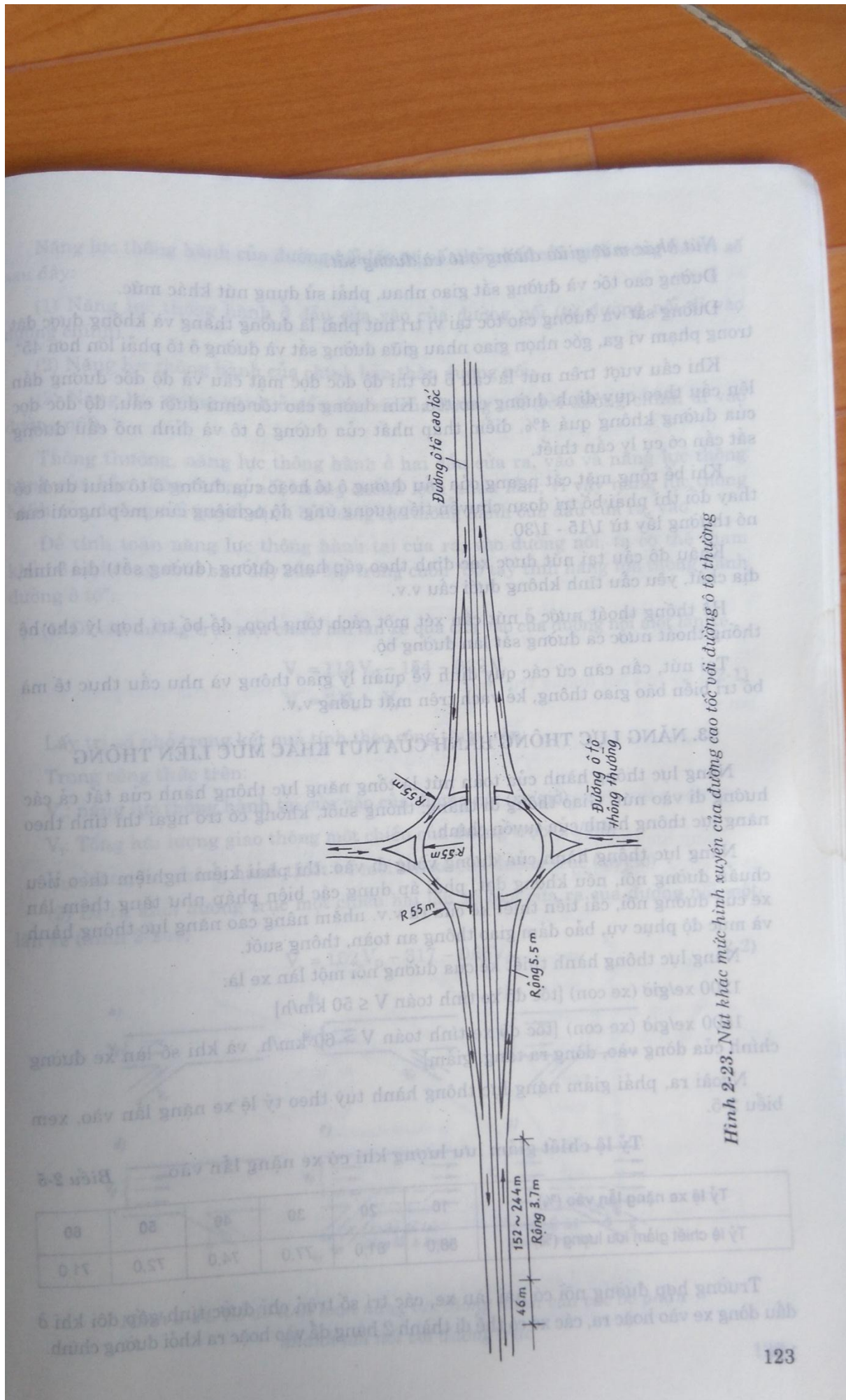


Hình 2-21. Nút khác mức thông nhau hình thoi ở Gia Tùng

Loại hình nút khác mức hình hoa thị không hoàn chỉnh, có thể tham khảo nút khác mức giao nhau giữa đường cao tốc và đường nhánh của Anh (hình 2-22). Nút hình xuyên có thể xem nút khác mức giữa đường cao tốc với đường ô tô thường ở Anh (hình 2-23).



Hình 2-22. Nút khác mức nửa hoa thị của đường cao tốc với đường nhánh



Nút khác mức giữa đường ô tô và đường sắt:

Đường cao tốc và đường sắt giao nhau, phải sử dụng nút khác mức.

Đường sắt và đường cao tốc tại vị trí nút phải là đường thẳng và không được đặt trong phạm vi ga, góc nhọn giao nhau giữa đường sắt và đường ô tô phải lớn hơn 45° .

Khi cầu vượt trên nút là cầu ô tô thì độ dốc dọc mặt cầu và độ dốc đường dẫn lên cầu theo quy định đường cao tốc. Khi đường cao tốc chui dưới cầu, độ dốc dọc của đường không quá 4%, điểm thấp nhất của đường ô tô và đỉnh mố cầu đường sắt cần có cự ly cần thiết.

Khi bề rộng mặt cắt ngang của cầu đường ô tô hoặc của đường ô tô chui dưới có thay đổi thì phải bố trí đoạn chuyển tiếp tương ứng, độ nghiêng của mép ngoài của nó thường lấy từ 1/15 - 1/30.

Khẩu độ cầu tại nút được xác định theo cấp hạng đường (đường sắt) địa hình, địa chất, yêu cầu tĩnh không dưới cầu v.v.

Hệ thống thoát nước ở nút cần xét một cách tổng hợp, để bố trí hợp lý cho hệ thống thoát nước cả đường sắt lẫn đường bộ.

Tại nút, cần căn cứ các quy định về quản lý giao thông và nhu cầu thực tế mà bố trí biển báo giao thông, kẻ vạch trên mặt đường v.v.

§3. NĂNG LỰC THÔNG HÀNH CỦA NÚT KHÁC MỨC LIÊN THÔNG

Năng lực thông hành của toàn nút là tổng năng lực thông hành của tất cả các hướng đi vào nút. Giao thông đi thẳng: thông suốt, không có trở ngại thì tính theo năng lực thông hành của tuyến chính.

Năng lực thông hành của đường vòng đi vào: thì phải kiểm nghiệm theo tiêu chuẩn đường nối, nếu không đạt, phải áp dụng các biện pháp như tăng thêm làn xe của đường nối, cải tiến thiết kế cửa ra v.v. nhằm nâng cao năng lực thông hành và mức độ phục vụ, bảo đảm giao thông an toàn, thông suốt.

Năng lực thông hành thiết kế của đường nối một làn xe là:

1200 xe/giờ (xe con) [tốc độ xe tính toán $V \leq 50$ km/h]

1500 xe/giờ (xe con) [tốc độ xe tính toán $V > 60$ km/h, và khi số làn xe đường chính của dòng vào, dòng ra tăng, giảm]

Ngoài ra, phải giảm năng lực thông hành tùy theo tỷ lệ xe nặng lẫn vào, xem biểu 2-5.

Tỷ lệ chiết giảm lưu lượng khi có xe nặng lẫn vào

Biểu 2-5

Tỷ lệ xe nặng lẫn vào (%)	10	20	30	40	50	60
Tỷ lệ chiết giảm lưu lượng (%)	88,0	81,0	77,0	74,0	72,0	71,0

Trường hợp đường nối có hai làn xe, các trị số trên chỉ được tính gấp đôi khi ở đầu dòng xe vào hoặc ra, các xe có thể đi thành 2 hàng để vào hoặc ra khỏi đường chính.

Năng lực thông hành của đường nối lấy trị số nhỏ nhất của một trong ba trị số sau đây:

- (1) Năng lực thông hành ở đầu cửa vào của đường nối (từ đường nối đi vào đường chính)
- (2) Năng lực thông hành của chính bản thân đường nối.
- (3) Năng lực thông hành ở đầu cửa ra của đường nối (rời đường chính đi vào đường nối).

Thông thường, năng lực thông hành ở hai đầu cửa ra, vào và năng lực thông hành của bản thân đường nối không chênh lệch nhau lắm; vì vậy năng lực thông hành của đường nối quyết định bởi năng lực thông hành của đầu cửa ra, vào.

Để tính toán năng lực thông hành tại cửa ra, vào đường nối, ta có thể tham khảo 6 loại công thức sau đây của Mỹ trong cuốn "Sổ tay tính năng lực thông hành đường ô tô":

- (1) Đi vào đường trục một chiều hai làn xe qua cửa vào của đường nối một làn xe.

$$\begin{aligned} V_r &= 1,13 V_D - 154 - 0,39 V_f \\ V_r &= 2 V_D - V_f \end{aligned} \quad (2-1)$$

Lấy trị số nhỏ trong kết quả tính theo công thức trên:

Trong công thức trên:

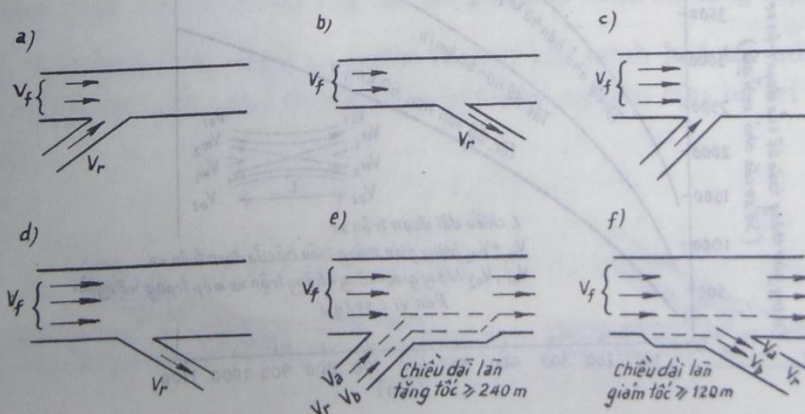
V_r : năng lực thông hành tại cửa vào của đường nối (xe/giờ)

V_f : Tổng lưu lượng giao thông một chiều của đường trục (xe/giờ)

V_D : Năng lực thông hành thiết kế mỗi làn xe của đường trục (xe/giờ)

- (2) Đi ra khỏi đường trục một chiều hai làn xe qua cửa ra của đường nối một làn xe (hình 2-24b)

$$V_r = 1,02 V_D - 317 - 0,66 V_f \quad (2-2)$$



Hình 2-24. Sơ đồ tính toán năng lực thông hành của các bộ phận nhánh nối với đường trục

(3) Đi vào đường trục một chiều ba làn xe qua cửa vào của đường nối một làn xe (hình 2-24c)

$$\left. \begin{aligned} V_r &= V_D + 120 - 0,244 V_f \\ V_r &= 3 V_D - V_f \end{aligned} \right\} \quad (2-3)$$

Lấy trị số nhỏ trong kết quả tính toán theo công thức trên.

(4) Đi ra khỏi đường trục một chiều ba làn xe qua cửa ra của đường nối một làn xe (hình 2-24d)

$$V_r = 2,11 V_D - 203 - 0,488 V_f \quad (2-4)$$

(5) Đi vào đường trục một chiều ba làn xe qua cửa vào của đường nối có hai làn xe (hình 2-24e)

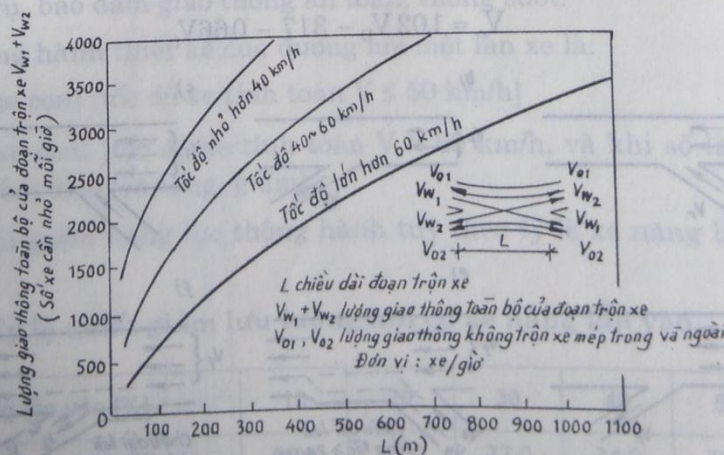
$$\left. \begin{aligned} V_r &= 1,739 V_D + 357 - 0,499 V_f \\ V_r &= 3 V_D - V_f \end{aligned} \right\} \quad (2-5)$$

(6) Đi ra khỏi đường trục một chiều ba làn xe qua cửa ra của đường nối có hai làn xe

$$V_r = 1,76 V_D + 279 - 0,062 V_f \quad (2-6)$$

I. Năng lực thông hành của đoạn trộn xe

Năng lực thông hành của đoạn trộn xe phụ thuộc vào chiều dài khu đoạn, tốc độ xe chạy, lưu lượng giao thông. Ở đây đưa ra sơ đồ quan hệ giữa chiều dài đoạn trộn xe và lưu lượng giao thông khu đoạn.

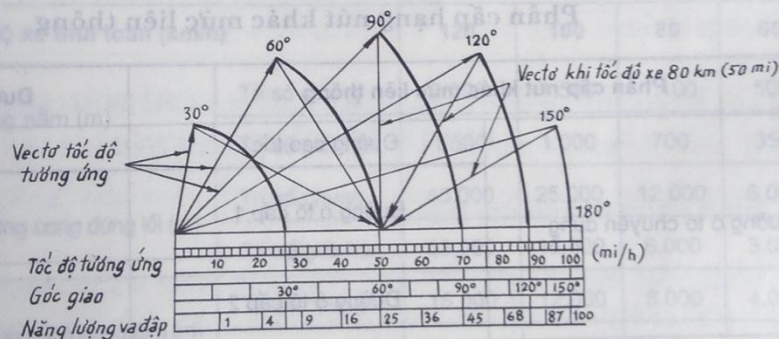


Hình 2-25. Quan hệ giữa chiều dài đoạn trộn xe với lưu lượng giao thông của đoạn trộn xe

II. Năng lực thông hành và "kênh hoá" giao thông

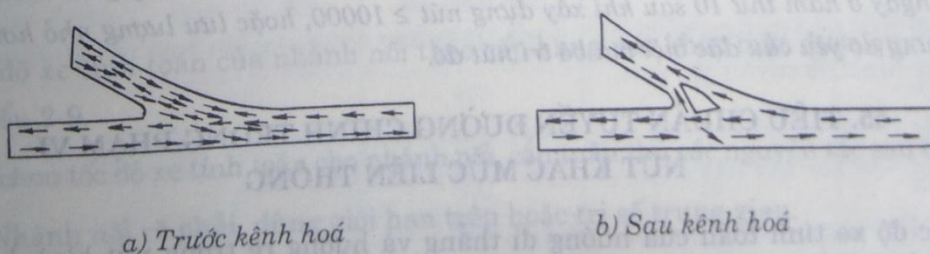
Năng lực thông hành và sự an toàn xe chạy phụ thuộc vào sự chuyển động của dòng xe chạy song song và cùng chiều. Mục đích của việc "kênh hoá" là phân cách các dòng xe, dòng nào đi đường dòng ấy không can thiệp vào nhau.

Khi các dòng xe chạy ngược chiều tăng lên thì năng lực thông hành và an toàn chạy xe giảm xuống. Ở Mỹ đã thí nghiệm mối liên quan giữa tốc độ và năng lượng xung đột của các xe giao cắt nhau, và vẽ thành sơ đồ như hình 2-26. Khi hai xe đâm nhau thì tốc độ của chúng là tổng hai tốc độ, trong hình vẽ này biểu thị véc tơ tốc độ và năng lượng va đập tương ứng với góc giao nhau. Trong hình vẽ lấy 100 là năng lượng va đập của hai xe đâm nhau một góc 180° . Năng lượng va đập ở các góc giao nhau khác thay đổi theo tốc độ xe. Trong hình vẽ, khi hai xe giao nhau với góc 30° , tốc độ tương ứng là 27 mi/h, năng lượng xung đột là 6; hai xe giao nhau 150° , tốc độ tương ứng 97 mi/h, năng lượng va đập là 94. Để bảo đảm an toàn, cần chú ý giảm tối thiểu các điểm va đập khi thiết kế các nút giao thông, cho giao thông được thông suốt.



Hình 2-26. Tốc độ tương ứng của các góc giao nhau và năng lượng va đập

Hình 2-27 biểu thị dòng xe trước và sau khi kênh hoá tại nút giao nhau. Vì vậy, khi thiết kế nút giao thông phải kết hợp nghiên cứu bố trí đảo giao thông thích hợp.



Hình 2-27. Tình hình dòng xe trước và sau khi kênh hoá

§4. PHÂN CẤP CÁC NÚT KHÁC MỨC LIÊN THÔNG

Nút khác mức liên thông phân làm ba cấp theo các nguyên tắc sau:

(1) Giao nhau giữa các đường cao tốc không thu phí với nhau, giao nhau giữa đường cao tốc không thu phí với đường ô tô cấp 1: thuộc nút khác mức liên thông cấp I.

(2) Giao nhau giữa đường cao tốc không thu phí với đường ô tô cấp 2 chuyên dùng cho ô tô hoặc với đường ô tô thông thường, giao nhau giữa đường cao tốc có thu phí với các đường ô tô cấp hạng khác, có lượng giao thông bình quân ngày ở năm thứ 10 sau khi nút xây dựng xong là ≥ 10.000 xe (xe tải hạng trung): thuộc nút khác mức liên thông cấp II.

(3) Giao nhau giữa đường cao tốc có thu phí với các đường ô tô cấp hạng khác, có lượng giao thông bình quân ngày ở năm thứ 10 khi nút xây dựng xong < 10.000 xe (xe tải hạng trung): thuộc nút khác mức liên thông cấp III. Phân cấp hạng các nút khác mức liên thông xem biểu 2-6.

Phân cấp hạng nút khác mức liên thông

Biểu 2-6

Phân cấp nút khác mức liên thông		Đường cao tốc
Đường ô tô chuyên dùng	Đường cao tốc	I
	Đường ô tô cấp 1	II (I)
	Đường ô tô cấp 2	III (II)
Đường ô tô thông thường	Đường ô tô cấp 2	III (II)
	Đường ô tô cấp 3	III
	Đường ô tô cấp 4	III

Ghi chú: Cấp hạng trong dấu () thích ứng với trường hợp lượng giao thông bình quân ngày ở năm thứ 10 sau khi xây dựng nút ≥ 10000 , hoặc lưu lượng nhỏ hơn trị số đó nhưng do yêu cầu đặc biệt mà bố trí nút đó.

§5. TIÊU CHUẨN TUYẾN ĐƯỜNG CHÍNH TRONG PHẠM VI NÚT KHÁC MỨC LIÊN THÔNG

Tốc độ xe tính toán của hướng đi thẳng và hướng rẽ trong nút hình hoa thị, hình xuyên lấy theo tốc độ xe tính toán của cấp hạng đường tương ứng.

Tốc độ xe tính toán của dòng xe chạy thẳng qua nút giao bằng trong nút hình thoi lấy bằng 70% tốc độ xe tính toán của cấp hạng đường tương ứng.

Tốc độ xe tính toán của đường vòng trong nút khác mức hình xuyên phụ thuộc bán kính đảo trung tâm, xem biểu 2-7.

Bán kính tối thiểu đường vòng của nút hình xuyên *Biểu 2-7*

Tốc độ xe tính toán của đường vòng (km/h)	40	35	30	25	20
Bán kính tối thiểu đảo trung tâm (m)	55-60	40-50	30-35	20-25	10-15

Ghi chú: Bán kính tối thiểu đảo trung tâm tính theo độ dốc ngang mặt đường $i = 1,5\%$. Các chỉ tiêu chủ yếu của tuyến chính trong phạm vi nút thông nhau được quy định theo tốc độ, cấp hạng tương ứng của đường cao tốc xem biểu 2-8.

Chỉ tiêu kỹ thuật của đường chính *Biểu 2-8*

Tốc độ xe tính toán (km/h)		120	100	80	60
Bán kính đường cong nằm (m)	Trị số chung	2.000	1.500	1.100	500
	Trị số giới hạn	1.500	1.000	700	350
Bán kính tối thiểu đường cong đứng lồi (m)	Trị số chung	45.000	25.000	12.000	6.000
	Trị số giới hạn	23.000	15.000	6.000	3.000
Bán kính tối thiểu đường cong đứng lõm (m)	Trị số chung	16.000	12.000	8.000	4.000
	Trị số giới hạn	12.000	8.000	4.000	2.000
Độ dốc dọc tối đa đường chính (%)	Trị số chung	2	2	3	4,5
	Trị số giới hạn	2	2	4	5,5

56. TỐC ĐỘ XE TÍNH TOÁN CỦA NHÁNH NỐI NÚT KHÁC MỨC LIÊN THÔNG

Tốc độ xe tính toán của nhánh nối theo cấp hạng nút khác mức được quy định trong biểu 2-9.

Khi chọn tốc độ xe tính toán cho nhánh nối, cần tuân thủ các nguyên tắc sau đây:

- (1) Nhánh nối rẽ phải, dùng giới hạn trên hoặc trị số trung gian.
- (2) Nhánh nối của vòng trong hoặc đoạn nhánh nối ngoặt gấp, dùng giới hạn dưới.

Tốc độ xe tính toán nhánh nối

Biểu 2-9

Tốc độ xe tính toán của đường chính (km/h)		120	100	80	60
Tốc độ xe tính toán trên nhánh nối (km/h)	Nút khác mức cấp I	80-50	70-40	60-35	50-35
	Nút khác mức cấp II	70-40	60-35	50-30	40-30
	Nút khác mức cấp III	60-35	50-35	45-30	35-30

Ghi chú: Biểu này không dùng cho các cửa ra, vào nhánh.

- (3) Tốc độ xe tính toán nhánh nối định hướng ≥ 60 km/h.
- (4) Ở gần trạm thu phí hoặc ở cuối nhánh nối của đường ô tô thông thường thì tốc độ xe tính toán có thể chấm chước giảm thấp.
- (5) Tốc độ xe tính toán đoạn tách dòng ra nhánh nối không được thấp hơn 50% - 60% tốc độ xe tính toán đường chính.
- (6) Tốc độ xe tính toán chỗ nối tiếp giữa nhánh nối nhập vào với làn tăng tốc cần bảo đảm tốc độ chạy đến cuối làn tăng tốc có thể đạt 70% tốc độ xe tính toán của đường chính.

97. CÁC NGUYÊN TẮC THIẾT KẾ VÀ CHỈ TIÊU KỸ THUẬT KHI THIẾT KẾ NHÁNH NỐI

1. Hình dạng nhánh nối trên bình đồ

Để bảo đảm xe chạy an toàn, liên tục, hình dạng tuyến trên bình đồ cần thích ứng với quy luật thay đổi tốc độ của xe, đồng thời phải kết hợp với địa hình, địa vật nhằm tiết kiệm chi phí công trình và chi phí vận doanh.

Thiết kế tuyến nhánh nối trên bình đồ cần tuân thủ các nguyên tắc sau đây:

- (1) Tuyến nhánh nối trên bình đồ phải phù hợp với lưu lượng giao thông, tức nhánh nối của chiều có lượng giao thông lớn cần có hình dạng tuyến tương đối tốt.
- (2) Độ cong của đường cong nằm của nhánh nối cần phù hợp với tốc độ xe chạy thay đổi dần dần.
- (3) Tốc độ xe chạy trên đường nối từ đường chính ra lớn hơn tốc độ đi vào, nên cần có bình đồ tuyến tốt hơn.
- (4) Xe chạy tại các nơi nhập dòng, tách dòng tương đối phức tạp, dễ xảy ra tai nạn, vì vậy các nơi này phải có tuyến tốt và tầm nhìn tốt.

1. Đường cong tròn của nhánh nối

Bán kính tối thiểu đường cong tròn trên nhánh nối được quy định ở biểu 2-10.

WEBSITE: <http://thietkeduong.com/>

Hotline: 0923.633.686 Cung cấp khóa cứng
AdsRoad

Bán kính tối thiểu đường cong tròn trên đường nổi

Biểu 2-10

Tốc độ xe tính toán trên nhánh nổi (km/h)		80	60	50	40	35	30
Bán kính tối thiểu đường cong tròn trên nhánh nổi (m)	Trị số chung	280	150	100	60	40	30
	Trị số cực hạn	230	120	80	45	35	25

2. Đường cong chuyển tiếp

Tại đầu cuối nhánh nổi và các nối thay đổi độ cong trên nhánh nổi đều cần bố trí đường cong chuyển tiếp. Đường cong chuyển tiếp sử dụng đường xoắn ốc, thông số A nối chung lấy $A \leq 1,5R$, trên nguyên tắc, không thấp hơn các trị số ghi ở biểu 2-11.

Thông số $A_{\min}$ tối thiểu và chiều dài tối thiểu
đường clôtôit

Biểu 2-11

Tốc độ xe tính toán trên đường nổi (km/h)	80	60	50	40	35	30
Thông số $A_{\min}$ tối thiểu của đường cong clôtôit (m)	140	70	50	35	30	20
Trị số kiến nghị về chiều dài tối thiểu đường cong clôtôit (m)	70	35	25	20	20	15

Hai đường xoắn ốc giữa đường cong ngược chiều thì các thông số của chúng nên bằng nhau; nếu không bằng nhau thì tỷ số của chúng không nhỏ hơn 1,5.

Chiều dài đường cong xoắn ốc cần phải thỏa mãn yêu cầu nối độ cong và nối siêu cao.

Tại điểm tách dòng của đường nổi ra khỏi đường chính (điểm cuối của làn giảm tốc) vì tốc độ xe chạy tương đối cao nên cần có bán kính lớn. Sự thay đổi của độ cong sau đó cần phù hợp với sự thay đổi tốc độ. Bán kính đường cong tại điểm tách dòng và sự biến đổi độ cong được quy định ở biểu 1-12 và hình 2-28.

Các tham số đường cong clôtôit ở
đầu điểm tách dòng

Biểu 2-12

Tốc độ xe tính toán trên đường chính (km/h)	Tốc độ xe chạy ở đoạn đầu điểm tách dòng (km/h)	Bán kính tối thiểu đầu điểm tách dòng $R_{\min}$ (m)	Amin của đường clôtôit (m)	
			Trị số thông thường	Trị số giới hạn
120	80	400	160	140
	60	250	90	70
100	55	200	70	60
80	50	170	60	50
60	40	100	50	40

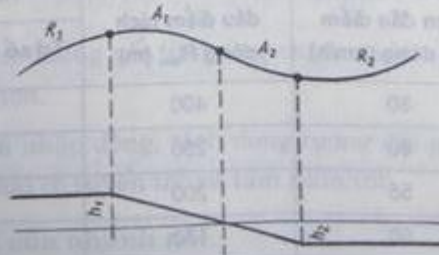


Hình 2-28. Bán kính đường cong và quá độ độ cong
tại địa điểm tách dòng khỏi đường chính

Tỷ số giữa bán kính vòng tròn lớn và vòng tròn bé của đường nối hình xuyên lên khoảng 1.5 - 2.0, khi dùng làm đường nối của dòng xe vào thì tỷ số đó có thể lớn hơn chút ít. Chiều dài tối thiểu đường cong tròn (kể cả đường cong chuyển tiếp) không nhỏ hơn 2 lần chiều dài đường cong chuyển tiếp; chiều dài chuyển tiếp không nhỏ hơn 3s cự ly xe chạy (tốt nhất là 5s), trị số A lấy 0.5 - 1.0 bán kính vòng tròn bé. Đường nối vòng ngoài cần tránh bán kính nhỏ ngược chiều. Khi đường nối hình chữ S, dùng đường cong clôtôit để nối hai đường cong tròn ngược chiều thì không những phải xét tỷ số giữa hai bán kính vòng tròn lớn và vòng tròn bé mà còn chọn các thông số hợp lý của hai đường cong chuyển tiếp. Tỷ số giữa bán kính vòng tròn lớn với vòng tròn bé không nên quá lớn, thường là 2. Khi bán kính vòng tròn lớn R_1 và bán kính vòng tròn bé R_2 đã xác định thì siêu cao h_1 và h_2 cũng được xác định theo.

Để đường cong chữ S được trơn tru, sự chuyển tiếp siêu cao cần phù hợp với hình dạng tuyến của đường cong nằm, và cùng một tỷ suất biến đổi siêu cao (xem hình 2-29). Do đó, ta có thể nêu ra tỷ số giữa thông số A, đường clôtôit của vòng tròn lớn với thông số A_2 đường clôtôit vòng tròn bé như sau:

$$\frac{A_1}{A_2} = \sqrt{\frac{R_1 h_1}{R_2 h_2}}$$



Hình 2-29. Sự biến đổi siêu cao đường cong chữ S

WEBSITE: <http://thietkeduong.com/>

Hotline: 0923.633.686 Cung cấp khóa cứng
AdsRoad

3. Tầm nhìn chạy xe

Trong phạm vi toàn chiều dài của đường nối, cần bảo đảm tầm nhìn dừng xe như biểu 2-13

Tầm nhìn dừng xe trên đường nối

Biểu 2-13

Tốc độ xe tính toán trên đường nối (km/h)	80	60	50	40	35	30
Tầm nhìn dừng xe (m)	110 (135)	75 (100)	65 (70)	45	35	30

Ghi chú: Khu vực băng tuyết lấy trị số trong dấu ()

Trước điểm tách dòng, trên đường chính cần bảo đảm một cự ly gấp 1,25 lần tầm nhìn dừng xe trên đường chính để nhận biết chỗ tách dòng. Khi có điều kiện, nên đáp ứng yêu cầu cự ly nhận biết ghi ở biểu 2-14.

Cự ly nhận biết

Biểu 2-14

Tốc độ xe tính toán đường chính (km/h)	120	100	80	70	60	40
Cự ly nhận biết	350-460	290-380	230-300	200-270	170-240	130-180

Tại nơi nhập dòng, cần có khu tam giác nhìn thông suốt để bảo đảm an toàn và phù hợp với quy định trên (xem hình 2-30)

4. Cửa ra, vào của đường nối và làn xe thay đổi tốc độ

(1) Thiết kế cửa ra vào (đầu và cuối đường nối)

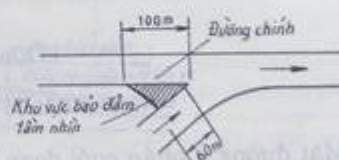
(1) Các hình thức cửa ra vào của nút khác mức dọc theo tuyến chính cần cố gắng thống nhất như nhau. Về nguyên tắc, cần ra vào bên phải, tránh ra vào bên trái.

(2) Cửa ra cần nhìn dễ dàng. Vì vậy, cửa ra khỏi đường chính cần đặt ở trước cầu vượt; nên đặt sau thì phải cách cầu trên 150m.

Cửa ra, khi vào đường nối mà xuống dốc, thì phải bảo đảm cho người lái có thể nhìn rõ điểm đầu và hướng đường cong nằm.

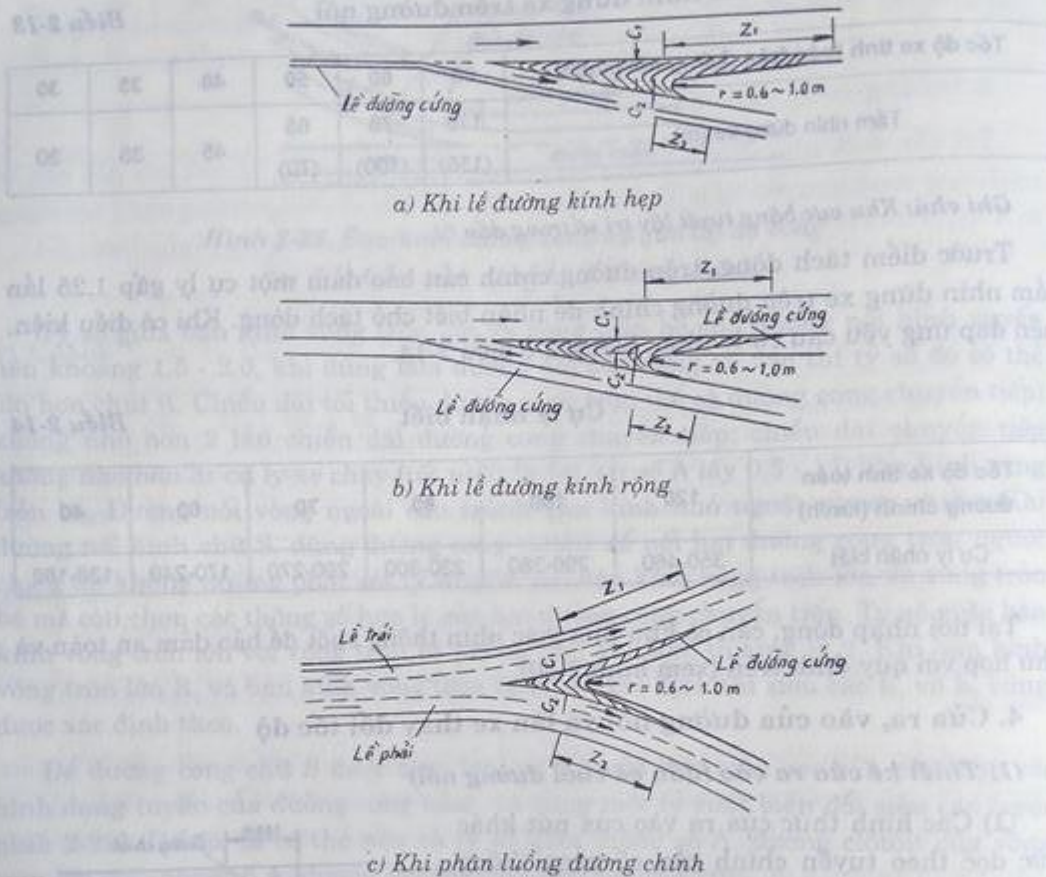
(3) Điểm cuối cửa vào, tốt nhất là đặt ở đoạn xuống dốc của đường chính, để xe nâng tăng tốc được dễ dàng. Trước khi đường nối tiếp cận đường chính, cần có một đoạn đường hai bên có thể nhìn thấy nhau.

(4) Ở vị trí tách dòng của đường chính với đường phụ, cần chừa một khoảng đất cho xe nhầm đường quay đầu; mép đường xe chạy tại vị trí tách dòng mở rộng



Hình 2-30. Khu tam giác nhìn thông suốt ở nơi nhập dòng

một ít và dùng một đoạn vòng cung để nối đường chính với mép đường nối (xem hình 2-31). Trị số phụ thêm và bán kính phần đầu đoạn chêm, xem quy định ở biểu 2-15.



Hình 2-31. Bố trí đoạn chêm ở vị trí tách dòng

Mặt đường ở phần cuối đoạn hình chêm hẹp dần tới khi bằng chiều rộng bình thường, chiều dài đoạn giảm dần (Z_1 , Z_2 trong hình 2-31) được tính theo bề rộng chỗ phụ thêm và tỷ lệ giảm dần (xem biểu 2-16).

Trường hợp bề rộng lề đường cứng của đường chính đủ để dậu xe thì bề rộng chỗ phụ thêm là bề rộng lề đường cứng, chỉ cần rải mặt đoạn giảm dần với kết cấu mặt đường như ở phần xe chạy.

Bán kính cuối vị trí tách dòng

Biểu 2-15

Hình thức tách dòng	C_1 (m)	C_2 (m)	r (m)
Rời khỏi đường chính	$\geq 3,0$	0,6-1,0	0,6-1,0
Phân rẽ giữa các đường chính	1,80		0,6-1,0

WEBSITE: <http://thietkeduong.com/>

Hotline: 0923.633.686 Cung cấp khóa cứng
AdsRoad

Tỷ lệ giảm dần đoạn chêm ở vị trí tách dòng

Biểu 2-16

Tốc độ xe tính toán (km/h)	Tỷ lệ giảm dần
120	1/12
100	1/11
80	1/10
60	1/8
≤ 40	1/7

(2) Làn xe chuyển tốc

Làn xe chuyển tốc là làn phụ thêm giữa đường chính và đường nối; chiều dài của nó phải đáp ứng nhu cầu người lái thay đổi tốc độ giữa đường chính và đường nối và là khoảng cách an toàn của dòng xe đi vào đường chính.

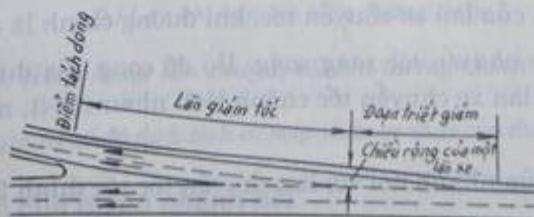
Hình dạng tuyến của làn chuyển tốc: Trên nguyên tắc làn giảm tốc dùng kiểu nối trực tiếp, làn tăng tốc dùng kiểu song song. Nhưng với đường nối có hai làn xe thì làn tăng, giảm tốc đều dùng kiểu nối trực tiếp (hình 2-32).



a) Nối trực tiếp



b) Nối song song



c) Hai làn xe nối trực tiếp

Hình 2-32. Làn xe thay đổi tốc độ

Trên chiều dài của làn tăng, giảm tốc kể từ đầu điểm nhập dòng và đầu điểm tách dòng đến điểm cuối của đoạn thất dần của làn xe phụ trên đường chính hoặc mặt đường rải thêm phải có một chỗ có mặt cắt bằng chiều rộng một làn xe (hình 2-32).

Chiều dài của làn xe chuyển tốc và góc của cửa ra, vào cho ở bảng 2-17

**Chiều dài của làn xe chuyển tốc,
độ thất dần của cửa ra, vào**

Bảng 2-17

Tốc độ xe tính toán của đường chính (km/h)		120	100	80	60	40
Chiều dài làn giảm tốc (m)	Một làn xe	100	90	80	70	30
	Hai làn xe	150	130	110	90	-
Chiều dài làn tăng tốc (m)	Một làn xe	200	180	160	120	50
	Hai làn xe	300	260	220	160	-
Chiều dài đoạn thất dần (m)	Một làn xe	70	60	50	45	40
Tỷ lệ thất dần	cửa ra	Một làn xe	1/25	1/20	1/15	
		Hai làn xe				
	Cửa vào	Một làn xe	1/40	1/30	1/20	
		Hai làn xe				

Chiều dài làn giảm tốc của đoạn đường xuống dốc và chiều dài làn xe tăng tốc của đoạn đường lên dốc phải nhân với hệ số hiệu chỉnh cho ở biểu 2-18.

**Hệ số hiệu chỉnh chiều dài làn xe chuyển tốc
tại các đường dốc**

Biểu 2-18

Độ dốc bình quân của tuyến chính (%)	$i \leq 2$	$2 < i \leq 3$	$3 < i \leq 4$	$4 < i \leq 6$
Hệ số hiệu chỉnh làn giảm tốc đoạn xuống dốc	1,00	1,10	1,20	1,30
Hệ số hiệu chỉnh làn tăng tốc đoạn lên dốc	1,00	1,20	1,30	1,40

Hình dạng tuyến của làn xe chuyển tốc, khi đường chính là đường cong:

(1) *Đối với làn xe chuyển tốc song song*: Do độ cong của đường cong nằm trên đường chính và trên làn xe chuyển tốc chênh lệch nhau rất ít, nên lấy độ cong như của đường chính.

Nối đường cong của nhánh nối với làn chuyển tốc (hình 2-33a):

- *Khi cùng chiều*: dùng đường cong chuyển tiếp hình trứng hoặc đường cong chuyển tiếp kép để nối. Trường hợp bán kính đường cong tròn trên đường chính $R > 1500\text{m}$ thì có thể xem $R \approx \infty$ mà nối trực tiếp vào đầu đường cong chuyển tiếp.

WEBSITE: <http://thietkeduong.com/>

Hotline: 0923.633.686 Cung cấp khóa cứng
AdsRoad

- Khi ngược chiều: Dùng đường cong xoắn ốc hình chữ S để nối: Trường hợp đường cong tròn trên đường chính $R > 2000\text{m}$, có thể xem $R \approx \infty$ mà nối tiếp với đường cong chuyển tiếp.

(2) Đối với làn xe chuyển tốc kiểu trực tiếp: có thể lấy độ cong như của đường chính. Trường hợp đường chính nằm trong phạm vi đường cong chuyển tiếp thì làn chuyển tốc cũng dùng đường chuyển tiếp có cùng thông số. Nhưng tại các cửa vào, mức độ phân ly hoặc thu hẹp giữa tim làn xe trên đường chính và tim làn chuyển tốc cần phù hợp các quy định về độ thất dần của ra, vào ở biểu 2-17.

Việc nối tiếp làn chuyển tốc kiểu trực tiếp cũng xử lý theo phương thức nối của làn xe chuyển tốc kiểu song song (hình 2-33b)



a) Làn chuyển tốc kiểu song song



b) Làn chuyển tốc kiểu đường thấp

Hình 2-33. Hình dạng làn chuyển tốc khi đường chính là đường cong

Ghi chú: W_1, W_2 là trị số độ dịch tính từ mép phân xe chạy của đường chính

II. Mặt cắt dọc của tuyến nhánh nối

Nhánh nối và các bộ phận nối với đường chính cần có trắc dọc liên tục êm thuận, tránh sự thay đổi đột ngột của tuyến.

Thiết kế trắc dọc nhánh nối cần tuân thủ các nguyên tắc sau đây:

(1) Độ dốc dọc nhánh nối phải thích ứng với sự thay đổi tốc độ xe chạy trên đó. Đường nối lên dốc tăng tốc và nhánh nối xuống dốc giảm tốc phải sử dụng dốc dọc thoải, tránh sử dụng độ dốc bằng hoặc gần bằng độ dốc tối đa.

(2) Bản thân đường nối và các nơi thay đổi dốc dọc ở phần đầu đường nối cần bố trí đường cong đứng có bán kính đủ bảo đảm tầm nhìn dừng xe. Tại các địa điểm nhập dòng, tách dòng và các đường cong đứng gần các điểm đó, ngoài yêu cầu đảm bảo tầm nhìn dừng xe còn phải đảm bảo yêu cầu dự đoán được tình hình đường sá phía trước, để các dòng nhập tăng tốc hoặc dòng tách giảm tốc có thể chạy an toàn.

1. Dốc dọc tối đa

Các trị số quy định về độ dốc dọc tối đa của đường nối xem biểu 2-19.

Độ dốc dọc tối đa của nhánh nối

Biểu 2-19

Tốc độ xe tính toán (km/h)	Khu vực thông thường (%)	Khu vực băng tuyết (%)
80	4	5
60	5	6
50	5,5	6
≤ 40	6	-

2. Độ dốc dọc hợp thành của đường nối

Độ dốc dọc tối đa của đoạn cong của đường nối, cần xét đến yêu cầu về độ dốc hợp thành. Độ dốc hợp thành tối đa cho ở biểu 2-20.

Độ dốc hợp thành tối đa trên đường nối

Biểu 2-20

Tốc độ xe tính toán trên nhánh nối (km/h)	80,60,50	40,35,30
Độ dốc hợp thành tối đa (%)	10,5	11,0

Ghi chú: Độ dốc hợp thành tối đa khu vực băng tuyết nên nhỏ hơn 8,0%, tốt nhất nên dưới 6,5%

3. Bán kính đường cong đứng tối thiểu

Bán kính đường cong đứng tối thiểu và chiều dài đường cong đứng tối thiểu của đường nối xem biểu 2-21.

WEBSITE: <http://thietkeduong.com/>

Hotline: 0923.633.686 Cung cấp khóa cứng
AdsRoad

**Bán kính tối thiểu và chiều dài tối thiểu
đường cong đứng của đường nổi**

Biểu 2-21

Tốc độ xe tính toán trên đường nổi (km/h)			80	60	50	40	35	30
Bán kính đường cong đứng tối thiểu (m) của nhánh nổi	lối	Trị số chung	4500	2000	1600	900	700	500
		Trị số cực hạn	3000	1400	800	450	350	250
	lôm	Trị số chung	3000	1500	1400	900	700	400
		Trị số cực hạn	2000	1000	700	450	350	300
Chiều dài đường cong đứng tối thiểu (m)	Trị số chung		100	70	60	40	35	30
	Trị số cực hạn		70	50	40	35	30	25

Bán kính tối thiểu và chiều dài tối thiểu đường cong đứng phụ cận điểm tách luồng xem biểu 2-22.

**Bán kính tối thiểu và chiều dài tối thiểu đường cong đứng
tại điểm tách luồng**

Biểu 2-22

Tốc độ xe tính toán trên đường chính (km/h)			120	100	80	60
Bán kính đường cong đứng tối thiểu (m)	Hình lối	Trị số chung	2000	1800	1600	900
		Trị số cực hạn	1400	1100	800	450
	Hình lôm	Trị số chung	1500	1500	1400	900
		Trị số cực hạn	1000	850	700	450
Chiều dài tối thiểu đường cong đứng (m)	Trị số chung		70	65	60	40
	Trị số cực hạn		50	45	40	35

4. Siêu cao của đường nổi

Căn bố trí siêu cao trên các đường cong bán kính nhỏ của đường nổi. Các trị số siêu cao các đường cong tròn bán kính khác nhau của các loại đường nổi xem biểu 2-23. Siêu cao gồm các trạm thu phí cần nhỏ hơn các trị số tương ứng tính theo tốc độ xe tính toán cho nhánh nổi, ngược lại, tại các chỗ tách dòng, nhập dòng thì phải lớn hơn một ít.

Siêu cao của đường cong tròn đường nổi

Biểu 2-23

Tốc độ xe tính toán trên đường nổi (km/h)	80	60	50	40	35	30	Siêu cao (%)
Bán kính đường cong tròn (m)	Dưới 280	dưới 140	dưới 90	dưới 50	dưới 40	-	9-10
	280-330	140-180	90-120	50-70	40-50	Dưới 30	8-9
	330-380	180-220	120-160	70-90	50-60	30-40	7-8
	380-450	220-270	160-200	90-130	60-90	40-60	6-7
	450-540	270-330	200-240	130-160	90-110	60-80	5-6
	540-670	320-420	240-310	160-210	110-140	80-110	4-5
	670-870	420-560	310-410	210-280	140-220	110-150	4
	870-1240	560-800	410-590	280-400	220-280	150-220	3
	Trên 1240	Trên 800	Trên 590	Trên 400	Trên 280	Trên 220	2

Ghi chú: Khu vực băng tuyết, siêu cao không được quá 6%, độ dốc hợp thành không vượt quá 8%.

Trường hợp bán kính đường cong tròn ở đoạn cong lớn hơn các số liệu cho ở biểu 2-24, thì có thể giữ độ khum của mái dốc bình thường.

Bán kính đường cong tròn vẫn giữ độ khum
mái dốc bình thường

Biểu 2-24

Tốc độ xe tính toán trên nhánh nổi (km/h)		80	60	50	40	35	30
Độ dốc mái đường (%)	1,5	2.500	1.500	1.000	600	500	350
	2,0	3.500	2.000	1.300	800	650	500

Giữa đoạn đường thẳng đến đoạn đường cong tròn có siêu cao hoặc giữa hai đường tròn có siêu cao khác nhau phải bố trí một đoạn nổi siêu cao. Chiều dài đoạn nổi siêu cao phải căn cứ vào tốc độ chạy xe tính toán, mật cắt ngang, vị trí của trục quay và tỷ lệ chiết giảm để xác định. Tùy theo tốc độ xe tính toán, trục ngang, vị trí trục quay và tỷ lệ chiết giảm. Chiều dài đoạn nổi siêu cao l_x tính theo công thức:

$$l_x = \frac{B \cdot \Delta i}{\Delta p} \quad (\text{giống 1-16})$$

Trong đó:

B: Chiều rộng từ đường chuẩn đến mép ngoài (m)

WEBSITE: <http://thietkeduong.com/>

Hotline: 0923.633.686 Cung cấp khóa cứng
AdsRoad

Δi : Trị số tuyệt đối của hiệu đại số dốc ngang siêu cao (%)

Δp : Tỷ lệ chiết giảm siêu cao quy định (%).

Đoạn nối siêu cao thường được hoàn thành trong phạm vi chiều dài của đường cong chuyển tiếp. Đoạn nối đường cong nên lấy trị số lớn trong hai chiều dài của đường cong chuyển tiếp và chiều dài đoạn nối siêu cao là trị số thiết kế thống nhất.

Bình đồ tuyến của đường nối thay đổi tương đối nhiều, lấy đường tim của mặt đường hoặc đường đỉnh của độ khum mặt đường làm trục quay thì có thể bố trí đoạn nối siêu cao dễ dàng. Tỷ lệ chiết giảm siêu cao của đường nối chia thành hai loại: loại lấy tim mặt đường làm trục quay và loại lấy mép đường làm trục quay, cho ở biểu 2-25a và 2-25b.

Chiết giảm siêu cao đường nối

(lấy tim mặt đường làm trục quay)

Biểu 2-25a

Trắc ngang đường nối		Làn xe đơn một chiều	Làn xe kép một chiều và làn xe kép hai chiều (không phân cách)
Tốc độ xe tính toán (km/h)	80	1/250	1/200
	60	1/225	1/175
	50	1/200	1/150
	≤ 40	1/150	1/150

Ghi chú: Trường hợp đặc biệt cho phép dùng 1/100

Chiết giảm siêu cao nhánh nối

(lấy mép đường làm trục quay)

Biểu 2-25b

Trắc ngang	Làn xe đơn một chiều	Làn xe kép một chiều và làn xe kép hai chiều (không phân cách)
Tốc độ xe tính toán (km/h)		
80	1/200	1/150
60	1/150	1/125
50	1/125	1/100
≤ 40	1/100	1/100

Để bảo đảm thoát nước mặt đường, tỷ lệ chiết giảm siêu cao tối thiểu, trong trường hợp dốc ngang ở trạng thái nằm ngang, cho ở biểu 2-26.

Chiết giảm siêu cao tối thiểu

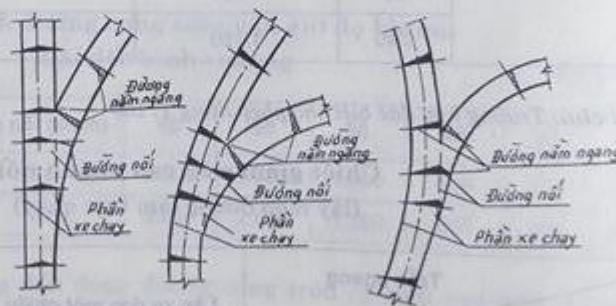
Biểu 2-26

Trắc ngang mặt đường		Làn xe đơn một chiều	Làn xe kép một chiều và làn xe kép hai chiều (không ngăn cách)
Vị trí trục quay	Tâm mặt đường	1/800	1/500
	Mép mặt đường	1/500	1/300

Đoạn nối siêu cao có các cách bố trí sau:

- 1) Khi có đường cong chuyển tiếp thì đoạn nối siêu cao được bố trí trong toàn bộ hoặc một phần chiều dài đường cong chuyển tiếp.
- 2) Khi không có đường cong chuyển tiếp, thì 1/3 - 1/2 đoạn nối siêu cao nằm trên đường cong tròn, phần còn lại nằm trên đường thẳng.
- 3) Khi hai đường cong tròn nối với nhau, thì một nửa đoạn nối siêu cao bố trí trên một đường cong tròn.

Đoạn nối siêu cao phải đều đặn, tránh vụn vồ đổ. Việc bố trí nối siêu cao, xem sơ đồ 2-34.



a) Đường chính là đường thẳng

b) Đường chính và đường nối cùng chiều

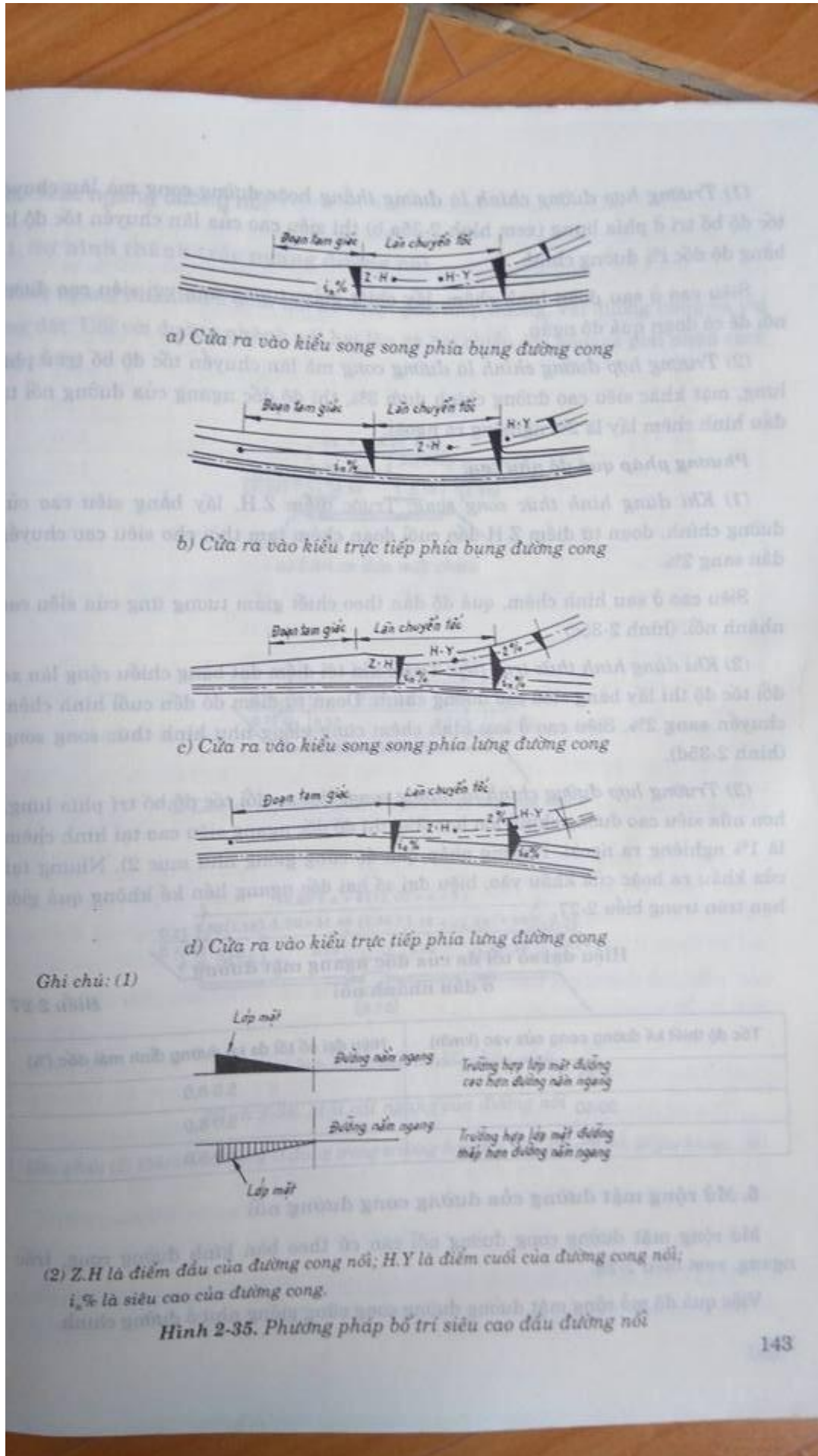
c) Đường chính và đường nối ngược chiều

Hình 2-34. Cách nối siêu cao ở gần nơi tách dòng, nhập dòng

Phương thức bố trí siêu cao và nối siêu cao của đường nối ở gần các điểm tách dòng, nhập dòng quy định như sau: (xem hình 2-35).

WEBSITE: <http://thietkeduong.com/>

Hotline: 0923.633.686 Cung cấp khóa cứng
AdsRoad



(1) Trường hợp đường chính là đường thẳng hoặc đường cong mà làn chuyển tốc độ bố trí ở phía bụng (xem hình 2-35a,b) thì siêu cao của làn chuyển tốc độ lấy bằng độ dốc $i\%$ đường chính.

Siêu cao ở sau đoạn hình chêm, lấy chiết giảm tương ứng với siêu cao đường nổi để có đoạn quá độ ngắn.

(2) Trường hợp đường chính là đường cong mà làn chuyển tốc độ bố trí ở phía lưng, mặt khác siêu cao đường chính dưới 3%, thì độ dốc ngang của đường nổi tại đầu hình chêm lấy là 2% nghiêng ra ngoài.

Phương pháp quá độ như sau:

(1) Khi dùng hình thức song song: Trước điểm Z.H, lấy bằng siêu cao của đường chính, đoạn từ điểm Z.H đến cuối đoạn chêm tạm thời cho siêu cao chuyển dần sang 2%.

Siêu cao ở sau hình chêm, quá độ dần theo chiết giảm tương ứng của siêu cao nhánh nổi. (hình 2-35c)

(2) Khi dùng hình thức trực tiếp: Trước khi tới điểm đặt bằng chiều rộng làn xe đổi tốc độ thì lấy bằng siêu cao đường chính. Đoạn từ điểm đó đến cuối hình chêm chuyển sang 2%. Siêu cao ở sau hình chêm cũng giống như hình thức song song (hình 2-35d).

(3) Trường hợp đường chính là đường cong, làn xe đổi tốc độ bố trí phía lưng, hơn nữa siêu cao đường chính lớn hơn 3%, thì độ dốc ngang siêu cao tại hình chêm là 1% nghiêng ra ngoài. Phương pháp quá độ cũng giống như mục 2). Nhưng tại cửa khẩu ra hoặc cửa khẩu vào, hiệu đại số hai dốc ngang liên kế không quá giới hạn trên trong biểu 2-27.

Hiệu đại số tối đa của dốc ngang mặt đường
ở đầu nhánh nổi

Biểu 2-27

Tốc độ thiết kế đường cong cửa vào (km/h)	Hiệu đại số tối đa tại đường đỉnh mái dốc (%)
< 30	5,0-8,0
30-50	5,0-6,0
≥ 50	4,0-5,0

5. Mở rộng mặt đường của đường cong đường nổi

Mở rộng mặt đường cong đường nổi căn cứ theo bán kính đường cong, trắc ngang, xem biểu 2-28.

Việc quá độ mở rộng mặt đường đường cong cũng giống như ở đường chính.

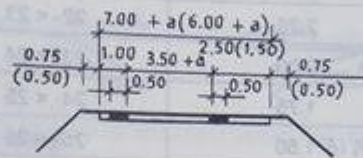
WEBSITE: <http://thietkeduong.com/>

Hotline: 0923.633.686 Cung cấp khóa cứng
AdsRoad

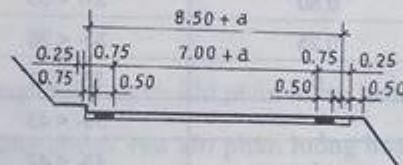
III. Trắc ngang đường nổi

1. Sự hình thành trắc ngang đường nổi

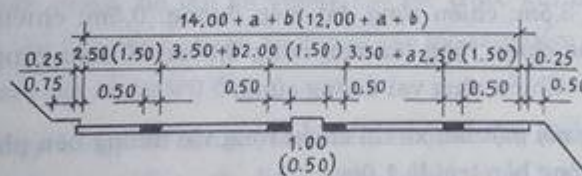
Trắc ngang nhánh nổi gồm làn xe chạy, giải mép đường, vai đường cứng và vai đường đất. Đối với đường nhánh nổi hai làn xe hai chiều còn gồm cả giải phân cách trung ương.



a) Làn xe đơn một chiều



b) Làn xe kép một chiều hoặc làn xe kép hai chiều



c) Làn xe kép hai chiều có dải phân cách

Hình 2-36. Mặt cắt ngang của đường nổi

Ghi chú: (1) Các trị số trong () dùng trong trường hợp đặc biệt; (2) a, b: trị số gia khoan (m)

Trị số mở rộng đường cong tròn trên đường nối Biểu 2-28

đường nối một chiều, một làn xe		đường nối một chiều hai làn xe hoặc hai chiều hai làn xe	
Bán kính đường cong tròn (m)	Mở rộng (m)	Bán kính đường cong tròn (m)	Mở rộng (m)
15- < 21	2,75	15- < 21	3,75
21- < 23	2,50	21- < 22	3,25
23- < 25	2,25	22- < 23	3,00
25- < 27	2,00	23- < 24	2,75
27- < 29	1,75	24- < 25	2,50
29- < 32	1,50	25- < 26	2,25
32- < 36	1,25	26- < 27	2,00
36- < 42	1,00	27- < 29	1,75
42- < 48	0,75	29- < 31	1,50
48- < 58	0,50	31- < 33	1,25
58- < 72	0,25	33- < 36	1,00
≥ 72	0	36- < 39	0,75
-	-	39- < 43	0,50
-	-	43- < 47	0,25
-	-	≥ 47	0

Các chiều rộng quy định cho các bộ phận hợp thành đường nối (xem hình 2-36):
chiều rộng làn xe: 3,5m; chiều rộng dải mép đường: 0,5m; chiều rộng dải phân
cách giữa: 1m (hoặc chiều rộng lan can cứng 0,60m). Chiều rộng vai đường đất
0,75m (hoặc 0,50m). Chiều rộng vai đường cứng:

+ Đối với đường nối một làn xe thì chiều rộng vai đường bên phải là 2,50m (đặc
biệt 1,50m), chiều rộng bên trái là 1,0m.

+ Đối với đường nối hai làn xe: nếu lưu lượng giao thông nhỏ, năng lực thông
hành tương đối dồi dào thì không cần có vai đường cứng mà giữ nguyên dải mép đường.

Trường hợp chiều rộng làn xe, chiều rộng vai đường cứng của đường nối khác
với đường chính thì trong phạm vi đường nối cần bố trí đoạn quá độ với độ chiết
giảm 1/20 - 1/30... Tại địa điểm nhập luồng hoặc phân luồng với đường chính,
chiều rộng làn xe và chiều rộng vai đường cũng phải giống như ở đường chính.

2. Cân đối số làn xe

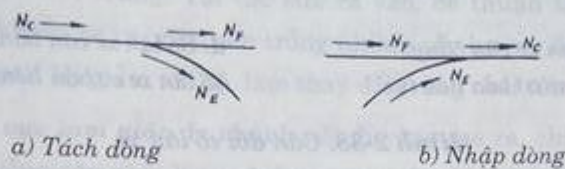
Toàn bộ chiều dài hoặc một đoạn đường tương đối dài đường cao tốc cần có một
số làn xe cơ bản nhất định.

WEBSITE: <http://thietkeduong.com/>

Hotline: 0923.633.686 Cung cấp khóa cứng
AdsRoad

Số lượng làn xe cơ bản của hai đoạn đường cao tốc liền kề cùng chiều, mỗi làn tăng hay giảm không được quá một đường; điểm thay đổi cần cách nút khác mức thông nhau trước đó từ 0,5 - 1,0 km và phải có đoạn chuyển tiếp với tỷ lệ chuyển tiếp không lớn hơn 1/50.

Số lượng làn xe tại điểm tách, nhập luồng cần được tính toán theo công thức (2-7) và hình 2-37 để kiểm nghiệm sự cân đối các làn xe.



Hình 2-37. Cân đối số làn xe tại điểm tách, nhập luồng

$$N_c \geq N_f + N_g - 1 \quad (2-7)$$

Trong công thức:

N_c : số làn xe của đường chính trước khi phân luồng hoặc sau khi nhập luồng.

N_f : Số làn xe của đường chính sau khi phân luồng hoặc trước khi nhập luồng.

N_g : Số lượng làn xe của đường nối từ đường chính tách ra hoặc nhập vào đường chính.

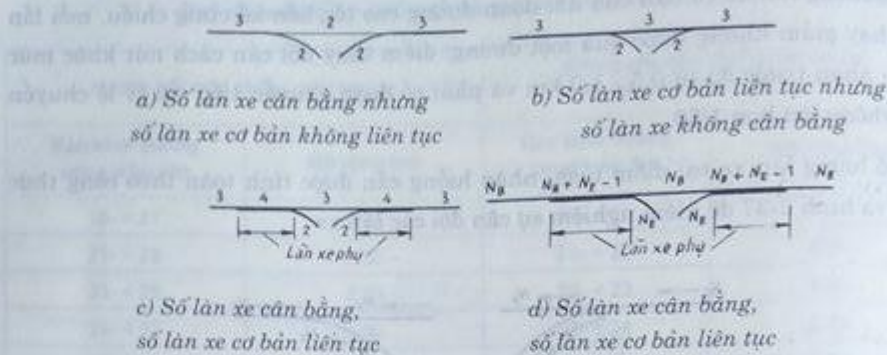
Tại điểm tách dòng: Số làn xe đường cao tốc trước khi đến điểm tách luồng phải bằng hoặc lớn hơn tổng số làn xe đường cao tốc sau điểm tách luồng và số làn xe ở cửa ra nhánh nối nhập trừ đi 1.

Tại điểm nhập dòng: Số làn xe sau điểm nhập luồng phải bằng hoặc lớn hơn tổng số làn xe luồng cao tốc trước điểm nhập luồng và số làn của đường nối nhập trừ đi 1.

Đối với điểm tách, nhập luồng của đường nối hai làn xe, thì phải duy trì số làn xe cơ bản được liên tục, lại phải bảo đảm số làn xe cân đối, nên phải đặt làn xe phụ như hình 2-38d.

Thí dụ: Tại điểm tách, nhập luồng tại nút khác mức Hữu mục trên đường cao tốc Đông Danh của Nhật Bản có hình dạng như hình 2-38c.

Để xe chạy được thông suốt, chiều dài làn xe phụ tại phần tách luồng là 1000m (tối thiểu là 600m) tại phần nhập luồng là 600m.



Hình 2-38. Cân đối số làn xe

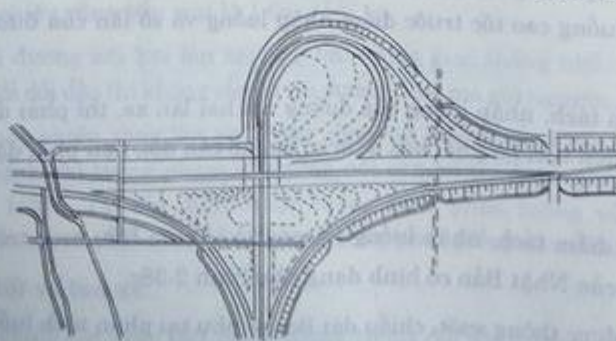
Khi cự ly từ cuối làn xe gia tốc của nút khác mức phía trước đến điểm bắt đầu làn xe giảm tốc của nút phía sau, dưới 500m thì cần bố trí làn xe phụ, để cải thiện điều kiện xe chạy. Trường hợp lưu lượng giao thông lớn, thì dù cự ly trên đạt đến 2000m, cũng cần bố trí làn xe phụ liên tục.

Khi bố trí làn xe phụ, cần có biển báo hướng dẫn, vạch làn xe v.v. để đảm bảo an toàn chạy xe.

§8. THIẾT KẾ CẢNH QUAN NÚT KHÁC MỨC

Thiết kế cảnh quan các nút giao khác mức phải phối hợp với việc bố trí tuyến, phải hài hoà với môi trường xung quanh để phát huy hiệu quả tổng thể về cảnh quan trong phạm vi của nút, tăng khả năng nhận biết nút, tăng độ an toàn và cảm giác thoải mái. Khi thiết kế cần tuân theo các yêu cầu sau:

1) Phương pháp thiết kế cảnh quan mặt dốc: Tiến hành sửa chữa mái taluy, giữ cho mặt dốc, chân dốc hài hoà; mái taluy đường nổi đắp đất khi tới độ cao gần nền đất thiên nhiên cần làm thoải hơn để tăng vẻ mỹ quan. Việc tu chỉnh mặt dốc, nói chung chỉ tiến hành trong phạm vi khu vực bao quanh đường nổi (xem hình 2-39).



Hình 2-39. Tu chỉnh mặt dốc khu vực nút

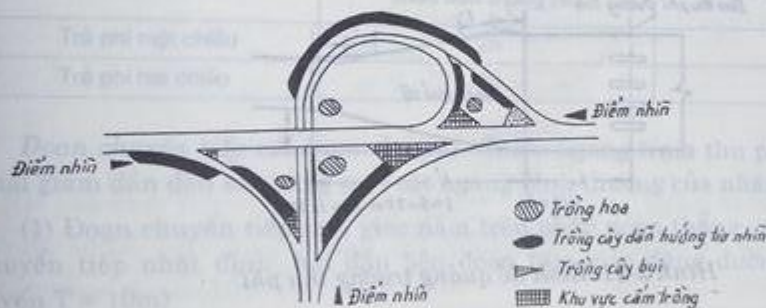
WEBSITE: <http://thietkeduong.com/>

Hotline: 0923.633.686 Cung cấp khóa cứng
AdsRoad

2) **Cây xanh:** Nói chung, chia ba loại: cây xanh ở dải phân cách giữa, cây xanh bên đường và cây xanh cân bằng cảnh quan. Ở dải giữa có thể trồng cỏ, cây bụi thấp, cây thân nhỏ; cây xanh hai bên đoạn đường dốc có thể trồng cây bụi, cây gỗ; cây xanh cân bằng cảnh quan có thể trồng cây cỏ có hoa, bố trí ở khu vực nút và gần các vật kiến trúc.

Khi trồng cây ở khu vực nút khác mức, cần trồng các loại cây khác nhau tạo thành các dấu hiệu đặc trưng. Tại các cửa ra vào, để thuận tiện cho người lái, giảm tốc độ, điều khiển xe ra, vào, nên trồng những cây hướng dẫn tầm nhìn, gián tiếp hướng dẫn người lái giảm tốc độ, làm thay đổi trạng thái tâm lý khi vận hành.

3) **Trong khu vực tam giác** do nhánh nối đi vòng tạo ra, chỉ có thể trồng hoa cảnh, cũng như trồng cây phía bụng đường cong tròn đều phải đảm bảo tầm nhìn và có tác dụng dẫn hướng cho xe. Xem hình 2-40.



Hình 2-40. Thí dụ về trồng cây tại nút khác mức

4) **Khi đường qua các khu vực** phong cảnh thiên nhiên hoặc các dải rừng cây, cần chú ý giữ gìn môi trường sinh thái, cố gắng không can thiệp vào khu vực sinh sống của động vật hoang dã cần bảo vệ, nhằm bảo tồn cảnh quan thiên nhiên và cân bằng sinh thái.

Việc thoát nước trong phạm vi nút, cần thiết kế thống nhất với việc thoát nước của các đường giao nhau, tạo thành hệ thống thoát nước hoàn chỉnh.

5) **Các công trình trên đường** như cầu, tường chắn đất, thiết bị chống tiếng ồn phải bảo đảm mỹ quan. Việc đảm bảo mỹ quan không những đòi hỏi phải có ngoại hình và tỷ lệ thích ứng với chức năng của nó, mà còn phải có đường nét thanh thoát, thoáng đãng, lại phải có kết cấu chắc chắn, nền móng ổn định, mang dấu ấn và hơi thở của thời đại, bảo đảm các công trình hài hoà với cảnh quan khu vực và công trình kiến trúc xung quanh.

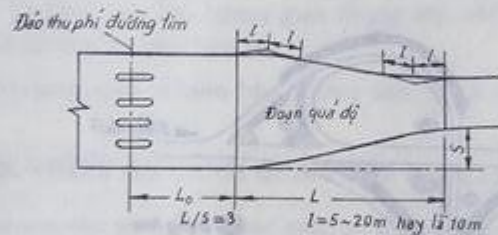
59. THIẾT KẾ QUẢNG TRƯỜNG THU PHÍ TẠI NÚT KHÁC MỨC THÔNG NHAU

Yêu cầu thiết kế hình học quảng trường thu phí như sau:

(1) Khi quảng trường thu phí đặt trên đường chính, tức trạm thu phí của đường chính, thì yêu cầu tuyến trên bình đồ cũng giống như yêu cầu tuyến trên đường chính giao khác mức.

Khi quảng trường thu phí đặt trên hệ thống đường nối của nút hoặc trên tuyến nối, tức trạm thu phí của nút khác mức liên thông thì bán kính của nó không dưới 200m.

(2) Bình đồ trạm thu phí, xem hình 2-41. Trong sơ đồ $\frac{L}{S} = 3$, $l = 5 - 20$ m (thường dùng 10m).



Hình 2-41. Bình đồ quảng trường thu phí

Từ quảng trường thu phí tới đoạn có chiều rộng tiêu chuẩn, phải bố trí đoạn chuyển tiếp. Trong hình, L_0 là khoảng cách từ tim đảo thu phí tới điểm đầu đoạn chuyển tiếp; đối với trạm thu phí của nút là 20-25m, đối với trạm thu phí đường chính là 40-50m.

Đối với quảng trường thu phí của nút: Khoảng cách từ điểm giữa tới điểm phân rẽ nhánh nối không được dưới 75m, tới điểm giao nhau trên mặt bằng của đường bị giao cắt không dưới 150m, trường hợp không đạt, thì thêm một lần đầu xe trên đường bị giao cắt.

(3) Độ dốc dọc quảng trường thu phí nói chung nên dưới 2% (cá biệt có thể dưới 3%).

Bán kính đường cong đứng tại quảng trường thu phí: Khi quảng trường thu phí đặt trên đường chính thì giống như tiêu chuẩn trên đường chính của nút giao khác mức liên thông; khi đặt trên đường nối hoặc đường liên lạc thì bán kính đường cong đứng cần lớn hơn 800m.

Độ dốc ngang quảng trường thu phí là 1.5 - 2% (để bảo đảm độ bằng mặt đường lấy 1.5% là thích hợp).

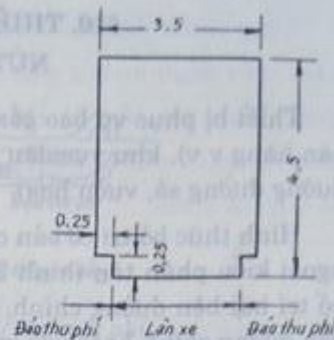
WEBSITE: <http://thietkeduong.com/>

Hotline: 0923.633.686 Cung cấp khóa cứng
AdsRoad

(4) Chiều rộng làn xe giữa các đảo thu phí là 3,0 - 3,2m, chiều rộng làn xe bên mép là 3,5 - 4,0m. Chiều rộng đảo thu phí 2,0 - 2,2m, chiều dài 20 - 25m, thiết kế cụ thể tùy thuộc tình hình thiết bị thu phí. Đầu đảo thu phí có chiều cao vừa đủ, mũi hình chêm, đầu đảo phải có biển báo dễ nhìn thấy.

(5) Trước, sau đảo thu phí phải làm mặt đường bê tông xi măng, với chiều dài quy định ở biểu 2-29.

(6) Cổng trạm thu phí hoặc hành lang nối với đảo thu phí cần bảo đảm giới hạn tĩnh không của làn xe như hình 2-42.



Hình 2-42. Giới hạn tĩnh không làn xe trạm thu phí

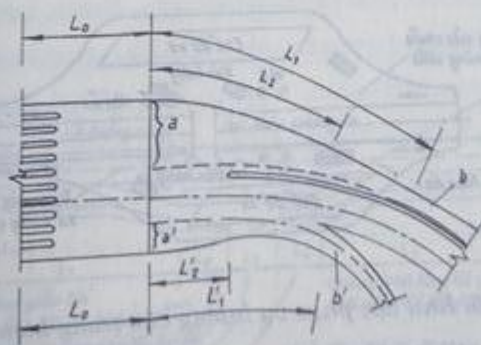
Chiều dài đoạn mặt đường bê tông trước, sau đảo thu phí **Biểu 2-29**

Hình thức thu phí	Trạm thu phí của nút khác mức liên thông (m)	Trạm thu phí đường chính (m)
Trả phí một chiều	25	50
Trả phí hai chiều	20	40

Đoạn chuyển tiếp với trạm thu phí: Chiều ngang trạm thu phí tương đối rộng, phải giảm dần đến khi bằng mặt cắt ngang bình thường của nhánh nối.

(1) Đoạn chuyển tiếp tam giác nằm trên phần đoạn thẳng, cần thoả mãn tỷ lệ chuyển tiếp nhất định; hai đầu bên đoạn tam giác dùng đường cong tròn (tiếp tuyến $T = 10m$)

(2) Đối với đoạn chuyển tiếp nằm trên đường cong, nên nối bằng đường cong parabol như hình 2-43.



Hình 2-43. Đoạn chuyển tiếp của quảng trường thu phí

L_0 : Chiều dài quy định một bên của tam quảng trường thu phí; L_1, L'_1 : Chiều rộng đoạn chuyển tiếp; L_2, L'_2 : Chiều dài thêm của nhánh nối ngoài.
 a, a' : Chiều rộng tại điểm đầu đoạn chuyển tiếp; b, b' : Chiều rộng tại điểm cuối đoạn chuyển tiếp.

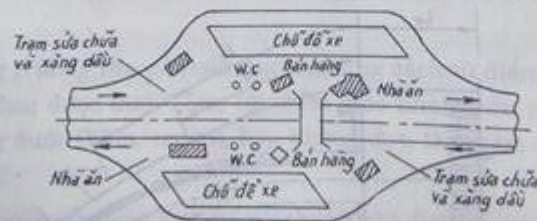
§10. THIẾT BỊ PHỤC VỤ TRONG PHẠM VI NÚT KHÁC MỨC THÔNG NHAU

Thiết bị phục vụ bao gồm khu vực phục vụ (trạm lấy xăng dầu, nhà nghỉ, gian bán hàng v.v), khu vực đậu xe (bãi đỗ xe, điện thoại v.v) và thiết bị phụ (trạm bảo dưỡng đường sá, vườn hoa).

Hình thức bố trí cơ bản của khu phục vụ trên đường cao tốc là hình thức hướng ngoại kiểu phân tán (hình 2-44). Hình thức phân tán là hình thức mà bãi đậu xe bố trí hai bên đường chính, cách ly bởi đường chính mà không tập trung vào một bên đường chính hoặc vào giữa hai làn xe chạy. Ngoài ra, cần cứ theo sự bố trí nhà ăn: bố trí sát vào phía trong hay phía ngoài mà chia thành hai loại: hướng nội hay hướng ngoại. Hình 2-45 là khu phục vụ hướng nội kiểu phân tán tại nút khác mức trên đường cao tốc Đông Danh của Nhật Bản.



Hình 2-44. Khu phục vụ hướng ra ngoài kiểu phân tán



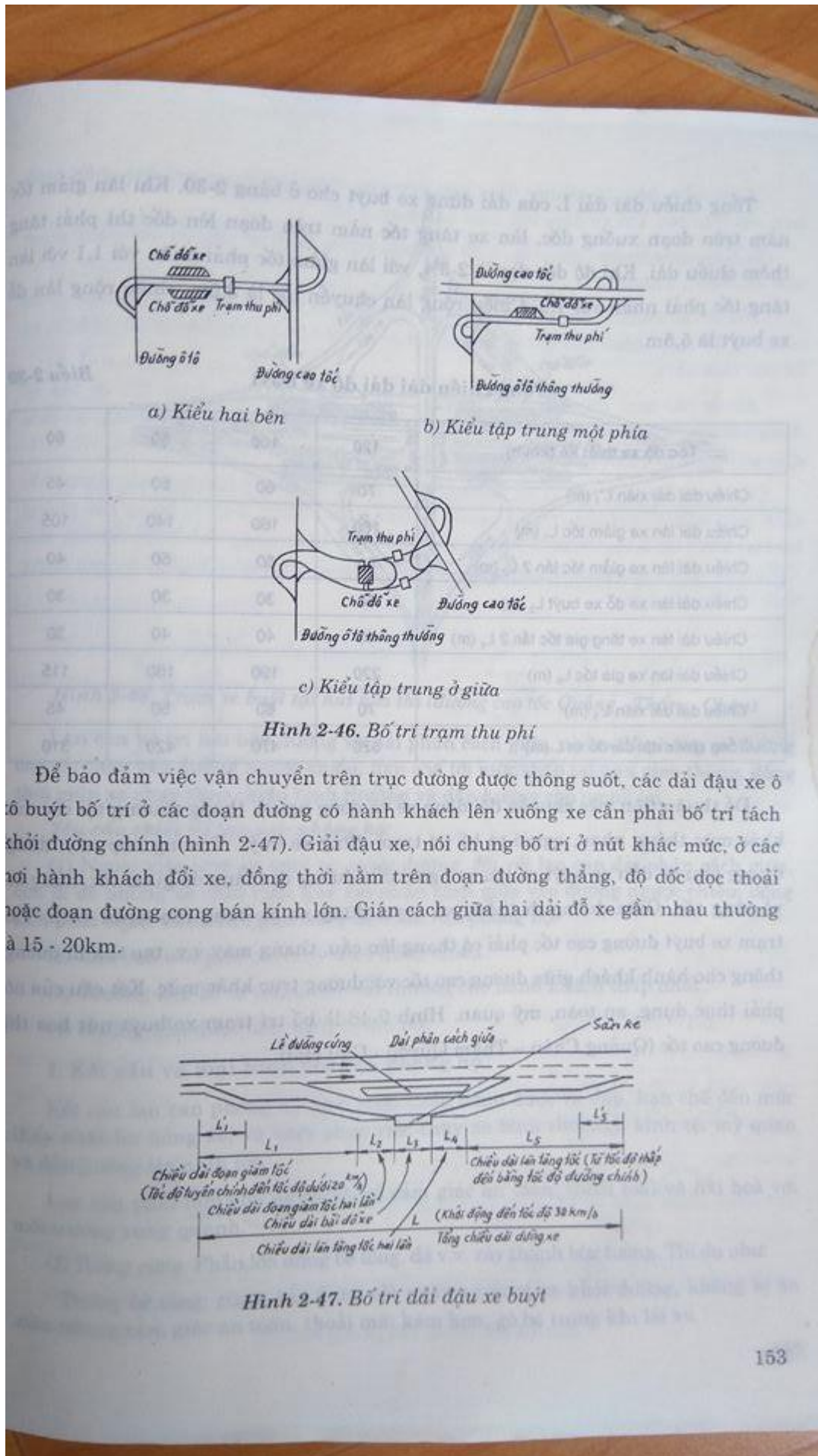
Hình 2-45. Khu vực phục vụ hướng vào trong kiểu phân tán

Thiết kế bãi đậu xe phải bảo đảm số xe thiết kế có thể đậu hợp lý và ra, vào tự do, đồng thời sử dụng hợp lý đất đai.

Để quản lý việc thu phí đường cao tốc, trạm thu phí và bãi đậu xe có thể bố trí như sơ đồ 2-46.

WEBSITE: <http://thietkeduong.com/>

Hotline: 0923.633.686 Cung cấp khóa cứng
AdsRoad



Tổng chiều dài dải L của dải dừng xe buýt cho ở bảng 2-30. Khi làn giảm tốc nằm trên đoạn xuống dốc, làn xe tăng tốc nằm trên đoạn lên dốc thì phải tăng thêm chiều dài. Khi độ dốc dọc là 2-3%, với làn giảm tốc phải nhân với 1,1 với làn tăng tốc phải nhân với 1,2. Chiều rộng làn chuyển tốc là 3,5m, chiều rộng làn đỗ xe buýt là 5,5m.

Tổng chiều dài dải đỗ xe buýt

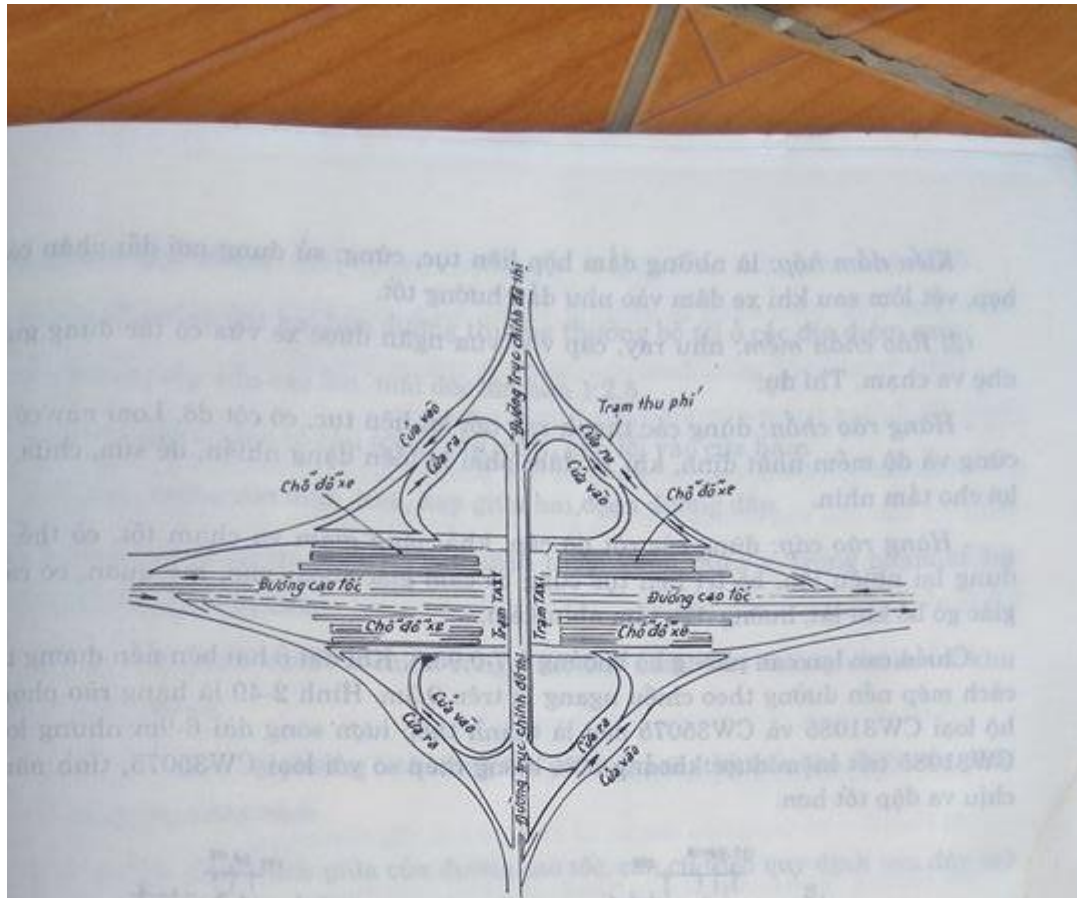
Biểu 2-30

Tốc độ xe thiết kế (km/h)	120	100	80	60
Chiều dài dải xiên L'_1 (m)	70	60	50	45
Chiều dài làn xe giảm tốc L_1 (m)	180	160	140	105
Chiều dài làn xe giảm tốc lần 2 L_2 (m)	50	50	50	40
Chiều dài làn xe đỗ xe buýt L_3 (m)	30	30	30	30
Chiều dài làn xe tăng gia tốc lần 2 L_4 (m)	40	40	40	30
Chiều dài làn xe gia tốc L_5 (m)	220	190	160	115
Chiều dài dải xiên L'_5 (m)	70	60	50	45
Tổng chiều dài dải đỗ xe L (m)	520	470	420	310

Để thuận tiện việc chuyển đổi dòng xe và dòng người, thông thường tại các nút khác mức thông nhau, người ta bố trí trạm dừng xe buýt. Trường hợp này, dùng đường phụ để dẫn xe buýt ra làn xe ngoài của đường đi thẳng để giảm tốc, dừng xe và tăng tốc. Giữa đường đi thẳng và trạm dừng xe có hàng rào ngăn cách. Tại trạm xe buýt đường cao tốc phải có thang lên cầu, thang máy v.v. tạo thành đường thông cho hành khách giữa đường cao tốc với đường trục khác mức. Kết cấu của nó phải thực dụng, an toàn, mỹ quan. Hình 2-48 là bố trí trạm xe buýt nút hoa thị đường cao tốc (Quảng Châu – Thẩm Quyển - Chu Hải).

WEBSITE: <http://thietkeduong.com/>

Hotline: 0923.633.686 Cung cấp khóa cứng
AdsRoad



Hình 2-48. Trạm xe buýt tại nút hoa thị (đường cao tốc Quảng - Thẩm - Châu)

Lan can bố trí hai bên đường và dải phân cách giữa, nhằm để phòng xe đường tốc chạy vào đường ngược chiều, hạn chế tối mức thấp tai nạn giao thông, đồng thời giúp xe chạy theo chiều bình thường và dẫn hướng cho người lái.

Yêu cầu thiết kế lan can phòng hộ:

(1) Ngoài việc cấm xe vượt ra ngoài đường, đối với lan can dải phân cách giữa, cần là để phòng xe chui vượt qua dải phân cách giữa vào đường ngược chiều; đồng thời phải ngăn được việc phá hỏng tấm lan can phòng hộ.

(2) Lan can còn giúp xe chạy theo đúng chiều.

(3) Trường hợp bị va chạm, thì tổn thương cho hành khách thấp nhất.

(4) Hướng dẫn được tầm nhìn người lái.

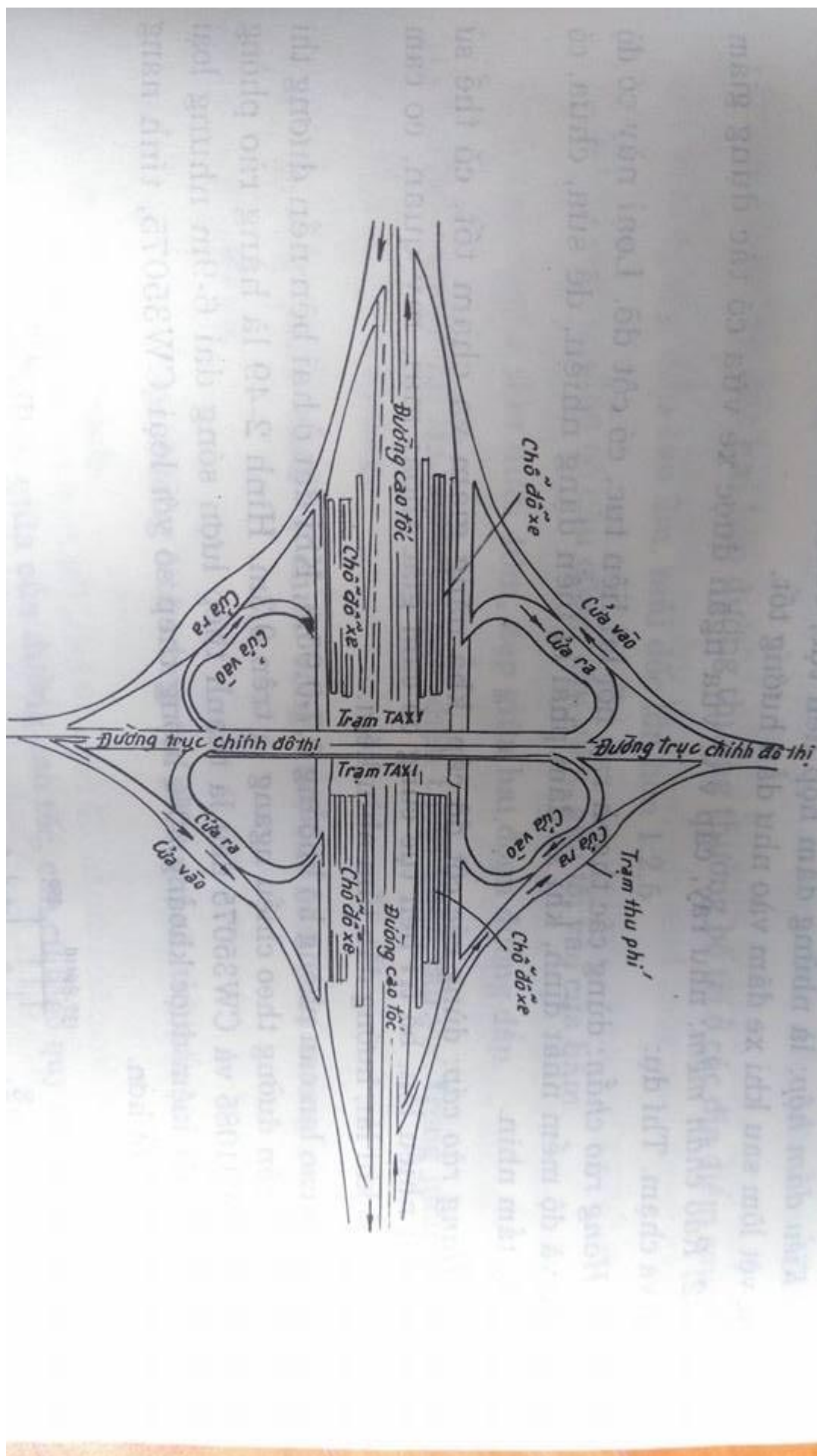
1. Kết cấu và loại hình lan can phòng hộ

Kết cấu lan can phòng hộ phải chắc chắn (chịu được va đập, hạn chế đến mức thấp nhất hư hỏng xe, và khôi phục việc chạy xe bình thường), kinh tế, mỹ quan và dẫn hướng tia nhìn tốt.

Lan can phải làm cho người lái có cảm giác an toàn, thoải mái và hài hoà với môi trường xung quanh.

(1) **Tường cứng:** Phần lớn dùng bê tông, đá v.v. xây thành bức tường. Thí dụ như:

- **Tường bê tông:** cứng, tác dụng tốt ngăn xe vượt ra khỏi đường, không bị ăn mòn nhưng cảm giác an toàn, thoải mái kém hơn, gò bó trong khi lái xe.



WEBSITE: <http://thietkeduong.com/>

Hotline: 0923.633.686 Cung cấp khóa cứng
AdsRoad

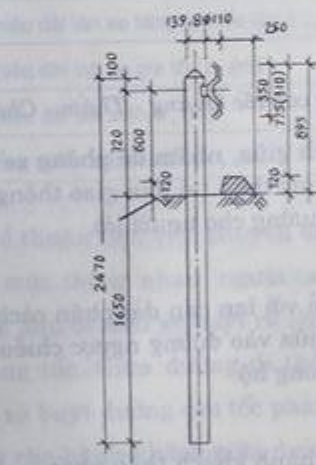
- *Kiểu dầm hộp*: là những dầm hộp liên tục, cứng; sử dụng nơi dải phân cách hẹp, vệt lồm sau khi xe đâm vào như dẫn hướng tốt.

(2) *Rào chắn mềm*: như ray, cáp v.v. vừa ngăn được xe vừa có tác dụng giảm nhẹ va chạm. Thí dụ:

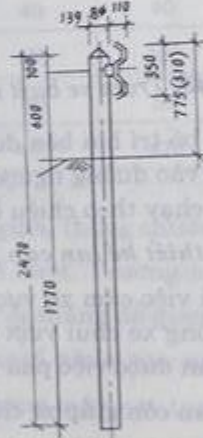
- *Hàng rào chắn*: dùng các thanh ray nối lại liên tục, có cột đỡ. Loại này có độ cứng và độ mềm nhất định, khi xe đâm phải bị biến dạng nhiều, dễ sửa, chữa, có lợi cho tầm nhìn.

- *Hàng rào cáp*: dùng các cột đỡ cáp; khả năng giảm va chạm tốt, có thể sử dụng lại nhiều lần, bố trí liên tục cũng có cảm giác thoải mái, mỹ quan, có cảm giác gò bó khi lái, hướng dẫn tầm nhìn kém.

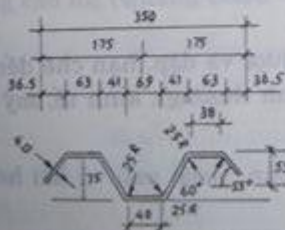
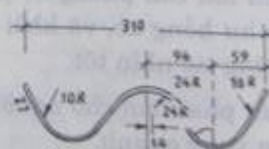
Chiều cao lan can phòng hộ khoảng 0,7-0,95m. Khi đặt ở hai bên nền đường thì cách mép nền đường theo chiều ngang là trên 0,3m. Hình 2-49 là hàng rào phòng hộ loại CW31085 và CW35075 đều là thanh thép lượn sóng dài 6-9m nhưng loại CW31085 tiết kiệm được khoảng 30% lượng thép so với loại CW35075, tính năng chịu va đập tốt hơn.



a) Tình hình chung



b) Khi không có vữa

A. Mặt cắt ngang loại A
(kiểu CW35075)B. Mặt cắt ngang loại B
(kiểu CW31085)

Hình 2-49. Hàng rào phòng hộ (cm)

2. Địa điểm bố trí

Trường hợp lắp đặt hai bên đường thường bố trí ở các địa điểm sau:

- (1) Nền đường đắp cao 2m, mái dốc lớn hơn 1:2,5
- (2) Đoạn đường đào có cầu cống, cầu vượt, gần lối vào của hầm.
- (3) Đoạn đường đào dưới 40m, kẹp giữa hai đoạn đường đắp.
- (4) Khu vực có bố trí cột biển báo, điện thoại khẩn cấp v.v. trong phạm vi 1m ngoài giới hạn tình không.
- (5) Tại đảo phân cách có chiều rộng dưới 5m nằm giữa đường chính và khu phục vụ, bãi đỗ xe.
- (6) Tại các khu vực đường ô tô trong địa phận thị xã, thị trấn mà thấy cần phải bố trí hàng rào ngăn cách.

Đối với dải phân cách giữa của đường cao tốc, căn cứ theo quy định sau đây mà bố trí lan can phòng hộ:

Về nguyên tắc trên dải phân cách giữa của đường cao tốc đều phải bố trí rào chắn hai mặt (kiểu tổ hợp), hoặc khi đặt rào chắn hai bên đường có phần xe chạy trên dưới chênh nhau trên 2m thì có thể chỉ đặt rào chắn một bên của phần xe chạy cao; khi chiều rộng dải phân cách giữa lớn hơn 10m, cũng có thể không đặt rào chắn.

Để bảo đảm giao thông tại nút khác mức được an toàn, nhanh chóng cần phải có dẫn hướng tốt và các tín hiệu giao thông cần thiết. Vì vậy trong phạm vi nút giao cùng mức cần bố trí các biển báo giao thông và các vạch chỉ đường. Các biển báo và vạch kẻ trên đường giao thông là biện pháp quản lý giao thông quan trọng tại các cửa khẩu giao cắt. Các biển báo có thể dùng chữ, hình vẽ, phù hiệu. Các vạch có thể dùng vạch trên đường, mũi tên chỉ đường, các ký tự, các ký hiệu trên mặt đứng các biển báo mép đường v.v để quản lý giao thông và hướng dẫn người, xe qua lại.

Các biển báo chủ yếu là biển cảnh báo, biển cấm, biển hiệu lệnh, biển chỉ đường v.v.

Biển cảnh báo gồm biển báo cửa khẩu nút, biển báo chú ý đèn tín hiệu, biển báo có đường sắt v.v.

WEBSITE: <http://thietkeduong.com/>

Hotline: 0923.633.686 Cung cấp khóa cứng
AdsRoad

Biển báo cấm gồm biển cấm đi vào, biển cấm rẽ theo một hướng nào đó, biển cấm quay đầu, biển dừng xe nhường đường, biển chạy chậm nhường đường v.v...

Biển mệnh lệnh gồm: biển chỉ đường đi thẳng, biển rẽ theo một hướng nào đó, biển chỉ đường trong nút, biển chỉ đường một chiều v.v...

Biển báo hướng dẫn đường gồm chỉ đường biển chỉ hướng, địa điểm, cự ly, biển dự báo của vào đường cao tốc, biển báo của vào đường, biển báo dự báo của ra khỏi đường, biển báo của ra v.v. Tất cả các biển báo, tín hiệu đều phải bảo đảm nhìn rõ cả ban ngày lẫn ban đêm, ngay cả khi thời tiết xấu, nhất là khi mưa gió.

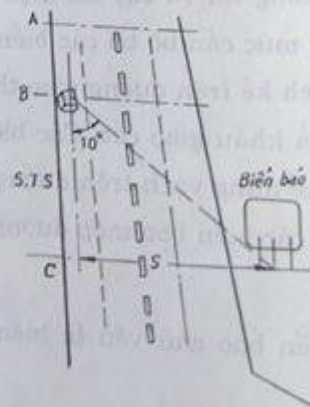
Biển báo cần có đủ các đặc trưng:

- (1) Hình dạng và màu sắc đập vào mắt
- (2) Có đủ kích thước cần thiết.
- (3) Phải ở vị trí đúng tiêu chuẩn, dễ nhìn và biểu thị rõ ràng nội dung của biển báo.
- (4) Không đặt ở chỗ cấm đỗ xe hoặc chỗ khó nhìn thấy.
- (5) Không trở ngại người xe qua lại.

Biển báo hướng dẫn cần đặt ở vị trí rõ ràng dễ nhận thấy. Biển chỉ hướng tiến lên không nên quá gần điểm giao cắt, tốt nhất là không có giao cắt khác giữa biển báo ấy và giao cắt mà biển báo ấy chỉ dẫn. Biển báo cần đặt trên cao, chẳng hạn tại đường cao tốc gần đô thị có thể đặt trên cầu vượt cho người qua lại, và cố gắng tránh các chướng ngại ảnh hưởng đến tầm nhìn.

Người lái cần một khoảng thời gian để nhận biết biển báo. Nếu một biển báo có N chữ thì cần có $\frac{N}{3} + 2$ (s) thời gian để đọc được biển báo đó. Góc nhìn vượt quá 5° so với tia nhìn thì độ nhạy cảm giảm đi rất nhiều. Góc tối đa mà tài xế muốn liếc mắt của mình là 10° . (Hình 2-50)

Giả sử một biển báo đặt cách làn xe chạy một cự ly S , thì ở cự ly $5,7S$ mới đọc và hiểu được biển báo đó và khoảng AB để nhận biết biển báo.



Hình 2-50

$$AB = \frac{V}{3,6} \left(\frac{N}{3} + 2 \right) \quad (\text{m})$$

Trong công thức V là tốc độ xe ô tô (km/h)

Qua nghiên cứu cho thấy, phần lớn lái xe có thể phân biệt được cỡ chữ 75mm ở vị trí tương đối thấp, cách 45m. Vì vậy khi khoảng cách $(AB + 5,7S)$ thì chữ phải lớn hơn $(AB + 5,7S) \frac{75}{45}$ mm.

Vị trí đặt biển báo phải bảo đảm cho người lái xe an toàn và khi cần, có thể dừng xe được. Lúc đó, khoảng cách từ biển báo đến điểm giao cắt phải:

$$Y + 5,7S > \frac{KV}{3,6} + \frac{V^2}{25,92a} \quad (\text{m})$$

Trong công thức:

t: Thời gian phản ứng của người lái xe, lấy 1s

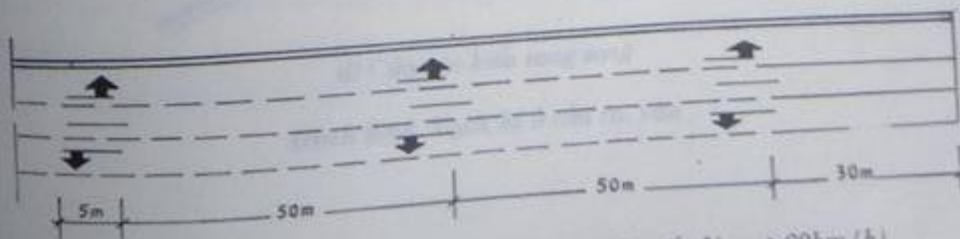
Y: Khoảng cách từ biển báo đến điểm giao cắt (m)

a: Độ giảm tốc (m/s^2), độ giảm tốc hợp lý là $1,5\text{m/s}^2$

$$\frac{V^2}{25,92a} \text{ là do } \left(\frac{V^2}{3,6} \right)^2 \text{ đổi ra.}$$

Các biển báo xem hình 2-51. Bố trí mũi tên chỉ đường và kích thước của nó xem hình 2-52 và 2-53. Bố trí và kích thước vạch chỉ cửa ra, vào xem hình 2-54 và 2-55.

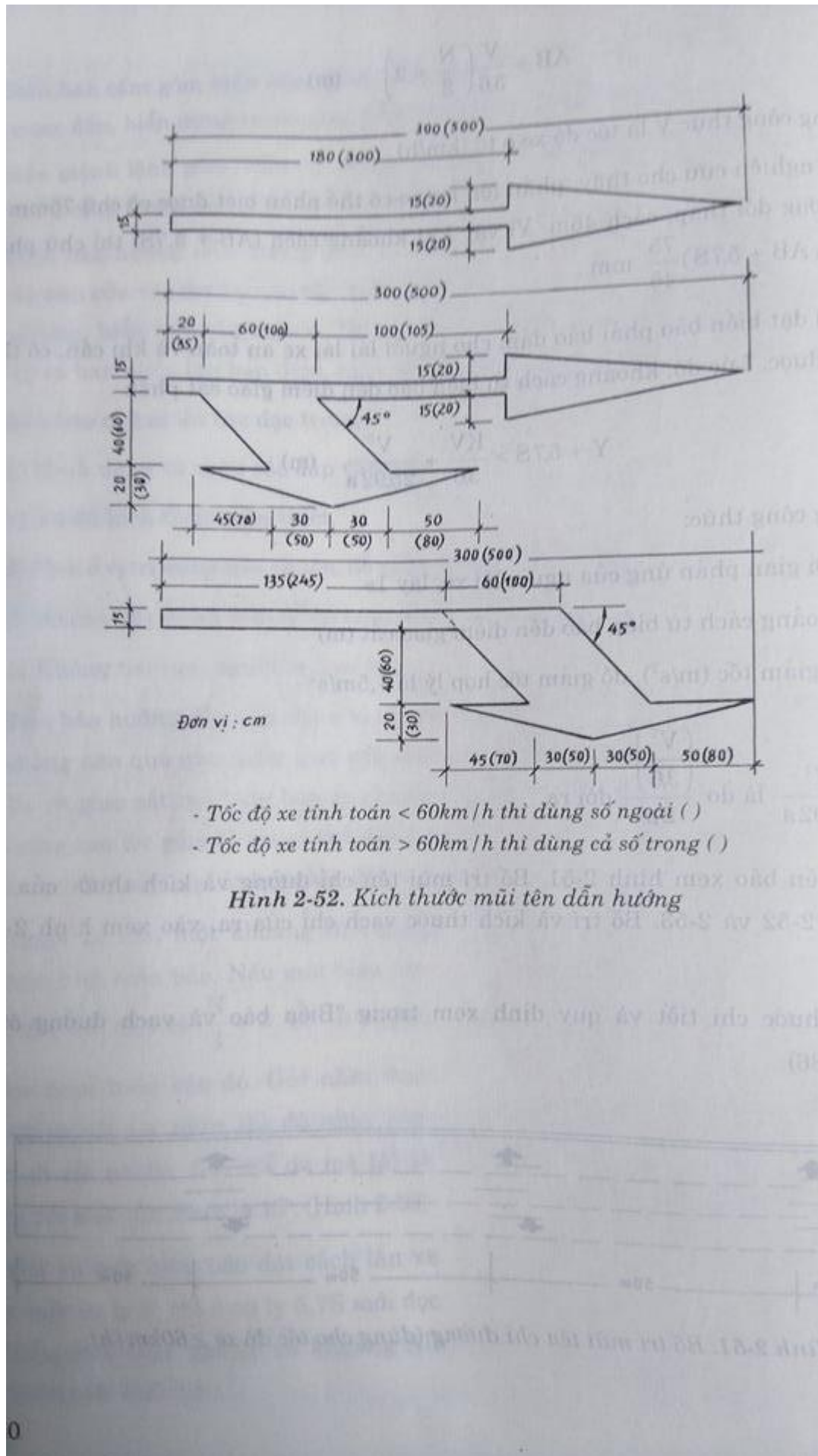
Kích thước chi tiết và quy định xem trong "Biển báo và vạch đường ô tô" (GB 5768-86).

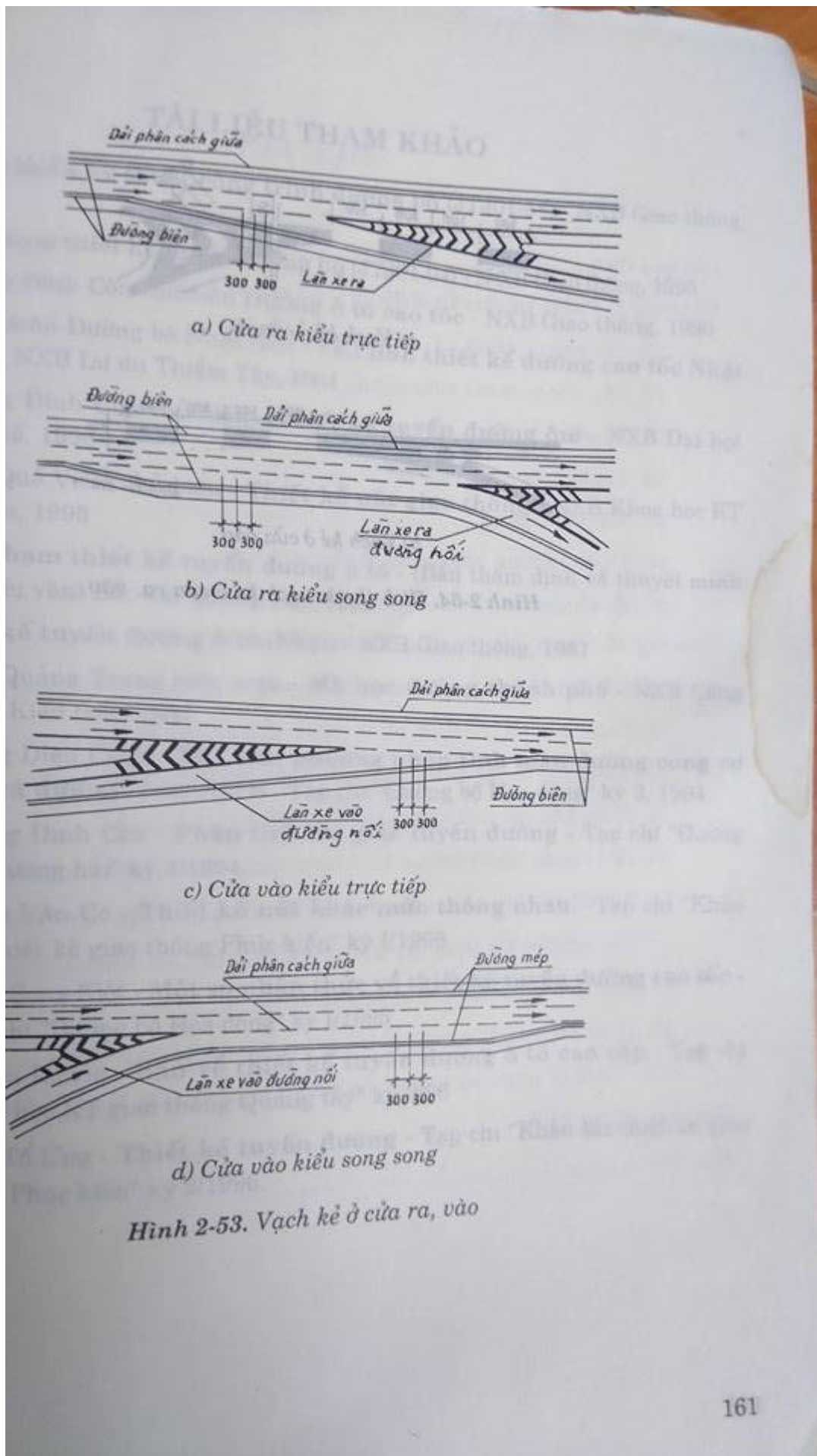


Hình 2-51. Bố trí mũi tên chỉ đường (dùng cho tốc độ xe $\geq 60\text{km/h}$)

WEBSITE: <http://thietkeduong.com/>

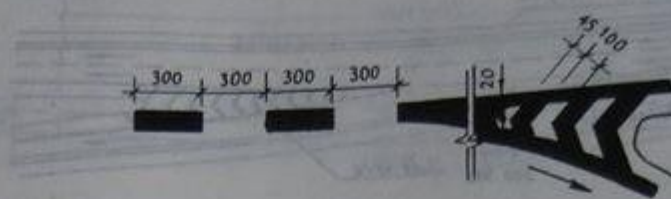
Hotline: 0923.633.686 Cung cấp khóa cứng
AdsRoad



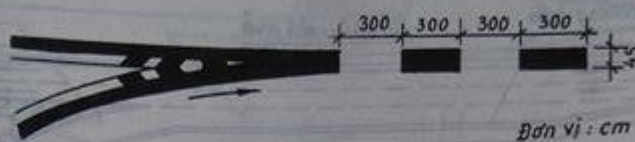


WEBSITE: <http://thietkeduong.com/>

Hotline: 0923.633.686 Cung cấp khóa cứng
AdsRoad



a) Vạch kẻ ở cửa ra



b) Vạch kẻ ở cửa vào

Hình 2-54. Kích thước vạch kẻ ở cửa ra, vào

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Tiêu chuẩn kỹ thuật công trình đường bộ (JTJ01-88) - NXB Giao thông, 1989
- [2] Quy phạm thiết kế tuyến đường bộ (JTJ01-94) - NXB Giao thông, 1995
- [3] Trương Đình Côn chủ biên Đường ô tô cao tốc - NXB Giao thông, 1990
- [4] Công đoàn Đường bộ Nhật Bản - Yếu lĩnh thiết kế đường cao tốc Nhật Bản - NXB Lưu du Thiểm Tây, 1991
- [5] Trương Đình Côn chủ biên - Thiết kế tuyến đường ô tô - NXB Đại học Đồng tế, 1990
- [6] Bằng Quế Viêm chủ biên - Thiết kế nút giao thông - NXB Khoa học KT Hồ nam, 1995
- [7] Quy phạm thiết kế tuyến đường ô tô - (Bản thẩm định và thuyết minh các điều văn) Bắc hải Quảng Tây, 1992
- [8] Thiết kế tuyến đường ô tô (Nhật) - NXB Giao thông, 1981
- [9] Hùng Quảng Trung biên soạn - Mỹ học đường thành phố - NXB Công nghiệp Kiến trúc, 1990
- [10] Hoàng Diêu Canh - Thử bàn phương pháp tính toán đường cong cơ bản và đường cong chữ S - Tạp chí "Đường bộ Hoa đông" kỳ 3, 1994
- [11] Trương Đình Côn - Phân tích thị giác tuyến đường - Tạp chí "Đường bộ Thượng hải" kỳ 4/1994
- [12] Hoàng Văn Cơ - Thiết kế nút khác mức thông nhau - Tạp chí "Khảo sát, thiết kế giao thông Phúc kiến" kỳ I/1996
- [13] Vương Song Kiệt - Một số nhận thức về thiết kế tuyến đường cao tốc - "Tạp chí "Đường bộ Hoa đông" kỳ I/1995
- [14] Hạ Hoa Lương - Bàn về thiết kế tuyến đường ô tô cao cấp - Tạp chí "Khoa học KT giao thông Quảng tây" kỳ 2/96
- [15] Khâu Tổ Ứng - Thiết kế tuyến đường - Tạp chí "Khảo sát thiết kế giao thông Phúc kiến" kỳ 2/1996.