Chương 10 - Thiết kế nền đường, mặt đường và thoát nước

10.1. QUY ĐỊNH CHUNG

10.1.1. CÁC YÊU CẦU CƠ BẢN ĐỐI VỚI NỀN ĐƯỜNG

Nền đường là bộ phận chính của đường ô tô, là móng của kết cấu mặt đường, có ảnh hưởng trực tiếp tới cường độ mặt đường và chất lượng sử dụng của đường, vì vậy khi thiết kế và xây dựng nền đường phải đảm bảo các yêu cầu cơ bản sau đây:

- Ổn định toàn khối: Không để phát sinh sụt, trượt, lún nhiều dưới tác dụng của xe cộ và các nhân tố thiên nhiên;
- Cường độ cao: có đủ năng lực chịu tải, không có những biến dạng nguy hiểm;
- Ổn định đối với nước và thời tiết: cường độ đất của nền đường không được thay đổi lớn khi độ ẩm cao và thời tiết bất lợi.

10.1.2. NỘI DUNG THIẾT KẾ NỀN ĐƯỜNG

Yêu cầu đối với công việc thiết kế nền đường là nghiên cứu các biện pháp nhằm đảm bảo nền đường ổn định tổng thể, vững chắc có cường độ cao và ổn định đối với nước. Để giải quyết các vấn đề này hợp lý, khi thiết kế trước hết cần nắm vững yêu cầu kỹ thuật của cấp đường, nắm vững điều kiện thiên nhiên vùng thiết kế (địa hình, địa chất thuỷ văn, khí hậu) nắm vững quan điểm kinh tế - kỹ thuật, áp dụng các biện pháp kỹ thuật tổng hợp.

Nội dung thiết kế nền đường thường bao gồm:

- Chọn hình dạng và kích thước mặt cắt ngang nền đường hợp lý: bề rộng, mái dốc ta luy, rãnh biên, rãnh đỉnh,... đối với các đoạn khác nhau của đường. Trong các điều kiện bình thường về điều kiện địa hình, địa chất, thuỷ văn, thì chiều cao đào đắp phải áp dụng theo các mặt cắt ngang điển hình. Trong trường hợp phức tạp phải tiến hành các thiết kế riêng biệt.
- Chọn loại đất thích hợp để đắp nền đường, phân bố các lớp đất đắp hợp lý, quy định độ chặt yêu cầu đối với từng đoạn và cho các độ sâu (các lớp đất) khác nhau;
- Quy định chiều cao nền đắp trên mực nước ngầm hoặc nước đọng thường xuyên và những biện pháp kỹ thuật khác nhằm cải thiện chế độ thuỷ nhiệt của nền đường, ngăn nguồn ẩm tác dụng vào nền đường, các biện pháp thoát nước, v.v...
- Trong trường hợp cần thiết phải tính toán kiểm tra sự ổn định của mái dốc nền đường, tính toán sự ổn định của nền đường trên nền đất thiên nhiên, đảm bảo không trượt trên sườn dốc, không lún sụt trên nền đất yếu; tính toán kiểm tra độ lún của nền, tính tốc độ lún; thiết kế các biện pháp đảm bảo sự ổn định của nền đường; công trình chống đỡ kè, tường chắn, công trình thoát nước, gia cố mái ta luy đường, biện pháp xử lý nền trong những trường hợp phức tạp.

10.2. CÁC YẾU TỐ CỦA MẶT CẮT NGANG NỀN ĐƯỜNG

10.2.1. TỔNG QUÁT

Các yếu tố mặt cắt ngang nền đường được biểu thị trên bản vẽ mặt cắt ngang của đường, bao gồm bản thân nền đường (bề rộng nền đường, độ dốc mái ta luy), công trình thoát nước (rãnh biên, thùng đấu, rãnh đỉnh,...), công trình chống đỡ nền đường (kè, tường chắn,...).

10.2.2. CHỌN CẤU TẠO MẶT CẮT NGANG NỀN ĐƯỜNG

Khi chọn cấu tạo mặt cắt ngang nền đường cần xét tới cấp hạng của đường, kết cấu mặt đường, chiều cao đào đắp, đặc trưng cơ lý của đất đắp nền đường, đặc điểm của điều kiện cấu tạo địa chất (tính chất cơ lý và thế nằm của các lớp địa chất), điều kiện nước mặt và nước ngầm, điều kiện địa hình, phương tiện thi công nền đất. Cấu tạo mặt cắt ngang nền đường được chọn theo kết cấu định hình hay theo thiết kế riêng biệt.

10.2.3. MẶT CẮT NGANG ĐỊNH HÌNH

Trong điều kiện bình thường mặt cắt ngang nền đường được thiết kế theo các mặt cắt ngang định hình.

Cấu tạo mặt cắt ngang định hình được nghiên cứu cho các điều kiện khác nhau về chiều cao đào đắp, độ dốc ngang của địa hình, điều kiện địa chất, điều kiện sử dụng đất hai bên đường v.v...

Khi áp dụng mặt cắt ngang định hình tuỳ theo điều kiện cụ thể phải điều chỉnh lại một vài yếu tố có xét tới chiều dày lớp đất hữu cơ, độ lún móng nền đường đắp v.v... Độ dốc ta luy trong Bảng 10-2-1, 10-2-2, 10-2-3, 10-2-4 dùng cho các mặt cắt ngang định hình thường được sử dụng hiện nay.

10.2.4. HÌNH DẠNG TA LUY

Hình dạng ta luy nền đường có thể là đường thẳng, đường gẫy khúc hoặc dạng giật cấp.

Dạng đường thẳng: từ đỉnh đến chân ta luy dùng một độ dốc. Kiểu ta luy này thường dùng khi chiều cao nền đường dưới 6 m và tính chất đất tương đối đồng nhất.

Dạng đường gẫy khúc: thường dùng ở nền đường có chiều cao trên 6 m hoặc khi đất của nền đường có tính chất cơ lý khác nhau.

Dạng giật cấp: ở giữa mái ta luy hoặc tại chỗ phân tầng đất bố trí bậc cấp rộng từ 1-2m. Bậc cấp có độ dốc ngang ra ngoài 3% để thoát nước. Để ngăn nước từ trên xuống đôi khi bố trí rãnh tại bậc cấp. Loại này thường dùng ở nền đường có chiều cao đào đắp lớn và địa chất dễ sụt lở. Trong trường hợp có bố trí bậc thềm ta luy có thể làm dốc hơn.

Đối với đường cao tốc và đường cấp cao đỉnh mái dốc nền đắp được gọt tròn với bán kính R = 2,5m, chân mái dốc nền đắp với R = 8m; đỉnh ta luy nền đào với R = 2H. (H là chiều cao ta luy đào); đỉnh mép vai nền đào với R = 2,5m.

10.2.5. ĐỘ DỐC TA LUY

Độ dốc ta luy nền đường được quy định phụ thuộc vào tính chất của đất đá, loại nền đào hay nền đắp, chiều cao ta luy, điều kiện làm việc của nền đường và phương pháp thi công v.v...

Trong điều kiện bình thường trắc ngang định hình được thiết kế như sau:

10.2.5.1. Ta luy nền đắp

Trong điều kiện đất móng tốt, độ dốc ta luy được quy định theo các Bảng 10-2-1, 10-2-2 và 10-2-3. Trong trường hợp không thể thiết kế theo mái dốc quy định thì phải thiết kế kè, tường chắn, tường bao.

Bảng 10-2-1: Độ dốc tối đa của ta luy đường đắp (tính theo Ctg của mái dốc)

STT	Loại đất đá	Chiều cao đắp	
		Dưới 6 m	Từ 6 - 12 m
1	Các loại đá phong hoá nhẹ	1:1 - 1,3:1	1,3:1 - 1,5:1
2	Đá cục, đá dăm, đá sỏi, cát lẫn sỏi sạn, cát to, cát vừa, xỉ quặng	1,5:1	1,3:1 - 1,5:1
3	Cát nhỏ, cát bột, đất sét, á sét, á cát	1,5:1	phần trên 6m dốc 1,5:1 phần dưới 6m dốc 1,75:1
4	Đất bột, cát nhỏ vùng ẩm ướt	1,75:1	phần trên 6m dốc 1,75:1 phần dưới 6 m dốc 2:1

Ghi chú:

1) Ta luy của nền đắp cao dưới 1m, nếu phạm vi chiếm đất không bị hạn chế, có thể lấy bằng 3:1 để tăng điều kiện an toàn xe chạy.

2) Ta luy của nền đắp trong điều kiện bị ngập không được dốc hơn 2:1 nếu nước đọng không thường xuyên và 2,5:1 nếu nước đọng thường xuyên (trên 20 ngày).

3) Nếu ta luy là đá liền khối, đá chưa bị phong hoá thì có thể làm ta luy thẳng đứng, ta luy mái treo hay làm đường nửa hầm.

4) Đối với đường cao tốc và đường cấp I để đảm bảo an toàn, thuận tiện cho xe chạy với tốc độ cao và yêu cầu về thiết kế cảnh quan ta luy nền đắp nên thiết kế với mái dốc thoải theo các tiêu chuẩn ở Bảng 10-2-2.

5) Trong điều kiện không bị hạn chế về diện tích chiếm đất và kinh phí, để đảm bảo an toàn giao thông và yêu cầu về thiết kế cảnh quan ta luy nền đường nên thiết kế mái dốc thoải theo quy định ở Bảng 10-2-2 không phân biệt cấp đường.

Bảng 10-2-2: Độ dốc ta luy nền đường cao tốc và đường cấp I (tính theo Ctg của mái dốc)

Chiều cao đắp hoặc chiều sâu đào	Mái dốc nền đắp	Mái dốc nền đào
đến 1,2 m	4:1 (3:1)	3:1
3m	3:1 (2:1)	2,5:1 (2:1)
3m - 4,5m	2,5:1 (1,75:1)	2:1 (1,5:1)
4,5m - 6m	2:1 (1,5:1)	1,75:1 (1,5:1)
> 6m	2:1 (1,5:1)	1,5:1

Ghi chú:

- Các trị số trong ngoặc áp dụng cho trường hợp địa hình khó khăn hoặc hạn chế về diện tích chiếm đất cho phép.

Nền đắp trên sườn dốc

- Nếu sườn dốc tự nhiên nhỏ hơn 20% có thể đắp trực tiếp trên nền thiên nhiên sau khi rẫy cỏ.
- Nếu sườn dốc tự nhiên lớn hơn 20% thì phải đánh bậc trước khi đắp. Bề rộng bậc cấp tối thiểu là 1m, nếu thi công cơ giới thì chiều rộng bậc là 3-4m.
- Nếu độ dốc ngang sườn núi lớn thì có thể áp dụng các biện pháp đắp xếp đá với độ dốc ta luy như Bảng 10-2-3, biện pháp dùng kè chân hoặc tường chắn v.v...

Trong các đoạn nền đào nếu vật liệu là đá thì phải được bỏ đi đến 1 chiều sâu từ 150-300mm dưới móng đường. Đối với tất cả các vật liệu khác thì đào đến cao độ móng đường.

Trên các đoạn nền đắp nơi nền đắp được đắp trên nền tự nhiên thì trong phạm vi cách đáy móng áo đường 1,5 m tất cả các vật liệu hữu cơ phải được đào bỏ và làm sạch sẽ ở độ sâu ít nhất là 150mm và phải đầm nén lại, đạt 95% độ chặt tiêu chuẩn. Nền đường sau đó sẽ được đắp và theo lớp có chiều dầy đồng nhất nhỏ hơn 250 mm và đầm đến một độ chặt nhất định trước khi rải lớp tiếp theo.

Bảng 10-2-3: Độ dốc ta luy của nền đường đắp bằng đá (tính theo công)

Cỡ đá (cm)	Chiều cao nền đắp (m)	Phương pháp thi công	Độ dốc ta luy
25	6	xếp đống	1,3:1
25	6 - 20	xếp đống	1,5:1
25	≥ 20	dùng đá lớn xếp mặt ngoài	1:1
40	5	dùng đá lớn xếp mặt ngoài	0,75:1
40	5 - 10	dùng đá lớn xếp mặt ngoài	1:1

Ghi chú:*

Khi bó đá để phòng hộ ta luy thì phải đảm bảo độ dốc ta luy phần bó đá là:

1:1 - khi nước sâu không quá 2 m
1,5:1 - khi nước sâu 2-6m
2:1 - khi nước sâu trên 6m

Bảng 10-2-4: Độ dốc ta luy của nền đường đào (Theo Ctg)

STT	Loại đất đá	Chiều cao mái dốc (m)	Độ dốc ta luy
1	Đá cứng:		
	- phong hoá nhẹ (nứt nẻ)	16	0,2:1
	- dễ bị phong hoá, không bị mềm hoá	16	0,5:1 - 1:1
2	Các loại đá bị phong hoá mạnh	6	1:1
3	Đá rời rạc	6 - 12	1:1 - 1,5:1
4	Đất cát, đất loại sét (sét, á sét, á cát,...) ở trạng thái cứng, nửa cứng, dẻo chặt	12	1,5:1

Chú thích:

1. Đối với đá cứng phong hoá nhẹ có thể dùng dốc ta luy thẳng đứng
2. Khi mái dốc nền đường đào cấu tạo địa chất dễ bị xói, lở (cát nhỏ, cát bột, sét pha cát bột có độ ẩm cao, đá dễ bị phong hoá và nứt nẻ nhiều) nếu chiều cao mái ta luy lớn hơn 2 m và không có tường phòng hộ thì thiết kế thêm phòng hộ giữa mái dốc và rãnh đỉnh có chiều rộng ≥0,5m. Tuỳ theo độ dốc và chiều cao mái dốc nền đào, trạng thái và tính chất của đất.
3. Nếu mái dốc nền đường đào qua nhiều lớp đất đá khác nhau thì phải căn cứ vào đặc tính địa chất của các lớp mà chọn độ dốc ta luy thích hợp.

10.2.5.2. Ta luy nền đào

Trong điều kiện bình thường độ dốc của ta luy nền đào có thể tham khảo Bảng 10-2-4, 10-2-2.

Trong trường hợp không thể thiết kế mái dốc theo quy định thì phải thiết kế kè, tường chắn, tường bao.

Đối với đường cao tốc do yêu cầu về thiết kế cảnh quan và đảm bảo đất đá không bị trượt lở ta luy đường đào,được thiết kế với mái dốc thoải theo tiêu chuẩn ở Bảng 10-2-2 chỉ trong trường hợp khó khăn thì phải thiết kế theo tiêu chuẩn Bảng 10-2-4.

10.2.5.3. Các trường hợp phải thiết kế mặt cắt ngang cá biệt

1. Nền đường phải thiết kế cá biệt (không dùng mặt cắt ngang định hình) trong các trường hợp khi phải kiểm tra ổn định mái dốc, kiểm tra trượt nền đường theo sườn dốc tự nhiên, đánh giá ổn định và biến dạng của móng nền đắp do lún của bản thân các lớp đất đắp nền đường và lún của móng đất yếu. Các trường hợp sau đây phải thiết kế cá biệt.

2. Đối với nền đường đắp:

- nền đường đắp cao hơn 12m;
- nền đường qua bãi sông;

  nền đường đắp trên các bãi lầy không vét hết lầy; nền đường đắp trên đầm lầy, dốc ngang ở đáy lầy dốc trên 10:1

- nền đường trên sườn dốc lớn hơn 3:1

  nền đường ở vùng có địa chất phức tạp như sụt lở, có bùn đá vôi, catstơ;

- nền đường thi công theo phương pháp nổ phá và thuỷ lực
- nền đường có sử dụng các lớp ngăn cách ẩm, đất có cốt, vải địa kỹ thuật v.v...;
- mặt cắt ngang nền đường có dạng phức tạp;
- nền đường có xử dụng nhiều loại đất có đặc trưng cơ lý khác nhau
- nền đường đắp bằng các loại đất có tính chất đặc biệt (đất sét trương nở mạnh, đất ba dan v.v...);

3. Đối với nền đường đào

- chiều cao ta luy đào lớn hơn 12m đối với đất thường và trên 16m đối với đất đá không bị phong hoá mạnh;
- qua tầng địa chất gồm các lớp nghiêng ra phía nền đường;
- nền đào qua tầng chứa nước;
- nền đường đào qua đất sét có độ sệt B > 0,5;
- nền đường đào cao hơn 6m trong các loại đất sét, đất bột dễ bị mất ổn định mái dốc do tác dụng của ẩm và các nhân tố khí hậu;
- nền đường đào ở những nơi có điều kiện địa chất công trình phức tạp (sườn dốc hơn 1:3 đã có hoặc có khả năng phát triển các hiện tượng trượt, khe xói, caestơ, đá lở, bùn đá trôi...)

10.3. BẢO VỆ MÁI TA LUY

10.3.1. MÁI DỐC TỐI ĐA TIÊU CHUẨN CỦA CÁC ĐOẠN ĐẮP VÀ ĐÀO

Mái dốc của các đoạn đắp và đào phải nhỏ hơn hoặc bằng các giá trị cho trong bảng từ 10-2-1 đến 10-2-4

10.3.2. BẢO VỆ RÃNH ĐỈNH

Ở những chỗ đào lớn hơn 6m thì phải có rãnh đỉnh hoặc rãnh chặn nước ở mái dốc (dạng bậc). Các rãnh đỉnh phải có bề rộng đáy tối thiểu là 0.5m và độ dốc bờ rãnh là 1:1,5. Chiều sâu rãnh phải được xác định theo các phương pháp giới thiệu trong mục 10.5, nhưng đối với rãnh thoát nước hai bên đường chiều sâu không được vượt quá 1.5m. Ở những nơi tính toán cho thấy lưu lượng dòng chảy yêu cầu một rãnh có tiết diện lớn hơn thì phải có một rãnh đỉnh trung gian. Độ dốc rãnh phải phù hợp với địa hình và không được nhỏ hơn 0,5%. Tuỳ thuộc vào vật liệu tại hiện trường độ dốc tối đa của rãnh đỉnh không nên vượt quá độ dốc mà có thể gây ra xói rãnh. Vật liệu đào lên từ rãnh đỉnh phải được đổ lên để tạo thành một đê ngăn ở phía thấp của trắc ngang của rãnh.

10.3.3. BẢO VỆ RÃNH BẰNG LÁT ĐÁ

Ở các dốc lớn và dễ xói lở và những nơi dòng chảy lớn vượt quá khả năng chống xói của cỏ mọc ở rãnh thì phải gia cố bảo vệ rãnh bằng đá (cỡ đá 15cm) để bảo vệ mái dốc. Chiều dày của lớp đá bảo vệ nằm trong khoảng từ 20-30cm.

10.3.4. BẢO VỆ MÁI TALUY BẰNG CỎ

Ở những nơi mái ta luy lớn hơn 1:2 thì hầu hết có thể bảo vệ nền đào và nền đắp bằng cỏ hoặc các loại cây cỏ khác. Phải phủ một lớp đất mầu dày tối thiểu 15cm lên mặt taluy đắp hoặc taluy đào để tạo môi trường phù hợp cho cỏ và thực vật phát triển.

10.3.5. BẢO VỆ MÁI TA LUY CÁT VÀ PHA CÁT

Nơi nền đường là đất cát thì cần thiết phải bảo vệ nền đường khỏi bị xói bằng cách xử dụng một lớp bọc ngoài bằng đất sét hoặc các loại đất có độ dính kết cao. Lớp bảo vệ ngoài bằng đất sét phải dày tối thiểu 0,5m và phải xử dụng một lớp lọc ngược để thoát nước cho nền đường.

10.3.6. RÃNH VAI ĐƯỜNG

Ở nơi nền đường vượt quá 6m thì có thể sẽ kinh tế hơn nếu bố trí rãnh dọc gần mép ngoài vai đường và sẽ tốt hơn dùng biện pháp lát đá bảo vệ mái dốc. Việc phân tích kinh tế phải được tiến hành để xác định phương án có chi phí rẻ nhất.

10.4. TIÊU CHUẨN ĐẦM NÉN ĐẤT

10.4.1. TỔNG QUÁT

Tiêu chuẩn yêu cầu đầm nén đất được biểu thị bằng hệ số đầm nén K (hay độ đầm nén), tức tỷ số của dung trọng khô của đất sau khi đầm nén chia cho dung trọng khô của đất tìm được bằng thí nghiệm đầm nén tiêu chuẩn (thí nghiệm Proctor).

10.4.2. CÁC THÍ NGHIỆM TIÊU CHUẨN

Thí nghiệm đầm nén tiêu chuẩn phải tiến hành theo thí nghiệm Protor thông thường hoặc Protor cải tiến (Protor modified) tuỳ theo điều kiện về trang thiết bị thí nghiệm của phòng thí nghiệm hoặc theo yêu cầu của thiết kế. Trong trường hợp thiếu số liệu về độ chặt lớn nhất tìm được bằng thí nghiệm Protor cải tiến có thể dựa vào kết quả thí nghiệm về quan hệ giữa độ chặt thí nghiệm theo Protor cải tiến và Protor thông thường của loại đất tương tự đã có số liệu để suy ra độ chặt tiêu chuẩn đã được thí nghiệm theo Protor thông thường và độ ẩm tốt nhất tương ứng.

Công đầm nén của thí nghiệm Protor thông thường tương đương với hiệu quả lu lèn của xe lu 6-8T; công đầm nén của thí nghiệm Protor cải tiến tương đương với hiệu quả lu lèn 12-15T. Độ chặt tiêu chuẩn thí nghiệm theo Protor thông thường cho độ chặt của đất dưới độ chặt này đường đắp có thể lún ít nhiều; độ chặt tiêu chuẩn thí nghiệm theo Protor cải tiến cho trị số giới hạn cao nhất của độ chặt đầm nén đất, nếu đầm nén trên độ chặt này đất đắp sẽ bị trương nở khi ẩm ướt.

10.4.3. TIÊU CHUẨN ĐỘ NÉN CHẶT YÊU CẦU ĐỐI VỚI NỀN ĐƯỜNG

Độ chặt yêu cầu đối với nền đường quy định tuỳ thuộc vào nền đắp hay nền đào, vào chiều sâu kể từ đáy áo đường được giới thiệu trong Bảng 10-4-1 xác định theo Proctor cải tiến. Trong trường hợp thiếu các số liệu về Proctor cải tiến có thể tham khảo Bảng 10-4-1 xác định theo Proctor thường hoặc dựa vào kết quả thí nghiệm quan hệ giữa Proctor cải tiến và Proctor thường để từ các số liệu quy định về độ chặt của Bảng 10-4-1 để có quy định về độ chặt theo thí nghiệm Proctor thường.

Bảng 10-4-1: Hệ số đầm nén nền đường yêu cầu (theo thí nghiệm Proctor cải tiến)

Loại nền đường	Chiều sâu kể từ đáy áo đường (cm)	Hệ số đầm nén
Nền đắp	0 - 80	≥ 0,93 (0,98)
	≤ 80	≥ 0,90 (0,95)
Nền đào và không đào không đắp	0 - 30	≥ 0,93 (0,98)

Chú thích

1. Đối với đường cao tốc, đường sân bay và đường ô tô có bốn làn xe trở lên và dải phân cách giữa thì độ chặt (hệ số đầm nén) trong phần trên nền đường từ 0-80cm (đường đắp) và từ 0-30cm (đường đào) phải có >0,95.
2. Đối với các vùng khô hoặc ẩm ướt đặc biệt, các trị số yêu cầu về độ chặt trong Bảng có thể giảm xuống 2-3%.
3. Đối với phần nền đường bị ngập nước độ chặt đầm nén yêu cầu tăng 1-2% so với Bảng 10-4-1.
4. Giá trị ở trong ngoặc nên áp dụng đối với Protor thông thường (TCVN 4201 hoặc AASHTO - T99/90).

10.5. CAO ĐỘ THIẾT KẾ NỀN ĐƯỜNG

10.5.1. TỔNG QUAN

Cao độ thiết kế nền đường ở các đoạn ven sông, đầu cầu các đoạn qua cánh đồng ngập nước phải cao hơn mực nước ngập theo tần suất dưới đây (kể thêm chiều cao nước dâng do xây dựng công trình và sóng vỗ vào mái đường) ít nhất là 0,50m.