

L 311

DH114

Gs, Ts. DƯƠNG HỌC HẢI
Ts. HỒ CHẤT

**PHÒNG CHỐNG
CÁC HIỆN TƯỢNG
PHÁ HOẠI
NỀN ĐƯỜNG
VÙNG NÚI**



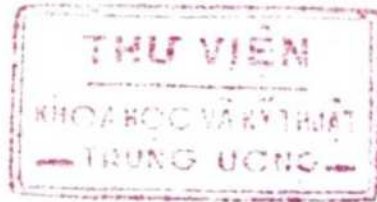
Vv 460/2004



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

Gs, Ts. DƯƠNG HỌC HẢI -

Pgs, Ts. HỒ CHẤT



K.K 2010

PHÒNG CHỐNG CÁC HIỆN TƯỢNG PHÁ HOẠI NỀN ĐƯỜNG VÙNG NÚI

(Tái bản có sửa chữa)

Hiệu đính: PHẠM VĂN TỰ



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT
HÀ NỘI - 2002

L.311.9

DH 414P

460

2004

0. Phụ bản

6 x 8

978 - 74 - 02

KHKT - 02

LỜI NÓI ĐẦU

Các hiện tượng phá hoại nền đường ô tô và nền đường sắt vùng núi thường gắn liền với các điều kiện địa hình, địa chất và địa chất thủy văn hết sức phức tạp. Quy mô và hậu quả của các hiện tượng đó cũng rất khác nhau: có thể chỉ là sự mất ổn định của một khối đất đá nhỏ trong phạm vi nền đường, nhưng cũng có thể là sự mất ổn định của cả một sườn núi trên đó xây dựng nền đường... Chỉ một khối đá đổ hoặc vài trăm mét khối đất sụt cũng có thể làm tắc đường, khi phát sinh đột ngột còn có thể gây ra tai nạn giao thông. Đặc biệt, nếu không được phòng chống và xử lý kịp thời bằng các biện pháp thích đáng thì những hiện tượng phá hoại nhỏ sẽ mau chóng phát triển, dẫn đến những hậu quả nghiêm trọng, phải tốn nhiều công của mới khai thông được đường hoặc thậm chí phải bỏ đường cũ, xây dựng đường mới.

Để phòng chống và có biện pháp xử lý thích hợp, trước hết cần phân biệt rõ các hiện tượng, các loại hình phá hoại và nguyên nhân gây mất ổn định nền đường vùng núi; phải nắm vững cách điều tra, nghiên cứu, phát hiện các nguyên nhân trực tiếp và gián tiếp gây phá hoại nền đường và biết chọn các biện pháp xử lý kịp thời, hợp lý. Các vấn đề nói trên sẽ lần lượt được trình bày trong cuốn sách này theo một quan điểm tổng hợp, nghĩa là xem xét vấn đề một cách toàn diện và đề xuất các biện pháp phòng chống tổng hợp (kinh nghiệm cho hay, cách phòng chống các hiện tượng phá hoại nền đường vùng núi có

hiệu quả nhất là áp dụng các biện pháp xử lý tổng hợp). Với nội dung và quan điểm như vậy, chúng tôi mong rằng cuốn sách nhỏ này sẽ có ích phần nào cho các cán bộ và công nhân kỹ thuật làm công tác khảo sát thiết kế, xây dựng, quản lý và khai thác các tuyến đường miền núi nước ta.

Trong khi trình bày các vấn đề nói trên, chúng tôi đã tham khảo một số tài liệu trong và ngoài nước, và cố gắng tận dụng các kết quả nghiên cứu về lĩnh vực này ở nước ta từ trước tới nay. Tuy nhiên, vì trình độ và khả năng có hạn của người viết, nên cuốn sách không tránh khỏi thiếu sót. Chúng tôi mong rằng, sau lần xuất bản này, được sự góp ý giúp đỡ của các độc giả và đồng nghiệp, cuốn sách sẽ có dịp được sửa chữa, bổ sung thêm.

Cuốn sách gồm bốn chương, trong đó Dương Học Hải viết §1.1 và §1.2 chương 1, chương 3 và chương 4; Hồ Chát viết §1.3 chương 1 và chương 2.

Các tác giả vô cùng cảm ơn giáo sư, tiến sĩ Phạm Văn Ty đã đọc kỹ bản thảo và cho nhiều ý kiến sửa chữa quý báu.

Các tác giả

CHƯƠNG 1

CÁC HIỆN TƯỢNG PHÁ HOẠI NỀN ĐƯỜNG VÙNG NÚI VÀ NGUYÊN TẮC PHÒNG CHỐNG

§1.1. PHÂN LOẠI CÁC HIỆN TƯỢNG PHÁ HOẠI NỀN ĐƯỜNG VÙNG NÚI

Những người làm đường và khai thác đường nước ta thường xuyên phải đối phó với các hiện tượng phá hoại nền đường vùng núi. Hiện tượng này gây cản trở, tắc nghẽn giao thông, đặc biệt trầm trọng là về mùa mưa, trên các tuyến đường bộ và đường sắt vùng Tây Bắc, Việt Bắc, dọc theo dãy núi Trường Sơn, trên các tuyến đường vượt đèo cao, đồi núi ven biển, ven sông, suối... Hàng năm ngành giao thông phải bỏ ra không ít tiền của, công sức, thời gian để hút đất sụt đảm bảo giao thông và xử lý các vùng trượt hoặc xói lở đe dọa phá hoại toàn bộ nền đường.

Để có thể đề ra các biện pháp khảo sát, nghiên cứu, cũng như có biện pháp phòng chống và xử lý thích hợp thì trước hết phải phân biệt rõ các loại hình phá hoại nền đường vùng núi, tức là tiến hành phân loại các hiện tượng đó. Ở đây, các hiện tượng phá hoại nền đường vùng núi được hiểu là *tất cả các hiện tượng di động dưới mọi hình thức của sườn dốc tự nhiên và mái dốc nhân tạo (taluy) theo hướng ra phía ngoài và xuống*

dưới dẫn tới phá hoại nền đường về ổn định toàn khối cũng như về kích thước hình học vốn có của nó. Mức độ tác hại do các hiện tượng phá hoại như vậy gây ra trước hết phụ thuộc vào đặc điểm, phương thức và quy mô chuyển dịch của đất đá. Các biện pháp phòng chống thích hợp, đương nhiên, cũng phụ thuộc vào các yếu tố đó. Vì thế, sự phân loại các hiện tượng phá hoại nền đường vùng núi cũng phải dựa vào những dấu hiệu đặc trưng cho *phương thức* và *quy mô* chuyển dịch của đất đá trên sườn dốc hoặc trên mái dốc. Theo đó, các hiện tượng gây phá hoại nền đường vùng núi, nói chung thường được phân làm ba loại lớn: *sụt lở* (đất đá), *trượt* (đất đá), và *trôi* (đất đá). Mỗi loại này lại được phân biệt kỹ hơn (tức là chia thành nhiều loại hình tỉ mỉ hơn) tùy theo các đặc trưng về điều kiện địa chất tại chỗ, về nguyên nhân trực tiếp thúc đẩy đất đá chuyển dịch và quy mô phá hoại, v.v...

1. Sụt lở

Sụt lở là hiện tượng đất đá trên sườn dốc hoặc trên mái dốc chuyển dịch về phía dưới không theo một mặt tựa nào rõ rệt (hoặc là không có mặt trượt) và không duy trì nguyên khối; đất đá có thể rơi tự do, lăn, đổ... một cách đột ngột, tức thời, nhưng cũng có thể lở, tróc dần, tích tụ lại phía dưới chân dốc. Sụt lở như vậy cũng có thể bao gồm các trường hợp khác nhau dưới đây:

- Sụt lở các tầng, khối đá cứng (đá đổ, đá lăn): hiện tượng này chủ yếu là do giảm yếu cường độ liên kết tại các mặt cấu tạo của đá khiến cho từng tầng, từng khối đá tách khỏi đá gốc rơi xuống. Hiện tượng này rất phổ biến và tác hại trầm trọng khi các mặt cấu tạo của đá nằm theo hướng gần thẳng đứng,

khi giữa các mặt tầng đá có xen kẽ các lớp kẹp đất dễ thấm nước và có nhiều cây mọc từ khe nứt, khi vùng núi tuyến đường đi qua có nhiều đoạn tầng, nhiều vách đá cheo leo phong hóa nặng nề, khe nứt phát triển...

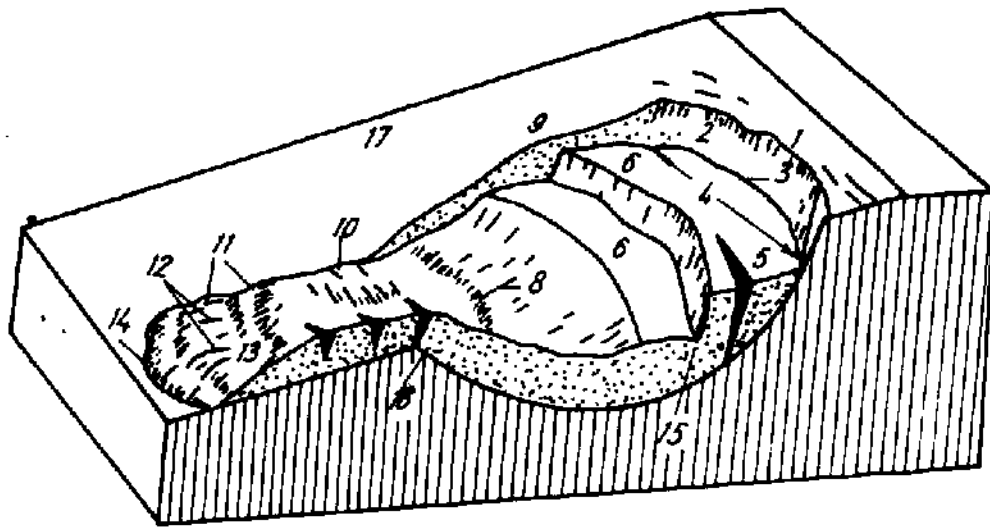
Đá đổ, đá lăn có thể làm mất đường, tắc đường và đe dọa các phương tiện giao thông; đặc biệt nguy hiểm ở chỗ chúng thường xảy ra đột ngột, nhanh và tạo ra động năng lớn.

- Sụt lở đất hoặc đất lăn đá hay đá rời rạc: thường xảy ra ở các sườn dốc hoặc mái có độ dốc lớn, ở các tầng sườn tích bị xói hoặc khoét mất chân gây sụt lở đột ngột.

- Tróc lở đất đá: khác với hai trường hợp trên, nguyên nhân gây phá hoại ở đây không phải do bản thân cấu tạo địa chất bất lợi mà chủ yếu là do tác dụng phong hóa bề mặt, tác dụng của nước mặt bào mòn và tác dụng của nước ngầm chảy lộ ra trên mặt sườn dốc hoặc mặt mái dốc; kết quả là đất đá bị tróc lở dần dần tích tụ lại dưới chân dốc và mặt dốc ngày càng bị phá hoại trầm trọng (mặc dù không xảy ra đột ngột và không gây nguy hiểm tức thời nhưng lâu dài sẽ dẫn tới sụt lở lớn). Trường hợp này hoàn toàn có thể xảy ra ngay cả trên các sườn và mái dốc thoải.

2. Trượt

Trượt là hiện tượng đất đá trên sườn dốc và mái dốc chuyển dịch xuống phía dưới chân dốc theo một hoặc vài mặt trượt rõ rệt, thường với tốc độ chậm (1 - 2 m/hàng tháng, có khi chỉ 1 - 2 m/hàng năm), trừ phi ở giai đoạn cuối có thể đột ngột di chuyển nhanh. Hiện tượng trượt xảy ra thường do rất nhiều nguyên nhân phức tạp (sẽ phân tích chi tiết ở các phần



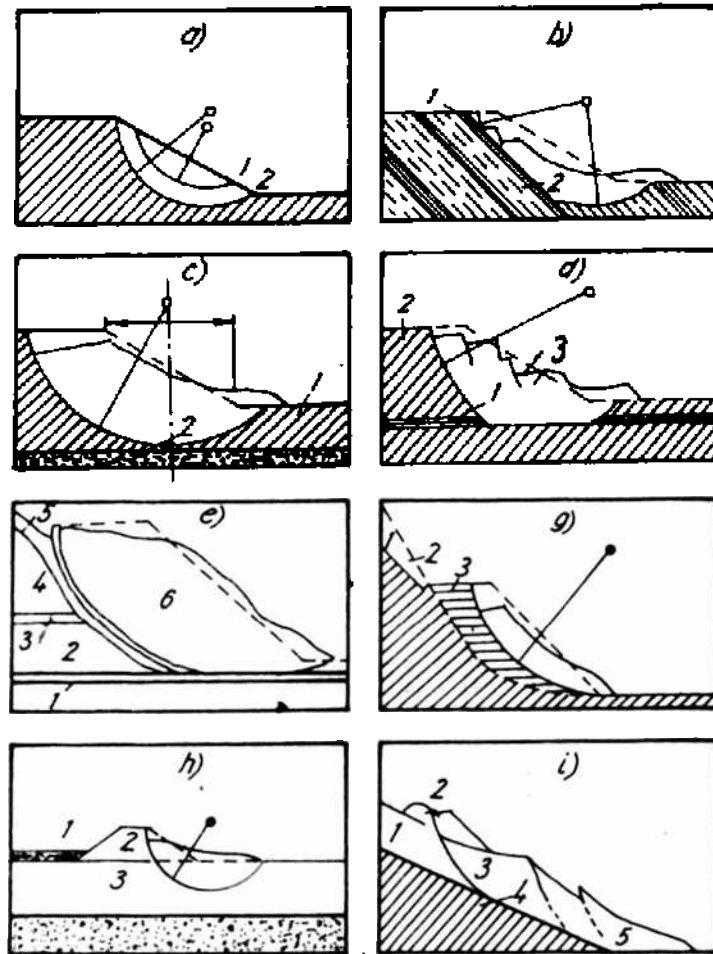
Hình 1.1. Miêu tả hiện tượng trượt .

1- vách trượt; 2- bậc trượt; 3- đỉnh trượt; 4- đầu trượt; 5- nút ngang;
 6- khối trượt; 7- bậc trong khối trượt; 8- vùng trượt dọc; 9- bờ trượt;
 10- khe nút; 11- dòn đóng ngang; 12- khe nút dọc; 13- lưỡi trượt; 14- chân
 trượt; 15- đáy trượt; 16- mặt phá hoại (mặt trượt); 17- mặt sườn dốc lan dầu.

sau), hậu quả là phá hoại ổn định của sườn dốc trên một phạm vi nhất định làm cho đất đá bị nứt nẻ, dòn đóng, tạo nên bậc cấp trên mặt sườn dốc như hình 1.1 miêu tả, khiến cho nền đường bị phá hoại hoặc bị dịch chuyển cả đoạn dài. Những trường hợp trượt trên sườn dốc tự nhiên với một quy mô lớn như vậy thường được coi là *trượt sườn*.

Tùy theo cơ chế trượt, người ta thường phân biệt hai trường hợp: *trượt nguyên khối* và *trượt không nguyên khối*. Mỗi trường hợp này lại phân thành các loại hình trượt khác nhau.

Trượt nguyên khối là trường hợp trong toàn bộ quá trình trượt, khối đất đá trượt về cơ bản vẫn duy trì nguyên khối (hoặc chỉ tách thành vài khối lớn). Loại trượt này thường xảy ra khi trong cấu tạo sườn dốc có các mặt yếu (như mặt đứt gãy, lớp



Hình 1.2. Các dạng trượt quay điển hình

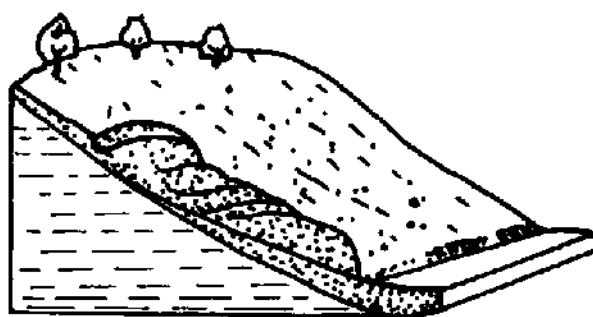
- a) Trường hợp phá hoại mái dốc đồng nhất: 1- trượt trong phạm vi mái; 2- trượt qua chân mái dốc; b) Phá hoại mái dốc không đồng nhất: 1- sét mềm; 2- cát kết cứng; c) Phá hoại móng đất sét đồng nhất: 1- sét; 2- móng đất cứng; d) Phá hoại móng không đồng nhất: 1- sét rất mềm; 2- sét cứng; 3- thềm mềm; e) Trượt nền đắp trên sườn dốc: 1,3- diệp thạch; 2,4- đất sét; 5- ranh giới đắp dễ thấm nước; 6- nền đắp; g) Trượt nền nửa đào nửa đắp: 1- đào; 2- mặt đất tự nhiên; 3- đất yếu; h) Trượt nền đắp trên mặt đất yếu; 1- phân áp; 2- nền đắp; 3- đất yếu; i) Trượt nền đắp trên tầng phủ không đồng nhất: 1- đất tốt; 2- nền đắp; 3- đất mềm; 4- đất móng ổn định; 5- đất tốt.

keo mềm yếu, mặt các lớp trầm tích), đồng thời đất đá trong khối trượt tương đối vững chắc. Tùy theo dạng mặt trượt, trượt nguyên khối có thể là *trượt quay*, mặt trượt cong), hoặc *trượt phẳng* (mặt trượt tương đối phẳng). Các dạng điển hình có thể xảy ra khi *trượt quay* được miêu tả ở hình 1.2.

Trượt phẳng thường xảy ra theo mặt lớp đất đá, ví dụ lớp đá cứng trượt trên mặt lớp sét hoặc sét kết mềm yếu nằm ở phía dưới.

Cần phân biệt trượt quay và trượt phẳng vì biện pháp phòng chống hai loại trượt này hoàn toàn khác nhau.

Trượt không nguyên khối là trường hợp khối đất đá khi di chuyển trên mặt trượt bị biến dạng, xáo động rất đáng kể; khối trượt bị vỡ thành nhiều phần nhỏ hoặc thành mảnh vụn. Như vậy, loại trượt này khác với sạt lở ở chỗ đất đá di chuyển theo mặt trượt rõ rệt và với tốc độ chậm không đột ngột. Trượt không nguyên khối xảy ra trước hết phụ thuộc vào đặc điểm cấu trúc địa chất của sườn dốc, ví dụ như trường hợp trượt tầng phủ trên đá gốc mô tả ở hình 1.3.



Hình 1.3. Trượt không nguyên khối của tầng phủ trên đá gốc

3. Trôi

Trôi là hiện tượng đất đá chảy thành dòng trên sườn dốc xuống phía dưới. Dòng đất đá có thể bao gồm đá tảng, đá hòn, cuội, sỏi, cát và đất. Tùy theo mức độ chứa lẫn nước khi trôi, thường phân biệt hai trường hợp: *dòng đất đá khô* và *dòng ướt*.

Dòng khô thường là các sản phẩm phong hóa vật lý rời rạc (hàng triệu m³) từ các vách núi cao di chuyển liên tục trong một thời gian nhất định xuống tích tụ ở phía dưới sườn dốc và tạo nên những khối (đôi) tích tụ đá mảnh (khác với hiện tượng đá đổ ở chỗ đá mảnh di chuyển liên tục thành đọt trong một thời gian nhất định). Trong quá trình di chuyển, các sản phẩm rời rạc này thường tự phân tuyến theo kích cỡ, khiến cho các khối tích tụ đá có một đặc trưng rất dễ thấy, đó là các mảnh đá to thường nằm phía dưới cùng, rồi đến các mảnh vừa, còn các mảnh nhỏ thì tập trung ở phía trên. Các khối tích tụ đá mảnh như vậy cũng có thể được tạo ra do kết quả trượt hoặc sụt lở lớn từ trên núi cao.

Khi tuyến đường đi qua sườn dốc có các khối tích tụ đá mảnh thì phải khảo sát, thiết kế tỉ mỉ. Các sườn tích tụ đá này rất dễ mất ổn định do độ dốc của chúng thường ở trạng thái cân bằng giới hạn. Nếu nền đường thiết kế không thích hợp, làm mất chân khối tích tụ đá hoặc gây quá tải trên các khối đó thì nhất thiết đường sẽ bị phá hoại, không những thế còn có thể khiến cho đất đá lại tiếp tục chảy, gây nên hậu quả không lường trước được.

Dòng ướt là trường hợp các sản phẩm phong hóa, sụt lở và trượt trên các lưu vực dốc và trơ trụi, ít cây cỏ, gặp điều kiện mưa lũ lớn tạo thành dòng đất đá lẫn bùn chảy ồ ạt xuống khe

suối, dồn ra cửa khe tạo nên các bãi lũ tích. Trường hợp này thường được gọi là hiện tượng dòng lũ bùn đá. Dòng lũ bùn đá có thể tràn lấp cầu và nền đường đi trong thung lũng. Ở những đoạn thung lũng hẹp, bùn đá bị ứ tắc gây nước dâng làm ngập nền đường, kết quả là các công trình cầu, cống và nền đường đều có thể bị phá hoại.

Các hiện tượng nói trên đều là các hiện tượng địa chất bất lợi và rất phổ biến trên các tuyến đường vùng núi. Tuy phân biệt thành các loại khác nhau nhưng chúng đều có đặc điểm chung là xảy ra do sự phá hoại trạng thái cân bằng của bản thân các khối đất đá trên sườn dốc dưới tác dụng của phong hóa và của nước (nước mặt hoặc nước ngầm). Điều kiện cấu trúc địa chất càng bất lợi, sườn có độ dốc càng lớn, tác dụng phong hóa và tác dụng của nước càng mạnh thì các hiện tượng đó càng dễ xảy ra, quy mô của chúng càng lớn và mức độ càng trầm trọng.

Vì có đặc điểm chung như vậy nên ở vào một thời điểm nhất định, tại mỗi vị trí cụ thể, đồng thời có thể xảy ra một số hiện tượng nói trên, nhất là trượt và sụt lở. Do đó, thường quan sát thấy các hiện tượng hỗn hợp ví dụ trượt lở, trượt chảy tầng phủ v.v..., cho nên trong thực tế không nên đòi hỏi phân loại quá rạch ròi mà chỉ nên phân tích để thấy hiện tượng nào chiếm ưu thế tại mỗi đoạn để có biện pháp nghiên cứu và xử lý thích hợp nhất.

§1.2. NGUYÊN NHÂN CHUNG LÀM PHÁT SINH VÀ PHÁT TRIỂN CÁC HIỆN TƯỢNG PHÁ HOẠI NỀN ĐƯỜNG VÙNG NÚI VÀ NGUYÊN TẮC PHÒNG CHỐNG

Như đã nói ở trên, các hiện tượng phá hoại nền đường vùng núi chung quy lại đều là các hiện tượng phá hoại trạng thái cân

bằng của đất đá trên sườn dốc tự nhiên hoặc mái dốc nhân tạo. Vì thế nguyên nhân chung dẫn đến các hiện tượng đó bao giờ cũng gồm các yếu tố làm giảm yếu cường độ liên kết kiến trúc, giảm yếu sức chống trượt (chống cát) của đất đá và các yếu tố làm tăng khối lượng bản thân của chúng, tăng lực gây trượt (lực cát). Đó thường là các *yếu tố thiên nhiên* như điều kiện cấu trúc địa chất, điều kiện địa hình, thủy văn, địa mạo, các hoạt động địa chất động lực và các *yếu tố do hoạt động của con người* làm biến đổi điều kiện thiên nhiên vốn có.

1. Các nguyên nhân làm giảm yếu cường độ đất đá

a. Các nguyên nhân thuộc bản chất đất đá

Đất đá thuộc loại yếu, dễ phong hóa, dễ hóa mềm khi gặp nước như đất sét, đá phiến sét, các loại đá macma và trầm tích bị phong hóa mạnh, các loại đất đá có kết cấu rời rạc... Các đá bị cà nát, bị phá hủy kiến tạo, đá có cấu tạo phân lớp và cấu tạo xen kẽ các lớp yếu, có thể nằm dốc ra phía ngoài sườn dốc đều dễ gây trượt lở.

b. Các yếu tố thúc đẩy quá trình phong hóa và quá trình biến đổi hóa lý khác khiến đất đá bị giảm yếu cường độ

- Sự phá vỡ vật lý của các loại đá có cấu trúc hạt (như đá granit, cát kết...) dưới tác dụng của dao động nhiệt độ.

- Sự thủy hóa, sự hấp phụ nước của các khoáng vật sét khi tăng độ ẩm; quá trình trương nở và quá trình trao đổi ion của đất sét cũng có thể dẫn đến hậu quả như vậy. Khi bị khô hạn đất sét sẽ nứt nẻ, đá phiến sét bị vỡ vụn và nước càng dễ thấm vào chúng qua khe nứt.

- Nước ngầm hòa tan và mang đi các thành phần dễ hòa tan có trong đất đá (như các muối cacbonat, sunfat, clorua...); nước dưới đất hòa tan đá vôi tạo nên các hang động kactơ... (nói chung, nước ngầm là một nguyên nhân chủ yếu gây trượt, sụt lở).

c. Các nguyên nhân về điều kiện địa hình, địa mạo

Độ dốc của sườn hoặc mái dốc càng lớn, mặt sườn dốc càng trơn trượt, ít cây cỏ thì đất đá càng dễ bị xói mòn, dễ bị phong hóa, do đó sườn dốc hoặc mái dốc càng dễ mất ổn định.

2. Các nguyên nhân tăng lực gây trượt (lực cắt)

a. Các nguyên nhân làm tăng tải trọng trên sườn dốc

- Nước mặt và nước ngầm thấm đầy lỗ rỗng đất đá.
- Đất đá trượt, sụt lở từ phía trên xuống rồi tích lại trên sườn dốc.
- Đổ đất đá đào ra trên sườn dốc.
- Đắp nền đường hoặc xây dựng các công trình khác trên sườn dốc, nhất là trên các sườn tích tụ đá mảnh.

b. Các nguyên nhân gây phá hoại chân sườn dốc hoặc mái dốc

- Sông, suối chảy xói mất chân sườn dốc thiên nhiên; rãnh biên quá dốc lại không được gia cố tạo điều kiện cho nước chảy với tốc độ lớn gây xói chân mái dốc nền đường.
- Sóng vỗ phá hoại chân dốc và chân các vách đá ven biển.
- Hạ mức nước dưới chân dốc một cách đột ngột: sau trận lũ, mực nước sông, suối, hồ chứa nước hạ đột ngột, làm tăng áp lực thủy động, giảm áp lực ngang của nước dưới chân dốc.
- Xây dựng nền đào, kênh, mỏ đá, thùng dẩu...

c. Các nguyên nhân gây chấn động đất đá

- Động đất

- Nổ mìn khai thác đá hoặc xây dựng đường....

Khi xem xét các nguyên nhân nói trên cần chú ý:

- Có những nguyên nhân tiềm tàng và có những nguyên nhân gây phá hoại đột biến. Do đó quá trình phá hoại (trượt, sụt lở, trôi) cũng gồm quá trình tiềm tàng và quá trình đột biến kể từ khi bắt đầu phát sinh nguyên nhân cho đến hậu quả cuối cùng. Những nguyên nhân tiềm tàng nhiều khi rất khó phát hiện và khó có biện pháp loại trừ. Tuy nhiên, để có biện pháp phòng chống thích hợp không những cần chú trọng nghiên cứu, điều tra các nguyên nhân đột biến, mà tùy theo ý nghĩa của các công trình đường còn cần xem xét, xử lý cả các nguyên nhân tiềm tàng một cách thích đáng (ví dụ khi cần thiết phải áp dụng cả các biện pháp chống phong hóa, các biện pháp trồng cây, bảo vệ thảm thực vật trên lưu vực để chống xói mòn...). Các hiện tượng phá hoại càng có khả năng gây hậu quả nặng thì càng cần đi sâu điều tra nghiên cứu kỹ các nguyên nhân gây ra chúng. Ngoài ra, việc phân tích, dự đoán các hình thức phá hoại nền đường vùng núi cũng phụ thuộc rất nhiều vào kết quả điều tra nghiên cứu các nguyên nhân và quá trình phát triển tiềm tàng đó.

- Các hiện tượng trượt, sụt lở và trôi thường phát sinh và phát triển do *tổng hợp* nhiều nguyên nhân, nhiều nhân tố tác dụng, rất hiếm thấy một trường hợp nào chỉ do một nguyên nhân duy nhất gây ra. Thực tế, có những nguyên nhân lại chính là nguyên nhân của những nguyên nhân khác. Do đó, khi nghiên cứu xử lý trượt, sụt lở... cần chú ý xem xét phân tích cả quá trình chứ không phải chỉ chú ý riêng các hiện tượng, các sự kiện

xảy ra khi đất đá mất ổn định; cần chú ý điều tra cả môi trường xung quanh (bao gồm các yếu tố như cấu trúc địa chất, địa chất thủy văn, địa hình, địa mạo, khí hậu chung của cả vùng...) chứ không phải chỉ chú ý đến điều kiện tại riêng chỗ sườn dốc bị phá hoại.

- Mặc dù có những nguyên nhân chung giống nhau nhưng tổ hợp các nguyên nhân đối với mỗi loại trượt, sụt lở và trôi thường có những nét khác nhau, dẫn đến phương thức và quá trình di động của đất đá trên sườn dốc cũng khác nhau như trên đã nêu. Đây chính là mối quan hệ giữa nguyên nhân và hiện tượng, do đó việc phân loại các hiện tượng không thể tách rời việc phân tích các nguyên nhân để đi tới các biện pháp phòng chống thích hợp.

Tóm lại, những hiện tượng phá hoại nền đường vùng núi xảy ra phổ biến nhất là do tác dụng phong hóa, tác dụng phá hoại của nước (nước mưa, nước mặt, nước ngầm), và tác dụng của chấn động. Quá trình phá hoại xảy ra càng mạnh, quy mô càng lớn nếu như các tác dụng nói trên càng lớn. Trong các trường hợp như vậy (đặc biệt là về mùa mưa), giao thông thường không thể đảm bảo bình thường vì đường bị đất đá trượt lở làm tắc nghẽn hoặc làm mất đường, đe dọa tính mạng và tài sản của con người trên các phương tiện giao thông.

Để khắc phục các hiện tượng phá hoại nền đường vùng núi và những hậu quả tai hại của chúng, cần phải tiến hành khảo sát, điều tra tỉ mỉ từng trường hợp cụ thể để tìm đúng nguyên nhân của nó, rồi từ đấy áp dụng các biện pháp thiết kế, thi công, duy tu, bảo dưỡng thích hợp. Nói chung, cần vận dụng các nguyên tắc phòng chống dưới đây:

- Trong quá trình khảo sát thiết kế đường vùng núi cần đặc biệt chú trọng công tác điều tra địa chất công trình để có thể phát hiện ngay các tác dụng làm mất ổn định sườn núi và khả năng phá hoại nền đường sau này. Cần áp dụng các biện pháp khoan dò cần thiết trước khi chọn tuyến hoặc trước khi thiết kế các sườn núi có khả năng phá hoại nền đường sau này. Cần áp dụng các biện pháp khoan dò cần thiết trước khi chọn tuyến hoặc trước khi thiết kế các sườn núi có khả năng trượt, sụt lở, hoặc trôi đất đá. Trong trường hợp vì lý do kinh tế - kỹ thuật bắt buộc tuyến phải đi qua các sườn núi đó thì cần nghiên cứu kỹ các phương án xử lý, phòng chống với đồ án thiết kế chi tiết.

- Vì các hiện tượng phá hoại nền đường vùng núi thường phát sinh và phát triển do tổng hợp nhiều nguyên nhân như trên đã nêu, nên một nguyên nhân quan trọng là phải vận dụng các *biện pháp phòng chống tổng hợp*, trong đó thông thường phải chú ý trước hết đến các biện pháp sau đây:

+ Các biện pháp thoát nước mặt, nước ngầm và hạn chế đến mức tối đa các ảnh hưởng xấu của nước như: xây dựng hệ thống chắn hoặc thoát nước ngầm theo nguyên tắc tầng lọc ngược; san lấp kê nút, làm bằng và đầm nén chặt bề mặt sườn dốc để hạn chế thấm nước; gia cố bề mặt và đặc biệt là gia cố chân dốc để chống xói... Kinh nghiệm cho hay, nhiều khi chỉ do một vết lộ nước ngầm không được xử lý tốt (không làm tầng lọc ngược để nước chảy lồi theo đất ra), hoặc do rãnh biện trên các đoạn đường dốc không được xây cẩn thận mà dẫn đến hậu quả trượt, sụt lở đất đá nặng nề.

+ Các biện pháp chống đỡ bằng kê chân dốc, kê vai nền đường với các kiểu tường chắn khác nhau (tường trọng lực, tường

bằng đá xếp khan, đá xây, đất có cốt hoặc bê tông). Chú ý rằng các loại tường chắn chỉ có tác dụng khi móng của chúng đặt trên phần đất đá ổn định (phía dưới mặt trượt trong trường hợp trượt lở).

+ Các biện pháp nhằm giảm tải trọng phía trên đỉnh sườn dốc và tăng khối lượng phía dưới chân dốc; các biện pháp này cần dựa trên cơ sở tính toán ổn định toàn khối.

+ Các biện pháp gia cố bề mặt chống phong hóa và chống sụt lở cục bộ như: xây lát đá bê mặt mái dốc; trồng cỏ trên mái dốc hoặc trồng cây trên sườn dốc; xây tường hộ...

Nguyên tắc phòng chống tổng hợp có nghĩa là nên chú ý vận dụng đồng thời các biện pháp cần thiết nói trên, trong đó trước hết cần đặc biệt chú trọng các biện pháp thoát nước.

- Phòng chống các hiện tượng phá hoại nền đường vùng núi cần kết hợp chặt chẽ các biện pháp thiết kế, thi công và duy tu, bảo dưỡng. Điều tra thiết kế không đúng đương nhiên dẫn tới hậu quả xấu, nhưng việc thi công không đúng như dùng mìn phá tùy tiện, đổ đất thừa bừa bãi hoặc đào, đổ không đúng độ dốc thiết kế... đều có thể dẫn tới trượt, sụt lở. Đặc biệt, các biện pháp duy tu, bảo dưỡng thường xuyên là hết sức cần thiết để đối phó với các nguyên nhân tiềm tàng gây trượt, sụt lở và để kịp thời phát hiện, theo dõi quá trình phát sinh phát triển của chúng. Kinh nghiệm cho hay, đôi khi chỉ cần phát hiện kịp và giải quyết tốt một vết lộ nước ngầm hoặc khơi thoát nước tắc hay kịp thời hạn chế được tốc độ nước chảy ở rãnh biên cũng có thể tránh được việc phải hốt hàng nghìn mét khối đất sụt sau này.

- Giữa các biện pháp dự phòng và các biện pháp xử lý sau

khi trượt, sụt lở xảy ra cũng cần có sự cân nhắc, kết hợp. Dương nhiên phải áp dụng nguyên tắc dự phòng là chính, nhưng nếu biện pháp để phòng quá tốn kém thì có thể cân nhắc áp dụng các biện pháp bảo đảm giao thông thường xuyên trong quá trình khai thác đường.

Ngoài ra, tuy không có sự phân biệt rõ ràng giữa các biện pháp phòng chống và xử lý sau khi trượt nhưng cũng có những biện pháp riêng biệt chỉ dùng để xử lý trượt đã xảy ra mà không áp dụng cho trường hợp phòng chống.

Bảng 1.1 dưới đây giới thiệu các biện pháp phòng chống và xử lý các hiện tượng phá hoại nền đường vùng núi (sụt lở, trượt, trôi) thường được áp dụng. Ở đây, ký hiệu số 3 là biện pháp thường xuyên được áp dụng; số 2 là áp dụng trong các trường hợp cá biệt; số 1 là ít áp dụng; số 0 là không áp dụng hoặc áp dụng không có hiệu quả; dấu X là trường hợp sử dụng và dấu - là trường hợp không sử dụng. Qua đó có thể giúp ta biết trước hết cần lưu ý đến các biện pháp phòng chống và xử lý nào. Đó là các biện pháp giám tải, thoát nước mặt và dùng các công trình chống đỡ loại đơn giản.

Bảng 1.1. Phạm vi áp dụng những biện pháp phòng chống các hiện tượng phá hoại nền đường vùng núi

Biện pháp phòng chống	Trường hợp sử dụng		Mức độ sử dụng có kết quả đối với hiện tượng			Thực hiện tại vị trí	Điều kiện và nguyên tác áp dụng	Ảnh hưởng đến sự ổn định của nền đường
	Dự phòng	Xử lý sau phá hoại	Sụt lở	Trượt	Trôi			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>I. Vòng tránh</i>								
1. Cái tuyến	x	x	2	2	2	Ngoài vùng phá hoại	Khối trượt lớn, nguy hiểm	Không ảnh hưởng
2. Vượt qua bằng cầu	x	x	1	1	1	-nt-	Sườn dốc và vùng phá hoại hẹp	-nt-
<i>II. Giảm tải</i>								
1. Giảm tải phía trên sườn	x	x	0	3	0	Đỉnh và đầu trượt	Khi bề dày đất dính lớn	Giảm ứng suất gây trượt
2. Làm thoát mái dốc	x	x	3	3	3	Phía trên công trình	Khi chân dốc bị đào	-nt-
3. San phẳng mặt sườn dốc	x	x	3	3	3	-nt-	-nt-	-nt-

Bảng 1.1 (tiếp theo)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
4. Đào bỏ toàn bộ đất không ổn định	x	x	2	2	2	Toàn bộ đất không ổn định	Khi bề dày mỏng và đất đá dịch chuyển	
<i>III. Thoát nước</i>								
1. Làm rãnh thoát nước mặt								
- Rãnh đỉnh	x	x	3	3	3	Phía trên	Mọi trường hợp	Giảm ứng suất trượt và tăng
- Gia cố rãnh bên	x	x	3	3	0			
- Gia cố bề mặt mái, sườn dốc	x	x	1	1	1	Bề mặt khối đất di chuyển	Xếp đá khan hoặc bọc mặt chống thấm	sức chống trượt
- San phẳng mặt sườn	x	x	3	3	3	-nt-	Mọi trường hợp	
- Lắp kê nút	x	x	2	2	2	Toàn phạm vi phá hoại	- nt-	
2. Rãnh ngầm								
- Rãnh ngang	x	x	0	2	2	Đặt tại các vị trí thu và thoát được nước ngầm	Tầng đất chứa nước ngầm dày	

Bảng 1.1. (tiếp theo)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
- Hào thu nước	x	x	0	3	1		Tầng đất chứa nước ngầm	
- Hầm thoát nước ngầm	x	x	0	1	0		Tầng đất dày thấm nước	
- Giếng thẳng đứng	x	x	0	1	1		Trượt sâu và nước ngầm có ở nhiều lớp	
- Giếng xi phông	x	x	0	2	1		Dùng để thoát nước của hào và giếng thu nước	
<i>IV. Công trình chống đỡ</i>								
1. Thêm phản áp dưới chân dốc								
- Đắp đá	x	x	0	3	3	Lưỡi và chân trượt	Đá hoặc đất cứng trượt không sâu	Tăng sức chống trượt
- Đắp đất	x	x	0	3	3	-nt-		
2. Chống nề hay tường chắn hoặc đất có cốt								
	x	x	1	1	1	Chân trượt	Khối trượt không lớn hoặc khi đã giảm một phần lực ngang	

Bảng 1.1 (tiếp theo)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
3. Dóng cọc								
- Cọc ngầm	-	x	0	1	0	Chân trượt	Mũi cọc phải cắm vào đất bên vững dưới mặt trượt	
- Cọc không ngầm	-	x	0	1	0	-nt-	Cọc dóng đến lúc chới (có thể không xuyên qua mặt trượt)	
4. Cọc neo	x	x	1	1	0	Đặt tại đường hoặc công trình	Bảo hộ, tăng cường các mái dốc yếu	Tăng sức chống trượt
V. Các biện pháp khác								
1. Gia cố đất								
- Cảnh chắn dốc	-	x	1	1	1	Lưới và chân trượt	Đất rời -nt-	
- Toàn bộ vùng trượt	-	x	0	1	0	Toàn vùng		
2. Nổ phá	-	x	0	1	0	Khối trượt	Đất dính bê dày không lớn trên tầng đá gốc	

§1.3. TÌNH HÌNH PHÁT TRIỂN VÀ SỰ PHÂN BỐ CÁC HIỆN TƯỢNG PHÁ HOẠI NỀN ĐƯỜNG VÙNG NÚI Ở VIỆT NAM

1. Điều kiện địa chất và đặc điểm và phong hóa

Như đã trình bày ở trên, nguyên nhân chung dẫn đến các hiện tượng phá hoại nền đường vùng núi bao gồm nhiều yếu tố thiên nhiên và các hoạt động của con người. Vì vậy, để đánh giá mức độ và sự phân bố các hiện tượng phá hoại nền đường, trước hết cần phải xem xét các đặc điểm địa chất và hoạt động phong hóa liên quan đến công tác xây dựng nền đường vùng núi ở nước ta.

Khoảng ba phần tư lãnh thổ Việt Nam là đồi núi, trong đó có mặt hầu hết các loại đá chính.

Thuộc đá macma có các loại như granit (hoa cương), riôlit, bazan, v. v... Đá macma hình thành do khối Si-al nóng chảy trong lòng đất xuyên lên vỏ Trái Đất và đông đặc lại. Nếu chưa lên tới mặt đã bị đông đặc lại ở trong lòng đất thì gọi là đá xâm nhập, chẳng hạn như đá granit. Còn khi chui theo các khe nứt của vỏ Trái Đất phun ra ngoài và đông đặc lại thì gọi là đá phun trào mà đá bazan vùng Quảng Trị và Tây Nguyên là ví dụ điển hình. Khi còn tươi nguyên các đá macma rắn chắc, đặc sít; độ bền kháng nén một trục, kháng kéo và kháng cắt rất cao, lớn hơn bê tông nhiều lần. Có loại granit đạt độ bền kháng nén $R = 1700 \text{ kG/cm}^2$, nghĩa là cứng gấp khoảng 5 - 6 lần bê tông loại tốt. Đá macma phân bố rộng rãi trên lãnh thổ nước ta.

Đá biến chất (chữ biến chất ở đây chỉ sự biến đổi tính chất của đá macma hoặc đá trầm tích - sẽ nói ở dưới đây - khi chịu

tác động của nhiệt độ và áp suất cao trong quá trình tạo đá) như các đá gơnai, đá hoa cương, đolômit, đá phiến xêririt thạch anh... có tuổi Prôtêrôzôi và Palêôzôi (hình thành cách đây hơn 500 triệu năm) phân bố ở miền Tây Bắc, Tây khu Bốn cũ, và rải dài dọc sông Hồng, sông Đà. Vì bị xiết ép, biến động nhiều nên các đá này thường có cấu tạo phân phiến, nhưng cũng có khi có cấu tạo khối đặc sít. Khi còn tươi, độ bền của đá biến chất không thua kém đá macma là bao; và thường là bền hơn đá trầm tích.

Đá trầm tích - loại đá thường gặp nhiều hơn cả - được hình thành do sự phá hủy các đá khác, các vật liệu này được nước (và cả gió nữa) vận chuyển đi, lắng đọng lại rồi gắn kết, nén chặt mà thành. Đó thường là các đá cát kết, bột kết, sét kết, cuội kết, đá vôi, đá sét - vôi, đá vôi - đolômit... Đá trầm tích có cấu tạo phân lớp. Do đa dạng về thạch học cho nên độ bền của đá trầm tích rất khác nhau. Độ bền kháng nén của chúng nằm trong một phạm vi rất rộng, từ 200 đến 1500 kG/cm² nghĩa là vẫn có loại có độ bền gần bằng đá hoa cương.

Điểm qua trên đây có thể thấy nước ta có nhiều loại đá. Nhưng phần lớn đá gốc còn tươi nguyên thì nằm ở dưới sâu. Các đá lộ ra trên mặt mà ta hay gặp thường bị nứt rạn. Hiện tượng này có nguyên nhân sâu xa và là hậu quả trực tiếp của các quá trình địa chất.

Trước hết nói đến hoạt động kiến tạo.

Trên lãnh thổ vùng núi phía bắc nước ta có hai miền uốn nếp: Đông và Tây. Ở miền uốn nếp Đông thường phát triển các uốn nếp cân đối. Nếu đi từ Tây sang Đông thì hệ uốn nếp miền Đông này có phương trục các uốn nếp thay đổi từ Bắc - Tây Bắc đến gần Đông - Tây, còn ở miền Tây hoạt động uốn nếp

manh mẽ hơn, các uốn nếp ở đây theo phương Tây Bắc - Đông Nam.

Do ảnh hưởng của nhiều lần hoạt động kiến tạo với cường độ khác nhau nên bình đồ kiến trúc nguyên thủy bị phá vỡ và hình thành nên những bình đồ kiến trúc mới phức tạp hơn. Sự xuất hiện vô vàn các đứt gãy kiến tạo và các khe nứt (kiến tạo và phi kiến tạo) đã phá vỡ tính liên tục của khối đá. Các khe nứt kiến tạo hình thành do lực kéo, nén trong quá trình vận động kiến tạo, còn khe nứt phi kiến tạo do các lực kéo, nén tác động bên trong khối đá, không có nguồn gốc kiến tạo gây nên.

Từ sau kỷ Triat trở lại đây (tức khoảng 100 triệu năm trước đây), vỏ Trái Đất lạnh thổ nước ta đã bình ổn hơn, cấu trúc địa chất cơ bản đã được hoàn thành, nhưng do các chuyển động kiến tạo tiếp theo và tân kiến tạo mang tính chất thừa kế và phân dị kiến tạo (vỏ Trái Đất nâng lên sụt xuống với tốc độ vận động khác nhau) lại hình thành những đứt gãy kiến tạo và các hệ thống khe, nứt mới. Quá trình đó làm phức tạp hóa bức tranh kiến tạo đã được hình thành trước đây, làm cho đất đá bị vỡ nhàu, bầm nát và vỡ vụn, tạo điều kiện thuận lợi cho sự phát sinh và phát triển các quá trình địa chất khác.

Cùng với sự có mặt của hệ thống đứt gãy, khe nứt kiến tạo nói trên, quá trình phong hóa - quá trình hủy hoại đất đá - cũng diễn ra vô cùng mãnh liệt, không những làm nứt rạn khối đá mà còn làm biến đổi tận gốc tính chất của chúng. Trong đới gần mặt đất, do thường xuyên bị tác động của nhiệt độ, ẩm ướt và các tác dụng hóa - lý, đất đá chịu những biến đổi sâu sắc và bị hủy hoại trầm trọng, hình thành một lớp đất dày mà độ bền thấp hơn nhiều lần so với đá gốc. Như sẽ cho thấy ở dưới đây, phong hóa là một quá trình phức tạp, phát triển liên tục với

cường độ phụ thuộc vào tính chất của bản thân khối đá mẹ (thành phần, kiến trúc, cấu tạo...) và điều kiện khí hậu, địa lý tự nhiên (mưa, nắng, sinh vật...). Trong hàng loạt các nhân tố vừa nêu thì điều kiện khí hậu có ý nghĩa hàng đầu.

Nước ta quanh năm nhận được một lượng nhiệt rất lớn từ Mặt Trời. Tổng lượng bức xạ khoảng 100 - 120 kcal/cm²/năm hoặc cao hơn. Cán cân bức xạ đều đạt trị số cao, kể cả những tháng lạnh nhất như tháng một, tháng hai dương lịch và kể cả những nơi có độ cao trên 1000 - 1500 m. Hầu hết mọi nơi trên lãnh thổ nước ta đều có nhiệt độ trung bình hàng năm cao hơn 20°C, ở các tỉnh phía Nam phần lớn cao hơn 25°C và nên nhiệt độ tuân theo quy luật giảm dần theo độ cao của địa hình. Tuy nhiên, nhiệt độ không khí vùng núi ở các tỉnh phía Bắc thường lớn hơn phía Nam khoảng 2 - 3°C. Nhiệt độ không khí trung bình đã cao (20 - 25°C), nhưng so với nhiệt độ mặt đất, còn thấp hơn nhiều, thường chỉ bằng một nửa. Ở miền Tây khu Bốn cũ, vào tháng 7, tháng 8 có năm nhiệt độ không khí tối đa ghi được là 38°C. Biên độ nhiệt bề mặt lên xuống trong ngày khá cao, có khi lên tới trên 20°C.

Nhiệt độ cao, dao động nhiệt lớn gây nên hiện tượng nở nhiệt không đều theo thể tích, làm ép nén các hợp phần vật chất tạo đá. Kết quả là phát sinh một trường ứng suất mới bên trong cấu trúc của đá làm tách vỡ chúng theo các khe nứt, tạo điều kiện cho nước mưa và các tác nhân phong hóa khác xâm nhập sâu vào đá. Mà ở vùng nhiệt đới ẩm như nước ta thì nước mưa không hiếm.

Ở Việt Nam, hàng năm lượng mưa thường trên 2000 mm, nơi ít nhất là 900 mm, nơi nhiều nhất là 4500 mm. Ở các tỉnh

phía Bắc, lượng mưa tập trung phần lớn từ tháng 5 đến cuối tháng 10. Càng đi về phía Nam mùa mưa càng muộn hơn, và những trận mưa lớn tập trung từ cuối tháng 9 đến tháng 10. Ở Bắc Quang, vào tháng 7 lượng mưa trung bình là 979 mm. Vào đến Chúc A (miền trung), lượng mưa trung bình vào tháng 10 là 791 mm.

Nước mưa ngấm xuống đến đâu thì đá bị phá hủy đến đấy. Cơ chế phá hủy đất đá do nước ngấm xuống rất phức tạp, sẽ được trình bày ở phần dưới.

Hệ thống rễ cây (từ thảm thực vật cực kỳ phong phú của vùng nhiệt đới ẩm) đâm xuống và phát triển theo các khe nứt cũng góp phần làm cho khối đá bị phá hủy nhanh hơn, mạnh hơn.

Tác dụng phong hóa vừa nêu trên là *phong hóa vật lý*, nó làm cho đá lúc đầu nứt rạn, dần dần bị vỡ vụn, nhưng chưa làm biến đổi sâu sắc thành phần khoáng vật và hóa học của đá.

Nhiều công trình nghiên cứu đều cho rằng ở nước ta, *phong hóa hóa học* mạnh hơn rất nhiều lần so với *phong hóa vật lý*. Những tác nhân chủ yếu của *phong hóa hóa học* là nước, axit cacbonic, oxi, axit hữu cơ, các di tích thực vật và các hoạt động của sinh vật trên mặt đất. Về *phong hóa hóa học* cần lưu ý rằng, nước là chất tham gia phản ứng hóa học mạnh. Nồng độ hiđrô ở trong nước càng cao thì tác dụng hóa học của nước càng mạnh đối với đá và khoáng vật tạo đá. Nồng độ hiđrô trong nước ngấm ở vùng nhiệt đới như nước ta cao hơn rất nhiều lần so với ở các miền vĩ tuyến trung bình. Ngoài ra, với khả năng hòa tan và gây ra các phản ứng thủy hóa và thủy phân, nước càng tỏ ra có vai trò hóa học tích cực trong quá trình *phong hóa đất*

đá. Điều kiện nhiệt ẩm cao đã thúc đẩy sự phân hủy các tàn tích hữu cơ làm sản sinh ra một lượng khổng lồ khí cacbonic (CO_2), tương ứng với nó là axit cacbonic (H_2CO_3) và các axit humic. Những sản phẩm này tham gia tích cực trong các phản ứng hóa học và làm tăng thêm mức độ hủy hoại của đất đá.

Kết quả của các quá trình phong hóa phức tạp do nhiều yếu tố tự nhiên tác động như vừa nêu là việc hình thành trên mặt đất một vỏ phong hóa dày với thành phần và cấu trúc rất đa dạng.

Chiều dày của vỏ phong hóa rất khác nhau, từ một vài mét đến hàng trăm mét. Vỏ phong hóa của đá biến chất tuổi Prôtêrôzôi tại Việt Trì dày 17m, ở Yên Bái 35 - 40 m, ở Lào Cai trung bình 40 - 60 m, có khi đến 100 m; nơi dày nhất phát hiện thấy ở Yên Bái là 150 - 160 m. Vỏ phong hóa của đá phiến tuổi Palêôzôi tại miền Tây Nghệ Tĩnh dày khoảng 20 - 30 m, ở Phú Thọ 40 - 50 m. Vỏ phong hóa đá cát kết, bột kết tuổi Triat ở Quảng Ninh dày 10 - 15 m; ở Kim Bảng, Chi Nê dày 25 - 30 m. Vỏ phong hóa đá cát kết, sét kết, quaczit tuổi Đêvôn ở Tây Quảng Trị dày khoảng 20 - 30 m.

Trong phạm vi chiều dày vỏ phong hóa, nói chung có thể phân ra các đới như sau:

- Đới vụn mịn: đới trên cùng, thường là đất sét pha, cát pha lẫn dăm sạn (khoảng 10 - 15%, dăm vụn đá gốc). Ở vùng đá xâm nhập như granit, thành phần chủ yếu của đới này là cát pha lẫn sạn thạch anh. Trong vỏ phong hóa của đá phun trào bazan thì đới vụn mịn rất dày và thành phần chủ yếu là sét và sét pha màu đỏ với thành phần khoáng vật thường là kaolinit.

Trong điều kiện tự nhiên, đất của đới này nói chung ở trạng thái xốp, ít ẩm, tan rã nhanh khi gặp nước. Tuy đới này không dày lắm, trung bình trong khoảng dưới 10 m, nhưng vì là phần trên mặt của sườn dốc, là phần trên hay bao gồm cả mái dốc nên đới phong hóa này được xem như là đới tượng nghiên cứu chính trong công tác xây dựng nói chung và vấn đề sụt trượt nói riêng.

- Đới vụn thô: được đặc trưng bởi hàm lượng cao (trên 20%) của dăm vụn sắc cạnh, kích thước từ 1 - 2 đến 4 - 6 cm, thành phần còn lại chủ yếu là cát. Nếu đá gốc là granit thì khoáng vật chính trong đới vụn thô thường là fenspat, kaolinit, thạch anh. Các chỉ tiêu tính chất cơ học của đới này đều cao, tuy vậy, mức độ ổn định toàn khối dưới tác dụng của nước hoặc chấn động thường thấp.

- Đới khối tảng: ở đới này đá bị nứt nẻ mạnh thành khối, tảng, vật chất lấp nhét trong các khe nứt là sét nhiễm hidrôxit sắt màu vàng nâu. Ở một số đá macma gặp hiện tượng phong hóa vỏ dạng cầu. Ở giữa lõi các khối cầu này đá còn tươi, ra phía ngoài đá bị phong hóa chuyển thành màu vàng nhạt.

- Đới nguyên khối: nằm ở rất sâu, đá rắn chắc, rất khó phân biệt với đá gốc.

Do tính đa dạng về thành phần và nguồn gốc tạo thành của đá mẹ, cho nên trong nhiều trường hợp ở hiện trường, ta rất khó phân biệt vật chất của các đới với nhau, và nhất là ranh giới của chúng. Theo nguồn gốc phát sinh thì đất trên sườn núi thường thuộc hai loại chính: *tàn tích (eQ)* và *sườn tích (dQ)*. Đất tàn tích là đất phong hóa được hình thành tại chỗ, chưa bị di chuyển, thành phần và cấu tạo còn giữ nguyên như cũ nêu

trên. Trong lúc đó, đất sườn tích hình thành do sự tích tụ trên sườn núi các sản phẩm phong hóa từ phía trên đỉnh núi đưa xuống. Đất sườn tích được đặc trưng bởi tính chọn lọc không cao của thành phần tích tụ, thường chứa nhiều dăm sạn, kém ổn định.

Tóm lại, sự làm nứt vỡ đá do các hoạt động kiến tạo và các hoạt động địa chất khác và sự phá hủy đá do phong hóa là những điều kiện cơ bản dẫn đến hình thành các quá trình di chuyển đất đá trên sườn dốc, một quá trình vật lý sườn dốc, liên quan đến khả năng ổn định của nền đường vùng núi.

2. Sơ lược về các hiện tượng phá hoại nền đường vùng núi

Do điều kiện thiên nhiên nghiệt ngã và vô phong hóa phát triển dày với tính chất kém ổn định như đã nêu, trên khắp các tuyến đường miền núi ở nước ta thường diễn ra các hiện tượng trượt và sụt lở đất đá.

Theo hướng Đông Bắc - Tây Nam, trước hết nói đến hệ thống đường vùng mỏ Quảng Ninh. Ở đây, việc khai phá mở đường lên tầng và bóc đất đá trong mỏ thường được tiến hành đồng thời. Việc đào đường qua đồng đất thái tươi xốp đã không tránh khỏi các hiện tượng sụt lở, trượt, với quy mô rất lớn.

Các dạng 'sụt lở, trượt, đều có mặt ở đây. Có khi cả khối đá to hàng chục, hàng trăm mét khối rơi xuống đường. *Trượt tầng phủ, trượt quay* với quy mô vừa và lớn cũng rất phổ biến. Có điểm trượt, bậc trượt sâu trên 5m, mép trượt ôm lấy cả quả đồi, đất đá ở lưỡi trượt chắt đóng ngổn ngang. Qua các hố khoan, xác định được thêm trượt lớn đến hàng vạn mét khối đất. Mặt

trượt cát ngang vỉa than trông giống như một đứt gãy kiến tạo. Ngoài các vết nứt trên bề mặt thân trượt, còn có nhiều vết nứt dài rộng và sâu tạo thành các đường cung ở phía trên đỉnh trượt. Những điểm trượt có quy mô như vậy phát hiện thấy ở các bờ mỏ Cọc Sáu, Đèo Nai, Hà Tu v.v... Các khối trượt này thường thuộc loại trượt sâu, cát tảng. Ở đây, có hai đặc điểm cần lưu ý:

1) Các lớp đá mà thành phần thạch học chủ yếu là cát kết, sét kết, cuội kết và các vỉa than antraxit tuổi Triat vốn bị vỡ nhàu và nứt rạn kiến tạo, lại chịu thêm tác dụng phong hóa nên đã biến thành đới khối tảng đến vụn mịn. Khi còn nằm nguyên tại chỗ, chưa có hoạt động khai thác, lớp vỏ phong hóa nơi trên đã có cường độ thấp và thiếu ổn định. Nay do khai phá mở đường lên tầng bóc đất, hút đi chỗ này, lấp xuống chỗ kia theo yêu cầu khai thác và vận chuyển quặng nên khối đất bị giảm yếu đi rất nhiều. Chính mái dốc nền đường tựa lên lớp giảm yếu này.

2) Khối đất đá cấu tạo mái dốc nền đường vùng núi chứa trong mình tiềm năng gây trượt. Khác với các tuyến đường khác, ở vùng mỏ đường thường vòng vèo xoắn ốc. Đặc điểm này ảnh hưởng đến ổn định chung của cả bờ mỏ. Đây là chưa kể đến vai trò của nước mặt làm mềm yếu và xói mòn đất đá, nước dưới đất gây xói ngầm chân mái dốc, làm tăng thêm áp lực thủy động... Cũng cần lưu ý rằng, đường trong khu mỏ thường ít được làm cống thoát nước, cho nên nền đường bị phá hoại nặng nề, nhất là vào mùa mưa lũ...

Thuộc vùng than Đông Bắc còn có mỏ than Nà Dương. So với các khu mỏ Cọc Sáu, Hà Tu... mạng lưới đường ở đây nhỏ, mái dốc nền đường không cao. Tuy vậy, vì là vỏ phong hóa nên

đường sắt trong khu mỏ cũng bị sụt, trượt trầm trọng cùng với các hiện tượng nứt nẻ nhiều công trình xây dựng khác. Từ những năm sáu mươi, ở khu Nam đã có đoạn sụt dài khoảng 2 km. Về sau này có thêm nhiều đoạn sụt, trượt mới, nhất là khi đào xuống sâu hơn 10 m. Kết quả quan sát nhiều năm cho thấy, thoát dầu xuất hiện nhiều khe nứt chạy ngang dọc trên mặt lớp đất đá, về sau xuất hiện nhiều tinh thể thạch cao và mëlantêrit và trên bề mặt bờ mỏ như bị phủ một lớp muối. Mùa khô, lớp đất bề mặt bị vỡ vụn và rộp lên như vỏ trấu. Những ngày mưa phùn, trên bờ mỏ, nhất là tại các nơi tiếp cận với vỉa than, có nhiều đám khói bốc lên, đó là khí lưu huỳnh và ôxít cacbon. Khi có mưa nhỏ, nước từ các khe nứt rỉ ra có màu đen hoặc màu nâu đỏ. Mùa mưa đến, lớp đất muối vỡ vụn nói trên dần dần nát mịn thành một thứ đất nhão, độ dính bết rất cao. Nước từ bờ mỏ chảy ra nhiều hơn, có màu vàng hoặc nâu đỏ. Trượt xuất hiện vào mùa mưa có vũ lượng lớn, lúc đầu từ những khe xói dưới chân dốc, về sau lan dần ra xung quanh và ngược lên phía trên dốc. Đất khu trượt trở nên nhão chảy. Thân trượt xô đất xuống chân dốc, một phần chất đọng ở lưỡi trượt, phần khác bị nước cuốn xuống lòng mương.

Thực ra cơ chế trượt ở đây không có gì đặc biệt, nhưng thành phần vật chất của vỏ phong hóa (và cả đá gốc) thì có khác. Bằng phương pháp Rơnghen, người ta nhận thấy trong đất đá ở đây có chứa các khoáng vật, dễ bị biến đổi hóa học như pyrit sắt (FeS_2), mëlantêrit, thạch cao khan (CaSO_4). Trong tầng sét kết hàm lượng lưu huỳnh có nơi lên tới 24%. Tính dị thường về màu sắc của đất bề mặt chính là do trong đất có các thành phần này. Những chất dễ biến đổi hóa học nói trên đã góp phần làm tăng tính chất trương nở, co ngót - nguyên nhân gây nên

biến dạng công trình.

Như vậy, nguyên nhân của hiện tượng biến dạng nêu trên đã tương đối rõ ràng. Thế nhưng, biện pháp phòng ngừa và xử lý thế nào cho rẻ và có thể áp dụng được trong điều kiện địa phương thì còn là cả một vấn đề lớn, cần được xem xét kỹ.

Vùng Cao Bằng, Lạng Sơn là vùng đồi núi nhưng có cả một mạng lưới đường dày đặc. Ở đây có đường trục ô tô và tuyến đường sắt xuyên Việt. Trên các tuyến đường này, hiện tượng sụt, trượt xuất hiện hầu như khắp nơi.

Để làm ví dụ, có thể kể đến đoạn đường sắt ở phía Nam thị xã Lạng Sơn.

Từ Hà Nội lên, bên tay trái, xuyên qua một thung lũng lớn là dãy núi cao Sài Hồ. Bên tay phải sát đường sắt là các dãy núi dốc và cao nối tiếp nhau. Sườn núi ở đây, trơ trụi, nham nhở đá dăm vụn màu nâu bạc với những rãnh xói dài. Ở đây có những bậc trượt sâu 4 - 5 m, sản vật trượt (đất đá, gốc cây mới nhỏ...) chất đọng ở ngay mép trượt. Đây là một điểm sụt có quy mô lớn mà nguyên nhân phát sinh và phát triển gắn liền với điều kiện địa mạo và địa chất của khu vực. Thật vậy, địa hình ở đây bị phân cắt rất mạnh, đỉnh núi nhọn, sườn dốc, quá trình bóc mòn bề mặt vô cùng mãnh liệt. Thêm vào đó, mái dốc nền đường cấu tạo từ đá sét kết xen kẽ bột kết bị phong hóa thành dăm sạn lẫn đất rời xốp. Khi ngấm nước đất bị nhão ra và đá dăm bị hóa mềm. Chính vì vậy, khi mưa xuống dòng nước cuốn đi các sản vật phủ trên mặt, dần dần khoét sâu và làm thành rãnh xói, mương xói. Những mương này lúc đầu xói đất ở dưới chân, về sau lần dần lên phía trên và cuối cùng hình thành sụt lở hoặc sụt trượt (xem hình 1.4). Mỗi lần sụt lở, khối

lượng đất đổ xuống đường không nhiều, nhưng do hiện tượng xảy ra thường xuyên nên khối lượng đất đá phải dọn sạch hàng năm vào mùa mưa rất lớn. Để đảm bảo an toàn cho đoàn tàu chạy qua, cung đường sắt ở đây ngày đêm phải túc trực để cảnh giới và dẫn dắt đoàn tàu qua khỏi trọng điểm này. Cần lưu ý rằng, trên đỉnh mái dốc vẫn đang tồn tại nhiều khe nứt. Chắc chắn trong tương lai, từ những khe nứt này mái dốc sẽ sụt lở tiếp.

Như trên đã nêu, trượt sườn tuy ít gặp nhưng khi đã xuất hiện thì lại hết sức nguy hiểm, nếu xét về quy mô và tác hại của nó. Ngay tại khu vực này, cách cửa hầm phía Bắc không xa, có một khối trượt lớn, mép trượt gần bao hết quả đồi và thể tích khối trượt có đến trăm ngàn mét khối. Chân khối trượt (lưỡi trượt) nằm sát bờ suối mà "thượng nguồn" của nó là đỉnh phân thủy Bàn Thí, còn bên kia là lưu vực của sông Kỳ Cùng. Khối trượt đã được phát hiện vào đầu những năm sáu mươi, khi làm trắc ngang tuyến đường sắt mở rộng này. Bằng hàng loạt các biện pháp đã xác định rằng, trượt đang ở trạng thái ổn định (trượt chết) nếu như không làm thay đổi trạng thái cân bằng của khối núi. Kết luận này được công trình sư của cơ quan thiết kế chấp nhận và quyết định đặt vị trí đường hầm cách xa điểm trượt như hiện nay. Nếu như không phát hiện và đánh giá đúng tính chất của khối trượt mà cứ đặt đường hầm qua đó thì sẽ nguy hiểm đến thế nào! Đất trượt sẽ lấp đường sắt, lấp cửa hầm, hoặc đường hầm sẽ bị cát đứt ngang thân.

Qua Lạng Sơn, Cao Bằng, chúng ta sang Tuyên Quang, Hà Giang vùng cực Bắc của Tổ quốc. Các con đường ở đây thường là lên dốc, xuống đèo, lúc ôm lấy núi này lúc vòng qua lưng núi nọ. Bề mặt sườn dốc nham nhở các mảng màu nâu đỏ của đất đá lộ ra thay cho màu xanh của cây rừng. Đó là dấu hiệu cảnh

quan của hiện tượng đất trượt, sụt lở. Ở đây có đủ mọi hình thức di động của đất đá, nhưng phổ biến nhất vẫn là *sụt lở*, to có, nhỏ có. Theo thống kê, do ảnh hưởng của đất trượt và sụt lở, trên 80% số tường chắn đất và kè làm từ hồi mở đường, đều bị sụp đổ hoặc biến dạng nghiêng, lún, và trên 50% cống thoát nước hoặc bị tắc và gãy, tụt lún, có cái bị cuốn trôi không còn dấu vết...

Trở về điều kiện và nguyên nhân phát sinh và phát triển của hiện tượng, ta thấy ở đây vỏ phong hóa dày, vụn nát, rất ít gặp đá tươi, mặc dù khả năng bóc mòn không phải là nhỏ. Công nhân làm đường và nhân dân địa phương ở đây đã quen với địa tầng "đánh dấu" đất sụt: tầng sét kết mỏng màu đen, tầng cát rời (sản phẩm phong hóa của đá macma); nếu mưa to chớ có qua những khu vực phân bố loại đất đá này. Nhận định này rất đúng: đất đá mềm rời gặp nước trở thành nhão chảy, làm phát sinh sụt lở. Hơn nữa, lượng mưa ở đây rất lớn, có năm trên 4000 mm, cho nên dòng chảy trên mặt vào mùa mưa không nhỏ. Mặt khác, cũng giống như ở nhiều nơi khác, con người cũng góp phần thúc đẩy thêm quá trình sụt lở. Việc đào đất ngay ở chân mặt đường đã tạo thành những hàm ếch ở chân mái dốc, làm giảm sức chống trượt của khối đất, tiền đề cho những biến dạng sau này. Tương tự, việc hốt sụt rất tùy tiện cũng làm cho khối sụt di chuyển tiếp tục. Sau này chúng ta sẽ có dịp quay lại đánh giá mức độ sụt của vùng này.

Phần phía Tây và phía Bắc lãnh thổ mới thực sự là vùng tập trung nhiều nhất các hiện tượng đất sụt của Việt Nam. Theo các nhà địa chất, dải đất kẹp giữa sông Hồng, sông Chảy là trục kiến tạo và đứt gãy sông Hồng. Đất đá hầu hết là cổ. Các hoạt động ngoại sinh ở dọc hai bên sườn dãy núi Con Voi cũng vô

cùng mạnh mẽ.

Hãy xem xét phía bên này, từ Doan Hùng - Phú Thọ đi lên, xuất phát từ Làng Dát. Ngay ở những cây số đầu của tuyến đường lên Lục Yên, vào khoảng cây số 10, cách đây trên chục năm đã gặp một hiện tượng độc đáo. Đoạn đường đi trên lưng sườn núi thoải, dốc không quá $15 - 20^\circ$, mặt đường cao hơn mực nước hồ Thác Bà đến 6 - 7 m. Mái dốc nên dào thấp, chỗ cao nhất cũng chỉ 2,5 m. Đường mới làm mặt đường chưa kịp phủ nhựa. Sau một đêm hè (trời không mưa), cả đoạn đường dài gần 50 m bị trượt; di chuyển về phía hồ khoảng 30 - 40 cm, tụt xuống khoảng 10 - 15 cm. Cung trượt này ăn sâu về phía núi, chỗ cách tim đường xa nhất là 100 m.

Ngược dẫn lên quá Lục Yên, Bảo Yên ta gặp liên tiếp nhiều điểm sụt lở và trượt sườn, tại các cây số 56, 78, 90, 103... Điểm trượt ở cây số 90 được chọn làm điển hình để nghiên cứu. Địa hình địa mạo ở đây không có gì đặc biệt so với cả vùng núi trập trùng bên cạnh một con sông lớn chảy dọc. Tuy vậy, trên sườn núi, người ta cho rằng nơi đây xưa kia có thể là một sông cổ. Đó là các vận động thăng trầm của vỏ Trái Đất, ngày nay các trầm tích này mới lộ ra và thành núi. Đúng là "núi cao bởi có đất bồi". Dưới tác động phong hóa, cuội kết bị tơi vụn thành cuội sỏi lẫn đất. Nếu như để nguyên khối núi tự nhiên thì trượt đã không xảy ra. Nhưng do mở đường bằng phá nổ quá liều lượng, do định độ dốc mái đường không hợp lý, lại không có công trình gia cố mái dốc nền đường, cho nên trượt đã phát sinh.

Tiếp tục lên cây số 103. Tại đây, cả một nửa quả núi bị tụt xuống để lại bậc trượt sâu trên 10 m, mép trượt dài hàng trăm mét. Trượt xuất hiện sau một trận mưa đêm tháng tám.

Ngay sau khi trượt phát sinh, nơi đây trông giống như một bãi chiến trường: cả một cánh rừng bị tụt xuống, nghiêng ngả, ngổn ngang cây đổ; đất bị xô ép mạnh, đường bị đứt và xê dịch về phía vực. Năm ấy trượt đã làm tắc đường hơn một tháng, lâu đến mức cỏ lau đã kịp mọc xanh ngay trên phần mặt đường. Đến nay, mặc dù đã qua gần hai chục năm và tuyến đường đã được sửa chữa nhiều lần, nhưng dấu vết và hình dạng trượt vẫn còn. Và nhân dân địa phương mỗi khi đi qua cây số 103 này vẫn thường nhắc đến chuyện núi lở với ấn tượng không quên về những tiếng nổ như sấm rền vào một đêm mưa năm nào làm chuyển rung cả một vùng núi.

Gần thị xã Lào Cai, cách phố Tèo khoảng 2 km theo đường chim bay, cũng vào mùa mưa năm đó xuất hiện liên tiếp ba bốn vị trí sụt lở, trượt sườn lớn đến mức phải trung tu lại cả một đoạn đường. Ở đây xin nêu một vị trí điển hình ở cây số 2. Nhân dân địa phương kể lại rằng, đang đêm bỗng nhiên nghe thấy một tiếng nổ long trời rồi mặt đất rung rung chuyển động, chỉ trong nháy mắt mọi thứ đều bị "cuốn" đi: mấy ngôi nhà nằm ở vai đường và nương ngô đã di chuyển hẳn một đoạn đến vị trí mới. Đường bị đứt và tụt xuống về phía sông. Cả một cống tròn đường kính 1 m bị vỡ rời ra từng đoạn ngổn ngang dọc mái đường. Ở chân bậc trượt và mép trượt xuất hiện các vết lộ nước ngầm chảy ra từ phía núi, trong khi đó ở các chân ruộng bậc thang thì khô kiệt không còn một giọt nước. Hàng xoan bên đường lâu nay thường thay cho cọc tiêu, đã chuyển dịch hẳn xuống phía suối...

Khối trượt này hiện nay đã dừng, nhưng rõ ràng vẫn phải coi chừng!

Bây giờ chúng ta quay trở lại vùng đồi núi Phú Thọ để đi lên Phố Lu bằng đường sắt thuộc cánh bên này của dãy núi Ông Voi.

Tuyến đường sắt được xây dựng từ thế kỷ trước, phần lớn chạy men theo chân núi, sát với bờ sông Hồng. Qua hơn nửa thế kỷ khai thác, đáng lý nền đường phải ổn định dần. Thế nhưng trong vòng hai chục năm nay, tình hình phát sinh và phát triển đất sụt ngày một trầm trọng. Hiện nay trên toàn tuyến có đến 30 trọng điểm với mức độ nguy cấp. Tất cả các dạng đất sụt đều có thể gặp ở đây. Phổ biến nhất là hiện tượng sụt lở, đất đá đổ. Cứ sau mỗi trận mưa là có đến hàng chục vạn mét khối đất rơi đổ xuống đường. Trượt sườn tuy ít gặp hơn nhưng



Hình 1.4. Trượt sườn (tuyến đường sắt Hà Lào)

rất nguy hiểm vì thường làm biến dạng và phá hoại hẳn cả đoạn đường, đẩy trời đường lên, đánh tụt nền và kiến trúc phần trên đường về phía sông. Hình 1.4 ghi lại quang cảnh sụt - trượt một đoạn trên tuyến đường sắt Hà Lào, phát sinh hồi năm 1971.

Như chúng ta có thể hình dung, đối với đường bộ, trong nhiều trường hợp ô tô có thể luôn lách qua đồng đất sụt để vượt lên phía trước. Nhưng đối với đường sắt, tiêu chuẩn về độ dốc và siêu cao yêu cầu chính xác đến milimet. Vì vậy, mọi biến dạng của nền đường, thậm chí chỉ một hòn đá nhỏ rơi xuống đường ray, đều có thể gây nguy hiểm cho đoàn tàu chạy qua. Do đó, để đảm bảo an toàn khi khai thác tuyến đường sắt độc đạo phía Tây này, ngành đường sắt đã và đang phải chi phí không ít sức người sức của để khắc phục hậu quả nặng nề do đất sụt gây nên.

Di hết tuyến đường sắt, chúng ta tiếp tục theo đường bộ, vượt dãy Hoàng Liên Sơn sang Lai Châu. Khác với các vùng khác, nơi đây đặc biệt hay gặp hiện tượng lũ bùn đá. Có nơi, theo lời kể của đồng bào địa phương, lũ bùn đá đã tàn phá cả bản làng, đập vỡ và cuốn trôi hàng chục mét tường kê đá xây dưới chân đường. Dòng bùn từ đâu đột nhiên tràn về làm tắc đường trong nhiều ngày, có khi làm đứt đường ra từng đoạn.

Trên quốc lộ 6, con đường chiến dịch lên Tây Bắc năm xưa, ta gặp vô vàn hiện tượng đất sụt, chủ yếu là trượt sườn dạng dòng chảy, trượt tầng phủ... trên một nền địa chất phổ biến là đá phiến xêririt phong hóa vụn nát. So với thời kỳ khôi phục, cải tuyến, nâng cấp đường thì hiện nay mức độ phát sinh và phát triển các hiện tượng đất sụt có giảm đi nhiều. Nhưng cần lưu ý rằng nơi đây có sẵn hàng loạt các nhân tố gây sụt lở

trong đó có động đất. Trận động đất ngày 24-6-1983 đã làm sũng lại nhiều trượt cổ và làm phát sinh nhiều đất sụt mới. Nhiều khối đất đá từ nhiều năm nay nằm ổn định trên sườn núi, nay do tác động địa chấn chúng bị trượt đổ xuống đường. Tại nhiều nơi, mặt đường, móng mố cầu bị nứt rạn trầm trọng.

Trong vòng chục thế kỷ nay, nơi đây là vùng chấn tâm của gần 100 trận động đất lớn nhỏ xảy ra dọc theo đứt gãy sông Mã, sông Đà và đã chịu biết bao nhiêu biến động bề mặt. Chắc chắn trong tương lai, điều đó sẽ còn xảy ra và tất nhiên cần phải hết sức đề phòng.

Trường Sơn - với khái niệm rộng bao gồm cả dãy núi bạt ngàn chắn giữ sườn phía Tây của Tổ quốc tiếp nối từ Suối Rút - Chợ Bờ, qua khu Bốn cũ đến tận miền Tây khu Năm - là vùng có khí hậu nhiệt đới ẩm điển hình và chứa đựng nhiều yếu tố gây trượt, sụt lở đất đá. Những năm tháng "xé dọc Trường Sơn đi cứu nước", trên suốt dọc các tuyến đường 15, 14 cũng như các tuyến đường ngang, hàng triệu mét khối đất đá đã trượt đổ xuống đường, làm cản trở không ít đến bước quân hành của các chiến sĩ Giải phóng quân. Các hình thức biến dạng nền đường đều có mặt ở những tuyến đường này. Ngoài ra, bom đạn giặc Mỹ cũng góp phần đáng kể gây sụt lở và trượt đất đá trong vùng. Do yêu cầu thông xe khẩn cấp trong chiến tranh, các đoạn trượt đã được xử lý kịp thời, song chưa có thời gian nghiên cứu tỉ mỉ. Ngày nay, để xây dựng các tuyến đường Trường Sơn, các hiện tượng phá hoại nền đường ở đây đang được khảo sát, nghiên cứu để có biện pháp xử lý thích hợp nhất.

3. Phân cấp mức độ đất sụt ở nước ta

Mặc dù là hiện tượng tự nhiên phổ biến, nhưng như đã phân tích ở trên, đất sụt chỉ phát sinh và phát triển khi có tác động

làm mất ổn định khối đất, bao gồm cả tác động của con người trong quá trình xây dựng, khai phá.

Bảng 1.2 dưới đây nêu lên các yếu tố tiêu chuẩn phân cấp mức độ đất sụt. Qua đó có thể thấy, với các yếu tố như loại đất đá, đặc trưng địa mạo, lượng mưa bình quân năm khác nhau thì sẽ có mức độ đất sụt khác nhau. Theo bảng tổng hợp này, có thể dự tính được mức độ đất sụt (số điểm sụt có thể xảy ra trên 1 km tuyến đường, khối lượng đất sụt trên một điểm sụt) phục vụ công tác quy hoạch đầu tư xây dựng trên các vùng có những điều kiện tương tự.

Bảng 1.2. Bảng tổng hợp phân cấp mức độ đất sét

Cấp mức độ sét	Ký hiệu		Chỉ tiêu sét		Địa tầng	Vỏ phong hóa trên các loại đất đá góc	Độ phân cát sâu địa hình (m)	Lượng mưa bình quân năm (mm)	Dạng sét
	Cấp	Phụ cấp	Mật độ (điểm/km)	Khối lượng (m^3 /điểm)					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Mạnh	A	A ₁	2,8-3,4	1500 - 1750	PRsh <i>T_{3k}</i> (c-d)Q	- Gónai amfibon, đá phiến kết tinh giàu nhôm amfibolit, lớp mỏng đá hoa. - Đá phiến sét, cát bột kết, cát kết, bột kết, sét kết, màu đỏ, các lớp sét vôi.	> 1000	2000 - 3200	Đủ các dạng trượt sét và đá đỏ, không có lũ bùn đá
			2,1-2,35	500 - 700	<i>D₁, D_{2e}</i> <i>J</i> (e-d)Q	- Đá phiến sét, sét vôi, cát kết, cuội kết sắc sô. - Bột kết, cát kết, cuội kết, cát kết màu đỏ.			
			1,75-1,95	150 - 500	<i>K</i> <i>D_{2e}</i> <i>T_{2sh}</i> (e-d)Q	- Cuội kết, cuội kết hỗn tạp, cát bột kết. - Đá phiến sét vôi, đá vôi cát kết, cuội kết, cát bột kết, đá phiến silic. - Đá phiến sét, cát kết cuội kết			

Bảng 1.2 (tiếp theo)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Trung bình	B	B ₁	125 - 165	95 - 125	D _{2c} , D _{2g} D ₁	- Đá vôi xám sẫm, đá phiến sét silic, bột kết, đá vôi dạng khối xám, đá vôi phân lớp. - Đá phiến sét, cát kết, cuội kết, bột kết.	600- 1000	1600- 2000	Trượt, sụt trượt, xói sụt, đá đổ, lũ bùn đá
		B ₂	0,85 - 1,15	65 - 90	T _{3n-r} T _{1ρ} o ₂ , P _n T _{2a} o ₃ - S _{sv} ε ₃	- Sét kết, vữa than đá xen kẽ sét kết, bột kết, cuội kết đáy. - Cuội kết đáy, cát bột kết, đá phiến sét, đá vôi phân lớp màu xám, bột kết. - Đá phiến sét đen, đá phiến silic xen kẽ cát kết tyfogen. - Đá phiến sét, bột kết, cát kết - Đá phiến sét vôi, cát kết, cuội kết hỗn hợp. - Sét kết, bột kết chứa vôi xen kẽ đá vôi trũng cá, đá phiến sét, sét vôi xen cát kết dạng quaczit có vẩy mica.			
Yếu	C	C ₁			ε ₂ , ε _{2hg} ε ₂ - o _{1bh} T _{2l} (e-d)Q	- Đá vôi trũng cá, đá phiến mica - Flit sọc dài xen quaczit, đá phiến amfibôn, cuội kết - Đá phiến sét, bột kết, cát kết			

Bảng 1.2 (tiếp theo)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Yếu	C	C ₁	0,80	45 - 55	P ₂ PRnh (e-d)Q	- Đá phiến sét vôi, đá phiến silic, đá vôi, bazan. - Đá phiến mica và lớp mỏng đá hoa	200 - 600	800 - 1600	Chủ yếu là xói sụt, sụt trượt, có xuất hiện đá đổ nhưng ít
					S-D _{sc} γ ₂ m ₁ γ ₇ γ _c C ₁ γ ₀ m ₂ γ ₀ m ₁ (e-d)Q	- Đá phiến sét xen cát kết, bột kết. - Granitôtit, granit hai mica. - Granitôtit - Đá vôi xen đá phiến silic, bột kết, cát kết, đá phiến, sét than - Granit, plagiôgranit, granôdiôrit - Plagiôgranit, granitôtit.			
Rất yếu			Không đáng kể	Không đáng kể	C-P1 C2-P1 Q4 (e-d)R	- Đá vôi xám sáng phân lớp dày lẫn đá vôi trũng cá. - Đá vôi, đá vôi trũng, cá xám sáng. - Sườn tích chân núi đá vôi, bồi tích thung lũng và đồng bằng.			Có đá đổ, đất lở nhưng không đáng kể

CHƯƠNG 2

KHẢO SÁT ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH PHỤC VỤ CÔNG TÁC PHÒNG CHỐNG CÁC HIỆN TƯỢNG PHÁ HOẠI NỀN ĐƯỜNG VÙNG NÚI

§2.1. MỤC ĐÍCH, YÊU CẦU VÀ CÁC GIAI ĐOẠN KHẢO SÁT ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH

Khảo sát địa chất công trình nhằm giải quyết các nhiệm vụ sau đây:

a) Thu thập các tài liệu cơ bản về sườn dốc hoặc mái dốc và về các khối trượt, sụt. Những tài liệu này bao gồm: điều kiện địa chất công trình và địa chất thủy văn của đoạn sườn dốc hoặc mái dốc nền đường bị biến dạng; loại hình phá hoại (đất trượt, đá đổ, đá lở v.v.); kích thước và cấu trúc của khối trượt, sụt; chỉ tiêu tính chất cơ lý của đất đá đã bị di động, phá hoại; tình hình và nguyên nhân gây ra biến dạng nền đường.

b) Đánh giá tình trạng ổn định của sườn dốc hoặc mái dốc, đề ra các giải pháp kỹ thuật phòng ngừa và xử lý thích hợp, bao gồm:

- Luận chứng kinh tế kỹ thuật các phương án xây dựng, kể cả phương án tránh tuyến hoặc không phải nghiên cứu thiết kế

cá biệt;

- Đồ án thiết kế kỹ thuật và bản vẽ thi công các giải pháp kỹ thuật được đề xuất;

- Nội dung công tác quan trắc lâu dài và các biện pháp quản lý, duy tu, sửa chữa trong quá trình khai thác đường.

Các nhiệm vụ vừa nêu trên đây sẽ được thực hiện với mức độ khác nhau, tùy thuộc yêu cầu của giai đoạn thiết kế và tương ứng là các giai đoạn khảo sát theo quy định chung của công tác xây dựng đường. Theo tiêu chuẩn ngành giao thông vận tải thì công tác khảo sát xây dựng được chia ra làm nhiều bước từ sơ lược, sơ bộ đến bước chi tiết.

Riêng đối với các đoạn đường mới làm bị biến dạng, phá hoại thì sau khi tuyến đường đã đi vào khai thác vẫn cần tiến hành bước quan trắc để xác lập chỉ tiêu tính toán và dự báo khả năng phát triển của các hiện tượng phá hoại.

• *Khảo sát sơ lược*

Trong giai đoạn này, tiến hành thu thập, hệ thống hóa và tổng hợp các tài liệu hiện có ở các kho lưu trữ hoặc cơ quan thiết kế, quản lý, đoán đọc và phân tích các tài liệu ảnh máy bay (nếu có). Trên cơ sở đó rút ra nhận định chung về tình trạng của sườn dốc và những yêu cầu cần phải khảo sát thực địa tại các trọng điểm nghiên cứu. Tiếp đến, tiến hành nghiên cứu tại thực địa trong phạm vi có hiện tượng phá hoại sườn dốc hoặc mái dốc và những điểm dự kiến bố trí các công trình xử lý. Trong giai đoạn này cần tiến hành đo vẽ địa chất công trình khu vực với tỷ lệ thích hợp. Sau khi đo vẽ, nếu thấy thật cần thiết, có thể tiến hành thăm dò sơ bộ bằng hố đào, bạt dốc,

khoan hoặc bằng các thiết bị thí nghiệm địa chất công trình khác tùy thuộc yêu cầu thực tế của công việc.

Kết quả của giai đoạn công tác này được thể hiện trong hồ sơ luận chứng kinh tế kỹ thuật gồm bảng thuyết minh và các bản vẽ kèm theo. Trong thuyết minh nêu lên những lập luận có căn cứ xác đáng về tính hợp lý của việc định tuyến đường qua khu vực nghiên cứu hoặc của các biện pháp phòng ngừa và xử lý.

Nếu luận chứng kinh tế kỹ thuật được chấp nhận thì tiếp tục tiến hành khảo sát ở các giai đoạn sau: khảo sát sơ bộ, chi tiết và bổ sung.

- *Khảo sát sơ bộ*

Đây là giai đoạn khảo sát để phục vụ thiết kế kỹ thuật bước một. Trong thực tế, các hiện tượng phá hoại nền đường có thể xuất hiện trước hoặc sau khi xây dựng nền đường. Cho nên, tùy tình hình cụ thể mà đề ra nội dung và khối lượng công tác đối với giai đoạn này.

- *Khảo sát chi tiết*

Giai đoạn khảo sát này nhằm phục vụ thiết kế kỹ thuật bước hai. Trong giai đoạn này, cần tiến hành thu thập mọi tài liệu nguyên thủy cần thiết để có thể đề ra các giải pháp thiết kế, thi công hợp lý và kinh tế.

- *Khảo sát bổ sung và quan trắc*

Mục đích của công việc này là thu thập thêm tài liệu làm sáng tỏ các kết luận của khảo sát chi tiết, đặc biệt là để dự báo những hiện tượng có thể phát sinh và phát triển trong quá

trình xây dựng và khai thác tuyến đường, nhằm đảm bảo vận chuyển an toàn.

Như đã phân tích ở trên, biện pháp thiết kế và thi công cũng có thể là những nguyên nhân quan trọng dẫn đến phát sinh và phát triển các hiện tượng phá hoại nền đường. Do đó, đối với những đoạn tuyến phải cải tạo hoặc những trọng điểm biến dạng của nền đường, cần phải nghiên cứu kỹ các hồ sơ lưu trữ về quá trình thi công (phương pháp và các bước mở đường...) và khai thác tuyến đường (sửa chữa, cải tiến, xây dựng bổ sung...).

Ngoài ra, khi khảo sát chi tiết hoặc thiết lập bản vẽ thi công các công trình phòng ngừa và xử lý các hiện tượng phá hoại nền đường, cần hết sức lưu ý một số vấn đề sau:

Khi nghiên cứu và đánh giá đặc điểm địa hình cần phát hiện các tích tụ đá trôi, lở, trượt, đổ, hình thành từ xa xưa nay nằm lại trên các sườn dốc. Nhìn bề ngoài đó là những sườn dốc thoải, nhưng về bản chất lại là lớp sườn tích ổn định tạm thời trong điều kiện tự nhiên.

Trong nghiên cứu cấu trúc địa chất không thể không xét đến sự phân bố và thế nằm của đất đá, mức độ nứt nẻ, mức độ phong hóa, độ chặt, độ ẩm của chúng.

Khi quyết định phương án kỹ thuật phòng chống trượt lở, cần chú ý đánh giá và dự báo khả năng biến đổi của điều kiện địa chất công trình và môi trường thiên nhiên xung quanh sau khi triển khai các phương án kỹ thuật đó. Điều quan trọng là thấy được cách thức bảo vệ môi trường địa chất và thiên nhiên.

§2.2. NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP KHẢO SÁT ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH

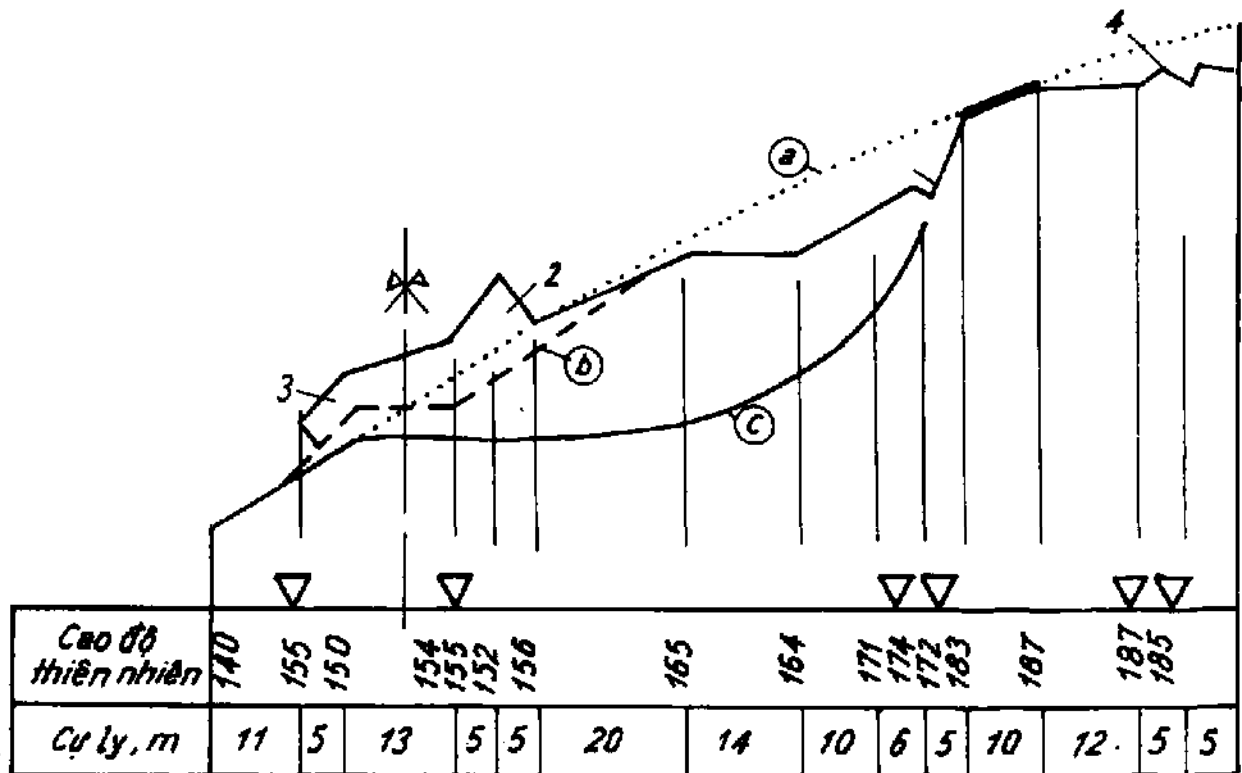
Mặc dù có sự khác nhau ít nhiều về tính chất công việc giữa *lĩnh tuyến đường qua vùng có hiện tượng trượt, lở... hoạt động và xử lý các hiện tượng phá hoại nền đường xuất hiện sau khi xây dựng đường*, nhưng về cơ bản, nội dung và phương pháp khảo sát trong hai trường hợp đều giống nhau.

1. Khảo sát địa hình

Trong giai đoạn khảo sát sơ lược, để lập luận chứng kinh tế kỹ thuật, cũng như để đánh giá sơ bộ tình hình ổn định của khu vực, có thể sử dụng bình đồ và các mặt cắt địa hình của tuyến đường. Nếu thấy cần thiết thì có thể đo đạc sơ bộ một số mặt cắt đại diện tại những chỗ trọng yếu.

Trong giai đoạn khảo sát sơ bộ hoặc chi tiết phục vụ thiết kế kỹ thuật, nhất thiết phải tiến hành khảo sát địa hình riêng biệt cho đoạn đường bị phá hoại. Trong giai đoạn này không nên chỉ nghiên cứu trong dải hẹp của tuyến đường, mà phải nghiên cứu cả một dải rộng chứa đựng những dấu hiệu có liên quan đến các hiện tượng phá hoại sườn dốc hoặc mái dốc nền đường để có thể đánh giá sự ổn định của chúng và thiết kế các công trình phòng chống thích hợp. Để đáp ứng được yêu cầu thiết kế, bình đồ địa hình cần có tỷ lệ 1:500 hoặc lớn hơn. Ngoài các yêu cầu chung của công tác trắc địa, khi lập bình đồ địa hình phải xác định đồng thời tọa độ và cao độ các điểm có liên quan đến các yếu tố của khối sụt, trượt, như mép trượt, khe xói, chân trượt, khe nứt, vết lộ đá gốc, vết lộ nước ngầm (xem chương 3) ngay trong lúc đo ở thực địa (có ghi rõ ngày đo). Như vậy, trong

khảo sát địa hình, cũng cần có sự tham gia của các cán bộ địa chất công trình để phối hợp với tổ trắc địa xác định tại thực địa các điểm địa chất nói trên. Chính nhờ những điểm cá biệt này mà mặt cắt ngang địa hình đo được (hình 2.1) có thể phản ánh sơ bộ hình thái sườn dốc trượt.



Hình 2.1. Mặt cắt ngang địa hình sườn dốc trượt

- a) Sườn dốc trước khi làm đường; b) Mái dốc đường đào trước khi trượt;
 c) Mặt trượt. 1- mép trượt; 2- khối đất trượt bị dồn ép;
 3- lưỡi trượt chồm ra đường; 4- khe nứt ở đỉnh trượt.

Một nhiệm vụ khác của công tác trắc địa là quan trắc biến dạng sườn dốc và nền đường trước và sau khi thiết kế thi công các công trình phòng chống trượt.

Công tác đo đạc được thực hiện bằng các máy kinh vĩ và thủy bình. Có thể lập bình đồ bằng trắc ngang khi đo. Hiện nay,

ngoài phương pháp đo trên, người ta còn dùng phương pháp chụp ảnh mặt đất, chụp ảnh từ máy bay, từ vệ tinh để nghiên cứu các hiện tượng phá hoại nền đường vùng núi, nghiên cứu các khu vực trượt, để chọn tuyến đường, tuyến hầm, chỗ vượt sông, v.v... Ở nước ta, ngành khảo sát giao thông đã bắt đầu áp dụng có hiệu quả các phương pháp kể trên.

2. Đo vẽ địa chất công trình

Trong công tác địa chất công trình có người nghĩ rằng, chỉ có thăm dò bằng khoan, đào, địa vật lý mới cho những thông tin chính xác để thiết kế. Thực ra, đo vẽ địa chất công trình - một dạng công tác nghiên cứu địa chất lãnh thổ - không những là rất quan trọng, mà còn là dạng công tác duy nhất cho phép trong thời gian ngắn thu nhận được kết quả bước đầu nhưng toàn diện về điều kiện địa chất công trình của khu vực.

Nhiệm vụ cơ bản của công tác đo vẽ địa chất công trình là nghiên cứu và biểu thị trên nền địa hình các điều kiện địa chất công trình, vị trí các khối trượt, sụt lở v.v... và các yếu tố của chúng, kể cả việc lập lại địa hình trước khi xuất hiện hiện tượng phá hoại. Từ số liệu này có thể hoạch định đúng đắn các dạng công tác địa chất công trình khác như thăm dò, thí nghiệm, quan trắc lâu dài. Kinh nghiệm cho thấy, nếu chưa tiến hành hoặc tiến hành không đạt yêu cầu công tác đo vẽ địa chất công trình thì không nên bắt đầu tổ chức thăm dò, thí nghiệm. Cũng cần phải thấy rằng nếu chỉ bằng công tác khoan thì trong rất nhiều trường hợp sẽ không mang lại kết quả mong muốn, nhất là đối với trường hợp mái, dốc đào hoặc khối trượt được cấu tạo từ đất đá vụn rời, vì khi đó khó phát hiện mặt trượt.

Tóm lại, đo vẽ địa chất công trình là rất quan trọng đối với việc đánh giá điều kiện ổn định của sườn dốc và thiết lập các phương án phòng chống các hiện tượng phá hoại nền đường vùng núi.

Nội dung và phương pháp đo vẽ địa chất công trình tùy thuộc vào giai đoạn khảo sát, tỷ lệ đo vẽ và mức độ phức tạp của điều kiện địa chất công trình khu vực nghiên cứu. Vì diện tích các trọng điểm trượt lở thường không lớn (ít có trọng điểm trên một trăm hecta), nên tỷ lệ đo vẽ địa chất công trình thường là 1:1000 - 1:500. Với tỷ lệ này, cần phải nghiên cứu và thể hiện mọi dấu hiệu hiện có. Điều kiện địa chất công trình càng không đồng nhất và phức tạp thì càng phải khảo sát tỉ mỉ. Trong lúc đo vẽ, các điểm quan sát cần được bố trí liên tục và phải liên kết chúng lại để làm sáng tỏ điều kiện địa chất công trình, nhất là nguyên nhân và cơ chế của hiện tượng phá hoại nền đường (đá đổ, đá lăn, sụt lở, trượt, v.v...).

Để đảm bảo mức độ chính xác, kèm theo đo vẽ địa chất công trình người ta thường tiến hành các công tác địa vật lý, khoan đào thăm dò, thí nghiệm ở ngoài trời và lấy mẫu đất, đá, nước. Để định vị trí các điểm quan trắc, điểm đo vẽ, các công trình khoan đào thăm dò lên bản đồ nền, thường dùng các mốc định hướng, máy trắc địa thông thường, hoặc tối thiểu cũng bằng địa bàn địa chất và thước đo dài. Ngày nay, các ảnh chụp từ máy bay và vệ tinh được sử dụng rộng rãi trong đo vẽ địa chất công trình. Điều đó cho phép nâng cao độ chính xác và hiệu suất công tác.

Toàn bộ tài liệu thu được qua các công tác nêu trên được tổng hợp dưới dạng bình đồ, mặt cắt địa chất công trình với bản thuyết minh và các bảng biểu cần thiết.

3. Công tác thăm dò, thí nghiệm

Trong nhiều trường hợp, các điểm đo vẽ, quan sát trên mặt không thể cho ta khái niệm đầy đủ về tình hình địa chất dưới sâu, cũng như về thành phần, trạng thái và các tính chất cơ lý của đất đá.

Đặc điểm cấu trúc, thành phần và tính chất của đất đá thường không đồng nhất. Trong lúc đó, công tác thiết kế lại rất cần đến mọi sự khác biệt này, đặc biệt là những số liệu mang tính định lượng. Như ta đã rõ, những biện pháp truyền thống và đáng tin cậy để thu được các thông tin trên là khoan đào, địa vật lý, thí nghiệm hiện trường và trong phòng v.v.. Vì vậy, dù ở giai đoạn khảo sát sơ bộ hay chi tiết, công tác thăm dò, thí nghiệm đều đóng một vai trò hết sức quan trọng.

a. Công tác thăm dò

Sau đây sẽ lần lượt giới thiệu sơ lược nội dung các phương pháp thăm dò hiện đang được áp dụng phổ biến ở nước ta - thăm dò địa vật lý và thăm dò bằng khoan đào.

• *Thăm dò địa vật lý*

Hiện nay, nhiều cơ quan xây dựng (không tính đến các cơ quan thuộc ngành mỏ - địa chất) đang áp dụng có hiệu quả các phương pháp thăm dò địa vật lý.

Các phương pháp địa vật lý dựa trên sự nghiên cứu các trường vật lý của Trái Đất, tức là nghiên cứu các miền không gian của môi trường địa chất. Đặc trưng trạng thái và cường độ của chúng phụ thuộc vào tính chất của đất đá nằm trong các miền không gian đó.

Địa vật lý thăm dò chỉ cho kết quả rõ rệt khi môi trường địa chất có tính không đồng nhất xác định, tức là khi đất đá

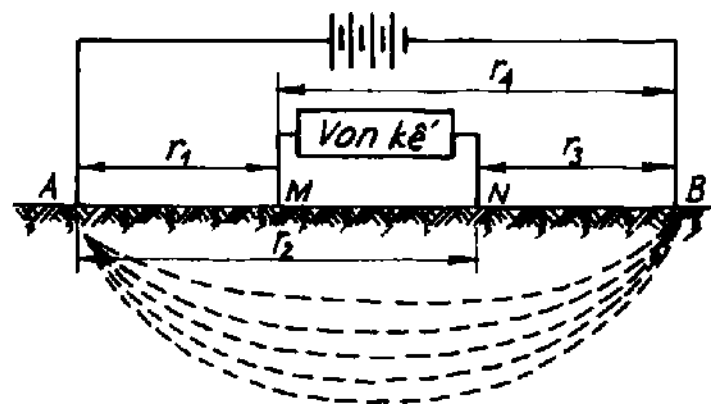
trong trường đó rất khác nhau về trạng thái vật lý (độ ẩm, mức độ hủy hoại, nứt nẻ...) và về các tính chất (điện trở suất, mật độ, tốc độ truyền sóng đàn hồi, độ từ cảm...).

Trong khảo sát, nghiên cứu các hiện tượng phá hoại nền đường vùng núi thường áp dụng các phương pháp địa vật lý sau:

Phương pháp thăm dò điện: trong các phương pháp thăm dò điện thì hay áp dụng nhất là các phương pháp dựa trên nguyên tắc các loại đất đá khác nhau có điện trở suất không giống nhau. Đo sâu điện thẳng đứng là một trong các phương pháp điện thăm thường dùng để xác định chiều sâu mực nước dưới đất, đá gốc... Ngay ở giai đoạn khảo sát sơ lược, khi nghiên cứu một khối trượt nào đó có thể áp dụng phương pháp này để thu được những thông tin sơ bộ.

Nguyên tắc đo điện như sau:

Dòng điện đi qua đất (hình 2.2) sẽ có cường độ dòng tùy thuộc mật độ của các đường dòng. Nếu đo được cường độ dòng điện giữa các điện cực A, B và hiệu thế giữa các cực M, N thì có thể xác định được điện trở của đất đá.



Hình 2.2. Sơ đồ đo sâu điện thẳng đứng

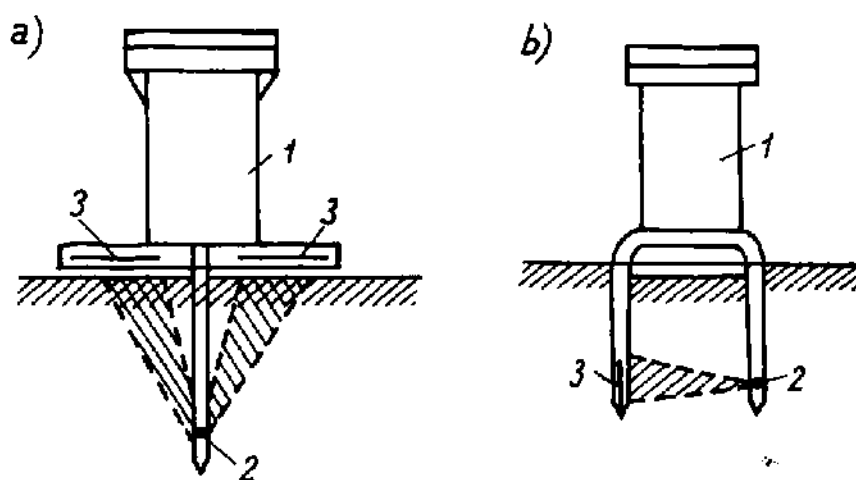
Các yếu tố ảnh hưởng quyết định đến điện trở suất của đất đá là: nguồn gốc, thành phần thạch học, kiến trúc và cấu tạo, độ rỗng, nứt nẻ, độ ẩm... Ở đây cần hết sức lưu ý vai trò của

nước. Để phát hiện được mặt trượt hoặc ranh giới giữa đá gốc với tầng phủ thì sự thay đổi độ ẩm là căn cứ rất cơ bản. Vì vậy phương pháp thăm dò điện có ý nghĩa quan trọng trong công tác khảo sát đất trượt, xét về tính thích hợp của phương pháp. Về mặt thao tác thực hiện, đây là một trong những phương pháp đơn giản, có năng suất cao.

Phương pháp địa chấn dựa vào sự thay đổi phương và tốc độ truyền sóng đàn hồi trong đất đá phát sinh do va đập, nổ hoặc do các thiết bị chấn động gây nên. Tại mặt phân cách các lớp đất đá, sóng đàn hồi bị phản xạ và khúc xạ, thay đổi phương truyền sóng. Trên cơ sở thời gian truyền và các góc đó ta có thể xác lập được thể nằm của các lớp đất đá.

Hiện nay, các phương pháp địa chấn được áp dụng rộng rãi nhất là phương pháp sóng khúc xạ, phương pháp so sánh sóng khúc xạ, phương pháp sóng phản xạ.

Phương pháp hạt nhân, đặc biệt là các phương pháp bức xạ gamma và nơtron, các phương pháp đo phóng xạ hố khoan đang được áp dụng nhiều trong thực tế.

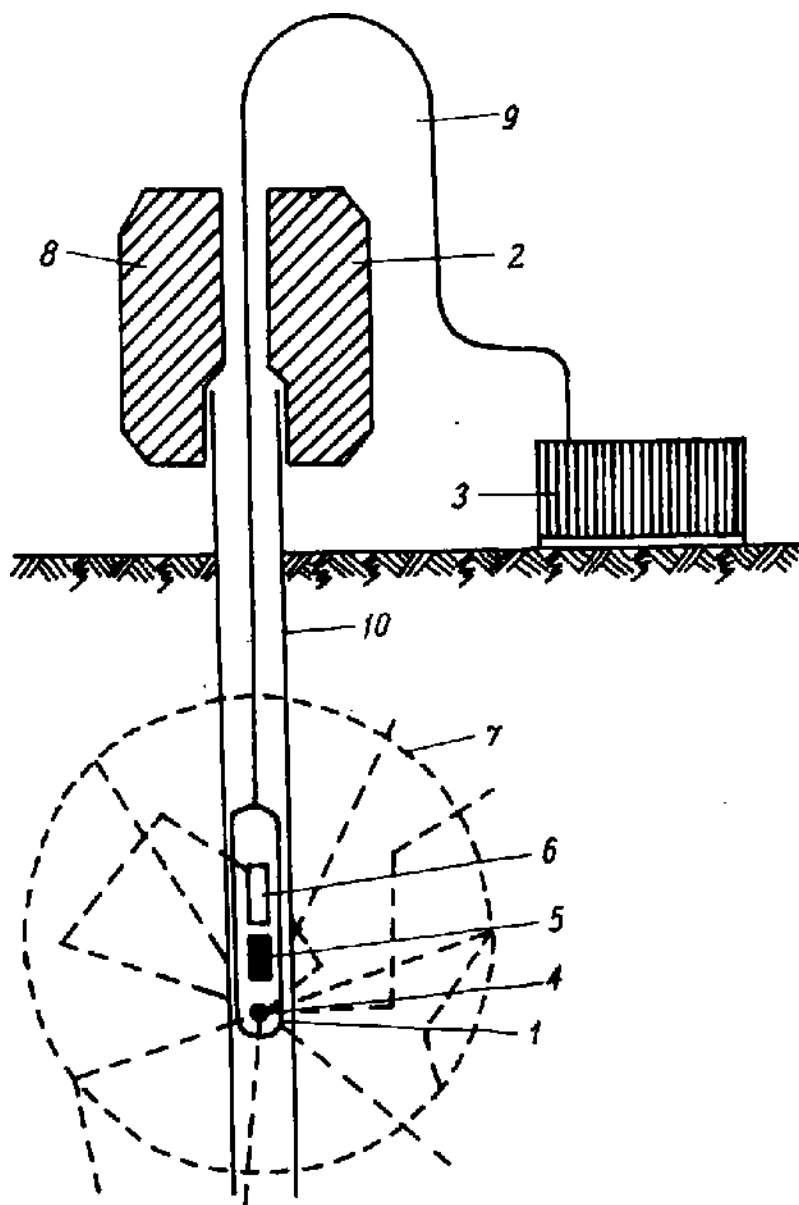


Hình 2.3. Thiết bị đo bức xạ gamma

a) Loại dùi; b) Loại chạc. 1- thân máy; 2- nguồn bức xạ; 3- ống đếm.

Phương pháp bức xạ tia gama dùng để xác định khối lượng thể tích đất đá. Có hai loại dụng cụ đo hay dùng: loại dùi (xăm), và loại chạc (đĩa) (hình 2.3). Loại chạc gồm hai ống: một ống đặt nguồn bức xạ gama (côban 60), một ống là ống thu. Còn ở loại dùi, ống thu được đặt ở đế của thiết bị.

Phương pháp nơtrôn dựa trên sự phụ thuộc của dòng bức xạ nơtrôn khuếch tán vào lượng hiđrô của nước dưới đất. Nguồn bức xạ có thể dùng chế phẩm Po-pe, Ra-Be để phát ra nơtrôn nhanh. Sơ đồ đo sâu độ ẩm của đất đá bằng phương pháp bức xạ nơtrôn sử dụng thiết bị Niv-1 do Liên Xô chế tạo (xem ở hình 2.4).



Hình 2.4. Sơ đồ đo sâu độ ẩm của đất đá bằng phương pháp bức xạ nơtrôn

- 1- đầu đo; 2- bộ phận kiểm tra;
- 3- bộ tụ ghi; 4- nguồn nơtrôn; 5- màn ảnh;
- 6- detêctơ (dầu thu sóng); 7- vùng ảnh hưởng hình cầu; 8- nắp bảo vệ; 9- đường cáp dẫn;
- 10- ống chống vách lỗ khoan.

Trong điều kiện địa hình thuận lợi, các phương tiện cơ giới có thể đi lại được thì nên dùng trạm tổ hợp xuyên dò khoan địa vật lý. Sử dụng trạm tổ hợp cho phép giải quyết đồng thời các tham số tính toán như khối lượng thể tích, độ ẩm, sức chịu kháng xuyên cũng như cấu tạo địa tầng và đặc trưng địa chất thủy văn của điểm đó.

- *Thăm dò bằng khoan đào*

Như chúng ta đều biết, khoan đào là loại công tác phổ biến, có thể giúp giải quyết hàng loạt nhiệm vụ khác nhau. Tuy nhiên, khác với các đối tượng khảo sát khác, những vị trí trượt, sụt thường có địa hình phức tạp, phần nhiều dốc và cao. Vì vậy, trong nhiều trường hợp không thể tiến hành với các thiết bị khoan tự hành.

Để nghiên cứu đất trượt thường dùng các máy khoan gọn nhẹ, các phần chính công kênh có thể tháo rời được trong quá trình vận chuyển.

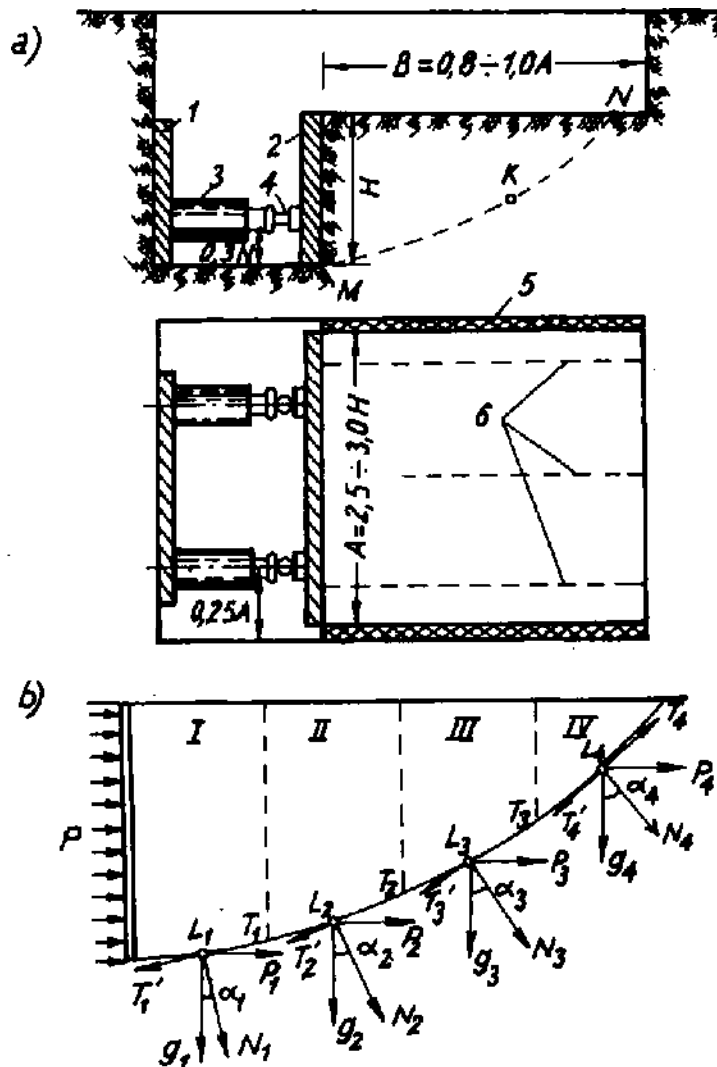
Trong công tác khoan thăm dò đất trượt, nhiệm vụ chính là phát hiện mặt trượt, lấy mẫu xác định tính chất cơ lý của đất đá đã bị trượt, đất đá nguyên trạng chưa bị trượt, mực nước ngầm, trong đó mặt trượt là yếu tố quan trọng nhất. Tuy nhiên, việc xác định chính xác mặt trượt là một việc rất khó, vì trong nhiều trường hợp tính chất đất đá ở mặt trượt không khác biệt lắm so với đất đá ở thân trượt cũng như đất đá nguyên thổ, nhất là khi mặt trượt cắt qua đới phong hóa vỡ vụn.

Để khắc phục một phần khó khăn này, nên áp dụng các biện pháp khoan khô, khoan thổi đáy lỗ khoan bằng khí nén. Ngoài ra, cần tăng số mẫu thí nghiệm và mẫu hồ sơ. Nếu sử dụng được trạm tổ hợp khoan địa vật lý thì sẽ cho phép tăng đáng kể lượng thông tin thu được ở khối trượt.

Tại các mép trượt và các khe nứt, nên tăng cường công trình đào thăm dò dưới dạng giếng, hào có chống vách. Biện pháp bạt dốc thăm dò tỏ ra rất có hiệu quả do phù hợp với địa thế dốc của nền đường đào, vách trượt và sườn núi.

b. Công tác thí nghiệm

• Công tác thí nghiệm ở ngoài trời



Hình 2.5. Sơ đồ thí nghiệm cắt đất bằng phương pháp cắt đáy ngang

- 1-2- tấm đệm; 3- kích thủy lực; 4- áp lực kế;
5- rãnh khoét; 6- tiết diện đo vẽ mặt trượt.

Để đánh giá ổn định của sườn dốc và mái dốc đường đào, người ta thường tìm cách xác định độ bền chống cắt của đất đá ở thể nằm tự nhiên của chúng. Hiện nay có nhiều phương pháp xác định các thông số độ bền chống cắt (lực dính kết - c , và góc ma sát trong - φ) của đất đá. Các thí nghiệm này thường được tiến hành trong các hố đào thăm dò.

Hình 2.5 giới thiệu một sơ đồ thí nghiệm cát đẩy ngang trong hố đào. Kích thủy lực (3) dùng để tạo lực cắt làm cho khối mẫu bị trượt theo mặt MKN (a). Sau khi đo và vẽ được mặt trượt lên trên giấy, tiến hành chia phần trượt của khối mẫu ra thành một số mảnh và lập sơ đồ lực (b).

Lực dính kết (c) và góc ma sát trong (φ) được tính theo các biểu thức sau:

$$c = \frac{P - P_1}{l_n}$$

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{\frac{P}{G} \sum_{i=1}^n g_i \cos\alpha_i - \sum_{i=1}^n g_i \sin\alpha_i - (P - P_1)}{\frac{P}{G} \sum_{i=1}^n g_i \sin\alpha_i + \sum_{i=1}^n g_i \cos\alpha_i}$$

trong đó:

$$P = \frac{P_{\max} \cdot 1\text{cm}}{A} ;$$

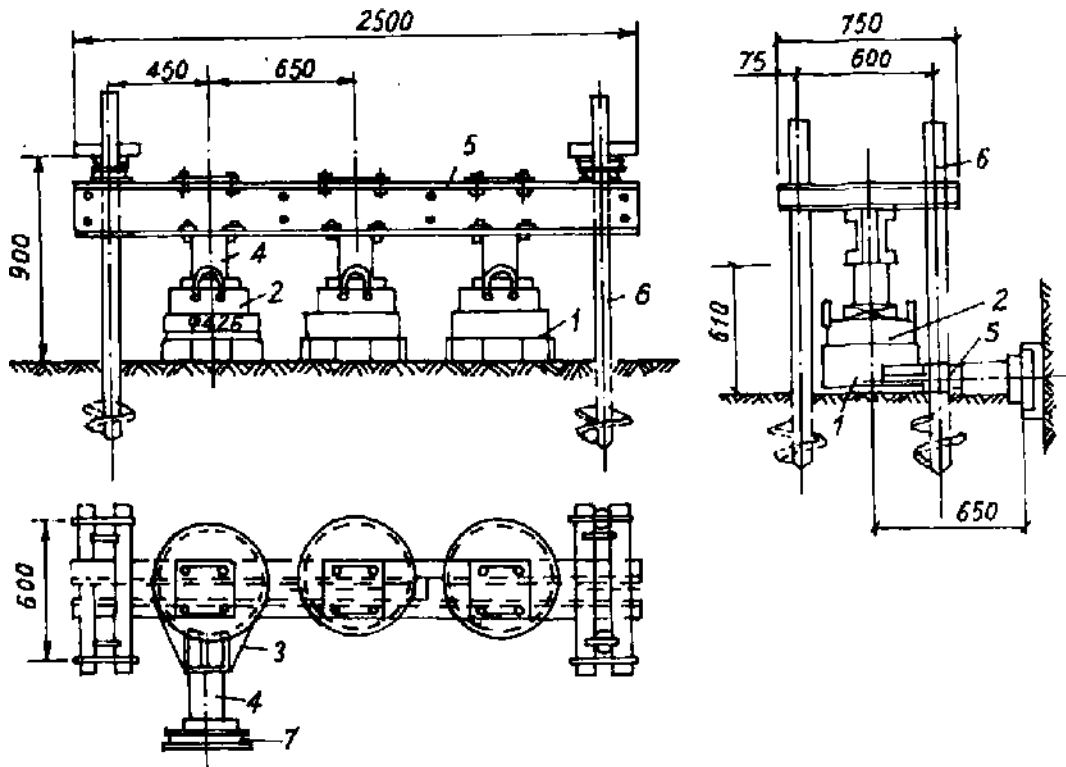
$$P_1 = \frac{P_{\min} \cdot 1\text{cm}}{A}$$

với:

P_{\max} - áp lực cực đại phát sinh khi khối mẫu bị trượt;

P_{\min} - áp lực làm khối mẫu bị dịch chuyển sau khi đã hình thành mặt trượt.

Cũng có thể xác định độ bền chống cắt của đất bằng cách cắt 3 khối mẫu để chừa lại trong hố đào theo phương pháp trượt phẳng với áp lực pháp tuyến có giá trị khác nhau trên các khối mẫu này (xem hình 2.6).



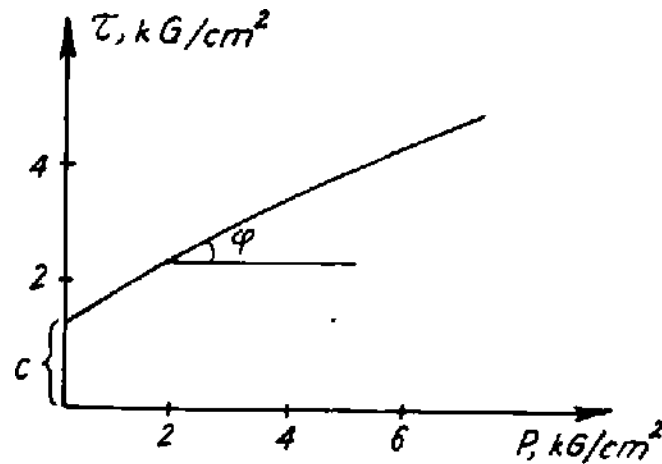
Hình 2.6 Sơ đồ thí nghiệm cắt đất đồng thời

- 1- giá đỡ khối đất; 2- bàn nén; 3- bộ gá; 4- kích;
5- dầm; 6- cọc neo; 7- bản tựa.

Lực nén chặt pháp tuyến và lực gây cắt nằm ngang trong thí nghiệm có thể được tạo ra bằng kích thủy lực. Các thông số độ bền chống cắt của đất được xác định theo biểu đồ cắt (hình 2.7) hoặc tính toán theo kết quả thí nghiệm:

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{\tau_2 - \tau_1}{P_2 - P_1} ;$$

$$c = \tau_1 - P_1 \operatorname{tg}\varphi = \tau_2 - P_2 \operatorname{tg}\varphi .$$



Hình 2.7. Biểu đồ sức chống cắt của đất theo áp lực pháp tuyến

• Công tác thí nghiệm trong phòng

Trong phòng thí nghiệm cần xác định các chỉ tiêu tính chất cơ lý của đất đá theo các phương pháp thông thường. Riêng với thí nghiệm cắt, các mẫu đất phải được làm bão hòa trước khi tiến hành thí nghiệm.

Cần lưu ý rằng, trong tính toán đánh giá ổn định mái dốc nền đường, áp lực đất, ổn định của các công trình phòng hộ và gia cố nền đường thì ba chỉ tiêu: khối lượng thể tích đất (bão hòa) - γ (T/m^3); lực dính kết - c (kG/cm^2) và góc ma sát trong - φ (độ), là cơ bản. Vì vậy, trong khảo sát địa chất công trình các hiện tượng phá hoại nền đường vùng núi cần chú ý xác định các chỉ tiêu trên và tính giá trị tính toán của chúng.

CHƯƠNG 3

HIỆN TƯỢNG TRƯỢT Ở SƯỜN DỐC VÀ CÁC BIỆN PHÁP PHÒNG CHỐNG ĐỂ ĐẢM BẢO ỔN ĐỊNH NỀN ĐƯỜNG

§3.1. PHÂN LOẠI CÁC HIỆN TƯỢNG TRƯỢT TRÊN SƯỜN DỐC

Như đã nói ở §1.1. trượt là hiện tượng đất đá trên sườn dốc chuyển dịch xuống dưới theo một vài mặt trượt rõ rệt (đã miêu tả ở các hình 1.1 và 1.2). Thông thường, quá trình phát triển của một điểm trượt diễn ra như sau:

Đầu tiên, trên sườn dốc xuất hiện các khe nứt; sau đó, phần trên của khối trượt bắt đầu di chuyển xuống phía dưới, thúc ép khối đất phía dưới, tạo nên vách trượt (hình 1.1) và hình thành một phần mặt trượt. Lực tác dụng từ phía trên càng lớn thì dần dần mặt trượt càng phát triển xuống dưới, hình thành mặt trượt hoàn chỉnh và chân trượt. Nhưng nếu khối trượt bị cản trở ở phía dưới (ví dụ gặp đất bền vững hoặc đá cứng) thì khối trượt sẽ bị đùn đóng, tạo thành bậc, tốc độ di chuyển giảm, thậm chí có khi tạm dừng, tạo nên trạng thái ổn định tạm thời. Thời gian ổn định tạm thời dài hay ngắn tùy thuộc vào tương quan giữa

tác dụng ép đẩy từ trên xuống và tác dụng cản trở ở phía dưới.

Như vậy, mỗi điểm trượt khi đã phát triển đầy đủ thường gồm có: các khe nứt, các vách trượt, các bậc, bờ trượt và mặt trượt (hình 1.1).

Các khe nứt thường thấy có ba loại: khe nứt rộng, khe nứt dọc và khe nứt ngang. *Khe nứt rộng* thường xuất hiện ở khá xa đỉnh mái dốc nền đường (có khi tới mấy chục hoặc mấy trăm mét) và có hình vòng cung. *Khe nứt ngang* xuất hiện ở phần dưới khối trượt khi phần trên của khối chuyển dịch nhanh hơn phần dưới (hoặc gặp cản trở từ phía dưới), khiến phần dưới của khối trượt bị đẩy vồng lên. Khe nứt ngang gồm nhiều vết, có phương gần thẳng góc với phương di chuyển của khối trượt và miệng khe nứt thường là bằng (không có sự di chuyển tương đối của đất theo chiều sâu ở hai bên khe nứt). *Khe nứt dọc* hình thành do sự chuyển dịch của đất trong khối trượt với các tốc độ khác nhau, thường xuất hiện ở giữa và phần dưới khối trượt kèm theo các luống đất dài nhỏ.

Vách trượt là một phần trông thấy của mặt trượt và thường có độ dốc lớn, có khi gần như thẳng đứng, sâu từ vài mét đến hàng chục mét. Vách trượt của khối trượt mới hoạt động thường rất dễ nhận thấy.

Bậc trượt cho phép ta quan sát được phần nào cấu tạo thể nằm của đất đá trong khối trượt.

Mặt trượt bao giờ cũng hình thành ở những chỗ đất đá có cường độ yếu nhất. Lân cận mặt trượt thường phát hiện đất đá bị bão hòa nước hoặc ẩm hơn đất đá ở phía trên và phía dưới nó, thậm chí còn có thể phát hiện nước ngầm hoạt động. Khảo sát để phát hiện chính xác vị trí của mặt trượt là một việc rất

cần thiết và quan trọng để đánh giá đúng các nguyên nhân gây trượt và chọn biện pháp xử lý trượt thích hợp.

Để tạo thuận lợi cho việc phân tích nguyên nhân phát sinh, điều kiện và quá trình phát triển trượt nhằm đánh giá đúng mức độ ổn định của điểm trượt và sự thích hợp của các biện pháp xử lý, người ta thường phân loại các điểm trượt theo những đặc điểm và tính chất sau:

- Theo loại đất đá bị trượt: phân biệt trượt trong tầng đất (xảy ra trong bản thân tầng đất); trượt tầng phủ (thường là trượt của các tầng đất lẫn dăm sạn nguồn gốc tàn tích, sườn tích trên đá gốc); trượt trong đá (đá phong hóa hoặc các tầng đá khác nhau).

- Đặc điểm mặt trượt: mặt trượt cong, thường xảy ra trong đất đồng nhất; mặt trượt phẳng, thường xảy ra ở mặt tiếp xúc giữa các lớp.

- Thời điểm phát sinh trượt: trượt mới, xảy ra do việc đào sườn núi; trượt cũ, xảy ra từ trước khi xây dựng nền đường (bao gồm trượt cũ đã ổn định hẳn, trượt cũ còn đang phát triển và trượt cũ tạm thời ổn định ở trạng thái cân bằng giới hạn).

-- Tốc độ trượt (tốc độ di chuyển của khối trượt): trượt chậm và trượt nhanh.

- Số lần trượt (số lần khối trượt phát sinh di động): trượt xảy ra một lần; trượt xảy ra liên tục (di chuyển liên tục xuống phía dưới); trượt xảy ra nhiều lần.

- Số mặt trượt: trượt đơn giản, chỉ có một mặt trượt qua vùng mềm yếu nhất; trượt phức tạp, có nhiều mặt trượt mang tính chất khác nhau.

- Vị trí của mặt trượt trên mặt cắt ngang: trượt mái dốc

nén đường (chỉ xảy ra trong phạm vi mái dốc nén đường); trượt phía trên mái dốc; trượt toàn bộ cả sườn núi và nén đường.

- Bề dày của khối trượt: trượt bề mặt; trượt nông (bề dày khối trượt cỡ vài mét); trượt sâu (dày hàng chục mét).

- Thứ tự phát sinh trượt ở khối trượt: phần dưới xảy ra trượt trước, gây hiện tượng mất chân, khiến cho phần trên bị trượt theo; phần trên xảy ra trượt trước, đẩy phần dưới trượt theo.

- Mức độ chứa nước của khối đất đá trượt: trượt dẻo; trượt chảy; trôi (bùn trôi).

- Hình dạng của khối trượt trên mặt bằng: trượt hình lòng máng (hẹp, dài); trượt vòng xoắn ở hõm núi; trượt hình lưỡi ở giữa có uốn vòng...

- Hình dạng mặt cắt ngang của mặt trượt và khối trượt: mặt trượt tròn; mặt trượt phẳng; mặt trượt gãy khúc.

Các đặc điểm và tính chất nói trên cũng chính là những điểm cần được miêu tả tỉ mỉ ở mỗi điểm trượt khi tiến hành khảo sát, nghiên cứu thiết kế nén đường qua các vùng đó.

Để nhận biết các khối trượt ở thực địa, có thể dựa vào các dấu hiệu về địa hình và địa mạo sau đây:

- Trượt thường xảy ra ở các hõm núi sườn không dốc lắm.

- Các điểm trượt mới ổn định thường tạo nên những sườn dốc mới lồi ra phía sông, suối, cấu tạo bởi các sản phẩm trượt vỡ vụn, ở phần giữa thường có hình lưỡi uốn vòng, có các bậc cấp thấp; hai bên thường phát sinh các dòng chảy mới, đáy dòng có đá lăn và hai bờ thường có các vết lộ nước ngầm, trên sườn có thể gặp hiện tượng "rừng say", tức là hiện tượng cây cối trên khối trượt bị uốn cong đều theo hướng trượt (do đất trượt, thân

cây bị đổ nghiêng, đến khi khối trượt tạm ổn định, cây lại mọc tiếp theo hướng thẳng đứng); ở phía trên của sườn dốc, có thể thấy các vách thẳng đứng. Những điểm trượt loại này có thể hoạt động trở lại nếu chúng ta đào sườn núi để làm đường với khối lượng lớn hoặc nếu nước sông, suối phía dưới gây xói mòn đáng kể...

- Các điểm trượt đã ổn định từ lâu thì thường có sườn dốc rất thoải, thêm rộng và đôi khi có nhiều thềm; trên sườn dốc còn thấy rõ các vách trượt, nhưng đã bị mờ theo thời gian. Các điểm trượt này thường cũng hình thành gần sông, suối, nơi có bờ sông tương đối dốc ($30 - 40^\circ$). Khối trượt cũ thường có độ dốc sườn từ $5 - 25^\circ$, hai bên có các dòng chảy uốn khúc ngoằn ngoèo, lòng suối khoét sâu để lộ đá gốc, bờ suối thấy các vết lộ nước ngầm nhưng nước trong. Những điểm trượt loại này nói chung ít có khả năng hoạt động trở lại.

- Các khối trượt vừa mới phát sinh thì có thể nhận biết theo các dấu hiệu miêu tả như ở hình 1.1. 1.2 và 1.3 chương 1, nhất là các vết nứt mặt đất. Trên các tuyến đường đang khai thác, nếu sườn dốc bị trượt thì thường rất dễ phát hiện qua các hiện tượng đất đá bị đẩy lấp đường; nền đường bị đẩy dịch chuyển cả đoạn dài, có khi chỉ vài ngày nền đường đã bị sụt sâu hàng chục mét, các vết nứt và vách trượt thấy rõ trên mặt đường nhựa...

- Các khối trượt nông, trượt chảy thường dễ phát hiện ở những sườn núi ít cây cối; lớp cây cỏ bị phá hủy để lộ lớp đất mới màu đỏ, trên mặt sườn dốc thường có nhiều bậc cấp nhỏ và có những khe nước tự nhiên mới hình thành cùng với nhiều vết lộ nước ngầm.

Hiện tượng trượt thường xảy ra trong những điều kiện nhất định, trên các sườn dốc, cụ thể là:

- Về tính chất đất đá: trượt thường ít phát sinh trên các sườn dốc đá cứng như đá granit, đá vôi... vì các loại đá này có kết cấu chặt, rất ít thấm nước và giữ nước. Tuy nhiên, nếu trong đá cứng có kẹp các lớp đá phong hóa mềm yếu hoặc vỡ vụn với thể nằm tương đối dốc lại kết hợp có nước ngầm hoạt động thì sườn dốc vẫn có thể xảy ra hiện tượng trượt phẳng theo mặt yếu. Ở những sườn dốc cấu tạo bởi đá mềm, thường chỉ quan sát thấy trượt nông xảy ra trong lớp mặt bị phong hóa mạnh, trừ trường hợp các lớp đá có thể nằm dốc và có nước ngầm hoạt động thì mới có thể xảy ra trượt sâu. Ở các vùng đất đá có tính thấm nước tốt như cuội sỏi, cát, đá dăm, thường hiếm xảy ra trượt vì nước dễ thoát đi, không tạo thành mặt yếu. Hiện tượng trượt đặc biệt thường hay xảy ra ở những sườn dốc cấu tạo bởi đất sét, vì ở đó tầng phủ đất phong hóa thường xốp hơn, dễ thấm nước ở trên xuống, còn phần dưới là tầng đất chặt cách nước. Với cấu tạo như vậy, khi nước thấm vào, lực dính và góc ma sát trong của đất sẽ giảm, nước lại tập trung ở ranh giới cách nước nên dễ hình thành trượt. Trường hợp này càng phổ biến khi đường qua vùng đất loại sét sườn tích có độ chặt tự nhiên thấp.

- Về cấu tạo địa chất: thể nằm và mức độ nứt nẻ của đất đá có ảnh hưởng quan trọng đến việc hình thành hiện tượng trượt ở sườn dốc. Trượt thường xảy ra trên mặt lớp đá bị ngấm nước có thể nằm thuận chiều dốc; trượt cũng có thể cắt qua các lớp đất đá (hình thành trượt sâu) theo các khe nứt và mặt đứt gãy.

- Vé điều kiện thủy văn và khí hậu: ở những vùng khí hậu thay đổi mạnh (nắng khô gay gắt rồi mưa nhiều) thường phát triển trượt vì đất đá vừa dễ phong hóa, nứt nẻ khi khô, vừa dễ bị thấm nước khi mưa. Đặc biệt, sự tập trung các nguồn nước mặt và nước ngầm bao giờ cũng là những nguyên nhân cơ bản gây trượt như đã nói ở trên.

Nhằm cung cấp các thông tin khách quan để có đủ căn cứ xác định nguyên nhân tiềm tàng và nguyên nhân trực tiếp dẫn đến hình thành và phát triển hiện tượng trượt, ngoài việc quan sát, nhận dạng bằng mắt những gì có thể thấy được, còn phải tiến hành điều tra, khảo sát bằng các phương pháp địa chất công trình. Tùy theo tình hình cụ thể của đối tượng điều tra, tùy theo mục đích và giai đoạn khảo sát thiết kế đường mà khối lượng công tác và phương pháp điều tra cần áp dụng có thể khác nhau.

§3.2. CÔNG TÁC ĐIỀU TRA, KHẢO SÁT CÁC ĐIỂM TRƯỢT Ở SƯỜN DỐC NHẪM PHỤC VỤ PHÒNG CHỐNG PHÁ HOẠI NỀN ĐƯỜNG

Mục đích của công tác điều tra, khảo sát các điểm trượt là tìm ra nguyên nhân hình thành, mức độ và quy mô phát triển của chúng để đi tới các biện pháp phòng chống hợp lý về kinh tế - kỹ thuật, tức là cuối cùng phải giải đáp được câu hỏi "Có khả năng phòng chống trượt để xây dựng đường qua vùng đó được không?", hoặc "Có thể tiếp tục duy trì tuyến đường hiện có qua đó được không?" và "Khả năng phòng chống có quá đắt không?".

Trong quá trình điều tra, khảo sát cần xác lập các số liệu và tài liệu sau:

- Thành phần, trạng thái và tính chất đất đá tạo thành sườn dốc.

- Bản đồ địa hình của sườn dốc trượt với tỷ lệ 1:500 - 1:2000 và các mặt cắt kèm theo. Phải làm sáng tỏ cấu tạo địa chất, bề dày và thế nằm các lớp đất đá, các mặt yếu, sự phát triển khe nứt...

- Điều kiện khí hậu và điều kiện tích, chứa nước; nguồn gốc và hoạt động của nước mặt và nước ngầm.

- Vị trí của mặt trượt và điều kiện hình thành mặt trượt. Việc xác định vị trí và điều kiện hình thành mặt trượt là đặc biệt cần thiết để có thể tìm đúng nguyên nhân và biện pháp phòng chống. Công việc này có khi đòi hỏi sử dụng các biện pháp điều tra địa chất công trình tốn kém, nhất là đối với các điểm trượt sâu, chẳng hạn như phải khoan lấy mẫu nguyên dạng theo từng độ sâu để tìm mức độ chứa ẩm và cường độ chống cắt của đất, từ đó phát hiện vị trí có độ chứa ẩm lớn nhất và cường độ yếu nhất. Những vị trí đó là nơi mặt trượt có thể đi qua. Nhờ khoan có thể phát hiện các tầng chứa nước ngầm.

- Quá trình phát sinh, các giai đoạn phát triển và quy mô của các khối trượt và vùng trượt. Đặc biệt cần điều tra ngay tại vị trí và thời điểm trượt hoạt động. Trong một số trường hợp đặc biệt, để nắm chắc tình hình hoạt động của khối trượt còn cần tổ chức quan trắc dài hạn tại chỗ (thành lập trạm quan trắc điều tra tổng hợp các nội dung nói trên cho cả một đoạn đường hoặc một điểm trượt lớn).

- Phạm vi, tính chất và mức độ tỉ mỉ của việc điều tra, khảo sát các nội dung nói trên có thể khác nhau tùy theo các yêu cầu sau đây:

- + Điều tra để xử lý phòng chống trượt trên các tuyến đường hiện có hay điều tra để đánh giá khả năng ổn định của sườn dốc nhằm phục vụ thiết kế tuyến đường mới.
- + Điều tra trong các giai đoạn khảo sát thiết kế khác nhau (điều tra phục vụ lập dự án khả thi hay điều tra phục vụ lập thiết kế kỹ thuật thi công).
- + Cấp hạng đường khác nhau và quy mô công trình phòng chống.
- + Mức độ phức tạp của điều kiện tự nhiên tại chỗ (địa chất công trình).

Nói chung, công tác điều tra, khảo sát các điểm trượt thường tiến hành theo hai giai đoạn tương ứng với hai giai đoạn thiết kế: điều tra sơ bộ phục vụ lập dự án khả thi, và điều tra chi tiết phục vụ thiết kế chi tiết, lập bản vẽ thi công. Phạm vi điều tra, khảo sát ở mỗi giai đoạn đều được xác định tùy thuộc quy mô công trình phòng chống dự kiến, cũng như tài liệu điều tra đã có sẵn từ trước có thể lợi dụng được...

Trước khi tiến hành công tác điều tra, khảo sát các điểm trượt cần nghiên cứu kỹ các tài liệu đã có ở các cơ quan hữu quan, tiến hành khảo sát sơ lược ở thực địa và lập nhiệm vụ, phương án (thiết kế) điều tra. Phương án điều tra, khảo sát cần nêu rõ các yêu cầu đối với mỗi loại công việc điều tra, dự trù các trang thiết bị cần thiết, các hạng mục thí nghiệm đất đá phải tiến hành... và tiến độ thực hiện.

Như trên đã nói, nội dung công tác điều tra, khảo sát phòng chống trượt trong trường hợp thiết kế tuyến đường mới và trong trường hợp trượt xảy ra trên đường cũ có những đặc điểm khác nhau.

Khi thiết kế tuyến đường mới, ngoài việc điều tra đánh giá khả năng kinh tế - kỹ thuật của việc trực tiếp xây dựng đường qua vùng có các sườn dốc trượt, còn cần điều tra khả năng vòng tránh vùng đó. Công việc này phải được giải quyết dứt khoát trong giai đoạn khảo sát phục vụ lập dự án khả thi. Nếu không có khả năng vòng tránh thì sang giai đoạn khảo sát phục vụ thiết kế chi tiết lập bản vẽ thi công mới đi sâu điều tra theo các phương án xử lý trượt hoặc xây dựng công trình phòng chống được dự kiến.

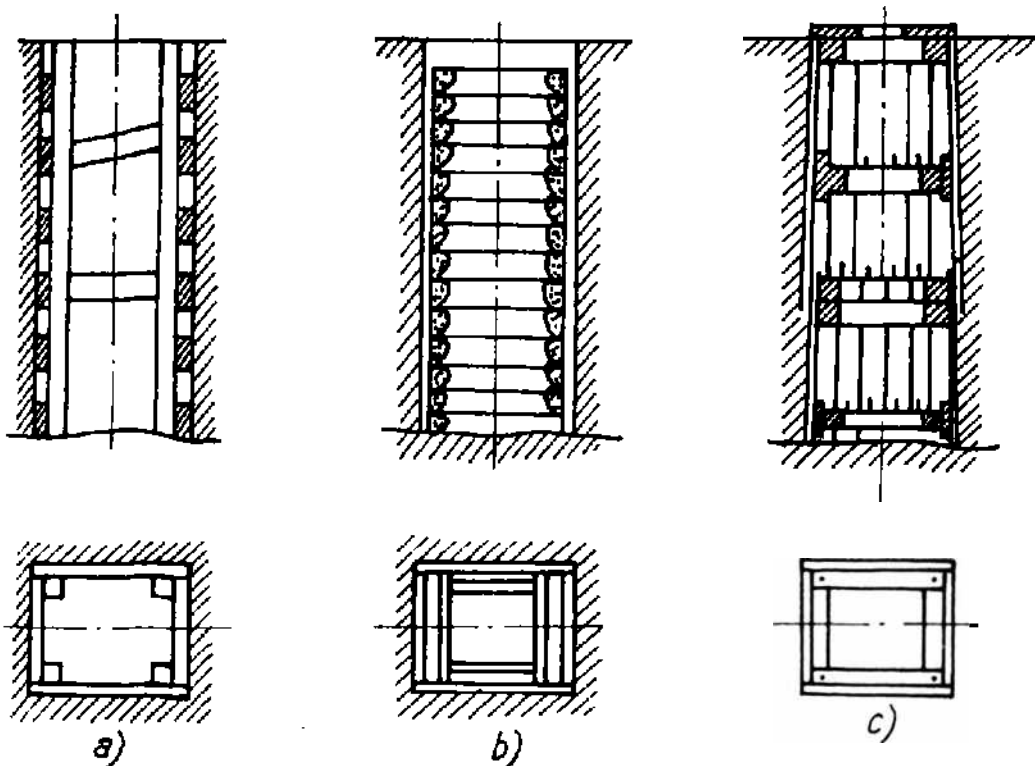
Điều tra phục vụ thiết kế xử lý phòng chống trượt, trên các tuyến đường đã có cũng được tiến hành theo hai giai đoạn. Ở đây, ngay trong giai đoạn lập dự án khả thi cũng đã phải sử dụng các biện pháp điều tra tỉ mỉ để xác định cho được nguyên nhân cơ bản gây trượt, từ đó đề xuất các phương án phòng chống khác nhau và lựa chọn phương án hợp lý về kinh tế-kỹ thuật (trong đó bao gồm cả phương án cải tuyến). Sang giai đoạn điều tra phục vụ thiết kế chi tiết lập bản vẽ thi công thì công việc điều tra tập trung vào thu thập các tài liệu về điều kiện địa chất công trình để phục vụ thiết kế và xây dựng từng hạng mục công trình phòng chống trong tổ hợp các biện pháp xử lý trượt đã đề xuất.

Trong các dạng công tác khảo sát thì khoan, đào thăm dò là công việc phức tạp và tốn kém nhất.

Công tác khoan, đào thăm dò được thực hiện thông qua các lỗ khoan, các hố đào hoặc các đường hầm đào. Trước đó nên tận dụng các vết lộ hoặc các dấu hiệu khác đã có sẵn có thể trực tiếp quan sát ngay bằng mắt thường.

Thông thường, sử dụng một số lỗ khoan kết hợp với hố đào

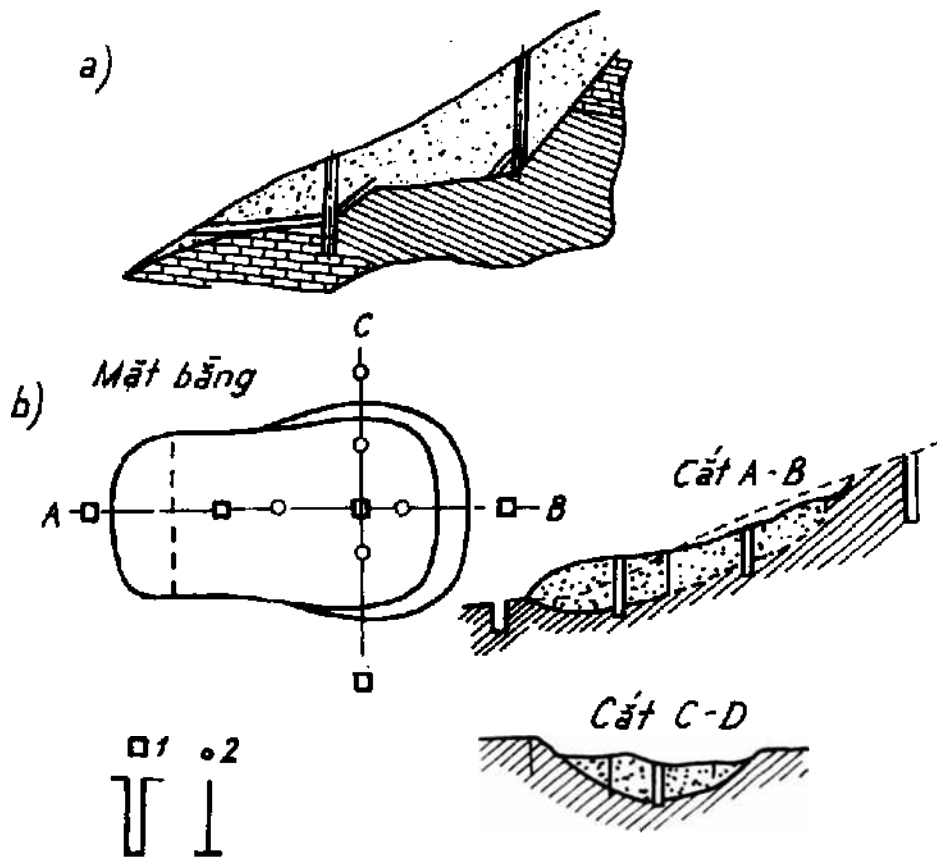
là có thể xác định được giới hạn khối trượt, vị trí mặt trượt, điều kiện gây ẩm vùng mặt trượt đi qua, bề dày và thành phần đất đá của khối trượt di động... Chỉ trong những trường hợp điểm trượt phức tạp thì mới dùng hầm thăm dò. Riêng với các hố đào và hầm đào thì khi bố trí cần đặc biệt thận trọng vì chúng có thể gây trượt (ví dụ làm mất chân, tạo điều kiện cho nước tích tụ và thấm vào đất, làm giảm sức chống đỡ phía dưới chân sườn dốc...), và gây nguy hiểm cho người đào. Do đó ở những hố đào sâu và đào ở nơi đất không ổn định cần bố trí chống đỡ liên tục (hình 3.1). Sau khi điều tra thu thập số liệu cần lấp chặt trở lại, đảm bảo nước không thấm được vào miệng hố hoặc hầm.



Hình 3.1. Gia cố vách đào

- a) Chống ngang, dùng khi đất mềm nhưng ít nước ngầm;
- b) Dùng gỗ tròn chống đỡ, nên dùng khi hố sâu và có nước ngầm;
- c) Gia cố liên tục, dùng khi đất rời rạc.

Vị trí, số lượng, chiều sâu của các lỗ khoan, hố đào hoặc hầm đào cần được suy tính kỹ, tùy theo điều kiện địa hình, địa chất, địa chất thủy văn của sườn dốc. Như trường hợp trượt trên sườn dốc có cấu tạo địa chất bao gồm nhiều lớp đất đá khác nhau thì bề dày khối trượt rất dễ xác định, lúc này chỉ cần bố trí khoan đào sao cho xác định được lớp đá không bị biến động, dịch chuyển là được. Trong các trường hợp phức tạp khác như trường hợp đất loại sét tương đối đồng nhất thì muốn xác định đúng vị trí mặt trượt thường phải bố trí kết hợp các hố đào và lỗ khoan trên những tuyến cắt dọc ở trung tâm khối trượt và các tuyến cắt ngang khác qua khối trượt như ở hình 3.2.



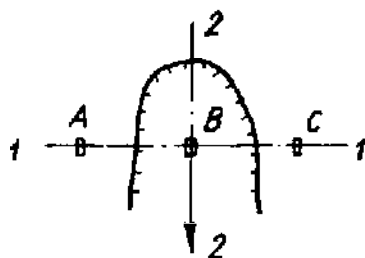
Hình 3.2. Bố trí các tuyến thăm dò tại sườn dốc trượt
 a) Chỉ dùng các hố đào; b) Dùng hố đào kết hợp lỗ khoan:
 1- hố đào; 2- hố khoan.

Để phát hiện mặt trượt và phạm vi khối trượt, khi khoan dò nhất thiết phải lấy được mẫu nguyên dạng ở các độ sâu khác nhau (thường cứ 0,5 - 1,0 m sâu lấy mẫu một lần), do đó phải dùng các loại khoan có lắp ống lấy mẫu (thường mẫu dài 20 - 22 cm với đường kính 100 mm). Thông qua sự biến động về kết cấu, độ chặt, độ chứa ẩm và độ bền chống cát của các mẫu, có thể phát hiện dải đất bị biến dạng dẻo hoặc có nước ngầm chảy qua (tức là nơi mặt trượt đi qua).

Khi tiến hành thăm dò, việc *phát hiện và miêu tả các khe nứt* cần được đặc biệt chú ý, nhất là khi dùng các hố đào. Lúc này cần quan sát cả các khe nứt nhỏ ngay trong một lớp đất đá để phát hiện sự biến động, dịch chuyển của chúng.

Nếu trong quá trình thăm dò phát hiện có nước ngầm thì cần tiến hành thí nghiệm hút nước hoặc đổ nước trong lỗ khoan hoặc hố đào để nắm được tình hình hoạt động của chúng và tính thấm của đất đá.

3) Quan trắc dài hạn: Trong trường hợp cần thiết, phải tiến hành quan trắc dài hạn để theo dõi quá trình phát triển của điểm trượt. Khi đó có thể sử dụng các biện pháp dưới đây:

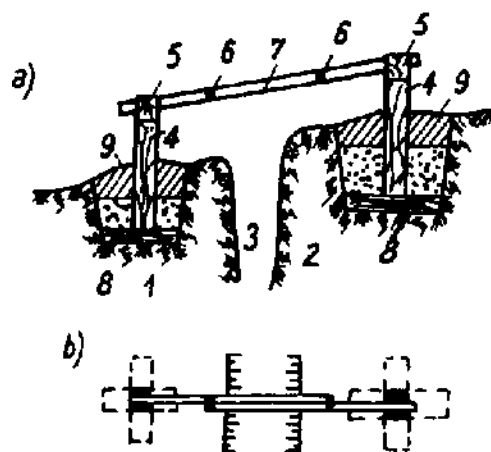


Hình 3.3. Sơ đồ bố trí hệ thống điểm quan trắc sự di động của khối trượt
 1-1 tuyến mặt cắt ngang qua khối trượt; 2-2 tuyến theo hướng trượt. Các điểm A và C bố trí cố định trên sườn dốc nơi ổn định (không bị trượt); điểm B bố trí trên khối trượt.

- Bố trí hệ thống điểm quan trắc trên một mặt cắt ngang qua khối trượt như ở hình 3.3.

Nếu khối trượt lớn thì có thể bố trí hai, ba tuyến quan trắc cắt qua khối trượt. Trên mỗi tuyến bố trí nhiều điểm quan trắc trong đó có những điểm ở trong phạm vi khối trượt và những điểm ở hai bên mép trượt. Các điểm quan trắc đều cần mốc nối với tuyến đường vẽ bình đồ và độ cao. Cần tiến hành quan trắc định kỳ vị trí các điểm nối trên, đặc biệt cần quan trắc sau mỗi đợt mưa lũ hoặc động đất để nắm được các đặc trưng di động của khối trượt.

Trong trường hợp trượt sâu thì các điểm quan trắc đặt trong phạm vi khối trượt cần bố trí hai loại: loại đặt nông có chiều sâu chôn vào trong đất từ 0,4 - 1,5 m, còn loại đặt sâu chôn tới độ sâu lân cận vị trí mặt trượt.



Hình 3.4. Quan trắc sự phát triển của các khe nứt trượt

a) Mặt cắt ngang khe nứt; b) Mặt bằng.

- 1- khối trượt; 2- phần sườn dốc ổn định ngoài khối trượt; 3- khe nứt; 4- trụ chôn thẳng đứng; 5- giá đỡ; 6- vòng đai có thể di động; 7- thanh di động; 8- chân trụ hình chữ thập; 9- đất sét lèn chặt.

Có thể dùng cọc gỗ, cọc bê tông hoặc cọc sắt để chôn làm các điểm quan trắc. Cũng có thể dùng lỗ khoan rồi lèn gạch vỡ (có màu khác với đất đá tại chỗ) làm cọc quan trắc. Sau khi trượt xảy ra, đào cọc nhồi này lên và quan sát sự dịch động của gạch để phán đoán hoạt động của khối trượt.

Chú ý rằng tất cả các loại cọc dùng làm điểm quan trắc đều cần dùng đất sét hoặc vật liệu không thấm nước lèn nhét kỹ trên miệng cọc sau khi chôn cọc để tránh nước theo cọc thấm vào khối trượt.

- Để nghiên cứu sự phát triển các khe nứt, trượt, có thể dùng cách quan trắc như ở hình 3.4.

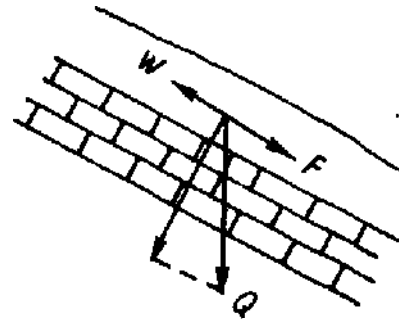
§3.3. PHƯƠNG PHÁP ĐÁNH GIÁ MỨC ĐỘ ỔN ĐỊNH CỦA SƯỜN DỐC

Trong quá trình điều tra, khảo sát các điểm trượt, để có các biện pháp phòng chống thích hợp, cần thường xuyên đánh giá mức độ ổn định của sườn dốc, kể cả mức độ ổn định của các khối trượt đã xảy ra, và đang phát triển trên sườn dốc. Thực tế có nhiều điểm trượt sau một vài lần hoạt động đã trở lại thể ổn định lâu dài. Trong trường hợp này chỉ cần áp dụng một số biện pháp đơn giản như phòng nước, thoát nước tốt là có thể tiếp tục duy trì tuyến đường qua đó.

Đánh giá, phán đoán mức độ ổn định của sườn dốc thường dựa vào các phương pháp tính toán trên cơ sở xét điều kiện cân bằng tĩnh của khối trượt trên mặt trượt dự kiến (hoặc mặt trượt đã điều tra được), đồng thời dựa vào kết quả phân tích tổng hợp các điều kiện địa chất công trình (tức là phương pháp địa chất công trình).

Phương pháp tính toán điều kiện cân bằng tĩnh, tức là phương pháp tính toán mức độ ổn định của sườn dốc về mặt cơ học, có thể quy về các trường hợp sau đây:

- Trường hợp mặt trượt tương đối phẳng (ví dụ trượt phẳng tầng phủ trên đá gốc) như ở hình 3.5.



F - lực gây trượt;
 W - lực cản trở trượt.

Hình 3.5. Sơ đồ tính toán ổn định sườn dốc trường hợp mặt trượt phẳng

Điều kiện ổn định sườn dốc về mặt cơ học lúc này có thể biểu diễn một cách đơn giản bằng bất đẳng thức sau:

$$i \leq f + \frac{c}{\gamma \cdot h \cdot \cos \alpha} \quad (3.1)$$

trong đó:

- i - độ dốc của sườn dốc ổn định (nếu i vượt quá trị số của vế phải tính được thì sườn dốc không ổn định);
- f - hệ số ma sát của đất ở giữa khối trượt và mặt trượt phẳng;
- γ - khối lượng thể tích của đất khối trượt (T/m^3) ở trạng thái chứa ẩm lớn nhất;
- h - bề dày của khối đất trượt (m), có thể tính bình quân trên toàn khối trượt hoặc lấy trị số h lớn nhất trong trường hợp khối trượt có bề dày phía trên lớn hơn phía dưới;

c - lực dính đơn vị của đất ở giữa khối trượt và mặt trượt (T/m^2) (c và f đều có thể xét trong trường hợp đất ở dải mặt trượt bị bão hòa nước);

α - góc nghiêng của sườn dốc so với mặt nằm ngang (độ).

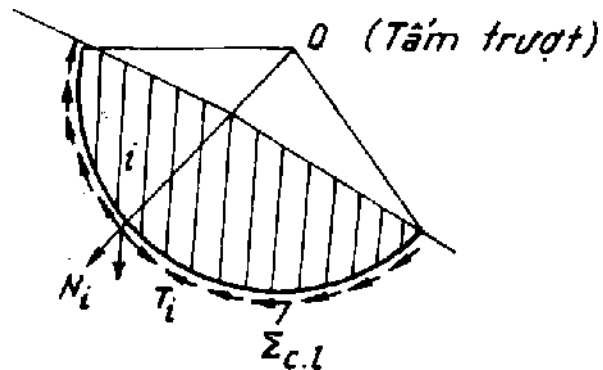
Nếu sườn dốc có độ dốc dưới 1/3 (tức là $\alpha \leq 20^\circ$)

$$i \leq f + 1,06 \frac{c}{\gamma \cdot h} \quad (3.2)$$

Nếu sườn dốc từ 1:3 đến 1:2 ($\alpha = 20 - 30^\circ$) thì:

$$i \leq f + 1,10 \frac{c}{\gamma \cdot h} \quad (3.3)$$

- Trường hợp trượt quay: Các dạng trượt quay điển hình đã được miêu tả ở hình 1.2. Một cách gần đúng, có thể xem mặt trượt có dạng cung trượt tròn như sơ đồ hình 3.6 và tính toán mức độ ổn định cơ học theo phương pháp phân mảnh cổ điển.



Hình 3.6. Sơ đồ tính toán ổn định sườn dốc trường hợp trượt quay

Hệ số ổn định K của sườn dốc được tính theo công thức:

$$K = \frac{\sum N \cdot f + \sum c \cdot L}{\sum T} \quad (3.4)$$

trong đó: c và f ý nghĩa như trong (3.1);

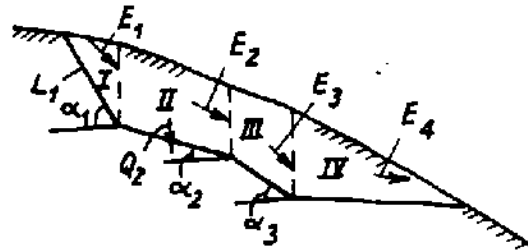
$\sum N \cdot f$ - tổng lực ma sát của các mảnh trên mặt trượt;

$\sum c.L$ - tổng lực dính của các mảnh trên mặt trượt;

$\sum T$ - tổng lực gây trượt của các mảnh trên mặt trượt.

- Trường hợp trượt trên mặt gãy khúc có thể tính toán ổn định theo sơ đồ hình 3.7.

Theo sơ đồ này khối trượt được phân thành bốn đoạn I, II, III, IV với độ dốc mặt trượt $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$ khác nhau.



Hình 3.7. Sơ đồ tính toán ổn định sườn dốc trường hợp mặt trượt gãy khúc

Trình tự tính toán như sau:

a) Tại các chỗ thay đổi độ dốc của mặt trượt kẻ các đường thẳng phân khối trượt thành các đoạn như ở hình 3.7. Trên mỗi đoạn, tính trọng lượng bản thân của khối trượt Q , và chiều dài mặt trượt tương ứng L .

b) Lần lượt tính lực gây trượt E_i đối với từng đoạn của khối trượt theo công thức sau:

$$E_i = (\gamma_i A).(K \sin \alpha_i - \cos \alpha_i \cdot \tan \varphi) + E_{i-1} \cdot \cos(\alpha_{i-1} - \alpha_i) - c_i L_i \quad (3.5)$$

trong đó:

γ_i - khối lượng thể tích của đất trong đoạn i của khối trượt (T/m^2);

A_i - diện tích đoạn i của khối trượt (m^2);

K - hệ số an toàn (có thể lấy từ 1,10 đến 1,20);

α_i - góc dốc nghiêng của mặt trượt đoạn i ;

c_i và φ_i - lực dính (t/m^2) và góc ma sát giữa khối đất trượt và mặt trượt đoạn i .

Cuối cùng tính được lực gây trượt của đoạn cuối E_n (ví dụ với sơ đồ hình 3.7 sẽ tính được đến E_4).

Thông qua trị số E_n , có thể đánh giá được mức độ ổn định của sườn dốc, cụ thể là: nếu $E_n \leq 0$ thì sườn dốc khối trượt là ổn định với hệ số ổn định K ; nếu $E_n > 0$ thì sườn dốc không ổn định.

Như vậy, để có thể dự tính được mức độ ổn định của sườn dốc, trong mỗi trường hợp đều cần phải điều tra xác định: vị trí tương đối chính xác của mặt trượt (nếu khối trượt có nhiều mặt trượt khác nhau thì phải tính mức độ ổn định sườn dốc theo từng mặt trượt riêng); các chỉ tiêu cơ lý của đất ở trạng thái tính toán, cụ thể là khối lượng thể tích của đất trên từng bộ phận của khối trượt tương ứng với độ chứa ẩm bất lợi nhất, lực dính và góc ma sát trong (c và φ) của đất trên từng đoạn mặt trượt cũng ở trạng thái trên. Ngoài ra, trong trường hợp sườn dốc ở thềm sông, suối có mực nước thay đổi đột ngột hoặc sườn dốc có tầng chứa nước thì còn phải xác định áp lực thủy động và áp lực thủy tĩnh có thể có lúc khối trượt hoạt động.

Nói chung, việc xác định đúng đắn và phù hợp với trạng thái bất lợi các số liệu nói trên không phải là dễ dàng. Hơn nữa, như đã phân tích ở chương 1, hiện tượng mất ổn định sườn dốc thường do tổ hợp nhiều nguyên nhân phức tạp, do đó kết quả tính toán mức độ ổn định của sườn dốc về mặt cơ học thường chỉ là gần đúng và dùng để tham khảo khi đánh giá sự ổn định của sườn dốc. Trong thực tế, để đánh giá sự ổn định của sườn dốc, người ta thường dựa vào phương pháp phân tích tổng hợp các điều kiện địa chất công trình tại chỗ (phương pháp địa chất công trình).

Một trong các phương pháp địa chất công trình thường dùng là phương pháp so sánh địa chất công trình. Phương pháp này dựa trên cơ sở điều tra, khảo sát địa chất, địa hình, địa chất thủy văn để rút ra các điều kiện "chuẩn" cho các sườn dốc được xem là ổn định trong một khu vực nhất định. Khi đánh giá ổn định của một sườn dốc bất kỳ trong khu đó, người ta đối chiếu các điều kiện "chuẩn" để rút ra kết luận cần thiết. Các điều kiện địa chất công trình "chuẩn" bao gồm:

- Thành phần đất đá cấu tạo nên sườn dốc, tính chất cơ lý và thành phần của chúng, mức độ phong hóa.

- Cấu tạo địa chất, thế nằm của đất đá, các mặt đứt gãy, khe nứt...

- Điều kiện và nguyên nhân hình thành sườn dốc.

- Địa hình sườn dốc, độ dốc và chiều cao của nó, hướng phương vị của mái dốc.

- Điều kiện khí hậu nói chung và tại chỗ nói riêng.

- Điều kiện địa chất thủy văn và thủy văn (hoạt động của nước mặt và nước ngầm...).

- Các dấu hiệu và hiện tượng bề mặt khác như đã nói ở §3.1. Đối với các sườn dốc ổn định thì đương nhiên không được có các khe nứt, các hiện tượng trượt và sụt lở cục bộ; đối với các sườn dốc đã từng xảy ra trượt thì cần dựa vào kết quả quan trắc dài hạn và các dấu hiệu về địa mạo khác để đánh giá.

Như vậy, phương pháp so sánh địa chất công trình mang tính chất kinh nghiệm (đúc kết thực tế để đánh giá), đồng thời mang tính chất địa phương, căn cứ vào điều kiện tự nhiên của mỗi vùng. Ưu điểm chính của phương pháp này là ở chỗ, nhờ đối chiếu các điều kiện địa chất như vậy có thể phát hiện đúng

và phù hợp thực tế các nguyên nhân tiềm tàng và nguyên nhân trực tiếp dẫn đến hiện tượng trượt, do đó có thể đề xuất các biện pháp xử lý thích hợp và có hiệu quả để phòng chống trượt. Nhược điểm chính của phương pháp so sánh địa chất công trình là không có được các tiêu chuẩn định lượng để đánh giá mức độ ổn định của sườn dốc. Vì vậy, tùy trường hợp để đánh giá sự ổn định của sườn dốc cần kết hợp cả hai phương pháp cơ học và địa chất công trình.

§3.4. CÁC BIỆN PHÁP PHÒNG CHỐNG TRƯỢT Ở SƯỜN DỐC

Chỉ sau khi điều tra xác định rõ các nguyên nhân tiềm tàng và nguyên nhân tức thời gây trượt đối với một điểm trượt cụ thể thì chúng ta mới có cơ sở để đề xuất các biện pháp phòng chống và xử lý thích hợp. Nguyên nhân và điều kiện gây trượt thường rất phức tạp, tuy nhiên cũng không ngoài các nguyên nhân chung đã nói ở §1.2. Các biện pháp phòng chống hoặc xử lý cũng đã được trình bày tóm tắt ở bảng 1.1. Dưới đây đi sâu vào từng biện pháp thường được áp dụng trên thực tế.

1. Các biện pháp phòng chống và thoát nước mặt

Kinh nghiệm cho hay, để phòng chống trượt trước hết cần áp dụng các biện pháp chống tác dụng phá hoại của nước mặt, nếu không thì dù có áp dụng các biện pháp phòng chống đất tiến khác cũng không đảm bảo được hiệu quả.

Mục đích chính của các biện pháp xử lý nước mặt là:

- Không cho nước từ phía trên sườn dốc chảy vào vùng trượt, chặn và đưa nước mặt chảy ra ngoài phạm vi cần duy trì ổn định.

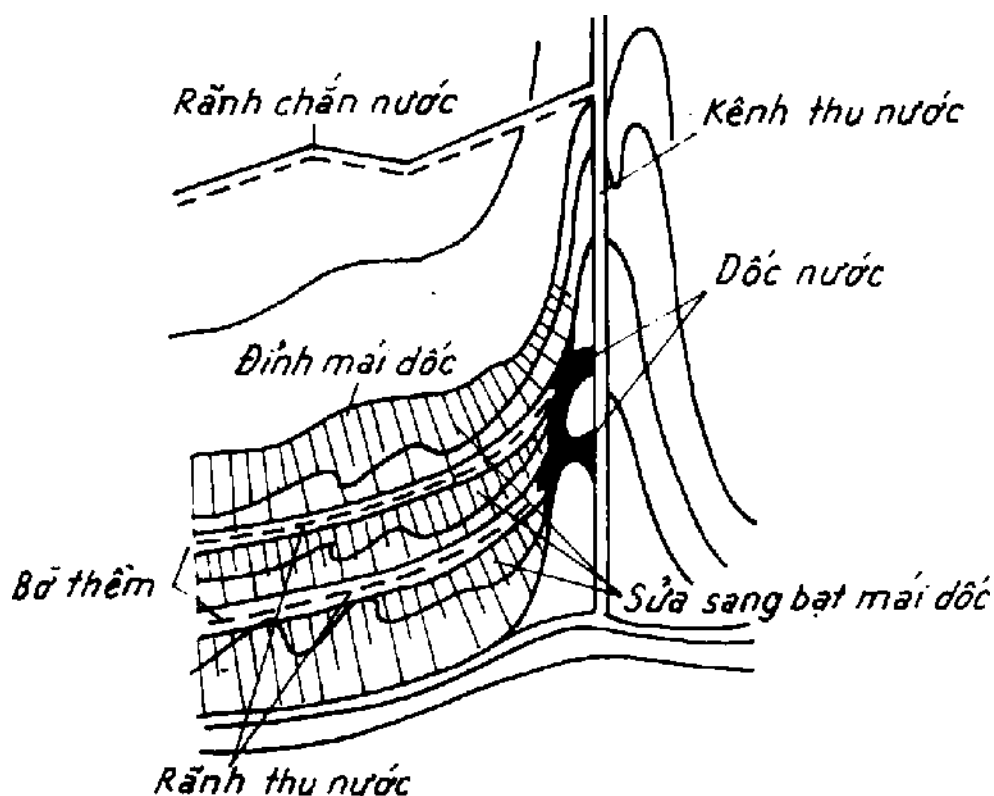
- Thoát nhanh nước mưa trong vùng trượt, hạn chế đến mức thấp nhất lượng nước mưa thấm vào khối trượt và làm khô khối trượt.

Trong thực tế, việc xử lý nước mặt thường bao gồm các biện pháp như: làm hệ thống rãnh chắn nước bao quanh khu trượt; thoát nước tích đọng trong khu trượt bằng các mương máng; thoát nhanh nước mưa bằng cách sửa sang bề mặt sườn dốc hoặc bằng hệ thống rãnh; cải dòng suối ra ngoài hoặc gia cố, điều chỉnh chúng để tránh xói chân sườn dốc; lấp, chèn chặt các khe nứt trong phạm vi khối trượt...

Các rãnh chắn nước phải đặt tại nơi sườn dốc ổn định. Căn bố trí tuyến rãnh sao cho phạm vi chặn nước của nó càng lớn càng tốt, đồng thời ít bị uốn lượn, ít phải thay đổi độ dốc. Lòng rãnh (cả đáy và mái dốc) phải gia cố đủ để chống xói mòn và để chống nước từ rãnh thấm vào vùng trượt. Rãnh phải được tính toán về thủy văn, thủy lực đầy đủ và khi cần có thể làm hai, ba tầng rãnh chắn nước (như trường hợp khu tụ nước lớn hoặc khi sườn rất dốc). Kinh nghiệm cho hay, nếu hệ thống rãnh chắn nước (rãnh đỉnh) không được bố trí, tính toán đúng và sau đó không được bảo dưỡng tốt (thường xuyên khai rãnh, tu sửa...) thì việc xây dựng chúng sẽ trở nên vô ích, đôi khi lại gây tác dụng phá hoại đối với sườn dốc.

Để thoát nước mưa trong vùng trượt có thể bố trí hệ thống rãnh thu nước như ở hình 3.8. Ở những nơi sườn quá dốc, để tránh đất đá lở làm tắc rãnh thì phía trên rãnh nên bạt thoải và bản thân rãnh nên xây trên các bờ thêm. Trong trường hợp hệ thống rãnh thu nước gồm các rãnh chính và rãnh nhánh, các rãnh nhánh đều phải được nối tiếp tốt (có thể bằng các dốc nước,

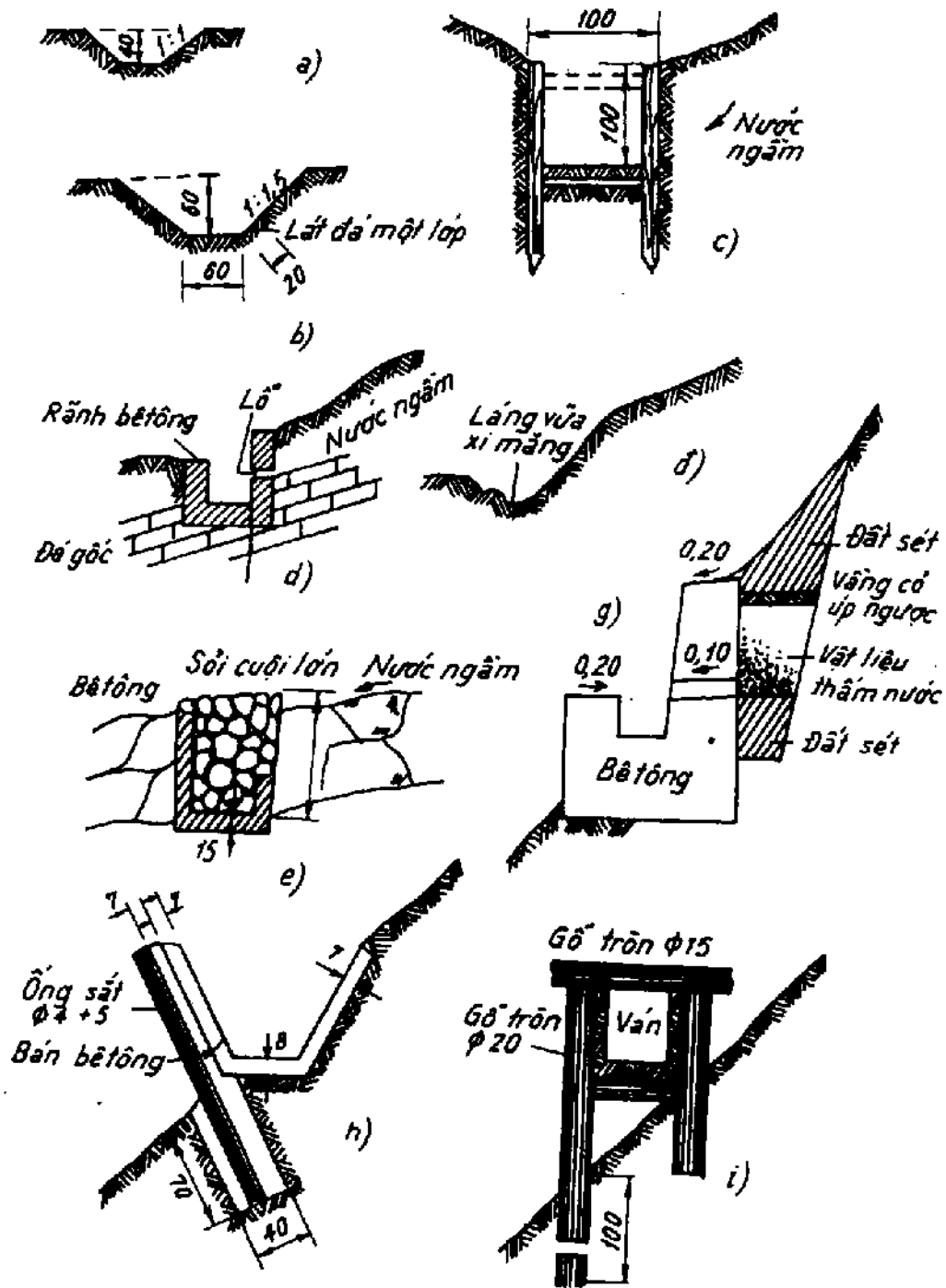
bạc nước) với các rãnh chính, các rãnh chính nên bố trí ngoài khu trượt. Trong phạm vi khu trượt, nói chung nên sửa sang bề mặt sườn dốc để khi mưa nước thoát nhanh, nhưng lúc này nên tránh phá hoại sự hoàn chỉnh của tầng phủ và lớp cây cỏ. Nên chú ý đầm chặt mái dốc lân cận các rãnh và đầm chặt những chỗ đất kém ổn định.



Hình 3.8. Sơ đồ quy hoạch thoát nước mặt khu trượt có kết hợp sửa sang mặt sườn dốc

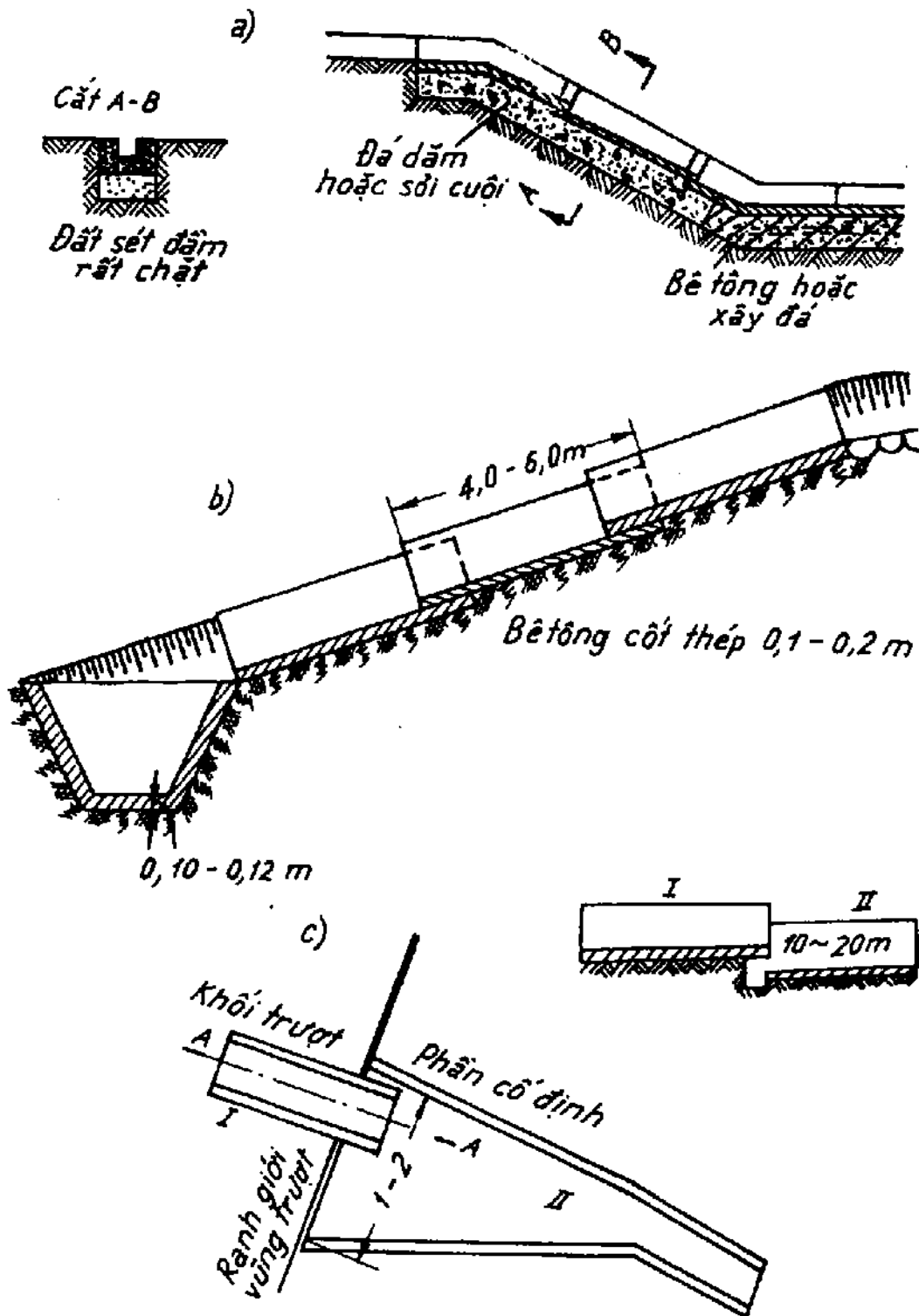
Cấu tạo các loại rãnh có thể tham khảo ở hình 3.9.

Trong trường hợp khối trượt chưa ổn định, cấu tạo rãnh cần đảm bảo tuyệt đối không thấm nước và có thể làm theo kiểu co dãn được như ở hình 3.10, bằng bê tông cốt thép hoặc gỗ có tầng bitum phòng nước.



Hình 3.9. Các loại rãnh thoát nước mặt khu trượt

- a) Rãnh nhánh, lòng rãnh gia cố lát đá; b) Rãnh chính lát đá; c) Rãnh thu nước vào cống (có thể thu được một phần nước ngầm); d và e) Rãnh chắn nước kiêm hào thu nước ngầm; d) Rãnh qua vùng đất dễ thấm nước; g, h và i) Rãnh chắn nước trên sườn dốc (trên hình i) gỗ tròn có thể được thay bằng bê tông và ván có thể được thay bằng máng bê tông).



Hình 3.10. Cấu tạo rãnh cơ dãn được dùng để thoát nước mặt ở khu trượt chưa ổn định

- a) Máng bằng bê tông; b) Máng bằng bê tông cốt thép; c) Máng có thể dịch chuyển cơ dãn theo cả hai hướng.

Đối với các khe suối thiên nhiên chảy qua vùng trượt (trường hợp vùng trượt nằm trong một tụ nước) thì cần xem xét điều kiện địa chất lòng khe để có biện pháp gia cố thích hợp phía chân sườn dốc. Có thể nắn thẳng dòng chảy để thoát nước nhanh và khi cần có thể xây dựng tường chắn ở chân dốc hoặc làm lớp cách nước để chống nước từ khe thấm vào phía sườn dốc.

Trồng cây nhỏ trên sườn dốc khu trượt cũng là một biện pháp gia cố tầng đất phủ chống tác dụng xói bề mặt của nước mưa, đồng thời cây còn có tác dụng hút khô đất.

2. Các biện pháp phòng chống tác dụng phá hoại của nước ngầm

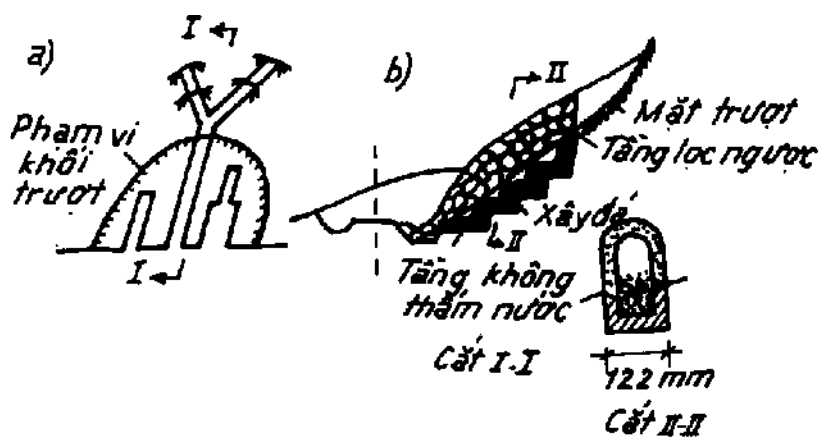
Trên thực tế, các điểm trượt thường xảy ra do hoạt động của nước ngầm chứa và chảy trong các lớp đất đá. Vì thế, muốn phòng chống và xử lý triệt để trượt thì phải xây dựng các kiểu rãnh ngầm khác nhau mặc dù việc xây dựng chúng trong nhiều trường hợp là khá vất vả và tốn kém; đồng thời việc bố trí, thiết kế chúng đòi hỏi phải điều tra, khảo sát kỹ để nắm được vị trí và hoạt động của nước ngầm (như hướng chảy, lưu lượng...).

Các loại rãnh ngầm có thể sử dụng vào các mục đích khác nhau như: cắt đứt, chắn mạch nước ngầm không cho chảy vào khối trượt; trực tiếp làm khô khối trượt; thu và thoát nước ngầm ra khỏi vùng trượt (không cho nước ngầm chảy ra lõi theo đất).

Các công trình phòng chống nước ngầm có thể bố trí ở chân dốc hay ngay tại mái dốc nền đường qua vùng trượt hoặc bố trí ngoài phạm vi mái dốc. Ngoài ra, chúng cũng có thể đặt hở (lộ trên mặt đất) hoặc đặt kín (ngầm dưới mặt đất).

Hào thoát nước ngầm thường bố trí ở chân sườn dốc hoặc mái dốc nền đường, ngay tại các chỗ có vết lộ nước ngầm chảy ra (hình 3.11).

Các hào này đào vào chân dốc theo phương chéo với hướng có thể di động của khối trượt $30 - 45^\circ$, nếu vết lộ cá biệt thì chỉ cần một hào, nếu nhiều vết lộ (trong cùng một tầng đất) thì làm nhiều hào song song hoặc song song rồi có nhánh như hình chữ Y (hình 3.11). Để đảm bảo nước ngấm thấm vào không lồi theo đất đá thì vách hào tiếp xúc với khối trượt phải cấu tạo tầng lọc ngược. Đáy hào xây đá và dốc 2 - 4% ra phía ngoài để nước không thấm xuống phía dưới. Lòng hào xếp đá khan để nước qua tầng lọc ngược vào hào dễ dàng chảy xuống rãnh biên (rãnh biên cũng xây đá giữ chân mái dốc). Để ổn định, đáy hào cũng phải đặt dưới mặt trượt độ 50 cm và do đó các hào thoát nước ngấm này còn có tác dụng chống đỡ nhất định đối với khối trượt. Có thể làm tầng lọc ngược đơn giản nhất bằng lớp cát to lẫn sỏi cuộn dày 30 cm. Lòng hào xếp đá dày khoảng 1,0 - 1,6 m. Khi thi công phải đào từng hào một, xây đắp và xếp đá đáy hào xong mới được đào tiếp hào khác để tránh giảm đột ngột sức chống đỡ phía dưới chân dốc.



Hình 3.11. Hào thoát nước ngấm có tác dụng chống đỡ chân dốc

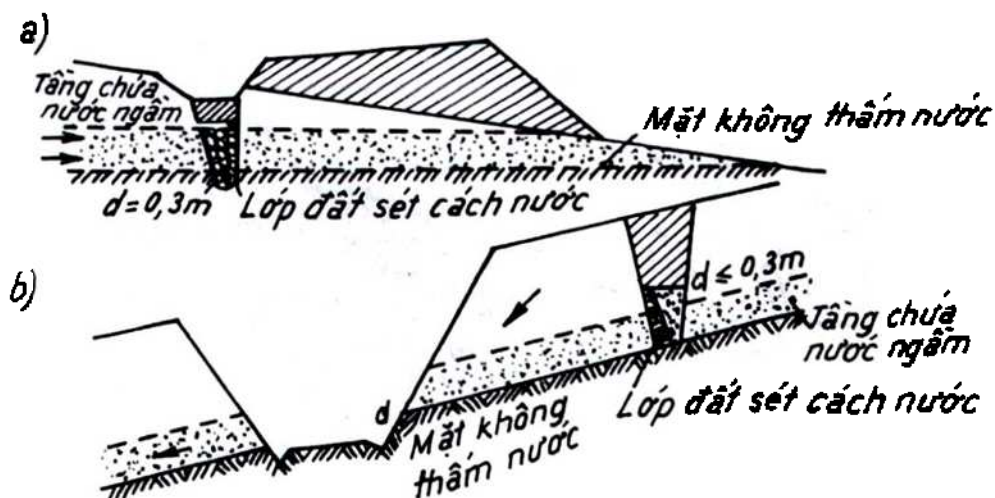
a) Mặt bằng; b) Mặt cắt ngang hào.

Vì hào không thể đào quá sâu, nên các hào thu nước ngầm tuy rất có tác dụng nhưng chỉ dùng được ở phía chân dốc; trong trường hợp trượt nông thì có thể đào hào xuyên suốt khối trượt (hào chữ Y hình 3.11), và lúc này tác dụng làm khô khối trượt càng nhanh và triệt để hơn.

Nhược điểm chính của hào thoát nước ngầm là vấn đề nước ngầm chảy qua khối trượt, do đó chưa phải là biện pháp phòng chống trượt để, tuy rằng đó là biện pháp dễ làm, rẻ tiền.

Công trình chắn nước ngầm nhằm ngăn không cho nước ngầm chảy vào vùng trượt và hạ thấp mức nước ngầm. Chúng có ưu điểm và nhược điểm ngược với hào thoát nước ngầm nói trên. Tùy theo độ sâu cần chắn nước ngầm mà loại công trình này có thể là hào chắn nước ngầm, hầm thoát nước ngầm và giếng thu nước ngầm.

Các công trình chắn nước ngầm kiểu này nói chung đều bố trí ở phía trên vùng trượt và thẳng góc với hướng trượt, thành hình vòng cung để nước ngầm bị chặn lại và dẫn chảy ra ngoài khu trượt (hình 3.12 và 3.13).



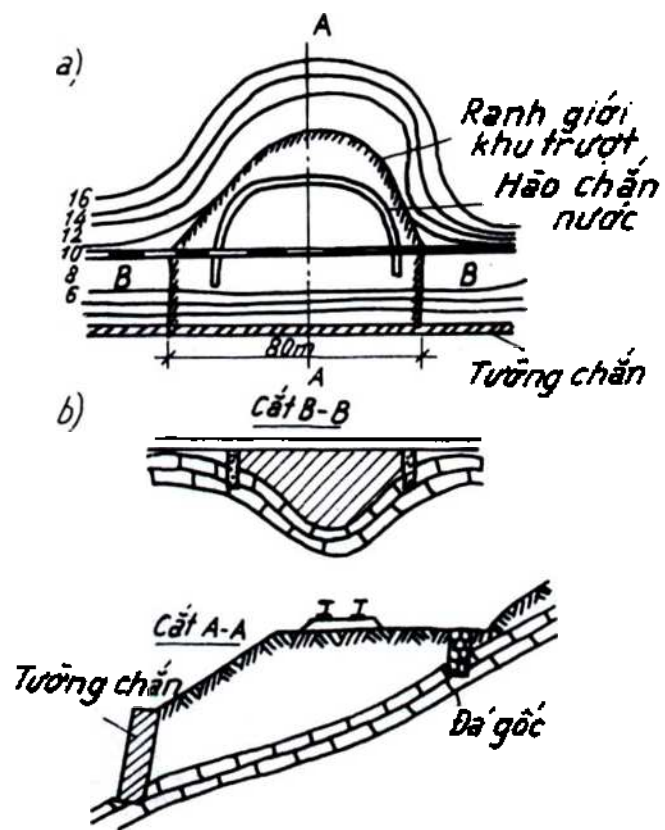
Hình 3.12. Bố trí hào chắn nước ngầm

a) Ngay tại rãnh biên; b) Phía trên khu trượt.

Trường hợp hình 3.13, hào chắn nước bố trí ngay sát ranh giới khu trượt. Như vậy có một phần nhỏ khối trượt vẫn bị sùng nước ngầm, nhưng có lợi là rút ngắn được chiều dài hào; đồng thời toàn bộ hào dạng vòng cung có khả năng tạo nên một phần sức chống đỡ đối với khối trượt.

Các hào chắn nước ngầm đều phải đặt dưới đáy tầng nước ngầm từ 0,3 - 0,5 m và dưới mặt trượt (nếu cắt qua khối trượt). Vách hào hoặc hầm tiếp xúc với khối trượt phải cấu tạo lớp cách nước, còn vách kia cấu tạo tầng lọc ngược để thoát nước ngầm. Đáy hào cũng yêu cầu không thấm nước. Tại các chỗ tuyến hào rẽ ngoặt, cứ 30 - 50 m trên đoạn hào thẳng nên bố trí các giếng kiểm tra. Xung quanh vách giếng kiểm tra cần đục lỗ thoát nước để giảm áp lực nước và để làm khô nước ngầm lân cận giếng.

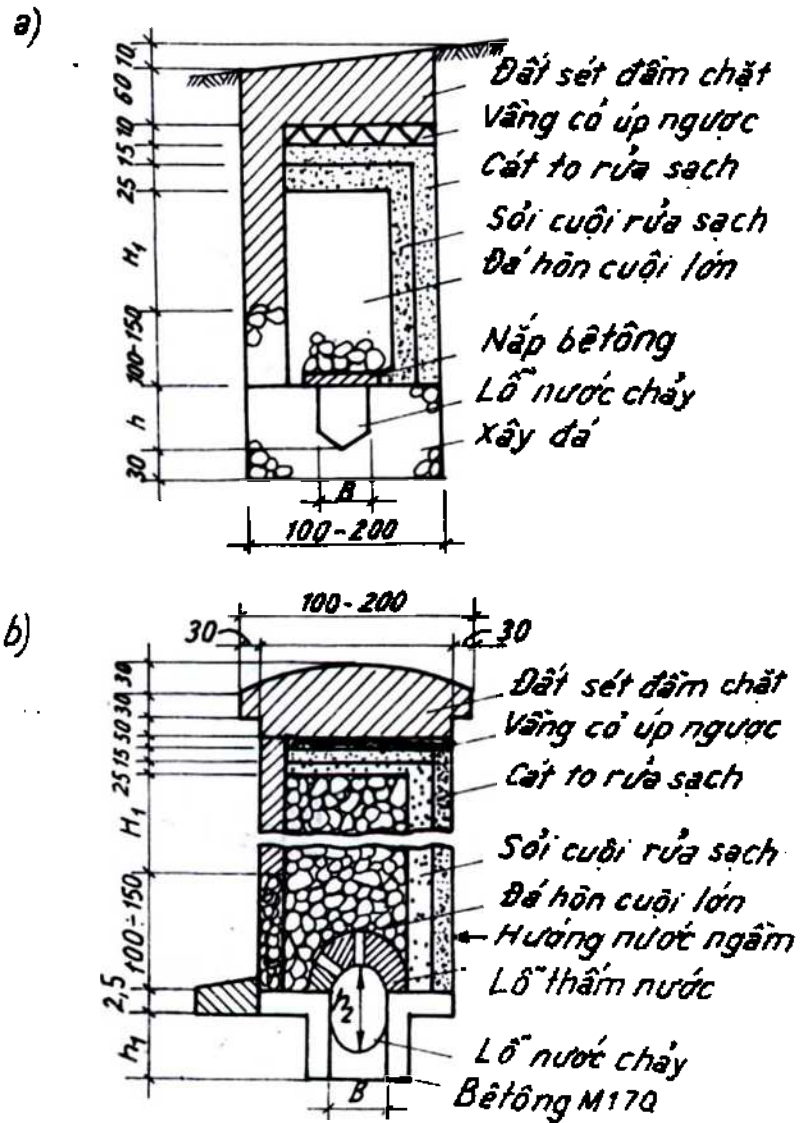
Bề rộng các hào chắn nước ngầm thường từ 1,0 - 2,0 m tùy theo chiều sâu. Đáy hào nên đặt với độ dốc càng lớn càng tốt, miễn là đảm bảo không gây xói, lỗ nước chảy xây bằng đá. Cấu tạo hào chắn nước ngầm



Hình 3-13. Hào chắn nước ngầm hình vòng cung

a) Mặt bằng; b) Mặt cắt.

thể hiện trên hình 3.14. Trường hợp hào nông (chiều sâu dưới 6 m), lỗ nước chảy hình vuông có nắp đậy bê tông, còn trường hợp hào sâu (trên 10 m) thì lỗ nước chảy nên xây hình vòng với kích thước người chui lọt để tiện duy tu, bảo dưỡng sau này. Ngoài ra, kích thước lỗ nước chảy cũng phải tính toán theo lưu lượng nước ngầm dự kiến thoát ra.



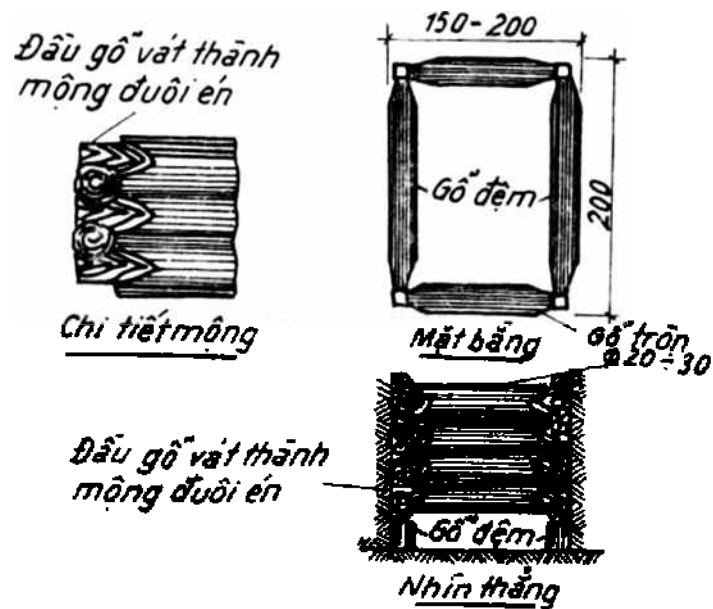
Hình 3-14. Mặt cắt hào chắn nước ngầm
(kích thước trên hình tính bằng cm)

a) Trường hợp hào nông; b) Trường hợp hào sâu.

Trên hình 3.14, B và h là kích thước cần tính theo khả năng thoát nước, còn các kích thước khác được quyết định theo chiều sâu cần đặt hào tại chỗ.

Thi công các hào chắn nước cần phải có thiết bị chống đỡ vách. Bộ thiết bị này phải đảm bảo được các yêu cầu như: đào đến đâu chống được đến đấy, không trở ngại cho việc đào tiếp, khi lấp hào có thể dỡ chống từ phía dưới lên dần. Ở các nước công nghiệp, người ta đã chế tạo các bộ thiết bị bằng ván thép và các thanh văng có tăng đỡ. Trong trường hợp không có các thiết bị đó thì có thể sử dụng các khúc gỗ tròn đường kính 20 - 30 cm với cấu tạo hai đầu theo kiểu mộng đuôi én (hình 3.15). Cấu tạo mộng như vậy hoàn toàn đáp ứng các yêu cầu

nói trên: khi đào, gỗ đệm tụt xuống kéo cả khung chống đỡ tụt xuống; khi lấp hào, tháo gỗ đệm, các thanh gỗ tròn có thể lấy lên từng đoạn từ phía dưới (lắp đến đâu lấy đến đó). Ở nước ngoài, người ta đã sử dụng khung gỗ chống đỡ như vậy để thi công các hào chắn nước ngầm sâu tới 24 m và giếng thẳng đứng sâu 33 m.



Hình 3.15. Cấu tạo khung chống đỡ bằng gỗ tròn với mộng vát kiểu đuôi én

Thi công các hào chắn nước ngầm cần thực hiện từng đoạn từ dưới dốc lên để giảm bớt khó khăn cho công việc hút nước phục vụ thi công và để nước ngầm thấm vào hào sẽ theo hào thoát được luôn xuống phía dưới. Chiều dài mỗi đoạn thi công được xác định trên cơ sở tổ chức dây chuyền thi công chặt chẽ, nhịp nhàng giữa các khâu công tác.

Hầm thoát nước chỉ được dùng khi đã biết rõ nguyên nhân dẫn đến trượt là do nước dưới đất hoạt động ở tầng rất sâu. Nếu tầng chứa nước khá dày thì có thể kết hợp dùng thêm giếng thu nước. Tuy nhiên những công trình này đòi hỏi thiết kế và thi công rất phức tạp, lại đắt tiền nên ít sử dụng.

Vị trí trên bình đồ và trắc dọc của công trình phòng chống và xử lý nước dưới đất nói chung đều xác định chính xác trên cơ sở điều tra, khảo sát các điều kiện địa chất công trình. Có như vậy mới đảm bảo thu được nhiều nước, đem lại hiệu quả kinh tế - kỹ thuật mong muốn. Quá trình thi công cần đảm bảo an toàn, không gây tác hại thúc đẩy khối trượt hoạt động, đảm bảo chất lượng công trình để việc khai thác, duy tu, sửa chữa chúng sau này được tiện lợi.

3. Các biện pháp giảm tải trọng phía trên khối trượt

Đây là các biện pháp rất hay được sử dụng để phòng chống và xử lý trượt vì tương đối đơn giản. Tuy nhiên, khi sử dụng cũng cần điều tra, nghiên cứu kỹ điều kiện địa chất công trình của khu trượt và vùng lân cận để xác định rõ vị trí mặt trượt (hoặc mặt trượt có nhiều khả năng xảy ra nhất), đồng thời phải dựa trên cơ sở tính toán ổn định của sườn dốc.

Giảm tải phía trên sườn tức là đào bỏ đi một phần khối lượng đất đá trong phạm vi khối trượt sao cho có lợi về mặt

cân bằng tĩnh học, để nhờ đó giảm lực gây trượt và tăng hệ số ổn định. Muốn vậy phải giảm đúng chỗ, vì như đã biết, nếu đào đất tùy tiện và không đúng chỗ trên sườn dốc trượt thì sẽ có thể dẫn đến kết quả ngược lại: làm "mất chân", giảm sức chống đỡ, dẫn đến các hậu quả tai hại. Do đó, biện pháp này thường được áp dụng trong các điều kiện sau:

- Khối trượt có mặt trượt không sâu; mặt trượt có dạng trên dốc dưới thoải.

- Phía trên, ngoài phạm vi khối trượt hoặc gần tới đỉnh phân thủy, thấy rõ vách đá ổn định, tức là khối trượt không có khả năng tiếp tục phát triển lên phía trên.

Ngoài ra, cũng cần có biện pháp xử lý những hậu quả khác của việc đào bỏ đất trên khối trượt, như đào đất làm cho bề mặt sườn dốc bị lộ ra càng rộng, càng dễ bị xói hoặc dễ thấm nước, hoặc do đào đất tạo nên những hố trũng tích đọng nước...

Bạt thoải mái nền đường quá dốc cũng là một biện pháp giảm tải, nhưng tương tự như trên, nếu áp dụng mà không phân tích kỹ thì chẳng những không có lợi mà còn có thể gây những hậu quả đáng tiếc. Đặc biệt, trong trường hợp trượt có mặt trượt rõ rệt và nền đường đặt ở phía dưới khối trượt, nếu bạt thoải mái dốc nền đường sẽ dẫn đến giảm sức chống trượt nghiêm trọng đối với cả sườn dốc. Do đó, biện pháp bạt thoải mái dốc nền đường thường chỉ áp dụng đối với trường hợp mái quá dốc, gây nên hiện tượng trượt lở cục bộ ở vùng lân cận mái dốc.

Cũng theo nguyên tắc giảm tải, khi chọn tuyến đường qua vùng trượt nên thiết kế nền đường dạng nửa đào nửa đắp nếu tuyến đi ở phía trên của khối trượt; thiết kế nền đắp khi tuyến đi ở phía dưới của khối trượt. Mái dưới nền đắp và sườn dốc lúc này nên bạt nhẵn, phẳng và đầm nén chắc để thoát nước tốt.

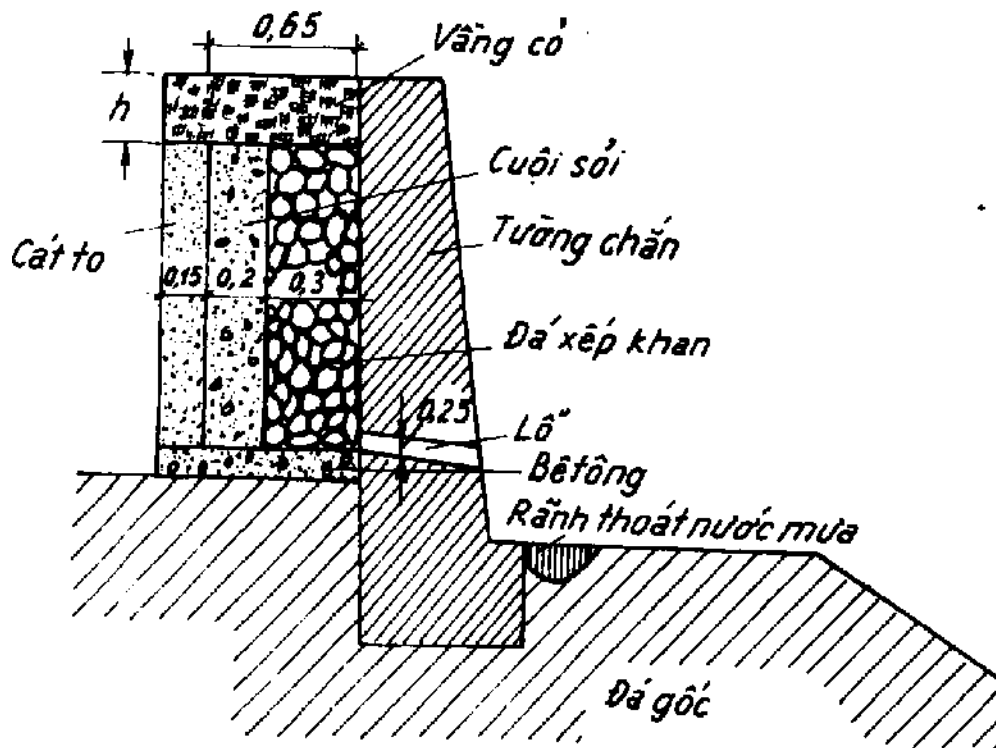
4. Các biện pháp xây dựng công trình chống đỡ

Các công trình chống đỡ thường được áp dụng là ụ đá, ụ đất (có tác dụng phản áp) đặt dưới chân sườn dốc, cọc, chống nê, tường chắn bằng đá, tường chắn bằng đất cốt... Các loại công trình này nếu muốn phát huy được tác dụng thì trước hết phải đảm bảo đặt móng của chúng sâu dưới mặt trượt và trên nền đất đá ổn định vững chắc. Nhờ tựa trên nền móng vững chắc và nhờ khối lượng bản thân (hoặc nhờ đóng cọc neo vào đất), nên chúng tạo được lực chống trượt cần thiết để cân bằng với lực gây trượt. Do đó khi thiết kế các công trình loại này phải tính toán cân bằng tĩnh, hay tính toán ổn định về mặt cơ học đối với khối trượt trước và sau khi xây dựng (theo phương pháp đã nêu ở §3.3).

Như vậy, về nguyên lý thì biện pháp xây dựng công trình chống đỡ và biện pháp giảm tải trên khối trượt là giống nhau, đều nhằm tăng cường mức độ ổn định cơ học của sườn dốc, nhưng so với biện pháp giảm tải thì việc xây dựng các công trình chống đỡ có ưu điểm là không làm thay đổi địa hình tự nhiên vốn có của sườn dốc, không sợ gây nên những hậu quả xấu do việc đào đất giảm tải không đúng chỗ. Tuy nhiên, các biện pháp chống đỡ thường đắt tiền (nhất là trường hợp trượt sâu thì càng đắt và càng ít thích hợp), đòi hỏi nhiều vật tư kỹ thuật, phải điều tra kỹ về địa chất công trình và điều kiện đặt móng.

Thi công các công trình chống đỡ phải áp dụng phương pháp phân đoạn, xây móng "nhảy cóc" từng đoạn để tránh giảm sức chống đỡ chân sườn dốc trong quá trình thi công. Chiều dài mỗi đoạn đào móng không được quá 20% chiều dài toàn bộ của công trình (xây xong một đoạn mới được đào móng đoạn khác cách chỗ đã xây một đoạn).

Nên xây dựng các công trình chống đỡ vào mùa khô, trước khi có sự di động của khối trượt (tức là xây dựng dự phòng), vì khi đã xảy ra trượt thì đòi hỏi kích thước công trình chống đỡ phải tăng lên nhiều. Nên thiết kế công trình chống đỡ có tiết diện thay đổi tùy theo sự thay đổi mặt cắt khối trượt và tính chất cơ lý của đất đá, đồng thời phải chú ý thiết kế thoát nước sau lưng tường (nhất là trường hợp đất trượt là sườn tích dễ thấm nước).



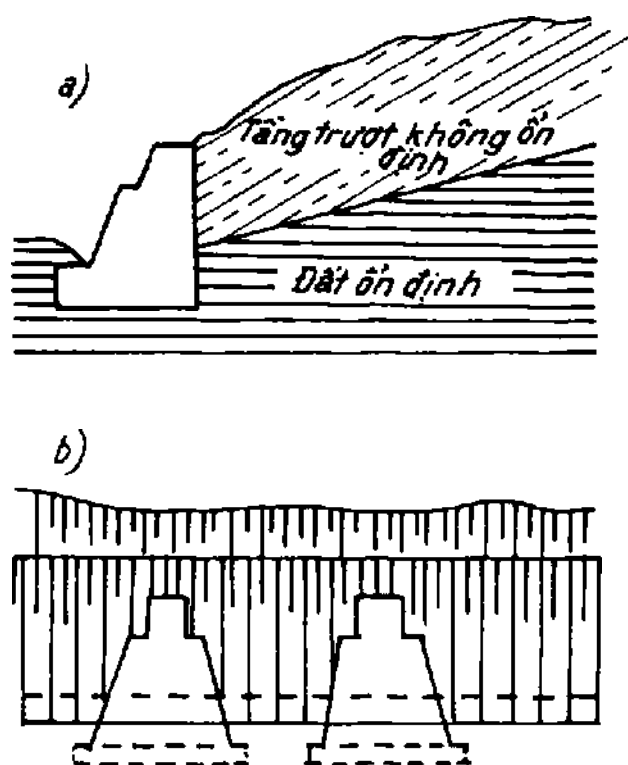
Hình 3.16. Cấu tạo thoát nước sau lưng công trình chống đỡ

Cấu tạo và bố trí các ụ đá (hoặc đất) như ở hình 3.17.

Trường hợp sử dụng ụ đá hoặc tường chắn thì lực đẩy vào tường phải được tính theo công thức (3.5) với trị số E_n (lực gây trượt ở đoạn cuối của sườn dốc có đặt tường chắn), đồng thời vẫn phải tính cả với áp lực theo phương pháp Coulomb và chọn trị số áp lực lớn hơn để tính toán tiết diện chịu lực của chúng về trạng thái ứng suất cũng như về điều kiện ổn định như thường làm đối với các tường chắn thông thường.

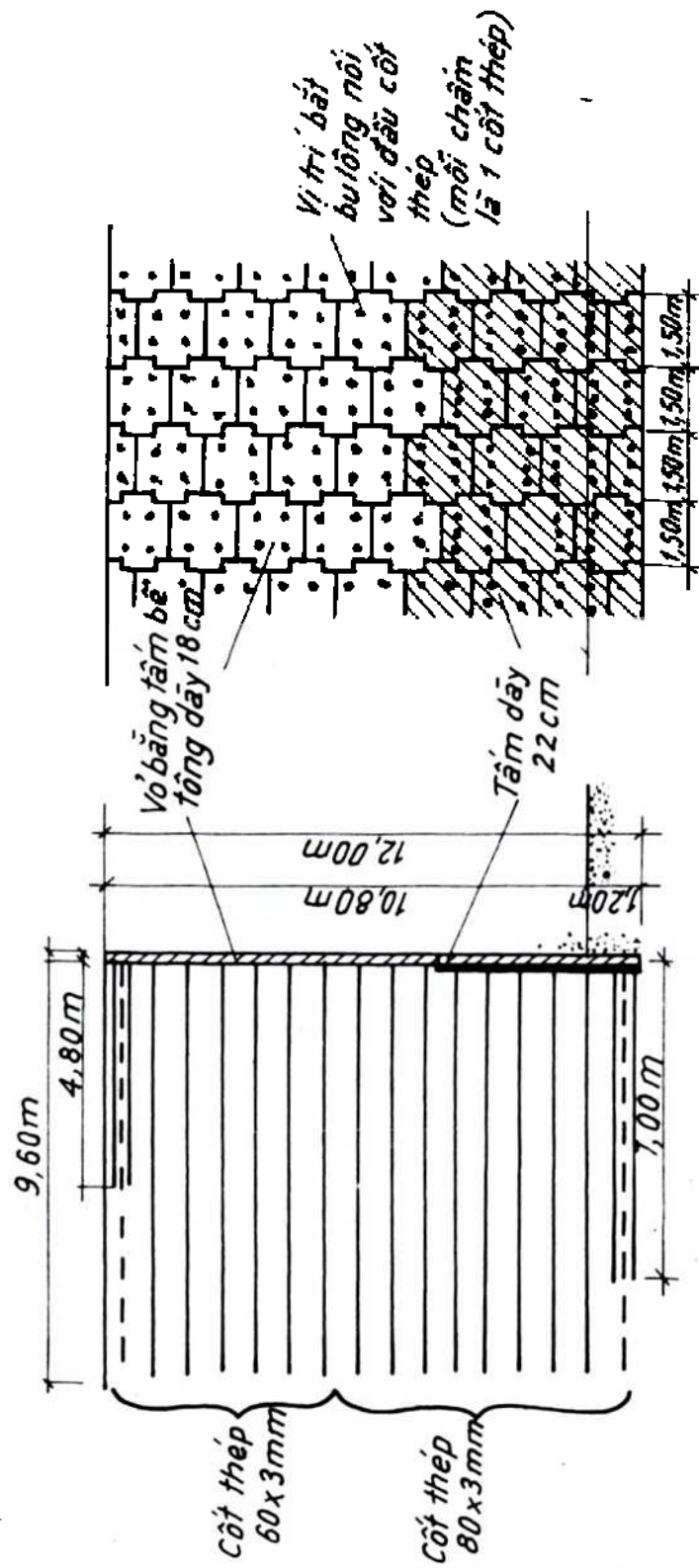
Tường chắn bằng đất có cốt được sử dụng rất có hiệu quả ở Pháp để chống trượt trên các đường núi.

Tường đất có cốt cấu tạo bằng các vỏ kim loại hoặc tấm bê tông cốt thép đúc sẵn được giữ thẳng đứng nhờ các cốt thép chôn trong đất (cốt thép bắt bu lông chặt vào vỏ). Cứ sau mỗi lớp vỏ lại đặt cốt thép và đắp đất. Ma sát giữa đất và cốt thép sẽ "neo" vỏ vào đất. Khối lượng bản thân của đất thông qua sự ma sát đó sẽ giữ cho vách thẳng đứng và nhờ đó tường có thể đạt chiều cao rất lớn. (Nguyên lý này chẳng khác gì việc ở nước ta trong hai cuộc kháng chiến đã từng đắp đường cạnh vực bằng cách rải cành cây giữa các lớp đất đắp). Cốt thép thường dùng



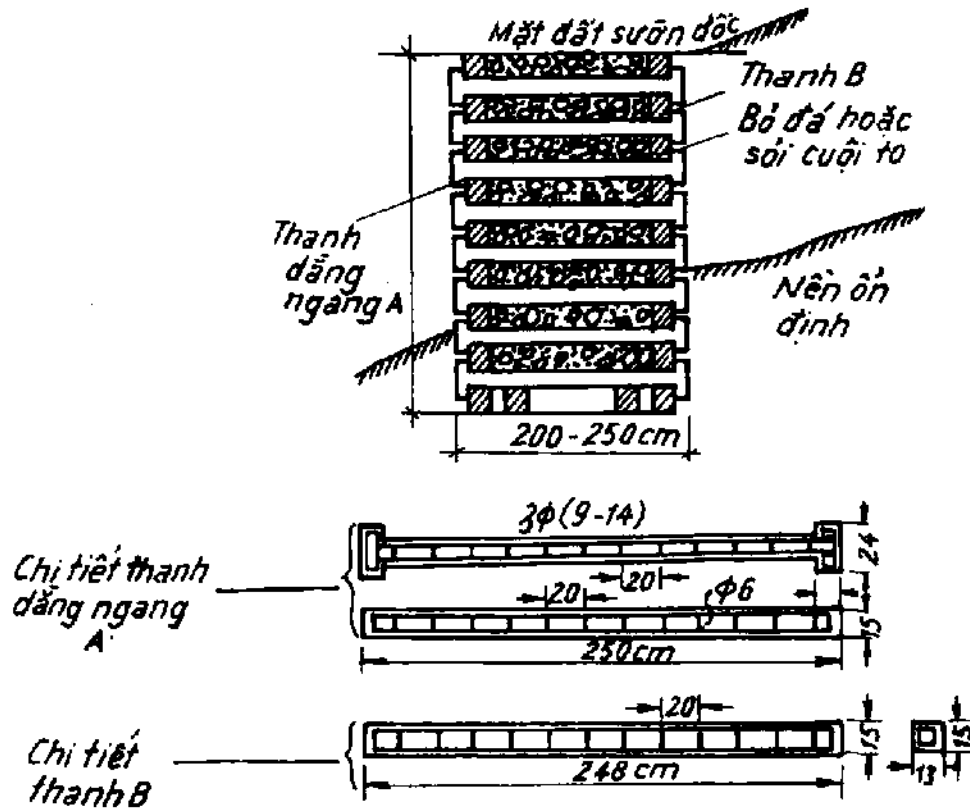
Hình 3.17. Cấu tạo và bố trí ụ đá chống đổ sườn dốc (ụ đá xếp khảm hoặc xây vữa)

a) Mặt cắt ngang; b) Mặt cắt dọc.



Hình 3.18. Tường chống đỡ bằng đất có cốt

là thép mạ hoặc thép không gỉ (bền vững trên 50 năm), dày 3 mm, rộng 60 - 120 mm, chiều dài bằng khoảng 0,8 chiều cao tường. Đất đắp nên dùng cát to để có ma sát lớn và dễ thoát nước, hoặc cát không chứa quá 15% kích cỡ hạt nhỏ hơn 0,075 mm.



Hình 3.19. Cấu tạo chống nê và thanh nê bằng bê tông cốt thép (thanh giằng ngang được bố trí cách nhau khoảng 2,5 m theo chiều dài tường)

Tường chống đỡ còn có thể được xây dựng theo kiểu chống nê bằng gỗ hoặc bằng bê tông cốt thép hay bằng các rọ (rọ sợi thép, rọ bằng chất dẻo tổng hợp...) ở trong đổ đá. Phương pháp này có ưu điểm là xây dựng đơn giản, nhanh, có thể tận dụng vật liệu tại chỗ (đá yếu, đá lăn...), cho phép tạo kích thước tiết diện lớn hoặc tạo bậc cấp. Do đó, tường chắn theo kiểu chống

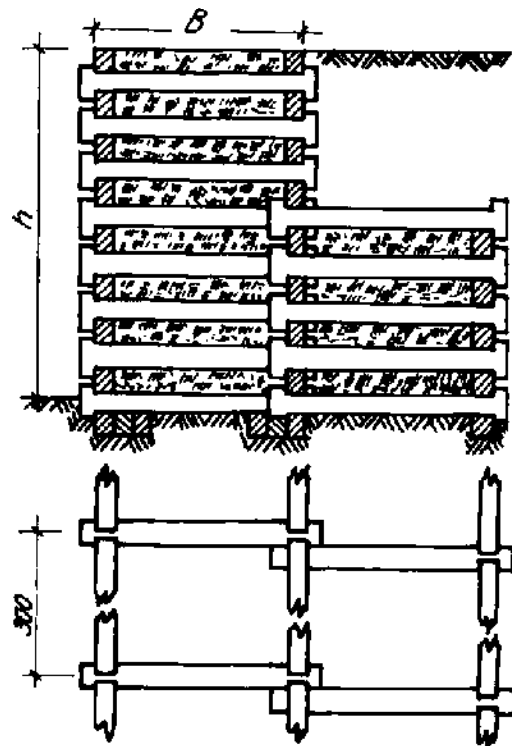
né có sức chống đỡ lớn, đồng thời khi bị khối trượt đẩy dù có dịch chuyển cũng không bị phá hoại như tường chắn xây liền theo kiểu thông thường, hơn nữa lại có khả năng thấm, thoát nước sau tường tốt.

Trong trường hợp chiều cao tường lớn, chống nê nên xếp thành bậc cấp như ở hình 3.20.

Các loại tường kiểu chống nê còn có thể được sử dụng để chống xói lở chân sườn dốc khi tuyến đường đi sát dọc khe, suối, hoặc để gia cố bờ sông, lấn đường ra suối, hay ra vực.

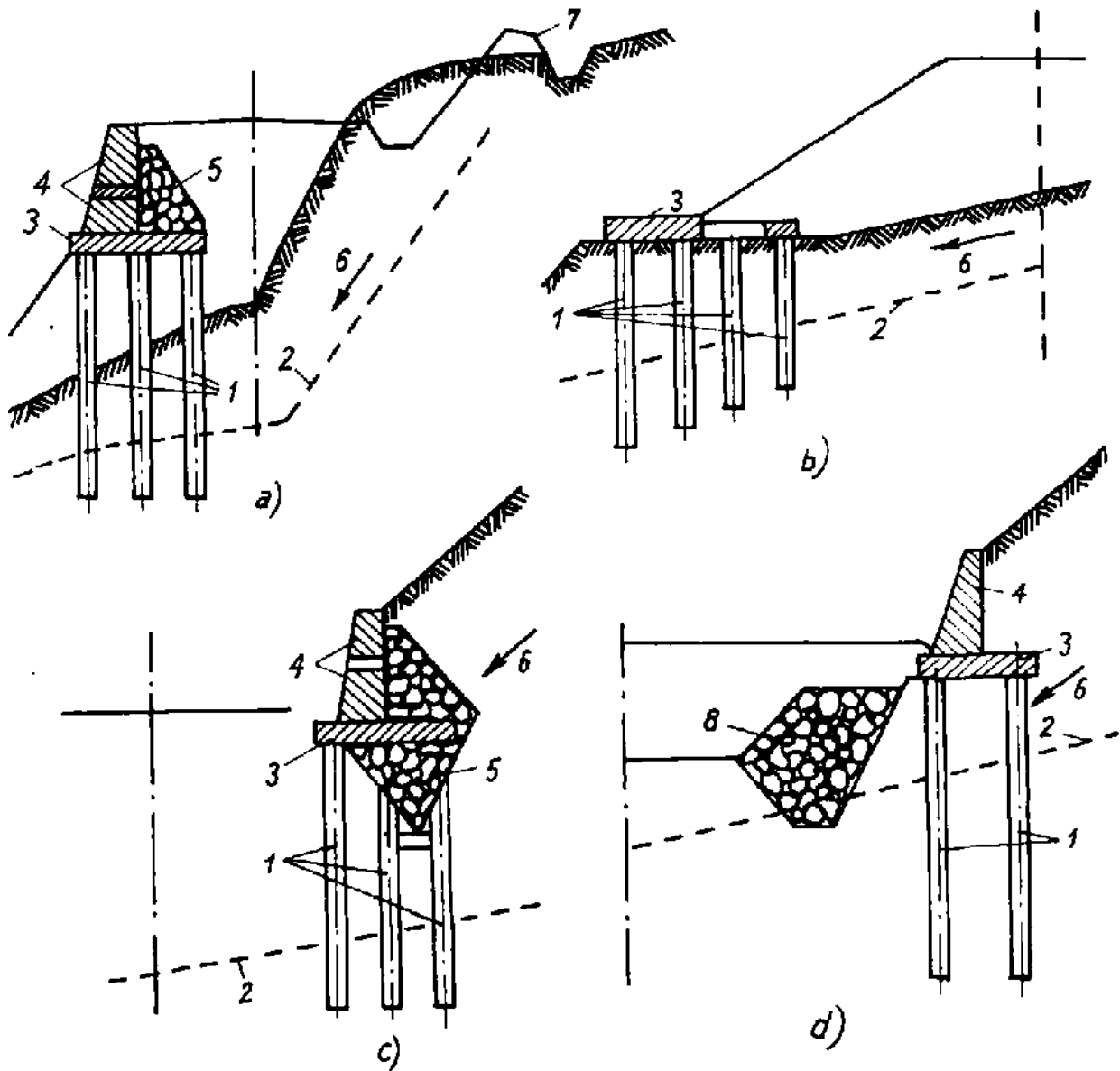
Đóng cọc để chống đỡ chân dốc cũng có thể được áp dụng trong trường hợp trượt tầng, trượt nông và mặt trượt hình thành rõ rệt. Cọc nên đóng thành một dải

ở chân sườn dốc theo kiểu hoa mai và phải cắm vào tầng đất đá vững chắc ít nhất là 2,0 m (do đó cọc phải dài). Có thể dùng cọc gỗ hoặc bê tông, nhưng ở vùng trượt không ổn định thì không nên tiến hành đóng cọc vì sẽ gây chấn động, mà nên dùng phương pháp cọc khoan nhồi. Hình 3.21 minh họa một số trường



Hình 3.20. Chống nê chống đỡ bằng bê tông cốt thép xếp thành bậc cấp

hợp điển hình dùng cọc nhồi làm công trình chống đỡ ở vùng núi Ukrain, Liên Xô.



Hình 3.12. Cấu tạo công trình chống đỡ bằng cọc nhồi

- a) Tường chắn dưới với móng đặt trên cọc nhồi; b) Cọc chống đỡ chân nền đất; c) Tường chắn trên móng cọc nhồi có rãnh thu nước ngầm ở dưới dài cọc; d) Tường chắn trên móng cọc nhồi có hào thu nước ngầm phía ngoài. 1- cọc nhồi; 2- mặt trượt; 3- đài cọc bằng bê tông cốt thép; 4- tường chắn; 5- tầng lọc ngược; 6- khối trượt; 7- rãnh đỉnh; 8- hào thu nước ngầm.

Khoảng cách tối thiểu giữa các hàng cọc a (theo sơ đồ hình 3.22) cần thỏa mãn điều kiện sau:

$$a = \frac{b - D}{\varphi} \quad (3.6)$$

trong đó:

b - khoảng cách giữa các cọc trong cùng một hàng (m);

D - đường kính cọc (m);

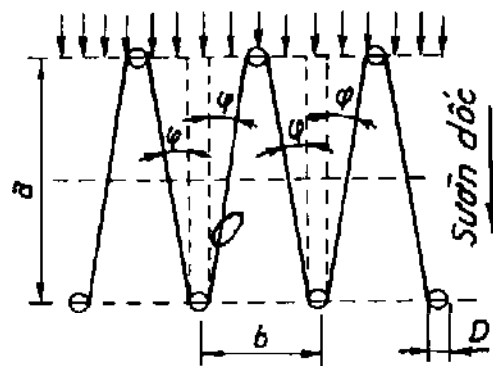
φ - góc ma sát trong của đất (radian).

Vì tính chất phức tạp của các điều kiện tự nhiên việc xử lý phòng chống trượt hoàn toàn không thể tiêu chuẩn hóa, định hình hóa. Bất cứ trường hợp nào cũng phải tiến hành điều tra, nghiên cứu, thiết kế riêng biệt từng điểm trượt để có các giải pháp thích hợp. Khi chọn các biện pháp phòng chống và xử lý trượt nên chú ý xem xét đến các mặt sau:

- Ý nghĩa, cấp hạng công trình đường đi qua điểm trượt.

- Ảnh hưởng của trượt đến các hoạt động kinh tế - xã hội và các công trình xây dựng khác.

- Khả năng và các biện pháp khai thác, duy tu, sửa chữa sau này đối với đường cũng như đối với chính các công trình phòng chống, xử lý trượt sẽ xây dựng.



Hình 3.22. Sơ đồ phạm vi chịu áp lực trượt của cọc

- Sử dụng trước hết các biện pháp đơn giản, rẻ tiền (như trong bảng 1.1), kết hợp các biện pháp trước mắt với các biện pháp duy tu, sửa chữa trong quá trình khai thác.

- Trong mọi trường hợp, nên áp dụng các biện pháp xử lý trượt ngay từ lúc trượt bắt đầu phát sinh, không để tới lúc phát triển nặng mới xử lý.

§3.5. VÍ DỤ VỀ ĐIỀU TRA, KHẢO SÁT VÀ THIẾT KẾ XỬ LÝ MỘT ĐIỂM TRƯỢT CỤ THỂ

Dưới đây trình bày một ví dụ thực tế về xử lý trượt sườn dốc trên một tuyến đường bộ sau mùa lũ lịch sử năm 1971.

1. Miêu tả tình hình trượt

Đoạn tuyến phát sinh trượt nằm trong một hõm núi nhỏ (một tụ nước nhỏ) dọc sông. Ngày 18-7-1971 tại đây phát hiện các khe nứt trên mặt đường nhựa và đến ngày 20-7-1971 thì phát hiện vòng cung nứt trong phạm vi rộng ở sườn núi phía trên và cả phía dưới mái dốc đường, xuyên qua khu vực nhà dân. Trước đó, mưa ròng rã trong hai tháng 6 và 7, tuy nhiên mức nước sông cạnh chân sườn dốc vẫn ở vào mức bình thường hàng năm. Sau khi xuất hiện khe nứt, đất chưa bị trượt ngay, năm sáu ngày đầu ô tô vẫn chạy qua bình thường. Sau đó khối trượt di động dần, gặp ngày mưa to sự di động càng rõ rệt (thấy được bằng mắt thường), đặc biệt sang tuần thứ hai của tháng 8 thì phát triển mạnh, đến giữa tháng 9 mới ngừng di động (tạm ổn định).

2. Kết quả điều tra, khảo sát ở thực địa

Như miêu tả ở hình 3.23, khu trượt nằm trên dốc hướng ra sông; phía dưới đường ô tô là thêm sông hẹp có nhà dân và đất canh tác. Tuyến đường đi cao trên sườn có độ dốc 50 - 60% (không phải là lớn). Mái dốc nền đường ở đây cao 0,80 m, nền nửa đào nửa đắp.

Toàn sườn dốc trong hẻm núi này là đá phiến mica, đá phiến sét và cát kết hạt mịn bị phong hóa rất mạnh, hình thành tầng tàn tích dày. Thêm sông có cát bồi đắp rất hẹp trên tầng tàn tích này.

Vỏ phong hóa có cấu tạo như sau: trên cùng là lớp đất tàn tích dày 3 - 4 m, loại sét pha bụi lẫn nhiều vụn đá chưa phong hóa hết, kích thước khoảng 15 mm, độ rỗng của đất rất lớn. Dưới đó là tầng đá phiến đang phong hóa mạnh thành đất lẫn đá và dưới cùng là đá gốc. Ở trên dưới mức nước sông bình thường (cao độ 69 - 70 m) cũng thấy vết lộ đá gốc, nhưng có nhiều khe nứt. Đá phiến đều cắm về phía Đông Bắc khoảng 30°, tức là thuận lợi cho việc trượt từ trên dốc xuống phía sông.

Khối trượt chính không hướng thẳng góc với bờ sông mà lệch về phía Đông Bắc. Độ rộng khối trượt ở chân (sát bờ sông) khoảng gần 100 m và thu nhỏ dần về phía đỉnh trượt. Từ chân đến đỉnh trượt dài khoảng 95 - 100 m. Trên mặt khối trượt chính để lại bốn bậc (hình 3.23) rõ rệt, ứng với mỗi bậc là một mặt trượt. Bậc trên cùng là đỉnh khối trượt với chiều cao bậc 0,7 - 0,8 m, bề rộng khe nứt tới 20 cm. Bậc thứ hai ngay tại rãnh biên của đường ô tô và cắt ngang đường với chiều cao bậc 0,7 - 0,8 m, khe nứt rộng 0,2 - 0,3 m (vì thế ô tô không đi lại được), bậc thứ ba ở thêm sông, ngay khu dân ở với chiều cao

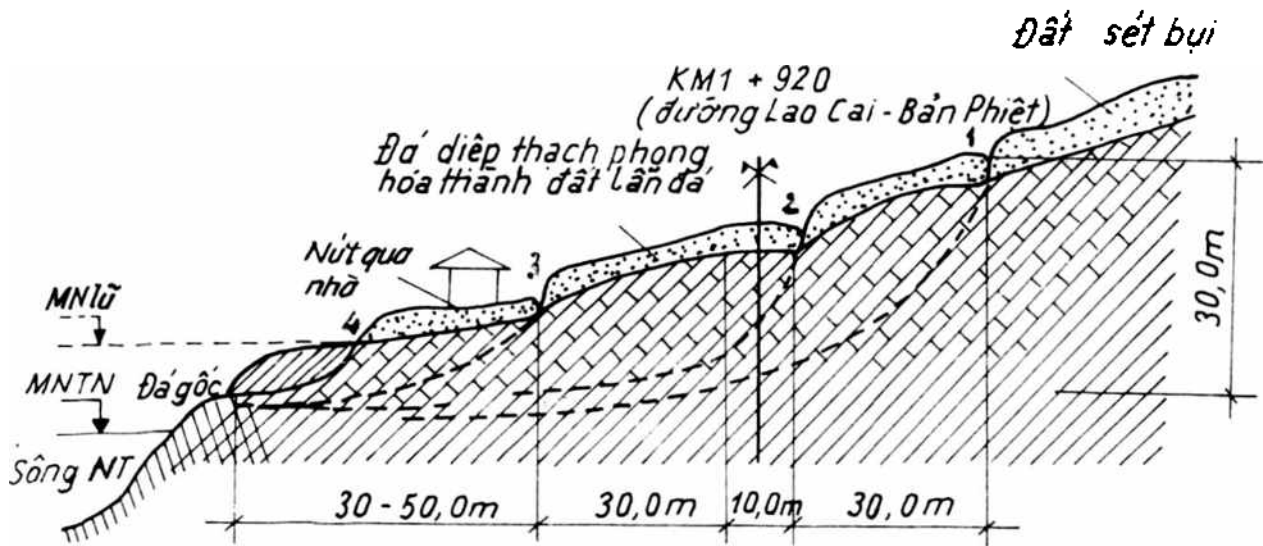
1,0 - 2,0 m. Bậc dưới cùng ngay sát bờ sông, đất trượt đổ ra sông. Chân khối trượt ra tới sát tầng đá gốc mép sông và ở trong phạm vi cao độ 69 - 70 m. Mặt trượt sâu nhất và mặt trượt tương ứng với các bậc đều nằm trong tầng đất đá phong hóa, có từng đoạn mặt trượt nằm sát mặt đá gốc (như đoạn gần bờ sông). Tóm lại, đây là một khối trượt điển hình giống như các sách thường nói tới.

Hai bên khối trượt chính nói trên, các khe nứt tương ứng với các bậc trượt còn kéo dài mỗi bên khoảng 50 - 60 m nữa, như khe nứt tương ứng với bậc thứ ba còn cắt qua khu nhà dân, nhiều nhà bị nứt ngang nền và tường. Động bào ở đây cho biết, sau khi khối trượt chính di động thì tại đây mới phát sinh các khe nứt.

Xét về điều kiện địa chất thủy văn, khu trượt nằm trong phạm vi tụ nước không có khe suối tự nhiên, trên sườn dốc cây cối rất rậm rạp. Do đó nước mưa phần lớn thấm xuống đất khối trượt (đất có độ rỗng lớn như trên đã nói).

Đoạn sông chảy dưới chân dốc là một đoạn thẳng, lại lộ rõ bờ đá gốc nên từ trước đến nay không có hiện tượng xói lở chân dốc. Khi xảy ra trượt, nước sông dâng lên, vào hồi 12 giờ ngày 19-8-1971 nước sông lên cao nhất, đạt mức kỷ lục (cốt 87 m). Sau đó đến 15 giờ ngày 20-8 thì rút mạnh do vỡ đê sông Hồng phía hạ lưu (không trùng với thời gian phát sinh trượt).

Điều đặc biệt quan trọng ở đây là nước ngầm rất phong phú. Phía sau sườn dốc trượt là cả một thung lũng hẹp được tưới tiêu bằng nguồn nước ngầm và có dòng suối ngầm chảy lộ ra với lưu lượng về mùa khô đạt tới 50 - 70 l/s. Riêng trong khu trượt phát hiện rất nhiều vết lộ nước ngầm ở cao trình từ



Hình 3.23. Mặt cắt khối trượt theo hướng trượt

69 - 72 m, từ vết lộ thấy nước ngầm trực tiếp chảy ra từ đá gốc sát ngay bờ sông. Theo nhân dân địa phương cho biết thì các mạch nước ngầm này có nước chảy lộ ra quanh năm.

3. Phân tích quá trình và nguyên nhân trượt

Qua kết quả khảo sát, có thể thấy nguyên nhân gây trượt ở đây là do:

- Tác dụng của nước ngầm. Hoạt động của nước ngầm đặc biệt mạnh trong mùa mưa 1971, làm bão hòa phần dưới tầng đất lẫn đá, giảm hẳn cường độ của chúng, đồng thời nước chảy mạnh gây xói ngầm phần chân khối trượt sát bờ sông.

- Tác dụng của nước mặt cũng đặc biệt lớn. Mưa lâu và kéo dài làm bão hòa toàn bộ tầng đất tàn tích có độ rỗng lớn. Sau khi phát sinh khe nứt, tác dụng của nước mặt càng tăng, nước theo khe nứt thấm xuống vùng ranh giới mặt trượt, thúc đẩy quá trình di động của khối trượt.

- Tình hình địa chất cũng tạo thuận lợi cho việc phát sinh trượt: đất đá phong hóa nặng lại có thể nằm phù hợp với hướng trượt.

- Kết quả nghiệm toán ổn định sườn dốc theo mặt trượt với trị số lực dính (c) và góc ma sát trong (φ) của đất tại chỗ bão hòa nước cho thấy: hệ số ổn định chỉ đạt $K_{\min} = 1,05$, mặc dù khối trượt nằm trên sườn dốc thoải 50%. Với mức ổn định như vậy, lại bị nước ngấm xói theo những vết lộ ở chân dốc nên đã phát sinh trượt. Sang mùa khô tác dụng của nước mặt và nước ngấm giảm đi nên sườn dốc trở lại ổn định.

- Đoạn sông phía dưới sườn dốc là một đoạn thẳng, qua quan sát kỹ không thấy có tác dụng phá hoại rõ rệt của nước sông đối với chân khu trượt (lộ đá gốc). Thời gian phát sinh khe nứt là lúc mức nước và lưu tốc sông không lớn. Vì thế tác dụng phá hoại chân khu trượt chỉ có thể là do nước ngấm đặc biệt lớn trong năm đó gây nên.

- Áp lực thủy động do ảnh hưởng của nước sông cũng không thể có trong thời gian phát sinh trượt, vì lúc bắt đầu nứt mức nước sông đang lên dần. Có thể sau khi phát sinh trượt, vào lúc nước sông đột ngột hạ thấp do vỡ đê phía hạ lưu như trên đã nói, áp lực thủy động trong khối trượt mới tăng lên và thúc đẩy nhanh việc di động của khối trượt.

4. Các biện pháp xử lý

Để đảm bảo ổn định cho tuyến đường này có thể dùng biện pháp cải tuyến. Nhưng như vậy phải làm tuyến mới qua vùng có điều kiện địa chất tương tự dài tới 5 - 6 km, do đó phương án này bị gạt bỏ. Như trên đã nêu, sang mùa khô, hoạt động của

nước mặt và nước ngầm giảm đi, do đó khối trượt đã tạm ổn định trở lại. Vì vậy có thể nghĩ tới những biện pháp xử lý mà vẫn giữ nguyên tuyến đường hiện tại. Như vậy có thuận lợi là ở đây sườn dốc thoải, đoạn sông chảy bên dưới chân dốc thẳng và ổn định, tầng đá gốc ít phong hóa lộ ngay ven bờ sông ở cao độ 69 - 70 m làm cho khối trượt không phát triển xuống đáy sông và có thể dùng nó để đặt móng các công trình chống đỡ. Khó khăn chính cho việc xử lý là tình trạng nước ngầm hoạt động mạnh ngay cả trong mùa khô, và tình hình địa chất không thuận lợi. Do đó chỉ có thể áp dụng các biện pháp nhằm hạn chế tác dụng phá hoại của nước ngầm.

Qua phân tích như trên đã đi đến giải pháp thiết kế xử lý trượt như sau (xem hình 3.24):

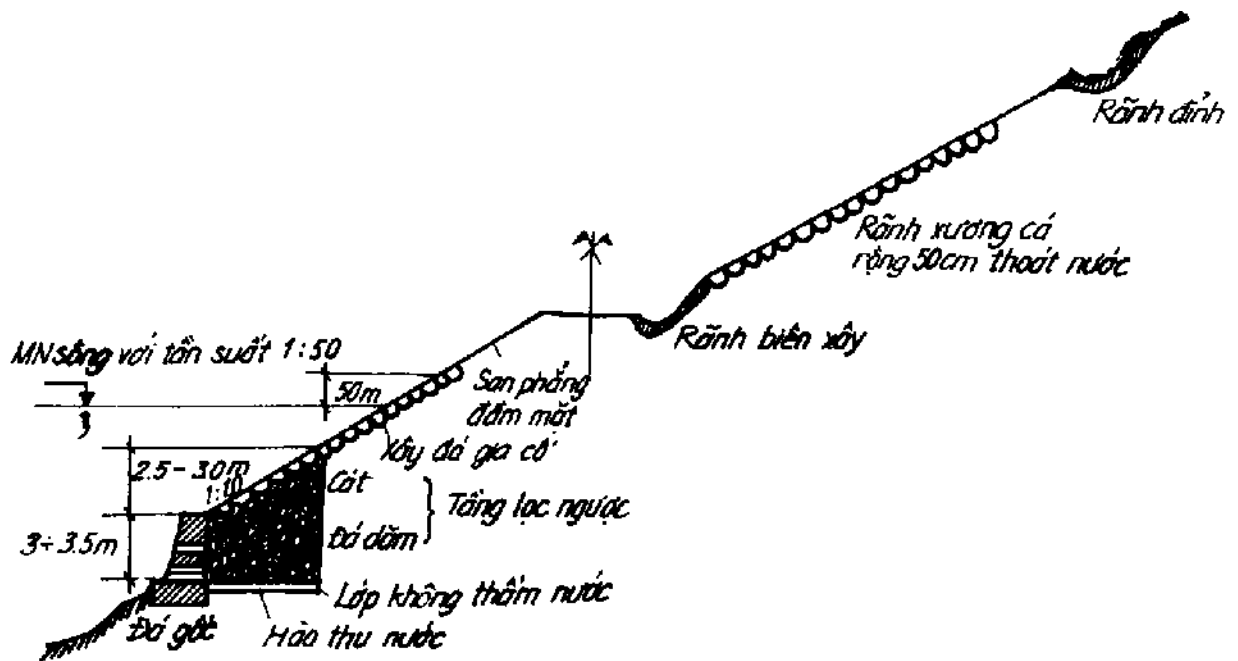
a) Xây dựng tường chắn chống đỡ cao 3,0 - 3,5 m dọc suốt chân khối trượt, móng đặt trên đá gốc sát bờ sông. Sau lưng tường chắn là hào thu nước ngầm có cấu tạo tầng lọc ngược bằng cát và đá dăm (mỗi lớp dày 20 cm) sát với vách đất khối trượt. Nước ngầm qua tầng lọc ngược chảy vào hào và thoát ra sông qua chỗ thoát nước trên tường chắn. Vì nằm sát sông nên tường chắn ở đây có tác dụng chủ yếu để giữ cho hào thu nước ngầm không bị phá hoại, ngoài ra cũng góp phần tăng sức chống trượt, tăng mức ổn định của khối trượt. Tường chắn có thể thi công trong mùa khô với đỉnh tường rộng 0,6 m và độ dốc lưng tường 5/1.

b) Từ đỉnh tường chắn đến vai đường ô tô san bề mặt sườn dốc thành độ dốc đều, mặt được đầm nén phẳng nhẵn, sau đó xây đá khan lên đến quá 50 cm so với mức nước sông tần suất 1:50.

c) Bịt tất cả các khe nứt đã có trong phạm vi khối trượt, và vùng lân cận để tránh nước mặt ngấm vào làm giảm yếu cường độ của đất lân cận mặt đường cũ.

d) Làm rãnh đỉnh chắn trên phạm vi khối trượt và cho dẫn nước sang hõm núi bên cạnh.

e) Trong phạm vi khu trượt từ đường ô tô trở lên cũng san phẳng và dùng một số rãnh nhánh xương cá (rãnh trong có xếp đá hộc) để thu nước mặt và dẫn xuống rãnh biên. Rãnh biên trong khu trượt và lân cận đều xây đá.



Hình 3.24. Sơ đồ bố trí các biện pháp xử lý trượt

CHƯƠNG 4

PHÒNG CHỐNG SỤT LỖ VÀ TRÔI ĐẤT ĐÁ PHÁ HOẠI NỀN ĐƯỜNG

§4.1. PHÒNG CHỐNG SỤT LỖ, TRƯỢT LỖ ĐẤT HOẶC ĐẤT LẤN ĐÁ

1. Hiện tượng và các nguyên nhân

Sự khác nhau giữa các hiện tượng sụt lở, trượt lở và giữa chúng với các hiện tượng phá hoại nền đường khác (trượt và trôi đất) đã được nói đến ở §1.1 chương 1.

Hiện tượng sụt lở, trượt lở đất hoặc đất lấn đá thường hay xảy ra sau khi xây dựng các mái đường vùng núi quá dốc hoặc trên các sườn dốc có sông, suối chảy phía dưới, lại đổ đất thừa ở phía trên (do đào nền đường đổ ra). Các hiện tượng này cũng thường xảy ra ở những đoạn nền đường qua các cửa khe, hõm núi, các sườn ít cây cối.

Về mặt địa chất, các điều kiện gây sụt lở và trượt lở nền đường bao gồm:

- Nền đường đào trong đất đá phong hóa như sườn tích, hoặc sườn dốc trượt cũ.
- Nền đường qua sườn dốc đất đá có thể nằm dốc ra phía

đường và độ dốc mái đường lớn hơn độ dốc của các lớp đất đá.

- Nền đường qua vùng vốn có nhiều biến động địa chất, đất đá bị uốn nếp, tồn tại nhiều khe nứt, đứt gãy kiến tạo, vùng chịu tác dụng chấn động mạnh (nổ phá lớn, bom...).

- Nền đường qua vùng có cấu tạo các lớp đá cứng, mềm xen kẽ, các lớp đất xen kẽ các lớp cát chứa nước hoặc vùng các đá mềm dễ thấm nước.

Nguyên nhân chung gây ra sụt lỏ và trượt lở cũng là do sức chống cắt của đất, đá bị giảm tới mức thấp hơn so với ứng suất cắt do khối lượng bản thân của đất đá gây ra, hoặc do áp lực ở chân mái dốc lớn hơn sức chống đỡ của nó. Tình trạng đó thường do các nguyên nhân sau gây nên:

- Đào nền đường với mái dốc có độ dốc lớn. Điều này rất khó tránh khi xây dựng nền đường vùng núi vì bản thân độ dốc sườn núi tự nhiên đã lớn (thường tới $30 - 40^\circ$, cá biệt lên tới $45 - 50^\circ$), do đó nếu xây dựng nền đào thì thường không thể dùng mái dốc 1:1 (45°).

- Nước mưa chảy từ trên sườn dốc đổ xuống mái đường, thấm vào đất khiến cho khối lượng của đất tăng lên và giảm cường độ của đất. Nước mặt xói mặt mái dốc thành các rãnh xói từ đỉnh xuống chân, tại chân mái năng lượng xói lớn và đất lở dần từ dưới lên trên.

- Nước ngầm chảy tạo thành các vết lộ nước ngầm trên mặt sườn dốc và mái dốc đường, gây xói ngầm và làm sụt lỏ đất.

- Thi công bằng nổ phá quá mạnh gây chấn động, giảm yếu cường độ đất.

- Thi công nền đào không làm tốt hệ thống thoát nước mặt ngay từ đầu hoặc thi công không đúng kích thước trắc ngang

nền đường, dẫn đến phải đào lán chân mái dốc để đủ bề rộng nền đường.

Đặc điểm chung của hiện tượng sụt lở là: xảy ra đột ngột, tức thời sau khi xây dựng mái dốc nền đường, phổ biến là trong mùa mưa; quy mô nhỏ, thường trong phạm vi lân cận mái dốc nền đường (nhưng khối lượng sụt lở hàng năm cũng có thể tới hàng ngàn mét khối một chỗ) và từ chân mái dốc trở lên (không phá hoại sâu ở phía dưới nền đường). Riêng đối với trường hợp trượt lở thì có thể có mặt trượt nhất định, còn sụt lở thì xảy ra không có mặt trượt rõ rệt.

2. Xử lý phòng chống sụt lở và trượt lở đất hoặc đất lán đá

Đối với các hiện tượng sụt lở và trượt lở, thường áp dụng các biện pháp xử lý và phòng chống sau:

- Giảm độ dốc và chiều cao mái dốc nền đường.
- Gia cố và phòng hộ bề mặt mái dốc.
- Xử lý tốt các dòng nước mặt và các vết lộ nước ngầm chảy qua mặt mái dốc, đặc biệt là các dòng chảy ở chân mái dốc.

- Chống đỡ chân mái dốc bằng các tường chắn, kè chân, ụ đá...

Các biện pháp trên thường cũng kết hợp với nhau và nói chung thì không cần đến các biện pháp xử lý có quy mô lớn như đối với các điểm trượt trên sườn dốc (chương 3). Thật ra, nếu được tiến hành kịp thời và đúng đắn thì việc xử lý cũng không quá tốn kém. Tuy nhiên, các nguyên nhân trực tiếp dẫn đến sụt lở thường chỉ thấy được hết sau khi đã xây dựng xong nền đường (bao gồm mái dốc đường). Ví dụ sau khi đào mái dốc mới phát hiện có lớp đá mềm yếu, lớp cát xen kẹp chứa nước

hoặc mới phát hiện vết lộ nước ngầm... Đặc biệt là sau khi đào mái dốc mới phá vỡ trạng thái cân bằng và thoát nước tự nhiên vốn có từ trước v.v... Điều đó khiến cho người thiết kế thường không chú trọng hoặc không đề ra được đầy đủ các biện pháp phòng chống sụt lở. Trái lại, sau khi xảy ra sụt lở thì người quản lý khai thác đường lại đứng trước một nhiệm vụ khá nặng nề, thường bị hạn chế về vốn và khả năng xử lý nên khó có được biện pháp kịp thời, dẫn đến hậu quả là sụt lở kéo dài nhiều năm, ngày càng trầm trọng và phát triển rộng. Như vậy, muốn giải quyết tốt vấn đề thì phải khắc phục được tình trạng trên, nghĩa là phải có biện pháp xử lý kịp thời và thích hợp ngay khi mới phát sinh sụt lở nhỏ, đồng thời không được coi nhẹ các biện pháp thiết kế phòng chống từ trước.

3. Xác định độ dốc và chiều cao mái dốc nền đường

Các thông số này phải được quyết định đúng đắn ngay từ khi khảo sát thiết kế đường trên cơ sở phân tích các điều kiện địa chất công trình tại chỗ và tính toán ổn định về mặt cơ học của mái dốc khi cần thiết.

Phân tích các điều kiện địa chất công trình để thiết kế độ dốc mái đường là điều hết sức quan trọng. Tập hợp các kết quả quan sát và phân tích về mái dốc trên thực tế cho thấy: tương ứng với một số điều kiện địa chất công trình nào đấy thì để đảm bảo ổn định, mái dốc cần có một độ dốc phù hợp. Thường người ta căn cứ vào các điều kiện địa chất công trình như: thành phần, tính chất và độ chặt của đất đá; tỷ lệ đá mảnh lẫn trong đất; mức độ phong hóa, mức độ nứt nẻ, thể nằm của đất đá... và nguồn gốc sinh thành của chúng; điều kiện khí hậu tại chỗ; chiều cao, hướng phương vị và vị trí của mái dốc (nếu mái dốc hướng mặt về phía Đông và Đông Nam thì độ dốc thiết kế có thể lớn hơn so với các sườn hướng về phía Tây và Tây Bắc; nếu

mái dốc nằm trong phạm vi đường vòng lõm vào núi thì thường dễ sụt lở hơn khi nằm ở phạm vi đường vòng lồi...).

Có thể tham khảo các bảng tổng kết dưới đây để thiết kế độ dốc mái đường (theo kết quả tập hợp các số liệu phân tích điều kiện địa chất công trình).

Bảng 4.1. Độ dốc mái đường đào trong đá cứng liên khối

Mức độ cứng của đá	Chiều cao mái dốc (m)			Ghi chú
	< 15	< 30	> 30	
Đá rất cứng	1 : 0,1	1 : 0,2	1 : 0,25	Thi công dùng phương pháp nổ phá lỗ nông
Đá cứng	1 : 0,1	1 : 0,25	1 : 0,3	
Đá cứng vừa	1 : 0,2	1 : 0,3	1 : 0,5	
Đá ít cứng	1 : 0,3	1 : 0,5		

Bảng 4.2. Độ dốc mái đường đào trong đá nứt vỡ

Mức độ nứt vỡ	Chiều cao mái dốc (m)				Ghi chú
	< 10	< 20	< 30	< 40	
Đá nứt nhẹ vừa	1 : 0,5	1 : 0,75	1 : 1	1 : 1	- Nếu phòng hộ mặt mái dốc thì có thể tăng độ dốc
Đá nứt nhẹ mạnh	1 : 0,75	1 : 1	trên 10m 1 : 1,00; dưới 10m - 1 : 1,25	1 : 1,25	- Nếu có gia cố phòng hộ
Đá rời vụn	1 : 1	1 : 1,25	trên 10m 1:1,25 dưới 10m - 1 : 1,5	1 : 1,5	-nt-

Bảng 4.3. Độ dốc mái đường đất lẫn đá mảnh

Mức độ chặt của đất	Chiều cao mái dốc (m)			Ghi chú chung
	< 10	< 20	20 - 40	
- Keo kết	1 : 0,3	1 : 0,3 - 1 : 0,5	1 : 0,5	1- Nếu có nước ngầm nên xử lý, không nên làm thoát mái dốc 2- Nếu nhiều đất nên nghiệm toán ổn định cơ học 3- Nếu nhiều đá rời rạc nên làm mái dốc mặt gầy 4- Nếu đá lớn nhưng chứa nhiều đất loại sét thì nên dùng độ dốc 1 : 1 - 1 : 1,5
- Chặt	1 : 0,5	1 : 0,5 - 1 : 0,75	1 : 1	
- Chặt vừa	1 : 0,75	1 : 1	1 : 1,25 - 1 : 1,5	
- Rời rạc nhưng phần lớn là cỡ đá > 40 cm	1 : 0,5	1 : 0,75	1 : 0,75 - 1 : 1	
- Rời rạc nhưng phần lớn là cỡ đá > 25 cm	1 : 0,75	1 : 1	1 : 1 - 1 : 1,25	
- Rời rạc nhưng phần lớn là cỡ đá < 25 cm	1 : 1,25	1 : 1,5	1 : 1,5 - 1 : 1,75	

Trong trường hợp trượt lở (sụt và trượt hỗn hợp) đất lẫn đá mảnh và đất, khi quyết định độ dốc và chiều cao mái dốc nên kết hợp sử dụng các bảng trên với tính toán kiểm nghiệm độ ổn định mái dốc theo phương pháp giả thiết mặt trượt phẳng (hình 4.1a) hoặc mặt trượt tròn (hình 4.1b).

Theo phương pháp mặt trượt phẳng của giáo sư G.M.Tsakhunen, hệ số ổn định gần đúng theo công thức:

$$K_{\min} = f\left(m + \frac{b}{h}\right) + a_0 \left[2m + \frac{b}{h} + \frac{h}{b}(m^2 + 1) \right], \quad (4.1)$$

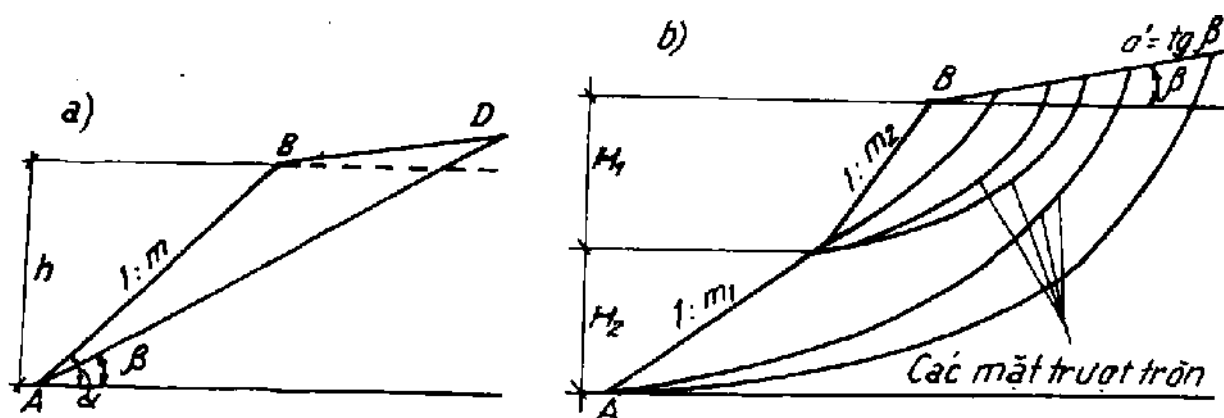
với:

$$a_0 = \frac{2c}{\gamma h}; \quad b = h \sqrt{\frac{m^2 + 1}{f/a_0 + 1}},$$

trong đó:

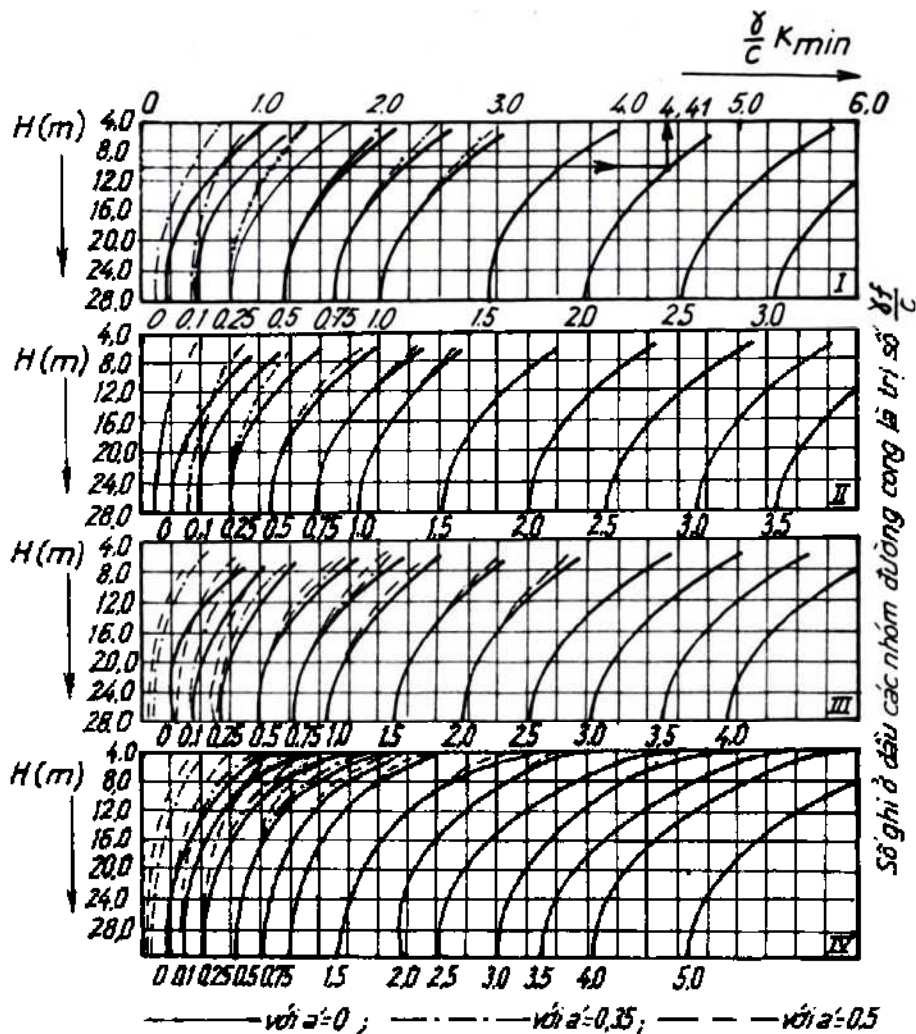
c, f, γ lần lượt là lực dính, hệ số ma sát và khối lượng thể tích của đất mái dốc;

$f = \text{tg}\varphi$ (φ là góc ma sát trong của đất); $1:m$ là độ dốc của mái dốc.



Hình 4.1. Sơ đồ nghiệm toán ổn định mái dốc

a) theo mặt trượt phẳng; b) theo mặt trượt tròn.



Số ghi ở đầu các nhóm đường cong là trị số $\frac{\gamma f}{c}$
 giữa các trị số này, có thể nội suy theo khoảng cách ngang hai đường cong)
 (0; 0,1; 0,25; 0,5; 0,75; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0; 5,0;

Hình 4.2. Toán đồ dùng để tính ổn định và thiết kế chiều cao mái dốc đường đào

- I) Phần toán đồ dùng cho mái dốc 1 : 15 ; II) Dùng cho mái dốc 1 : 125 ;
- III) Dùng cho mái dốc 1 : 1 ; IV) Dùng cho mái dốc 1 : 0,75.

Áp dụng: mái dốc 1 : 15; $H = 10\text{m}$; $\frac{\gamma f}{c} = 2,0$; $a' = 0$ tra toán đồ I tìm được $\gamma_{k_{\min}} = 4,41$ (đường dóng mũi tên trên toán đồ); biết γ , c sẽ từ đó tìm được K_{\min} (Hoành độ $\gamma_{k_{\min}} = 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6$ dùng chung cho cả 4 phần toán đồ)

Khi nghiệm toán theo mặt trượt tròn, hệ số ổn định tương ứng với một mặt trượt nào đó được tính theo công thức (3.4), chương 3. Giả thiết nhiều mặt trượt sẽ tìm được hệ số ổn định nhỏ nhất K_{\min} của mái dốc. Để tránh phải tốn công tính toán, giáo sư Dương Học Hải đã sử dụng máy tính điện tử lập được toán đồ xác định trực tiếp hệ số ổn định nhỏ nhất K_{\min} tùy thuộc các đặc trưng của đất (c, f, γ) và chiều cao mái dốc (H). Toán đồ này khác toán đồ của các tác giả khác ở chỗ có xét đến các trường hợp sườn núi phía trên đỉnh mái dốc thường không phải nằm ngang ($\alpha' > 0$), là trường hợp thường gặp đối với đường đào vùng núi. Toán đồ này còn có ưu điểm là đơn giản, cho phép tìm được giá trị hệ số ổn định nhỏ nhất một cách trực tiếp, lại có thể xác định ngay được trị số chiều cao mái dốc lớn nhất cân không chế (H_{\max}) để đảm bảo độ ổn định quy định.

Các đặc trưng của đất c, f, γ dùng để nghiệm toán phải được xác định với mẫu nguyên dạng hoặc chế bị ở trạng thái bất lợi nhất về độ chặt và độ ẩm mà thực tế có thể xảy ra trong đất mái dốc đường. Ví dụ nếu mái dốc đường không có các biện pháp phòng hộ, gia cố bề mặt, thoát nước mặt và nước ngầm tốt thì trạng thái bất lợi có thể được xác định bằng độ chứa ẩm lớn nhất tương ứng với độ chặt tự nhiên của đất. Nếu có các biện pháp nói trên thì khi tính toán có thể giảm trị số độ ẩm đi.

Chỉ tiêu c và φ thường được xác định bằng phương pháp cắt nhanh.

Trường hợp mái dốc lẫn đất đá thì c và φ được xác định bằng cách cắt mẫu chế bị riêng cho phần đất (loại bỏ đá).

Với tuyến đường qua vùng núi có sườn dốc ngang lớn thì khi thiết kế trắc ngang nền đường cần khống chế chiều cao lớn nhất của mái đường bằng trị số H_{\max} tìm được khi nghiệm toán ổn định mái dốc (như ở toán đồ hình 4.2 với hệ số ổn định K_{\min} quy định trước bằng 1,1 - 1,2). Nếu với H_{\max} đó không đảm bảo đặt nền đường đào hoàn toàn vào sườn núi thì phải kè thêm để đắp ra phía ngoài cho đủ bề rộng nền đường; trường hợp này không nên cố đào đủ đường vì như vậy chắc chắn không tránh khỏi sụt lở. Trong các vùng phổ biến hiện tượng sụt lở thì lại càng nên tránh việc đào quá sâu vì bị phơi lộ ra chịu tác dụng của thiên nhiên. Tuy nhiên, tránh đào sẽ dẫn tới việc phải dùng nhiều tường chắn. Đó là một mâu thuẫn cần được cân nhắc trên quan điểm kinh tế - kỹ thuật nhằm đảm bảo tốt việc khai thác đường trong tương lai. Kinh nghiệm cho hay, trong vùng sụt lở nền đường nên kết hợp đào vừa đủ H_{\max} với việc dùng các tường chắn thấp hơn 6m.

4. Gia cố và phòng hộ bề mặt mái dốc

Mục đích của công tác này là nhằm hạn chế nước thấm, nước xói cũng như hạn chế tác dụng phong hóa bề mặt mái dốc, từ đó hạn chế các nguyên nhân gây sụt lở và trượt lở mái dốc.

Các biện pháp gia cố bề mặt mái dốc hoặc sườn dốc gồm có:

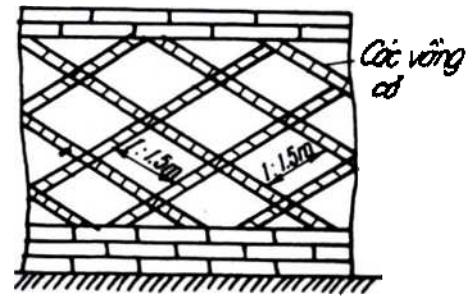
- Đám chặt và gọt nhẵn mái dốc.
- Gia cố lớp đất mặt mái dốc bằng các chất liên kết (vôi hoặc xi măng).
- Trồng cỏ trên mái dốc: đánh các văng cỏ rồi đem găm thành hàng lối vào mái dốc (hình 4.3), cỏ sẽ lan ra khắp mái dốc. Cũng có thể trồng cỏ bằng hạt hoặc trồng các loại cây thấp bằng hạt.

Trồng cỏ hoặc các bụi cây thấp có tác dụng làm chặt đất,

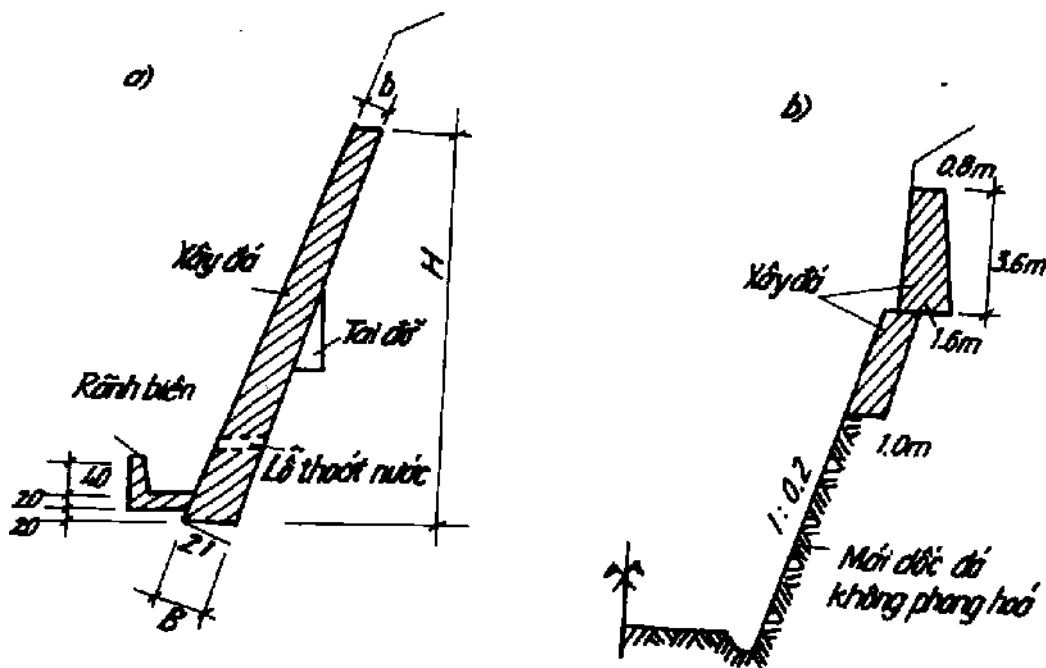
giảm tốc độ nước chảy trên mái dốc. Vùng mưa nhiều và vùng đất kém dính thì càng nên dùng biện pháp này, nhưng ở những nơi mái dốc thường xuyên ngập nước thì không nên trồng cỏ vì cỏ sẽ chết.

Các biện pháp phòng hộ bề mặt mái dốc gồm có:

- Trát mặt: dùng để phòng hộ các chỗ phong hóa cục bộ trên mái dốc nhằm tránh sụt lở cục bộ và hạn chế tác dụng phong hóa phát triển. Có thể dùng vôi tôi trộn với xỉ lò và đất sét với tỷ lệ 1:5:1 (theo khối lượng) để trát mặt sau khi đã dọn sạch lớp đất phong hóa rời rạc, cạo phẳng và tưới nước mặt mái dốc. Trát thành lớp dày 5 cm, đợi vừa hơi khô thì vỗ mặt để nổi vữa rồi láng nhẵn. Nếu vùng trát rộng nên khứa thành các khe co giãn.



Hình 4.3. Trồng văng cốt trên mái dốc



Hình 4.4. Cấu tạo tường phòng hộ

- Tường phòng hộ: thường dùng trong trường hợp mái dốc đá nhiều khe nứt, nhiều mặt vỡ và độ dốc tương đối lớn (từ 1:0,5 - 1:0,1). Tường hộ không chịu áp lực đất mà chỉ chịu trọng lượng bản thân. Hình 4.4a miêu tả cấu tạo của tường hộ: bề dày b ở đỉnh thường là 40 - 60 cm, ở dưới $B = b + \left(\frac{H}{20} + \frac{H}{10} \right)$, trong đó H là chiều cao tường. Cứ 10 - 20 m dài tường thì để chừa một khe rộng 2 cm nhét bao tải tấm nhựa đường, và cứ 4 - 9 m² bố trí một lỗ thoát nước sau tường (lỗ rộng 6 x 6 cm hoặc 10 x 10 cm).

- Tường hộ có cấu tạo tầng lọc ngược được sử dụng tại các chỗ có vết lộ nước ngầm phát hiện sau khi xây dựng nền đường. Tường dày khoảng 40 cm, bên trong (sát mặt mái đường) là cát vàng, rồi đến đá dăm và ngoài cùng lát mặt bằng đá hộc xếp khan. Nhờ cấu tạo như vậy, nước ngầm chảy ra không mang theo đất và dễ dàng thoát xuống chân tường hộ chảy tiếp theo rãnh biên (rãnh xây), do đó giữ cho mái dốc không bị xói ngầm.

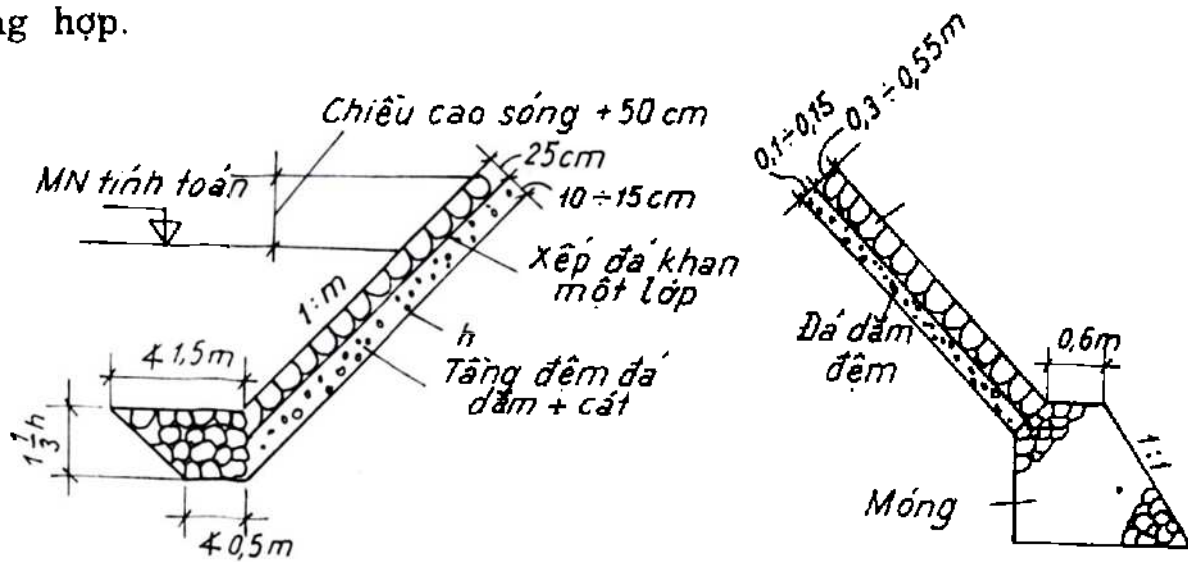
Những đoạn nền đường qua bãi sông, ven hồ, ven biển, qua các cánh đồng chiêm chịu tác dụng của nước chảy và sóng vỗ thì có thể phòng chống sụt lở bằng cách dùng các tầng xếp khan, xây vữa hay lát bê tông, hoặc dùng rọ đá để gia cố bề mặt mái dốc cho đến quá mức nước ngập và chiều cao sóng vỗ 50 cm. Chú ý là các biện pháp này chỉ dùng trên mái dốc ổn định.

- Trong số các biện pháp kể trên, tầng đá xếp khan hay được sử dụng nhất (hình 4.5). Một tầng xếp khan có thể chịu được tốc độ nước chảy $V = 3 - 4,5$ m/s; hai tầng chịu được $V = 3,5 - 5,5$ m/s.

Tầng đệm dưới lớp đá hộc xếp khan là để tránh nước chảy, nước lên xuống xói đất mái dốc cuốn đi qua kẽ đá xếp khan.

- Ở những nơi thiếu đá hộc thì có thể dùng sỏi cuội bỏ

trong rọ sỏi lát trên mặt mái dốc. Rọ có dạng hình hộp, thường bằng dây kẽm 3 - 4 mm đan mắt cáo 8 cm hoặc bằng chất dẻo tổng hợp.



Hình 4.5. Phòng hộ mái dốc bằng tầng đá xếp khan

- Tầng đá xây vữa hoặc tấm lát bê tông có thể dùng phòng hộ mái dốc tại những chỗ vận tốc nước chảy tới 5 - 6 m/s trở lên hoặc có sóng đánh mạnh. Tầng xây vữa lát mái dày 20 - 50 cm, bên trong có tầng đệm đá dăm hoặc sỏi cuội trộn cát như ở hình 4.5 để phân bố lực và tăng cường sức chống xung kích của lớp xây. Móng tầng xây vữa nên theo kích thước xếp khan ở hình 4.5 và cứ 10 - 15 m dài phải để khe rộng 2 cm. Nếu dùng tấm lát thì yêu cầu bê tông mác 110 - 200 với bề dày tấm 6 - 25 cm đúc tại chỗ hoặc lắp ghép. Tấm cũng phải đặt trên lớp đệm như với tầng đá xây vữa. Trường hợp dùng tấm lắp ghép thường phải bố trí các mối nối ở góc tấm bằng cốt thép để liên kết các tấm (hàn các cốt thép rồi đổ bê tông lấp kín mối nối).

Tổng hợp lại, phạm vi và điều kiện sử dụng các biện pháp gia cố và phòng hộ mái dốc được trình bày ở bảng 4.4 (dấu + là biện pháp nên sử dụng dấu - là biện pháp ít sử dụng).

Bảng 4-4. Phạm vi và điều kiện sử dụng các biện pháp gia cố và phòng hộ mái dốc

Biện pháp	Điều kiện sử dụng					Phạm vi sử dụng		
	Thời gian ngập nước	Tốc độ nước chảy cho phép (m/s)	Đất ở mái dốc	Độ lún móng	Lòng sông	Bờ sông	Mái dốc	
Trồng, lát cỏ	ngắn	0,6 - 1,8	có mọc được	cho phép lún	-	-	+	
Trồng cây	-nt-	3,0	trồng được cây	-	-	+	+	
Bỏ đá	bất kỳ	2,8	đất dăm chặt	-	+	+	+	
Xếp đá khàn	-nt-	2 - 5,5	-nt-	không cho phép lún	+	+	+	
Lồng, rọ đá	-nt-	5,0	-nt-	cho phép lún	+	+	+	
Tấm lát bê tông	-nt-	8,0	-nt-	-nt-	+	+	+	
Bê tông đổ tại chỗ	-nt-	3,5 - 9,0	-nt-	không cho phép lún	+	+	+	
Tường chắn	-nt-	3,5 - 8,0	bất kỳ	-nt-	-	-	+	

Tường hồ có tầng lọc ngược hoặc có tầng đệm dưới lớp đá xếp khan cần được tính toán kích cỡ hạt của các lớp từ trong ra ngoài theo nguyên tắc: hạt của lớp trong (cỡ hạt nhỏ) không chui lọt lỗ rỗng của lớp ngoài (có cỡ hạt to hơn). Trường hợp chỉ có lớp đệm rồi đến lớp phòng hộ mặt ngoài thì cỡ hạt của lớp đệm được tính theo công thức:

$$d^{60} \geq 0,2 \sqrt[3]{\frac{Q}{\gamma_d}}, \quad (4.2)$$

trong đó:

d^{60} - đường kính cỡ hạt dùng làm vật liệu lớp đệm có tỷ lệ lọt qua lỗ sàng là 60%;

Q - khối lượng các hòn đá dùng để xếp phòng hộ mặt ngoài (tấn);

γ_d - dung trọng của đá xếp (tấn/m³).

Ngoài ra, yêu cầu về độ đồng đều của vật liệu hạt lớp đệm được khống chế bởi hệ số n :

$$n = \frac{d^{60}}{d^{10}}, \quad (4.3)$$

trong đó d^{10} là cỡ hạt có tỷ lệ lọt qua sàng 10%.

Đối với mái đường nên dùng $n = 6,0$.

Trường hợp cấu tạo tầng lọc ngược gồm nhiều lớp đệm thì cỡ hạt trung bình đối với các lớp 1, 2, ..., n từ trong ra (có 50% lọt qua sàng) d_1^{50} , d_2^{50} , ... d_n^{50} phải thỏa mãn các điều kiện sau:

$$\left. \begin{aligned}
 \frac{d_1^{50}}{d_{\text{đất}}^{50}} &\leq 10 \div 15 \leq 4,5e^{0,26\frac{t_1}{\alpha_1}} \\
 \frac{d_2^{50}}{d_1^{50}} &\leq 10 \div 15 \leq 4,5e^{0,26\frac{t_2}{\alpha_2}} \\
 &\dots \dots \dots \\
 \frac{d_n^{50}}{d_{n-1}^{50}} &\leq 10 \div 15 \leq 4,5e^{0,26\frac{t_n}{\alpha_n}} \\
 d_n^{50} &\geq 0,2D ,
 \end{aligned} \right\} \quad (4.4)$$

trong đó:

$d_{\text{đất}}^{50}$, d_n^{50} - cỡ hạt có tỉ lệ lọt qua sàng là 50% của đất mái dốc và của lớp đá xếp phòng hộ ngoài cùng;

D - kích cỡ đá xếp phòng hộ ngoài cùng, có thể tính

$$D = \sqrt[3]{\frac{Q}{\gamma_d}} \text{ như ở công thức (4.2);}$$

$\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$ - đường kính cỡ hạt nhỏ nhất của các lớp;

e - cơ số lôga tự nhiên (có thể lấy là 2,72);

t_1, t_2, \dots, t_n - bề dày các lớp 1, 2, ..., n trong tầng lọc ngược kể từ trong ra ngoài.

Đối với mái dốc, lớp xếp khan ngoài cùng t_n của tường phòng hộ không nên mỏng hơn 15 cm, các lớp khác không nên mỏng hơn 10 cm. Bề dày t_n cũng có thể tính theo công thức:

$$t_n = 1,36 \sqrt[3]{\frac{Q}{\gamma_d}} \quad (4.5)$$

Khối lượng trung bình của các hòn đá xây hoặc xếp ở lớp ngoài cùng Q trong trường hợp mái dốc chịu tác dụng của sóng cần được tính theo công thức:

$$Q = 11(2h)^3 K \quad (4.6)$$

trong đó:

$2h$ - chiều cao sóng vỗ vào mái dốc (m);

K - hệ số ổn định lấy bằng 1,5 nếu mái dốc có độ dốc 1:1,5 trở lên và lấy bằng 1,25 nếu mái dốc có độ dốc 1:2.

Bề dày toàn bộ tầng phòng hộ khi chịu áp lực của sóng vỗ cần được tính theo công thức:

$$t = \frac{n' h_s \sqrt{1 + m^2}}{(\gamma - \gamma_n) m}, \quad (4.7)$$

trong đó:

n' - hệ số lấy bằng 0,28 với tầng phòng hộ cấu tạo bằng tấm bê tông xi măng, bằng 0,31 với tầng đá xây;

h_s - chiều cao sóng tự do (m);

1: m - độ dốc của mái dốc;

γ và γ_n - dung trọng khối xây bê tông và dung trọng của nước.

Chiều sâu xói t ở chân mái dốc khi nước chảy song song với chân mái dốc có thể tính theo công thức:

$$t_x = H \left[\left(\frac{V_{tk}}{V_{cp}} \right)^n - 1 \right], \quad (4.8)$$

trong đó:

H - chiều cao từ chân mái dốc đến mức nước lũ lớn nhất (m);

V_{ik} và V_{cp} - vận tốc nước chảy ứng với mức nước lũ lớn nhất và vận tốc nước cho phép đối với đất hoặc vật liệu ở chân mái dốc (đất và vật liệu không bị xói);

$n = \frac{1}{2} \div \frac{1}{4}$ tùy theo vị trí đoạn công trình phòng hộ trên mặt bằng (dễ bị xói thì lấy lớn).

Dựa vào (4.8) có thể chọn vật liệu và quyết định bề dày lớp gia cố dưới chân mái dốc của công trình phòng hộ.

5. Xử lý nước mặt và nước ngầm

Mục đích của công tác này là nhằm hạn chế nước chảy qua vùng mái dốc hoặc khống chế dòng nước chảy qua một cách êm thuận (không cho gây tác dụng thúc đẩy sụt lở). Bao gồm các biện pháp sau:

- Nước phía trên đỉnh mái dốc nên được chắn lại bằng các rãnh đỉnh đủ rộng, có gia cố lòng rãnh để nước không từ đó thấm xuống vùng mái dốc và không xói lở rãnh. Tuyến rãnh đỉnh phải đảm bảo độ dốc nhỏ (tốt nhất là 5‰) và cứ 500 m dài phải có chỗ thoát nước xuống phía dưới dốc (nhập vào các khe suối tự nhiên hoặc dùng dốc nước, bậc nước dẫn xuống cống qua đường...).

- Nước trong phạm vi mái dốc phải được thoát nhanh xuống rãnh biên. Kinh nghiệm cho thấy, các rãnh biên qua vùng mái dốc hay sụt lở cần được gia cố tốt (nhất là các đoạn rãnh có độ dốc lớn theo tuyến đường) để chống nước chảy gây xói chân mái dốc. Rất nhiều trường hợp chỉ vì nước rãnh biên chảy xói

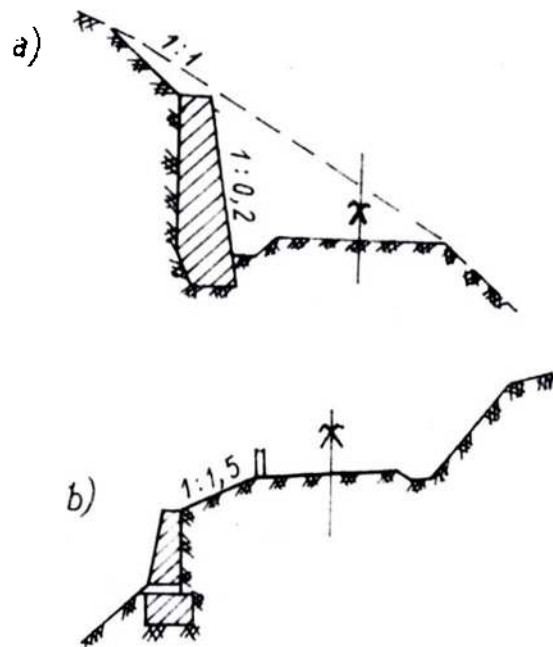
chân mái dốc mà lâu dần dẫn đến sụt lở cả mái dốc. Lòng rãnh nên được lát đá khan hoặc xây vữa dày 14 - 18 cm.

- Nếu dưới chân sườn dốc có sông, suối chảy qua thì khi cần thiết có thể áp dụng các biện pháp gia cố như đã nói ở trên.

- Đối với các vết lộ nước ngầm trong phạm vi mái dốc thì tùy quy mô nhiều ít, có thể xử lý bằng cách xây tường hộ có cấu tạo tầng lọc ngược hoặc hào thoát nước ngầm như ở hình 3.11 (chương 3).

6. Các công trình chống đỡ chân sườn dốc hoặc chân mái dốc đường

Các công trình loại này thường được sử dụng trong các trường hợp phải lấn vào phía sườn dốc hay mái dốc đường để mở rộng nền đường (chống đỡ mái dốc đào phía trên) như ở hình 4.6a, hoặc phải đắp lấn ra phía ngoài cho đủ nền đường nhằm tránh đào hoàn toàn trên sườn dốc dẫn đến chiều cao mái dốc quá lớn hoặc khối lượng đào quá lớn (hình 4.6b). Trong các trường hợp đó, nếu không xây dựng các công trình



Hình 4.6. Bố trí tường chắn để đảm bảo ổn định nền đường

- a) Tường chắn ở mái dốc đào;
b) Ở mái dốc đắp.

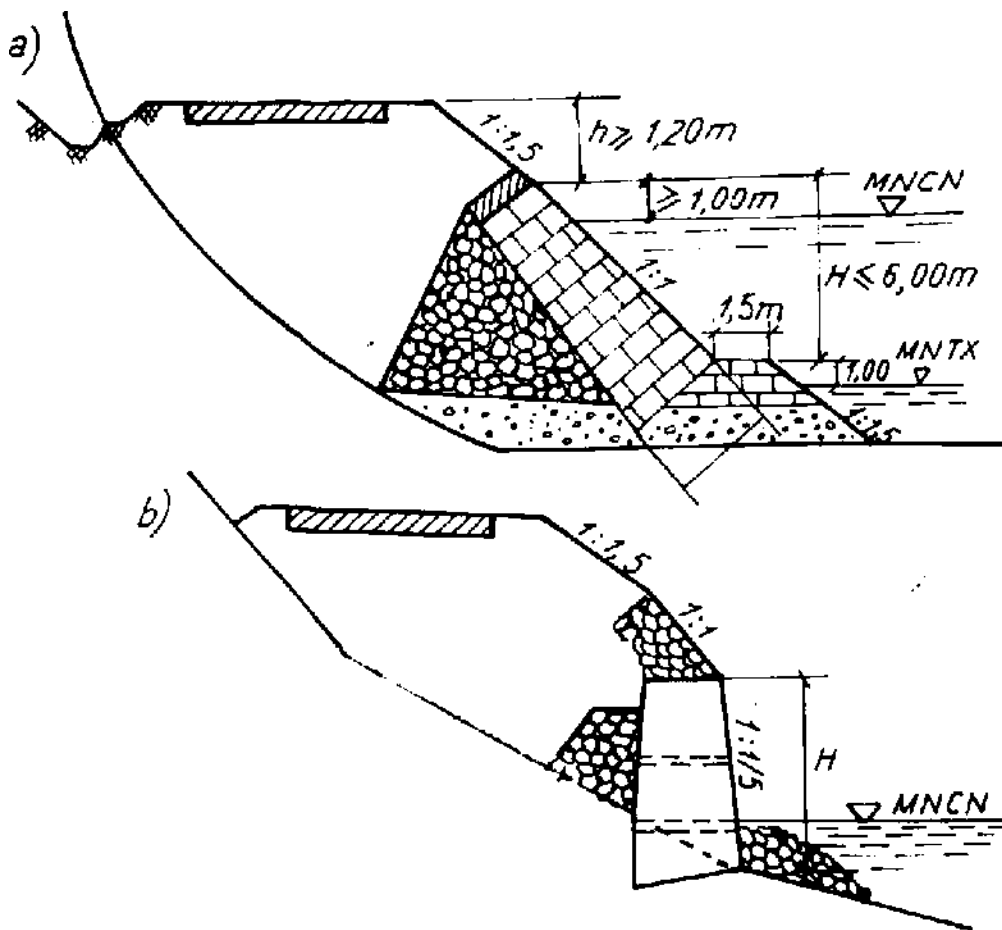
chống đỡ thì mái dốc dễ mất ổn định và gây sụt lở.

Ngoài ra, công trình chống đỡ còn dùng ở những đoạn đất đá phong hóa mạnh hoặc đã từng chịu chấn động nặng nề (do bom, mìn) khiến cho cường độ chống cắt của chúng quá yếu, không tự duy trì được khối lượng bản thân nếu mái dốc chỉ được cấu tạo như bình thường.

Khi đường đi ven sông, suối thường cũng phải dùng kè để chống xói lở và để mở rộng nền lấn ra khe nếu tuyến đi sát vào vách núi dốc đứng (hình 4.7).

Ngoài ra, có thể sử dụng một số loại công trình chống đỡ khác tương tự như đã trình bày ở §3.4, chương 3. Chọn loại công trình chống đỡ thường căn cứ vào cấp hạng công trình đường, điều kiện địa hình (cao hay thấp), điều kiện địa chất, điều kiện vật liệu xây dựng và điều kiện thi công. Ngoài ra, khi chọn mặt cắt chịu lực của chúng nên tiến hành phân tích so sánh kinh tế - kỹ thuật và có thể vận dụng các thiết kế định hình hoặc thiết kế mẫu đã có.

Nói chung, các công trình chống đỡ dùng vật liệu đá xếp khan thường chỉ dùng khi chiều cao tường $H \leq 6,0$ m. Nếu dùng đá thiên nhiên để xây các công trình chống đỡ thì phải chọn loại đá có cường độ chịu ép lớn hơn 300 kG/cm^2 và dùng vữa xây mác 50 - 100. Nếu dùng bê tông xi măng thì có thể sử dụng loại mác 110 trong trường hợp bê tông nghèo có 25% đá hộc. Bề rộng đỉnh tường chắn tối thiểu là 50 cm nếu xây đá, là 40 cm nếu dùng bê tông xi măng. Độ dốc nghiêng phía ngoài tường thường là 1:0,05 - 1:0,2 hoặc thẳng đứng. Độ dốc lưng tường không nên thoải hơn 1:0,25 để tránh khó khăn cho thi công. Trường hợp xây đá, lưng tường thường xây thành bậc.



Hình 4-7. Tường chắn nền đường ven sông, suối

a) Bằng đá xếp khan; b) Bằng đá xây.

Móng các công trình chống đỡ phải đặt trên sườn ổn định, khi cần phải mở rộng bề dày móng, làm đáy móng nghiêng vào phía trong để chịu được ứng suất thẳng đứng do tường truyền xuống và chống trượt tường. Nếu tường đặt trên nền đá thì phải làm chân khay 0,15 - 0,25 m (nếu đá yếu dễ phong hóa thì phải sâu 0,6 m). Trường hợp công trình chống đỡ đi ven sông suối, thì độ sâu đặt móng phải ở dưới chiều sâu xói tính theo công thức (4.8); hoặc nếu công trình lấn ra suối (làm lòng suối bị thu hẹp) thì chiều sâu xói có thể tính gần đúng theo công thức sau:

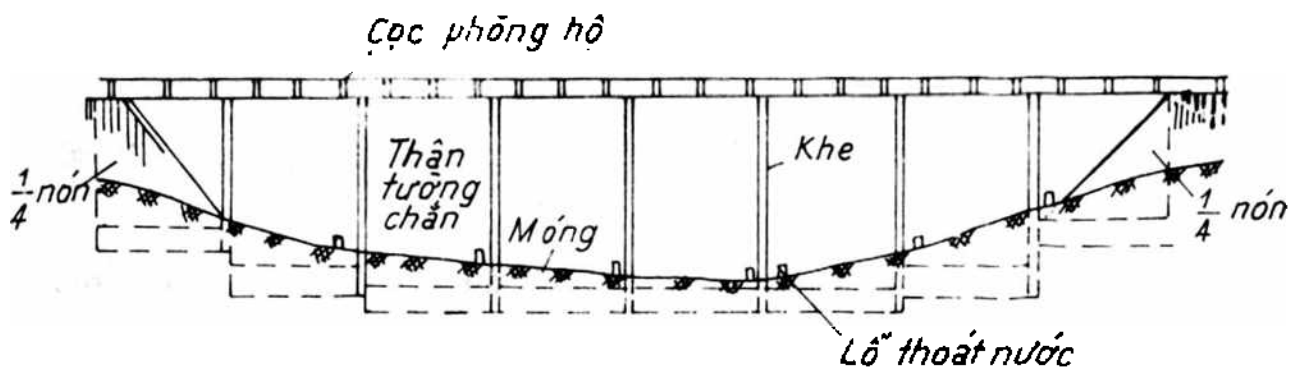
$$t_s = \frac{\Delta W}{B}, \quad (4.9)$$

trong đó:

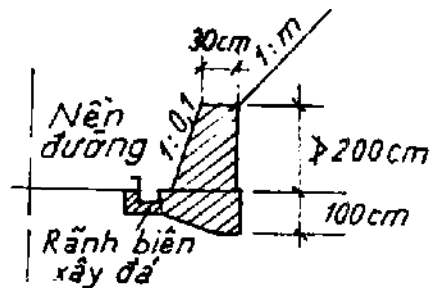
ΔW - chênh lệch diện tích dòng chảy trước và sau khi làm công trình chống đỡ nền đường lẫn ra suối (m^2);

B - chiều rộng đáy sông, suối kể từ bờ đối diện đến chân công trình chống đỡ.

Công trình tường chắn phải phân đoạn theo chiều dài để phòng lún không đều và để phù hợp với địa hình (hình 4.8); thường cứ 10 - 25 m làm thành một đoạn có khe hở rộng 2 cm. Dọc tường phải bố trí các lỗ thoát nước sau tường kích cỡ 10 x 10 cm, cách nhau 2 - 3 m.



Hình 4.8. Bố trí tường chắn chống đỡ nền đường theo hướng dọc



Hình 4.9. Dùng tường chắn thấp để chống đỡ chân mái dốc nền đào

Kinh nghiệm cho thấy, dùng các tường chắn (hình 4.9) để chống đỡ chân mái dốc nền đào là một biện pháp rẻ tiền và rất có hiệu quả để chống sụt lở.

§4.2. PHÒNG CHỐNG ĐÁ ĐỔ, ĐÁ LĂN PHÁ HOẠI NỀN ĐƯỜNG

1. Hiện tượng và nguyên nhân

Hiện tượng đá đổ, đá lăn thường xảy ra trong các điều kiện và hoàn cảnh sau:

- Về địa hình và địa mạo: Ở các sườn núi dốc có độ dốc phía chân $45 - 60^\circ$, chiều cao sườn dốc trên 40 - 100 m (nếu cao dưới 25 m thì thường xảy ra đá đổ, đá lăn quy mô nhỏ); mặt sườn dốc quan sát thấy nhiều chỗ lõm phía trên tạo thành bờ thẳng đứng hoặc lồi, lõm không đều; tầng đá bị chia cắt thành nhiều khối đá lớn, nhỏ có độ dốc của khe nứt tới $50 - 60^\circ$; cũng có thể tạo thành địa hình bậc cao hoặc có tích tụ đá đổ, đá lăn ở phía chân sườn dốc, hoặc thấy đá rơi từng tảng cô lập (nếu quy mô nhỏ).

- Về cấu tạo địa chất: Đá đổ, đá lăn thường xảy ra ở các vùng đang có hoạt động kiến tạo địa chất; vùng đá uốn nếp, nứt nẻ mạnh, nhất là gần trục các vết lồi, các đứt gãy kiến tạo lớn; sườn dốc đá cứng nhưng ở phía dưới, ngang mức nước lên xuống, có các lớp đá mềm xen kẽ; vùng có hoạt động kactơ; vùng có nhiều đá lăn, đá tảng lẫn đất sét.

Nguyên nhân chung dẫn đến hiện tượng đá đổ, đá lăn là do:

- Sự giảm yếu hoặc mất hẳn cường độ chống cắt tại các mặt yếu tồn tại trong các tầng đá trên sườn dốc (do hiện tượng phong hóa thiên nhiên).

- Tầng đá bị khoét, xói hỏng chân (do tác dụng phong hóa hay tác dụng của nước hoặc do người đào).

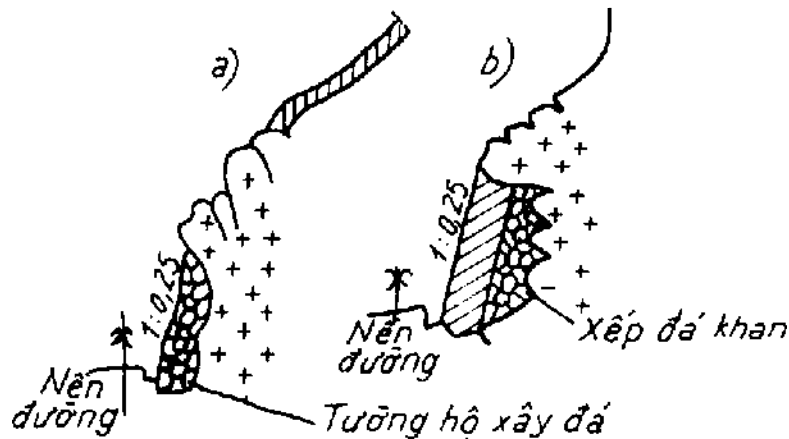
- Tầng đá trên sườn dốc chịu tác dụng chấn động (nổ mìn hoặc động đất).

Hậu quả tai hại của hiện tượng đá đổ, đá lăn là làm tắc đường, phá hoại kích thước hình học của nền đường (mái dốc). Đặc biệt, trong trường hợp đá đổ, đá lở quy mô lớn sẽ tạo nên các vùng tích tụ đá. Các sườn tích tụ đá này thường kém ổn định, nếu xây dựng đường qua đó mà không có các biện pháp thích hợp thì dễ dẫn tới mất ổn định cả sườn núi, đến mức không thể đặt nền đường trên đó được nữa (xem §4.4).

2. Các biện pháp chống đá đổ, đá lăn

Trước hết, trong giai đoạn khảo sát thiết kế, cần điều tra, quan sát nghiên cứu để xác định rõ nguyên nhân, tính chất và quy mô phát sinh các hiện tượng đá đổ, đá lăn. Công việc điều tra, quan sát, nghiên cứu tập trung vào các mặt: địa hình, địa mạo, cấu trúc địa chất của sườn dốc. Nếu phát hiện quy mô đá

đổ, đá lăn rất lớn và trầm trọng thì nên đề xuất phương án phòng tránh. Nếu quy mô nhỏ và nguồn cung cấp đá đổ, đá lăn không lớn thì nên nghĩ tới các biện pháp sau đây:



Hình 4.10. Tường hạn chế tác dụng phong hóa bề mặt và chống đỡ vách đá cheo leo

- Thiết kế nền đường qua sườn dốc có đá đổ, đá lăn theo kiểu nền đắp (tránh đào).

- Dùng tường hộ và chống đỡ vách đá cheo leo như ở hình 4.10. Tường được xây ở phần dưới vách đá, nơi đá mềm bị phong hóa nặng. Trường hợp này nếu dùng biện pháp mở rộng nền, bạt mái dốc hết phần vách đá thì khối lượng lớn và có thể dẫn tới đá tiếp tục đổ và lăn với quy mô lớn hơn nữa.

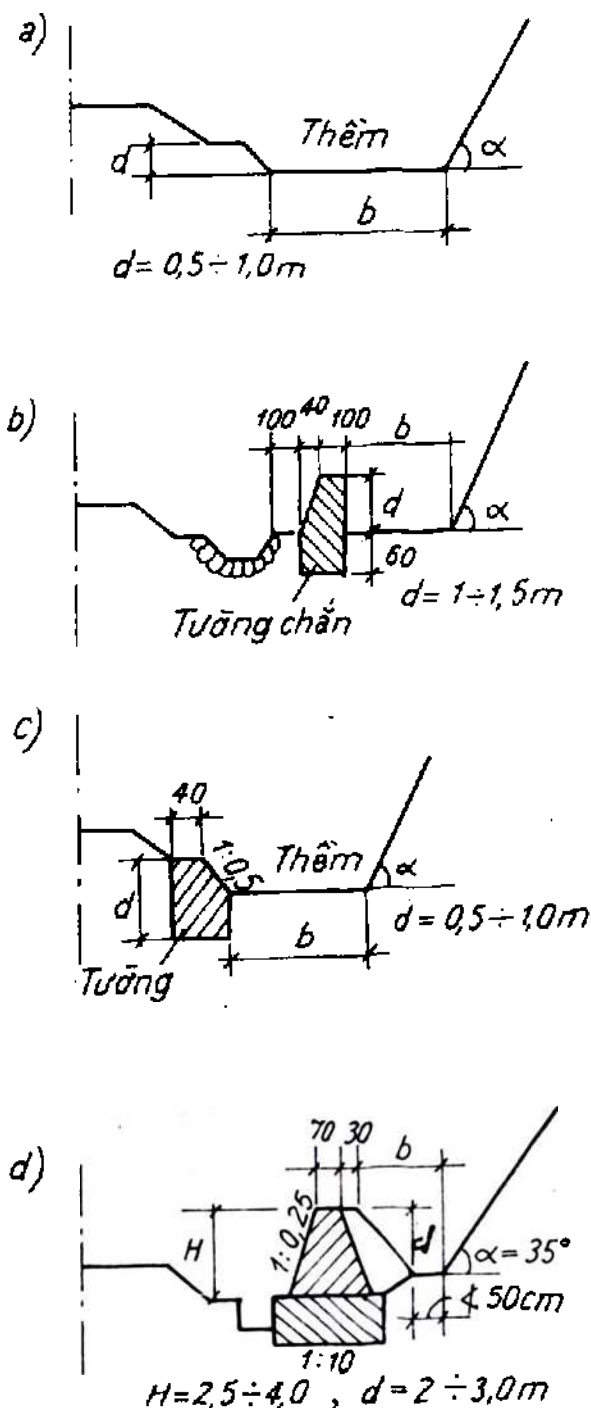
- Xây dựng các thềm hoặc tường phòng chống đá đổ, đá lăn dọc theo nền đường (hình 4.11).

- Nếu sườn dốc là đá cứng bị nứt vỡ thành từng tầng, khối lớn thì có thể dùng biện pháp phụt hơi ép thổi sạch các kẽ nứt rồi phun vữa xi măng để liên kết chúng lại; cũng có thể khoan

xuyên các tầng đá rồi phun vữa vào lỗ khoan để liên kết các tầng cô lập (dễ lăn, dễ đổ) xuống đá gốc.

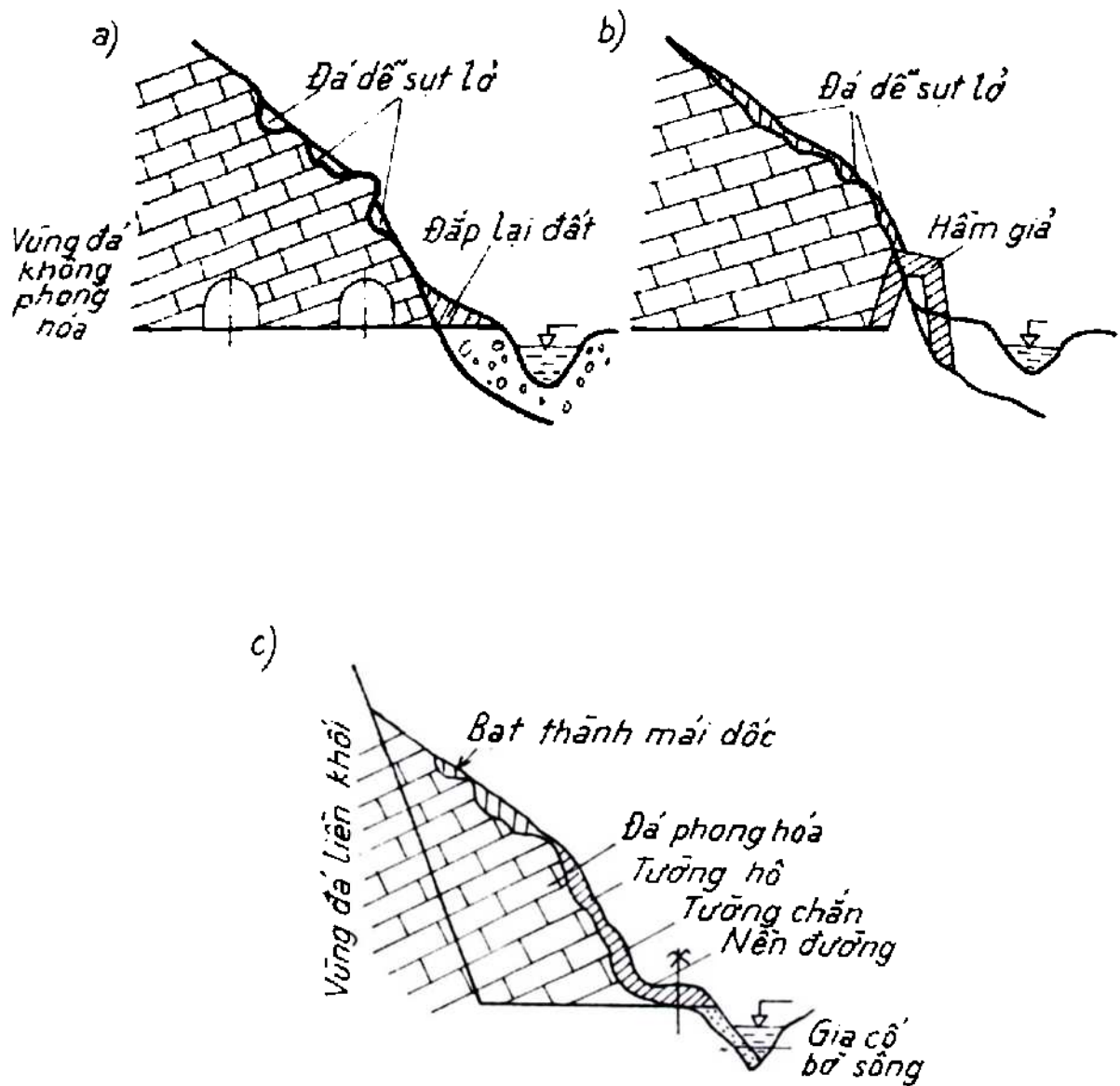
- Nếu quy mô và nguồn cung cấp đá đổ, đá lăn lớn và không có phương án chuyển dịch tuyến đường để vòng tránh thì có thể xét đến các phương án như ở hình 4.12.

Hầm giả bằng đá xây hoặc bê tông có thể cấu tạo như ở hình 4.13. Bề dày đất đá đắp lại trên đỉnh hầm tối thiểu phải là 0,75 m để giảm lực xung kích do đá đổ, đá lăn gây ra đối với hầm. Hai đầu cửa hầm cần kéo dài ra khỏi phạm vi đá đổ, đá lăn để tránh tác lối vào hầm; tùy theo điều kiện tại chỗ, có thể chỉ kéo dài vách trong cửa hầm bằng công trình tường chắn.



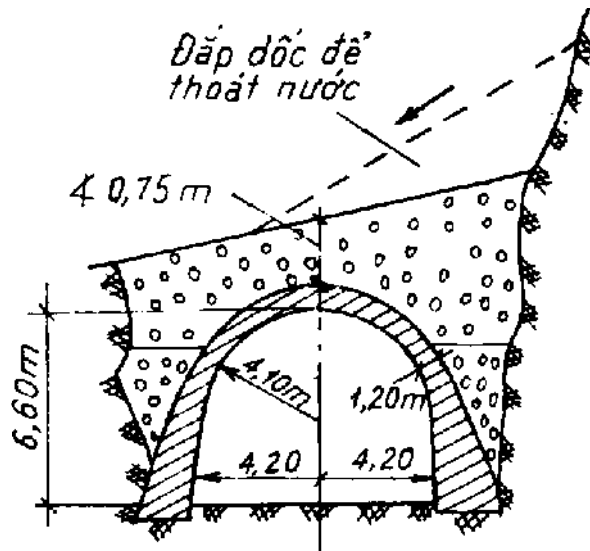
Hình 4.11. Các kiểu thềm hoặc tường phòng chống đá đổ, đá lăn dọc tuyến

a, b, c) Thềm; d) Tường.



Hình 4.12. Các dạng công trình phòng chống đá đổ, đá lăn

- a) Dùng hầm xuyên qua vùng đá đổ, đá lăn (có thể đặt hầm trong vùng đá bị phá hoại hoặc vùng đá liên khối); b) Dùng hầm giả; c) Dùng tổng hợp các biện pháp: tường chắn; chống đỡ; gia cố chân sườn dốc; gia cố bờ sông; gia cố bề mặt và giảm tải trọng (đào bỏ phần đá nứt vỡ phong hóa phía trên).



Hình 4.13. Cấu tạo hãm giá

§4.3. PHÒNG CHỐNG HIỆN TƯỢNG LŨ Bùn ĐÁ PHÁ HOẠI NỀN ĐƯỜNG

1. Hiện tượng và nguyên nhân

Như đã nói ở §1.1, lũ bùn đá là hiện tượng lũ lớn mang theo một khối lượng lớn đất đá các loại (sét, cát, đá dăm, sỏi, cuội, đá hòn, đá tảng...) chảy tràn theo sườn dốc, dồn ra các khe suối, cửa sông phá hoại cầu cống và nền đường tại đó (làm ứ tắc khẩu độ công trình gây dềnh nước cuốn trôi cầu, xói hỏng và làm ngập nền đường hai bên).

Đặc điểm của lũ bùn đá là xảy ra đột ngột, ồ ạt trong một thời gian ngắn (thường là 1 - 2 giờ), có sức phá hoại lớn.

Tùy theo thành phần đất đá dòng lũ mang theo, có thể phân loại thành *lũ bùn sét* và *lũ bùn đá*. Lũ bùn sét có thành phần chủ yếu là các loại hạt sét. Do mang một khối lượng lớn hạt sét nên đặc tính vật lý của dòng nước (mật độ và độ nhớt) cũng

thay đổi khiến cho nó có khả năng cuốn theo nhiều sản vật (đá, gỗ... các loại), tăng lực quán tính và lực xung kích dẫn đến hậu quả phá hoại công trình nặng nề. Khi lũ ngừng, các sản vật cuốn theo lắng đọng lại tạo thành địa hình kiểu làn sóng. Trái lại, trong trường hợp lũ bùn đá (ít sét hơn) thì khả năng mang theo các sản vật kém hơn và khi ngừng lũ thường hình thành các bãi sung tích ở cửa khe theo kiểu lắng đọng từng cỡ hạt (sỏi cuội cỡ lớn ở dưới).

Điều kiện cơ bản để có thể hình thành dòng lũ bùn đá là:

- Về địa hình: vùng núi với các sườn cao và dốc, có các sông, suối, thung lũng dài, hẹp và độ dốc dọc lớn.

- Trên lưu vực và lòng sông, suối tồn tại sẵn các loại đất đá vụn rời, kém ổn định có nguồn gốc khác nhau như tàn tích, sườn tích, hoặc sản vật của các hiện tượng trượt, sụt lở, đá đổ, đá lăn...

- Bé mặt lưu vực trơ trụi, không có hoặc có rất ít cây cỏ.

- Có mưa lũ lớn hoặc có chấn động mạnh (do động đất).

Lưu vực và khe suối vùng có dòng lũ bùn đá có thể chia làm ba đoạn:

- Đoạn thượng lưu hay là vùng cung cấp các sản vật tạo nên lũ bùn đá bao gồm các sườn dốc và đoạn sông có độ dốc lớn nhất. Nếu vùng này có dạng hình phễu với nhiều khe suối nhánh tỏa rộng ra các phía thì dòng bùn đá hình thành càng mạnh và càng tai hại.

- Đoạn trung lưu là đoạn sông, suối hay thung lũng hẹp mà dòng bùn đá chảy qua, không tạo thêm sản vật trôi. Trên đoạn này cần điều tra xác định các vị trí yết hầu, tức là các chỗ dòng bùn đá bắt buộc phải chảy qua (như các thung lũng hẹp

với các vách dốc gần thẳng đứng hai bên bờ khe...). Tại đây có thể xây dựng các công trình phòng chống như công trình chắn dòng bùn đá (cho lắng đọng các sản vật bùn, đá và chi để cho nước chảy qua...), hoặc công trình mở rộng khe để điều chỉnh dòng lũ bùn đá.

- Đoạn hạ lưu hay vùng trầm tích các sản vật để tạo nên các bãi sung tích. Trên vùng này cần điều tra phạm vi phân bố và tình hình sản vật phân bố mới hay cũ để phán đoán hoạt động của dòng bùn đá và đề xuất các giải pháp chọn tuyến đường qua đó thích hợp.

2. Các biện pháp dự phòng phát sinh dòng lũ bùn đá

Bao gồm việc bảo vệ rừng, trồng rừng trên vùng thượng lưu; xử lý, điều chỉnh dòng nước mặt và các biện pháp tăng cường mức độ ổn định của đất đá trên sườn núi.

Trồng cây trên vùng thượng lưu (vùng cung cấp sản vật trôi) nhằm chống phong hóa và chống xói. Cây cối có tác dụng cản trở dòng nước, giữ nước lại cho thấm xuống đất, đồng thời lại hút nước ở trong đất để sinh trưởng. Ngoài ra, thân và cành cây còn là vật cản chắn đá lăn, đá đổ. Nhằm phát huy các tác dụng đó, cây trồng nên xen kẽ loại cây to và loại cây bụi. Đương nhiên, biện pháp trồng cây chỉ phát huy được tác dụng sau khi cây đã trưởng thành, do đó không thể thay thế được các biện pháp xử lý lũ bùn đá khác cần làm ngay.

Xử lý, điều chỉnh dòng nước mặt, gia cố chân dốc, bờ khe suối nhằm hạn chế nước mặt chảy tràn lan trên sườn dốc có nhiều sản vật phong hóa, giúp thoát nhanh nước mặt theo các hệ thống rãnh thoát nước được quy hoạch trước để hạn chế tác

dụng xói lở và xâm thực của chúng đối với sườn dốc. Các biện pháp này có thể tham khảo ở §3-4, chương III.

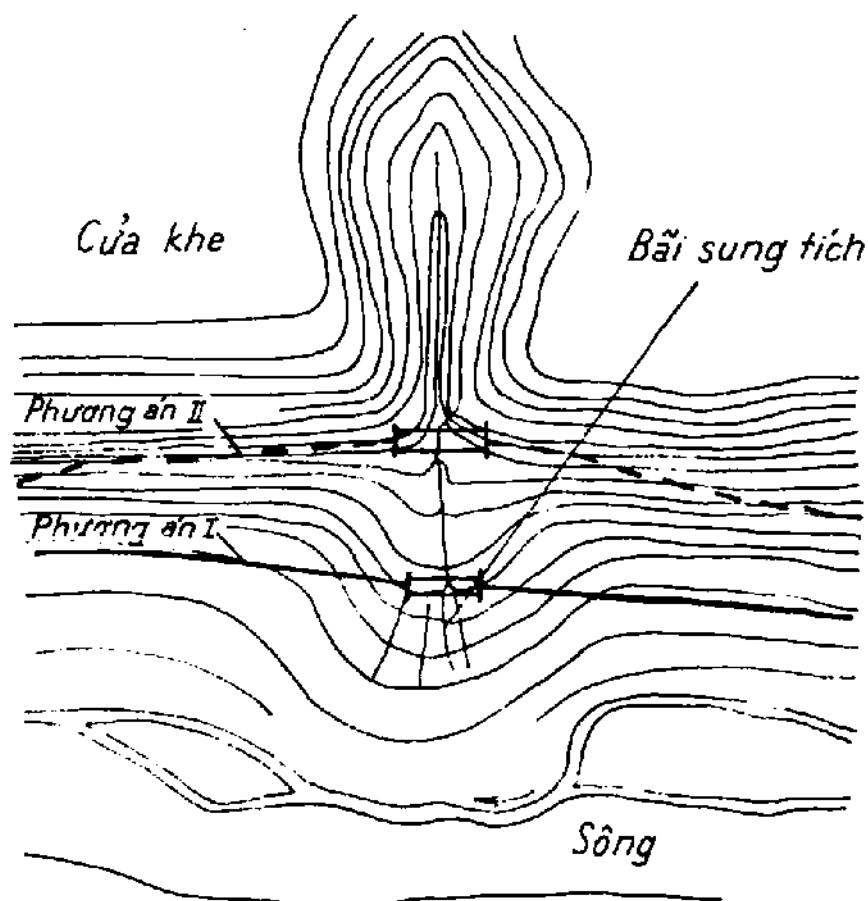
Tăng cường mức độ ổn định của đất đá trên vùng thượng lưu cũng nhằm hạn chế nguồn cung cấp sản vật đất đá cho dòng lũ. Muốn vậy, cần nắm được cấu tạo và nguyên nhân hình thành địa chất dẫn đến các hiện tượng kém ổn định đó để áp dụng các biện pháp thích hợp (đã trình bày ở các phần có liên quan trong cuốn sách này).

3. Chọn tuyến đường và các biện pháp để vượt qua vùng có hiện tượng lũ bùn đá

Khi xây dựng đường ven thung lũng sông, tuyến đường thường phải cắt qua các cửa khe suối nhánh. Tại đó thường có các bãi sung tích là sản phẩm của lũ bùn đá. Nếu ở các bãi sung tích này hàng năm không phát hiện thấy các sản vật mới và lòng khe đã chuyển chảy vào bãi sung tích cũ thì xem như hiện tượng lũ bùn đá đã chấm dứt và tuyến đường có thể vượt qua bình thường. Nhưng nếu phát hiện bãi sung tích hàng năm được bồi đắp cao thêm bằng các sản vật mới thì chứng tỏ tại đây vẫn có lũ bùn đá hoạt động và khi đó cần điều tra, nghiên cứu kỹ để chọn giải pháp thích hợp, tránh được các hậu quả do lũ bùn đá gây nên trong tương lai. Cụ thể là:

- Qua thung lũng và khe suối có lũ bùn đá hoạt động thì không nên dùng cống làm công trình thoát nước vì rất dễ bị ùn tắc cống gây nước dềnh phá hoại nền đường và bản thân công trình cống. Trái lại, nên dùng cầu khẩu độ lớn một nhịp, hết sức tránh xây trụ ở lòng khe (cản trở bùn đá trôi). Ở các thung lũng cạn, có thể có lũ bùn đá thì nên dùng giải pháp cầu cao

để vượt qua. Trong mọi trường hợp đều không nên thu hẹp lòng sông hoặc thung lũng và nên xây cầu cao để tăng tính không dưới cầu.



Hình 4.14. Tuyến tránh vượt lên phía trên bãi sung tích tại chỗ lòng khe hẹp và sâu

- Nếu vùng sung tích có quy mô lớn, giải pháp làm cầu vượt qua quá tốn kém thì nên phát triển tuyến vòng theo khe suối nhánh (chịu dài đường) để vượt qua vùng đỉnh bãi sung tích như ở hình 4.15.

Để làm căn cứ thiết kế các công trình vượt qua vùng có lũ bùn đá, cần tính được lưu lượng và vận tốc dòng lũ.

Lưu lượng dòng lũ bùn đá Q_{bd} có thể tính theo công thức sau:

$$Q_{bd} = Q_{nt} (1 + \Phi) + q, \quad (4.10)$$

trong đó:

Q_{nt} - lưu lượng nước trong, tức là lưu lượng thông thường tính được do việc hình thành dòng chảy từ mưa rào đối với lưu vực tụ nước đã biết (m^3/s);

q - phần lưu lượng tăng thêm nếu trong phạm vi lưu vực tụ nước có các chỗ tích nước (khi lũ to có thể phá vỡ miệng chảy tràn xuống dưới sườn dốc),

thường $q \leq 30\% Q_{nt}$ (m^3/s);

Φ - hệ số tăng lưu lượng do có bùn đá trôi lẫn trong nước lũ, được xác định theo công thức:

$$\Phi = \frac{\gamma_{bd} - \gamma_n}{\Delta_{st} - \gamma_{bd}} \quad (4.11)$$

với

γ_{bd} - dung trọng của bùn đá trôi, có thể có trị số 1,1 - 1,8 tấn/ m^3 ;

γ_n - tỷ trọng của nước trong bằng 1 (tấn/ m^3);

Δ_{st} - tỷ trọng của sản vật sùng tích, có thể lấy gần đúng bằng 2,6 - 2,7 tấn/ m^3 .

Vận tốc giới hạn V_{min} được tính theo công thức sau:

$$V_{min} = A \sqrt{\frac{\gamma_{st} - \gamma_{bd}}{\gamma_{bd}}} \sqrt{D_e \cdot \cos \alpha}, \quad (4.12)$$

trong đó:

γ_{st} và γ_{bd} - dung trọng của sản vật sung tích và dung trọng của bùn đá trôi; $\gamma_{\text{st}} = 2,0 \div 2,6$, $\gamma_{\text{bd}} = 1,1 \div 1,8$ (tấn/m³);

α - góc dốc của đáy dòng chảy (độ);

D_e - đường kính cỡ hạt sản vật sung tích lớn nhất tính đối về hình cầu (m);

$$A = \sqrt{\frac{f}{0,076}} \text{ với } f \text{ là hệ số ma sát, thường } f = 0,76 - 0,80,$$

do đó $A \approx 3,2$.

Nếu dòng lũ chảy với tốc độ nhỏ hơn trị số V_{min} thì bùn đá bắt đầu lắng đọng, lớn hơn V_{min} thì đất đá mới bắt đầu trôi theo nước.

Vận tốc trung bình của dòng lũ bùn sét (hạt sét trong dòng chiếm tỷ lệ lớn) có thể được tính theo công thức:

$$V_{\text{tb}} = E \sqrt{gh(i - i_0)} \quad (4.13)$$

trong đó:

h - chiều sâu dòng chảy (m);

g - gia tốc trọng trường;

i - độ dốc của khe suối có bùn đá trôi;

i_0 - độ dốc nhỏ nhất cho phép dòng lũ bùn sét chảy được, thường $i_0 = 0,05 - 0,06$;

E - tính theo công thức:

$$E = \frac{2}{\sqrt{3e}} \sqrt{\frac{(1 - e)^2}{1 - \frac{e}{2}}}, \quad (4.14)$$

với $e = \frac{D_c}{h}$ (D_c và h ý nghĩa như ở (4.12) và (4.13). Tùy theo trị số e có thể tra được trị số E tính sẵn như ở bảng 4.5 sau:

Bảng 4.5. Trị số E

e	0,025	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,50
E	7,10	4,85	3,20	2,45	1,94	1,60	0,66

Vận tốc trung bình của dòng lũ bùn đá (hạt sét trong dòng chiếm tỷ lệ nhỏ) được xác định theo công thức sau:

$$V_{tb} = \frac{m_o}{a} R^{2/3} I^{1/4} \quad (4.15)$$

trong đó:

m_o - hệ số lấy bằng 6,5;

R - bán kính thủy lực;

I - độ dốc dòng chảy;

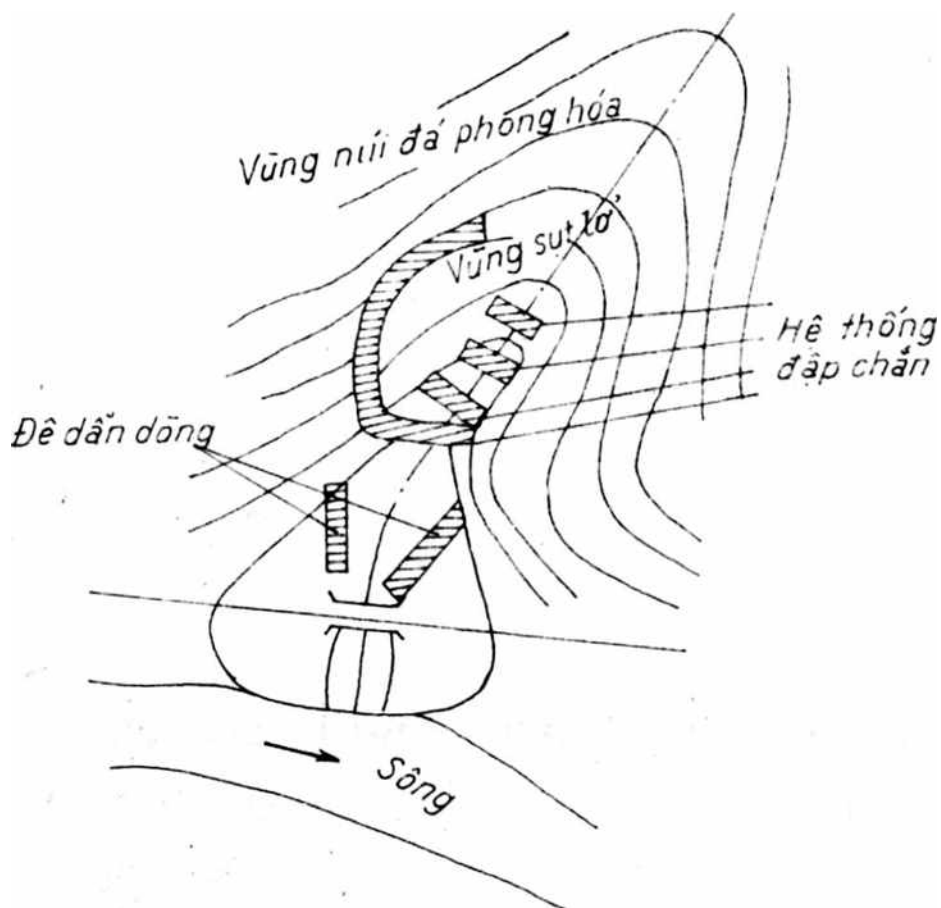
$a = \left(\frac{\gamma_{bd} - 1}{\gamma_{st} - \gamma_{bd}} + 1 \right)^{\frac{1}{2}}$ với γ_{bd} và γ_{st} ý nghĩa như ở công thức (4.12).

4. Các biện pháp ngăn chặn dòng lũ bùn đá

Biện pháp ngăn chặn chủ yếu là xây dựng một hệ thống đập bằng đất hoặc đá chắn ngang khe suối và thung lũng có thể có lũ bùn đá hoạt động. Nhờ các đập ngang xây dựng tại các vị trí "yết hầu" (thường là khúc suối phía trên rộng, phía dưới hẹp) nên thay đổi được độ dốc đáy khe, biến dốc gát thành dạng bậc nước

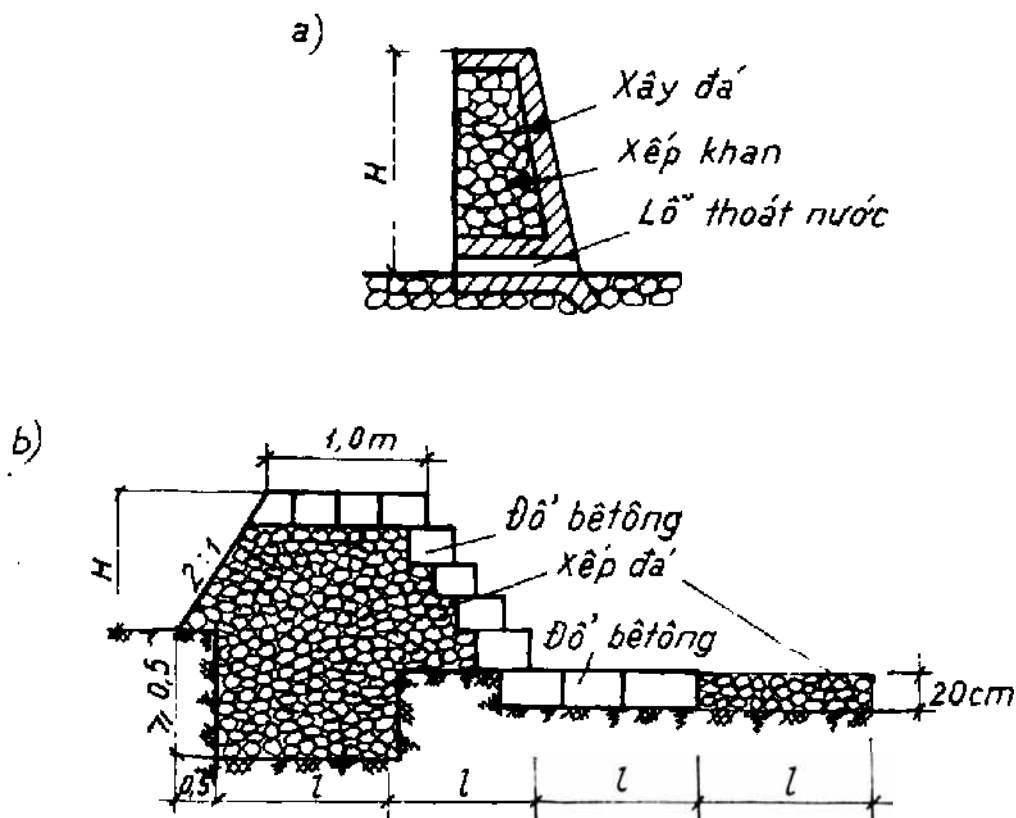
do các sản vật trôi bị chặn lại, dòng nước giảm tốc độ chảy và khi về đến hạ lưu không còn gây tác hại được nữa. Chú ý rằng đập chỉ nhằm chắn đất đá chứ không chắn nước, do đó cần có lỗ để nước chảy qua đập, hoặc có thể tính toán để cho nước tràn qua đỉnh đập chảy xuống hạ lưu.

Bố trí tổ hợp hệ thống công trình ngăn chặn bùn đá trôi như ở hình 4.15.



Hình 4.15. Bố trí công trình ngăn chặn và khống chế dòng lũ bùn đá

Trên mặt bằng, đập chắn nên có dạng vòng cung, lõi về phía hạ lưu để dòng chảy mạnh bị chắn lại xoáy ngược vào giữa dòng, không thúc ngang vào hai bờ khe phá hoại đầu đập. Để tiện thi công cũng có thể dùng dạng đập nhọn (hai cánh đập thẳng làm thành một góc). Nếu điều kiện địa chất hai bờ rất tốt, không thể bị xói thì có thể làm đập thẳng ngang khe hoặc hơi lõi về phía thượng lưu (lõi về thượng lưu tạo được hiệu ứng vòm cho đập).



Hình 4.16. Cấu tạo mặt cắt đập dùng để chắn dòng lũ bùn đá

a) Xây kết hợp xếp đá; b) Đổ bê tông kết hợp xếp đá.

Trong mọi trường hợp, đập nên đặt trên móng vững chắc, không bị nước xói dưới móng đập. Chiều cao đập nói chung nên xây cao 1,5 - 4,0 m, không nên cao quá 5,0 m.

Tại khu vực cung cấp sản vật bùn đá trôi và các khe suối nhánh, đập chắn có thể được cấu tạo một cách đơn giản như dùng rọ đá, đóng cọc gỗ, gỗ và đá kết hợp. Tại vùng có lũ bùn đá chảy qua thì nên dùng các đập xếp đá, xây đá, bê tông ... tương đối kiên cố (sau khi bùn đá trôi đã lắng đọng lại phía trên thì độ ổn định của đập được tăng cường một bước). Các lỗ thoát nước trong nên bố trí ở nơi sâu nhất của đập và dùng với hướng dòng chảy.

Vị trí đập chắn cuối cùng ở phía hạ lưu nên cách tuyến đường và công trình cấu cống phía dưới một khoảng cách bằng ba lần chiều dài đập.

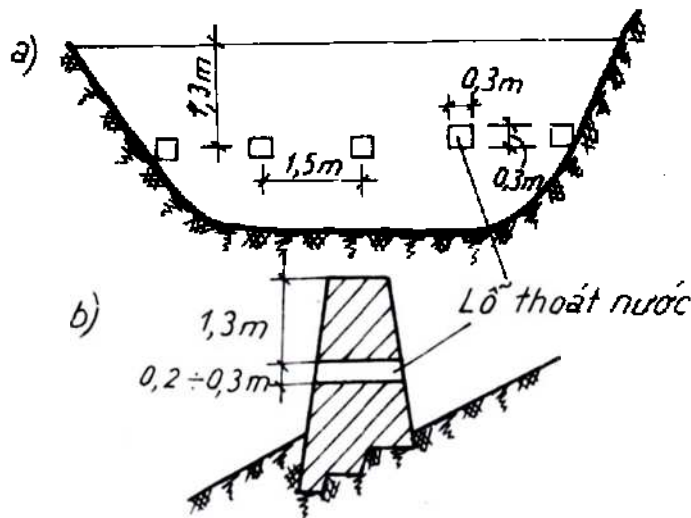
Đập đá (xây đá, xếp đá, xây kết hợp xếp đá) có thể có cấu tạo mặt cắt như ở hình 4.16. Chiều cao đập thường từ 1,5 - 4,0 m.

Đỉnh đập và mặt đập phía hạ lưu nên xây đá với bề dày 1,0 m. Phía thượng lưu và bên trong đập có thể xếp đá. Phía dưới đập nên tạo thành dạng bậc nước (bề dài bậc từ 1,5 - 3,0 chiều cao đập), có xếp đá gia cố để phòng đất đá trong dòng lũ bùn đá vượt đỉnh đập lăn xuống phá hoại đập.

Lỗ thoát nước ở thân đập có thể bố trí như ở hình 4.17. Nếu đập cao hơn 5,0 m thì có thể bố trí hai hàng lỗ theo kiểu hoa mai:

Giữa chiều cao h và bề rộng đập b có quan hệ sau:

$$h = 0,501 \sqrt[3]{\frac{Q}{b^2}} \quad (4.16)$$



Hình 4.17. Bố trí lỗ thoát nước ở thân đập

a) Chính diện; b) Mặt cắt thân đập.

trong đó:

b - bề rộng đỉnh đập cho phép dòng lũ bùn đá tràn qua xuống hạ lưu;

h - chiều sâu dòng chảy đến đỉnh tràn của đập;

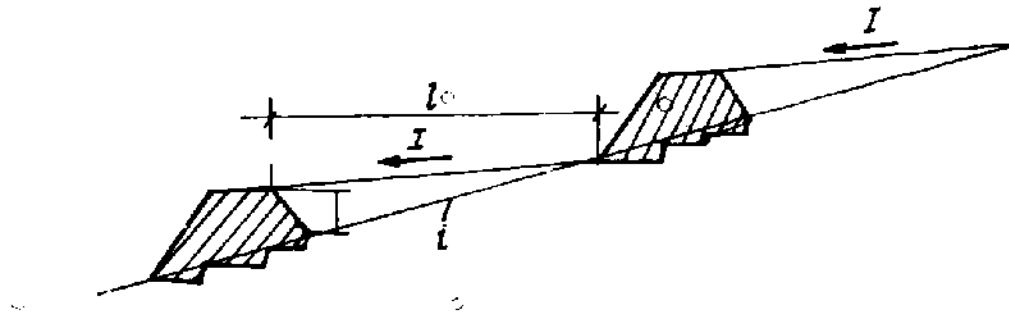
Q - lưu lượng dòng lũ lớn nhất tính được (m^3/s).

Cự ly giữa các đập cần được tính toán để tạo được bậc nước sau khi bùn đá trôi đã lắng đọng ở sau đập.

Trên hình 4.18, trị số độ dốc bậc cấp (do bùn đá trôi lắng đọng tạo thành) I được xác định theo điều kiện:

$$V_{tb} = \frac{V_{\min}}{K} \quad (4.17)$$

với V_{tb} xác định theo (4.15) trong đó chứa trị số I ;



Hình 4.18. Bố trí cự ly giữa các đập để tạo được bậc nước sau khi bùn đá trôi lắng đọng

V_{\min} xác định theo (4.12);

K là hệ số thường lấy bằng 1,50.

Vì độ dốc $I = \text{tg}\alpha$ thường nhỏ, nên có thể coi $\cos\alpha = 1$. Theo điều kiện (4.17), có thể rút ra:

$$I = \frac{B^4 a^4 D_e^2}{K^4 m^4 R^{8/3}} ; \quad (4.18)$$

và:

$$B = A \sqrt{\frac{\gamma_{st} - \gamma_{bd}}{\gamma_{bd}}} . \quad (4.19)$$

Khoảng cách l giữa hai đập (hình 4.18) được xác định theo công thức:

$$l = \frac{h}{i - I} \quad (4.20)$$

với h xác định theo (4.16) và không nên lớn hơn 5,0 m (thường từ 1,5 - 4,0 m).

Nếu khoảng cách l quá nhỏ thì không có lợi vì dòng lũ bùn đá sẽ chảy qua các đập như tình trạng một dốc nước (chứ không phải là một bậc nước như ta mong muốn). Vì thế, khi bố trí cự ly giữa các đập nên thỏa mãn điều kiện sau:

$$i - I \leq j, \quad (4.21)$$

trong đó

$i - I$ là mẫu ở số hạng phải của (4.20);

j - trị số xác định theo kinh nghiệm như sau:

$j = 0,20$ khi lũ bùn đá có cỡ đá lớn hơn 0,5 m;

$j = 0,33$ khi lũ bùn đá có cỡ đá 0,1 - 0,5 m;

$j = 0,50$ khi dòng lũ không cuốn theo đá.

Theo X.M.Fleisman, chiều dài toàn bộ vùng bố trí các đập chắn để tạo thành bậc cấp trên khe suối L có thể xác định theo công thức:

$$L = fL_0, \quad (4.22)$$

trong đó:

f - hệ số lấy bằng 2,5 khi dòng lũ bùn rất mạnh, bằng 2,0 khi dòng lũ mạnh vừa, và bằng 1,5 khi dòng lũ yếu;

L_0 - chiều dài cần thiết để dòng lũ bùn đá giảm tốc độ đến tốc độ giới hạn cho phép lắng đọng cỡ hạt có đường kính d ; L_0 có thể lấy theo bảng 4.6 sau:

Bảng 4.6

d (cm)	10	20	30	40	50	60
L_0 (m)	350	300	250	200	150	100

Tiết diện đập cần tính toán để chịu được áp lực ngang do lũ bùn đá gây ra. Khi tính toán phải xét mấy trường hợp sau:

- Áp lực do lũ bùn đá đã lắng đọng đầy vào thành đập:

$$E = \frac{1}{2} \gamma_{bd} h^2 \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right), \quad (4.23)$$

trong đó φ là góc ma sát trong của lũ bùn đá; có thể xem $\varphi = 0$ vì lũ bùn đá ở trạng thái lỏng. Vậy có:

$$E = \frac{1}{2} \gamma_{bd} h^2. \quad (4.24)$$

Biểu đồ áp lực phân bố từ đỉnh đập trở xuống được xác định theo quy luật bậc nhất với:

$$e = \gamma_{bd} z,$$

trong đó z là tung độ kể từ đỉnh đập trở xuống.

- Áp lực của lũ bùn đá chảy tràn qua đỉnh đập như ở hình 4.19 (lúc này phải xét thêm thế năng và động năng của dòng):

$$E = \frac{1}{2} \gamma_{bd} [(h + y + a)^2 - (y + a)^2], \quad (4.26)$$

trong đó:

h - chiều cao đập;

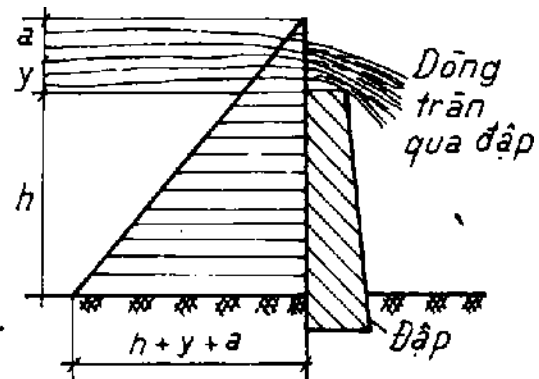
a - động năng dòng chảy;

$a = \frac{V^2}{2g}$ với $V = V_{\min}$ xác định theo (4.12);

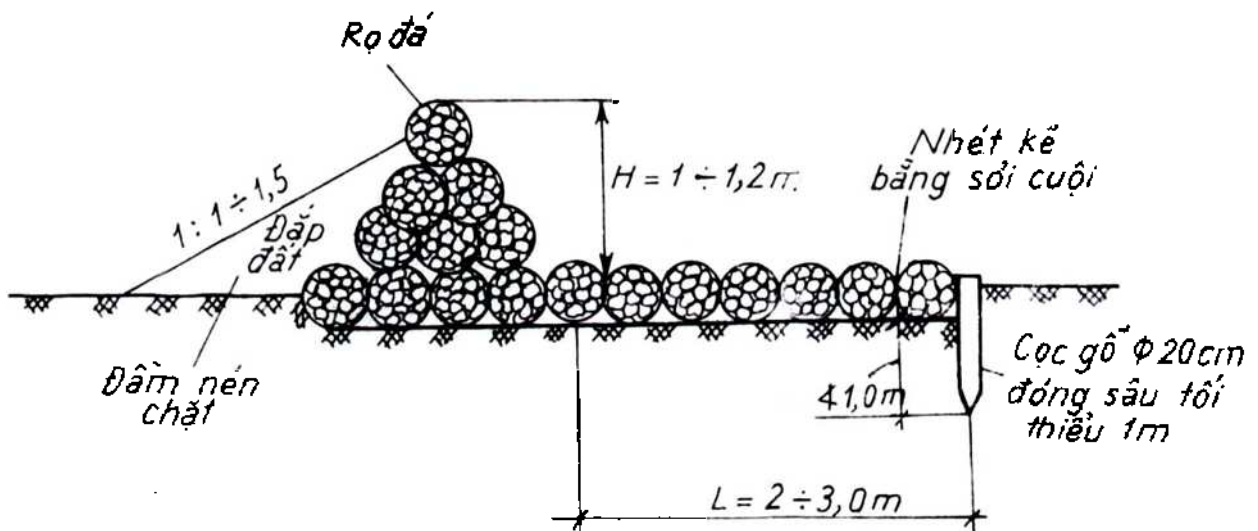
y - chiều cao dòng lũ bùn đá tràn qua đỉnh đập;

$y = \frac{q}{V}$ với q là lưu lượng đơn vị chảy tràn trên 1 m dài đỉnh đập.

Khi dòng lũ bùn đá có quy mô vừa và nhỏ (ở các khe suối vừa và nhỏ) có thể sử dụng đập chắn bán vĩnh cửu kiểu rọ đá như ở hình 4-20. Rọ có thể đan bằng dây kẽm hoặc tre hoặc chế tạo bằng chất dẻo tổng hợp. Loại này rẻ, thi công nhanh, đơn giản, lại có thể tận dụng sỏi cuội tại chỗ. Khi sử dụng đập rọ đá, cần chú ý thi công thật tốt chỗ nối tiếp đập với hai bờ khe.



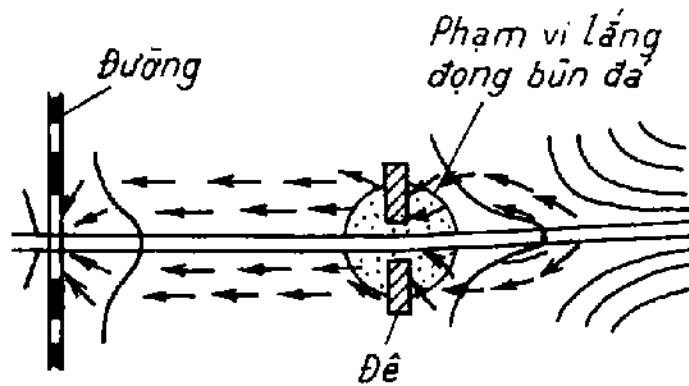
Hình 4.19. Sơ đồ phân bố áp lực ngang của dòng lũ bùn đá tác dụng vào thành đập khi dòng tràn qua đập



Hình 4.20. Đập ngăn chặn dòng lũ bùn đá bằng rọ đá

Xây dựng hệ thống đập ngăn chặn lũ bùn đá theo nguyên lý cái tạo khe suối thành dạng bậc nước như trên rất có hiệu quả, tuy nhiên do phải tiến hành ở phía trên thượng lưu, xa tuyến đường nên gây không ít khó khăn cho việc vận chuyển vật

tư và thi công. Mặt khác, biện pháp này chỉ thích hợp với lòng suối có bờ vách đá dốc. Do đó, trong một số trường hợp, người ta cũng sử dụng các đê chắn ngang gần tuyến đường, song song với tuyến đường, ở ngay địa hình thung lũng rộng, bờ thoải như ở hình 4.21.



Hình 4.21. Đê chắn gây lắng đọng bùn đá ở vùng cửa khe suối

Đê chắn này không dài kín bề ngang thung lũng mà chỉ cần dài một đoạn l xác định theo công thức kinh nghiệm sau:

$$l = KB, \quad (4.27)$$

trong đó B là bề rộng tính toán của dòng lũ bùn đá tại mặt cắt ngang sông, suối chỗ đặt tuyến đê (có thể xác định theo trị số lưu lượng tính toán và vận tốc tính toán của dòng lũ bùn đá đã trình bày ở trên). Riêng vận tốc tính toán ở đây có thể áp dụng công thức (4.12) nhưng tương ứng với một trị số D_e quy định nào đó, tức là xem như dòng lũ bùn đá khi chảy đến đây (dù không có đê chắn) cũng không có khả năng cuốn theo các cỡ đá có trị số D_e nào đó. Cụ thể là từ (4.12) có thể đi đến công thức kinh nghiệm đơn giản sau:

$$V_{tb} = 4 \sqrt{D_e}. \quad (4.28)$$

K là hệ số thu hẹp xác định theo bảng 4.7 tùy thuộc tỷ lệ bùn đá muốn cản lại m (%) và tỷ số giữa đường kính trung bình của các sản vật đất đá mang theo trong dòng lũ D_{tb} với trị số bề rộng tính toán B nói trên.

Bảng 4.7

$m(\%)$	$\frac{D_{tb}}{B}$	K
100	$> 0,01$	0,55
	$< 0,01$	0,65
75	$> 0,01$	0,40
	$< 0,01$	0,45
50	$> 0,01$	0,30
	$< 0,01$	0,35

Đê chắn có thể để lỗ trống ở giữa đê cho nước chảy qua (hình 4.17). Nhờ có đê chắn, lũ bùn đá phải đổi dòng, chảy vòng men theo đê (vào lỗ trống hoặc sang hai bên), do đó giảm động năng, giảm vận tốc và dẫn tới lắng đọng bùn đá ở phía trước, sau và hai bên đê (hình 4.21). Kết quả là chỉ có nước và một phần nhỏ sản vật sung tích tiếp tục chảy về đến cầu và đường giao thông.

Chiều cao tối thiểu H_{min} của đê chắn có thể tính theo công thức:

$$H_{min} = 3 \frac{V_{max}}{V_{min}} h_{tt} + nD_{tt} \quad (4.29)$$

trong đó:

V_{max} - vận tốc lớn nhất của dòng lũ bùn đá xác định tương ứng với mức nước cao nhất (nếu thiếu số liệu có thể tạm dùng $V_{max} = 5$ m/s);

V_{\min} - vận tốc nhỏ nhất của dòng lũ bùn đá (m/s) xác định như ở (4.12) hoặc (4.28);

D_{tt} - kích thước sản vật sung tích tính toán (m);

h_{tt} - mức nước tính toán của dòng lũ bùn đá (m);

n - hệ số xét đến việc mức nước bị dềnh lên do có bùn đá lắng đọng ở lân cận đê chắn; n chọn tùy theo trị số D_{tt} như sau:

$n = 5$ nếu $D_{tt} < 0,30$ m

$n = 3$ nếu $D_{tt} = 0,3 - 0,5$ m

$n = 2$ nếu $D_{tt} > 0,5$ m.

Đê chắn thường có tiết diện hình thang, bề rộng đỉnh đê từ 0,5 - 2,0 m (tùy loại vật liệu). Mặt đê phía thượng lưu, kể từ đỉnh đê trở xuống một đoạn từ $4 \div 5D_{tt}$, nên làm dốc gần thẳng đứng. Hai bên đê có thể đắp thêm đất tạo thành mái dốc. Cũng có thể dùng đất đắp kéo dài đê ra hai phía để tạo nên đập chứa bùn đá.

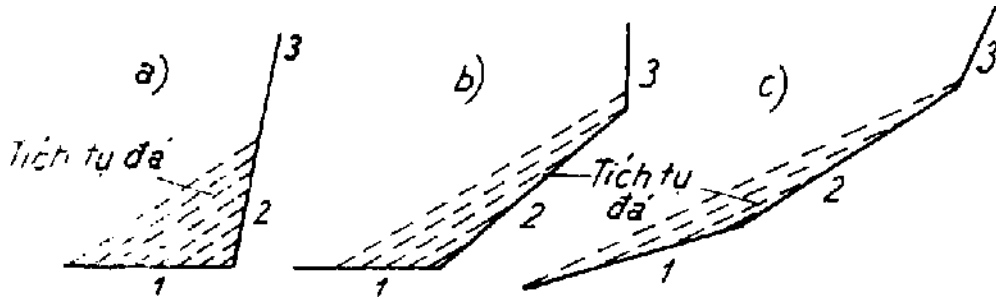
Vị trí đê nên đặt cách xa tuyến đường ít nhất một khoảng bằng ba lần chiều dài đê. Sau khi sản vật bùn đá lắng đọng đầy ngang chiều cao đê thì có thể tôn cao đê, lúc này có thể đắp ngang bên trên lớp đất đá lắng đọng.

§4.4. PHÒNG CHỐNG SỤT LỖ KHI XÂY DỰNG ĐƯỜNG QUA VÙNG TÍCH TỤ ĐÁ

1. Hiện tượng và những nguy hại khi xây dựng đường qua vùng tích tụ đá

Tích tụ đá là hiện tượng các đá vỡ do quá trình phong hóa vật lý từ trên cao lăn xuống (dưới tác dụng của trọng lực bản

thân) dần dần chất thành đồng dưới chân sườn dốc (hình 4.22).



Hình 4.22. Các dạng mặt cắt ngang tích tụ đá

a) Vùng tích tụ có mức độ ổn định lớn;

b) Ổn định vừa; c) Kém ổn định.

1- mặt đáy; 2- mặt tựa; 3- mặt dốc cung cấp đá vỡ hoặc đá vỡ lăn qua.

Độ dốc bề mặt sườn tích tụ đá thường gắn với góc nghỉ tự nhiên của sản vật tích tụ đá.

Nguồn gốc trực tiếp của tích tụ đá là các quá trình sụt lở đá, do đó ở sườn tích tụ đá thường phân bố đá to ở dưới, đá nhỏ ở trên và đôi khi hình thành lớp (theo từng đợt tích tụ). Chú ý rằng sườn tích cũng là một hiện tượng tích tụ đất đá, nhưng sườn tích thường là đất lẫn dăm vụn hình thành các lớp mỏng trên các sườn thoải. Còn sung tích, như đã trình bày ở trên, hình thành ở cửa khe suối do tác dụng vận chuyển đất đá của dòng lũ, trong đó đá thường là sỏi, cuộn tròn nhẵn do bị mài mòn trong dòng bùn đá.

Để phân tích những nguy hại và có biện pháp xử lý thích đáng đối với hiện tượng này, người ta thường phân loại tích tụ đá như sau:

- Tích tụ đá đang phát triển: loại này có thể gồm tích tụ đá cỡ lớn (do đá đổ), cỡ nhỏ (do đá lăn, đá rơi), và vùng sụt lở đá (lẫn cả đá cỡ to và cỡ nhỏ). Chúng có biểu hiện chung là chưa ổn định, nghĩa là các hiện tượng sụt lở, đá đổ, đá rơi vẫn còn tiếp tục xảy ra. Trên mặt sườn tích tụ đá loại này không có hoặc chỉ có rất ít cây cỏ mọc được, các hòn đá phân bố lộn xộn, trông còn mới, có nhiều hòn lăn ra khỏi phạm vi chân sườn dốc; độ nghiêng mặt sườn dốc gần bằng góc nghỉ tự nhiên ($35 - 40^\circ$), bề mặt sườn lồi lõm, và do đá rơi chồng chất nên có thể tạo thành bậc cấp khiến cho ngay trên sườn thường có hiện tượng đá lăn quy mô nhỏ.

- Tích tụ đá đã ổn định: loại này có thể gồm tích tụ đá cùng một nguồn gốc và tích tụ đá phân tầng do nhiều đợt đá lăn, đá đổ, sụt lở có nguồn gốc khác nhau gây ra. Chúng có biểu hiện chung là khe hở giữa các đá đã được đất lấp đầy, do đó có cây cỏ mọc và bề mặt sườn dốc nhờ đó được gia cố ổn định; độ dốc sườn tích tụ lớn hơn góc nghỉ tự nhiên của bản thân các đá mảnh tích tụ đó, và càng lên phía trên càng dốc; mặt dốc ít lồi lõm, ít đá lăn và có hiện tượng gắn kết chặt.

- Giữa hai loại trên đương nhiên có loại chưa ổn định hẳn nhưng đang có xu thế ổn định.

Đặc biệt, độ dốc của mặt đá gốc tại nơi tích tụ đá có ảnh hưởng lớn đến mức độ ổn định của các khối tích tụ đá (xem hình 4.23).

Đặc điểm chung về địa chất công trình của vùng tích tụ đá là:

- Do hình thành bởi nhiều đợt nên sườn tích tụ thường có phân tầng, dốc ra phía ngoài, vì thế dễ mất ổn định theo mặt tầng.

- Sườn tích tụ hình thành do đá vỡ tích đọng dưới tác dụng của trọng lực nên độ rỗng lớn (không lẫn hạt nhỏ như sung tích); dù về sau nước mặt có đem theo hạt nhỏ thì cũng chỉ tăng độ chặt được một phần nhất định. Do độ rỗng lớn nên tác dụng xâm thực của nước mặt và nước ngầm đều lớn.

- Tích tụ đá thường hình thành ở các thung lũng hẹp, dốc, lại thường tồn tại ở trạng thái cân bằng giới hạn nên độ ổn định càng kém.

- Thường thấy không phải một điểm tích tụ đá cá biệt mà cả vùng hàng chục kilomet gồm nhiều điểm tích tụ đá có cùng một nguồn gốc hình thành. Đặc điểm này gây khó khăn cho việc chọn tuyến (thường khó tránh).

Những đặc điểm địa chất công trình nói trên khiến cho sườn tích tụ đá dễ mất ổn định, nếu đột ngột giảm sức chống đỡ ở chân dốc thì có thể gây trượt hoặc trôi cả sườn dốc dẫn đến phá hoại toàn bộ nền đường (mất đường).

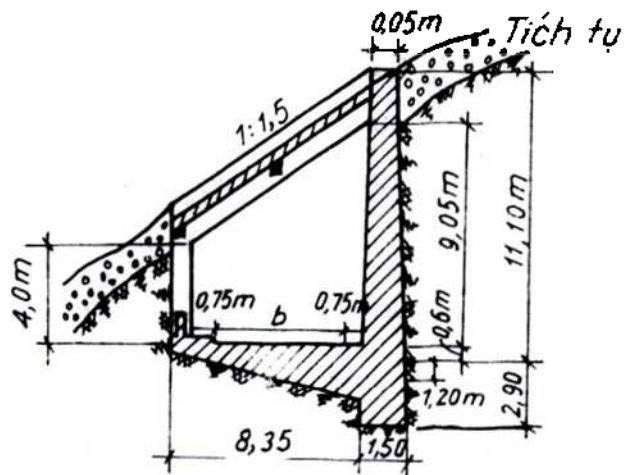
Như vậy, nguyên tắc phòng chống sụt lở ở vùng tích tụ đá chủ yếu vẫn là không được để giảm yếu sức chống đỡ ở chân dốc. Cụ thể là:

- Tránh đào nền đường ở chân dốc nếu có đào chút ít thì phải xây tường chắn.

- Gia cố chân dốc chống tác dụng xói mòn của nước mặt và nước ngầm.

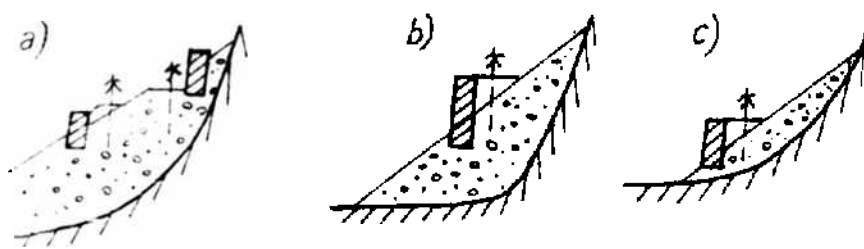
2. Biện pháp chọn tuyến và phòng chống sụt lở nền đường ở vùng tích tụ đá

a) Trường hợp gặp sườn tích tụ đá đang phát triển mạnh thì trước tiên nên tìm phương án vòng tránh, cụ thể là tìm cách triển tuyến vượt hẳn lên trên đỉnh dốc có tích tụ đá và đỉnh dốc có đá phong hóa (nguồn cung cấp đá đổ, đá lăn và dòng lũ bùn đá). Điều này thường chỉ thực hiện được với tuyến đường ô tô cấp thấp. Đối với đường ô tô cấp cao và đường sắt thì phải dùng phương án làm hầm hoặc hào xuyên qua vùng đá gốc (dưới tầng tích tụ đá). Hình 4.23 giới thiệu mặt cắt một kiểu hào qua vùng tích tụ đá.



Hình 4.23. Đường hào (phần móng đất trong tầng đất đá gốc) qua vùng tích tụ đá

Trong trường hợp nói trên cũng có thể dùng phương pháp đắp nền ở dưới chân dốc có tích tụ đá, tuy nhiên phải áp dụng các biện pháp phòng chống đá đổ, đá lăn. Biện pháp này thường gặp khó khăn vì phần lớn trường hợp chân dốc thuộc phạm vi lòng hoặc thềm sông, suối, do đó phải làm tường chắn để lấn ra sông suối (xem hình 4.7). Nếu thung lũng quá hẹp không lấn ra sông, suối được thì phải nghĩ đến phương án vượt sông, suối sang bờ đối diện để tránh tích tụ đá rồi lại vượt sông trở về sau khi qua khỏi vùng đó (dùng hai công trình vượt sông, suối).



Hình 4.24. Dùng tường chắn có móng đặt ngay trên sườn đá ổn định để xây dựng nền đường qua vùng tích tụ đá

a) Khối lượng nền đường và tường chắn tương đối nhỏ so với tầng đá tích tụ; b) Sườn tích tụ đá trên mặt tầng đá gốc bằng; c) Nền và tường chắn đặt ở dưới chân sườn tích tụ đá thường có đá to nên ổn định tốt.

b) Trường hợp qua vùng tích tụ đá ổn định hoặc còn phát triển nhưng có xu thế ổn định thì có thể xây dựng nền có đào, đắp chút ít và để giảm đào nên dùng tường chắn như ở hình 4.24. Cả ba trường hợp a, b, c đều cho phép móng tường chắn không cần hạ xuống đến tận đá gốc.

Mái đường đào thấp qua vùng tích tụ đá ổn định có thể dùng độ dốc 1:0,5 - 1:1; còn mái đường đắp thấp dùng độ dốc 1:1,5. Nói chung nên dùng phương pháp đắp thấp đi ở phía dưới chân dốc vùng tích tụ đá.

Trong mọi trường hợp, để chống tác dụng xâm thực và xói lở của nước ngầm và nước mặt đối với sườn tích tụ đá, cần chú ý áp dụng các biện pháp ngăn chặn và khống chế nước ngầm và nước mặt như đã trình bày ở trên. Đặc biệt cần chú ý gia cố bờ sông, suối ở chân dốc.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Dương Học Hải, Đỗ Dũng - *Khảo sát thiết kế đường ô tô*. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 1984.

2. Dương Học Hải - *Thiết kế đường ô tô*, tập II. Trường Đại học Xây dựng, 1969.

3. Dương Học Hải - *Toán đồ để tính ổn định ta luy theo phương pháp mặt trượt tròn*. Tập san Khoa học kỹ thuật, số 6-1963.

4. *Cơ học đá* (tài liệu hội thảo khoa học lần thứ nhất). Hà Nội, 1984.

5. Phân hội KHKT chuyên ngành địa chất công trình - *Những vấn đề địa chất công trình*, tập I. Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội, 1984.

6. Lomtadze V.D - *Địa chất công trình. Địa chất công trình động lực* (Phạm Xuân dịch). Nhà xuất bản Đại học và Trung học chuyên nghiệp, Hà Nội, 1982.

7. Lomtadze V.D - *Địa chất công trình. Địa chất công trình chuyên môn* (Phạm Xuân dịch). Nhà xuất bản Đại học và Trung học chuyên nghiệp, Hà Nội, 1983.

8. *Thủy văn địa chất điều kiện phức tạp địa khu công lộ thiết kế tu tri*. Nhân dân giao thông xuất bản xã, Bắc Kinh, 1957.

9. *Thiết lộ thiết kế thủ sách - Lộ cơ*. Nhân dân thiết đạo xuất bản xã. Bắc Kinh. 1962.

10. Cambefort H. - *Géotechnique de l'ingénieur et reconnaissance des sols* Edition. Eyrolles. 1972.
11. Edwin B. Eckel - *Land slides and engineering practice*. Washington, 1958 (bản dịch tiếng Nga).
12. Андрее О.В... Справочник инженера дорожника - Изыскание и проектирование автомобильных дорог, Москва, 1977.
13. Демин А.М, Шушкина О.И. - Напряженное состояние и устойчивость откосов в карьерах. Недра, Москва, 1978.
14. Круцык М.Д., Максименко С.Ф. - Эксплуатация горных автомобильных дорог и окружающая среда. Киев, 1981.
15. Маслов Н.Н. - Механика грунтов в практике строительства (Оползни и борьба с ними). Москва, 1977.
16. Методическое пособие по инженерно - геологическому изучению горных пород, том I и II. Издательство Мовковского университета, 1968.
17. Науцные Труды отдела геомеханики. Проблемы Геомеханики N°4. 1970.

MỤC LỤC

	Trang
<i>Lời nói đầu</i>	3
<i>Chương 1</i>	
CÁC HIỆN TƯỢNG PHÁ HOẠI NỀN ĐƯỜNG VÙNG NÚI VÀ NGUYÊN TẮC PHÒNG CHỐNG	
§1.1. Phân loại các hiện tượng phá hoại nền đường vùng núi	5
§1.2. Nguyên nhân chung làm phát sinh và phát triển các hiện tượng phá hoại nền đường vùng núi và nguyên tắc phòng chống	12
§1.3. Tình hình phát triển và sự phân bố các hiện tượng phá hoại nền đường vùng núi ở Việt Nam.	24
<i>Chương 2</i>	
KHẢO SÁT ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH PHỤC VỤ CÔNG TÁC PHÒNG CHỐNG CÁC HIỆN TƯỢNG PHÁ HOẠI NỀN ĐƯỜNG VÙNG NÚI	
§2.1. Mục đích, yêu cầu và các giai đoạn khảo sát địa chất công trình	47
§ 2.2. Nội dung và phương pháp khảo sát địa chất công trình	51

Chương 3

HIỆN TƯỢNG TRƯỢT Ở SƯỜN DỐC VÀ CÁC BIỆN PHÁP PHÒNG CHỐNG ĐỂ ĐẢM BẢO ỔN ĐỊNH NỀN ĐƯỜNG

§3.1. Phân loại các hiện tượng trượt trên sườn dốc	65
§3.2. Công tác điều tra, khảo sát các điểm trượt ở sườn dốc nhằm phục vụ phòng chống phá hoại nền đường	71
§3.3. Phương pháp đánh giá mức độ ổn định của sườn dốc	79
§3.4. Các biện pháp phòng chống trượt ở sườn dốc	85
§3.5. Ví dụ về điều tra, khảo sát và thiết kế xử lý một điểm trượt cụ thể	106

Chương 4

PHÒNG CHỐNG SỤT LỖ VÀ TRÔI ĐÁT ĐÁ PHÁ HOẠI NỀN ĐƯỜNG

§4.1. Phòng chống sụt lỏ, trượt lỏ đất hoặc đất lẫn đá	113
§4.2. Phòng chống đá đổ, đá lăn phá hoại nền đường	135
§4.3. Phòng chống hiện tượng lũ bùn đá phá hoại nền đường	140
§4.4. Phòng chống sụt lỏ khi xây dựng đường qua vùng tích tụ đá	158
Tài liệu tham khảo	164

Gs, Ts. DƯƠNG HỌC HẢI -

Pgs, Ts. HỒ CHẤT

PHÒNG CHỐNG CÁC HIỆN TƯỢNG PHÁ HOẠI NỀN ĐƯỜNG VÙNG NÚI

Chịu trách nhiệm xuất bản: Pgs, Ts. Tô Đăng Hải

Biên tập: Lê Thanh Định

Trần Khánh Thịnh

Sửa bản in: Thanh Nga

Trình bày bìa: Hương Lan

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT
70 TRẦN HƯNG ĐẠO - HÀ NỘI

In 1.500 bản, khổ 14,5 x 20,5 cm, tại Xí nghiệp in 19 - 8 số 3
đường Nguyễn Phong Sắc - Nghĩa Tân - Cầu Giấy - Hà Nội.
Giấy phép số xuất bản số: 978-74, ngày 20-7-2001
In xong và nộp lưu chiểu tháng 1 năm 2002.

THƯ VIỆN
Khoa học và
Kỹ Thuật TW

Vv

460

2004

202037

phòng chống các liên tượng



15.000 VNĐ

Giá: 15.000đ