

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 thềm 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 hõm 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. Thềm 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 thềm sông, ngay khu dân ở với chiều cao

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

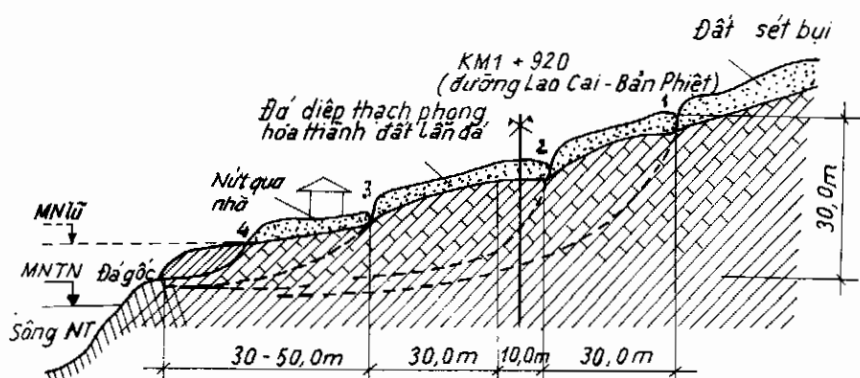
1,0 - 2,0 m. Bậc dưới cùng ngay sát bờ sông, đất trượt đổ ra sông. Chân khối trượt ra tới sát tầng đá gốc mép sông và ở trong phạm vi cao độ 69 - 70 m. Mặt trượt sâu nhất và mặt trượt tương ứng với các bậc đều nằm trong tầng đất đá phong hóa, có từng đoạn mặt trượt nằm sát mặt đá gốc (như đoạn gần bờ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

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

- 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

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

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.

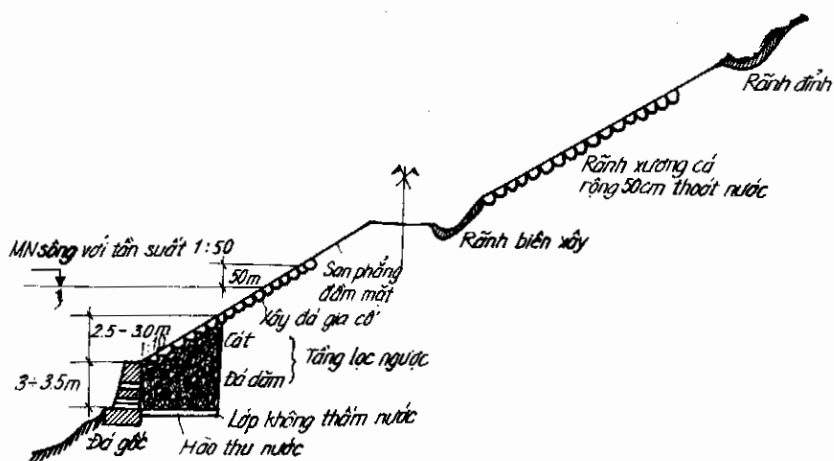
b) Từ đỉnh tường chắn đến vai đường ô tô san bề mặt sườn dốc thành độ dốc đều, mặt được đầm nén phẳng nhẵn, sau đó xây đá khan lên đến quá 50 cm so với mức nước sông tần suất 1:50.

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

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 chấn 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 học) 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

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

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 mòn 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

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

nền đường, dẫn đến phải đào lấn 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 lún 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, kê 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

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

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 để 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, thế 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

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

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 nẻ 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 nẻ mạnh	1 : 0,75	1 : 1	trên 10m 1 : ,100; 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 trong 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
- Chặt	1 : 0,5	1 : 0,5 - 1 : 0,75	1 : 1	2- Nếu nhiều đất nên nghiệm toán ổn định cơ học
- Chặt vừa	1 : 0,75 - 1 : 1	1 : 1	1 : 1,25 - 1 : 1,5	3- Nếu nhiều đá rời rạc nên làm mái dốc mặt gầy
- Rời rạc nhưng phần lớn là cỡ đá > 40 cm	1 : 0,5	1 : 0,75	1 : 0,75 - 1 : 1	4- Nếu đá lớn nhưng chứa nhiều đất loại sét thì nên dùng độ dốc 1 : 1 - 1 : 1,5
- 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	

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

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:

$$K_{\min} = f\left(m + \frac{b}{h}\right) + \alpha_0 \left[2m + \frac{b}{h} + \frac{h}{b}(m^2 + 1) \right], \quad (4.1)$$

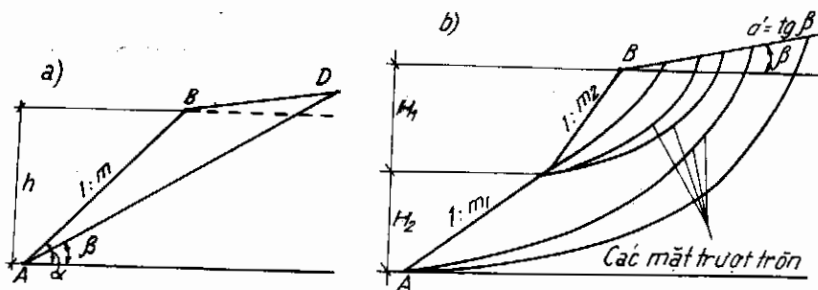
với:

$$\alpha_0 = \frac{2c}{\gamma h}; \quad b = h \sqrt{\frac{m^2 + 1}{f/\alpha_0 + 1}},$$

trong đó:

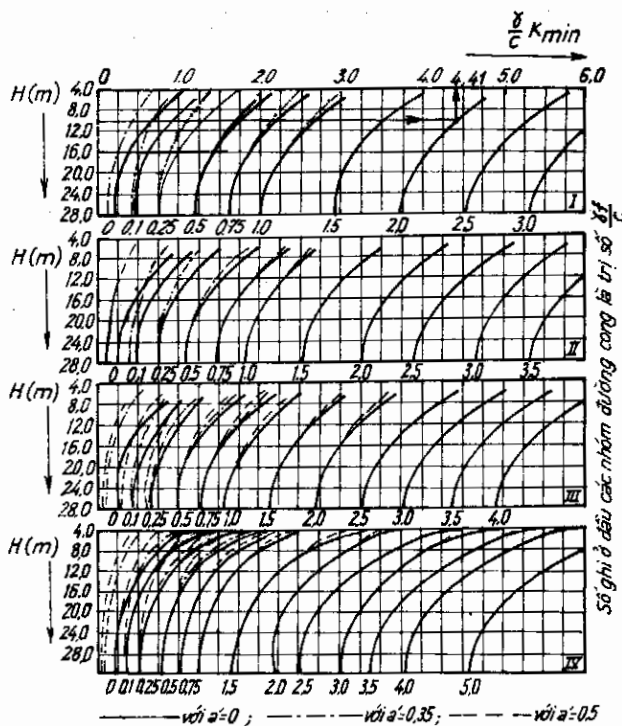
c , f , γ lần lượt là lực dính, hệ số ma sát và khối lượng thể tích của đất mái dốc;

$f = \operatorname{tg}\varphi$ (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.



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

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

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).

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

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 kê 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 tróc lở mái dốc.

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

- Đầm 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.

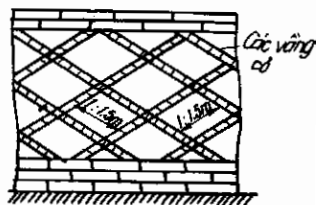
Trồng cỏ hoặc các bụi cây thấp có tác dụng làm chặt đất,

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

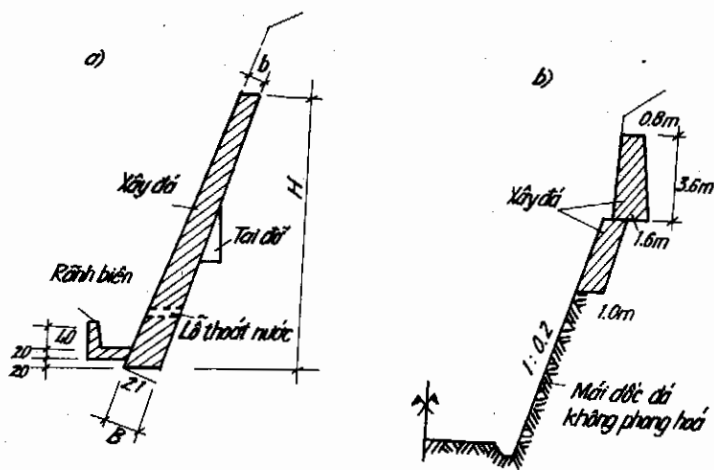
giảm tốc độ nước chảy trên mái dốc.
Vùng mưa nhiều và vùng đất kém
đỉnh thì càng nên dùng biện pháp
này, nhưng ở những nơi mái dốc
thường xuyên ngập nước thì không
nên trồng cỏ vì cỏ sẽ chết.

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 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 nhãn. Nếu vùng trát rộng nên khứa thành các khe
co dãn.



Hình 4.3. Trồng văng cỏ
trên mái dốc



Hình 4.4. Cấu tạo tường phòng hộ

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

- 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 khàn. 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 khàn, 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.

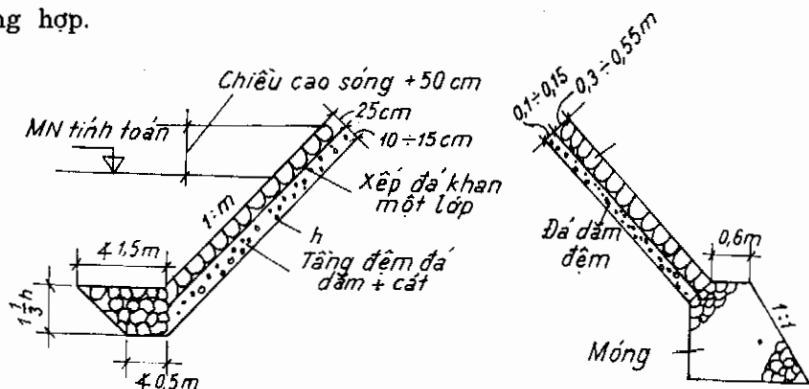
- Trong số các biện pháp kể trên, tầng đá xếp khàn hay được sử dụng nhất (hình 4.5). Một tầng xếp khàn có thể chịu được tốc độ nước chảy $V = 3 - 4,5$ m/s; hai tầng chịu được $V = 3,5 - 5,5$ m/s.

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

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

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

trong rọ rổ 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	cỏ mọc được	cho phép lún	-	-	+	
Trồng cây	-nt-	3,0	trồng được cây	-	-	+	+	
Bê đá	bất kỳ	2,8	đất đảm chắc	-	+	+	+	
Xếp đá khan	-nt-	2 - 5,5	-nt-	không cho phép lún	+	+	+	
Lông, 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-	-	-	+	

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

Tường hộ 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:

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

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.

Bê 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 khô 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 gữa 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

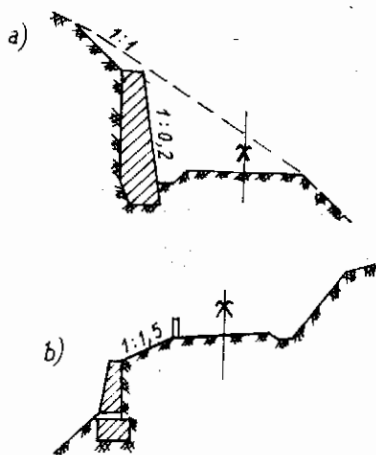
chân mái dốc mà lâu dần dẫn đến sụt lở cả mái dốc. Lòng rãnh nên được lát đá khan hoặc xây vữa dày 14 - 18 cm.

- 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.

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

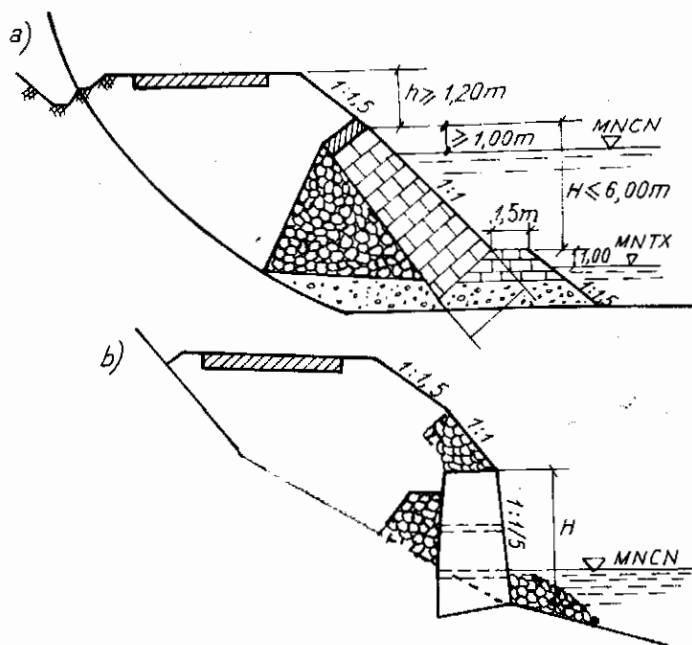
chống đỡ thì mái dốc dễ mất ổn định và gây sụt lở.

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 di 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:

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

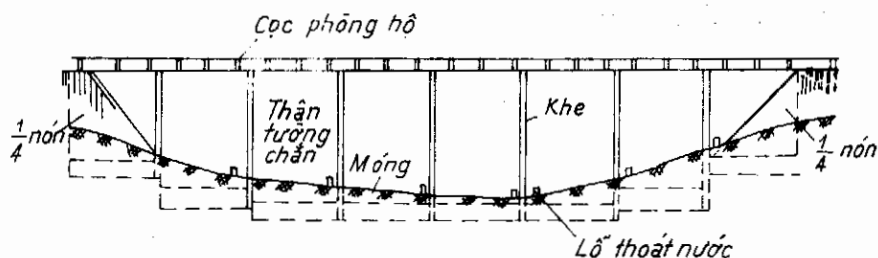
$$t_s = \frac{\Delta W}{B}, \quad (4.9)$$

trong đó:

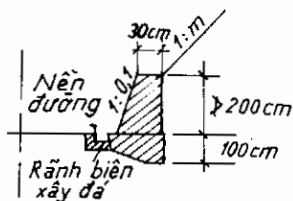
ΔW - chênh lệch diện tích dòng chảy trước và sau khi làm công trình chống đỡ nền đường lẫn ra suối (m^2);

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).

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

- Về cấu tạo địa chất: Đá đỏ, đá lán 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 lán, đá tảng lẫn đất sét.

Nguyên nhân chung dẫn đến hiện tượng đá đỏ, đá lán là do:

- Sự giảm yếu hoặc mất hẳn cường độ chống cát 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).

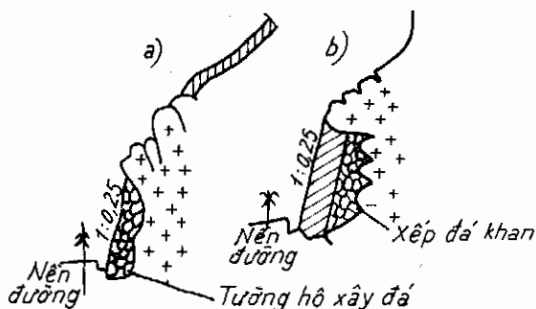
Hậu quả tai hại của hiện tượng đá đỏ, đá lán là làm tắc đường, phá hoại kích thước hình học của nền đường (mái dốc). Đặc biệt, trong trường hợp đá đỏ, đá lờ quy mô lớn sẽ tạo nên các vùng *tích tụ đá*. Các sườn tích tụ đá này thường kém ổn định, nếu xây dựng đường qua đó mà không có các biện pháp thích 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 đỏ, đá lán

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 đỏ, đá lán. 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

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

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).

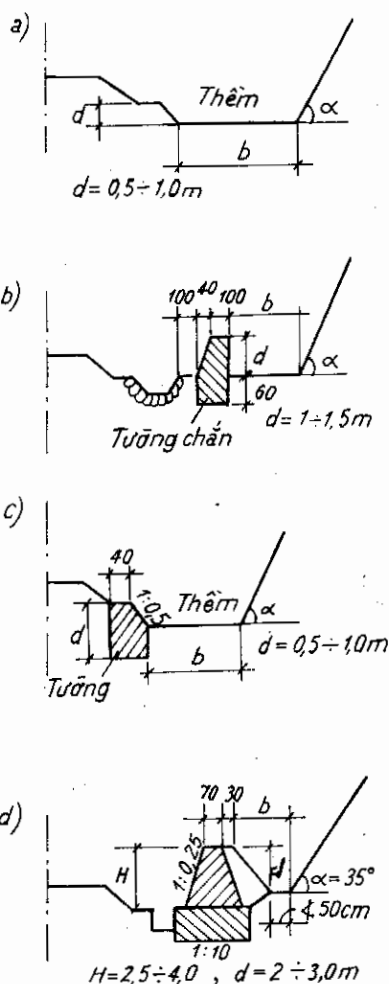
- Nếu sườn dốc là đá cứng bị nứt vỡ thành từng tảng, khối lớn thì có thể dùng biện pháp phụt hơi ép thổi sạch các kẽ nứt rồi phun vữa xi măng để liên kết chúng lại; cũng có thể khoan

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

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

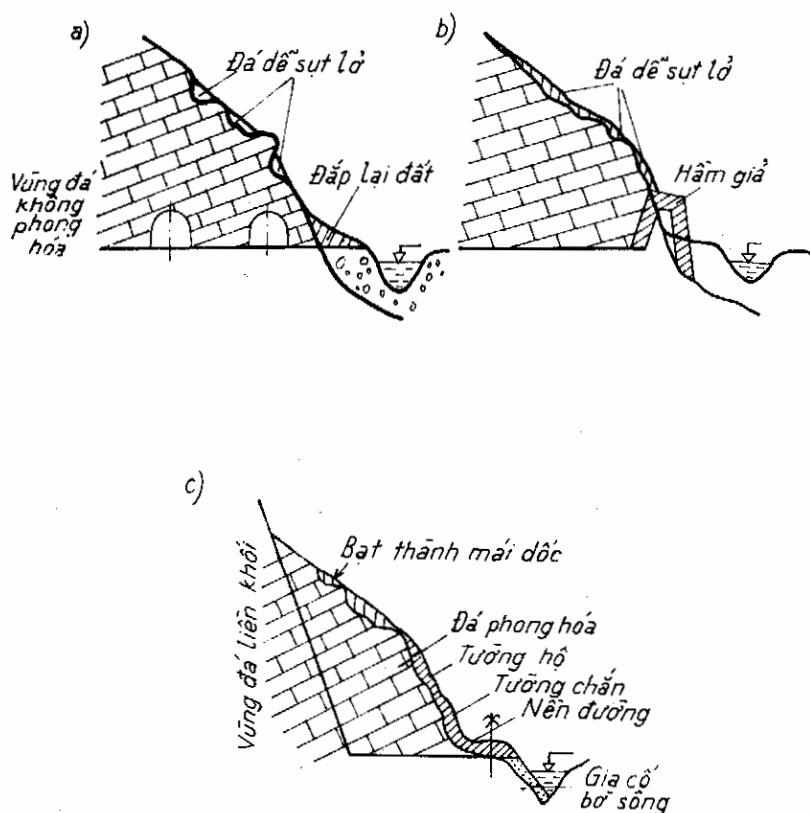
- Nếu quy mô và nguồn cung cấp đá đổ, đá lăn lớn và không có phương án chuyển dịch tuyến đường để vòng tránh thì có thể xét đến các phương án như ở hình 4.12.

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 của hầm cần kéo dài ra khỏi phạm vi đá đổ, đá lăn để tránh tác lổ vào hầm; tùy theo điều kiện tại chỗ, có thể chỉ kéo dài vách trong của hầm bằng công trình tường chắn.



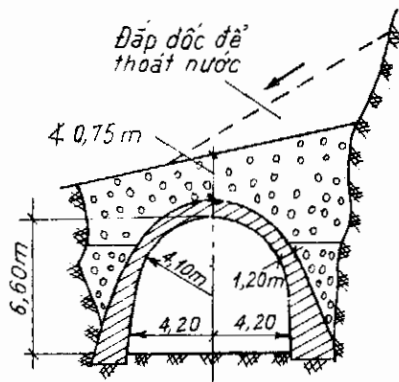
Hình 4.11. Các kiểu thêm hoặc tường phòng chống đá đổ, đá lăn dọc tuyến

a, b, c) Thêm; 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. Cầu tạo hầm giả

§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, ổ 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

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

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...

- Bề 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

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

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 chỉ 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

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

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).

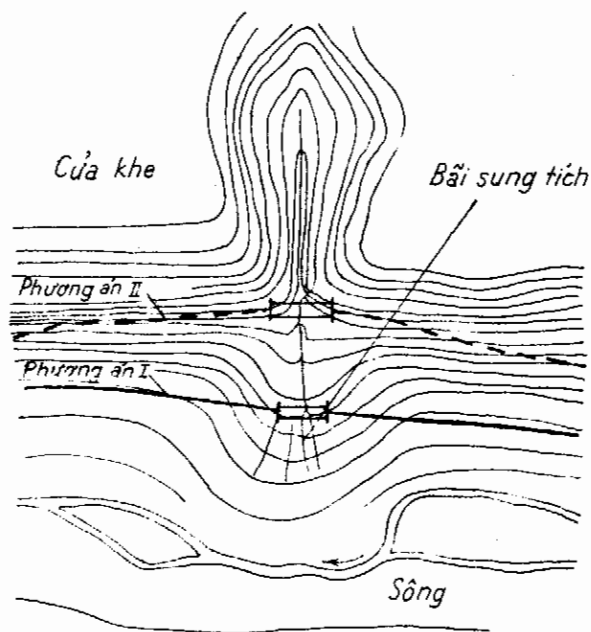
3. Chọn tuyến đường và các biện pháp để vượt qua vùng có hiện tượng lũ bùn đá

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 dâng 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

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

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.

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

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 tự nước đã biết (m^3/s);

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

$$\text{thường } q \leq 30\% Q_{nt} \text{ (m}^3\text{/s);}$$

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:

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

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

trong đó:

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

$A = \sqrt{\frac{f}{0,076}}$ với f 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:

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

trong đó:

h - chiều sâu dòng chảy (m);

g - gia tốc trọng trường;

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

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

E - tính theo công thức:

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

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

với $e = \frac{D_e}{h}$ (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).

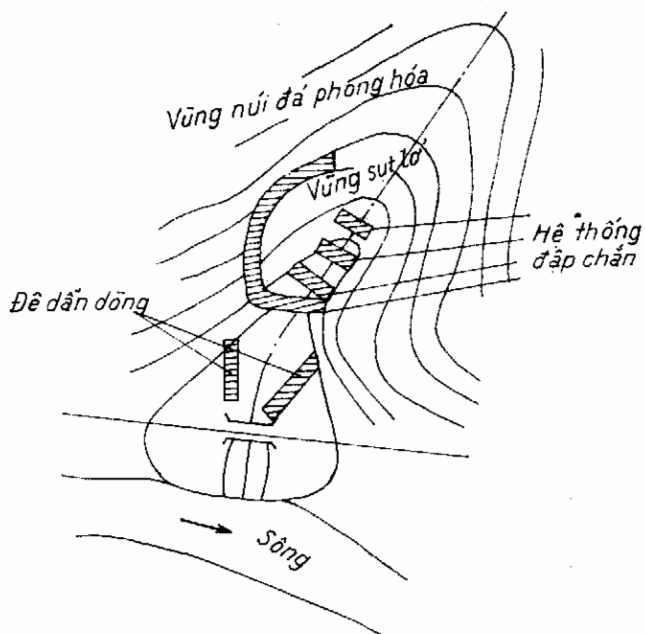
4. Các biện pháp ngăn chặn dòng lũ bùn đá

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 gât thành dạng bậc nước

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

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.

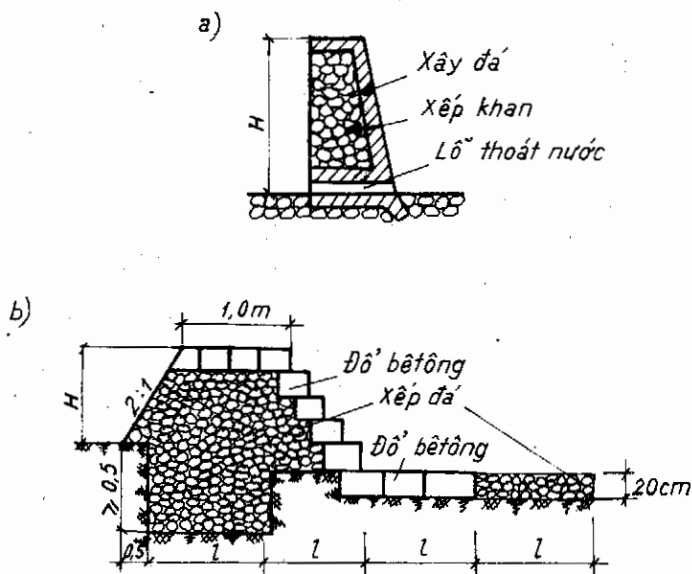
Bố trí tổ hợp hệ thống công trình ngăn chặn bùn đá trôi như ở hình 4.15.



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

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

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 lồi về phía thượng lưu (lồi 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) Đô' bê tông kết hợp xếp đá.

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

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 đúng 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.

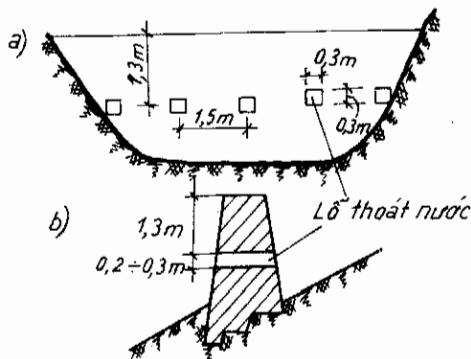
Đập đá (xây đá, xếp đá, xây kết hợp xếp đá) có thể có cấu tạo mặt cắt như ở hình 4.16. Chiều cao đập thường từ 1,5 - 4,0 m.

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;

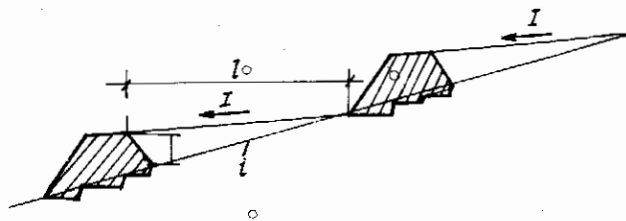
Q - lưu lượng dòng lũ lớn nhất tính được (m^3/s).

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

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

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).

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

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

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

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;

α - động năng dòng chảy;

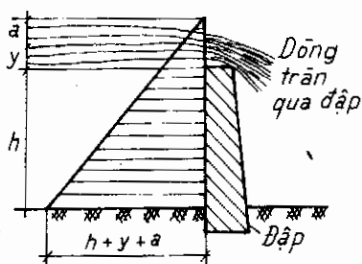
$a = \frac{V^2}{2g}$ với $V = V_{\min}$ xác định theo (4.12);

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

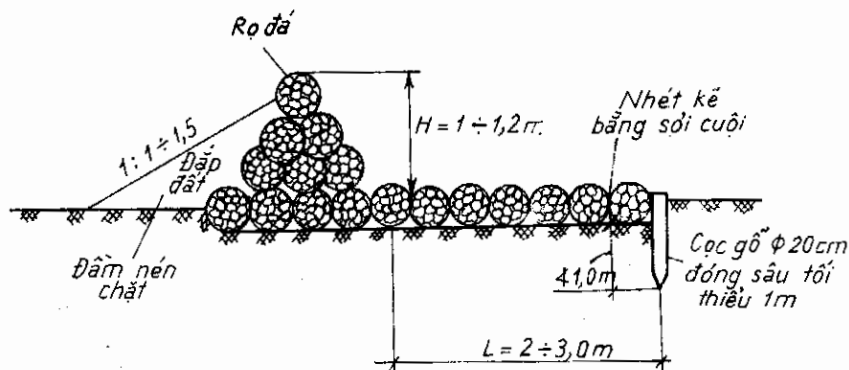
$y = \frac{q}{V}$ với q là lưu lượng đơn vị chảy tràn trên 1 m dài đỉnh đập.

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

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

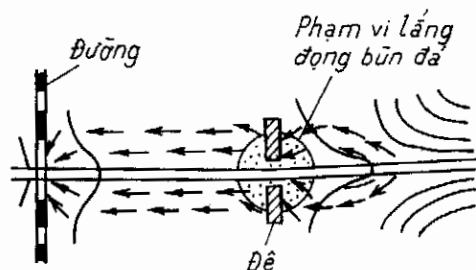


Hình 4.20. Đập ngăn chặn dòng lũ bùn đá bằng rọ đá

Xây dựng hệ thống đập ngăn chặn lũ bùn đá theo nguyên lý cải 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

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

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 ngay 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:

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

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

K là hệ số thu hẹp xác định theo bảng 4.7 tùy thuộc tỷ lệ bùn đá muốn cần 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 để 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);

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

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 dênh 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.

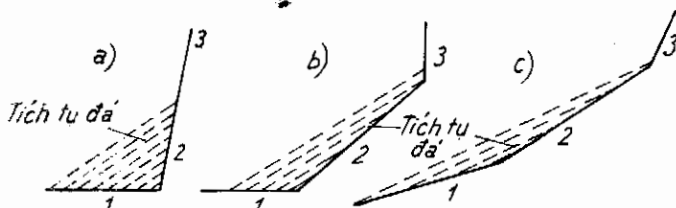
§4.4. PHÒNG CHỐNG SỤT LỖ KHI XÂY DỰNG ĐƯỜNG QUA VÙNG TÍCH TỤ ĐÁ

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

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

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 gần 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 nhãn 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:

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

- 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 chống chọi 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:

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

- 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).

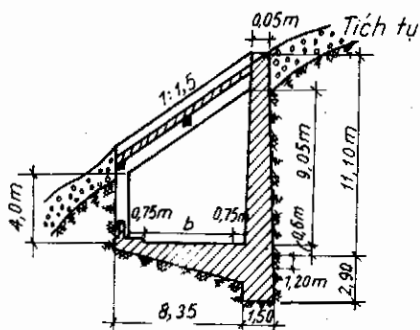
Như vậy, nguyên tắc phòng chống sụt lở ở vùng tích tụ đá chủ yếu vẫn là không được để giảm yếu sức chống đỡ ở chân dốc. Cụ thể là:

- Tránh đào nền đường ở chân ~~đá~~ 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.

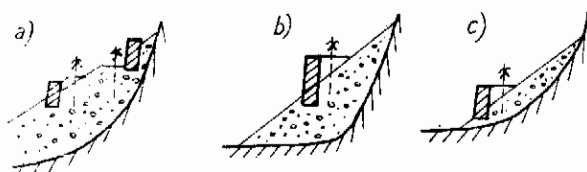
2. Biện pháp chọn tuyến và phòng chống sụt lở nền đường ở vùng tích tụ đá

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 sắt 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.

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

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 дорожаика - 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^o4, 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 ĐẤT ĐÁ PHÁ HOẠI NỀN ĐƯỜNG

§4.1. Phòng chống sụt lổ, trượt lổ 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 lổ khi xây dựng đường qua vùng tích tụ đá	158
<i>Tài liệu tham khảo</i>	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.

