

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 dồn đống, 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

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

- Về 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.

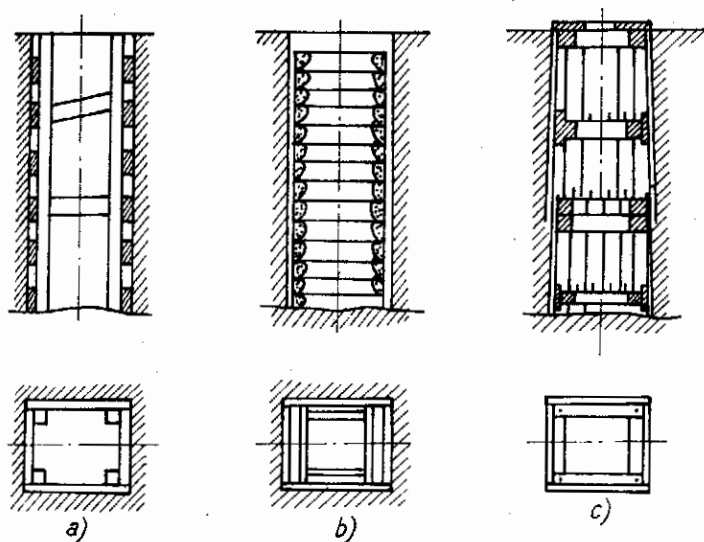
Điều tra phục vụ thiết kế xử lý phòng chống trượt, trên các tuyến đường đã có cũng được tiến hành theo hai giai đoạn. Ở đây, ngay trong giai đoạn lập dự án khả thi cũng đã phải sử dụng các biện pháp điều tra tỉ mỉ để xác định cho được nguyên nhân cơ bản gây trượt, từ đó đề xuất các phương án phòng chống 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

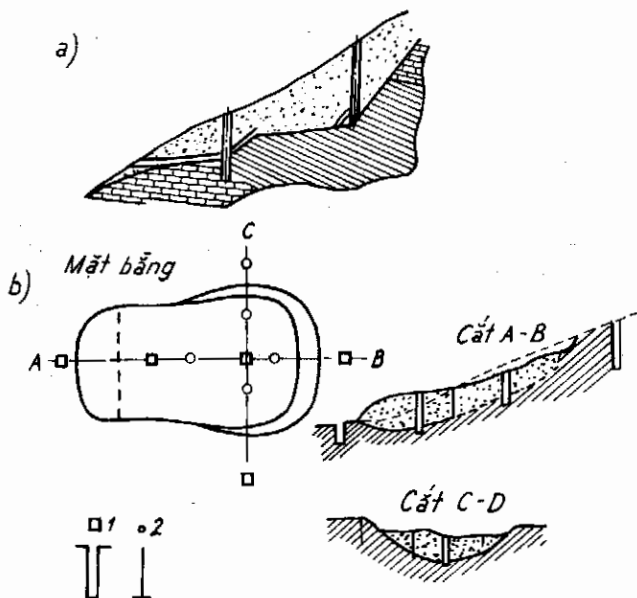
là có thể xác định được giới hạn khối trượt, vị trí mặt trượt, điều kiện gây ẩm vùng mặt trượt đi qua, bề dày và thành phần đất đá của khối trượt di động... Chỉ trong những trường hợp điểm trượt phức tạp thì mới dùng hầm thăm dò. Riêng với các hố đào và hầm đào thì khi bố trí cần đặc biệt thận trọng 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 lắp 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;

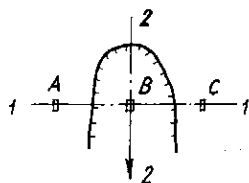
1- hố đào; 2- hố khoan.

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 cắt của các mẫu, có thể phát hiện dải đất bị biến dạng dẻo hoặc có nước ngấm 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 ngấm 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:



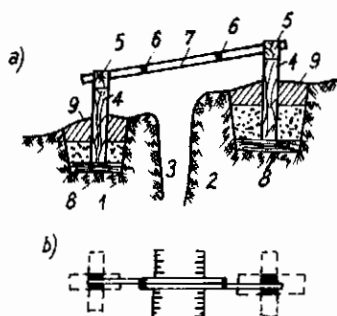
Hình 3.3. Sơ đồ bố trí hệ thống điểm quan trắc sự di động của khối trượt

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 về bình đồ và độ cao. Cần tiến hành quan trắc định kỳ vị trí các điểm nói 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 vữa (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 ĐỐC

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.

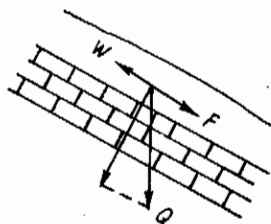
Đánh giá, phán đoán mức độ ổn định của sườn dốc thường dựa vào các phương pháp tính toán trên cơ sở xét điều kiện cân bằng tĩnh của khối trượt trên mặt trượt dự kiến (hoặc mặt trượt đã điều tra được), đồng thời dựa vào kết quả phân tích tổng hợp các điều kiện địa chất công trình (tức là phương pháp địa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

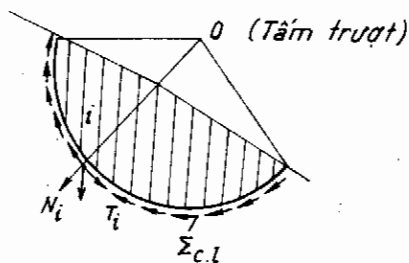
Nếu sườn dốc có độ dốc dưới 1/3 (tức là $\alpha \leq 20^\circ$)

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

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);

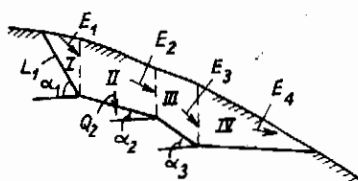
$\sum N \cdot f$ - tổng lực ma sát của các mảnh trên mặt trượt;

$\sum c.L$ - 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.



Trình tự tính toán như sau:

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

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:

$$E_i = (\gamma_i A_i)(K \sin \alpha_i - \cos \alpha_i \cdot \operatorname{tg} \alpha) + E_{i-1} \cos(\alpha_{i-1} - \alpha_i) - c_i L_i \quad (3.5)$$

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, thể 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 nền 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.

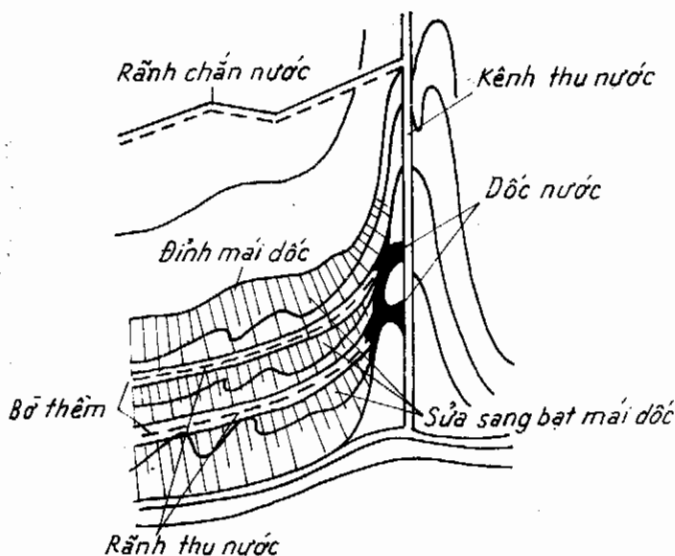
- Thoát nhanh nước mưa trong vùng trượt, hạn chế đến mức thấp nhất lượng nước mưa thấm vào khối trượt và làm khô khối trượt.

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. Cần 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 thềm. 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,

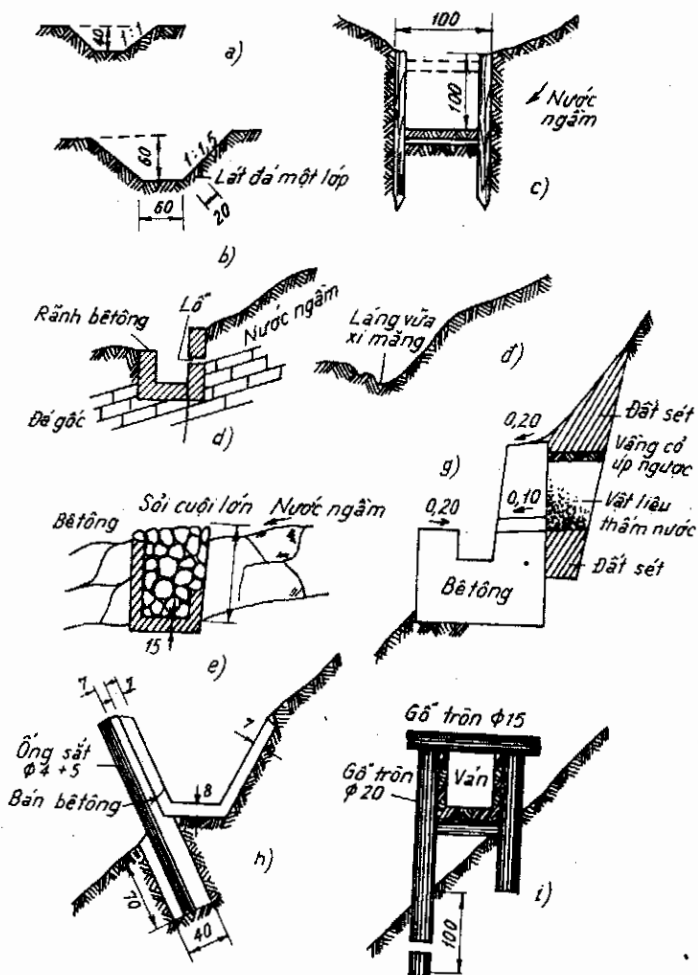
bậc nước) với các rãnh chính, các rãnh chính nên bố trí ngoài khu trượt. Trong phạm vi khu trượt, nói chung nên sửa sang bề mặt sườn dốc để khi mưa nước thoát nhanh, nhưng lúc này nên tránh phá hoại sự hoàn chỉnh của tầng phủ và lớp cây cỏ. Nên chú ý đầm chặt mái dốc lân cận các rãnh và đầm chặt những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

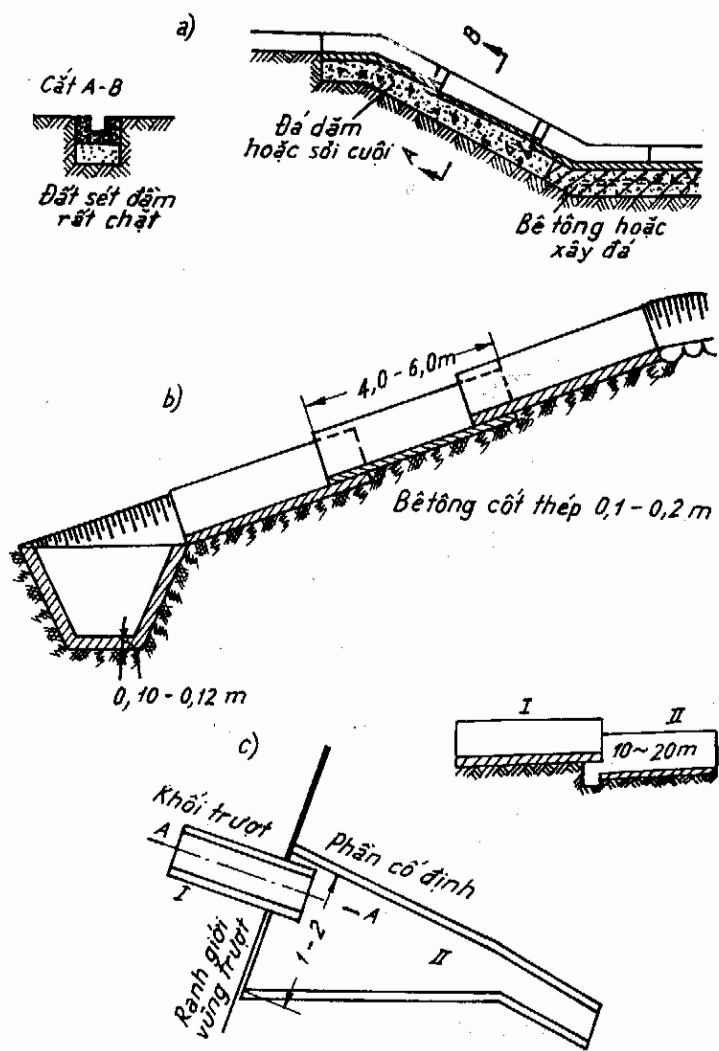
Cấu tạo các loại rãnh có thể tham khảo ở hình 3.9.

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 cứng; 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 kiềm 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 co dẫn 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 co dẫn 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

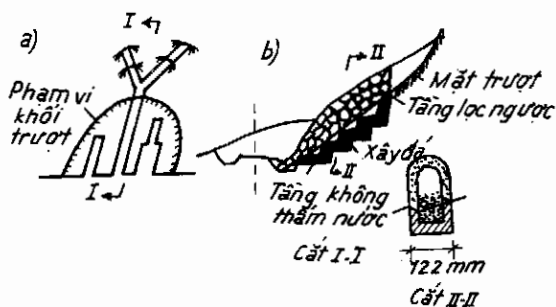
Trên thực tế, các điểm trượt thường xảy ra do hoạt động của nước ngầm chứa và chảy trong các lớp đất đá. Vì thế, muốn phòng chống và xử lý triệt để trượt thì phải xây dựng các kiểu rãnh ngầm khác nhau mặc dù việc xây dựng chúng trong nhiều trường hợp là khá vất vả và tốn kém; đồng thời việc bố trí, thiết 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 nên 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

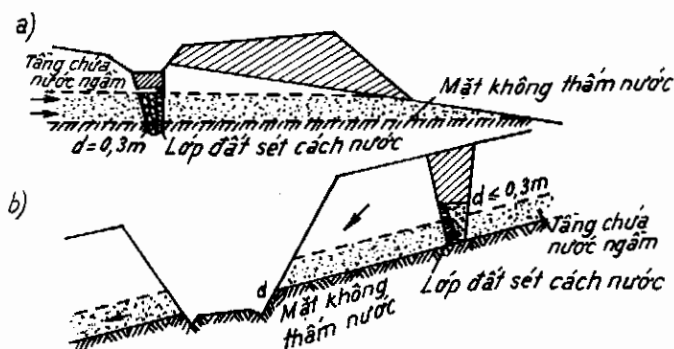
a) Mặt bằng; b) Mặt cắt ngang hào.

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).



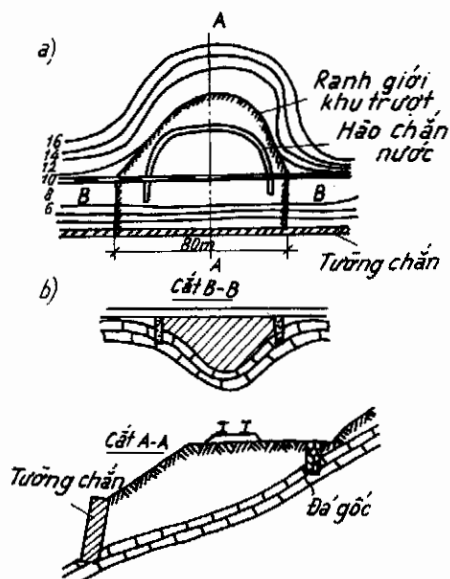
Hình 3.12. Bố trí hào chắn nước ngầm

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 ngấm, 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 ngấm đều phải đặt dưới đáy tầng nước ngấm 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 ngấm. 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 ngấm lân cận giếng.

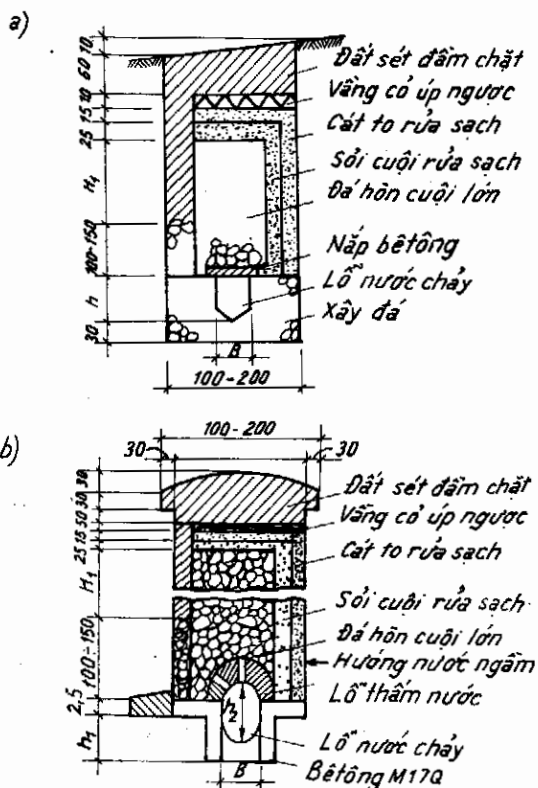
Bề rộng các hào chắn nước ngấm thường từ 1,0 - 2,0 m tùy theo chiều sâu. Đáy hào nên đặt với độ dốc càng lớn càng tốt, miễn là đảm bảo không gây xói, lỗ nước chảy xây bằng đá. Cấu tạo hào chắn nước ngấm



Hình 3-13. Hào chắn nước ngấm 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.

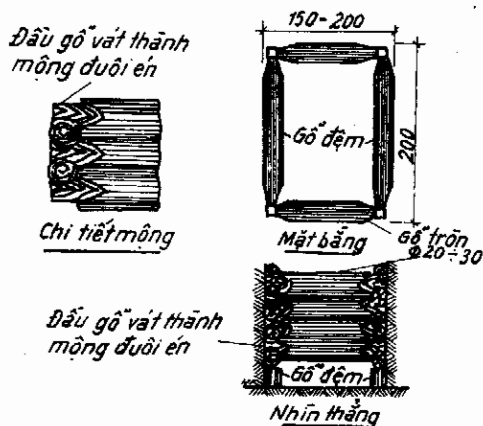


Hình 3-14. Mặt cắt hào chắn nước ngầm
(kích thước trên hình tính bằng cm)

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 đơ. 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 khối lượng 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.

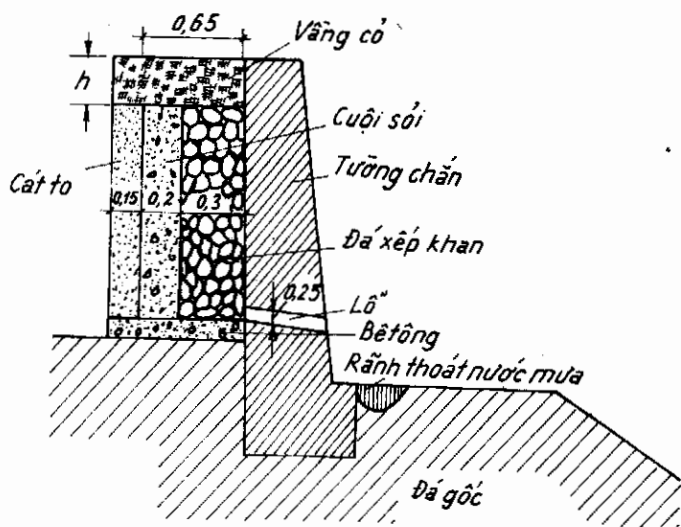
4. Các biện pháp xây dựng công trình chống đỡ

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 né, 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).



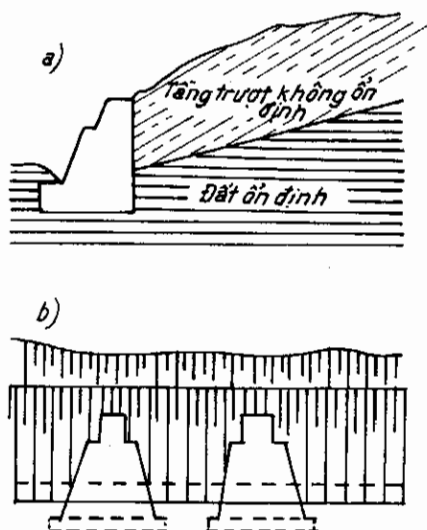
Hình 3.16. Cấu tạo thoát nước sau lưng công trình chống đỡ

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.

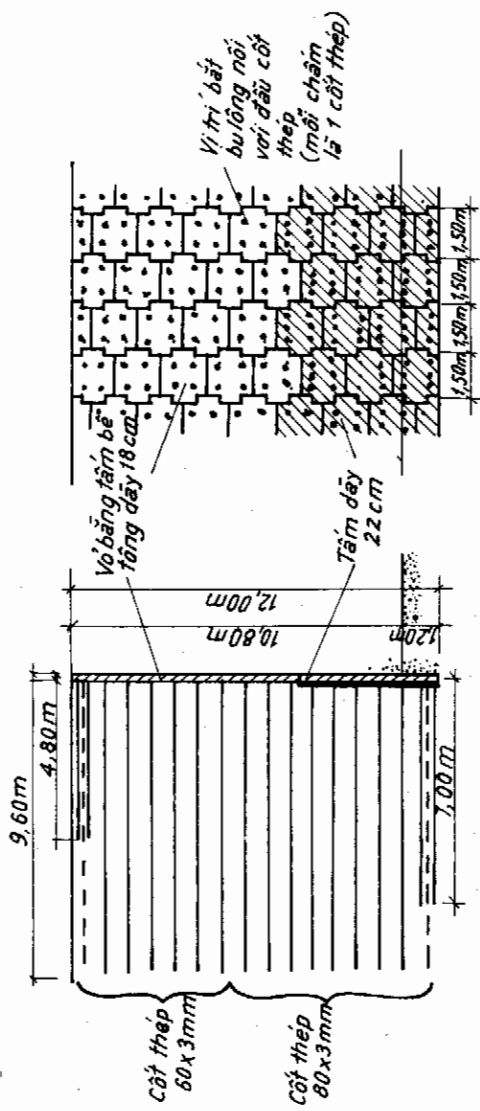
Tường chắn bằng đất có cốt được sử dụng rất có hiệu quả ở Pháp để chống trượt trên các đường núi.

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



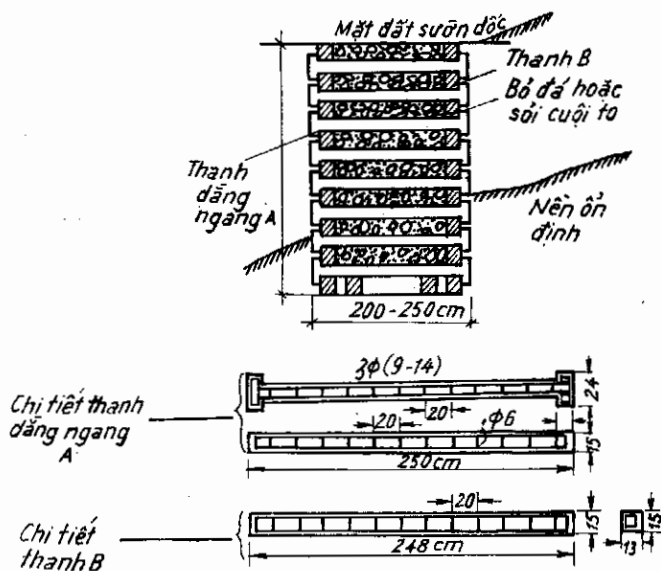
Hình 3.17. Cấu tạo và bố trí ụ đá chống đỡ sườn dốc (ụ đá xếp khảm hoặc xây vữa)

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

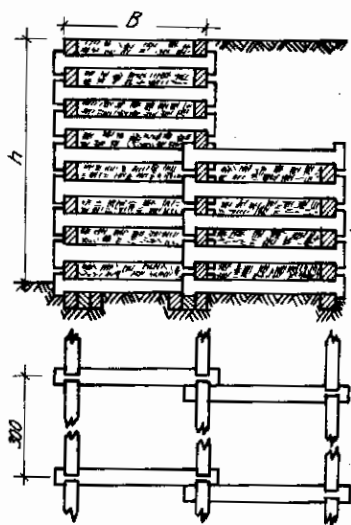
né có sức chống đỡ lớn, đồng thời khi bị khối trượt dẫu dù có dịch chuyển cũng không bị phá hoại như tường chắn xây liền theo kiểu thông thường, hơn nữa lại có khả năng thấm, thoát nước sau tường tốt.

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

Các loại tường kiểu chống né 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.

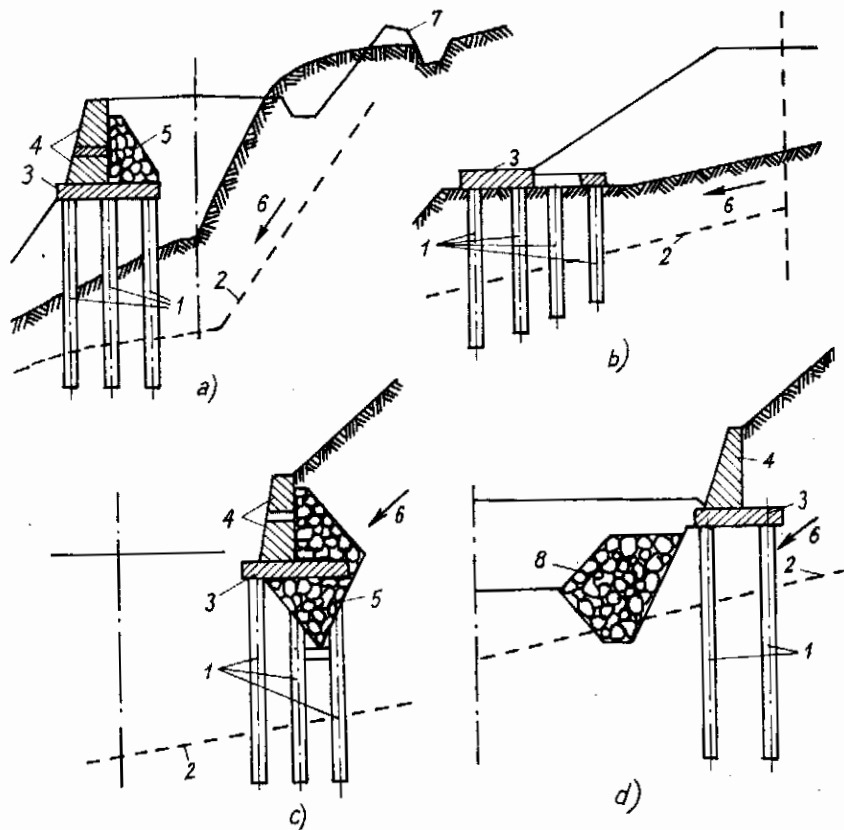
Đóng cọc để chống đỡ chân dốc cũng có thể được áp dụng trong trường hợp trượt tầng, trượt nông và mặt trượt hình thành rõ rệt. Cọc nên đóng thành một dải

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 né 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 đài 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 α (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);

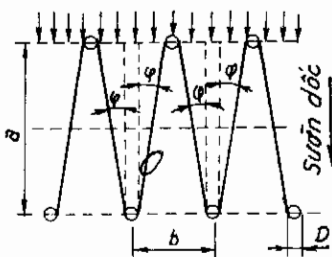
φ - góc ma sát trong của đất (radian).

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 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

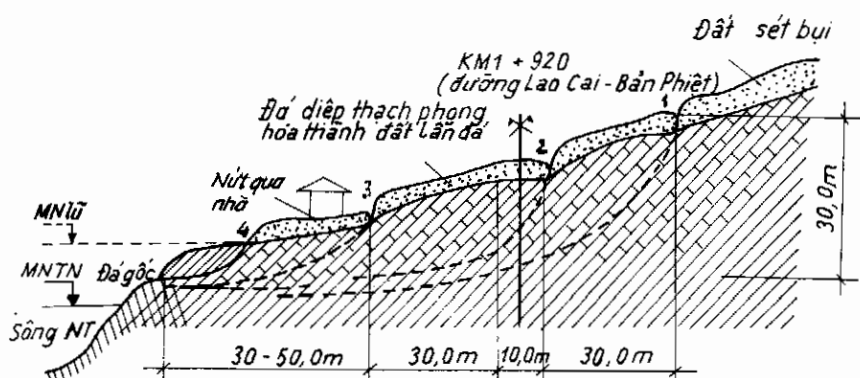
1,0 - 2,0 m. Bậc dưới cùng ngay sát bờ sông, đất trượt đổ ra sông. Chân khối trượt ra tới sát tầng đá gốc mép sông và ở trong phạm vi cao độ 69 - 70 m. Mặt trượt sâu nhất và mặt trượt tương ứng với các bậc đều nằm trong tầng đất đá phong hóa, có từng đoạn mặt trượt nằm sát mặt đá gốc (như đoạn gần bờ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

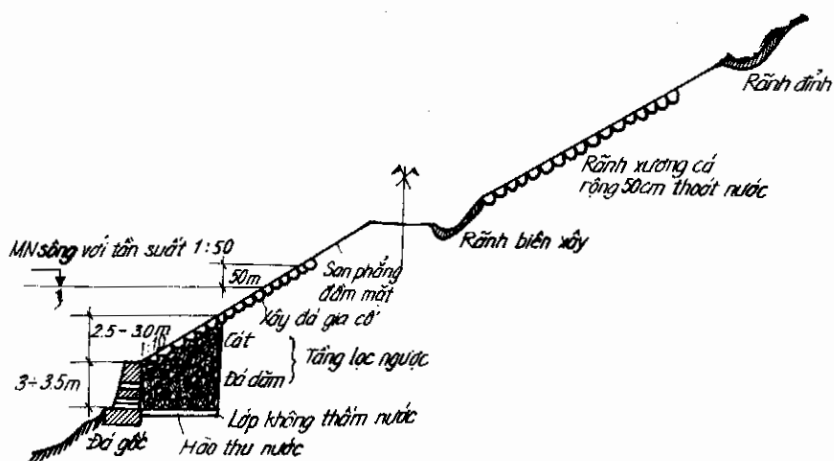
a) Xây dựng tường chắn chống đỡ cao 3,0 - 3,5 m dọc suốt chân khối trượt, móng đặt trên đá gốc sát bờ sông. Sau lưng tường chắn là hào thu nước ngầm có cấu tạo tầng lọc ngược bằng cát và đá dăm (mỗi lớp dày 20 cm) sát với vách đất khối trượt. Nước ngầm qua tầng lọc ngược chảy vào hào và thoát ra sông 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 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

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

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

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

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 liền 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 : 125	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 2- Nếu nhiều đất nên nghiệm toán ổn định cơ học
- Chặt	1 : 0,5	1 : 0,5 - 1 : 0,75	1 : 1	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 vừa	1 : 0,75 - 1 : 1	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:

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

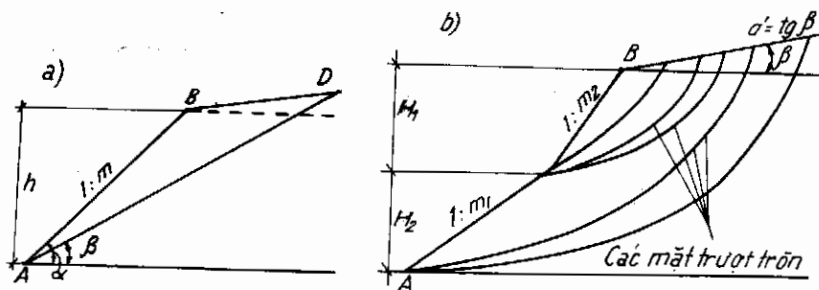
với:

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

trong đó:

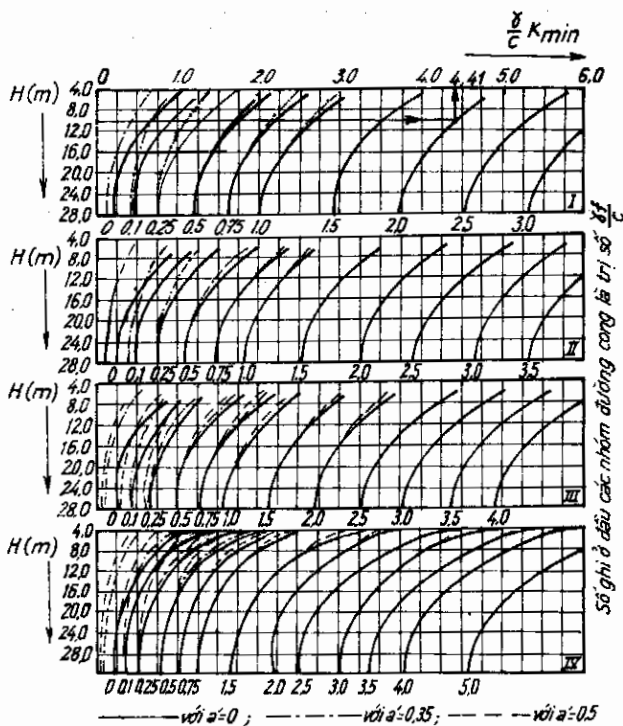
c, f, γ lần lượt là lực dính, hệ số ma sát và khối lượng thể tích của đất mái dốc;

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



(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; giữa các trị số này, có thể nội suy theo khoảng cách ngang hai đường cong)

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; $H = 10\text{m}$; $\frac{\gamma f}{c} = 2.0$; $\alpha' = 0$ 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} (Hoàn độ $\frac{\gamma}{c} K_{min} = 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6$ 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 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:

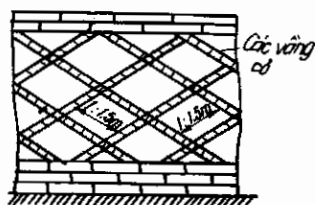
- Đầm chặt và gọt nhẵn mái dốc.
- Gia cố lớp đất mặt mái dốc bằng các chất liên kết (vôi hoặc xi măng).
- Trồng cỏ trên mái dốc: đánh các văng cỏ rồi đem găm thành hàng lối vào mái dốc (hình 4.3), cỏ sẽ lan ra khắp mái dốc. Cũng có thể trồng cỏ bằng hạt hoặc trồng các loại cây thấp bằng hạt.

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

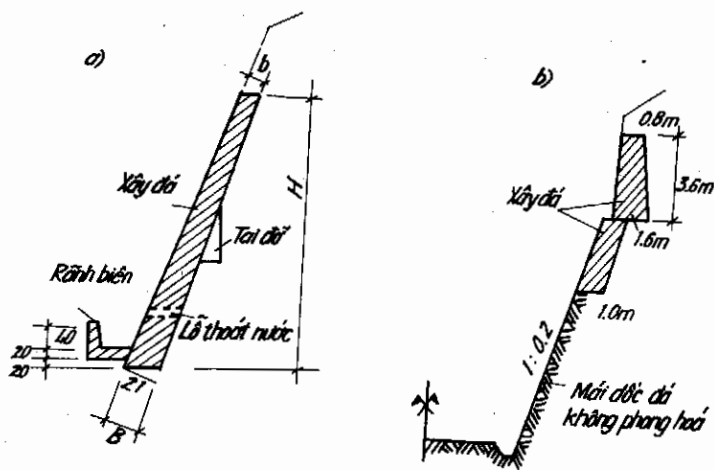
giảm tốc độ nước chảy trên mái dốc. Vùng mưa nhiều và vùng đất kém dính thì càng nên dùng biện pháp này, nhưng ở những nơi mái dốc thường xuyên ngập nước thì không nên trồng cỏ vì cỏ sẽ chết.

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 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 cỏ 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.

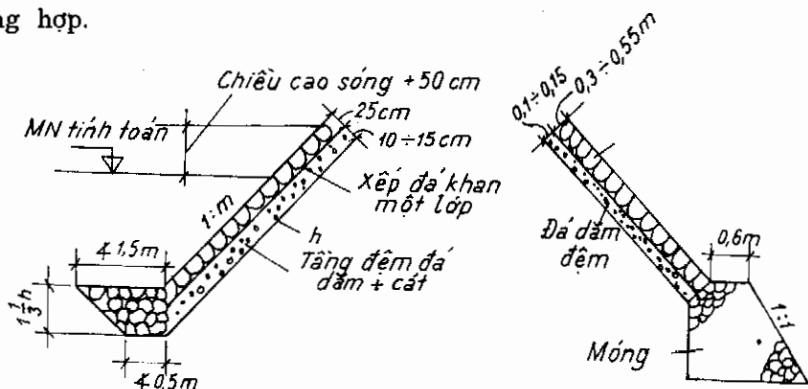
Những đoạn nền đường qua bãi sông, ven hồ, ven biển, qua các cánh đồng chiêm chịu tác dụng của nước chảy và sóng vỗ thì có thể phòng chống sụt lở bằng cách dùng các tầng xếp khan, xây vữa hay lát bê tông, hoặc dùng rọ đá để gia cố bề mặt mái dốc cho đến quá mức nước ngập và chiều cao sóng vỗ 50 cm. Chú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

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:

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

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

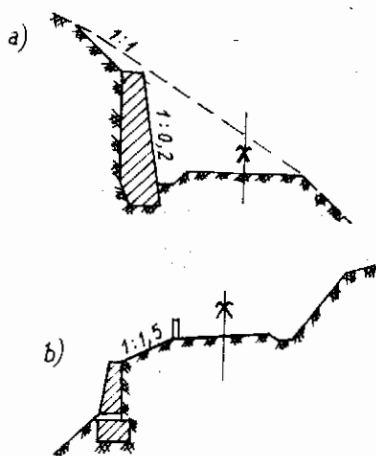
chân mái dốc mà lâu dần dẫn đến sụt lở cả mái dốc. Lòng rãnh nên được lát đá khan hoặc xây vữa dày 14 - 18 cm.

- 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.

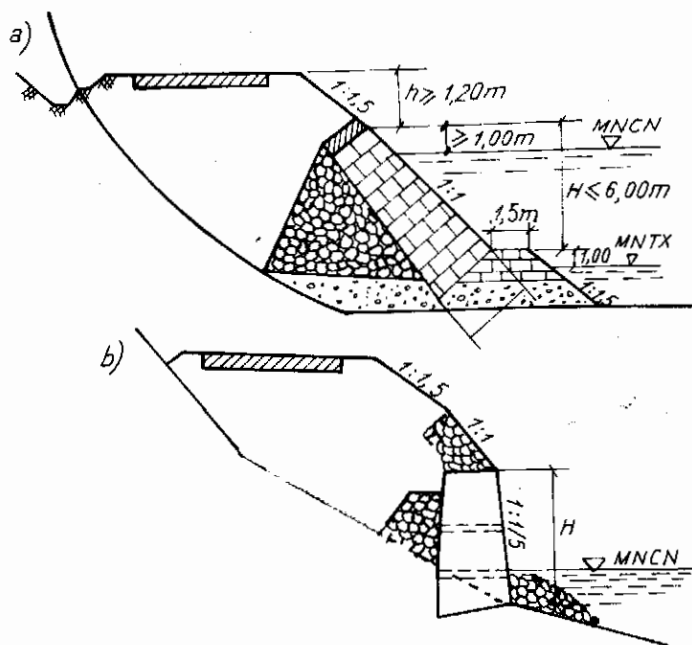
chống đỡ thì mái dốc dễ mất ổn định và gây sụt lở.

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:

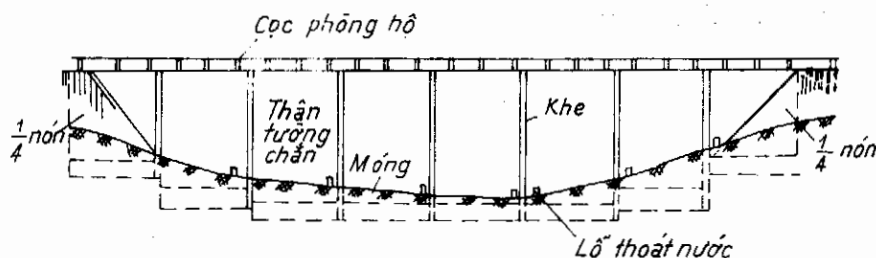
$$t_s = \frac{\Delta W}{B}, \quad (4.9)$$

trong đó:

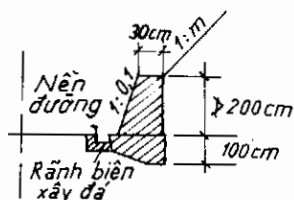
ΔW - chênh lệch diện tích dòng chảy trước và sau khi làm công trình chống đỡ nền đường lẫn ra suối (m^2);

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. Dường 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 lối, 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 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).

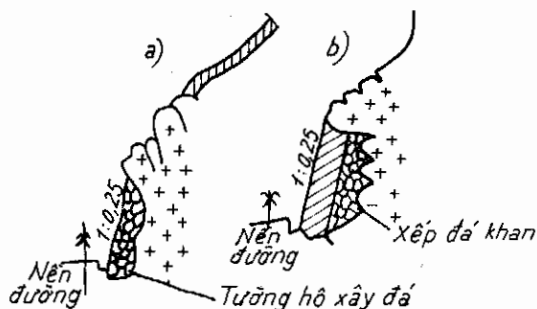
- Tầng đá trên sườn dốc chịu tác dụng chấn động (nổ mìn hoặc động đất).

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

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.

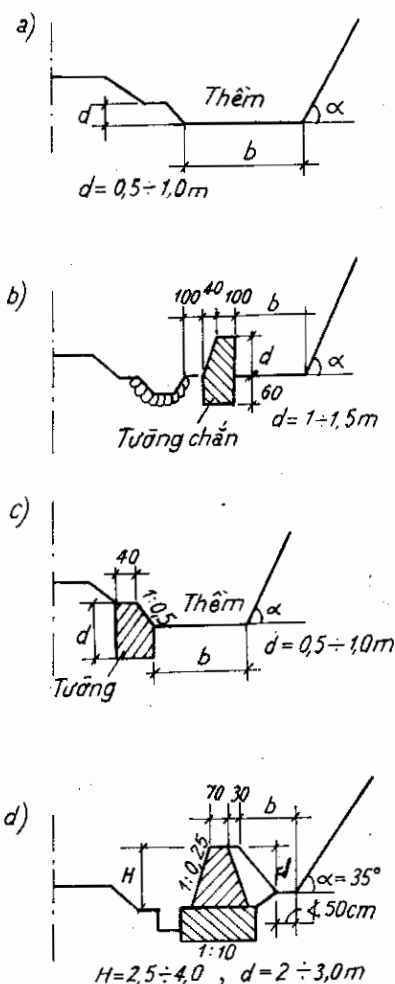
- Xây dựng các thềm hoặc tường phòng chống đá đổ, đá lăn dọc theo nền đường (hình 4.11).

- 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

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

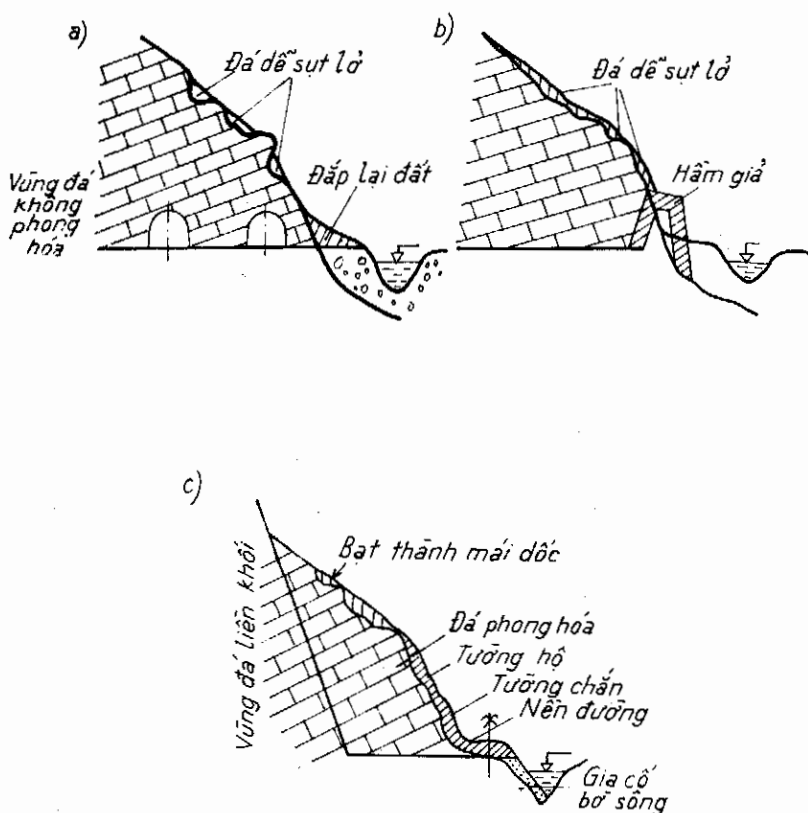
- Nếu quy mô và nguồn cung cấp đá đổ, đá lăn lớn và không có phương án chuyển dịch tuyến đường để vòng tránh thì có thể xét đến các phương án như ở hình 4.12.

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.



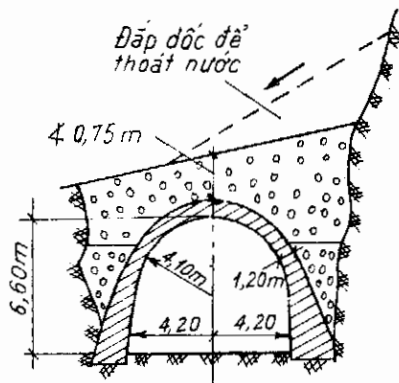
Hình 4.11. Các kiểu thêm hoặc tường phòng chống đá đổ, đá lăn dọc tuyến

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

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

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 trũng 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.

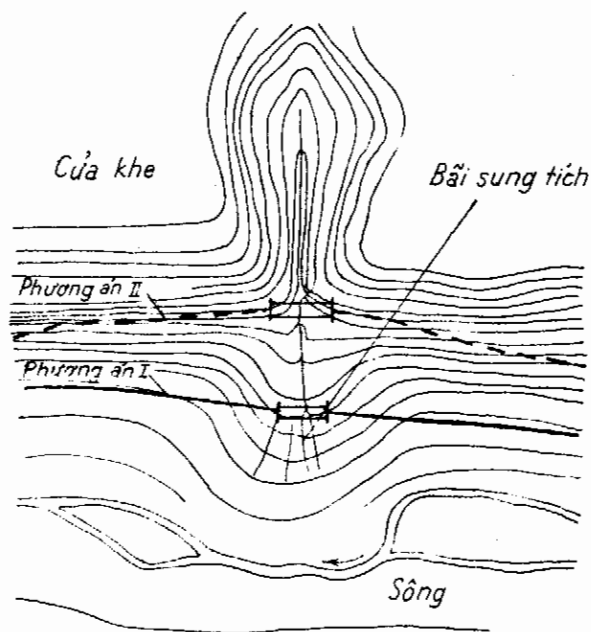
Tăng cường mức độ ổn định của đất đá trên vùng thượng lưu cũng nhằm hạn chế nguồn cung cấp sản vật đất đá cho dòng lũ. Muốn vậy, cần nắm được cấu tạo và nguyên nhân hình thành địa chất dẫn đến các hiện tượng kém ổn định đó để áp dụng các biện pháp thích hợp (đã trình bày ở các phần có liên quan trong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

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

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 sung 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:

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

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:

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

trong đó:

h - chiều sâu dòng chảy (m);

g - gia tốc trọng trường;

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

i_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:

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

với $e = \frac{D_e}{h}$ (D_e 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:

$$V_{tb} = \frac{m_0}{a} R^{2/3} I^{1/4} \quad (4.15)$$

trong đó:

m_0 - hệ số lấy bằng 6,5;

R - bán kính thủy lực;

I - độ dốc dòng chảy;

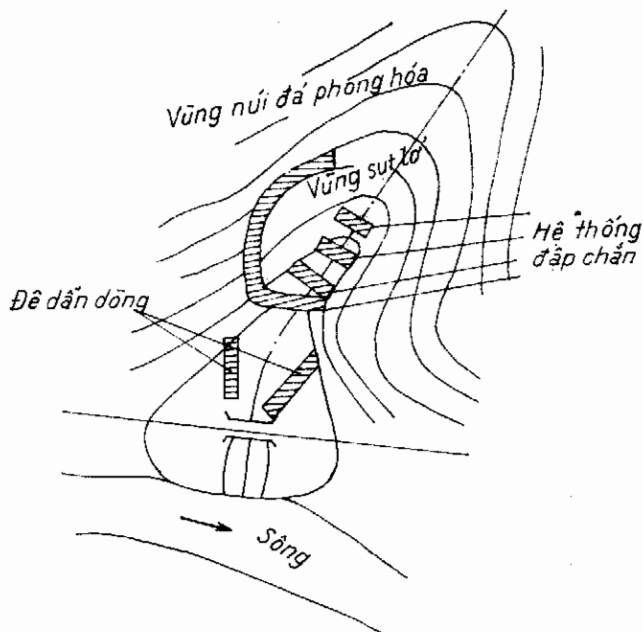
$a = \left(\frac{\gamma_{bd} - 1}{\gamma_{st} - \gamma_{bd}} + 1 \right)^{\frac{1}{2}}$ với γ_{bd} và γ_{st} ý nghĩa như ở công thức (4.12).

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

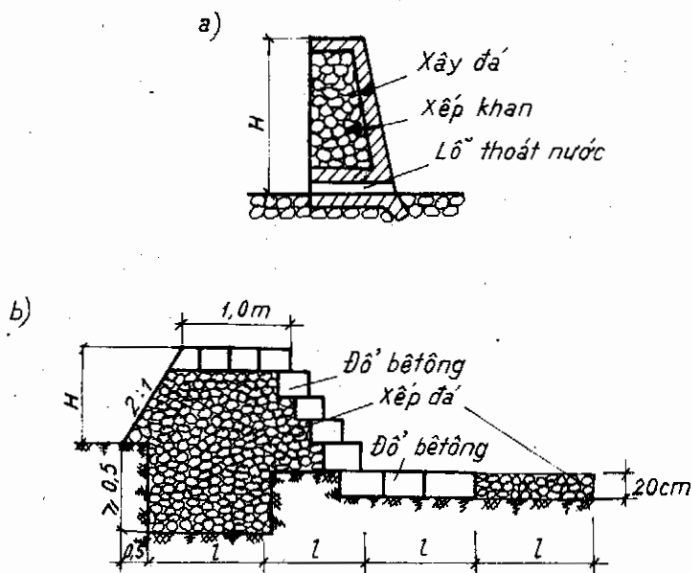
do các sản vật trôi bị chặn lại, dòng nước giảm tốc độ chảy và khi về đến hạ lưu không còn gây tác hại được nữa. Chú ý rằng đập chỉ nhằm chắn đất đá chứ không chắn nước, do đó cần có lỗ để nước chảy qua đập, hoặc có thể tính toán để cho nước tràn qua đỉnh đập chảy xuống hạ lưu.

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 lú 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 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.

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 cầu cống phía dưới một khoảng cách bằng ba lần chiều dài đập.

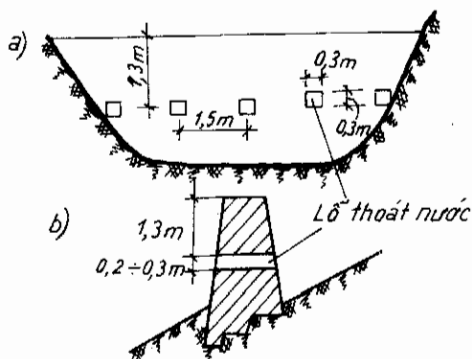
Đập đá (xây đá, xếp đá, xây kết hợp xếp đá) có thể có cấu tạo mặt cắt như ở hình 4.16. Chiều cao đập thường từ 1,5 - 4,0 m.

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;

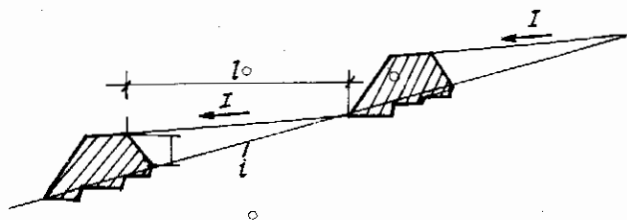
Q - lưu lượng dòng lũ lớn nhất tính được (m^3/s).

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:

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

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).

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;

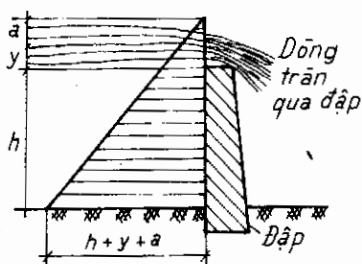
α - động năng dòng chảy;

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

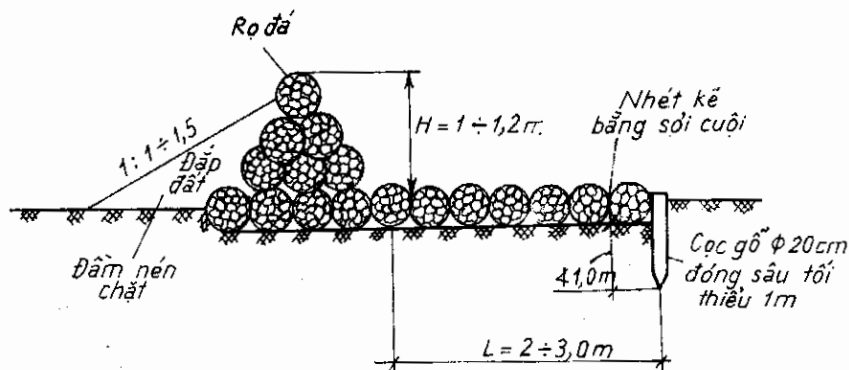
y - chiều cao dòng lũ bùn đá tràn qua đỉnh đập;

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

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.



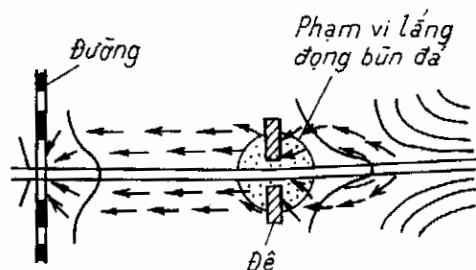
Hình 4.19. Sơ đồ phân bố áp lực ngang của dòng lũ bùn đá tác dụng vào thành đập khi dòng tràn qua đập



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

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:

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

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 bé 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);

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.

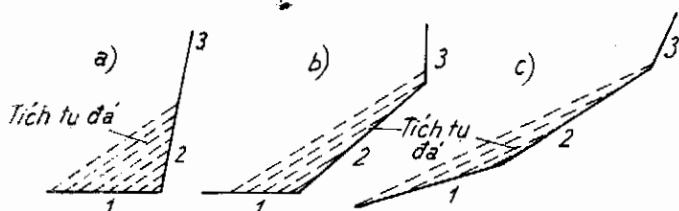
Vị trí đê nên đặt cách xa tuyến đường ít nhất một khoảng bằng ba lần chiều dài đê. Sau khi sản vật bùn đá lắng đọng đầy ngang chiều cao đê thì có thể tôn cao đê, lúc này có thể đắp ngang bên trên lớp đất đá lắng đọng.

§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

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 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).

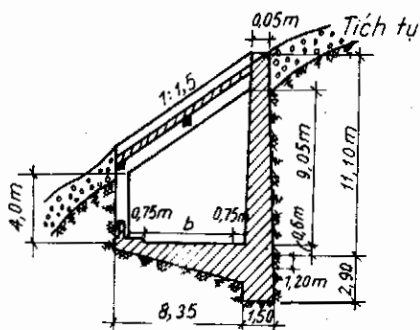
Như vậy, nguyên tắc phòng chống sụt lở ở vùng tích tụ đá chủ yếu vẫn là không được để giảm yếu sức chống đỡ ở chân dốc. Cụ thể là:

- Tránh đào nền đường ở chân ~~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.

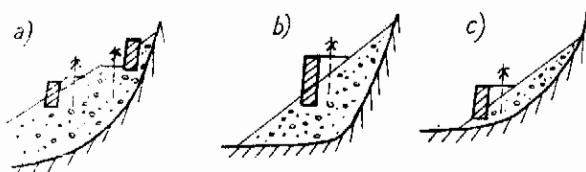
2. Biện pháp chọn tuyến và phòng chống sụt lở nền đường ở vùng tích tụ đá

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 cát 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 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. Dùm 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 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.

