

TIÊU CHUẨN NGÀNH

Nhóm H

CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM	QUY TRÌNH KHẢO SÁT ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH VÀ THIẾT KẾ BIỆN PHÁP ỔN ĐỊNH NỀN ĐƯỜNG VÙNG CÓ HOẠT ĐỘNG TRƯỢT, SỤT LỖ	22TCN 171-87
BỘ GIAO THÔNG VẬN TẢI		Có hiệu lực từ 11/12/1987

(Ban hành theo Quyết định số 2259 - KHKT ngày 11 - 12 - 1987)

1. QUY ĐỊNH CHUNG

1.1. Nội dung và phạm vi áp dụng tiêu chuẩn

Sau giai đoạn khảo sát tổng hợp để thiết kế kỹ thuật tuyến đường (đường sắt, đường ô tô) hoặc trong quá trình khai thác đường, nếu phát hiện thấy ở một khu vực nào đó có hiện tượng trượt, sụt lở có khả năng uy hiếp điều kiện khai thác của tuyến thì cơ quan thiết kế hoặc quản lý công trình nhất thiết phải có những biện pháp xây dựng các công trình phòng hộ đặc biệt để đảm bảo sự ổn định lâu dài của tuyến.

Tiêu chuẩn quy định những điều khoản về khảo sát địa chất công trình (ĐCCT) trong vùng có hoạt động trượt, sụt lở và về thiết kế những biện pháp ổn định có thể vận dụng được để làm cơ sở tiếp tục thiết kế và thi công các công trình cụ thể để ổn định nền đường sau này.

Trong tiêu chuẩn này không đề cập đến các nội dung công tác khảo sát ĐCCT thông thường và thiết kế cụ thể những công trình phòng hộ ở những trọng điểm cần đảm bảo ổn định đã được nêu trong các tiêu chuẩn khảo sát, thiết kế hiện hành của Nhà nước và ngành GTVT.

Tiêu chuẩn này có hiệu lực đối với ngành đường sắt, đường ô tô và cả với ngành đường sông trong những trường hợp tương tự.

1.2. Những vấn đề cần kiểm tra sơ bộ trước khi tiến hành công tác cụ thể.

Trước khi khảo sát ĐCCT và thiết kế biện pháp ổn định nền đường trong vùng có hoạt động trượt, sụt lở, cần tìm kiếm những điểm sau đây:

- Các đặc điểm về công trình ở khu vực có hoạt động trượt sụt lở (nền đào, nền đắp, cống, đầu cầu, cửa hầm...).
- Các tác nhân có ảnh hưởng trực tiếp đến hoạt động trượt sụt lở (như ảnh hưởng của nước mặt, nước ngầm trong khu vực chấn động do thi công bằng máy, bằng mìn).
- Quá trình diễn biến phát triển trượt sụt và những tác nhân ĐCCT động lực.
- Vấn đề môi sinh trong khu vực.
- Tiến độ thiết kế thi công các công trình.

1.3. Yêu cầu kỹ thuật cần đạt trong khảo sát ĐCCT.

Công tác khảo sát ĐCCT cần giải quyết được một số yêu cầu kỹ thuật sau đây:

- Xác định phạm vi khu vực sụt, trượt có ảnh hưởng tới công trình cần bảo vệ thể hiện trên bình đồ tỷ lệ 1/500.
- Xác định chi tiết mặt trượt nhờ những thiết bị khoan đào, địa vật lý, trắc địa.
- Xác định tính chất cơ lý của đất, đá trong và ngoài thân trượt, chế độ hoạt động của nước ngầm và tính chất của nó.
- Xác định các điểm lộ nước dưới đất, lưu lượng chảy theo mùa, nguồn cung cấp nước.
- Thu thập các số liệu về sự di chuyển của khối trượt.
- Phân tích và thu thập những tư liệu cần thiết như: Điều kiện khí hậu, thủy văn và các tác nhân khác (canh tác, thủy lợi, đào đắp đất, chất đờ tải.v.v..) có ảnh hưởng tới khối trượt.
- Xác định rõ nguyên nhân chính gây trượt, sụt lở.

1.4. Xây dựng phương án triển khai công tác khảo sát ĐCCT.

Để đảm bảo yêu cầu về khảo sát ĐCCT ở khu vực có hoạt động trượt, sụt lở, trong khi lập kế hoạch triển khai công tác và lập dự toán khảo sát, cần xây dựng phương án kỹ thuật cụ thể về các vấn đề sau đây:

- Thu thập, đối chiếu, phân tích và tổng hợp những tài liệu cũ và hiện có (kể cả những tài liệu khảo sát thăm dò tổng hợp và những tài liệu lưu trữ có liên quan).
- Xác định phạm vi cần khảo sát (bao trùm ra ngoài khu vực khối trượt, sụt 50m về mỗi phía).
- Tổ chức đo vẽ ĐCCT, địa chất thủy văn (trên bản đồ địa hình ở giai đoạn lập luận chứng kinh tế kỹ thuật theo tỷ lệ 1/100.000 - 1/50.000 và ở giai đoạn thiết kế kỹ thuật theo tỷ lệ 1/1000 - 1/500).
- Bố trí mạng lưới các mặt cắt thăm dò và tổ chức thăm dò.
- Tổ chức tổng kết các số liệu đã thu được để xây dựng báo cáo kỹ thuật về kết quả khảo sát ĐCCT.

Trong báo cáo kỹ thuật phải nêu được đầy đủ tình hình về địa chất, thủy văn và số liệu thí nghiệm đã thu được trong quá trình khảo sát để xác định được rõ nguyên nhân chính gây ra trượt, sụt lở, đồng thời phải đề xuất được các chỉ tiêu cơ lý, hóa cần thiết để phục vụ cho công tác thiết kế các công trình phòng hộ đảm bảo ổn định nền đường sau này.

1.5. Yêu cầu cần đạt trong công tác thiết kế biện pháp ổn định nền đường vùng có hoạt động trượt, sụt lở.

Từ các kết quả khảo sát ĐCCT, công tác thiết kế biện pháp ổn định nền đường phải nhằm đạt 2 mục tiêu sau đây:

- Đánh giá đúng khả năng ổn định nền đường mà chủ yếu là ổn định mái dốc ở khu vực có trượt, sụt lún. Việc đánh giá phải dựa theo các phương pháp tính toán hiện hành (sẽ nêu ở mục 3.6) để kiểm toán ổn định mái dốc.

- Xác lập được một biện pháp phòng hộ hợp lý nhất đảm bảo ổn định nền đường (nếu thấy cần thiết) để có cơ sở thiết kế công trình cụ thể về sau. Tùy tình hình có thể xét chọn một trong những biện pháp phòng hộ được liệt kê ở bảng 5 (thuộc chương III).

Các chỉ tiêu tính toán về DCCT, địa chất thủy văn và các chỉ tiêu khác dùng trong thiết kế phải lấy theo các kết quả thí nghiệm đất đá, thí nghiệm địa chất thủy văn và đo đạc, quan trắc sụt, trượt (nêu ở các mục cuối chương 2) nhân thêm với một hệ số $m=0,75 + 1,00$ để xét đến điều kiện thể nằm của đất đá, đến sự biến đổi tính do ngoại cảnh, do điều kiện làm việc. Ranh giới của khối trượt (đỉnh trượt, thân trượt, chân trượt) các điểm thay đổi địa hình, điểm lộ nước ngầm, vách đá, khe xói lở phải được thể hiện đầy đủ trên trắc ngang và trên bình đồ.

Để khẳng định biện pháp được xét chọn để ổn định nền đường, trong bản thuyết minh thiết kế, cần nêu rõ 4 vấn đề sau đây:

- Luận chứng kinh tế kỹ thuật chung về kết cấu nền đường và các biện pháp phòng hộ có thể áp dụng để đảm bảo tính ổn định chung và cục bộ của tuyến, đảm bảo thời hạn và khả năng khai thác tuyến bình thường và các yếu tố kinh tế khác trong khu vực.

- Cơ sở để tính toán thiết kế các phương án phòng hộ.

- So sánh các phương án với phương án được xét chọn.

- Các điểm cần lưu ý khi thi công, quản lý, khai thác công trình phòng hộ và tuyến đường.

2. KHẢO SÁT, ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH

A. THỊ SÁT KHU VỰC CÓ HOẠT ĐỘNG TRƯỢT, SỤT LÚN

2.1. Mục đích thị sát

- Quan sát, điều tra bước đầu về địa điểm, phạm vi, mức độ ảnh hưởng của vùng có hoạt động trượt, sụt đối với tuyến đường và các công trình xây dựng khác.

- Kiểm tra những tài liệu thu được khi khảo sát tổng hợp tuyến đường và các tài liệu khác về trọng điểm sụt, trượt cần nghiên cứu xử lý.

- Quyết định phương án tổ chức công tác khảo sát: Phạm vi đo vẽ các tuyến thăm dò, số lượng điểm khoan, đào...

2.2. Nội dung công tác thị sát:

- Quan sát mô tả khu vực (bằng máy hay chụp ảnh) theo lộ trình khảo sát và sơ họa một số trắc ngang địa hình đại diện để ghi số liệu đo vẽ địa chất khi đi thị sát.

- Khoan đào xuyên hoặc thăm dò điện một vài vị trí nếu thấy cần thiết.

- Tổng hợp tài liệu và lập báo cáo kỹ thuật.

2.3. Báo cáo kết quả thị sát:

Trong báo cáo kết quả công tác thị sát, phải nêu được các điểm sau đây:

- Xác định dạng sụt, trượt và quá trình phát sinh, phát triển sụt trượt.
- Phạm vi phân bố các quá trình và hiện tượng trượt, sụt, lở, hiện trạng và hậu quả của nó.
- Đánh giá sơ bộ về điều kiện và nguyên nhân chính.
- Vị trí (đoạn, điểm) cần nghiên cứu chi tiết để theo dõi và thiết kế biện pháp phòng hộ.
- Đề xuất sơ bộ những giải pháp trước mắt để khắc phục và phòng chống.

B. ĐO VẼ ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH.

2.4. Hướng lộ trình đo vẽ:

Ngoài yêu cầu phải thẳng góc với các ranh giới của các cấu trúc địa chất, hướng của các lộ trình đo vẽ còn cần phải thẳng góc với các mép, vách trượt sụt, thân trượt sụt.

Bản đồ địa hình dùng cho công tác đo vẽ phải có tỷ lệ không nhỏ hơn 1/500.

2.5. Nội dung công tác đo vẽ ĐCCT.

Nội dung chi tiết của công tác đo vẽ ĐCCT cần được bố trí thích hợp để thể hiện được các điểm sau đây:

- Mô tả tên và phân loại đất, đá trong và ngoài vùng trượt, sụt.
- Thế nằm của đá gốc (góc dốc, phương vị tầng đá) có kèm theo mô tả thạch học và cấu tạo.
- Chiều dày vị trí tầng phủ, lớp suy yếu.
- Vị trí và độ cao của vết lộ nước ngầm.
- Lưu lượng của các mạch nước ngầm lộ ra.
- Độ dốc sườn dốc, mái dốc (hiện trạng hoặc theo tài liệu kỹ thuật cũ).
- Kích thước chiều cao, độ dốc vách trượt, sụt lở.
- Kích thước, vị trí hệ thống kê nứt của đá cấu tạo sườn dốc, mái dốc.
- Vị trí, diện tích đất mặt thân trượt bị lầy hóa.
- Màu sắc đất đá, kích thước, mật độ đá lăn (nếu có).
- Lưu lượng nước chảy ra trong một diện tụ nước (qua chiết khấu của rãnh nền đường, của rãnh nước tự nhiên).
- Tình trạng cây cối, cỏ lau trong khu vực.

2.6. Xử lý kết quả quan sát từ máy bay:

Trong giai đoạn đầu, nếu có điều kiện thì tiến hành quan sát bằng mắt thường hoặc chụp ảnh từ máy bay khu vực có trượt, sụt lở.

Kết quả đo về quan sát từ máy bay hoặc kết quả giải đoán ảnh chụp phải được dùng để xác định phạm vi thân trượt, điều kiện địa chất công trình của khu vực.

2.7. Lấy mẫu đất đá thí nghiệm

Khi đo vẽ DCCT, tùy theo yêu cầu và có khả năng thực tế, cần lấy một số mẫu đất đá có đặc trưng để nghiên cứu sơ bộ các tính chất cơ lý hóa của đất đá phục vụ cho việc đánh giá tình hình trượt, sụt trong báo cáo kỹ thuật sau này. Khi lấy mẫu, quy cách và số lượng mẫu phải tuân theo đúng quy định đối với các hạng mục thí nghiệm cần thực hiện.

2.8. Báo cáo kết quả đo vẽ DCCT.

Để rút ra kết luận từ những tài liệu thu thập được và định hướng công tác khảo sát DCCT sắp tới, báo cáo kết quả đo vẽ DCCT phải nêu rõ được những điểm sau đây:

- Đánh giá được điều kiện địa chất công trình các mặt của đoạn hoặc vị trí sụt, trượt và thuyết minh rõ các đặc trưng của đất, đá và quá trình động lực của chúng.
- Nhận định sơ bộ khả năng phát triển của hiện tượng trượt, sụt lở.
- Soạn thảo được đề cương công tác thăm dò bằng khoan đào, thăm dò điện, thí nghiệm (ngoài trời, trong phòng), theo dõi diễn biến trượt, sụt lở và nêu ra những chỉ dẫn, quy định cần thiết, yêu cầu kỹ thuật trong các mặt công tác này.
- Đề xuất phương án tổ chức thăm dò, thí nghiệm DCCT.

C. THĂM DÒ BẰNG KHOAN ĐÀO

2.9. Mục đích thăm dò bằng khoan đào

Công tác thăm dò trực tiếp bằng khoan đào nhằm mục đích:

- Trực tiếp lấy mẫu đất đá và nước dưới đất để xác định các chỉ tiêu và tính chất của chúng ở trong phòng thí nghiệm.
- Thiết lập mặt cắt DCCT khu trượt, sụt bao gồm tầng phủ, chiều dày thân trượt, đới thừa âm, đới nứt nẻ, phong hóa, tầng đá gốc.
- Đặt dụng cụ quan trắc chuyển vị, dụng cụ thí nghiệm và quan trắc nước dưới đất hoặc dụng cụ đo chế độ nhiệt của đất đá.
- Kiểm tra kết quả thăm dò điện hoặc thăm dò bằng các phương pháp gián tiếp khác nếu thực hiện được.

2.10. Hướng thăm dò và số lượng công trình thăm dò

Các công trình thăm dò cần được bố trí thành tuyến thẳng góc với các yếu tố trượt, sụt, tương tự như ở mục 2.4 và những nơi có các yếu tố địa hình, địa chất đặc trưng.

Số lượng công trình thăm dò (rãnh thăm dò, hào, hố thăm dò, hố khoan) tùy thuộc quy mô khối trượt, sụt nhưng phải đảm bảo xác lập được kích thước thân trượt để phục vụ cho tính toán thiết kế công trình phòng hộ. Thông thường, cần bố trí số lượng lỗ khoan đủ để vẽ được một mặt cắt DCCT dọc tim thân trượt (tức là mặt cắt ngang nền đường) và một mặt cắt DCCT ngang thân trượt (tức mặt cắt song song với tim đường). Cần bố trí thêm một số công trình thăm dò ở những vị trí dự kiến xây dựng công trình phòng hộ sau này.

Trong khu trượt, sụt lớn cần phải khoan đào theo chiều mặt cắt ngang thì khoảng cách giữa chúng không được lấy nhỏ hơn 50m.

2.11. Loại và chiều sâu công trình thăm dò

Phải lựa chọn chiều sâu của các công trình thăm dò đủ để có thể nghiên cứu được toàn diện mặt cắt địa chất trong phạm vi phát triển của quá trình trượt sụt lở.

Phải bố trí một số công trình thăm dò có độ sâu nằm dưới mặt trượt ít nhất là 1m trong đới đá tảng để có thể xuyên qua các lớp đất xáo trộn của thân trượt, các lớp bùn dễ chảy, cát chảy, lớp sườn tích và đới nứt nẻ.

Tùy theo mục đích thăm dò, có thể sử dụng 3 loại công trình thăm dò sau đây:

- Rãnh thăm dò, sâu không quá 0,6m, áp dụng trong trường hợp chiều dày tầng phủ tàn tích, sườn tích không quá 0,5m.

- Hào, hố thăm dò, sâu không quá 3m, dùng để nghiên cứu tầng phủ dày không quá 1,5m, trong trường hợp này, phải có biện pháp đề phòng, chống sập hào.

- Hố khoan, sâu từ 5 đến 10m hoặc hơn nữa tùy theo yêu cầu để nghiên cứu địa tầng và đặt các thiết bị thí nghiệm cần thiết để theo dõi các diễn biến trong khối trượt, sụt.

2.12. Những yêu cầu đối với công tác khoan.

Trong khu vực trượt, sụt lở, có thể áp dụng các phương pháp khoan xoay, đập, khoan nén, khoan tay ở dạng khoan khô với đường kính khoan phù hợp với đường kính tiêu chuẩn của mẫu đất nguyên dạng hiện hành (điều kiện ống mẫu nhỏ nhất là $\Phi 91$) để trực tiếp lấy mẫu đất, đá nhằm xác định các chỉ tiêu cơ lý, hóa của đất, đá, nước bên trong khối trượt sụt.

Khi khoan, cần xác định tốc độ khoan thích hợp với loại đất đá và xác định tỷ lệ lấy lõi mẫu theo độ sâu với tỷ lệ cứ 1m khoan thì lấy 1 mẫu và khi chuyển tầng thì lấy liên tục, vào khoảng 0,5m khoan thì lấy 1 mẫu.

Cần ghi nhận các dấu hiệu khi khoan đến tầng suy yếu, tầng thừa ẩm.

D. THĂM DÒ ĐIỆN

2.13. Nội dung phương pháp thăm dò điện để khảo sát DCCT vùng trượt sụt.

Thăm dò điện là một trong những phương pháp thăm dò địa vật lý có thể áp dụng để khảo sát DCCT ở khu vực đới hiện tượng trượt, sụt lở, đất đá đổ, đặc biệt là ở những khu vực có khối lượng lớn, không có đủ điều kiện thăm dò toàn bộ bằng trực tiếp khoan, đào.

Bằng các thiết bị chuyên dùng, thăm dò điện cho phép xác định thông số điện trở suất biểu kiến của đất đá, nhờ đó có thể xác định được các mặt cắt địa chất và các bản đồ cấu tạo khác của vùng trượt, sụt thông qua việc phân tích các đường cong đo được đưa vào hệ thống các đường cong chuẩn lập sẵn cho từng phương pháp đo.

Tiêu chuẩn này chỉ quy định về việc chọn phương pháp thăm dò cụ thể và tiến hành triển khai thăm dò tại hiện trường mà không đề cập đến việc phân tích các kết quả đo đã được nêu trong các tài liệu chuyên khảo cho từng phương pháp đo, từng thiết bị đo cụ thể.

2.14. Mục đích thăm dò điện trong vùng trượt, sụt lở và đất đá đổ.

Việc thăm dò điện trong vùng có hoạt động trượt phải đạt 4 yêu cầu sau đây:

- Xác định hình dáng và đặc trưng mặt trượt.
- Xác định vùng thừa ẩm của mặt trượt và nguồn nước dưới đất cung cấp cho thân trượt.
- Xác định chiều dày của đới nứt nẻ của đất đá trên sườn dốc.
- Xác định chiều dày tầng phủ và đá gốc trong khu vực.

Việc thăm dò điện trong vùng có sụt lở và đất đá để lại nhằm đạt 4 yêu cầu cụ thể như sau:

- Xác định thể nằm của mặt đá gốc.
- Nghiên cứu cấu trúc sụt.
- Xác định chiều dày phong hóa của sườn dốc.
- Phát hiện và theo dõi nước ngầm dưới đất.

2.15. Những phương pháp thăm dò điện có thể sử dụng.

Trong vùng trượt có thể sử dụng các phương pháp thăm dò sau đây: Đo sâu một cực, đo sâu đối xứng, đo sâu đối cực, đo mật cát điện ở 2 hoặc 3 độ sâu, đo mật cát đối xứng và đo vòng.

Phương pháp điện trường được áp dụng khi cần xác định nguồn nước dưới đất có tác động vào thân trượt.

Trong vùng có hiện tượng sụt lở và đất đá đổ, có thể sử dụng các phương pháp: Đo sâu điểm đối xứng, đo sâu điện một cực hai chiều, đo mật cát điện ở 2 hoặc 3 độ sâu. Phương pháp điện trường thiên nhiên chỉ dùng khi có nước ngầm trong khối sụt lở.

2.16. Phạm vi thăm dò và bố trí mặt cắt thăm dò trong vùng trượt.

Phạm vi thăm dò điện phải bao trùm toàn bộ độ sâu trượt và diện tích của vùng trượt. Muốn vậy, phải bố trí các điện cực phát A và B sao cho $AB_{\max} = 10H$, trong đó AB là khoảng cách giữa các điện cực phát và H là chiều cao thân trượt để cho đường dòng xuyên suốt môi trường nằm dưới thân trượt với mọi tỷ lệ S_2/S_1 , trong đó S_2/S_1 là điện trở suất của đới trên và đới dưới.

Vị trí các điện cực nguồn A, B không được vượt ra ngoài phạm vi thân trượt.

Các mặt cắt thăm dò cần bố trí men theo sườn núi, tức theo hướng song song với tim đường. Trên khu vực trượt, cần bố trí 6 mặt cắt thăm dò, trong đó có 4 mặt cắt nằm trong khu vực trượt và 2 ở ngoài phạm vi trượt.

Khoảng cách giữa các mặt thăm dò, giữa các điểm đo sâu và khoảng cách lớn nhất giữa các điện cực phát phụ thuộc vào sự phân loại quy mô trượt theo diện tích phân bố trượt được quy định như ở bảng 1.

Bảng 1

Quy mô trượt	Chiều rộng mặt cắt trung bình khu trượt (m)	Diện tích phân bố trượt (m ²)	Khoảng cách giữa các mặt thăm dò (m)		Khoảng cách giữa các điểm đo sâu (m)		Khoảng cách lớn nhất của điện cực phát (m)
			(A)	(B)	(A)	(B)	
Trượt rất nhỏ.	50	0,25x10 ⁴	10	20	10	20	20
Trượt nhỏ.	250	6,25x10 ⁴	50	100	50	50	100
Trượt trung bình	1000	100x10 ⁴	200	400	200	200	400
Trượt lớn	1000	100x10 ⁴	200	400	200	200	400

Trong bảng 1 :
Cột (A) chỉ trong vòng trượt.
Cột (B) chỉ ngoài vòng trượt.

Khi cần thăm dò chi tiết các dạng trượt trung bình và trượt lớn, số lượng mặt cắt cần phải lấy gấp đôi số lượng quy định ở trên (tức là có 8 mặt cắt trong khu vực trượt và 4 mặt cắt ở ngoài khu vực trượt).

2.17. Phạm vi thăm dò và bố trí mặt cắt thăm dò trong vùng sụt, lở.

a) Trong khối sụt lở và đang ngừng hoạt động, cần bố trí 4 mặt cắt thăm dò, trong đó có 3 mặt cắt ở trong khối sụt lở và một mặt cắt ở phía trên khối sụt lở theo tầng đá gốc.

Mặt cắt điện cần bố trí dọc theo sườn dốc, khoảng cách giữa các mặt cắt và giữa các điểm đo tùy thuộc vào quy mô sụt lở được quy định như ở bảng 2.

Bảng 2

Quy mô, sụt lở	Khoảng cách giữa nền và đỉnh sụt lở (m)	Khoảng cách giữa các mặt cắt thăm dò (m)	Khoảng cách giữa các điểm đo sâu (m)
Sụt lở nhỏ	250	50	50
Sụt lở trung bình	1000	200	200
Sụt lở lớn	1000	200	200

Mặt cắt thăm dò dọc theo tầng đá gốc cần được đặt cách điểm bắt đầu khối sụt lở 50-100m.

b) Trong khối sụt lở đang hoạt động, điểm đo sâu điện cần đặt ở đoạn vững chắc của khu vực sụt lở và cần bố trí mạng thăm dò cho phù hợp với tình hình thực tế. Nếu không đảm bảo an toàn, không được tiến hành thăm dò điện trên khối sụt lở đang hoạt động.

c) Khi thăm dò điện, dù theo phương pháp nào, cũng cần xác định được tỷ lệ khối lượng giữa cốt liệu của lớp phủ và vật liệu lớp nhét nằm trên các địa tầng phủ trên sườn dốc dọc khối sụt lở (lớp phủ bồi tích, sườn tích mái dốc).

E. THÍ NGHIỆM DCCT VÀ ĐỊA CHẤT THUY VẤN.

2.18. Các chỉ tiêu thí nghiệm

Cần thực hiện đầy đủ các công tác thí nghiệm đất đá và địa chất thủy văn cần thiết để chính xác hóa các kết quả khảo sát đã thu được qua thăm dò bằng khoan đào hay thăm dò điện và xác định rõ các tính chất cơ lý, khả năng chịu lực, biến dạng của đất đá ở trong thể nằm tự nhiên trong khu vực trượt và sụt nhằm xác định được các chỉ tiêu phân loại và chỉ tiêu tính toán, thiết kế các công trình phòng chống sụt, trượt kèm theo. Khuyến khích đẩy mạnh việc áp dụng các phương pháp thí nghiệm ở hiện trường.

Những chỉ tiêu có liên quan đến các đặc trưng DCCT ở khu vực trượt, sụt lở, bao gồm:

- *Đối với đất:* Thành phần hạt, độ ẩm tự nhiên, khối lượng thể tích, trọng lượng riêng, chỉ số đảo, độ lún ướt tương đối, áp lực lún ướt ban đầu, hệ số nén lún, độ nhớt, sức kháng cắt của phần đất lớp nhét (thí nghiệm ở trạng thái tự nhiên và bão hòa), hệ số phong hóa, hàm lượng hữu cơ, thành phần muối hòa tan.

- *Đối với đá:* Cường độ chịu nén khô và bão hòa nước, hệ số hóa mềm, hệ số phong hóa.

- *Đối với tác động của nước:* Độ trương nở tương đối, áp lực trương nở, hệ số tan rã của đất, hệ số thấm, suất hút nước, lưu lượng nước ngầm.

Khi xác định các chỉ tiêu độ chặt, độ ẩm phải áp dụng phương pháp đo cát, nếu chỉ có thể thí nghiệm trong phòng thì phải điều chỉnh lại độ ẩm, khối lượng thể tích theo hàm lượng hạt thô ($\alpha \geq 5\text{mm}$) bằng các công thức hiện hành.

Trong những chỉ tiêu kể trên, quan trọng hơn cả là độ bền, sức kháng cắt, hệ số thấm, khối lượng thể tích của đất tự nhiên và đất no nước. Đối với sức kháng cắt cần xét chọn phương pháp thí nghiệm thích hợp cắt nhanh, cắt chậm... tùy theo mục đích sử dụng số liệu thí nghiệm.

Cần căn cứ vào loại đất đá ở khu trượt sụt (đất lầy sạn, đất hòn thô, đất thông thường, đất bùn, cát, chầy...) và căn cứ vào dự kiến giải pháp kỹ thuật sẽ áp dụng để quy định các chỉ tiêu cần thiết nghiệm thích hợp.

2.19. Các phương pháp thí nghiệm cần thực hiện ở hiện trường:

Khi khảo sát ở vùng trượt, sụt lở, cần thực hiện các phương pháp thí nghiệm hiện trường sau đây:

a) *Vẽ địa chất công trình:*

- Phương pháp cắt trong hố đào.

- Phương pháp nén sập.

- Phương pháp đẩy ngang.

- Phương pháp đo áp lực lỗ rỗng bằng bộ cảm biến.

- Phương pháp thấm ướt đất ở hố móng.

Khi thí nghiệm sức kháng cát (của phần đất lớp nhét) phải áp dụng phương pháp độ ẩm độ chặt. Khi thí nghiệm nén sập, đẩy ngang, cắt trong hố đào, phải tạo cho độ ẩm ở trạng thái bão hòa.

Vì tính chất phức tạp và tốn kém của thí nghiệm nén sập nên khi thực hiện phương pháp này phải xác định số lượng thí nghiệm ít nhất và tiến hành thí nghiệm hết sức cẩn thận.

b) Về địa chất thủy văn:

- Phương pháp đo hệ số thấm.

- Phương pháp đổ nước thí nghiệm đơn và tổ hợp trong hố đào, lỗ khoan.

- Phương pháp ép khí thí nghiệm đơn và tổ hợp trong hố đào, lỗ khoan.

- Quan trắc mức nước bằng đo đạc hoặc bằng chỉ thị màu.

Trình tự thí nghiệm trọng mỗi phương pháp này phải theo đúng quy định trong các tiêu chuẩn thí nghiệm hiện hành hoặc trong các tài liệu hướng dẫn kỹ thuật tương ứng.

G. ĐO ĐẠC, THỐNG KÊ MÁI DỐC ĐỂ TÍNH TOÁN ỔN ĐỊNH.

2.20. Điều kiện và yêu cầu cần đo đạc, thống kê mái dốc ổn định trên tuyến đường.

Công tác đo đạc, thống kê mái dốc ổn định trên các đoạn khác nhau của tuyến đường cần được tiến hành theo điều kiện tự nhiên hiện có để làm cơ sở cho việc thiết kế kết cấu đường hợp lý ổn định và thiết kế các công trình phòng hộ khi cần thiết.

Trước khi đo đạc cụ thể các yếu tố hình học trên các trắc ngang nền đường (sẽ quy định ở mục 2.30) cần phải phân đoạn tuyến thành nhiều đoạn có điều kiện ĐCCT và địa chất thủy văn tương tự dựa theo các tài liệu đăng ký tuyến đường và hồ sơ thiết kế cơ kèm theo các chỉ tiêu cơ bản. Trường hợp không có tài liệu, cần khảo sát, thí nghiệm bổ sung.

Đối với mỗi đoạn có điều kiện ĐCCT và địa chất thủy văn tương tự, cần đo đạc trên 25 điểm (25 trắc ngang nền đường) để có đủ số liệu thống kê, đánh giá tình hình.

Trong quá trình đo đạc, thống kê, phải ghi chú rõ tuyến đường đang khai thác, nâng cấp, hoặc làm mới, những vị trí bị bom mìn đã được xử lý, những đoạn nền đắp trên đất yếu, nền đắp bị xói lở, đắp trên sườn dốc lớn, những đoạn có áp lực thủy động gây ra sụt, trượt.

Các công cụ đo đạc chủ yếu cần sử dụng là máy kinh vĩ, máy cao đạc, địa bàn.

2.21. Các yếu tố cần đo và phạm vi đo ở mỗi trắc ngang nền đường.

Ở mỗi trắc ngang nền đường, cần đo 3 yếu tố: chiều cao mái dốc H , độ dốc α của mái và độ dốc của mặt đất trên đỉnh mái β . Trong một mặt cắt ngang, nếu α và β thay đổi thì lấy trị số trung bình của chúng.

Đối với nền đường nửa đào, nửa đắp, vì chiều cao đắp theo mặt mái dốc phụ thuộc bề rộng nền đường, các đặc trưng cơ lý của đất nền và đất đắp nền phải đo thêm bề rộng nửa mặt đường $B/2$, hình chiếu mặt mái a , và phải tính tỷ số giữa tải trọng với khối lượng thể tích của đất $\frac{P}{\gamma}$.

Tại mỗi mặt cắt ngang, khi mái dốc được cấu tạo từ đất dính thì phải do rộng ra một khoảng $1,5H$ ở trên đỉnh dốc và một khoảng bằng H ở phía chân dốc, còn khi mái dốc được cấu tạo từ đất rời thì phải do rộng ra một khoảng bằng H và bằng $0,8H$.

2.22. Thống kê các yếu tố của mái dốc theo các nhóm phân loại

Sau khi đo đạc, cần sắp xếp các số liệu thu được từ những đoạn có điều kiện DCCT và địa chất thủy văn tương tự theo các nhóm sau đây để xử lý thống kê:

- Đối với H : 2-4m, 4-6m, 6-8m, 8-10m, 10-12m, 12m

- Đối với β : $0-10^\circ$, $10-20^\circ$, $20-30^\circ$ > 30° ;

- Đối với $B/2$: 3m; 3,75m; 4,25m;

- Đối với a : 2m; 4m; 6m.

- Đối với $\frac{P}{\gamma}$: 1, 2, 3.

2.23. Phương pháp tính toán để xử lý thống kê.

Khi số liệu thống kê nhỏ hơn 25 thì có thể dùng phương pháp trung bình số học để tính toán kết quả, khi số liệu lớn hơn 25 thì dùng phương pháp bình phương tối thiểu.

Để thu được mối tương quan trung bình hoặc tương đối chặt khi thống kê trong cùng 1 nhóm, phải loại bỏ những số liệu quá phân tán hoặc chịu ảnh hưởng trực tiếp của một sự biến đổi lớn nào đó về địa hình, DCCT.

2.24. Thống kê các biện pháp gia cố đá áp dụng

Cùng với việc đo đạc, thống kê mái dốc ổn định, còn phải thống kê các dạng công trình phòng, chống sụt, trượt có hiệu quả như rãnh thoát nước, tường chắn cho nền đào và các biện pháp gia cố nền, biện pháp thi công đối với nền đắp ổn định.

H. QUAN TRẮC DIỄN BIẾN TRƯỢT, SỤT.

2.25. Mục tiêu và nội dung công tác quan trắc.

Cần tiến hành công tác quan trắc để phát hiện sự phát sinh và phát triển của hiện tượng trượt, sụt trong quá trình thi công, khai thác và quản lý các công trình trên tuyến. Nội dung công tác quan trắc nhằm ghi nhận được mọi dấu hiệu biến đổi của các quá trình và hiện tượng địa chất vật lý, địa chất thủy văn và các chế độ thủy nhiệt khác xảy ra trong đất, mục tiêu cuối cùng của việc quan trắc là phải xác định được quá trình chuyển động theo 2 phương (ngang và đứng) của khối trượt, sụt.

2.26. Phương pháp quan trắc:

Để ghi nhận những diễn biến có thể xảy ra, tùy theo từng điều kiện và khả năng cụ thể, cho phép sử dụng các phương pháp quả dọi, mốc đo tương đối, phương pháp trắc đạc, dụng cụ đo xiên kiểu cầu SGI, kiểu quả lắc, dụng cụ báo động bằng còi để quan trắc trượt, sụt.

Trong những phương pháp kể trên, cần khởi đầu bằng phương pháp quan trắc bằng mắt thường để ghi nhận trực tiếp tính chất của các hiện tượng diễn biến.

Khi ghi chép nhật ký quan trắc, cần chú ý đến yếu tố thời tiết, hoạt động nông lâm nghiệp, hoạt tải tàu xe, sóng vỗ...

2.27. Bố trí mạng lưới cọc mốc và thời gian quan trắc.

Trong điều kiện chưa có thiết bị tự ghi, cho phép dùng máy cao đạc đo các chuyển vị đứng và ngang của khối trượt, sụt theo từng thời kỳ quan trắc với hệ thống cọc mốc trong và ngoài khối trượt, sụt như sau:

- Cọc mốc dài hay ngắn tùy theo mặt trượt sâu hay nông, dây cọc mốc càng gần mặt trượt càng tốt, có thể ở trên mặt trượt khoảng 0,5 - 2,0m.

Các cọc mốc bố trí thành tuyến ngang và dọc, theo mạng lưới 10x10m - 25x25m trên toàn bộ khu vực trượt (quá mép trượt từ 20 đến 50m, và qua lý trình đầu và cuối 50m).

- Mốc cố định đặt ngoài khu vực trượt từ 100 đến 200 m và đặt ở nơi có tầm nhìn tốt nhất với vị trí đặt máy cố định và mạng lưới cọc mốc kể trên.

Về thời gian quan trắc, cần thực hiện đúng đề cương công tác được vạch ra cho mỗi yêu cầu cụ thể.

Ở nơi mới phát sinh trượt, trượt nhanh, cần quan trắc theo từng giờ.

Ở nơi có sụt phát triển chậm, có thể quan trắc theo ngày, theo tháng.

Ở nơi cần theo dõi diễn biến lâu dài, phải định kỳ quan trắc tùy theo mùa (mùa khô, mưa).

2.28. Yêu cầu giao nộp tài liệu quan trắc

Sau khi kết thúc đề cương quan trắc, cần giao nộp đủ hồ sơ quan trắc bao gồm:

- Mạng lưới, cọc mốc trên bình đồ 1/200 - 1/500.
- Thuyết minh phương pháp quan trắc.
- Nhật ký quan trắc.
- Các biểu đồ chuyển vị (với yêu cầu đo chuyển vị đứng và ngang chính xác đến 1/10mm).
- Các trắc ngang tương ứng với từng thời kỳ quan trắc.

3. THIẾT KẾ BIỆN PHÁP ỔN ĐỊNH NỀN ĐƯỜNG

A. ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG ỔN ĐỊNH MÁI DỐC

3.1. Yêu cầu chung

Trong công tác thiết kế và thi công các tuyến đường, cần phải đánh giá khả năng ổn định nền đường mà chủ yếu là ổn định mái dốc và xác lập những căn cứ để đề xuất những biện pháp xây dựng các công trình phòng hộ và gia cố mái dốc nhằm đảm bảo được độ ổn định cần thiết của mái dốc nền đường, nhất là ở những khu vực chạy qua vùng có hoạt động trượt, sụt lở. Trong khi đánh giá, cần phân biệt rõ khả năng mất ổn định chung với khả năng mất ổn định cục bộ (sẽ được nêu ở mục 3.7 và 3.8) để có biện pháp xử lý thích hợp.

3.2. Những vị trí cần kiện toàn ổn định mái dốc

Việc tính toán khả năng ổn định mái dốc cần được tiến hành trong những trường hợp sau đây:

- Đường sắt đắp cao trên 12m bằng đất hòn to và đất chất sét cứng và nửa cứng, đắp cao trên 6m bằng đất chất sét dẻo cứng, đắp cao trên 20m bằng đá.
- Đường ô tô đắp cao trên 12 m bằng đất.
- Đường sắt đắp qua vùng lầy loại I và III sâu trên 4m và loại II sâu trên 3m, đắp khi mật độ bùn quá 1/10 ở loại I, 1/15 ở loại II và 1/20 ở loại III, đắp qua bùn có độ sệt khác nhau không phân loại được.
- Đường ô tô đắp qua lầy trên 4m hoặc trên đầm lầy nông hơn nhưng khi đắp không đẩy vét bùn, đắp qua đầm lầy có độ dốc ngang ở đáy $> 1/10$.
- Đường đắp qua đoạn có nền thiên nhiên yếu (theo cách phân chia của đường sắt và đường ô tô) trong đó có các điểm đặt các công trình thoát nước hoặc vận tháo nước.
- Đường đắp qua vùng ngập lụt tạm thời cũng như cát qua hồ, đầm chứa nước.
- Đường sắt đắp trên sườn dốc quá 1/5 là đá cứng phức tạp.
- Đường đào qua đất có mái dốc cao quá 12m trong đó có mái dốc quá 16m khi có các điều kiện ĐCCT bất lợi.
- Đường đào khi mái dốc $< 16m$ trong đá cứng có điều kiện ĐCCT bất lợi như có độ dốc của lớp đá quá 1/3 nghiêng ra phía đường.
- Đường đào trong đất chất sét quá ẩm có độ sệt lớn hơn 0,5 hoặc lớp đó chứa nước.
- Đường đào sâu trên 6m trong đất chất sét bụi trong vùng ẩm ướt cũng như trong đất chất sét dễ bị giảm độ bền và ổn định ở mái dốc khi có tác động của các yếu tố khí hậu.
- Đường qua vùng có điều kiện ĐCCT phức tạp (sườn dốc quá 1/3, xói lở).
- Đường qua đất sét trương nở mạnh.
- Đường thi công bằng thủy lực và phá nổ lớn.
- Đường trong vùng có chấn động quá cấp 9/12.

3.3. Tài liệu cần để tính toán ổn định mái dốc

Những tài liệu cần thiết bao gồm:

- Các mặt cắt địa chất có tỷ lệ 1/500 - 1/200, trong đó khối đất được phân tích thành các phần tử địa chất (tầng lớp thấu kính...) có kèm theo các tính chất cơ lý đặc trưng...
- Các chỉ tiêu cơ lý tiêu chuẩn của đất đá bao gồm: Góc nội ma sát φ , lực dính C và khối lượng thể tích γ . Ngoài ra, tùy từng trường hợp cụ thể, còn phải thu thập thêm các số liệu cơ bản khác như: hệ số thấm K , thành phần hạt, quan hệ giữa sức kháng cắt với độ ẩm của đất...
- Các số liệu về địa chất thủy văn, thủy văn khu vực, địa chấn khu vực.

- Tài liệu về khảo sát địa hình khu vực mái dốc bị mất ổn định, trong đó có chỉ dẫn rõ vị trí vách trượt, lưỡi trượt, chân trượt, các vết nứt trên đỉnh dốc, các vết lộ nước ngầm, các khe xói...

- Các số liệu về khoan thăm dò, thăm dò điện, dự đoán mặt trượt có thể xảy ra.

- Tài liệu địa hình khu vực trước khi xảy ra hiện tượng trượt, sụt mái dốc.

- Các tư liệu khác về hoạt động DCCT trong khu vực.

3.4. Điều kiện cơ bản để đánh giá khả năng ổn định mái dốc

Trong mọi trường hợp, mái dốc được xem là ổn định khi điều kiện sau đây được thỏa mãn.

$$K_{0d} \geq K_{tc}$$

Trong đó: K_{0d} là giá trị của hệ số ổn định tính toán và K_{tc} là giá trị của hệ số ổn định tiêu chuẩn.

3.5. Hệ số ổn định tiêu chuẩn K_{tc} .

Hệ số K_{tc} được xác định theo biểu thức:

$$K_{tc} = K_1.K_2.K_3.K_4.K_5.K_p \text{ với:}$$

- K_1 là hệ số xét đến độ tin cậy và đặc trưng độ bền và biến dạng của đất.

- K_2 là hệ số xét đến cấp của tuyến đường.

- K_3 là hệ số xét đến tầm quan trọng của đối tượng thiết kế.

- K_4 là hệ số xét đến sự tương đương của sơ đồ tính toán với điều kiện DCCT thực tế.

- K_5 là hệ số xét đến loại đất và ý nghĩa của nó.

- K_p là hệ số xét đến đặc điểm của phương pháp tính toán.

Các hệ số từ K_1 đến K_p được xác định theo hướng dẫn trong các sổ tay kỹ thuật hiện hành.

Trong thực tế tính toán, hệ số K_{tc} được lấy theo *bảng 3* sau đây:

Bảng 3

Các dạng mất ổn định của mái dốc	Đánh giá khả năng mất ổn định	Phương pháp tính toán cho hệ số ổn định K_{0d}	Hệ số ổn định tiêu chuẩn K_{tc}
- Trượt tầng phủ, lớp bề mặt mái dốc	Mất ổn định cục bộ	Xem mục 3.8 và 3.9	1,50
- Xói lở bờ mái dốc			1,00
- Xói ngầm cơ học.			1,00

Các dạng mất ổn định của mái dốc	Đánh giá khả năng mất ổn định	Phương pháp tính toán cho hệ số ổn định $K_{\text{ổđ}}$	Hệ số ổn định tiêu chuẩn K_{to}
- Khối đất mái dốc bị dịch chuyển theo nguyên tắc vừa trượt vừa quay (trượt đất)	Mất ổn định chung	- Phương pháp mặt trượt trụ tròn xoay và mặt trượt gãy khúc	1,30 ÷ 1,25
- Sụt trượt mái dốc			1,00
- Trồi nền			1,00

3.6. Các phương pháp tính toán hệ số ổn định mái dốc $K_{\text{ổđ}}$

Hệ số ổn định mái dốc $K_{\text{ổđ}}$ được phép tính toán theo các phương pháp cơ bản sau đây:

- Phương pháp mặt trượt trụ tròn.
- Phương pháp Maxlôp, Bcrer
- Phương pháp Sakhunhien
- Sơ đồ sườn dốc, mái dốc bị lún (tính toán nền ép trôi).

Phạm vi ứng dụng của mỗi phương pháp trên được quy định như ở bảng 4.

Trừ trường hợp cuối cùng, các phương pháp còn lại được sử dụng khi mái dốc được cấu tạo từ các lớp đất đá bền vững như đá, đất lẫn đá và đất dăm sạn.

Bảng 4

Phương pháp tính toán	Loại mái dốc	Điều kiện ứng dụng
- Phương pháp mặt trượt trụ tròn xoay	Nền đắp nền đào	- Mái dốc đồng nhất, cấu tạo từ đất dính. - Mái dốc phân lớp rõ rệt. - Mặt trượt có dạng gần giống trụ tròn.
- Phương pháp mặt trượt gãy khúc (phương pháp Maxlôp - Rerer, phương pháp Sakhunhuan)	Nền đắp trên tầng đá gốc, nền đào	- Mái dốc phân lớp theo các dải nằm ngang hay nghiêng về phía nền đào. - Mặt trượt được xác định từ các bề mặt tiếp xúc giữa các lớp đất cấu trúc. - Nền đường đi trên tầng sườn tích, tàn tích bị phong hóa mạnh nằm phía trên tầng đá gốc có bề mặt tiếp xúc nằm nghiêng.
- Phương pháp tổ hợp tính toán theo mặt trượt trụ tròn và mặt trượt gãy khúc	Nền đắp	- Mái dốc phân lớp nhưng khó xác định hình dạng mặt trượt
- Phương pháp tổ hợp tính toán theo mặt trượt trụ tròn, mặt trượt gãy khúc và phương pháp K_p	Nền đào	- Mái dốc phân lớp nhưng khó xác định hình dạng mặt trượt

Phương pháp tính toán	Loại mái dốc	Điều kiện ứng dụng
- Phương pháp tính toán khả năng nền bị ép trôi theo hệ số an toàn ổn định.	Nền đắp nền đào	- Được sử dụng phối hợp với một trong các phương pháp kể trên khi nền của mái dốc là đất yếu, kém ổn định.

3.7. Trình tự và phương pháp đánh giá sự ổn định chung.

Sự phá hoại ổn định chung được thể hiện bằng sự dịch chuyển của cả một khối đất đá lớn bao trùm toàn bộ mái dốc, dốc hay phần lớn khối đất đá xuống phía dưới.

Để đánh giá sự ổn định chung của mái dốc, sườn dốc hay công trình chống đỡ, cần phải:

- Lựa chọn sơ đồ tính toán hợp lý trên cơ sở phân tích số liệu, đặc trưng ĐCCT và các điều kiện thiên nhiên khác cũng như các dạng phá hoại có thể xảy ra đối với sự ổn định chung của mái dốc, sườn dốc hay công trình chống đỡ.

- Lựa chọn phương pháp tính toán thích hợp với từng trường hợp cụ thể theo như bảng 4 ở mục 3.6 để tính toán hệ số ổn định K_{od} và rút ra kết luận cần thiết.

3.8. Điều kiện và phương pháp đánh giá khả năng ổn định cục bộ.

Sự phá hoại ổn định cục bộ được thể hiện bằng sự dịch chuyển của lớp bề mặt mái dốc hay của một khối đất, đá nhỏ nằm trên mái dốc xuống phía dưới.

Khả năng mất ổn định cục bộ đối với mái dốc nền đào được cấu tạo từ đất sét có thể xảy ra khi:

- Đất quá ẩm ở dạng thể nằm tự nhiên (có $B > 0,25$)

- Đất có chỉ số dẻo $W_n \leq 12$

- Đất có tính trương nở từ vừa đến mạnh.

- Đất khác thường (như đất hóa mặn mạnh, có chứa ôxyt sắt...) có xu hướng chịu ảnh hưởng mạnh của phong hóa hóa học.

Để đánh giá được khả năng mất ổn định cục bộ, cần xác định rõ các yếu tố sau đây:

- Chiều dày tầng phong hóa.

- Sự thay đổi về trạng thái và tính chất của đất theo chiều sâu tầng phong hóa.

- Chiều sâu thấm nước trong mùa mưa.

- Độ rời rạc, vỡ vụn của đất về mùa nắng.

Việc đánh giá sự ổn định cục bộ của mái dốc cần phải tiến hành riêng biệt cho từng dạng phá hoại có thể xảy ra như: Trượt tầng phủ, (trượt bề mặt mái dốc), trượt chày lở hay xói ngầm cơ học theo 1 trong những phương pháp tính toán được nêu trong bảng 4 ở mục 3.6.

3.9. Nghiên cứu biện pháp xử lý phòng ngừa mất ổn định mái dốc

Sau quá trình tính toán, nếu điều kiện cơ bản đã nêu ở mục 3.1 không thỏa mãn được thì phải nghiên cứu đề xuất các biện pháp phòng hộ cần thiết (được nêu trong phần tiếp theo của chương này) để đảm bảo sự ổn định mái dốc nền đường.

B. THIẾT KẾ BIỆN PHÁP PHÒNG HỘ ĐỂ ỔN ĐỊNH NỀN ĐƯỜNG

3.10. Các biện pháp nâng cao ổn định mái dốc có thể vận dụng

Sau khi xác định được điều kiện, nguyên nhân gây nên mất ổn định mái dốc và kiểm toán về khả năng ổn định của nó theo sơ đồ tính toán và phương pháp tính toán thích hợp, nếu phát hiện thấy không đảm bảo khả năng ổn định thì phải lập luận chứng kinh tế - kỹ thuật, để so sánh và xét chọn đưa vào sử dụng một trong những biện pháp nâng cao khả năng ổn định của mái dốc, được nêu trong bảng 5 dưới đây.

Việc lựa chọn phương án hợp lý nhất tùy thuộc vào tác dụng, điều kiện và phạm vi áp dụng của nó, nhưng cần chú ý thích đáng đến khả năng thi công, điều kiện nguyên vật liệu tại chỗ và cần ưu tiên áp dụng tổ hợp các biện pháp để mang lại hiệu quả cao nhất, vững bền nhất.

Trong bảng 5 đã nêu tương đối đầy đủ các biện pháp về kết cấu công nghệ và khai thác để nâng cao khả năng ổn định mái dốc. Trong phạm vi tiêu chuẩn này, chỉ đề cập đến các biện pháp về kết cấu.

Trong trường hợp đặc biệt được phép sử dụng những biện pháp khác không nêu trong tiêu chuẩn này nhưng phải thuyết minh đầy đủ khả năng thích nghi với thực tế và hiệu quả kinh tế.

Bảng 5

Loại biện pháp	Tác dụng của biện pháp
<p>1. Biện pháp kết cấu</p> <p>a) Xây dựng công trình chống đỡ</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tường chắn xây đá. - Tường chắn bê tông và BTCT - Tường ốp mái. - Dê phản áp chống trượt, trôi. - Kè đá và cắm cọc - Cọc ghim BTCT, cọc thép, cọc ray. - Đất có cốt. - Tường neo cố - Phun vữa xi măng, phun bê tông <p>b) Giảm tải trên mái dốc</p> <ul style="list-style-type: none"> - Thiết lập mặt cắt hình học hợp lý của mái dốc - Đặt mái dốc theo kết quả tính toán và xử lý công trình thực tế. - Hạn chế chiều cao mái dốc - Đánh cấp trước khi đắp nền trên sườn dốc 	<p>Chống đỡ áp lực đất thiết lập sự cân bằng mới tăng cường sự ổn định chung, hạn chế tốc độ, hậu quả phong hóa.</p> <p>Ngăn ngừa và xóa bỏ khả năng phát sinh trượt sụt tăng hệ số ổn định K_{min}</p>

Loại biện pháp	Tác dụng của biện pháp
<p>c) Thoát nước mặt và chống xói bề mặt</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rãnh đỉnh và hệ thống thoát nước mặt. - Bậc nước - Dốc nước - Chống thấm bề mặt mái dốc - Cách ly nước và chống xói nền <p>d) Thoát nước ngầm</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rãnh hở hầm thoát nước - Giếng ngầm - Gia cường của thoát nước ngầm. - Rãnh, mương thấm, mương hạ mực nước ngầm <p>c) Bảo vệ bề mặt mái dốc</p> <ul style="list-style-type: none"> - Gia cố bằng cỏ - Ván lật bê tông và BTCT - Thả đá chân mái dốc lát đá - Rọ đá - Nền chặt và gia cố đất mái dốc <p>2. Biện pháp công nghệ</p> <p>+ Tổ chức thi công:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Thiết lập sơ đồ và các bước thi công hợp lý. - Bảo đảm chế độ, liều lượng sử dụng thuốc mìn. - Thoát nước tốt khi thi công <p>+ Gia cố đất (cải tạo đất)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nền chặt đất - Gia cố xi măng - Phủ bề mặt bằng bê tông 	<p>Điều chỉnh thông thoát nước mặt hạn chế và khử tác dụng bảo xói của nước.</p> <p>Chống xói ngầm, giảm gradient thủy lực nước ngầm.</p> <p>Tăng cường sự ổn định chung</p> <p>Hạn chế khả năng phát sinh biến dạng cục bộ ngay trong quá trình thi công</p>
<p>3. Biện pháp khai thác</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bảo đảm chế độ làm việc bình thường của mái dốc theo đúng yêu cầu của đồ án thiết kế: - Bảo dưỡng thường xuyên hệ thống thoát nước - Phòng hộ và gia cố bổ sung trong quá trình quản lý đường. 	<p>Nâng cao độ bền và độ ổn định của đất</p> <p>Ngăn ngừa hiện tượng biến dạng cục bộ ảnh hưởng đến sự ổn định chung</p>

C. XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH CHỐNG ĐỔ

3.11. Tác dụng và phân loại công trình chống đỡ

Công trình chống đỡ có tác dụng ngăn ngừa khả năng đất, đá trượt, sụt, và tăng cường sự ổn định của mái dốc, chống lại sự dịch chuyển của đất đá.

Phải căn cứ theo hình loại, kích thước khối đất sụt, chiều dày tầng tàn tích phủ, trạng thái và đặc điểm của thể nằm đá gốc, điều kiện DCCT, địa chất thủy văn, khả năng vật liệu sẵn có ở địa phương, khả năng thi công... để quyết định hình loại, kết cấu, kích thước và vị trí xây dựng công trình chống đỡ.

Công trình chống đỡ đất sụt, trượt có thể được sử dụng một cách độc lập hay phối hợp với các công trình xử lý khác.

Về cơ bản, các công trình chống đỡ bao gồm 3 dạng loại: Tường chắn, đê phản áp và kê đá.

3.12. Tường chắn:

Tường chắn là một trong những loại công trình chống đỡ được ứng dụng rộng rãi nhất cần được thiết kế theo 1 trong 3 hình thức sau đây tùy theo tình hình chất chịu lực và tác dụng của nó:

- Tường đỡ
- Tường ốp mái
- Tường chịu lực.

Việc tính toán thiết kế tường chắn phải tiến hành theo phương pháp những trạng thái giới hạn phù hợp với sơ đồ tính toán ứng với tổ hợp lực bất lợi nhất như đã quy định trong các tiêu chuẩn hiện hành.

Khi thiết kế tường chịu lực chống trượt, ngoài việc tiến hành theo trình tự chung về thiết kế tường chắn, còn cần phải kiểm toán về khả năng ổn định chống lật, chống trượt phẳng, về độ bền của tường và khả năng ổn định của nền.

3.13. Đê phản áp:

Đê phản áp bằng đất và đá đặt ở vùng bị động mái dốc trượt để ngăn cản sự dịch chuyển của khối đất trượt cũng là một loại công trình chống đỡ phổ biến và tin cậy.

Khi thiết kế đê phản áp cần dự tính trước việc xây dựng các công trình thoát nước của những lớp đất nền trên sườn dốc ở phía trên để phản áp.

Kích thước mặt cắt ngang đê phản áp xác định theo cấu tạo phải được kiểm toán về ổn định chung, ổn định mái dốc và nền đê phản áp. Giá trị tiêu chuẩn của hệ số ổn định K của đê phản áp cần phải lấy trong khoảng từ 1,10 đến 1,25 tùy theo cấp đường, kích thước và chiều dài sườn dốc trượt, mức độ tin cậy của số liệu đã có về đất và phương pháp tính.

Tùy theo điều kiện vật liệu, đê phản áp có thể được thiết kế bằng đá học, đá sỏi, bê tông đá học hay BTCT.

Đối với khu vực có đất bão hòa nước, để đảm bảo được khả năng thoát nước, cần dự tính trước việc dùng đê phản áp bằng đá học, đá sỏi và khi cần thì đặt những ống cống thoát nước và tầng lọc ngược trong nền đê phản áp.

Khi khối đất sụt có chiều dày không lớn lắm, cần sử dụng đê phản áp ở dạng cột hay dạng băng chạy dọc theo sườn dốc đặt chủ yếu ở chân mái dốc.

3.14. Kê đá:

Kê đá được dùng để ngăn ngừa hiện tượng sụt lở, sụt trượt mái dốc khi chiều dày tầng có khả năng trượt không lớn.

Khi thiết kế kê đá thì kích thước, chiều sâu kê, khoảng cách giữa chúng phải thỏa mãn 3 điều kiện khống chế.

- Không cho phép di chuyển đất và kè.
- Không cho phép khối đất trượt cắt kè.
- Không cho phép hình thành mặt trượt nằm thấp dưới chân kè.

D. GIÁM TÀI TRÊN MÁI DỐC

3.15. Các hình thức giám tài mái dốc

Qua kiểm toán ổn định mái dốc, biện pháp giám tài trên mái dốc để xóa bỏ và ngăn ngừa khả năng phát sinh sụt, trượt có thể thực hiện bằng cách cắt bỏ một phần hay toàn bộ đất trong phạm vi mái dốc trượt, cải thiện kích thước hình học của mái dốc hay tạo nên các bậc thềm trên mái dốc.

Khi quy mô khối đất trượt không lớn lắm, tốt nhất là dự tính đến việc cắt bỏ toàn bộ khối đất mất ổn định.

E. THOÁT NƯỚC MẶT

3.16. Các hình thức thoát nước mặt có thể vận dụng

Việc thu và thoát nước mặt ra ngoài phạm vi sụt trượt để chủ động ngăn chặn khả năng phát sinh hiện tượng sụt trượt do nước thấm nhập vào là một biện pháp không thể thiếu được trong bất cứ công trình tổ hợp nào để xử lý trượt, sụt.

Để đảm bảo thoát nước mặt ngoài việc xây dựng công trình thoát nước bằng hệ thống rãnh đỉnh, rãnh dọc, còn cần phải dự tính đến việc san bạt bề mặt mái dốc, bù đắp những chỗ trũng, nút né hoặc phủ kín bề mặt mái dốc bằng lớp chống thấm như nhựa đường, đất sét.

3.17. Rãnh đỉnh và rãnh dọc

Các đoạn có mái dốc và sườn dốc sụt trượt, sụt lở, trượt đất và sỏi sụt, cần phải được bảo vệ bằng rãnh đỉnh.

Khi lựa chọn vị trí đặt rãnh đỉnh, cấu tạo rãnh và hình thức gia cố đáy rãnh phải hạn chế tới mức tối đa khả năng nước thấm vào khối trượt, sụt. Đáy và mái dốc phía hạ lưu của rãnh đỉnh phải được phủ bằng vật liệu chống thấm, còn mái dốc phía thượng lưu thì được gia cố bằng vật liệu thô, cho phép nước ngấm thấm vào rãnh.

Việc nối tiếp giữa rãnh đỉnh và hệ thống rãnh dọc cần thực hiện bằng các hình thức, bệ nước, dốc nước, hố tiêu năng...

Cần dựa vào lưu lượng tính toán để xác định kích thước mặt cắt ngang của rãnh đỉnh và rãnh dọc.

G. THOÁT NƯỚC NGẦM

3.18. Các tài liệu cần có để thiết kế thoát nước ngầm

Khi mái dốc nền đường có nước ngầm, cần phải xây dựng hệ thống thoát nước ngầm (mương thấm, rãnh ngầm, hầm thoát nước, giếng ngầm...) để hạn chế hiện tượng xói ngầm và tạo khả năng tháo khô mái dốc.

Để phục vụ công tác thiết kế thoát nước ngầm, cần có các tài liệu sau đây:

- Bình đồ địa hình khu vực có ghi rõ những vết lộ nước ngầm và hướng thoát nước dự kiến.
- Các mặt cắt dọc và ngang ĐCCT có ghi các yếu tố về địa chất thủy văn phát hiện được khi thăm dò hoặc dự đoán.
- Các chỉ tiêu cơ lý tổng hợp của đất, đá ở sườn dốc, mái dốc.
- Số liệu điều tra lưu lượng nước ngầm và thành phần hóa học của nước.

3.19. Các loại công trình thoát nước ngầm

Khi thiết kế, cần dựa theo bảng 6 dưới đây để lựa chọn loại công trình thoát nước ngầm hợp lý nhất tùy theo ý nghĩa và công dụng của mỗi loại

Bảng 6

Loại công trình	Ý nghĩa - công dụng
- Rãnh, máng hở	Thu nước ngầm ở độ sâu tới 2m và thoát nước ra nơi trũng.
- Rãnh thoát nước kiểu, hào (không có ống cống, có ống cống và có cống thấm).	Thu nước ngầm nằm ở độ sâu từ 2 đến 5m.
- Hầm thoát nước	Khi nước ngầm sâu hơn 5m
- Giếng ngầm (khoan đào)	Thoát nước thẳng đứng
- Phối hợp các loại công trình thoát nước khác nhau	Thu và thoát nước ngầm trong điều kiện ĐCCT phức tạp.

Khi phát hiện thấy khả năng mái dốc bị trượt cục bộ hay toàn bộ thì có thể áp dụng biện pháp công trình liên hợp "tường chắn-mương thấm". Lúc đó, móng của tường chắn phải đặt vào tầng đất để ổn định và mương thấm nên làm theo kiểu hình nhánh cây.

3.20. Mương thấm

Mương thấm được đặt ở những nơi đất bị ẩm ướt nhất và đặt thẳng góc với tim đường. Khoảng cách giữa các mương lấy theo cấu tạo từ 15 đến 20m. Nước từ hệ thống mương thấm được tập trung về các rãnh biên hoặc cống ngầm.

Nếu lưu lượng nước ngầm tương đối lớn, vào khoảng $0,5\text{m}^3/\text{ngđ}$ trên 1m dài và mái dốc lại có khả năng trượt, sụt cục bộ thì cần áp dụng loại mương thấm hình vòm, hình vuông, hình tam giác.

H. BẢO VỆ BỀ MẶT MÁI DỐC

3.21. Các hình thức bảo vệ mái dốc

Việc gia cố và bảo vệ bề mặt mái dốc chống lại tác dụng bào mòn của nước hay sóng vỗ nói chung được tiến hành theo cấu tạo.

Tùy theo tính chất chịu lực, tình trạng bề mặt mái dốc, có thể áp dụng một trong những hình thức sau đây:

- Trồng cỏ.
- Lát cỏ tấm
- Thả đá và lát đá
- Dùng rọ đá kê chân mái dốc
- Lát bề mặt bằng tấm bê tông hay bê tông cốt thép.
- Nện chặt và gia cố đất mái dốc.

Hình thức gia cố đất chỉ nên áp dụng ở những nơi dễ kiếm vật liệu thích hợp về loại đất và chất kết dính (chủ yếu là xi măng).

Khi tính toán bảo vệ, cần căn cứ vào lưu tốc dòng chảy, lực va của sóng vỗ và các yếu tố ảnh hưởng có liên quan khác để lựa chọn hình thức bảo vệ hợp lý nhất.

Loại hình bảo vệ	Điều kiện áp dụng
Trồng cỏ	Chỉ áp dụng cho các mái dốc có độ dốc nhỏ, đất đai màu mỡ, có khả năng giữ nước và phát triển thực vật.
Lát cỏ tấm	Áp dụng cho các mái dốc có độ dốc nhỏ, đất đai màu mỡ, có khả năng giữ nước và phát triển thực vật.
Thả đá và lát đá	Áp dụng cho các mái dốc có độ dốc nhỏ, đất đai màu mỡ, có khả năng giữ nước và phát triển thực vật.
Dùng rọ đá kê chân mái dốc	Áp dụng cho các mái dốc có độ dốc nhỏ, đất đai màu mỡ, có khả năng giữ nước và phát triển thực vật.
Lát bề mặt bằng tấm bê tông hay bê tông cốt thép	Áp dụng cho các mái dốc có độ dốc nhỏ, đất đai màu mỡ, có khả năng giữ nước và phát triển thực vật.
Nện chặt và gia cố đất mái dốc	Áp dụng cho các mái dốc có độ dốc nhỏ, đất đai màu mỡ, có khả năng giữ nước và phát triển thực vật.