

CÔNG NGHỆ “SOIL NAILING” TRONG GIA CỐ MÁI DỐC CÔNG TRÌNH

Đông Kim Hạnh¹

Tóm tắt: Xây dựng các công trình để khắc phục những hậu quả do mái dốc gây ra như trượt đất, sạt lở đất đá đang được nghiên cứu và thi công tại nhiều quốc gia. Phương pháp sử dụng công nghệ “soil nailing” hay còn gọi là “đinh đất” thường được áp dụng để khắc phục hậu quả và ổn định độ dốc mái đất, thực hiện trên bề mặt mái của công trình giao thông như mái taluy đường, mái mố trụ cầu; công trình thủy lợi như mái đê, mái đập. Biện pháp đào mở sườn tầng thi công theo phương pháp “top down” đã rút ngắn được thời gian thi công và giảm khối lượng đất đào. “Đinh đất” được thi công đúng thiết kế và kỹ thuật là một biện pháp ổn định mái dốc có hiệu quả, tiết kiệm chi phí. Trong bài báo này, quy trình thi công “đinh đất” được trình bày trên cơ sở tổng kết các giải pháp thi công trên thế giới để phù hợp với điều kiện thi công của Việt Nam.

Từ khóa: “Đinh đất”, mái dốc, mặt tạm thời, mặt cố định, thi công.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ngày nay, cùng với sự tiến bộ của khoa học- kỹ thuật, nhiều công nghệ mới dùng để gia cố và ổn định mái dốc các công trình đã được nghiên cứu và áp dụng, mang lại hiệu quả cao trong thực tế. Một trong các giải pháp công nghệ được sử dụng là công nghệ “soil nailing”. Đây là một công nghệ mới, được nghiên cứu từ đầu thập niên 60 của thế kỷ 20 ở châu Âu. Sau 50 năm kể từ khi công nghệ này ra đời, nó đã được sử dụng rộng rãi ở các nước Pháp, Đức, Mỹ, Anh và nhiều nước châu Á như Nhật Bản, Hồng Kong, Trung Quốc, Malaysia, ...trong các hạng mục công trình như gia cố mái ta-luy, mái đê, mái đập, mố trụ cầu, tường vây, đất đá bị phong hóa, mái hố móng công trình.

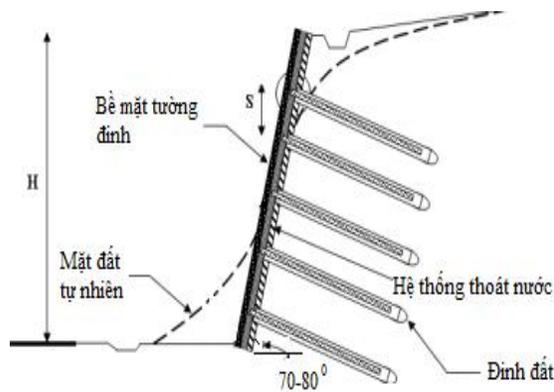
Tại Việt Nam, cho đến hiện nay các công nghệ sử dụng gia cố mái đất là công nghệ chống đỡ vách đất (tường chắn bê tông cốt thép, tường cọc ván cừ các loại đặc biệt và tường ván thép, cọc xi măng đất), công nghệ neo trong đất, neo ứng suất trước (còn được gọi là *groud anchor*). Khác với công nghệ neo đất vẫn quen dùng là việc sử dụng các neo đơn

lê thi công neo vào đất hoặc neo kết hợp với tường vây để ổn định mái đất, công nghệ “soil nailing” là việc sử dụng các cọc vữa xi măng có cốt được đóng theo phương xiên vào trong các tầng đất và hệ cọc này được lên kết với nhau bằng hai lớp bê tông bề mặt tạo thành một bàn chông vững chắc ổn định mái đất. Trong phạm vi bài báo, tác giả tạm dịch công nghệ “soil nailing” sang tiếng Việt là công nghệ “đinh đất”.

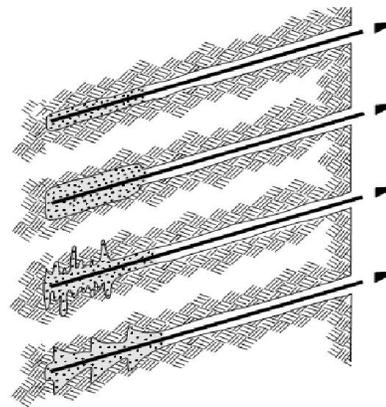
Do tác dụng của neo chỉ nằm ở bầu neo, nhưng để tạo sự ổn định cho mái đất thì chiều sâu cắm neo thường phải rất lớn (do neo đất có cả phần dây neo và bầu neo), khi thi công có thể bị ảnh hưởng đến công trình lân cận. Trong khi đó, “đinh đất” thì có tác dụng trên toàn bộ chiều dài đinh, độ sâu cắm đinh không quá lớn vẫn đảm bảo giữ ổn định cho mái đất.

Việc nghiên cứu ứng dụng công nghệ “đinh đất” tại Việt Nam đến nay vẫn còn rất ít do công nghệ này đòi hỏi thiết bị khoan chuyên dụng, có khả năng khoan xiên sâu vào trong các lớp đất hoặc đá yếu. Trong bài báo này, tác giả giới thiệu quy trình thi công một bức tường “đinh đất” được tổng hợp từ các công trình đã thi công trên thế giới và có sự liên hệ với các điều kiện địa chất, đặc điểm thi công của Việt Nam.

¹ Đại học Thủy Lợi



Hình 1.1: Đỉnh đất



Hình 1.2: Neo đất

2. VẬT LIỆU

Vật liệu sử dụng trong thi công “đỉnh đất” là các vật liệu chưa qua sử dụng, không có khuyết tật và đạt các yêu cầu tiêu chuẩn về chất lượng theo quy chuẩn và tiêu chuẩn quốc gia. “Đỉnh đất” ở đây có cấu tạo gồm ống tạo liên kết đỉnh tâm, lõi cốt thép và vữa.

2.1. Lõi cốt thép và ống tạo liên kết đỉnh tâm

Thanh cốt thép làm lõi đỉnh có dạng xoắn, đều, thẳng, liên tục, không có mối hàn và mối. Để bảo vệ chống ăn mòn, tất cả các thanh cốt thép được mạ kẽm hoặc phủ lớp bảo vệ chống ăn mòn (hình 4.6). Đoạn ren đầu thanh cốt thép nên để cách mép tường 150 mm để thuận tiện cho việc bắt bu lông trám chắn bề mặt.

Ống tạo liên kết được sản xuất từ ống PVC đường kính 40 mm khía rãnh hoặc thép hoặc vật liệu khác không gây phương hại đến cốt thép (gỗ không được sử dụng); gắn chặt vào thanh cốt thép; để định vị thanh cốt thép, bán kính khoảng 25 mm từ tâm lỗ khoan; đảm bảo đủ độ rộng để vữa chảy tự do được trong lỗ khoan.

2.2 Cốt liệu cho vữa và bê tông

Cốt liệu cho vữa và bê tông phun phải là cốt liệu nhỏ. Các chỉ tiêu cơ lý phải tuân thủ theo các tiêu chuẩn hiện hành. Trước khi sử dụng cần kiểm tra lại tính chất cơ lý bằng thí nghiệm.

2.2.1 Xi măng

Xi măng sử dụng là loại xi măng PC30 hoặc PC 40 với các chỉ tiêu cơ lý và độ tạp chất trong giới hạn cho phép theo tiêu chuẩn.

- TCVN 2682: 2009 Xi măng Pooclang – Yêu cầu kỹ thuật

- TCVN 6260: 2009 Xi măng Pooclang hỗn hợp – Yêu cầu kỹ thuật

2.2.2 Cát

Dùng các loại cát sông cỡ hạt trung hoặc thô (Mô đun độ lớn $M_n \geq 2$) phù hợp với TCVN 1770: 1986 Cát xây dựng – Yêu cầu kỹ thuật.

Cát được sàng để loại các hạt có kích thước lớn hơn 8 mm và phơi khô tới độ ẩm từ 3% đến 5%. Trong trường hợp dùng cát mịn, có mô đun độ lớn $M_n = (1,5 \div 2)$ hoặc lớp bê tông phun dày từ 8cm đến 10 cm có thể pha thêm đá nghiền cỡ nhỏ (khoảng 20%÷25%)

2.2.3 Phụ gia

Phụ gia được dùng tăng độ sụt, cải thiện độ linh động, làm giảm hàm lượng nước và làm chậm quá trình đóng rắn vữa bê tông. Phụ gia phải tương thích với vữa và hỗn hợp bê tông, phù hợp với các khuyến nghị của nhà sản xuất.

2.2.4 Nước

Nước dùng để nhào trộn và bảo dưỡng dùng trong thi công bê tông phun phải phù hợp tiêu chuẩn TCVN 4506: 2012 Nước cho bê tông và vữa – Yêu cầu kỹ thuật.

2.2.5 Tỷ lệ nhào trộn

Đối với “đỉnh đất” thông thường, tỷ lệ nước/xi măng của hỗn hợp vữa trong khoảng 0,4-0,5 [1,2]. Khi thi công và sau quá trình thi công vữa sẽ bị co ngót. Để giảm quá trình co ngót thì cần thêm phụ gia vào hỗn hợp và đất sẽ được liên kết chặt chẽ với vữa khi quá trình co ngót xảy ra.

Tỷ lệ nước/xi măng của hỗn hợp bê tông phun thường nằm trong khoảng 0,35-0,5 [1,2].

Có thể thêm phụ gia vào hỗn hợp bê tông phun để tăng nhanh khả năng phụt vữa và độ chảy dẻo của bê tông.

2.4 Bê tông phun

Bê tông phun có thể là dòng chảy liên tục của hỗn hợp bê tông ở tốc độ cao phụt vuông góc lên bề mặt tiếp xúc với mặt đất bằng các thiết bị phun dạng khí nén hỗn hợp khô hoặc phun ướt. Với bề mặt phụ bê tông phải được làm sạch và đất phải có độ ẩm phù hợp với bê tông phun.

2.5 Vữa

Theo tiêu chuẩn ASTM của Mỹ [2] thì cường độ chịu nén của vữa sau 3 ngày tối thiểu đạt 10.5 MPa và sau 28 ngày tối thiểu đạt 21MPa.

3. THIẾT BỊ THI CÔNG

Các thiết bị chủ yếu được sử dụng trong thi công gồm có máy khoan tạo lỗ, máy trộn bê tông, máy nén khí, bơm bê tông, bơm vữa. Ngoài ra còn cần chuẩn bị ống dẫn bằng cao su chịu áp lực, ống dẫn khí, ống dẫn nước, thùng chứa nước, lưới, giàn giáo và các dụng cụ hoàn thiện bề mặt công trình.

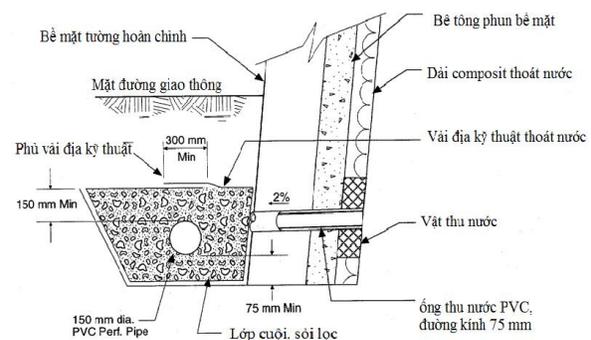
4. QUÁ TRÌNH THI CÔNG

Một công trình sử dụng công nghệ “đỉnh đất” thì điều kiện địa chất, địa chất thủy văn, và tính chất của đất tại khu vực cần xây dựng là các điều kiện quan trọng. Các khảo sát về địa chất và đất đá trong khu vực xây dựng cần làm kỹ. Công tác khoan thăm dò và làm các thí nghiệm thử nghiệm chi tiết trong phòng thí nghiệm, thí nghiệm hiện trường cũng phải được thực hiện đúng theo quy trình và yêu cầu kỹ thuật. Và với các kết quả chính xác về địa chất, có nước ngầm hay không, vị trí tầng nước ngầm, tính ổn định của khối đất sẽ giúp cho quá trình thi công “đỉnh đất” được kinh tế và an toàn.

Trước khi thi công công trình, công tác tiêu thoát nước bề mặt cần làm xong để ngăn chặn lượng nước mặt chảy vào phạm vi xây dựng công trình. Trong quá trình thi công, nếu công tác thoát nước không tốt sẽ có khả năng gây mất ổn định cho tường đỉnh. Có hai loại nước cần tiêu trong quá trình thi công là nước mặt và nước ngầm. Hệ thống tiêu nước mặt bằng các đường ống được bố trí trong phạm vi công trình trong suốt quá trình thi công tường “đỉnh đất”.

Hệ thống đường ống này sẽ được dỡ bỏ sau khi phần lớn bức tường được làm xong. Với các đường ống thoát nước được lắp đặt cùng với hệ thống tường đỉnh thì không cần tháo bỏ, sẽ tiến hành bơm vữa vào tạo thành một thể thống nhất với tường đỉnh.

Thông thường, nước ngầm sẽ được kiểm soát trong quá trình thăm dò địa chất và địa chất thủy văn. Phần đỉnh cắm sâu xuống tầng đất phía dưới không bị ảnh hưởng bởi mực nước ngầm. Trong một số trường hợp bất ngờ gặp mạch nước ngầm hoặc các hiện tượng địa chất như cát chảy, cát đùn thì phải tạm dừng ngay công việc thi công đỉnh đất và tiến hành hạ thấp mực nước ngầm. Hạ thấp mực nước ngầm bằng hệ thống giếng thường hoặc giếng kim.



Hình 4.3: Cấu tạo ống thoát nước đặt dưới lòng đất

Tường “đỉnh đất” được thi công theo phương pháp tạo từng hàng “đỉnh đất” từ trên xuống. Đó là việc áp dụng công nghệ “top down”. Theo công nghệ thi công này, sườn tầng thi công trên cùng sẽ được đào hờ theo mái dốc thiết kế để có thể thi công được hàng “đỉnh đất” đầu tiên. Mặt bằng sườn tầng phải đủ rộng để thiết bị xe máy đi lại dễ dàng và thuận lợi trong thi công. Thường mặt bằng có chiều rộng khoảng 10 m [1]. Chiều cao tầng thi công ban đầu thường lấy từ 1m đến 1.2 m [2]. Với các máy khoan nhỏ thì bề rộng bố trí một tầng khoan khoảng 5 m và chiều cao tầng không thấp hơn 3 m [2]. Các loại đất có chứa cuội, sỏi hoặc đá tảng trên mái dốc cần đào bỏ hết trước khi thi công “đỉnh đất”.

Các bước thi công “đỉnh đất”:

4.1. Khoan tạo lỗ

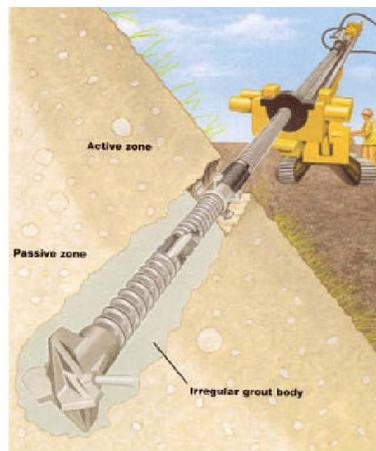
Các thiết bị phục vụ cho công tác khoan tạo lỗ gồm máy khoan, dây lõi khoan, chân khoan, cần khoan, mũi khoan, mâm khoan. Khoan có thể được thực hiện khoan đứng, khoan nghiêng, khoan xoay hoặc vừa nghiêng vừa xoay tùy thuộc vào điều kiện địa chất của đất và độ nghiêng của mái đất. Kích thước lỗ khoan được thực hiện như trong thiết kế.

Sự sai lệch giữa vị trí khoan thực tế và vị trí lý thuyết không được vượt quá 50mm, trừ khi có thiết kế chỉ định khác. Sự sai lệch so với trục khoan lý thuyết không được vượt quá 2% khi chiều sâu khoan không vượt quá 20m. Khoảng cách giữa vách hố khoan và cần khoan phải đủ rộng để dòng trào ngược có thể di chuyển lên miệng hố. Nếu gặp vật cản không biết trước nằm dưới lòng đất trong khi khoan, cần phải có biện pháp xử lý để tránh các ảnh hưởng xấu trong giai đoạn phục vữa. Vị trí lỗ khoan và góc dốc tương ứng của lỗ khoan nằm trong khoảng 150mm và độ chính xác trong phạm vi 2 độ. Đối với các lỗ khoan không ổn định có thể dùng các

ống chống lỗ khoan tạm thời giúp tạo sự ổn định cho lỗ khoan trước khi tiếp tục thi công đỉnh. Thông thường kích thước lỗ khoan có thể dao động từ 100 mm đến 150 mm. Để thuận lợi cho dòng chảy của vữa trong lỗ khoan thì góc nghiêng thường lấy 15 độ và giảm dần theo phương ngang. Nước, bụi, khói và tiếng ồn tạo ra trong quá trình khoan phải được kiểm soát và đảm bảo ATLD theo quy định và phải đảm bảo:

- Thiết bị khoan đã được kiểm tra;
- Không có đỉnh đất mới nào được phục vữa gần vị trí khoan tạo lỗ;
- Đường kính lỗ khoan, chiều dài, độ nghiêng cần khoan, an toàn chống lật của máy phải đảm bảo theo thiết kế.

Với việc khoan các đỉnh đất dài, cần kiểm soát tốc độ khoan để cần khoan nghiêng so với độ lệch tại tâm là nhỏ nhất vì nếu không các lỗ khoan sẽ không đảm bảo được kích thước như thiết kế (thường có đường kính lớn hơn) và có thể gây ra sụt các lỗ khoan. Các lỗ đã được khoan chỉ để trong thời gian ngắn, nếu để chờ lâu cũng có thể sụt lỗ khoan.



Hình 4.4: Khoan tạo lỗ đỉnh

4.2. Tạo “đỉnh đất”

Tạo “đỉnh đất” là việc đặt cốt thép và phục vữa vào trong mỗi lỗ khoan. Cốt thép được đặt vào các lỗ khoan ngay khi khoan xong. Ống PVC định vị tâm lồng vào thanh cốt thép trước khi đưa cốt thép vào lỗ khoan để tạo liên kết trong lỗ và cũng để cho vữa chảy đều quanh

thanh cốt thép của “đỉnh đất”. Trước khi đặt cốt thép vào trong lỗ khoan thì cần thổi lỗ khoan bằng không khí hoặc bằng nước để làm sạch lỗ khoan, tăng sức kháng bề mặt cho đất bên trong lỗ khoan. Ống dẫn vữa cũng được đưa vào trong các lỗ khoan của giai đoạn này. Vữa chảy trong lỗ khoan lấp kín cốt thép và lỗ khoan. Vữa được

bơm tại điểm thấp nhất của các lỗ khoan để các lỗ được lấp đầy dần dần từ dưới lên trên. Quá

trình bơm vữa vào lỗ phải tiếp tục cho đến khi nó chảy ra theo chiều ngược lại (hình 4.5)



(a)



(b)

a) Đưa cốt thép vào lỗ khoan, b) Phụt vữa xi măng

Hình 4.5: Quá trình tạo đỉnh

Khối lượng vữa dùng cho 1 lỗ khoan được tính:

$$M_{vữa} = \frac{\pi d^2}{4} L_1$$

Trong đó:

$M_{vữa}$: Khối lượng vữa trong mỗi lỗ khoan (m^3)

d : Đường kính lỗ khoan (m)

L_1 : Chiều dài lỗ khoan (m)

Người ta thay thế các cốt thép thường bằng cốt thép đã được mạ hoặc bọc chống ăn mòn để tăng độ bền (hình 4.6). Trong trường hợp khoan lỗ kết hợp với đặt cốt thép, vữa phải được bơm liên tục cùng với việc đưa cốt thép vào lỗ khoan thông qua bộ điều khiển quay gắn ở đầu cuối

đỉnh. Vữa sẽ chảy qua các lỗ rỗng, thoát qua các lỗ ở mũi khoan. Phương pháp này có thể dùng vật liệu vữa xi măng kết hợp với đất trong lỗ khoan để tạo thành hỗn hợp vữa xi măng đất. Tại Việt Nam, công nghệ khoan phụt xử lý nền bằng cọc xi măng đất đã được ứng dụng rộng rãi, tuy nhiên công nghệ thi công này chưa được sử dụng đối với mái nghiêng.

Cần kiểm tra để quá trình phụt vữa không phát sinh khe lạnh. Các ống chống tạm thời trong mỗi lỗ khoan được rút dần ra từ từ khi vữa được lấp kín lỗ. Khối lượng vữa phải được theo dõi và ghi lại trong suốt quá trình phụt.



a)



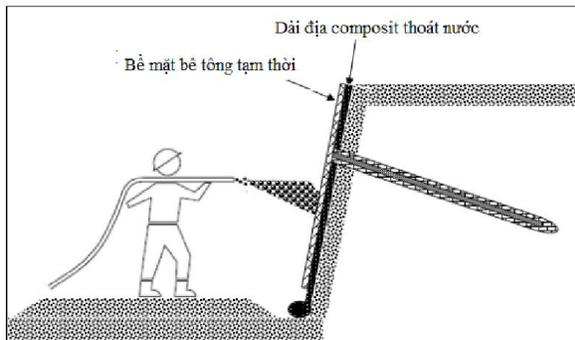
b)

Hình 4.6 Cốt thép được bảo vệ chống ăn mòn

a) Phủ lớp bảo vệ ngoài cốt thép, b) Cốt thép được phun trước lớp bảo vệ phủ trong lớp ống nhựa PVC có rãnh

4.3. Phun vữa bê tông

Công nghệ phun bắn vữa bê tông là công nghệ sử dụng khí nén phun vữa hay bê tông với vận tốc cao lên bề mặt thi công. Bê tông phun tạm thời tiếp xúc với các hàng đinh và mặt đất (hình 4.7), có chiều dày từ 8mm đến 10 mm [2]. Bê tông phun có thể được phun bằng phương pháp ướt hoặc khô. Khi phun cần hướng vòi phun kết hợp từ từ di chuyển theo chiều ngang để tạo thành từng lớp mỏng trên bề mặt cần phun. Vòi phun nên đặt vuông góc và cách bề mặt phun từ 0,8÷1 m. Đối với bê tông phun khô cần lưu ý điều chỉnh các thông số công nghệ phù hợp sao cho khi phun vật liệu ít rơi vãi, hạn chế bụi, bê tông phun đạt độ đặc chắc. So với phương pháp phun ướt, phương pháp phun khô gây ra nhiều bụi hơn và khối lượng hao hụt lớn hơn, khoảng 25% (theo khối lượng).



Hình 4.7: Phun bê tông bề mặt tường đỉnh đất

Trước khi thi công tầng đỉnh tiếp theo thì

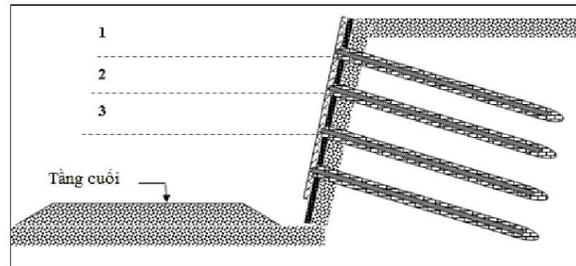


Hình 4.9: Thi công mặt ngoài cùng tường đỉnh

phải đảm bảo lớp bê tông phun đã có cường độ chịu nén (3 ngày) hoặc trải qua 72 giờ thi công.

4.4. Thi công tầng “đỉnh đất” tiếp theo

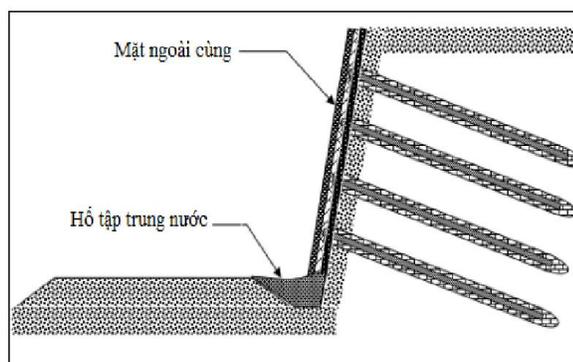
Tầng “đỉnh đất” tiếp theo có các bước thi công như trên. Việc mở sườn tầng theo phương pháp “top down” từ trên xuống. Tấm lưới mới căng trên bề mặt đỉnh tầng tiếp theo tối thiểu phải phủ lên trên một hàng mắt lưới của tầng đã thi công. Việc phun bê tông bề mặt tạm thời của tầng tiếp theo phải đảm bảo liên kết tốt với tầng trên nó, không phân tầng, phát sinh khe lạnh.



Hình 4.8: Thứ tự thi công các tầng đỉnh đất

4.5. Thi công mặt ngoài cùng tường “đỉnh đất”

Mặt ngoài cùng của bức tường đỉnh được thi công khi tầng đất cuối cùng được mở và tầng đỉnh cuối cùng được đóng vào đất. Lớp tường cuối cùng này gồm lớp bê tông đổ tại chỗ, bê tông phun bề mặt (hay tấm panen đúc sẵn). Thường thì bê tông cốt thép tiêu chuẩn hoặc bê tông cốt thép đổ tại chỗ và phun bê tông đều được dùng cho mặt ngoài cùng thì sẽ tránh được việc mở rộng tối đa các khe thi công ngang giữa các tầng.



5. KẾT LUẬN

Công nghệ “đinh đất” dùng để gia cường mái dốc công trình đã được nghiên cứu và ứng dụng thành công tại rất nhiều quốc gia trên thế giới, song với Việt Nam đây vẫn là một công nghệ mới cần nghiên cứu chuyên sâu hơn để được áp dụng vào thực tiễn. Việc mở các sườn tầng phục vụ thi công tạo “đinh đất” là công nghệ “top down” nên có nhiều ưu việt so với biện pháp thi công đào cắt toàn bộ mái dốc theo thiết kế. Do không cần đào tới móng công trình, giảm được phần lớn khối lượng đào đắp, chiều dày lớp bê tông phun phủ mặt tường chỉ cần tối đa 200mm có thể đảm bảo khả năng chịu lực cho hệ thống tường “đinh đất”. Bài báo cũng đã khái quát các bước thi công tường từ khoan lỗ, tạo đỉnh, thi công tầng đỉnh tiếp theo, thi công bề mặt tường. Do các lỗ khoan tạo “đinh đất” thường có đường kính nhỏ hơn các

lỗ khoan thi công ổn định mái dốc bằng phương pháp khác và góc nghiêng của đỉnh từ $(5-20)^{\circ}$ nên cần khoan của máy khoan phải chắc, khô và chuyên dụng để tránh trường hợp lỗ khoan bị xiên so với thiết kế. Trong quá trình thi công phải hết sức lưu ý đến vấn đề thoát nước của khối tường đỉnh do ổn định của mái dốc phụ thuộc nhiều vào độ ẩm của đất.

Giải pháp công nghệ “soil nailing” thi công dùng “đinh đất” ổn định mái dốc công trình, đặc biệt trong xây dựng các công trình giao thông, thủy lợi có nhiều tính ưu việt, kinh tế. Tuy nhiên nó chỉ phát huy hiệu quả cao nhất đối với các loại đất yếu như đất bùn sét, bùn cát, đá phong hóa và mực nước ngầm thấp. Vì vậy khi chọn giải pháp gia cố cho mái dốc công trình thì cần so sánh các điều kiện kinh tế, kỹ thuật để có phương án thiết kế thi công tốt nhất cho công trình.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Guide to soil nail design and construction, Geoguide 7, March 2008, Hong Kong.
- [2] FHWA. (1998), Manual for Design and Construction Monitoring of Soil Nail Wall, Federal Highway Administration, US Department of Transportation, USA.

Abstract:

CONSTRUCTION SOIL NAILING FOR SLOPE STABILIZATION

Construction works to overcome the consequences caused by the slope as landslides, soil erosion are being studied and constructed in many countries. The method uses soil nail is usually applied to remedial roof slope and soil stability, performed on the surface of the roof slope as road traffic, bridge. Measures to excavation slopes construction method "top down" was shorten construction time and reduce the volume of excavated soil. Soil nails are correct design and construction techniques as a measure of slope efficiency, cost savings. In this paper, the processes of soil nails will be presented on the basis of the review of construction solutions in the world to fit the application conditions of Vietnam.

Keywords: Soil nailing, slope, temporary facing, permanent facing, design, construction

BBT nhận bài: 15/01/2015

Phản biện xong: 08/4/2015