

# CHỐNG XÓI BỀ MẶT VÀ GIẢM TRƯỢT BỜ ĐỐC NỀN ĐƯỜNG THEO HƯỚNG THÂN THIỆN MÔI TRƯỜNG

Nguyễn Đức Mạnh, Nguyễn Đình Dũng

Trường Đại học Giao thông Vận tải

Việc ứng dụng các giải pháp công nghệ mới trong phòng chống xói mòn bề mặt và trượt nông tại các bờ dốc nền đường đào không chỉ nhằm nâng cao chất lượng các công trình xây dựng mà còn hướng tới giảm thiểu bê tông hóa, thay thế bằng các giải pháp có thể bảo tồn thiên nhiên, phủ xanh bởi thảm thực vật, đảm bảo cảnh quan môi trường để phát triển bền vững. Gần đây, giải pháp công nghệ mới bảo vệ bờ dốc bằng thảm chống xói mòn đất MACMAT HS và Non-frame kết hợp phủ xanh bằng thảm thực vật hợp lý đang được triển khai tại nhiều quốc gia trên thế giới, được xem là giải pháp hiệu quả thay thế bê tông trong bảo vệ chống xói mòn đất và trượt nông các bờ dốc nền đường đào.

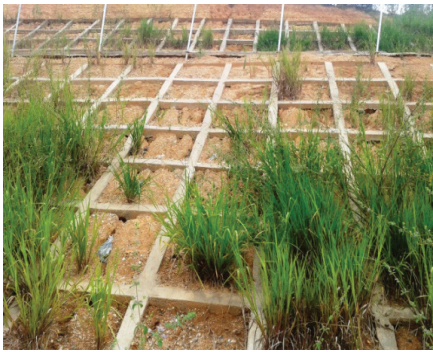
## Xói mòn đất và trượt nông trên các bờ dốc nền đường

Quá trình xói mòn là hoạt động địa chất bề mặt, dưới tác dụng chủ yếu của nước (nước mưa, nước mặt), hay gió làm rửa trôi và lôi cuốn các hạt/mảnh vụn đất đá trên bờ dốc, hình thành các rãnh, khe hay các mương xói. Quá trình này thường bắt đầu từ những vị trí đất đá kém bền hơn, mức độ phong hóa mạnh hơn, không có lớp phủ hay lớp gia cố bề mặt. Trong nhiều trường hợp, khi xói mòn bề mặt phát triển tới một mức độ nào đó có thể làm phát sinh trượt nông tại các bờ dốc này. Nói cách khác, hiện tượng

trượt nông ngoài nguyên nhân do các tác động gây mất cân bằng ứng suất khi đào đất và thiếu giải pháp gia cố, dẫn đến nước thấm vào khối đất đá trên bờ dốc khi không được che phủ bề mặt, thì xói mòn đất cũng là tác nhân quan trọng.

Trong xây dựng giao thông mà chủ yếu là đường bộ và đường sắt, có 2 loại nền đường phổ biến là đắp và đào. Nền đường đắp thường ở vùng đồng bằng hay các khu vực địa hình thấp, ngược lại nền đường đào thường phổ biến khi tuyến đường cắt qua các vị trí đồi núi có địa hình cao và dốc.

Trong quá trình thi công bờ dốc, việc đào đất quy mô lớn sẽ làm thay đổi cấu trúc nền đất, dẫn tới mất cân bằng ứng suất, làm phát sinh trượt đất tại các bờ dốc mới đào [1-4]. Khi trượt đất trên các bờ dốc, tùy theo độ sâu mặt trượt hay giới hạn mất ổn định của đất đá mà được chia ra thành các dạng trượt gồm: trượt nông (Shallow Landslide) (độ sâu  $\leq 5$  m) và trượt sâu (Deep-Seated Landslide) (độ sâu  $> 5$  m) [1-3]. Cũng tại các bờ dốc nền đường đào như vậy, lớp phủ thực vật vốn có bị bóc bỏ, làm lộ diện và phơi nhiễm bề mặt đất đá trước các điều kiện môi trường tự nhiên.



Hình 1. Trồng cỏ thủ công chống xói mòn không hiệu quả trên bờ dốc đường đào (đường cao tốc Nội Bài - Lào Cai, 2015).



Hình 2. Che phủ bề mặt bờ dốc bằng đá xây và bê tông phun không hiệu quả khi áp dụng không phù hợp (đường cao tốc Nội Bài - Lào Cai, 2017).

Đặc biệt, trong điều kiện khí hậu nhiệt đới ẩm như Việt Nam thường tồn tại điều kiện địa chất bất lợi, thành phần đất đá biến đổi phức tạp, với lớp vỏ phong hóa dày và rất đa dạng, cùng với lượng mưa trung bình năm lớn (1.500-2.000 mm, thậm chí trên 4.000 mm), sẽ là điều kiện rất thuận lợi làm phát sinh hiện tượng đất đá trên bề mặt bờ dốc nền đường mới đào bị xói mòn nếu không có lớp che phủ.

Với các bờ dốc nền đắp hay các bờ dốc tự nhiên có lớp đất màu giàu dinh dưỡng và đủ dày, giải pháp trồng cỏ thủ công được lựa chọn phổ biến ở nước ta hiện nay. Với điều kiện đó, giải pháp chống xói bề mặt này không chỉ giải quyết tốt cả về yếu tố kỹ thuật - bảo vệ bờ dốc, mà còn tạo thẩm mỹ và sinh thái nếu duy trì tốt lớp cỏ phủ xanh. Tuy nhiên, tại các nền đường đào và lộ các lớp đá phong hóa, giải pháp trồng cỏ truyền thống thường gặp khó khăn, thậm chí thất bại (hình 1).

Tại hầu hết bờ dốc nền đường đào, các giải pháp che phủ bề mặt bờ dốc lựa chọn phổ biến những năm qua tại Việt Nam là: sử dụng lớp đá hộc xây kín, lắp ghép các tấm bê tông cốt thép phủ kín, kết hợp các khung dầm bê tông cốt thép với tấm bê tông có lỗ để trồng cỏ thủ công, hay che phủ bằng lớp bê tông phun trực tiếp có hoặc không có lưới thép... Tuy nhiên, nếu lựa chọn không phù hợp với đặc điểm địa chất và địa hình, các giải pháp che phủ này phần nào đã làm tăng thêm tải trọng lên bờ dốc, khi mà giải pháp thoát nước ngầm không tốt lại dễ gây tác dụng ngược - bất lợi đối với sụt trượt (hình 2). Lẽ dĩ nhiên, việc sử dụng bê tông hay đá xây

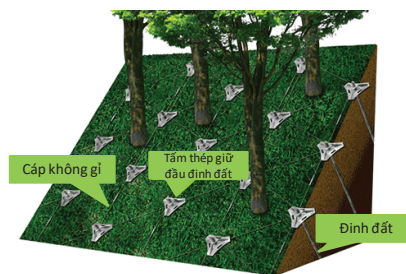
phủ bề mặt bờ dốc sẽ khó đảm bảo về mỹ quan và sinh thái.

### Lựa chọn chống xói đất bề mặt và giảm thiểu trượt bờ dốc bằng các giải pháp linh hoạt

Để giải quyết các khó khăn nêu trên, nhiều công nghệ mới đã được nghiên cứu, áp dụng, trong đó có 2 công nghệ được nhiều quốc gia tin dùng là Non-frame (kết hợp lưới thép trồng cỏ bằng phun hạt) và thảm MACMAT HS (phủ bề mặt bờ dốc).

### Giải pháp Non-frame kết hợp lưới thép và phủ xanh bằng thực vật

Non-frame là giải pháp công nghệ được Công ty vật liệu xây dựng Nippon Steel và Sumikin Metal Products phát triển từ năm 1996, hiện đang được áp dụng hiệu quả tại Nhật Bản cũng như một số nước [5-8]. Kết cấu chính của hệ thống Non-frame gồm đinh đất hoặc đinh đá (soil nail/rock bolt) neo giữ và gia cố sâu vào khối đất đá, bản thép có bu lông xiết giữ đầu (đinh đất, đinh đá) để liên kết hệ thống các dây cáp cường độ cao không gỉ trên mặt đất (hình 3).



Hình 3. Sơ đồ giải pháp công nghệ Non-frame [5-8].



## Khoa học - Công nghệ và Đổi mới sáng tạo

Trong quá trình làm việc, lực dọc theo đỉnh đất phát sinh khi khối đất có chuyển vị, nhờ bản mặt thép đầu đỉnh và ma sát dọc trục bầu vữa, đỉnh đất tạo vùng chịu nén và tăng khả năng chịu kéo, khi đó lực cắt trong đỉnh đất sinh ra tại vị trí mặt trượt sẽ chống lại chuyển vị của lớp đất trượt, giảm nguy cơ trượt đất, đặc biệt hiệu quả ngăn chặn trượt nông. Mạng cáp nối được liên kết và ghim giữ tại các đầu đỉnh đất trên mặt bờ dốc nhờ tấm thép và bu lông tạo thành một khối thống nhất (hệ mạng lưới cáp và đỉnh đất), chống lại dịch chuyển khối đất trượt nông - ổn định khối đất trên bờ dốc. Nghĩa là, lực gia cường từ đỉnh đất (bao gồm cả lõi và vữa) sẽ chống lại sự dịch chuyển trượt của khối đất dọc theo đỉnh. Cùng với đó một phần lực chống cắt sẽ được phát huy bởi lõi của đỉnh đất (thanh thép), từ phần mũi đỉnh (vùng đất ổn định bên trong) tới lớp đất có dịch chuyển trượt cần gia cố. Khi lớp đất có chuyển vị trượt xuống thì lực cắt của đỉnh đất, lực ma sát dọc trục đỉnh đất và lực liên kết hệ thống dây cáp trên bề mặt bờ dốc sẽ lớn dần tới khi lớn hơn lực gây trượt, bờ dốc sẽ được ổn định [9].

Giải pháp Non-frame đặc biệt hiệu quả chống trượt đất nông với vùng đất trượt sâu 2-3 m, rất linh hoạt theo địa hình mà không cần đào đất hay chặt phá thảm thực vật hiện có. Hơn thế, giải pháp này còn có thể sử dụng kết hợp



Khi vừa thi công xong



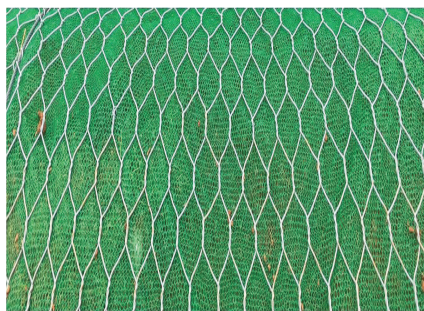
Sau 4 tháng thi công

**Hình 4. Gia cố bờ dốc bằng giải pháp công nghệ Non-frame tại Nhật Bản [9].**

bổ sung lớp lưới thép xoắn phủ trên mặt bờ dốc cùng liên kết với hệ cáp, sau đó phun hạt cỏ tạo lớp phủ thực vật mới, sẽ rất hiệu quả không chỉ phòng chống trượt nông mà còn chống xói mòn đất và phủ xanh sinh thái rất hiệu quả (hình 4).

### **Thảm chống xói mòn đất MACMAT HS**

Thảm chống xói mòn đất MACMAT HS (MACMAT High Strength) của Hãng Maccaferri (Italia) được cấu thành bởi sự kết hợp của lưới thép cường độ cao chống ăn mòn xoắn kép với hệ lưới địa kỹ thuật dạng 2D hoặc 3D HDPE (high density polyethylene) có bổ sung mùn chứa hoặc không chứa hạt cỏ hay hạt thực vật (hình 5).



**Hình 5. Thảm chống xói mòn đất trên bờ dốc MACMAT HS [10].**



Khi vừa thi công xong



Sau 5 tháng thi công

**Hình 6. Bảo vệ bờ dốc bằng giải pháp công nghệ thảm chống xói mòn đất [10].**

Nhờ hiệu quả chống xói mòn đất bề mặt bờ dốc tốt và phủ xanh sinh thái đẹp của giải pháp công nghệ này, nên không chỉ các nước châu Âu, châu Mỹ, Trung Quốc... mà ngay tại Indonesia, Philippines hay Malaysia - các nước có nhiều tương đồng với điều kiện tự nhiên như nước ta cũng sử dụng thảm MACMAT HS ngày càng nhiều.

\*  
\* \*

Việt Nam là quốc gia có điều kiện địa hình vùng núi dốc sát ven biển, có diện tích vùng núi chiếm trên 50% tổng diện tích và hàng năm đều phải hứng chịu nhiều cơn bão, với lượng mưa lớn. Tại Việt Nam, các tuyến đường giao thông tại vùng núi phía Bắc, tuyến đường quốc lộ vùng miền Trung, Nam Trung Bộ đều bị đe dọa bởi hiện tượng xói mòn bề mặt, đặc biệt là các loại trượt nông có mặt trượt từ 0,5 đến 3 m xảy ra rất phổ biến. Hiện tượng sạt trượt đất lại thường xuất hiện tại những khu vực có các công trình xây dựng, khu đông dân cư và cả những

khu vực có những di tích lịch sử, di sản văn hoá. Vì vậy, việc tìm ra và áp dụng phương pháp giữ ổn định mái dốc nhưng vẫn giữ được cảnh quan môi trường để thay thế cho các phương pháp hiện nay là thực sự cần thiết. Để nhận thấy, các giải pháp công nghệ chống xói mòn đất và bảo vệ bờ dốc nền đường đào vùng núi bằng Non-frame hay thảm MACMAT HS không chỉ đáp ứng tốt về tiêu chí kỹ thuật, mà còn tái tạo thảm thực vật để xanh hóa các bờ dốc, bảo vệ môi trường tự nhiên.

Với điều kiện tự nhiên tương đối giống nhau, việc tham khảo các kết quả nghiên cứu hay áp dụng thử nghiệm các công nghệ mới phòng chống sạt trượt đất của các quốc gia phát triển vào Việt Nam thực sự có ý nghĩa và cần được tiến hành càng sớm càng tốt ✍

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Nguyễn Đức Mạnh (2017), “Nghiên cứu giải pháp tổ hợp xử lý sạt trượt bờ dốc quy mô lớn khu vực đồi Ông Tượng, thành phố Hòa Bình”, *Tạp chí Giao thông vận tải điện tử*, số 11/2017, [http://www.tapchigiaothong.](http://www.tapchigiaothong.vn/nghien-cuu-giai-phap-to-hop-xu-ly-sut-truot-bo-doc-quy-mo-lon-khu-vuc-doi-ong-tuong-tp-hoa-binh-d52524.html)

[vn/nghien-cuu-giai-phap-to-hop-xu-ly-sut-truot-bo-doc-quy-mo-lon-khu-vuc-doi-ong-tuong-tp-hoa-binh-d52524.html](http://www.tapchigiaothong.vn/nghien-cuu-giai-phap-to-hop-xu-ly-sut-truot-bo-doc-quy-mo-lon-khu-vuc-doi-ong-tuong-tp-hoa-binh-d52524.html).

[2] Nguyễn Đức Mạnh (2018), “Nghiên cứu ứng dụng giải pháp đất đắp cốt Geocell kết hợp đinh đất và tường cọc khoan nhồi xử lý sự cố sạt trượt đường Hoàng Diệu tại thị trấn Sa Pa”, *Tạp chí Khoa học giao thông vận tải*, 11, tr.233-241.

[3] Nguyễn Đức Mạnh, Lê Thị Hồng Vân, Nguyễn Thái Linh (2020), “Nghiên cứu ảnh hưởng của đường mực nước và giải pháp xử lý sạt trượt bờ dốc khu tái định cư Nậm Khao, huyện Mường Tè, tỉnh Lai Châu”, *Tạp chí Địa kỹ thuật*, số 1/2020, tr.28-35.

[4] Nghiem M. Quang, H. Nakamura, K. Siraki (2003), “Analysis of root reinforcement at slip surface”, *Journal of The Japan Landslide Society*, 40(4), pp.44-52.

[5] Nghiem M. Quang, H. Nakamura, K. Siraki (2004), “Slope stability of forested slopes considering effect of tree root and steel bar reinforcement”, *Journal of The Japan Landslide Society*, 41(3), pp.264-272.

[6] Nguyễn Sỹ Ngọc (2006), *Các yếu tố ảnh hưởng tới độ ổn định bờ dốc ở Việt Nam*, Tuyển tập công trình Hội nghị khoa học Cơ học đá - Môi trường rời toàn quốc lần thứ 5, Hội Cơ học đá Việt Nam.

[7] [https://www.ns-kenzai.co.jp/english/043non\\_frame.html](https://www.ns-kenzai.co.jp/english/043non_frame.html).

[8] <http://o-taka.co.jp/en/non-frame/>.

[9] <https://www.bosai-jp.org/en/solution/pdf/25>.

[10] <https://www.maccaferri.com/solutions/slope-protection/>.