

NGHIÊN CỨU XÁC ĐỊNH NGUYÊN NHÂN TRƯỢT LỞ KHU VỰC CẦU MÓNG SÉN, TỈNH LÀO CAI

NGUYỄN BÁ DUÂN¹, ĐẶNG THANH HẢI¹, VŨ ĐỨC MINH², LÊ THỊ THÚY HIÊN³

E-mail: nguyensbaduan@gmail.com

¹*Viện Vật Lý Địa cầu - Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam*

²*Trường Đại học Khoa học Tự nhiên - ĐHQGHN*

³*Trường Đại học Hồng Đức*

Ngày nhận bài: 4-4-2011

1. Mở đầu

Trong những năm gần đây, các dạng tai biến địa chất phát triển rất mạnh mẽ, gây nên những tổn thất to lớn cho kinh tế - xã hội, tính mạng con người. Lào Cai là tỉnh mà tai biến trượt lở, lũ quét, lũ bùn đá xảy ra thường xuyên và gây thiệt hại rất nặng nề. Theo thống kê chưa đầy đủ, chỉ tính từ năm 1998 trở lại đây, ít nhất đã có 62 vụ trượt lở, lũ quét, lũ bùn đá xảy ra trong khu vực thành phố Lào Cai, huyện Bát Xát và huyện Sa Pa. Tại khu vực cầu Móng Sén thường xuyên xảy ra trượt lở làm nhiều người chết và bị thương, chưa kể đến những thiệt hại về tài sản.

Quốc lộ 4D là tuyến đường thường xuyên xảy ra trượt lở. Cầu Móng Sén nằm trên quốc lộ 4D là cửa ngõ lên trung tâm du lịch Sa Pa, cách thị trấn Sa Pa khoảng 15km, là huyết mạch giao thông giữa Đông Bắc và Tây Bắc. Mỗi năm Nhà nước và tỉnh Lào Cai mất hàng tỷ đồng để khắc phục hậu quả trượt lở tại khu vực cầu Móng Sén. Năm 2002, kè ta luy xử lý trượt được xây dựng nhưng vẫn tiếp tục bị hư hại do hoạt động của khối trượt.

Để góp phần phòng chống, giảm nhẹ tai biến do trượt lở, chúng tôi đã sử dụng phương pháp ảnh điện đa cực (Multi-electrode Resistivity Imaging - MRI) vào việc nghiên cứu xác định nguyên nhân trượt lở nhằm bổ sung các thông tin có ích, tích hợp cùng với tài liệu địa chất để làm cơ sở khoa học cho các đề xuất giải pháp xử lý trượt lở, phòng tránh và giảm nhẹ thiệt hại. Khu vực cầu Móng

Sén, tỉnh Lào Cai đã được chúng tôi chọn là khu vực nghiên cứu.

2. Đặc điểm khu vực trượt lở cầu Móng Sén

2.1. Đặc điểm địa hình

Tuyến đường quốc lộ 4D chạy men theo sườn trái của thung lũng Ngòi Đum có địa hình thấp dần từ thị trấn Sa Pa đến thành phố Lào Cai, có vách đứng dốc, mặt đường hẹp, có nhiều đoạn uốn khúc với vách âm dốc và sâu. Thung lũng Ngòi Đum có trắc diện ngang hẹp, hình chữ V, có sườn dốc đến 60°. Mức độ phân cắt ngang ở hai bên sườn thung lũng khác nhau, bên sườn trái có ba suối nhỏ và một suối lớn, bên sườn phải có hai suối lớn và sáu suối nhỏ. Địa hình sườn dốc dọc tuyến đường 4D là một yếu tố thuận lợi cho tai biến trượt lở xảy ra.

Khu vực trượt lở cầu Móng Sén thuộc xã Trung Chải, huyện Sa Pa, tỉnh Lào Cai, nằm ngay trên taluy dương quốc lộ 4D là nơi thường xuyên xảy ra trượt lở. Cầu Móng Sén bắc qua suối Móng Sén (chảy theo hướng tây - đông) đổ vào Ngòi Đum. Dọc theo suối Móng Sén, cách cầu khoảng 50m về phía bắc là nơi gặp nhau với con suối khác chảy theo hướng bắc - nam. Phía tây cầu là đoạn đường cong có hướng 330° chuyển sang hướng 90° ở đầu cầu phía đông. Như vậy địa hình khu vực này bị chia cắt mạnh là nguyên nhân chính gây trượt lở.

Khu vực này có độ dốc địa hình khoảng 30°-40° [2-4] làm giảm độ ổn định của sườn và do đó

làm tăng nguy cơ trượt trọng lực của khối đất đá phía vách dương của đường, đặc biệt khi thành tạo của sườn là vật chất bờ rời và bị bão hòa nước thì trượt lở chắc chắn sẽ xảy ra.

Tại khu vực này, trên quốc lộ 4D từ thị trấn Sa Pa về thành phố Lào Cai, bên phải là bờ vực thuộc thung lũng Ngòi Đum có sườn dốc ($50 - 55^\circ$), độ chênh cao từ chân vực đến mặt đường là 36m, chiều rộng của thung lũng là 220m.

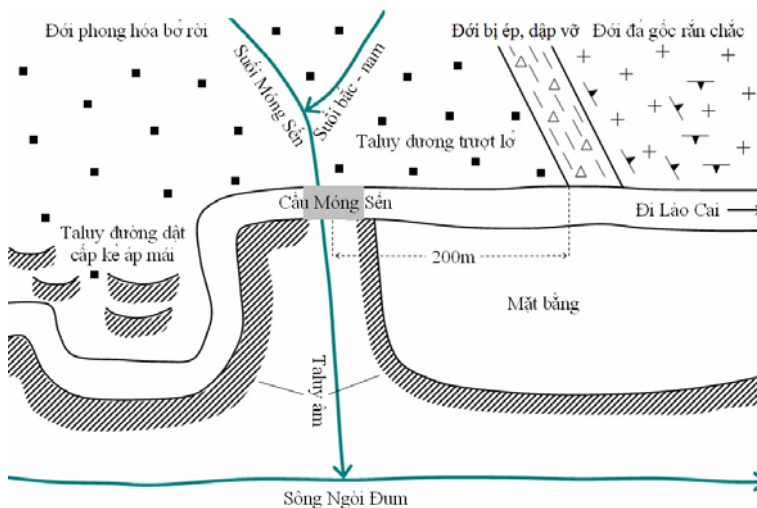
2.2. Đặc điểm địa chất

Các thành tạo địa chất dọc theo tuyến đường 4D khá đa dạng, bao gồm các trầm tích lục nguyên bị biến chất, nén ép, đập vỡ tạo thành các dải chạy theo phương TB-ĐN xen kẽ với các khối magma xâm nhập. Từ thị trấn Sa Pa đến thành phố Lào Cai, quốc lộ 4D cắt qua các thành tạo Đệ tứ không phân chia tại thung lũng thị trấn Sa Pa, hệ tầng Cam Đường ($\epsilon_1 cd$), hệ tầng Cha Pá (NP cp) xen kẽ với các thành tạo xâm nhập phức hệ Po Sen ($\delta\gamma PZ_1 ps$), tiếp theo là các trầm tích hệ tầng Đá Đỉnh (NP- $\epsilon_1 dd$), Bản Nguồn ($D_1 bn$) và Viên Nam ($P_3 vn$). Dọc tuyến đường, đất đá của các hệ tầng này thường có cấu trúc dạng khối, độ phân lớp kém nên hiện tượng trượt theo mặt trượt ít xảy ra, khả năng trượt trọng lực do bão hòa nước của các khối vật liệu mịn lớn hơn.

Tuyến đường quốc lộ 4D chạy theo hướng ĐB-TN gần như vuông góc với hệ thống đứt gãy chính trong vùng, do vậy tuyến đường này cắt qua các đới nén ép, đập vỡ bởi các hoạt động kiến tạo. Dọc theo tuyến đường quốc lộ 4D có rất nhiều đoạn có vách dương cầu tạo bởi các vật liệu bờ rời, điển hình là các tầng phong hóa của những đới tiếp xúc giữa khối xâm nhập Po Sen và hệ tầng Cha Pá, thành tạo sườn tích và bồi tích Đệ tứ, các đới bị cà nát, nén ép, đập vỡ trong khối xâm nhập Po Sen. Các vật liệu này khi gặp địa hình sườn dốc và bị bão hòa nước sau mưa sẽ là những khối trượt gây nguy hiểm cho giao thông trên tuyến đường.

Độ bền kháng cắt của đất đá là yếu tố cơ bản gây trượt lở. Nếu độ bền quá yếu thì ở trạng thái tự nhiên trên sườn dốc dưới tác dụng của trọng lực trượt lở vẫn xảy ra. Phức hệ Po Sen ($\delta\gamma PZ_1 ps$) thuộc nhóm đá xâm nhập axit - trung tính bao gồm các đá granodiorit, granit, ... Theo bảng phân cấp nhóm đất đá theo độ bền [1] thì đây là nhóm đất đá có cấp độ trượt lở mạnh.

Trong các đới đá vụn thuộc vách dương của đoạn cầu Móng Sến còn lưu giữ các mặt trượt bằng phải có phương 130° , đổ về hướng đông bắc với góc dốc 70° . Theo kết quả nghiên cứu, cách cầu về phía đông theo hướng 90° khoảng 200m là đới đá đập vỡ, độ rộng 3m, nằm sát đá gốc rắn chắc, ở đây phát triển khe nứt theo hệ $108^\circ \text{Đ} 70^\circ$ và $50^\circ \text{Đ} 70^\circ$ (hình 1).



← Hình 1. Bình đồ cấu trúc địa chất tại cầu Móng Sến, [3]

Tại cầu Móng Sến là đới cắt trượt kéo dài theo phương 130° , cầu tạo từ đá granodiorit rắn chắc ở rìa đới và phần trung tâm là đá gốc bị nghiền vụn

bờ rời. Trong đới cắt trượt, các thành tạo xâm nhập thuộc phức hệ Po Sen bị vỡ vụn, mô cầu được xây trên đới dăm vụn kiến tạo (hình 1).

Kết quả nghiên cứu tính chất cơ lý đá trong đới cắt trượt cho thấy sức kháng cắt của đá bị đập vỡ ở phần trung tâm đới chỉ bằng nửa sức kháng cắt của đá không bị đập vỡ ở rìa đới. Trong trường hợp cầu Móng Sên, đá ở trung tâm đới bị nghiền vụn, bờ rời, có khả năng thấm nước lớn hơn nhiều so với trạng thái dăm vụn có độ gắn kết yếu, nên khả năng tạo ra khối trượt lớn rất cao.

2.3. Đặc điểm vỏ phong hóa, lượng mưa và lớp phủ thực vật

Phong hóa là quá trình biến đổi đất đá và là nguyên nhân quan trọng gây trượt đất. Độ bền của đá giảm đáng kể sau khi bị phong hóa. Trên sườn dốc nếu lớp vỏ phong hóa càng dày, mức độ phong hóa càng triệt để thì khả năng trượt càng lớn. Theo [1], khu vực này thuộc kiểu vỏ phong hóa Sialferit chịu trượt lở yếu, thuộc nhóm vỏ phong hóa nhạy cảm cao. Qua quan sát ngoài thực địa, lớp vỏ phong hóa bao gồm các tầng granit nằm trong vật liệu cát hạt mịn đến thô, bờ rời, gắn kết yếu.

Lượng mưa là tác động chính, trực tiếp thúc đẩy quá trình trượt lở, làm gia tăng áp suất kẽ hở, giảm lực kết dính, tăng tỷ trọng đất đá, thay đổi trạng thái ứng suất hạt, làm giảm ma sát và gây phá hủy trạng thái cân bằng. Ngoài ra, còn tạo thành các dòng ngầm sinh ra áp lực nước thủy động và thủy tĩnh kết quả làm tăng lực gây trượt một cách đáng kể. Theo [1] thống kê lượng mưa trung bình tháng của hai trạm Sa Pa và Lào Cai thì khu vực này nằm trong trung tâm mưa lớn với tổng lượng mưa năm 2000-3600 mm. Lượng mưa lớn tập trung vào các tháng VI, VII và VIII, đạt tỷ trọng 80 - 85% so với lượng mưa cả năm.

Lớp phủ thực vật có vai trò làm tăng độ ổn định

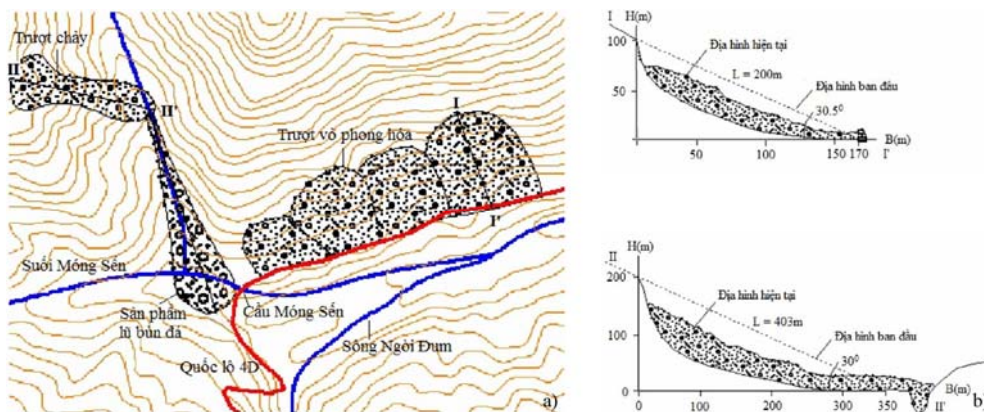
cho mái dốc nhờ tác dụng cơ học của rễ liên kết với các thành phần của đất, điều hòa sự thay đổi đột ngột độ ẩm của đất trong mái dốc và bảo vệ đất khỏi sự xói mòn. Thảm thực vật còn có tác dụng điều tiết dòng chảy, chuyển một phần nước mặt thành nước ngầm. Theo [1], thảm thực vật khu vực cầu Móng Sên bao gồm đất trồng, đất nông nghiệp và rừng trồng tương ứng với mức độ trượt lở từ trung bình, mạnh và rất mạnh.

2.4. Đặc điểm một số khối trượt lở điển hình

Trượt ở khu vực cầu Móng Sên thuộc loại trượt chảy và trượt vỏ phong hóa đá granit. Sau đây là một vài khối trượt điển hình diễn ra trong vài năm trở lại đây.

Theo [4], phần trượt lở nằm ở sườn lồi, phía taluy dương quốc lộ 4D. Hiện tượng trượt lở xảy ra rộng 300m từ Km 119 + 100 đến Km 119 + 400 và kéo dài 350m từ độ cao tuyệt đối 735m (mặt đường) đến độ cao tuyệt đối 900m. Độ dốc địa hình trung bình từ mặt đường đến độ cao 850m là 30 - 35°, từ độ cao 850m đến 900m là 20 - 25°, từ độ cao 900m đến 1000m là 40°, từ 1000m lên đỉnh núi cao 1100m (vách núi đá gốc) là 70 - 80°. Đoạn từ độ cao 900m trở lên chiều dày vỏ phong hóa mỏng, giảm dần từ vài mét đến 0m. Từ độ cao 1000m trở lên lộ đá gốc rắn chắc. Khu vực trượt chủ yếu xảy ra ở độ cao 900m trở xuống.

Theo [1], khối trượt I (trượt vỏ phong hóa) ở phía sườn lồi, taluy dương quốc lộ 4D, phía đông bắc cầu Móng Sên. Khối này cao 200m, dài 403m, rộng 100m, dốc 30.5°. Khối trượt II (trượt chảy) ở vùng sườn lồi phía tây, cách cầu Móng Sên khoảng 300m dọc theo suối Bắc-Nam. Khối này cao 100m, dài 200m, rộng 60m, dốc 30° (hình 2).



Hình 2. Mặt bằng khu vực trượt lở cầu Móng Sên (a) và mặt cắt qua hai khối trượt I và II (b) [1]

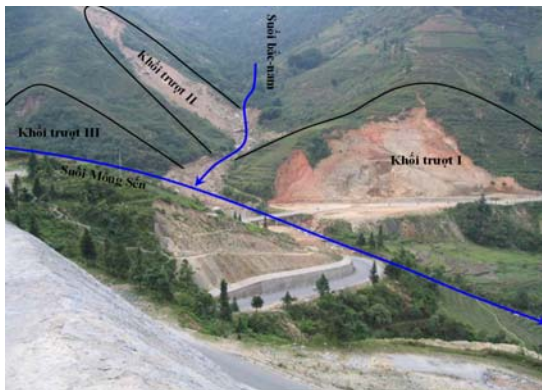
3. Phương pháp ảnh điện đa cực

3.1. Thiết bị khảo sát

Thiết bị được chúng tôi sử dụng là SUPERSTING R1/IP + 56 của hãng AGI gồm một khối điều khiển, một khối chuyên mạch, 56 điện cực và 8 cuộn cáp đa cực với khoảng cách lớn nhất là 20m. Đây là thiết bị đơn kênh, có bộ nhớ trong để lưu cất số liệu với số lần lặp do người sử dụng chọn, có công suất phát lớn 200W [5], cường độ dòng phát: 1mA - 2A liên tục, độ chính xác cao và chống nhiễu tốt.

Với hệ đo đa cực, các điện cực được bố trí cách đều nhau trên tuyến nên người ta thường sử dụng 5 loại hệ cực phổ biến, đó là: Pole - Pole (PP), Pole - Dipole (PD), Dipole - Dipole (DD), Wenner (WN) và Schlumberger (SC) [2].

Số liệu sau khi đã thu thập (giả mặt cắt điện trở suất) cùng với thông tin về bề mặt địa hình sẽ được đưa vào phần mềm nghịch đảo 2D chuyên dụng để tính toán sự phân bố điện trở suất thực của môi trường cần nghiên cứu.

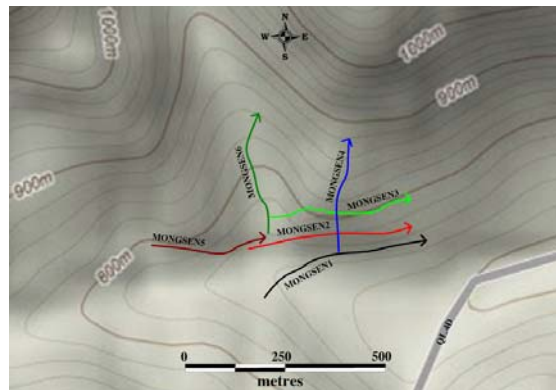


Hình 3. Sơ đồ các khối trượt khu vực cầu Móng Sến

3.2. Sơ đồ các tuyến khảo sát khu vực cầu Móng Sến

Qua việc thu thập các thông tin và điều tra hiện trạng thực tế khu vực sạt lở cầu Móng Sến, chúng tôi thấy rằng ngoài hai khối trượt lớn chính I và II như đề cập ở trên, trong khu vực này còn tồn tại khối trượt nữa đã và đang có dấu hiệu trượt lở trong vài năm gần đây (cây cối bị nghiêng, xuất hiện nhiều khe nứt). Khối trượt này nằm trên sườn đồi đối diện với khối trượt I qua suối Bắc - Nam, dọc suối Móng Sến lên khoảng 200m (khối trượt III, hình 3).

Trên 3 khối trượt, chúng tôi tiến hành khảo sát 6 tuyến đo ảnh điện đa cực. Tại khối trượt I: 2 tuyến cắt ngang khối trượt (hướng đông - tây) là MONGSEN2 (dài 410m), MONGSEN3 (dài 410m) và 1 tuyến cắt dọc khối trượt (hướng nam - bắc) là MONGSEN4 (dài 350m); tại khối trượt II: 1 tuyến cắt ngang khối trượt (hướng đông - tây) là MONGSEN5 (dài 410m) và tại khối trượt III: 1 tuyến cắt ngang khối trượt (hướng nam - bắc) là MONGSEN6 (dài 410m). Ngoài ra dọc theo quốc lộ 4D khu vực cầu Móng Sến (chân khối trượt I) chúng tôi còn tiến hành đo tuyến MONGSEN1 theo hướng đông - tây (dài 470m) (hình 4).



Hình 4. Sơ đồ các tuyến khảo sát ảnh điện đa cực trên bình đồ độ cao khu vực cầu Móng Sến

4. Minh giải kết quả

4.1. Tuyến MONGSEN1 (hình 5)

Trên tuyến, vùng vô phong hóa (WZ) xuất hiện thành dạng dải kéo dài từ mét thứ 150 - 450 (cuối tuyến), phân bố từ trên mặt xuống độ sâu khoảng 15m, bề dày không đều. Nằm ngay trên mặt đá gốc (BR). Tuy nhiên, vùng này nằm ở dưới mặt đường từ phía bờ suối đến cuối tuyến nên không có khả năng gây trượt lở. Phần đầu tuyến (từ mét thứ 0 - 100) là sườn dốc quả đồi phía tây mô cầu, phía

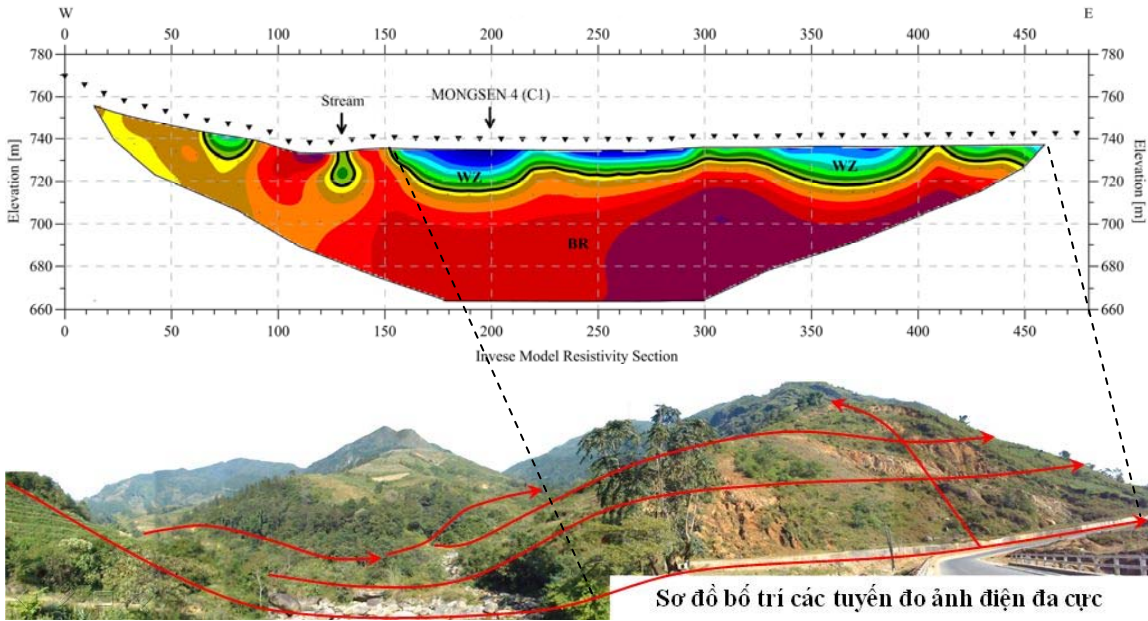
nam suối Móng Sến (ruộng bậc thang), dốc khoảng 17° , không thấy có mặt đới WZ, chỉ có một vùng nhỏ dài khoảng 10m, sâu khoảng 5m ở mét thứ 90 không có khả năng gây trượt lở lớn.

4.2. Tuyến MONGSEN2 (hình 6)

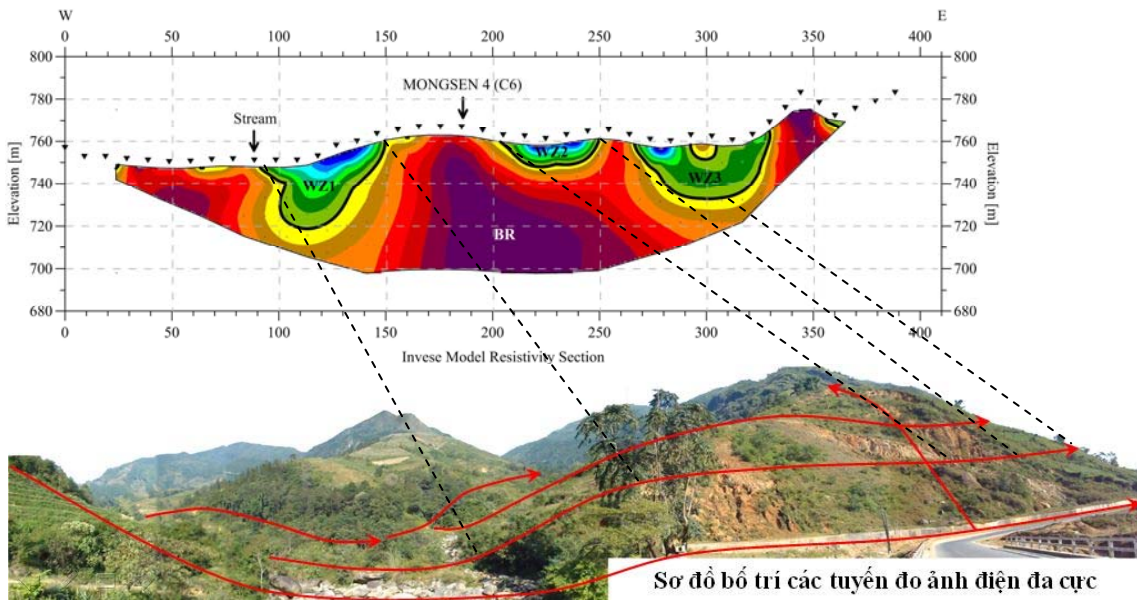
Trên tuyến xuất hiện ba vùng WZ: vùng WZ1 xuất hiện từ mét thứ 90 - 150 nằm ngay trên sườn phía tây khối trượt I, dốc khoảng 21° kéo dài từ đỉnh tới bờ suối, phát triển từ trên mặt xuống độ sâu khoảng 25m. Với độ dốc, quy mô ở đây và

không có lớp phủ thực vật nên khối WZ1 có thể xảy ra trượt lở mạnh. Tuy nhiên, chân khối trượt được chắn bởi đá gốc, nên nguy cơ trượt lở không cao. Theo sườn phía nam, dốc khoảng 14°, cách mặt đường khoảng 74m theo sườn dốc, vùng WZ1

vẫn có nguy cơ trượt lở. Vùng WZ2 nằm ở mét thứ 210-250, sâu từ 0 đến 10m; vùng WZ3 ở mét thứ 270-330, sâu từ 0 đến 20m là những vùng nằm trên sườn dốc khoảng 31°, cách mặt đường khoảng 50m theo sườn dốc, có nguy cơ tiếp tục trượt lở.



Hình 5. Kết quả phân tích tuyến MONGSEN1: WZ (weathered zone) - đới phong hóa (5 - 150 Ωm)
BR (bed rock) - đá gốc (150 - 3000 Ωm)

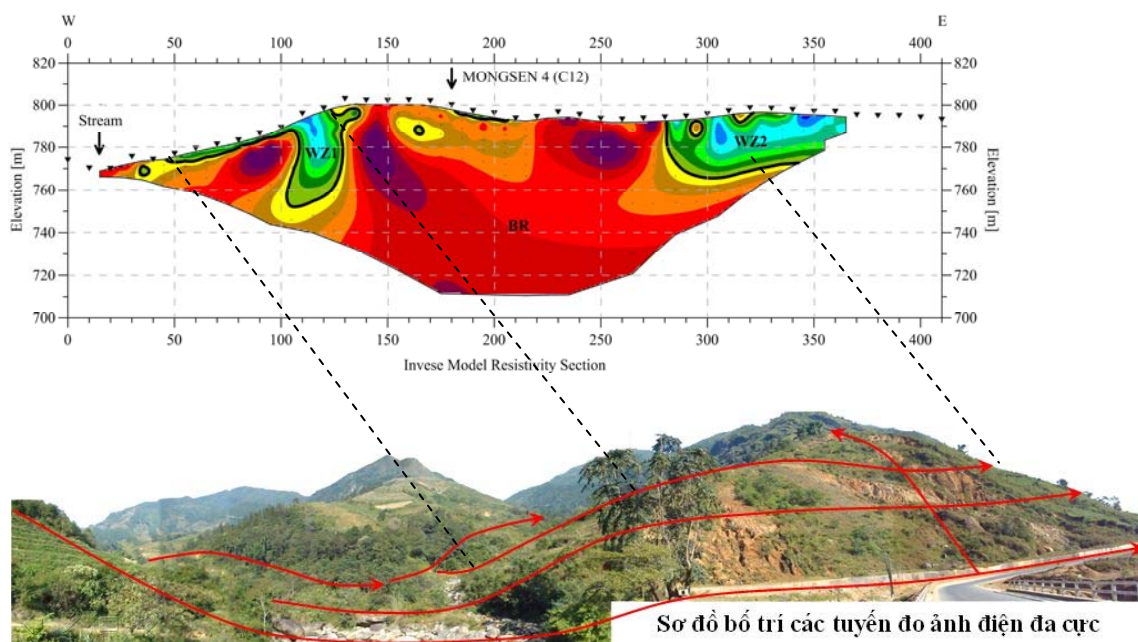


Hình 6. Kết quả phân tích tuyến MONGSEN2: WZ (weathered zone) - đới phong hóa (5 - 150 Ωm)
BR (bed rock) - đá gốc (150 - 3000 Ωm)

4.3. Tuyến MONGSEN3 (hình 7)

Trên mặt cắt xử lý có hai vùng WZ: vùng WZ1 từ mét thứ 50-130, cũng nằm ngay trên sườn phía tây khối trượt I, gần rãnh thoát nước, nằm trên ruộng bậc thang, dốc khoảng 18° kéo dài từ đỉnh tới gần bờ suối. Tuy nhiên phần nằm trên sườn dốc từ mét thứ 50-105, bề dày vùng này rất mỏng, đoạn còn lại khá dày, phát triển từ trên mặt xuống độ sâu

khoảng 30m nhưng cũng như vùng WZ1 của MONGSEN2, chân khối này được chắn bởi đá gốc nên nguy cơ trượt lở không cao. Vùng WZ2, ở mét thứ 280 - 370 (cuối tuyến), sâu từ 0 đến 25m, nằm trên ruộng bậc thang ngay bên dưới nương dẫn nước số 3, nằm trên sườn dốc khoảng 31°, cách mặt đường khoảng 110m, có thể vùng này cùng với vùng WZ3 của MONGSEN2 tạo thành đới có nguy cơ tiếp tục sạt lở.



Hình 7. Kết quả phân tích tuyến MONGSEN3: WZ (weathered zone) - đới phong hóa (5 - 150 Ω m)
BR (bed rock) - đá gốc (150 - 3000 Ω m)

4.4. Tuyến MONGSEN4 (hình 8)

Qua kết quả xử lý không thấy xuất hiện đới WZ ngoại trừ phần cuối tuyến. Tuy nhiên, phần này nằm ở trên phần bằng phẳng của sườn dốc phía đối diện nên không gây sạt lở. Có thể nhận thấy phần lớn chiều dài tuyến đá gốc đã lộ trên mặt. Từ hình thái bề mặt chúng ta có thể nhận ra 2 mặt trượt đã xảy ra qua tuyến này: phần trên từ mét thứ 130-200, dốc 42°, phần dưới từ mét thứ 0-100, dốc 30°.

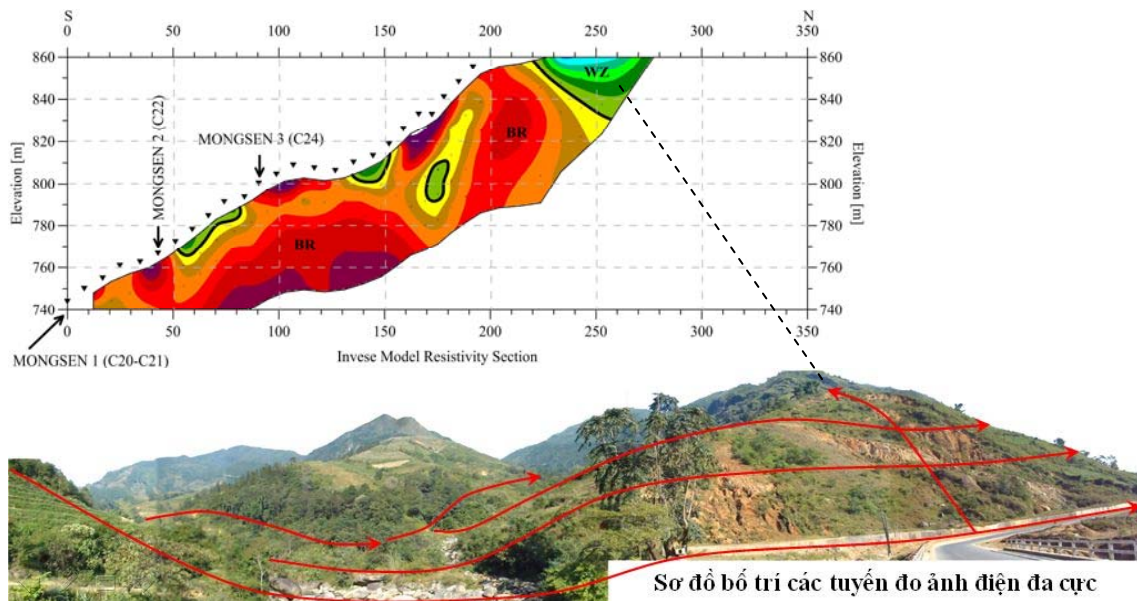
4.5. Tuyến MONGSEN5 (hình 9)

Trên tuyến xuất hiện 4 vùng WZ nằm rải rác dọc tuyến, phát triển từ trên mặt xuống độ sâu khoảng 25m. Mặc dù sườn này có khá nhiều cây

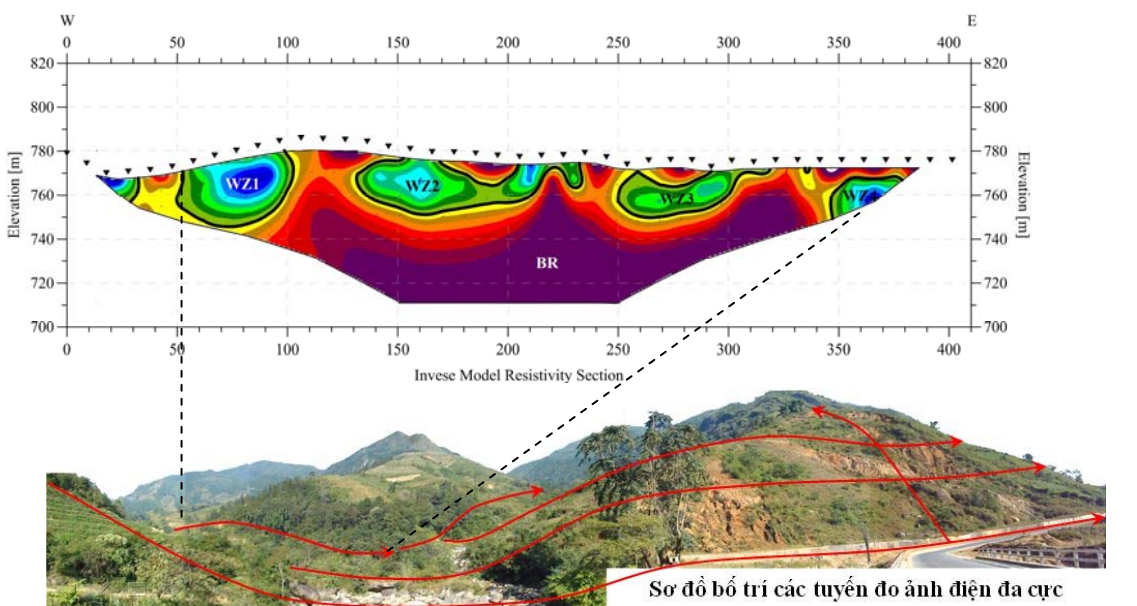
che phủ nhưng dọc theo tuyến khảo sát xuất hiện khá nhiều khe nứt, cây cối bị nghiêng đổ theo hướng dốc và do đó có thể nhận định các vùng này tạo thành đới, với bề dày và góc sườn dốc như vậy có thể gây trượt trên toàn tuyến.

4.6. Tuyến MONGSEN6 (hình 10)

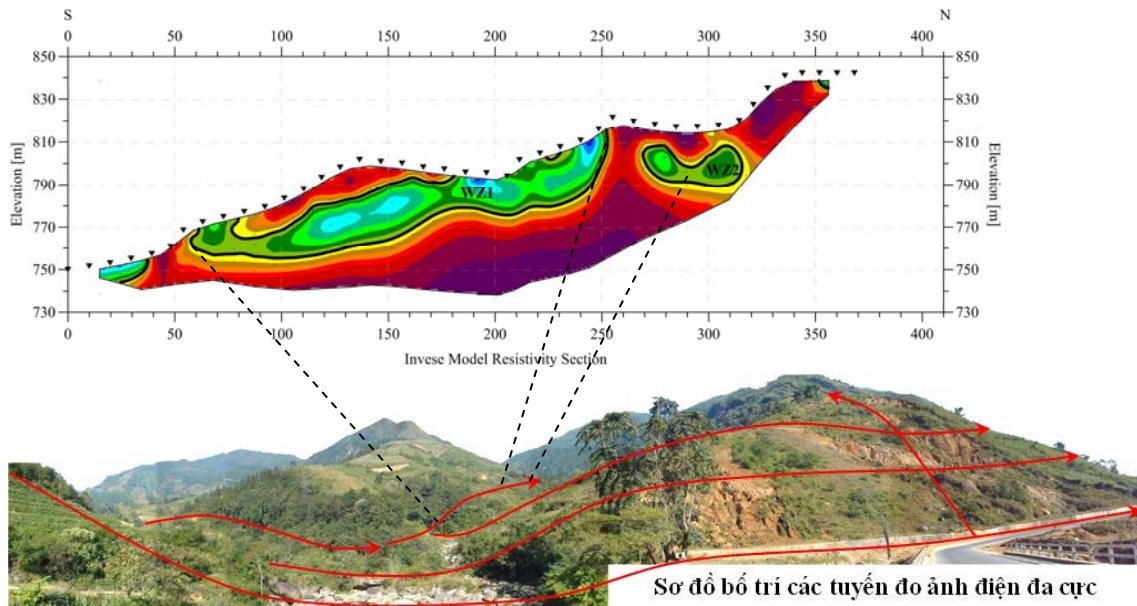
Trên tuyến xuất hiện 2 vùng WZ: vùng WZ1 kéo dài từ mét thứ 50-250m, dày khoảng 20m. Đây là vùng có khả năng sạt lở cao do quy mô vùng WZ và độ dốc sườn là khá lớn. Vùng WZ2 nằm ở mét thứ 270-310 dày khoảng 15m nằm quanh vùng đá gốc; có thể đá gốc ở đây nứt nẻ mạnh tạo điều kiện cho nước mặt ngấm xuống tạo ra đới này.



Hình 8. Kết quả phân tích tuyến MONGSEN4: WZ (weathered zone) - đới phong hóa (5 - 150 Ω m)
BR (bed rock) - đá gốc (150 - 3000 Ω m)



Hình 9. Kết quả phân tích tuyến MONGSEN5: WZ (weathered zone) - đới phong hóa (5 - 150 Ω m)
BR (bed rock) - đá gốc (150 - 3000 Ω m)



Hình 10. Kết quả phân tích tuyến MONGSEN6: WZ (weathered zone) - đới phong hóa (5 - 150 Ωm)
BR (bed rock) - đá gốc (150 - 3000 Ωm)

5. Nhận xét, đánh giá, kiến nghị và giải pháp

5.1. Nguyên nhân gây trượt lở

Qua việc thu thập và phân tích các nguồn tài liệu liên quan đến trượt lở khu vực cầu Móng Sên, chúng tôi có một số nhận xét sau:

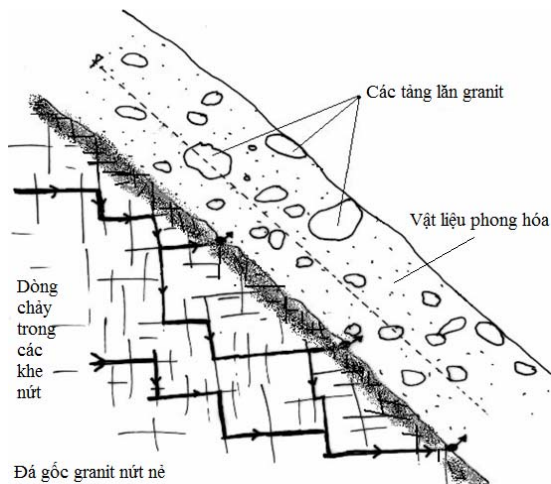
- Đặc điểm địa hình - địa mạo: taluy dương dốc, từ mặt đường đến độ cao tuyệt đối 850m là 30 - 35°, từ độ cao tuyệt đối 850m đến 900m là 20 - 25°, từ độ cao tuyệt đối 900m đến 1000m là 40°, từ độ cao 1000m trở lên là vách núi đá granodiorit rắn chắc. Hiện tượng trượt lở đang xảy ra từ độ cao tuyệt đối 900m trở xuống đến quốc lộ 4D, từ độ cao tuyệt đối 900m trở lên chưa xảy ra hiện tượng trượt lở. Taluy âm (sườn thung lũng Ngòi Đum) là vực sâu (đến 60°). Ngoài độ dốc sườn, địa hình còn bị chia cắt mạnh bởi sông suối, mặt đường hẹp, uốn khúc, có nhiều điểm nứt trượt giật cấp theo định hình. Như vậy, độ dốc địa hình khá lớn, phần trên có bề mặt địa hình thoải hơn rất thuận tiện cho việc tích nước trong lớp vỏ phong hóa. Theo phân cấp trượt lở thì với đặc điểm này ở đây có nguy cơ xảy ra trượt lở mạnh.

- Đặc điểm địa chất-kiến tạo: khu vực cầu Móng Sên phân bố các đá granitoid thuộc phức hệ đá Po Sen. Theo tài liệu lỗ khoan và khảo sát địa chất thì trên cùng là lớp đất canh tác và đất phong

hóa bờ rời phân bố trong thân các khối trượt và nằm trên mặt các khu vực trượt. Đất có màu nâu đỏ, vàng nhạt. Thành phần là sét, sét pha cát, cát lẫn dăm, sạn. Bề dày từ vài mét đến >10m. Đất dễ bị hòa tan, hệ số thấm cao. Bên dưới là lớp đá granodiorit bị nứt nẻ, phong hóa nhẹ. Diện phân bố rộng, lộ ra ở mép sông Ngòi Đum, suối Móng Sên, taluy dương, vách núi ở độ cao >1000m. Độ ngấm nước cao, độ ổn định thấp.

Quốc lộ 4D cắt vuông góc qua các hệ thống đứt gãy chính (các đới nén ép, dập vỡ) trong vùng. Ngoài ra, dọc suối Móng Sên là đới phá hủy có chiều rộng tới 500m, chiều dài khoảng vài kilômét.

Tác động của đới phá hủy làm cho đá phức hệ Po Sen khu vực cầu Móng Sên bị cả nát, nén ép, dập vỡ (đới cắt trượt) mà phần trung tâm là đá gốc bị nghiền vụn, bờ rời; phần ngoài rìa là đá gốc granodiorit rắn chắc. Sức kháng cắt của đá ở phần trung tâm chỉ bằng một nửa sức kháng cắt của đá phần ngoài rìa. Rõ ràng phần đá nứt nẻ bên dưới tạo điều kiện thuận lợi cho nước mặt xâm nhập, tạo ra các dòng chảy trong các khe nứt và dòng luân chuyển trên mặt trượt tạo điều kiện thuận lợi cho trượt lở. Tác động của đới phá hủy còn thúc đẩy nhanh quá trình phong hóa. Phần đất phong hóa ở trên lại có độ gắn kết yếu, nhiều tầng lún hình cầu, thấm nước mạnh, có thành phần sét, tạo khả năng trượt lở cao (hình 11).



Hình 11. Cơ chế hình thành các dòng nước luân chuyển trong các khe nứt đá granit (trái) và vật liệu phong hóa tại khối trượt I khu vực cầu Móng Sến (phải)



- Đặc điểm vỏ phong hóa: là sản phẩm phong hóa đá granit trong đới cắt trượt nên vỏ phong hóa dày (khoảng 20m), bờ rời, độ gắn kết yếu, chủ yếu là đất, sét, cát, sạn lẫn nhiều tầng lăn hình cầu. Trong đó cát hạt thô, sạn thạch anh - sản phẩm cuối cùng của quá trình phong hóa, chiếm số lượng lớn. Vỏ phong hóa ở đây thuộc loại chịu trượt lở yếu, độ nhạy cảm cao.

- Đặc điểm lượng mưa: nước mưa ngấm xuống các đới phá hủy kiến tạo, chứa trong các khe nứt. Mưa làm tăng tải trọng khối đất đá trên sườn dốc, làm bề mặt trượt được bôi trơn, giảm độ bền của đất đá, làm tăng lực gây trượt, giảm ma sát. Đây là vùng nằm trong trung tâm mưa lớn (2000 - 3600 mm/năm) của khu vực, tập trung nhiều vào các tháng VI, VII, VIII (có thể thấy hầu hết các vụ sạt lở ở đây đều rơi vào khoảng thời gian này). Chính đặc điểm này là tác động chính, trực tiếp thúc đẩy quá trình trượt lở.

- Đặc điểm thảm thực vật và hoạt động nhân sinh: phần lớn diện tích trên các sườn khu vực này nhân dân trồng lúa, ngô, sắn và hoa màu. Phần từ độ cao trên 830m và phần rìa phía tây là những ruộng bậc thang trồng lúa. Quá trình canh tác của nhân dân trên các sườn làm lớp phủ thực vật tự nhiên bị mất đã trực tiếp làm thay đổi cân bằng sườn trên các khối trượt.

- Trước đây, người dân đã đào ba hệ thống mương dẫn nước từ khe suối phía tây qua khu vực trượt lở I sang phía đông dài hàng kilômét. Những

hệ thống thủy lợi đơn giản này nước chảy tự nhiên, nên về mùa mưa nước theo các khe nứt, hoặc tràn qua mương dẫn xuống phía dưới làm gia tăng tải trọng khối trượt và gây trượt lở.

Như vậy: khu vực cầu Móng Sến hội tụ gần như đầy đủ các nguyên nhân gây trượt lở ở mức độ cao. Đó chính là lý do khu vực này đã và đang xảy ra trượt lở trong nhiều năm qua.

5.2. Dự báo nguy cơ trượt lở khu vực cầu Móng Sến

Khối trượt I: đoạn đường 4D qua khu vực này (chân khối trượt) không phải là nằm trên đá gốc rắn chắc như nhiều nhận định trước đây mà vẫn nằm trên lớp phong hóa dày khoảng 15m. Đá gốc chỉ lộ ở khu vực suối Móng Sến. Mặt cắt dọc thân khối trượt cho thấy mặc dù sườn của khối trượt này vẫn khá dốc, 42° ở phần thấp, 30° ở phần cao nhưng nhiều chỗ đá gốc đã lộ. Với các mặt cắt ngang khối trượt cho thấy phần sườn phía tây (phía suối) vẫn tồn tại vỏ phong hóa khá dày, khoảng 25m, kéo dài từ bờ suối lên đến đỉnh dốc như ở vùng WZ1 của tuyến MONGSEN2. Với độ dốc địa hình khoảng 20° các vùng này vẫn tồn tại nguy cơ trượt lở nhưng phía chân của chúng được chắn bởi đá gốc. Do đó chúng tôi nhận định khả năng trượt lở ít có khả năng xảy ra ở sườn này. Phần phía đông khối trượt (cuối các tuyến ngang), sự có mặt hai vùng WZ3 của tuyến MONGSEN2, cách mặt đường 50m và vùng WZ2 của tuyến MONGSEN3, cách mặt đường khoảng 110m (bên dưới mương

dẫn nước) có bề rộng khoảng 70m, sâu khoảng 20m nằm trên sườn dốc 31°, là ruộng bậc thang trồng lúa, có thể hai vùng này tạo thành một khối có khả năng gây trượt lở rất cao. Một số vùng đất phong hóa nhỏ như WZ2 của tuyến MONGSEN2 hay một số vùng trên tuyến MONGSEN4, nếu xảy ra trượt lở thì quy mô không lớn.

Khối trượt II: theo kết quả tuyến MONGSEN6 cắt ngang sườn khối này tồn tại vùng phong hóa quy mô khá lớn dài khoảng 200m, dày khoảng 20m. Vùng này nằm trên sườn dốc khoảng 22° nên nguy cơ trượt lở là rất cao, nhất là khi khối này được gia tăng thêm khối lượng về mùa mưa.

Khối trượt III: theo kết quả tuyến MONGSEN5 cắt ngang sườn khối này tồn tại vùng phong hóa quy mô khá lớn kéo dài từ đầu tới cuối tuyến, dày khoảng 25m. Vùng này nằm trên sườn dốc khoảng 25° nên nguy cơ trượt lở là rất cao, nhất là khi khối này được gia tăng thêm khối lượng về mùa mưa. Tại khu vực khảo sát chúng tôi đã phát hiện được rất nhiều vết nứt khá lớn. Có thể những vết nứt này làm nước mưa thấm xuống vùng phong hóa càng mạnh hơn và gây nguy cơ trượt lở lớn.

5.3. Đề xuất giải pháp phòng, chống trượt lở khu vực cầu Móng Sến

(i) Tổ chức các hình thức như nói chuyện, thông báo trên các phương tiện truyền thông của xã, trường, làm các tờ rơi bằng hình vẽ đơn giản, dễ hiểu, ... cho nhân dân và học sinh và tập trung vào các nội dung sau:

- Nhận biết được hiện tượng trượt lở đất: dấu hiệu xuất hiện (sau những trận mưa lớn, cây cối bị đổ ngã,...).

- Các giải pháp phòng chống trượt lở đất: nhằm chỉ rõ nguyên nhân do con người tạo ra, không canh tác trên các sườn dốc, không tạo các mương dẫn nước tự nhiên, trồng cây bảo vệ, ...

- Gắn biển cảnh báo giao thông để mọi người và các phương tiện giao thông đề phòng, nhất là với khách du lịch.

- Các phương án đối phó, cứu hộ và khắc phục hậu quả khi xảy ra trượt lở đất.

(ii) Mọi chương trình, kế hoạch phát triển của địa phương đều phải tính đến các giải pháp phòng chống trượt lở như sử dụng đất canh tác, trồng

rừng, sử dụng đất ở, làm các công trình thủy lợi, khai thác du lịch,...

(iii) Tại khối trượt I khu vực cầu Móng Sến đã tiến hành nhiều biện pháp kỹ thuật nhằm phòng chống trượt lở như kè mái, xây các rãnh thoát nước ra hai bên, xây tường chắn ở chân khối trượt. Tuy nhiên, do không khảo sát kỹ trước khi thiết kế xây dựng, nên hệ thống kè mái, rãnh thoát nước bị hư hại nghiêm trọng do quá trình trượt lở vẫn tiếp diễn, gây lãng phí.

Theo hiện trạng hiện nay, chúng tôi kiến nghị: khối trượt này theo đánh giá từ kết quả khảo sát, nguy cơ trượt lở không cao. Riêng phần phía đông khối trượt vẫn tiềm ẩn nguy cơ trượt lở, không nên trồng lúa trên các ruộng bậc thang, nhất là các mương dẫn nước tự nhiên. Do độ dốc sườn vẫn lớn nên cần chỉnh sửa hình dạng và độ dốc sườn, đồng thời tạo các rãnh thoát nước để giảm lực gây trượt, không cho nước xâm nhập xuống phần đá nứt nẻ bên dưới, trồng cây tạo lớp phủ, hạn chế quá trình phong hóa và điều tiết nước mặt.

(iv) Đối với khối trượt II và III nằm xa đường quốc lộ 4D nhưng nguy cơ trượt lở cao và ảnh hưởng trực tiếp đến cầu Móng Sến nếu trượt lở xảy ra. Mặc dù phần này có độ che phủ rừng tốt hơn khối trượt I nhưng phía trên độ dốc nhỏ, nhân dân vẫn canh tác, không có lớp phủ thực vật bảo vệ. Do đó cần tạo điều kiện để nhân dân chuyển sang canh tác ở vùng khác, thay vào đó là trồng cây bảo vệ. Tiến hành khảo sát bổ sung bằng các phương pháp địa vật lý để xác định rõ đá gốc, quy mô các khối trượt. Từ đó đánh giá khả năng gây trượt và thiết kế các công trình phòng chống phù hợp, nhất là các rãnh thoát nước mặt bởi khu vực này không có dân cư nên không cần áp dụng các biện pháp công trình quá tốn kém.

Lời cảm ơn: Bài báo này là kết quả nghiên cứu của đề tài phát triển khoa học công nghệ, Liên hiệp các hội Khoa học và Kỹ thuật Việt Nam. Chúng tôi xin chân thành cảm ơn tập thể phòng Địa động lực, Viện Vật lý Địa cầu đã tham gia công tác thu thập các nguồn tài liệu liên quan đến trượt lở khu vực cầu Móng Sến.

TÀI LIỆU DẪN

[1] Trần Trọng Huệ, 2004: Báo cáo Nghiên cứu đánh giá tổng hợp các loại hình tai biến địa chất trên lãnh thổ Việt Nam và các giải pháp phòng

tránh. Đề tài độc lập cấp nhà nước. Lưu trữ Viện Địa chất, Viện KH&CN Việt Nam, Hà Nội.

[2] *Loke. M. H.*, 2004: Tutorial: 2-D and 3-D electricel imaging survey.

[3] *Chu Văn Ngợi, Nguyễn Thị Thu Hà*, 2008: Đánh giá nguy cơ tai biến trượt lở dọc tuyến đường 4D trên cơ sở nghiên cứu mối quan hệ giữa cấu trúc địa chất và địa hình. Tạp chí Địa chất, số 305, tr.1-8.

[4] *Nguyễn Trọng Yêm*, 2006: Báo cáo Nghiên cứu đánh giá trượt - lở, lũ quét - lũ bùn đá một số vùng nguy hiểm ở miền núi Bắc Bộ, kiến nghị các giải pháp phòng tránh, giảm nhẹ thiệt hại. Đề tài độc lập cấp nhà nước. Lưu trữ Viện Địa chất, Viện KH&CN Việt Nam, Hà Nội.

[5] AGI, 2003: The SuperSting with Swift automatic resistivity and IP system instruction manual. Advanced Geosciences, Inc., Austin, Texas.

SUMMARY

Studying to determine causes of landslide in the area of the Mong Sen bridge, Lao Cai province

To contribute to preventing and mitigating landslide hazards, we used the Multi-electrode Resistivity Imaging (MRI) method to determine causes of landslide that complements useful information, integrates with geological data to set scientific basics for proposing measures of reinforcement, prevention, and mitigation of the hazard loss.

In the paper, we introduce some initial results of above mentioned method achieved in the area of the Mong Sen bridge, Lao Cai province.