Tạp chí Khoa học và Công nghệ Biển; Tập 14, Số 4; 2014: 348-357
DOI: 10.15625/1859-3097/14/4/5821
http://www.vjs.ac.vn/index.php/jmst

ĐÁNH GIÁ HIỆN TRẠNG TRƯỢT LỞ NGẦM BẰNG MÔ HÌNH 3D HÌNH THÁI ĐỊA HÌNH ĐÁY BIỂN VÀ CẤU TRÚC ĐỨT GÃY TRÊN THỀM LỤC ĐỊA NAM TRUNG BỘ

Phí Trường Thành*, Trần Tuấn Dũng

Viện Địa chất và Địa vật lý biển-Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam
*E-mail: thanhgislab@gmail.com

Ngày nhận bài: 27-5-2014

TÓM TẮT: *Bài báo này trình bày một số kết quả của việc đánh giá hiện trạng trượt lở ngầm bằng mô hình 3D hình thái địa hình đáy biển và cấu trúc đứt gãy trên thềm lục địa Nam Trung Bộ. Trên mô hình 3D, dấu hiệu trượt lở xuất hiện dọc theo sườn lục địa, tạo thành những dải sụt bậc hẹp, nằm ở các độ sâu 700 - 800 m, 1.200 - 1.300 m và 1.500 - 1.700 m và một số khối trượt dạng gò đồi phân bố rải rác trên các bậc thềm đó. Các dấu hiệu này cũng được phát hiện trên các tuyến địa chấn cắt ngang sườn và đặc biệt rõ nét trên số liệu Multibeam mới đây trong chuyến khảo sát năm 2013 của đề tài cấp Nhà nước KC09.11/11-15. Bên cạnh đó, kết quả phân tích theo cấu trúc đứt gãy trên bình đồ và mặt cắt địa chấn còn cho thấy, dọc sườn dốc có thể xuất hiện các bề mặt trượt dạng cung tròn mà ranh giới trong là các đứt gãy và đáy là các bề mặt lớp hoặc ranh giới mặt bất chỉnh hợp. Kết quả phân tích cấu trúc đứt gãy tuổi Đệ tứ cũng xác định được khu vực này khó có thể xảy ra kiểu trượt theo bề mặt đứt gãy, bởi vì góc cắm của các đứt gãy thường lớn hơn góc nghiêng của sườn dốc. Tuy nhiên, sự có mặt của hệ thống đứt gãy phương vuông góc với bề mặt sườn dốc, sẽ làm phá vỡ tính liên kết và tăng nguy cơ trượt lở ở đây.*

Từ khóa: *Mô hình 3D, sườn lục địa, dấu hiệu trượt lở, trượt lở ngầm, trượt cung tròn.*

MỞ ĐẦU

Khu vực ngoài thềm lục địa Nam Trung Bộ (vùng biển Phú Yên - Khánh Hòa), nằm cách bờ biển khoảng 70 - 100 km (kinh tuyến $109^0$30'), chiều sâu đáy biển thay đổi khá đột ngột từ 300 m xuống 1.500 m. Theo các số liệu địa chấn, góc dốc của địa hình mép rìa thềm hiện tại nằm trong khoảng 15 - 45^0 (Trần Tuấn Dũng, 2010). Sự thay đổi đột ngột của địa hình đáy biển cùng với độ dốc của nó có thể gây ra hiện tượng trượt lở đất đá ở đây. Bên cạnh những yếu tố địa hình, khu vực này còn phát triển các hệ thống đứt gãy kiến tạo trẻ dọc kinh tuyến $109^0$30'. Đi kèm chúng là các quá trình phun trào núi lửa trẻ và động đất với cường độ đạt tới 6 độ richter, càng làm tăng nguy cơ trượt lở đất trong khu vực.

Nghiên cứu trượt lở ở khu vực này đã được thực hiện qua 2 đề tài: Đề tài thứ nhất cấp Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam (2009-2010): *"Nghiên cứu, dự báo các nguy cơ trượt lở đất đá dọc dải ven biển và trên thềm lục địa Nam Trung Bộ trên cơ sở phân tích các tài liệu địa chất và địa vật lý"*, do TS. Trần Tuấn Dũng - Viện Địa chất và Địa vật lý biển làm chủ nhiệm. Đề tài này đã phân tích, đánh giá được hiện trạng trượt lở dọc dải ven biển và thềm lục địa trong khu vực nghiên cứu. Các kết quả phân tích bước đầu đã xác định được một số yếu tố liên quan đến trượt lở ngầm và đưa ra được sơ đồ phân vùng nguy cơ tiềm ẩn trượt lở

ngầm cũng như những cảnh báo về hiện tượng trượt lở trên thềm lục địa Nam Trung Bộ. Thứ hai là đề tài Khoa học và Công nghệ độc lập cấp Nhà nước (2007-2010): *"Nghiên cứu đánh giá độ nguy hiểm của động đất và sóng thần ở ven biển và hải đảo Việt Nam và đề xuất các giải pháp phòng tránh, giảm nhẹ hậu quả"*, do GS. Bùi Công Quế làm chủ nhiệm. Đề tài này đã tiến hành nghiên cứu cấu trúc kiến tạo - địa động lực trên khu vực Biển Đông và lân cận, xác định được các vùng phát sinh động đất và các vùng nguồn có khả năng gây động đất sóng thần. Nội dung của Đề tài này đã đề cập đến vấn đề trượt lở ngầm và phân tích một số đặc trưng trường sóng địa chấn liên quan đến trượt lở ngầm. Tuy nhiên, các kết quả nghiên cứu ở đây mới chỉ dừng lại ở việc xác định các biểu hiện trượt lở trên một số mặt cắt địa chấn.

Trong khi đó, nghiên cứu trượt lở ngầm trên thế giới đã được quan tâm từ nhiều thập niên của thế kỷ trước. Các nghiên cứu đã chỉ rõ nguyên nhân gây ra hiện tượng trượt lở và mối quan hệ, tác động qua lại của nó với các hoạt động động đất, núi lửa và sóng thần [1-4]. Ngoài ra, một số nghiên cứu khác còn cho rằng, sự dịch chuyển của những đứt gãy ngoài khơi hoặc trượt lở ngầm cũng có thể là nguồn gây ra sóng thần [5, 6]. Gần đây, các kết quả nghiên cứu của [7, 8] còn cho rằng áp suất lỗ rỗng cao và động đất mạnh có thể cũng là nguồn kích hoạt gây trượt lở. Các kết quả nghiên cứu trên đã định lượng được phạm vi phân bố, diện tích và thể tích của các khối trượt bằng việc phân tích các tài liệu đo sâu hồi âm đáy biển (Multibeam, Echo sounder), Sonar quét sườn, địa chấn phản xạ ..., làm cơ sở cho việc dự đoán các dạng tai biến tiềm năng liên quan.

Tiếp theo, trong nghiên cứu này, chúng tôi sử dụng tổ hợp các nguồn tài liệu Multibeam và địa chấn phản xạ để phân tích đánh giá hiện trạng trượt lở ngầm, làm cơ sở việc dự đoán tai biến trượt lở tiềm năng trên thềm lục địa Nam Trung Bộ.

CƠ SỞ TÀI LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP LUẬN

Hiện tượng trượt lở ngầm xảy ra phổ biến trên những sườn địa hình có độ dốc nhất định cả ở trên lục địa và dưới biển. Nguyên nhân gây ra hiện tượng trượt lở này có thể là do dịch chuyển kiến tạo, động đất, núi lửa hay trượt trọng lực của những khối đất, đá có thành phần vật chất không đồng nhất ... Ranh giới giữa các khối trượt có thể là bề mặt đứt gãy, khe nứt, mặt lớp hoặc bề mặt vỏ phong hóa. Những khối trượt lở thường có kích thước khác nhau, tùy thuộc vào từng nguyên nhân tác động đến chúng.

Cơ sở tài liệu

Để thực hiện nghiên cứu này, các nguồn tài liệu sử dụng gồm:

Các tuyến địa chấn phản xạ minh giải: trong báo cáo đề tài Khoa học và Công nghệ độc lập cấp Nhà nước (2007-2010): *"Nghiên cứu đánh giá độ nguy hiểm của động đất và sóng thần ở vùng ven biển và hải đảo Việt Nam và đề xuất các giải pháp phòng tránh giảm nhẹ hậu quả"* do Bùi Công Quế là chủ nhiệm.

Số liệu đo sâu Multibeam: được thu thập bởi hệ thống đo đa tia SeaBeam 3030, gắn trên tàu HQ 885 của Đoàn Đo đạc biên vẽ hải đồ và Nghiên cứu biển (Đoàn 6 Hải quân) trong chuyến khảo sát năm 2013 của đề tài KC09.11/11-15 *"Nghiên cứu, cảnh báo nguy cơ trượt lở ngầm trên thềm lục địa Nam Trung bộ"* do TS. Trần Tuấn Dũng làm chủ nhiệm.

Phương pháp

Trong nghiên cứu này, một tổ hợp các phương pháp được sử dụng:

Phương pháp xây dựng và phân tích mô hình số 3D hình thái cấu trúc địa hình đáy biển;

Minh giải tài liệu Multibeam;

Phương pháp tích hợp GIS.

Ngoài ra, trong nghiên cứu còn sử dụng các tiêu chí phân tích hiện tượng trượt lở trên các băng địa chấn trong đề tài Khoa học và Công nghệ độc lập cấp Nhà nước ĐTĐL 2007G/45 (Bùi Công Quế và nnk, 2010).

1) Tồn tại hiện tượng các ranh giới phản xạ bị cắt cụt một cách đột ngột;

2) Tồn tại các trường sóng hỗn độn không quy luật dạng chaostic và các mặt phản xạ bị uốn nếp biến dạng liên quan với khối đất đá bị trượt lở dập vỡ;

3) Tồn tại các mặt ranh giới dốc, với góc đổ trên vài chục độ liên quan đến địa hình sườn dốc của đáy biển cổ;

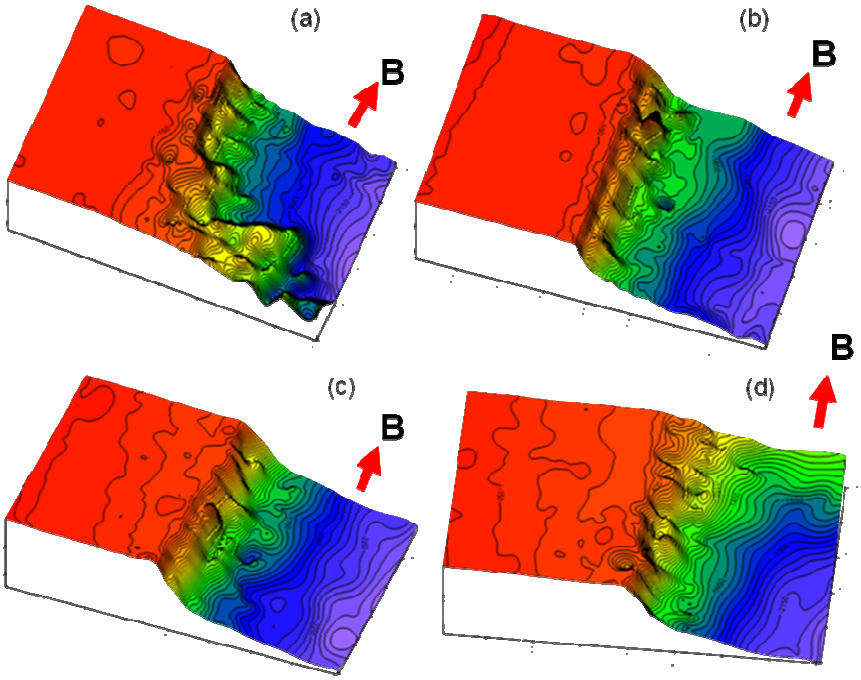
4) Tồn tại các dấu hiệu trường sóng phản ánh sự có mặt của các đứt gãy kiến tạo và các mặt trượt;

5) Tồn tại các dấu hiệu bất chỉnh hợp địa chấn phản ánh các khối trượt lở nằm không chỉnh hợp (không song song) trên các thành tạo trầm tích sát đáy biển.

HIỆN TRẠNG TRƯỢT LỞ TRÊN THỀM LỤC ĐỊA NAM TRUNG BỘ

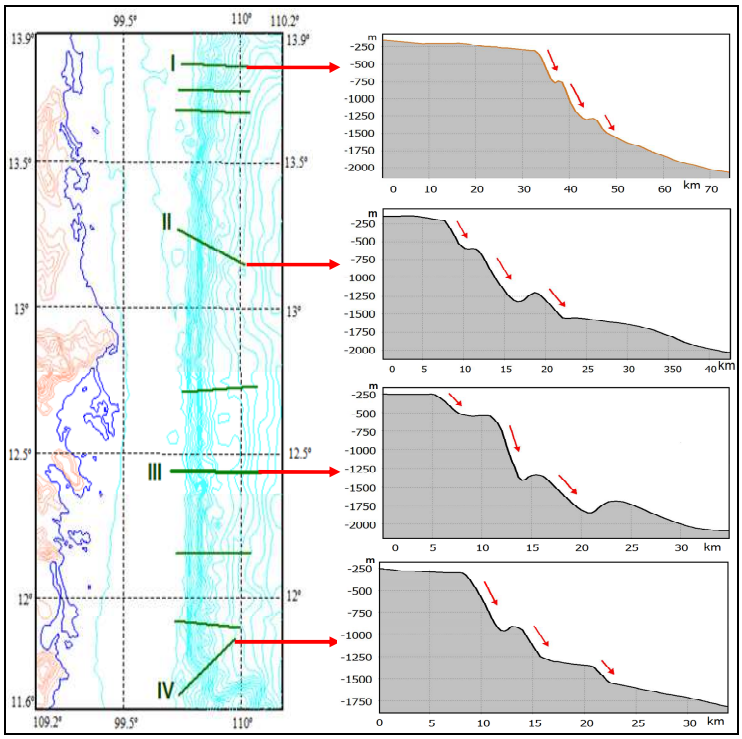
Dấu hiệu trượt lở trên mô hình số địa hình 3D

Dấu hiệu trượt lở trong khu vực nghiên cứu thể hiện rõ theo hai phương chính trên mô hình số 3D, đó là: phương á kinh tuyến và phương Tây Bắc - Đông Nam, từ khoảng vĩ độ 11^0 đến 14^0. Theo phương á kinh tuyến, dấu hiệu trượt lở ngầm được thể hiện là những bậc thềm hẹp, ở các độ sâu khoảng 700 ~ 800 m, 1.200 ~ 1.300 m và 1.500 ~ 1.700 m, khá thẳng và rất rõ ràng (hình 1 và hình 2). Theo phương Tây Bắc - Đông Nam, dấu hiệu trượt lở không nhiều như phương trên nhưng cũng rất dễ nhận thấy ở hình 1a. Các dấu hiệu trượt lở theo hai phương này có thể bị ảnh hưởng bởi hoạt động kiến tạo của hệ thống đứt gãy phương kinh tuyến 109^0 và đứt gãy phương Tây Bắc - Đông Nam. Bên cạnh những dấu hiệu sụt bậc mang tính hệ thống do tác động của các hoạt động kiến tạo, trên sườn và chân dốc lục địa còn phát hiện thấy những khối trượt dạng gò đồi lớn, nhỏ nằm rải rác. Đây có thể là những khối trượt trọng lực trên các bề mặt lớp hoặc bề mặt bất chỉnh hợp của các khối đá không đồng nhất. Khối nhô lớn nhất quan sát được trong khu vực nghiên cứu nằm ở khoảng tọa độ $109,83^0$ - $12,38^0$.



Hình 1. Biểu hiện trượt lở ngầm trên thềm lục địa Nam Trung Bộ trong các khoảng tọa độ: a) 11,5 - 12^0 và 109,4 - $110,2^0$; b) 12 - $12,5^0$ và 109,4 - $110,2^0$ c) 13 - $13,5^0$ và 109,4 - $110,2^0$, d) 13,5 - 14^0 và 109,4 - $110,2^0$

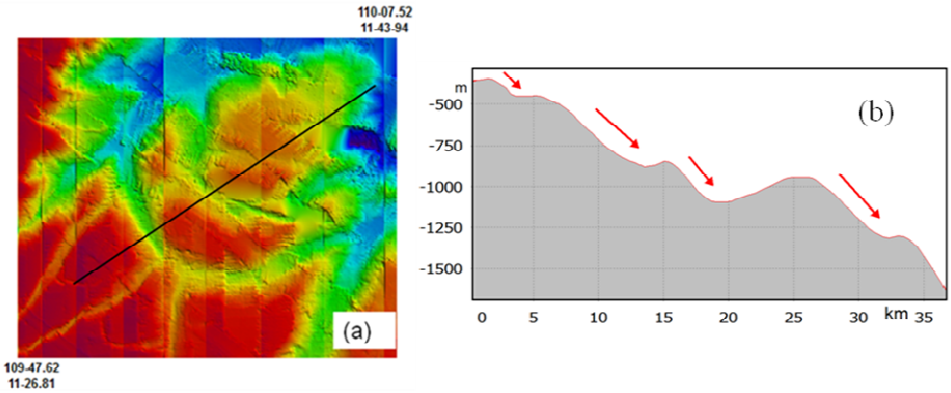
Dấu hiệu trượt lở ở hình 1 được thể hiện rất rõ trên các mặt cắt địa hình ở hình 2.



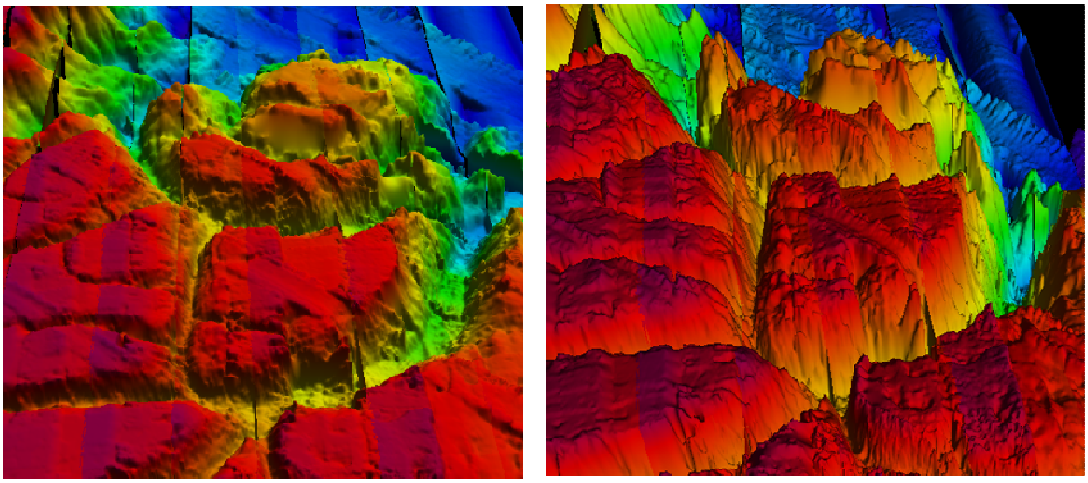
Hình 2. Sơ đồ vị trí tuyến mặt cắt và các mặt cắt địa hình

Dấu hiệu trượt lở trên tài liệu Multibeam

Mô hình số 3D địa hình đáy biển và một số mặt cắt địa hình dọc theo sườn lục địa Nam Trung Bộ đã thể hiện rất rõ các dấu hiệu trượt lở ở đây. Ngoài ra, các dấu hiệu này còn được phát hiện thấy trên tài liệu Multibeam trong chuyến khảo sát năm 2013 của đề tài KC09.11/11-15. Kết quả phân tích trượt lở trên nguồn tài liệu này, trong phạm vi từ tọa độ $109^0$47,62^0 - $11^0$26,81' đến $110^0$07,52' - $11^0$43,94' (hình 3a) cho thấy, bề mặt đáy biển bị phân dị mạnh mẽ bởi các khối có màu sắc khác nhau. Ngăn cách giữa các chúng là những dải màu hẹp nhạt hơn thể hiện tách giãn của địa hình đáy. Màu sắc của các khối thay đổi từ Tây sang Đông và từ Tây Nam đến Đông Bắc, phản ánh xu thế trượt sụt của các khối này. Dấu hiệu trượt sụt này được thấy rõ trên mặt cắt địa hình ở hình 3b.



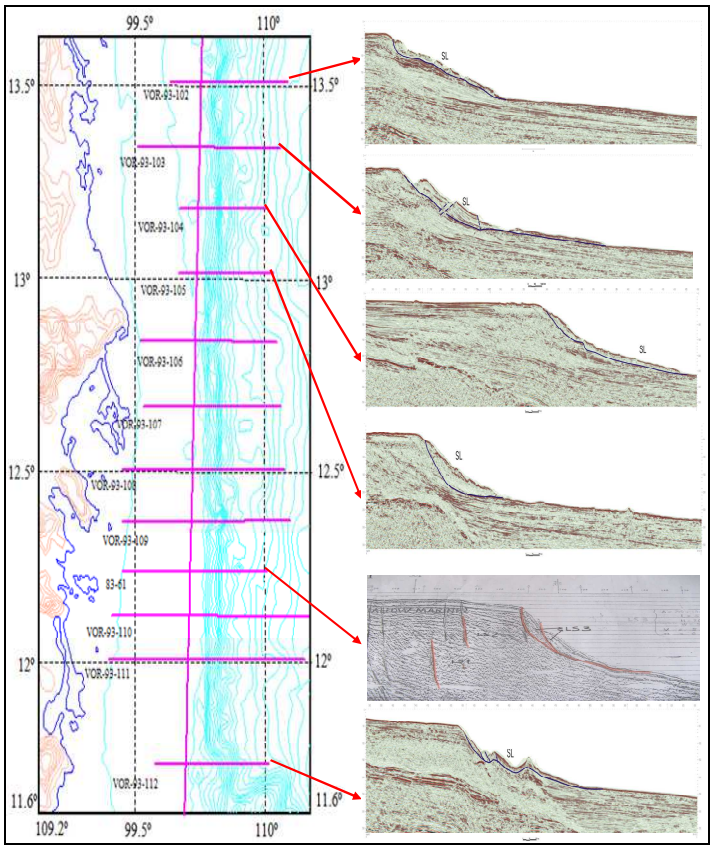
Hình 3. Hình ảnh các khối trượt trên bề mặt địa hình đáy biển trong phạm vi tọa độ $109^0$47,62' - $11^0$26,81' và $110^0$07,52' - $11^0$43,94' được minh giải từ tài liệu Multibeam



Hình 4. Hình ảnh 3D bề mặt đáy biển thể hiện rõ các khối trượt sụt di chuyển theo hướng từ Tây sang Đông và TN-ĐB trên tài liệu Multibeam trong phạm vi tọa độ ở hình 3a

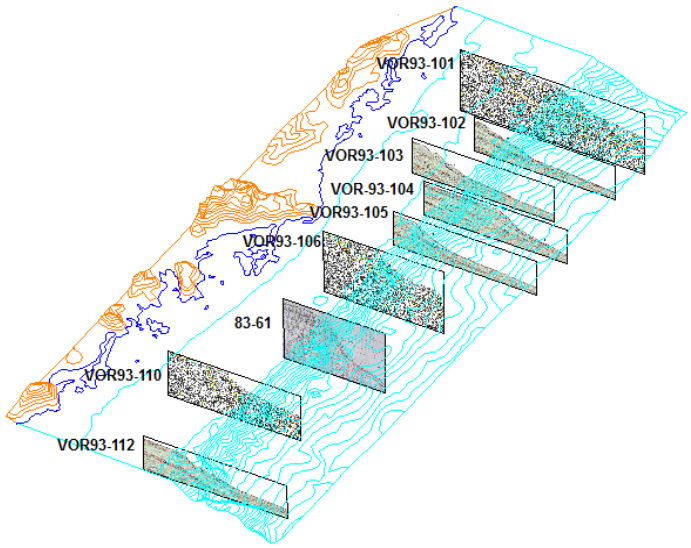
Dấu hiệu trượt lở trên băng địa chấn

Kết quả minh giải dấu hiệu trượt lở trên các mặt cắt địa chấn (Bùi Công Quế và nnk, 2010) được thể hiện ở hình 5.



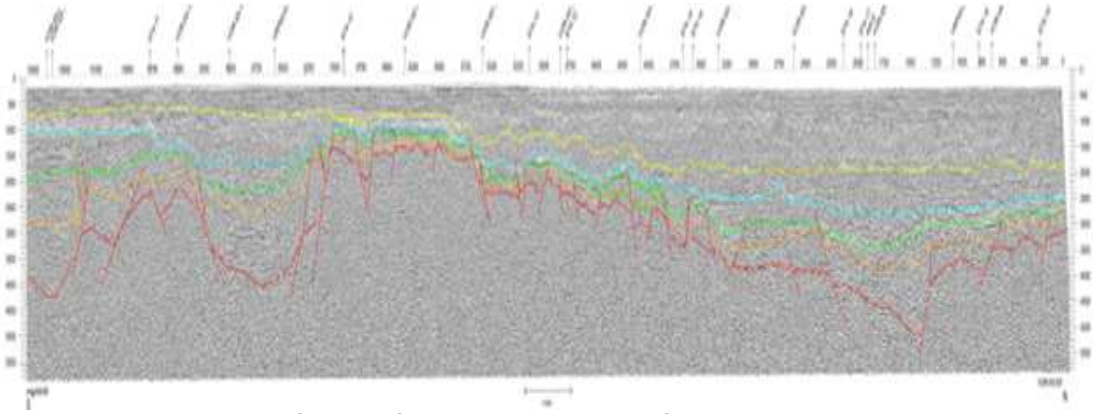
Hình 5. Dấu hiệu trượt lở trên các mặt cắt địa chấn tuyến VOR-93-102, VOR-93-103, VOR-93-104, VOR-93-105, 83-61, VOR-93-112 (Bùi Công Quế và nnk, 2010)

Kết quả minh giải dấu hiệu trượt lở trên các mặt cắt địa chấn phản xạ ở hình 5 cho thấy, hiện tượng trượt lở xuất hiện trên hầu hết các mặt cắt này, dọc theo sườn lục địa Nam Trung Bộ. Hình ảnh của các tuyến mặt cắt địa chấn ở hình 5 được dựng trong không gian 3D ở hình 6, từ một chương trình được các tác giả viết bằng ngôn ngữ lập trình VB6 và một số Module phụ trợ khác kèm theo.

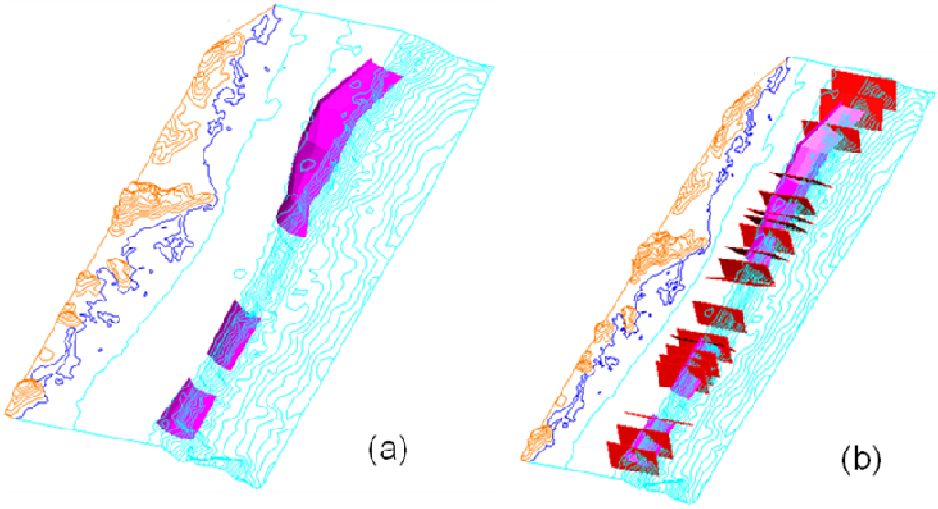


Hình 6. Vị trí tuyến mặt cắt địa chấn trên hình 5 được thiết lập trong không gian 3D

Sau khi các mặt cắt địa chấn được thiết lập trong không gian 3D, ranh giới đáy của khối trượt được kết nối và thể hiện ở hình 8a. Do nguồn tài liệu chưa được cập nhật đầy đủ, nên chúng tôi chỉ mô phỏng hình dạng đáy của khối trượt trong không gian 3D theo những tài liệu hiện có. Chẳng hạn, trong phạm vi các tuyến từ VOR-93-102 đến VOR-93-106, dấu hiệu trượt lở xuất hiện liên tục ở các mặt cắt địa chấn nên khối trượt được kết nối dọc toàn tuyến. Còn lại các mặt cắt khác nằm riêng biệt, việc mô phỏng đáy của khối trượt được tiến hành theo các kết quả phân tích trong đề tài ĐTĐL 2007G/45 (Bùi Công Quế và nnk, 2010). Ngoài ra, sự tồn tại của hệ thống các đứt gãy phương vuông góc với khối trượt dọc sườn dốc được mô phỏng từ tuyến địa chấn VOR-93-301 (hình 7), có thể làm phá vỡ liên kết và chia nhỏ các khối, làm tăng nguy cơ trượt của sườn (hình 8b).



Hình 7. Mặt cắt địa chấn VOR-93-301 dọc thềm lục địa Nam Trung Bộ

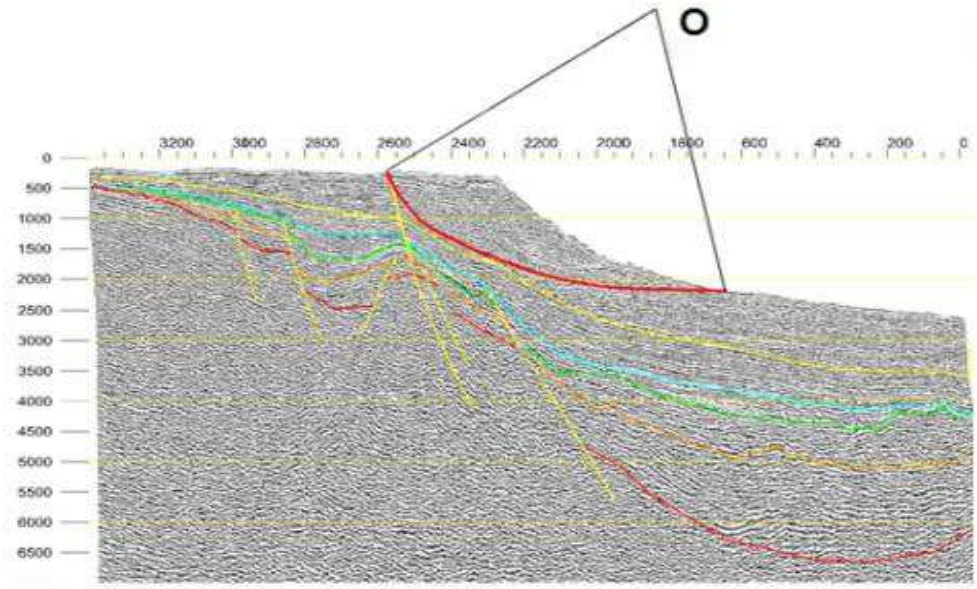


Hình 8. Hình ảnh 3D bề mặt đáy khối trượt được minh giải từ hình 6 và hình 7

DỰ ĐOÁN TIỀM NĂNG TRƯỢT LỞ TRÊN THỀM LỤC ĐỊA NAM TRUNG BỘ

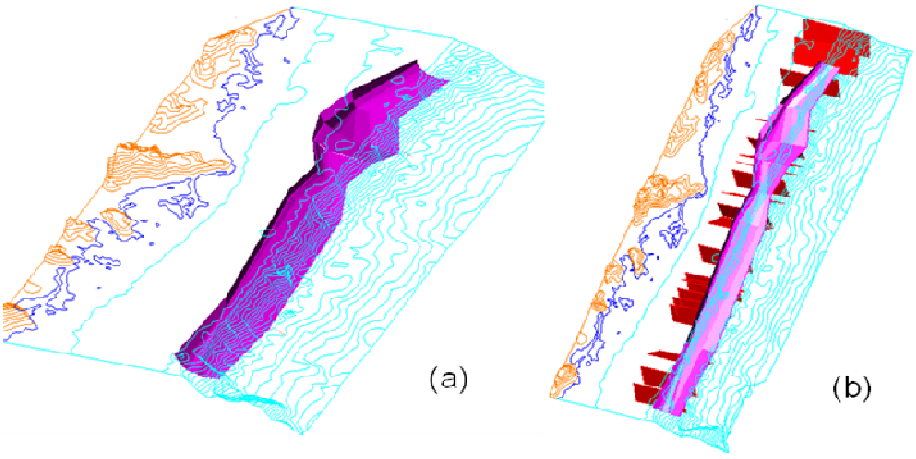
Dự đoán tiềm năng trượt lở dựa vào tài liệu địa chấn

Căn cứ vào dấu hiệu trường sóng trên các mặt cắt địa chấn phản xạ cùng với độ dốc của sườn, chúng tôi giả thiết rằng, trên bề mặt sườn lục địa Nam Trung Bộ có thể xảy ra hiện tượng trượt lở theo kiểu trượt cung tròn mà ranh giới phía trên của khối là các đứt gãy và ranh giới đáy của khối có thể là các mặt lớp hoặc bề mặt bất chỉnh hợp (hình 9).



Hình 9. Mô phỏng kiểu trượt cung tròn trên bề mặt sườn dốc của tuyến mặt cắt địa chấn VOR-93-106

Ranh giới đáy của khối trượt lở tiềm năng được kết nối tương tự các mặt cắt trong hình 8 và được thể hiện trong không gian 3D như hình 10.

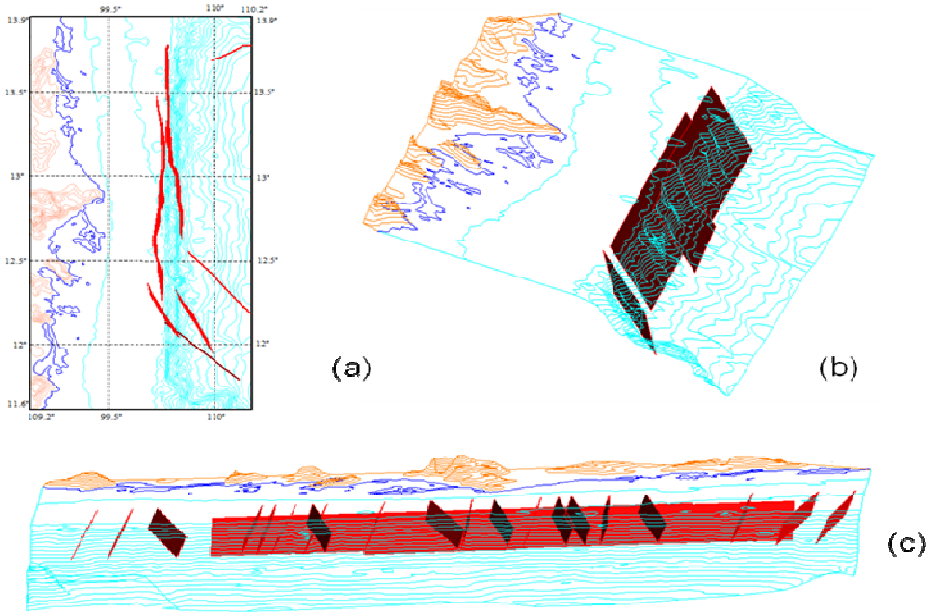


Hình 10. Mô phỏng khối trượt tiềm năng trong không gian 3D

Đánh giá tiềm năng trượt lở dựa vào cấu trúc đứt gãy

Dựa vào sơ đồ cấu trúc đứt gãy tuổi Đệ Tứ khu vực thềm lục địa Nam Trung Bộ (được tổng hợp từ các đề tài nghiên cứu kết hợp giữa Viện Địa chất Địa vật lý biển (đề tài KC09.11/11-15), Viện Dầu khí Việt Nam và từ các nguồn khác (hình 11a), chúng tôi mô phỏng hình thái và phương phát triển của chúng trong không gian 3D (hình 11b).

Kết quả phân tích trượt lở trên các cấu trúc đứt gãy này cho thấy, trong khu vực sườn lục địa Nam Trung Bộ khó có thể xảy ra kiểu trượt lở theo bề mặt đứt gãy vì các bề mặt đứt gãy thường có góc dốc lớn hơn góc nghiêng của sườn (hình 11b). Có chăng, ở đây chỉ xảy ra hiện tượng trượt sụt theo các bề mặt này. Tuy nhiên, sự tồn tại của các đứt gãy có phương vuông góc với khối trượt dọc theo sườn được mô phỏng từ tuyến địa chấn VOR-93-301 có thể làm phá vỡ liên kết và chia nhỏ khối này làm tăng nguy cơ trượt lở (hình 11c).



Hình 11. Sơ đồ vị trí đứt gãy trong Đệ Tứ (a) và hình ảnh 3D của nó trong khu vực (b), (c)

MỘT SỐ KẾT LUẬN

Các kết quả nghiên cứu trong bài báo cho thấy, dấu hiệu trượt lở xuất hiện ở nhiều nơi trên bề mặt sườn dốc ngoài thềm lục địa.

Trên mô hình số 3D địa hình đáy biển và các mặt cắt địa chấn phản xạ, dấu hiệu trượt lở xuất hiện tạo thành các bậc thềm hẹp, chạy dọc sườn dốc ở các khoảng độ sâu 700 ~ 800 m, 1.200 ~ 1.300 m và 1.500 ~ 1.700 m nước. Các dấu hiệu trượt lở sụt bậc dạng tuyến này có thể xảy ra do hoạt động kiến tạo của hệ thống đứt gãy kinh tuyến 109^0 và các đứt gãy phương Tây Bắc - Đông Nam. Quá trình trượt lở có khả năng xảy ra cao, vì ở đây tồn tại những đứt gãy có phương Á vỹ tuyến, vuông góc với khối trượt, làm phá vỡ liên kết và chia nhỏ khối, dẫn đến làm tăng nguy cơ gây trượt.

Trên tài liệu Multibeam, dấu hiệu trượt lở được thể hiện rõ bởi sự phân dị màu sắc giữa các khối địa hình theo độ sâu đáy biển. Ranh giới giữa các khối là các dải màu hẹp rõ ràng, thể hiện các khe tách giãn. Sự thay đổi gradient màu của các khối theo độ sâu đáy biển, thể hiện xu hướng dịch chuyển của các khối trượt sụt từ phía Tây Nam đến Đông Bắc.

Kết quả nghiên cứu còn cho thấy, các khối trượt có thể xảy ra trên các bề mặt lớp, bề mặt bất chỉnh hợp và xảy ra kiểu trượt cung. Trong khu vực này rất khó có thể xảy ra kiểu trượt theo bề mặt đứt gãy cạnh sườn vì góc dốc của các đứt gãy thường lớn hơn góc nghiêng của bề mặt sườn, có chăng ở đây chỉ xảy ra hiện tượng trượt sụt trên sườn theo các bề mặt đứt gãy.

Với kết quả ban đầu, nghiên cứu đã phần nào đưa ra được bức tranh tổng thể về nguy cơ trượt lở ngầm trên thềm lục địa Nam Trung Bộ. Tuy nhiên, để có được kết quả đánh giá định lượng và chính xác hơn, nghiên cứu cần phải phân tích thêm các mặt cắt địa chấn nông phân giải cao ở tỷ lệ lớn hơn và một số tài liệu địa chất và địa vật lý khác .

Lời cảm ơn: Các tác giả cảm ơn Đề tài KC09.11/11-15 đã hỗ trợ các điều kiện cần thiết để hoàn thành nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. *Greene, H. G., Murai, L. Y., Watts, P., Maher, N. A., Fisher, M. A., Paull, C. E., and Eichhubl, P., 2006*. Submarine landslides in the Santa Barbara Channel as potential tsunami sources. Natural Hazards and Earth System Science, **6**(1): 63-88.
2. *Lopez-Venegas, A. M., ten Brink, U. S., and Geist, E. L., 2008*. Submarine landslide as the source for the October 11, 1918 Mona Passage tsunami: Observations and modeling. Marine Geology, **254**(1): 35-46.
3. *Tappin, D. R., Watts, P., McMurtry, G. M., Lafoy, Y., and Matsumoto, T., 2001*. The Sissano, Papua New Guinea tsunami of July 1998-offshore evidence on the source mechanism. Marine Geology, **175**(1): 1-23.
4. *Ten Brink, U. S., Lee, H. J., Geist, E. L., and Twichell, D., 2009*. Assessment of tsunami hazard to the US East Coast using relationships between submarine landslides and earthquakes. Marine Geology, **264**(1): 65-73.
5. *Mercado, A., and McCann, W., 1998*. Numerical simulation of the 1918 Puerto Rico tsunami. Natural Hazards, **18**(1): 57-76.
6. *Tinti, S. (Ed.), 1993*. Tsunamis in the World (Vol. 1). Springer. 236 p.
7. *Locat, J., Lee, H., ten Brink, U. S., Twichell, D., Geist, E., and Sansoucy, M., 2009*. Geomorphology, stability and mobility of the Currituck slide. Marine Geology, **264**(1): 28-40.
8. *Kokusho, T., and Takahashi, T., 2008*. Earthquake-induced submarine landslides in view of void redistribution. Proceedings of the 2nd international conference on geotechnical engineering for disaster mitigation and rehabilitation (GEOMAR08), Liu, Deng and Chu (eds.), p. 1-12.

ASSESSING SUBMARINE LANDSLIDE STATUS BY USING SEABED TOPOGRAPHY 3D MODEL AND FAULT STRUCTURE ON SOUTH CENTRAL VIETNAM'S CONTINENTAL SHELF

Phi Truong Thanh, Tran Tuan Dung

Institute of Marine Geology and Geophysics-VAST

ABSTRACT: *This paper presents some results of assessing submarine landslide status by using seabed topography 3D model and fault structure on South Central Vietnam's continental shelf. On the 3D model, landslide evidences occur as narrow and straight steps along continental slope at the depths of 700 - 800 m, 1,200 - 1,300 m and 1,500 - 1,700 m; some landside blocks occur as different dome forms on the middle slope and slope foot. The landslide evidences are also identified on the perpendicular seismic profile to slope surface and it is especially clear in the new-multibeam data of marine survey in 2013 of national project KC09.11/11-15. Besides, the results of analyzing structural map of fault and reflected seismic profiles also show that, circular failure modes can occur along the continental slope in study. The boundary of failure blocks can be fault on the crest of slope and unconformable surfaces. The different analytical results from the fault structure map in Quaternary also show that it is hard for plane failure mode on the fault surfaces to occur in this area, because the dip angle of fault is always higher than slope angle. However, the occurrence of perpendicular faults to slope surface can break slope surface and increasingly cause submarine landslide in this area.*

Keywords: *3D model, continental slope, lanslide evidences, submarine landslide, circular failure.*