

CƠ CHẾ HÌNH THÀNH ĐỘNG ĐẤT SÓNG THẦN CỰC ĐẠI TRONG ĐỐI HÚT CHÌM MANILA, PHILIPPIN

NGUYỄN VĂN LƯƠNG, NGUYỄN VĂN DƯƠNG

I. MỞ ĐẦU

Cho đến nay, nguồn gốc kiến tạo của sóng thần đã được các nhà khoa học trong và ngoài nước đề cập trong nhiều công trình nghiên cứu. Các chuyển động kiến tạo, các khối trượt, sụt lở, đoạn tầng, núi lửa xuất hiện tức thời dưới đáy biển đều có khả năng tạo ra sóng thần [1, 4, 5, 8].

Các trận động đất gây ra sóng thần (dưới đây gọi tắt là động đất sóng thần) thường bắt nguồn từ các dịch chuyển nâng/hạ đột ngột của đáy biển trên quy mô lớn và với biên độ đáng kể. Động đất tại vịnh Sagami, Nhật Bản năm 1923 ($M = 8,1$) gây nên sự chuyển dịch đáy biển với mức nâng +230 m ở phía bắc và mức hạ -400 m ở phía nam, dồn ép một khối nước khoảng $22,5 \text{ km}^3$ khi tạo ra sóng thần [1].

Cơ chế hình thành sóng thần từ các chuyển động kiến tạo có thể mô tả như sau : tại thời điểm xuất hiện chuyển động nâng/hạ đáy biển, khối nước từ môi trường xung quanh nhanh chóng dồn đến vực sâu vừa được hình thành, làm đầy nó, sau đó được làm đầy lên bởi các lực quán tính, tạo thành "đồi" nước khổng lồ trên mặt đại dương. Dưới tác dụng của trọng lực, khối nước bắt đầu dao động xung quanh mức cân bằng ban đầu, tạo ra các đợt sóng thần. Từ cơ chế này có thể nhận thấy, độ cao sóng thần, trong chừng mực lớn, phụ thuộc độ cao dịch chuyển ban đầu của khối nước và do vậy, phụ thuộc vào mức nâng/hạ đáy biển tại vùng chấn tâm.

Nguồn gốc kiến tạo của sóng thần biểu hiện khá rõ nét và đã được nhiều nhà khoa học thừa nhận. Tuy nhiên, không phải bất kỳ chuyển động kiến tạo nào xảy ra dưới đáy biển cũng gây ra sóng thần. Nói cách khác, sóng thần chỉ được tạo ra bởi các chuyển động đặc biệt trong vỏ Trái Đất ; việc nghiên cứu, nắm bắt đặc điểm của chúng là rất cần thiết, nhằm

nhận diện và khoanh định chính xác các vùng nguồn động đất có khả năng gây sóng thần.

Trên cơ sở các số liệu động đất và sóng thần trong vùng biển Nhật Bản và khu vực Đông Nam Á, từ tiền sử đến 2005, một số đặc điểm chung của động đất sóng thần đã được nghiên cứu, xác định như dưới đây :

- Động đất sóng thần xảy ra trong vùng biển Nhật Bản và khu vực Đông Nam Á có những đặc trưng tương tự. Chúng phân bố trong dải độ sâu từ một vài kilomet đến 40-50 km, nhưng tập trung cao hơn trên các độ sâu 10-30 km đối với vùng biển Nhật Bản và 20-40 km đối với khu vực Đông Nam Á [5]. Trong đới hút chìm Manila, 86 % số động đất sóng thần tập trung trong dải độ sâu 10-33 km [4].

- Magnitud của động đất sóng thần thay đổi trong khoảng rộng, $5,5 \leq M \leq 8,5$, trong đó động đất sóng thần với magnitud $M \leq 6,5$ chiếm 20-25 %, $6,6 \leq M \leq 7,5$ chiếm 50-55 % và $M \geq 7,6$ chiếm 20-21 %. Tuy nhiên, khả năng gây sóng thần của động đất tăng theo sự tăng của magnitud [4, 5].

- Phần lớn động đất sóng thần bắt nguồn từ các chuyển động kiểu trượt chồm (dip-slip) hoặc hỗn hợp (oblique-slip) với thành phần trượt chồm lớn. Tuy nhiên có tới gần 20 % số động đất sóng thần có nguồn gốc từ các chuyển động kiến tạo trượt bằng (strike-slip) [5].

Các kết quả thống kê ở trên là rất cần thiết, giúp các nhà khoa học có sự nhìn nhận đầy đủ và toàn diện hơn về sóng thần nguồn gốc động đất. Sự có mặt gần 20 % số động đất sóng thần bắt nguồn từ các chuyển động trượt bằng là một vấn đề cần được tiếp tục nghiên cứu. Nhiều trận động đất trong số này thuộc loại rất mạnh như động đất $M = 7,1$ (1994)

phía nam đảo Luzon (Philippin), $M = 7,7$ (1998) tại biển Molucca (Indonesia), $M = 7,4$ (2000) tại Sulawesi (Indonesia) và $M = 7,9$ (2000) tại Sumatera (Indonesia). Cơ cấu chấn tiêu của chúng được xác định khá tin cậy bởi nhiều trung tâm địa chấn quốc tế, cả theo phương pháp dấu sóng dọc P lẫn phương pháp tensor moment địa chấn.

Trong công trình này, ảnh hưởng cơ cấu nguồn động đất lên độ cao sóng thần được phân tích trên cơ sở các nguồn số liệu động đất, sóng thần và cơ cấu chấn tiêu tại các vùng biển Nhật Bản và khu vực Đông Nam á. Đồng thời, dựa vào các kết quả nghiên cứu địa chấn - kiến tạo và địa động lực hiện đại, một mô hình động đất gây sóng thần cực đại đã được đề xuất cho đới hút chìm Manila.

II. ẢNH HƯỞNG CỦA CƠ CẤU NGUỒN ĐỘNG ĐẤT TỚI ĐỘ CAO SÓNG THẦN

Khi sử dụng nguồn động đất loại ngẫu lực kép (double-couple) (hình 1), các mô hình cơ cấu chấn tiêu động đất thể hiện qua 7 thông số động lực: ba ứng suất cơ bản (nén P, giãn T và trung gian N); hai bề mặt ứng suất tiếp tuyến cực đại (n_{P_1} và n_{P_2}) và hai góc trượt được hợp bởi hai vector dịch chuyển trên bề mặt ứng suất tiếp tuyến cực đại và phương nằm ngang ψ_1 và ψ_2 (hình 1).

Bảng 1 trình bày các số liệu thống kê về động đất và động đất sóng thần có cơ cấu chấn tiêu trượt chồm, (góc trượt $700 \leq \psi \leq 110^\circ$), xảy ra trong tầng hoạt động của động đất sóng thần $H \leq 40-45$ km ứng với các khoảng magnitud khác nhau. Kết quả thống kê này cho thấy, ngay cả khi hội tụ đủ các điều kiện cần (về kiểu chuyển động, magnitud và độ sâu chấn tiêu), thì khả năng gây sóng thần của động đất loại trượt chồm cũng rất thấp, đặc biệt đối với động đất trong khoảng magnitud $M < 6,5$. Trong đới hút chìm phía đông Nhật Bản, hiệu suất gây sóng thần của động

đất loại này đạt $\eta (\%) = 1,5 \%$, $43,4 \%$ và $85,7 \%$ tương ứng với các khoảng magnitud $M < 6,5$, $6,5 \leq M < 7,5$ và $7,5 \leq M < 8,5$. Trong đới hút chìm Manila các giá trị này tương ứng bằng $\eta (\%) = 3 \%$, 25% và $< 56 \%$ (theo bảng 1 và [4]). Như vậy, yếu tố quyết định nhất ảnh hưởng đến hiệu suất gây sóng thần của động đất chỉ có thể là góc dốc δ của bề mặt phá hủy tại chấn tiêu.

Theo [2, 4-6], khi một dịch chuyển địa chấn đạt tới độ dài U_0 (độ dài vector dịch chuyển tại chấn tiêu), thì thành phần thẳng đứng của dịch chuyển có thể được đánh giá bởi tương quan:

$$U_z = U_0 \sin\delta \times \sin\psi$$

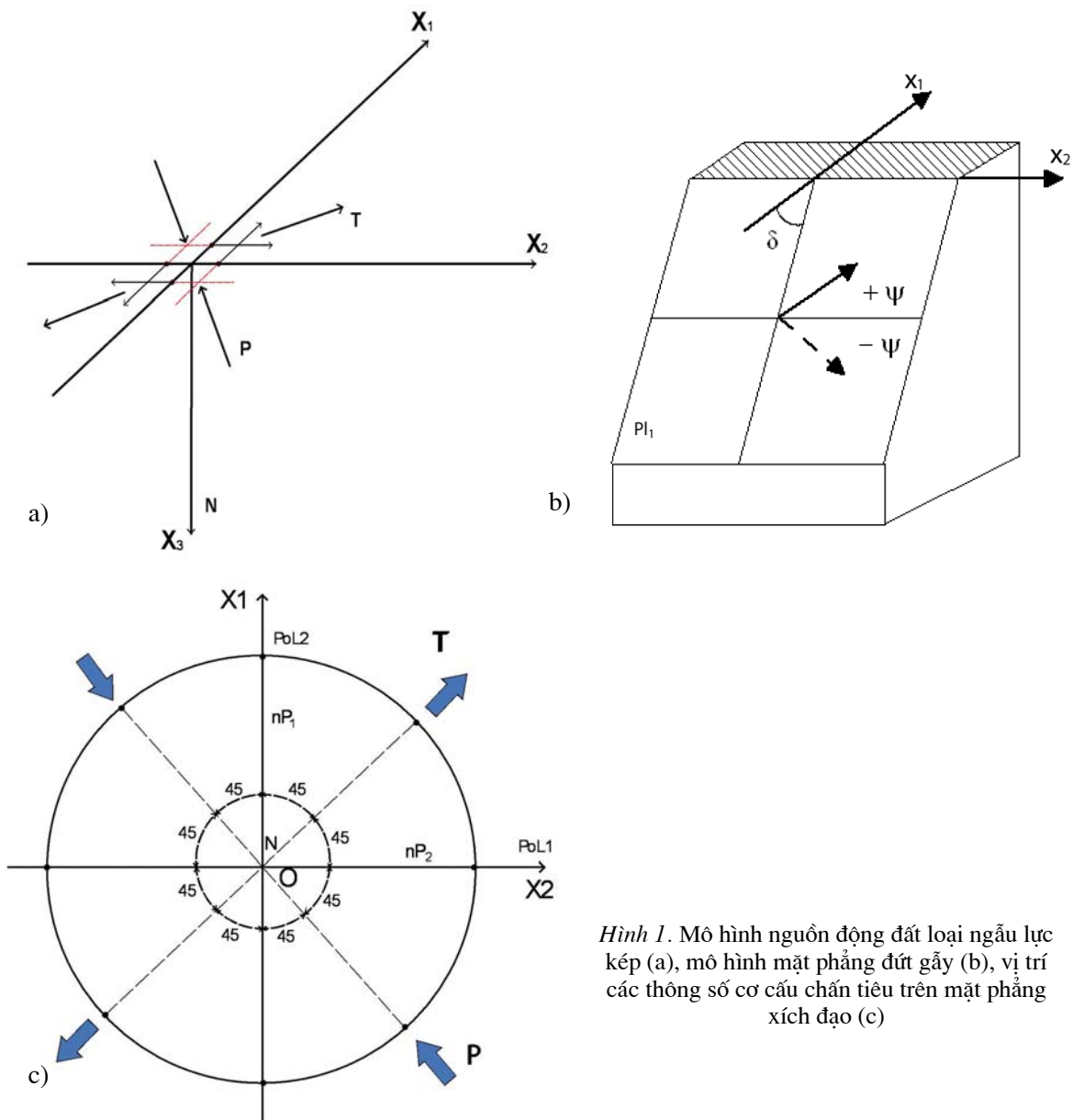
Trong đó, δ là góc dốc (dip angle), ψ là góc hợp bởi vector dịch chuyển và phương ngang, xác định theo hướng phát triển của bề mặt phá hủy tại chấn tiêu. Mức độ nâng/hạ đáy biển và do đó, độ cao ban đầu của khối nước tích tụ trong vùng chấn tâm sẽ phụ thuộc tỷ lệ thuận với thành phần dịch chuyển thẳng đứng U_z . Đại lượng $k(\delta, \psi) = \sin\delta \times \sin\psi$, thể hiện ảnh hưởng cơ cấu nguồn động đất lên độ cao sóng thần, trong các phân tích dưới đây, được gọi là hệ số nguồn. Hệ số này càng nhỏ thì độ cao sóng thần tại nguồn càng thấp và ngược lại.

Hình 2 trình bày các đường cong biến đổi $k(\delta, \psi)$ theo góc trượt ψ , $0 \leq \psi < 180^\circ$ ứng với 4 góc dốc cho trước, $\delta_1 = 90^\circ$, $\delta_2 = 70^\circ$, $\delta_3 = 65^\circ$ và $\delta_4 = 45^\circ$. Trên đồ thị này, các khoảng thay đổi góc trượt ψ , ($0 \leq \psi \leq 20^\circ$ và $160 \leq \psi \leq 180^\circ$), ($70 \leq \psi \leq 110^\circ$) và ($0 < \psi < 20^\circ$ và $110 < \psi < 160^\circ$) tương ứng với các phá hủy địa chấn kiểu trượt bằng, trượt chồm và kiểu hỗn hợp tại chấn tiêu động đất [4, 6]. Các vòng tròn nhỏ thể hiện các giá trị $k(\delta_i, \psi_i)$ tính toán từ số liệu cơ cấu chấn tiêu động đất sóng thần tại vùng biển Nhật Bản và khu vực Đông Nam á. Từ hình 2 có thể đưa ra một số nhận xét đánh giá như sau:

Bảng 1. Số liệu động đất, động đất sóng thần có cơ cấu chấn tiêu trượt chồm, trong dải độ sâu $H < 40-45$ km

| Khu vực | T_{qs} từ... đến... | $M < 6,5$ | | | $6,5 \leq M < 7,5$ | | | $7,5 \leq M < 8,5$ | | |
|---------------------|--------------------------|------------|----------|-------------|--------------------|----------|-------------|--------------------|----------|-------------|
| | | N_Σ | n_{ST} | $\eta (\%)$ | N_Σ | n_{ST} | $\eta (\%)$ | N_Σ | n_{ST} | $\eta (\%)$ |
| Đông Nhật Bản | 1977 | 430 | 6 | 1,39 | 53 | 23 | 43,4 | 7 | 6 | 85,7 |
| | 2005 | | | | | | | | | |
| Manila Philippin | 1977 | 67 | 2 | 2,98 | 4 | 1 | 25 | 0 | 0 | 0 |
| | 1999 | | | | | | | | | |

Ghi chú: N_Σ , n_{ST} và $\eta (\%)$ - chỉ tổng số động đất cơ cấu chấn tiêu trượt chồm, tổng số động đất sóng thần cơ cấu chấn tiêu trượt chồm và hiệu suất gây sóng thần của động đất



Hình 1. Mô hình nguồn động đất loại ngẫu lực kép (a), mô hình mặt phẳng đứt gãy (b), vị trí các thông số cơ cấu chấn tiêu trên mặt phẳng xích đạo (c)

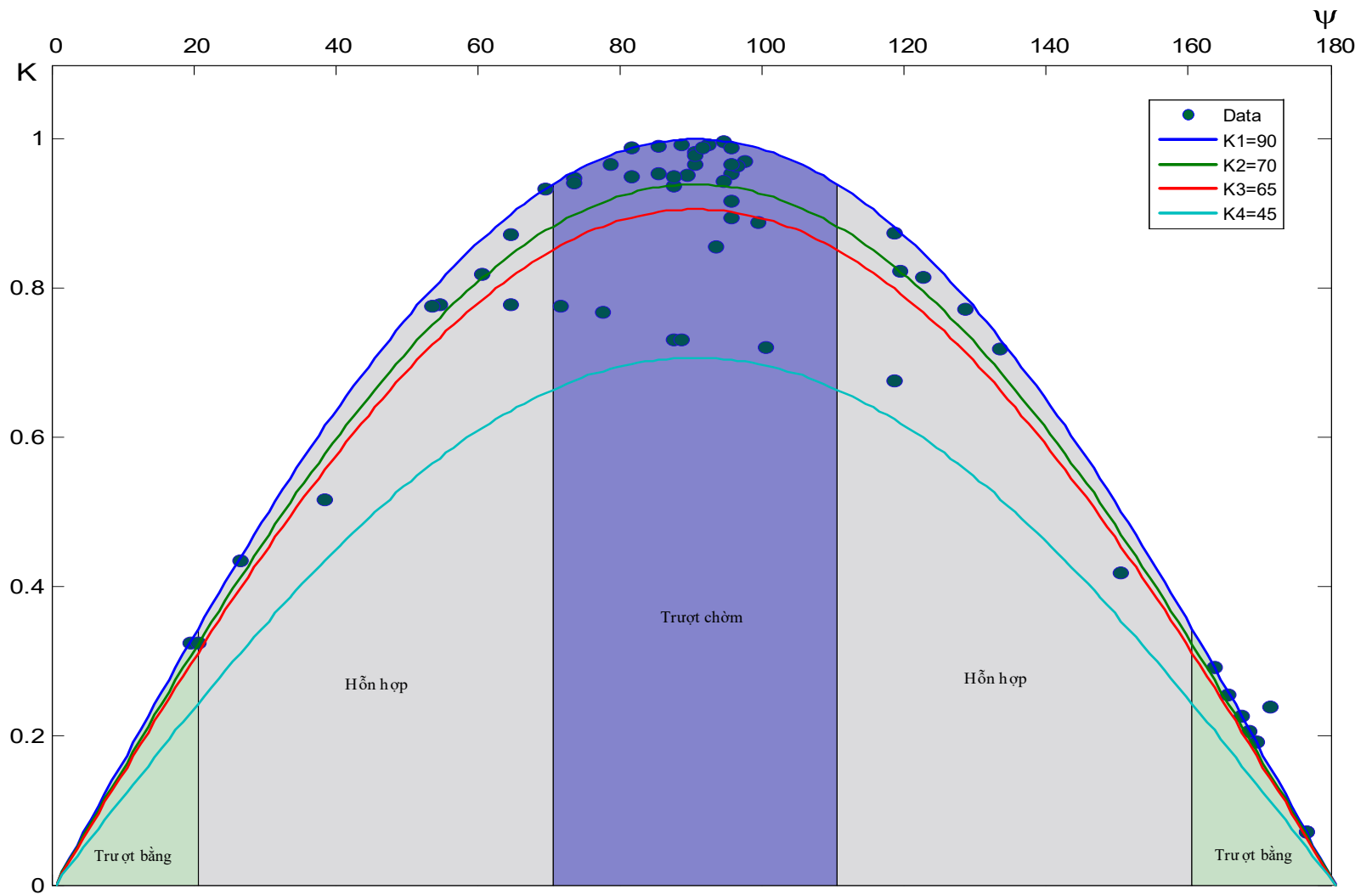
- Hầu hết động đất sóng thần đều xảy ra trên các bề mặt trượt độ dốc lớn, $\delta > 45-50^\circ$, trong đó khoảng 86 % có độ dốc $60^\circ \leq \delta \leq 90^\circ$ và 14 % có độ dốc $45^\circ < \delta < 60^\circ$ và không có trận động đất sóng thần nào xảy ra trên các bề mặt phá hủy có độ dốc $< 45^\circ$.

- Trong số 57 trận động đất sóng thần được xem xét, có tới 56 % liên quan đến các chuyển động địa chấn kiểu trượt chồm, 28 % thuộc kiểu hỗn hợp và 16 % thuộc kiểu trượt bằng.

- Đa số động đất sóng thần cơ cấu chấn tiêu kiểu trượt bằng đều xảy ra trên các bề mặt dốc đứng $\delta =$

$80-90^\circ$ với thành phần trượt chồm không đáng kể. Tính chất phân đoạn và phân dị về tốc độ dịch chuyển của các phá hủy tại chấn tiêu có thể là nguyên nhân gây sóng thần từ các nguồn động đất loại này (?).

Các kết quả phân tích ở trên cho thấy, trong cùng một khoảng magnitud, nhưng động đất xảy ra trên các đứt gãy có độ dốc càng lớn thì khả năng tạo ra sóng thần càng cao. Động đất ngày 16-6-1991 ($M = 6,3$), xảy ra trong đới hút chìm Manila bởi cơ chế chồm nghịch, trên bề mặt dốc 80° về phía đông. Động đất không mạnh nhưng có hệ số nguồn lớn,



Hình 2. Hệ số nguồn $k(\delta, \psi)$ phụ thuộc vào góc dốc và góc trượt của bề mặt đứt gãy tại chân tiêu động đất

$k = 0,94$, đã gây ra các dao động dạng sóng thần với biên độ ban đầu đủ lớn. Các dao động này đã lan truyền tới bờ biển Việt Nam với các biểu hiện khá rõ, quan sát được tại bãi biển Bình Hải, Bình Sơn, Quảng Ngãi sáng 16-6-1991 [4, 8].

III. MÔ HÌNH PHÁT SINH ĐỘNG ĐẤT SÓNG THẦN CỰC ĐẠI TRONG ĐỐI HÚT CHÌM MANILA

Chuyển động kiến tạo kiểu chồm nghịch (thrust dip-slip) trong đối hút chìm Manila gây biến dạng vỏ Trái Đất trên quy mô rộng lớn, khi tạo ra hàng loạt đứt gãy kiến tạo có quy mô và hướng khác nhau. Trên đất liền, các đứt gãy phương á kinh tuyến (Tubao, Tây Ilocos, Abra, Bangui...) phần lớn dốc về phía Biển Đông và hoạt động theo cơ chế trượt bằng trái-tách thuận là hệ quả của quá trình biến dạng nâng cao và giãn căng vỏ lục địa Luzon [2].

Về phía Biển Đông, hoạt động theo cơ chế hút chìm và hiệu ứng lôi kéo mảng của cơ chế này gây ra sự biến dạng, phân cắt và sụt lún khối vỏ đại dương dọc theo các đứt gãy á kinh tuyến, phân bố từ 118°E về phía đông. Sự có mặt hàng loạt các dị thường địa vật lý dạng tuyến, sự tập trung động đất cao ở vùng biển này là những biểu hiện hoạt động mạnh của thống hệ đứt gãy này.

Theo [2], phần trung tâm của đối hút chìm Manila, $\varphi = 14-18^{\circ}\text{N}$, trong dải độ sâu $H < 50-70\text{ km}$, chịu tác động của trường ứng suất kiến tạo với trục nén gần nằm ngang theo phương á vĩ tuyến ($Az_p = 280^{\circ} \pm 2^{\circ}$, $\delta_p = 17^{\circ} \pm 3^{\circ}$), trục dãn có độ dốc lớn ($\delta_r = 66^{\circ} \pm 2.3^{\circ}$) và trục trung gian gần nằm ngang phương á kinh tuyến ($Az_n = 18^{\circ}$, $\delta_n = 17^{\circ}$). Trường ứng suất này quy định hai bề mặt ứng suất trượt cực đại phương á kinh tuyến: nP_1 ($Az_1 = 349^{\circ} \pm 3.2^{\circ}$, $\delta_1 = 30^{\circ} \pm 3.8^{\circ}$, $\psi_1 = 72^{\circ}$) và nP_2 ($Az_2 = 205^{\circ} \pm 2.9^{\circ}$, $\delta_2 = 66^{\circ} \pm 3.1^{\circ}$, $\psi_2 = 112^{\circ}$), trong đó nP_1 dốc hướng đông (phía lục địa) còn nP_2 dốc hướng tây (phía biển).

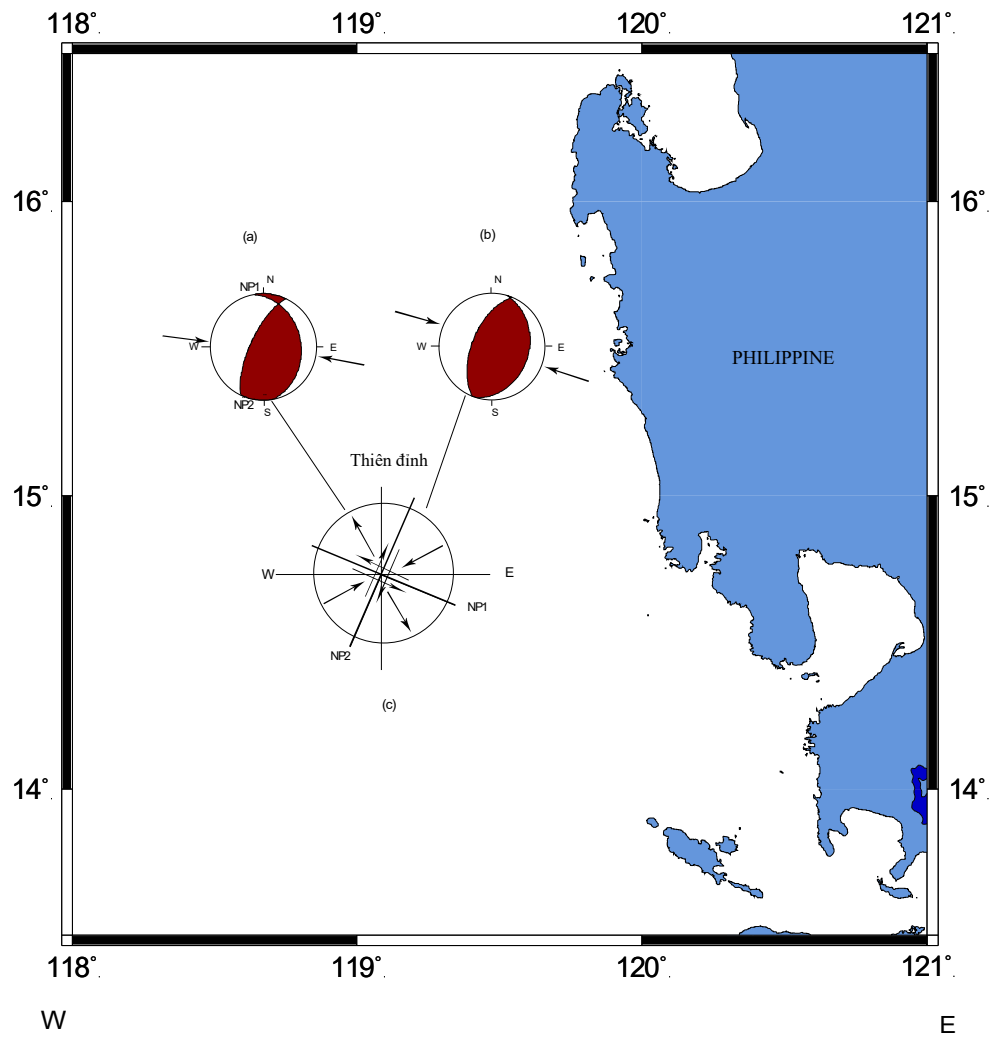
Với các đặc điểm địa chấn - kiến tạo và địa động lực hiện đại ở khu vực nghiên cứu, nP_1 có thể xem là vị trí trung bình của bề mặt hút chìm trong dải độ sâu $H \leq 50-70\text{ km}$. Trong thực tế, nP_1 không phải là một mặt phẳng, là một đối cấu trúc, bị phân cắt bởi hàng loạt đứt gãy kiến tạo với sự định hướng phân dị phức tạp theo xu hướng thoải dần về phía biển. Tính địa chấn trong nP_1 có thể rất cao về tần suất cũng như về cường độ. Tuy nhiên, do độ dốc không lớn, đặc biệt ở đối ngoài phía biển, khả

năng gây sóng thần biên độ lớn trên các bề mặt này không lớn ($0.25 \leq k_1 \leq 0.43$ khi $15^{\circ} \leq \delta_1 \leq 30^{\circ}$).

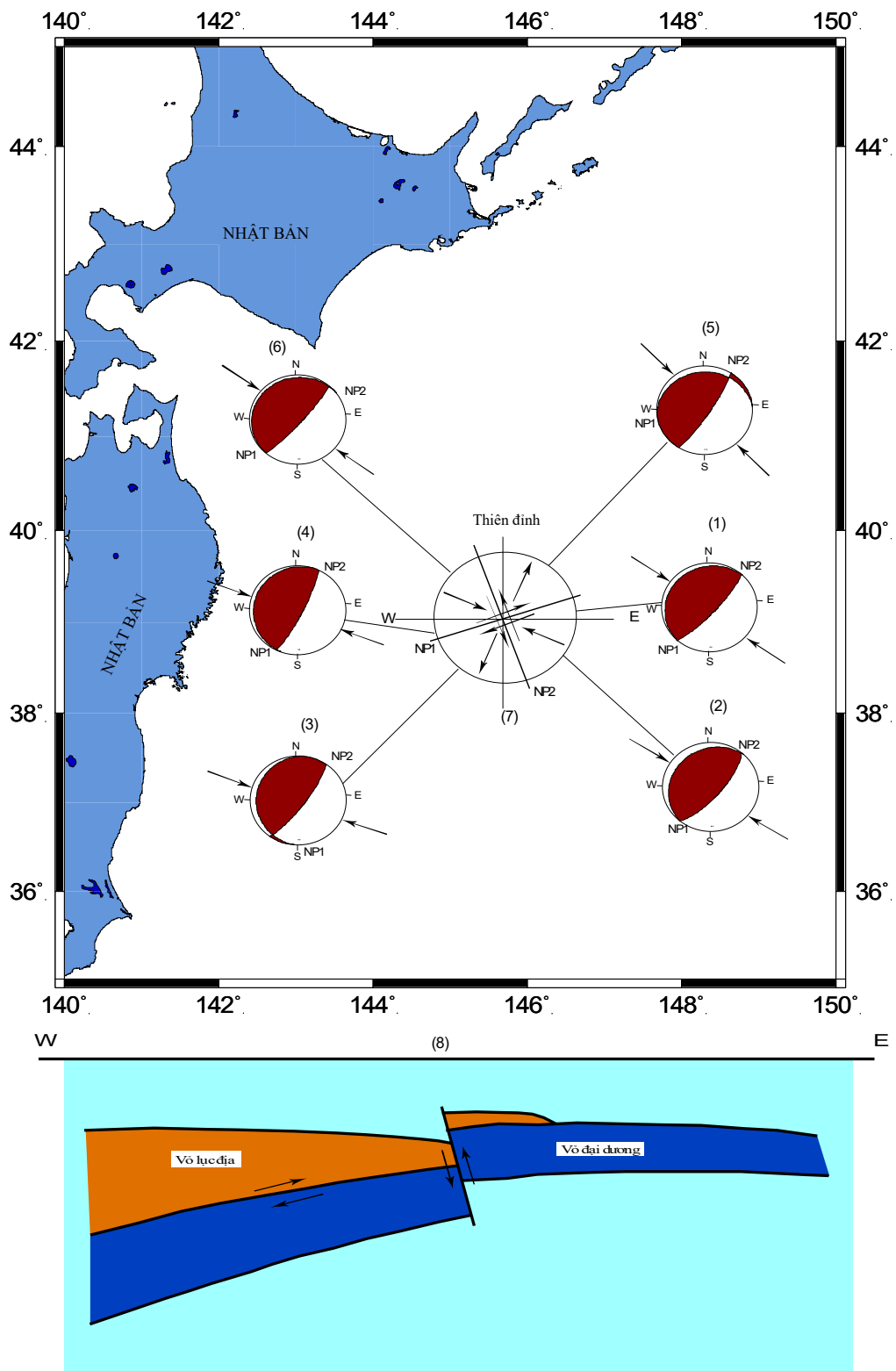
Trong phạm vi đối hút chìm Manila, bên cạnh hệ đứt gãy phát triển theo hướng nP_1 , hệ đứt gãy liên hợp phát triển theo hướng nP_2 và hình thành do các quá trình tương tác địa động lực khu vực. Các đứt gãy thuộc hệ thống nP_2 dốc về phía biển với góc dốc thay đổi phức tạp theo xu hướng tăng dần về phía biển ($\delta_2 > 66^{\circ} \pm 3.1^{\circ}$). Các quá trình biến dạng và động đất trong nP_1 có thể gia tăng nguồn ứng suất tích tụ trong hệ đứt gãy nP_2 , do đó tăng dần khả năng hoạt động của hệ đứt gãy này. Tính địa chấn trong nP_2 có thể không cao, nhưng khả năng gây sóng thần của các chuyển động địa chấn trong hệ đứt gãy này lại rất lớn ($0,85 \leq k_2 \leq 0,90$ khi $66^{\circ} \leq \delta_2 \leq 75^{\circ}$).

Cơ chế hình thành động đất sóng thần cực đại trong đối hút chìm Manila được xác định trên cơ sở các kết quả nghiên cứu địa chấn - kiến tạo và địa động lực hiện đại khu vực đã đề cập ở trên và từ các công trình [2, 3, 4, 8]. Động đất cực đại ở vùng biển này được mô phỏng bởi một phá hủy địa chấn kiểu nghịch chồm, $90^{\circ} \leq \psi_2 \leq 112^{\circ}$, trên bề mặt trượt phương á kinh tuyến, $177^{\circ} \leq Az_2 \leq 205^{\circ}$, phân bố trong khoảng $14-18^{\circ}\text{N}$ và dốc $69^{\circ} \leq \delta_2 \leq 75^{\circ}$ về phía biển (hình 3). Động đất mô phỏng này khác với các kịch bản động đất sóng thần mà một số tác giả đã đề xuất, nhưng có thể nhận được sự phù hợp tốt hơn với tài liệu thực tế, đặc biệt với số liệu về 6 trận động đất sóng thần mạnh nhất, xảy ra trong đối hút chìm phía đông Nhật Bản, giai đoạn 1977-2005 (bảng 2). Cơ cấu chấn tiêu của các trận động đất này có những nét tương đồng, đều thể hiện các chuyển động nghịch chồm trên các bề mặt trượt bắc đông bắc và nam tây nam: các bề mặt trượt nP_1 chủ yếu định hướng nam tây nam, dốc hướng tây $7^{\circ} \leq \delta_1 \leq 18^{\circ}$, được xem là gần trùng với bề mặt hoạt động của đối hút chìm. Các dịch chuyển trên bề mặt này thuộc kiểu nghịch chồm (động đất 1, 3, 4, 6) hoặc hỗn hợp với thành phần nghịch chồm lớn (động đất 3, 5), nhưng khó có khả năng gây ra các sóng thần biên độ lớn ($0,12 \leq k_1 \leq 0,31$).

Các dịch chuyển địa chấn kiểu nghịch chồm trên bề mặt nP_2 ($Az_2: 26 - 42^{\circ}$, $\delta_2: 72 - 82^{\circ}$, $\psi_2: 78-97^{\circ}$) có khả năng gây ra các sóng thần biên độ lớn với hệ số nguồn $k_2: 0,95 - 0,99$. Tính ổn định của các thông số động lực Az_2 , δ_2 , ψ_2 , k_2 và sóng thần biên độ lớn thực tế đã quan sát được từ các trận động đất này có thể xem là cơ sở để khẳng định nP_2 là bề mặt phá hủy thực tại các chấn tiêu động đất (hình 4).



Hình 3. Cơ cấu chấn tiêu trung bình (a), cơ cấu chấn tiêu động đất sóng thần M = 6,0 (1988) (b), đặc điểm phân bố ứng suất trong mặt cắt thẳng đứng (c) và mô hình động đất sóng thần cực đại trong đới hút chìm Manila (d)



Hình 4. Mô hình cơ cấu chấn tiêu (1-6), phân bố ứng suất (7) và cơ chế chuyển động gây sóng thần tại chấn tiêu của 6 động đất sóng thần mạnh nhất trong đới hút chìm phía đông Nhật Bản (8)

Bảng 2. Số liệu cơ cấu chấn tiêu của 6 trận động đất sóng thần mạnh nhất xảy ra trong đới hút chìm Đông Nhật Bản, giai đoạn 1977-2005

| Số TT | Năm tháng ngày | Toạ độ | | H | M | T | | N | | P | | nP ₁ | | | nP ₂ | | | k ₁ | k ₂ |
|-------|----------------|--------------------|--------------------|----|-----|-----|------------|-----|------------|-----|------------|-----------------|------------|----------|-----------------|------------|----------|----------------|----------------|
| | | $\varphi^{\circ}N$ | $\lambda^{\circ}E$ | | | Az | δ_T | Az | δ_N | Az | δ_p | Az ₁ | δ_1 | ψ_1 | Az ₂ | δ_2 | ψ_2 | | |
| 1 | 1978-3-23 | 44.12 | 149.27 | 28 | 7,6 | 312 | 56 | 42 | 0 | 132 | 34 | 224 | 11 | 91 | 42 | 79 | 90 | 0,19 | 0,98 |
| 2 | 1978-3-24 | 44.2 | 148.98 | 31 | 7,5 | 309 | 63 | 41 | 1 | 131 | 27 | 223 | 18 | 93 | 40 | 72 | 89 | 0,31 | 0,95 |
| 3 | 1978-6-12 | 38.02 | 142.07 | 38 | 7,7 | 315 | 56 | 214 | 7 | 120 | 33 | 184 | 14 | 59 | 36 | 78 | 97 | 0,20 | 0,97 |
| 4 | 1994-12-28 | 40.53 | 143.42 | 7 | 7,7 | 297 | 54 | 205 | 1 | 115 | 36 | 200 | 9 | 85 | 26 | 81 | 91 | 0,16 | 0,99 |
| 5 | 1995-12-3 | 44.66 | 149.3 | 23 | 7,6 | 289 | 52 | 35 | 12 | 133 | 35 | 266 | 15 | 142 | 33 | 81 | 78 | 0,16 | 0,97 |
| 6 | 2003-9-25 | 41.82 | 143.91 | 13 | 8,1 | 309 | 52 | 41 | 2 | 132 | 38 | 234 | 7 | 103 | 41 | 83 | 88 | 0,12 | 0,99 |

KẾT LUẬN

Phần lớn động đất sóng thần có nguồn gốc từ các chuyển động nâng/hạ đột ngột của vỏ Trái Đất. Độ cao sóng thần tại vùng nguồn phụ thuộc vào góc trượt ψ (rake angle) và góc dốc δ (dip angle) của bề mặt trượt tại chấn tiêu qua hệ số nguồn $k(\psi, \delta) = \sin\delta \times \sin\psi$, theo đó, k càng lớn thì độ cao sóng thần được tạo ra trong vùng nguồn càng lớn. Phân tích sự phân bố hệ số k theo số liệu cơ cấu chấn tiêu động đất sóng thần trong vùng biển Nhật Bản khu vực Đông Nam á cho thấy, phần lớn động đất sóng thần đều bắt nguồn từ các chuyển động kiểu nghịch chòm ($70 \leq \psi \leq 110^\circ$) xảy ra trên các bề mặt trượt độ dốc lớn, $\delta > 45^\circ$.

Hoạt động kiến tạo theo cơ chế hút chìm gây biến dạng vỏ Trái Đất trên quy mô lớn, tạo ra hàng loạt đứt gãy kiến tạo với sự phân dị phức tạp về đường phương và hướng dốc. Trên cơ sở phân tích đặc điểm cấu trúc kiến tạo, trường ứng suất và các chuyển động hiện đại trong vỏ Trái Đất, mô hình động đất sóng thần cực đại trong đới hút chìm Manila được đề xuất. Động đất được mô phỏng bởi một chuyển động nghịch chòm, $90^\circ \leq \psi_2 \leq 112^\circ$, xảy ra trên bề mặt á kinh tuyến, $177^\circ \leq Az \leq 205^\circ$ và dốc về phía biển với độ dốc $69^\circ \leq \delta_2 \leq 75^\circ$. Mô hình này nhận được sự phù hợp tốt với số liệu cơ cấu chấn tiêu của 6 trận động đất sóng thần mạnh nhất xảy ra trong đới hút chìm phía đông Nhật Bản, giai đoạn 1977-2005.

TÀI LIỆU DẪN

[1] LÊ VĂN CÔNG, NGUYỄN VĂN CƯ, 2007 : Thảm họa do sóng thần ở vùng ven biển và cách phòng tránh. Các báo cáo khoa học, Hội thảo ảnh hưởng của sóng thần đối với cộng đồng dân cư ven biển. Hải Phòng, Ngày 27-28/11/2007, 83-92.

[2] NGUYỄN VĂN DƯƠNG, NGUYỄN VĂN LƯƠNG, 2007 : Trường ứng suất và các chuyển động hiện đại trong vỏ Trái Đất trong đới hút chìm Manila và lân cận. Tạp chí Các KH về TĐ, T. 29, 3, 239-248.

[3] NGUYỄN VĂN LƯƠNG, NGUYỄN VĂN DƯƠNG, 2004 : Đặc điểm địa chấn địa động lực rìa phía đông khu vực Bắc Biển Đông. Tạp chí CKH về TĐ, T. 26, 4, 295-304.

[4] NGUYỄN VĂN LƯƠNG, NGUYỄN ĐÌNH XUYỀN, DƯƠNG QUỐC HUNG, BÙI THỊ XUÂN, 2007 : Một số đặc điểm của động đất sóng thần khu vực Biển Đông và lân cận. Tạp chí Các KH về TĐ, T. 29, 1, 46-52.

[5] NGUYỄN VĂN LƯƠNG, 2008 : Một số đặc trưng của các nguồn động đất gây sóng thần. Các báo cáo khoa học, Hội thảo ảnh hưởng của sóng thần đối với cộng đồng dân cư ven biển. Hải Phòng, Ngày 27-28/11/2007, 75-82.

[6] NGUYỄN VĂN LƯƠNG, BÙI CÔNG QUẾ, NGUYỄN VĂN DƯƠNG, 2008 : Trường ứng suất và các chuyển động hiện đại trong vỏ Trái Đất khu vực Biển Đông. Tạp chí KH và CN biển, T. 8, 1, 45-58.

[7] PHẠM VĂN THỰC, 2000 : Đánh giá độ nguy hiểm của sóng thần ở Biển Đông. Các công trình nghiên cứu Địa chất và Địa vật lý biển, T.VI. Nxb KH và KT, Hà nội, 31-46.

[8] NGUYỄN ĐÌNH XUYỀN, 2007 : Nghiên cứu đánh giá độ nguy hiểm động đất và sóng thần ở vùng bờ biển Việt Nam và đề xuất các giải pháp cảnh báo, phòng tránh. Báo cáo tổng kết đề tài cấp Viện KH&CN Việt Nam, 2005-2007.

[9] Bulletin of the International Seismological Center Database Access Program (Within latitudes 0-240N and longitudes 100-1300E, Period 1900-2007).

[10] HRVD, 2000-2007 : Harvard University (<http://www.seismology.harvard.edu>).

[11] International Tsunami Information Center; Tsunami Newsletter, Honolulu, Hawaii, Published periodically, 1977-2005.

SUMMARY

A model of the largest tsunamigenic earthquake generation in Manila subduction zone

In this paper, the dependence of tsunami height on focal mechanisms of earthquakes is presented by an equation : $k(\delta, \psi) = \sin \delta \times \sin \psi$, in which the δ and ψ are the dip and rake angles of faulting plane at the earthquake sources. Calculated results based upon focal mechanism data of 57 tsunamigenic earthquakes occurred in the oceanic regions of Japan and South East Asia have shown that 86 percent of tsunamigenic earthquakes occurred

on faulting planes of the $60^\circ \leq \delta \leq 90^\circ$ dip angles, 14 percent of these occurred on shear planes of the $45^\circ < \delta < 60^\circ$ dip angles and no tsunami earthquake taken place on the fault planes with dip angle of less than 45° .

On the basis of analyzing tectonic stress field and modern geodynamics, a model of generating the largest tsunamigenic earthquake has been proposed for the Manila subduction zone. The largest tsunamigenic earthquake is assumed to occur on the shear plane of strike about $177-205^\circ$ and dip angle of $69-75^\circ$. This model could obtain good agreement with practical data, especially, with focal mechanism of 6 largest tsunami earthquakes occurred in the subduction zone of East Japan, in the 1977-2005 period of time.

Ngày nhận bài : 29-5-2008

*Viện Địa chất - Địa vật lý Biển,
Viện Vật lý Địa cầu*