

TẦN SỐ GÓC VÀ KÍCH THƯỚC PHÁ HUỖ ĐỘNG ĐẤT TRẬN ĐỘNG ĐẤT ĐIỆN BIÊN

TRẦN THỊ MỸ THÀNH

I. MỞ ĐẦU

Nhiều nghiên cứu đã cho thấy độ mạnh của chấn cấp và độ sâu của động đất phụ thuộc vào kích thước của đứt gãy như chiều dài, chiều rộng, diện tích mặt phẳng đứt gãy bị phá huỷ do động đất gây ra. Như vậy, với từng đứt gãy, nếu xác định được kích thước mặt phẳng phá huỷ, chúng ta có thể dự báo được cấp độ mạnh của động đất khi xảy ra. Trên thế giới, các nhà địa chấn sử dụng các số liệu ghi được về kích thước diện tích phá huỷ của đứt gãy, chấn cấp,... từ các trận động đất mạnh đã xảy ra để xây dựng hàm tương quan [4, 9]. Việc này đòi hỏi phải có nhiều số liệu cũng như các thiết bị ghi hiện đại. Ví dụ Năm 1994 D.L. Wells đã sử dụng số liệu quan trắc về magnitud, kích thước đứt gãy như chiều dài, chiều rộng, diện tích phá huỷ đứt gãy của 177 trận động đất mạnh đã xảy ra trên thế giới để xây dựng các mối tương quan [4]. Những số liệu động đất ông sử dụng trong nghiên cứu này phần lớn ở các nước tiên tiến, có mạng lưới quan trắc hiện đại như Nhật Bản, Mỹ, Thổ Nhĩ Kỳ, Trung Quốc... Năm 1999, P. Somerville và nhiều người khác cũng đã dùng các số liệu quan trắc để xây dựng công thức tính diện tích phá huỷ của đứt gãy [9]. ở Việt nam không có nhiều động đất mạnh cũng chưa có điều kiện máy móc thiết bị ghi kích thước phá huỷ động đất. Sau này I.N. Bruno đã tìm ra cách xác định kích thước mặt phẳng phá huỷ đứt gãy từ tần số góc [2].

II. LÝ THUYẾT VÀ THUẬT TOÁN

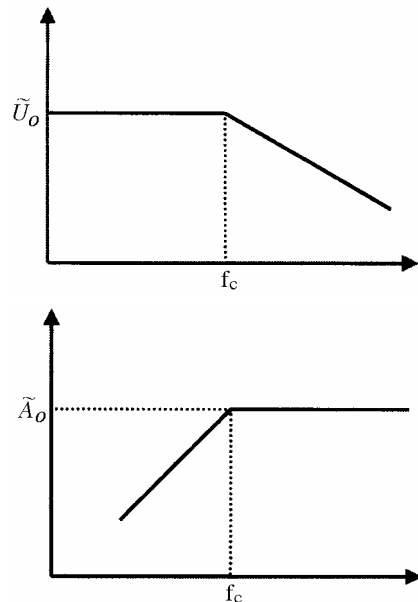
Thông thường diện tích được xác định trên thực tế nhờ các thiết bị quan trắc hay được tính nhờ hàm tương quan phụ thuộc vào năng lượng (độ lớn) của trận động đất như magnitud,... Để đánh giá kích thước của mặt phẳng phá huỷ ta phải chấp nhận một mô hình động lực, diễn tả đường truyền phá huỷ và dạng hình học của diện tích phá huỷ. I.N.

Bruno đã tìm ra, nếu động đất tuân theo mô hình ω^{-2} , các tham số động lực của nguồn động đất (tần số góc, moment địa chấn, suy giảm ứng suất) có thể xác định từ phổ năng lượng (hình 1) [2]. Khi đó tần số góc f_c được tính theo công thức :

$$f_c = k \left(\frac{\Delta\sigma}{M_0} \right)^{1/2} \quad (1)$$

$\Delta\sigma$ - hàm suy giảm ứng suất của trận động đất, k - hệ số, M_0 - moment địa chấn.

Năm 1986, D.J. Andrews phát triển trên tư tưởng mô hình ω^{-2} với 2 tham số độc lập moment địa chấn



Hình 1. Phổ dịch chuyển và phổ gia tốc của động đất tuân theo quy luật ω^{-2}

và hàm suy giảm ứng suất đưa ra cách tính tham số nguồn động đất đơn giản hơn từ phổ của băng ghi

động đất [1]. Phổ năng lượng của dịch chuyển $D^2(f) = V^2(f)/(2\pi f)^2$ và phổ năng lượng của vận tốc $V^2(f)$ được tính nhờ tích phân :

$$S_{D2} = 2 \int_0^{\infty} D^2(f) df \quad (2)$$

$$S_{V2} = 2 \int_0^{\infty} V^2(f) df \quad (3)$$

Năng lượng bức xạ trong động đất :

$$E_{rad} = 4\pi\rho\beta S_{V2} \quad (4)$$

Phổ Brune được tính :

$$D_{Brune}(f) = \frac{\Omega}{1 + (f/f_0)^2} \quad (5)$$

Trong đó tần số góc tính bằng công thức :

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{S_{V2}/S_{D2}} \quad (6)$$

Cũng có thể tính tần số trên đồ thị đường cong của phổ năng lượng dịch chuyển và phổ năng lượng gia tốc dựa vào mô hình ω^{-2} tức là suy giảm phổ dịch chuyển xuất hiện ở tần số cao, và ngược lại với phổ gia tốc. Nếu coi mặt phẳng phá huỷ có dạng hình tròn, bán kính của mặt phẳng phá huỷ sẽ là :

$$R = K \frac{V_s}{f_c} \quad (7)$$

K - hằng số biểu diễn sự liên hệ giữa các hằng số mô hình và vận tốc sóng ngang S, v_s . Có rất nhiều nghiên cứu tính hệ số K như [2, 3, 5, 7]... ở đây

chúng tôi sử dụng hệ số của I.N. Brune lấy $K = 0,37$, giá trị trung bình $V_s = 3,2$ (km/s).

Diện tích của mặt phẳng phá huỷ khi đó là :

$$A = \pi R^2 = \pi \left(0,37 \frac{3,2}{f_c} \right)^2 \quad (8)$$

II. SỐ LIỆU ĐỘNG ĐẤT ĐIỆN BIÊN VÀ CÁC DƯ CHẤN

Từ năm 2000, Viện Vật lý Địa cầu đã thiết lập một mạng lưới các trạm quan sát dao động động đất mạnh SSA-1, SSA-2, đây là các máy ghi gia tốc dao động nền của Mỹ. Các trạm này đặt trên nền đá sét kết, bột kết tại Điện Biên, Tuần Giáo, Lai Châu, Sơn La, Hoà Bình và Sapa, chủ yếu tập trung trong vùng Tây Bắc. Đến đầu năm 2001, vào lúc 22 giờ 51 phút ngày 19 tháng 2, một trận động đất có magnitud $M_S = 5,3$ độ Richter đã xảy ra trên đứt gãy Lai Châu - Điện Biên (đứt gãy kiểu trượt bằng), cách thị xã Điện Biên 20 km về phía tây nam. Cường độ chấn động ở vùng chấn tâm của động đất Điện Biên kéo dài chừng 15-20 km theo hướng bắc đông bắc - nam tây nam, có thể đạt tới cấp VII - VIII (theo thang MSK), gây ra trượt lở đá trong núi, nhà sàn rung chuyển mạnh, nhà xây bị hư hại nặng. Sau kích động chính đã xảy ra rất nhiều dư chấn, trong đó nhiều trận mạnh 4,1 - 4,8 độ Richter gây chấn động cấp V, cấp VI ở thị xã Điện Biên, như các dư chấn 4,2 và 4,8 độ Richter ngay trong đêm 19-2-2001, dư chấn 4,1 độ Richter sáng 24-2-2001 và dư chấn 4,7 độ Richter rạng sáng 4-3-2001 [8] (bảng 1).

Bảng 1. Kích động chính và 16 dư chấn của trận động đất Điện Biên

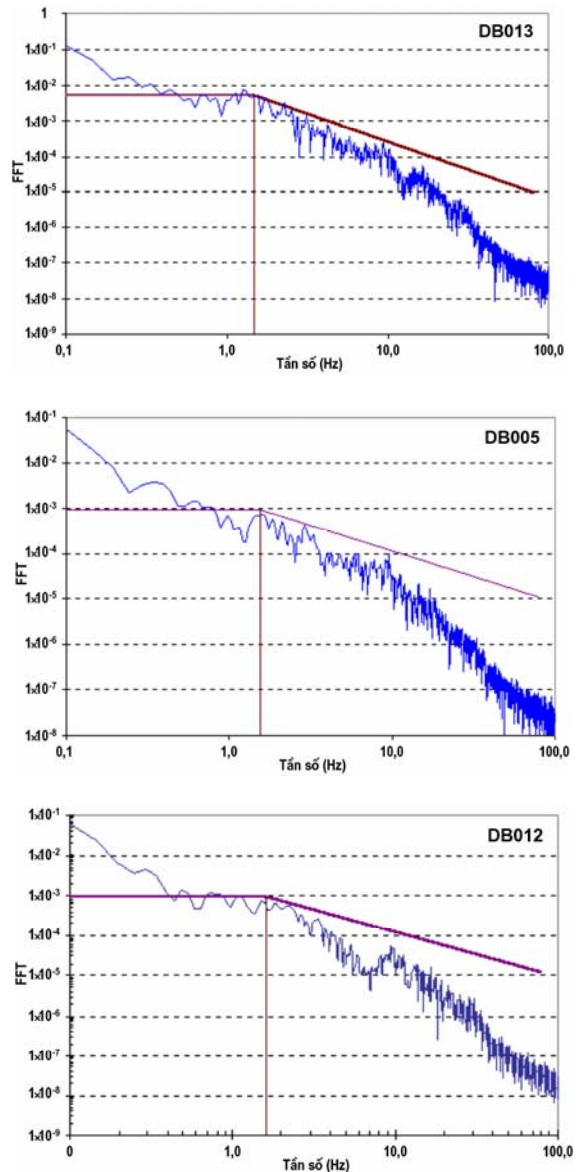
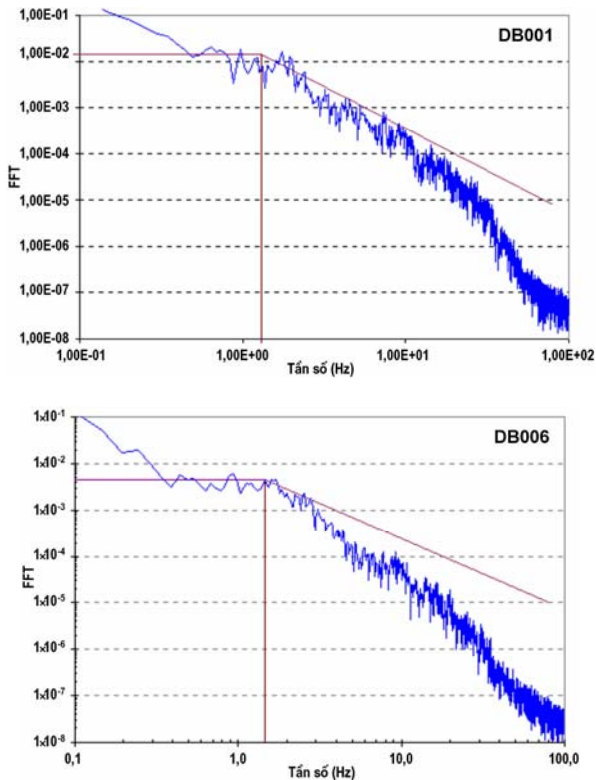
Tên động đất	Ngày tháng năm	Giờ phút giây (GMT)	Vĩ độ	Kinh độ	M	Gia tốc cực đại (cm/s ²)		
						N-S	V	E-W
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
Điện Biên	19 02 2001	15h51'34"	21.34	102.85	5.3	109	90	106,8
Dư chấn	19 02 2001	15h57'02"	21.39	102.94	3	5,3	6,75	7,26
Dư chấn	19 02 2001	16h06'02"	21.38	102.93	3.1	6	6,8	8,67
Dư chấn	19 02 2001	16h14'51"	21.41	102.93	3.3	8,3	11,66	12,3
Dư chấn	19 02 2001	16h40'17"	21.42	102.9	4.2	14,9	19,7	21,76
Dư chấn	19 02 2001	19h02'49"	21.4	102.88	4.8	61,7	42,45	74,6
Dư chấn	19 02 2001	22h58'30"	21.42	102.86	3	2,26	3	4,16
Dư chấn	21 02 2001	11h04'45"	21.42	102.9	3.8	7,3	9,1	10,5
Dư chấn	22 02 2001	11h36'33"	21.43	102.92	3.4	18,3	17,2	22,1
Dư chấn	23 02 2001	17h53'28"	21.42	102.87	3.2	6,73	13,76	10,3
Dư chấn	23 02 2001	18h26'00"	21.48	102.98	3.1	3,78	8,66	7,2

Bảng 1 (tiếp theo)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
Dư chấn	24 02 2001	22h14'31"	21.36	102.92	4.2	28,26	21,26	27,15
Dư chấn	04 03 2001	20h18'49"	21.39	102.86	4.7	21,14	4	42,6
Dư chấn	04 03 2001	20h41'54"	21.39	102.86	3.4	5,26	5,26	6,13
Dư chấn	05 03 2001	02h12'25"	21.44	102.85	3.5	4,9	5,36	6,9
Dư chấn	05 03 2001	14h23'39"	21.42	102.95	3.2	7,37	12,83	12,44
Dư chấn	05 03 2001	15h06'58"	21.48	102.84	3.7	5,16	5,3	5,8

III. KẾT QUẢ TÍNH TOÁN

Từ tập hợp ngân hàng dữ liệu băng gia tốc (bảng 1) chúng tôi phân tích, lựa chọn băng gia tốc của các dư chấn có magnitud lớn hơn 4 để tính thử diện tích phá huỷ. Đó là các dư chấn : 1) dư chấn cùng ngày và xảy ra hồi 16:40:17, tọa độ 21.42° N 102.90° E sâu 5 km, M = 4,2 ; 2) dư chấn cùng ngày trận động đất chính, xảy ra hồi 19:02:49, tọa độ 21.42° N 102.68° E độ sâu 5 km, M = 4,8 ; 3) dư chấn ngày 24 hồi 22:14:31 tọa độ 21.36° N 102.92° E, độ sâu 5 km, M = 4,2 ; 4) dư chấn ngày 4-3-2001 hồi 20:18:49 tọa độ 21.39° N 102.86° E, độ sâu 8 km, M = 4,7. Tần số góc f_c xác định trên đồ thị đường cong của phổ năng lượng dịch chuyển tuân theo quy luật ω^{-2} (hình 2).



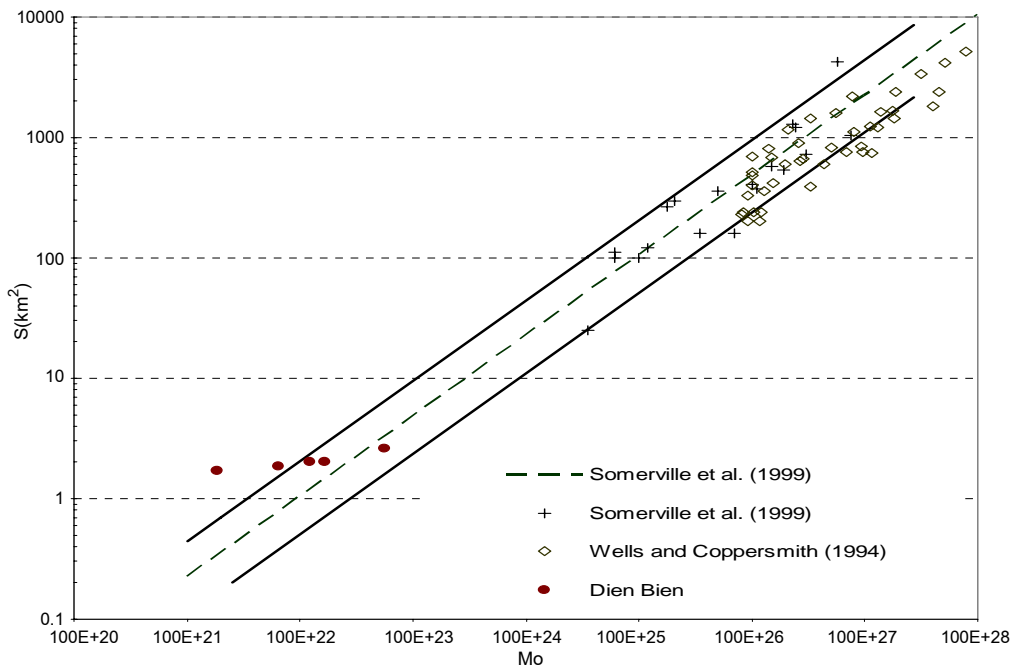
← Hình 2. Xác định tần số góc từ đường cong phổ năng lượng dịch chuyển của động đất

Dựa vào công thức (8) chúng tôi tính diện tích phá hủy của từng trận động đất (bảng 2) ; Việt Nam chưa có trận động đất nào được đo bằng thiết bị đo kích thước đứt gãy, nên trong các nghiên cứu chúng ta thường áp dụng công thức của [4]. Trong nghiên cứu này, chúng tôi muốn thử nghiệm độ

chính xác của kết quả tính diện tích phá hủy vừa thu được với công thức của [4, 9]. Hình 3 là đồ thị biểu diễn tương quan giữa momen địa chấn và diện tích phá hủy của động đất Điện Biên và các dư chấn vừa tính được vẽ trên cùng đồ thị với các số liệu của [4, 9] đã dùng.

Bảng 2. Kết quả tính diện tích phá hủy của các trận động đất mạnh

Động đất	Ngày	M	Mo (DYN*CM)	Fc (Hz)	Diện tích (km ²)
DB001	19 02 2001	5,3	5,57E + 22	1,34	2,45
DB005	19 02 2001	4,2	6,46E + 21	1,54	1,86
DB006	19 02 2001	4,8	1,22E + 22	1,48	2,01
Db012	24 02 2001	4,2	1,88E + 21	1,60	1,72
DB013	04 03 2001	4,7	1,66E + 22	1,47	2,04



Hình 3. So sánh giá trị diện tích phá hủy động đất Điện Biên với các công thức đang dùng

KẾT LUẬN

Từ hình 3 dễ dàng nhận thấy 3 trong 5 trận động đất có giá trị diện tích phá hủy hoàn toàn phù hợp với công thức. Duy nhất dư chấn ngày 24-2-2001 hồi 22:14:31, M = 4,2 cho giá trị với sai số lớn hơn cả. Như vậy có thể thấy việc tính diện tích phá hủy động đất từ tần số góc hoàn toàn có thể áp dụng ở Việt Nam và cho kết quả có giá trị tham khảo.

Đề tài được hỗ trợ kinh phí của chương trình Nghiên cứu Cơ bản mã số 711206.

TÀI LIỆU DẪN

[1] D.J. ANDREW, 1986 : Objective determination of source parameters and similarity of earthquakes of different size. Earthquake Source mechanics, Maurice Ewing, V6, ed. S. Das, J. Boatwright and C. H. Scholz, AGU, 259-267.

[2] I.N. BRUNE, 1970 : Tectonic Stress and the Spectra of Seismic Shear Waves from Earthquakes, J. Geophys. Pea., 75, 4997-5009.

[3] I.N. BRUNE, 1971 : Tectonic Stress and the Spectra of Seismic Shear Waves from Earthquakes, (connection) J. Geophys. Res., **76**, 5002.

[4] DONALD L. WELLS, KEVIN J. COPPERSMITH, 1994 : "New Empirical Relationships among Magnitude, Rupture Length, Rupture Width, Rupture Area and surface Displacement", Bull. Seis. Soc. Am, **84**, **4**, 974-1002.

[5] HIROE MIYAKE, TOMOTAKA IWATA and KOJIRO IRIKURA, 2001 : Estimation of rupture propagation direction and strong motion generation from azimuth and distance dependence of source amplitude spectra. Geophysical Research letters, **28**, **14**, 2727-2730.

[6] K. IRIKURA, 1983 : Semi-Empirical Estimation of Strong Ground Motions During Large Earth-quakes, Bull. Disas. Prev. Res. Inst. Kyoto Univ., **33**, 63-104.

[7] H. KANAMORI and O.L. ANDERSON, 1975 : Theoretical basis of some empirical relations in seismology, Bull. Seis. Soc. Am., **65**, 1073-1096.

[8] LÊ TỬ SƠN, NGUYỄN QUỐC DŨNG, 2003 : Kết quả đầu tiên về quan sát gia tốc nền ở Việt

Nam. Tạp chí Các Khoa học về Trái Đất, T. 25, **1**, 78 - 85.

[9] P. SOMERVILLE, K. IRIKURA, R.W. GRAVES, S. SAWADA, D. WALD, N. ABRAHAMSON, Y. IWASAKI, T. KAGAWA, N. SMITH, and KOWADA, 1999 : Characterizing crustal earthquake slip models for the prediction of strong ground motion. Seism. Res. Lett., **70**, 59-80.

SUMMARY

Corner frequency and rupture area of Dienbien earthquake

one of the most important parameters of the earthquake source model is the affected area at the source. Generally, this area is determined by observation instruments or by estimation from calculations based on equations related to the released energy such as magnitude. Brune (1970) considered this affected area is a function of the corner frequency. In this paper, we undertake the calculations of the earthquake damaged area at Dien Bien and a few aftershocks... by determining this corner frequency of these earthquakes

Ngày nhận bài : 25-4-2008

Viện Vật lý Địa cầu