

SỬ DỤNG TỶ SỐ PHỔ BIÊN ĐỘ (SH/SV) CỦA DAO ĐỘNG VI ĐỊA CHẤN ĐỂ ĐÁNH GIÁ ĐIỀU KIỆN NỀN

LÊ TỬ SƠN

I. GIỚI THIỆU

Dao động động đất tại một điểm, ngoài việc phụ thuộc vào quá trình vật lý xảy ra trong chấn tiêu, còn phụ thuộc nhiều vào môi trường truyền sóng và điều kiện nền đất. Mặc dù ảnh hưởng của điều kiện nền đã được xác nhận và nghiên cứu kỹ qua đánh giá hậu quả của các trận động đất lớn như San Fransico 1906, 1985, động đất Mexico 1970, Đường Sơn 1976... nhưng đây là một hiện tượng phức tạp, phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố. Đã có nhiều nhà địa chấn, sử dụng nhiều phương pháp khác nhau nhằm đánh giá hiện tượng này. Mặt khác, xác định ảnh hưởng của điều kiện nền cũng chính là yêu cầu thực tế không thể thiếu khi thiết kế các công trình quan trọng như đập thủy điện, cầu lớn hoặc nhà cao tầng. Chính vì vậy, từ nhiều năm qua Viện Vật lý Địa cầu đã tiến hành các nghiên cứu ảnh hưởng điều kiện nền [7]. Dựa vào điều kiện thiết bị, các nghiên cứu đã tiến hành chủ yếu dựa trên phương pháp độ cứng địa chấn [6] và phương pháp vi địa chấn [2] đánh giá gia số cấp động đất (ΔI) của nền đất tại điểm nghiên cứu so với nền đất trung bình. Các thông số này cho đến nay chưa đủ để đánh giá điều kiện nền, chưa kể đến việc xác định điều kiện nền trung bình cho mỗi khu vực khảo sát và một việc rất khó khăn, không mang tính định lượng cao.

Bài báo này trình bày một cách tiếp cận mới trong việc đánh giá điều kiện nền tại Việt Nam dựa trên việc sử dụng tỷ số phổ biên độ thành phần nằm ngang và thành phần thẳng đứng của sóng vi địa chấn (SH/SV) do Nakamura (1989) đề xuất. Với hơn 100 điểm đo dao động vi địa chấn tại công trình thủy điện Đại Ninh (Lâm Đồng) và thị trấn Tuần Giáo (Lai Châu), tác giả đã tiến hành so sánh tỷ số SH/SV với tính chất cơ lý của nền qua tài liệu

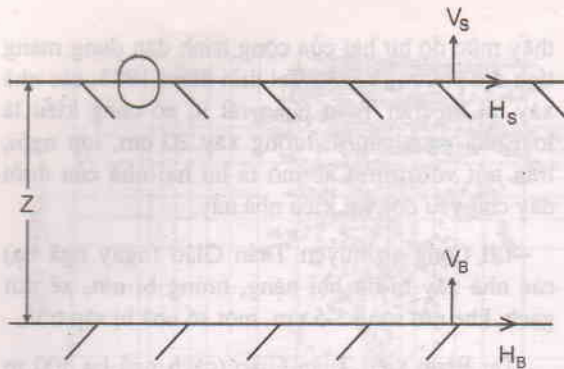
khảo sát (Đại Ninh) và đặc điểm phá hoại công trình trong động đất (Tuần Giáo). Kết quả cho thấy, tại các điều kiện thích hợp, phương pháp Nakamura hoàn toàn đánh giá được điều kiện nền.

II. PHƯƠNG PHÁP, KỸ THUẬT ĐO ĐẠC VÀ XỬ LÝ SỐ LIỆU

1. Phương pháp

Dao động vi địa chấn là dao động tự nhiên của nền đất gây nên do các nguồn nhiễu tự nhiên hoặc nhân tạo như gió, sóng biển, các phương tiện giao thông hay hoạt động của các nhà máy... mà máy địa chấn có độ nhạy cao có thể ghi nhận được. Mối liên quan giữa dao động vi địa chấn và điều kiện địa chất địa phương (điều kiện nền) đã được nghiên cứu và sử dụng để đánh giá điều kiện nền theo nhiều cách khác nhau ở nhiều nơi trên thế giới. Kỹ thuật của Nakamura (1989) dựa trên việc giải thích sóng vi địa chấn như sóng Raylaeigh lan truyền trong lớp đàn hồi (lớp đất) nằm trên nửa không gian (đá gốc). Trong miền tần số, dao động vi địa chấn trong mô hình như vậy có thể biểu diễn qua 4 loại phổ biên độ: phổ biên độ thành phần thẳng đứng, thành phần nằm ngang của dao động tại bề mặt của lớp đất $V_s(\omega)$, $H_s(\omega)$ và phổ biên độ của thành phần thẳng đứng, thành phần nằm ngang tại bề mặt của đá gốc $V_b(\omega)$, $H_b(\omega)$ (hình 1).

Với giả thiết dao động vi địa chấn được tạo bởi các nguồn địa phương (bỏ qua các nguồn nhiễu ở dưới sâu) và do vậy không ảnh hưởng đến dao động của vi địa chấn tại nền đá gốc. Mặt khác, giả sử thành phần thẳng đứng của dao động vi địa chấn không bị khuếch đại bởi lớp đất trên mặt như vậy hình dạng phổ của nguồn vi địa chấn $A_s(\omega)$ có thể ước lượng như là hàm của tần số ω bằng tỷ số:



Hình 1. Mô hình lan truyền sóng vi địa chấn trong nửa không gian

$$A_s(\omega) = V_s(\omega)/V_b(\omega) \quad (1)$$

Ảnh hưởng của nền đất theo quan niệm địa chấn công trình S_E chính là tỷ số phổ biên độ thành phần nằm ngang của dao động tại nền đá gốc và trên mặt lúc đó được ước lượng theo :

$$S_E(\omega) = H_s(\omega)/H_b(\omega) \quad (2)$$

Để có thể ước lượng ảnh hưởng của nền đất ta sử dụng tỷ số phổ S_M :

$$\begin{aligned} S_M(\omega) &= S_E(\omega)/A_s(\omega) \\ &= [H_s(\omega)/H_b(\omega)] / [V_s(\omega)/V_b(\omega)] \quad (3) \\ &= [H_s(\omega)/V_s(\omega)] / [H_b(\omega)/V_b(\omega)] \end{aligned}$$

Cuối cùng, với giả thiết tỷ số phổ biên độ giữa thành phần nằm ngang và thành phần thẳng đứng trong nền đá gốc bằng đơn vị, nghĩa là tại nền đá gốc ảnh hưởng của điều kiện nền không đáng kể đối với mọi tần số ($H_b(\omega)/V_b(\omega) = 1$) ảnh hưởng của nền đất S_M được ước lượng qua tỷ số phổ biên độ giữa thành phần nằm ngang và thành phần thẳng đứng của dao động vi địa chấn.

$$S_M(\omega) = H_s(\omega) / V_s(\omega) \quad (4)$$

2. Kỹ thuật đo đạc và xử lý số liệu

Để đo dao động vi địa chấn, trong nghiên cứu này chúng tôi sử dụng bộ máy địa chấn ghi số GEOSTRAS-95 (CH Pháp) và máy thu chấn động 3 thành phần chu kỳ riêng $T_g = 1s$ LE-3D (CHLB Đức). Tần số lấy mẫu là 75 mẫu/s. Tại mỗi điểm đo, dao động vi địa chấn được ghi trong 10 phút và đo 3 lần, tại thời điểm khác nhau nhằm làm tăng tính khách quan trong công tác đo đạc.

Các điểm đo được bố trí theo các công trình khoan đào cũ hoặc các nền đất cần nghiên cứu và

phải tránh xa các nguồn phát sinh dao động (cây to, suối lớn, các động cơ đang hoạt động...).

Xử lý số liệu vi địa chấn theo các bước :

- Đối với mỗi lần ghi, chọn một cửa sổ dữ liệu với độ dài 20s trong vùng yên tĩnh của đường ghi để phân tích phổ. Phổ Fourier được tính với 30 % cửa sổ Hanning, sau đó làm trơn theo trung bình trượt trên 5 điểm.

- Tại mỗi điểm đo, trên 3 đường ghi, với 5 cửa sổ dữ liệu, giá trị tỷ số phổ biên độ SH/SV trung bình được tính toán và biểu diễn trên đồ thị logarit. Ngoài đáng điệu đặc trưng cho phổ biên độ - tần số của nền đất, trên đồ thị sẽ ước lượng được tần số dao động trội và hệ số khuếch đại biên độ của nền đất.

III. ĐÁNH GIÁ NỀN CÔNG TRÌNH THỦY ĐIỆN ĐẠI NINH

1. Điều kiện địa chất, địa chất công trình

Công trình thủy điện Đại Ninh trên sông Đa Nhim cách Đà Lạt khoảng 100 km về phía nam. Về kiến tạo, nó nằm ở rìa đông nam địa khối Indoxini, trong miền hoạt hoá magma - kiến tạo Mezozoi - Kainozoi nam Việt Nam. Trong khu vực công trình phổ biến 3 loại nền đất chính : 1) nền đất phát triển trên các đá bột kết xen kẹp cát kết hệ tầng La Ngà (J_2ln) ; 2) nền đất phát triển trên các đá bazan (βN_2-Q_1) và 3) nền đất trên các trầm tích aluvi hiện đại gồm sét, sét bùn, cuội sỏi (aQ) nằm trên sét xen kẹp với bùn sét thuộc điệp Loandrela (N_2ld).

Nền đất loại 1 và loại 2, nằm trên lớp đá nguyên khối ít nứt nẻ là thành tạo sét, sét pha sườn tàn tích và lớp phong hoá mạnh đến trạng thái sét (lớp Ia) với chiều dày thay đổi từ 1-2 m đến 20-30 m. Mật độ (ρ) và vận tốc truyền sóng ngang (V_s) của các lớp này thay đổi trong khoảng $\rho = 1,68 - 2,1 \text{ g/cm}^3$, $V_s = 0,2 - 0,8 \text{ km/s}$ thấp đáng kể so với $\rho = 2,5 - 2,8 \text{ g/cm}^3$, $V_s = 1,5 - 2,6 \text{ km/s}$. Nền loại 2, thường thấy sự phủ trần của đá bazan nằm trên vỏ phong hoá của lớp đá cát kết, bột kết J_2ln ở độ sâu khoảng 15-10 m. Nền đất loại 3 có tính cơ lý yếu hơn cả. Sét và sét bùn aluvi hiện đại hoặc thuộc điệp N_2ld có mật độ và vận tốc truyền sóng ngang rất thấp : $\rho = 1,58 - 1,81 \text{ g/cm}^3$, $V_s = 0,1 - 0,2 \text{ km/s}$ với chiều dày lớn (20 - 70 m) nằm trên đá cát bột kết J_2ln là loại nền kém theo quan điểm của địa chấn công trình.

2. Kết quả

Phân tích các kết quả đo SH/SV cho thấy các nền đất khu vực Đại Ninh có đặc trưng động như :

a) Loại nền đất phát triển trên đá phiến sét, cát bột kết điệp La Ngà (J_2ln).

Loại nền này đặc trưng bởi tầng phủ eQ, dQ mỏng 2-5 m, ít khi dày hơn 5 m. Tầng phong hoá mạnh có chiều dày thay đổi từ một vài mét đến 20-30 m, mực nước ngầm sâu hơn 5 m. Các đường cong tỷ số phổ SH/SV thường có dạng hình phẳng, không có chu kỳ trội và tỷ số phổ biên độ nhỏ. Trên hình 2, đường cong SH/SV đo tại lỗ khoan BR33(DD1) và trên hình 3 các đường cong đo tại lỗ khoan DN54 (DD16), DN131(DD16) đặc trưng cho nền loại này. Sự giống nhau của các đường cong loại này so với đường cong SH/SV đo tại lỗ khoan BR4 trên nền đá gốc, chứng tỏ ảnh hưởng của nền đất loại này lên các dao động đất là không đáng kể.

b) Loại nền phát triển trên các trầm tích sét aQ_{III} dọc theo sông Daquayon. Trong loại nền này, lớp sét aQ_{III} xen kẹp các thấu kính bùn có chiều dày lớn đến 30 m. Tại khu vực thung lũng sông cổ (khu vực đập chính Daquayon, hình 2) phía dưới mặt cát còn có bùn sét N_2ld , dày 25-30 m. Mực nước ngầm nằm nông (chưa đến 5 m). Các đường cong SH/SV có cực đại lớn tại tần số 1,5-2,0 Hz. Biên độ tỷ số phổ thay đổi tùy thuộc vào chiều dày của lớp aQ_{III} và sự có mặt của lớp bùn sét N_2ld từ 4-5 đến 20-30 m. Đây là loại nền yếu có tần số trội rõ ràng (1,5-2,0 Hz) và hệ số khuếch đại biên độ cao có thể đạt tới 25 lần trong trường hợp đo được tại lỗ khoan DN95 (hình 2)

c) Loại nền phát triển trên đá bazan. Đặc điểm của loại nền này là tuy tầng eQ, dQ có chiều dày khoảng 3-5 m nhưng tính chất cơ lý của đới phong hoá lại thấp và mực nước ngầm thường nằm nông (chưa đến 5 m) nên ảnh hưởng của nền đất thể hiện rõ. Dạng đường cong SH/SV đối với loại nền này có tần số cộng hưởng nằm trong dải 1,5-2,0 Hz và hệ số khuếch đại biên độ có giá trị 2-5. Hình 4 đưa ra các kết quả đo dao động vi địa chấn trong loại nền này (DD75=DN111, DD76 và DD77).

IV. KẾT QUẢ ĐO DAO ĐỘNG VI ĐỊA CHẤN TẠI THỊ TRẤN TUẦN GIÁO (LAI CHÂU)

1. Khảo sát tác động của động đất $M_s = 6,7$ năm 1983 tại thị trấn Tuần Giáo

Thị trấn Tuần Giáo cách chấn tâm của động đất $M_s = 6,7$ (xảy ra ngày 24-6-1983) khoảng 10 km. Đây là một trong hai trận động đất lớn nhất xảy ra trong thế kỷ này tại Việt Nam. Khảo sát tác động của động đất 1983 lên các công trình xây dựng cho

thấy mức độ hư hại của công trình dân dụng mang tính địa phương rõ rệt. Tại thời điểm 1983, các nhà xây tại thị trấn Tuần Giáo rất ít, có cùng kiểu là loại nhà gạch cấp 4, tường xây 20 cm, lợp ngói, trần trát vôi rơm. Các mô tả hư hại nhà cửa dưới đây chủ yếu đối với kiểu nhà này.

Tại Công an huyện Tuần Giáo (ngay ngã ba) các nhà xây bị hư hại nặng, tường bị nứt, xé đứt gạch, khe nứt rộng 3-5 cm, một số nhà bị sập trần.

Tại Bệnh viện Tuần Giáo (cách ngã ba 300 m về phía đường đi Điện Biên) ngoài việc nhà Điện Quang đang xây dở bị sập hoàn toàn các nhà trong khu vực cũng bị hư hại nặng, tường bị nứt rộng 2-3 cm (chủ yếu tại các ô cửa sổ), mái xô, vữa trần rơi nhiều. Tường phía tây của Bệnh viện sập một đoạn dài tới 100 m, nhà ăn của Bệnh viện đổ hồi phía ngoài, các hồi còn lại đều bị nứt rộng 2-3 cm.

Tại khu xí nghiệp 20/7 (cách ngã ba 1100 m trên đường đi Điện Biên) cột bê tông khu nhà xưởng bị rạn, tháp nước bị lệch; các nhà còn lại trong khu vực đều bị nứt.

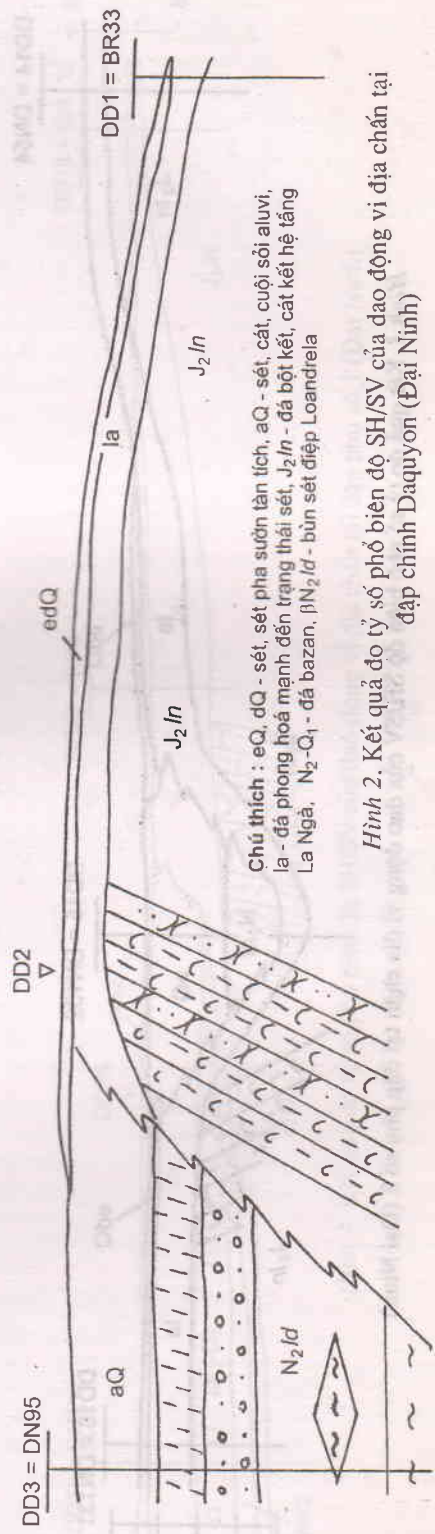
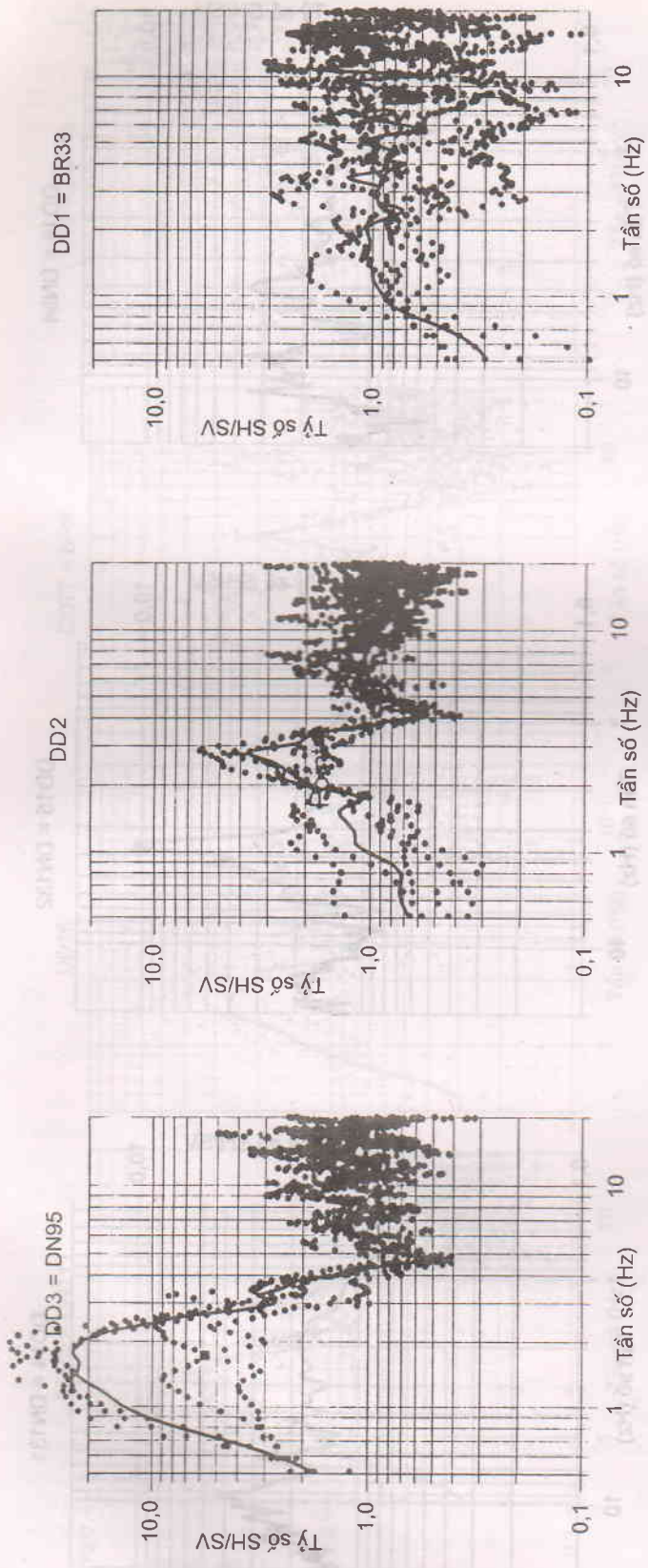
Gỡ các khu vực này, không quan sát thấy biểu hiện phá hoại nghiêm trọng. Đặc biệt, khu trường PTCS Tuần Giáo nằm giữa hai khu vực bị thiệt hại nặng (khu Công an và Bệnh viện), ngoài một nhà bị nứt nhẹ các nhà khác hư hại không đáng kể.

2. Điều kiện nền tại thị trấn Tuần Giáo

Thị trấn Tuần Giáo nằm ven thung lũng hẹp dọc quốc lộ 6 đi Lai Châu và quốc lộ 279 đi Điện Biên. Phân theo điều kiện nền có thể thấy 2 loại chính: 1) loại nền nằm trên đất sét, sét pha sườn tàn tích eQ, dQ (khu sân vận động) chiều dày thay đổi 5-10 m phát triển trên đá phiến sét, quaczit. 2) loại nền phát triển trên trầm tích aluvi aQ của dòng suối (dọc các quốc lộ số 6 và 279) bao gồm sét, sét pha trên mặt có chiều dày 3-5 m, và trầm tích cát hạt trung lẫn cuội sỏi kích thước 5-6 cm đến 10-15 cm với chiều dày đến 40-50 m tại thung lũng suối. Đây thung lũng có thể là đá phiến sét hoặc đá vôi. Địa hình phân cắt trong khu vực thị trấn còn là nơi tích tụ các lớp lū tích với các nón tảng lẫn kích thước đến 40-50 cm đan xen vào hai loại nền cơ bản làm cho việc khảo sát đánh giá ảnh hưởng của điều kiện nền ở khu vực này rất phức tạp.

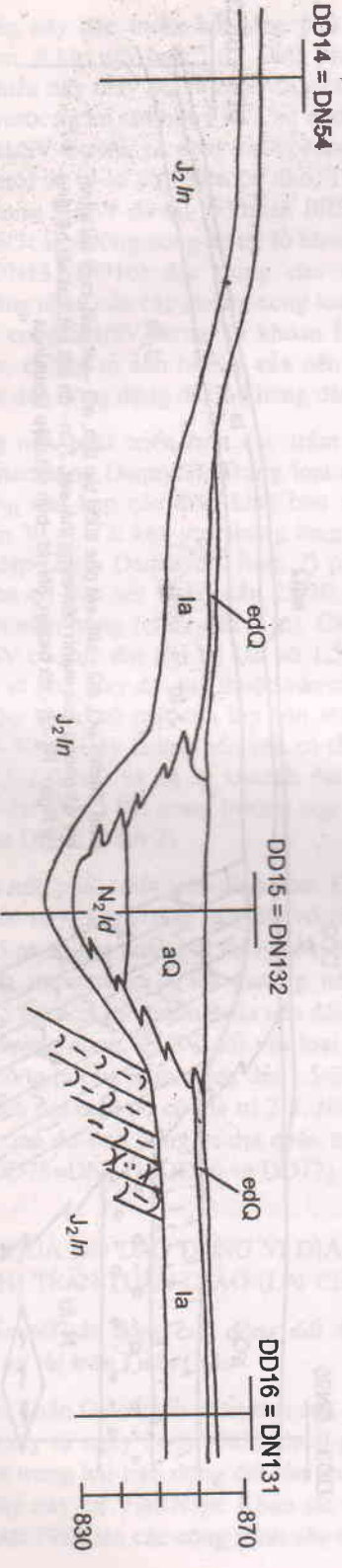
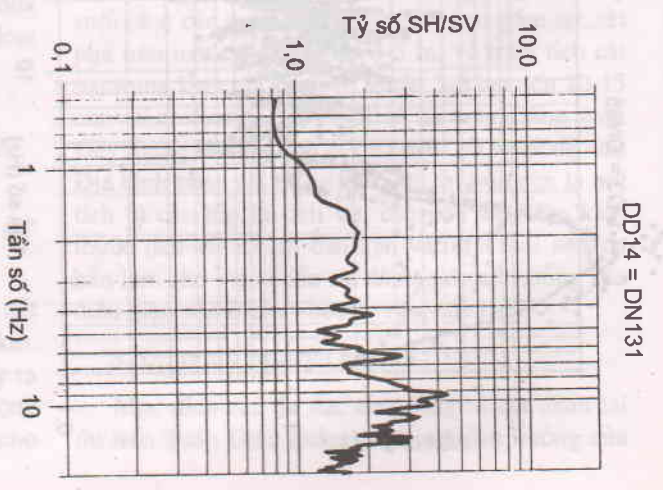
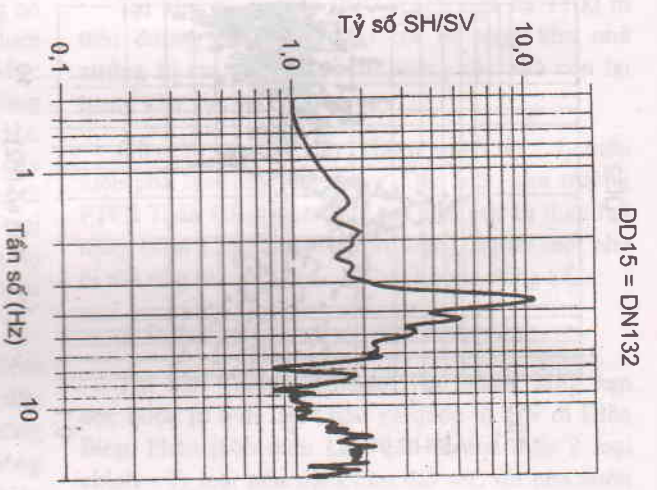
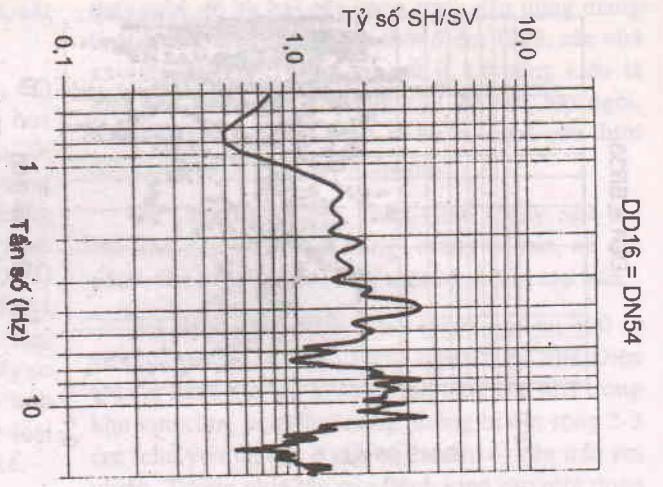
3. Đo vi địa chấn và kết quả

Mục đích các đo đặc dao động vi địa chấn tại thị trấn Tuần Giáo nhằm đánh giá ảnh hưởng của

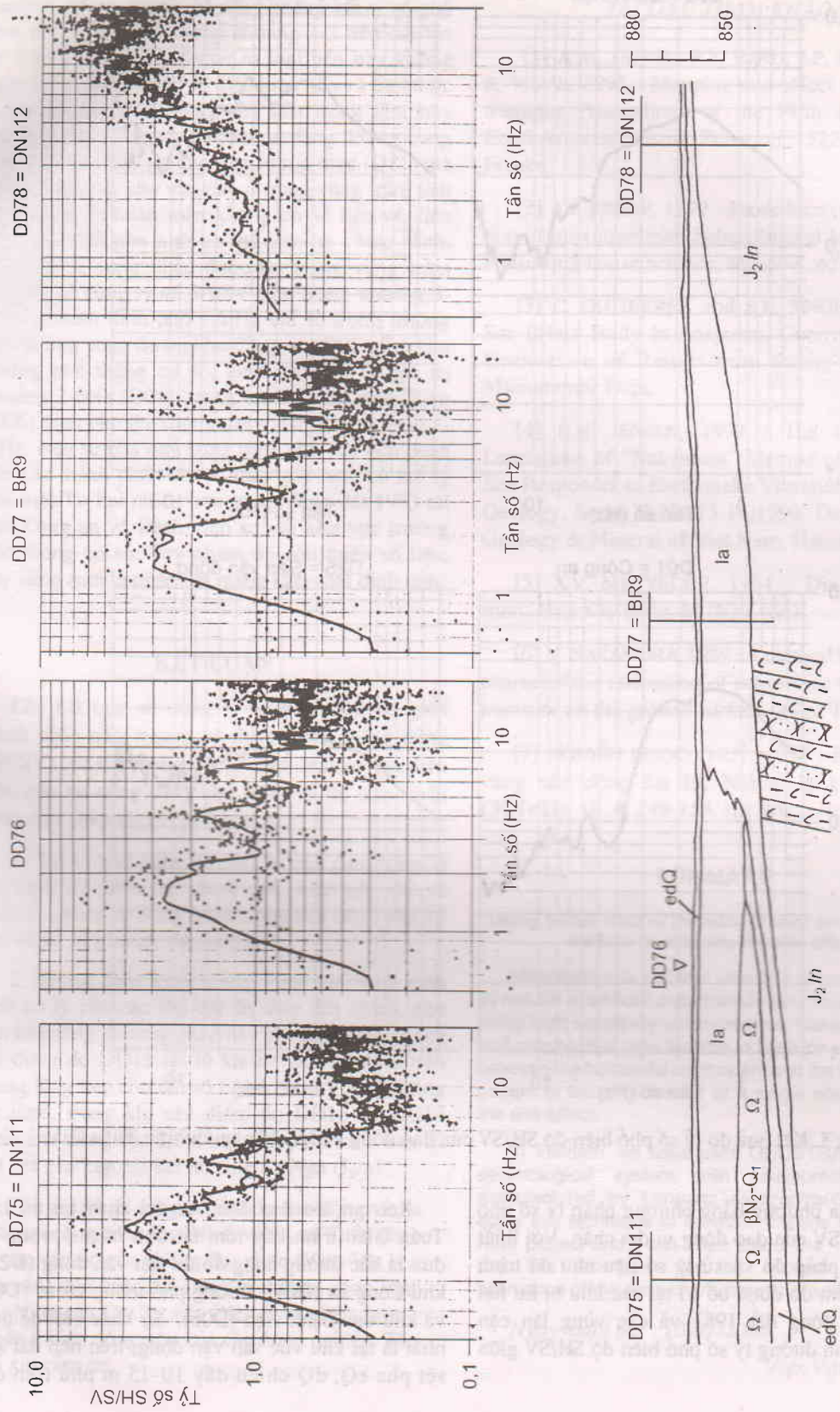


Chú thích : eQ, dQ - sét pha sườn tàn tích, aQ - sét, cát, cuội sỏi aluvi,
 la - đá phong hoá mạnh đến trạng thái sét, J₂/lm - đá bột kết, cát kết hệ tầng
 La Ngà, N₂-Q₁ - đá bazan, βN₂/d - bùn sét điệp Loandriela

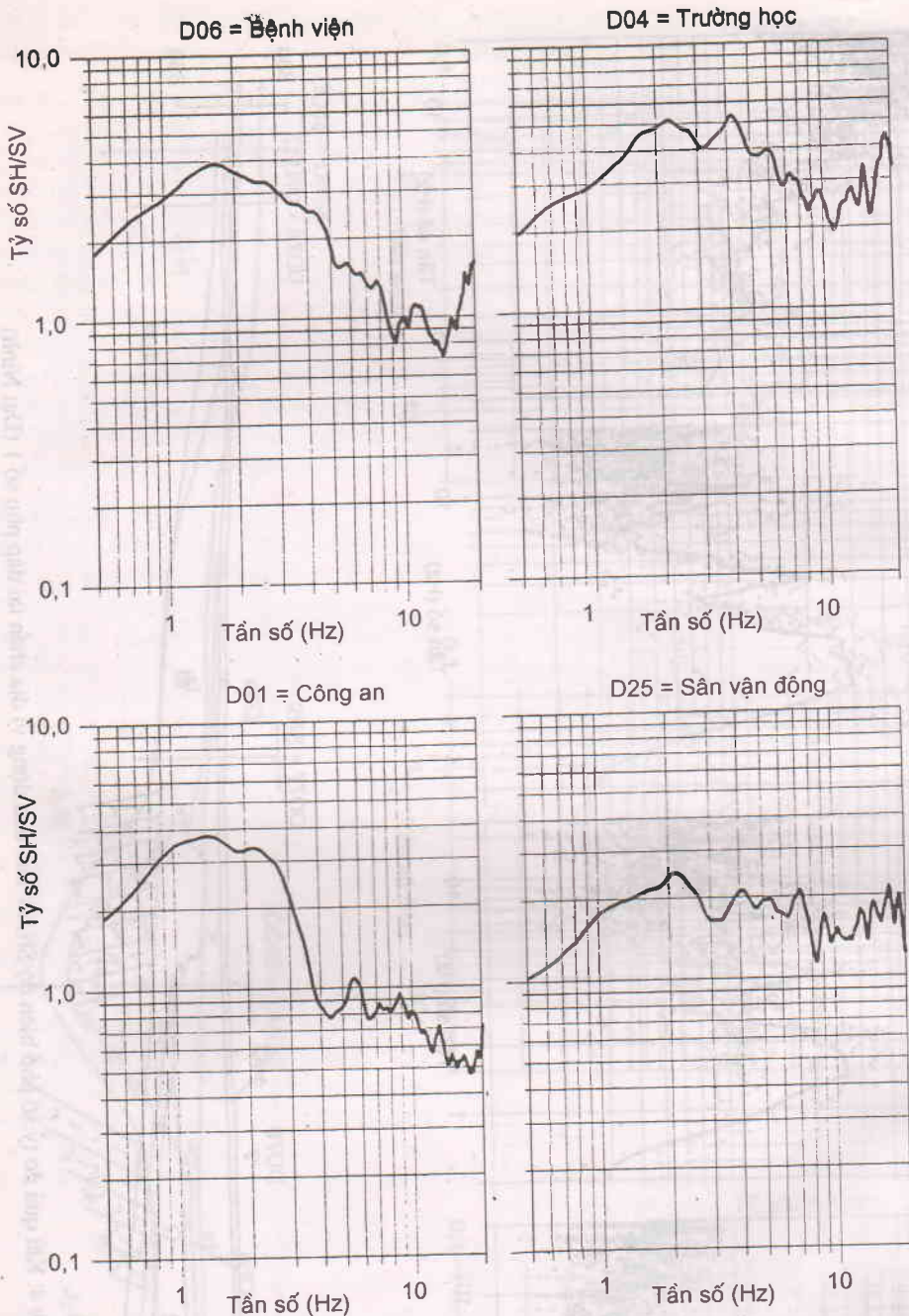
Hình 2. Kết quả đo tỷ số phổ biên độ SH/SV của dao động vi địa chấn tại
 đập chính Daquyon (Đại Ninh)



Hình 3. Kết quả đo tỷ số phổ biên độ SH/SV của dao động vi địa chấn tại đập phụ số 3 (Đại Ninh)



Hình 4. Kết quả đo tỷ số phổ biên độ SH/SV của dao động vi địa chấn tại đập chắn tại đập phụ số 1 (Đại Ninh)



Hình 5. Kết quả đo tỷ số phổ biên độ SH/SV của dao động vi địa chấn tại thị trấn Thuận Giáo

điều kiện địa phương bằng phương pháp tỷ số phổ biên độ SH/SV của dao động vi địa chấn. Với thiết bị, phương pháp đo và xử lý số liệu như đã trình bày; 30 điểm đo được bố trí tại các khu bị hư hại nặng trong động đất 1983 và các vùng lân cận nhằm so sánh đường tỷ số phổ biên độ SH/SV giữa các vùng.

Kết quả đo dao động vi địa chấn tại thị trấn Thuận Giáo trình bày tóm tắt trên hình 5 trong đó đưa ra các đường cong đo tại sân vận động (D25), khu Công an (D01), trường phổ thông cơ sở (D04) và khu vực Bệnh viện (D06). Sự khác biệt dễ thấy nhất là tại khu vực sân vận động, trên nền đất sét, sét pha eQ, dQ chiều dày 10-15 m phủ trên đá

quaczit, đường SH/SV có dạng phẳng với tỷ số phổ biên độ SH/SV nằm trong khoảng 1-2 trên dải tần số 1-10 Hz (D25) ; chúng tỏ loại nền này không chịu ảnh hưởng nhiều về điều kiện nền và trên thực tế, trong động đất 1983 nhà cửa trong khu này không bị hư hại nhiều. Ngoài ra, dạng đường cong như vậy còn thấy tại khu kho lương thực (D11) mà theo chúng tôi, khu vực này ở trong vùng trầm tích aQ nhưng đo hoàn toàn không có số liệu về điều kiện địa chất nền khó có thể liên hệ và so sánh. Các đường cong khác được đo trong vùng trầm tích aQ có cùng tỷ số SH/SV nằm trong khoảng 3-5. Tuy nhiên đỉnh phổ 1,5 Hz chỉ rõ trong trường hợp đường cong đo tại khu Công an (D01). Tại khu trường phổ thông cơ sở, đỉnh phổ này có giá trị khoảng 2-6Hz (D04), trong khi tại khu Bệnh Viện (D06) đỉnh phổ lùi xuống trong dải tần thấp hơn 1-3 Hz. Nếu sự phá hủy công trình chủ yếu liên quan đến các thành phần tần số thấp gây nên, có thể lý giải việc hư hại nhiều hơn trong động đất 1983 tại khu Công an và Bệnh viện so với khu vực trường phổ thông cơ sở. Tuy nhiên do còn thiếu số liệu, đây cũng mới là nhận xét mang tính chất định tính.

KẾT LUẬN

Các kết quả sử dụng tỷ số phổ biên độ giữa thành phần nằm ngang và thành phần thẳng đứng (SH/SV) của dao động vi địa chấn để đánh giá điều kiện nền tại công trình Đại Ninh và thị trấn Tuấn Giáo cho phép rút ra các kết luận :

1. Tỷ số phổ biên độ SH/SV của dao động vi địa chấn đã phản ánh được điều kiện nền đất và cho các thông số động quan trọng của nền : chu kỳ trội và hệ số khuếch đại biên độ.

2. Trong điều kiện thung lũng tuổi hẹp, tính chất cơ lý của các lớp đất đá thay đổi nhiều, cho nên khi dùng phương pháp này còn gặp hạn chế: cụ thể điểm đo DD15 tại lỗ khoan DN132 nằm trên thung lũng hẹp cho tần số trội 3 Hz là giá trị không sát thực, trong khi các điểm đo DD16 và DD14 phản ánh đúng đặc điểm loại nền phát triển trên đá bọt kết xen kẹp cát kết hệ tầng La Ngà (J_2ln).

Tác giả đã sử dụng số liệu đo dao động vi địa chấn tại công trình Đại Ninh và thị xã Tuấn Giáo do các cán bộ của phòng Địa chấn (Viện Vật lý Địa cầu) thực hiện, tài liệu địa chất tại công trình Đại Ninh của Cty Tư vấn Điện II và nhận được nhiều ý kiến đóng góp của các đồng nghiệp. Tác giả xin cảm ơn.

[1] A.M. DUVAL, P.Y. BARD, J.P. MENERQUO, S. VIDAL, 1995 : Mapping site effect with microtremor Proceedings of the Fifth International Conference on Seismic Zonation. 1522-1529. Nice, France.

[2] A.I. ERSOV, 1977 : Procedure of Interpretation of microtremor. Seismological Microzoning. Publishing house Science, Moscow. 67-74.

[3] C. GUTIERREZ and S.K. SINGH, 1992 : A Site Effect Study in Acapulco, Guerrero, Mexico: Comparison of Results from Strong-Motion and Microtremor Data.

[4] H.V. JENSEN, 1999 : The Use of and Limitations of "Nakamura" Method of Estimating Site Responses to Earthquake Vibration. Journal of Geology, Series B No 13-14/1999. Department of Geology & Mineral of Viet Nam, Hanoi, 308-309.

[5] X.V. METVEDEV, 1964 : Địa chấn công trình. Nxb Xây dựng. M (Nga văn).

[6] Y. NAKAMURA, 1989 : A method for dynamic characteristic estimation of subsurface using microtremor on the ground surface QT of T.T.R 30-1

[7] NGUYỄN NGỌC THUY, 1997 : Bản đồ phân vùng nhỏ động đất Hà Nội tỷ lệ 1:25.000. Tc CKHvTĐ, 19, 4, 249-255. Hà Nội.

SUMMARY

Using SH/SV ratio of the microtremor on the ground surface to estimate the site effect

Microtremor is ambient vibration of ground excited by natural or artificial disturbances and may be recorded using high sensitivity seismometers. Nakamura (1989) had proposed a new technique base on spectral ratio between the horizontal component and the vertical component of the microtremor at a single site to estimate the site effect.

In Vietnam, we have used GEOSTRA95 (France) seismological system with seismometers LE-3D manufactured by Lennartz electronics(Germany) to apply this technique to estimate the site effect at Dai Ninh project and Tuan Giao town, Our results show that this technique can be applied to get the estimation of dynamic characteristic of soils.

Ngày nhận bài : 10-01-2000

Viện Vật lý Địa cầu