

PHƯƠNG PHÁP TỶ SỐ PHỔ H/V CỦA SÓNG VI ĐỊA CHẤN VÀ KHẢ NĂNG ỨNG DỤNG TRONG ĐÁNH GIÁ ẢNH HƯỞNG CỦA ĐIỀU KIỆN NỀN TỚI DAO ĐỘNG ĐỘNG ĐẤT TẠI HÀ NỘI

VŨ MINH TUẤN¹, NGUYỄN ĐỨC VINH², NGUYỄN ÁNH DƯƠNG¹,
NGUYỄN SINH MINH³, NGUYỄN CÔNG THẮNG⁴, PHẠM ĐÌNH NGUYỄN¹

Email: tuanvm@igp-vast.vn

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

²*Trường Đại học Khoa học Tự nhiên - Đại học Quốc gia Hà Nội*

³*Viện Khoa học công nghệ và Kinh tế xây dựng Hà Nội*

⁴*Nhà xuất bản Khoa học Tự nhiên và Công nghệ - Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam*

Ngày nhận bài: 7 - 6 - 2011

1. Mở đầu

Trong lĩnh vực địa chấn công trình, việc đánh giá ảnh hưởng của điều kiện nền tới dao động động đất (sau đây gọi tắt là ảnh hưởng của điều kiện nền) là một nhiệm vụ quan trọng. Chu kỳ trội và hệ số khuếch đại dao động của nền đất là hai tham số thể hiện ảnh hưởng này và cũng là những tham số mà các chuyên gia mong muốn có được trong công tác thiết kế và xây dựng kháng chấn. Một phương pháp được sử dụng khá phổ biến trên thế giới hiện nay nhằm xác định các tham số này là phương pháp tỷ số phổ H/V của sóng vi địa chấn (sau đây gọi tắt là phương pháp phổ H/V; xem [1-15]). Phương pháp cho phép xác định chu kỳ trội của nền đất một cách hiệu quả và khá chính xác [5, 11, 12]. Tuy nhiên, việc xác định hệ số khuếch đại dao động của nền đất bằng phương pháp này vẫn cần được nghiên cứu thêm để có thể đưa ra được kết luận về mức độ tin cậy của kết quả nhận được [2, 3].

Ở Việt Nam, phương pháp phổ H/V đã được ứng dụng trong khá nhiều công trình của Viện Vật lý Địa cầu: Đánh giá nguy hiểm động đất và vi phân vùng động đất khu vực công trình đầu mối dự án hồ chứa nước Bản Mòng, Sơn La (Phạm Đình Nguyên và nnk, 2010); Đánh giá độ nguy hiểm động đất - kiến tạo khu vực công trình hồ chứa nước Bản Mòng, tỉnh Nghệ An (Phạm Đình

Nguyên và nnk, 2010); Nghiên cứu bổ sung và hoàn chỉnh bản đồ phân vùng nhỏ động đất thành phố Hà Nội mở rộng, tỷ lệ 1:25.000, lập cơ sở dữ liệu về đặc trưng dao động nền đất ở Hà Nội ứng với bản đồ trên (Nguyễn Ngọc Thủy và nnk, 2005); Phân vùng dự báo chi tiết động đất ở vùng Tây Bắc - Việt Nam (Nguyễn Ngọc Thủy và nnk, 2005); Nghiên cứu dự báo động đất và dao động nền ở Việt Nam (Nguyễn Đình Xuyên và nnk, 2004). Tuy vậy, đến nay vẫn chưa có một nghiên cứu nào tiến hành đánh giá mức độ tin cậy của phương pháp phổ H/V khi áp dụng tại Việt Nam.

Trong khuôn khổ bài báo này, chúng tôi giới thiệu cơ sở lý thuyết của phương pháp phổ H/V và một số kết quả phân tích sóng vi địa chấn ghi nhận tại Hà Nội. Đồng thời, chúng tôi tiến hành đánh giá khả năng xác định chu kỳ trội và hệ số khuếch đại dao động của phương pháp tại một số vị trí thuộc nội thành thành phố Hà Nội bằng cách so sánh phổ H/V với hàm chuyển đổi lý thuyết tương ứng. Mục đích chính của nghiên cứu là xem xét khả năng ứng dụng phương pháp phổ H/V trong điều kiện Việt Nam.

2. Cơ sở lý thuyết của phương pháp phổ H/V

Tỷ số phổ H/V là tỷ số phổ Fourier giữa thành phần nằm ngang và thành phần thẳng đứng của các sóng vi địa chấn. Năm 1989, Nakamura - một nhà

địa chấn Nhật Bản - dựa trên việc giải thích sóng vi địa chấn như sóng Rayleigh lan truyền trong một lớp đơn (lớp đất xốp) nằm trên nửa không gian lấp đầy bởi đá gốc phía dưới đã cho rằng tỷ số phổ H/V cho phép đánh giá phản ứng của nền đất đối với các sóng S [13]. Trong miền tần số, dao động vi địa chấn như vậy có thể biểu diễn qua 4 loại phổ: 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 $[V_b(\omega), H_b(\omega)]$.

Giả thiết rằng dao động vi địa chấn được tạo bởi các nguồn địa phương (bỏ qua các nguồn nhiễu ở dưới sâu), do vậy không ảnh hưởng đến dao động của vi địa chấn tại nền đá gốc. Mặt khác, coi 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 được ước lượng như là hàm của tần số ω theo tỉ số:

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

Trong lĩnh vực địa chấn công trình, ảnh hưởng của nền đất S_E được xác định bởi tỉ số phổ biên độ giữa thành phần nằm ngang của dao động tại nền đá gốc và trên mặt:

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

Tỉ số phổ S_M biểu diễn ảnh hưởng của điều kiện nền đã được cải biến so với S_E cũng sẽ tương đương khi được bù bởi phổ nguồn vi địa chấn A_s :

$$S_M(\omega) = S_E(\omega) / A_s(\omega) = [H_s(\omega) / H_b(\omega)] / [V_s(\omega) / V_b(\omega)] = [H_s(\omega) / V_s(\omega)] / [H_b(\omega) / V_b(\omega)]. \quad (3)$$

Nakamura (1989) đã kiểm tra bằng thực nghiệm qua các bản ghi địa chấn thu được trong các lỗ khoan và rút ra rằng:

$$H_b(\omega) / V_b(\omega) = 1.$$

Do đó:

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

Chính từ công thức này, Nakamura đã cho rằng ảnh hưởng của điều kiện nền có thể được xác định bởi tỉ số phổ biên độ giữa thành phần nằm ngang và thành phần thẳng đứng của dao động vi địa chấn [13]. Theo Nakamura, các thành phần thẳng đứng đã cho phép loại bỏ cả các ảnh hưởng nguồn nhiễu và ảnh hưởng của sóng Rayleigh. Do vậy, phổ H/V có thể xem như một hàm chuyển đổi thực nghiệm

đại diện cho môi trường địa chất trên mặt. Đồng thời, chu kỳ cộng hưởng cơ bản của nền đất được xác định là chu kỳ ứng với giá trị biên độ cực đại của phổ H/V. Tuy vậy, nhiều nhà địa chấn châu Âu (chẳng hạn [2, 3]) cho rằng độ tin cậy của phương pháp Nakamura phụ thuộc nhiều vào địa điểm khảo sát và cần được nghiên cứu kỹ hơn, đặc biệt trong việc xác định hệ số khuếch đại biên độ dao động nền.

3. Một số kết quả phân tích sóng vi địa chấn ghi nhận tại Hà Nội theo phương pháp phổ H/V

Phục vụ mục tiêu xem xét độ tin cậy và khả năng ứng dụng phương pháp phổ H/V trong điều kiện Việt Nam, trước hết chúng tôi tiến hành đo ghi sóng vi địa chấn tại một số địa điểm trên địa bàn nội thành Hà Nội. Phổ H/V của sóng vi địa chấn tại các vị trí này sẽ được tính toán và phân tích sau đây.

3.1. Địa điểm khảo sát

Chúng tôi chọn hai địa điểm trong khu vực nội thành Hà Nội là địa điểm xây dựng hai công trình dân dụng - một thuộc quận Ba Đình (sau đây gọi tắt là D1) và một thuộc khu đô thị Ciputra - quận Tây Hồ (sau đây gọi tắt là D2) - để tiến hành đo ghi sóng vi địa chấn phục vụ nghiên cứu này. Tại đây, công tác khảo sát địa chất công trình đã được tiến hành đáp ứng yêu cầu công tác xây dựng, do vậy số liệu về điều kiện nền đất là có sẵn. Những thông số đại diện cho đặc điểm nền đất tại các địa điểm khảo sát cần cho nghiên cứu này được chúng tôi tổng hợp từ báo cáo khảo sát địa chất các công trình nêu trên và tóm tắt trong *bảng 1*.

Bảng 1. Một số tính chất cơ lý của các lớp đất tại các địa điểm khảo sát

STT	Lớp đất	Bề dày lớp (m)	Tốc độ truyền sóng ngang V_s (m/s)	Mật độ (g/cm^3)
Cho địa điểm D1				
1	Sét bụi	11.5	167.3	1.87
2	Cát pha lẫn sét	3.2	225.0	1.88
3	Cát hạt nhỏ	15.8	289.0	1.88
4	Cát sét	4.5	240.0	1.90
5	Cuội sỏi	60.0	404.0	2.10
6	Đá gốc	-	1500.0	2.50
Cho địa điểm D2				
1	Sét dẻo cứng	10.0	240.0	1.88
2	Cát chặt	21.0	270.0	1.88
3	Cát lẫn cuội sỏi	5.5	330.0	2.00
4	Cuội sỏi	59.0	404.0	2.10
5	Đá gốc	-	1500.0	2.50

3.2. Thiết bị đo ghi

Thiết bị chúng tôi sử dụng để ghi nhận các dao động vi địa chấn là loại máy ghi số có dải động lực cao Altus-K2 kết nối với ba đầu đo SS1 ghi vận tốc dao động của nền đất ở cả ba thành phần thẳng đứng, bắc nam và đông tây. Các thiết bị này do công ty Kinometrics của Mỹ sản xuất (<http://www.kinometrics.com/p-37-Products.aspx>).

3.3. Đo, ghi sóng vi địa chấn

Công tác đo ghi sóng vi địa chấn đã được thực hiện tại hai địa điểm nêu trên. Ứng với mỗi địa điểm, chúng tôi tiến hành ghi sóng vi địa chấn tại ba vị trí, một đúng ngay tại vị trí hố khoan địa chất công trình (vị trí a) và hai vị trí còn lại đối diện nhau qua vị trí hố khoan (vị trí b và c), cách hố khoan từ 30m đến 45m. Tại mỗi vị trí, sóng vi địa chấn được ghi ở cả ba thành phần, đo lặp lại ba lần ở ba thời điểm khác nhau. Trong quá trình đo ghi, chúng tôi cố gắng tránh tối đa ảnh hưởng của các nguồn nhiễu ở gần. Những trường hợp không thể tránh sẽ được ghi chú vào sổ nhật ký, sau đó sẽ được loại bỏ trong quá trình xử lý số liệu. Tốc độ lấy mẫu được đặt cho toàn bộ quá trình đo ghi là 100 mẫu/giây.

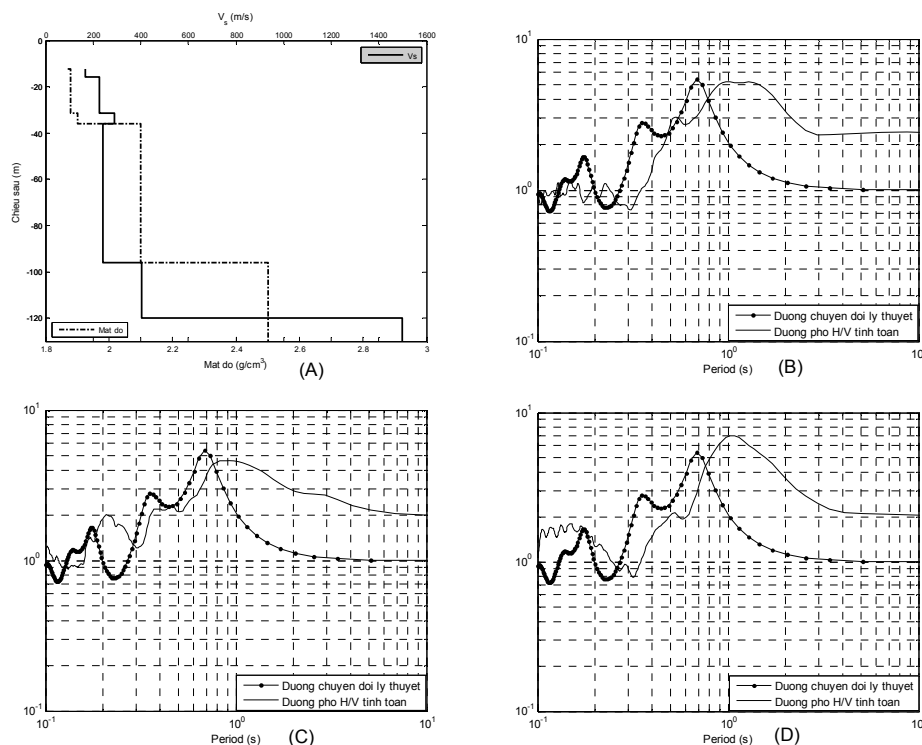
3.4. Xử lý số liệu

Với mỗi thành phần sóng vi địa chấn (thẳng đứng, bắc nam hoặc đông tây) đo ghi được tại mỗi vị trí, chúng tôi chọn ra các đoạn có biên độ đồng nhất với chiều dài 20 giây để tính phổ. Phổ Fourier ứng với mỗi đoạn này được làm trơn bằng cửa sổ Hanning. Đường trung bình của tất cả các phổ này được xem là đường đại diện cho thành phần sóng vi địa chấn đang xử lý. Tỷ số phổ H/V đại diện cho mỗi vị trí khảo sát được xác định theo công thức sau:

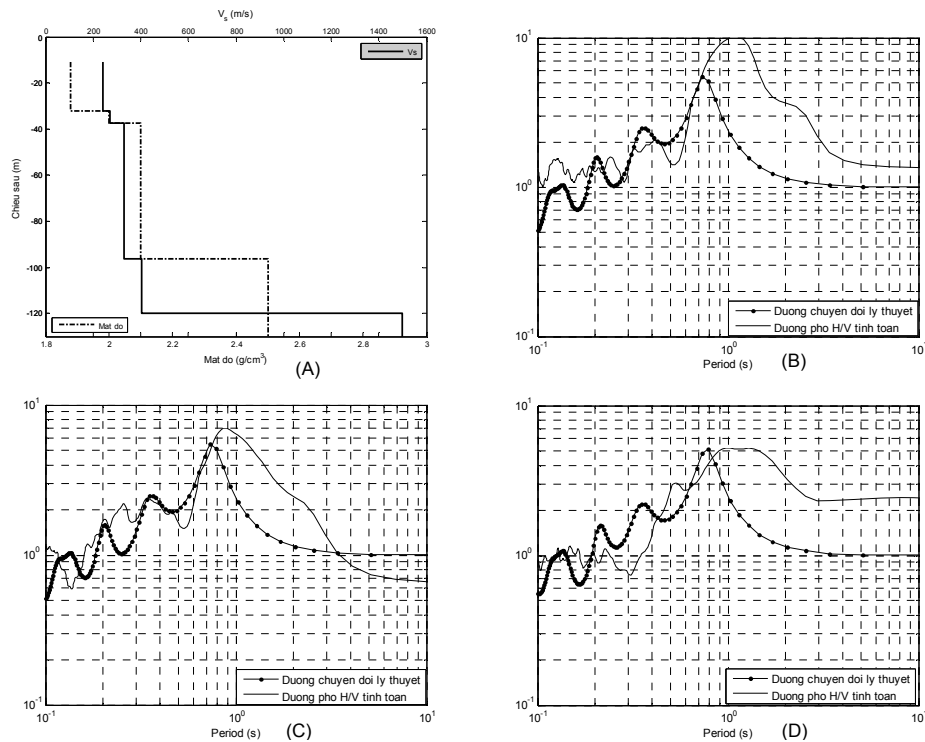
$$H/V = \frac{\sqrt{H_{S1}(\omega) * H_{S2}(\omega)}}{V_S(\omega)}, \quad (5)$$

trong đó $H_{S1}(\omega)$, $H_{S2}(\omega)$ lần lượt là phổ đại diện cho các thành phần bắc nam và đông tây, $V_S(\omega)$ là phổ đại diện cho thành phần thẳng đứng.

Kết quả xử lý, tính toán phổ H/V cho các vị trí khảo sát được thể hiện trên các hình 1 và 2. Giá trị chu kỳ cộng hưởng cơ bản của nền đất tại các vị trí khảo sát xác định theo phương pháp này được tổng hợp và đưa ra trong bảng 2.



Hình 1. Phân bố vận tốc truyền sóng S và mật độ của các lớp đất tại địa điểm D1-a (A) và so sánh hàm chuyển đổi lý thuyết tại đó với phổ H/V nhận được tại các vị trí: D1-b cách hố khoan 30m (B); D1-a ngay tại vị trí hố khoan (C); và D1-c cách hố khoan 30m (D)



Hình 2. Phân bố vận tốc truyền sóng S và mật độ của các lớp đất tại địa điểm D2-a (A) và so sánh hàm chuyển đổi lý thuyết tại đó với phổ H/V nhận được tại các vị trí: D2-b cách hố khoan 45m (B); D2-a ngay tại vị trí hố khoan (C); và D2-c cách hố khoan 40m (D)

Bảng 2. Kết quả phân loại nền đất tại các vị trí khảo sát

STT	Vị trí	Chu kỳ cộng hưởng cơ bản (s) xác định từ phổ H/V	Phân loại nền theo kết quả phân tích phổ H/V	Phân loại nền theo tài liệu địa chất công trình
1	D1-a	0.98	Loại 4 (đất xốp)	Loại 4 (đất xốp)
2	D1-b	0.8	Loại 4 (đất xốp)	Loại 4 (đất xốp)
3	D1-c	1.0	Loại 4 (đất xốp)	Loại 4 (đất xốp)
4	D2-a	0.85	Loại 4 (đất xốp)	Loại 4 (đất xốp)
5	D2-b	0.88	Loại 4 (đất xốp)	Loại 4 (đất xốp)
6	D2-c	1.0	Loại 4 (đất xốp)	Loại 4 (đất xốp)

Trước hết, chúng tôi đánh giá sơ bộ giá trị chu kỳ cộng hưởng cơ bản của nền đất xác định theo phương pháp phổ H/V bằng cách sử dụng tiêu chuẩn phân loại nền của Nhật Bản ([10], bảng 9, trang 92). Tiêu chuẩn này đưa ra mối liên hệ giữa chu kỳ cộng hưởng cơ bản và loại nền đất được định nghĩa theo đặc điểm địa chất công trình của nền đất ấy. Với các giá trị chu kỳ cộng hưởng cơ bản xác định từ phổ H/V loại nền đất tại các vị trí khảo sát được xác định và đưa ra trong bảng 2. Kết quả này phù hợp với phân loại nền theo tài liệu địa

chất công trình (xem bảng 1 và 2). Phân tích sơ bộ ban đầu cho thấy, chu kỳ cộng hưởng cơ bản của nền đất xác định theo phương pháp phổ H/V tại Hà Nội phù hợp khá tốt với kết quả nghiên cứu trước đó của Nhật Bản. Để xem xét kỹ hơn về phương pháp này chúng tôi tiếp tục các đánh giá định lượng hơn trong mục sau đây.

4. Đánh giá khả năng ứng dụng phương pháp phổ H/V tại Hà Nội

Để đánh giá kỹ hơn tính tin cậy của phương pháp phổ H/V khi áp dụng tại Hà Nội, đặc biệt là xem xét khả năng xác định hệ số khuếch đại dao động nền khi sử dụng phương pháp này, chúng tôi tính toán hàm chuyển đổi lý thuyết tại các vị trí khảo sát đã nêu rồi so sánh với các đường phổ H/V thực tế. Vì điều kiện địa chất trên mặt tại các vị trí khảo sát là các lớp đất trầm tích có đặc điểm phân lớp ngang nên hàm chuyển đổi lý thuyết cho các vị trí khảo sát sẽ được tính toán trên cơ sở giải bài toán truyền sóng trong môi trường phân lớp ngang. Phương pháp xác định hàm chuyển đổi lý thuyết cho môi trường phân lớp ngang đã được trình bày trong [15].

Sử dụng thông tin địa chất công trình tại các vị trí khảo sát đưa ra trong bảng 1, áp dụng cơ sở lý thuyết nêu trong [15] chúng tôi tính được hàm chuyển đổi lý thuyết tại các vị trí khảo sát. Các so sánh hàm chuyển đổi lý thuyết này với đường phổ H/V tương ứng được thể hiện trên các hình 1 và 2.

Các kết quả đạt được nêu trên cho thấy ảnh hưởng của điều kiện nền thể hiện qua phổ H/V nhìn chung có sự phù hợp với kết quả tính toán lý thuyết trong điều kiện địa chất tại hai địa điểm cụ thể tiến hành khảo sát. Sự phù hợp tăng lên đối với các điểm đo ghi vi địa chấn ngay tại vị trí hố khoan, nơi số liệu địa chất công trình được sử dụng làm đầu vào cho các tính toán hàm chuyển đổi lý thuyết. Cụ thể:

- Tại vị trí các hố khoan (hình 1-C và 2-C), giá trị chu kỳ cộng hưởng cơ bản xác định bằng phương pháp phổ H/V là khá chính xác khi so sánh với kết quả nhận được từ hàm chuyển đổi lý thuyết. Bên cạnh đó, hệ số khuếch đại biên độ xác định từ phương pháp phổ H/V chỉ chính xác tại chu kỳ cộng hưởng cơ bản. Ở dải chu kỳ trên 1s, biên độ phổ nhận được từ hai phương pháp có sự khác biệt đáng kể. Nguyên nhân có thể do đặc thù của máy ghi vi địa chấn sử dụng trong nghiên cứu này.

- Tại các vị trí cách hố khoan không xa (hình 1-B, 1-D, 2-B và 2-D) tuy chu kỳ trội xác định bằng phương pháp phổ H/V vẫn khá tốt nhưng hệ số khuếch đại biên độ xác định từ phương pháp phổ H/V lại có sai số đáng kể. Chúng tôi chưa rõ sai số này xuất phát từ sự thay đổi của trường sóng vi địa chấn hay do thay đổi của cấu trúc địa chất cục bộ tại địa điểm khảo sát. Để làm sáng tỏ vấn đề này cần tiếp tục nghiên cứu thêm ở giai đoạn tiếp theo.

5. Kết luận

Từ các kết quả nhận được trong nghiên cứu này chúng tôi đi đến kết luận: phương pháp phổ H/V do Nakamura đề xuất là một phương pháp có thể áp dụng tốt trong đánh giá ảnh hưởng của điều kiện nền lên dao động động đất ở khu vực Hà Nội. Phương pháp cho phép xác định chu kỳ cộng hưởng cơ bản của nền đất với độ chính xác cao. Tuy nhiên, vẫn cần có khảo cứu thêm trước khi sử dụng biên độ phổ để xác định hệ số khuếch đại dao động của nền đất.

Trong khuôn khổ bài báo này, chỉ với đối sánh tại hai địa điểm, tuy cách xa nhau nhưng lại có điều kiện nền đất không khác nhau nhiều, chúng tôi

chưa kiểm chứng được mối liên quan giữa chu kỳ cộng hưởng cơ bản và các loại nền đất đặc trưng khác nhau tại Hà Nội như đã được nêu ra trong các tiêu chuẩn phân loại nền của nước ngoài (chẳng hạn [9], bảng 9, trang 92). Ảnh hưởng của điều kiện địa hình trên mặt tới độ tin cậy của phương pháp phổ H/V cũng nằm ngoài khuôn khổ của bài báo này. Đây sẽ là những vấn đề cần tiếp tục trong những nghiên cứu tiếp theo.

Các kết quả nêu ra trong bài báo đã chỉ ra rằng tỷ số phổ H/V của sóng vi địa chấn có thể coi là một hàm chuyển đổi thực nghiệm đặc trưng cho điều kiện nền đất tại khu vực Hà Nội. Do vậy, việc sử dụng hàm chuyển đổi thực nghiệm này trong các tính toán giải bài toán ngược để xác định cấu trúc 1D của môi trường địa chất trên mặt tại khu vực nghiên cứu là rất khả quan. Tuy nhiên, trước khi tiến hành công tác này, cần phải tiến hành các so sánh tương tự như đã trình bày trong nghiên cứu này ở nhiều địa điểm khác nhau hơn nữa để đánh giá độ ổn định của phương pháp.

Lời cảm ơn: Bài báo được hoàn thành trong khuôn khổ đề tài 01C-04/04-2011-2 thuộc chương trình Quy hoạch - Xây dựng - Giao thông Vận tải và Quản lý cơ sở hạ tầng, mã số 01C-04. Tập thể tác giả xin gửi lời cảm ơn tới các đồng nghiệp phòng Địa chấn, Viện Vật lý địa cầu đã hỗ trợ và có nhiều ý kiến đóng góp trong quá trình thực hiện nghiên cứu này.

TÀI LIỆU DẪN

[1] Aki K. and K. Irikura, 1991: Characterization and mapping of earthquake shaking for seismic zonation, Proceedings of the Fourth International Conference on Seismic Zonation, August 25-29, Stanford, California, E.E.R.I. (editor), Oakland CA, (1), pp.61-110.

[2] Bard P.Y., 1998: Microtremor measurements: a tool for site effect estimation?, State-of-the-art paper, Second International Symposium on the Effects of Surface Geology on seismic motion, Yokohama.

[3] Bard P.Y., 1999: Local effects on strong ground motion: physical basis and estimation methods in view of microzoning studies, Lecture and exercise notes of International Training Course on Seismology, Seismic Hazard Assessment and Risk Mitigation, Beijing - China..

- [4] *Duval A.M., S. Vidal, J.-P. Méneroud, et al.*, 2001: Caracas, Venezuela, Site Effect Determination with Microtremors, *Pure and Applied Geophysics*, 158, pp.2513-2523.
- [5] *Field E.H. and K. Jacob*, 1993: The theoretical response of sedimentary layers to ambient seismic noise, *Geophysical Res. Lett.*, (20-24), pp.2925-2928.
- [6] *Field E.H., and K. Jacob*, 1995: A comparison and test of various site response estimation techniques, including three that are non reference-site dependent, *Bull. seism. Soc. Am.*, (85), pp.1127-1143.
- [7] *Field E.H., S.E. Hough and K. H. Jacob*, 1990: Using microtremors to assess potential earthquake site response: a case study in Flushing Meadows, New York City, *Bull. Seism. Soc. Am.*, (80), pp.1456-1480.
- [8] *Kanai K.*, 1983: *Engineering seismology*, University of Tokyo Press, Tokyo.
- [9] *Kobayashi K.*, 1980: A method for presuming deep ground soil structures by means of longer period microtremors, *Proceedings of the seventh World Conf. Earthq. Engn.*, Sept. 8-13, Istanbul, Turkey, (1), pp.237-240.
- [10] *Lee, W.H.K., H. Kanamori, P.C. Jennings, and C. Kisslinger, Eds.*, 2003: *International Handbook of Earthquake and Engineering Seismology*, Supplement to Chapter 60, Vol. 2, Part B, Handbook CD, Academic Press, London.
- [11] *Lermo J. and F.J. Chavez-Garcia*, 1993: Site effect evaluation using spectral ratios with only one station, *Bull. Seism. Soc. Am.*, (83), pp.1574-1594.
- [12] *Lermo J., M. Rodriguez and S.K. Singh*, 1988: Natural periods of sites in the valley of Mexico from microtremor measurements and strong motion data. *Earthquake Spectra*, (4-4), pp.805-814.
- [13] *Nakamura Y.*, 1989: A method for dynamic characteristics estimation of subsurface using microtremor on the ground surface, *Q.R. of R.T.R.I.*, (30-1), pp.25-33.
- [14] *Nakamura Y.*, 1996: Real-time information systems for seismic hazard mitigation UrEDAS, HERAS and PIC, *Q.R. of R. T.R.I.*, (37-3), pp.112-127.
- [15] *Phạm Đình Nguyên*, 2002: Đánh giá ảnh hưởng của điều kiện nền lên dao động động đất mạnh, *Luận văn Thạc sĩ Khoa học*, Đại học KHTN - Đại học QGHN, Hà Nội.

SUMMARY

The H/V ratio method and its abilities in estimation of the site effects on strong ground motions in Hanoi

The paper presents a fundamental theory of the H/V ratio technique (or Nakamura's method) and several obtained results in Hanoi by using this method. This is one of the most inexpensive and convenient technique to reliably estimate the fundamental resonance frequencies of soft deposits. However, the ability of the method in estimating site amplification on surface's ground motion still remains as an open question and deserves more work to elucidate. Herein, we investigate aspects of the method at sites in Hanoi city by comparing observed H/V ratios with corresponding theoretical transfer-functions. The main goal of the study is to investigate the applicable sides of the H/V ratio method in Vietnam, and for geological conditions of Hanoi city, the H/V ratio method is a good choice for the site effect estimations.