

Bàn luận về dữ liệu gia tốc nền trên bề mặt và tại lớp đá gốc phục vụ thiết kế công trình ngầm tại Hà Nội

The discussions of ground acceleration data on the ground and rock layer to design underground building at Hanoi

Lê Khắc Hưng

Tóm tắt

Bài báo đã trình bày khái quát phương pháp xác định gia tốc nền theo EUROCODE 8 và TCVN 9386:2012, bàn luận về dữ liệu gia tốc nền trên bề mặt và tại lớp đá gốc phục vụ thiết kế công trình ngầm tại Hà Nội.

Từ khóa: Gia tốc nền, phổ phản ứng, công trình ngầm, động đất

Abstract

This paper presents the determination methods of ground acceleration followed by EUROCODE 8 and TCVN 9386:2012 standard, the discussions of ground acceleration data on the ground and rock layer to design underground building at Hanoi.

Key words: Ground acceleration, Response Spectral, underground, earthquake.

1. Đặt vấn đề

Hàm thời gian tại một vị trí nào đó phụ thuộc vào nguồn phát sinh, hướng truyền sóng và điều kiện địa chất tại vị trí đó. Mỗi hàm thời gian có các đặc điểm như gia tốc đỉnh, tần số vượt trội, và phổ phản ứng với công trình có một bậc tự do. Cấu trúc nền đất và độ lớn của gia tốc đỉnh ảnh hưởng đến sự truyền sóng động đất qua lớp đất do biến dạng phi tuyến của đất nền.

Dữ liệu gia tốc nền tại Việt Nam nói chung hay tại Hà Nội nói riêng đã được nghiên cứu bởi nhiều tác giả. Tiêu chuẩn TCVN 9386:2012 [2] sử dụng dữ liệu gia tốc nền từ kết quả nghiên cứu của Viện Vật lý Địa cầu [3]. Dữ liệu gia tốc nền này cũng đồng thời được sử dụng để xây dựng các hàm thời gian, hàm phổ phản ứng phục vụ cho việc thiết kế công trình ngầm. Tuy nhiên ứng xử của công trình ngầm khác với kết cấu bên trên do sự dịch chuyển của đất nền khi động đất xảy ra. Do vậy bàn luận về dữ liệu gia tốc nền cho thiết kế công trình ngầm là cần thiết.

2. Phân tích động đất

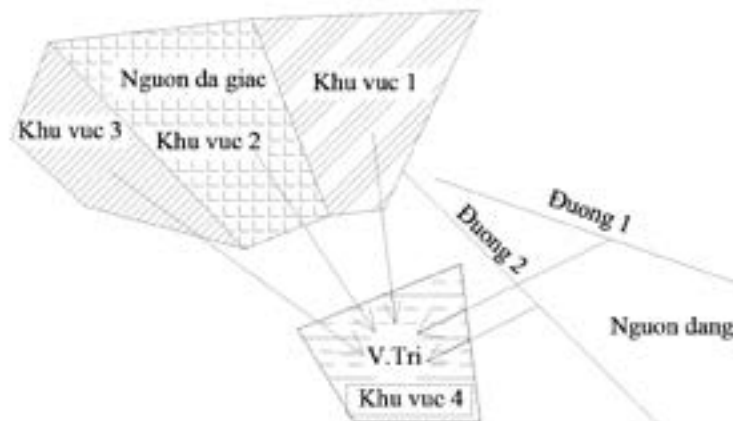
2.1. Xác suất vượt quá và chu kỳ lặp lại

Sự ngẫu nhiên của các trận động đất và rất nhiều các yếu tố bất định trong việc xác định nguy hiểm của động đất dẫn đến việc sử dụng cách tiếp cận theo lý thuyết xác suất cơ bản là phù hợp nhất. Mô hình xác suất cơ bản là một quá trình tnh Poisson [4]. Sự xuất hiện của các dao động nền vượt quá mức cho trước là một quá trình Poisson. Rõ ràng điều này cho thấy bất kỳ trận động đất nào đều không phụ thuộc vào sự xuất hiện của các trận động đất khác, và điều này có thể xấp xỉ đúng đối với các trận động đất lớn, trừ tiền chấn và dư chấn.

Tham số của dao động nền bao gồm gia tốc đỉnh (PGA) được biểu thị là biến ngẫu nhiên A_g bằng cách lấy trong các giá trị của a_g .

Tỷ lệ vượt quá hàng năm $w=w(a_g)$ được định nghĩa là số lượng vượt quá trong một năm của dao động nền ở mức a_g tại một địa điểm đang xét. Giá trị trung bình chu kỳ lặp lại, T_R , của dao động nền ở mức a_g tại một địa điểm được định nghĩa là nghịch đảo của xác suất vượt quá như sau:

$$T_R = \frac{1}{w} \quad (1)$$



Hình 1. Sơ đồ Mô hình phân tích nguy hiểm của động đất [9]

ThS. Lê Khắc Hưng

Bộ môn Địa kỹ thuật, Khoa Xây dựng

ĐT: 0982.929.343

Email: khachung.egn@gmail.com

Ngày nhận bài: 15/5/2020

Ngày sửa bài: 27/5/2020

Ngày duyệt đăng: 18/11/2021

Đây là một định nghĩa phổ biến để mô tả mức độ dao động nền qua các thành phần trên. Ví dụ, có thể thay việc nói rằng chu kỳ lặp lại 500 năm của gia tốc đỉnh bằng cách gia tốc đỉnh có tỷ lệ vượt quá 1/500 trong 1 năm.

Một cách khác có thể xác định xác suất vượt quá của chu kỳ lặp lại T_R của dao động nền (gia tốc đỉnh a_{gR}) sau T_L năm ($T_R \neq T_L$). Việc này có thể được thực hiện dựa trên mô hình Poisson như trình bày dưới đây.

Nếu tỷ lệ vượt quá trong một năm là $w=1/T_R$, tỷ lệ vượt quá trong T_L năm sẽ là $T_L w = T_L/T_R$. Theo quá trình Poisson, xác suất sau đây có thể được thiết lập tại một địa điểm cụ thể:

$P[n$ lần trong T_L với PGA vượt quá $a_{gR}]$:

$$P(n) = \frac{e^{-wT_L} (wT_L)^n}{n!} \quad (2)$$

$P[n=0$ lần trong TL với PGA vượt quá $a_{gR}]$:

$$P(n=0) = e^{-wT_L} \quad (3)$$

$P[\text{hơn hoặc bằng một lần trong } T_L \text{ với PGA vượt quá } a_{gR}]$:

$$P_R = 1 - P(n=0) = 1 - e^{-wT_L} = 1 - e^{-T_L/T_R} \quad (4)$$

Biểu thức (2) đến (4) cho thấy với một giá trị của T_L , mức dao động nền của động đất có thể xác định một cách tương đương với trung bình chu kỳ lặp lại T_R hoặc xác suất vượt quá P_R .

Áp dụng biểu thức (4) đối với $T_L=1$ năm

$$P_{R,1} = 1 - e^{-1/T_R} \quad (5)$$

và để ý là $1/T_R$ là nhỏ đối với chu kỳ lặp lại thực tế ($T_R \geq 20$ năm):

$$P_{R,1} = 1 - [1 - 1/T_R + \dots] \cong 1/T_R = w \quad (6)$$

Biểu thức này cho thấy xác suất vượt quá của chu kỳ lặp lại T_R của dao động nền trong 1 năm bằng tỷ lệ vượt quá tương ứng.

Áp dụng biểu thức (4) đối với $T_L=T_R$ năm

$$P_{R,1} = 1 - e^{-T_R/T_R} = 1 - e^{-1} = 0.632 \quad (7)$$

Biểu thức trên cho thấy xác suất vượt quá của chu kỳ lặp lại T_R trong T_R năm bằng 0.632 (giá trị này không phải bằng 1).

Viết lại biểu thức xác suất vượt quá, có thể dễ dàng thấy rằng xác suất vượt quá P_R trong T_L năm của mức dao động nền cho trước liên hệ với chu kỳ lặp lại trung bình ở mức này như sau:

$$T_R = - \frac{T_L}{\ln(1 - P_R)} \quad (8)$$

Quy định về tác động của động đất EN 1998[8] như trình bày ở trên có thể dễ dàng hiểu được. Với yêu cầu không sụp đổ với thời gian T_L , cân xứng với tuổi thọ của công trình được lấy là $T_L=50$ năm, và P_R được lấy bằng xác suất vượt quá P_{NCR} . Tối ưu giá trị đề xuất của $P_R=P_{NCR}=0.10$, chu kỳ lặp lại xác định được là 474.5 năm, $T_{NCR}=475$ năm.

Vì vậy, EN 1998[8] đề xuất gia tốc đỉnh nền A tương ứng với xác suất vượt quá $P_{NCR}=0.10$ trong $T_L=50$ năm, hoặc tương đương với chu kỳ lặp lại $T_{NCR}=475$ năm.

Đối với tác động của động đất với mức độ đối với yêu cầu phá hoại giới hạn $T_L=50$ năm và xác suất vượt quá chọn là

$P_R=P_{DLR}=0.10$. Biểu thức trên tính được chu kỳ lặp lại trung bình là $T_{DLR}=95$ năm.

Rõ ràng là trong thiết kế các kết cấu quan trọng như nhà máy điện hạt nhân, đập, cầu v.v..., các giá trị nhỏ hơn của xác suất vượt quá và chu kỳ lặp lại dài hơn được lựa chọn. Các tham số này liên hệ với nhau và được trình bày trong bảng 1.

Đối với một hàm thời gian cho trước với xác suất vượt quá P_R trong T_L năm, để xác định xác suất P_Q với cùng hàm thời gian vượt quá trong Q năm. Khi mức dao động nền (định nghĩa bằng tỷ lệ vượt quá hàng năm hay chu kỳ lặp lại) là hằng số, với biểu thức ở trên có thể dễ dàng xác định xác suất vượt quá như sau:

$$P_Q = 1 - (1 - P_R)^{Q/T_R} \quad (9)$$

Bảng 1. Các giá trị điển hình và quan hệ giữa xác suất vượt quá và chu kỳ lặp lại

Xác suất vượt quá P_R (%)	Thời gian T_L (năm)	Chu kỳ lặp lại trung bình T_R (năm)
20	10	45
10	10	95
20	50	224
10	50	475
5	50	975
10	100	949
5	100	1950

2.2. Xác định gia tốc nền theo EUROCODE 8

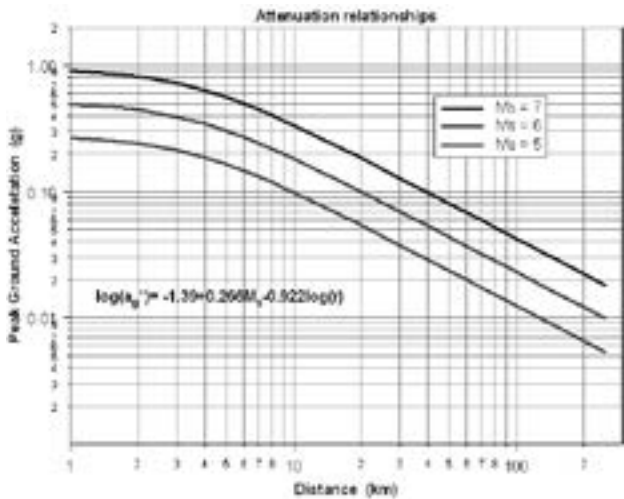
Phương pháp dùng để dự tính nguy hiểm động đất là phương pháp dựa trên lý thuyết xác suất (PSHA). Mục tiêu của phương pháp PSHA là định lượng xác suất vượt quá của nhiều hàm thời gian dao động nền với nhiều mức khác nhau trong một khoảng thời gian nhất định đối với tất cả các trận động đất.

Một số tham số dao động nền có thể xem xét: mật độ lớn nhất trong quá trình xảy ra, gia tốc đỉnh, vận tốc đỉnh, phổ gia tốc (đối với kết cấu có chu kỳ dao động 0.2 giây, 1 giây, 2 giây). Phương pháp PSHA không thay đổi trong tất cả các trường hợp. Với lý do như trên, gia tốc đỉnh được xử lý như dưới đây.

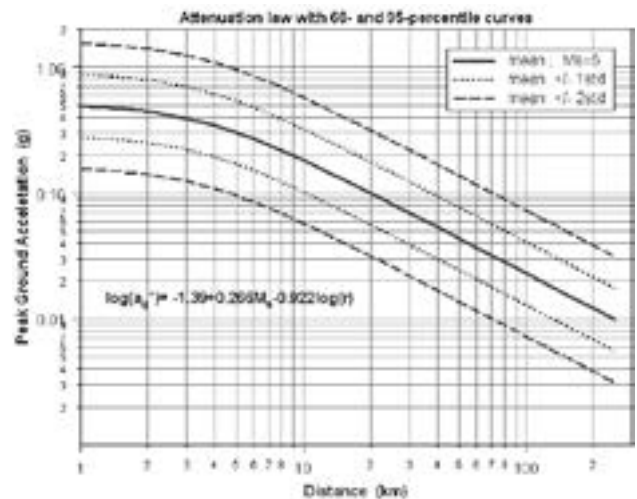
Phương pháp PSHA đòi hỏi ba bước cơ bản như sau: 1) Xác định mô hình đối với nguồn động đất; 2) Xác định mô hình dao động nền; 3) Tính toán thực tế xác suất vượt quá tìm được.

Mô hình nguồn động đất [9] được xác định từ lịch sử động đất và động đất đo đạc được. Thống kê dựa trên tuổi địa chất nên cần có thêm các dữ liệu khác như kết quả đo gia tốc nền của các trận động đất, đo trắc địa, khảo sát địa chất. Tất cả các thông tin này được sử dụng để xây dựng nguồn động đất trên bề mặt trái đất, và có dạng chung là hình đa giác hoặc đường thẳng như hình 1. Nguồn động đất dạng đường thẳng đại diện cho động đất dọc theo đứt gãy, trong khi nguồn phát sinh dạng đa giác tương ứng với nguồn phân tán, không trực tiếp từ bất kỳ đứt gãy nào biết trước. Ngoài ra, mỗi nguồn động đất được đặc trưng bởi biên trên và biên dưới của cường độ, m_0 và m_u , tham số lặp b theo Gutenberg-Richter, tần suất xuất hiện hàng năm (động đất có cường độ vượt quá m_0), và độ sâu tâm chấn trung bình.

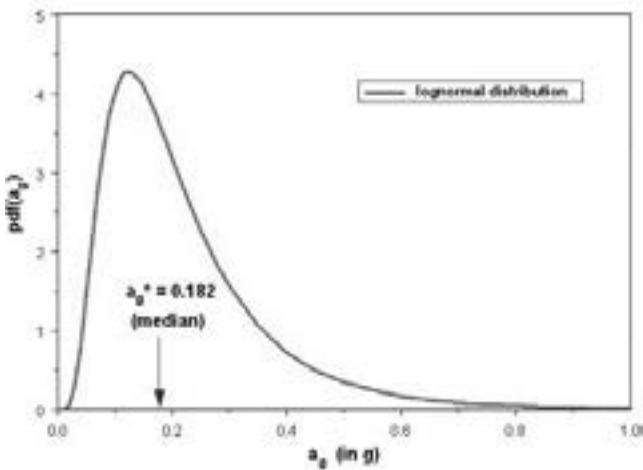
Một trong những mô hình phổ biến mô tả mức độ lặp lại của động đất của nguồn phát sinh là mô hình Gutenberg-



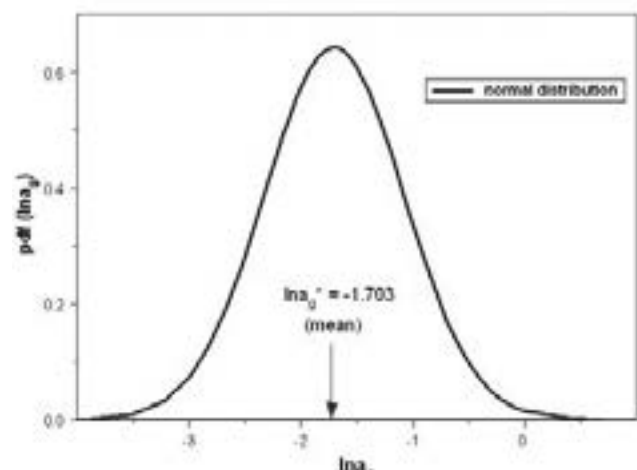
Hình 2. Quan hệ suy giảm gia tốc đỉnh khu vực châu Âu



Hình 3. Sự phân tán của quan hệ suy giảm gia tốc đỉnh khu vực châu Âu



Hình 4. Dạng của hàm mật độ xác suất



Richter được viết với giả thiết quan hệ tuyến tính giữa logarit thập phân của tần số và cường độ:

$$\log N(m) = a - bm \text{ hoặc } N(m) = e^{\alpha - \beta m} \quad (10)$$

Trong đó $N(m)$ là số lượng các trận động đất có cường độ lớn hơn m và $\alpha = 2.3a$, $\beta = 2.3b$ là các tham số khớp với dữ liệu các trận động đất.

Việc này được thực hiện bằng các phân tích thống kê đối với các trận động đất trong khu vực đang xét (bao gồm tất cả các nguồn động đất). Hơn nữa, chỉ khung thời gian cho trước được kể đến hay đây là một quá trình tĩnh.

Nếu các trận động đất có cường độ lớn hơn m_u và nhỏ hơn hoặc bằng m_o bị bỏ qua, phân bố tích lũy của các cường độ đối với các trận động đất nằm trong nguồn i được viết như sau:

$$F_M(m) = P[M \leq m | m_o \leq M \leq m_u] = \frac{P[M \leq m \cap m_o \leq M \leq m_u]}{P[m_o \leq M \leq m_u]} = \frac{P[m_o \leq M \leq m]}{P[m_o \leq M \leq m_u]} \quad (11)$$

Và sử dụng tỷ lệ vượt quá hàng năm đối với cường độ từ biểu thức Gutenberg-Richter:

$$F_M(m) = \frac{N(m_o) - N(m)}{N(m_o) - N(m_u)} = \frac{1 - e^{-\beta(m-m_o)}}{1 - e^{-\beta(m_u-m_o)}} \quad (12)$$

Vi phân biểu thức trên tương ứng với m , hàm mật độ xác suất thu được là:

$$f_M(m) = \frac{\beta e^{-\beta(m-m_o)}}{1 - e^{-\beta(m_u-m_o)}} \quad (13)$$

Quan hệ tuyến tính trên giữa logarit của tần số và cường độ đã chứng minh để khớp với dữ liệu nếu diện tích nguồn động đất rất lớn và giới hạn trên và dưới là dễ dàng lựa chọn. Tuy nhiên, có thể hiệu quả hơn nếu sử dụng quan hệ bậc hai giữa tần số và cường độ, sẽ cho kết quả phù hợp hơn với dữ liệu đo được.

Mỗi quan hệ suy giảm cung cấp giá trị tham số dao động nền (gia tốc đỉnh, phổ) tại một khoảng cách nào đó đến nguồn động đất có cường độ cho trước. Các biểu thức thực nghiệm thường được sử dụng có kể đến ảnh hưởng của đường đi trong quá trình truyền sóng đến vị trí cụ thể và có thể là ứng xử động của đất nền. Một số nhà nghiên cứu đã đề xuất và sử dụng biểu thức kinh nghiệm đối với sự suy giảm dao động của động đất. Ví dụ, xét gia tốc đỉnh $PGA = a_g$, mô hình suy giảm bao gồm cường độ và khoảng cách được coi là biến độc lập được sử dụng. Mô hình này được sử dụng rộng rãi để tính toán a_g^* theo biểu thức sau:

$$\log(a_g^*) = C_1 + C_2 m + C_3 r + C_4 \log(r) \quad (14a)$$

$$\ln(a_g^*) = C_1 + C_2 m + C_3 r + C_4 \ln(r) \quad (14b)$$

Gia tốc đỉnh thường được biểu diễn theo g ($g=9.81m/s^2$), m là cường độ (thường là sóng bề mặt M_s), $r = \sqrt{d^2 + h_0^2}$, với d là khoảng cách tới chấn tâm (khoảng cách ngắn nhất tới hình chiếu trên bề mặt của đứt gãy) tính theo km và h_0 là hằng số được xác định cùng với các hằng số C_i , $i=1-4$. Mỗi liên hệ như vậy là một hàm tuyến tính của cường độ và chứa đựng hai thành phần phụ thuộc vào khoảng cách trong đó thành phần thứ nhất thể hiện sự mất mát đàn hồi và thành phần thứ hai là sự mất mát hình học do lan truyền theo hình cầu từ một điểm tại nguồn động đất. Các hằng số này được xác định bằng cách khớp biểu thức lý thuyết với dữ liệu đo được.

Tuy nhiên, chú ý rằng dữ liệu đo được phân tán so với các kết quả dự tính. Vấn đề này được giải quyết bằng phân tích thống kê, tỷ số giữa giá trị đo được và giá trị tính toán được là $\epsilon = a_g/a_g^*$ có thể khớp với phân bố log chuẩn với $\ln(\epsilon)$ là phân bố chuẩn. Có thể thấy quy luật độ lớn của giá trị trung bình và lệch chuẩn tương ứng là $\ln(\epsilon)=0$ và $\sigma_{\ln(\epsilon)}=0,5$.

Hình 4 trình bày dạng của hai phân bố trình bày ở trên. Xét trường hợp cường độ động đất $M_s=6$ tại khoảng cách 10km, có thể thấy theo mô hình như trên, giá trị $\ln a_g^*$ xây dựng từ biểu thức (14) là giá trị trung bình của phân bố chuẩn $\ln a_g$.

2.3. Xác định gia tốc nền tại Hà Nội

Đối với khu vực Hà Nội, Ngo [7] trình bày mô hình suy giảm CAM được phát triển bởi Lam và cộng sự (2000) [6] dựa trên mô phỏng ngẫu nhiên của mô hình địa chấn học của Atkinson và Boore (1998) [5]. Mô hình địa chấn học được phát triển ban đầu ở Mỹ để xác định tần số trung bình của dao động nền động đất tại nền đá cứng hoặc nền đá tương ứng của Tây Bắc Mỹ và Đông Bắc Mỹ. Mô hình này phù hợp với khu vực động đất yếu và trung bình. CAM hiện nay cũng được sử dụng để đánh giá động đất tại Úc, Nam và Đông Trung Quốc, Singapore và Việt Nam. CAM được áp dụng cho khu vực Hà Nội vì điều kiện vỏ trái đất đối với sự suy giảm tương tự như điều kiện đá cứng ở Đông Bắc Mỹ [7].

Phương pháp CAM có thể dự tính phổ chuyển vị, vận tốc gia tốc theo biểu thức sau:

$$\Delta = \alpha(M, d)G(R, D)\beta(Q, R, M)\gamma_{UC}(V_{300, \kappa})S \quad (15)$$

trong đó M là mô men cường độ, R là khoảng cách tới nguồn động đất, d là độ sâu đến tâm của mặt đứt gãy, D chiều dày lớp vỏ trái đất, Q là hệ số chất lượng, V_{300} là vận tốc sóng cắt tại độ sâu 300m, và κ là tham số định nghĩa sự suy giảm của lớp vỏ ngoài cùng. Thành phần đầu tiên của biểu thức trên thể hiện ảnh hưởng của nguồn động đất, $G(R, D)$ là hệ số suy giảm hình học kể đến ảnh hưởng của chiều dày lớp vỏ trái đất, $\beta(Q, R, M)$ là hệ số kể đến sự tiêu tán năng lượng khi truyền sóng, $\gamma_{UC}(V_{300, \kappa})$ là hệ số vỏ trái đất ngoài cùng, và S là hệ số khuếch đại.

Trong nghiên cứu của Ngo [7], chiều dày lớn vỏ trái đất giả thiết là 30km phù hợp với độ sâu lớn nhất của động đất tại miền Bắc Việt Nam là 20-30km. Biểu thức phổ vận tốc áp dụng cho Hà Nội là:

$$S_{vmax} = 0.78(93.5)\left(0.35 + 0.65(M-5)^{1.8}\right)G(R, D)(30/R)^{0.005} \quad (16)$$

3. Gia tốc nền tại lớp đá gốc theo TCVN 9386:2012

Bản đồ gia tốc nền cực đại theo TCVN 9386:2012 là kết quả của dự án nghiên cứu dài hạn do Viện Vật lý Địa cầu thực hiện. Bản đồ này đã được cơ quan chính phủ cấp bộ phê duyệt [7]. Gia tốc nền cực đại thể hiện trong bản đồ có xác suất vượt quá là 10% trong 50 năm tương ứng với chu kỳ lặp lại là 500 năm. Biểu thức suy giảm dao động nền được sử dụng do tác giả Cambell (1997) đề xuất [1].

Để kế thừa những nghiên cứu trước đây về gia tốc nền tại lớp đá gốc, dữ liệu về gia tốc nền được tham khảo từ bảng gia tốc nền tại khu vực Hà Nội và khu vực Hà Tây đã sát nhập về Hà Nội theo dữ liệu trong tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 9386:2012 được sử dụng trong bài báo này.

Bảng 2. Gia tốc nền khu vực Hà Nội [2]

Địa danh	Kinh độ	Vĩ độ	Gia tốc nền (g)
Quận Ba Đình (P. Cống Vị)	105.81285	21.039762	0.0976
Quận Cầu Giấy (P. Quan Hoa)	105.799494	21.033276	0.1032
Quận Đống Đa (P. Thổ Quan)	105.832932	21.018279	0.0983
Quận Hai Bà Trưng (P. Lê Đại Hành)	105.832932	21.018279	0.0959
Quận Hoàn Kiếm (P. Hàng Trống)	105.850152	21.029134	0.0892
Quận Hoàng Mai (P. Phương Mai)	105.838337	21.002169	0.1001
Quận Long Biên (P. Ngọc Thụy)	105.890797	21.055033	0.0747
Quận Tây Hồ (P. Nhật Tân)	105.825487	21.077883	0.0819
Quận Thanh Xuân (P. Thanh Xuân Bắc)	105.799028	20.991092	0.1097
Huyện Đông Anh (TT. Đông Anh)	105.84952	21.139421	0.0757
Huyện Gia Lâm (TT. Trâu Quỳ)	105.936561	21.019178	0.0769
Huyện Sóc Sơn (TT. Sóc Sơn)	105.848517	21.257401	0.0962
Huyện Thanh Trì (TT. Văn Điển)	105.845107	20.946091	0.1047
Huyện Từ Liêm (TT. Cầu Diễn)	105.762478	21.039765	0.1081
Quận Hà Đông (P. Nguyễn Trãi)	105.778885	20.971194	0.1131
Thị xã Sơn Tây (P. Quang Trung)	105.510271	21.131353	0.1145
Huyện Ba Vì (TT. Ba Vì)	105.425093	21.195834	0.1167
Huyện Chương Mỹ (TT. Chúc Sơn)	105.700983	20.916434	0.1141
Huyện Đan Phượng (TT. Phùng)	105.657816	21.089507	0.1155
Huyện Hoài Đức (TT. Trôi)	105.70983	21.067659	0.1123

Huyện Mỹ Đức (TT. Tô Tiều)	105.735597	20.68368	0.0912
Huyện Phú Xuyên (TT. Phú Xuyên)	105.915206	20.743375	0.1146
Huyện Phúc Thọ (TT. Phúc Thọ)	105.539688	21.107071	0.1141
Huyện Quốc Oai (TT. Quốc Oai)	105.643078	20.992301	0.1161
Huyện Thạch Thất (TT. Liên Quan)	105.576895	21.054378	0.1140
Huyện Thanh Oai (TT. Kim Bài)	105.764824	20.855014	0.1128
Huyện Thường Tín (TT. Thường Tín)	105.861191	20.870852	0.1104
Huyện Ứng Hòa (TT. Vân Đình)	105.770106	20.738536	0.1117

Gia tốc nền thống kê trong bảng 3 tham khảo từ TCVN 9386:2012 được sử dụng để xây dựng cơ sở dữ liệu về hàm thời gian và hàm phổ phản ứng tại mỗi địa điểm thuộc Hà Nội.

4. Gia tốc nền trên bề mặt theo TCVN 9386:2012

Gia tốc nền trên bề mặt được xác định từ gia tốc nền tại lớp đá gốc hay nền loại A. Giá trị của gia tốc nền trên bề mặt không được tính toán trực tiếp mà thông qua hàm phổ phản ứng để xác định gia tốc cực đại của công trình đặt bên trên mặt đất. Khi công trình đặt trên nền đất yếu hơn thì gia tốc nền được khuếch đại. TCVN 9386:2012 quy định hệ số nền tương đương với hệ số khuếch đại như trong bảng 3.

Ta thấy rằng, gia tốc cực đại của công trình khu vực Hà Nội lớn hơn gia tốc cực đại của công trình trên nền đá (nền loại A) là 1.15 lần với nền loại C, 1.2 lần với nền loại B 1.35 lần với nền loại D và 1.4 lần với nền loại E.

Phân tích phổ phản ứng đối với công trình ngầm dưới đất hoàn toàn khác với phân tích phổ phản ứng cho các công trình bên trên mặt đất. Tải trọng tác dụng vào công trình bên trên mặt đất là do lực quán tính đặt tương đương tại các tầng còn tải trọng tác dụng vào công trình ngầm qua sự dịch chuyển của đất nền khi xảy ra động đất. Dịch chuyển này

của đất nền được tính toán từ biên độ dao động của đất nền từ các phân tích dao động riêng và hàm phổ phản ứng. Do vậy cần xác định dịch chuyển của đất nền trong đó có thể áp dụng phương pháp phổ phản ứng để tính toán.

Bảng 3. Hệ số nền S

Loại nền đất	Hệ số nền S
A	1.00
B	1.20
C	1.15
D	1.35
E	1.40

TCVN 9386:2012 quy định tính toán kết cấu công trình bên trên mặt đất theo phương pháp phổ phản ứng. Quy định này có thể áp dụng đối với công trình ngầm trong việc xác định chuyển vị đất nền, nội lực và tổ hợp nội lực cho các cấu kiện của công trình ngầm. Tuy nhiên đất nền Hà Nội thường là yếu nền nếu sử dụng hàm phổ phản ứng trên bề mặt thông thường sẽ dẫn đến kết quả tính toán quá thiên về an toàn gây lãng phí. Vì thế, để tính toán công trình ngầm theo phương pháp phổ phản ứng thì việc cần thiết là xác định hàm phổ phản ứng tương ứng. Với địa tầng Hà Nội đề xuất xác định gia tốc nền tại bề mặt lớp cuội sỏi là phù hợp bởi cuội sỏi là lớp đất nền có vận tốc truyền sóng lớn tương tự như nền loại B trong phân loại đất nền theo tiêu chuẩn thiết kế chống động đất TCVN 9386:2012. Hơn nữa, các lớp đất nền nằm phía trên lớp cuội sỏi thường được khảo sát và xác định các đặc trưng. Do đó có thể có đầy đủ dữ liệu để phục vụ cho việc tính toán công trình ngầm chịu tải trọng động đất.

5. Kết luận

TCVN 9386:2012 xác định gia tốc nền trên bề mặt thông qua hàm phổ phản ứng để xác định gia tốc cực đại của công trình bên trên. Phương pháp phổ phản ứng áp dụng cho công trình ngầm khác với công trình bên trên do sự tham gia của dịch chuyển đất nền. Sử dụng gia tốc nền trên bề mặt theo TCVN 9386:2012 cho kết quả tính toán lớn hơn gây lãng phí. Do vậy kiến nghị việc xây dựng hàm phổ phản ứng tại bề mặt lớp cuội sỏi là phù hợp với thiết kế công trình ngầm chịu động đất./.

Tài liệu tham khảo

1. Nguyễn Ngọc Thủy, Nguyễn Sinh Minh, Phạm Đình Nguyên và n.n.k. (2004), 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, Báo cáo tổng kết đề tài nghiên cứu thuộc chương trình "Nâng cao năng lực quản lý và xây dựng phát triển" mã số 01C-04/05-2003-2, Viện Kỹ thuật xây dựng Hà Nội - Viện Vật lý Địa cầu, Hà Nội.
2. TCVN 9386:2012, Thiết kế công trình chịu động đất. Tiêu chuẩn quốc gia.
3. Viện vật lý địa cầu (1990), Bản đồ phân vùng động đất lãnh thổ Việt Nam, Nxb Khoa học & Kỹ thuật.
4. Ambraseys, N.N. and Bommer, J.J. (1991), The attenuation of ground accelerations in Europe. *Earth. Eng. Struct. Dyn.*, 20, 1179-1202.
5. Atkinson, G.M. and Boore, D.M. (1998), Evaluation of Models for Earthquake Source Spectra in Eastern North America. *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol.88(4), 917-937.
6. Lam, N.T.K., Wilson, J.L., Chandler, A.M. and Hutchinson, G.L. (2000a,b), Response Spectral Attenuation Relationships for Rock Sites Derived from The Component Attenuation Model. *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*.
7. Ngo, T.D., Nguyen M.D., and Nguyen, D.B. (2008), A Review of the Current Vietnamese Earthquake Design Code. *Earthquake Engineering in the low and moderate seismic regions of Southeast Asia and Australia*.
8. EN 1998 EUROCODE 8, Design of structures for earthquake resistance.
9. Solomos, G., Pinto, A., and Dimova, S. (2008), A Review of the Seismic Hazard Zonation in National Building Codes in the Context of Eurocode 8. *JRC Science and Technical Reports*.