

ERSD 2018

KỶ YẾU

**HỘI NGHỊ TOÀN QUỐC
KHOA HỌC TRÁI ĐẤT VÀ TÀI NGUYÊN
VỚI PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG**

Hà Nội, 07 - 12 - 2018

NHỮNG TIẾN BỘ TRONG XÂY DỰNG



Nha xuất bản giao thông vận tải

**HỘI NGHỊ KHOA HỌC TOÀN QUỐC
KHOA HỌC TRÁI ĐẤT VÀ TÀI NGUYÊN
VỚI PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG (ERSD 2018)**

BAN TỔ CHỨC

Trưởng ban:	PGS.TS Lê Hải An	
Phó trưởng ban:	GS.TS Trần Thanh Hải	
	GS.TS Bùi Xuân Nam	
Ủy viên:	GS.TS Nhữ Văn Bách	PGS.TS Nguyễn Như Trung
	GS.TS Võ Trọng Hùng	TS Đào Duy Anh
	GS.TS Võ Chí Mỹ	TS Nguyễn Xuân Anh
	GS.TS Trần Văn Trị	ThS Phạm Văn Chính
	PGS.TS Đoàn Văn Cảnh	ThS Phạm Chân Chính
	PGS.TS Đỗ Cảnh Dương	TS Trần Quốc Cường
	PGS.TS Phùng Mạnh Đắc	TS Nguyễn Đại Đồng
	PGS.TS Nguyễn Quang Minh	TS Trịnh Hải Sơn
	PGS.TS Nguyễn Xuân Thảo	TS Lê Ái Thụ
	PGS.TS Tạ Đức Thịnh	TS Phạm Quốc Tuấn

BAN BIÊN TẬP

Trưởng ban:	GS.TS Trần Thanh Hải	
Phó trưởng ban:	PGS.TS Nguyễn Quang Minh	
Ủy viên:	PGS.TS Vũ Đình Hiếu	TS Lê Quang Duyên
	PGS.TSKH Hà Minh Hòa	TS Bùi Văn Đức
	PGS.TS Lê Văn Hưng	TS Nguyễn Hoàng
	PGS.TS Nguyễn Quang Luật	TS Phùng Quốc Huy
	PGS.TS Phạm Xuân Núi	TS Nguyễn Thạc Khánh
	PGS.TS Khổng Cao Phong	TS Nguyễn Quốc Phi
	PGS.TS Nguyễn Hoàng Sơn	TS Vũ Minh Ngạn
	PGS.TS Lê Công Thành	TS Phí Trường Thành
	PGS.TS Ngô Xuân Thành	TS Dương Thành Trung
	TS Lê Hồng Anh	

Nghiên cứu trạng thái ứng suất và biến dạng của khối đất đá xung quanh đường hầm khi đào qua lớp sét <i>Nguyễn Văn Quang, Lê Hoàng Anh</i>	90
Đề xuất giải pháp nâng cao khả năng chịu tải của neo trong than <i>Vũ Đức Quyết, Trần Thanh Hùng</i>	95
Nghiên cứu ảnh hưởng của động đất đến đường hầm tàu điện ngầm tiết diện ngang hình vuông tại Hà Nội <i>Nguyễn Chí Thành, Phạm Quang Nam</i>	101
Một số kiến nghị, đề xuất nâng cao hiệu quả thiết kế, thi công công trình ngầm bằng máy đào hầm loại nhỏ <i>Đặng Trung Thành</i>	106
Đánh giá ảnh hưởng của việc xây dựng công trình ngầm tới công trình trên bề mặt <i>Nguyễn Tài Tiên, Nguyễn Văn Quang</i>	111

TIỂU BAN NHỮNG TIẾN BỘ TRONG VẬT LIỆU VÀ KẾT CẤU XÂY DỰNG

Mô hình tính toán mức độ thủy hóa các chất kết dính thành phần trong hồ xi măng <i>Nguyễn Trọng Dũng</i>	119
Nghiên cứu ảnh hưởng của hệ số quá cố kết OCR đến sự hóa lỏng tĩnh của cát Fontainebleau <i>Đặng Quang Huy, Reiffsteck Philippe</i>	125
Numerical modeling of unreinforced and reinforced piled embankments. Part I: Numerical modeling sequence <i>Hung V. Pham</i>	131
Đánh giá khả năng xuất hiện vết nứt do ứng suất nhiệt trong móng bê tông khối lớn ở tuổi sớm <i>Tăng Văn Lâm, Vũ Kim Diễm, Ngô Xuân Hùng, Đặng Văn Phi, Boris Bulgakov</i>	137
Nghiên cứu mô phỏng quá trình sinh nhiệt và truyền nhiệt khi thủy hóa bê tông xi măng bằng phần mềm FLAC3D <i>Nguyễn Văn Mạnh</i>	143
Nghiên cứu xác định các thông số vật liệu và ứng xử của kết cấu dựa trên kết quả đo tại hiện trường <i>Đặng Văn Phi, Đinh Hải Nam, Tăng Văn Lâm</i>	149
Mô hình lưới Thủy – Cơ đánh giá độ thấm của bê tông cốt thép <i>Phạm Đức Thọ, Bùi Anh Thắng</i>	155
Application of controlled low strength materials (CLSM) in highway construction: experimental and numerical analysis <i>Thu Thi Do, Ngoc-Anh Do, Young-sang Kim, Hyeong-Ki Kim, Tan Manh Do</i>	161

Nghiên cứu xác định các thông số vật liệu và ứng xử của kết cấu dựa trên kết quả đo tại hiện trường

Đặng Văn Phi^{1,*}, Đinh Hải Nam¹, Tăng Văn Lâm²

¹ Trường Đại học Mỏ - Địa chất

² National Research Moscow State University of Civil Engineering, d. 26, Yaroslavskoe Shosse, Moscow, 129337, Russian Federation.

TÓM TẮT

Trong quá trình tính toán và thiết kế kết cấu, việc sử dụng các mô hình đơn giản để mô hình hóa ứng xử của kết cấu là vô cùng cần thiết. Trên thực tế, các công trình nhà cao tầng thường sử dụng mô hình dầm chịu cắt (liên tục hoặc rời rạc) để đơn giản hóa việc xác định các thông số động lực học: tần số, biên độ dao động. Trong bài báo này, tác giả đề cập đến dầm liên tục chịu cắt để đại diện cho kết cấu cao tầng. Thông qua việc nghiên cứu lý thuyết động lực học và xử lý số liệu đo thực nghiệm trên một bức tường đất đơn giản, có thể xác định được độ tin cậy của mô hình đơn giản đồng thời ước lượng được các đặc trưng vật lý thực tế của vật liệu (khối lượng riêng, mô đun đàn hồi).

Từ khóa: Thông số vật liệu; ứng xử của kết cấu; đo hiện trường.

1. Đặt vấn đề

Tính toán kết cấu là quá trình xác định trạng thái ứng suất, biến dạng, chu kỳ và tần số giao động, v.v. của từng bộ phận cho đến từng cấu kiện chịu lực của công trình dưới tác dụng của các loại tải trọng. Theo (Lê Thanh Huân, 2007; Nguyễn Đại Minh, 2010) đối với kết cấu nhà cửa hoặc kết cấu dạng tường chắn khi xác định đặc trưng động học của công trình ta có thể giả thiết các kết cấu này làm việc như một thanh consol có liên kết một đầu ngàm, một đầu tự do. Từ đó, đưa hệ kết cấu của công trình về dạng một bậc tự do hoặc hệ nhiều bậc tự do (tùy thuộc vào sự phân bố khối lượng của hệ dọc theo chiều dài của kết cấu) để khảo sát.

Thông số động học (tần số, dạng dao động riêng, v.v.) là một trong các thông số rất quan trọng trong việc nghiên cứu, tính toán thiết kế kháng chấn của công trình. Để xác định được các thông số này, thông thường người kỹ sư hiện nay phải mô hình toàn bộ công trình vào phần mềm, sau đó giải bài toán dao động riêng để xác định được các tần số dao động riêng của công trình. Khối lượng tính toán và sự chính xác phụ thuộc rất nhiều vào quy mô công trình, sự chia nhỏ các phần tử và cả khả năng tính toán của máy tính. Đôi khi công việc này đòi hỏi rất nhiều công sức, tài nguyên và thời gian.

Việc sử dụng các mô hình đơn giản sẽ giúp các kỹ sư nắm bắt được ứng xử tổng quát của công trình, qua đó xác định được các thông số động học của công trình, giúp cho việc thiết kế sơ bộ, điều chỉnh kết cấu một cách nhanh và hiệu quả.

Mô hình đơn giản phổ biến nhất được sử dụng hiện nay là mô hình dầm chịu cắt (liên tục hoặc rời rạc). Mô hình rời rạc yêu cầu giải quyết bài toán ma trận với kích thước phụ thuộc vào số tầng của công trình. Trong khi mô hình liên tục có nhiều ưu điểm: các thông số đầu vào thống nhất cho toàn bộ chiều cao kết cấu (dựa trên giả thiết vật liệu đồng nhất, đẳng hướng), phương trình chuyển động ở dạng vi phân bậc 2, kết quả tần số dao động riêng đơn giản, phù hợp với các loại kết cấu dạng khung phổ biến.

Trong bài báo này, nhóm tác giả trình bày lý thuyết động học của dầm liên tục chịu cắt - mô hình dầm Timoshenko (Mehdi Modares và nnk, 2010), qua đó xác định được mối liên hệ giữa các thông số vật liệu và thông số động học của công trình. Nhờ sự trợ giúp của thiết bị đo dao động hiện trường, ta có thể xác định được tần số dao động riêng của kết cấu và qua đó kiểm nghiệm lại các thông số đầu vào của bài toán. Kết quả có ý nghĩa thực tiễn trong việc tính toán, kiểm định các công trình có điều kiện thí nghiệm phức tạp như các công trình cải tạo, sửa chữa và khôi phục kết cấu; nhằm mục đích đánh giá được khả năng chịu lực của kết cấu và tuổi thọ của công trình.

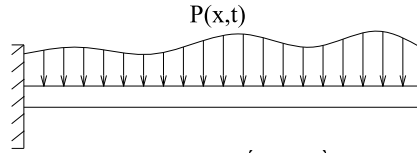
2. Cơ sở lý thuyết và phương pháp nghiên cứu

2.1. Động lực học của mô hình dầm liên tục chịu cắt

* Tác giả liên hệ

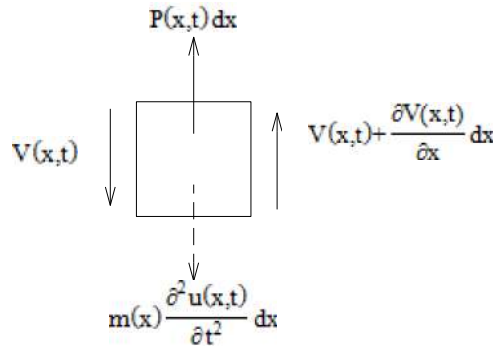
Email: dangvanphi@khoaxaydung.edu.vn

Tần số dao động riêng thứ n của dầm liên tục chịu cắt một đầu ngàm, một đầu tự do *Hình 1*



Hình 1. Dầm liên tục chịu lực phân bố một đầu ngàm, một đầu tự do.

Để nghiên cứu trạng thái ứng suất tại một điểm, ta tách riêng ra một hình hộp kích thước vô cùng bé (gọi là phân tố) bao quanh điểm đó. Các cạnh của phân tố là vô cùng bé nên ta có thể coi phân tố là điểm đang xét và ứng suất trên các mặt phân tố được xem là ứng suất trên các mặt cắt đi qua điểm đó. Điều này hoàn toàn phù hợp, vì nếu cho kích thước của phân tố giảm đến 0 thì phân tố sẽ thu về một điểm. Mặt khác, vì đã thừa nhận vật liệu đồng chất và đẳng hướng nên phân tố tách ra ở bất kỳ điểm nào vẫn có đầy đủ tính chất của toàn bộ vật thể đàn hồi. Khảo sát trạng thái ứng suất phẳng của phân tố (*Hình 2.*) của dầm chịu cắt. Ứng suất cắt và lực cắt lần lượt được xác định theo công thức (2) và (3) (Mehdi Modares và nkk, 2010).



Hình 2. Trạng thái ứng suất phẳng của phân tố của dầm khi chịu cắt

Xét trạng thái ứng suất phẳng theo phương ngang trục của một phân tố vô cùng bé có chiều dài dx . Do dầm chỉ xét trạng thái chịu cắt nên ngoài lực cắt của hai tiết diện ở hai bên, phân tố còn chịu thêm tải trọng ngang do ngoại lực và động lực do chuyển vị ngang của dầm.

Khi ở trạng thái cân bằng, ta có:

$$V(x,t) + \frac{\partial V(x,t)}{\partial x} dx - V(x,t) + P(x,t) dx - m(x) \frac{\partial^2 u(x,t)}{\partial t^2} dx = 0 \quad (1)$$

Trong đó:

$P(x,t)$ - tải trọng phân bố tác dụng lên dầm

$m(x)$ - khối lượng trên một đơn vị dài

$V(x,t)$ - ứng suất cắt tại tiết diện có tọa độ x (theo trục của dầm).

$u(x,t)$ - chuyển vị tại tiết diện có tọa độ x (theo trục của dầm).

t - thời gian

x - tọa độ theo phương ngang (theo trục của dầm)

Ứng suất cắt được xác định theo công thức

$$V(x,t) = GA_s \frac{\partial u(x,t)}{\partial x} \quad (2)$$

Với A_s là tiết diện ngang chịu cắt hiệu dụng của dầm.

Từ phương trình (1) và (2) ta có phương trình vi phân của chuyển động là: Phương trình vi phân từng phần liên hệ giữa các đại lượng phụ thuộc vào không gian và thời gian

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(GA_s \frac{\partial u(x,t)}{\partial x} \right) + P(x,t) = m(x) \frac{\partial^2 u(x,t)}{\partial t^2} \quad (3)$$

Trường hợp dao động tự do $P(x,t) = 0$, phương trình (3) trở thành (4):

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(GA_s \frac{\partial u(x,t)}{\partial x} \right) = m(x) \frac{\partial^2 u(x,t)}{\partial t^2} \quad (4)$$

Giả thiết dao động có dạng hàm harmonic: $u(x,t) = \varphi(x) \cdot e^{i\omega t}$, trong đó $\varphi(x)$ là chuyển vị ngang của dầm, ω là vận tốc góc của dao động. Phương trình (4) trở thành:

$$-\frac{\partial}{\partial x} \left(GA_s \frac{d\varphi(x)}{dx} \right) = m(x) \omega^2 \varphi(x) \quad (5)$$

Sử dụng điều kiện biên của dầm một đầu ngàm, một đầu tự do: $\varphi(0) = \varphi'(L) = 0$, ta xác định được nghiệm của phương trình (5) cho ta kết quả của tần số góc và chu kỳ tương ứng với dao động riêng thứ n của dầm theo công thức (6) và (7).

$$\omega_n = (2n-1) \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{GA_s}{mH^2}} \quad (6)$$

$$f_n = \frac{2n-1}{4H} \sqrt{\frac{GA_s}{m}} \quad (7)$$

Trong đó:

$G = \frac{E}{2(1+\nu)}$ - module chịu cắt;

E - module đàn hồi;

ν - hệ số poisson (hệ số nở ngang);

m - khối lượng riêng theo chiều dài của dầm liên tục;

H - chiều cao dầm.

Dựa vào các đặc trưng hình học, vật liệu của dầm và các phương trình từ (1) đến (7) xác định được tần số dao động của dầm và ngược lại.

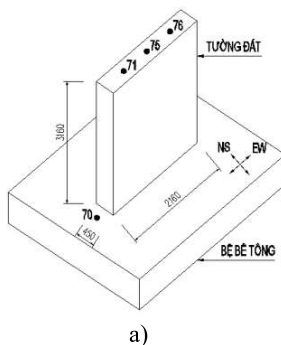
2.2. Quá trình thí nghiệm và phân tích mô phỏng

Phương pháp đo hiện trường là một trong các phương pháp thí nghiệm không phá hoại phổ biến trên thế giới. Phương pháp dựa trên nguyên lý đo chuyển vị của một điểm theo thời gian thực. Chuyển vị của kết cấu có thể được sinh ra do ngoại lực tác động trực tiếp hoặc gián tiếp thông qua các vật trung gian. Ngoại lực tác động trực tiếp lên kết cấu thường gây ra sóng dao động đột ngột có khả năng ảnh hưởng đến sự làm việc của kết cấu và khả năng đo của thiết bị. Nên trong thực tế, phương pháp đo thông qua các tác động gián tiếp (sóng dao động truyền từ xe cộ, người đi lại xung quanh truyền qua đất đến kết cấu nghiên cứu, gió, v.v.) thường được sử dụng nhiều hơn.

Trong nghiên cứu này, đối tượng đó là một Tường đất xây trên khối bê tông với giả thiết một đầu ngàm ở dưới và đầu trên tự do, đất được đắp, dầm theo từng lớp do đó có thể coi là có chuyển vị ngang, phẳng trong quá trình dao động, tường được giả thiết là tường liên tục (Hình 3a).

Thiết bị đo là sensor Tromino có khả năng đo chuyển vị và vận tốc theo thời gian thực với độ chính xác cao. Bố trí 3 sensor trên đỉnh và 1 sensor dưới đế bê tông.

Sử dụng sensor Tromino (Hình 3b) để đo chuyển vị và vận tốc theo thời gian thực. Các vị trí đặt điểm đo lần lượt là 70, 71, 75 và 76.



Hình 3. a - Mô hình thí nghiệm tường đất, b - Thiết bị sensor Tromino (Manual Tromino 3G, 2017)

Phương pháp đo (Ambient noise): Không tác động trực tiếp vào mẫu đo mà sử dụng các sensor đo chuyển vị của tường tại vị trí đo dưới các tác động bên ngoài (tải trọng do người đi lại, xe cộ đi lại ở xa tạo ra sóng dao động truyền qua đất tới tường, tải trọng gió, tải trọng động đất, v.v.) những tác động này

không trực tiếp và có giá trị rất nhỏ. Kết quả đo được thể hiện trên *Hình 4* và *Hình 5*.

Kết quả đo được thể hiện dựa trên biến đổi của vận tốc đầu đo theo thời gian. Sử dụng biến đổi Fourier, ta có thể xác định được giá trị biên độ theo tần số.

3. Kết quả và thảo luận

Xử lý số liệu: Số liệu đo theo thời gian được biến đổi Fourier công thức (8) thành tín hiệu theo tần số:

$$f(t) = F^{-1}(F)(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} F(\omega) e^{i\omega t} d\omega \quad (8)$$

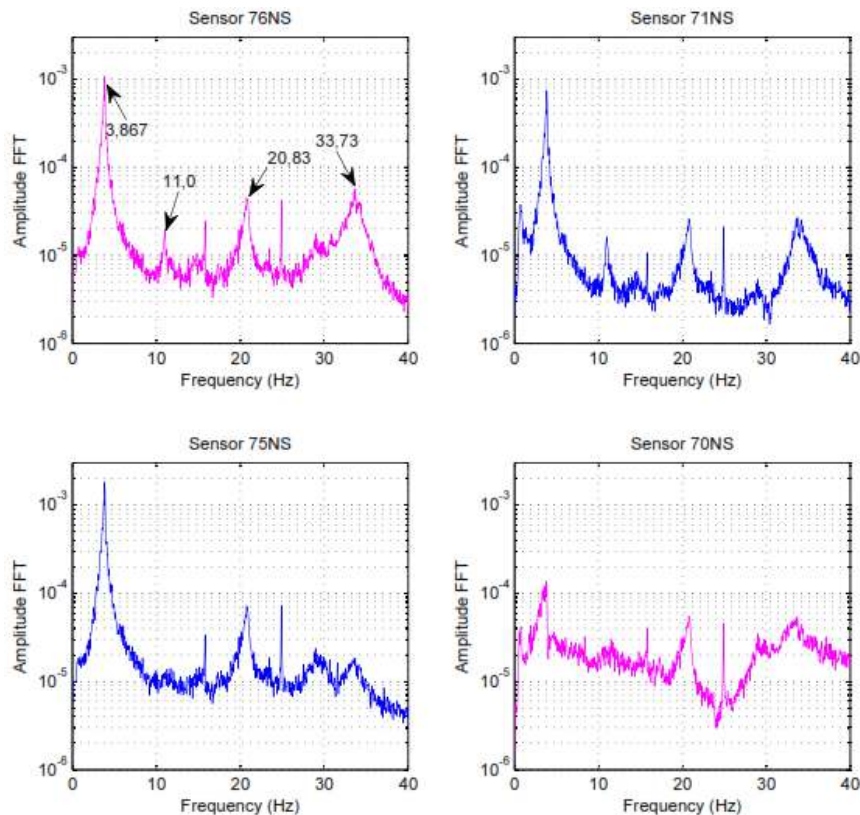
Từ biểu đồ theo tần số có thể xác định được các điểm mà tại đó biên độ của số liệu tăng vọt, tức là xảy ra cộng hưởng do trùng với tần số dao động riêng của công trình. Từ đó, ta xác định được giá trị tần số dao động riêng của công trình. Vận tốc chuyển vị theo phương Bắc Nam (NS) của các điểm đo được thể hiện qua *Hình 4*, biến đổi Fourier của các số liệu đo theo phương NS và phương Đông Tây (EW) kết quả cho thấy các đỉnh (pick) của biên độ ứng với các tần số của các dạng dao động trên *Hình 4* và *Hình 5*.

Quan sát đồ thị ở *Hình 4* ta có thể thấy rõ sự tương đồng của đồ thị sensor 71, 75 và 76 đặt trên đỉnh của tường, điều đó thể hiện sự thống nhất về kết quả phân tích. Sự khác biệt của sensor 70 so với các sensor khác là do vị trí sensor 70 đặt dưới nền và chịu tác động lớn của tương tác giữa kết cấu tường và nền đất, đây chính là tác động bên ngoài gây ra các chuyển vị đo được tại vị trí trên đỉnh của tường đất.

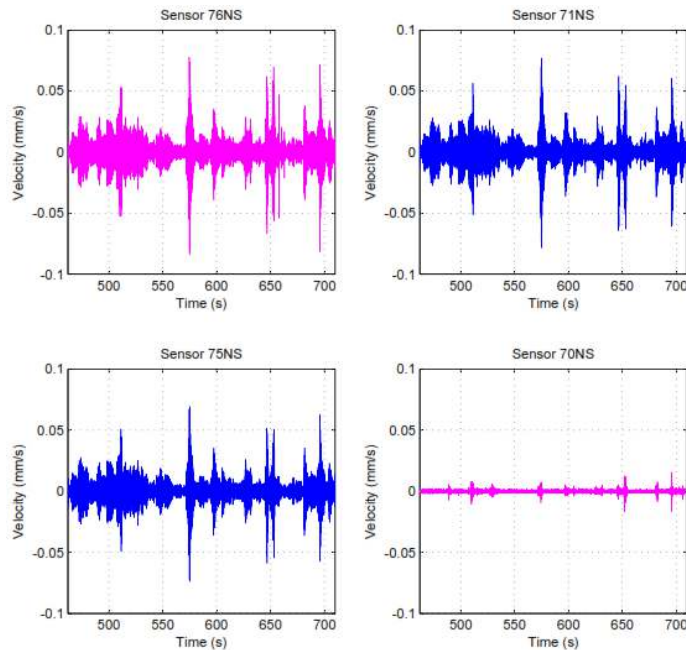
Dựa vào sự xuất hiện của các đỉnh biên độ trên các sensor theo các phương khác nhau, ta có thể định hình được các dạng dao động. Từ đó xác định được giá trị tần số dao động riêng của công trình. Kết quả được thể hiện trong các bảng từ *Bảng 1* đến *Bảng 4*.

Bảng 1. Tần số dao động của tường đất theo các phương

Mode	Phương NS (Hz)	Phương Xoắn (Hz)	Phương EW (Hz)
1	3,867	11	14,437
2	21,765	33,73	



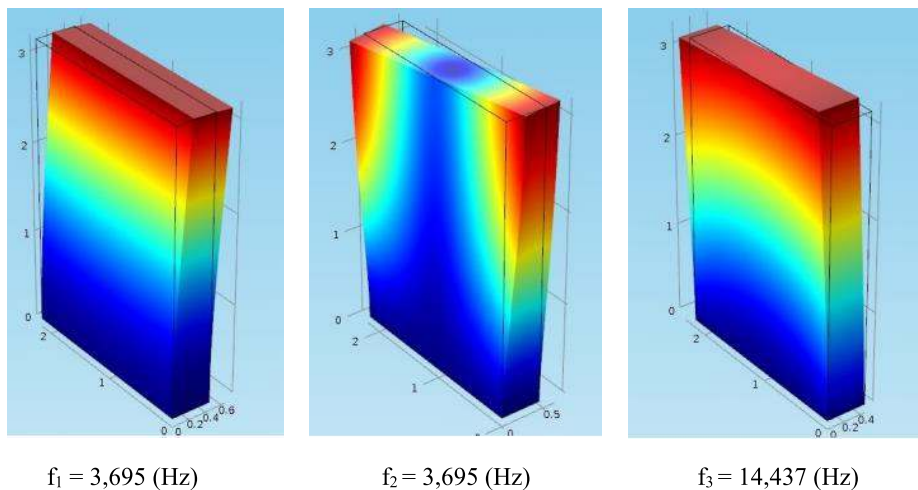
Hình 4. Biên độ-tần số dao động của tường đất tương ứng với các điểm đo



Hình 5. Biên độ-tần tốc-thời gian của tường đất tương ứng với các điểm đo

Sử dụng kết quả đo được theo các phương và các phương trình từ (1) đến (7), ta xác định được các thông số vật liệu của tường: Module đàn hồi $E=498$ MPa, khối lượng riêng $\rho=1890$ Kg/m³, hệ số poisson $\nu=0,22$.

Để kiểm nghiệm lại giá trị tính toán bằng phương pháp đo thực tế tại hiện trường, ta mô hình số tường đất bằng phần mềm COMSOL. Kết quả được thể hiện trên Hình 6.



Hình 6. Dạng dao động Mode 1, Mode 2 và Mode 3 của tường

Bảng 2. Kết quả tần số theo giải tích, mô hình số và mô hình thực của tường theo phương NS.

Mode	Tần số theo phương NS				
	Kết quả đo được bằng thiết bị Tromino	Kết quả tính toán theo giải tích		Kết quả tính toán theo Mô hình số	
	f_i (Hz)	f_i (Hz)	Chênh lệch (%)	f_i (Hz)	Chênh lệch (%)
1	3,867	3,695	3,63	3,732	2,65
2	21,765	21,734	0,14	21,49	1,26

Bảng 3. Kết quả tần số theo giải tích, mô hình số và mô hình thực của tường theo phương Xoắn

Mode	Tần số theo phương Xoắn				
	Kết quả đo được bằng thiết bị Tromino	Kết quả tính toán theo giải tích		Kết quả tính toán theo Mô hình số	
	f_i (Hz)	f_i (Hz)	Chênh lệch (%)	f_i (Hz)	Chênh lệch (%)
1	11	9,447	11,71	11,49	7,38
2	33,73	28,342	15,98	36,458	8,09

Bảng 4. Kết quả tần số theo giải tích, mô hình số và mô hình thực của tường theo phương EW

Mode	Tần số theo phương EW				
	Kết quả đo được trên mô hình thực	Kết quả tính toán theo giải tích		Kết quả tính toán theo Mô hình số	
	f_i (Hz)	f_i (Hz)	Chênh lệch (%)	f_i (Hz)	Chênh lệch (%)
1	14,4	14,437	0,09	14,023	2,96

4. Kết luận

Khảo sát một bức tường bằng đất được xây trên bệ bê tông, sử dụng bốn thiết bị đo (ba vị trí đặt trên đỉnh và một vị trí đặt dưới bệ bê tông). Xử lý biến đổi Fourier cho các kết quả đo ta xác định được tần số tại mỗi điểm đo tương ứng. Từ đó, xác định được tần số dao động riêng của tường ứng với các phương khác nhau; đối với phương NS và EW thì sai số đối với tần số nhỏ hơn 5%; đối với phương Xoắn thì sai số nhỏ nhất là 7,38% và lớn nhất là 15,98%. Sử dụng lý thuyết mô hình dầm Timoshenko, ta xác định được thông số vật liệu của kết cấu với module đàn hồi $E=498$ MPa, khối lượng riêng $\rho=1890$ Kg/m³, hệ số poisson $\nu=0,22$.

Từ kết quả nghiên cứu cho thấy trong thực tế tính toán, khảo sát và phân tích công trình, ta hoàn toàn có thể xác định được các thông số đặc trưng vật liệu của kết cấu dựa vào các giá trị chu kỳ và tần số của công trình thông qua kết quả đo ngoài hiện trường.

Tài liệu tham khảo

- Lê Thanh Huân, 2007. *Kết cấu nhà cao tầng bê tông cốt thép*, trang 24. NXB Xây dựng.
Manual Tromino 3G, 2017.
Mehdi Modares and etc, 2010. *4th International Workshop on Reliable Engineering Computing (REC 2010)*, pp. 173-185, ISBN: 978-981-08-5118-7. Published by Research Publishing Services. doi:10.3850/978-981-08-5118-7 056
Nguyễn Đại Minh, 2010. Phương pháp phổ phản ứng nhiều dạng dao động và tính toán nhà cao tầng chịu động đất theo TCXDVN 375:2006. *Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng*, trang 1-13.

ABSTRACT

The study determined the parameters of material and behavior of structures based on field measurement results

Phi Van Dang^{1*}, Dinh Hai Nam¹, Tang Van Lam²

¹Hanoi University of Mining and Geology, 18 Vien Quarter, Duc Thang Ward, Bac Tu Liem District, Ha Noi, Vietnam.

²National Research Moscow State University of Civil Engineering, d. 26, Yaroslavskoe Shosse, Moscow, 129337, Russian Federation.

Abstract: In calculating the design process and structure, it is necessary to use simple models to model the behavior of structures. In fact, high rise buildings often use shear (continuous or discrete) beam models to simplify the determination of dynamic parameters: frequency, amplitude, and vibration. In this paper, the author refers to continuous shear beams to represent the high-rise structure. Through the study of dynamics and process data measured experimentally on a wall of earth simple, can determine the reliability of the simplified model and estimate the physical characteristics make of material fact (material density, modulus of elasticity).

Keywords: parameters, structural behavior, field measurements.