

TỐI ƯU HÓA THÔNG SỐ GIẢM CHẤN THỦY LỰC CHO NHÀ CAO TẦNG CHỊU TẢI TRỌNG ĐỘNG ĐẤT SỬ DỤNG MÔ HÌNH PHẦN TỬ HỮU HẠN

OPTIMIZATION OF HYDRAULIC DAMPER PARAMETERS FOR HIGH-RISE BUILDINGS UNDER SEISMIC LOADING USING A FINITE ELEMENT MODEL

➔ **Vũ Công Luận***, **Trịnh Trung Tiến**, **Phạm Thị Thúy** - Khoa Cơ khí, Học viện Kỹ thuật Quân sự.
SĐT: 0987753296 - Email: congluanvu@gmail.com

Tóm tắt: Bài báo trình bày nghiên cứu về việc thiết kế tối ưu hóa các thông số của thiết bị giảm chấn thủy lực (FVD) nhằm nâng cao khả năng kháng chấn cho nhà cao tầng. Nội dung bao gồm việc thiết lập phương trình động lực học cho hệ nhiều bậc tự do (MDOF) có gắn thiết bị giảm chấn, ứng dụng phương pháp phần tử hữu hạn (PTHH) và thuật toán Newmark để giải bài toán dao động. Nghiên cứu tập trung vào việc tối ưu hóa hệ số cản C của thiết bị bằng thuật toán Levenberg-Marquardt trên nền tảng Matlab, với mục tiêu kiểm soát chuyển vị đỉnh công trình trong giới hạn cho phép (1/500 chiều cao nhà). Kết quả thử nghiệm số trên công trình 10 tầng và 15 tầng cho thấy việc sử dụng và tối ưu hóa giảm chấn thủy lực giúp giảm đáng kể chuyển vị, lực cắt chân cột và gia tốc phản ứng của kết cấu.

Từ khóa: Giảm chấn thủy lực, Tối ưu hóa, Kháng chấn cho nhà cao tầng, Tải động đất, PTHH.

Abstract: This paper presents a study on the optimal design of fluid viscous damper (FVD) parameters to enhance the seismic performance of high-rise buildings. The study involves the formulation of the dynamic equations of motion for a multi-degree-of-freedom (MDOF) system equipped with dampers, as well as the application of the finite element method (FEM) and the Newmark integration algorithm to solve the vibration problem. The research focuses on optimizing the damping coefficient C of the damper using the Levenberg-Marquardt algorithm implemented in Matlab, with the objective of controlling the roof displacement within the allowable limit of 1/500 of the building height. Numerical simulations conducted on 10-story and 15-story buildings demonstrate that the use and optimization of fluid viscous dampers significantly reduce roof displacement, base shear force, and structural acceleration responses under earthquake excitation.

Keywords: Fluid viscous damper (FVD), Optimization, Seismic resistance of high-rise buildings, Earthquake loading, Finite Element Method (FEM).

1. GIỚI THIỆU

Cùng với quá trình đô thị hóa, các công trình nhà cao tầng ngày càng được xây dựng nhiều tại Việt Nam và trên thế giới. Tuy nhiên, do có chiều cao lớn và độ mềm ngang đáng kể, các công trình này thường nhạy cảm với các tải trọng động như gió mạnh và động đất. Đặc biệt, động đất có thể gây ra chuyển vị lớn, gia tăng nội lực trong kết cấu và làm suy giảm khả năng làm việc của công trình, đòi hỏi các giải pháp thiết kế kháng chấn hiệu quả nhằm đảm bảo an toàn và độ bền lâu dài của công trình [1,5,6].

Bên cạnh các giải pháp tăng độ cứng hoặc tăng khả năng chịu lực của kết cấu, các hệ thống tiêu tán năng lượng đã được nghiên cứu và ứng dụng rộng rãi nhằm giảm phản ứng động của công trình. Một số giải pháp phổ biến bao gồm giảm chấn ma sát, giảm chấn kim loại dẻo, giảm chấn khối lượng điều chỉnh (TMD), hệ cô lập địa chấn và giảm chấn thủy lực (Fluid Viscous Damper – FVD) [2,7,8]. Trong đó, giảm chấn thủy lực được đánh giá cao nhờ khả năng tiêu tán năng lượng lớn, cấu tạo đơn giản và

có thể áp dụng cho cả công trình mới lẫn công trình hiện hữu.

Hiệu quả của thiết bị giảm chấn thủy lực phụ thuộc đáng kể vào các thông số thiết kế, đặc biệt là hệ số cản nhớt. Việc lựa chọn hệ số cản không hợp lý có thể làm giảm hiệu quả kháng chấn hoặc làm tăng chi phí đầu tư. Do đó, bài toán tối ưu hóa thông số giảm chấn nhằm đạt hiệu quả kiểm soát dao động tốt nhất là một vấn đề có ý nghĩa thực tiễn quan trọng [3,8,9].

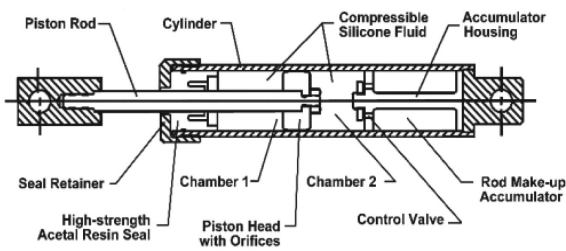
Trong nghiên cứu này, mô hình động lực học của công trình nhiều bậc tự do có lắp đặt thiết bị giảm chấn thủy lực được xây dựng dựa trên phương pháp phần tử hữu hạn. Phương trình chuyển động của hệ được giải bằng phương pháp Newmark trong miền thời gian, đồng thời thuật toán Levenberg-Marquardt được sử dụng để xác định hệ số cản tối ưu của các thiết bị giảm chấn. Hiệu quả của phương pháp được đánh giá thông qua hai bài toán công trình bê tông cốt thép cao 10 tầng và 15 tầng chịu tác động của bản ghi gia tốc nền trận động đất El Centro 1940. Kết quả cho thấy việc tối ưu hóa hệ số

cản giúp giảm đáng kể chuyển vị đỉnh, gia tốc phản ứng và lực cắt chân cột, qua đó nâng cao khả năng kháng chấn của công trình.

2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT VỀ GIẢM CHẤN THỦY LỰC VÀ TỐI ƯU HÓA

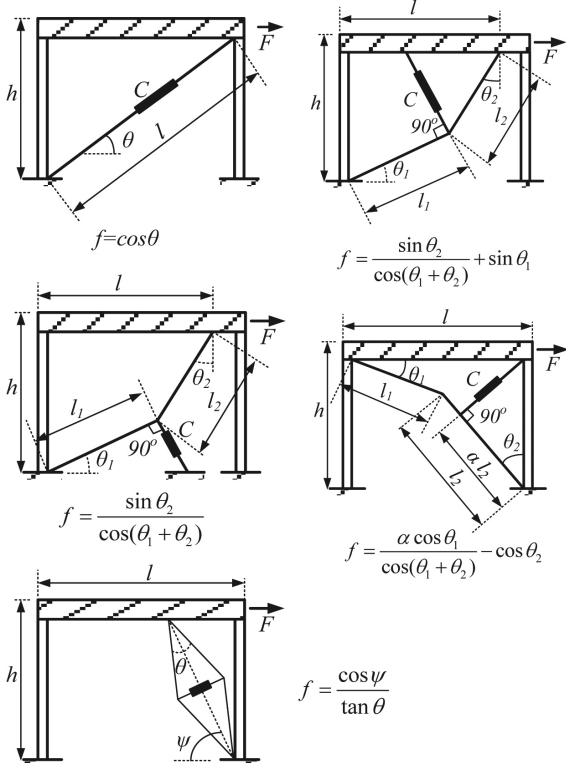
2.1. Cấu tạo và nguyên lý hoạt động của giảm chấn thủy lực

Thiết bị giảm chấn thủy lực (Fluid Viscous Damper - FVD) gồm một piston đặt trong xi lanh chứa đầy chất lỏng nhớt (thường là dầu Silicon có độ nhớt cao) thể hiện trên hình 1. Khi công trình dao động, piston chuyển động cưỡng bức chất lỏng đi qua các lỗ nhỏ trên đầu piston, tạo ra lực cản nhớt giúp tiêu tán năng lượng của động đất thành nhiệt năng tỏa ra môi trường.



Hình 1. Cấu tạo thiết bị giảm chấn thủy lực

Giảm chấn thủy lực có nhiều cách lắp đặt khác nhau trong công trình mỗi cách có hệ số ảnh hưởng f khác nhau, nhưng có thể nêu ra điển hình một số cách lắp đặt phổ biến như hình 2:



Hình 2. Các cấu hình lắp đặt giảm chấn thủy lực

2.2. Các phương trình dao động có sử dụng thiết bị giảm chấn thủy lực

a) Phương trình dao động hệ kết cấu đàn hồi 1 bậc tự do chịu tác dụng của tải trọng động đất

Xét khung nhà 1 tầng 1 nhịp chịu tác dụng của động đất lắp thiết bị giảm chấn thủy lực như hình 3.

Lực đàn hồi tỷ lệ thuận với chuyển vị theo phương trình:

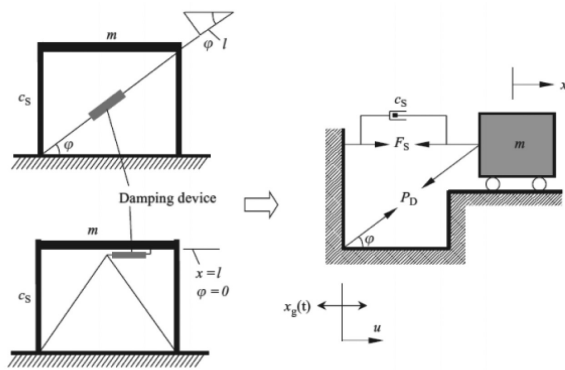
$$F_s = k_s \cdot x(t) \tag{1}$$

Lực cản tỷ lệ thuận với vận tốc như sau:

$$F_c = C_s \cdot \dot{x}(t) \tag{2}$$

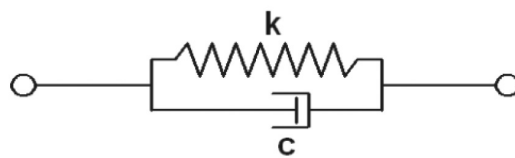
Khi đó, lực quán tính tỷ lệ thuận với gia tốc:

$$F_q = -m(\ddot{x}(t) + \ddot{x}_g(t)) \tag{3}$$



Hình 3. Vị trí lắp đặt thiết bị giảm chấn thủy lực trong mô hình tính

Thiết bị giảm chấn thủy lực dạng cản nhớt sinh ra lực cản tỷ lệ với hệ số cản C và lực lò xo tuyến tính với độ cứng k theo phương dọc trục, không sinh ra lực theo các phương khác. Hai đầu của thiết bị được gắn vào kết cấu.



Tổng tỉ số cản của công trình khi lắp thiết bị giảm chấn thủy lực được xác định theo công thức.

$$\xi_T = \xi_s + \xi \tag{4}$$

Trong đó:

ξ_s : Tổng tỉ số cản của các thiết bị giảm chấn

ξ : Tỉ cản của bản thân công trình.

Tổng tỉ số cản ξ_s của các thiết bị giảm chấn được xác định theo công thức:

$$\xi_s = \frac{T_1 \sum_j C_j f^2 \cdot \phi_{rj}^2}{4\pi \sum_i m_i \phi_{mi}^2} \tag{5}$$

Trong đó:

T_1 : Chu kỳ dao động tự do bậc 1 của kết cấu.

C_j : Hệ số cản thứ j của thiết bị giảm chấn thủy lực.

m_i : Khối lượng của tầng thứ i
 $\phi_{ij} = \phi_j - \phi_{j-1}$: Mối quan hệ giữa chuyển vị của dạng dao động riêng thứ nhất đã được chuẩn hóa.

ϕ_j, ϕ_{j-1} : Chuyển vị theo phương ngang của dạng dao động riêng thứ nhất đã được chuẩn hóa của tầng thứ j và $j - 1$.

f : Hệ số ảnh hưởng của thiết bị giảm chấn do các cách lắp đặt khác nhau (phụ thuộc vào góc độ lắp đặt so với phương ngang).

Từ đó ta có thể xác định được hệ số cản của thiết bị giảm chấn nếu cho trước tỉ số cản, thông qua công thức:

$$C = \frac{4\pi \sum_i m_i \phi_{mi}^2}{T_1 f^2 \sum_j \phi_{rj}^2} \cdot \xi_s \quad (6)$$

Lực tác dụng của thiết bị lên công trình được biểu diễn qua công thức:

$$F = C.V^\alpha + k.x \quad (7)$$

Trong đó C là hệ số cản, V là vận tốc tương đối, α là số mũ thực nghiệm, thường chọn $\alpha=1$ cho các ứng dụng thực tế), k là độ cứng và x là biến dạng của thiết bị.

Với trường hợp $\alpha=1$ và $\varphi=0$ có $x(t)=l(t)$ phương trình chuyển động của hệ:

$$m\ddot{x}(t) + C_s \dot{x}(t) + k_s x(t) + C\dot{x}(t) + k.x(t) = -m\ddot{x}_g(t) \quad (8)$$

Hay:

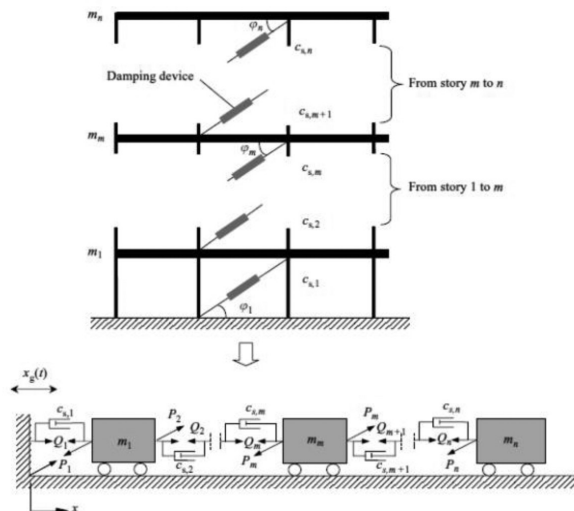
$$m\ddot{x}(t) + (C_s + C)\dot{x}(t) + (k_s + k).x(t) = -m\ddot{x}_g(t) \quad (9)$$

Phương trình trên chính là phương trình chuyển động của hệ 1 bậc tự do chịu tác dụng của tải trọng động đất có lắp thiết bị giảm chấn thủy lực.

b) Dao động của hệ kết cấu đàn hồi nhiều bậc tự do chịu tác dụng của động đất

Để thiết lập phương trình chuyển động của hệ kết cấu ta sử dụng phương pháp chuyển vị thể hiện trên hình 4.

Xét hệ kết cấu nhà nhiều tầng chịu tác động động đất, mỗi tầng được coi là một khối lượng tập



Hình 4. Mô hình tính

trung. Phương trình cân bằng động của hệ khi có lắp đặt giảm chấn thủy lực có dạng ma trận:

$$[M]\{\ddot{x}(t)\} + [C]\{\dot{x}(t)\} + [K]\{x(t)\} = -[M]\{1\}\ddot{x}_g(t) \quad (10)$$

Trong đó:

$[M], [C]$ và $[K]$ lần lượt là ma trận khối lượng, ma trận cản và ma trận độ cứng của kết cấu đã kể đến sự đóng góp của thiết bị giảm chấn. $\ddot{x}_g(t)$ là gia tốc nền của trận động đất.

2.3. Thuật toán tối ưu hóa thông số và phương pháp phần tử hữu hạn

Để phân tích phản ứng động của công trình dưới tác dụng của tải trọng động đất, nghiên cứu sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn (PTHH) để mô hình hóa kết cấu. Các dầm và cột được mô hình hóa bằng phần tử khung phẳng, trong khi khối lượng của công trình được phân bố tại các nút tương ứng với các tầng. Trên cơ sở mô hình phần tử hữu hạn, các ma trận độ cứng ($[K]$), khối lượng ($[M]$) và cản ($[C]$) của hệ được xây dựng thông qua quá trình lắp ráp ma trận phần tử theo quy trình chuẩn của PTHH. Thiết bị giảm chấn thủy lực được mô hình hóa bằng phần tử thanh hai đầu khớp có độ cứng và hệ số cản tương đương, cho phép xét đến ảnh hưởng của giảm chấn trong phương trình dao động của kết cấu.

Sau khi thiết lập mô hình phần tử hữu hạn, bài toán dao động của hệ nhiều bậc tự do được giải trong miền thời gian bằng phương pháp tích phân trực tiếp Newmark. Phương pháp này cho phép xác định lịch sử chuyển vị, vận tốc và gia tốc của công trình dưới tác động của bản ghi gia tốc nền động đất.

Để nâng cao hiệu quả làm việc của hệ giảm chấn, nghiên cứu sử dụng thuật toán tối ưu hóa Levenberg–Marquardt được tích hợp trong phần mềm MATLAB nhằm xác định phân bố hệ số cản tối ưu của các thiết bị giảm chấn thủy lực. Thuật toán được lựa chọn do khả năng hội tụ nhanh và hiệu quả đối với các bài toán tối ưu phi tuyến có số lượng biến thiết kế vừa phải.

Trong nghiên cứu này, hàm mục tiêu được lựa chọn là khống chế chuyển vị đỉnh công trình trong giới hạn cho phép theo tiêu chuẩn thiết kế, cụ thể là không vượt quá $(H/500)$, trong đó (H) là chiều cao công trình. Các biến thiết kế là hệ số cản (C_i) của các thiết bị giảm chấn bố trí tại các tầng khác nhau. Quá trình tối ưu được thực hiện lặp cho đến khi tìm được tập hợp giá trị (C_i) thỏa mãn điều kiện hội tụ và đạt được mục tiêu kiểm soát dao động để ra.

3. KẾT QUẢ THỬ NGHIỆM SỐ

Để đánh giá hiệu quả của thiết bị giảm chấn thủy lực đối với khả năng kháng chấn của công trình, các phân tích số được thực hiện cho hai trường hợp: công trình không sử dụng giảm chấn và công trình

có lắp đặt giảm chấn thủy lực. Trong quá trình tính toán, một số giả thiết được đưa ra như sau: (i) Chân cột được liên kết ngàm với móng; (ii) Thiết bị giảm chấn thủy lực được mô hình hóa bằng phần tử thanh hai đầu khớp có độ cứng và hệ số cản tương đương; (iii) Ma trận cản của kết cấu được xây dựng theo mô hình cản Rayleigh, là tổ hợp tuyến tính của ma trận khối lượng và ma trận độ cứng, với tỷ số cản kết cấu $\xi = 5\%$; và (iv) Mô hình phân tích trong MATLAB được xây dựng dưới dạng khung phẳng.

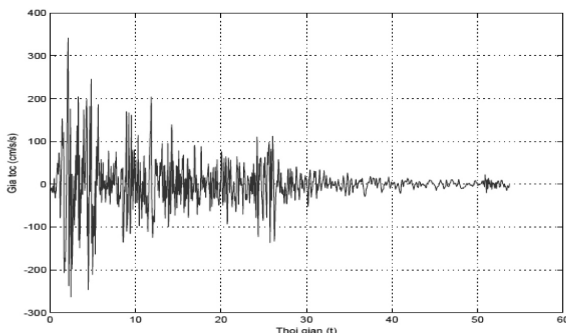
Quy trình tính toán được thực hiện theo hai giai đoạn. Trước hết, mô hình công trình được xây dựng trong phần mềm ETABS để xác định các đặc trưng động lực học của kết cấu, bao gồm tần số dao động riêng và dạng dao động. Trên cơ sở tỷ số cản yêu cầu, hệ số cản của thiết bị giảm chấn thủy lực được xác định theo các công thức trình bày trong Mục 2.

Tiếp theo, mô hình tính toán được xây dựng trên nền tảng MATLAB. Các thông số hình học, vật liệu, tiết diện cấu kiện và điều kiện biên của công trình được khai báo làm dữ liệu đầu vào. Tải trọng động đất được mô tả thông qua bản ghi gia tốc nền với bước thời gian tính toán $\Delta t = 0,02$ s trong khoảng thời gian từ 0 đến 50 s. Sau khi thiết lập ma trận khối lượng, ma trận độ cứng và ma trận cản của hệ, các phần tử giảm chấn thủy lực được bổ sung vào mô hình thông qua ma trận phần tử tương ứng. Bài toán dao động cưỡng bức được giải bằng phương pháp tích phân trực tiếp Newmark để xác định lịch sử chuyển vị, gia tốc và nội lực của kết cấu theo thời gian. Cuối cùng, thuật toán tối ưu hóa Levenberg–Marquardt được áp dụng nhằm xác định phân bố hệ số cản tối ưu của các thiết bị giảm chấn, từ đó đánh giá hiệu quả kiểm soát dao động của công trình.

3.1. Quy trình tính toán trên Matlab

a) Mô hình hóa: Nhập thông số hình học, vật liệu và tải trọng động đất (sử dụng giản đồ gia tốc nền trận El Centro 1940).

b) Phân tích động lực học: Sử dụng phương pháp Newmark để giải phương trình chuyển động theo từng bước thời gian $\Delta t = 0.02$ s.



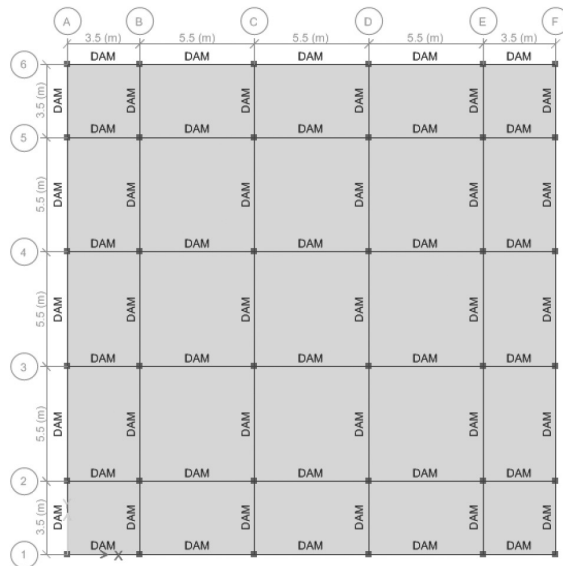
Hình 5 Gia tốc nền theo phương ngang tại trận động đất ElCentro

c) Tối ưu hóa: Chạy thuật toán để điều chỉnh ma trận cản [C], tìm ra bộ giá trị C tối ưu cho từng tầng sao cho phản ứng kết cấu là nhỏ nhất hoặc nằm trong giới hạn cho phép.

3.2. Bài toán 1: Công trình cao 10 tầng

Thông số:

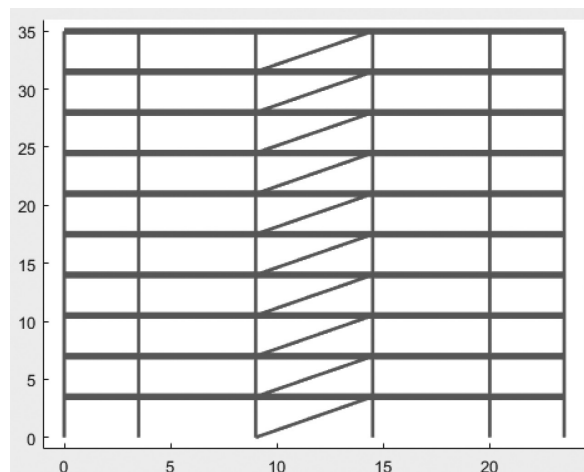
Công trình 10 tầng bằng bê tông cốt thép M300, với chiều cao tầng là 3.5m, mặt bằng cho dưới đây, chịu kích động động đất theo phương ngang tính theo giản đồ gia tốc nền của trận động đất xảy ra tại El Centro 1940. Công trình sử dụng thiết bị giảm chấn thủy lực. Kích thước cột 500x500mm, dầm 500x700mm, chiều dày sàn 120mm thể hiện trên hình 6.



Hình 6. Mặt bằng công trình

Chọn tổng tỷ số cản ban đầu của công trình là 20%, do đó tỷ số cản của thiết bị giảm chấn lắp thêm là $20 - 5 = 15\%$. Từ đó tính được hệ số cản của thiết bị giảm chấn là 3000 Ts/m

Trong mô hình tính toán matlab, sử dụng mô hình khung phẳng, mỗi khung lắp 1 thiết bị

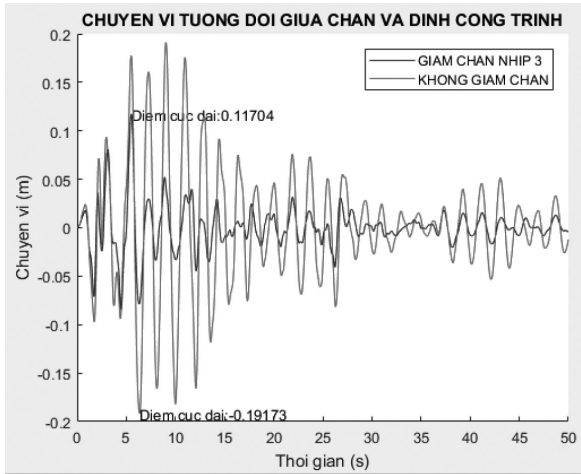


Hình 7. Mô hình tính trong matlab

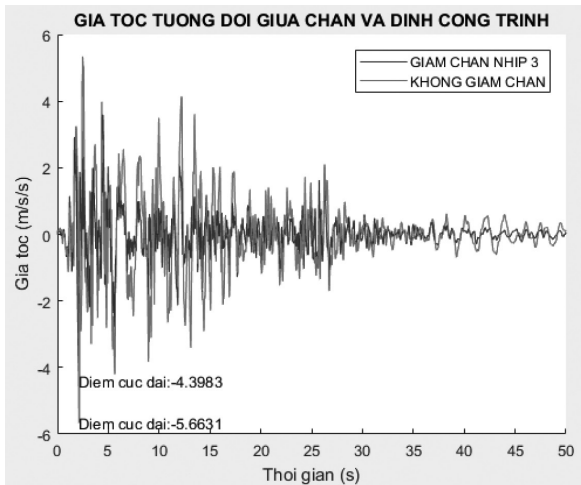
giảm chấn thủy lực. Từ tỉ số cản của thiết bị giảm chấn thủy lực là 3000 Ts/m, tương ứng độ cứng $K=100T/m$.

Tính toán khi công trình sử dụng thiết bị giảm chấn tại nhịp 3.

- Kết quả và so sánh:



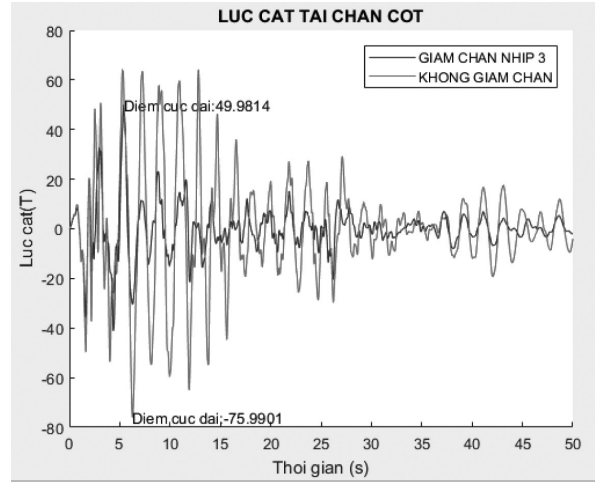
Hình 8. So sánh chuyển vị tương đối giữa chân và đỉnh công trình 10 tầng



Hình 9. So sánh gia tốc tương đối giữa chân và đỉnh công trình 10 tầng

Bảng 1. Kết quả tính toán tối ưu công trình 10 tầng

Tầng	Hệ số cản C ban đầu (Ts/m)	Hệ số cản C tối ưu (Ts/m)
1	3000	6563.9
2	3000	5867.1
3	3000	5111.8
4	3000	4436.9
5	3000	4014.6
6	3000	3801.9
7	3000	3503.4
8	3000	2784.8
9	3000	1384.9
10	3000	131.1



Hình 10. So sánh lực cắt tại chân cột công trình 10 tầng

Bảng 2 Kết quả tính toán công trình 10 tầng

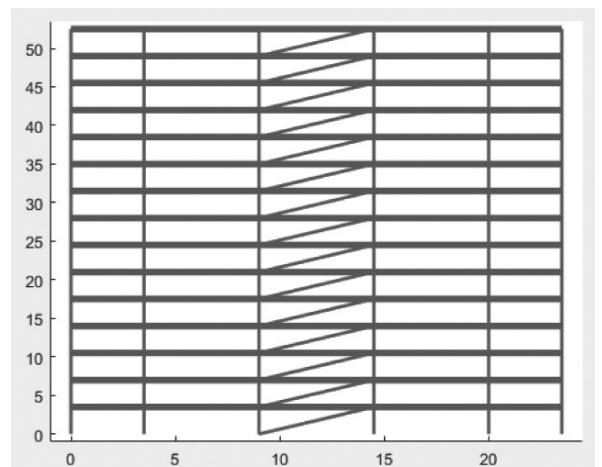
	Không giảm chấn	Có giảm chấn	Có giảm chấn tối ưu
Chuyển vị tương đối giữa chân và đỉnh công trình (m)	0,1917	0,117	0,07
Lực cắt tại chân cột (T)	75,99	49,98	52,46
Gia tốc tương đối giữa chân và đỉnh công trình (m/s ²)	5,66	4,39	4,70

Dựa vào kết quả tính toán, có thể thấy khi công trình được lắp thiết bị giảm chấn thì các thông số như chuyển vị, lực cắt tại chân cột, và gia tốc đều giảm đáng kể so với khi không có thiết bị giảm chấn. Khi giảm chấn được tối ưu thì giá trị chuyển vị đỉnh là $0,07/35=1/500$. Đảm bảo nằm trong giới hạn cho phép.

3.3. Bài toán 2: Công trình cao 15 tầng

Thông số: Tương tự bài toán 1 nhưng quy mô 15 tầng.

Chọn tổng tỷ số cản ban đầu của công trình là 20%, do đó tỷ số cản của thiết bị giảm chấn lắp thêm là $20-5=15\%$. Từ đó tính được hệ số cản của thiết bị giảm chấn là 4500 Ts/m

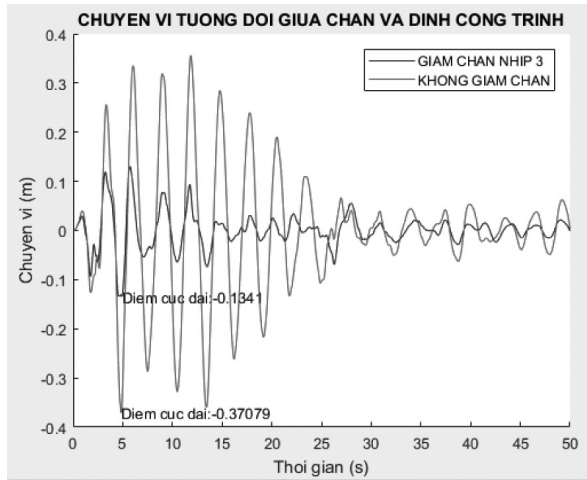


Hình 11. Mô hình tính trong matlab

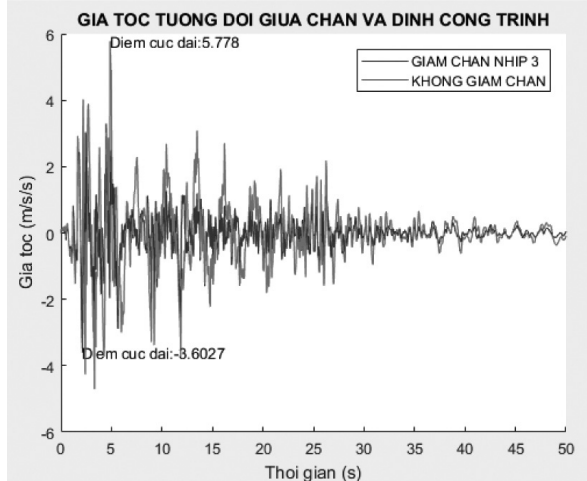
Trong mô hình tính toán matlab, sử dụng mô hình khung phẳng, mỗi khung lắp 1 thiết bị giảm chấn thủy lực. Từ tỉ số cản của thiết bị giảm chấn thủy lực là 4500 Ts/m ,tương ứng độ cứng K=150TN/m.

Tính toán khi công trình sử dụng thiết bị giảm chấn tại nhịp 3. (Hình 11)

Kết quả và so sánh:



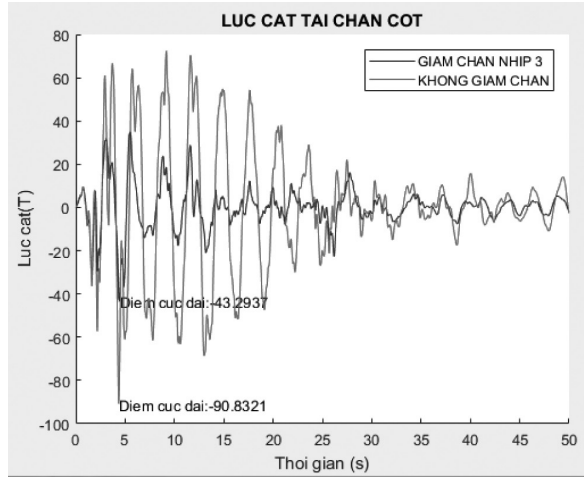
Hình 12. So sánh chuyển vị tương đối giữa chân và đỉnh công trình 15 tầng



Hình 13. So sánh gia tốc tương đối giữa chân và đỉnh công trình 15 tầng

Bảng 3. Kết quả tính toán tối ưu công trình 15 tầng

Tầng	Hệ số cản C ban đầu (Ts/m)	Hệ số cản C tối ưu (Ts/m)
1	4500	13957.5
2	4500	13048.8
3	4500	12385.5
4	4500	11747.1
5	4500	11097.4
6	4500	10333.7
7	4500	9403.4
8	4500	8434.4



Hình 14. So sánh lực cắt tại chân cột công trình 15 tầng

9	4500	7620.3
10	4500	6936.8
11	4500	6202.9
12	4500	5254.9
13	4500	3757.5
14	4500	1508.3
15	4500	314.3

Bảng 4. Kết quả tính toán công trình 15 tầng

	Không giảm chấn	Có giảm chấn	Có giảm chấn tối ưu
Chuyển vị tương đối giữa chân và đỉnh công trình (m)	0,370	0,134	0,105
Lực cắt tại chân cột (T)	90,83	43,29	46,17
Gia tốc tương đối giữa chân và đỉnh công trình (m/s ²)	5,77	3,60	4,59

Dựa vào kết quả tính toán, có thể thấy khi công trình được lắp thiết bị giảm chấn thì các thông số như chuyển vị đỉnh, lực cắt tại chân cột, và gia tốc đều giảm đáng kể so với khi không có thiết bị giảm chấn. Khi giảm chấn được tối ưu thì giá trị chuyển vị đỉnh là 0,105/52,5=1/500. Đảm bảo nằm trong giới hạn cho phép.

Nhận thấy, Giảm chấn thủy lực giúp giảm hơn 70% chuyển vị đỉnh và gần 50% lực cắt chân cột, bảo vệ an toàn cho hệ chịu lực chính của tòa nhà.

4. THẢO LUẬN

Từ các thử nghiệm số, bài báo rút ra các kết luận quan trọng về hiệu quả của việc tối ưu hóa thông số giảm chấn:

1. *Hiệu quả giảm chấn:* Thiết bị FVD không chỉ giảm chuyển vị ngang mà còn làm giảm đáng kể gia tốc phản ứng và lực cắt đáy, giúp bảo vệ cả kết cấu

Xem tiếp trang 46

- phần mềm LS-DYNA. Tạp chí Giao thông vận tải, (6), 88-95.
- [2] Trần, M. T., và nhóm tác giả. (2024). Đánh giá hiệu quả giảm áp của các giải pháp hình học trong hệ thống đường hầm công nghiệp. Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng, 18(2), 45-56.
- [3] ANSYS. (2009). AUTODYN help: ANSYS WORKBENCH 14.5. ANSYS, Inc.
- [4] Dobratz, B. M., & Crawford, P. C. (1985). LLNL Explosives Handbook: Properties of Chemical Explosives and Explosive Simulants (Report No. UCRL-52997). Lawrence Livermore National Laboratory.
- [5] Li, X., et al. (2021). Propagation laws of shock waves in underground tunnels with branches and bends. Tunnelling and Underground Space Technology, 112, Article 103909. doi.org
- [6] Wang, J., et al. (2022). Numerical simulation of blast wave propagation in complex underground spaces using AUTODYN. Process Safety and Environmental Protection, 160, 230-245. doi.org
- [7] Zhang, Y., et al. (2023). Attenuation effect of tunnel bends on blast waves: Experimental and numerical investigations. International Journal of Impact Engineering, 172, Article 104432. doi.org
- [8] Zhao, Z., et al. (2023). Influence of turning angle on the propagation of explosion shock waves in mine tunnels. Shock and Vibration, 2023, Article ID 8472910. doi.org

TỐI ƯU HÓA THÔNG SỐ GIẢM CHẤN THỦY LỰC CHO NHÀ CAO TẦNG...

Tiếp theo trang 39

và các thiết bị đỡ đặc bên trong công trình.

2. *Tính phân bố tối ưu:* Hệ số cản C tối ưu thường tập trung lớn ở các tầng dưới và giảm dần lên trên. Điều này phù hợp với đặc điểm biến dạng và phân bố lực cắt của nhà cao tầng khi chịu tải trọng ngang.

3. *Kiểm soát mục tiêu:* Việc ứng dụng thuật toán tối ưu hóa giúp kỹ sư chủ động đưa kết cấu về trạng thái làm việc mong muốn (ví dụ: khống chế chuyển vị trong miền đàn hồi) thay vì chỉ chọn thông số theo kinh nghiệm.

Nghiên cứu đã khẳng định việc sử dụng giảm chấn thủy lực là một giải pháp hữu hiệu và cấp thiết cho nhà cao tầng tại Việt Nam, đặc biệt là các công trình đã hiện hữu nhưng chưa được thiết kế kháng chấn đầy đủ. Quy trình tối ưu hóa trên Matlab cung cấp một công cụ mạnh mẽ để xác định thông số thiết bị một cách khoa học.

Cần mở rộng nghiên cứu với các hàm mục tiêu khác như tối ưu hóa lực cắt chân cột hoặc chi phí lắp đặt.

Áp dụng thực tế cho các công trình thép và bê tông cốt thép có nguy cơ chịu ảnh hưởng động đất cao tại các đô thị lớn. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- TCVN 9386 – 2012 Thiết kế công trình chịu của động đất.
- GS. TSKH Nguyễn Đông Anh (2015), Nghiên cứu thiết kế chế

- 3.TS. Phạm Đình Ba, TS Nguyễn Tài Trung (2005), Động lực học công trình, Nhà xuất bản xây dựng.
- 4.Nguyễn Thanh Bình, Nguyễn Tương Lai, Vũ Ngọc Quang, Lê Anh Tuấn, Nguyễn Văn Tú (2009), Giáo trình tính toán kết cấu bằng phương pháp phần tử hữu hạn, Học viện Kỹ thuật quân sự.
- 5.Phan Văn Cúc, Nguyễn Lê Ninh (1994), Tính toán và cấu tạo kháng chấn công trình nhiều tầng.
- 6.PGS.TS Nguyễn Lê Ninh (2007), Động đất và thiết kế công trình chịu động đất, Nhà xuất bản xây dựng.
- 7.Jenn – Shin Hwang, “Seismic Design of Structures with Viscous Dampers”, International training programme for Seismic Design of Building Structures
- 8.Masahiko Higashino and Shin Okamoto, “Response Control and Seismic Isolation of Buildings”, 2006 Taylor & Francis
- 9.A.Gh. Pricopie, D. Cretu (2013), “Rehabilitation of existing structures by optimal placement of viscous dampers”, Life – Cycle Sustainability of Civil Infrastructure Systems – Strauss, ISBN 978-0-415-62126-7.