

TỔNG QUAN VỀ KỸ THUẬT KHÁNG CHẤN TRONG THIẾT KẾ VÀ THI CÔNG XÂY DỰNG NHÀ CAO TẦNG

● HOÀNG QUỐC THẮNG

TÓM TẮT:

Động đất là hiện tượng rung lắc của vỏ quả đất là nguyên nhân có thể dẫn đến sụp đổ công trình, đe dọa tính mạng và sức khỏe con người. Các trận động đất lớn trong lịch sử và gần đây là trận động đất ở Thổ Nhĩ Kỳ, Syria xảy ra hồi tháng 2/2023 cho thấy những nguy cơ và tác hại to lớn khi có động đất xảy ra. Để giảm thiểu tác động nguy hại của động đất, nhiều nghiên cứu khoa học về kháng chấn đã được đề xuất và áp dụng như các biện pháp cách chấn, giảm chấn, sử dụng vật liệu - kết cấu hấp thụ, tiêu tán năng lượng. Bài báo này giới thiệu tổng quan các kết quả nghiên cứu về kháng chấn, ứng dụng của nó trong thiết kế xây dựng, đặc biệt là xây dựng nhà cao tầng.

Từ khóa: thiết bị kháng chấn, thiết bị giảm chấn, giảm dao động, nhà cao tầng, giảm chấn thủy lực TLD, giảm chấn khối lượng TMD.

1. Đặt vấn đề

Động đất là hiện tượng lớp vỏ trái đất bị rung lắc mạnh do các hoạt động kiến tạo của quả đất, hay các hoạt động do con người gây ra (như xây dựng hồ chứa, các vụ nổ thử nghiệm trong lòng đất). Những rung chấn này là một trong những nguyên nhân gây ra sụp đổ công trình, làm thiệt hại tài sản và tính mạng con người. Vì vậy, đã có rất nhiều các công trình nghiên cứu tập trung vào việc làm giảm tác động của rung chấn do động đất gây ra.

Các nghiên cứu đã chỉ ra nhiều phương pháp khác nhau có thể áp dụng để giảm tác động của động đất lên công trình. Theo nguyên lý cấu tạo và khả năng loại trừ ảnh hưởng của động đất người ta có thể chia thành 3 nhóm giải pháp chính, đó là phương pháp cách chấn (mục 2.1), phương pháp

giảm chấn (mục 2.2) và phương pháp sử dụng dạng kết cấu, vật liệu hấp thụ năng lượng (mục 2.3).

Bài báo này giới thiệu khái quát về các phương pháp kháng chấn với mong muốn cung cấp cho các kỹ sư một cái nhìn tổng quan về nguyên lý hoạt động, ưu nhược điểm của mỗi phương pháp. Qua đó giúp các kỹ sư có thể lựa chọn một giải pháp kỹ thuật, công nghệ phù hợp trong quá trình thiết kế, xây dựng các công trình đảm bảo an toàn và hiệu quả.

2. Các phương pháp kháng chấn trong xây dựng nhà cao tầng

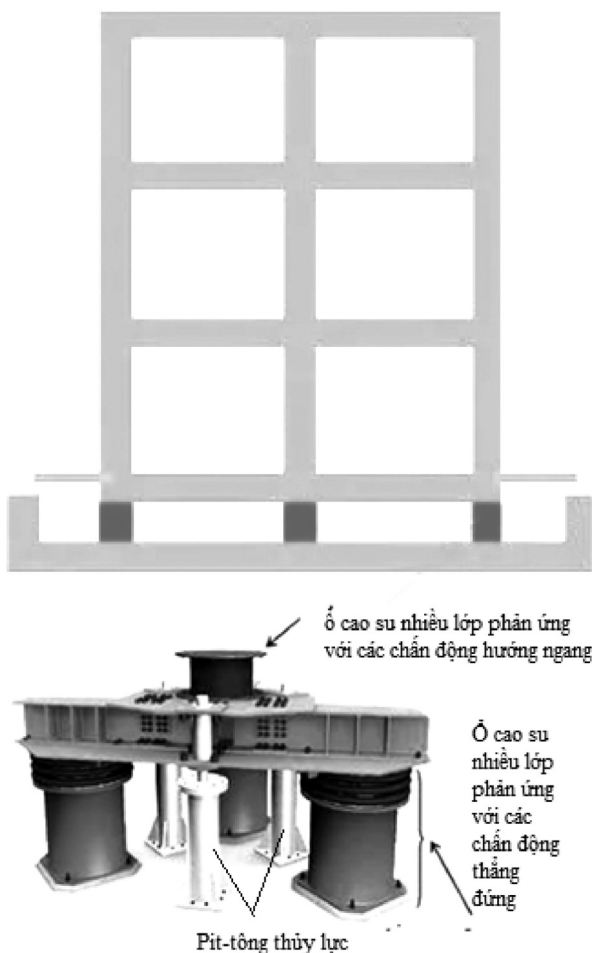
Dựa theo nguyên lý tiêu tán năng lượng, người ta có thể tạm chia thành 3 phương pháp kháng chấn, đó là: cách chấn, giảm chấn và kháng chấn bằng cách sử dụng vật liệu, kết cấu hấp thụ năng lượng.

Theo cách thức hoạt động, người ta có kiểu kháng chấn chủ động, kháng chấn bị động với hình thức có điều khiển và không điều khiển.

Dưới đây, trình bày các phương pháp kháng chấn dựa theo nguyên lý tiêu tán năng lượng.

2.1. Phương pháp cách chấn (Seismic isolated structures)

Hình 1: Sơ đồ lắp đặt và cấu tạo gối cách chấn (seismic isolated structures)(7)



Theo phương pháp cách chấn, các gối cách chấn (isolated structures) được lắp đặt bên dưới tòa nhà và tách kết cấu phần thân của tòa nhà ra khỏi bộ phận móng và nền. Do đó, chuyển động của đất nền chỉ truyền qua phần móng, không truyền qua phần thân, nên làm giảm đáng kể sự rung chuyển của tòa nhà.

Phương pháp cách chấn trở nên khả thi, thông qua sự phát triển của gối đỡ có kết cấu đặc biệt

gồm nhiều lá cao su ghép với nhiều lá thép mỏng và bao quanh bằng một lõi bằng chì đặt ở giữa trục gối. Cấu tạo này cho phép giảm đáng kể truyền chấn động từ đất nền tới kết cấu phần thân theo các phương ngang và phương thẳng đứng (Hình 1) nhằm tiêu tán năng lượng do động đất gây ra.

Nói chung phương pháp cách chấn này được xem như có hiệu quả cách chấn tốt. Tuy nhiên, việc bảo trì, bảo dưỡng, có thể gặp khó khăn và chi phí khá cao.

2.2. Phương pháp giảm chấn (tuned dampers)

Trong phương pháp giảm chấn, những thiết bị giảm chấn được sử dụng để giảm thiểu rung động cho các kết cấu công trình. Chúng hoạt động bằng cách hấp thụ và tiêu tán năng lượng của các rung động, do đó làm giảm biên độ của dao động của kết cấu. Các thiết bị giảm chấn thường được gắn trên các tòa nhà và các kết cấu khác để bảo vệ chống lại hoạt động địa chấn, dao động do gió và các nguồn rung động khác.

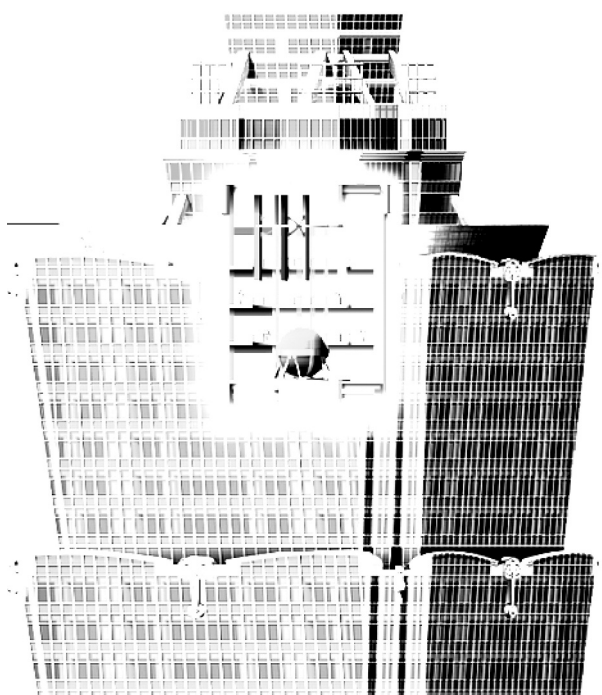
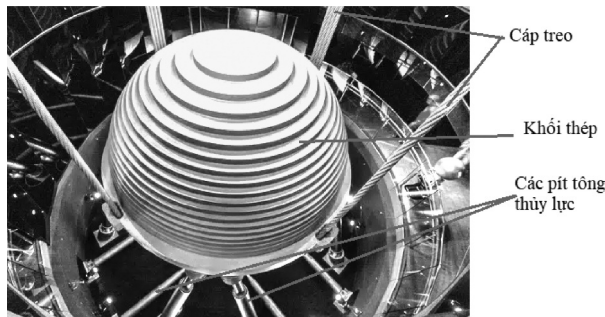
Thiết bị giảm chấn loại này gồm 2 loại, thường được đề cập là loại thiết bị giảm chấn khối lượng (Tuned Mass Dampers- TMD) và thiết bị giảm chấn chất lỏng (Tuned Liquid Damper- TLD).

Thiết bị giảm chấn khối lượng TMD có cấu tạo là một con lắc được gắn trên tòa nhà bằng các sợi cáp treo và các pit-tông (Hình 2). Nguyên lý làm việc của kết cấu này là khi kết cấu chính của công trình bị dao động nó sẽ truyền lực kích thích làm cho thiết bị TMD dao động theo hướng ngược lại kết quả tạo ra hiệu ứng tiêu tán năng lượng và giảm chấn động cho kết cấu cần bảo vệ.

Thiết bị giảm chấn chất lỏng TLD có cấu tạo là các bể chứa chất lỏng đặt trên tầng mái hay các tầng kỹ thuật (Hình 2). Nguyên lý làm việc của kết cấu này là, khi kết cấu chính của công trình bị dao động nó sẽ truyền lực kích thích sự hoạt động thiết bị TLD, thông qua chuyển động văng té của chất lỏng (ngược chiều với chiều chuyển động của kết cấu), kết quả tạo ra hiệu ứng tiêu tán năng lượng dao động và giảm chấn cho kết cấu công trình cần bảo vệ.

Nhìn chung, các kết cấu giảm chấn TMD và TLD có cấu tạo đơn giản, dễ bảo trì và chi phí thấp hơn so với phương pháp sử dụng gối cách ly.

Hình 2: Thiết bị giảm chấn khối lượng TMD (Tòa tháp Taipei 101- Đài Loan)(7)



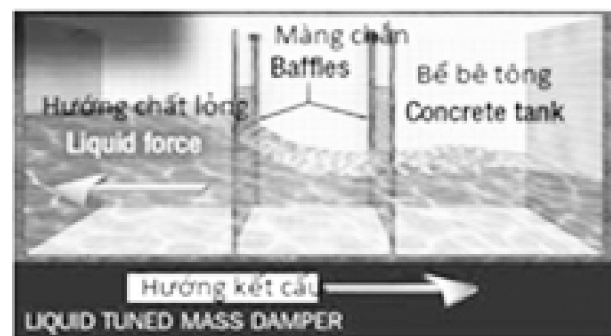
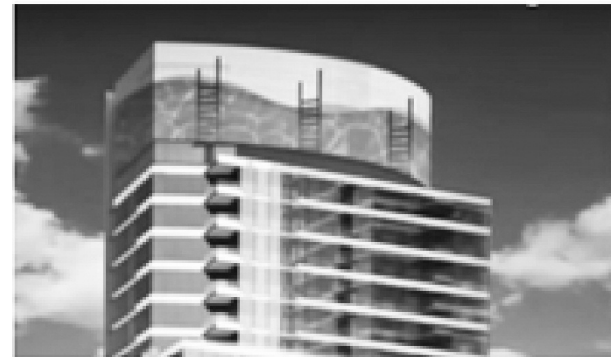
Tuy nhiên, nó cũng đòi hỏi không gian lớn để chứa kết cấu này và khối lượng của thiết bị giảm chấn loại này cũng làm tăng khối lượng tổng thể kết cấu công trình. (Hình 3)

2.3. Sử dụng các kết cấu, vật liệu hấp thụ năng lượng

Theo quan niệm thiết kế kháng chấn này, người ta quan tâm đến khả năng hình thành các “khớp dẻo” ở một số vị trí của kết cấu chịu lực. Các khớp dẻo hay biến dạng dẻo này không những làm tăng chu kỳ dao động riêng của công trình mà còn hấp thụ và phân tán phần lớn năng lượng động đất vào kết cấu. (Hình 4)

Việc chọn vật liệu, hình dáng và cấu tạo có độ cứng thích hợp nhằm giúp công trình có sự cân bằng

Hình 3: Thiết bị giảm chấn chất lỏng TLD (One Rincon Hill Tower- Mỹ)(7)



hài hòa về mặt động lực học. Bởi tác dụng rung lắc của động đất làm phát sinh chuyển vị và gia tốc trong công trình. Nếu công trình có độ cứng quá lớn thì gia tốc sinh ra sẽ lớn. Ngược lại, nếu công trình quá mềm thì chuyển vị tương đối giữa các tầng quá lớn, gây biến dạng đáng kể cho cả công trình, làm hư hại các nút liên kết của khung chịu lực và gây ảnh hưởng đến tâm lý của người sinh sống và làm việc trong tòa nhà. Hình 5 là hình ảnh tiêu biểu của kết cấu tòa nhà hiện đại, có cấu trúc lưới đang được sử dụng phổ biến. Cấu trúc lưới không chỉ tăng tính thẩm mỹ, tính độc đáo cho công trình, nó còn giúp các tòa nhà đứng vững khi có động đất xảy ra.

3. Kết luận và khuyến nghị

Mục tiêu cơ bản của việc thiết kế kháng chấn là bảo vệ tính mạng con người và của cải vật chất xã hội. Về nguyên tắc, các công trình xây dựng có thể bị ảnh hưởng ở các mức độ khác nhau, nhưng quan trọng nhất là không được sụp đổ khi có động đất xảy ra.

Cần nhắc lại rằng, “do bản chất ngẫu nhiên của hiện tượng động đất nên mức độ bảo vệ đối với các loại công trình khác nhau chỉ có thể đánh giá thông

Hình 4: Dạng kết cấu gỗ đặc biệt có tác dụng hấp thụ năng lượng động đất (7)



qua khái niệm xác suất (một bài toán phân bổ tối ưu các nguồn tài nguyên). Do vậy, có thể thay đổi tùy theo tầm quan trọng tương đối của nguy cơ động đất so với các nguy cơ do các nguyên nhân khác, cũng như tùy theo điều kiện kinh tế nói chung” [1].

Mỗi công nghệ, kỹ thuật kháng chấn đều có những ưu, nhược điểm liên quan đến các vấn đề về mức độ phức tạp trong gia công, chế tạo, lắp đặt, bảo trì, kể cả mức kinh phí đầu tư để xây dựng dự án công trình.

Mặc dù các công nghệ kháng chấn vẫn còn

Hình 5: Cấu trúc dạng lưới có tác dụng hấp thụ năng lượng động đất (7)



nhiều vấn đề cần phải giải quyết nhưng thiết bị kháng chấn cần phải được coi là một bộ phận quan trọng và nội dung thiết kế kháng chấn phải được coi là một nội dung cần xem xét, lựa chọn, khi thiết kế và xây dựng công trình.

Cùng với những tiến bộ của các ngành sản xuất vật liệu, công nghiệp chế tạo thiết bị, sự phát triển của khoa học máy tính và các phần mềm tính toán, đặt ra các nhu cầu cấp thiết đối với kỹ sư thiết kế trong việc cập nhật và áp dụng các kỹ thuật kháng chấn trong thiết kế xây dựng công trình, đặc biệt là xây dựng nhà cao tầng ■

TÀI LIỆU THAM KHẢO:

1. Tiêu chuẩn Việt Nam 9386-2012 (2012), “*Thiết kế công trình chịu động đất*”, Tiêu chuẩn Quốc gia.
2. Professor Nikhil Sontakke, (2019), “*Earthquake Resistant Buildings Techniques*”, ISSN:-2456-2165, Vol. 4, Issue 3, Pages 441-443, 2019.
3. Thakur V.M. and Pachpor (2012), “*Seismic Analysis of Multi-storey Building with TMD (Tuned Mass Damper)*”, *International Journal of Engineering Research and Applications*, Vol. 2, Issue 1, Pages 319-326.

4. Liya Mathew, C. Prabha (2014), "Effect Of Fluid Viscous Dampers In Multi-storey Buildings", *IMPACT: International Journal of Research in Engineering & Technology*, Vol. 2, Issue 9.
5. A.K. Sinha, Sharad Singh (2017), "Structural Response Control Of RCC moment Resisting Frame Using Fluid viscous Dampers", *International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET)* Volume 8, Issue 1.
- 6]Roshni. V. Kartha (2015), "Tuned Liquid Damper to Control Earthquake Response in a Multi-Storied Building Frame", ISSN: 2248-9622, Vol. 5, Issue 8, (Part - 4), 49-56.

Ngày nhận bài: 25/2/2023

Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 15/3/2023

Ngày chấp nhận đăng: 3/4/2023

Thông tin tác giả:

ThS. HOÀNG QUỐC THẮNG

Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội

AN OVERVIEW ON SEISMIC RESISTANT TECHNIQUES IN THE DESIGN AND CONSTRUCTION OF HIGH-RISE BUILDINGS

● Master. **HOANG QUOC THANG**
Hanoi Architectural University

ABSTRACT:

Earthquake is a phenomenon of shaking the Earth's crust that can cause the collapse of structures, threaten human life and health. Major earthquakes in history, and the earthquakes in Turkey, and Syria in February 2023 have shown the significant risks and severe impacts of earthquakes.

To minimize the harmful effects of earthquakes, many scientific studies on seismic resistance have been proposed and applied, such as the use of seismic-isolated devices and vibration reduction devices, and the use of materials-structures that absorb and dissipate energy.

This paper provides an overview on research results about seismic resistance, and its application in designing, and constructing high-rise buildings.

Keywords: seismic-resistant devices, damping devices, seismic dampers, high-rise buildings, tuned liquid dampers (TLD), tuned mass dampers (TMD).