

TÓM TẮT NHỮNG ĐÓNG GÓP MỚI CỦA LUẬN ÁN

Họ & tên NCS : BÙI PHẠM ĐỨC TUỜNG MSNCS: 13252010103

Thuộc chuyên ngành : Cơ kỹ thuật Khoá: 2013

Tên luận án : Ứng dụng bể chứa chất lỏng có thành mỏng trong việc
kháng chấn và điều khiển dao động công trình

Người hướng dẫn chính : TS. Phan Đức Huỳnh

Người hướng dẫn phụ : PGS. TS. Lương Văn Hải

Tóm tắt những đóng góp mới về lý luận và học thuật của luận án:

Luận Án phân tích các thông số đặc trưng quan trọng nhất của thiết bị giảm chấn dạng chất lỏng – Tuned Liquid Damper (TLD) nhằm mục đích khảo sát một cách tổng quát và các công thức liên hệ giữa các thông số đặc trưng với nhau. Phương pháp giải tích được sử dụng để tính toán các đặc trưng riêng sau đó so sánh với phương pháp phần tử hữu hạn để đánh giá mức độ chính xác trong việc phân tích các thông số thiết bị bằng nhiều phương pháp khác nhau. Bên cạnh đó, thí nghiệm bể chứa chịu tải trọng động trên bàn lắc được tiến hành lại và đối chiếu kiểm tra với kết quả tính bên trên.

Hệ thiết bị giảm chấn chất lỏng đa tần (Multi Tuned Liquid Damper – MTLTD) được xem xét tương tự như hệ thiết bị giảm chấn khối lượng đa tần MTMD do nguyên lý hoạt động của hai thiết bị là tương tự nhau. Phương pháp phần tử hữu hạn với việc lập trình bằng phần mềm Matlab được áp dụng để đánh giá hiệu quả kháng chấn của hệ kết cấu nhiều bậc tự do MDOF có sử dụng thiết bị MTMD. Việc quy đổi này nhằm mục đích đơn giản hóa việc tính toán, phân tích dễ dàng khả năng giảm chấn của MTLTD cũng như sự phù hợp của thiết bị đối với công trình cần điều khiển dao động từ đây sẽ nhanh chóng có được sự lựa chọn ban đầu về các thông số thiết bị MTLTD. Phương pháp quy đổi của Fujino 1995 và Novo 2013 cho MTLTD tương đương MTMD được áp dụng tính toán và mô phỏng trên phần mềm SAP2000. Sau đó thiết bị được tối ưu hoá bằng cách điều chỉnh các thông số đặc trưng riêng ảnh hưởng đến khả năng giảm chấn cho kết cấu như tần số dao động cơ bản của các bể đơn STLD, tỷ số khối lượng giữa MTLTD và kết cấu cần điều khiển, tỷ lệ

tần số của thiết bị và kết cấu, số lượng bể chứa tối ưu, dải băng tần hoạt động hiệu quả của MTLĐ. Kết quả tính toán của SAP2000 được đối chiếu với số liệu đo đạc từ thí nghiệm trên bàn lắc cho thấy mô phỏng – thí nghiệm là tương đương nhau, chứng tỏ phương pháp quy đổi là chuẩn xác và có thể ứng dụng trong thực tế thiết kế.

Các tiêu chuẩn phổ biến hiện hành (ACI, EC8, IS) được dùng để tính các thông số đặc trưng của bể chứa thành mềm cũng như phân tích áp lực sóng lên thành bể mềm khi bể chịu động đất, đặc biệt nhấn mạnh tầm quan trọng của sự tương tác chất lỏng – thành bể (Fluid Structure Interaction – FSI). Bên cạnh đó, phương pháp giải tích cũng như phần tử hữu hạn được thiết lập để chỉ ra sự khác nhau giữa thành bể mềm và thành bể tuyệt đối cứng, sự khác nhau này được biểu diễn bởi ma trận trường cặp đôi ở biên tương tác hai miền rắn – lỏng. Ngoài ra phương pháp phần tử hữu hạn còn phân tích các đặc trưng khác của bể chứa khi có xét FSI. Ví dụ số được áp dụng và giải quyết bởi phần mềm Ansys 18.2. Kết quả được đối chiếu với các nghiên cứu đi trước, từ đó chỉ ra một số thiếu sót trong các Tiêu Chuẩn trên thế giới cũng như tại Việt Nam. Điều này giúp khuyến cáo kỹ sư trong việc thiết kế bể chứa chất lỏng nói chung và bể nước có vai trò như thiết bị giảm chấn bằng chất lỏng nói riêng.

Đóng góp mới trong Luận án này là sự phân tích hiệu quả giảm chấn của kết cấu 3D khi sử dụng hệ bể chứa đa tần MTLĐ có xét tương tác đa trường kết cấu – thành bể mềm – chất lỏng mà trước đây các nghiên cứu thường bỏ qua do sự phức tạp trong việc giải quyết bài toán phân tích điều kiện biên. Hoặc nếu có xét chỉ là bài toán một chiều, thành bể mềm bị biến dạng. Hệ kết cấu và chất lỏng được giải trong hai miền riêng biệt là (1) miền rắn (kết cấu khung và thành bể) và (2) miền chất lỏng có kể đến sự tương tác 2 chiều của chất lỏng – thành bể. Sau đó (1) và (2) kết hợp để tính toán các ẩn số như chuyển vị sóng và áp lực nút trong mô hình tương tác đa trường kết cấu – bể chứa – chất lỏng. Ngoài ra hệ kết cấu còn được chế tạo và thí nghiệm chịu tải trọng động trên bàn lắc để đối chiếu với kết quả mô phỏng.

Bản lắc được tác giả tự chế tạo tại Phòng Thí Nghiệm Động Đất – Khoa Xây Dựng của Trường Đại Học Sư Phạm Kỹ Thuật Tp.HCM phục vụ cho việc mô phỏng chuyển vị

nền, kiểm tra sự làm việc của sóng chất lỏng bên trong bể, dao động của khung khi dao động tự do hoặc dưới tác dụng của tải dao động điều hoà lẫn động đất.

Tp. Hồ Chí Minh, ngày 16 tháng 08 năm 2019

Nghiên cứu sinh

(Ký và ghi rõ họ tên)

Bùi Phạm Đức Tường

Người hướng dẫn chính

(Ký và ghi rõ họ tên)

TS. Phan Đức Huỳnh

Người hướng dẫn phụ

(Ký và ghi rõ họ tên)

PGS. TS. Lương Văn Hải

SUMMARY OF CONTRIBUTIONS OF THE DISSERTATION

PhD candidate : BÙI PHẠM ĐỨC TUỜNG Fellows code: 13252010103
Major : Engineering Mechanics Major code: 2013
Dissertation title : Application of water tanks in vibration control of structures considering flexible tank wall.
Supervisor one : PhD. Phan Đức Huynh
Supervisor two : Assoc. Prof. PhD. Lương Văn Hải

Summary of theoretical and academic contribution of the dissertation:

The thesis analyzed the most important characteristics of the water tank which has played the role as a Tuned Liquid Damper – TLD to investigate generality liquid sloshing and the relative of the properties in the tank. An analytical method is used to compare with the result of the Finite Element Method. After that, it is verified by experimental results with a tank on the shaking table. Some important properties of the TLD are discussed on the basis of these results.

The TLD is the same as the TMD with respect to its basic mechanism. Because of this reason, Multi Tuned Liquid Damper MTLTLD can be analyzed by using Multi Tuned Mass Damper MTMD analogy. This equivalent model MTMD is carried on to verify the effects of MTLTLD and the ability of the device for structure needed control vibration. Then, the device is optimized through several parameters such as natural frequency, numbers of the water tank as MTLTLD, the ratio of mass (liquid on structure), the frequency range of MTLTLD. The finite element method for the structure has multi degree of freedom MDOF using MTMD is coded in Matlab to evaluate the vibration reducing. Besides that, the exchanging technique model between TLD and TMD of Novo 2013 is simulated in SAP2000, the result showed good agreements with an experiment on the shaking table.

Fluid – Structure Interaction (FSI) is considered in calculated the natural frequency of TLD, the pressure of liquid sloshing on the flexible wall when a tank is designed to suppress the earthquake by the popular design code such as American Concrete Institute – ACI350.3, Eurocode 8 or Indian Standard – IS 1893:2002. Besides that, Ansys 18.2 is used to verify the results when compared with past research. It showed some missing in the

design code. This helps structure engineer could design the flexible liquid tank in general also TLD in particular.

The distribution of the thesis is analyzing full 3D MTLTLD-structure system considering fluid – structure interaction subjected to sinusoidal excitation and seismic events have been investigated. In the past, the FSI condition is often ignored because of the difficulties at the boundary's interface. Recently, there are just a few research in TLD considered FSI, but it is only one-way FSI while in two-way FSI not only the frequency of liquid sloshing but also the liquid pressure are different so much. The top displacement of the structure with and without MTLTLD from Ansys software showed a good agreement with experiment.

The shaking table is designed and created totally at the Faculty of Civil Engineering of HCM University of Technology and Education for researching purpose. It can create the base displacement as harmonic loading or seismic to investigate the top displacement of the structure when used the water tanks as multi the tuned liquid damper.

Supervisor

(Sign and name)

PhD. Phan Đức Huỳnh

HCMC, 16/08/2019

PhD candidate

(Sign and name)

Bùi Phạm Đức Tường