**THÔNG TIN VỀ KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU**

Tên luận án: ỨNG DỤNG BỂ CHỨA CHẤT LỎNG CÓ THÀNH MỎNG TRONG VIỆC KHÁNG CHẤN VÀ ĐIỀU KHIỂN DAO ĐỘNG CÔNG TRÌNH

Chuyên ngành: Cơ kỹ thuật Mã số: 9520101

Họ tên nghiên cứu sinh: Bùi Phạm Đức Tường

Người hướng dẫn khoa học 1: TS Phan Đức Huynh

Người hướng dẫn khoa học 2: PGS.TS Lương Văn Hải

Cơ sở đào tạo: Khoa Xây dựng, Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Tp. HCM

1. **Tóm tắt luận án**

Bể nước mái đóng vai trò như thiết bị giảm chấn chất lỏng-Tuned Liquid Damper (TLD) được nghiên cứu và ứng dụng thực tiễn khá nhiều trong các thập niên gần đây, vì thiết bị có những ưu điểm như dễ chế tạo, dễ lắp đặt, giá thành rẻ, không cần bảo trì nhiều, tốn ít không gian và ứng dụng được cho hầu hết các loại công trình với quy mô khác nhau kể cả đối với các công trình đã được đưa vào sử dụng nhưng chưa trang bị TLD. Đây là thiết bị dạng bị động hoạt động dựa trên nguyên tắc điều chỉnh chất lỏng trong bể chứa để chịu dao động của kết cấu. Thiết bị có nhiều đặc điểm phù hợp với khả năng ứng dụng tại Việt Nam.

Trước đây các TLD thường được giả thiết là tuyệt đối cứng do thể tích nước đủ nhỏ, ngày nay các TLD ngày càng lớn nên giả thiết này cần phải xem xét lại nhằm tránh xảy ra hư hỏng hoặc thiết bị không hoạt động như thiết kế. Để phân tích ảnh hưởng của vấn đề thành bể mềm cũng như sự tương tác giữa sóng chất lỏng-kết cấu (Fluid Structure Interaction-FSI), phương pháp số được thiết lập cho cả hai miền rắn-lỏng. Luận Án chỉ ra mối quan hệ giữa độ dày thành bể với tần số riêng bể chứa, sau đó thực hiện phân tích các đặc trưng riêng và đáp ứng dao động của sóng chất lỏng. Ngoài ra, một phương pháp số mới được đề xuất gần đây Finite Volume Method/Finite Element Method-FVM/FEM được sử dụng để giải phương trình điều kiện biên tại mặt tương tác. Kết quả phân tích được đối chiếu với các Tiêu Chuẩn Xây Dựng phổ biến trên thế giới và các nghiên cứu đã thực hiện bởi các tác giả khác.

Thiết bị giảm chấn chất lỏng đa tần số (Multi-TLD) được chứng tỏ là có hiệu quả hơn thiết bị đơn tần số 1-TLD. Luận án đề xuất quy trình thiết kế MTLD gồm hai bước: (1) thiết kế MTLD bằng phương pháp khối lượng thu gọn, (2) kiểm tra sự làm việc của hệ kết cấu-MTLD bằng FVM/FEM. FVM/FEM có ưu điểm giúp phân tích đáp ứng dao động của hệ kết cấu chuẩn xác hơn vì có xét FSI nhưng nhược điểm là tốn nhiều tài nguyên tính toán, nên cần phương pháp khối lượng thu gọn thiết kế cơ sở trước. Việc phân tích TLD với thành bể mềm có xét FSI là một trong những điểm mới của luận án. Khi thành bể đủ mềm sẽ làm thay đổi tần số tự nhiên của bể chứa cũng như áp suất động của sóng chất lỏng tác dụng lên thành bể. Trong khi đó, thiết bị này hoạt động dựa vào tần số nên nếu tần số thay đổi sẽ dẫn đến thiết bị mất hiệu quả, ngoài ra trong thực tế áp lực động của sóng có thể gây phá hoại thành bể do quá trình thiết kế thường giả thiết bể chứa tuyệt đối cứng và bỏ qua FSI.

Thí nghiệm trên bàn lắc được tiến hành với khung chịu tải trọng động được điều khiển bởi TLD/MTLD, kết quả được so sánh với phương pháp số cho thấy hiệu quả giảm chấn của TLD/MTLD và tính hợp lý của quy trình thiết kế được đề xuất bên trên.

1. **Những đóng góp mới của đề tài**

Đề xuất quy trình hai bước thiết kế-kiểm tra cho TLD/MTLD nhằm tiết kiệm thời gian trong việc phân tích mô phỏng khung chịu tải trọng động.

Thiết lập công thức để phân biệt bể là tuyệt đối cứng hay bể có thành mềm thông qua hệ số tương quan. Hệ số này giúp các kỹ sư lưu ý khi thiết kế bể chứa chất lỏng chịu tải trọng động nói chung và bể chứa chất lỏng đóng vai trò như thiết bị giảm chấn TLD/MTLD nói riêng

Chế tạo thành công được bàn lắc phục vụ cho luận án tại Khoa Xây Dựng, Trường Đại Học Sư Phạm Kỹ Thuật Tp.HCM trong thí nghiệm kiểm tra khả năng giảm chấn của TLD/MTLD được tiến hành trên bàn lắc.

**INFORMATION ON RESEARCH RESULTS**

Dissertation title: APPLICATION OF WATER TANK CONSIDERING FLEXIBLE TANK WALL IN VIBRATION CONTROL OF STRUCTURES.

Major: Engineering Mechanics Major code: 9520101

PhD candidate: Bui Pham Duc Tuong

The first supervisor: PhD. Phan Đức Huynh

The second supervisor: Assoc. Prof. PhD. Lương Văn Hải

Training place: Falculty of Civil, HCMC University of Technology and Education

1. **Summary of the dissertation**

A tuned liquid damper (TLD) constitutes a tank filled with liquid that relies on the sloshing of that liquid to dissipate vibration energy. This device boasts many advantages, including its low cost, ease of installation and infrequent need for maintenance. TLDs can be applied to almost any structure, for example, high-rise buildings, towers, wind tourbine and chimneys, including an existing structure.

In previous research on TLDs, the effect of the liquid pressure acting on the tank walls was ignored by assuming rigid tank walls, thereby neglecting the fluid-structure interaction (FSI) phenomenon. However, this could lead to errors in designing TLDs and the failure of the water tanks serving as TLDs. In this study, the effect of FSI on the specific characteristics of the tank, as well as the effect on the dynamic response of fluid containers, are taken into account incorporating wall flexibility. For this purpose, a numerical method was developed to model the structure as well as the liquid and investigated the thickness of the tank wall to describe the relations of rigid and flexible tank. Besides that, the Finite Volume/Finite Element (FVM/FEM) method is proposed, by using finite volume and finite element approaches to represent fluid and solid domains, respectively. In this model, the fluid and solid domains are discretized independently and the interaction between the two domains are provided by the staggered iterations at the interface. The results from FVM/FEM are compared to the Design Code and previous study of another researcher.

The multiple TLD (MTLD), which consists of a number of TLD with natural frequencies distributed over certain range around the natural frequency of the structure is also investigated by simulation of the MTLD-structure interaction. MTLD is insensitive to the tuning condition. This dissertation focuses on proposing the solution and process of designing MTLD in practice with two steps: first, this damper is designed by lumped-mass method then second, it is checked by FVM/FEM. By this method, the response of liquid sloshing, as well as the structure, are more accurate because the FSI is considered. This phenomenon is important and could not be ignored by making assumption of a rigid tank wall. When a tank wall is thin enough, FSI phenomenon affects remarkably to the characteristic of the TLD. In this case, the damper is inactivated during the earthquake. This should be noticed in designing TLD.

The shaking table is designed and created at the Faculty of Civil Engineering of HCMC University of Technology and Education for researching purposes. It can create the base displacement as harmonic loading or ground motion to investigate the top displacement of the structure with and without MTLD. There is a fairly reasonable agreement between the FVM/FEM predictions and experimental results confirming the functionality of the FVM/FEM as a reliable tool in capturing the TLD-structure interaction.

1. **The contributions of the dissertation**

Propose a two-step design-test process to designing TLD / MTLD saved time in numerical analysis of the frame under dynamic load.

Establishing a formula to distinguish an absolute hard tank or a soft-walled tank through the correlation coefficient. This coefficient helps engineers to pay attention when designing liquid tanks under dynamic load in general and liquid storage tanks act as TLD/MTLD dampers in particular.

Successfully fabricated the shaking table for researching in the Ph.D. thesis at the Faculty of Civil Engineering, Ho Chi Minh City of University of Technology and Education to test the ability of TLD / MTLD in vibration control of the structure conducted on the shaking table.