## บทคัดย่อ

**สัญญาเลขที่:** PDF34/2541

**ชื่อโครงการ:** การแก้ไขปัญหาการสั่นสะเทือนของโครงสร้างด้วยมวลหน่วงที่เหมาะสมที่มีตัวหน่วงแบบของเหลว

**หน่วยงานของหัวหน้าโครงการ :** คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

**E-mail Address:** pnakhorn@engr.tu.ac.th

**ช่วงเวลาการดำเนินโครงการ :** 1 กรกฎาคม 2541-30 มิถุนายน 2543

**วัตถุประสงค์:** งานวิจัยนี้เป็นการนำเสนอตัวหน่วงแบบไม่เชิงเส้น สำหรับระบบควบคุมการสั่นสะเทือนด้วยมวลหน่วงแบบชุด ซึ่งคุณสมบัติไม่เชิงเส้นของตัวหน่วงมาจากแรกลากที่ด้านการเคลื่อนที่ของวัตถุลักษณะเป็นแผ่น ซึ่งเคลื่อนที่อยู่ในของเหลว

**วิธีการศึกษา:** การวิจัยเริ่มต้นจากการศึกษาคุณสมบัติของตัวหน่วงที่นำเสนอเพื่อทดสอบลักษณะของการหน่วงแบบไม่เชิงเส้น และค่าคงที่ของการหน่วง จากนั้นประยุกต์เข้ากับระบบมวลหน่วงชุด ทำการศึกษาประสิทธิภาพของมวลหน่วงชุดโดยวิธีทางตัวเลข และศึกษาคุณสมบัติของการเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพเมื่อมีความแปรปรวนในค่าที่ใช้ในแบบจำลองสำหรับการศึกษา จากนั้นทำการพัฒนาขั้นตอนการออกแบบระบบมวลหน่วงชุดที่เหมาะสมด้วยวิธีทางตัวเลข และในขั้นสุดท้ายเป็นการผลิตระบบมวลหน่วงชุดขึ้นเพื่อทำการติดตั้งและทดสอบประสิทธิภาพสำหรับการควบคุมการสั่นสะเทือนเนื่องจากคนเดินบนสะพานลอยคนข้าม

**ผลการศึกษา:** จากขั้นตอนการศึกษาด้วยวิธีทางตัวเลขพบว่าระบบมวลหน่วงชุดแบบไม่เชิงเส้นมีประสิทธิภาพในการลดการสั่นสะเทือนได้ใกล้กับระบบมวลหน่วงชุดแบบเชิงเส้น วิธีการออกแบบระบบมวลหน่วงชุดอย่างเหมาะสมด้วยวิธีทางตัวเลขที่พัฒนาขึ้น สามารถช่วยให้การคำนวณสามารถได้ผลอย่างรวดเร็ว และในขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพของระบบจริงพบว่า ค่าอัตราส่วนความหน่วงโดยเฉลี่ยของโครงสร้าง เพิ่มขึ้นจากค่าเดิม 0.005 เป็น 0.036 และค่าความเร่งสูงสุด เนื่องจากคนเดินข้ามลดลงจากก่อนการติดตั้ง 0.80-1.30 เมตร/วินาที$^2$ เป็นค่าเมื่อหลังติดตั้ง 0.27-0.40 เมตร/วินาที$^2$

**สรุปและวิจารณ์:** งานวิจัยนี้นำเสนอหลักการแก้ปัญหาการควบคุมการสั่นสะเทือนด้วยตัวหน่วงแบบใหม่ที่มีประสิทธิภาพและมีความเหมาะสมในด้านการปฏิบัติ และสามารถประยุกต์ใช้กับปัญหาทั่วไป ข้อดีของระบบที่นำเสนอนี้คือ ความไม่ซับซ้อนของระบบ การประหยัด การบำรุงรักษาได้ และระบบนี้สามารถทำงานได้ในสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปจากสภาพเริ่มต้น

**ข้อเสนอแนะ:** ระบบที่นำเสนอนี้น่าจะเป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับการแก้ปัญหาการสั่นสะเทือน การประยุกต์ระบบนี้กับปัญหาอื่นๆสามารถทำได้โดยสะดวกเพียงการออกแบบรูปทรงใหม่ให้เหมาะสม และทำการทดลองแบบง่ายเพื่อทดสอบคุณสมบัติของระบบ



**Keyword:** ระบบมวลหน่วงชุด ความหน่วงแบบไม่เชิงเส้น การหาค่าที่เหมาะสม การสั่นสะเทือนเนื่องจากมนุษย์ สะพานลอยคนข้าม

## Abstract

**Project Code:** PDF34/2541

**Project Title:** Suppression of Structural Vibration by the Optimal TMD with Liquid Damper

**Investigators:** Faculty of Engineering, Thammasat University

**E-mail Address:** pnakhorn@engr.tu.ac.th

**Project Period:** 1 July 1998 – 31 June 2000

**Objectives:** This research presents the nonlinear damper for the practical Multiple Tuned Mass Damper (MTMD) in which the nonlinear damping force is a drag force from liquid acting on an immersed section.

**Methodology:** The experiments were done in a simple laboratory set up to investigate nonlinear damping property of many kinds of liquid. Then it was applied into nonlinear MTMD system. The performance were numerically studied and compared to the linear MTMD system. The numerical optimization approach was developed for optimal design. Finally, the real application of this proposed nonlinear MTMD was installed on a pedestrian bridge in order to suppress the vertical vibration from human walking.

**Results:** From numerical simulations, it was found that the nonlinear MTMD can suppress structural vibration with the similar effectiveness and robustness as the linear MTMD. The developed optimization approach could search for the optimal parameter effectively. In the real MTMD installation, the results from both field measurement and numerical calculation agree quite well and clearly show the effectiveness on vibration reduction. After MTMD installation, the average damping ratio was increased from 0.005 to 0.036 and the range of the maximum acceleration of walking test was reduced from 0.80-1.30 $m/s^2$ to 0.27-0.40 $m/s^2$.

**Discussion Conclusion:** This research presents the new concept for the effective and practical MTMD system that can be applied in general structural control applications. The outstanding features of this system are simple, economical, maintainable and functionable under wide range of environmental conditions.

**Suggestions/ Further Implication/ Implementation:** The proposed damper may give promising solution for the application on vibration control purposes. Any other modification for specific problem can be practically done by requiring only new assembly design and simple tests.



**Keywords:** Multiple Tuned Mass Damper, nonlinear damping, optimization, man-induced vibration, pedestrian bridge