

ปริญญานิพนธ์เรื่อง	การวิเคราะห์พฤติกรรมขององค์เจดีย์วัดโลกโมฬีในการรับแรงแผ่นดินไหวและแรงลม โดยโปรแกรมไฟไนต์อิลิเมนต์
ชื่อนักศึกษา	นายธนากร สระยอง นางสาวสิริธร สุภาวงศ์
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ดร.บุปผเวช พันธุ์ศรี
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมโยธา
ปีการศึกษา	2562

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาพฤติกรรมโครงสร้างขององค์เจดีย์วัดโลกโมฬีในการรับแรงแผ่นดินไหวและแรงลม และหาค่าคุณสมบัติทางพลศาสตร์เบื้องต้นขององค์เจดีย์ โดยวิเคราะห์แบบจำลองโครงสร้างในรูปแบบของแบบจำลองแบบเปลือกบางและแบบก่อบีบตัน ใช้วิธีไฟไนต์อิลิเมนต์ในการวิเคราะห์การเคลื่อนตัวขององค์เจดีย์ และหาค่าหน่วยแรงหลัก รวมไปถึงแนวทางการซ่อมแซมและป้องกันองค์เจดีย์เมื่อได้รับความเสียหายได้อย่างเหมาะสม

การวิเคราะห์แบบจำลององค์เจดีย์วัดโลกโมฬีในรูปแบบเปลือกบางและแบบก่อบีบตัน ใช้วิธีมอดูโลโบรอนในการกำหนดคุณสมบัติของวัสดุ ในแบบจำลองใช้ฐานรองรับแบบยึดแน่น โดยมีการทดสอบเพื่อหาค่าคุณสมบัติพื้นฐานของอิฐมอดูโลโบรอนตาม มอก. 77-2545 ผลการทดสอบกำลังรับแรงดัดของอิฐได้ค่ากำลังรับแรงดัดเฉลี่ย เท่ากับ 1.46 kg/cm^2 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของอิฐได้ค่ากำลังรับแรงอัดเฉลี่ย เท่ากับ 131.58 kg/cm^2 ผลการทดสอบโมดูลัสแตกร้าว เท่ากับ 1.14 kg/cm^2 ค่าโมดูลัสยืดหยุ่นเท่ากับ $10,197 \text{ kg/cm}^2$ และการทดสอบการดูดกลืนน้ำของอิฐได้ค่าการดูดซึมเฉลี่ย เท่ากับ 18.41% โดยจะได้นำผลของคุณสมบัติของวัสดุมาใช้ในการสร้างแบบจำลอง สำหรับแรงกระทำต่อโครงสร้างองค์เจดีย์ได้ใช้แรงแผ่นดินไหวตาม มยผ.1301/1302-61 ร่วมกับค่าอัตราเร่งสูงสุดของพื้นดินในประเทศไทย และใช้แรงลมตาม มยผ.1311-50

ผลการวิเคราะห์ค่าหน่วยแรงหลักขององค์เจดีย์ในแบบจำลองแบบก่อบีบตัน พบว่าค่าหน่วยแรงดึงสูงสุดเกิดในกรณีรับแรงจากน้ำหนักของโครงสร้างร่วมกับแรงแผ่นดินไหว เท่ากับ 129.18 kg/cm^2 ที่บริเวณแกนกลางของฐานสี่เหลี่ยมหรือฐานบัวลูกแก้ว และค่าหน่วยแรงอัดสูงสุดเกิดในกรณีรับแรงจากน้ำหนักของโครงสร้างร่วมกับแรงแผ่นดินไหว เท่ากับ 38.39 kg/cm^2 บริเวณผิวด้านนอกของกรอบซุ้มชั้นล่าง และผลการวิเคราะห์ค่าหน่วยแรงหลักขององค์เจดีย์ในแบบจำลองแบบผนังบาง พบว่าค่าหน่วยแรงดึงและหน่วยแรงอัดจะเกิดสูงสุดในกรณีรับแรงจากน้ำหนักของ

โครงสร้างร่วมกับแรงแผ่นดินไหว โดยค่าหน่วยแรงดึงสูงสุด เท่ากับ 459.23 kg/cm^2 บริเวณ เหลี่ยมของส่วนล่างของกรอบซุ้มชั้นล่าง และค่าหน่วยแรงอัดสูงสุด เท่ากับ 790.12 kg/cm^2 บริเวณ ผิวตรงมุมชั้นล่างสุดของฐานปัทม์

จากผลการวิเคราะห์พบว่าส่วนใหญ่ค่าหน่วยแรงหลักมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ของอิฐมวลเบาโบราณ ที่ได้จากการทดสอบ แสดงได้ว่าแบบจำลองโครงสร้างองค์เจดีย์จะเกิดความเสียหายขึ้นเมื่อได้รับ แรงแผ่นดินไหวและแรงลม ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงหาแนวทางในการเสริมกำลังให้แก่องค์เจดีย์ โดยเลือกวิธี สร้างคานคอนกรีตรักรอบบริเวณชั้นที่เกิดหน่วยแรงสูงสุด เพื่อเพิ่มความสามารถในการรับแรงอัดและ แรงดึงของแบบจำลอง โดยหลังจากการเสริมแบบจำลองด้วยคานคอนกรีต พบว่า แบบจำลองแบบทึบตัน เกิดหน่วยแรงอัดสูงสุด เท่ากับ 9.09 kg/cm^2 ลดลงจากเดิม 76.30% ค่าหน่วยแรงดึงสูงสุด เท่ากับ 96.62 kg/cm^2 ลดลงจากเดิม 25.20% และแบบจำลองแบบผนังบาง เกิดหน่วยแรงอัดสูงสุด เท่ากับ 405.93 kg/cm^2 ลดลงจากเดิม 48.62% ค่าหน่วยแรงดึงสูงสุด เท่ากับ 247.80 kg/cm^2 ลดลง จากเดิม 46.03% โดยแบบจำลองทั้งสองรูปแบบจะเกิดค่าหน่วยแรงสูงสุดในบริเวณที่ใกล้ชิดกับ คอนกรีตหรือสูงสุดที่แกนกลางของโครงสร้าง

คำสำคัญ : องค์เจดีย์, วัดโลกโมฬี, แรงแผ่นดินไหว, แรงลม, SAP2000, แบบผนังบาง, แบบทึบตัน

Project Title	Analysis of behavior of Lok Mo Lee Pagoda subjected the seismic force and the wind load by finite element program
Students	Mr. Thanakon Sarayong Miss Sireethorn Suphawong
Project Advisor	Dr. Bupavech Phansri
Curriculum	Engineering
Major Field	Civil Engineering
Academic Year	2019

ABSTRACT

This research was conducted to study the behavior of Wat Lok Mo Lee pagoda subjected the earthquake and wind load and to estimate the dynamics properties of the pagoda also. The structural models were form into the shell and the solid models. The finite element method was used to analyze the displacement of the pagoda and the principal stress. Moreover, the guidelines to repair the damaged pagoda was study as well.

Wat Lok Mo Lee pagoda model was form in the shell and the solid forms. The fixed support at base and the properties of ancient brick were used in these models. The basic properties of ancient brick were tested according to TIS. 77-2545. The result of the test for the bending strength of bricks was 1.46 kg/cm^2 . The compressive strength of the brick was 131.58 kg/cm^2 . The result of the rupture modulus was 1.14 kg/cm^2 . The elastic modulus was equal to $10,197 \text{ kg/cm}^2$. The water absorption was 18.41%. The results of the material properties would be used in the model. For the force acting on the pagoda structure, we used the seismic fore according to DPT. 1301/1302-61 include the peak ground acceleration map in Thailand and the wind load according to DPT. 1311-50.

For the result of solid model, the maximum principal tensile stress was 129.12 kg/cm^2 occur at the center of the square base in case of the total weight and seismic force combination. The maximum compressive strength was 38.39 kg/cm^2 appear at the outer surface of the lower arch. For the shell model, the maximum tensile and

maximum compressive stress were found in the case of the combined load with the weight and the seismic force also. The maximum tensile strength was 459.23 kg/cm^2 at the bottom corner of the bottom ambush frame. The maximum compressive strength was 790.12 kg/cm^2 at the bottom corner of the base

From the analysis, it was found that most of the principal stress was higher than the criteria of the ancient brick from the test. The structural model of the pagoda would be damaged when subjected the earthquake and wind load. Therefor the researcher selected the method of constructing concrete beams around the floor that generates the highest force to strengthening the model. After reinforcing the model with concrete beams, it was found that the solid model produced the maximum compressive stress equal to 9.09 kg/cm^2 which decreased from 76.30% . The maximum tensile stress was 96.62 kg/cm^2 reduced from 25.20% . For the shell model the maximum compression stress was 405.93 kg/cm^2 decreased 48.62% . The maximum tensile stress was 247.80 kg/cm^2 decreased 46.03% . In the both models, the maximum principal stress occur in the area close to the concrete and the core of the structure.

Keywords : Pagoda, Wat Lok Mo Lee, Seismic Force, Wind Load, SAP2000, Shell, Solid.