

พฤติกรรมของอาคารเรียนรวมคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ภายใต้แรงแผ่นดินไหว

Behavior of Industrial Technology Faculty Building in

Uttaradit Rajabhat University Under Earthquake Load

อรุณเดช บุญสูง¹ และ สีขรินทร์ ดอกเกี้ยง²

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาพฤติกรรมของอาคารภายใต้แรงแผ่นดินไหว โดยมุ่งเน้นศึกษาการเปลี่ยนแปลงแรงภายใน และการเสียรูปของโครงสร้างอาคาร โดยการคำนวณแรงแผ่นดินไหวเป็นไปตามมาตรฐาน UBC (Uniform Building Code) ซึ่งเป็นแรงกระทำแบบสถิตเทียบเท่า และกำหนดทิศทางของแรงที่กระทำต่ออาคารใน 2 ลักษณะคือ แรงกระทำทางด้านสั้นและด้านยาวของตัวอาคาร จากผลการศึกษาพบว่าเมื่อแรงแผ่นดินไหวกระทำทางด้านยาวของอาคารจะทำให้ค่าโมเมนต์ดัด แรงเฉือนในคาน แรงตามแนวแกน โมเมนต์ดัดในเสา และ หน่วยแรงในแผ่นพื้น มีค่ามากกว่ากรณีอื่นๆ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1,227 kN-m, 1,715 kN, 2,390 kN, 129 kN-m และ 25 Mpa ตามลำดับ และการเคลื่อนตัวของโครงสร้างเกิดสูงสุดในกรณีที่มีแรงกระทำทางด้านยาวของตัวอาคารเช่นกัน

คำสำคัญ แผ่นดินไหว, การเสียรูป, การวิเคราะห์โครงสร้าง, โมเมนต์ดัด

ABSTRACT

An objective of this research is to study behavior of building of Faculty of Industrial Technology, Uttaradit Rajabhat University under earthquake load focusing on changing of internal force and structural deformation. This research assigned the earthquake load by using Uniform Building Code, UBC, which is equivalent static force loaded on 2 directions of forces, a short side and a long side of building. The study found that when loading the earthquake load on the long side of building, a bending moment in a beam is 1,227 kN-m, a shearing force in a beam is 1,715 kN, an axial force is 2,390 kN, a bending moment in a column is 129 kN-m, and a stress in a slab is 25 Mpa. Maximum displacement of the structure was shown when assigned the earthquake load on the long side of building.

Key word : Earthquake, Deformation, Structural Analysis, Bending Moment

*¹ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

² นักศึกษาหลักสูตรบริหารงานก่อสร้าง คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

บทนำ

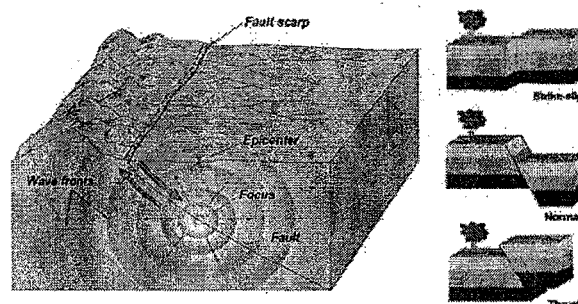
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ตั้งอยู่บนพื้นที่ขนาด 190 ไร่ 1 งาน 79 ตารางวา ซึ่งตลอดแนวทิศเหนือ ทิศใต้ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก ล้วนถูกจำกัดพื้นที่ด้วยส่วนราชการข้างเคียง ด้วยลักษณะดังกล่าวการขยายพื้นที่ก่อสร้างสำหรับอาคารเรียนหรืออาคารสำนักงานต่างๆ จึงเป็นเรื่องที่ค่อนข้างลำบาก แนวโน้มของอาคารที่จะก่อสร้างขึ้นใหม่จึงมีรูปลักษณะเป็นแบบอาคารหลายชั้น กฎกระทรวงฉบับที่ 49 พ.ศ. 2540) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 ได้กำหนดให้จังหวัดทางภาคตะวันตกและภาคเหนือตอนบนของประเทศ โดยสิ้นสุดที่จังหวัดแพร่และน่านนั้นจำเป็นต้องออกแบบอาคารให้สามารถต้านทานต่อแรงเนื่องจากแผ่นดินไหวได้ แม้ว่าจังหวัดอุตรดิตถ์จะไม่ถูกกำหนดให้อยู่ในพื้นที่เสี่ยงภัยต่อแผ่นดินไหวตามกฎหมาย

จากรายงานทางวิชาการเรื่อง “กฎกระทรวงว่าด้วยการออกแบบอาคารต้านทานแรงแผ่นดินไหว” สมศักดิ์ เลิศบรรณพงษ์, 2541) พบว่า จากการแบ่งโซนพื้นที่ความเสี่ยงออกเป็น 3 โซน จังหวัดอุตรดิตถ์และจังหวัดใกล้เคียงตั้งอยู่ในโซนที่ 2 เช่นเดียวกับจังหวัดทางภาคเหนือตอนบนที่ถูกประกาศตามกฎหมายว่าด้วยแรงที่จะมีผลกระทบต่อผู้ประกอบการจำนวนมาก และอาจเพิ่มกระแสต่อต้านจนไม่สามารถออกเป็นกฎหมายได้จึงทำให้จังหวัดอุตรดิตถ์ถูกยกเว้นออกไปจากกฎกระทรวง แม้ในช่วงเวลาที่ผ่านมามีจังหวัดอุตรดิตถ์มีเคยประสบเหตุภัยพิบัติจากแผ่นดินไหวจนเกิดความเสียหายอย่างรุนแรง แต่ก็มีรายงานว่าเคยเกิดปรากฏการณ์แผ่นดินไหวในบริเวณ อำเภอท่าปลาถึง 2 ครั้ง โดยทิ้งระยะเวลาห่างกันเพียงแค่ 1 เดือนคือ เมื่อวันที่ 23 พ.ค. 2541 และ วันที่ 26 มิ.ย. 2541 โดยมีขนาดเท่ากับ 4.8 และ 3.0 ริกเตอร์ตามลำดับ

งานวิจัยนี้มีแนวความคิดที่จะศึกษาพฤติกรรมของอาคารเรียนรวม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ ภายใต้แรงแผ่นดินไหว เพื่อให้เกิดความเข้าใจในพฤติกรรมการเปลี่ยนแปลงของหน่วยแรงและ การเสียรูปของโครงสร้าง ประกอบกับเป็นการช่วยเฝ้าระวังอันตรายที่อาจเกิดขึ้นในกรณีที่มีอาคารอยู่ในความเสี่ยงต่อแรงดังกล่าว และใช้เป็นแนวทางสำหรับการวางแผน การออกแบบก่อสร้างอาคารสูงภายในมหาวิทยาลัยในอนาคตต่อไป

การกำเนิดแผ่นดินไหว

แผ่นดินไหวเป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติ เกิดจากการเคลื่อนตัวโดยฉับพลันของแผ่นเปลือกโลกในทิศทางต่าง ๆ กัน โดยบริเวณขอบของแผ่นเปลือกโลกเป็นส่วนที่เสียดสีกันหรือแยกจากกัน หากบริเวณขอบของแผ่นเปลือกโลกใด ๆ อยู่ใกล้กับประเทศใดประเทศนั้น ก็จะมีความเสี่ยงต่อภัยแผ่นดินไหวสูง เช่น ประเทศญี่ปุ่น ประเทศฟิลิปปินส์ ประเทศอินโดนีเซีย ประเทศนิวซีแลนด์ เป็นต้น



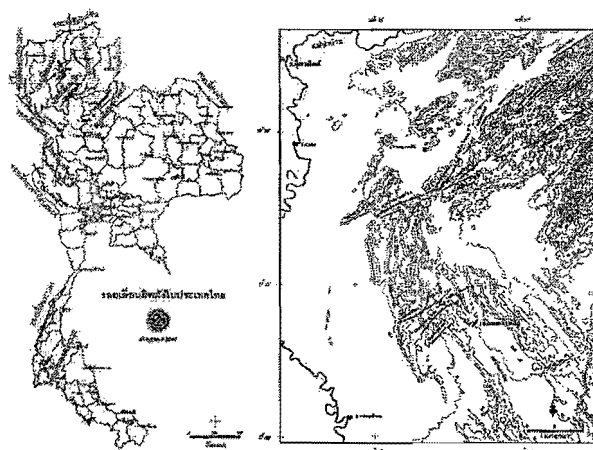
รูปที่ 1 ลักษณะการเคลื่อนตัวของแผ่นเปลือกโลก (กรมทรัพยากรธรณี)

นอกจากนั้นพลังที่สะสมในเปลือกโลก ถูกส่งผ่านไปยังเปลือกโลกพื้นของทวีป ตรงบริเวณรอยร้าวของหินใต้พื้นโลกหรือที่เรียกว่า “รอยเลื่อน” เมื่อระนาบรอยร้าวที่ประกบกันอยู่ได้รับแรงอัดมาก ๆ ก็จะทำให้รอยเลื่อนมีการเคลื่อนตัวอย่างฉับพลันเกิดเป็นแผ่นดินไหวเช่นเดียวกัน ประเทศไทยได้รับผลของการเกิดแผ่นดินไหวจากแนวแผ่นเปลือกโลกที่อยู่ในมหาสมุทรอินเดีย เกาะสุมาตรา และ ประเทศพม่า



รูปที่ 2 แนวแผ่นดินไหวโลกบริเวณขอบของเปลือกโลก

รอยเลื่อน (Fault) ภายในประเทศไทยส่วนใหญ่อยู่ในภาคเหนือและภาคตะวันตก ซึ่งเป็นรอยเลื่อนที่มีพลังทั้งสิ้นได้แก่ รอยเลื่อนเชียงแสน รอยเลื่อนแม่จัน รอยเลื่อนแพร่ รอยเลื่อนแม่ทา รอยเลื่อนเถิน รอยเลื่อนเมย-อุทัยธานี รอยเลื่อนเจดีย์สามองค์ รอยเลื่อนศรีสวัสดิ์ รอยเลื่อนระนอง รอยเลื่อนคลองมะรุ่ย



รูปที่ 3 รอยเลื่อน(Active Fault)ที่มีพลังในประเทศไทย (กรมทรัพยากรธรณี)

รูปที่ 4 กลุ่มรอยเลื่อนอุตรดิตถ์ที่มีแนวโน้มการเคลื่อนตัว (กรมทรัพยากรธรณี)

สุวิทย์ โคสุวรรณ และประดิษฐ์ นูเล (กรมทรัพยากรธรณี, 2546) ได้ทำการศึกษากลุ่มรอยเลื่อนอุตรดิตถ์ในบริเวณรอยต่อของจังหวัดอุตรดิตถ์ และจังหวัดพิษณุโลก พบว่าพื้นที่ดังกล่าวประกอบด้วยรอยเลื่อนถึง 14 รอยเลื่อน คือ รอยเลื่อนพิชัย รอยเลื่อนค่านุ่นโนน รอยเลื่อนปางหมื่น รอยเลื่อนโคกงาม รอยเลื่อนขุนลาด รอยเลื่อนวังเบน รอยเลื่อนจีฟ้า รอยเลื่อนท่าหนอง รอยเลื่อนหนองบอน รอยเลื่อนหนองลวก รอยเลื่อนท่าแกง รอยเลื่อนมะเกลือ รอยเลื่อนไผ่ล้อม และรอยเลื่อนน้ำมิด ซึ่งจัดเป็นรอยเลื่อนที่มีแนวโน้มการเคลื่อนตัวได้อีก (Potentially Active Fault) โดยรอยเลื่อนปางหมื่นเป็นรอยเลื่อนที่คาดว่าจะมีการขยับเคลื่อนตัวครั้งล่าสุดในกลุ่มรอยเลื่อนอุตรดิตถ์ จากหลักฐานทางธรณีฐานที่ปรากฏชัดเจนที่สุดในปัจจุบัน และสามารถประเมินขนาดแผ่นดินไหวที่เคยเกิดมาแล้วในอดีตได้ขนาด 5.9 ริกเตอร์

มูทิทัต จันทะสาดและคณะ, 2547 ศึกษาถึงคุณสมบัติเชิงพลศาสตร์ของอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กในกรุงเทพมหานคร ผลการศึกษาแสดงข้อมูลพื้นฐานสำหรับคุณสมบัติเชิงพลศาสตร์ ผลการวิเคราะห์ทำให้เข้าใจพฤติกรรมของการตอบสนองภายใต้แรงแผ่นดินไหว การตรวจวัดพบการเคลื่อนตัวที่ฐานของอาคารเทียบกับ ชั้นบน โดยพบว่าค่านี้มีค่ามากสำหรับอาคารเตี้ยหรือมีอัตราส่วนของสปีฟเนสส์ของอาคารเทียบกับฐานรากสูง

อังคนาพร, 2535 ศึกษาผลการตอบสนองต่อแผ่นดินไหวของอาคารในภาคเหนือและภาคตะวันตกของประเทศไทย โดยใช้ข้อมูลแผ่นดินไหวที่เกิดขึ้นในประเทศไทยและโดยรอบ เพื่อหาค่าความเร่งสูงสุดที่ผิวดิน สเปกตรัมการตอบสนองของความเร่งสำหรับการออกแบบ ค่าสัมประสิทธิ์ความเข้มของแผ่นดินไหว และค่าอัตราส่วนความเหนียวที่เหมาะสมสำหรับอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

1. น้ำหนักบรรทุก

ในขั้นตอนของการวิเคราะห์และออกแบบโครงสร้างต้องคาดคะเนน้ำหนักบรรทุกหรือแรงที่โครงสร้างส่วนนั้นๆ ตลอดอายุการใช้งาน

1.1 น้ำหนักบรรทุกคงที่

เป็นน้ำหนักบรรทุกที่มีตำแหน่งของการกระทำคงที่ถาวรตลอดเวลาได้แก่ น้ำหนักของตัวโครงสร้างเอง เช่น น้ำหนักของแผ่นพื้น ผนัง คาน เสา น้ำหนักของวัตถุหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ติดตั้งอยู่กับที่อย่างถาวร น้ำหนักคงที่มีขนาดของกระทำอยู่ในแนวตั้งเสมอ

1.2 น้ำหนักบรรทุกจร

เป็นน้ำหนักบรรทุกที่มีการเคลื่อนย้ายไปมาและอาจมีการแปรเปลี่ยนขนาดของน้ำหนักบรรทุกจรประกอบด้วยน้ำหนักบรรทุกจรที่กระทำในแนวตั้งจากแรงดึงดูดของโลกและน้ำหนักบรรทุกจรที่กระทำทางด้านข้างของโครงสร้าง โดยน้ำหนักบรรทุกจรที่กระทำในแนวตั้งซึ่งเกิดจากแรงดึงดูดของโลกแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

1. น้ำหนักบรรทุกจรแบบเคลื่อนย้ายไปมาได้ หรือแบบไม่เคลื่อนที่ (Movable load) เช่น น้ำหนักของผู้ใช้อาคาร น้ำหนักของเครื่องเลื่อน เครื่องจักร สิ่งของและสินค้าต่างๆ

ตารางที่ 1 น้ำหนักบรรทุกสำหรับโครงสร้างข้อบัญญัติของกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2522 (วินิต ช่อวิเชียร, 2528)

ประเภท	น้ำหนักบรรทุก	ประเภท	น้ำหนักบรรทุก
หลังคา	50 kg/m ²	ห้างสรรพสินค้า โรงมหรสพ	400 kg/m ²
กันสาด	100 kg/m ²	ภัตตาคาร ที่จอดรถยนต์	400 kg/m ²
ที่พักอาศัย	150 kg/m ²	คลังสินค้า พิพิธภัณฑ์ อิมจันทร์	400 kg/m ²
อาคารชุด ห้องน้ำ ส้วม	200 kg/m ²	โรงพิมพ์ ห้องเก็บเอกสาร	500 kg/m ²
สำนักงาน ธนาคาร	250 kg/m ²	ห้องเก็บหนังสือของห้องสมุด	600 kg/m ²
มหาวิทยาลัย โรงเรียน	300 kg/m ²	ที่จอดรถบรรทุกและรถอื่นๆ	800 kg/m ²

2. น้ำหนักบรรทุกแบบเคลื่อนที่ได้ (Moving load) เช่น น้ำหนักของขบวนรถไฟ รถยนต์ รถบรรทุก เป็นต้น

2. การวิเคราะห์โดยวิธีแรงสถิตเทียบเท่า

การวิเคราะห์ออกแบบโครงสร้างด้วยวิธีนี้เป็นวิธีการพิจารณาผลของแรงแผ่นดินไหวที่มีต่อโครงสร้าง โดยการแปลงแรงแผ่นดินไหว ซึ่งเป็นแรงแบบพลศาสตร์มาเป็นแรงแบบสถิตเทียบเท่ากระทำในแนวราบต่ออาคารกระจายตามแนวดิ่ง (มาตรฐาน UBC Code 1997)

$$V = ZIKCSWd \quad (1)$$

เมื่อ V = Total base shear
 Z = Seismic Zoning factor
 I = Occupancy important factor (1.0-1.5)
 K = Frame factor
 S = Soil factor (1.0-1.5)
 Wd = Total dead loads of structure
 C = ค่าสัมประสิทธิ์ ซึ่งขึ้นกับคาบ,

$$C = \frac{1}{15\sqrt{T}} \leq 0.12 \quad (2)$$

เมื่อ T = คาบของการแกว่งของอาคารหน่วยเป็นวินาที, $T = \frac{0.091 h}{\sqrt{D}} \quad (3)$

กรณีอาคารประกอบด้วย shear wall หรือ $T = 0.1 N$ กรณีอาคารประกอบด้วยโครงข้อแข็ง

เมื่อ h = ความสูงของอาคาร

D = ความกว้างของอาคารในทิศเดียวกับแรงแผ่นดินไหว

N = จำนวนของชั้นอาคาร

2.2.1 การกระจายแรงสถิตเทียบเท่า

การกระจายค่า Total base shear จะถูกกระจายเข้าสู่ตัวอาคารในแนวด้านข้างที่ระดับชั้นต่างๆ คล้ายกับกรณีของแรงลมในลักษณะการกระจายแบบเชิงเส้น (Linear Distribution)

$$F_x = \frac{(V - F_t) h_x W_x}{\sum_{i=1}^n h_i W_i} \quad (4)$$

เมื่อ h_x = ระดับความสูงของชั้น "x"

W_x = Dead loads และ Permanent live loads ของแต่ละชั้น

F_t = แรงกระทำเพิ่มที่ระดับชั้น สูงสุดเช่น $F_t = 0.1V$

$F_t = 0$ กรณี คาบการแกว่ง (T) ของอาคารน้อยกว่า 0.7 วินาที

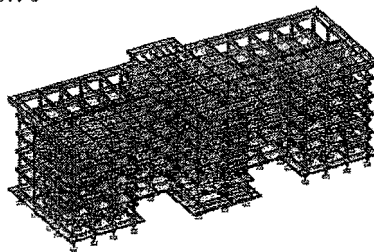
และ $F_t = 0.07TV$ กรณี $T > 0.7$ วินาที แต่ $F_t \leq 0.25V$

ตารางที่ 2 แรงแผ่นดินไหวที่เข้ากระทำในแต่ละชั้น

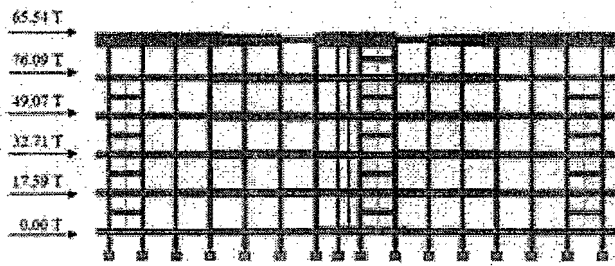
ชั้น	W_x (ton)	h (m)	F_x (ton)
หลังคา	555	17.5	65.54
5	806	14	76.09
4	693	10.5	49.07
3	693	7	32.71
2	745	3.5	17.59
1	792	0	0

3. แบบจำลองในการวิเคราะห์

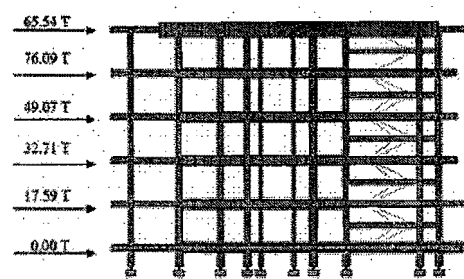
รวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เพื่อวิเคราะห์โครงสร้างทั้งหมด ซึ่งเป็นไปตามข้อกำหนดตามพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 และ วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.) โดยมีแนวทางการวิเคราะห์โครงสร้างดังนี้ คือกรณีน้ำหนักบรรทุกคงที่รวมกับน้ำหนักบรรทุกจร และกรณีน้ำหนักบรรทุกคงที่รวมกับน้ำหนักบรรทุกจรและแรงแผ่นดินไหว



รูปที่ 6 แบบจำลองโครงสร้างสำหรับการวิเคราะห์



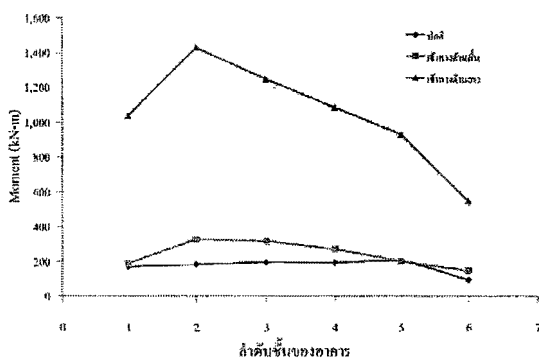
รูปที่ 7 แรงกระทำทางด้านสั้นของโครงสร้าง



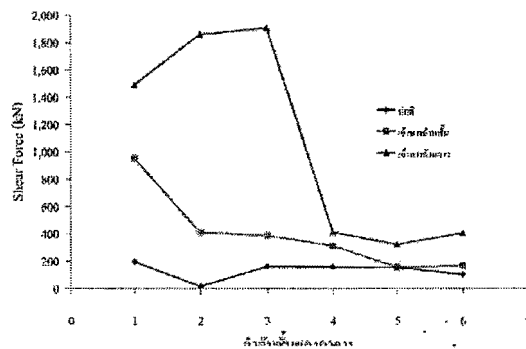
รูปที่ 8 แรงกระทำทางด้านยาวของโครงสร้าง

ผลการศึกษา

ผลการวิเคราะห์พบว่ากรณีโครงสร้างรับน้ำหนักบรรทุกปกติ ค่าแรงคัตเกิดขึ้นสูงสุดเท่ากับ 202 kN-m เมื่อจำลองให้แรงแผ่นดินไหวเข้ามากระทำทางด้านสั้นของโครงสร้างค่าแรงคัตที่เกิดขึ้นมากกว่ากรณีแรกถึง 126 kN/m หรือคิดเป็นร้อยละ 62 และกรณีแรงกระทำที่ด้านยาวของโครงสร้างค่าแรงคัตที่เกิดขึ้นมากกว่ากรณีแรกมากถึง 1,227 kN/m หรือคิดเป็นร้อยละ 608



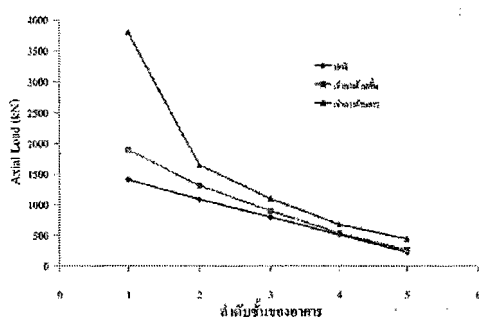
รูปที่ 9 แรงคัตสูงสุดที่เกิดขึ้นในคาน



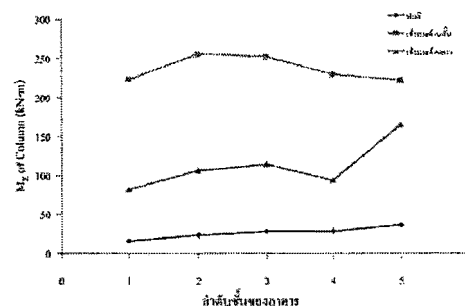
รูปที่ 10 แรงเฉือนสูงสุดที่เกิดขึ้นในคาน

ค่าแรงเฉือนที่เกิดขึ้นในคานกรณีโครงสร้างรับน้ำหนักบรรทุกปกติ ค่าแรงเฉือนเกิดขึ้นสูงสุดเท่ากับ 195 kN เมื่อจำลองให้แรงแผ่นดินไหวเข้ามากระทำทางด้านสั้นของโครงสร้างค่าแรงเฉือนที่เกิดขึ้นมากกว่ากรณีแรกถึง 756 kN หรือคิดเป็นร้อยละ 387 และกรณีแรงกระทำที่ด้านยาวของโครงสร้างค่าแรงเฉือนที่เกิดขึ้นมากกว่ากรณีแรกมากถึง 1,715 kN หรือคิดเป็นร้อยละ 878

ผลการวิเคราะห์กรณีโครงสร้างรับน้ำหนักบรรทุกปกติ แรงตามแนวแกนเกิดขึ้นสูงสุดเท่ากับ 1,410 kN เมื่อจำลองลักษณะแรงแผ่นดินไหวกระทำจากด้านสั้นและด้านยาวพบว่า แรงกระทำตามแนวแกนมีค่ามากกว่ากรณีแรกถึง 490 kN หรือคิดเป็น 35% และ 2,390 kN หรือคิดเป็น 170% ตามลำดับ



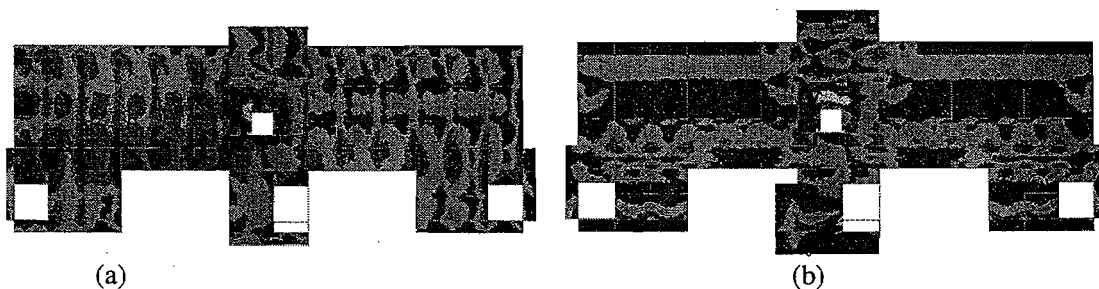
รูปที่ 11 แรงตามแนวแกนสูงสุดที่เกิดขึ้นในเสา



รูปที่ 12 ค่าแรงคัตสูงสุดที่เกิดขึ้นในเสา

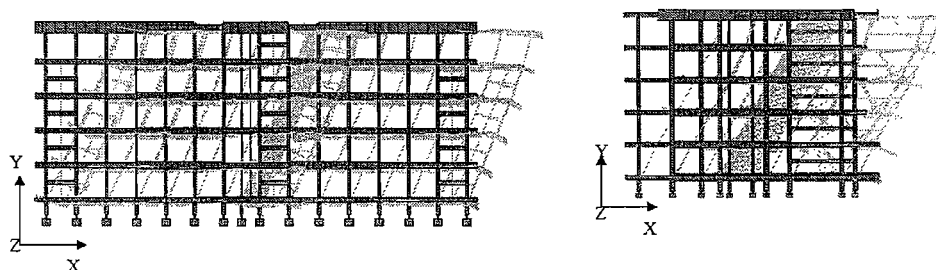
ค่าแรงคัตที่เกิดขึ้นในเสากรณีโครงสร้างรับน้ำหนักปกติ ค่าแรงคัตเกิดขึ้นสูงสุดเท่ากับ 37 kN-m เมื่อจำลองลักษณะแรงแผ่นดินไหวกระทำจากด้านสั้นและด้านยาวพบว่า แรงคัตมีค่ามากกว่ากรณีแรกถึง 220 kN-m หรือคิดเป็นร้อยละ 597 และถึง 129 kN-m หรือคิดเป็นร้อยละ 350

ผลการวิเคราะห์กรณีโครงสร้างรับน้ำหนักบรรทุกปกติหน่วยแรงที่เกิดขึ้นในแผ่นพื้นสูงสุดเท่ากับ 10 Mpa เมื่อจำลองลักษณะแรงแผ่นดินไหวกระทำจากด้านสั้นและด้านยาวพบว่า หน่วยแรงในแผ่นพื้นมีค่ามากกว่ากรณีแรกถึง 8 Mpa หรือคิดเป็นร้อยละ 80 และ 25 Mpa หรือคิดเป็นร้อยละ 266



รูปที่ 13 หน่วยแรงที่เกิดขึ้นในแผ่นพื้น (a) แรงกระทำทางด้านสั้น (b) แรงกระทำทางด้านยาว

ผลการศึกษาพฤติกรรมการเคลื่อนตัวของโครงสร้าง พบว่าโครงสร้างจะมีการเคลื่อนตัวไปในทิศทางเดียวกับแรงแผ่นดินไหว ที่มากระทำในแนวราบ(F_x) โดยลักษณะการเคลื่อนตัวของโครงสร้างกรณีน้ำหนักบรรทุกปกติพบว่า การเคลื่อนตัวทางด้านข้างและแนวตั้งเกิดขึ้นสูงสุดเท่ากับ 0.5mm และ 0.45mm ตามลำดับเมื่อจำลองลักษณะแรงแผ่นดินไหวกระทำจากด้านสั้นและด้านยาวพบว่า การเคลื่อนตัวทางด้านข้างและแนวตั้งเกิดขึ้นสูงสุดเท่ากับ 80 mm, 6 mm และ 184 mm, 19 mm



รูปที่ 14 การเคลื่อนตัวของโครงสร้าง (a) แรงกระทำทางด้านสั้น (b) แรงกระทำทางด้านยาว

อภิปรายผล

พฤติกรรมของคาน, เสา และพื้น กรณีแรงแผ่นดินไหวกระทำทางด้านยาวของโครงสร้างจะมีค่าการเปลี่ยนแปลงแรงภายในสูงกว่ากรณีโครงสร้างรับน้ำหนักบรรทุกปกติและกรณีแรงแผ่นดินไหวกระทำทางด้านสั้นของโครงสร้างโดยหน่วยแรงที่เกิดขึ้นสูงสุดส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นที่ชั้น 1-3 ซึ่งเป็นผลมาจากฐานรองรับของอาคารเป็นแบบยึดแน่น (Fixed Support) ทำให้โครงสร้างที่ฐานไม่สามารถเคลื่อนตัวไปในทิศทางของแรงกระทำได้ ส่งผลให้เกิดการส่งถ่ายแรงกระทำเข้าที่โครงสร้างส่วนนี้มากกว่าปกติ

สรุปผลการศึกษา

1. พฤติกรรมของคาน

ผลของโมเมนต์ดัดที่เกิดขึ้นสูงสุด กรณีที่ไม่มีแรงแผ่นดินไหวมากระทำ และกรณีที่มีแรงแผ่นดินไหวเข้ามากระทำทางด้านสั้นและยาวของโครงสร้าง แรงดัดเกิดขึ้นสูงสุดที่ชั้น 5 และชั้น 2 โดยมีค่าแรงดัดที่เกิดขึ้นสูงสุดเท่ากับ 202 kN/m 328 kN/m และ 1,429 kN/m ตามลำดับ โดยแรงเฉือนที่เกิดขึ้นสูงสุด กรณีที่ไม่มีแรงแผ่นดินไหวเข้ามากระทำและกรณีที่มีแรงแผ่นดินไหวเข้ามากระทำทางด้านสั้นของโครงสร้างค่าแรงเฉือนเกิดขึ้นสูงสุดมีค่าแรงเฉือนเกิดขึ้นสูงสุดคือ 195 kN 952 kN และ 1,910 kN ตามลำดับ

2. พฤติกรรมของเสา

ผลของแรงตามแนวแกนที่เกิดขึ้นสูงสุดในแต่ละกรณีจะเกิดขึ้นที่ชั้น 1 โดยกรณีที่ไม่มีแรงแผ่นดินไหวเข้ามากระทำ กรณีมีแรงแผ่นดินไหวเข้ามากระทำทางด้านสั้นและทางด้านยาวของโครงสร้าง ค่าของแรงตามแนวแกนมีค่าเท่ากับ 1,410 kN 1,900 kN และ 3,800 kN ตามลำดับ โดยค่าแรงดัดที่เกิดขึ้นในเสาสำหรับทั้ง สามกรณีข้างต้นประกอบด้วย 37 kN/m 166 kN/m และ 256 kN/m ตามลำดับ

3. พฤติกรรมของแผ่นพื้น

กรณีที่ไม่มีแรงแผ่นดินไหวเข้ามากระทำค่าของหน่วยแรงเกิดขึ้นสูงสุดจะอยู่ที่ชั้น 1 กรณีที่มีแรงแผ่นดินไหวเข้ามากระทำทางด้านสั้นของโครงสร้างหน่วยแรงเกิดขึ้นสูงสุดจะอยู่ที่ชั้น 5 และกรณีที่มีแรงแผ่นดินไหวเข้ามากระทำทางด้านยาวของโครงสร้างหน่วยแรงเกิดขึ้นสูงสุดจะอยู่ที่ชั้น 2 โดยมีค่าของหน่วยแรงที่เกิดขึ้นสูงสุดเท่ากับ 10 Mpa 8 Mpa และ 25 Mpa ตามลำดับ

4. พฤติกรรมการเคลื่อนตัวของโครงสร้าง

โครงสร้างจะมีการเคลื่อนตัวไปในทิศทางเดียวกับแรงแผ่นดินไหว กรณีโครงสร้างที่ไม่มีแรงแผ่นดินไหวมากระทำ โครงสร้างจะเคลื่อนตัวในแนวตั้ง 0.45 mm. กรณีที่มีแรงแผ่นดินไหวเข้ามากระทำทางด้านสั้นของโครงสร้างจะมีการเคลื่อนตัวไปด้านข้าง 80 mm. กรณีที่มีแรงแผ่นดินไหวเข้ามากระทำทางด้านยาวของโครงสร้างจะมีการเคลื่อนตัวไปด้านหน้า 184 mm

พฤติกรรมของคาน,เสาและพื้น กรณีแรงแผ่นดินไหวกระทำทางด้านยาวของโครงสร้างจะมีการเปลี่ยนแปลงแรงภายในสูงกว่ากรณีโครงสร้างรับน้ำหนักบรรทุกทุกปกติและกรณีแรงแผ่นดินไหวกระทำทางด้านสั้นของโครงสร้างโดยหน่วยแรงที่เกิดขึ้นสูงสุดส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นที่ชั้น 1-3 ซึ่งอาจเป็นผลมาจากฐานรองรับของอาคารเป็นแบบยึดแน่น (Fixed Support) ทำให้โครงสร้างที่ฐานไม่สามารถเคลื่อนตัวไปในทิศทางของแรงกระทำได้ ส่งผลให้เกิดการส่งถ่ายแรงกระทำเข้าที่โครงสร้างส่วนนี้มากกว่าปกติ

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลงได้ด้วยความร่วมมือและความช่วยเหลือ จาก Bentley Systems ที่ให้ความอนุเคราะห์โปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการวิเคราะห์ (Staad Pro ทดลองใช้เวอร์ชันเต็ม 30 วัน)

เอกสารอ้างอิง

- [1] กฎกระทรวงฉบับที่ 49 (พ.ศ 2540), ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ.2522, กระทรวงมหาดไทย
- [2] กรุง อังคนาพร (2535), ผลการตอบสนองต่อแผ่นดินไหวของอาคารในภาคเหนือและภาคตะวันตกของประเทศไทย. สืบค้นเมื่อ 15 มกราคม 2551, www.stkc.go.th/library.php, [On-line]
- [3] วินิต ช่อวิเชียร(2528), “ทฤษฎีโครงสร้าง” พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: ป.สัมพันธ์พาณิชย์, 2528
- [4] สมศักดิ์ เลิศบรรณพงษ์(1998), “กฎกระทรวงว่าด้วยการออกแบบอาคารเพื่อด้านแรงจากแผ่นดินไหว”. International Seminar on Earth Resistant of Structure, October 5-7 1998, Chiang Mai, Thailand
- [5] สมพร อรรถเสริมวงศ์, การวิเคราะห์โครงสร้าง. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ชมรม Microfeap, 2546
- [6] สัมพันธ์ สิงหราชวรพันธุ์(2547), เอกสารประกอบการบรรยายหลักสูตร “การออกแบบอาคารต้านทานแรงแผ่นดินไหว”, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่