

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันนี้ การประเมินค่าการเคลื่อนที่ในช่วงอินอีลาสติกของโครงสร้างอาคารภายใต้แรงแผ่นดินไหว มักใช้การวิเคราะห์ด้วยวิธีการผลักแบบสถิต (Pushover Analysis) ซึ่งเป็นการวิเคราะห์พฤติกรรมไม่เชิงเส้นของอาคารภายใต้แรงกระทำแบบสถิต (Nonlinear Static Analysis) เนื่องจากเป็นวิธีที่ง่ายต่อการวิเคราะห์และมีขั้นตอนที่ไม่สลับซับซ้อน ในการประเมินค่าการเคลื่อนที่ทางด้านข้างสูงสุดของอาคาร โดยวิธีนี้ มีการสมมุติแรงจากแผ่นดินไหวเป็นแรงผลักอาคารกระทำแบบสถิตกระจายทางด้านข้างตลอดความสูงของอาคาร จากนั้นค่อยๆ เพิ่มแรงผลักให้อาคารเคลื่อนที่ไปด้านข้างจนกระทั่งถึงจุดวิบัติ ซึ่งแม้ว่าวิธีนี้จะเป็นที่นิยมใช้อย่างแพร่หลาย อย่างไรก็ตามในเรื่องของผลการวิเคราะห์นั้น ยังไม่ใกล้เคียงพฤติกรรมจริงของอาคารภายใต้แรงแผ่นดินไหวมากนัก เนื่องจากไม่ได้มีการคำนึงถึงผลของการเสื่อมลดค่าสติเฟนของโครงสร้างจากผลของแรงกระทำแบบสลับทิศ

จากข้อจำกัดดังกล่าวข้างต้น Antoniou and Pinho (2004) และ Papanikolaou และคณะ (2006) จึงได้ทำการปรับปรุงวิธีการนี้ใหม่ โดยพิจารณาว่า เมื่อโครงสร้างถูกแรงกระทำมากขึ้นจะทำให้ค่าสติเฟนลดลง ส่งผลให้รูปแบบการโก่งตัวเปลี่ยนแปลงไปด้วย ดังนั้นจึงมีการปรับแรงกระทำเพื่อให้สอดคล้องกับรูปแบบการโก่งตัวที่เปลี่ยนแปลงไป ซึ่งแม้ว่าวิธีการนี้จะให้ผลการวิเคราะห์ที่ค่อนข้างใกล้เคียงความเป็นจริง แต่ก็มีขั้นตอนที่ซับซ้อนยุ่งยาก และวิเคราะห์เพียงแค่รูปแบบการสั่นในโหมดพื้นฐานเพียงโหมดเดียวโดยไม่มีการพิจารณาถึงรูปแบบการสั่นในโหมดที่สูงขึ้นไป สำหรับการผลักอาคารที่คำนึงถึงรูปแบบการสั่นหลายโหมด คือ การวิเคราะห์แบบการผลักตามรูปแบบการสั่นของโครงสร้าง (Modal Pushover Analysis) ซึ่งเสนอโดย Chopra and Goel (2002, 2004, 2005) มีการใช้รูปแบบแรงกระทำกระจายตามแต่ละโหมดสำหรับผลักอาคารในโหมดต่างๆ จากนั้นรวมผลลัพธ์ที่ได้ในแต่ละโหมดด้วยวิธี SRSS

แม้วิธีการต่างๆ ดังกล่าวข้างต้น จะมีการพัฒนาเพื่อให้ผลการวิเคราะห์ใกล้เคียงความเป็นจริงมากขึ้น แต่ก็ยังเป็นวิธีการผลักอาคารด้านเดียว ซึ่งไม่สอดคล้องกับพฤติกรรมของแรงแผ่นดินไหวที่เป็นแรงกระทำแบบสลับทิศไปมา สำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเปรียบเทียบผลตอบสนองของอาคารจากการผลักอาคารด้วยแรงกระทำแบบสถิตกับแรงกระทำแบบวัฏจักรนั้น ไพบูลย์ (2552) ได้เสนอผลการวิเคราะห์หาค่ากำลังต้านทานแผ่นดินไหวของอาคารด้วยวิธีการผลักแบบวัฏจักร โดยใช้แรงกระทำแบบสถิตผลักอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กสูง 15 ชั้น ด้วยการควบคุมค่าการ

เคลื่อนที่ของอาคารแบบ ไป-กลับเป็นรอบๆ จนถึงค่าการเคลื่อนที่สูงสุด พบว่า ค่าระดับความเสียหายโดยเฉลี่ยของโครงสร้างซึ่งได้จากวิธีการปลักแบบวัฏจักร มีค่าสูงกว่าวิธีการปลักแบบสถิต แต่ยังไม่ถูกต้องนัก เมื่อเทียบกับวิธีพลศาสตร์ไม่เชิงเส้นด้วยคลื่นแผ่นดินไหว นอกจากนี้แล้ว ยังมีงานวิจัยที่เปรียบเทียบผลตอบสนองของอาคารด้วยการปลักตามรูปแบบการสั่นของโครงสร้างกับวิธีการปลักแบบวัฏจักร โดย ไพบูลย์ (2554) ซึ่งใช้อาคารที่พักอาศัยคอนกรีตเสริมเหล็กสูง 9 ชั้นในงานวิจัย ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่า วิธีการปลักแบบวัฏจักร ให้ค่าการเคลื่อนที่สูงสุดบนยอดอาคาร ค่าการเคลื่อนที่สูงสุดของแต่ละชั้นอาคาร ค่าอัตราส่วนการเคลื่อนที่สัมพัทธ์ระหว่างชั้น การเกิดข้อหมุนพลาสติก และระดับความเสียหาย ใกล้เคียงกับวิธีพลศาสตร์ไม่เชิงเส้นมากกว่าวิธีการปลักตามรูปแบบการสั่นของโครงสร้าง

จะเห็นได้ว่า งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทำนายพฤติกรรมของโครงสร้างภายใต้แรงแผ่นดินไหวโดยวิธีการปลักแบบวัฏจักร ทั้งหมดเป็นงานวิจัยพฤติกรรมของอาคารสูง (23 เมตรขึ้นไป) ยังขาดผลการศึกษาของอาคารสาธารณะขนาดเตี้ยที่มีอยู่เป็นจำนวนมาก ดังนั้น การศึกษานี้ จึงได้ศึกษาพฤติกรรมของโครงสร้างภายใต้แรงแผ่นดินไหวโดยวิธีการปลักแบบวัฏจักรของอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กขนาดเตี้ยและไม่ได้มีการออกแบบเพื่อด้านทานแรงแผ่นดินไหว ซึ่งเป็นอาคารส่วนใหญ่ที่พบเห็นได้ทั่วไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อประเมินค่าการเคลื่อนที่ของอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กเนื่องจากแรงแผ่นดินไหวโดยวิธีการปลักแบบวัฏจักร

1.3 สมมุติฐานการวิจัย

1. การประเมินค่าการเคลื่อนที่สูงสุดของอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กภายใต้แรงแผ่นดินไหว อาจคำนวณจากผลตอบสนองไม่เชิงเส้นของกราฟ Capacity Curve สำหรับระบบการเคลื่อนที่แบบ Single Degree of Freedom (SDOF) โดยวิธีการปลักแบบวัฏจักร

2. ผลลัพธ์ที่ได้จากวิธีการปลักแบบวัฏจักร น่าจะมีความใกล้เคียงกับผลลัพธ์ที่ได้จากวิธีพลศาสตร์ไม่เชิงเส้นด้วยคลื่นแผ่นดินไหวจริง มากกว่าผลลัพธ์ที่ได้จากวิธีการปลักแบบสถิต

1.4 ข้อตกลงเบื้องต้นของงานวิจัย

1. ในการคำนวณค่าการเคลื่อนที่สูงสุด และค่าระดับความเสียหายของอาคาร จะใช้อาคารสาธารณะขนาดเต็ยเป็นตัวแทนของอาคารซึ่งพบเห็นได้ทั่วไป มาทำการวิเคราะห์ด้วยวิธีการผลักแบบวัฏจักร โดยจำลองลักษณะของแรงกระทำให้ใกล้เคียงกับแรงแผ่นดินไหวจริงให้มากที่สุด
2. การคำนวณค่าระดับความเสียหายของโครงสร้าง จะใช้แบบจำลอง Park-Ang Damage Model ซึ่งนิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในการคำนวณค่าระดับความเสียหายของโครงสร้างอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก

1.5 ขอบเขตของงานวิจัย

1. อาคารที่ใช้วิเคราะห์เป็นอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กสูง 4 ชั้น ซึ่งเป็นอาคารเรียนตามแบบมาตรฐานของกระทรวงศึกษาธิการ โดยมีการออกแบบตามมาตรฐานการออกแบบอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กโดยวิธีหน่วยแรงใช้งานของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย และไม่มีการออกแบบอาคารเพื่อต้านทานแรงแผ่นดินไหว
2. วิเคราะห์หาค่าการเคลื่อนที่สูงสุดที่ยอดอาคาร โดยวิธีการผลักแบบวัฏจักร คำนวณค่าการเคลื่อนที่สูงสุดของแต่ละชั้นอาคาร ค่าการเคลื่อนที่สัมพัทธ์ระหว่างชั้นอาคาร การเกิดข้อหมุนพลาสติก และค่าดัชนีความเสียหายของโครงสร้างอาคาร
3. เปรียบเทียบผลที่ได้กับวิธีพลศาสตร์ไม่เชิงเส้นด้วยคลื่นแผ่นดินไหว 10 คู่ ซึ่งสอดคล้องกับกราฟการออกแบบสำหรับพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย ตามมาตรฐาน มยผ.1302-52 และเปรียบเทียบกับวิธีการผลักแบบสถิต

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

เพื่อให้สามารถวิเคราะห์พฤติกรรมภายใต้แรงแผ่นดินไหวของอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กได้ถูกต้องใกล้เคียงกับพฤติกรรมจริง ด้วยวิธีการวิเคราะห์ที่ง่ายและไม่ยุ่งยากซับซ้อน เช่น วิธีการผลักแบบวัฏจักร

1.7 ข้อจำกัดของงานวิจัย

การวิจัยนี้จำกัดเฉพาะอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กเท่านั้น ซึ่งเป็นอาคารที่มีอยู่ทั่วไปโดยส่วนใหญ่

1.8 นิยามศัพท์

1. พฤติกรรมการรับแรงแบบวัฏจักร พฤติกรรมของโครงสร้างเมื่อถูกแรงกระทำแบบสลับทิศ เช่น แรงแผ่นดินไหว โดยพิจารณาพฤติกรรมของโครงสร้างเมื่อเกิดการเคลื่อนตัวเกินขีดจำกัดยืดหยุ่น
2. วิธีการปลักแบบวัฏจักร วิธีการวิเคราะห์ความสามารถด้านทานแรงแผ่นดินไหวของอาคาร โดยใช้แรงกระทำด้านข้างค่อยๆ ปลักอาคารจนมีค่าการเคลื่อนตัวตามเป้าหมายที่ต้องการ โดยแรงกระทำมีลักษณะสลับทิศไปตามตามรูปแบบที่กำหนด
3. วิธีการปลักแบบสถิต วิธีการวิเคราะห์ความสามารถด้านทานแรงแผ่นดินไหวของอาคาร โดยใช้แรงกระทำด้านข้างที่สอดคล้องกับรูปแบบการเคลื่อนที่ในโหมดพื้นฐาน ค่อยๆ ปลักอาคารจนมีค่าการเคลื่อนตัวตามเป้าหมายที่ต้องการ โดยใช้แรงกระทำต่ออาคารเพียงด้านเดียว
4. ระดับความเสียหาย ค่าความเสียหายขององค์อาคารต่างๆ ของโครงสร้างอาคาร เนื่องจากการรับแรงกระทำจนเกิดการเคลื่อนตัวเกินขีดจำกัดยืดหยุ่น