

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันนี้ วิธีการประเมินระดับความต้านทานแผ่นดินไหวของอาคาร นิยมใช้วิธีการวิเคราะห์แรงกระทำแบบสถิตสำหรับพฤติกรรมไม่เชิงเส้น (Nonlinear Static Analysis) ซึ่งใช้การผลักอาคาร (Pushover Analysis) เป็นพื้นฐานการประเมิน เนื่องจากวิธีการนี้เป็นวิธีที่ง่ายกว่าวิธีการวิเคราะห์พลศาสตร์ไม่เชิงเส้น (Nonlinear Dynamic Procedure) ซึ่งเป็นวิธีการที่ละเอียดซับซ้อน ในขั้นตอนวิธีการผลักอาคาร (Pushover Analysis) นี้ จะใช้แรงกระทำกระจายทางด้านข้างตลอดความสูงของอาคารและค่อยๆเพิ่มแรงกระทำผลักอาคารให้เคลื่อนที่ไปทางด้านข้าง จนกระทั่งโครงสร้างวิบัติ รูปแบบของการกระจายแรงกระทำนี้มีทั้งแรงกระทำแบบโหมดเดียว (single-mode) และแรงกระทำแบบหลายโหมด(multi-modes) สำหรับแรงกระทำแบบโหมดเดียว ประกอบด้วย แรงกระทำด้านข้างเป็นจุด แรงกระจายสม่ำเสมอ แรงกระจายสามเหลี่ยม แรงกระจายตามข้อกำหนดการออกแบบ แรงกระจายตามโหมดการสั่นพื้นฐาน และแรงกระจายแบบรวมโหมดด้วย SRSS วิธีการผลักอาคารแบบนี้ได้มีการปรับปรุงใหม่เรียกว่า Adaptive Pushover โดย Antoniou and Pinho (2004) และ Papanikolaou และคณะ(2006) เพื่อให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนค่าสตีเฟนสของโครงสร้าง ซึ่งมีการปรับการกระจายแรงกระทำด้านข้างตามพฤติกรรมไม่เชิงเส้นที่เปลี่ยนไปในแต่ละขั้นตอนของการวิเคราะห์ แม้ว่า วิธีการนี้จะให้ผลการประเมินค่าการเคลื่อนตัวของโครงสร้างที่ดี อย่างไรก็ตาม วิธีการนี้ไม่ได้มีการพิจารณาผลกระทบของการสั่นในโหมดที่สูงขึ้นไป สำหรับการผลักอาคารแบบหลายโหมดได้มีการเสนอวิธีการผลักแบบรวมโหมด (Modal Pushover Analysis) โดย Chopra and Goel (2002, 2004, 2005) เพื่อรวมผลกระทบของโหมดที่สูงขึ้นไป วิธีการนี้ใช้แรงกระทำกระจายตามแต่ละโหมดเพื่อผลักอาคารสำหรับแต่ละโหมด ผลลัพธ์ที่ได้เป็นการรวมผลในแต่ละโหมดด้วยวิธี SRSS ซึ่งมีสมมติฐานพฤติกรรมแบบอิลาสติก แม้ว่าวิธีการนี้เป็นที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย อย่างไรก็ตาม ยังมีข้อจำกัดอีกบางประการ (Chopra and Goel, 2005) เกี่ยวกับกราฟการผลักที่มีลักษณะกลับทิศภายใต้แรงกระทำในโหมดที่สูงขึ้นไป นอกจากนี้ ตำแหน่งของข้อหมุนพลาสติกยังไม่อาจทำนายได้อย่างถูกต้อง

สิ่งที่สำคัญประการหนึ่ง ในการประเมินพฤติกรรมต้านทานแผ่นดินไหวของอาคาร คือ ระดับความต้านทานแรงแผ่นดินไหวภายใต้พฤติกรรมของแรงกระทำแบบไปกลับ เนื่องจากวิธีการที่กล่าวมานี้ไม่ได้พิจารณาผลของความเสียหายสะสมจากแรงแผ่นดินไหวที่กระทำแบบไปกลับ เพราะว่าแรงกระทำที่ใช้เป็นแบบผลักทางด้านเดียว โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในกรณีของโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กซึ่ง

มีพฤติกรรมของการลดค่าสติฟเนส (Stiffness degradation) และการเสื่อมถอยกำลัง (Strength deterioration) ภายใต้แรงกระทำแบบวัฏจักร ผลการศึกษาที่ผ่านมา โดย Panyakapo P. (2010) พบว่า กำลังต้านทานแรงแผ่นดินไหวของอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กสูง 14 ชั้น ซึ่งวิเคราะห์ด้วยวิธีการผลักแบบวัฏจักร ให้ค่ากำลังลดลงเมื่อเทียบกับการผลักอาคารแบบปกติ เนื่องจากผลของความเสียหายสะสมในบริเวณข้อหมุนพลาสติกของคานและเสา อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษา ขึ้นอยู่กับการจำลองพฤติกรรมการรับแรงแบบวัฏจักร (hysteretic behavior) ว่ามีความถูกต้องใกล้เคียงกับผลการทดสอบในห้องปฏิบัติการเพียงใด ดังนั้น ในการศึกษาครั้งนี้จะใช้วิธีการผลักอาคารแบบวัฏจักร เพื่อศึกษาพฤติกรรมของอาคารทั้งหมดภายใต้แรงกระทำแบบไปกลับ ซึ่งสะท้อนถึงพฤติกรรมภายใต้แรงแผ่นดินไหวจริง

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อพัฒนาวิธีการประเมินกำลังต้านทานแรงแผ่นดินไหวของอาคารด้วยวิธีการผลักแบบวัฏจักร เพื่อให้ได้ผลการวิเคราะห์ที่ใกล้เคียงกับพฤติกรรมโครงสร้างภายใต้แรงกระทำแผ่นดินไหว

1.3 คำถามการวิจัย

- ก. การประเมินกำลังต้านทานแรงแผ่นดินไหวของอาคารจะวัดด้วยค่าอะไรบ้าง
- ข. การประเมินกำลังต้านทานแผ่นดินไหวของโครงสร้างภายใต้แรงกระทำจากแผ่นดินไหวจะใช้วิธีการอย่างไร
- ค. วิธีการผลักอาคารแบบวัฏจักร จะตรวจสอบความถูกต้องของผลลัพธ์ได้อย่างไร

1.4 สมมุติฐานการวิจัย

- ก. กำลังต้านทานแรงแผ่นดินไหวของอาคารอาจจะวัดด้วยค่าการเคลื่อนที่สูงสุดบนยอดอาคาร ค่าการเคลื่อนที่สัมพัทธ์ระหว่างชั้น การหมุนตัวของข้อหมุนพลาสติกสำหรับเสาและคาน ค่าดัชนีความเสียหายของเสาและคาน
- ข. การประเมินกำลังต้านทานแผ่นดินไหวของโครงสร้างอาจจะใช้วิธีการผลักอาคารแบบวัฏจักร เพื่อพิจารณาผลของความเสียหายสะสมภายใต้แรงกระทำแบบไปกลับ
- ค. ผลลัพธ์ที่ได้จากวิธีการผลักแบบวัฏจักรอาจนำไปเทียบความถูกต้องกับวิธีพลศาสตร์ไม่เชิงเส้นด้วยคลื่นแผ่นดินไหวจริงจำนวนหนึ่ง

1.5 ข้อตกลงเบื้องต้นของงานวิจัย

ก. การคำนวณค่าระดับความเสียหายของโครงสร้าง สามารถคำนวณได้จากแบบจำลองความเสียหาย (Damage Model) ซึ่งมีผู้พัฒนาไว้หลายแบบด้วยกัน แต่ในการวิจัยนี้เลือกแบบจำลอง Park-Ang Damage Model เนื่องจาก แบบจำลองนี้ได้พัฒนาจากผลการทดลองของชิ้นส่วนทดสอบคอนกรีตเสริมเหล็กและโครงสร้างเหล็กจำนวนมาก และได้มีการสอบเทียบกับความเสียหายของอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กหลายหลังที่เกิดขึ้นจริง จากเหตุการณ์แผ่นดินไหว ดังนั้นจึงมีผู้ยอมรับและนำไปใช้อย่างแพร่หลายโดยนักวิจัยที่มีชื่อเสียง ทั้งงานโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กและโครงสร้างเหล็ก การเลือก Park-Ang Damage Model จึงคาดว่าจะให้ผลเป็นที่น่าเชื่อถือได้

ข. ในการคำนวณหากำลังต้านทานแรงแผ่นดินไหวของอาคาร จะใช้อาคารที่พิกอาศัยซึ่งเป็นตัวแทนของอาคารจำนวนมาก มาทำการวิเคราะห์โดยวิธีการผลักแบบวัฏจักร (Cyclic Pushover Analysis) ทั้งนี้เพื่อจะจำลองลักษณะแรงกระทำให้ใกล้เคียงกันกับแรงแผ่นดินไหวให้มากที่สุด เพื่อนำมาสร้างแผนผังความสามารถต้านทานแรงแผ่นดินไหวของอาคาร

1.6 ขอบเขตของการวิจัย

ก. อาคารที่วิเคราะห์เป็นอาคารที่พิกอาศัยโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก ความสูง 5 ชั้น ตามแบบมาตรฐานของการเคหะแห่งชาติ ซึ่งไม่ได้มีการออกแบบต้านทานแผ่นดินไหว และตั้งอยู่ในเขตพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย ซึ่งเป็นบริเวณที่ 2 ตามกฎกระทรวง พ.ศ. 2550

ข. วิเคราะห์หาค่าการเคลื่อนที่สูงสุดบนยอดอาคารเพื่อใช้สำหรับวิธีการผลักแบบวัฏจักร คำนวณหาค่าการเคลื่อนที่สูงสุดของแต่ละชั้นอาคาร ค่าการเคลื่อนที่สัมพัทธ์ระหว่างชั้นอาคาร การเกิดข้อหมุนพลาสติกและค่าดัชนีความเสียหาย

ค. เปรียบเทียบผลการคำนวณกับวิธีพลศาสตร์ไม่เชิงเส้นด้วยคลื่นแผ่นดินไหวจำนวน 10 คู่ ซึ่งสอดคล้องกันกับกราฟการออกแบบสำหรับพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย ตามมาตรฐาน มยผ.1302-52 และเปรียบเทียบกับวิธีการผลักแบบรวมโหมด

ง. ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี

1.7 ข้อจำกัดของงานวิจัย

การวิเคราะห์โครงสร้างอาคารนี้จะจำกัดเฉพาะโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กเท่านั้น เนื่องจากเป็นประเภทโครงสร้างที่มีจำนวนมาก สำหรับอาคารที่เป็นโครงสร้างเหล็กในประเทศไทยมีจำนวนน้อยกว่ามาก

1.8 นิยามศัพท์

เขตพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินไหว

พื้นที่ซึ่งกำหนดในแผนที่ของประเทศ โดยจัดแบ่งตามระดับความรุนแรงของแผ่นดินไหวด้วยค่าอัตราเร่งสูงสุดของพื้นดินเทียบกับค่าอัตราเร่งของแรงโน้มถ่วงโลก

พฤติกรรมการรับแรงแบบวิถัจกร

พฤติกรรมของโครงสร้างเมื่อถูกกระทำจากแรงแผ่นดินไหวโดยแสดงในรูปความสัมพันธ์ของแรงและการโก่งตัว โดยพิจารณาพฤติกรรมของโครงสร้างเมื่อรับแรงเกินจุดยืดหยุ่น

ระดับความเสียหาย

ค่าความเสียหายขององค์อาคารต่างๆของโครงสร้างอาคาร เนื่องจากแรงกระทำของแผ่นดินไหวแบบวิถัจกร ที่คำนวณได้ด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

วิธีการผลักแบบวิถัจกร

วิธีการวิเคราะห์ความสามารถต้านทานแรงแผ่นดินไหวของอาคาร โดยใช้แรงกระทำทางด้านข้างต่ออาคารค่อยๆผลักอาคารให้เคลื่อนตัวไปจนถึงค่าการเคลื่อนตัวเป้าหมายที่ต้องการ โดยมีค่าการเคลื่อนที่แบบไปกลับ ตามรูปแบบที่กำหนด

วิธีการผลักแบบรวมโหมด

วิธีการวิเคราะห์ความสามารถต้านทานแรงแผ่นดินไหวของอาคาร โดยใช้แรงกระทำทางด้านข้างสอดคล้องกับรูปแบบการเคลื่อนที่ในแต่ละโหมด และมีการรวมผลตอบสนองของแต่ละโหมดเข้าด้วยกัน