

บทที่ 7

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

7.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการวิเคราะห์ผลลัษณะด้านข้างแบบเป็นวัฏจักร กับ การวิเคราะห์เชิงพลศาสตร์ และ การวิเคราะห์ผลลัษณะด้านข้างโดยให้แรงในทิศทางเดียว เนื่องจากเป็นที่ยอมรับกันว่า การวิเคราะห์เชิงพลศาสตร์สามารถให้ผลตอบสนองของอาคารได้ใกล้เคียงกับความเป็นจริง เมื่อมีการจำลองโครงสร้างให้สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริง ส่วนหนึ่งเป็นเพราะได้มีการพิจารณาการสลายพลังงานในองค์อาคารภายใต้การสั่นไหวสลับไปมา ซึ่งเป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดความเสียหายแก่โครงสร้าง แต่ในการออกแบบอาคารการวิเคราะห์ผลลัษณะด้านข้างโดยให้แรงในทิศทางเดียวเป็นที่นิยม แต่ยังคงขาดความสามารถในการพิจารณาการสลายพลังงานในโครงสร้าง งานวิจัยนี้ได้เสนอการวิเคราะห์ผลลัษณะด้านข้างแบบเป็นวัฏจักร ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ที่พิจารณาผลของการเคลื่อนที่กระทำสลับกลับไปมา ซึ่งมีการสลายพลังงานภายในองค์อาคาร โดยมีวิธีการในการวิเคราะห์ที่ไม่ซับซ้อนมากนัก อาคารตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาเป็นอาคารพักอาศัย ความสูง 5 ชั้น ซึ่งเป็นโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก ในการวิเคราะห์ได้พิจารณาเป็นโครงข้อแข็ง 2 มิติ และใช้แบบจำลองไฟเบอร์ (fiber model) ในการจำลองพฤติกรรมไม่เชิงเส้นขององค์อาคาร และได้พิจารณาความเสียหายจากค่าความเหนียวเชิงความโค้ง (curvature ductility) ที่เกิดขึ้นในองค์อาคาร ซึ่งสามารถสรุปผลงานวิจัยได้ดังนี้

1. ในการวิเคราะห์เชิงพลศาสตร์ของคลื่นแผ่นดินไหว BYK, El Centro และ SCT ขนาดความเร่งสูงสุด 0.05g, 0.10g และ 0.15g พบว่า อาคารตัวอย่างจะมีผลการตอบสนองมากที่สุด ในกรณีของคลื่นแผ่นดินไหว BYK เนื่องจากความถี่ธรรมชาติของอาคาร (fundamental frequency) มีค่าใกล้เคียงกับความถี่เด่นชัดของคลื่นแผ่นดินไหว (predominant frequency) โดยเมื่อขนาดความเร่งที่ฐานเท่ากับ 0.05g อาคารตัวอย่างจะมีความเสียหายเกิดขึ้นไม่มากและมีพฤติกรรมในช่วงยืดหยุ่น แต่เมื่อขนาดความเร่งที่ฐานมีค่าเพิ่มขึ้นเท่ากับ 0.10g และ 0.15g อาคารตัวอย่างจะมีพฤติกรรมในช่วงไม่ยืดหยุ่น และเกิดความเสียหายในแบบเสาอ่อน-คานแข็ง (weak column – strong beam) โดยพบความเสียหายในเสามากกว่าคาน เสาชั้นบนจะเกิดความเสียหายมากกว่าเสาชั้นล่าง เนื่องจากการลดขนาดหน้าตัดเสาและการเสริมเหล็กให้น้อยลง จึงทำให้เสามีกำลังต่ำกว่าคานมาก ส่วนคานพบว่าจะเกิดความเสียหายที่คานชั้นล่าง เนื่องจากมีกำลัง

ต่ำกว่าเสา และคานภายในจะเกิดความเสียหายมากกว่าคานภายนอก เนื่องจากการลดขนาดหน้าตัดคานและการเสริมเหล็กให้น้อยลง

2. ในการวิเคราะห์ผลึกด้านข้างพบว่า กรณีของการให้แรงแบบควบคุมการเคลื่อนที่ (displacement control) จะมีการลดลงของแรงเฉือนที่ฐานอาคารที่ช้ากว่าการวิเคราะห์ผลึกด้านข้างแบบควบคุมแรงกระทำพอสมควร ทำให้ไม่สามารถทำนายสถานะการวิบัติของโครงสร้างจากความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์แรงเฉือนที่ฐานอาคารกับการเปลี่ยนตำแหน่งที่ยอดอาคาร สำหรับในการวิเคราะห์ผลึกด้านข้างแบบเป็นวัฏจักรที่มีการให้การเคลื่อนที่พบว่า อาคารตัวอย่างจะมีความเสียหายแบบเสาอ่อน-คานแข็ง โดยพบความเสียหายในเสามากกว่าคาน เช่นเดียวกับการวิเคราะห์ผลึกด้านข้างโดยให้แรงในทิศทางเดียว และมีรูปแบบความเสียหายที่ใกล้เคียงกับการวิเคราะห์เชิงพลศาสตร์ เนื่องจากผลของการเคลื่อนที่กระทำสลับไปมา แต่อย่างไรก็ตามจะมีความแตกต่างกันบ้างในลำดับของการเกิดการคราก เนื่องจากการกระจายของแรงในอาคารที่แตกต่างกัน และในส่วนของพฤติกรรมขององค์อาคาร พบว่า จะมีการตกลงของกำลังเมื่อมีการเคลื่อนที่สลับไปมา และมีเส้นโค้งโอบคลุม (envelope curve) ในเสาที่ใกล้เคียงกับการวิเคราะห์เชิงพลศาสตร์ แต่เมื่อเพิ่มการเคลื่อนที่ในจำนวนรอบที่มากขึ้นพบว่า จะมีกำลังที่ใกล้เคียงกับการวิเคราะห์ผลึกด้านข้างโดยให้แรงในทิศทางเดียว และมีเส้นโค้งโอบคลุมในคานที่แตกต่างจากการวิเคราะห์เชิงพลศาสตร์มากกว่าการวิเคราะห์ผลึกด้านข้างโดยให้แรงในทิศทางเดียวแบบควบคุมแรงกระทำ

3. เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการวิเคราะห์ผลึกด้านข้างแบบเป็นวัฏจักร กับ การวิเคราะห์เชิงพลศาสตร์ และ การวิเคราะห์ผลึกด้านข้างโดยให้แรงในทิศทางเดียว พบว่า การวิเคราะห์ผลึกด้านข้างแบบเป็นวัฏจักรสามารถทำนายผลตอบสนองของอาคารได้ใกล้เคียงกับการวิเคราะห์เชิงพลศาสตร์ โดยมีค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของการเปลี่ยนตำแหน่งที่ชั้นต่างๆ, อัตราส่วนการเปลี่ยนตำแหน่งระหว่างชั้น และ แรงภายใน ประมาณ 5%- 26% ส่วนการวิเคราะห์ผลึกด้านข้างโดยให้แรงในทิศทางเดียวจะมีค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของการเปลี่ยนตำแหน่งที่ชั้นต่างๆ, อัตราส่วนการเปลี่ยนตำแหน่งระหว่างชั้น และ แรงภายใน ประมาณ 3%- 30% โดยทั้งการวิเคราะห์ผลึกด้านข้างแบบเป็นวัฏจักร และ การวิเคราะห์ผลึกด้านข้างโดยให้แรงในทิศทางเดียวสามารถทำนายรูปแบบความเสียหายของอาคารได้ใกล้เคียงกับการวิเคราะห์เชิงพลศาสตร์ แต่อย่างไรก็ตามจะมีความแตกต่างกันบ้างในเรื่องของลำดับการเกิดการคราก เนื่องจากจะมีการกระจายของแรงในอาคารที่แตกต่างกัน สำหรับการเปรียบเทียบพฤติกรรมขององค์อาคารพบว่า การวิเคราะห์ผลึกด้านข้างแบบเป็นวัฏจักรให้ผลการตอบสนองที่แตกต่างจากการวิเคราะห์ผลึก

ด้านข้างโดยให้แรงในทิศทางเดียว ซึ่งปรากฏการตกลงของกำลังเมื่อเกิดการเคลื่อนที่สลับไปมา และมีเส้นโค้งโอบคลุมในเสาซึ่งใกล้เคียงกับผลจากการวิเคราะห์เชิงพลศาสตร์

7.2 ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยในครั้งนี้ สามารถสรุปข้อเสนอแนะเพื่อเป็นแนวทางในการวิจัยในอนาคตได้ ดังนี้

1. ในการศึกษาครั้งนี้ได้พิจารณาอาคารตัวอย่างจำนวน 1 อาคาร แต่อย่างไรก็ตามควรพิจารณาอาคารตัวอย่างจำนวนที่มากขึ้น เพื่อให้ได้ผลสรุปที่ครอบคลุมมากยิ่งขึ้น
2. ในงานวิจัยนี้เป็นการวิเคราะห์แบบไม่ยืดหยุ่น ซึ่งมีข้อจำกัดในการวิเคราะห์อยู่หลายประการ เช่น ไม่พิจารณาผลของการบิดของโครงสร้าง ไม่คำนึงถึงผลของการช่วยรับแรงในผนังก่ออิฐและฐานรากที่จะช่วยลดความเสียหายที่เกิดขึ้น และ ไม่พิจารณาการวิบัติเนื่องจากแรงเฉือนซึ่งทำให้พฤติกรรมของอาคารเปลี่ยนแปลงไป ดังนั้นในอนาคตควรมีการพิจารณารวมผลดังกล่าว