

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหาที่นำไปสู่การค้นคว้าวิจัย

แผ่นดินไหวนับเป็นภัยธรรมชาติที่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สินอย่างมหาศาล ประชาชนชาวไทยอาจเคยทราบถึงเหตุการณ์แผ่นดินไหวรุนแรงในต่างประเทศ ที่ทำให้อาคารบ้านเรือนและสิ่งปลูกสร้างต่างๆ จำนวนมากมายถูกทำลาย ผู้คนบาดเจ็บและเสียชีวิตเป็นจำนวนมาก ดังเช่นเหตุการณ์แผ่นดินไหวที่เมืองโกเบ ประเทศญี่ปุ่น เมื่อวันที่ 17 มกราคม พ.ศ. 2538 ซึ่งเป็นแผ่นดินไหวขนาดใหญ่ วัดได้ 7.2 ริกเตอร์ มีผู้เสียชีวิตกว่า 5,300 คน บาดเจ็บกว่า 26,000 คน อาคารบ้านเรือนสิ่งปลูกสร้างกว่า 75,000 หลัง เสียหายอย่างมาก เป็นผลให้ผู้คนที่อยู่อาศัยกว่า 300,000 คน (เป็นหนึ่ง และคณะ, 2538) ซึ่งเหตุการณ์ครั้งนี้นับว่าเป็นความเสียหายจากแผ่นดินไหวครั้งที่รุนแรงที่สุดในรอบ 70 ปี ของประเทศญี่ปุ่น

ถึงแม้ว่าประเทศไทยไม่ได้ตั้งอยู่บริเวณที่มีโอกาสเกิดแผ่นดินไหวขนาดใหญ่ ดังเช่นประเทศญี่ปุ่น อินโดนีเซีย สหรัฐอเมริกา ฯลฯ แต่บริเวณภาคเหนือตอนบนต่อเนื่องไปถึงภาคตะวันตกของประเทศ มีโอกาสที่จะเกิดแผ่นดินไหวขนาดกลาง ทั้งแผ่นดินไหวที่มีจุดศูนย์กลางในประเทศเพื่อนบ้าน และที่มีจุดศูนย์กลางภายในประเทศเอง ซึ่งแผ่นดินไหวขนาดกลางนี้จัดว่าเป็นแผ่นดินไหวที่สามารถทำให้โครงสร้างอาคารและสิ่งปลูกสร้างต่างๆ เกิดการวิบัติได้ โดยเฉพาะบริเวณที่อยู่ใกล้กับจุดศูนย์กลางแผ่นดินไหว ดังที่เคยเกิดขึ้นมาแล้วในหลายๆ ประเทศ ตัวอย่างแสดงในตารางที่ 1.1 สำหรับเหตุการณ์แผ่นดินไหวขนาดกลางที่ตรวจวัดได้ในประเทศไทย แสดงในตารางที่ 1.2 ซึ่งส่วนใหญ่จะมีจุดศูนย์กลางการเกิดอยู่ห่างจากชุมชน จึงไม่ได้ก่อให้เกิดความเสียหาย ที่รุนแรง แต่เหตุการณ์แผ่นดินไหวที่อำเภอพาน จังหวัดเชียงราย ซึ่งมีขนาด 5.1 ริกเตอร์ มีจุดศูนย์กลางการเกิดแผ่นดินไหวห่างจากตัวอำเภอพานประมาณ 15 กิโลเมตร ได้ก่อให้เกิดความเสียหายที่ค่อนข้างรุนแรงต่อโครงสร้างอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กของโรงพยาบาลพาน นอกจากนั้นยังได้สร้างความเสียหายต่อโรงเรียนและวัดกว่า 30 แห่ง (ปณิธาน และเป็นหนึ่ง, 2538)

ตารางที่ 1.1 : ตัวอย่างภัยพิบัติรุนแรงที่เกิดจากแผ่นดินไหวขนาดกลาง

สถานที่เกิดแผ่นดินไหว	ขนาด (ริกเตอร์)	ปีที่เกิด (พ.ศ.)	ความเสียหาย
Agadir, ประเทศ Morocco	5.7	2503	มีผู้เสียชีวิต 12,000 คน, บาดเจ็บ 12,000 คน อาคารจำนวนมากในเมืองพังทลายอย่างรุนแรง
Northern Yemen	5.8	2525	มีผู้เสียชีวิต 2,800 คน, หมู่บ้านประมาณ 300 แห่งได้รับความเสียหายอย่างรุนแรง
เมือง El Salvador, ประเทศ San Salvador	5.4	2529	มีผู้เสียชีวิต 1,000 คน, บาดเจ็บ 10,000 คน, ไร้ที่อยู่อาศัย 200,000 คน
เมือง Dushanbe รัฐ Tadzhik สหภาพโซเวียต	5.5	2532	มีผู้เสียชีวิตประมาณ 1,000 คน
ใกล้เมือง Timisoara ประเทศโรมาเนีย	5.5	2534	มีผู้เสียชีวิต 1 คน, บาดเจ็บ 28 คน, ไร้ที่อยู่อาศัย 3,700 คน, บ้านเรือนพังเสียหาย 2,800 หลัง
ห่างจากกรุง Cairo ประเทศ Egypt เพียง 20 กม.	5.2	2535	มีผู้เสียชีวิต 593 คน, บาดเจ็บมากกว่า 600 คน อาคารเสียหายรุนแรงถึง 14,000 หลัง
เมือง Yongheng มณฑล Gansu สาธารณรัฐประชาชนจีน	5.8	2539	มีผู้เสียชีวิต 13 คน, บาดเจ็บ 52 คน, บ้านเรือนพังเสียหาย 4,500 หลัง

ที่มา : เป็นหนึ่ง วานิชชัย 1998

ตารางที่ 1.2 : แผ่นดินไหวขนาดกลางที่เคยตรวจวัดได้ในประเทศไทย

วัน - เดือน - ปี	สถานที่ตรวจวัด	ขนาด (ริกเตอร์)
13 พ.ศ. 2478	จ.น่าน	6.5
17 ก.พ. 2518	อ.ท่าสองยาง จ.ตาก	5.6
15 - 22 เม.ย. 2526	อ.ศรีสวัสดิ์ จ.กาญจนบุรี	5.3, 5.9, 5.2 (3 ครั้ง)
11 ก.ย. 2537	อ.พาน จ.เชียงราย	5.1
9 ธ.ค. 2538	อ.ร้องกวาง จ.แพร่	5.1
21 ธ.ค. 2538	อ.พริ้ว จ.เชียงใหม่	5.2
22 ธ.ค. 2539	พรมแดนไทย - ลาว - พม่า	5.5

ที่มา : เป็นหนึ่ง วานิชชัย 1998

จะเห็นได้ว่าประเทศไทยโดยเฉพาะบริเวณภาคเหนือและภาคตะวันตกนั้นมีความเสี่ยงต่ออันตรายจากแผ่นดินไหวขนาดกลางค่อนข้างสูง จึงควรที่จะมีการศึกษาถึงลักษณะพฤติกรรมของ สิ่งปลูกสร้างในบริเวณดังกล่าวว่าจะมีพฤติกรรมอย่างไรในขณะเกิดแผ่นดินไหว ซึ่งในอดีตที่ผ่านมา อาคารคอนกรีตเสริมเหล็กระบบพื้นไร้คานได้เป็นที่นิยมน้อยอย่างแพร่หลาย ทั้งนี้เนื่องจากอาคารระบบดังกล่าวมีข้อดีหลายประการ อาทิเช่น ความสะดวกรวดเร็วในการก่อสร้าง สามารถลดความสูงระหว่างชั้นของอาคารได้ เป็นต้น แต่เนื่องจากระบบโครงสร้างมีความยืดหยุ่นค่อนข้างสูง เมื่อมีแรงกระทำทางพลศาสตร์กระทำต่ออาคารจึงสามารถโยกตัวทางด้านข้างได้มาก ประกอบกับงานวิจัย พฤติกรรมของอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กระบบพื้นไร้คานเมื่อรับแรงแผ่นดินไหวในประเทศไทยยังมีน้อย ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีแนวความคิดที่จะศึกษาเกี่ยวกับการสั่นสะเทือนอิสระของอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กระบบพื้นไร้คาน โดยจะทำการวิเคราะห์หาค่าโดยประมาณของความถี่ธรรมชาติ และโหมดรูปร่าง (Mode Shapes) จากนั้นจะทำการวิเคราะห์หาค่าแรงเฉือนที่ฐานและการกระจายแรงด้านข้างตามชั้นต่างๆของอาคารจากค่าอัตราเร่งสูงสุดที่ผิวดินเนื่องจากแผ่นดินไหวที่มีโอกาสเกิดขึ้นได้ในประเทศไทย

1.2 สรุปสาระสำคัญจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง

ในอดีตที่ผ่านมา มีผู้สนใจศึกษาวิเคราะห์คุณสมบัติประจำตัวของโครงสร้างอันได้แก่ ความถี่ธรรมชาติ รวมถึงพฤติกรรมการตอบสนองต่อแรงแผ่นดินไหวของโครงสร้างต่าง ๆ ตลอดจนข้อมูลเพื่อใช้วิเคราะห์และออกแบบโครงสร้างรับแรงแผ่นดินไหวที่สำคัญ ดังนี้

Smith and Crowe (1986) ได้ศึกษาวิธีการคำนวณด้วยมือ เพื่อหาค่าโดยประมาณของคาบธรรมชาติในการเคลื่อนที่แบบอิสระใน 2 โหมดแรกของโครงสร้างอาคารสูงระบบ rigid frame, coupled wall, wall frames และ braced frames หรือระบบดังกล่าวร่วมกัน โดยมีข้อจำกัดคือ อาคารจะต้องรับแรงกระทำที่สมมาตรและตัวอาคารเองต้องมีความสมมาตรในระนาบ นั่นคือ อาคารจะไม่เกิดการบิดเมื่อมีแรงกระทำ ซึ่งผลการศึกษาพบว่า ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยมือ เมื่อเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากวิธี decoupled eigenvalue จะมีความคลาดเคลื่อนประมาณร้อยละ 4 ในโหมดที่ 1 และร้อยละ 15 ในโหมดที่ 2

Smith and Young (1991) ได้คิดวิธีประมาณด้วยมือเพื่อหาค่าแรงเฉือนพื้นฐานของอาคารสูง เนื่องจากแผ่นดินไหว การวิเคราะห์ได้อาศัยวิธี decoupled eigenvalue หาค่าสัมประสิทธิ์แรงเฉือนพื้นฐานจากค่าคาบธรรมชาติในสองโหมดแรกของอาคาร วิธีที่นำเสนอนี้สามารถนำไปใช้ได้กับอาคารสูงระบบโครงข้อแข็งร่วมกับกำแพงรับแรงเฉือน ระบบกำแพงรับแรงเฉือนคู่และระบบกำแพงรับแรงเฉือนที่มีคานเชื่อมต่อกับเสา ซึ่งอาคารต้องมีความสูงสม่ำเสมอและไม่เกิดการบิดเมื่อรับแรงแผ่นดินไหว ผลการศึกษาได้นำมาใช้วิเคราะห์กับตัวอย่างอาคารที่มีกำแพงรับแรงเฉือน ความสูง 26 ชั้น และนำค่าแรงเฉือนพื้นฐานที่ได้จากการวิเคราะห์มาเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมไฟไนท์อีลิเมนต์ในคอมพิวเตอร์ และค่าที่ Basu (1983) และ Tso and Rutenberg (1977) ได้ประมาณไว้ พบว่าค่าแรงเฉือนพื้นฐานจากการวิเคราะห์มีความคลาดเคลื่อนจากค่าที่วิเคราะห์ด้วยคอมพิวเตอร์ประมาณ 2 % ขณะที่ค่าแรงเฉือนพื้นฐานของ Basu (1983) และ Tso and Rutenberg (1977) มีความคลาดเคลื่อนจากค่าที่วิเคราะห์ด้วยคอมพิวเตอร์ประมาณ 6 %

Mason and Ventura (1991) ได้วิเคราะห์พฤติกรรมทางพลศาสตร์ของอาคาร Santa Clara County Civic Center ซึ่งตั้งอยู่ในเมืองแคลิฟอร์เนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา ลักษณะอาคารเป็นโครงสร้างเหล็กระบบโครงข้อแข็งรับโมเมนต์ ความสูง 13 ชั้น การวิเคราะห์ได้ใช้โปรแกรม ETABS ของมหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนีย วิเคราะห์หาค่าคาบธรรมชาติของอาคาร และเปรียบเทียบกับค่าจริงที่ได้จากข้อมูลการตรวจวัดความเร่งในขณะเกิดแผ่นดินไหว นอกจากนั้นยังได้ศึกษาลักษณะแบบจำลองโครงสร้างแบบต่างๆที่มีผลต่อค่าคาบธรรมชาติของอาคาร ซึ่งผลการศึกษาพบว่า การใช้แบบจำลองโครงสร้างจริงของอาคารวิเคราะห์ในระบบสามมิติ จะให้ค่าคาบธรรมชาติที่ใกล้เคียงกับค่าจริง โดยมีความคลาดเคลื่อนอยู่ในช่วง 10 % สำหรับลักษณะแบบจำลองโครงสร้างที่มีความสำคัญต่อค่าคาบธรรมชาติมาก คือ จำนวนโครงข้อแข็งที่ใช้วิเคราะห์ และสภาพความแข็งแรงของข้อต่อระหว่างคานกับเสา ส่วนการคิดผลของ P-delta พฤติกรรมร่วมระหว่างพื้นคอนกรีตกับคานเหล็ก และการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งจุดศูนย์กลางมวลเพียงเล็กน้อยในแต่ละชั้น จะมีความสำคัญต่อค่าคาบธรรมชาติน้อย

Durrani et. al. (1994) ได้ศึกษาผลการตอบสนองของอาคารระบบพื้นไร้คานแบบอัดแรง ที่หลังต่อเหตุการณ์แผ่นดินไหว Loma Prieta ที่เมืองแคลิฟอร์เนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา ลักษณะของอาคารเป็นอาคารสูง 9 ชั้น มีผนังรับแรงเฉือนอยู่ในตำแหน่งเยื้องจุดศูนย์กลางของอาคาร จากข้อมูลอัตราเร่งที่ได้จากการติดตั้งเครื่องวัดความเร่ง (Accelerometers) ภายในอาคารระหว่างเกิดแผ่นดินไหว ได้ถูกนำมาวิเคราะห์หาค่าความถี่ธรรมชาติ โหมดรูปร่าง และค่าอัตราส่วนความหน่วงของอาคาร โดยอาศัยวิธี Least-Square Output Error Method ร่วมกับวิธี Modal Superposition Structure Model จากนั้นทำการวิเคราะห์โครงสร้างทางพลศาสตร์ในสามมิติด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ GTSTRUDL โดยใช้แบบจำลองของโครงสร้างต่าง ๆ กัน และเปรียบเทียบผลจากการวิเคราะห์ตามวิธี แรงสถิตย์เทียบเท่าของมาตรฐาน UBC ซึ่งผลการศึกษาพบว่า การวิเคราะห์จากข้อมูลความเร่งที่ได้บันทึกไว้ในขณะเกิดแผ่นดินไหวและการวิเคราะห์ใน 3 มิติทางพลศาสตร์ โดยโปรแกรม GTSTRUDL ให้ค่าความถี่เด่นที่สุดคล้อยกันได้แก่ ความถี่ในโหมดแรกของการสั่นสะเทือนแบบบิด และความถี่ในโหมดแรกของการสั่นสะเทือนในทิศทางด้านสั้นและด้านยาวของตัวอาคาร ส่วนโหมดต่ำสุด (Lowest Mode) ของการสั่นสะเทือนคือโหมดการสั่นสะเทือนแบบบิด และจากแบบจำลองโครงสร้างต่าง ๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์ โดยโปรแกรม GTSTRUDL พบว่าแบบจำลองที่ลดค่าสติฟเนสของเสาและผนังรับแรงเฉือนเหลือ 70% ของค่าสติฟเนสจริง และลดค่าสติฟเนสของพื้นที่คิดเป็นคานเทียบเท่า (Equivalent Beam) เหลือ 1 ใน 3 ของค่าสติฟเนสของพื้นที่เต็มช่วง และใช้น้ำหนักบรรทุกจร 30 % รวมกับน้ำหนักบรรทุก คงที่ในการวิเคราะห์ จะให้ผลที่น่าเชื่อถือมากที่สุด สำหรับแรงในแนวราบที่เกิดขึ้นพบว่าจะถูกต้านด้วยผนังรับแรงเฉือนเป็นส่วนใหญ่ และเมื่อคำนวณค่าสัมประสิทธิ์แรงเฉือนที่ฐานที่ได้จากการวิเคราะห์ 3 มิติทางพลศาสตร์ เปรียบเทียบกับค่าสัมประสิทธิ์จากวิธีแรงสถิตย์เทียบเท่าของมาตรฐาน UBC พบว่าค่าสัมประสิทธิ์แรงเฉือนที่ฐานในทิศด้านสั้นของอาคารที่ได้จากทั้งสองวิธีมีค่าใกล้เคียงกัน แต่ค่าสัมประสิทธิ์แรงเฉือนที่ฐานในทิศด้านยาวของอาคารที่ได้จากการวิเคราะห์ 3 มิติทางพลศาสตร์ มีค่ามากกว่าค่าสัมประสิทธิ์จากมาตรฐาน UBC ประมาณ 2 เท่า

ปณิธาน และ นพคต (2536) ได้เสนองานวิจัยเรื่องเขตแผ่นดินไหวและสัมประสิทธิ์แผ่นดินไหวสำหรับประเทศไทย การวิจัยได้ใช้แบบจำลอง Estava วิเคราะห์หาค่าอัตราเร่งสูงสุดบนผิวดิน โดยอาศัยข้อมูลแผ่นดินไหวจากจุดศูนย์กลางต่าง ๆ ที่อยู่ในรัศมี 800 เมตร จากจุดที่พิจารณา โดยใช้กรรมวิธี least square และทฤษฎีความน่าจะเป็น หาค่าความเป็นไปได้ของการเกิดค่าอัตราเร่งผิวดินไม่เกินค่าหนึ่ง ๆ ในช่วงอายุของโครงสร้าง จากนั้นได้ประยุกต์วิธีการมอนติคาร์โล (Monte Carlo Simulation) จำลองเหตุการณ์แผ่นดินไหวที่มีความรุนแรงต่าง ๆ กัน 1,000 ครั้ง ผลการวิจัยให้ค่าเฉลี่ยของอัตราเร่งผิวดินสูงสุดรวมกับค่าเฉลี่ยเบี่ยงเบนมาตรฐาน 140 ซม./วินาที²

นพคต (2539) ได้ทำการวิจัยเรื่อง สเปกตรัมการตอบสนองในช่วงอินีลาสติก สำหรับออกแบบอาคารต้านแรงแผ่นดินไหวในประเทศไทย การวิจัยเริ่มจากการใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SIMQKE จำลองคลื่นแผ่นดินไหวที่มีขนาดอัตราเร่งสูงสุดที่ผิวดิน 140 ซม./วินาที² จำนวน 100 คลื่น ทั้งนี้เป็นการจำลองแผ่นดินไหวทั้งระยะใกล้และไกลจากจุดที่พิจารณา โดยใช้คาบเวลาเด่นของชั้นดินตั้งแต่ 0.3 ถึง 0.2 วินาที สำหรับการสร้างสเปกตรัมการตอบสนองในช่วงอินีลาสติก ได้ใช้แบบจำลอง สถิติเฟเนสติก กรดคิง ที่ประยุกต์จากแบบจำลอง Takeda โดยใช้ค่าสถิติเฟเนสติกความเครียดเท่ากับ 3% ของสถิติเฟเนสติก และกำหนดค่าความหน่วงของโครงสร้างเท่ากับ 5% ของความหน่วงวิกฤติ ผลการวิจัยได้สร้างสเปกตรัมการตอบสนองของอัตราเร่งในช่วงอินีลาสติกสำหรับอัตราส่วนความหน่วง 2 และ 3

ยิ่งยง (2540) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการสันสะท้อนแบบอิสระของอาคารค้ำสาธารณะและบ้านพักอาศัย การประมาณค่าคาบการสันสะท้อนแบบอิสระ และโหมดรูปร่างของอาคารกระทำโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป XETABS95 พบว่าคาบการสันสะท้อนของอาคารค้ำที่ได้จากการวิเคราะห์มีค่าอยู่ในช่วง 0.16 - 0.81 วินาที โดยขนาดของคาบการสันสะท้อนจะขึ้นอยู่กับความสูงของอาคาร ส่วนความยาวของอาคารด้านที่ขนานกับทิศทางของแผ่นดินไหว มีผลต่อคาบการสันสะท้อนของอาคารน้อย สำหรับการประมาณค่าแรงเฉือนที่ฐานและการกระจายแรงต้านข้างที่ชั้นต่าง ๆ ของอาคาร กระทำโดยใช้วิธีสเปกตรัมการตอบสนอง (Response Spectrum Method) ที่อัตราเร่งผิวดินสูงสุด 140 ซม./วินาที² ซึ่งจากสเปกตรัมการตอบสนองของแผ่นดินไหวแสดงให้เห็นว่าโครงสร้างอาคารค้ำ จะเกิดผลการตอบสนองต่อแผ่นดินไหวสูง

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การศึกษาการสั่นสะเทือนแบบอิสระและการกระจายแรงเฉือนที่ฐานจากแผ่นดินไหวของอาคารระบบพื้นไร้คานในเชียงใหม่ ได้มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาดังนี้

1.3.1 เพื่อหาค่าคาบธรรมชาติ (Natural Periods) โดยประมาณของอาคารคอนกรีตระบบพื้นไร้คานความสูงขนาดกลาง

1.3.2 เพื่อศึกษาพฤติกรรมของโหมดรูปร่าง (Mode shapes) ของอาคารคอนกรีตระบบพื้นไร้คานความสูงขนาดกลาง

1.3.3 เพื่อหาค่าแรงเฉือนที่ฐานของโครงสร้างอาคารคอนกรีตระบบพื้นไร้คานความสูงขนาดกลางในขณะเกิดแผ่นดินไหวที่มีความเร่งที่ผิวดิน เท่ากับ 140 ซม. / วินาที² โดยใช้วิธี สเปกตรัมการตอบสนอง (Response Spectrum Method)

1.3.4 เพื่อศึกษาลักษณะการกระจายแรงดัดข้าง ในชั้นต่างๆ ของอาคารคอนกรีตระบบพื้นไร้คานความสูงขนาดกลาง เมื่อเกิดแผ่นดินไหวที่มีความเร่งที่ผิวดินเท่ากับ 140 ซม. / วินาที²

1.3.5 เพื่อเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ค่าแรงเฉือนที่ฐานต่อน้ำหนัก ของอาคารคอนกรีตระบบพื้นไร้คานความสูงขนาดกลางจากแผ่นดินไหวที่มีขนาดความเร่งที่ผิวดิน 140 ซม./วินาที² จากวิธีสเปกตรัมการตอบสนอง กับค่าสัมประสิทธิ์จากข้อกำหนดในกฎกระทรวงว่าด้วยการออกแบบอาคารเพื่อด้านทานแรงจากแผ่นดินไหว

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

การศึกษาการสั่นสะเทือนแบบอิสระและการกระจายแรงเฉือนจากแผ่นดินไหวของอาคารระบบพื้นไร้คานในเชียงใหม่ มีขอบเขตของการวิจัยดังนี้

1.4.1 ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยนั้น จะใช้ตัวอย่างอาคารเรียนคอนกรีตระบบพื้นไร้คานจำนวน 5 ตัวอย่าง

1.4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่าคาบธรรมชาติและโหมดรูปร่างของอาคารกระทำโดยใช้โปรแกรม XETABS95 ซึ่งเป็นโปรแกรมการวิเคราะห์ใน 3 มิติ ที่สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (A.I.T) ได้ปรับปรุงมาจากโปรแกรม ETAB ของมหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยการจำลองโครงสร้างในสามมิติจะพิจารณาเฉพาะองค์อาคารที่เป็นโครงสร้างของอาคาร (Structural element) ส่วนองค์อาคารอื่นๆ ที่ไม่ได้เป็นโครงสร้างของอาคาร (Non - Structural element) จะไม่นำมาพิจารณาในการวิเคราะห์ครั้งนี้

1.4.3 การคำนวณแรงเฉือนที่กระจายในแต่ละชั้นของอาคารจะใช้สเปกตรัมการตอบสนองของอัตราเร่งจากงานวิจัยเรื่อง สเปกตรัมการตอบสนองในช่วงอินfrasistick สำหรับออกแบบอาคารด้านแผ่นดินไหวในประเทศไทย ที่เสนอโดยนพค 2539 โดยอัตราส่วนความเหนียวเท่ากับ 2

1.5 วิธีดำเนินวิจัย

1.5.1 ขั้นตอนรวบรวมข้อมูล

ทำการสำรวจและเลือกตัวอย่างอาคารเรียนระบบคอนกรีตระบบพื้นไร้คานที่ตั้งอยู่ในบริเวณ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 5 หลัง

1.5.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์

1.5.2.1 นำตัวอย่างอาคารที่ได้มาทำการวิเคราะห์หาค่าคาบธรรมชาติ ของการสั่นสะเทือนแบบอิสระและโหมดรูปร่างของอาคาร โดยอาศัยโปรแกรม XETABS95 โดยทำการจำลองลักษณะอาคารลงในโปรแกรม XETABS95 ดังนี้

ก. จำลองตามสัดส่วนของโครงสร้างจริงในรูปแบบโครงข้อแข็งในสามมิติ และผนังรับแรงเฉือน ที่ถูกยึดด้วยพื้นในแนวราบที่มีความแข็งแรงในระนาบ โดยพิจารณาส่วนของพื้นไร้คานเป็นลักษณะของคานเทียบเท่าที่ยึดแน่นกับเสา

ข. ในการหาค่าสติเฟนสของโครงสร้างส่วนต่างๆของอาคารจะใช้ค่าสติเฟนสจากผลงานวิจัยของ Durrani et.al.(1994) เป็นค่าต้นแบบในการคำนวณดังนี้คือ ค่าสติเฟนสของเสาและผนังรับแรงเฉือน ใช้ 70% ของค่าจริง และค่าสติเฟนสของพื้นที่คิดเป็นคานเทียบเท่า ใช้ 1/3 ของค่าสติเฟนสที่คิดจากพื้นที่หน้าตัดเต็มช่วง

ค. น้ำหนักในแนวดิ่งที่ใช้วิเคราะห์เป็นผลรวมของน้ำหนักบรรทุกคงที่รวมกับร้อยละ 30 ของน้ำหนักบรรทุกจร

ง มวลของอาคาร คิดเป็นมวลรวมที่ระดับพื้นแต่ละชั้น (Lumped Mass)

จ ตำแหน่งฐานรากจะสมมุติให้เป็นจุดรองรับแบบยึดแน่น (Fixed Support)

1.5.2.2 หาค่าความสัมพันธ์ระหว่างคาบการสั่นสะเทือนกับอัตราส่วนของความสูงของอาคารกับรากที่สองของความยาวด้านที่ขนานกับแผ่นดินไหว ($H/\sqrt{D}$) เพื่อเปรียบเทียบกับค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากกฎกระทรวงว่าด้วยการออกแบบอาคารเพื่อต้านทานแรงจากแผ่นดินไหว

1.5.2.3 ทำการวิเคราะห์หาค่าแรงต้านข้างที่กระทำที่ชั้นต่าง ๆ ของอาคารจากวิธีสเปกตรัมการตอบสนอง โดยใช้สเปกตรัมการตอบสนองของอัตราเร่งของ นพค. (2539) ที่อัตราส่วนความหนึ่ยเท่ากับ 2 ($\mu = 2$) จากนั้นทำการหาค่าแรงเฉือนที่ฐานของอาคาร โดยรวมแรงต้านข้างในแต่ละชั้นของอาคาร

1.5.2.3 คำนวณหาสัมประสิทธิ์ของมวลโครงสร้างที่ใช้หาค่าแรงเฉือนของอาคารจากอัตราส่วนของแรงเฉือนที่ฐานกับมวลของอาคาร และเปรียบเทียบกับค่าสัมประสิทธิ์จากข้อกำหนดด้านทานแรงสั่นสะเทือนแผ่นดินไหวในกฎกระทรวงว่าด้วยการออกแบบอาคารเพื่อต้านทานแรงจากแผ่นดินไหว