บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

แผ่นดินไหวเป็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่สามารถก่อให้เกิดความเสียหายอย่างรุนแรงที่สุดต่อมวลมนุษย์ เหตุการณ์แผ่นดินไหวที่เคยเกิดในต่างประเทศหลายครั้งได้สร้างความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สินจำนวนมาก สำหรับประเทศไทยประชาชนทั่วไปมักมีความเชื่อว่าภัยพิบัติแผ่นดินไหวที่รุนแรงเช่นนั้นจะไม่มีโอกาสเกิดขึ้นในประเทศไทย เพราะไม่เคยมีเหตุการณ์แผ่นดินไหวที่มีผลกระทบรุนแรงที่เกิดขึ้นในอดีตมาก่อน อย่างไรก็ตามมีผลการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับแผ่นดินไหวในด้านต่าง ๆ เช่น การตรวจสอบหลักฐานทางประวัติศาสตร์ การตรวจวัดด้วยเครือข่ายสถานีวัดแผ่นดินไหว รายงานการสำรวจรอยเลื่อนในเบื้องต้น งานวิจัยใหม่ ๆ ที่เกี่ยวกับแผ่นดินไหวในประเทศไทย รวมทั้งผลกระทบจากแผ่นดินไหวที่เกิดขึ้นที่ส่งผลชัดเจนต่อประเทศจนสร้างความตื่นตระหนกเป็นระยะๆ ข้อมูลเหล่านี้ได้แสดงให้เห็นถึงความเสี่ยงภัยเนื่องจากแผ่นดินไหวของประเทศไทย กล่าวคือภัยพิบัติแผ่นดินไหวที่รุนแรงนั้นมีโอกาสเกิดขึ้นได้จริงในพื้นที่บางส่วนของประเทศไทย เช่น บริเวณภาคเหนือและตะวันตกเฉียงเหนือของประเทศ เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่มีแนวรอยเลื่อนที่อาจทำให้เกิดแผ่นดินไหวขนาดกลางประมาณ 5-6 ริคเตอร์ อันเป็นแผ่นดินไหวที่มีศักยภาพในการทำลายสูงในบริเวณใกล้เคียง ซึ่งในความเป็นจริงแล้ว แผ่นดินไหวขนาดปานกลางดังกล่าวได้เกิดขึ้นแล้วหลายครั้งในประเทศไทย แต่ทว่าในการเกิดที่ผ่านมาศูนย์กลางของแผ่นดินไหวมิได้อยู่ใกล้กับชุมชน จึงไม่มีรายงานความเสียหายที่เกิดขึ้น นอกจากนั้นกรุงเทพมหานครและปริมณฑลก็อาจได้รับผลกระทบจากแผ่นดินไหวระยะไกลได้ เนื่องด้วยสภาพดินใต้กรุงเทพมหานครเป็นดินอ่อน และใต้ลงไปเป็นชั้นของดินแข็ง ซึ่งมีงานวิจัยที่แสดงให้เห็นถึงสภาพดินในลักษณะนี้สามารถขยายคลื่นแผ่นดินไหวได้หลายเท่าตัว ดังนั้น จึงอาจเกิดผลกระทบจากแผ่นดินไหวที่เกิดขึ้นในระยะไกลได้

ระดับความรุนแรงของผลกระทบต่ออาคารเนื่องจากแผ่นดินไหวขึ้นอยู่กับ 2 ปัจจัยหลัก คือ คุณลักษณะของอาคารด้านการตอบสนองต่อแรงแผ่นดินไหว หรือคุณสมบัติเชิงพลศาสตร์ของอาคาร และ ระดับความรุนแรงของการสั่นสะเทือนของพื้นดิน ณ บริเวณที่ตั้ง โดยในส่วนนี้เป็นผลมาจากหลายองค์ประกอบ และองค์ประกอบหลักคือ คุณลักษณะเฉพาะของชั้นดินบริเวณที่ตั้งอาคาร ซึ่งค่าที่สำคัญที่จำเป็นต่อการศึกษาได้แก่ ค่าคาบธรรมชาติ หรือคาบอิทธิพลหลัก (Natural Period or Predominant Period) และ ค่าความเร็วเฉือน (Shear wave velocity) ของชั้นดิน ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อเกิดแผ่นดินไหวขึ้น ชั้นดินอาจสามารถขยายขนาดคลื่นและเพิ่มระดับความรุนแรงของแผ่นดินไหวได้โดยเฉพาะในกรณีที่เป็นชั้นดินอ่อน และอาคารอาจเกิดการตอบสนองอย่างรุนแรงแบบการสั่นพ้อง หากค่าคาบธรรมชาติของอาคารมีค่าใกล้เคียงกับค่าคาบการสั่นหลักของคลื่นแผ่นดินไหว ซึ่งมีตัวอย่างคือเหตุการณ์แผ่นดินไหวที่ประเทศเม็กซิโกเมื่อวันที่ 19 กันยายน ค.ศ. 1985 โดยมีศูนย์กลางแผ่นดินไหวอยู่ห่างจากเมืองเม็กซิโกซิตี้ประมาณ 350 กม. ซึ่งบริเวณฝั่ง

ตะวันตกของเมืองเม็กซิโกซิตี้ตั้งอยู่บนชั้นดินที่เคยเป็นทะเลสาบในอดีต โดยมีชั้นดินอ่อนวางตัวเหนือชั้นดินแข็งทำให้เมื่อเกิดแผ่นดินไหว มีการขยายคลื่นแผ่นดินไหวส่งผลให้เกิดความเสียหายรุนแรงอย่างมาก ซึ่งต่างจากฝั่งตะวันตกเฉียงใต้ที่ตั้งอยู่บนชั้นดินแข็งและมีความเสียหายน้อยกว่า เนื่องจากมีลักษณะทางธรณีวิทยาที่ต่างกันแม้จะอยู่ในบริเวณเมืองเดียวกันก็ตาม และอาคารที่ได้รับความเสียหายเป็นกลุ่มอาคารที่มีค่าคาบธรรมชาติใกล้เคียงกับค่าคาบการสั่นหลักของคลื่นแผ่นดินไหวที่ถูกขยายนั้น จากเหตุการณ์ดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าคุณสมบัติเชิงพลศาสตร์ของอาคารและคุณสมบัติของชั้นดินบริเวณที่ตั้งของชั้นดิน เป็นตัวแปรที่มีความสำคัญมากต่อการประเมินผลกระทบเนื่องจากแผ่นดินไหวต่อโครงสร้าง

ดังนั้น คุณสมบัติเชิงพลศาสตร์ของอาคารซึ่งประกอบด้วย คาบธรรมชาติ (Natural Period) อัตราส่วนความหน่วง (Damping Ratio) และรูปร่างการสั่นไหว (Vibration Mode Shape) จึงเป็นข้อมูลสำคัญสำหรับการคำนวณหาระดับการโยกตัวของอาคารต่าง ๆ จากผลของแผ่นดินไหวที่อาจเกิดขึ้น โดยทั่วไปแล้ววิธีหาค่าคุณสมบัติเชิงพลศาสตร์ที่ให้ผลถูกต้องที่สุดคือการตรวจวัดการสั่นไหวของอาคารจริง เนื่องจากเป็นการศึกษาพฤติกรรมที่รวมทุกองค์ประกอบของอาคาร อย่างไรก็ตามการตรวจวัดอาคารมีค่าใช้จ่ายสูง และสำหรับในขั้นตอนการออกแบบที่ยังไม่สามารถทำตรวจวัดอาคารได้ จำเป็นต้องมีแนวทางช่วยในการประมาณค่า ดังนั้นการเลือกตรวจวัดกลุ่มตัวอย่างของอาคารที่มีขนาด รูปร่าง และลักษณะการใช้งานต่างๆ จำนวนหลายอาคาร เพื่อนำข้อมูลไปพัฒนาเป็นสูตรการประมาณค่าคุณสมบัติเชิงพลศาสตร์ของอาคารเหล่านั้นที่ถูกต้องแม่นยำ และประเมินผลของแผ่นดินไหวต่ออาคารได้อย่างเหมาะสม จะเป็นประโยชน์ต่อการกำหนดมาตรฐานการออกแบบอาคารต้านทานแผ่นดินไหวอย่างยิ่ง

จากผลการดำเนินงานโครงการลดภัยพิบัติจากแผ่นดินไหวในประเทศไทยในระยะที่ 1 ของโครงการย่อยที่ 3 “การตรวจวัดและศึกษาคุณสมบัติเชิงพลศาสตร์ (Dynamic Properties) ของอาคารสูงในกรุงเทพมหานคร” ภายใต้การสนับสนุนจากกองทุนสนับสนุนการวิจัย ที่ได้บรรลุวัตถุประสงค์ของการตรวจวัดค่าคุณสมบัติของโครงสร้างอาคารในกรุงเทพมหานครที่ตั้งอยู่บนชั้นดินอ่อน โดยสามารถหาแนวทางการประมาณค่าคุณสมบัติเชิงพลศาสตร์ของอาคารทั่วไปในกรุงเทพมหานครได้ การดำเนินงานในขั้นต่อไปคือขยายขอบเขตการวิจัยไปสู่การศึกษาคุณสมบัติเชิงพลศาสตร์ดังกล่าวสำหรับอาคารที่ตั้งอยู่บนชั้นดินที่มีสภาพแตกต่างไป เช่นชั้นดินแข็งที่บริเวณภาคเหนือ และยังอยู่ในพื้นที่ที่ใกล้แหล่งกำเนิดแผ่นดินไหวอันเป็นปัญหาในลักษณะของแผ่นดินไหวใกล้แนวรอยเลื่อน ซึ่งมีลักษณะของการสั่นสะเทือนของพื้นดินแตกต่างจากปัญหาของกรุงเทพมหานครที่เป็นปัญหาของแผ่นดินไหวระยะไกล เพื่อให้มีข้อมูลสำหรับอาคารที่อยู่ในพื้นที่ลักษณะต่าง ๆ และพิจารณาการกำหนดมาตรฐานการออกแบบอาคารต้านทานแผ่นดินไหวที่เหมาะสมได้

นอกเหนือไปจากคุณสมบัติเชิงพลศาสตร์ของอาคารที่มีผลต่อการโยกตัวของอาคารแล้ว ระดับความรุนแรงของแผ่นดินไหวที่เกิดต่ออาคารขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของชั้นดินที่บริเวณนั้นด้วย ในการศึกษาพฤติกรรมเชิงพลศาสตร์ของชั้นดินที่ใช้ประเมินระดับการขยายตัวของคลื่นแผ่นดินไหว

อาจทำโดยการเจาะสำรวจภาคสนาม (Borehole method) ซึ่งสามารถได้ค่าที่ค่อนข้างแม่นยำสูง อย่างไรก็ตามวิธีนี้มีค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติสูงมากและใช้เวลานาน จึงไม่สามารถทำการสำรวจหลาย ๆ ตำแหน่งได้ การศึกษาที่เป็นทางเลือกที่สามารถทำได้ดีคือ การตรวจวัดการสั่นสะเทือนของผิวดินในระดับต่ำที่มีอยู่ตลอดเวลาในธรรมชาติ (Ambient Vibration) ซึ่งเกิดจากการกระตุ้นจากแรงที่เกิดตามธรรมชาติของสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ เช่น การเคลื่อนตัวของชั้นดินเอง หรือจากแรงต่างๆ บนผิวดิน เป็นต้น การตรวจวัดนี้ต้องใช้เครื่องมือวัดที่มีความละเอียดในระดับ Micron และสามารถใช้ศึกษาได้ดีแม้ในบริเวณที่มีการเคลื่อนตัวของชั้นดินด้วยค่าต่ำ ๆ วิธีนี้เรียกว่า การตรวจวัด Microtremor ซึ่งได้รับการพัฒนาประสิทธิภาพมากขึ้นในปัจจุบัน และมีเทคนิคการศึกษาหลายรูปแบบ เช่น การตรวจวัด 1 ตำแหน่งเพื่อวิเคราะห์สเปคตรัมของคลื่นในแนวราบต่อคลื่นในแนวดิ่ง (Horizontal/Vertical ratio หรือ H/V spectral ratio method) และวิธีที่ตรวจวัดหลายตำแหน่งพร้อมกันเป็นโครงข่าย (Array Microtremor Observation) ที่ให้ผลการศึกษาคุณลักษณะของชั้นดินในเชิงพลศาสตร์ได้สมบูรณ์ อย่างไรก็ดี การศึกษาแบบ Array Microtremor Observation ต้องใช้บุคลากร เครื่องมือ และกระบวนการวิเคราะห์ขั้นสูง จึงขาดการนำมาประยุกต์ใช้ในปัญหาด้านแผ่นดินไหวในประเทศไทย

ดังนั้น งานวิจัยนี้ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษาด้านคุณสมบัติของอาคาร เพิ่มเติมให้สมบูรณ์เพื่อการพัฒนาสมการประมาณค่าคาบธรรมชาติของอาคารที่เหมาะสำหรับใช้ออกแบบอาคารต้านทานแผ่นดินไหวสำหรับประเทศไทย และทำการสำรวจคุณลักษณะของชั้นดินบริเวณที่ตั้ง ที่มีผลต่อระดับความรุนแรงของแผ่นดินไหว เพื่อสามารถนำข้อมูลไปวางแผนจัดทำแผนที่แบ่งเขตความรุนแรงของแผ่นดินไหวอย่างละเอียด (Seismic Microzonation) โดยพื้นที่ศึกษาหลักคือการศึกษาคุณสมบัติเชิงพลศาสตร์ของอาคาร ดำเนินการศึกษากับอาคารในจังหวัดเชียงใหม่ และการสำรวจคุณลักษณะของชั้นดินบริเวณที่ตั้ง ดำเนินกับเขตเมืองใหญ่ที่มีความเสี่ยงภัยแผ่นดินไหวและยังขาดข้อมูลดังกล่าว โดยดำเนินการศึกษาในบริเวณ จังหวัดเชียงใหม่ จังหวัดเชียงราย และจังหวัดกาญจนบุรี รวมทั้ง กรุงเทพมหานครและปริมณฑล

ผลการศึกษาที่ได้คาดว่าจะเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงมาตรฐานการออกแบบโครงสร้างต้านทานแผ่นดินไหวให้มีความถูกต้องสอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงในประเทศไทย ซึ่งในที่สุดจะส่งผลให้โครงสร้างที่ได้รับการออกแบบตามมาตรฐานที่ถูกปรับปรุงมีความปลอดภัยยิ่งขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. ศึกษาคุณสมบัติเชิงพลศาสตร์ของอาคารในจังหวัดเชียงใหม่ ด้วยการตรวจวัดสภาพการสั่นไหวของอาคารจริงเป็นจำนวนมากที่มี รูปทรง ขนาด ลักษณะโครงสร้าง และลักษณะการใช้งานแตกต่างกัน

2. เพื่อศึกษาคุณสมบัติในการหน่วงหรือขยายสัญญาณคลื่นแผ่นดินไหวของชั้นดินตัวกลางในเขตจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย กาญจนบุรี และเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลด้วยวิธีการตรวจวัด Microtremor
3. เพื่อนำความรู้เกี่ยวกับคุณสมบัติดังกล่าวมาจัดทำข้อเสนอในการปรับปรุงมาตรฐานการออกแบบโครงสร้างต้านทานแผ่นดินไหวให้มีความถูกต้องและสอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงในประเทศไทย

1.3 ระเบียบวิธีวิจัยและขอบเขตของการศึกษา

1. ตรวจวัดการสั่นสะเทือนของอาคารที่อยู่ตลอดเวลาในธรรมชาติ (Ambient Vibration) ด้วยอุปกรณ์วัดที่มีความไวสูง โดยทำการตรวจวัดอาคารในเขตจังหวัดเชียงใหม่ ที่มีรูปทรง, ขนาด, ลักษณะโครงสร้าง, และลักษณะการใช้สอยที่แตกต่างกัน เป็นจำนวนรวมทั้งสิ้น ประมาณ 50 อาคาร
2. นำผลการตรวจวัดซึ่งอยู่ในรูปของสัญญาณดิจิตอล มาวิเคราะห์ด้วยเทคนิคที่เหมาะสมเพื่อหาความถี่ธรรมชาติ (Natural Frequencies), รูปแบบของการสั่นสะเทือน (Vibration Mode Shapes) และ ค่าความหน่วง (Damping Ratios) ซึ่งเป็นคุณสมบัติเชิงพลศาสตร์ที่สำคัญของอาคาร
3. ศึกษาหาความสัมพันธ์แบบ Empirical ระหว่างคุณสมบัติเชิงพลศาสตร์กับคุณสมบัติพื้นฐานด้านอื่นๆของอาคาร ที่สามารถประเมินได้ง่าย เช่น ขนาดความกว้าง, ยาว,สูง ของอาคาร
4. ตรวจวัดคุณสมบัติเชิงพลศาสตร์ของชั้นดินในภาคสนาม โดยตรวจวัดการสั่นสะเทือนที่มีอยู่ในธรรมชาติที่ผิวดิน (Microtremor) แบบ 1 จุด ด้วยอุปกรณ์วัดที่มีความไวสูง พื้นที่ที่ศึกษาครอบคลุมพื้นที่ในเขตเมืองจังหวัดเชียงใหม่ โดยที่จุดตำแหน่งที่ตรวจวัดกระจายอยู่ในพื้นที่นี้และจำนวนจุดวัดรวมทั้งสิ้นประมาณ 100 ตำแหน่ง
5. ตรวจวัดคุณสมบัติเชิงพลศาสตร์ของชั้นดินในภาคสนาม โดยตรวจวัดการสั่นสะเทือนที่มีอยู่ในธรรมชาติที่ผิวดิน แบบหลายจุดพร้อมกัน (Array Microtremor Observation) พื้นที่ที่ศึกษาครอบคลุมพื้นที่ในเขตเมืองจังหวัดเชียงใหม่ จังหวัดเชียงราย และจังหวัดกาญจนบุรี รวมทั้ง กรุงเทพมหานครและปริมณฑล
6. ประเมินค่าคุณลักษณะเฉพาะของชั้นดินบริเวณที่ตั้งอาคาร ได้แก่ ค่าคาบอิทธิพลหลัก ด้วยเทคนิค H/V spectrum ratio และ Shear wave velocity ของชั้นดินด้วยเทคนิค 2-site Spatial Autocorrelation (2s-SPAC)