

บทที่ 1

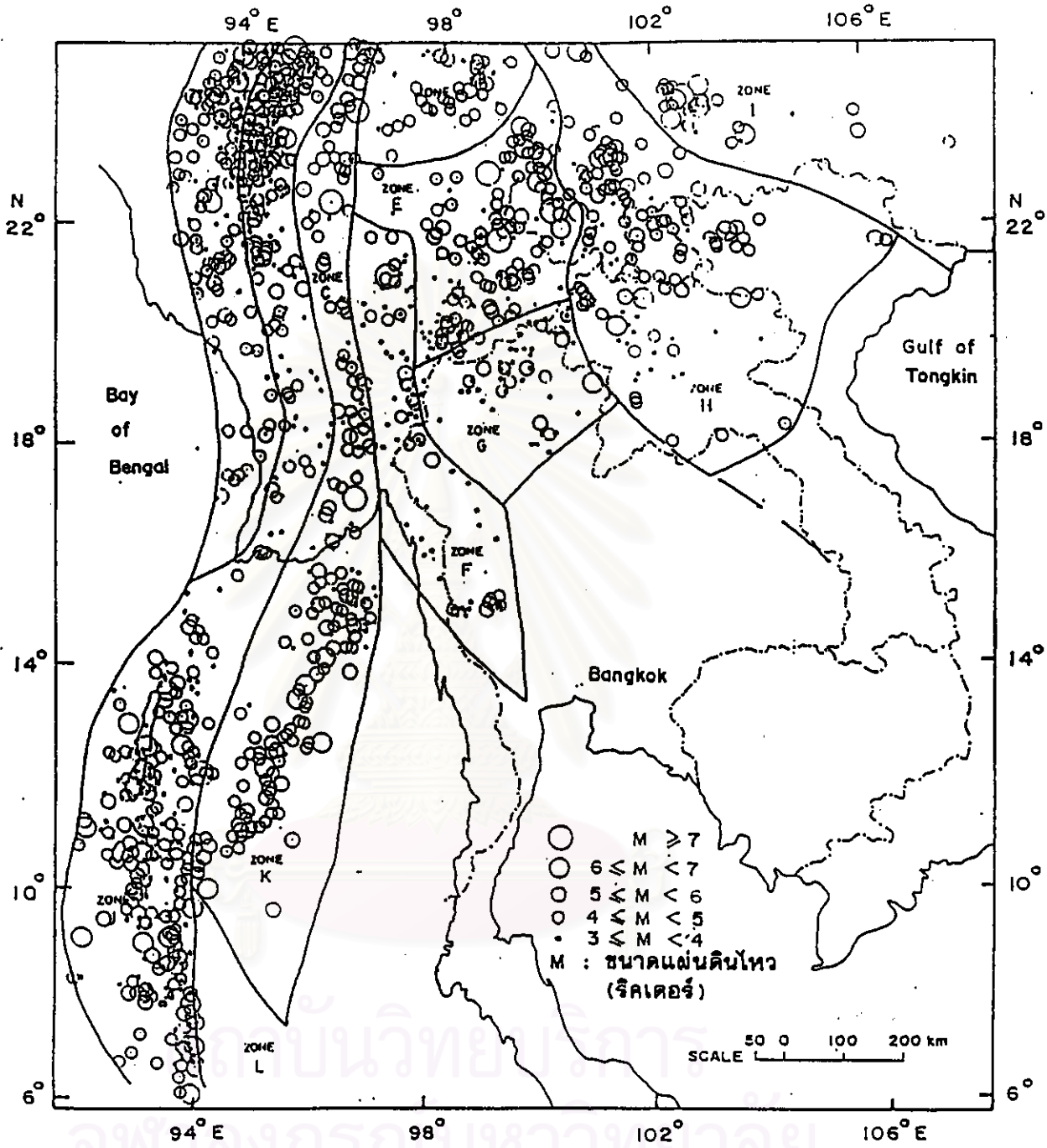
บทนำ



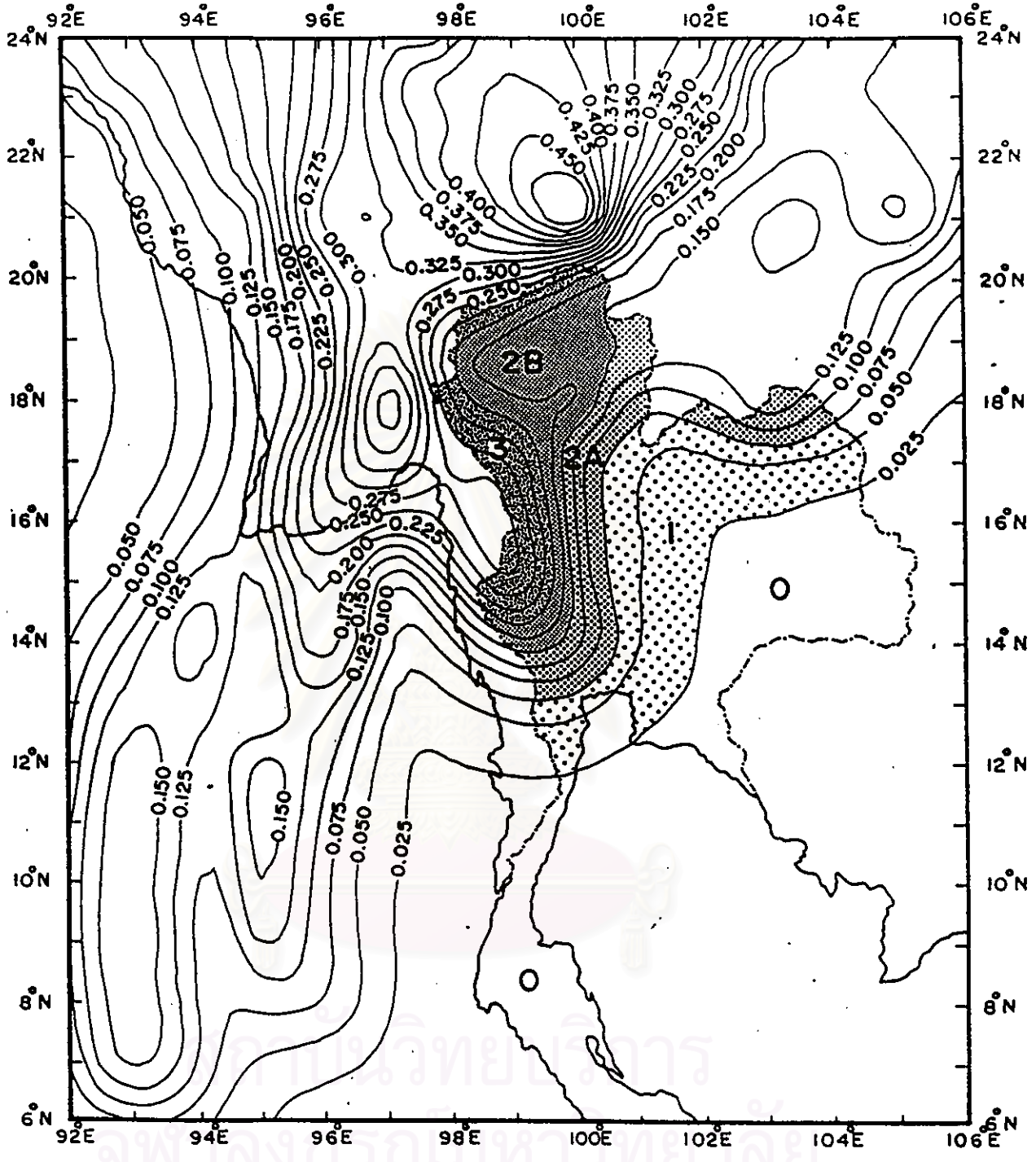
## 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากปัจจุบันประเทศไทยได้ออกกฎหมายควบคุมให้อาคารในเขตเสี่ยงภัยได้รับการออกแบบก่อสร้างให้สามารถต้านทานแผ่นดินไหว เพราะประเทศไทยอาจจะได้รับผลกระทบเนื่องจากแผ่นดินไหวที่เกิดขึ้นในประเทศใกล้เคียงหรือภาคเหนือและภาคตะวันตกของประเทศไทย ดังแสดงในรูปที่ 1.1 (สุมาลี ประจวบ และ บุรินทร์ เวชบรรเทิง 1992) แต่ข้อมูลคุณสมบัติทางพลศาสตร์ (Dynamic) ซึ่งเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญสำหรับการคาดคะเนการเคลื่อนตัวของดินในประเทศไทยค่อนข้างจะมีน้อยมาก จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาคุณสมบัติทางด้านพลศาสตร์ เพื่อนำไปใช้ในการคาดคะเนการเคลื่อนตัวของดินในสภาวะที่เกิดแผ่นดินไหว เนื่องจากลักษณะของดินในแต่ละที่ไม่เหมือนกัน การจะเอาคุณสมบัติของดินจากบริเวณหนึ่งไปเป็นตัวแทนของดินอีกที่หนึ่งคงจะไม่เหมาะสม จึงมีแนวความคิดที่จะศึกษาคุณสมบัติทางด้านพลศาสตร์ของดินเหนียวอ่อนกรุงเทพฯขึ้น แม้ว่าโอกาสที่จะเกิดแผ่นดินไหวในกรุงเทพฯนั้นจะมีน้อยมาก เพราะกรุงเทพฯตั้งอยู่ห่างไกลจากแหล่งที่เป็นจุดกำเนิดของแผ่นดินไหวมาก แต่ก็ยังอยู่ในบริเวณ (Zone) ที่จะได้รับผลกระทบเนื่องแผ่นดินไหวได้ดังรูปที่ 1.2 (เป็นหนึ่งใน วานิชชัย และ อาเด ลีซานโตโน 1994) โดยมีความเสี่ยงภัยตามข้อกำหนด UBC อยู่ที่ Zone I

ผลกระทบของการเกิดแผ่นดินไหวต่ออาคารและสิ่งปลูกสร้างบนชั้นดินเหนียวอ่อน ความเสียหายอันเนื่องมาจากคลื่นแผ่นดินไหวระยะไกล (Far field wave) อาคารและสิ่งปลูกสร้าง ที่สร้างอยู่บนดินเหนียวอ่อน อันมีให้เห็นได้อย่างชัดเจนในกรณีตัวอย่างการเกิดแผ่นดินไหวในประเทศเม็กซิโกเมื่อปี ค.ศ.1957 (Rosenblueth, 1960 and Hadley et al. 1990) ซึ่งวัดค่าอัตราเร่งสูงสุดที่ขึ้นหิน (The maximum acceration) ในเม็กซิโกซิตี (Mexico city) ได้เพียง 0.05g ถึง 0.10g ซึ่งถือได้ว่ามีค่าน้อยมาก ทำให้อาคารบ้านเรือนเสียหายมากพอสมควรและมีคนตายหลายพันคนตามรายงาน



รูปที่ 1.1 แผนที่แสดงตำแหน่งและขนาดของแผ่นดินไหวที่ตรวจวัดได้ในประเทศไทยและประเทศข้างเคียงตั้งแต่ พ.ศ. 2543 จนถึงปัจจุบัน



รูปที่ 1.2 แผนที่แสดงระดับความเสี่ยงภัยแผ่นดินไหวและโซนเสี่ยงภัยตามเกณฑ์ของ UBC ตัวเลขกำกับเส้น Contour คือ อัตราส่วนระหว่างอัตราเร่งสูงสุดในแนวราบของแผ่นดินไหวต่ออัตราเร่งของสแนมโน้มถ่วงโลก (g) ที่มีโอกาสเพียง 10% ที่จะมามีค่าสูงสุดกว่าในคาบเวลา 50 ปี

จากการศึกษาคุณสมบัติทางด้านพลศาสตร์ของดินเหนียวของเม็กซิโกซิตี พบว่า มีค่า damping ratio ที่ค่อนข้างต่ำ และค่า predominant period (resonant period) ที่ค่อนข้างสูง ทำให้คลื่นการสั่นสะเทือนระยะไกล (Far field shake) ถูกขยายขึ้น (Amplification) ก่อให้เกิดความเสียหาย แก่ สิ่งปลูกสร้างต่างๆ ดังนั้นจึงคิดว่าเป็นสิ่งที่น่าสนใจเพราะมีการศึกษาในเรื่องนี้น้อยมากสำหรับดินเหนียวอ่อนกรุงเทพฯ การศึกษาคุณสมบัติทางพลศาสตร์ชั้นดินอ่อน (ดินเหนียวหรือ ดินทราย) ในอดีตที่ผ่านมาเน้นทำกันมากในประเทศที่อยู่ในเขตที่มีความเสี่ยงภัยเนื่องจากแผ่นดินไหวสูง เช่น ประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศญี่ปุ่น เป็นต้น คุณสมบัติทางพลศาสตร์ของดินเหนียวที่ทำการศึกษากันมากได้แก่ การเปลี่ยนแปลงโมดูลัสเฉือน (Shear modulus) อัตราส่วนแดมพ์พิง (Damping ratio) และการเปลี่ยนแปลงของกำลังรับน้ำหนัก (Shear strength) ภายใต้อิทธิพลของแรงแบบซ้ำซาก เป็นต้น ส่วนคุณสมบัติทางพลศาสตร์ของดินทรายที่ทำการศึกษากันได้แก่ การเปลี่ยนแปลงของโมดูลัสเฉือน อัตราส่วนแดมพ์พิง และliquefaction potential เป็นต้น

จากการศึกษาต่างๆ นั้นได้มีการเสนอ สมการ แบบจำลอง และวิธีการวิเคราะห์ต่างๆ อย่างมากมาย ผลที่ได้เหล่านี้ได้มาจากการทดสอบของดินในแต่ละที่ จึงมีความเหมาะสมกับสภาพดินในบริเวณนั้นๆ ทำให้การนำผลเหล่านี้มาประยุกต์ใช้กับดินอ่อนกรุงเทพฯ จำเป็นต้องทำการตรวจสอบอย่างระมัดระวัง ดังนั้นเพื่อให้เกิดความมั่นใจในการคาดคะเนและวิเคราะห์จึงจำเป็นต้องมีการทดลองตัวอย่างของดินกรุงเทพฯ ขึ้นมาจริงๆ ซึ่งอาจจะทดลองในห้องปฏิบัติการหรือในสถานที่จริง เพื่อจะได้ข้อมูลที่แท้จริงของดินกรุงเทพฯ สำหรับใช้ในการวิเคราะห์และการคาดคะเนการเคลื่อนตัวของดินกรุงเทพฯ ในขณะที่เกิดแผ่นดินไหว

การหาคุณสมบัติทางด้านพลศาสตร์ของดินนั้นในทางปฏิบัติสามารถแบ่งออกเป็น 2 วิธีด้วยกันคือ การทดสอบในห้องปฏิบัติการ และการทดสอบในสนาม ซึ่งในบริเวณใจกลางเมืองกรุงเทพฯ ได้เคยมีการทดสอบในสนามโดยใช้วิธีการวัดความเร็วของการแผ่กระจายของคลื่นความเค้น (Wave propagation) โดยทำการวัดความเร็วคลื่นแบบเฉือน (Shear wave velocity) (Ashford, A., S., et al. 1997) ซึ่งการวัดความเร็วของคลื่นความเค้นนี้จะได้ค่าโมดูลัสที่ระดับความเครียดต่ำๆ เท่านั้น ส่วนการเปลี่ยนแปลงของค่าโมดูลัสที่ระดับความเครียดสูงขึ้นไปนั้น ไม่สามารถประมาณได้จากวิธีการวัดดังกล่าว นอกจากนี้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับค่า damping ของดินก็ไม่สามารถศึกษาได้ด้วย Down-hole seismic test การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของค่าโมดูลัสต่อระดับความเครียดจึงจำเป็นต้องดำเนินการโดยอาศัยเครื่องมือในห้องปฏิบัติการ ทางปฐพีกล

ศาสตร์ ซึ่งในการศึกษานี้เลือกใช้เครื่องมือทดสอบแบบ cyclic triaxial เป็นเครื่องมือหลักในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของคุณสมบัติหลักทั้ง 2 ของดินอ่อนกรุงเทพฯ ผลที่ได้จากการทดสอบนั้นสามารถนำไปใช้วิเคราะห์ประมาณการต่างๆ ได้ เช่น การวิเคราะห์แบบ linear equivalent analysis หรือสามารถนำไปสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์แบบ effective stress analysis ใน 2 หรือ 3 มิติต่อไป

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1) เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางด้านพลศาสตร์ของดินเหนียวอ่อนกรุงเทพฯ เช่น ค่าโมดูลัสแบบเฉือน (Shear Modulus) และอัตราส่วนแดมป์พิง (Damping Ratio) ที่ระดับของความเครียดแบบเฉือน (Shear strain) ต่างๆ

2) เพื่อศึกษาผลกระทบของหน่วยแรงประสิทธิผล (Effective confining stress) และความถี่ของพฤติกรรมของการลดลงของค่าโมดูลัสแบบเฉือน (Shear Modulus) และ damping ratio ที่ระดับความเครียดแบบเฉือน (Shear strain) ต่างๆ

3) เพื่อศึกษาผลกระทบของปรีสเตรนนิ่ง (Prestraining) ต่อค่าโมดูลัสแบบเฉือน (Shear Modulus) และอัตราส่วนแดมป์พิง (Damping Ratio)

## 1.3 ขอบเขตของการวิจัย

งานวิจัยนี้จะศึกษาคุณสมบัติทางด้านพลศาสตร์ของดินเหนียวอ่อนกรุงเทพฯ โดยทำการทดสอบในห้องปฏิบัติการด้วยเครื่องมือ Cyclic Triaxial Apparatus โดยที่การทดสอบจะเป็นทดสอบแบบไม่ระบายน้ำ (Undrained) ภายใต้เงื่อนไขการเพิ่มความเค้นซ้ำซากแบบคงที่ (cyclic stress controlled) ปัจจัยที่จะทำการศึกษามีดังนี้

- ศึกษาผลกระทบของหน่วยแรงประสิทธิผล (Effective confining stress) ต่อพฤติกรรมทางด้านพลศาสตร์ของดิน
- ศึกษาผลกระทบของความถี่ (Frequency) ต่อพฤติกรรมทางด้านพลศาสตร์ของดิน
- ศึกษาผลกระทบของปรีสเตรนนิ่ง (Prestraining) ต่อพฤติกรรมทางด้านพลศาสตร์ของดิน

## 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัยมีดังนี้

- 1) นำผลที่ได้จากการทดลองและการวิเคราะห์ผลไปใช้ประกอบในการออกแบบทางด้านพลศาสตร์ (Soil dynamic) เช่น ฐานรากของเครื่องจักร (Machine foundation) ทั้งแบบฐานรากตื้น (Shallow foundation) และแบบฐานรากลึก (Deep foundation)
- 2) เป็นการเตรียมการทางด้านข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับคุณสมบัติทางพลศาสตร์ (Soil dynamics) ของดินเหนียวอ่อนกรุงเทพฯ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์เพื่อประมาณการเคลื่อนตัวของดินในขณะเกิดแผ่นดินไหวและป้องกันผลกระทบที่เกิดขึ้นเนื่องจากแผ่นดินไหว
- 3) ทำให้เกิดความสนใจและเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะงานทางด้านคุณสมบัติทางพลศาสตร์ (Soil dynamics) ในประเทศไทยมากขึ้นและเป็นแนวทางการศึกษาและการนำไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดในอนาคต

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย