บทที่ 1

บทนำ

1.1 คำนำ

ในกรณีโครงสร้างที่ต้องวางอยู่บนดินเหนียว การออกแบบโครงสร้างจำเป็นต้องพิจารณา อันแรกคือ กำลังรับน้ำหนักของดิน และการทรุดตัว ในส่วนของการทรุดตัวมีความสำคัญ มากต่อการควบคุมการวิบัติของโครงสร้าง ดังนั้น การศึกษาการทรุดตัวของดินเหนียว โดยเฉพาะดินเหนียวอ่อนกรุงเทพ (Bangkok soft clay) จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง

ในดินเหนียวกรุงเทพฯ นั้นชั้นบนอ่อนมากและมีค่าการยุบตัวสูง (High Compressibility) และมีความหนาประมาณ 12-15 เมตร เนื่องจากเป็นดินเหนียวที่มีค่าการยุบตัวสูงนี้เอง ทำให้งานออกแบบก่อสร้างงานคันดิน (Embankment) และงานถนนประสบปัญหาเกี่ยวกับการทรุดตัว

ดินเหนียวที่มีการทรุดตัวได้เร็วจะอยู่ที่ระดับความลึกประมาณ 2-5 เมตรจากผิวดิน ซึ่งดินช่วงนี้มักมีค่า Over Consolidation Ratio (OCR) สูง ถึงแม้จะเกิดการทรุดตัวน้อยเมื่อมีแรงกระทำ แต่การทรุดตัวอาจเกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดปัญหาขึ้นในระหว่างก่อสร้างได้ การศึกษาเพื่อให้ทราบถึงอัตราการทรุดตัวของดินชั้นนี้ จึงเป็นสิ่งสำคัญอันหนึ่ง ดินชั้นนี้มักถูกเรียกว่า "Weathered-Clay" จะมีคุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม อันเป็นผลจาก Chemical Weathering, Leaching, Cementing และอื่น ๆ (MOUM & RESENQUIST, 1957) ดังนั้นผลของ Weathering ทำให้พฤติกรรมของดินเป็นแบบ Over consolidated การวิเคราะห์การยุบตัวจึงควรแยกพิจารณาจากส่วนของดินเหนียวอ่อนกรุงเทพฯ (Bangkok Soft Clay)

การศึกษาค่าความยุบตัว และอัตราการยุบตัวของดินเหนียว เรามักใช้ทฤษฎีของ one-dimensional consolidation ค่าความยุบตัวนี้จะพิจารณาแยกออกเป็น การยุบตัวทันทีเมื่อถูกแรงกระทำ (Immediae Settlement) การยุบตัวแบบ primary Consolidation และการยุบตัวแบบ Secondary Compression ซึ่ง TERZAGHI (1943) พิจารณาการยุบตัวเฉพาะ primary consolidation ค่าการยุบตัว (compressibility) ของดินเหนียวจะเปลี่ยนแปลงไปขึ้นอยู่กับเงื่อนไขของสภาพของน้ำหนักบรรทุก (loading condition)

คือ ขึ้นอยู่กับอัตราส่วนการเพิ่มน้ำหนัก (Load Increment Ratio, LIR) และเวลาการเพิ่มน้ำหนัก (Load Increment Duration, LID)

ใน Weathered Clay อัตราการทรุดตัว และการลดลงของความดันน้ำ เนื่องจากขบวนการอัดตัวคายน้ำ (consolidation) เป็นสิ่งที่ควรศึกษา โดยเฉพาะเมื่อมีการวัดความดันน้ำในดิน ทำให้เกิดความเข้าใจในพฤติกรรมของดินมากขึ้น LEONARD & GIRAULT (1961) ได้แสดงจากผลการทดลองว่า เมื่อใช้อัตราส่วนการเพิ่มน้ำหนัก (Load Increment Ratio, LIR) มากกว่า 1.0 จะทำให้ได้ผลการคาดคะเน การลดลงของความดันน้ำในโพรงดิน ใกล้เคียงกับการคาดคะเนอัตราการลดลงของความดันน้ำในโพรงดิน (pore water pressure dissipation) โดยทฤษฎีของ TERZAGHI และอัตราส่วนการเพิ่มน้ำหนัก (Load Increment Ratio, LIR) มีผลต่ออัตราการลดลงของแรงดันน้ำในโพรงดิน (Dissipation of pore pressure) ในช่วงการอัดตัวคายน้ำด้วย

การพัฒนาคุณภาพของเครื่องมือในการทดลองการอัดตัวคายน้ำ ทำให้วิศวกรสามารถคาดคะเนค่าความยุบตัว และเข้าใจในพฤติกรรมของขบวนการอัดตัวคายน้ำ (consolidation process) ได้ดีขึ้น ในอดีตการทดลองการอัดตัวคายน้ำ ส่วนมากไม่มีการวัดค่าแรงดันน้ำในโพรงดิน จึงทำให้ความเข้าใจในพฤติกรรมของขบวนการอัดตัวคายน้ำมีน้อย TAYLOR (1942) เป็นคนแรกที่วัดค่าความดันน้ำ (pore water pressure) ในตัวอย่างดิน BISHOP & HENKEL (1957) ได้พัฒนาเครื่องมือสำหรับการทดลอง Triaxial Compression Test ที่มีการวัดแรงดันน้ำในโพรงดิน ซึ่งยังคงใช้อยู่ในปัจจุบัน BISHOP & SKINNER (1966) ได้ออกแบบ consolidation cell ที่สามารถวัดแรงดันน้ำในโพรงดินได้ในขณะเกิดขบวนการอัดตัวคายน้ำ (consolidation process) การวัดความดันน้ำในโพรงดินระหว่างทดสอบทำให้หาเวลาสิ้นสุดการอัดตัวคายน้ำแบบ primary consolidation ได้ (โดยทั่วไปมักจะใช้การคาดคะเนแบบ Empirical โดยวิธีของ Taylor และ Casagrande) จึงสามารถพิจารณาแยกระหว่าง Primary consolidation และ Secondary Compression ได้ใกล้เคียงยิ่งขึ้น อันเป็นประโยชน์อย่างมากต่อการวิจัยผลจาก Secondary Compression ในโอกาสต่อไป และทำให้เข้าใจในผลของ factor ต่าง ๆ เช่น LIR, LID ในรูปของหน่วยแรงประสิทธิผลของดินเหนียว

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ในการวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติการยุบตัว (Compressibility) ของดินเหนียวกรุงเทพฯ ในส่วนที่เรียกว่า "Weathered Zone" เนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนการเพิ่มน้ำหนัก (LIR) ระยะเวลาการเพิ่มน้ำหนัก (LID) โดยใช้ตัวอย่างดินทดลองของดินเหนียวกรุงเทพฯ ส่องแห่งที่มีค่า Plasticity และ Sensitivity แตกต่างกัน การทดลองใช้เครื่องมือแบบ hydraulically pressurised consolidation cell ออกแบบโดย Professor Bishop & Mr. Skinner (1966) จาก Imperial College London ซึ่งเป็น consolidation cell ที่สามารถวัดแรงดันของน้ำในโพรงดินในขณะเกิดขบวนการอัดตัวคายน้ำได้

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยนี้จะทำการวัดค่า คุณสมบัติของการยุบตัว (compressibility) ของดินเหนียวกรุงเทพฯ ในส่วนของ "Weathered Clay" ด้วยเครื่องมือ Bishop Consolidation cell โดยแรงที่กระทำต่อตัวอย่างดินทำให้ดินเคลื่อนตัวในแนวดิ่งทิศทางเดียว (one-dimensional Consolidation) การทดลองใช้ตัวอย่างดินจากการเก็บแบบกล่อง (Block Sample) ซึ่งจะมีการรบกวนต่อตัวอย่างดินน้อยที่สุด และนำตัวอย่างที่ได้มาทดลองใน Bishop Consolidation Cell ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

ก. ศึกษาผลดีของการทดสอบด้วยเครื่อง Bishop Consolidation Cell เมื่อเปรียบเทียบกับการทดสอบด้วย Conventional Oedometer แบบ Lever-arm

ข. ศึกษาผลกระทบเนื่องจากการเปลี่ยนแปลง อัตราส่วนการเพิ่มน้ำหนัก (LIR) โดยใช้การทดลองที่ LIR มีค่าเท่ากับ 0.5, 1, 2

ค. ศึกษาผลกระทบเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงเวลาการเพิ่มน้ำหนัก (LID) โดยใช้การทดลองที่ LID เท่ากับ 2, 24 และ 48 ชั่วโมง

ง. ศึกษาผลกระทบจากการใช้ Weathered-Clay ส่องชนิดที่มีค่า Plasticity และ Sensitivity ที่แตกต่างกัน

จ. ศึกษาผลกระทบจากการทดลอง Unloading/Reloading Cycle ต่อดิน Weathered-Clay

1.4 ประโยชน์ของการวิจัย

ก. ทำให้เข้าใจผลกระทบต่าง ๆ ได้แก่ Load Increment, Load Increment Ratio (LIR) และ Load Increment Duration (LID) ที่มีต่อพฤติกรรมของดินทางด้าน Compressibility และการ dissipate ของ pore water pressure ในระหว่างขบวนการอัดตัวคายน้ำ ของดินในช่วง "Weathered Clay" บริเวณใจกลางกรุงเทพฯ

ข. ทำให้เข้าใจในผลของการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมทางด้าน Compressibility และการ dissipate ของ pore water pressure อันเนื่องจากเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติขั้น-พื้นฐาน (Index proterties) ของดิน นอกจากนี้การเปรียบเทียบผลที่ได้ระหว่าง Conventional test แบบ Lever-arm กับแบบ Bishop test ทำให้เกิดความมั่นใจว่าแบบ Bishop test สามารถใช้ในทางปฏิบัติได้