บทที่ 1

บทนำ

1.1 คำนำ

ในการประมาณค่าการทรุดตัวและอัตราการทรุดตัวของดินเหนียว วิศวกรปฐพีจำเป็นที่จะต้องเข้าใจในพฤติกรรมการอัดตัวคายน้ำของดินเหนียว โดยทั่วไปการทดสอบคุณสมบัติดังกล่าวจะนิยมใช้เครื่องมือการอัดตัวคายน้ำแบบ 1 มิติแบบธรรมดา (Conventional Oedometer Test) โดยมีพื้นฐานจากทฤษฎีอัดตัวคายน้ำแบบ 1 มิติของ Terzaghi (Terzaghi, 1925) เพื่อหาค่าพารามิเตอร์การอัดตัวในแนวดิ่ง ได้แก่ อัตราส่วนการอัดตัว (Compression Ratio, CR) อัตราส่วนการอัดตัวซ้ำ (Recompression Ratio, RR) หน่วยแรงประสิทธิผลสูงสุดในอดีต (Preconsolidation Pressure, σ'_p) และ สัมประสิทธิ์การอัดตัวในแนวดิ่ง (Vertical Coefficient of Consolidation, C_v) เป็นต้น นอกจากนี้การทดสอบด้วยเครื่องมือแบบพิเศษ เช่น Rowe Cell (Rowe, 1966) ที่ระบายน้ำในแนวราบ ยังสามารถหาค่าพารามิเตอร์การอัดตัวในแนวราบ เช่น สัมประสิทธิ์การอัดตัวในแนวราบ (Horizontal Coefficient of Consolidation, C_h) และสัมประสิทธิ์การซึมผ่านในแนวราบ (Horizontal Permeability, k_h) เป็นต้น อย่างไรก็ตามการทดสอบการอัดตัวคายน้ำด้วยเครื่อง Oedometer และ Rowe Cell นั้นยังมีข้อจำกัดที่สำคัญอยู่ 2 ประการ คือ

1. การทดสอบต้องใช้เวลานานประมาณ 2 สัปดาห์เนื่องจากตัวอย่างดินจะถูกกดด้วยน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเป็นขั้น โดยอัตราส่วนการเพิ่มน้ำหนัก (Load Increment Ratio, LIR) มีค่าเป็น 1.0 คือ จะต้องเพิ่มน้ำหนักขึ้นต่อไปอีกเป็น 1 เท่าตัว และแต่ละขั้นจะทิ้งน้ำหนักไว้ 24 ชั่วโมง เพื่อให้ขบวนการอัดตัวคายน้ำเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์
2. ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนช่องว่างและหน่วยแรงประสิทธิผลที่ได้ อาจทำให้หาค่าหน่วยแรงประสิทธิผลสูงสุดในอดีตที่ถูกต้องได้ยาก เนื่องจาก LIR = 1.0 จะมีผลให้กราฟการอัดตัวคายน้ำ (Consolidation Curve) ไม่ต่อเนื่อง และไม่แสดงจุดเปลี่ยนโค้งบริเวณ σ'_p โดยเฉพาะอย่างยิ่งในดินเหนียวที่มีความไวสูง (Highly Sensitive Clay)

ในปีค.ศ.1959 Hamilton & Crawford (1959)ได้เสนอวิธีการทดสอบการอัดตัวคายน้ำด้วยอัตราความเครียดคงที่ (Constant Rate of Strain Consolidation Test, CRS) เพื่อแก้ไขข้อจำกัดดังกล่าว และได้มีการพัฒนาต่อมา ในปีค.ศ.1969 โดย Smith & Wahls (1969) และ ในปี

ค.ศ.1971 โดย Wissa et al. (1971) โดยทั่วไปแล้วการทดสอบ CRS นี้ จะใช้เวลาสั้นเพียง 2 วัน รวมทั้งความสัมพันธ์ของกราฟการอัดตัวคายน้ำที่ได้จะมีความต่อเนื่องตลอดจึงทำให้การประมาณค่าหน่วยแรงประสิทธิผลสูงสุดในอดีตทำได้ถูกต้องยิ่งขึ้น

โดยปกติแล้วการทดสอบการอัดตัวคายน้ำ จะใช้ตัวอย่างดินเหนียวคงสภาพ (Undisturbed Sample) ซึ่งมีเทคนิคในการเก็บตัวอย่างได้หลายแบบเพื่อให้ตัวอย่างดินถูกรบกวนน้อยที่สุด เช่น กระบอกเก็บตัวอย่างแบบบาง (Shelby Tube) กระบอกเก็บตัวอย่างแบบลูกสูบอยู่กับที่ (Fixed Piston Sampler) และกระบอกเก็บตัวอย่างที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่พิเศษ เป็นต้น อย่างไรก็ตามยังมีปัจจัยอื่นๆที่กระทบกระเทือนตัวอย่างดินเหนียวธรรมชาติก่อนการทดสอบ เช่น ขบวนการในการเก็บ การขนส่ง การระเหยของน้ำในมวลดิน และการเตรียมตัวอย่าง เป็นต้น นอกจากนี้คุณสมบัติของดินเหนียวที่ได้จากการทดสอบในห้องทดลอง ยังมีผลกระทบจากความไม่สม่ำเสมอของเนื้อดินตามธรรมชาติ และความไม่แน่นอนของช่องว่างในมวลดิน ดังนั้นในความเป็นจริงแล้ว ยังมีความยุ่งยากและความไม่แน่นอนในการวิจัย เพื่อพัฒนา Constitutive Model โดยใช้ผลการทดสอบดินธรรมชาติจากห้องทดลอง ซึ่งคุณสมบัติของดินจะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบเหล่านี้

การใช้ดินเหนียวสร้างใหม่ (Reconstituted Clay) แทนการใช้ดินเหนียวธรรมชาติเป็นแนวทางหนึ่งที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหานี้ ด้วยการควบคุมที่เหมาะสมในขบวนการทำดินเหนียวสร้างใหม่ที่หน่วยแรงเค้นใดๆที่ต้องการ จะได้ตัวอย่างดินเหนียวที่เป็นเนื้อเดียวกัน (Homogeneity) รวมทั้งคุณสมบัติทางด้านกายภาพและดัชนี (Physical and Index Properties) ที่เหมือนกันตลอดทั้งก้อนตัวอย่าง ดังนั้นจึงเป็นการผลิตตัวอย่างดินให้มีคุณสมบัติทางด้านวิศวกรรมที่แน่นอน และสม่ำเสมอ นอกจากนี้ยังสามารถศึกษาพฤติกรรมการอัดตัวคายน้ำของดินเหนียวในสถานะดินเหลว (Slurry) ในขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างได้อีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

วัตถุประสงค์หลักของงานวิจัยนี้ประกอบด้วย

1. เตรียมตัวอย่างดินเหนียวสร้างใหม่ (Reconstituted Clay Sample) ให้ดินมีความสม่ำเสมอเป็นเนื้อเดียวกัน (Homogeneous) มีคุณสมบัติทางด้านวิศวกรรมที่แน่นอนสม่ำเสมอ และสามารถทำซ้ำใหม่ได้ (Repeatability)
2. ศึกษาพฤติกรรมการอัดตัวคายน้ำในสภาพ 1 มิติ ของดินเหนียวอ่อนกรุงเทพฯ ในสถานะเหลว (Liquid State) ซึ่งดินมีค่าปริมาณน้ำในมวลดิน (Water Content)มากกว่าค่าพิกัดเหลว (Liquid Limit) โดยใช้เครื่องมือ Reconstituted Device
3. ศึกษาพฤติกรรมการอัดตัวคายน้ำในสภาพ 1 มิติ ของดินเหนียวอ่อนกรุงเทพฯ ในสถานะพลาสติก (Plastic State) จากตัวอย่างดินเหนียวธรรมชาติ (Natural Clay Sample) และดินเหนียวสร้างใหม่ (Reconstituted Clay Sample) โดยทดสอบการอัดตัวคายน้ำด้วยอัตราความเครียดคงที่ (Constant Rate of Strain Consolidation Test, CRS) แบบการระบายน้ำในแนวดิ่ง (CRS-V) และการระบายน้ำในแนวราบ (CRS-R)

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1. ทำการศึกษาโดยใช้ตัวอย่างดินเหนียวจาก โครงการก่อสร้างสนามบินสุวรรณภูมิ
2. ทดสอบการอัดตัวคายน้ำ ในสภาพ 1 มิติ โดยใช้เครื่องมือ Reconstituted Device จากตัวอย่างดินธรรมชาติ ที่นำมาผสมน้ำ และกวนให้อยู่ในสภาพดินเหลว โดยศึกษาเฉพาะการระบายแรงดันน้ำส่วนเกินในแนวดิ่ง จากการเพิ่มหน่วยน้ำหนักแบบคงที่
3. ทดสอบการอัดตัวคายน้ำ ในสภาพ 1 มิติ จากตัวอย่างดินสร้างใหม่ที่ได้จากการทดสอบในขั้นแรก(Reconstituted Clay Sample) และตัวอย่างดินธรรมชาติ แบบคงสภาพ (Undisturbed Sample) โดยใช้การทดสอบ การอัดตัวคายน้ำด้วยอัตราความเครียดคงที่ (Constant Rate of Strain Consolidation Test, CRS) ทั้งแบบการระบายน้ำในแนวดิ่ง (CRS-V) และการระบายน้ำในแนวราบ (CRS-R)

1.4 ประโยชน์ของงานวิจัย

การศึกษานี้จะได้ประโยชน์ที่สำคัญ 2 ส่วนดังนี้

ประโยชน์ทางด้านวิชาการ

1. ได้ค่าพารามิเตอร์การยุบอัดตัวคายน้ำในสภาพ 1 มิติ ของดินเหนียวธรรมชาติ และดินเหนียวสร้างใหม่
2. เป็นการพัฒนาองค์ความรู้ด้านการทดสอบของดินชั้นสูง ทำให้เกิดการเรียนรู้ และพัฒนาเครื่องมือทดสอบให้ก้าวหน้ายิ่งขึ้น เช่น เครื่องมือทดสอบ Reconstituted Consolidometer, เครื่องมือทดสอบการยุบอัดตัวคายน้ำ ด้วยอัตราความเครียดคงที่ (CRS)
3. ข้อมูลด้านการอัดตัวคายน้ำที่ทดสอบได้ สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาแบบจำลองของดิน (Constitutive Soil Model) ซึ่งใช้ในการวิเคราะห์ด้วยวิธี Finite Element ต่อไป

ประโยชน์ทางการประยุกต์

1. สามารถนำเครื่องมือทดสอบ Recostituted Consolidometer ไปประยุกต์ใช้เตรียมตัวอย่างดิน เพื่อทดสอบคุณสมบัติอื่นๆทางวิศวกรรมของดิน เช่น Plane Strain Test, Direct Simple Shear Test และ True Triaxial Test เป็นต้น
2. สามารถนำเครื่องมือทดสอบ Recostituted Consolidometer ไปประยุกต์ใช้เตรียมตัวอย่างดิน เพื่อใช้ในการเรียนการสอนวิชา การทดสอบปฐพีกลศาสตร์ของดิน ในระดับปริญญาตรี และระดับบัณฑิตศึกษา
3. สามารถนำค่าพารามิเตอร์การยุบอัดตัวคายน้ำ ของดินเหนียว ไปใช้อ้างอิงในการวิเคราะห์ การทรุดตัวของดินในโครงการก่อสร้างบริเวณชายฝั่ง ซึ่งเป็นดินเลน