บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 การปฏิบัติงานภาคสนาม

3.1.1 การเจาะสำรวจดิน

การเจาะสำรวจดินกระทำโดยการใช้เครื่องเจาะ wash boring types มีสว่านชนิด post-hole ติดที่ปลายก้านเหล็ก เพื่อเจาะหลุมและก้านเหล็กจะยกขึ้นลงโดยใช้ระบบ winch หากการเจาะทำบริเวณที่มีชั้นดินอ่อน เช่น กรุงเทพฯ จะต้องใช้ปลอกเหล็กขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 100 มม. ตอกนำก้านเจาะลงไปด้วย เพื่อป้องกันผนังหลุมเจาะพัง และเพื่อความสะดวกในการหมุนเวียนน้ำโคลนในการเจาะล้างหลุม (wash boring) อุปกรณ์ในการเจาะสำรวจ ได้แก่ เครื่องเจาะสำรวจชนิดความลึกสูง , ก้านเจาะ , สามขา(Tripod) , หูหิ้วก้านเจาะ , กระบอกป้องกันการพังของผนังดิน (casing) , หัวเจาะ (Wash Boring Bits), ปั๊มน้ำ (pump), สายส่งน้ำ, ถังเก็บน้ำ, เชือก, ตลับเมตร, ชอล์กชีดทำสัญลักษณ์, ค้อน, ลูกตุ้มน้ำหนัก, ประแจต่าง ๆ และอุปกรณ์เสริมอื่น ๆ ได้แก่ น้ำมันต่าง ๆ สารละลาย Bentonite , Vane Shear Test

3.1.2 การเก็บตัวอย่างดิน

การเก็บตัวอย่างดินทั่วไปจะเก็บทุกระยะความลึก 1.50 เมตร แต่ในบางโอกาสหากชั้นดินเปลี่ยนแปลงมากจะเก็บทุกระยะ 1.00 เมตร โดยเฉพาะในระยะตื้น ๆ บริเวณระดับฐานรากเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องแน่นอน การเก็บตัวอย่างดินแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ตามอุปกรณ์การเก็บดังนี้

(1) การเก็บด้วยกระบอกบาง (Shelby tube) ลักษณะของกระบอกบางเป็นกระบอกเหล็กขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 7.1 ซม. ยาว 65 ซม. และหนาประมาณ 1.5 มม. กดลงในชั้นดิน clay มีค่า consistency อยู่ในช่วง very soft to stiff ด้วยระบบไฮโดรลิค ตัวอย่างดินลักษณะนี้เรียกว่าตัวอย่างดินไม่ถูกรบกวน (undisturbed sample) หลังจากเก็บตัวอย่างดินได้แล้วต้องปิดหัวท้ายกระบอกด้วยเทียนไขเพื่อป้องกันความชื้นระเหยแล้วขนย้ายไปยังห้องปฏิบัติการด้วยความระมัดระวัง และเก็บรักษาไว้ในที่ควบคุมความชื้น เพื่อทดสอบหาค่าแรงเฉือน (shear strength) และคุณสมบัติอื่น ๆของดินต่อไป

(2) การเก็บด้วยกระบอกผ่า (Split spoon samples) ลักษณะของกระบอกผ่าเป็นกระบอกเหล็กซึ่งผ่าออกเป็น 2 ซีก นำมาประกบกันไว้โดยมีเกลียวครอบหัว และท้ายกระบอก เมื่อเก็บตัวอย่างดินแล้วสามารถจะเปิดแยกเพื่อดูตัวอย่างดินได้ กระบอกผ่ามีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอกและภายในเท่ากับ 5.0 และ 3.5 ตามลำดับ และยาว 69 ซม. การเก็บตัวอย่างดินแข็งหรือทราย หลังจากทำความสะอาดก้นหลุมเจาะเรียบร้อยแล้ว โดยตอกลงไปในดินด้วยลูกตุ้มเหล็กหนัก 63.5 กิโลกรัม ระยะลูกตุ้ม 76.2 ซม. ลูกตุ้มเหล็กกระแทกบนแป้นก้านนำส่ง จดบันทึกการตอกทุกระยะจมลง 15 ซม. เป็นจำนวน 3 ระยะ ค่าการตอกของ 2 ระยะหลังรวมกันเรียกว่า ค่า standard penetration number (N) การทดสอบวิธีนี้เรียก standard penetration test (SPT) ซึ่งสามารถนำไปวิเคราะห์หาความต้านทานดินเพื่อตรวจสอบกับค่าที่ได้จากห้องปฏิบัติการ

(3) การตรวจวัดระดับน้ำใต้ดิน (water table observation) ระดับน้ำใต้ดินจะมีบทบาทสำคัญในการวิเคราะห์ความต้านทานดิน เพราะระดับน้ำใต้ดินทำให้ค่าของน้ำหนักดิน (overburden pressure) ที่กดอยู่บนตัวอย่างดินที่ระดับต่าง ๆ แตกต่างกัน ดังนั้นการตรวจวัดค่าความสูงของระดับน้ำใต้ดิน ที่มีความลึกของหลุมเจาะต่าง ๆ กัน จึงจำเป็นต้องกระทำทุกหลุมเจาะ

3.2 งานภาคห้องปฏิบัติการ

การทดสอบตัวอย่างดินในห้องปฏิบัติการประกอบด้วยการทดสอบหาคุณสมบัติทางฟิสิกส์และทางแมคเคนิคส์ ดังผลสรุปต่อไปนี้

3.2.1คุณสมบัติพื้นฐานทั่วไป

คุณสมบัติทั่วไปคือ คุณสมบัติทางฟิสิกส์ของดิน ซึ่งประกอบด้วยการทดสอบหาค่าต่าง ๆ ดังนี้

(1) Unit Weight หน่วยน้ำหนักของดินเหนียว ทำได้โดยการชั่งน้ำหนัก และคำนวณหาปริมาตรของตัวอย่างดิน ค่าหน่วยน้ำหนัก คือ น้ำหนักหารด้วยปริมาตร สำหรับดินทรายการจะหาปริมาตรทำได้ยากมากจะทำได้เฉพาะดินที่ผิวบนเท่านั้น ตัวอย่างดินที่เก็บจากกระบอกผ่า (Split Spoon) จะถูกรบกวนจนไม่สามารถจะหาปริมาตรดั้งเดิมได้ ดังนั้นหน่วยน้ำหนักของดินทราย จึงคำนวณจากค่าของการตอกทดลองมาตรฐาน (SPT)

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์

A310180
TA
710
.A514
2540

(2) Grain Size Analysis การหาขนาดและการกระจายของเม็ดดิน ทำได้โดยการชั่งดินจำนวนหนึ่งนำมาร่อนผ่านตะแกรงที่มีช่องขนาดต่าง ๆ กัน เช่น ตะแกรงเบอร์ 4,10,20,40,100 และ 200 ชั่งน้ำหนักดินที่ค้างบนตะแกรงเบอร์ต่าง ๆ หาเปอร์เซ็นต์การค้างบนตะแกรงแต่ละเบอร์ เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ของขนาดเม็ดดินกับเปอร์เซ็นต์ความละเอียดโดยน้ำหนัก

(3) Water Content ปริมาณความชื้นของดิน หาได้โดยการชั่งตัวอย่างดินก่อน และหลังจากทำให้ดินแห้ง โดยใส่ในตู้อบที่อุณหภูมิเฉพาะ ค่าน้ำหนัก คือ น้ำหนักดินก่อนอบ ลบด้วยน้ำหนักดินแห้ง ปริมาณความชื้นของดิน คือน้ำหนักหารด้วยน้ำหนักดินแห้งคูณด้วย 100

(4) Atterberg's Limits, Liquid Limit (L.L.) คือ ความชื้นในมวลดินขณะที่มวลดินเริ่มเปลี่ยนสถานภาพจากของเหลว (Liquid State) ไปเป็นสารหนืดตัวในสถานภาพพลาสติก (Plastic State) หาได้โดยการนำมวลดินซึ่งผ่านตะแกรงเบอร์ 40 ผสมกับน้ำแล้วใส่ในถ้วยทองเหลือง แต่ให้มีความหนาของเนื้อดินประมาณ 1 ซม. ที่ก้นถ้วยแล้วบากดินให้มีร่องดินเคลื่อนเข้าชนกันยาวประมาณ 1 ซม. บันทึกจำนวนการเคาะ และนำดินตรงที่เคลื่อนเข้าชนกันไปหาปริมาณความชื้น ทำเช่นนี้ประมาณ 3 ถึง 4 ครั้งโดยการเพิ่มหรือลดปริมาณน้ำในมวลดิน ให้ได้จำนวนการเคาะอยู่ระหว่าง 10 ถึง 40 ครั้ง เมื่อได้จำนวนการเคาะ และปริมาณความชื้นครบ นำไปเขียนลงในกราฟควรจะได้จุดที่อยู่ในแนวเส้นตรง ลากเส้นผ่านจุดเหล่านี้ ค่าความชื้นที่จำนวนการเคาะ 25 ครั้ง คือ ค่า Liquid Limit (L.L.)

Plastic Limit (P.L.) คือความชื้นในมวลดินขณะที่มวลดินเปลี่ยน สถานภาพจากพลาสติกไปเป็นสถานภาพกึ่งของแข็ง (Semi-Solid-State) นำดินที่ได้จากการทำ Liquid Limit มาผึ่งให้แห้งลง แล้วคลึงให้เป็นแท่งยาวขนาดประมาณ 1 ซม. ก่อนแล้วค่อย ๆ คลึงให้เล็กลงจนผิวของแท่งดินเริ่มแตก หากแท่งดินขณะนั้นมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3.2 มม. ให้นำแท่งดินไปอบหาปริมาณความชื้นปริมาณความชื้นนี้ คือ Plastic Limit

(5) Compaction Test

การทดสอบนี้เพื่อหาค่าความหนาแน่นจากการบดอัดดิน ตัวอย่างที่ใช้จำเป็นต้องร่อนผ่านตะแกรงตามขนาดดังนี้

-Standard Proctor Test ดินตัวอย่างต้องตากให้แห้งในห้องปฏิบัติการหรืออบที่อุณหภูมิไม่เกิน 140 F แล้วนำมาร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 4

-Modified Proctor Test ดินตัวอย่างต้องตากให้แห้งในห้องปฏิบัติการหรืออบที่อุณหภูมิไม่เกิน 140 F แล้วนำมาร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ ¾ "ดินที่มีขนาดโตกว่า ¾ " จะต้องทิ้งไปและดินที่ทิ้งไปนี้จะต้องชดเชยด้วยดินที่ผ่านตะแกรงเบอร์ ¾ " แต่ค้างบนตะแกรงเบอร์ 4 ด้วยจำนวนน้ำหนักที่เท่ากันแล้วทำการบดอัดใน Mold เมื่อชั่งน้ำหนักเพื่อคำนวณหาความหนาแน่น ใน

ครั้งต่อไปจะเพิ่มน้ำขึ้นเรื่อยๆ อย่างน้อย 4 ถึง 6 ครั้ง เมื่อทราบความชื้นในการบดอัดแต่ละครั้ง จะต้องหาความสัมพันธ์ ของความหนาแน่นดินแห้งกับความชื้น จะปรากฏเป็นกราฟเส้นโค้งคว่ำมียอด ซึ่งเรียกว่า ความหนาแน่นแห้งสูงสุด (Maximum Dry Density) และความชื้นที่จุดนั้นเรียกว่า ความชื้นที่ความหนาแน่นสูงสุด (Optimum Water Content)

(6) Unconfined Compression Test

การทดสอบชนิดนี้ เป็นการทดสอบหาค่า Shear Strength โดยใช้ดินชนิดไม่ถูกรบกวน หรือตัวอย่างดินจากกระบอกผ่าที่มีสภาพดีพอจะทำได้ นำตัวอย่างดินมาตัดแต่งเป็นรูปทรงกระบอกให้ได้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 35 มม. และยาว 70 มม. หรือเส้นผ่าศูนย์กลาง 70 มม. และยาว 140 มม. แล้วนำตัวอย่างวางบนเครื่องทดสอบ ติดตั้งมาตรสำหรับวัดการหดตัวของตัวอย่าง การทดสอบกระทำโดยเพิ่มแรงกดตามแนวดิ่ง (แนวแกนยาวของตัวอย่าง) โดยการควบคุม Strain ให้กดด้วยอัตรา 1 เปอร์เซ็นต์ ต่อนาที ค่า Shear Strength จะพิจารณาจากแรงอัดประลัยสูงสุด หากเกิดลักษณะ Plastic Failure คือ ไม่ปรากฏแรงอัดสูงสุด จะใช้แรงอัดที่ 20 เปอร์เซ็นต์ของ Strain เป็นค่าแรงอัดสูงสุด

(7) Consolidation Test ตัวอย่างดินที่ได้จากกระบอกบางจะนำมาทดสอบ Consolidation Test เพื่อหาค่า สัมประสิทธิ์ของการยุบตัว (C_v) โดยใช้ขนาดของเบ้าตัวอย่าง 50 และ 60 มม. ตัวอย่างดินทดสอบหนา 20 มม. ตัดแต่งตัวอย่างดินลงใน Consolidation Ring ชั่งน้ำหนักเพื่อคำนวณหาความหนาแน่น และ Initial Void Ratio นำตัวอย่างดินติดตั้ง Consolidometer ซึ่งจะมีหินพรุนแผ่นบาง ๆ ประกอบบนและล่าง ตัวอย่างเพื่อให้น้ำหนักในตัวอย่างไหลออกได้สะดวก นำ Consolidometer เข้าติดตั้งใน Load Frame ติดมาตรสำหรับวัดการทรุดของตัวอย่าง แล้วหล่อน้ำใน Consolidometer ให้ระดับน้ำอยู่เหนือระดับดินตัวอย่าง เริ่มบรรทุกน้ำหนักตั้งแต่แรงดันที่น้อยกว่า Overbureden Pressure ชุดน้ำหนักกดมีตั้งแต่ 0.25, 0.50, 1.00, 2.00, 5.00 และ 10.00 กก./ตร.ซม. แต่ละน้ำหนักอ่านค่าการยุบตัวเมื่อเวลา 1/4, 1/2, 4, 8, 15, 30,..... นาที นับจากเริ่มต้น เขียนกราฟระหว่าง Dial Reading และ $\sqrt{t}$ ในระหว่างบันทึกข้อมูลเพื่อหาลักษณะการทรุดตัว และหากต้องการหาค่า t_{50} ต้องปล่อยไว้ 24 ชม. จึงจะเพิ่มน้ำหนักชุดต่อไป ปฏิบัติเช่นเดียวกันจนครบชุดน้ำหนักที่จะต้องใส่ **ถ้าต้องการทราบคุณสมบัติของดิน ในการคืนตัวจากการลดน้ำหนัก ต้องทำวิธีเดียวกันโดยเอาตุ้มน้ำหนักออกแล้วทิ้งไว้ 24 ชม. หลังเสร็จการทดลองต้องนำตัวอย่างดินไปหาปริมาณความชื้นด้วย**

จากกราฟ จะได้ค่า t_{90} หรือ t_{50} เพื่อใช้คำนวณหาค่า C_v จากการคำนวณค่า Void Ratio ที่น้ำหนักแต่ละชุด นำมาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ จะได้กราฟ e-log P.และจะได้ค่า

$C = \Delta V / \Delta \log P.$