บทที่ 5

สรุปผลการวิเคราะห์และข้อเสนอแนะ

วิทยานิพนธ์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอวิธีการประเมินการเคลื่อนตัวของกำแพงกันดินชนิดไดอะแฟรมที่มีระดับปลายล่างกำแพงอยู่ในชั้นดินเหนียวแข็งชั้นที่ 1 ของชั้นดินกรุงเทพฯ ด้วยแบบจำลองคานวางบนวัสดุ piecewise อิลาสติกเชิงเส้น รวมทั้งทำการวิเคราะห์หาค่า Modulus of Subgrade Reaction (k_s) ของชั้นดินต่างๆ โดยอาศัยวิธีการวิเคราะห์กลับ (Back Analysis) จากข้อมูลการเคลื่อนตัวของกำแพงในสนามที่วัดด้วยเครื่องมือ Inclinometer

การวิเคราะห์การเคลื่อนตัวของกำแพงกันดินชนิดไดอะแฟรมด้วยแบบจำลองคานวางบนวัสดุอิลาสติก จะต้องใช้องค์ประกอบในการคำนวณคือ ไดอะแกรมของแรงดันดินด้านข้างที่กระทำกับกำแพง, ค่าFlexural Stiffness (EI), ค่าสติฟเนสของค้ำยัน (K_{brace}) และค่า Modulus of Subgrade Reaction ของดิน (k_s) ซึ่งงานวิจัยนี้กำหนดให้ แรงดันดินด้านข้าง, EI, K_{brace} เป็นพารามิเตอร์ที่ทราบค่าสามารถประเมินจากข้อมูลชั้นต้นคือ ข้อมูลการเจาะสำรวจดินและข้อมูลทางเทคนิคการก่อสร้างด้วยสมมุติฐานที่แสดงในหัวข้อที่ 4.3,4.4 ตามลำดับ

ส่วนพารามิเตอร์ที่ไม่ทราบค่าคือ k_s มีคุณสมบัติเป็นอิลาสติกเชิงเส้น และกำหนดให้มีความสัมพันธ์แบบ Empirical กับค่า Su ในรูป $k_s = \alpha \times S_u$,โดยα คือค่าตัวประกอบการคูณของ S_u เพื่อใช้คำนวณค่า Modulus of Subgrade Reaction ค่า α นี้จะถูกกำหนดให้แตกต่างกันตามลักษณะของชั้นดิน, Consistency งานวิจัยนี้ทำการจำแนกความแตกต่างกันตามลักษณะของชั้นดินไว้5ชนิดคือ ชั้นดิน Weathered Crust, Soft Clay, Medium Clay, Stiff Clay, Very Stiff Clay ซึ่งใช้ค่าตัวประกอบการคูณ $\alpha 1, \alpha 2, \alpha 3, \alpha 4, \alpha 5$ ตามลำดับ

วิธีการหาค่า k_s ของชั้นดินต่างๆอาศัยวิธีการวิเคราะห์กลับ (Back Analysis) จากข้อมูลการเคลื่อนตัวของกำแพงในสนาม กระทำโดยวิธีทดลองปรับค่า α ของดินชั้นต่างๆ ลงในแบบจำลอง ต่อจากนั้นทำการคำนวณ, เปรียบเทียบ, และทดลองสุ่มค่า กระทำวนซ้ำจนกระทั่งผลลัพท์ของการ

คำนวณด้วยแบบจำลองเท่ากับผลจากการวัดในสนาม เมื่อได้ผลวิเคราะห์กลับของค่า k_s ขณะขั้นตอนการก่อสร้างต่างๆแล้ว จึงนำค่า k_s ที่รวบรวมได้ทั้งหมด มาทำการศึกษาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์แบบ empirical กับค่ากำลังรับแรงเฉือนชนิดไม่ระบายน้ำ(S_u) ของดิน

ความสัมพันธ์แบบ empirical ของค่า k_s ที่จำแนกตามชนิดชั้นดินต่างๆนี้ สามารถนำกลับไปใช้ประเมินปริมาณการเคลื่อนตัวของกำแพงกันดินชนิดไดอะแฟรม ที่มีปลายล่างอยู่ในชั้นดินเหนียวแข็งชั้นที่1 ของชั้นดินกรุงเทพฯโดยเฉพาะได้

5.1 สรุปผลการวิเคราะห์

ผลการวิจัยสรุปได้ดังต่อไปนี้

1) สูตร empirical สำหรับใช้คำนวณค่า Modulus of Subgrade Reaction ของดินขณะทำการขุดจนถึงระดับความลึกต่างๆ เพื่อใช้ประเมินการเคลื่อนตัวของกำแพงกันดินชนิดไดอะแฟรม ที่มีปลายล่างกำแพงอยู่ในชั้นดินเหนียวแข็งชั้นที่ 1 ของชั้นดินกรุงเทพฯโดยเฉพาะ จำแนกตามชนิดชั้นดินต่างๆมีรายละเอียดดังนี้

ชั้นดินเปลือก (Weathered crust: $S_u \geq 2.5$ T/m^2)

$$k_s = 250\ S_u \qquad \text{.....(5.1)}$$

เมื่อ $2.0 < H < 3.0$ เมตร

ชั้นดินเหนียวอ่อน (Soft clay: $S_u < 2.5$ T/m^2)

$$k_s = 380.85 \exp(-0.1334H)\ S_u \qquad \text{.....(5.2)}$$

เมื่อ $2.0 < H < 10.6$ เมตร , $r^2 = 0.344$

ชั้นดินเหนียวแข็งปานกลาง(Medium clay: $2.5 \leq S_u < 5$ T/m^2)

$$k_s = 1925.3 (\exp-0.2359H)\ S_u \qquad \text{.....(5.3)}$$

เมื่อ $2.0 < H < 10.6$ เมตร , $r^2 = 0.672$

ชั้นดินเหนียวแข็ง (Stiff clay: $5 \leq S_u < 10$ T/m^2)

$$k_s = 3715.5 \exp(-0.2101H)\, S_u \quad \text{.....(5.4)}$$

เมื่อ $2.0 < H < 10.6$ เมตร , $r^2 = 0.621$

ชั้นดินเหนียวแข็งมาก (Very stiff clay: $S_u \geq 10$ T/m^2)

$$k_s = 5024.9 \exp(-0.1845H)\, S_u \quad \text{.....(5.5)}$$

เมื่อ $2.0 < H < 10.6$ เมตร , $r^2 = 0.778$

เมื่อ k_s คือ Modulus of Subgrade Reaction หน่วยเป็น ตันต่อลูกบาศก์เมตร

H คือ ค่าระดับความลึกของการขุด หน่วยเป็นเมตร

หมายเหตุ

ความสัมพันธ์ 5.1,5.2,5.2,5.3,5.4 และ5.5 ใช้เฉพาะสำหรับกำแพงกันดินชนิดไดอะแฟรมที่ระดับปลายล่างกำแพงอยู่ในชั้นดินเหนียวแข็งชั้นที่1 โดยมีความหนากำแพงตั้งแต่ 0.80 ถึง 1.00 เมตร และความยาวถึงปลายล่างกำแพงตั้งแต่ 16.50 ถึง 21.00 เมตร ซึ่งมีค่าระดับความลึกของการขุด H ตั้งแต่ 2.00 ถึง 10.60 เมตร

การทดสอบความน่าเชื่อถือของความสัมพันธ์ 5.1, 5.2, 5.2, 5.3, 5.4 และ5.5 กระทำโดยนำความสัมพันธ์ดังกล่าว ไปใช้คำนวณปริมาณการเคลื่อนตัวของกำแพงกันดินทั้ง 5กรณีศึกษา เลือกค่าสูงสุดขณะขั้นตอนก่อสร้างต่างๆ (δmax_{pred}) ซึ่งอาจไม่อยู่ที่ความลึกเดียวกันกับที่ทำการวัด แล้วเปรียบเทียบกับค่าปริมาณการเคลื่อนตัวของกำแพงกันดินสูงสุดที่วัดได้จากสนาม. (δmax_{meas}) พบว่ามีความสัมพันธ์ดังนี้

$$\delta max_{meas} = 1.1061\, \delta max_{back} \quad , r^2 = 0.934 \quad \text{.....(5.6)}$$

$$\delta max_{meas} = 1.1071\, \delta max_{pred}^{1.0217} \quad , r^2 = 0.499 \quad \text{.....(5.7)}$$

นอกจากนี้จากการศึกษาพบว่า Range ของค่า α ได้ใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากการศึกษาของ Duncan และ Buchighani (1976) ขณะที่ระดับความลึกของการขุดอยู่ระหว่าง 4.0-10.6 เมตร ซึ่งในการออกแบบผู้เขียนแนะนำว่าควรใช้ค่า k_s ที่ stress level สูงสุด(คือค่า k_s ต่ำสุด) และพบว่า ปัจจัยสำคัญส่วนหนึ่งที่มีผลกระทบกับค่า k_s คือ วิธีดำเนินการก่อสร้าง, ตำแหน่งติดตั้งค้ำยันและการอัดแรงในค้ำยัน, ความลึกของการขุด และระยะความลึกของปลายกำแพงที่ฝังอยู่ในชั้นดินแข็ง

5.2 ข้อเสนอแนะในการศึกษาเพิ่มเติม

ข้อเสนอแนะในการศึกษาเพิ่มเติมมีดังนี้

1) ให้นำข้อมูลชั้นต้นของการวิจัยนี้ที่ได้เก็บรวบรวมไว้แล้ว ไปใช้ศึกษาพฤติกรรมและคาดคะเนการเคลื่อนตัวของกำแพงชนิดไดอะแฟรม ด้วยแบบจำลองคานวางบนวัสดุที่มีคุณสมบัติเป็น Elasto-Plastic

2) กำหนดขอบเขตของการวิจัยเพื่อศึกษาพฤติกรรมการเคลื่อนตัวของกำแพงกันดินชนิดไดอะแฟรม ที่มีปัจจัยแวดล้อมอื่นๆเช่น วิธีการก่อสร้าง, ลักษณะทางโครงสร้างและรูปทรงกำแพง, Boundary Condition ของตัวกำแพง ที่แตกต่างออกไป