บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 ลักษณะและคุณสมบัติของดินบริเวณที่ทำการศึกษา

ก. ที่ กม.47

ลักษณะชั้นดินเป็นดินเหนียวอ่อนและดินเหนียวปานกลางมีความหนาประมาณ 14 เมตร ปริมาณความชื้นตามธรรมชาติมีค่าระหว่าง 60-100% Plasticity Index มีค่าระหว่าง 50-55% ตลอดความลึก หน่วยน้ำหนักรวมมีค่าระหว่าง 1.46-1.60 ตัน/ม^3 OCR มีค่าสูงประมาณ 6.6 ที่ใกล้ผิวดิน และลดลงกับความลึกจนมีค่า 1.8 ในชั้นดินแข็งปานกลาง สำหรับ Compression Ratio จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0.25-0.30 ส่วนค่า S_u(Vane) มีค่าระหว่าง 1.0-4.0 ตัน/ม^2 โดยมีค่าเพิ่มขึ้นกับความลึก

ข. ที่ กม.52

ลักษณะชั้นดินเป็นดินเหนียวอ่อน และดินเหนียวปานกลางที่มีความหนารวมกันถึง 17 เมตร ซึ่งรองรับด้วยชั้นดินแข็งหนาประมาณ 4 เมตร ปริมาณความชื้นตามธรรมชาติมีค่าสูงถึง 140% ในช่วงใกล้ผิวดิน และลดลงกับความลึกจนมีค่า 50% ในชั้นดินแข็งปานกลาง Plasticity Index มีค่าระหว่าง 70-100% ในช่วง 10 เมตรจากผิวดิน และลดลงกับความลึก จนมีค่าประมาณ 30% ในชั้นดินแข็ง หน่วยน้ำหนักรวมมีค่าประมาณ 1.32 ตัน/ม^3 ในชั้นดินอ่อนช่วงความลึก 10 เมตรจากผิวดิน และมีค่าประมาณ 1.40-1.60 ตัน/ม^3 ในชั้นดินแข็ง OCR มีค่าประมาณ 5.0 ที่ใกล้ผิวดิน และลดลงกับความลึกจนมีค่าประมาณ 2.0 ที่ความลึก 5 เมตร แล้วคงที่ไปตลอดความลึก สำหรับ Compression Ratio มีค่าสูงประมาณ 0.40-0.70 ส่วนค่า S_u(Vane) มีค่าระหว่าง 0.8-4.0 ตัน/ม^2 โดยมีค่าเพิ่มขึ้นกับความลึก

5.2 การคาดคะเนการทรุดตัว

ก. กรณีที่ระยะเวลาในการก่อสร้างถนนนาน (Rate of Loading ช้า) ได้แก่ ถนนเก่าที่ กม.47 และที่ กม.52 พบว่า

1. พฤติกรรมการทรุดตัวของดินระหว่างการก่อสร้างจะประกอบด้วย การทรุดตัวทันที ซึ่งรวมผลของ Undrained Creep กับ Shear Flow และการทรุดตัวแบบอัดตัวคายน้ำขั้นแรกใน OC Range

2. วิธีการของ Cox ซึ่งใช้ $E_u(80)$ จากการทดลอบ UU ให้ค่าการทรุดตัวทันทีใกล้เคียงเป็นที่น่าพอใจ ขณะที่วิธีอีลาสติกให้ค่าการทรุดตัวที่ต่ำเกินไป

3. ทุกวิธีให้ค่าการทรุดตัวแบบอัดตัวคายน้ำได้ผลดีพอใช้ โดยเฉพาะวิธีการของ Cox และวิธี Skempton-Bjerrum ขณะที่วิธี Terzaghi จะให้ค่าไปในทางที่ค่อนข้าง Conservative มากไป

4. วิธี Asaoka วิธีการของ Cox และวิธี Skempton-Bjerrum ให้ค่าการทรุดตัวทั้งหมดใกล้เคียงเป็นที่น่าพอใจ โดยวิธี Skempton-Bjerrum จะให้ค่าไปในทางที่ต่ำกว่าเล็กน้อย ส่วนวิธี Terzaghi ให้ค่าการทรุดตัวทั้งหมดที่ต่ำเกินไป

5. ค่า Undrained Modulus (E_u) ควรได้มาจากการทดลอบ UU ที่ระดับหน่วยแรงเฉือน 80% ซึ่งจากการตรวจลอบพบว่าดินดินมี F.S. ประมาณ 1.30-1.40 และได้ว่า

$$E_u/\bar{\sigma}_{vc} = 30 - 120 \quad \text{เมื่อ} \quad OCR = 1.5 - 6.0$$

$$E_u/S_u(\text{Vane}) = 45 - 70 \quad \text{เมื่อ} \quad OCR = 1.5 - 6.0$$

ส่วนการใช้ $E_u(80)$ จากการทดลอบ $\overline{CK_oUC}$ พบว่า ให้ค่าการทรุดตัวที่ไม่ปลอดภัย

ข. กรณีระยะเวลาในการก่อสร้างสั้น (Rate of Loading สูง) ได้แก่ เกาะกลางถนนที่ กม.47 และที่ BV # 6 พบว่า

1. พฤติกรรมการทรุดตัวของดินระหว่างการก่อสร้าง จะประกอบด้วย

การทรุดตัวทันทีกับ Shear Flow ซึ่งอาจจะรวมผลของ Undrained Creep ด้วยในกรณีของ BV # 6 และอาจมีการทรุดตัวแบบอัดตัวคายน้ำบ้างในส่วนที่เป็น Crust

2. วิธีการของ Cox วิธีอีลาสติก และวิธี Stress Path ให้ค่าการทรุดตัวได้ดีเท่าเทียมกัน โดยวิธีการของ Cox จะให้ mechanism ตรงตามที่เกิดขึ้นจริง ขณะที่วิธีอีลาสติก และวิธี Stress Path จะให้ mechanism ไม่ตรงตามที่เกิดขึ้นจริงแต่เป็นผลของการหักล้างกันระหว่าง Creep กับ Consolidation โดยวิธี Stress Path สามารถวิเคราะห์ผลของ Undrained Creep และ Flow ที่มีต่อการทรุดตัว และค่าพารามิเตอร์ได้ดีกว่าวิธีอีลาสติก

3. วิธีการของ Cox และวิธี Skempton-Bjerrum ให้ค่าการทรุดตัวแบบอัดตัวคายน้ำใกล้เคียงเป็นที่น่าพอใจ ขณะที่วิธี Terzaghi และวิธี Stress Path ให้ผลพอใช้ได้ และไปในทางที่มากกว่า

4. วิธีการของ Cox และวิธี Skempton-Bjerrum ให้ค่าการทรุดตัวทั้งหมดใกล้เคียงเป็นที่น่าพอใจ โดยวิธีการของ Cox จะให้ mechanism ตรงตามที่เกิดขึ้นจริงและไปในทางที่มากกว่าค่าที่สำรวจได้ ขณะที่วิธี Stress Path จะให้ค่ามากกว่าที่สำรวจได้ ส่วนวิธี Terzaghi มีแนวโน้มจะให้ค่าต่ำกว่าที่สำรวจได้ (ยกเว้นกรณีของเกาะกลางถนนที่ กม.47)

5. กรณีของ BV # 6 ค่า E_u ควรได้จากการทดลอบ Stress Path ที่รวมผลของ Undrained Creep หรือได้จากการทดลอบ $\overline{CK_oUC}$ ที่ระดับหน่วยแรงเฉือน 80% และได้ว่า

$$E_u/\bar{\sigma}_{vo} = 70 - 180 \quad \text{เมื่อ} \quad OCR = 1.5 - 6.0$$

$$E_u/S_u(\text{Vane}) = 110 - 140 \quad \text{เมื่อ} \quad OCR = 1.5 - 6.0$$

ส่วนการใช้ $E_u(50)$ จากการทดลอบ UU พบว่าให้ค่าใกล้เคียงเช่นกัน แต่ความน่าเชื่อถือจะน้อยกว่า ทั้งนี้เพราะว่าคุณภาพของดินตัวอย่างไม่ค่อยแน่นอน

จากที่ได้กล่าวมาจึงพอสรุปได้ว่า วิธีการที่เหมาะสมในการคาดคะเนการทรุดตัว กรณีที่ระยะเวลาก่อสร้างนาน คือ วิธีการของ Cox ส่วนกรณีที่ระยะเวลาก่อสร้างสั้น วิธีที่เหมาะสม

คือ วิธีการของ Cox และวิธี Skempton-Bjerrum ซึ่งค่าพารามิเตอร์ที่จะนำมาใช้ จะต้องเลือกให้สอดคล้องกับพฤติกรรมของดิน ดังนั้นในกรณีการก่อสร้างถนนเก่าลายบางนา-บางปะกง ซึ่งใช้เวลาก่อสร้างนาน และมีอัตราส่วนความปลอดภัยต่ำ วิธีการที่น่าจะใช้ได้ดี คือ วิธีการของ Cox โดยใช้ $E_u(80)$ จากการทดสอบ UU

5.3 อัตราการทรุดตัว

1. ค่าสัมประสิทธิ์อัดตัวคายน้ำ (C_v) ที่ได้จากข้อมูลการทรุดตัวในสนามนี้ไม่ใช่ mechanism จริง ๆ ของดิน แต่เป็นเพียงค่าที่ได้มาเพื่อนำไปใช้หาค่าการทรุดตัวกับเวลาให้ถูกต้องเท่านั้น

2. ค่า C_v ที่ได้จากวิธี Lacasse มีค่าใกล้เคียงกับ C_v จากวิธี Terzaghi และมีค่าต่ำกว่า C_v จากวิธี Asaoka พอสมควร ส่วน C_v(Conso) มีค่าต่ำกว่ามาก ซึ่งจะได้ว่า

$$C_v(\text{Asaoka}) \approx 9 - 12\ C_v(\text{Conso})$$

$$C_v(\text{Terzaghi, Lacasse}) \approx 4 - 6\ C_v(\text{Conso})$$

$$C_v(\text{Asaoka}) \approx 2\ C_v(\text{Terzaghi, Lacasse})$$

3. ค่า C_v ที่ได้จากวิธี Lacasse มีแนวโน้มที่จะใช้ได้ในงานคันดินถมบริเวณที่ไม่มีการสูบน้ำบาดาล ส่วนบริเวณที่มีการสูบน้ำบาดาล พบว่า C_v จากวิธี Asaoka ให้ผลวิเคราะห์เป็นที่น่าพอใจ

5.4 ความดันน้ำโพรงเพิ่ม

เนื่องจากข้อมูลความดันน้ำโพรงเพิ่มที่ได้มาจากการ Backfigured โดยใช้ทฤษฎี Terzaghi มีค่าไม่ค่อยดีนัก ดังนั้นจึงไม่สามารถที่บ่งบอกถึงวิธีที่เหมาะสมได้ แต่พอสรุปได้ว่าวิธีการของ Lee (1983) มีแนวโน้มจะใช้ได้ในการคาดคะเนความดันน้ำโพรงเพิ่มที่ กม.47 ซึ่งไม่มีปัญหาเรื่อง Undrained Creep

5.5 ข้อเสนอแนะ

1. ควรที่จะได้มีการตรวจสอบถึงความถูกต้องของวิธี Asaoka ในการคาดคะเนการทรุดตัวของดินต่าง ๆ โดยใช้ข้อมูลการทรุดตัวตั้งแต่เริ่มการก่อสร้างไปจนกระทั่งการทรุดตัวสิ้นสุด

2. เนื่องจากปัจจุบันได้มีการใช้ไมโครคอมพิวเตอร์กันอย่างแพร่หลาย แต่ยังไม่มีโปรแกรมที่เหมาะสมในการวิเคราะห์การทรุดตัวดินบริเวณนี้เลย จึงสมควรที่จะพัฒนาสร้างโปรแกรมด้านนี้ให้ดียิ่ง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย