

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 การวิเคราะห์เสถียรภาพของดินชั้น:

5.1.1 บริเวณที่ทำการศึกษาวิสัย

สถานที่ที่ได้ทำการศึกษาวิสัยด้านเสถียรภาพประกอบด้วย

1. สถานที่ก่อสร้างท่าอากาศยานหนองงูเห่า มีลักษณะของชั้นดินเป็นดินเหนียวอ่อนหนา ประมาณ 16 เมตร มีค่า PI ประมาณ 50 ถึง 60%, ค่า OCR สูงที่ผิวดิน แล้วมีค่าลดลงตามความลึก (มีค่าประมาณ 3.0 ที่ผิวดินและมีค่าประมาณ 1.8 ที่ความลึก 6.0 เมตร) และมีค่าความหนาแน่นรวม 1.35 ถึง 1.6 ตันต่อม.³ ค่ากำลังรับแรงเฉือนแบบอันตรนจาก Field Vane ประมาณ 1.5 ถึง 1.9 ตันต่อม.² วัสดุที่ใช้ถมคันดินเป็นทรายมีความหนาแน่น 1.79 ตันต่อม.³
2. ถนนสายกรุงเทพฯ-ศรีราชา บริเวณกิโลเมตรที่ 28 มีลักษณะชั้นดินเป็นดินเหนียวอ่อนหนาประมาณ 2.3 เมตร มีค่า PI ประมาณ 80 ถึง 90% มีค่า OCR ค่อนข้างคงที่กับความลึก (ค่า OCR ประมาณ 1.5 ถึง 1.7), ค่ากำลังรับแรงเฉือนแบบอันตรนจาก Field Vane ประมาณ 0.9 ถึง 1.2 ตันต่อม.² ค่าความหนาแน่นรวมของดินประมาณ 1.3 ถึง 1.35 ตันต่อม.³
3. ถนนสายธนบุรี-ปากท่อ Site 2 มีลักษณะของชั้นดินเป็นดินเหนียวอ่อนหนา ประมาณ 13.5 เมตร, มีค่า PI ประมาณ 45% ค่า OCR สูงที่ผิวดิน (ประมาณ 10) แล้วมีค่าลดลงเป็น 1.1 ที่ความลึก 8.0 เมตร ค่ากำลังรับแรงเฉือนแบบอันตรนจาก Field Vane ในช่วงความลึก 6 เมตรจากผิวดินประมาณ 1.3 ถึง 1.5 ตันต่อม.² และมีค่าเพิ่มขึ้นตามความลึก โดยมีค่าอัตราส่วน Su/σ'_{vo} ประมาณ 0.38, ค่าความหนาแน่นรวมประมาณ 1.5 ถึง 1.6 ตันต่อม.³

4. ถนนสายธนบุรี-ปากท่อ Site 3 มีลักษณะของชั้นดินเป็นดินเหนียวอ่อนหนา ประมาณ 12 เมตร มีค่า PI ประมาณ 80% ที่ผิวดิน แล้วลดลงเป็น 50% ที่ความลึก 4 ถึง 8 เมตร ค่า OCR ประมาณ 5.0 ที่ผิวดิน แล้วลดลงเป็น 1.3 ที่ความลึก 12 เมตร, ค่ากำลังรับแรงเฉือนแบบชั้นดินจาก Field Vane มีค่าประมาณ 0.9 ถึง 1.2 ตันต่อม.² โดยมีค่าอัตราส่วน S_u/σ_{vo} ประมาณ 0.45

5.1.2 กำลังรับแรงเฉือนแบบชั้นดิน

5.1.2.1 ค่ากำลังรับแรงเฉือนแบบชั้นดินของดินเหนียวอ่อนกรุงเทพฯ ที่ได้จากการทดสอบในสนามโดยวิธี Field Vane Test จะมีค่าสูงกว่าเป็นจริงในการวิเคราะห์เสถียรภาพของคันดินถม ซึ่งต้องปรับแก้ค่าโดยสามารถใช้ค่าปรับแก้ μ ของ Bjerrum (1972) ได้ โดยขึ้นอยู่กับค่าดัชนีพลาสติคและมีค่าระหว่าง 0.60 ถึง 0.89 ผันแปรไปตามความลึก

5.1.2.2 ค่ากำลังรับแรงเฉือนแบบชั้นดินของดินเหนียวอ่อนกรุงเทพฯ ที่ได้จากการประมาณค่าโดยวิธีการที่เสนอโดย Mesri (1975) และ Traketal (1979) คือ $S_u = 0.22 \sigma_{vu}$ มีค่าใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากการทดสอบ Field Vane Test หลังจากปรับแก้ด้วยค่า μ ของ Bjerrum (1972) แล้วในทางที่ต่ำกว่า

5.1.3 การวิเคราะห์เสถียรภาพของคันดินถม

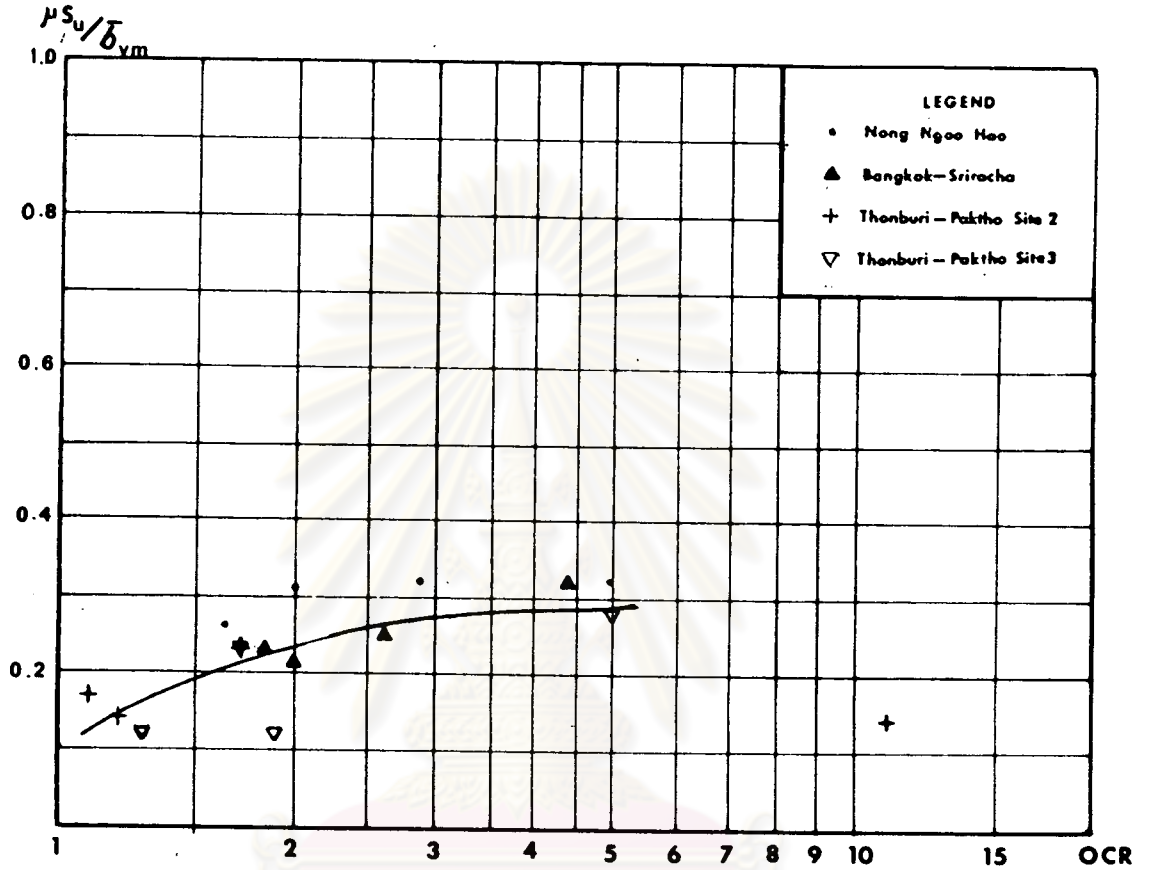
5.1.3.1 การวิเคราะห์เสถียรภาพของคันดินถม โดยใช้ค่ากำลังรับแรงเฉือนแบบชั้นดินจากการทดสอบ Field Vane Test แล้วปรับแก้ค่าโดยใช้ค่า μ ของ Bjerrum (1972) จะมีค่าอัตราส่วนความปลอดภัยที่ใกล้เคียงสภาพเป็นจริงมากกว่า การใช้ค่ากำลังรับแรงเฉือนที่ประมาณค่าโดยวิธีการของ Mesri (1975) และ Trak et al (1979)

5.1.3.2 การวิเคราะห์เสถียรภาพโดยวิธีการของ Bishop จะให้ค่าอัตราส่วนความปลอดภัยที่สูงกว่าวิธีการของ Fellenius ประมาณ 8% อันเป็นผลเนื่องมาจากข้อแตกต่างในวิธีการวิเคราะห์แบบ ESA ในทรายถม และวิธีการของ Bishop จะให้ผลที่ใกล้เคียงกับสภาพเป็นจริงมากกว่า

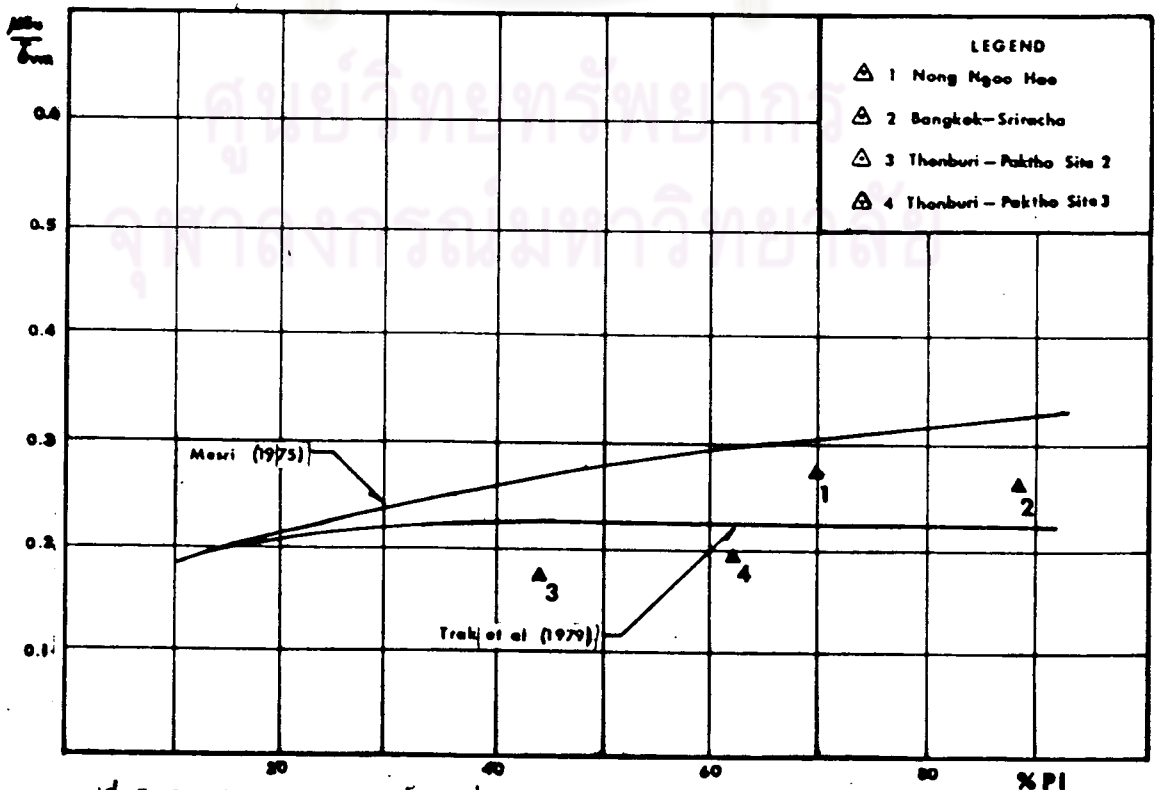
5.1.3.3 วิธีการวิเคราะห์เสถียรภาพที่เหมาะสมในทางปฏิบัติ คือใช้วิธีการของ Fellenius โดยใช้ค่ากำลังรับแรงเฉือนแบบชั้นดินจากการทดสอบ Field Vane Test และปรับแก้ค่าโดยใช้ค่า μ ของ Bjerrum (1972) เพราะการวิเคราะห์ทำได้ง่ายกว่า

5.1.3.4 จากการพิจารณารูปที่ 5.1 และรูปที่ 5.2 พบว่าการวิเคราะห์โดยใช้ค่า

$S_u = 0.22 \bar{\sigma}_{vm}$ จะเหมาะสมกับดินเหนียวอ่อนที่มีค่า OCR อยู่ระหว่าง 1.5 ถึง 2.5 และมีค่า PI น้อยกว่า 60%



รูปที่ 5.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง $\mu S_u / \bar{\sigma}_{vm}$ กับ log OCR



รูปที่ 5.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง $\mu S_u / \bar{\sigma}_{vm}$ กับค่า PI

5.2 การวิเคราะห์ค่าความดันน้ำในโพรงดิน

5.2.1 บริเวณที่ทำการศึกษาริ้วย

สถานที่ที่ทำการศึกษาริ้วยด้านความดันน้ำในโพรงดิน ประกอบไปด้วย

1. ถนนสายธนบุรี-ปากท่อ Site 2 มีลักษณะชั้นดินดังกล่าวแล้วในหัวข้อ 5.1.1
2. ถนนสายธนบุรี-ปากท่อ Site 3 มีลักษณะชั้นดินดังกล่าวแล้วในหัวข้อ 5.1.1
3. สถานที่ก่อสร้างสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชียที่รังสิต มีลักษณะชั้นดินเป็นดินเหนียวอ่อนหนาประมาณ 8 ถึง 9 เมตร มีค่า PI ประมาณ 45% มีค่า OCR สูงที่ผิวดิน (ประมาณ 10) แล้วลดลงอย่างรวดเร็วเป็น 2 ที่ความลึก 4.5 เมตร ค่ากำลังรับแรงเฉือนจาก Field Vane มีค่าสูงที่ผิวดิน (ประมาณ 4 ตันต่อม.²) และลดลงมีค่าคงที่เป็น 2.8 ตันต่อม.² ที่ความลึก 2 เมตร, ค่าความหนาแน่นรวมประมาณ 1.79 ตันต่อม.³
4. ถนนสายบางนา-ตราด (ปรับปรุงใหม่) บริเวณ กม.ที่ 24, 30 และ 52 มีลักษณะชั้นดินเป็นดินเหนียวอ่อนหนาประมาณ 12.5 ถึง 20 เมตร มีค่า PI ประมาณ 40 ถึง 70% ชั้นดินปกติเป็นดินเหนียวอัดตัวแน่นปกติ เพราะเป็นบริเวณของถนนที่ก่อสร้างเดิม

การวิเคราะห์ได้ใช้วิธีการของ Poulos (1967) คำนวณค่าความดันที่เพิ่มขึ้นในมวลดิน โดยมีชั้น Rigid Base อยู่ที่ผิวของชั้นดินเหนียวแข็ง สำหรับค่าพารามิเตอร์ของความดันน้ำ (Skempton A-Parameter) ได้จากการทดสอบ $\overline{CKO_U}$

5.2.2 วิธีการวิเคราะห์ค่าความดันน้ำในโพรงเพิ่มเติมชั้นดินถม

5.2.2.1 ในกรณีที่ไม่เกิด Local Yielding ในมวลดิน วิธีการของ Tavenas (1979) จะให้ผลการประมาณค่าความดันน้ำในโพรงเพิ่มใกล้เคียงกับค่าที่วัดได้ในสนาม, วิธีการ 1-มิติ จะให้ค่าที่สูงมากเกินไปไม่เหมาะสมที่จะใช้ในการวิเคราะห์ ส่วนวิธีการ 3-มิติ, วิธีการของ Skempton, วิธีการของ Henkel และวิธีการของ Lee จะให้ผลการประมาณค่าที่ใกล้เคียงกัน และสูงกว่าค่าที่วัดได้ในสนามเล็กน้อย โดยเฉพาะในช่วงกึ่งกลางความหนาของชั้นดินเหนียวอ่อน

5.2.2.2 ในกรณีที่เกิด Local Yielding ในมวลดิน วิธีการ 3-มิติ จะให้ค่าที่ต่ำกว่าค่าที่วัดได้ในสนามมากไม่เหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการวิเคราะห์ ส่วนวิธีการอื่นๆ จะให้ค่าที่ใกล้เคียงกันและมีค่าสูงกว่าค่าที่วัดได้ในสนามเล็กน้อย

5.2.2.3 ไม่มีวิธีการใดๆ ที่ประมาณค่าความตื้นน้ำใต้ใกล้เคียงกับค่าที่วัดได้ในสนาม ที่ระดับความลึกบริเวณผิวดิน และที่ความลึกมากขึ้น บริเวณใกล้ชั้นดินเหนียวแข็ง โดยการประมาณ ค่าจากวิธีการต่างๆ จะให้ค่าที่สูงกว่าค่าที่วัดได้ในสนาม ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการที่ชั้นดินเหนียว แข็งมีส่วนช่วยในการ drained หรืออาจเป็นเพราะทฤษฎี rigid base ให้ค่าความเค้นที่- บริเวณใกล้ชั้น rigid base ให้ค่าความเค้นสูงกว่าปกติ

5.3 การวิเคราะห์การทรุดตัวของชั้นดิน

5.3.1 บริเวณที่ทำการศึกษาวิจัย

สถานที่ที่ทำการศึกษาวิจัยด้านการทรุดตัวของชั้นดิน ประกอบไปด้วย

1. ถนนธนบุรี-ปากท่อ Site 2 มีลักษณะชั้นดินดังกล่าวแล้วในหัวข้อ 5.1.1
2. ถนนธนบุรี-ปากท่อ Site 3 มีลักษณะชั้นดินดังกล่าวแล้วในหัวข้อ 5.1.1
3. ถนนสายบางนา-ตราด (ปรับปรุงใหม่) บริเวณกิโลเมตรที่ 24, 30 และ 52

มีลักษณะชั้นดินดังกล่าวแล้วในหัวข้อ 5.2.1

การวิเคราะห์หาค่าความเค้นที่เพิ่มขึ้นในมวลดินใต้ใช้ทฤษฎีของ Poulos (1967) ค่ามวลโดยมีชั้น rigid base อยู่ที่ผิวของชั้นดินเหนียวแข็ง

5.3.2 การวิเคราะห์การทรุดตัวในทันที

5.3.2.1 วิธีการที่เหมาะสมในการวิเคราะห์การทรุดตัวในทันที ได้แก่วิธีการของ Davis & Poulos (1967) โดยให้ผลการประมาณค่าการทรุดตัวจากการใช้ค่า E_u ที่ระดับของ หน่วยแรงเฉือน 50% ต่ำกว่าค่าที่วัดได้ในสนามประมาณ 30% ซึ่งสามารถปรับแก้ได้โดยใช้ค่า E_u ที่ทำน้อยลงโดยควรมีค่าประมาณ 75% ของค่า E_u ที่ระดับของหน่วยแรงเฉือน 50% จากการทดสอบ UU

Range ของ E_u/S_u ที่ได้จากการวิเคราะห์อยู่ระหว่าง 100 ถึง 150 เมื่อค่า OCR อยู่ระหว่าง 1 ถึง 3 ยกเว้นดินบริเวณถนนธนบุรี-ปากท่อ

5.3.3 การวิเคราะห์การทรุดตัวแบบอัตราความน้ำ

5.3.3.1 การวิเคราะห์การทรุดตัวโดยวิธีกลศาสตร์พื้นฐานของ Terzaghi และวิธีการของ Skempton & Bjerrum (1957) โดยใช้ค่าขอบเขตบน μ ของ Lee (1983) จะให้ค่าการทรุดตัวที่ใกล้เคียงกัน แต่วิธีการของ Terzaghi จะให้ค่าสูงกว่าหรือใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากการวิเคราะห์โดยวิธีการของ Asaoka (1978) ดังนั้นในทางปฏิบัติแล้ว การใช้วิธีการวิเคราะห์โดยวิธีกลศาสตร์พื้นฐานของ Terzaghi จะเป็นวิธีการที่เหมาะสม

5.3.3.2 การวิเคราะห์การทรุดตัวโดยวิธีการของ Skempton & Bjerrum (1957) โดยใช้ค่าความคืบหน้าในโพรงเพิ่มที่วัดได้ในสนาม จะให้ค่าที่ต่ำกว่าวิธีการของ Asaoka มากไม่เหมาะที่จะใช้ในการวิเคราะห์

5.3.4 คำสัมประสิทธิ์การอัดตัวคืบหน้าและอัตราการทรุดตัวของดิน

5.3.4.1 คำสัมประสิทธิ์การอัดตัวคืบหน้า (Cv) จากข้อมูลในสนามเมื่อนำมาทำการ back figure คำ Cv จากวิธีการของ Terzaghi และวิธีการของ Lacasse จะให้ค่า Cv ที่ใกล้เคียงกันและใช้กันได้ดีและต่ำกว่าค่า Cv ที่ได้จากการวิธีการของ Asaoka (1978) มาก และเมื่อนำค่า Cv นี้ไปคำนวณอัตราการทรุดตัวของดินจะพบว่า การใช้ค่า Cv จากวิธีการของ Asaoka (1978) จะให้อัตราการทรุดตัวที่เร็วกว่าการทรุดตัวจริงในสนาม ส่วนการใช้ค่า Cv จากการ back figure ของ Terzaghi และวิธีการของ Lacasse จะให้ค่าอัตราการทรุดตัวที่ใกล้เคียงกัน และช้ากว่าการทรุดตัวจริงในสนาม

5.4 ข้อเสนอแนะ

5.4.1 การวิเคราะห์เสถียรภาพของดินถมถมั้น ได้ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ Main Frame ในการวิเคราะห์ซึ่งไม่สะดวกในการป้อนข้อมูล ปัจจุบันเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์มีใช้กันอย่างแพร่หลาย แต่ยังไม่มีการศึกษาวิเคราะห์เสถียรภาพของดินถมถมที่ที่เหมาะสม สุ่มควรที่จะพัฒนาในด้านนี้ขึ้น

5.4.2 ควรมีการศึกษาข้อมูลการทรุดตัวของดินถมถมอย่างต่อเนื่องจนถึงสุดกระบวนการทรุดตัวของชั้นดิน เพื่อนำข้อมูลมาใช้ตรวจสอบวิธีการของ Asaoka (1978) ว่ามีความถูกต้องมากเพียงไรสำหรับดินเหนียวอ่อนกรุงเทพฯ