บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 การทรุดตัวของคันทาง

5.1.1 พารามิเตอร์ของดินเหนียวอ่อน ที่ใช้ในการคาดคะเนการทรุดตัว สามารถสรุปได้ ดังนี้

5.1.1.1 โมดูลัสยืดหยุ่นแบบไม่ระบายน้ำ จากการทดสอบ UUC จะมีค่าประมาณ 170 ตันต่อตารางเมตร และมีค่าเป็น 140 เท่า จากการทดสอบกำลังรับแรงเฉือนแบบไม่ระบายน้ำจากการทดสอบ FVT ซึ่งปรับแก้ค่าโดยใช้ค่า Bjerrum's Correction Factor เท่ากับ 0.70 และเป็น 120 เท่า จากการทดสอบกำลังรับแรงเฉือนแบบไม่ระบายน้ำจากการทดสอบ CPT โดยการปรับแก้ค่าโดยใช้ค่า Nk เท่ากับ 31 ที่ระดับของหน่วยแรงเฉือนเท่ากับ 50 %

โมดูลัสยืดหยุ่นแบบไม่ระบายน้ำจากการทดสอบ $\overline{\text{CKoU-TC}}$ จากการทดสอบดินอ่อน Normally Consolidated Clay ที่ระดับของหน่วยแรงเฉือน 80 % มีค่าเท่ากับ 183 เท่า ของค่ากำลังรับแรงเฉือนแบบไม่ระบายน้ำและมีค่าเท่ากับ 213 ตันต่อตารางเมตร และสำหรับ Over Consolidated Clay จากการทดสอบ $\overline{\text{CKoU-TC}}$ พบว่าค่า $Eu_{50}/6'vc$ มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อ OCR เพิ่มขึ้น

5.1.1.2 ค่าเฉลี่ยกำลังรับแรงเฉือนแบบไม่ระบายน้ำ สำหรับ Normally Consolidated Clay จากการทดสอบ FVT มีค่าเท่ากับ 0.39 เท่าของหน่วยแรงประสิทธิผลในแนวดิ่งและเท่ากับ 0.25 เท่า สำหรับ FVT ที่แก้ค่าโดยการคูณค่า μ = 0.70 แล้ว และสำหรับ Over Consolidated Clay จากการทดสอบ FVT พบว่าค่า $Su_{FV}/6'vo$ และ $\mu * Su_{FV}/6'vo$ มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อ OCR เพิ่มขึ้น

5.1.1.3 ค่าเฉลี่ยกำลังรับแรงเฉือนแบบไม่ระบายน้ำ สำหรับ Normally Consolidated Clay จากการทดสอบ $\overline{\text{CKoU-TC}}$ มีค่าเท่ากับ 0.42 เท่าของหน่วยแรงประสิทธิผลในแนวดิ่ง และสำหรับ Over Consolidated Clay จากการทดสอบ FVT และ $\overline{\text{CKoU-TC}}$ พบว่าค่า $Su/6'vc$ มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อ OCR เพิ่มขึ้น

5.1.1.4 ค่า Pore Pressure Parameter (Af) ที่จุดวิบัติจะมีค่าลดลงเมื่อ OCR สูงขึ้น สำหรับการทดสอบ CKoU-TC และ Stress Path

5.1.2 <u>การทรุดตัวแบบไม่ระบายน้ำ</u> (Undrained Settlement, ρ_i)

5.1.2.1 วิธีปฐพีกลศาสตร์พื้นฐาน (D'Appolonia et al,1971) โดยใช้ Eu_{80} จากการทดสอบ CKoU-TC จะให้ค่าการทรุดตัวเท่ากับ 62.07 ซม. และ Eu/Su_{FV} ของถนนสายคลองด่าน-บางบ่อ มีค่าประมาณระหว่าง 70-100

5.1.2.2 วิธี Stress Path จะให้ค่าการทรุดตัวแบบไม่ระบายน้ำซึ่งรวมผลเนื่องจาก Undrained Creep ด้วยเท่ากับ 70.35 ซม.

5.1.2.3 เปรียบเทียบการทรุดตัวแบบไม่ระบายน้ำจากวิธีปฐพีกลศาสตร์พื้นฐานจะน้อยกว่าการทดสอบ Stress Path เท่ากับ 11.77 %

5.1.3 <u>การทรุดตัวแบบอัดตัวคายน้ำ</u> (Consolidation Settlement, ρ_c)

5.1.3.1 การคาดคะเนการทรุดตัวแบบอัดตัวคายน้ำโดยวิธีปฐพีกลศาสตร์พื้นฐาน (Skempton และ Bjerrum ,1957) โดยใช้ μ-พารามิเตอร์ในรอบเอตบน ของ Lee (1983) จะได้ค่าการทรุดตัวเท่ากับ 76.26 ซม.

5.1.3.2 การทรุดตัวแบบอัดตัวคายน้ำโดยการทดสอบ Stress Path จะได้ค่าการทรุดตัวเท่ากับ 109.30 ซม.

5.1.3.3 การทรุดตัวแบบอัดตัวคายน้ำโดยวิธีปฐพีกลศาสตร์พื้นฐานจะได้ค่าน้อยกว่า โดยวิธี Stress Path เท่ากับ 35 %

5.1.4 <u>การคาดคะเนอัตราการทรุดตัวของถนนต่อเติมใหม่</u>

จากข้อมูลระหว่างการ Preload จะได้ค่าอัตราการทรุดตัวเท่ากับ 1.28 มม./วัน และพบว่าในช่วง Preload มีการทรุดตัวของคันทางประมาณ 40 ซม. ดังนั้นจากข้อมูลในสนามมีแนวโน้มที่ระดับหลังคันทางจะจมลงเท่ากับระดับดินเดิมในเวลาเพียง 2-3 ปี

5.1.5 <u>การทรุดตัวครั้งที่สอง</u> (Secondary Consolidation, ρ_s)

การทรุดตัวเนื่องจากการทรุดตัวครั้งที่สองมีค่าเท่ากับ 8.93 ซม. ซึ่งมีค่าเป็น 11.7 % ของการทรุดตัวแบบอัดตัวคายน้ำ

5.2 เสถียรภาพของคันทาง

5.2.1 เสถียรภาพและอัตราส่วนความปลอดภัยของถนนสายคลองด่าน-บางบ่อ

จากการวิเคราะห์อัตราส่วนความปลอดภัยโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ พบว่าอัตราส่วนความปลอดภัยของถนนต่อเติมใหม่ที่ กม.5+750 และ กม.6+750 มีค่าต่ำกว่ามาตรฐาน (มาตรฐานของอัตราส่วนความปลอดภัยสำหรับถนนเท่ากับ 1.30) ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณทรายถมที่จมลงไปในชั้นดินอ่อนลึกประมาณ 3-4 เมตร เปรียบเสมือนน้ำหนักที่กดทับชั้นดินอ่อน และมีรถบรรทุกวิ่งผ่านทำให้อัตราส่วนความปลอดภัยที่คำนวณได้มีค่าสูงกว่า 1.00 เล็กน้อย การเพิ่ม Traffic Load ประมาณ 0.5 ตันต่อตารางเมตรจะทำให้อัตราส่วนความปลอดภัยต่ำกว่า 1.00 และพร้อมที่จะวิบัติได้เมื่อจอดรถบรรทุกของหนักไว้บนถนนเกินกว่า 12 ชั่วโมง ผลการวิเคราะห์แสดงว่าค่าแรงเฉือนจากการทดสอบแบบ Field Vane ใช้กับ Bjerrum's Correction Factor สามารถนำมาใช้งานได้แม้ในสภาพที่คันทางถูก Preload มาก่อน พิกัดความปลอดภัยจากวิธี Circular Arc ให้ค่าดีกว่าที่ได้จากวิธีของ Wedge เมื่อใช้กำลังรับแรงเฉือนเท่ากัน

5.2.2 กำลังรับแรงเฉือนแบบไม่ระบายน้ำ สามารถสรุปได้ดังนี้

5.2.2.1 กำลังรับแรงเฉือนแบบไม่ระบายน้ำจากการทดสอบ FVT จะเปรียบเทียบกับกำลังรับแรงเฉือนแบบไม่ระบายน้ำจากการทดสอบ CPT ได้ดังสมการ

$$Su = 0.70 * Su_{field} = qc/31 \quad .....5.1$$

5.2.2.2 กำลังรับแรงเฉือนแบบไม่ระบายน้ำจากการทดสอบ FVT ของดินเหนียวอ่อนบางบ่อ จากการวิเคราะห์ทางสถิติ สามารถแทนได้ดังสมการ

$$Su_{FV} = 0.51 + 0.073\ Y \quad .....5.2$$

5.2.2.3 ค่า Cone Resistance จากการทดสอบ CPT ของดินเหนียวอ่อนบางบ่อ จากการวิเคราะห์ทางสถิติ สามารถแทนได้ดังสมการ

$$q_c = 0.57 + 0.070\ Y \quad \text{.....5.3}$$

5.2.2.4 กำลังรับแรงเฉือนแบบไม่ระบายน้ำจากการทดสอบ UUC จะให้ค่าต่ำกว่ากำลังรับแรงเฉือนจากการทดสอบ FVT ประมาณ 30-35 % และต่ำกว่ากำลังรับแรงเฉือนจากการทดสอบ CPT ประมาณ 35 %

5.2.2.5 กำลังรับแรงเฉือนแบบไม่ระบายน้ำจากการทดสอบ $\overline{CKoU\text{-}TC}$ จะให้ค่าต่างจากกำลังรับแรงเฉือนจากการทดสอบ FVT ที่ปรับแก้ค่าโดยใช้ Bjerrum's Correction Factor = 0.70 แล้ว เท่ากับ + 5 % ต่างจากการทดสอบ CPT ซึ่งปรับแก้ค่า qc โดยใช้ค่า Nk = 31 เท่ากับ + 10 % และต่างจากการทดสอบ UUC เท่ากับ + 26 %

5.2.2.6 ดินเหนียวอ่อนมากบริเวณ กม.6+750 ของถนนสายคลองด่าน-บางบ่อ มีค่ากำลังรับแรงเฉือนแบบไม่ระบายน้ำเป็นไปตามสมการที่เสนอโดย Trak et al,(1979) และ Mensri (1975)

$$\mu * Su_{Field} = 0.22\ \acute{6}p \quad : \mu = 0.70 \quad \text{...5.4}$$

5.2.2.7 การทดสอบกำลังรับแรงเฉือนของตัวอย่างดินที่ถูกรบกวนแบบไม่ระบายน้ำของการทดสอบ FVT โดยการหมุนก้านหมุนไปเป็นจำนวน 10,25 ,50,100 และ 150 รอบ พบว่าการหมุน ที่จำนวน 25 รอบ เพียงพอในการ Remolded ดินอ่อนในบริเวณที่ต่างๆ

5.3 <u>ข้อเสนอแนะ</u>

5.3.1 ควรศึกษาและทดสอบวิธีการแก้ไขที่เหมาะสมหลังจากที่คันทางได้เกิดการวิบัติ

5.3.2 ควรศึกษาและทดสอบวิธีการ Soil Improvement เพื่อยกระดับคันทางให้สูงขึ้นและใช้ในการออกแบบถนนบริเวณที่มีสภาพดินใกล้เคียงกัน