บทที่ 5

บทสรุปและแนะนำการวิจัยขั้นต่อไป

5.1 บทสรุป

การวิจัยนี้ได้ศึกษาถึงปัญหาทางด้านอันเตรนครีพและคุณสมบัติทางด้านอีลาสติกซิตี้ของดินทดลองจากจังหวัดปทุมธานี ได้ค่าพารามิเตอร์ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลในการคาดคะเนการยุบตัวของดินที่มีคุณสมบัติเช่นเดียวกัน ในกรณีที่ดินรับแรงกระทำจากภายนอกในแนวนอนหรือในแนวดิ่งซึ่งผลการวิจัยอาจสรุปได้ดังนี้

สำหรับดินเหนียวที่มีขีดเหลว (WL) = 63±1 % PI = 36±1 % ทำการทดสอบแบบ $\overline{CIUC}$ ที่หน่วยแรงประสิทธิผลในสภาพตามธรรมชาติ (Insitu Stress, $\bar{\sigma}_c = \bar{\sigma}_{vo}$) มีค่า OCR = 1.6-1.8 จะได้

1. ค่าโมดูลัสแห่งความยืดหยุ่นในสภาพไม่ระบายน้ำ (E_u) ที่ได้จากการทดลองจะแปรเปลี่ยนดังนี้

- ค่าที่ได้จากการทดลองต่างวิธีกันจะมีค่าต่างกัน ค่าที่ได้จากการทดลองแบบ $\overline{CIUC}$ จะมีค่าสูงกว่าค่าที่ได้จากการทดลอง UU และ UC
- E_u เมื่อดินรับแรงในแนวนอนจะมีค่าสูงกว่าเมื่อดินรับแรงในแนวดิ่งทุกค่าระดับหน่วยแรงเฉือน
- เมื่อระดับหน่วยแรงเฉือนมีค่าสูงขึ้น E_u จะมีค่าลดลง E_u ที่ 50% ของหน่วยแรงเบี่ยงเบนสูงสุด (Maximum Deviator Stress) จากการทดลองแบบ $\overline{CIUC}$ เมื่อดินรับแรงในแนวนอนมีค่าประมาณ 620 ตัน/ม^2 และรับแรงในแนวดิ่งมีค่าประมาณ 585 ตัน/ม^2

2. พารามิเตอร์ด้านกำลังประสิทธิผลของดิน ($\bar{\phi}$, $\bar{c}$) ที่ $\bar{\sigma}_1/\bar{\sigma}_3$ สูงสุดจะมีค่าคงที่ไม่ขึ้นกับทิศทางของแรงที่มากระทำนั่นคือ ได้ค่าเท่ากันไม่ว่าแรงกระทำในแนวนอนหรือในแนวดิ่ง แรงเฉือนในแนวดิ่งและในแนวนอนมีค่าเท่ากับ 1.64 และ 1.68 ตัน/ม^2 ที่ $\bar{\sigma}_c = \bar{\sigma}_{vo}$

๓. กำลังครีพจะมีค่าต่ำกว่ากำลังรับแรงเฉือนแบบอันเดรนที่ไม่คิดผลเนื่องจากครีพ และมีค่าแตกต่างกันขึ้นอยู่กับทิศทางที่แรงมากระทำกำลังครีพในแนวนอนมีค่าต่ำกว่ากำลังครีพในแนวดิ่ง กำลังครีพในแนวดิ่งมีค่าเพียงประมาณ ๙๐% ของกำลังรับแรงเฉือนสำหรับดินรับแรงกระทำในแนวดิ่งและกำลังครีพในแนวนอนมีค่าเพียงประมาณ ๘๐% ของกำลังรับแรงเฉือนสำหรับดินรับแรงกระทำในแนวนอน

๔. การทดสอบพบว่า ดินเหนียวจากปทุมธานีนี้จะมีปัญหาทางด้านอันเดรนครีพ เมื่อการออกแบบใช้ค่าพิกัดความปลอดภัยต่ำ ๆ ผลจริง ๆ ที่เกิดขึ้นในสนามอาจจะมากกว่าที่วัดนี้เพราะดินจะอยู่ในสภาพอัดตัวคายน้ำแบบแอนไอโซทร้อปปิค (Anisotropically Consolidated)

๕. การคาดคะเนความเครียดเนื่องจากอันเดรนครีพของดินเหนียวจากปทุมธานีโดยใช้สมการของ SEMPLE (1973) ได้สมการดังนี้

เมื่อดินรับแรงในแนวนอน $\varepsilon\% = 0.0015 \exp(3.02\ \bar{D})t^{0.634}$

เมื่อดินรับแรงในแนวดิ่ง $\varepsilon\% = 0.002 \exp(2.77\ \bar{D})t^{0.446}$

โดยใช้สมการของ SINGH และ MITCHELL (1968) ได้สมการดังนี้

เมื่อดินรับแรงในแนวนอน $\varepsilon\% = -0.00098+0.0022 \exp(2.65\ \bar{D})t^{0.55}$

เมื่อดินรับแรงในแนวดิ่ง $\varepsilon\% = -0.0027+0.0038 \exp(3.35\ \bar{D})t^{0.299}$

เมื่อ $\bar{D}$ = ระดับหน่วยแรงเฉือน, %

t = เวลามีหน่วยเป็นนาที

ซึ่งสมการของ SEMPLE (1973) ให้ค่าความเครียดใกล้เคียงกับค่าที่วัดได้จากการทดลองมากกว่าสมการของ SINGH และ MITCHELL (1968) แต่มิได้หมายความว่าสมการเหล่านี้จะใช้ในการคาดคะเนการทรุดตัวเนื่องจากอันเดรนครีพในสนามได้ถูกต้อง จึงควรต้องมีการวิจัยต่อไป

6. เมื่อใช้พิกัดความปลอดภัยมีค่าต่ำกว่า 1.4 (ระดับหน่วยแรงเฉือนมีค่าสูงกว่า 70%) จะทำให้ (ดูรูปที่ 5.1)

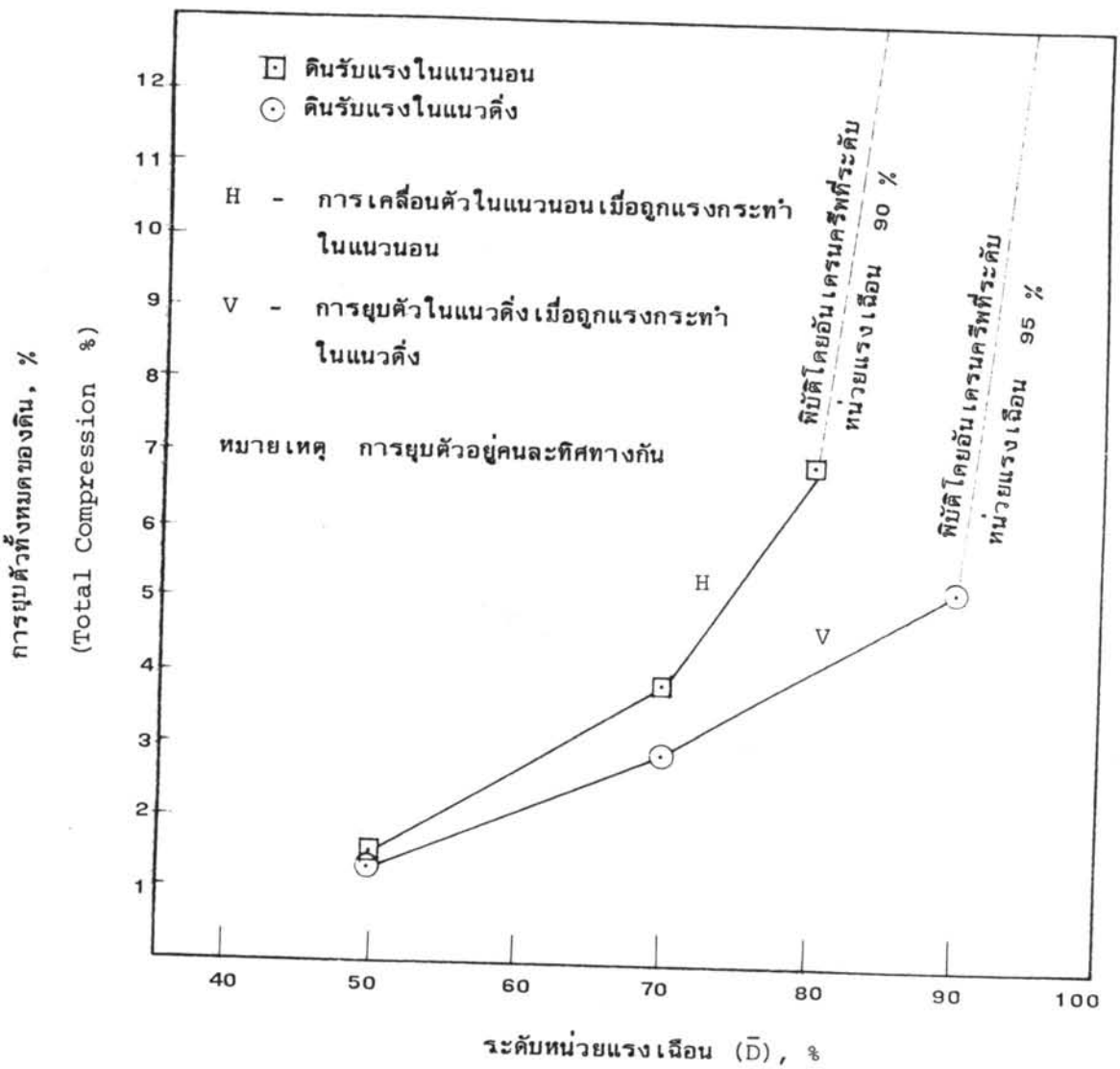
- เกิดการยุบตัวแบบอันเดรนมีค่าสูงเพราะค่า E_u จะต่ำมาก (E_u<565 ตัน/ม^2 เมื่อดินรับแรงในแนวนอนที่ระดับหน่วยแรงเฉือนสูงกว่า 70% และ E_u<455 ตัน/ม^2 เมื่อดินรับแรงในแนวดิ่งที่ระดับหน่วยแรงเฉือนสูงกว่า 70%)

- เกิดการยุบตัวแบบอันเดรนครีพมีค่าสูงและอาจเกิดการพิบัติโดยอันเดรนครีพ

- เกิดการยุบตัวเนื่องจากขบวนการอัดตัวคายน้ำ (Consolidation Process) มีค่าสูงเนื่องจากมีความดันน้ำในโพรงที่เพิ่มขึ้น (Excess Pore Pressure) มีค่าสูงขึ้นโดยผลของอันเดรนครีพ

7. จากการทดลองพบว่า ค่ากำลังรับแรงเฉือนในแนวนอนโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อพิจารณาถึงปัญหาทางด้านครีพจะมีค่าค่อนข้างต่ำ ดังนั้น ถ้าจะออกแบบเช่นงานขุดโดยใช้ค่ากำลังรับแรงเฉือนในแนวดิ่งที่วัดจากการทดลองแบบ $\overline{CIUC}$ หรือการทดลอง Vane Shear จึงจำเป็นต้องใช้ค่าพิกัดความปลอดภัยสูง ส่วนค่าแรงเฉือนในแนวนอนที่ได้จากการทดลองแบบ $\overline{CIUC}$ ก็อาจมิให้ค่าที่แท้จริงในสนาม จากข้อมูลการวิจัยนี้ ค่าพิกัดความปลอดภัยจึงประเมินได้ไม่แน่นอน โดยดูจากค่า Plastic Index ของดิน คาดว่าค่าพิกัดความปลอดภัยที่ใช้ควรไม่ต่ำกว่าประมาณ 2.0 สำหรับงานขุดชั่วคราวซึ่งใช้ค่าพิกัดความปลอดภัยมาตรฐานอย่างน้อยเท่ากับ 1.5

8. ค่ากำลังรับแรงเฉือนแบบอันเดรนจากการทดลอง UU และ UC ซึ่งใช้ตัวอย่างดินที่เก็บมาโดยถูกรบกวนน้อยที่สุดและเป็นดินเหนียวที่ไม่อ่อนไหวง่าย (Insensitive) จะมีค่าต่ำกว่ากำลังครีพและต่ำกว่าค่ากำลังรับแรงเฉือนแบบอันเดรนที่ได้จากการทดลองถึงประมาณ 35% ถึง 40% ดังนั้น ถ้าใช้ค่ากำลังรับแรงเฉือนแบบอันเดรนที่ได้จากการทดลอง UU และ UC ในการออกแบบจะสามารถหลีกเลี่ยงการพิบัติโดยอันเดรนครีพและพิบัติโดยแรงเฉือนแบบอันเดรนในทันที (Undrained Shear Failure) แต่การออกแบบจะค่อนข้างไม่ประหยัด (Conservative) ถ้ายังคงใช้ค่าพิกัดความปลอดภัยตามมาตรฐานโดยเฉพาะในกรณีที่เก็บตัวอย่างมาไม่ดี



รูปที่ 5.1 แสดงผลของระดับหน่วยแรงเฉือนต่อค่าการยุบตัวเมื่อดินรับแรงในแนวนอนและในแนวดิ่ง

5.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยขั้นต่อไป

เนื่องจากการวิจัยนี้ทำในดินเหนียวซึ่งมีดินตะกอน (Silt) อยู่มากและไม่ได้อัดตัวคายน้ำ (consolidate) ตัวอย่างดินชนิดแอนไอโซทร้อปปิค (Anisotropic) ทำให้ผลของครีพมีค่อนข้างน้อยจึงไม่ให้ค่าที่เป็นค่าเฉลี่ยของดินเหนียวกรุงเทพฯ ข้อเสนอแนะของการวิจัยต่อไปจึงมีดังต่อไปนี้

1. ควรศึกษาด้านอันเดรนครีพในดินเหนียวที่อ่อนมากและมีค่า PI ต่ำ เช่น ดินบริเวณบางปูหรือแถบถนนบางนา-ตราด หรือดินบริเวณหนองงูเห่าเป็นต้น

2. ควรทำการแยกแยะจากการทดสอบคันดิน (Embankment Test) ที่รังสิตว่าครีพในสนามที่เกิดขึ้นจริง ๆ มีประมาณเท่าใดและสมการที่มีอยู่สามารถใช้คาดคะเนได้หรือไม่