บทที่ 5

สรุปการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 ผลสรุป

จากผลของการทดสอบดิน เหนียวอ่อนกรุง เทพฯ ที่เอามาทดสอบมีคุณสมบัติต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

ค่าปริมาณความชื้นตามธรรมชาติ, w_n = 52-60 %

Liquid Limit, w_ℓ = 64±1 %

Plastic Limit, w_p = 27±1 %

Plasticity Index, I_p = 37±1 %

Liquidity Index = 0.8±0.1

Specific gravity, G_s = 2.80±0.01

Total Unit Weight, γ_t = 1.67±0.03 ตัน/ม^3.

% clay < 0.005 มม. = 70-75 %

Sensitivity = 2-4

ลักษณะ เป็นดิน เหนียวอ่อนสี เทาปนดำ

หน่วยแรงประสิทธิผลในแนวดิ่งตามธรรมชาติ ($\bar{\sigma}_{vo}$) = 0.45 กก/ซม^2

หน่วยแรงประสิทธิผลสูงสุดที่มวลดิน เคยได้รับตามธรรมชาติ ($\bar{\sigma}_{vm}$) = 0.90 กก/ซม^2

In situ OCR = 2.0

ผลการทดลองที่ได้จากการวัดหาค่าแรง เฉือนแบบอัน เดรนโดยวิธีการทดสอบแบบ SHANSEP Recompression และ UU ของตัวอย่างที่ถูกรบกวน (tube sample) และรบกวนน้อยที่สุด (block sample) อาจสรุปได้ดังต่อไปนี้

1. ดิน เหนียวอ่อนกรุง เทพฯ มีคุณสมบัติที่แสดงพฤติกรรมที่ normalized ได้ และสามารถนำหลักการของ NSP มาใช้ได้

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. จากข้อมูลที่ได้จากการทดสอบกับตัวอย่างดินที่ถูกรบกวนน้อยที่สุด พบว่า วิธีการแบบ SHANSEP ใช้ได้ดีเฉพาะเมื่อทำการวิเคราะห์ในเทอมของหน่วยแรงรวม (total stress) โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อดินมีค่า OCR < 2.0 แต่เมื่อทำการวิเคราะห์ความเสถียรภาพของดินในเทอมของหน่วยแรงประสิทธิผล ($\bar{c}$ และ $\bar{\phi}$) ให้ค่าที่ต่ำกว่าวิธีการแบบ Recompression มาก

3. ค่า normalized แรงเฉือนแบบอันเดรน ($S_u/\bar{\sigma}_{vc}$) ที่หาได้จากการทดสอบแบบ SHANSEP และ Recompression กับตัวอย่างดินที่ถูกรบกวนน้อยที่สุดของดินเหนียวอ่อนกรุงเทพฯ ให้ค่าที่ใกล้เคียงกันดังต่อไปนี้

	Recompression	SHANSEP	
		$\bar{\sigma}_{cm}$ = 1.6 กก/ซม^2	$\bar{\sigma}_{cm}$ = 2.0 กก/ซม^2
OCR	$S_u/\bar{\sigma}_{vc}$	$S_u/\bar{\sigma}_{vc}$	$S_u/\bar{\sigma}_{vc}$
1.0	0.343	0.325	0.312
1.5	0.421	0.444	0.422
2.0	0.526	0.478	0.528
3.0	0.731	0.774	0.738

4. การศึกษาผลของการรบกวนต่อตัวอย่างดิน (sample disturbance) แสดงว่า

(i) ค่าหน่วยแรงประสิทธิผลก่อนถูก load (preshear effective stress) มีความสำคัญมาก ซึ่งเห็นได้จากค่าแรงเฉือนแบบอันเดรน (S_u) ที่ได้จากการทดสอบแบบ UU ซึ่งมิได้ถูกทำการ reconsolidated ไปที่หน่วยแรงประสิทธิผลตามธรรมชาติก่อนถูก load มีค่าน้อยกว่าที่ได้จากการทดสอบแบบ Recompression มาก

(ii) การทดสอบแบบ Recompression อาจทำให้ได้ค่าแรงเฉือนแบบอันเดรน (S_u) มากหรือน้อยกว่าความเป็นจริงก็ได้ เมื่อใช้ตัวอย่างที่ไม่ดี โดยค่าแรงเฉือนแบบอันเดรน (S_u) ที่วัดได้อาจมีค่ามากกว่าความเป็นจริง เมื่อดินมีค่า OCR < 2.0 (สำหรับงานวิจัยนี้) แต่อาจจะมีค่าน้อยกว่าความเป็นจริงถ้าดินมีค่า OCR สูงขึ้น

5.2 ข้อเสนอแนะในการศึกษาเพิ่มเติม

เนื่องจากวิธีการแบบ SHANSEP เป็นวิธีการใหม่ที่ใช้ในการวัดหาค่าแรงเฉือนแบบอันเดรน (S_u) ของดินเหนียวอ่อน และยังไม่ได้มีการศึกษาอย่างจริงจังว่ามีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ได้กับดินเหนียวอ่อนในบริเวณกรุงเทพฯ ได้หรือไม่ ซึ่งการศึกษาวิจัยนี้ยังไม่สามารถสรุปได้แน่นอนว่าสามารถนำมาใช้ได้ทั่ว ๆ ไปกับดินเหนียวอ่อนในบริเวณกรุงเทพฯ ทุกแห่ง เนื่องจากยังมีข้อมูลไม่เพียงพอ เพื่อให้สามารถมั่นใจได้ว่าวิธีการแบบ SHANSEP สามารถนำมาใช้ได้ถูกต้องกับดินเหนียวอ่อนในบริเวณกรุงเทพฯ จึงควรทำการศึกษาเพิ่มเติมดังต่อไปนี้

1. ควรทำการศึกษากับตัวอย่างดินเหนียวอ่อนในบริเวณกรุงเทพฯ จากบริเวณต่าง ๆ ในกรุงเทพฯ เพิ่มเติมว่า วิธีการแบบ SHANSEP สามารถนำมาใช้ได้หรือไม่ เพราะในการศึกษาวิจัยนี้ทำการศึกษาเฉพาะตัวอย่างดินจากชั้นดินเหนียวอ่อนกรุงเทพฯ บริเวณถนนรังสิต เท่านั้น นอกจากนี้ตัวอย่างดินที่ทำการทดสอบมีค่าหน่วยแรงประสิทธิผลในแนวดิ่งตามธรรมชาติไม่มากนัก ($\bar{\sigma}_{vo}$ = 0.45 กก/ซม^2) ทำให้ไม่สามารถทำการทดสอบเปรียบเทียบที่ค่า OCR สูง ๆ ได้ จึงควรทำการศึกษาเพิ่มเติมว่าสำหรับเมื่อดินมีค่า OCR สูงขึ้น (OCR >3) ผลที่ได้จากวิธีการแบบ SHANSEP เมื่อเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากวิธีการแบบ Recompression จะเป็นอย่างไร

2. ควรศึกษาว่าวิธีการแบบ SHANSEP ใช้ได้หรือไม่ในตัวอย่างที่ถูกรบกวนมาก ๆ เพราะสมมุติฐานที่ตั้งไว้มีรากฐานมาจากพฤติกรรมของ remoulded clay ซึ่งอาจไม่เหมือนกับ undisturbed clay ก็ได้

5.3 ข้อเสนอแนะในการใช้วิธีการแบบ SHANSEP

จากผลการทดลองที่ได้และหลักการของวิธีการ SHANSEP การที่จะใช้วิธีการแชนเซพได้ดินที่ทำการทดสอบควรมีคุณสมบัติดังนี้

1. ดินต้องมีคุณสมบัติที่สามารถถูก normalized ได้

2. โครงสร้างของดินต้องไม่ถูกเปลี่ยนแปลงไปจากที่เป็นจริงตามธรรมชาติมากนักเมื่อถูกทำการ consolidated ด้วยวิธีการแบบ SHANSEP ดังนั้นในดินที่มี sensitivity สูง (S_t >4) จึงไม่ควรใช้วิธีการแบบ SHANSEP

3. OCR ของดินต้องสามารถหาได้ถูกต้องแน่นอนและไม่เปลี่ยนแปลงมาก เพราะผลของประวัติหน่วยแรง (stress history) มีความสำคัญต่อวิธีการแบบ SHANSEP มาก ดินในช่วง weathered zone ของดินกรุงเทพฯ ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงทั้งคุณสมบัติของดินและค่า NSP มากในบริเวณเดียวกันจึงไม่เหมาะสมนักที่จะใช้วิธีการของ NSP เพราะประโยชน์ของการใช้ NSP คือการที่เราจะลดจำนวนการทดสอบ ถ้าต้องทดสอบใน weathered zone มากจึงไม่เป็นไปตามจุดมุ่งหมายของ NSP

4. ในชั้นดินเหนียวอ่อนกรุงเทพฯ นั้นอาจจะประกอบด้วยดินเหนียวอ่อนที่มีค่า plasticity แตกต่างกัน แต่ค่าของ NSP ที่ได้แต่ละชุดนั้นเป็นของดินที่มีค่า plasticity แต่ละค่า ดังนั้นอาจต้องทำการทดสอบให้ได้ค่า NSP ของดินอีกสองถึงสามชุด เพื่อให้ได้ค่าคุณสมบัติของดิน (strength profile) ตลอดทั้งความลึกของชั้นดินเหนียวอ่อนกรุงเทพฯ นั้น ๆ