

ผลการทดลองที่ได้และการวิเคราะห์

4.1 ผลการทดลองและหลักการวิเคราะห์

ผลการทดลองที่ได้จากการทดสอบวัดหาค่าแรงเฉือนแบบอันเดรน ( $S_u$ ) ของดินเหนียวอ่อนกรุงเทพฯ (soft Bangkok clay) ด้วยวิธีการทดลอง triaxial แบบ CAUC (anisotropically consolidated undrained triaxial compression test with pore pressure measurement) โดยใช้การทดสอบและตัวอย่าง 3 ชนิด คือ สองชนิดแรกได้ทำการทดสอบกับตัวอย่างดินที่ถูกรบกวนน้อยที่สุดซึ่งถูกเก็บขึ้นมาแบบ block sample และใช้วิธีการ consolidated ตัวอย่างดินที่ทำการทดสอบแบบ SHANSEP และ Recompression ส่วนชนิดสุดท้ายได้ทำการทดสอบกับตัวอย่างดินที่ถูกรบกวนซึ่งถูกเก็บขึ้นมาแบบ tube sample (เส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ 3 นิ้ว) โดยวิธีการ consolidation แบบ Recompression

สำหรับในการศึกษาวิจัยนี้ได้แสดงให้เห็นผลการทดสอบที่ได้เปรียบเทียบกับ  $\phi$  แต่ละค่า OCR ที่ทำการทดสอบอันเดียวกัน ดังแสดงในตารางที่ 4.1 และ 4.2 (การทดลอง triaxial แบบ CAUC ในการวิจัยนี้ใช้อัตราความเครียด,  $\dot{\epsilon}$  ในการทำให้เกิดการพินดีเท่ากับ 1 % ต่อชั่วโมง)

ในการวิเคราะห์ผลการทดสอบที่ได้จากการทดลอง triaxial ในการศึกษาวิจัยนี้ ใช้หลักการกำหนดจุดที่เกิดการพินดีของดินในการทดลอง triaxial คืออาจเป็นทั้งค่าหน่วยแรงเบี่ยงเบน  $(\sigma_1 - \sigma_3)$   $\phi$  จุดที่เกิดค่าหน่วยแรงเบี่ยงเบนสูงสุด  $(\sigma_1 - \sigma_3)_{\max}^{*(1)}$  หรือค่าหน่วยแรงเบี่ยงเบน  $(\sigma_1 - \sigma_3)$   $\phi$  จุดที่เกิดค่า maximum obliquity  $(\bar{\sigma}_1 / \bar{\sigma}_3)_{\max}$

นอกจากนี้สำหรับในการศึกษาวิจัยนี้ ยังได้ทำการทดสอบวัดหาค่าแรงเฉือนแบบอันเดรน ( $S_u$ ) ของดินเหนียวอ่อนกรุงเทพฯ กับตัวอย่างดินที่เก็บมาแบบ block sample และ tube sample ด้วยวิธีการทดลอง triaxial แบบ UU (unconsolidated undrained triaxial compression test) ซึ่งทำการทดสอบด้วยตัวอย่างดิน  $\phi$  สภาวะหน่วยแรงรวมที่เกิดขึ้นจริงในธรรมชาติ

---

\* (1) ค่าหน่วยแรงเบี่ยงเบนสูงสุดหารด้วยสองคือค่าแรงเฉือนแบบอันเดรน ( $S_u$ ) ของดิน

เพื่อเป็นการ เปรียบ เทียบ ซึ่งผลการทดสอบที่ได้จาก UU นี้ได้แสดงไว้ในรูปที่ 4.1

การวิเคราะห์ เปรียบ เทียบผลการทดลองที่ได้จากการวัดค่าแรงเฉือนแบบอันเดรอน ( $S_u$ ) โดยวิธีการทดสอบแบบ SHANSEP และ Recompression หรือจาก UU ที่แสดงให้เห็นว่าวิธีการแบบ SHANSEP และ UU มีความถูกต้องอย่างไร สำหรับในการศึกษาวิจัยนี้ใช้หลักการพิจารณาว่าในกรณีของ vertical loading ผลการทดสอบที่ได้จากวิธีการแบบ Recompression ที่ทำการทดสอบกับตัวอย่างดินซึ่งถูกรบกวนน้อยที่สุดที่เก็บมาแบบ block sample ควรมีความถูกต้องมากที่สุด เพราะว่าทำการทดสอบกับตัวอย่างที่มีสภาวะหน่วยแรงใกล้เคียงกับที่เป็นจริงในธรรมชาติมากที่สุด

อนึ่งความถูกต้องของค่าแรงเฉือนแบบอันเดรอน ( $S_u$ ) หมายถึงค่าของแรงเฉือนแบบอันเดรอน ( $S_u$ ) ที่ใกล้เคียงมากที่สุดกับดินตามธรรมชาติ เมื่อดินถูกแรงกระทำในลักษณะเดียวกับ state of stress ของ triaxial compression ซึ่งมีได้หมายความว่าจะใช้ในปัญหาทางด้านการคำนวณค่าอัตราส่วนปลอดภัย (factor of safety) ของดินในปัญหาทางด้านวิเคราะห์ความเสถียรภาพ (stability) เป็นต้น

การวิเคราะห์ผลการทดลองในการวิจัยนี้ทำตามขั้นตอนดังนี้

1. วิเคราะห์ดูความเหมาะสมของวิธีการ SHANSEP (ซึ่งมิได้ทำการทดสอบที่สภาวะหน่วยแรงประสิทธิผลตามธรรมชาติจริง ๆ แต่อาศัยหลักการของ NSP ย้อนกลับมาหาคุณสมบัติของดินที่สภาวะตามธรรมชาติ) มาเปรียบเทียบกับผลจากวิธีการแบบ Recompression ว่ามีความเหมือนกันหรือแตกต่างกันอย่างไร
2. วิเคราะห์ดูผลของการรบกวนต่อตัวอย่างดินว่ามีผลต่อคุณสมบัติของดินอย่างไร ทำได้โดยเอาผลการทดสอบจากตัวอย่างดินที่ถูกรบกวนที่ทดสอบโดยวิธีการแบบ Recompression มาเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากตัวอย่างที่ถูกรบกวนน้อยที่สุด และวิเคราะห์ดูว่ามีค่าเปลี่ยนแปลงเป็นอย่างไร และได้เอาผลการทดสอบที่ได้จากวิธีการทดลองแบบ UU (ซึ่งมิได้ทำการ reconsolidated ตัวอย่างดินที่ทำการทดสอบให้มีสภาวะหน่วยแรงประสิทธิผลเท่ากับที่เกิดขึ้นจริงตามธรรมชาติก่อนทำการทดสอบ) มาเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการทดสอบแบบ Recompression ด้วย เพื่อให้เห็นความแตกต่างของคุณสมบัติของดินว่าเป็นอย่างไร

## 4.2 การวิเคราะห์ผลการทดลองที่ได้

4.2.1 การเปรียบเทียบพฤติกรรมของความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงกับความเครียดที่ได้จากการทดสอบแบบ SHANSEP และ Recompression

จากความสัมพันธ์ระหว่างค่าครึ่งหนึ่งของหน่วยแรง เบียง เบน

$|q = (\sigma_1 - \sigma_3)/2|$  ค่าความดันน้ำในโพรงดินที่เพิ่มขึ้น ( $\Delta u$ ) และค่า A พารามิเตอร์ของความดันน้ำในโพรงดินกับความเครียด ( $\epsilon$ ) ที่ได้จากทดสอบแบบ SHANSEP และ Recompression ในตัวอย่างที่ถูกรบกวนน้อยที่สุดและตัวอย่างที่ถูกรบกวนนี้ได้นำมาแสดงให้เห็นเปรียบเทียบกัน โดยนำเอาค่าครึ่งหนึ่งของหน่วยแรง เบียง เบน ( $q$ ) และค่าความดันน้ำในโพรงดินที่เพิ่มขึ้น ( $\Delta u$ ) ดังกล่าวนี้มาพล็อตอยู่ในรูปของ normalized ด้วยหน่วยแรงประสิทธิผลในแนวตั้งก่อนถูก load (preshear effective vertical stress,  $\bar{\sigma}_{vc}$ ) แล้วนำมาเปรียบเทียบกัน ณ แต่ละค่า OCR ที่ทำการทดสอบอันเดียวกัน ดังแสดงให้เห็นในรูปที่ 4.2 ถึง 4.5 (กราฟพล็อตของ  $q/\bar{\sigma}_{vc} - \epsilon, \Delta u/\bar{\sigma}_{vc} - \epsilon$  และ  $A - \epsilon$ ) ซึ่งจากผลการทดลองที่ได้แสดงให้เห็นว่า

1. เมื่อทำการทดสอบกับตัวอย่างดินที่ถูกรบกวนน้อยที่สุดจากกราฟพล็อตระหว่าง normalized ค่าครึ่งหนึ่งของหน่วยแรง เบียง เบน  $|q = (\sigma_1 - \sigma_3)/2\bar{\sigma}_{vc}|$  ค่า A พารามิเตอร์และ normalized ค่าความดันน้ำในโพรงดินที่เพิ่มขึ้น ( $\Delta u/\bar{\sigma}_{vc}$ ) กับความเครียด ( $\epsilon$ ) | นั่นคือ (R)B และ (S)B ในรูปที่ 4.2 ถึง 4.5 | ที่ได้จากทดสอบแบบ SHANSEP และ Recompression ณ แต่ละค่า OCR ต่าง ๆ ที่ทำการทดสอบอันเดียวกัน แสดงให้เห็นว่า

(i) กราฟพล็อตแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง normalized ค่าครึ่งหนึ่งของหน่วยแรง เบียง เบน ( $q/\bar{\sigma}_{vc}$ ) กับความเครียด ( $\epsilon$ ) ที่ได้จากตัวอย่างดินที่ทำการ consolidated แบบ SHANSEP ให้ผลใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากการทดสอบแบบ Recompression และให้ค่า normalized ค่าครึ่งหนึ่งของหน่วยแรง เบียง เบน ณ จุดพิบัติ ( $q_f/\bar{\sigma}_{vc}$ ) ที่เกิดค่าหน่วยแรง เบียง เบนสูงสุด  $(\sigma_1 - \sigma_3)_{max}$  หรือค่า normalized แรงเฉือนแบบอันเดรอน  $|s_u/\bar{\sigma}_{vc} = (\sigma_1 - \sigma_3)_{max}/2\bar{\sigma}_{vc}|$  ใกล้เคียงกันมาก ( $q_f/\bar{\sigma}_{vc}$  หรือ  $s_u/\bar{\sigma}_{vc}$  มีค่าแตกต่างกันไม่เกิน  $\pm 15\%$ ) โดยเฉพาะอย่างยิ่งผลการทดสอบที่ได้จากวิธีการแบบ SHANSEP ซึ่งตัวอย่างดินถูก consolidated

ไปที่ค่าหน่วยแรงประสิทธิผลสูงสุดที่ดินได้รับในห้องทดลอง ( $\bar{\sigma}_{cm}$ ) เท่ากับ 2.0 กก/ซม<sup>2</sup> (หรือ  $\bar{\sigma}_{cm}$  ประมาณเท่ากับ 2 เท่าของ  $\bar{\sigma}_{vm}$ ) ให้ค่า normalized ค่าครึ่งหนึ่งของหน่วยแรงเบี่ยงเบน ณ จุดพิบัติที่เกิดค่าหน่วยแรงเบี่ยงเบนสูงสุดใกล้เคียงกับผลที่ได้จากการทดสอบแบบ Recompression มาก ( $q_f/\bar{\sigma}_{vc}$  หรือ  $S_u/\bar{\sigma}_{vc}$  แตกต่างกันไม่เกิน 10 %) ดูตารางที่ 4.2 และรูปที่ 4.6

เมื่อพิจารณาการพิบัติที่ maximum obliquity  $(\bar{\sigma}_1/\bar{\sigma}_3)_{max}$  ค่า normalized ค่าครึ่งหนึ่งของหน่วยแรงเบี่ยงเบน ณ จุดพิบัติ ( $q_f/\bar{\sigma}_{vc}$ ) ที่ได้จากการทดสอบแบบ SHANSEP จะมีค่าแตกต่างจากค่าที่ได้จากการทดสอบแบบ Recompression มากขึ้นเล็กน้อย โดยตัวอย่างแบบ SHANSEP ให้ค่ามากกว่าเมื่อดินมีค่า OCR มากกว่า 2.0 (ดูตารางที่ 4.2)

นอกจากนี้ค่า normalized แรงเฉือนแบบอันเดรอน

$|S_u/\bar{\sigma}_{vc} = (\sigma_1 - \sigma_3)_{max}/2\bar{\sigma}_{vc}|$  ที่ได้จากการทดสอบจะมีค่าสูงขึ้น เมื่อค่า OCR มีค่าสูงขึ้นด้วย (ดูรูปที่ 4.7)

(ii) ค่าความเครียด ณ จุดพิบัติ ( $\epsilon_f$ ) ที่เกิดค่าหน่วยแรงเบี่ยงเบนสูงสุด  $(\sigma_1 - \sigma_3)_{max}$  ของตัวอย่างดินที่ทำการ consolidated แบบ SHANSEP มีค่ามากกว่าผลที่ได้จากตัวอย่างดินที่ทำการ reconsolidated แบบ Recompression ดังเช่น ผลจากการทดสอบกับตัวอย่างดินในช่วง OCR เท่ากับ 1.0 ถึง 3.0 ค่าความเครียด ณ จุดพิบัติ ( $\epsilon_f$ ) ที่เกิดค่าหน่วยแรงเบี่ยงเบนสูงสุด  $(\sigma_1 - \sigma_3)_{max}$  ที่ได้จากการทดสอบแบบ SHANSEP มีค่าเท่ากับ 2.1 ถึง 3.5 % แต่จาก Recompression มีค่าเท่ากับ 1.4 ถึง 2.0 % และตัวอย่างแบบ SHANSEP มีแนวโน้ม (tendency) ที่ความเครียด ณ จุดพิบัติ ( $\epsilon_f$ ) ที่เกิดค่าหน่วยแรงเบี่ยงเบนสูงสุด  $(\sigma_1 - \sigma_3)_{max}$  มีค่าสูงขึ้นเมื่อค่า OCR สูงขึ้น ส่วนพฤติกรรมของตัวอย่างแบบ Recompression กลับเป็นตรงกันข้าม

ค่าความเครียด ณ จุดพิบัติ ( $\epsilon_f$ ) ที่ maximum obliquity  $(\bar{\sigma}_1/\bar{\sigma}_3)_{max}$  สำหรับตัวอย่างที่มี OCR น้อยกว่า 2.0 ที่ได้จากการทดสอบแบบ SHANSEP และ Recompression มีค่าแตกต่างกัน (ค่าความเครียดของตัวอย่างแบบ SHANSEP สูงกว่า) แต่ค่า

ความเครียด ณ จุดพิบัติ ( $\epsilon_F$ ) ที่ maximum obliquity  $(\bar{\sigma}_1/\bar{\sigma}_3)_{max}$  นี้จะมีค่าใกล้เคียงกัน  
เมื่อดินมีค่า OCR สูงขึ้น ( $OCR > 2.0$ )

ความเครียดของจุดที่เกิดการพิบัติที่เกิดค่าหน่วยแรง เบียง เบนสูงสุด  $(\sigma_1 - \sigma_3)_{max}$  จะเกิดขึ้นก่อนการพิบัติที่ maximum obliquity  $(\bar{\sigma}_1/\bar{\sigma}_3)_{max}$  พฤติกรรมนี้เป็นทั้ง  
ของตัวอย่างแบบ SHANSEP และ Recompression

(iii) ค่าความดันน้ำในโพรงดินที่เพิ่มขึ้น ( $\Delta u$ ) จากการทดสอบตัวอย่าง  
ดินแบบ SHANSEP เมื่อนำมา normalized อยู่ในรูปของความสัมพันธ์ระหว่าง normalized  
ค่าความดันน้ำในโพรงดินที่เพิ่มขึ้น ( $\Delta u/\bar{\sigma}_{vc}$ ) กับความเครียด ( $\epsilon$ ) มีค่าใกล้เคียงกัน (ดูรูปที่ 4.2  
ถึง 4.5) แต่มีค่าน้อยกว่าผลที่ได้จากการทดสอบกับตัวอย่างดินที่ทำการ reconsolidated แบบ  
Recompression เมื่อนำมาเปรียบเทียบ ณ ที่ค่า OCR เดียวกัน และค่า A พารามิเตอร์ของ  
ความดันน้ำในโพรงดินจากตัวอย่างแบบ SHANSEP มีค่าน้อยกว่าผลที่ได้จากการทดสอบแบบ  
Recompression ด้วย (ดังรูปที่ 4.8 และ 4.9)

เมื่อดินเป็น normally consolidated clay ค่า A พารามิเตอร์  
ของความดันน้ำในโพรงดิน ณ จุดพิบัติ ( $A_F$ ) ที่เกิดค่าหน่วยแรง เบียง เบนสูงสุด  $(\sigma_1 - \sigma_3)_{max}$  ที่ได้  
จากการทดสอบแบบ SHANSEP และ Recompression มีค่าใกล้เคียงกันคือ ประมาณเท่ากับหนึ่ง  
แต่เกิดขึ้นที่ความเครียด ( $\epsilon$ ) ไม่เท่ากัน และเมื่อค่าความเครียด ( $\epsilon$ ) มีค่าเพิ่มมากขึ้นจากจุดที่เกิด  
การพิบัติ ค่า A พารามิเตอร์ของตัวอย่างทั้งสองชนิดจะมีค่าเพิ่มขึ้นมาก

นอกจากนี้ค่าของความดันน้ำในโพรงดินที่เพิ่มขึ้น ณ จุดพิบัติ ( $\Delta u_F$ )  
และค่า A พารามิเตอร์ของความดันน้ำในโพรงดิน ณ จุดพิบัติ ( $A_F$ ) มีค่าลดลงเมื่อดินมีค่า OCR สูง  
ขึ้น (ดูตารางที่ 4.2) ทั้งตัวอย่างแบบ SHANSEP และ Recompression

การเปรียบเทียบผลของการทดสอบแสดงว่าอย่างน้อยที่สุด วิธีการ  
ของ SHANSEP สามารถใช้ในการวัดค่าแรงเฉือนแบบอันเดรน ( $S_u$ ) ของดินเหนียวอ่อนกรุงเทพฯ  
ชนิดนี้ อย่างไรก็ตามการเปรียบเทียบของคุณสมบัติทางด้านความดันน้ำในโพรงดินจากวิธีการของ  
SHANSEP และ Recompression แสดงว่าโครงสร้างของดิน (soil structure) ของตัวอย่าง  
SHANSEP มีการเปลี่ยนแปลงบ้าง นอกจากนี้ค่า normalized อันเดรนโมดูลัส ( $E_u/\bar{\sigma}_{vc}$ )

ของตัวอย่างแบบ SHANSEP ก็ต่ำกว่าด้วย

2. เมื่อทำการทดสอบแบบ Recompression กับตัวอย่างดินที่ถูกรบกวนจาก tube sample ผลของการทดลองได้นำมา เปรียบ เทียบกับผลที่ได้จากตัวอย่างที่ถูกรบกวนน้อยที่สุด จาก block sample ซึ่งทดสอบแบบ Recompression เช่น เดียวกัน ผลของการทดลองแสดง ถึงพฤติกรรมของดินแตกต่างกันดังนี้

(i) ผลที่ได้จากความสัมพันธ์ระหว่าง normalized ค่าครึ่งหนึ่งของ หน่วยแรงเบี่ยงเบน  $|q/\bar{\sigma}_{vc} = (\sigma_1 - \sigma_3)/2\bar{\sigma}_{vc}|$  กับความเครียด ( $\epsilon$ ) ที่ได้จากการทดสอบ กับตัวอย่างดินที่ถูกรบกวนโดยวิธีการแบบ Recompression แสดงความแตกต่างกับผลที่ได้จากการ ทดสอบกับตัวอย่างดินที่ถูกรบกวนน้อยที่สุด ผลของความแตกต่างนี้คือ ค่า normalized ค่าครึ่ง หนึ่งของหน่วยแรงเบี่ยงเบน ณ จุดพิบัติ ( $q_f/\bar{\sigma}_{vc}$ ) ที่เกิดค่าหน่วยแรงเบี่ยงเบนสูงสุด  $(\sigma_1 - \sigma_3)_{max}$  |หรือค่า normalized แรงเฉือนแบบอันเดรน ( $S_u/\bar{\sigma}_{vc}$ )| ของตัวอย่างที่ถูกรบกวนที่ได้จากการ ทดสอบแบบ Recompression อาจมีค่ามากกว่าหรือน้อยกว่าผลที่ได้เมื่อทำการทดสอบกับตัวอย่าง ดินที่ถูกรบกวนน้อยที่สุดหรืออยู่ตามธรรมชาติ แล้วแต่ค่า OCR ที่ทำการทดสอบ (ดูรูปที่ 4.6) การ ทดลองแสดงว่า ผลของการรบกวนต่อตัวอย่างดินทำให้ค่า normalized แรงเฉือนแบบอันเดรน ( $S_u/\bar{\sigma}_{vc}$  หรือ  $q_f/\bar{\sigma}_{vc}$ ) เมื่อทำการทดสอบแบบ Recompression มีค่าสูงกว่าที่เป็นจริงตาม ธรรมชาติ เมื่อดินมีค่า OCR น้อย ๆ ( $OCR < 2.0$ ) แต่จะให้ค่า normalized แรงเฉือนแบบ อันเดรน ( $S_u/\bar{\sigma}_{vc}$  หรือ  $q_f/\bar{\sigma}_{vc}$ ) น้อยกว่าที่เป็นจริงตามธรรมชาติ เมื่อดินมีค่า OCR สูงขึ้น ( $OCR \geq 2.0$ ) (ดูรูปที่ 4.6)

(ii) ค่าความเครียด ณ จุดพิบัติ ( $\epsilon_f$ ) ที่ได้จากการทดสอบกับตัวอย่าง ดินที่ถูกรบกวนแบบ Recompression ให้ค่าความเครียด ณ จุดพิบัติ ( $\epsilon_f$ ) ที่เกิดค่าหน่วยแรงเบี่ยง เบนสูงสุด  $(\sigma_1 - \sigma_3)_{max}$  มากกว่าที่ได้เมื่อทำการทดสอบกับตัวอย่างดินที่ถูกรบกวนน้อยที่สุด และยัง มีค่ามากกว่าที่ได้เมื่อทำการทดสอบแบบ SHANSEP ด้วย นอกจากนี้ค่าความเครียด ณ จุดพิบัติ ( $\epsilon_f$ ) จากหลักการกำหนดจุดที่เกิดการพิบัติที่หน่วยแรงเบี่ยงเบนสูงสุด  $(\sigma_1 - \sigma_3)_{max}$  และที่ maximum obliquity  $(\bar{\sigma}_1/\bar{\sigma}_3)_{max}$  เกิดขึ้นพร้อม ๆ กันหรือใกล้เคียงกันมากกว่าผลที่ได้เมื่อทำการ ทดสอบกับตัวอย่างดินที่ถูกรบกวนน้อยที่สุดโดยวิธีการแบบ Recompression หรือ SHANSEP

(iii) ค่าความดันน้ำในโพรงดินที่เพิ่มขึ้น ( $\Delta u$ ) ที่ได้จากการทดสอบกับตัวอย่างดินที่ถูกรบกวน เกิดขึ้นน้อยกว่า เมื่อทำการทดสอบกับตัวอย่างดินที่ถูกรบกวนน้อยที่สุด แต่ค่า  $\Delta u/\bar{\sigma}_{vc}$  ยังเกิดขึ้นมากกว่าตัวอย่างที่ทำการทดสอบแบบ SHANSEP (ดูรูปที่ 4.2 ถึง 4.5) และค่า A พารามิเตอร์ของความดันน้ำในโพรงดินไม่เปลี่ยนแปลงมากนักจากที่ทำการทดสอบกับตัวอย่างดินที่ถูกรบกวนน้อยที่สุด คือ ค่า A พารามิเตอร์ของความดันน้ำในโพรงดิน ณ จุดพิบัติ ( $A_F$ ) ที่เกิดค่าหน่วยแรง เบี่ยงเบนสูงสุด  $(\sigma_1 - \sigma_3)_{max}$  มีค่าแตกต่างกันเมื่อทำการทดสอบกับตัวอย่างที่ถูกรบกวนน้อยที่สุดไม่เกิน  $\pm 30\%$  และค่าความดันน้ำในโพรงดินที่เพิ่มขึ้น ( $\Delta u_F$ ) ที่เกิดค่าหน่วยแรง เบี่ยงเบนสูงสุด  $(\sigma_1 - \sigma_3)_{max}$  มีค่าแตกต่างกันไม่เกิน  $\pm 20\%$  ในขณะที่วิธีการแบบ SHANSEP มีค่าความดันน้ำในโพรงดินที่เพิ่มขึ้น ณ จุดพิบัติ ( $\Delta u_F/\bar{\sigma}_{vc}$ ) และค่า A พารามิเตอร์ของความดันน้ำในโพรงดิน ณ จุดพิบัติ ( $A_F$ ) ที่เกิดค่าหน่วยแรง เบี่ยงเบนสูงสุด  $(\sigma_1 - \sigma_3)_{max}$  แตกต่างกับผลที่ได้เมื่อทำการทดสอบกับตัวอย่างดินที่ถูกรบกวนน้อยที่สุดที่ทำการทดสอบแบบ Recompression ถึง  $50\%$  (ดูตารางที่ 4.2 และรูปที่ 4.8 ถึง 4.9)

(iv) ค่า normalized อันเดรนโมดูลัส ( $E_u/\bar{\sigma}_{vc}$ ) ของตัวอย่างที่ถูกรบกวนจะน้อยกว่าตัวอย่างที่ไม่ถูกรบกวนเสียส่วนมากและยังมีค่าต่ำกว่าค่า normalized อันเดรนโมดูลัส ( $E_u/\bar{\sigma}_{vc}$ ) ที่มาจากตัวอย่างแบบ SHANSEP เสียด้วยซ้ำไปเป็นส่วนมาก

(v) ผลของการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นในตัวอย่างดิน เนื่องจากการถูก reconsolidated แบบ Recompression ของตัวอย่างดินที่ถูกรบกวนน้อยที่สุดและตัวอย่างดินที่ถูกรบกวน ซึ่งตัวอย่างทั้งสองชนิดถูก reconsolidated ด้วยหน่วยแรงประสิทธิผลและ stress system เดียวกันที่แต่ละค่า OCR ต่าง ๆ อันเดียวกัน ได้แสดงให้เห็น เปรียบเทียบกัน ในตารางที่ 4.1 และรูปที่ 4.10 จากผลที่ได้จะเห็นได้ว่าการเปลี่ยนแปลงของปริมาณความชื้นในตัวอย่างดิน เนื่องจากการถูกอัดตัวคายน้ำ ( $\Delta w_c$ ) ของตัวอย่างดินที่ถูกรบกวนมีค่ามากกว่าผลที่ได้จากตัวอย่างดินที่ถูกรบกวนน้อยที่สุด จึงแสดงว่าผลของการรบกวนคือตัวอย่างดินทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง ในโครงสร้างของดิน ทำให้ดินมีการจัดเรียงตัวของโครงสร้างที่ทำให้มวลดินเคลื่อนตัวได้ง่ายขึ้น เมื่อถูกแรงกระทำ ซึ่งมีผลทำให้ดินมีการยุบตัว (compressibility) สูงขึ้น การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของดินนี้เชื่อว่า เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ค่าความดันน้ำในโพรงดินที่เพิ่มขึ้น ( $\Delta u$ ) ของตัวอย่างดินที่ถูกรบกวน เกิดขึ้นน้อยกว่าตัวอย่างดินที่ถูกรบกวนน้อยที่สุด

จากพฤติกรรมที่ได้จาก normalized ค่าครึ่งหนึ่งของหน่วยแรง เบี่ยงเบน  $|(\sigma_1 - \sigma_3)/2\bar{\sigma}_{vc}|$  และ normalized ความดันน้ำในโพรงดินที่เพิ่มขึ้น  $(\Delta u/\bar{\sigma}_{vc})$  กับความเครียด ( $\epsilon$ ) ที่นำมาเปรียบเทียบกัน แสดงให้เห็นว่า การ consolidated ตัวอย่างดินแบบ SHANSEP ทำให้ตัวอย่างดินมีการจัดเรียงตัวของโครงสร้างของดินใหม่แตกต่างจากที่เป็นจริงตามธรรมชาติ คือ ตัวอย่างดินจะจัดเรียงตัวกันใหม่มีโครงสร้างซึ่งมีความ sensitivity น้อยลงกว่าที่เป็นจริงในธรรมชาติ (คือโครงสร้างของดินที่มีความ brittle และ sensitive ลดลง) เพราะพฤติกรรมของตัวอย่างแบบ SHANSEP อยู่ระหว่างพฤติกรรมของตัวอย่างแบบ Recompression ที่ไม่ได้ถูกรบกวนและที่ถูกรบกวนเล็กน้อย ในกรณีหลังโครงสร้างของดินจะ sensitive น้อยกว่าในกรณีแรก เพราะผลของการรบกวนต่อตัวอย่างดิน

นอกจากนี้ผลของความแตกต่างระหว่างค่าความดันน้ำในโพรงดินที่ได้จากวิธีการทดสอบแบบ SHANSEP และ Recompression ทำให้เมื่อพิจารณาในเทอมของหน่วยแรงประสิทธิผล (effective stress) แล้วผลที่ได้จะแตกต่างกัน แต่เมื่อแสดงผลการทดสอบที่ได้ อยู่ในเทอมของหน่วยแรงรวม (total stress) แล้ว ค่า normalized แรงเฉือนแบบอันเดรอน  $(S_u/\bar{\sigma}_{vc})$  ที่ได้จากการทดสอบแบบ SHANSEP และ Recompression เมื่อทำการทดสอบกับตัวอย่างดินที่ถูกรบกวนน้อยที่สุดให้ค่าที่เหมือนกันหรือใกล้เคียงกันมากโดยเฉพาะ เมื่อใช้ในภาคปฏิบัติ ในกรณีหาค่าแรงเฉือนแบบอันเดรอน ( $S_u$ ) ของดินอิ่มตัวด้วยน้ำ สำหรับการวิเคราะห์ความเสถียรภาพของดินด้วยวิธี total stress " $\phi = 0$  analysis"

4.2.2 การเปรียบเทียบทางเดินของหน่วยแรงประสิทธิผล (Effective Stress Path, ESP) และเอนเวลอปของกำลังรับแรงเฉือนประสิทธิผลที่ได้จากการทดสอบแบบ SHANSEP และ Recompression

ทางเดินของหน่วยแรงประสิทธิผลที่ได้จากการทดสอบแบบ SHANSEP และ Recompression ได้นำมาพล็อตเปรียบเทียบกันที่แต่ละค่า OCR ต่าง ๆ ที่ทำการทดสอบอันเดียวกัน ในรูปโคอะแกรมของ  $\bar{p}/\bar{\sigma}_{vm}$  และ  $q/\bar{\sigma}_{vm}$  |  $\bar{p} = (\bar{\sigma}_1 + \bar{\sigma}_3)/2$ ,  $q = (\sigma_1 - \sigma_3)/2$  | หรือ  $\bar{p}/\bar{\sigma}_{cm}$  และ  $q/\bar{\sigma}_{cm}$  (ดังรูปที่ 4.11 ถึง 4.16) ผลของการทดสอบมีดังต่อไปนี้



1. ในกรณีเมื่อทำการทดสอบกับตัวอย่างดินที่ถูกรบกวนน้อยที่สุดที่เก็บมาจาก block sample ผลของการเปรียบเทียบทางเดินของหน่วยแรงประสิทธิผลที่ได้จากการทดสอบแบบ SHANSEP กับ Recompression และ เอนเวลอปของกำลังรับแรงเฉือนประสิทธิผลจากไดอะแกรมของ  $\bar{p}/\bar{\sigma}_{vm}$  และ  $q/\bar{\sigma}_{vm}$  หรือ  $\bar{p}/\bar{\sigma}_{cm}$  และ  $q/\bar{\sigma}_{cm}$  (ดังแสดงในรูปที่ 4.11 ถึง 4.14 และ 4.15 ถึง 4.16) แสดงให้เห็นว่า

(i) ทางเดินของหน่วยแรงประสิทธิผลที่ได้จากการทดสอบแบบ SHANSEP และ Recompression เมื่อนำมา normalized เปรียบเทียบกัน มีความแตกต่างกัน เพราะค่าความดันน้ำในโพรงดินที่เพิ่มขึ้น ( $\Delta u$ ) มีความแตกต่างกัน แต่อย่างไรก็ดีเมื่อเปรียบเทียบผลจากตัวอย่างแบบ SHANSEP ด้วยกันที่มีค่าหน่วยแรงประสิทธิผลสูงสุดที่ดินได้รับในห้องทดลอง ( $\bar{\sigma}_{cm}$ ) ไม่เท่ากัน ทางเดินของหน่วยแรงประสิทธิผลที่ได้จากการทดสอบแบบ SHANSEP จะให้ทางเดินของหน่วยแรงประสิทธิผลใกล้เคียงกัน นอกจากนี้ค่าความดันน้ำในโพรงดินที่เพิ่มขึ้น ( $\Delta u$ ) ของตัวอย่างแบบ Recompression ในช่วง overconsolidated จะสูงกว่าของตัวอย่างแบบ SHANSEP แต่ผลจะกลับกันในกรณีที่ดินอยู่ในช่วง normally consolidated จากผลการทดลองนี้แสดงว่าดินกรุงเทพฯ มีคุณสมบัติที่ normalized ได้โดยใช้วิธีการของ SHANSEP แต่ NSP ที่ได้จากรีการของ SHANSEP ในรูปของหน่วยแรงประสิทธิผล (effective stress) จะแตกต่างไปจากผลที่ได้จากรีการของ Recompression

(ii) Normalized เอนเวลอปของกำลังรับแรงเฉือนประสิทธิผลที่ได้จากการทดสอบแบบ SHANSEP และ Recompression สำหรับตัวอย่างดินที่เป็น overconsolidated clay แตกต่างกันเป็น เอนเวลอปคนละเส้นกัน แต่อย่างไรก็ดีเอนเวลอปที่ได้จากการทดสอบแบบ SHANSEP ที่มีค่าหน่วยแรงประสิทธิผลสูงสุดที่ดินได้รับในห้องทดลอง ( $\bar{\sigma}_{cm}$ ) ต่างกัน (สำหรับการวิจัยนี้ทำการทดสอบแบบ SHANSEP ที่มี  $\bar{\sigma}_{cm} = 1.6 \text{ \& } 2.0 \text{ กก/ซม}^2$ ) ได้เส้นเอนเวลอปเดียวกัน ซึ่งแสดงว่าถ้าทำแบบ SHANSEP ดินมีพฤติกรรมที่ normalized ได้ แต่อาจไม่ได้เอนเวลอปของดินตามธรรมชาติที่แท้จริง

เส้น normalized เอนเวลอปของกำลังรับแรงเฉือนประสิทธิผลที่ได้จากการทดสอบแบบ Recompression จะมีความชันของเส้นเอนเวลอป ณ พิกัดที่ maximum obliquity  $(\bar{\sigma}_1/\bar{\sigma}_3)_{max}$  มากกว่าความชันของเส้นเอนเวลอป ณ พิกัดที่เกิดค่าหน่วยแรงเฉือนเบนสูงสุด  $(\sigma_1 - \sigma_3)_{max}$

เส้น normalized เอนเวลอปที่ได้จากการทดสอบแบบ SHANSEP  
 ณ จุดพิบัติที่ maximum obliquity  $(\bar{\sigma}_1/\bar{\sigma}_3)_{\max}$  เปลี่ยนไปจากเส้น normalized เอนเวลอป  
 ณ จุดพิบัติที่เกิดค่าหน่วยแรงเบี่ยงเบนสูงสุด  $(\sigma_1-\sigma_3)_{\max}$  น้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับของตัวอย่าง  
 แบบ Recompression

เมื่อค่า  $\bar{p}_f/\bar{\sigma}_{vm}$  มีค่ามากกว่า 0.2 เส้น normalized  
 เอนเวลอป ณ จุดพิบัติที่ maximum obliquity  $(\bar{\sigma}_1/\bar{\sigma}_3)_{\max}$  ของตัวอย่าง Recompression  
 จะสูงที่สุด แสดงว่าการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของดินเนื่องจากวิธีการแบบ SHANSEP ทำให้  
 เส้นเอนเวลอปต่ำลงได้ การทดสอบแสดงว่าถ้าใช้เอนเวลอปจากวิธีการของ SHANSEP ในการ  
 วิเคราะห์แบบหน่วยแรงประสิทธิผล (effective stress) จะปลอดภัย (conservative)  
 กว่า

ผลที่ได้จากการทดลองมีดังต่อไปนี้ (ดูรูปที่ 4.15 ถึง 4.16)

#### Normalized เอนเวลอปจาก Recompression

จาก  $\bar{p}/\bar{\sigma}_{vm}$  และ  $q/\bar{\sigma}_{vm}$  ไคอะแกรม ,  $q_f/\bar{\sigma}_{vm} = \bar{a}/\bar{\sigma}_{vm} + (\bar{p}_f/\bar{\sigma}_{vm}) \tan \bar{\alpha}$

ณ จุดพิบัติที่  $(\sigma_1-\sigma_3)_{\max}$  ,  $q_f/\bar{\sigma}_{vm} = 0.080 + (\bar{p}_f/\bar{\sigma}_{vm}) \tan 22^\circ$

ณ จุดพิบัติที่  $(\bar{\sigma}_1/\bar{\sigma}_3)_{\max}$  ,  $q_f/\bar{\sigma}_{vm} = 0.020 + (\bar{p}_f/\bar{\sigma}_{vm}) \tan 30.7^\circ$

จาก Mohr และ Coulomb ,  $\tau_{ff}/\bar{\sigma}_{vm} = \bar{c}/\bar{\sigma}_{vm} + (\bar{\sigma}_{ff}/\bar{\sigma}_{vm}) \tan \bar{\phi}$

ณ จุดพิบัติที่  $(\sigma_1-\sigma_3)_{\max}$  ,  $\tau_{ff}/\bar{\sigma}_{vm} = 0.087 + (\bar{\sigma}_{ff}/\bar{\sigma}_{vm}) \tan 23.9^\circ$

ณ จุดพิบัติที่  $(\bar{\sigma}_1/\bar{\sigma}_3)_{\max}$  ,  $\tau_{ff}/\bar{\sigma}_{vm} = 0.024 + (\bar{\sigma}_{ff}/\bar{\sigma}_{vm}) \tan 36.4^\circ$

## Normalized เอนเวลอปจาก SHANSEP

จาก  $\bar{p}/\bar{\sigma}_{cm}$  และ  $q/\bar{\sigma}_{cm}$  โคอะแกรม ,  $q_f/\bar{\sigma}_{cm} = \bar{\alpha}/\bar{\sigma}_{cm} + (\bar{p}_f/\bar{\sigma}_{cm}) \tan \bar{\alpha}$

ณ จุดพิบัติที่  $(\sigma_1 - \sigma_3)_{max}$  ,  $q_f/\bar{\sigma}_{cm} = 0.048 + (\bar{p}_f/\bar{\sigma}_{cm}) \tan 22^\circ$

ณ จุดพิบัติที่  $(\bar{\sigma}_1/\bar{\sigma}_3)_{max}$  ,  $q_f/\bar{\sigma}_{cm} = 0.040 + (\bar{p}_f/\bar{\sigma}_{cm}) \tan 24.7^\circ$

จาก Mohr และ Coulomb ,  $\tau_{ff}/\bar{\sigma}_{cm} = \bar{c}/\bar{\sigma}_{cm} + (\bar{\sigma}_{ff}/\bar{\sigma}_{cm}) \tan \bar{\phi}$

ณ จุดพิบัติที่  $(\sigma_1 - \sigma_3)_{max}$  ,  $\tau_{ff}/\bar{\sigma}_{cm} = 0.052 + (\bar{\sigma}_{ff}/\bar{\sigma}_{cm}) \tan 23.9^\circ$

ณ จุดพิบัติที่  $(\bar{\sigma}_1/\bar{\sigma}_3)_{max}$  ,  $\tau_{ff}/\bar{\sigma}_{cm} = 0.045 + (\bar{\sigma}_{ff}/\bar{\sigma}_{cm}) \tan 27.4^\circ$

จากการเปรียบเทียบ normalized เอนเวลอปและค่า normalized ความดันน้ำในโพรงดินที่เพิ่มขึ้น ( $\Delta u/\bar{\sigma}_{vc}$ ) พบว่า การที่ค่า normalized แรงเฉือนแบบอันเดรอน ( $S_u/\bar{\sigma}_{vc}$ ) ของตัวอย่าง SHANSEP และ Recompression มีค่าเท่ากัน เนื่องจากว่าตัวอย่างจาก SHANSEP เมื่อถูกแรงเฉือนเกิดความดันน้ำในโพรงดินที่เพิ่มขึ้น ( $\Delta u$ ) น้อยกว่าและมีเอนเวลอปต่ำกว่า (ดูรูปที่ 4.15)

การที่เอนเวลอปของกำลังรับแรงเฉือนประสิทธิผลสามารถ normalized ได้ด้วยค่าหน่วยแรงประสิทธิผลสูงสุดที่มวลดินเคยได้รับ ( $\bar{\sigma}_{vm}$ ) แสดงว่า ค่า cohesion intercept ของดินจะมีค่ามากขึ้นเมื่อค่าหน่วยแรงประสิทธิผลสูงสุดที่มวลดินเคยได้รับ ( $\bar{\sigma}_{vm}$ ) สูงขึ้น ถึงแม้ว่าดินจะเป็นดินชนิดเดียวกัน

เนื่องจากเอนเวลอปของกำลังรับแรงเฉือนประสิทธิผลที่ได้จากการทดสอบแบบ SHANSEP และ Recompression มีค่าพารามิเตอร์ของเอนเวลอป ( $\bar{a}$  กับ  $\bar{\alpha}$  หรือ  $\bar{c}$  กับ  $\bar{\phi}$ ) ต่างกัน ค่าความดันน้ำในโพรงดินที่เพิ่มขึ้น ( $\Delta u$ ) ต่างกัน ทำให้ทางเดินของหน่วยแรงประสิทธิผลที่ได้แตกต่างกัน ดังนั้นเมื่อทำการวิเคราะห์ในเทอมของหน่วยแรงประสิทธิผล ค่าที่ได้จากวิธีการทดสอบแบบ SHANSEP และ Recompression มีค่าแตกต่างกัน และสำหรับในกรณีที่ได้ตัวอย่างที่ตีมากผลของ SHANSEP อาจไม่ถูกต้องแต่คาดว่าจะปลอดภัย (conservative) กว่าเพราะเอนเวลอปอยู่ต่ำกว่า

2. ในกรณีเมื่อพิจารณาผลของการทดสอบกับตัวอย่างดินที่ถูกรบกวน (tube sample) ทางเดินของหน่วยแรงประสิทธิผลที่ได้จากการทดสอบแบบ Recompression ของตัวอย่างชนิดนี้ เมื่อนำมา เปรียบเทียบกับผลของการทดสอบของตัวอย่างที่ถูกรบกวนน้อยที่สุด (block sample) ซึ่งมีสภาวะใกล้เคียงตามธรรมชาติมากที่สุด ผลของการรบกวนต่อตัวอย่างดินจึงแสดงออกมามีรูปที่ 4.11 ถึง 4.14 และ 4.15 ถึง 4.16 จากรูปเหล่านี้แสดงให้เห็นว่า

(i) ทางเดินของหน่วยแรงประสิทธิผลจากการทำการทดสอบกับตัวอย่างดินที่ถูกรบกวนแตกต่างจากทางเดินของหน่วยแรงประสิทธิผลที่ได้จากการทดสอบกับตัวอย่างดินที่ถูกรบกวนน้อยที่สุด ความแตกต่างนี้ขึ้นอยู่กับ OCR ของดิน ถ้าดินมี  $OCR < 2.0$  ค่า normalized ความดันน้ำในโพรงดินที่เพิ่มขึ้น ( $\Delta u / \bar{\sigma}_{vc}$ ) ของตัวอย่างที่ถูกรบกวนจะน้อยกว่า แต่ผลจะกลับกันเมื่อค่า  $OCR = 3.0$

(ii) เมื่อตัวอย่างดินถูกรบกวน ผลของการรบกวนต่อตัวอย่างดินทำให้ normalized เอนเวลอปของกำลังรับแรงเฉือนประสิทธิผลเมื่อทำการทดสอบแบบ Recompression แตกต่างจาก normalized เอนเวลอปที่ได้จากการทดสอบกับตัวอย่างดินที่ไม่ถูกรบกวน คือจะอยู่ต่ำกว่า เอนเวลอปของตัวอย่างที่ถูกรบกวนน้อยที่สุด แต่ยังคงสูงกว่า เอนเวลอปที่มาจากตัวอย่างของ SHANSEP การเปรียบเทียบรวมทั้งที่การพิบัติที่เกิดค่าหน่วยแรงเบี่ยงเบนสูงสุด  $(\sigma_1 - \sigma_3)_{max}$  และที่ maximum obliquity  $(\bar{\sigma}_1 / \bar{\sigma}_3)_{max}$  เมื่อ  $P_f / \bar{\sigma}_{vm} > 0.3$  และดินที่ถูกรบกวนจะแสดงพฤติกรรมของเอนเวลอปที่ได้คล้ายกับเป็น normally consolidated clay คือไม่มี cohesion intercept นอกจากนั้น เมื่อ  $P_f / \bar{\sigma}_{vm} > 0.5$  เส้น normalized เอนเวลอปที่  $(\sigma_1 - \sigma_3)_{max}$  ของตัวอย่างที่ถูกรบกวนจะสูงกว่าที่ได้จากการทดสอบกับตัวอย่างดินที่ถูกรบกวนน้อยที่สุด และเส้น normalized เอนเวลอปของตัวอย่างที่ถูกรบกวน ณ พิกัดที่หน่วยแรงเบี่ยงเบนสูงสุด  $(\bar{\sigma}_1 - \bar{\sigma}_3)_{max}$  และที่ maximum obliquity  $(\bar{\sigma}_1 / \bar{\sigma}_3)_{max}$  เป็นเส้นเอนเวลอปเดียวกันไม่เปลี่ยนแปลง แต่สำหรับการทดสอบกับตัวอย่างดินที่ถูกรบกวนน้อยที่สุด เส้น normalized เอนเวลอปที่พิกัดที่หน่วยแรงเบี่ยงเบนสูงสุด  $(\sigma_1 - \sigma_3)_{max}$  แตกต่างกัน เมื่อพิกัดที่ maximum obliquity  $(\bar{\sigma}_1 / \bar{\sigma}_3)_{max}$  ดังผลที่ได้ดังต่อไปนี้ (ดูรูปที่ 4.15 ถึง 4.16)

## Normalized เอนเวลอปจาก Recompression

(เมื่อทำการทดสอบกับตัวอย่างดินที่ถูกรบกวน)

จาก  $\bar{p}/\bar{\sigma}_{vm}$  และ  $q/\bar{\sigma}_{vm}$  โคจรแกรม ,  $q_f/\bar{\sigma}_{vm} = \bar{a}/\bar{\sigma}_{vm} + (\bar{P}_f/\bar{\sigma}_{vm}) \tan \bar{\alpha}$

ณ จุดพิบัติที่  $(\sigma_1 - \sigma_3)_{max}$  ,  $q_f/\bar{\sigma}_{vm} = (\bar{P}_f/\bar{\sigma}_{vm}) \tan 30^\circ$

ณ จุดพิบัติที่  $(\bar{\sigma}_1/\bar{\sigma}_3)_{max}$  ,  $q_f/\bar{\sigma}_{vm} = (\bar{P}_f/\bar{\sigma}_{vm}) \tan 30^\circ$

จาก Mohr และ Coulomb ,  $\tau_{ff}/\bar{\sigma}_{vm} = \bar{c}/\bar{\sigma}_{vm} + (\bar{\sigma}_{ff}/\bar{\sigma}_{vm}) \tan \bar{\phi}$

ณ จุดพิบัติที่  $(\sigma_1 - \sigma_3)_{max}$  ,  $\tau_{ff}/\bar{\sigma}_{vm} = (\bar{\sigma}_{ff}/\bar{\sigma}_{vm}) \tan 35.3^\circ$

ณ จุดพิบัติที่  $(\bar{\sigma}_1/\bar{\sigma}_3)_{max}$  ,  $\tau_{ff}/\bar{\sigma}_{vm} = (\bar{\sigma}_{ff}/\bar{\sigma}_{vm}) \tan 35.3^\circ$

ในกรณีที่  $\bar{P}_f/\bar{\sigma}_{vm} > 0.30$  normalized เอนเวลอปของตัวอย่างที่ไม่ถูกรบกวนและ reconsolidated แบบ Recompression จะสูงที่สุด รองลงมา คือ เอนเวลอปของตัวอย่างที่ถูกรบกวน แล้วจึงเป็นเอนเวลอปของตัวอย่างแบบ SHANSEP

การที่ค่า normalized แรงเฉือนแบบอันเดรอน ( $S_u/\bar{\sigma}_{vc}$ ) ของตัวอย่างที่ถูกรบกวนมากกว่าตัวอย่างที่ถูกรบกวนน้อยที่สุดในช่วงที่  $OCR < 2.0$  เนื่องจากมีเอนเวลอปที่  $(\sigma_1 - \sigma_3)_{max}$  สูงกว่า และค่าความดันน้ำในโพรงดินที่เพิ่มขึ้น ( $\Delta u$ ) ของตัวอย่างที่ถูกรบกวนมีค่าน้อยกว่าเสียส่วนใหญ่ (ดูรูปที่ 4.15)

4.2.3 การเปรียบเทียบค่าแรงเฉือนแบบอันเดรอน ( $S_u$ ) ที่ได้จากการทดสอบแบบ SHANSEP และ Recompression ของตัวอย่างที่ถูกรบกวนน้อยที่สุดและตัวอย่างที่ถูกรบกวนบ้าง

โดยทั่วไป การวิเคราะห์เสถียรภาพ (stability) ในงานดินเหนียวในลักษณะที่ดินถูกน้ำหนักกดในเทอมของหน่วยแรงประสิทธิผลมักไม่ค่อยทำกัน เนื่องจากเป็นการยากที่จะวัดหาค่าความดันน้ำในโพรงดิน ( $u$ ) ให้ได้ใกล้เคียงกับที่เกิดขึ้นจริง ๆ ในธรรมชาติ วิศวกรจึงมักจะทำการวิเคราะห์แบบหน่วยแรงรวม (total stress) เป็นหลัก โดยใช้หลักการของ

$\phi = 0$  และ  $c = S_u$  ด้วยเหตุนี้พฤติกรรมของแรงเฉือนแบบอันเดรน ( $S_u$ ) ที่วัดได้จากการวิจัยนี้จึงได้รับการวิเคราะห์เป็นพิเศษดังต่อไปนี้

ค่าแรงเฉือนแบบอันเดรน ( $S_u$ ) สำหรับในการวิเคราะห์แบบหน่วยแรงรวม (total stress) โดยใช้หลักการของ  $\phi = 0$  โดยทั่วไป นิยมใช้ค่า  $S_u = (\sigma_1 - \sigma_3)_{\max} / 2$  สำหรับการเปรียบเทียบผลที่ได้จากการวัดค่าแรงเฉือนแบบอันเดรน ( $S_u$ ) โดยวิธีการแบบ SHANSEP กับ Recompression และผลของการรบกวนต่อตัวอย่างดิน ได้แสดงให้เห็นเปรียบเทียบกัน ณ แต่ละค่า OCR ที่ทำการทดสอบอันเดียวกัน ดังแสดงในตารางที่ 4.2 และรูปที่ 4.6 ถึง 4.7 ซึ่งจากผลที่ได้แสดงให้เห็นว่า

1. เมื่อทำการทดสอบกับตัวอย่างดินที่ถูกรบกวนน้อยที่สุด ค่าแรงเฉือนแบบอันเดรน ( $S_u = q_f \max$ ) ที่ได้จากการทดสอบแบบ SHANSEP และ Recompression ณ ที่ค่า OCR เดียวกัน เมื่อถูก normalized ให้ค่า normalized แรงเฉือนแบบอันเดรน ( $S_u / \bar{\sigma}_{vc}$ ) ใกล้เคียงกัน มีค่าแตกต่างกันไม่เกิน  $\pm 15\%$
2. เมื่อทำการทดสอบกับตัวอย่างดินที่ถูกรบกวนด้วยวิธีการ reconsolidated ตัวอย่างดินที่ทำการทดสอบแบบ Recompression ค่า normalized แรงเฉือนแบบอันเดรน ( $S_u / \bar{\sigma}_{vc}$ ) ที่ได้จากตัวอย่างดินที่ถูกรบกวนจะแตกต่างกับค่า normalized แรงเฉือนแบบอันเดรน ( $S_u / \bar{\sigma}_{vc}$ ) ที่ได้จากการทดสอบกับตัวอย่างที่ถูกรบกวนน้อยที่สุด โดยค่าแรงเฉือนแบบอันเดรน ( $S_u$ ) ของตัวอย่างที่ถูกรบกวนจะมีค่ามากกว่าที่เกิดขึ้นจริงในธรรมชาติเมื่อดินมีค่า OCR น้อย ๆ ( $OCR < 2.0$ ) แต่จะมีค่าน้อยกว่าที่เป็นจริงในธรรมชาติเมื่อดินมีค่า OCR มากขึ้น ( $OCR \geq 2$ ) (ดูตารางที่ 4.2 และรูปที่ 4.6) ถ้าคิดว่าตัวอย่างที่ถูกรบกวนน้อยที่สุดให้ค่าใกล้เคียงกับธรรมชาติ

การเปลี่ยนแปลงในค่าความดันน้ำในโพรงดินที่เพิ่มขึ้น ( $\Delta u$ ) และค่า A พารามิเตอร์ของความดันน้ำในโพรงดินได้แสดงอยู่ในรูปที่ 4.8 และ 4.9 รูปนี้แสดงให้เห็นชัดเจนว่าส่วนใหญ่แล้วความแตกต่างในค่าแรงเฉือนแบบอันเดรน ( $S_u$ ) จากตัวอย่างที่ถูกรบกวนน้อยที่สุดกับตัวอย่างที่ถูกรบกวนจะมาจากผลของความแตกต่างของค่าความดันน้ำในโพรงดินที่เพิ่มขึ้น ( $\Delta u$ )

ตามสมมติฐานของหลักการ SHANSEP แล้ว เมื่อดินมีคุณสมบัติที่ normalized ได้ และค่า normalized แรงเฉือนแบบอันเดรน ( $S_u / \bar{\sigma}_{vc}$ ) ของตัวอย่าง

SHANSEP ได้เท่ากับของตัวอย่าง Recompression เมื่อตัวอย่างถูกรบกวนวิธีการของ SHANSEP ควรให้ผลที่ดีกว่า แต่สมมุติฐานของ SHANSEP นี้มาจากพฤติกรรมของดินที่ถูก remoulded มาเป็นส่วนใหญ่ ในกรณีที่ดินเป็นชนิด undisturbed จึงเป็นการยากที่จะบอกว่าเป็นกรณี SHANSEP ดีกว่า Recompression ในกรณีที่ตัวอย่างไม่ดี แต่อย่างน้อยที่สุดการวิจัยอันนี้ แสดงว่าวิธีการของ SHANSEP และ NSP ในรูปของหน่วยแรงรวม (total stress) ใช้ได้ในดินกรุงเทพฯ ที่มีค่า sensitivity ประมาณหรือน้อยกว่า 4 อนึ่งการทำ NSP จากวิธีการของ SHANSEP จะดีกว่า เพราะค่า OCR ฐันแน่น เพราะทำค่า OCR ขึ้นในท้องทดลอง ส่วนวิธีการของ Recompression จำเป็นต้องหาค่าหน่วยแรงประสิทธิผลสูงสุดที่มวลดินได้รับตามธรรมชาติ ( $\bar{\sigma}_{vm}$ ) จากตัวอย่างที่ถูกรบกวนน้อยที่สุดจึงเป็นการทำค่อนข้างลำบาก

4.2.4 ผลของ Overconsolidation Ratio (OCR) ที่มีต่อค่าแรงเฉือนแบบอันเดรน ( $S_u$ ) และค่า  $A_F$  ของ Skempton

จากผลการทดสอบที่ได้จากการทดสอบกับตัวอย่างดินแบบ SHANSEP และ Recompression ของตัวอย่างที่ถูกรบกวนน้อยที่สุดกับตัวอย่างที่ถูกรบกวน แสดงให้เห็นว่าค่า OCR มีผลต่อแรงเฉือนแบบอันเดรน ( $S_u$ ) และคุณสมบัติของดินดังต่อไปนี้ (ดูรูปที่ 4.6 ถึง 4.9 และ 4.17 ถึง 4.18)

1. เมื่อดินเป็น normally consolidated clay หรือมีค่า OCR น้อยกว่า in situ OCR ( $OCR < 2.0$ ) วิธีการทดสอบวัดค่าแรงเฉือนแบบอันเดรน ( $S_u$ ) โดยวิธีการแบบ Recompression ในตัวอย่างที่ไม่ดี จะมีโอกาสที่จะได้ค่าที่มากกว่าที่เป็นจริงตามธรรมชาติ

2. เมื่อดินมีค่า OCR สูงกว่า in situ OCR ( $OCR \geq 2.0$ ) วิธีการทดสอบแบบ Recompression ในตัวอย่างที่ไม่ดี อาจให้ค่าแรงเฉือนแบบอันเดรน ( $S_u$ ) น้อยกว่าที่เป็นจริงตามธรรมชาติ

3. ค่า normalized แรงเฉือนแบบอันเดรน ( $S_u/\bar{\sigma}_{vc}$ ) มีค่าเป็นฟังก์ชันกับค่า OCR โดยค่า normalized แรงเฉือนแบบอันเดรน ( $S_u/\bar{\sigma}_{vc}$ ) จะมีค่ามากขึ้นเมื่อดินที่ทำการทดสอบมีค่า OCR สูงขึ้น และเมื่อแสดงผลอยู่ในรูปเป็นฟังก์ชันกับค่า OCR

( $S_u/\bar{\sigma}_{vc}$  กับ  $\log OCR$ ) จะได้ความสัมพันธ์อันหนึ่งกัน (ดูรูปที่ 4.7) ค่า A พาราเมเตอร์ของความดันน้ำในโพรงดิน ณ จุดพิบัติ ( $A_f$ ) ที่เกิดค่าหน่วยแรงเบี่ยงเบนสูงสุด  $(\sigma_1 - \sigma_3)_{max}$  จะมีค่าลดลงเมื่อค่า OCR สูงขึ้น (ดูรูปที่ 4.18) ผลของค่า OCR ที่มีต่อค่า normalized ความดันน้ำในโพรงดินที่เพิ่มขึ้น ณ จุดพิบัติ ( $\Delta u_f/\bar{\sigma}_{vc}$ ) ที่ได้จากการทดสอบแบบ Recompression ทั้งตัวอย่างที่ถูกรบกวนน้อยที่สุดและตัวอย่างที่ถูกรบกวนแสดงว่าค่า  $\Delta u_f/\bar{\sigma}_{vc}$  ของตัวอย่างที่ถูกรบกวนน้อยที่สุดจะแสดงผลของ OCR มากกว่า (ดูรูปที่ 4.17) และค่า  $\Delta u_f/\bar{\sigma}_{vc}$  เพิ่มขึ้นเมื่อ OCR เพิ่มขึ้น ส่วนในกรณีของตัวอย่างแบบ SHANSEP  $\Delta u_f/\bar{\sigma}_{vc}$  ลดลงเมื่อ OCR เพิ่มขึ้น

4. ไม่มีที่ OCR ใดในตัวอย่างที่ถูกรบกวนน้อยที่สุดที่วิธีการแบบ SHANSEP ให้ค่า normalized แรงเฉือนแบบอันเดรอน ( $S_u/\bar{\sigma}_{vc}$ ) แตกต่างจากวิธีการแบบ Recompression เพราะดินมีคุณสมบัติที่ normalized ได้ ค่า normalized แรงเฉือนแบบอันเดรอน ( $S_u/\bar{\sigma}_{vc}$ ) จากสมมุติฐานของ SHANSEP แล้วค่าที่ได้จึงใกล้เคียงกับของธรรมชาติ ซึ่งแสดงว่าอย่างน้อยที่สุด โดยหลักการแล้ววิธีการของ SHANSEP และ NSP สามารถใช้ได้ แต่จะใช้ได้ดีหรือไม่ในตัวอย่างที่มี degree of disturbance สูงยังคงตอบไม่ได้ เพราะไม่มีข้อมูลเพียงพอ ถึงแม้ตามหลักการของ SHANSEP แล้วถ้าผลการทดลองออกมาในลักษณะนี้แล้ววิธีการของ SHANSEP ควรดีกว่า

4.2.5 การเปรียบเทียบค่าแรงเฉือนแบบอันเดรอน ( $S_u$ ) ที่ได้จากการทดสอบหากำลังรับแรงกดของดินที่ไม่ถูกอัดตัวคายน้ำ ด้วยเครื่อง Triaxial ในสภาพอันเดรอน (UU) กับผลที่ได้จากการทดสอบหากำลังรับแรงกดของดินถูกอัดตัวคายน้ำแบบแอนไอโซทรอปิกด้วยเครื่อง Triaxial ในสภาพอันเดรอน ( $\overline{CAUC}$ ) โดยวิธีการ consolidated ตัวอย่างแบบ SHANSEP และ Recompression

จากรูปที่ 4.1 แสดงให้เห็นถึงผลที่ได้จากการวัดค่าแรงเฉือนแบบอันเดรอน ( $S_u$ ) ของดินที่ทำการทดสอบ ณ in situ OCR ( $OCR = 2.0$ ) ผลที่ได้แสดงให้เห็นว่า เมื่อทำการทดสอบกับตัวอย่างดินที่ถูกรบกวนน้อยที่สุด ค่าแรงเฉือนแบบอันเดรอน ( $S_u$ ) ที่ได้จากการทดสอบแบบ UU มีค่าต่ำกว่าผลที่ได้จากการทดลอง triaxial แบบ  $\overline{CAUC}$  ด้วยวิธีการ consolidated ตัวอย่างแบบ SHANSEP และ Recompression มาก ซึ่งแสดงว่าการรบกวน



คือตัวอย่างดินซึ่งทำให้ค่าหน่วยแรงประสิทธิผลในตัวอย่างดินลดลงมีความสำคัญมาก การที่ไม่ reconsolidated ตัวอย่างทำให้ค่าแรงเฉือนที่วัดได้มีค่าลดลงมาก ดังผลที่แสดงข้างล่างนี้

การทดสอบหากำลังรับแรงกดของตัวอย่างดินที่ถูกรบกวนน้อยที่สุดที่ in situ OCR = 2.0

วิธีการทดสอบ

	$S_u / \bar{\sigma}_{vc}$
SHANSEP CAUC ( $\bar{\sigma}_{cm} = 1.6 \text{ กก/ซม}^2$ )	0.478
SHANSEP CAUC ( $\bar{\sigma}_{cm} = 2.0 \text{ กก/ซม}^2$ )	0.528
Recompression CAUC	0.526
UU	0.330

จากผลที่ได้ถึงแม้ว่าค่าแรงเฉือนแบบอันเดรน ( $S_u$ ) ที่ได้จากการทดสอบแบบ UU จะให้ค่าที่ค่อนข้างปลอดภัยกว่าที่ได้จากการทดลอง CAUC แบบ SHANSEP และ Recompression ถ้าการพิบัติของดินอยู่ในลักษณะเดียวกับ compression mode

ถ้าต้องการวิเคราะห์ให้ได้ค่าใกล้เคียงกับตามธรรมชาติจริง ๆ ควรใช้วิธีการแบบ SHANSEP หรือ Recompression โดยทดสอบที่ stress system ใกล้เคียงกับความจริงที่สุด

เหตุผลอีกอย่างหนึ่งที่มีการทดสอบ UU ไม่ค่อยดีสำหรับดินชนิดนี้ก็คือ ผลการทดสอบแบบ UU มักให้ผลที่ไม่แน่นอนดังผลการทดลองที่ได้แสดงข้างล่างนี้

การทดสอบหากำลังรับแรงกดของดินแบบ UU ที่ in situ OCR = 2.0

การทดสอบ

	$S_u / \bar{\sigma}_{vc}$
UU (ตัวอย่างดินที่ถูกรบกวนน้อยที่สุด)	0.330
UU (ตัวอย่างดินที่ถูกรบกวน)	0.250

### 4.3 การประมวลผลการวิเคราะห์

4.3.1 การประมวลผลที่ได้จากการวัดหาค่าแรงเฉือนแบบอันเดรน ( $S_u$ ) ของดินเหนียวอ่อนกรุงเทพฯ โดยวิธีการแบบ SHANSEP และ Recompression

ผลการทดสอบวัดหาค่าแรงเฉือนแบบอันเดรน ( $S_u$ ) ของดินเหนียวอ่อนกรุงเทพฯ ที่ทำการทดสอบ ด้วยวิธีการทดลอง triaxial แบบ CAUC โดยใช้วิธีการ consolidated ตัวอย่างดินที่ทำการทดสอบแบบ SHANSEP และ Recompression แสดงให้เห็นว่า เมื่อนำเอาผลการทดสอบที่ได้มาวิเคราะห์ในเทอมของหน่วยแรงรวม (total stress) เหมือนกัน เมื่อทำการทดลองด้วยวิธีเดียวกัน และมีระบบของหน่วยแรง (stress system) เหมือนกัน และให้ค่า normalized แรงเฉือนแบบอันเดรน ( $S_u/\bar{\sigma}_{vc}$ ) เกือบเท่า ๆ กัน ณ ที่ค่า OCR เดียวกัน ( $S_u/\bar{\sigma}_{vc}$  ที่ได้จากวิธีการแบบ SHANSEP และ Recompression จากตัวอย่างดินที่ถูกรบกวนน้อยที่สุดมีค่าแตกต่างกันไม่เกิน  $\pm 15\%$ ) ผลอันนี้แสดงว่าวิธีการของ SHANSEP ใช้ได้กับดินเหนียวอ่อนกรุงเทพฯ ชนิดนี้

สำหรับตัวอย่างดินจาก block sample ที่ทำการทดสอบในช่วงที่ดินมีสภาพเป็น normally consolidated clay (OCR = 1.0) ค่าแรงเฉือนแบบอันเดรน ( $S_u$ ) ที่ได้จากการทดสอบแบบ Recompression มีค่าสูงกว่าค่าแรงเฉือนแบบอันเดรน ( $S_u$ ) ที่ได้จากการทดสอบแบบ SHANSEP เล็กน้อย แต่เมื่อตัวอย่างดินเป็น slightly overconsolidated clay (OCR = 1.5-3.0) ค่าแรงเฉือนแบบอันเดรน ( $S_u$ ) ที่ได้จากการทดสอบแบบ SHANSEP และ Recompression มีค่าใกล้เคียงกันมากขึ้น

ผลวิจัยอันนี้แสดงว่าทั้งวิธี SHANSEP และ Recompression ใช้ในดินเหนียวอ่อนกรุงเทพฯ ชนิดนี้ได้ SHANSEP ใช้ได้ดีที่ OCR ค่า ๆ (OCR ประมาณ 1.0) เพราะได้ค่าค่อนข้างปลอดภัยกว่า Recompression ซึ่งมีความผิดพลาดจากการ reconsolidation ทำให้เกิดการสูญเสียน้ำในระหว่างทำการทดสอบ

จากผลของความสัมพันธ์ระหว่าง normalized หน่วยแรง ค่าความดันน้ำในโพรงดินที่เพิ่มขึ้น ( $\Delta u$ ) กับความเครียดที่ได้แสดงให้เห็นว่า วิธีการ consolidated ตัวอย่างดินที่ทำการทดสอบแบบ SHANSEP ทำให้โครงสร้างของตัวอย่างเปลี่ยนไปจากที่เป็นจริงตามธรรมชาติ โดยจะจัดเรียงตัวกันมีโครงสร้างของดินที่ค่อนข้างเสถียรภาพมากขึ้น (มีความ brittle

และ sensitive ลดลง) เมื่อเทียบกับผลที่ได้จากการทดสอบแบบ Recompression กับ ตัวอย่างดินจาก block sample ซึ่งมีสภาวะใกล้เคียงกับที่เป็นจริงในธรรมชาติ

4.3.2 การประมวลผลของการรบกวนต่อตัวอย่างดิน เมื่อทำการวัดหาค่าแรงเฉือนแบบอันเดรอน ( $S_u$ ) โดยวิธีการแบบ Recompression และ UU

เมื่อนำเอาตัวอย่างดินซึ่งถูกเก็บขึ้นมาจาก tube sample มาทดสอบวัดหาค่าแรงเฉือนแบบอันเดรอน ( $S_u$ ) ผลของการรบกวนต่อตัวอย่างดินอาจทำให้ค่าแรงเฉือนแบบอันเดรอน ( $S_u$ ) ที่วัดได้จากการทดสอบแบบ Recompression อาจให้ค่าที่สูงหรือต่ำกว่าที่เป็นจริงตามธรรมชาติ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับค่า OCR ของดินที่ทำการทดสอบ โดยจะให้ค่าที่สูงกว่าเมื่อดินมีค่า OCR น้อย ๆ ( $OCR < 2.0$ ) แต่จะมีค่าต่ำกว่าที่เป็นจริงตามธรรมชาติ เมื่อดินมีค่า OCR สูงขึ้น ( $OCR \geq 2.0$ )

จากผลที่ได้จากการทดสอบแบบ UU กับตัวอย่างดินจาก block sample และ tube sample ค่าแรงเฉือนแบบอันเดรอน ( $S_u$ ) ที่ in situ OCR ที่ได้มีค่าต่ำกว่าผลที่ได้จากการทดลอง triaxial แบบ CAUC ซึ่งทำการ consolidated ตัวอย่างดินแบบ SHANSEP และ Recompression ทั้งจากตัวอย่างดินที่ถูกรบกวนและถูกรบกวนน้อยที่สุด ซึ่งค่าแรงเฉือนที่ลดลงไปนี้มีสาเหตุส่วนใหญ่มาจากที่วิธีการทดสอบแบบ UU ไม่ได้ทำการ reconsolidated ตัวอย่างดินให้มีสภาวะหน่วยแรงประสิทธิผลตามธรรมชาติก่อนทำการทดสอบ และเมื่อตัวอย่างดินถูกรบกวนมากขึ้นยิ่งทำให้ค่าแรงเฉือนที่วัดได้มีค่าลดลงไปอีก การเปรียบเทียบของผลการทดสอบอันนี้จึงแสดงถึงความสำคัญของค่า preshear effective stress

4.4 การเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของวิธีการวัดหาค่าแรงเฉือนแบบอันเดรอน ( $S_u$ ) โดยวิธีการแบบ SHANSEP และ Recompression สำหรับดินเหนียวอ่อนกรุงเทพฯ

4.4.1 วิธีการทดสอบแบบ Recompression

#### ข้อดี

1. สำหรับดินที่เป็น overconsolidated clay และมีค่า OCR สูง (ในการวิจัยอันนี้  $OCR \geq 2.0$ ) วิธีการแบบ Recompression ให้ค่า in situ  $S_u$  ที่พอเชื่อถือได้ ถึงแม้ว่าไม่สามารถแน่ใจได้ว่า ค่าที่ได้มีค่าสูงหรือต่ำเกินไปจากที่เป็นจริงตามธรรมชาติ

แต่ค่าที่ได้มักจะให้ค่าที่ค่อนข้างปลอดภัย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณภาพของตัวอย่างดินที่ทำการทดสอบ และระบบของหน่วยแรงที่ทำให้เกิดการบีบอัดด้วย

2. วิธีการทดสอบแบบ Recompression เป็นการทดสอบที่สภาวะตามธรรมชาติจริง ๆ เพราะทำการทดสอบที่สภาวะหน่วยแรงประสิทธิผลที่เกิดขึ้นจริง ๆ ในธรรมชาติ จึงทำให้โครงสร้างของดินไม่เปลี่ยนแปลงไปจากสภาวะที่เป็นจริงตามธรรมชาติมากนัก

3. ค่า  $\bar{\sigma}$  และ  $\bar{c}/\bar{\sigma}_{vm}$  ที่ได้จากการทดลองควร เป็นค่าที่ดีกว่า

#### ข้อเสีย

1. ถ้า OCR ของดิน เปลี่ยนแปลงไปตามความลึกของชั้นดิน วิธีการทดสอบแบบ Recompression ถ้าไม่ใช้หลักการของ NSP เราต้องทำการทดสอบทุกตัวอย่าง เพื่อให้ได้ข้อมูลเพียงพอสำหรับตลอดความลึกของชั้นดินถึงแม้จะเป็นดินชนิดเดียวกัน และในบริเวณก่อสร้างที่ดินมีค่า OCR เปลี่ยนแปลงไปมาก ๆ การทดลองก็ต้องมากขึ้น จึงต้องเสียค่าใช้จ่ายมากขึ้น

อนึ่ง ค่า OCR หาได้ยากและไวแน่นอนถ้าเจอตัวอย่างไม่ดี ทำให้ใช้ NSP ลำบาก

2. สำหรับดินที่เป็น normally consolidated clay หรือมีค่า OCR น้อย ๆ ( $OCR < 2.0$ ) วิธีการทดสอบแบบ Recompression อาจให้ค่าแรงเฉือนแบบอันเดรน ( $S_u$ ) ที่สูงกว่าที่เป็นจริงตามธรรมชาติ ถ้าได้ตัวอย่างที่ไม่ค่อยดีนัก

#### 4.4.2 วิธีการทดสอบแบบ SHANSEP

##### ข้อดี

1. สำหรับดินที่เป็น normally consolidated clay และ slightly overconsolidated clay ซึ่งไม่สามารถเก็บตัวอย่างที่มีคุณภาพดีได้ วิธีการทดสอบแบบ SHANSEP ให้ค่าแรงเฉือนแบบอันเดรนตามธรรมชาติ (in situ  $S_u$ ) และพฤติกรรมของ normalized หน่วยแรงกับความเครียด ( $\epsilon$ ) ได้ดีกว่า

2. วิธีการแสดงผลแบบ SHANSEP ซึ่งแสดงผลคุณสมบัติของดิน เป็นฟังก์ชันกับค่า OCR และได้ค่า OCR ที่แน่นอน ทำให้สามารถนำผลที่ได้มาหาแรงเฉือน ( $S_u$ ) ของดิน ที่มีค่า OCR เปลี่ยนแปลงไปตามความลึกหรือใช้กับสถานที่ก่อสร้าง (site) ต่าง ๆ ได้ โดยไม่ต้องทำการทดสอบเพิ่มเติม ถ้าดินที่มี index properties (เช่น PI, LL) เหมือนกัน ถ้าสามารถทราบค่า OCR ของดิน

### ข้อเสีย

1. วิธีการ consolidated ตัวอย่างดินแบบ SHANSEP ทำให้โครงสร้างของดิน เปลี่ยนแปลงไปจากที่เป็นจริงตามธรรมชาติ ซึ่งอาจทำให้ความสัมพันธ์ของหน่วยแรงกับความเครียดที่ได้ผิดไปจากที่เป็นจริงตามธรรมชาติบ้าง

2. SHANSEP ใช้ได้กับดินที่มีคุณสมบัติที่ normalized ได้ อาจจะไม่เหมาะสมกับดินกรุงเทพฯ ที่มีค่า sensitivity สูง ( $S_t > 4$ )

3. ค่า  $\phi$  และ  $c/\bar{\sigma}_{vm}$  ที่ได้จากรี SHANSEP อาจมีค่าต่ำเกินไป

### 4.5 ข้อเสนอแนะในการออกแบบ

ในดินกรุงเทพฯ ที่มีคุณสมบัติที่ normalized ได้ การทดสอบวัดหาค่าแรงเฉือนแบบอันเดรน ( $S_u$ ) สำหรับใช้ในหลักการของ  $\phi = 0$ ,  $c = S_u$  เมื่อดินมีค่า OCR ไม่มากนัก ( $OCR < 3.0$ ) วิธีการแบบ SHANSEP สามารถนำมาใช้ได้ดี เพราะให้ค่าใกล้เคียงกับที่เป็นจริงตามธรรมชาติถ้าทดสอบใน stress system ที่ถูกต้องกับของจริง แต่สำหรับดินที่มีค่า OCR สูง ( $OCR > 3.0$ ) ควรใช้วิธีการแบบ Recompression เหมาะสมกว่า เพราะทำการทดสอบที่สภาวะตามธรรมชาติจริง ๆ นอกจากนั้นดินส่วนมากในกรุงเทพฯ ที่มี  $OCR > 3$  มักจะเป็น weathered clay ที่มี PI แตกต่างกับดินเหนียวอ่อนและอยู่ดินทำให้เก็บตัวอย่างได้ดี ถึงแม้ว่าคุณภาพของตัวอย่างดินที่ทำการทดสอบไม่ดีเท่าที่ควร การทดสอบแบบ Recompression ยังให้ค่าที่ค่อนข้างปลอดภัยกว่า

ในการวิเคราะห์ความเสถียรภาพของดิน ถ้าต้องการวิเคราะห์ในเทอมของหน่วยแรงประสิทธิผล (effective stress) แล้วควรทำการทดสอบด้วยวิธีการแบบ Recompression (วิธี

การแบบ SHANSEP อาจใช้ไม่ได้) เพราะให้พฤติกรรมของดินใกล้เคียงกับที่เป็นจริงตามธรรมชาติมากกว่าวิธีการแบบ SHANSEP วิธีการของ SHANSEP อาจให้ค่า  $\bar{\phi}$ ,  $\bar{c}$  ที่ต่ำกว่า

ตารางที่ 4.1 การเปรียบเทียบผลการทดสอบที่ได้จากการวัดค่าแรงเฉือนแบบอันเดรอน ( $S_u$ ) ของดินเหนียวอ่อนกรุงเทพฯ ในการวิจัยนี้ จากการศึกษาแบบ SHANSEP และ Recompression โดยวิธีการทดลอง triaxial แบบ CAUC

TEST NO.	MODE OF TEST	INITIAL CONDITION				SATURATION:		$\bar{\sigma}_{vm}$ OR $\bar{\sigma}_{cm}$	OCR	K	AFTER CONSOLIDATION							TOTAL TIME OF CON. days	
		$w_i$	e	s	$\gamma_t$ t/m <sup>3</sup>	w	$d_b$ ksc.				$\bar{\sigma}_{1c}$ ksc.	$\bar{\sigma}_{3c}$ ksc.	$w_c^*$	$w_c^{**}$	e	s	$\gamma_t$ t/m <sup>3</sup>		STRESS HISTORY ksc. = kg/cm <sup>2</sup>
RU-1100	RECOMP.	53.00	1.552	95.65	1.679	52.93	2.00	0.90	1.00	0.58	0.905	0.522	48.85	46.63	1.374	99.49	1.755	0.350,0.905	2
S-1100	SHANSEP	55.62	1.602	97.20	1.674	55.57	2.00	1.60	1.00	0.58	1.608	0.928	45.51	43.78	1.295	98.34	1.775	0.350,0.500,1.000,1.608	4
S-2100	SHANSEP	54.17	1.548	98.00	1.694	54.11	2.00	2.00	1.00	0.58	2.000	1.160	41.97	41.78	1.196	98.24	1.810	0.350,0.500,1.000,2.000	4
RD-1100	RECOMP.	54.65	1.600	95.62	1.665	54.26	2.00	0.90	1.00	0.58	0.903	0.522	46.66	45.68	1.348	96.92	1.748	0.350,0.903	2
RU-1150	RECOMP.	55.22	1.585	97.53	1.681	55.09	2.00	0.90	1.50	0.67	0.600	0.402	52.72	51.42	1.478	99.84	1.725	0.402,0.600	2
S-1150	SHANSEP	51.86	1.504	96.50	1.697	51.35	2.00	1.60	1.50	0.67	1.066	0.714	41.44	40.14	1.190	97.47	1.807	0.350,0.500,1.000,1.600,1.066	5
S-2150	SHANSEP	53.06	1.544	93.88	1.684	53.04	2.00	2.00	1.50	0.67	1.333	0.893	41.68	40.30	1.167	99.93	1.830	0.350,0.500,1.000,2.000,1.333	5
RD-1150	RECOMP.	54.39	1.590	95.78	1.669	54.39	2.00	0.90	1.50	0.67	0.600	0.402	51.35	50.20	1.438	98.11	1.737	0.402,0.600	2
RU-1200	RECOMP.	54.60	1.607	95.08	1.659	54.94	2.00	0.90	2.00	0.75	0.450	0.337	53.80	52.75	1.524	98.89	1.705	0.337,0.450	2
S-1200	SHANSEP	55.09	1.621	95.15	1.656	55.09	2.00	1.60	2.00	0.75	0.800	0.600	46.60	43.97	1.340	97.33	1.753	0.350,0.500,1.000,1.600,0.800	5
S-2200	SHANSEP	54.23	1.567	96.87	1.682	54.03	2.00	2.00	2.00	0.75	1.000	0.750	43.50	41.33	1.184	102.81	1.839	0.350,0.500,1.000,2.000,1.000	5
RD-1200	RECOMP.	52.75	1.530	96.50	1.690	52.88	2.00	0.90	2.00	0.75	0.450	0.337	45.17	47.42	1.348	96.24	1.766	0.337,0.450	2
RU-1300	RECOMP.	58.88	1.704	96.75	1.645	59.23	2.00	0.90	3.00	0.88	0.300	0.264	57.89	57.03	1.660	97.25	1.661	0.264,0.300	2
S-1300	SHANSEP	56.43	1.624	97.25	1.668	56.37	2.00	1.60	3.00	0.88	0.533	0.469	46.07	44.73	1.305	98.85	1.773	0.350,0.500,1.000,1.600,0.800,0.533	6
S-2300	SHANSEP	54.98	1.577	97.57	1.683	54.84	2.00	2.00	3.00	0.88	0.666	0.586	44.55	42.86	1.236	100.90	1.809	0.350,0.500,1.000,2.000,1.000,0.666	6
RD-1300	RECOMP.	53.12	1.537	96.73	1.689	53.12	2.00	0.90	3.00	0.88	0.300	0.264	50.25	49.46	1.376	102.20	1.770	0.264,0.300	2

- หมายเหตุ \*  $w_c$  = ค่าปริมาณความชื้นหลังจากการถูกอัดตัวคายน้ำที่วัดมาจากค่าปริมาณความชื้นสุดท้าย  
 \*\*  $w_c$  = ค่าปริมาณความชื้นหลังจากการถูกอัดตัวคายน้ำที่วัดมาจาก volume change reading  
 RU = การทดสอบโดยใช้ตัวอย่างที่ถูกปรับกวนน้อยที่สุดแบบ Recompression (Block Sample)  
 S = การทดสอบแบบ SHANSEP โดยใช้ตัวอย่างที่ถูกปรับกวนน้อยที่สุด (Block Sample)  
 RD = การทดสอบโดยใช้ตัวอย่างที่ถูกปรับกวนแบบ Recompression (Tube Sample)

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

TEST NO	MODE OF TEST	OCR	K	$\bar{\sigma}_{1c}$ OR $\bar{\sigma}_{vc}$ ksc.	$\bar{\sigma}_{3c}$ OR $\bar{\sigma}_{hc}$ ksc.	$\bar{\sigma}_{vm}$ OR $\bar{\sigma}_{cm}$ ksc.	DATA AT ( $\bar{\sigma}_1 - \bar{\sigma}_3$ ) max.										DATA AT ( $\bar{\sigma}_1 / \bar{\sigma}_3$ ) max.							
							$\bar{p}_f$ ksc.	$q_f$ ksc.	$\frac{q_f}{\bar{\sigma}_{vc}}$	$\frac{q_f}{\bar{\sigma}_{cm}}$	$\Delta u_f$ ksc.	$\frac{\Delta u_f}{\bar{\sigma}_{vc}}$	$\frac{\bar{\sigma}_1}{\bar{\sigma}_3}$	$A_f$	$\epsilon_f$	$\bar{p}_f$ ksc.	$c_f$ ksc.	$\frac{q_f}{\bar{\sigma}_{vc}}$	$\frac{q_f}{\bar{\sigma}_{cm}}$	$\Delta u_f$	$\frac{\Delta u_f}{\bar{\sigma}_{vc}}$	$\frac{\bar{\sigma}_1}{\bar{\sigma}_3}$	$A_f$	$\epsilon_f$
RU-1100	RECOMP.	1.00	0.58	0.905	0.522	0.90	0.583	0.311	0.343	0.343	0.250	0.276	3.286	1.046	1.449	0.352	0.280	0.310	0.310	0.450	0.497	8.791	2.528	9.854
S-1100	SHANSEP	1.00	0.58	1.608	0.928	1.60	1.051	0.523	0.325	0.325	0.400	0.248	2.981	1.093	2.152	0.822	0.484	0.301	0.301	0.590	0.367	3.866	2.041	10.45
S-2100	SHANSEP	1.00	0.58	2.000	1.160	2.00	1.289	0.624	0.312	0.312	0.495	0.247	2.876	1.213	2.224	1.043	0.583	0.291	0.291	0.700	0.350	3.534	2.147	9.618
RD-1100	RECOMP.	1.00	0.58	0.903	0.522	0.90	0.571	0.329	0.364	0.364	0.280	0.310	3.723	1.007	5.037	0.552	0.320	0.354	0.354	0.290	0.321	3.762	1.115	7.407
RU-1150	RECOMP.	1.50	0.67	0.600	0.402	0.90	0.434	0.253	0.421	0.281	0.220	0.366	3.774	0.716	2.000	0.370	0.238	0.396	0.264	0.270	0.450	4.606	0.971	5.999
S-1150	SHANSEP	1.50	0.67	1.066	0.714	1.60	0.947	0.474	0.444	0.296	0.240	0.225	3.000	0.402	2.134	0.828	0.444	0.416	0.277	0.330	0.309	3.312	0.615	10.20
S-2150	SHANSEP	1.50	0.67	1.333	0.893	2.00	1.146	0.563	0.422	0.281	0.310	0.232	2.931	0.452	2.244	1.001	0.528	0.396	0.264	0.420	0.315	3.234	0.692	7.694
RD-1150	RECOMP.	1.50	0.67	0.600	0.402	0.90	0.498	0.286	0.477	0.317	0.200	0.333	3.698	0.520	3.160	0.471	0.279	0.465	0.310	0.220	0.367	3.906	0.593	5.745
RU-1200	RECOMP.	2.00	0.75	0.450	0.337	0.90	0.404	0.237	0.526	0.263	0.170	0.377	3.838	0.471	1.409	0.333	0.216	0.480	0.240	0.220	0.488	4.692	0.689	7.613
S-1200	SHANSEP	2.00	0.75	0.800	0.600	1.60	0.782	0.382	0.478	0.239	0.200	0.250	2.912	0.354	2.746	0.701	0.361	0.451	0.225	0.260	0.325	3.123	0.498	9.459
S-2200	SHANSEP	2.00	0.75	1.000	0.750	2.00	1.058	0.528	0.528	0.264	0.220	0.220	2.994	0.272	2.496	0.937	0.507	0.507	0.253	0.320	0.320	3.358	0.419	7.176
RD-1200	RECOMP.	2.00	0.75	0.450	0.337	0.90	0.411	0.214	0.475	0.237	0.140	0.311	3.173	0.444	9.246	0.398	0.211	0.468	0.234	0.150	0.333	3.259	0.485	7.802
RU-1300	RECOMP.	3.00	0.88	0.300	0.264	0.90	0.363	0.219	0.731	0.243	0.120	0.400	4.086	0.297	1.413	0.320	0.206	0.688	0.229	0.150	0.500	4.622	0.397	4.241
S-1300	SHANSEP	3.00	0.88	0.533	0.469	1.60	0.742	0.413	0.774	0.258	0.140	0.262	3.510	0.183	3.377	0.688	0.399	0.749	0.249	0.180	0.337	3.746	0.244	7.675
S-2300	SHANSEP	3.00	0.88	0.666	0.586	2.00	0.968	0.492	0.738	0.245	0.110	0.165	3.067	0.122	3.470	0.930	0.474	0.712	0.237	0.130	0.195	3.081	0.149	6.941
RD-1300	RECOMP.	3.00	0.88	0.300	0.264	0.90	0.315	0.181	0.603	0.201	0.130	0.359	3.701	0.359	4.292	0.315	0.181	0.603	0.201	0.130	0.432	3.701	0.359	4.292



ตารางที่ 4.2 การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ที่ได้จากการทดสอบแบบ SHANSEP และ Recompression ของดินเหนียวอ่อนกรุงเทพฯ ในการวิจัยนี้ จากการทดลอง triaxial แบบ CAUC (เมื่อพิจารณาการพิบัติที่หน่วยแรงเบี่ยงเบนสูงสุด)

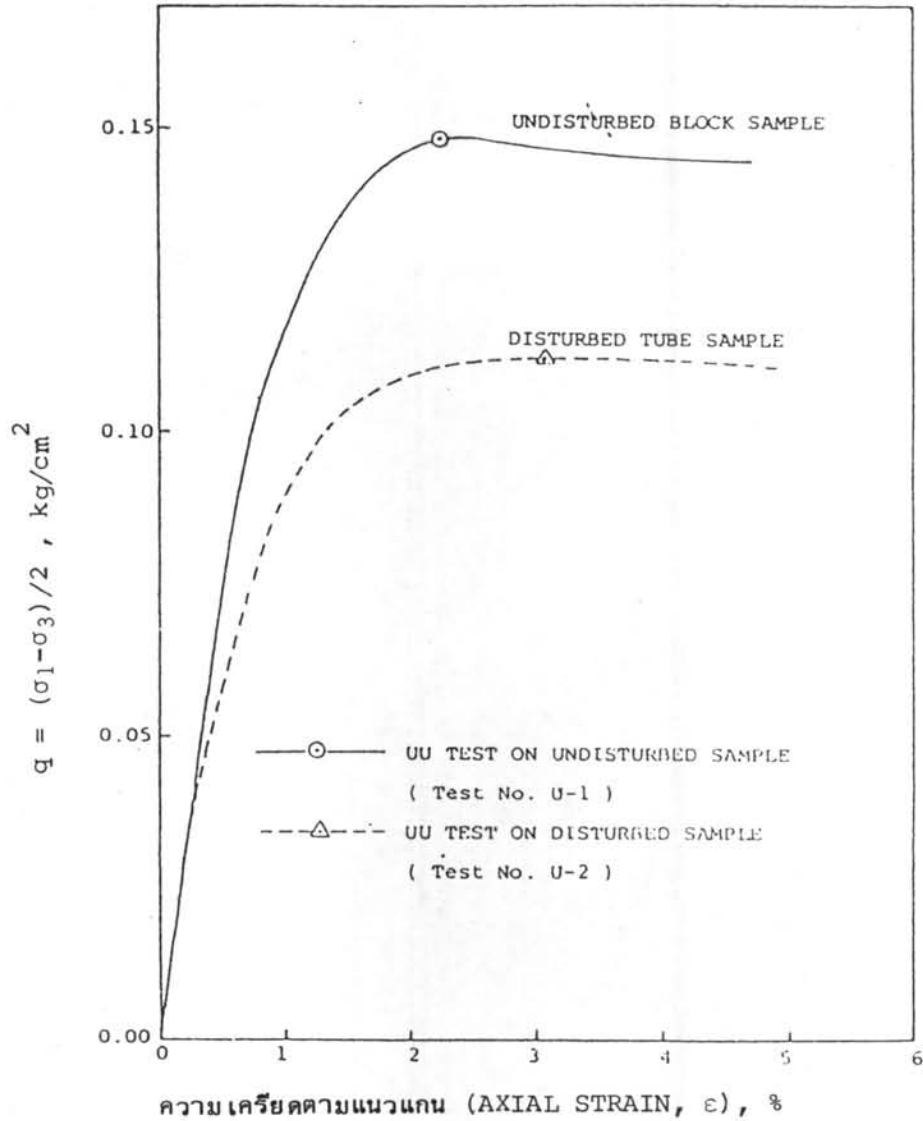
TEST NO.	MODE OF TEST	OCR	K	$\bar{\sigma}_{1c}$ OR $\bar{\sigma}_{vc}$ ksc.	$\bar{\sigma}_{3c}$ OR $\bar{\sigma}_{hc}$ ksc.	DATA AT $(\sigma_1 - \sigma_3)_{max}$ .							
						$\frac{S_u}{\bar{\sigma}_{vc}}$	$\frac{S_u}{\bar{\sigma}_{vc}} \times \bar{\sigma}_{vc_{rec.}}$ (ksc.)	$\frac{\Delta S_u}{S_{u_{rec.}}}$	$\frac{\Delta u_f}{\bar{\sigma}_{vc}}$	$\frac{\Delta u_f}{\bar{\sigma}_{vc}} \times \bar{\sigma}_{vc_{rec.}}$ (ksc.)	$\frac{\Delta \Delta u_f}{\Delta u_{f_{rec.}}}$	$\lambda_f$	$\frac{\Delta \lambda_f}{\lambda_{f_{rec.}}}$
RU-1100	RECOMPRESSION	1.00	0.58	0.905	0.522	0.343	0.311	—	0.276	0.250	—	1.046	—
S-1100	SHANSEP	1.00	0.58	1.608	0.928	0.325	0.294	-5.46	0.248	0.224	-10.40	1.093	4.49
S-2100	SHANSEP	1.00	0.58	2.000	1.160	0.312	0.282	-9.32	0.247	0.223	-10.80	1.213	15.96
RD-1100	RECOMPRESSION	1.00	0.58	0.903	0.522	0.364	0.329	5.78	0.310	0.280	12.00	1.007	-3.72
RU-1150	RECOMPRESSION	1.50	0.67	0.600	0.402	0.421	0.253	—	0.366	0.220	—	0.716	—
S-1150	SHANSEP	1.50	0.67	1.066	0.714	0.444	0.266	5.14	0.225	0.135	-38.63	0.402	-43.85
S-2150	SHANSEP	1.50	0.67	1.333	0.893	0.422	0.253	0.00	0.232	0.139	-36.82	0.452	-36.87
RD-1100	RECOMPRESSION	1.50	0.67	0.600	0.402	0.477	0.286	13.04	0.333	0.200	-9.09	0.520	-27.37
RU-1200	RECOMPRESSION	2.00	0.75	0.450	0.337	0.526	0.237	—	0.377	0.170	—	0.471	—
S-1200	SHANSEP	2.00	0.75	0.800	0.600	0.478	0.215	-9.28	0.250	0.112	-34.12	0.354	-24.84
S-2200	SHANSEP	2.00	0.75	1.000	0.750	0.528	0.237	0.00	0.220	0.099	-41.76	0.272	-42.25
RD-1200	RECOMPRESSION	2.00	0.75	0.450	0.337	0.475	0.214	-9.70	0.311	0.140	-17.64	0.444	-5.73
RU-1300	RECOMPRESSION	3.00	0.88	0.300	0.264	0.731	0.219	—	0.400	0.120	—	0.297	—
S-1300	SHANSEP	3.00	0.88	0.533	0.469	0.774	0.232	5.93	0.262	0.079	-34.16	0.183	-38.38
S-2300	SHANSEP	3.00	0.88	0.666	0.586	0.738	0.221	0.91	0.165	0.050	-58.33	0.122	-58.92
RD-1300	RECOMPRESSION	3.00	0.88	0.300	0.264	0.603	0.181	-17.35	0.359	0.130	8.33	0.359	20.87

หมายเหตุ  $\bar{\sigma}_{vc_{rec.}}$  = ค่าหน่วยแรงประสิทธิผลในแนวตั้งก่อนถูก load ของการทดสอบแบบ Recompression  
 $\Delta S_u, \Delta \Delta u_f, \Delta \lambda_f$  = ผลแตกต่างของค่า  $S_u, \Delta u_f$  หรือ  $\lambda_f$  ที่ได้จากการทดสอบแบบ SHANSEP โดยใช้ Block Sample หรือ Recompression (จากตัวอย่างที่ถูกรบกวนโดยใช้ Tube Sample) กับค่า  $S_u, \Delta u_f$  หรือ  $\lambda_f$  ที่ได้จากการทดสอบแบบ Recompression กับตัวอย่างที่ถูกรบกวนน้อยที่สุด (Block Sample) ที่ค่า OCR เดียวกัน

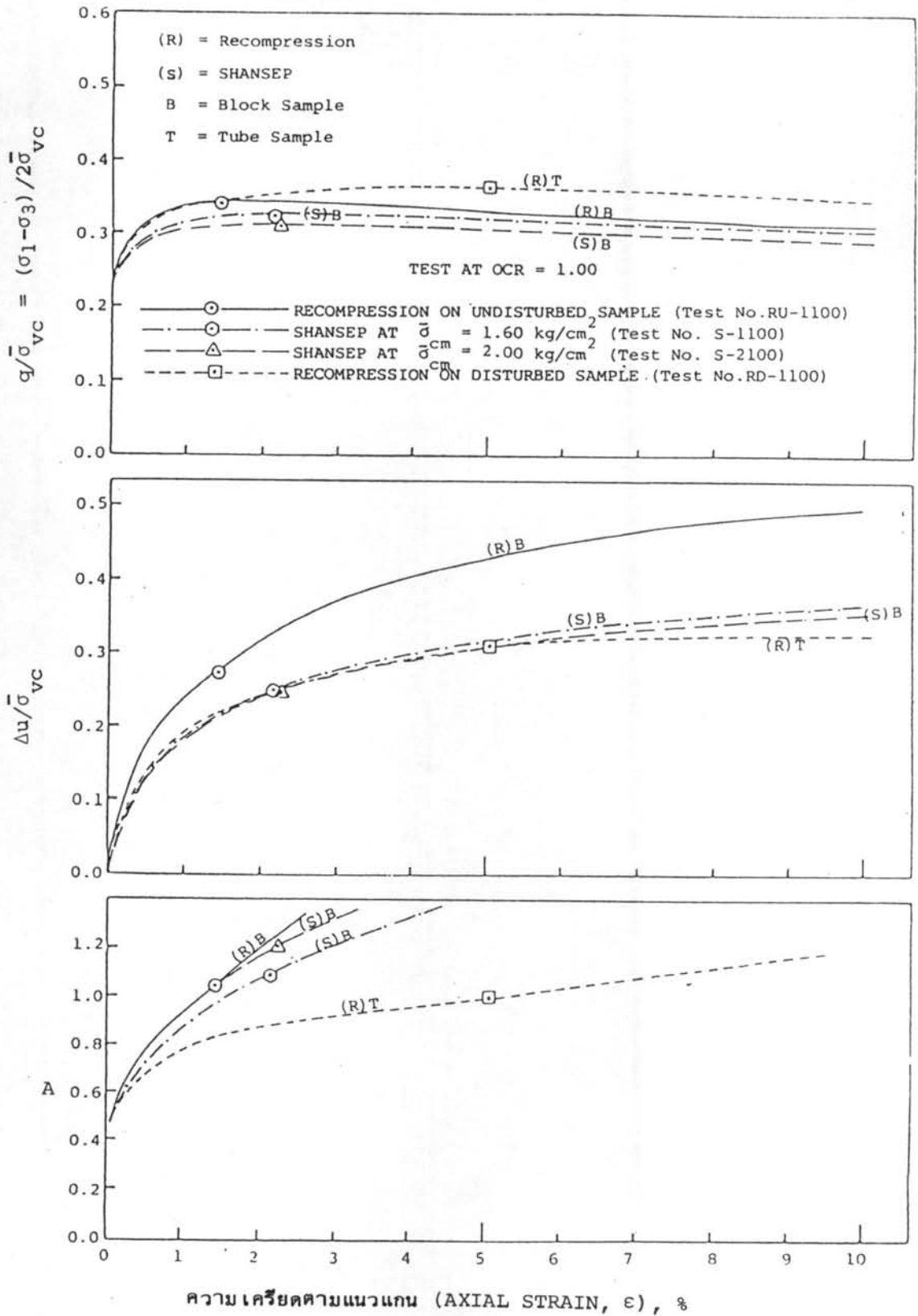
SYM.	TEST NO.	MODE OF TEST	TYPE OF SAMPLE	$w_i$ %	$e$	$S$ t	$\delta_c$ t/m <sup>3</sup>	$\sigma_c$ ksc.	$t$ hr.	$q_f$ ksc.	$\epsilon_f$ %
⊙	U-1	UU	Undisturbed	53.26	1.548	96.30	1.682	0.85	5	0.148	2.25
△	U-2	UU	Disturbed	53.59	1.603	93.57	1.651	0.85	5	0.112	3.10

Note ksc. = kg/cm<sup>2</sup>

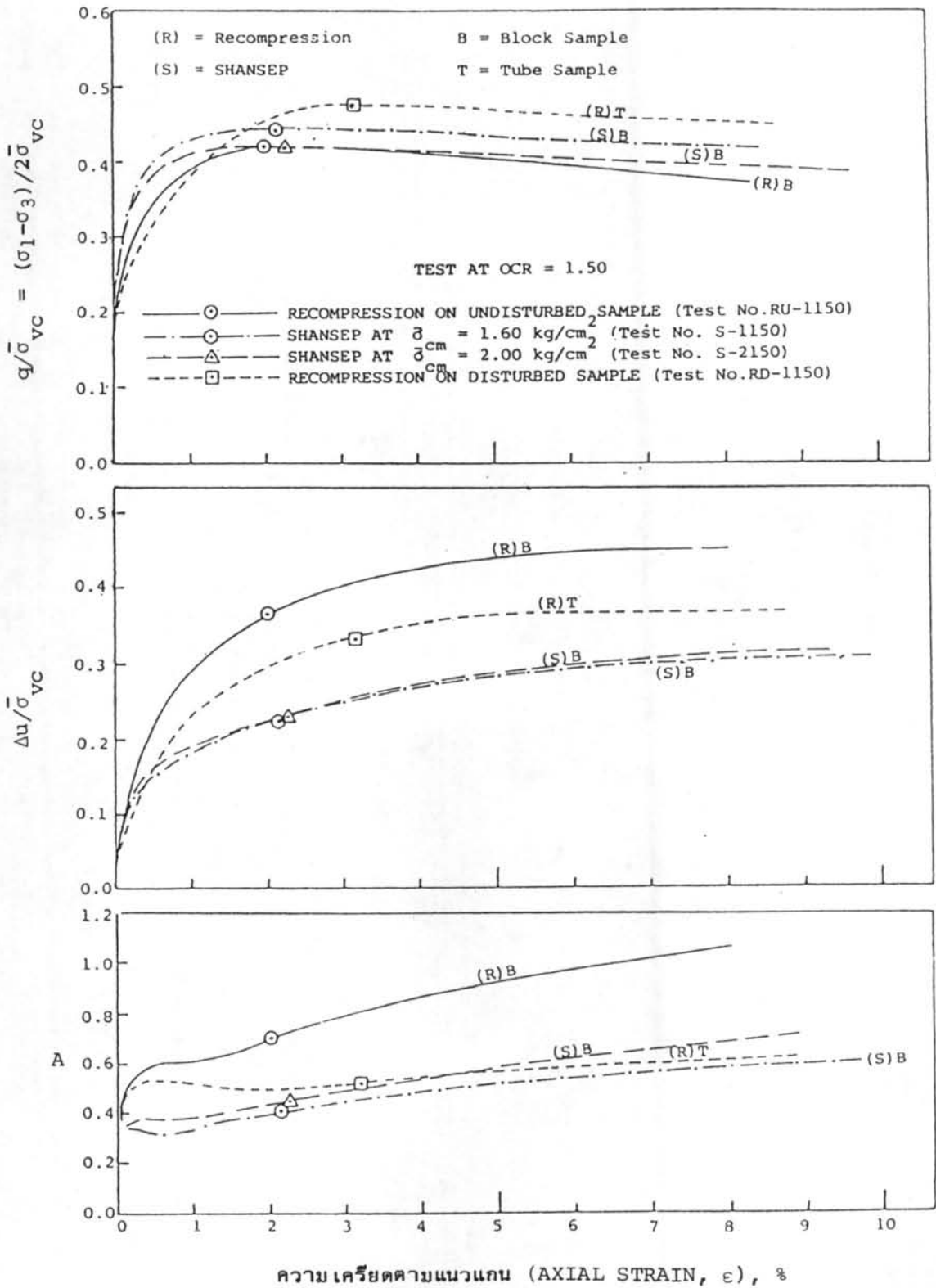
$$q_f = (\sigma_1 - \sigma_3)_{max} / 2$$



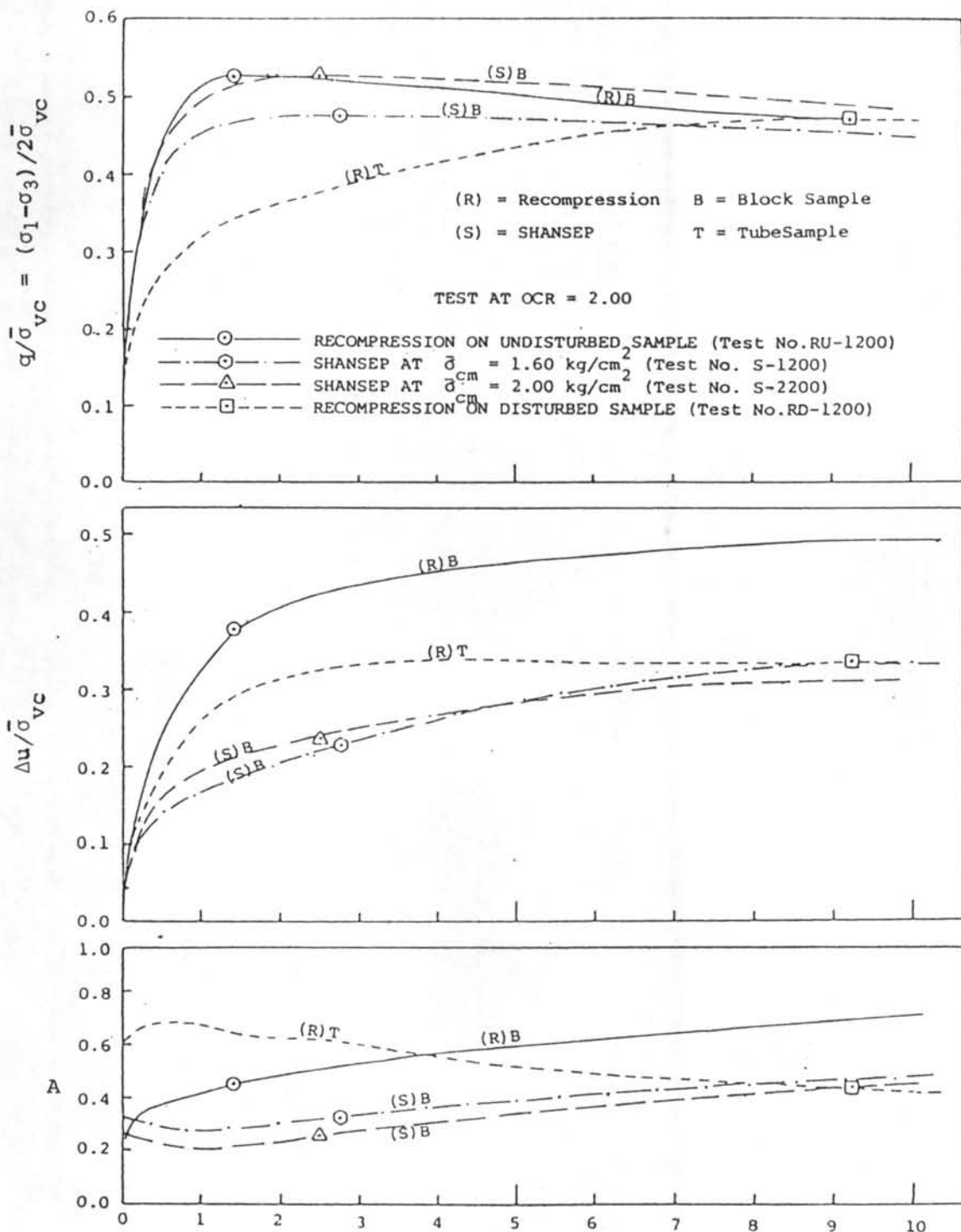
รูปที่ 4.1 ผลการทดสอบหากำลังรับแรงกดของดินที่ไม่ถูกอัดตัวคายน้ำด้วย เครื่อง triaxial ในสภาพอันเดรน (UU) และความสัมพันธ์ระหว่างค่าครึ่งหนึ่งของหน่วยแรง เบียง เบน  $|q = (\sigma_1 - \sigma_3) / 2|$  กับความ เกรียด ( $\epsilon$ ) ที่ได้จากการทดสอบกับตัวอย่างดินที่ถูกรบกวนน้อยที่สุดและที่ถูกรบกวน



รูปที่ 4.2 การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่าง normalized ค่าครึ่งหนึ่งของหน่วยแรงเบี่ยงเบน, ความดันน้ำในโพรงดินที่เพิ่มขึ้นและค่า A พารามิเตอร์ของ Skempton กับความเครียดที่ได้จากการทดสอบแบบ SHANSEP กับ Recompression และแสดงผลของการรบกวนต่อตัวอย่างดิน เมื่อดินเป็น normally consolidated clay (OCR = 1.0)

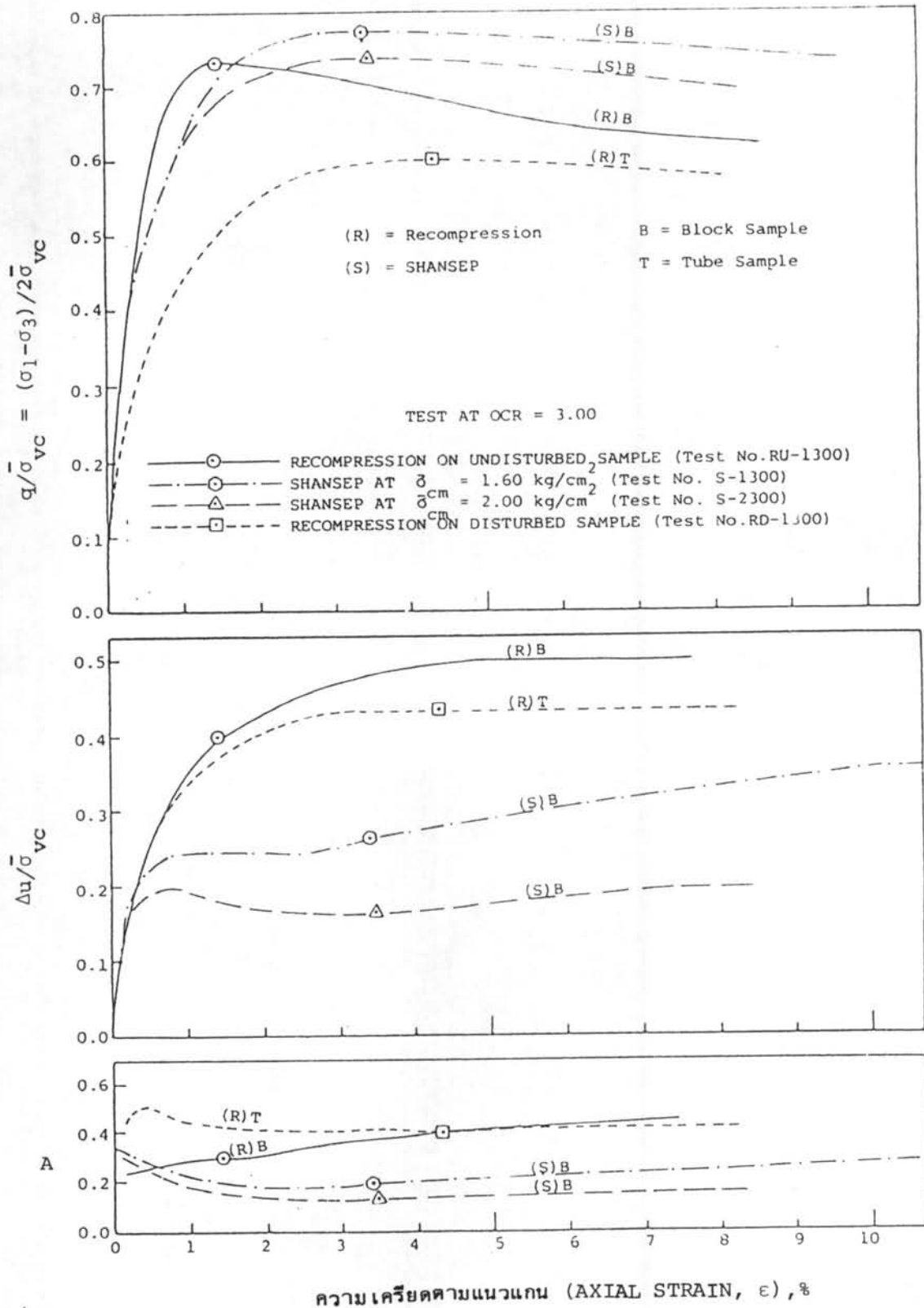


รูปที่ 4.3 การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่าง normalized ค่าครึ่งหนึ่งของหน่วยแรงเบียงเบน, ความดันน้ำในโพรงดินที่เพิ่มขึ้นและค่า A พารามิเตอร์ของ Skempton กับความเครียดที่ได้จากการทดสอบแบบ SHANSEP กับ Recompression และแสดงผลของการรบกวนต่อตัวอย่างดิน เมื่อดินมีค่า OCR = 1.5

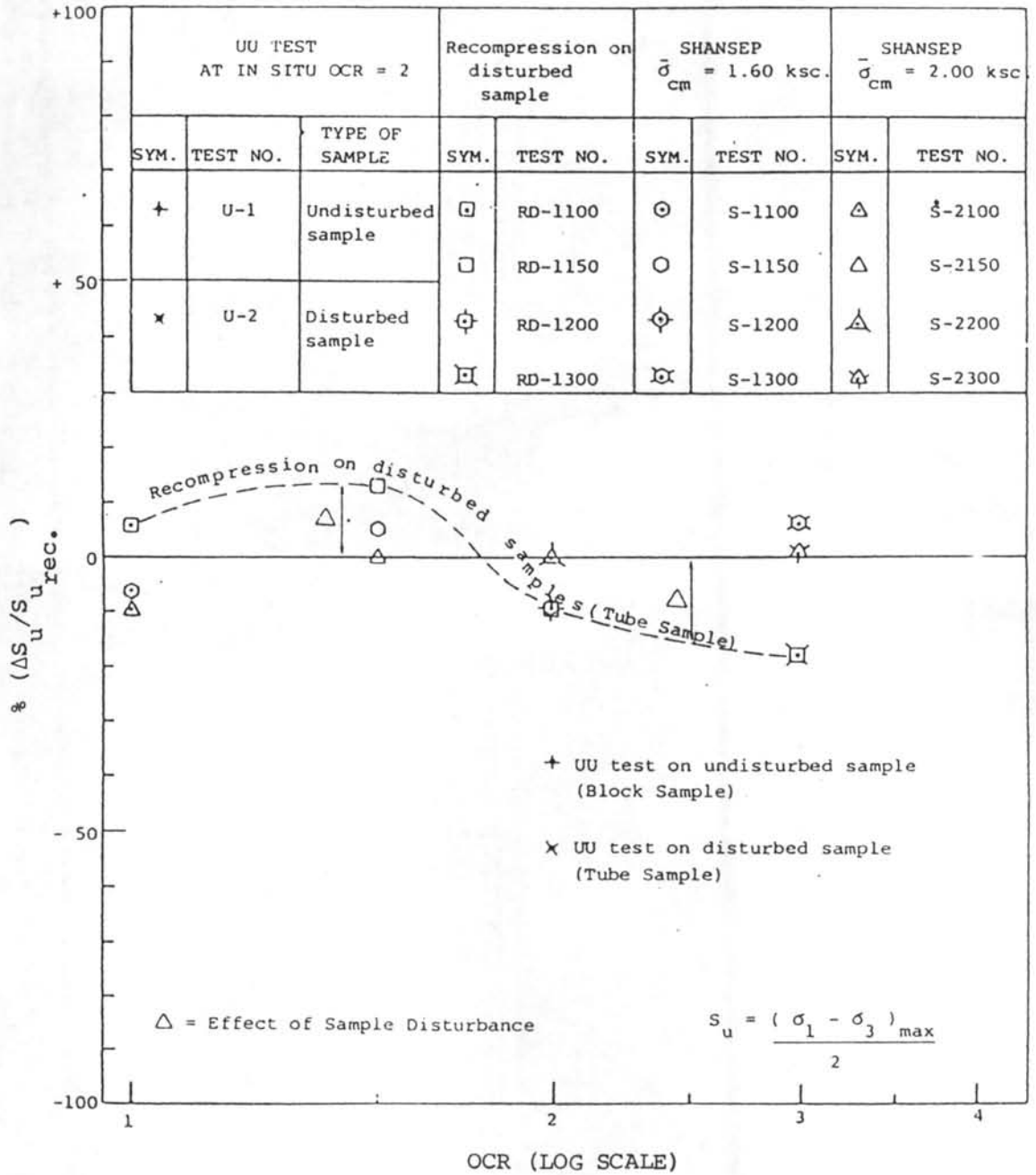


ความเครียดตามแนวแกน (AXIAL STRAIN,  $\epsilon$ ), %

รูปที่ 4.4 การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่าง normalized ค่าครึ่งหนึ่งของหน่วยแรงเบี่ยงเบน, ความดันน้ำในโพรงดินที่เพิ่มขึ้นและค่า A พารามิเตอร์ของ Skempton กับความเครียดที่ได้จากการทดสอบแบบ SHANSEP กับ Recompression และแสดงผลของการรบกวนต่อตัวอย่างดิน เมื่อดินมีค่า OCR = 2.0

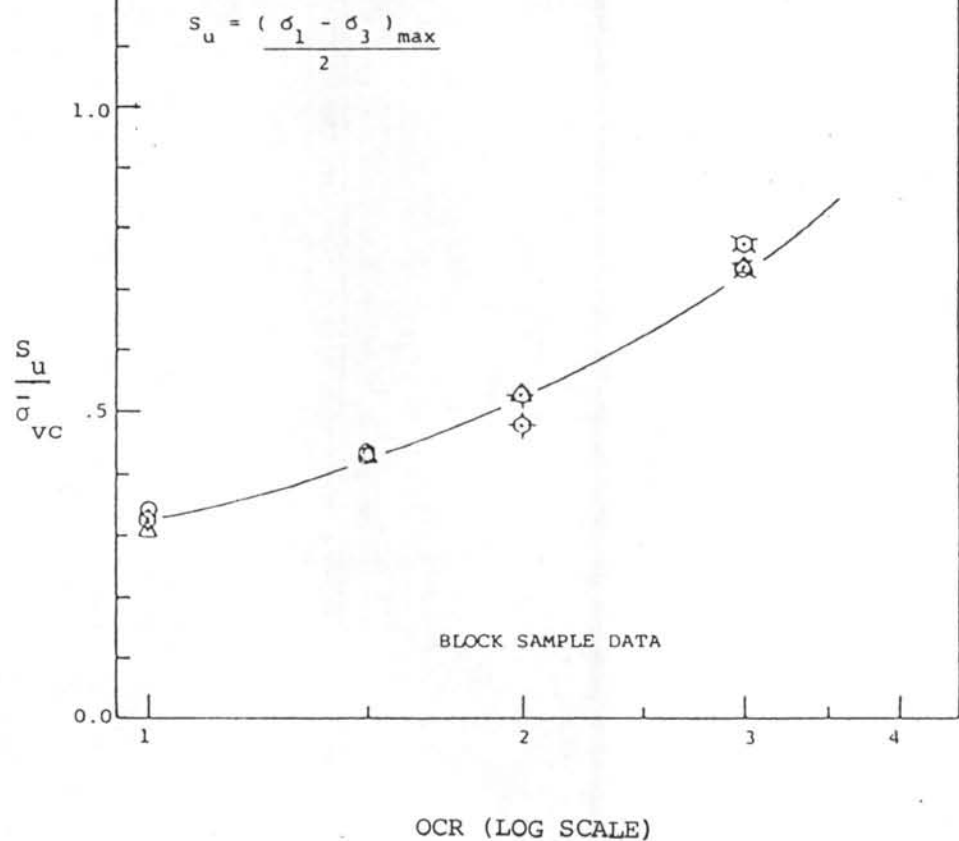


รูปที่ 4.5 การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่าง normalized ค่าครึ่งหนึ่งของหน่วยแรงเพียงเบน, ความดันน้ำในโพรงดินที่เพิ่มขึ้นและค่า A พารามิเตอร์ของ Skempton กับความเครียดที่ได้จากการทดสอบแบบ SHANSEP กับ Recompression และแสดงผลของการรบกวนต่อตัวอย่างดิน เมื่อดินมีค่า OCR = 3.0



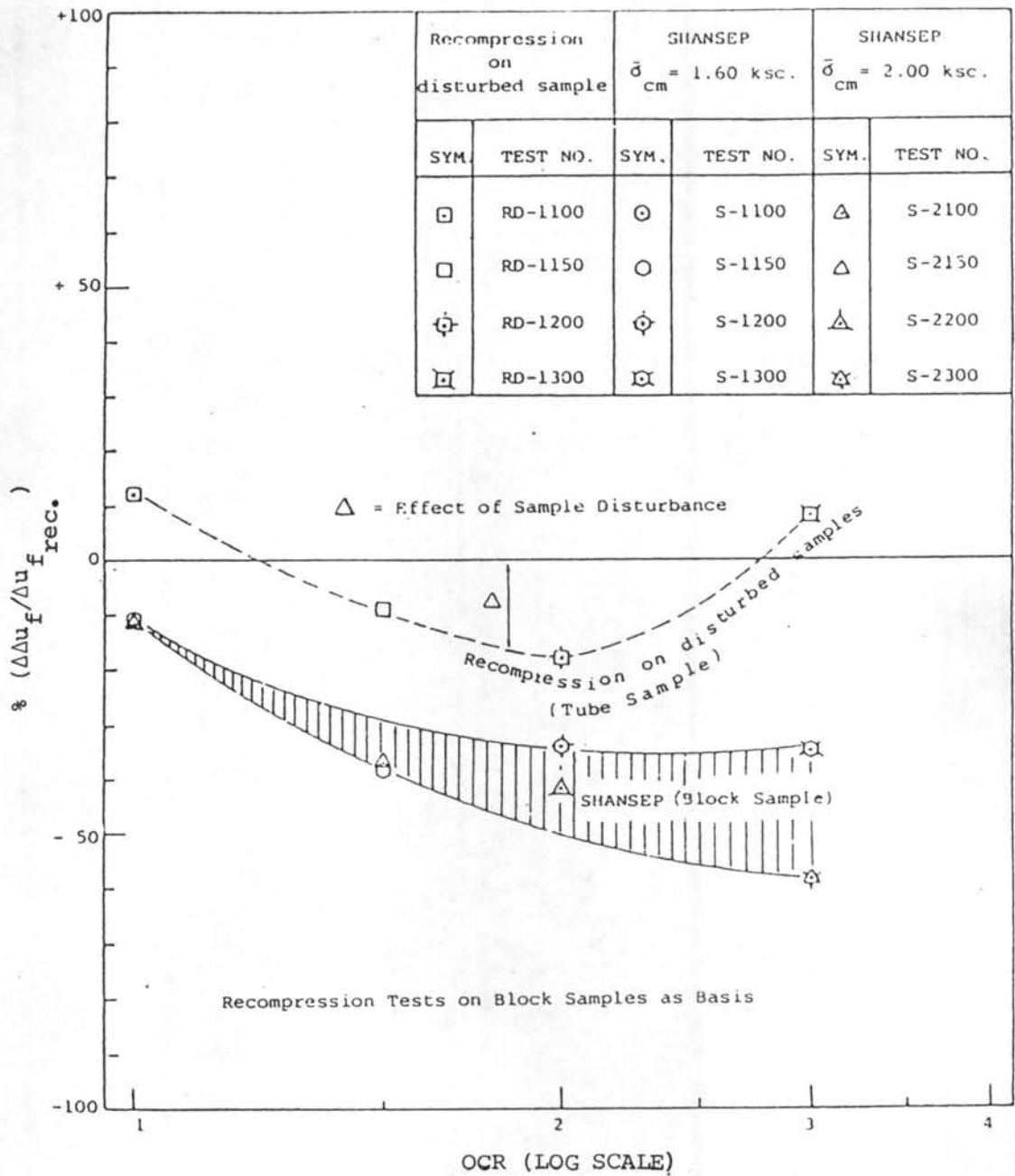
รูปที่ 4.6 การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าแรงเฉือนแบบอันเดรอน ( $S_u$ ) ที่ได้จากการทดสอบ CAUC แบบ SHANSEP, Recompression และแบบ UU และแสดงผลของการรบกวนต่อตัวอย่างดิน

Recompression (undisturbed sample)			SHANSEP $\bar{\sigma}_{cm} = 1.60 \text{ ksc.}$			SHANSEP $\bar{\sigma}_{cm} = 2.00 \text{ ksc.}$		
SYM.	TEST NO.	$\frac{S_u}{\bar{\sigma}_{vc}}$	SYM.	TEST NO.	$\frac{S_u}{\bar{\sigma}_{vc}}$	SYM.	TEST NO.	$\frac{S_u}{\bar{\sigma}_{vc}}$
⊙	RU-1100	0.343	⊙	S-1100	0.325	△	S-2100	0.312
○	RU-1150	0.421	○	S-1150	0.444	△	S-2150	0.422
⊕	RU-1200	0.526	⊕	S-1200	0.478	△	S-2200	0.528
⊗	RU-1300	0.731	⊗	S-1300	0.774	☆	S-2300	0.738

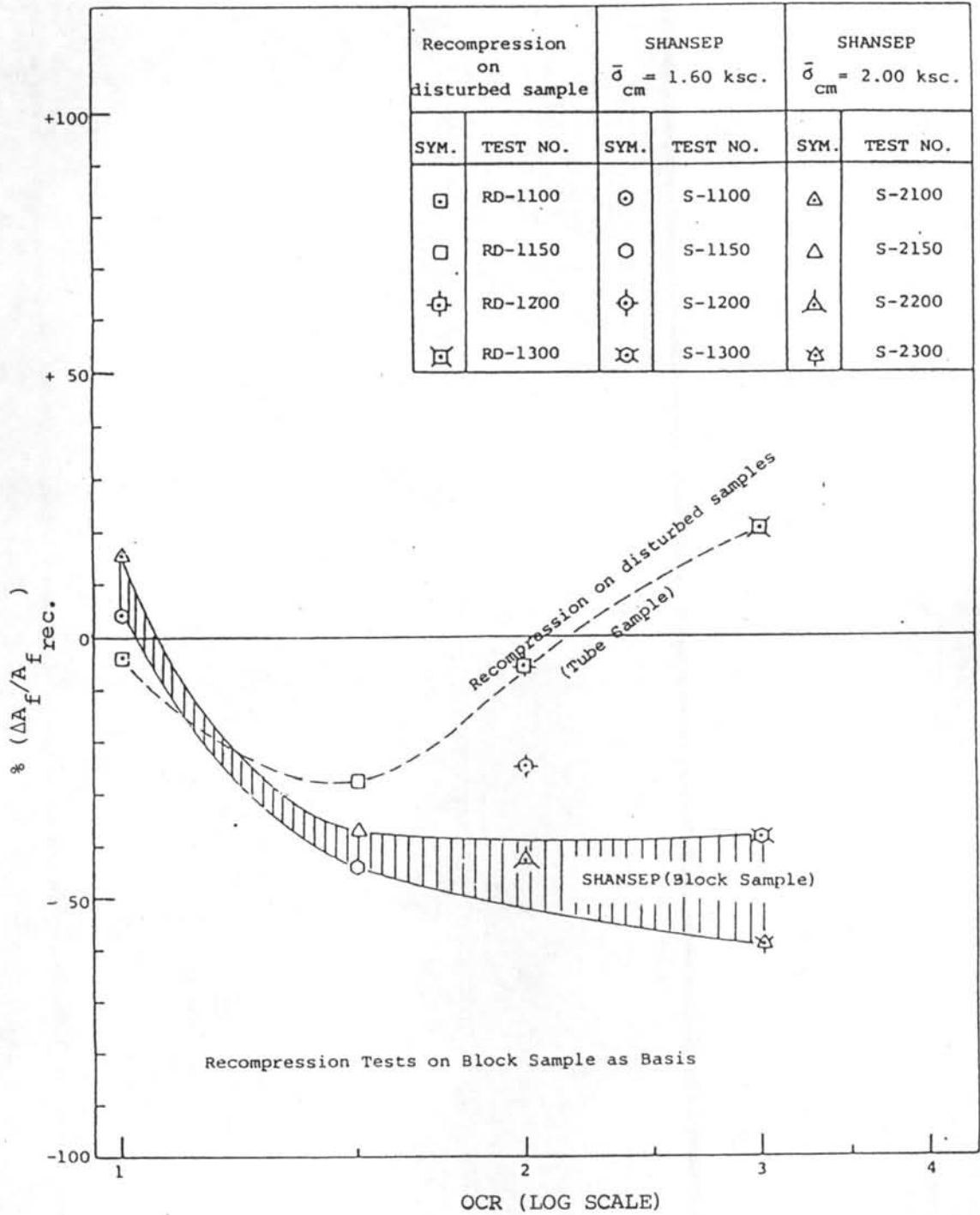


รูปที่ 4.7 ความสัมพันธ์ระหว่าง normalized แรงเฉือนแบบอันเดรน ( $S_u/\bar{\sigma}_{vc}$ ) กับค่า overconsolidation ratio (OCR) ของดิน จากผลการทดสอบหากำลังรับแรงกดของดินอัดตัวคายน้ำแบบแอนไอโซทรอปิกด้วยเครื่อง triaxial ในสภาพอันเดรน (CAUC) โดยวิธีการ consolidated ตัวอย่างดินที่ทำการทดสอบแบบ SHANSEP และ Recompression



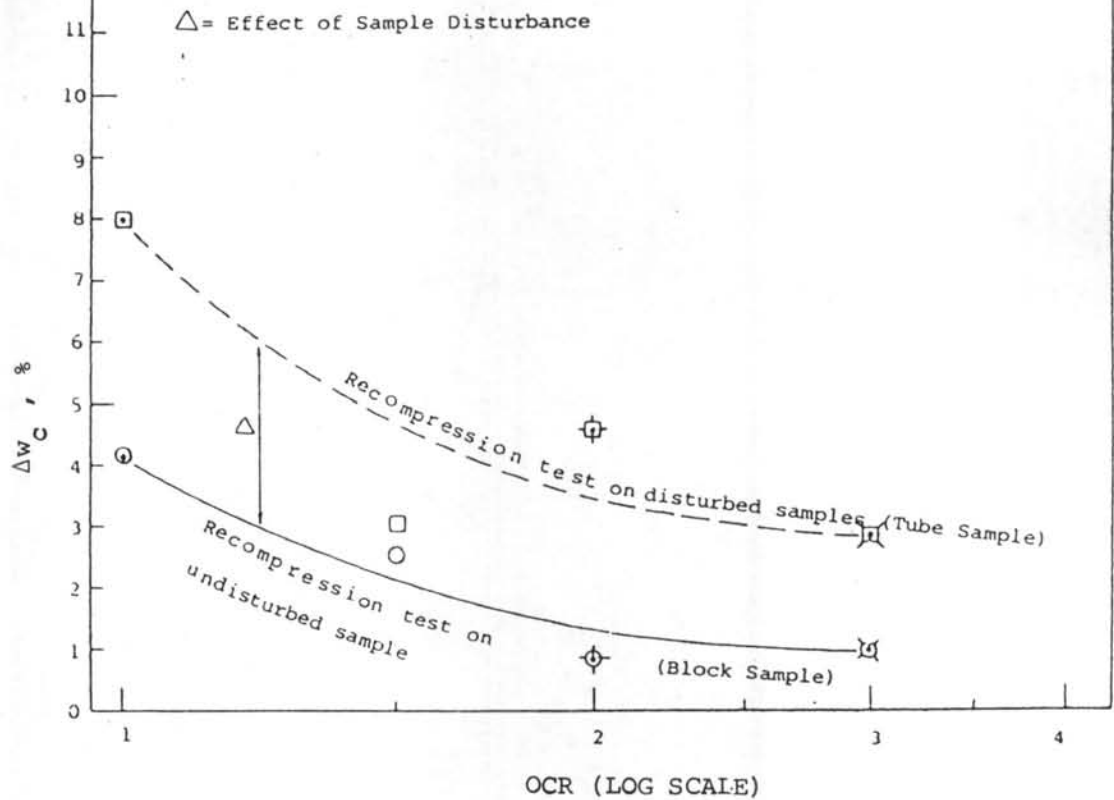


รูปที่ 4.8 การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าความดันน้ำในโพรงดินที่เพิ่มขึ้น ณ จุดพิบัติ  $(\Delta u_f)$  ที่เกิดค่าหน่วยแรงเบี่ยงเบนสูงสุด  $(\sigma_1 - \sigma_3)_{max}$  ที่ได้จากการทดสอบ CAUC แบบ SHANSEP กับ Recompression และแสดงผลของการรบกวนตัวอย่างดิน



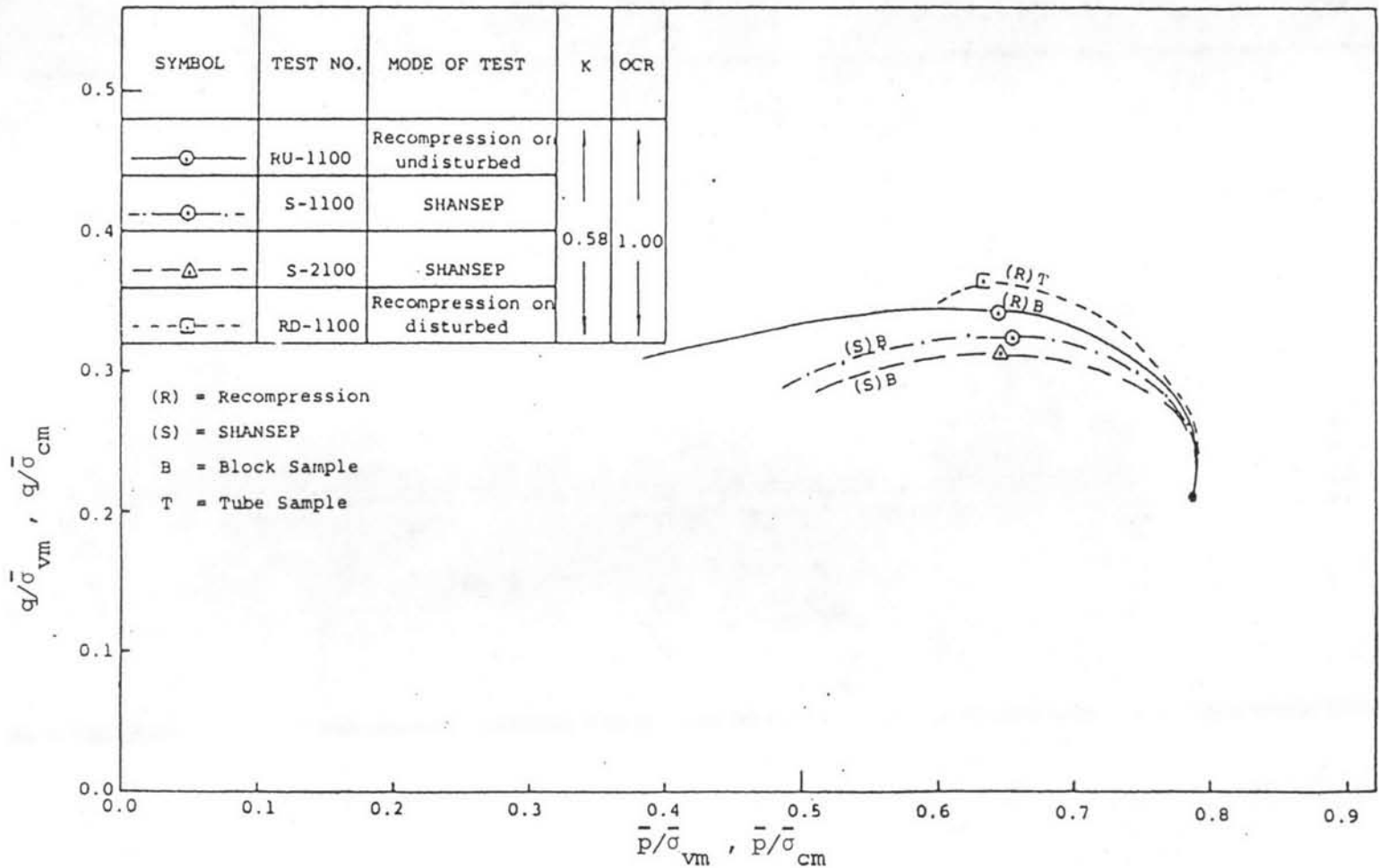
รูปที่ 4.9 การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่า A พหาวามีเตอร์ของความดันน้ำในโพรงดินของ Skempton ณ จุดพิกัด ( $A_f$ ) ที่เกิดค่าหน่วยแรงเบี่ยงเบนสูงสุด  $(\sigma_1 - \sigma_3)_{max}$  ที่ได้จากการทดสอบ CAUC แบบ SHANSEP กับ Recompression และแสดงผลของการรบกวนต่อตัวอย่างดิน

RECOMPRESSION TEST ON UNDISTURBED SAMPLE					RECOMPRESSION TEST ON DISTURBED SAMPLE				
SYM.	TEST NO.	$w_i$	$w_c$	$\Delta w_c$	SYM.	TEST NO.	$w_i$	$w_c$	$\Delta w_c$
⊙	RU-1100	53.00	48.85	4.15	⊠	RD-1100	54.65	46.66	7.99
○	RU-1150	55.22	52.72	2.50	□	RD-1150	54.39	51.35	3.04
⊕	RU-1200	54.60	53.80	0.80	⊕	RD-1200	52.75	48.17	4.58
⊗	RU-1300	58.88	57.89	0.99	⊗	RD-1300	53.12	50.25	2.87

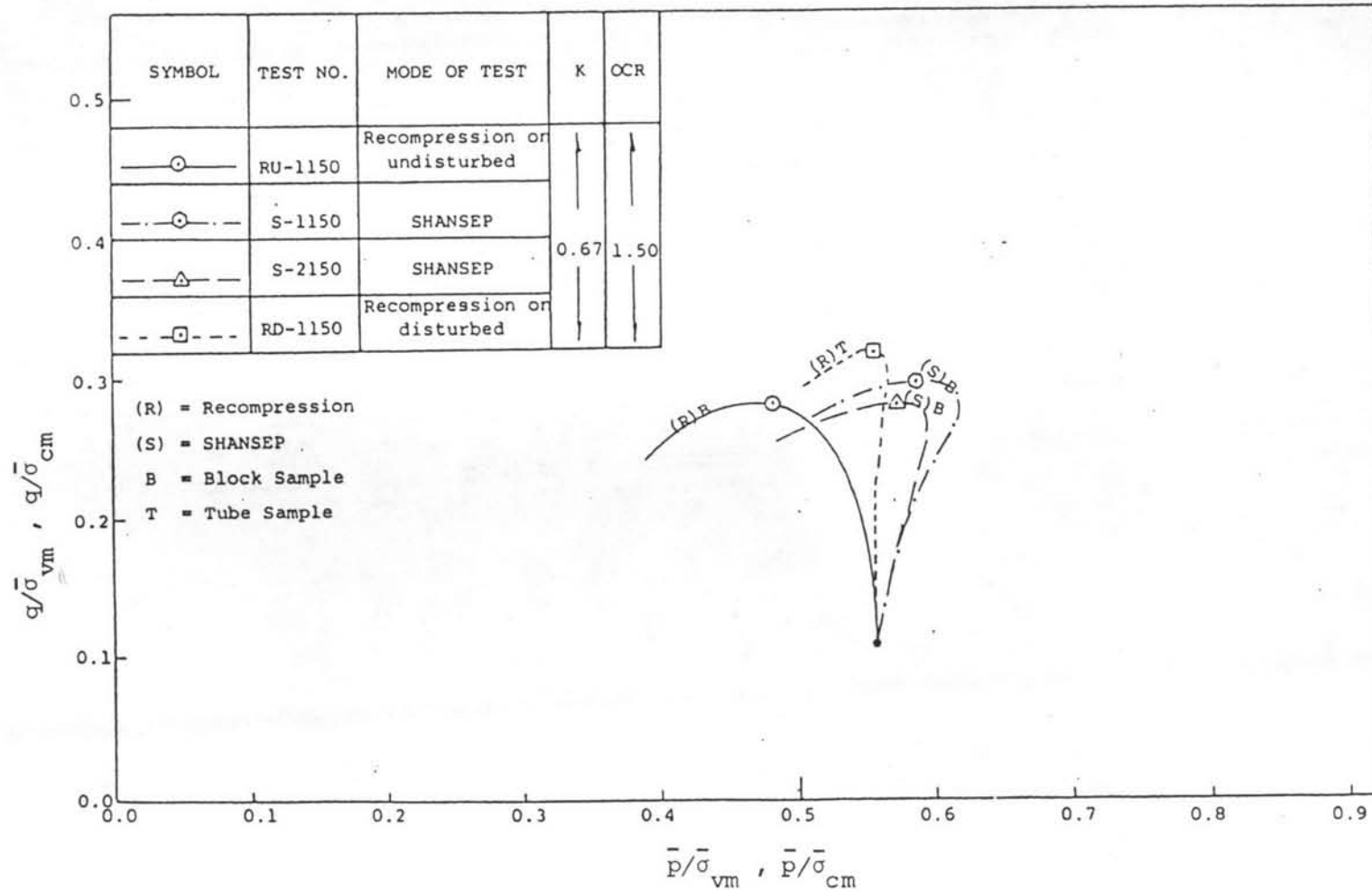


หมายเหตุ  $\Delta w_c = w_i - w_c$  = ปริมาณความชื้นที่ถูกขับออกไปจากตัวอย่างดินเนื่องจากการถูกอัดตัวคายน้ำ (consolidation)

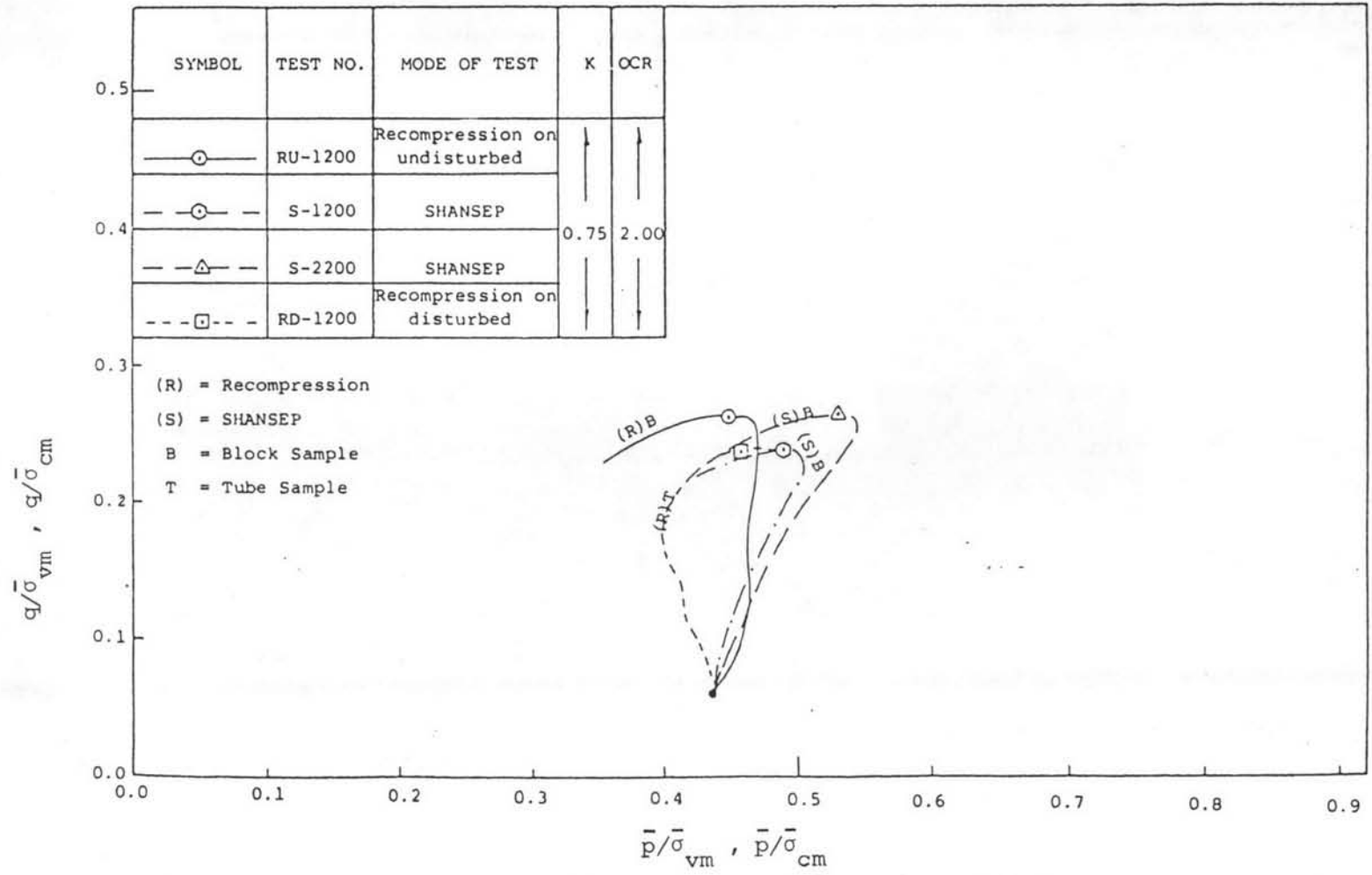
รูปที่ 4.10 การเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณความชื้นที่ถูกขับออกไปจากตัวอย่างดินเนื่องจากการถูกอัดตัวคายน้ำ ( $\Delta w_c$ ) ของตัวอย่างดินที่ถูกรบกวนน้อยที่สุดกับตัวอย่างดินที่ถูกรบกวน เมื่อทำการ reconsolidated ตัวอย่างดินที่ทำการทดสอบแบบ Recompression (จากการทดลอง triaxial แบบ CAUC)



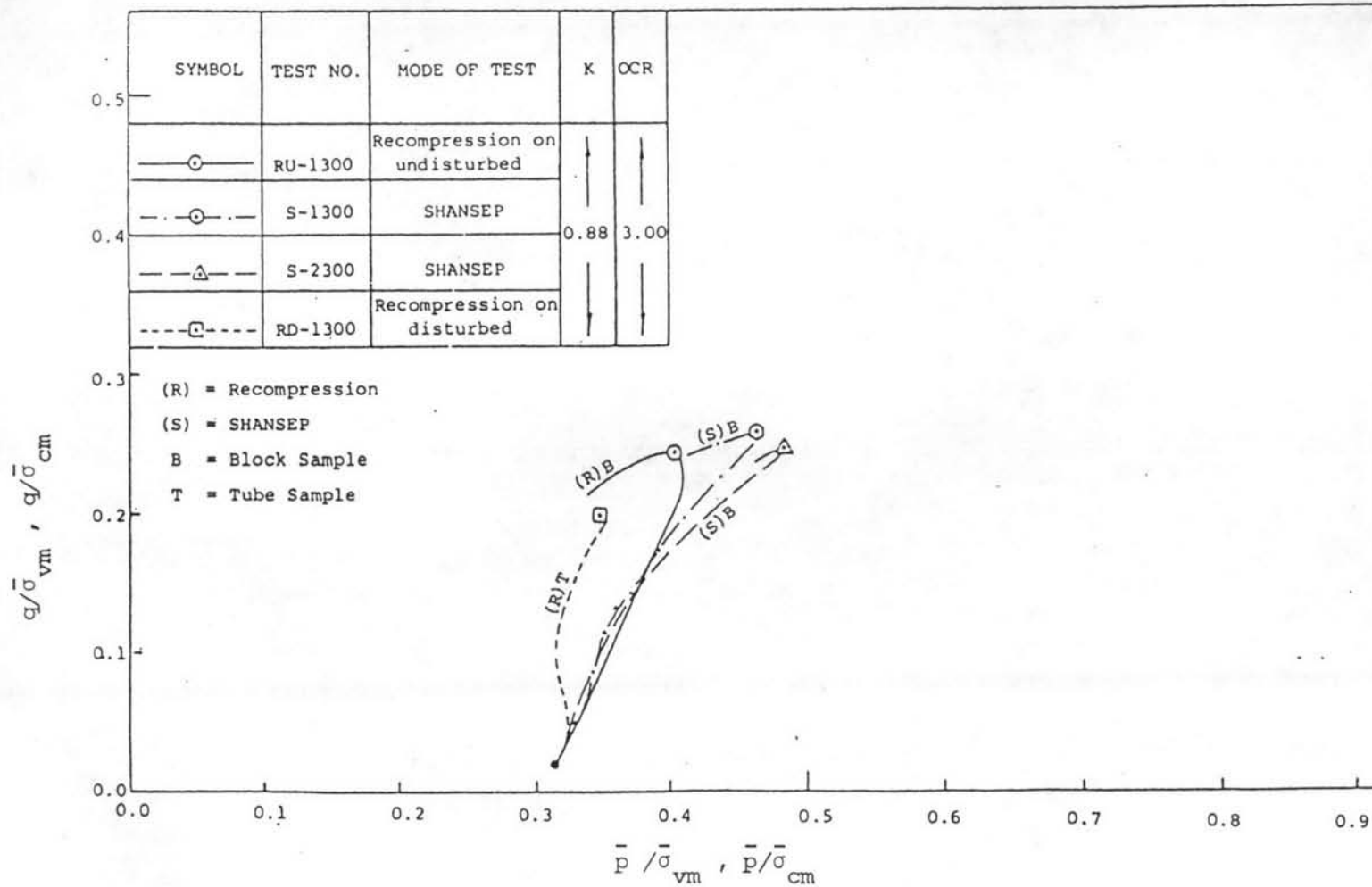
รูปที่ 4.11 การเปรียบเทียบทาง เตินของหน่วยแรงประสิทธิผลที่ได้จากการทดสอบ CAUC แบบ SHANSEP กับ Recompression และแสดงผลของการรบกวนต่อตัวอย่างดิน เมื่อดินเป็น normally consolidated clay (OCR = 1.0)



รูปที่ 4.12 การเปรียบเทียบทางเดินของหน่วยแรงประสิทธิผลที่ได้จากการทดสอบ CAUC แบบ SHANSEP กับ Recompression และแสดงผลของการรบกวนต่อตัวอย่างดิน เมื่อดินมีค่า OCR = 1.5

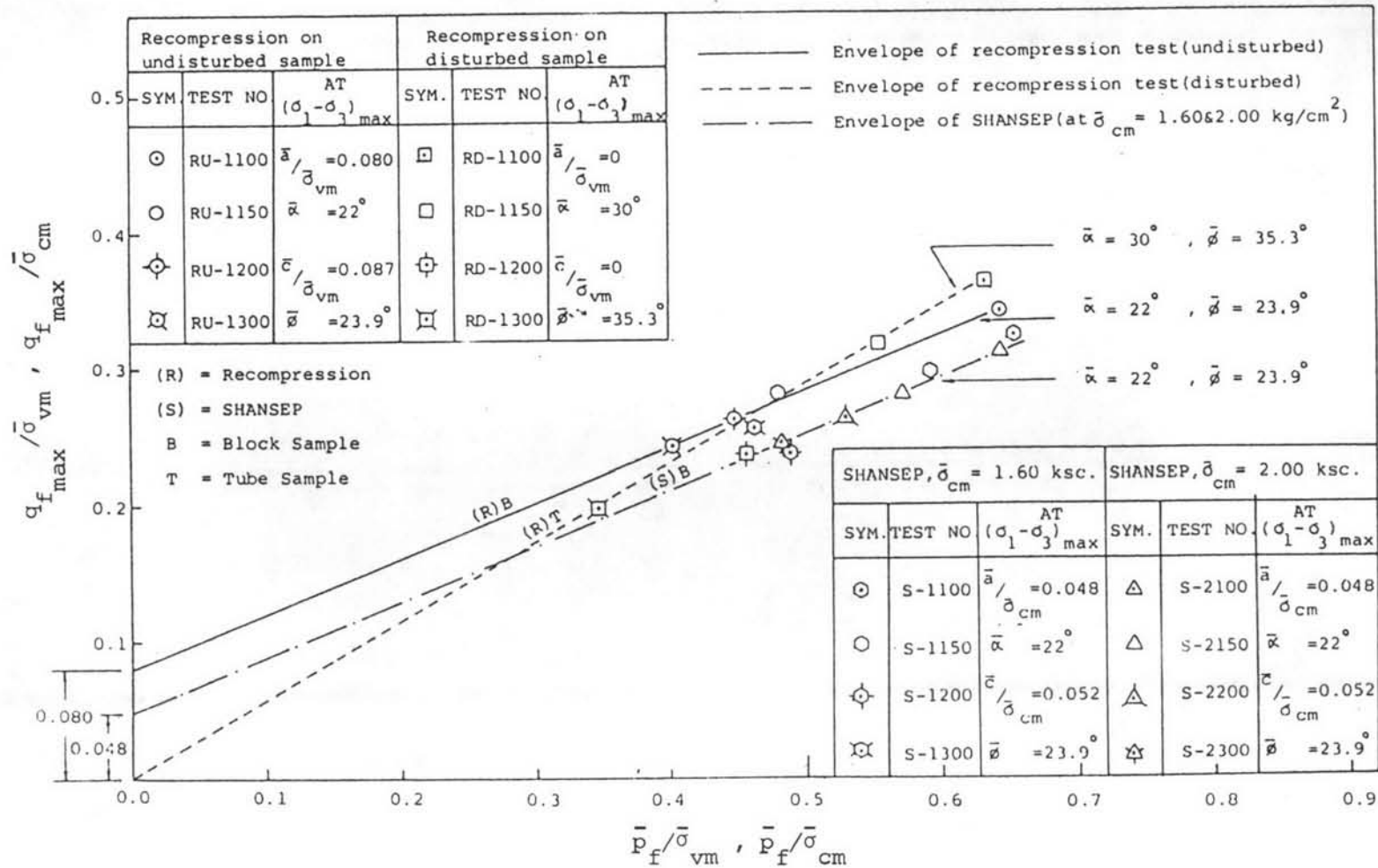


รูปที่ 4.13 การเปรียบเทียบทางเดินของหน่วยแรงประสิทธิผลที่ได้จากการทดสอบ CAUC แบบ SHANSEP กับ Recompression และแสดงผลของการรบกวนต่อตัวอย่างดิน เมื่อดินมีค่า OCR = 2.0



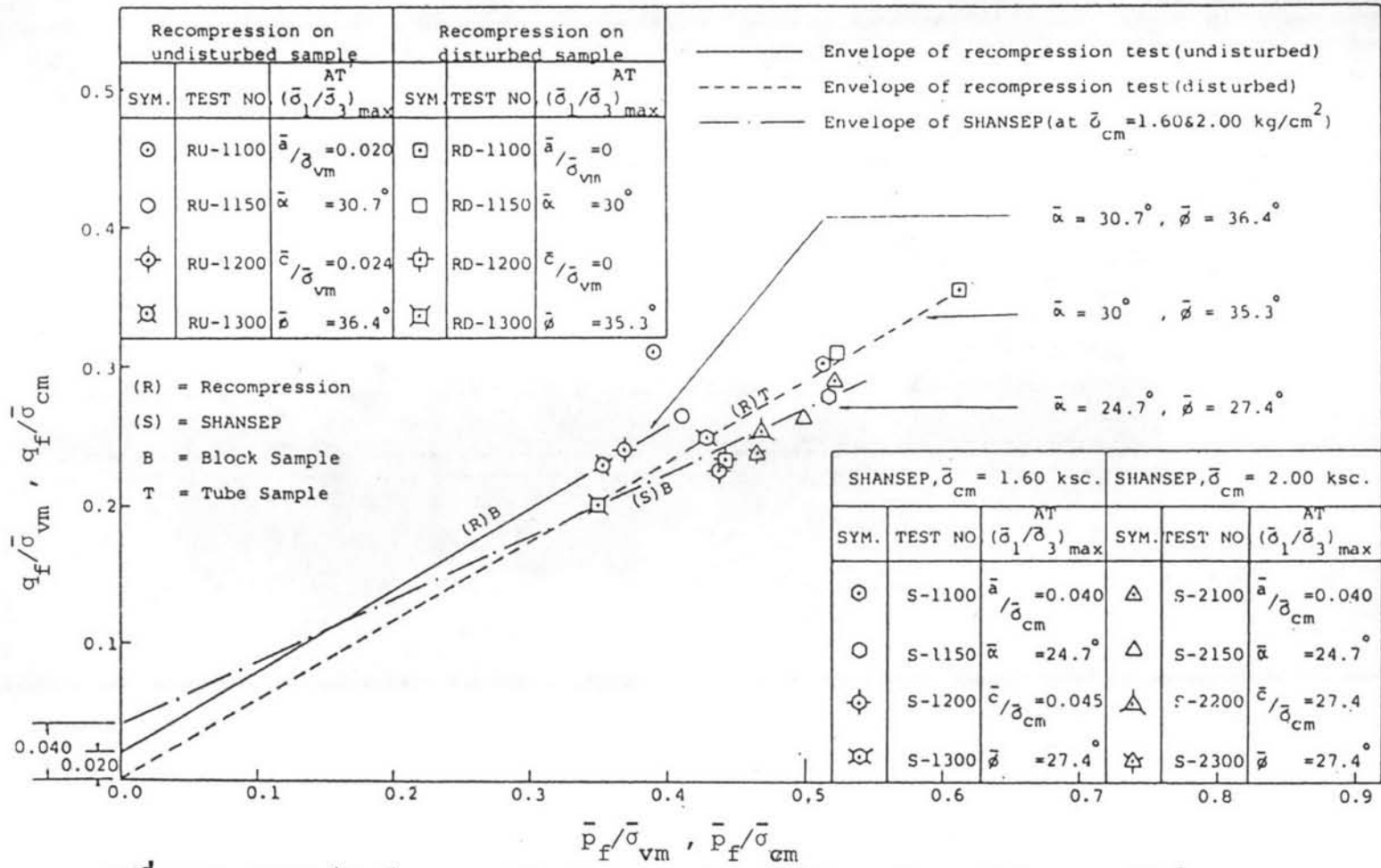
รูปที่ 4.14 การเปรียบเทียบทางเดินของหน่วยแรงประสิทธิผลที่ได้จากการทดสอบ CAUC แบบ SHANSEP กับ Recompression และแสดงผลของการรบกวนต่อตัวอย่างดิน เมื่อดินมีค่า OCR = 3.0

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์  
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



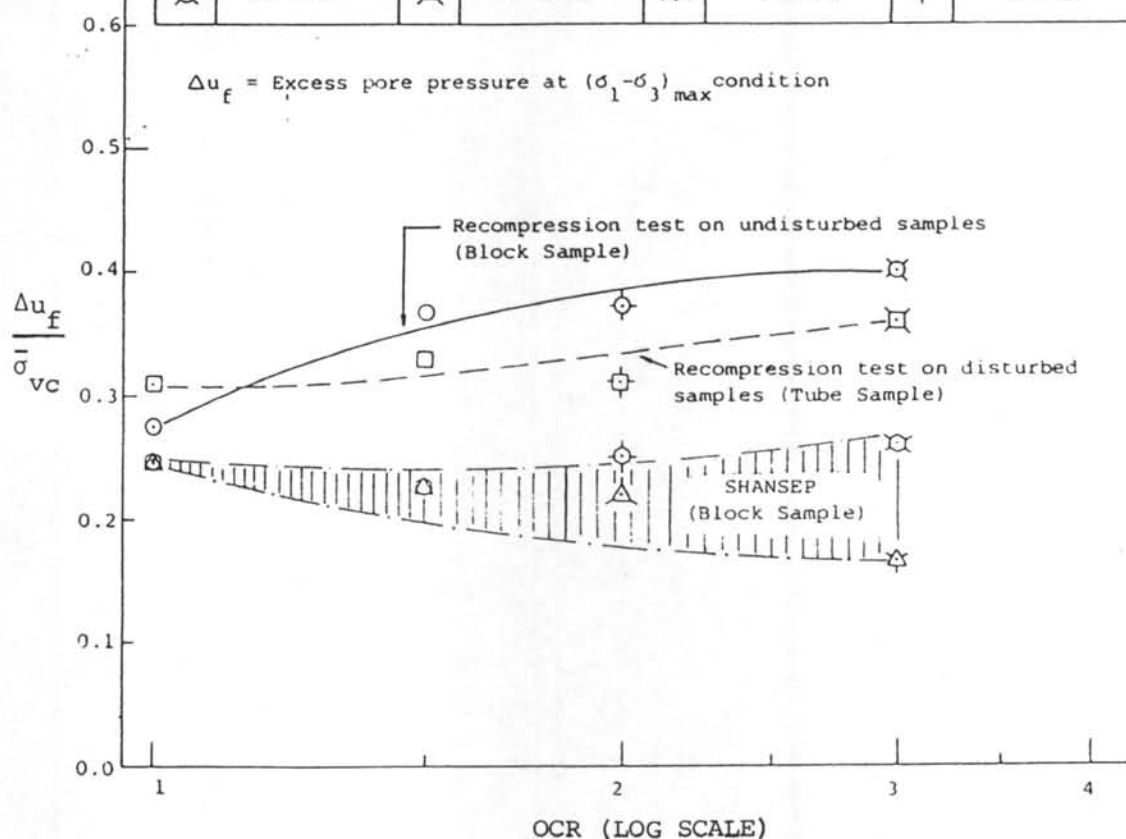
รูปที่ 4.15 การเปรียบเทียบ normalized เอนเวลอปของกำลังรับแรงเฉือนประสิทธิผล ณ จุดวิกฤติที่เกิดค่าหน่วยแรงเบี่ยงเบนสูงสุด  $(\sigma_1 - \sigma_3)_{max}$  ของ overconsolidated clay ที่ได้จากการทดสอบ CAUC แบบ SHANSEP กับ Recompression และแสดงผลของการรบกวนต่อตัวอย่างดิน





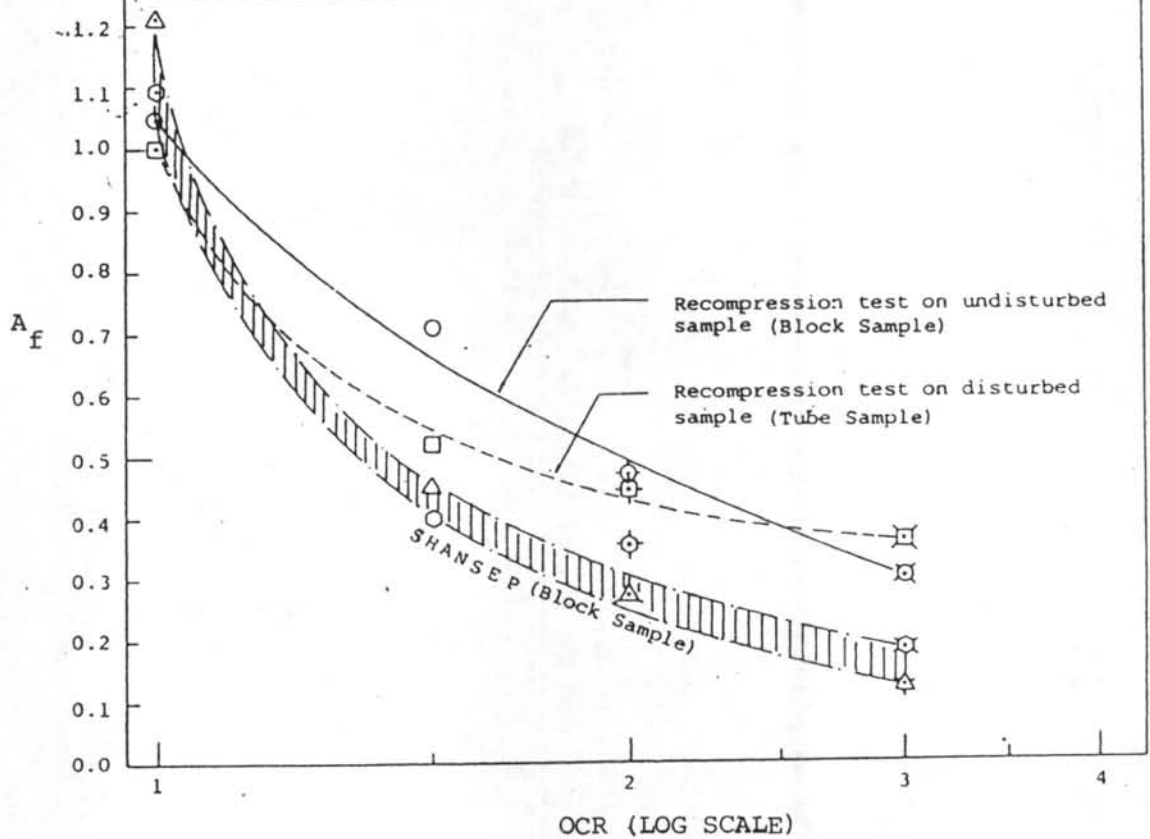
รูปที่ 4.16 การเปรียบเทียบ normalized เอนVELOP ของกำลังรับแรงเฉือนประสิทธิผล ณ จุดที่บิดที่ maximum obliquity  $(\bar{\sigma}_1/\bar{\sigma}_3)_{max}$  ของ overconsolidated clay ที่ได้จากการทดสอบ CAUC แบบ SHANSEP กับ Recompression และแสดงผลของการรบกวนตัวอย่างดิน

Recompression on undisturbed sample		Recompression on disturbed sample		SHANSEP $\bar{\sigma}_{cm} = 1.6 \text{ kg/cm}^2$		SHANSEP $\bar{\sigma}_{cm} = 2.0 \text{ kg/cm}^2$	
SYM.	TEST NO.	SYM.	TEST NO.	SYM.	TEST NO.	SYM.	TEST NO.
⊙	RU-1100	⊠	RD-1100	⊙	S-1100	△	S-2100
○	RU-1150	□	RD-1150	○	S-1150	△	S-2150
⊕	RU-1200	⊕	RD-1200	⊕	S-1200	△	S-2200
⊗	RU-1300	⊗	RD-1300	⊗	S-1300	△	S-2300



รูปที่ 4.17 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า normalized ความดันน้ำในโพรงดินที่เพิ่มขึ้น ณ จุดพิบัติ ( $\Delta u_f / \bar{\sigma}_{vc}$ ) ที่เกิดค่าหน่วยแรงเบี่ยงเบนสูงสุด  $(\sigma_1 - \sigma_3)_{\max}$  กับค่า overconsolidation ratio (OCR) จากการทดสอบหากำลังรับแรงกดของดินถูกอัดด้วยคาน้ำแบบแอนไอโซทรอปิกด้วยเครื่อง triaxial ในสภาพอันเดรน (CAUC) โดยวิธีการ consolidated ตัวอย่างดินที่ทำการศึกษาแบบ SHANSEP และ Recompression

Recompression on undisturbed sample		Recompression on disturbed sample		SHANSEP $\bar{\sigma}_{cm} = 1.6 \text{ kg/cm}^2$		SHANSEP $\bar{\sigma}_{cm} = 2.0 \text{ kg/cm}^2$	
SYM.	TEST NO.	SYM.	TEST NO.	SYM.	TEST NO.	SYM.	TEST NO.
⊙	RU-1100	⊠	RD-1100	⊙	S-1100	△	S-2100
○	RU-1150	□	RD-1150	○	S-1150	△	S-2150
⊕	RU-1200	⊕	RD-1200	⊕	S-1200	△	S-2200
⊗	RU-1300	⊗	RD-1300	⊗	S-1300	⊗	S-2300



รูปที่ 4.18 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า normalized ค่า  $A_f$  พารามิเตอร์ของความดันน้ำในโพรงดินของ Skempton ณ จุดพิบัติ ( $A_f$ ) ที่เกิดค่าหน่วยแรงเบี่ยงเบนสูงสุด  $(\sigma_1 - \sigma_3)_{max}$  กับค่า overconsolidation ratio (OCR) จากการทดสอบหากำลังรับแรงกดของดินถูกอัดด้วยคาน้ำแบบแอนไอโซทรอปิกด้วยเครื่อง triaxial ในสภาพอันเดรน (CAUC) โดยวิธีการ consolidated ตัวอย่างดินที่ทำการทดสอบแบบ SHANSEP และ Recompression