

## บทที่ 4

## ผลการทดลองและวิจารณ์

## 4.1 คุณสมบัติทั่ว ๆ ไปของดินที่เก็บมาทำการทดลอง

## ผลการทดสอบคุณสมบัติทั่ว ๆ ไปของตัวอย่างดินแสดงไว้ในตารางที่ 4.1

คุณสมบัติของดิน	ระดับความลึกของตัวอย่าง (เมตร)	
	4.50-5.00	7.00-7.50
Natural water content, %	68.08±6.86	71.43±4.95
Liquid limit, %	77.13±4.45	73.16±1.01
Plastic limit, %	38.75±3.91	36.12±0.12
Plasticity index, %	38.38±3.42	37.05±0.90
Liquidity index,	0.927±0.21	0.923±0.04
การวิเคราะห์ขนาดของเม็ดดิน		
ทราย (Sand), %	1.00	0.90
ซิลต์ (Silt), %	41.0	40.1
ดินเหนียว (clay), %	58.0	59.0
แอกทิวิตี้ (Activity)	0.67	0.63
ความถ่วงจำเพาะ	2.76	2.74
Bulk density, tcm	1.613	1.600
Dry density, tcm	0.988	0.939
Degree of Saturation, %	100.2	100.9
Natural Void Ratio	1.735	1.880
Overconsolidation Ratio (OCR)	1.40	1.13
Maximum past pressure ( $\bar{\sigma}_{vm}$ )	0.63ksc	0.70ksc
Overburden pressure ( $\bar{\sigma}_{vc}$ )	0.45ksc	0.62ksc

ตารางที่ 4.1 คุณสมบัติทั่ว ๆ ไปของตัวอย่างดิน

ดินทั้งสองความลึกนี้มีคุณสมบัติใกล้เคียงกันมาก ดินส่วนบน (4.50-5.00 เมตร) มีการเปลี่ยนแปลงของคุณสมบัติต่าง ๆ มากกว่าดินส่วนล่าง เนื่องจากอยู่ใกล้กับ CRUST ZONE ของดินกรุงเทพฯ และค่าสัดส่วนโอเวอร์คอนโซลิเดชัน (Overconsolidation Ratio, OCR) ก็มากกว่าด้วย

#### 4.2 การทดสอบคอนโซลิเดชัน

ความสัมพันธ์ของ  $e$ - $\log p$  (void ratio v.s. log of vertical effective stress, ช่องว่างในมวลดินกับค่าล็อกกะริธึมของความเค้นประสิทธิผลในแนวตั้ง) ของตัวอย่างจากระดับความลึก 4.50-5.00 เมตรและ 7.00-7.50 เมตร แสดงไว้ในรูปที่ 4.1 และ 4.2 การทดสอบนี้เว้นช่วง 24 ชั่วโมงสำหรับการเพิ่มความเค้นแต่ละครั้ง จุดประสงค์ของการทดสอบนี้เพื่อหาค่าความเค้นสูงสุดในอดีต (maximum past pressure,  $\bar{\sigma}_{vm}$ ) ของดินที่ศึกษาเท่านั้น และใช้วิธีการของ CASAGRANDE ในการหาค่า  $\bar{\sigma}_{vm}$  ในที่นี้ ดินจากระดับความลึก 4.50-5.00 เมตร มีค่า  $\bar{\sigma}_{vm} = 0.63$  กก/ซม<sup>2</sup>. OCR = 1.40 ดินจากระดับความลึก 7.00-7.50 เมตร มีค่า  $\bar{\sigma}_{vm} = 0.70$  กก/ซม<sup>2</sup>. OCR = 1.13

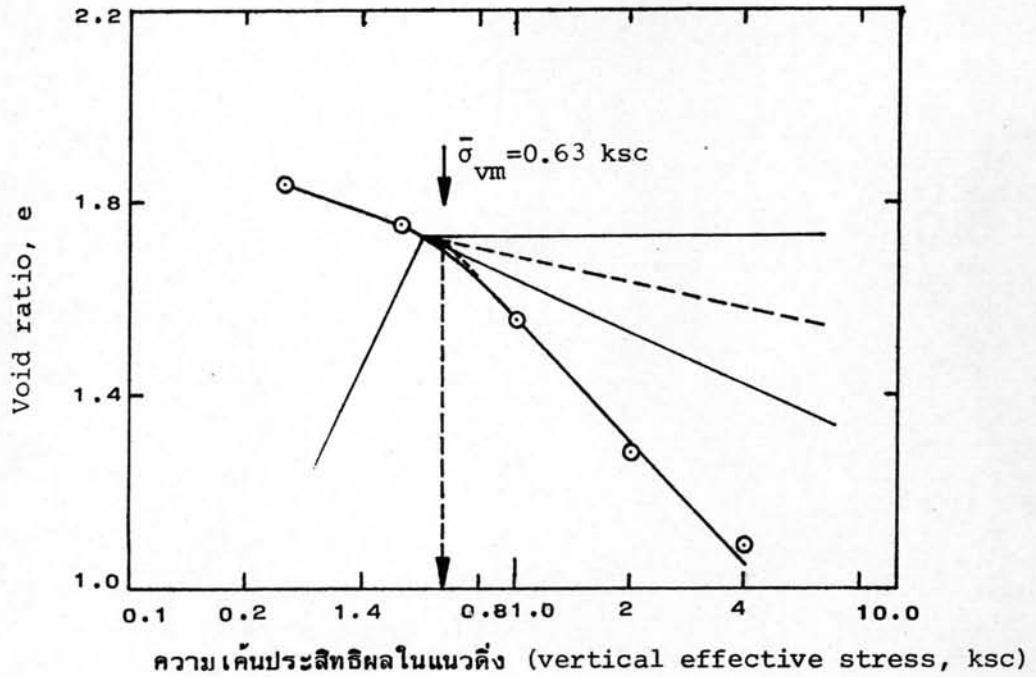
#### 4.3 การทดสอบไตรแอกเซียล

4.3.1 การทดสอบ UU และ UU-RE (Unconsolidated Undrained Triaxial Compression Test)

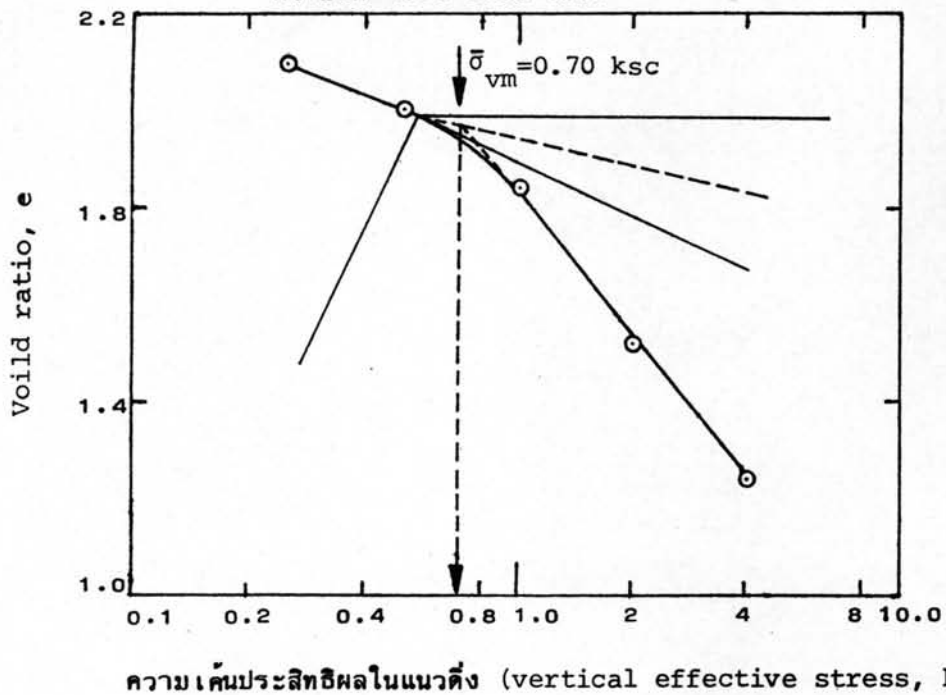
การทดสอบ UU นี้ ดินเหนียวอยู่ในสภาพอิ่มน้ำเต็มที่ ( $s=1$ ) โดยใช้หลักการ  $\phi = 0$  ( $\phi = 0$  concept) ในการหาค่ากำลังรับแรงเฉือนแบบอันเดรอน นั่นคือเมื่อ  $\phi = 0$  ค่า  $\left(\frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2}\right)_{max}$  จากการทดสอบ UU จึงเป็นค่ากำลังรับแรงเฉือนของดิน

และปริมาณความชื้นในตัวอย่างขณะทดสอบใกล้เคียงหรือเท่ากับความชื้นในดินตามธรรมชาติ

ความเค้นประสิทธิผลในตัวอย่างจะมีอยู่เท่าที่จะรักษาคุณภาพของตัวอย่างให้เหมือนจริงที่สุดได้ขณะทำการเก็บขึ้นมา และจะไม่คอนโซลิเดตสร้างสภาพระบบความเค้นประสิทธิผลให้กับตัวเองใหม่ ระบบความเค้นที่ใช้กับการทดสอบนี้คือให้ความดันเซลล์ขณะทดสอบ เท่ากับความเค้น



รูปที่ 4.1 ผลของของความเค้นประสิทธิผลในแนวตั้งกับ void ratio ของดินระดับความลึก 4.50-5.00 เมตร



รูปที่ 4.2 ผลของของความเค้นประสิทธิผลในแนวตั้งกับ void ratio ของดินระดับความลึก 7.00-7.50 เมตร

รวมทั้งถมในแนวตั้งตามธรรมชาติ ( $\sigma_{v0}$ ) ซึ่งจะทำให้ความเค้นรวมแนวราบขณะทดสอบ สูงกว่าในสนาม เนื่องจากดินในกรุงเทพฯ มีค่า  $K_0$  น้อยกว่า 1.0

ผลการทดสอบ UU และ UU-RE ของดินระดับความลึก 4.50-5.00 เมตร และ 7.00-7.50 เมตรแสดงไว้ในตารางที่ 4.2 และพลอตของความเค้นดิวเอดอร์ (deviator stress,  $\sigma_1 - \sigma_3$ ) เทียบกับ strain แสดงไว้ในรูปที่ 4.3 และ 4.4 ซึ่งเป็นผลการทดสอบ UU ของตัวอย่างที่แกนทำมุมต่าง ๆ กับแนวตั้งธรรมชาติ ( $\beta^0$ ) ทั้งตัวอย่างที่ถูกรบกวนน้อยที่สุด (Undisturbed, UND) และตัวอย่างที่ถูกคลุกเคล้า (Remolded condition, RE) พบว่าทั้งตัวอย่างที่ความลึก 4.50-5.00 เมตรและ 7.00-7.50 เมตรเป็นดังนี้

1. ความเค้นดิวเอดอร์เพิ่มขึ้นเร็วในช่วง 0-4 % strain แรก สำหรับตัวอย่างที่ถูกรบกวนน้อยที่สุด  $\sigma_1 - \sigma_3$  จะถึงค่าสูงสุดที่ประมาณ 3-6 % strain ส่วนตัวอย่างที่ถูกคลุกเคล้า นั้น ( $\sigma_1 - \sigma_3$ )<sub>max</sub> จะเกิดที่ strain มากกว่า คือในช่วง 8-12%

2. กำลังรับแรงเฉือนแบบอันเดรน,  $S_{u,UND}$  ลดลงเมื่อ  $\beta^0$  เพิ่มขึ้น (ดูตาราง 4.2) ค่าเปรียบเทียบของ  $S_u$  ที่แกนตัวอย่างทำมุมต่าง ๆ กับแนวตั้งธรรมชาติ พิจารณาได้ชัดเจนจากสัดส่วนของ  $S_{u\beta}/S_{uv}$

เมื่อคลุกเคล้าตัวอย่างที่ความชื้นเกือบเท่าค่าเดิม (ต่างกันอย่างมาก 1%) แล้วทดสอบใหม่ ตัวอย่างที่แต่ละระดับความลึก  $S_{u,RE}$  ของตัวอย่างที่มี  $\beta^0$  ต่างกัน จะมีค่าใกล้เคียงกันมาก อาจจะเป็นเพราะมีปริมาณความชื้นใกล้เคียงกันและมีโครงสร้างของดินอยู่ในลักษณะเดียวกัน ในรูปของโครงสร้างระเกะระกะ (Random structure) ซึ่งจะทำให้ดินมีคุณสมบัติไอโซทรอปีย์ (isotropic properties) (ROSENQVIST, 1959) จึงมีพฤติกรรมเหมือนกัน (ดูรูป 4.3 และ 4.4 ประกอบ)

ขั้นแรกนั้น ตัวอย่างทั้ง 3 แบบ ( $\beta = 0^0, 45^0 \& 90^0$ ) ถูกเก็บด้วยวิธีเดียวกัน ควบคุมสิ่งต่าง ๆ ได้เหมือนกัน ถ้าสมมุติได้ว่าตัวอย่างถูกรบกวนเท่ากัน และทดสอบในลักษณะเดียวกันคือ ทำการทดสอบแบบ UU ดังนั้น ผลการเปรียบเทียบกำลังรับแรงเฉือนแบบ

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบ Unconsolidated Undrained Triaxial Compression Tests (UU)

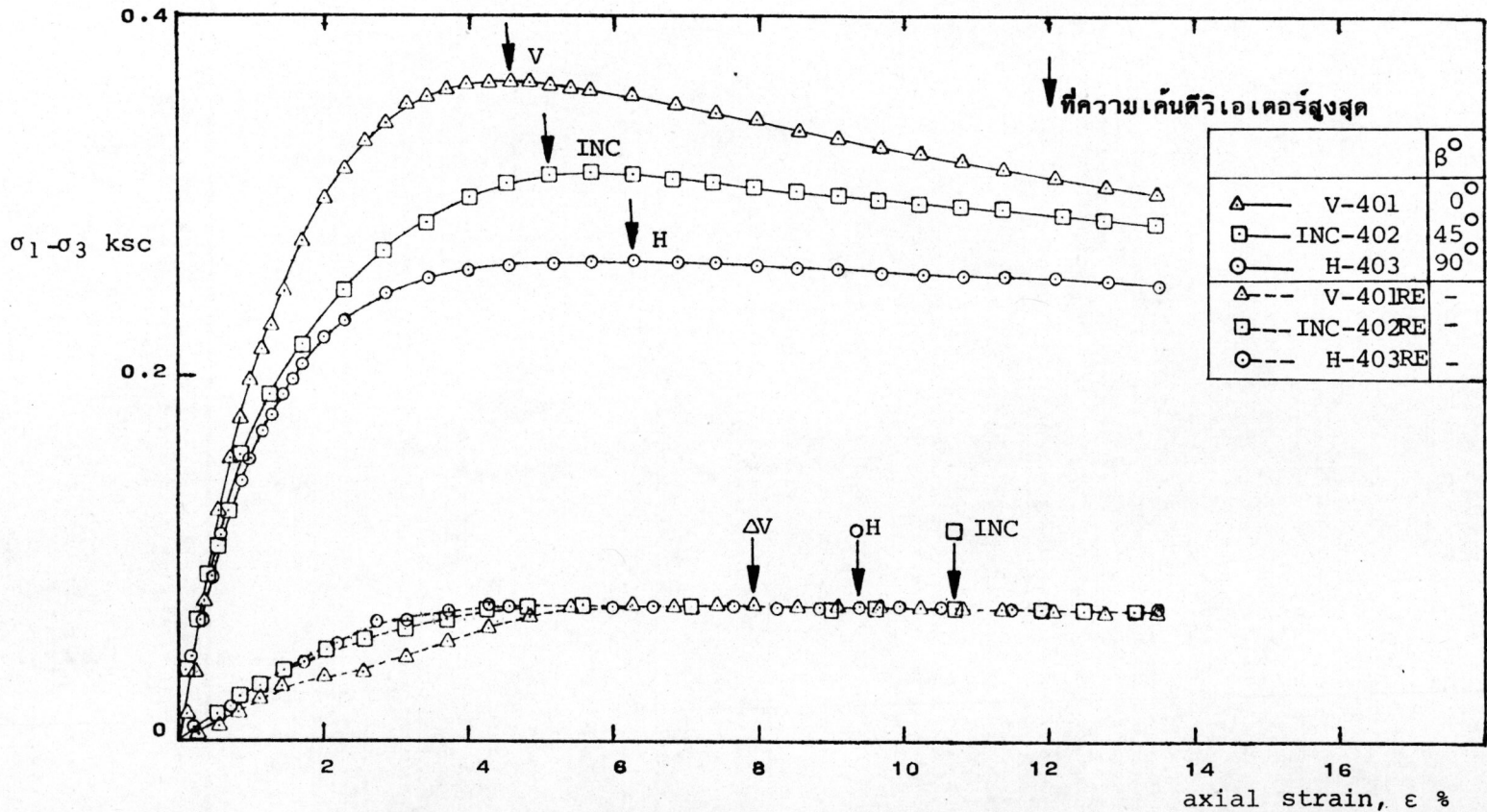
ความลึก เมตร	หมายเลข ตัวอย่าง	$S_u$ ksc	$S_u/\bar{\sigma}_{vc}$	$\epsilon_f, \%$	$S_{u\beta}/S_{uv}$	$S_t$	$E_u$ ksc	$E_u/S_u$	$E_{u\beta}/E_{uv}$	W %	$\beta^\circ$	$\sigma_c$ ksc
4.50 -5.00	V-401	0.1813	0.403	4.54	1.000	4.91	11.338	62.53	1.000	69.12	0°	0.800
	INC-402	0.1568	0.347	5.67	0.865	4.28	9.180	58.62	0.810	66.57	45°	
	H-403	0.1321	0.292	6.25	0.729	3.59	8.263	62.55	0.729	62.19	90°	
	V-401RE	0.0369	0.082	7.94	1.000	-	-	-	-	68.58	-	0.800
	INC-402RE	0.0366	0.081	10.76	0.988	-	-	-	-	66.05	-	
	H-403RE	0.0368	0.082	9.38	1.000	-	-	-	-	62.00	-	
7.00 -7.50	V-701	0.2075	0.335	3.13	1.000	5.21	10.930	52.67	1.000	68.79	0°	1.220
	INC-702	0.1798	0.290	3.98	0.867	4.17	8.990	50.00	0.823	77.08	45°	
	H-703	0.1576	0.254	4.57	0.760	4.00	7.880	50.00	0.721	71.33	90°	
	V-701RE	0.0398	0.064	11.92	1.000	-	-	-	-	68.35	-	1.220
	INC-702RE	0.0431	0.070	9.25	1.094	-	-	-	-	76.67	-	
	H-703RE	0.0394	0.064	11.03	1.000	-	-	-	-	70.97	-	

$\sigma_c$  = ความดันเซลล์ (cell pressure ใช้เท่ากับค่า  $\sigma_{vo}$ )

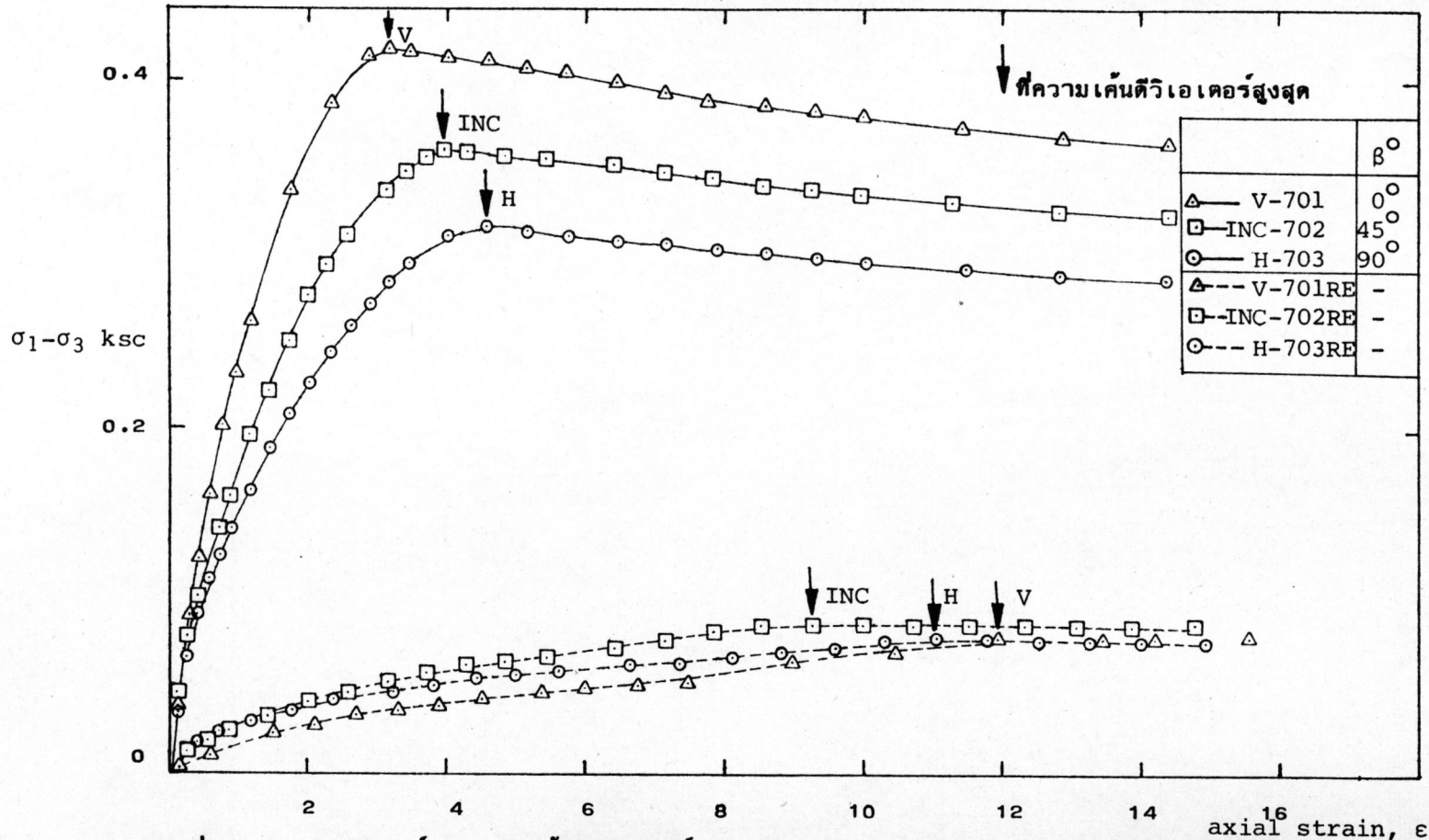
$\bar{\sigma}_{vo}$  = ความเค้นทับถมประสิทธิผลแนวตั้ง (effective vertical overburden pressure), คำนวณโดยใช้ hydrostatic pore pressure

$E_u$  = ซีแคนท์โมดูลัสที่  $(\sigma_1 - \sigma_3)/2$  (Secant modulus at half deviator stress)

$S_t$  = ความไว (Sensitivity =  $\frac{S_u - \text{undisturbed}}{S_u - \text{remolded}}$ )



รูปที่ 4.3 ความสัมพันธ์ของความเค้นดิวเอเตอร์ (deviator stress,  $\sigma_1 - \sigma_3$ ) กับ axial strain จากการทดสอบ Unconsolidated Undrained Triaxial Compression Test (UU) ของตัวอย่างที่ถูกรบกวนน้อยที่สุด (undisturbed) และตัวอย่างที่ถูกคลุกเคล้าใหม่ (remolded) ของดินจากระดับความลึก 4.50-5.00 เมตร



รูปที่ 4.4 ความสัมพันธ์ของความเค้นดิวเเตอร์ (deviator stress,  $\sigma_1 - \sigma_3$ ) กับ axial strain จากการทดสอบ Unconsolidated Undrained Triaxial compression test (UU) ของตัวอย่างที่ถูกรบกวนน้อยที่สุด (Undisturbed) และตัวอย่างที่ถูกคลุกเคล้าใหม่ (remolded) ของดินจากระดับความลึก 7.00-7.50 เมตร

อันแทรกอนของตัวอย่างทั้ง 3 แบบ จะแสดงถึงคุณสมบัติของแอนไอโซทรอปีย์ประจำตัว (inherent anisotropy) แต่ค่าคุณสมบัติที่วัดได้อาจไม่ใช่เป็นค่าจริงนักเนื่องจากตัวอย่างถูกรบกวน เห็นได้ชัดจากตารางที่ 4.2 ว่า เมื่อตัวอย่างถูกรบกวนมาก ๆ คุณสมบัติแอนไอโซทรอปีย์ของดินจะหายไป (เปรียบเทียบ UU กับ UU-RE ตารางที่ 4.2)

3. พฤติกรรมแอนไอโซทรอปีย์ของดินระดับความลึก 4.50-5.00 เมตร และ 7.00-7.50 เมตรคล้ายคลึงกัน เพราะฉะนั้น in situ OCR อาจจะไม่ใช่ว่าจะใหญ่หรือเป็นเพราะ OCR ของทั้งสองตัวอย่างนี้ต่างกันน้อยเกินไปก็ได้

4. ค่าโมดูลัสแบบอันแทรกอน,  $E_u$  ของตัวอย่างแบบดั้งเดิมมีค่ามากที่สุดและลดลงเมื่อ  $\beta^0$  เพิ่มขึ้น หรือพิจารณาเปรียบเทียบของ  $E_u$  กับทิศทางจากค่าของสัดส่วน  $\frac{E_{u\beta}}{E_{uv}}$  (ดูตาราง 4.2 ประกอบ) ส่วนค่าของ  $E_u/S_u$  มีค่าใกล้เคียงกันมากสำหรับทุกค่าของ  $\beta^0$  แต่มีค่าต่างกันสำหรับดินแต่ละระดับความลึก  $E_u/S_u$  ของดินระดับความลึก 4.50-5.00 เมตร (OCR = 1.40) มีค่าสูงกว่าของดินระดับความลึก 7.00-7.50 เมตร (OCR 1.13) ประมาณ 20 %

5. เมื่อตัวอย่างถูกคลุกเคล้า  $S_u$  ของดินนี้ลดลง ซึ่งจะมากน้อยเท่าไรเทียบกับค่าเดิม พิจารณาได้จากค่าความไว (Sensitivity,  $S_t$ ) โดยที่  $S_t = \frac{S_{u,UND}}{S_{u,RE}}$  (ถูกรบกวนน้อยที่สุด) ในที่นี้ ดินที่ทดสอบมีความไวระดับ "Very sensitive clay" ( $S_t = 4-8$ ) ตามการจำแนกของ ROSENQVIST (1953) การคลุกเคล้าดินทำให้การยึดเกาะกันด้วยตัวประสาน (cemented bonds) ระหว่างเม็ดดินแตกหัก การจัดเรียงตัวของเม็ดดินเปลี่ยนไปอยู่ในลักษณะที่กำลังลดลง เกิดความดันน้ำระหว่างเม็ดดินขึ้นระหว่างการคลุกเคล้า ความเค้นประสิทธิผลในดินจะลดลงถึงค่าต่ำสุด ทำให้กำลังรับแรงเฉือนแบบอันแทรกอนลดลงกว่าเดิมเป็นจำนวนหลายเท่า แล้วแต่ชนิดของดินว่าจะรับผลจากการคลุกเคล้ามากน้อยเพียงไร

สิ่งที่สำคัญที่สุดสำหรับการทดสอบ UU คือ คุณภาพของตัวอย่าง  $S_u$  ของตัวอย่างที่ถูกรบกวนน้อยที่สุดจะใกล้เคียงกับค่าจริงที่สุด โดยทั่วไปการเก็บตัวอย่างอย่างสมบูรณ์มักจะทำไม่ค่อยได้ สิ่งนี้จึงเป็นปัญหาใหญ่ของการทดสอบแบบนี้ เพราะ  $S_u$  ที่วัดได้มักจะต่ำกว่าค่าจริง และคุณสมบัติทางแอนไอโซทรอปีย์ที่วัดได้ก็น้อยกว่าความเป็นจริง



การทดสอบ UU นั้น ตัวอย่างมักจะมีค่าความเค้นประสิทธิผลก่อนการทดสอบต่ำกว่าค่าจริงตามธรรมชาติ วิธีหนึ่งที่จะทำให้ได้ผลการทดสอบดีขึ้นคือ คอนโซลิเดชันตัวอย่างแบบไอโซทรอปีย์เสียก่อนแล้วค่อยทดสอบด้วยการเพิ่มแรงอัดจนถึงขั้นวิบัติ และวัดความดันน้ำในตัวอย่างตลอดการทดสอบ การทดสอบแบบนี้จะเป็นการทดสอบที่ตัวอย่างมีความเค้นประสิทธิผลสูงขึ้น และจะทำให้มีค่าของความเค้นประสิทธิผลตามระดับต่าง ๆ ตามที่ต้องการ ผลการทดสอบยังสามารถแสดงได้ทั้งในเทอมของความเค้นรวมและความเค้นประสิทธิผล ซึ่งทำให้ทราบถึงสาเหตุของแอนไอโซทรอปีย์ได้ดียิ่งขึ้น ผลของการทดสอบแบบดังกล่าวจะเสนอในหัวข้อต่อไป

4.3.2 การทดสอบ  $\overline{\text{CIUC}}$  (Isotropically Consolidated Undrained Triaxial Compression Test with Pore Pressure Measurements)

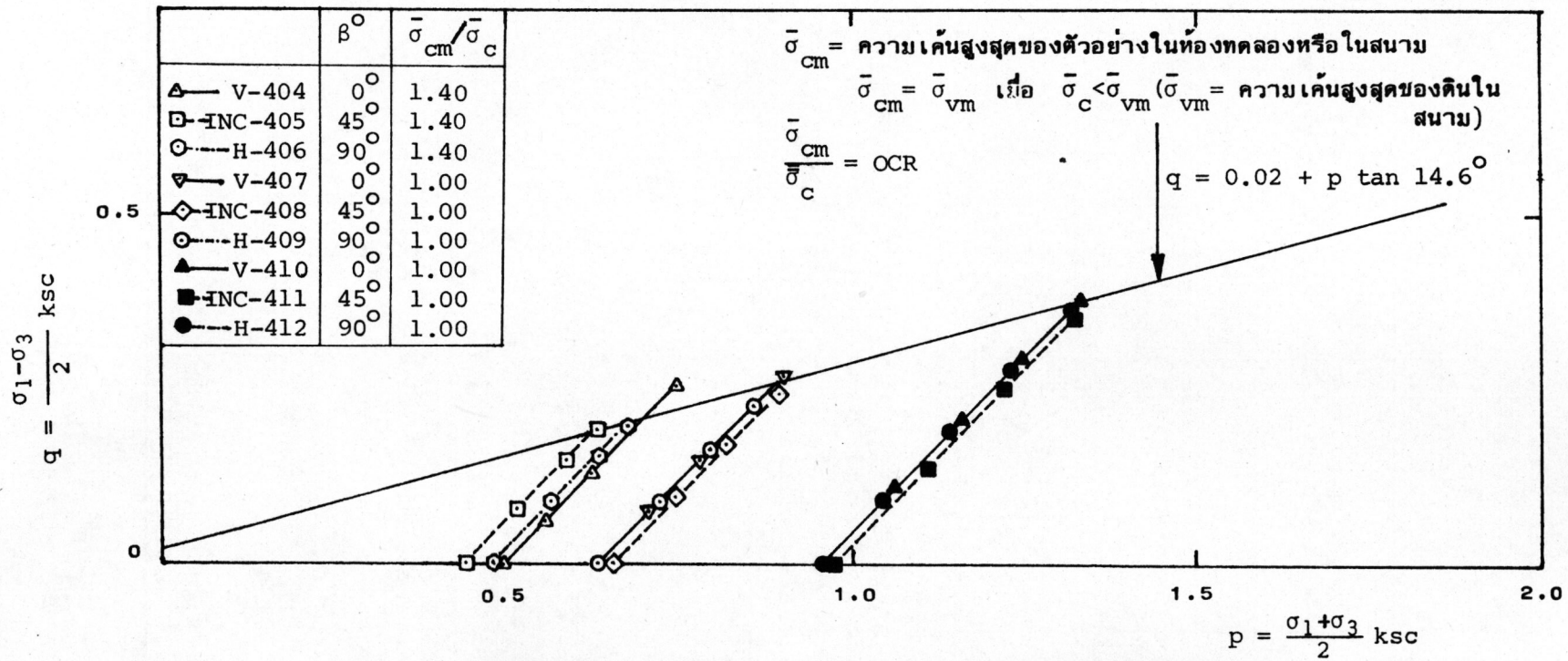
การทดสอบ  $\overline{\text{CIUC}}$  นี้ เพื่อวัดว่าคุณสมบัติทางค้ำแอนไอโซทรอปีย์ของแรงเฉือนเนื่องมาจากแอนไอโซทรอปีย์ประจำตัว (inherent anisotropy) ว่าเป็นอย่างไร โดยใช้  $\bar{\sigma}_c = \bar{\sigma}_{v0}$  และเพื่อดูว่าเมื่อใช้  $\bar{\sigma}_c$  สูง พฤติกรรมของดินทางค้ำแอนไอโซทรอปีย์จะเปลี่ยนแปลงไปหรือไม่ การทดสอบชนิดนี้จะดีกว่าการทำทดสอบแบบ UU คือผลของการรบกวนต่อตัวอย่าง (disturbance) ที่มีต่อพฤติกรรมทางแอนไอโซทรอปีย์จะมีน้อยลงไป แต่ข้อเสียก็คือ ถ้าใช้  $\bar{\sigma}_c$  สูงเกินไป อาจมิได้ผลของแอนไอโซทรอปีย์ประจำตัวที่แท้จริง ตารางที่ 4.3 และ 4.4 แสดงถึงโปรแกรมของการทดสอบ

#### 4.3.2.1 ทางเดินของความเค้น

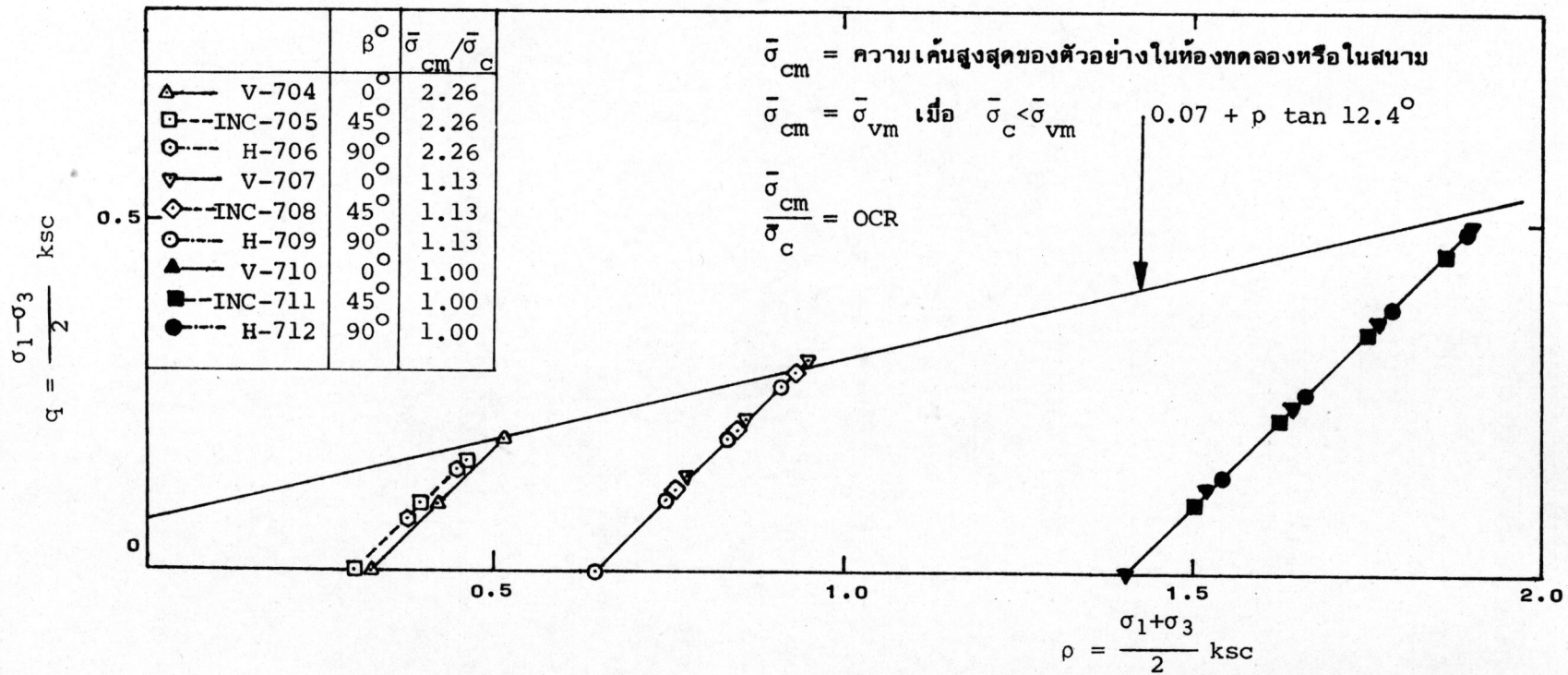
4.3.2.1.1 ทางเดินของความเค้นรวมและเอนเวอรัลของการวิบัติ

ทางเดินของความเค้นรวม (พลอทของ  $p$  กับ  $q$ ) ระหว่างการทดสอบ แสดงไว้ในรูปที่ 4.5 และ 4.6 ทางเดินของความเค้นรวมของทุกตัวอย่าง เป็นเส้นตรงทำมุม  $45^\circ$  กับแกน  $p$  หันไปทางขวามือ ขนาดของความดันเซลล์และทิศทางของแกนตัวอย่างไม่มีอิทธิพลต่อทิศทางของทางเดินของความเค้นรวม

เส้นตรงจากสมการถดถอย (regression equations) ที่ลากผ่านจุดวิบัติของตัวอย่างเป็นเอนเวอรัลของการวิบัติ พบว่า ตัวอย่าง



รูปที่ 4.5 ทางเดินของความเค้นรวมและ เอนเวอรัลอปของกำลังของการทดสอบ CIUC ของดินระดับความลึก 4.50-5.00 เมตร



รูปที่ 4.6 ทางเดินของความเค้นรวมและเอนเวอรัลของกำลังของการทดสอบ CIUC ของดินระดับความลึก 7.00-7.50 เมตร

ที่มี  $\beta^0$  ต่างกัน มีรอนเวลลอปของการวิบัติเป็นเส้นตรงเดียวกัน และดินจากระดับความลึก 4.50-5.00 เมตร มี  $a = 0.02$  กก/ซม<sup>2</sup>.  $\alpha = 14.6^0$  ดินจากระดับความลึก 7.00-7.50 เมตร มี  $a = 0.07$  กก/ซม<sup>2</sup>.  $\alpha = 12.4^0$

เอนเวลลอปของการวิบัตินี้ได้จากการทดสอบ CIUC จากตัวอย่างทั้งหมด ความลึกละ 9 ตัวอย่าง ที่  $\beta = 0^0, 45^0$  และ  $90^0$  ดังรายละเอียดแสดงไว้ในตารางที่ 4.3 และ 4.4

4.3.2.1.2 ทางเดินของความเค้นประสิทธิผลและ เอนเวลลอปของการวิบัติ

ทางเดินของความเค้นประสิทธิผล (ผลของ  $\bar{p}$  กับ  $q$ ) ระหว่างการทดสอบ แสดงไว้ในรูปที่ 4.7 และ 4.8 ที่ขณะใด ๆ ทางเดินของความเค้นประสิทธิผลเบี่ยงเบนออกจากทางเดินของความเค้นรวมเป็นระยะเท่ากับความดันน้ำที่เกิดขึ้นในตัวอย่างระหว่างการทดสอบ (pore pressure,  $u$ ) ดินนอร์มัลลีสคอนโซลิเดต (OCR = 1.0) ทางเดินของความเค้นประสิทธิผลค่อย ๆ เบี่ยงเบนไปทางซ้ายเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงจุดวิบัติ ดินที่มีสัดส่วนโอเวอร์คอนโซลิเดชัน (OCR) = 1.13 และ 1.40 มีรูปร่างของ ESP คล้ายกับของดินที่มี OCR = 1.0 แต่การเบี่ยงเบนไปจะน้อยกว่า และดินที่มี DCR = 2.26 ESP จะเบี่ยงเบนไปน้อย

ดินที่มี  $\beta^0$  ต่างกันและมี OCR เท่ากัน ทางเดินของความเค้นประสิทธิผลมีรูปร่างเหมือนกัน แต่ไม่เป็นเส้นเดียวกัน มีการเบี่ยงเบนออกจากกันบ้าง เนื่องจากความแตกต่างกันของ  $\Delta u$  (excess pore pressure) ของแต่ละตัวอย่างระหว่างการทดสอบ เอนเวลลอปของการวิบัติในรูปของความเค้นประสิทธิผลของตัวอย่างที่มี  $\beta$  ต่างกันจะเท่ากัน (นั่นคืออันเดียวกัน) ดูรูป 4.9 และ 4.10

สำหรับดินที่มี stress history ต่างกัน ดินโอเวอร์คอนโซลิเดตและนอร์มัลลีสคอนโซลิเดต พบว่า การวิบัติของดินที่  $(\sigma_1 - \sigma_3)_{max}$  และ  $(\frac{\sigma_1}{\sigma_3})_{max}$  ส่วนใหญ่เกิดที่ค่า axial strain เดียวกัน เพราะฉะนั้น ถือได้ว่าไม่มีความแตกต่างกันของพารามิเตอร์ของกำลัง ( $\bar{a}$  &  $\bar{\alpha}$ ) ซึ่งหาจากบรรทัดฐานการวิบัติทั้งสอง (ดูรูป

ตารางที่ 4.3 Summary of Isotropically Consolidated Undrained Triaxial Compression Tests on Samples from 4.50-5.00 meters depth, stress-strain data.

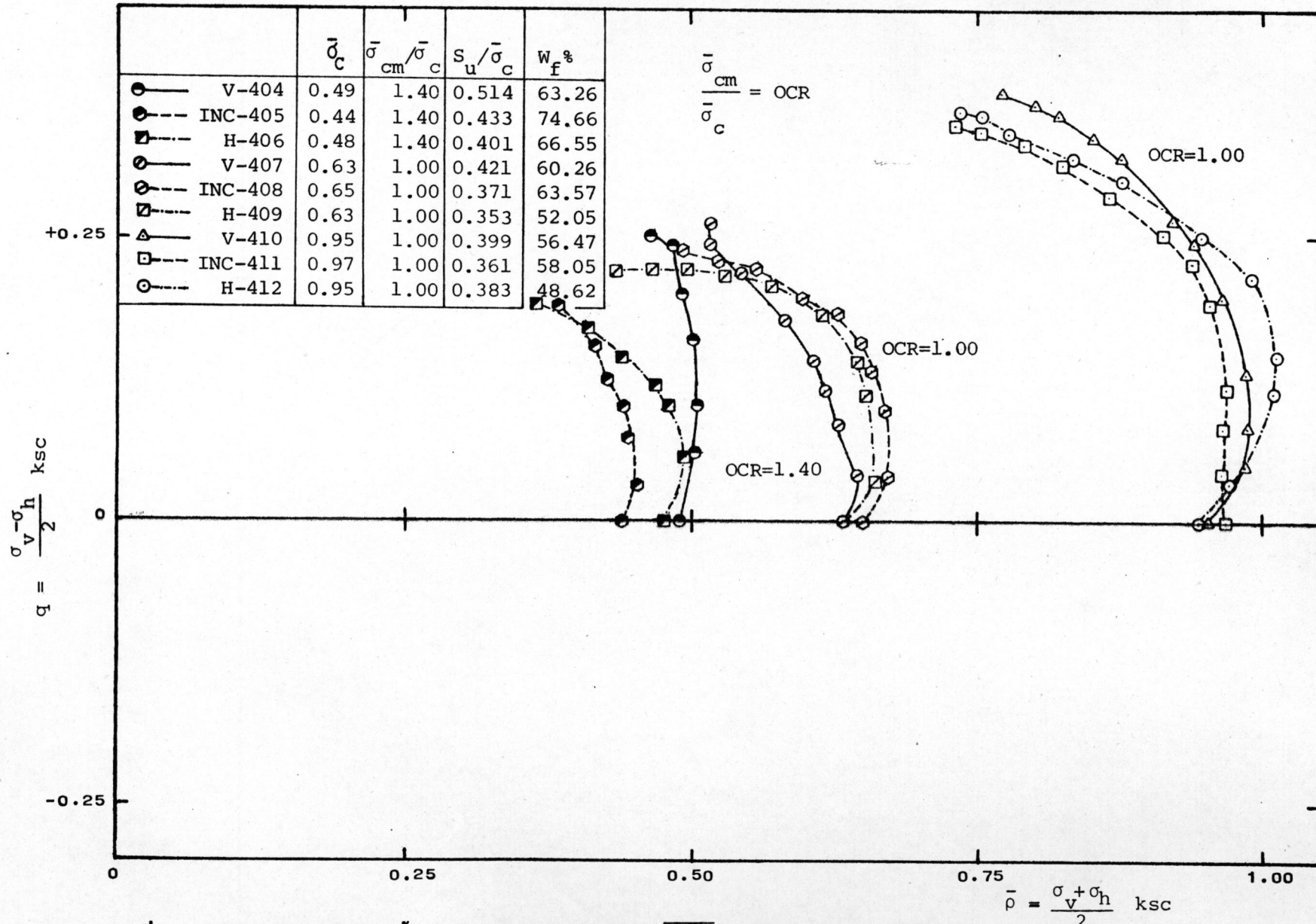
Test No.	$\bar{\sigma}_c$ ksc	B	At $(\bar{\sigma}_1 - \bar{\sigma}_3)_{max}$						At $(\bar{\sigma}_1 / \bar{\sigma}_3)_{max}$						$\beta^\circ$	Remarks
			$\epsilon \%$	$\bar{p}_f$ ksc	$S_u$ ksc	$\frac{S_u}{\bar{\sigma}_c}$	$\frac{\bar{\sigma}_1}{\bar{\sigma}_3}$	$A_f$	$\epsilon \%$	$\bar{p}_f$ ksc	$S_u$ ksc	$\frac{S_u}{\bar{\sigma}_c}$	$\frac{\bar{\sigma}_1}{\bar{\sigma}_3}$	$A_f$		
V-404	0.490	0.98	3.79	0.4618	0.2518	0.514	3.398	0.556	3.79	0.4618	0.2518	0.514	3.398	0.556	0°	$\bar{\sigma}_c = \bar{\sigma}_{vo}$ =0.45 ksc
INC-405	0.440	1.00	4.59	0.3804	0.1904	0.433	3.004	0.657	4.59	0.3804	0.1904	0.433	3.004	0.657	45°	
H-406	0.480	0.99	5.92	0.3625	0.1925	0.401	3.265	0.805	5.92	0.3625	0.1925	0.401	3.265	0.805	90°	
V-407	0.630	0.97	4.08	0.5150	0.2650	0.421	3.120	0.717	5.82	0.4803	0.2603	0.413	3.366	0.788	0°	$\bar{\sigma}_c = \bar{\sigma}_{vm}$ =0.63 ksc
INC-408	0.650	0.99	5.73	0.4907	0.2407	0.371	2.926	0.831	5.73	0.4907	0.2407	0.371	2.926	0.831	45°	
H-409	0.630	0.99	7.08	0.4320	0.2220	0.353	3.114	0.946	7.08	0.4320	0.2220	0.353	3.114	0.946	90°	
V-410	0.950	0.99	5.45	0.7688	0.3788	0.399	2.943	0.739	5.45	0.7688	0.3788	0.399	2.943	0.739	0°	$\bar{\sigma}_c = 1.5 \bar{\sigma}_{vm}$ =0.95 ksc
INC-411	0.970	0.99	6.18	0.7302	0.3502	0.361	2.843	0.843	6.18	0.7302	0.3502	0.361	2.843	0.842	45°	
H-412	0.950	1.00	4.45	0.7334	0.3634	0.383	2.964	0.798	5.93	0.6897	0.3597	0.379	3.180	0.862	90°	

B = มุมระหว่างแกนของตัวอย่างกับแนวตั้งธรรมชาติ

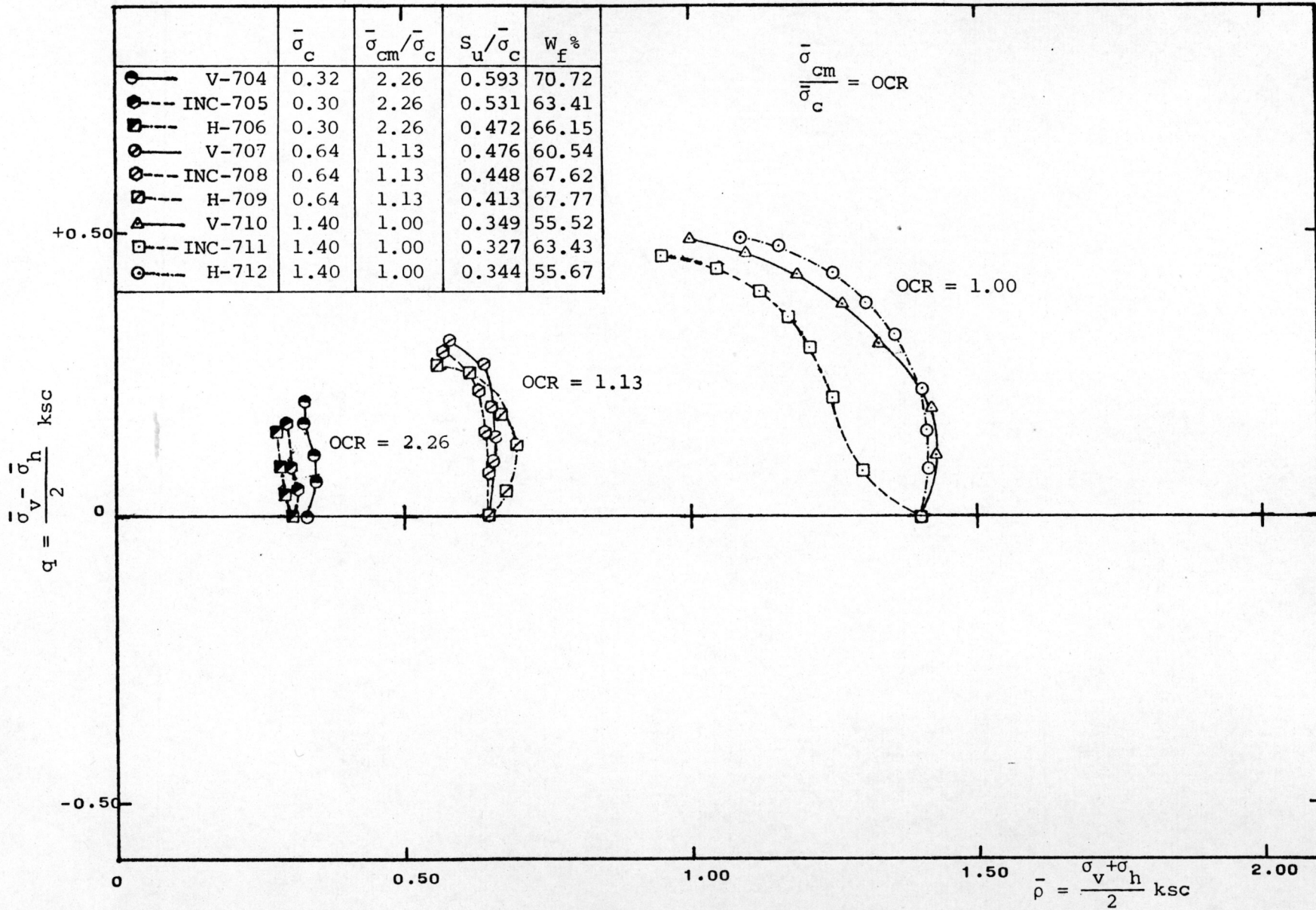
ตารางที่ 4.4 Summary of Isotropically Consolidated Undrained Triaxial Compression Test on Samples from 7.00-7.50 meters depth, stress-strain data.

Test No.	$\bar{\sigma}_c$ ksc	B	At $(\bar{\sigma}_1 - \bar{\sigma}_3)_{max}$						At $(\bar{\sigma}_1 / \bar{\sigma}_3)_{max}$						Remarks	
			$\epsilon\%$	$\bar{P}_f$ ksc	$S_u$ ksc	$\frac{S_u}{\bar{\sigma}_c}$	$\frac{\bar{\sigma}_1}{\bar{\sigma}_3}$	$A_f$	$\epsilon\%$	$\bar{P}_f$ ksc	$S_u$ ksc	$\frac{S_u}{\bar{\sigma}_c}$	$\frac{\bar{\sigma}_1}{\bar{\sigma}_3}$	$A_f$		$\beta^\circ$
V-704	0.320	0.98	6.39	0.3198	0.1898	0.593	3.920	0.501	6.39	0.3198	0.1898	0.593	3.920	0.501	0°	$\bar{\sigma}_c = 0.5\bar{\sigma}_{vo}$ =0.31 ksc
INC-705	0.300	0.97	3.40	0.2891	0.1591	0.531	3.448	0.534	3.40	0.2891	0.1591	0.531	3.448	0.534	45°	
H-706	0.300	1.00	5.17	0.2717	0.1471	0.472	3.179	0.600	5.17	0.2717	0.1471	0.472	3.179	0.600	90°	
V-707	0.640	0.98	3.78	0.5737	0.3037	0.475	3.250	0.609	3.78	0.5737	0.3037	0.475	3.250	0.609	0°	$\bar{\sigma}_c = \bar{\sigma}_{vo}$ =0.62 ksc
INC-708	0.640	0.99	4.03	0.5667	0.2867	0.448	3.048	0.628	4.32	0.5556	0.2857	0.447	3.116	0.648	45°	
H-709	0.640	0.96	5.17	0.5543	0.2643	0.413	2.822	0.662	5.17	0.5543	0.2643	0.413	2.822	0.662	90°	
V-710	1.400	1.00	7.19	0.9980	0.4880	0.349	2.914	0.912	7.19	0.9980	0.4880	0.349	2.914	0.912	0°	$\bar{\sigma}_c = 2\bar{\sigma}_{vm}$ =1.40 ksc
INC-711	1.400	1.00	5.66	0.9475	0.4575	0.327	2.867	0.995	5.66	0.9475	0.4575	0.327	2.867	0.995	45°	
H-712	1.400	0.99	6.57	1.0875	0.4875	0.344	2.625	0.841	7.16	1.0653	0.4833	0.342	2.673	0.866	90°	

N.B. OCR = 1.13

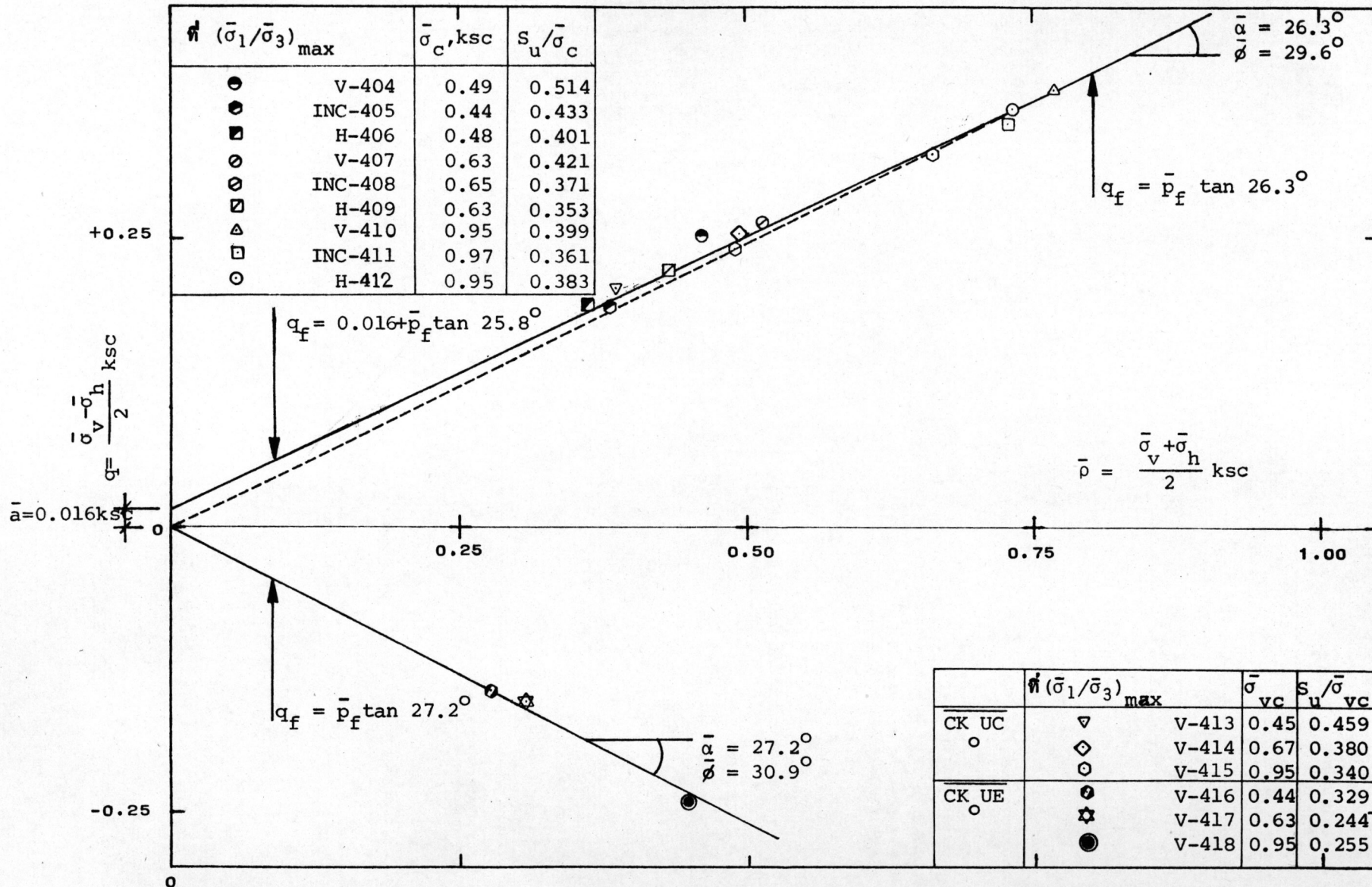


รูปที่ 4.7 ทางเดินของความเค้นประสิทธิผลของการทดสอบ CIUC ของดินระดับความลึก 4.50-5.00 เมตร

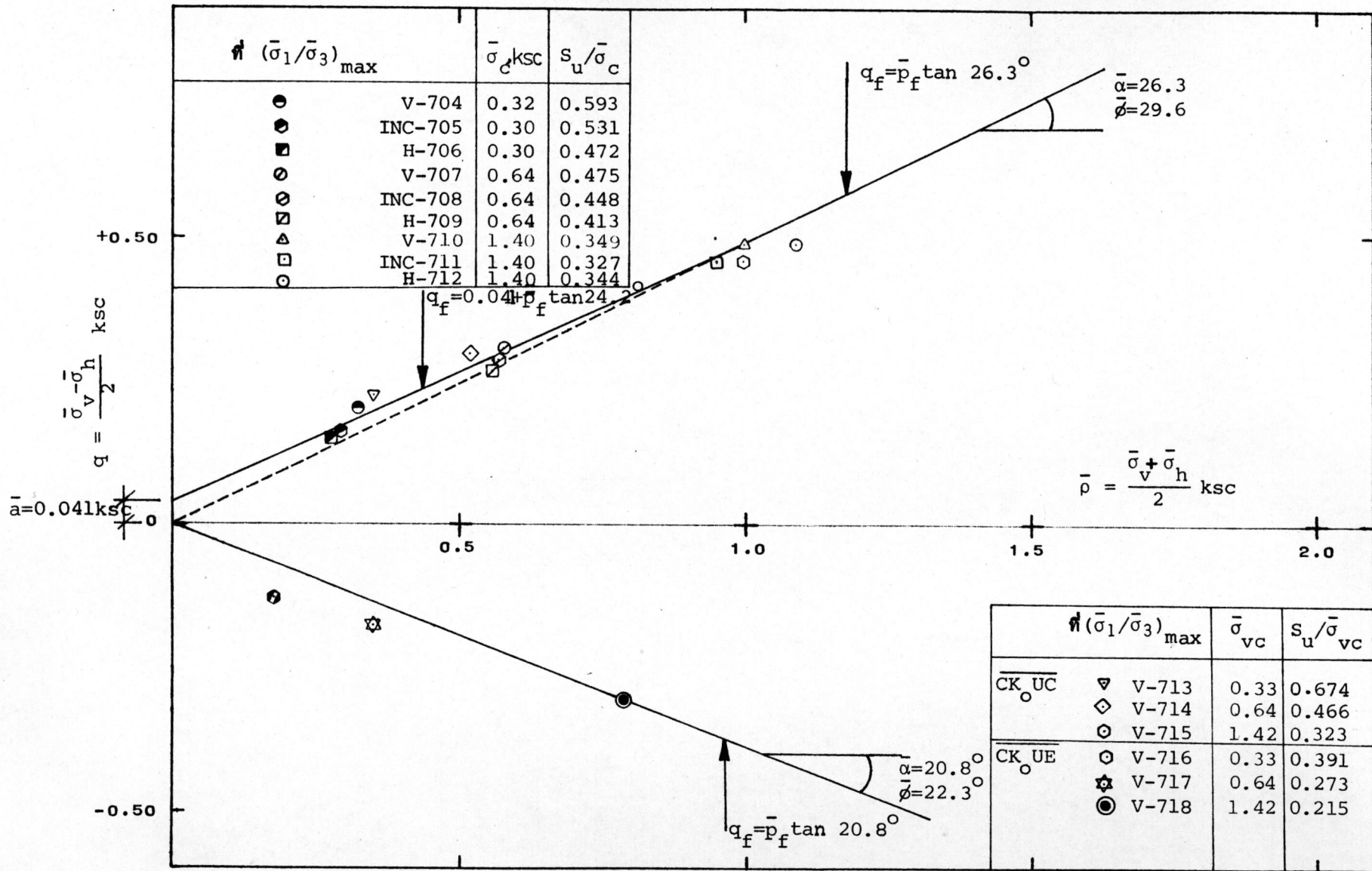


รูปที่ 4.8 ทางเดินของความเค้นประสิทธิผลของการทดสอบ CIUC ของดินระดับความลึก 7.00-7.50 เมตร





รูปที่ 4.9 เอนเวล็อปของกำลังในเทอมของความเค้นประสิทธิผล ของการทดสอบ  $\overline{CIUC}$ ,  $\overline{CK_0UC}$  &  $\overline{CK_0UE}$  ของดินระดับความลึก 4.50-5.00 เมตร



รูปที่ 4.10 เอนเวอโลปของกำลังในเทอมของความเค้นประสิทธิผล ของการทดสอบ  $\overline{CIUC}$ ,  $\overline{CK_{UC}}$  &  $\overline{CK_{UE}}$  ของดินระดับความลึก 7.00-7.50 เมตร

4.9 และ 4.10)

รูปที่ 4.9 และ 4.10 แสดงเอนเวลล์ของการวิบัติของการทดสอบ  $\overline{CIUC}$ ,  $\overline{CK_{UC}}$  &  $\overline{CK_{UE}}$  เขียนเอนเวลล์ของการวิบัติโดยอาศัยสมการถดถอย ได้พารามิเตอร์ของกำลังในเทอมของความเค้นประสิทธิผลดังนี้

ดินจากระดับความลึก 4.50-5.00 เมตร

$$\text{ช่วงโอเวอร์คอนโซลิเดต } \bar{a} = 0.016 \text{ กก/ซม}^2. \quad \bar{\alpha} = 25.8^\circ$$

$$\text{ช่วงนอร์มัลลีคอนโซลิเดต } \bar{a} = 0 \text{ กก/ซม}^2. \quad \bar{\alpha} = 26.3^\circ$$

ดินจากระดับความลึก 7.00-7.50 เมตร

$$\text{ช่วงโอเวอร์คอนโซลิเดต } \bar{a} = 0.041 \text{ กก/ซม}^2. \quad \bar{\alpha} = 24.2$$

$$\text{ช่วงนอร์มัลลีคอนโซลิเดต } \bar{a} = 0 \quad \bar{\alpha} = 26.3$$

พบว่า ดินที่มี  $\beta^0$  ต่างกัน มีเอนเวลล์ของการวิบัติเป็นเส้นเดียวกัน นั่นคือ พารามิเตอร์ของกำลังในเทอมของความเค้นประสิทธิผลมีคุณสมบัติไอโซทรอปี ความแตกต่างของค่าแรงเฉือนของดินที่มี  $\bar{\sigma}_c$  เท่า ๆ กันแต่  $\beta^0$  ต่างกัน จึงมาจากการเกิด  $\Delta u$  ที่ไม่เท่ากันของตัวอย่างที่มี  $\beta^0$  ต่างกัน ค่าแรงเฉือนที่ต่างกันอาจแสดงได้ดังนี้

ที่ความลึก 4.50-5.00 เมตร		
$\beta^0$	OCR	$S_{u(\beta)}/S_{u(\beta=0)}$
$0^\circ$	1.00	1.000
$45^\circ$	1.00	0.881
$90^\circ$	1.00	0.839
$0^\circ$	1.40	1.000
$45^\circ$	1.40	0.842
$90^\circ$	1.40	0.780

ที่ความลึก 7.00-7.50 เมตร		
$\beta^\circ$	OCR	$S_{u(\beta)}/S_{u(\beta=0^\circ)}$
$0^\circ$	1.00	1.00
$45^\circ$	1.00	0.940
$90^\circ$	1.00	0.986
$0^\circ$	1.13	1.000
$45^\circ$	1.13	0.943
$90^\circ$	1.13	0.869
$0^\circ$	2.26	1.000
$45^\circ$	2.26	0.895
$90^\circ$	2.26	0.796

$$S_u = \frac{(\sigma_1 - \sigma_3)}{2}$$

รายละเอียดเพิ่มเติมอยู่ในหัวข้อ 4.3.2.2

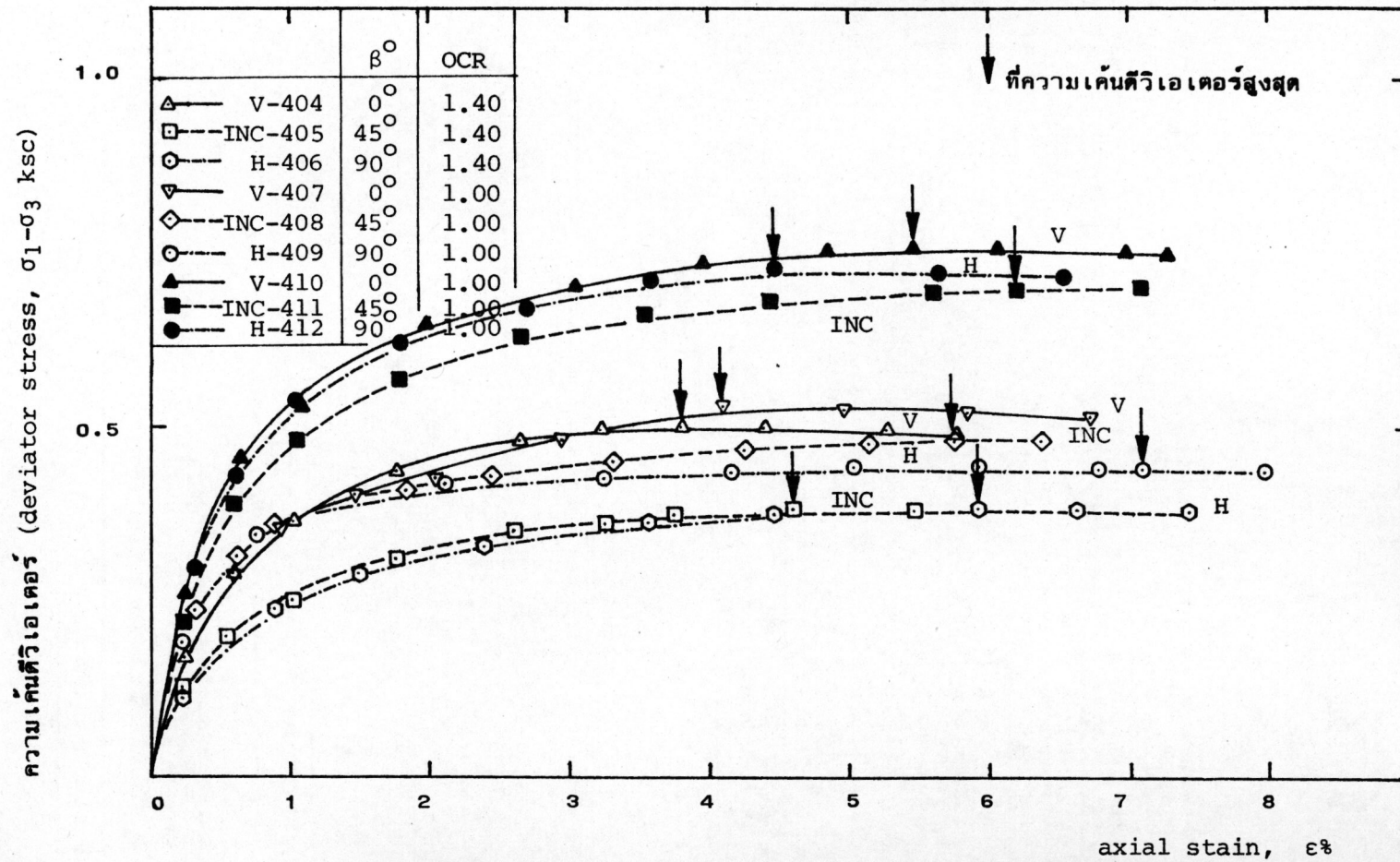
#### 4.3.2.2 พฤติกรรมของความเค้นเทียบกับ strain

##### 4.3.2.2.1 ความเค้นดิวีเอเตอร์เทียบกับ strain

พล็อตของความเค้นดิวีเอเตอร์ (deviator stress,  $\sigma_1 - \sigma_3$ ) เทียบกับ strain แสดงไว้ในรูปที่ 4.11 และ 4.12 พบว่า ทุกตัวอย่างที่ทำการทดสอบ

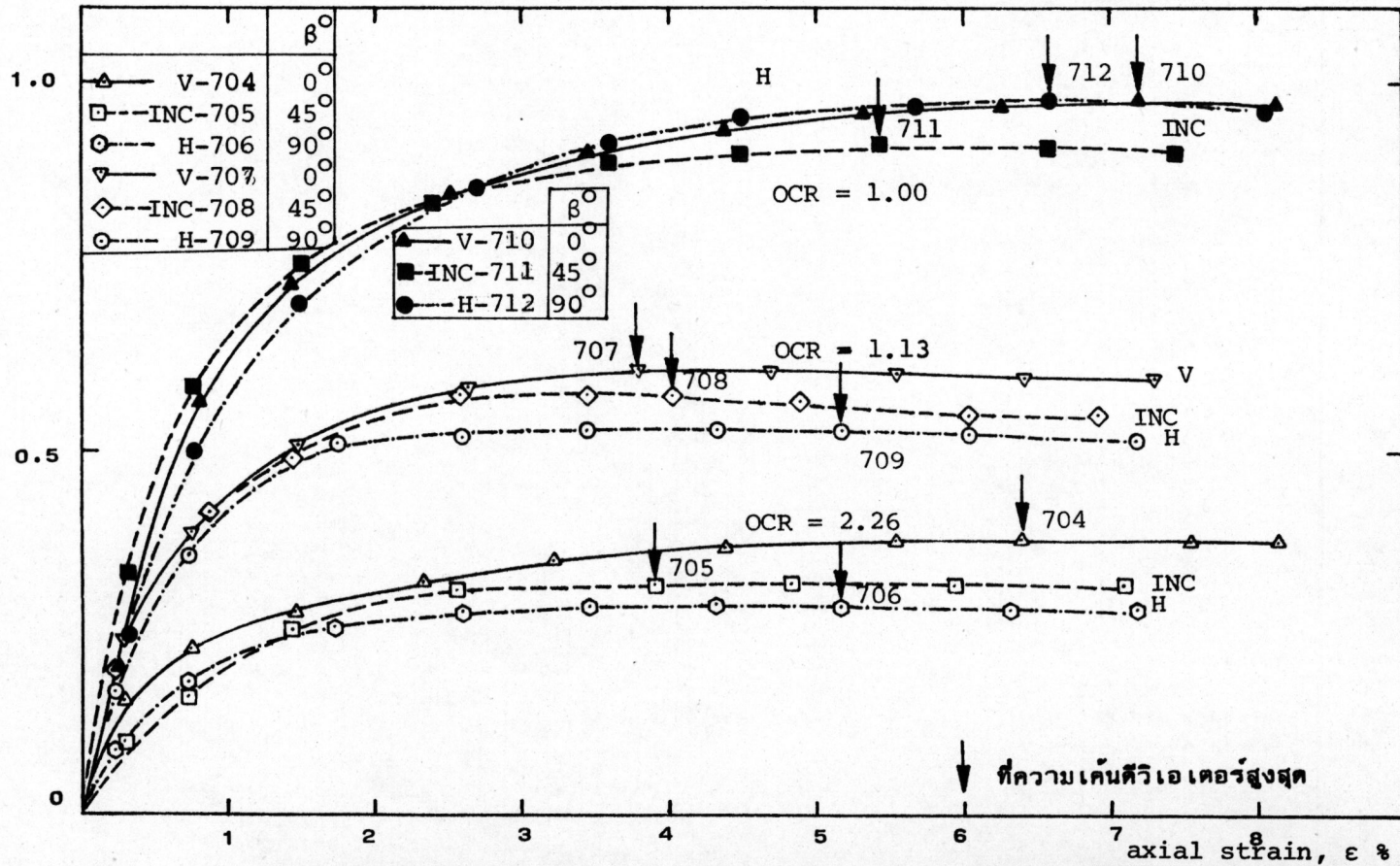
1. ความเค้นดิวีเอเตอร์เพิ่มขึ้นเร็วในช่วง 0-2 % strain และมีค่าประมาณ 90 % ของค่าสูงสุดที่ 3 % strain เมื่อความเค้นขึ้นถึงค่าสูงสุดแล้วจะลดลงเล็กน้อยหรือมีค่าคงที่

2. ขนาดของความเค้นดิวีเอเตอร์เทียบกับ strain ขึ้นกับขนาดของความเค้นคอนโซลิดชันก่อนการทดสอบ ( $\bar{\sigma}_c$ ) นั่นคือ  $(\sigma_1 - \sigma_3)_{\max}$  จะสูงขึ้นตาม  $\bar{\sigma}_c$  ที่สูงขึ้น



รูปที่ 4.11 ความสัมพันธ์ของความเค้นดิวเอเตอร์กับ axial strain ของการทดสอบ CIUC ของดินระดับความลึก 4.50-5.00 เมตร

ความเค้นดิวเอเตอร์ (deviator stress,  $\sigma_1 - \sigma_3$  ksc)



รูปที่ 4.12 ความสัมพันธ์ของความเค้นดิวเอเตอร์กับ axial strain ของการทดสอบ CIUC ของดินระดับความลึก 7.00-7.50 เมตร

### 3. ที่ค่าความเค้นคอนโซลิเดชัน ( $\bar{\sigma}_c$ )

เดียวกัน ค่า  $(\sigma_1 - \sigma_3)_{\max}$  หรือจุดในเทอมของกำลังรับแรงเฉือนแบบอันเดรอน ( $S_u$ )

ขึ้นกับทิศทางของแกนของตัวอย่าง ( $\beta^0$ ) (ดูตารางที่ 4.3 และ 4.4 ประกอบด้วย)

ที่  $\bar{\sigma}_c$  ค่า  $(0.5 \bar{\sigma}_{vm}$  และ  $OCR = 1.40 \& 2.26) (\sigma_1 - \sigma_3)_{\max}$

ลดลงเมื่อ  $\beta^0$  เพิ่มขึ้น

เมื่อ  $\bar{\sigma}_c$  สูงขึ้น ความแตกต่างของ  $(\sigma_1 - \sigma_3)_{\max}$  เทียบกับ  $\beta^0$  จะ

ลดลงกว่าเดิม

และเมื่อ  $\bar{\sigma}_c$  สูงมาก ( $\bar{\sigma}_c \gg \bar{\sigma}_{vm}$ )  $(\sigma_1 - \sigma_3)_{\max}$  เกือบเท่ากันสำหรับ  
ทุก  $\beta^0$  แต่แนวโน้มของผลลัพธ์เปลี่ยนไปเป็น  $S_{u\beta=0^\circ} > S_{u\beta=90^\circ} > S_{u\beta=45^\circ}$

สรุปได้ว่า เมื่อ  $\bar{\sigma}_c$  มีค่าต่ำ ๆ (OCR สูง) จะทำให้คุณสมบัติแอนไอโซ  
ทรอปีย์ของ  $S_u$  เพิ่มขึ้น หรือก็คือ เมื่อ OCR เพิ่มขึ้น คุณสมบัติแอนไอโซทรอปีย์ของ  $S_u$  จะ  
เพิ่มขึ้นด้วย

เมื่อใช้  $\bar{\sigma}_c$  สูงเกิน  $\bar{\sigma}_{vm}$  ทำให้โครงสร้างของเม็ดดินเปลี่ยนแปลงไป  
ในคานไอโซทรอปีย์ ทำให้ความแตกต่างของค่าแรงเฉือนแบบอันเดรอนของตัวอย่างที่มี  $\beta^0$   
ค่าต่างกันมีน้อยลงมาก เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่มี  $\bar{\sigma}_c < \bar{\sigma}_{vm}$  (ดูข้อ 4)

### 4. พล็อตของ Normalized Deviator

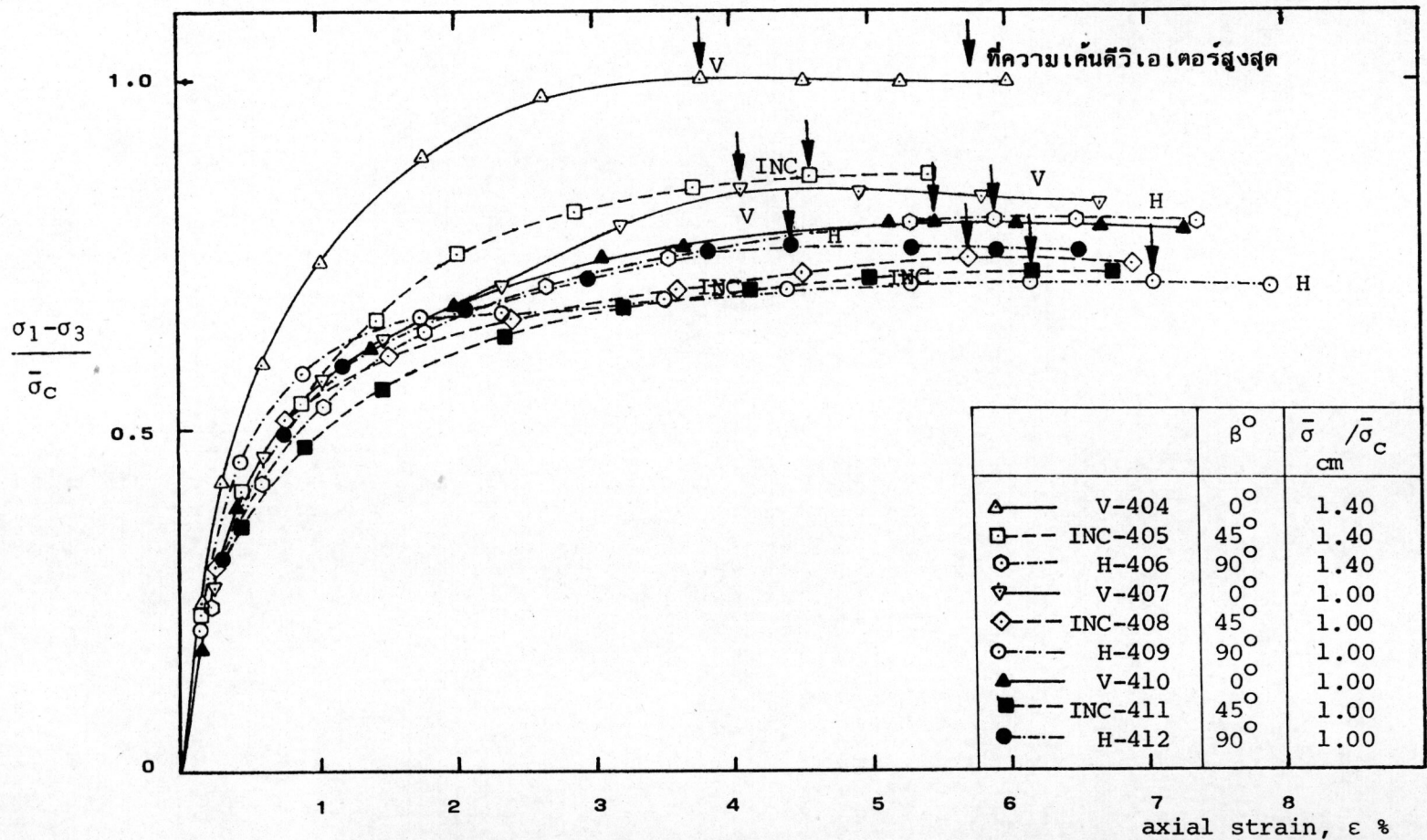
Stress เทียบกับ strain แสดงไว้ในรูปที่ 4.13 และ 4.14 พบว่า

ที่  $\bar{\sigma}_c$  ค่า  $(OCR > 1) (\sigma_1 - \sigma_3) / \bar{\sigma}_c$  ของ  $\beta = 0^\circ$  มีค่าสูงสุดและลดลง  
เมื่อ  $\beta^0$  เพิ่มขึ้น

เมื่อ OCR ลดลง พล็อตของ  $(\sigma_1 - \sigma_3) / \bar{\sigma}_c$  ของตัวอย่างที่มี  $\beta$  ต่างกันจะ  
เข้าใกล้กันมากขึ้น จนกระทั่งเมื่อ  $OCR = 1.0$  โดยที่  $\bar{\sigma}_c \gg \bar{\sigma}_{vm}$  พล็อตดังกล่าวจะเป็นเส้น  
เดียวกัน นั่นคือ ที่ความเค้นคอนโซลิเดชันสูง ๆ ตัวอย่างทั้ง 3 แบบ ( $\beta = 0^\circ, 45^\circ \& 90^\circ$ )  
จะแสดงคุณสมบัติไอโซทรอปีย์

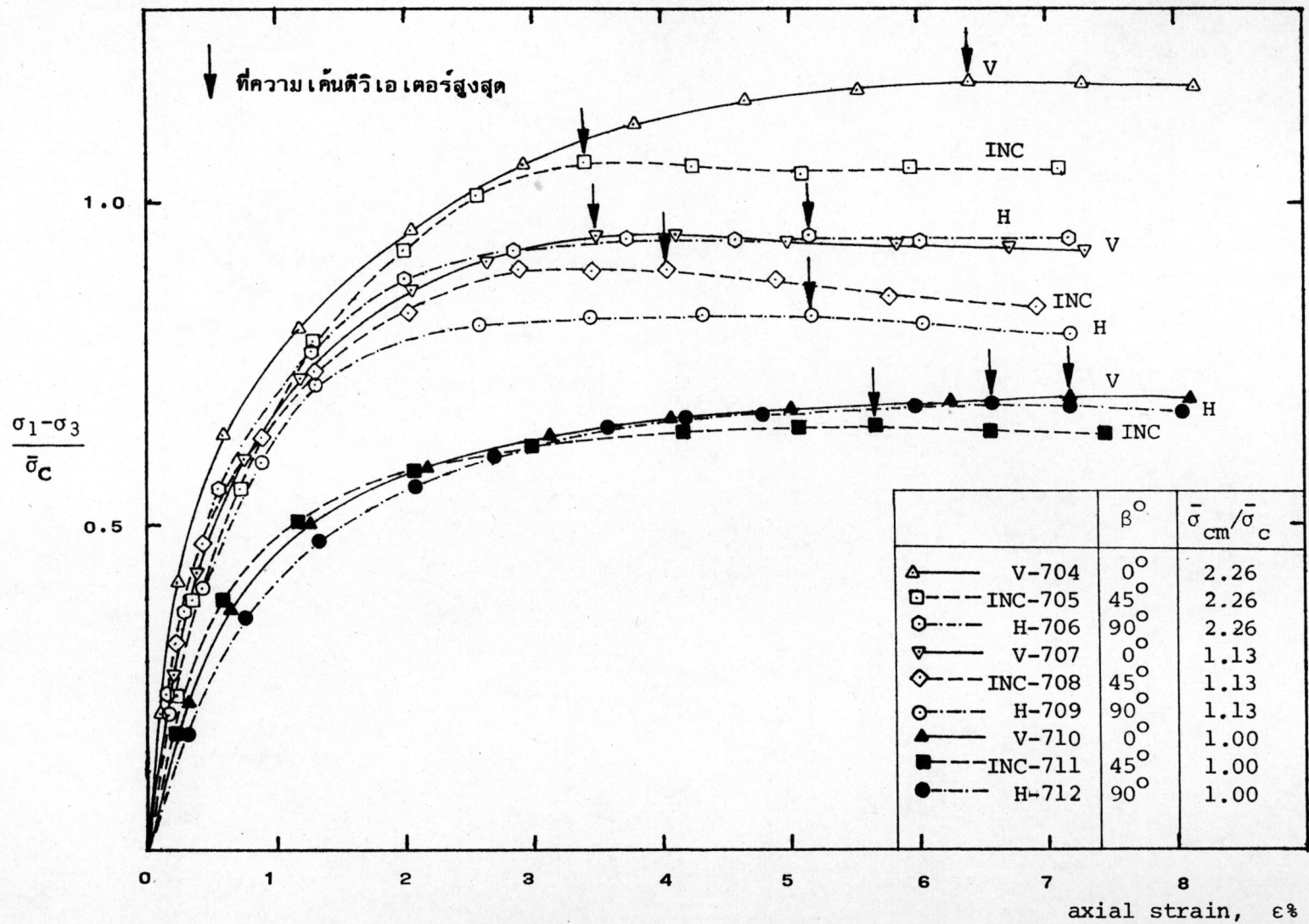
### 5. พิจารณารูปที่ 4.13 และ 4.14 และ

ตารางที่ 4.3 และ 4.4 พบว่า ค่าของ  $S_u / \bar{\sigma}_c$  เพิ่มขึ้นเมื่อ OCR เพิ่มขึ้น



รูปที่ 4.13 ความสัมพันธ์ของ  $(\sigma_1 - \sigma_3) / \bar{\sigma}_c$  กับ axial strain จากการทดสอบ CIUC ของดินระดับความลึก 4.50-5.00 เมตร





รูปที่ 4.14 ความสัมพันธ์ของ  $(\sigma_1 - \sigma_3) / \bar{\sigma}_c$  กับ axial strain จากการทดสอบ CIUC ของดินระดับความลึก 7.00-7.50 เมตร

4.3.2.2.2 ความดันน้ำระหว่างเม็ดดิน ( $\Delta u$  เทียบกับ strain)

ผลของ  $\Delta u$  กับ strain แสดงไว้ในรูปที่ 4.15 และ 4.16 การกดตัวอย่างทั้งหมดได้  $\Delta u$  เป็นบวก  $\Delta u$  จะเพิ่มขึ้นอย่างค่อเนื่องตาม strain ที่เพิ่มขึ้น จะถึงค่าสูงสุดที่  $(\sigma_1 - \sigma_3)_{\max}$  แล้วจะมีค่าคงที่

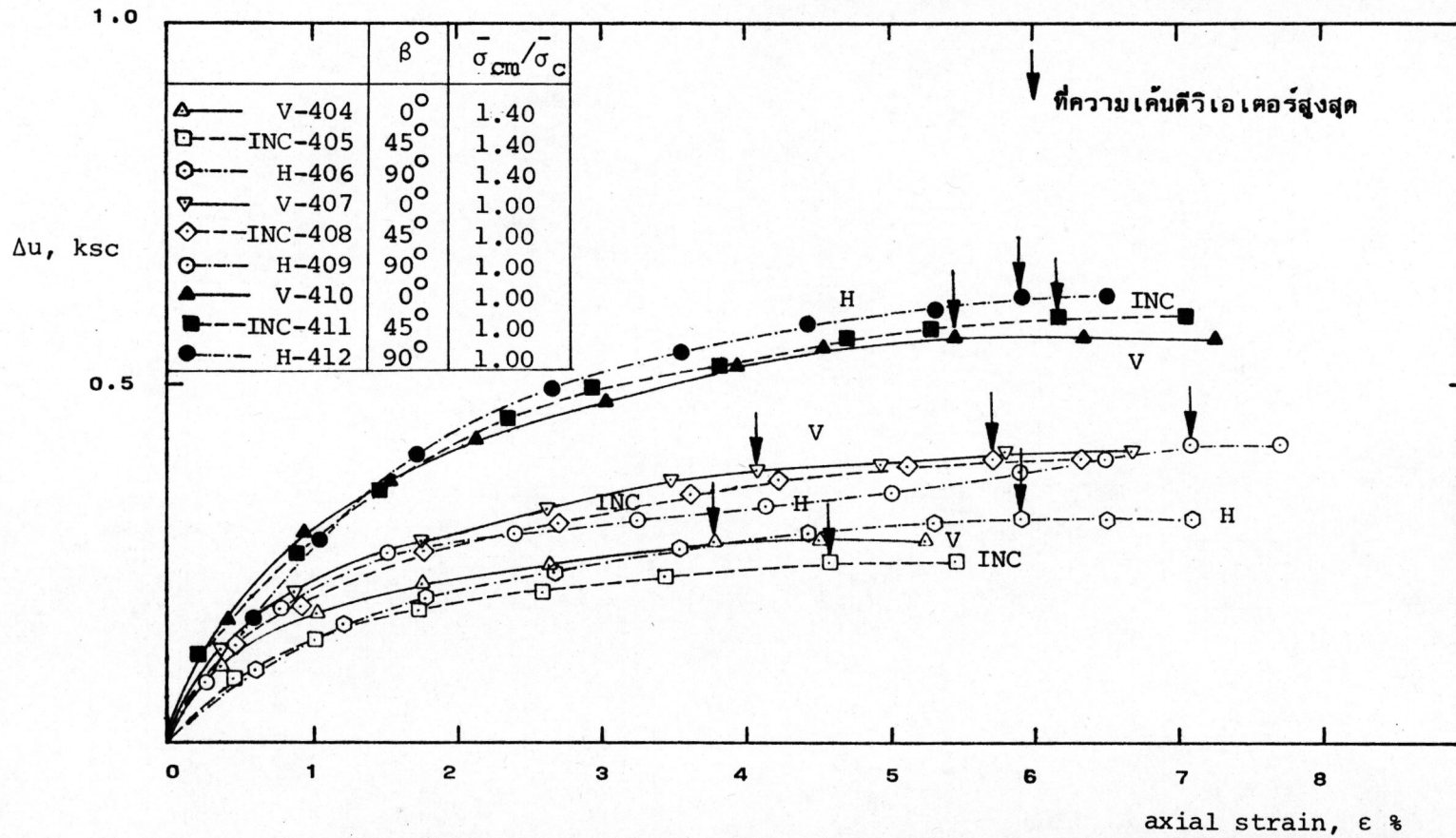
พฤติกรรมของ  $\Delta u$  ตอบสนองต่อความเค้นคอนโซลิเดชันของดินด้วย คือ  $\Delta u_f$  [ความดันน้ำระหว่างเม็ดดินขณะวิบัติ ที่  $(\frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2})_{\max}$ ] เพิ่มขึ้นตามค่า  $\bar{\sigma}_c$  ที่เพิ่มขึ้น (ดูตารางที่ 4.5 และ 4.6 ประกอบด้วย)

ที่แต่ละระดับของความเค้นคอนโซลิเดชัน ตัวอย่างที่มี  $\beta^0$  ต่าง ๆ มีผลของ  $\Delta u$  เทียบกับ strain เกือบเป็นเส้นเดียวกัน แต่การทดสอบของตัวอย่างที่ความลึก 7.00-7.50 เมตร ด้วย  $\bar{\sigma}_c = 2\bar{\sigma}_{vm}$  มีผลของ  $\Delta u$  ที่ต่างกันผิดปรกติจากผลลัพธ์ส่วนใหญ่ แต่แนวโน้มยังเหมือนผลการทดสอบชุดอื่นและค่าของ  $\Delta u_f$  ของ  $\beta = 0^0, 45^0$  &  $90^0$  ต่างกันมากที่สุดประมาณ 10-15 % ซึ่งใกล้เคียงกับผลต่างของค่าแรงเฉือนแบบอันเดรอนของตัวอย่างที่มี  $\beta^0$  ต่างกัน

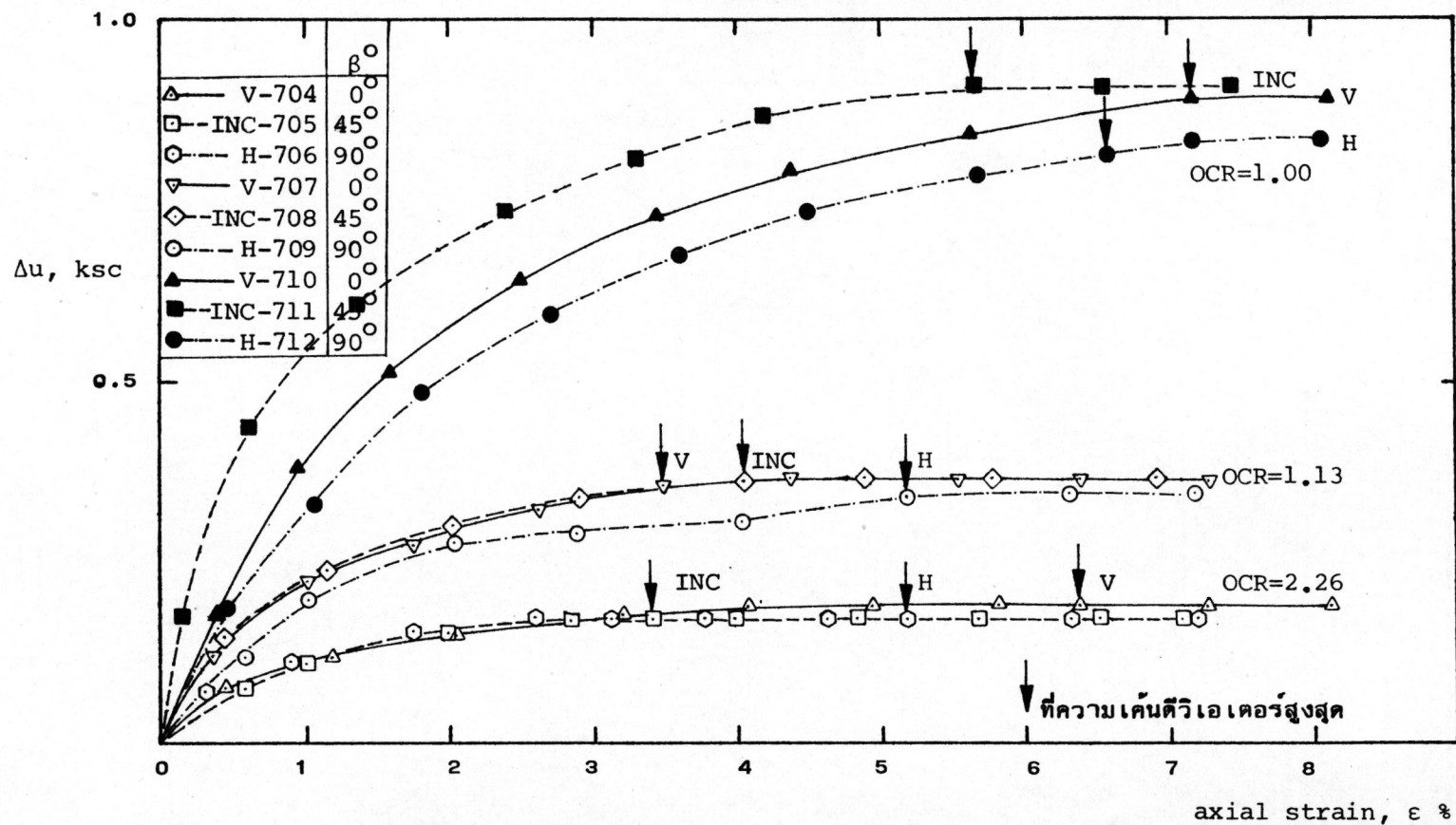
4.3.2.2.3 พารามิเตอร์ของความดันน้ำเทียบกับ strain

ผลของพารามิเตอร์ A เทียบกับ strain แสดงไว้ในรูปที่ 4.17 และ 4.18 พบว่า

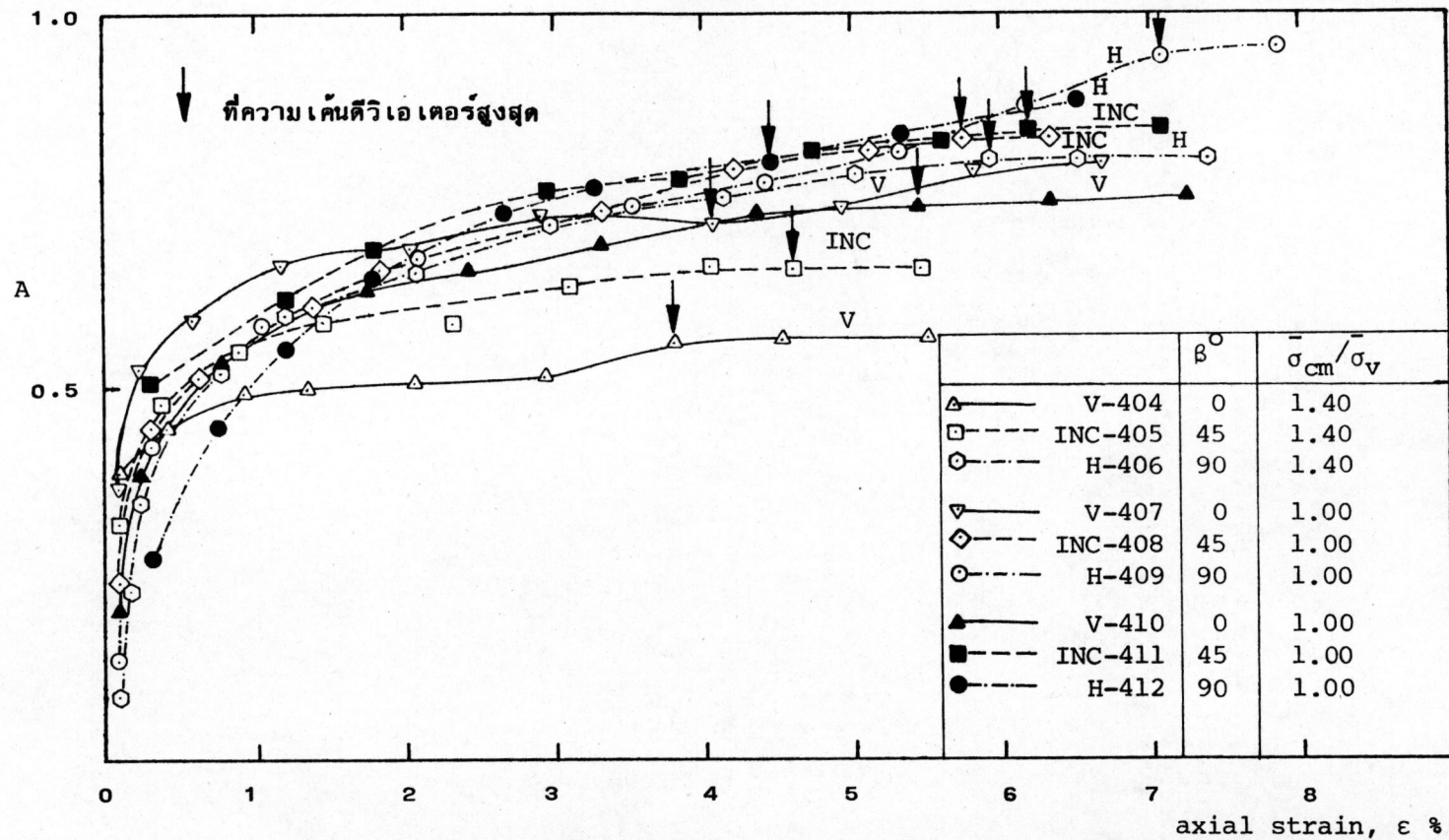
1. ผลของพารามิเตอร์ A เทียบกับ strain ขึ้นกับ stress history ของดินพารามิเตอร์ A จะลดลงถ้า OCR เพิ่มขึ้น
2. ที่  $\bar{\sigma}_c$  เดียวกัน พารามิเตอร์  $A_f$  จะเพิ่มขึ้นเมื่อ  $\beta^0$  เพิ่มขึ้น นั่นคือ พารามิเตอร์  $A_f$  มีคุณสมบัติแอนไอโซทรอปี้ และความเค้นคอนโซลิเดชัน ( $\bar{\sigma}_c$ ) ที่เพิ่มขึ้นไม่ทำให้คุณสมบัติเปลี่ยนแปลง คือมีคุณสมบัติทางไอโซทรอปี้มากขึ้น ซึ่งแสดงผลได้ดังนี้



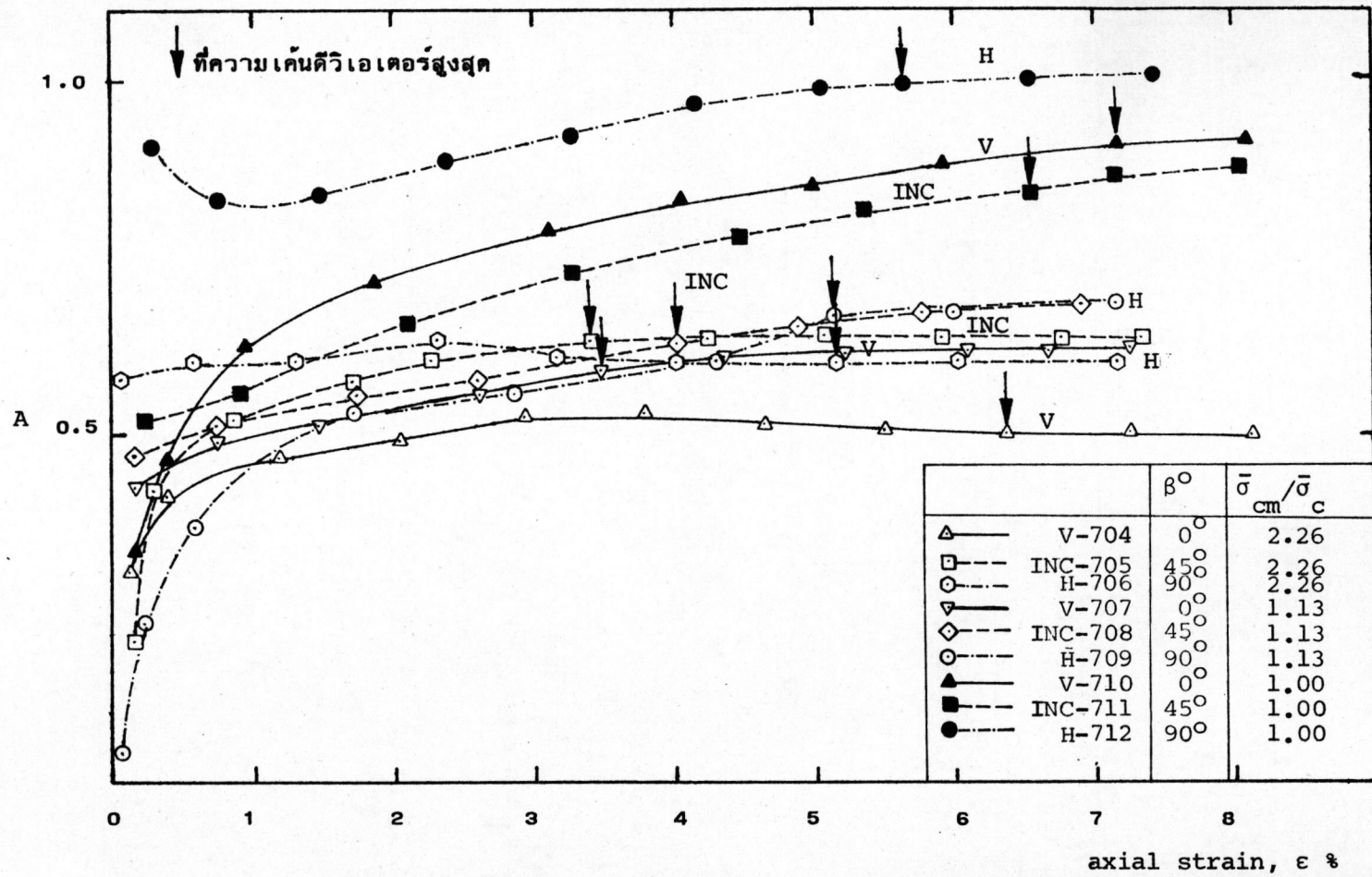
รูปที่ 4.15 ความสัมพันธ์ของ  $\Delta u$  กับ axial strain จากการทดสอบ CIUC ของดินระดับความลึก 4.50-5.00 เมตร



รูปที่ 4.16 ความสัมพันธ์ของ  $\Delta u$  กับ axial strain จากการทดสอบ CIUC ของดินระดับความลึก 7.00-7.50 เมตร



รูปที่ 4.17 ความสัมพันธ์ของพารามิเตอร์ A กับ axial strain จากการทดสอบ CIUC ของดินระดับความลึก 4.50-5.00 เมตร



รูปที่ 4.18 ความสัมพันธ์ของพารามิเตอร์ A กับ axial strain จากการทดสอบ CIUC ของดินระดับความลึก

7.00-7.50 เมตร

ตารางที่ 4.7 กำลังรับแรงเฉือนแบบอัน เคนสัมพันธ์ของตัวอย่างแบบคิ่ง แบบเอียง  $45^{\circ}$  และแบบราบของดินอ่อนกรุงเทพฯ จากระดับความลึก 4.50-5.00 เมตร

$\bar{\sigma}_c$	Vertical	Inclined ( $45^{\circ}$ )	Horizontal
$\bar{\sigma}_c = \bar{\sigma}_{vo} = 0.45 \text{ ksc}$	1.000	0.842	0.780
$\bar{\sigma}_c = \bar{\sigma}_{vm} = 0.63 \text{ ksc}$	1.000	0.881	0.839
$\bar{\sigma}_c = 1.5 \bar{\sigma}_{vm} = 0.95 \text{ ksc}$	1.000	0.905	0.960

ตารางที่ 4.5 สรุปข้อมูลกับทิศทางของการทดสอบ CIUC ของดินระดับความลึก 4.50-5.00 เมตร

หมายเลขตัวอย่าง	OCR	$W_i$ %	$W_f$ %	$(\bar{\sigma}_1 - \bar{\sigma}_3)_f$ ksc	$\epsilon_f$	$\Delta u_f$ ksc	$A_f$	Remarks
V-404	1.40	64.41	63.26	0.5036	3.79	0.280	0.556	$\bar{\sigma}_c = \bar{\sigma}_{vo}$ $= 0.45 \text{ ksc}$
INC-405	1.40	78.96	74.66	0.3808	4.59	0.250	0.657	
H-406	1.40	77.54	66.55	0.3850	5.92	0.310	0.805	
V-407	1.00	71.36	60.36	0.5299	4.08	0.380	0.717	$\bar{\sigma}_c = \bar{\sigma}_{vm}$ $= 0.63 \text{ ksc}$
INC-408	1.00	80.82	63.57	0.4814	5.73	0.400	0.831	
H-409	1.00	59.43	52.05	0.4440	7.08	0.420	0.946	
V-410	1.00	78.38	56.47	0.7576	5.45	0.560	0.739	$\bar{\sigma}_c = 1.5 \bar{\sigma}_{vm}$ $= 0.95 \text{ ksc}$
INC-411	1.00	72.98	58.05	0.7004	6.18	0.590	0.842	
H-412	1.00	57.70	48.62	0.7268	4.45	0.580	0.798	

ตารางที่ 4.8 กำลังรับแรงเฉือนแบบอันเดรสนัมพัทธ์ของตัวอย่างแบบตั้ง แบบเอียง  $45^\circ$  และแบบราบของดินอ่อนกรุงเทพฯจากระดับความลึก 7.00-7.50 เมตร



$\bar{\sigma}_c$	Vertical	Inclined ( $45^\circ$ )	Horizontal
$\bar{\sigma}_c = 0.5 \bar{\sigma}_{vo} = 0.31$ ksc	1.000	0.895	0.796
$\bar{\sigma}_c = \bar{\sigma}_{vo} = 0.62$ ksc	1.000	0.943	0.869
$\bar{\sigma}_c = 2\bar{\sigma}_{vm} = 1.40$ ksc	1.000	0.940	0.986

ตารางที่ 4.6 สรุปข้อมูลกับทิศทางการทดสอบ CIUC ของดินระดับความลึก 7.00-7.50 เมตร

หมายเลข ตัวอย่าง	OCR	$W_i$ %	$W_f$ %	$(\bar{\sigma}_1 - \bar{\sigma}_3)_f$ ksc	$\epsilon_f$ %	$\Delta u_f$ ksc	$A_f$	Remarks
V-704	2.26	70.72	69.24	0.3796	6.39	0.190	0.501	$\bar{\sigma}_c = 0.5 \bar{\sigma}_{vo}$ $= 0.31$ ksc
INC-705	2.26	63.41	61.97	0.3182	3.40	0.170	0.534	
H-706	2.26	67.58	66.15	0.2833	5.17	0.170	0.600	
V-707	1.13	68.73	60.54	0.6074	3.78	0.370	0.609	$\bar{\sigma}_c = \bar{\sigma}_{vo}$ $= 0.62$ ksc
INC-708	1.13	71.00	67.62	0.5733	4.03	0.360	0.628	
H-709	1.13	68.79	67.77	0.5285	5.17	0.350	0.662	
V-710	1.00	83.20	55.52	0.9759	7.19	0.890	0.912	$\bar{\sigma}_c = 2\bar{\sigma}_{vm}$ $= 1.40$ ksc
INC-711	1.00	77.08	63.43	0.9149	5.66	0.910	0.995	
H-712	1.00	80.15	55.67	0.9750	6.57	0.820	0.841	



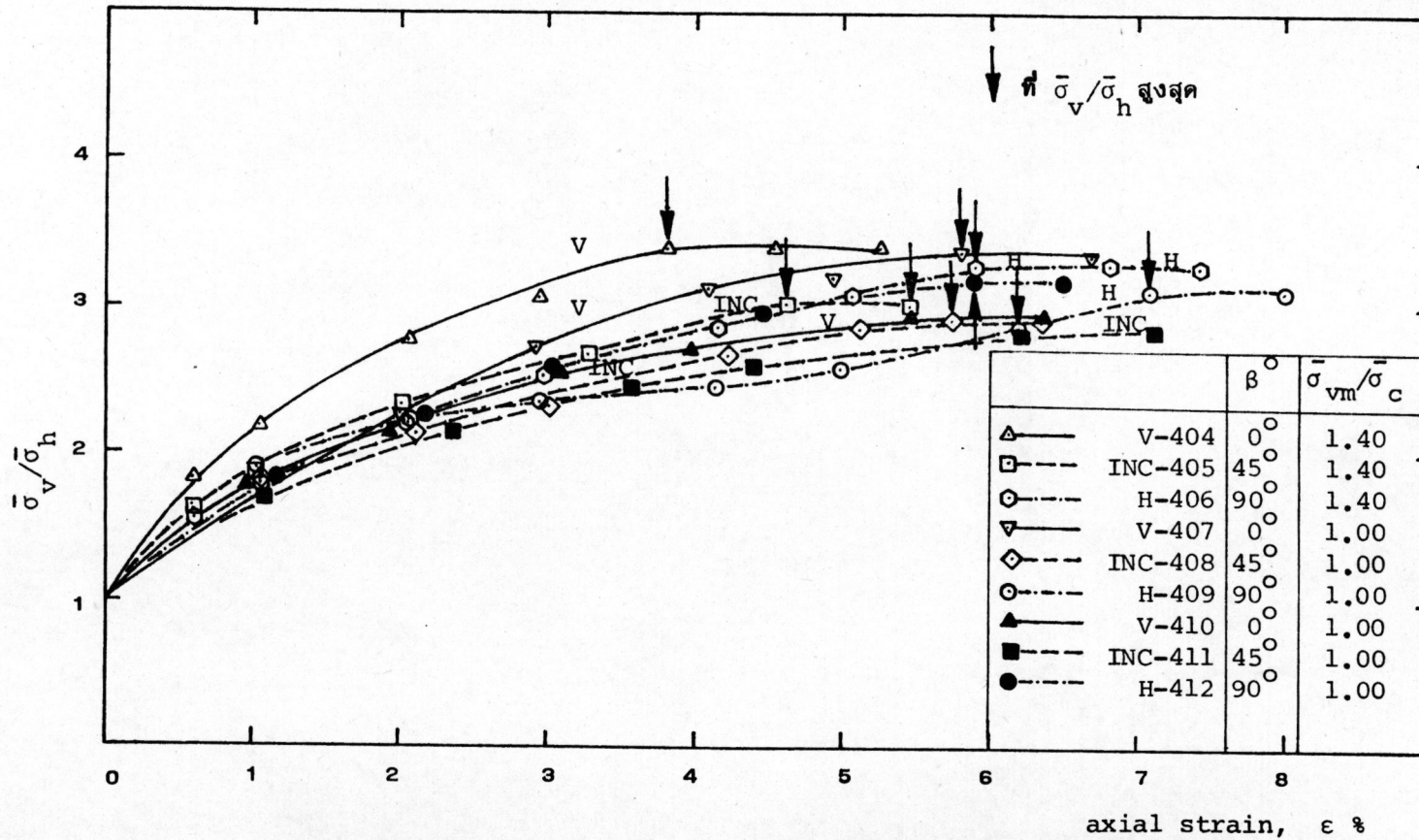
ที่ความลึก 4.50-5.00 เมตร			
$\beta^\circ$	$\bar{\sigma}_c$ (ksc)	$\bar{\sigma}_{vm}/\bar{\sigma}_c$	$A_f(\beta)/A_f(\beta=0^\circ)$
0°	0.49	1.40	1.000
45°	0.44	1.40	1.182
90°	0.48	1.40	1.448
0°	0.63	1.00	1.000
45°	0.65	1.00	1.159
90°	0.63	1.00	1.319
0°	0.95	1.00	1.000
45°	0.97	1.00	1.139
90°	0.95	1.00	1.080

ที่ความลึก 7.00-7.50 เมตร			
$\beta^\circ$	$\bar{\sigma}_c$	$\bar{\sigma}_{vm}/\bar{\sigma}_c$	$A_f(\beta)/A_f(\beta=0^\circ)$
0°	0.32	2.26	1.000
45°	0.30	2.26	1.066
90°	0.30	2.26	1.198
0°	0.64	1.13	1.000
45°	0.64	1.13	1.031
90°	0.64	1.13	1.087
0°	1.40	1.00	1.000
45°	1.40	1.00	1.091
90°	1.40	1.00	0.922

#### 4.3.2.2.4 Principal Stress Ratio v.s. Axial strain

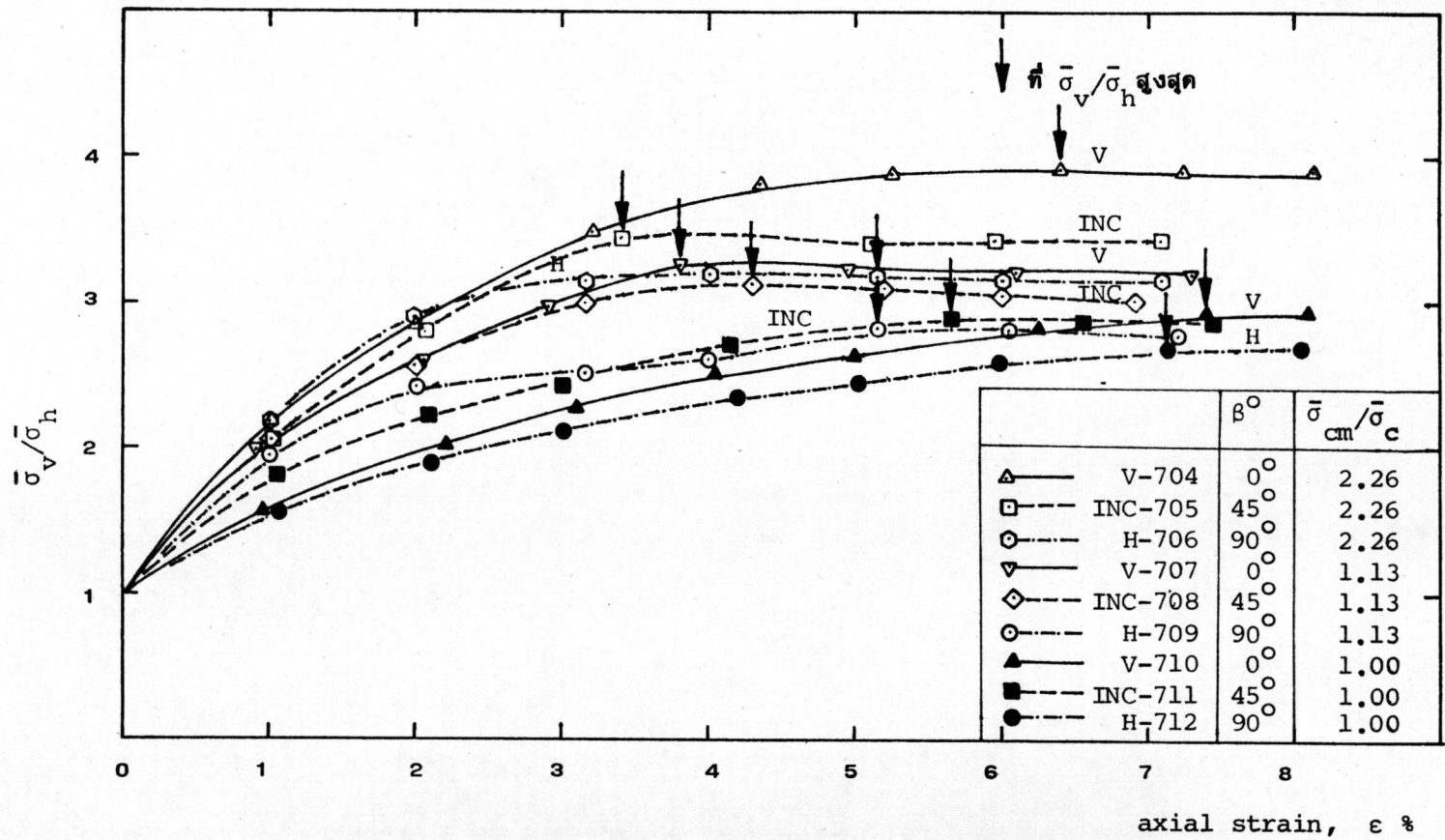
พลอตของอัตราส่วนความเค้นประสิทธิผล ( $\bar{\sigma}_1/\bar{\sigma}_3$ )

เทียบกับ strain แสดงไว้ในรูปที่ 4.19 และ 4.20 พบว่า



รูปที่ 4.19 ความสัมพันธ์ของ  $\bar{\sigma}_v/\bar{\sigma}_h$  กับ axial strain ของการทดสอบ CIUC ของดินระดับความลึก

4.50-5.00 เมตร



รูปที่ 4.20 ความสัมพันธ์ของ  $\bar{\sigma}_v/\bar{\sigma}_h$  กับ axial strain ของการทดสอบ CIUC ของดินระดับความลึก 7.00-7.50 เมตร

1. การทดสอบดินที่  $\bar{\sigma}_c > \bar{\sigma}_{vm}$  มีค่า  $(\bar{\sigma}_1/\bar{\sigma}_3)_{max}$  เกือบเท่ากัน สำหรับตัวอย่างที่มีทิศทางของแกนของตัวอย่าง ( $\beta^0$ ) ต่างกัน นั่นคือดินนอร์มัลลีส คอนโซลิดเคทมีความสัมพันธ์ของ  $(\bar{\sigma}_1/\bar{\sigma}_3)$  v.s. strain เป็นหนึ่งเดียวกัน
2. ค่าของ  $(\bar{\sigma}_1/\bar{\sigma}_3)_{max}$  เพิ่มขึ้นตามค่าของ OCR ที่เพิ่มขึ้น
3. การทดสอบดินที่  $\bar{\sigma}_c < \bar{\sigma}_{vm}$  ค่าของ  $(\bar{\sigma}_1/\bar{\sigma}_3)_{max}$  ลดลงเมื่อ  $\beta^0$  เพิ่มขึ้นแต่ดินลึก 4.50-5.00 เมตร ทดสอบที่ OCR = 1.40 ให้ผลต่างออกไปเป็น  $(\bar{\sigma}_1/\bar{\sigma}_3)_{\beta=0^0} > (\bar{\sigma}_1/\bar{\sigma}_3)_{90^0} > (\bar{\sigma}_1/\bar{\sigma}_3)_{\beta=45^0}$  หรือก็คือผลของตัวอย่าง  $\beta = 45^0$  นี้ผิดปกติไปอย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาทั้งหมดแล้ว สรุปได้ว่า จากการทดสอบ CIUC ดินโอเวอร์คอนโซลิดเคทมีคุณสมบัติแอนไอโซทรอปี่ของ  $(\bar{\sigma}_1/\bar{\sigma}_3)_{max}$  แต่เมื่อใช้  $\bar{\sigma}_c > \bar{\sigma}_{vm}$  ดินกลับมีพฤติกรรมทางไอโซทรอปี่มากขึ้น

#### 4.3.2.3 บทสรุป

จากการทดสอบ CIUC พบว่าดินอ่อนมีคุณสมบัติทางแอนไอโซทรอปี่ทางด้านแรงเฉือนเมื่อใช้ค่า  $\bar{\sigma}_c < \bar{\sigma}_{vm}$  และคุณสมบัติทางแอนไอโซทรอปี่จะน้อยลงเมื่อใช้ค่า  $\bar{\sigma}_c$  เพิ่มขึ้น ( $\bar{\sigma}_c > \bar{\sigma}_{vm}$ ) ทั้งนี้เพราะเมื่อ  $\bar{\sigma}_c > \bar{\sigma}_{vo}$  โครงสร้างของดินจะเปลี่ยนไปจากธรรมชาติ ทำให้มีคุณสมบัติทางด้านไอโซทรอปี่มากขึ้น

สิ่งที่น่าสังเกตอีกอย่างหนึ่งคือ ดินที่ทำการทดสอบนี้ จากผลการทดสอบ CIUC ไม่ได้แสดงพฤติกรรมทางด้านแอนไอโซทรอปี่เกี่ยวกับแอนเวอล็อบของการวิบัติ ในเทอมของความเค้นประสิทธิผล (effective stress envelope) ซึ่งแสดงว่าด้วยแอนไอโซทรอปี่ประจำตัว (inherent anisotropy) อย่างเดียว จะไม่ทำให้เกิดแอนไอโซทรอปี่ในแอนเวอล็อบของการวิบัติ แต่แอนไอโซทรอปี่เหนี่ยวนำโดยความเค้น (stress induced anisotropy) อาจทำให้เกิดแอนไอโซทรอปี่ในแอนเวอล็อบของการวิบัติในเทอมของความเค้นประสิทธิผลได้ ดูข้อ 4.3.3

4.3.3 การทดสอบ  $\overline{CK}_{\circ UC}$  &  $\overline{CK}_{\circ UE}$  (Anisotropically Consolidated Undrained Triaxial Compression and Extension Tests with Pore Pressure Measurements)

#### 4.3.3.1 ทางเดินของความเค้น

4.3.3.1.1 ทางเดินของความเค้นรวมและเอนเวลลอปของการวิบัติ

ทางเดินของความเค้นรวม (ผลของ  $p$  กับ  $q$ ) ระหว่างการทดสอบ แสดงไว้ในรูปที่ 4.21 และ 4.22 ทางเดินของความเค้นจะเริ่มจุดที่คอนโซลิดะตื้นตอนแรก (ดูตารางที่ 4.9) โดยที่

$-\overline{CK}_{\circ UC}$  เป็นการกดตัวอย่างในแนวตั้ง ทำให้  $p$  และ  $q$  ต่างเพิ่มขึ้นในอัตราเดียวกัน ทางเดินของความเค้นรวมเป็นเส้นตรงออกจากจุดเริ่มต้นทำมุม  $45^{\circ}$  กับแกน  $p$  หันไปทางขวามือและ

$-\overline{CK}_{\circ UE}$  เป็นการดึงตัวอย่างในแนวตั้ง ทำให้  $p$  และ  $q$  ต่างลดลงในอัตราเดียวกัน ทางเดินของความเค้นรวมเป็นเส้นตรงออกจากจุดเริ่มต้นทำมุม  $45^{\circ}$  กับแกน  $p$  หันไปทางซ้ายมือ ซึ่งก็คือทิศทางที่ตรงกันข้ามกับทิศทางของ  $\overline{CK}_{\circ UC}$  นั้นเอง

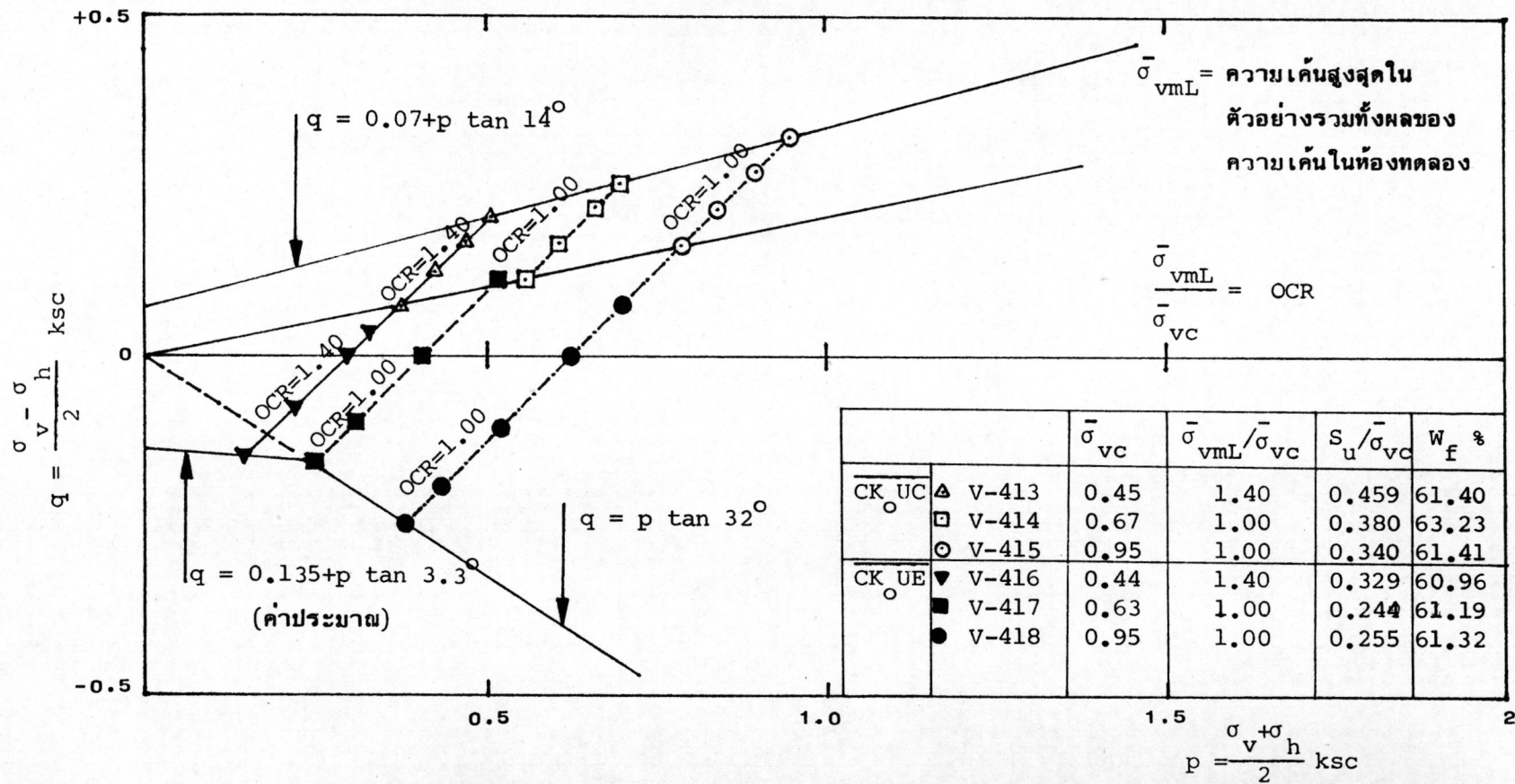
การกดตัวอย่างและดึงตัวอย่างให้เอนเวลลอปของการวิบัติต่างกัน การทดสอบแต่ละชุดโดยทดสอบที่ความเค้นคอนโซลิดะชันต่างกันนั้น ส่วนใหญ่มีเอนเวลลอปเดียว แต่ตัวอย่างจากความลึก 4.50-5.00 เมตร ทดสอบโดยการดึงมีเอนเวลลอปเป็น 2 เส้น แบ่งเป็นช่วงโอเวอร์คอนโซลิดะตื้นและนอร์มัลคอนโซลิดะตื้นผลลัพท์ทั้งหมดเป็นดังนี้ คือ

ดินจากระดับความลึก 4.50-5.00 เมตร

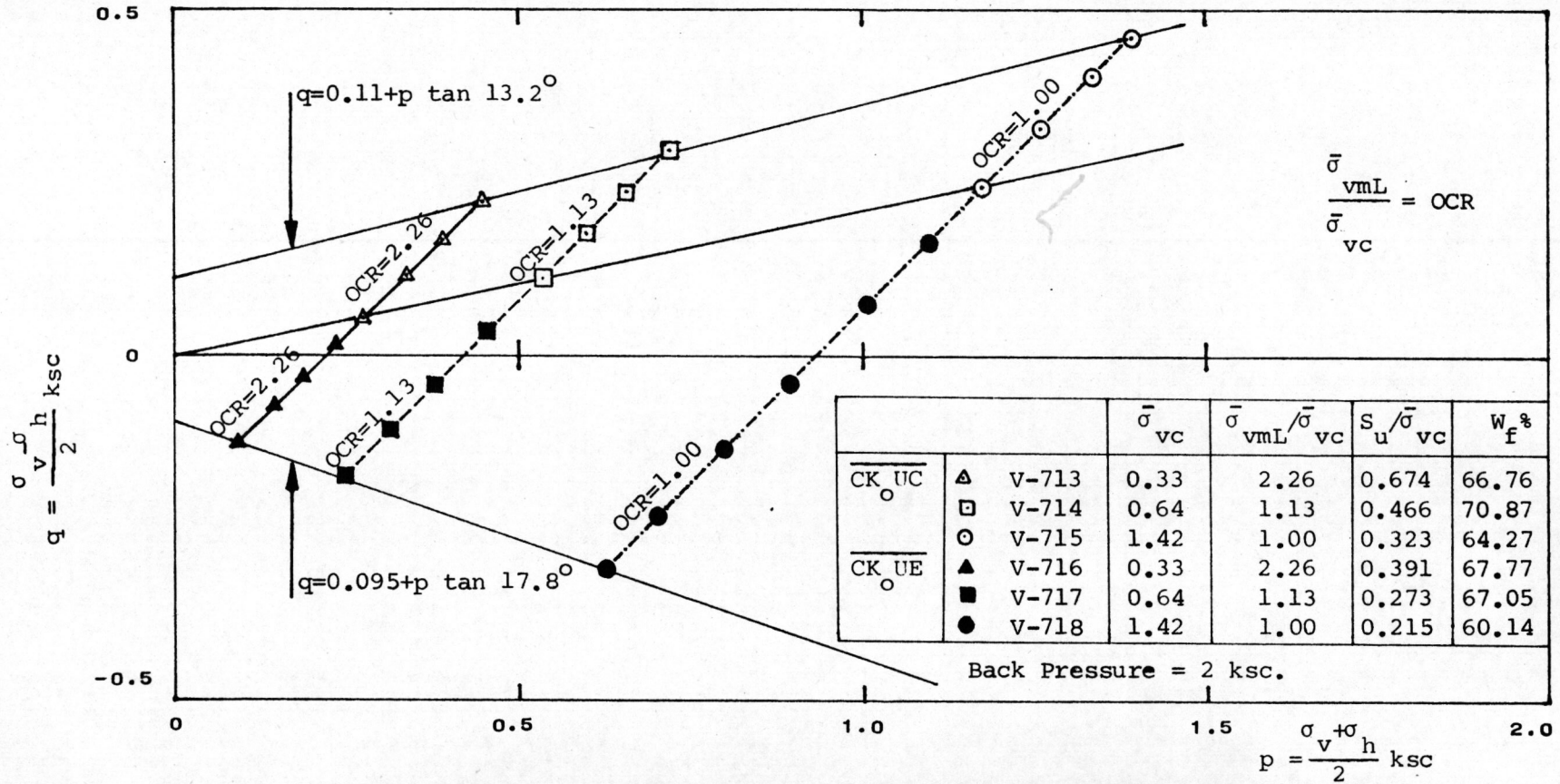
$$\overline{CK}_{\circ UC} \quad a = 0.07 \text{ ksc}, \quad \alpha = 14.0^{\circ}$$

$$\overline{CK}_{\circ UE} \quad a = -0.135 \text{ ksc}, \quad \alpha = 3.3^{\circ} \text{ ค่าประมาณสำหรับช่วงโอเวอร์คอนโซลิดะตื้น}$$

$$a = 0, \quad \alpha = 32.0^{\circ} \text{ สำหรับช่วงนอร์มัลคอนโซลิดะตื้น}$$



รูปที่ 4.21 ทางเดินของควายเค้นรวมและเอนเวอโลปของกำลังของกำรทดสอบ  $\overline{CK}_{UC}$  &  $\overline{CK}_{UE}$  ของดินระดับความลึก 4.50-5.00 เมตร



รูปที่ 4.22 ทางเดินของความเค้นรวมและ เอนเวอล์ของกำลังของการทดสอบ  $\overline{CK}_{UC}$  &  $\overline{CK}_{UE}$  ของดินระดับความลึก 7.00-7.50 เมตร

ตารางที่ 4.9 สรุปผลการทดสอบไตรแอกซีลโดยคอนโซลิดเคทแบบแอนไอโซทรอปีย์และกคแบบอันเครน ( $\overline{CK}_{UC}$ ) และการทดสอบไตรแอกซีลโดยคอนโซลิดเคทแบบแอนไอโซทรอปีย์และคิงแบบอันเครน ( $\overline{CK}_{UE}$ ) ของตัวอย่างจากระดับ 4.50-5.00 และ 7.00-7.50 เมตร

หมายเลข ตัวอย่าง	$\bar{\sigma}_v$ ksc	$\bar{\sigma}_h$ ksc	B	At $(\bar{\sigma}_1 - \bar{\sigma}_3)_{max}$						At $(\bar{\sigma}_1 / \bar{\sigma}_3)_{max}$					
				$\epsilon$ %	$\bar{p}_f$ ksc	$S_u$ ksc	$\frac{S_u}{\bar{\sigma}_{vc}}$	$\frac{\bar{\sigma}_1}{\bar{\sigma}_3}$	$A_f$	$\epsilon$ %	$\bar{p}_f$ ksc	$S_u$ ksc	$\frac{S_u}{\bar{\sigma}_{vc}}$	$\frac{\bar{\sigma}_1}{\bar{\sigma}_3}$	$A_f$
V-413	0.45	0.30	0.96	2.58	0.3866	0.2066	0.459	3.295	0.456	4.59	0.3622	0.2022	0.449	3.528	0.550
V-414	0.67	0.44	0.95	2.94	0.4948	0.2548	0.380	3.123	0.715	6.61	0.4418	0.2418	0.360	3.418	0.947
V-415	0.95	0.62	0.98	4.50	0.6630	0.3230	0.340	2.900	0.886	4.50	0.6630	0.3230	0.340	2.900	0.886
V-416	0.44	0.29	1.00	4.32	0.2753	0.1447	0.329	3.216	0.703	4.32	0.2753	0.1447	0.329	3.216	0.703
V-417	0.63	0.40	1.00	5.07	0.3061	0.1539	0.244	3.022	0.888	5.07	0.3061	0.1539	0.244	3.022	0.888
V-418	0.95	0.62	1.00	6.12	0.4478	0.2442	0.255	3.356	0.914	6.12	0.4478	0.2442	0.255	3.356	0.914
V-713	0.33	0.22	0.96	2.31	0.3474	0.2224	0.674	4.558	0.284	2.31	0.3474	0.2224	0.674	4.558	0.284
V-714	0.64	0.42	0.95	3.18	0.5180	0.2980	0.466	3.709	0.532	5.78	0.4736	0.2836	0.443	3.985	0.662
V-715	1.42	0.93	0.97	2.98	0.9887	0.4587	0.323	2.731	0.936	3.87	0.9368	0.4568	0.322	2.903	1.062
V-716	0.33	0.22	0.96	4.26	0.1710	0.1290	0.391	3.143	0.783	4.26	0.1710	0.1290	0.391	3.143	0.783
V-717	0.64	0.42	0.97	4.46	0.3454	0.1747	0.273	3.046	0.824	4.46	0.3454	0.1747	0.273	3.046	0.824
V-718	1.42	0.93	0.97	5.58	0.7853	0.3048	0.215	2.268	0.854	5.58	0.7853	0.3048	0.215	2.268	0.854

หมายเหตุ (1) Back pressure = 2.00 ksc



ดินจากระดับความลึก 7.00-7.50 เมตร

$$\overline{CK_{\circ}UC} \quad a = 0.11 \text{ ksc} \quad , \quad \alpha = 13.2^{\circ}$$

$$\overline{CK_{\circ}UE} \quad a = -0.095 \text{ ksc} \quad , \quad \alpha = 17.8^{\circ}$$

#### 4.3.3.1.2 ทางเดินของความเค้นประสิทธิผลและเอนเวอรัลอป

ของการวิบัติ

ทางเดินของความเค้นประสิทธิผล (ผลของ  $\bar{p}$  กับ  $q$ ) ระหว่างการทดสอบแสดงไว้ในรูปที่ 4.23 และ 4.24 โดยเริ่มที่จุด  $(\bar{p}_0, q_0)$  บนเส้นตรง  $K = 0.65$  ที่ขณะใด ๆ ทางเดินของความเค้นประสิทธิผลเบี่ยงเบนออกจากทางเดินของความเค้นรวมเป็นระยะทางเท่ากับความดันน้ำระหว่างเม็ดดินที่เกิดขึ้นระหว่างการทดสอบสำหรับ  $\overline{CK_{\circ}UC}$  ค่าของ  $\Delta u$  เป็นบวก ทางเดินของความเค้นประสิทธิผลค่อย ๆ เบี่ยงเบนไปทางซ้ายมือของทางเดินความเค้นรวม และมีลักษณะคล้ายคลึงกับทางเดินของความเค้นประสิทธิผลจากการทดสอบ  $\overline{CIUC}$  สำหรับ  $\overline{CK_{\circ}UE}$  ค่าของ  $\Delta u$  เป็นลบ ทางเดินของความเค้นประสิทธิผลจะเบี่ยงเบนไปทางขวามือของทางเดินของความเค้นรวม การเบี่ยงเบนจะเกิดในช่วงแรก แล้วทางเดินของความเค้นประสิทธิผลจะขนานกันไปกับทางเดินของความเค้นรวมจนถึงจุดวิบัติ

เอนเวอรัลอปของการวิบัติของการทดสอบ  $\overline{CK_{\circ}UC}$

เป็นเส้นเดียวกับของการทดสอบ  $\overline{CIUC}$  ดังนี้ คือ

ดินจากระดับความลึก 4.50-5.00 เมตร

$$\text{ช่วงโอเวอร์คอนโซลิดเคท} \quad \bar{a} = 0.016 \text{ กก/ซม}^2 \quad \bar{\alpha} = 25.8^{\circ}$$

$$(\bar{a}/\bar{\sigma}_{vm} = 0.025)$$

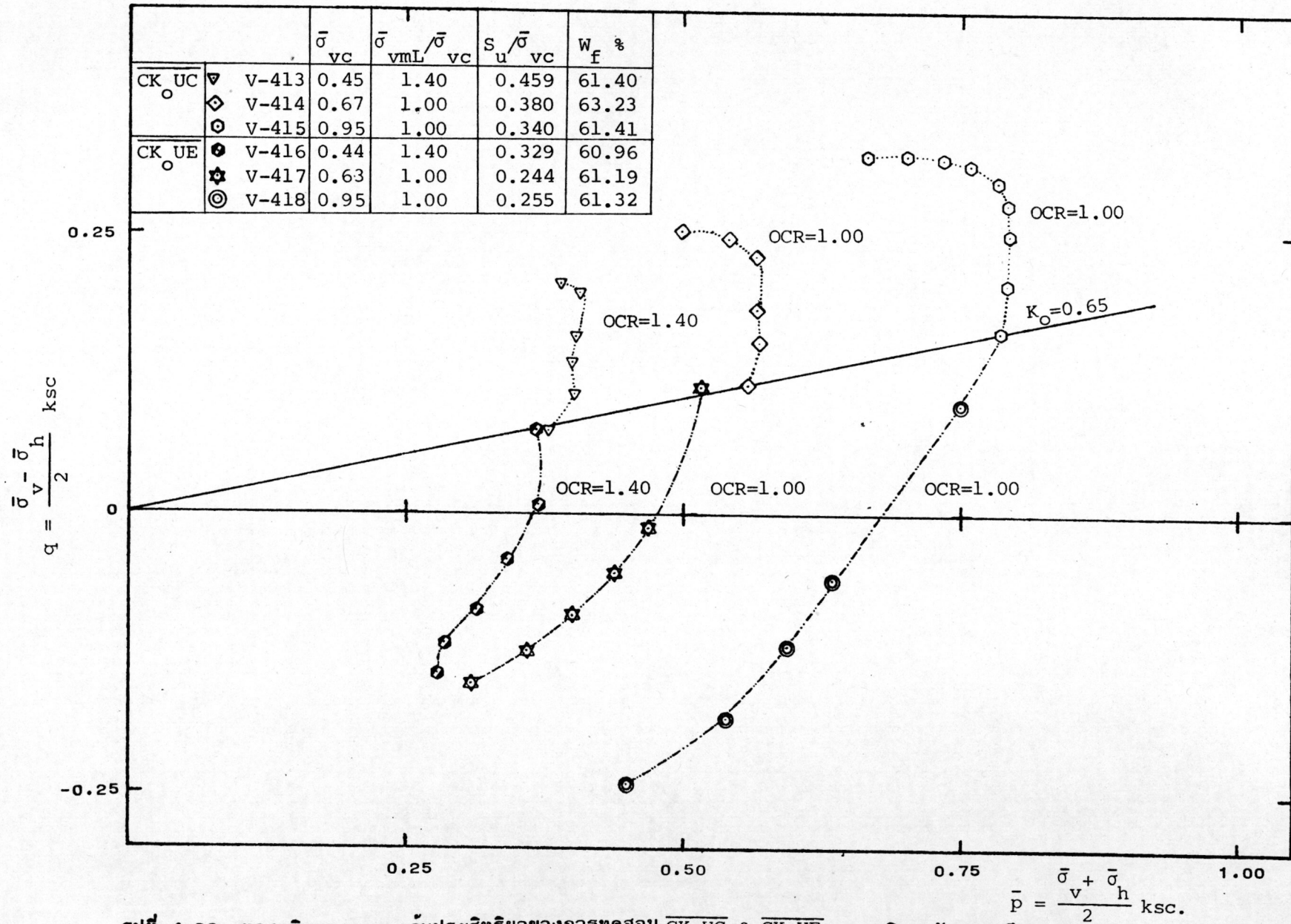
$$\text{ช่วงนอร์มัลส์คอนโซลิดเคท} \quad \bar{a} = 0 \quad \bar{\alpha} = 26.3^{\circ}$$

ดินจากระดับความลึก 7.00-7.50 เมตร

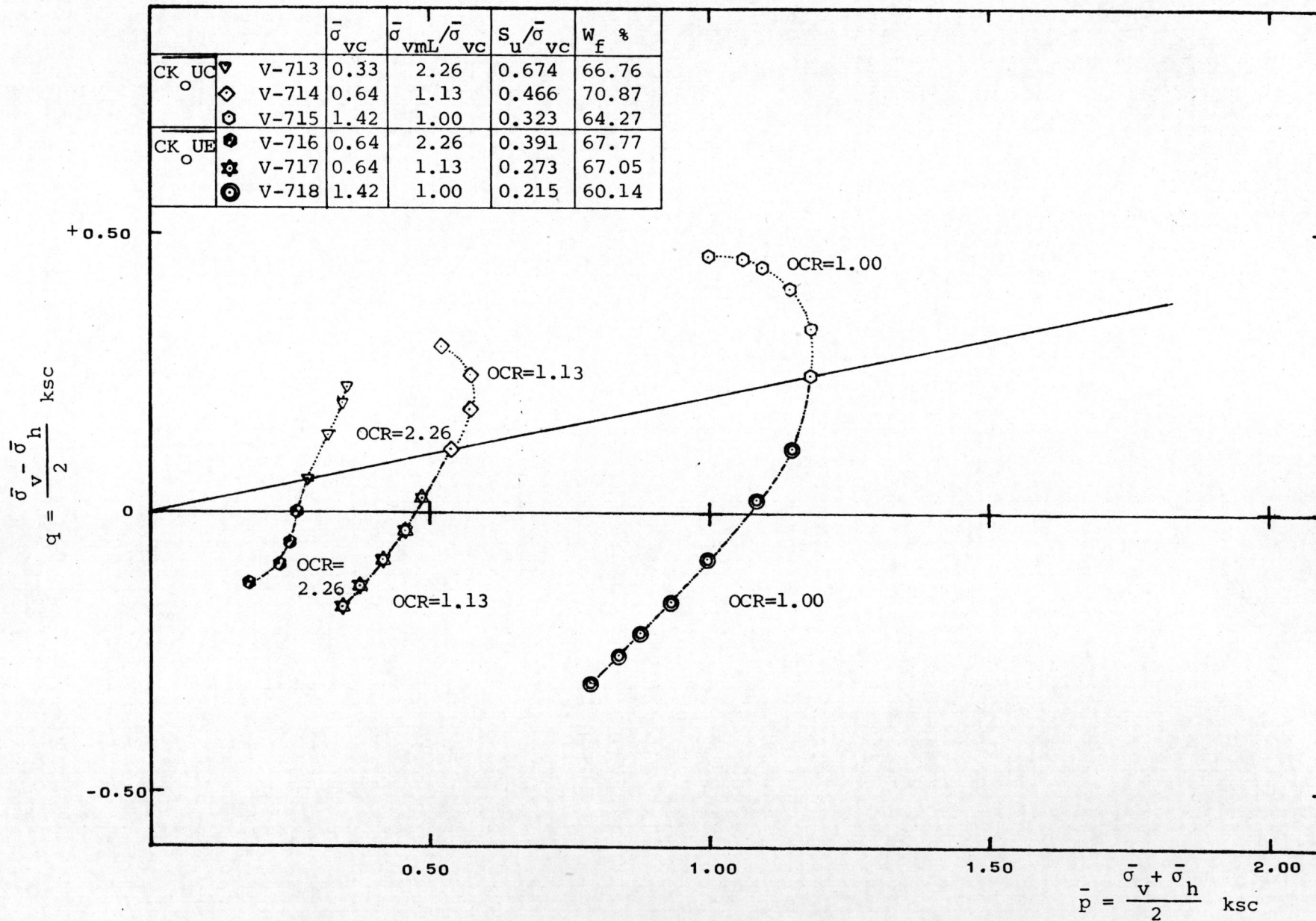
$$\text{ช่วงโอเวอร์คอนโซลิดเคท} \quad \bar{a} = 0.041 \text{ กก/ซม}^2 \quad \bar{\alpha} = 24.2^{\circ}$$

$$(\bar{a}/\bar{\sigma}_{vm} = 0.059)$$

$$\text{ช่วงนอร์มัลส์คอนโซลิดเคท} \quad \bar{a} = 0 \quad \bar{\alpha} = 26.3^{\circ}$$



รูปที่ 4.23 ทางเดินของความเค้นประสิทธิผลของการทดสอบ  $\overline{CK}_oUC$  &  $\overline{CK}_oUE$  ของดินระดับความลึก 4.50-5.00 เมตร



รูปที่ 4.24 ทางเดินของความเค้นประสิทธิผลของการทดสอบ CKUC & CKUE ของดินระดับความลึก 7.00-7.50 เมตร

จะให้เห็นว่าความแตกต่างของค่า  $\bar{\alpha}$  ระหว่างดินที่มาจากที่ต่างความลึกกัน เนื่องจากดินมีค่า  $\bar{\sigma}_{vm}$  ต่างกัน แต่เมื่อคิดในเทอม  $\bar{\alpha}/\bar{\sigma}_{vm}$  ผลแตกต่างจะมีค่าน้อยลง

เอนเวอล็อปของการวิบัติของการทดสอบ  $\overline{CK_{\circ}UE}$  เป็นดังนี้ (ดูรูป 4.9 และ 4.10 ประกอบ)

ดินจากระดับความลึก 4.50-5.00 เมตร

มีเอนเวอล็อปเดียว  $\bar{\alpha} = 0$   $\bar{\alpha} = 27.2^{\circ}$

ดินจากระดับความลึก 7.00-7.50 เมตร

ช่วงนอร์มัลส์คอนโซลิเดต  $\bar{\alpha} = 0$   $\bar{\alpha} = 20.8^{\circ}$

ตาราง 4.9 และรูป 4.23 และ 4.24 แสดงว่าที่  $\bar{\sigma}_{vc}$  อันเดียวกัน ค่าแรงเฉือนจากการทดสอบ  $\overline{CK_{\circ}UC}$  ( $\beta=0^{\circ}$ ) สูงกว่าค่าจากการทดสอบ  $\overline{CK_{\circ}UE}$  ( $\beta=90^{\circ}$ ) รายละเอียดเพิ่มเติมดูได้ในข้อ 4.3.3.2

#### 4.3.3.2 พฤติกรรมของความเค้นเทียบกับ strain

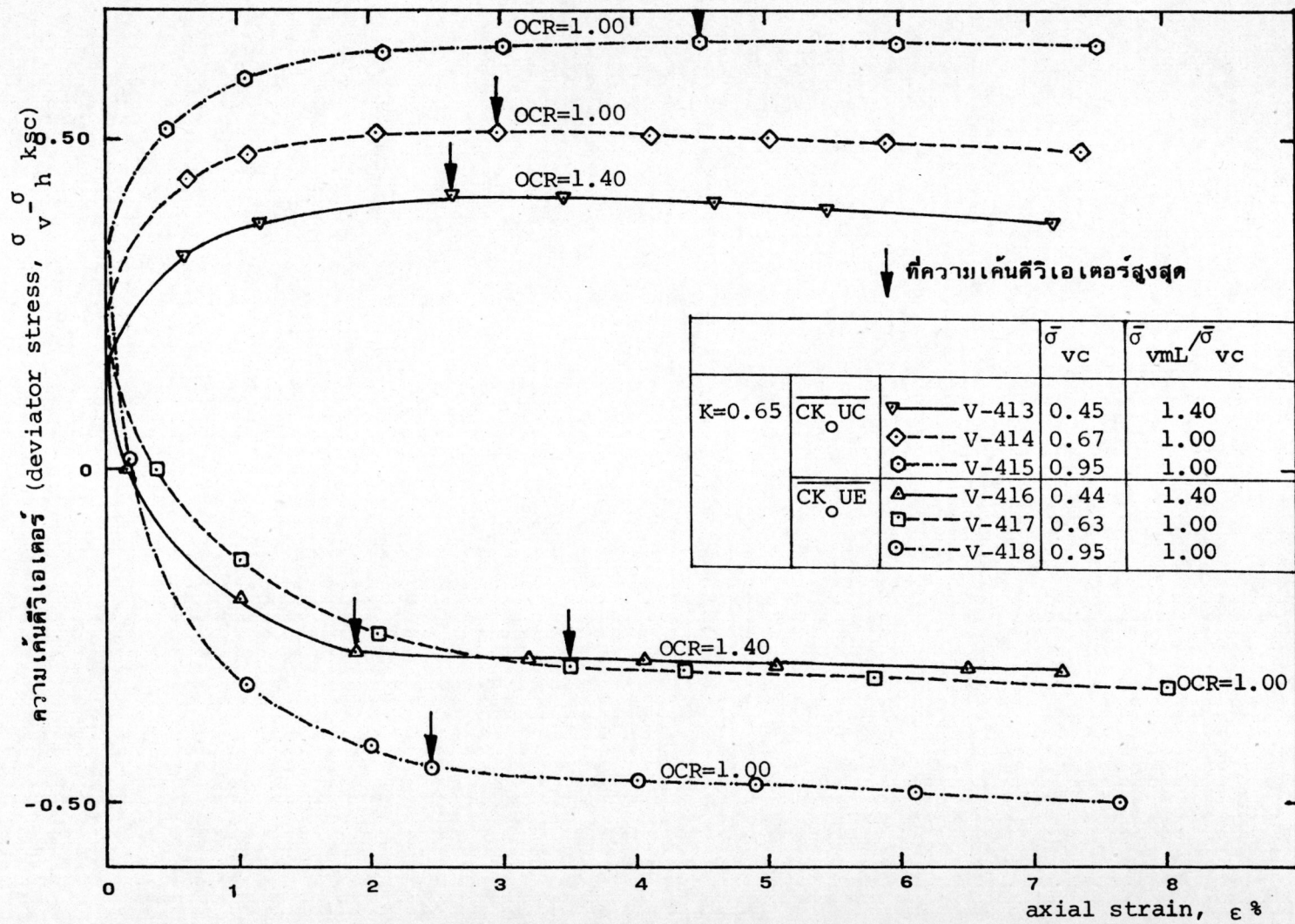
##### 4.3.3.2.1 ความเค้นตวิเอเตอร์ ( $\sigma_1-\sigma_3$ ) เทียบกับ strain

ผลทของความเค้นตวิเอเตอร์ ( $\sigma_1-\sigma_3$ ) เทียบกับ strain

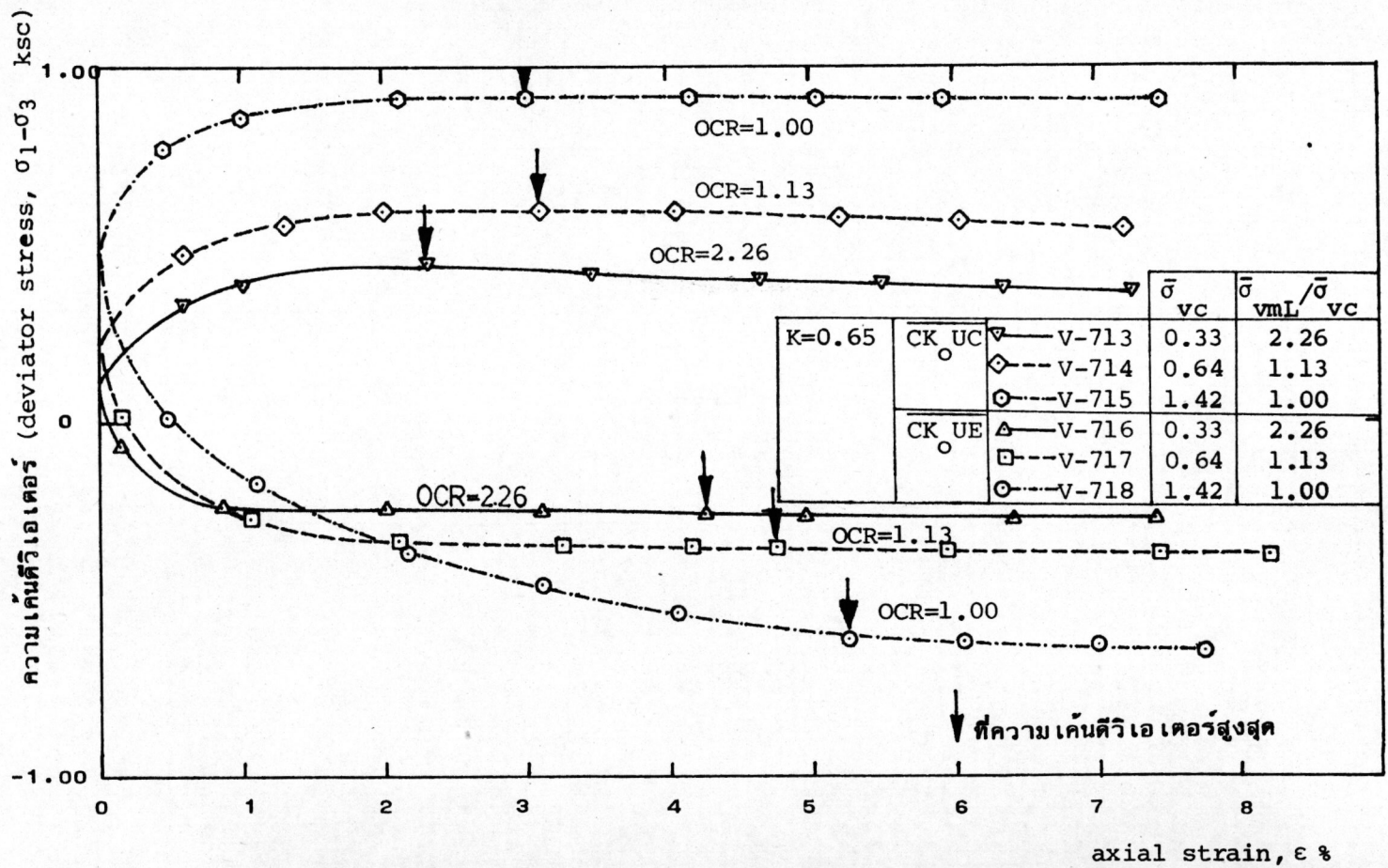
แสดงไว้ในรูปที่ 4.25 และ 4.26 ความเค้นตวิเอเตอร์จะเริ่มที่ค่าใดค่าหนึ่ง เนื่องจากคอนโซลิเดตตัวอย่างแบบแอนไอโซทรอปปีและของแต่ละการทดสอบก็จะแตกต่างกันไปด้วย และมีลักษณะดังนี้

การกคตัวอย่าง  $\overline{CK_{\circ}UC}$

1.  $\sigma_1-\sigma_3$  เป็นบวกเสมอ จะมีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ตาม strain ที่เพิ่มขึ้นจนถึงค่า ( $\sigma_1-\sigma_3$ ) สูงสุด แล้วจะมีค่าคงที่หรือลดลงเล็กน้อย
2. ความเค้นตวิเอเตอร์สูงสุด ขึ้นกับขนาดของความเค้นคอนโซลิเดชันก่อนการทดสอบ ( $\bar{\sigma}_{vc}$ ) นั่นคือ  $(\sigma_1-\sigma_3)_{max}$  จะสูงขึ้นตาม  $\bar{\sigma}_{vc}$  ที่สูงขึ้น



รูปที่ 4.25 ความสัมพันธ์ของความเค้นดิวเเตอร์กับ axial strain ของการทดสอบ  $\overline{CK}_{UC}$  &  $\overline{CK}_{UE}$  ของดินระดับความลึก 4.50-5.00 เมตร



รูปที่ 4.26 ความสัมพันธ์ของความเค้นตึงตัวเอเตอร์กับ axial strain ของการทดสอบ CK UC & CK UE ของดินระดับความลึก 7.00-7.50 เมตร

3. พิจารณาผลของ  $(\sigma_1 - \sigma_3) / \bar{\sigma}_{VC}$  (เพราะใช้ค่า K เดียวกัน) (ดูรูป 4.27 และ 4.28 ประกอบ) พบว่า ผลที่เป็นรูปแบบมากขึ้น มีจุดเริ่มต้นเป็นจุดเดียวกัน และ  $S_u / \bar{\sigma}_{VC}$  ขึ้นกับค่าของ OCR โดยที่  $S_u / \bar{\sigma}_{VC}$  เพิ่มขึ้นตามค่าของ OCR ที่เพิ่มขึ้น

การดึงตัวอย่าง  $\overline{CK_{OUE}}$

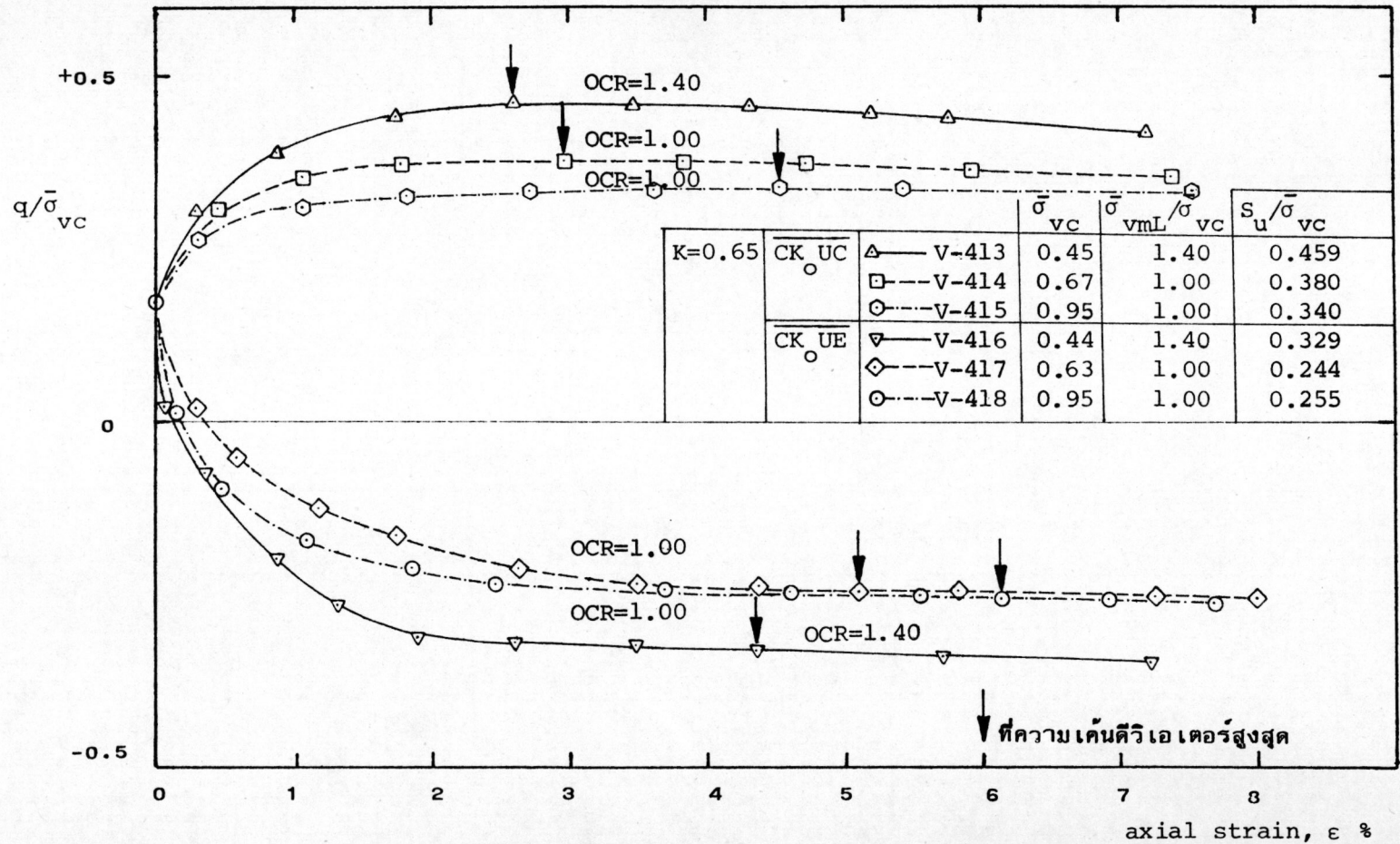
1.  $\sigma_1 - \sigma_3$  ค่อย ๆ ลดลงจนเป็นศูนย์ ซึ่งเป็นขณะที่  $\bar{\sigma}_1$  และ  $\bar{\sigma}_3$  เท่ากัน จากนั้นจะลดลงต่อไป (ติดลบ) จนปรากฏรอยวิบัติบนตัวอย่างแล้ว  $\sigma_1 - \sigma_3$  จะคงที่หรือลดลงไปอีกเล็กน้อย

2. ความเค้นดิวเเคอร์สูงสุด ขึ้นกับขนาดของควายเค้นคอนโซลิดเคชั่นก่อนการทดสอบ ( $\bar{\sigma}_{VC}$ ) นั่นคือ  $(\sigma_1 - \sigma_3)_{max}$  จะสูงขึ้นตาม  $\bar{\sigma}_{VC}$  ที่สูงขึ้น

3. ค่าของ  $S_u / \bar{\sigma}_{VC}$  เพิ่มขึ้นตามค่าของ OCR ที่เพิ่มขึ้น  
เปรียบเทียบ  $\overline{CK_{OUC}}$  ( $=0^\circ$ ) กับ  $\overline{CK_{OUE}}$  ( $=90^\circ$ ) พบว่าทิศทาง  $\bar{\sigma}_1$  เปลี่ยนไป  $90^\circ$  นั้นเป็นผลให้

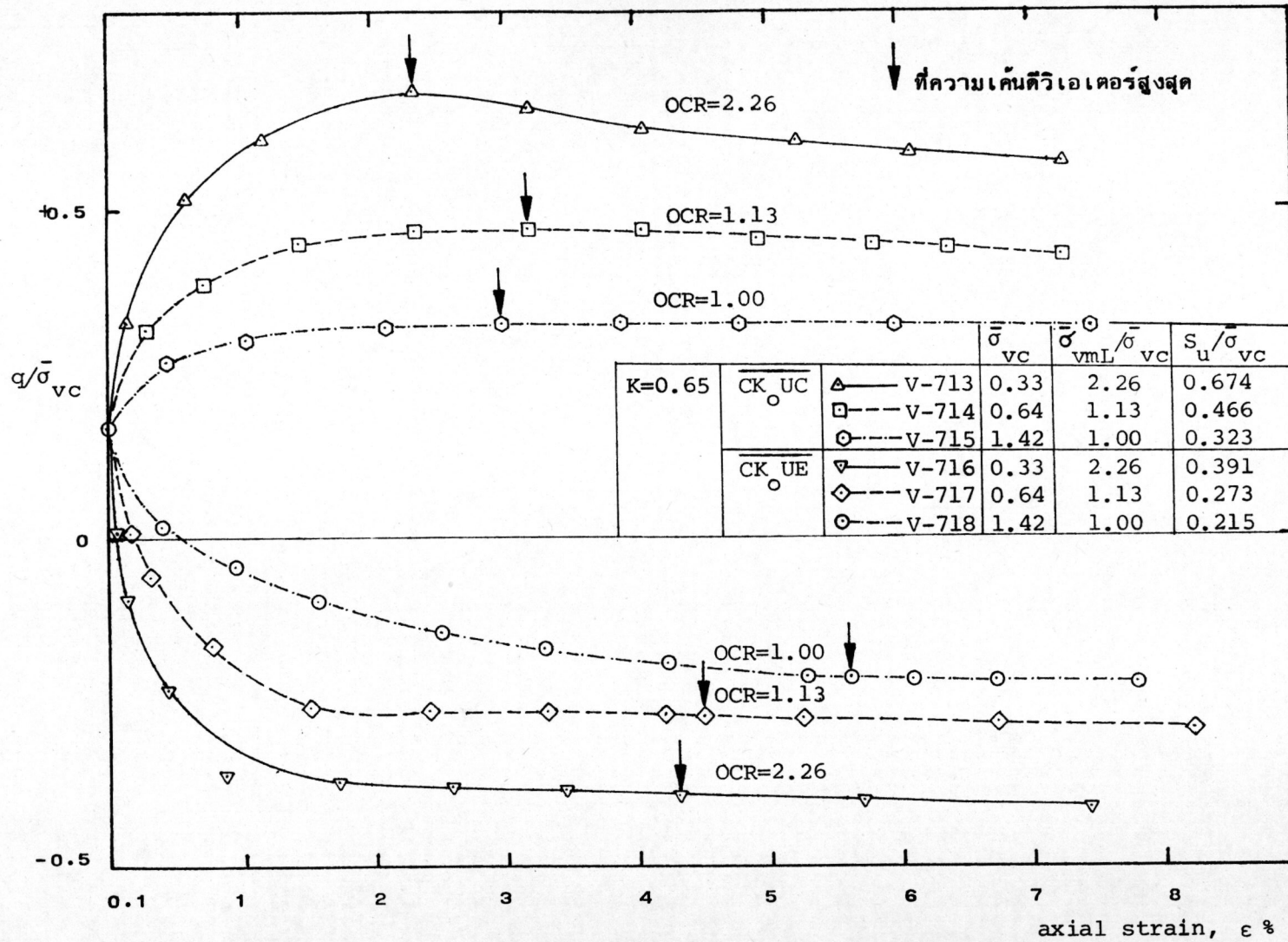
1. ดินระดับความลึก 4.50-5.00 เมตร  $S_u$  จาก  $\overline{CK_{OUE}}$  ลดลงเหลือ  $70.30 \pm 4.51\%$  ของ  $\overline{CK_{OUC}}$  ดินระดับความลึก 7.00-7.50 เมตร  $S_u$  จาก  $\overline{CK_{OUE}}$  ลดลงเหลือ  $61.05 \pm 3.90\%$  ของ  $\overline{CK_{OUC}}$  (ดูตาราง 4.10 และ 4.11 ประกอบ)

2. สำหรับการทดสอบที่แต่ละค่าของความเค้นคอนโซลิดเคชั่นหรือ OCR การลดลงของ  $S_u$  เมื่อ  $\beta$  เพิ่มขึ้น  $90^\circ$  นั้น สำหรับความมุ่งหมายในทางปฏิบัติไม่ขึ้นอยู่กับค่า OCR (ดูตารางที่ 4.13 ในข้อ 4.4.4)



รูปที่ 4.27 ความสัมพันธ์ของ  $q/\bar{\sigma}_{vc}$  และ axial strain ของการทดสอบ  $\overline{CK}_{UC}$  &  $\overline{UK}_{UE}$  ของดินระดับความลึก 4.50-5.00 เมตร





รูปที่ 4.28 ความสัมพันธ์ของ  $q/\bar{\sigma}_{vc}$  และ axial strain ของการทดสอบ CK<sub>UE</sub> & CK<sub>UC</sub>

ของดินระดับความลึก 7.00-7.50 เมตร

ตารางที่ 4.10 ผลการทดสอบ  $\overline{CK}_{UC}$  และ  $\overline{CK}_{UE}$  ของตัวอย่างจากระดับ 4.50-5.00 เมตร

$\beta^\circ$	หมายเลข ตัวอย่าง	OCR	$W_i$ %	$W_f$ %	$(\sigma_1 - \sigma_3)_f$ ksc	$\epsilon_f$ %	$\Delta u_f$ ksc	$A_f$	$\frac{S_u(\beta=90^\circ)}{S_u(\beta=0^\circ)}$
0°	V-413	1.40	62.38	61.40	0.4131	2.58	0.120	0.456	-
0°	V-414	1.00	65.19	63.23	0.5096	2.94	0.200	0.715	-
0°	V-415	1.00	66.08	61.41	0.6460	4.50	0.280	0.886	-
90°	V-416	1.40	61.70	60.96	0.2894	4.32	-0.130	0.703	0.717
90°	V-417	1.00	64.42	61.19	0.3078	5.07	-0.06	0.888	0.642
90°	V-418	1.00	66.20	61.32	0.4844	6.12	-0.07	0.914	0.750

ตารางที่ 4.11 ผลการทดสอบ  $\overline{CK}_{UC}$  และ  $\overline{CK}_{UE}$  ของตัวอย่างจากระดับ 7.00-7.50 เมตร

$\beta^\circ$	หมายเลข ตัวอย่าง	OCR	$W_i$ %	$W_f$ %	$(\sigma_1 - \sigma_3)_f$ ksc	$\epsilon_f$ %	$\Delta u_f$ ksc	$A_f$	$\frac{S_u(\beta=90^\circ)}{S_u(\beta=0^\circ)}$
0°	V-713	2.26	67.19	66.76	0.4448	2.31	0.095	0.284	-
0°	V-714	1.13	73.34	70.87	0.5959	3.18	0.200	0.532	-
0°	V-715	1.00	70.81	64.27	0.9759	2.98	0.400	0.936	-
90°	V-716	2.26	70.88	67.77	0.2580	4.26	-0.08	0.783	0.580
90°	V-717	1.13	69.63	67.05	0.3494	4.46	-0.10	0.824	0.586
90°	V-718	1.00	68.92	60.14	0.6096	5.58	-0.16	0.854	0.666

#### 4.3.3.2.2 ความดันน้ำระหว่างเม็ดดิน ( $\Delta u$ ) เกี่ยวกับ strain

ผลของ  $\Delta u$  เกี่ยวกับ strain ของการทดสอบ

$\overline{CK}_{UC}$  &  $\overline{CK}_{UE}$  ทั้งหมดแสดงไว้ในรูปที่ 4.29 และ 4.30

การกดตัวอย่างทำให้เกิด  $\Delta u$  เป็นบวก  $\Delta u$  จะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ตาม strain ที่เพิ่มขึ้น และจะมีค่าสูงสุดที่  $(\sigma_1 - \sigma_3)_{max}$  หรือใกล้เคียง จากนั้นจะมีค่าคงที่หรือลดลงเล็กน้อย สำหรับแต่ละการทดสอบ  $\Delta u$  จะเพิ่มขึ้นตามค่าของ  $\bar{\sigma}_{vc}$  ที่เพิ่มขึ้น และผลของ  $\Delta u$  กับ strain จะเข้าใกล้กันมากที่  $OCR = 1$  เหมือนกัน

การดึงตัวอย่างทำให้เกิด  $\Delta u$  เป็นค่าลบ  $\Delta u$  จะลดลงเร็วและถึงค่าต่ำสุดภายใน 1 % strain จากนั้นจะมีค่าคงที่หรือเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ผลการทดสอบให้ผลของ  $\Delta u$  กับ strain เกาะกลุ่มใกล้เคียงกัน

#### 4.3.3.2.3 พารามิเตอร์ของความดันน้ำเกี่ยวกับ strain

ผลของพารามิเตอร์ A เกี่ยวกับ strain ของ

การทดสอบ  $\overline{CK}_{UC}$  &  $\overline{CK}_{UE}$  ทั้งหมด แสดงไว้ ในรูปที่ 4.31 และ 4.32 พบว่า พฤติกรรมของพารามิเตอร์ A ของทั้งสองการทดสอบต่างกัน คือ

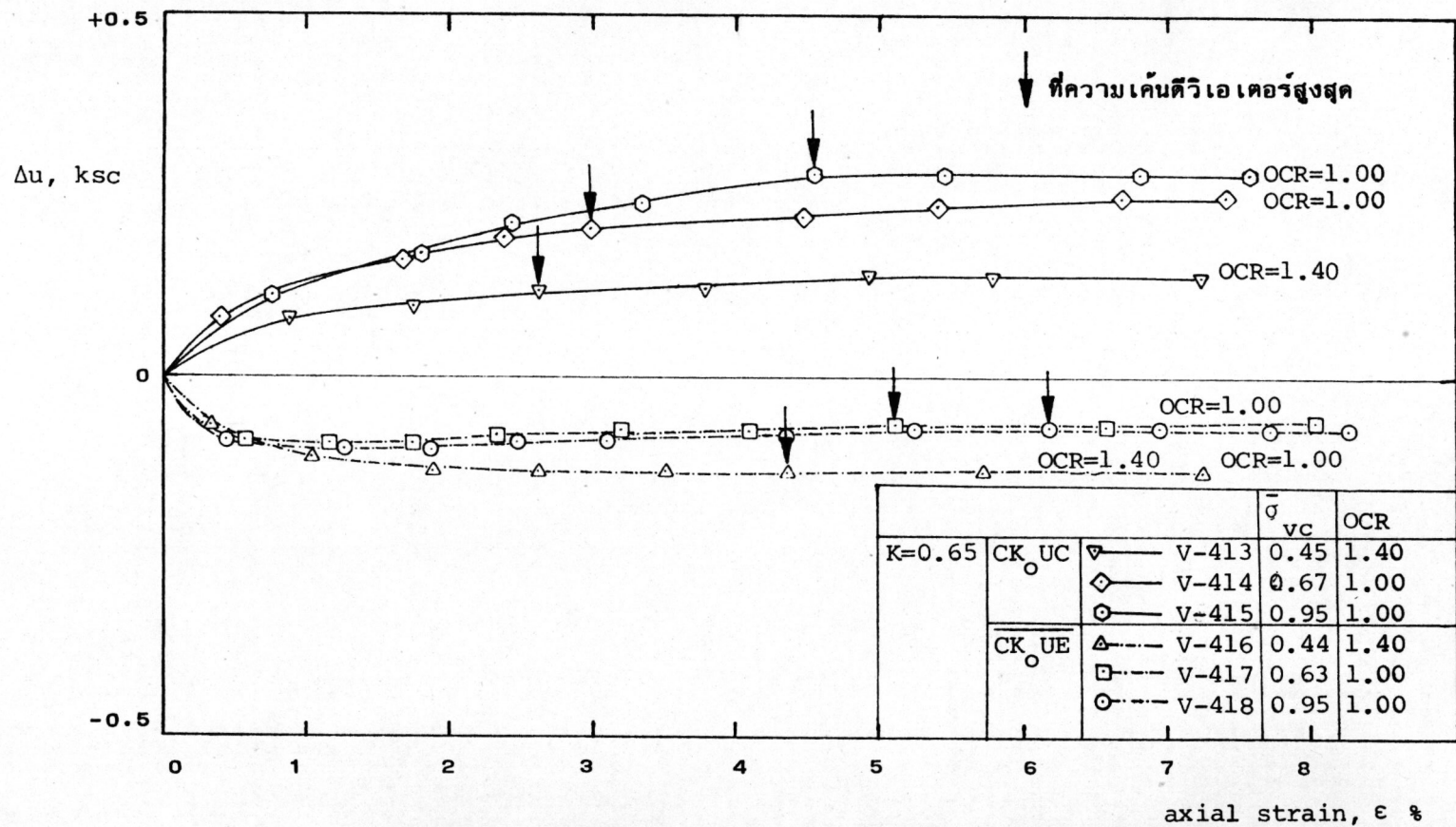
1. การกดตัวอย่าง ( $\overline{CK}_{UC}$ ) พารามิเตอร์  $A_f$  จะลดลงเมื่อ OCR เพิ่มขึ้น แต่การดึงตัวอย่าง ( $\overline{CK}_{UE}$ ) ผลของพารามิเตอร์ A กับ strain อยู่ใกล้เคียงกัน ค่าพารามิเตอร์  $A_f$  ไม่ขึ้นกับ OCR

2. พารามิเตอร์  $A_f$  ของการดึงตัวอย่าง สูงกว่าของการกดตัวอย่างหรือก็คือ  $A_{f\beta=90^\circ} > A_{f\beta=0^\circ}$  แต่สำหรับตัวอย่าง V-718 ทดสอบที่  $\bar{\sigma}_{vc} = 2\bar{\sigma}_m$  ได้  $A_{f\beta=90^\circ} < A_{f\beta=0^\circ}$  เล็กน้อย สรุปว่าพารามิเตอร์  $A_f$  มีคุณสมบัติแอนไอโซทรอปี  $A_f$  เพิ่มขึ้นตาม  $\beta$  ที่เพิ่มขึ้น

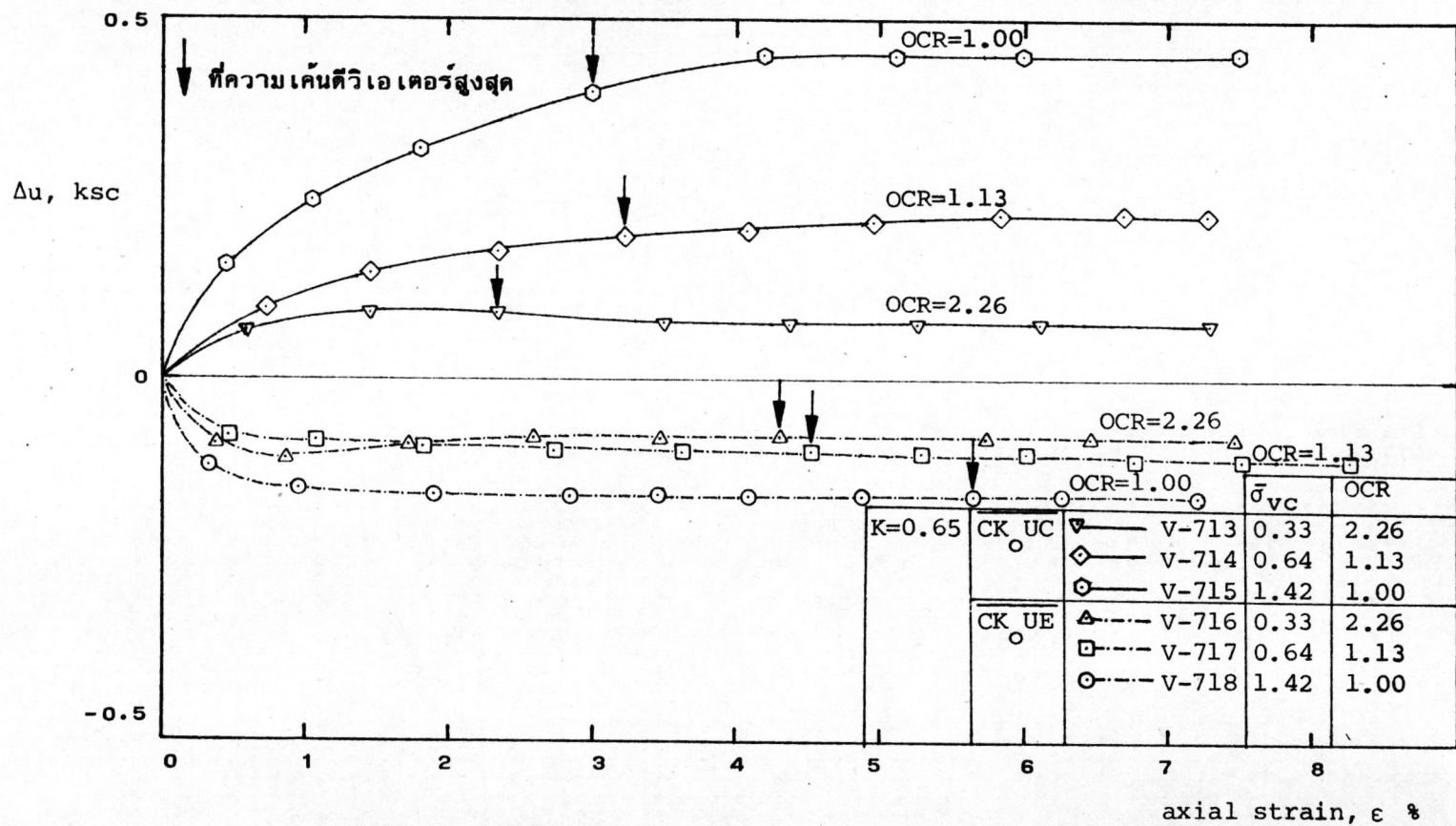
#### 4.3.3.2.4 Principal Stress Ratio v.s. Axial

Strain

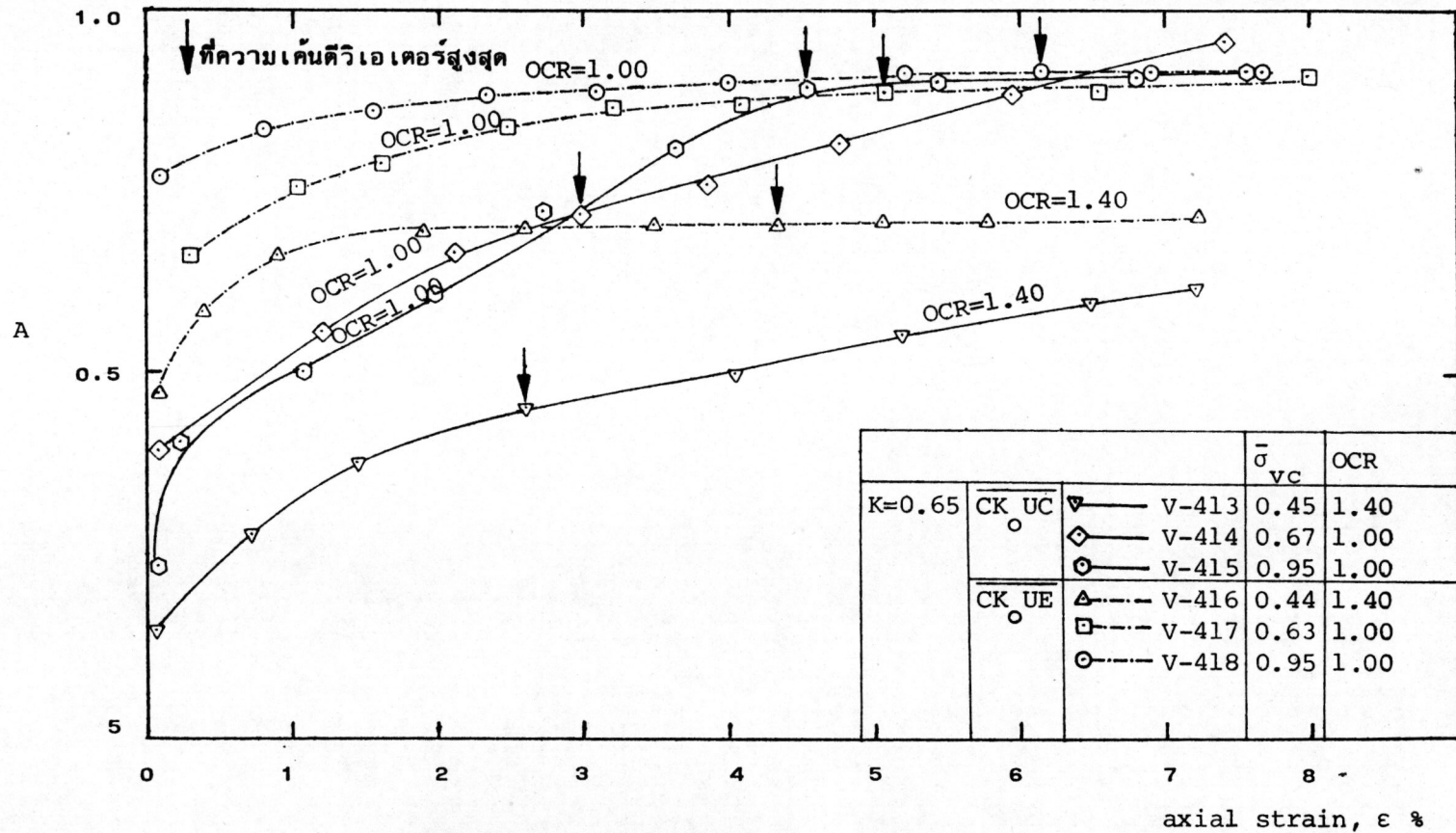
ผลของสัดส่วนของความเค้นประสิทธิผล



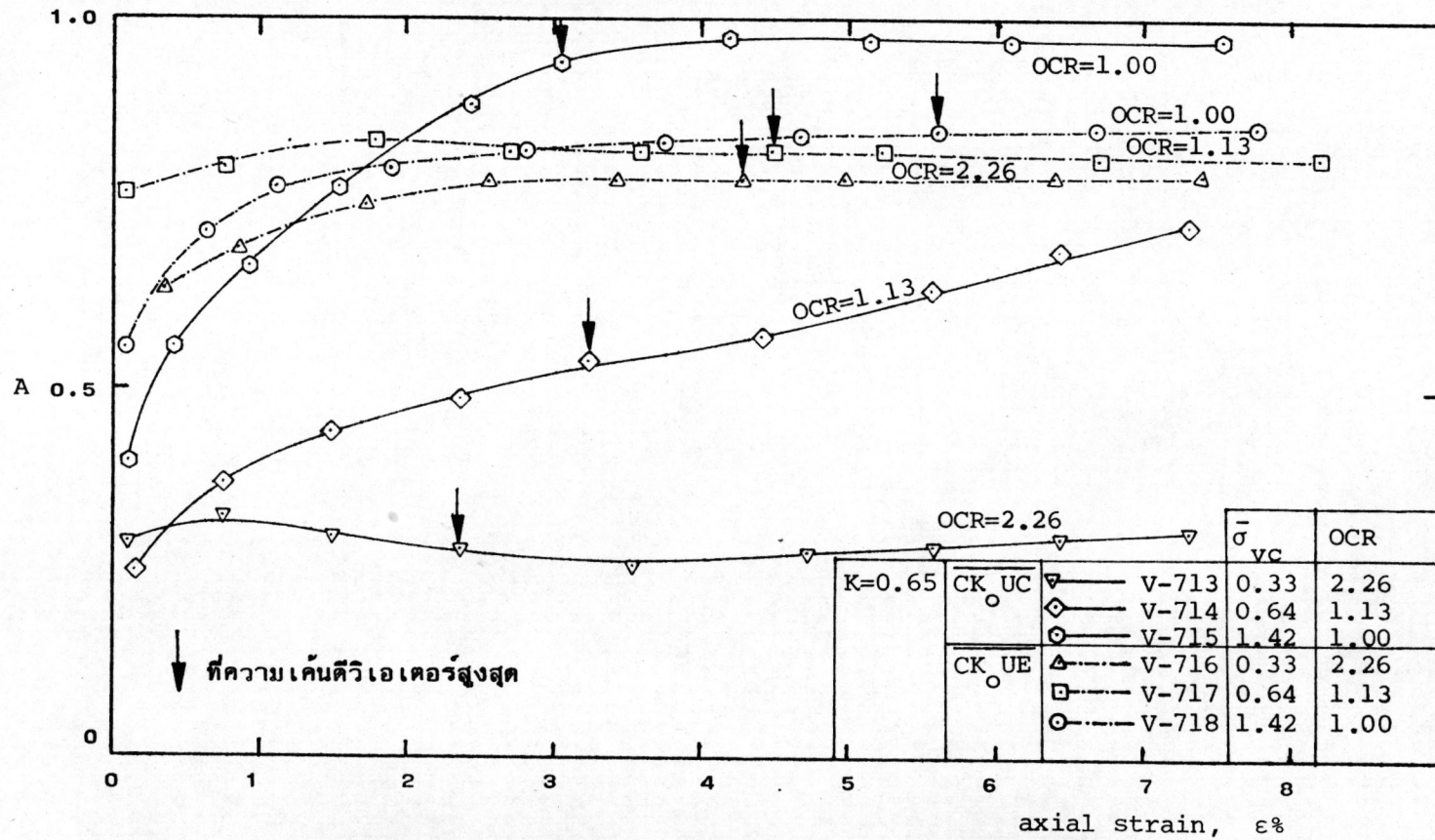
รูปที่ 4.29 ความสัมพันธ์ของ  $\Delta u$  กับ axial strain ของการทดสอบ  $\overline{CK}_{UC}$  &  $\overline{CK}_{UE}$  ของดินระดับความลึก 4.50-5.00 เมตร



รูปที่ 4.30 ความสัมพันธ์ของ  $\Delta u$  กับ axial strain ของการทดสอบ  $\overline{CK UC}$  &  $\overline{CK UE}$  ของดินระดับความลึก 7.00-7.50 เมตร



รูปที่ 4.31 ความสัมพันธ์ของพารามิเตอร์ A กับ axial strain ของการทดสอบ  $\overline{CK}_{UC}$  &  $\overline{CK}_{UE}$  ของดินระดับความลึก 4.50-5.00 เมตร



รูปที่ 4.32 ความสัมพันธ์ของพารามิเตอร์ A และ strain ของการทดสอบ  $\overline{CK}_{UC}$  &  $\overline{CK}_{UE}$  ของดินระดับความลึก 7.00-7.50 เมตร

$\frac{\bar{\sigma}_v}{\bar{\sigma}_h}$  หรือ  $\frac{\bar{\sigma}_h}{\bar{\sigma}_v}$  เทียบกับ strain ของการทดสอบ  $\overline{CK_{0UC}}$  &  $\overline{CK_{0UE}}$  แสดงไว้ในรูปที่ 4.33, 4.34, 4.35 และ 4.36

การกดตัวอย่าง ได้แสดงสัดส่วนของความเค้นประสิทธิผลด้วย  $\frac{\bar{\sigma}_v}{\bar{\sigma}_h}$  การทดสอบที่  $\bar{\sigma}_{vc}$  ต่าง ๆ ไม่ให้ความแตกต่างของ  $\frac{\bar{\sigma}_v}{\bar{\sigma}_h}$  มากนัก กล่าวได้ว่าระดับของความเค้นคอนโซลิดেশันไม่มีอิทธิพลต่อ  $\frac{\bar{\sigma}_v}{\bar{\sigma}_h}$

การดึงตัวอย่าง ได้แสดงสัดส่วนของความเค้นประสิทธิผลด้วย  $\frac{\bar{\sigma}_h}{\bar{\sigma}_v}$  ผลการทดสอบมีลักษณะเดียวกับการกดตัวอย่าง คือ ผลของ  $\frac{\bar{\sigma}_h}{\bar{\sigma}_v}$  เทียบกับ strain อยู่ชดกันมากยกเว้นของตัวอย่าง V-716

#### 4.4 เปรียบเทียบผลการทดสอบ (Comparison of the tests)

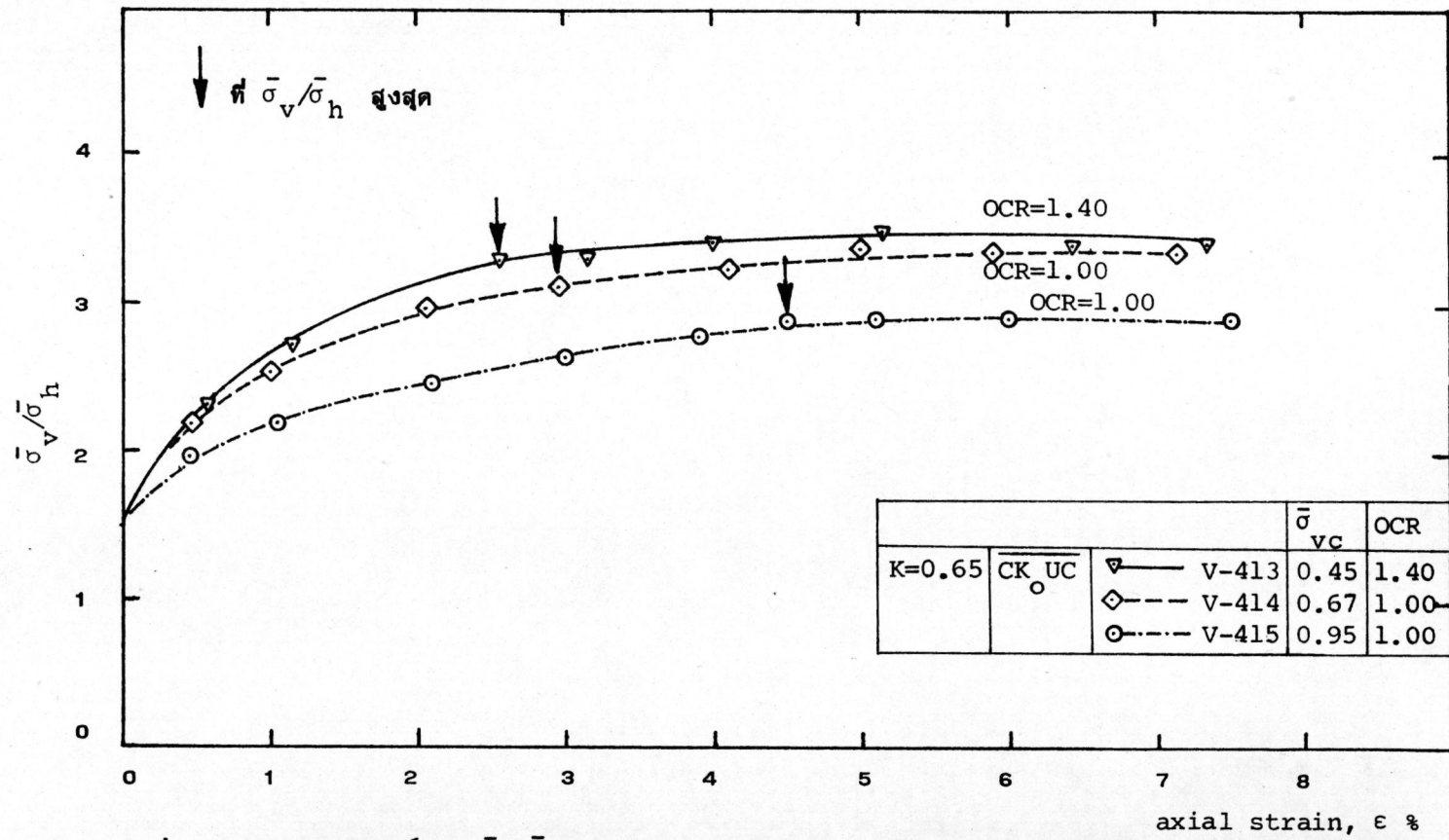
##### 4.4.1 กำลังรับแรงเฉือนแบบอันเดรน, $S_u$

ผลของ  $S_u$  กับ  $\beta^0$  ของการทดสอบทุกแบบแสดงไว้ในรูปที่ 4.37 และ 4.39 พบว่า

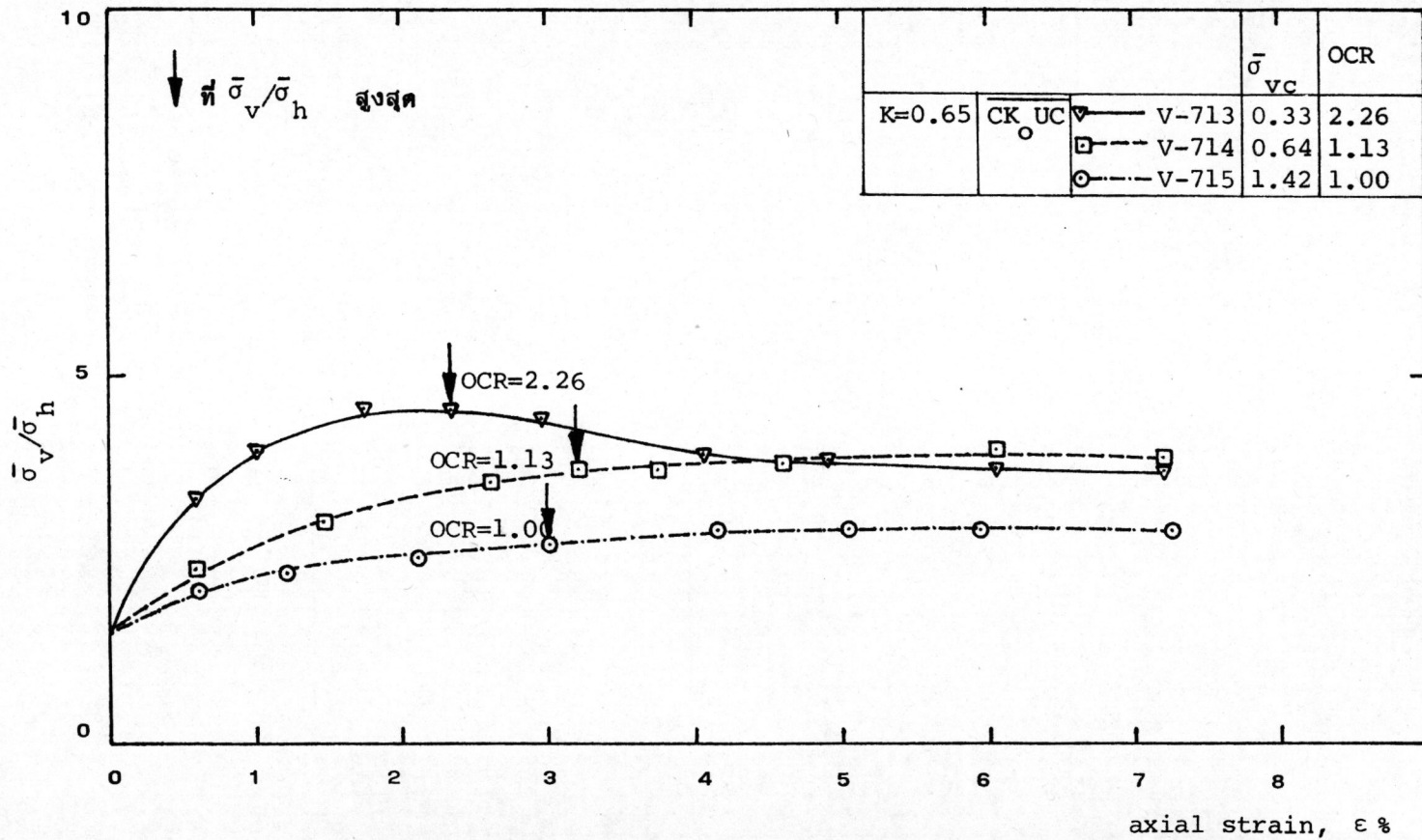
1. สำหรับการทดสอบที่มีความเค้นคอนโซลิดেশันในแนวตั้ง ( $\bar{\sigma}_{vc}$ ) เท่ากัน การทดสอบ  $\overline{CIUC}$  จะให้  $S_u$  สูงกว่าการทดสอบ ( $\overline{CK_{0UC}}$  &  $\overline{CK_{0UE}}$ ) ยกเว้นตัวอย่าง V-713 ที่ให้  $S_u$  สูงไปเล็กน้อย อย่างไรก็ตาม สรุปได้ว่า ที่  $\bar{\sigma}_{vc}$  เท่ากัน การคอนโซลิดเคตัวอย่างแบบไอโซทรอปี้จะให้  $S_{u\beta}$  สูงกว่าการคอนโซลิดเคแบบแอนไอโซทรอปี้ นั่นคือระบบความเค้นคอนโซลิดেশันมีอิทธิพลต่อค่าของ  $S_u$

2. รูปที่ 4.41 และ 4.42 เป็นผลของ  $\frac{S_{u\beta}}{S_{uv}}$  กับความเค้นคอนโซลิดเคชัน (เป็นสัดส่วนของ  $\bar{\sigma}_{vm}$ ) ของการทดสอบ  $\overline{CIUC}$  ที่มี  $\beta^0$  ต่างกันและ  $\overline{CK_{0UC}}$  &  $\overline{CK_{0UE}}$  จะเห็นว่า  $\overline{CIUC}$  มี  $\frac{S_{u\beta}}{S_{uv}}$  ขึ้นกับขนาดของความเค้นคอนโซลิดเคชัน ที่  $\bar{\sigma}_c$  ค่า ๆ  $\frac{S_{u\beta}}{S_{uv}}$  น้อยลงเมื่อ  $\beta^0$  เพิ่มขึ้น และขณะที่  $\bar{\sigma}_c$  เพิ่มขึ้นจะทำให้  $\frac{S_{u\beta}}{S_{uv}}$  เพิ่มขึ้นด้วย และที่  $\bar{\sigma}_c$  สูง ๆ  $\frac{S_{u\beta}}{S_{uv}}$  มีค่าใกล้เคียงกันประมาณ 1.0 ซึ่งหมายความว่าพฤติกรรมจะไปในทางที่เป็นวัสดุไอโซทรอปิกเพิ่มขึ้นเมื่อค่า  $\bar{\sigma}_c$  สูงขึ้น

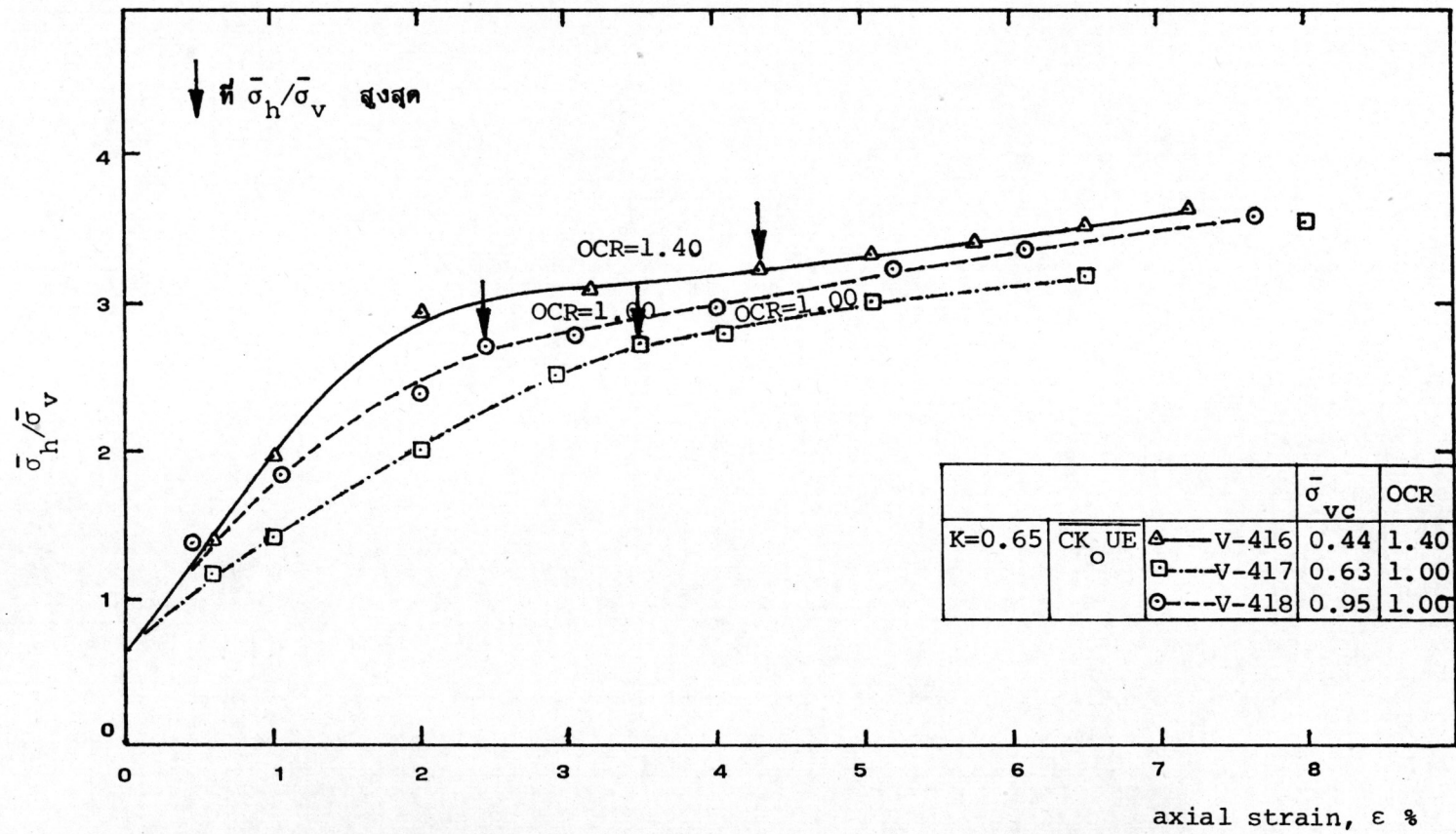




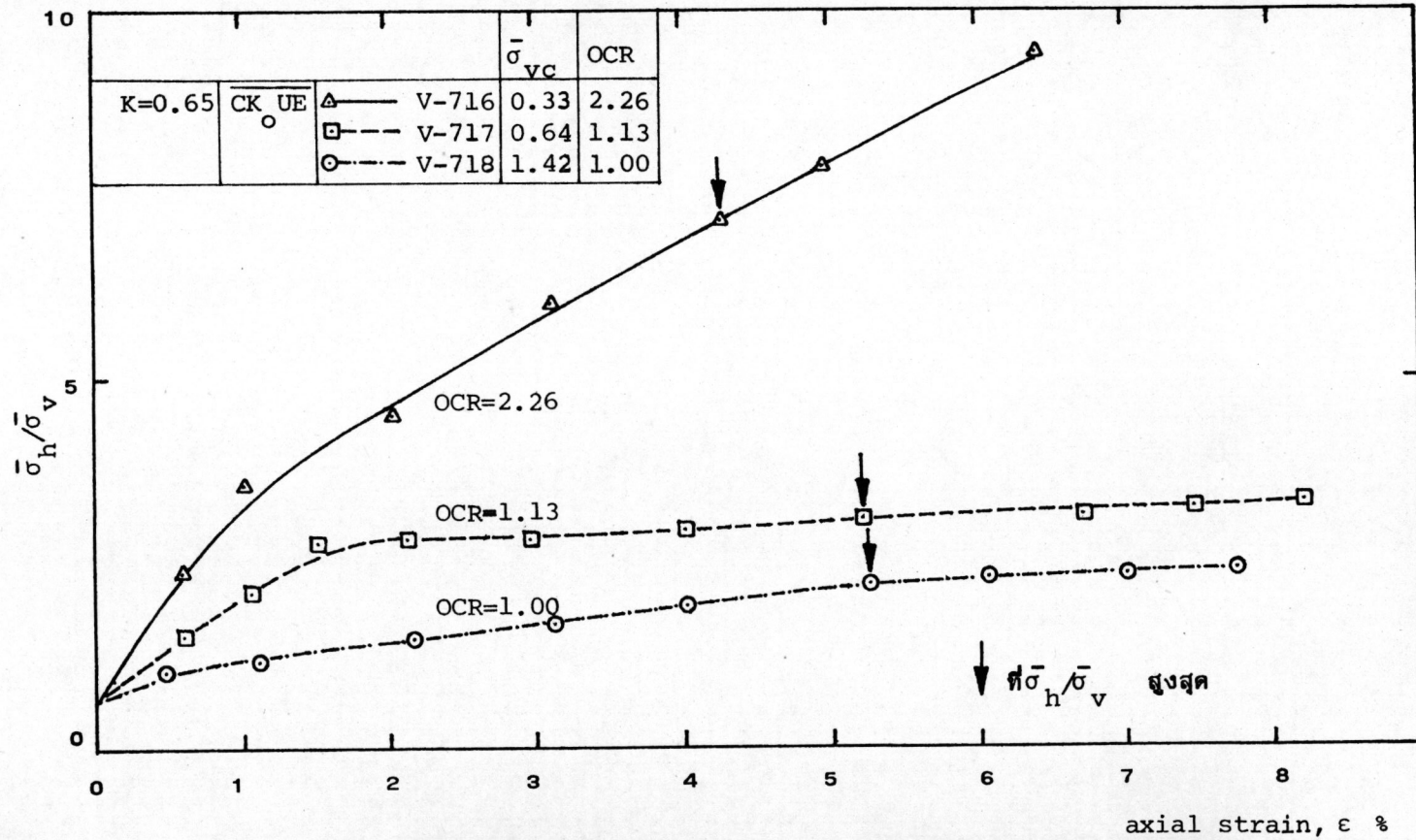
รูปที่ 4.33 ความสัมพันธ์ของ  $\bar{\sigma}_v/\bar{\sigma}_h$  กับ axial strain ของการทดสอบ CK UC ของดินระดับความลึก 4.50-5.00 เมตร



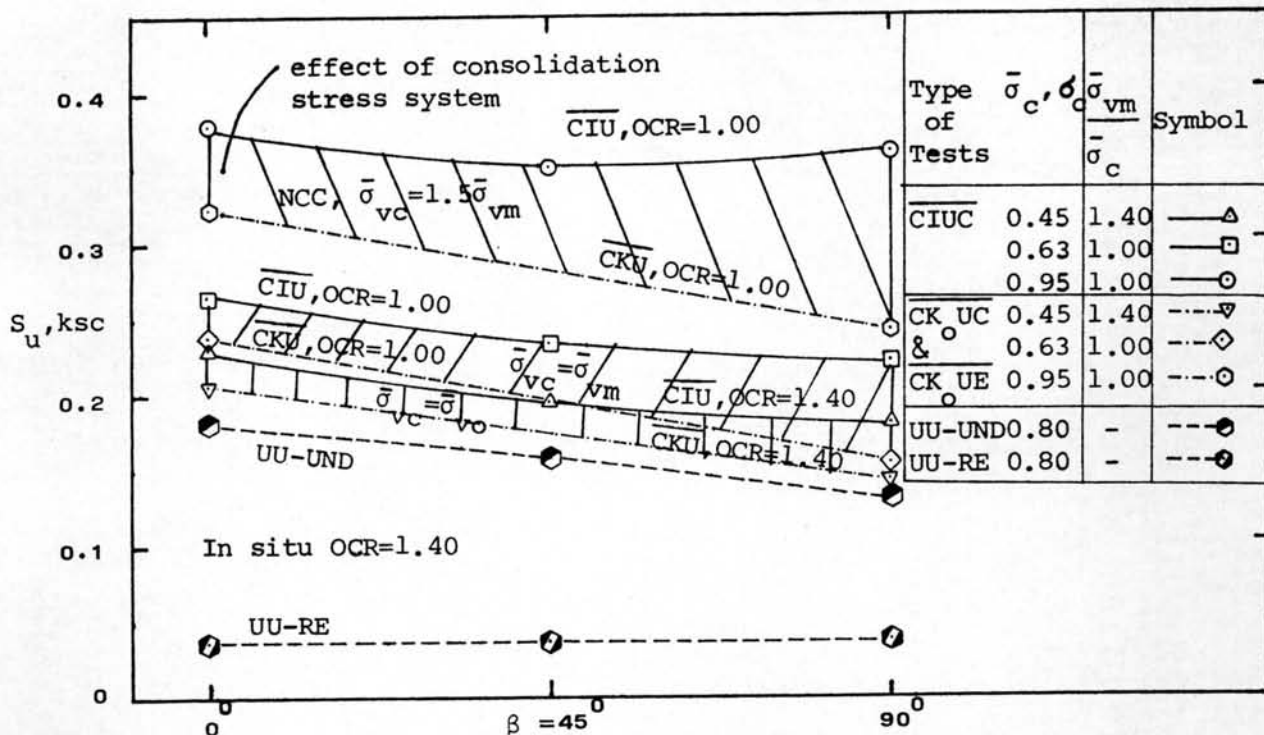
รูปที่ 4.34 ความสัมพันธ์ของ  $\bar{\sigma}_v/\bar{\sigma}_h$  กับ axial strain ของการทดสอบ  $\overline{CK}_{UC}$  ของดินระดับความลึก 7.00-7.50 เมตร



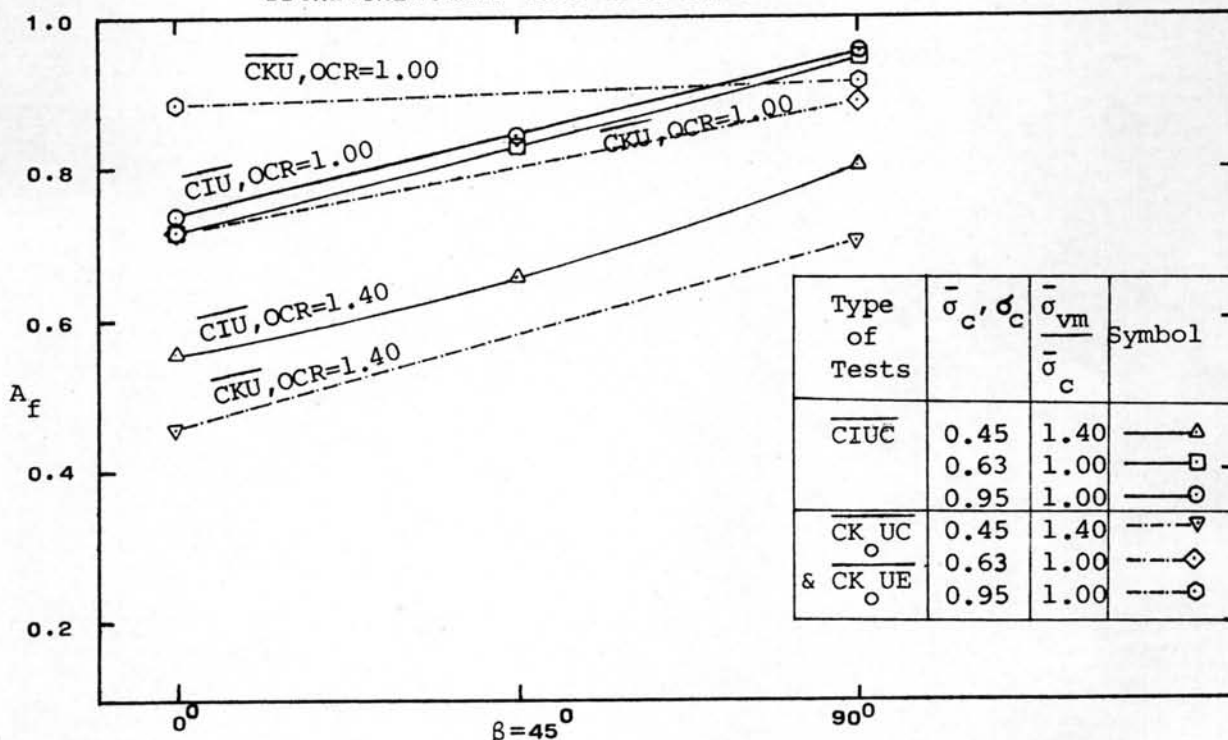
รูปที่ 4.35 ความสัมพันธ์ของ  $\bar{\sigma}_h/\bar{\sigma}_v$  กับ axial strain ของการทดสอบ CK UE ของดินระดับความลึก 4.50-5.00 เมตร



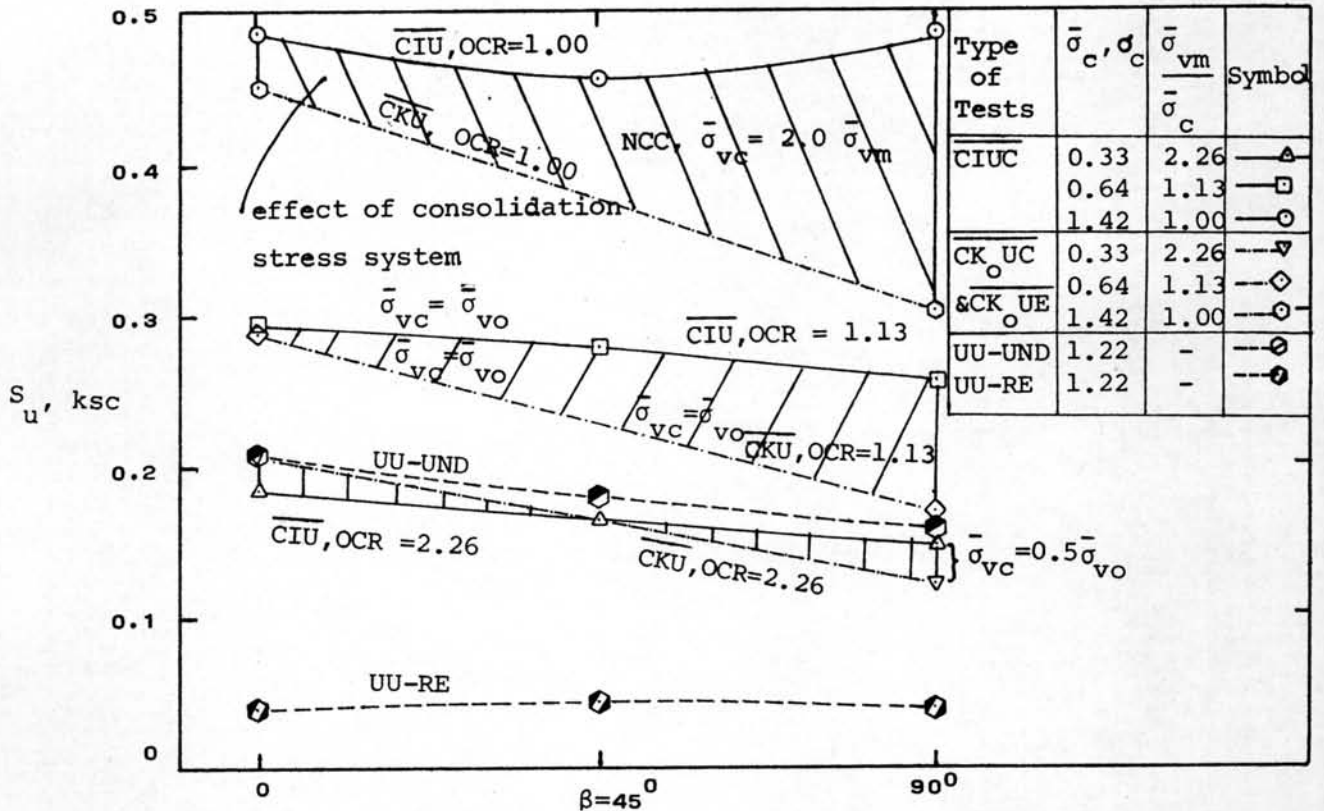
รูปที่ 4.36 ความสัมพันธ์ของ  $\bar{\sigma}_h / \bar{\sigma}_v$  กับ axial strain ของการทดสอบ CK UE ของดินระดับความลึก 7.00-7.50 เมตร



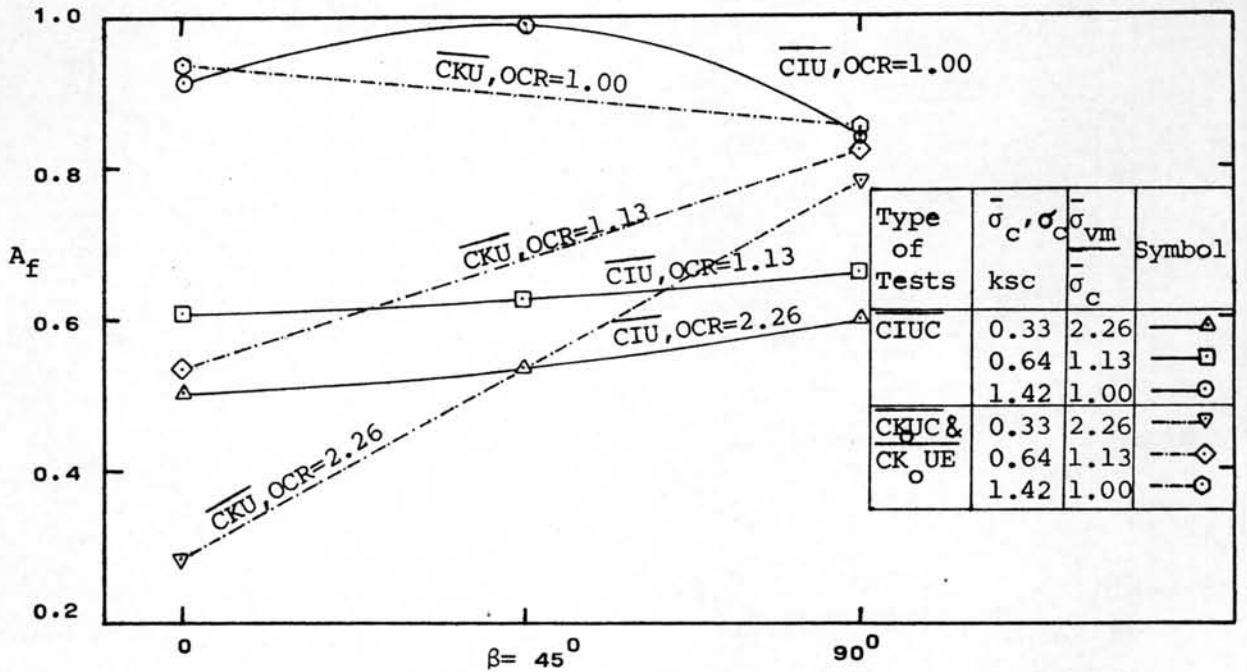
รูปที่ 4.37 ความสัมพันธ์ของ  $S_u$  กับ  $\beta^\circ$  จากการทดสอบ UU, CIUC, CK UC & CK UE ของดินระดับความลึก 4.50-5.00 เมตร



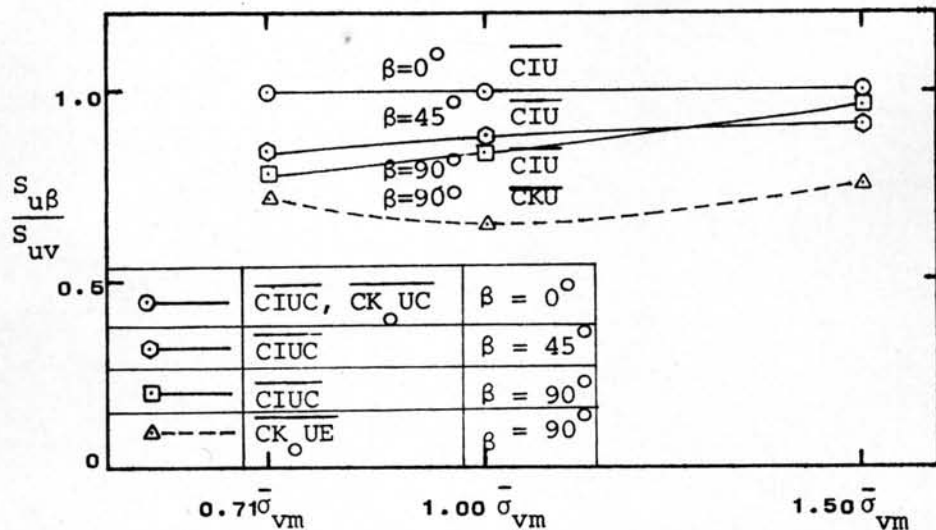
รูปที่ 4.38 ความสัมพันธ์ของ  $A_f$  กับ  $\beta^\circ$  จากการทดสอบ CIUC, CK UC & CK UE ของดินระดับความลึก 4.50-5.00 เมตร



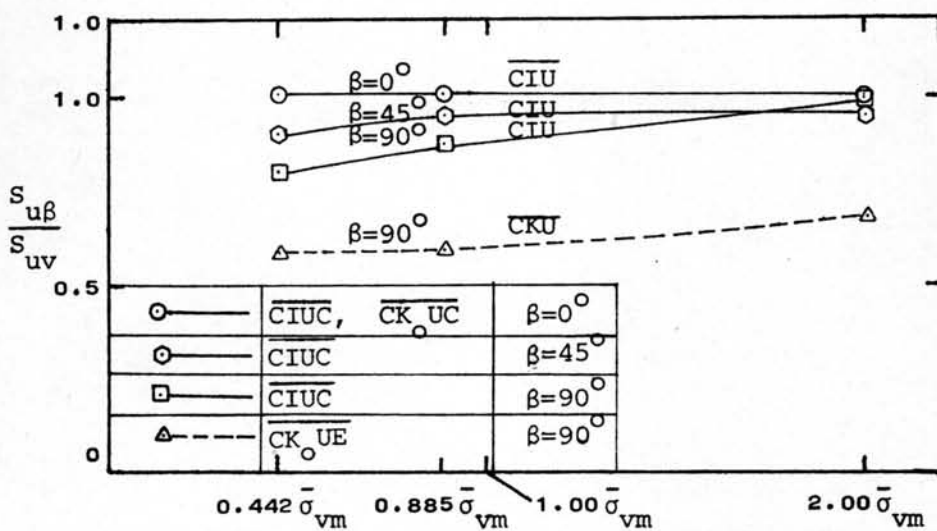
รูปที่ 4.39 ความสัมพันธ์ของ  $S_u$  กับ  $\beta^\circ$  จากการทดสอบ UU, CIUC, CK<sub>o</sub>UC & CK<sub>o</sub>UE ของดินระดับความลึก 7.00-7.50 เมตร



รูปที่ 4.40 ความสัมพันธ์ของ  $A_F$  กับ  $\beta^\circ$  จากการทดสอบ CIUC, CK<sub>o</sub>UC & CK<sub>o</sub>UE ของดินระดับความลึก 7.00-7.50 เมตร



รูปที่ 4.41 ความสัมพันธ์ของกำลังรับแรงเฉือนแบบอันเดรอนส์กับกับความเค้นคอนโซลเคชั่น (เป็นส่วนหนึ่งของ  $\bar{\sigma}_{vm}$ ) ของคิระดับความลึก 4.50-5.00 เมตร



รูปที่ 4.42 ความสัมพันธ์ของกำลังรับแรงเฉือนแบบอันเดรอนส์กับกับความเค้นคอนโซลเคชั่น (เป็นส่วนหนึ่งของ  $\bar{\sigma}_{vm}$ ) ของคิระดับความลึก 7.00-7.50 เมตร

3. จากรูปที่ 4.41 และ 4.42 แสดงให้เห็นว่า  $\frac{S_{u\beta}}{S_{uv}}$  ขึ้นกับวิธีการทดสอบ  $\frac{S_{u\beta}}{S_{uv}}$  ( $\beta=90^\circ$ ) ของการทดสอบ  $\overline{CK}_O UC$  &  $\overline{CK}_O UE$  ต่ำกว่าของการทดสอบ  $\overline{CIUC}$  และโดยประมาณ มันไม่ขึ้นกับขนาดของความเค้นคอนโซลิเดชันค่า ๆ แต่  $\frac{S_{u\beta}}{S_{uv}}$  ( $\beta=90^\circ$ ) จะมีแนวโน้มสูงขึ้น (ใกล้ 1.0 มากขึ้น) เมื่อ  $\bar{\sigma}_{vc} > \bar{\sigma}_{vm}$  และการสูงขึ้นของ  $\frac{S_{u(\beta=90^\circ)}}{S_{u(\beta=0^\circ)}}$  จากการทดสอบ  $\overline{CKU}$  มีน้อยกว่าการทดสอบ  $\overline{CIU}$  มาก

4. รูปที่ 4.43 แสดงถึงผลของกำลังรับแรงเฉือนสัมพันธ์,  $K_s = \frac{S_{u(H)}}{S_{u(V)}}$  กับ Plasticity Index (P.I.) ของการทดสอบ  $\overline{CK}_O UC$  &  $\overline{CK}_O UE$  เปรียบเทียบกับข้อมูลของนักวิจัยอื่น ๆ จาก LADD (1977) พบว่า ผลการทดลองที่ได้อยู่ในกลุ่มเดียวกับข้อมูลดังกล่าว

5. รูปที่ 4.44 และ 4.45 แสดงผลของ  $\frac{S_{u\beta}}{S_{uv}}$  ที่  $\bar{\sigma}_{vc}$  ต่าง ๆ เทียบกับ  $\beta^\circ$  ของการทดสอบทั้งหมด UU,  $\overline{CIUC}$ ,  $\overline{CK}_O UC$  &  $\overline{CK}_O UE$

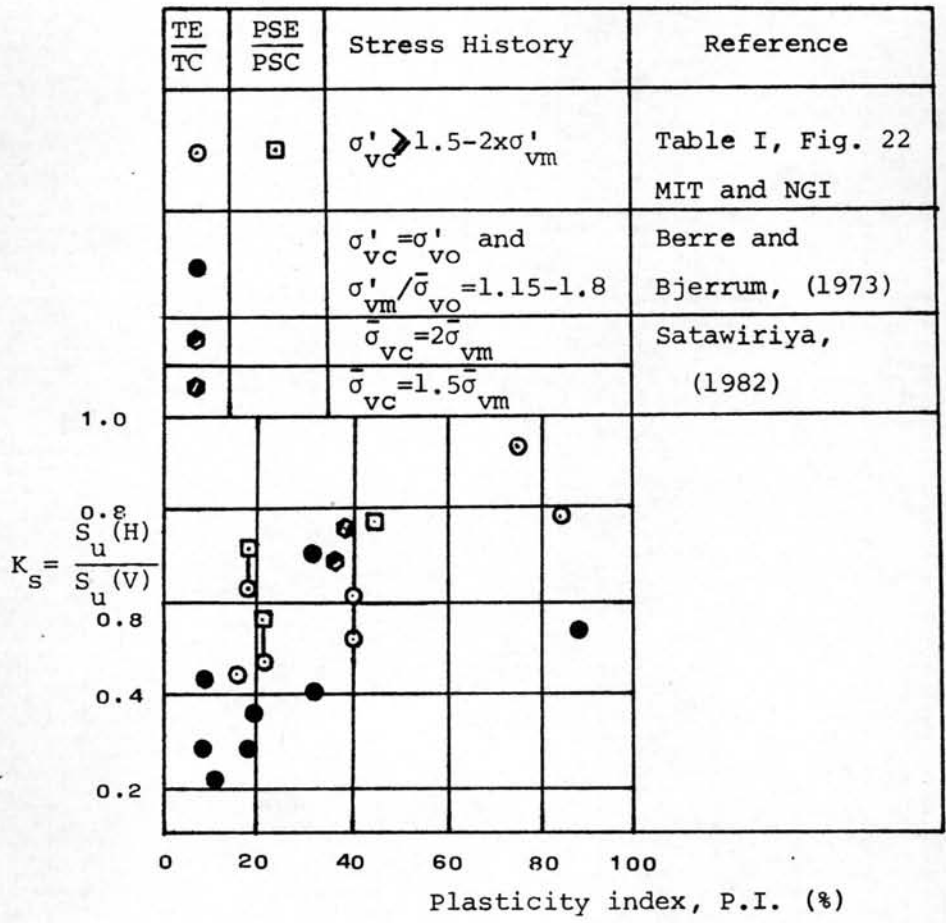
ผลการทดสอบของ V-417 ที่ OCR = 1.00 ให้  $S_u$  ค่อนข้างต่ำ ผลของ  $\frac{S_{u\beta=90^\circ}}{S_{u\beta=0^\circ}}$  ค่าแห่งนี้จึงต่ำผิดปกติไป  $\frac{S_{u\beta=90^\circ}}{S_{u\beta=0^\circ}}$  ที่  $\bar{\sigma}_{vc}$  ต่าง ๆ (OCR > 1.0) ของ  $\overline{CK}_O UC$  &  $\overline{CK}_O UE$  ควรจะเกือบทับกันแบบของตัวอย่างเล็ก 7.00-7.50 เมตร และที่  $\bar{\sigma}_{vc}$  สูงกว่า  $\bar{\sigma}_{vm}$  (OCR = 1.0)  $\frac{S_{u\beta=90^\circ}}{S_{u\beta=0^\circ}}$  จึงสูงขึ้นมา

$\frac{S_{u\beta}}{S_{uv}}$  จากการทดสอบ  $\overline{CIUC}$  จะเป็นค่าสูงสุดของการทดสอบทั้งหมด มี  $\frac{S_{u\beta}}{S_{uv}}$  จากการทดสอบ  $\overline{CK}_O UC$  &  $\overline{CK}_O UE$  เป็นค่าต่ำสุด และมี  $\frac{S_{u\beta}}{S_{uv}}$  จากการทดสอบ UU อยู่ระหว่างผลการทดสอบทั้งสองชุด

จากการเปรียบเทียบผลของการทดลอง จะเห็นว่า ในการวัดแรงเฉือนจะให้ใกล้ความจริงของทุกแบบที่มีแรงกระทำ (นั่นคือสำหรับ  $\beta^\circ$  ค่าเท่าใดก็ได้) การทดสอบจำเป็นต้องใช้ anisotropic consolidation เพื่อให้ระบบความเค้นใกล้เคียงกับธรรมชาติที่สุด ข้อมูลแสดงว่าเมื่อ  $\beta = 0^\circ$  เท่านั้น ที่ isotropic consolidation และ anisotropic consolidation ให้ค่าแรงเฉือนประมาณเท่า ๆ กัน

จากข้อมูลของการทดสอบ UU ของตัวอย่างที่ถูกคลุกเคล้าใหม่ จะพบว่า การทำให้ดินถูกรบกวน จะทำให้ดินมีพฤติกรรมแบบวัสดุไอโซทรอปิก แทนที่จะเป็นวัสดุแอนไอโซทรอปิกตามธรรมชาติของมันเอง

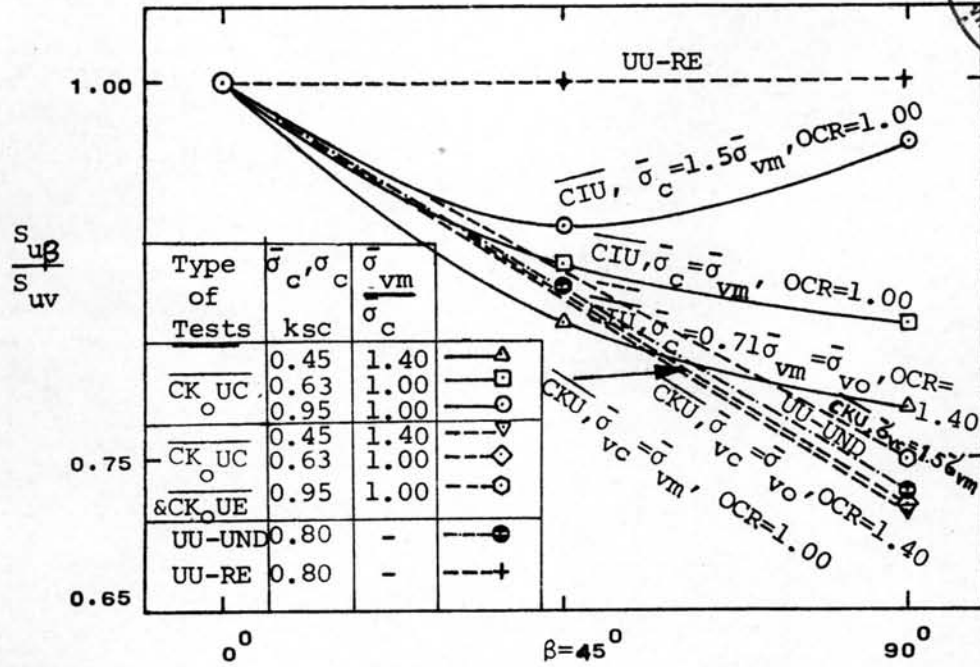




รูปที่ 4.43 กำลังรับแรงเฉือนสัมพันธ์,  $K_s = \frac{S_u(H)}{S_u(V)}$  V.S. Plasticity Index  
จากการทดสอบ  $\overline{CK}_{UC}$  &  $\overline{CK}_{UE}$  ของดินอ่อนกรุงเทพฯระดับความลึก

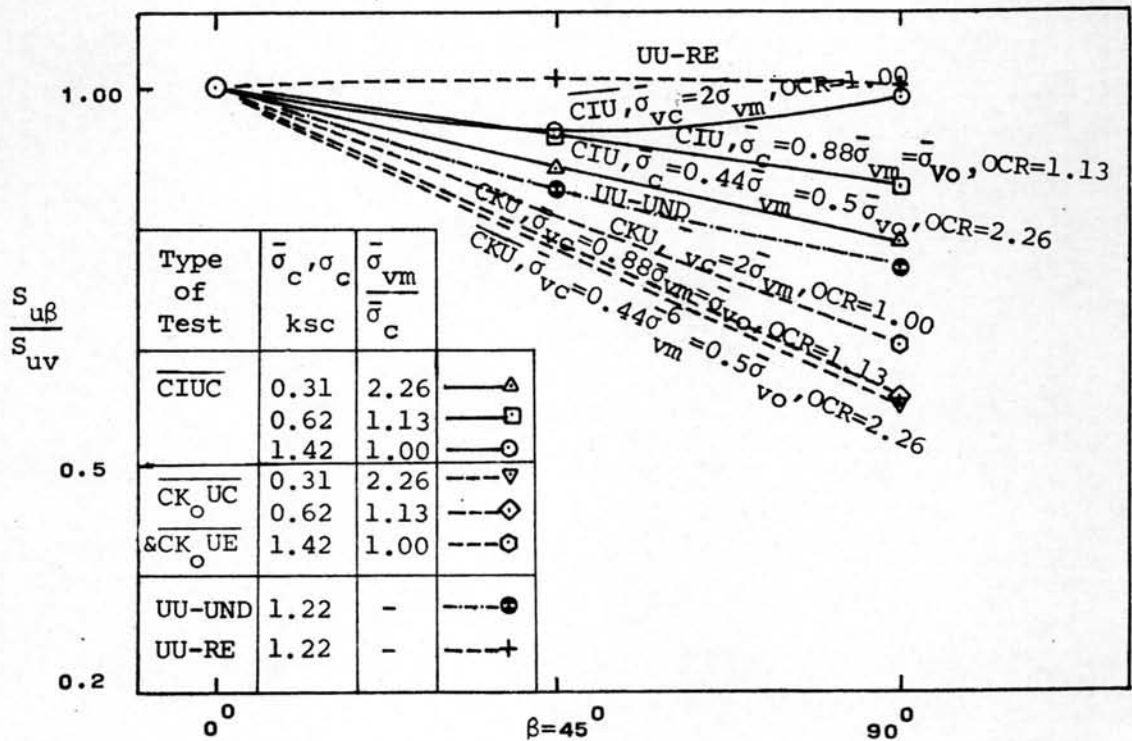
4.50-5.00 เมตร และ 7.00-7.50 เมตร และข้อมูลจาก LADD (1977)

N.B. ดินกรุงเทพฯ ลึก 7.00-7.50 เมตร P.I. = 36.12 %  $K_s = 0.66$ ,  $\bar{\sigma}_{vc} = 2\bar{\sigma}_{vm}$   
 ดินกรุงเทพฯ ลึก 4.50-5.00 เมตร P.I. = 38.75 %  $K_s = 0.750$ ,  $\bar{\sigma}_{vc} = 1.5\bar{\sigma}_{vm}$



รูปที่ 4.44 ความสัมพันธ์ของ  $S_{u\beta}/S_{uv}$  กับ  $\beta^\circ$  จากการทดสอบ

UU, CIUC, CK UC & CK UE ของดินระดับความลึก 4.50-5.00 เมตร



รูปที่ 4.45 ความสัมพันธ์ของ  $S_{u\beta}/S_{uv}$  กับ  $\beta^\circ$  จากการทดสอบ

UU, CIUC, CK UC & CK UE ของดินระดับความลึก 7.00-7.50 เมตร

จากการเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างการทดสอบ UU-UND (ตัวอย่างถูกรบกวนน้อยที่สุด) กับการทดสอบ  $\overline{CIUC}$  พบว่าการทดสอบ  $\overline{CIUC}$  จะทำให้ดินมีคุณสมบัติทางไอโซทรอปิกเพิ่มขึ้นเพราะใช้ระบบความเค้นไอโซทรอปิกคอนโซลิเดตตัวอย่าง

เนื่องจาก  $\overline{CKU}$  ผลของการที่ตัวอย่างถูกรบกวน และรวมผลของแอนไอโซทรอปิกเหนี่ยวนำโดยความเค้น จึงทำให้ข้อมูลที่ได้แสดงคุณสมบัติทางด้านแอนไอโซทรอปิกของดินได้ดีกว่าข้อมูลจากการทดสอบ UU ด้วยตัวอย่างที่ถูกรบกวนน้อยที่สุด

จากรูปที่ 4.44 และ 4.45 จากการเปรียบเทียบข้อมูลของ  $\overline{CIU}$  &  $\overline{CKU}$  ที่  $\bar{\sigma}_{vo}$  พบว่าทั้งแอนไอโซทรอปิกประจำตัว (inherent anisotropy) และแอนไอโซทรอปิกเหนี่ยวนำโดยความเค้น (stress induced anisotropy) มีความสำคัญในการทำให้ดินอ่อนที่ความลึก 4.50-5.00 เมตร และ 7.00-7.50 เมตร มีพฤติกรรมเป็นวัสดุแอนไอโซทรอปิก ข้อมูลที่ความลึก 4.50-5.00 เมตร (OCR = 1.40) แสดงผลของแอนไอโซทรอปิกเหนี่ยวนำโดยความเค้นเพียงเล็กน้อย แต่ที่ความลึก 7.00-7.50 เมตร (OCR = 1.13) ข้อมูลแสดงว่าผลของแอนไอโซทรอปิกเหนี่ยวนำโดยความเค้น อาจจะมีมากกว่าผลของแอนไอโซทรอปิกประจำตัวเสียด้วยซ้ำไป (อาจเป็นเพราะการทดสอบ  $\overline{CIUC}$  ที่ OCR = 1.13 ไม่ให้ผลของแอนไอโซทรอปิกประจำตัวที่แท้จริง )

ถ้าถือการทดสอบ  $\overline{CKU}$  เป็นการวัดแอนไอโซทรอปิกของค่าแรงเฉือนใกล้เคียงกับธรรมชาติ จะเห็นว่าคิกริชของแอนไอโซทรอปิก (degree of anisotropy,  $K_s$ ) ขึ้นอยู่กับ OCR ดังนี้

OCR	$K_s$	ข้อมูลจากดินที่ความลึก (เมตร)
1.00	0.750	4.50-5.00
1.40	0.717	4.50-5.00
1.00	0.666	7.00-7.50
1.13	0.586	7.00-7.50
2.26	0.580	7.00-7.50

(ดูรายละเอียดสำหรับการเปรียบเทียบกับ การทดสอบ  $\overline{CIU}$  ในข้อ 4.4.4)

#### 4.4.2 พารามิเตอร์ของความดันน้ำ, $A_f$

พลอตของพารามิเตอร์  $A_f$  ที่  $\bar{\sigma}_{vc}$  ต่าง ๆ เทียบกับ  $\beta^0$  ของการทดสอบ  $\overline{CIUC}$  &  $\overline{CK_{0UC}}$  &  $\overline{CK_{0UE}}$  แสดงไว้ในรูปที่ 4.38 และ 4.40

ข้อมูลจากระดับความลึก 4.50-5.00 เมตร แสดงว่า สำหรับทุก ๆ  $\beta^0$  และที่  $\bar{\sigma}_{vc}$  ต่ำนั้น ( $OCR > 1.00$ ) แนวโน้มพบว่า  $A_f$  จาก  $\overline{CIUC}$  สูงกว่า  $A_f$  จาก  $\overline{CK_{0UC}}$  &  $\overline{CK_{0UE}}$  เล็กน้อย แต่ที่  $\bar{\sigma}_{vc}$  สูง ( $OCR = 1.00$ )  $A_f$  ( $\overline{CIUC}$ ) ที่ได้มีค่าค่อนข้างต่ำ ผลที่ได้จากการเปรียบเทียบจึงกลับกัน

ข้อมูลของดินระดับความลึก 7.00-7.50 เมตร จะเห็นว่าเมื่อพิจารณาค่าของ OCR ที่  $\beta = 90^\circ$   $A_f$  ( $\overline{CK_{0UE}}$ ) มีค่าสูงกว่า  $A_f$  จาก  $\overline{CIUC}$  ( $\beta = 90^\circ$ ) ทั้งที่  $OCR = 2.26$  และ  $1.13$  ส่วนที่  $\beta = 0^\circ$   $A_f$  ( $\overline{CIUC}$ )  $>$   $A_f$  ( $\overline{CK_{0UC}}$ ) และที่  $\bar{\sigma}_{vc}$  สูง ( $OCR = 1.00$ )  $A_f$  ของการทดสอบทั้งสองชุดใกล้เคียงกัน

สรุปว่า ดินอ่อนกรุงเทพฯ มีคุณสมบัติแอนไอโซทรอปีย์ของพารามิเตอร์  $A_f$  คุณสมบัติแอนไอโซทรอปีย์นี้พบได้ทั้งจากการทดสอบ  $\overline{CIUC}$  และ  $\overline{CK_{0UC}}$  &  $\overline{CK_{0UE}}$  และที่  $\bar{\sigma}_{vc}$  ต่ำ ๆ ( $OCR > 1.0$ ) การคอนโซลิเดชันแบบไอโซทรอปีย์จะให้ค่า  $A_f$  สูงกว่าแบบแอนไอโซทรอปีย์เล็กน้อย ส่วนที่  $\bar{\sigma}_{vc}$  สูง ๆ ( $OCR = 1.0$ ) นั้น  $A_f$  ใกล้เคียงกัน และ  $A_f$  เพิ่มขึ้นเมื่อ  $\beta^0$  เพิ่มขึ้น แต่  $A_f$  จะลดลงเมื่อ OCR เพิ่มขึ้น

#### 4.4.3 หน่วยแรงยึดเหนี่ยวและมุมเสียดทานในเทอมของความเค้นรวมและความเค้นประสิทธิผล

จากผลการทดสอบ  $\overline{CIUC}$ ,  $\overline{CK_{0UC}}$  &  $\overline{CK_{0UE}}$  พบว่า พารามิเตอร์  $\bar{\sigma}$  &  $\bar{c}$  ในรูปของความเค้นรวมของการทดสอบ  $\overline{CIUC}$  ไม่มีความสัมพันธ์กับการทดสอบ  $\overline{CK_{0UC}}$  &  $\overline{CK_{0UE}}$  แต่ส่วนพารามิเตอร์  $\bar{\sigma}$  &  $\bar{c}$  ในรูปของความเค้นประสิทธิผล เป็นดังนี้ (ดูตารางที่ 4.12 ประกอบ)

1.  $\bar{\sigma}$  &  $\bar{c}$  เป็นค่าเดียวกันสำหรับการทดสอบ  $\overline{CIUC}$  ที่  $\beta^0$  ต่าง ๆ กัน นั่นคือ  $\bar{\sigma}$  &  $\bar{c}$  มีคุณสมบัติไอโซทรอปีย์

ตารางที่ 4.12 พารามิเตอร์ของกำลังรับแรงเฉือนในเทอมของความเค้นประสิทธิผล ของการทดสอบดินเหนียวกรุงเทพฯ จากระดับความลึก 4.50-5.00 และ 7.00-7.50 เมตร

ความลึก เมตร Depth metres	ชนิดของการทดสอบ Test Series	At $(\bar{\sigma}_1 - \bar{\sigma}_3)_{\max}$								At $(\bar{\sigma}_1 / \bar{\sigma}_3)_{\max}$							
		ช่วงโอเวอร์คอนโซลิเดต Overconsolidated range				ช่วงนอร์มัลลีคอนโซลิเดต Normally Consolidated range				ช่วงโอเวอร์คอนโซลิเดต				ช่วงนอร์มัลลีคอนโซลิเดต			
		พารามิเตอร์ของกำลัง Strength Parameters		พารามิเตอร์ของมอร์คูลอมบ์ Mohr-Coulomb Parameters		พารามิเตอร์ของกำลัง Strength Parameters		พารามิเตอร์ของมอร์คูลอมบ์ Mohr-Coulomb Parameters		พารามิเตอร์ของกำลัง Strength Parameters		พารามิเตอร์ของมอร์คูลอมบ์ Mohr-Coulomb Parameters		พารามิเตอร์ของกำลัง Strength Parameters		พารามิเตอร์ของมอร์คูลอมบ์ Mohr-Coulomb Parameters	
		$\bar{a}$ ksc	$\bar{\alpha}$ degree	$\bar{c}$ ksc	$\bar{\phi}$ degree	$\bar{a}$ ksc	$\bar{\alpha}$ degree	$\bar{c}$ ksc	$\bar{\phi}$ degree	$\bar{a}$ ksc	$\bar{\alpha}$ degree	$\bar{c}$ ksc	$\bar{\phi}$ degree	$\bar{a}$ ksc	$\bar{\alpha}$ degree	$\bar{c}$ ksc	$\bar{\phi}$ degree
4.50-5.00	$\frac{CIUC}{CK_{\circ} UC}$	0.016	25.8	0.018	28.8	0	26.3	0	29.6	0.016	25.8	0.018	28.8	0	26.3	0	29.6
	$\frac{CK_{\circ} UE}{CK_{\circ} UE}$	0	27.2	0	30.9 <sup>o</sup>	0	27.2	0	30.9	0	27.2	0	30.9 <sup>o</sup>	0	27.2	0	30.9
7.00-7.50	$\frac{CIUC}{CK_{\circ} UC}$	0.041	24.2	0.046	26.7	0	26.3	0	29.6	0.041	24.2	0.04	26.7	0	26.3	0	29.6
	$\frac{CK_{\circ} UE}{CK_{\circ} UE}$	0	20.8	0	22.3	0	20.8	0	22.3	0	20.8	0	22.3	0	20.8	0	22.3

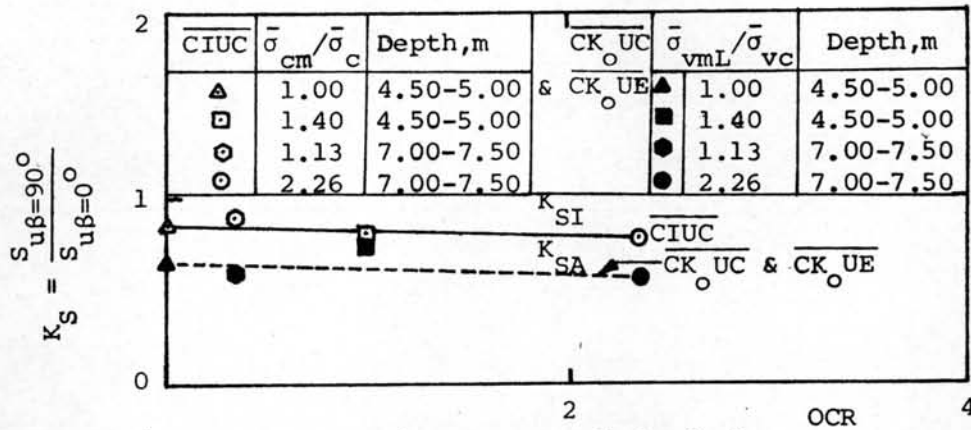
2.  $\bar{\sigma}$  &  $\bar{c}$  ของ  $\overline{CIUC}$  &  $\overline{CK_{\circ}UC}$  (นั่นคือเมื่อ  $\beta = 0^{\circ}$ ) เป็นค่าเดียวกัน นั่นคือการคอนโซลิเดชันตัวอย่างก่อนการทดสอบไม่มีอิทธิพลต่อพารามิเตอร์  $\bar{\sigma}$  &  $\bar{c}$

3.  $\bar{\sigma}$  &  $\bar{c}$  ของ  $\overline{CK_{\circ}UC}$  &  $\overline{CK_{\circ}UE}$  ของดินจากระดับความลึก 4.50-5.00 เมตร มีค่าใกล้เคียงกัน แต่ของดินจากระดับความลึก 7.00-7.50 เมตร นั้นต่างกันโดยสิ้นเชิง  $\bar{\sigma}$ ,  $\bar{c}$  จากการทดสอบ  $\overline{CK_{\circ}UE}$  มีค่าต่ำกว่า

จากผลที่ได้ อาจสรุปได้ว่าในลักษณะที่อยู่ในธรรมชาติของดิน การเกิดแอนไอโซทรอปีย์ของแรงเฉือนเกิดจากคุณสมบัติทางด้านแอนไอโซทรอปีย์ของเอนเวลลอปในเทอมของความเค้นประสิทธิผลและของความดันน้ำระหว่างเม็ดดิน

#### 4.4.4 ดัชนีของแอนไอโซทรอปีย์ (degree of anisotropy, $K_S$ )

ตารางที่ 4.13 แสดงดัชนีของแอนไอโซทรอปีย์ของการทดสอบทั้งหมด และรูปที่ 4.46 แสดงพล็อตของดัชนีของแอนไอโซทรอปีย์ ( $K_S$ ) กับล็อกกะริซึมของ OCR ( $\log OCR$ ) พบว่าสำหรับการทดสอบแต่ละแบบ ( $\overline{CIUC}$  และ  $\overline{CK_{\circ}UC}$  &  $\overline{CK_{\circ}UE}$  ดินทั้งสองระดับความลึกมีดัชนีของแอนไอโซทรอปีย์เท่ากัน คือการทดสอบ  $\overline{CIUC}$  มีพล็อตของ  $K_{SI}$  กับ  $\log OCR$  ของดิน 2 ระดับเป็นเส้นตรงเส้นเดียวกัน และการทดสอบ  $\overline{CK_{\circ}UC}$  &  $\overline{CK_{\circ}UE}$  มีพล็อตของ  $K_{SA}$  กับ  $\log OCR$  ของดิน 2 ระดับเป็นเส้นตรงอีกเส้นหนึ่ง พล็อตดังกล่าวขนานกันและ  $K_{SI}$  สูงกว่า  $K_{SA}$  โดยที่  $K_{SA}$  มีค่าประมาณ  $0.75 K_{SI}$  ส่วน  $K_S$  (UU) มีค่าใกล้เคียงกับ  $K_S$  ( $\overline{CIUC}$ ) (เปรียบเทียบจากตารางที่ 4.13)



รูปที่ 4.46 ความสัมพันธ์ของคคิรของแอนไอโซทรอปี ( $K_S$ ) กับ OCR

ความลึก (ม.)	การทดสอบ	$\bar{\sigma}_{cm}/\bar{\sigma}_c$	$\beta = 0^\circ$	$\beta = 45^\circ$	$\beta = 90^\circ$
4.50-5.00	UU	-	1.000	0.865	0.729
	$\overline{CIUC}$	1.40	1.000	0.842	0.780
		1.00	1.000	0.881	0.839
		1.00	1.000	0.905	0.960
	$\overline{CK_0 UC} \text{ \& } \overline{CK_0 UE}$	1.40	1.000	-	0.717
		1.00	1.000	-	0.642
		1.00	1.000	-	0.750
7.00-7.50	UU	-	1.000	0.867	0.760
	$\overline{CIUC}$	2.26	1.000	0.895	0.796
		1.13	1.000	0.943	0.869
		1.00	1.000	0.940	0.986
	$\overline{CK_0 UC} \text{ \& } \overline{CK_0 UE}$	2.26	1.000	-	0.580
		1.13	1.000	-	0.586
		1.00	1.000	-	0.666

ตารางที่ 4.13 คคิรของแอนไอโซทรอปี ( $K_S$ ) ของการทดสอบ UU,  $\overline{CIUC}$ ,  $\overline{CK_0 UC}$  และ  $\overline{CK_0 UE}$  ของดินอ่อนกรุงเทพฯ จากระดับความลึก 4.50-5.00 เมตร และ 7.00-7.50 เมตร