

บทที่ 4

ผลการค้นคว้าวิจัย และอภิปรายผล

4.1 คุณสมบัติดัชนี (Index Properties) ของตัวอย่าง

4.1.1 คุณสมบัติดัชนีของตัวอย่าง

ดินที่ทำทดสอบเก็บตัวอย่างมาจากบริเวณบ้านหนองปากคั้ง ใกล้โรงแรมพลอย หลวงชั้นความลึก 7.00 เมตร - 7.80 เมตร ขณะนั้นน้ำใต้ดิน (Water Table) อยู่ลึกลงไป 1.20 เมตร (ภาคผนวก ก) สภาพดินตัวอย่างเป็นดินเหนียวสีเทาหลายต่าง (Mottled) น้ำตาล แข็งปานกลาง (Medium) ถึงแข็ง (Stiff) ปั้นได้พอประมาณ (Medium Plastic) เปอร์เซ็นต์ น้ำธรรมชาติใกล้เคียงพิกัดปั้นได้ คุณสมบัติดัชนีสรุปรวมอยู่ในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงคุณสมบัติดัชนีของตัวอย่าง

คุณสมบัติดัชนี	ค่าเฉลี่ย	ช่วง	ค่าความ เบี่ยงเบน มาตรฐาน	สัมประสิทธิ์ ความ แปรปรวน	สัมประสิทธิ์ ความ แปรปรวน*
เปอร์เซ็นต์น้ำธรรมชาติ	% 29.7	27.5-32.6	1.49	5.01	15*
พิกัดเหลว(Liquid Limit)	% 53	51.5-54.0	1.44	2.72	10*
พิกัดปั้นได้(Plastic Limit)	% 31	30.7-32.6	0.96	3.03	10*
ดัชนีปั้นได้(Plasticity Index)	21	20.2-21.4	1.58	7.31	30*
หน่วยน้ำหนักทั้งหมด	กน/ม ²	18.5-19.7	0.30	1.56	3*
หน่วยน้ำหนักแห้ง	กน/ม ²	13.1-14.9	0.47	3.23	3*
ความถ่วงจำเพาะ	2.72	2.68-2.75	0.03	1.15	3*
อัตราส่วนช่องว่าง เริ่มต้น	0.85	0.81-0.95	0.05	5.60	25*
ระดับการอิ่มตัวเริ่มต้น	99.2	95.9-100	1.80	1.81	
การกระจายขนาดเม็ดดิน	กรวด - % ทราย 10% ทรายแบ่ง 22% ดินเหนียว 68%				
หมายเหตุ	* หมายถึงค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน(Coefficient of Variation, CV) ได้จาก IAN K.LEE ,WEEKS WHITE และOWEN G.INGLES[22]				

4.1.2 ความแปรปรวนของตัวอย่าง

ตารางที่ 4.1, 4.2 และ 4.3 แสดงความแปรปรวนของตัวอย่าง จะเห็นได้ว่าดินตัวอย่างที่เลือกไว้มีสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนอยู่ในเกณฑ์ความแปรปรวนสำหรับการทดสอบทางวิศวกรรม

ตารางที่ 4.2 ความแปรปรวนของตัวอย่างสำหรับการทดสอบการอัดตัวระบายน้ำภายใต้การบรรทุกน้ำหนักสากล

ชุดการทดสอบ	เงื่อนไขการบรรทุกน้ำหนัก		e_o	$w_n \%$	S	ชด.
	อัตราส่วนการเพิ่มน้ำหนัก	ช่วงเวลา				
SL-BP-EP (No 1)	1	EOP	0.88	31.2	99.2	18.80
SL-BP-EP (No 2)	1	EOP	0.89	29.8	95.9	18.70
SL-BP-EP (No 3)	1	EOP	0.85	29.8	97.3	18.82
SL-BP-EP (No 4)	1	EOP	0.82	29.8	100.0	19.36
SL-BP-OD (No 1)	1	24 ชม.	0.94	30.8	95.8	18.54
SL-BP-OD (No 2)	1	24 ชม.	0.94	30.3	95.0	18.53
SL-BP-OD (No 3)	1	24 ชม.	0.89	31.7	100.0	18.81
SL-BP-OD (No 4)	1	24 ชม.	0.90	31.8	97.6	18.95
SL-NB-EP (No 1)	1	EOP	0.95	32.6	99.4	18.63
SL-NB-EP (No 2)	1	EOP	0.91	31.9	99.9	18.75
SL-NB-OD (No 1)	1	24 ชม.	0.90	30.7	99.2	18.86
SL-NB-OD (No 2)	1	24 ชม.	0.84	29.6	99.8	19.07
SL-NB-OD (No 3#)	1	24 ชม.	0.82	30.2	100.0	19.47
ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน			0.1	1.0	1.8	0.3
สัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (CV)			4.9	3.2	1.9	1.5
สัมประสิทธิ์ความแปรปรวน* (CV*)			25	15		3

ตารางที่ 4.3 แสดงความแปรปรวนของตัวอย่างสำหรับการทดสอบการอัดตัวระบายน้ำภายใต้อัตรา
ความเครียดคงที่

ชุดการทดสอบ	เงื่อนไขการบรรทุกน้ำหนัก	e_o	$w_n\%$	S	σ_d กน/ม ²
	อัตราความเครียด(มม./นาที)				
CRS-1-a(No 1)	0.005	0.75	26.08	99.7	19.65
CRS-1-b(No 1)	0.010	0.82	29.00	99.9	19.24
CRS-1-b(No 2)	0.010	0.81	28.68	99.8	19.27
CRS-1-b(No 3)	0.010	0.84	29.41	99.9	19.18
CRS-1-b(No 4)	0.010	0.81	27.74	99.7	19.40
CRS-1-c(No 1)	0.015	0.81	28.65	99.8	19.28
CRS-1-c(No 2)	0.015	0.91	32.09	99.6	18.78
CRS-1-c(No 3)	0.015	0.85	30.85	99.8	18.97
CRS-1-c(No 4)	0.015	0.82	28.68	99.5	19.24
CRS-1-d(No 1)	0.020	0.83	29.48	98.8	19.07
CRS-1-d(No 2)	0.020	0.85	30.19	100.0	19.11
CRS-1-d(No 3)	0.020	0.83	29.77	100.0	19.20
CRS-1-d(No 4)	0.020	0.82	27.95	99.2	19.33
CRS-1-e(No 1)	0.030	0.89	31.11	99.8	18.93
CRS-1-e(No 2)	0.030	0.80	28.43	99.9	19.31
CRS-1-e(No 3)	0.030	0.83	28.55	99.8	19.29
CRS-1-e(No 4)	0.030	0.83	28.80	99.6	19.24
CRS-1-f(No 1)	0.050	0.82	27.51	99.7	19.44
ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน		0.1	1.4	0.3	0.2
สัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (CV)		4.1	4.9	0.3	1.1
สัมประสิทธิ์ความแปรปรวน* (CV*)		25	15		3

4.2 คุณลักษณะการอัดตัวระบายน้ำภายใต้การบรรทุกน้ำหนักสากล (Standard Increment Loading)

คุณลักษณะการอัดตัวระบายน้ำที่ศึกษาได้แก่ เส้นโค้งการอัดตัว และสัมประสิทธิ์การอัดตัวระบายน้ำภายใต้อิทธิพลของช่วงเวลาบรรทุกน้ำหนัก (Load Increment Duration) และการอัดความดันกลับ (Back Pressure) โดยใช้อัตราส่วนการเพิ่มน้ำหนักบรรทุก เท่ากับ 1

4.2.1 ผลกระทบต่อเส้นโค้งการอัดตัวได้ (Compressibility Curve)

4.2.1.1 อิทธิพลของช่วงเวลาบรรทุกน้ำหนัก (Load Increment Duration) เส้นโค้งการอัดตัวได้ของตัวอย่างที่ใช้ช่วงเวลาบรรทุกน้ำหนัก 24 ชั่วโมง จะอยู่ใต้เส้นโค้งการอัดตัวได้ ของตัวอย่างที่ใช้ช่วงเวลาบรรทุกน้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการอัดตัวระบายน้ำหลัก (Primary Consolidation) ไม่ว่าตัวอย่างที่ทดสอบจะอัดความดันกลับ หรือไม่ได้อัดความดันกลับ รูปที่ 4.1 และ 4.2 แสดงถึงอิทธิพลของช่วงเวลาบรรทุกน้ำหนักต่อเส้นโค้งอัดตัว เนื่องจากดินแข็ง การอัดตัวได้น้อย การอัดตัวระบายน้ำหลักสิ้นสุดก่อน 24 ชั่วโมง มีผลของการอัดตัวระบายน้ำรอง (Secondary Consolidation) ซึ่งเกิดตามมาทำให้ดินอัดตัวเพิ่มขึ้น

4.2.1.2 อิทธิพลของการอัดความดันกลับ (Back Pressure) จากรูปที่ 4.3 , 4.4 แสดงให้เห็นว่าตัวอย่างที่อัดความดันกลับและไม่อัดความดันกลับ เมื่อทดสอบสมมุติฐานทางสถิติแล้ว ไม่มีหลักฐานหนักแน่นที่จะบอกว่าให้ผลแตกต่างกัน ทั้งนี้เนื่องจากตัวอย่างที่ใช้ทดลองมีระดับการอิ่มตัวเริ่มต้นเกือบ 100 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.2 และ 4.3)

การเปรียบเทียบเส้นโค้งการอัดตัว โดยใช้ความสัมพันธ์อัตราส่วนช่องว่าง-หน่วยแรงประสิทธิผล เห็นได้ว่าทำได้ลำบากเนื่องจากอัตราส่วนช่องว่างเริ่มต้นแตกต่างกัน รูปที่ 4.5 และ 4.6

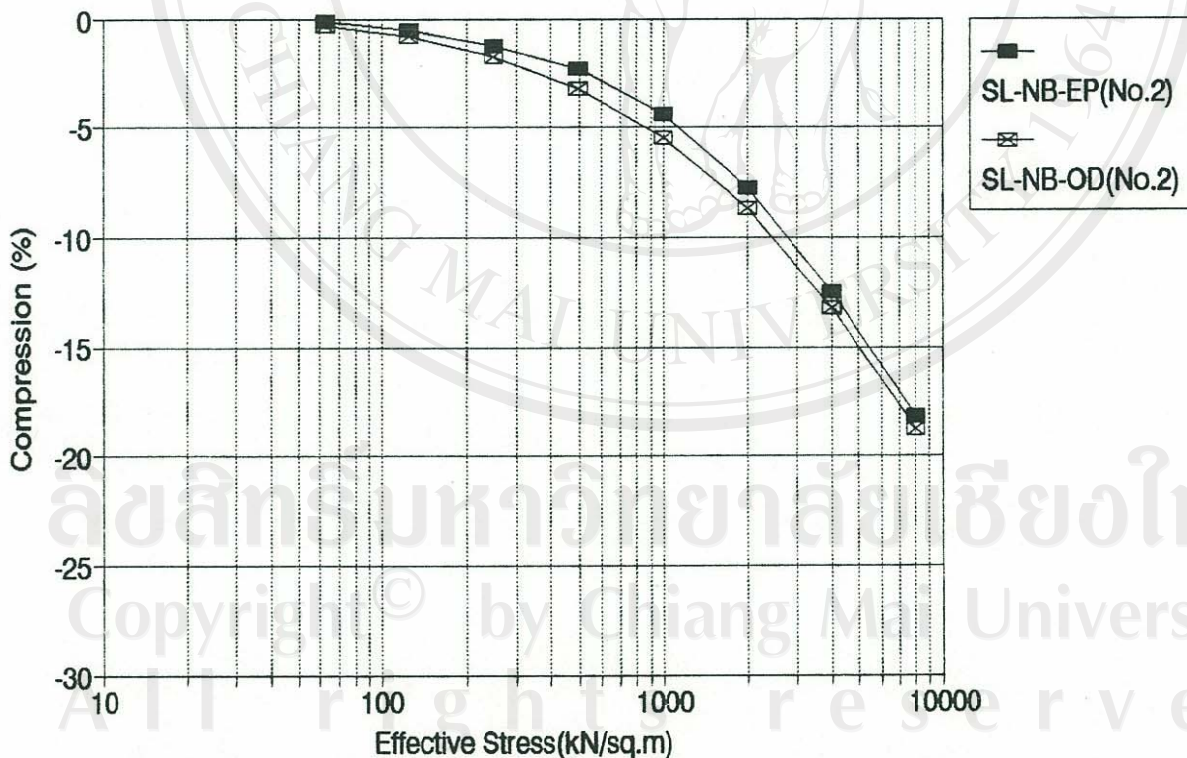
4.2.2 ผลกระทบต่อค่าสัมประสิทธิ์การอัดตัวระบายน้ำ (Coefficient of Consolidation, C_v)

4.2.2.1 อิทธิพลของช่วงเวลาบรรทุกน้ำหนัก (Load Increment Duration) พบว่าค่า C_v มีความแปรปรวนมากแต่จะเริ่มสม่ำเสมอเมื่อหน่วยแรงอัดประสิทธิผลสูงขึ้นตั้งแต่ 900 กน/ม² ขึ้นไป ไม่ว่าตัวอย่างที่ทดสอบจะอัดความดันกลับหรือไม่อัดความดันกลับ โดยใช้ช่วงเวลาบรรทุกน้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการอัดตัวระบายน้ำหลัก และ 24 ชั่วโมง ให้ค่า C_v เข้ากันได้ดี แต่การทดสอบโดยใช้ช่วงเวลาบรรทุกน้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการระบายน้ำหลักให้ค่าสูงกว่าเล็กน้อย เพราะสัมประสิทธิ์การซึมได้ของดิน, k ภายใต้ช่วงเวลาบรรทุกน้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการระบายน้ำหลักสูงกว่า และสัมประสิทธิ์การเปลี่ยนแปลงปริมาตร, m_v ก็สูงตามด้วย

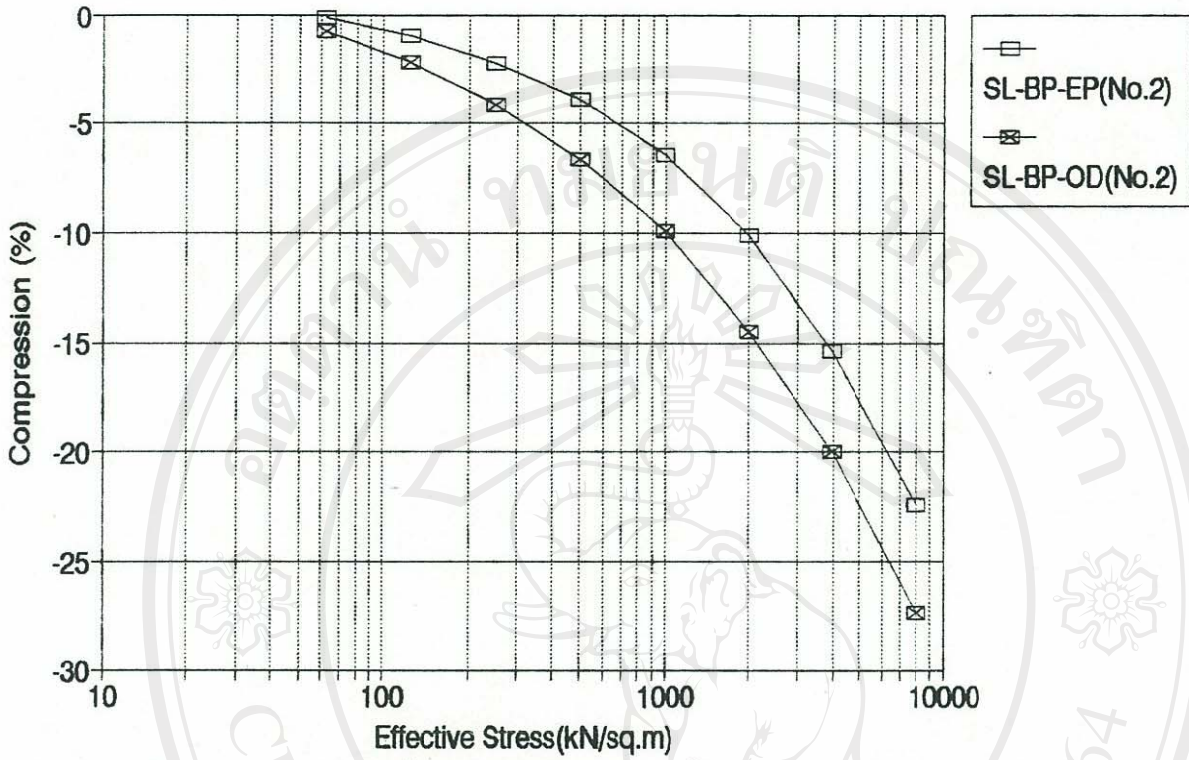
ค่า C_v ที่ได้โดยวิธีของ Casagrande, A. (1936) จะต่ำกว่าวิธี

ของ Taylor, D.W. (1942) เล็กน้อยทุกตัวอย่าง ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับ Lowe (1964) เช่นกัน รูปที่ 4.7, 4.8, 4.9, 4.10, 4.11 และ 4.12

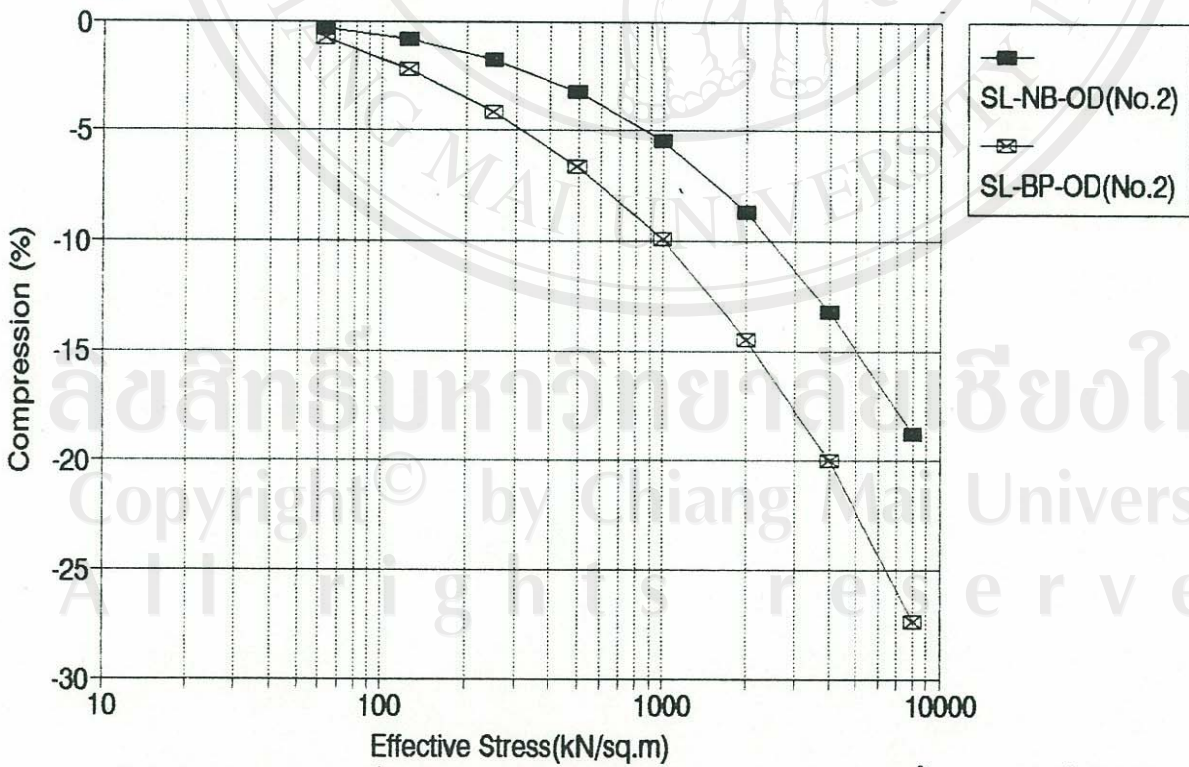
4.2.2.2 อิทธิพลของการอัดความดันกลับ ในการทดสอบจะใช้ความดัน 200 กน/ม² อัดไว้ 24 ชั่วโมง ให้ดินอิ่มตัว สำหรับวิธีทดสอบที่ใช้ช่วงเวลาบรรทุกน้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการอัดตัวระบายน้ำหลัก ขณะทดสอบจะบันทึกความดันน้ำส่วนเกินที่ฐานของตัวอย่าง นำไปใช้ประกอบการหาจุดสิ้นสุดการระบายน้ำหลักได้ และเมื่อเปรียบเทียบกับค่าที่หาได้โดยการลงจุดระหว่าง การทรุดตัวกับเวลาให้ผลใกล้เคียงกันมาก (รูปที่ 4.13, 4.14) สังเกตได้ว่าการหาโดยใช้ค่าความดันน้ำส่วนเกินตาม Crawford, C.B. (1964) จะทำได้สะดวกกว่า



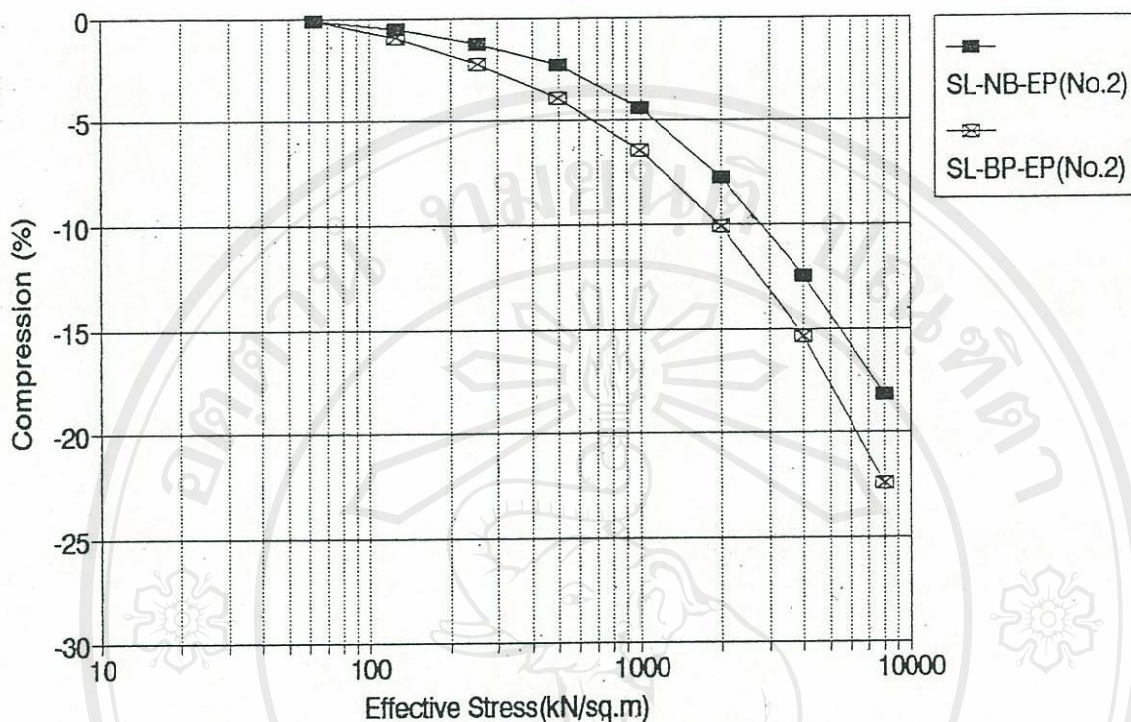
รูปที่ 4.1 ผลกระทบอันเนื่องมาจากช่วงเวลาบรรทุกน้ำหนักของตัวอย่างไม่อัดความดันกลับ



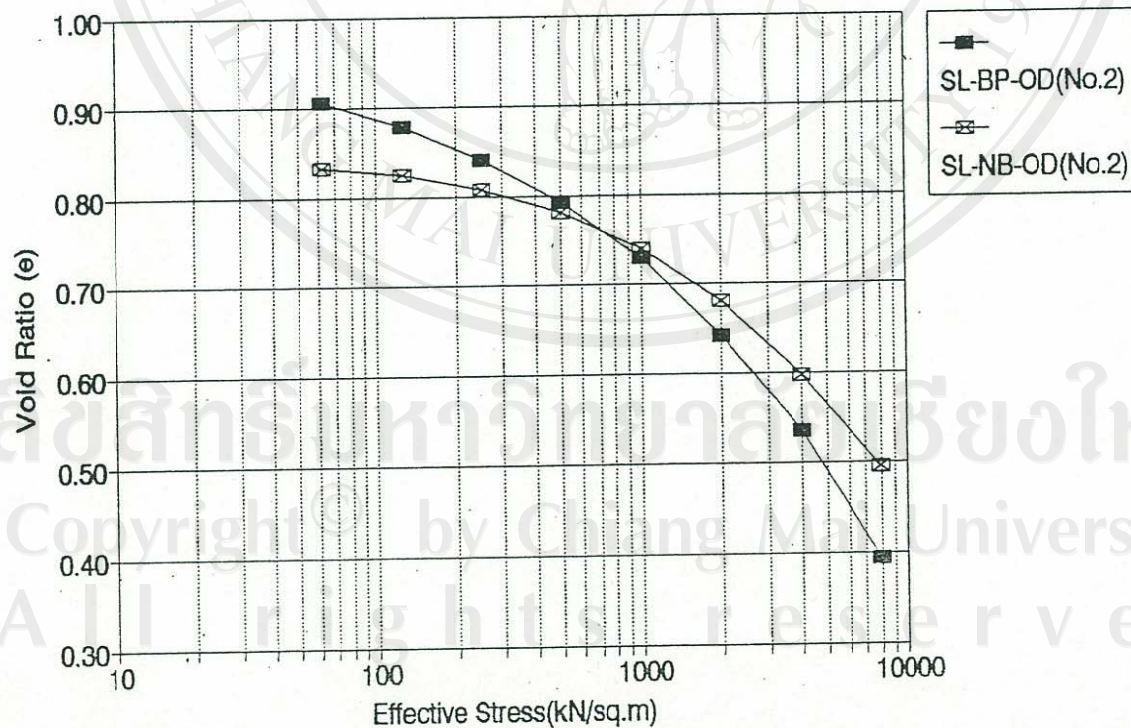
รูปที่ 4.2 ผลกระทบอันเนื่องมาจากช่วงเวลาบรรทุกน้ำหนักของตัวอย่างอัดความดันกลับ



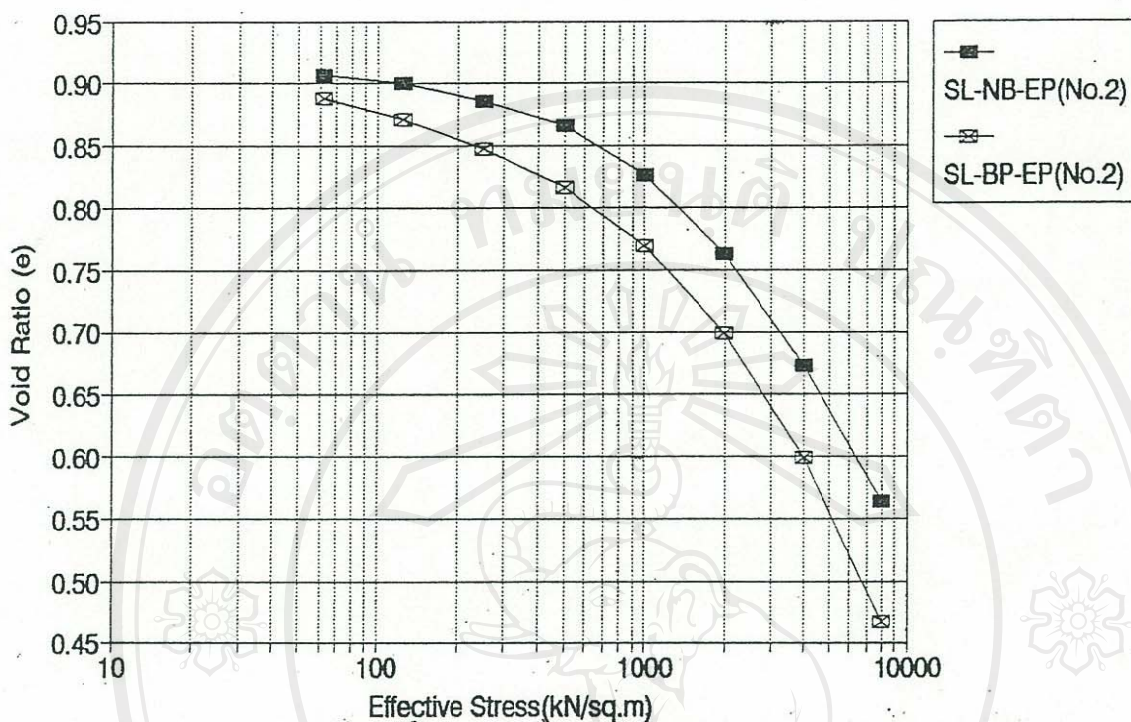
รูปที่ 4.3 ผลกระทบอันเนื่องจากการอัดความดันกลับ (ช่วงเวลาบรรทุกน้ำหนัก 24 ชั่วโมง)



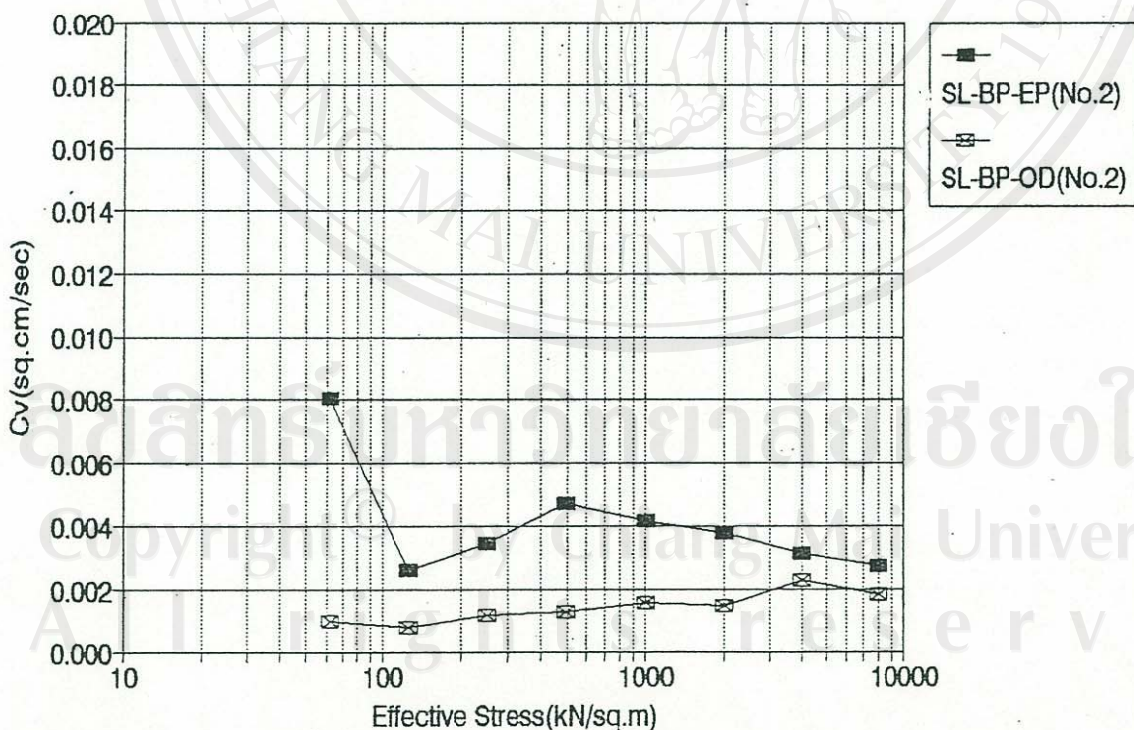
รูปที่ 4.4 ผลกระทบอันเนื่องจากการอัดความดันกลับ (EOP)



รูปที่ 4.5 ความสัมพันธ์เส้นโค้ง อัตราส่วนช่องว่าง-หน่วยแรงประสิทธิผล (ช่วงเวลาบรทุกน้ำหนัก 24 ชั่วโมง)

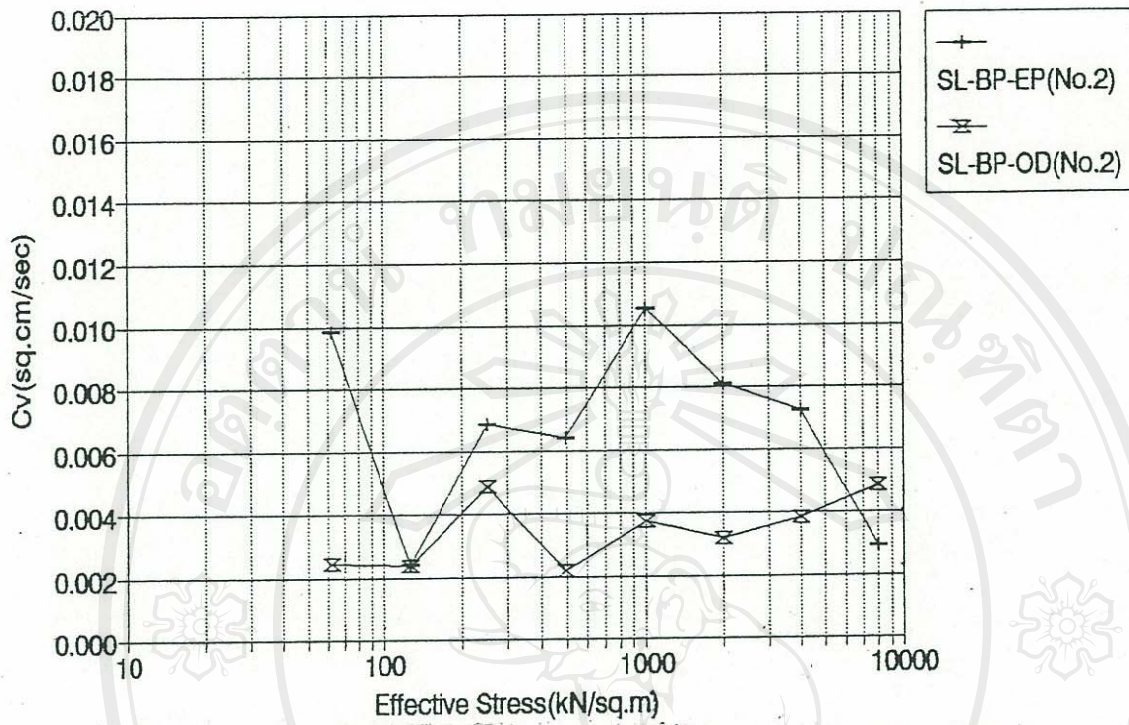


รูปที่ 4.6 ความสัมพันธ์เส้นโค้ง อัตราส่วนช่องว่าง-หน่วยแรงประสิทธิผล (EOP)

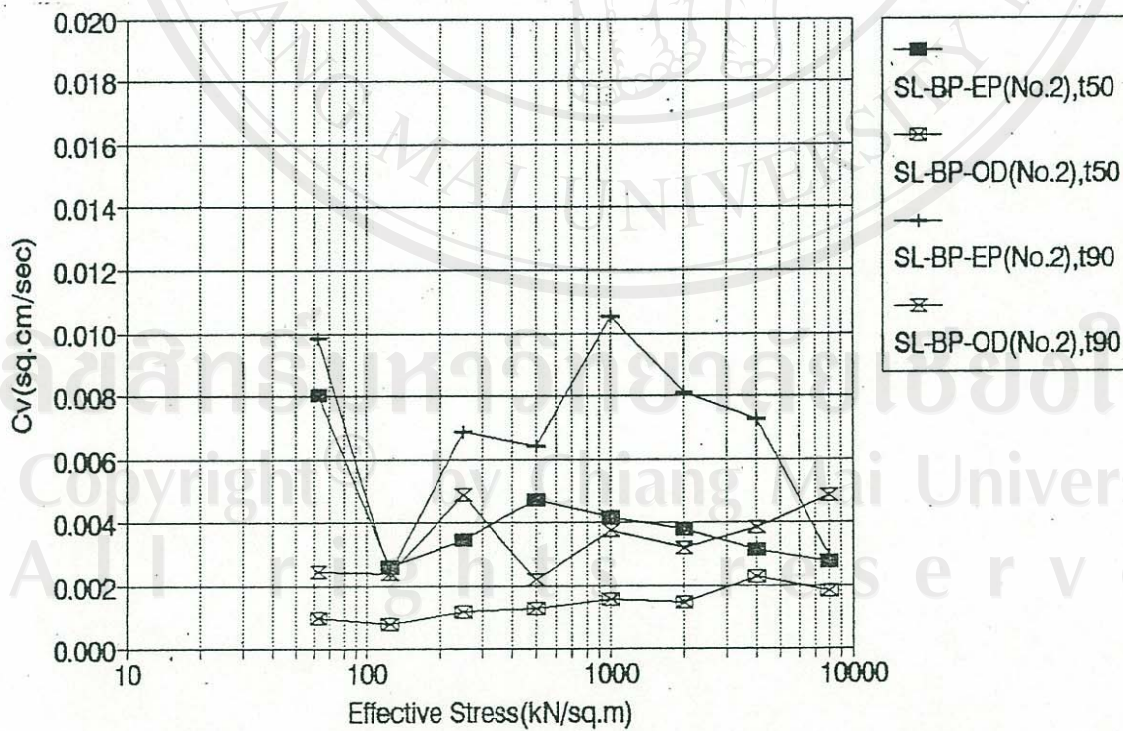


รูปที่ 4.7 ผลกระทบอันเนื่องมาจากช่วงเวลาบรรทุกน้ำหนักของตัวอย่างอัดความดันกลับ

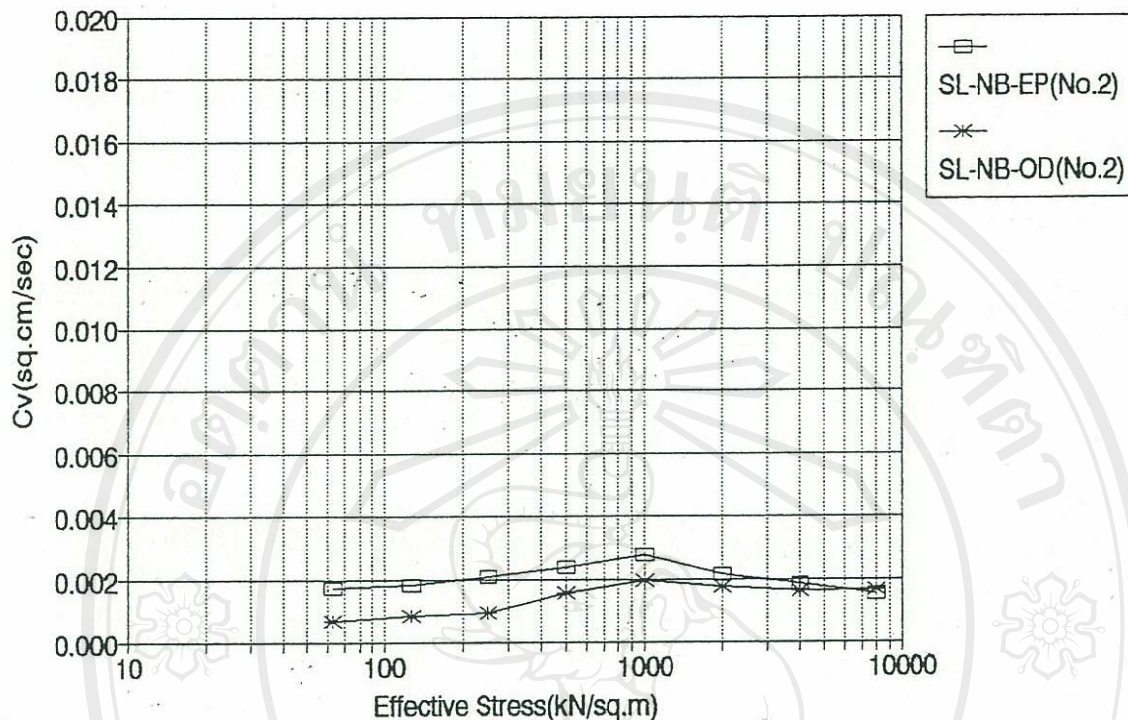
(วิธี CASAGRANDE, A. t50)



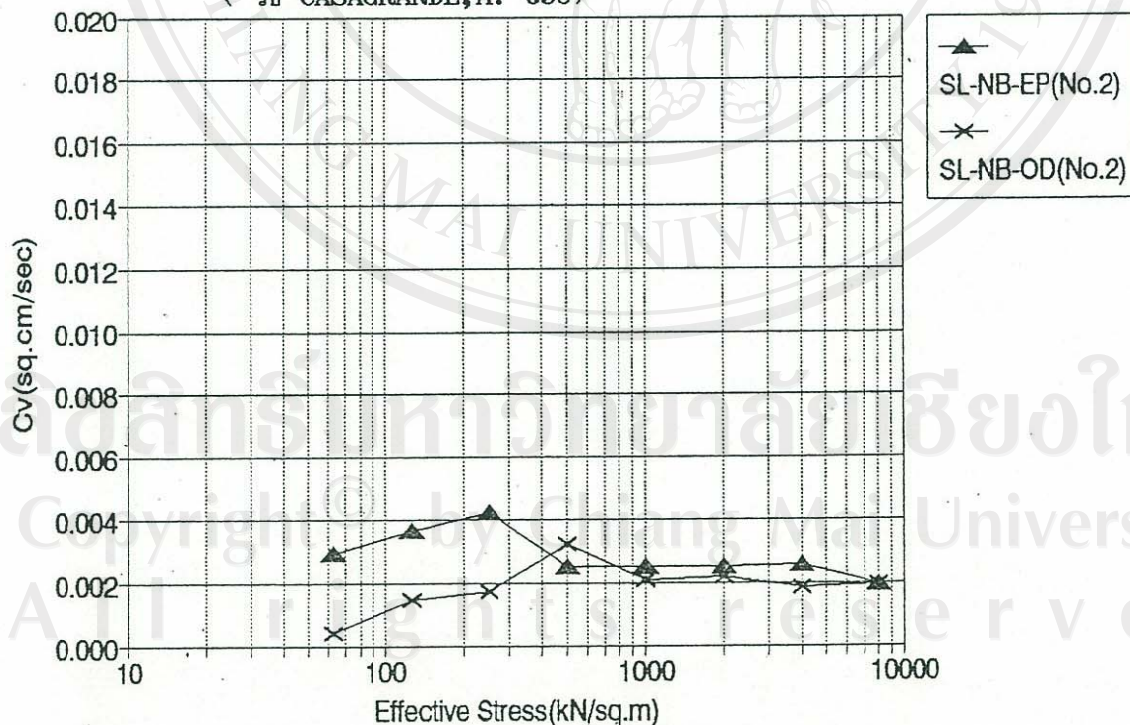
รูปที่ 4.8 ผลกระทบอันเนื่องมาจากช่วงเวลาบรรทุกน้ำหนักของตัวอย่างอัดความดันกลับ (วิธี TAYLOR, D.W. t90)



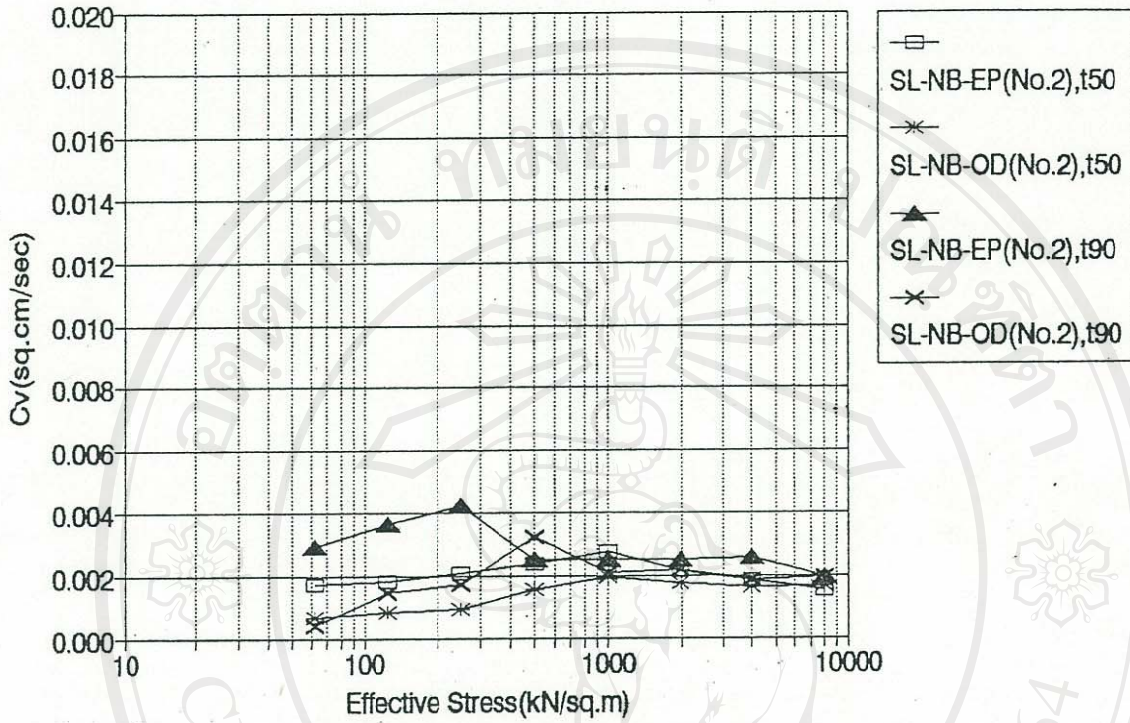
รูปที่ 4.9 เปรียบเทียบ C_v โดยวิธีของ CASAGRANDE, A. (t50) กับ TAYLOR, D.W. (t90)



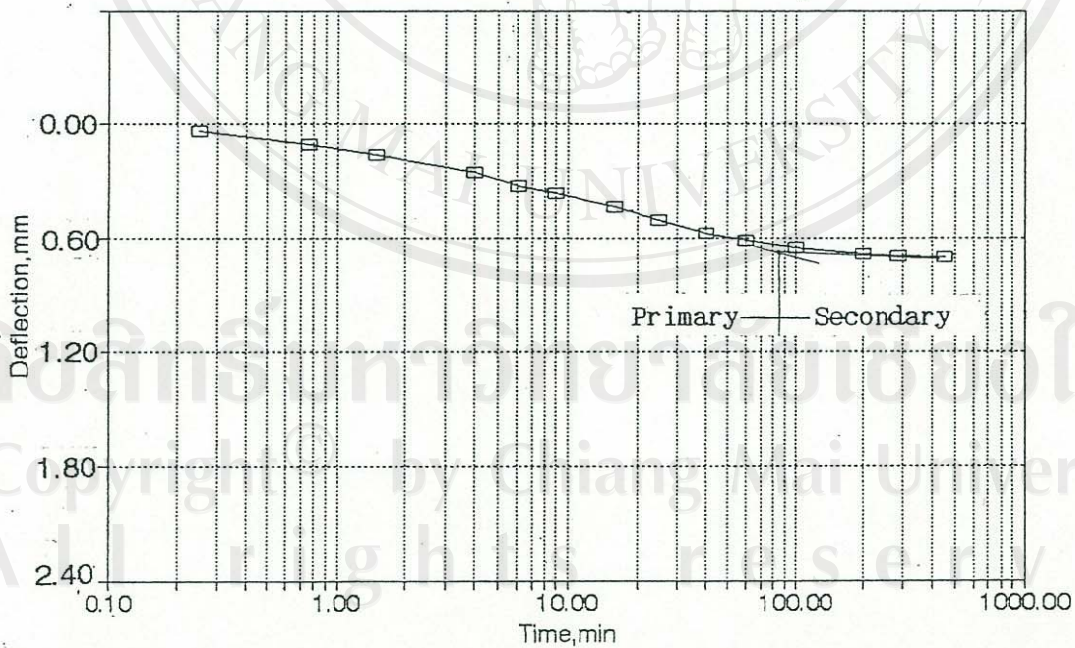
รูปที่ 4.10 ผลกระทบอันเนื่องมาจากช่วงเวลาบรรทุกน้ำหนักของตัวอย่างไม่อัดความดันกลับ (วิธี CASAGRANDE, A. t50)



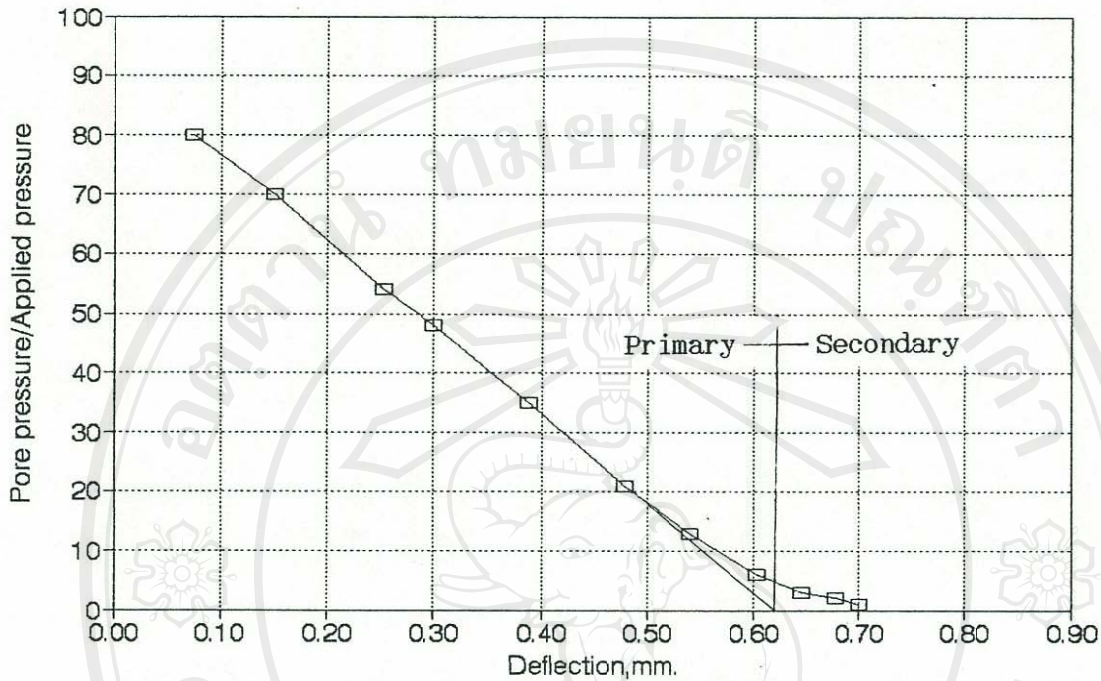
รูปที่ 4.11 ผลกระทบอันเนื่องมาจากช่วงเวลาบรรทุกน้ำหนักของตัวอย่างไม่อัดความดันกลับ (วิธี TAYLOR, D.W. t90)



รูปที่ 4.12 เปรียบเทียบวิธีของ CASAGRANDE, A. (t50) กับ TAYLOR, D.W. (t90)



รูปที่ 4.13 ความสัมพันธ์ระหว่างการทรุดตัว-เวลา
 (ภายใต้ การเพิ่มน้ำหนักบรรทุกจาก 498.6 กน/ม² ไปเป็น 997.2 กน/ม²)



รูปที่ 4.14 ความสัมพันธ์ระหว่าง ความดันน้ำส่วนเกิน-การทรุดตัว
(ภายใต้ 1 การเพิ่มน้ำหนักบรรทุก 498.6 กน/ม² ไปเป็น 997.2 กน/ม²)

ผลกระทบต่อค่า C_v ในการอัดความดันกลับ จากการทดสอบพบว่า
ค่า C_v ที่ได้จากตัวอย่างที่อัดความดันกลับ ใหญ่กว่า C_v สูงกว่าตัวอย่างที่ไม่ได้อัดความดันกลับเล็กน้อย คาดว่าเป็นผลมาจากการเพิ่มการซึมได้ (Permeability) เนื่องจากดินอิ่มตัว

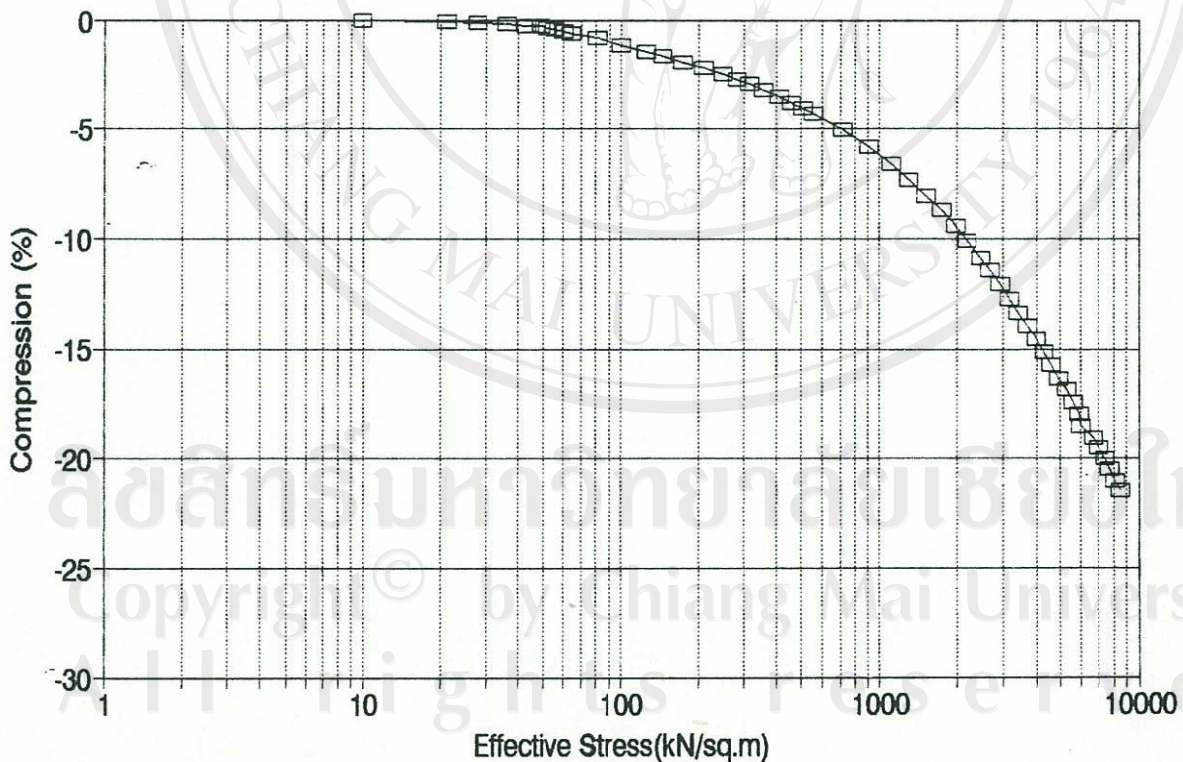
4.3 คุณลักษณะการอัดตัวระบายน้ำภายใต้การเพิ่มอัตราความเครียดคงที่ (Constant strain Rate)

ในการทดสอบภายใต้การเพิ่มอัตราความเครียดคงที่ ใช้ตัวอย่างดินชนิดเดียวกัน ขนาดตัวอย่างเท่ากัน และอัดความดันกลับเท่ากัน แต่เปลี่ยนแปลงเฉพาะอัตราความเครียดในการกดตั้งแต่ 0.005 มม. ต่อ นาที จนถึง 0.05 มม. ต่อ นาที รายละเอียดแสดงอยู่ในตารางที่ 3.2 ความเครียดที่เกิดขึ้นจริงขึ้นอยู่กับเปลี่ยนแปลงความสูงของตัวอย่าง ในขณะที่เกิดการอัดตัวระบายน้ำ (Consolidation)

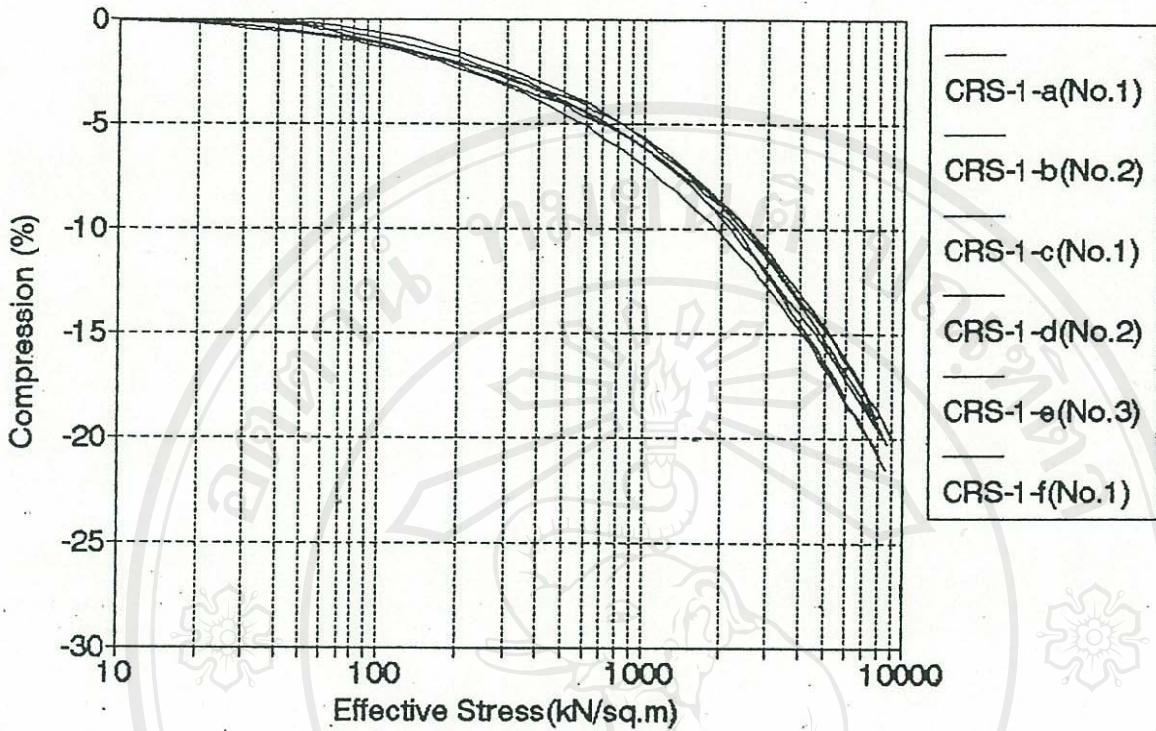
4.3.1 เส้นโค้งการอัดตัวได้ (Compressibility Curve)

ในการทดสอบภายใต้อัตราความเครียดคงที่นั้น จะบันทึกข้อมูลต่างๆ ไว้ทุกช่วงเวลาที่น่าสนใจ และทำได้ต่อเนื่องตลอด ดังนั้นการลงจุดเส้นโค้งการอัดตัวได้จึงทำได้ต่อเนื่อง และดีกว่าวิธีบรรทุกน้ำหนักสากลที่ลงจุดได้เฉพาะแต่ละค่าน้ำหนักบรรทุก ทำให้เส้นโค้งคลาดเคลื่อน (รูปที่ 4.15)

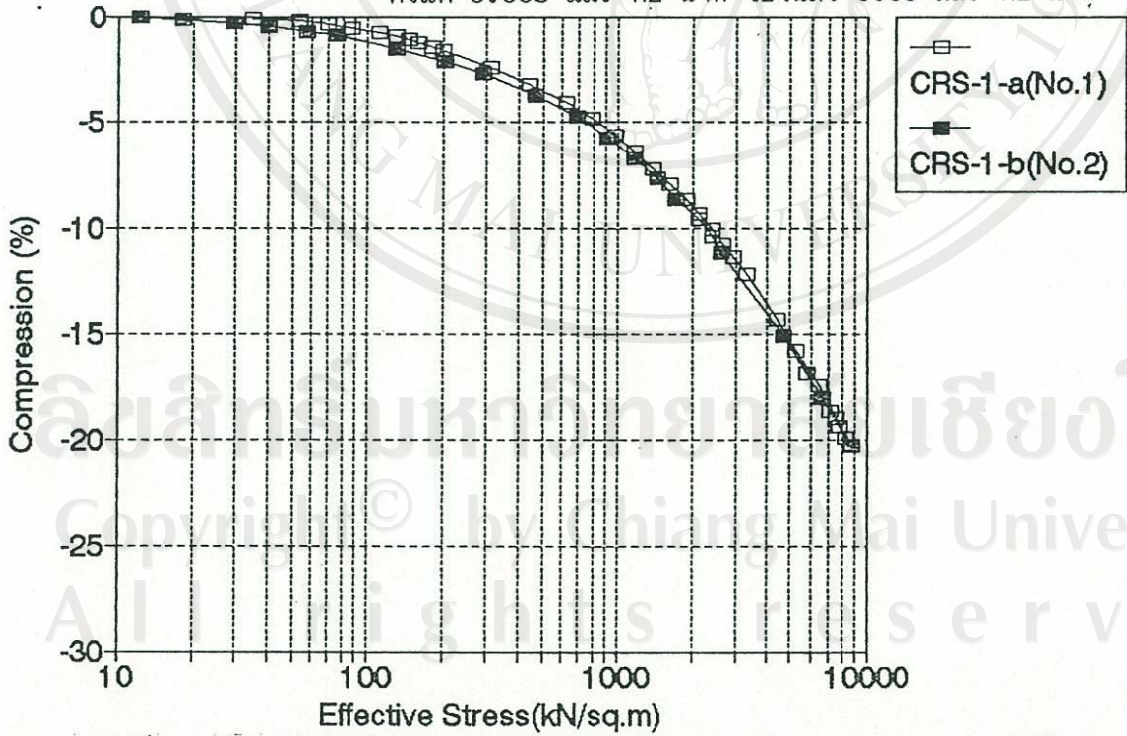
รูปที่ 4.16 แสดงให้เห็นว่าเส้นโค้งการอัดตัวได้ ทุกอัตราความเครียดที่ใช้ในการทดสอบเข้ากันได้ดี ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Analysis of Covariance) โดยใช้ค่าความเชื่อมั่น 95% สรุปได้ว่าไม่มีหลักฐานหนักแน่นที่จะบอกว่าเส้นโค้งการอัดตัวได้แตกต่างกัน (ภาคผนวก ง) ในทางกายภาพเส้นโค้งการอัดตัวได้ภายใต้อัตราความเครียดคงที่ ที่ช้ากว่าจะมีแนวโน้มอยู่ต่ำกว่า เนื่องจากการอัดตัวระคายน้ำรอง (Secondary Consolidation) เกิดขึ้นได้มากกว่าในขณะที่ทดสอบช้า ดังรูปที่ 4.17



รูปที่ 4.15 เส้นโค้งการอัดตัวได้ภายใต้การทดสอบแบบเพิ่มอัตราความเครียดคงที่



รูปที่ 4.16 เส้นโค้งการอัดตัวได้ ภายใต้อัตราความเครียดเปลี่ยนแปลง ตั้งแต่ 0.005 มม. ต่อ นาที ไปจนถึง 0.05 มม. ต่อ นาที



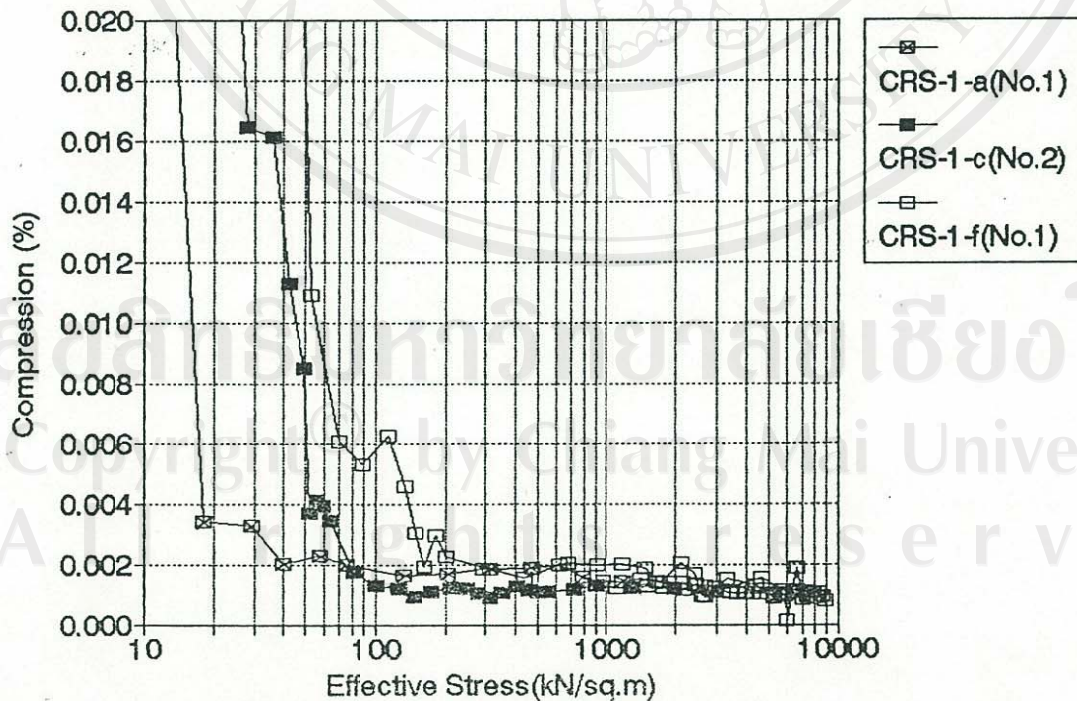
รูปที่ 4.17 เส้นโค้งการอัดตัวได้ ภายใต้อัตราความเครียด 0.005 มม.ต่อ นาที และ 0.05 มม.ต่อ นาที

4.3.2 ค่าสัมประสิทธิ์การอัดตัวระบายน้ำ (Coefficient of Consolidation)

จากการพิจารณาเส้นโค้งค่าสัมประสิทธิ์การอัดตัวระบายน้ำ กับ หน่วยแรงประสิทธิผลแบ่งเส้นโค้งออกได้สามช่วงคือ (1) ช่วงที่หน่วยแรงประสิทธิผลตั้งแต่หน่วยแรงกดทับประสิทธิผล 90 kN/m^2 ลงมา เรียกช่วงการพองตัว (Swell) (2) ช่วงที่อัดตัวมาก่อนในอดีต (Recompression) เป็นช่วงที่หน่วยแรงประสิทธิผลตั้งแต่หน่วยแรงกดทับประสิทธิผลสูงสุดในอดีต 1100 kN/m^2 ถึงหน่วยแรงกดทับประสิทธิผล และ (3) ช่วงที่ไม่เคยอัดตัวมาก่อนในอดีต (Virgin Compression) หน่วยแรงประสิทธิผลตั้งแต่หน่วยแรงกดทับประสิทธิผลสูงสุดในอดีตขึ้นไป

รูปที่ 4.18 ค่า C_v (แปลความตามวิธี ASTM D4186-82) ที่เกิดขึ้นในช่วงการพองตัวค่อนข้างแปรปรวน และให้ค่าสูง เนื่องจากอัตราส่วนช่องว่าง (Void Ratio) สูงส่งผลให้สัมประสิทธิ์การซึมได้สูง ในช่วงที่อัดตัวมาก่อนในอดีตก็เช่นเดียวกัน แต่ผลไม่รุนแรงมากนัก เพราะอัตราส่วนช่องว่างลดลงน้อยกว่า หลังจากนั้น ในช่วงที่ไม่เคยอัดตัวมาก่อนในอดีตจะมีค่าสม่ำเสมอ เพราะดินอัดตัวแน่นขึ้น โครงสร้างเปลี่ยนแปลงไปเล็กน้อยเมื่อเทียบกับแรงกระทำ C_v จึงเปลี่ยนไปเล็กน้อย

ค่า C_v ที่ได้จากการใช้อัตราความเครียดที่เร็วกว่าจะให้ค่าสูงกว่า เพราะอัตราความเครียดสูงจนเวลาที่อัดตัวได้น้อยลง การอัดตัวระบายน้ำหลัก และรองลดลง ทำให้อัตราส่วนช่องว่างระหว่างเม็ดดินมากขึ้น สัมประสิทธิ์การซึมได้สูง ค่า C_v จึงสูงกว่า



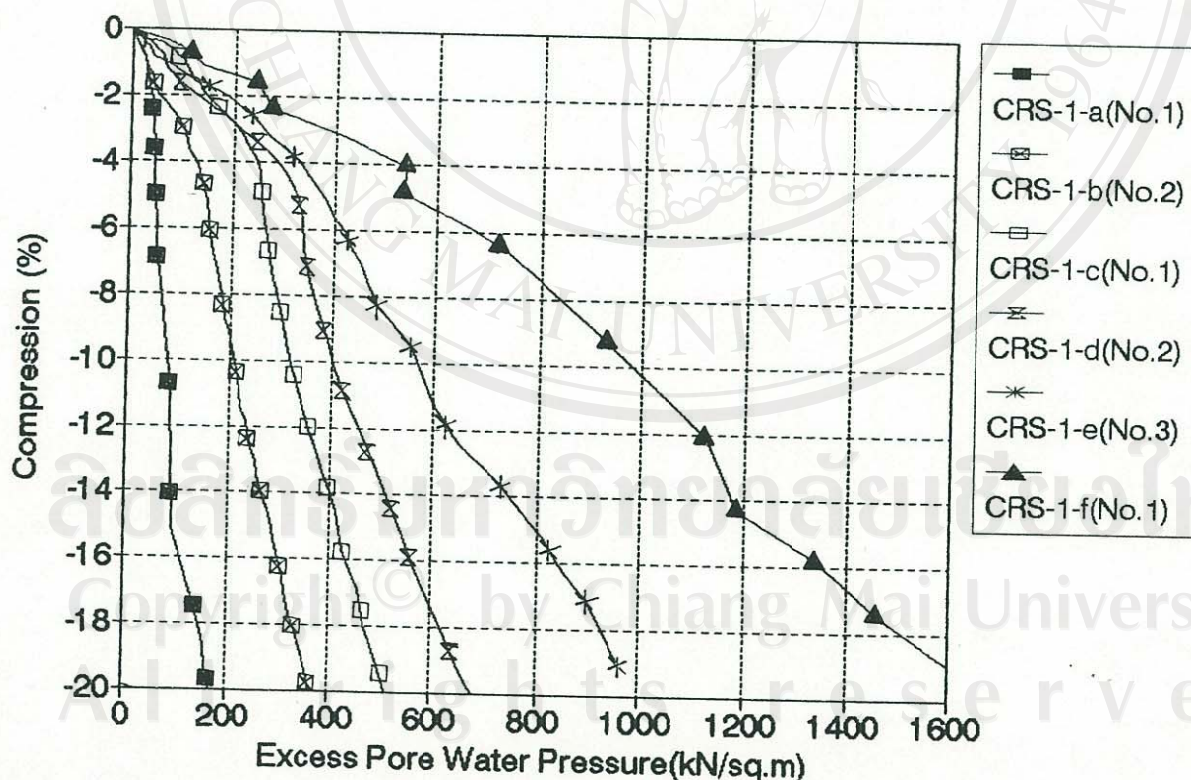
รูปที่ 4.18 อิทธิพลของอัตราความเครียดต่อค่าสัมประสิทธิ์การอัดตัวระบายน้ำ

4.3.3 ความดันน้ำ (Pore Water Pressure)

ในการทดสอบจะมีการวัดความดันน้ำส่วนเกินที่ฐานของตัวอย่าง ปล่อยให้น้ำระบายออกทางด้านบน การวัดนี้ทำให้สามารถคำนวณหาค่าหน่วยแรงประสิทธิผลของดินได้ และนำไปคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การอัดตัวระบายน้ำ

จากการทดสอบแสดงให้เห็นว่าอัตราการเพิ่มความดันน้ำส่วนเกิน (Excess Pore-Water Pressure) เพิ่มขึ้นมากในช่วงแรกของการอัดตัวแล้วลดลงในช่วงหลัง และความดันน้ำส่วนเกินเกิดสูงขึ้นตามค่าอัตราความเครียด (รูปที่ 4.19) เพราะในช่วงแรกของการอัดตัว อัตราส่วนช่องว่างของดินมากกว่าอัตราส่วนช่องว่างในที่ (Insitu) ดินจึงอัดตัวได้มาก อัตราความดันน้ำส่วนเกินจึงเพิ่มขึ้นมาก ในช่วงหลังเมื่อดินอัดตัวลงมากขึ้น อัตราส่วนช่องว่างของดินลดลง การอัดตัวได้ของดินลดน้อยลง อัตราการเพิ่มความดันน้ำส่วนเกินจึงลดลง

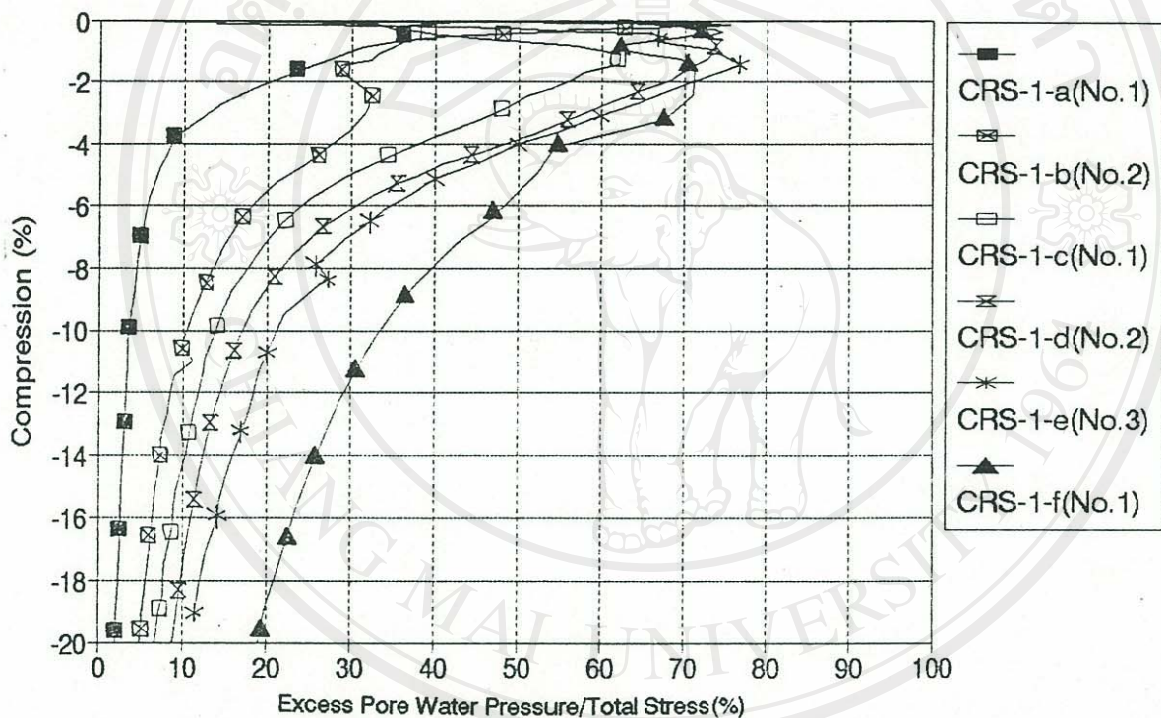
เมื่ออัตราความเครียดสูงขึ้นเวลาที่ใช้ทดสอบน้อยลง เวลาที่น้ำระบายออกจากตัวอย่างน้อยลงด้วย ความดันน้ำส่วนเกินจึงมากกว่า



รูปที่ 4.19 ความดันน้ำส่วนเกินภายใต้อัตราความเครียด

0.005 มม.ต่อ นาที ถึง 0.05 มม.ต่อ นาที

รูปที่ 4.20 แสดงให้เห็นว่าเปอร์เซ็นต์ความดันน้ำส่วนเกินต่อหน่วยแรงอัดทั้งหมด มีค่าสูงในช่วงที่ตัวอย่างเริ่มอัดตัว หลังจากตัวอย่างอัดตัวมากเข้าเปอร์เซ็นต์ความดันน้ำส่วนเกินต่อหน่วยแรงอัดทั้งหมดกลับลดลง และเปอร์เซ็นต์ความดันน้ำส่วนเกิน เพิ่มขึ้นตามอัตราความเครียด ทั้งนี้เพราะในช่วงเริ่มต้น ดินตัวอย่างอัดตัวได้มาก เปอร์เซ็นต์ความดันน้ำส่วนเกินจึงเพิ่มขึ้น เมื่อดินอัดตัวมากเข้าการอัดตัวได้ลดลง เปอร์เซ็นต์ความดันน้ำส่วนเกินจึงลดลง และเช่นเดียวกันเมื่ออัตราความเครียดสูงขึ้น เวลาที่ใช้ในการทดสอบน้อยลง เวลาที่น้ำระบายออกจากตัวอย่างน้อยลงด้วย ความดันน้ำส่วนเกินจึงมากขึ้น



รูปที่ 4.20 เปอร์เซ็นต์ความดันน้ำส่วนเกิน ต่อ หน่วยแรงอัดทั้งหมด ภายใต้อัตราความเครียด 0.005 มม.ต่อ นาที ถึง 0.05 มม.ต่อ นาที

4.4 เปรียบเทียบระหว่างการทดสอบบรทุกน้ำหนักสากกับการทดสอบภายใต้อัตราความเครียดคงที่

เนื่องจากประสบการณ์ส่วนใหญ่ที่ได้จากการทำงานนั้น ได้มาจากการทดสอบบรทุกน้ำหนักสาก ดังนั้นการทดสอบแบบใหม่ที่จะนำมาใช้ทดแทน จึงต้องมีการศึกษาเปรียบเทียบเพื่อสามารถกำหนดเงื่อนไขของการทดสอบวิธีการใหม่ ให้เหมาะสมกับข้อมูลที่ได้จากวิธีดั้งเดิม ข้อมูลที่ได้จึงจะเทียบเท่า

4.4.1 เส้นโค้งการอัดตัวได้ (Compressibility Curve)

จากการเปรียบเทียบเส้นโค้งการอัดตัวได้ ดังรูปที่ 4.21 ถึง 4.23 พบว่า

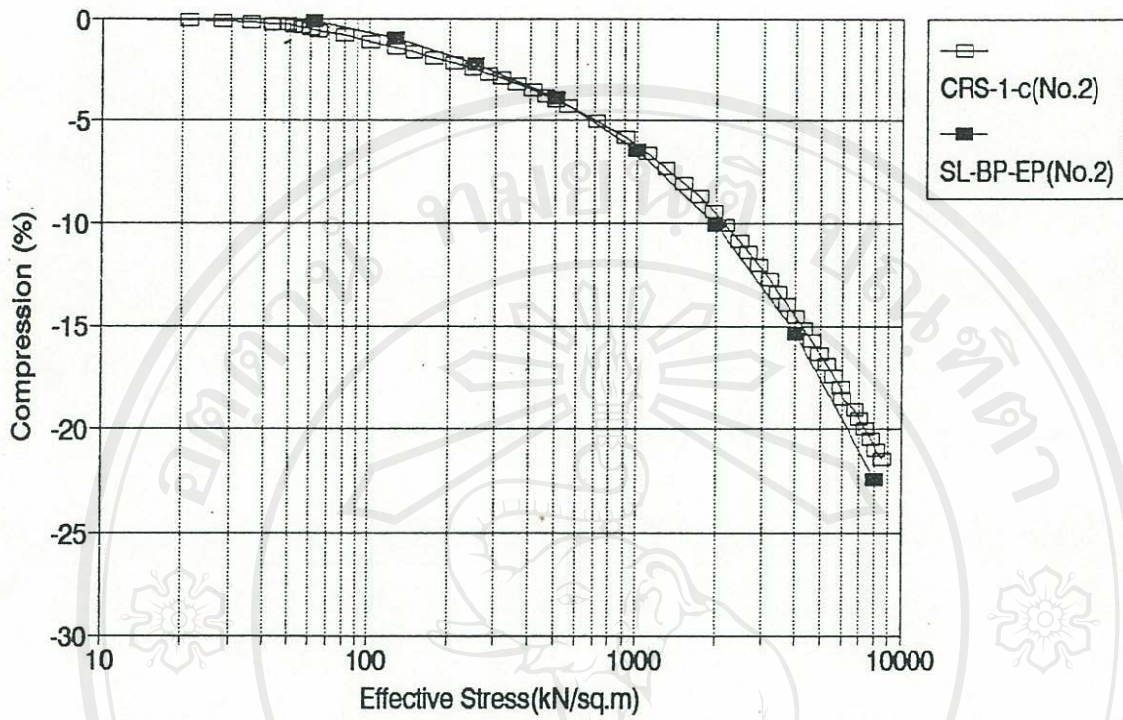
เส้นโค้งการอัดตัวได้ ภายใต้อัตราความเครียดคงที่ 0.015 มม.ต่อ นาที ใกล้เคียงกับที่ได้จากการบรรทุกน้ำหนักสากล โดยอัตราความดันกลับและใช้ช่วงเวลาบรรทุกน้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการอัดตัวตัวระบายน้ำหนัก ดังรูปที่ 4.21

รูปที่ 4.22 พบว่าเส้นโค้งการอัดตัวได้ ภายใต้อัตราความเครียดคงที่ 0.015 มม.ต่อ นาที ให้ผลใกล้เคียงกับการทดสอบบรรทุกน้ำหนักสากล ไม่อัตราความดันกลับ ช่วงเวลาบรรทุกน้ำหนัก 24 ชั่วโมง มากกว่าการทดสอบบรรทุกน้ำหนักสากล ไม่อัตราความดันกลับ ช่วงเวลาบรรทุกน้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการอัดตัวระบายน้ำหนัก

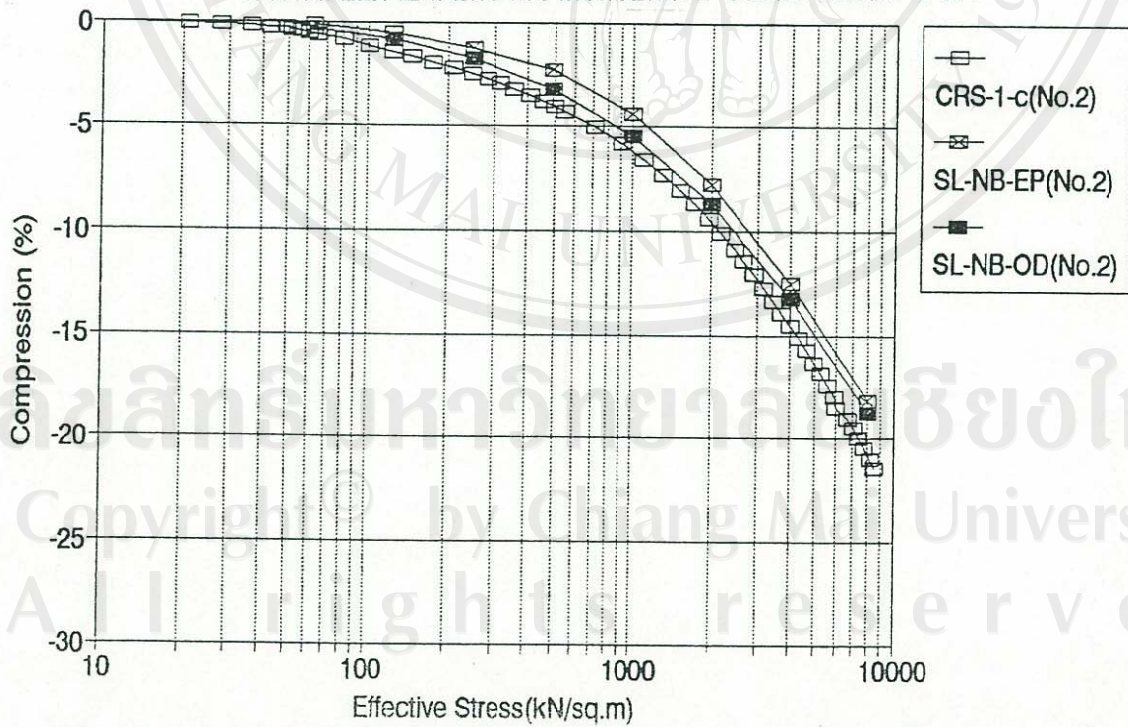
ค่าหน่วยแรงประสิทธิผลสูงสุดที่เคยกระทำต่อดินนั้น ในการวิจัยครั้งนี้ได้นำวิธีของ Casagrande, A. (1936) และ Sridharam, A. (1991) [7] มาใช้ วิธีทั้งสองให้ค่าใกล้เคียงกัน แต่ในทางปฏิบัติวิธีของ Sridharam, A. ทำได้สะดวกกว่า รูปที่ 4.24, 4.25, 4.26 และ 4.27 ค่าเปรียบเทียบระหว่าง 2 วิธีนี้ดูได้จากตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ค่าหน่วยแรงประสิทธิผลสูงสุดที่เคยกระทำต่อดิน

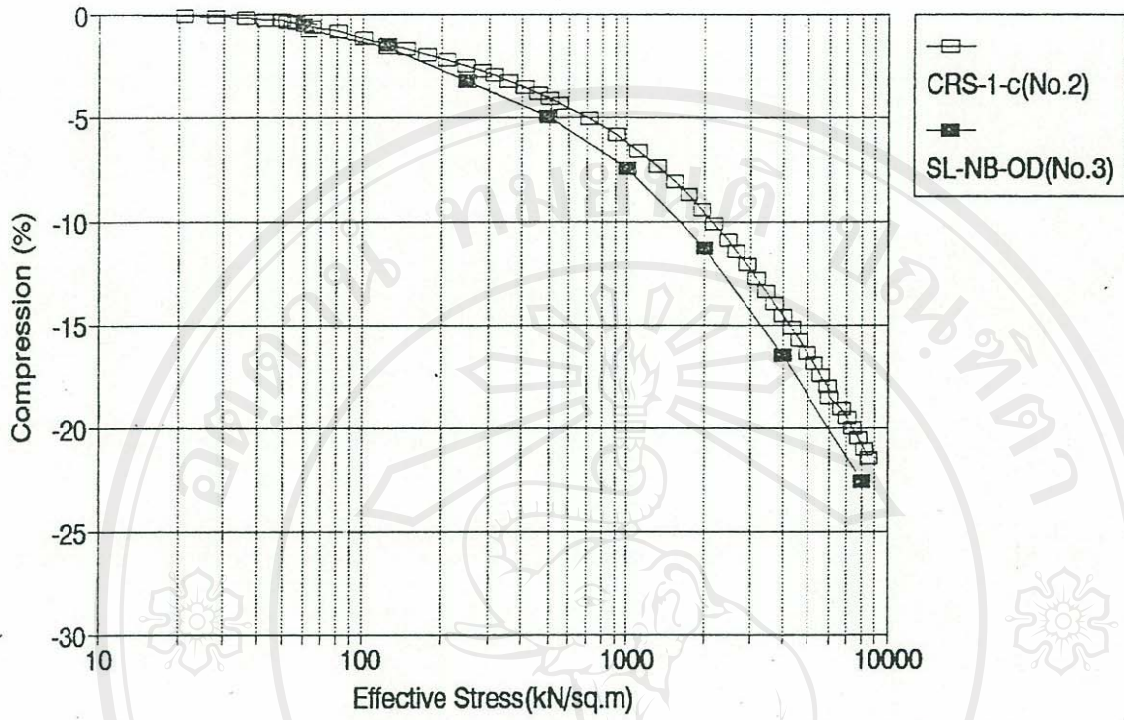
ชุดการทดสอบ	หน่วยแรงประสิทธิผลสูงสุดที่เคยกระทำต่อดิน	
	Casagrande, A. (1936) กน/ม ²	Sridharam, A. (1991) กน/ม ²
SL-NB-EP (No. 2)	1100	1100
SL-NB-OD (No. 2)	1050	1100
SL-BP-EP (No. 2)	1100	1150
SL-BP-OD (No. 2)	1050	1000
CSR-1-a (No. 1)	900	850
CRS-1-b (No. 2)	1060	1000
CRS-1-c (No. 1)	1200	1050
CRS-1-d (No. 2)	1050	1070
CRS-1-e (No. 3)	1150	1200
CRS-1-f (No. 1)	1200	1050



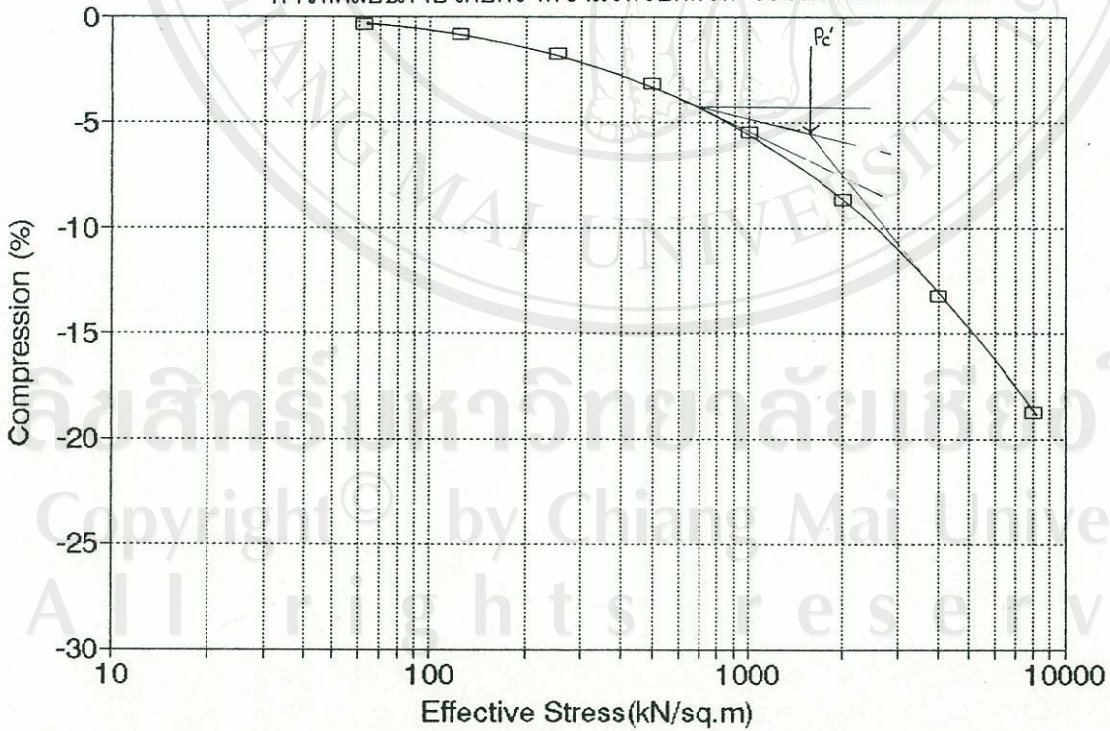
รูปที่ 4.21 เปรียบเทียบเส้นโค้งการอัดตัวได้ จากการทดสอบบรรทุกน้ำหนักสากล กับ การทดสอบภายใต้อัตราความเครียดคงที่ 0.015 มม.ต่อ นาที



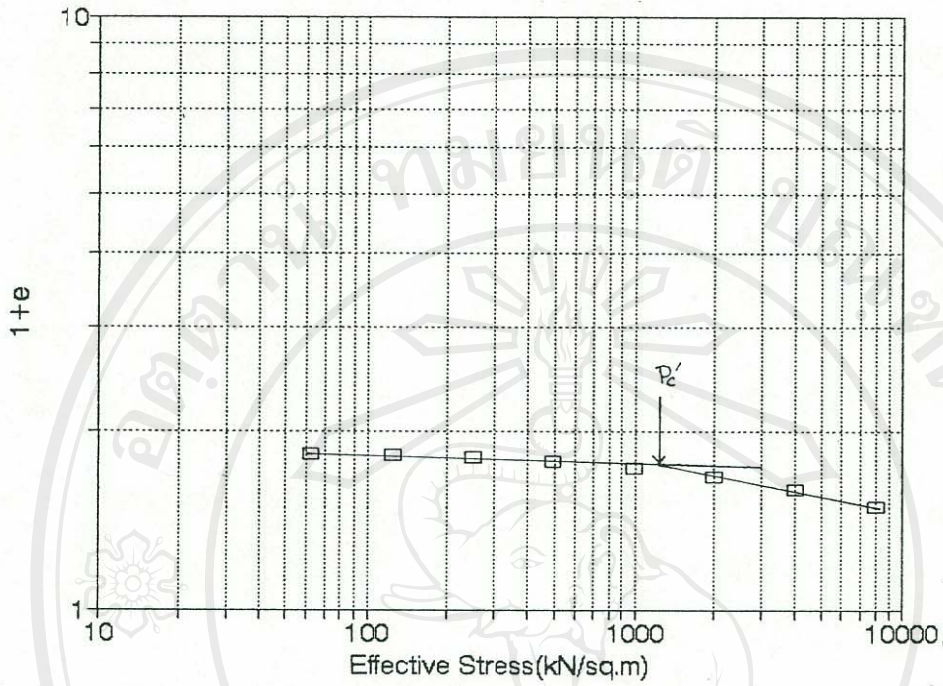
รูปที่ 4.22 เปรียบเทียบเส้นโค้งการอัดตัวได้ จากการทดสอบบรรทุกน้ำหนักสากล กับ การทดสอบภายใต้อัตราความเครียดคงที่ 0.015 มม.ต่อ นาที



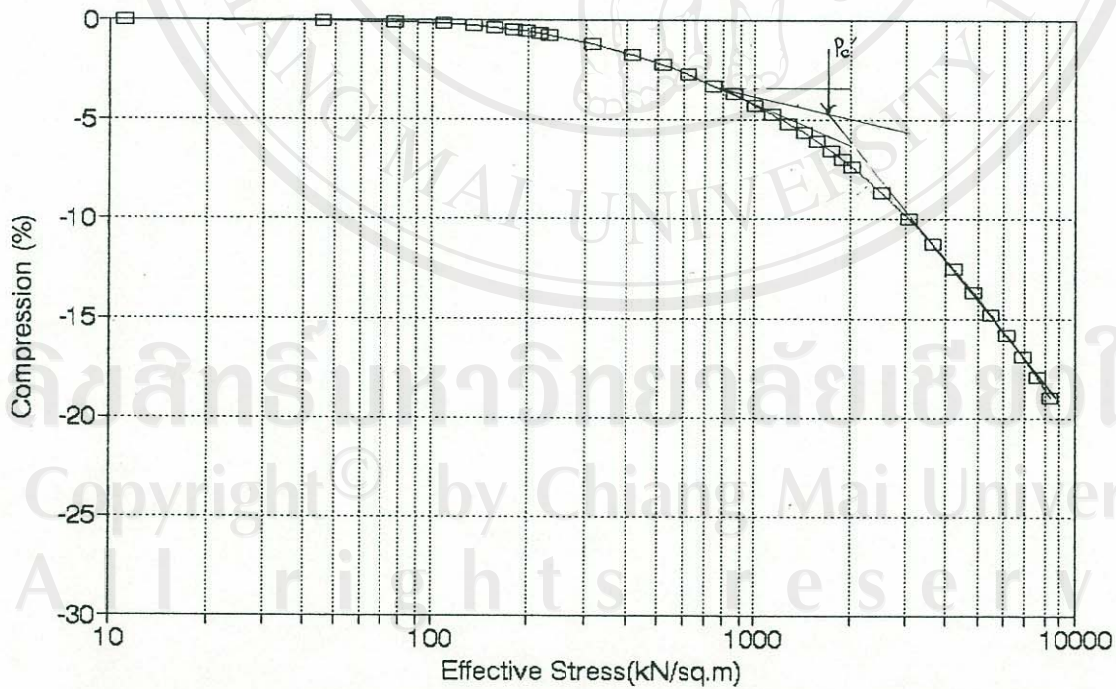
รูปที่ 4.23 เปรียบเทียบเส้นโค้งการอัดตัวได้ จากการทดสอบบรทุกน้ำหนักสากล กับ การทดสอบภายใต้อัตราความเครียดคงที่ 0.015 มม.ต่อ นาที



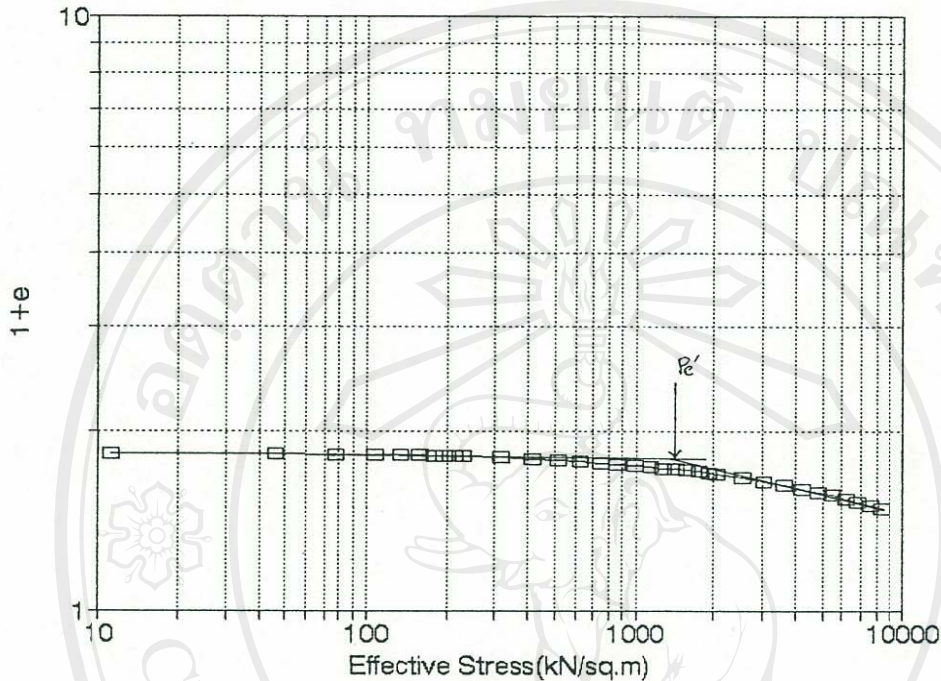
รูปที่ 4.24 หน่วยแรงประสิทธิผลสูงสุดที่เคยกระทำต่อดิน โดยวิธี Casagrande, A จากการทดสอบบรทุกน้ำหนักสากล



รูปที่ 4.25 หน่วยแรงประสิทธิผลสูงสุดที่เคยกระทำต่อดิน โดยวิธี Sridharam, A.
จากการทดสอบบรบทกน้ำหนักสากล



รูปที่ 4.26 หน่วยแรงประสิทธิผลสูงสุดที่เคยกระทำต่อดิน โดยวิธี Casagrande, A.
จากการทดสอบภายใต้อัตราความเครียดคงที่



รูปที่ 4.27 หน่วยแรงประสิทธิผลสูงสุดที่เคยกระทำต่อดิน โดยวิธี Sridharam, A.

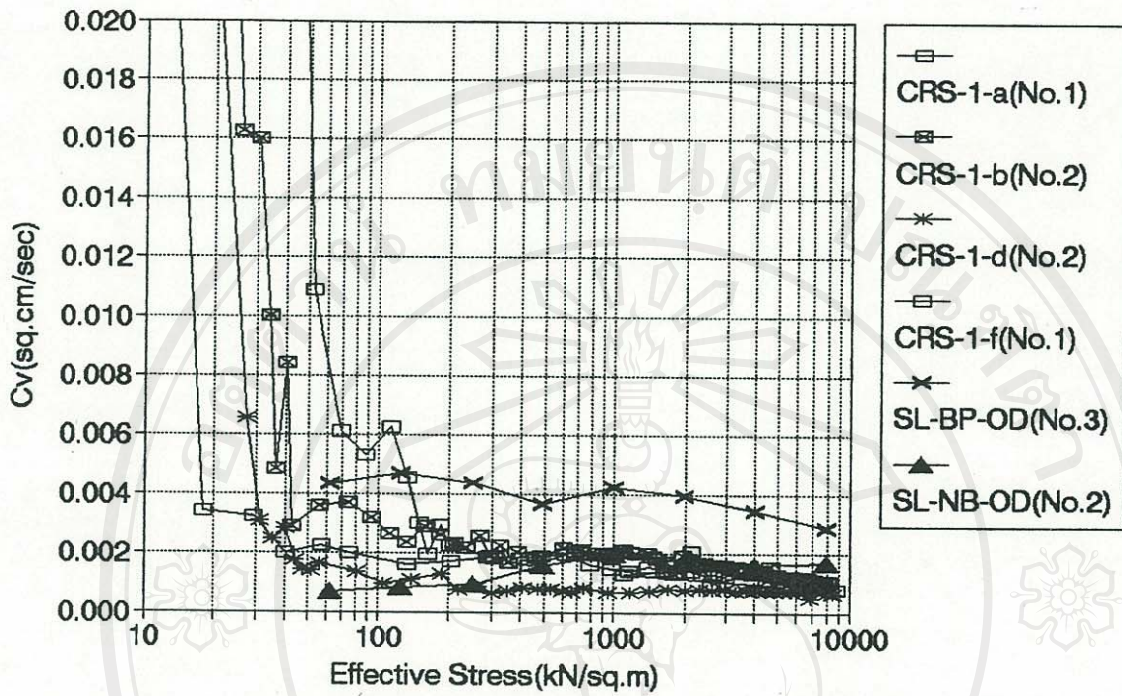
จากการทดสอบภายใต้อัตราความเครียดคงที่

4.4.2 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การอัดตัวระยะบายน้ำ

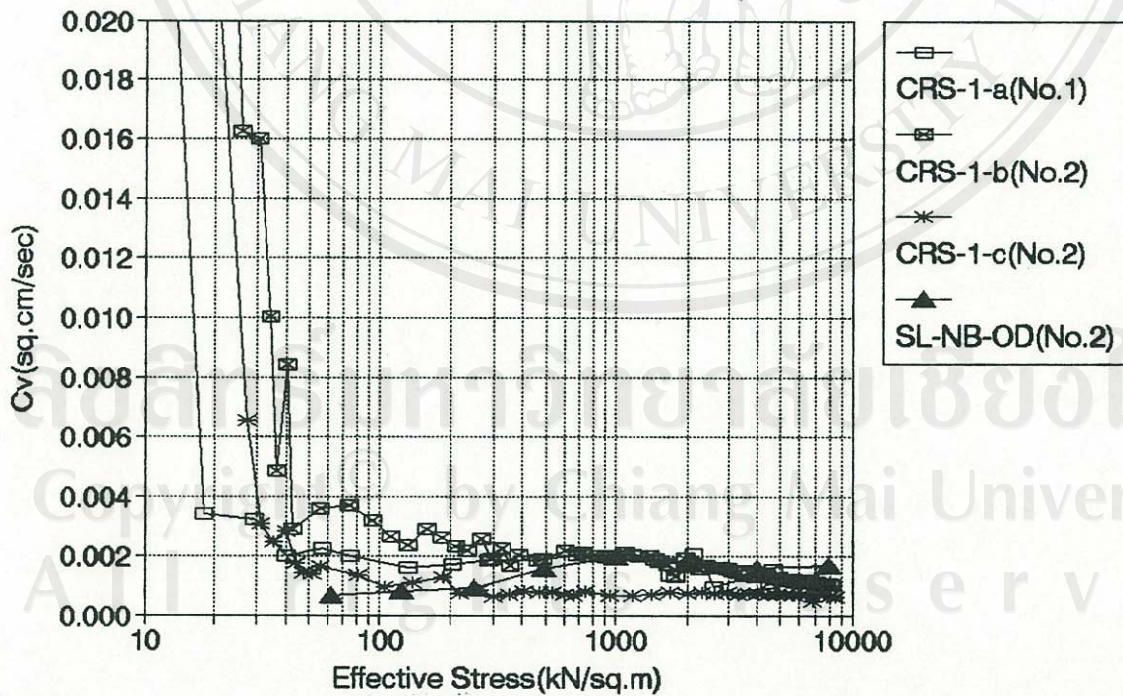
ค่าสัมประสิทธิ์การอัดตัวระยะบายน้ำ ที่ได้จากการทดสอบภายใต้อัตราความเครียดคงที่ จะให้ค่าที่ต่ำ ดังนั้นค่าสัมประสิทธิ์การอัดตัวระยะบายน้ำที่ได้จึงใกล้เคียงการทดสอบบรรทุกน้ำหนักสากลที่ใช้ช่วงเวลาการบรรทุกน้ำหนัก 24 ชั่วโมง รูปที่ 4.28, 4.29 และ 4.30

4.4.3 สรุป

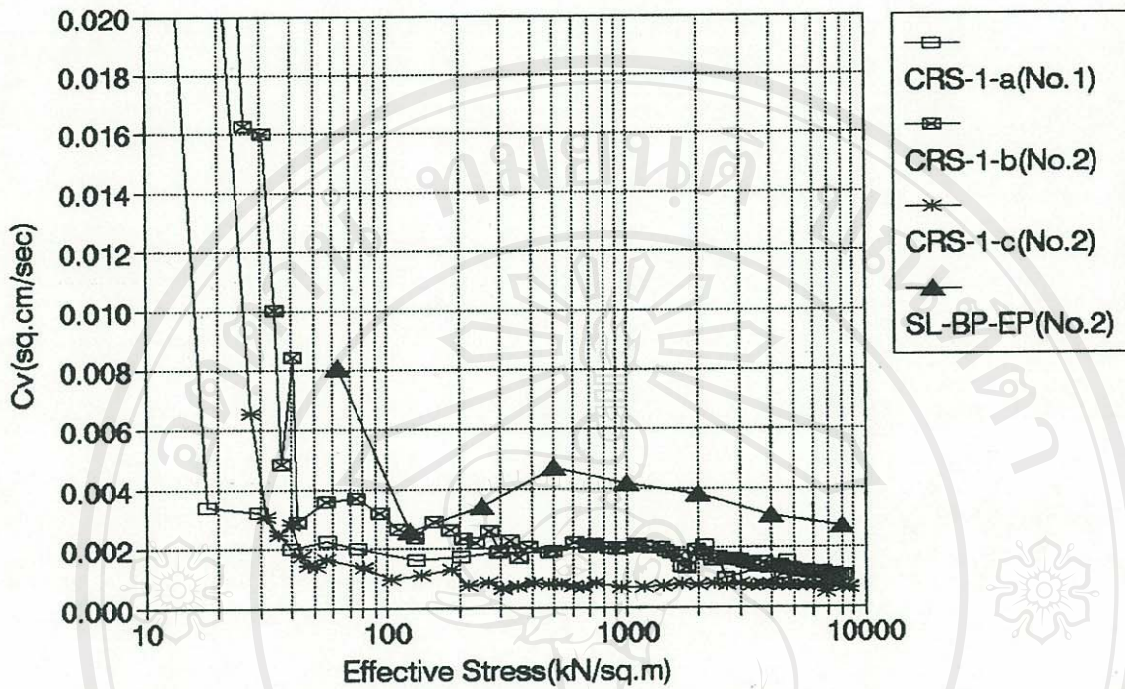
เมื่อทดสอบการอัดตัวระยะบายน้ำภายใต้อัตราความเครียดคงที่ ไม่เกิน 0.0150 มม.ต่อ นาที กับตัวอย่างอัดความดันกลับ 200 กน/ม² (คงไว้ 24 ชั่วโมง) และแปลความหาค่าสัมประสิทธิ์การอัดตัวระยะบายน้ำโดยวิธี ASTM D4186-82 รูปที่ 4.15, 4.18, 4.19, 4.20, 4.21, 4.22, 4.28, 4.29, 4.30 และ 4.31 จะให้ผลเส้นโค้งการอัดตัวได้ และค่าสัมประสิทธิ์การอัดตัวระยะบายน้ำ (ในช่วงที่ความดันน้ำส่วนเกินที่ฐานตัวอย่างไม่เกิน 50 % ของหน่วยแรงอัดทั้งหมด) เทียบเท่ากับวิธีการทดสอบบรรทุกน้ำหนักสากล ($\Delta G/G=1$) ตัวอย่างอัดความดันกลับ 200 กน/ม² (คงไว้ 24 ชั่วโมง) ช่วงเวลาบรรทุกน้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการอัดตัวระยะบายน้ำหลัก และวิธีการทดสอบบรรทุกน้ำหนักสากล ($\Delta G/G=1$) ตัวอย่างไม่อัดความดันกลับ ช่วงเวลาบรรทุกน้ำหนัก 24 ชั่วโมง



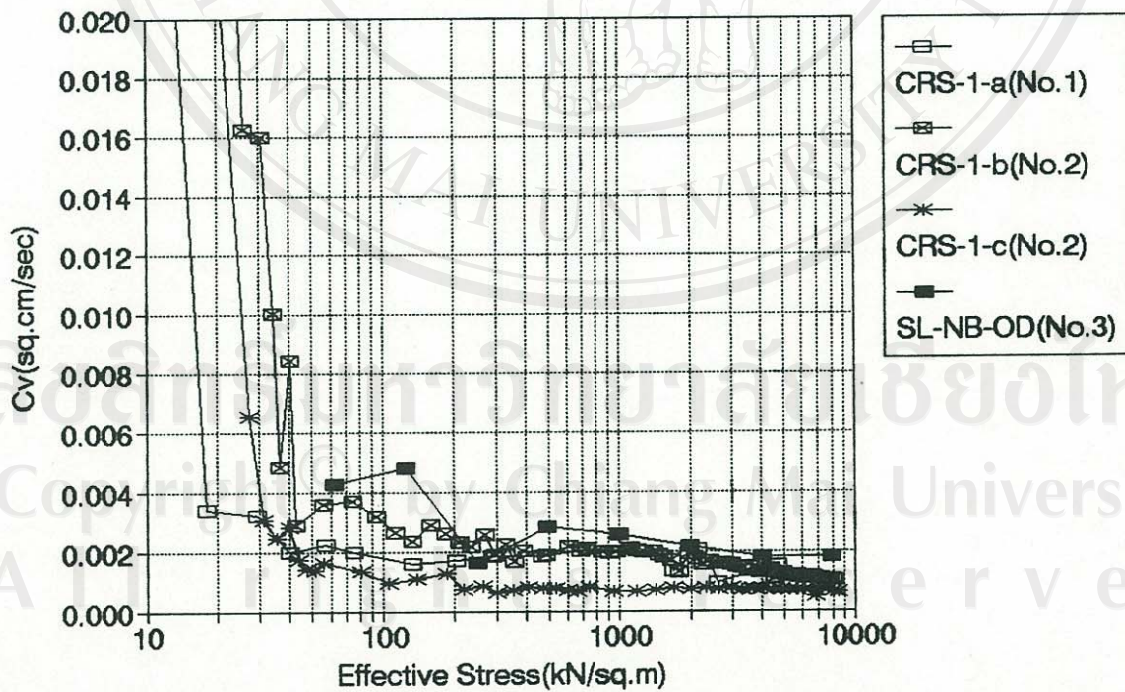
รูปที่ 4.28 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การอัดตัวระบายน้ำระหว่างวิธี ทดสอบบรรจุหน้าหนักสากล กับ ทดสอบภายใต้อัตราความเครียดคงที่



รูปที่ 4.29 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การอัดตัวระบายน้ำระหว่างวิธี ทดสอบบรรจุหน้าหนักสากล กับ ทดสอบภายใต้อัตราความเครียดคงที่



รูปที่ 4.30 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การอัดตัวระบายน้ำระหว่างวิธี ทดสอบบรรจุหน้าหนังสือกลกับ ทดสอบภายใต้อัตราความเครียดคงที่



รูปที่ 4.31 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การอัดตัวระบายน้ำระหว่างวิธี ทดสอบบรรจุหน้าหนังสือกลกับ ทดสอบภายใต้อัตราความเครียดคงที่