

รายการอ้างอิง

1. Aktan, A.E., B.I. Karson, and M.A. Sozen, "Stress-Strain Relationships of Reinforcing Bars Subjected to Large Strain Reversals," Civil Engineering Studies, Structural Research Series No. 397, University of Illinois at Urbana-Champaign, Urbana, Illinois, June 1973.
2. Kent, D.C. and R. Park, "Cyclic Load Behavior of Reinforcing Steel," Strain, Vol. 9, No. 3, July 1973, pp. 98-103.
3. Park, R., "Constitutive Relations of Steel: Effects on Hysteretic Behavior of Structural Concrete Members and on Strength Considerations in Seismic Design," Proceedings, Workshop on Earthquake-Resistant Reinforced Concrete Building Construction (ERCBC), University of California at Berkeley, Berkeley, California, July 1977, pp. 683-695.
4. Popov, E.G., "Mechanical Characteristics and Bond of Reinforcing Steel under Seismic Conditions," Proceedings, Workshop on Earthquake-Resistant Reinforced Concrete Building Construction (ERCBC), University of California at Berkeley, Berkeley, California, July 1977, pp. 658-682.
5. Singh, A., K.H. Gerstle, and L.G. Tulin, "The Behavior of Reinforcing Steel Under Reversal Loading," Journal ASTM, Materials Research and Standards, Vol. 5, No. 1, January 1965, pp. 12-17.
6. Seckin, M., "Hysteretic Behavior of Cast-in-Place Exterior Beam-Column Sub-Assemblies," Ph.D. Thesis, University of Toronto, 1981, 266 pp.
7. Sittipunt, C., "Finite Element Analysis of Reinforced Concrete Shear Walls," Ph.D. Dissertation, Department of Civil Engineering, University of Illinois at Urbana-Champaign, 1994, 384 pp.
8. Restrepo-Posada, J.I., L.L. Dodd, R. Park, and N. Cooke, "Variables Affecting Cyclic Behavior of Reinforcing Steel," Journal of Structural Engineering, Vol. 120, No. 11, November 1994, pp. 3178-3196.
9. Monti, G., and C. Nuti, "Nonlinear Cyclic Behavior of Reinforcing Bars Including Buckling," Journal of Structural Engineering, Vol. 118, No. 12, December 1992, pp. 3268-3284.
10. พิชัย ภัทรรัตน์กุล, "ผลของการจัดเหล็กเสริมรับแรงเฉือนแบบต่าง ๆ ต่อพฤติกรรมการรับแรงต้านข้างแบบเป็นวัฏจักรของกำแพงคอนกรีตเสริมเหล็ก," วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2541, 177 หน้า.
11. Dowrick, J.D., "Earthquake Resistant Design for Engineers and Architects," 2nd edition, John Wiley & Sons, Singapore, 1988.
12. Dodd, L.L., J.I. Restrepo-Posada, "Model for Predicting Cyclic Behavior of Reinforcing Steel," Journal of Structural Engineering, Vol. 121, No. 3, March 1995, pp. 433-445.

13. Balan, T.A., F.C. Filippou, and E.P. Popov, "Hysteretic Model of Ordinary and High-Strength Reinforcing Steel," Journal of Structural Engineering, Vol. 124, No. 3, March 1998, pp. 288-297.
14. Dieter, G.E., "Mechanical Metallurgy," SI Metric edition, McGraw-Hill Co., London, 1988.

ตารางที่ 2.1 ค่าพารามิเตอร์สำหรับแบบจำลอง Ramberg-Osgood ที่เสนอโดย Aktan และคณะ (1)

ชนิดของโค้งความสัพันธ์	พารามิเตอร์	ค่า
ความสัพันธ์ในช่วงการแข็งตัวเพิ่มขึ้น (Strain hardening)	m σ_{om}	4.30 $0.70\sigma_y$
ครึ่งรอบความสัพันธ์จากด้านรับแรงอัด	α A B	6.0 0.7938 0.51723
ครึ่งรอบความสัพันธ์จากด้านรับแรงดึง	α A B	7.0 0.7735 0.47989

ตารางที่ 4.1 คุณสมบัติเบื้องต้นของเหล็กเสริมที่ใช้ในการทดสอบ

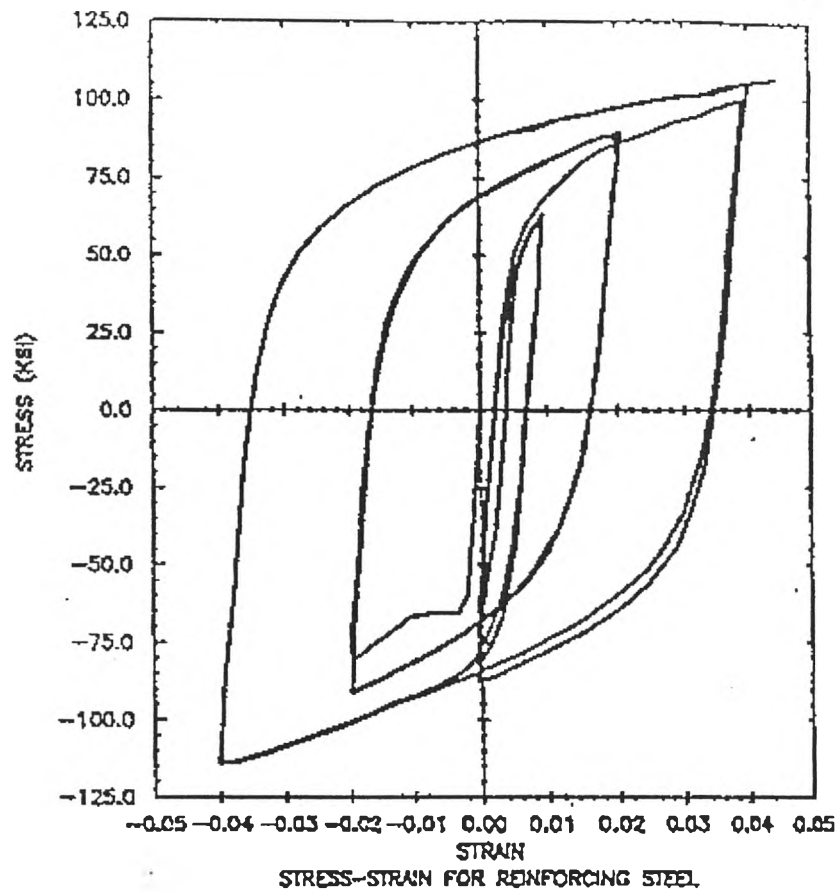
	คุณสมบัติ	ชั้นคุณภาพ SD30	ชั้นคุณภาพ SD40
ด้านรับแรงดึง	σ_y (กก/ซม ²)	4100	5000
	σ_{ult} (กก/ซม ²)	6900	7900
	ϵ_{sh}	0.0085	0.009
ด้านรับแรงอัด	σ_y (กก/ซม ²)	-4100	-5000
	σ_{ult} (กก/ซม ²)	-7800	-9000
	ϵ_{sh}	-0.0085	-0.0095

ตารางที่ 4.2 ค่าพารามิเตอร์สำหรับแบบจำลอง Ramberg-Osgood ที่ใช้ในงานวิจัยนี้

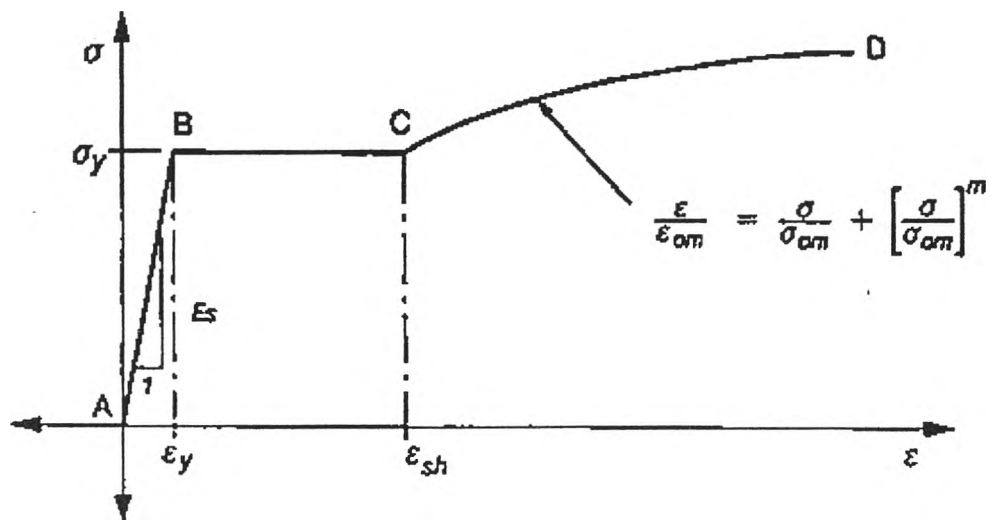
ชนิดของโค้งความสัมพันธ์	พารามิเตอร์	ค่า
ความสัมพันธ์ในช่วงการแข็งตัวเพิ่มขึ้น (Strain hardening) (ด้านรับแรงดึง)	m	5.60
	σ_{om}	$0.80\sigma_y$
ความสัมพันธ์ในช่วงการแข็งตัวเพิ่มขึ้น (Strain hardening) (ด้านรับแรงอัด)	m	4.10
	σ_{om}	$0.70\sigma_y$
เครื่องรอบความสัมพันธ์จากด้านรับแรงอัด	α	10.0
	A	0.3032
	B	0.7520
เครื่องรอบความสัมพันธ์จากด้านรับแรงดึง	α	7.0
	A	0.7735
	B	0.47989

ตารางที่ 4.3 เปรียบเทียบความถูกต้องของแบบจำลอง Ramberg-Osgood ที่ใช้พารามิเตอร์ของ C.Sittipunt (7) กับพารามิเตอร์ที่ใช้ในงานวิจัยนี้

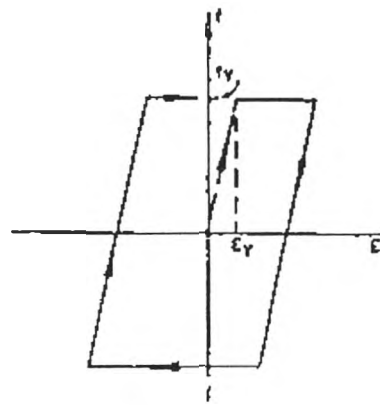
ตัวอย่างทดสอบหมายเลข	STANDARD ERROR OF ESTIMATE x 100 (%)	
	ค่าหน่วยแรงคราก	
	สำหรับพารามิเตอร์เสนอโดย C.Sittipunt (7)	สำหรับพารามิเตอร์ที่ใช้ในงาน วิจัยนี้
301	20.87	18.88
302	15.37	10.50
303	22.01	9.32
304	16.27	9.40
305	9.11	4.64
306	16.19	7.16
307	16.49	11.25
308	8.92	7.69
309	22.92	9.69
310	15.22	6.24
311	15.69	6.64
312	46.98	12.15
313	6.35	6.37
401	17.67	16.09
402	12.89	8.26
403	16.71	9.14
404	14.97	8.44
405	10.8	4.94
406	25.27	9.69
407	11.59	7.21
408	12.5	10.18
409	19.32	7.09
410	14.78	6.47
411	12.73	6.50
412	39.65	12.29
413	7.45	6.29
414	17.52	13.42
415	6.66	6.59



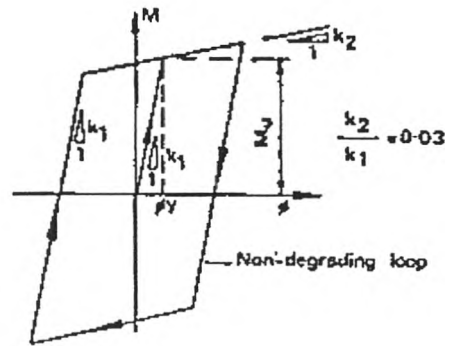
รูปที่ 1.1 ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงและความเครียดของเหล็กเสริมเมื่อรับแรงกระทำแบบเป็นวัฏจักร (Aktan และคณะ (1))



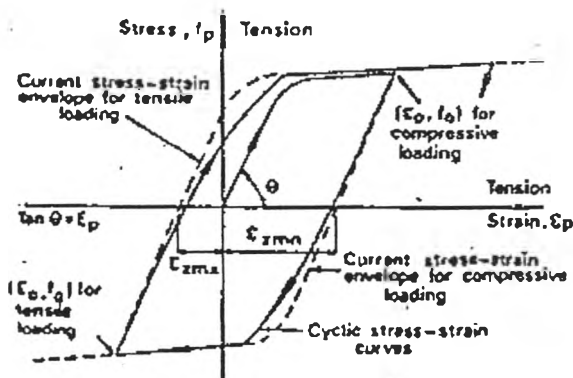
รูปที่ 2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงและความเครียดของเหล็กเสริมเมื่อรับแรงกระทำเพียงด้านเดียว



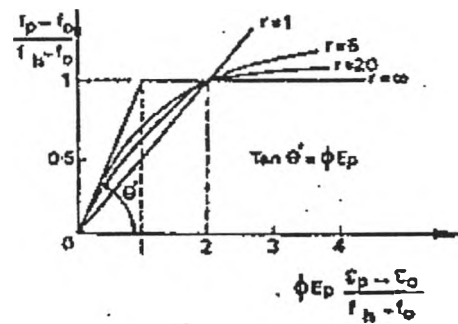
(a) Elasto-plastic



(b) Bi-linear

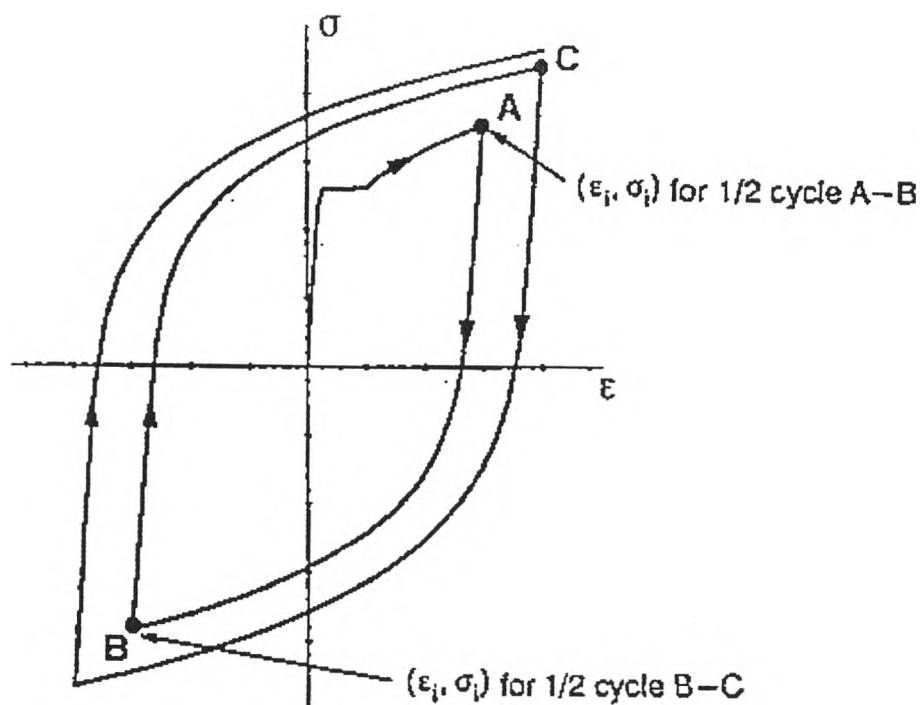


(c) Modified Ramberg-Osgood

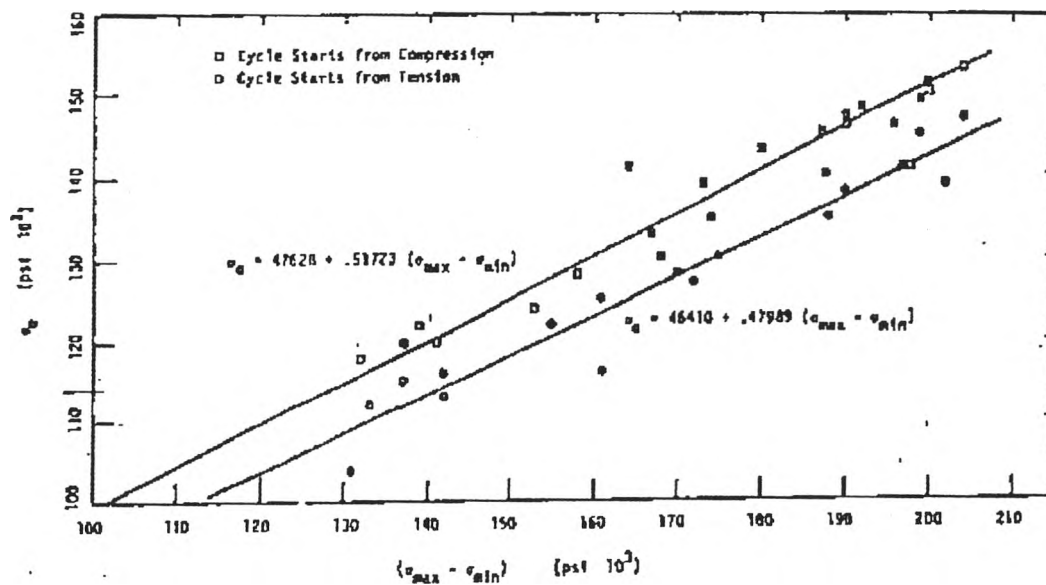


(d) Ramberg-Osgood function

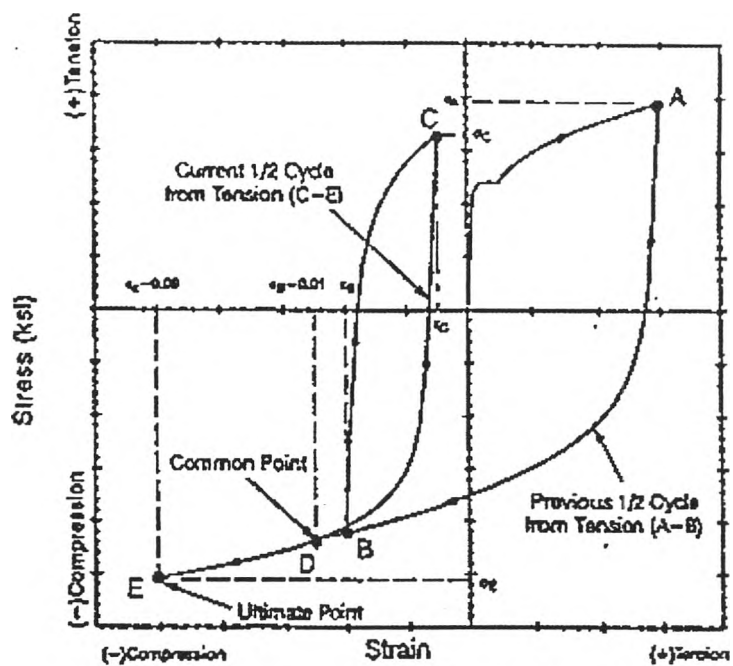
รูปที่ 2.2 แบบจำลองวัสดุสำหรับเหล็กเสริมเมื่อรับแรงกระทำแบบเป็นวัฏจักร (11)



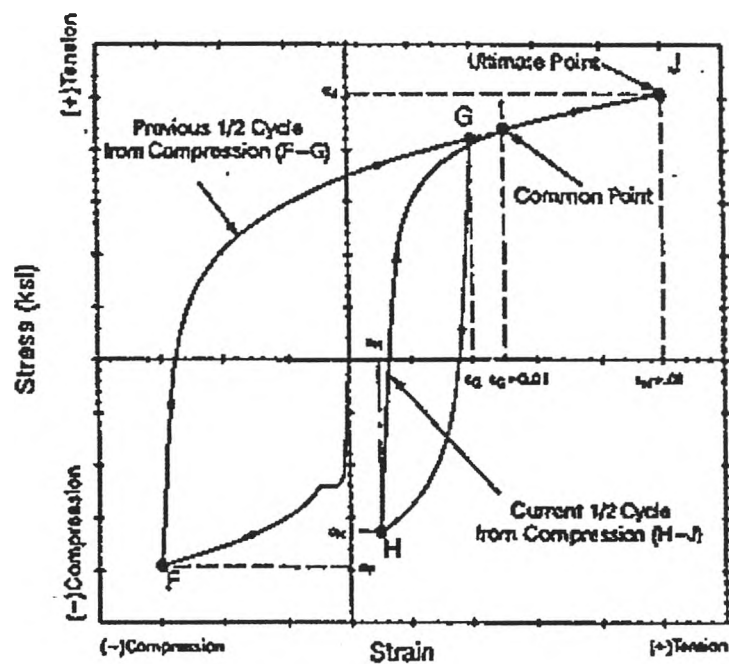
รูปที่ 2.3 แสดง Envelope Curves ของความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงและความเครียดในการรับแรงกระทำแบบเป็นวัฏจักร



รูปที่ 2.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง σ_o กับ $\sigma_{max} - \sigma_{min}$ (Aktan และคณะ (1))

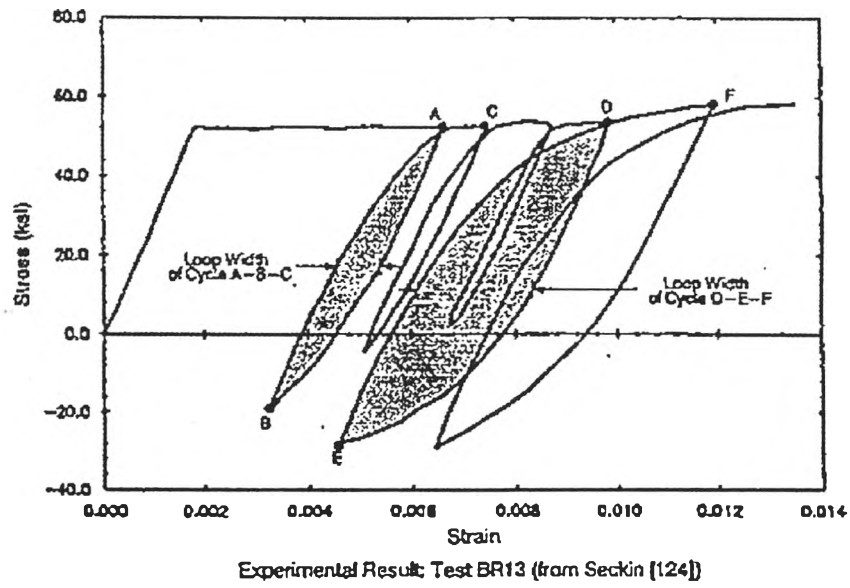


ก.) ครึ่งรอบความสัมพันธ์จากด้านรับแรงดึง

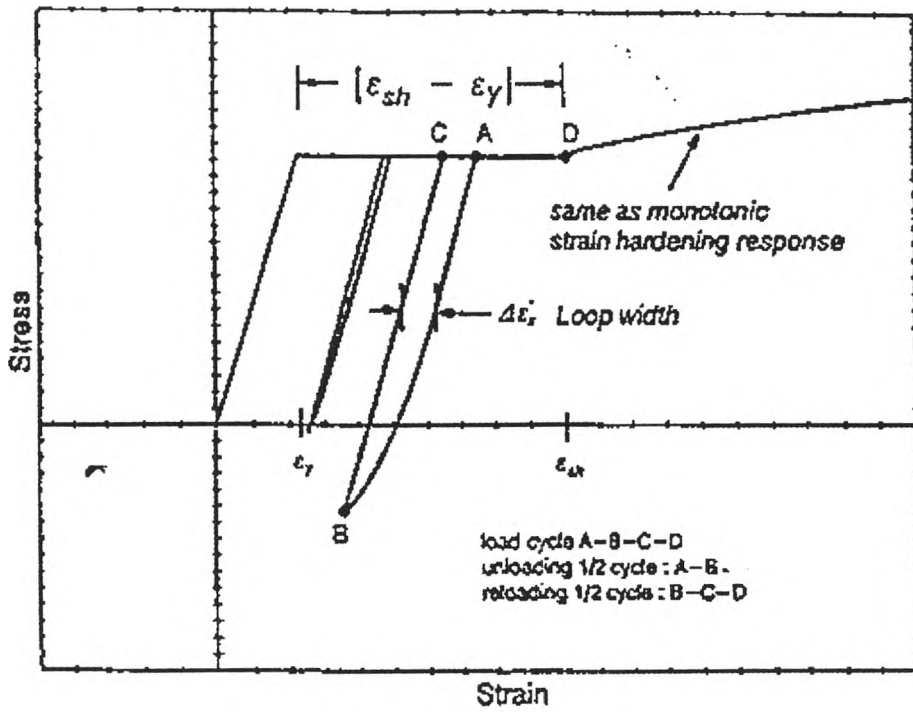


ข.) ครึ่งรอบความสัมพันธ์จากด้านรับแรงอัด

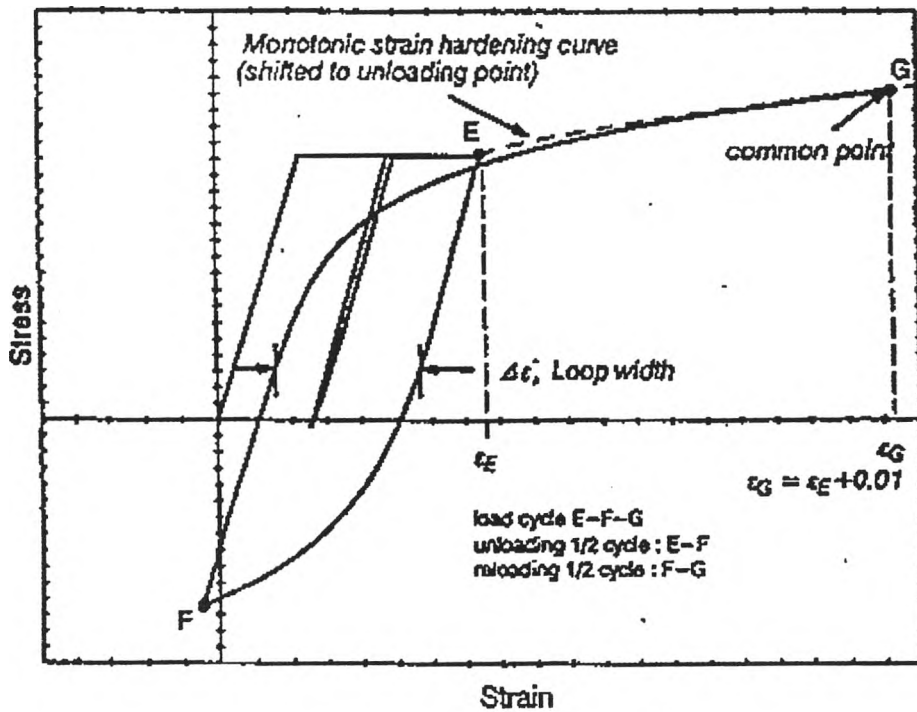
รูปที่ 2.5 แสดงตำแหน่ง Common Points และ Ultimate Points



รูปที่ 2.6 รอบของความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงและความเครียดที่มีจุดเริ่มต้นอยู่ในช่วงที่เกิดการคลาก (Seckin (6))

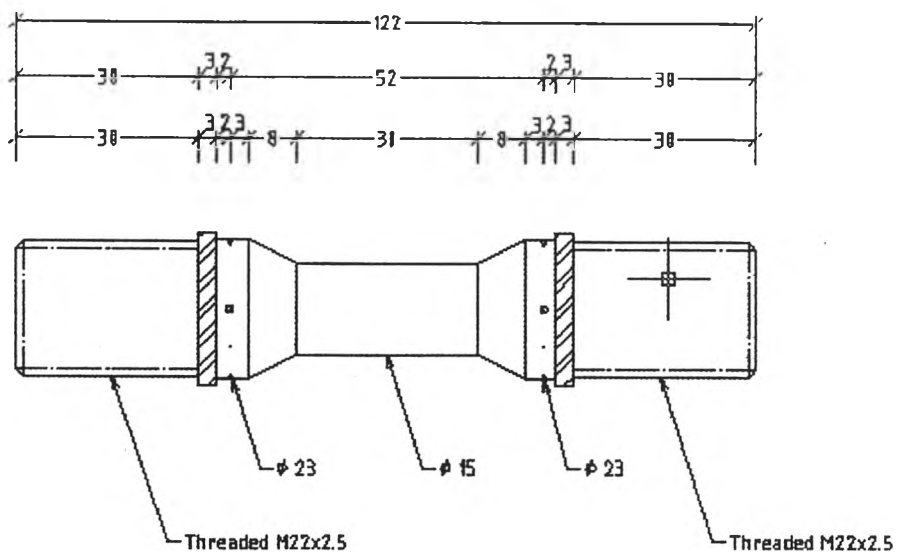


ก.) กรณี $\Delta \epsilon'_s < 0.50 \cdot |\epsilon_{sh} - \epsilon_y|$

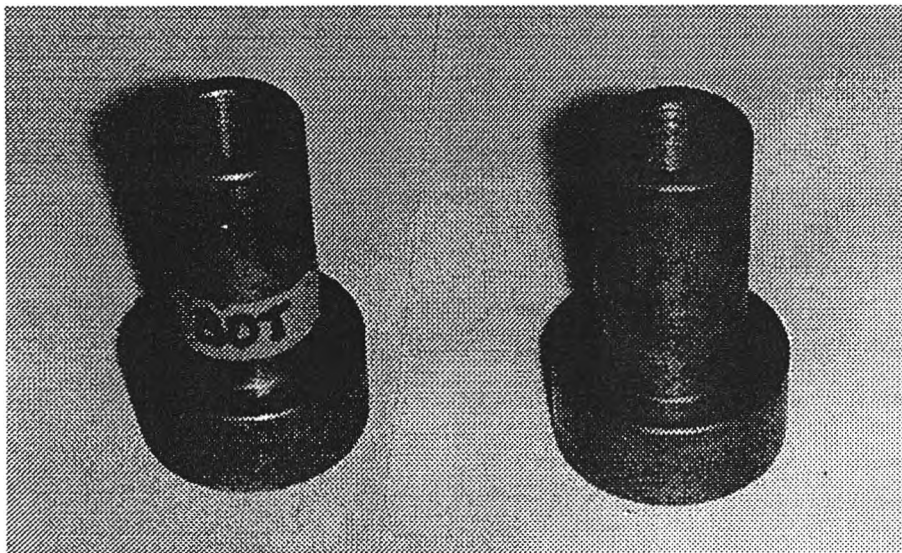


ข.) กรณี $\Delta \epsilon'_s \geq 0.50 \cdot |\epsilon_{sh} - \epsilon_y|$

รูปที่ 2.7 รอบของความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงและความเครียดที่มีจุดเริ่มต้นอยู่ในช่วงที่เกิดการคลาก



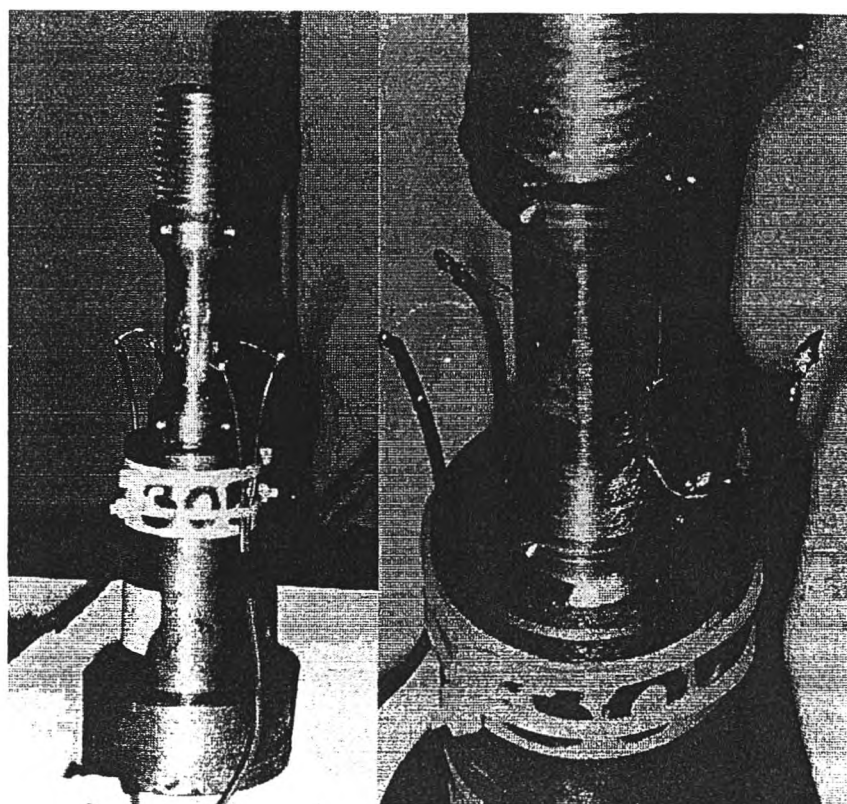
รูปที่ 3.1 ขนาดและรูปร่างของตัวอย่างทดสอบ



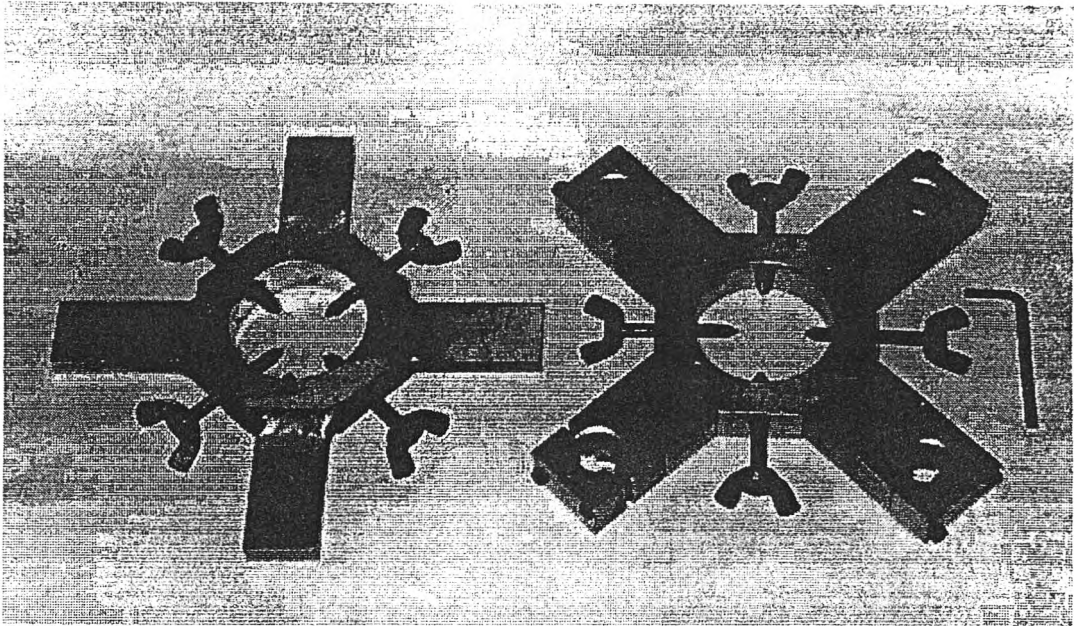
รูปที่ 3.2 แสดงแท่นจับตัวอย่างแบบเกลียว



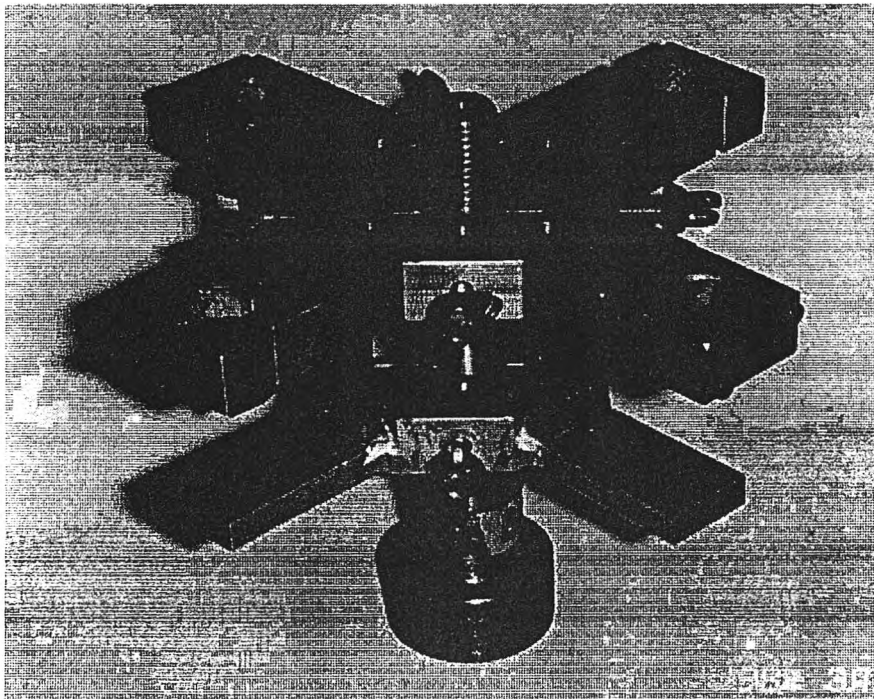
รูปที่ 3.3 แสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดตั้งเกจวัดความเครียด



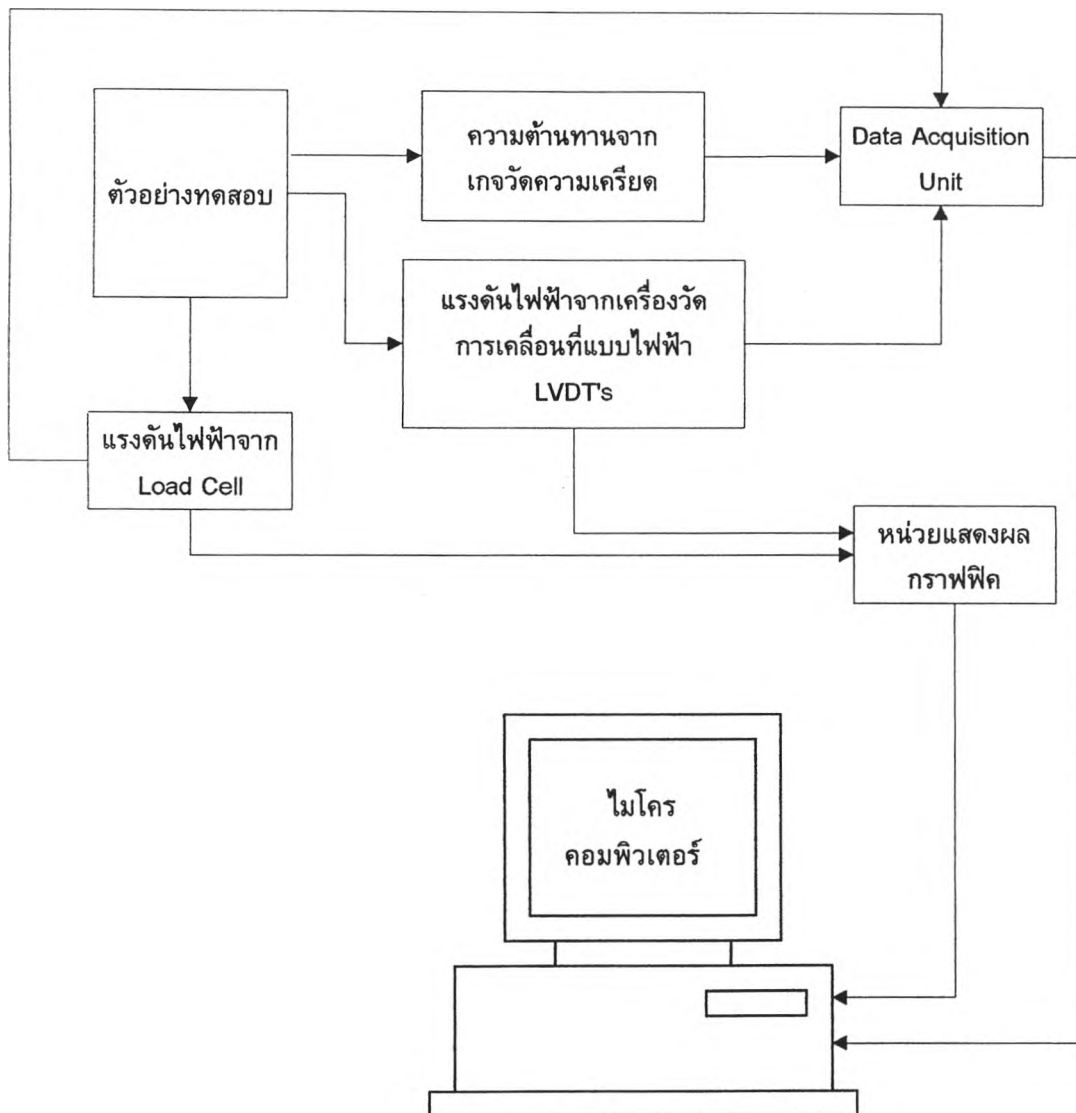
รูปที่ 3.4 ตัวอย่างทดสอบติดตั้งเกจวัดความเครียด



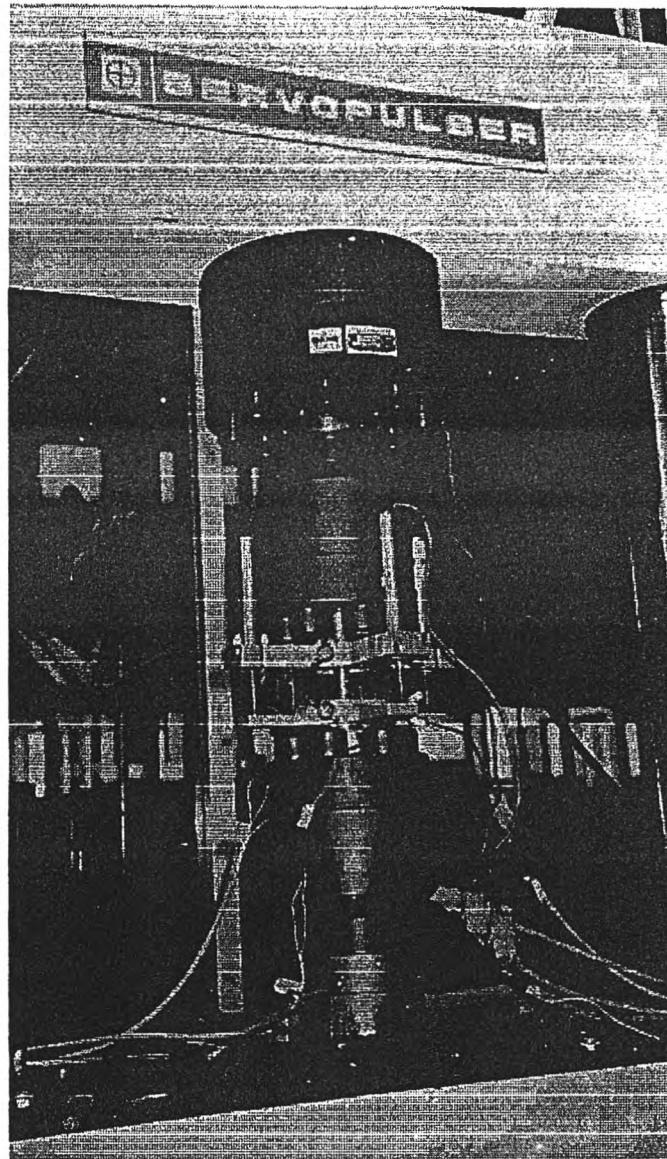
รูปที่ 3.5 อุปกรณ์สำหรับยึดเครื่องวัดการเคลื่อนที่แบบไฟฟ้า (LVDTs) เข้ากับตัวอย่างทดสอบ



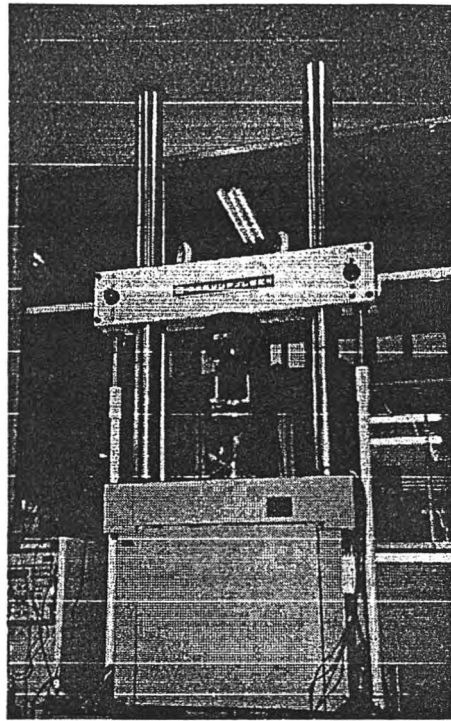
รูปที่ 3.6 แสดงการติดตั้งอุปกรณ์ยึดเครื่องวัดการเคลื่อนที่แบบไฟฟ้าเข้ากับตัวอย่างทดสอบ



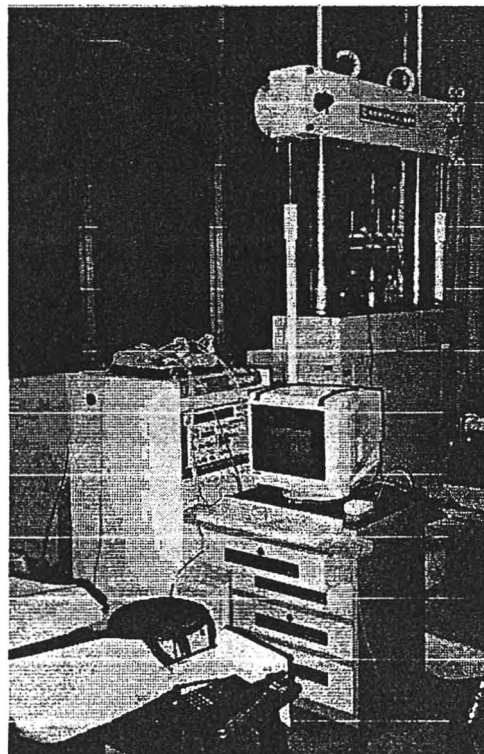
รูปที่ 3.7 ไคอะแกรมแสดงการเชื่อมโยงสัญญาณจากอุปกรณ์วัดต่างๆ เข้ากับหน่วยรวบรวมข้อมูล



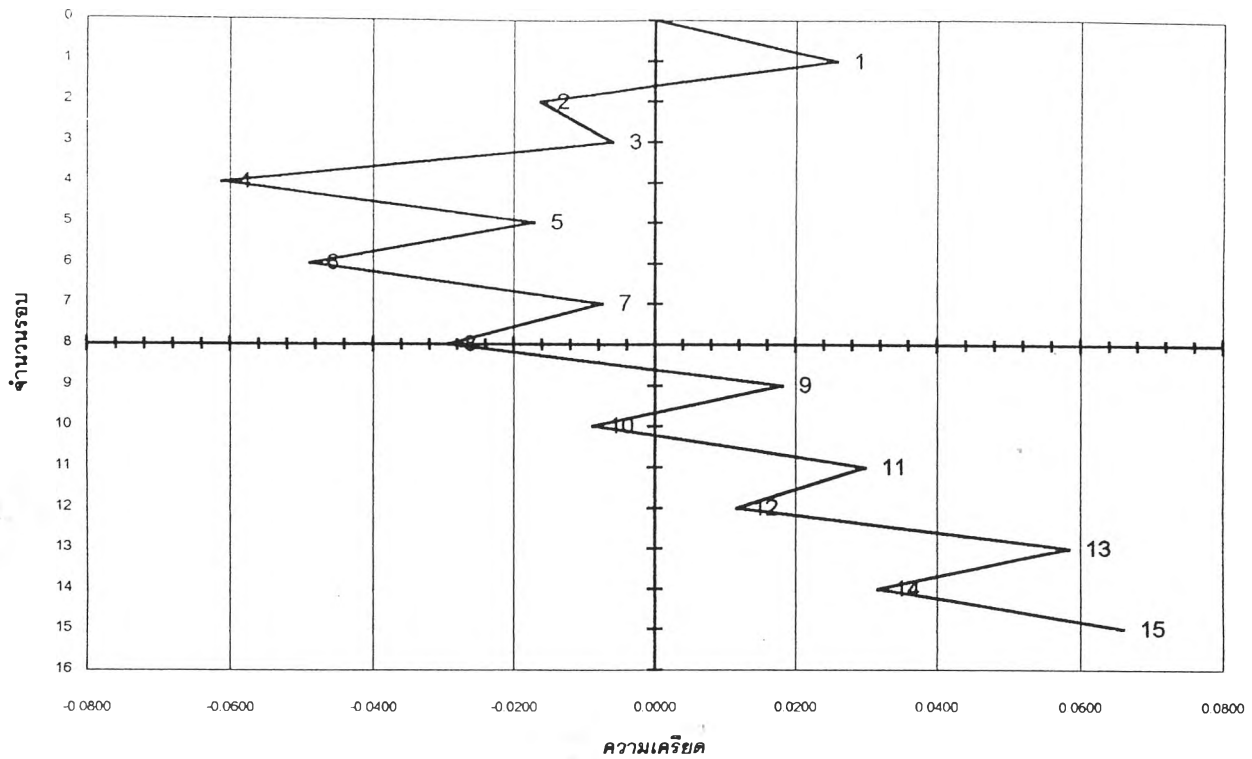
รูปที่ 3.8 แสดงตัวอย่างทดสอบที่พร้อมทำการทดสอบ



รูปที่ 3.9 เครื่องกดน้ำหนักไฮดรอลิกซ์แบบ Servopulser ขนาดน้ำหนักสูงสุด 20 ตัน

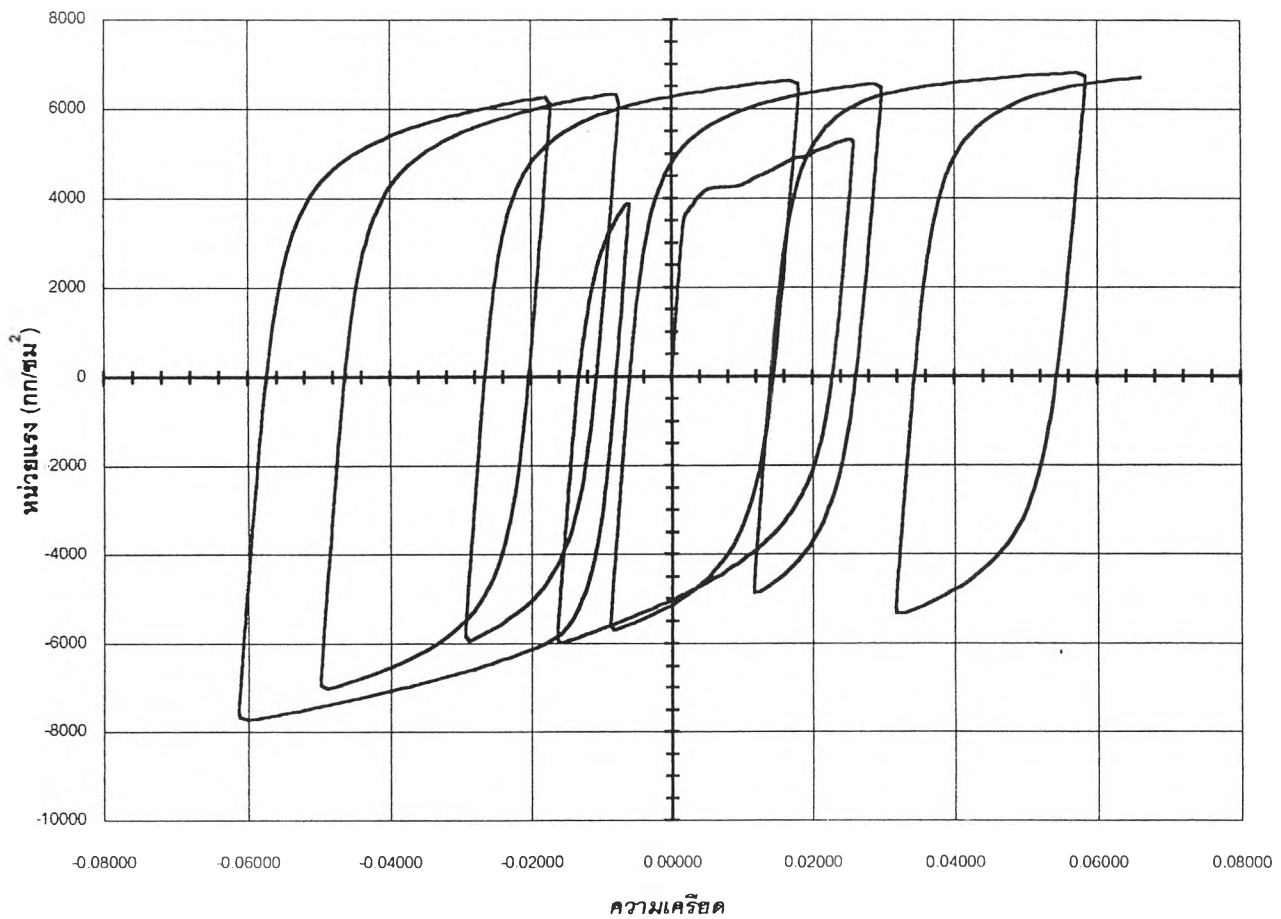


รูปที่ 3.10 แสดงสภาวะแวดล้อมจริงขณะทำการทดสอบ



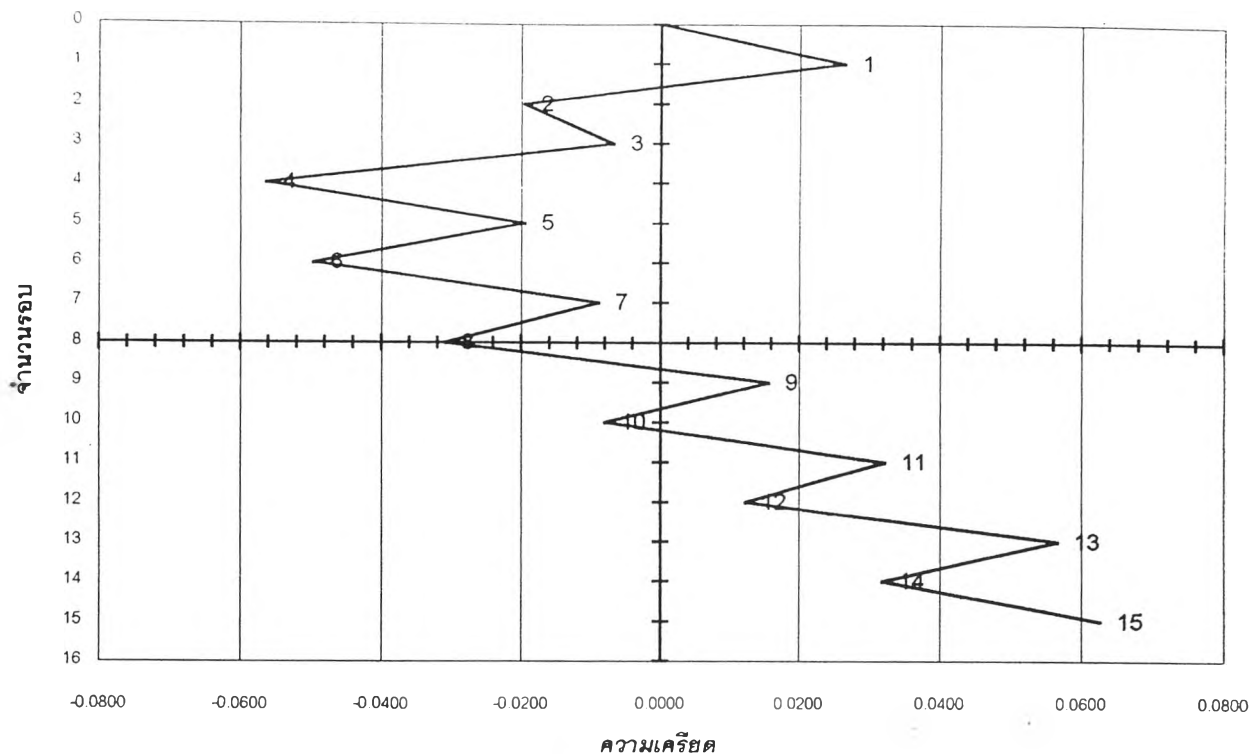
ตัวอย่างทดสอบ 301

รูปที่ 3.11 รูปแบบความเครียด (Strain History) ของตัวอย่างทดสอบ



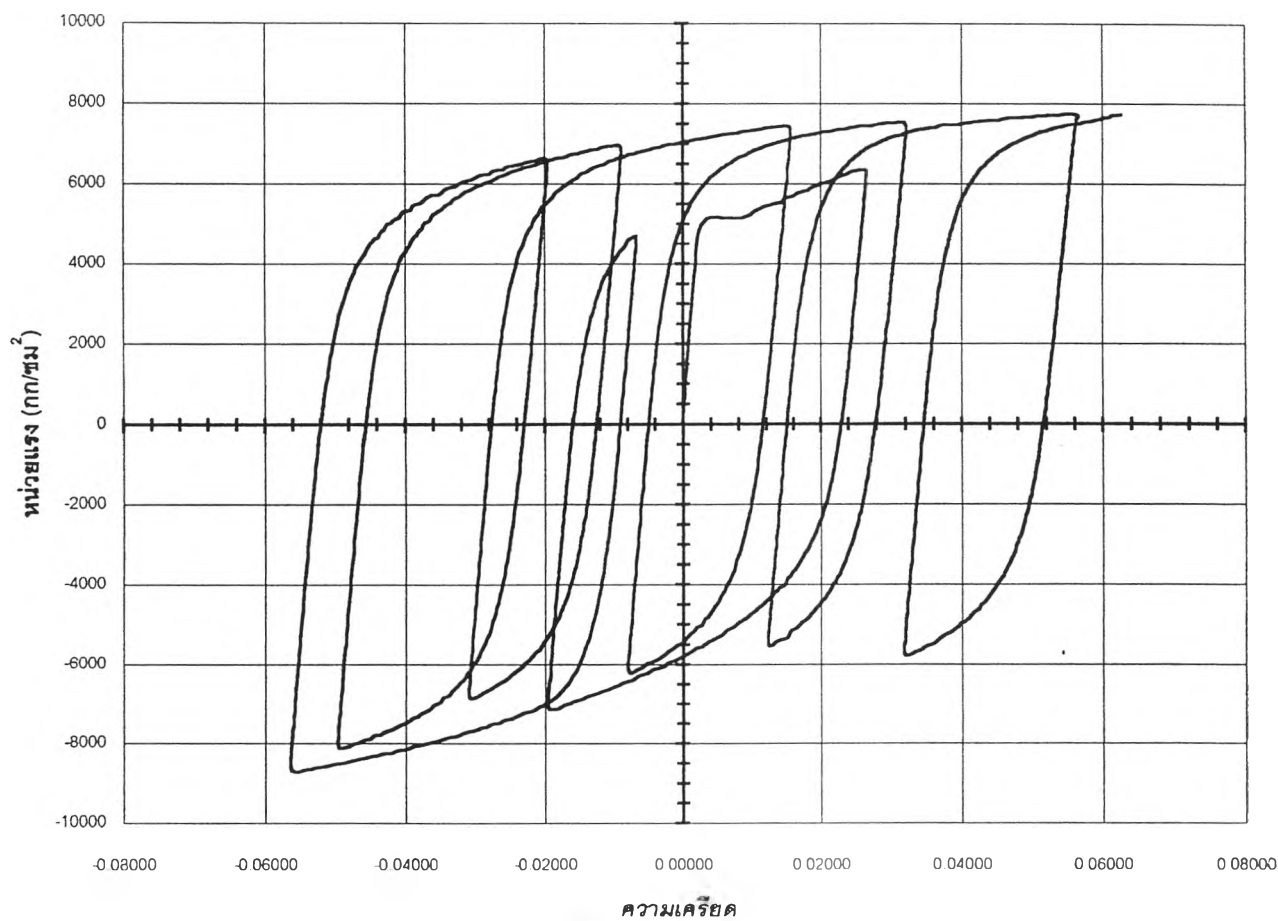
ตัวอย่างทดสอบ 301

รูปที่ 3.12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรง-ความเครียดของตัวอย่างทดสอบ



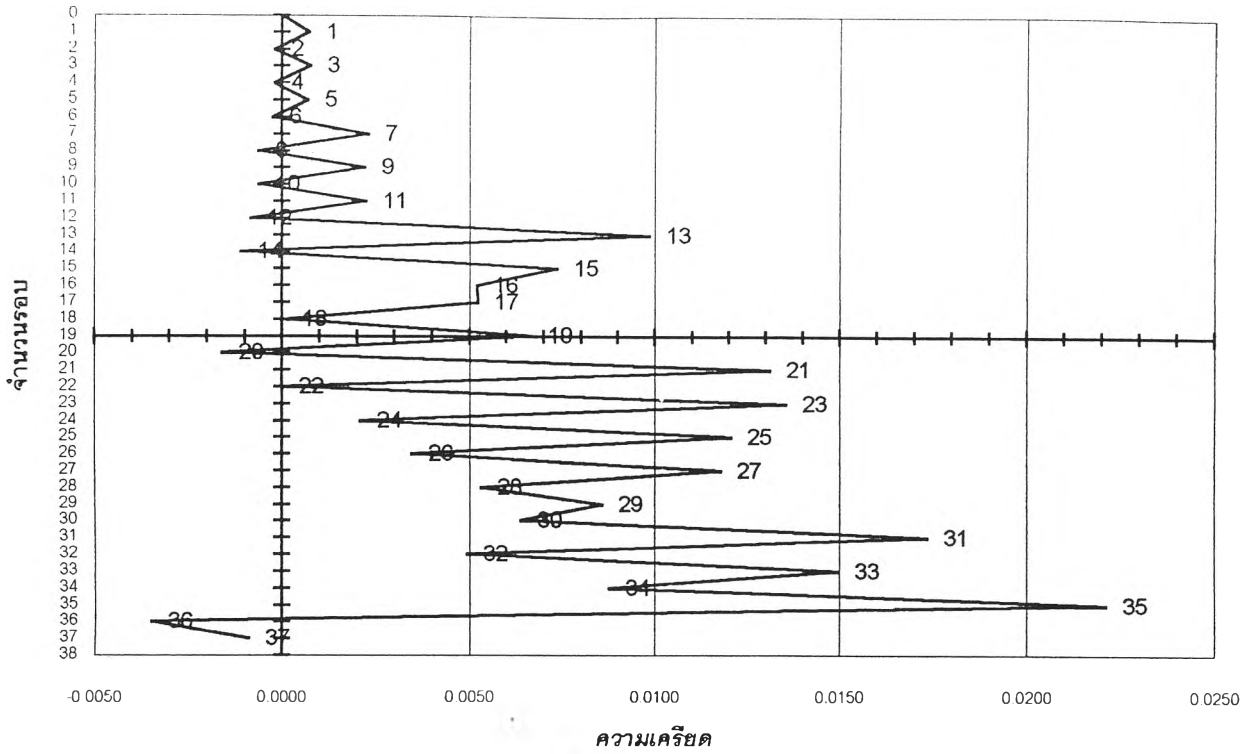
ตัวอย่างทดสอบ 401

รูปที่ 3.11 รูปแบบความเครียด (Strain History) ของตัวอย่างทดสอบ (ต่อ)



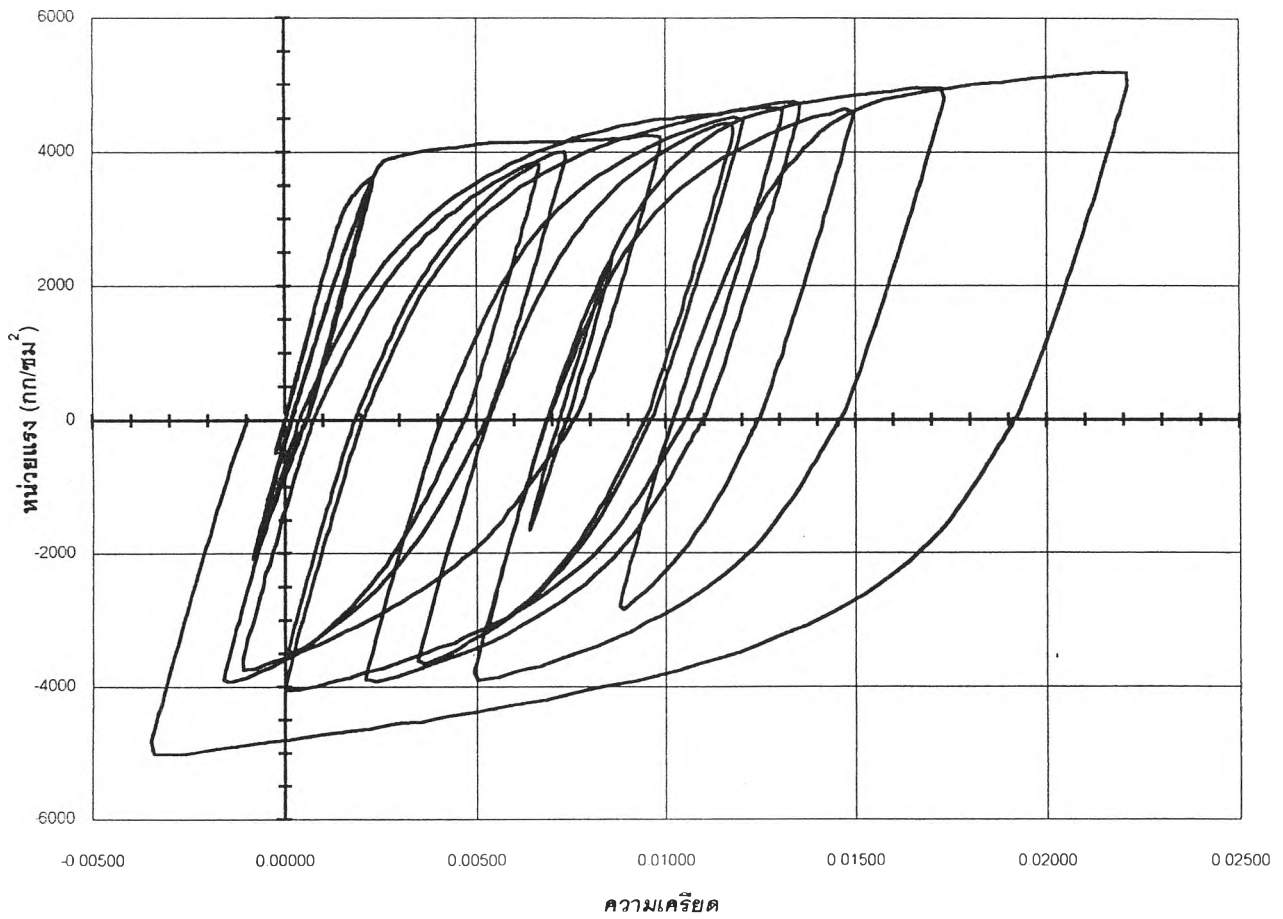
ตัวอย่างทดสอบ 401

รูปที่ 3.12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรง-ความเครียดของตัวอย่างทดสอบ (ต่อ)



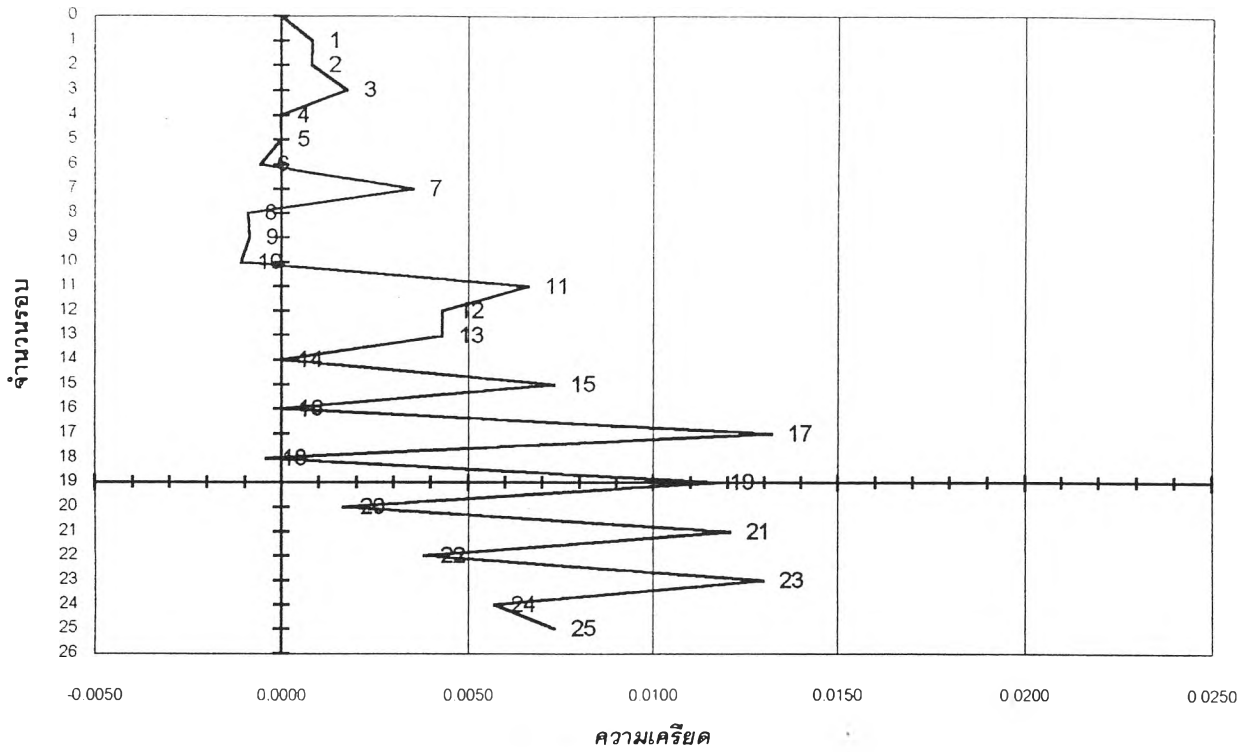
ตัวอย่างทดสอบ 302

รูปที่ 3.11 รูปแบบความเครียด (Strain History) ของตัวอย่างทดสอบ (ต่อ)

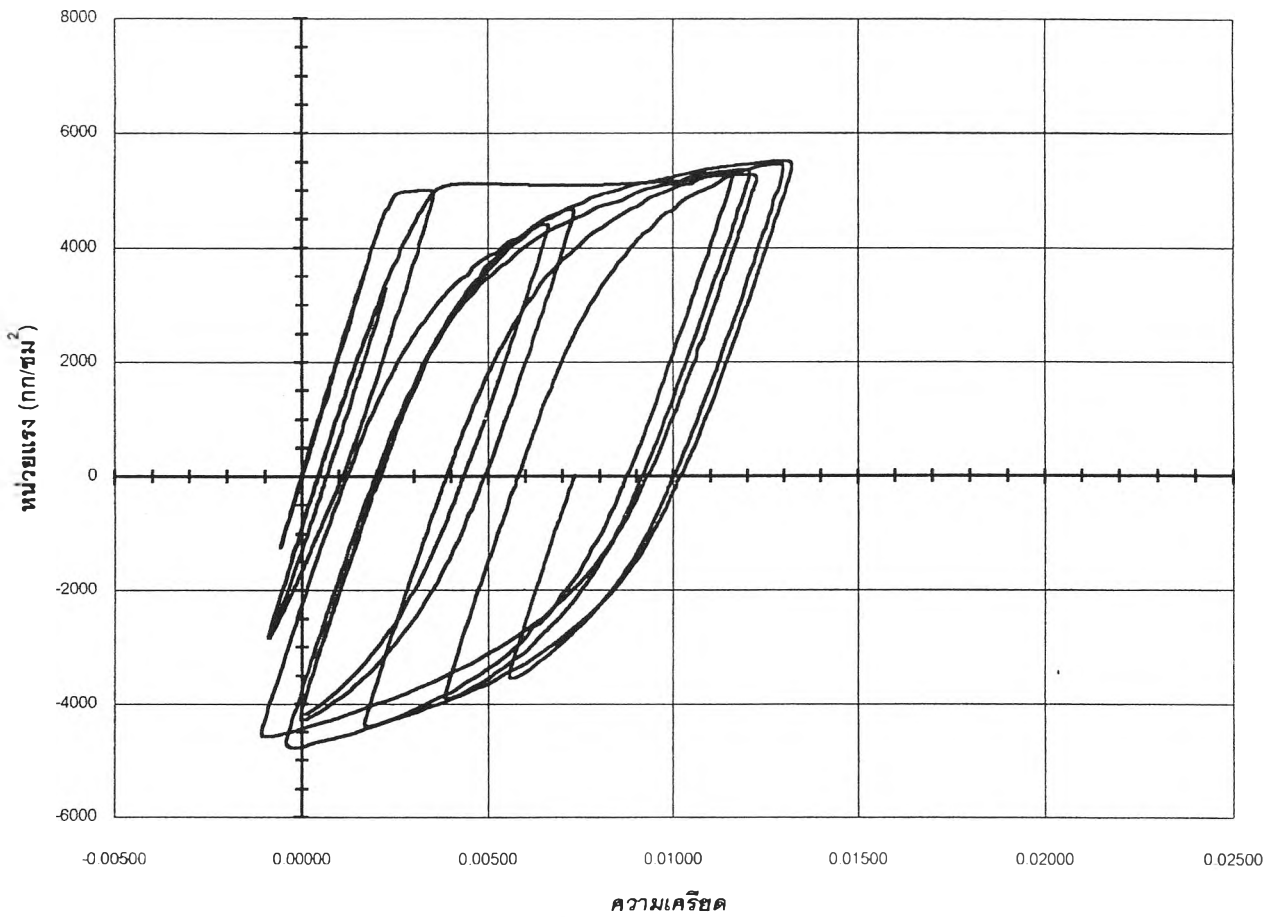


ตัวอย่างทดสอบ 302

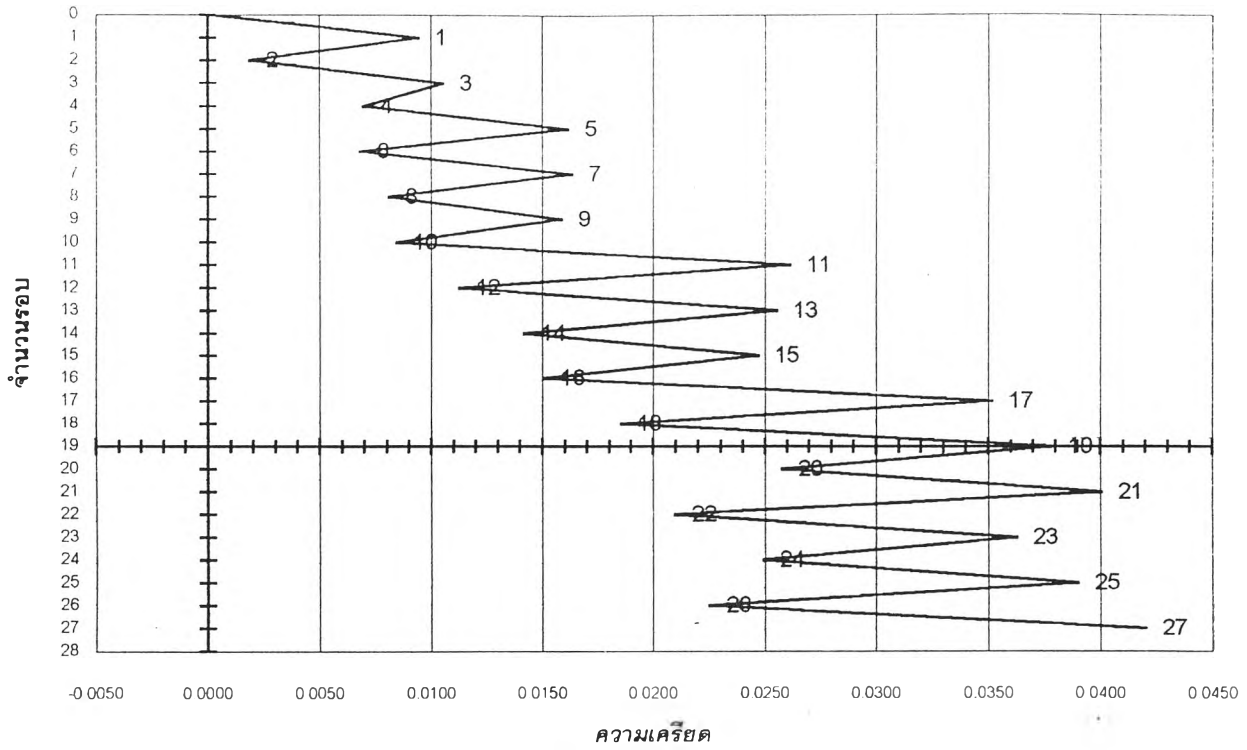
รูปที่ 3.12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรง-ความเครียดของตัวอย่างทดสอบ



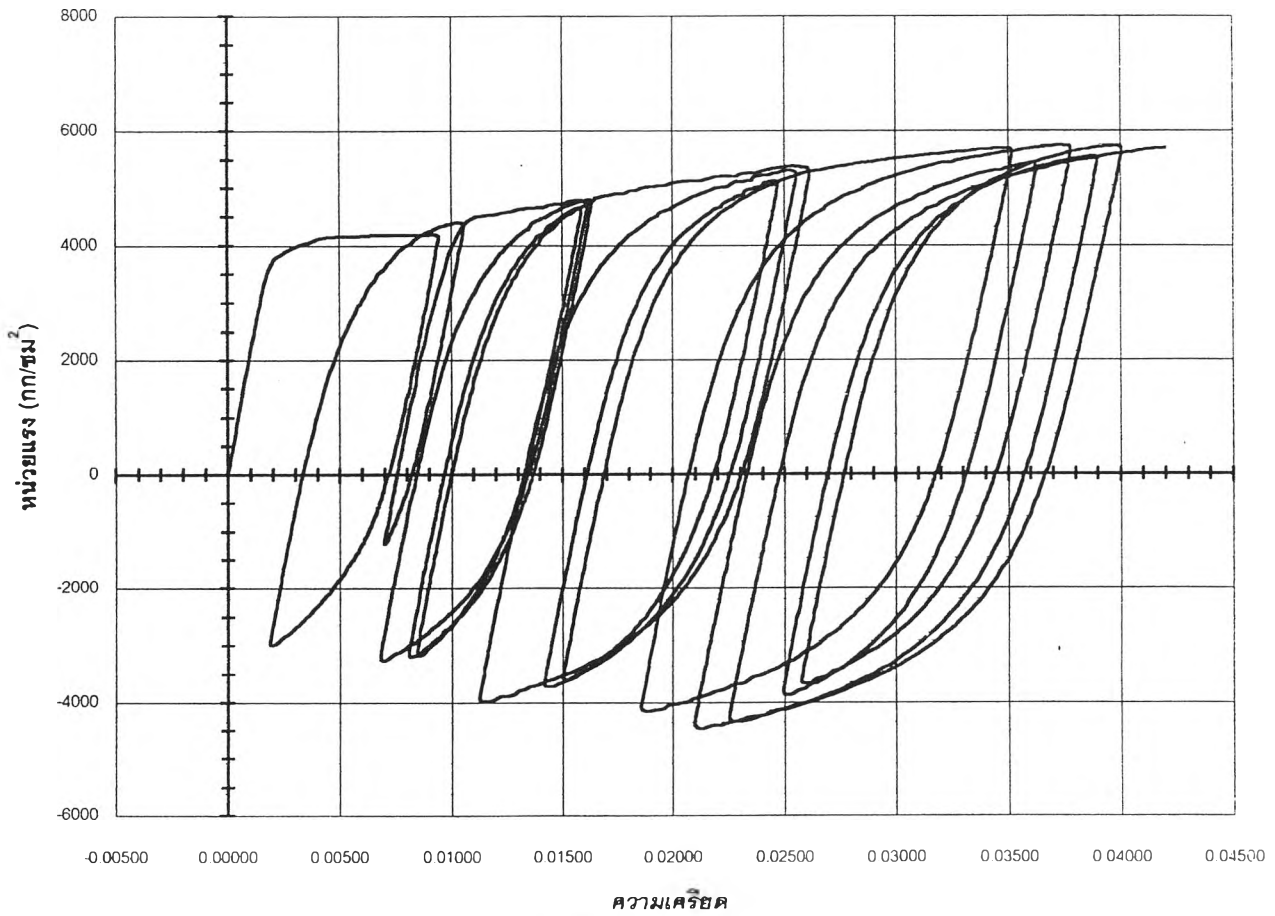
ตัวอย่างทดสอบ 402
รูปที่ 3.11 รูปแบบความเครียด (Strain History) ของตัวอย่างทดสอบ (ต่อ)



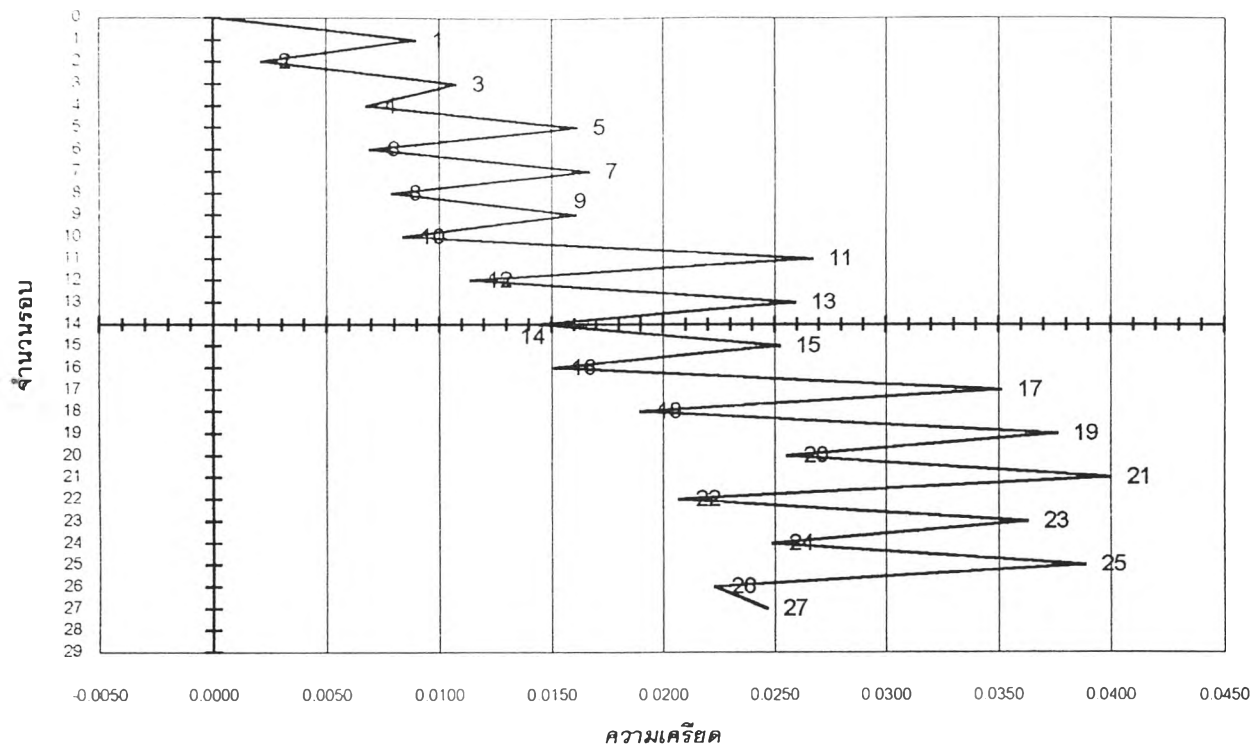
ตัวอย่างทดสอบ 402
รูปที่ 3.12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรง-ความเครียดของตัวอย่างทดสอบ (ต่อ)



ตัวอย่างทดสอบ 303
รูปที่ 3.11 รูปแบบความเครียด (Strain History) ของตัวอย่างทดสอบ (ต่อ)

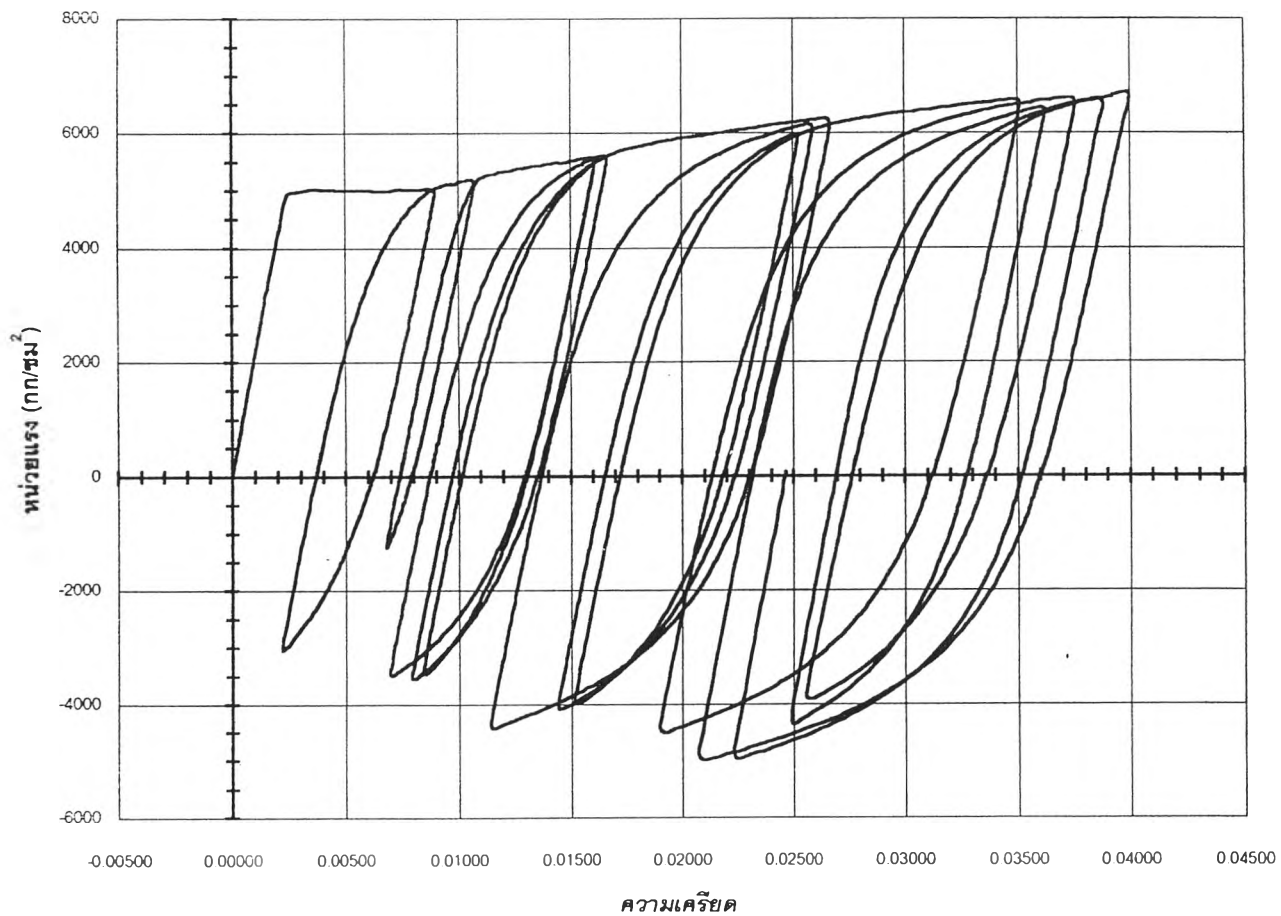


ตัวอย่างทดสอบ 303
รูปที่ 3.12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรง-ความเครียดของตัวอย่างทดสอบ (ต่อ)



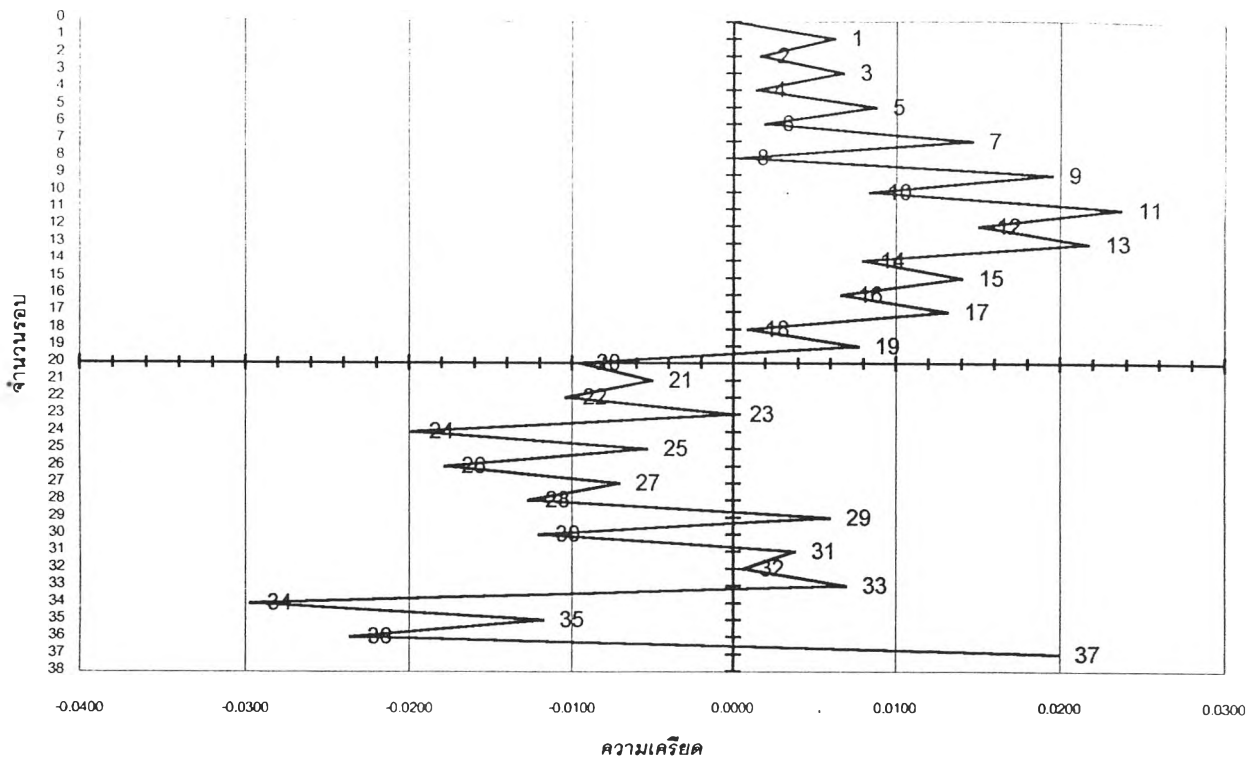
ตัวอย่างทดสอบ 403

รูปที่ 3.11 รูปแบบความเครียด (Strain History) ของตัวอย่างทดสอบ (ต่อ)



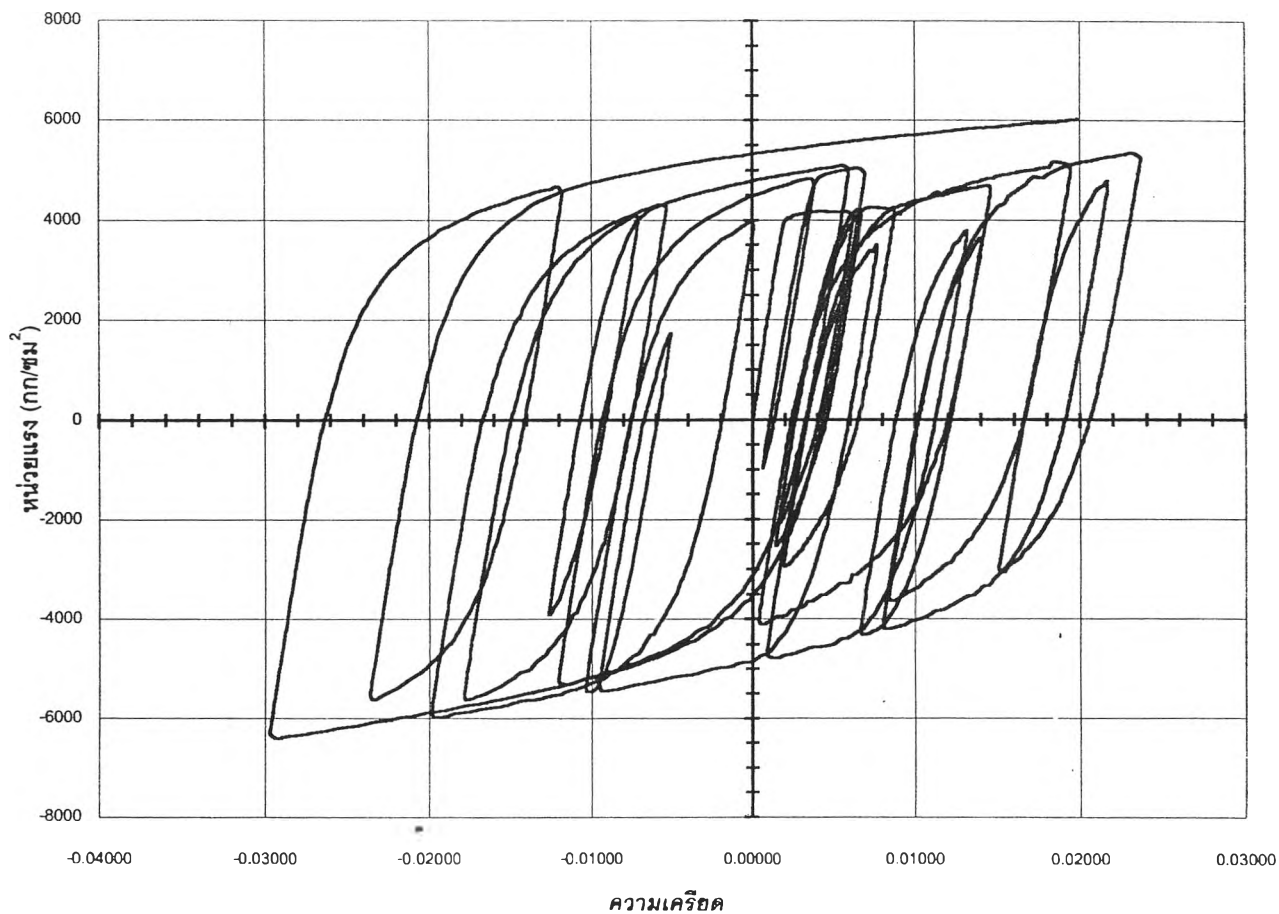
ตัวอย่างทดสอบ 403

รูปที่ 3.12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรง-ความเครียดของตัวอย่างทดสอบ (ต่อ)



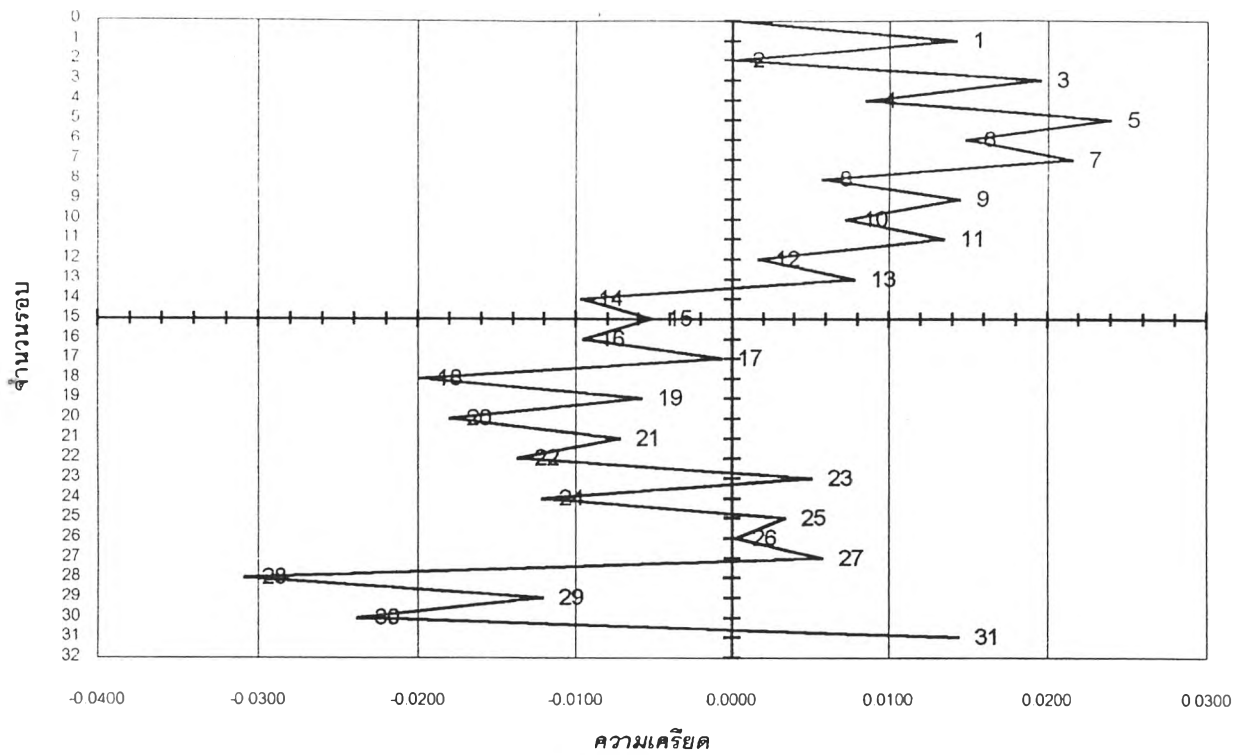
ตัวอย่างทดสอบ 304

รูปที่ 3.11 รูปแบบความเครียด (Strain History) ของตัวอย่างทดสอบ (ต่อ)



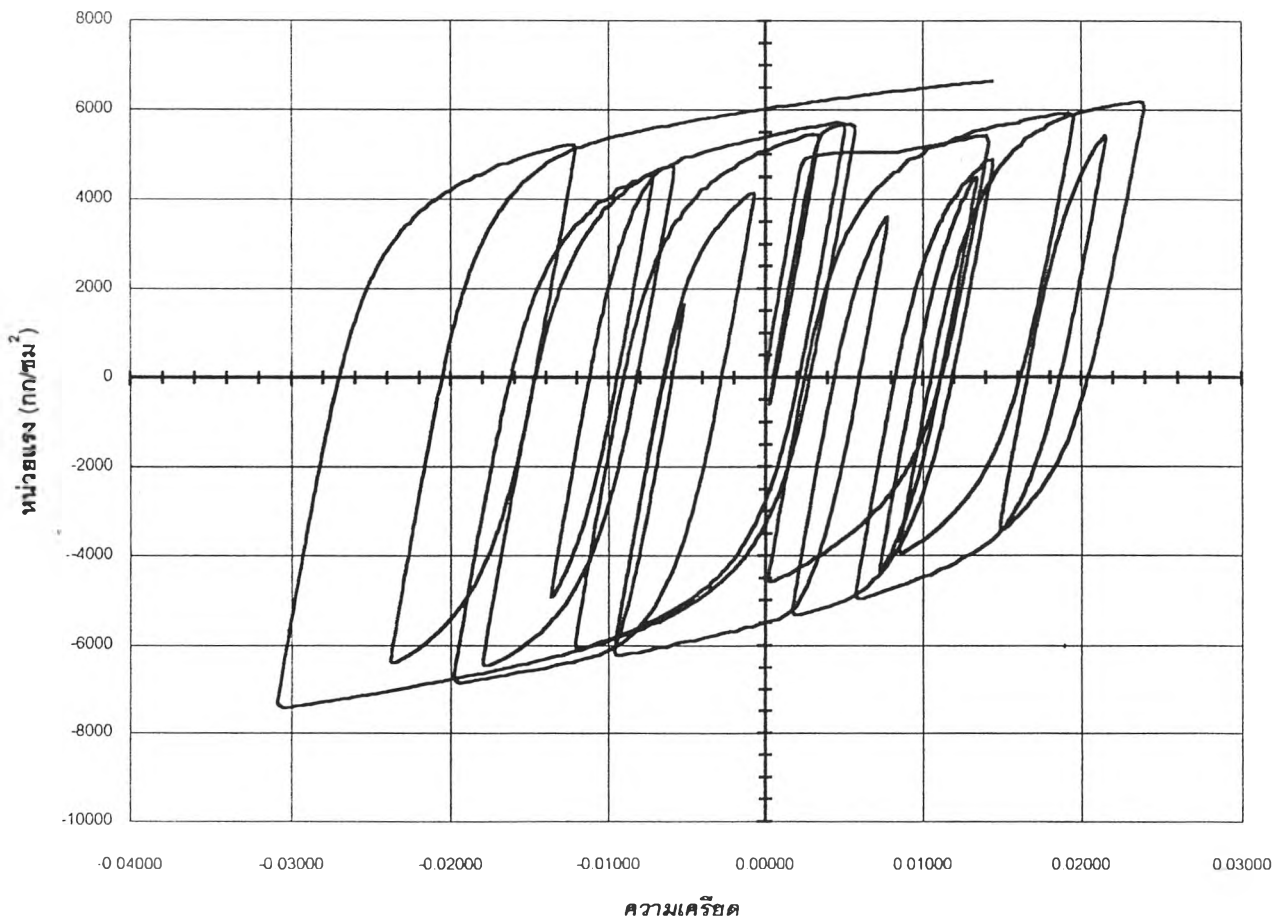
ตัวอย่างทดสอบ 304

รูปที่ 3.12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรง-ความเครียดของตัวอย่างทดสอบ (ต่อ)



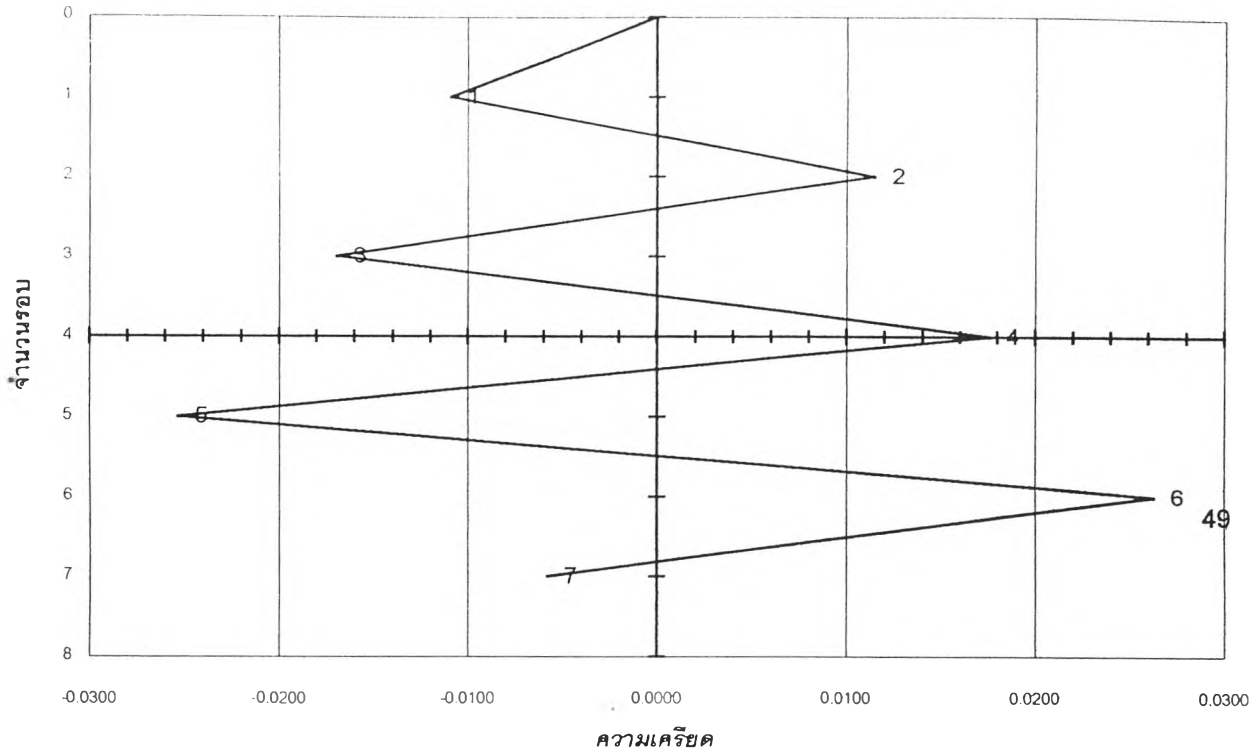
ตัวอย่างทดสอบ 404

รูปที่ 3.11 รูปแบบความเคียด (Strain History) ของตัวอย่างทดสอบ (ต่อ)



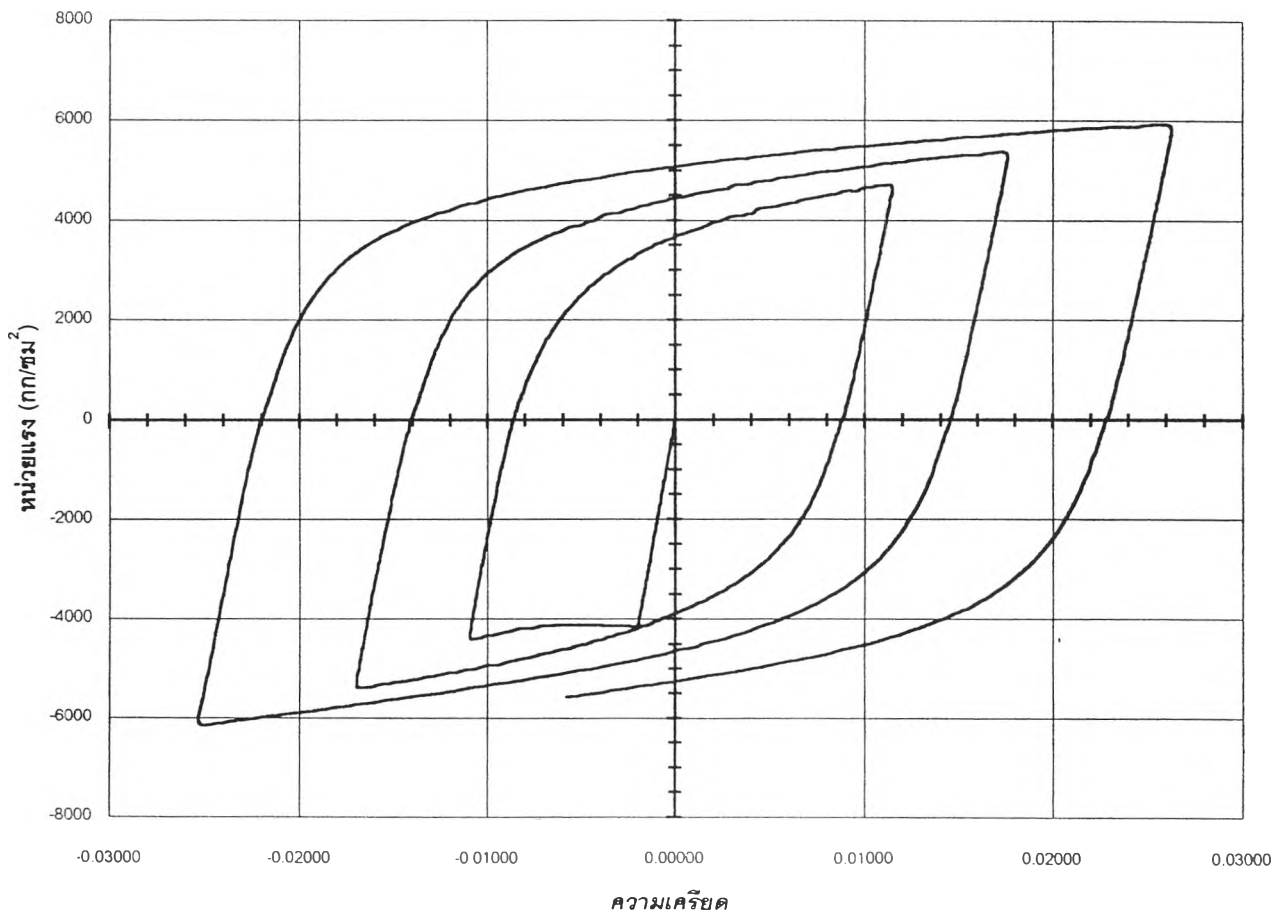
ตัวอย่างทดสอบ 404

รูปที่ 3.12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรง-ความเคียดของตัวอย่างทดสอบ (ต่อ)



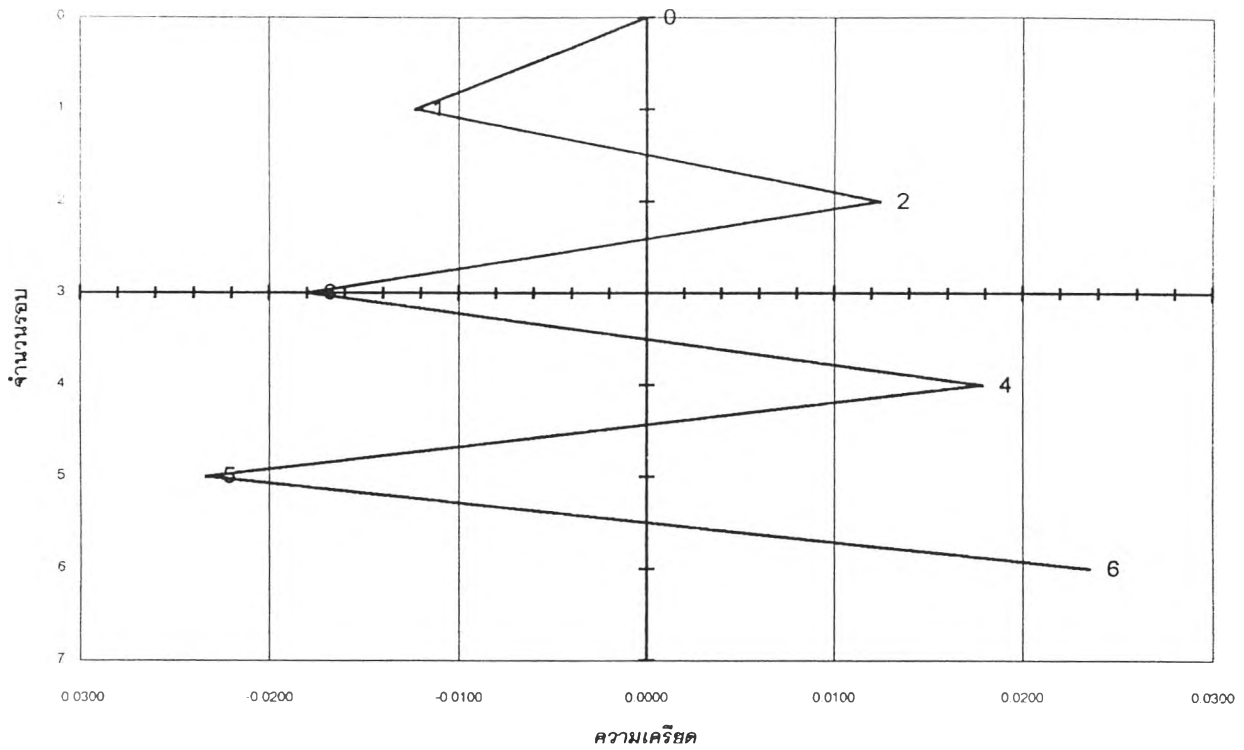
ตัวอย่างทดสอบ 305

รูปที่ 3.11 รูปแบบความเครียด (Strain History) ของตัวอย่างทดสอบ (ต่อ)



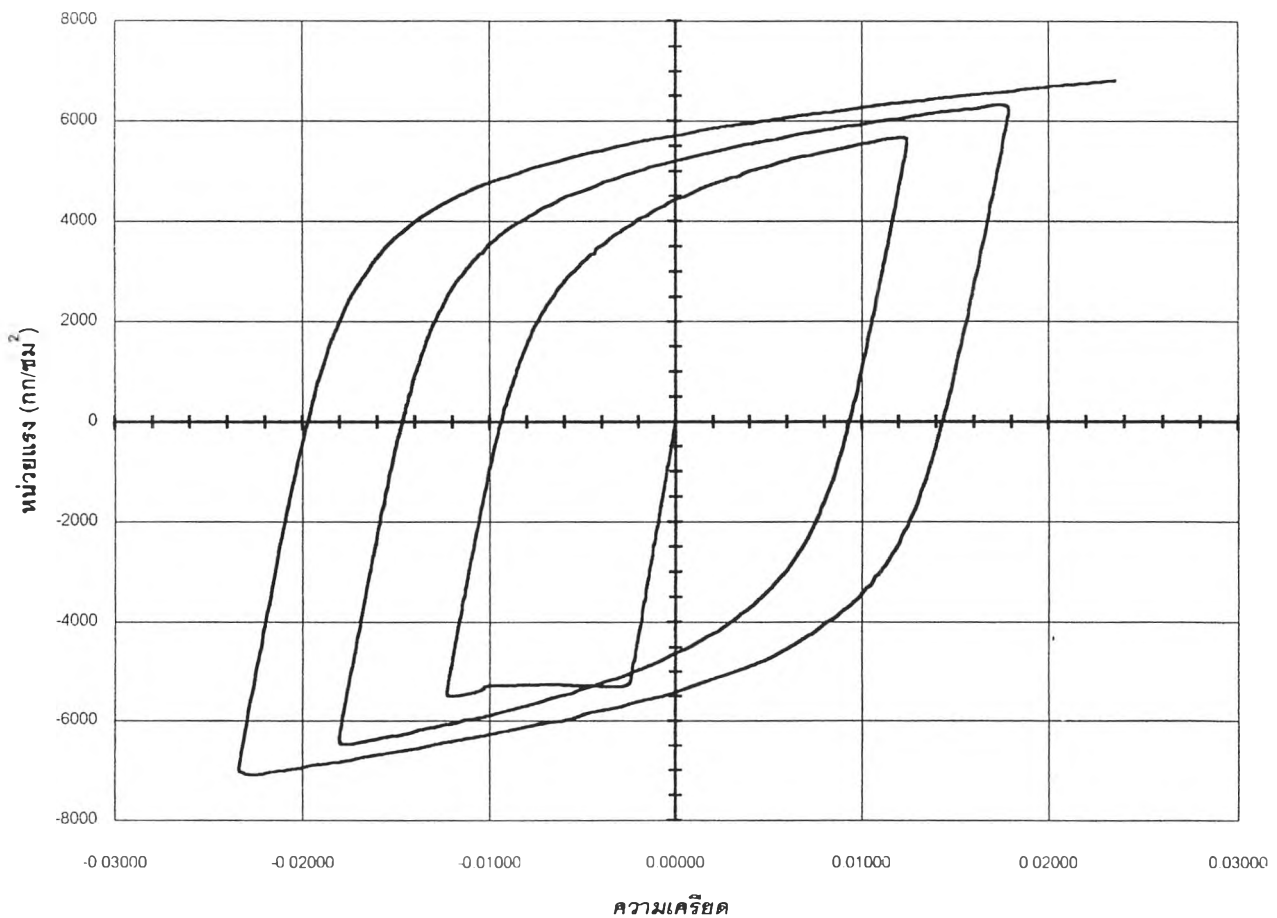
ตัวอย่างทดสอบ 305

รูปที่ 3.12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรง-ความเครียดของตัวอย่างทดสอบ (ต่อ)



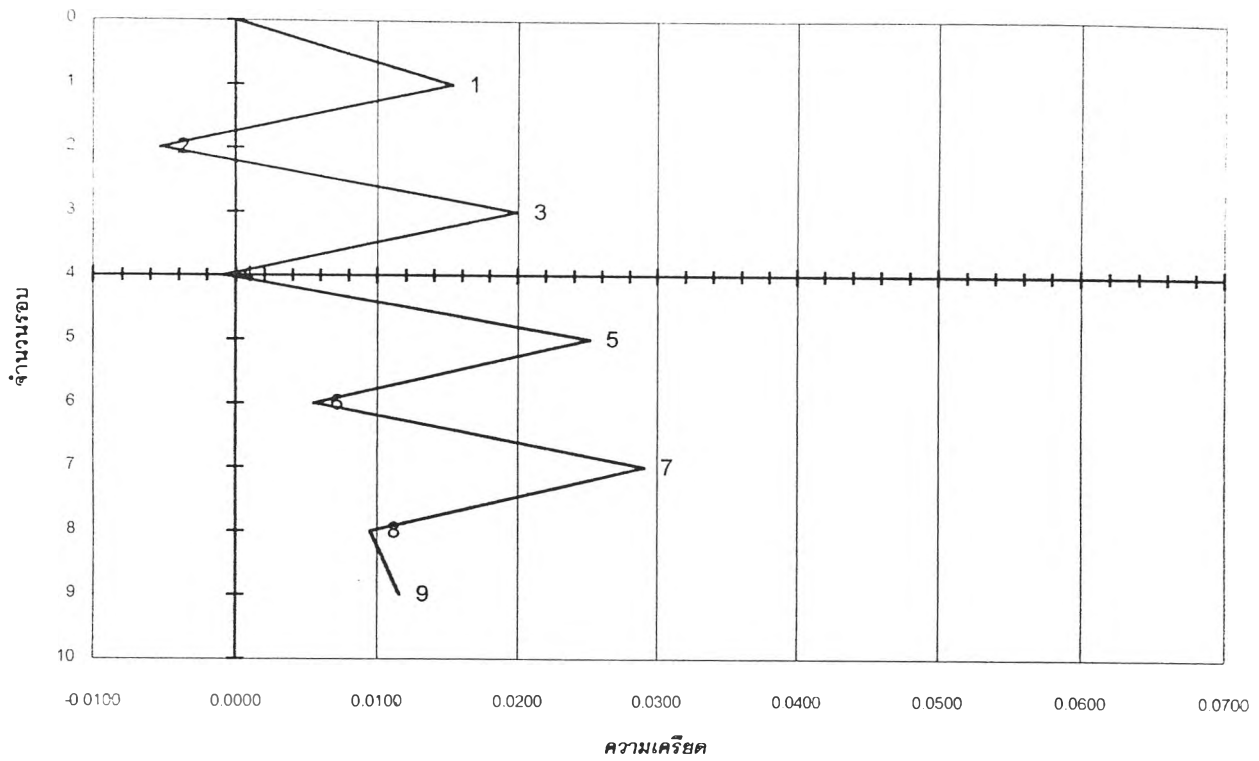
ตัวอย่างทดสอบ 405

รูปที่ 3.11 รูปแบบความเครียด (Strain History) ของตัวอย่างทดสอบ (ต่อ)



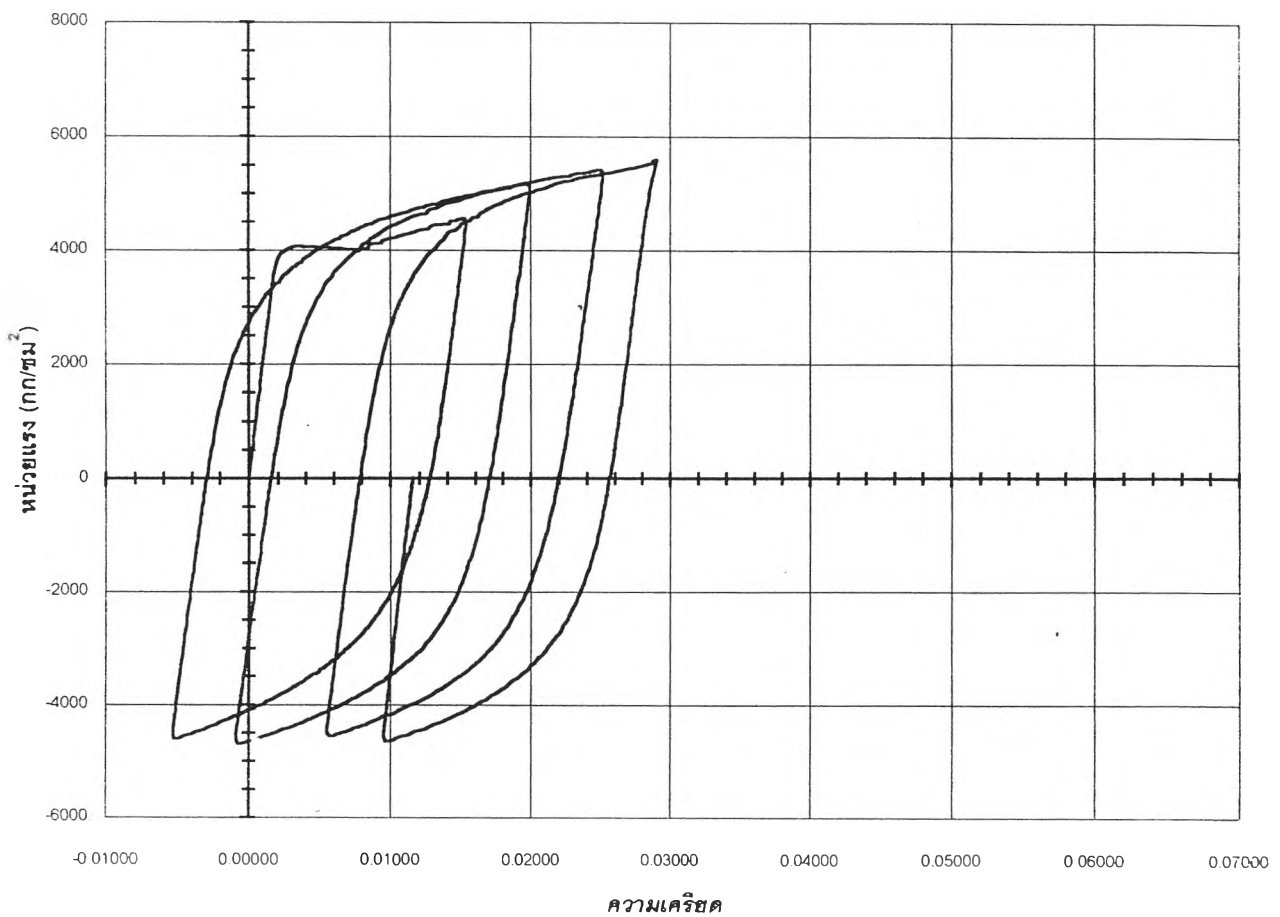
ตัวอย่างทดสอบ 405

รูปที่ 3.12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรง-ความเครียดของตัวอย่างทดสอบ (ต่อ)



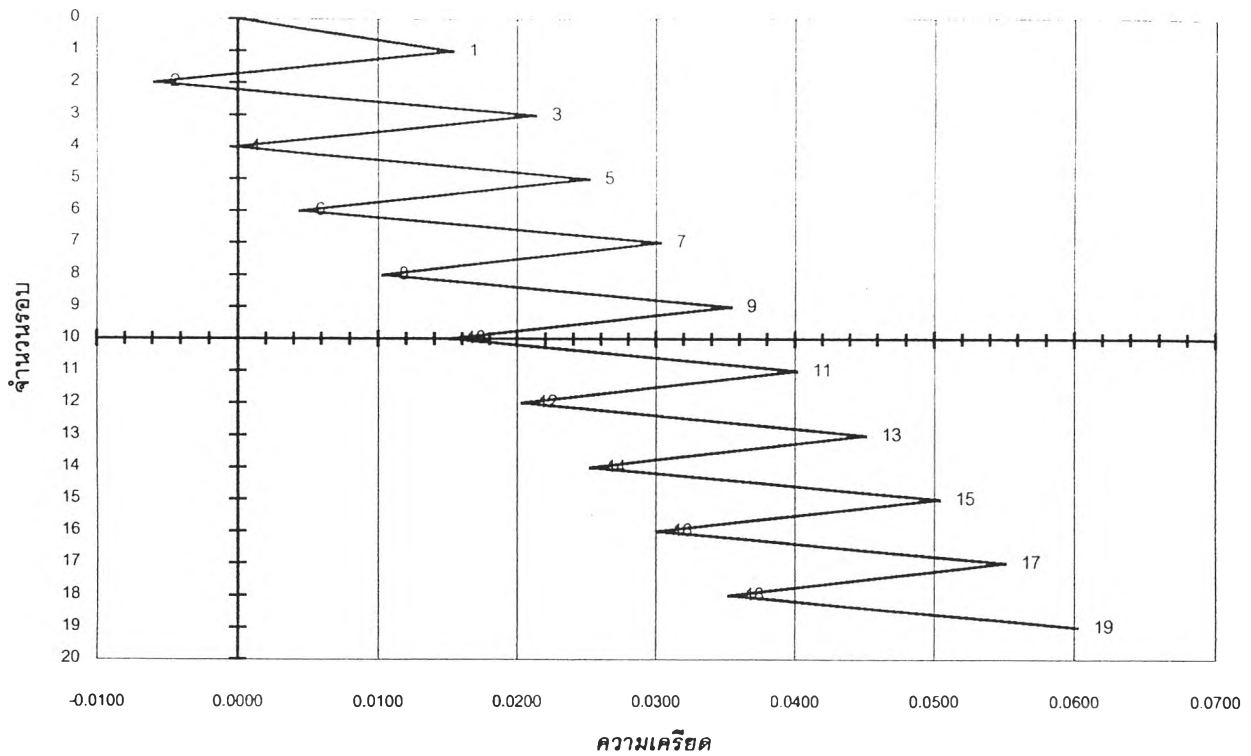
ตัวอย่างทดสอบ 306

รูปที่ 3.11 รูปแบบความเครียด (Strain History) ของตัวอย่างทดสอบ (ต่อ)



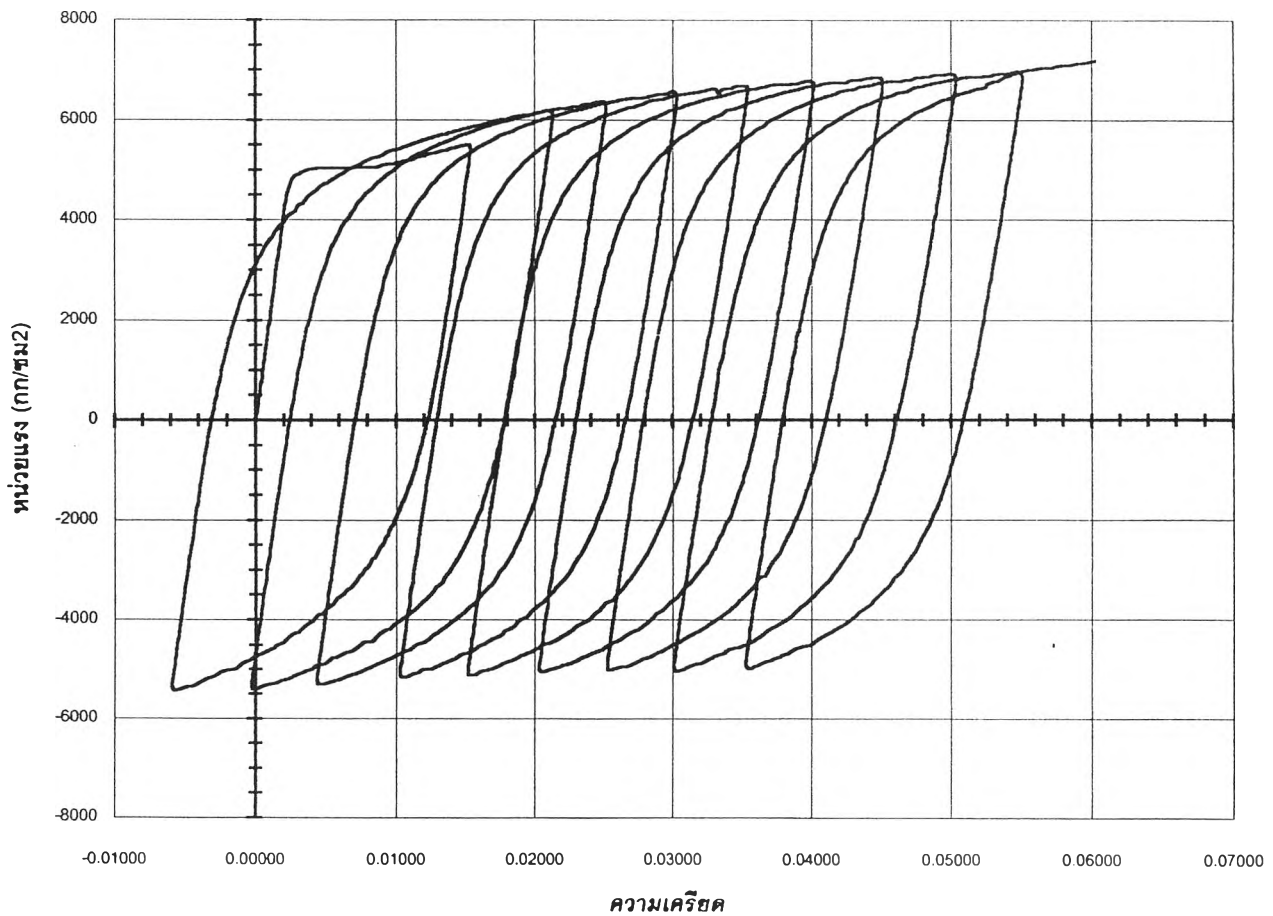
ตัวอย่างทดสอบ 306

รูปที่ 3.12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรง-ความเครียดของตัวอย่างทดสอบ (ต่อ)



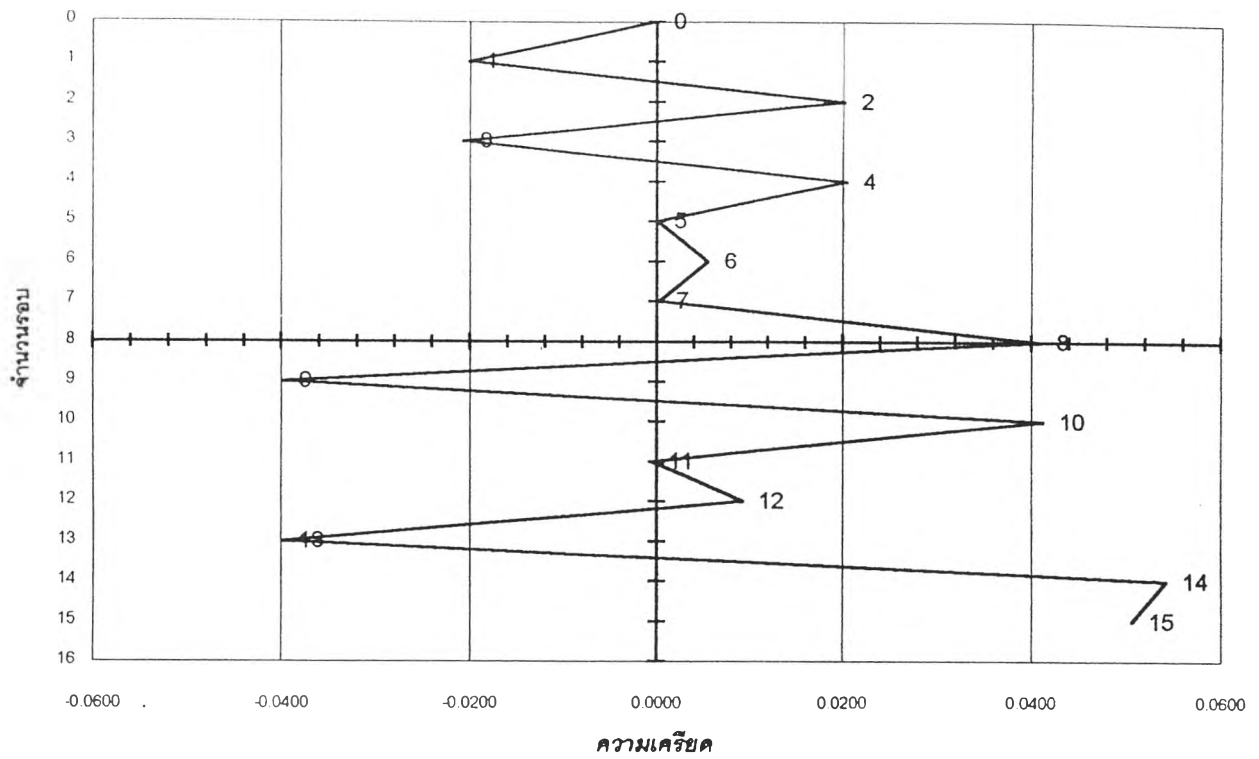
ตัวอย่างทดสอบ 406

รูปที่ 3.11 รูปแบบความเครียด (Strain History) ของตัวอย่างทดสอบ (ต่อ)



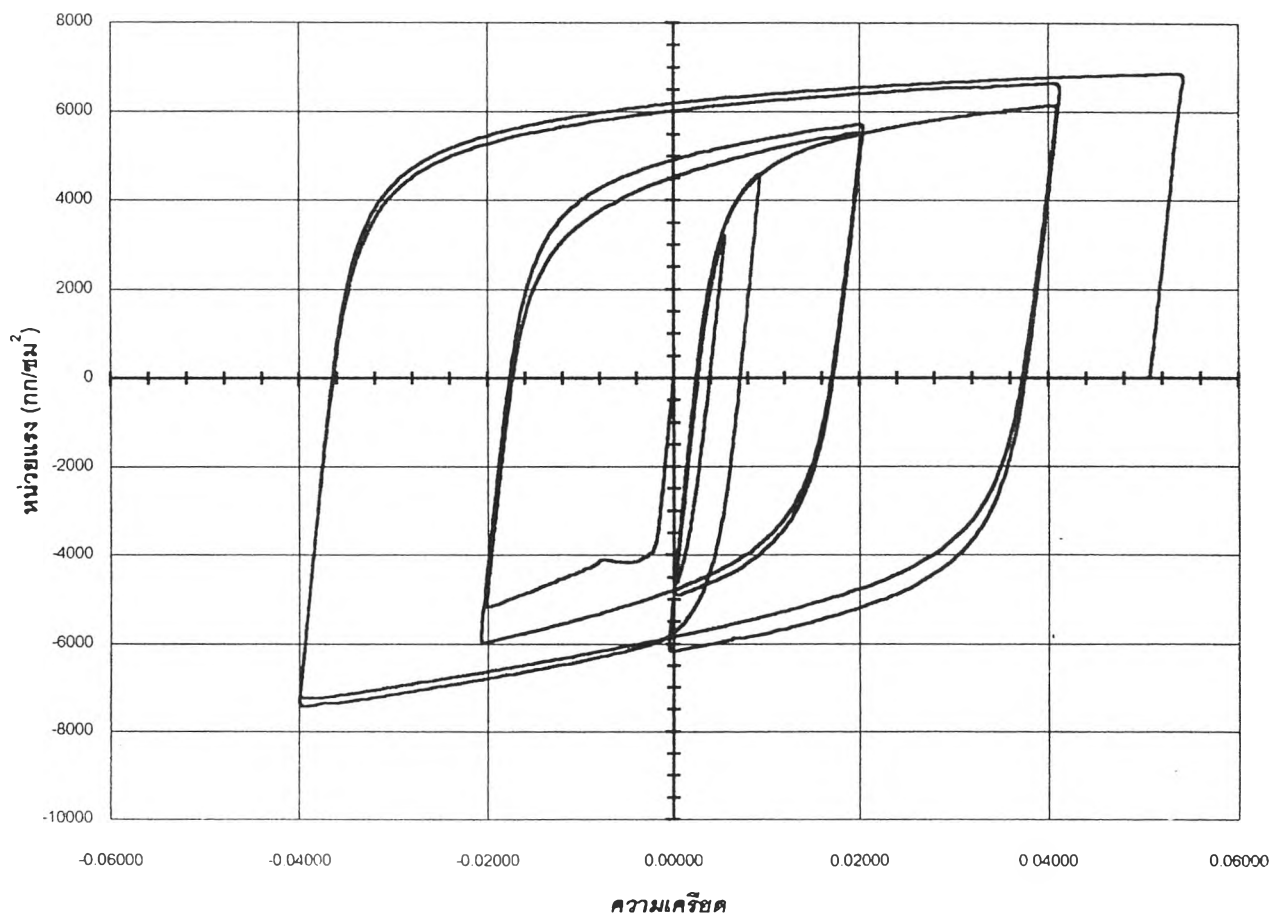
ตัวอย่างทดสอบ 406

รูปที่ 3.12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรง-ความเครียดของตัวอย่างทดสอบ (ต่อ)



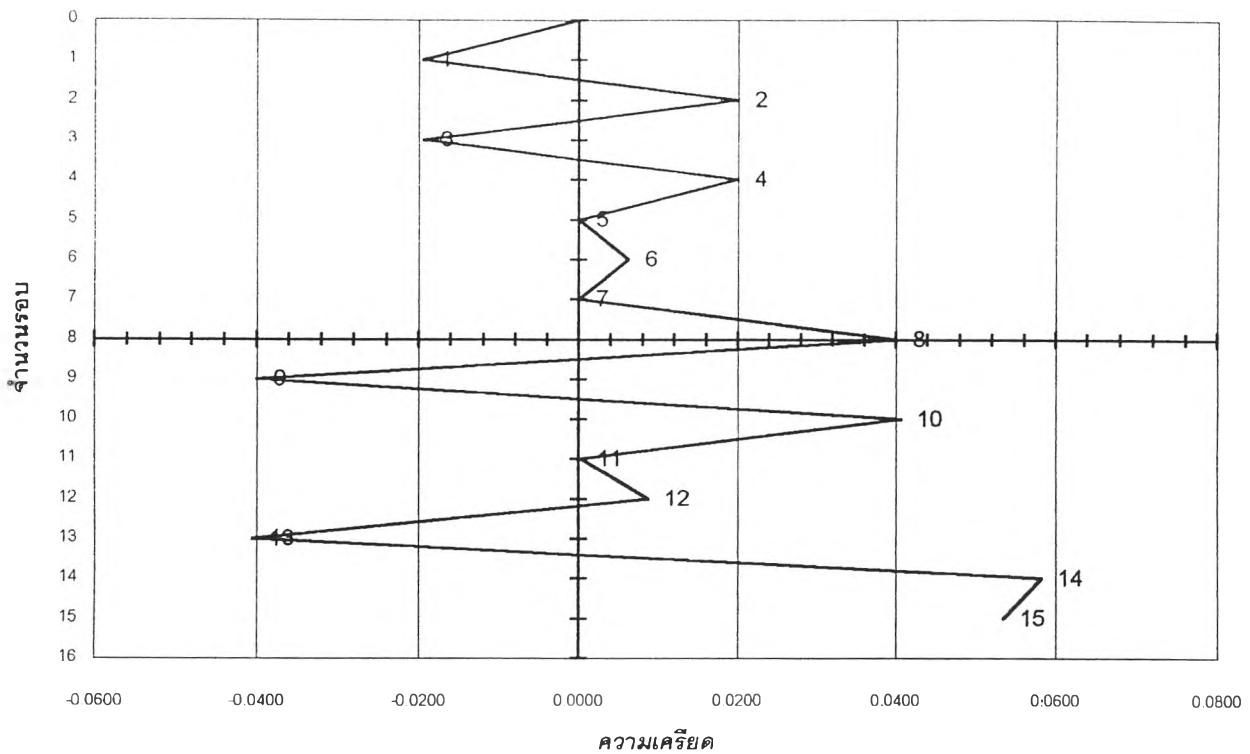
ตัวอย่างทดสอบ 307

รูปที่ 3.11 รูปแบบความเครียด (Strain History) ของตัวอย่างทดสอบ (ต่อ)



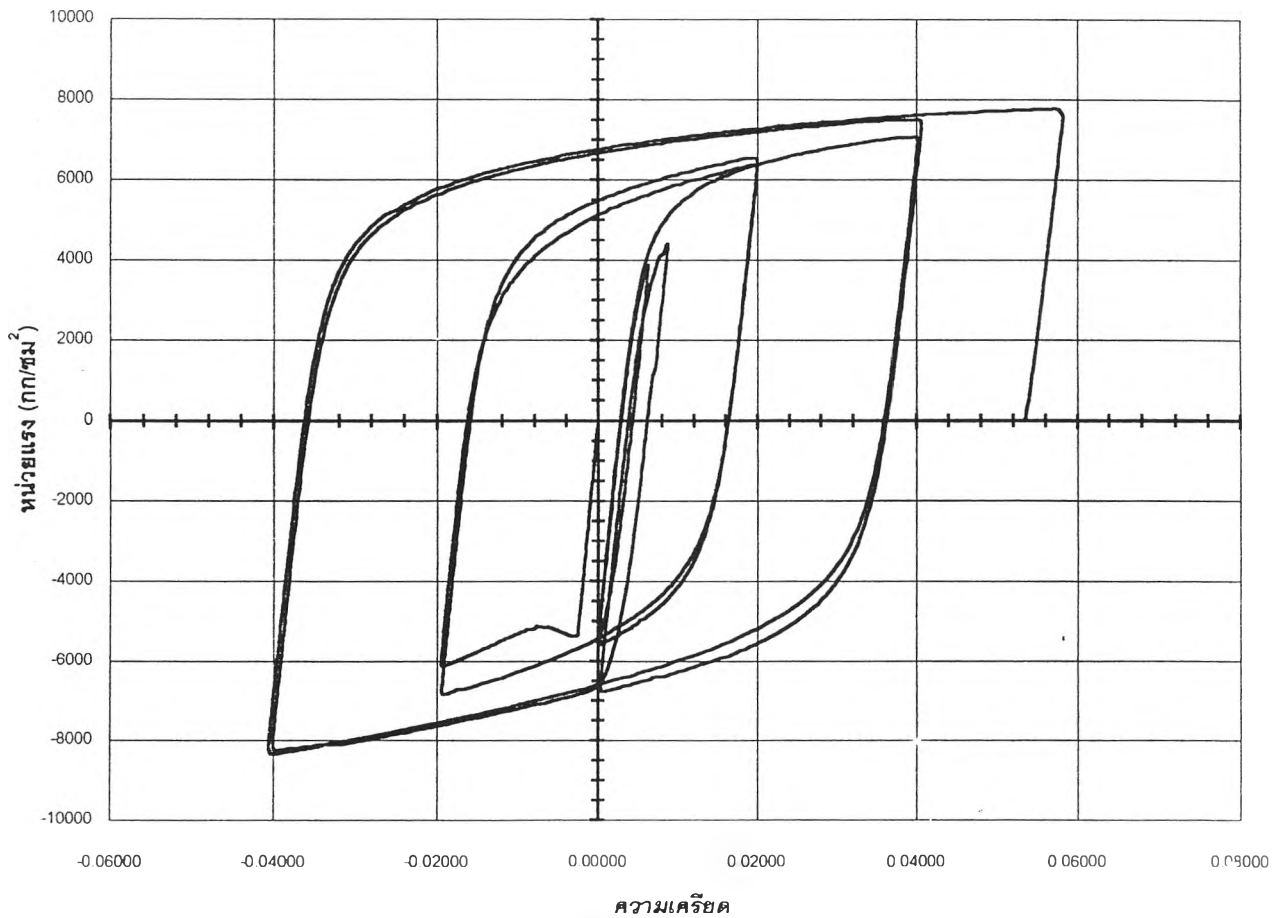
ตัวอย่างทดสอบ 307

รูปที่ 3.12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรง-ความเครียดของตัวอย่างทดสอบ (ต่อ)



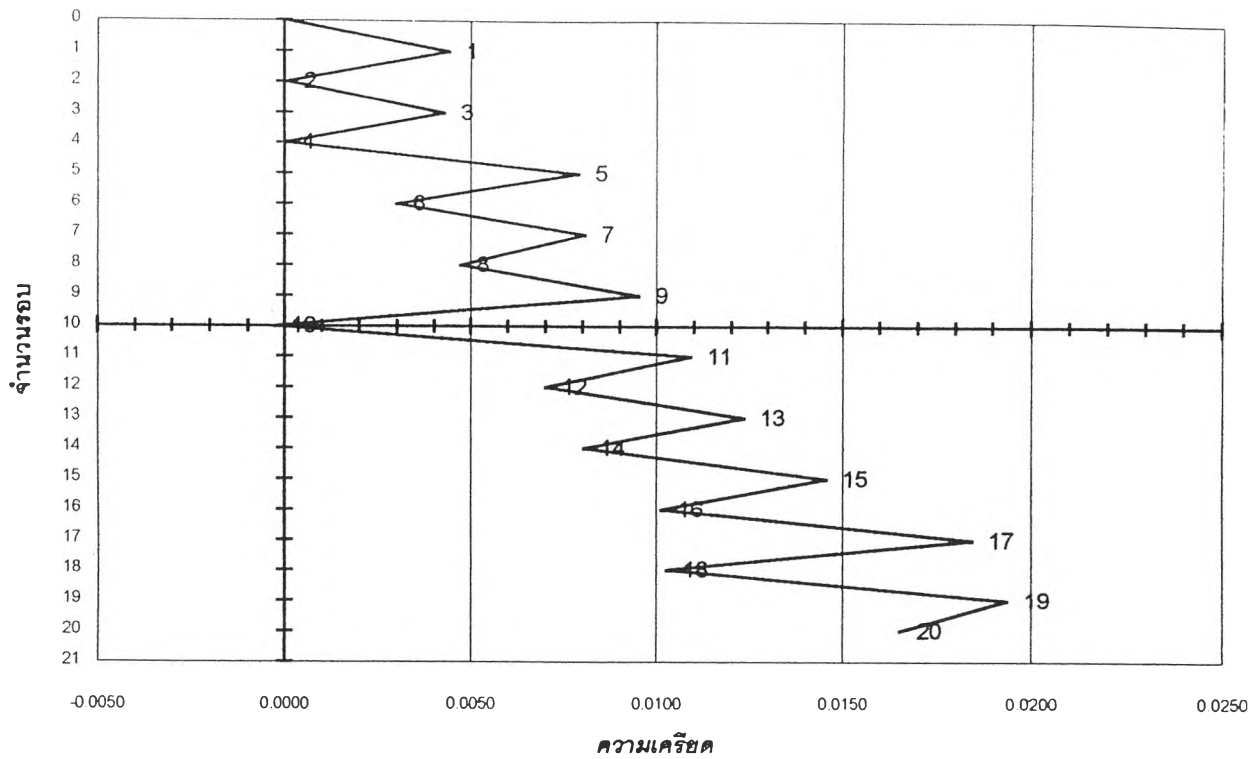
ตัวอย่างทดสอบ 407

รูปที่ 3.11 รูปแบบความเครียด (Strain History) ของตัวอย่างทดสอบ (ต่อ)



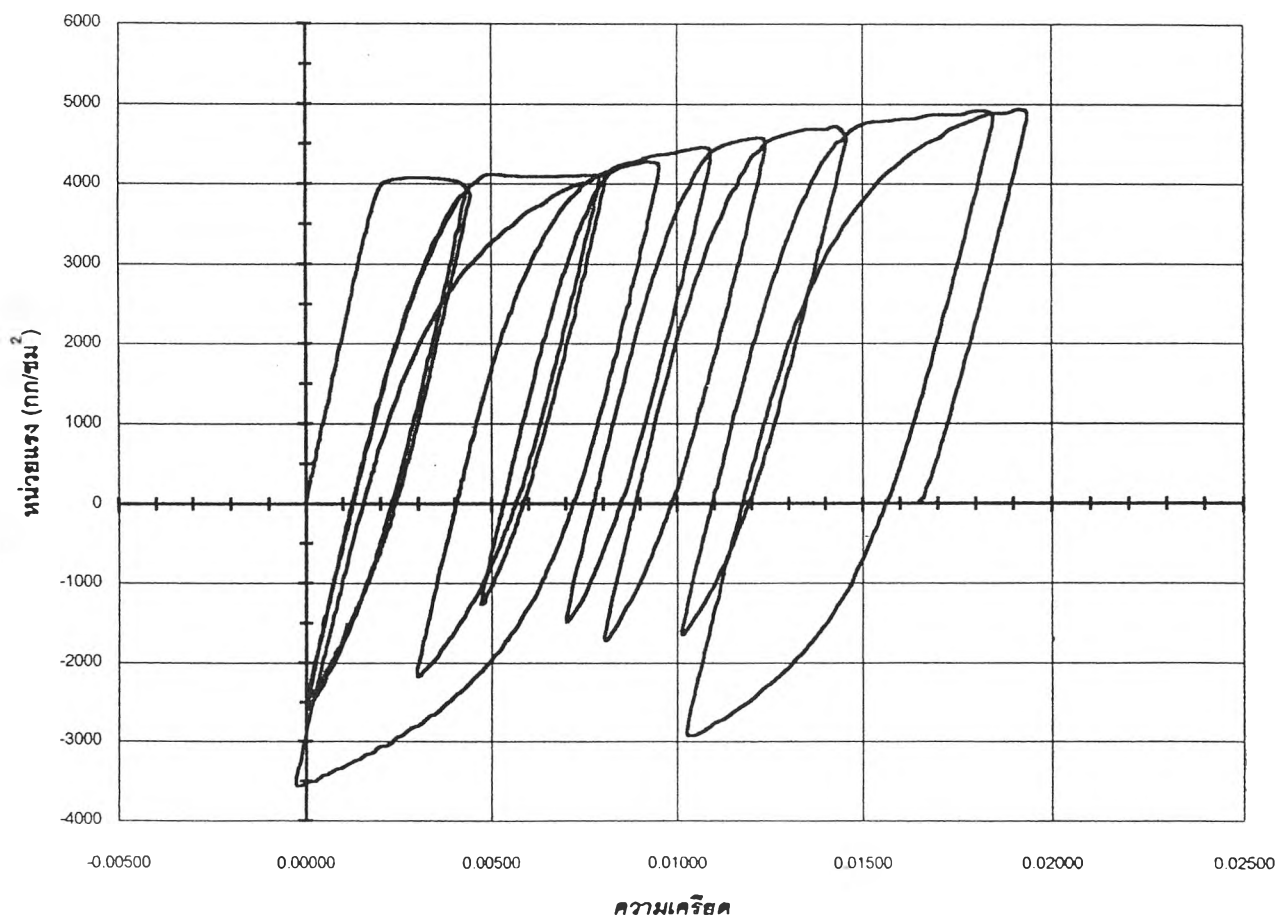
ตัวอย่างทดสอบ 407

รูปที่ 3.12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรง-ความเครียดของตัวอย่างทดสอบ (ต่อ)



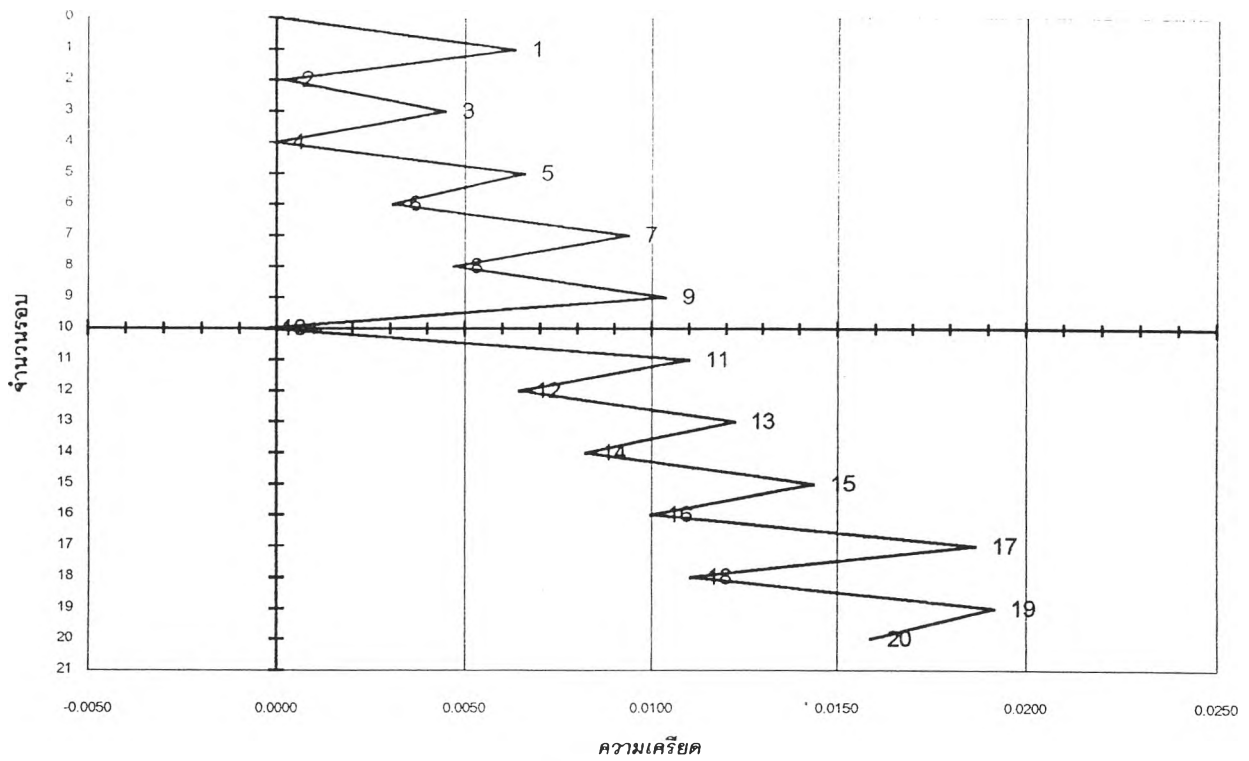
ตัวอย่างทดสอบ 308

รูปที่ 3.11 รูปแบบความเครียด (Strain History) ของตัวอย่างทดสอบ (ต่อ)



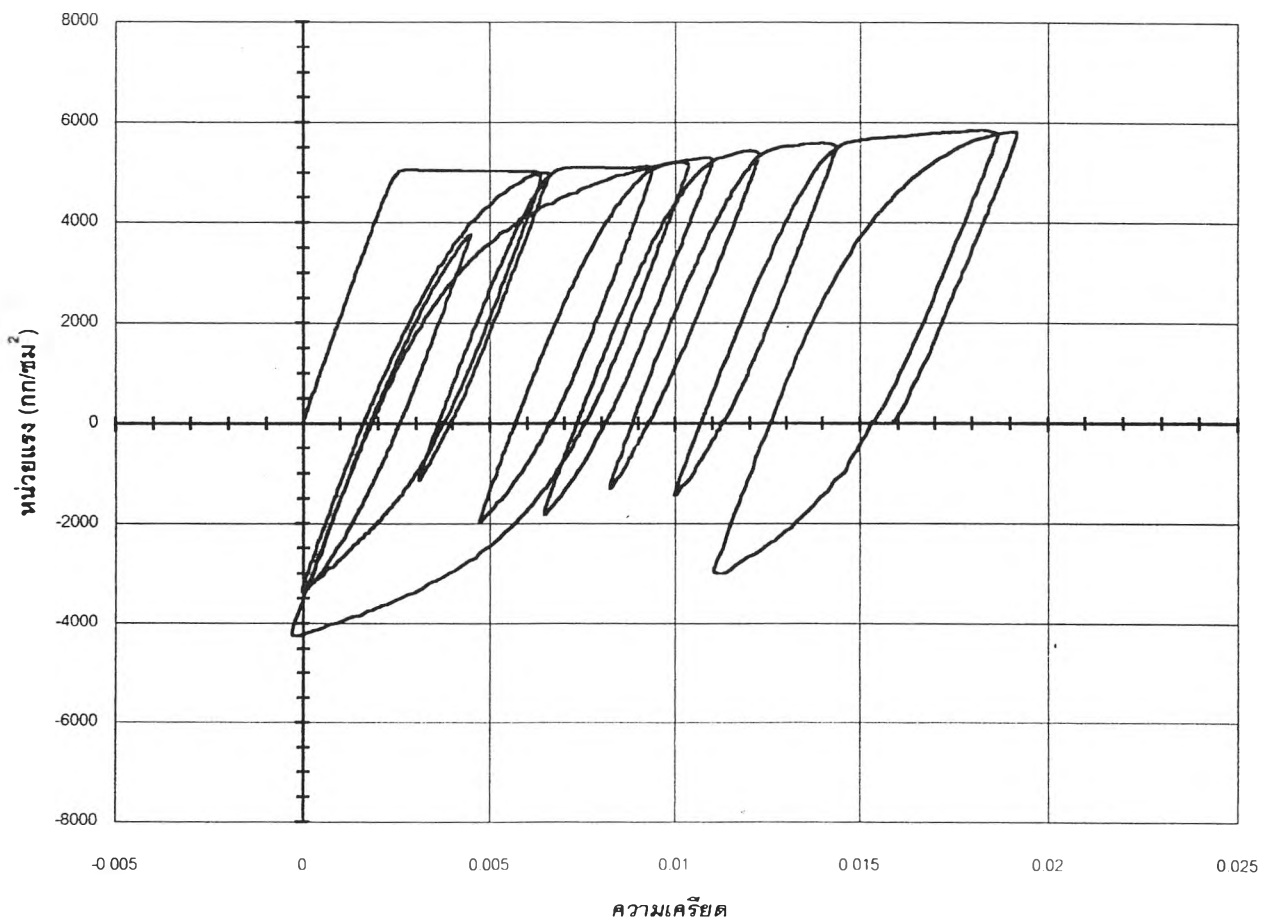
ตัวอย่างทดสอบ 308

รูปที่ 3.12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรง-ความเครียดของตัวอย่างทดสอบ (ต่อ)



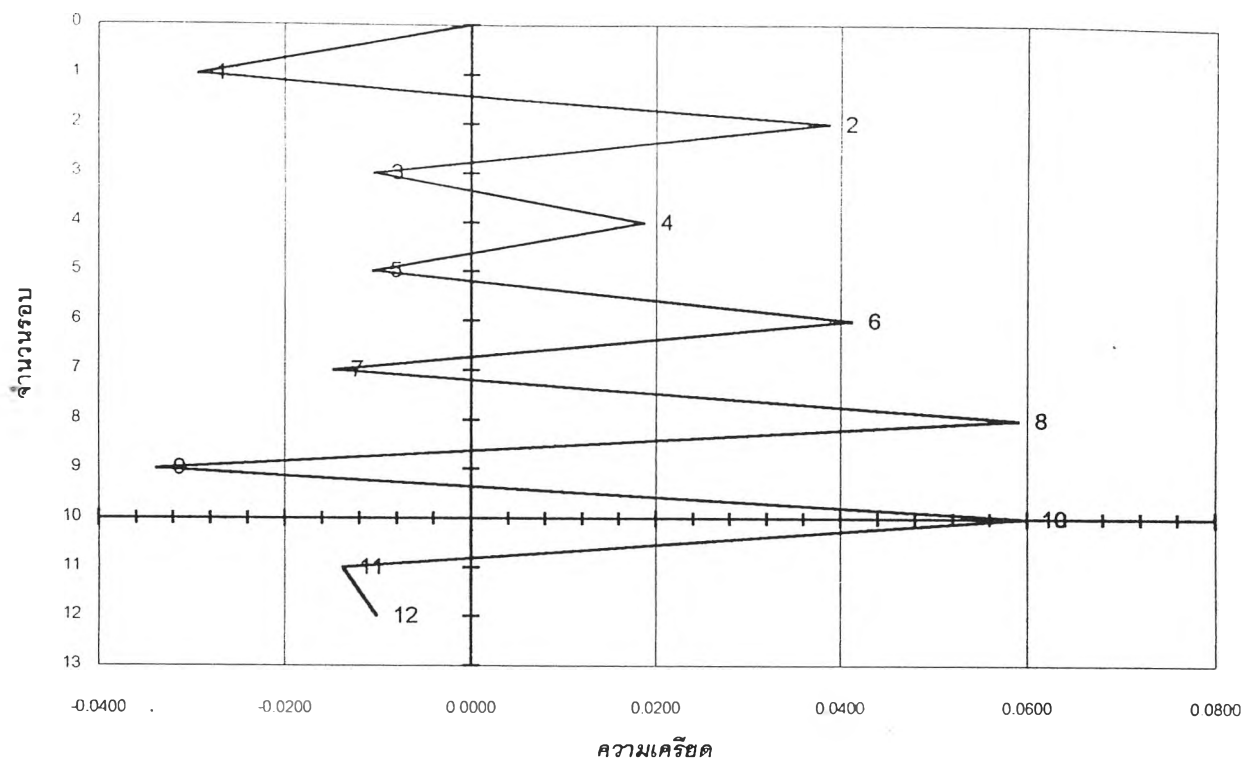
ตัวอย่างทดสอบ 408

รูปที่ 3.11 รูปแบบความเครียด (Strain History) ของตัวอย่างทดสอบ (ต่อ)



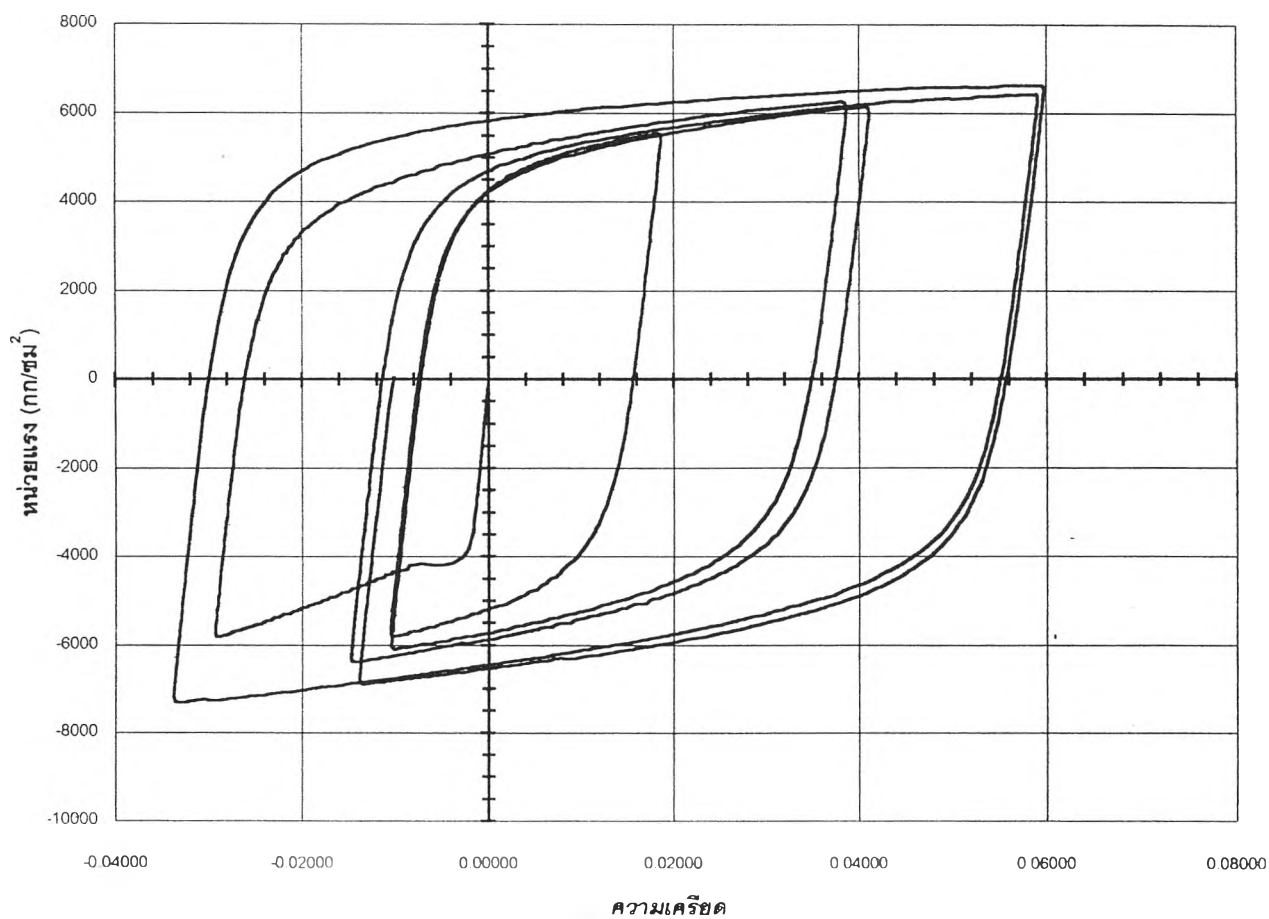
ตัวอย่างทดสอบ 408

รูปที่ 3.12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรง-ความเครียดของตัวอย่างทดสอบ (ต่อ)



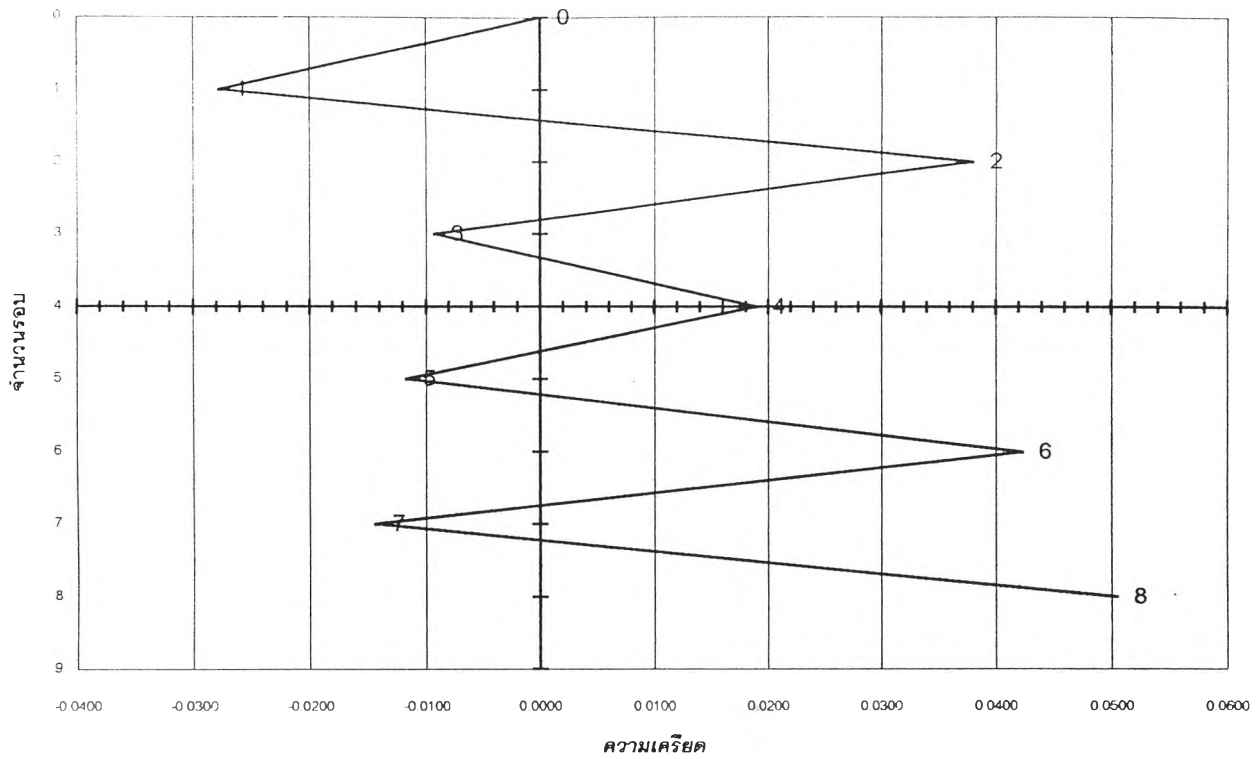
ตัวอย่างทดสอบ 309

รูปที่ 3.11 รูปแบบความเครียด (Strain History) ของตัวอย่างทดสอบ (ต่อ)



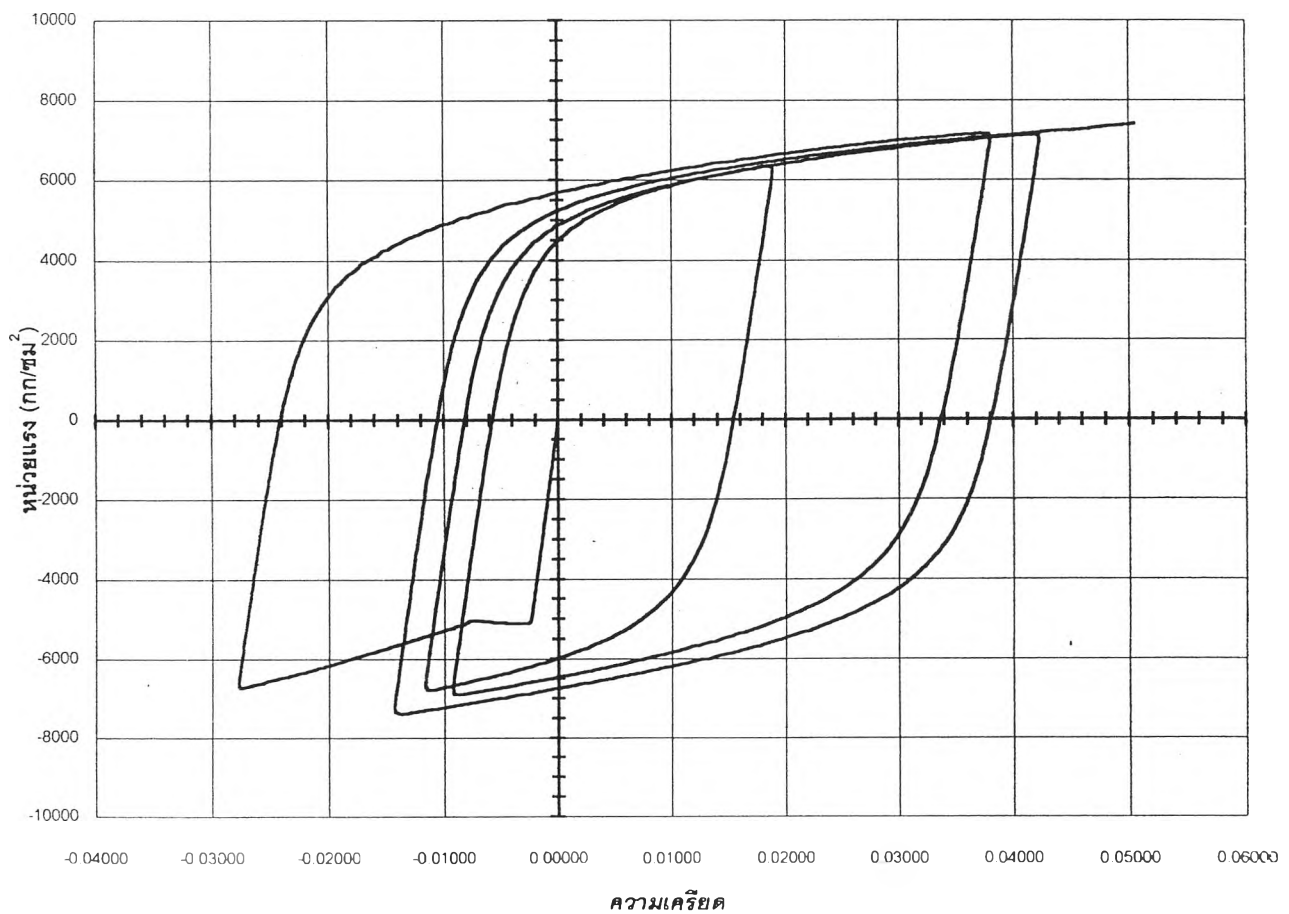
ตัวอย่างทดสอบ 309

รูปที่ 3.12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรง-ความเครียดของตัวอย่างทดสอบ (ต่อ)



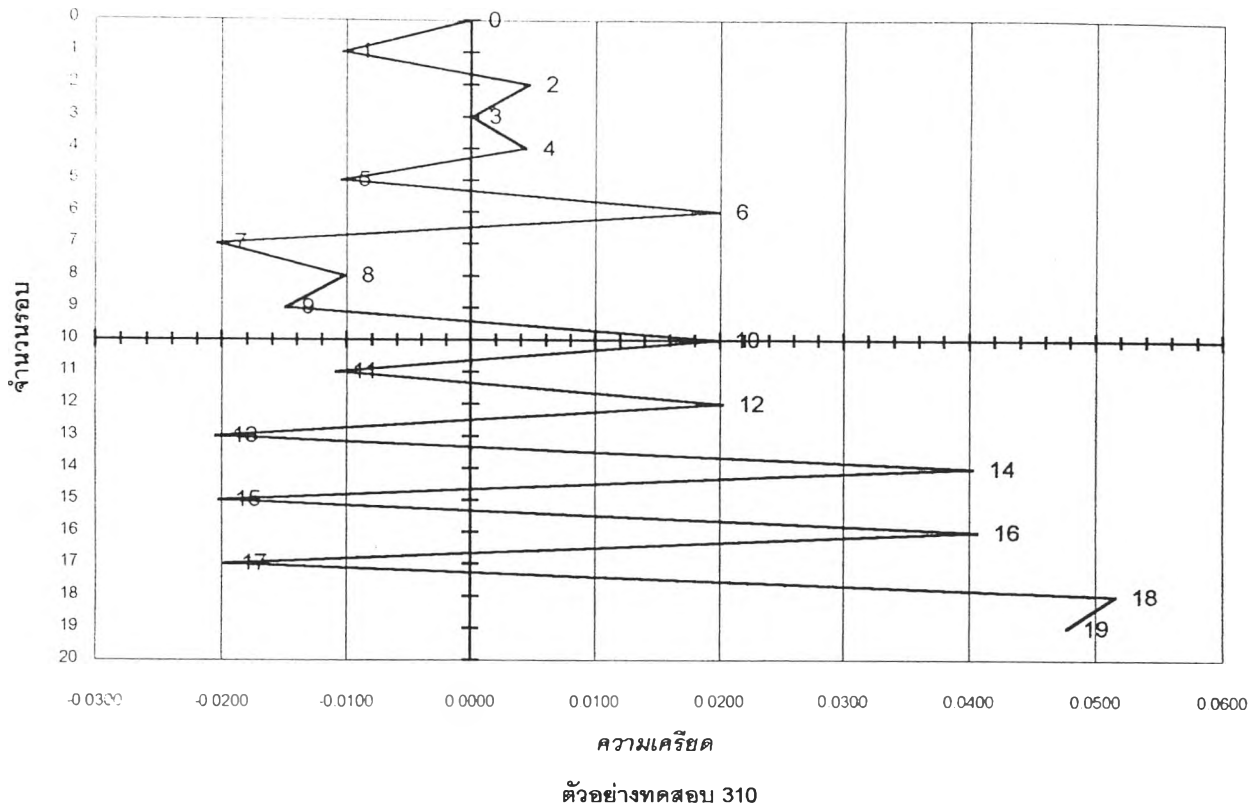
ตัวอย่างทดสอบ 409

รูปที่ 3.11 รูปแบบความเครียด (Strain History) ของตัวอย่างทดสอบ (ต่อ)

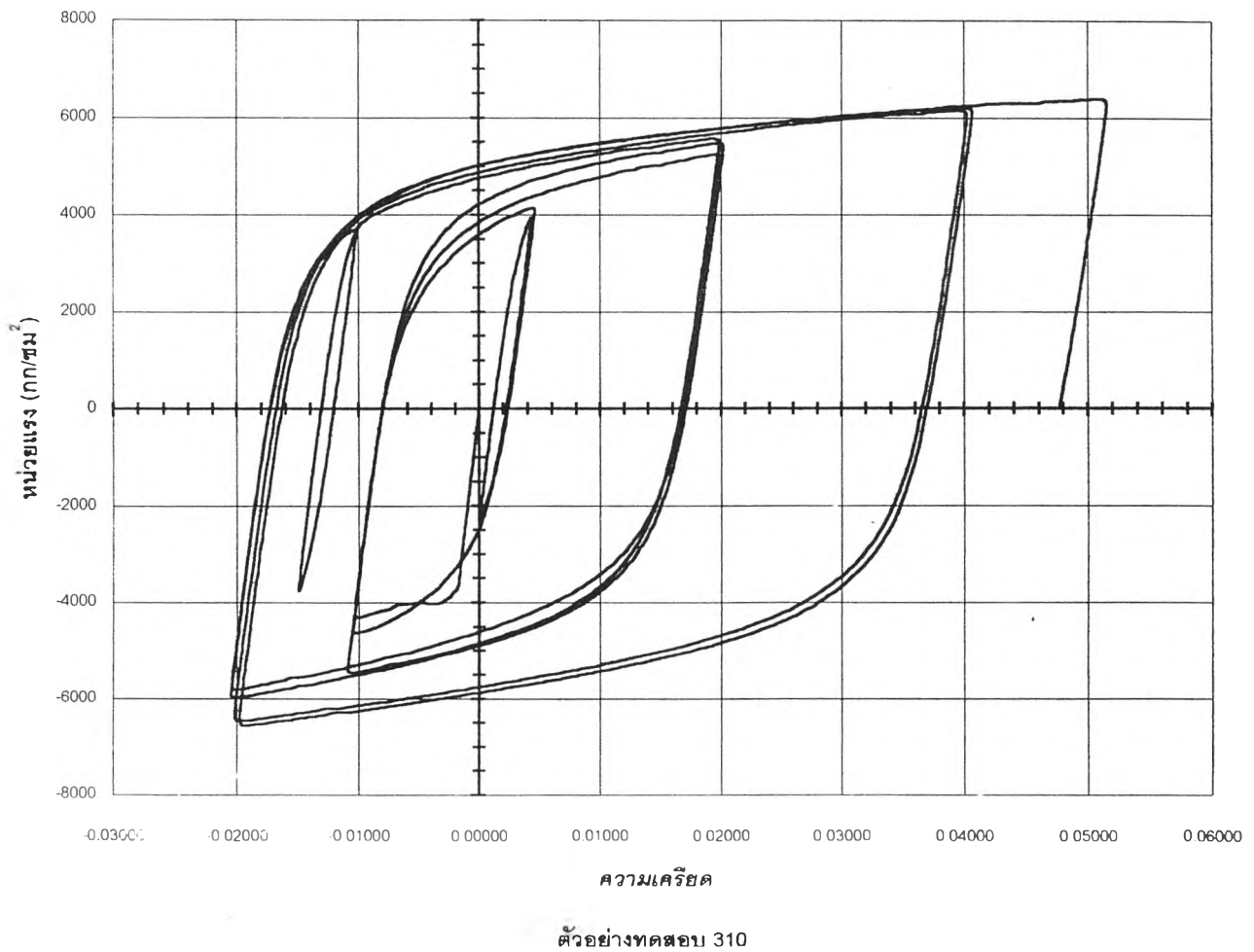


ตัวอย่างทดสอบ 409

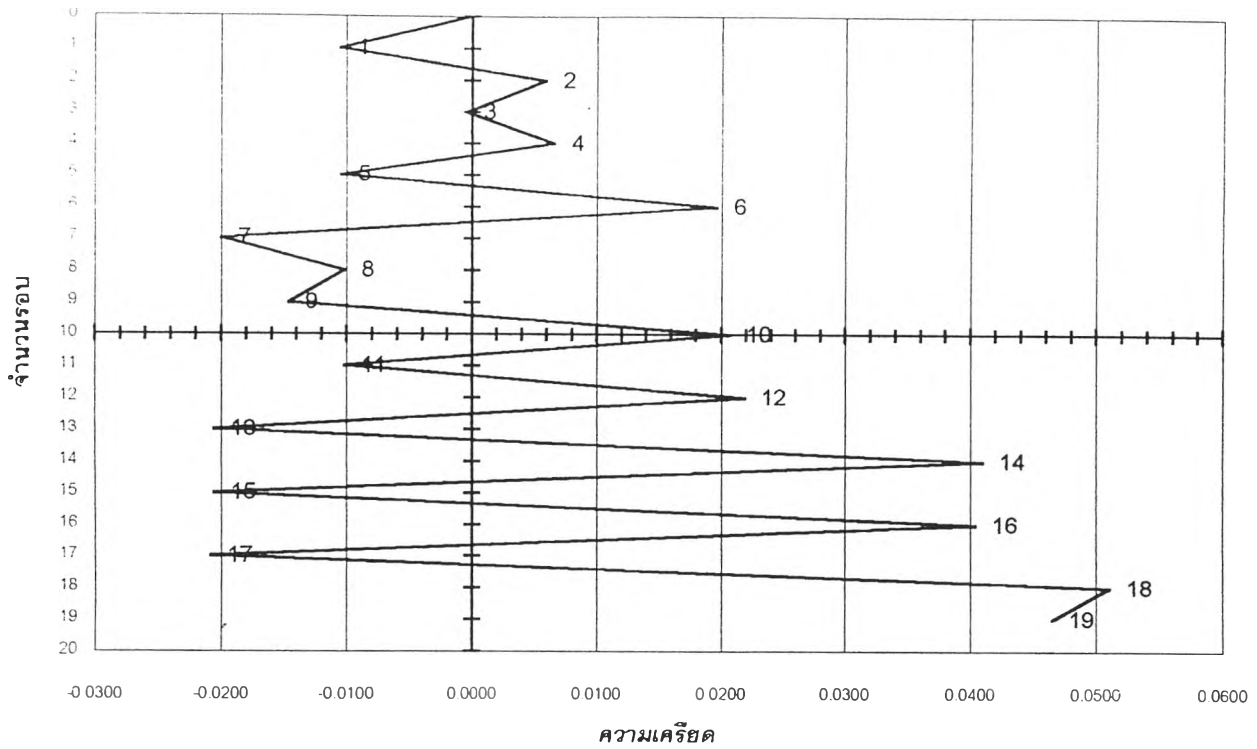
รูปที่ 3.12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรง-ความเครียดของตัวอย่างทดสอบ (ต่อ)



รูปที่ 3.11 รูปแบบความเครียด (Strain History) ของตัวอย่างทดสอบ (ต่อ)

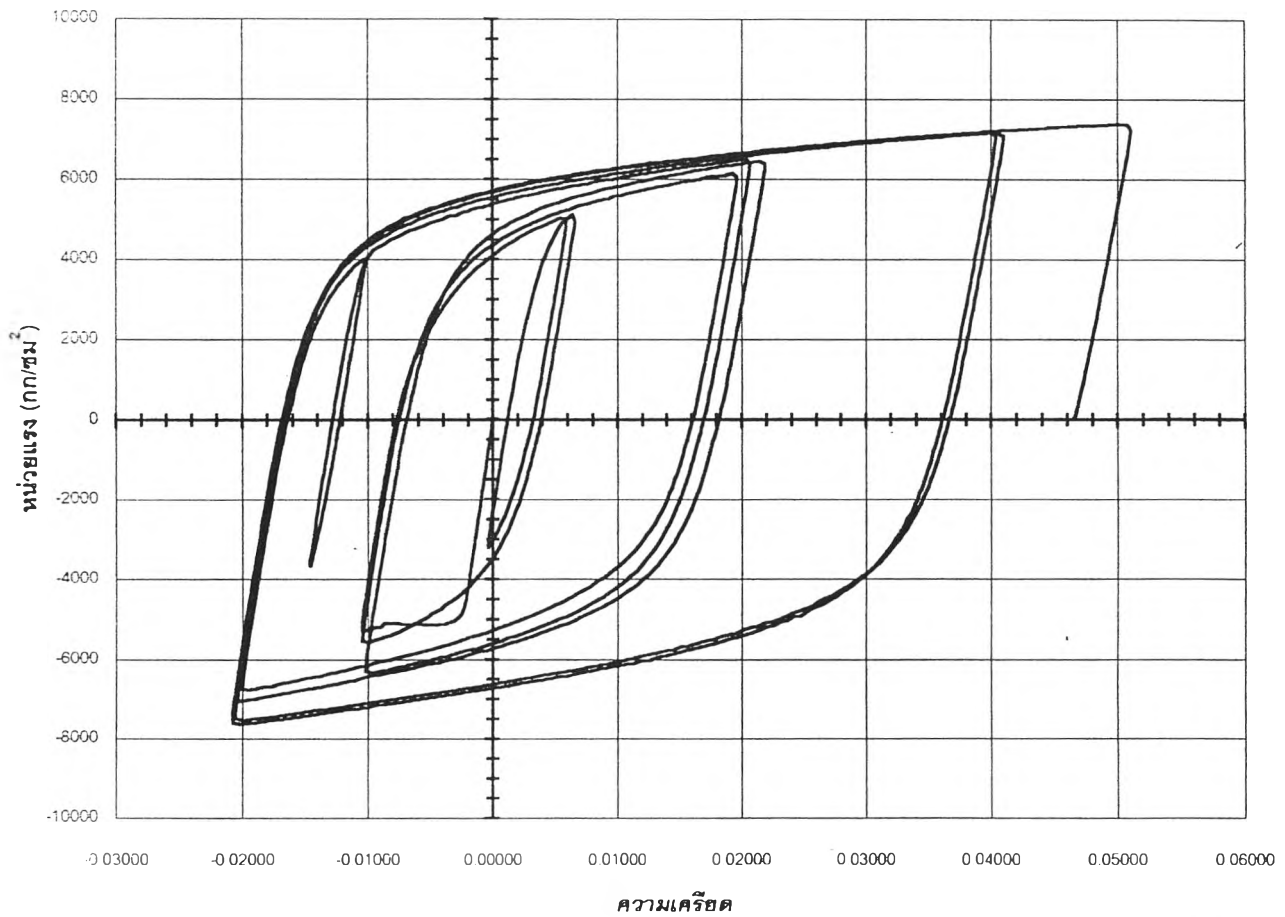


รูปที่ 3.12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรง-ความเครียดของตัวอย่างทดสอบ (ต่อ)



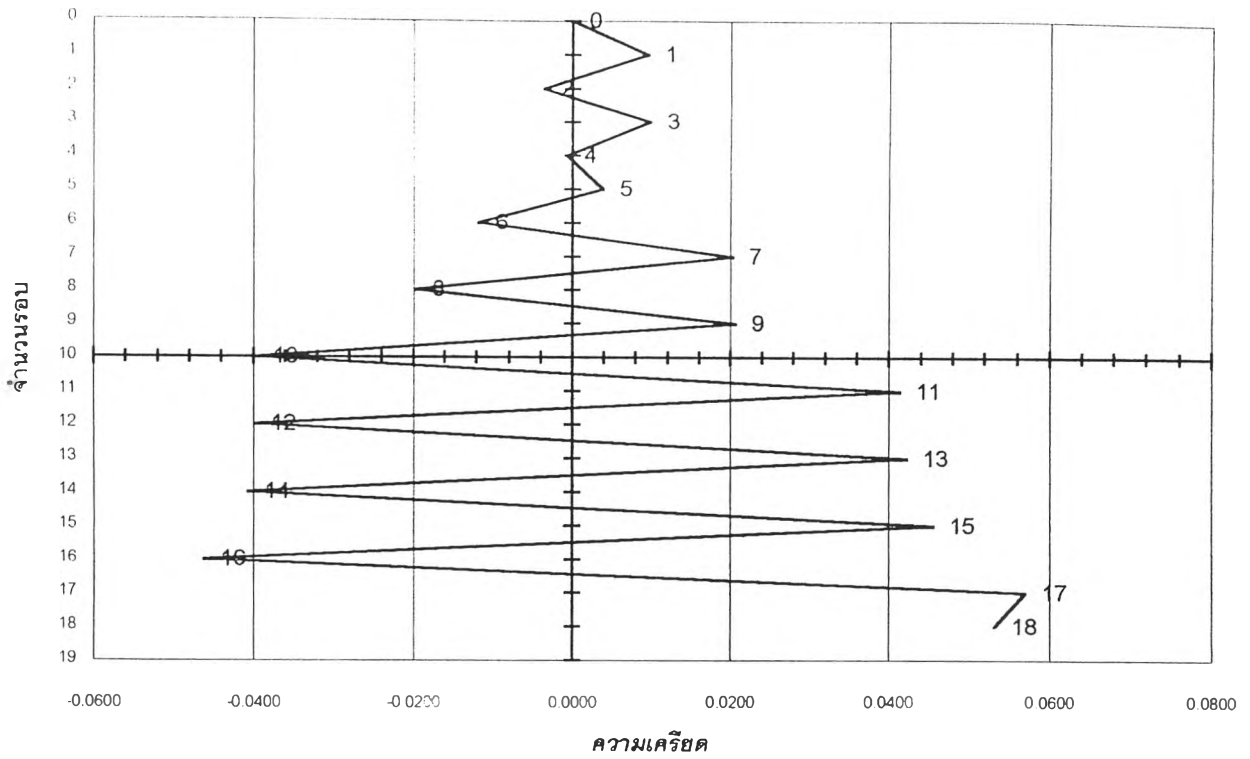
ตัวอย่างทดสอบ 410

รูปที่ 3.11 รูปแบบความเครียด (Strain History) ของตัวอย่างทดสอบ (ต่อ)



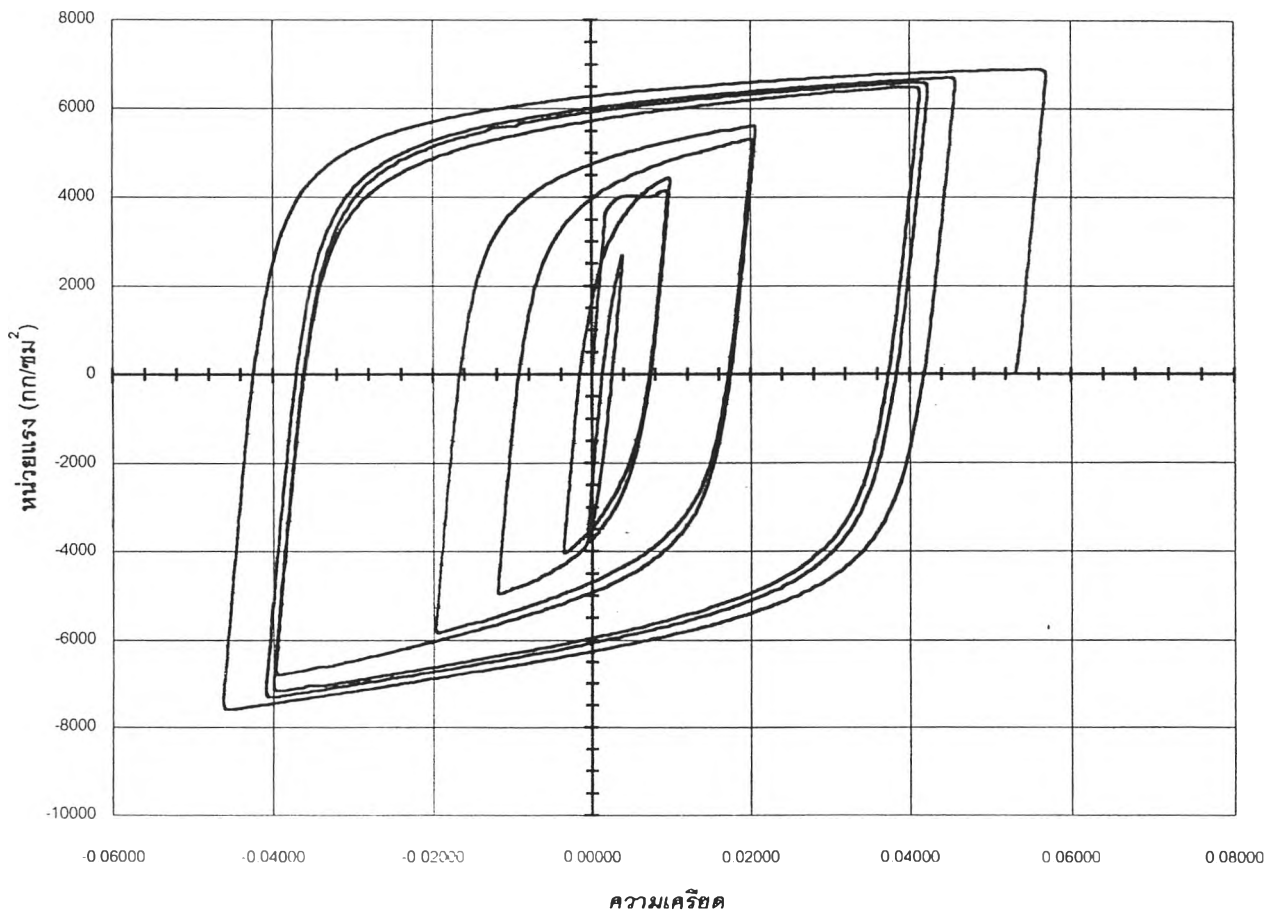
ตัวอย่างทดสอบ 410

รูปที่ 3.12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรง-ความเครียดของตัวอย่างทดสอบ (ต่อ)



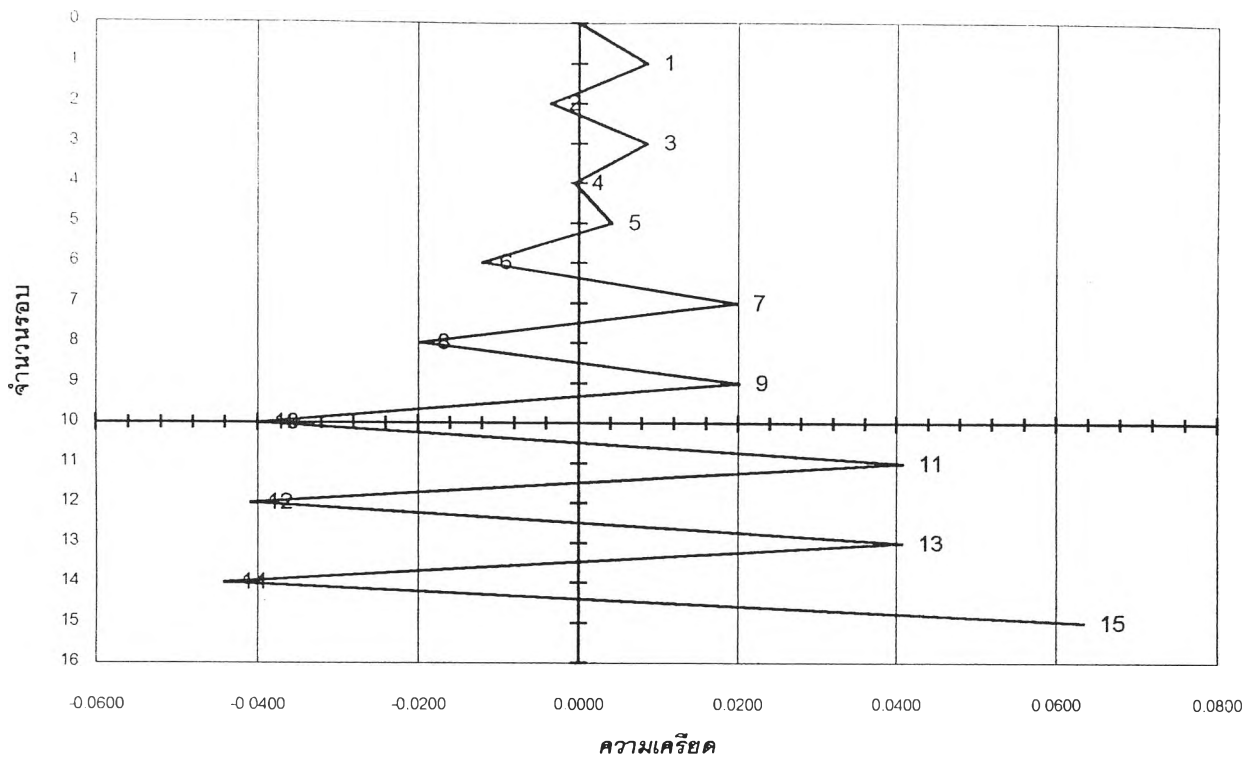
ตัวอย่างทดสอบ 311

รูปที่ 3.11 รูปแบบความเครียด (Strain History) ของตัวอย่างทดสอบ (ต่อ)



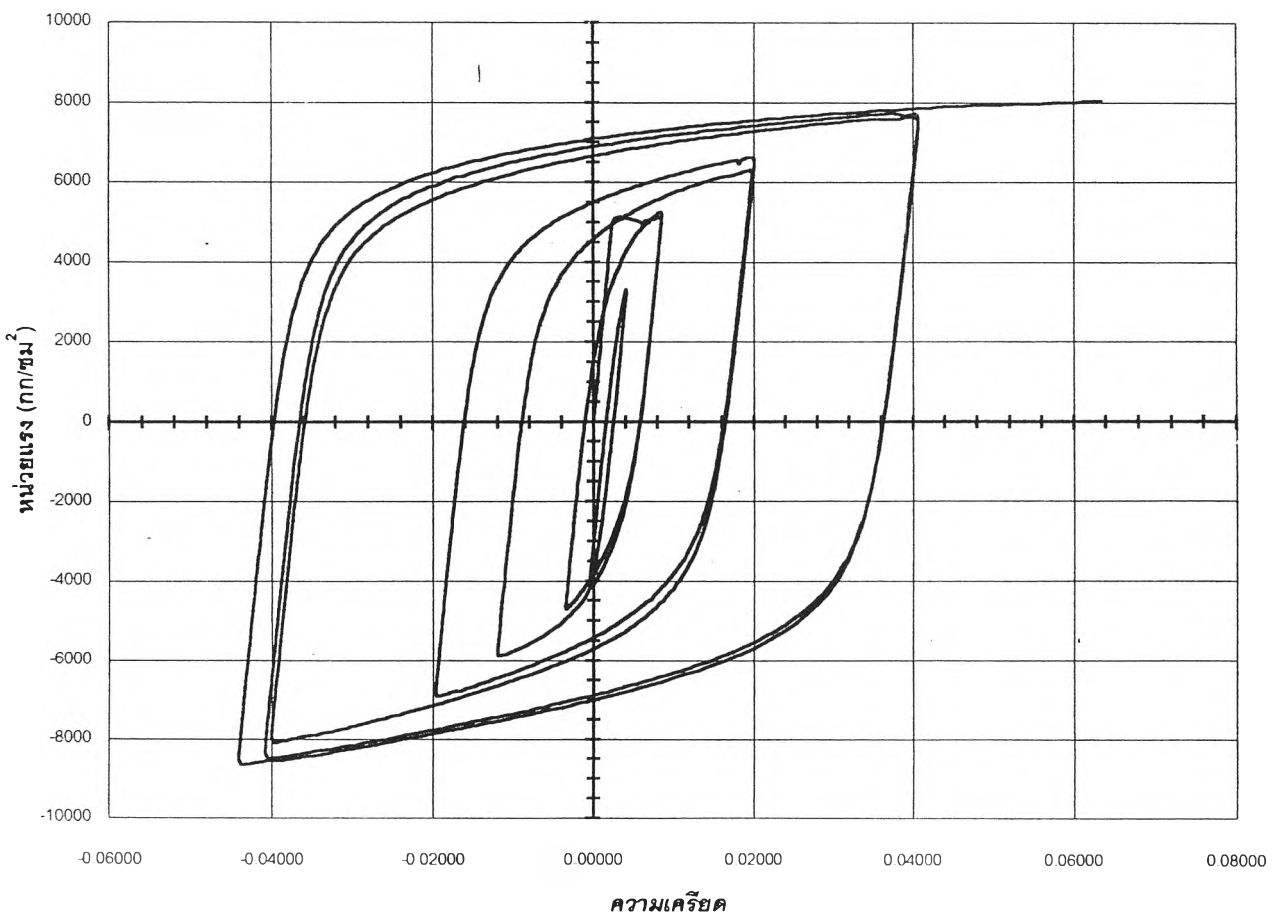
ตัวอย่างทดสอบ 311

รูปที่ 3.12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรง-ความเครียดของตัวอย่างทดสอบ (ต่อ)



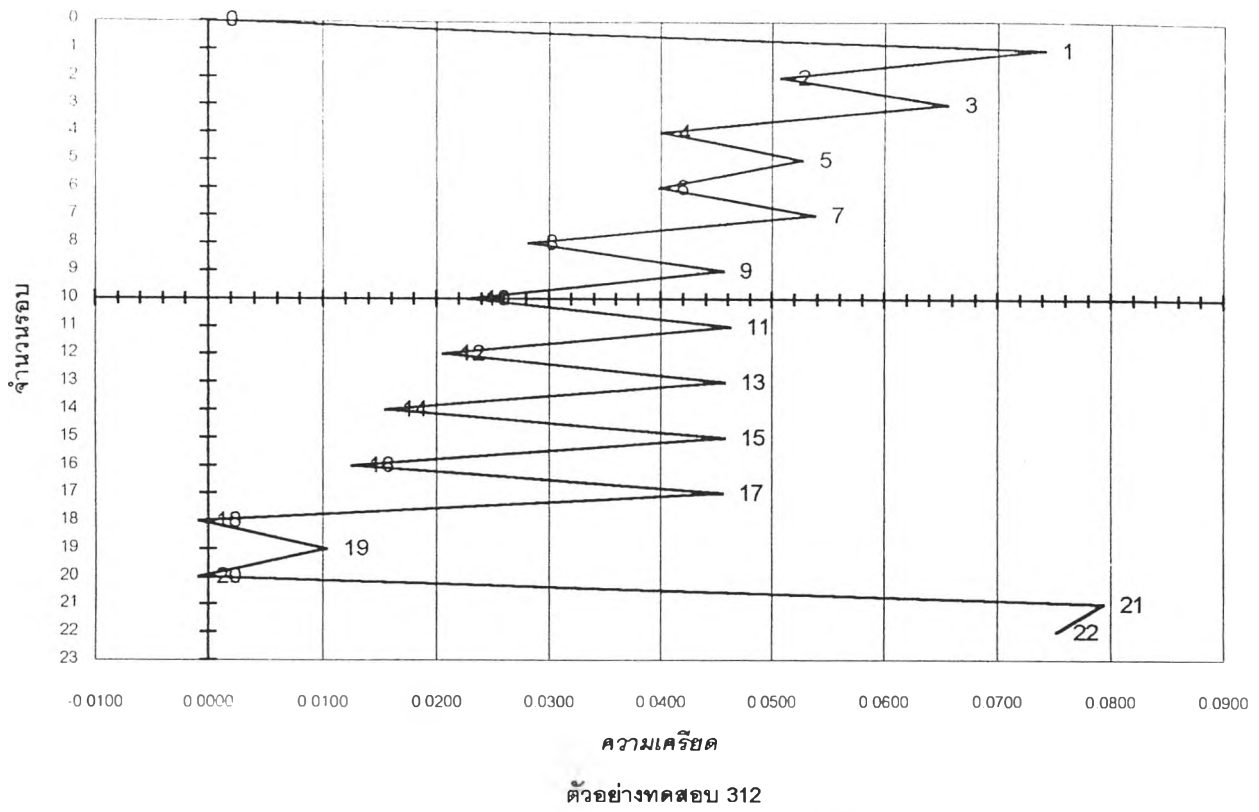
ตัวอย่างทดสอบ 411

รูปที่ 3.11 รูปแบบความเครียด (Strain History) ของตัวอย่างทดสอบ (ต่อ)

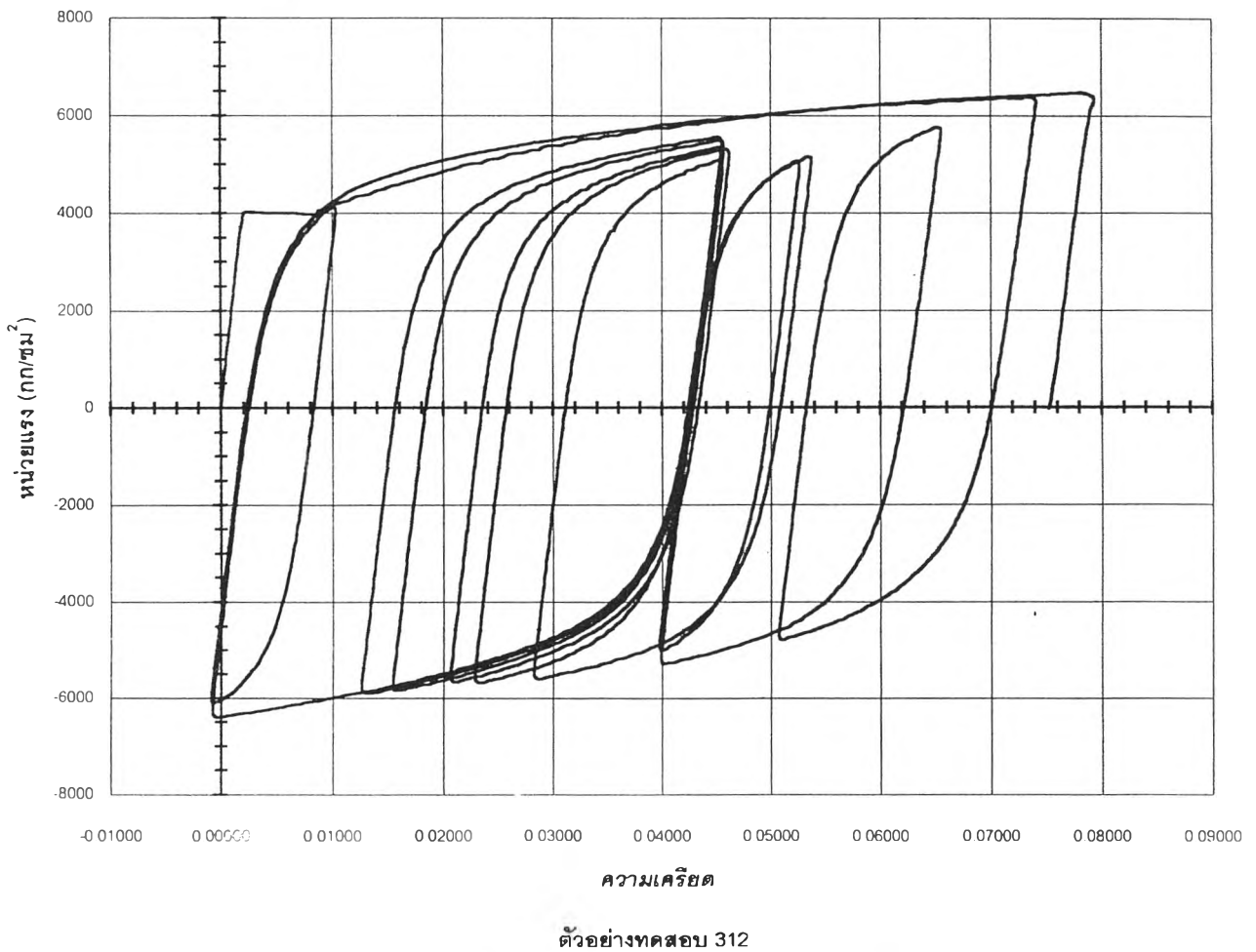


ตัวอย่างทดสอบ 411

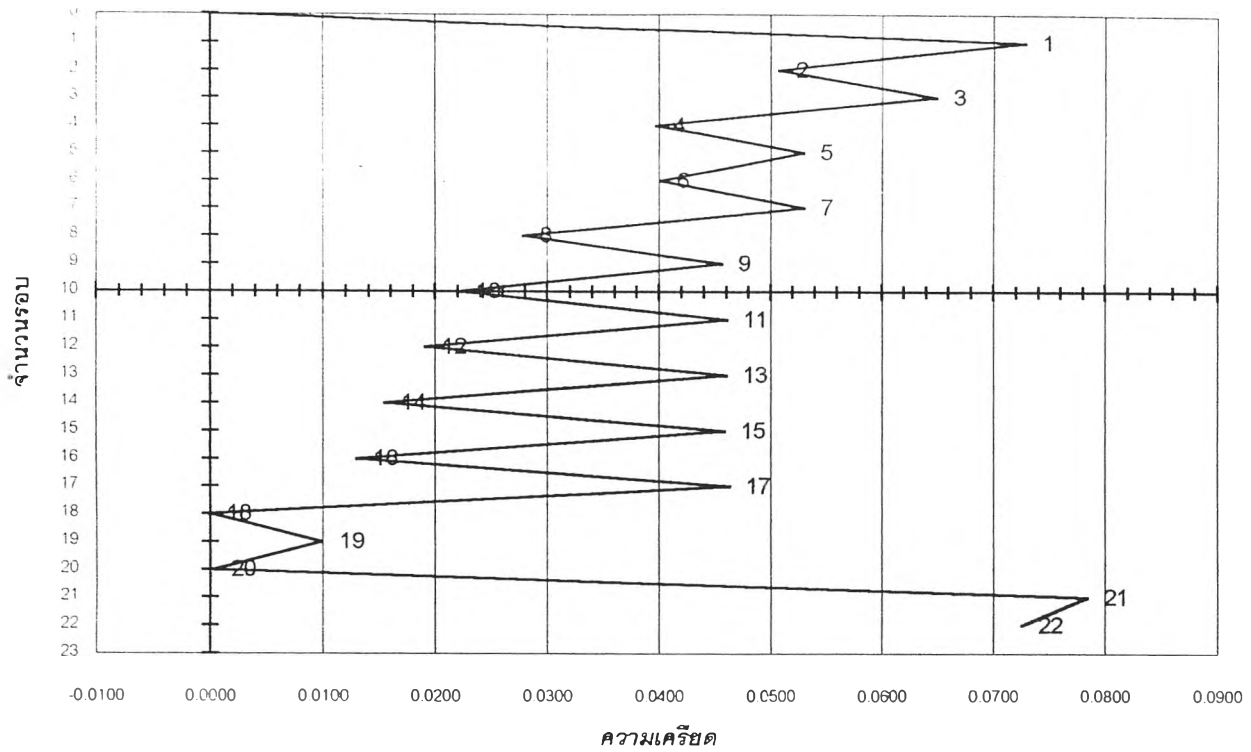
รูปที่ 3.12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรง-ความเครียดของตัวอย่างทดสอบ (ต่อ)



รูปที่ 3.11 รูปแบบความเครียด (Strain History) ของตัวอย่างทดสอบ (ต่อ)

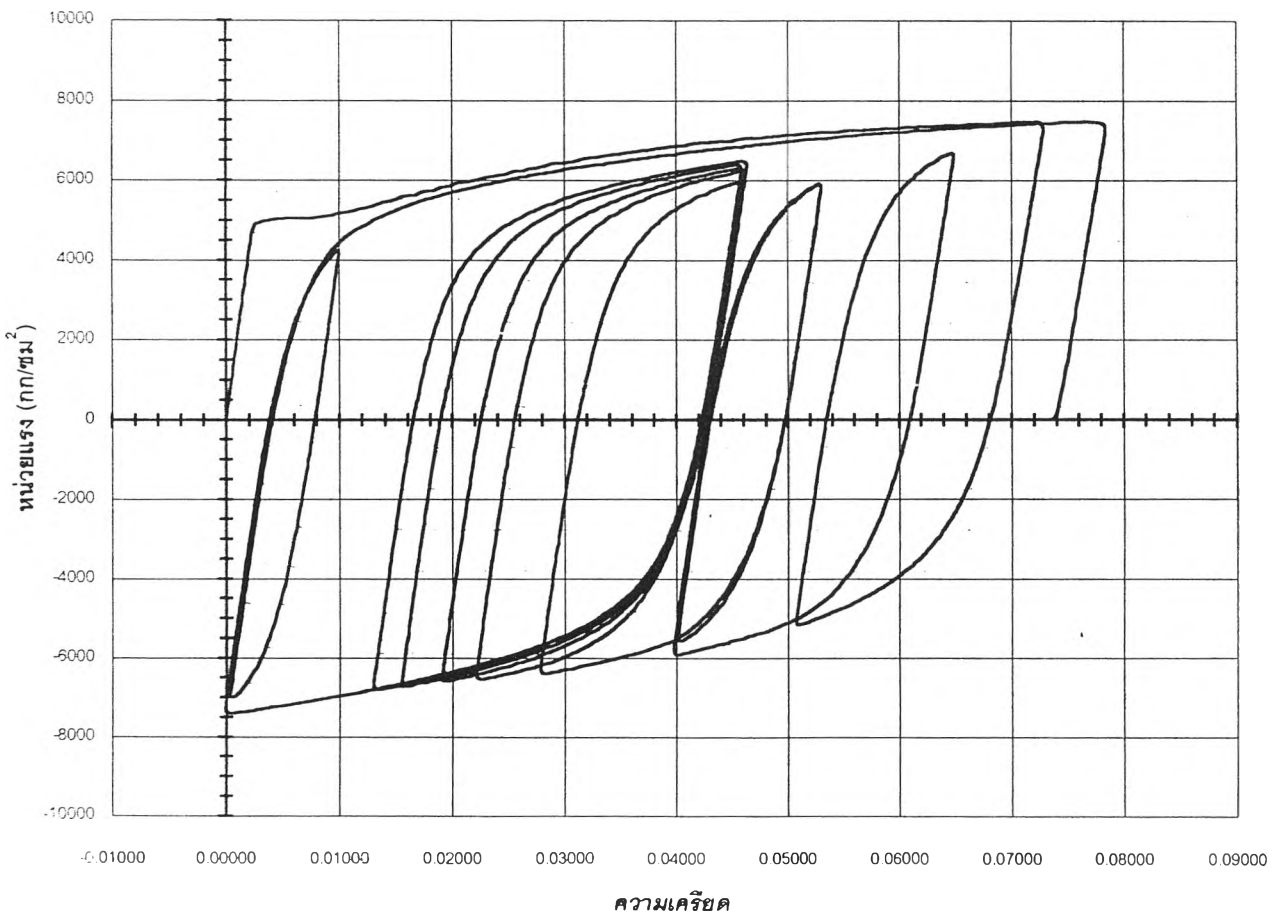


รูปที่ 3.12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรง-ความเครียดของตัวอย่างทดสอบ (ต่อ)



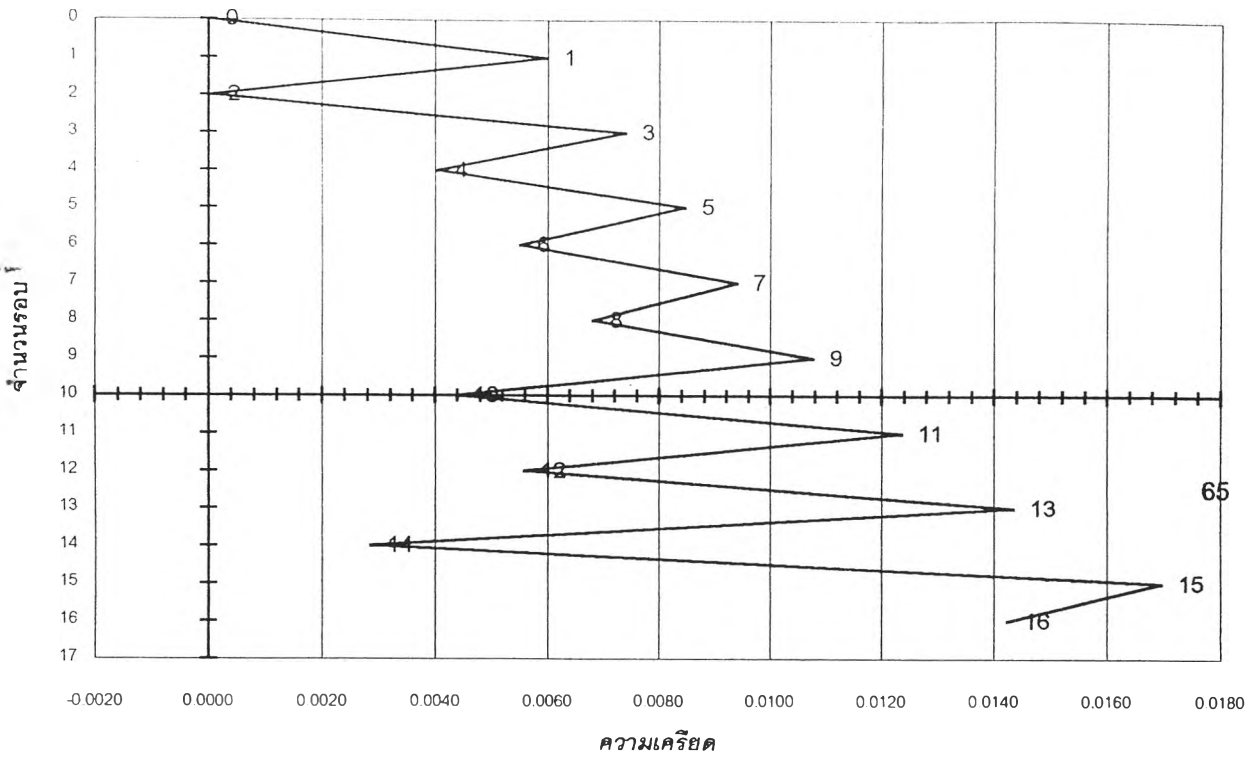
ตัวอย่างทดสอบ 412

รูปที่ 3.11 รูปแบบความเครียด (Strain History) ของตัวอย่างทดสอบ (ต่อ)



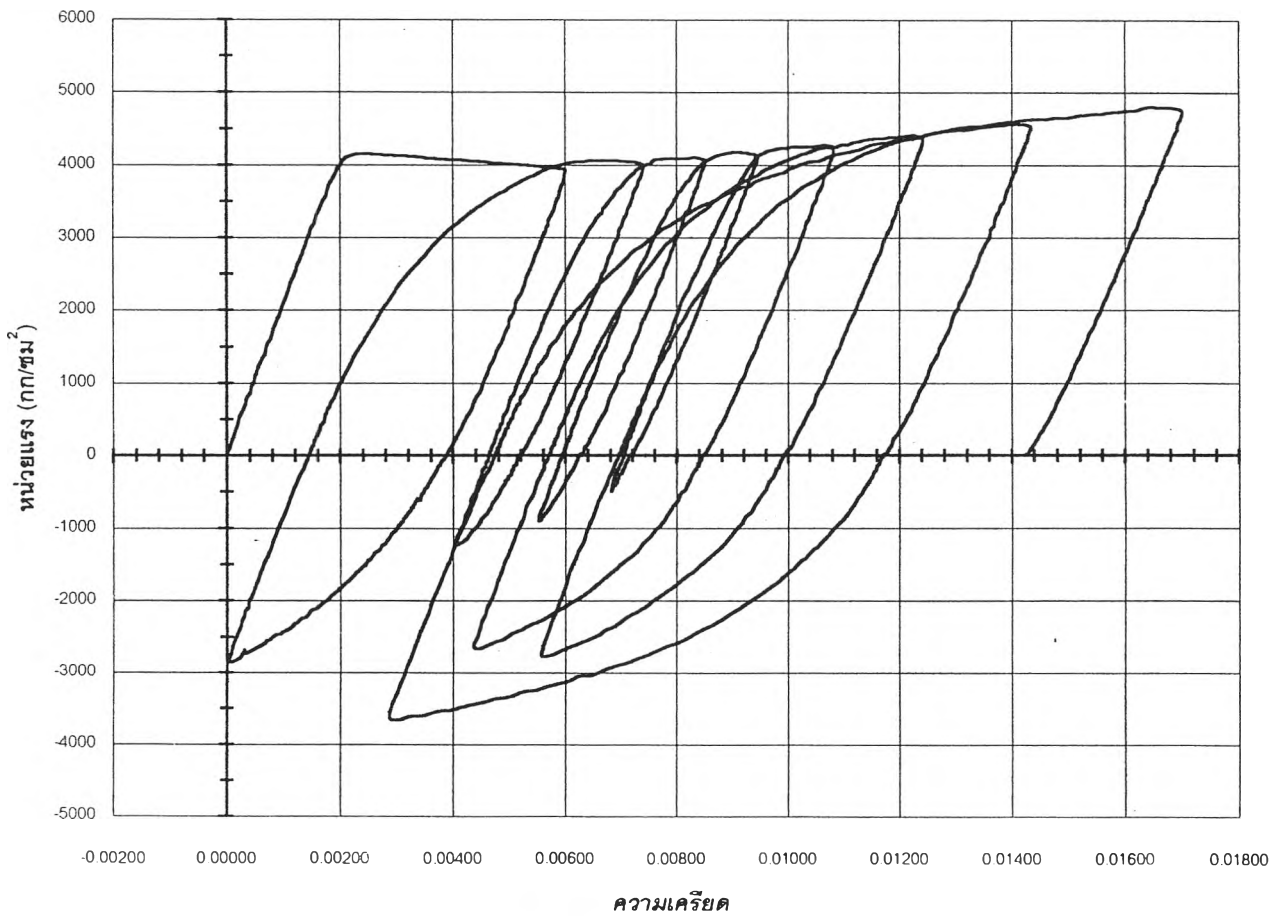
ตัวอย่างทดสอบ 412

รูปที่ 3.12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรง-ความเครียดของตัวอย่างทดสอบ (ต่อ)



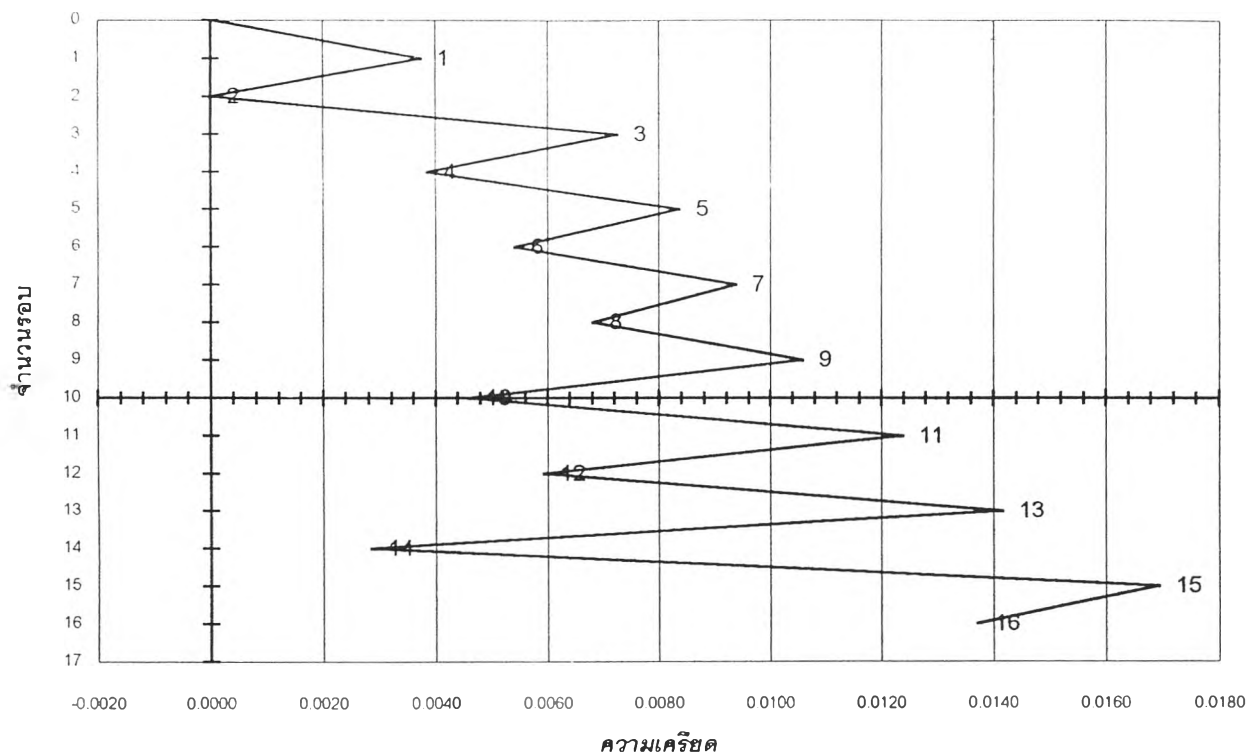
ตัวอย่างทดสอบ 313

รูปที่ 3.11 รูปแบบความเครียด (Strain History) ของตัวอย่างทดสอบ (ต่อ)



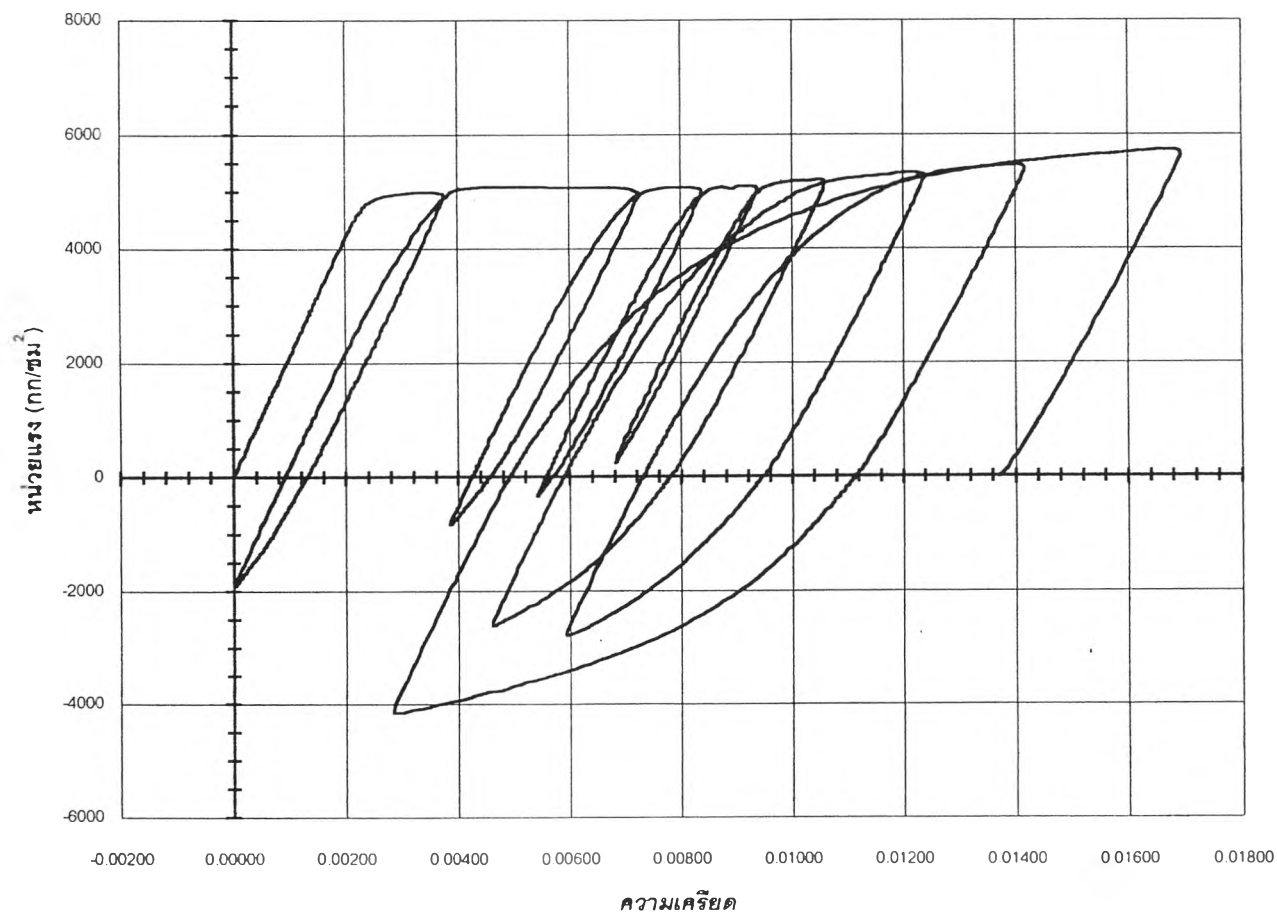
ตัวอย่างทดสอบ 313

รูปที่ 3.12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรง-ความเครียดของตัวอย่างทดสอบ (ต่อ)



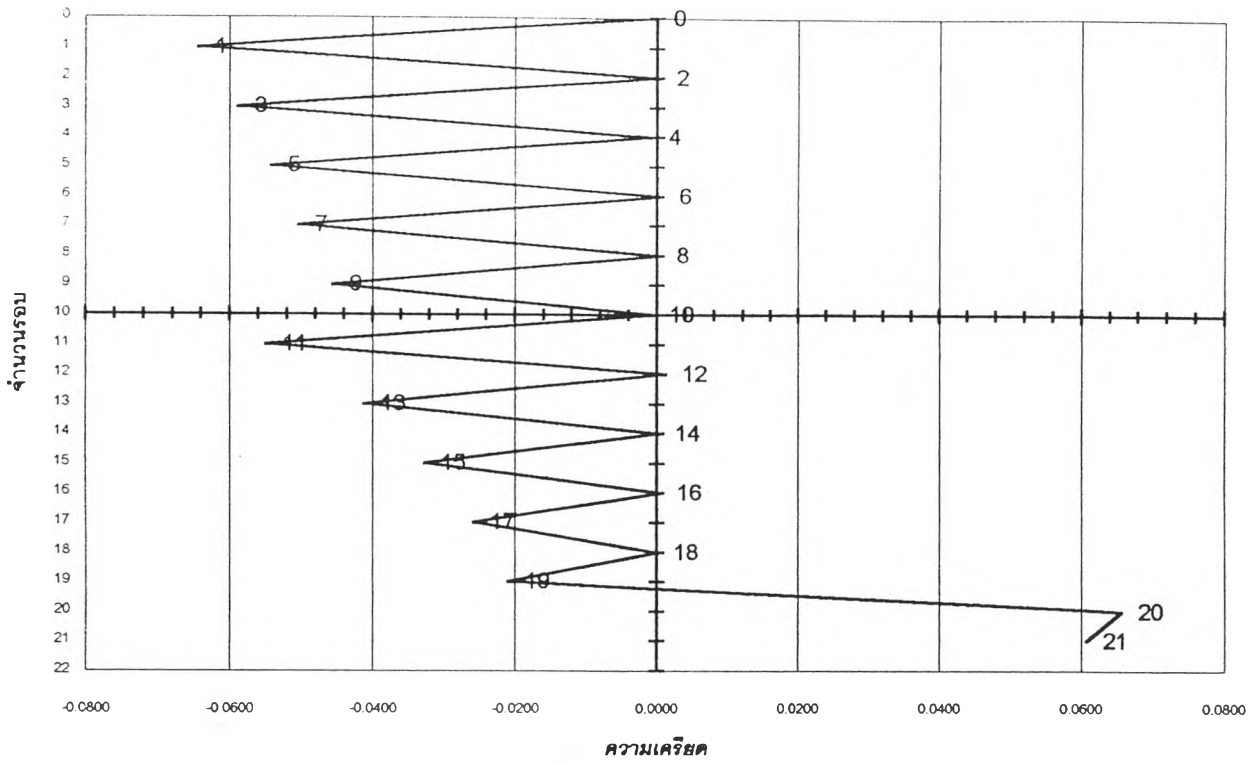
ตัวอย่างทดสอบ 413

รูปที่ 3.11 รูปแบบความเครียด (Strain History) ของตัวอย่างทดสอบ (ต่อ)



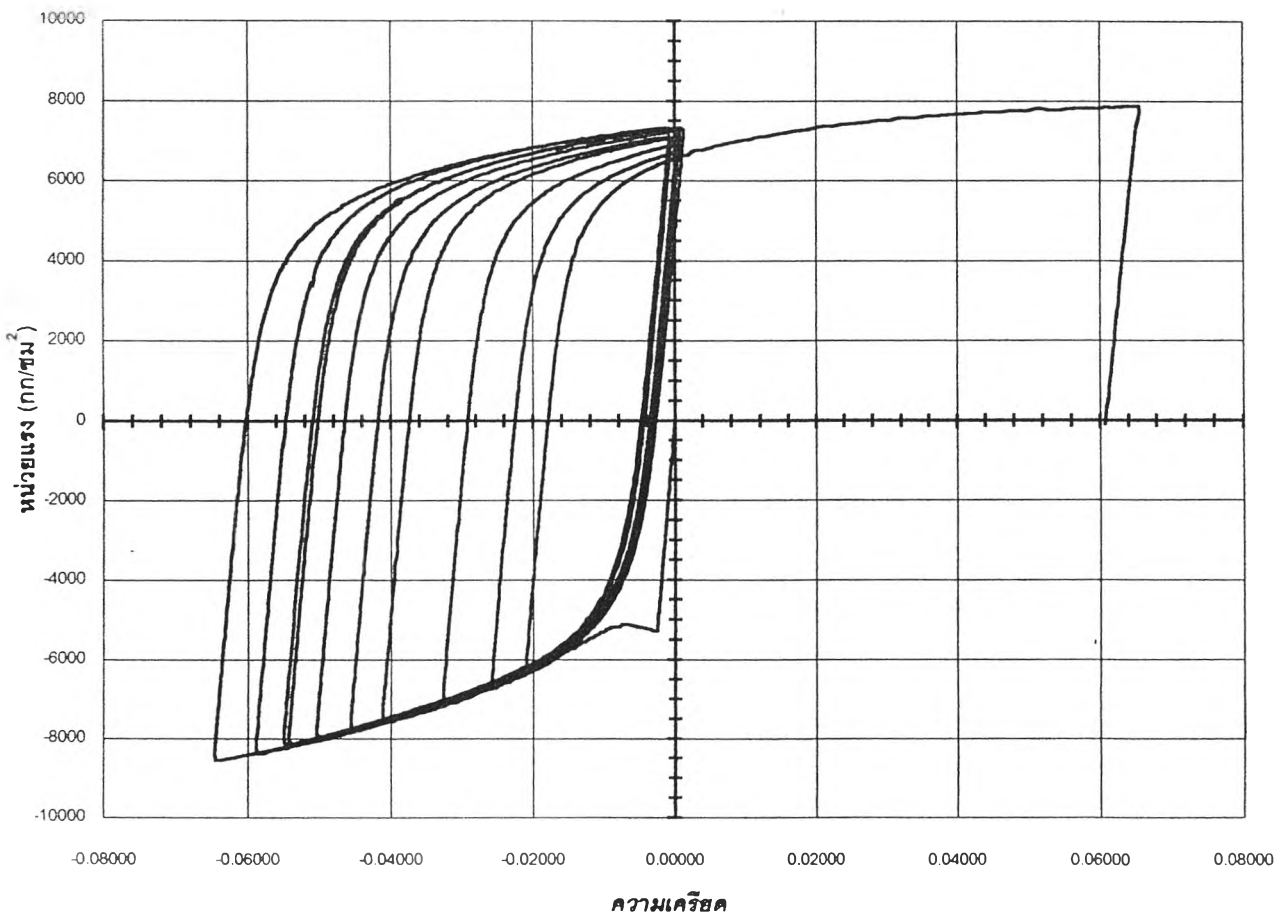
ตัวอย่างทดสอบ 413

รูปที่ 3.12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรง-ความเครียดของตัวอย่างทดสอบ (ต่อ)



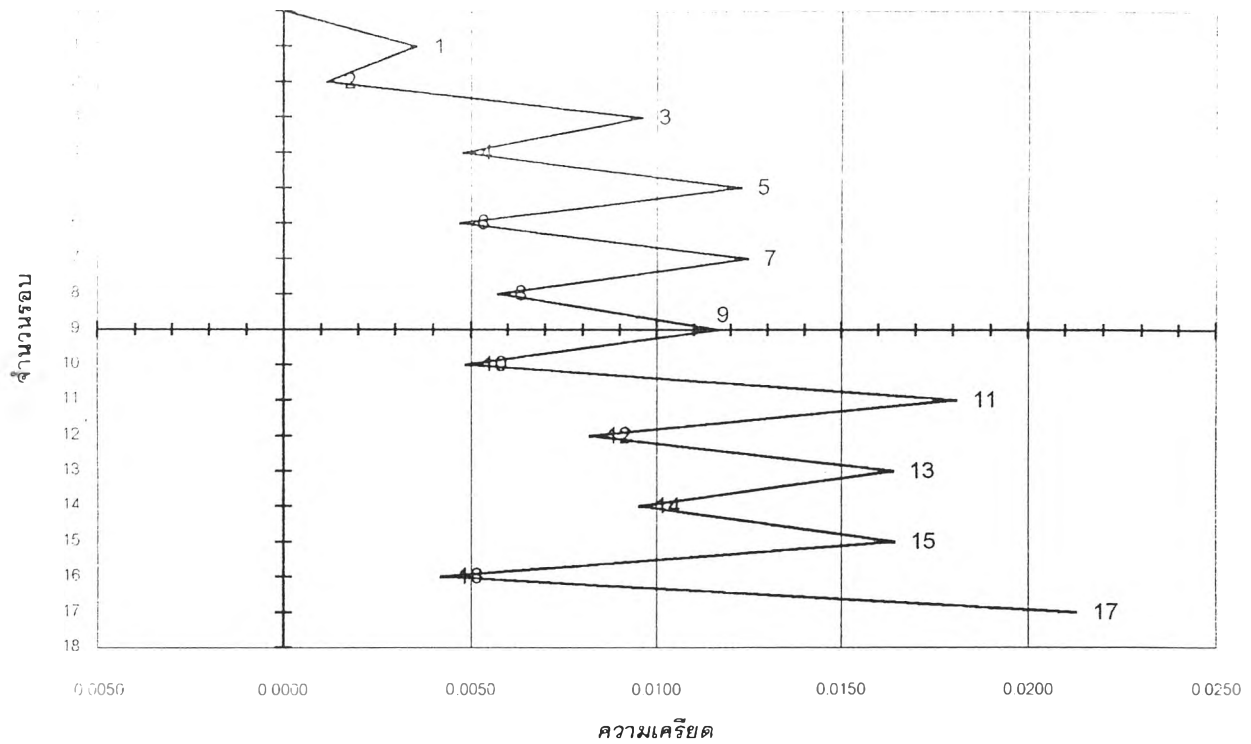
ตัวอย่างทดสอบ 414

รูปที่ 3.11 รูปแบบความเครียด (Strain History) ของตัวอย่างทดสอบ (ต่อ)



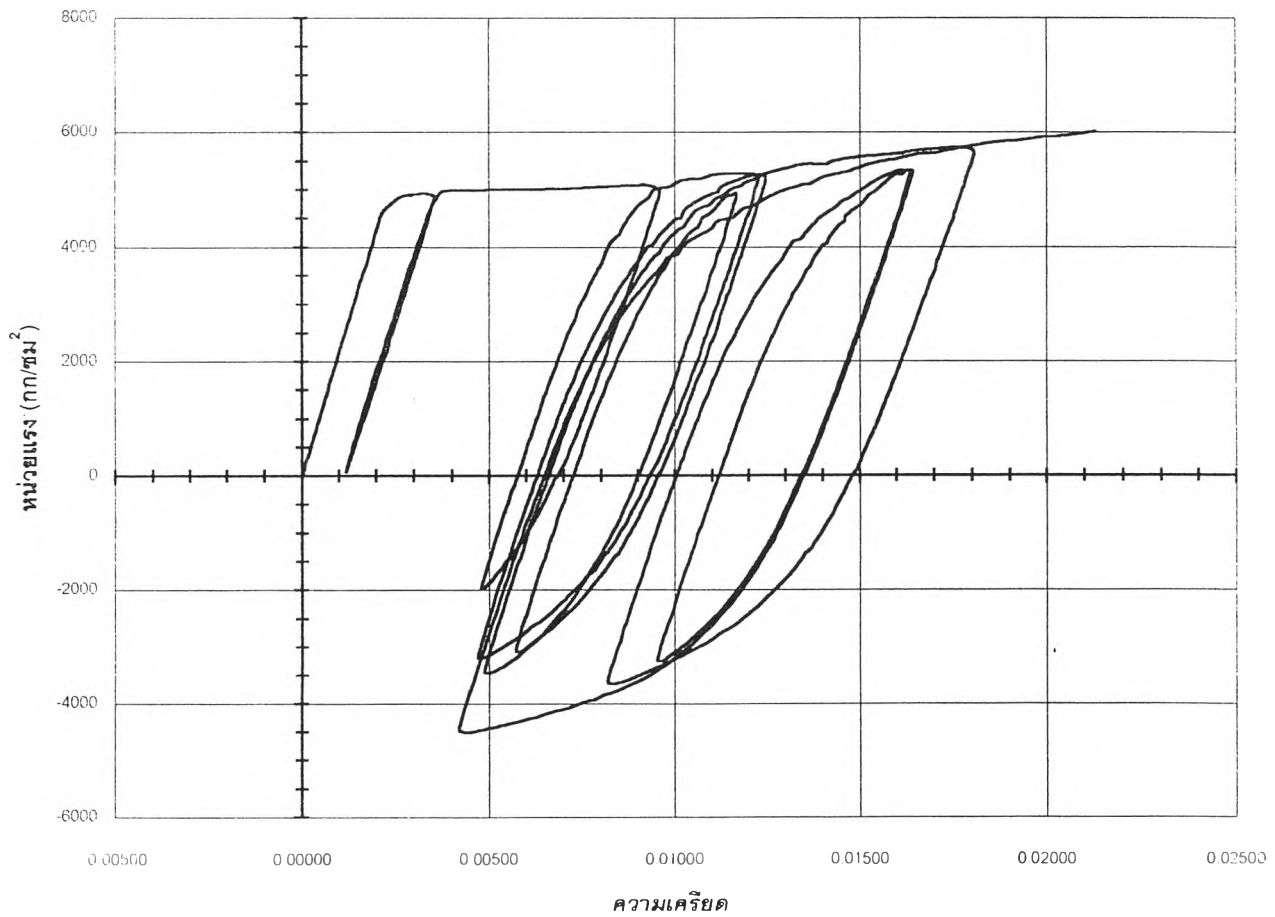
ตัวอย่างทดสอบ 414

รูปที่ 3.12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรง-ความเครียดของตัวอย่างทดสอบ (ต่อ)



ตัวอย่างทดสอบ 415

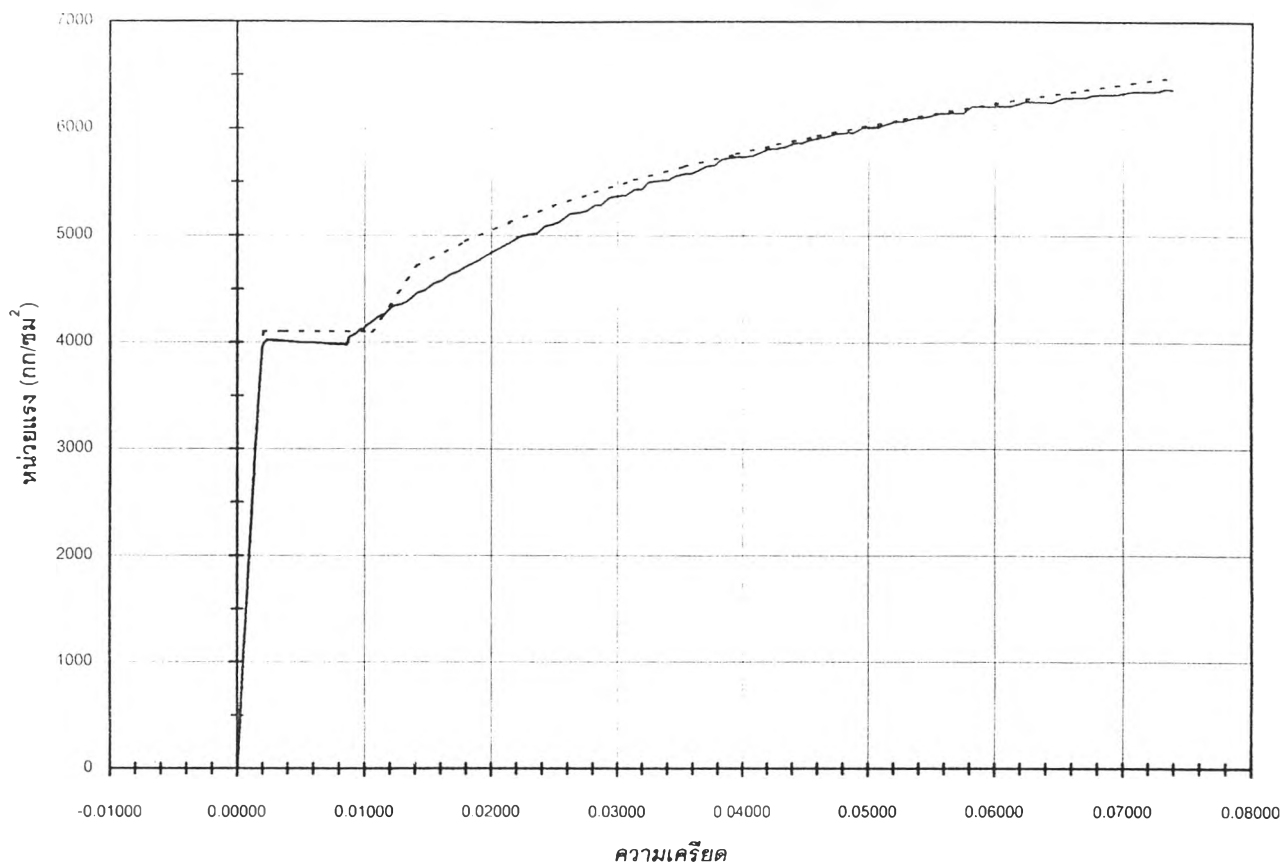
รูปที่ 3.11 รูปแบบความเครียด (Strain History) ของตัวอย่างทดสอบ (ต่อ)



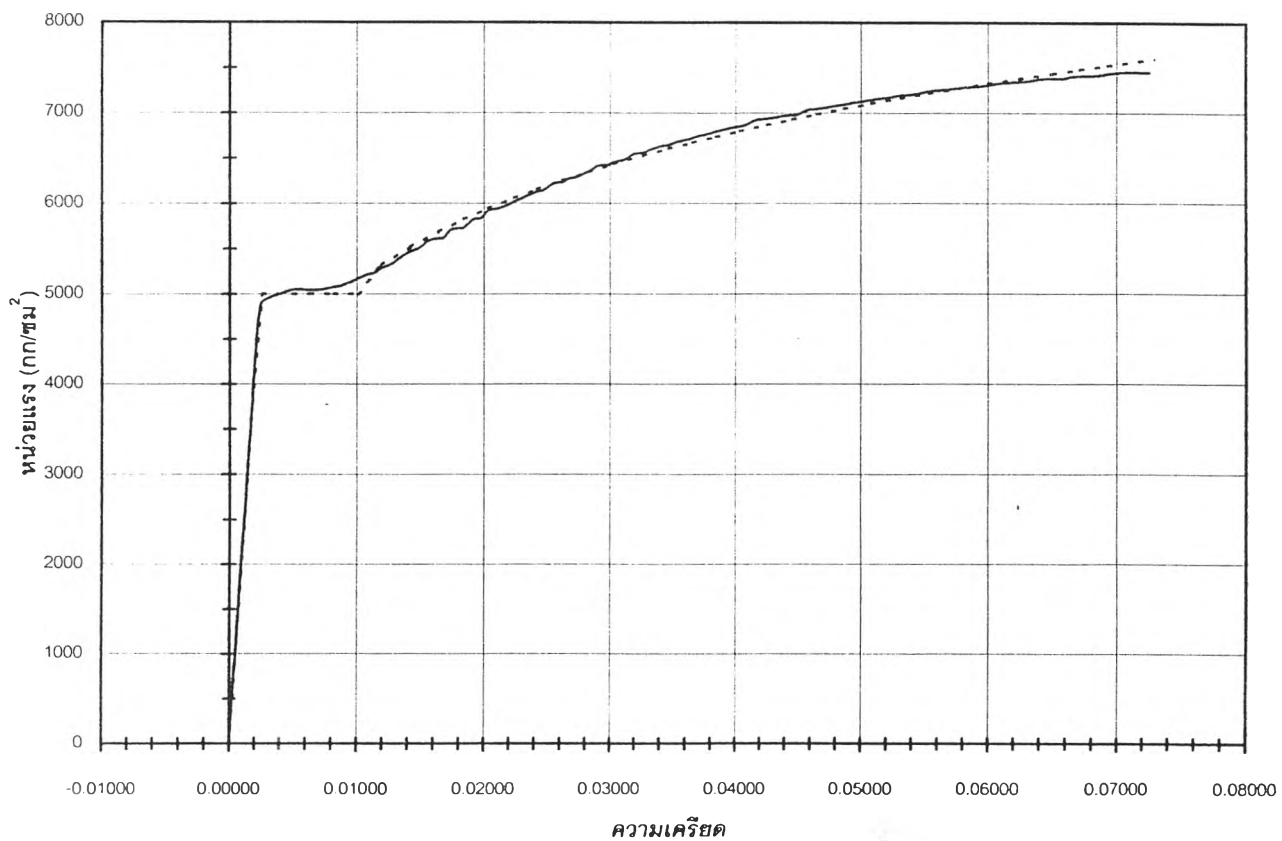
ตัวอย่างทดสอบ 415

รูปที่ 3.12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรง-ความเครียดของตัวอย่างทดสอบ (ต่อ)

ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงและความเครียดของตัวอย่างทดสอบ 312

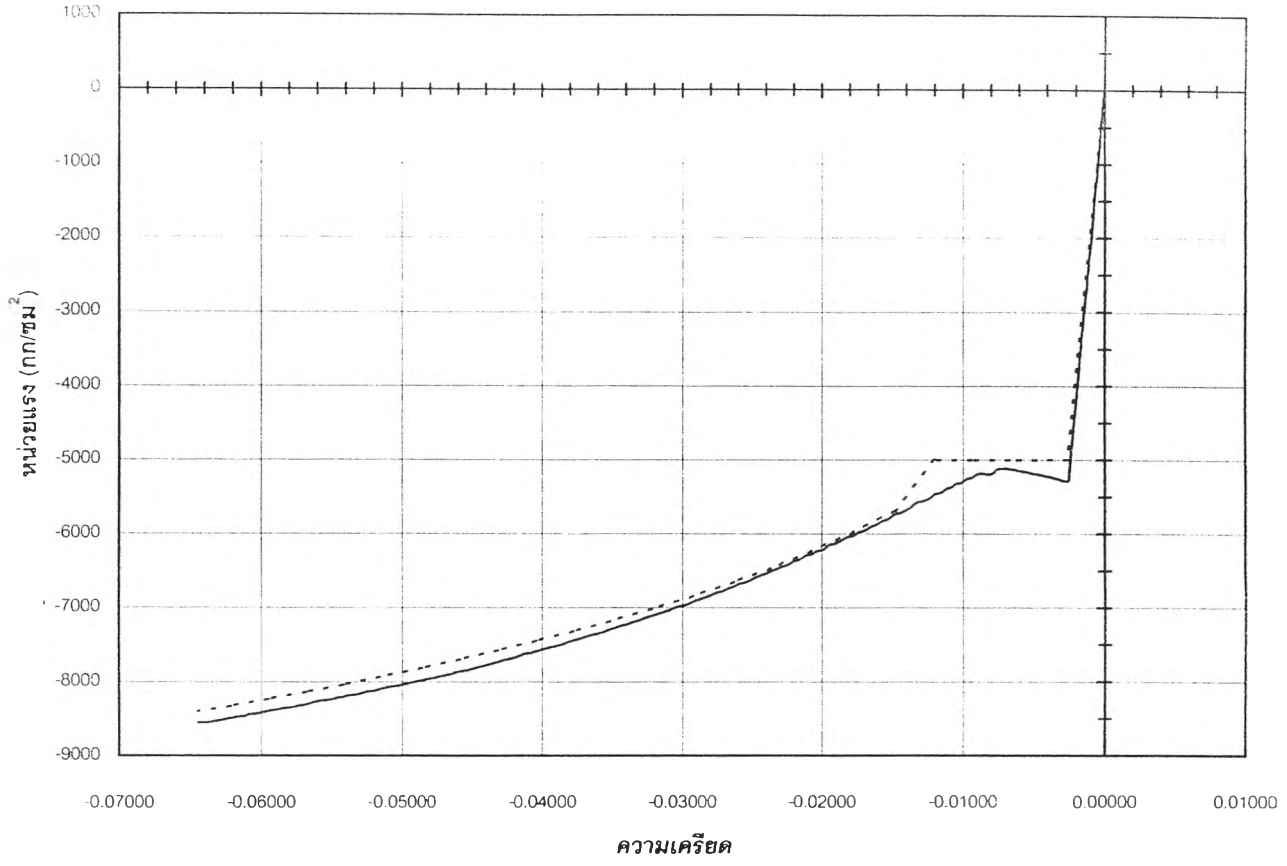


ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงและความเครียดของตัวอย่างทดสอบ 412



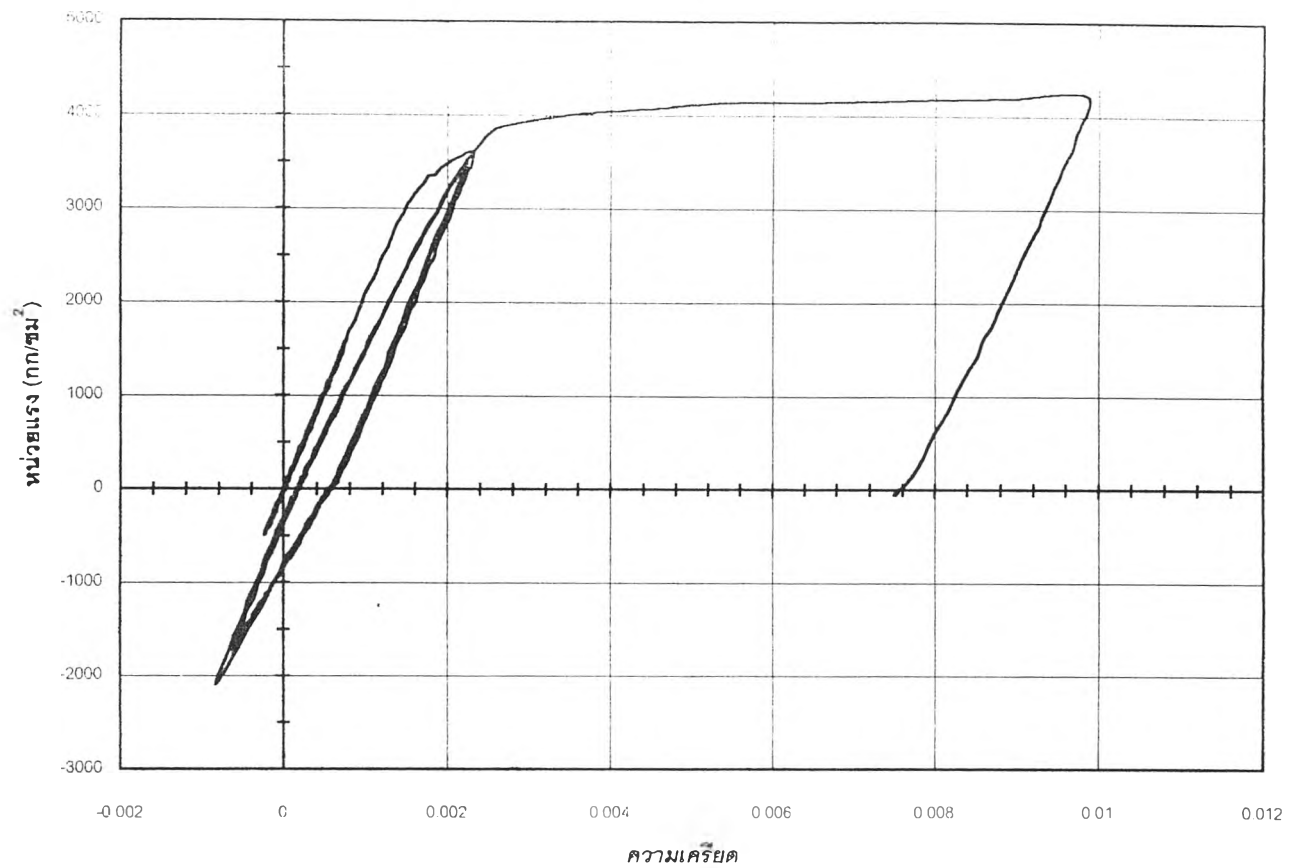
รูปที่ 4.1 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ในช่วงเกิดการแข็งตัวเพิ่มขึ้นระหว่างผลการทดสอบกับแบบจำลอง Ramberg-Osgood

ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงและความเครียดของตัวอย่างทดสอบ 414

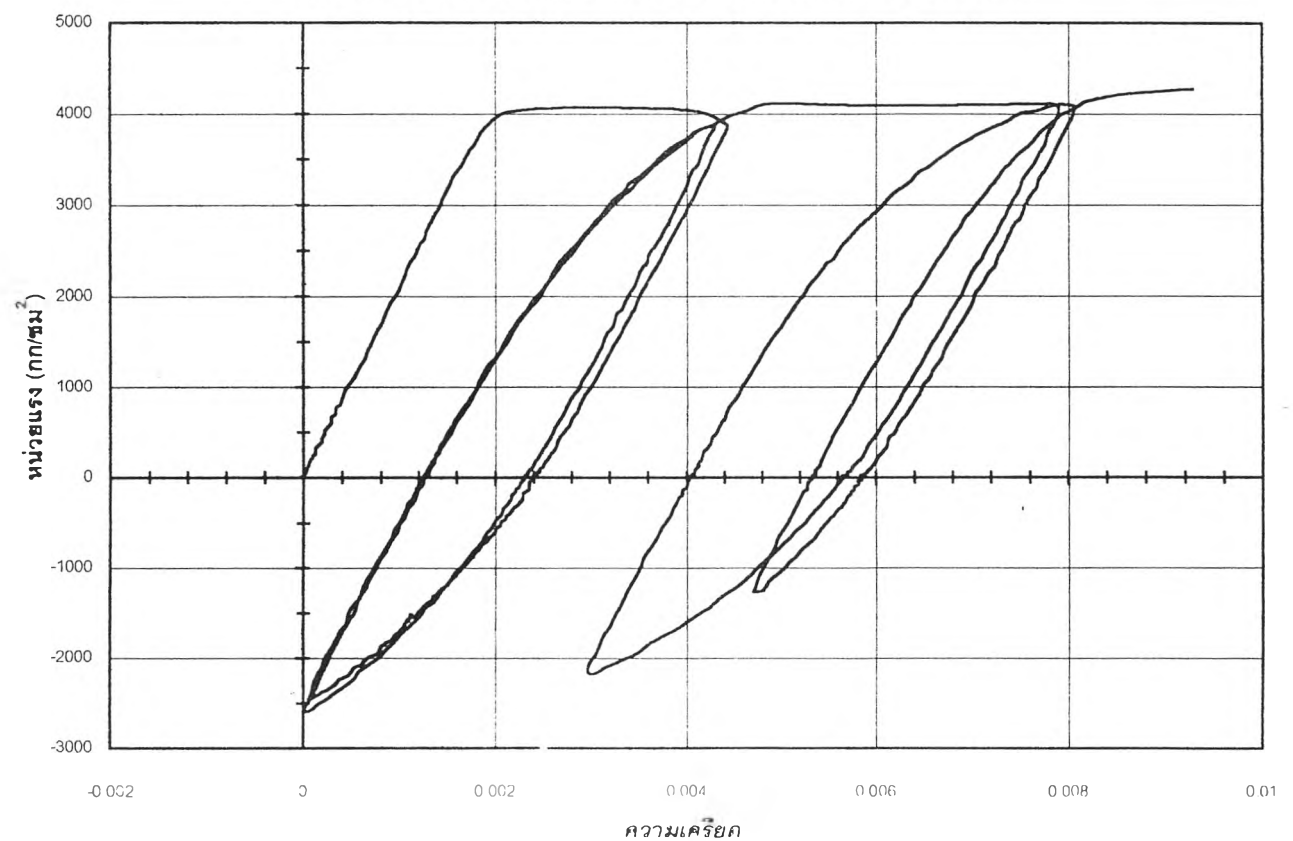


รูปที่ 4.1 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ในช่วงเกิดการแข็งตัวเพิ่มขึ้นระหว่างผลการทดสอบกับแบบจำลอง Ramberg-Osgood (ต่อ)

ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงและความเครียดของตัวอย่างทดสอบ 302

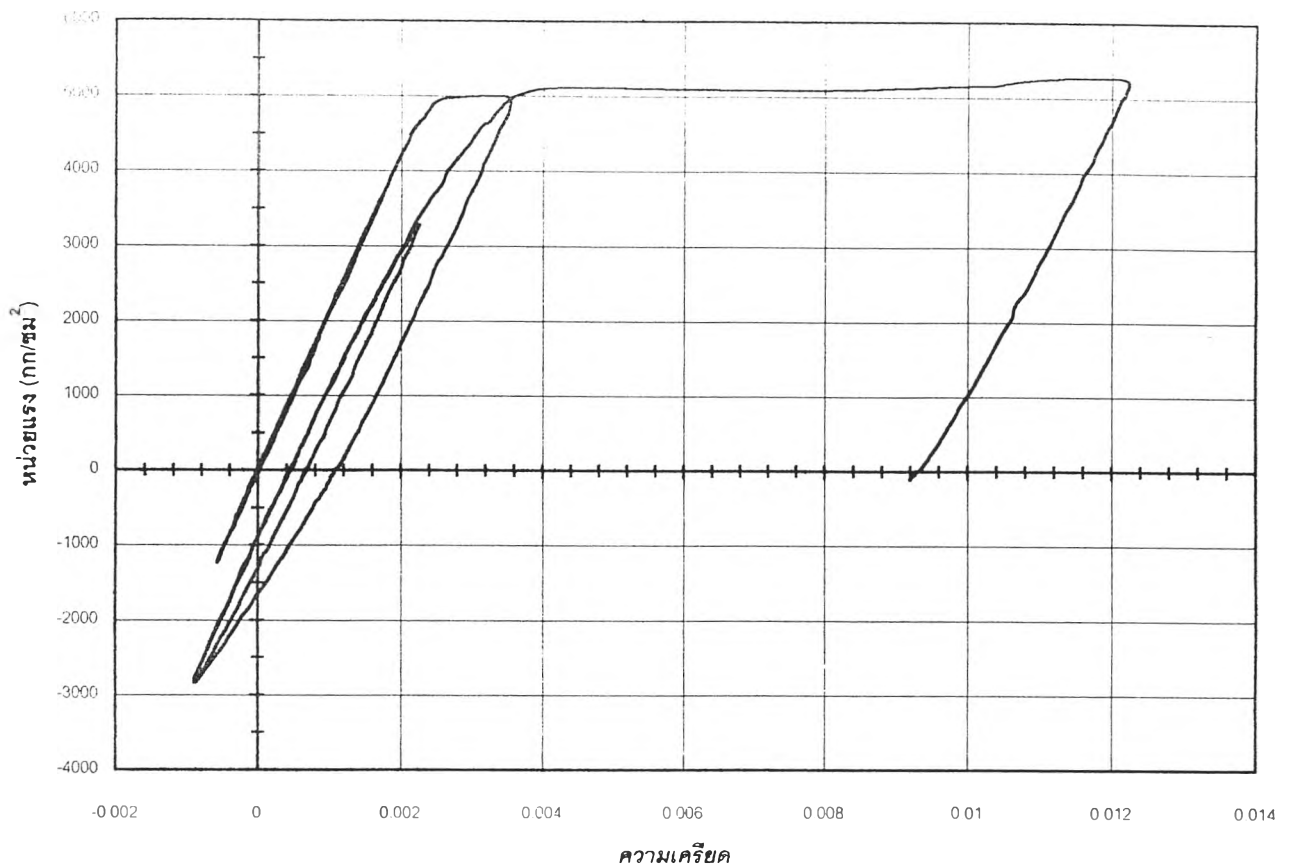


ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงและความเครียดของตัวอย่างทดสอบ 308

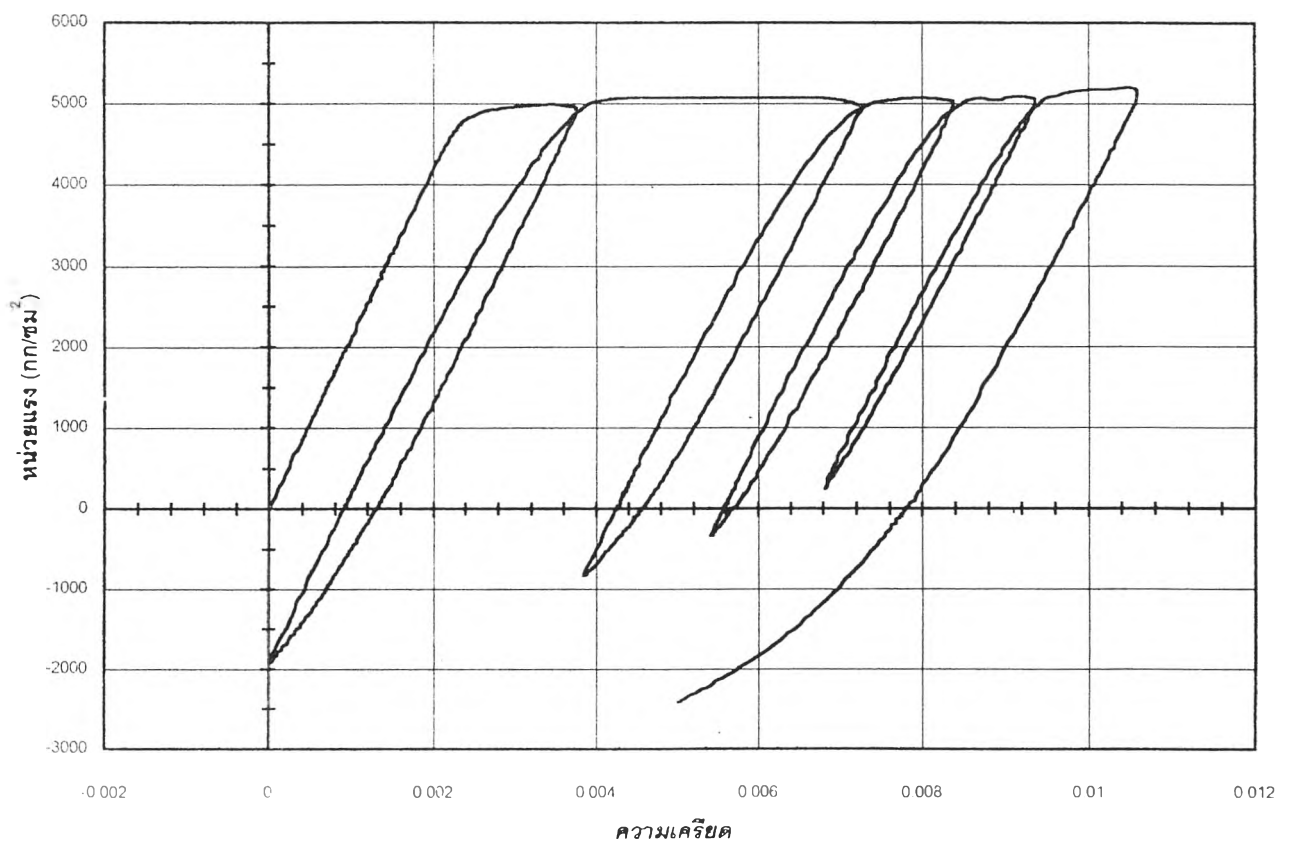


รูปที่ 4.2 แสดงความสัมพันธ์ที่มีจุดเริ่มต้นอยู่ในช่วงเกิดการคลาก (กรณีวงรอบเล็ก)

ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงและความเครียดของตัวอย่างทดสอบ 402

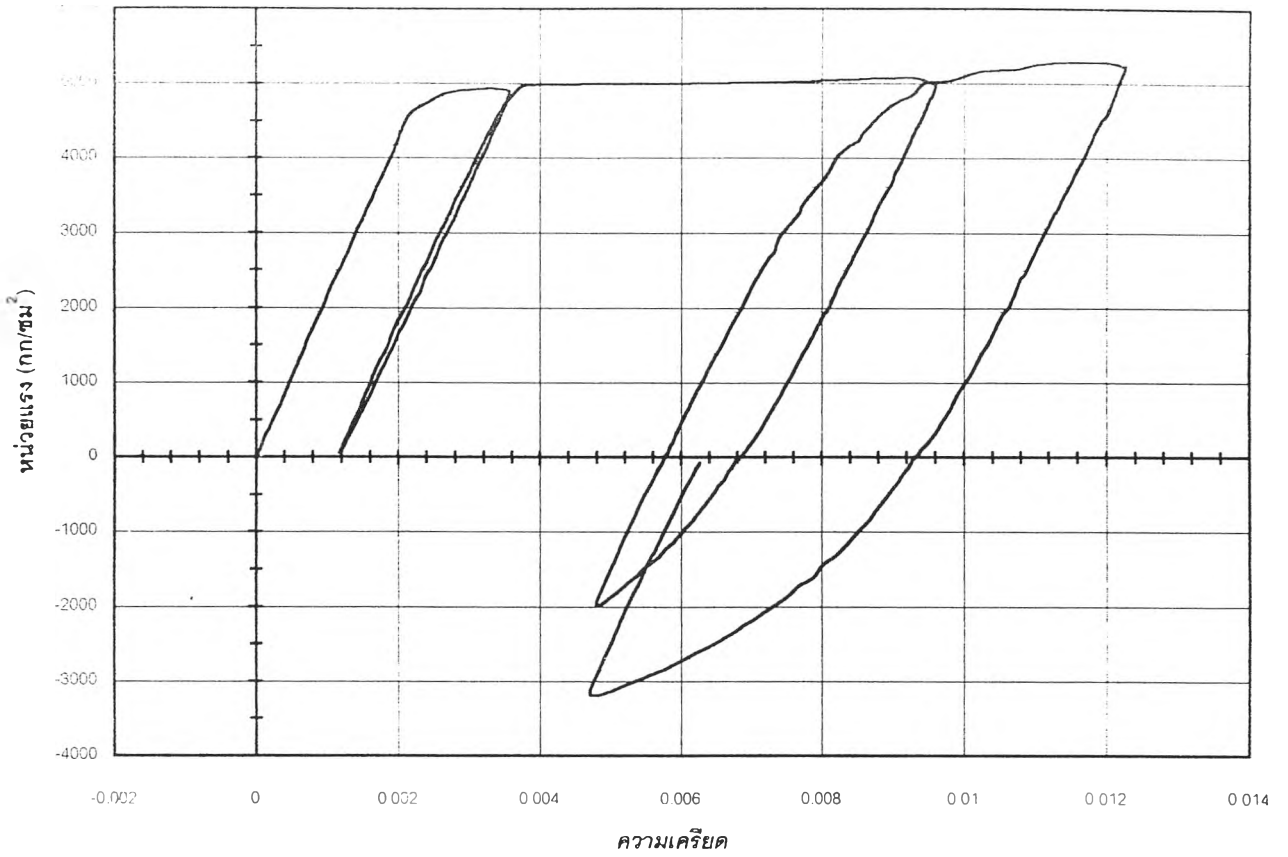


ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงและความเครียดของตัวอย่างทดสอบ 413



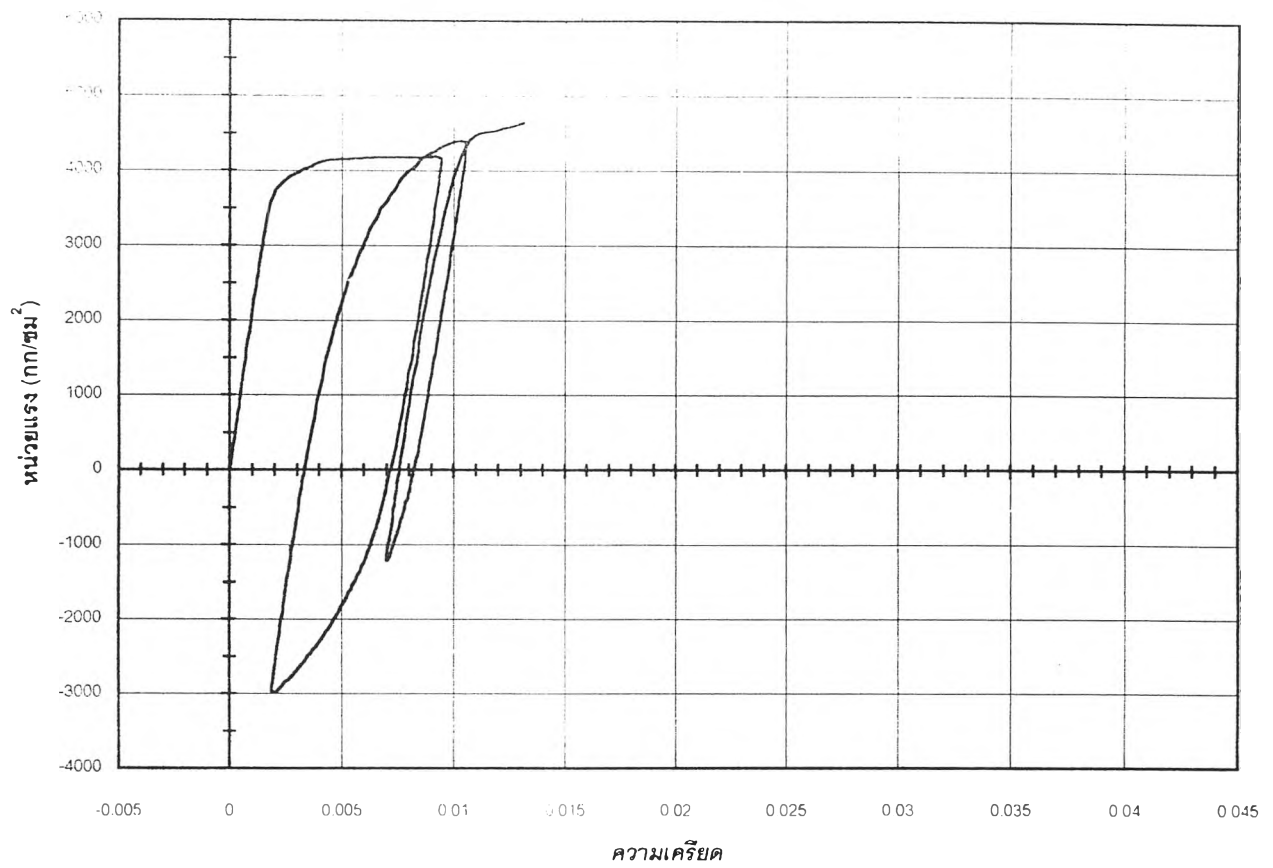
รูปที่ 4.2 แสดงความสัมพันธ์ที่มีจุดเริ่มต้นอยู่ในช่วงเกิดการคลาก (กรณีวงรอบเล็ก) (ต่อ)

ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงและความเครียดของตัวอย่างทดสอบ 415

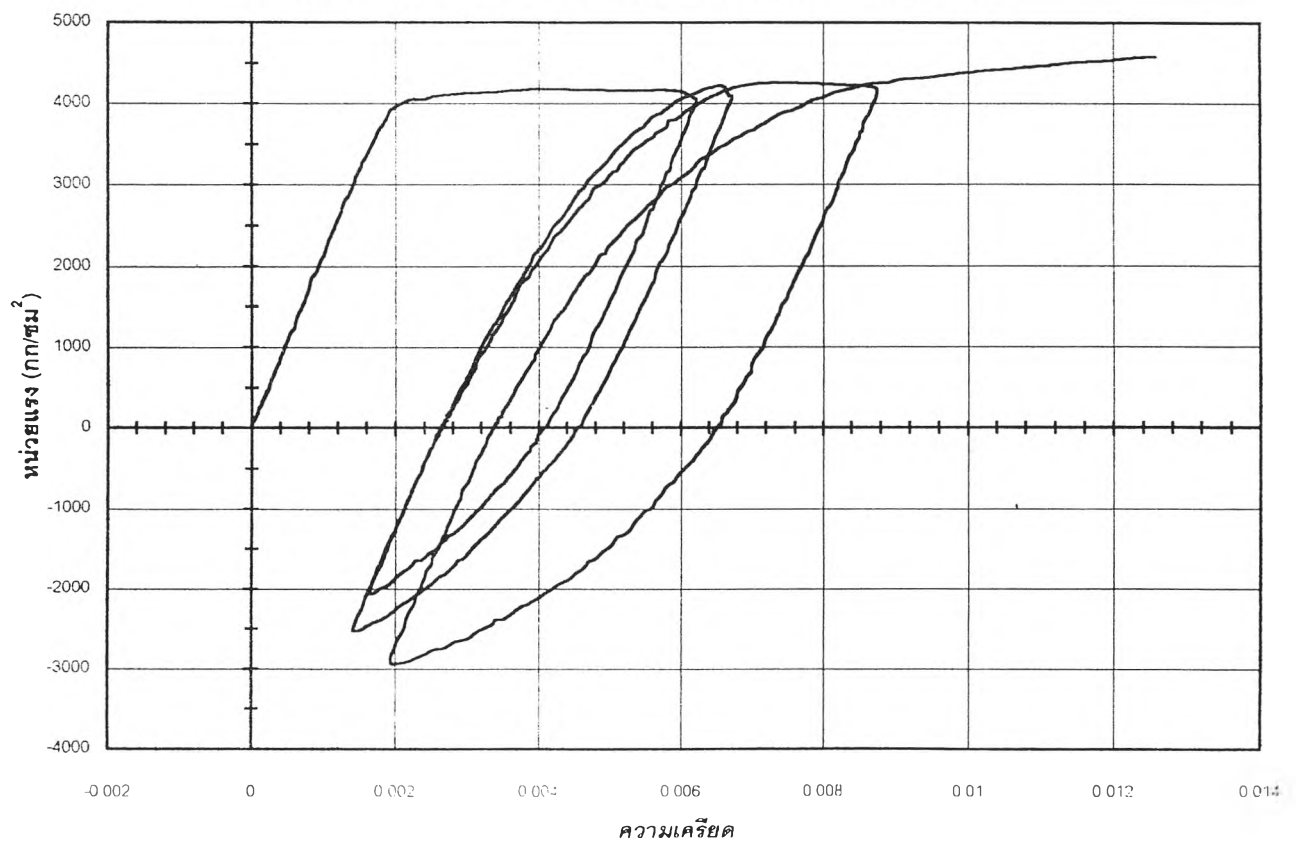


รูปที่ 4.2 แสดงรอบความสัมพันธ์ที่มีจุดเริ่มต้นอยู่ในช่วงเกิดการคลาก (กรณีวงรอบเล็ก) (ต่อ)

ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงและความเครียดของตัวอย่างทดสอบ 303

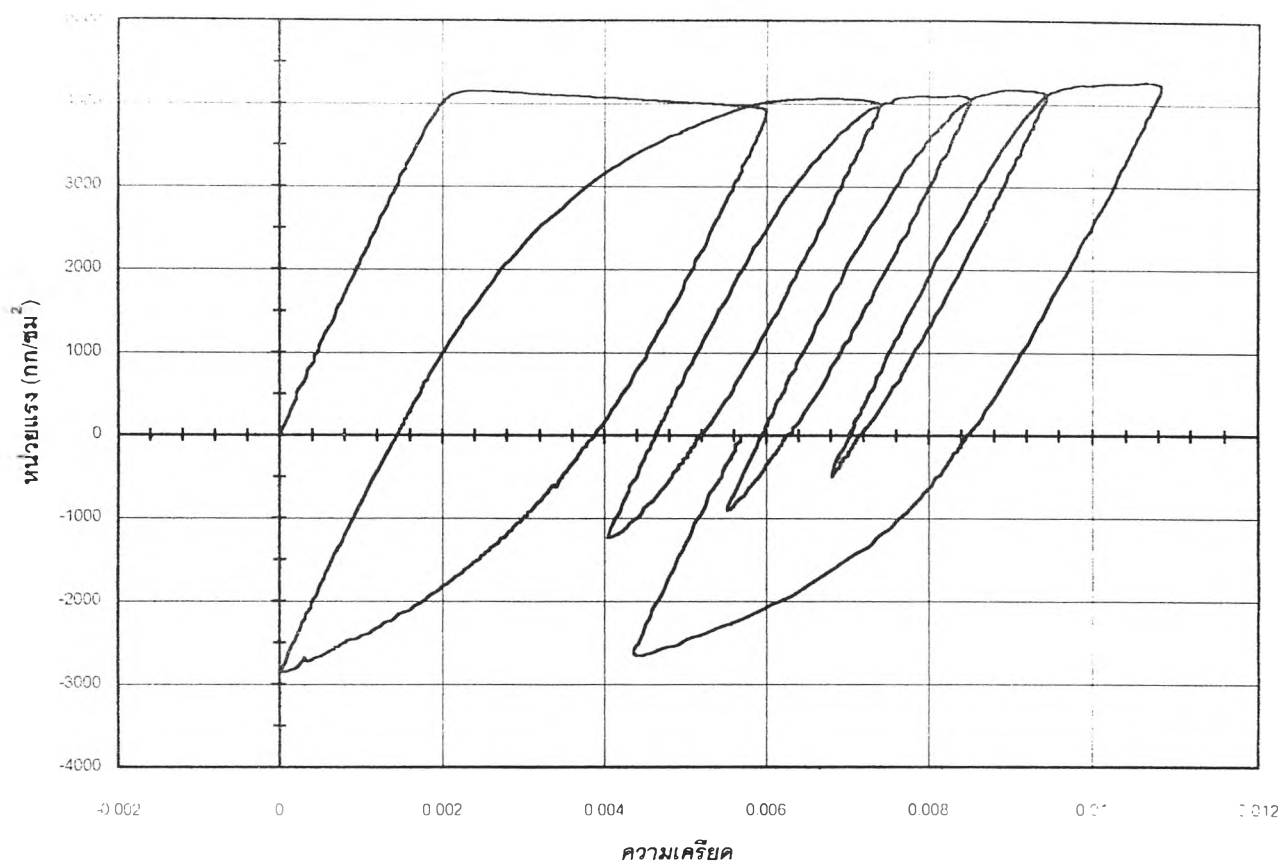


ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงและความเครียดของตัวอย่างทดสอบ 304

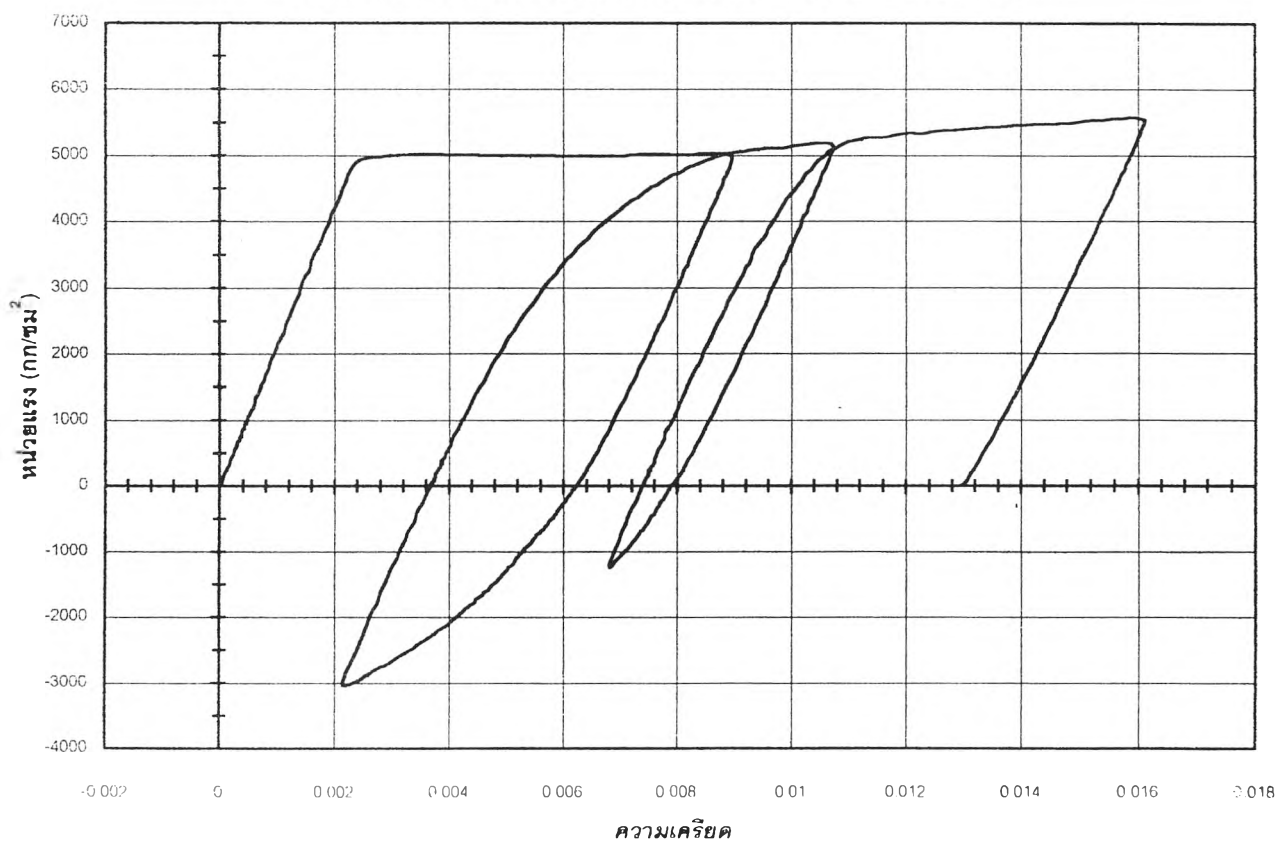


รูปที่ 4.3 แสดงรอบความสัมพันธ์ที่มีจุดเริ่มต้นอยู่ในช่วงเกิดการคลาก (กรณีวงรอบใหญ่)

ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงและความเครียดของตัวอย่างทดสอบ 313

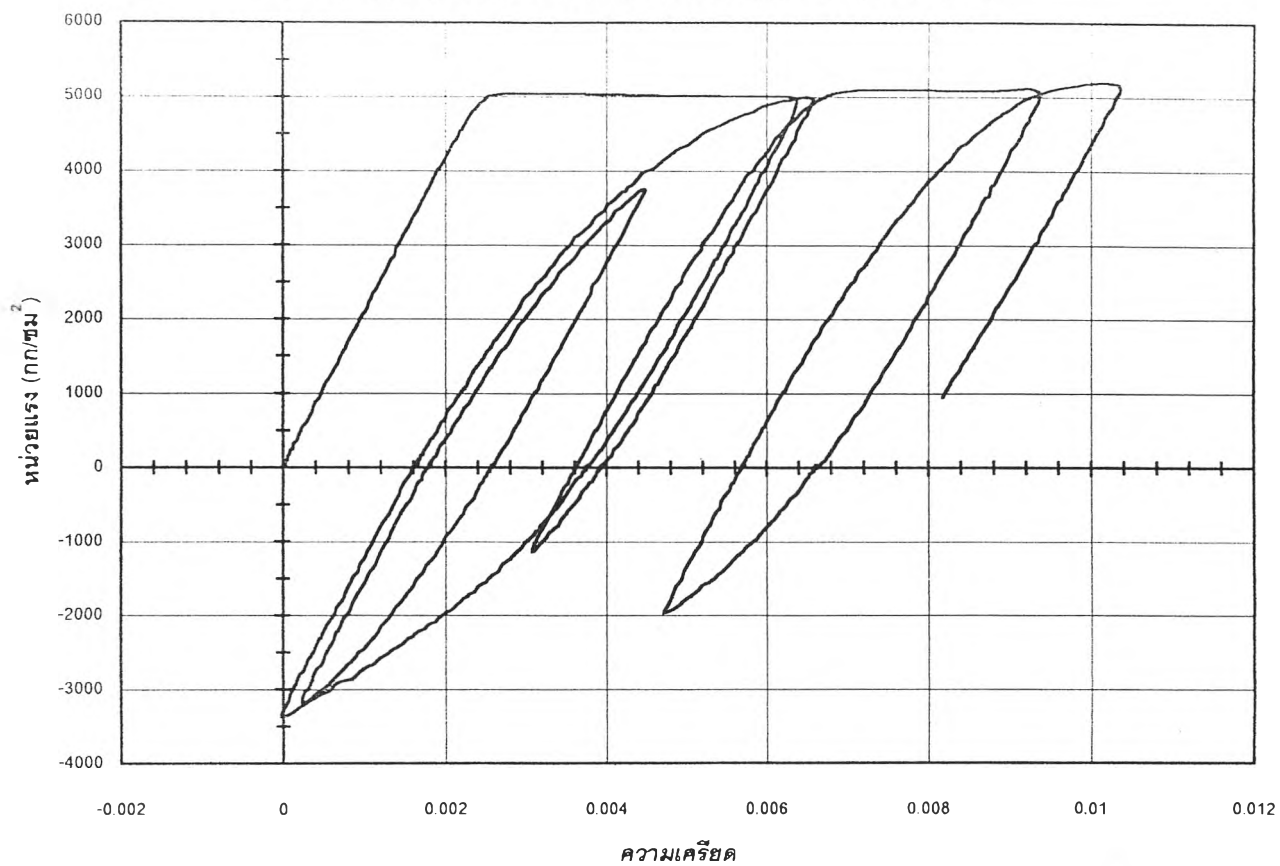


ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงและความเครียดของตัวอย่างทดสอบ 403

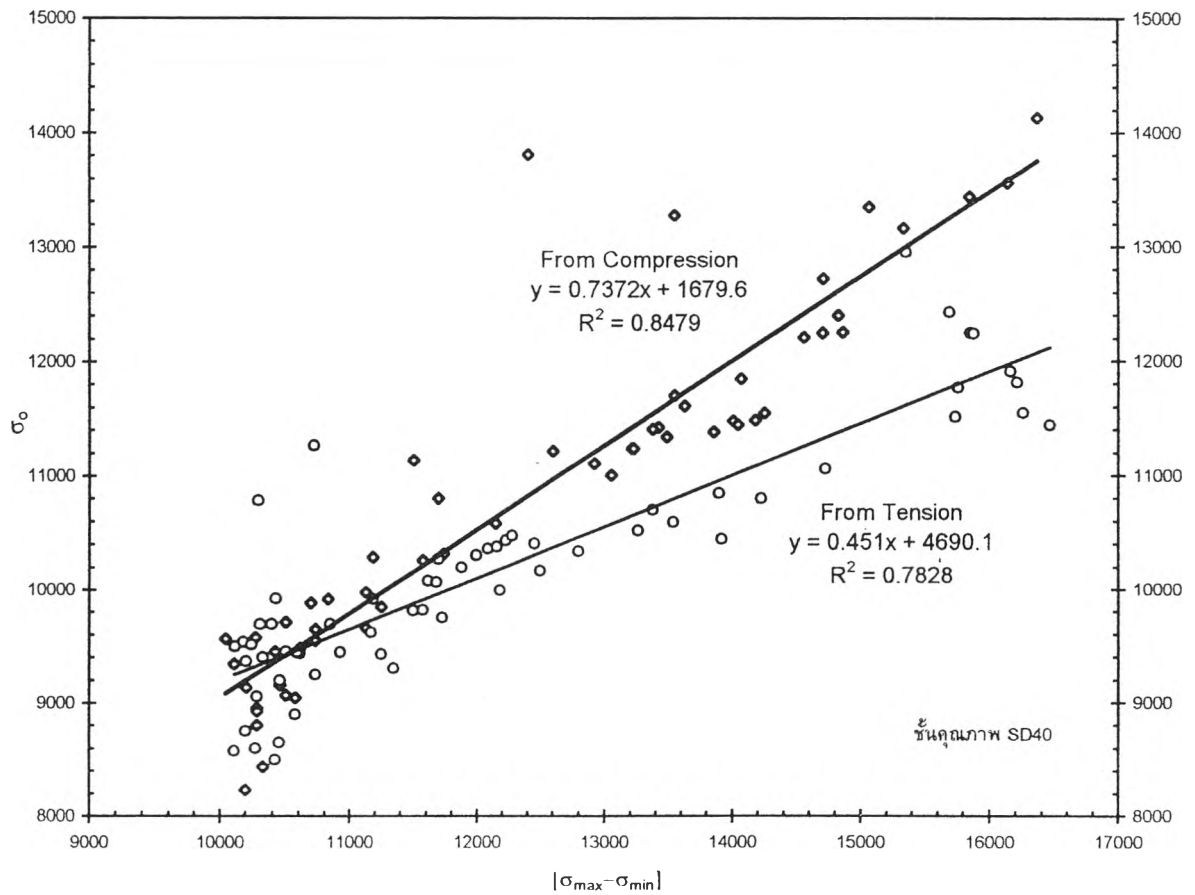
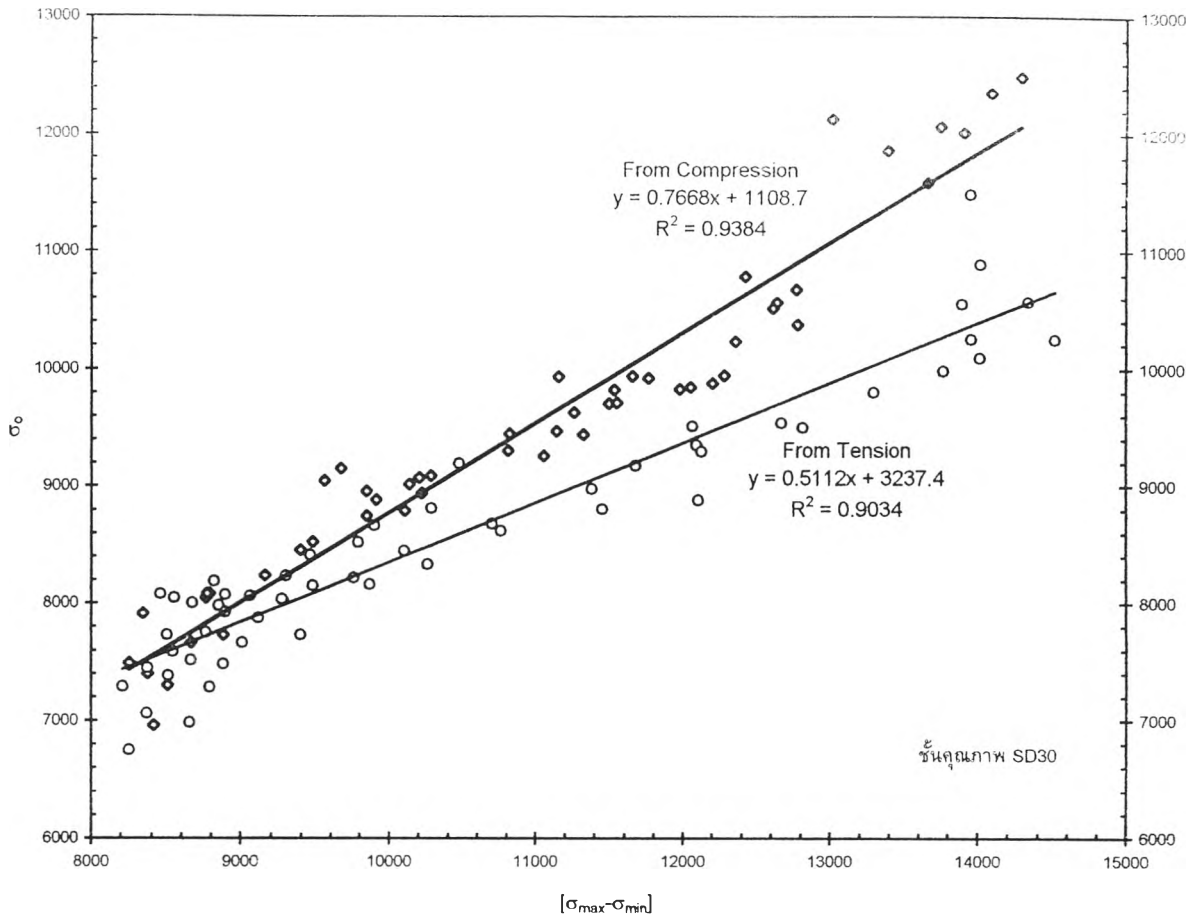


รูปที่ 4.3 แสดงรอบความสัมพันธ์ที่มีจุดเริ่มต้นอยู่ในช่วงเกิดการคลาก (กรณีวงรอบใหญ่) (ต่อ)

ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงและความเครียดของตัวอย่างทดสอบ 408

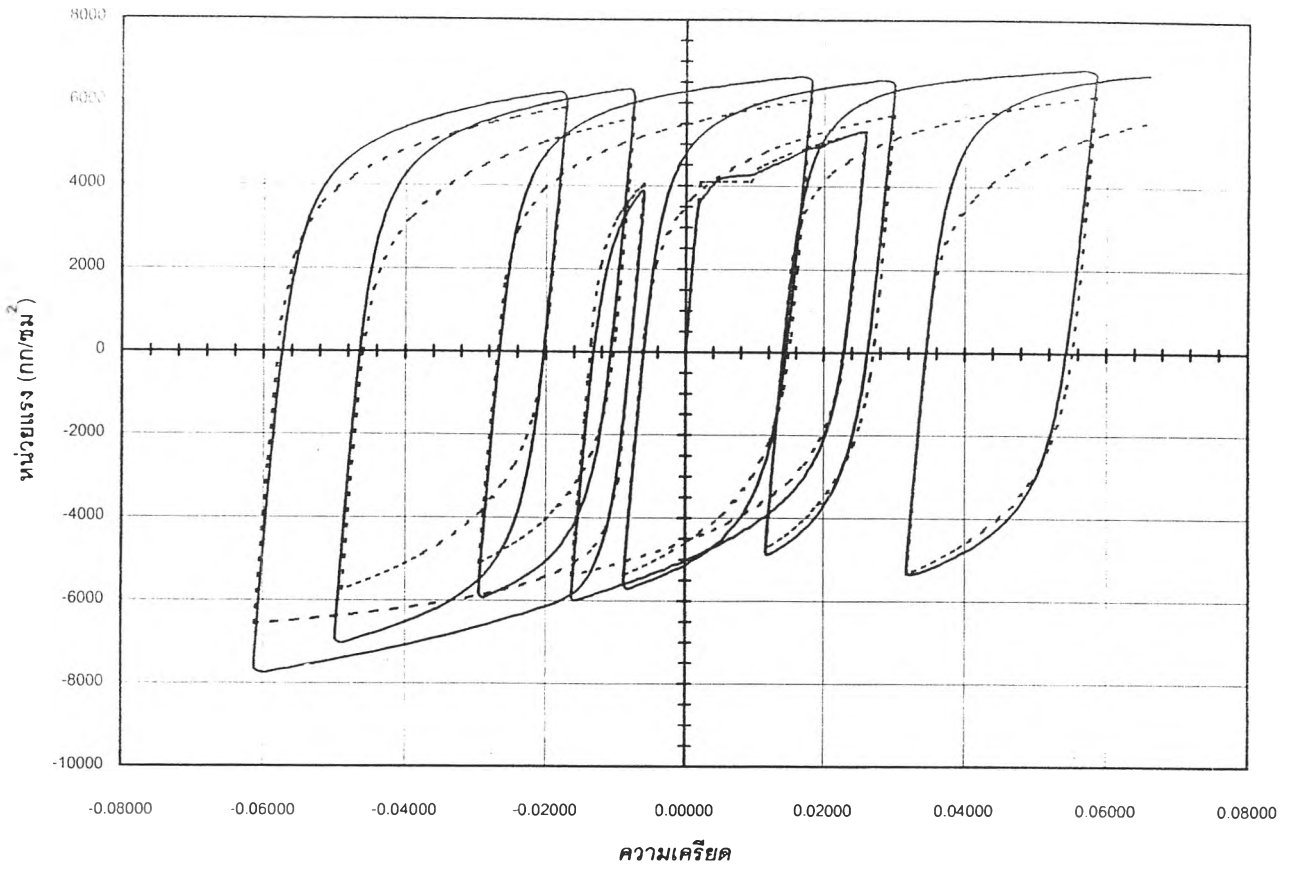


รูปที่ 4.3 แสดงรอบความสัมพันธ์ที่มีจุดเริ่มต้นอยู่ในช่วงเกิดการคลาก (กรณีวงรอบใหญ่) (ต่อ)

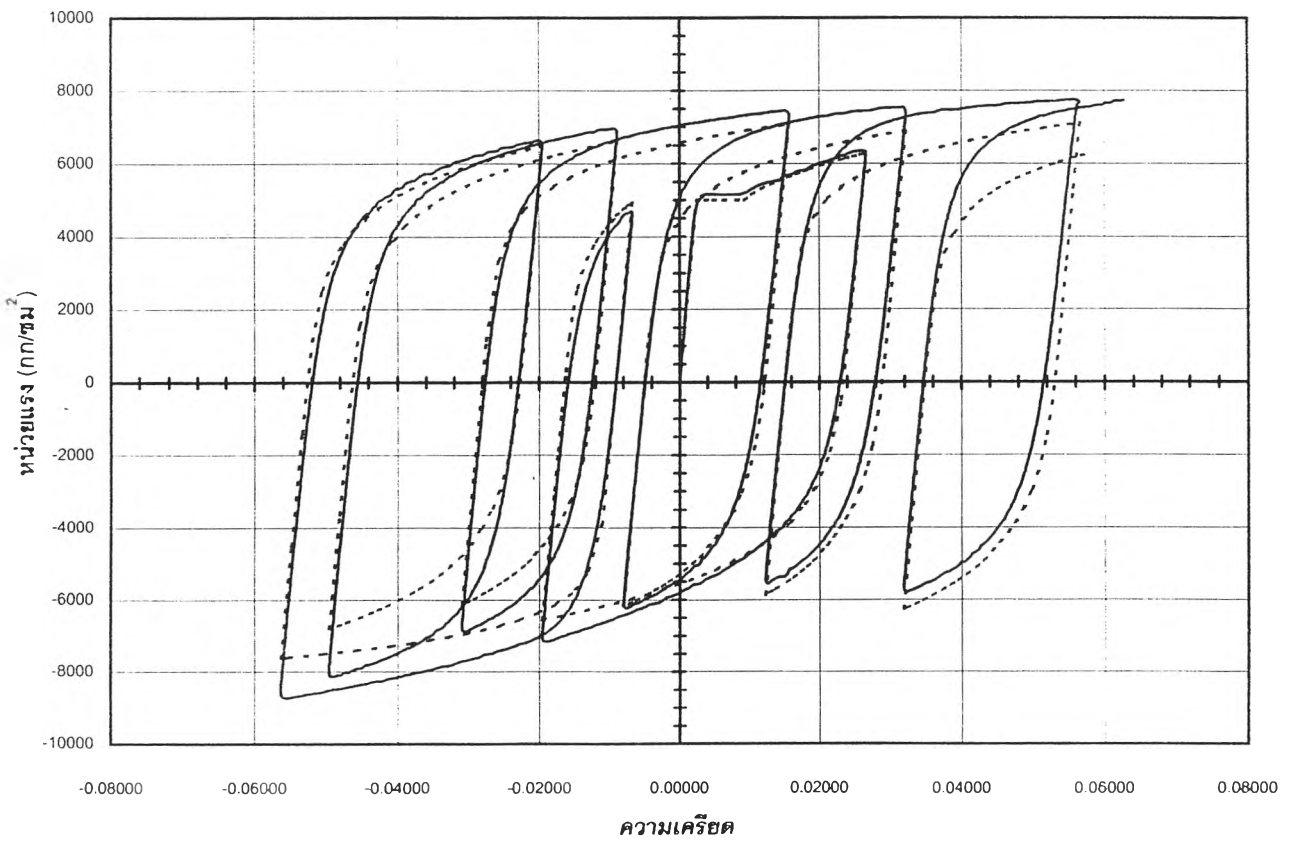


รูปที่ 4.4 ความสัมพันธ์ระหว่าง σ_0 และ $\sigma_{\max} - \sigma_{\min}$ จากผลการทดสอบ

ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงและความเครียดของตัวอย่างทดสอบ 301



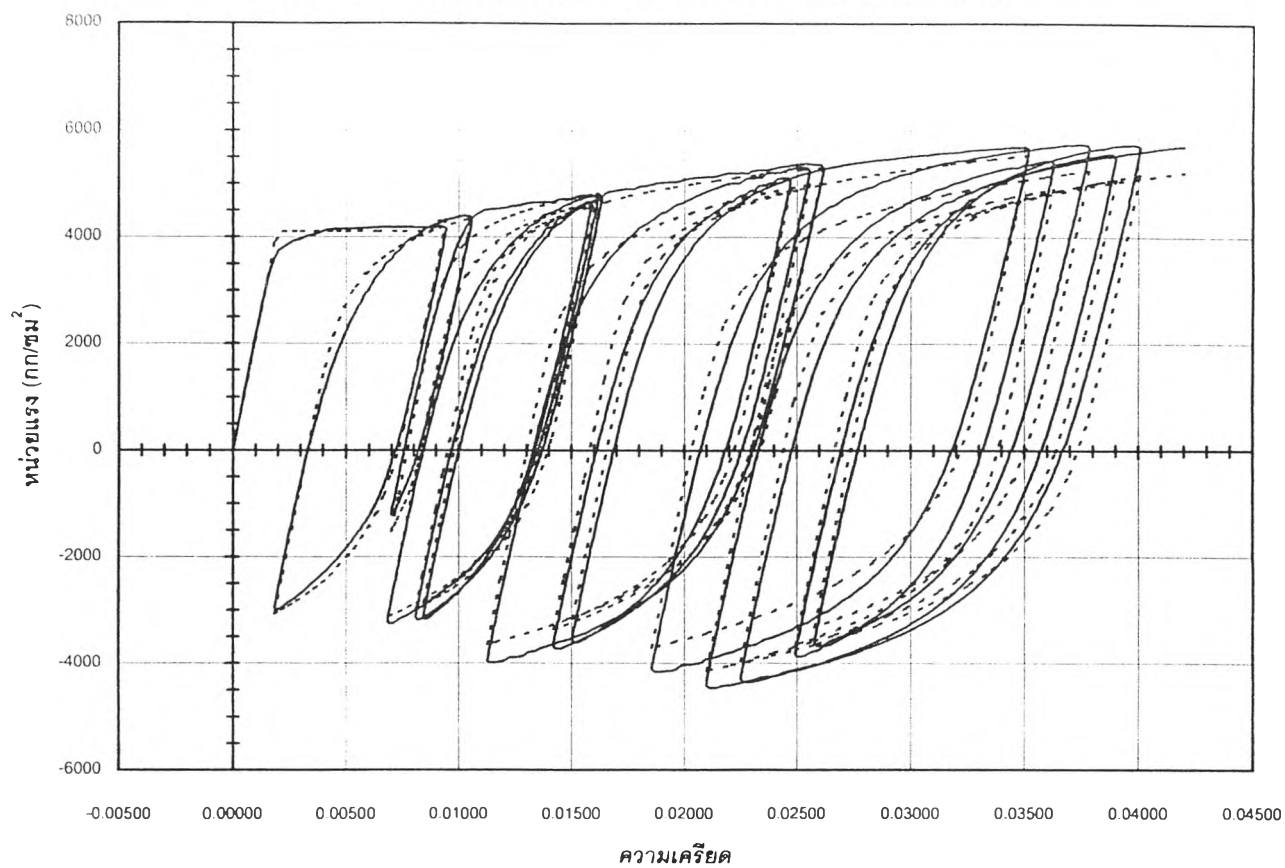
ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงและความเครียดของตัวอย่างทดสอบ 401



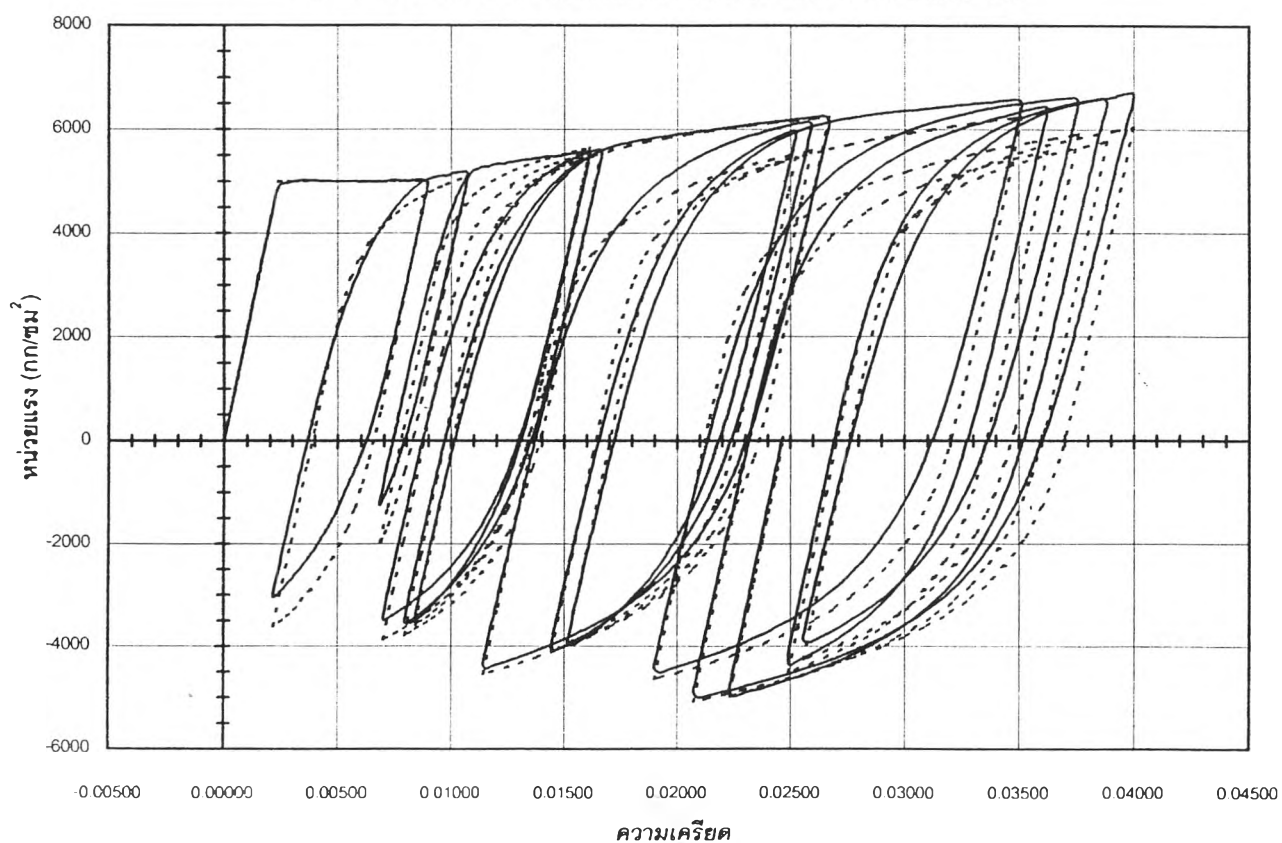
รูปที่ 4.5 เปรียบเทียบผลการทดสอบกับแบบจำลอง Ramberg-Osgood

ต้นฉบับ หน้าขาดหาย

ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงและความเครียดของตัวอย่างทดสอบ 303

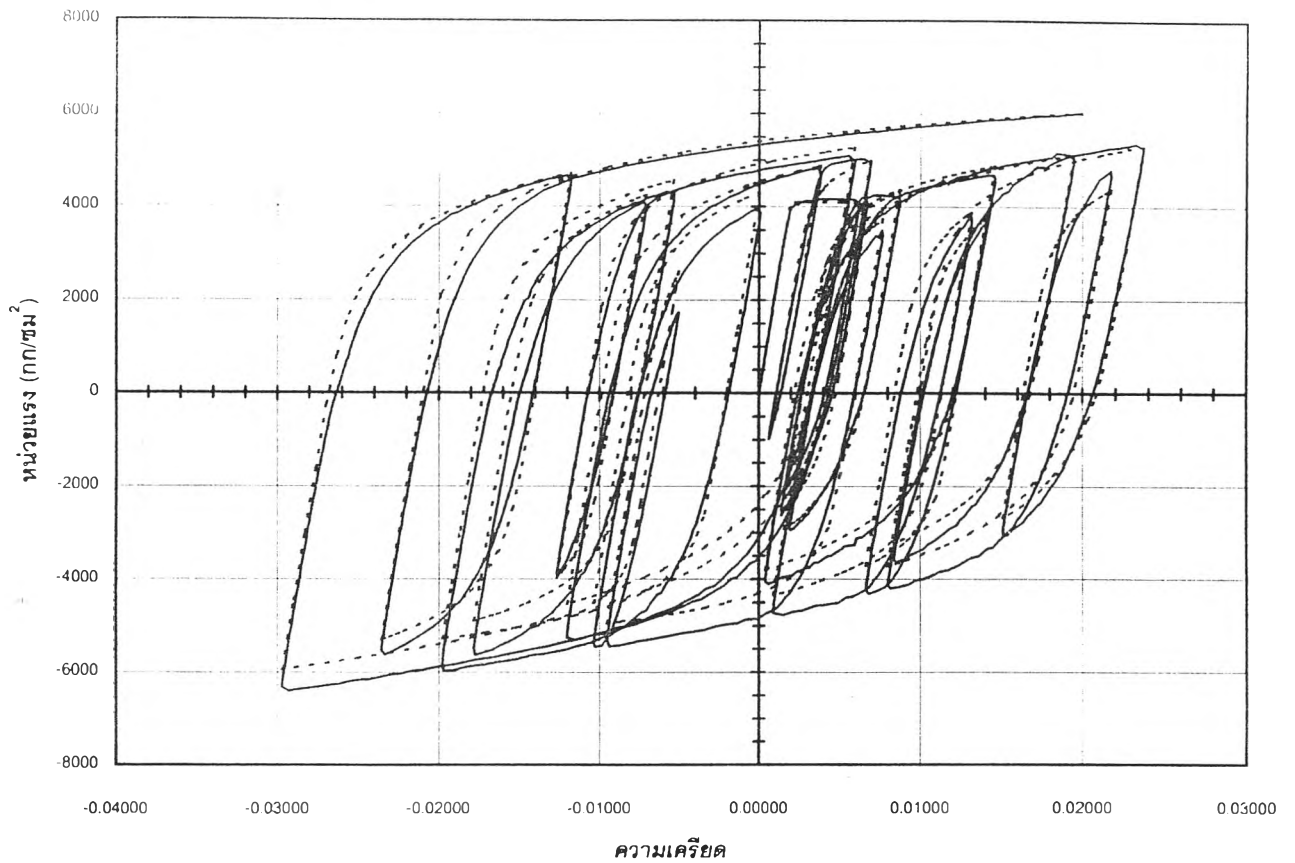


ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงและความเครียดของตัวอย่างทดสอบ 403

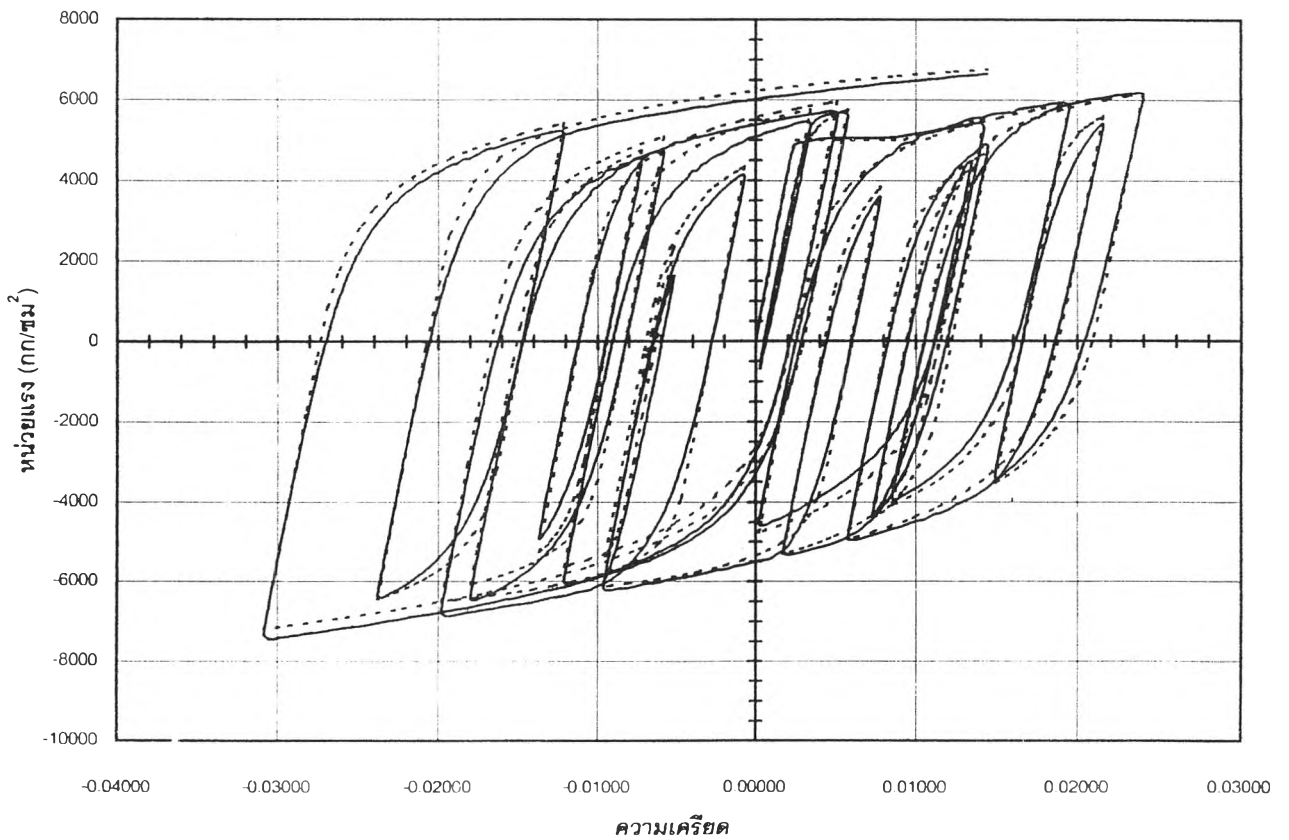


รูปที่ 4.5 เปรียบเทียบผลการทดสอบกับแบบจำลอง Ramberg-Osgood (ต่อ)

ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงและความเครียดของตัวอย่างทดสอบ 304

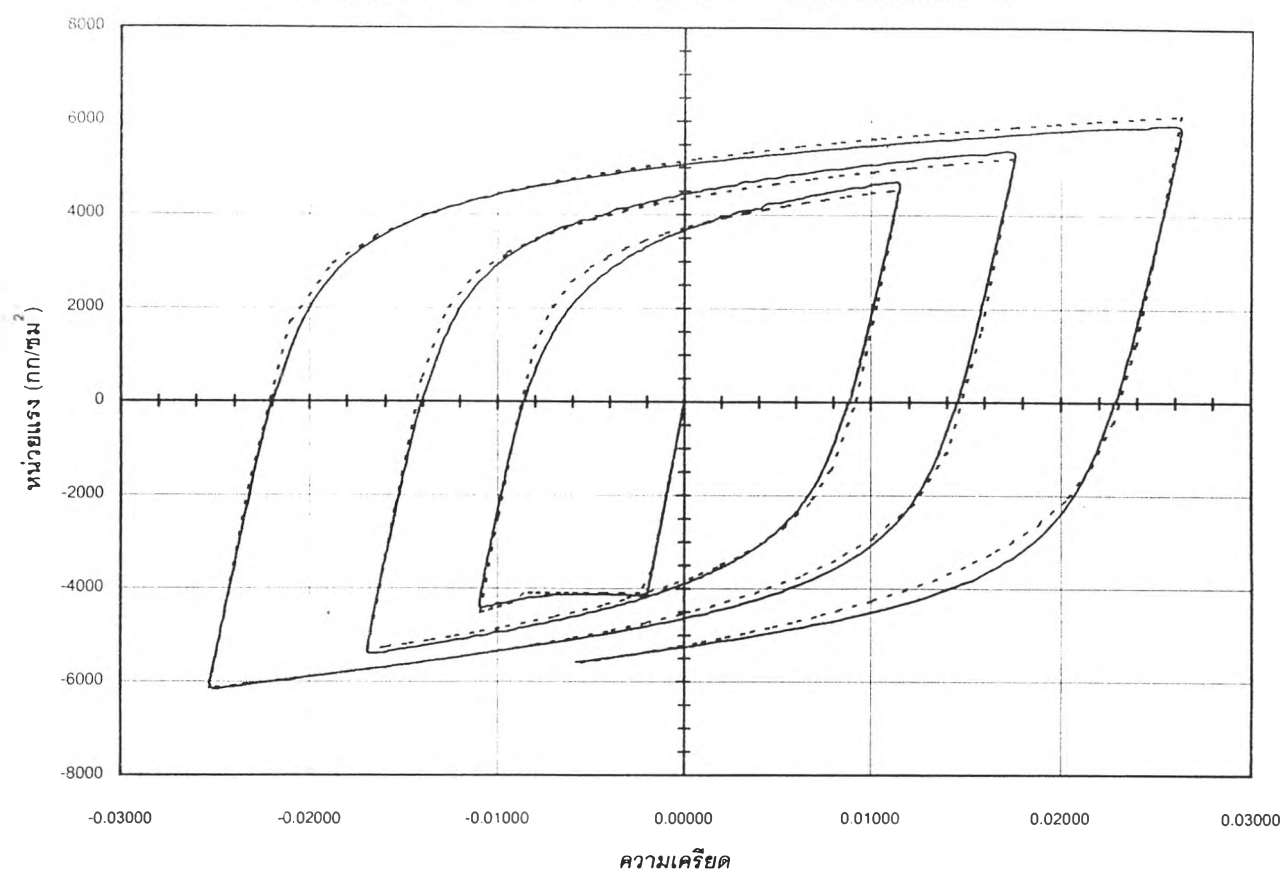


ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงและความเครียดของตัวอย่างทดสอบ 404

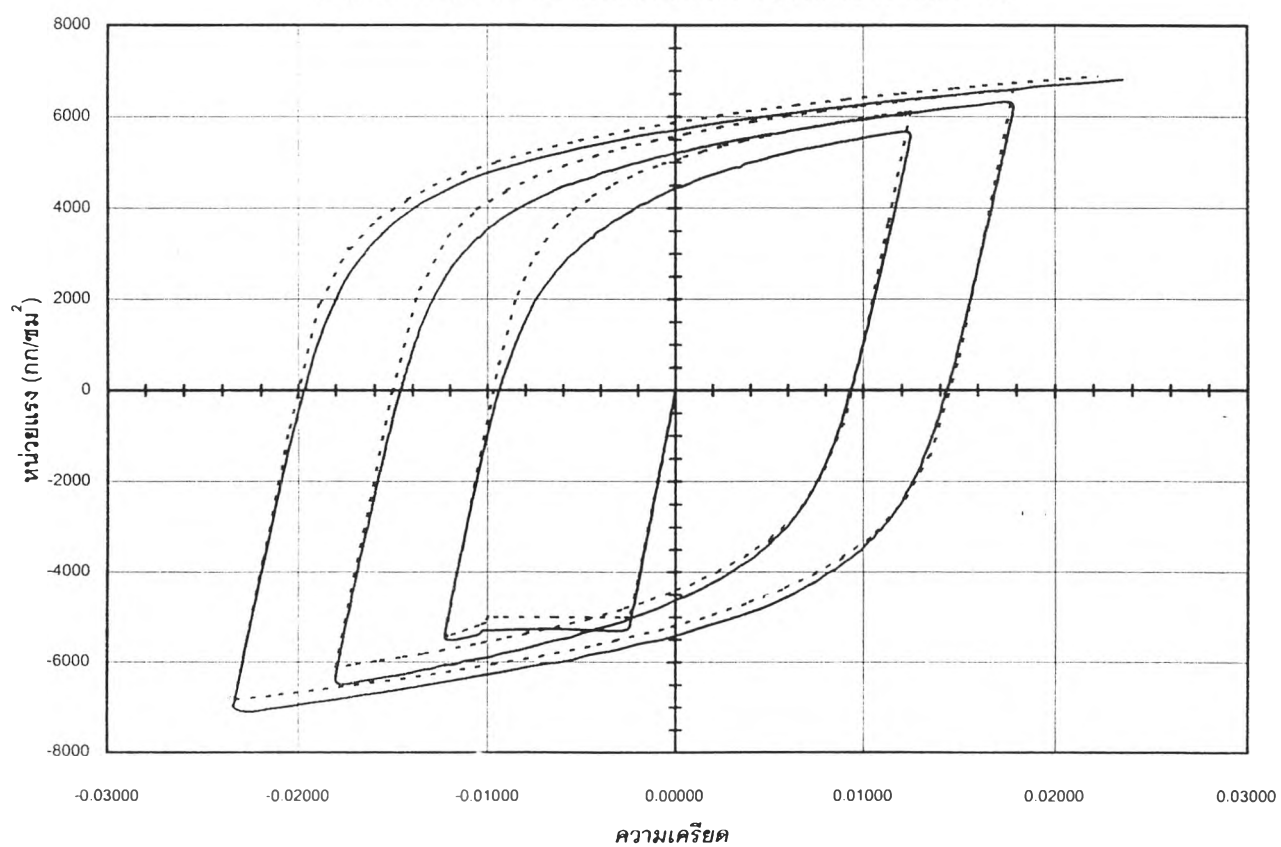


รูปที่ 4.5 เปรียบเทียบผลการทดสอบกับแบบจำลอง Ramberg-Osgood (ต่อ)

ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงและความเครียดของตัวอย่างทดสอบ 305

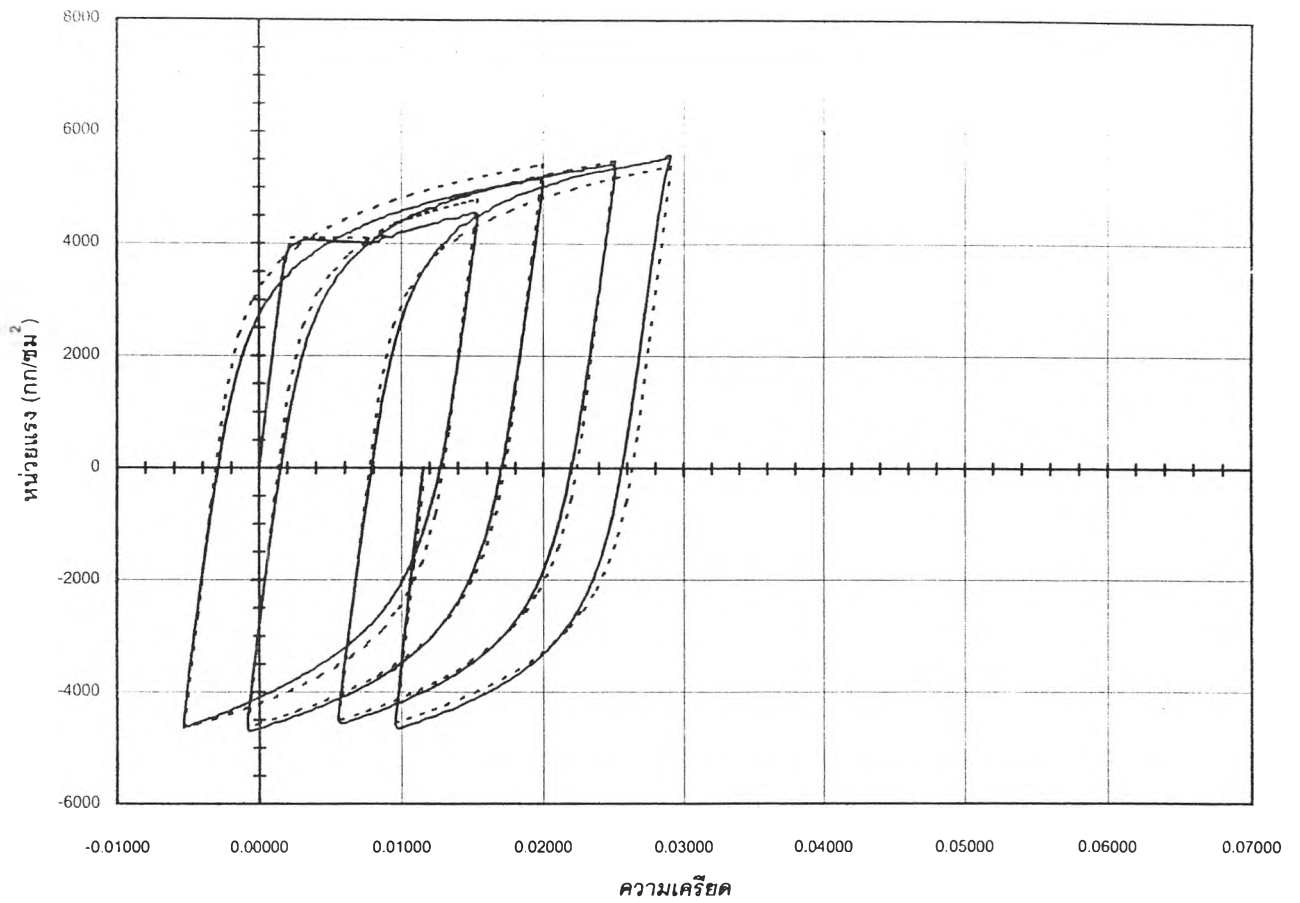


ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงและความเครียดของตัวอย่างทดสอบ 405

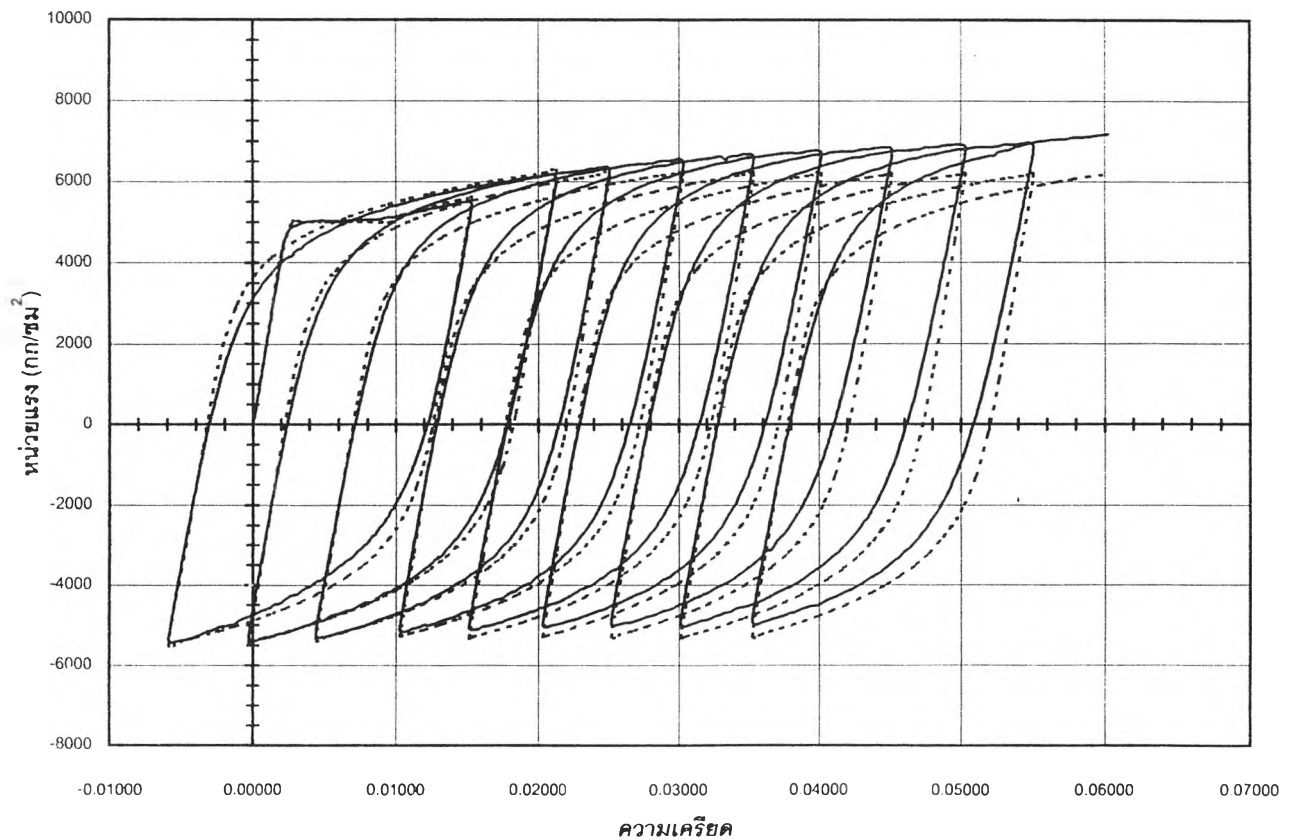


รูปที่ 4.5 เปรียบเทียบผลการทดสอบกับแบบจำลอง Ramberg-Osgood (ต่อ)

ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงและความเครียดของตัวอย่างทดสอบ 306

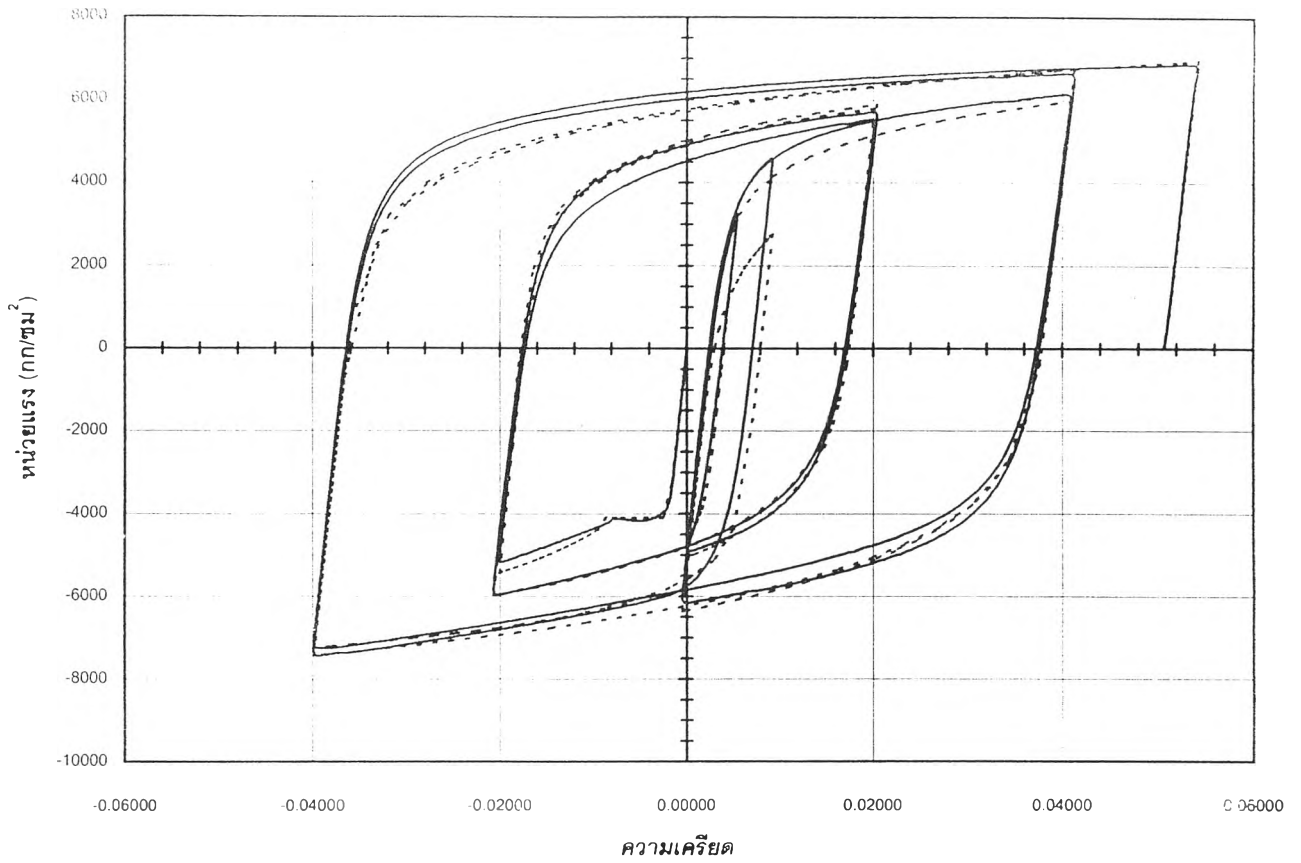


ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงและความเครียดของตัวอย่างทดสอบ 406

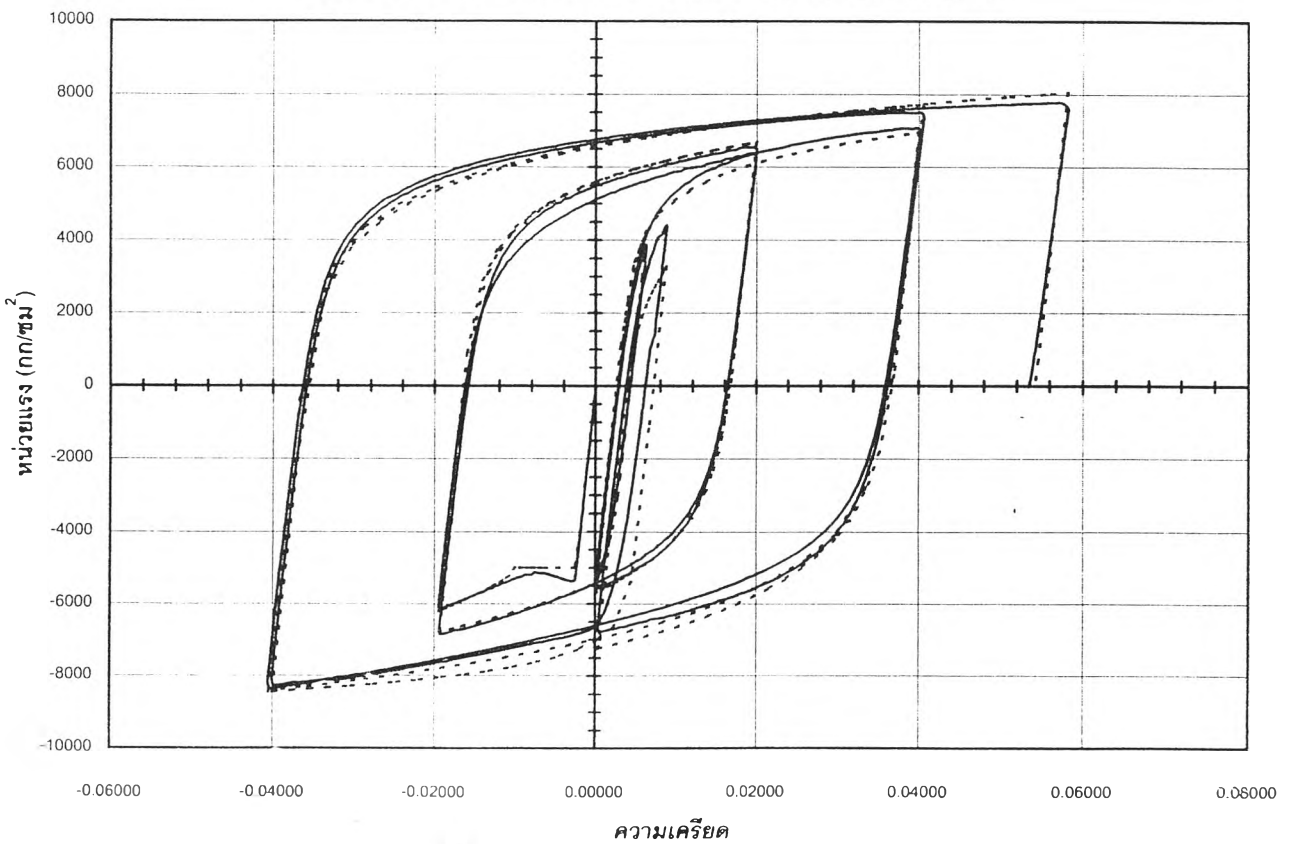


รูปที่ 4.5 เปรียบเทียบผลการทดสอบกับแบบจำลอง Ramberg-Osgood (ต่อ)

ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงและความเครียดของตัวอย่างทดสอบ 307

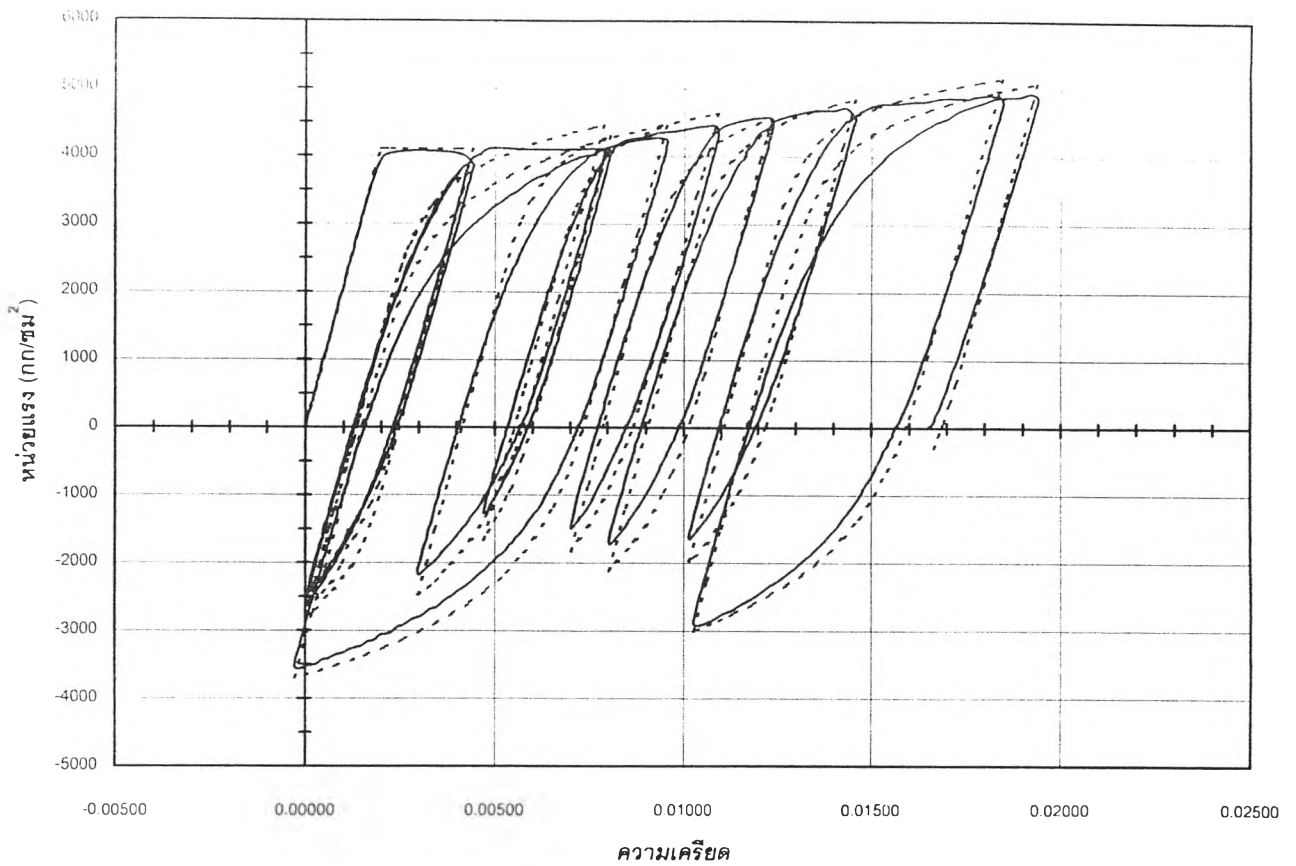


ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงและความเครียดของตัวอย่างทดสอบ 407

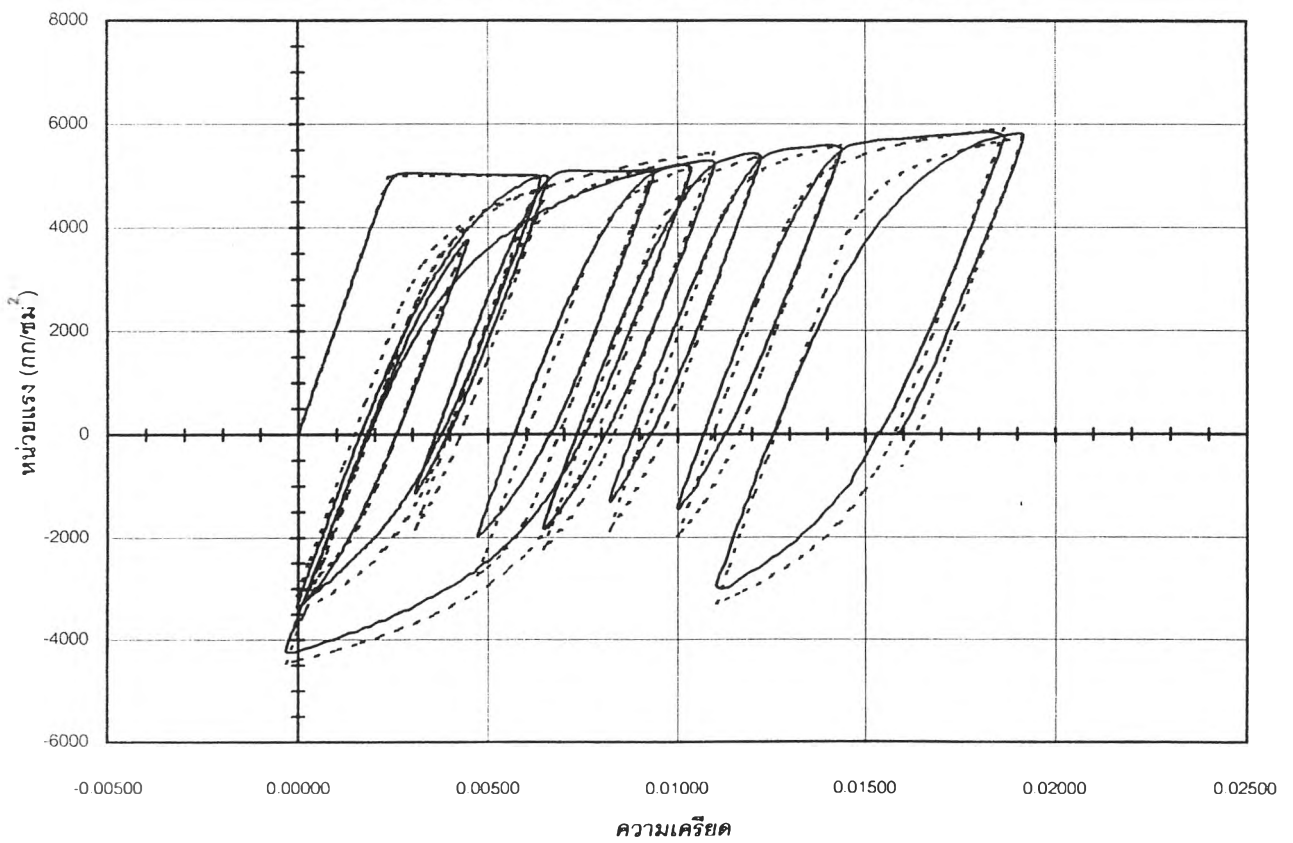


รูปที่ 4.5 เปรียบเทียบผลการทดสอบกับแบบจำลอง Ramberg-Osgood (ต่อ)

ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงและความเครียดของตัวอย่างทดสอบ 308

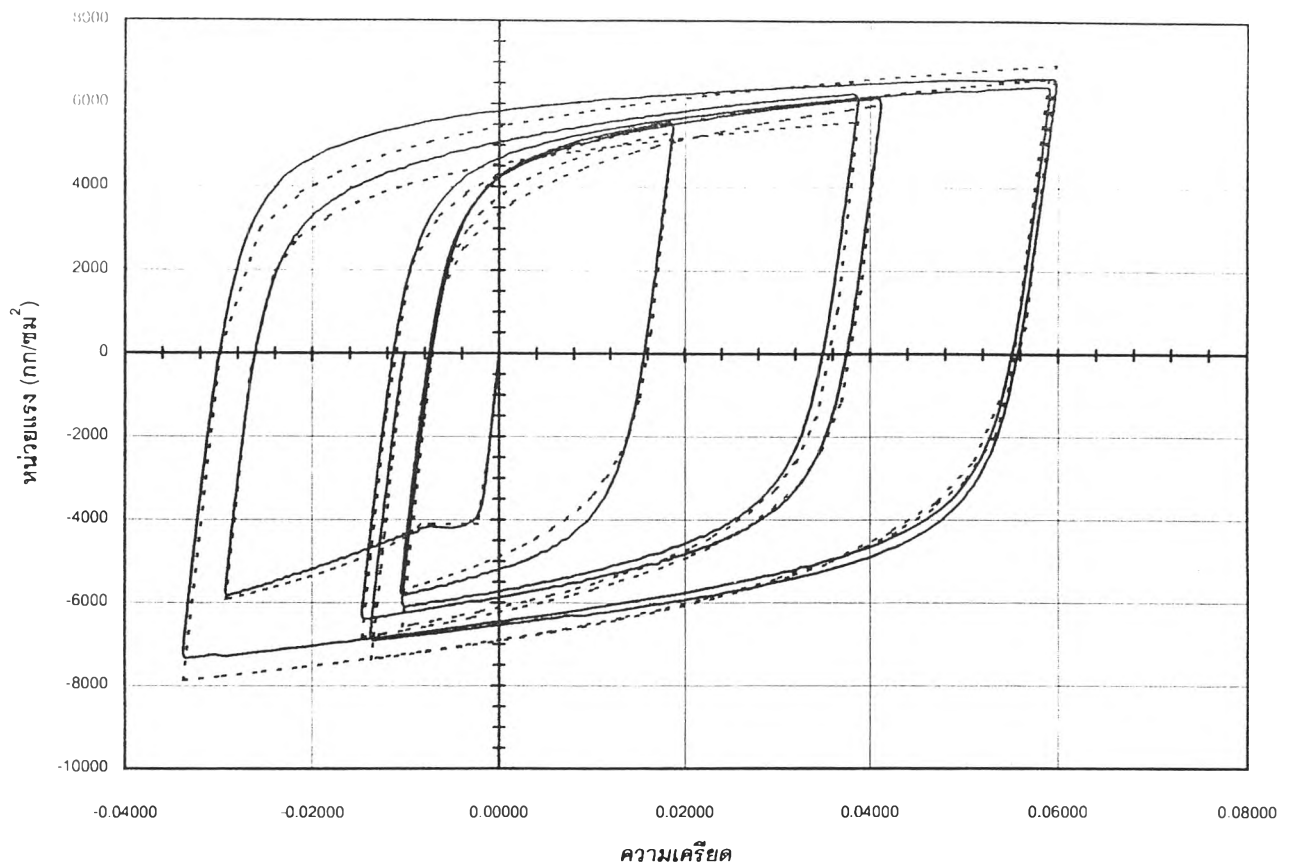


ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงและความเครียดของตัวอย่างทดสอบ 408

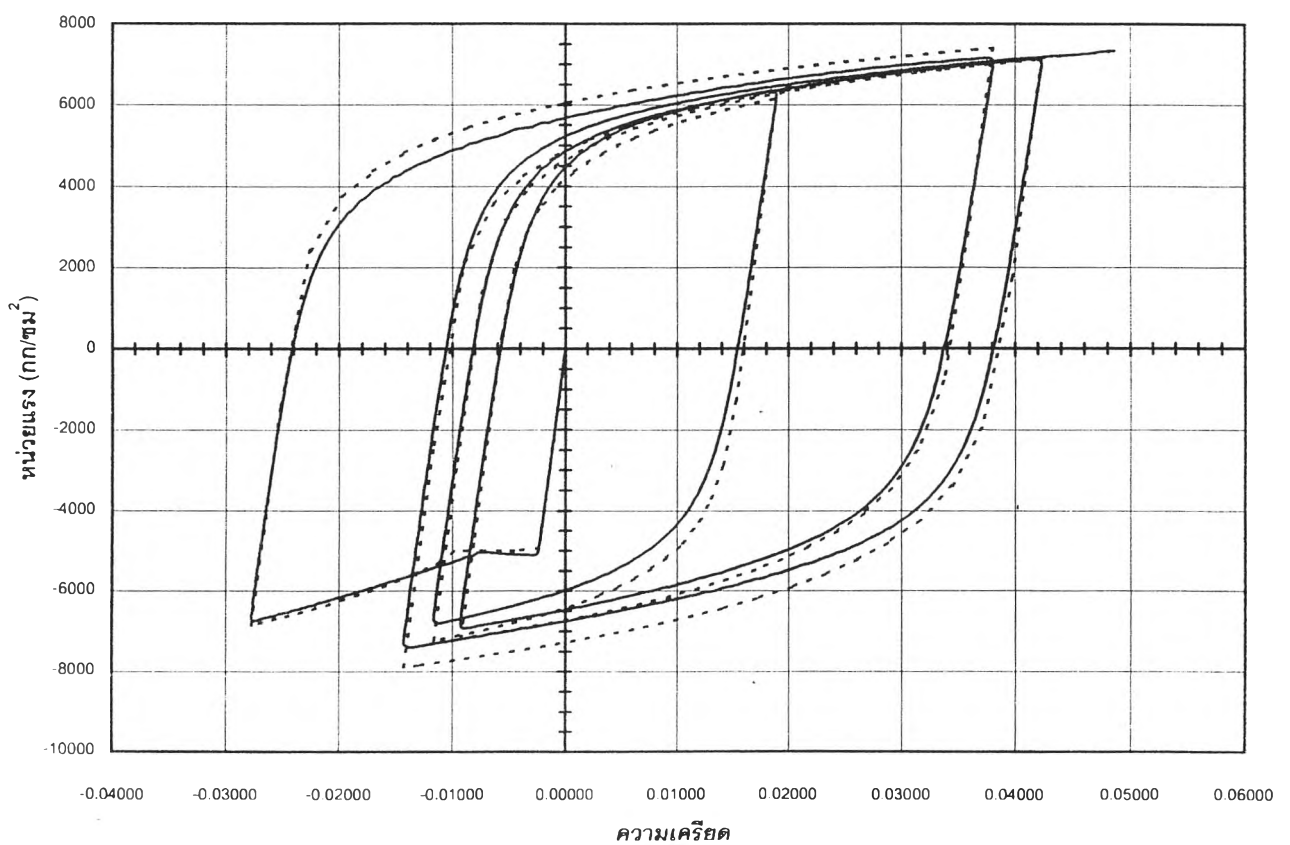


รูปที่ 4.5 เปรียบเทียบผลการทดสอบกับแบบจำลอง Ramberg-Osgood (ต่อ)

ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงและความเครียดของตัวอย่างทดสอบ 309

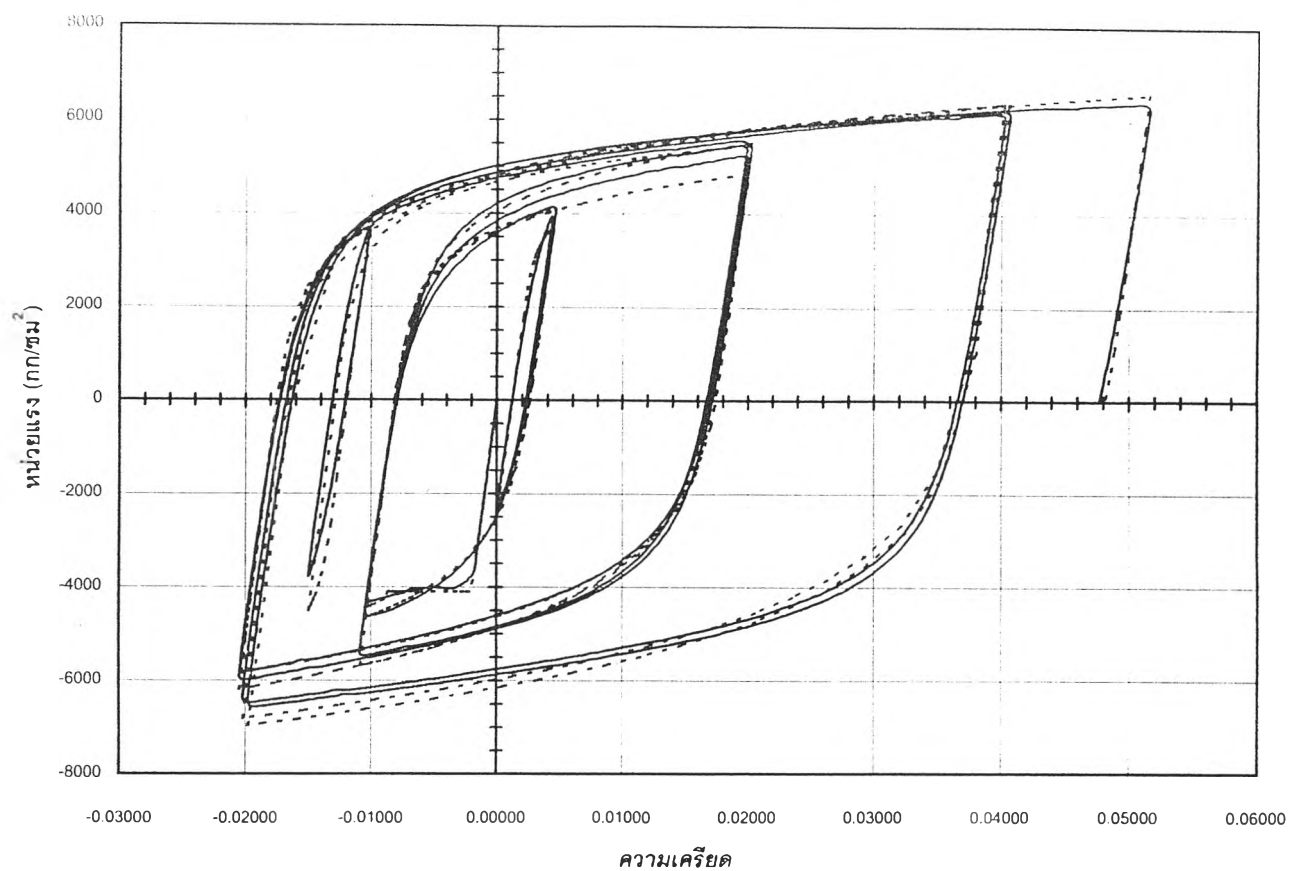


ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงและความเครียดของตัวอย่างทดสอบ 409

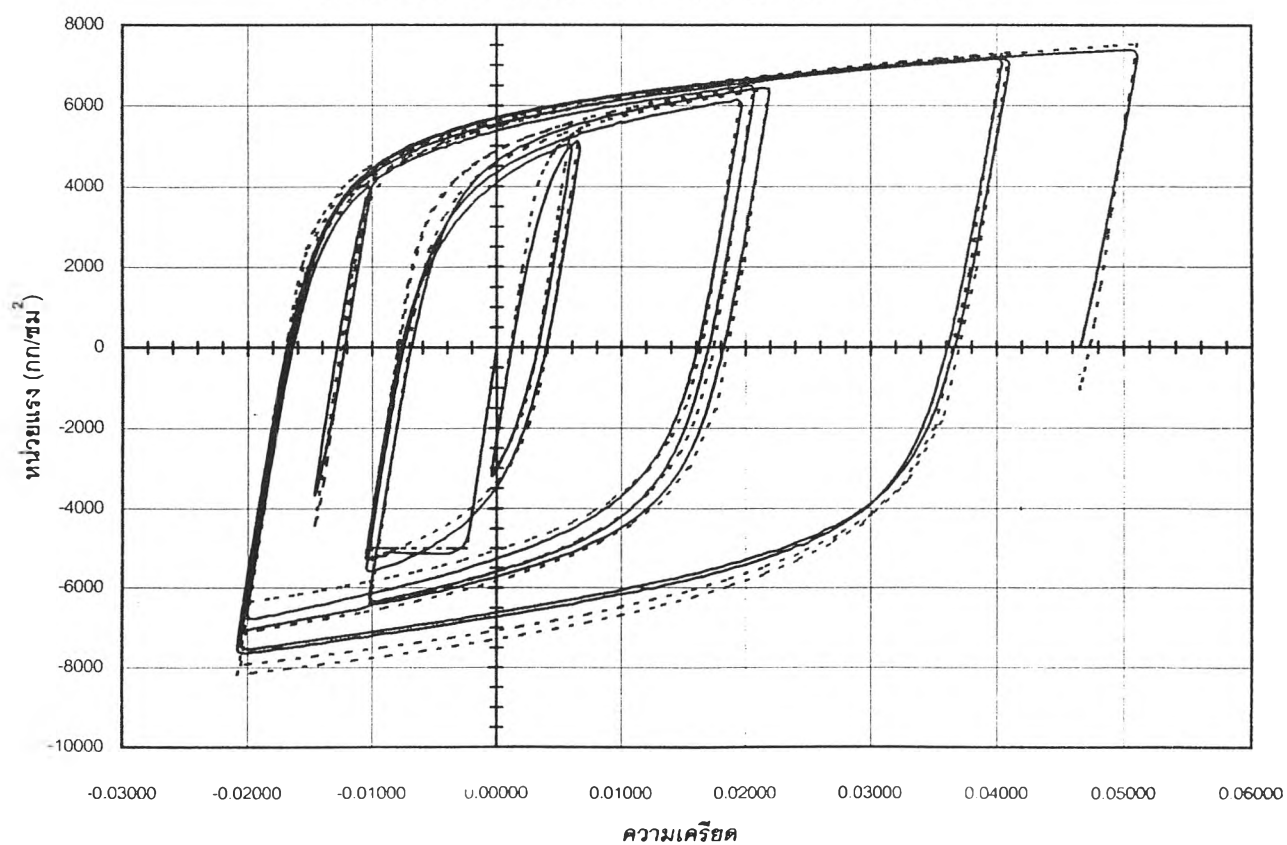


รูปที่ 4.5 เปรียบเทียบผลการทดสอบกับแบบจำลอง Ramberg-Osgood (ต่อ)

ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงและความเครียดของตัวอย่างทดสอบ 310

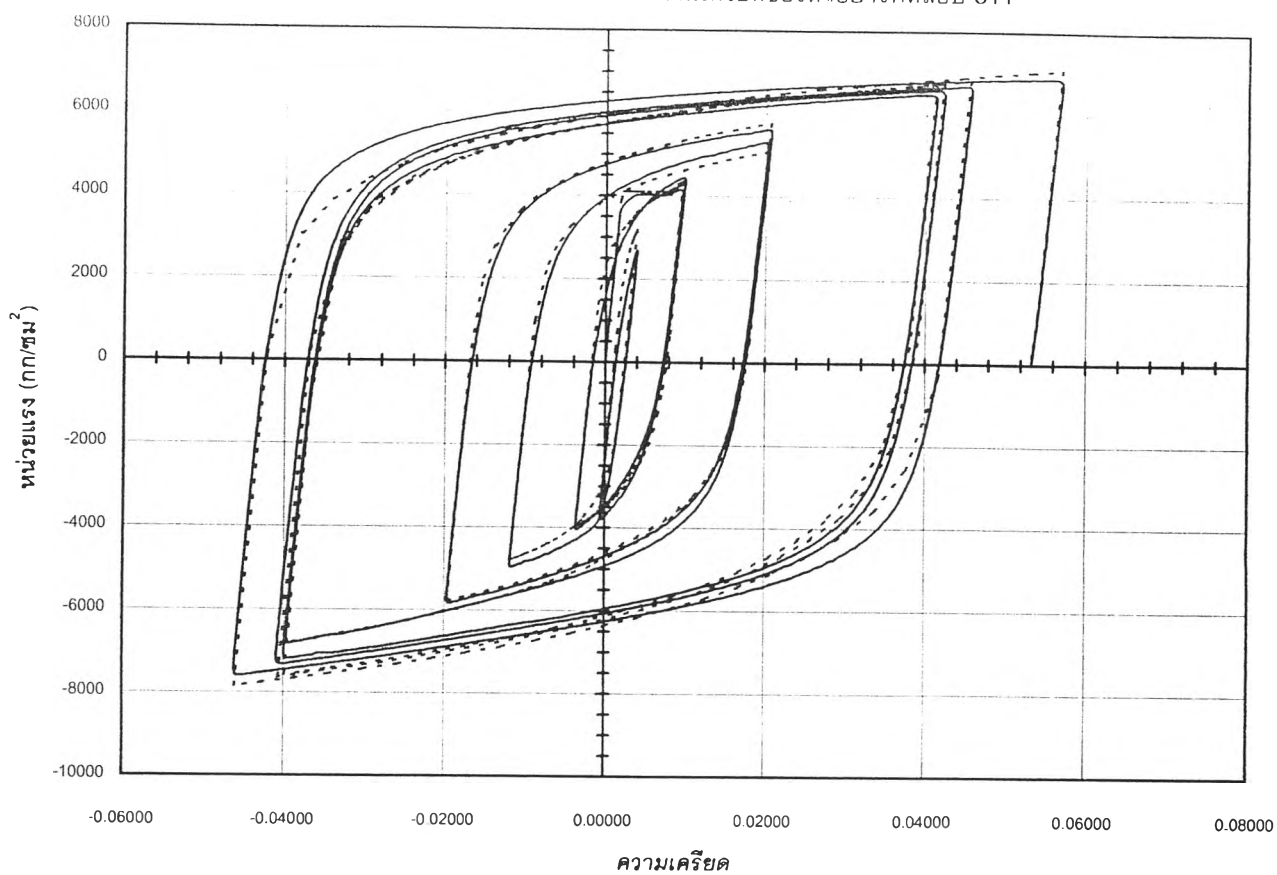


ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงและความเครียดของตัวอย่างทดสอบ 410

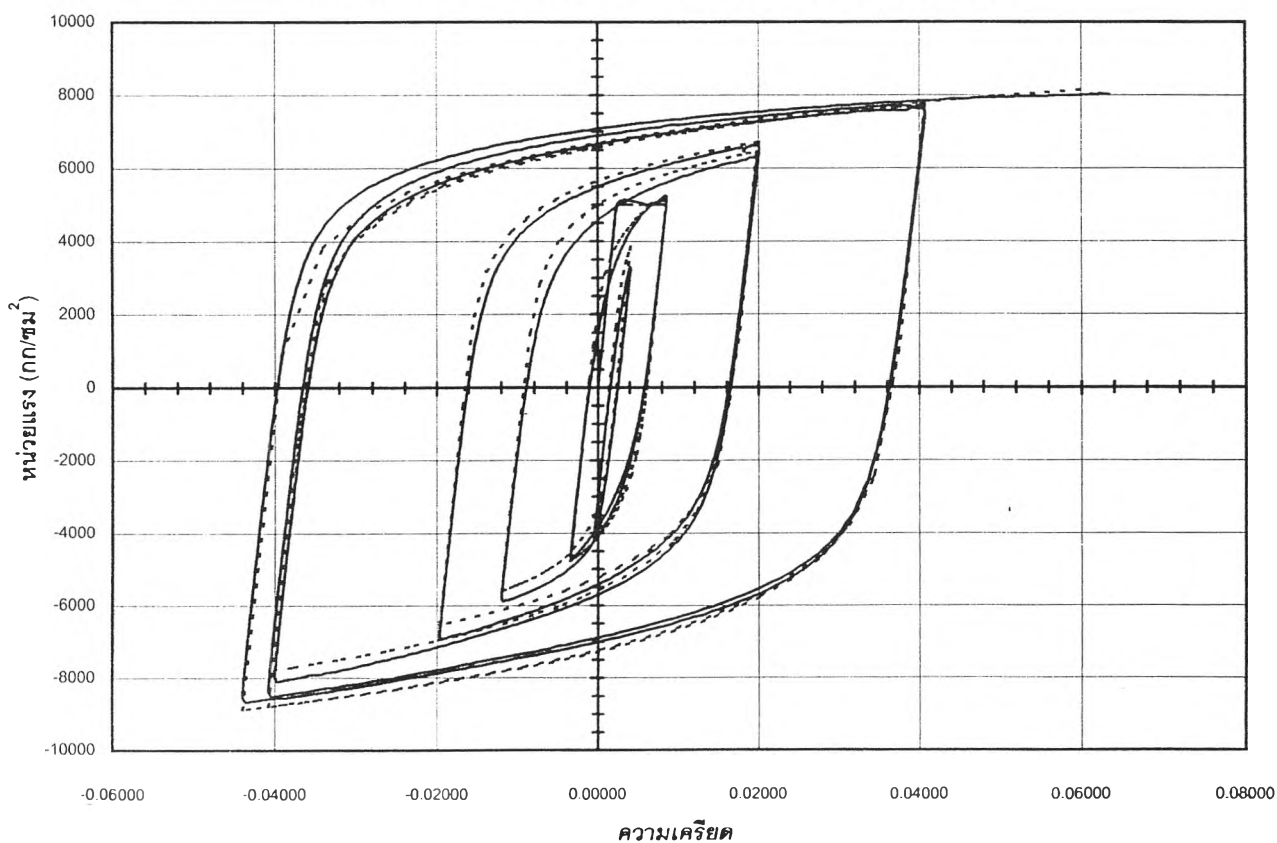


รูปที่ 4.5 เปรียบเทียบผลการทดสอบกับแบบจำลอง Ramberg-Osgood (ต่อ)

ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงและความเครียดของตัวอย่างทดสอบ 311

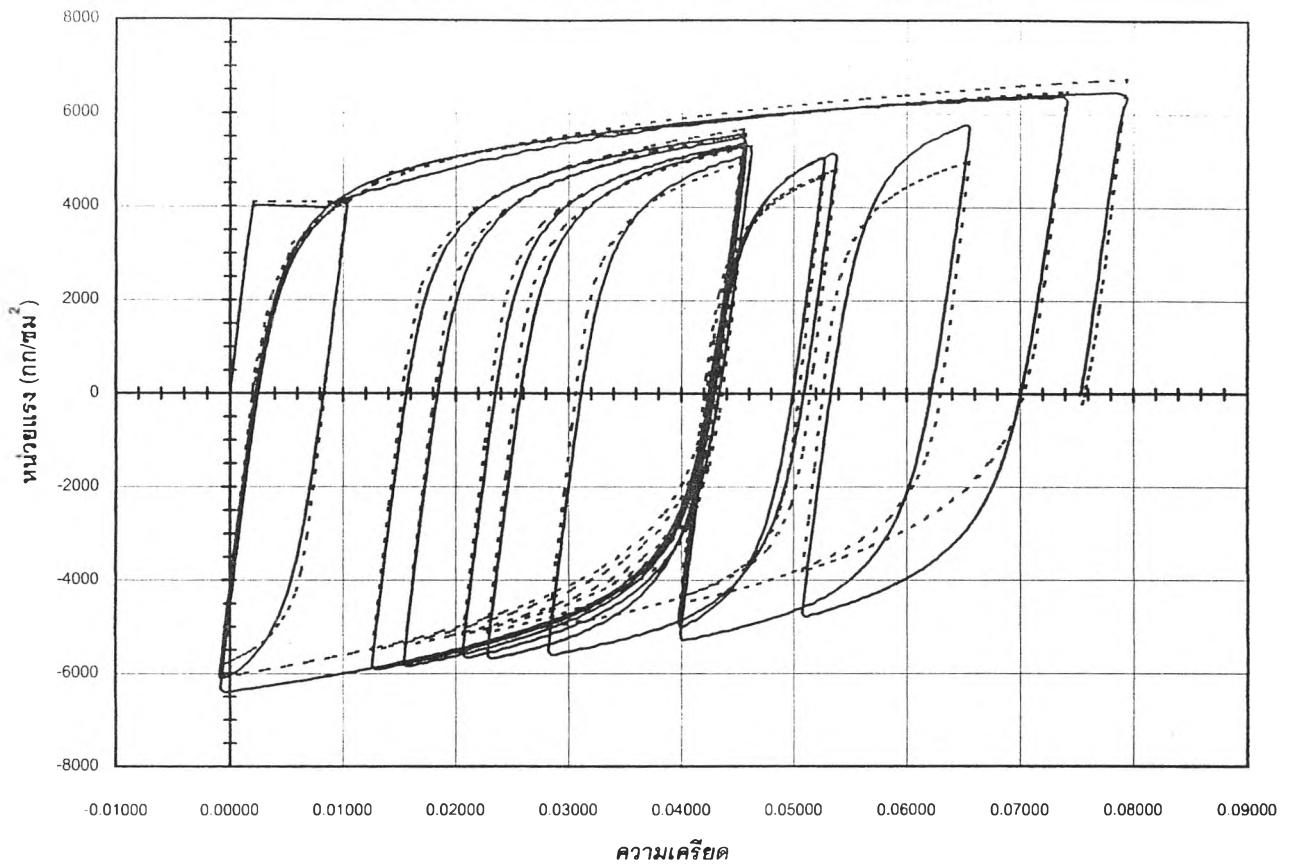


ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงและความเครียดของตัวอย่างทดสอบ 411

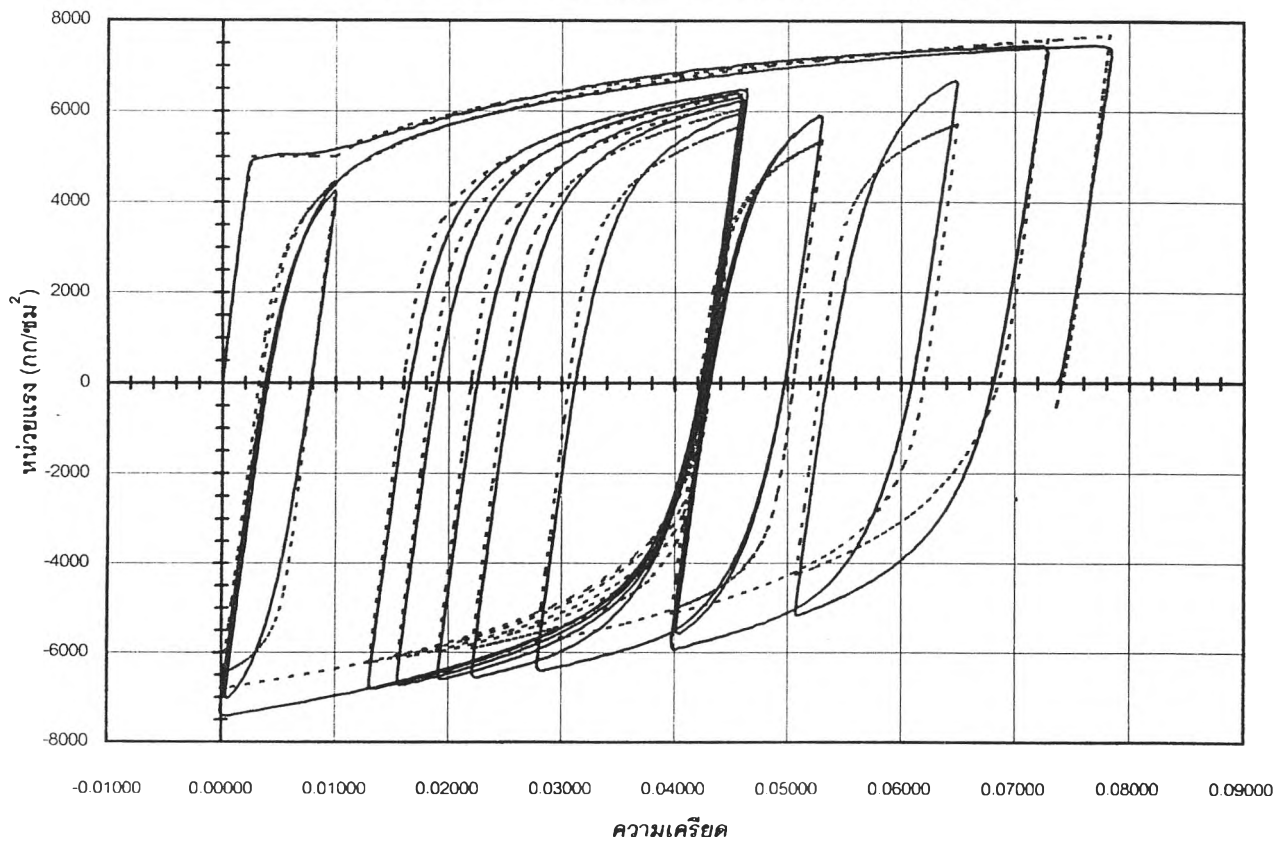


รูปที่ 4.5 เปรียบเทียบผลการทดสอบกับแบบจำลอง Ramberg-Osgood (ต่อ)

ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงและความเครียดของตัวอย่างทดสอบ 312

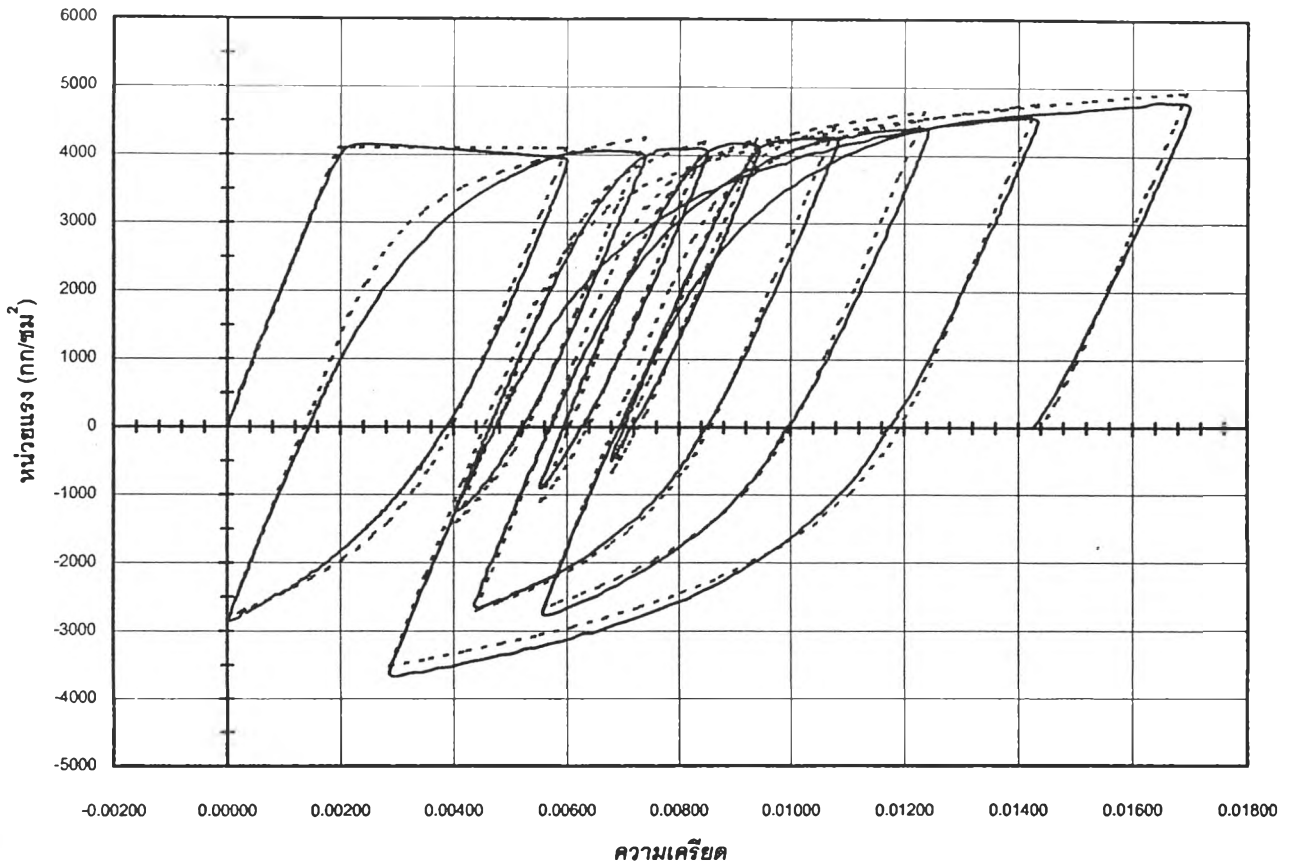


ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงและความเครียดของตัวอย่างทดสอบ 412

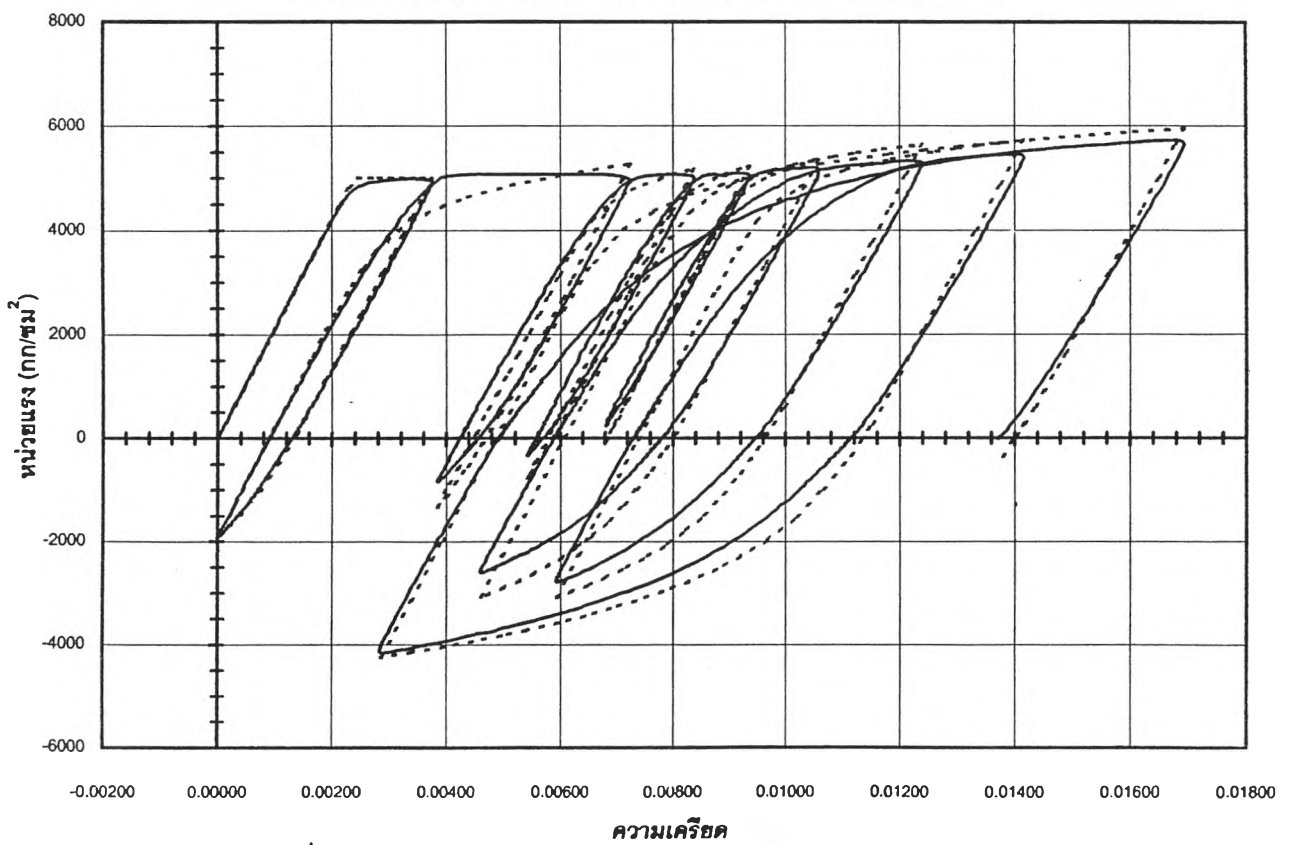


รูปที่ 4.5 เปรียบเทียบผลการทดสอบกับแบบจำลอง Ramberg-Osgood (ต่อ)

ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงและความเครียดของตัวอย่างทดสอบ 313

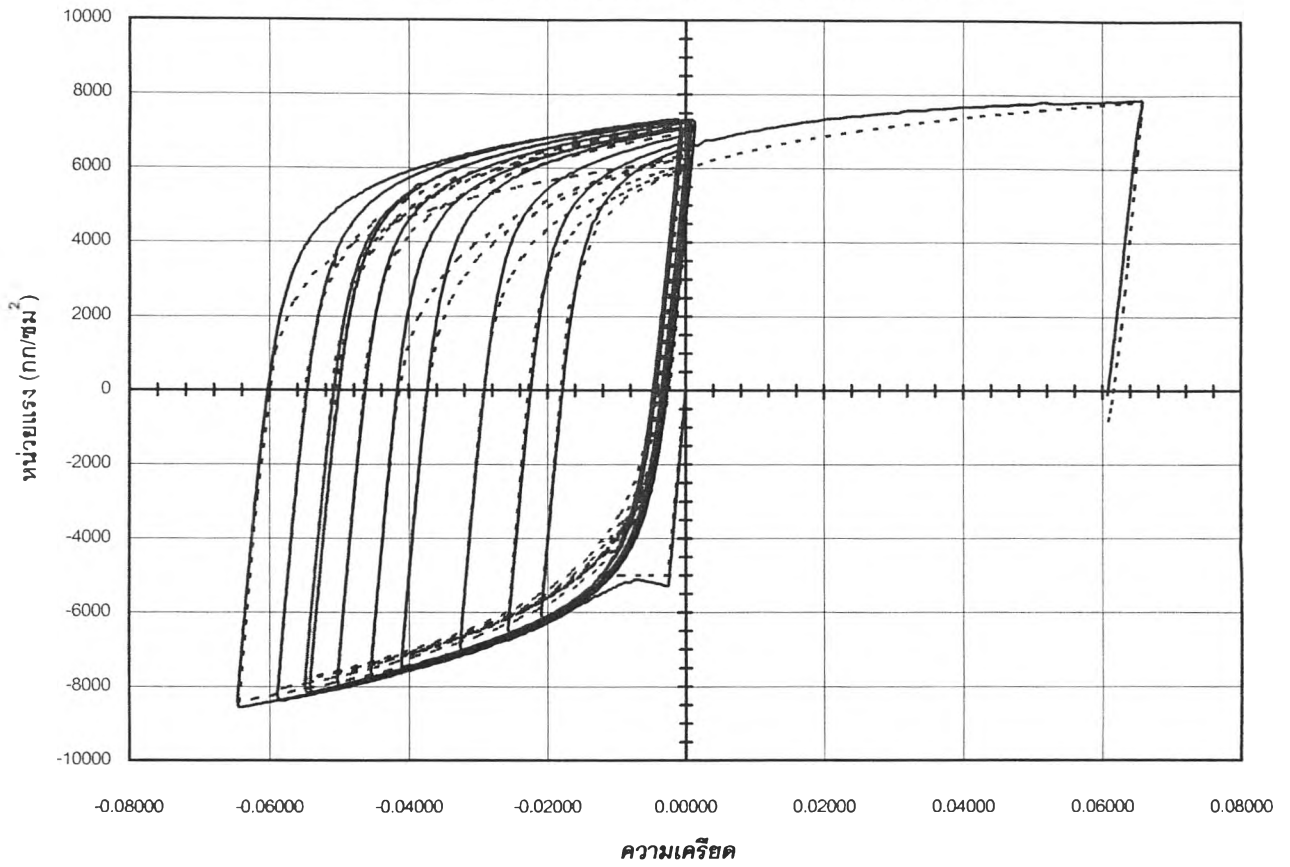


ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงและความเครียดของตัวอย่างทดสอบ 413

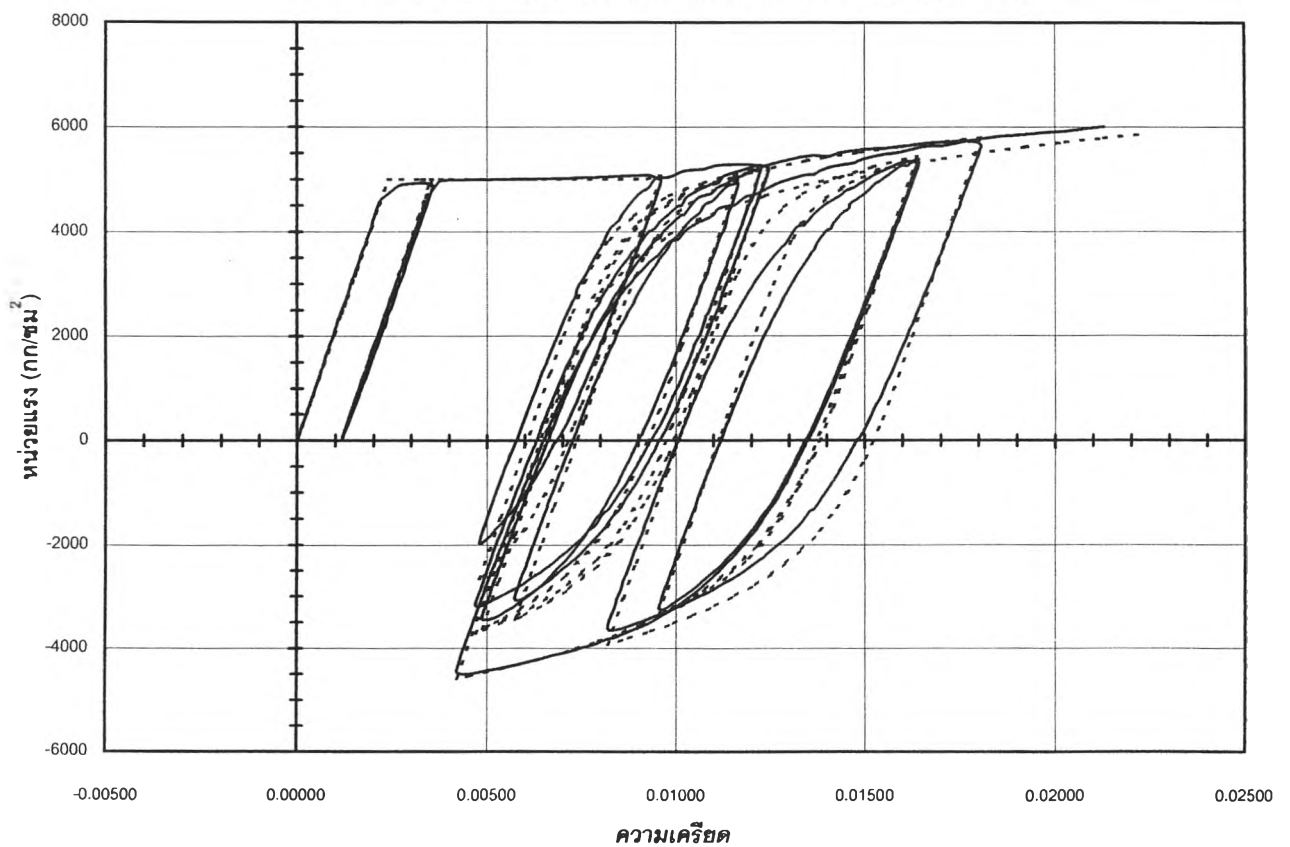


รูปที่ 4.5 เปรียบเทียบผลการทดสอบกับแบบจำลอง Ramberg-Osgood (ต่อ)

ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงและความเครียดของตัวอย่างทดสอบ 414



ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงและความเครียดของตัวอย่างทดสอบ 415



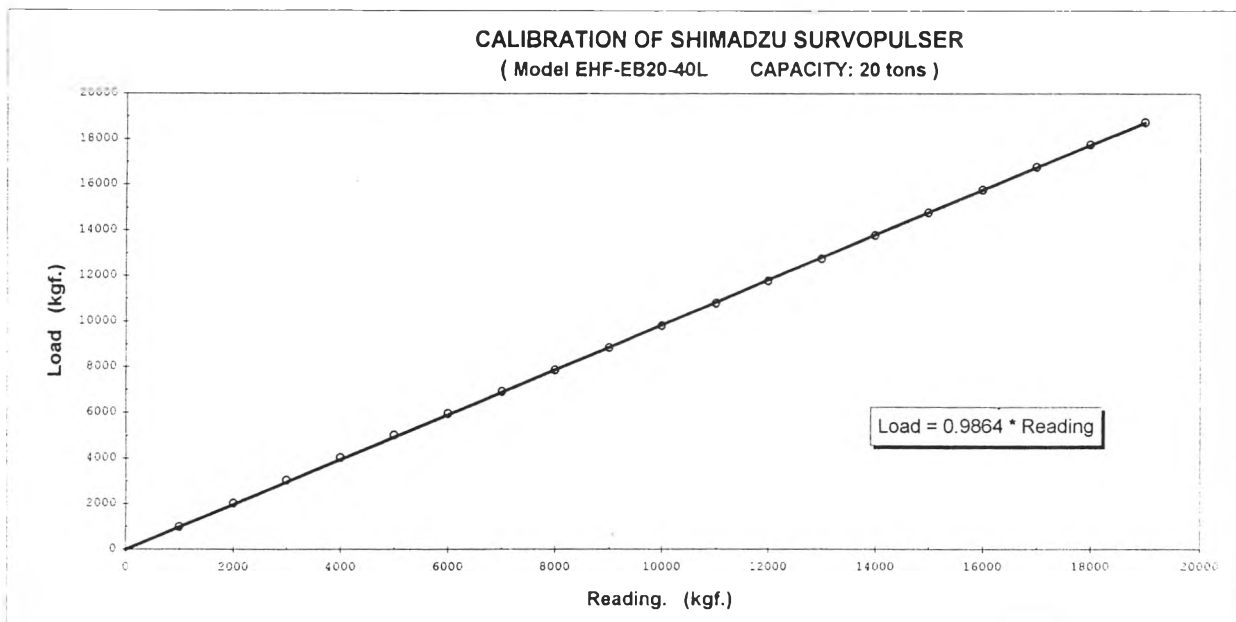
รูปที่ 4.5 เปรียบเทียบผลการทดสอบกับแบบจำลอง Ramberg-Osgood (ต่อ)

ภาคผนวก

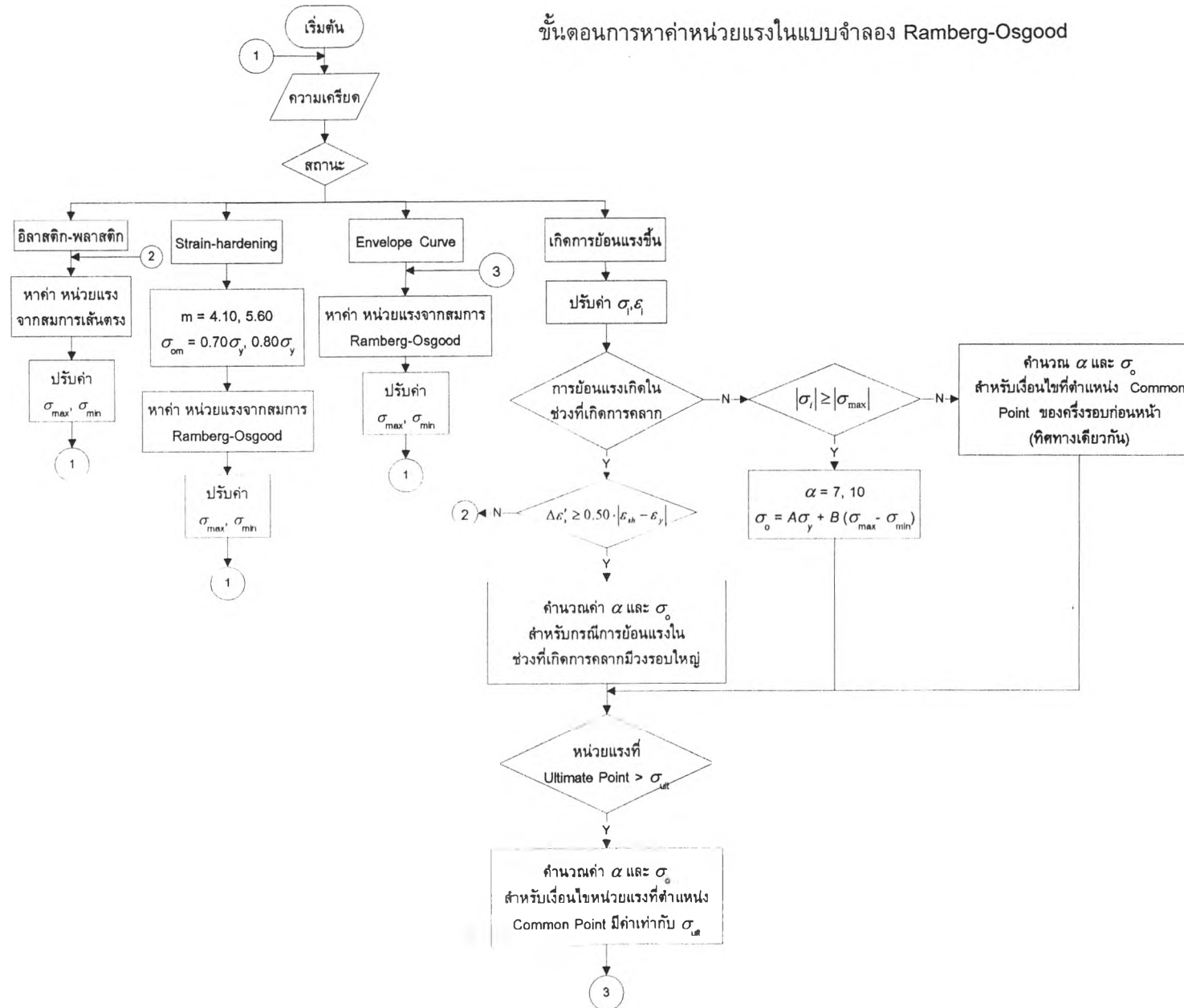
การสอบเทียบความถูกต้อง (Calibration) ของโหลดเซลล์ (Load Cell)

ความถูกต้องของแรงที่อ่านได้จากเครื่องกดน้ำหนัก มีความสำคัญต่อผลการทดสอบมาก จึงจำเป็นต้องทำการตรวจสอบความถูกต้องของค่าที่อ่านได้ โดยทำการสอบเทียบความถูกต้องของโหลดเซลล์ (Load Cell) กับ Proving Ring และจากการสอบเทียบพบว่า ค่าที่อ่านได้จากโหลดเซลล์มีค่าน้อยกว่าที่อ่านได้จาก Proving Ring ประมาณ 1.34% ผลการสอบเทียบความถูกต้องของโหลดเซลล์ ดังแสดงในรูป

Reading (kgf.)	0	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10000	11000	12000	13000	14000	15000	16000	17000	18000	19000	20000
P Ring Reading #1	-	28.5	58	86	113.5	141	168	194.5	221.5	248.5	275	303	331.2	358.8	388	416	444	471.2	499.5	527	-
P Ring Reading #2	-	27.7	56.5	85	112.8	141.4	168	195.2	222	249.5	277.2	305	332	359.9	387.5	415	443.5	472.5	500.4	528.2	-
Average	-	28.1	57.25	85.5	113.15	141.2	168	194.85	221.75	248	276.1	304	331.6	358.85	387.75	415.5	443.75	471.85	499.95	527.6	-
Load. (kgf.)	-	999.4	2036.2	3041.0	4024.4	5022.1	5975.3	6830.3	7687.0	8556.2	9420.1	10212.4	11094.1	12753.3	13791.2	14778.2	15782.9	16782.4	17781.8	18765.3	-



ขั้นตอนการหาค่าหน่วยแรงในแบบจำลอง Ramberg-Osgood



ประวัติผู้เขียน

นายวรพงษ์ จินช้าง เกิดเมื่อวันที่ 31 กรกฎาคม พ.ศ. 2515 ที่อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ในปีการศึกษา 2537 และได้เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ที่ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2538

