

## เอกสารอ้างอิง

1. Richart, Frank E.; Moorman, Robert R.; and Woodworth, Paul M.  
"Strength and Stability of Concrete Masonry Walls."  
Engineering Experiment Station Bulletin No 251, University  
of Illinois, July 5, 1932.
2. Gage, Michael., and Kirkbride, Tom. Design in Blockwork. London :  
The Architectural Press Ltd, 1976.
3. Hedstrom, R.O. "Load Tests of Patterned Concrete Masonry Walls."  
PCA Developments Department Bulletin D41, ACI Journal,  
Proceedings, Vol. 57, p. 1265, April, 1961.
4. Fishburn, C. "Effect of Mortar Properties on Strength of Masonry."  
National Bureau of Standards, Monograph 36, Dept. of Commerce,  
Washington, D.C., November 20, 1961.
5. Grenley, Dallas G. "Study of the Effect of Certain Modified Mortars  
on Compressive and Flexural Strength of Masonry." Designing,  
Engineering and Constructing with Masonry Products, Edited  
by Dr. Franklin Johnson. Houston, Texas: Gulf Publishing  
Company, 1969.
6. Nylander, H. Investigation of Load Carrying Capacity of Concrete  
Block Masonry Walls. Betong, Häfte 3, Stockholm, 1944.
7. Sahlin, Sven. Structural Masonry. Englewood Cliffs, New Jersey:  
Prentice-Hall, Inc, 1971.
8. Johnson, Franklin B. Designing, Engineering and Constructing with  
Masonry Products. Houston, Texas: Gulf Publishing Company,  
1969.

9. Schupack, M., and Mc Donald A. "High Strength Adhesive Mortar in Concrete Masonry Structural Systems." Designing, Engineering and Constructing with Masonry Products, Edited by Dr. Franklin Johnson. Houston, Texas : Gulf Publishing Company, 1969.
10. Grenley, Dallas G.; Cattaneo, Louis E.; and Pfrang, Edward E. "Effect of Edge Load on Flexural Strength of Clay Masonry Systems Utilizing Improved Mortars." Designing, Engineering and Constructing with Masonry Products, Edited by Dr. Franklin Johnson. Houston, Texas : Gulf Publishing Company, 1969.
11. Yokel F.Y.; Mathey R.G.; and Dikkers R.D. "Strength of Masonry Walls Under Compressive and Transverse Loads." National Bureau of Standards (U.S. Department of Commerce), Building Science Series 34, March 1971.
12. Isberner, Albert W. "Properties of Masonry Cement Mortars." Designing, Engineering and Constructing with Masonry Products, Edited by Dr. Franklin Johnson. Houston, Texas : Gulf Publishing Company, 1969.
13. Motteu, Henri. "Research on Load - Bearing Masonry in Belgium since 1963." Designing, Engineering and Constructing with Masonry Products, Edited by Dr. Franklin Johnson. Houston, Texas : Gulf Publishing Company, 1969.
14. Stang, A.H.; Parsons, D.E.; and Mc Burney, J.W. "Compressive Strength of Clay Brick Walls." Journal of Research Bureau of Standards (Department of Commerce) Vol. 3, No 4, Research Paper 108, October, 1929.

15. Menzel, Carl A. General Considerations of Cracking in Concrete Masonry Walls and Means for Minimizing It. PCA Development Department Bulletin D20, September, 1958.
16. Copeland, R.E., and Saxer, E.L. "Tests of Structural Bond of Masonry Mortars to Concrete Block." Journal American Concrete Institute, Proceedings V. 61, No 11, p. 1411-1452, November 1964.
17. Saemann, Jesse C. Investigation of the Structural Properties of Reinforced Concrete Masonry. Illinois : National Concrete Masonry Association, 1955.
18. Yokel, Felix Y. "Stability and load Capacity of Members with No Tensile Strength." Journal, Structural Division, Proceedings of the American Society of Civil Engineers, July 1971.
19. Angervo, K., and Putkonen, A. Erweiterung der Theorie der Biegung eines Pfeilers ohne Zugfestigkeit. Staatliche Technische Forschungsanstalt, Finnland, Publication 34, Helsinki, 1961.
20. Sahlin, S. Structural Interaction of Walls and Floor Slabs. Inst. för Byggnadsstatik KTH, Meddelande Nr.33; Handling No 35, National Swedish Council for Building Research, Stockholm, 1959.
21. Sahlin, S. "Diagrams of Critical Stress for Columns of Material without Tensile Strength." National Swedish Institute for Building Research, Report 16/65, Stockholm, 1965.
22. Yokel F.Y.; Mathey R.G.; and Dikkers R.D. "Compressive Strength of Slender Concrete Masonry Walls." National Bureau of Standards (U.S. Department of Commerce), Building Science

Series 33, Dec. 1970.

23. Drysdale, Robert G. and Hamid Ahmad A. "Behaviour of Concrete Block Masonry Under Axial Compressions." Journal American Concrete Institute, pp 707-721, June 1979.
24. Hatzinikolas M.; Longworth J.; and Warwaruk J. "Failure Modes for Eccentrically Loaded Concrete Block Masonry Walls." Journal American Concrete Institute, pp. 258-263, 1980.
25. Hognestad, E.; Hanson, N.W.; and Mc Henry, D. "Concrete Stress Distribution in Ultimate Strength Design." Journal of the American Concrete Institute, Proceedings, 52, p. 455-479, 1956.
26. ACI Committee 318. Building Code Requirements for Reinforced Concrete. Detroit : American Concrete Institute, 1971.
27. อุตสาหกรรม, กระทรวง. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก มอก. 58-2516
28. อุตสาหกรรม, กระทรวง. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ มอก. 15-2518
29. อุตสาหกรรม, กระทรวง. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ปูนไลม์เพื่อการก่อสร้าง มอก. 241-2520
30. อุตสาหกรรม, กระทรวง. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เหล็กเส้นเสริมคอนกรีต : เหล็กข้ออ้อย มอก. 24-2524
31. อุตสาหกรรม, กระทรวง. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เหล็กเส้นเสริมคอนกรีต : เหล็กเสริมกลม มอก. 20-2515

ตารางที่ 2.1 คุณสมบัติทางกายภาพของคอนกรีตบล็อก

ขนาดของ บล็อก	น้ำหนัก (กรัม)	มิติ (เซนติเมตร)			ความหนาแน่น (กรัม/ซม <sup>3</sup> )	พื้นที่หน้าตัด (ซม <sup>2</sup> )	
		ความหนา	ความสูง	ความยาว		สุทธิ	รวม
3"	6898	6.876	18.886	39.100	2.1794	166.37	268.85
4"	7870	8.840	18.998	39.060	2.0432	198.25	345.29
6"	13078	13.996	19.020	38.968	2.1338	317.46	545.40
8"	15718	18.932	19.014	39.026	2.0968	383.80	738.80

ขนาดของ บล็อก	การดูดซึม %	ปริมาณความชื้น %	กำลังอัดประลัย (กก/ซม <sup>2</sup> )	
			พื้นที่หน้าตัดสุทธิ	พื้นที่หน้าตัดรวม
3"	5.816	15.198	150.7	93.4
4"	8.428	26.982	100.0	57.6
6"	6.202	28.423	117.4	69.8
8"	6.898	39.872	107.4	55.5

ตารางที่ 2.2 คุณสมบัติของปูนก่อและปูนกรอก

ชนิด	อัตราส่วนผสม (โดยปริมาตร)			อัตราส่วนของน้ำต่อปูนซีเมนต์	ค่าการไหล	กำลังอัด (กก/ซม <sup>2</sup> )
	ปูนซีเมนต์	ปูนขาว	ทราย			
ปูนก่อ	1	$\frac{1}{4}$	3	1.03	120	70
ปูนกรอก	1	$\frac{1}{10}$	3	1.05	130	64

ตารางที่ 2.3 คุณสมบัติของเหล็กเสริม

ขนาด	ชนิด	กำลังดึง ณ จุดลาก (กก/ซม <sup>2</sup> )	โมดูลัสความยืดหยุ่น (กก/ซม <sup>2</sup> )
๕ 12 มม.	เหล็กข้ออ้อย	4155	$1.69 \times 10^6$
๘ 6 มม.	เหล็กกลม	2550	$1.97 \times 10^6$

ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงการทดสอบปริซึมคอนกรีตบล็อก

สัญลักษณ์	ขนาดคอนกรีตบล็อก	ความสูงของปริซึม	การกรอกปูน		
			มี	ไม่มี	
MP3-n	3"	3 ก้อนบล็อก		✓	หมายเหตุ n = 1, 2, 3
MP4-n	4"	3 ก้อนบล็อก		✓	
MP6-n	6"	3 ก้อนบล็อก		✓	
MP8-n	8"	3 ก้อนบล็อก		✓	
MP3-nG	3"	3 ก้อนบล็อก	✓		
MP4-nG	4"	3 ก้อนบล็อก	✓		
MP6-nG	6"	3 ก้อนบล็อก	✓		
MP8-nG	8"	3 ก้อนบล็อก	✓		

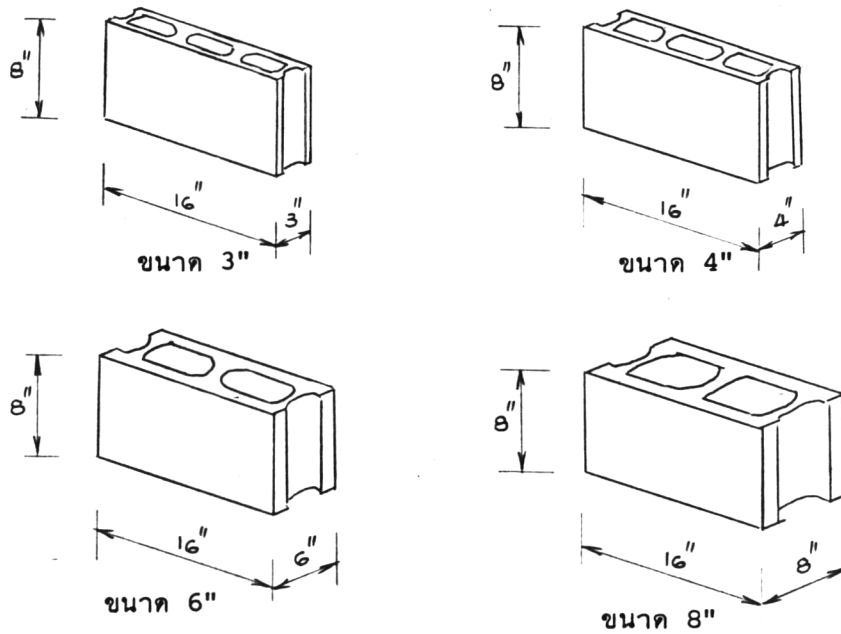
ตารางที่ 3.2 ตารางแสดงการทดสอบผนังคอนกรีตบล็อก

สัญลักษณ์	ขนาดคอนกรีตบล็อก	ตำแหน่งของแรงตามแนวตั้ง		เหล็กเสริมยื่น		เหล็กปลอก		หมายเหตุ
		ตรงศูนย์	เยื้องศูนย์	มี	ไม่มี	มี	ไม่มี	
CL4-nR	4"	✓		2- <del>๕</del> 12 มม.			✓	n = 1, 2, 3
CL6-nR	6"	✓		4- <del>๕</del> 12 มม.			✓	n = 1, 2, 3
CL6-nRS	6"	✓		4- <del>๕</del> 12 มม.		∅6 มม.		n = 1, 2, 3
EC6-1	6"		2.5 ซม.		✓		✓	
EC6-2	6"		4.0 ซม.		✓		✓	
EC6-3	6"		3.5 ซม.		✓		✓	
EC6-1R	6"		2.0 ซม.	4- <del>๕</del> 12 มม.			✓	
EC6-2R	6"		4.0 ซม.	4- <del>๕</del> 12 มม.			✓	
EC6-3R	6"		5.5 ซม.	4- <del>๕</del> 12 มม.			✓	
EC6-1RS	6"		4.0 ซม.	4- <del>๕</del> 12 มม.		∅6 มม.		
EC6-2RS	6"		2.5 ซม.	4- <del>๕</del> 12 มม.		∅6 มม.		
EC6-3RS	6"		5.5 ซม.	4- <del>๕</del> 12 มม.		∅6 มม.		

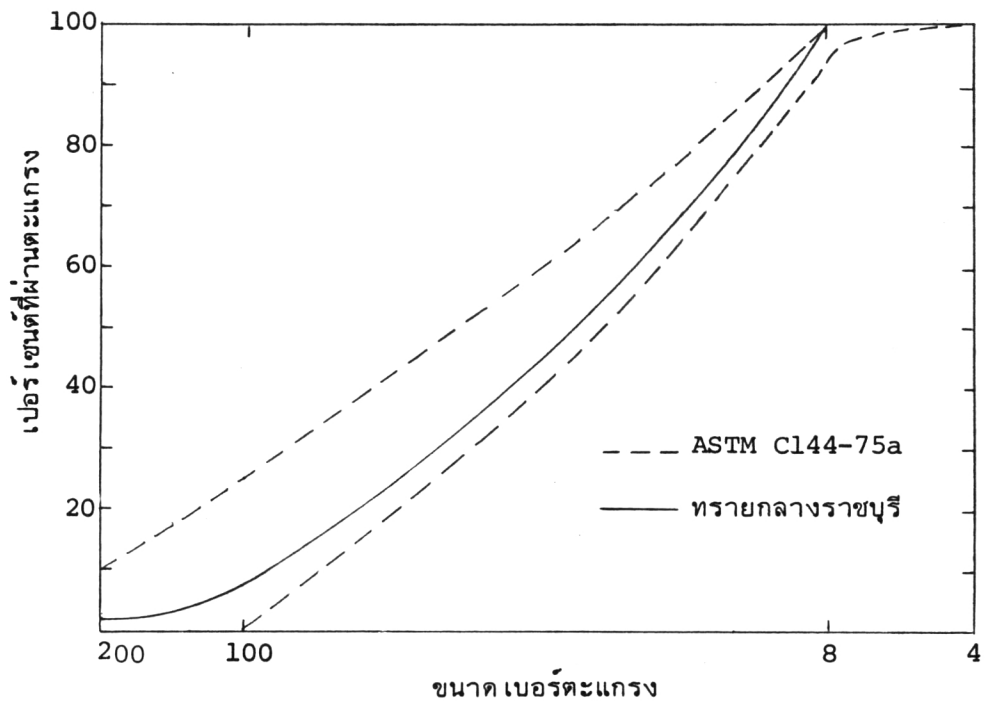
ตารางที่ 5.1 ตารางเปรียบเทียบค่า  $f'_m$  จากการทดลองและทฤษฎี

ขนาดปริซึม	พื้นที่หน้าตัดสุทธิ พื้นที่หน้าตัดรวม	$(1 - \frac{\sigma_{cg}}{f'_m})$	กำลังอัดประลัย (กก/ซม <sup>2</sup> )	
			ทดลอง	ทฤษฎี
4"	0.574	0.418	97	92
6"	0.582	0.448	101	99
8"	0.519	0.439	107	107

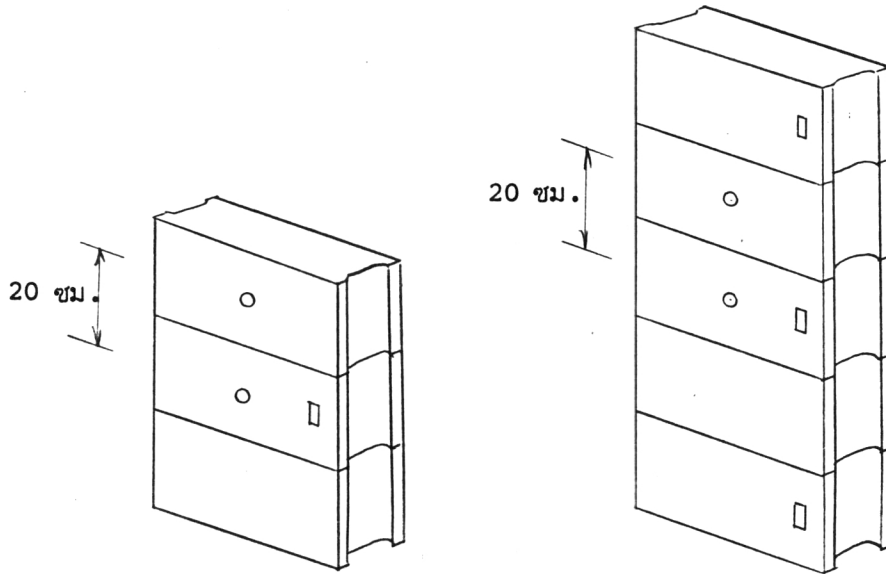




รูปที่ 2.1 มิติของคอนกรีตบล็อก



รูปที่ 2.2 สัดส่วนคละของทราย

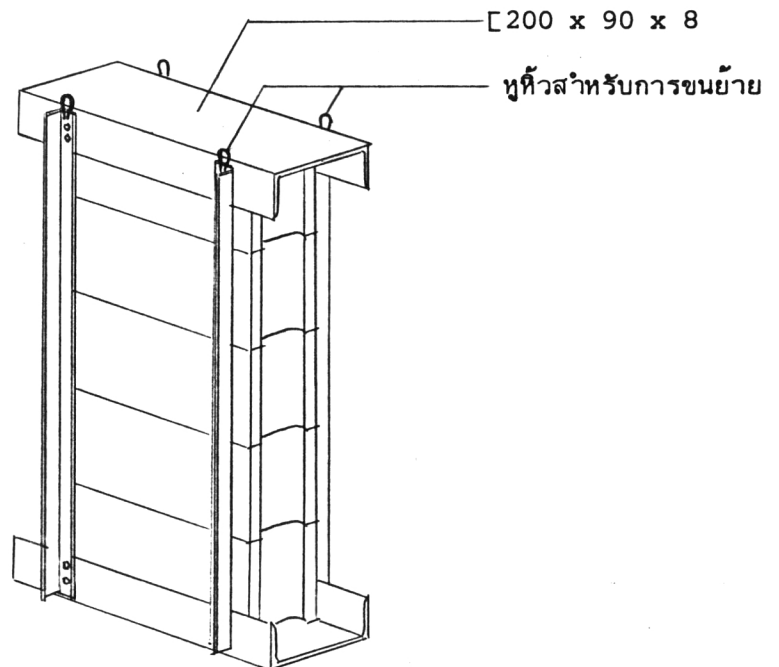


(ก) ปริซึมคอนกรีตบล็อก

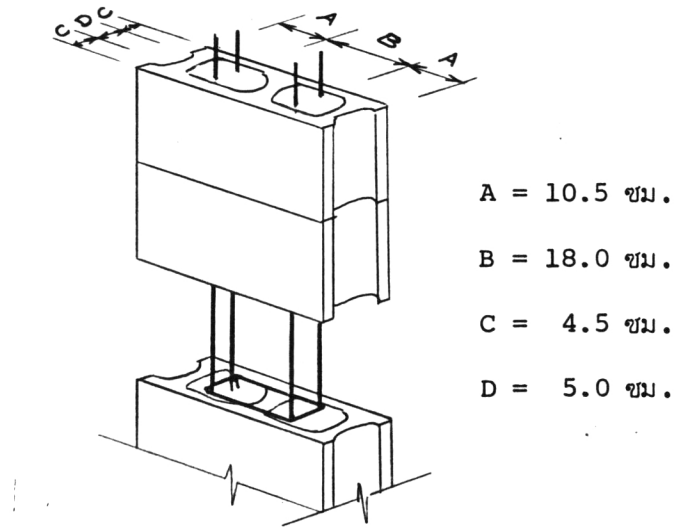
(ข) ผนังคอนกรีตบล็อก

- ตำแหน่งหมุดสำหรับ เเกจวัดความ เกรียด เชิงกล
- ตำแหน่งแผ่นสังกะสีสำหรับ เเกจแบบหน้าปัทม์

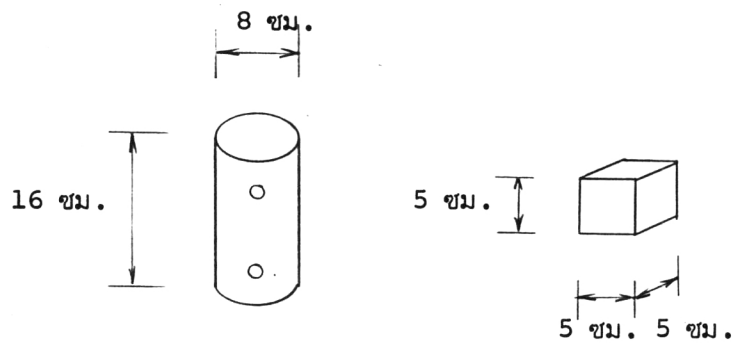
รูปที่ 2.3 ลักษณะปริซึมคอนกรีตบล็อกและผนังคอนกรีตบล็อก



รูปที่ 2.4 ลักษณะผนังคอนกรีตบล็อกในเฟรมขนย้าย

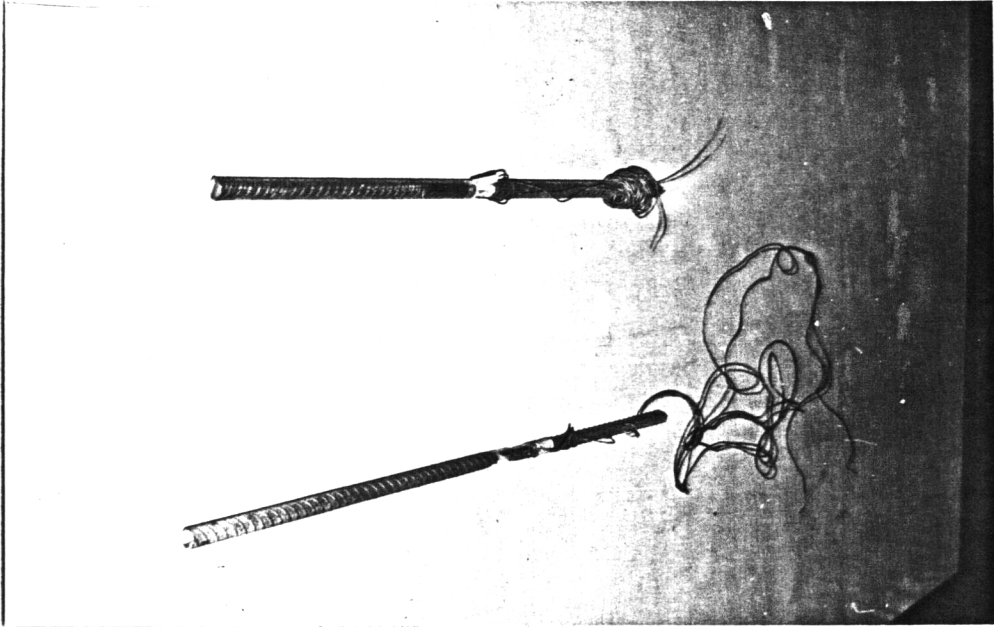


รูปที่ 2.5 ตำแหน่ง เหล็ก เสริมยื่นและ เหล็ก เสริมปลอก

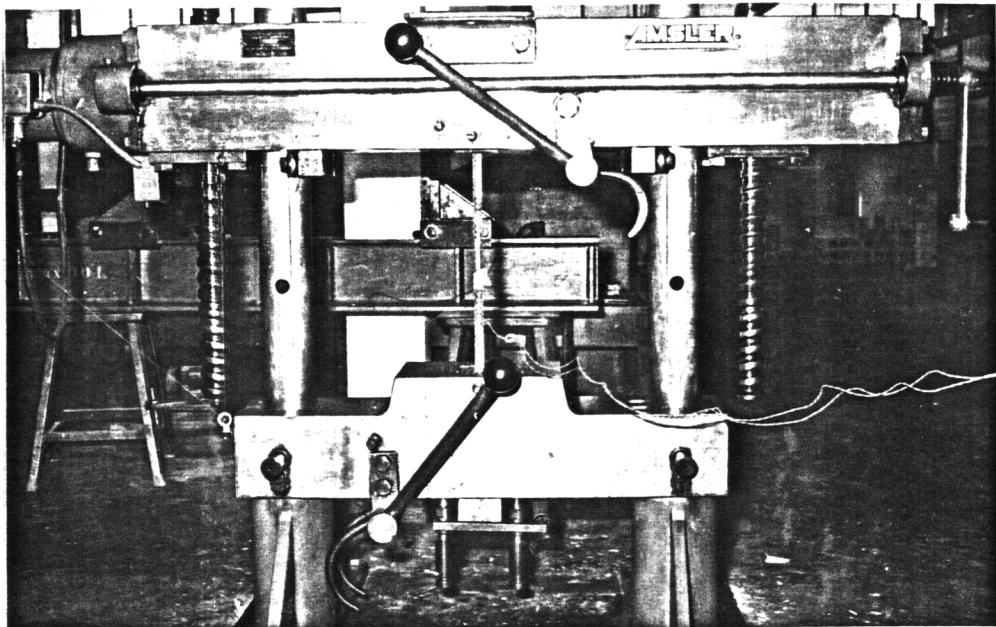


○ ตำแหน่งหมดสำหรับ เกจวัดความ เคียด เขิงกล

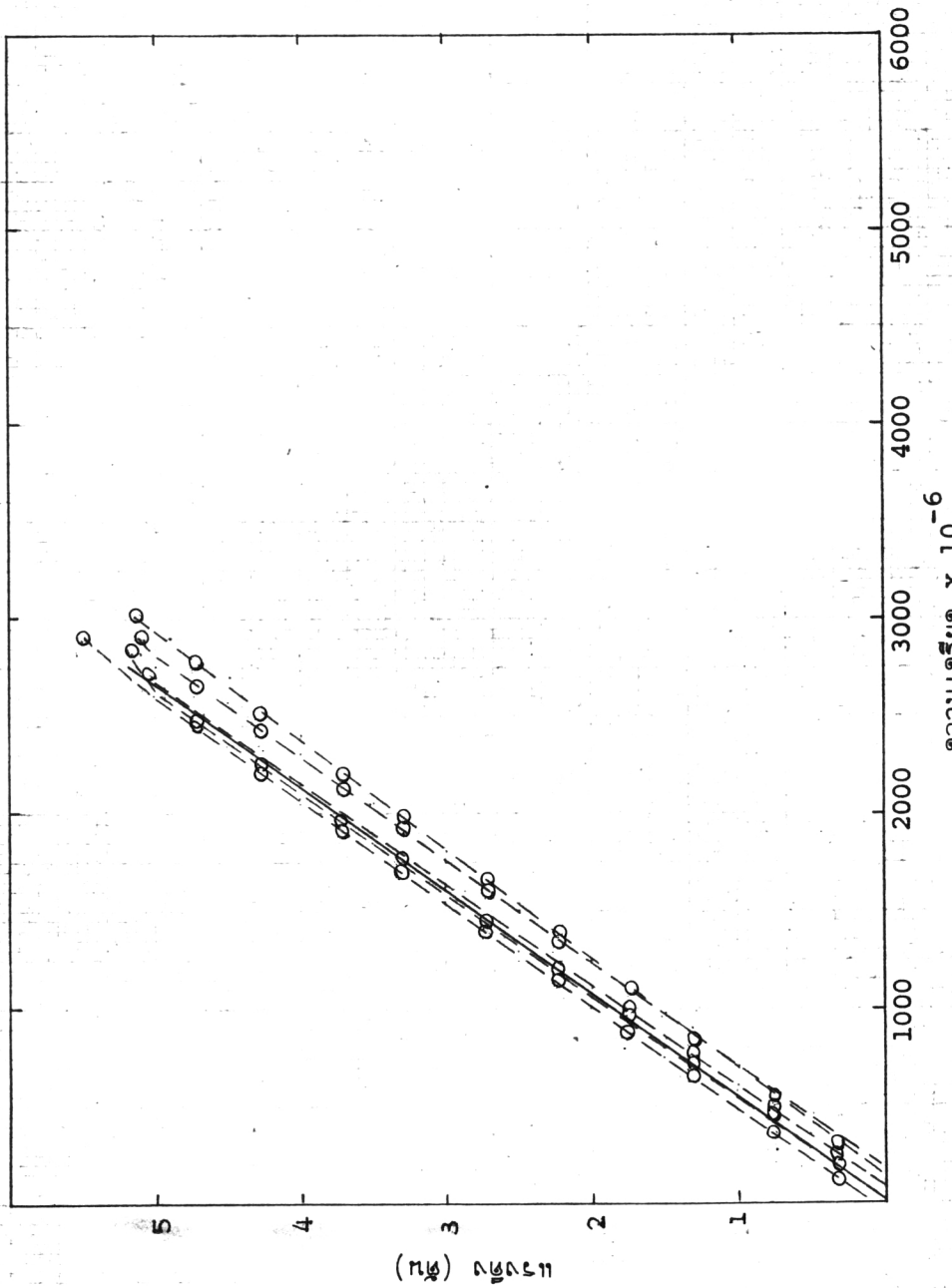
รูปที่ 2.6 ตัวอย่างทรงกระบอกและตัวอย่างลูกบาศก์สำหรับทดสอบปูนก่อและปูนกรอก



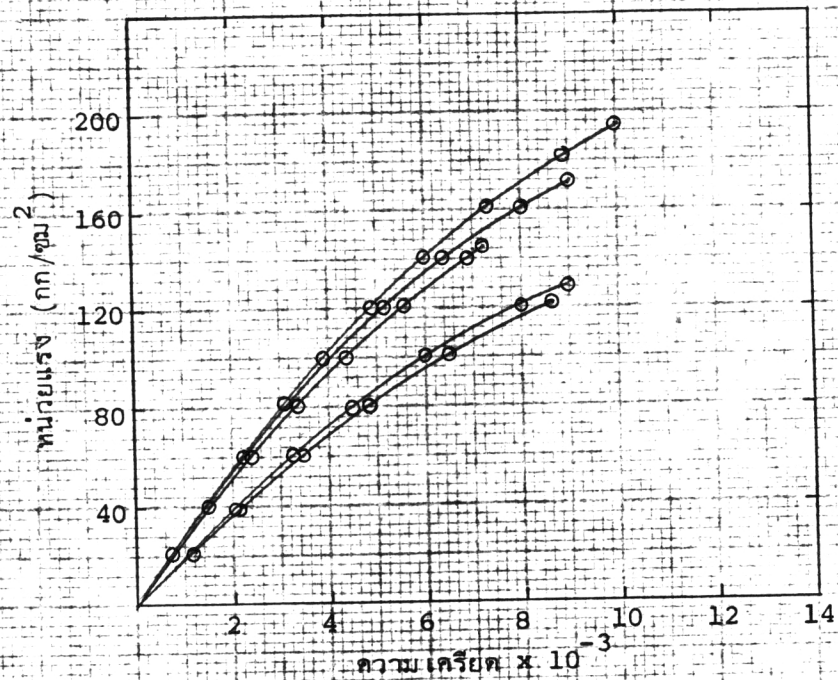
รูปที่ 2.7 เหล็ก เสริมแสดงตำแหน่ง เกจวัดความ เกรียดเชิงไฟฟ้า



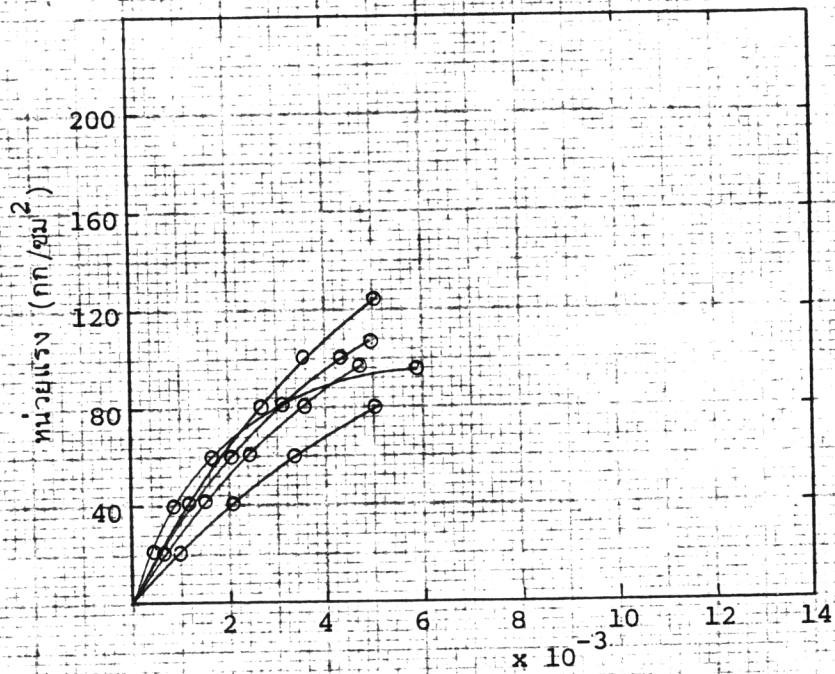
รูปที่ 2.8 ลักษณะการทดสอบ เหล็ก เสริม



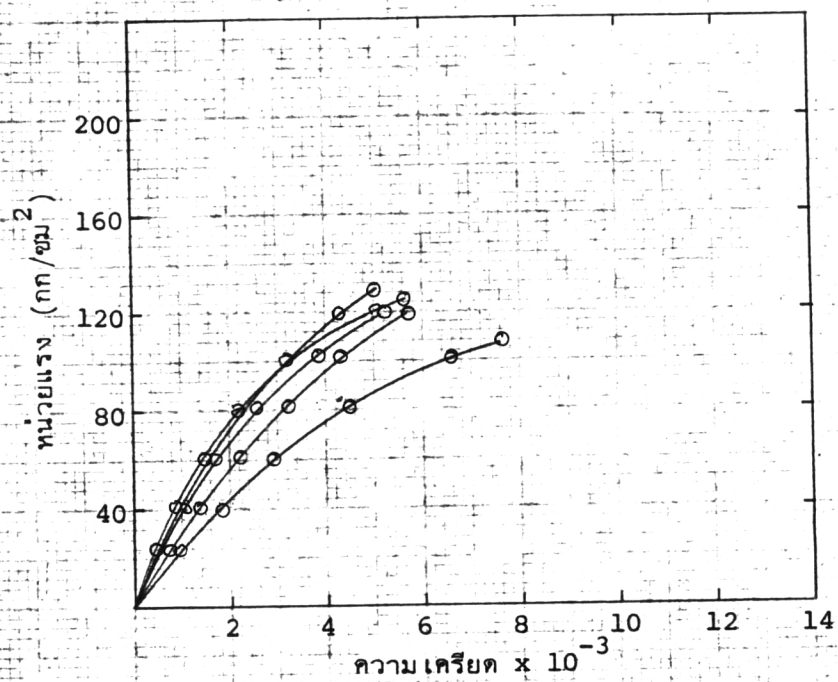
รูปที่ 2.9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงและความถี่ของเท็กเสริม ๕ 12 mm



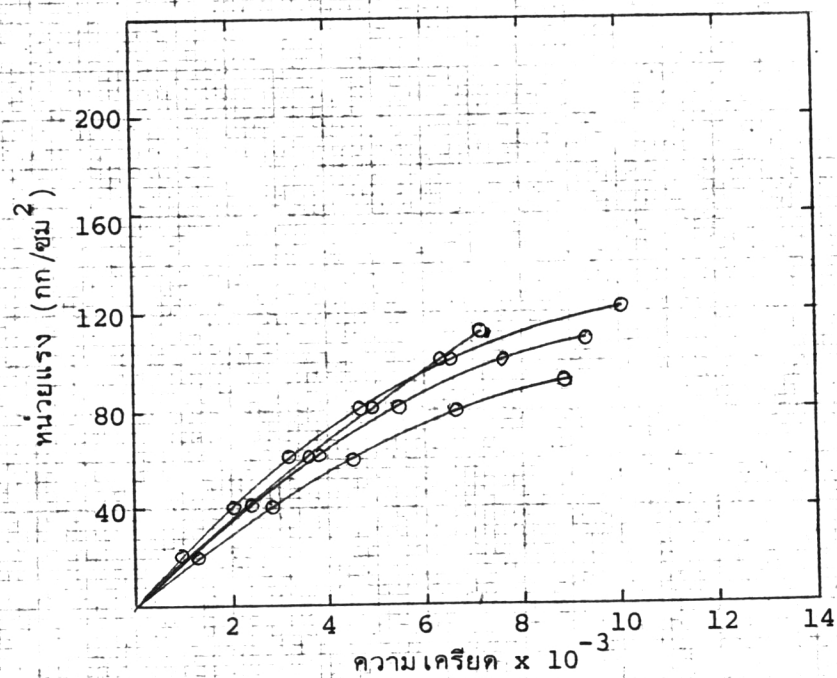
รูปที่ 2.10 ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงและความเครียดของคอนกรีตปลีอกขนาด 3"



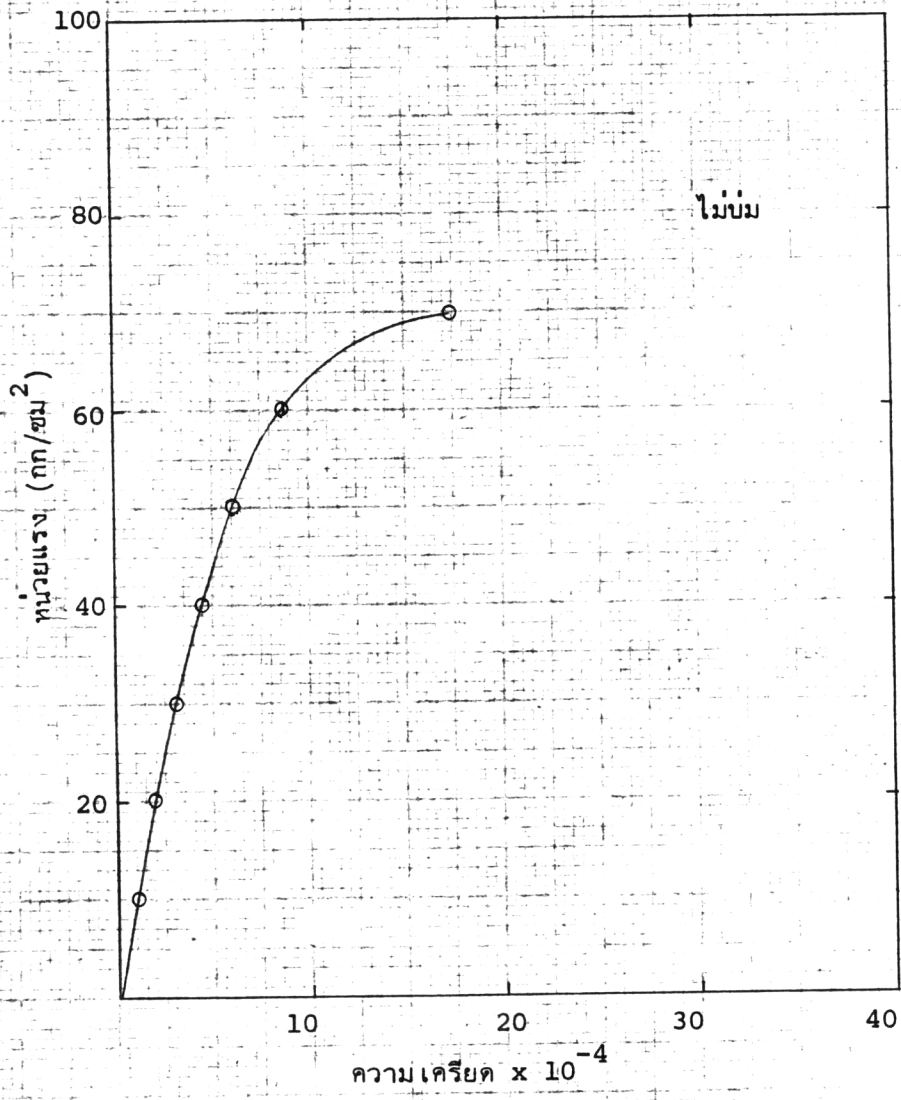
รูปที่ 2.11 ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงและความเครียดของคอนกรีตปลีอกขนาด 4"



รูปที่ 2.12 ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงและความเครียดของคอนกรีตบล็อกขนาด 6"

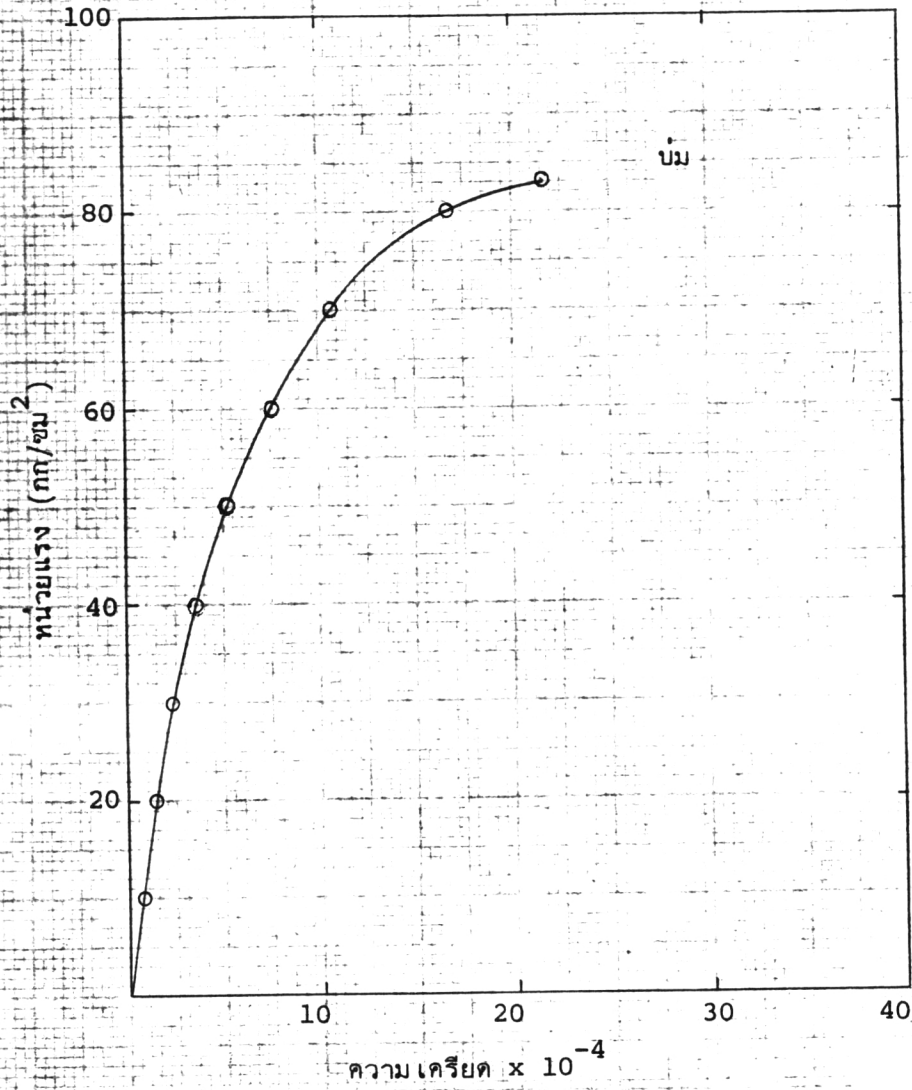


รูปที่ 2.13 ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงและความเครียดของคอนกรีตบล็อกขนาด 8"

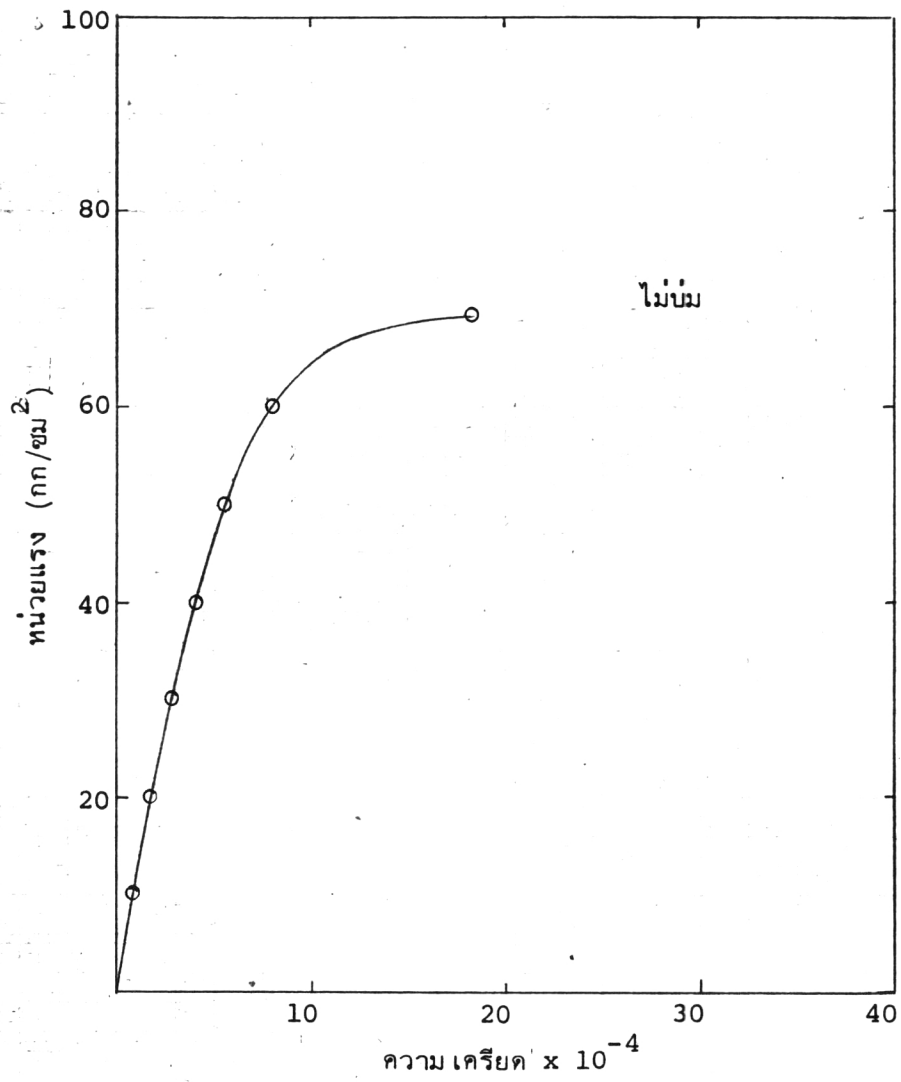


รูปที่ 2.14 ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงและความเครียดของไม้บ่ม

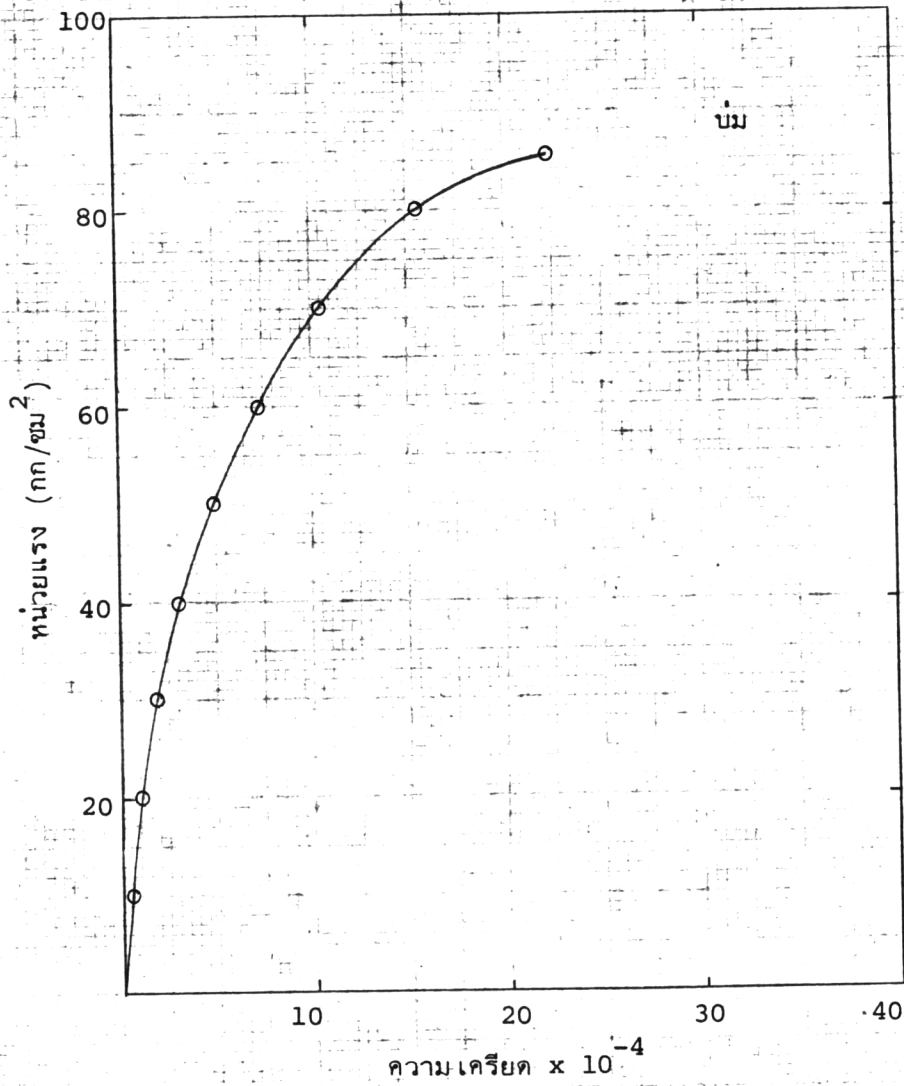




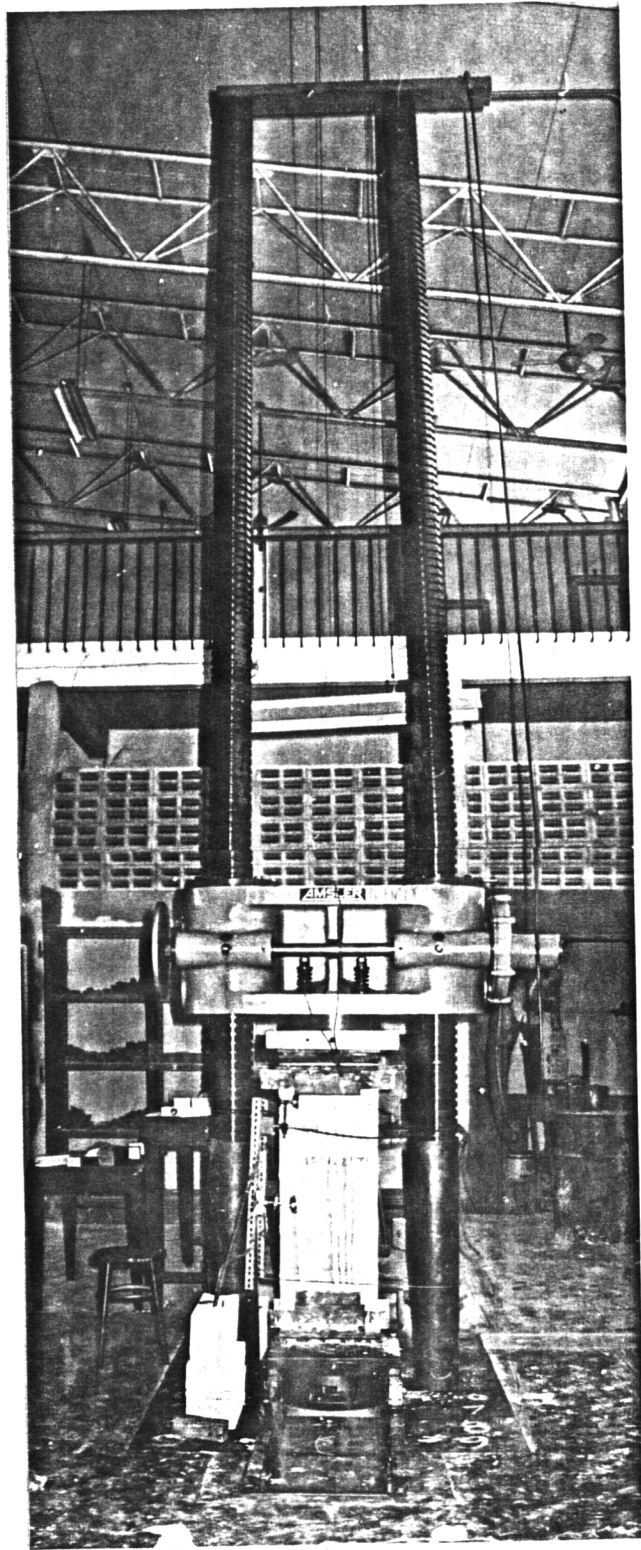
รูปที่ 2.15 ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงและความเครียดของปูนก่อ



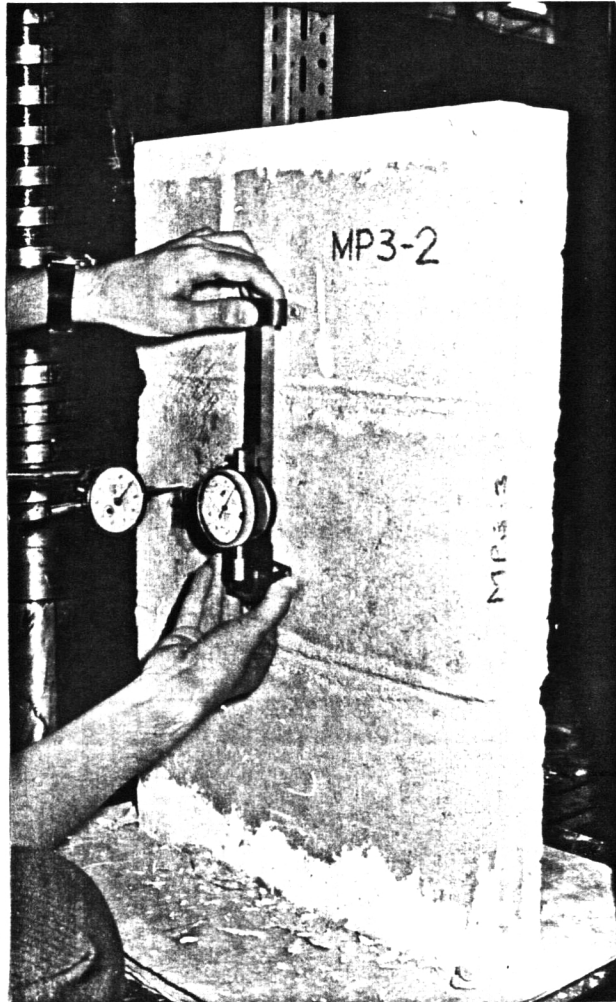
รูปที่ 2.16 ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงและความเคียดของปูนกรอก



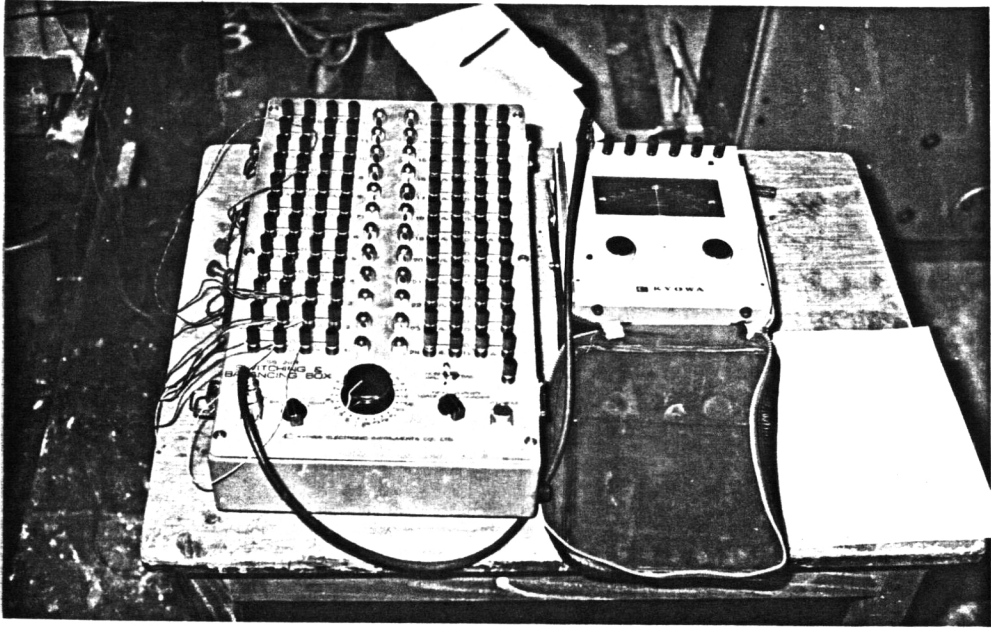
รูปที่ 2.17 - ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงและความเครียดของปูนกรอก



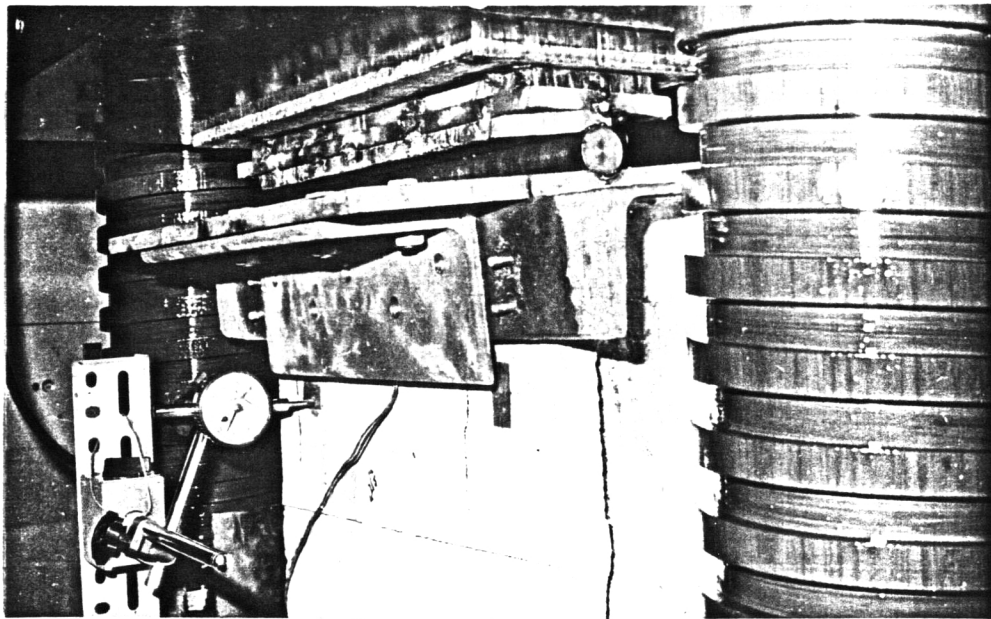
รูปที่ 2.18 เครื่อง Amsler 500 ตัน สำหรับทำการทดสอบผนัง



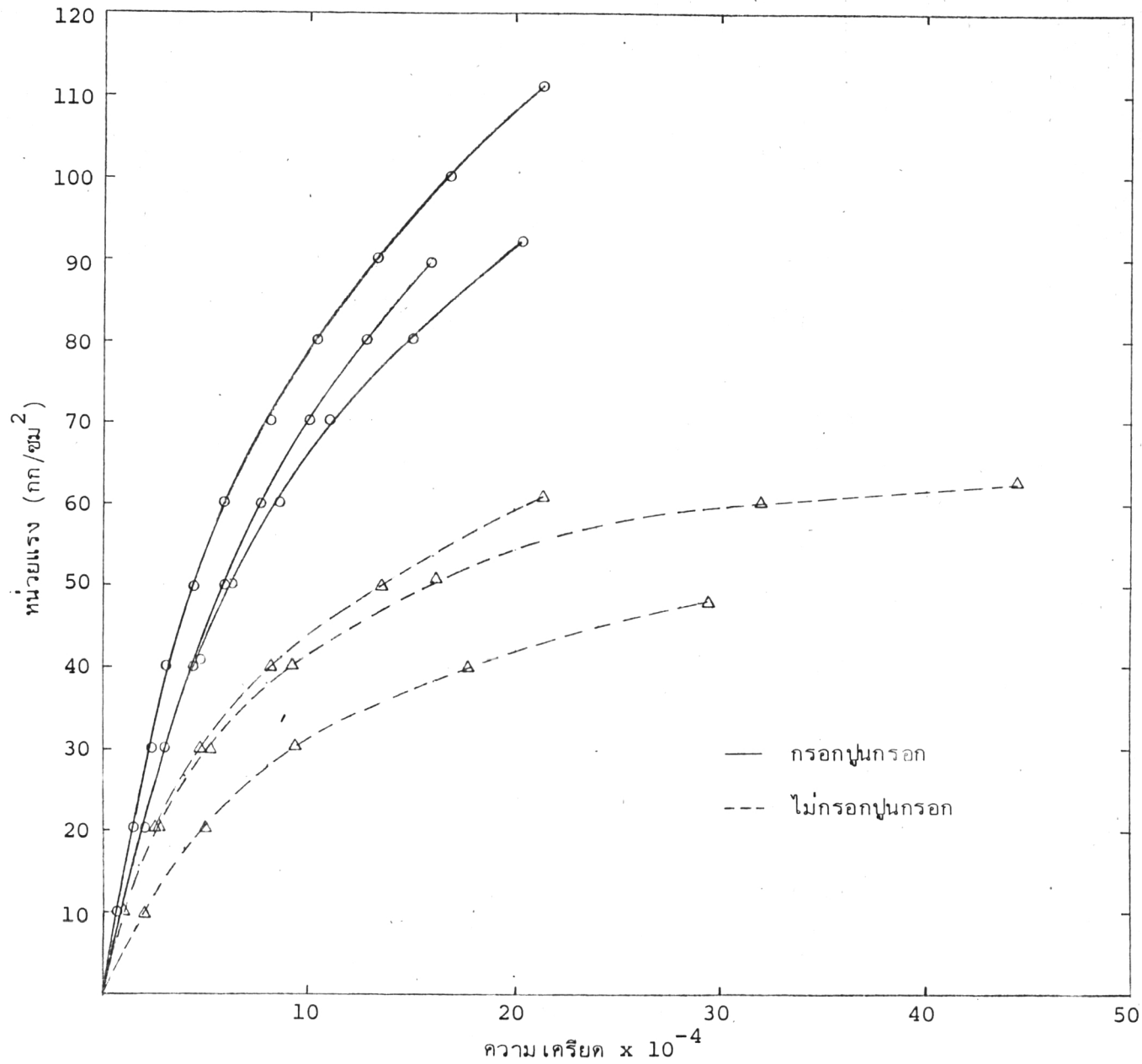
รูปที่ 2.19 ลักษณะ เกจวัดความเครียดเชิงกลและ เกจแบบหน้าปัด



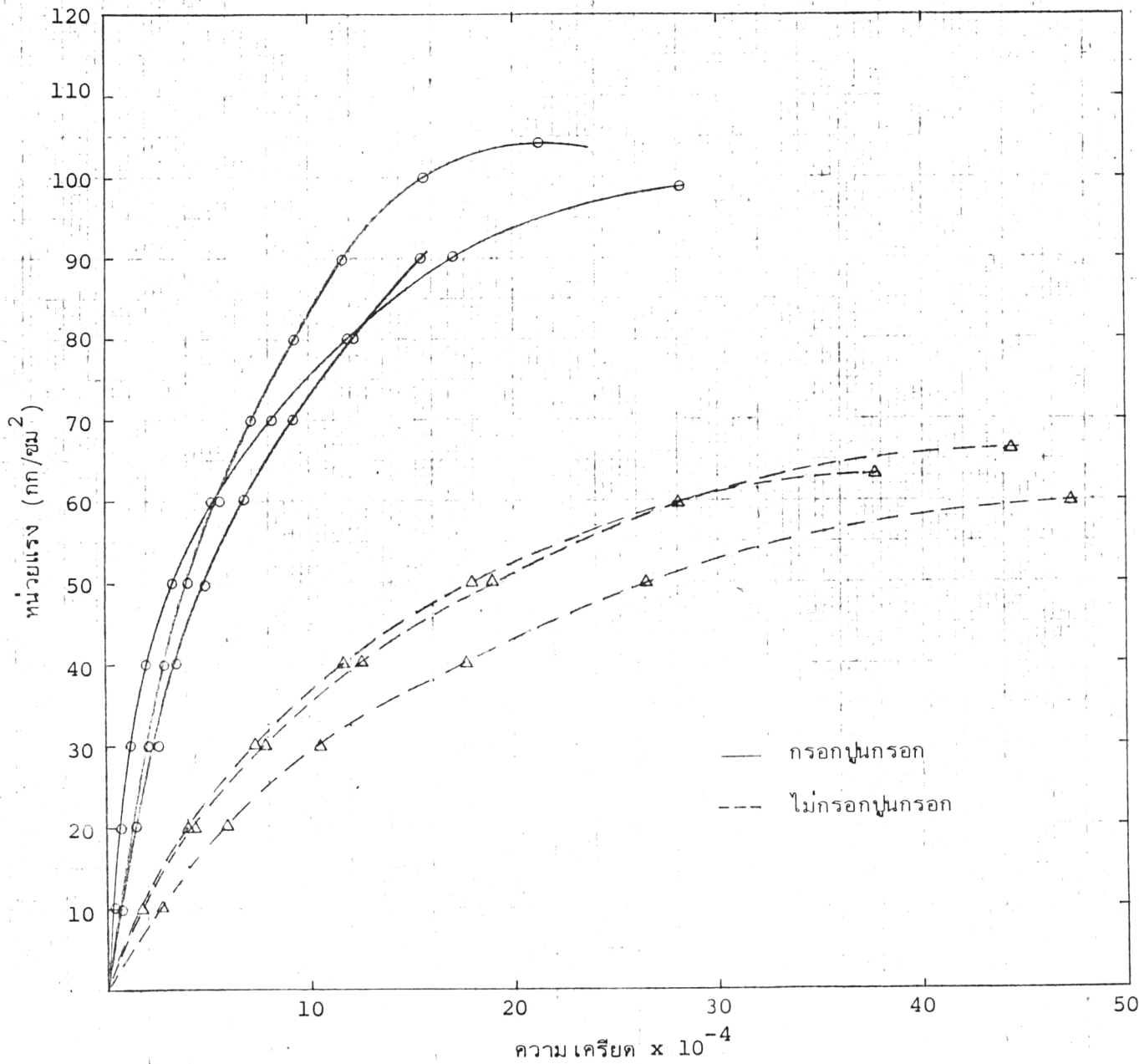
รูปที่ 2.20 ลักษณะอุปกรณ์สำหรับวัดความเครียดเชิงไฟฟ้า



รูปที่ 2.21 ลักษณะที่รองรับแบบจุดยึดหมุนในการทดสอบผึง

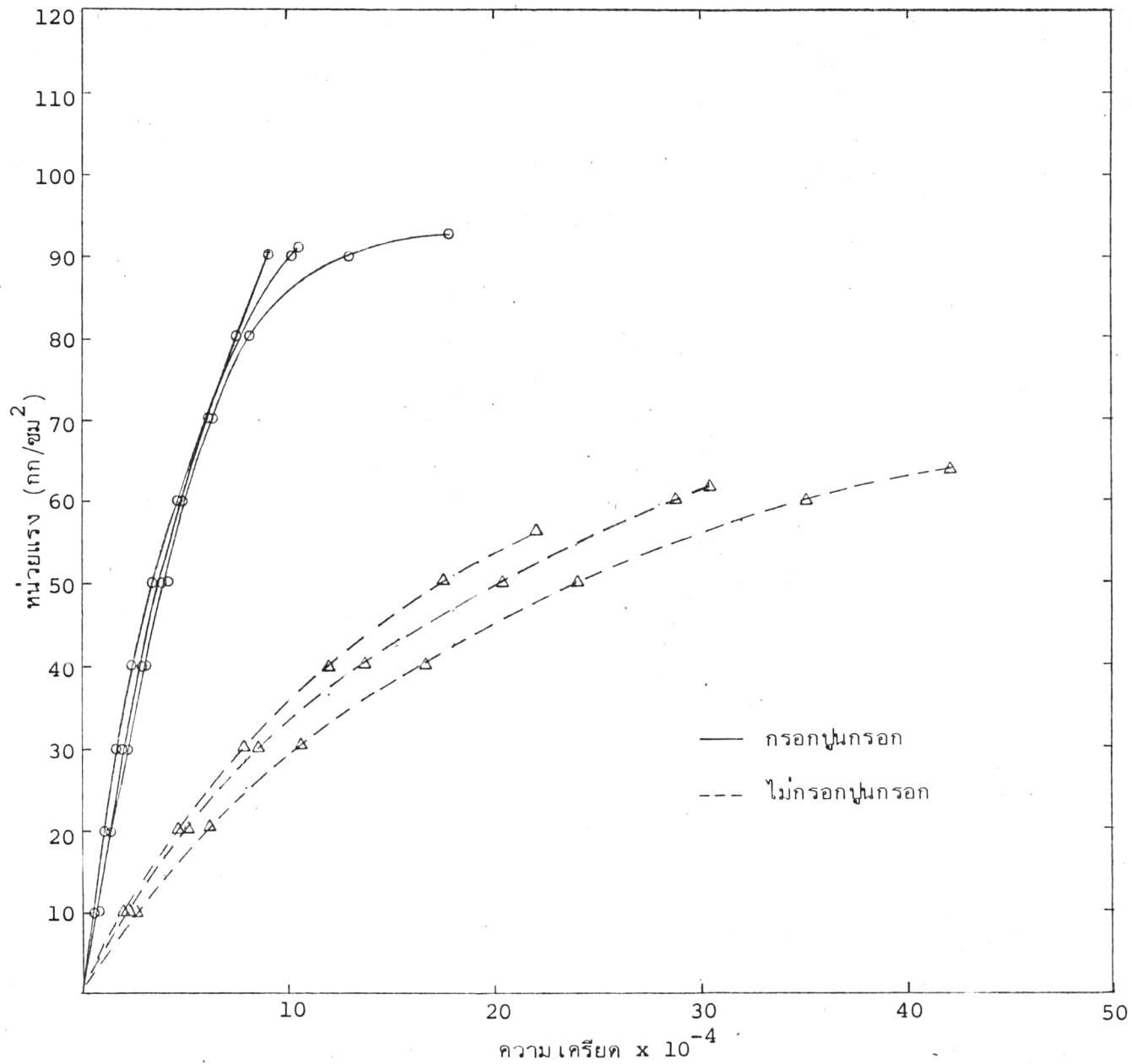


รูปที่ 3.1 ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงและความเครียดของปริซึมคอนกรีตบล็อกขนาด 3"

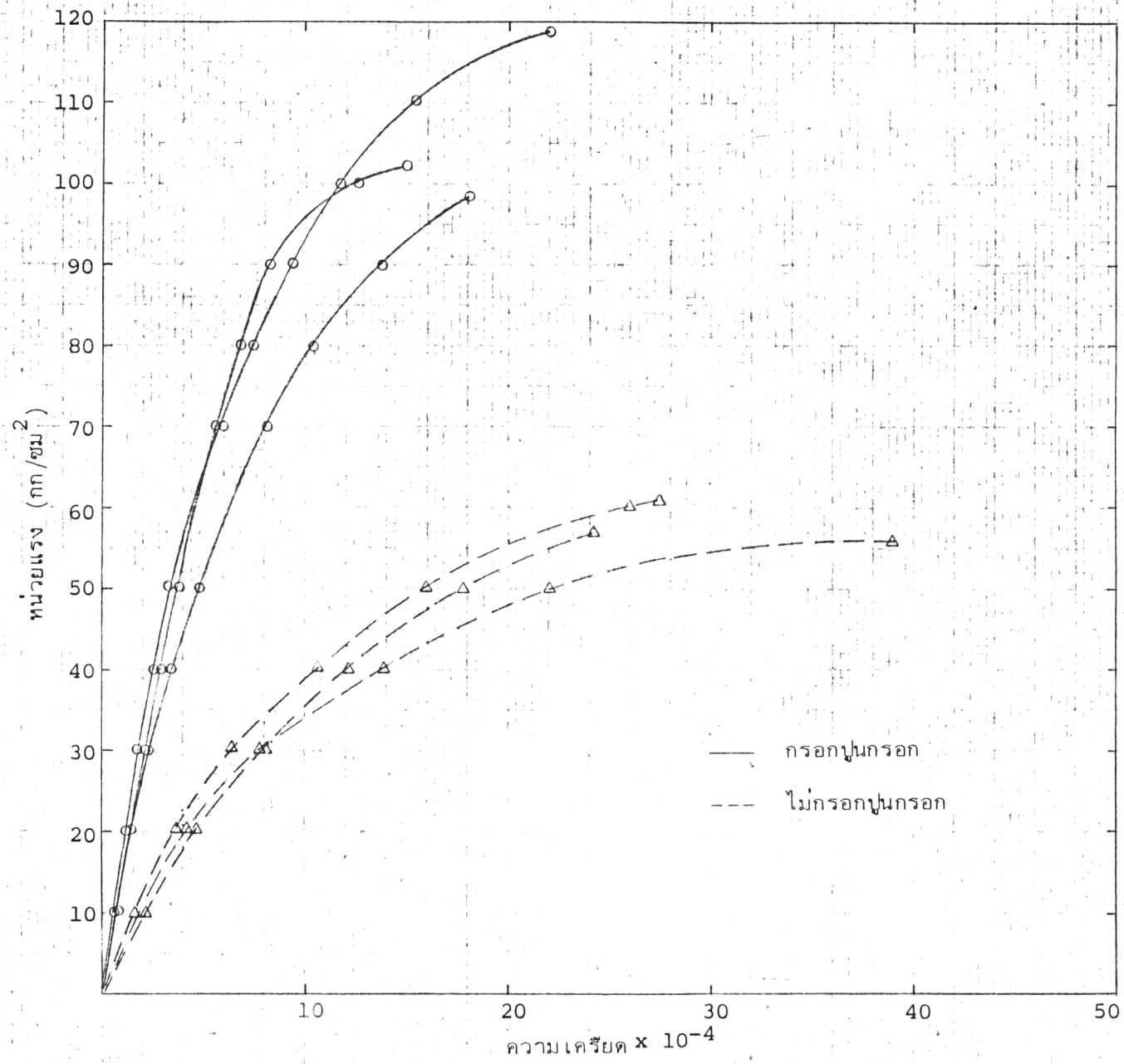


รูปที่ 3.2 ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงและความเครียดของปริซึมคอนกรีตบล็อคนขนาด 4"

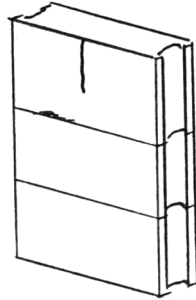
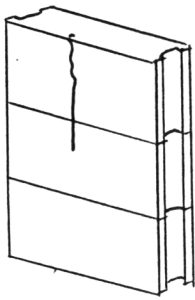




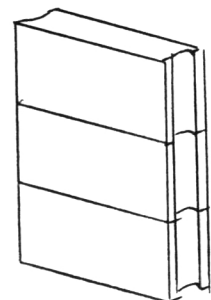
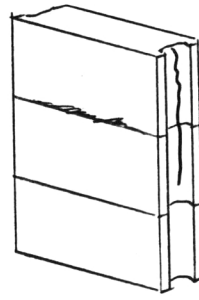
รูปที่ 3.3 ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงและความเครียดของปริซึมคอนกรีตบดล็อกขนาด 6"



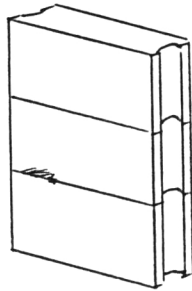
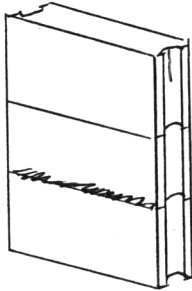
รูปที่ 3.4 ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงและความเครียดของปรีซึมคอนกรีตบดลือขนาด 8"



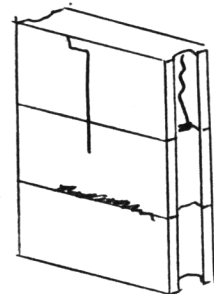
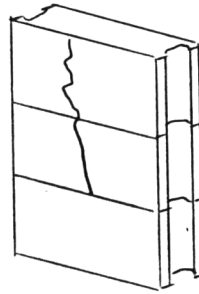
MP3-1



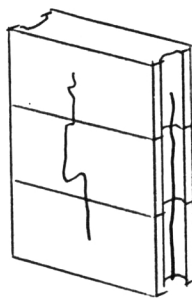
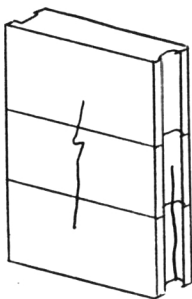
MP3-2



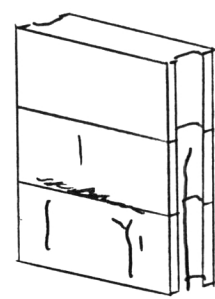
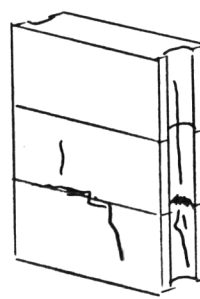
MP3-3



MP3-1G

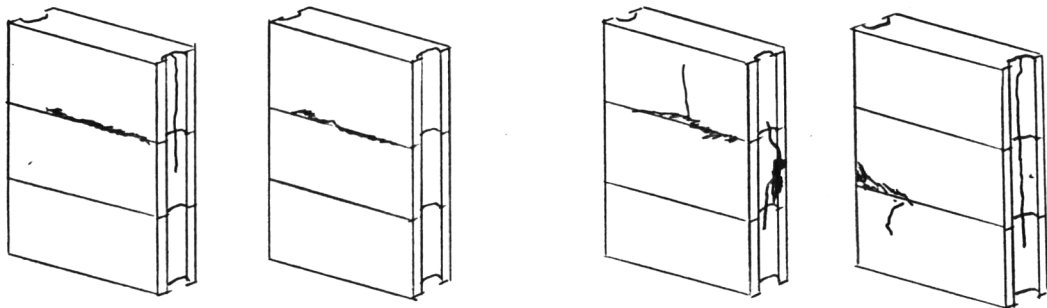


MP3-2G



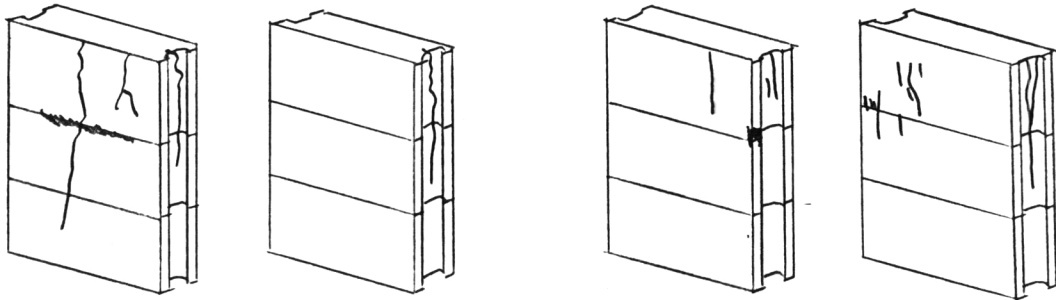
MP3-3G

รูปที่ 3.5 ลักษณะการวิบัติของปริซึมคอนกรีตบดลือขนาด 3"



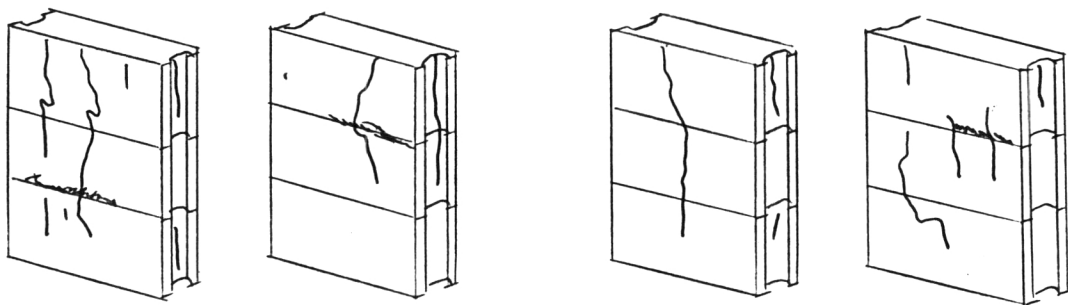
MP4-1

MP4-2



MP4-3

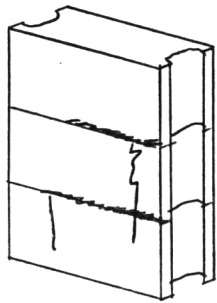
MP4-1G



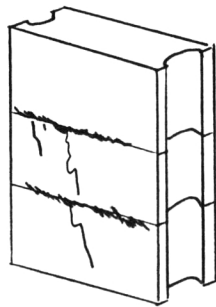
MP4-2G

MP4-3G

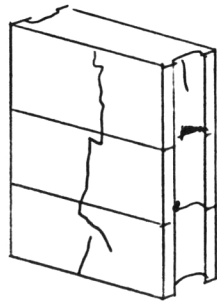
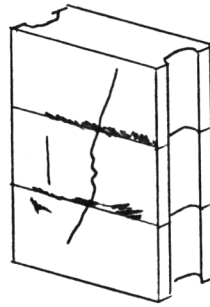
รูปที่ 3.6 ลักษณะการวิบัติของปริซึมคอนกรีตบล็อกขนาด 4"



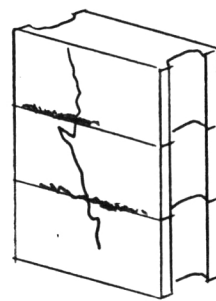
MP6-1



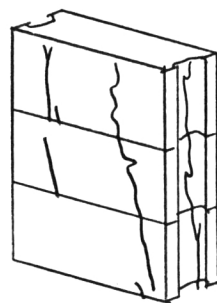
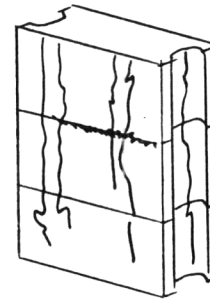
MP6-2



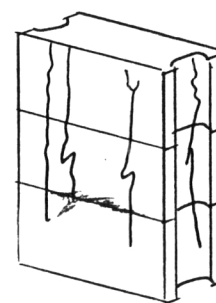
MP6-3



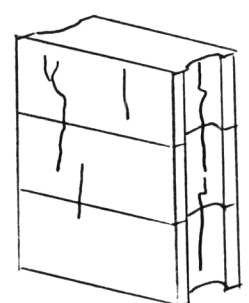
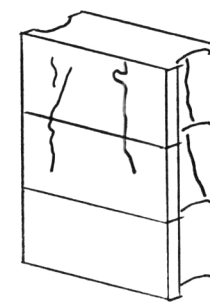
MP6-1G



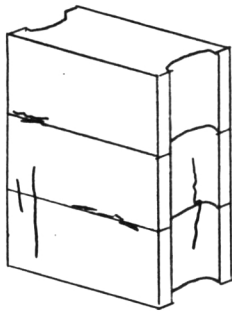
MP6-2G



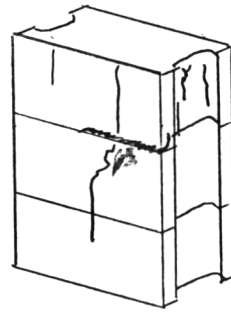
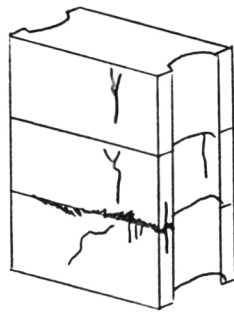
MP6-3G



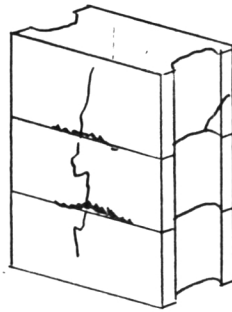
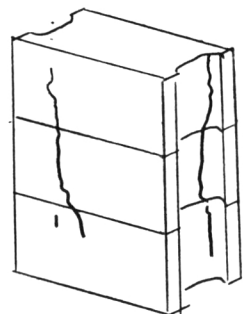
รูปที่ 3.7 ลักษณะการวิบัติของปริซึมคอนกรีตบล็อคนขนาด 6"



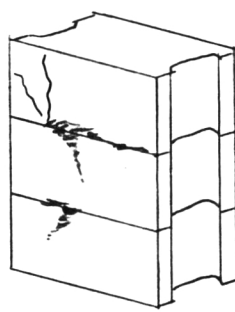
MP8-1



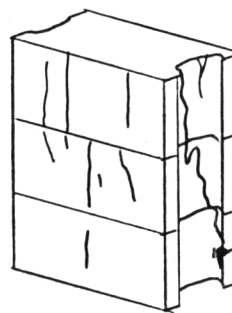
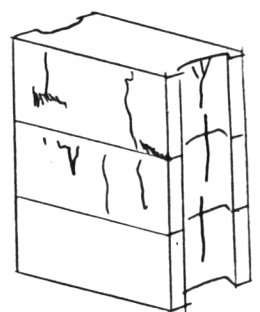
MP8-2



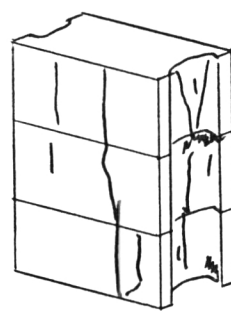
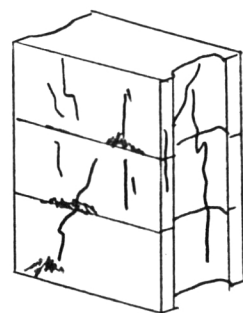
MP8-3



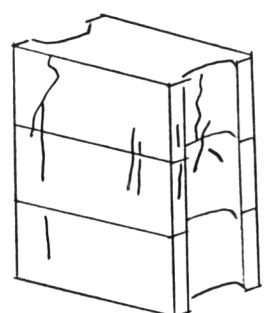
MP8-1G



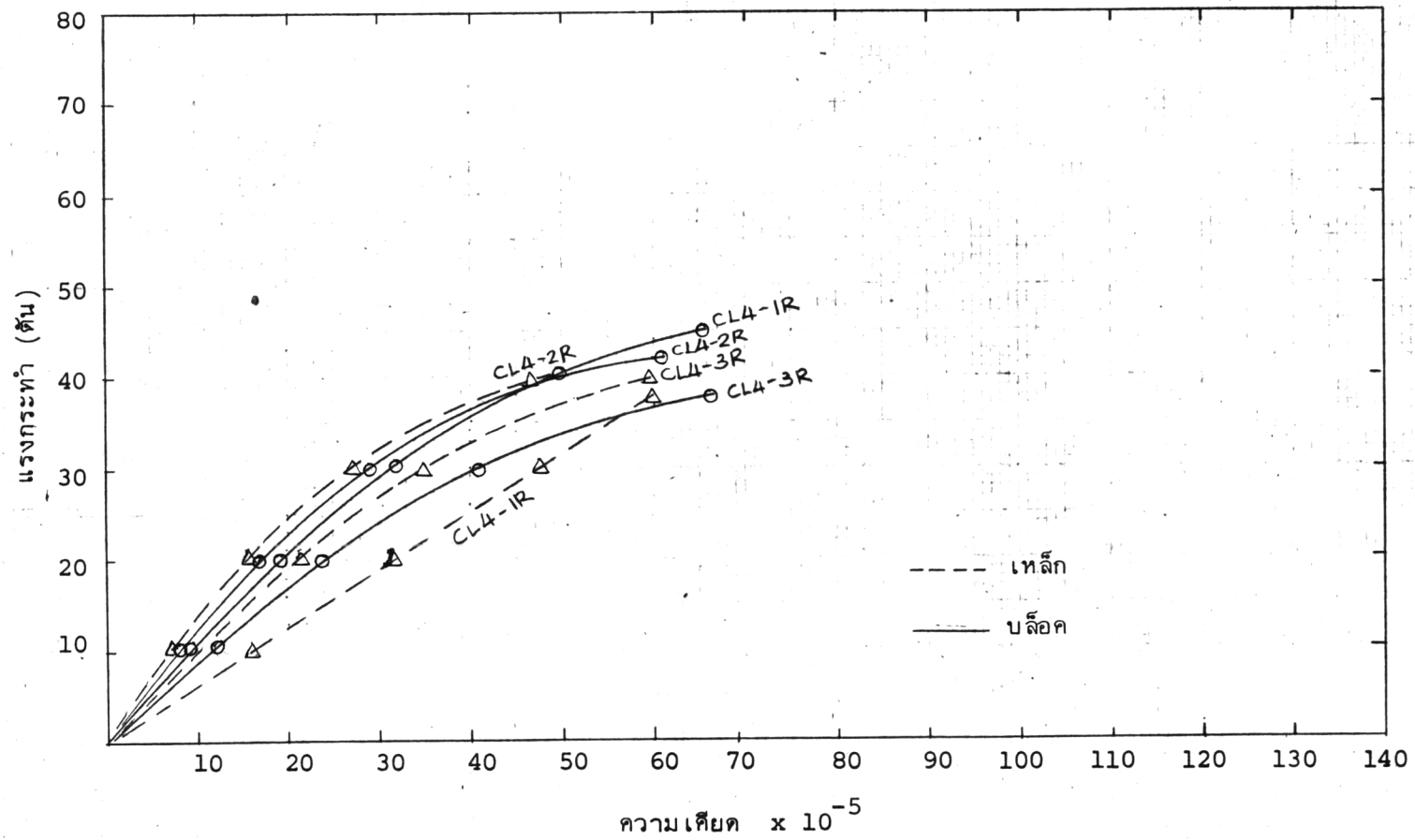
MP8-2G



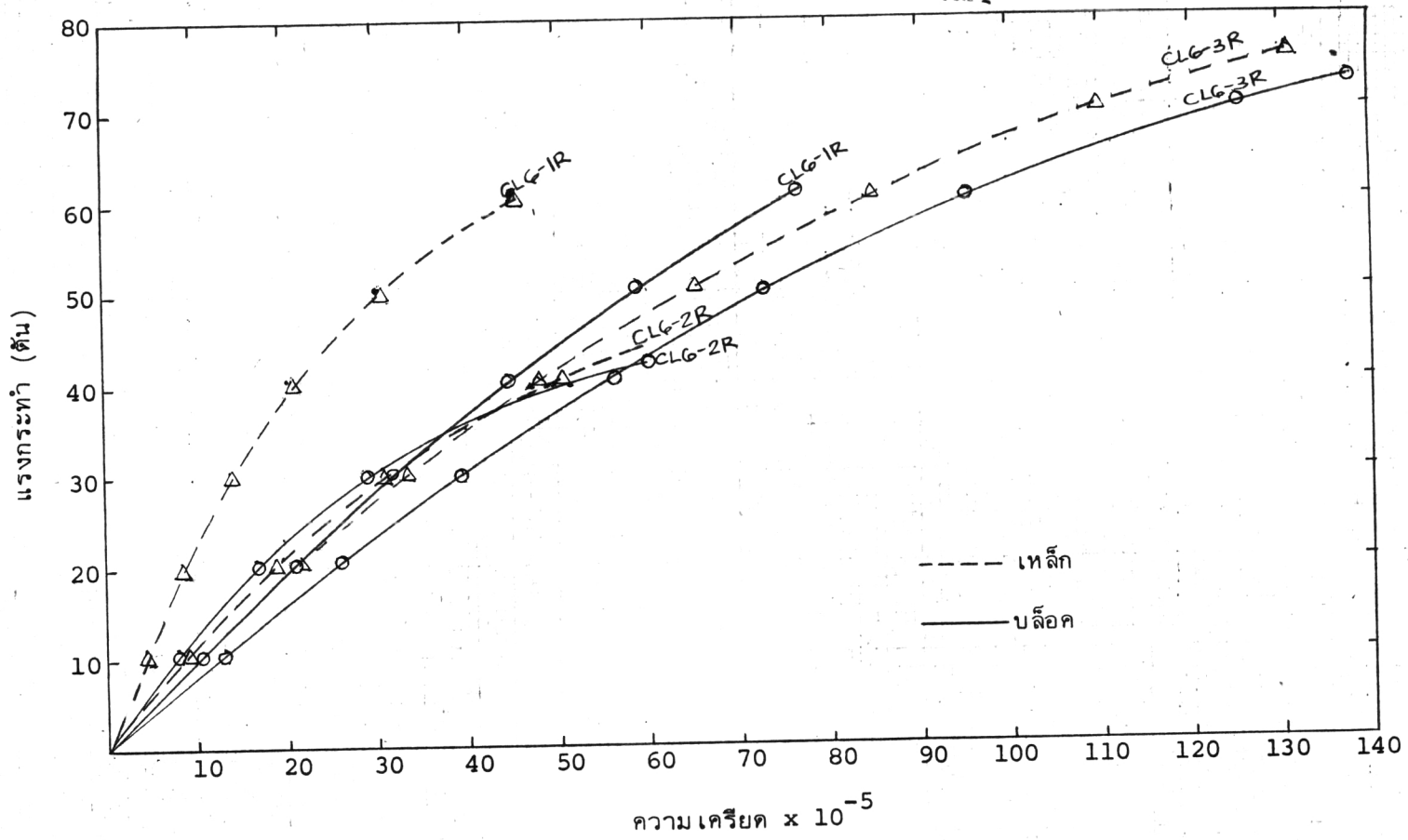
MP8-3G



รูปที่ 3.8 ลักษณะการวิบัติของปริซึมคอนกรีตบล็อกขนาด 8"

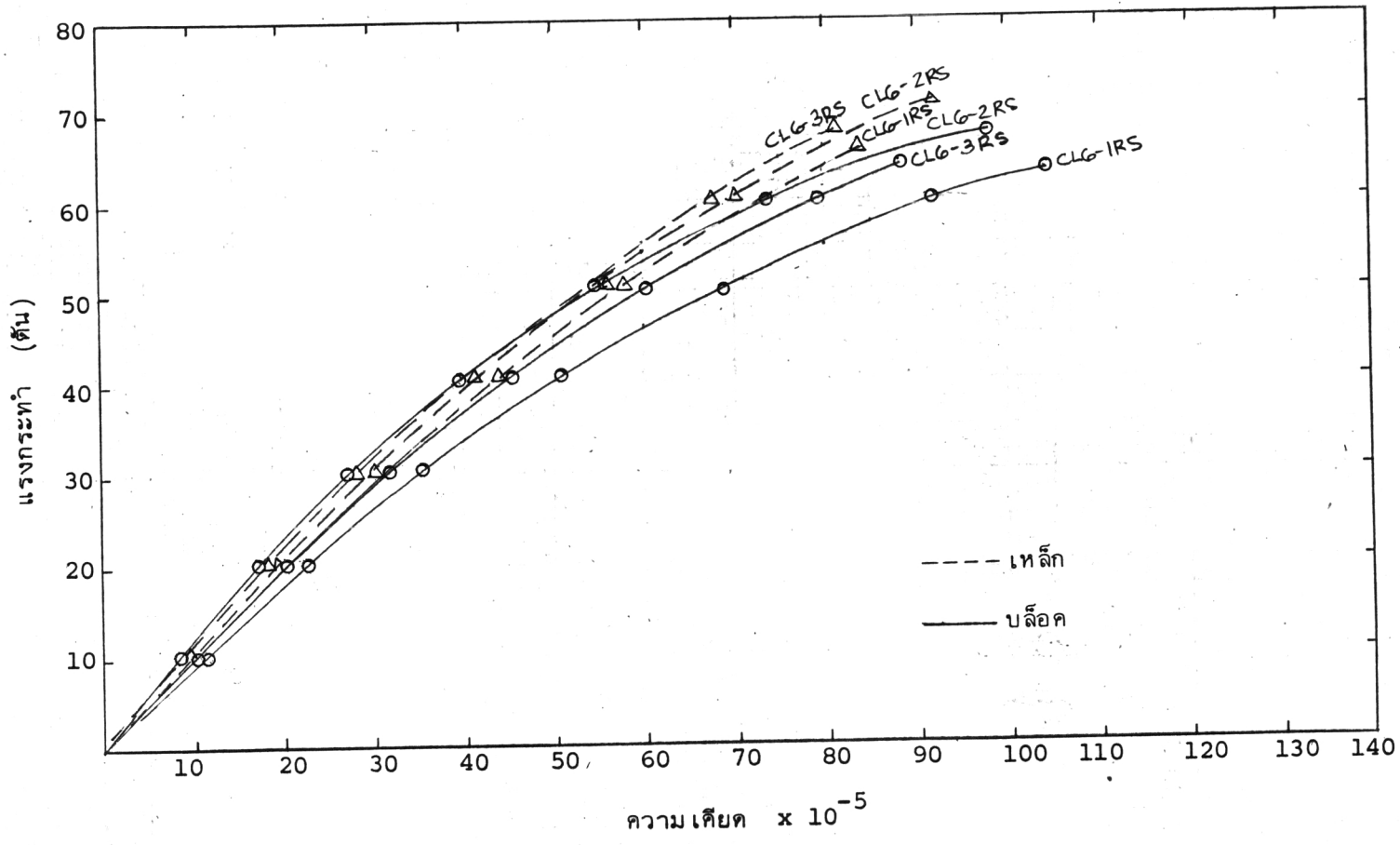


รูปที่ 3.9 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงกระทำและความเคียดของเหล็กและปลีอกในผนัง 4" รับแรงกระทำตรงศูนย์กลาง

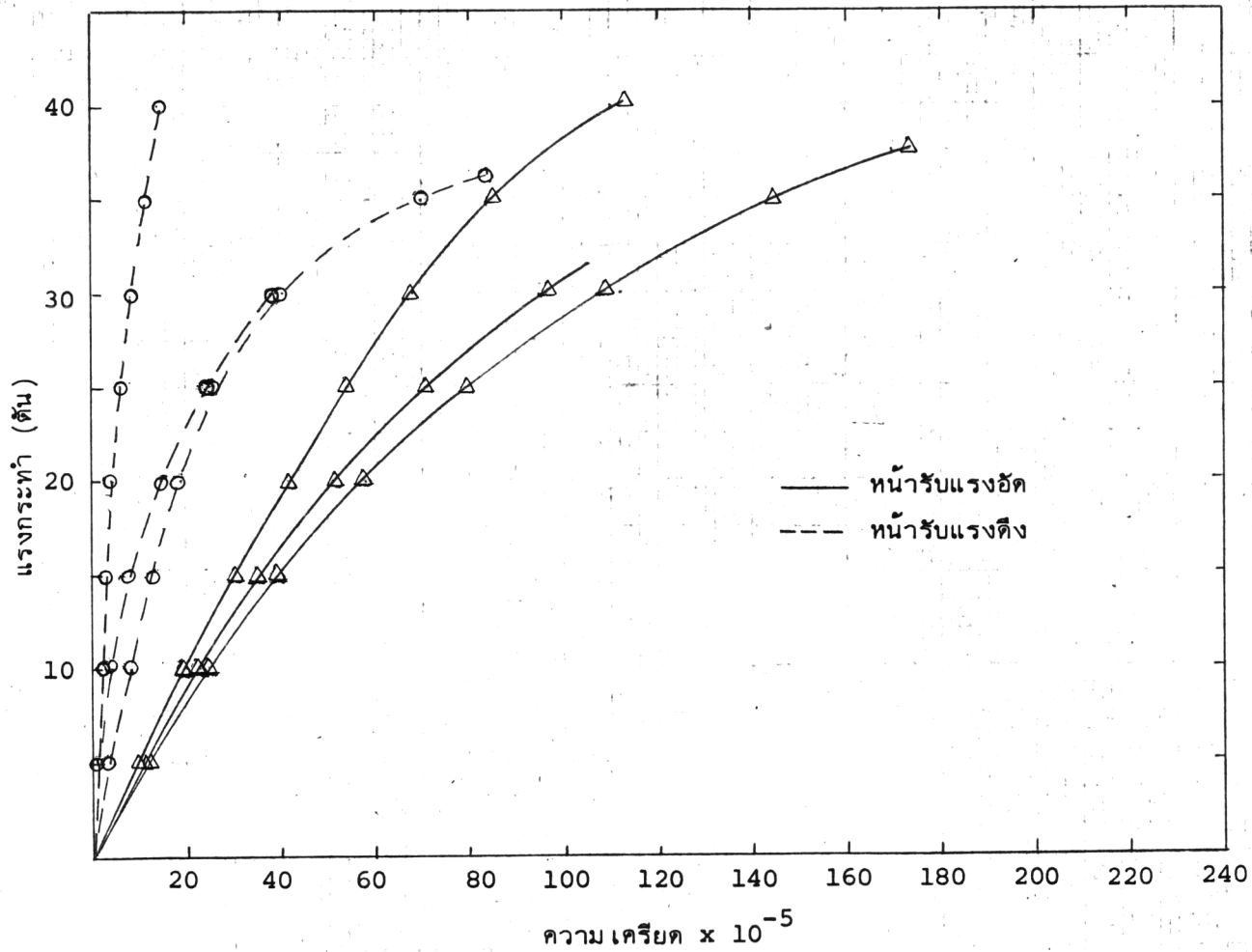


รูปที่ 3.10 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงกระทำและความเครียดของเหล็กและบิล็อคในผนัง 6" รับแรงกระทำตรงศูนย์

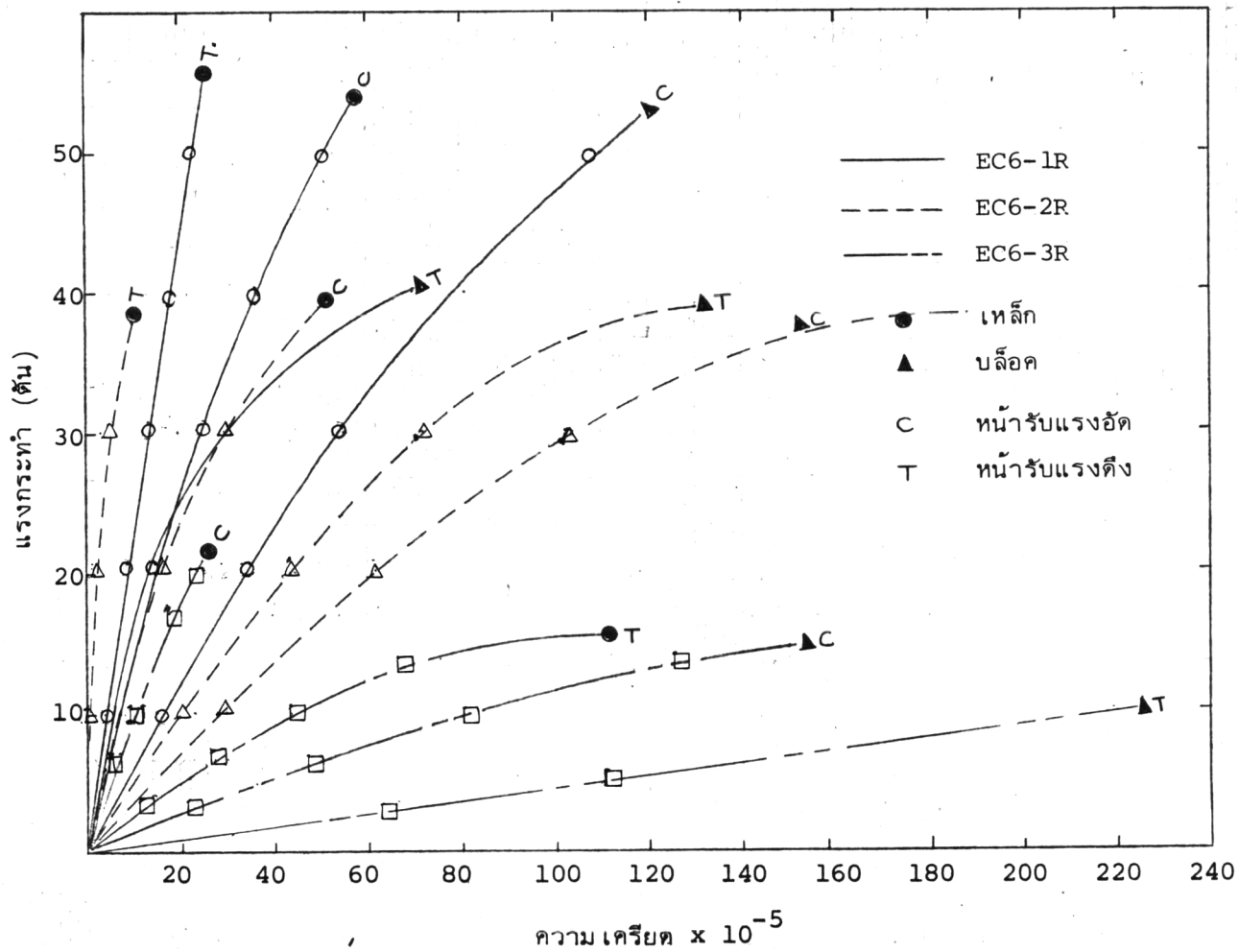




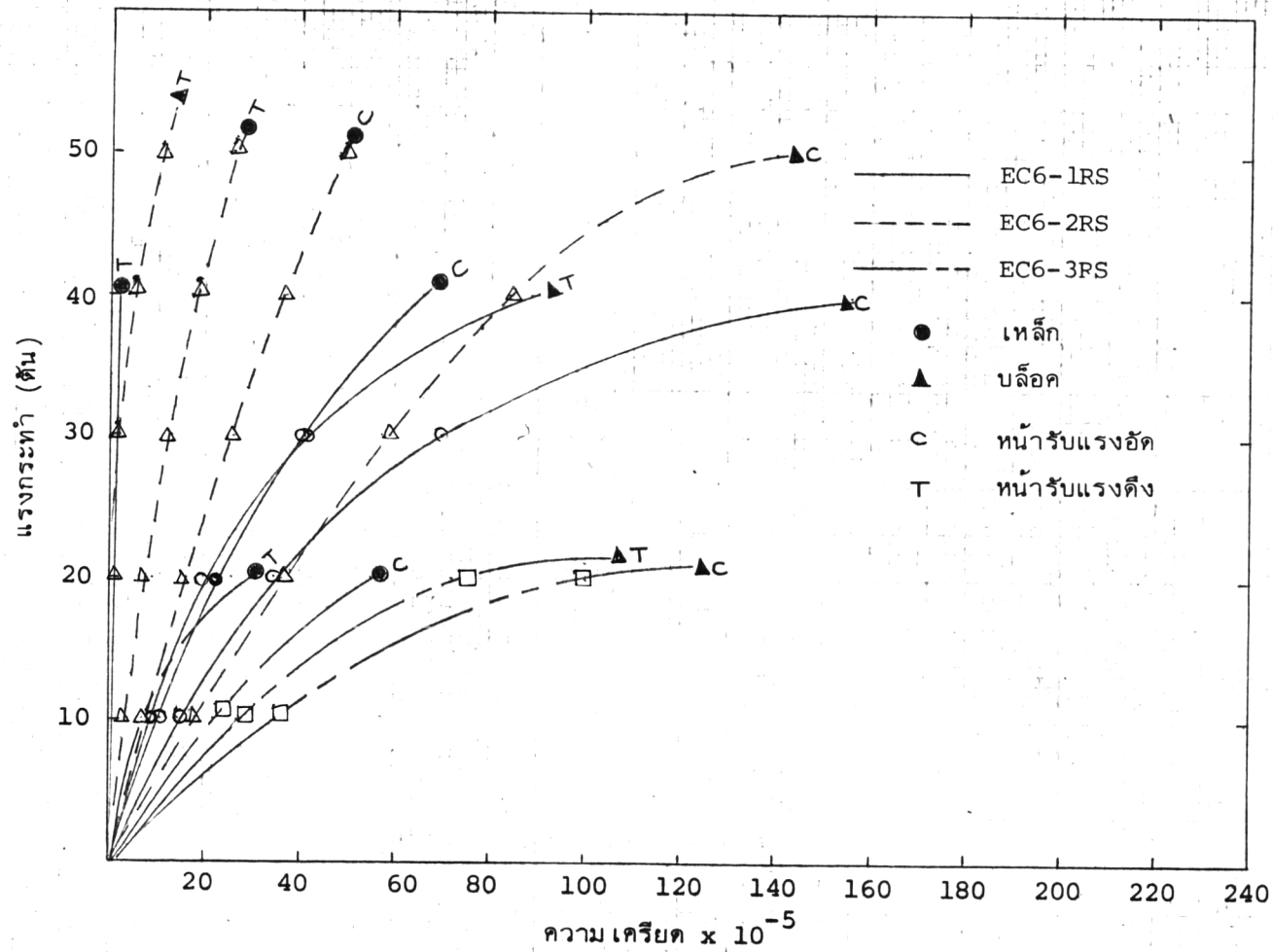
รูปที่ 3.11 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงกระทำและความเคี้ยวของเหล็กและบลิอดในผนัง 6" รับแรงกระทำตรงศูนย์



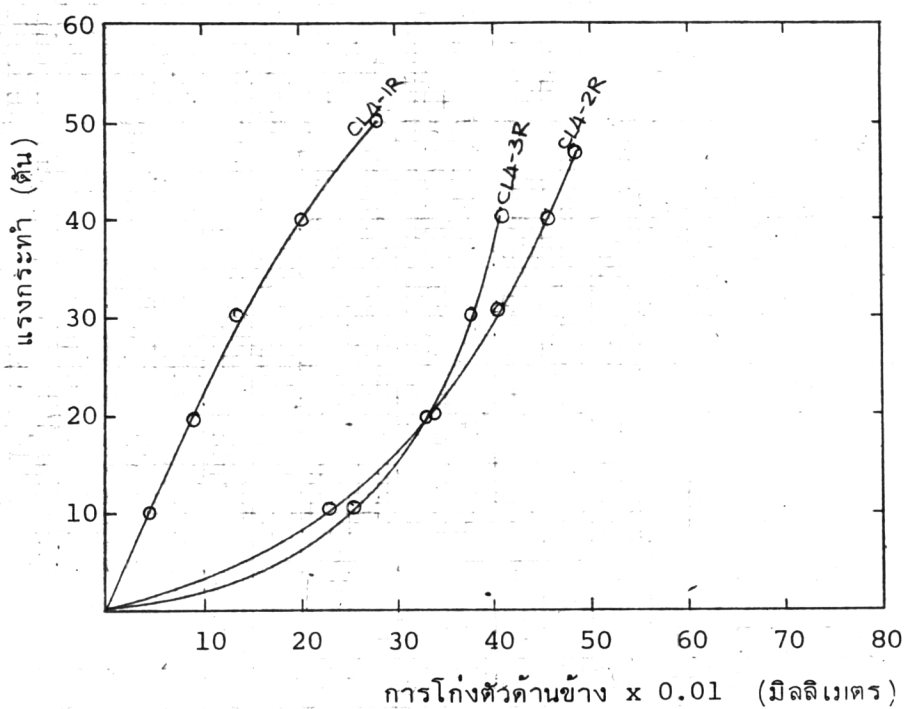
รูปที่ 3.12 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงกระทำและความเคียดของบอลึกในผนัง 6" ไม่มีเหล็กเสริม รับแรงกระทำเยื้องศูนย์กลาง



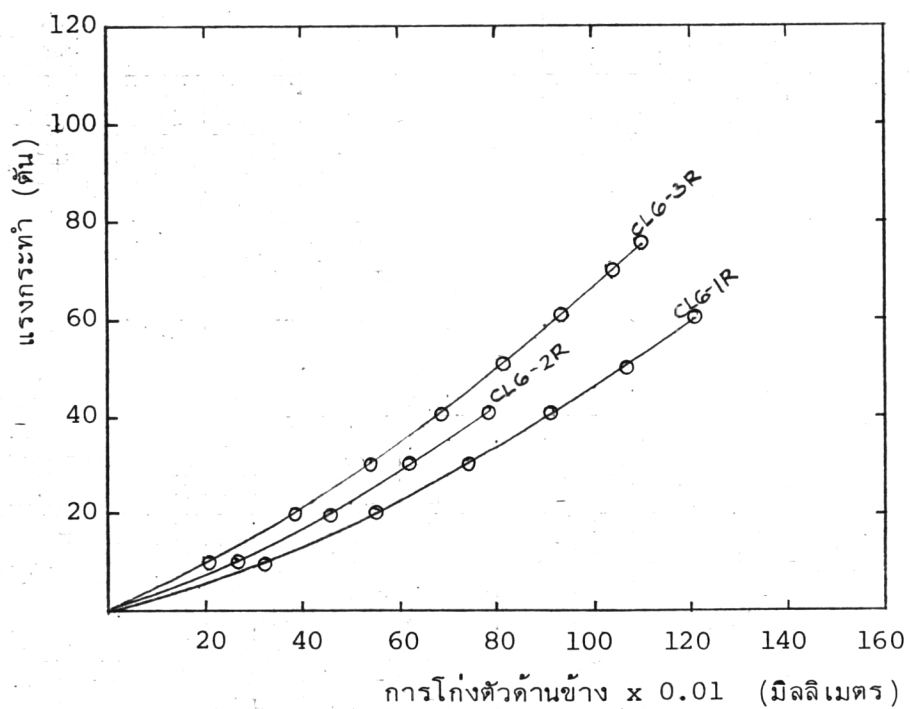
รูปที่ 3.13 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงกระทำและความเครียดของเหล็กและบล็อคในผนัง 6" มีเหล็กเสริม รับแรงกระทำเยื้องศูนย์



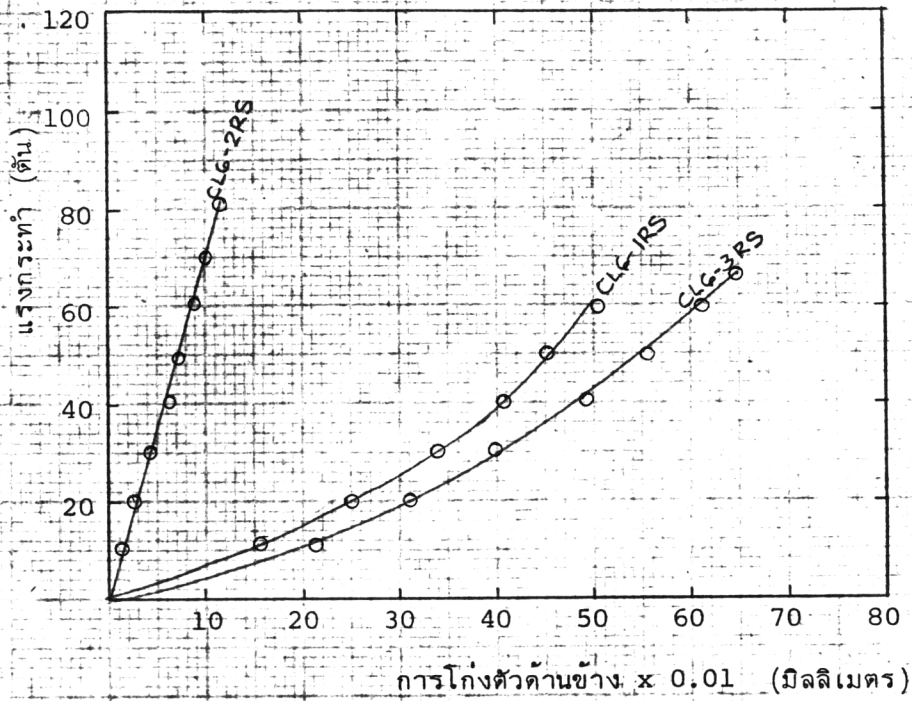
รูปที่ 3.14 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงกระทำและความเครียดของเหล็กและบล็อกในผนัง 6" มีเหล็กเสริมยื่นและเหล็กปลอก รับแรงกระทำเบื้องต้น



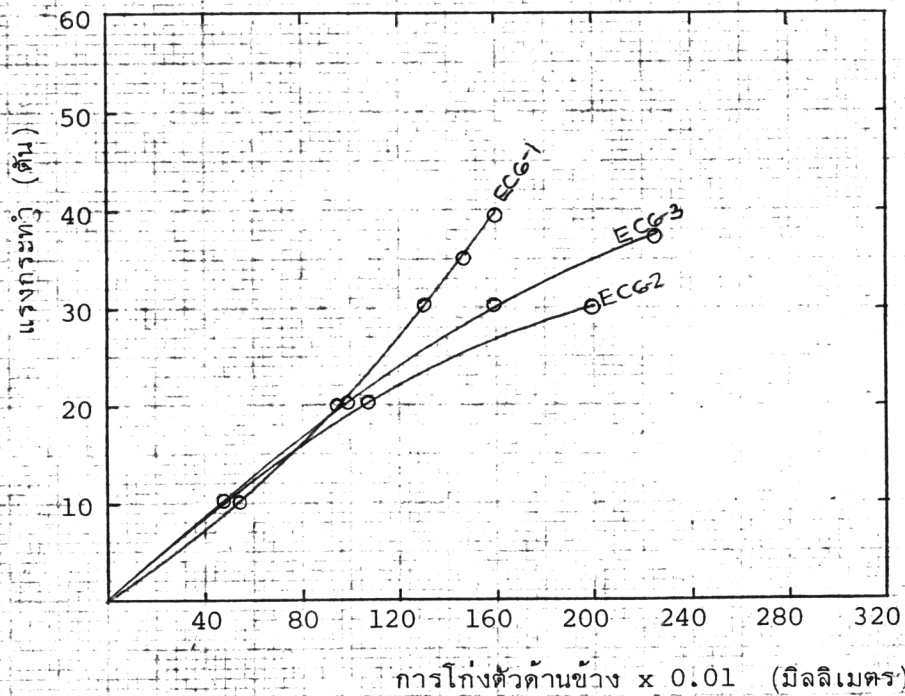
รูปที่ 3.15 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงกระทำและการโก่งตัวด้านข้างของผนัง 4" มีเหล็กเสริม รับแรงกระทำตรงศูนย์



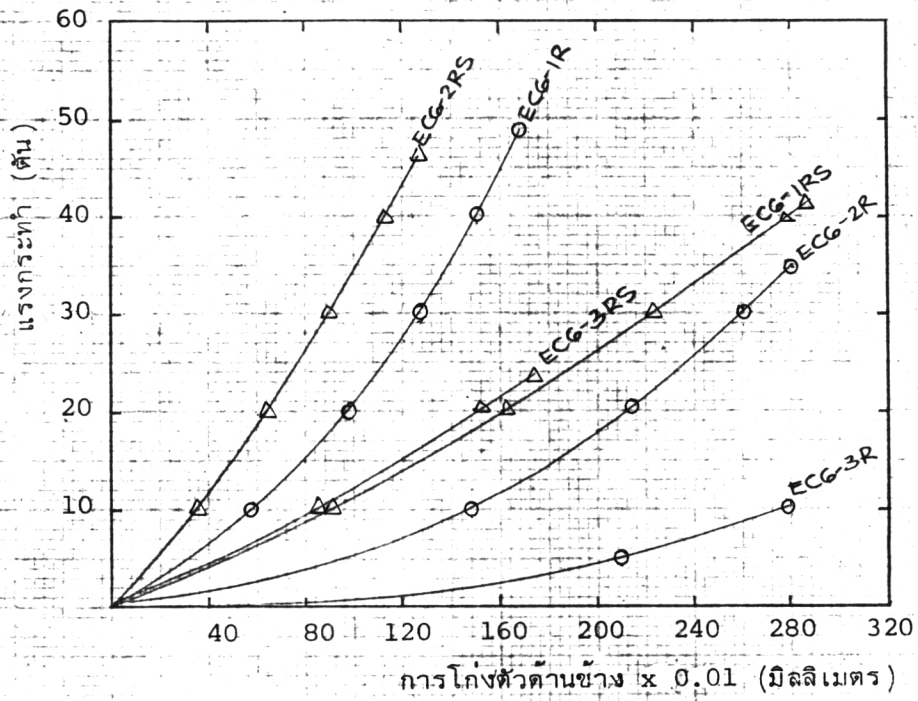
รูปที่ 3.16 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงกระทำและการโก่งตัวด้านข้างของผนัง 6" มีเหล็กเสริม รับแรงกระทำตรงศูนย์



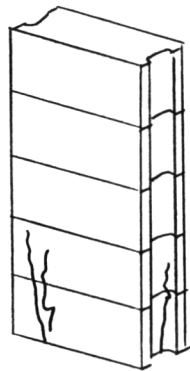
รูปที่ 3.17 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงกระทำและการโก่งตัวด้านข้างของผนัง 6" มีเหล็กเสริมยื่นและเหล็กปลอก รับแรงกระทำตรงศูนย์



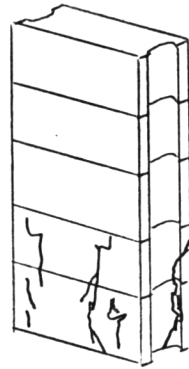
รูปที่ 3.18 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงกระทำและการโก่งตัวด้านข้างของผนัง 6" ไม่มีเหล็กเสริม รับแรงกระทำเยื้องศูนย์



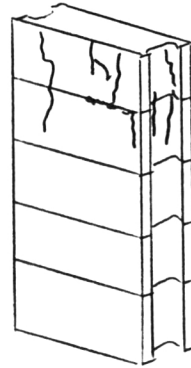
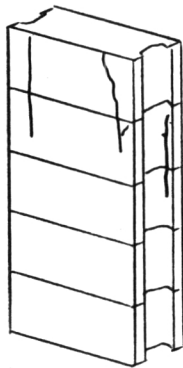
รูปที่ 3.19 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงกระทำและการโก่งตัวด้านข้างของผนัง 6" มีเหล็กเสริม รับแรงกระทำเยื้องศูนย์



CL6-1R



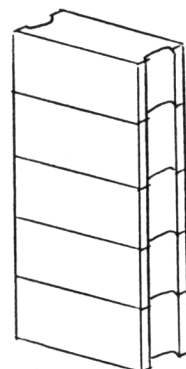
CL6-2R



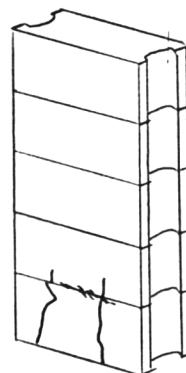
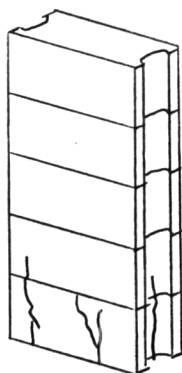
CL6-3R

รูปที่ 3.20 ลักษณะการวิบัติของผนังคอนกรีตบดล็อกขนาด 6"  
เสริมเหล็กยื่นรับแรงกระทำตรงศูนย์

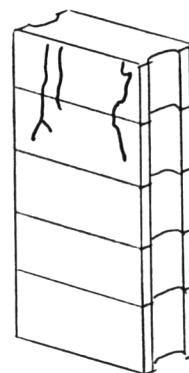
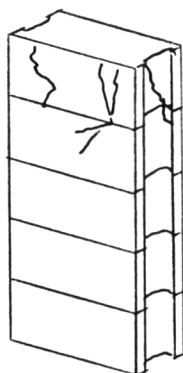




CL6-1RS



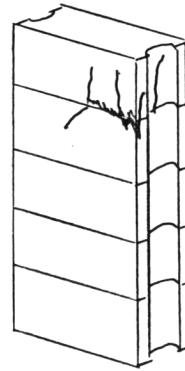
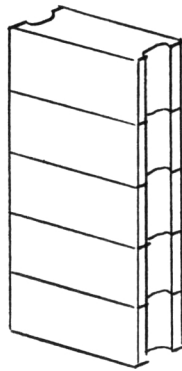
CL6-2RS



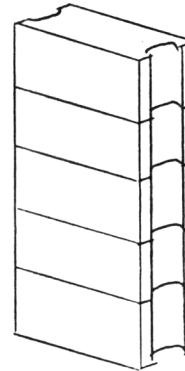
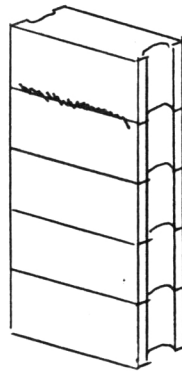
CL6-3RS

รูปที่ 3.21 ลักษณะการรืบติขของผนังคอนกรีตบล็อคขนาด 6"

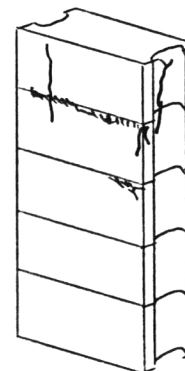
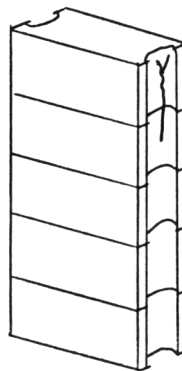
เสริม เหล็กยื่นและ เหล็กปลอกรับแรงกระทำตรงศูนย์



EC6-1



EC6-2



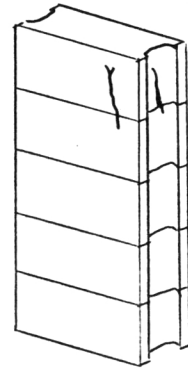
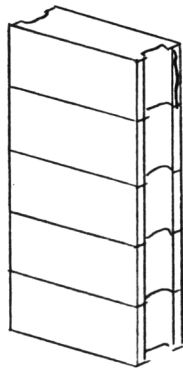
EC6-3

หน้ารับแรงดึง

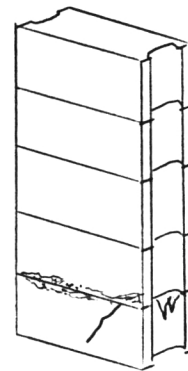
หน้ารับแรงอัด

รูปที่ 3.22 ลักษณะการวิบัติของผนังคอนกรีตบล็อกขนาด 6"

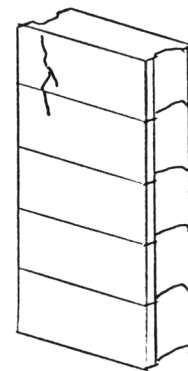
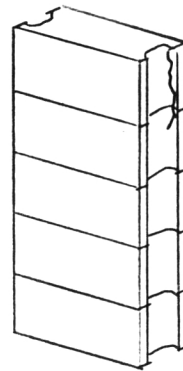
ไม่มีเหล็กเสริมรับแรงกระทำเยื้องศูนย์กลาง



EC6-1R



EC6-2R



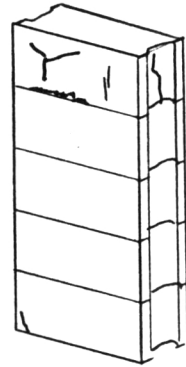
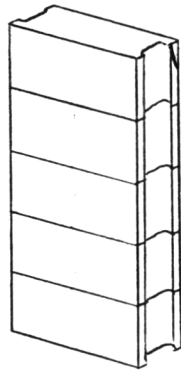
EC6-3R

หน้ารับแรงดึง

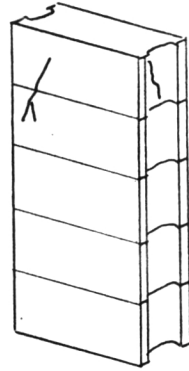
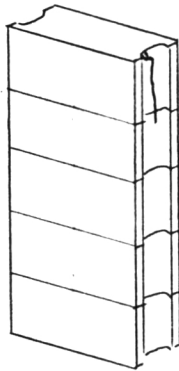
หน้ารับแรงอัด

รูปที่ 3.23 ลักษณะการวิบัติของผนังคอนกรีตบล็อกขนาด 6"

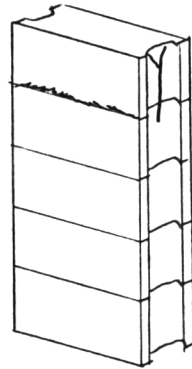
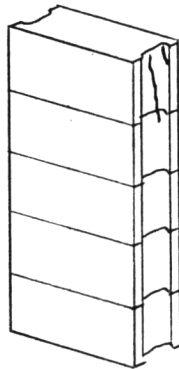
เสริมเหล็กยื่นรับแรงกระทำเยื้องศูนย์



EC6-1RS



EC6-2RS



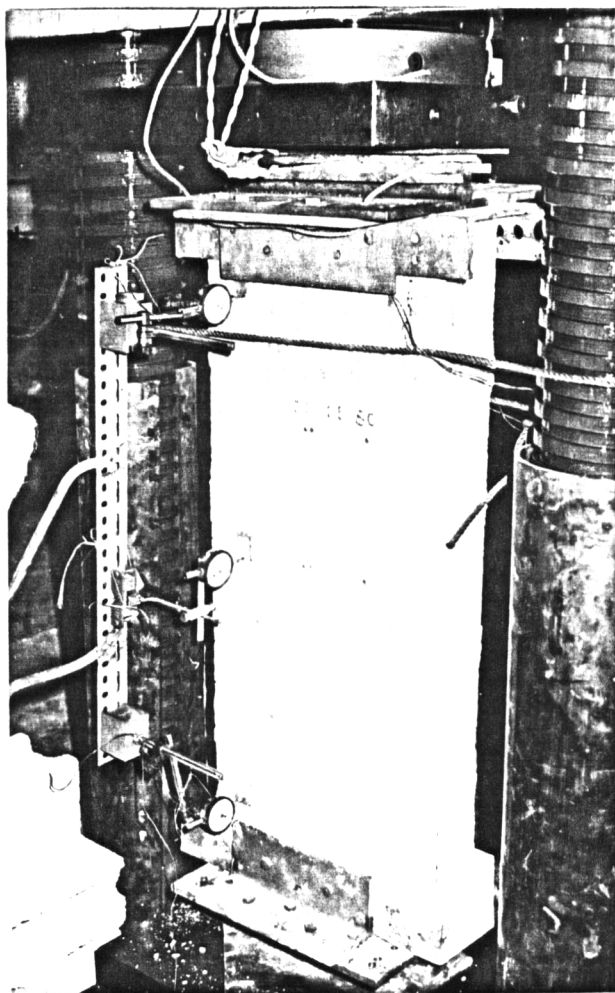
EC6-3RS

หน้ารับแรงดึง

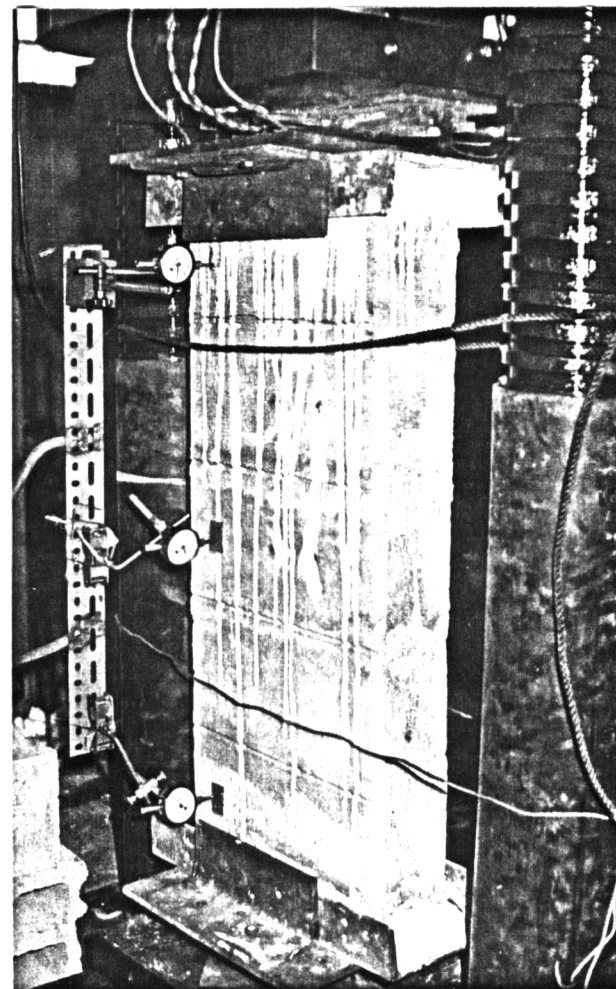
หน้ารับแรงอัด

รูปที่ 3.24 ลักษณะการวิบัติของผนังคอนกรีตบดล็อคขนาด 6"

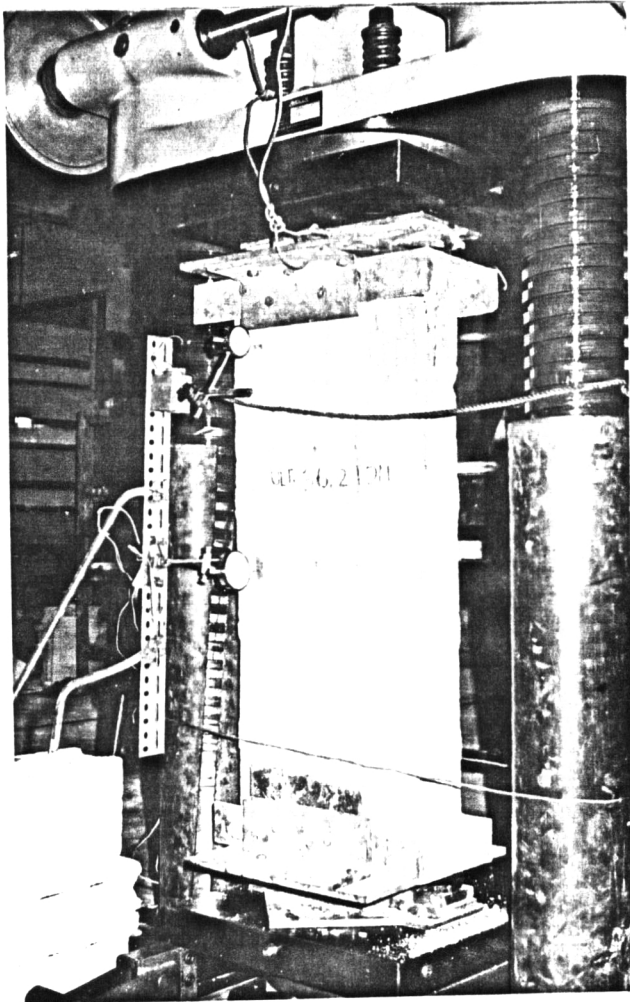
เสริม เหล็กยื่นและเหล็กปลอกรับแรงกระทำเยื้องศูนย์



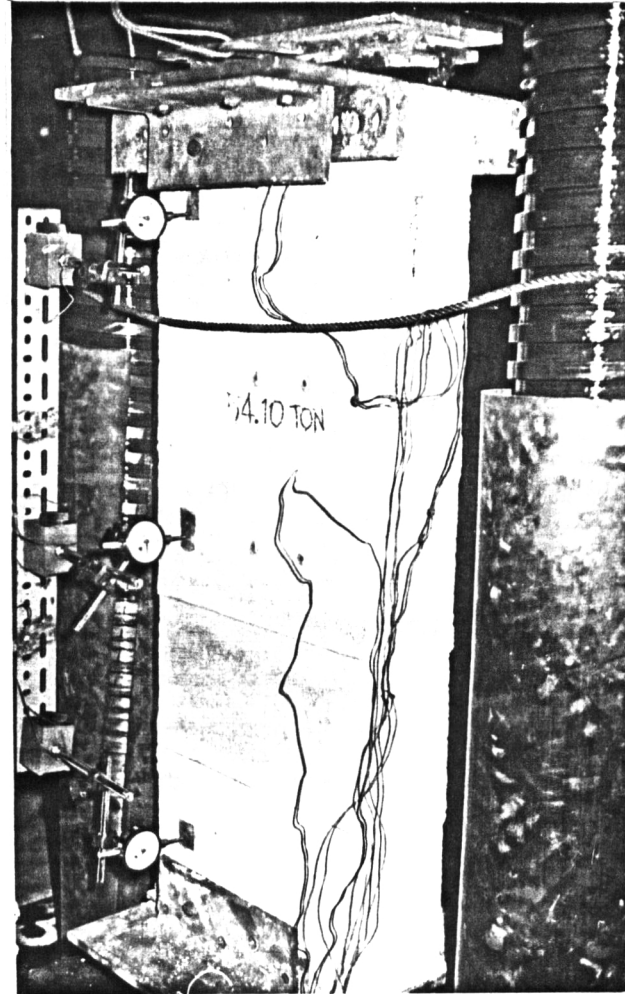
รูปที่ 3.25 ลักษณะการวิบัติที่หน้ารับแรงอัดของฉนวน  
EC6-1



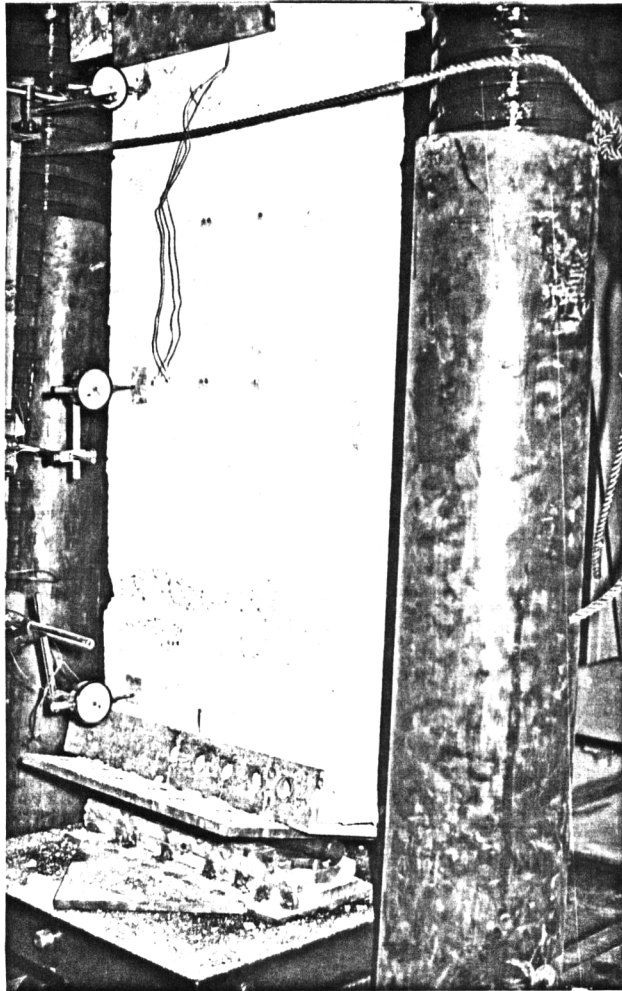
รูปที่ 3.26 ลักษณะการวิบัติที่หน้ารับแรงดึงของฉนวน  
EC6-2



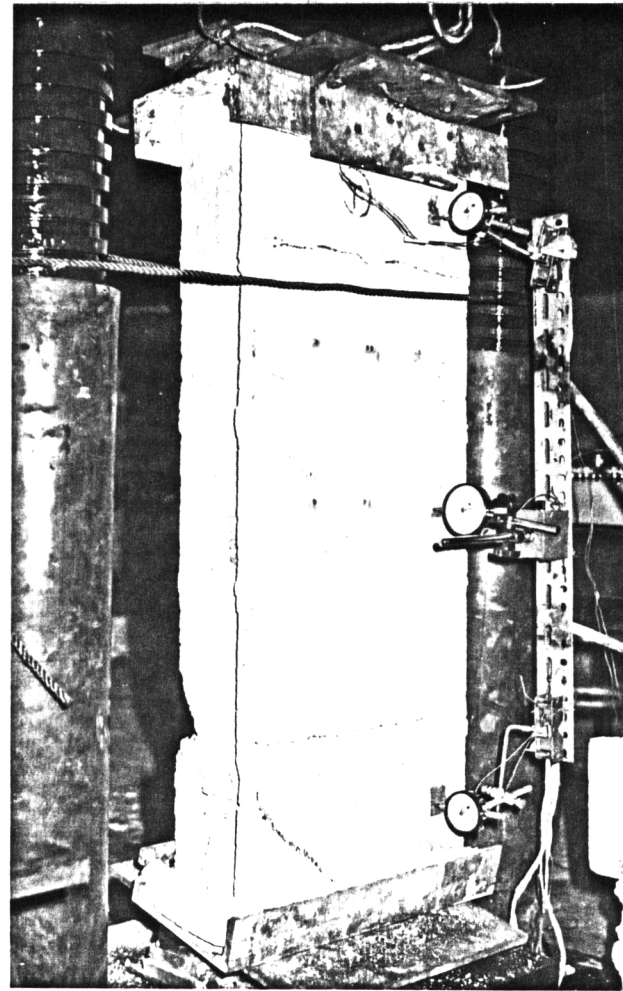
รูปที่ 3.27 ลักษณะการวัดที่หน้ารับแรงดึงของผนัง  
EC6-3



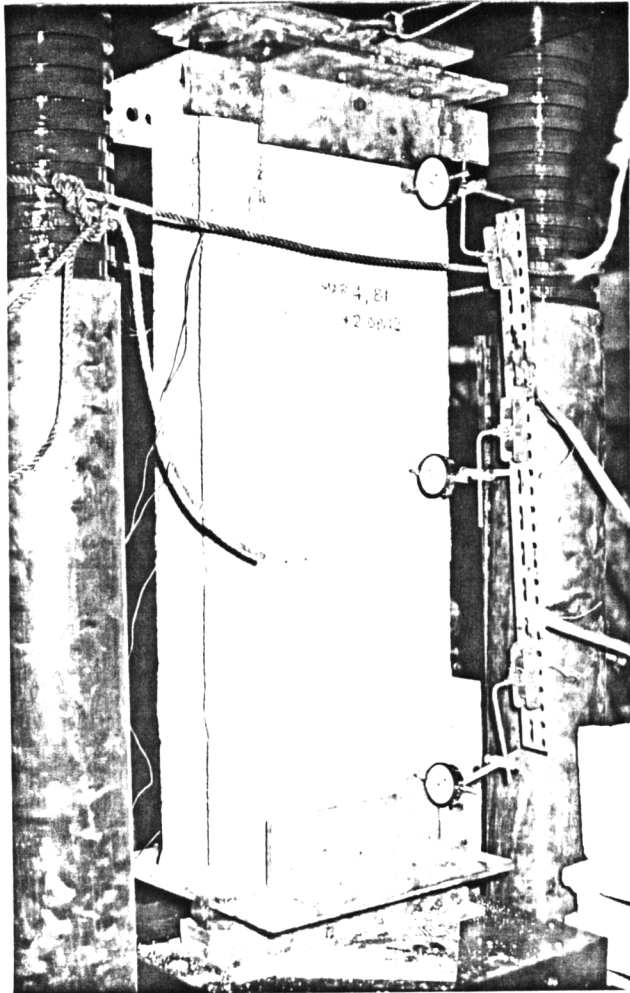
รูปที่ 3.28 ลักษณะการวัดที่หน้ารับแรงอัดของผนัง  
EC6-1R



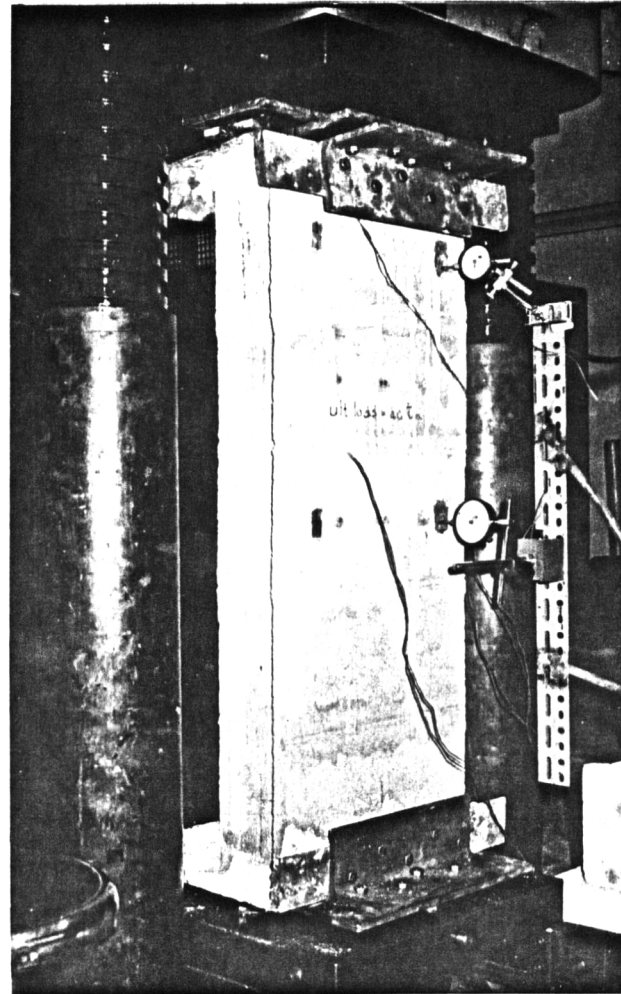
รูปที่ 3.29 ลักษณะการวิบัติที่หน้ารับแรงอัดของผนัง  
EC6-2R



รูปที่ 3.30 ลักษณะการวิบัติที่หน้ารับแรงดึงของผนัง  
EC6-2R.

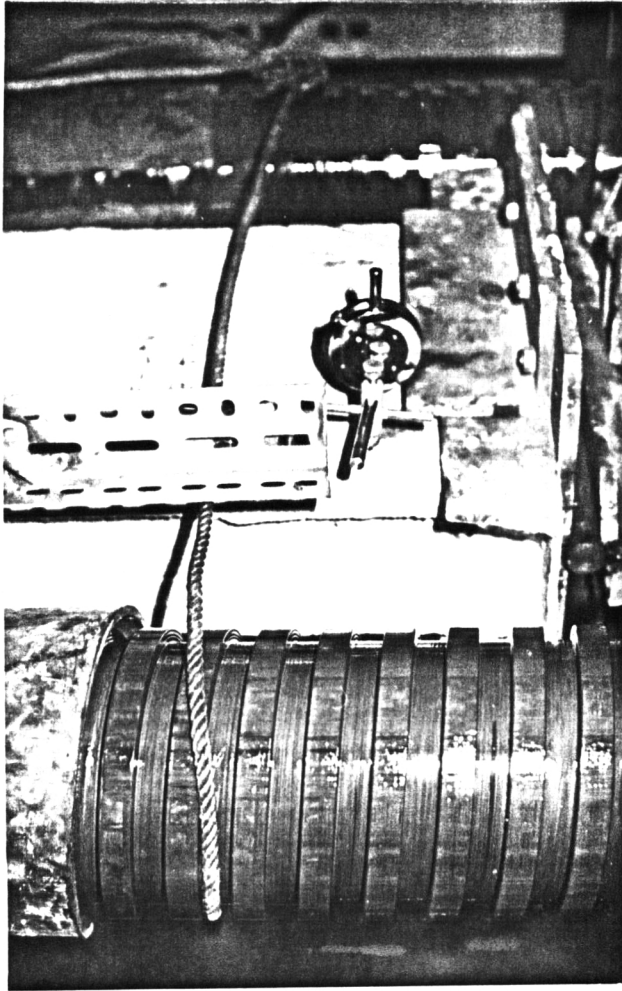


รูปที่ 3.31 ลักษณะการวิบัติที่หน้ารับแรงอัดของฉนวน  
EC6-3R

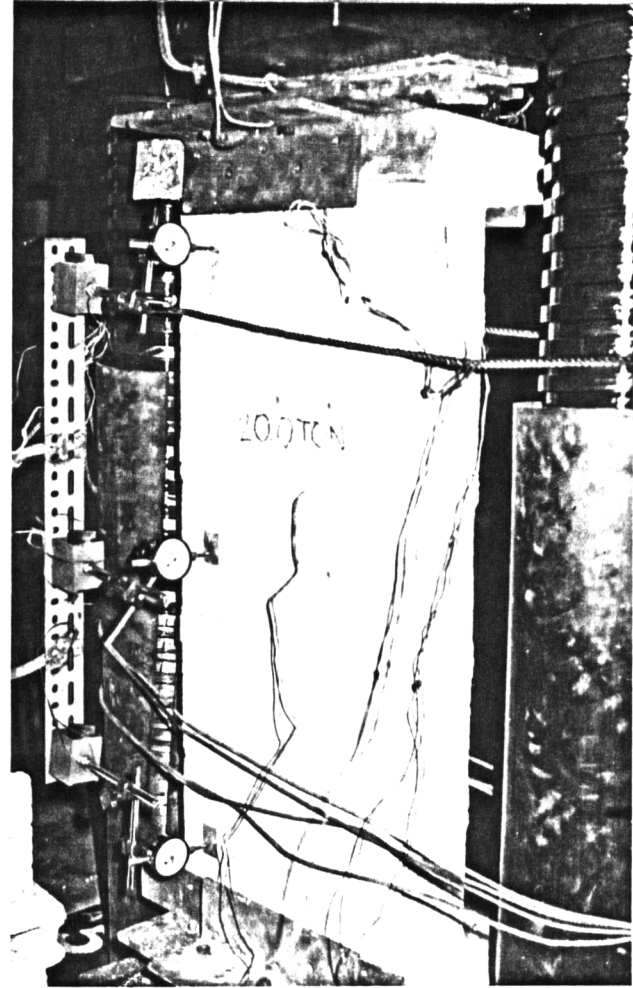


รูปที่ 3.32 ลักษณะการวิบัติที่หน้ารับแรงดึงของฉนวน  
EC6-1RS

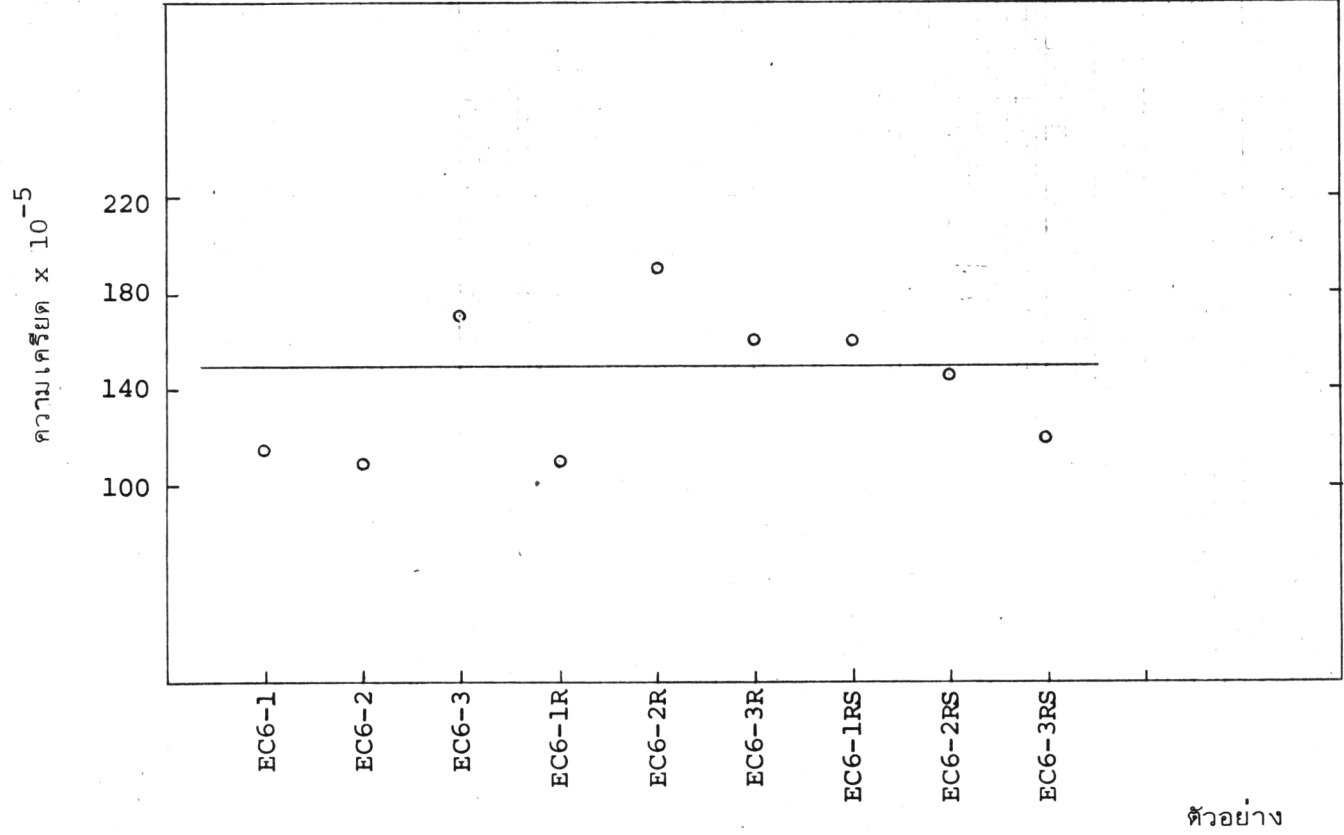




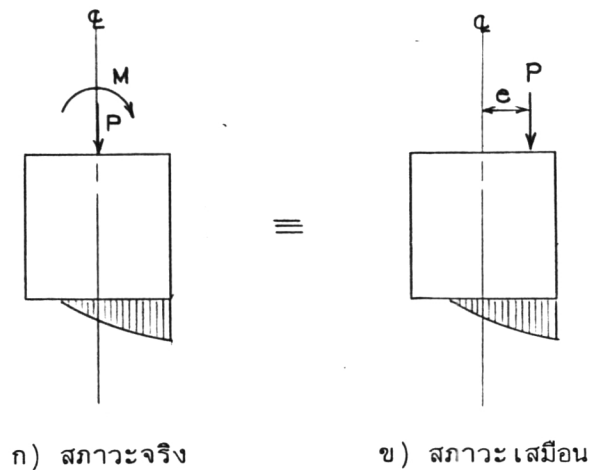
รูปที่ 3.33 ลักษณะการวิบัติที่จุดรองรับบนของผนัง  
EC6-2RS



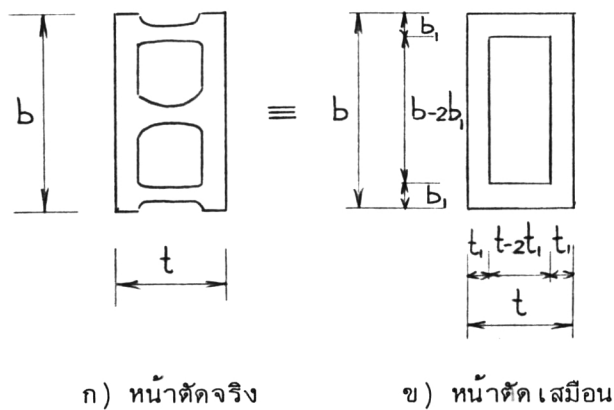
รูปที่ 3.34 ลักษณะการวิบัติที่หน้ารับแรงดึงของผนัง  
EC6-3RS



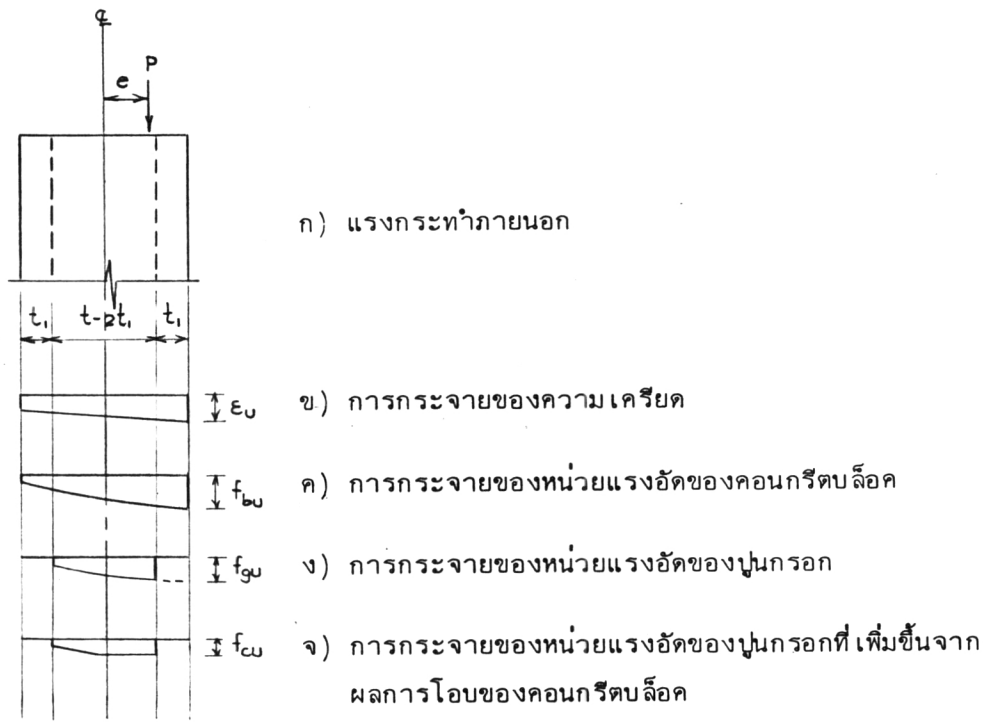
รูปที่ 3.35 ค่าความเคียดค้ำประลัยของผนังรับแรงกระทำเยื้องศูนย์



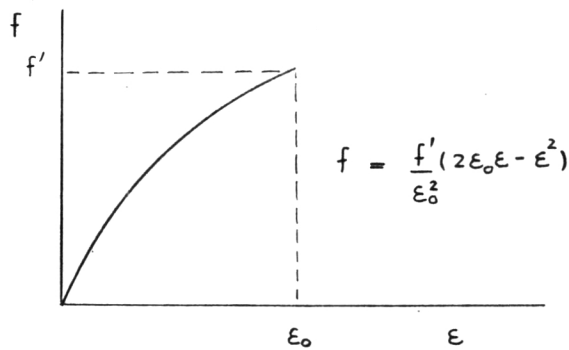
รูปที่ 4.1 สภาพสมมูลย์เสมือนของผนังรับแรงกระทำภายนอก



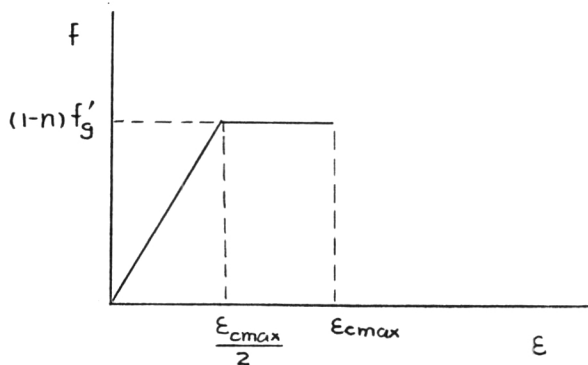
รูปที่ 4.2 ลักษณะหน้าตัดเสมือนของคอนกรีตบล็อก



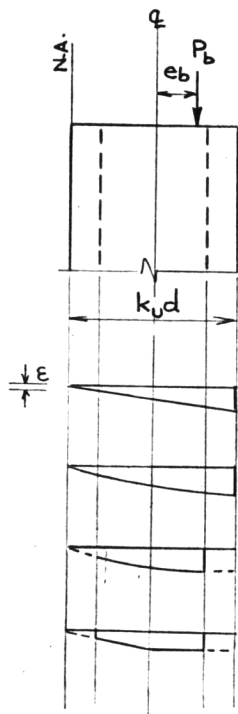
รูปที่ 4.3 การกระจายของความเครียดและหน่วยแรงของวัสดุต่างๆของผนังรับแรงกระทำเยื้องศูนย์



รูปที่ 4.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงและความเครียดของปรีซึมคอนกรีตบล็อกและของปูนกรอก



รูปที่ 4.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงอัดที่เพิ่มขึ้นและความเครียดของปูนกรอกเนื่องจากการโอบของบล็อก



ก) แรงกระทำภายนอก

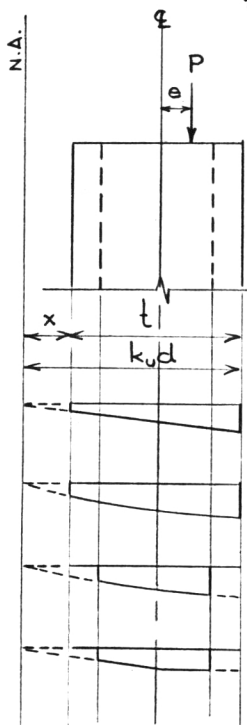
ข) การกระจายของความเครียด

ค) การกระจายของหน่วยแรงอัดของคอนกรีตบล็อก

ง) การกระจายของหน่วยแรงอัดของปูนกรอก

จ) การกระจายของหน่วยแรงอัดของปูนกรอกที่เพิ่มขึ้นจากผลการโอบของคอนกรีตบล็อก

รูปที่ 4.6 การกระจายของความเครียดและหน่วยแรงของวัสดุต่างๆ ของผนังไม่มีเหล็กเสริม ในสภาวะวิบัติสมมูลย์



ก) แรงกระทำภายนอก

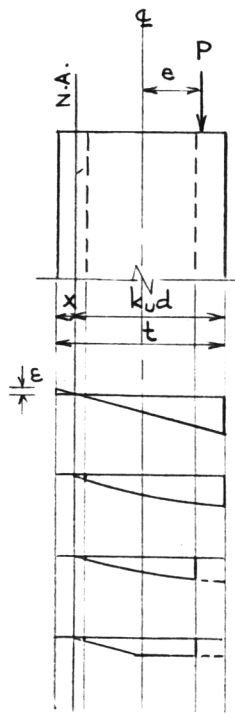
ข) การกระจายของความเครียด

ค) การกระจายของหน่วยแรงอัดของคอนกรีตบล็อก

ง) การกระจายของหน่วยแรงอัดของปูนกรอก

จ) การกระจายของหน่วยแรงอัดของปูนกรอกที่เพิ่มขึ้นจากผลการโอบของคอนกรีตบล็อก

รูปที่ 4.7 การกระจายของความเครียดและหน่วยแรงของวัสดุต่างๆ ของผนังไม่มีเหล็กเสริม ในสภาวะวิบัติโดยแรงอัดเป็นหลัก



ก) แรงกระทำภายนอก

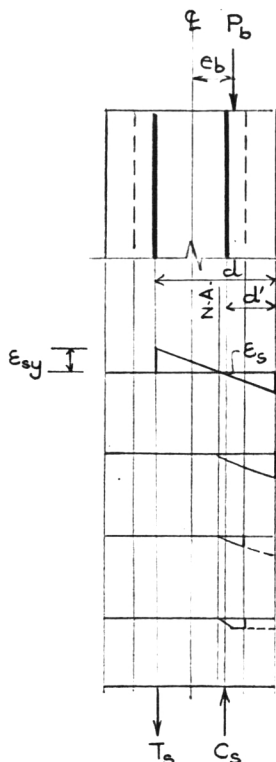
ข) การกระจายของความเครียด

ค) การกระจายของหน่วยแรงอัดของคอนกรีตบล็อก

ง) การกระจายของหน่วยแรงอัดของปูนกรอก

จ) การกระจายของหน่วยแรงอัดของปูนกรอกที่เพิ่มขึ้นจากผลการโอบของคอนกรีตบล็อก

รูปที่ 4.8 การกระจายของความเครียดและหน่วยแรงของวัสดุต่างๆ ของผนังไม่มีเหล็กเสริม ในสภาวะวิบัติโดยแรงดึงเป็นหลัก



ก) แรงกระทำภายนอก

ข) การกระจายของความเครียด

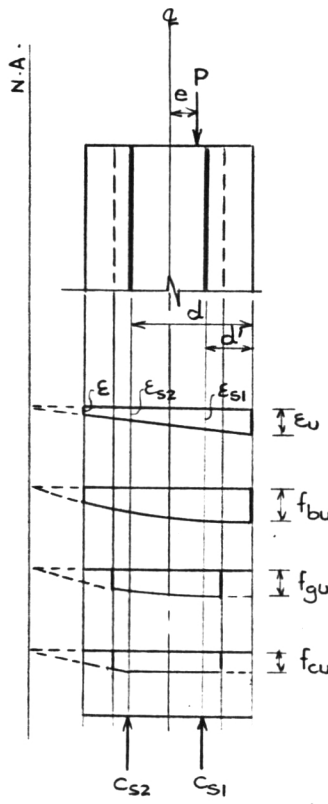
ค) การกระจายของหน่วยแรงอัดของคอนกรีตบล็อก

ง) การกระจายของหน่วยแรงอัดของปูนกรอก

จ) การกระจายของหน่วยแรงอัดของปูนกรอกที่เพิ่มขึ้นจากผลการโอบของคอนกรีตบล็อก

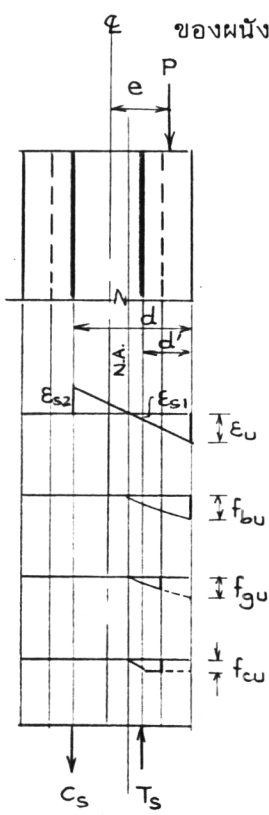
ฉ) แรงในเหล็กเสริม

รูปที่ 4.9 การกระจายของความเครียดและหน่วยแรงของวัสดุต่างๆ ของผนังมีเหล็กเสริม ในสภาวะวิบัติสมดุล



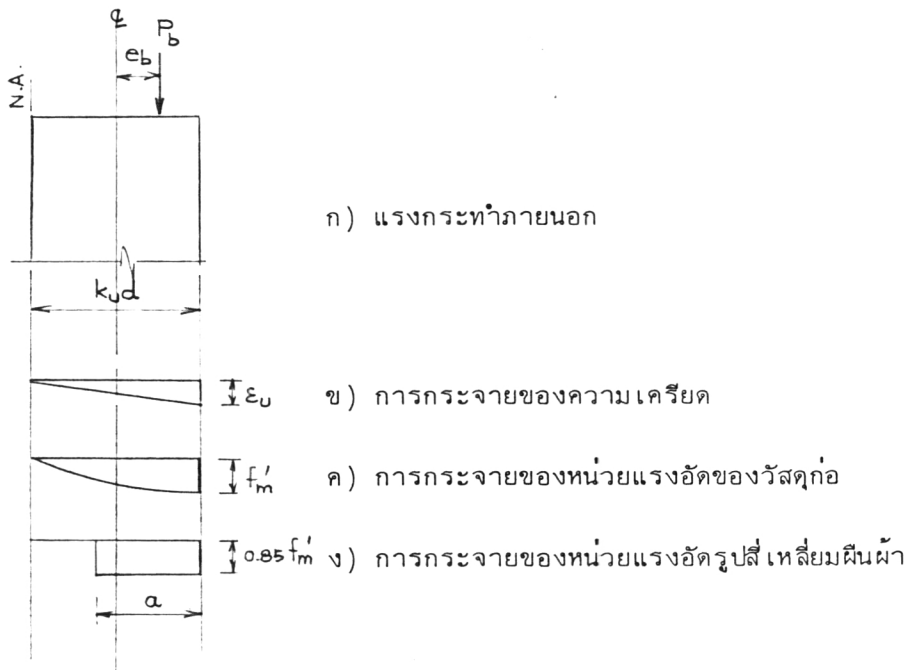
- ก) แรงกระทำภายนอก
- ข) การกระจายของความเครียด
- ค) การกระจายของหน่วยแรงอัดของคอนกรีตบล็อก
- ง) การกระจายของหน่วยแรงอัดของปูนกรอก
- จ) การกระจายของหน่วยแรงอัดของปูนกรอกที่เพิ่มขึ้นจากผลการโอบของคอนกรีตบล็อก
- ฉ) แรงในเหล็กเสริม

รูปที่ 4.10 การกระจายของความเครียดและหน่วยแรงของวัสดุต่างๆ ของผนังมีเหล็กเสริม ในสภาวะวิบัติโดยแรงอัดเป็นหลัก

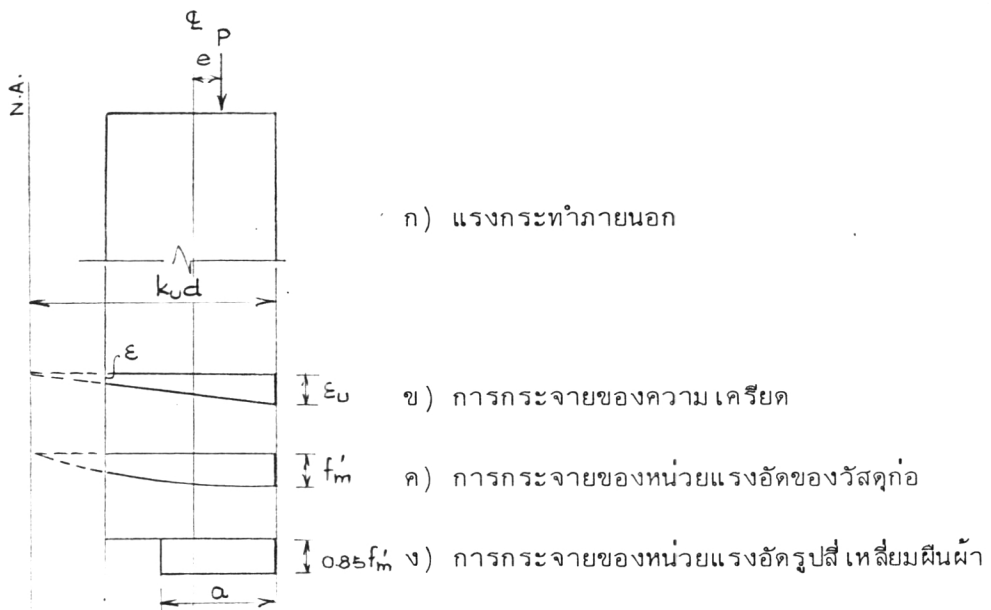


- ก) แรงกระทำภายนอก
- ข) การกระจายของความเครียด
- ค) การกระจายของหน่วยแรงอัดของคอนกรีตบล็อก
- ง) การกระจายของหน่วยแรงอัดของปูนกรอก
- จ) การกระจายของหน่วยแรงอัดของปูนกรอกที่เพิ่มขึ้นจากผลการโอบของคอนกรีตบล็อก
- ฉ) แรงในเหล็กเสริม

รูปที่ 4.11 การกระจายของความเครียดและหน่วยแรงของวัสดุต่างๆ ของผนังมีเหล็กเสริม ในสภาวะวิบัติโดยแรงดึงเป็นหลัก

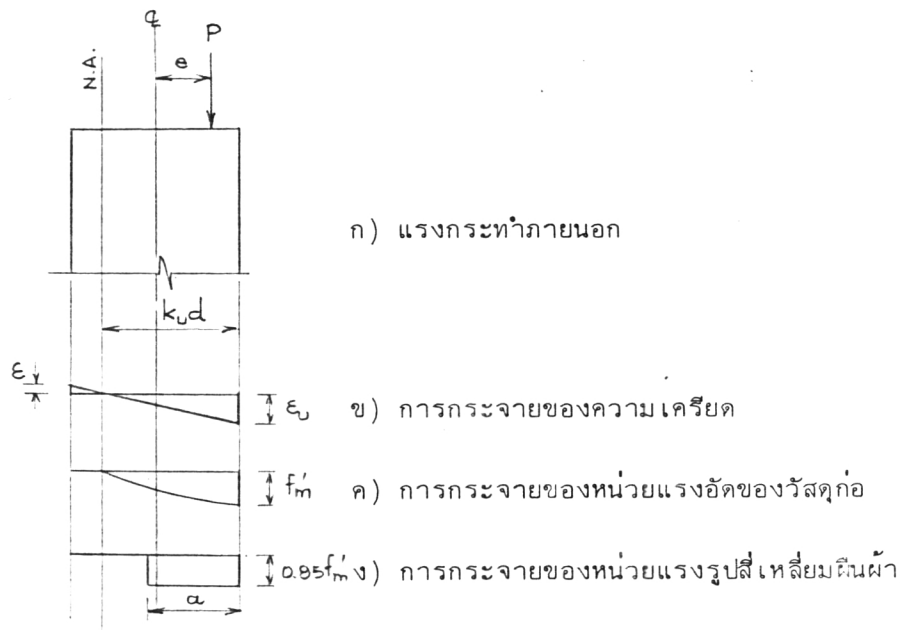


รูปที่ 4.12 การกระจายของความเครียดและหน่วยแรงของผนัง  
ไม่มีเหล็กเสริม ในสภาวะวิบัติสมดุล

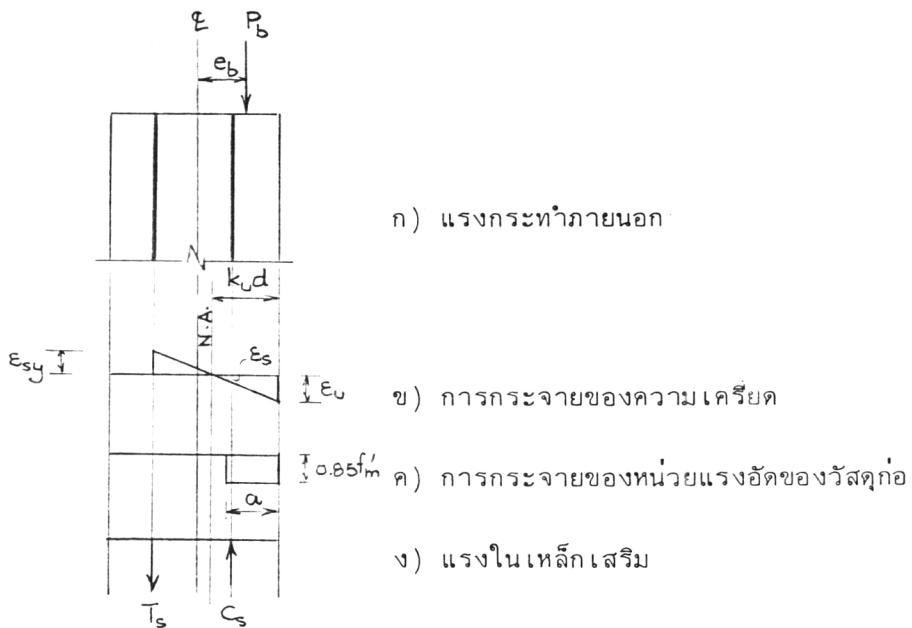


รูปที่ 4.13 การกระจายของความเครียดและหน่วยแรงของผนัง  
ไม่มีเหล็กเสริม ในสภาวะวิบัติโดยแรงอัดเป็นหลัก

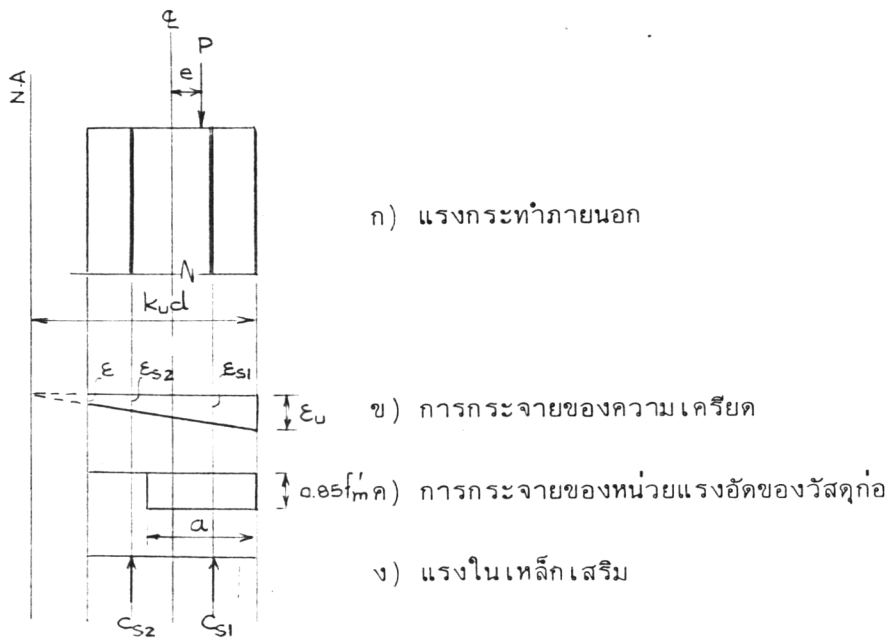




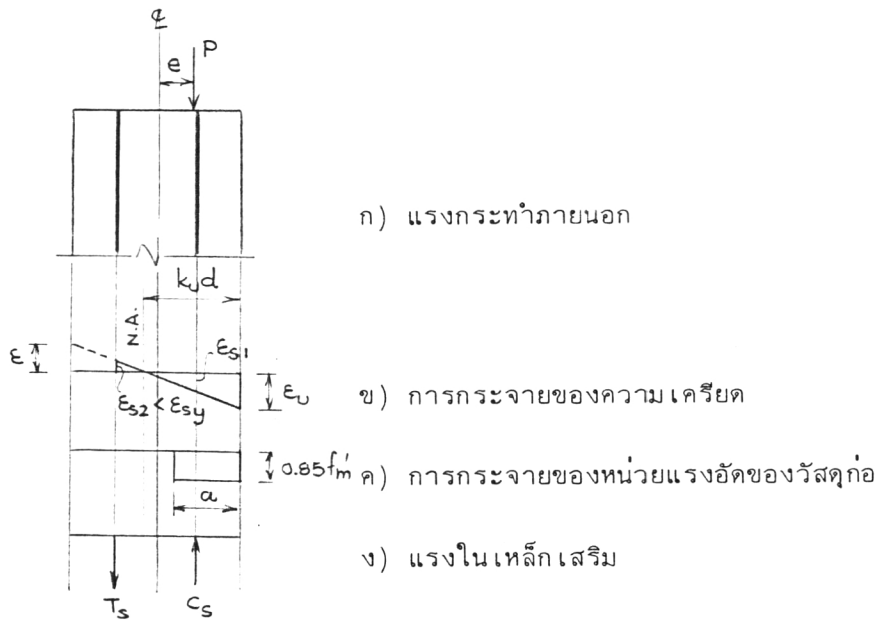
รูปที่ 4.14 การกระจายของความเครียดและหน่วยแรงของผนัง ไม่มีเหล็กเสริม ในสภาวะวิบัติโดยแรงดึงเป็นหลัก



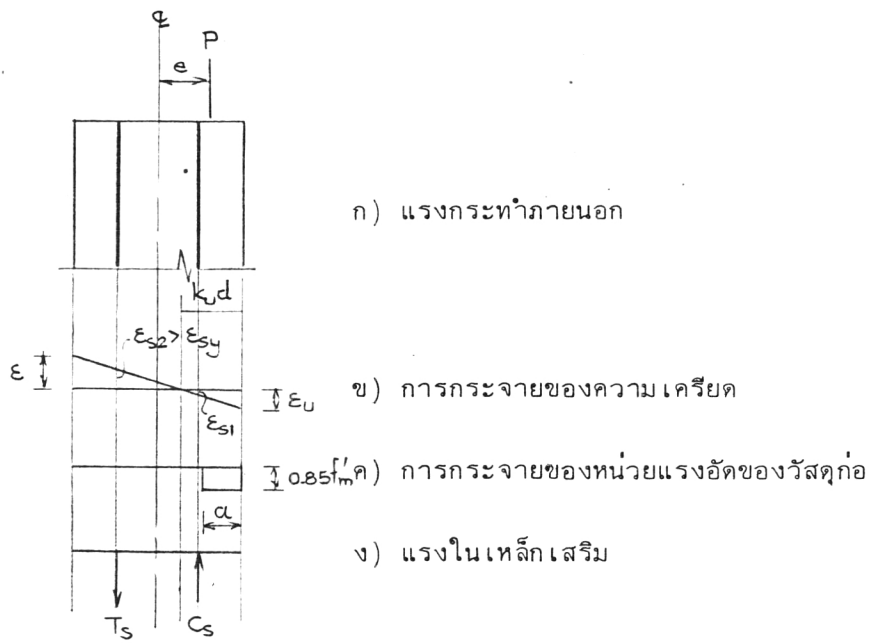
รูปที่ 4.15 การกระจายของความเครียดและหน่วยแรงของผนัง มีเหล็กเสริม ในสภาวะวิบัติสมดุล



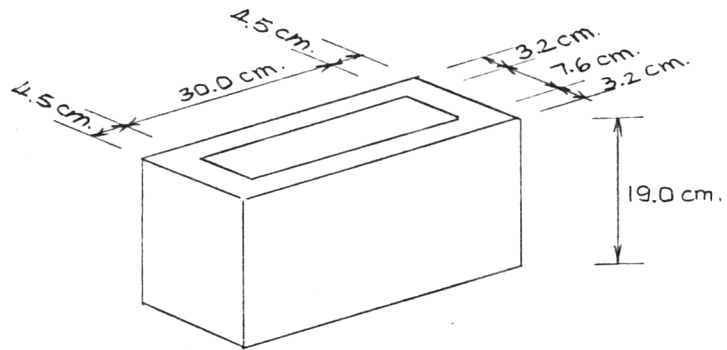
รูปที่ 4.16 การกระจายของความเครียดและหน่วยแรงของผนัง มีเหล็กเสริม ในสภาวะวิบัติโดยแรงอัดเป็นหลัก และ หน้าทั้งสองของผนังเกิดหน่วยแรงอัด



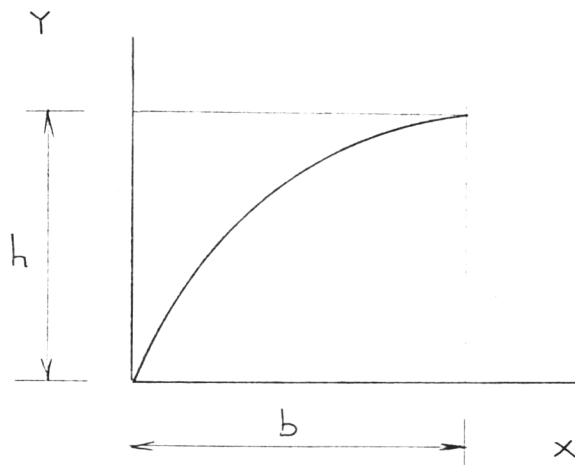
รูปที่ 4.17 การกระจายของความเครียดและหน่วยแรงของผนัง มีเหล็กเสริม ในสภาวะวิบัติโดยแรงอัดเป็นหลัก โดย หน้าหนึ่งของผนังเกิดหน่วยแรงอัด และอีกหน้าหนึ่งเกิดหน่วยแรงดึง



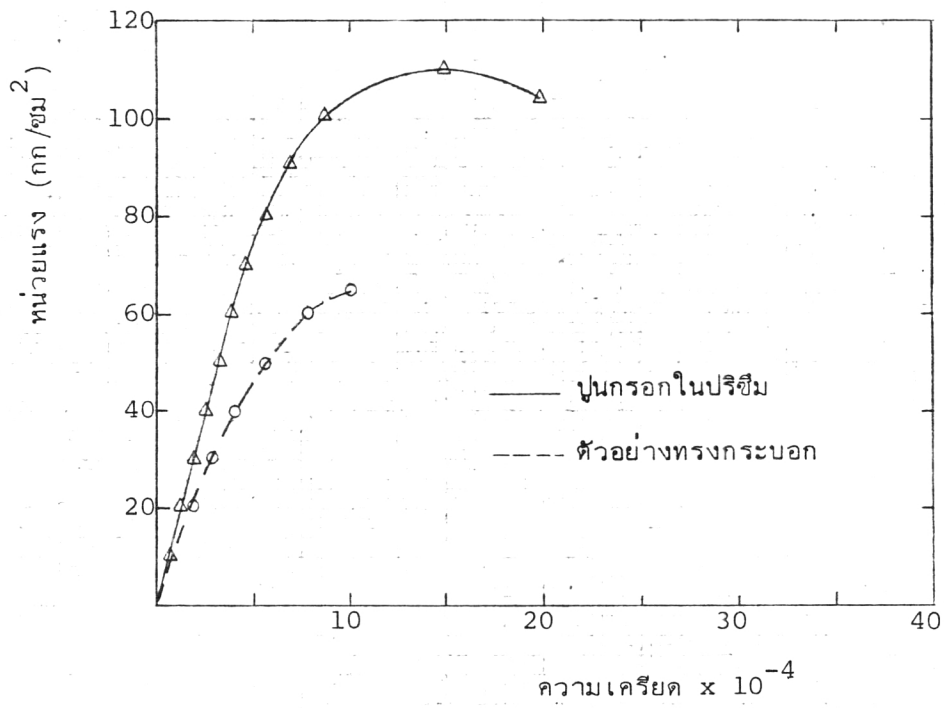
รูปที่ 4.18 การกระจายของความเครียดและหน่วยแรงของผนัง  
มีเหล็กเสริม ในสภาวะวิบัติโดยแรงดึงเป็นหลัก



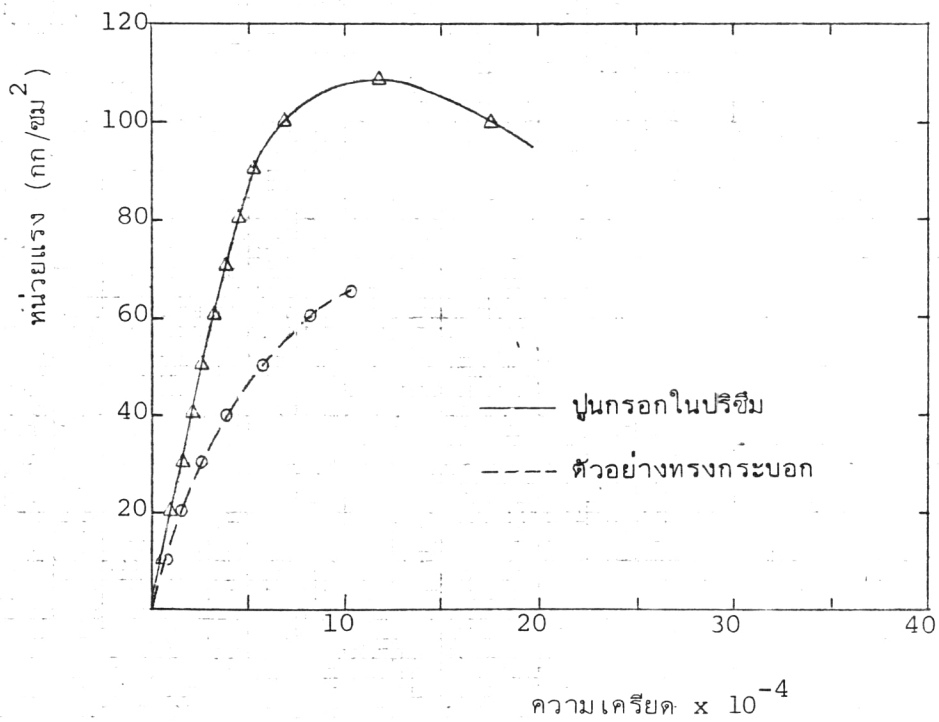
รูปที่ 5.1 มิติต่าง ๆ อย่างง่ายของคอนกรีตบล็อกขนาด 6"



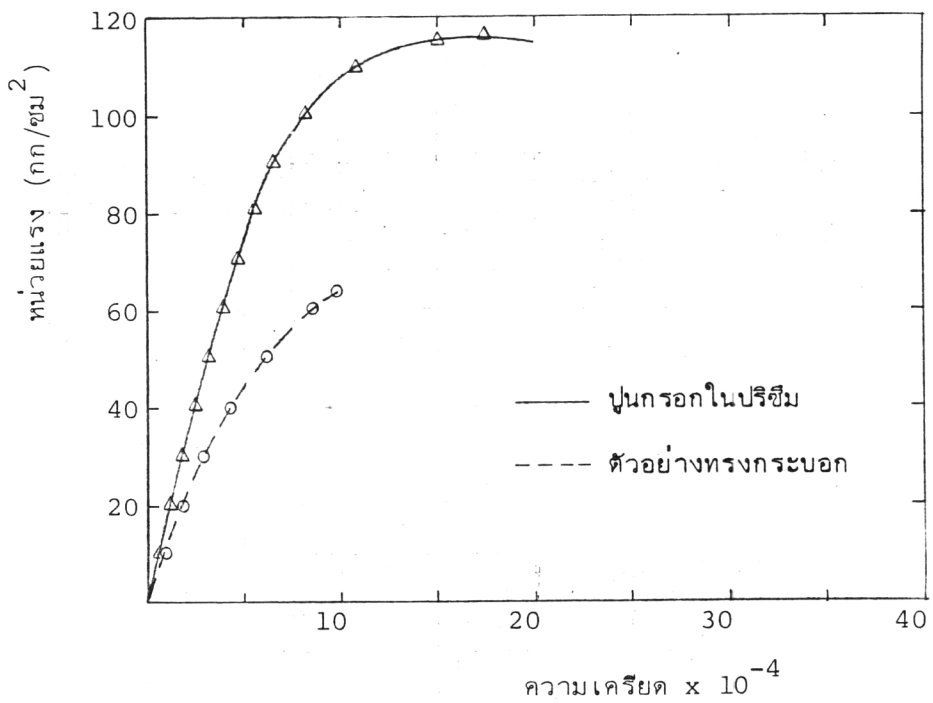
รูปที่ 5.2 กราฟพาราโบลาตามสมการ  $y = \frac{h}{b^2} (2bx - x^2)$



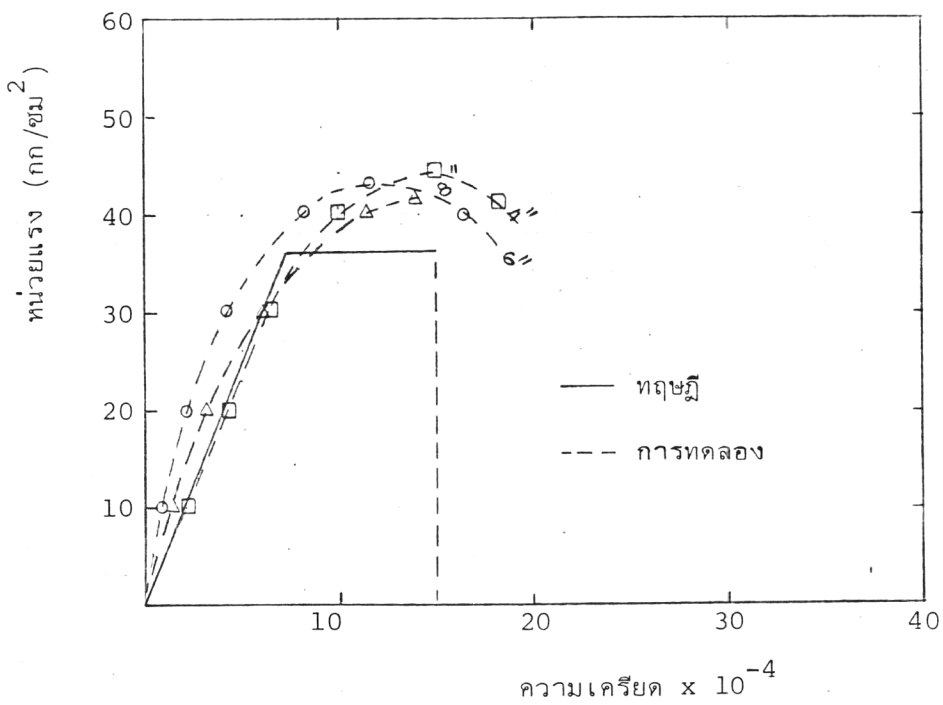
รูปที่ 5.3 ความสามารถในการรับน้ำหนักของปูนกรอกในปริซึมคอนกรีตบล็อก 4"



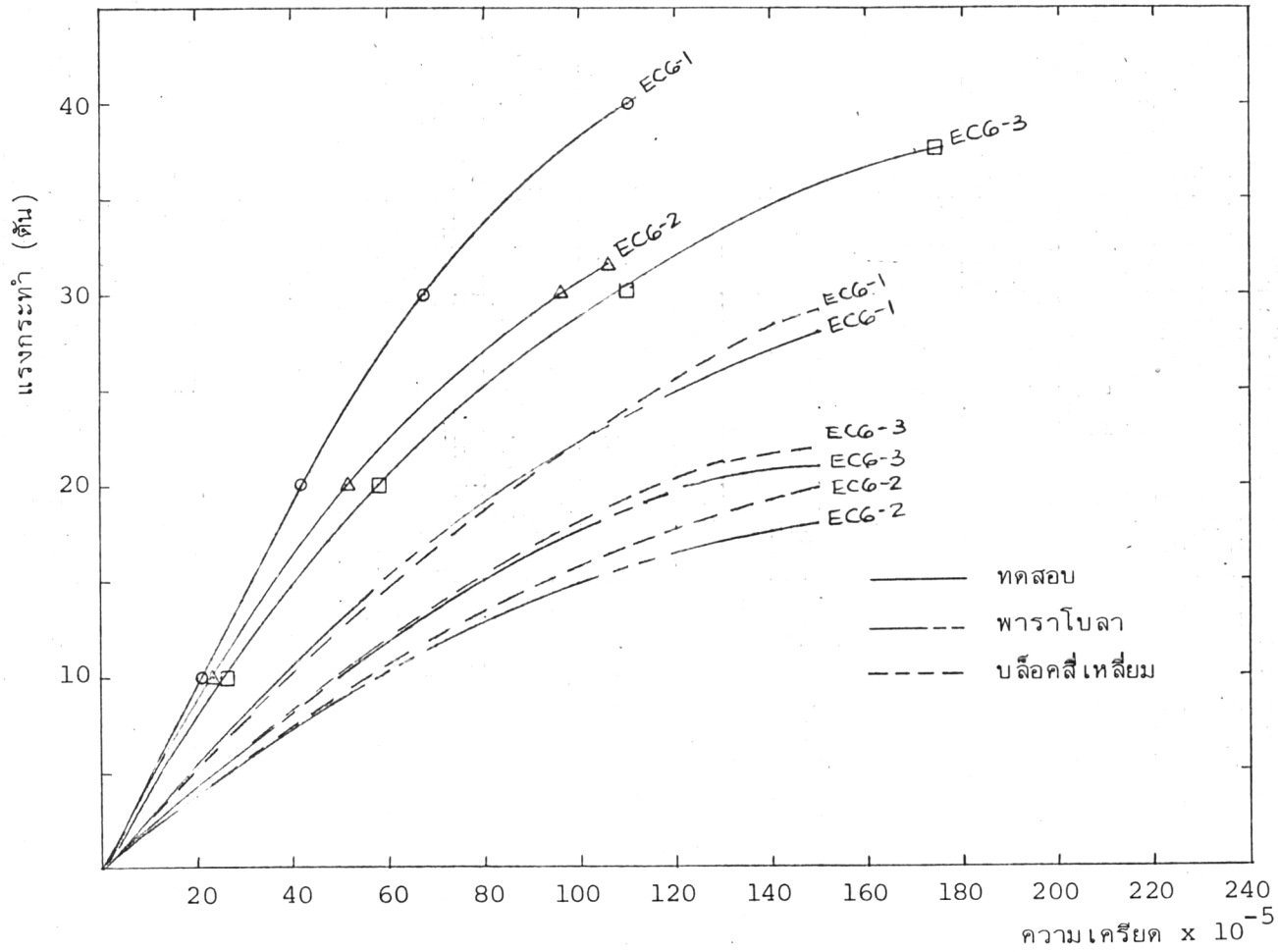
รูปที่ 5.4 ความสามารถในการรับน้ำหนักของปูนกรอกในปริซึมคอนกรีตบล็อก 6"



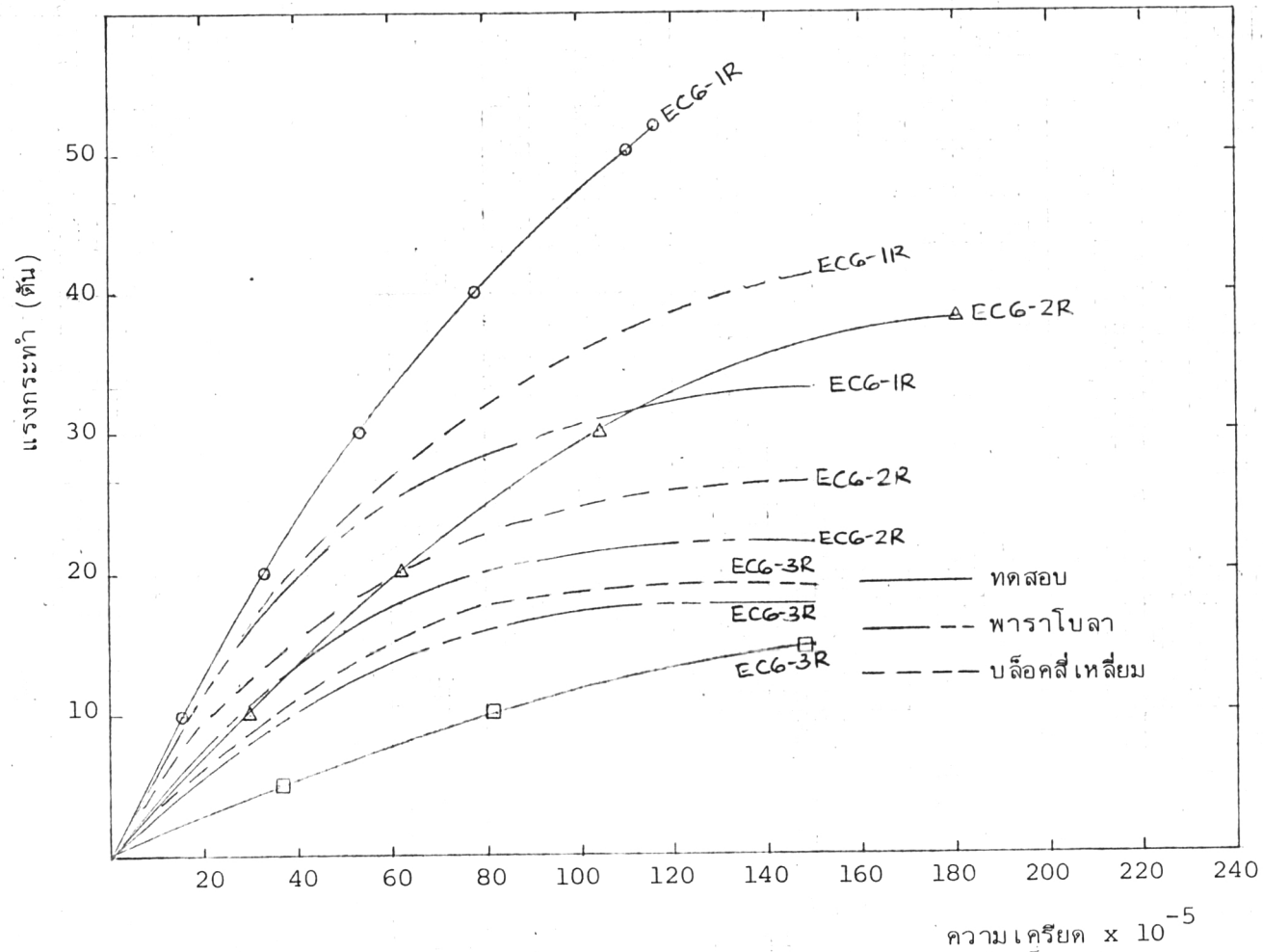
รูปที่ 5.5 ความสามารถในการรับน้ำหนักของปูนกรอกในปริซึมคอนกรีตบล็อก 8"



รูปที่ 5.6 ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงที่เพิ่มขึ้นและความเครียดของปูนกรอก เนื่องจากการโอบของคอนกรีตบล็อก

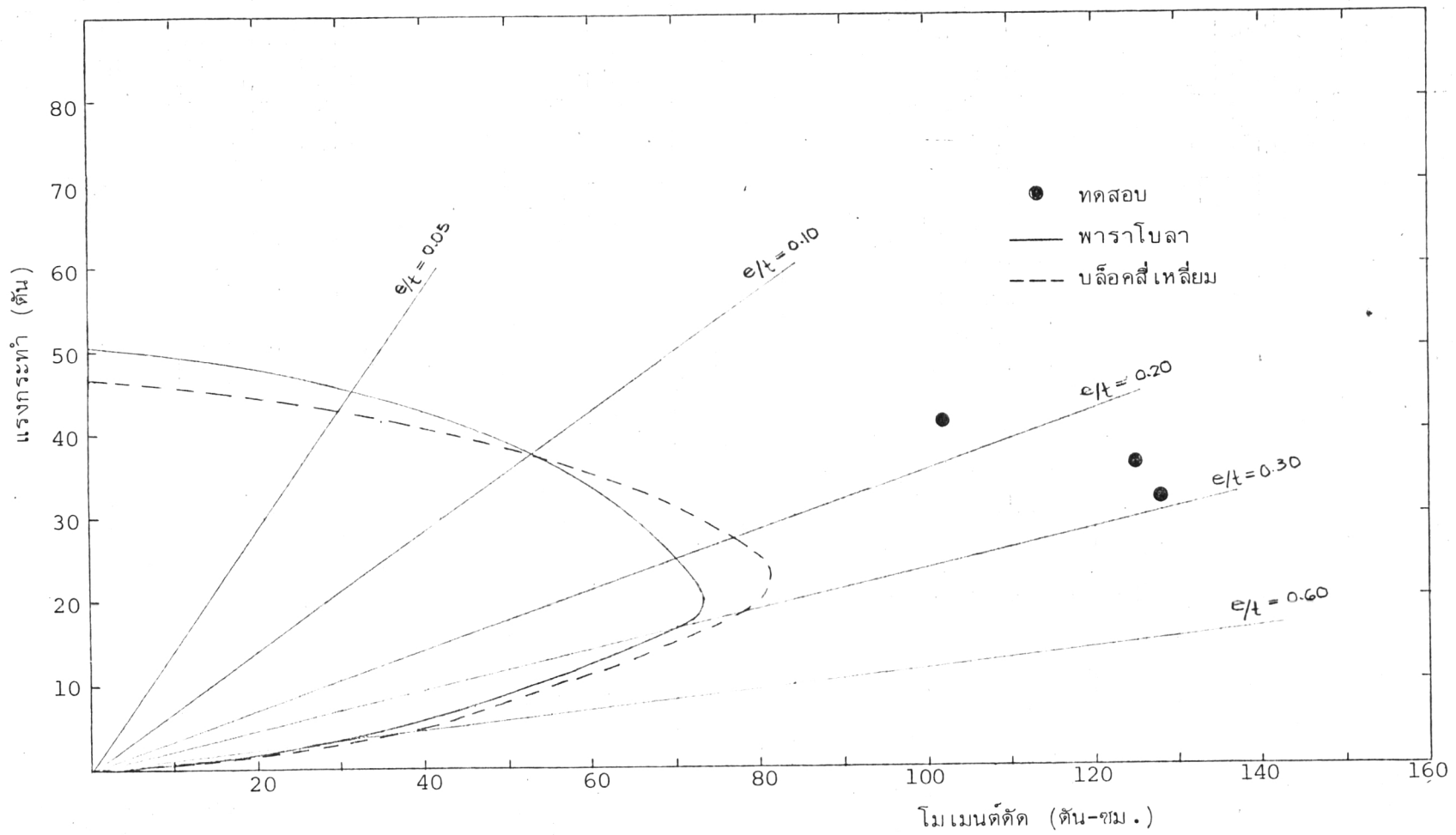


รูปที่ 5.7 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงกระทำและความเคียดของผนังไม่มีเหล็กเสริม

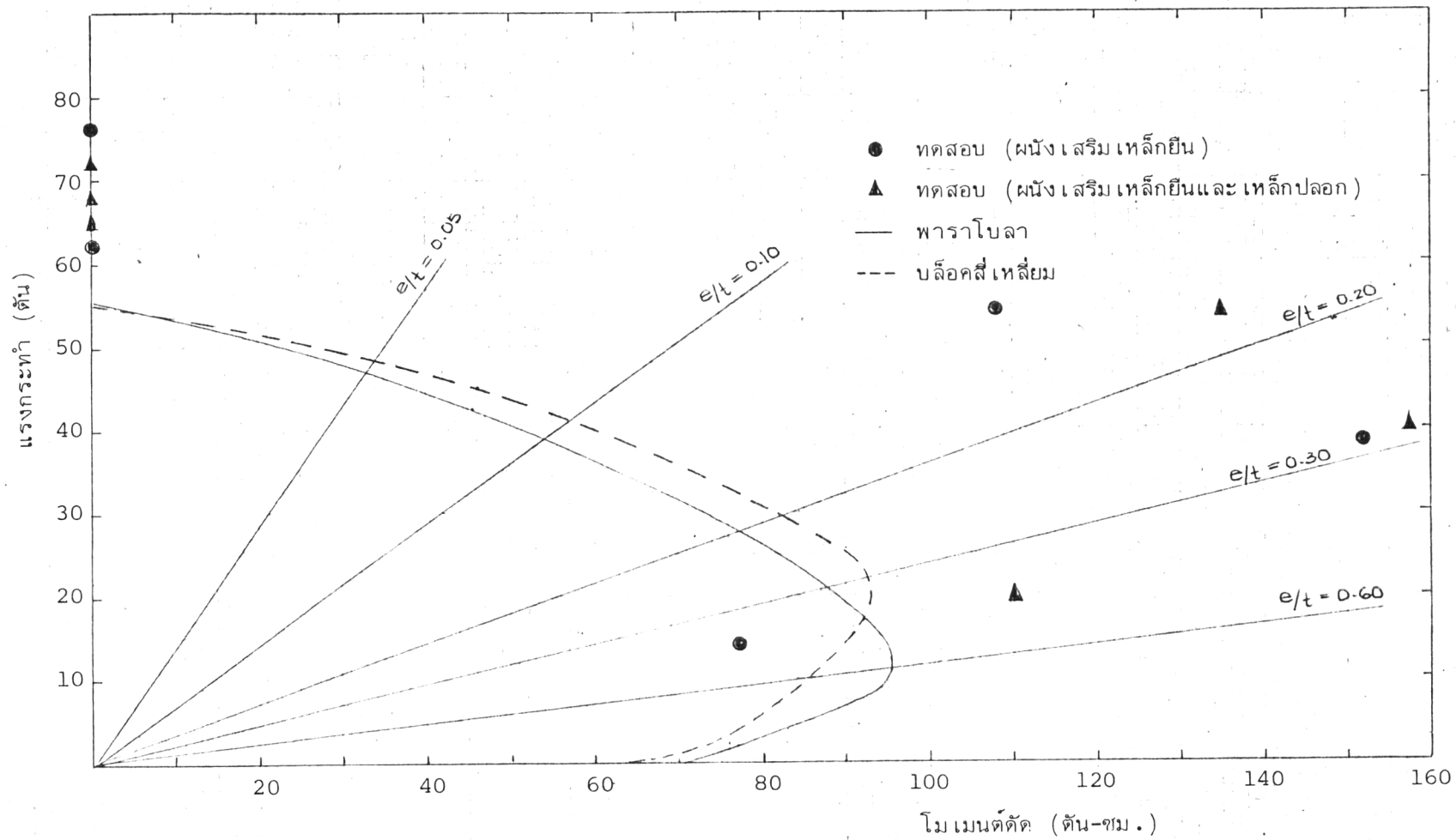


รูปที่ 5.8 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงกระทำและความเคียดของผนังมีเหล็กเสริม

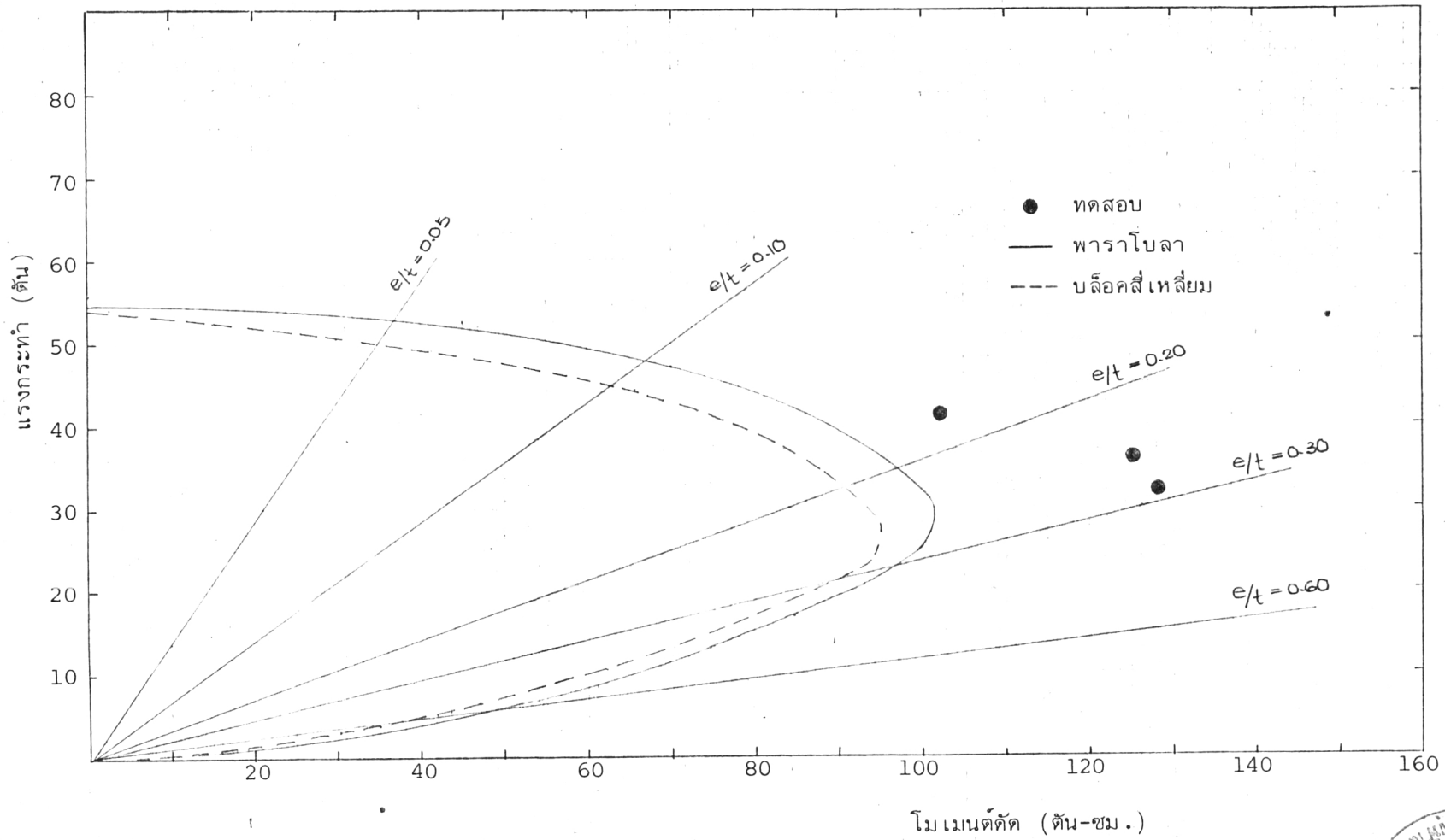




รูปที่ 5.9 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงตามแนวตั้งและโมเมนต์ดัดของผนังไม่มีเหล็กเสริม

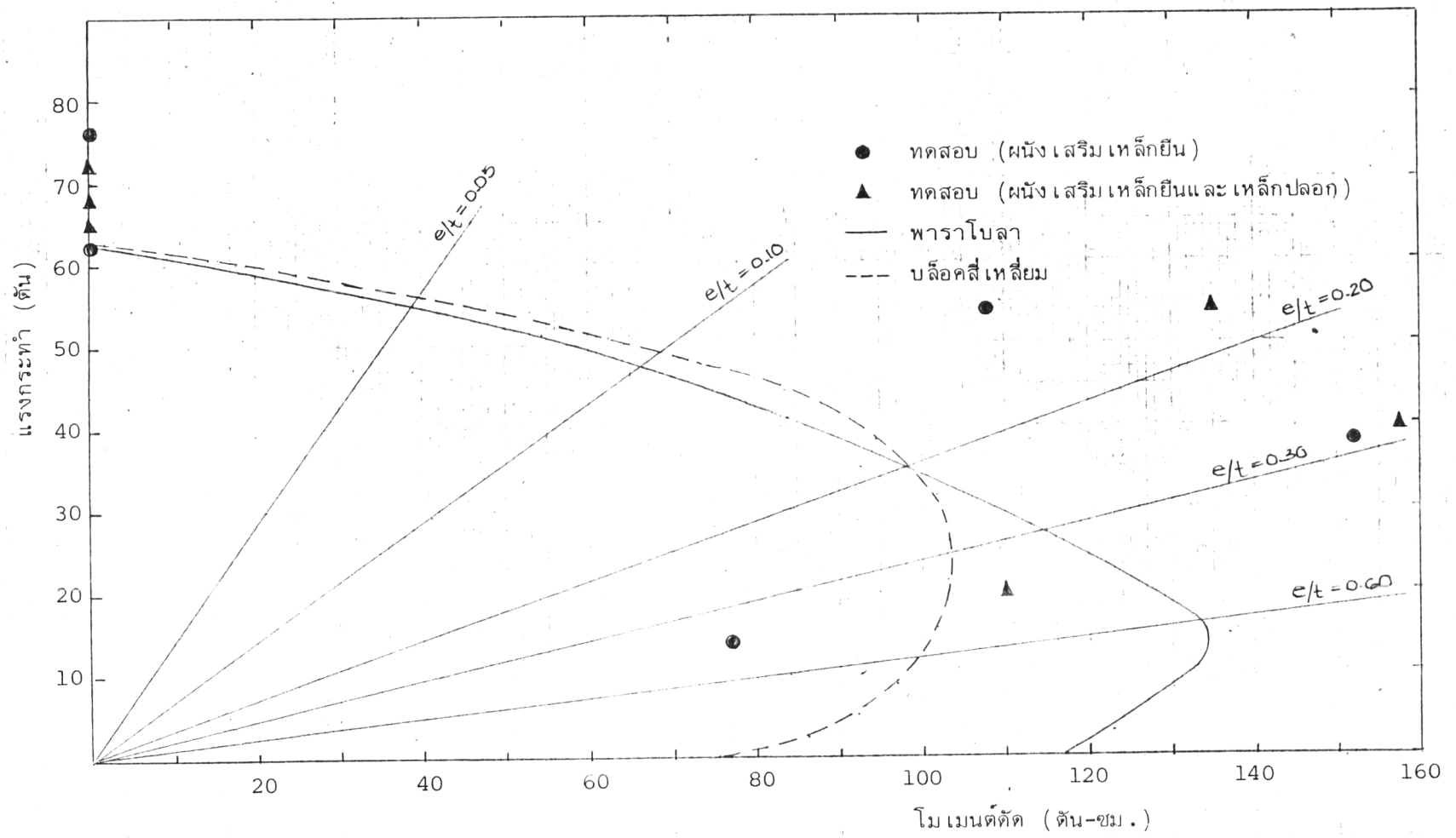


รูปที่ 5.10 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงตามแนวตั้งและโมเมนต์ดัดของผนังมีเหล็กเสริม

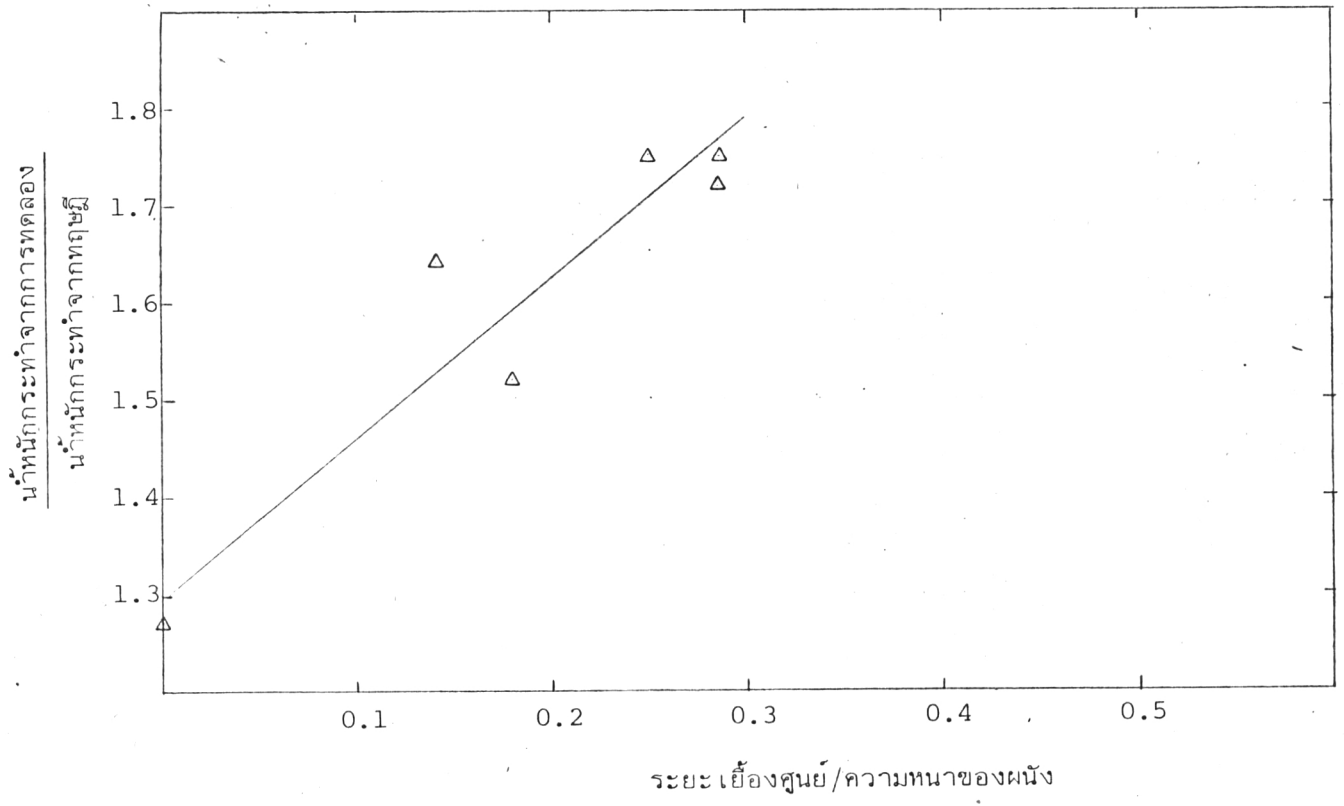


รูปที่ 5.11 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงตามแนวตั้งและโมเมนต์ดัดของผนังไม่มีเหล็กเสริม





รูปที่ 5.12 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงตามแนวตั้งและโมเมนต์ดัดของผนังมีเหล็กเสริม



รูปที่ 5.13 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนของน้ำหนักกระทำจากการทดลองต่อน้ำหนักกระทำจากทฤษฎีและอัตราส่วนของระยะเยื้องศูนย์กลางต่อความหนาของผนัง

## ภาคผนวก

## ก) สัญลักษณ์

$A_s$	พื้นที่หน้าตัดของ เหล็ก เสริมรับแรงดึง
$A'_s$	พื้นที่หน้าตัดของ เหล็ก เสริมรับแรงอัด
$b$	ความกว้างของคอนกรีตบล็อก
$b_w$	ความหนาของ web
$d$	ความลึกประสิทธิภาพของ เหล็ก เสริมรับแรงดึง
$d'$	ระยะจากผิวหน้ารับแรงอัดถึงศูนย์ถ่วงของ เหล็ก เสริมรับแรงอัด
$e$	ระยะเยื้องศูนย์
$e_b$	ระยะเยื้องศูนย์สมมูล
$e$	ความเครียด
$E_{cmax}$	ความเครียดของหน่วยแรงอัดที่เพิ่มขึ้น ณ จุดประลัยของปูนกรอก
$E_o$	ความเครียดที่หน่วยแรงอัดสูงสุด
$E_{s1}$	ความเครียดของ เหล็ก เสริมรับแรงอัด
$E_{s2}$	ความเครียดของ เหล็ก เสริมรับแรงดึง
$E_{sy}$	ความเครียดที่จุดคานงของ เหล็ก เสริม
$E_u$	ความเครียด ณ จุดประลัยของผนัง
$E_s$	โมดูลัสความยืดหยุ่นของ เหล็ก เสริม
$f$	หน่วยแรงอัด
$f'$	หน่วยแรงอัดสูงสุด
$f'_g$	หน่วยแรงอัดสูงสุดของปูนกรอก
$f'_m$	กำลังอัดเชิงประกอบของคอนกรีตบล็อกและปูนกรอก
$f'_{mu}$	กำลังอัดประลัยของคอนกรีตบล็อกจากการทดสอบปรีซึม
$f_{bu}$	หน่วยแรงอัดของบล็อก ณ ความเครียดประลัยของผนัง
$f_{gu}$	หน่วยแรงอัดของปูนกรอก ณ ความเครียดประลัยของผนัง

$f_{cu}$	หน่วยแรงอัดของปูนกรอกที่เพิ่มขึ้นจากการโอบของคอนกรีตบล็อก ณ ความเครียด ประลัยของผนัง
$\Delta f$	หน่วยแรงอัดที่เพิ่มขึ้นของปูนกรอก อันเนื่องจากการโอบของคอนกรีตบล็อก
$n$	อัตราส่วนของพื้นที่หน้าตัดสุทธิต่อพื้นที่หน้าตัดทั้งหมดของคอนกรีตบล็อก
$P$	แรงกระทำ
$P_b$	แรงกระทำที่สภาวะวิบัติสมดุลย์
$t$	ความหนาของบล็อก
$t_1$	ความหนาของ face shell
$\sigma_{cg}$	กำลังอัดประลัยของปูนกรอก

## ข) นิยามของคำต่างๆที่ใช้เป็นภาษาเทคนิค

การยึดรั้ง	restraint
การแตกประลัย	crushing
การแตกแยก	splitting
เกจวัดความเครียดเชิงกล	mechanical strain gauge
เกจวัดความเครียดเชิงไฟฟ้า	electrical strain gauge
เกจแบบหน้าปัทม์	dial gauge
กำลัง	strength
กำลังอัด	compressive strength
กำลังยึดเหนี่ยว	bond strength
กำลังยึดเหนี่ยวดัด	flexural bond strength
กำลังยึดเหนี่ยวเฉือน	shear bond strength
ความคงทน	durability
ความสามารถในการก่อ	workability
ความเครียด	strain
ค่าการไหล	flow
ที่รองรับแบบยึดหมุน	hinged support
ปูนกรอก	grout
ปูนก่อ	mortar
ปูนก่อกำลังสูง	high strength mortar
ปูนซีเมนต์ซิลิกา	silica cement
พื้นที่หน้าตัดรวม	gross area
พื้นที่หน้าตัดสุทธิ	net area
พื้นที่หน้าตัดแปลง	transformed area
มวลรวมหยาบ	coarse aggregate



โมดูลัสการแตกร้าว	modulus of rupture
โมดูลัสความยืดหยุ่น	modulus of elasticity
โมดูลัสความละเอียด	fineness modulus
ระยะ เกจ	gauge length
รอยต่อ	joint
รูกลวง	core
แรงยึดเหนี่ยว	bond
หน่วยแรง	stress
อัตราการไหล	flow rate

## ประวัติผู้เขียน

นายสุรพงศ์ ศิริวิชัยกุล เกิด เมื่อปีพุทธศักราช ๒๕๔๔ ได้รับปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา จากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา ๒๕๖๐ ปัจจุบันทำงานที่ บริษัท อรุณ ชัย เสรี คอนซัลติ้ง เอนจิเนียริ่ง จำกัด

