

รายการอ้างอิง

1. Telephone Organization of Thailand Outside Plant Engineering Division. Specific of crossarm and wood. ODE-03-068-01 (August 1987): 1-4.
2. Ito, M., Fujino, Y., Yamawaki, Y., and Yamaguchi, H. Wind tunnel study on galloping oscillations of suspending figure-8 telecommunication. Proceeding of JSCE Structural Eng./Earthquake Eng Vol.2 No.1 (April 1985): 217-225.
3. Forest Products Laboratory. Wood engineering handbook. 2nd ed. Washington D.C.: U.S. Govt. Printing Office, 1974.
4. Ozell, A. M., and Aradaman, E. Fatigue test of pretensioned prestressed beam. Journal of The American Concrete Institute Vol.53 No.4 (October 1956): 413-424.
5. Venuti, W. j. A statical approach to the analysis of fatigue failure of prestressed concrete beam. Journal of The American Concrete Institute Vol.62 No.11 (November 1965): 1375-1394.
6. Mozer, J. D., Bianchini, A. C., and Kesler, C. E. Corrosion of reinforcing bars in concrete. Journal of The American Concrete Institute Vol.62 No.10 (August 1965): 909-931.
7. Atimtay, E., and Ferguson, P. M. Early chloride corrosion of reinforced concrete-A test report. Journal of The American Concrete Institute Vol.70 No.9 (September 1973): 606-611.
8. The Boudary Layer Wind Tunnel Laboratory The University of Western Ontario London Ontario Canada. Guide for transmission tower design for the electricity generating authority of thailand. Vol.4 (March 1995): 1-71
9. Simiu, E., and Scanlan, R. H. Wind effect on stucture fundamentals and apprications to design. 3rd ed. New York: John Wiley & Sons, 1996.
10. Dally, J. M., and Rilley, W. F., Experimental stress analysis. 3rd ed. New York: McGraw-Hill, 1991.
11. Kollman, F. P., and Cote, W. A. Priciple of wood science and technology I solid wood. New York: Springer-Verlag, 1968.
12. Faherty, K. F., and Willaimsom, T. G. Wood engineering and construction handbook. 3rd ed. New York: Harper Collins, 1990.

14. Kuzmanovic, B. O., and Willems, N. Steel design for structure engineers. New Jersey: Prentice-Hall, 1997.
15. Fontana, M. G. Corrosion engineering. 3rd ed. New York: McGraw-Hill, 1987.
16. American Society for Metals International. Metal handbook volume13 corrosion. 9th ed. SA: ASM International, 1987.
17. Lin, T. Y., and Burns, N. H. Design of prestressed concrete structures. 3rd ed. New York: John Wiley & Sons, 1982.
18. ทักษิณ เทพชาติ. พฤติกรรมและการออกแบบโครงสร้างเหล็ก. ฉบับแก้ไขปรับปรุงครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2541.
19. กัญญา ตระกูลดู. เทคโนโลยีการกัดกร่อน. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์เอ็กเพรสมีเดีย, 2534.
20. ชโลธร ภมกลสูตร, สรศักดิ์ สุภณไธ, เอกรัตน์ วุฒิเวทย์ และ นิตยา แก้วแพก. การกัดกร่อนของโลหะต่าง ๆ. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2539.
21. สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย. มาตรฐานสำหรับอาคารไม้. เล่มที่ 1002-16. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2517.
22. สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย. มาตรฐานสำหรับคอนกรีตอัดแรง. เล่มที่ 1009-34. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2537.

ตารางที่ 2.1 ขนาดและน้ำหนักของเคเบิลประเภท AP-(8) ที่ใช้ในงานชายตยอากาศ (1)

ขนาดเคเบิล (มม. X จำนวนคู่สาย)	เส้นผ่าศูนย์กลางเคเบิล			น้ำหนักเคเบิล (กก./กม.)
	D	d	H	
0.4 X 10	9.5	9.4	21.9	313
25	11.9	9.4	24.3	372
50	14.7	9.4	27.1	460
100	18.6	9.4	31.0	629
150	21.8	9.4	34.0	794
200	24.5	9.4	36.9	956
0.5 X 10	10.6	9.4	23.0	335
25	13.8	9.4	26.2	422
50	17.3	9.4	29.7	559
100	22.2	9.4	34.6	814
150	26.4	9.4	38.8	1,065
200	30.3	10.0	43.3	1,346
0.65 X 10	12.2	9.4	24.6	372
25	16.2	9.4	28.6	506
50	20.7	9.4	33.1	713
100	28.1	10.0	41.1	1,148
150	33.0	10.0	46.0	1,540
200	38.1	10.4	51.0	1,960
0.9 X 10	15.0	9.4	27.4	463
25	20.7	9.4	33.1	711
50	28.1	10.0	41.1	1,147
100	28.2	10.4	51.6	1,963

ตารางที่ 2.2 ขนาดและน้ำหนักของเคเบิลประเภท AP-PIC ที่ใช้ในงานข่ายสายอากาศ (1)

ขนาดเคเบิล (มม.Xจำนวนคู่สาย)	เส้นผ่าศูนย์กลางเคเบิล (มม.)	น้ำหนักเคเบิล (กก./กม.)
0.4 x 10	9.5	90
25	11.9	145
50	14.7	238
100	18.6	405
150	21.6	580
200	24.5	732
300	29.4	1,075
400	33.0	1,388
600	40.0	2,044
900	48.7	3,077
0.5 x 10	10.6	111
25	13.8	198
50	17.3	335
100	22.2	590
150	26.4	841
200	30.3	1,114
300	36.1	1,608
400	41.2	2,128
600	50.4	3,130
0.65 x 10	12.2	148
25	16.2	280
50	20.7	489
100	28.1	916
150	33.0	1,308
200	38.1	1,721
300	46.6	2,548
400	52.4	3,313
0.9 x 10	15.0	239
25	20.7	488
50	28.1	915
100	38.2	1,725
150	46.7	2,543
200	52.5	3,302
300	62.7	4,853

ตารางที่ 2.3 เส้นผ่านศูนย์กลางรวมมากที่สุดของสายเคเบิล น้ำหนัก ระยะตกท้องช้าง และ แรงดึงของสายสะพาน ภายใต้ชนิดของเสาไฟฟ้าขนาดต่าง ๆ (1)

ชนิดของเสา	ช่วงห่างของเสา (เมตร)	เส้นผ่านศูนย์กลางรวม มากที่สุดของสายเคเบิล (มิลลิเมตร)	น้ำหนักเคเบิล (กิโลกรัม/เมตร)	ระยะตกท้องช้าง (เซนติเมตร)	แรงดึงของสายสะพาน (กิโลกรัม)
เสาแรงต่ำ 8-9 เมตร	40	25	0.732	40	368
	20	65	4.853	40	808
	15	100	6.578	40	463
เสาแรงสูง 12-14-18 หรือ 22 เมตร	80	25	0.732	40	1,484
	50	45	2.548	40	1,989
	40	55	3.313	40	1,657
	25	100	6.578	40	1,285

ก. พื้นที่ในส่วนภูมิภาค

ชนิดของเสา	ช่วงห่างของเสา (เมตร)	เส้นผ่านศูนย์กลางรวม มากที่สุดของสายเคเบิล (มิลลิเมตร)	น้ำหนักเคเบิล (กิโลกรัม/เมตร)	ระยะตกท้องช้าง (เซนติเมตร)	แรงดึงของสายสะพาน (กิโลกรัม)
12 เมตร	40	48.2	3.007	20	3,007
14 เมตร	40	48.2	3.007	20	3,007

ข. พื้นที่ในภาคนครหลวง

ตารางที่ 2.4 ค่าความสูงเกรเดียนท์ (z_0) และ ดัชนียกกำลัง (α) สำหรับสภาพภูมิประเทศต่าง ๆ (8)

ชนิด	สภาพภูมิประเทศ	ความสูงเกรเดียนท์ z_0 (เมตร)	ดัชนียกกำลัง α
A	พื้นที่น้ำใส (Open water)	250	0.10
B	พื้นผิวใส (Open country)	300	0.14
C	ชนบท (Suburban)	350	0.25
D	ในเมือง (Urban)	400	0.38

ตารางที่ 2.5 การปรับแก้หน่วยแรงดันลมเพื่อปรับเวลาเฉลี่ยในการวัดความเร็วลมให้เป็น 1 ชั่วโมง (8)

เวลาเฉลี่ยในการวัดความเร็วลม	ตัวคูณปรับแก้หน่วยแรงดันลม
1 ชั่วโมง	1.00
10 นาที	1.08
1 นาที	1.58
3 วินาที	2.51
1 วินาที	3.00

ตารางที่ 2.6 ค่าปรับแก้หน่วยแรงดันลมเพื่อปรับคาบเวลาให้เป็น 50 ปี (8)

คาบเวลา	ตัวคูณปรับแก้บนหน่วยแรงดันลม	
	ลมทั่วไปที่ไม่ใช่ไต้ฝุ่น	ลมพายุไต้ฝุ่น
10	0.59	0.48
30	0.86	0.81
50	1.00	1.00
100	1.21	1.28
200	1.43	1.61
500	1.76	2.08
1000	2.03	2.48

ตารางที่ 2.7 ตัวคูณลดบนความเร็วลมอ้างอิง ในทิศทางต่าง ๆ (8)

ทิศทางลมเทียบกับ แนวตั้งฉากสายเคเบิล	ตัวคูณลดความเร็วลมอ้างอิง	
	ลมทั่วไปที่ไม่ใช่ไต้ฝุ่น	ลมพายุไต้ฝุ่น
0°	1.00	0.85
30°-110°	0.85	0.85
150°-180°	1.00	0.85

หมายเหตุ : สำหรับทิศทางมุมอื่น ๆ ให้ใช้วิธีอินเทอร์โพลेट (interpolate) เป็นเส้นตรง

ตารางที่ 2.8 ค่าระยะความขรุขระ (Z_0) สเกลแฟคเตอร์ (B) และ ดัชนียกกำลัง (α)
สำหรับสภาพภูมิประเทศต่าง ๆ (8)

ชนิด	สภาพภูมิประเทศ	ระยะความขรุขระ Z_0 (เมตร)	สเกลแฟคเตอร์ B	ดัชนียกกำลัง α
A	พื้นที่น้ำใส (Open water)	0.001-0.01	1.36	0.10
B	พื้นผิวใส (Open country)	0.01-0.1	1.00	0.14
C	ชนบท (Suburban)	0.1-1.0	0.44	0.25
D	ในเมือง (Urban)	>1.0	0.18	0.36

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.9 น้ำหนักบรรทุกที่กระทำต่อปลายแต่ละข้างของคอนกรีตเสริมเหล็กเมื่อมีแรงลมกระทำในทิศทางทำมุมกับแนวราบของสายเคเบิล

ก. ส่วนภูมิภาค

ชนิดของเสา	ช่วงของเสา (เมตร)	เส้นผ่าศูนย์กลางรวม มากที่สุดของสายเคเบิล (มิลลิเมตร)	น้ำหนักเคเบิล (กิโลกรัม/เมตร)	แรงลมในทิศ ตั้งฉากกับเคเบิล (กิโลกรัม)	แรงลมในทิศ ขนานกับเคเบิล (กิโลกรัม)	น้ำหนักบรรทุก ในแนวตั้ง (กิโลกรัม)	แรงลมกระทำมุม ψ กับแนวตั้งฉากของสายเคเบิล				
							$\psi = 15^\circ$	$\psi = 30^\circ$	$\psi = 45^\circ$	$\psi = 60^\circ$	$\psi = 75^\circ$
เสาไฟฟ้า	40	25	0.732	210 (294)	0(0)	29 (33)	126 (176)	101 (142)	68 (95)	34 (47)	9 (13)
แรงต่ำ	20	65	4.853	321 (449)	0(0)	97 (109)	164 (299)	132 (184)	88 (123)	44 (61)	12 (16)
8-9 เมตร	15	100	6.578	381 (534)	0(0)	99 (128)	169 (265)	152 (213)	101 (142)	51 (71)	14 (25)
เสาไฟฟ้า	80	25	0.732	368 (543)	0(0)	59 (66)	252 (353)	203 (284)	135 (189)	68 (95)	18 (25)
แรงสูง	50	45	2.548	476 (666)	0(0)	127 (165)	444 (622)	357 (500)	238 (333)	119 (167)	32 (45)
12-14-16	40	55	3.313	481 (674)	0(0)	133 (172)	449 (629)	361 (506)	241 (337)	120 (169)	32 (45)
หรือ 22 เมตร	25	100	6.578	588 (823)	0(0)	164 (214)	549 (768)	441 (618)	294 (412)	147 (206)	39 (55)

ข. ภาคนครหลวง

ชนิดของเสา	ช่วงของเสา (เมตร)	เส้นผ่าศูนย์กลางรวม มากที่สุดของสายเคเบิล (มิลลิเมตร)	น้ำหนักเคเบิล (กิโลกรัม/เมตร)	แรงลมในทิศ ตั้งฉากกับเคเบิล (กิโลกรัม)	แรงลมในทิศ ขนานกับเคเบิล (กิโลกรัม)	น้ำหนักบรรทุก ในแนวตั้ง (กิโลกรัม)	แรงลมกระทำมุม ψ กับแนวตั้งฉากของสายเคเบิล				
							$\psi = 15^\circ$	$\psi = 30^\circ$	$\psi = 45^\circ$	$\psi = 60^\circ$	$\psi = 75^\circ$
12 เมตร	40	48.2	3.007	416 (582)	0(0)	120 (135)	388 (543)	312 (436)	208 (210)	104 (145)	28 (39)
14 เมตร	40	48.2	3.007	417 (582)	0(0)	121 (135)	389 (543)	313 (436)	209 (210)	105 (145)	29 (39)

หมายเหตุ ค่าในวงเล็บเป็นค่าที่ใช้ในการออกแบบโดยใช้ตัวคูณน้ำหนักบรรทุกด้วยวิธีประลัย

ตารางที่ 2.10 น้ำหนักบรรทุกที่กระทำต่อปลายแต่ละข้างของคอนกรีตเคเบิลเมื่อมีแรงลมมากระทำในทิศทางทำมุมกับแนวตั้งของสายเคเบิล

ชนิดของเสา	ช่วงห่างของเสา (เมตร)	เส้นผ่าศูนย์กลาง รวมของเคเบิล (มิลลิเมตร)	น้ำหนักเคเบิล (กิโลกรัมต่อเมตร)	น้ำหนักบรรทุก ในแนวตั้ง (กิโลกรัม)	แรงลมที่กระทำต่อสาย เคเบิลและสายสะพาน (กิโลกรัม)	น้ำหนักบรรทุก กระทำรวม (กิโลกรัม)
เสาไฟฟ้าสาย	80	25	0.73	59	224	290
ส่งแรงสูง	50	45	2.55	127	225	368
12-14-16 หรือ	40	55	3.31	133	214	363
22 เมตร	25	100	6.58	164	229	414

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.1 ผลการทดสอบการรับน้ำหนักบรรทุกทุกสัณฐานของคอนกรีตมวลเบา

คอนกรีต มวลเบา	กว้างยาว (เซนติเมตร)	หน้าตัด (ตร.ซม.)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	ความยาว (เซนติเมตร)	ช่วงยาว (เซนติเมตร)	น้ำหนักบรรทุกที่จุด (กิโลกรัม)		ความเย้นตัวที่จุด (มิลลิเมตร)	
						ขีดจำกัดสัดส่วน	สูงสุด	ขีดจำกัดสัดส่วน	สูงสุด
SW1	10.22X10.16	103.84	15.3	149.8	129.8	3,974	5,121	12.68	22.80
SW2	10.22X10.17	103.94	15.7	150.4	130.4	3,845	5,200	13.99	31.01
SW3*	10.13X10.03	101.00	15.3	150.9	130.9	3,138	3,138	16.31	16.31
SW4	10.01X10.36	103.70	14.4	150.2	130.2	4,178	5,749	12.40	29.31
SW5	10.18X10.31	104.96	15.0	150.0	130.0	3,540	4,658	13.50	22.21
SW6	9.90X10.31	102.07	15.5	149.5	129.5	4,635	5,984	15.41	24.26
SW7	9.59X10.41	99.83	15.0	149.8	129.8	4,665	6,441	15.57	25.17
SW8	9.92X10.03	99.50	14.6	150.6	130.6	4,643	6,231	15.58	27.09
SW9	9.98X9.96	99.40	15.2	153.3	133.3	6,470	6,557	21.48	29.91
SW10	10.10X9.90	99.99	15.1	151.0	131.0	3,596	4,671	15.10	28.92
SW11	10.05X9.89	99.39	14.3	150.0	130.0	4,529	6,393	17.15	33.77
SW12	10.00X9.95	99.50	14.3	150.6	130.6	4,438	5,878	16.16	24.50
SW13*	9.82X10.33	101.44	14.5	150.2	130.2	3,693	3,693	15.03	15.03
SW14	9.48X9.96	94.42	14.3	155.3	135.3	4,232	4,985	19.88	26.49
SW15	10.15X9.97	101.20	14.2	151.5	141.5	4,798	6,247	17.63	31.00
SW16	10.01X10.16	101.90	14.4	150.2	130.2	4,714	6,474	14.47	25.38
SW17	9.81X10.38	101.83	15.0	150.0	130.0	3,243	4,501	13.01	23.26
SW18	10.25X10.20	104.55	15.7	151.2	131.2	3,320	5,021	14.78	32.80
SW19	9.87X10.09	99.59	14.0	150.2	130.2	3,934	5,333	13.51	32.74
SW20*	9.91X10.14	100.49	14.4	151.5	131.5	3,452	4,336	14.59	20.76
SW21	9.44X9.75	92.04	12.8	150.0	130.0	4,638	6,155	19.24	35.61
SW22	9.60X10.10	98.96	14.6	151.3	131.3	4,023	5,599	14.82	31.21
SW23	10.04X10.07	101.10	15.0	150.0	130.0	3,625	4,888	13.45	27.41
SW24	10.09X10.25	103.42	15.5	151.5	131.5	5,430	6,978	15.17	28.26
SW25*	10.09X10.12	102.11	15.9	150.5	130.5	2,932	4,149	13.00	23.82
SW26	10.46X9.64	100.83	14.2	151.6	131.6	3,107	4,075	15.60	30.60
SW27	10.20X10.15	103.53	15.2	150.8	130.8	3,750	4,137	13.75	15.70
SW28	10.00X10.26	102.80	15.1	150.8	130.8	3,652	5,127	11.43	27.93
SW29	10.16X10.16	103.23	16.6	150.8	130.8	4,589	6,080	15.12	26.12
SW30	9.88X10.06	99.39	14.8	149.9	129.9	4,901	6,020	15.09	22.39

หมายเหตุ เครื่องหมาย * แสดงถึงค่าห้ของไม้เนื่องจากตาไม้

ตารางที่ 3.2 ผลการทดสอบการรับน้ำหนักบรรทุกทุกชนิดของคอนกรีตรูปตัวซีในทิศทางหลัก

คอนกรีต รูปตัวซี	L _c X L _t (ซม.) (มิลลิเมตร)	b X d (ซม.) (เซนติเมตร)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	ความยาว (เซนติเมตร)	ช่วงยาว (เซนติเมตร)	น้ำหนักบรรทุกที่จุด (กิโลกรัม)		ความแอ่นตัวที่จุด (มิลลิเมตร)	
						คราก	สูงสุด	คราก	สูงสุด
SS1	5.4X7.5	5.00X9.83	14.2	150	130	3,344	4,644	9.94	20.32
SS2	5.4X7.2	4.93X9.97	14.6	150	130	2,976	4,412	6.87	14.36
SS3	5.5X7.5	4.91X9.84	14.5	150	130	3,101	4,429	8.81	17.36
SS4	5.3X7.7	4.97X9.76	14.2	150	130	3,068	4,550	8.08	16.94
SS5	5.6X7.0	5.00X9.82	14.2	150	130	3,135	4,665	7.98	17.47
SS6	5.5X7.5	5.01X9.86	14.3	150	130	3,264	4,489	8.67	16.06
SS7	6.0X6.5	4.97X9.86	13.8	150	130	3,263	4,373	9.07	14.95
SS8	5.3X6.9	5.00X9.77	14.0	150	130	3,175	4,653	8.08	17.46
SS9	5.5X7.0	5.05X9.78	14.4	150	130	3,113	4,688	7.64	16.18
SS10	5.5X7.0	5.03X9.75	14.3	150	130	3,054	4,530	7.64	16.54
SS11	5.5X7.2	4.87X9.80	14.0	150	130	3,056	4,223	8.81	16.79
SS12	5.4X7.0	4.98X9.77	14.0	150	130	3,138	4,356	10.10	22.46
SS13	6.5X6.5	4.98X9.92	13.9	150	130	3,378	4,745	10.60	20.01
SS14	5.6X6.8	4.90X9.89	14.0	150	130	3,063	4,270	9.24	19.94
SS15	6.8X6.9	4.92X9.93	13.8	150	130	3,098	4,211	10.63	19.76
SS16	5.6X7.2	5.01X9.79	14.2	150	130	3,371	4,342	10.98	18.24
SS17	5.5X7.1	5.06X9.82	14.1	150	130	3,312	4,350	9.18	16.69
SS18	5.4X7.2	7.84X9.79	14.0	150	130	3,128	4,191	9.64	18.15
SS19	6.3X6.8	4.88X9.92	13.8	150	130	3,185	4,753	9.53	19.30
SS20	5.6X7.2	4.97X9.85	14.4	150	130	3,092	4,058	8.60	16.52
SS21	5.4X7.2	5.0X9.78	14.4	150	130	3,135	4,263	9.53	17.99
SS22	6.3X7.7	4.96X9.90	13.9	150	130	3,111	4,344	8.66	16.18
SS23	5.7X7.2	5.03X9.85	14.3	150	130	3,215	4,718	9.09	19.64
SS24	6.3X6.1	4.77X9.91	14.0	150	130	3,196	4,362	8.48	15.80
SS25	5.5X7.6	4.99X9.84	14.2	150	130	3,200	4,198	9.97	17.97
SS26	5.4X7.1	4.97X9.83	14.1	150	130	3,037	4,528	9.38	18.72
SS27	5.6X7.0	5.00X9.85	14.3	150	130	3,029	4,437	9.20	18.67
SS28	5.2X7.2	4.83X9.79	14.0	150	130	3,046	4,429	8.49	16.80
SS29	6.6X6.9	5.06X9.93	13.8	150	130	3,422	4,416	10.14	16.71
SS30	6.3X7.0	4.91X9.92	13.9	150	130	3,272	4,335	10.81	17.15

ตารางที่ 3.3 ผลการทดสอบการรับน้ำหนักบรรทุกสถิตย์ของคอนกรีตรูปตัวซีในทิศทางรอง

คอนกรีต รูปตัวซี	L x L (ซม.) (มิลลิเมตร)	b x d (ซม.) (เซนติเมตร)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	ความยาว (เซนติเมตร)	ช่วงยาว (เซนติเมตร)	น้ำหนักบรรทุกที่จุด (กิโลกรัม)		ความชันตัวที่จุด (มิลลิเมตร)	
						คราก	สูงสุด	คราก	สูงสุด
SS1M	5.2X6.7	4.86X9.76	14.0	150	130	1,198	1,964	10.20	49.14
SS2M	5.6X7.0	5.04X9.82	14.4	150	130	1,220	2,098	9.87	60.35
SS3M	5.3X6.7	5.03X9.82	14.2	150	130	1,444	2,068	10.80	60.67
SS4M	5.5X6.7	4.80X9.82	14.2	150	130	1,216	2,068	12.72	60.49
SS5M	5.5X7.1	5.02X9.82	14.5	150	130	1,232	2,557	10.39	57.49
SS6M	5.3X6.9	4.96X9.80	14.2	150	130	1,269	2,120	10.18	57.88
SS7M	6.0X6.1	5.01X9.90	14.0	150	130	1,236	1,907	9.88	59.27
SS8M	5.3X6.9	5.00X9.82	14.4	150	130	1,336	2,038	11.12	59.68
SS9M	5.5X7.0	5.04X9.82	14.7	150	130	1,300	2,134	10.99	58.32
SS10M	5.2X7.2	4.98X9.81	14.2	150	130	1,345	2,069	10.80	60.13
SS11M	5.3X7.0	4.95X9.81	14.0	150	130	1,322	1,994	10.81	60.19
SS12M	6.9X6.1	4.76X9.90	14.3	150	130	1,268	1,975	11.63	59.17
SS13M	6.5X6.2	4.93X9.92	13.9	150	130	1,214	1,817	9.59	59.97
SS14M	5.4X7.2	4.93X9.87	14.6	150	130	1,195	1,800	9.91	51.54
SS15M	5.4X7.2	4.92X9.85	14.4	150	130	1,098	2,026	8.83	59.97
SS16M	5.3X7.1	4.98X9.80	14.5	150	130	1,318	1,999	11.50	59.89
SS17M	5.4X7.2	5.00X9.81	14.3	150	130	1,563	2,081	11.51	50.95
SS18M	5.6X7.1	4.86X9.82	14.4	150	130	1,324	1,919	12.37	60.01
SS19M	7.2X7.1	4.84X9.93	15.1	150	130	1,337	1,959	11.55	59.37
SS20M	5.3X7.3	5.00X9.83	14.5	150	130	1,275	1,975	9.93	59.12
SS21M	5.0X7.0	5.00X9.80	14.1	150	130	1,344	2,034	11.82	59.74
SS22M	5.4X7.0	5.01X9.81	14.5	150	130	1,256	2,016	10.68	59.86
SS23M	5.6X7.1	4.92X9.82	14.4	150	130	1,327	1,937	10.92	60.07
SS24M	5.5X6.8	4.88X9.82	14.3	150	130	1,185	2,013	9.71	57.63
SS25M	5.4X7.2	4.91X9.84	14.5	150	130	1,274	2,094	11.41	59.97
SS26M	8.0X6.0	4.83X9.91	15.2	150	130	1,485	2,203	13.31	59.11
SS27M	5.3X7.0	4.94X9.88	14.2	150	130	1,136	2,034	9.60	57.69
SS28M	5.4X6.9	5.01X9.81	14.4	150	130	1,621	2,122	11.69	59.38
SS29M	5.5X7.0	4.91X9.84	14.5	150	130	1,303	1,974	11.39	59.74
SS30M	6.0X6.5	4.95X9.91	14.0	150	130	1,281	1,956	10.65	59.59

ตารางที่ 3.4 ผลการทดสอบการรับน้ำหนักบรรทุกสถิตย์ของคอนกรีตอัดแรงสปัน

คอนกรีต อัดแรงสปัน	กว้างยาว (มิลลิเมตร)	น้ำหนัก (เฮกโตเมตร)	ความยาว (กิโลกรัม)	ช่วงยาว (เฮกโตเมตร)	น้ำหนักที่เกิด รอยร้าวมีช่วง (กิโลกรัม)	น้ำหนักบรรทุกที่จุด (กิโลกรัม)		ความชันตัวที่จุด (มิลลิเมตร)	
						คราต	สูงสุด	คราต	สูงสุด
SC1	10.65X10.80	38.2	161.0	140.3	1,238	1,985	2,174	17.11	48.32
SC2	10.61X10.96	37.4	161.3	140.0	1,051	2,308	2,328	16.19	52.31
SC3	10.83X10.66	37.5	160.9	140.0	742	1,833	2,146	17.31	30.64
SC4	10.51X10.75	37.8	160.8	140.2	880	1,981	2,164	17.67	30.04
SC5	10.65X10.88	38.5	160.8	140.5	1,013	1,995	2,487	15.75	51.09
SC6	10.69X10.90	39.5	160.8	140.1	800	2,449	2,369	17.25	42.75
SC7	10.68X10.92	39.4	161.0	140.5	1,081	2,033	2,020	16.57	31.87
SC8	10.67X10.79	38.0	160.8	140.1	1,400	1,864	1,915	11.92	32.66
SC9	10.66X10.72	37.4	161.0	140.1	1,438	1,859	2,332	15.23	50.62
SC10	10.56X11.0	39.0	160.8	140.0	956	1,921	1,612	14.81	58.45
SC11	10.61X10.90	38.8	160.8	140.1	933	2,403	2,364	17.60	41.00
SC12	10.66X10.55	38.0	160.4	136.0	1,087	2,109	2,213	14.68	33.92
SC13	10.65X10.86	37.8	161.0	140.2	900	2,206	2,045	13.11	33.39
SC14	10.79X10.73	37.6	161.2	140.0	1,100	2,194	1,676	15.40	27.62
SC15	10.68X10.43	37.2	161.3	136.0	1,170	2,136	2,469	15.14	45.45
SC16	10.66X10.89	39.1	161.1	140.0	1,250	2,283	2,351	18.96	41.99
SC17	10.61X10.84	37.0	160.8	140.0	1,250	2,128	1,903	13.73	25.35
SC18	10.90X10.97	38.0	160.4	140.1	1,100	2,400	2,221	15.28	33.88
SC19	10.89X10.81	37.4	161.0	140.0	600	2,197	2,213	16.32	37.91
SC20	10.65X10.95	38.0	160.8	140.2	1,100	2,337	1,694	14.07	23.59
SC21	10.82X10.90	37.8	160.7	140.1	750	2,098	2,278	14.45	38.89
SC22	10.80X10.99	39.8	160.7	140.1	926	2,382	2,443	16.19	39.13
SC23	10.82X10.94	38.3	161.2	140.4	810	2,159	2,094	16.65	29.16
SC24	10.65X11.00	38.0	160.8	140.0	700	1,950	2,168	15.52	43.07
SC25	10.56X10.90	37.8	161.2	140.1	912	2,279	2,413	16.28	26.48
SC26	10.49X10.90	38.0	160.2	140.0	550	2,170	2,155	16.06	31.56
SC27	10.74X10.78	38.0	160.7	140.0	910	1,952	1,940	20.92	30.81
SC28	10.70X11.02	39.2	160.5	140.0	698	2,155	2,058	19.58	28.91
SC29	10.50X11.00	39.0	160.7	140.2	567	1,912	1,824	16.66	38.57
SC30	10.84X10.87	38.0	160.5	140.0	750	2,081	2,327	15.29	42.62

ตารางที่ 3.5 ผลการตรวจสอบการกักตัวของคอนกรีตในสถานะเร่งทดสอบ

เวลา (ชั่วโมง)	ปริมาณของน้ำเกลือ (มิลลิกรัม/ชั่วโมง)		pH ของน้ำเกลือ	อุณหภูมิ °C	ความต่างค่าเพาะ ของน้ำเกลือ
	โกธหัวฉีด	โกธหัวฉีด			
0	-	-	-	-	-
22	1.14	0.71	6.68	35	1.0298
43	1.16	1.02	7.00	34	1.0317
66	1.61	1.69	6.68	32	1.0308
94	2.71	2.36	6.69	35	1.0317
115	1.52	1.71	6.72	31	1.0324
135	1.44	1.21	7.15	35	1.0312
159	1.33	0.75	7.04	33	1.0316
184	1.92	1.68	6.73	31	1.0317
207	2.49	1.91	6.62	35	1.0331
231	2.16	1.96	6.35	35	1.0364
257	1.84	1.54	6.68	38	1.0366
280	2.73	2.69	6.58	34	1.0370
302	2.48	1.95	7.20	31	1.0316
326	1.82	1.27	6.82	33	1.0322
351	1.88	0.88	6.55	35	1.0327
374	1.87	0.70	6.84	35	1.0308
400	1.23	0.92	6.78	38	1.0336
424	2.83	2.33	6.92	40	1.0336
447	2.41	1.86	6.88	35	1.0329
474	1.51	0.93	7.06	32	1.0317
499	1.16	1.48	6.63	37	1.0317
523	1.25	1.58	6.81	38	1.0331
548	1.12	1.52	6.78	32	1.0348
572	1.08	1.50	6.61	36	1.0314
592	1.20	1.50	6.82	38	1.0318
617	1.60	1.92	6.87	38	1.0302
645	1.92	1.50	6.67	32	1.0353
668	1.30	1.91	6.54	34	1.0321
691	1.43	1.30	6.58	35	1.0329
713	1.36	1.27	6.84	31	1.0322
724	1.18	1.27	6.83	34	1.0329

ตารางที่ 3.6 น้ำหนักก่อนและหลังการทดสอบการกัดกร่อนของคอนกรีตแบบเปิด
ที่ตัดเป็นชิ้นส่วนขนาดเล็ก

ชนิดของคอนกรีตแบบเปิด	น้ำหนักก่อนการทดสอบ (กรัม)	น้ำหนักหลังการทดสอบ (กรัม)
คอนกรีตแบบเปิด	802.4	966.4
คอนกรีตรูปตัวซี	950.8	945.9
คอนกรีตอัดแรงสปัน	2377.3	2443.9

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.7 ผลการทดสอบน้ำหนักบรรทุกทุกสถิติของคอนกรีตมวลเบาในแต่ละประเภทหลังจากเสร็จสิ้นการทดสอบการกักความร้อนภาวะเร่งทดสอบและน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำ

คอนกรีตมวลเบาชนิด	กว้างยาว (เซนติเมตร)	หน้าตัด (ตร.ซม.)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	ความยาว (เซนติเมตร)	ช่วงยาว (เซนติเมตร)	น้ำหนักบรรทุกที่จุด (กิโลกรัม)		ความเสถียรที่จุด (มิลลิเมตร)	
						รับน้ำหนักต้นส่วน	สูงสุด	รับน้ำหนักต้นส่วน	สูงสุด
SSTW-UL	10.00X9.87	100.10	15.3	150.0	130.0	4,190	5,378	12.10	27.23
SSTW-L	9.91X10.00	99.10	15.1	150.5	130.0	3,858	5,327	11.00	22.85
RW1	10.19X10.30	104.98	16.1	150.4	130.0	3,847	6,000	13.01	26.97

คอนกรีตรูปตัววี	L X B (มม.) (มิลลิเมตร)	Dx d (ซม.) (เซนติเมตร)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	ความยาว (เซนติเมตร)	ช่วงยาว (เซนติเมตร)	น้ำหนักบรรทุกที่จุด (กิโลกรัม)		ความเสถียรที่จุด (มิลลิเมตร)	
						คราก	สูงสุด	คราก	สูงสุด
SSTS-UL	6.6X7.0	4.44X3.65	14.2	150	130	3,322	4,401	9.47	16.38
SSTS-L	5.4X7.1	5.03X3.84	14.6	150	130	3,375	4,337	9.81	16.71
RS1	5.4X6.8	5.08X3.87	14.6	150	130	2,582	3,919	9.49	20.89

คอนกรีตอัดแรงสปัน	กว้างยาว (มิลลิเมตร)	น้ำหนัก (เซนติเมตร)	ความยาว (กิโลกรัม)	ช่วงยาว (เซนติเมตร)	น้ำหนักที่เกิดรอบรั้วผิวล่าง (กิโลกรัม)	น้ำหนักบรรทุกที่จุด (กิโลกรัม)		ความเสถียรที่จุด (มิลลิเมตร)	
						คราก	สูงสุด	คราก	สูงสุด
SSTC-UL	10.47X10.97	36.8	146.0	140.0	1,138.00	2,685	2,661	16.00	41.44
SSTC-L	10.68X10.53	35.8	145.5	140.0	1,031.00	2,503	2,108	14.30	57.93
RC2	10.61X10.87	39.4	160.7	140.0	-	1,684	2,451	15.94	27.57

ตารางที่ 3.8 ผลการทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำของคอนกรีตมวลเบา

คอนกรีตมวลเบาที่ทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำ : RW1			ความถี่ 3 เฮิรตซ์
จำนวนรอบ	น้ำหนักบรรทุก (กิโลกรัม)	ค่าความแอ่นตัวที่กึ่งกลาง (มิลลิเมตร)	พฤติกรรมที่เกิดขึ้น
1	8	0.02	ความล้มเหลวของกราฟที่ได้จากการทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำและค่าความแอ่นตัวมีลักษณะเป็นเส้นตรง และที่กึ่งกลางคอนกรีตมวลเบาไม่ปรากฏการร้าวของเส้นใย
	79	0.14	
	320	0.76	
	598	1.52	
	840	2.13	
	983	2.46	
	903	2.33	
	857	1.75	
	359	0.96	
	139	0.37	
	12	0.01	
	1,000	52	
80		0.21	
298		0.78	
584		1.50	
844		2.24	
974		2.61	
923		2.49	
711		1.97	
413		1.19	
155		0.51	
3,000	38	0.09	ความล้มเหลวของกราฟที่ได้จากการทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำและค่าความแอ่นตัวมีลักษณะเป็นเส้นตรง และที่กึ่งกลางคอนกรีตมวลเบาไม่ปรากฏการร้าวของเส้นใย
	43	0.07	
	169	0.48	
	457	1.21	
	734	1.88	
	832	2.47	
	968	2.68	
	786	2.13	
	531	1.47	
	253	0.71	
	40	0.14	
19	0.10		

ตารางที่ 3.8 (ต่อ) ผลการทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำของคอนกรีตมวลแบริด

คอนกรีตมวลแบริดที่ทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำ : RW1			ความถี่ 3 เฮิรตซ์
จำนวนรอบ	น้ำหนักบรรทุก (กิโลกรัม)	ค่าความแอ่นตัวที่กึ่งกลาง (มิลลิเมตร)	พฤติกรรมที่เกิดขึ้น
5,000	1	0.04	ความเสียหายของกราฟที่ได้จากการทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำและค่าความแอ่นตัวมีลักษณะเป็นเส้นตรง และที่กึ่งกลางคอนกรีตมวลแบริดไม่ปรากฏการร้าวของเส้นใย
	141	0.30	
	387	1.00	
	694	1.82	
	927	2.44	
	1,014	2.68	
	876	2.38	
	610	1.70	
	317	0.92	
	86	0.28	
	-4	0.02	
10,000	6	0.00	ความเสียหายของกราฟที่ได้จากการทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำและค่าความแอ่นตัวมีลักษณะเป็นเส้นตรง และที่กึ่งกลางคอนกรีตมวลแบริดไม่ปรากฏการร้าวของเส้นใย
	114	0.30	
	354	0.93	
	633	1.72	
	872	2.33	
	997	2.68	
	915	2.44	
	673	1.84	
	358	1.05	
	105	0.35	
	-12	0.02	
30,000	3	0.00	ความเสียหายของกราฟที่ได้จากการทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำและค่าความแอ่นตัวมีลักษณะเป็นเส้นตรง และที่กึ่งกลางคอนกรีตมวลแบริดไม่ปรากฏการร้าวของเส้นใย
	157	0.46	
	435	1.22	
	724	1.99	
	936	2.58	
	996	2.76	
	846	2.35	
	566	1.61	
	264	0.83	
	69	0.24	
	23	0.16	

ตารางที่ 3.8 (ต่อ) ผลการทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำของคอนกรีตมวลเบา

คอนกรีตมวลเบาที่ทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำ : RW1			ความถี่ 3 เฮิรตซ์
จำนวนรอบ	น้ำหนักบรรทุก (กิโลกรัม)	ค่าความแอ่นตัวที่กึ่งกลาง (มิลลิเมตร)	พฤติกรรมที่เกิดขึ้น
50,000	-5	-0.01	ความเสียหายของกราฟที่ได้ จากการทดสอบน้ำหนักบรรทุก กระทำซ้ำและค่าความแอ่นตัวมี ลักษณะเป็นเส้นตรง และที่ กึ่งกลางคอนกรีตมวลเบาไม่ ปรากฏการฉีกขาดของเส้นไม้
	137	0.47	
	433	1.24	
	743	2.08	
	940	2.65	
	988	2.76	
	811	2.38	
	545	1.68	
	267	0.86	
	63	0.27	
3	0.07		
100,000	-1	0.08	ความเสียหายของกราฟที่ได้ จากการทดสอบน้ำหนักบรรทุก กระทำซ้ำและค่าความแอ่นตัวมี ลักษณะเป็นเส้นตรง และที่ กึ่งกลางคอนกรีตมวลเบาไม่ ปรากฏการฉีกขาดของเส้นไม้
	121	0.41	
	411	1.20	
	694	1.96	
	938	2.61	
	987	2.73	
	835	2.33	
	567	1.59	
	255	0.82	
	36	0.21	
-17	0.07		
200,000	25	0.21	ความเสียหายของกราฟที่ได้ จากการทดสอบน้ำหนักบรรทุก กระทำซ้ำและค่าความแอ่นตัวมี ลักษณะเป็นเส้นตรง และที่ กึ่งกลางคอนกรีตมวลเบาไม่ ปรากฏการฉีกขาดของเส้นไม้
	141	0.46	
	385	1.14	
	673	1.97	
	919	2.65	
	1,011	2.85	
	868	2.51	
	603	1.83	
	329	1.10	
	99	0.42	
12	0.17		

ตารางที่ 3.8 (ต่ข) ผลการทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำของคอนกรีตมวลเบา

คอนกรีตมวลเบาที่ทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำ : RW1			ความถี่ 3 เฮิรตซ์
จำนวนรอบ	น้ำหนักบรรทุก (กิโลกรัม)	ค่าความแอ่นตัวที่กึ่งกลาง (มิลลิเมตร)	พฤติกรรมที่เกิดขึ้น
300,000	19	0.26	ความล้มเหลวของกราฟที่ได้จากการทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำและค่าความแอ่นตัวมีลักษณะเป็นเส้นตรง และที่กึ่งกลางคอนกรีตมวลเบาไม่ปรากฏการฉีกขาดของเส้นใย
	90	0.43	
	305	1.05	
	612	1.89	
	873	2.61	
	1,007	2.93	
	911	2.69	
	655	2.05	
	350	1.20	
	108	0.56	
7	0.26		
400,000	5	0.26	ความล้มเหลวของกราฟที่ได้จากการทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำและค่าความแอ่นตัวมีลักษณะเป็นเส้นตรง และที่กึ่งกลางคอนกรีตมวลเบาไม่ปรากฏการฉีกขาดของเส้นใย
	180	0.68	
	416	1.34	
	717	2.14	
	931	2.76	
	988	2.91	
	818	2.47	
	539	1.73	
	233	0.97	
	45	0.34	
5	0.23		
500,000	-4	0.27	ความล้มเหลวของกราฟที่ได้จากการทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำและค่าความแอ่นตัวมีลักษณะเป็นเส้นตรง และที่กึ่งกลางคอนกรีตมวลเบาไม่ปรากฏการฉีกขาดของเส้นใย
	189	0.69	
	433	1.40	
	733	2.26	
	945	2.76	
	984	2.89	
	814	2.51	
	509	1.69	
	226	0.95	
	39	0.36	
-9	0.21		

ตารางที่ 3.8 (ต่อ) ผลการทดสอบน้ำหนักรวมทุกกระทำซ้ำของคอนกรีตมวลเบา

คอนกรีตมวลเบาที่ทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำ : RW1			ความถี่ 3 เฮิรตซ์
จำนวนรอบ	น้ำหนักบรรทุก (กิโลกรัม)	ค่าความแอ่นตัวที่กึ่งกลาง (มิลลิเมตร)	พฤติกรรมที่เกิดขึ้น
600,000	4	0.28	ความล้มเหลวของกราฟที่ได้จากการทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำและค่าความแอ่นตัวมีลักษณะเป็นเส้นตรง และที่กึ่งกลางคอนกรีตมวลเบาไม่ปรากฏการนิรภัยของเส้นไม่
	152	0.68	
	444	1.53	
	730	2.31	
	928	2.84	
	957	2.98	
	817	2.62	
	536	1.81	
	228	0.96	
	43	0.42	
	16	0.31	
700,000	-9	0.27	ความล้มเหลวของกราฟที่ได้จากการทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำและค่าความแอ่นตัวมีลักษณะเป็นเส้นตรง และที่กึ่งกลางคอนกรีตมวลเบาไม่ปรากฏการนิรภัยของเส้นไม่
	87	0.49	
	325	1.18	
	604	1.95	
	864	2.62	
	1,004	3.00	
	904	2.77	
	638	2.09	
	338	1.27	
	118	0.60	
-5	0.32		
800,000	19	0.44	ความล้มเหลวของกราฟที่ได้จากการทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำและค่าความแอ่นตัวมีลักษณะเป็นเส้นตรง และที่กึ่งกลางคอนกรีตมวลเบาไม่ปรากฏการนิรภัยของเส้นไม่
	37	0.42	
	265	1.05	
	527	1.81	
	787	2.57	
	1,005	3.13	
	958	3.07	
	733	2.45	
	473	1.70	
	185	0.93	
17	0.37		

ตารางที่ 3.8 (ต่อ) ผลการทดสอบน้ำหนักรวมทุกกระทำซ้ำของคอนกรีตมวลเบา

คอนกรีตมวลเบาที่ทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำ : RW1			ความถี่ 3 เฮิรตซ์
จำนวนรอบ	น้ำหนักบรรทุก (กิโลกรัม)	ค่าความแอ่นตัวที่กึ่งกลาง (มิลลิเมตร)	พฤติกรรมที่เกิดขึ้น
900,000	17	0.36	ความล้มเหลวของกราฟที่ได้จากการทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำและค่าความแอ่นตัวมีลักษณะเป็นเส้นตรง และที่กึ่งกลางคอนกรีตมวลเบาไม่ปรากฏการร้าวของเส้นใย
	193	0.82	
	474	1.67	
	750	2.45	
	948	3.03	
	968	3.15	
	785	2.64	
	485	1.82	
	188	0.98	
	28	0.42	
	11	0.32	
1,000,000	42	0.44	ความล้มเหลวของกราฟที่ได้จากการทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำและค่าความแอ่นตัวมีลักษณะเป็นเส้นตรง และที่กึ่งกลางคอนกรีตมวลเบาไม่ปรากฏการร้าวของเส้นใย
	87	0.81	
	301	1.22	
	579	2.18	
	863	2.94	
	993	3.28	
	889	3.09	
	668	2.47	
	380	1.62	
	150	0.76	
8	0.37		
1,100,000	-5	0.41	ความล้มเหลวของกราฟที่ได้จากการทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำและค่าความแอ่นตัวมีลักษณะเป็นเส้นตรง และที่กึ่งกลางคอนกรีตมวลเบาไม่ปรากฏการร้าวของเส้นใย
	109	0.66	
	384	1.41	
	656	2.33	
	885	2.97	
	1,002	3.28	
	858	2.96	
	592	2.17	
	320	1.36	
	81	0.70	
9	0.39		

ตารางที่ 3.8 (ต่อ) ผลการทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำของคอนกรีตมวลเบา

คอนกรีตมวลเบาที่ทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำ : RW1			ความถี่ 3 เฮิรตซ์
จำนวนรอบ	น้ำหนักบรรทุก (กิโลกรัม)	ค่าความแอ่นตัวที่กึ่งกลาง (มิลลิเมตร)	พฤติกรรมที่เกิดขึ้น
1,200,000	8	0.42	ความล้มเหลวของกราฟที่ได้จากการทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำและค่าความแอ่นตัวมีลักษณะเป็นเส้นตรง และที่กึ่งกลางคอนกรีตมวลเบาไม่ปรากฏการฉีกขาดของเส้นใย
	49	0.44	
	227	1.09	
	497	1.92	
	775	2.85	
	955	3.34	
	969	3.37	
	719	2.69	
	438	1.83	
	161	0.98	
	20	0.42	
1,300,000	3	0.40	ความล้มเหลวของกราฟที่ได้จากการทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำและค่าความแอ่นตัวมีลักษณะเป็นเส้นตรง และที่กึ่งกลางคอนกรีตมวลเบาไม่ปรากฏการฉีกขาดของเส้นใย
	76	0.57	
	262	1.19	
	578	2.12	
	844	2.87	
	954	3.16	
	878	3.04	
	844	2.33	
	322	1.44	
	93	0.76	
	5	0.36	
1,400,000	7	0.73	หลังจากทดสอบเกิน 1,300,000 รอบ ปรากฏว่าโมดูลเกิดขาดที่กึ่งกลางคอนกรีตมวลเบา ดังแสดงได้ดังรูปที่ 3.26 โดยที่การทดสอบยังคงดำเนินการต่อความล้มเหลวของกราฟที่ได้จากการทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำและค่าความแอ่นตัวมีลักษณะเป็นเส้นตรง และที่กึ่งกลางคอนกรีตมวลเบาไม่ปรากฏการฉีกขาดของเส้นใย
	81	1.02	
	311	1.67	
	631	2.59	
	871	3.28	
	970	3.52	
	881	3.36	
	604	2.59	
	312	1.70	
	76	1.06	
	-8	0.76	

ตารางที่ 3.8 (ต่อ) ผลการทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำของคอนกรีตมวลเบา

คอนกรีตมวลเบาที่ทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำ : RW1			ความถี่ 3 เฮิรตซ์
จำนวนรอบ	น้ำหนักบรรทุก (กิโลกรัม)	ค่าความแอ่นตัวที่กึ่งกลาง (มิลลิเมตร)	พฤติกรรมที่เกิดขึ้น
1,500,000	8	0.97	ความล้มเหลวของกราฟที่ได้จากการทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำและค่าความแอ่นตัวมีลักษณะเป็นเส้นตรง และที่กึ่งกลางคอนกรีตมวลเบาไม่ปรากฏการร้าวของเส้นใย
	100	1.19	
	345	1.90	
	645	2.77	
	882	3.40	
	1,008	3.72	
	900	3.49	
	624	2.75	
	327	1.87	
	88	1.20	
	2	0.88	
1,600,000	-13	0.95	ความล้มเหลวของกราฟที่ได้จากการทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำและค่าความแอ่นตัวมีลักษณะเป็นเส้นตรง และที่กึ่งกลางคอนกรีตมวลเบาไม่ปรากฏการร้าวของเส้นใย
	68	1.17	
	299	1.88	
	577	2.62	
	850	3.41	
	976	3.79	
	888	3.53	
	652	2.88	
	340	2.08	
	68	1.30	
0	0.88		
1,700,000	-19	0.94	ความล้มเหลวของกราฟที่ได้จากการทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำและค่าความแอ่นตัวมีลักษณะเป็นเส้นตรง และที่กึ่งกลางคอนกรีตมวลเบาไม่ปรากฏการร้าวของเส้นใย
	135	1.40	
	382	2.18	
	667	2.96	
	919	3.72	
	975	3.87	
	835	3.49	
	542	2.76	
	243	1.84	
	55	1.24	
-9	1.00		

ตารางที่ 3.8 (ต่อ) ผลการทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำของคอนกรีตมวลเบา

คอนกรีตมวลเบาที่ทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำ : RW1			ความถี่ 3 เฮิรตซ์
จำนวนรอบ	น้ำหนักบรรทุก (กิโลกรัม)	ค่าความแอ่นตัวที่กึ่งกลาง (มิลลิเมตร)	พฤติกรรมที่เกิดขึ้น
1,800,000	8	1.13	ความเสียหายของกราฟที่ได้จากการทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำและค่าความแอ่นตัวมีลักษณะเป็นเส้นตรง และที่กึ่งกลางคอนกรีตมวลเบาไม่ปรากฏการนิกาทรองเสี้ยนไม้
	45	1.22	
	211	1.72	
	517	2.55	
	813	3.41	
	981	3.82	
	945	3.79	
	726	3.27	
	419	2.34	
	151	1.60	
	-7	1.14	
1,900,000	-11	1.09	ความเสียหายของกราฟที่ได้จากการทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำและค่าความแอ่นตัวมีลักษณะเป็นเส้นตรง และที่กึ่งกลางคอนกรีตมวลเบาไม่ปรากฏการนิกาทรองเสี้ยนไม้
	129	1.50	
	400	2.34	
	686	3.13	
	907	3.79	
	979	3.98	
	844	3.58	
	571	2.62	
	288	2.01	
	60	1.35	
	3	1.15	
2,000,000	32	1.16	ความเสียหายของกราฟที่ได้จากการทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำและค่าความแอ่นตัวมีลักษณะเป็นเส้นตรง และที่กึ่งกลางคอนกรีตมวลเบาไม่ปรากฏการนิกาทรองเสี้ยนไม้
	127	1.46	
	390	2.27	
	720	3.14	
	923	3.69	
	993	3.97	
	860	3.65	
	578	2.81	
	257	1.98	
	62	1.41	
	25	1.15	

ตารางที่ 3.9 ผลการทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำของคอนกรีตอัดตัว

คอนกรีตอัดตัวที่ทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำ : RS1			ความถี่ 3 เฮิรตซ์
จำนวนรอบ	น้ำหนักบรรทุก (กิโลกรัม)	ค่าความแอ่นตัวที่กึ่งกลาง (มิลลิเมตร)	พฤติกรรมที่เกิดขึ้น
1	7	0.01	ความเสียหายของกราฟที่ได้จากการทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำและค่าความแอ่นตัวมีลักษณะเป็นเส้นตรง และที่กึ่งกลางคอนกรีตอัดตัวไม่ปรากฏการฉีกขาดให้เห็นโดยที่ขณะทำการทดสอบนั้นคอนกรีตอัดตัวจะเกิดการบิดตัวเมื่อน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำมีค่าสูงสุดและจะคืนตัวกลับเมื่อน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำมีค่าลดลง
	114	0.29	
	408	1.02	
	887	1.69	
	908	2.32	
	964	2.44	
	821	2.15	
	552	1.41	
	243	0.70	
	55	0.14	
-18	-0.03		
1,000	-27	0.01	ความเสียหายของกราฟที่ได้จากการทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำและค่าความแอ่นตัวมีลักษณะเป็นเส้นตรง และที่กึ่งกลางคอนกรีตอัดตัวไม่ปรากฏการฉีกขาดให้เห็นโดยที่ขณะทำการทดสอบนั้นคอนกรีตอัดตัวจะเกิดการบิดตัวเมื่อน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำมีค่าสูงสุดและจะคืนตัวกลับเมื่อน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำมีค่าลดลง
	85	0.33	
	314	0.98	
	649	1.73	
	876	2.41	
	979	2.81	
	887	2.42	
	594	1.70	
	308	0.98	
	49	0.28	
-11	0.05		
3,000	13	0.15	ความเสียหายของกราฟที่ได้จากการทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำและค่าความแอ่นตัวมีลักษณะเป็นเส้นตรง และที่กึ่งกลางคอนกรีตอัดตัวไม่ปรากฏการฉีกขาดให้เห็นโดยที่ขณะทำการทดสอบนั้นคอนกรีตอัดตัวจะเกิดการบิดตัวเมื่อน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำมีค่าสูงสุดและจะคืนตัวกลับเมื่อน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำมีค่าลดลง
	17	0.23	
	204	0.87	
	529	1.51	
	774	2.19	
	981	2.69	
	942	2.60	
	740	2.10	
	439	1.38	
	163	0.56	
7	0.21		

ตารางที่ 3.9 (ต่อ) ผลการทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำของคอนกรีตอัดตัว

คอนกรีตเคบิลที่ทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำ : RS1			ความถี่ 3 เฮิรตซ์
จำนวนรอบ	น้ำหนักบรรทุก (กิโลกรัม)	ค่าความแอ่นตัวที่กึ่งกลาง (มิลลิเมตร)	พฤติกรรมที่เกิดขึ้น
5,000	-6	0.16	ความล้มเหลวของกราฟที่ได้จากการทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำและค่าความแอ่นตัวมีลักษณะเป็นเส้นตรง และที่กึ่งกลางคอนกรีตอัดตัวไม่ปรากฏการฉีกขาดให้เห็นโดยที่ขณะทำการทดสอบนั้นคอนกรีตอัดตัวจะเกิดการบิดตัวเมื่อน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำมีค่าสูงสุดและจะคืนตัวกลับเมื่อน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำมีค่าลดลง
	123	0.53	
	428	1.26	
	685	2.08	
	934	2.71	
	954	2.80	
	814	2.44	
	523	1.67	
	287	0.92	
	31	0.30	
6	0.21		
10,000	-23	0.12	ความล้มเหลวของกราฟที่ได้จากการทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำและค่าความแอ่นตัวมีลักษณะเป็นเส้นตรง และที่กึ่งกลางคอนกรีตอัดตัวไม่ปรากฏการฉีกขาดให้เห็นโดยที่ขณะทำการทดสอบนั้นคอนกรีตอัดตัวจะเกิดการบิดตัวเมื่อน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำมีค่าสูงสุดและจะคืนตัวกลับเมื่อน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำมีค่าลดลง
	74	0.38	
	277	0.94	
	617	1.77	
	854	2.41	
	987	2.68	
	883	2.54	
	614	1.85	
	337	1.13	
	71	0.43	
-12	0.15		
30,000	10	0.24	ความล้มเหลวของกราฟที่ได้จากการทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำและค่าความแอ่นตัวมีลักษณะเป็นเส้นตรง และที่กึ่งกลางคอนกรีตอัดตัวไม่ปรากฏการฉีกขาดให้เห็นโดยที่ขณะทำการทดสอบนั้นคอนกรีตอัดตัวจะเกิดการบิดตัวเมื่อน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำมีค่าสูงสุดและจะคืนตัวกลับเมื่อน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำมีค่าลดลง
	28	0.27	
	209	0.78	
	516	1.55	
	811	2.32	
	970	2.72	
	964	2.73	
	759	2.23	
	439	1.43	
	169	0.70	
16	0.27		

ตารางที่ 3.9 (ต่อ) ผลการทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำของคอนกรีตรูปตัวซี

คอนกรีตแบบใหม่ที่ทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำ : RS1			ความถี่ 3 เฮิรตซ์
จำนวนรอบ	น้ำหนักบรรทุก (กิโลกรัม)	ค่าความแอ่นตัวที่กึ่งกลาง (มิลลิเมตร)	พฤติกรรมที่เกิดขึ้น
50,000	-4	0.25	ความล้มเหลวของกราฟที่ได้จากการทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำและค่าความแอ่นตัวมีลักษณะเป็นเส้นตรง และที่กึ่งกลางคอนกรีตรูปตัวซีไม่ปรากฏการนิรชาติให้เห็นโดยที่ขณะทำการทดสอบนั้นคอนกรีตรูปตัวซีจะเกิดการบิดตัวเมื่อน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำมีค่าสูงสุดและจะคืนตัวกลับเมื่อน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำมีค่าลดลง
	76	0.48	
	337	1.17	
	627	1.90	
	883	2.59	
	1,014	2.88	
	878	2.59	
	626	2.00	
	327	1.18	
	82	0.51	
7	0.31		
100,000	-18	0.34	ความล้มเหลวของกราฟที่ได้จากการทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำและค่าความแอ่นตัวมีลักษณะเป็นเส้นตรง และที่กึ่งกลางคอนกรีตรูปตัวซีไม่ปรากฏการนิรชาติให้เห็นโดยที่ขณะทำการทดสอบนั้นคอนกรีตรูปตัวซีจะเกิดการบิดตัวเมื่อน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำมีค่าสูงสุดและจะคืนตัวกลับเมื่อน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำมีค่าลดลง
	148	0.75	
	411	1.49	
	688	2.30	
	920	2.90	
	963	2.97	
	797	2.59	
	529	1.88	
	246	1.03	
	54	0.48	
16	0.38		
200,000	-17	0.39	ความล้มเหลวของกราฟที่ได้จากการทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำและค่าความแอ่นตัวมีลักษณะเป็นเส้นตรง และที่กึ่งกลางคอนกรีตรูปตัวซีไม่ปรากฏการนิรชาติให้เห็นโดยที่ขณะทำการทดสอบนั้นคอนกรีตรูปตัวซีจะเกิดการบิดตัวเมื่อน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำมีค่าสูงสุดและจะคืนตัวกลับเมื่อน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำมีค่าลดลง
	123	0.80	
	388	1.47	
	673	2.25	
	896	2.83	
	984	3.05	
	839	2.81	
	589	2.10	
	287	1.24	
	68	0.61	
-5	0.41		

ตารางที่ 3.9 (ต่อ) ผลการทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำของคอนกรีตรูปตัวซี

คอนกรีตเปิดที่ทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำ : RS1			ความถี่ 3 เฮิรตซ์
จำนวนรอบ	น้ำหนักบรรทุก (กิโลกรัม)	ค่าความแอ่นตัวที่กึ่งกลาง (มิลลิเมตร)	พฤติกรรมที่เกิดขึ้น
300,000	-3	0.64	ความเสียหายของกราฟที่ได้จากการทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำและค่าความแอ่นตัวมีลักษณะเป็นต้นตรง และที่กึ่งกลางคอนกรีตรูปตัวซีไม่ปรากฏการฉีกขาดให้เห็นโดยที่ขณะทำการทดสอบนั้นคอนกรีตรูปตัวซีจะเกิดการปิดตัวเมื่อน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำมีค่าสูงสุดและจะคืนตัวกลับเมื่อน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำมีค่าลดลง
	64	0.68	
	296	1.38	
	575	2.13	
	866	2.84	
	981	3.20	
	908	2.98	
	673	2.42	
	356	1.56	
	124	0.87	
5	0.58		
400,000	10	0.62	ความเสียหายของกราฟที่ได้จากการทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำและค่าความแอ่นตัวมีลักษณะเป็นต้นตรง และที่กึ่งกลางคอนกรีตรูปตัวซีไม่ปรากฏการฉีกขาดให้เห็นโดยที่ขณะทำการทดสอบนั้นคอนกรีตรูปตัวซีจะเกิดการปิดตัวเมื่อน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำมีค่าสูงสุดและจะคืนตัวกลับเมื่อน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำมีค่าลดลง
	52	0.73	
	303	1.44	
	565	2.19	
	866	2.91	
	975	3.28	
	920	3.09	
	659	2.49	
	376	1.83	
	122	0.96	
-3	0.53		
500,000	-17	0.53	ความเสียหายของกราฟที่ได้จากการทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำและค่าความแอ่นตัวมีลักษณะเป็นต้นตรง และที่กึ่งกลางคอนกรีตรูปตัวซีไม่ปรากฏการฉีกขาดให้เห็นโดยที่ขณะทำการทดสอบนั้นคอนกรีตรูปตัวซีจะเกิดการปิดตัวเมื่อน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำมีค่าสูงสุดและจะคืนตัวกลับเมื่อน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำมีค่าลดลง
	197	1.06	
	462	1.83	
	795	2.65	
	971	3.10	
	988	3.15	
	757	2.62	
	468	1.86	
	169	1.10	
	17	0.58	
-5	0.41		

ตารางที่ 3.9 (ต่อ) ผลการทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำของคอนกรีกรูปตัวซี

คอนกรีตแบบที่ทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำ : RS1			ความถี่ 3 เฮิรตซ์
จำนวนรอบ	น้ำหนักบรรทุก (กิโลกรัม)	ค่าความแอ่นตัวที่กึ่งกลาง (มิลลิเมตร)	พฤติกรรมที่เกิดขึ้น
600,000	4	0.59	ความเสียหายของกราฟที่ได้จากการทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำและค่าความแอ่นตัวมีลักษณะเป็นเส้นตรง และที่กึ่งกลางคอนกรีกรูปตัวซีไม่ปรากฏการฉีกขาดให้เห็นโดยที่ขณะทำการทดสอบนั้นคอนกรีกรูปตัวซีจะเกิดการปิดตัวเมื่อน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำมีค่าสูงสุดและจะคืนตัวกลับเมื่อน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำมีค่าลดลง
	43	0.69	
	243	1.26	
	536	2.09	
	624	2.88	
	994	3.28	
	948	3.15	
	690	2.57	
	388	1.73	
	139	1.00	
	-15	0.59	
700,000	9	0.54	ความเสียหายของกราฟที่ได้จากการทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำและค่าความแอ่นตัวมีลักษณะเป็นเส้นตรง และที่กึ่งกลางคอนกรีกรูปตัวซีไม่ปรากฏการฉีกขาดให้เห็นโดยที่ขณะทำการทดสอบนั้นคอนกรีกรูปตัวซีจะเกิดการปิดตัวเมื่อน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำมีค่าสูงสุดและจะคืนตัวกลับเมื่อน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำมีค่าลดลง
	91	0.88	
	362	1.60	
	642	2.42	
	913	3.14	
	989	3.31	
	879	3.13	
	600	2.32	
	282	1.48	
	75	0.83	
	-19	0.56	
800,000	-8	0.63	ความเสียหายของกราฟที่ได้จากการทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำและค่าความแอ่นตัวมีลักษณะเป็นเส้นตรง และที่กึ่งกลางคอนกรีกรูปตัวซีไม่ปรากฏการฉีกขาดให้เห็นโดยที่ขณะทำการทดสอบนั้นคอนกรีกรูปตัวซีจะเกิดการปิดตัวเมื่อน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำมีค่าสูงสุดและจะคืนตัวกลับเมื่อน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำมีค่าลดลง
	76	0.87	
	326	1.60	
	602	2.39	
	894	3.08	
	1,018	3.39	
	888	3.04	
	643	2.44	
	333	1.64	
	72	0.87	
	12	0.66	

ตารางที่ 3.9 (ต่อ) ผลการทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำของคอนกรีตรูปตัวซี

คอนกรีตเคบิลที่ทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำ : RS1			ความถี่ 3 เฮิรตซ์
จำนวนรอบ	น้ำหนักบรรทุก (กิโลกรัม)	ค่าความแอ่นตัวที่กึ่งกลาง (มิลลิเมตร)	พฤติกรรมที่เกิดขึ้น
900,000	14	0.89	ความเสียหายของกราฟที่ได้จากการทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำและค่าความแอ่นตัวมีลักษณะเป็นเส้นตรง และที่กึ่งกลางคอนกรีตรูปตัวซีไม่ปรากฏการนิรชาติให้เห็นโดยที่ขณะทำการทดสอบนั้นคอนกรีตรูปตัวซีจะเกิดการปิดตัวเมื่อน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำมีค่าสูงสุดและจะคืนตัวกลับเมื่อน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำมีค่าลดลง
	80	1.07	
	292	1.70	
	602	2.50	
	892	3.19	
	1,018	3.50	
	938	3.30	
	692	2.67	
	368	1.83	
	124	1.18	
	12	0.85	
1,000,000	-3	0.75	ได้ทำการเปลี่ยนโบลท์ทดสอบในรอบที่ 971,000 รอบ โดยผลการทดสอบที่เกิดขึ้นยังคงเหมือนเดิม และ กึ่งกลางคอนกรีตรูปตัวซีไม่ปรากฏการนิรชาติให้เห็น โดยที่ขณะทำการทดสอบนั้นคอนกรีตรูปตัวซีจะเกิดการปิดตัวเมื่อน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำมีค่าสูงสุดและจะคืนตัวกลับเมื่อน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำมีค่าลดลง
	103	1.06	
	336	1.71	
	659	2.44	
	921	3.06	
	1,028	3.34	
	907	3.02	
	620	2.36	
	326	1.61	
	77	0.98	
8	0.79		
1,100,000	23	0.90	ความเสียหายของกราฟที่ได้จากการทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำและค่าความแอ่นตัวมีลักษณะเป็นเส้นตรง และที่กึ่งกลางคอนกรีตรูปตัวซีไม่ปรากฏการนิรชาติให้เห็นโดยที่ขณะทำการทดสอบนั้นคอนกรีตรูปตัวซีจะเกิดการปิดตัวเมื่อน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำมีค่าสูงสุดและจะคืนตัวกลับเมื่อน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำมีค่าลดลง
	48	1.00	
	248	1.44	
	552	2.24	
	817	2.88	
	1,016	3.38	
	949	3.22	
	746	2.73	
	426	2.00	
	163	1.28	
	13	0.93	

ตารางที่ 3.9 (ต่อ) ผลการทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำของคอนกรีตรูปตัวซี

คอนกรีตแบบที่ทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำ : RS1			ความถี่ 3 เฮิรตซ์
จำนวนรอบ	น้ำหนักบรรทุก (กิโลกรัม)	ค่าความแอ่นตัวที่กึ่งกลาง (มิลลิเมตร)	พฤติกรรมที่เกิดขึ้น
1,200,000	-5	0.82	ความล้มเหลวของกราฟที่ได้จากการทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำและค่าความแอ่นตัวมีลักษณะเป็นเส้นตรง และที่กึ่งกลางคอนกรีตรูปตัวซีไม่ปรากฏการนิรชาติให้เห็นโดยที่ขณะทำการทดสอบนั้นคอนกรีตรูปตัวซีจะเกิดการบิดตัวเมื่อน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำมีค่าสูงสุดและจะคืนตัวกลับเมื่อน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำมีค่าลดลง
	55	1.00	
	247	1.47	
	566	2.30	
	833	2.95	
	1,017	3.39	
	919	3.21	
	701	2.67	
	368	1.89	
	143	1.23	
	-10	0.87	
1,300,000	16	1.00	ความล้มเหลวของกราฟที่ได้จากการทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำและค่าความแอ่นตัวมีลักษณะเป็นเส้นตรง และที่กึ่งกลางคอนกรีตรูปตัวซีไม่ปรากฏการนิรชาติให้เห็นโดยที่ขณะทำการทดสอบนั้นคอนกรีตรูปตัวซีจะเกิดการบิดตัวเมื่อน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำมีค่าสูงสุดและจะคืนตัวกลับเมื่อน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำมีค่าลดลง
	45	1.15	
	280	1.81	
	594	2.55	
	844	3.23	
	997	3.62	
	920	3.40	
	653	2.77	
	348	2.03	
	123	1.34	
	-1	0.98	
1,400,000	-2	1.17	ความล้มเหลวของกราฟที่ได้จากการทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำและค่าความแอ่นตัวมีลักษณะเป็นเส้นตรง และที่กึ่งกลางคอนกรีตรูปตัวซีไม่ปรากฏการนิรชาติให้เห็นโดยที่ขณะทำการทดสอบนั้นคอนกรีตรูปตัวซีจะเกิดการบิดตัวเมื่อน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำมีค่าสูงสุดและจะคืนตัวกลับเมื่อน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำมีค่าลดลง
	74	1.34	
	339	1.99	
	625	2.73	
	897	3.30	
	1,043	3.72	
	920	3.40	
	659	2.80	
	376	2.10	
	91	1.44	
	6	1.14	

ตารางที่ 3.9 (ต่อ) ผลการทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำของคอนกรีตรูปตัวซี

คอนกรีตแบบที่ทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำ : RS1			ความถี่ 3 เฮิรตซ์
จำนวนรอบ	น้ำหนักบรรทุก (กิโลกรัม)	ค่าความแอ่นตัวที่กึ่งกลาง (มิลลิเมตร)	พฤติกรรมที่เกิดขึ้น
1,500,000	14	1.32	ความล้มเหลวของกราฟที่ได้จากการทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำและค่าความแอ่นตัวมีลักษณะเป็นเส้นตรง และที่กึ่งกลางคอนกรีตรูปตัวซีไม่ปรากฏการนิรยาคให้เห็นโดยที่ขณะทำการทดสอบนั้นคอนกรีตรูปตัวซีจะเกิดการบิดตัวเมื่อน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำมีค่าสูงที่สุดและจะคืนตัวกลับเมื่อน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำมีค่าลดลง
	128	1.68	
	405	2.35	
	724	3.08	
	989	3.73	
	1,023	3.86	
	843	3.44	
	558	2.71	
	260	1.97	
	63	1.44	
	16	1.37	
1,600,000	-2	1.30	ความล้มเหลวของกราฟที่ได้จากการทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำและค่าความแอ่นตัวมีลักษณะเป็นเส้นตรง และที่กึ่งกลางคอนกรีตรูปตัวซีไม่ปรากฏการนิรยาคให้เห็นโดยที่ขณะทำการทดสอบนั้นคอนกรีตรูปตัวซีจะเกิดการบิดตัวเมื่อน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำมีค่าสูงที่สุดและจะคืนตัวกลับเมื่อน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำมีค่าลดลง
	149	1.69	
	428	2.44	
	734	3.17	
	980	3.75	
	1,018	3.91	
	834	3.46	
	548	2.75	
	229	2.01	
	32	1.43	
-11	1.32		
1,700,000	-5	1.31	ความล้มเหลวของกราฟที่ได้จากการทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำและค่าความแอ่นตัวมีลักษณะเป็นเส้นตรง และที่กึ่งกลางคอนกรีตรูปตัวซีไม่ปรากฏการนิรยาคให้เห็นโดยที่ขณะทำการทดสอบนั้นคอนกรีตรูปตัวซีจะเกิดการบิดตัวเมื่อน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำมีค่าสูงที่สุดและจะคืนตัวกลับเมื่อน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำมีค่าลดลง
	144	1.69	
	418	2.42	
	715	3.12	
	988	3.75	
	1,034	3.87	
	876	3.46	
	590	2.85	
	285	2.02	
	84	1.54	
19	1.39		

ตารางที่ 3.9 (ต่อ) ผลการทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำของคอนกรีตรูปตัวซี

คอนกรีตเคเบิ้ลที่ทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำ : RS1			ความถี่ 3 เฮิรตซ์
จำนวนรอบ	น้ำหนักบรรทุก (กิโลกรัม)	ค่าความแอ่นตัวที่กึ่งกลาง (มิลลิเมตร)	พฤติกรรมที่เกิดขึ้น
1,800,000	9	1.40	เมื่อได้ทำการทดสอบไปถึงรอบ ที่ 1,891,630 รอบ ปรากฏว่า โบสถ์ที่ได้ใช้ตรงกึ่งกลางคอน กรีตรูปตัวซีเกิดการขาดโดยที่ จำนวนรอบของโบสถ์ที่ทดสอบ มีค่าเท่ากับ 920,640 รอบ ดังแสดงได้ดังรูปที่ 3.31 ส่วน ผลการทดสอบที่เกิดขึ้นยังคง เหมือนเดิม
	53	1.53	
	278	2.16	
	585	2.94	
	857	3.59	
	1,016	3.92	
	945	3.78	
	690	3.22	
	388	2.49	
	103	1.74	
	-13	1.38	
1,900,000	-3	1.41	ความสัมพันธ์ของกราฟที่ได้ จากการทดสอบน้ำหนักบรรทุก กระทำซ้ำและค่าความแอ่นตัวมี ลักษณะเป็นเส้นตรง และที่ กึ่งกลางคอนกรีตรูปตัวซีไม่ ปรากฏการฉีกขาดให้เห็นโดยที่ ขณะทำการทดสอบนั้นคอนกรีต รูปตัวซีจะเกิดการบิดตัวเมื่อ น้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำมีค่าสูง สุดและจะคืนตัวกลับเมื่อน้ำหนัก บรรทุกกระทำซ้ำมีค่าลดลง
	34	1.46	
	257	2.05	
	550	2.88	
	831	3.54	
	1,026	3.97	
	991	3.95	
	742	3.37	
	419	2.53	
	154	1.78	
	13	1.43	
2,000,000	-1	1.45	ความสัมพันธ์ของกราฟที่ได้ จากการทดสอบน้ำหนักบรรทุก กระทำซ้ำและค่าความแอ่นตัวมี ลักษณะเป็นเส้นตรง และที่ กึ่งกลางคอนกรีตรูปตัวซีไม่ ปรากฏการฉีกขาดให้เห็นโดยที่ ขณะทำการทดสอบนั้นคอนกรีต รูปตัวซีจะเกิดการบิดตัวเมื่อ น้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำมีค่าสูง สุดและจะคืนตัวกลับเมื่อน้ำหนัก บรรทุกกระทำซ้ำมีค่าลดลง
	31	1.49	
	282	2.11	
	558	2.96	
	852	3.64	
	1,033	4.08	
	939	3.88	
	709	3.30	
	395	2.55	
	92	1.72	
	-9	1.46	

ตารางที่ 3.10 ผลการทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำของคอนกรีตอัดแรงต้น

คอนกรีตอัดแรงต้นที่ทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำ : RC2			ความถี่ 3 เฮิรตซ์
จำนวนรอบ	น้ำหนักบรรทุก (กิโลกรัม)	ค่าความแอ่นตัวที่กึ่งกลาง (มิลลิเมตร)	พฤติกรรมที่เกิดขึ้น
1	5	0.06	ความล้มเหลวของกราฟที่ได้จากการทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำและค่าความแอ่นตัวมีลักษณะเป็นเส้นตรง โดยที่ผิวด้านล่างกึ่งกลางคอนกรีตอัดแรงต้นปรากฏรอยแตกกว้างประมาณ 0.10 มิลลิเมตร
	43	0.03	
	346	0.49	
	583	0.94	
	797	1.31	
	924	1.66	
	842	1.46	
	879	1.20	
	404	0.66	
	163	0.24	
	-1	0.02	
1,000	6	0.04	ความล้มเหลวของกราฟที่ได้จากการทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำและค่าความแอ่นตัวมีลักษณะเป็นเส้นตรง โดยที่ผิวด้านล่างกึ่งกลางคอนกรีตอัดแรงต้นปรากฏรอยแตกกว้างประมาณ 0.10 มิลลิเมตร
	39	0.09	
	364	0.54	
	638	1.18	
	798	1.60	
	963	1.95	
	884	1.89	
	676	1.41	
	459	0.91	
	148	0.34	
	-20	0.01	
3,000	16	0.08	ความล้มเหลวของกราฟที่ได้จากการทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำและค่าความแอ่นตัวมีลักษณะเป็นเส้นตรง โดยที่ผิวด้านล่างกึ่งกลางคอนกรีตอัดแรงต้นปรากฏรอยแตกกว้างประมาณ 0.10 มิลลิเมตร
	158	0.28	
	480	0.76	
	732	1.34	
	922	1.89	
	1,016	2.13	
	899	1.94	
	679	1.46	
	430	0.86	
	152	0.30	
	4	0.11	

ตารางที่ 3.10 (ต่อ) ผลการทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำของคอนกรีตอัดแรงสปัน

คอนกรีตอัดแรงที่ทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำ : RC2			ความถี่ 3 เฮิรตซ์
จำนวนรอบ	น้ำหนักบรรทุก (กิโลกรัม)	ค่าความแอ่นตัวที่กึ่งกลาง (มิลลิเมตร)	พฤติกรรมที่เกิดขึ้น
5,000	24	0.10	ความล้มเหลวของกราฟที่ได้จากการทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำและค่าความแอ่นตัวมีลักษณะเป็นเส้นตรง โดยที่ผิวด้านล่างกึ่งกลางคอนกรีตอัดแรงสปันปรากฏรอยแตกกว้างประมาณ 0.10 มิลลิเมตร
	218	0.41	
	534	0.96	
	748	1.50	
	933	2.01	
	1,010	2.22	
	828	1.90	
	620	1.36	
	379	0.78	
	91	0.29	
13	0.12		
10,000	23	0.21	ความล้มเหลวของกราฟที่ได้จากการทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำและค่าความแอ่นตัวมีลักษณะเป็นเส้นตรง โดยที่ผิวด้านล่างกึ่งกลางคอนกรีตอัดแรงสปันปรากฏรอยแตกกว้างประมาณ 0.10 มิลลิเมตร
	200	0.39	
	519	0.90	
	747	1.53	
	920	2.00	
	1,006	2.24	
	862	1.95	
	651	1.41	
	373	0.80	
	112	0.35	
21	0.21		
30,000	2	0.37	ความล้มเหลวของกราฟที่ได้จากการทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำและค่าความแอ่นตัวมีลักษณะเป็นเส้นตรง โดยที่ผิวด้านล่างกึ่งกลางคอนกรีตอัดแรงสปันปรากฏรอยแตกกว้างประมาณ 0.10 มิลลิเมตร
	100	0.48	
	367	0.89	
	637	1.51	
	847	2.10	
	949	2.46	
	874	2.31	
	694	1.86	
	446	1.29	
	138	0.66	
-12	0.28		

ตารางที่ 3.10 (ต่อ) ผลการทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำของคอนกรีตอัดแรงสปัน

คอนกรีตเคเบิ้ลที่ทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำ : RC2			ความถี่ 3 เฮิรตซ์
จำนวนรอบ	น้ำหนักบรรทุก (กิโลกรัม)	ค่าความแอ่นตัวที่กึ่งกลาง (มิลลิเมตร)	พฤติกรรมที่เกิดขึ้น
50,000	0	0.43	ความเสียหายของกราฟที่ได้ จากการทดสอบน้ำหนักบรรทุก กระทำซ้ำและค่าความแอ่นตัวมี ลักษณะเป็นเส้นตรง โดยที่ มีตัวนำส่งกึ่งกลางคอนกรีต อัดแรงสปันปรากฏรอยแตกกว้าง กว้างประมาณ 0.10 มิลลิเมตร
	84	0.56	
	363	0.99	
	634	1.64	
	826	2.32	
	934	2.60	
	851	2.46	
	673	2.00	
	434	1.39	
	102	0.72	
	-12	0.39	
100,000	-2	0.57	ความเสียหายของกราฟที่ได้ จากการทดสอบน้ำหนักบรรทุก กระทำซ้ำและค่าความแอ่นตัวมี ลักษณะเป็นเส้นตรง โดยที่ มีตัวนำส่งกึ่งกลางคอนกรีต อัดแรงสปันปรากฏรอยแตกกว้าง กว้างประมาณ 0.15 มิลลิเมตร
	116	0.69	
	402	1.31	
	642	2.00	
	826	2.52	
	983	2.91	
	847	2.75	
	612	2.16	
	341	1.43	
	65	0.86	
	9	0.64	
200,000	30	1.17	ความเสียหายของกราฟที่ได้ จากการทดสอบน้ำหนักบรรทุก กระทำซ้ำและค่าความแอ่นตัวมี ลักษณะเป็นเส้นตรง โดยที่ มีตัวนำส่งกึ่งกลางคอนกรีต อัดแรงสปันปรากฏรอยแตกกว้าง กว้างประมาณ 0.15 มิลลิเมตร
	105	1.21	
	428	1.68	
	674	2.26	
	872	3.00	
	1,017	3.32	
	935	3.15	
	707	2.70	
	483	2.07	
	173	1.48	
	10	1.05	

ตารางที่ 3.10 (ต่อ) ผลการทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำของคอนกรีตอัดแรงสปัน

คอนกรีตเคเบิลที่ทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำ : RC2			ความถี่ 3 เฮิรตซ์
จำนวนรอบ	น้ำหนักบรรทุก (กิโลกรัม)	ค่าความเปลี่ยนตัวที่กึ่งกลาง (มิลลิเมตร)	พฤติกรรมที่สังเกตเห็น
300,000	-8	1.17	ความล้มเหลวของกราฟที่ได้จากการทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำและค่าความเปลี่ยนตัวมีลักษณะเป็นเส้นตรง โดยที่นิวตันล่างกึ่งกลางคอนกรีตอัดแรงสปันปรากฏรอยแตกกว้างประมาณ 0.15 มิลลิเมตร
	182	1.42	
	511	2.00	
	747	2.69	
	898	3.27	
	989	3.45	
	841	3.25	
	617	2.84	
	368	2.01	
	27	1.35	
7	0.28		
400,000	39	1.26	ความล้มเหลวของกราฟที่ได้จากการทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำและค่าความเปลี่ยนตัวมีลักษณะเป็นเส้นตรง โดยที่นิวตันล่างกึ่งกลางคอนกรีตอัดแรงสปันปรากฏรอยแตกกว้างประมาณ 0.20 มิลลิเมตร
	191	1.49	
	513	2.07	
	718	2.72	
	906	3.30	
	1,015	3.56	
	877	3.38	
	634	2.78	
	372	2.03	
	48	1.48	
9	1.23		
500,000	6	1.70	ความล้มเหลวของกราฟที่ได้จากการทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำและค่าความเปลี่ยนตัวมีลักษณะเป็นเส้นตรง โดยที่นิวตันล่างกึ่งกลางคอนกรีตอัดแรงสปันปรากฏรอยแตกกว้างประมาณ 0.20 มิลลิเมตร
	249	2.06	
	584	2.60	
	77	3.38	
	910	3.79	
	966	3.99	
	788	3.59	
	599	3.02	
	285	2.27	
	45	1.81	
-16	1.68		

ตารางที่ 3.10 (ต่อ) ผลการทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำของคอนกรีตอัดแรงต้น

คอนกรีตอัดแรงต้นน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำ : RC2			ความถี่ 3 เฮิรตซ์
จำนวนรอบ	น้ำหนักบรรทุก (กิโลกรัม)	ค่าความแ่นตัวที่ึ่งกลาง (มิลลิเมตร)	พฤติกรรมที่เกิศจึ้น
600,000	-8	2.16	ความล้มพ้ร็องกราฟที่ไ้ จากการทดสอบน้ำหนักบรรทุก กระทำซ้ำและค่าความแ่นตัวมี ลักษณะเป็นเส้นตรง โดยที่ มีว้ด้น่างึ่งกลางคอนกรีต อัดแรงต้นปรากฏรอยแตกกว้าง กว้างประมาณ 0.20 มิลลิเมตร
	41	2.22	
	353	2.69	
	642	3.36	
	812	3.92	
	922	4.25	
	905	4.22	
	691	3.81	
	485	3.20	
	209	2.56	
-17	2.18		
700,000	13	2.35	ความล้มพ้ร็องกราฟที่ไ้ จากการทดสอบน้ำหนักบรรทุก กระทำซ้ำและค่าความแ่นตัวมี ลักษณะเป็นเส้นตรง โดยที่ มีว้ด้น่างึ่งกลางคอนกรีต อัดแรงต้นปรากฏรอยแตกกว้าง กว้างประมาณ 0.25 มิลลิเมตร
	268	2.69	
	569	3.28	
	772	3.99	
	912	4.47	
	912	4.53	
	716	4.10	
	526	3.47	
	297	2.84	
	18	2.36	
-5	0.32		
800,000	15	2.15	ความล้มพ้ร็องกราฟที่ไ้ จากการทดสอบน้ำหนักบรรทุก กระทำซ้ำและค่าความแ่นตัวมี ลักษณะเป็นเส้นตรง โดยที่ มีว้ด้น่างึ่งกลางคอนกรีต อัดแรงต้นปรากฏรอยแตกกว้าง กว้างประมาณ 0.25 มิลลิเมตร
	228	2.42	
	564	2.93	
	765	3.62	
	930	4.17	
	1,024	4.37	
	845	4.03	
	624	3.48	
	421	2.86	
	123	2.30	
8	2.12		

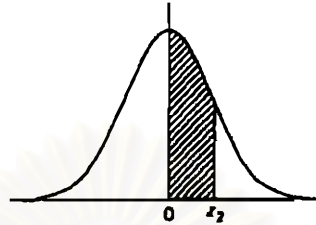
ตารางที่ 3.10 (ต่อ) ผลการทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำของคอนกรีตอัดแรงสปัน

คอนกรีตชนิดที่ทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำ : RC2			ความถี่ 3 เฮิรตซ์
จำนวนรอบ	น้ำหนักบรรทุก (กิโลกรัม)	ค่าความแอ่นตัวที่กึ่งกลาง (มิลลิเมตร)	พฤติกรรมที่เกิดขึ้น
900,000	20	2.30	ความเสียหายของกราฟที่ได้จากการทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำและค่าความแอ่นตัวมีลักษณะเป็นเส้นตรง โดยที่ผิวด้านข้างกึ่งกลางคอนกรีตอัดแรงสปันปรากฏรอยแตกกว้างประมาณ 0.25 มิลลิเมตร
	202	2.48	
	536	3.06	
	757	3.71	
	922	4.31	
	1,012	4.56	
	884	4.27	
	651	3.70	
	434	2.99	
	121	2.44	
2	2.24		
1,000,000	8	2.30	ความเสียหายของกราฟที่ได้จากการทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำและค่าความแอ่นตัวมีลักษณะเป็นเส้นตรง โดยที่ผิวด้านข้างกึ่งกลางคอนกรีตอัดแรงสปันปรากฏรอยแตกกว้างประมาณ 0.25 มิลลิเมตร และยังปรากฏรอยร้าวใหม่เพิ่มขึ้นกว้างประมาณ 0.1 มิลลิเมตร โดยห่างและร่นจากรอยร้าวเดิมออกไป 5 เซนติเมตร
	245	2.67	
	592	3.33	
	802	4.05	
	962	4.54	
	1,017	4.62	
	798	4.28	
	582	3.69	
	350	3.00	
	107	2.49	
33	2.36		
1,030,000	122	4.48	ผิวด้านข้างกึ่งกลางคอนกรีตอัดแรงสปันเกิดการหลุดร่อนลงมา สามารถสังเกตเห็นเหล็กปลอกของคอนกรีต และความเสียหายของกราฟระหว่างน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำและค่าความแอ่นตัวเริ่มเกิดการเปลี่ยนแปลงโดยที่ระดับน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำมีค่าลดลง และค่าความแอ่นตัวมีค่าเพิ่มมากขึ้น
	295	4.91	
	526	5.61	
	708	6.55	
	843	7.13	
	918	7.42	
	781	6.89	
	604	6.19	
	374	6.27	
	190	4.73	
118	4.56		

ตารางที่ 3.10 (ต่อ) ผลการทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำของคอนกรีตอัดแรงสปัน

คอนกรีตเคบิลที่ทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำ : RC2			ความถี่ 3 เฮิรตซ์
จำนวนรอบ	น้ำหนักบรรทุก (กิโลกรัม)	ค่าความแอ่นตัวที่กึ่งกลาง (มิลลิเมตร)	พฤติกรรมที่เกิดขึ้น
1,056,700	36	10.82	มีลักษณะของคอนกรีตอัดแรง สปันส่วนที่เป็นพื้นที่รับแรงดึง คอนกรีตหลุดร่วงลงมากมายน สามารถมองเห็นเชิงเหล็กปลอก และเหล็กแรงดึงสูง โดยโบลท์ ที่ใส่ไว้กึ่งกลางคอนกรีตอัดแรง สปันเกิดการขาดที่จำนวนรอบ การทดสอบในครั้งนี้ จึงหยุด ดำเนินการทดสอบ
	194	11.69	
	409	12.72	
	602	13.82	
	785	15.04	
	878	15.81	
	944	16.07	
	834	15.75	
	652	14.94	
	509	13.78	
	310	12.53	
	117	11.50	
	24	10.82	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.1 พื้นที่ภายใต้ฟังก์ชันเส้นโค้งปกติจาก $z_1 = 0$ ถึง z_2 (10)

$z_2 = \frac{x - \bar{x}}{S_x}$	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	.0000	.0040	.0080	.0120	.0160	.0199	.0239	.0279	.0319	.0359
0.1	.0398	.0438	.0478	.0517	.0557	.0596	.0636	.0675	.0714	.0753
0.2	.0793	.0832	.0871	.0910	.0948	.0987	.1026	.1064	.1103	.1141
0.3	.1179	.1217	.1255	.1293	.1331	.1368	.1406	.1443	.1480	.1517
0.4	.1554	.1591	.1628	.1664	.1700	.1736	.1772	.1808	.1844	.1879
0.5	.1915	.1950	.1985	.2019	.2054	.2088	.2123	.2157	.2190	.2224
0.6	.2257	.2291	.2324	.2357	.2389	.2422	.2454	.2486	.2517	.2549
0.7	.2580	.2611	.2642	.2673	.2704	.2734	.2764	.2794	.2823	.2852
0.8	.2881	.2910	.2939	.2967	.2995	.3023	.3051	.3078	.3106	.3133
0.9	.3159	.3186	.3212	.3238	.3264	.3289	.3315	.3340	.3365	.3389
1.0	.3413	.3438	.3461	.3485	.3508	.3531	.3554	.3577	.3599	.3621
1.1	.3643	.3665	.3686	.3708	.3729	.3749	.3770	.3790	.3810	.3830
1.2	.3849	.3869	.3888	.3907	.3925	.3944	.3962	.3980	.3997	.4015
1.3	.4032	.4049	.4066	.4082	.4099	.4115	.4131	.4147	.4162	.4177
1.4	.4192	.4207	.4222	.4236	.4251	.4265	.4279	.4292	.4306	.4319
1.5	.4332	.4345	.4357	.4370	.4382	.4394	.4406	.4418	.4429	.4441
1.6	.4452	.4463	.4474	.4484	.4495	.4505	.4515	.4525	.4535	.4545
1.7	.4554	.4564	.4573	.4582	.4591	.4599	.4608	.4616	.4625	.4633
1.8	.4641	.4649	.4656	.4664	.4671	.4678	.4686	.4693	.4699	.4706
1.9	.4713	.4719	.4726	.4732	.4738	.4744	.4750	.4758	.4761	.4767
2.0	.4772	.4778	.4783	.4788	.4793	.4799	.4803	.4808	.4812	.4817
2.1	.4821	.4826	.4830	.4834	.4838	.4842	.4846	.4850	.4854	.4857
2.2	.4861	.4864	.4868	.4871	.4875	.4878	.4881	.4884	.4887	.4890
2.3	.4893	.4896	.4898	.4901	.4904	.4906	.4909	.4911	.4913	.4916
2.4	.4918	.4920	.4922	.4925	.4927	.4929	.4931	.4932	.4934	.4936
2.5	.4938	.4940	.4941	.4943	.4945	.4946	.4948	.4949	.4951	.4952
2.6	.4953	.4955	.4956	.4957	.4959	.4960	.4961	.4962	.4963	.4964
2.7	.4965	.4966	.4967	.4968	.4969	.4970	.4971	.4972	.4973	.4974
2.8	.4974	.4975	.4976	.4977	.4977	.4978	.4979	.4979	.4980	.4981
2.9	.4981	.4982	.4982	.4983	.4984	.4984	.4985	.4985	.4986	.4986
3.0	.49865	.4987	.4987	.4988	.4988	.4988	.4989	.4989	.4989	.4990

ตารางที่ 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างช่วงว่างความเชื่อมั่นกับระดับความเชื่อมั่น (10)

Confidence		Confidence	
Level , percent	z	Level , percent	z
99.9	3.30	90.0	1.65
99.7	3.00	80.0	1.28
99.0	2.57	68.3	1.00
95.0	1.96	60.0	0.84



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.3 พื้นที่ฟังก์ชันการกระจาย Student's t สำหรับดีกรีความอิสระ V กับ $t(\alpha)$ (10)

v	Confidence level α									
	0.995	0.99	0.975	0.95	0.90	0.80	0.75	0.70	0.60	0.55
1	63.66	31.82	12.71	6.31	3.08	1.376	1.000	.727	.325	.158
2	9.92	6.96	4.30	2.92	1.89	1.061	.816	.617	.289	.142
3	5.84	4.54	3.18	2.35	1.64	.978	.765	.584	.277	.137
4	4.60	3.75	2.78	2.13	1.53	.941	.741	.569	.271	.134
5	4.03	3.36	2.57	2.02	1.48	.920	.727	.559	.267	.132
6	3.71	3.14	2.45	1.94	1.44	.906	.718	.553	.265	.131
7	3.50	3.00	2.36	1.90	1.42	.896	.711	.549	.263	.130
8	3.36	2.90	2.31	1.86	1.40	.889	.706	.546	.262	.130
9	3.25	2.82	2.26	1.83	1.38	.883	.703	.543	.261	.129
10	3.17	2.76	2.23	1.81	1.37	.879	.700	.542	.260	.129
11	3.11	2.72	2.20	1.80	1.36	.876	.697	.540	.260	.129
12	3.06	2.68	2.18	1.78	1.36	.873	.695	.539	.259	.128
13	3.01	2.65	2.16	1.77	1.35	.870	.694	.538	.259	.128
14	2.98	2.62	2.14	1.76	1.34	.868	.692	.537	.258	.128
15	2.95	2.60	2.13	1.75	1.34	.866	.691	.536	.258	.128
16	2.92	2.58	2.12	1.75	1.34	.865	.690	.535	.258	.128
17	2.90	2.57	2.11	1.74	1.33	.863	.689	.534	.257	.128
18	2.88	2.55	2.10	1.73	1.33	.862	.688	.534	.257	.127
19	2.86	2.54	2.09	1.73	1.33	.861	.688	.533	.257	.127
20	2.84	2.53	2.09	1.72	1.32	.860	.687	.533	.257	.127
21	2.83	2.52	2.08	1.72	1.32	.859	.686	.532	.257	.127
22	2.82	2.51	2.07	1.72	1.32	.858	.686	.532	.256	.127
23	2.81	2.50	2.07	1.71	1.32	.858	.685	.532	.256	.127
24	2.80	2.49	2.06	1.71	1.32	.857	.685	.531	.256	.127
25	2.79	2.48	2.06	1.71	1.32	.856	.684	.531	.256	.127
26	2.78	2.48	2.06	1.71	1.32	.856	.684	.531	.256	.127
27	2.77	2.47	2.05	1.70	1.31	.855	.684	.531	.256	.127
28	2.76	2.47	2.05	1.70	1.31	.855	.683	.530	.256	.127
29	2.76	2.46	2.04	1.70	1.31	.854	.683	.530	.256	.127
30	2.75	2.46	2.04	1.70	1.31	.854	.683	.530	.256	.127
40	2.70	2.42	2.02	1.68	1.30	.851	.681	.529	.255	.126
60	2.66	2.39	2.00	1.67	1.30	.848	.679	.527	.254	.126
120	2.62	2.36	1.98	1.66	1.29	.845	.677	.526	.254	.126
∞	2.58	2.33	1.96	1.65	1.28	.842	.674	.524	.253	.126

ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบน้ำนักบรทุกสถิติของคอนแวนเคเบิลที่ทดสอบจำนวนอย่างละ 30 ตัวอย่าง

ค่าน้ำนักบรทุกทางสถิติ ของคอนแวนเคเบิล	คอนไม้นวนเคเบิล		คอนเหล็กรูปตัวซีทิศแกนหลัก		คอนเหล็กรูปตัวซีทิศแกนรอง		คอนกรีตอัดแรงตม	
	น้ำนักบรทุกที่จุดขีด จำกัดสัดส่วน (กก.)	น้ำนักบรทุก สูงสุด (กก.)	น้ำนักบรทุก ที่จุดคราก (กก.)	น้ำนักบรทุก สูงสุด (กก.)	น้ำนักบรทุก ที่จุดคราก (กก.)	น้ำนักบรทุก สูงสุด (กก.)	น้ำนักบรทุก ที่จุดคราก (กก.)	น้ำนักบรทุก สูงสุด (กก.)
ค่าเฉลี่ย : \bar{x}	4,129	5,327	3,166	4,433	1,297	2,032	2,129	2,146
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน : S_x	773	969	117	184	113	133	172	239
สัมประสิทธิ์ความแปรผัน : S_x / \bar{x}	18.72	18.19	3.69	4.15	8.71	6.54	8.07	11.14

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.5 ช่วงความเชื่อมั่นของผลการทดสอบน้ำหนักบรรทุกสถิตย์ของคอนกรีตมวลเบา

ก. ช่วงความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ประเภทของคอนกรีตมวลเบา		น้ำหนักบรรทุกที่จุดคราก (กก.)		น้ำหนักบรรทุกสูงสุด (กก.)	
		ขีดจำกัดต่ำสุด	ขีดจำกัดสูงสุด	ขีดจำกัดต่ำสุด	ขีดจำกัดสูงสุด
คอนกรีตมวลเบา		3,852	4,405	4,980	5,674
คอนกรีตรูปตัวซี	ในทิศแกนหลัก	3,124	3,208	4,367	4,499
	ในทิศแกนรอง	1,257	1,333	1,984	2,080
คอนกรีตอัดแรงสปัน		2,067	2,191	2,084	2,208

ข. ช่วงความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ประเภทของคอนกรีตมวลเบา		น้ำหนักบรรทุกที่จุดคราก (กก.)		น้ำหนักบรรทุกสูงสุด (กก.)	
		ขีดจำกัดต่ำสุด	ขีดจำกัดสูงสุด	ขีดจำกัดต่ำสุด	ขีดจำกัดสูงสุด
คอนกรีตมวลเบา		3,766	4,492	4,872	5,782
คอนกรีตรูปตัวซี	ในทิศแกนหลัก	3,111	3,221	4,346	4,519
	ในทิศแกนรอง	1,244	1,350	1,970	2,094
คอนกรีตอัดแรงสปัน		2,048	2,210	2,034	2,258

ตารางที่ 4.6 ผลการทดสอบและผลการวิเคราะห์ภายใต้ข้อกำหนดของคอนกรีตมวลเบา

ประเภทของคอนกรีตมวลเบา	น้ำหนักบรรทุกที่จุดครากหรือขีดจำกัดสัดส่วน		ค่าความแอ่นตัวที่จุดครากหรือขีดจำกัดสัดส่วน	
	ผลการทดสอบ (กิโลกรัม)	ข้อกำหนด (กิโลกรัม)	ผลการทดสอบ (มิลลิเมตร)	ข้อกำหนด (มิลลิเมตร)
คอนกรีตมวลเบา	4,129	4,000	15.02	16.12
คอนกรีตรูปตัวซี	3,166	3,257	9.15	3.87
คอนกรีตอัดแรงบัน	2,129	2,168	16.12	12.62

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.7 การประมาณค่าการสูญเสียกำลังของไม้ที่เป็นไม้อ่อนและแก่นไม้เนื่องจากการทำลายของราสีน้ำตาล (12)

Approximate weight loss, %	Toughness	Impact bending	Static bending				Compression, perpendicular (radial)	Compression, parallel	Tension, parallel	Shear, parallel	Hardness
			General bending strength	Work to maximum load	Modulus of rupture	Modulus of elasticity					
Brown rot											
Softwoods											
1	57	20-38	—	—	—	—	—	—	—	2	—
2	—	20-50	5	27	13-50	4-55	18-24	10	23-40	—	—
4	75	25-55	—	—	—	—	25-35	—	—	6	7
6	—	62-72	16	—	61	66	48	25	60	—	—
8	—	78	—	—	—	—	48-60	—	50	15	21
10	—	85	36	—	70	—	66	45	—	20	—
Hardwoods											
1	—	6-27	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	36	31-50	—	54	32	—	6-10	—	56	—	—
4	—	60-70	—	69	49	—	—	—	—	—	—
6	—	80	—	75	61	—	16-25	—	—	—	—
8	—	9-89	13-34	—	—	—	19	—	82	—	—
10	60	70-92	—	—	—	—	—	—	—	—	—

ตารางที่ 4.8 การประมาณค่าการสูญเสียกำลังของไม้ที่เป็นไม้อ่อนและแก่นไม้เนื่องจากการทำลายของราสีขาว (12)

Approximate weight loss, %	Toughness	Impact bending	Static bending				Compression, perpendicular (radial)	Compression, parallel	Tension, parallel	Shear, parallel	Hardness
			General bending strength	Work to maximum load	Modulus of rupture	Modulus of elasticity					
White rot											
Softwoods											
1	55	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	—	—	—	—	—	—	10-20	—	4-38	—	—
4	—	—	—	—	—	—	—	—	8-43	—	—
6	75	—	—	—	—	—	32-61	—	10-49	—	—
8	—	—	—	—	—	—	—	—	14-58	—	—
10	85	—	—	—	—	—	—	—	20-63	—	—
Hardwoods											
1	—	21	—	—	—	—	4	—	—	—	—
2	—	26	—	28-35	13-14	4	5	—	22-42	—	—
4	70	44	—	38	20	—	—	—	17-44	—	—
6	75	50	—	45-53	20-27	10	12-27	14	12-58	—	18
8	—	—	—	—	—	—	—	—	14-49	—	—
10	85	60	—	58	24	14	35	20	20-50	—	25

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.9 การกัดกร่อนของสังกะสีในน้ำประเภทต่าง ๆ (16)

Water type	Approximate material loss	
	mm/yr	mil/yr
Seawater		
Global oceans, average.....	15-25	0.6-1.0
North Sea	12	0.5
Baltic Sea and Gulf of Bothnia.....	10	0.4
Freshwater		
Hard	2.5-5	0.1-0.2
Soft River Water	20	0.8
Soft Tap Water.....	5-10	0.2-0.4
Distilled Water	30-200	2.0-8.0

ตารางที่ 4.10 การกัดกร่อนของสังกะสีในรูปแบบของน้ำประเภทต่าง ๆ (16)

Water type	Attacking substances	Passivating substances	Properties of corrosion products		Relative corrosion rate
			Stability	Adhesion	
Hard water	Oxygen, CO ₂	Calcium, magnesium	Very low	Very good	Very low
Seawater	Oxygen, CO ₂ , Cl ⁻	Calcium, magnesium	Low	Very good	Moderate
Soft with free air supply.....	Oxygen, CO ₂	...	High	Good	High
Soft or distilled with poor air supply.....	Oxygen	...	Very high	Very poor	Very high

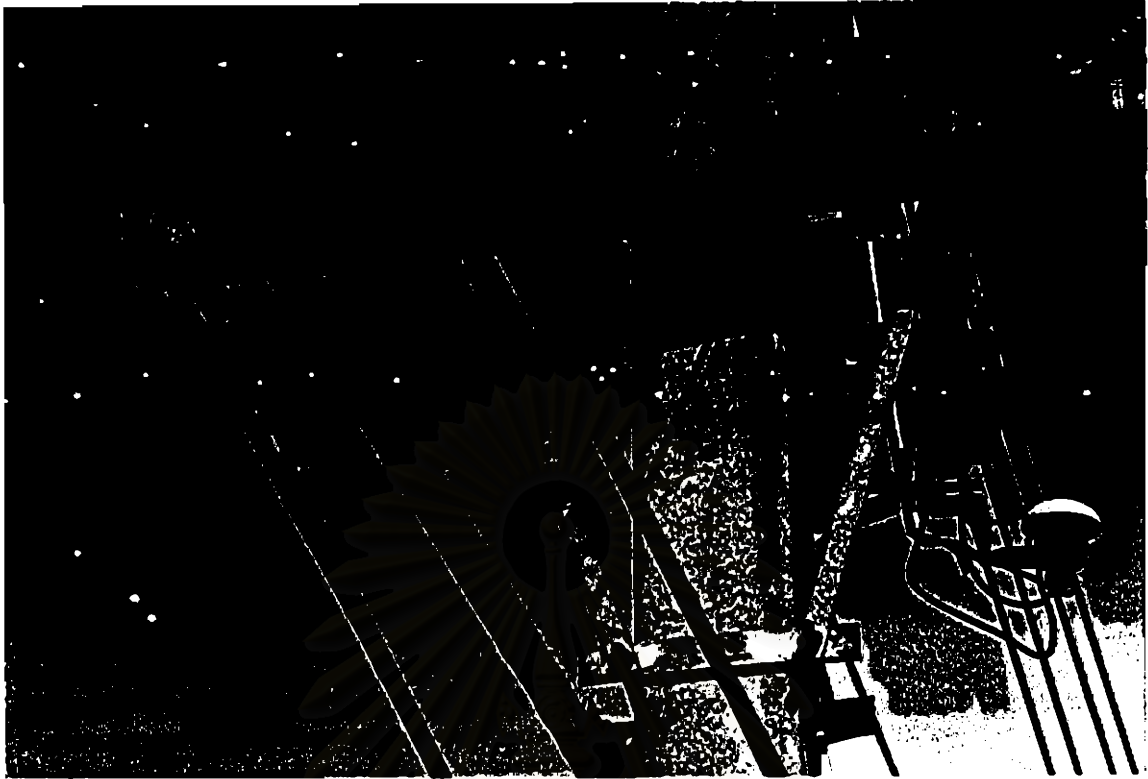
ตารางที่ 4.11 ข้อกำหนดสูงสุดของระดับสารละลายคลอไรด์กับน้ำในการผสมคอนกรีต (16)

รูปแบบการนำไปใช้งาน	ข้อกำหนดสูงสุดของระดับคลอไรด์ (เปอร์เซ็นต์น้ำหนักคอนกรีต)
คอนกรีตอัดแรง	0.06
คอนกรีตเสริมเหล็กทั่วไป	
ก. การนำไปใช้ในงานสภาพแวดล้อม	
เปียกชื้นและมีคลอไรด์	0.1
ข. การนำไปใช้งานในสภาพแวดล้อม	
เปียกชื้นแต่ไม่มีคลอไรด์ (รวมถึง	
สถานที่คอนกรีตมีโอกาสเปียกชื้น	
เช่น อุ้งจอรถ หรือ พื้นที่ที่สามารถ	
เกิดความชื้น)	0.15
การก่อสร้างตึกสูงเหนือพื้นดิน	
โดยที่คอนกรีตอยู่บนพื้นที่แห้ง	ไม่จำกัด

ตารางที่ 4.12 ข้อกำหนดของระยะหุ้มคอนกรีตที่น้อยที่สุดสำหรับเหล็กเสริมธรรมดา
เหล็กเสริมแรงดึงสูง ท่อร้อยเหล็กเสริมแรงดึงสูง และอุปกรณ์ยึด
เหล็กเสริมในงานคอนกรีตอัดแรง (22)

ชนิดชิ้นส่วนและสภาวะแวดล้อม	ระยะหุ้มคอนกรีตที่น้อยที่สุด (มิลลิเมตร)
ก. คอนกรีตซึ่งหล่อทับดินและสัมผัสกับดินตลอดเวลา	75
ข. คอนกรีตซึ่งสัมผัสกับดินหรือบรรยากาศภายนอก : ผนัง พื้น ตง ชิ้นส่วนชนิดอื่น	25 38
ค. คอนกรีตซึ่งไม่สัมผัสกับดินหรือบรรยากาศภายนอก : ผนัง พื้น ตง คาน เสา	20
เหล็กเสริมหลัก	38
เหล็กปลอก	25
โครงสร้างเปลือกบาง (shell) ทดั่งคาน	
เหล็กเสริมธรรมดาขนาด 16 มม. และเล็กกว่า	10
เหล็กเสริมอื่น ๆ	เท่ากับเส้นผ่าศูนย์กลางระบุ แต่ไม่น้อยกว่า 20 มม.

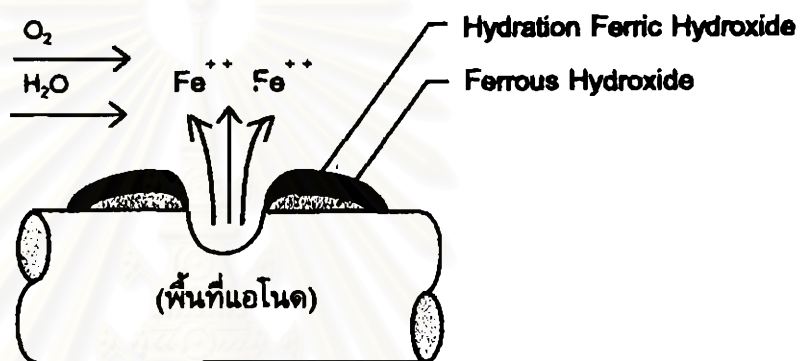
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 1.1 รูปแบบการติดตั้งคอนไม้แขวนเคเบิลกับเสาไฟฟ้า (1)



รูปที่ 1.2 ความเสียหายคอนไม้แขวนเคเบิล (1)



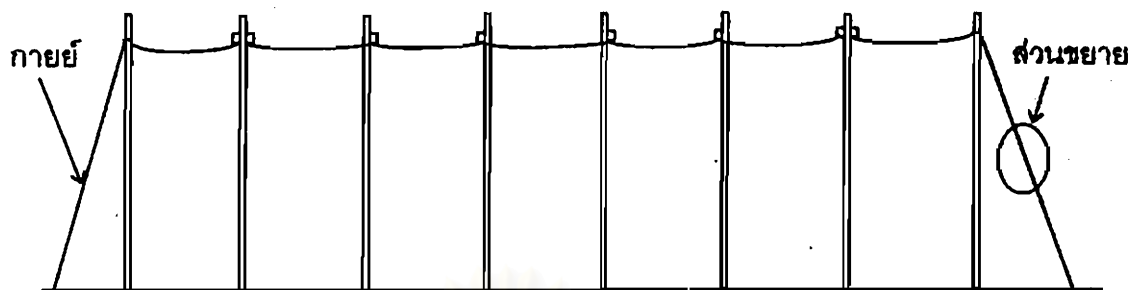
รูปที่ 1.3 รูปแบบของสนิมบริเวณพื้นที่แอโนด (6)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

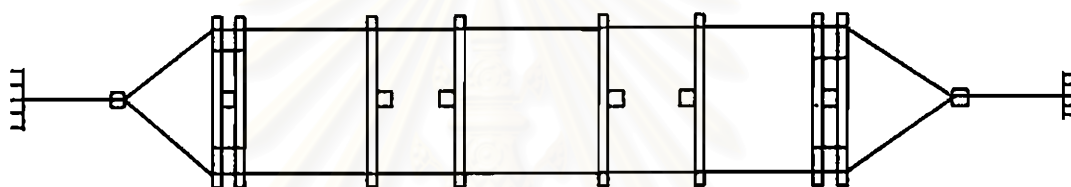


รูปที่ 2.1 ชนิดของสายเคเบิลงานทางด้านสายอากาศ (1)

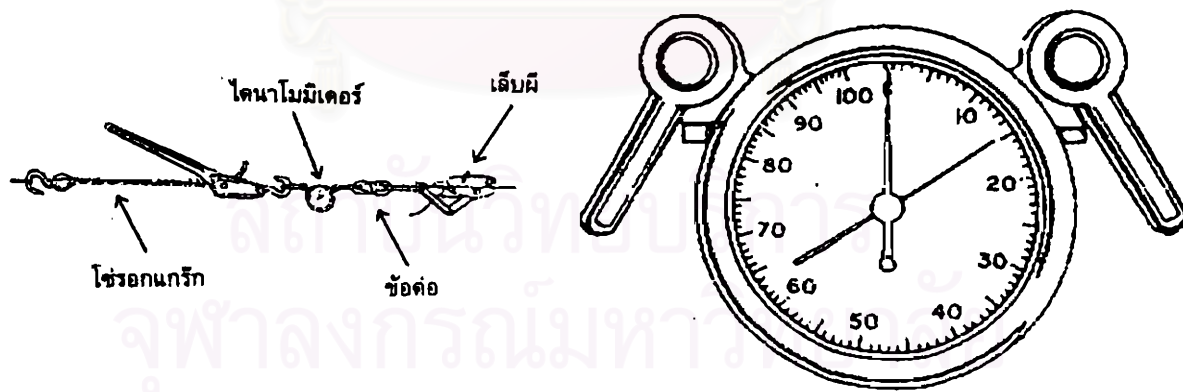
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ก. การติดตั้งสายสะพานลงคอนไม้แขวนเคเบิลที่มองด้านหน้า

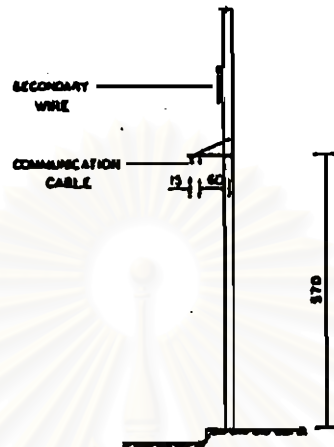


ข. การติดตั้งสายสะพานลงคอนไม้แขวนเคเบิลที่มองด้านบน

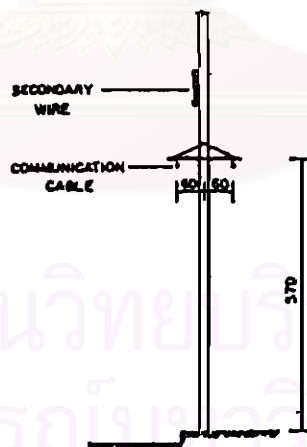


ค. ภาคส่วนขยายในการติดตั้งไซรอกเกริกและไดนาโมมิเตอร์

รูปที่ 2.2 การติดตั้งสายสะพานลงคอนไม้แขวนเคเบิล (1)

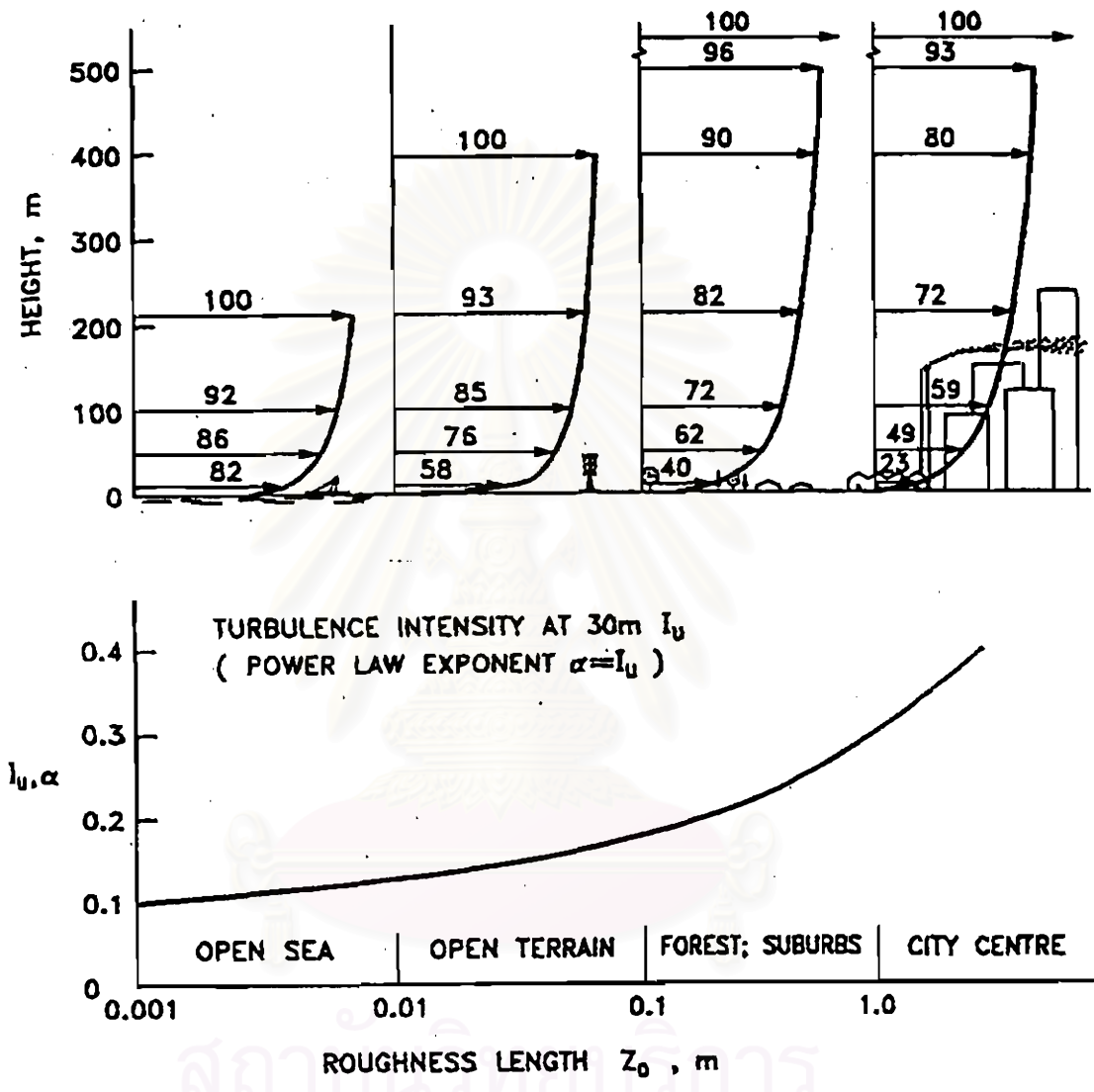


ก. สายเคเบิลทั้งสองเส้นอยู่บนถนนด้านเดียว

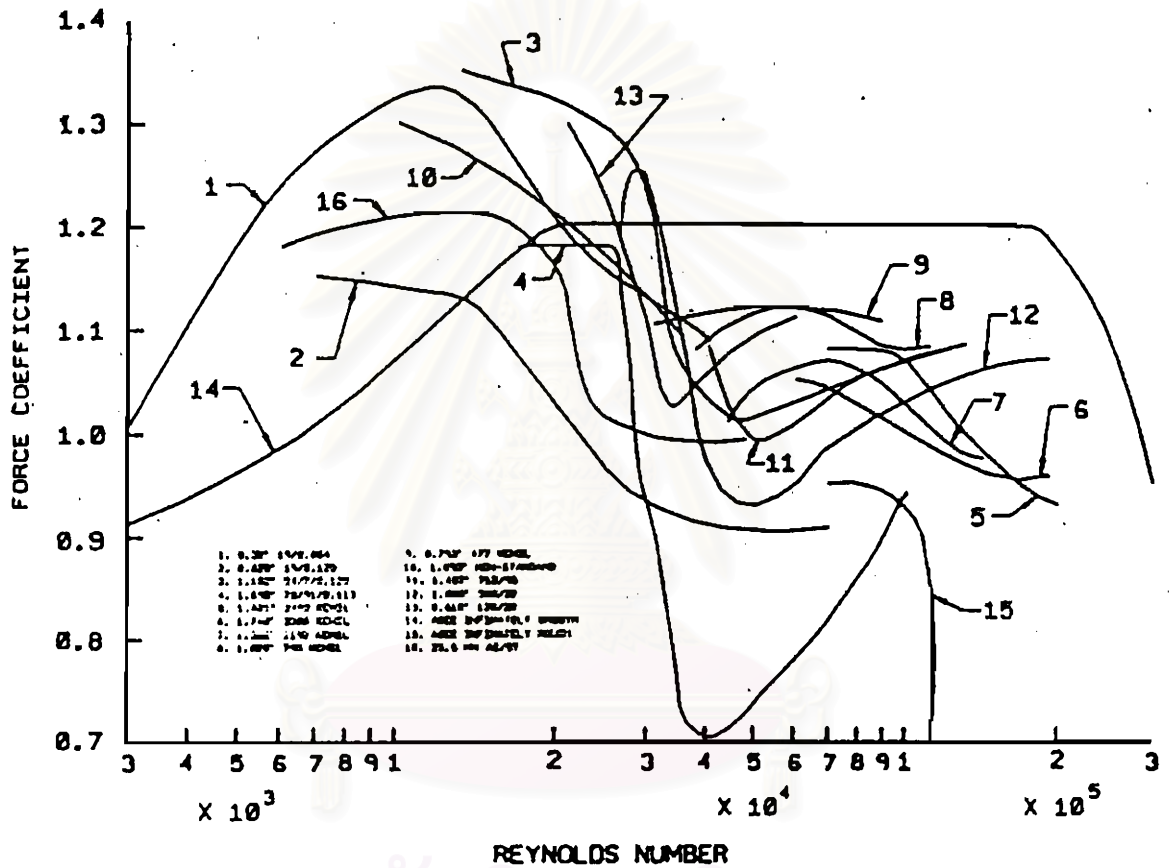


ข. เคเบิลทั้งสองเส้นอยู่บนถนนทั้งสองด้าน

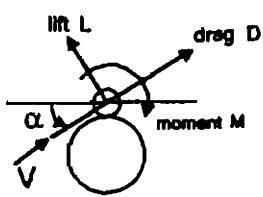
รูปที่ 2.3 การติดตั้งสายเคเบิลของสายโทรศัพท์ที่แขวนร่วมกับคอนไม้แขวนเคเบิล (1)



รูปที่ 2.4 การเปลี่ยนแปลงความเร็วลมเฉลี่ยปานกลางตลอดระยะขรุขระบนพื้นผิวราบ สำหรับสภาพภูมิประเทศต่าง ๆ (8)



รูปที่ 2.5 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างตัวคุณผลรูปร่าง (Force coefficient) และตัวเลขเรย์โนลด์ (Reynolds number) (8)

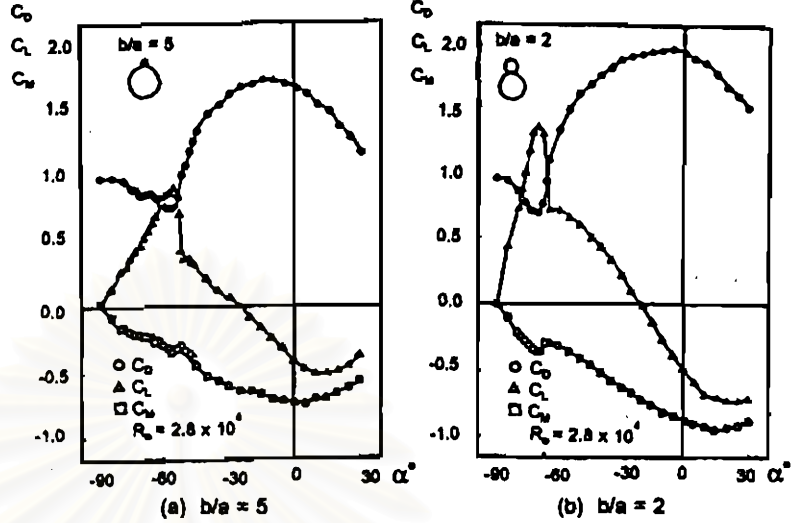


$$D = \frac{1}{2} C_D V^2 (a+b) \ell$$

$$L = \frac{1}{2} C_L V^2 (a+b) \ell$$

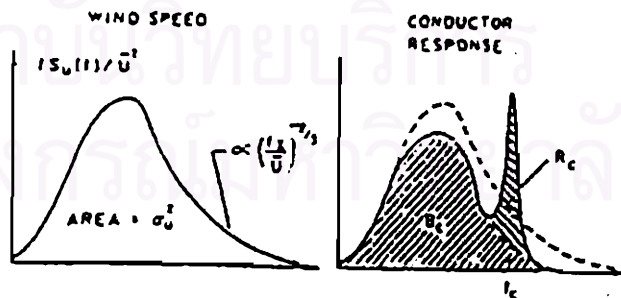
$$M = \frac{1}{2} C_M V^2 (a+b)^2 \ell$$

Definition of steady wind force coefficient C_D , C_L and C_M

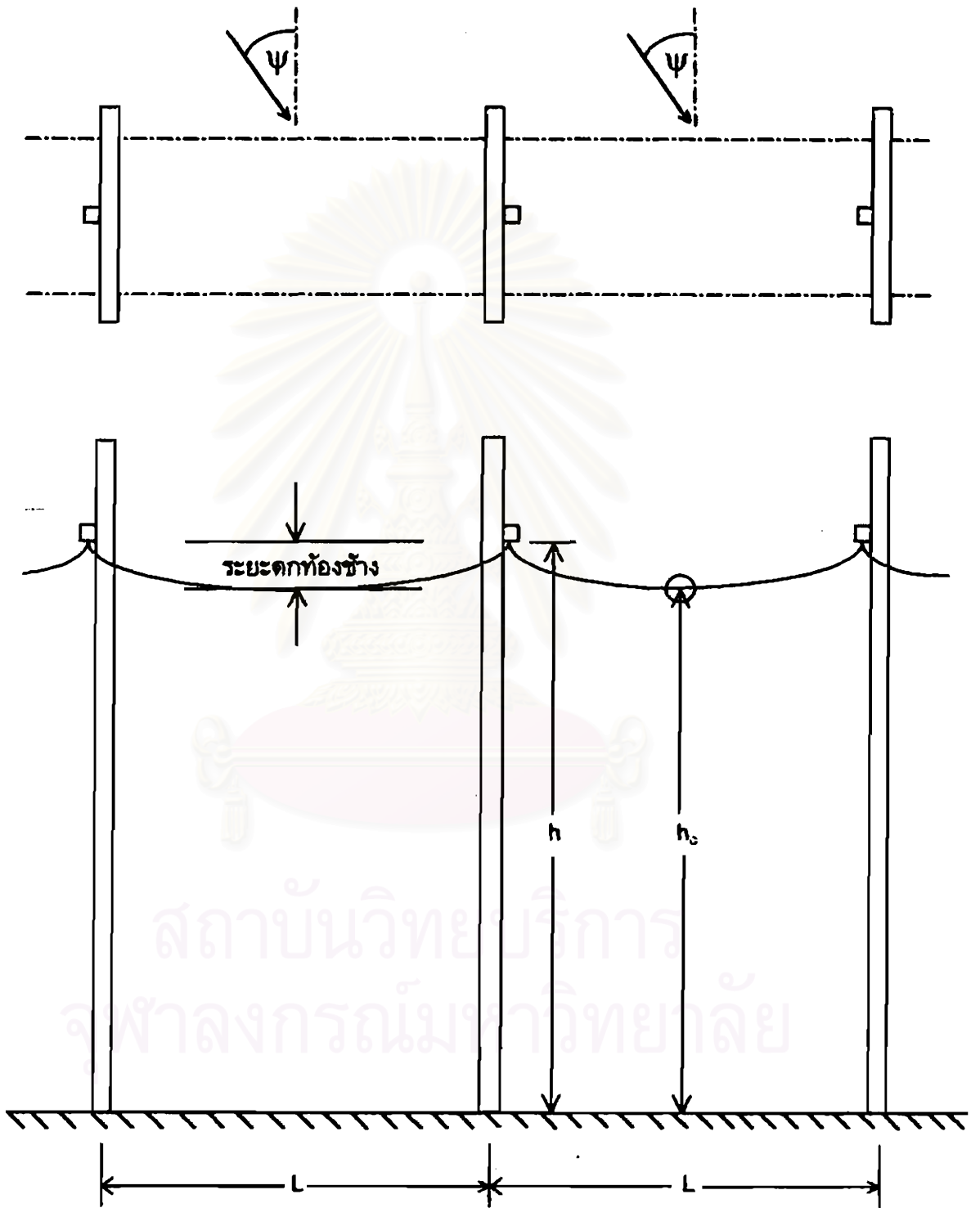


C_D , C_M and C_L of figure-8 section VS. angle of wind attack, α

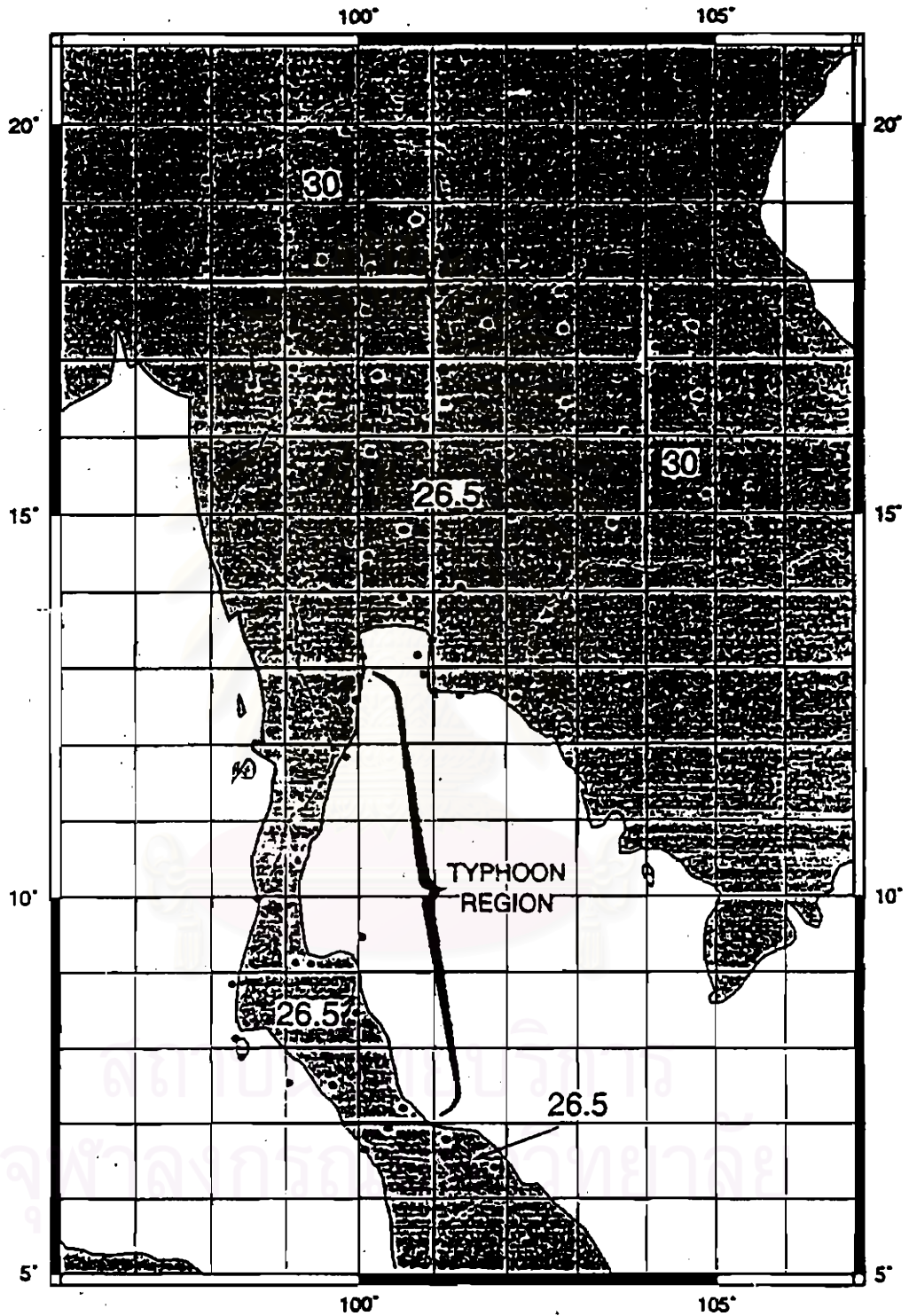
รูปที่ 2.6 ตัวคุณผลรูปร่างของสายเคเบิลโทรศัพท์ที่มีลักษณะเป็นตัวเลขแปด (2)



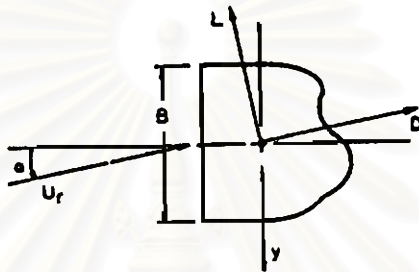
รูปที่ 2.7 ส่วนพื้นหลัง (B_c) และ ส่วนก่าทอน (R_c) ของผลพหุศาสตร์บนสายเคเบิล (8)



รูปที่ 2.8 ระยะห่างของเสาไฟฟ้าและระดับความสูงเคเบิลที่ติดตั้งบนคอนกรีตไม้นวนเคเบิล

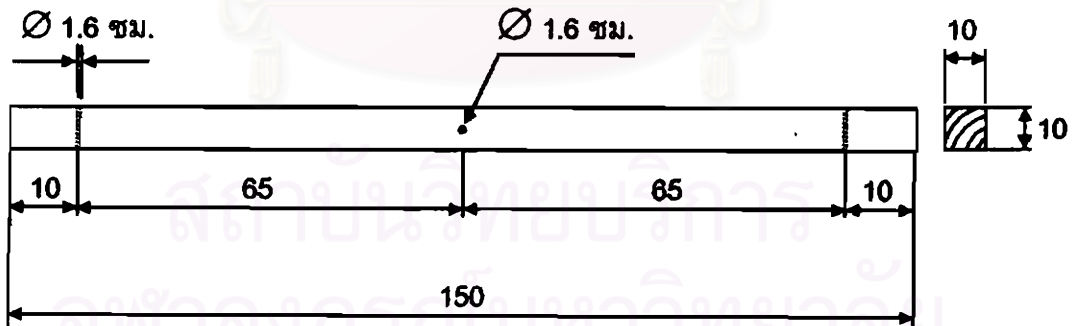
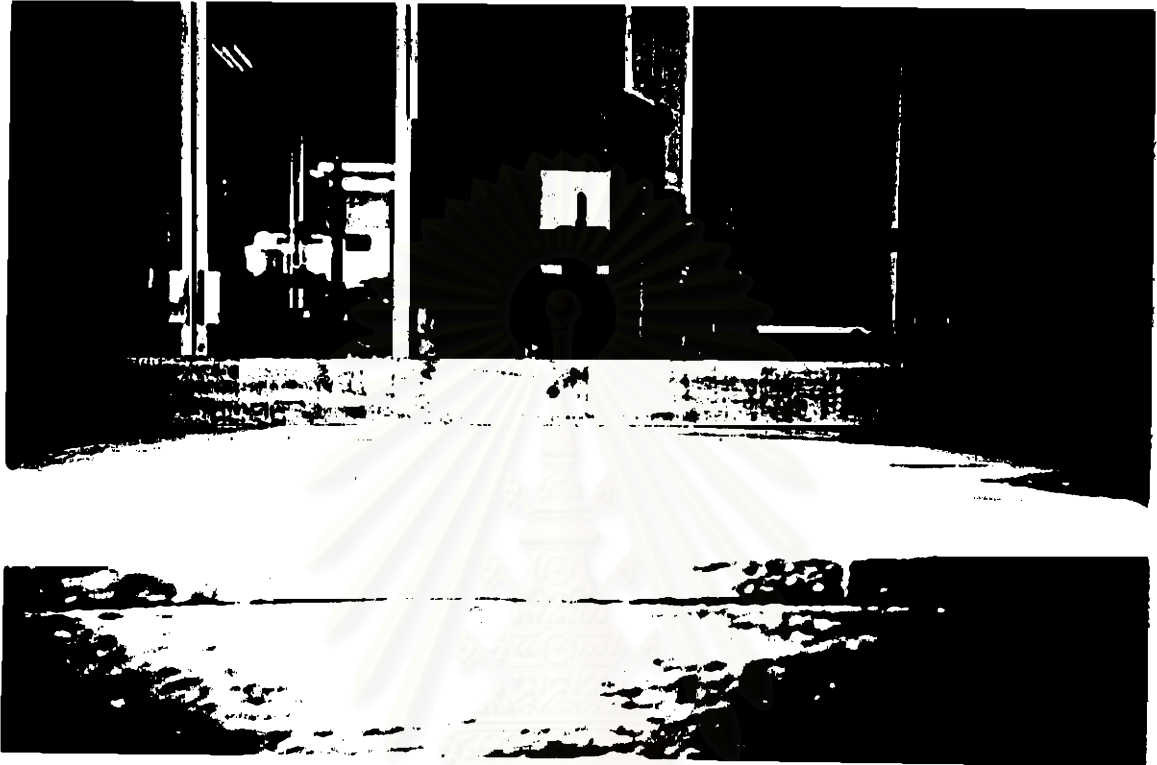


รูปที่ 2.9 แผนที่ความเร็วลมพื้นฐานเฉลี่ยในหนึ่งชั่วโมง ที่ความสูง 10 เมตร
ในสภาพภูมิประเทศพื้นโล่ง ตามเวลากลับ 50 ปี (8)

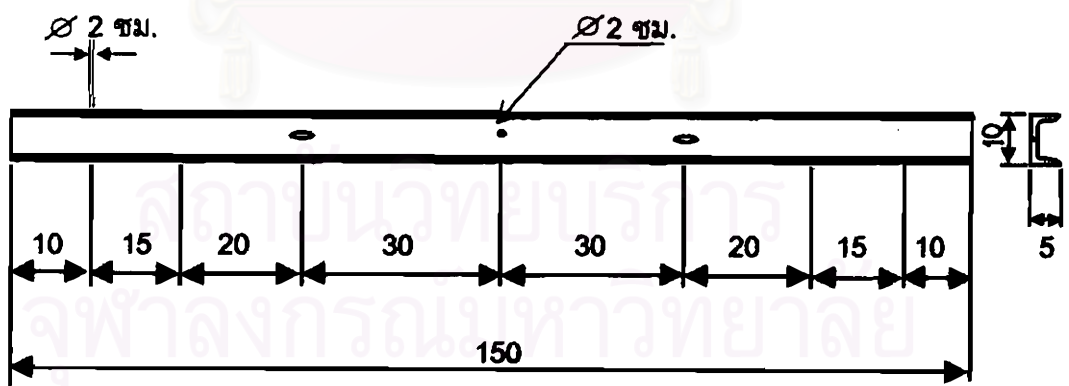


รูปที่ 2.10 แรงลมที่กระทำต่อวัสดุ (9)

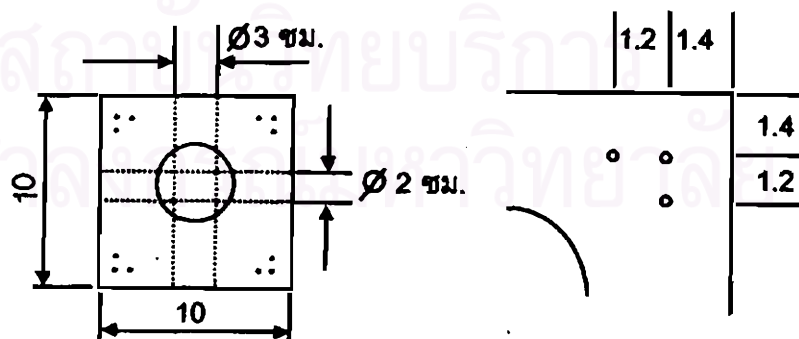
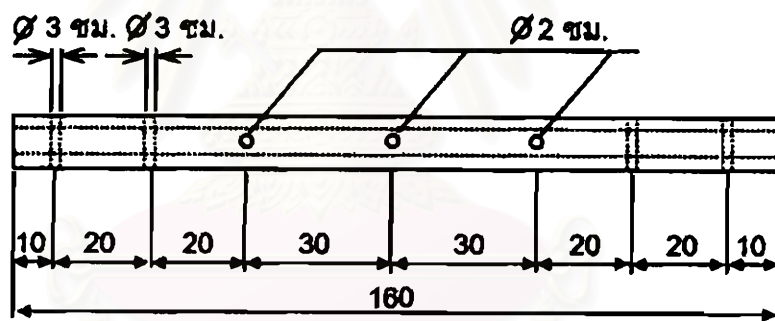
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ก. ลักษณะและรายละเอียดของคอนไม้แขวนเคเบิ้ล



ข. ลักษณะและรายละเอียดของคอนเทสิกรูปตัวซี



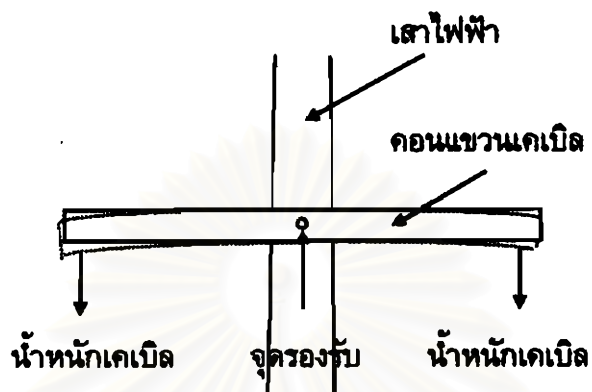
ก. ลักษณะและรายละเอียดของคอนกรีตอัดแรงสปัน

รูปที่ 3.1 ลักษณะของวัสดุทดสอบของคอนกรีตอัดแรงประเภทต่าง ๆ

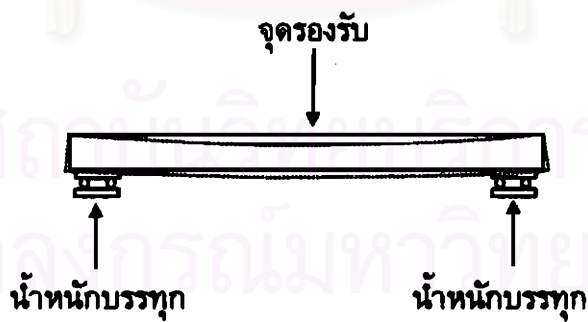


รูปที่ 3.2 การติดตั้งคอนกรีตเสริมเหล็กกับเสาไฟฟ้า

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.3 การแอนตัวลงของคานแขวนเคเบิ้ล



รูปที่ 3.4 การแอนตัวขึ้นของคานแขวนเคเบิ้ล

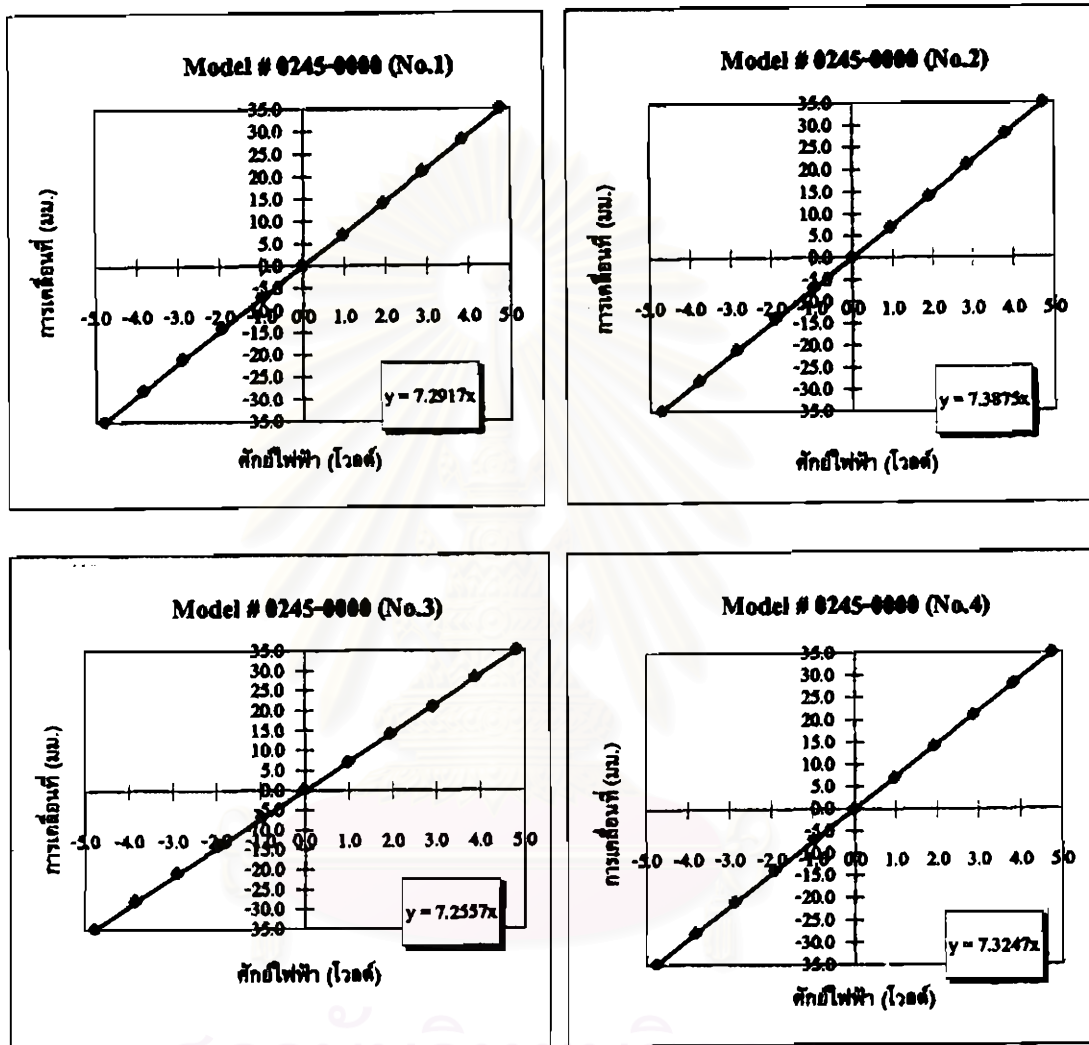


ก. หัวรถที่ใช้ทดสอบหน้าตัดคอนแวนเคเบิลที่สมมาตร



ข. หัวรถที่ใช้ทดสอบหน้าตัดคอนแวนเคเบิลที่ไม่สมมาตร

รูปที่ 3.5 หัวรถที่ใช้ทดสอบคอนแวนเคเบิล



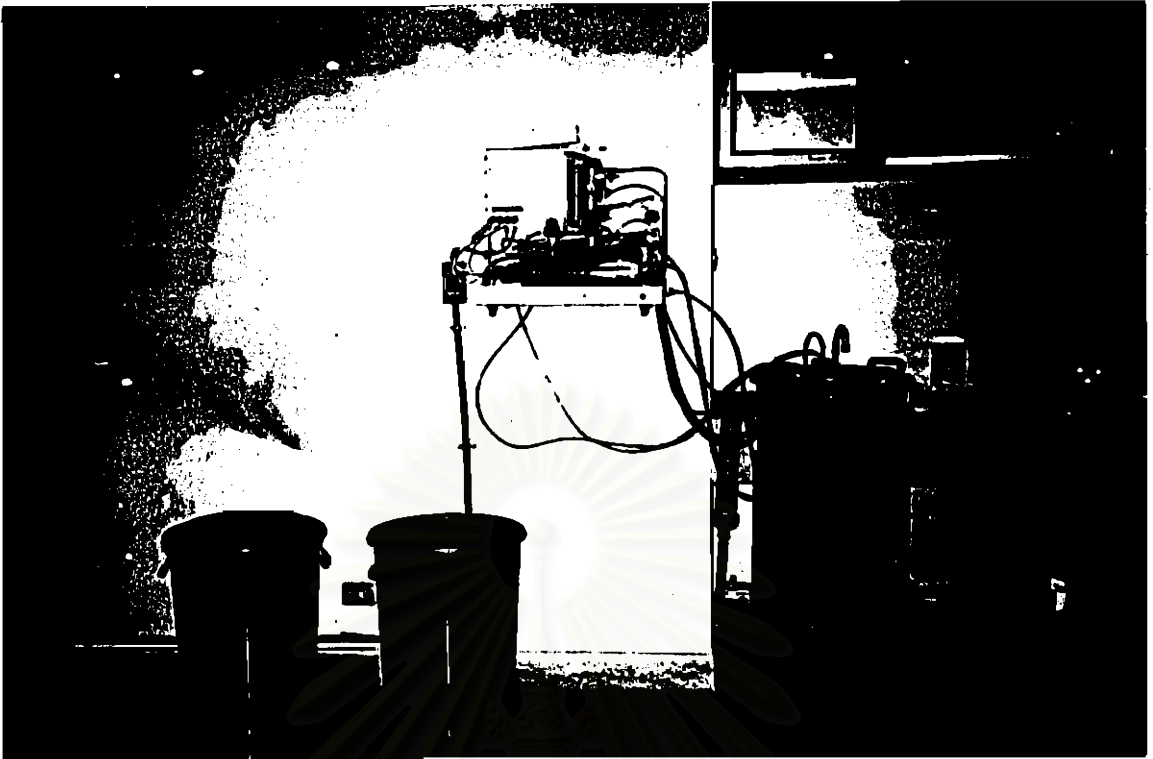
รูปที่ 3.6 ค่าการปรับแก้ของ Linear Variation Differential Transformer (LVDT)



ก. เครื่องทดสอบการกัดกร่อนในสภาวะเร่งการทดสอบชนิด Q-FOG Corrosion Chamber



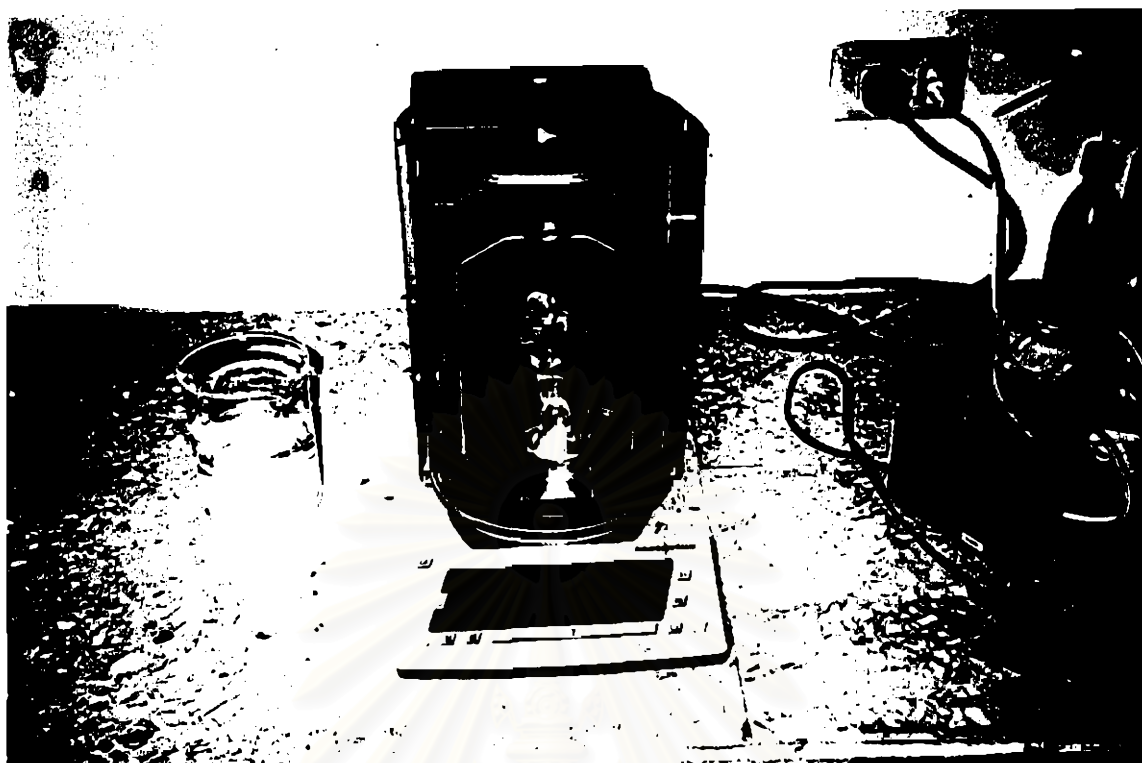
ข. สารละลายโซเดียมคลอไรด์ NaCl บริสุทธิ์ 99.5 เปอร์เซ็นต์



ค. น้ำกลั่นที่ผลิตตามมาตรฐาน ASTM D1193



ง. เครื่องตรวจสอบค่า pH ของสารละลายด้วยเครื่อง Glass pH-sensing electrode

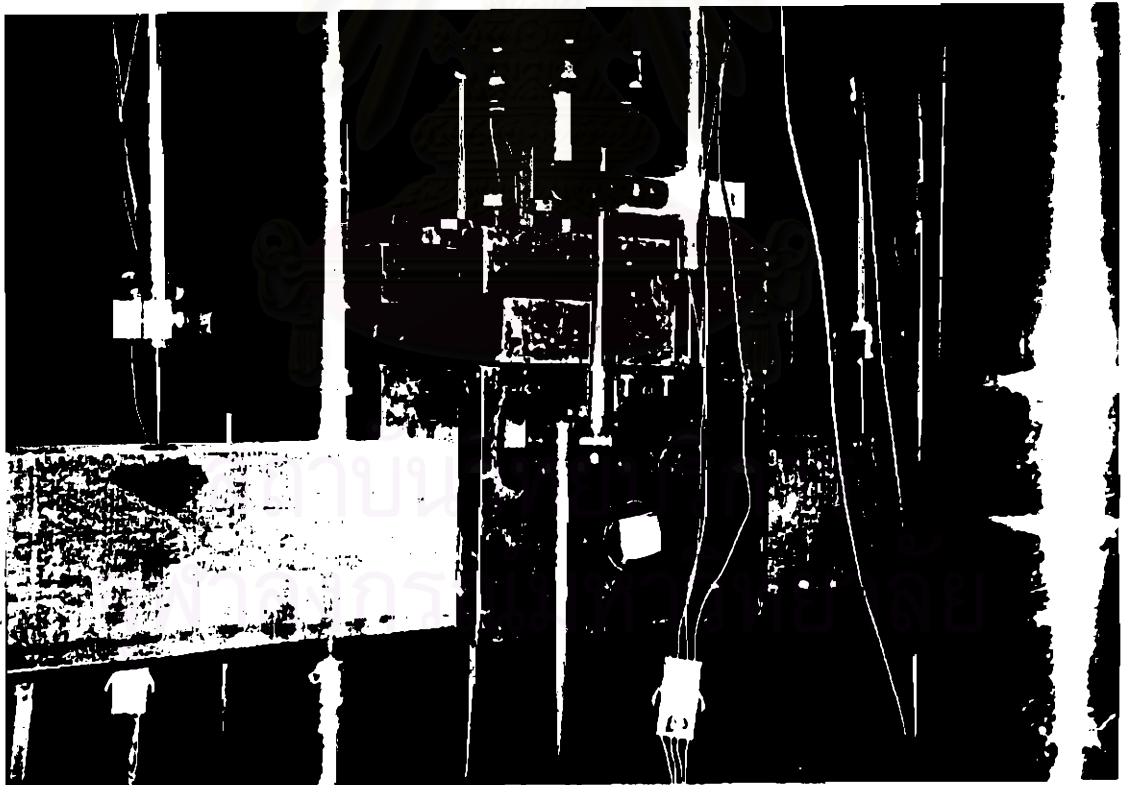
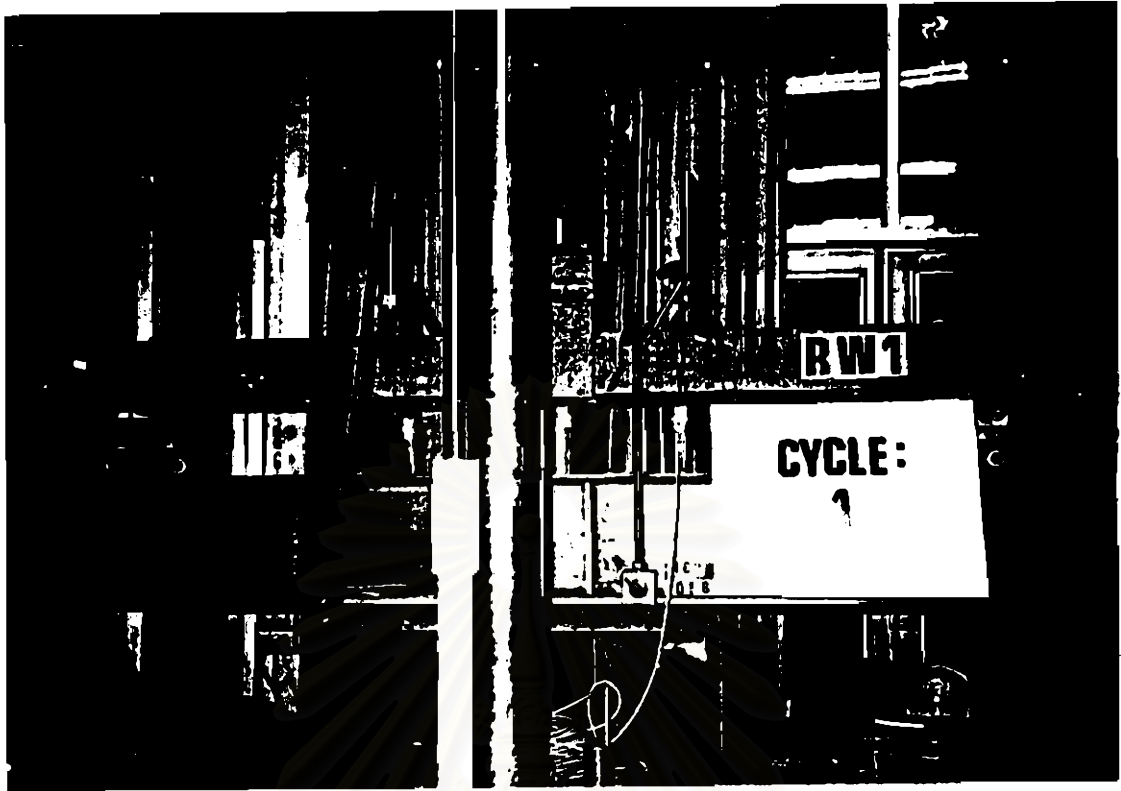


จ. เครื่องทดสอบหาค่าความถ่วงจำเพาะ

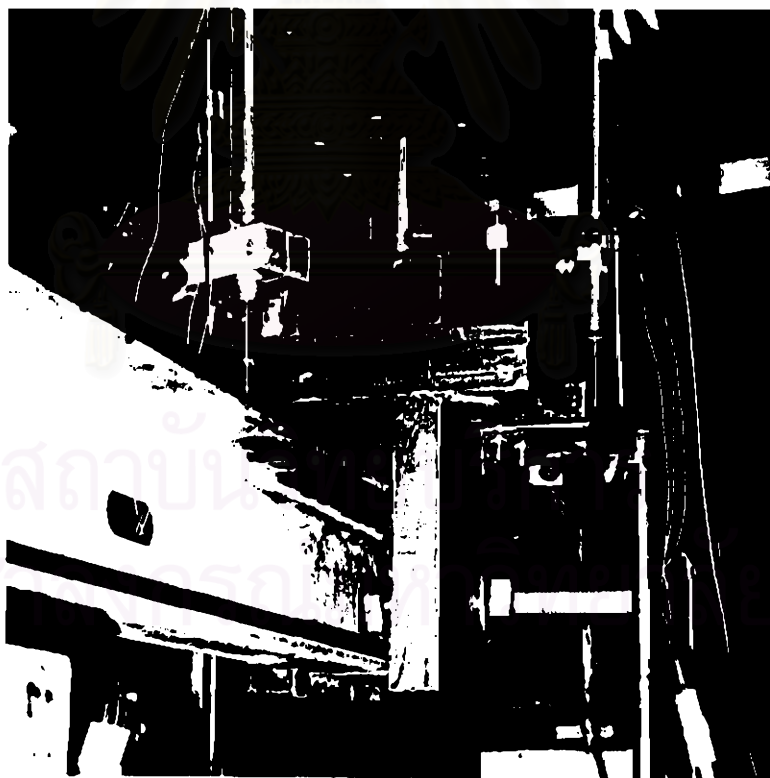


ฉ. ปีกเกอร์ กระบอกตวง และ กรวยแก้วขนาดพื้นที่หน้าตัด 80 ตารางเซนติเมตร

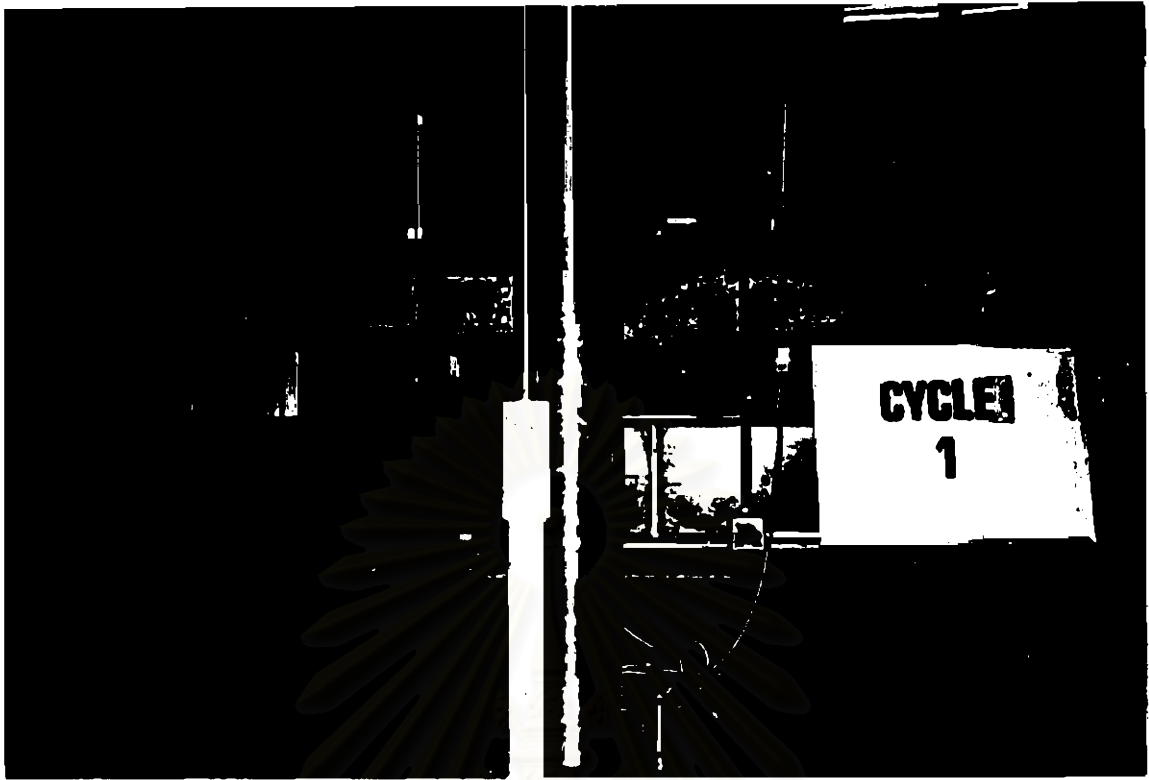
รูปที่ 3.7 อุปกรณ์ที่ใช้ทดสอบการกักกรองนของคอนแวนแคเบิลในสภาวะเร่งการทดสอบ



ก. รูปแบบการทดสอบความต้านทานน้ำหนักรรทุกกระทำซ้ำของคอนกรีตอัดแรง



ข. รูปแบบการทดสอบความล้าภายใต้น้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำของคอนกรีตรูปตัวซี



ค. รูปแบบการทดสอบความต้านทานไฟไหม้ของคอนกรีตอัดแรงสปัน

รูปที่ 3.8 รูปแบบการทดสอบความต้านทานไฟไหม้ของคอนกรีตอัดแรงสปัน



ก. ลักษณะการทดสอบคอนไม้แขวนเคเบิ้ล



ข. ลักษณะการทดสอบคอนกรีตอัดแรงสปัน



ค. ลักษณะการทดสอบคอนกรีตเชิงมุมแนวเคเบิลในทิศทางแกนหลัก



ง. ลักษณะการทดสอบคอนกรีตเชิงมุมแนวเคเบิลในทิศทางแกนรอง

รูปที่ 3.9 ลักษณะการทดสอบคอนกรีตเชิงมุมแนวเคเบิลประเภทต่าง ๆ



ก. การวัดของคอนกรีตแบบเปิดตัวอย่างที่ 4 (SW4)

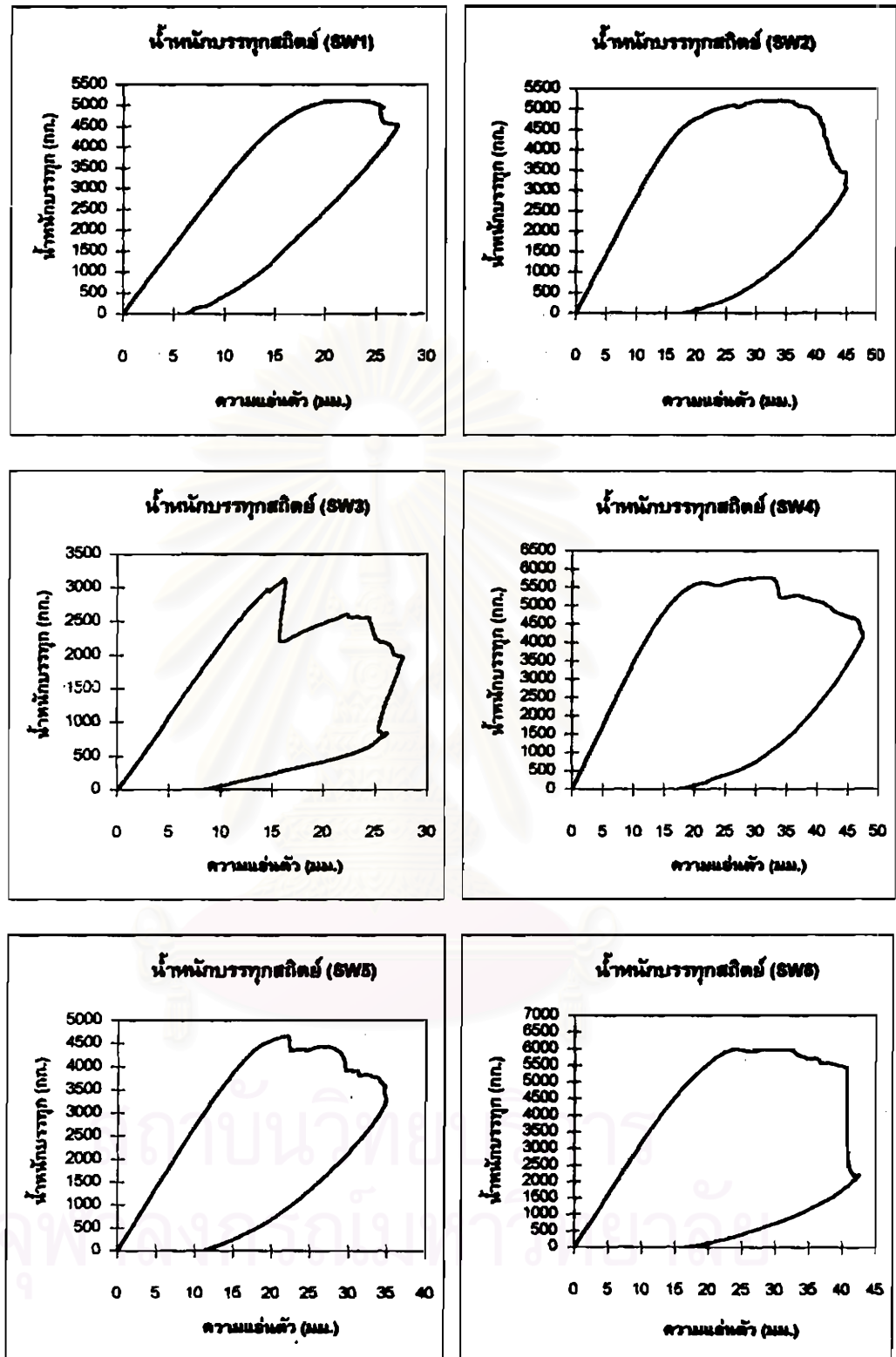


ข. การวิบัติของคอนกรีตคานเปิดตัวอย่างที่ 23 (SW23)

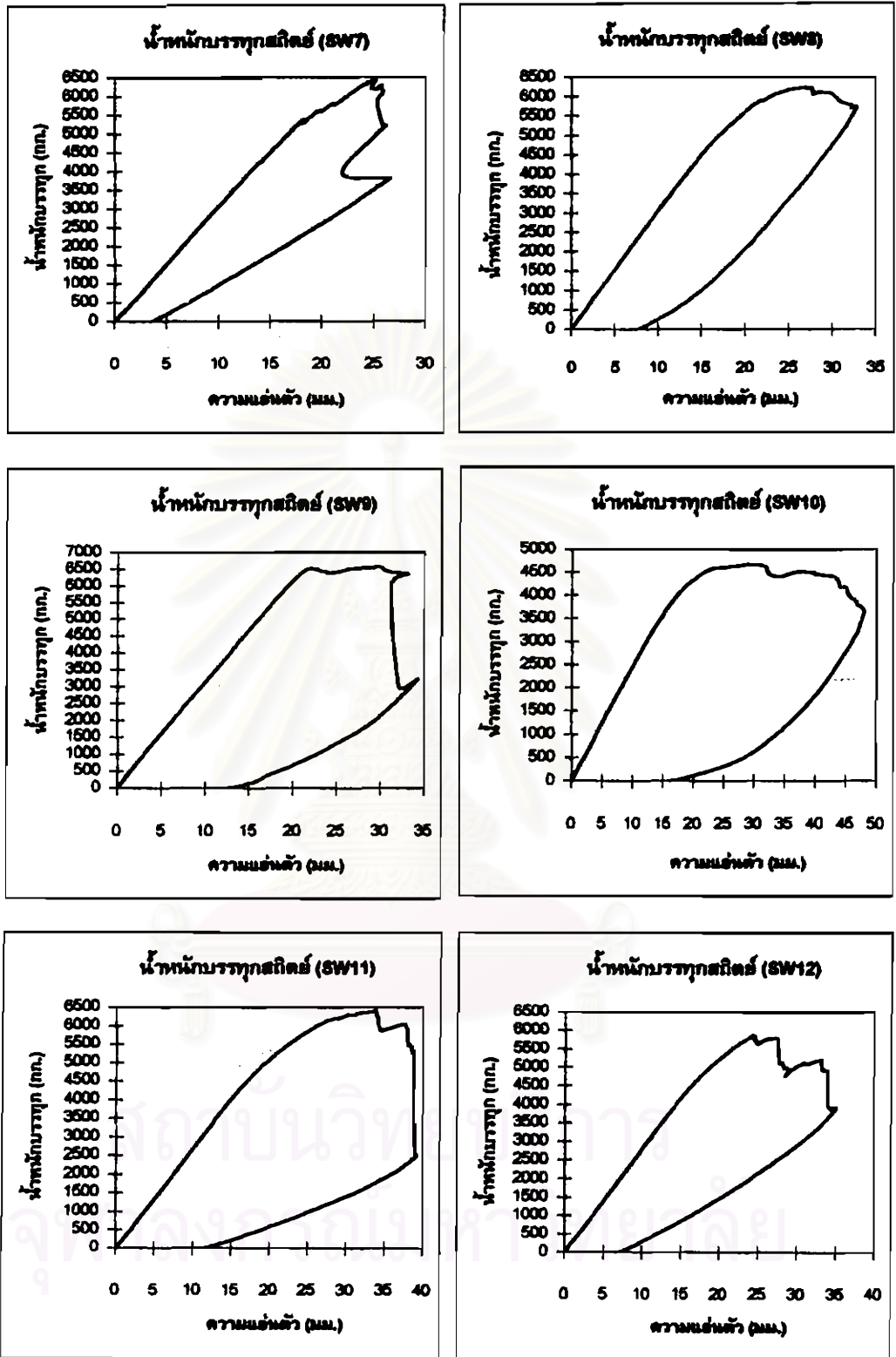
รูปที่ 3.10 การวิบัติของคอนกรีตคานเปิดในลักษณะแรงดึง (Tension failure)



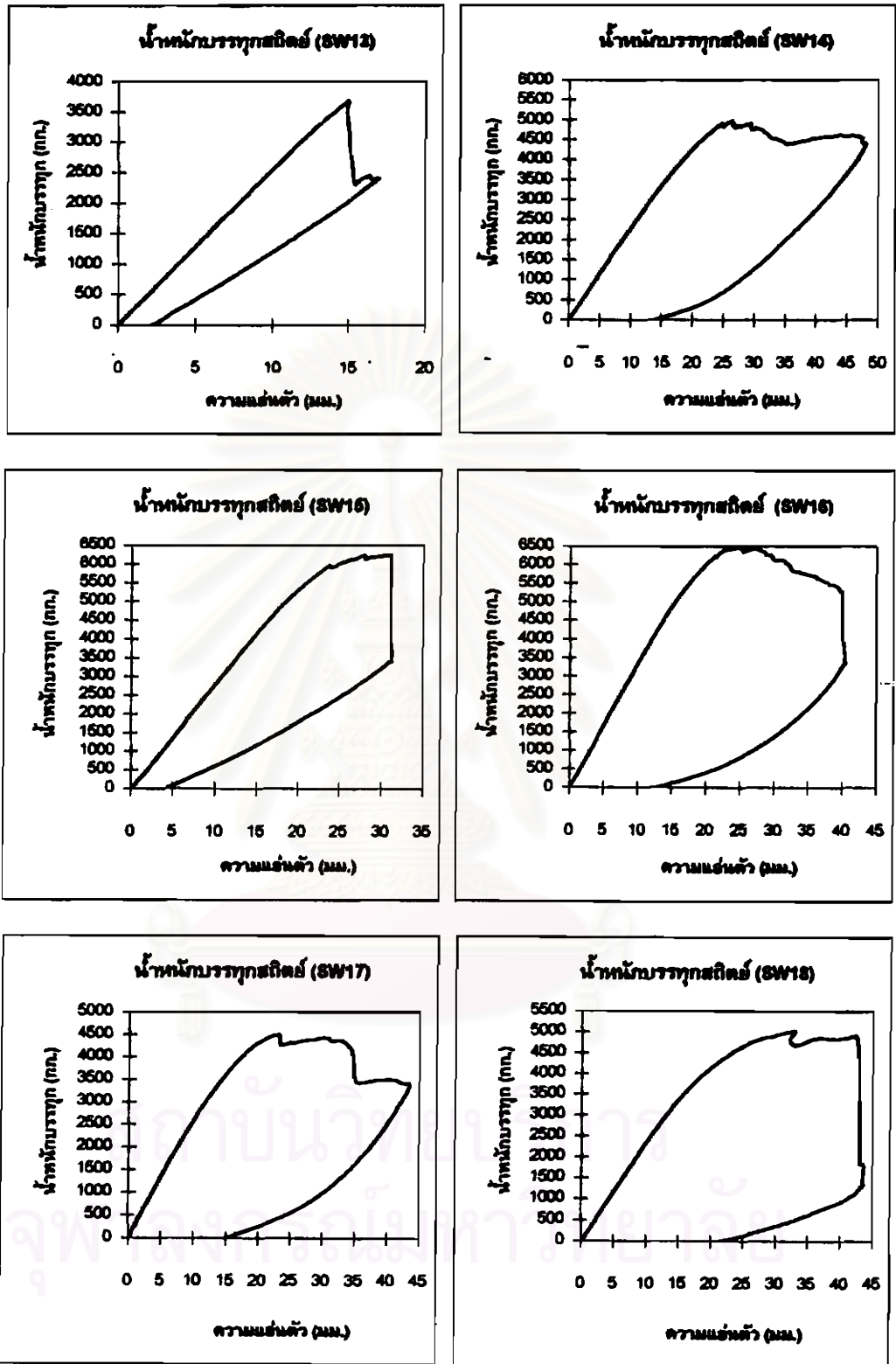
รูปที่ 3.11 การวิบัติของคอนกรีตแนวคานเกิดเนื่องจากตาไม้



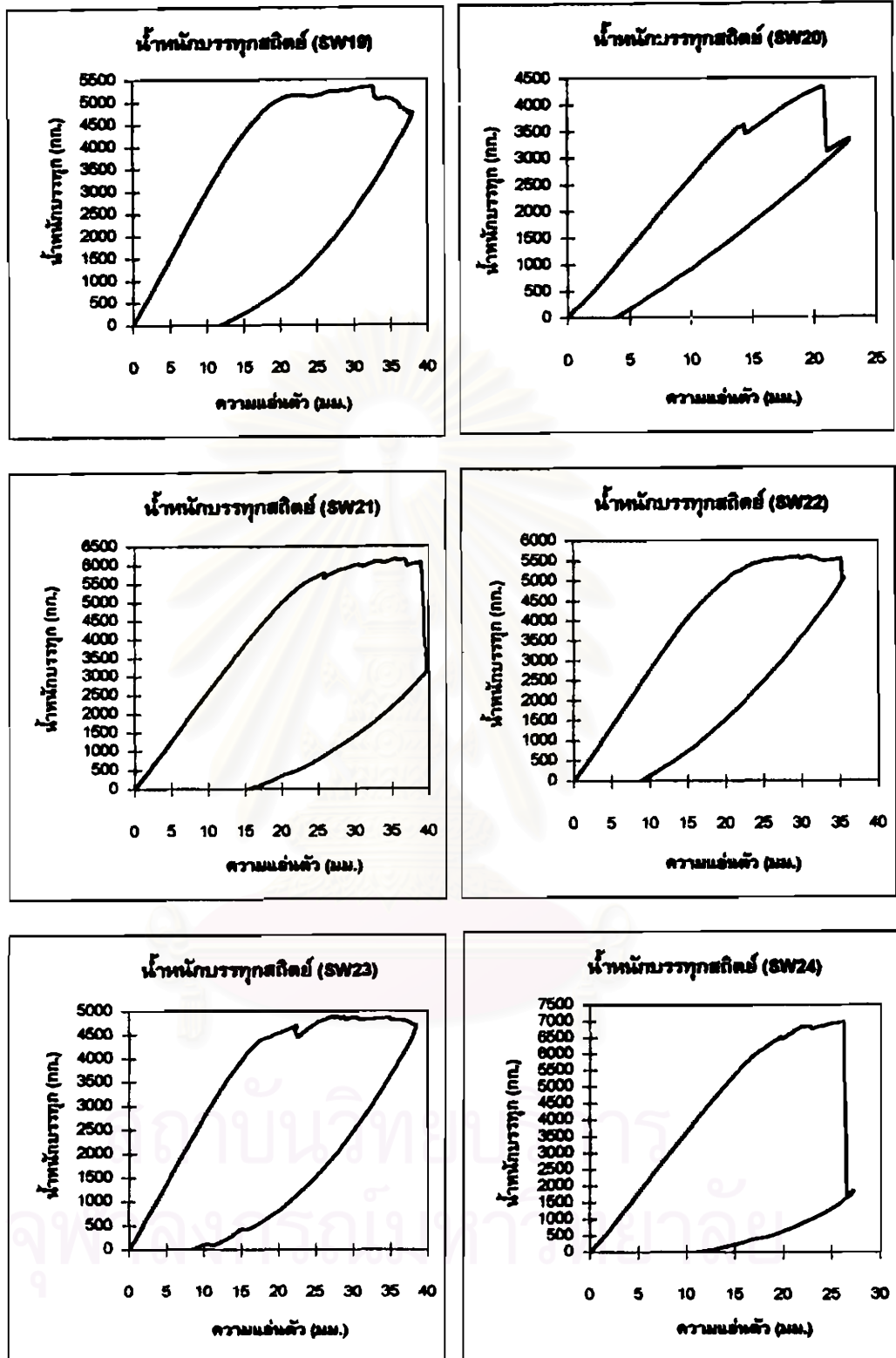
รูปที่ 3.12 กราฟการทดสอบน้ำที่นักบรรจุทุกชนิดของคอนกรีตไม่แฉวมเคเบิด 30 ตัวอย่าง



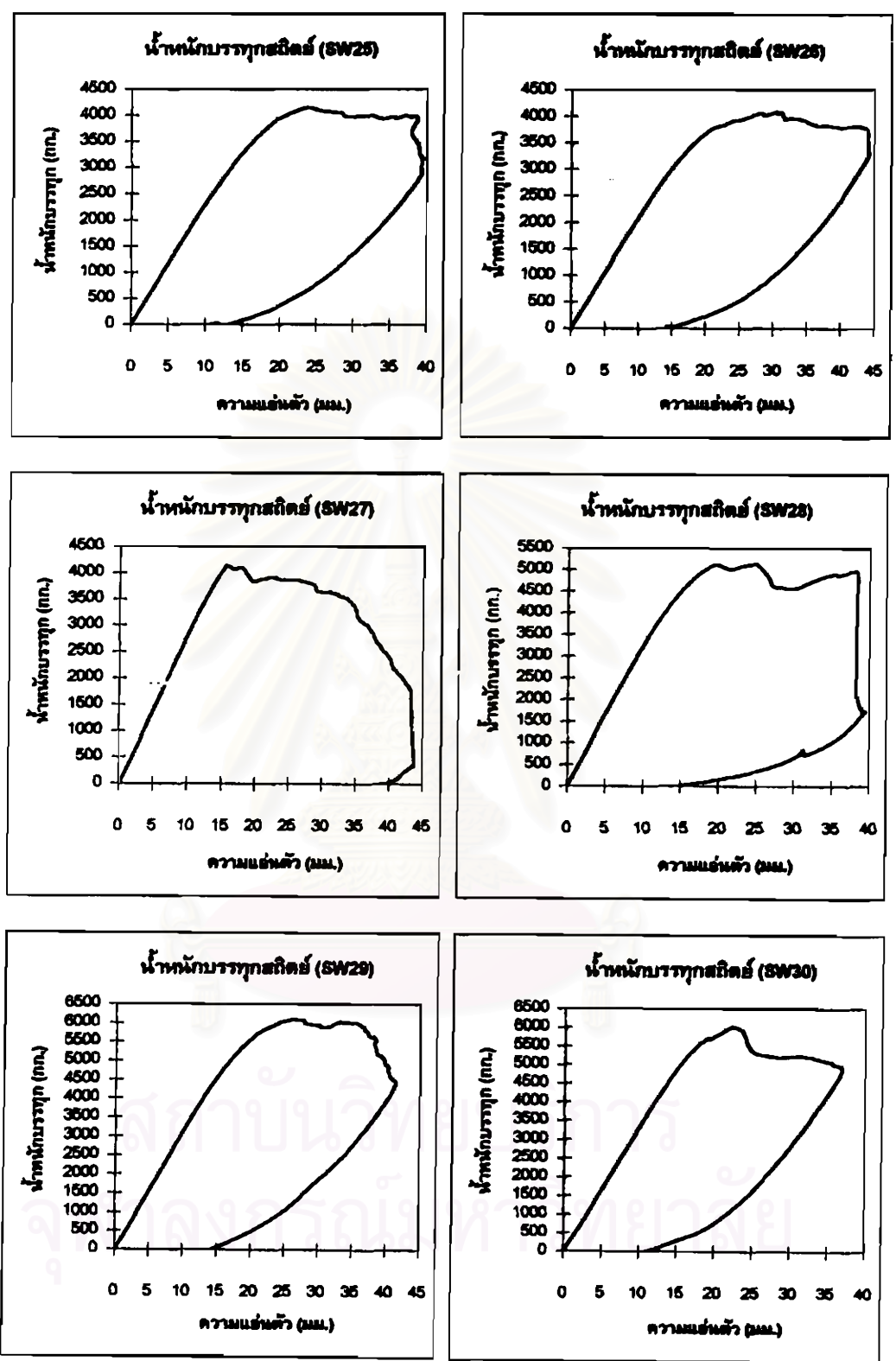
รูปที่ 3.12 (ต่อ) กราฟการทดสอบน้ำหนักบรรจุสถิตยของคอนกรีตมวลเบา 30 ตัวอย่าง



รูปที่ 3.12 (ต่อ) กราฟการทดสอบน้ำหนักรรทุกสถิตย์ของคอนกรีตไม่แวนเคเบิด 30 ตัวอย่าง



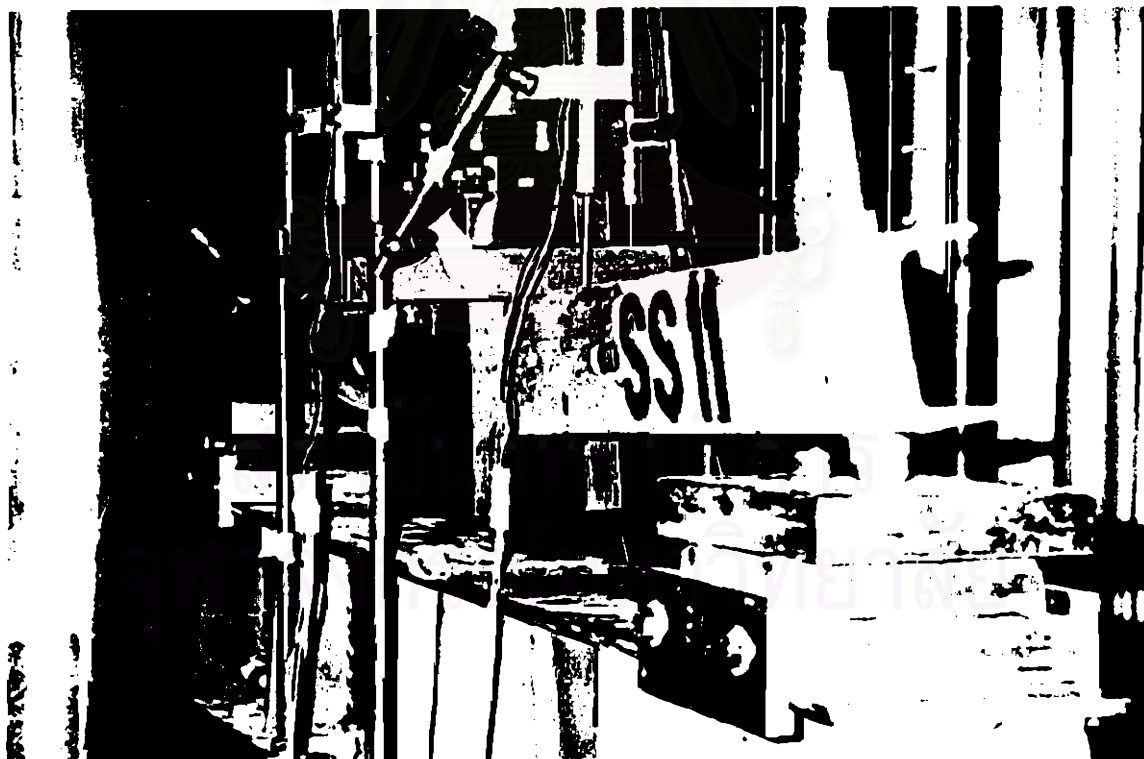
รูปที่ 3.12 (ต่อ) กราฟการทดสอบน้ำที่ดูดซับทุกสปีดของคอนกรีตมวลเบาชนิด 30 ตัวอย่าง



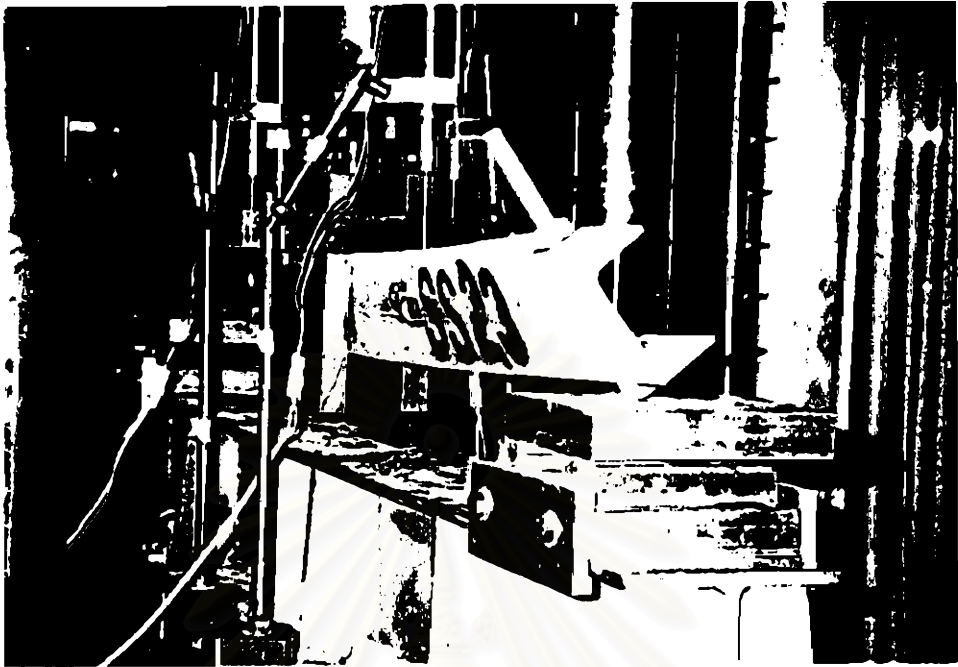
รูปที่ 3.12 (ต่อ) กราฟการทดสอบน้ำหนักบรทุกสถิติของคอนกรีตมวลเบาชนิดเปิด 30 ตัวอย่าง



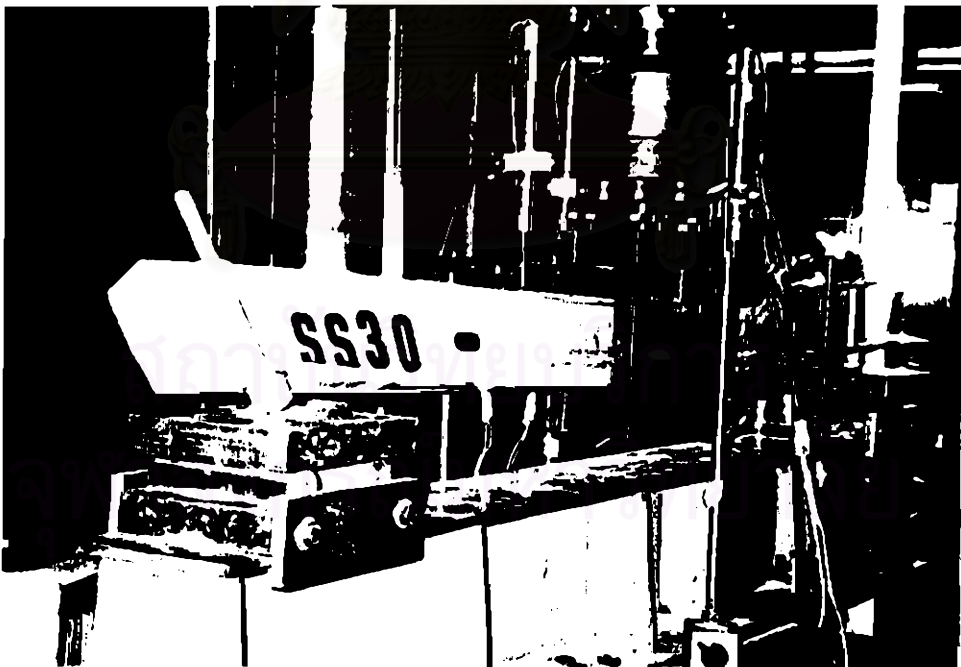
ก. การเลือกรูปของคอนกรีตรูปตัวซีตัวอย่างที่ 9 (SS9)



ข. การเลือกรูปของคอนกรีตรูปตัวซีตัวอย่างที่ 11 (SS11)

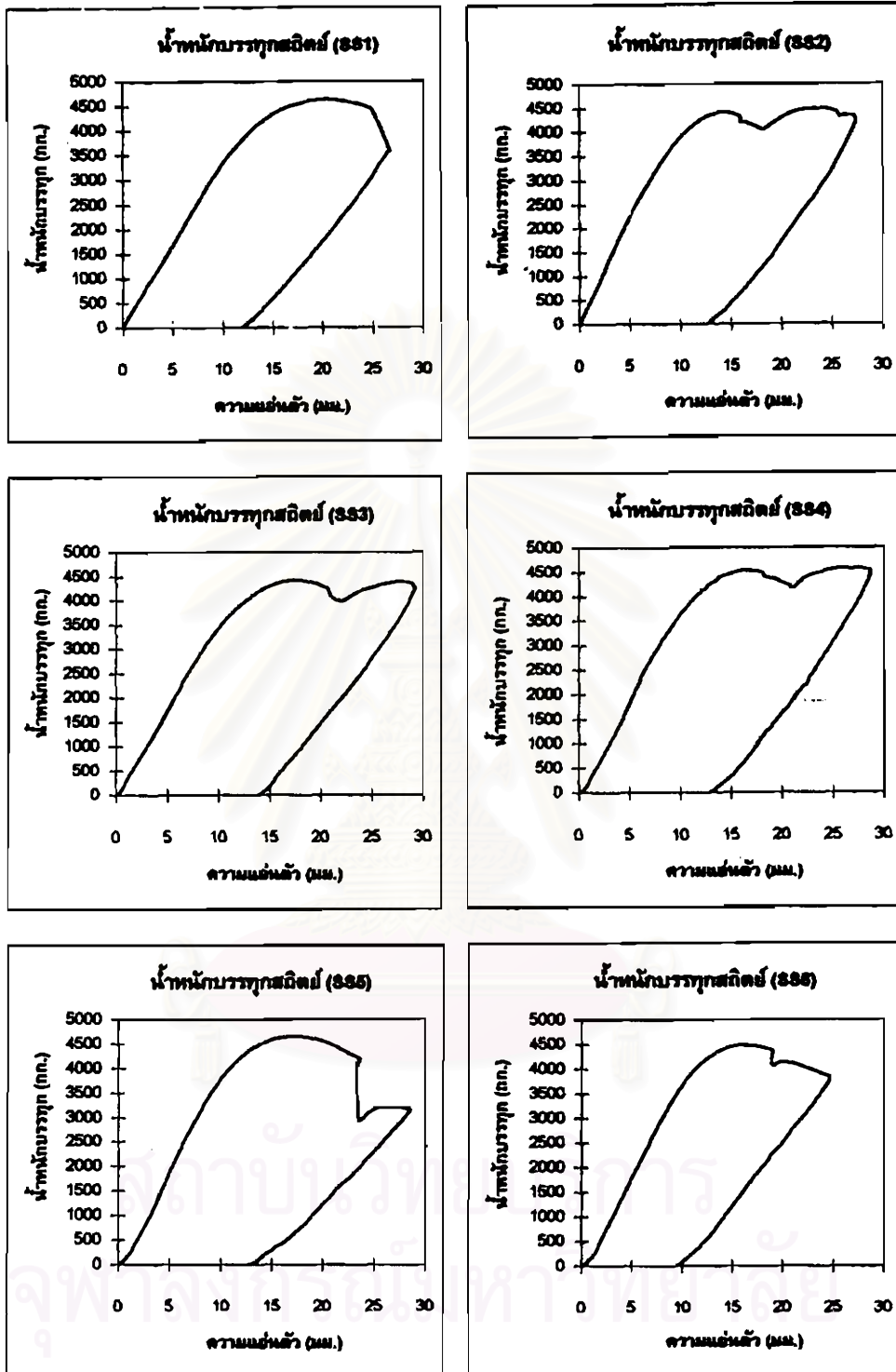


ค. การเสียรูปของคอนเหล็กรูปตัวซีตัวอย่างที่ 23 (SS23)

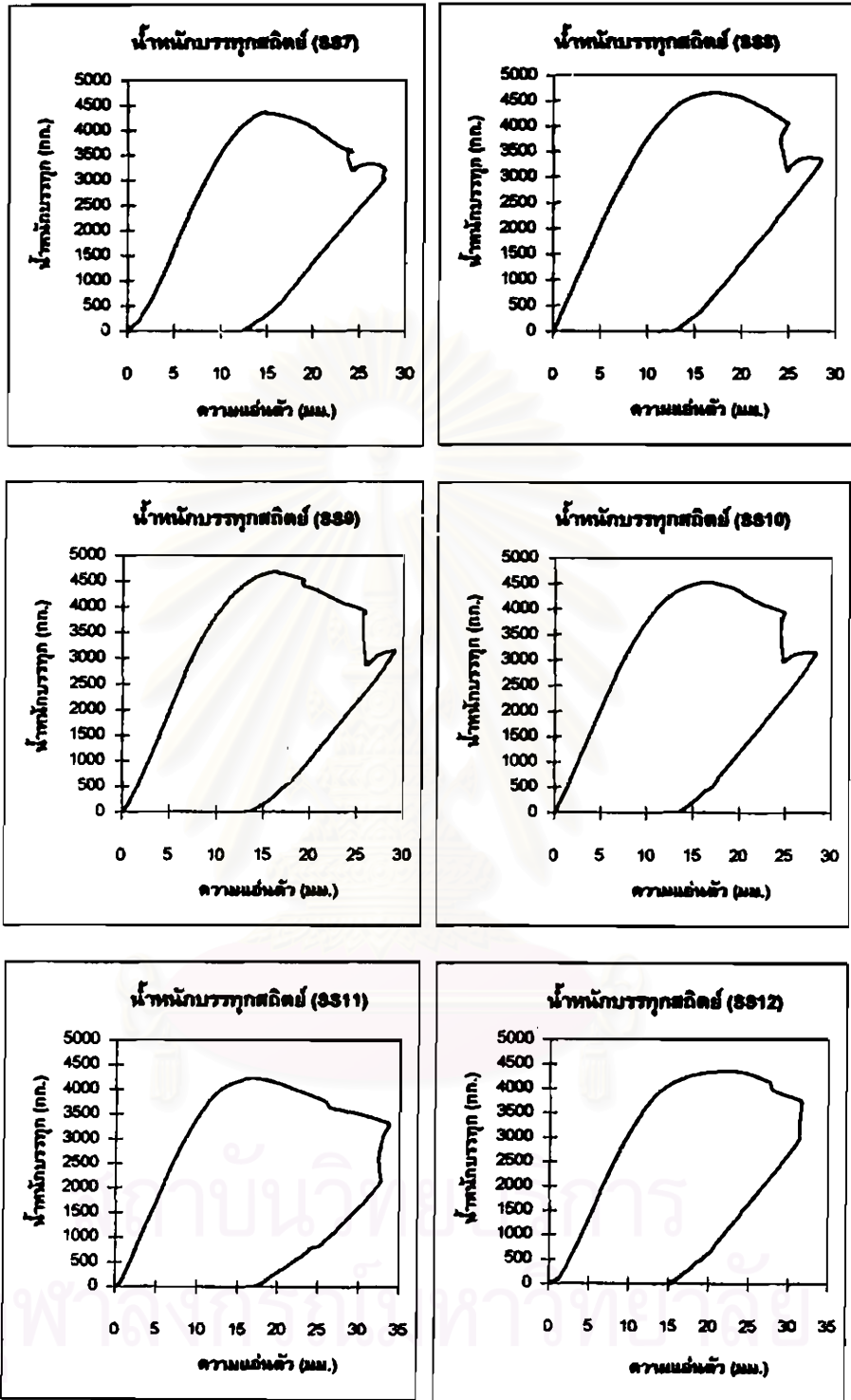


ง. การเสียรูปของคอนเหล็กรูปตัวซีตัวอย่างที่ 30 (SS30)

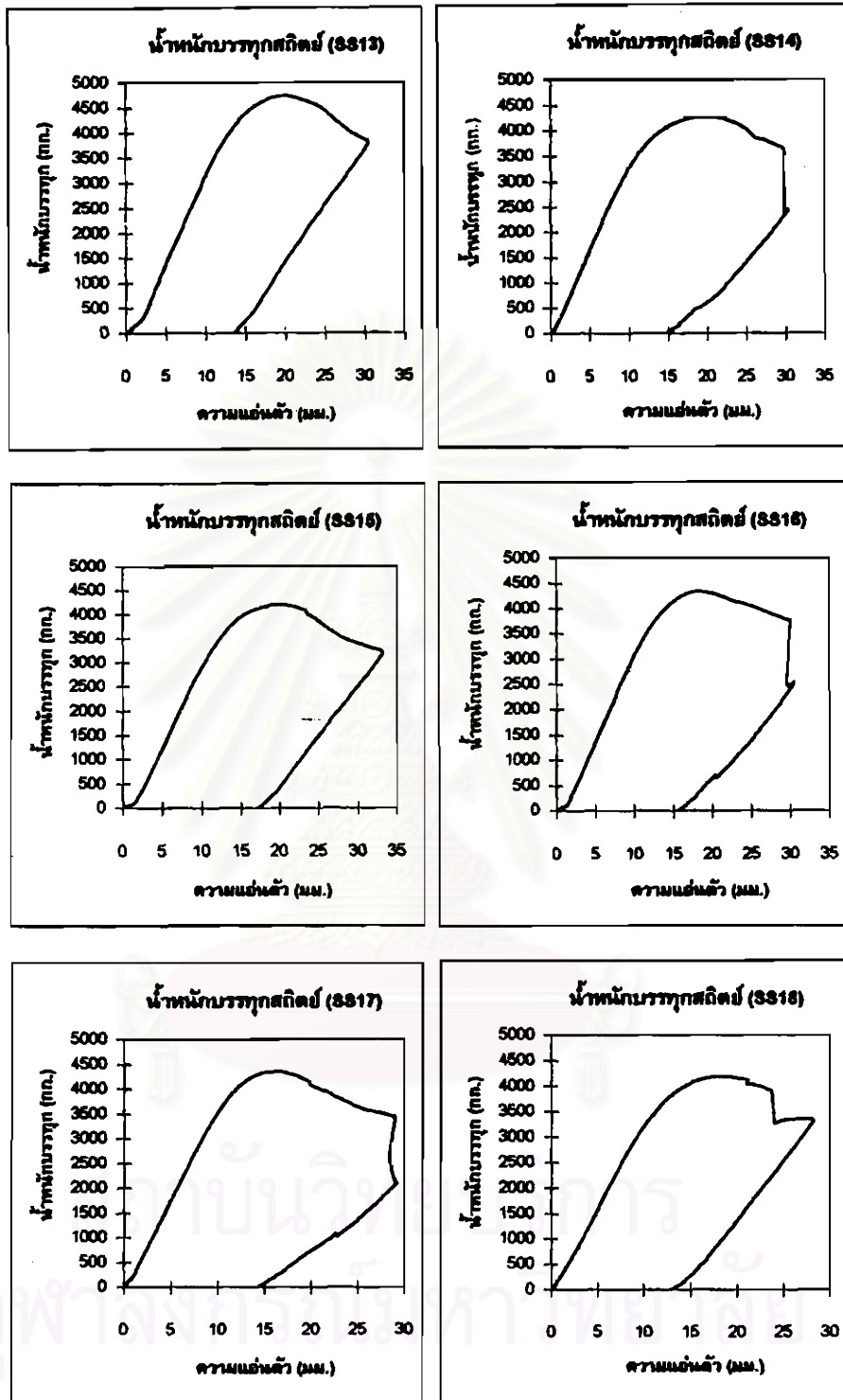
รูปที่ 3.13 การเสียรูปของคอนเหล็กรูปตัวซีในทิศทางแกนหลัก



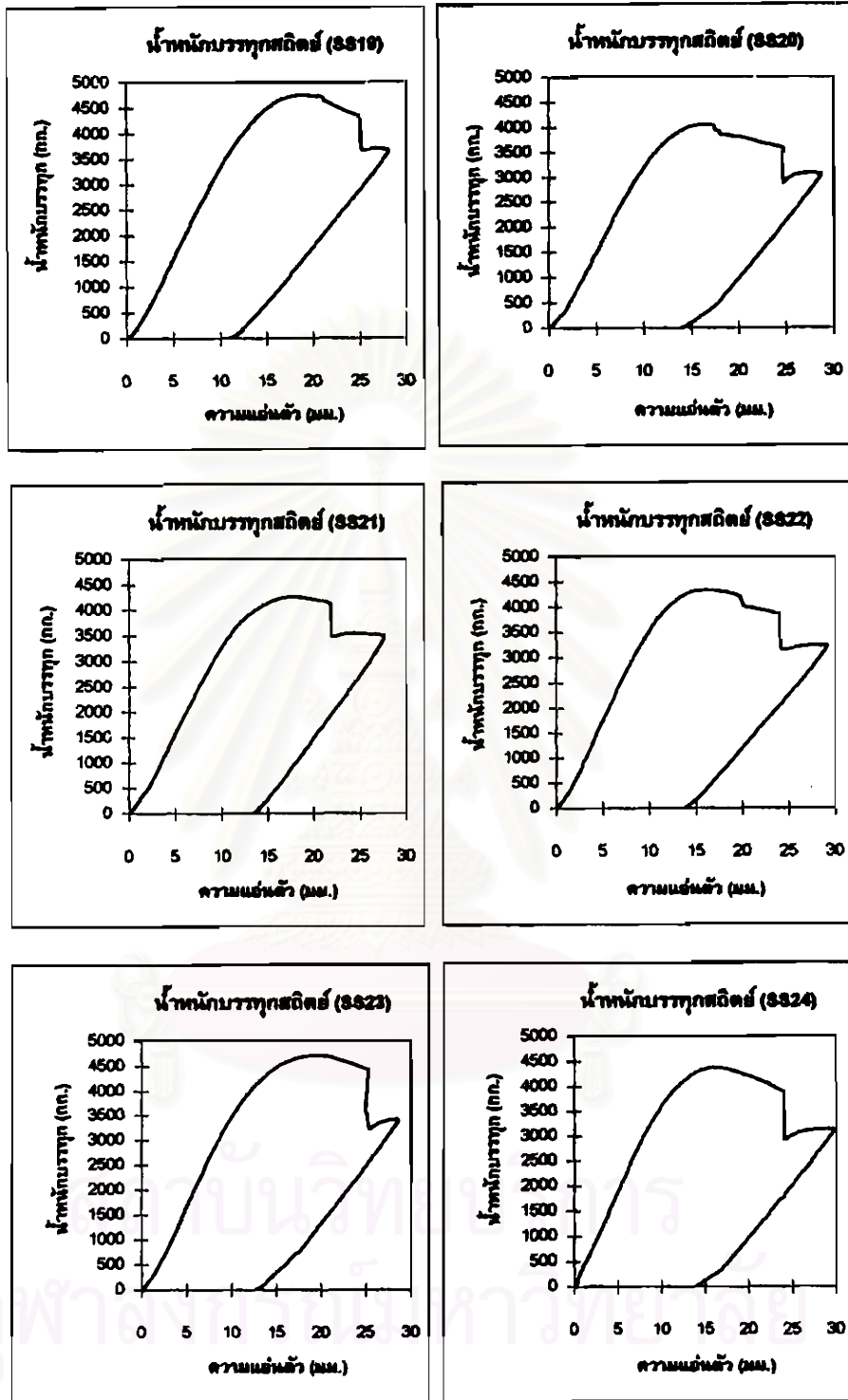
รูปที่ 3.14 กราฟการทดสอบน้ำหนักรวทุกชนิดของคอนกรีตรูปตัวซี
ในทิศทางแกนหลัก 30 ตัวอย่าง



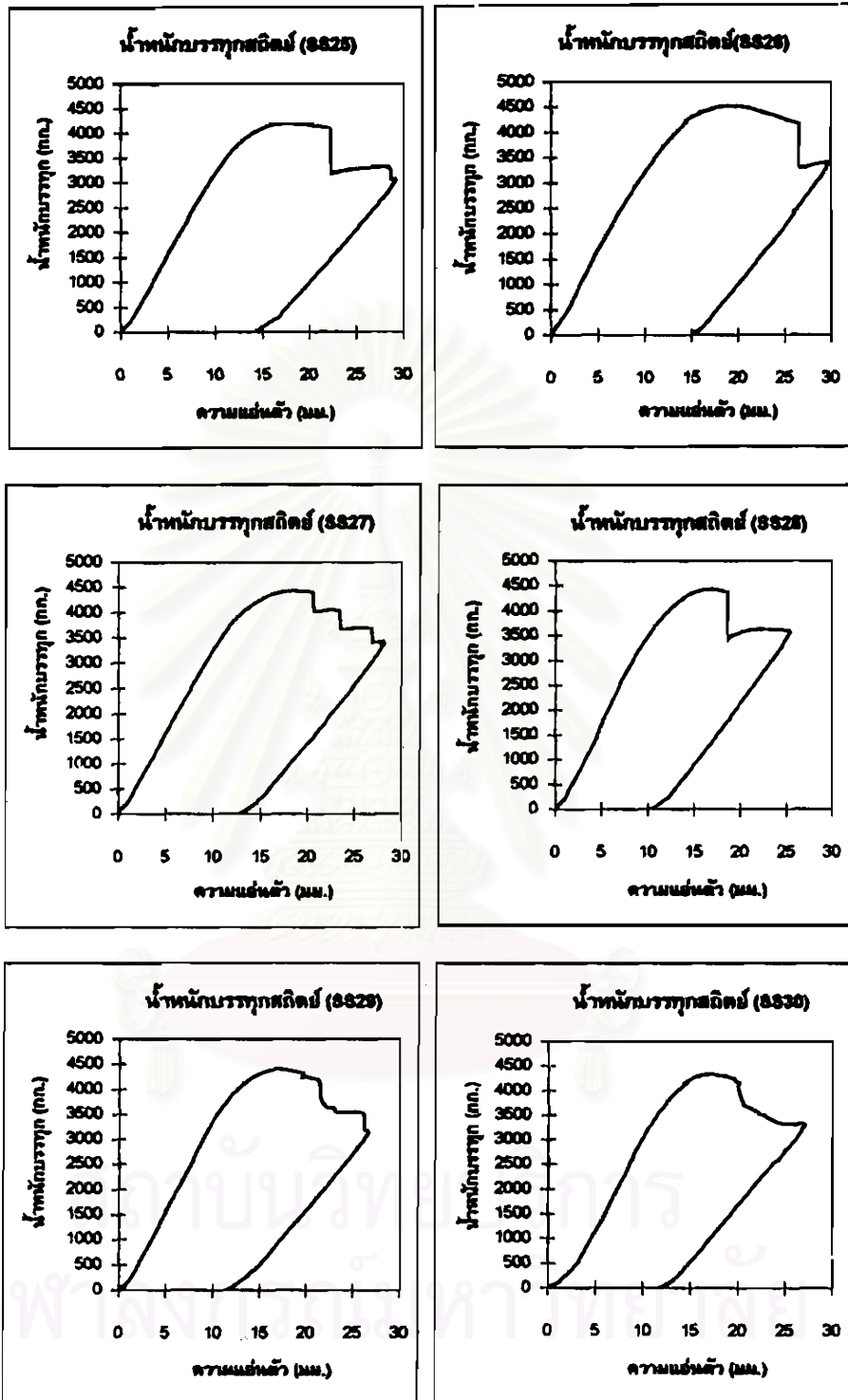
รูปที่ 3.14 (ต่อ) กราฟการทดสอบน้ำหนักรวทุกชนิดของคอนกรีตรูปตัวซี
ในทิศทางแกนหลัก 30 ตัวอย่าง



รูปที่ 3.14 (ต่อ) กราฟการทดสอบน้ำหนักบรรจุทุกสถิติของคอนกรีตรูปตัวซี
ในทิศทางแกนหลัก 30 ตัวอย่าง



รูปที่ 3.14 (ต่อ) กราฟการทดสอบน้ำหนักบรรจุสถิตยของคอนกรีตรูปตัวซี
ในทิศทางแกนหลัก 30 ตัวอย่าง



รูปที่ 3.14 (ต่อ) กราฟการทดสอบน้ำหนักบรรทุกสถิติของคอนกรีตรูปตัวซี ในทิศทางแกนหลัก 30 ตัวอย่าง

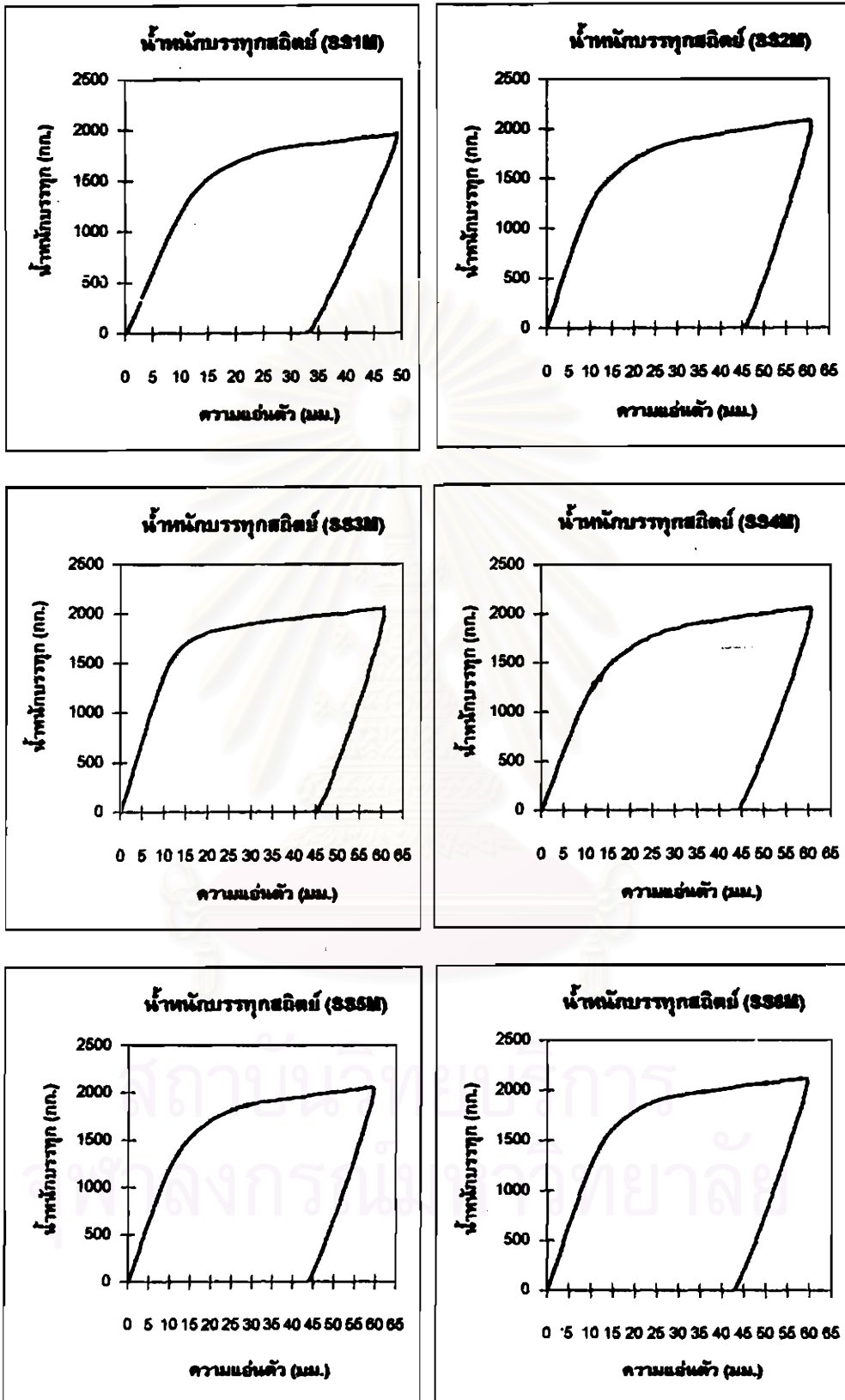


ก. การเลี้ยวรูปของคอนแทลกรูปตัวซีตัวอย่างที่ 1 (SS1M)

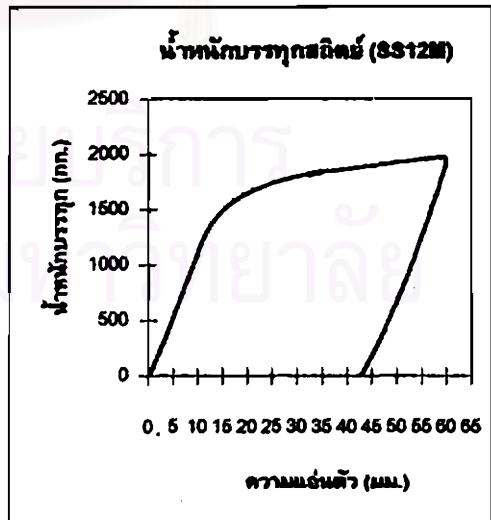
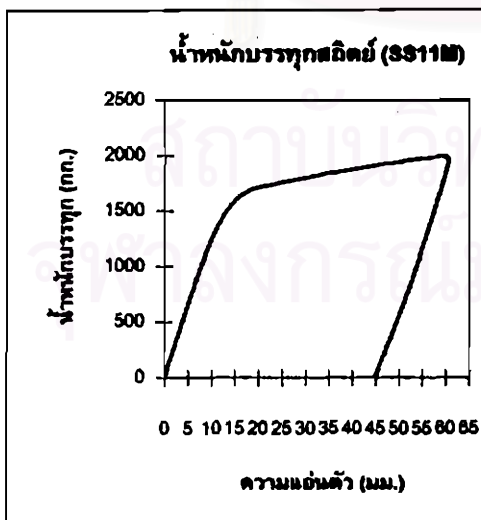
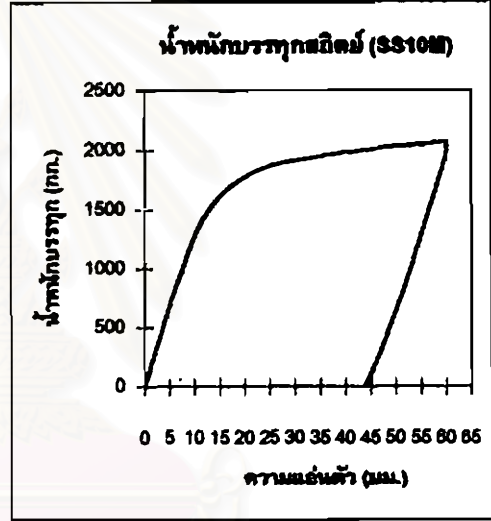
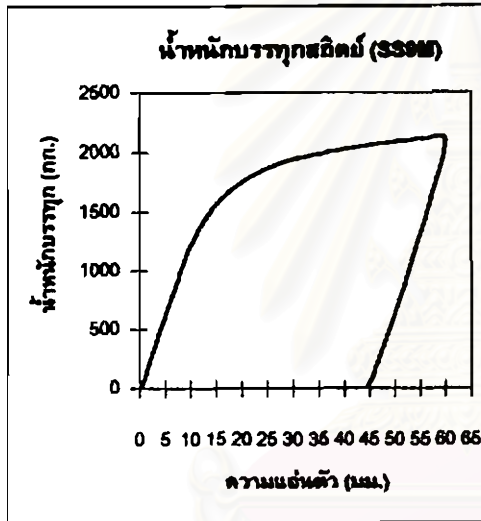
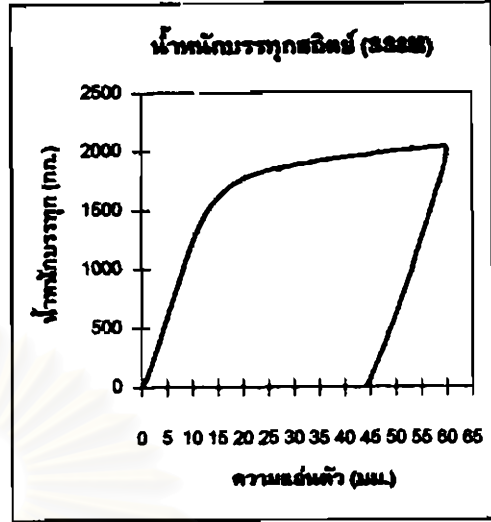
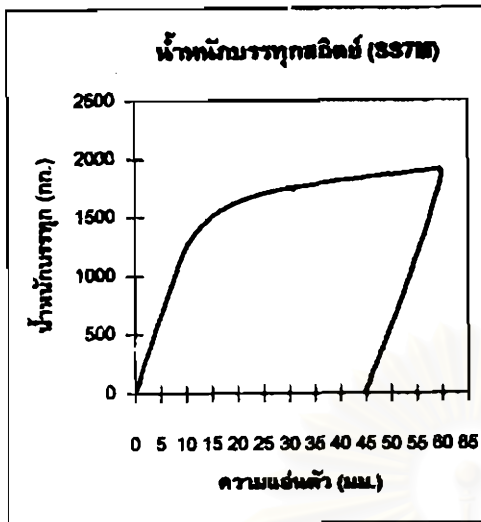


ข. การเลี้ยวรูปของคอนแทลกรูปตัวซีตัวอย่างที่ 5 (SS5M)

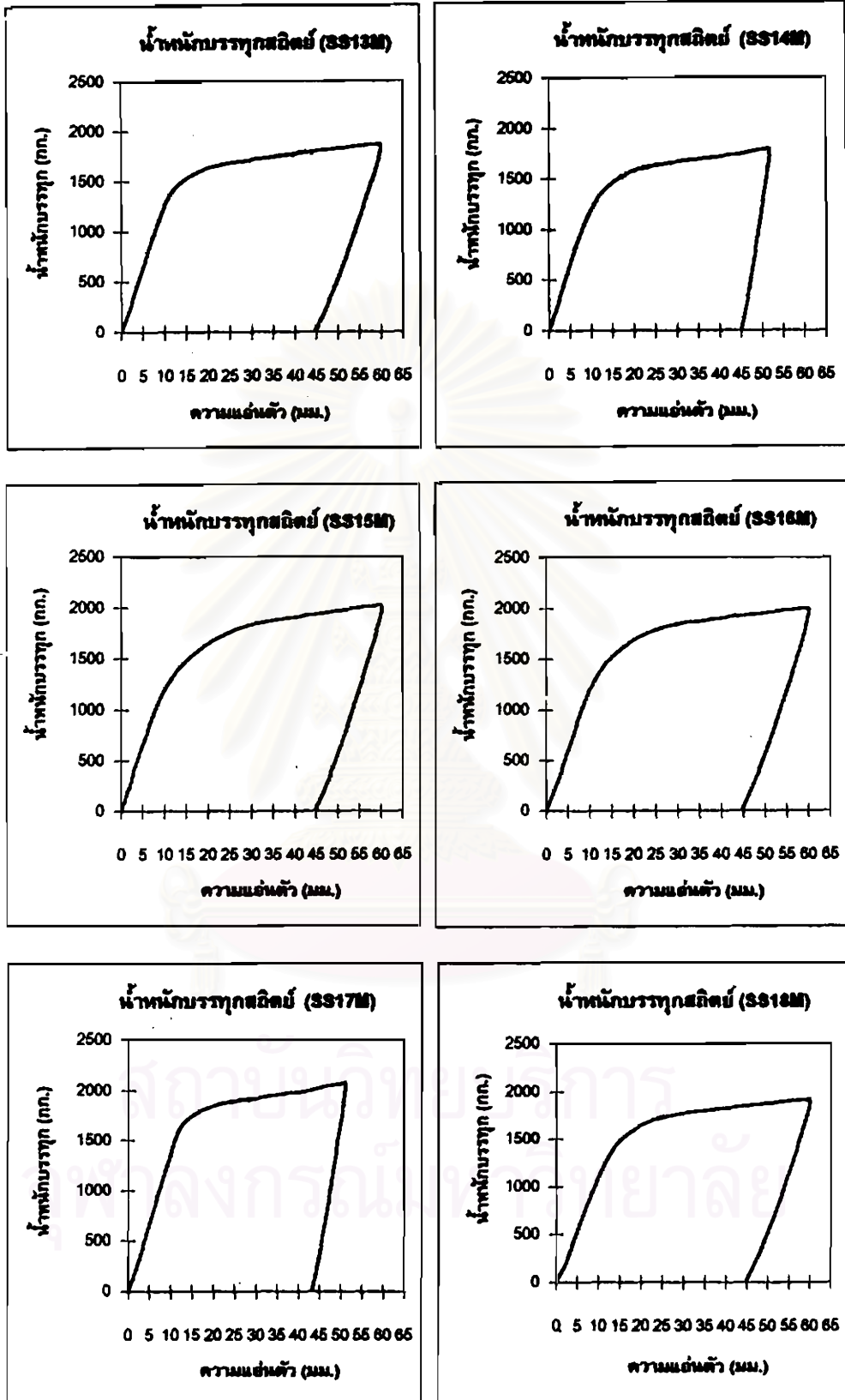
รูปที่ 3.15 การเลี้ยวรูปของคอนแทลกรูปตัวซีตัวในทิศทางแกนนอน



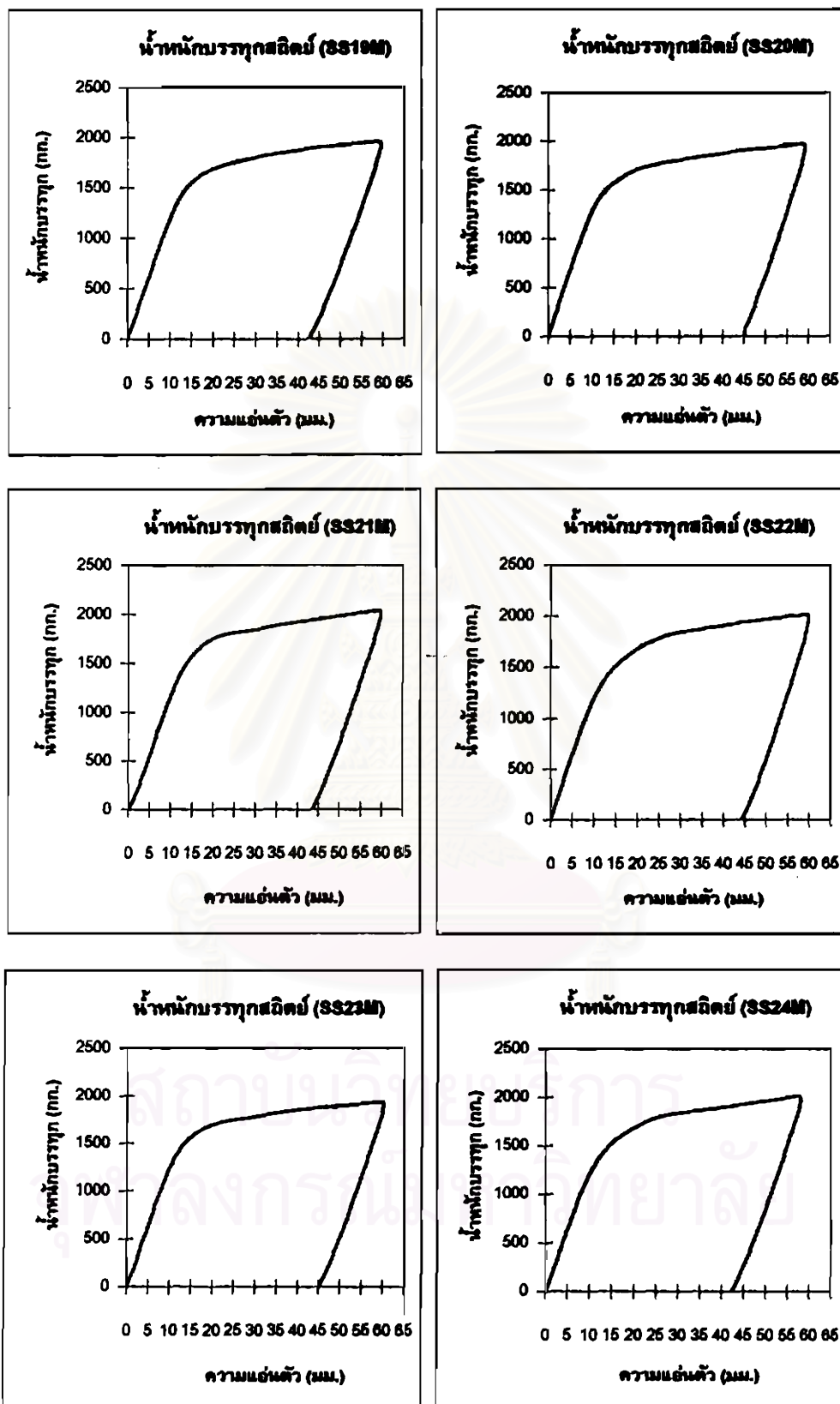
รูปที่ 3.16 กราฟการทดสอบน้ำที่งอกดูดทุกชนิดของคอนแทกรูปตัวซี
ในทิศทางแกนรอง 30 ตัวอย่าง



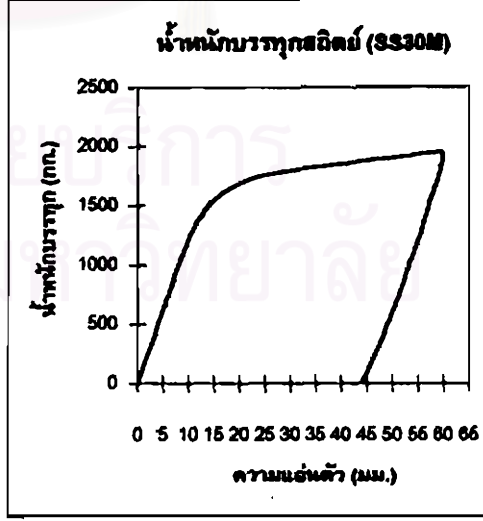
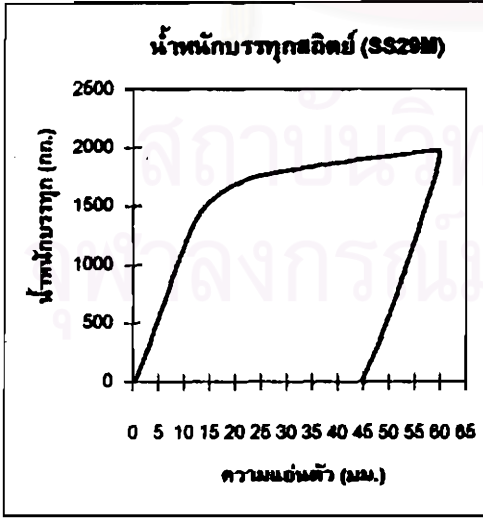
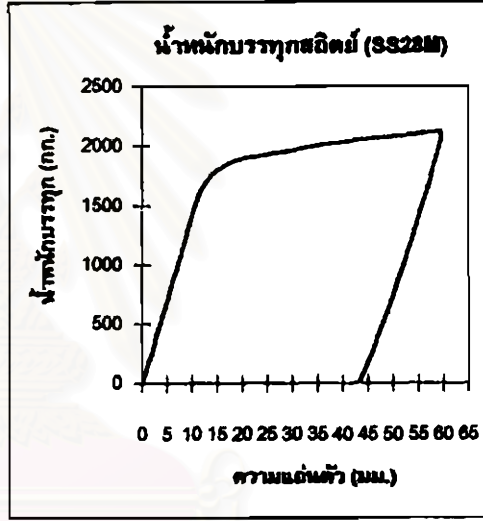
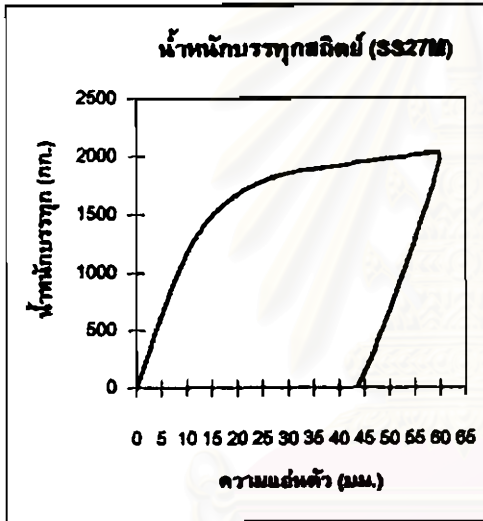
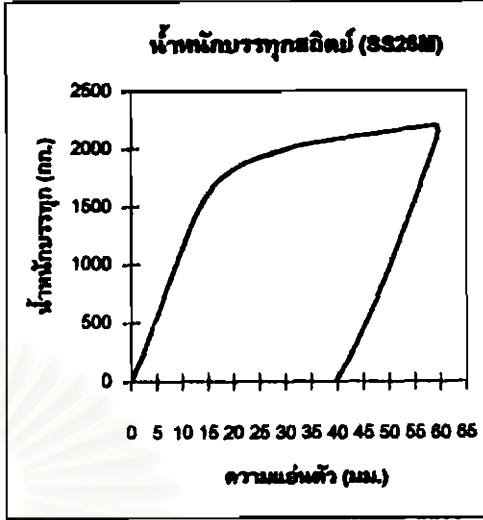
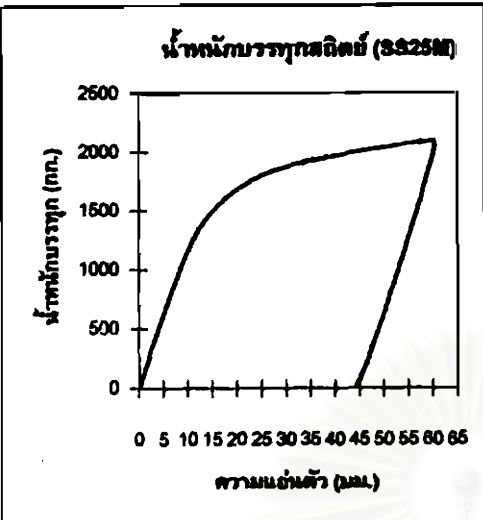
รูปที่ 3.16 (ต่อ) กราฟการทดสอบน้ำหนักบรรทุกทุกชนิดของคอนกรีตรูปตัวซี
ในทิศทางแกนรอง 30 ตัวอย่าง



รูปที่ 3.16 (ต่อ) กราฟการทดสอบน้ำที่กักเก็บรวมทุกชนิดของคอนกรีตรูปตัวซี
ในทิศทางแกนรอง 30 ตัวอย่าง



รูปที่ 3.16 (ต่อ) กราฟการทดสอบน้ำหนักบรรจุทุกชนิดของคอนกรีตรูปตัวซี
ในทิศทางแกนรอง 30 ตัวอย่าง

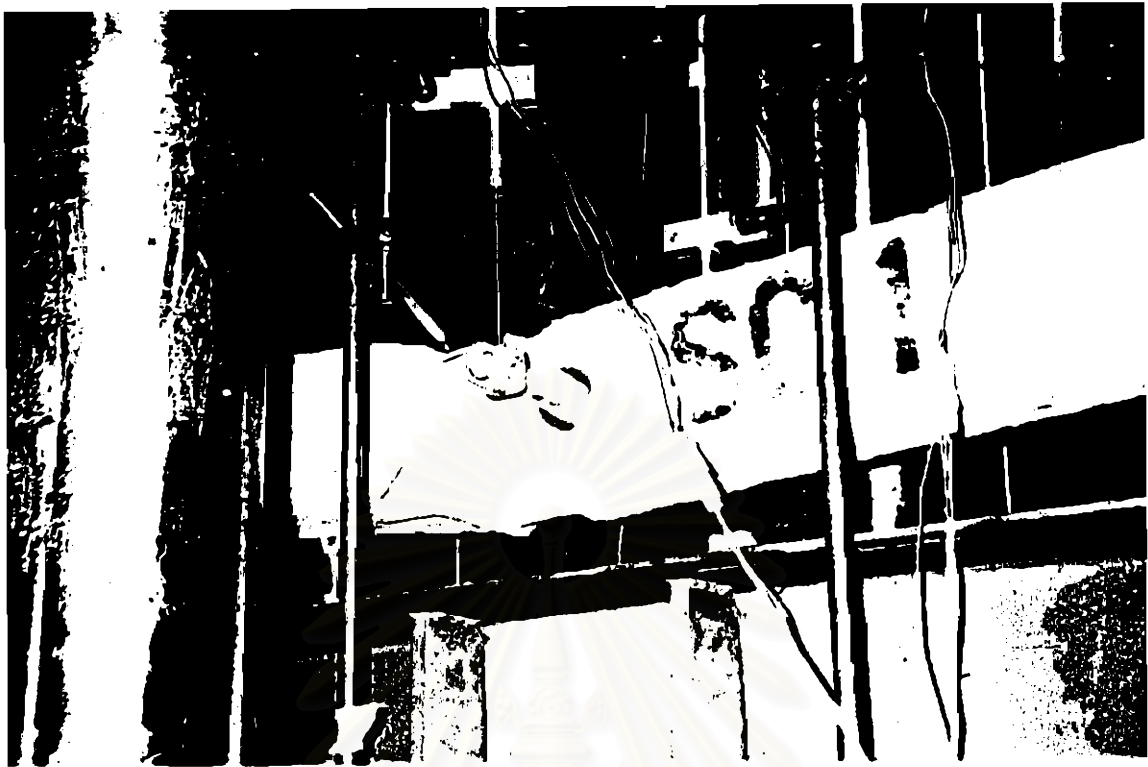


รูปที่ 3.16 (ต่อ) กราฟการทดสอบน้ำหนักบรทุกสถิติของคอนกรีตรูปตัวซี ในทิศทางแกนรอง 30 ตัวอย่าง

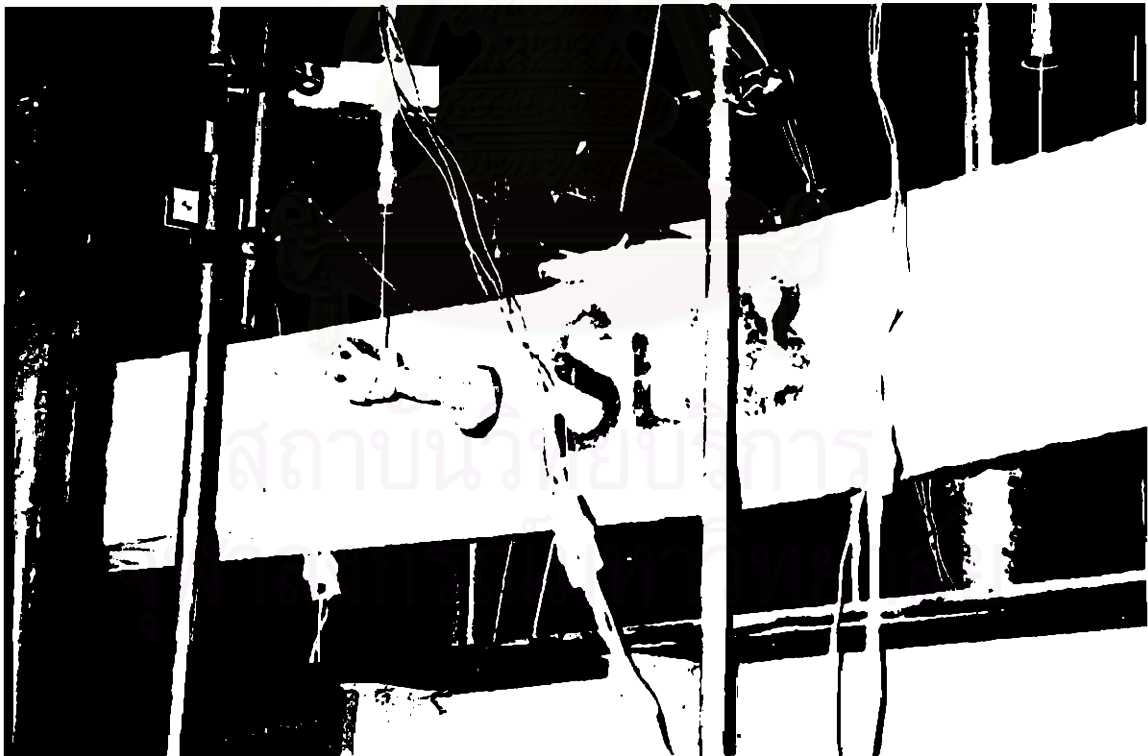


รูปที่ 3.17 การเกิดรอยร้าวที่ผิวด้านล่างของคอนกรีตอัดแรงสบัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



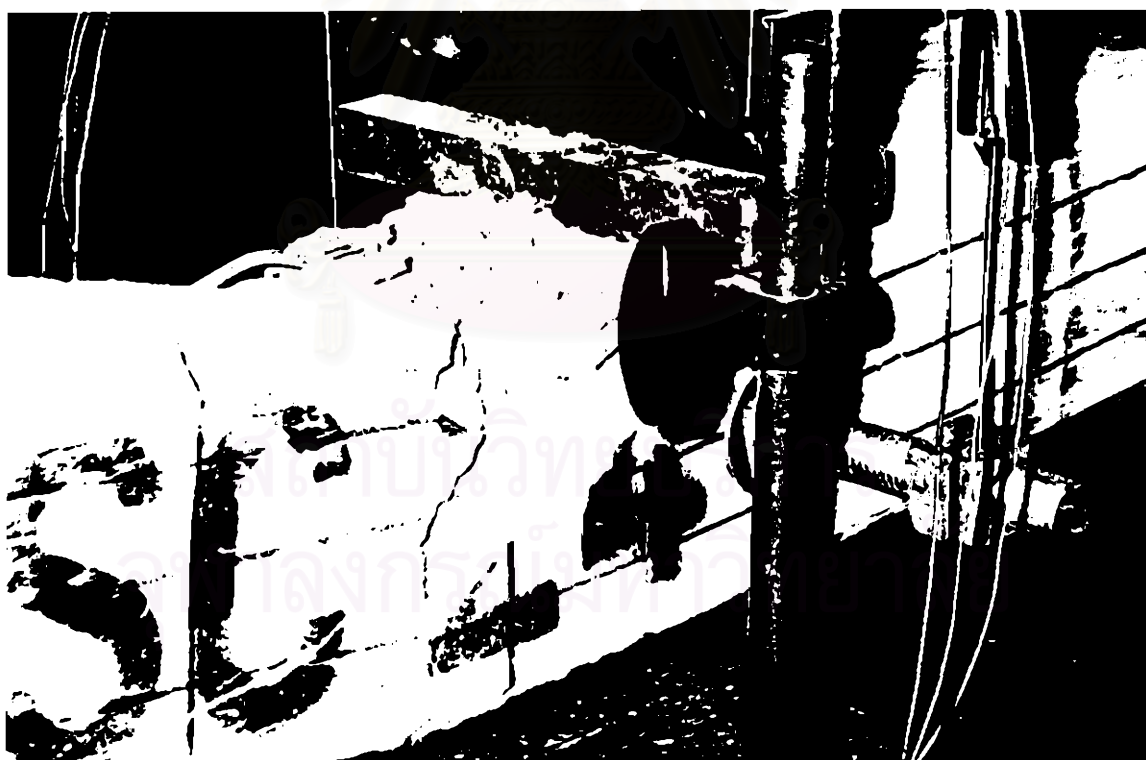
ก. การวัดของคอนกรีตอัดแรงสปันตัวอย่างที่ 1 (SC1)



ข. การวัดของคอนกรีตอัดแรงสปันตัวอย่างที่ 8 (SC8)

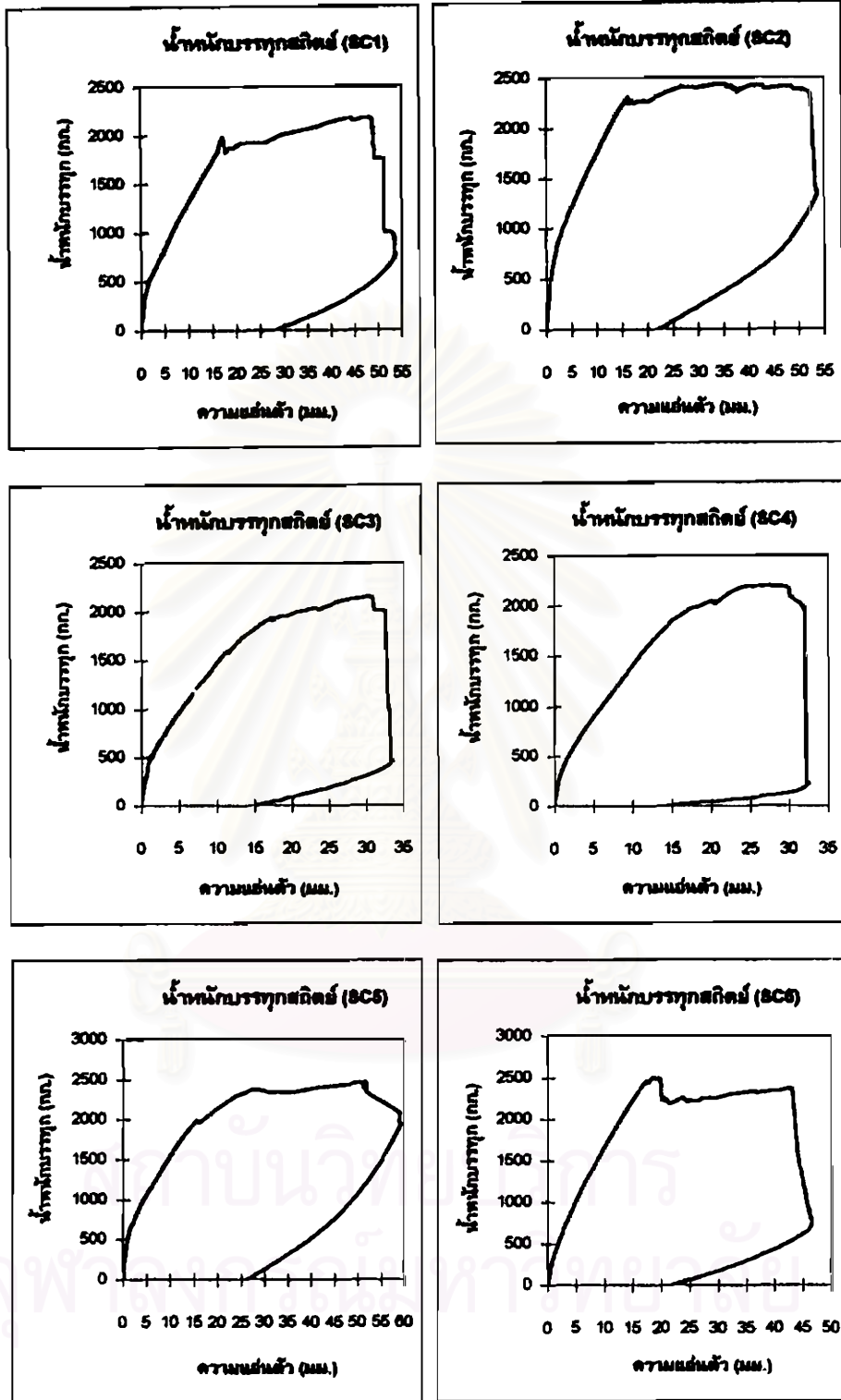


ค. การวิบัติของคอนกรีตอัดแรงสปีนตัวอย่างที่ 12 (SC12)

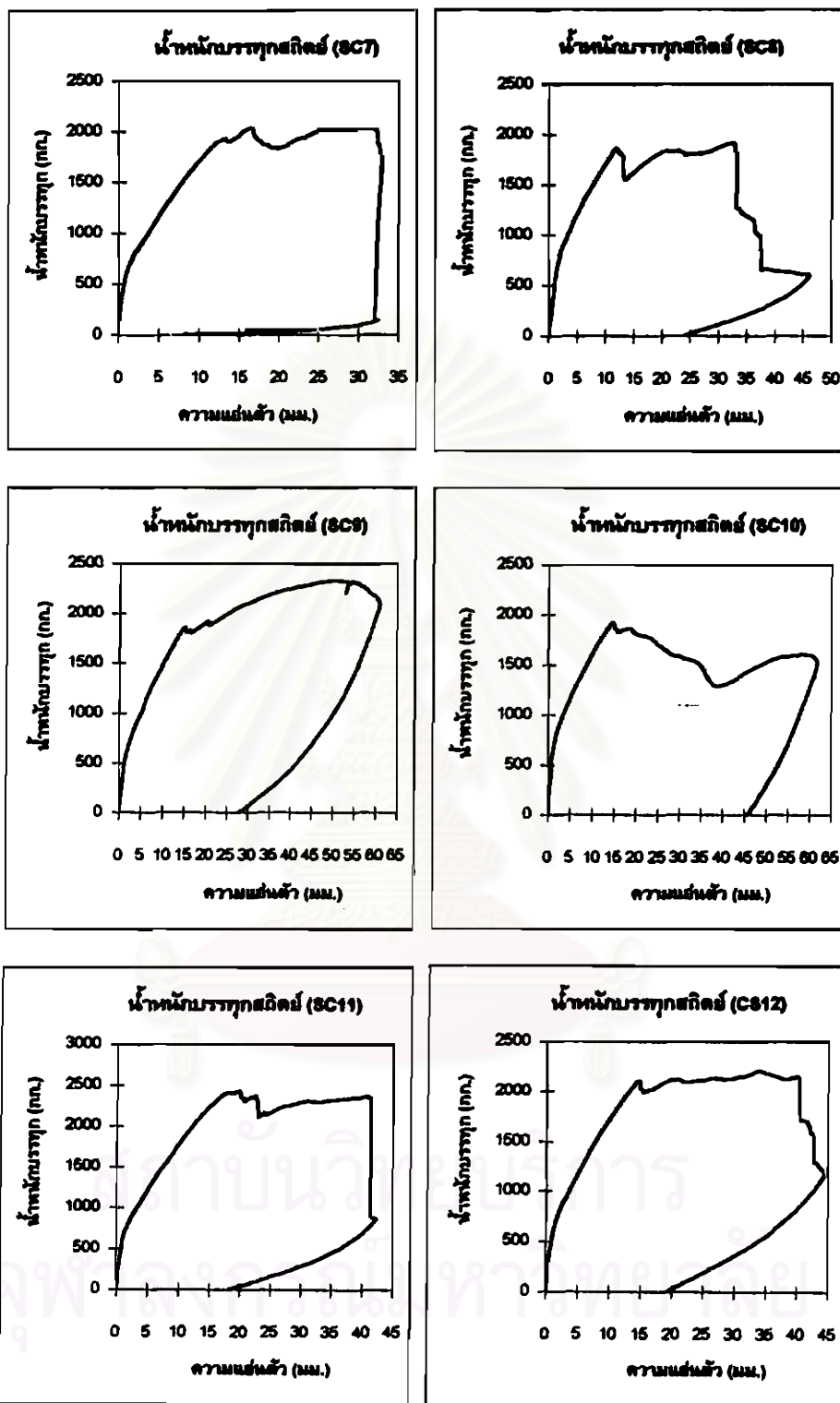


ง. การวิบัติของคอนกรีตอัดแรงสปีนตัวอย่างที่ 24 (SC24)

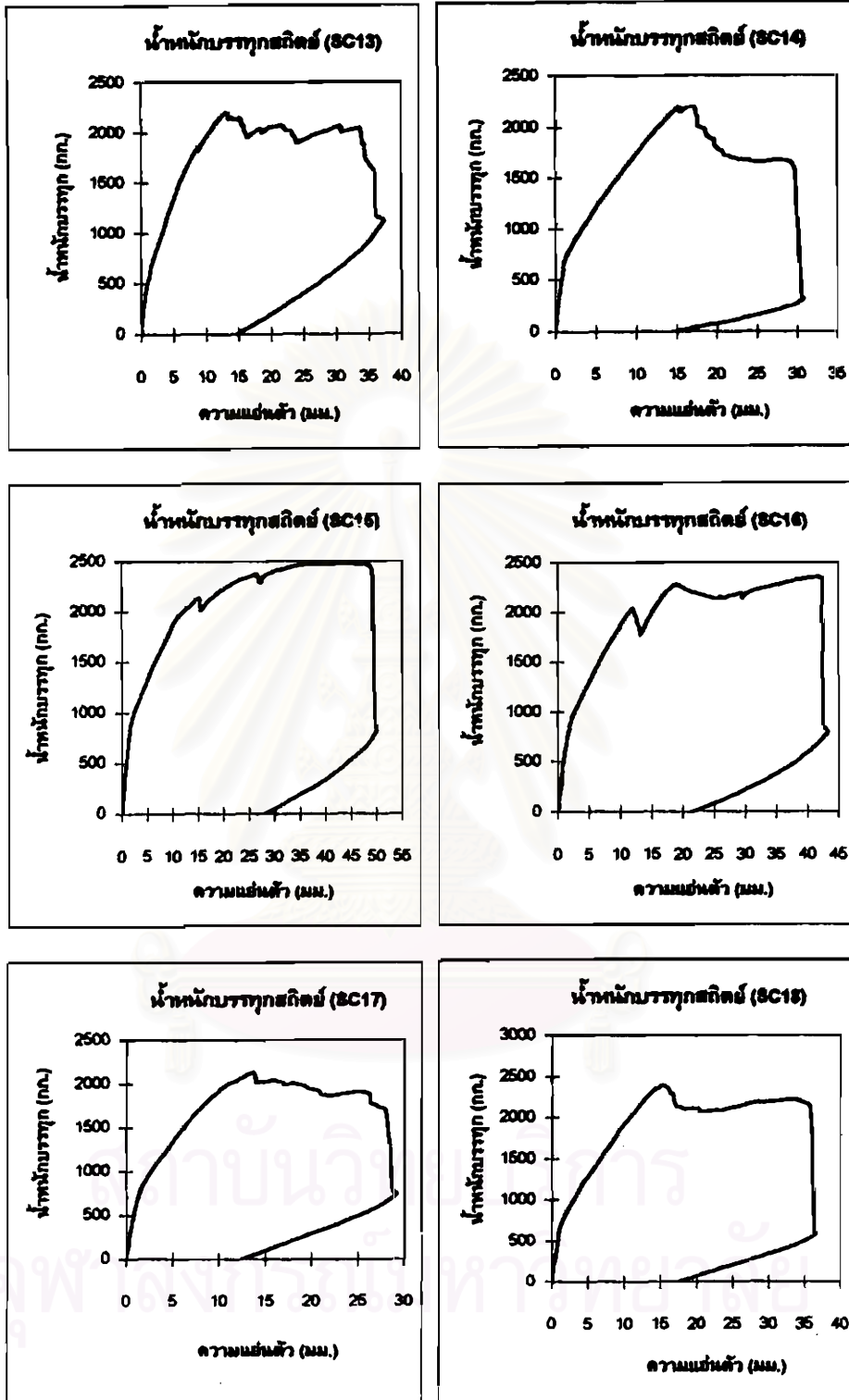
รูปที่ 3.18 การวิบัติของคอนกรีตอัดแรงสปีนที่เกิดการอัดระเบิดที่ผิวบนของคอนกรีต



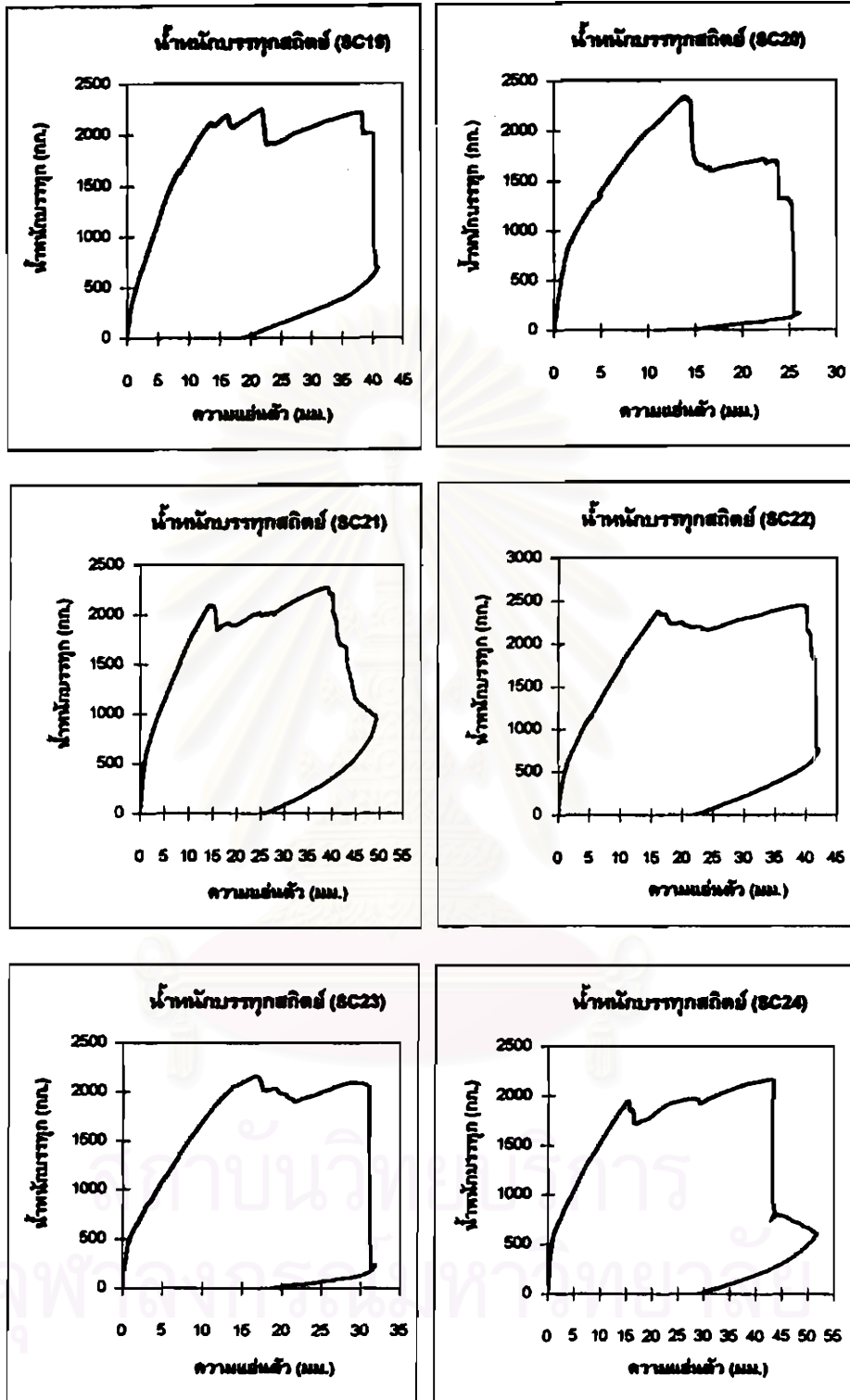
รูปที่ 3.19 กราฟการทดสอบน้ำที่ซึมบรรจุสถิติของคอนกรีตอัดแรงสปีน 30 ตัวอย่าง



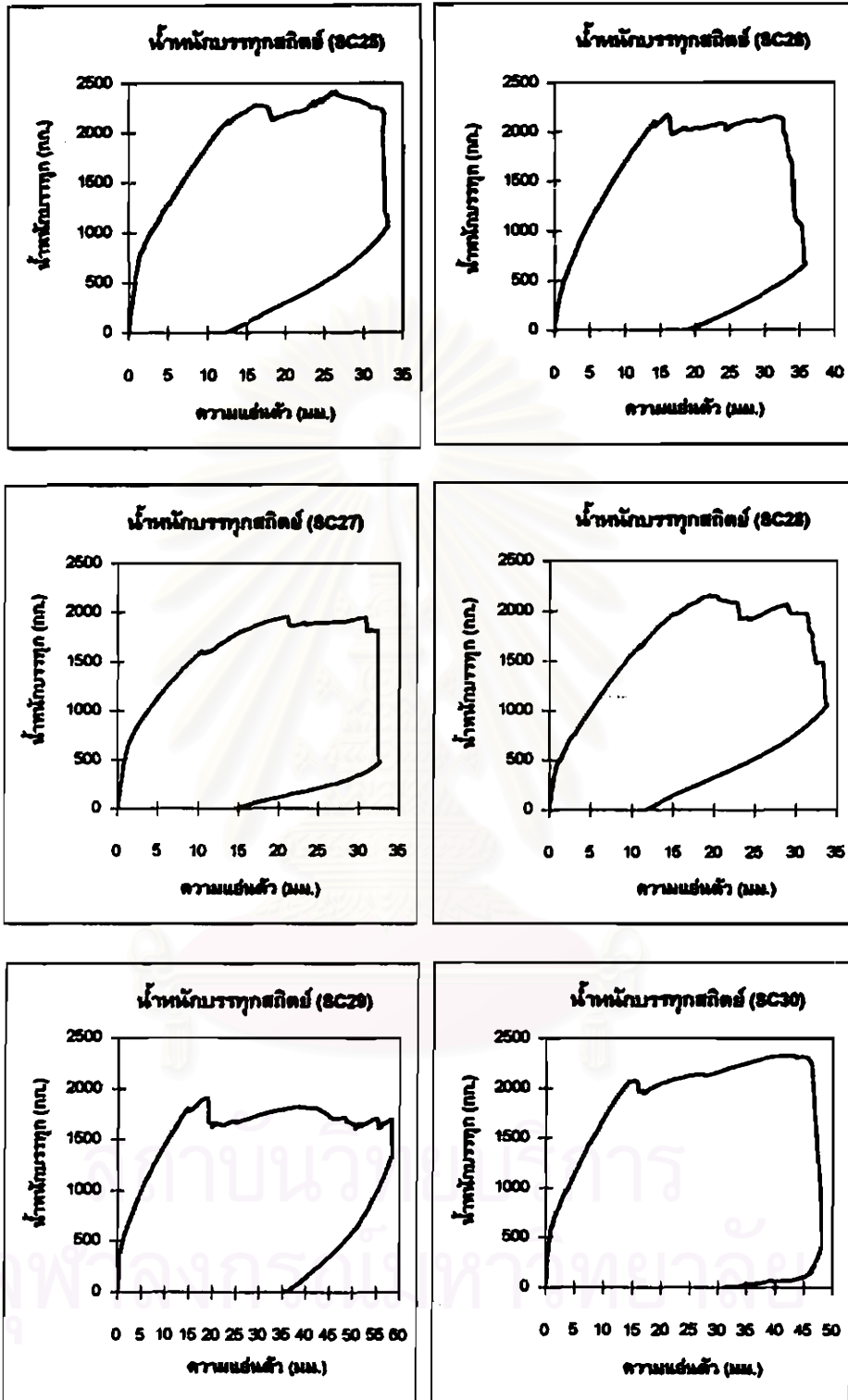
รูปที่ 3.19 (ต่อ) กราฟการทดสอบน้ำที่กลืนบรรจุสถิติของคอนกรีตอัดแรงต้น 30 ตัวอย่าง



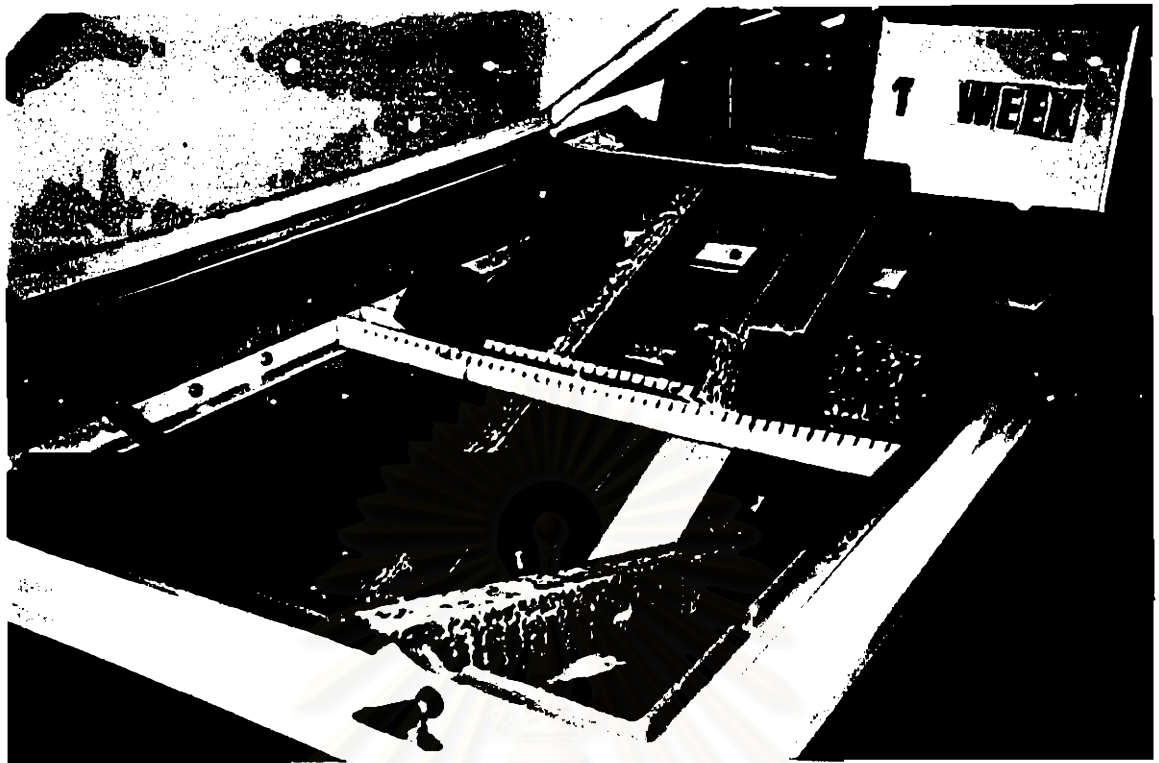
รูปที่ 3.19 (ต่อ) กราฟการทดสอบน้ำหนักบรรจุสถิติของคอนกรีตอัดแรงสปีน 30 ตัวอย่าง



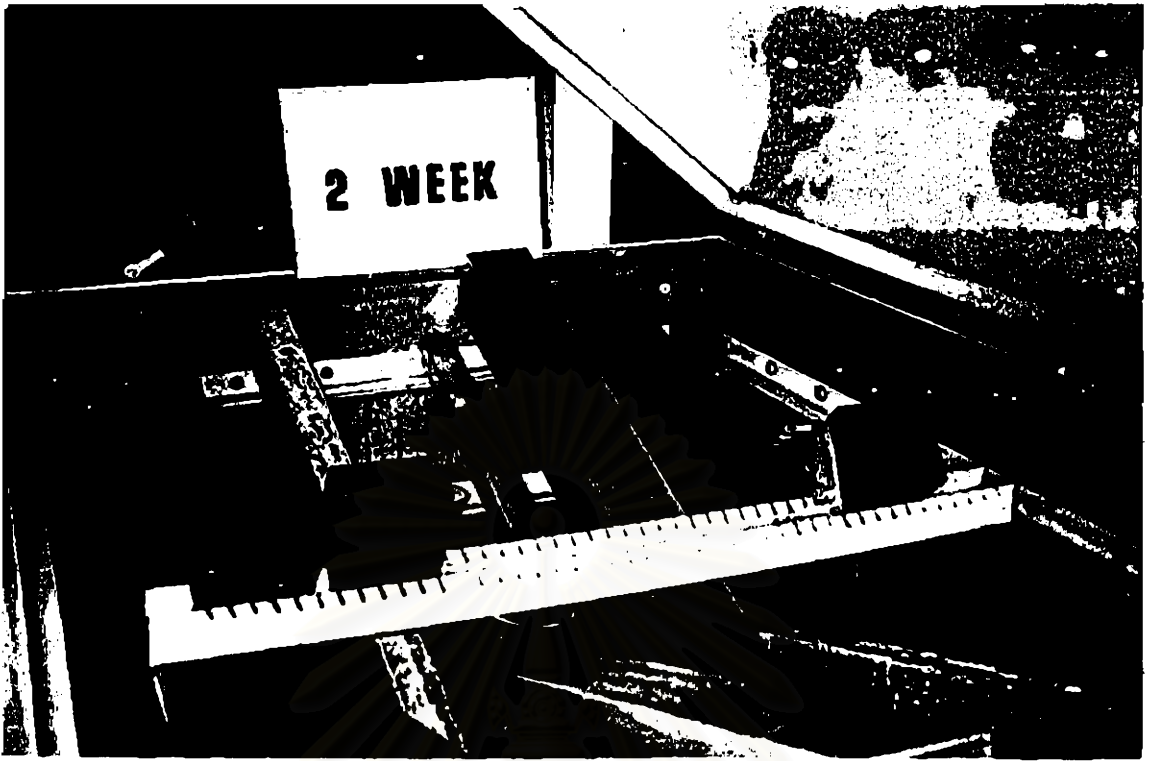
รูปที่ 3.19 (ต่อ) กราฟการทดสอบน้ำหนักบรรทุกสถิติของคอนกรีตอัดแรงสปีน 30 ตัวอย่าง



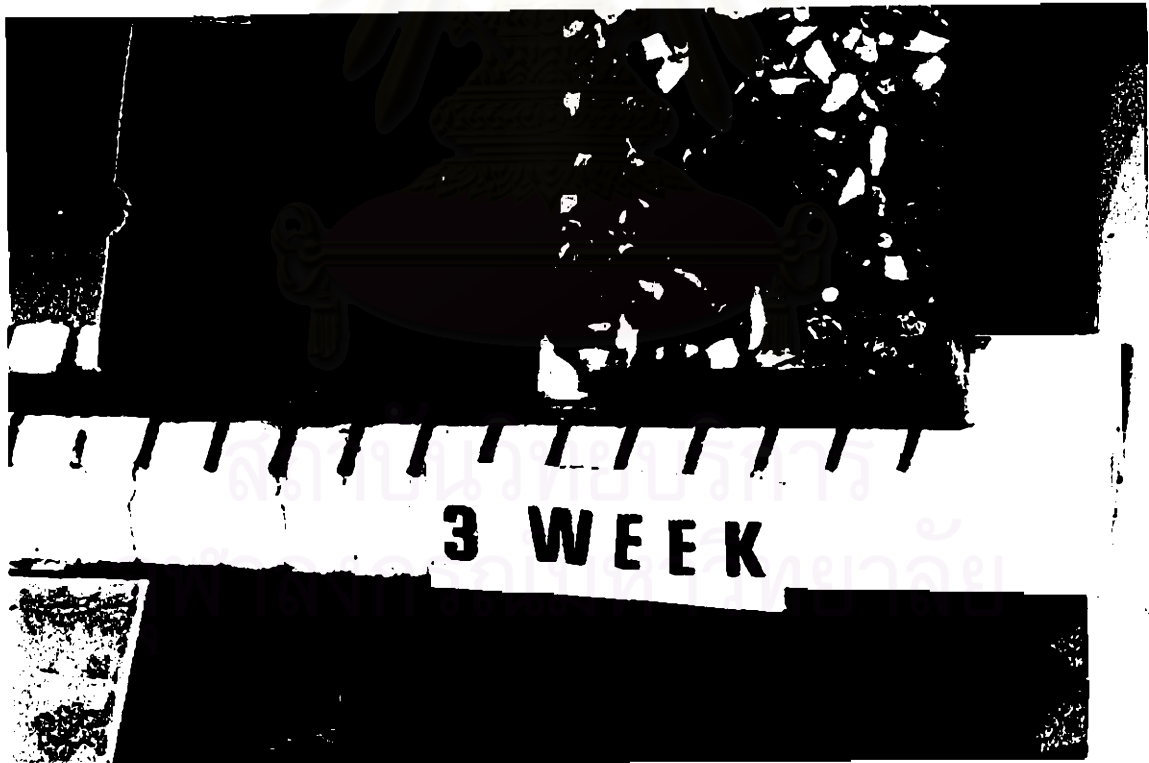
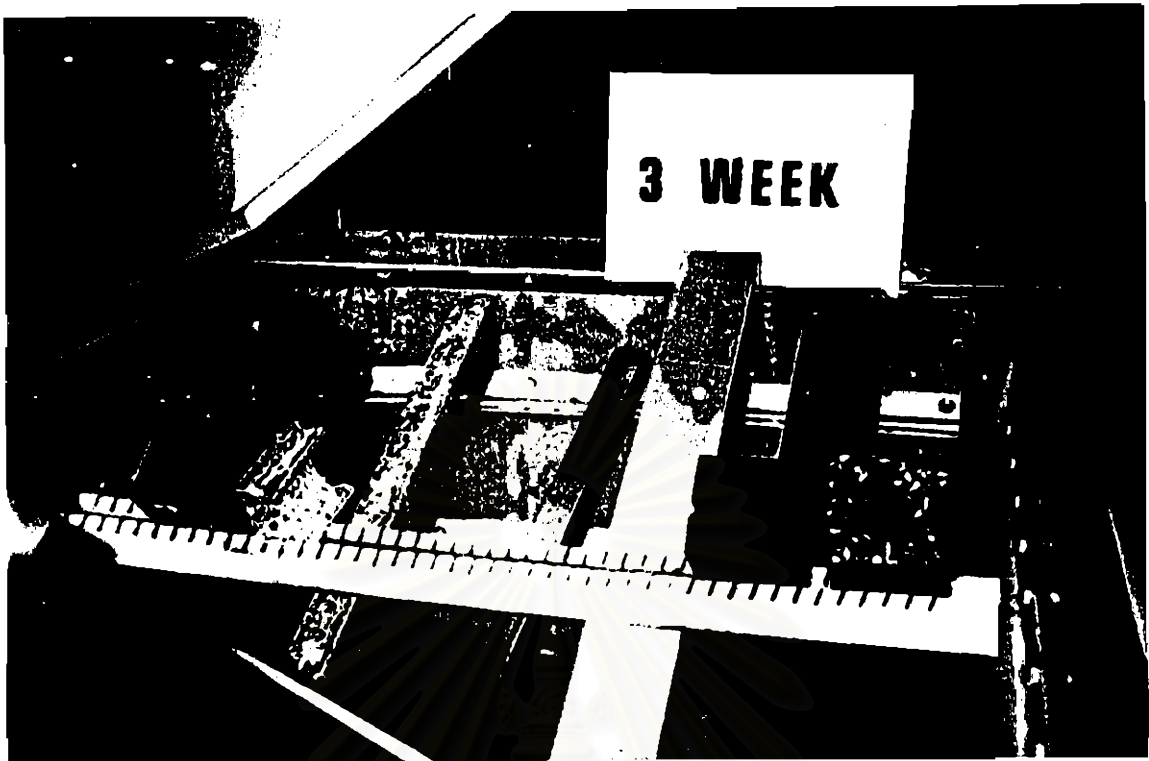
รูปที่ 3.19 (ต่อ) กราฟการทดสอบน้ำหนักบรทุกสถิติของคอนกรีตอัดแรงสปีน 30 ตัวอย่าง



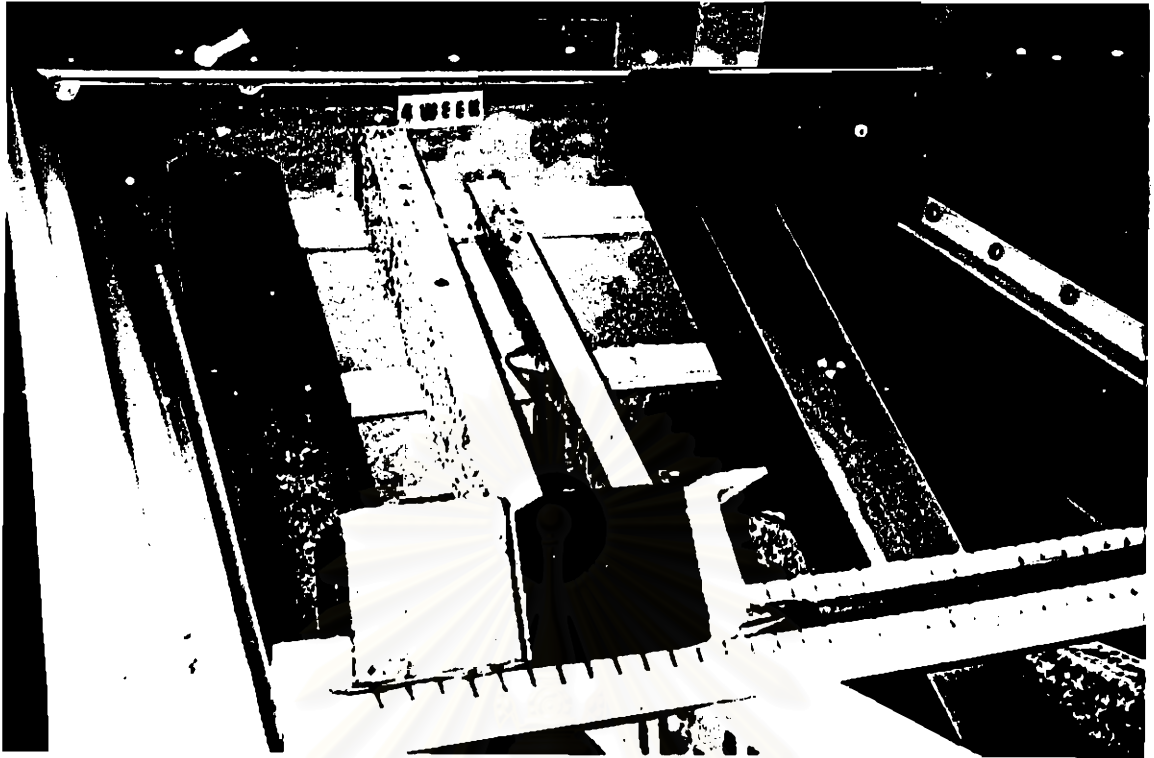
ก. ปฏิกริยาของน้ำเกลือทำกับคอนแวนเคเบิดในสัปดาห์ที่หนึ่ง



ข. ปฏิกริยาของน้ำเกลือทำกับคอนแวนเคเปิดในสัปดาห์ที่สอง

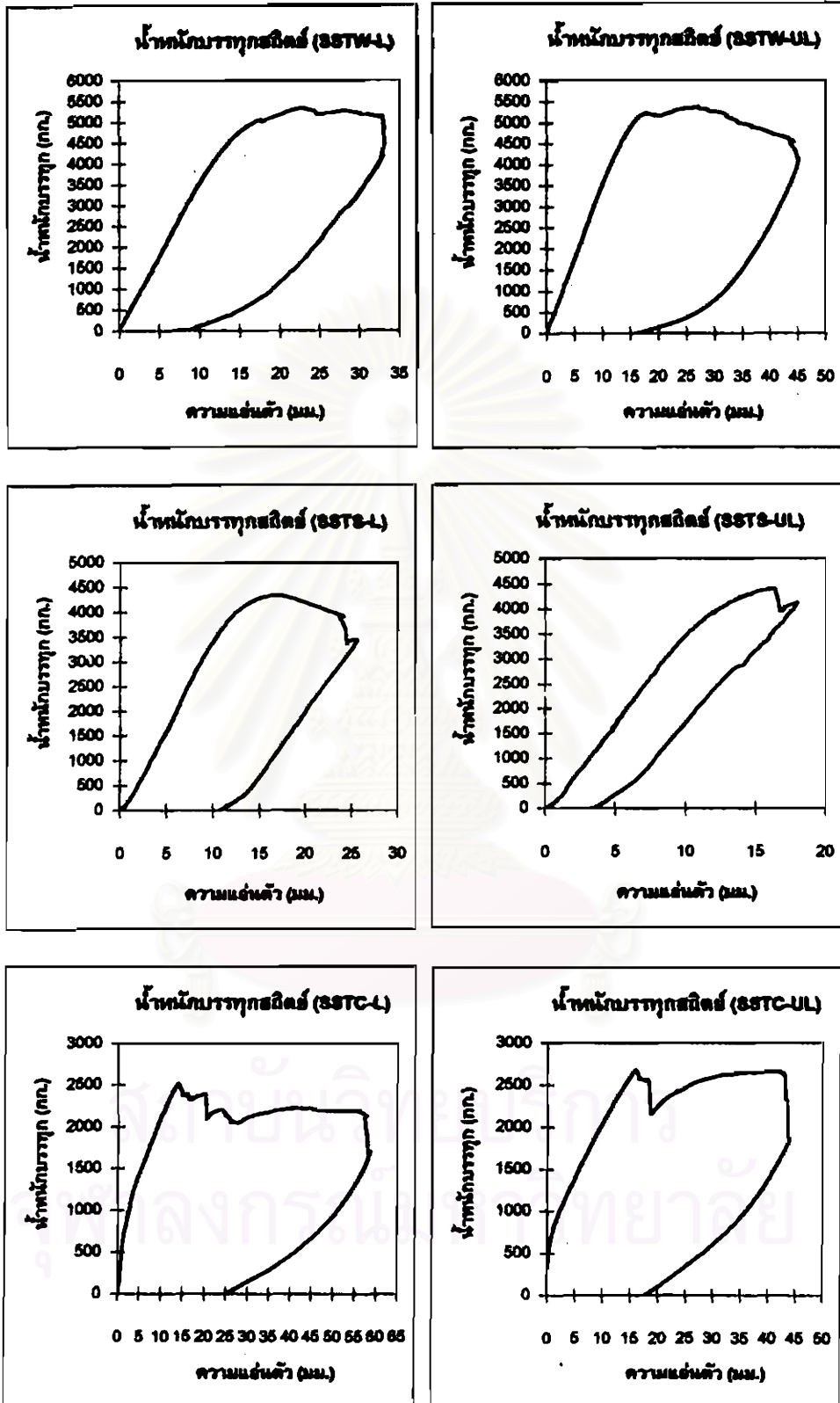


ค. ปฏิกริยาของน้ำเกลือทำกับคอนแวนเคเบิดในสัปดาห์ที่สาม



ง. ปฏิกริยาของน้ำเกลือทำกับคอนแวนเคเบิลในสัปดาห์ที่สี่

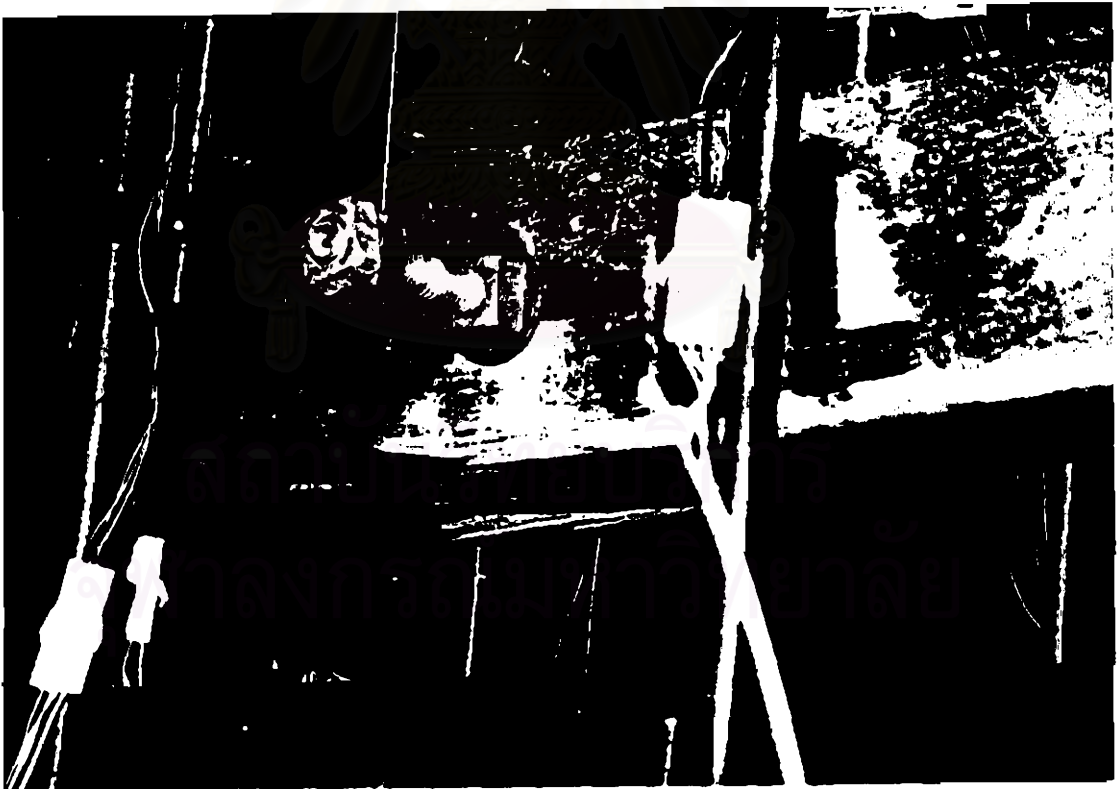
รูปที่ 3.20 ผลจากปฏิกริยาของน้ำเกลือทำกับคอนแวนเคเบิลในแต่ละสัปดาห์



รูปที่ 3.21 กราฟการทดสอบน้ำหนักบรรทุกสถิตยของคอนกรีตแบบเปิดประเภทต่าง ๆ หลังจากทดสอบการกัดกร่อนสภาวะเร่งทดสอบเสร็จสิ้น

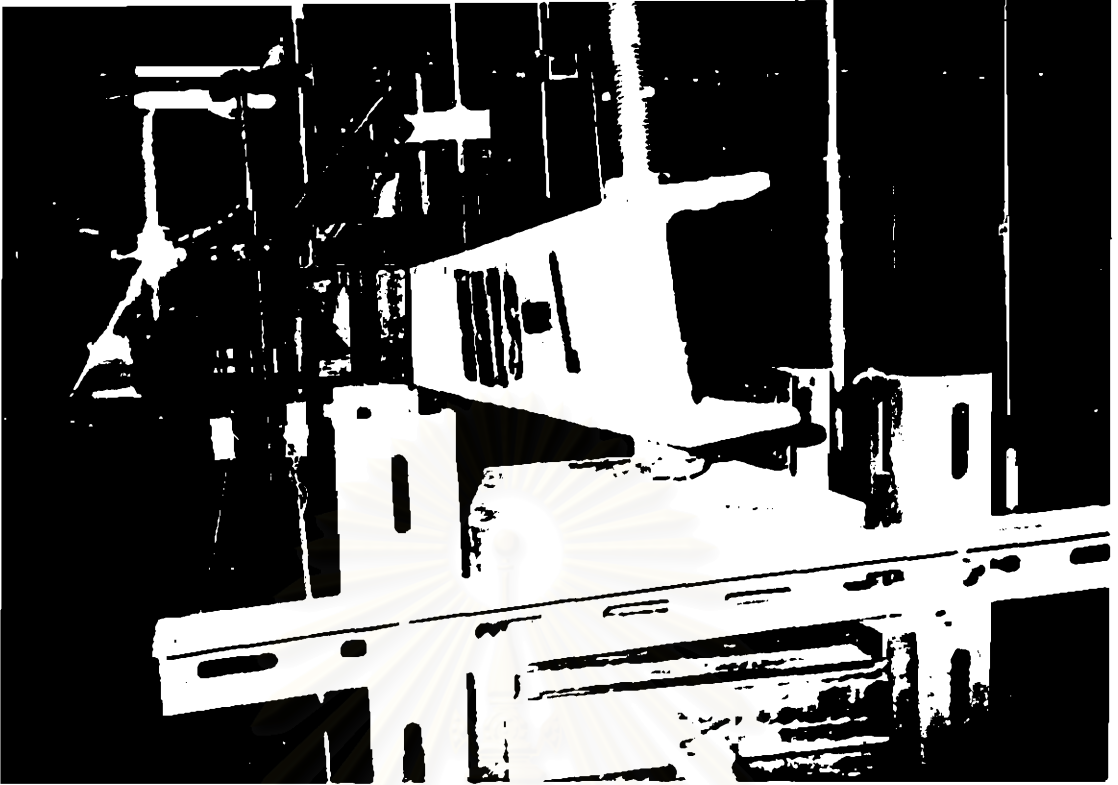


ก. การวิบัติของคอนกรีตแนวคานเปิดของตัวอย่าง SSTW-L

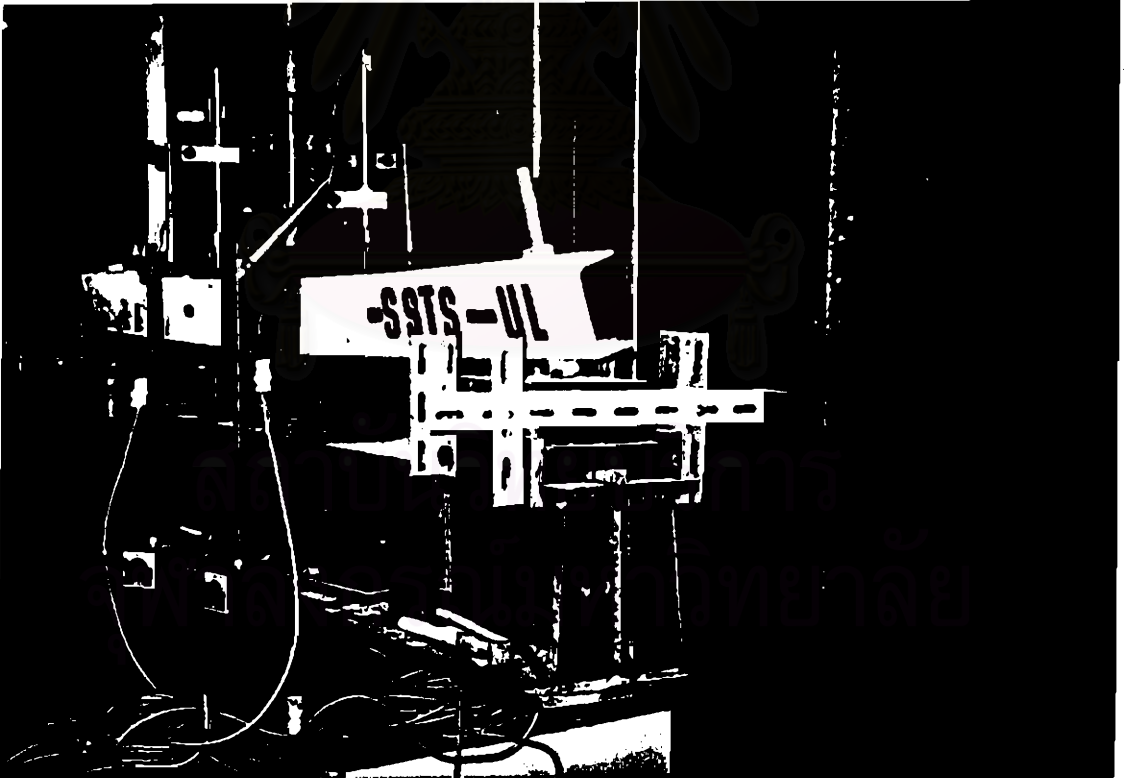


ข. การวิบัติของคอนกรีตแนวคานเปิดของตัวอย่าง SSTW-UL

รูปที่ 3.22 ลักษณะความเสียหายที่เกิดขึ้นจากการทดสอบน้ำหนักบรรทุกสถิตย์ของคอนกรีตแนวคานเปิด



ก. การเลือกรูปคอนเท็กกรุปตัวชี้ของตัวอย่าง SSTS-L

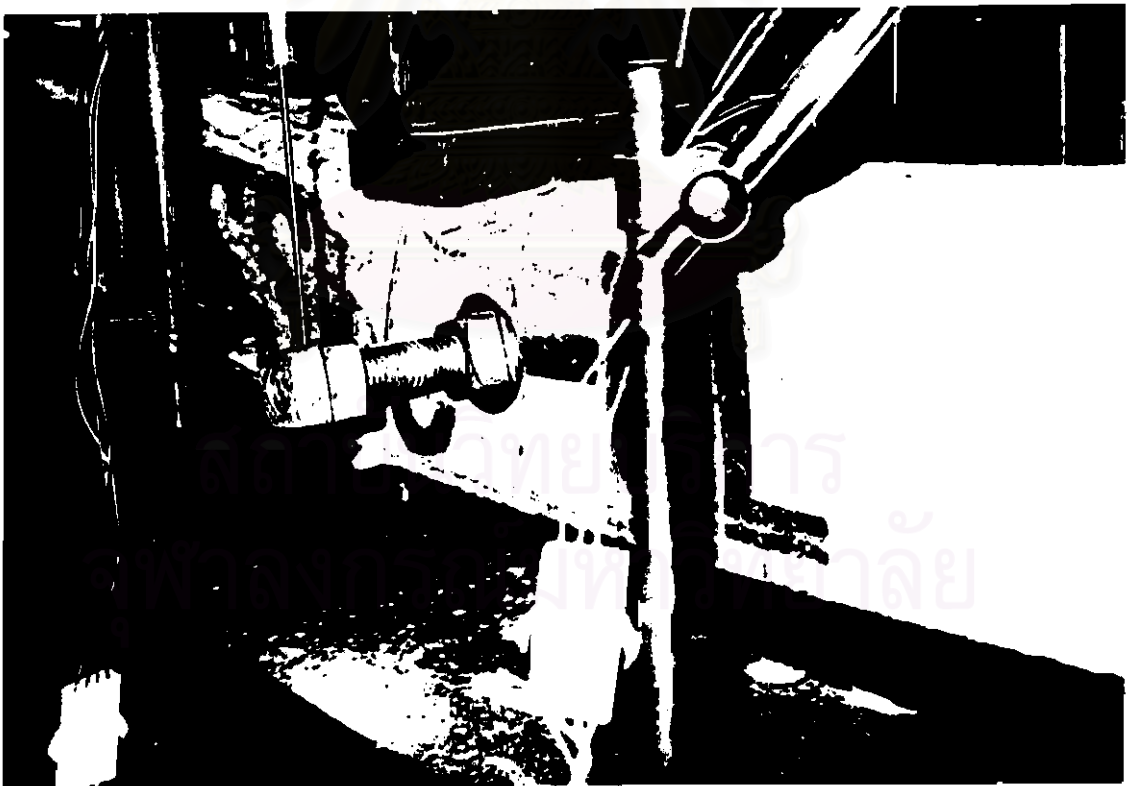


ข. การเลือกรูปคอนเท็กกรุปตัวชี้ของตัวอย่าง SSTS-UL

รูปที่ 3.23 ลักษณะความเสียหายที่เกิดขึ้นจากการทดสอบน้ำหนักบรรทุกสถิตย์ของคอนเท็กกรุปตัวชี้



ก. การวิบัติคอนกรีตอัดแรงสั่นของตัวอย่าง SSTC-L



ข. การวิบัติคอนกรีตอัดแรงสั่นของตัวอย่าง SSTC-UL

รูปที่ 3.24 ลักษณะความเสียหายที่เกิดขึ้นจากการทดสอบน้ำหนักบรรทุกสถิตย์ของคอนกรีตอัดแรงสั่น



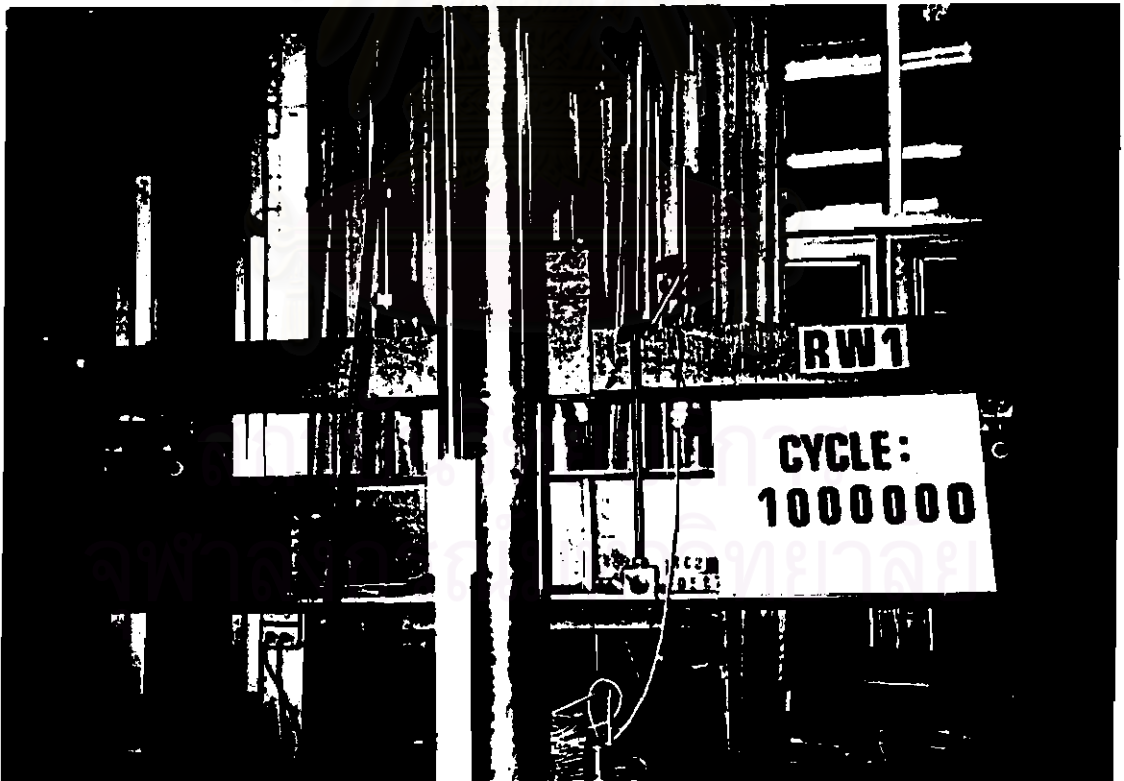
ก. การทดสอบน้ำหนักรวทุกกระทำซ้ำของคอนไม้แขวนเคเบิ้ลในรอบที่ 1,000



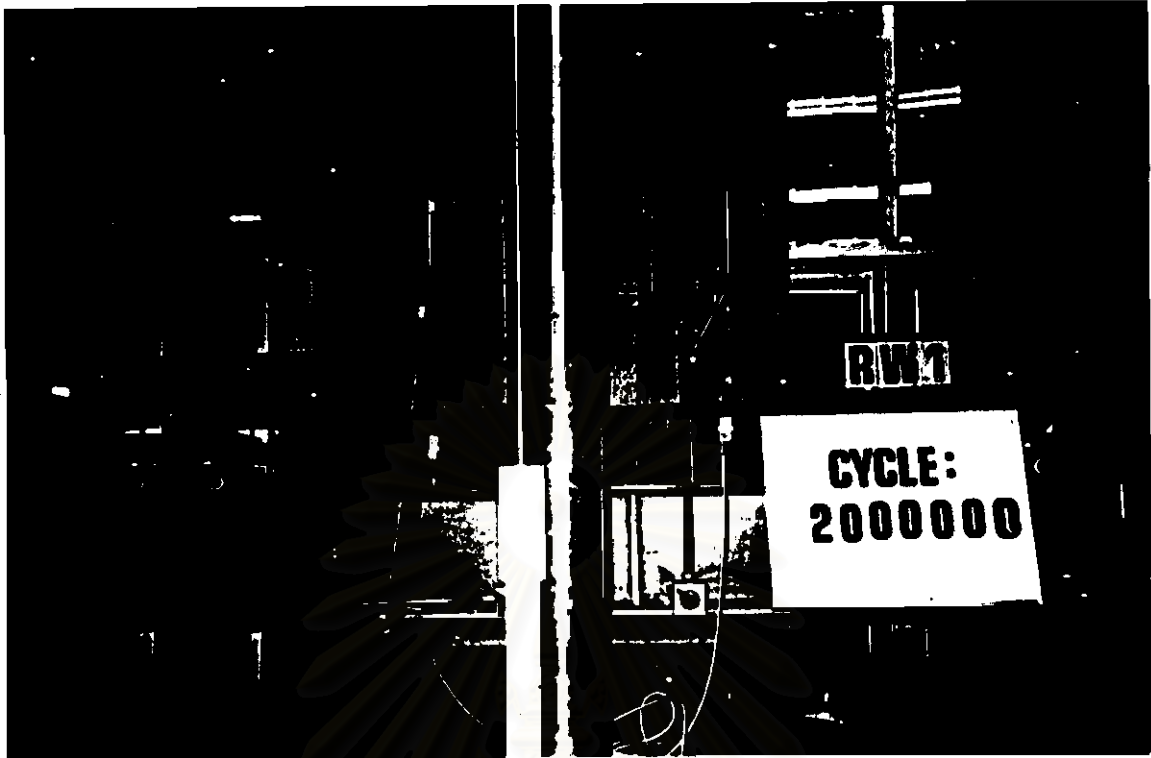
ข. การทดสอบน้ำหนักรวทุกกระทำซ้ำของคอนไม้แขวนเคเบิ้ลในรอบที่ 10,000



ค. การทดสอบน้ำหนักบรรทุกทุกกระทำซ้ำของคอนกรีตมวลแกลบในรอบที่ 100,000



ง. การทดสอบน้ำหนักบรรทุกทุกกระทำซ้ำของคอนกรีตมวลแกลบในรอบที่ 1,000,000

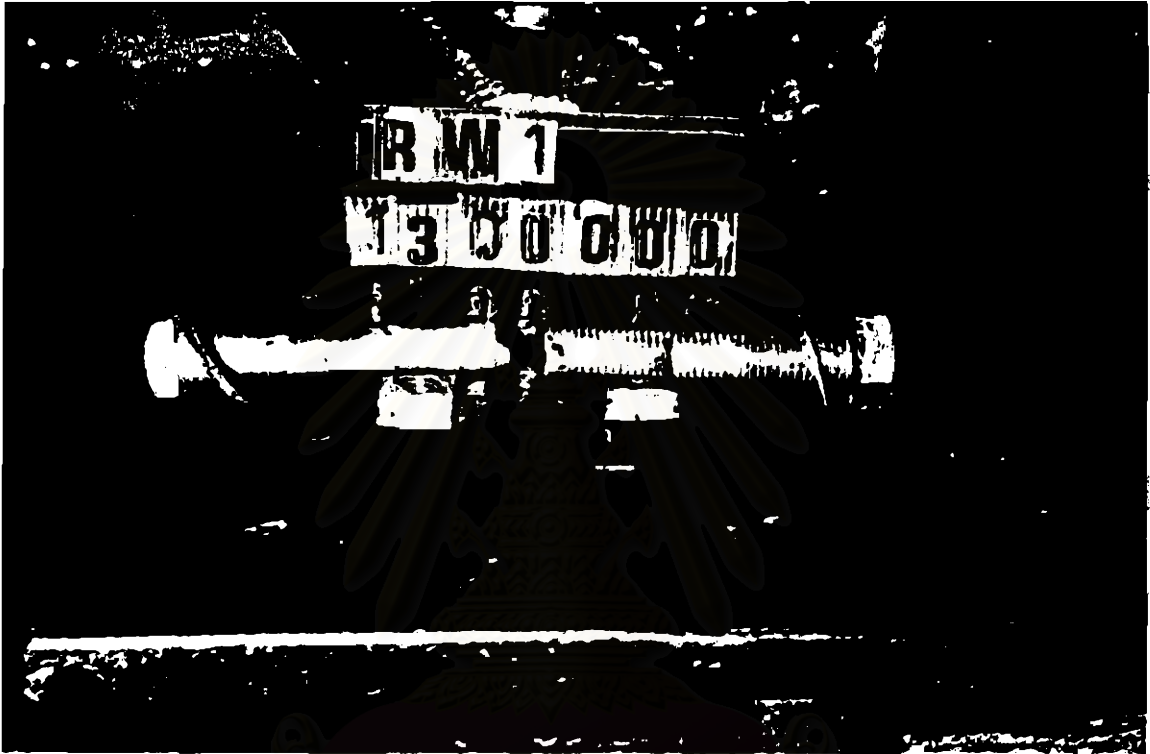


จ. การทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำของคอนกรีตมวลเคลือบในรอบที่ 2,000,000



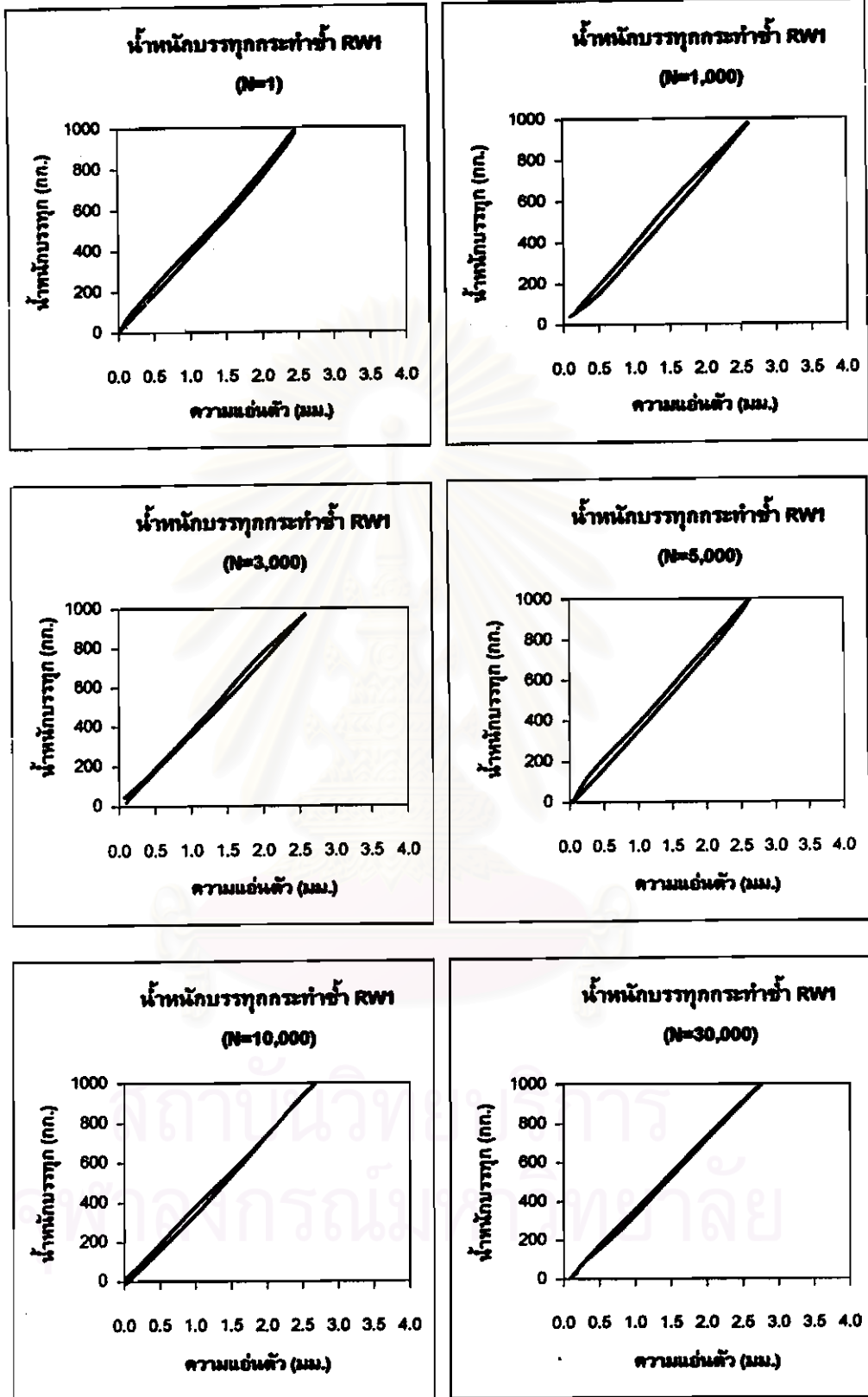
ฉ. หลังเสร็จสิ้นการทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำของคอนกรีตมวลเคลือบครบจำนวน 2,000,000 รอบ

รูปที่ 3.25 การทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำของคอนกรีตมวลเคลือบในแต่ละรอบ

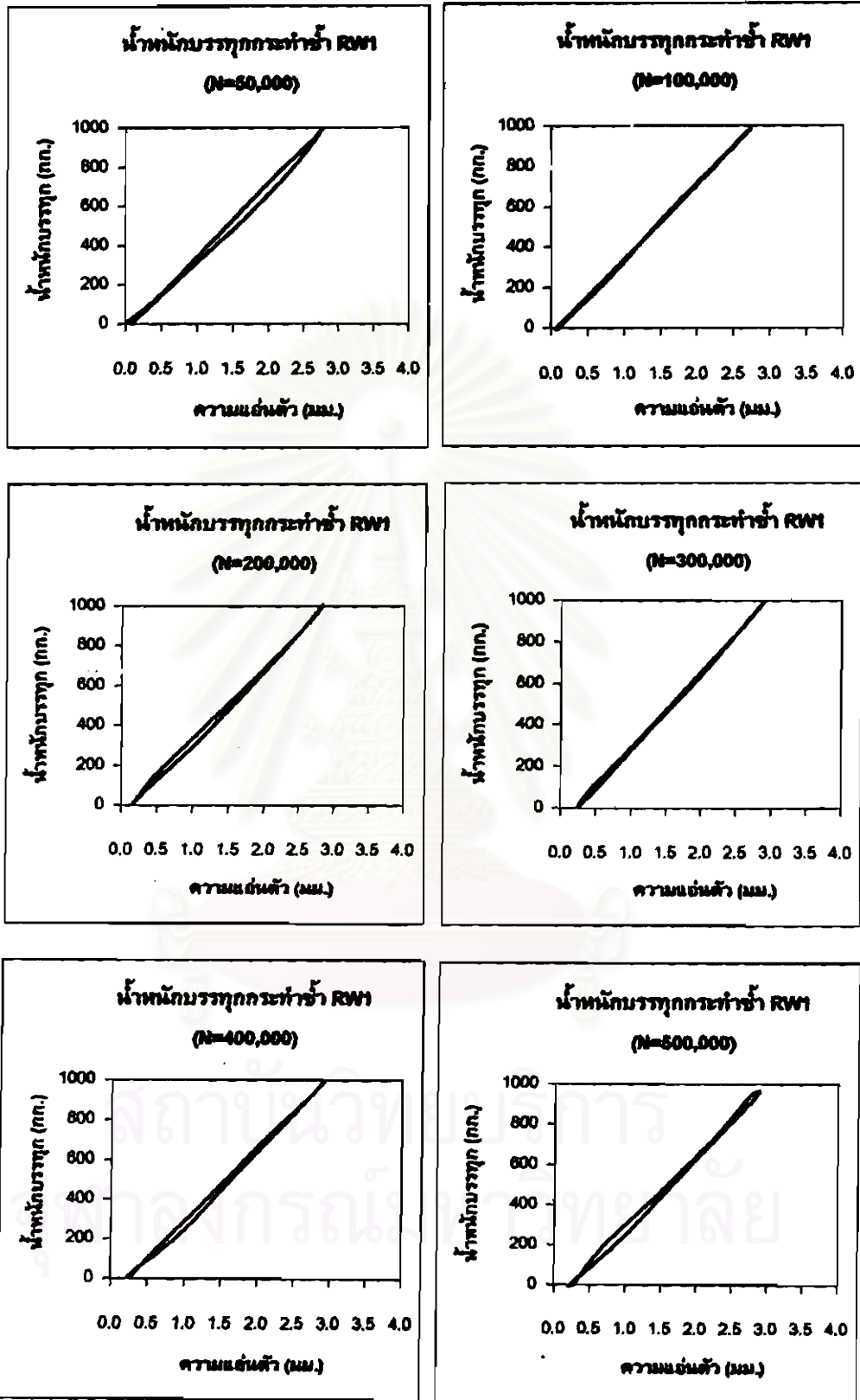


รูปที่ 3.26 การขาดของโบลท์ที่กึ่งกลางคอนไม้แขวนเคเบิลที่จำนวนรอบ 1,300,000 รอบ

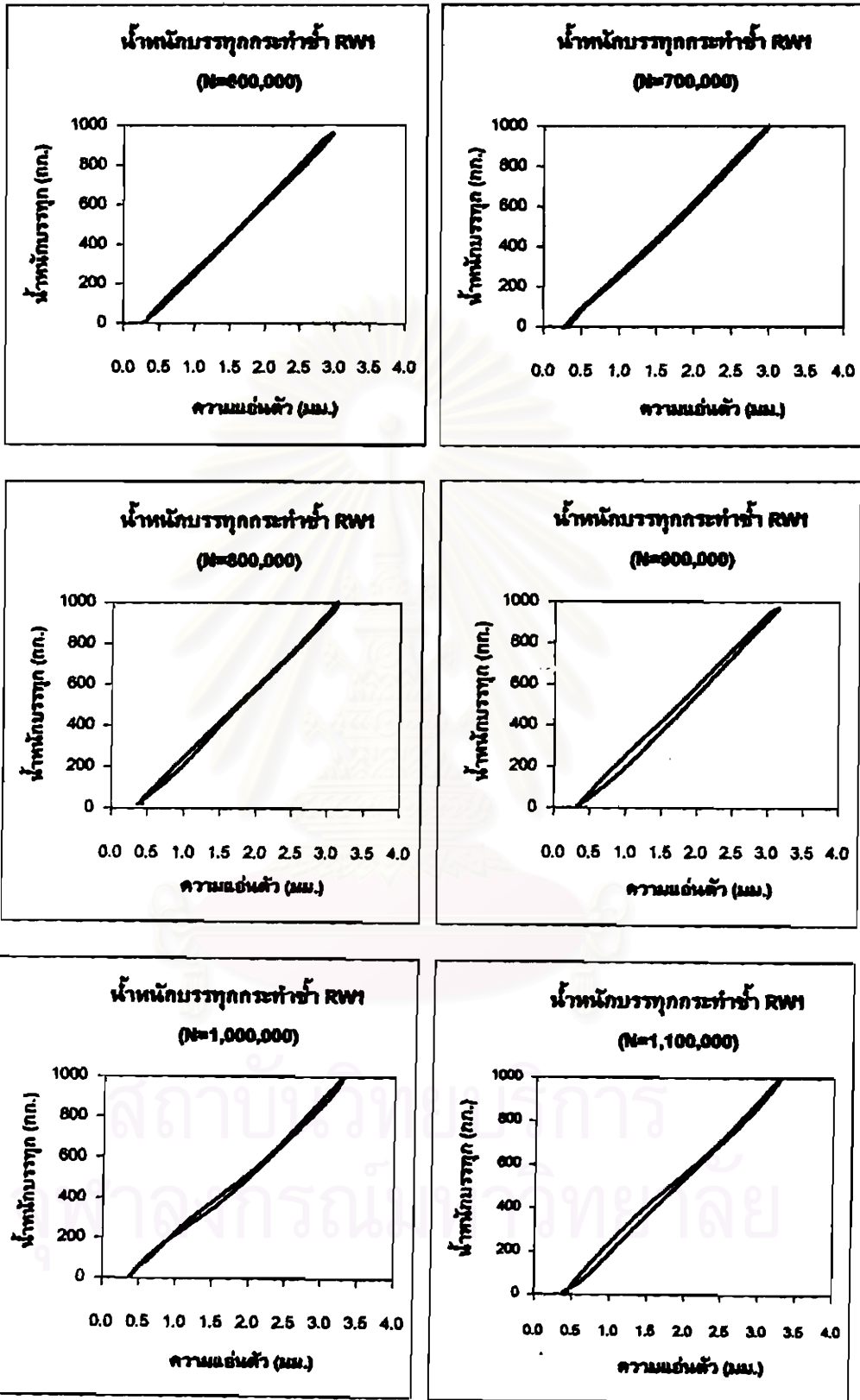
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



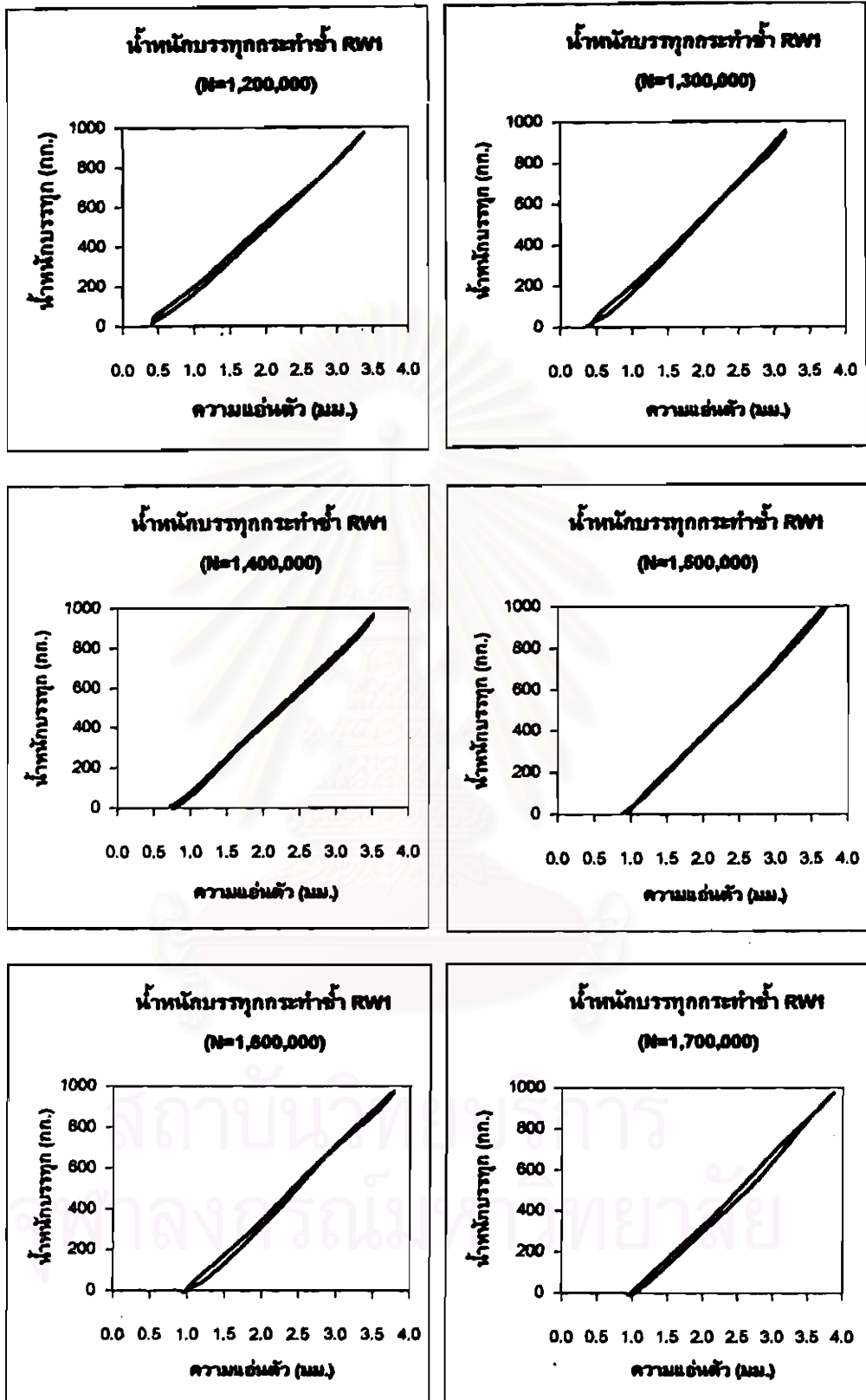
รูปที่ 3.27 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรจุทุกกระทำซ้ำและความชื้นตัวของคอนไม้ขวนเคเปิด



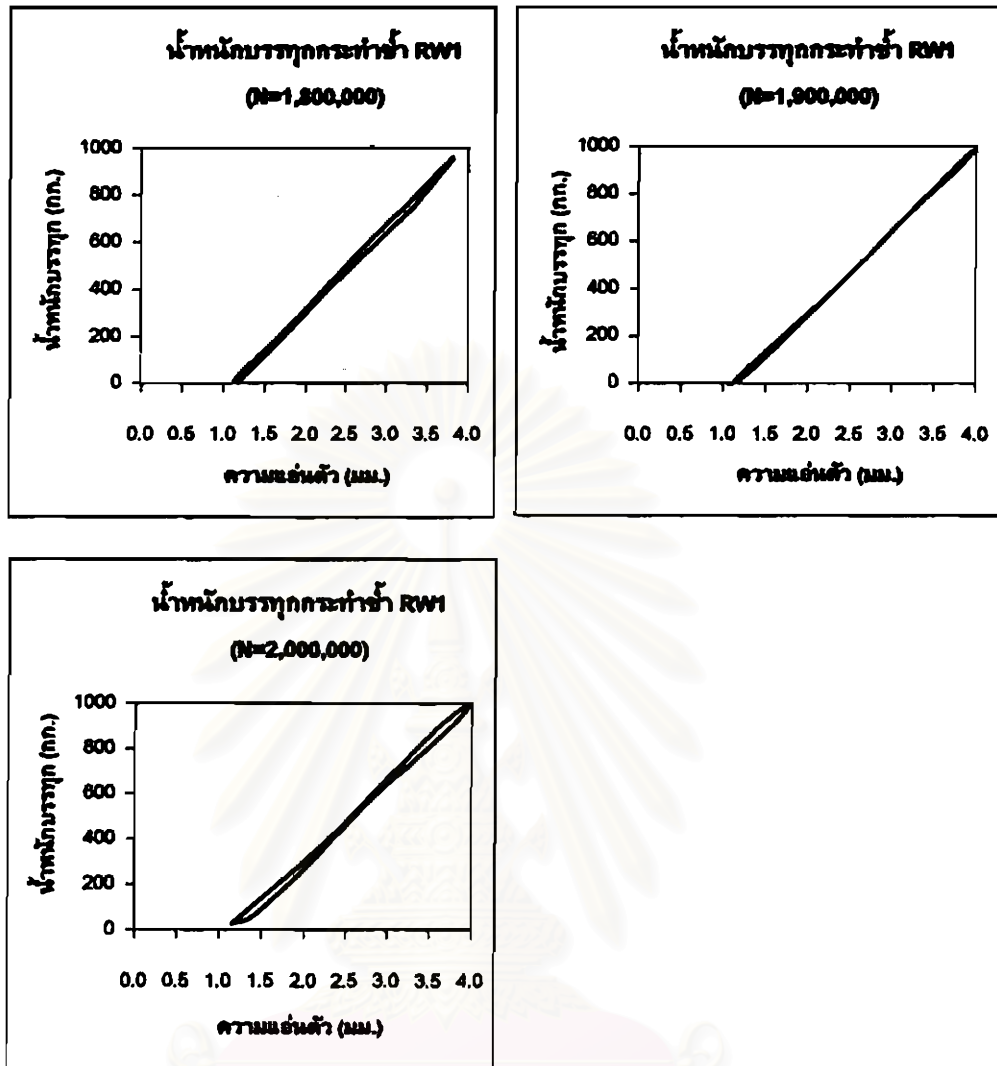
รูปที่ 3.27 (ต่อ) กราฟความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรจุกระทำซ้ำและความชื้นตัว
ของคอนกรีตมวลเบา



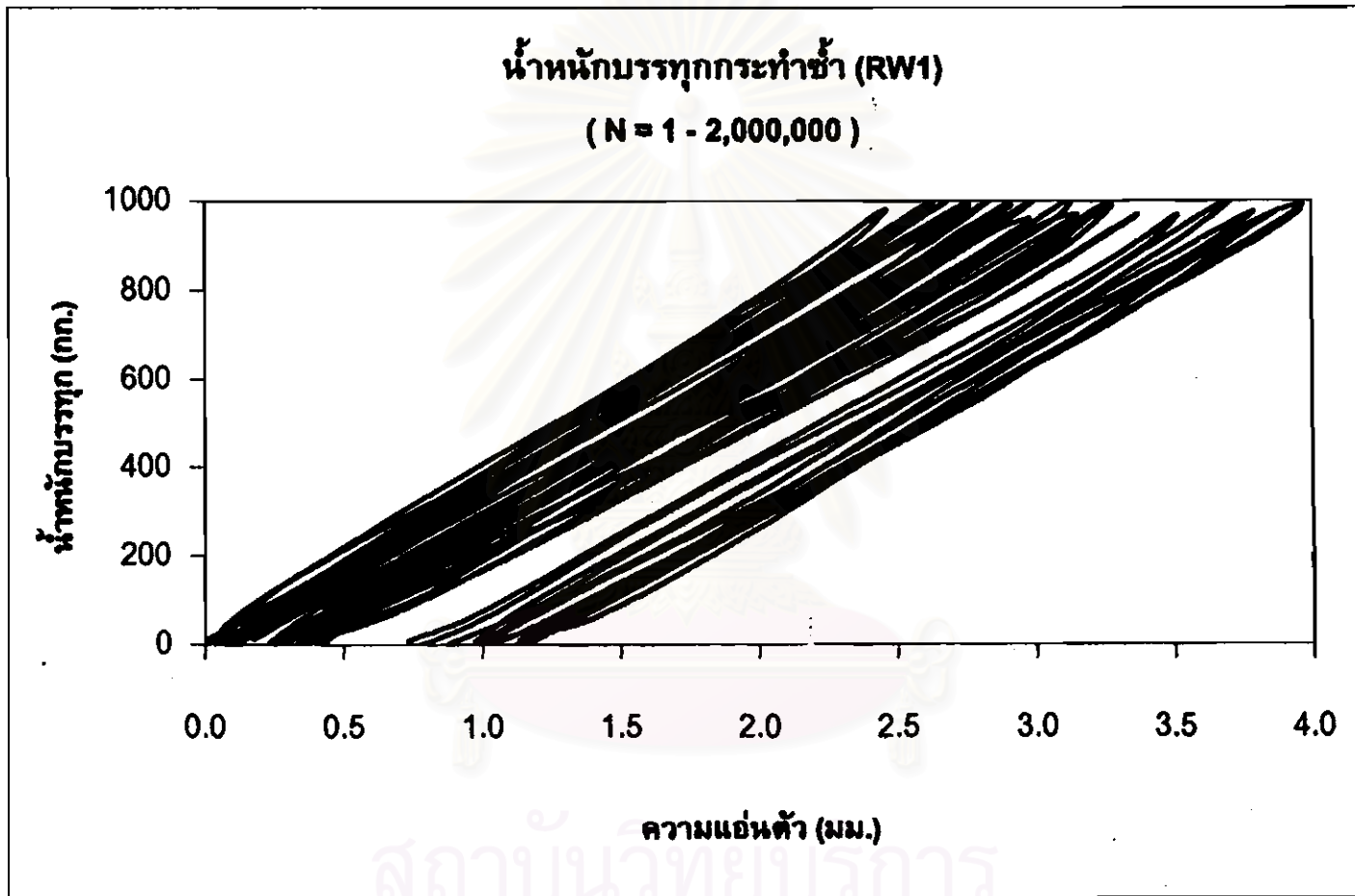
รูปที่ 3.27 (ต่อ) กราฟความสัมพันธ์ระหว่างน้ำที่กักเก็บรทุกกระทำซ้ำและความชื้นตัวของคอนไม้แขวนเคเบิล



รูปที่ 3.27 (ต่อ) กราฟความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรจุทุกกระทำได้และความชื้นตัวของคอนไม้แขวนเคเบิด



รูปที่ 3.27 (ต่อ) กราฟความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรจุกระทำซ้ำและความชื้นตัวของคอนกรีตมวลเบา

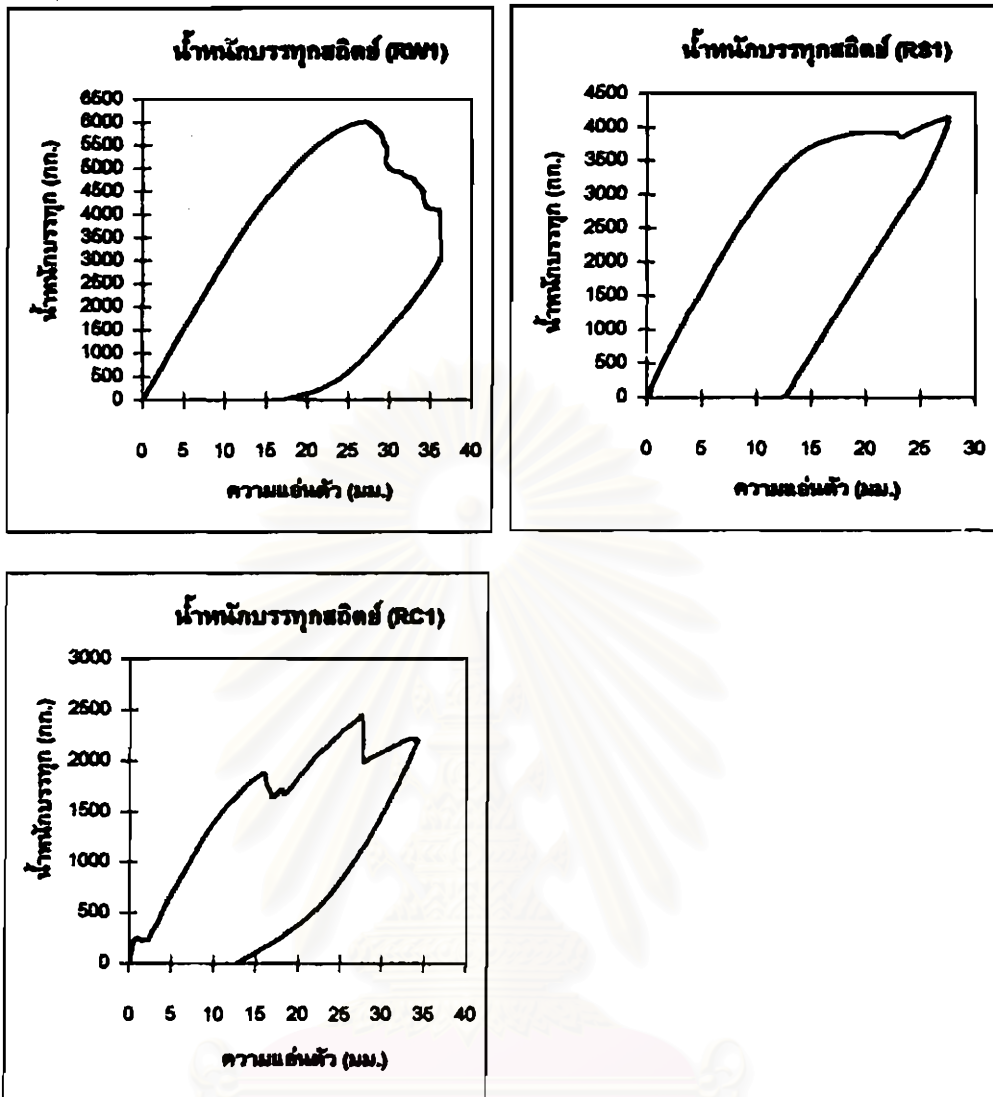


รูปที่ 3.27 (ต่อ) กราฟความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำและความแอ่นตัวของคอนกรีตมวลเบา



รูปที่ 3.28 ลักษณะการวิบัติของคอนกรีตมวลแบริดภายใต้น้ำหนักบรรทุกสถิตย์
หลังจากเสร็จสิ้นการทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

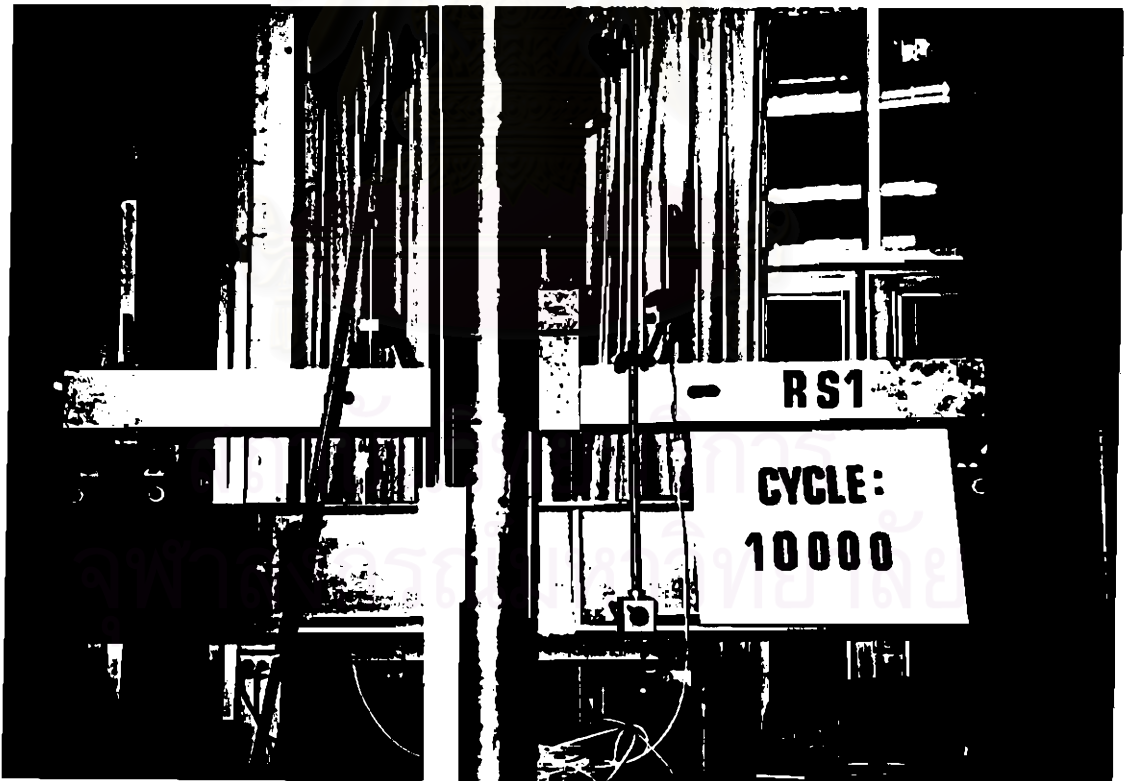


สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

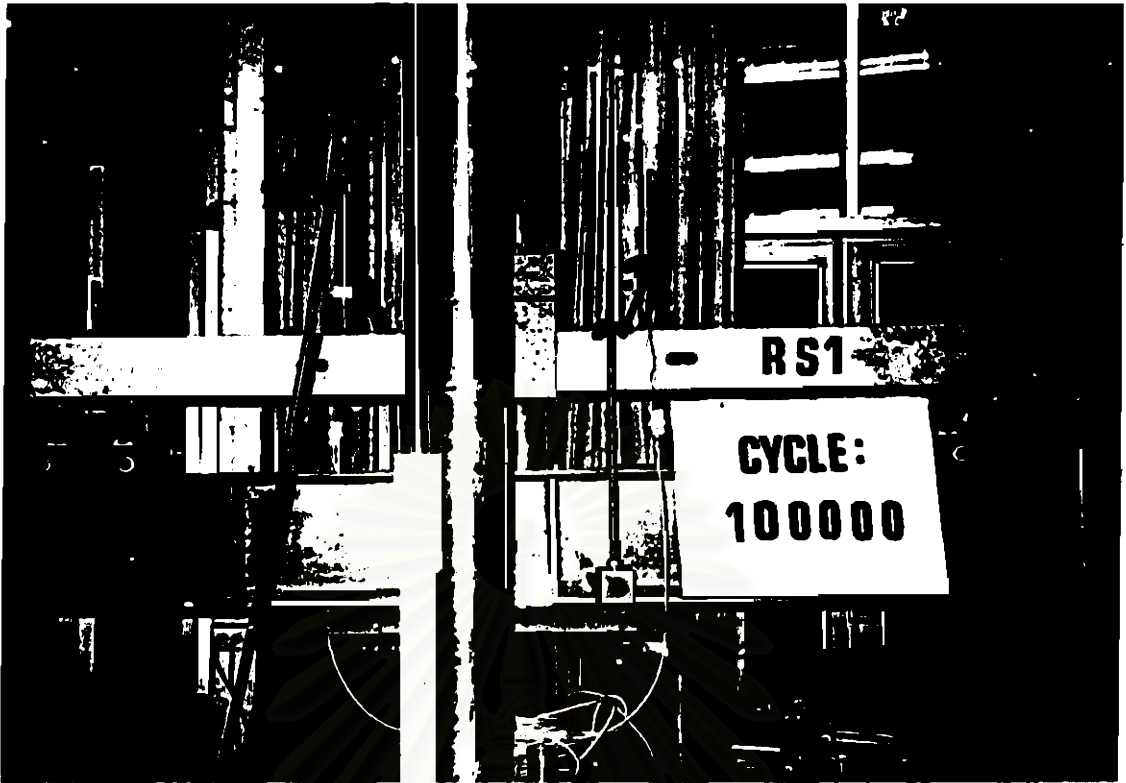
รูปที่ 3.29 กราฟการทดสอบน้ำที่กักรวทุกชนิดของคอนกรีตชนิดเปิดในแต่ละประเภท
หลังจากเสร็จสิ้นการทดสอบน้ำที่กักรวทุกกระทำซ้ำ



ก. การทดสอบน้ำหนักบรรทุกทุกกระทำซ้ำของคอนกรีตรูปตัวซีในรอบที่ 1,000



ข. การทดสอบน้ำหนักบรรทุกทุกกระทำซ้ำของคอนกรีตรูปตัวซีในรอบที่ 10,000



ค. การทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำของคอนกรีตรูปตัวซีในรอบที่ 100,000



ง. การทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำของคอนกรีตรูปตัวซีในรอบที่ 1,000,000



จ. การทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำของคอนกรีตรูปตัวซีในรอบที่ 2,000,000



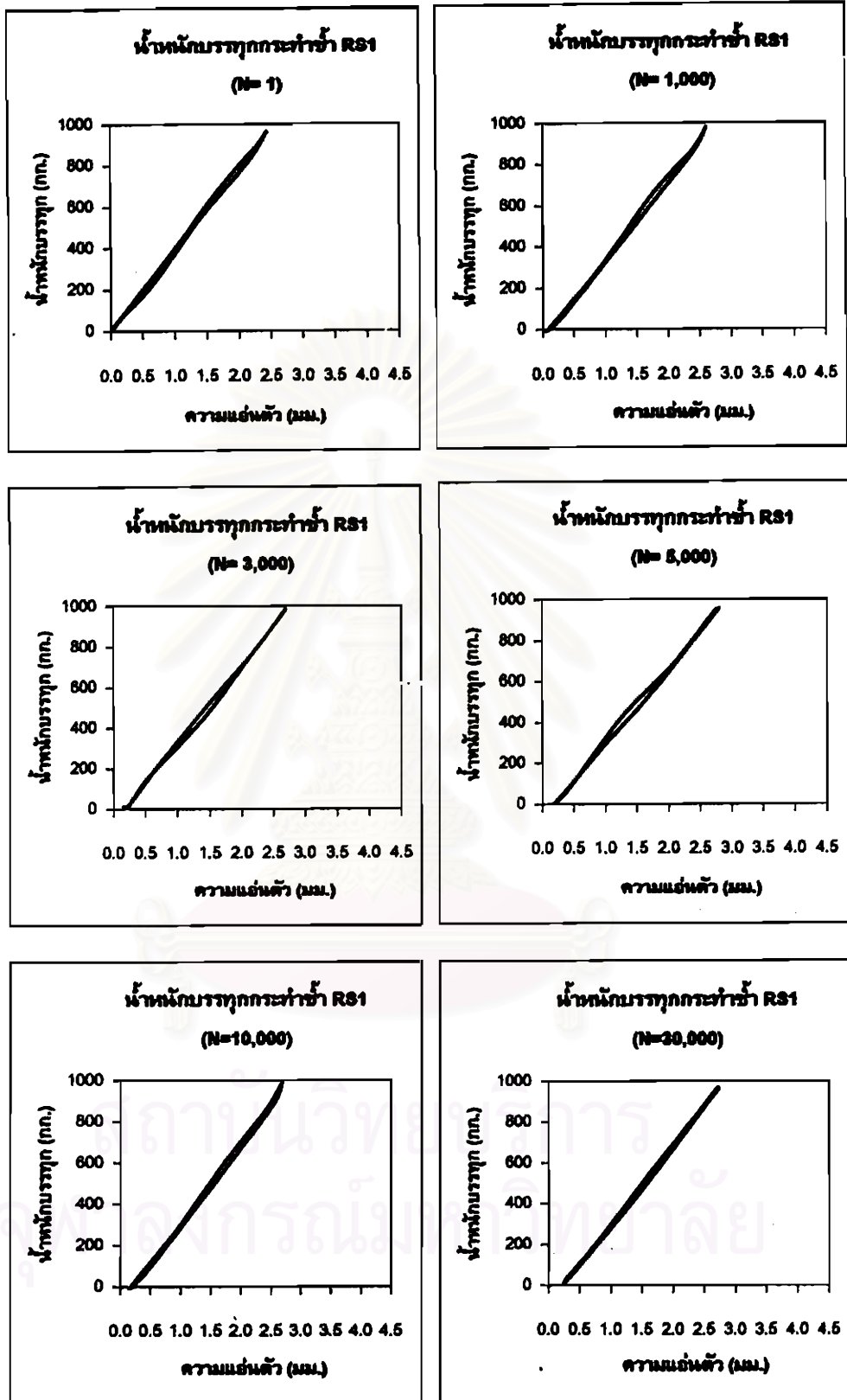
ฉ. หลังเสร็จสิ้นการทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำของคอนกรีตรูปตัวซีครบจำนวน 2,000,000 รอบ

รูปที่ 3.30 การทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำของคอนกรีตรูปตัวซีในแต่ละรอบ

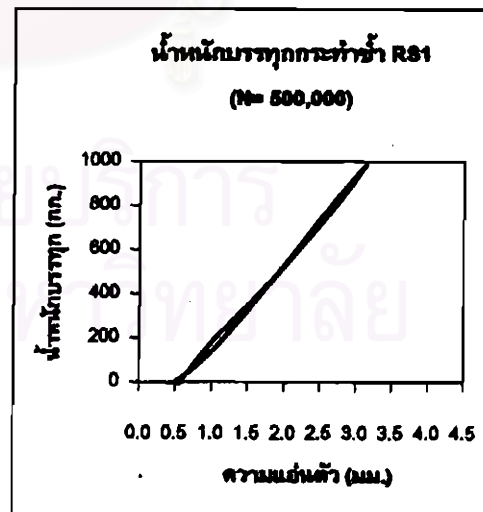
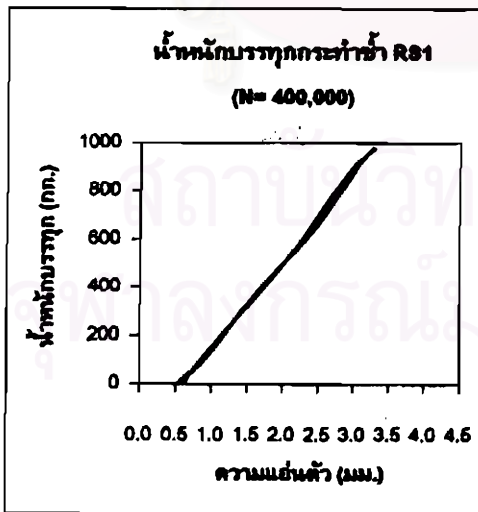
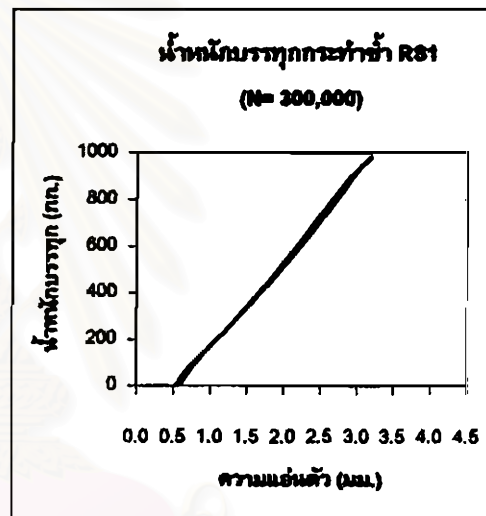
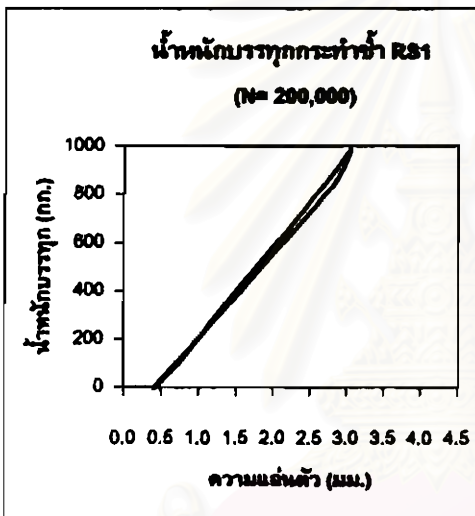
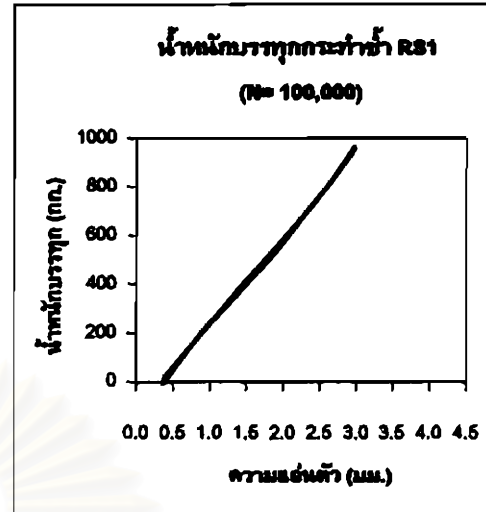
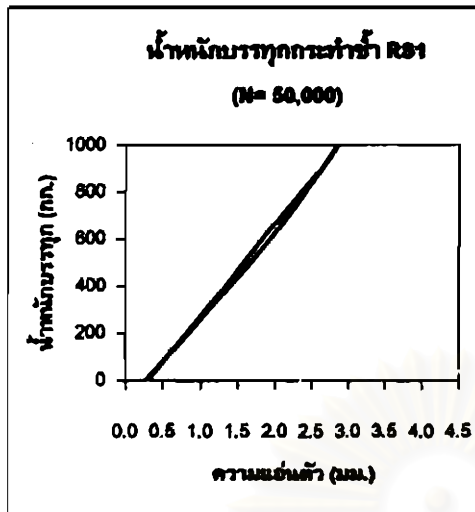


รูปที่ 3.31 การขาดของโบลท์ที่กึ่งกลางคอนกรีตรูปตัวซีที่จำนวนรอบ 920,540 รอบ

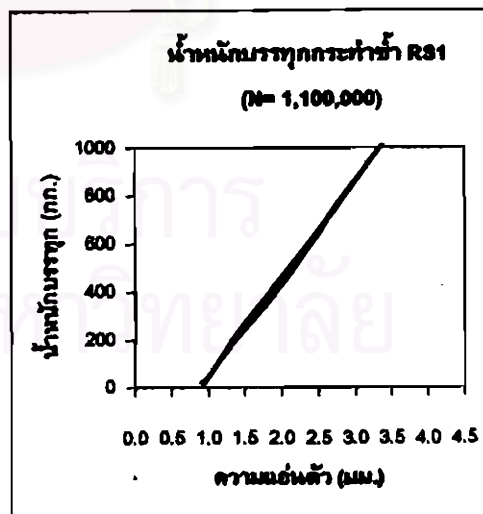
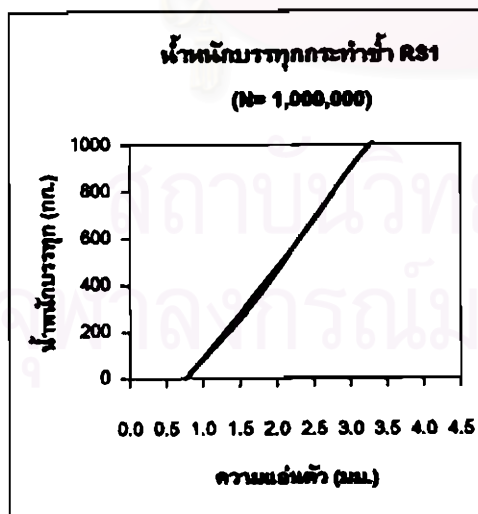
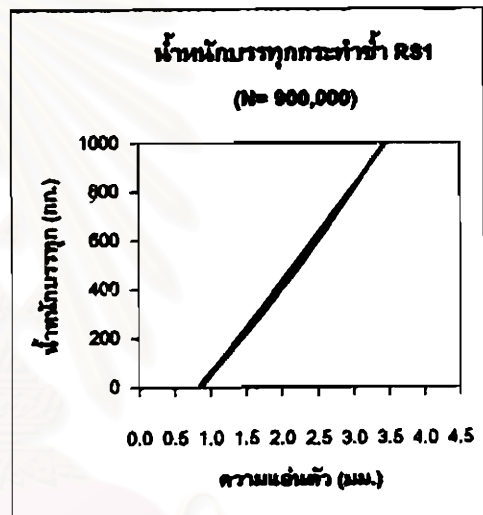
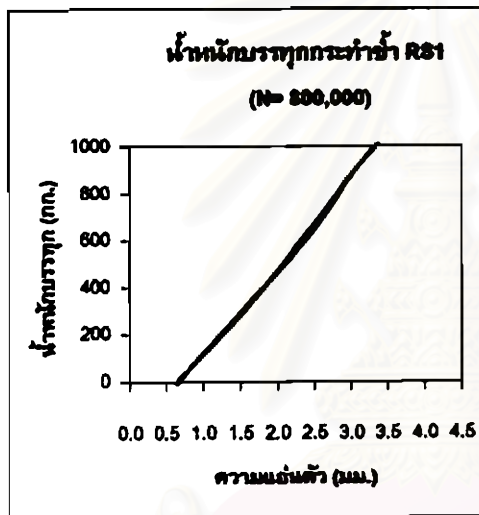
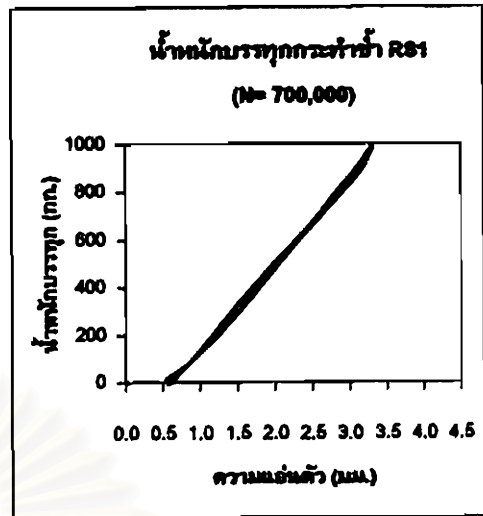
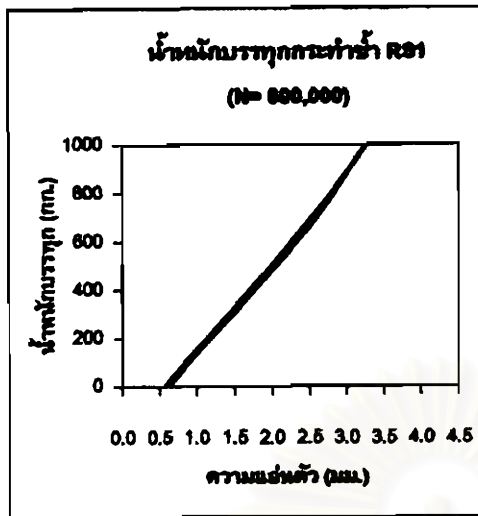
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



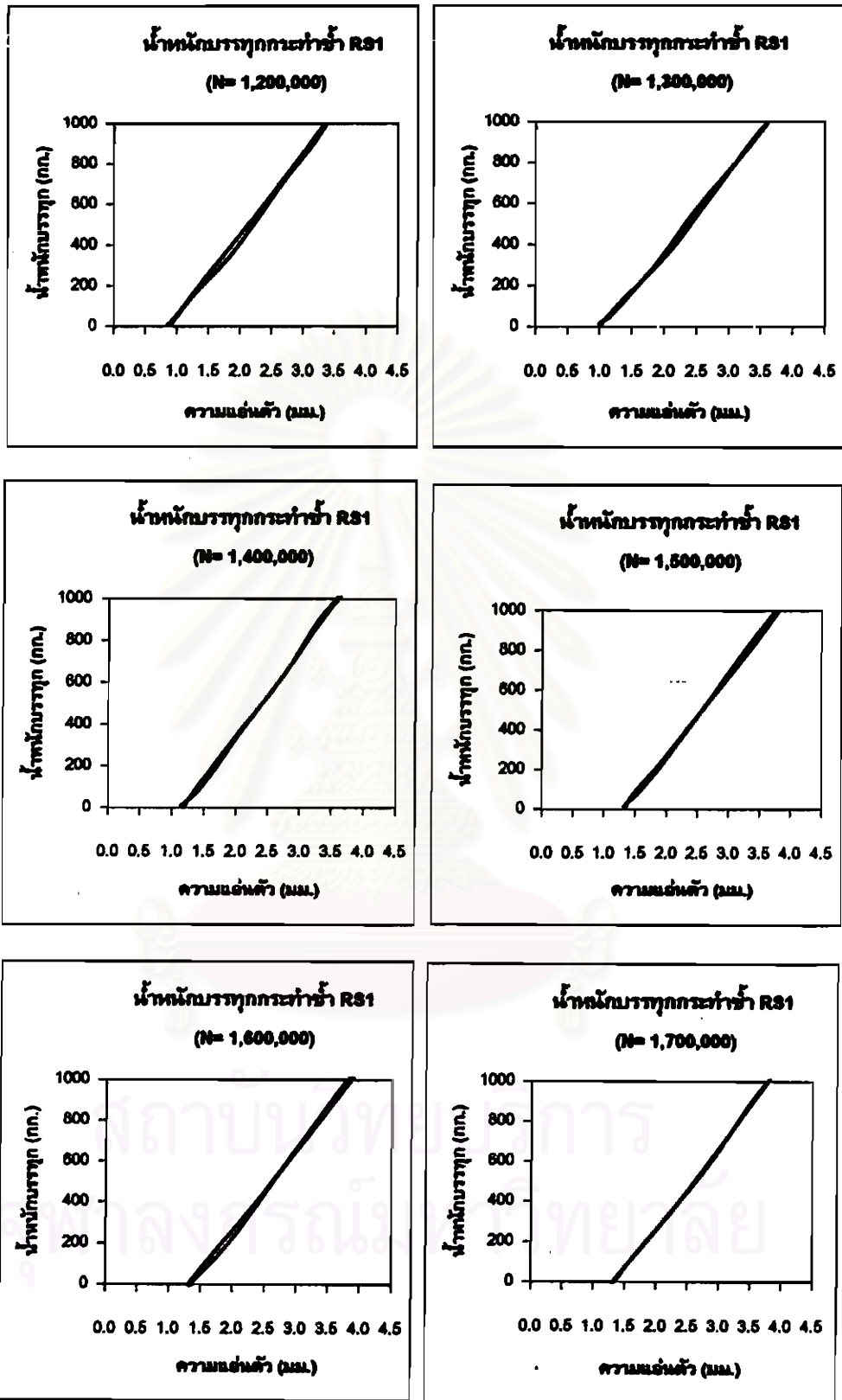
รูปที่ 3.32 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรจุทุกกระทำได้และความแฉตัวของคอนกรีตรูปตัวซี



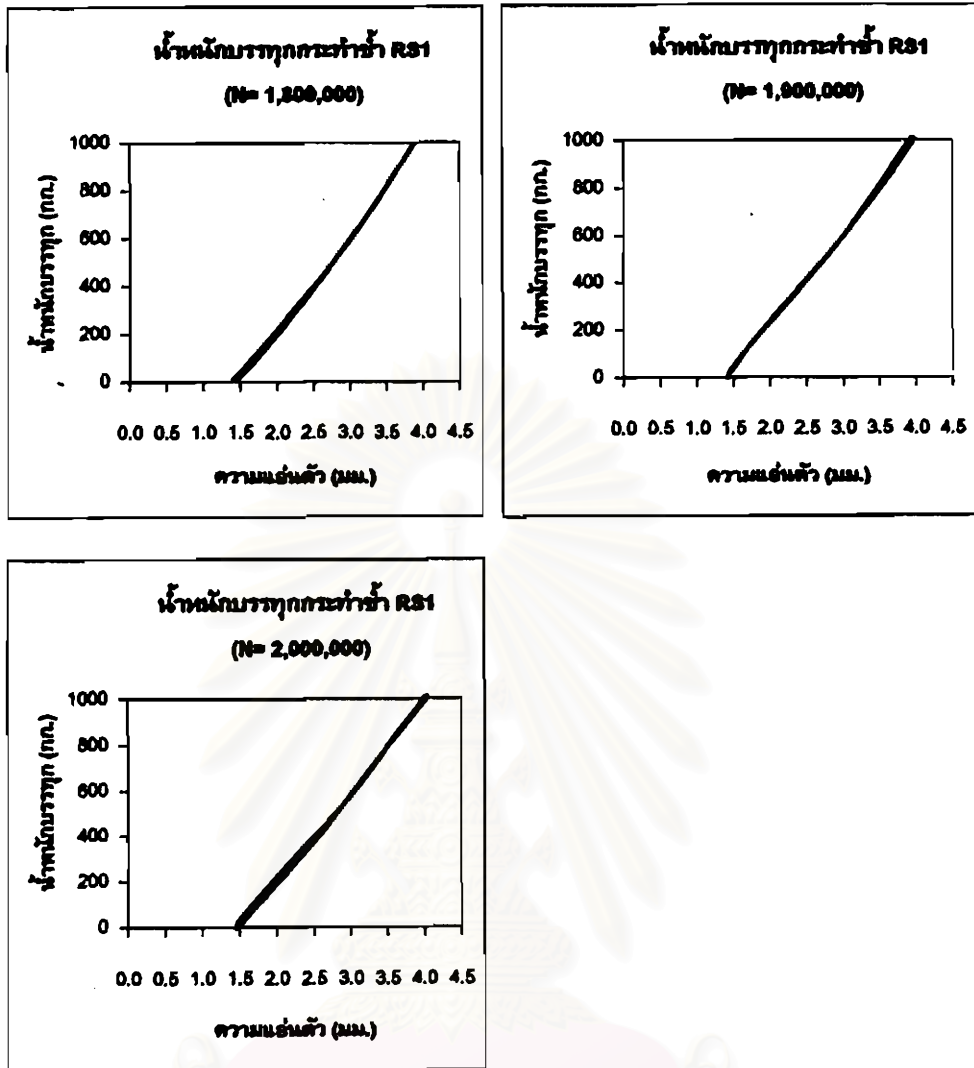
รูปที่ 3.32 (ต่อ) กราฟความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำและความแอ่นตัวของคอนกรีตรูปตัวซี



รูปที่ 3.32 (ต่อ) กราฟความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักรวมทุกกระทำได้และค่าความแน่นตัวของคอนกรีตรูปตัวซี

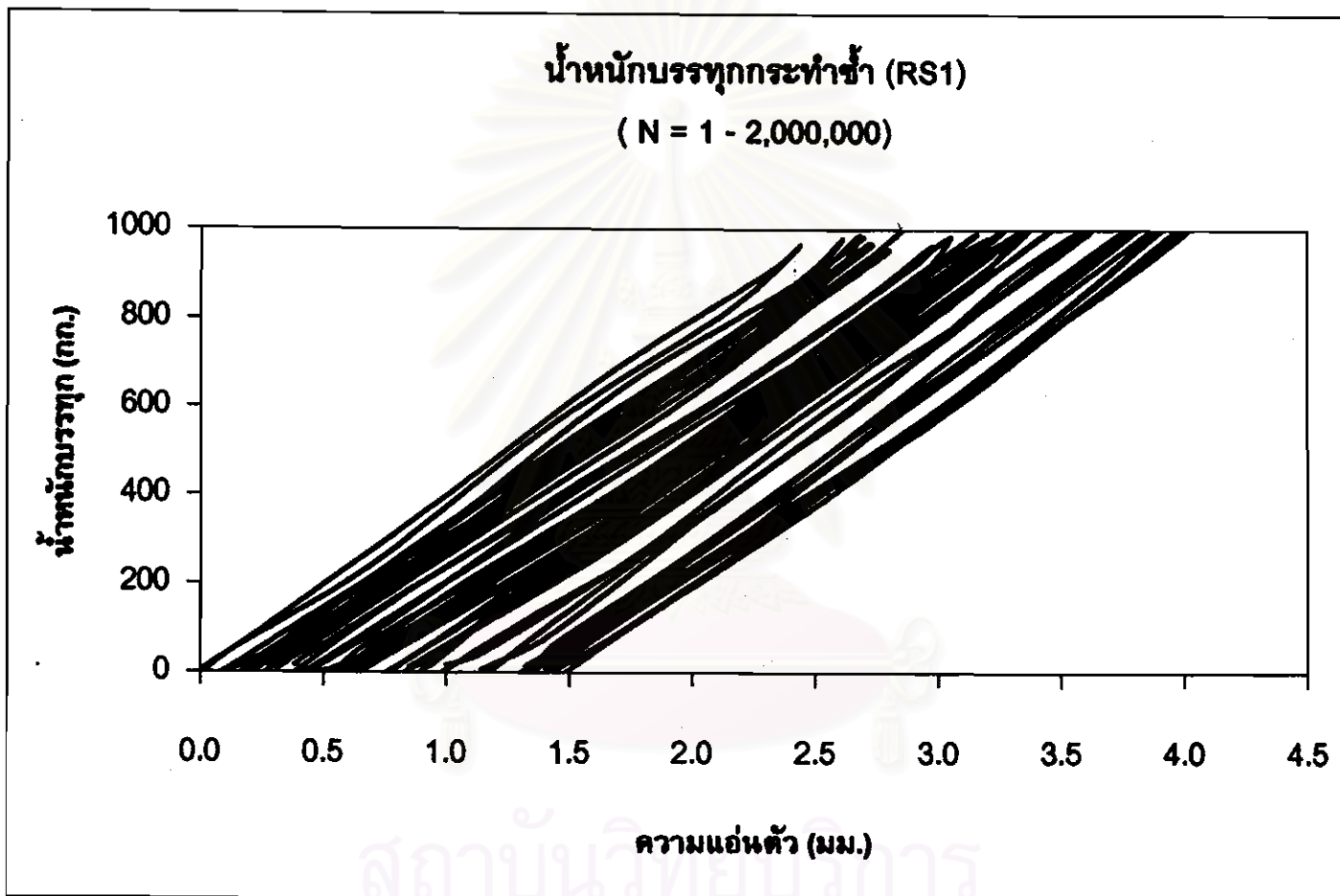


รูปที่ 3.32 (ต่อ) กราฟความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักรวมทุกกระพ๋าก้าและความแฉ่นตัวของคอนเทธิกรุปตัวชี



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 3.32 (ต่อ) กราฟความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักรวบรวมทุกกระทำได้ทำซ้ำและความชื้นตัวของคอนกรีตรูปตัวซี



รูปที่ 3.32 (ต่อ) กราฟความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำและความแอ่นตัวของคอนกรีตเสริมเหล็ก

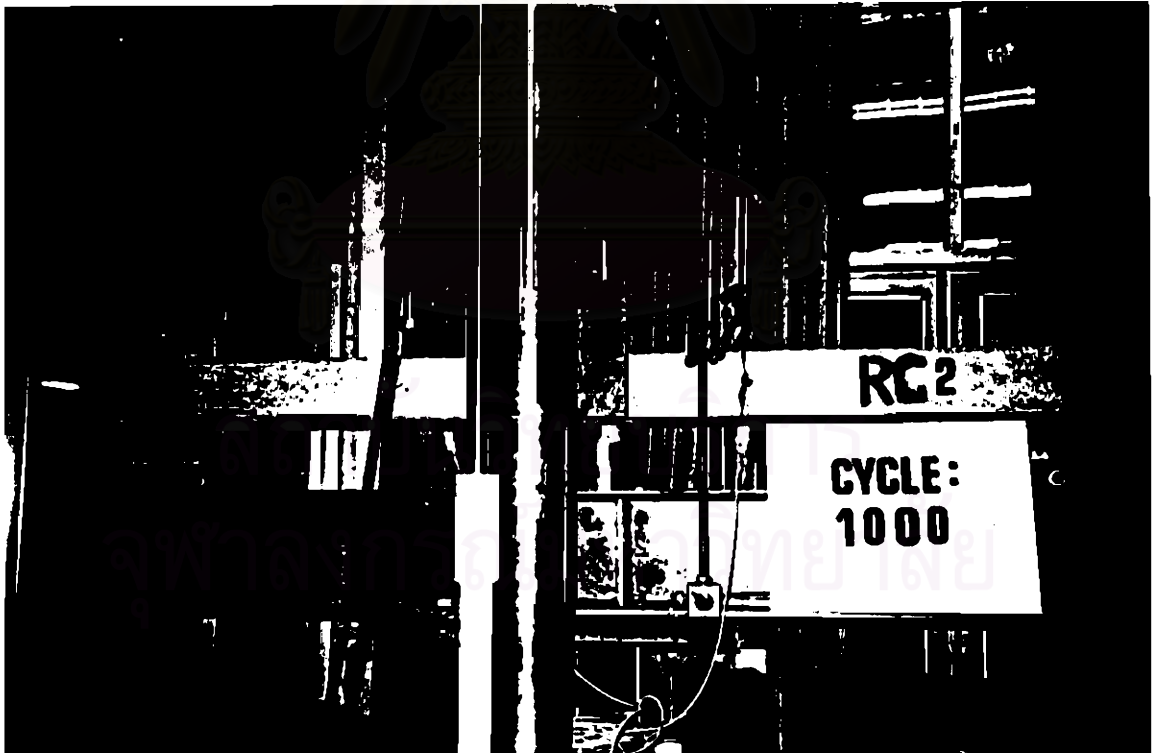


รูปที่ 3.33 ลักษณะการปิดตัวเสียรูปของคอนกรีตรูปตัวซีภายใต้น้ำหนักบรรทุกสถิตย์
หลังจากเสร็จสิ้นการทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำ

สภานิติบัญญัติ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ก. การทดสอบน้ำหนักบรรทุกทุกกระทำซ้ำของคอนกรีตอัดแรงสปันในรอบที่ 1,000



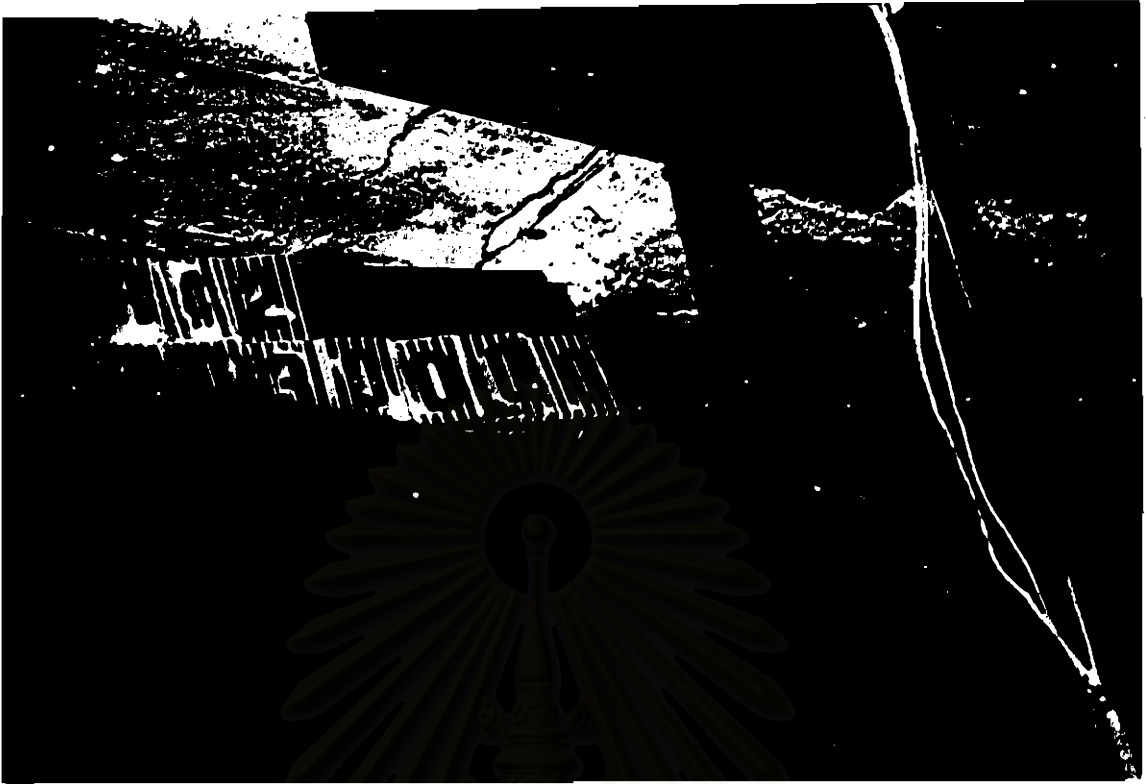
ข. การทดสอบน้ำหนักบรรทุกทุกกระทำซ้ำของคอนกรีตอัดแรงสปันในรอบที่ 10,000



ค. การทดสอบน้ำหนักบรรจุทุกกระทำซ้ำของคอนกรีตอัดแรงสปันในรอบที่ 100,000



ง. การทดสอบน้ำหนักบรรจุทุกกระทำซ้ำของคอนกรีตอัดแรงสปันในรอบที่ 1,000,000



จ. การทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำของคอนกรีตอัดแรงสปันในรอบที่ 1,030,000



ฉ. หลังเสร็จสิ้นการทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำของคอนกรีตอัดแรงสปันที่จำนวน 1,056,700 รอบ

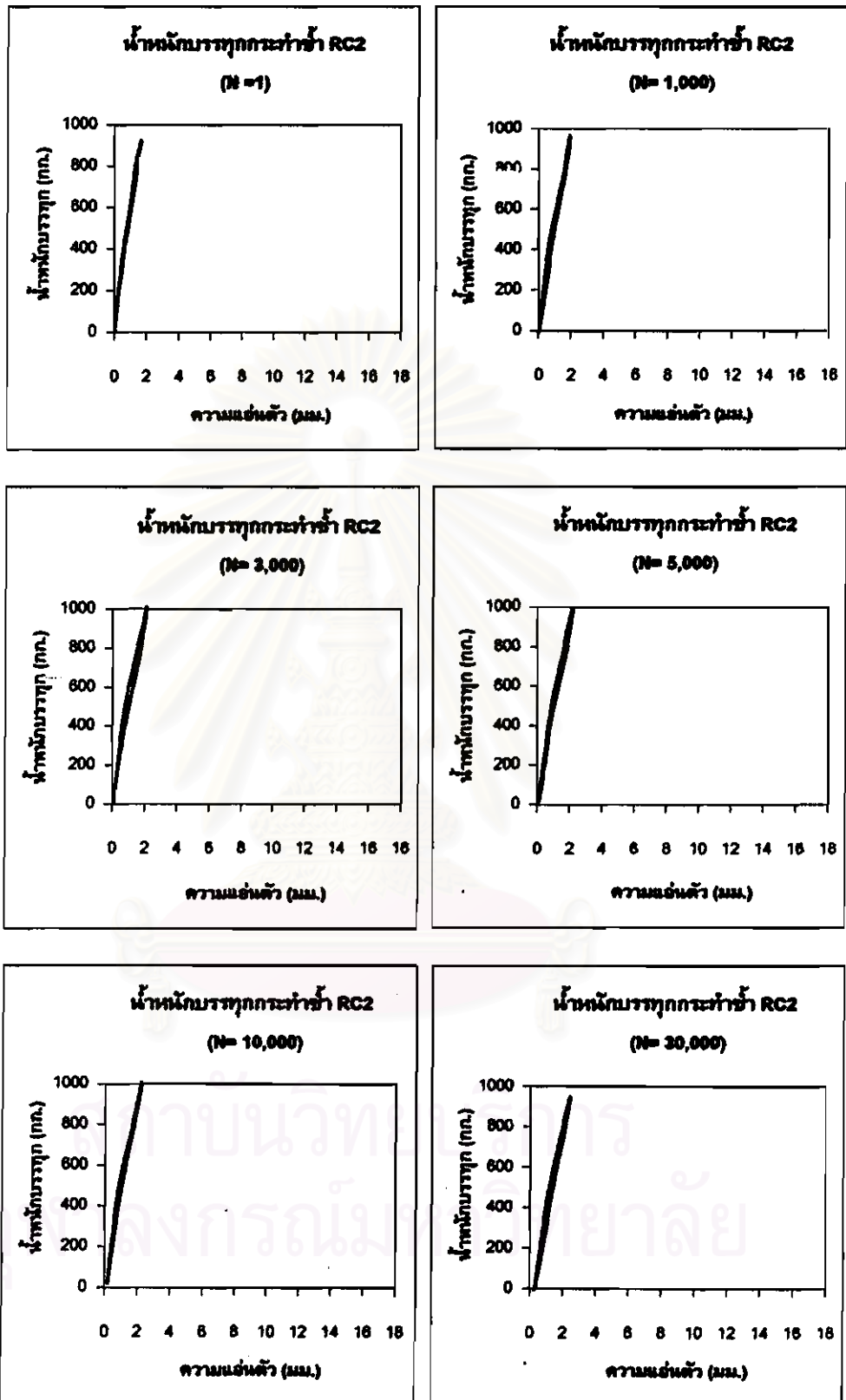
รูปที่ 3.34 การทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำของคอนกรีตอัดแรงสปันในแต่ละรอบ



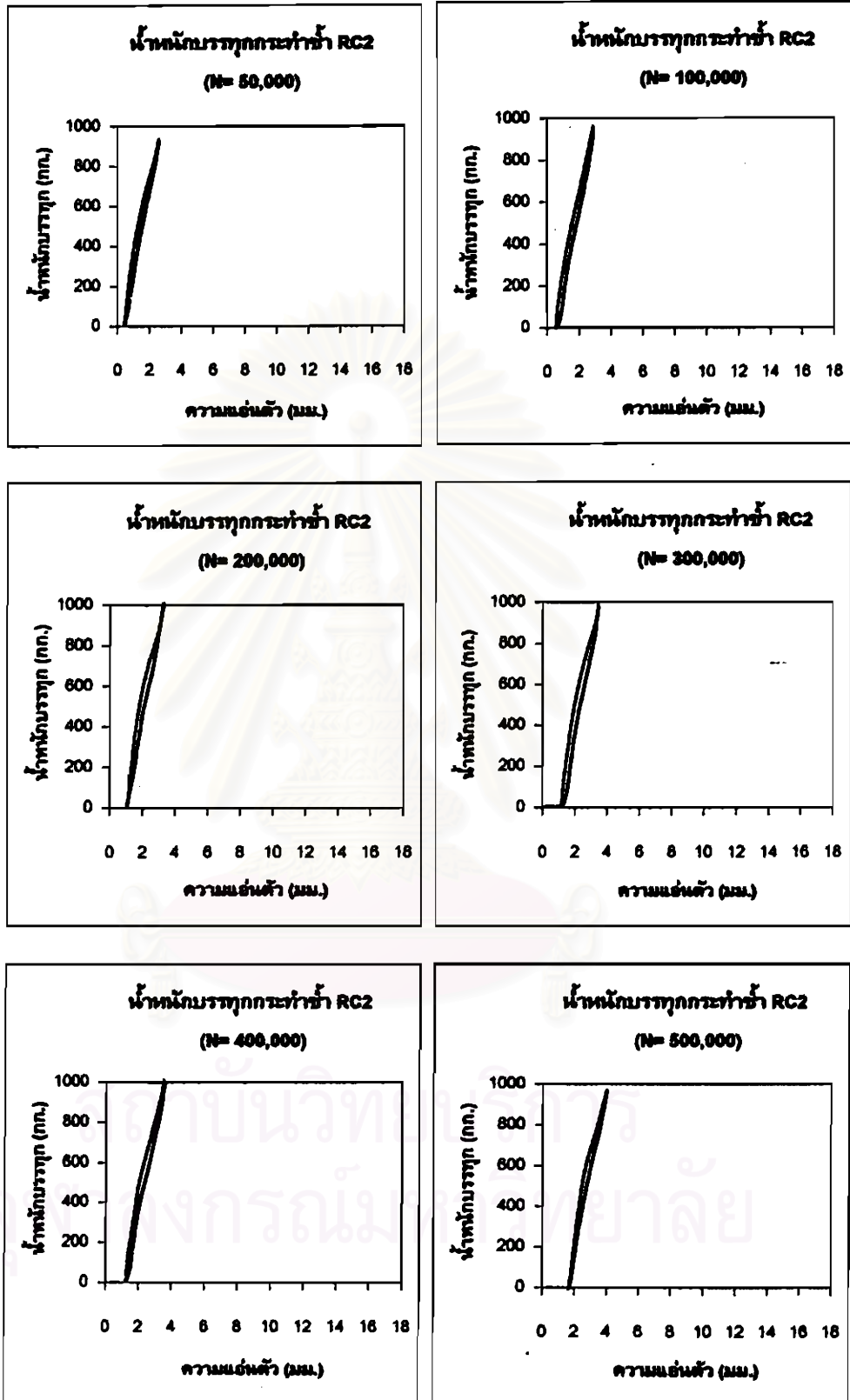
รูปที่ 3.35 รอยร้าวที่ผิวด้านล่างกึ่งกลางคอนกรีตอัดแรงสปันขณะทำการทดสอบน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำ



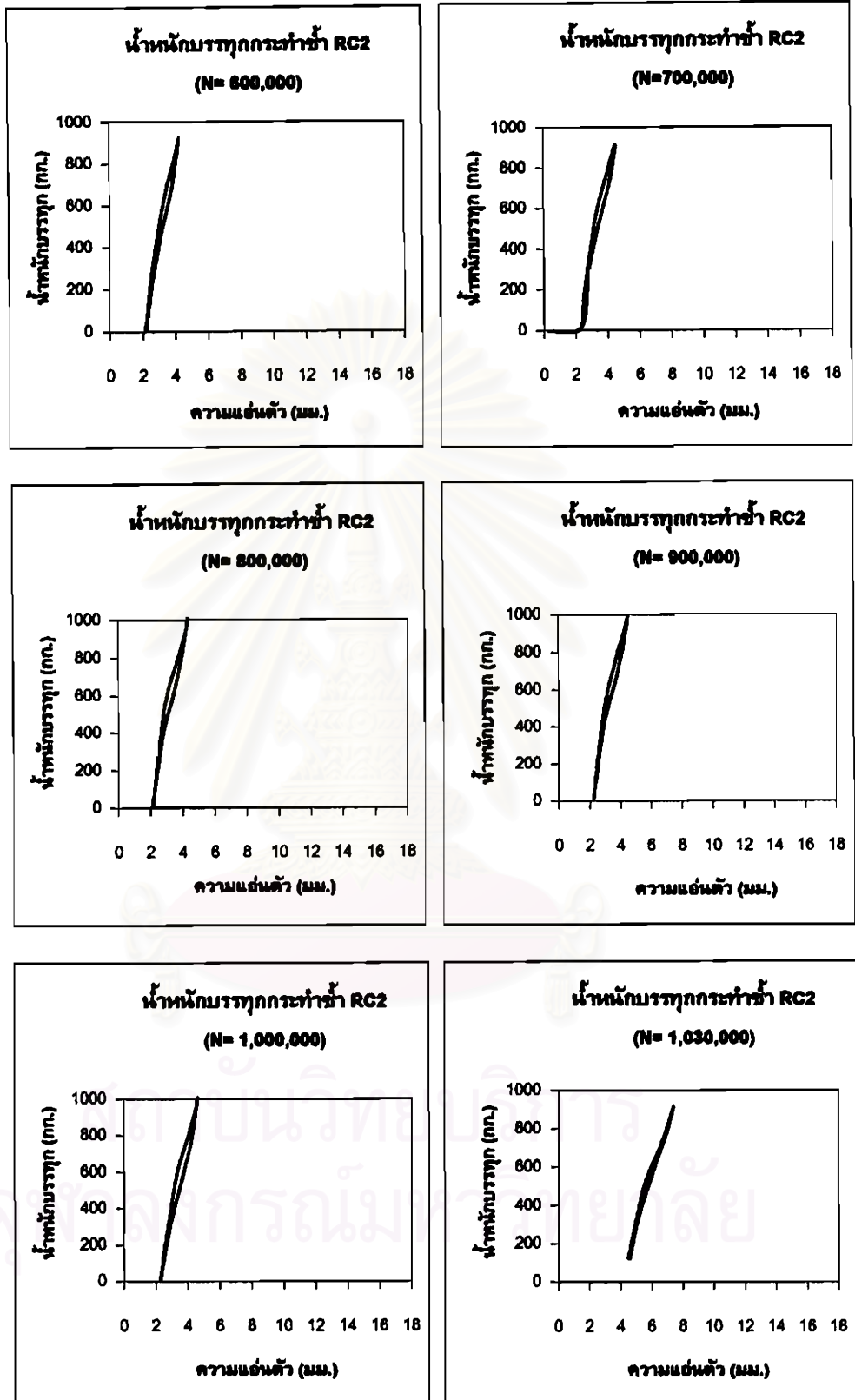
รูปที่ 3.36 การขาดของโบลท์ที่กึ่งกลางคอนกรีตอัดแรงสปันที่จำนวนรอบ 1,056,700 รอบ



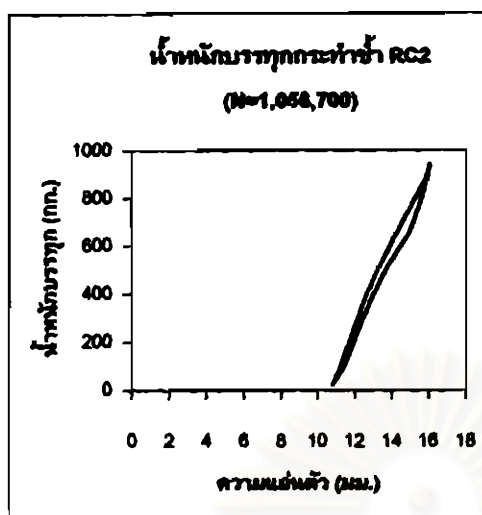
รูปที่ 3.37 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างน้ำที่กับริดดูดกระทำซ้ำและความชื้นตัวของคอนกรีตอัดแรงสปัน



รูปที่ 3.37 (ต่อ) กราฟความสัมพันธ์ระหว่างน้ำที่ดูดซับทุกกระทำได้และความชื้นตัวของคอนกรีตอัดแรงสแติน

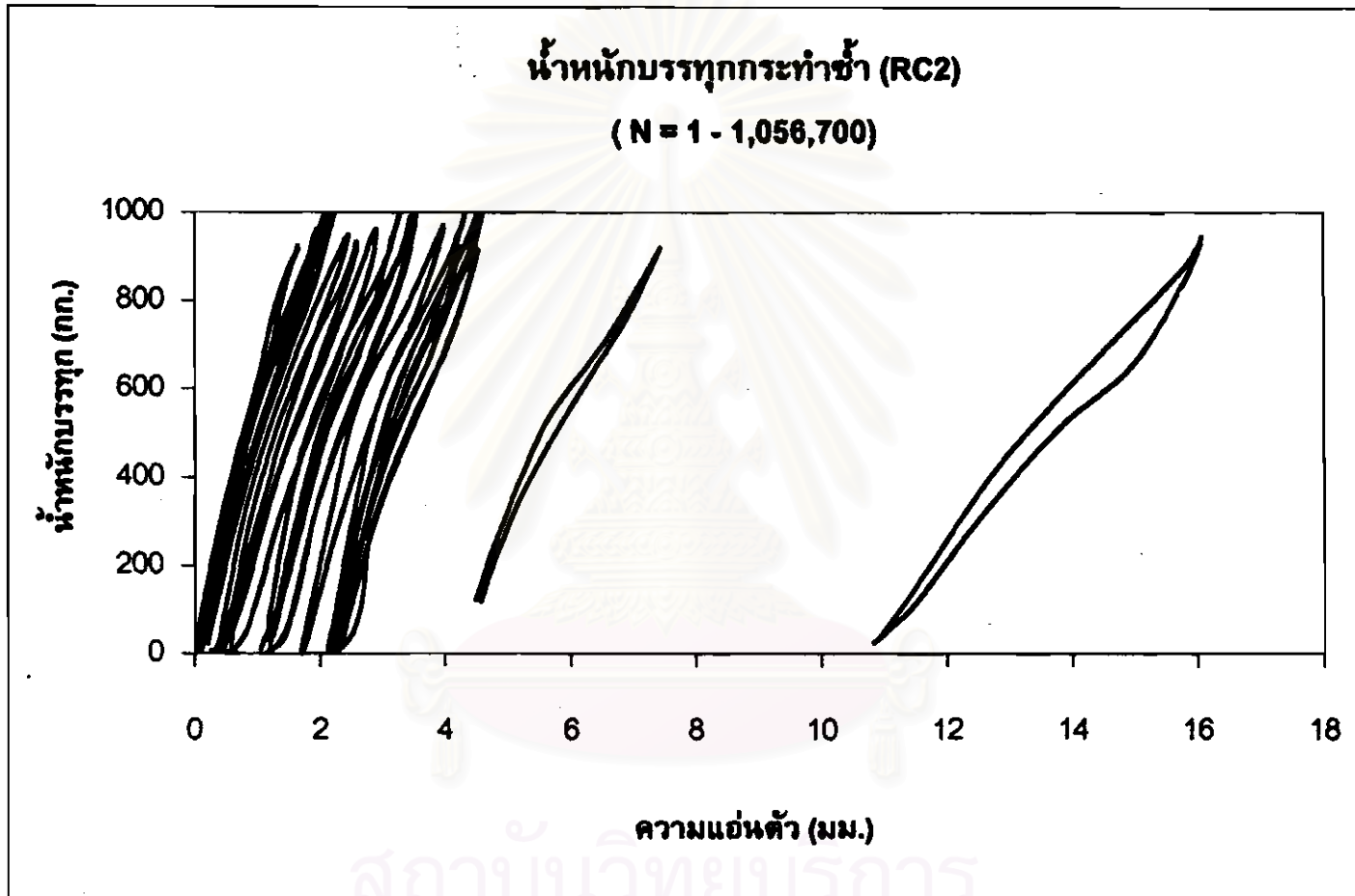


รูปที่ 3.37 (ต่อ) กราฟความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรจุกระทำซ้ำและความชื้นตัวของคอนกรีตอัดแรงสปัน



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 3.37 (ต่อ) กราฟความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำและความแอ่นตัวของคอนกรีตอัดแรงสปัน

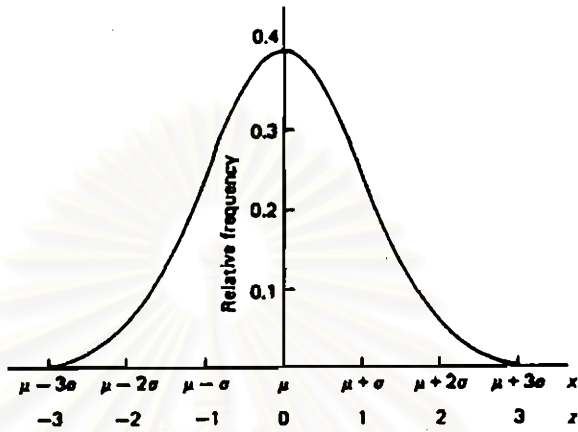


รูปที่ 3.37 (ต่อ) กราฟความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกกระทำซ้ำและความแอ่นตัวของคอนกรีตอัดแรงสปัน

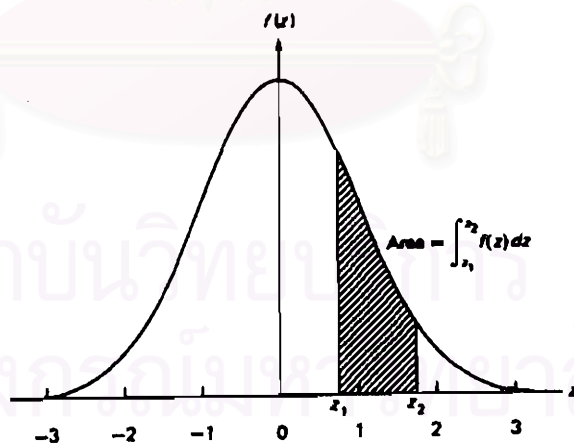


รูปที่ 3.38 ลักษณะการอั้ระเบิดของคอนกรีตอัดแรงสปันภายใต้ไฟหนักบรทุกสถิติย์
หลังจากเสร็จสิ้นการทดสอบน้ำหนักบรทุกกระทำซ้ำ

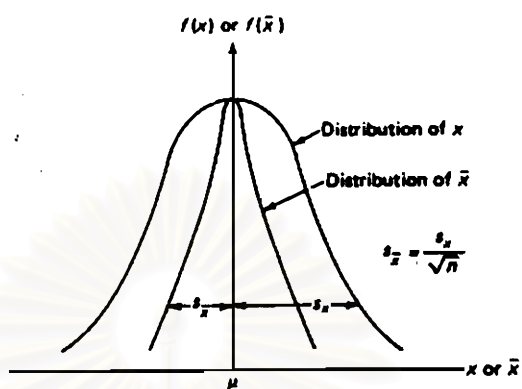
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



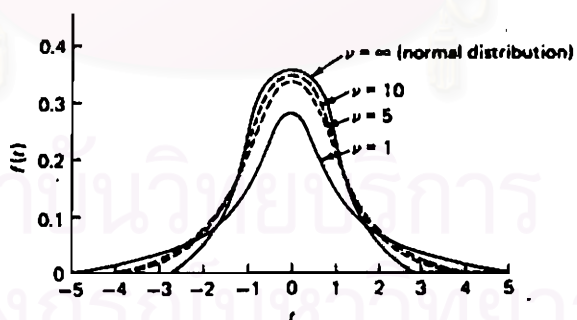
รูปที่ 4.1 กราฟการกระจายฟังก์ชันเส้นโค้งปกติ (10)



รูปที่ 4.2 พื้นที่หรือโอกาสความน่าจะเป็นที่ค่า z ใด ๆ ซึ่งอยู่ระหว่าง z_1 และ z_2 (10)



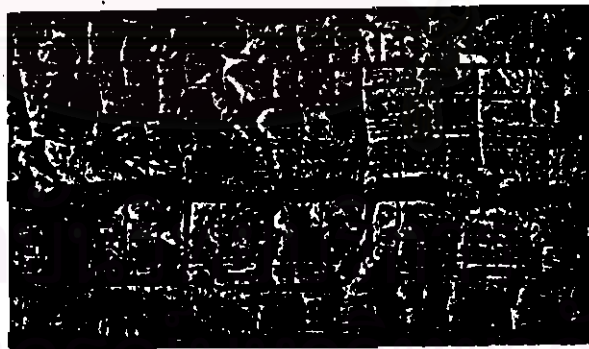
รูปที่ 4.3 การกระจายฟังก์ชันความหนาแน่นปกติของการตรวจสอบค่าเฉลี่ย x และค่าเฉลี่ยของ \bar{x} จากจำนวนตัวอย่าง n ตัวอย่าง (10)



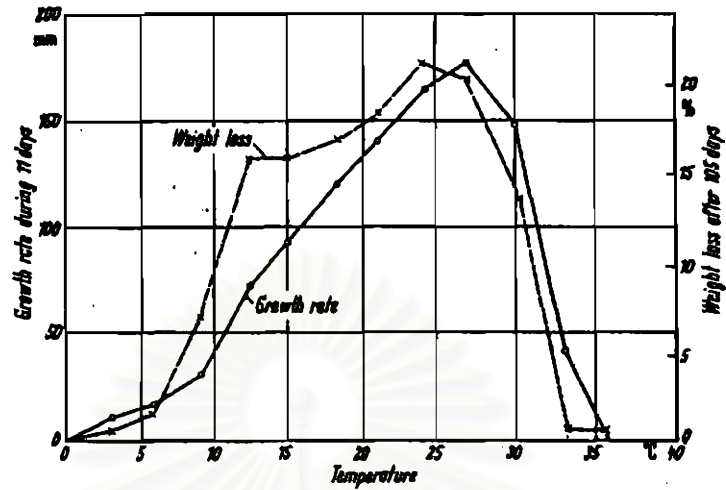
รูปที่ 4.4 ฟังก์ชันการกระจายของ Student's t สำหรับจำนวนค่าดีกรีอิสระ v ต่าง ๆ (10)



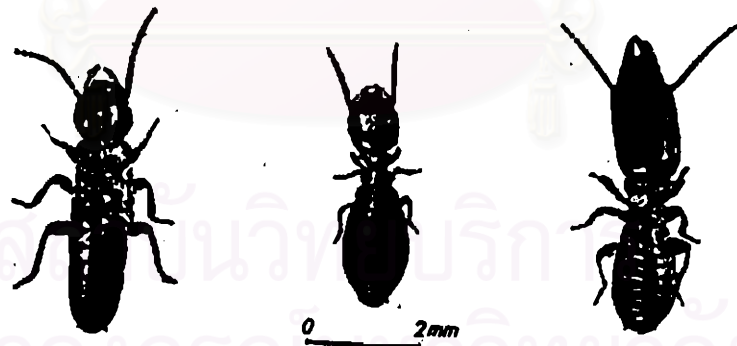
รูปที่ 4.5 ความแตกต่างระหว่างราสีน้ำตาล และ ราสีขาว ที่สร้างความเสื่อมสภาพให้กับไม้ (11)



รูปที่ 4.6 รูปแบบการหดตัวของไม้ทางด้านยาวเนื่องจากเกิดราสีน้ำตาล (11)



รูปที่ 4.7 อุณหภูมิที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของรา (11)

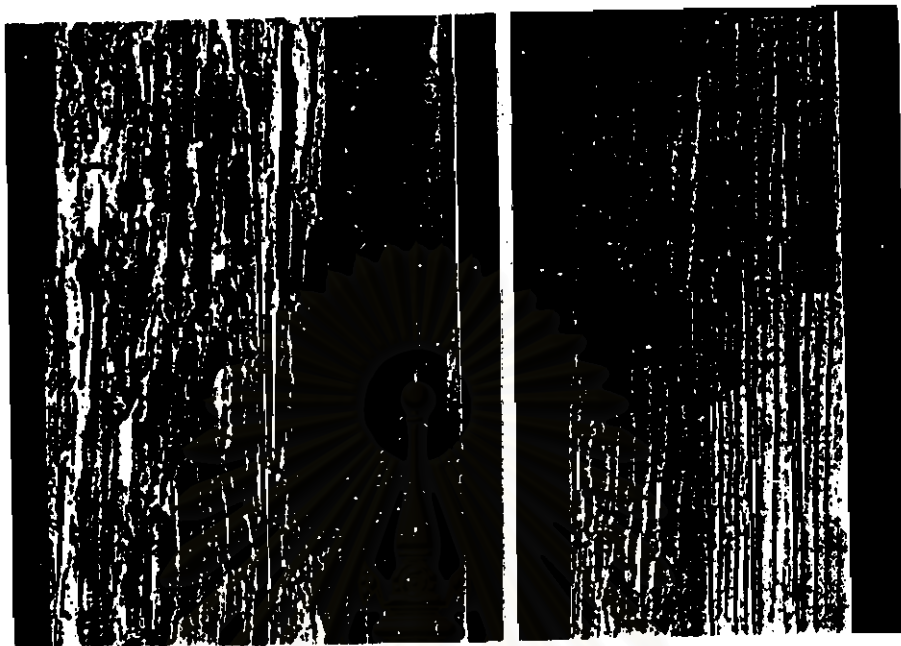


ก. พญาปลวก

ข. ปลวกงาน

ค. ปลวกทหาร

รูปที่ 4.8 ชนิดของปลวก (11)



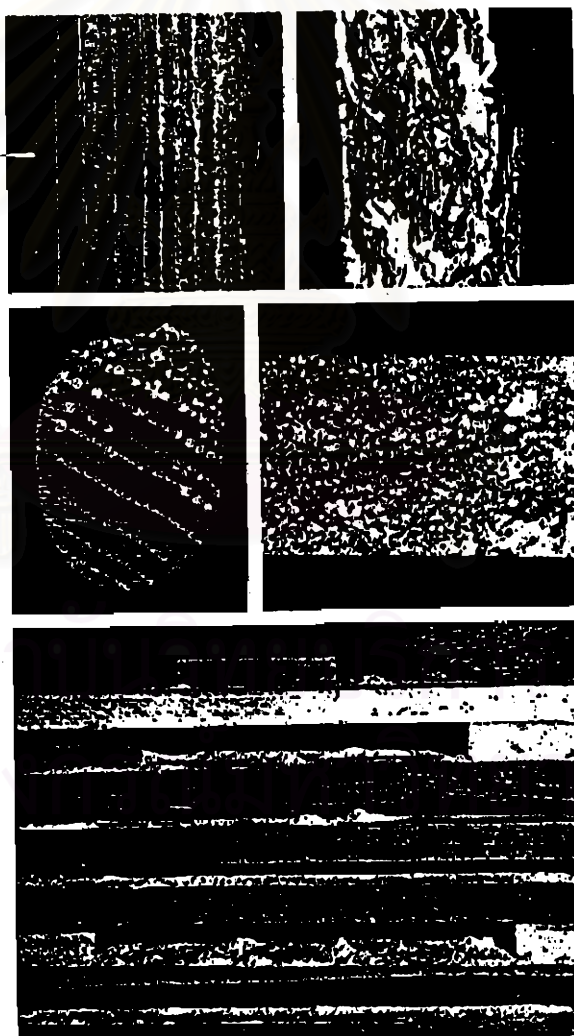
รูปที่ 4.9 ความเสียหายที่เกิดขึ้นกับไม้จากการทำลายโดยปลวก (11)



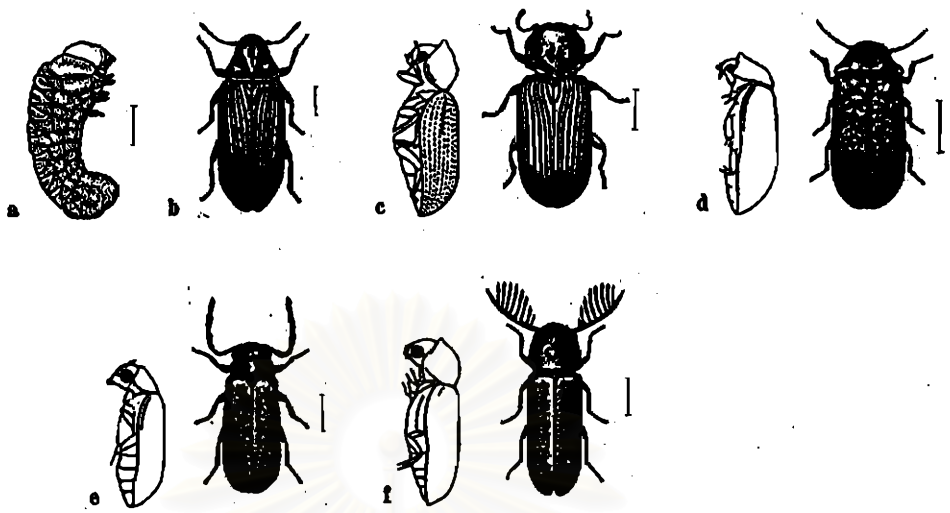
รูปที่ 4.10 แมลงปีกแข็งประเภท Lystus (11)



รูปที่ 4.11 ตัวหนอนอ่อนของ Lyctus (11)



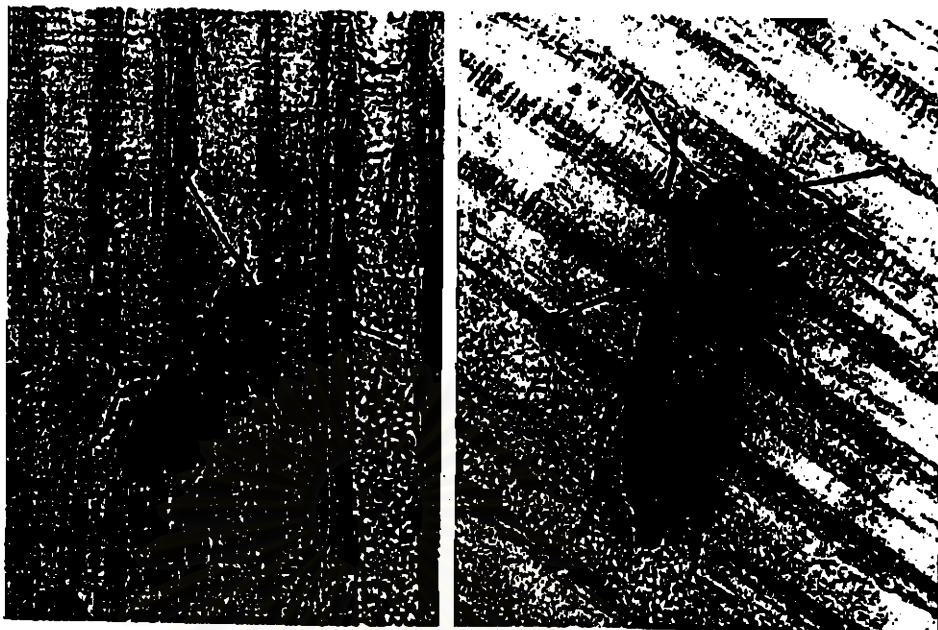
รูปที่ 4.12 ลักษณะความเสียหายที่เกิดขึ้นกับไม้จากการกระทำของแมลงปีกแข็งประเภท Lyctus (11)



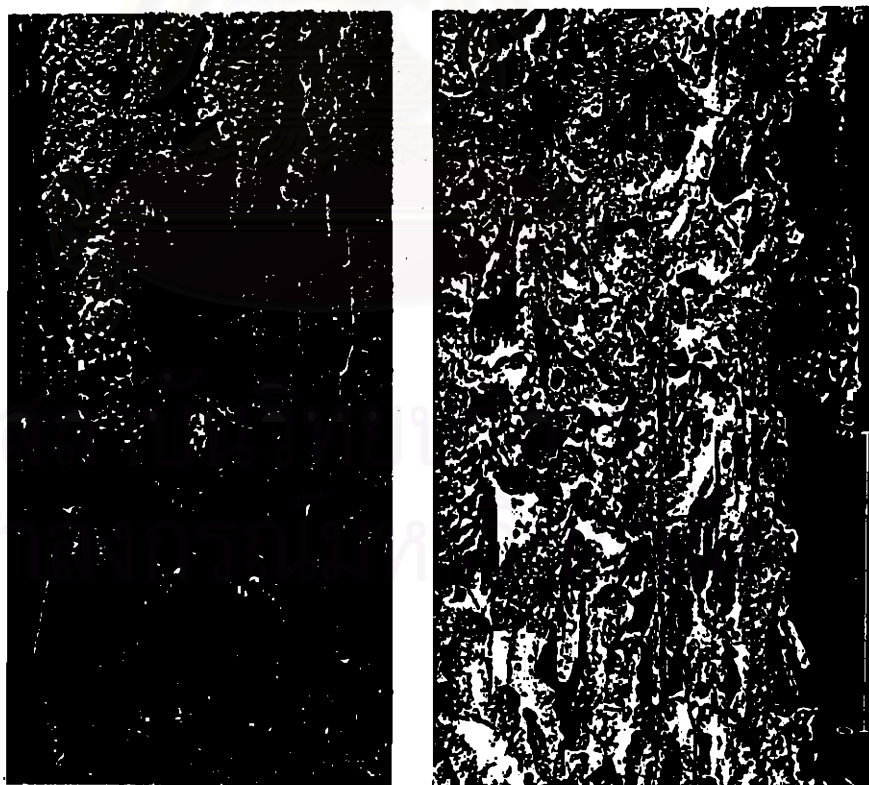
รูปที่ 4.13 ตัวหนอนอ่อนและตัวเต็มวัยของแมลงปีกแข็งประเภท Anobiidae (11)



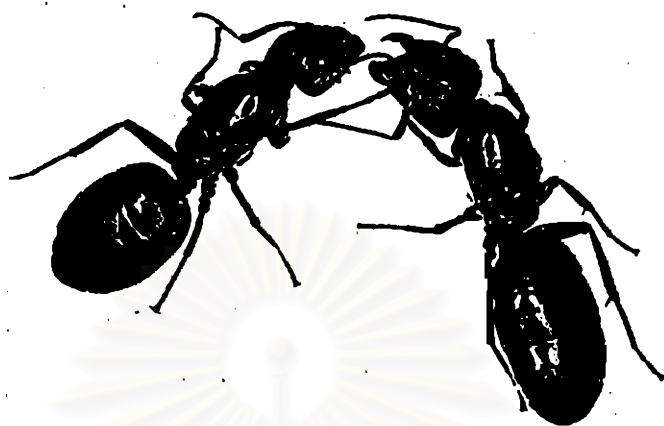
รูปที่ 4.14 ความเสียหายที่เกิดขึ้นกับไม้จากการทำลายของแมลงปีกแข็งประเภท Anobiidae (11)



รูปที่ 4.15 แมลงปีกแข็งประเภท *Cerambycidae* (11)



รูปที่ 4.16 ความเสียหายที่เกิดขึ้นกับไม้จากการทำลายของแมลงปีกแข็งประเภท *Cerambycidae* (11)



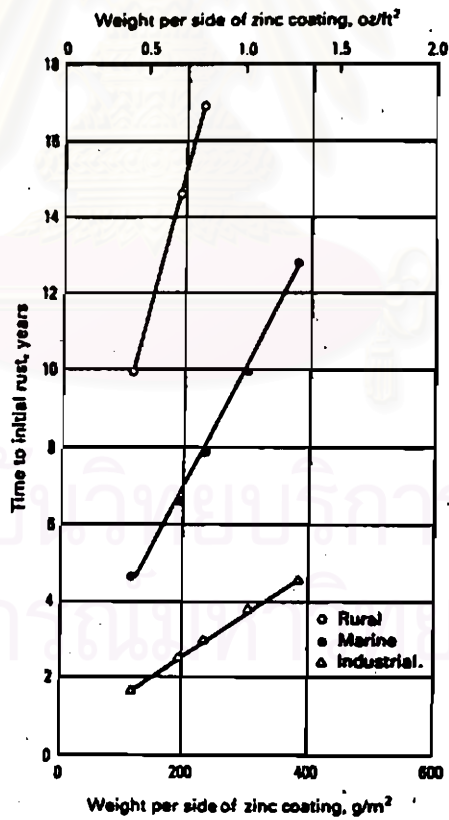
รูปที่ 4.17 มดเจาะไม้สีด้า (11)



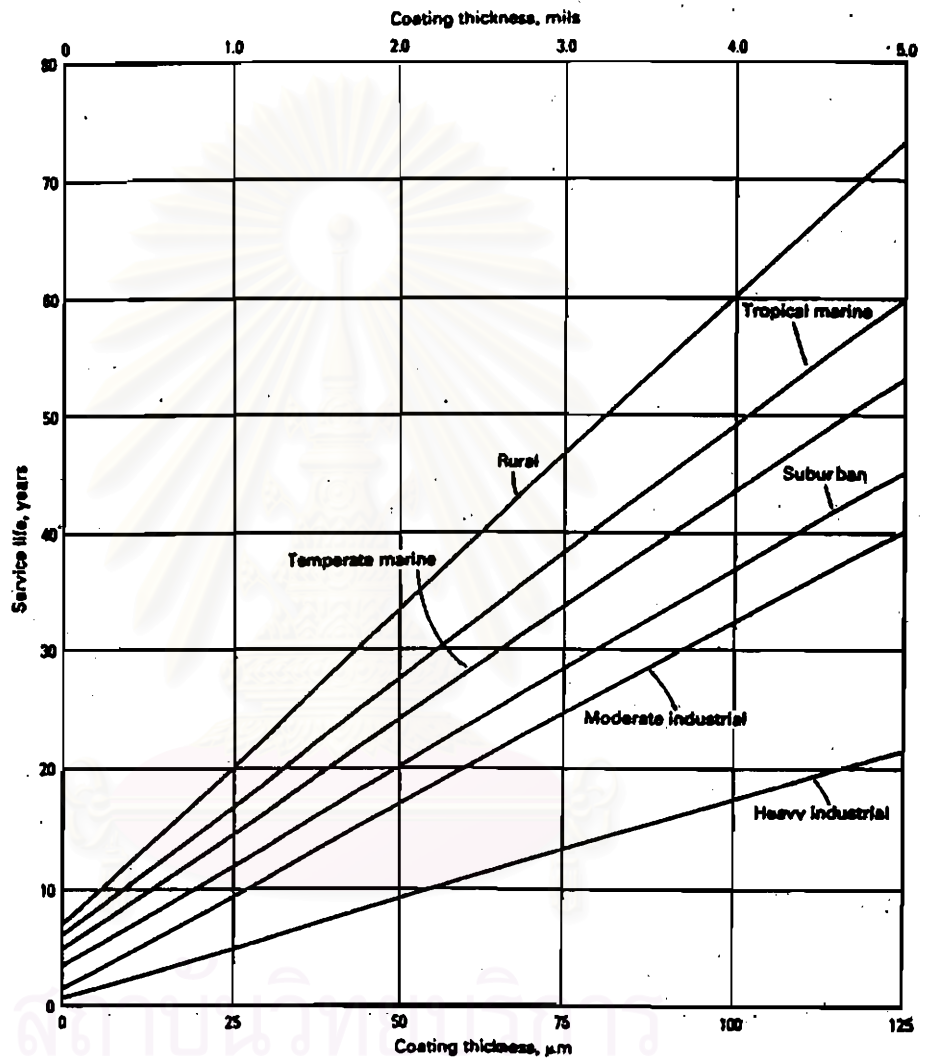
รูปที่ 4.18 ความเสียหายที่เกิดขึ้นกับไม้จากการทำลายของมดเจาะไม้สีด้า (11)



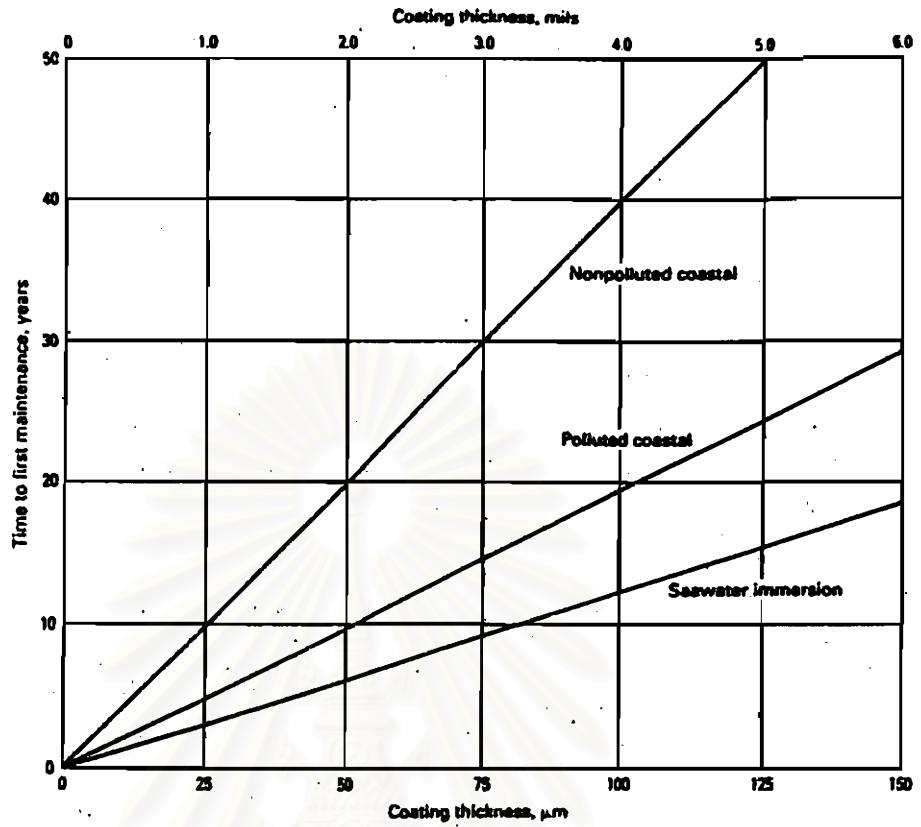
รูปที่ 4.19 โครงสร้างของผิวเคลือบชุบสังกะสีด้วยวิธีจุ่มร้อนที่มีชั้นโลหะผสมเหล็กและสังกะสีด้วยสารผสมเพิ่มของอลูมิเนียม 0.1 ถึง 0.2 เปอร์เซ็นต์ (16)



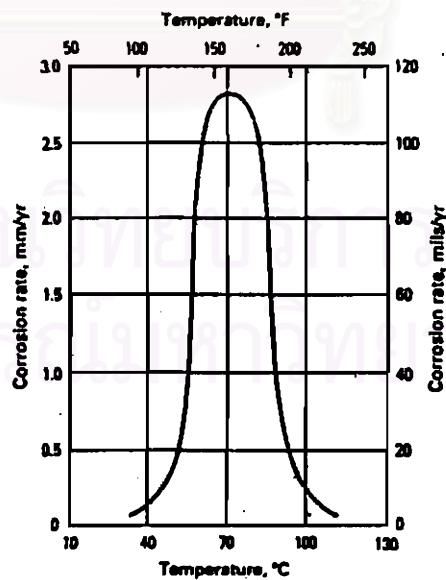
รูปที่ 4.20 การกัดกร่อนของเหล็กชุบสังกะสีในสภาวะบรรยากาศที่เป็น เมือง ทะเล โรงงาน อุตสาหกรรม (16)



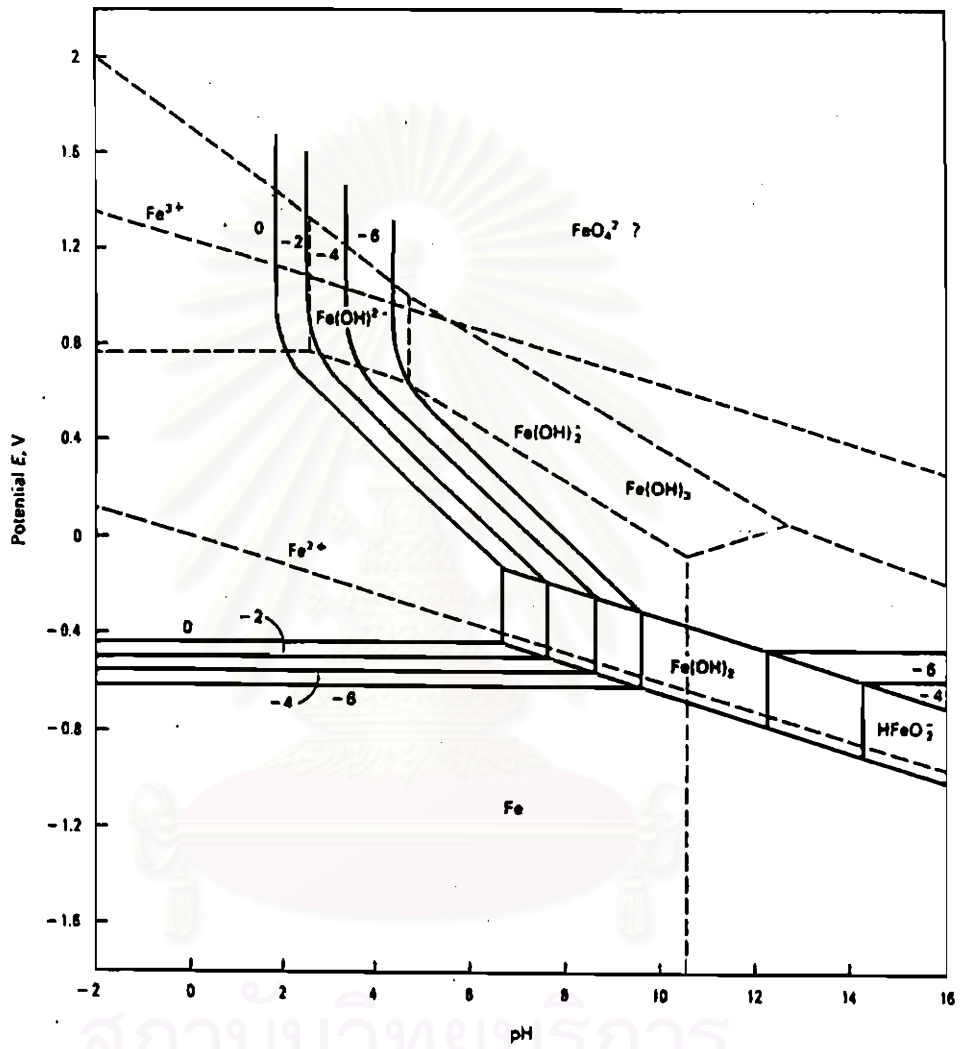
รูปที่ 4.21 ความสัมพันธ์อายุการใช้งานกับความหนาของผิวเคลือบสำหรับเหล็กชุบผิวด้วยสังกะสี
ในบรรยากาศต่าง ๆ (16)



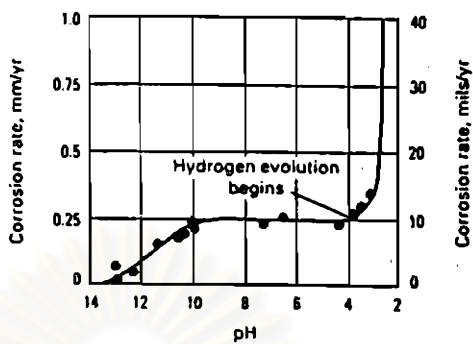
รูปที่ 4.22 ความสัมพันธ์ของเวลาเริ่มแรกการบำรุงรักษากับความหนาผิวเคลือบสำหรับเหล็กชุบสังกะสีด้วยวิธีจุ่มร้อนในน้ำทะเลและไอของน้ำทะเล (16)



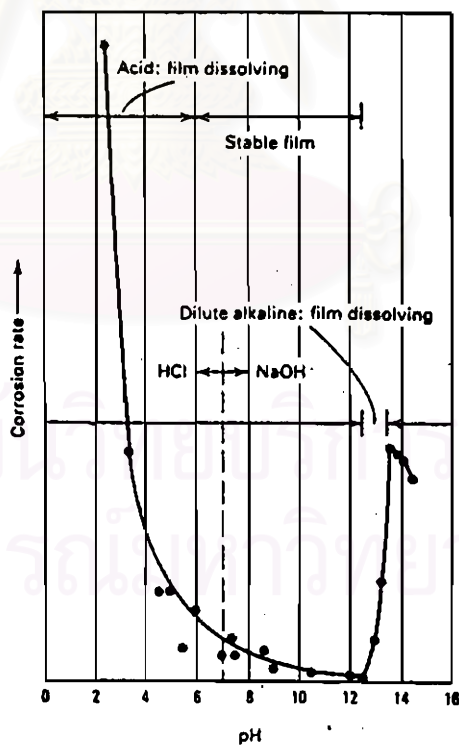
รูปที่ 4.23 อิทธิพลของน้ำที่มีผลต่ออัตราการกัดกร่อนของสังกะสีในน้ำกลั่นและน้ำในอากาศ (16)



รูปที่ 4.24 ไดอะแกรมปอูแบร์กสำหรับเหล็กที่สัมผัสกับน้ำ ที่อุณหภูมิ 25 °C (16)



รูปที่ 4.25 ผลกระทบของ pH ที่มีต่ออัตราการกัดกร่อนของเหล็กเสริมในคอนกรีตที่สภาพอากาศในบรรยากาศภายใต้อุณหภูมิห้อง (16)



รูปที่ 4.26 การกัดกร่อนของสังกะสีในสารละลายของเหลวที่ขึ้นอยู่กับค่า pH (16)



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์แรงเคเบิลที่กระทำต่อคอนกรีตแขวนเคเบิลตามข้อกำหนดการออกแบบ
มหาวิทยาลัยเวสเทิร์นออนตาริโอ ประเทศแคนาดา

ส่วนภูมิภาค

คุณสมบัติของลม

ความเร็วลมอ้างอิง (เฉลี่ย 10 นาที ที่ความสูง 10 เมตร) : $V_{ref} = 31.7$ m/s.

สภาพภูมิประเทศเป็นพื้นที่โล่ง

สเกลอินทรีกัลด์ทางขวางของการแปรปรวน

$$: L_s = 65 \text{ m.}$$

ความหนาแน่นอากาศ

$$: \rho_a = 1.225 \text{ kg/m}^3.$$

แรงดันลมอ้างอิง

$$\begin{aligned} : q_{ref} &= \frac{1}{2} \rho_a V_{ref}^2 \\ &= \frac{1}{2} \times \frac{1.225}{9.81} \times 31.7^2 \\ &= 62.7 \text{ kg/m}^2. \end{aligned}$$

คุณสมบัติของเคเบิล

เส้นผ่าศูนย์กลางรวมมากที่สุด

$$: d = 55 \text{ mm.}$$

น้ำหนักเคเบิล

$$: m = 3.313 \text{ kg/m.}$$

ระยะตกท้องช้าง

$$: Sag = 40 \text{ cm.}$$

ช่วงห่างของเสาไฟฟ้า

$$: L = 40 \text{ m.}$$

ระดับความสูงเคเบิลวัดจากระดับผิวทางเท้า

$$: h = 5.90 \text{ m.}$$

ความสูงเฉลี่ยของสายเคเบิล

$$\begin{aligned} : h_c &= h - 2/3 Sag \\ &= 5.63 \text{ m.} \end{aligned}$$

ตัวคูณแอมพลิจูดสภาพพื้นผิว

$$C_{exp}(h_c) = B \left(\frac{h_c}{10} \right)^{2\alpha} = 1 \times \left(\frac{5.63}{10} \right)^{2 \times 0.14} = 0.852$$

ตัวคูณผลรูปร่างทางอากาศพลศาสตร์

$$: C_{shp} = 2.0$$

ความเร็วลมอ้างอิงที่ระดับความสูงเฉลี่ยของสายเคเบิล

$$\bar{V}_{h_c} = V_{ref} \sqrt{C_{exp}(h_c)} = 31.7 \times \sqrt{0.852} = 29.25 \text{ m/s.}$$

ความถี่ธรรมชาติของสายเคเบิล

$$f_c = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{3g}{2Sag}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{3 \times 9.81}{2 \times 0.4}} = 0.97 \text{ Hz.}$$

อัตราส่วนความหน่วงของสายเคเบิล

$$\zeta_c = \left(\frac{\rho_a d^2}{m} \right) \left(\frac{\bar{V}_{h_c}}{f_c d} \right) \frac{C_{shp}}{4\pi} = \left(\frac{1.225 \times 0.055^2}{3.313} \right) \left(\frac{29.25}{0.96 \times 0.055} \right) \frac{2.0}{4\pi} \\ = 0.0981$$

ส่วนของผลพื้นหลังของสายเคเบิลซึ่งกระทำกึ่งสถิติ

$$B_c = \frac{1}{1 + 0.8 \frac{L}{L_s}} = \frac{1}{1 + 0.8 \left(\frac{40}{65} \right)} = 0.67$$

ส่วนของผลกำหนดของสายเคเบิล

$$R_c = 0.0113 \left(\frac{f_c h_c}{\bar{V}_{h_c}} \right)^{-\frac{5}{3}} \frac{h_c}{L} \frac{1}{\zeta_c} = 0.0113 \left(\frac{0.96 \times 5.63}{29.25} \right)^{-\frac{5}{3}} \frac{5.63}{40} \frac{1}{0.0981} \\ = 0.268$$

ตัวคูณผลพลศาสตร์

$$C_{dyn} = 1 + \frac{1}{\sqrt{C_{exp}(h_c)}} \sqrt{B_c + R_c} = 1 + \frac{1}{\sqrt{0.85}} \sqrt{0.67 + 0.268} = 2.05$$

การวิเคราะห์ผลของแรงเคเบิล

แรงลมที่กระทำสายเคเบิลในทิศตั้งฉาก

$$W = q_{ref} \cdot C_{exp} \cdot C_{shp} \cdot C_{dyn} = 62.7 \times 0.85 \times 2.0 \times 2.05 = 218.84 \text{ kg/m}^2$$

$$F = WA = 218.84 \times 0.055 \times 40 = 481 \text{ kg.}$$

แรงลมที่กระทำกับสายเคเบิลในทิศทาง $\psi = 15^\circ, 30^\circ, 45^\circ, 60^\circ$ และ 75°

$$W = q_{ref} \cdot C_{exp} \cdot C_{shp} \cdot C_{dyn} \cos^2 \psi$$

$$F = WA \cos^2 \psi = 449, 361, 241, 121 \text{ และ } 32 \text{ kg.}$$

แรงลมที่กระทำกับสายเคเบิลในทิศขนานกับสายเคเบิล

$$LL = 0 \text{ kg.}$$

น้ำหนักบรรทุกในแนวตั้งของสายเคเบิล

$$DL = mL = 3.313 \times 40 = 133 \text{ kg.}$$

ภาคนครหลวง

คุณสมบัติของเคเบิล

เส้นผ่าศูนย์กลางรวมมากที่สุด	: d = 48.2	mm.
น้ำหนักเคเบิล	: m = 3.007	kg/m.
ระยะตกท้องช้าง	: Sag = 20	cm.
ช่วงห่างของเสาไฟฟ้า	: L = 40	m.
ระดับความสูงเคเบิลวัดจากระดับผิวทางเท้า	: h = 5.70	m.
ความสูงเฉลี่ยของสายเคเบิล	: $h_c = h - 2/3 \text{ Sag}$	
	= 5.57	m.

ตัวคูณผลสมภาพพื้นผิว

$$C_{\text{exp}}(h_c) = B \left(\frac{h_c}{10} \right)^{2\alpha} = 1 \times \left(\frac{5.57}{10} \right)^{2 \times 0.14} = 0.849$$

ตัวคูณผลรูปร่างทางอากาศพลศาสตร์

$$: C_{\text{shp}} = 2.0$$

ความเร็วลมอ้างอิงที่ระดับความสูงเฉลี่ยของสายเคเบิล

$$\bar{V}_{h_c} = V_{\text{ref}} \sqrt{C_{\text{exp}}(h_c)} = 31.7 \times \sqrt{0.849} = 29.21 \text{ m/s.}$$

ความถี่ธรรมชาติของสายเคเบิล

$$f_c = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{3g}{2Sag}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{3 \times 9.81}{2 \times 0.20}} = 1.37 \text{ Hz.}$$

อัตราส่วนความหน่วงของสายเคเบิล

$$\zeta_c = \left(\frac{\rho_a d^2}{m} \right) \left(\frac{\bar{V}_{h_c}}{f_c d} \right) \frac{C_{\text{shp}}}{4\pi} = \left(\frac{1.225 \times 0.0482^2}{3.007} \right) \left(\frac{29.21}{1.37 \times 0.0482} \right) \frac{2.0}{4\pi} \\ = 0.067$$

ส่วนของผลพื้นหลังของสายเคเบิลซึ่งกระทำกึ่งสถิติ

$$B_o = \frac{1}{1 + 0.8 \frac{L}{L_s}} = \frac{1}{1 + 0.8 \left(\frac{40}{65} \right)} = 0.67$$

ส่วนของผลค่าทอนของสายเคเบิล

$$R_c = 0.0113 \left(\frac{f_c h_c}{\bar{V}_{h_c}} \right)^{-\frac{5}{3}} \frac{h_c}{L} \frac{1}{\zeta_c} = 0.0113 \left(\frac{1.37 \times 5.57}{29.21} \right)^{-\frac{5}{3}} \frac{5.57}{40} \frac{1}{0.067} \\ = 0.22$$

ตัวคูณผลพลศาสตร์

$$C_{dyn} = 1 + \frac{1}{\sqrt{C_{exp}(h_c)}} \sqrt{B_c + R_c} = 1 + \frac{1}{\sqrt{0.85}} \sqrt{0.67 + 0.22} = 2.02$$

การวิเคราะห์ผลของแรงเคเบิล

แรงลมที่กระทำสายเคเบิลในทิศตั้งฉาก

$$\begin{aligned} W &= q_{ref} \cdot C_{exp} \cdot C_{shp} \cdot C_{dyn} = 62.7 \times 0.85 \times 2.0 \times 2.02 = 215.55 \text{ kg/m}^2 \\ F &= WA = 215.55 \times 0.0482 \times 40 = 416 \text{ kg} \end{aligned}$$

แรงลมที่กระทำกับสายเคเบิลในทิศทาง $\psi = 15^\circ, 30^\circ, 45^\circ, 60^\circ$ และ 75°

$$\begin{aligned} W &= q_{ref} \cdot C_{exp} \cdot C_{shp} \cdot C_{dyn} \cos^2 \psi \\ F &= WA \cos^2 \psi = 388, 312, 208, 104 \text{ และ } 28 \text{ kg} \end{aligned}$$

แรงลมที่กระทำกับสายเคเบิลในทิศขนานกับสายเคเบิล

$$LL = 0 \text{ kg}.$$

น้ำหนักบรรทุกในแนวตั้งของสายเคเบิล

$$DL = mL = 3.007 \times 40 = 120.28 \text{ kg}.$$

สำหรับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางรวมมากที่สุดของสายเคเบิลอื่น ๆ ที่มีวงเสไฟฟ้าที่แตกต่างกันของเสไฟฟ้าแรงต่ำและเสไฟฟ้าแรงสูงที่ติดตั้งในพื้นที่ส่วนภูมิภาคและพื้นที่ภาคนครหลวง สามารถทำการวิเคราะห์แรงเคเบิลที่กระทำต่อคอนแวนเคเบิลตั้งที่ก่่าวไว้ข้างต้น ซึ่งสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 2.9

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์หาน้ำหนักบรรทุกเพิ่มขึ้นของแรงลมที่กระทำต่อสายเคเบิลโทรศัพท์

ในการวิเคราะห์น้ำหนักบรรทุกของแรงลมที่กระทำต่อสายเคเบิลโทรศัพท์จะพิจารณาจากความกว้างเส้นผ่าศูนย์กลางรวมของสายเคเบิลสูงสุดเป็นหลักเนื่องจากมีพื้นที่สัมผัสการรับแรงลมสูง ในการวิเคราะห์แรงลมที่กระทำต่อสายเคเบิลจะมีตัวแปรที่นำมาคำนวณหาค่าต่าง ๆ ดังนี้

- ความหนาแน่นของอากาศ : ρ_a = 1.225 kg/m³.
- ความเร็วลมประสิทธิผล : U_r = 29.5 m/s.
- ความกว้างของสายเคเบิลและสายสะพาน : $B = 100+8 = 108$ mm. = 0.108 m.
- ระยะช่วงห่างของเสาไฟฟ้า : L = 25 m.

จากสมการ (2.14) ในการวิเคราะห์แรงลมกระทำต่อวัตถุจะได้ว่า

$$F_y = \frac{1}{2} \rho_a U^2 B C_{F_y}(\alpha)$$

โดยที่ $U = U_r \cos\alpha$ และ $C_{F_y}(\alpha) = -[C_L(\alpha) + C_D(\alpha) \tan\alpha] \sec\alpha$

ค่าสัมประสิทธิ์ของแรงยกและแรงดัก (อ่านจากกราฟในรูปที่ 2.6) สามารถแสดงได้ในตารางข้างล่างนี้

α°	0°	15°	30°	45°	60°	65°	75°	90°
$C_D(\alpha)$	2.00	1.90	1.85	1.75	1.40	0.70	0.80	1.00
$C_L(\alpha)$	-0.50	-0.20	0.20	0.50	0.70	1.40	0.80	0.00
C_{F_y}	0.50	-0.32	-1.46	-3.18	-6.25	-6.88	-14.63	-2.88E+32
U (m/s)	29.25	28.25	25.33	20.68	14.63	12.38	7.57	1.79E-15
$\frac{1}{2} \rho_a U^2 B$	5.77	5.38	4.33	2.88	1.44	1.03	0.39	2.16E-32
F_y (kg/m)	-2.88	1.72	6.32	9.17	9.01	7.07	5.65	5.77
$P_y = F_y \times L$ (kg)	-72	43	158	229	225	177	141	144

รายละเอียดในการวิเคราะห์หาค่าแรงลมที่กระทำต่อสายเคเบิลจากตารางข้างบนนี้ มุมของความเร็วลมที่กระทำต่อสายเคเบิลแล้วให้ค่าน้ำหนักบรรทุกสูงสุดคือมุม 45° ซึ่งจะให้ค่าน้ำหนักบรรทุกที่กระทำปลายของคอนกรีตแบริดข้างละ 229 กิโลกรัม เมื่อรวมกับน้ำหนักบรรทุกในแนวตั้งของสายเคเบิลจะมีค่ารวมเท่ากับ $229 + 1.125(164) = 414$ กิโลกรัม

สำหรับขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางรวมของสายเคเบิลอื่น ๆ ที่มีช่วงความยาวระหว่างเสาไฟฟ้าที่แตกต่างกัน รายละเอียดในการวิเคราะห์แรงลมที่กระทำต่อสายเคเบิลจะคำนวณในลักษณะเช่นเดียวกับที่กล่าวไว้ ในที่นี้จะพิจารณาเฉพาะสายเคเบิลโทรศัพท์ที่พาดอยู่กับเสาไฟฟ้าสายส่งแรงสูงเท่านั้นเนื่องจากขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางรวมของสายเคเบิลมีค่ามากที่สุด ซึ่งสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 2.10



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์น้ำหนักบรรทุกสถิตย์ที่กระทำกึ่งกลางคานแขวนเคเบิล

ก. คอนไม้แขวนเคเบิล

ไม้ที่ใช้ผลิตเป็นคอนไม้แขวนเคเบิลจัดอยู่ในประเภทของไม้เนื้อแข็ง ได้แก่ ไม้แดง ไม้เต็ง และ ไม้รัง ยกเว้น ไม้สักที่จัดอยู่ในประเภทไม้เนื้ออ่อน ตารางหน่วยแรงที่ยอมให้และตารางส่วนประกอบความปลอดภัยที่ใช้ในการวิเคราะห์น้ำหนักบรรทุกสถิตย์แสดงได้ดังข้างล่างนี้

ตารางหน่วยแรงที่ยอมให้ของไม้ (21)

ชนิดของไม้	โมดูลัสยืดหยุ่น (kg/cm ² .)	หน่วยแรงคัต หน่วยแรงดึง (kg/cm ² .)	หน่วยแรงอัด (kg/cm ² .)		หน่วยแรงเฉือน (kg/cm ² .)
			ขนานเสี้ยน	ขวางเสี้ยน	
ไม้เนื้ออ่อนมาก	78,900	60	45	12	6
ไม้เนื้ออ่อน	94,100	80	60	15	8
ไม้เนื้อปานกลาง	112,300	100	75	22	10
ไม้เนื้อแข็ง	136,300	120	90	30	12
ไม้เนื้อแข็งมาก	189,000	150	110	40	15

ตารางค่าความปลอดภัย (21)

ชนิดหน่วยแรงที่ยอมให้	ส่วนความปลอดภัยสำหรับไม้ก่อสร้างชั้นสอง		
	งานในร่ม	งานกลางแจ้ง	งานในที่เปียก
แรงคัตในคาน แรงดึงขนานเสี้ยน	6.5	8	9
แรงเฉือนตามเสี้ยน	9	9	9
แรงเฉือนตามแนวขนานในคาน	13	13	13
แรงอัดขนานเสี้ยน	5.75	6.5	7.75
แรงอัดตั้งฉากเสี้ยน	2.5	3.5	3.75

ก.1 ตรวจสอบหน่วยแรงคัต

หน่วยแรงคัตที่จุดบีตรงจำกัดสัดส่วน : F_{PL}

$$F_{PL} = \text{หน่วยแรงคัตที่ยอมให้} \times \text{ค่าส่วนปลอดภัย}$$

$$= 120 \times 6.5 = 780 \text{ kg/cm}^2.$$

$$F_{PL} = \frac{Mc}{I} = \frac{\frac{PL}{4} \cdot \frac{h}{2}}{\frac{1}{12}bh^3}$$

$$P_{PL} = \frac{2bh^2}{3L} F_{PL} = \frac{2}{3} \times \frac{(10)(10)^2}{130} \times 780 = 4,000 \text{ kg.}$$

$$\Delta = \frac{1}{48} \frac{PL^3}{EI} = \frac{1}{48} \times \frac{4,000 \times 130^3}{136,300 \times \frac{1}{12} \times 10 \times 10^3}$$

$$= 1.612 \text{ cm.} = 16.12 \text{ mm.}$$

ก.2 ตรวจสอบหน่วยแรงเฉือน

หน่วยแรงเฉือนที่จุดบีตรงจำกัดสัดส่วน : F_h

$$F_h = \text{หน่วยแรงเฉือนที่ยอมให้} \times \text{ค่าส่วนปลอดภัย}$$

$$= 12 \times 13 = 156 \text{ kg/cm}^2.$$

$$\tau = \frac{VQ}{It} = \frac{\frac{P}{2} \left(bx - \frac{x^2}{2} \right)}{\frac{1}{12} b x d^3}$$

$$P = \frac{4}{3} \tau b d ; \tau = F_h$$

$$= \frac{4}{3} \times 156 \times 10 \times 10 = 20,800 \text{ kg.}$$

ผลการทดสอบน้ำหนักบรรทุกทุกที่ซึ่งตรงจำกัดสัดส่วนมีค่าเท่ากับ 4,129 kg.

ผลการทดสอบความแอ่นตัวที่ซึ่งตรงจำกัดสัดส่วนมีค่าเท่ากับ 15.02 mm.

ข. คอนกรีตรูปตัวซี

คุณสมบัติของคอนกรีตรูปตัวซี C100x50 กำหนดให้ F_y เท่ากับ $3,500 \text{ kg/cm}^2$.

$$\begin{aligned} A &= 11.92 \text{ cm}^2 & S_x &= 37.8 \text{ cm}^3 \\ t_f &= 5 \text{ mm} & r &= 8 \text{ cm} \\ t_w &= 7.5 \text{ mm} & Z_x &= 43.72 \text{ cm}^3 \\ I_x &= 189 \text{ cm}^4 & k &= t_f + r = 7.5 + 8 = 15.5 \text{ mm} \\ I_y &= 26.9 \text{ cm}^4 & r_x &= 3.98 \text{ cm. และ } r_y = 1.50 \text{ cm.} \end{aligned}$$

ข.1 ตรวจสอบกำลังโมเมนต์

ข.1.1 ตรวจสอบคานหน้าตัดอัดแน่น

$$\text{ปีก : } \left(\frac{b_f}{t_f} = \frac{5}{0.75} = 6.67 \right) < \left(\lambda_p = 0.38 \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 9.17 \right) \text{ ใช้ได้}$$

$$\text{เอว : } \left(\frac{h}{t_w} = \frac{(9.25 - 2 \times 1.55)}{0.5} = 123 \right) < \left(\lambda_p = 3.768 \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 90.18 \right) \text{ ใช้ได้}$$

ข.1.2 ตรวจสอบค่าความยาวไร้การยึดด้านข้าง

$$L_p = 1.76 r_y \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 1.76 \times 1.5 \sqrt{\frac{2.04 \times 10^8}{3,500}} = 63.74 \text{ cm.}$$

$$J = \frac{1}{3} \sum bt^3 = \frac{1}{3} [2 \times 5 \times 0.75^3 + (10 - 2 \times 0.75) \times 0.5^3] = 1.76 \text{ cm}^4.$$

$$C_w = \frac{d^2}{4} I_w ; I_w = x_o e A ; x_o = \frac{d^2 e}{4 r_x^2} ; e = 1.55 - \frac{0.5}{2} = 1.3$$

$$= \frac{d^2}{4} \frac{d^2 e}{4 r_x^2} A = \frac{(10 - 0.75)^4}{4 \times 4} \times \frac{1.3^2}{3.98^2} \times 11.92 = 581.89 \text{ cm}^6.$$

$$X_1 = \frac{\pi}{S_x} \sqrt{\frac{EGJA}{2}} = \frac{\pi}{37.8} \sqrt{\frac{2.04 \times 10^6 \times 1.76 \times 11.92}{2 \times 2(1+0.3)}} = 3.41 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2.$$

$$X_2 = \frac{4C_w}{I_y} \left(\frac{S_x}{GJ} \right)^2 = \frac{4 \times 58189}{269} \left(\frac{37.8 \times 2.6}{2.04 \times 10^6 \times 1.76} \right)^2 = 6.48 \times 10^{-6} \text{ cm}^4/\text{kg}^2.$$

$$F_L = F_y - F_r = 3,500 - 700 = 2,800 \text{ kg/cm}^2.$$

$$L_r = \frac{r_y X_1}{F_L} \sqrt{1 + \sqrt{1 + X_2 F_L^2}}$$

$$= \frac{1.5 \times 3.41 \times 10^5}{2,800} \sqrt{1 + \sqrt{1 + 6.48 \times 10^{-6} \times 2,800^2}} = 27268 \text{ cm}$$

เนื่องจาก $(L_p = 63.74 \text{ cm.}) < (L_b = 130 \text{ cm.}) < (L_r = 272.68 \text{ cm.})$

$$\text{ดังนั้น } M_n = C_b \left[M_p - (M_p - M_r) \left(\frac{L_b - L_r}{L_r - L_p} \right) \right] \leq M_p$$

$$\text{โดยที่ } M_p = Z_x \times F_y = 43.72 \times 3,500 = 153,020 \text{ kg-cm.}$$

$$M_r = F_L S_x = 2,800 \times 37.8 = 105,840 \text{ kg-cm.}$$

$$C_b = 1.0$$

$$\text{จะได้ } M_n = 1.0 \left[153,020 - (153,020 - 105,840) \left(\frac{130 - 63.74}{272.68 - 63.74} \right) \right]$$

$$= 138,058 \text{ kg-cm.}$$

$$P_n = \frac{4 \times M_n}{L} = \frac{4 \times 138,058}{130} = 4,247 \text{ kg.}$$

ค่าที่ทดสอบน้ำหนักบรรทุกสูงสุดของคอนกรีตรูปตัวซีมีค่าเท่ากับ 4,433 kg.

$$\Delta = \frac{1}{48} \frac{PL^3}{EI} = \frac{1}{48} \times \frac{4,247 \times 130^3}{2.04 \times 10^6 \times 189} = 0.504 \text{ cm.} = 5.04 \text{ mm.}$$

ค่าที่ทดสอบความแอ่นตัวของคอนกรีตรูปตัวซีมีค่าเท่ากับ 17.70 mm.

สำหรับน้ำหนักบรรทุกในช่วงอิฐตึก

$$M_r = F_L S_x = 2,800 \times 37.8 = 105,840 \text{ kg-cm}$$

$$P_y = \frac{4M_r}{L} = \frac{4 \times 105,840}{130} = 3,257 \text{ kg}$$

ค่าที่ทดสอบน้ำหนักบรรทุกที่จุดครากของคอนกรีตรูปตัวซีมีค่าเท่ากับ 3,168 kg.

$$\Delta = \frac{1}{48} \frac{PL^3}{EI} = \frac{1}{48} \times \frac{3,257 \times 130^3}{2.04 \times 10^6 \times 189} = 0.387 \text{ cm} = 3.87 \text{ mm}$$

ค่าที่ทดสอบความแอ่นตัวของคอนกรีตรูปตัวซีมีค่าเท่ากับ 9.15 mm.

ข.2 ตรวจสอบแรงเฉือน

$$\frac{h}{t_w} = \frac{(d-2k)}{t_w} = \frac{(10-0.75)-(2 \times 1.55)}{0.5} = 12.3$$

$$1.10 \sqrt{\frac{E k_v}{F_{yw}}} = 1.10 \sqrt{\frac{2.04 \times 10^6 \times 5}{3,500}} = 59.4$$

$$\frac{h}{t_w} < 1.10 \sqrt{\frac{E k_v}{F_{yw}}} \quad \text{ใช้ได้}$$

$$V_n = 0.6 F_{yw} A_{yw} = 0.6 \times 3,500 \times (10 - 0.75) \times 0.5 = 9,713 \text{ kg}$$

$$P_n = 2 \times 9,713 = 19,426 \text{ kg}$$

ค. คอนกรีตอัดแรงสปัน

คุณสมบัติของคอนกรีต

กำลังอัดประลัยของคอนกรีต : $f'_c = 500 \text{ kg/cm}^2$

โมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีต : $E_c = 15,120 \sqrt{500}$
 $= 338,093 \text{ kg/cm}^2$

โมดูลัสของการแตกหักของคอนกรีต : $f_t = 1.6 \sqrt{f'_c} = 1.6 \sqrt{500}$
 $= 35.75 \text{ kg/cm}^2$

คุณสมบัติของเหล็กเสริมแรงดึงสูง

$$\text{พื้นที่หน้าตัดเหล็กเสริมแรงดึงสูง : } A_{pu} = \pi \times \frac{0.4^2}{4} = 0.126 \text{ cm}^2.$$

$$\text{กำลังดึงประลัย : } f_{pu} = 18,000 \text{ kg/cm}^2.$$

$$\text{หน่วยแรงดึงที่ปลายคาน : } f_{pi} = 0.8 f_{pu} = 0.8 \times 18,000 = 14,400 \text{ kg/cm}^2.$$

$$\begin{aligned} \text{หน่วยแรงดึงประสิทธิผล : } f_{pe} &= 0.8 f_{pu} - \text{loss 25 \% for pretension} \\ &= 14,400 - 0.25 \times 14,400 = 10,800 \text{ kg/cm}^2. \end{aligned}$$

คุณสมบัติของหน้าตัดของคอนกรีตอัดแรงสปัน

$$\text{พื้นที่ของคอนกรีตอัดแรงสปัน : } A_c = 10 \times 10 \text{ cm}^2.$$

$$\text{พื้นที่ของรูภายในของคอนกรีตอัดแรงสปัน : } A_n = \pi \times \frac{4^2}{4} = 12.57 \text{ cm}^2.$$

$$\text{โมเมนต์อินเนอร์เซีย : } I = \frac{1}{12} \times 10 \times 10^3 - \frac{\pi}{64} \times 4^4 = 87.43 \text{ cm}^4.$$

$$\text{ระยะจากผิวที่เกิดหน่วยแรงอัดมากที่สุดถึงจุดศูนย์กลางวงเหล็กเสริมอัดแรง : } d_p = 8.2 \text{ cm.}$$

ค.1 ตรวจสอบน้ำหนักบรรทุกทุกการแตกร้าว

หน่วยแรงที่เกิดขึ้นที่ผิวล่างของคอนกรีตอัดแรงช่วงเดียว

$$-f_r = \frac{P}{A} + \frac{P e c_b}{I} - \frac{M_{cr} c_b}{I} \quad (\text{- คือ หน่วยแรงดึง, + คือ หน่วยแรงอัด})$$

$$M_{cr} = P e + \frac{P I}{A c_b} + \frac{f_r I}{c_b}$$

$$M_{cr} = 0 + \frac{(10,800 \times 0.126 \times 12) \times 821}{87.43 \times 5} + \frac{1.6 \sqrt{500} \times 821}{5} = 36,543 \text{ kg-cm.}$$

$$P_{cr} = \frac{4 M_{cr}}{L} = \frac{4 \times 36,543}{140} = 1,044 \text{ kg.}$$

$$\delta_{cr1} = \frac{P_{cr} L^3}{48 E_c I} = \frac{1,044 \times (140)^3}{48 \times 338,093 \times 821} = 0.215 \text{ cm.} = 2.15 \text{ cm.}$$

ค่าที่ทดสอบน้ำหนักบรรทุกทุกการแตกร้าวมีค่าเท่ากับ 955 kg.

ค.2 ตรวจสอบน้ำหนักบรรทุกปลาย

อัตราส่วนแรงดึงประสิทธิผลต่อแรงดึงปลาย

$$\frac{f_{ps}}{f_{pu}} = \frac{10,800}{18,000} = 0.6 > 0.5 \quad \text{ใช้ได้}$$

หน่วยแรงดึงเหล็กเสริมที่สถานะวิบัติ

$$f_{ps} = f_{pu} \left\{ 1 - \frac{r_p}{\beta_1} \left[\rho_p \frac{f_{pu}}{f'_c} + \frac{d}{d_p} (\omega - \omega') \right] \right\}$$

$$\text{โดยที่ } \frac{f_{py}}{f_{pu}} = \frac{15,000}{18,000} = 0.83 \approx 0.85 \quad \text{ดังนั้น } r_p = 0.4$$

$$\begin{aligned} \beta_1 &= 0.85 - 0.0008 \times (f'_c - 300) \\ &= 0.85 - 0.0008 \times (500 - 300) = 0.69 \end{aligned}$$

$$\rho_p = \frac{A_{ps}}{bd_p} = \frac{6 \times 0.126}{10 \times 8.2} = 0.00923$$

$$\omega = \omega' = 0$$

$$\begin{aligned} f_{ps} &= 18,000 \left\{ 1 - \frac{0.4}{0.69} \left[0.00923 \times \frac{18,000}{500} + 0 \right] \right\} \\ &= 14,533 \text{ kg/cm}^2. \end{aligned}$$

$$\omega_p = \frac{\rho_p f_{ps}}{f'_c} = \frac{0.00923 \times 14,433}{500}$$

$$= 0.268 < 0.36\beta = 0.248 \quad (\text{ใช้ไม่ได้})$$

$$a = \frac{A_{ps} f_{ps}}{0.85 f'_c b} = \frac{6 \times 126 \times 14,533}{0.85 \times 500 \times 10} = 2.585 \text{ cm.}$$

$$c = \frac{a}{\beta} = \frac{2.585}{0.69} = 3.75 \text{ cm.}$$

ตรวจสอบปริมาณเหล็กเสริม

ตรวจสอบการยึดตัวของเหล็กเสริมแรงดึงสูง

$$\begin{aligned} \epsilon_{ps1} &= 0.003 \left(\frac{d_1 - c}{c} \right) = 0.003 \left(\frac{8.6 - 3.75}{3.75} \right) \\ &= 0.00388 > 0.00196 \quad (\text{เหล็กคราก}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \epsilon_{ps2} &= 0.003 \left(\frac{d_2 - c}{c} \right) = 0.003 \left(\frac{7.4 - 3.75}{3.75} \right) \\ &= 0.00292 > 0.00196 \quad (\text{เหล็กคราก}) \end{aligned}$$

ดังนั้นโมเมนต์ดัดประลัย

$$\begin{aligned} M_n &= A_{ps} f_{ps} \left(d_p - \frac{a}{2} \right) \\ &= (6 \times 0.126) \times 14,533 \times \left(8.2 - \frac{2.585}{2} \right) = 75,892 \text{ kg-cm.} \end{aligned}$$

$$\phi M_n = 0.9(75,892) = 68,303 \text{ kg-cm.}$$

$$1.2M_{cr} = 1.2 \times 38,543 = 43,543 \text{ kg-cm.}$$

$$\phi M_n > 1.2M_{cr} \quad (\text{ใช้ได้})$$

$$P_n = \frac{4M_n}{L} = \frac{4 \times 75,892}{140} = 2,168 \text{ kg.}$$

$$\delta_{cr2} = \frac{PL^3}{48E_c I_{cr}}$$

$$\text{โดยที่ } I_{cr} = nA_{ps} d_p^2 (1 - 1.67 \sqrt{n\rho_p})$$

$$n = \frac{E_{ps}}{E_c} = \frac{1.97 \times 10^6}{338,093} = 5.83$$

$$\begin{aligned} I_{cr} &= 5.83 \times (6 \times 0.126) \times 8.2^2 \times (1 - 1.67 \sqrt{5.83 \times 0.00923}) \\ &= 181.55 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

$$\delta_{cr2} = \frac{(2,126 - 1,044) \times 140^3}{48 \times 338,093 \times 181.55} = 1.047 \text{ cm} = 10.47 \text{ mm.}$$

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้นความแอ่นตัวที่เกิดขึ้นทั้งหมดมีค่าเท่ากับ } \delta_{\sigma 1} + \delta_{\sigma 2} &= 2.15 + 10.47 \\ &= 12.62 \text{ mm.} \end{aligned}$$

ผลการทดสอบน้ำหนักบรรทุกที่จุดครากมีค่าเท่ากับ 2,129 kg.

ผลการทดสอบความแอ่นตัวที่จุดครากมีค่าเท่ากับ 16.12 mm.

ค.3 ตรวจสอบแรงเฉือน

$$\frac{V_u}{\phi} = V_{cw} + V_s$$

$$\text{โดยที่ } V_{cw} = [0.93\sqrt{f'_c} + 0.3f_{pc}]b_w d + V_p$$

$$f_{pc} = \frac{F_{pc}}{A_n} = \frac{12 \times 0.126 \times 108,00}{87.43} = 186.77 \text{ kg/cm}^2.$$

$$\begin{aligned} V_{cw} &= [0.93\sqrt{500} + 0.3 \times 186.77] \times (10 - 4) \times 8.2 + 0 \\ &= 3,780 \text{ kg.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_s &= \frac{A_v f_v d}{s} = \frac{2 \times \pi \times 0.28^2 \times 2,400 \times 8.2}{4 \times 7.5} \\ &= 323 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\phi = 1.0$$

$$V_u = 3,780 + 323 = 4,103 \text{ kg.}$$

$$\begin{aligned} P_u &= 2V_u \\ &= 2 \times 4,103 = 8,206 \text{ kg.} \end{aligned}$$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

การคำนวณหาอัตราการกัดกร่อนของคอนกรีตแบบเปิดในสภาวะเร่งทดสอบ

ในการทดสอบการกัดกร่อนของคอนกรีตรูปตัวซีชิ้นส่วนขนาดเล็กในสภาวะเร่งทดสอบของตู้ทดสอบ Chamber ที่ใช้เวลาในการทดสอบ 720 ชั่วโมงนั้น เราสามารถหาค่าอัตราการกัดกร่อนที่เกิดขึ้นกับคอนกรีตรูปตัวซีได้ดังต่อไปนี้

$$\text{อัตราการกัดกร่อน (Corrosion rate)} = \frac{K \times W}{A \times T \times D}$$

โดยที่ K คือ ค่าคงที่มีค่าเท่ากับ 534

T คือ เวลาที่ใช้ในการทดสอบ เท่ากับ 720 hr.

A คือ พื้นที่ผิวของชิ้นงาน เท่ากับ 56.393 in²

D คือ ความหนาแน่นของผิวรูปสี่เหลี่ยม เท่ากับ 7.885 g/cm².

W คือ หนักบรรทุกที่สูญหาย เท่ากับ น้ำหนักหลังทดสอบ-น้ำหนักรั้งก่อนทดสอบ
หรือ (950.8 - 945.9) x 1000 = 4900 mg.

ดังนั้น

$$\begin{aligned} \text{อัตราการกัดกร่อน (Corrosion rate)} &= \frac{534 \times 4900}{56.393 \times 720 \times 7.885} \\ &= 8.173 \text{ mpy} \end{aligned}$$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียน

นาย สมนึก ตั้งทองคำ เกิดวันที่ 14 มิถุนายน พ.ศ. 2513 ที่เขตราษฎร์บุรี จังหวัด
กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา
จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ในปีการศึกษา 2537 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตร
ปริญญาวิศวกรรมมหาบัณฑิต ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2538



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย