



รายการอ้างอิง

1. Bruce, R.N., and Hebert, D.C., "Splicing of Precast Prestressed Concrete Piles," PCI Journal, V.19, NO.5 and 6, September-October and November-December 1974, pp.70-97 and 40-66.
2. ACI Committee 543, "Recommendations for Design, Manufacture, and Installation of Concrete Piles," ACI Journal, Proceedings, V.70, NO.8, August 1973, pp 509-544.
3. ACI Committee 543, "Revisions to: Recommendations for Design, Manufacture, and Installation of Concrete Piles," ACI Journal, Proceedings, V.71, NO.10, October 1974, pp.477-492.
4. PCI Committee on Prestressed Concrete Piling, "Recommended Practice for Design, Manufacture and Installation of Prestressed Concrete Piling," PCI Journal, V.22, No.2, March-April 1977, pp.20-19.
5. PCI Committee on Prestressed Concrete Piling, "Recommended Practice for Design, Manufacture and Installation of Prestressed Concrete Piling," PCI Journal, V.38, No.2, March-April 1993, pp.14-41.
6. Pam Hoat Joen and Park, R., "Flexural Strength and Ductility Analysis of Spirally Reinforced Prestressed Concrete Piles," PCI Journal, V.35, No.4, July-August 1990, pp.64-83.
7. Anderson, A.R., and Moustafa, S.D., "Ultimate Strength of Prestressed Concrete Piles and Column," ACI Journal, V.67, August 1970, pp.620-635.
8. Thai Industrial Standard, TIS 398-1981, "Prestressed Concrete Spun Piles," Bangkok, Thailand, 1981.
9. Hognestad, E., Hanson, N.W., and McHenry, D., "Concrete Stress Distribution in Ultimate Strength Design," ACI Journal, V. 52, December 1955, pp. 455-479.
10. ACI Committee 318, "Building Code Requirements for Reinforced Concrete, ACI 318-89," American Concrete Institute, Detroit, MI, 1989.
11. Devalapura, R.K., and Tadros, M.K., "Stress-Strain Modeling of 270 ksi Low-Relaxation Prestressing Strands," PCI Journal, V.37, No.2, March-April 1992, pp.100-106.
12. Blodgett, O.W., Design of Welded Structures, The James F. Lincoln Arch Welding Foundation, Cleveland Ohio, 1982.

13. Production Catalog, "PACO Prestressed Concrete Spun Piles," The Pathumthani Concrete Co.,Ltd., Bangkok, Thailand,1993.
14. ACI Committee 408, "Suggested Development, Splice, and Standard Hook Provision for Deformed Bar in Tension," (ACI 408.15-79), ACI, Detroit, 1979, 3pp.
Also ACI Manual of Concrete Practice Part 3.
15. Ekasit Limsuwan, "Test Report on Ultimate Load Test of Spun Piles," Chulalongkorn University, September, 1992. (Unpublished Manuscript)
16. Park, R., and Paulay, T., Reinforced Concrete Structures, John Wiley and Sons, New York, 1975, p.769.
17. PCI Design Handbook--Precast Prestressed Concrete, Prestressed Concrete Institute, Fourth Edition, Precast/Prestressed Concrete Institute,Chicago,IL,1992.
18. Lin, T.Y., and Burns, Ned H., Design of Prestressed Concrete Structures,Third Edition, John Wiley & Sons,Inc., New York, 1982.
19. Poulos, H.G., and Davis,E.H., Pile Foundation Analysis and Design, John Wiley&Sons, Inc., New York,1980.
20. Chellis, R.D., Pile Foundations, McGraw-Hill Book Company,1951, 681 pp.
21. Timoshenko, S.P., and Gere, J.M., Theory of Elastic Stability, Second Edition, McGraw-Hill Book Company,Inc., New York 1961, 541pp.
22. Pfrang, E.O., Siess, C.P., and Sozen, M.A., "Load-Moment-Curvature Characteristics of Reinforce Concrete Cross Sections," ACI Journal, V.61, No.7, July 1964, pp.763-778.

ศูนย์วิทยทรัพยากร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบกำลังของลวดเชื่อมและเหล็กโครงสร้างที่ใช้ทั่วไป (12)

Material		Minimum yield strength (ksc)	Minimum tensile strength (ksc)
AWS A5.1 & ASTM A233 Weld Metal (as welded)	E 6010	3,520	4,366
	E6012	3,873	4,718
	E6024	3,520	4,366
	E6027	3,520	4,366
	E70xx	4,225	5,070
ASTM Steel	A7	2,324	4,255 – 5,281
	A373	2,253	4,084 – 5,281
	A36	2,535	4,084 – 5,634
	A441	2,957	4,436
		3,239	4,178
		3,520	4,929

Note : 1 ksc. = 14.22 psi.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.1 คุณลักษณะของชิ้นตัวอย่างทดสอบ

(a) หน้าตัดเสาเข็ม

Specimen	Pile Size					P.C. Wire		Spiral Wire		
	D1 mm	D2 mm	T mm	L m	Weight kg/m	Dia. mm	Nos. pcs.	Dia. mm	P1 (@-Length)	P2 (@-Length)
SPD-40	400	250	75	3+3	199	7	10	4.0	50-1500 mm	100-3000 mm
SPD-45	450	290	80	3+3	242	7	12	4.0	50-1500 mm	100-3000 mm
SPD-60	600	400	100	3+3	408	7	18	4.2	50-1500 mm	100-3000 mm
SPD-80	800	560	120	3+3	667	7	38	4.2	50-1500 mm	100-3000 mm

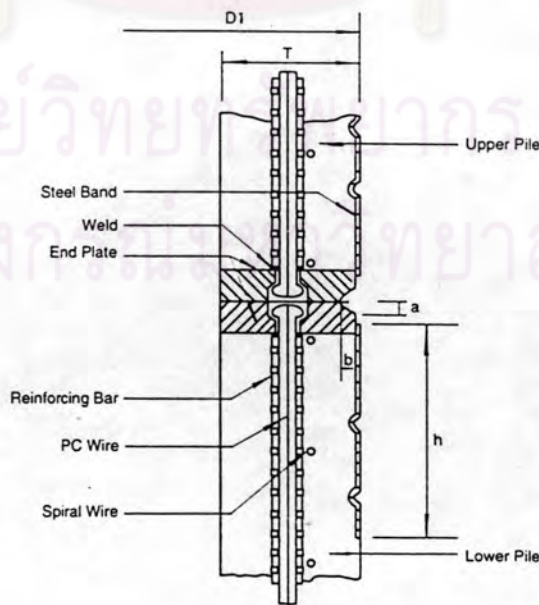
D1 = เส้นผ่าศูนย์กลางภายนอกของเสาเข็ม
 D2 = เส้นผ่าศูนย์กลางภายในของเสาเข็ม
 P1 = เหล็กปลอกเกลียวช่วงหัวเสาเข็ม
 P2 = เหล็กปลอกเกลียวช่วงกลางเสาเข็ม

L = ความยาวของเสาเข็ม
 T = ความหนาของเสาเข็ม
 @ = ระยะห่างของเหล็กปลอกเกลียว

(b) รอยต่อเชื่อม

Specimen	Throat of Welded Section		tp (mm)	Re-bar (Nos.-Size-Length)	Steel Band	
	b (mm)	a(mm)			Thk.(mm)	Width(mm)
SPD-40	12	7	15	6-DB20-500 mm.	1.2	100
SPD-45	12	7	15	6-DB20-500 mm.	1.2	100
SPD-60	16	10	17	8-DB20-500 mm.	1.6	100
SPD-80	18	11	17	8-DB20-500 mm.	1.6	100

tp = Thickness of Steel Plate



ตารางที่ 3.2 คุณสมบัติด้านกำลังของวัสดุ สำหรับตัวอย่างทดสอบ

Material	Strength Properties*
- Concrete	Ultimate Compressive Strength, $f_c' = 525$ ksc. Compressive Strength at Load Transfer = 310 ksc. Secant Modulus, $E_c = 3.5 \times 10^5$ ksc.
- Prestress Concrete Steel Wire	Ultimate Tensile Stress, $f_{pu} = 16,500$ ksc. Pre-tension Stress (0.70 f_{pu}) = 11,550 ksc. Effective Tensile Stress (after loss 20.18%), $f_{se} = 9,220$ ksc.
- Spiral Wire	Ultimate Tensile Stress = 4,100 ksc.
- Deformed Bar	Yield Stress, $f_y = 4,320$ ksc. Elastic Modulus, $E_s = 2.1 \times 10^6$ ksc.
- Steel Plate	Ultimate Tensile Stress = 4,080 ksc Yield Stress = 2,535 ksc. Elastic Modulus = 2.1×10^6 ksc.
- Electrode (for Welded same as Steel plate)	Ultimate Tensile Stress = 4,366 ksc Yield Stress = 3,520 ksc.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.3 ผลการทดสอบตัวอย่าง SPD-40

No.	Load		Deflection						Remark
	P1 x 0.10 (tons)	P2 x 0.10 (tons)	D1 x 0.0254 (mm)	D2 x 0.0254 (mm)	D3 x 0.50 (mm)	D4 x 0.50 (mm)	D5 x 0.0254 (mm)	D6 x 0.010 (mm)	
1	0	0	500	1600	-56.2	0.8	1700	100	
2	1	1	500	1596	-55.8	1.0	1696	100	
3	2	2	499	1593	-55.4	1.4	1694	100	
4	3	3	498	1589	-55.1	1.6	1689	100	
5	4	4	497	1582	-54.5	2.2	1683	100	
6	5	5	496	1575	-54.0	2.6	1677	100	
7	7	7	494	1562	-52.9	3.8	1664	100	
8	9	9	492	1542	-51.3	5.3	1653	103	
9	11	11	491	1523	-49.9	6.7	1634	104	
10	13	13	491	1485	-45.1	11.0	1590	105	
11	14	14	490	1459	-43.7	12.6	1576	105	
12	15	15	490	1440	-42.3	13.9	1563	105	
13	16	16	490	1410	-39.4	17.0	1523	105	
14	17	17	490	1389	-37.4	18.9	1501	105	
15	18	18	490	1369	-35.4	20.8	1482	105	
16	19	19	491	1345	-33.4	22.8	1461	103	
17	20	20	491	1318	-30.8	25.4	1433	101	
18	21	21	494	1285	-27.7	28.4	1400	101	
19	22	22	495	1215	-21.6	34.0	1345	103	
20	23	23	496	1182	-18.6	36.9	1314	106	
21	24	24	501	1095	-11.0	46.1	1204	121	
22	25	25	502	1048	-6.7	50.6	1155	122	
23	26	26	505	992	-2.0	55.9	1105	122	
24	27	27	506	940	2.9	60.4	1051	122	
25	28	28	509	880	8.8	66.3	990	129	
26	29	29	515	836	14.0	71.7	966	130	
27	30	30	521	802	24.0	81.5	936	140	
28	31	31	532	722	39.8	96.0	798	142	
29	32	32	535	552	46.1	100.0	632	282	Failure

ตารางที่ 3.4 ผลการทดสอบตัวอย่าง SPD-45

No.	Load		Deflection						Remark
	P1 x 0.20 (tons)	P2 x 0.20 (tons)	D1 x 0.0254 (mm)	D2 x 0.010 (mm)	D3 x 0.50 (mm)	D4 x 0.50 (mm)	D5 x 0.0254 (mm)	D6 x 0.010 (mm)	
1	0	0	100	2100	-20.7	-34.9	1600	600	Crack
2	2	2	100	2077	-20.1	-34.3	1591	600	
3	4	4	99	2048	-18.8	-33.0	1578	600	
4	6	6	98	2007	-17.5	-31.6	1559	600	
5	8	8	97	1946	-15.5	-29.5	1531	600	
6	10	10	97	1847	-11.6	-25.5	1487	600	
7	11	11	97	1822	-10.7	-24.5	1479	600	
8	12	12	97	1771	-8.8	-22.5	1459	600	
9	13	13	98	1708	-6.4	-20.4	1430	600	
10	14	14	98	1658	-4.7	-18.4	1411	600	
11	15	15	102	1583	-1.7	-15.7	1378	600	
12	17	17	104	1422	4.1	-9.7	1310	600	
13	19	19	120	1037	18.9	5.4	1134	600	
14	20	20	123	945	22.6	9.5	1088	600	
15	21	21	130	752	29.7	16.5	1014	600	
16	22	22	135	637	35.0	22.2	966	600	
17	23	23	142	576	42.0	33.2	891	600	
18	24	24	158	362	55.0	46.0	807	600	
19	25	25	177	122	70.0	63.5	703	600	
20	25.5	25.5	--	--	--	--	--	--	Failure

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.5 ผลการทดสอบตัวอย่าง SPD-60

No.	Load		Deflection						Remark
	P1 x 0.20 (tons)	P2 x 0.20 (tons)	D1 x 0.010 (mm)	D2 x 0.0254 (mm)	D3 x 0.50 (mm)	D4 x 0.50 (mm)	D5 x 0.0254 (mm)	D6 x 0.0254 (mm)	
1	0.00	0.00	1400	1800	-85.9	-110.4	1800	1700	
2	2.00	2.00	1390	1792	-85.4	-109.9	1792	1696	
3	4.30	4.00	1379	1783	-84.7	-109.6	1782	1689	
4	6.20	6.00	1369	1774	-83.9	-109.1	1773	1683	
5	8.10	8.00	1359	1765	-83.3	-108.6	1764	1678	
6	10.20	10.20	1349	1756	-82.6	-108.1	1753	1673	
7	12.10	12.20	1341	1748	-82.0	-107.5	1743	1668	
8	14.10	14.00	1334	1740	-81.3	-107.0	1734	1662	
9	16.00	16.40	1324	1730	-80.7	-106.3	1723	1657	
10	18.20	18.20	1316	1719	-79.6	-105.5	1711	1651	
11	20.20	20.10	1308	1710	-78.9	-104.8	1700	1646	
12	22.40	22.60	1300	1700	-77.9	-104.0	1687	1639	
13	24.10	24.20	1294	1690	-77.1	-103.3	1677	1634	
14	26.20	26.00	1287	1680	-76.4	-102.6	1665	1628	
15	28.10	28.00	1281	1672	-75.4	-101.9	1654	1621	
16	30.20	30.20	1274	1660	-74.5	-100.5	1636	1612	
17	32.30	32.20	1266	1649	-73.6	-99.6	1622	1605	Crack
18	33.60	34.20	1257	1623	-71.2	-97.5	1600	1597	
19	36.00	36.10	1247	1597	-68.2	-94.9	1567	1590	
20	38.10	38.20	1240	1582	-67.6	-93.3	1549	1585	
21	40.20	40.40	1233	1563	-65.8	-91.6	1526	1580	
22	42.00	42.20	1225	1517	-61.4	-87.0	1480	1575	
23	44.20	44.10	1218	1470	-56.8	-82.7	1432	1570	
24	46.00	46.30	1210	1434	-53.7	-79.5	1395	1562	
25	48.40	48.40	1200	1400	-50.6	-76.6	1360	1554	
26	50.10	50.20	1185	1358	-47.1	-73.0	1320	1546	
27	52.20	52.20	1171	1285	-41.4	-67.7	1265	1537	
28	54.40	54.20	1164	1239	-37.0	-63.2	1202	1532	
29	56.20	56.40	1150	1186	-32.1	-58.5	1145	1521	
30	58.20	58.20	1144	1144	-28.3	-54.6	1100	1517	
31	60.20	60.40	1133	1078	-21.7	-47.9	1035	1508	
32	62.20	62.20	1120	994	-14.1	-40.8	943	1485	
33	64.00	64.20	1111	923	-7.9	-34.4	889	1469	
34	66.20	66.40	1102	884	3.6	-23.0	842	1445	
35	68.30	68.10	1096	807	12.0	-15.0	757	1425	
36	70.40	70.20	1085	646	20.1	-8.2	497	1320	
37	71.20	71.10	1084	541	31.8	-3.4	367	1315	Failure

ตารางที่ 3.6 ผลการทดสอบตัวอย่าง SPD-80

No.	Load		Deflection						Remark
	P1 x 0.50 (tons)	P2 x 0.50 (tons)	D1 x 0.010 (mm)	D2 x 0.0254 (mm)	D3 x 0.50 (mm)	D4 x 0.50 (mm)	D5 x 0.010 (mm)	D6 x 0.0254 (mm)	
1	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0	0	0	
2	2.0	2.0	3	4	0.4	0.1	10	1	
3	4.0	4.0	13	11	1.0	0.5	40	4	
4	6.0	6.0	22	20	1.6	1.0	66	7	
5	8.0	8.0	32	28	2.3	1.6	95	9	
6	10.0	10.0	40	36	2.9	2.2	120	12	
7	12.0	12.0	49	44	3.5	2.8	146	15	
8	14.1	14.1	57	52	4.1	3.3	172	17	
9	16.0	16.1	64	60	4.6	4.0	192	20	
10	18.0	18.0	74	69	5.2	4.2	222	23	
11	20.0	20.0	84	78	5.7	5.6	252	26	
12	22.0	22.1	93	87	6.3	6.3	280	29	
13	24.0	24.0	102	98	6.4	7.2	305	33	
14	24.0	24.0	102	98	6.4	7.2	305	33	
15	26.0	26.1	109	106	7.0	8.2	327	35	
16	27.9	28.0	119	118	7.7	9.0	357	39	Crack
17	30.2	30.0	132	131	9.2	10.0	396	44	
18	32.0	32.0	143	146	10.2	11.2	430	49	
19	34.0	34.1	193	164	11.4	12.7	490	55	
20	36.0	36.0	212	182	12.9	14.2	527	61	
21	38.0	38.0	219	198	14.6	16.4	590	66	
22	40.0	40.0	230	214	17.1	18.7	710	71	
23	42.2	42.2	242	224	21.6	20.9	840	81	Failure

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.7 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างแรงและการแอ่นตัว จากผลการทดสอบเทียบกับการวิเคราะห์
ของตัวอย่าง SPD-40

No.	Experimental			Predicted			Remark
	Load (tons)	Dset1 (mm)	Dset2 (mm)	Load (tons)	Dset1 (mm)	Dset2 (mm)	
1	0.00	0.37	0.63	0.00	0.37	0.63	incl. dead load
2	1.10	1.34	2.27	0.20	0.55	0.93	
3	1.20	1.39	2.46	0.40	0.72	1.22	
4	1.30	1.49	2.57	0.60	0.89	1.52	
5	1.40	1.65	2.86	0.80	1.07	1.82	
6	1.50	1.80	3.07	1.00	1.24	2.11	
7	1.70	2.10	3.62	1.20	1.42	2.41	
8	1.90	2.48	4.38	1.40	1.66	2.85	
9	* 2.10	2.96	5.08	1.60	2.02	3.49	
10	2.30	4.01	7.35	* 1.70	2.20	3.81	
11	2.40	4.50	8.09	1.80	2.41	4.20	* First cracking load
12	2.50	4.91	8.77	2.00	2.82	4.93	
13	2.60	5.80	10.27	2.20	3.37	5.92	
14	2.70	6.34	11.24	2.40	4.09	7.20	
15	2.80	6.84	12.22	2.60	4.98	8.80	
16	2.90	7.41	13.22	2.80	6.10	10.78	
17	3.00	8.10	14.51	3.00	7.46	13.18	
18	3.10	8.98	16.07	3.20	9.04	15.94	
19	3.20	10.59	19.02	3.40	10.89	19.16	
20	3.30	11.43	20.52	3.60	13.09	22.98	
21	3.40	14.07	24.86	3.80	15.71	27.53	
22	3.50	15.31	27.08	3.90	17.25	30.21	
23	3.60	16.69	29.62	4.00	18.98	33.23	
24	3.70	18.05	31.98	4.10	20.98	36.73	
25	3.80	19.66	35.00	4.20	23.33	40.86	
26	3.90	20.61	37.74	4.30	26.11	45.77	
27	4.00	21.54	42.81	4.40	29.58	51.95	
28	4.10	24.46	50.54	4.50	34.15	60.16	
29	**4.20	29.47	53.85	** 4.52	35.16	61.98	** Ultimate load

Dset1 = ค่าการแอ่นตัวของเสาเข็มที่ระยะห่างจากจุดรองรับ 110 ซม.

Dset2 = ค่าการแอ่นตัวของเสาเข็มที่ระยะห่างจากจุดกึ่งกลาง 40 ซม.

ตารางที่ 3.8 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างแรงและการแอ่นตัว จากผลการทดสอบเทียบกับการวิเคราะห์ ของตัวอย่าง SPD-45

No.	Experimental			Predicted			Remark
	Load (tons)	Dset1 (mm)	Dset2 (mm)	Load (tons)	Dset1 (mm)	Dset2 (mm)	
1	0.00	0.29	0.49	0.00	0.29	0.49	incl. dead load
2	1.40	1.08	1.75	0.40	0.51	0.87	
3	1.80	1.38	2.39	0.80	0.74	1.25	
4	2.20	1.81	3.05	1.00	0.85	1.45	
5	* 2.60	2.46	4.06	1.40	1.07	1.83	* First cracking load
6	3.00	3.51	6.04	1.60	1.18	2.02	
7	3.20	3.74	6.51	2.00	1.48	2.55	
8	3.40	4.25	7.49	* 2.40	1.98	3.46	
9	3.60	4.94	8.62	2.80	2.53	4.45	
10	3.80	5.43	9.55	3.00	2.87	5.06	
11	4.00	6.28	11.03	3.40	3.88	6.89	
12	4.40	7.97	14.00	4.00	6.16	11.00	
13	4.80	12.34	21.68	4.40	8.28	14.78	
14	5.00	13.42	23.67	4.80	10.98	19.57	
15	5.20	15.41	27.28	5.00	12.61	22.45	
16	5.40	16.66	30.09	5.40	16.70	29.69	
17	5.60	18.01	34.68	5.60	19.37	34.45	
18	5.80	20.35	41.34	5.80	22.74	40.51	
19	6.00	23.11	49.70	6.00	27.23	48.63	
20	** 6.10	--	--	** 6.23	35.18	63.18	** Ultimate load

Dset1 = ค่าการแอ่นตัวของเสาเข็มที่ระยะห่างจากจุดรองรับ 110 ซม.

Dset2 = ค่าการแอ่นตัวของเสาเข็มที่ระยะห่างจากจุดกึ่งกลาง 40 ซม.

ตารางที่ 3.9 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างแรงและการแอ่นตัว จากผลการทดสอบเทียบกับการวิเคราะห์
ของตัวอย่าง SPD-60

No.	Experimental			Predicted			Remark
	Load (tons)	Dset1 (mm)	Dset2 (mm)	Load (tons)	Dset1 (mm)	Dset2 (mm)	
1	0.00	0.17	0.28	0.00	0.17	0.28	incl. dead load
2	1.40	0.46	0.77	0.20	0.21	0.35	
3	1.83	0.56	0.88	0.40	0.24	0.42	
4	2.22	0.66	1.07	0.80	0.32	0.55	
5	2.61	0.78	1.24	1.00	0.36	0.62	
6	3.04	0.92	1.42	1.40	0.44	0.74	
7	3.43	1.04	1.62	1.60	0.47	0.81	
8	3.81	1.15	1.81	2.00	0.55	0.94	
9	4.24	1.30	2.02	2.40	0.63	1.07	
10	4.64	1.48	2.38	2.80	0.70	1.20	
11	5.03	1.63	2.62	3.60	0.86	1.46	
12	5.50	1.79	2.95	4.00	0.93	1.59	
13	5.83	1.95	3.23	4.40	1.02	1.75	
14	6.22	2.12	3.47	4.80	1.19	2.06	
15	6.61	2.24	3.77	* 5.20	1.39	2.44	
16	7.04	2.47	4.20	5.60	1.61	2.84	
17	* 7.45	2.66	4.52	6.00	1.83	3.24	
18	7.78	3.12	5.50	6.40	2.07	3.66	* First cracking load
19	8.21	3.74	6.76	6.80	2.42	4.31	
20	8.63	4.06	7.21	7.20	2.83	5.06	
21	9.06	4.49	7.99	7.60	3.29	5.88	
22	9.42	5.55	10.15	8.00	3.89	6.97	
23	9.83	6.66	12.26	8.40	4.53	8.12	
24	10.23	7.45	13.69	8.80	5.28	9.47	
25	10.68	8.17	15.04	9.20	6.10	10.92	
26	11.03	9.04	16.64	9.60	7.05	12.61	
27	11.44	10.48	19.20	10.00	8.11	14.49	
28	11.86	11.77	21.33	10.40	9.31	16.62	
29	12.26	12.95	23.52	10.80	10.72	19.12	
30	12.64	13.98	25.37	11.40	13.33	23.77	
31	13.06	15.47	28.52	11.60	14.37	25.63	
32	13.44	17.35	31.85	12.00	16.91	30.21	
33	13.82	18.69	34.74	12.40	20.28	36.31	
34	14.26	19.43	40.12	12.80	25.07	45.09	
35	14.64	21.20	43.93	12.90	26.64	47.98	
36	15.06	25.16	46.27	13.00	28.44	51.30	
37	**15.23	28.08	50.33	**13.02	28.91	52.18	

Dset1 = ค่าการแอ่นตัวของเสาเข็มที่ระยะห่างจากจุดรองรับ 110 ซม.

Dset2 = ค่าการแอ่นตัวของเสาเข็มที่ระยะห่างจากจุดกึ่งกลาง 40 ซม.

ตารางที่ 3.10 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างแรงและการแอ่นตัว จากผลการทดสอบเทียบกับการวิเคราะห์
ของตัวอย่าง SPD-80

No.	Experimental			Predicted			Remark
	Load (tons)	Dset1 (mm)	Dset2 (mm)	Load (tons)	Dset1 (mm)	Dset2 (mm)	
1	0.00	0.09	0.14	0.00	0.09	0.14	incl. dead load
2	2.00	0.21	0.34	1.00	0.14	0.25	
3	3.00	0.37	0.51	2.00	0.20	0.35	
4	4.00	0.53	0.71	3.00	0.26	0.45	
5	5.00	0.69	0.95	4.00	0.32	0.55	
6	6.00	0.84	1.17	6.00	0.44	0.75	
7	7.00	1.00	1.40	8.00	0.56	0.95	
8	8.05	1.15	1.59	10.00	0.68	1.16	
9	9.03	1.29	1.83	12.00	0.86	1.47	
10	10.00	1.46	1.94	14.00	1.09	1.90	
11	11.00	1.64	2.32	* 15.07	1.22	2.14	* First cracking load
12	12.03	1.81	2.57	16.00	1.34	2.35	
13	13.00	1.99	2.73	18.00	1.64	2.88	
14	13.00	1.99	2.73	20.00	2.15	3.83	
15	14.03	2.13	3.06	22.00	2.80	5.03	
16	* 14.97	2.33	3.33	24.00	3.65	6.59	
17	16.05	2.57	3.84	26.00	4.73	8.55	
18	17.00	2.81	4.27	28.00	6.07	10.97	
19	18.03	3.01	4.61	30.00	7.74	13.98	
20	19.00	3.26	5.19	32.00	9.93	17.92	
21	20.00	3.67	6.07	34.00	12.99	23.48	
22	21.00	4.36	7.15	36.00	18.10	32.84	
23	** 22.10	4.95	8.64	** 36.78	21.37	38.91	** Ultimate load

Dset1 = ค่าการแอ่นตัวของเสาเข็มที่ระยะห่างจากจุดรองรับ 110 ซม.

Dset2 = ค่าการแอ่นตัวของเสาเข็มที่ระยะห่างจากจุดกึ่งกลาง 40 ซม.

ตารางที่ 3.11 ค่าแรงกระทำและค่าการแอ่นตัวสูงสุด ที่ได้จากผลการทดสอบเทียบกับผลการวิเคราะห์

No.	Speciment	Ultimate load (kg)		Deflection set1 (mm)			Deflection set2 (mm)			Remark	
		Experimental	Predicted	Experimental	Predicted	Experimental	Experimental	Predicted	Experimental		
1	SPD-40	4200	4520	0.93	29.47	35.16	0.84	53.85	61.98	0.87	flexural failure
2	SPD-45	6100	6230	0.98	23.11	27.23	0.85	49.70	48.63	1.02	flexural failure
3	SPD-60	15230	13020	1.17	28.08	28.91	0.97	50.33	52.18	0.96	flexural failure
4	SPD-80	>22100	36780	>0.60	>4.95	21.37	>0.23	>8.64	38.91	>0.22	ring beam failure

Deflection set1 = ค่าการแอ่นตัวสูงสุดของเสาเข็มที่ระยะห่างจากจุดรองรับ 110 ซม. (นอกบริเวณรอยต่อ)

Deflection set2 = ค่าการแอ่นตัวสูงสุดของเสาเข็มที่ระยะห่างจากจุดกึ่งกลาง 40 ซม. (บริเวณรอยต่อ)

ตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์ ความสัมพันธ์ระหว่างโมเมนต์ดัดและความโค้งของหน้าตัดเสาเข็มขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 40 ซม. (กำลังอัด 500 กก./ ซม.²)

No.	Strain* (cm/cm)	c (cm)	Moment (kg-cm)	Curvature (10 ⁻⁷ rad/cm)	Remark
1	0.00011	~	0	0	Zero applied moment
2	0.00026	36.13	303455	72	
3	0.00032	29.29	391142	109	
4	0.00033	28.68	397995	114	First cracking
5	0.00040	23.02	461958	175	
6	0.00055	17.20	539657	318	
7	0.00069	14.21	596990	487	
8	0.00084	12.44	645475	672	
9	0.00098	11.26	687899	870	
10	0.00112	10.42	725017	1079	
11	0.00127	9.79	757180	1296	
12	0.00141	9.29	784771	1521	
13	0.00156	8.88	808271	1753	
14	0.00170	8.55	828218	1991	
15	0.00185	8.27	845149	2233	
16	0.00199	8.02	859553	2480	
17	0.00213	7.82	871854	2730	
18	0.00228	7.64	882397	2983	
19	0.00242	7.48	891463	3237	
20	0.00257	7.35	899273	3493	
21	0.00271	7.23	906002	3749	
22	0.00286	7.13	911787	4005	
23	0.00300	7.04	916738	4260	Ultimate moment

* ค่า compression strain ที่นิยมนสุด

c = ระยะจากนิยมนสุดถึงแกนเสททิน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์ ความสัมพันธ์ระหว่างโมเมนต์ดัดและความโค้งของหน้าตัดเสาเข็มขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 45 ซม. (กำลังอัด 500 กก./ ซม.²)

No.	Strain* (cm/cm)	c (cm)	Moment (kg-cm)	Curvature (10 ⁻⁷ rad/cm)	Remark
1	0.00011	~	0	0	Zero applied moment
2	0.00026	40.37	421484	64	
3	0.00032	32.46	540759	98	
4	0.00033	31.77	549989	103	First cracking
5	0.00040	25.45	635486	158	
6	0.00055	18.93	741134	289	
7	0.00069	15.61	819701	442	
8	0.00084	13.64	886324	612	
9	0.00098	12.33	944513	794	
10	0.00112	11.40	995182	985	
11	0.00127	10.70	1038809	1185	
12	0.00141	10.14	1075975	1392	
13	0.00156	9.69	1107424	1606	
14	0.00170	9.32	1133969	1825	
15	0.00185	9.01	1156400	2049	
16	0.00199	8.74	1175423	2277	
17	0.00213	8.51	1191635	2508	
18	0.00228	8.31	1205520	2741	
19	0.00242	8.14	1217466	2976	
20	0.00257	7.99	1227774	3212	
21	0.00271	7.86	1236679	3448	
22	0.00286	7.75	1244364	3683	
23	0.00300	7.66	1250971	3917	Ultimate moment

* ค่า compression strain ที่มีขนาดเล็ก
 c = ระยะจากยิบจนสุดถึงแกนเสทิน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์ ความสัมพันธ์ระหว่างโมเมนต์ดัดและความโค้งของหน้าตัดเสาเข็มขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 60 ซม. (กำลังอัด 500 กก./ ซม.²)

No.	Strain* (cm/cm)	c (cm)	Moment (kg-cm)	Curvature (10 ⁻⁷ rad/cm)	Remark
1	0.00010	~	0	0	Zero applied moment
2	0.00025	50.07	951520	49	
3	0.00029	42.29	1113041	68	
4	0.00030	40.23	1153685	75	First cracking
5	0.00039	30.35	1355022	129	
6	0.00054	22.50	1564133	238	
7	0.00068	18.59	1725456	366	
8	0.00083	16.29	1863541	507	
9	0.00097	14.76	1983166	657	
10	0.00112	13.67	2085578	816	
11	0.00126	12.83	2172001	982	
12	0.00141	12.17	2244221	1154	
13	0.00155	11.63	2304553	1332	
14	0.00170	11.19	2354513	1515	
15	0.00184	10.81	2396590	1702	
16	0.00199	10.49	2432162	1892	
17	0.00213	10.22	2462480	2085	
18	0.00228	9.98	2488518	2280	
19	0.00242	9.77	2511015	2476	
20	0.00257	9.59	2530544	2673	
21	0.00271	9.44	2547545	2871	
22	0.00286	9.30	2562354	3068	
23	0.00300	9.19	2575228	3265	Ultimate moment

* ค่า compression strain ที่นิยมนสุด

c = ระยะจากนิยมนสุดถึงแกนเสทงทิน

ตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์ ความสัมพันธ์ระหว่างโมเมนต์ดัดและความโค้งของหน้าตัดเสาเข็มขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 80 ซม. (กำลังอัด 500 กก./ ซม.²)

No.	Strain* (cm/cm)	c (cm)	Moment (kg-cm)	Curvature (10 ⁻⁷ rad/cm)	Remark
1	0.00013	~	0	0	Zero applied moment
2	0.00027	77.43	2177139	35	
3	0.00035	60.16	3050454	59	First cracking
4	0.00042	49.87	3491091	84	
5	0.00056	36.67	4127784	153	
6	0.00070	29.83	4589486	236	
7	0.00085	25.76	4977165	329	
8	0.00099	23.08	5315193	429	
9	0.00113	21.17	5609699	536	
10	0.00128	19.74	5863291	648	
11	0.00142	18.60	6079019	764	
12	0.00157	17.69	6260984	885	
13	0.00171	16.93	6413883	1009	
14	0.00185	16.30	6542404	1136	
15	0.00200	15.76	6650806	1267	
16	0.00214	15.30	6742714	1399	
17	0.00228	14.90	6821093	1532	
18	0.00243	14.56	6888302	1666	
19	0.00257	14.27	6946183	1801	
20	0.00271	14.01	6996165	1936	
21	0.00286	13.80	7039342	2071	
22	0.00300	13.61	7076553	2204	Ultimate moment

* ค่า compression strain ที่นิยมนสุด

c = ระยะจากนิยมนสุดถึงแกนเสง กน

ศูนย์วิจัยการพยาบาล
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์ ความสัมพันธ์ระหว่างแรงอัดและโมเมนต์ดัดของเสาเข็มสปันคอนกรีตอัดแรง
ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 40 ซม.

No.	c (cm)	Curvature (10^{-7} rad/cm)	Axial load (x 1000 kg)	Moment (kg-m)	Remark
1	~	0	357.390	0.00	Pure axial
2	75.00	400	345.935	1762.45	
3	62.50	480	333.173	3448.27	
4	56.25	533	322.366	4808.01	
5	51.25	585	310.077	6313.53	
6	47.50	632	297.736	7796.93	
7	45.00	667	287.481	9014.06	
8	42.50	706	275.122	10466.20	
9	40.00	750	260.101	12214.54	
10	38.75	774	251.365	13224.37	
11	37.50	800	241.852	14303.89	
12	35.00	857	221.986	16365.03	
13	33.75	889	212.110	17263.50	
14	32.50	923	202.548	18034.90	
15	31.25	960	193.518	18655.54	
16	28.75	1043	176.916	19487.55	
17	27.50	1091	168.933	19755.89	
18	26.25	1143	161.042	19940.51	
19	25.00	1200	153.186	20046.56	
20	23.75	1263	145.317	20076.85	Max. moment
21	22.50	1333	137.393	20032.41	
22	21.25	1412	129.375	19912.83	
23	20.00	1500	121.222	19716.21	
24	17.50	1714	104.348	19076.99	
25	16.25	1846	95.534	18622.58	
26	15.00	2000	86.394	18066.93	
27	13.75	2182	76.861	17398.23	
28	12.50	2400	66.853	16601.26	
29	10.00	3000	44.958	14539.67	
30	8.75	3429	32.776	13220.31	
31	7.50	4000	19.546	11665.70	
32	7.04	4260	0.000	9167.38	Pure bending

c = ระยะจากผิวคอนกรีตรับแรงอัดถึงแกนเสงหิน (Neutral axis)

๔๕
๔๖



ตารางที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์ ความสัมพันธ์ระหว่างแรงอัดและโมเมนต์ดัดของเสาเข็มสปันคอนกรีตอัดแรง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 45 ซม.

No.	c (cm)	Curvature (10 ⁻⁷ rad/cm)	Axial load (x 1000 kg)	Moment (kg-m)	Remark
1	~	0	434.096	0.00	Pure axial
2	84.35	356	420.101	2445.06	
3	71.30	421	406.028	4563.96	
4	62.60	479	389.791	6887.74	
5	56.80	528	373.630	9132.99	
6	53.90	557	363.185	10560.81	
7	51.00	588	350.643	12257.08	
8	48.10	624	335.463	14289.44	
9	45.20	664	316.922	16747.70	
10	43.75	686	306.098	18172.89	
11	40.85	734	281.845	21237.96	
12	39.40	761	269.364	22663.39	
13	37.95	791	257.084	23934.85	
14	36.50	822	245.306	25008.07	
15	35.05	856	234.323	25847.44	
16	32.15	933	213.974	26974.42	
17	30.70	977	204.151	27333.92	
18	27.80	1079	184.732	27706.21	
19	26.35	1139	175.009	27729.00	Max. moment
20	24.90	1205	165.207	27644.99	
21	22.00	1364	145.159	27149.67	
22	20.55	1460	134.811	26729.47	
23	19.10	1571	124.110	26184.25	
24	17.65	1700	113.170	25502.89	
25	16.20	1852	101.734	24670.59	
26	14.75	2034	89.767	23668.02	
27	13.30	2256	77.148	22470.10	
28	11.85	2532	63.722	21044.37	
29	10.40	2885	49.286	19349.07	
30	8.95	3352	33.589	17332.33	
31	7.86	3817	7.234	13600.13	
32	7.66	3917	0.000	12509.70	Pure bending

c = ระยะจากผิวคอนกรีตรับแรงอัดถึงแกนเสทึง

ตารางที่ 4.7 ผลการวิเคราะห์ ความสัมพันธ์ระหว่างแรงอัดและโมเมนต์ดัดของเสาเข็มสปันคอนกรีตอัดแรง
ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 60 ซม.

No.	c (cm)	Curvature (10^{-7} rad/cm)	Axial load (x1000 kg)	Moment (kg-m)	Remark
1	~	0	737.070	0.00	Pure axial
2	110.00	273	711.355	6001.73	
3	92.00	326	684.118	11497.37	
4	84.00	357	664.346	15315.91	
5	76.00	395	636.616	20538.58	
6	72.00	417	618.543	23884.97	
7	66.00	455	584.081	30178.55	
8	64.00	469	570.108	32704.61	
9	62.00	484	554.610	35492.20	
10	58.00	517	518.152	42000.67	
11	56.00	536	497.153	45665.11	
12	54.00	556	475.491	49227.13	
13	52.00	577	453.898	52490.08	
14	48.00	625	413.402	57585.47	
15	46.00	652	395.287	59298.58	
16	42.00	714	361.019	61606.89	
17	40.00	750	344.356	62307.36	
18	38.00	789	327.811	62737.79	
19	36.00	833	311.275	62909.73	Max. moment
20	34.00	882	294.653	62828.18	
21	32.00	938	277.855	62492.68	
22	28.00	1071	243.373	61031.98	
23	26.00	1154	225.498	59878.94	
24	24.00	1250	207.056	58414.63	
25	20.00	1500	167.912	54412.46	
26	18.00	1667	146.846	51775.16	
27	16.00	1875	124.447	48620.34	
28	14.00	2143	100.355	44849.39	
29	12.00	2500	74.092	40333.18	
30	10.00	3000	45.088	34915.32	
31	9.19	3265	0.000	25752.28	Pure bending

c = ระยะจากผิวคอนกรีตรับแรงอัดถึงแกนกลางท่อน (Neutral axis)

ตารางที่ 4.8 : ผลการวิเคราะห์ ความสัมพันธ์ระหว่างแรงอัดและโมเมนต์ดัดของเสาเข็มสับคอนกรีตอัดแรง
ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 80 ซม.

No.	c (cm)	Curvature (10^{-7} rad/cm)	Axial load (x 1000 kg)	Moment (kg-m)	Remark
1	~	0	1186.516	0.00	Max. axial
2	153.60	195	1149.656	11779.57	
3	128.40	234	1109.009	22964.29	
4	111.60	269	1060.441	35658.86	
5	103.20	291	1024.883	44708.84	
6	97.60	307	995.062	52193.07	
7	89.20	336	937.807	66367.90	
8	86.40	347	914.458	72091.23	
9	83.60	359	888.477	78428.42	
10	78.00	385	827.022	93307.23	
11	75.20	399	790.999	101902.92	
12	72.40	414	753.512	110374.10	
13	69.60	431	716.298	118084.04	
14	66.80	449	680.727	124619.10	
15	64.00	469	648.041	129676.72	
16	58.40	514	588.158	136501.82	
17	55.60	540	559.395	138742.87	
18	50.00	600	502.660	141279.78	
19	47.20	636	474.280	141641.52	Max. moment
20	44.40	676	445.663	141414.02	
21	41.60	721	416.653	140591.41	
22	36.00	833	356.805	137069.64	
23	30.40	987	293.323	130736.22	
24	27.60	1087	259.660	126323.39	
25	24.80	1210	224.310	120922.44	
26	22.00	1364	186.841	114365.50	
27	19.20	1563	146.657	106426.56	
28	16.40	1829	102.914	96797.15	
29	14.30	2098	27.947	78236.07	
30	13.61	2204	0.000	70765.53	Pure bending

c = ระยะจากผิวคอนกรีตรับแรงอัดถึงแกนสะเทิน (Neutral axis)

ตารางที่ 4.9 คุณสมบัติของหน้าตัดเสาเข็มสับนคอนกรีตอัดแรงขนาดมาตรฐานที่ใช้กันทั่วไป

Outer Diameter	Wall Thickness	PC wire			Unit Weight	Pile Sectional Area	Moment of Inertia of Concrete	Effective Prestress
		Dia	Number	Area				
(mm)	(mm)	(mm)	(pcs)	(cm ²)	(kg/m)	(cm ²)	(cm ⁴)	(kg/cm ²)
200	55	5	6	1.178	65	251	7532	43
250	55	5	7	1.374	88	337	17289	38
300	65	5	10	1.963	125	480	35661	38
350	70	5	13	2.553	160	616	64115	38
400	75	7	10	3.848	199	766	106489	46
450	80	7	12	4.618	242	930	166570	46
500	90	7	14	5.388	301	1159	255324	43
600	100	7	18	6.927	408	1571	510508	41
700	110	7	24	9.236	530	2039	918011	42
800	120	7	38	14.624	667	2564	1527868	53
1000	140	9	32	20.358	983	3782	3589568	50
1200	150	9	40	25.447	1286	4948	6958131	47

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.10 โมเมนต์ดัดแตกช้า, โมเมนต์ดัดประลัยของหน้าตัดเสาเข็มสปันคอนกรีตอัดแรง
และขนาดหน้าตัดของรอยเชื่อมรับแรงดัด

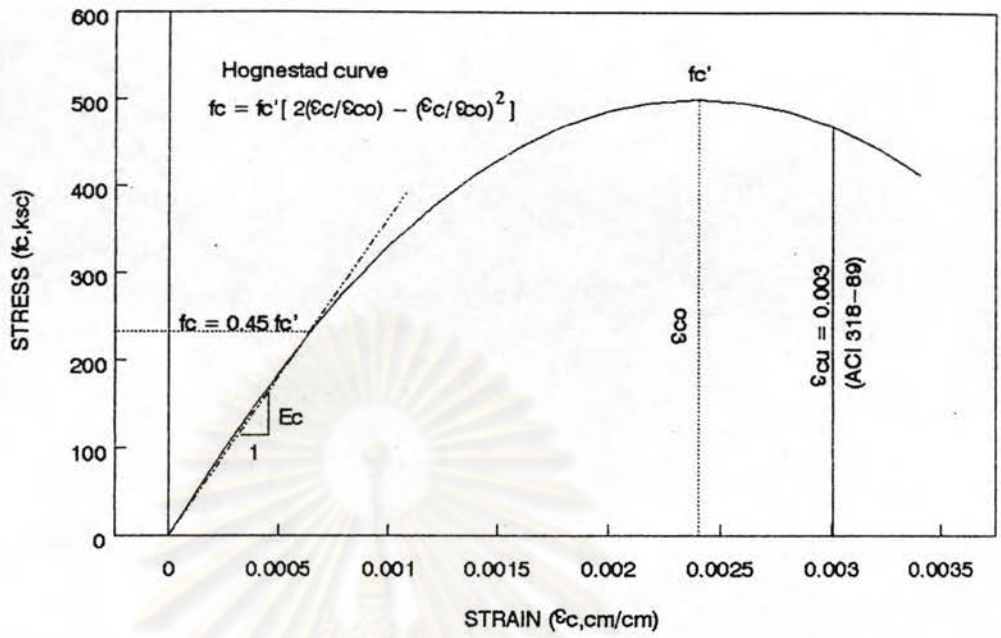
Outer Diameter	Calculated Bending Moment		Stiffness* (Moment / Curvature) ²	Welded Section Moment Control	
	Cracking	Ultimate		b	a
(mm)	(t-m)	(t-m)	(kg-cm /rad)	(mm)	(mm)
200	0.56	1.33	2.44E+09	4.0	2.5
250	0.88	2.06	5.50E+09	5.0	3.0
300	1.51	3.55	1.14E+10	5.5	3.5
350	2.33	5.44	2.04E+10	6.0	3.5
400	3.98	9.16	3.50E+10	7.0	4.0
450	5.49	12.51	5.36E+10	7.5	4.5
500	7.07	16.36	8.29E+10	8.5	5.0
600	11.53	25.75	1.55E+11	9.0	5.5
700	17.88	40.24	2.84E+11	10.5	6.5
800	30.50	70.76	5.21E+11	13.0	7.5
1000	53.73	125.64	1.22E+12	15.5	9.0
1200	85.46	192.93	2.23E+12	16.5	9.5

* Stiffness at Cracking Moment

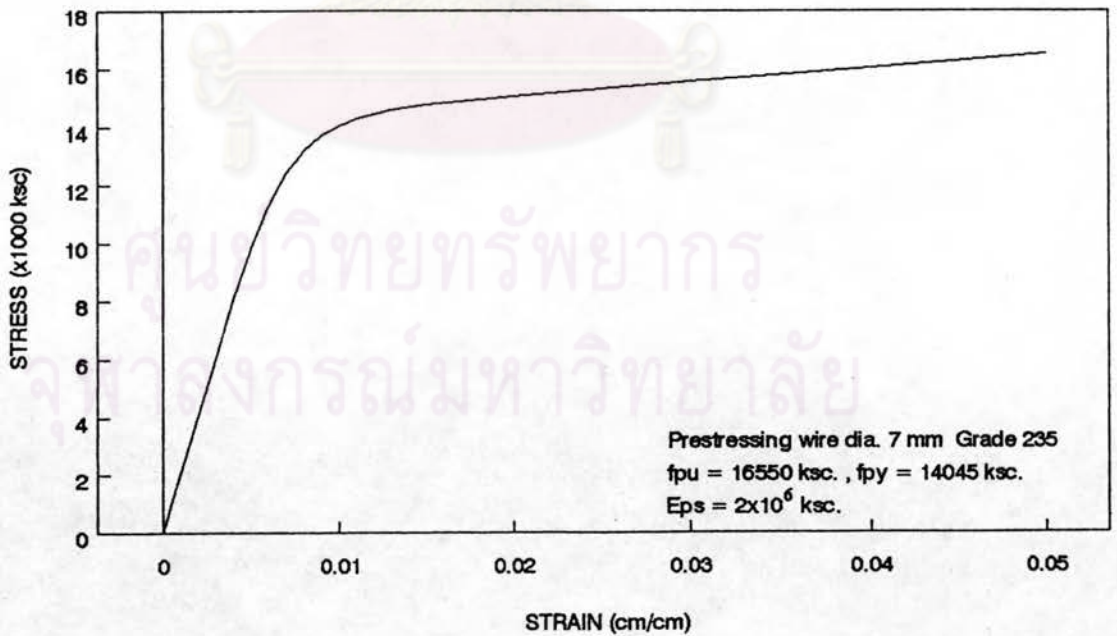
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.11 แรงอัดประลัยของหน้าตัดเสาเข็มสับนคอนกรีตอัดแรง และขนาดหน้าตัดของรอยเชื่อมรับแรงอัดร่วมแรงตัด

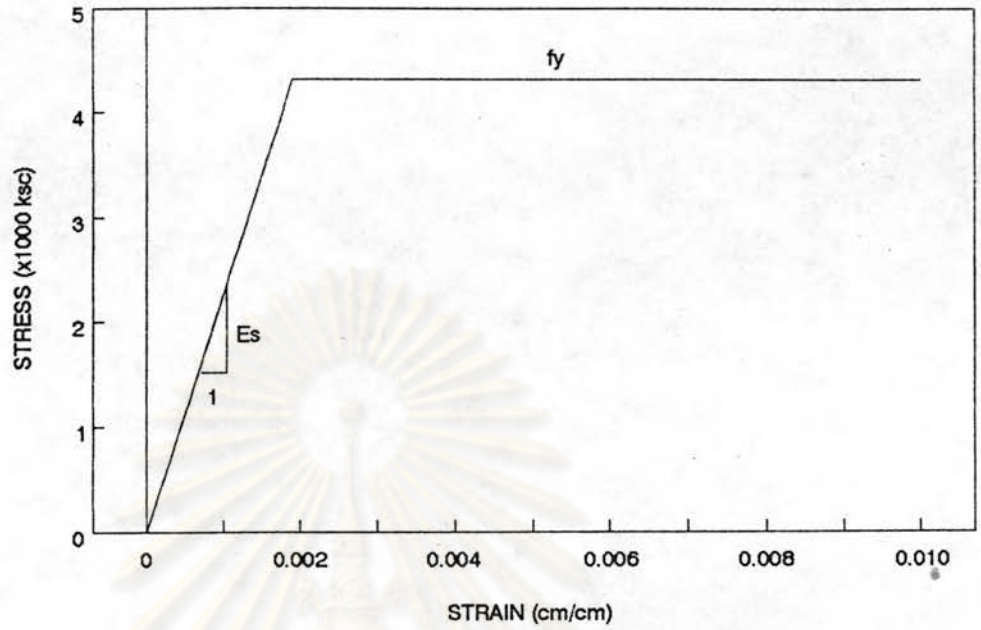
Outer Diameter	Calculated Axial Ultimate Load	Welded Section Axial Load Control		End Plate Thk.
		b	a	
(mm)	(t)	(mm)	(mm)	(mm)
200	118	8.0	4.5	12
250	158	8.5	5.0	12
300	226	9.0	6.0	12
350	290	11.0	6.5	12
400	357	11.5	7.0	15
450	434	12.5	7.5	15
500	543	14.0	8.5	15
600	737	16.0	9.5	17
700	955	18.0	10.5	17
800	1186	19.0	11.0	19
1000	1755	22.5	13.0	22
1200	2301	24.5	14.5	25



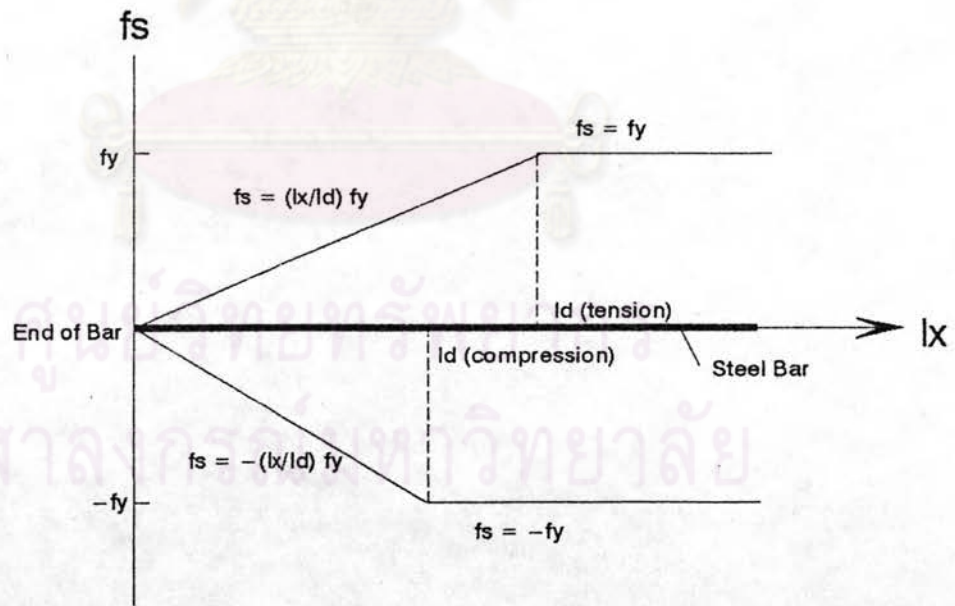
รูปที่ 2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงและความเครียดของคอนกรีต (9)



รูปที่ 2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงและความเครียดของลวดเหล็กอัดแรง (11)

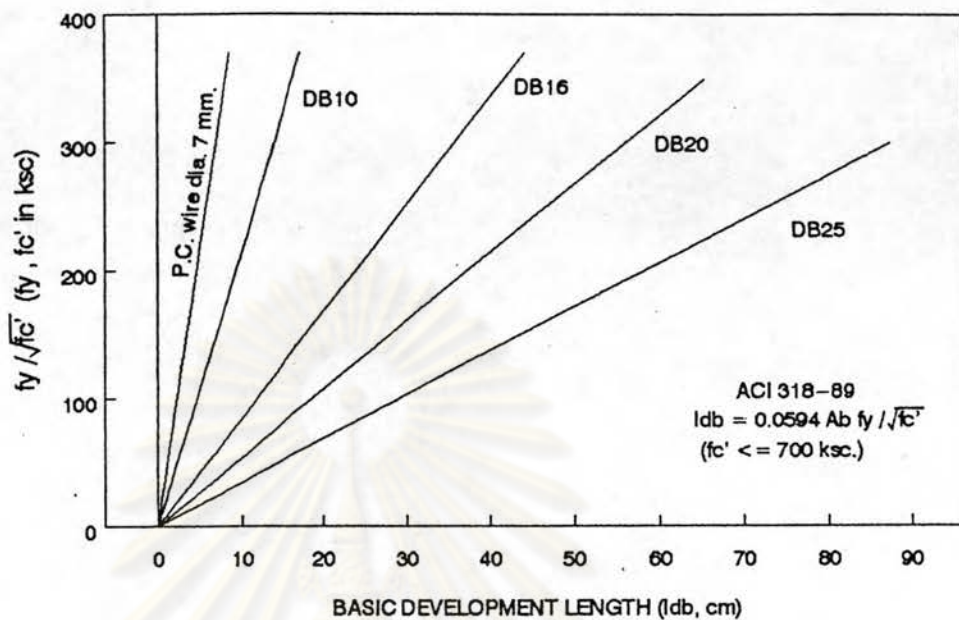


รูปที่ 2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงและความเครียดของเหล็กเสริมข้อ้อย



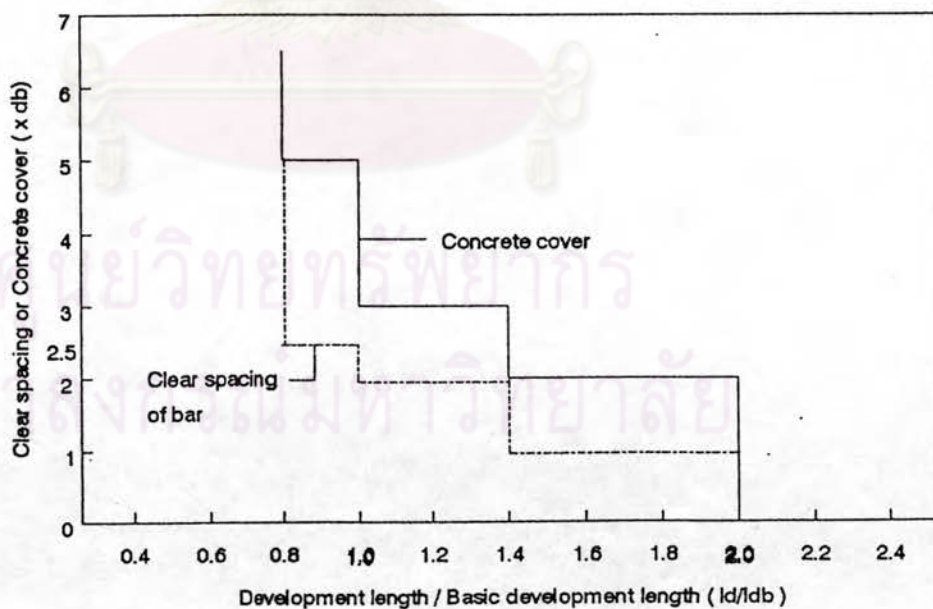
รูปที่ 2.4 ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงกับความยาวของเหล็กเสริมข้อ้อยที่ฝังในเนื้อคอนกรีต (10)

2.5



รูปที่ 2.5 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังของวัสดุกับระยะยึดเหนี่ยวพื้นฐานของเหล็กเสริมขนาดต่าง ๆ (10)

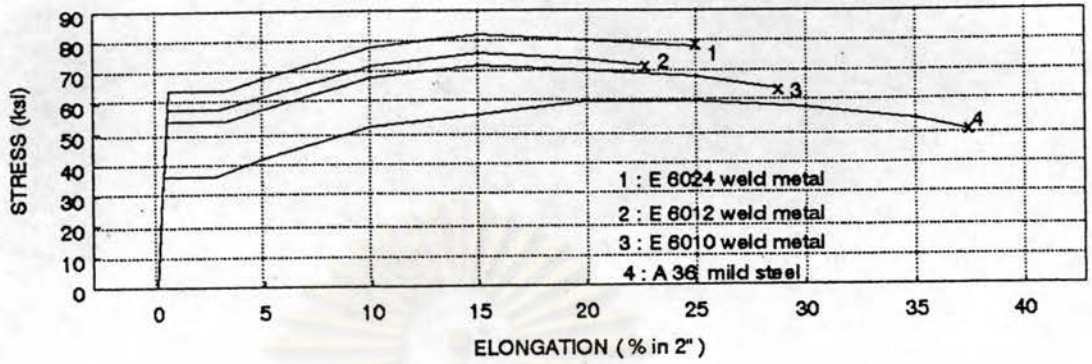
2.6



รูปที่ 2.6 อิทธิพลของระยะหุ้มคอนกรีตและระยะห่างของเหล็กเสริมที่มีผลต่อระยะยึดเหนี่ยว (10)

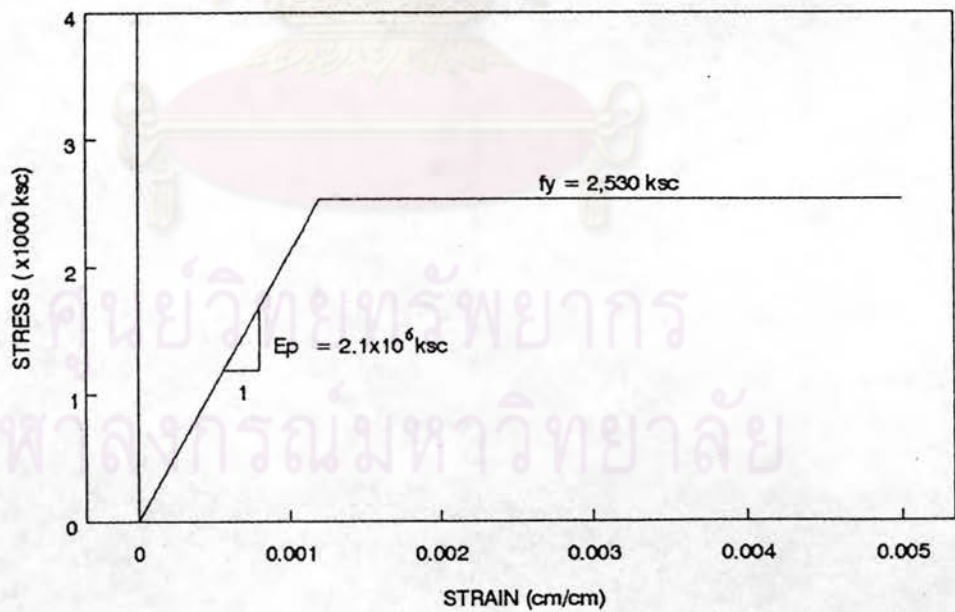


2.7

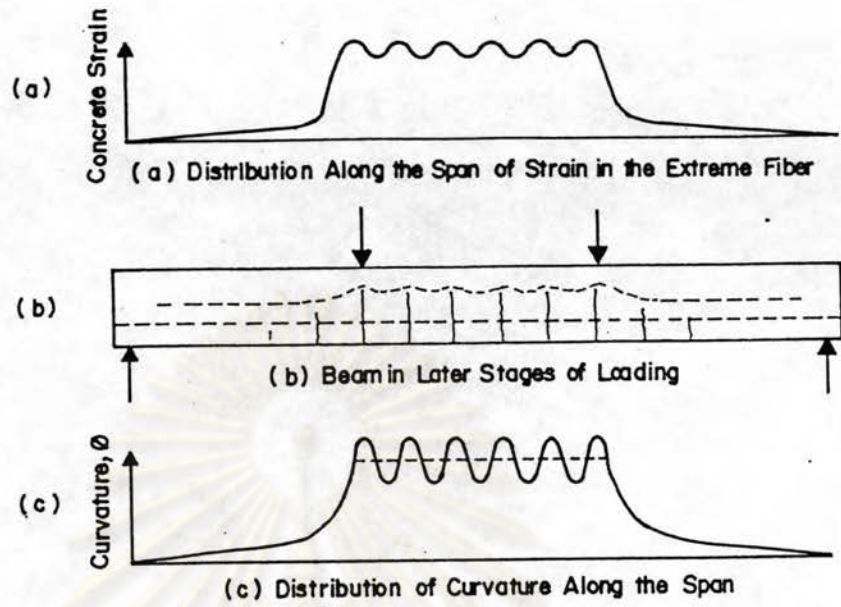


รูปที่ 2.7 ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงและระยะยืดของโลหะที่ทำการเชื่อมและแผ่นเหล็ก (12)

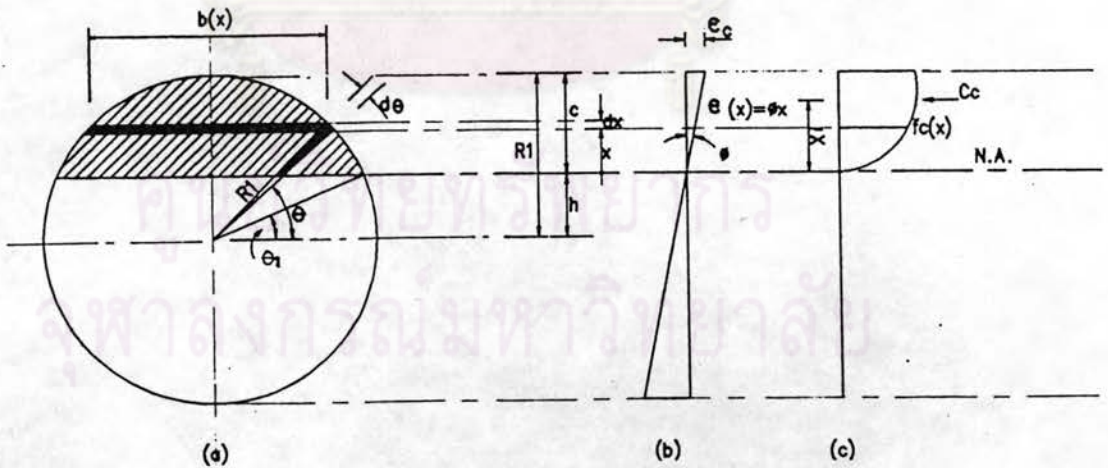
2.8



รูปที่ 2.8 ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงและความเครียดของแผ่นเหล็กและรอยเชื่อมที่ใช้ในการวิจัย



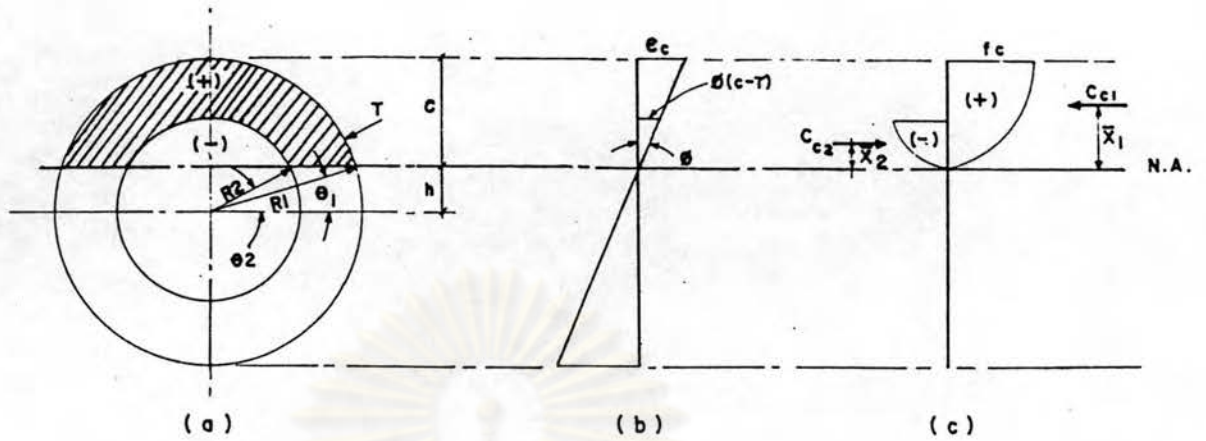
รูปที่ 2.9 ค่าความโค้งหลังการแตกร้าวของหน้าตัด



รูปที่ 2.10 การแจกแจงความเครียดและหน่วยแรงบนคอนกรีตหน้าตัดกลม

(a) หน้าตัดกลม (b) การแจกแจงความเครียด (c) การแจกแจงหน่วยแรง

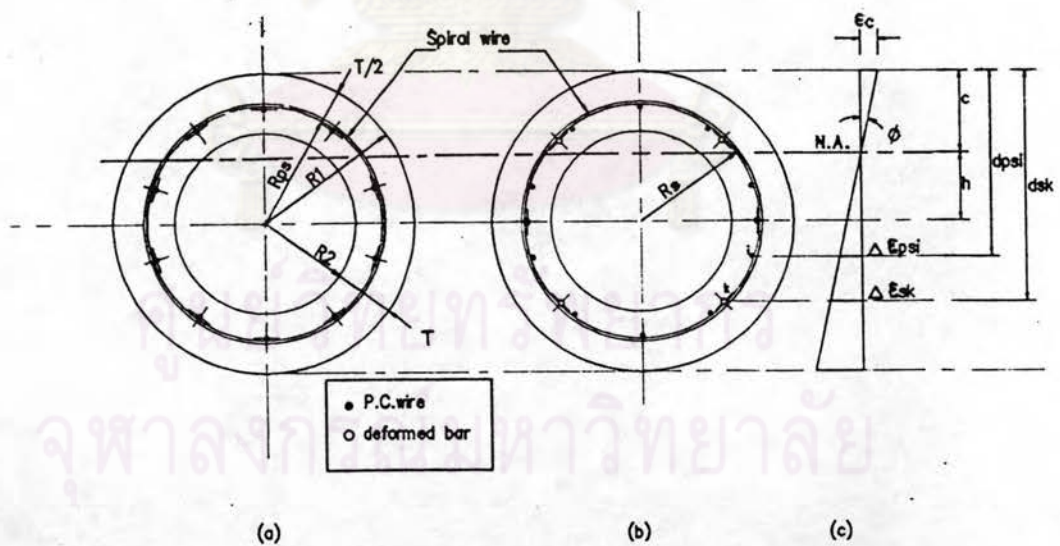
2.11



รูปที่ 2.11 การแจกแจงความเครียดและหน่วยแรงบนคอนกรีตหน้าตัดกลมกลวง

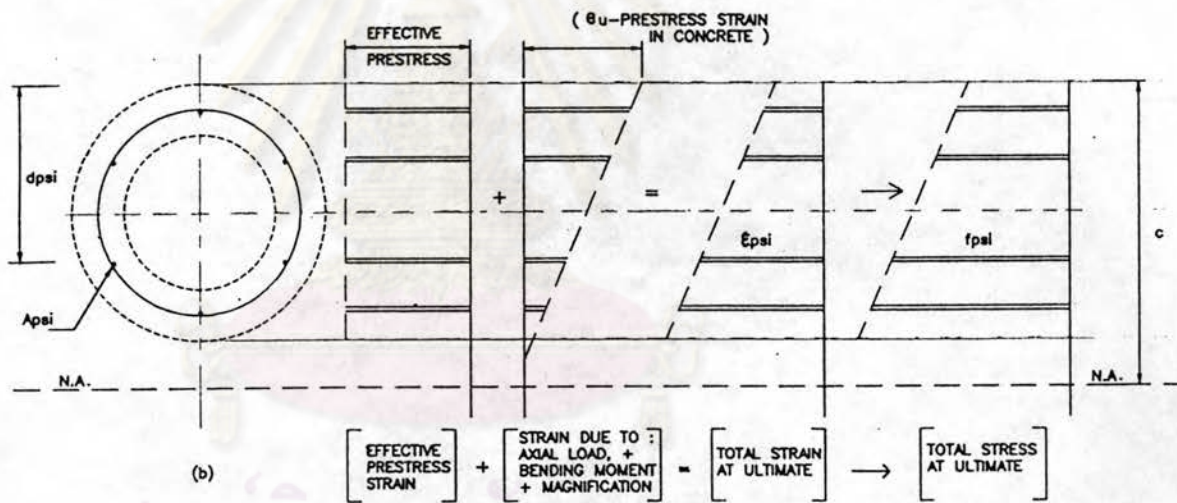
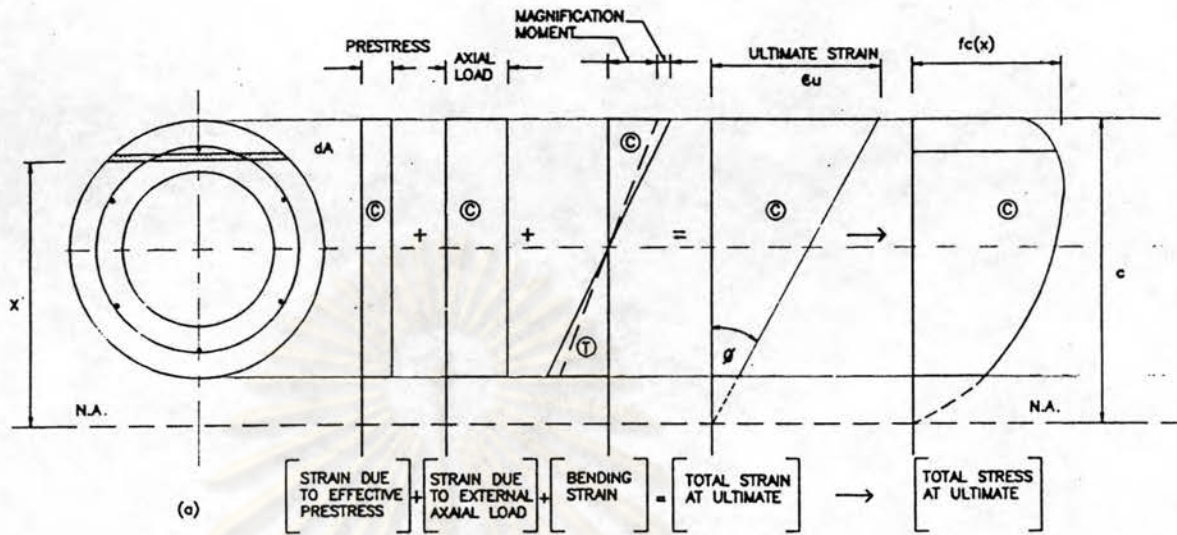
(a) หน้าตัดกลมกลวง (b) การแจกแจงความเครียด (c) การแจกแจงหน่วยแรง

2.12



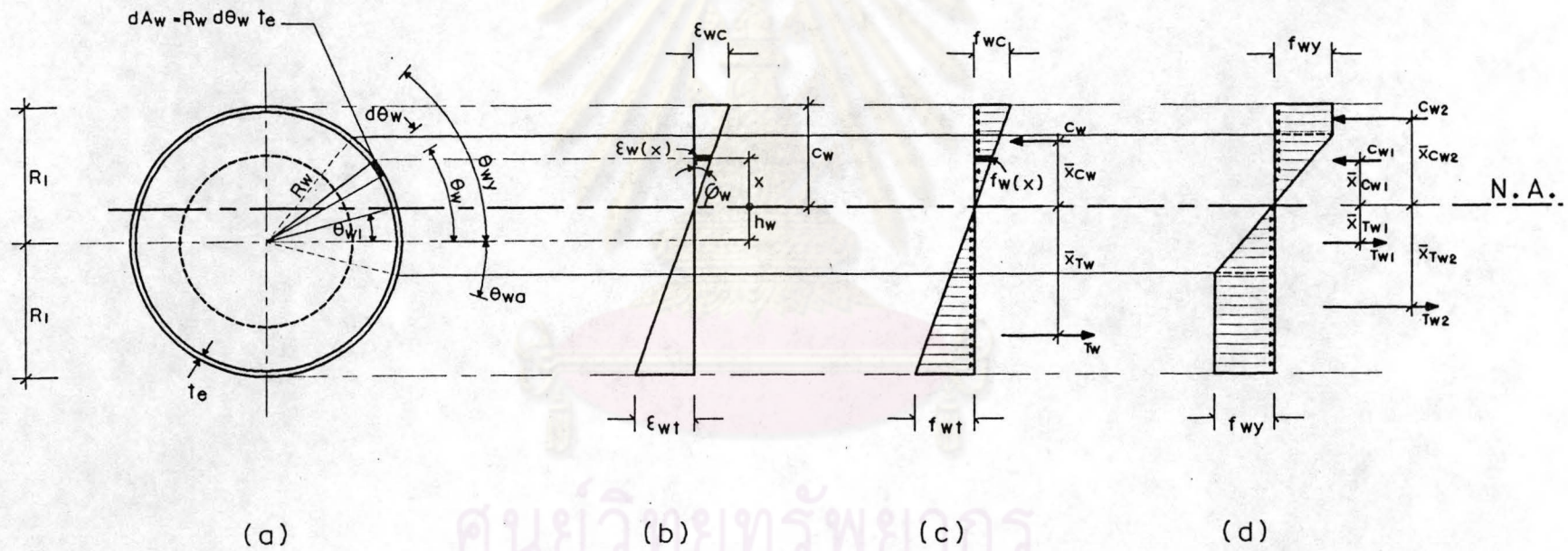
รูปที่ 2.12 หน่วยแรงของลวดเหล็กอัดแรงและเหล็กเสริมข้อ้อย บนหน้าตัดเสาเข็ม (a) หน้าตัดที่มีเฉพาะ

ลวดอัดแรง (b) หน้าตัดที่มีลวดอัดแรงและเหล็กเสริม (c) การแจกแจงความเครียด

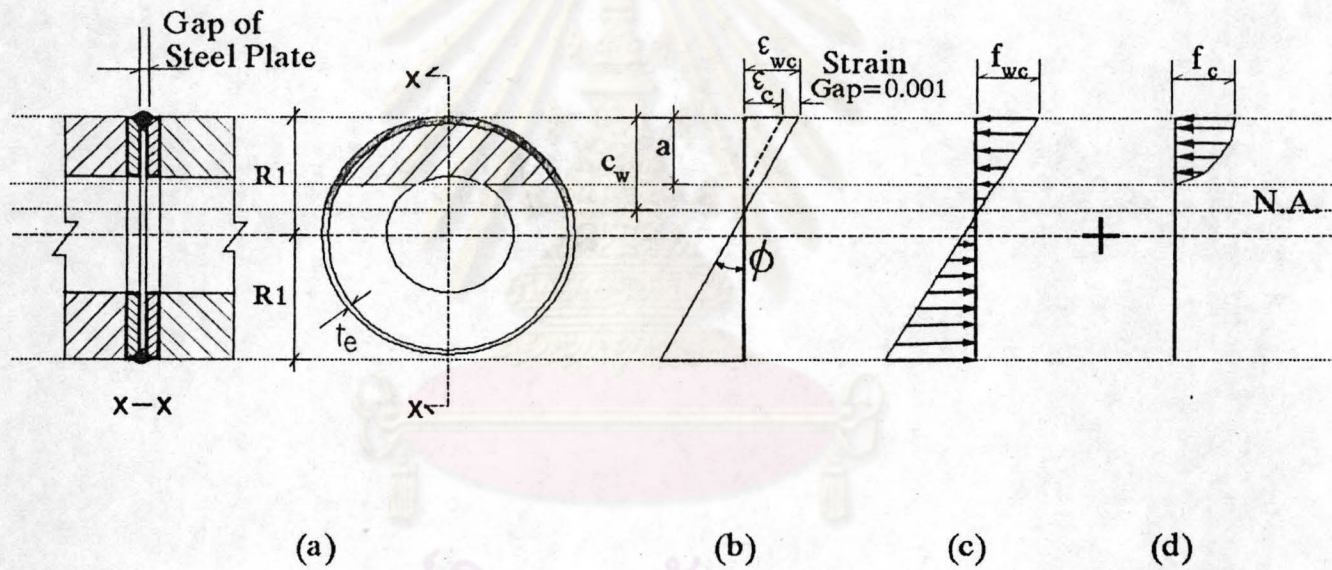


รูปที่ 2.13 การวิเคราะห์พฤติกรรมการอัดรวมกับการดัดของเสาเข็ม

(a) หน้าตัดคอนกรีต (b) หน้าตัดลวดอัดแรง

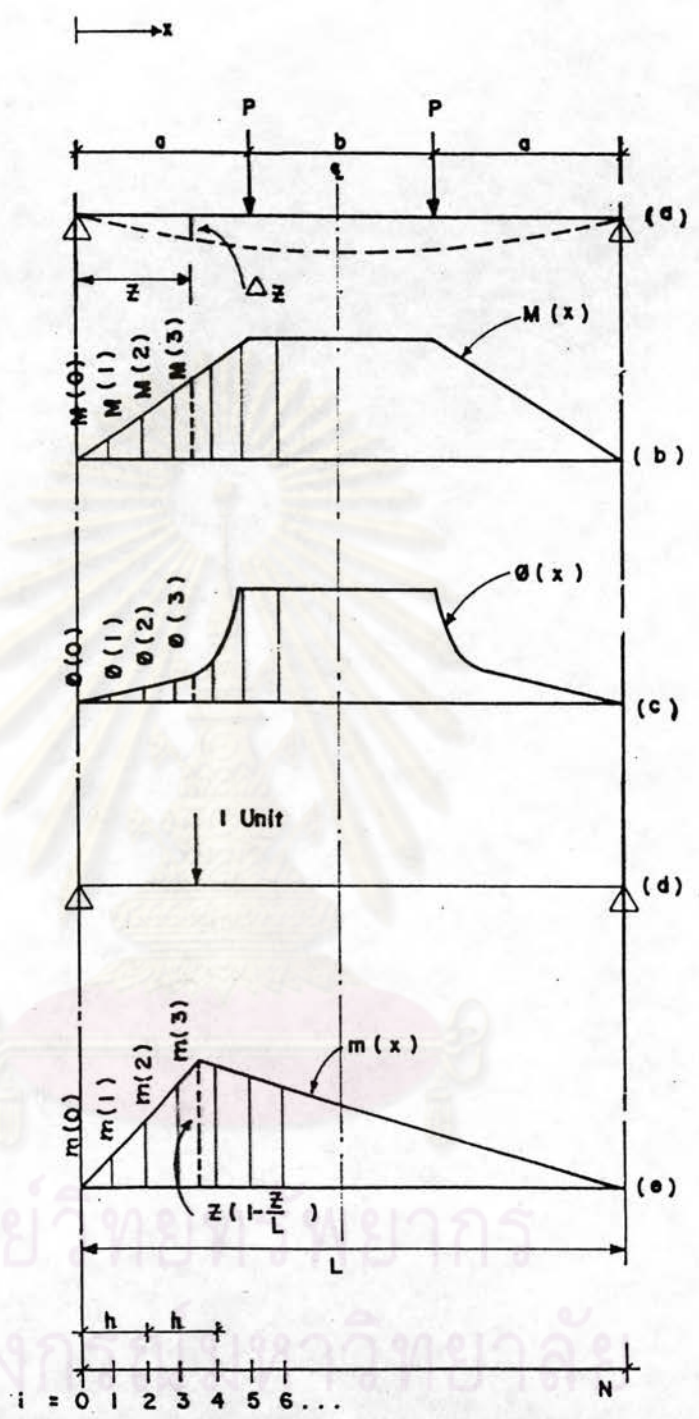


รูปที่ 2.14 การวิเคราะห์หน้าตัดรับแรงอัดร่วมแรงดัดของรอยเชื่อม (a) หน้าตัดของรอยเชื่อม (b) การแจกแจงความเค้น (c) การแจกแจงหน่วยแรงก่อนถึงจุดคานง (d) การแจกแจงของหน่วยแรงหลังจุดคานง

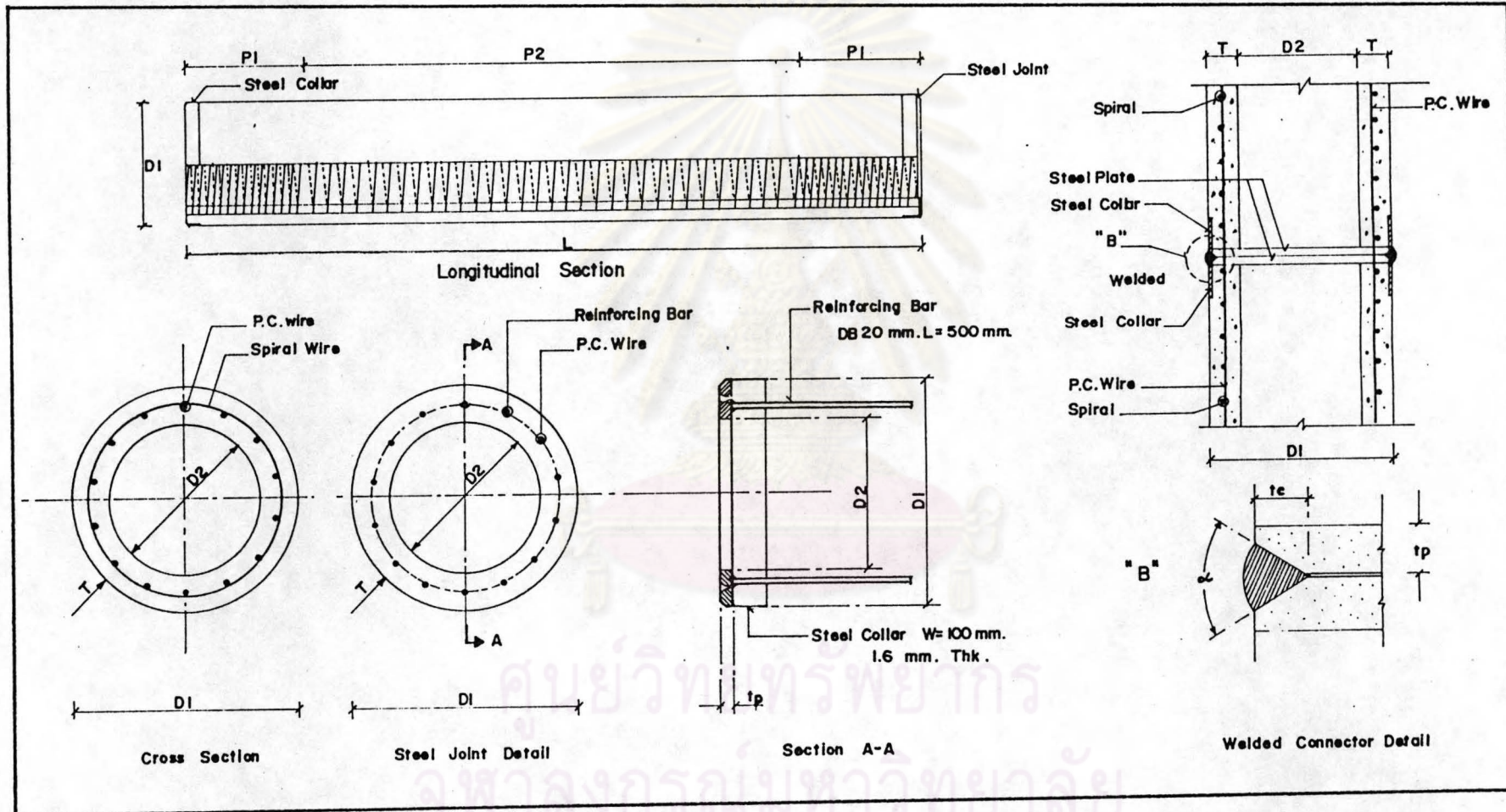


รูปที่ 2.15 การวิเคราะห์หน้าตัดของรอยเชื่อมร่วมกับหน้าตัดที่ผิวสัมผัสของแผ่นเหล็กและคอนกรีต

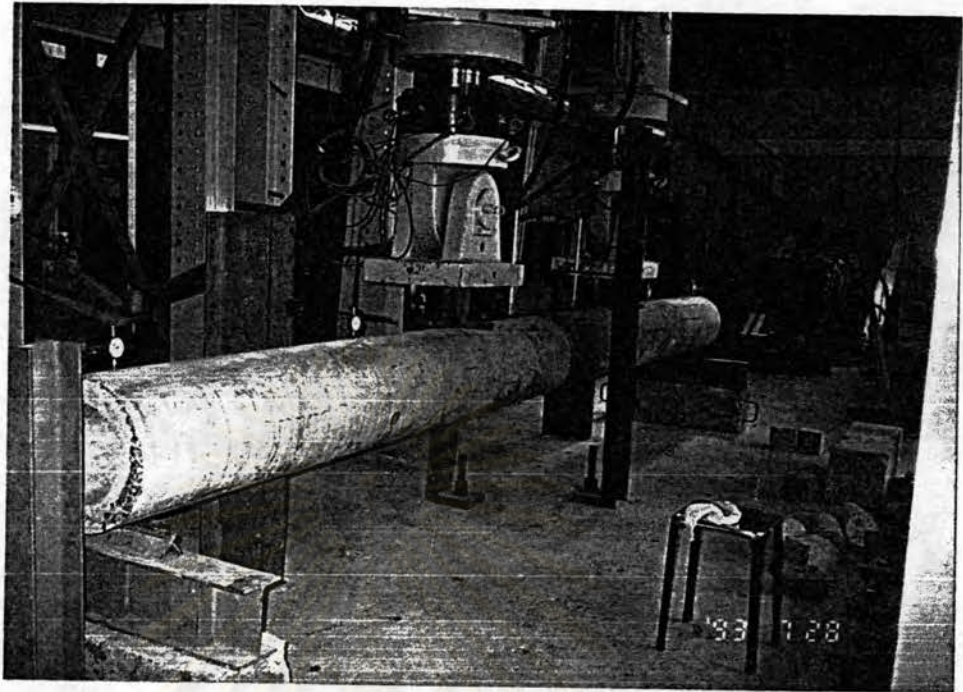
- (a) หน้าตัด (b) การแจกแจงความเครียด (c) การแจกแจงหน่วยแรงในรอยเชื่อม
 (d) การแจกแจงหน่วยแรงที่ผิวสัมผัสของแผ่นเหล็กและคอนกรีต



รูปที่ 2.16 แสดงขั้นตอนในการวิเคราะห์การแอ่นตัวของเสาเข็ม (a) เสาเข็มในรูปของคานรับแรงดัด (b) ไดอะแกรมของโมเมนต์ดัด (c) ไดอะแกรมของความโค้ง (d) คานรับแรงกระทำ 1 หน่วย ณ จุดที่ต้องการหาค่าการแอ่นตัว (e) ไดอะแกรมโมเมนต์ดัดจากแรงกระทำ 1 หน่วย



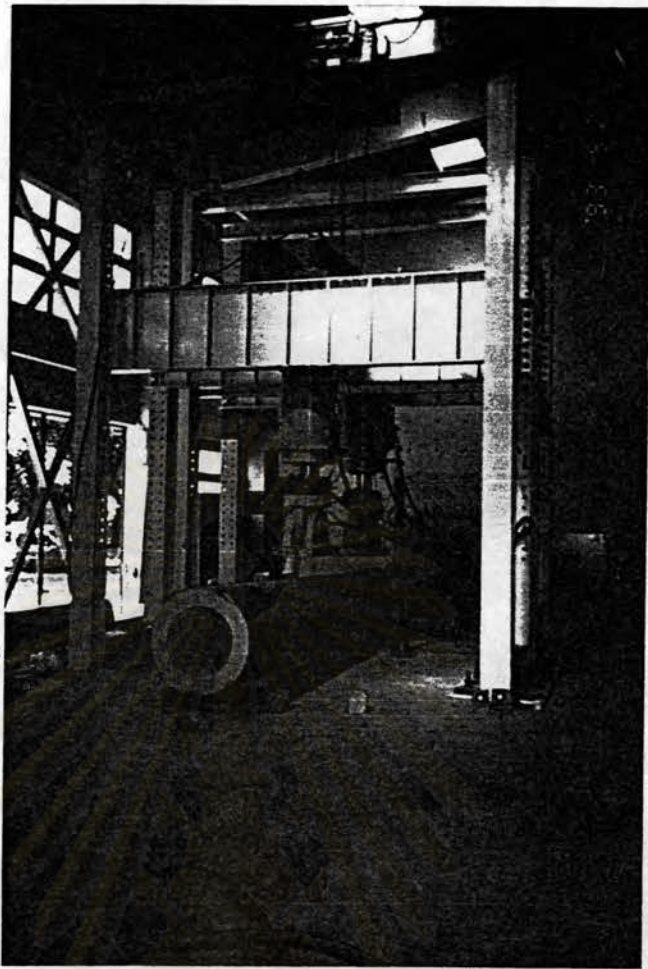
รูปที่ 3.1 รูปแบบของเสาเข็มสับคอนกรีตอัดแรงและรอยต่อแบบเชื่อมที่ใช้ในการทดสอบ



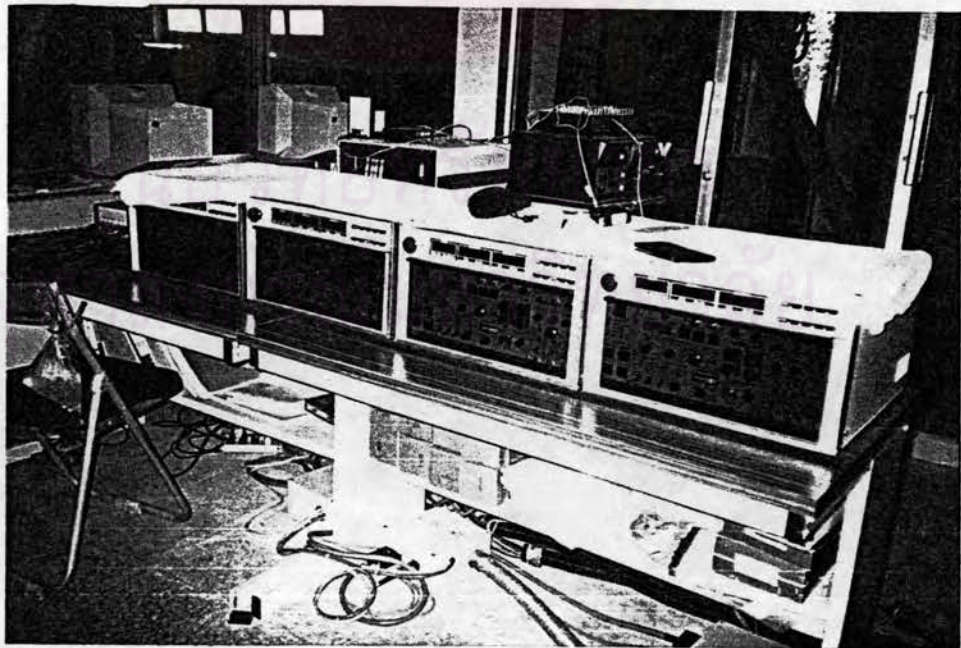
รูปที่ 3.3 แสดงการติดตั้งเครื่องมือและชิ้นตัวอย่างเพื่อการทดสอบ



รูปที่ 3.4 แสดงการใช้ Dial Gauges และ LVDT's (Linear Variable Displacement Transducers) เพื่อวิเคราะห์เปลี่ยนแปลงงานแนวตั้งของชิ้นตัวอย่างทดสอบ



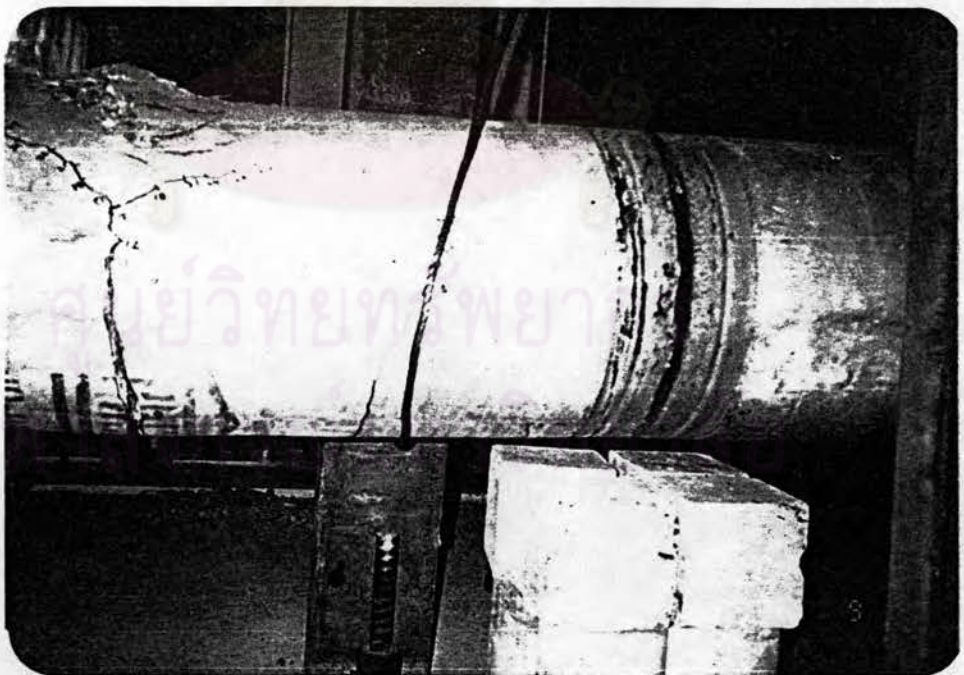
รูปที่ 3.5 แสดงโครงเหล็กที่ใช้ยึดแม่แรงไฮดรอลิกที่ใช้เป็นแรงกระทำในการทดสอบ



รูปที่ 3.6 แสดงเครื่องควบคุมแม่แรงไฮดรอลิก โดยแสดงค่าของแรงกระทำในเชิงตัวเลข



รูปที่ 3.7 แสดงลักษณะการแตกร้าวของตัวอย่าง SPD-40 ขณะเกิดการวิบัติ (รูปด้านหน้า)



รูปที่ 3.8 แสดงการวิบัติและสภาพของรอยต่อแบบเชื่อมหลังจากการวิบัติของตัวอย่าง SPD-40 (รูปด้านหลัง)



รูปที่ 3.9 แสดงการวิบัติของตัวอย่าง SPD-45



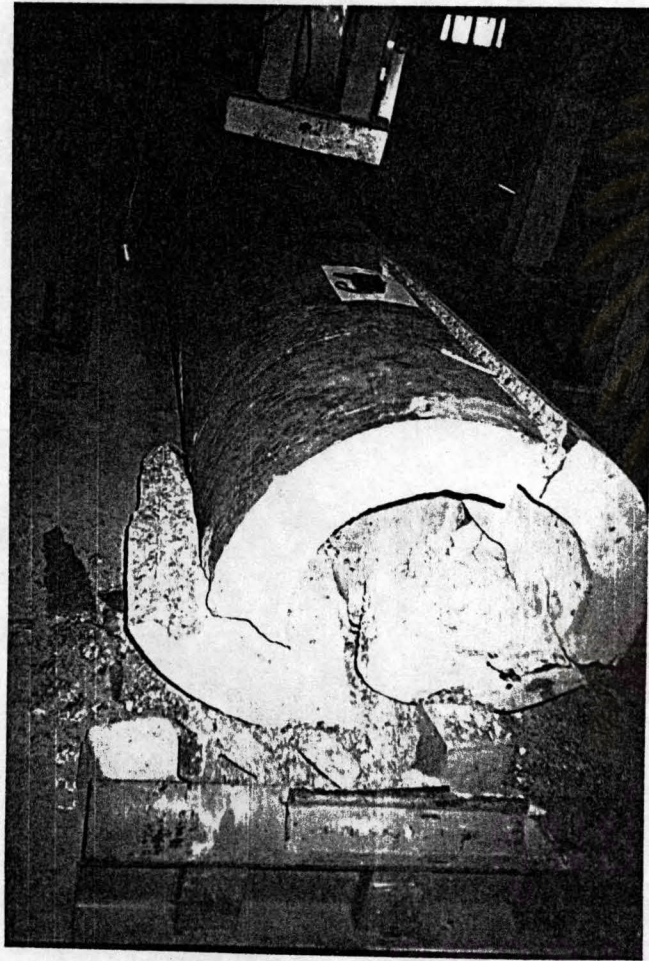
รูปที่ 3.10 แสดงสภาพรอยต่อแบบเชื่อมหลังจากการวิบัติของตัวอย่าง SPD-45



รูปที่ 3.11 แสดงการวิบัติของตัวอย่าง SPD-60



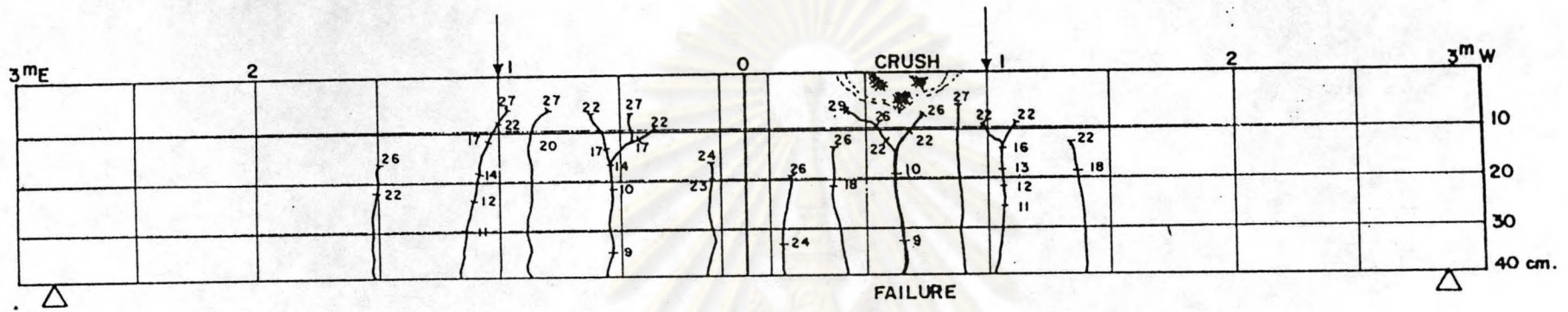
รูปที่ 3.12 แสดงสภาพของรอยต่อแบบเชื่อมหลังจากการวิบัติ ของตัวอย่าง SPD-60



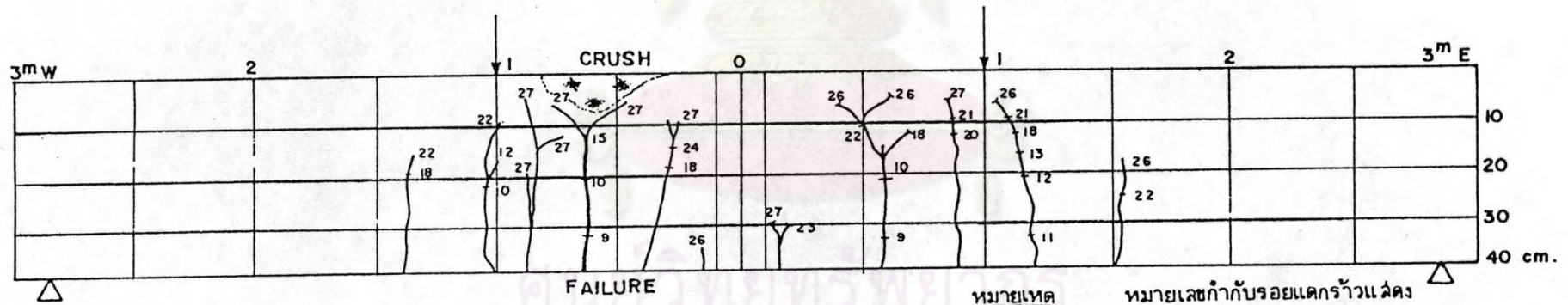
รูปที่ 3.13 แสดงการวิบัติ ของตัวอย่าง SPD-80



รูปที่ 3.14 แสดงสภาพของรอยต่อแบบเชื่อมหลังจากการวิบัติ
ของตัวอย่าง SPD-80



(a) Front



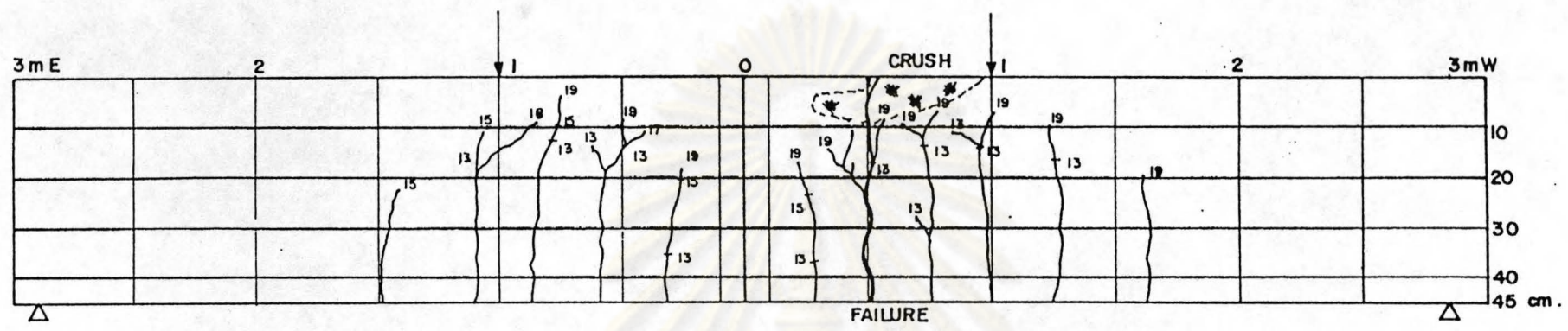
(a) Back

หมายเหตุ

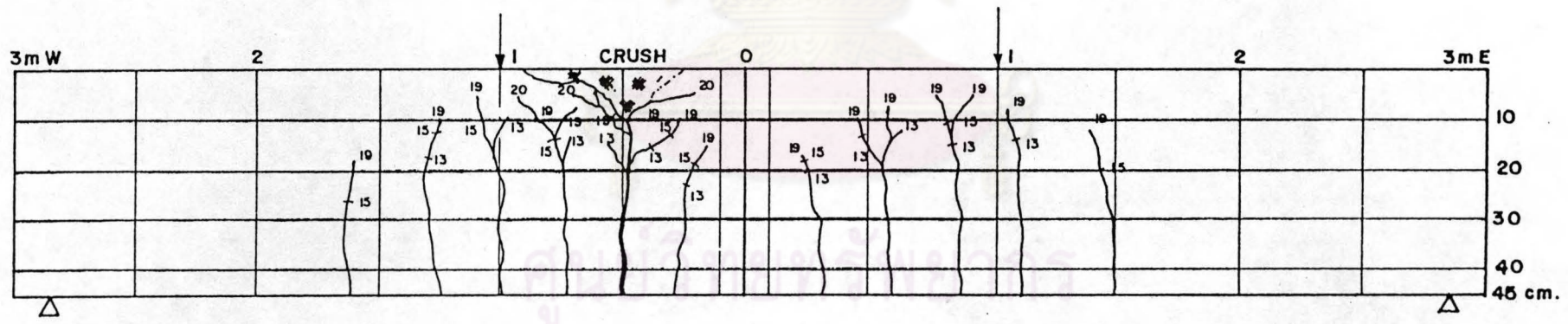
หมายเลขกำกับรอยแตกร้าวแล้วคง
ลำดับของแรงกระทำตามตารางผลการทดลอง

รูปที่ 3.15 รูปแบบของรอยแตกร้าวและการวิบัติของตัวอย่าง SPD-40





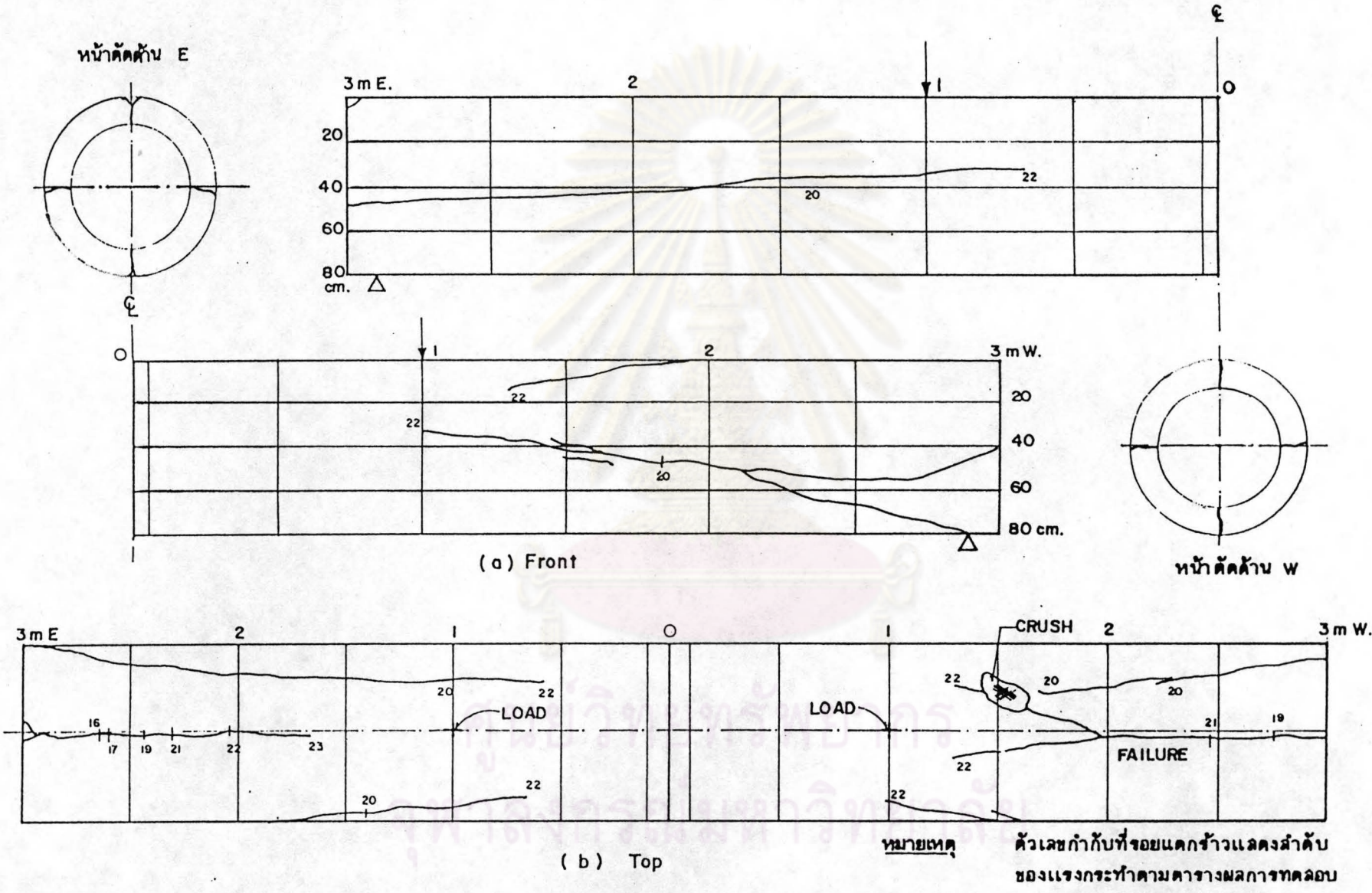
(a) Front



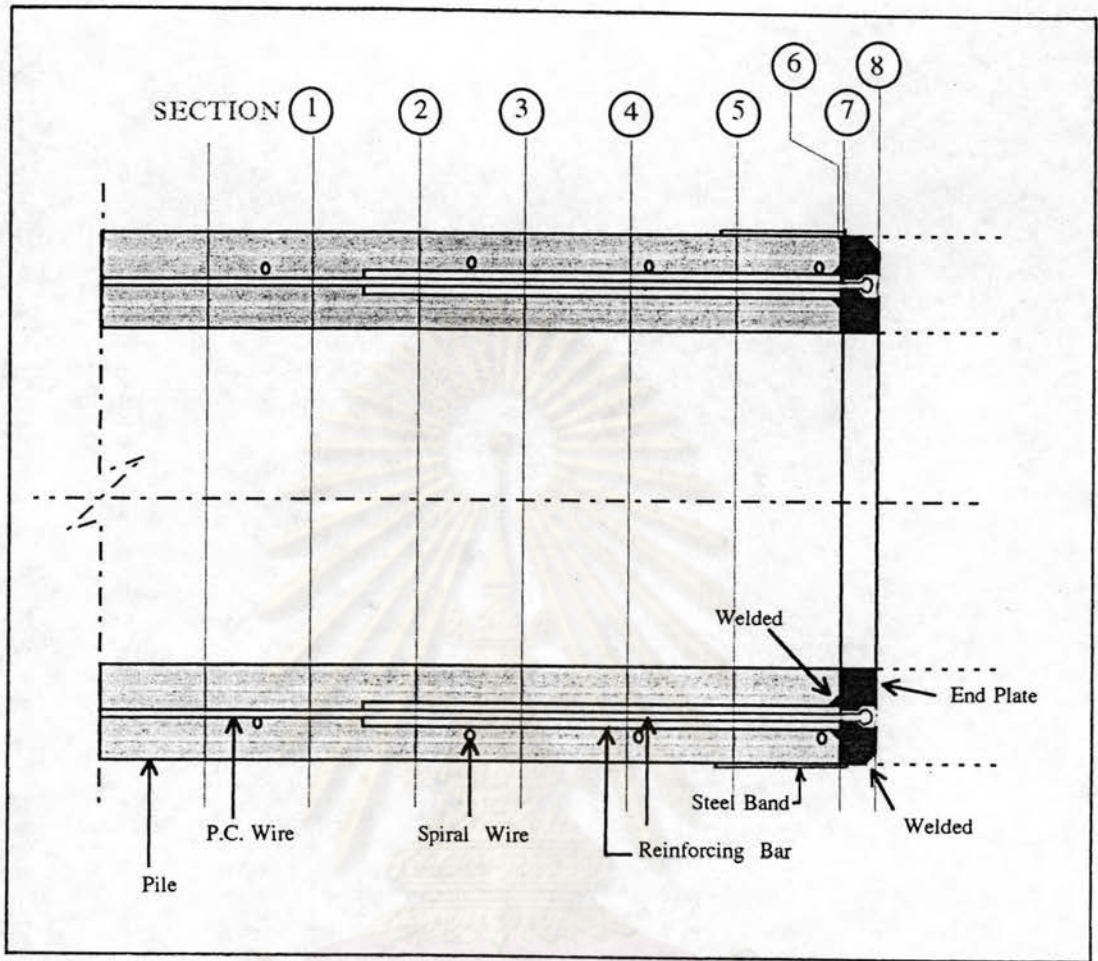
(b) Back

หมายเหตุ หมายเลขกำกับที่รอยแตก ร้าว แฉก คง สำคัญ
ของแรงกระทำ ตามตารางผลการทดลอง

รูปที่ 3.16 รูปแบบของรอยแตก ร้าว และการวิบัติของตัวอย่าง SPD-45



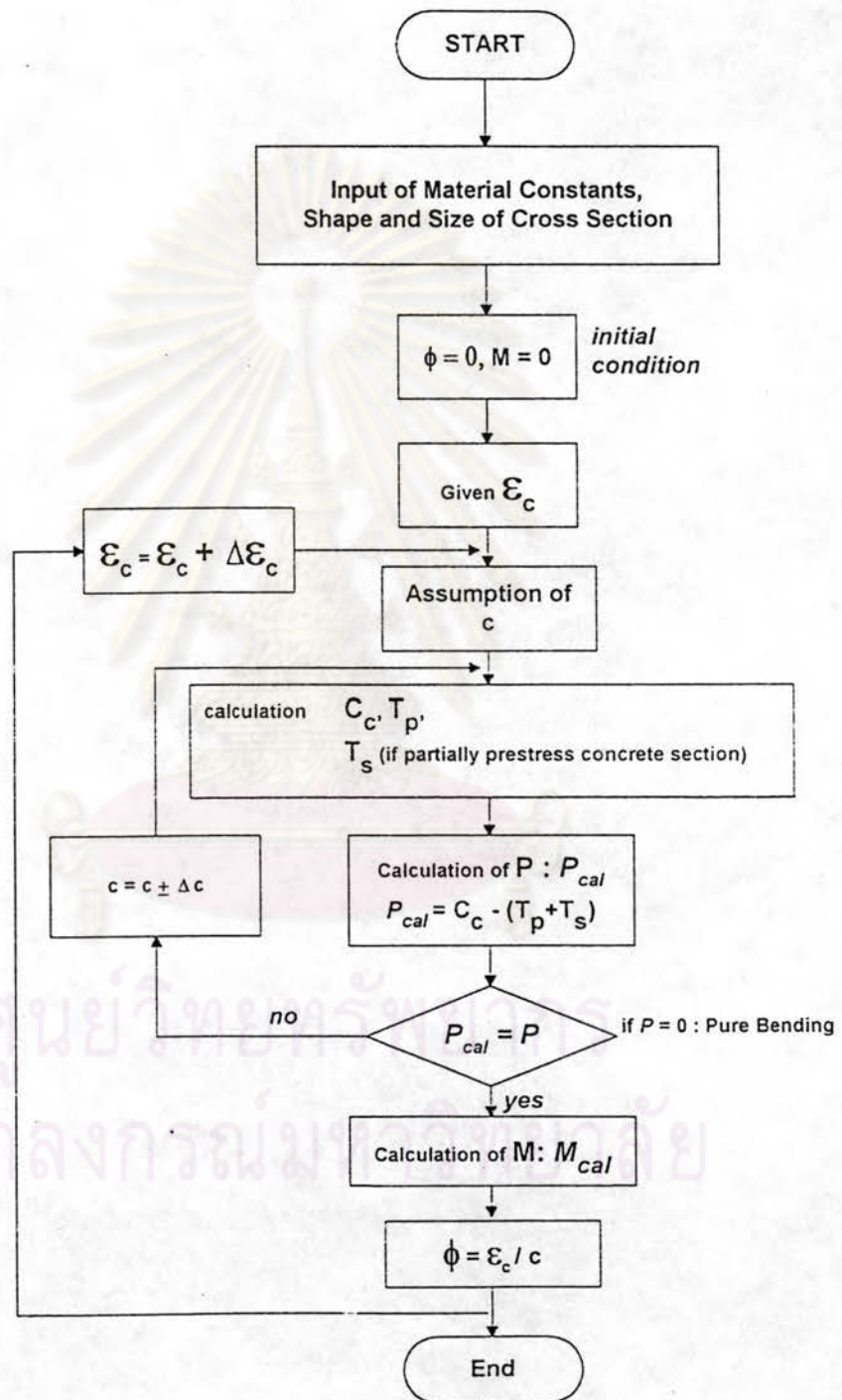
รูปที่ 3.18 รูปแบบของรอยแตกหรือแอ่งและการวิบัติของตัวอย่าง SPD-80



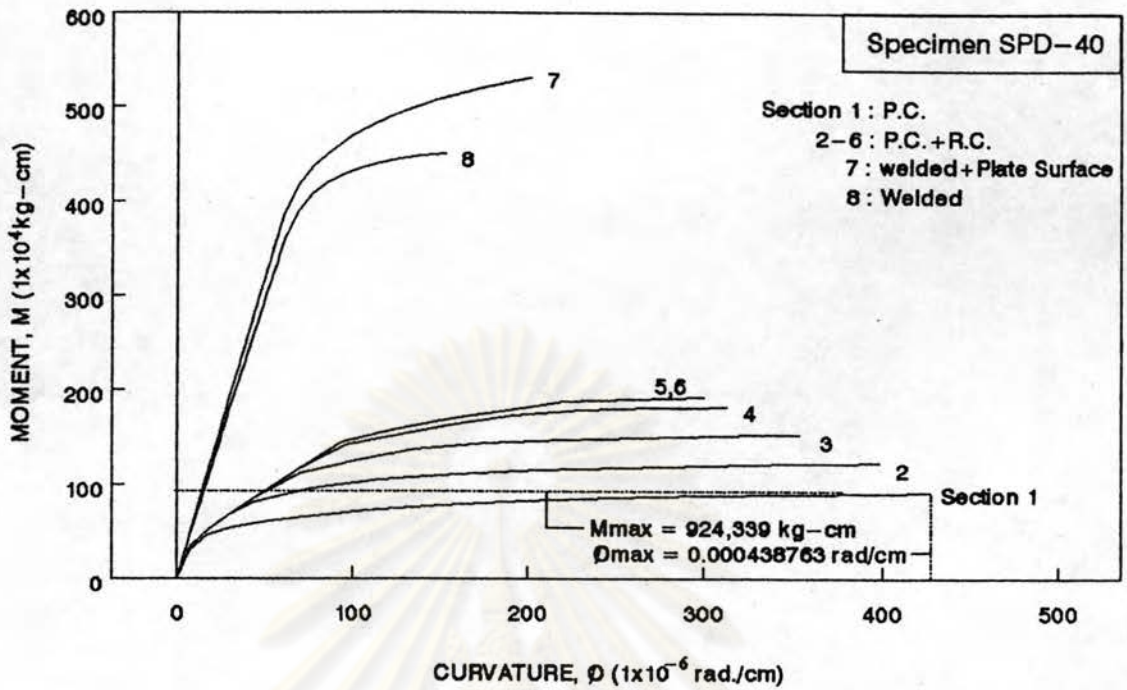
รูปที่ 3.19 ตำแหน่งของหน้าตัดต่างๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

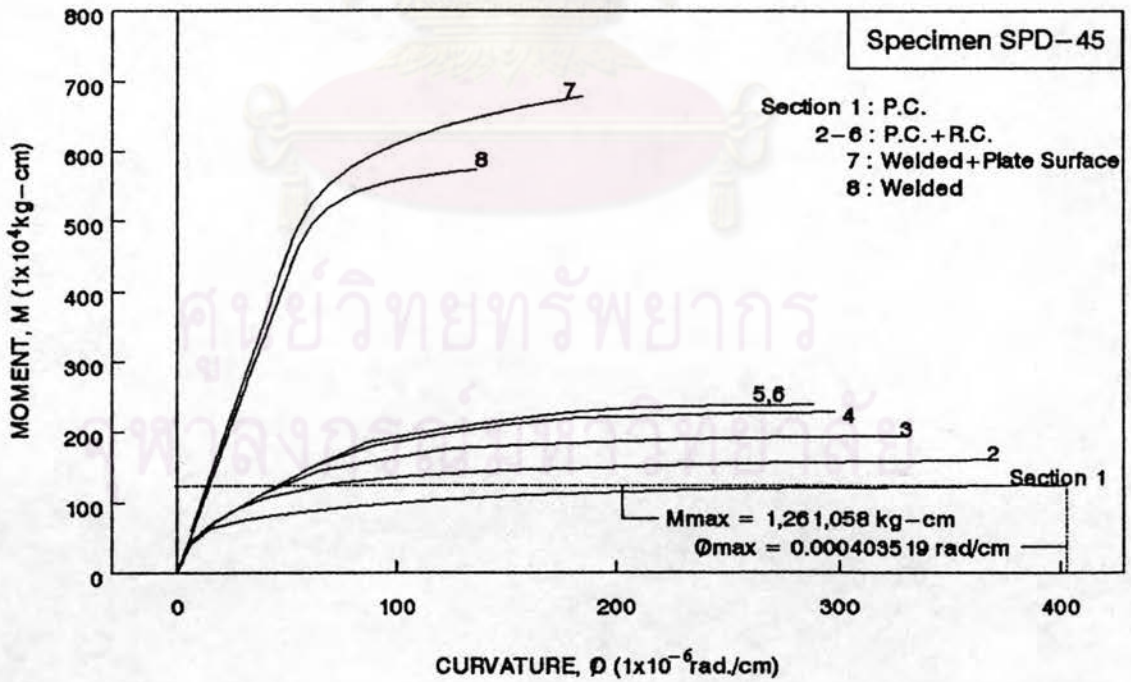
The Flow Chart of "M- ϕ " Calculation



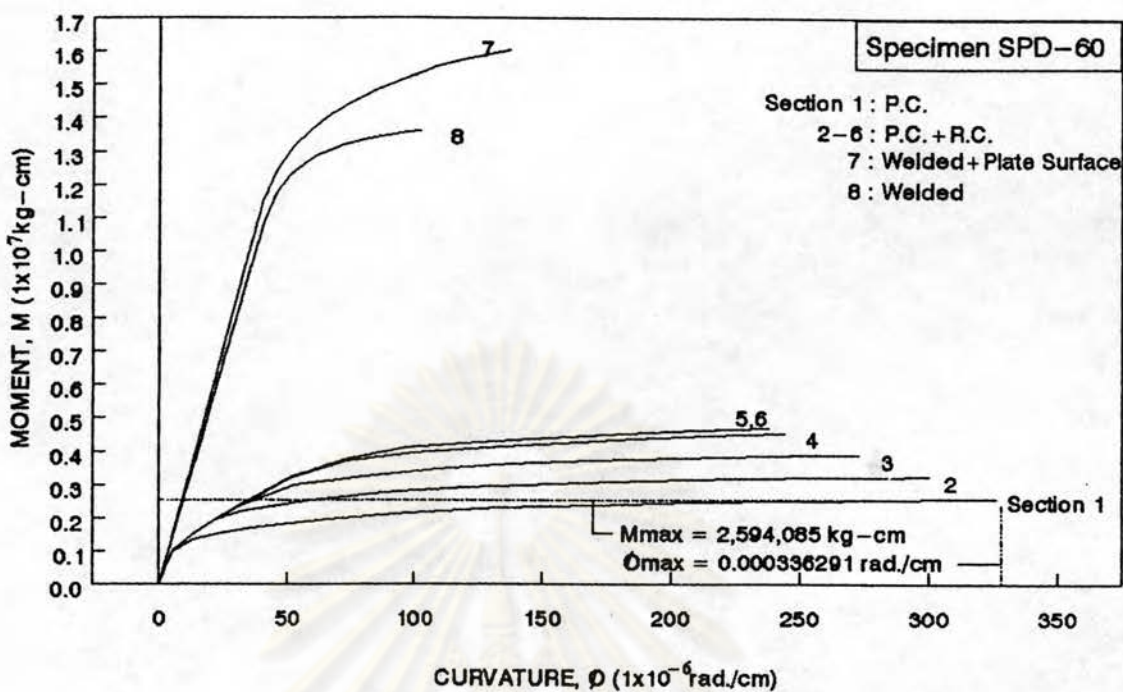
รูปที่ 3.20 แผนภูมิแสดงขั้นตอนการวิเคราะห์โมเมนต์ดัดและความโค้ง



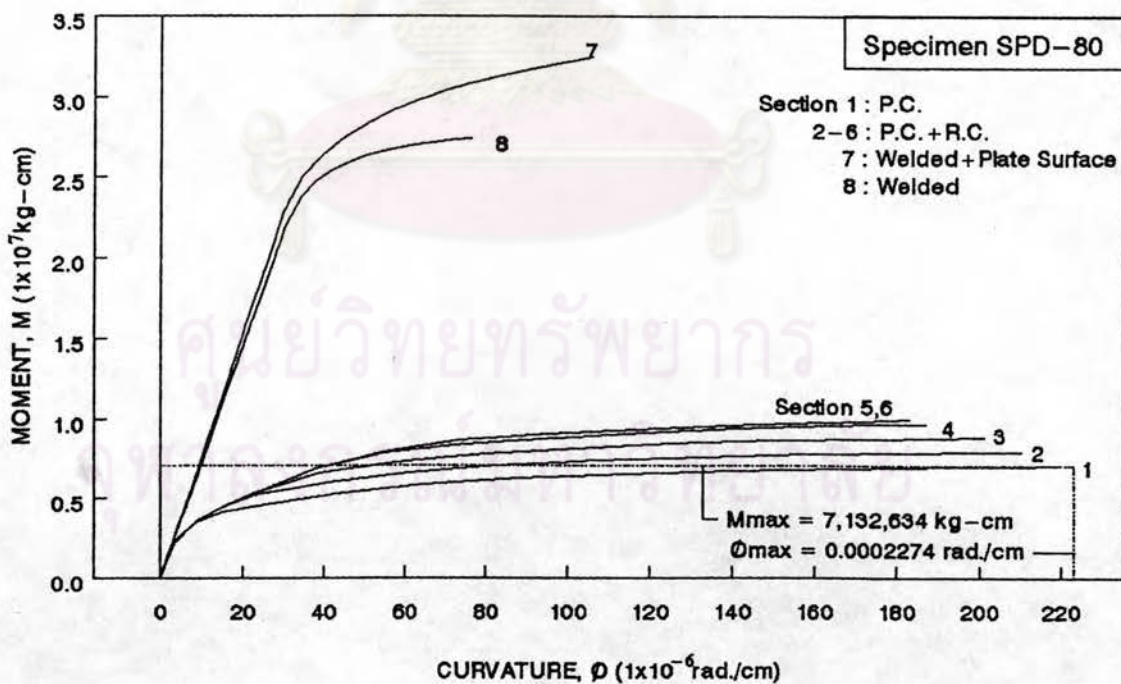
รูปที่ 3.21 ความสัมพันธ์ระหว่างโมเมนต์ดัดและความโค้งบนหน้าตัดต่างๆ ที่ได้จากกราฟวิเคราะห์ของตัวอย่าง SPD-40



รูปที่ 3.22 ความสัมพันธ์ระหว่างโมเมนต์ดัดและความโค้งบนหน้าตัดต่างๆ ที่ได้จากกราฟวิเคราะห์ของตัวอย่าง SPD-45



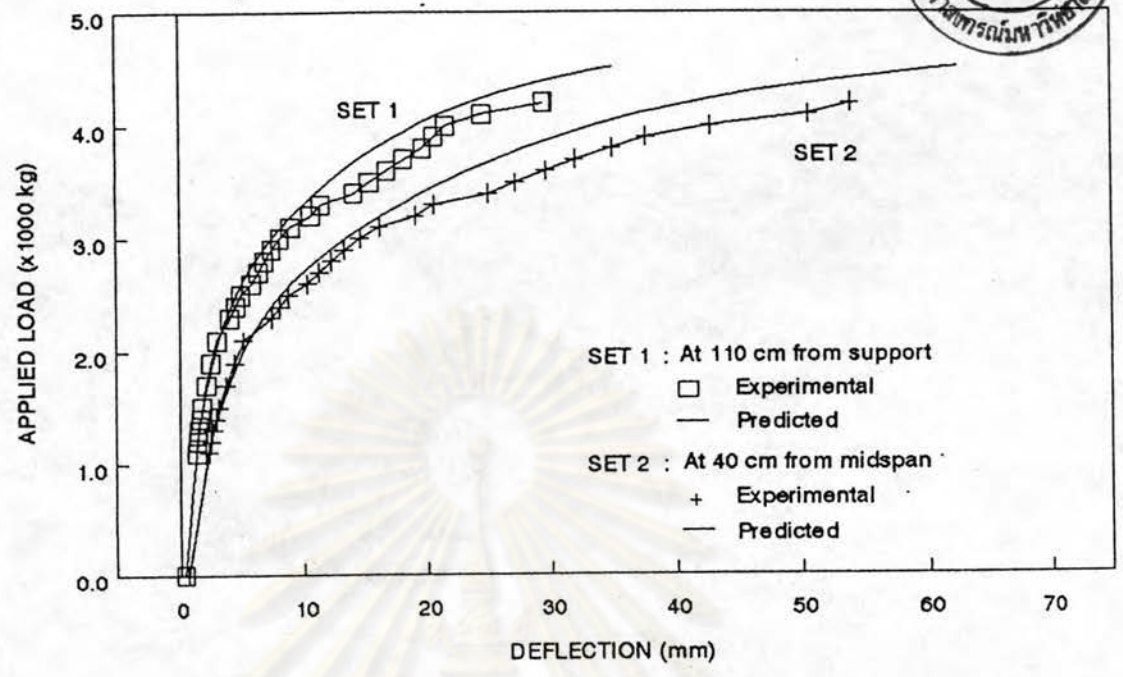
รูปที่ 3.23 ความสัมพันธ์ระหว่างโมเมนต์ตัดและความโค้งบนหน้าตัดต่างๆ ที่ได้จากการวิเคราะห์ของตัวอย่าง SPD-60



รูปที่ 3.24 ความสัมพันธ์ระหว่างโมเมนต์ตัดและความโค้งบนหน้าตัดต่างๆ ที่ได้จากการวิเคราะห์ของตัวอย่าง SPD-80



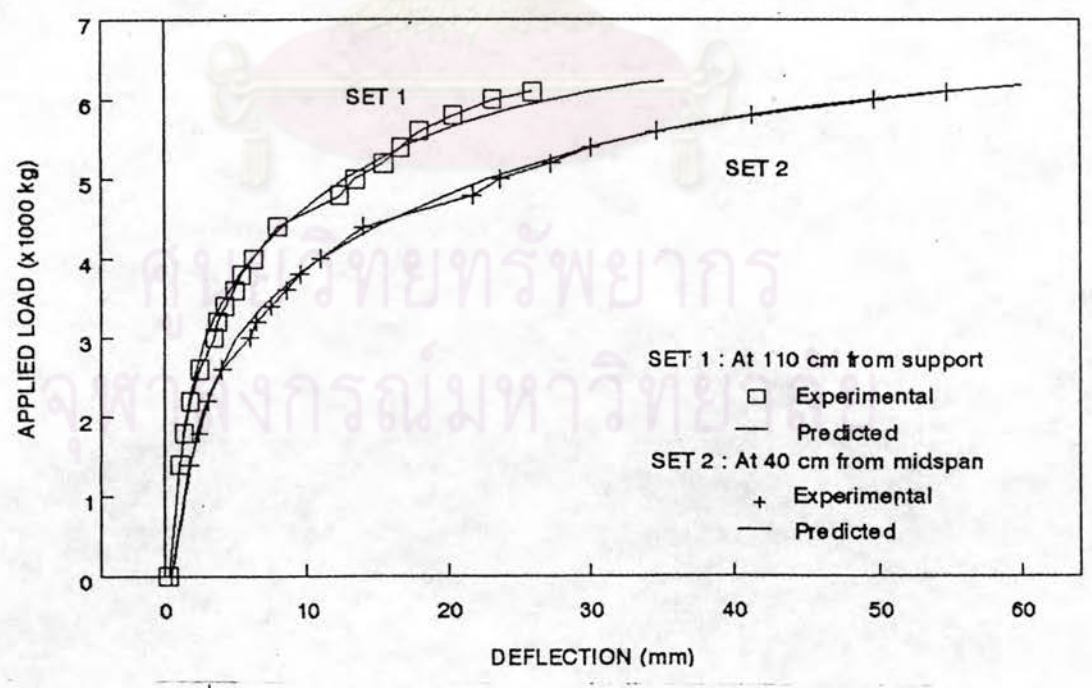
๒๔๐



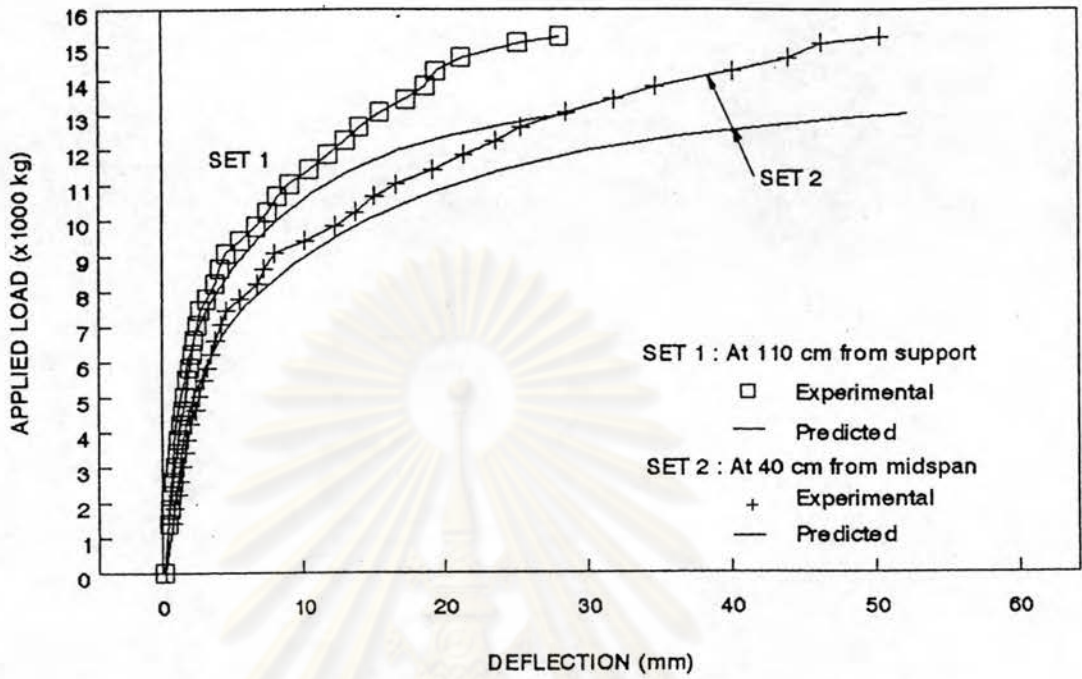
รูปที่ 3.25 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงและการแอ่นตัวของตัวอย่าง SPD-40 จากผลการทดสอบเปรียบเทียบกับผลการวิเคราะห์

3.26

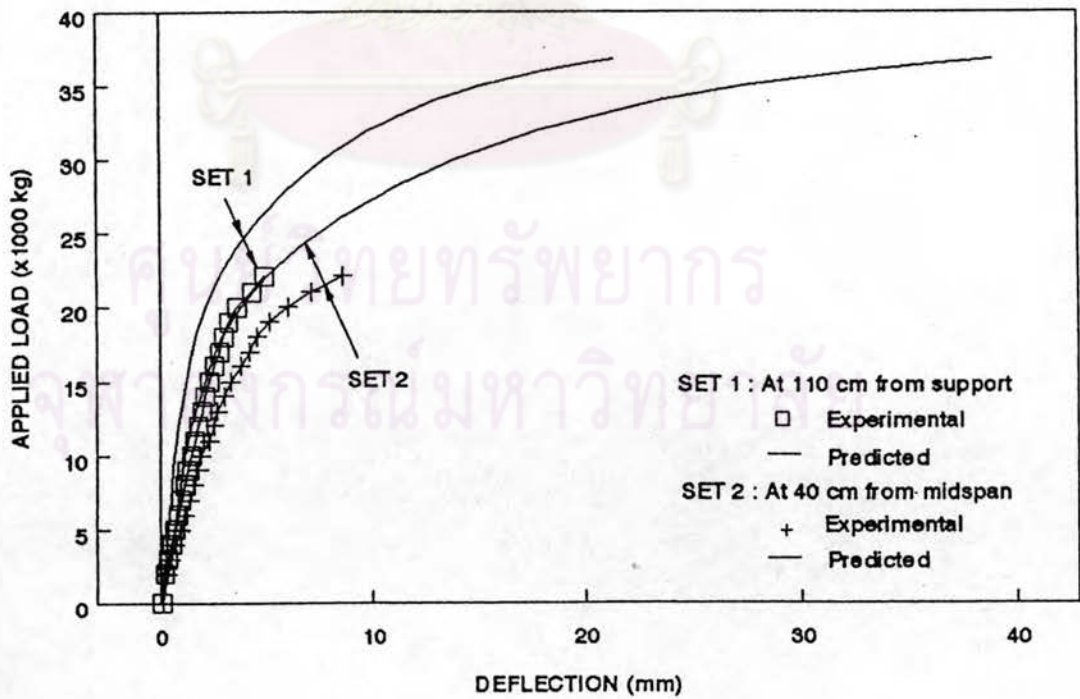
๒๔๕



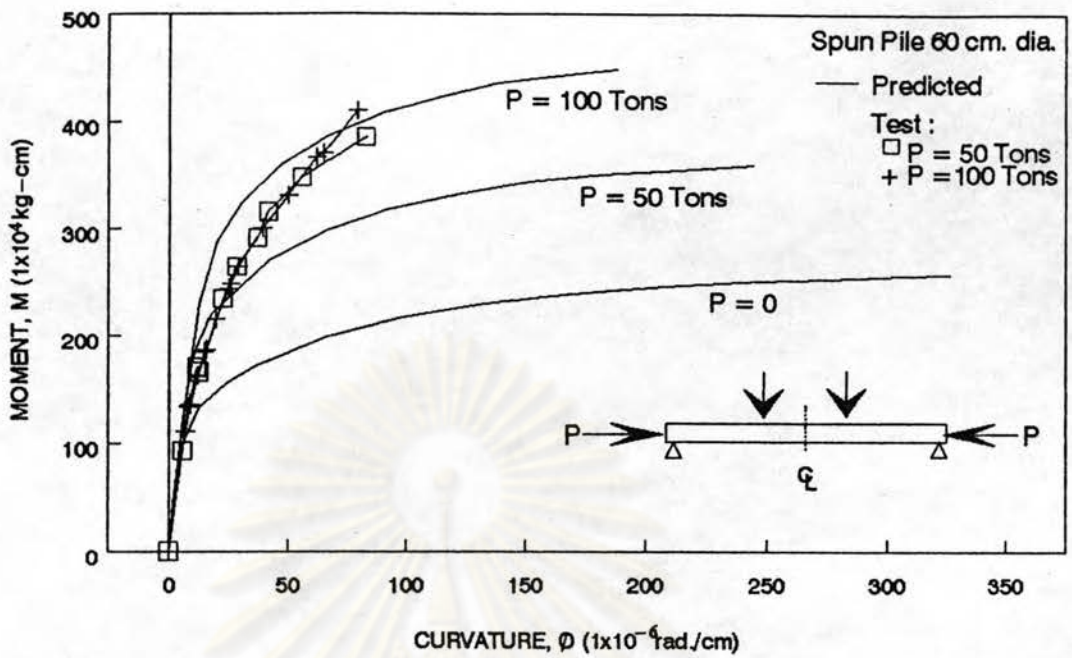
รูปที่ 3.26 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงและการแอ่นตัวของตัวอย่าง SPD-45 จากผลการทดสอบเปรียบเทียบกับผลการวิเคราะห์



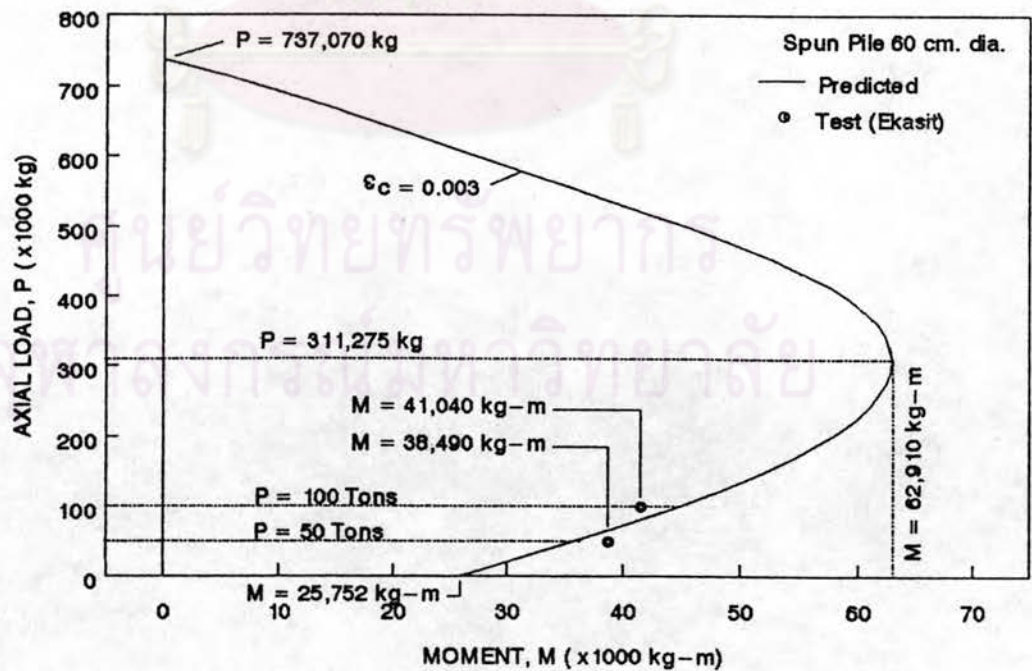
รูปที่ 3.27 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงและการแอ่นตัวของตัวอย่าง SPD-60 จากผลการทดสอบเปรียบเทียบกับผลการวิเคราะห์



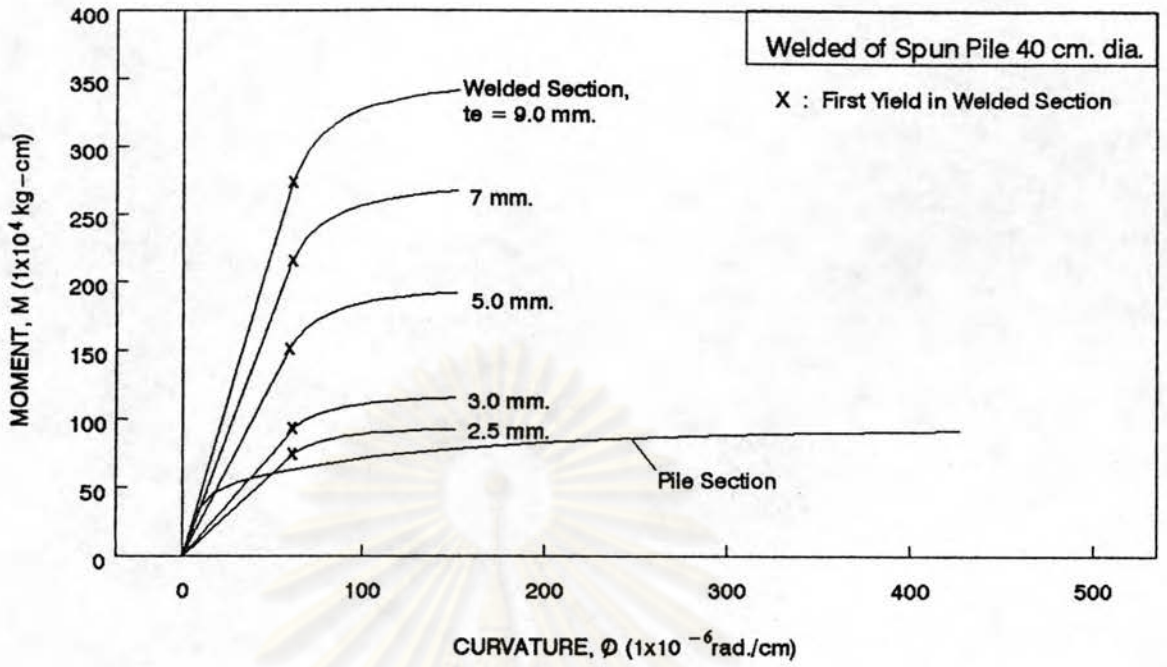
รูปที่ 3.28 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงและการแอ่นตัวของตัวอย่าง SPD-80 จากผลการทดสอบเปรียบเทียบกับผลการวิเคราะห์



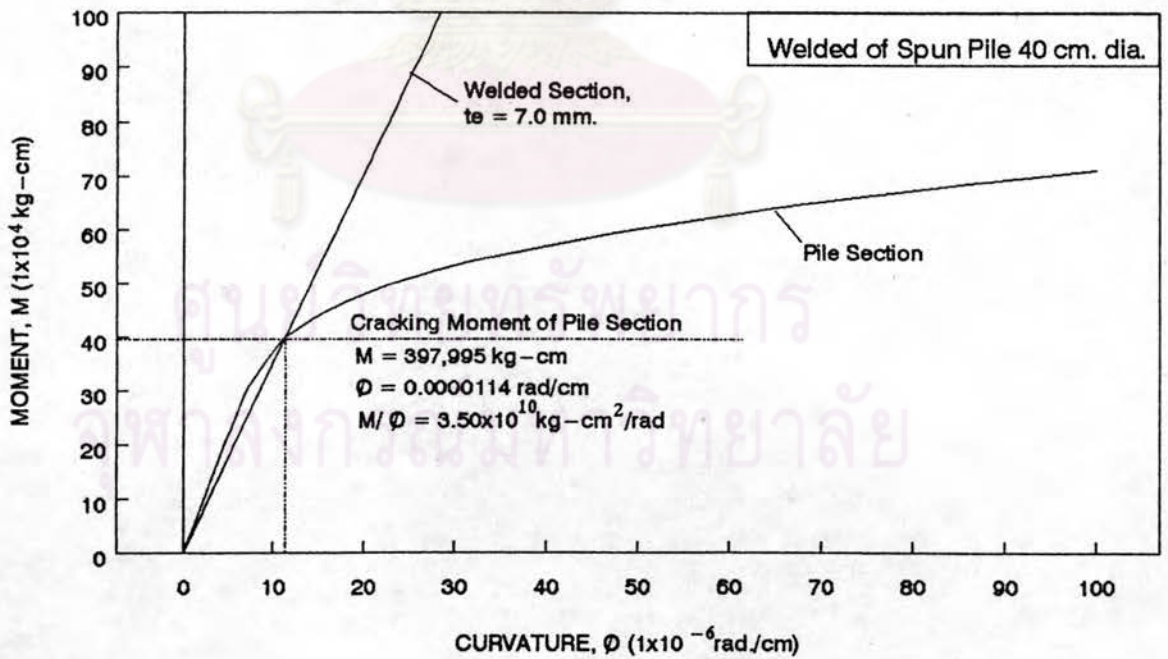
รูปที่ 3.29 ความสัมพันธ์ระหว่างโมเมนต์ดัดและค่าความโค้งของเสาเข็มขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 60 ซม. ที่รับแรงอัดคงที่ต่าง ๆ กัน จากผลการทดสอบเทียบกับการวิเคราะห์



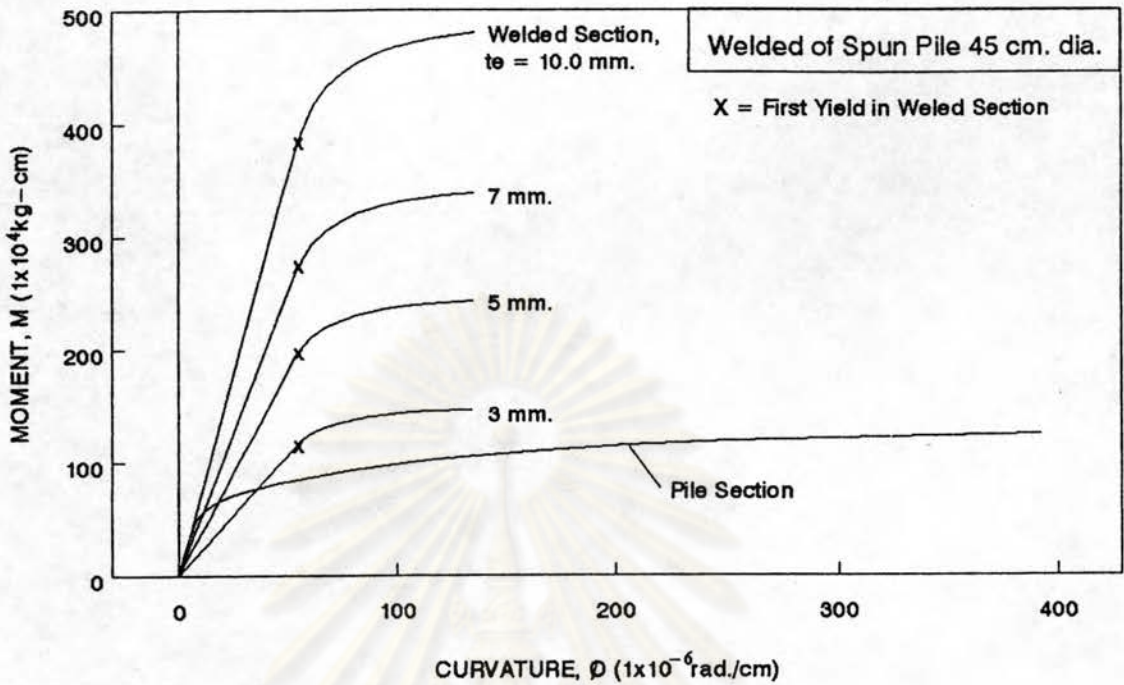
รูปที่ 3.30 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงอัดและโมเมนต์ดัดของหน้าตัดเสาเข็มขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 60 ซม. จากผลการทดสอบเทียบกับการวิเคราะห์



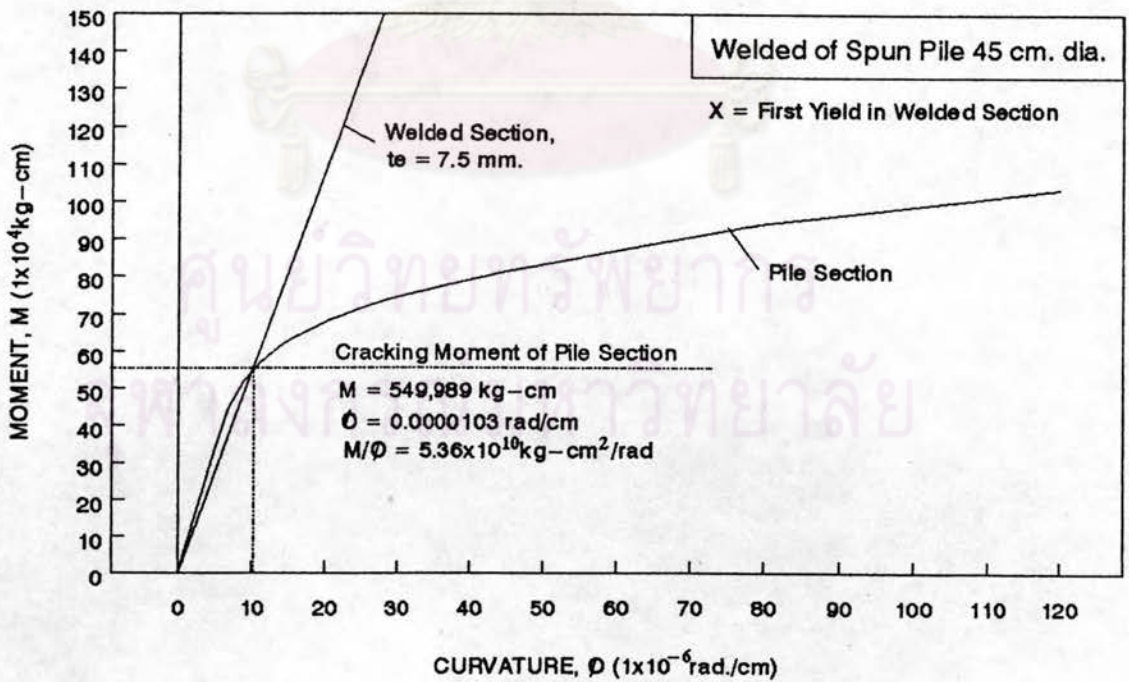
รูปที่ 4.1a ความสัมพันธ์ระหว่างโมเมนต์ดัดและความโค้งของหน้าตัดเสาเข็มขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 40 ซม. เทียบกับรอยเชื่อมขนาดต่างๆ



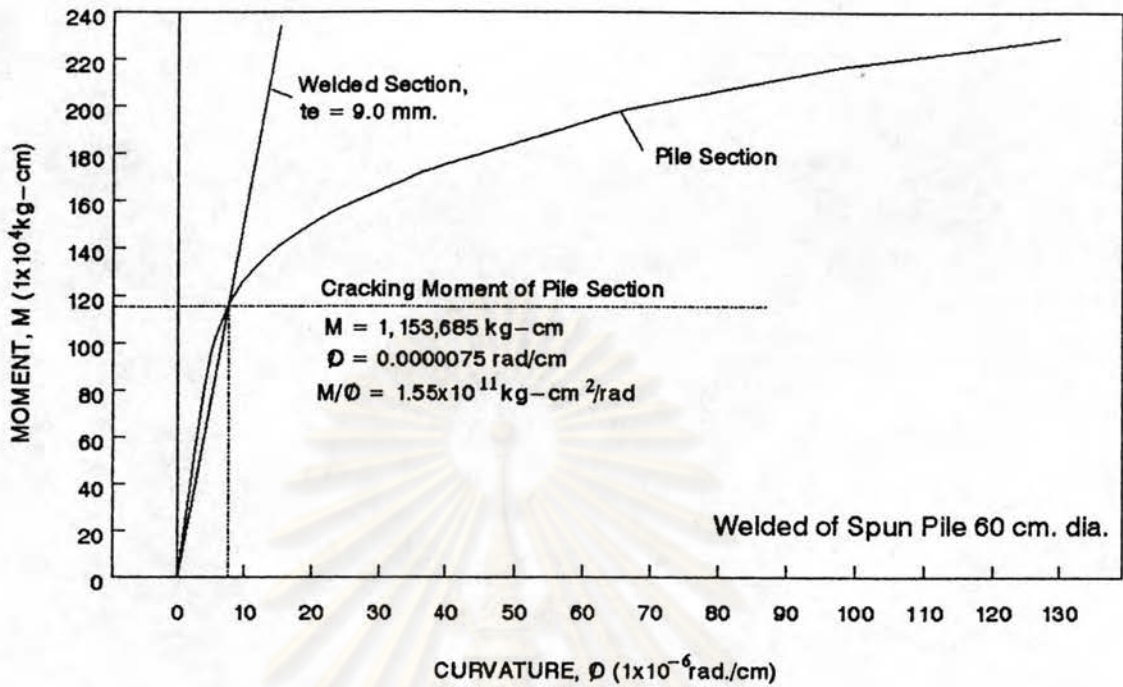
รูปที่ 4.1b การวิเคราะห์หาขนาดของรอยเชื่อมรับโมเมนต์ดัดสำหรับเสาเข็มขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 40 ซม.



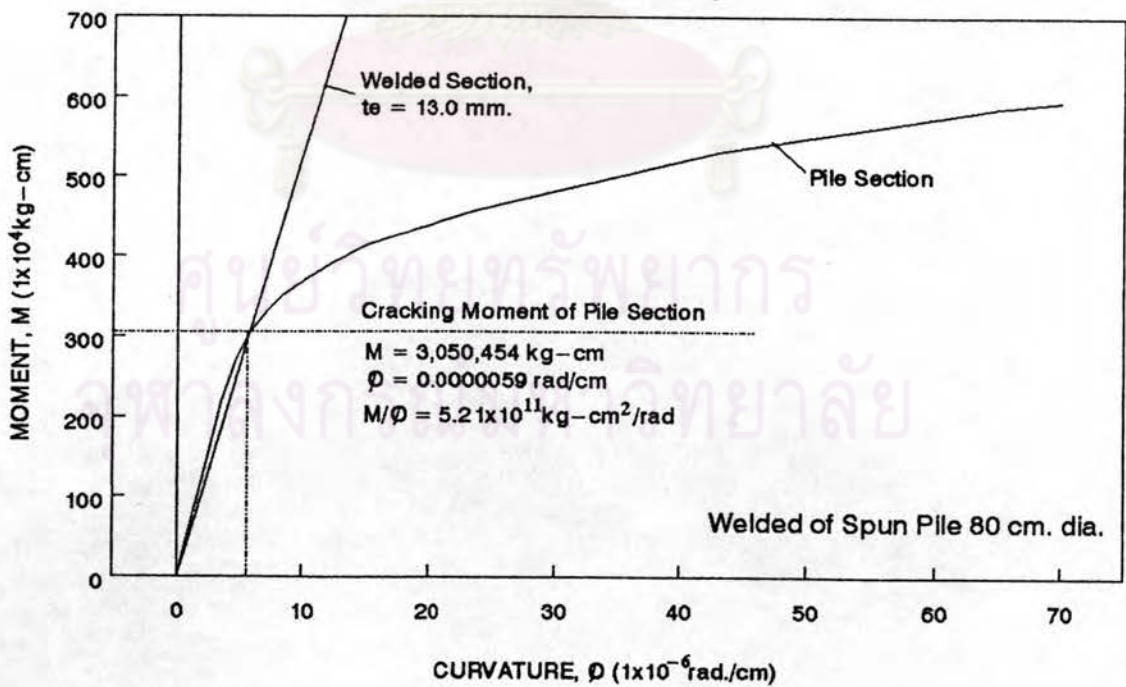
รูปที่ 4.2a ความสัมพันธ์ระหว่างโมเมนต์ดัดและความโค้งของหน้าตัดเสาเข็มขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 45 ซม. เทียบกับรอยเชื่อมขนาดต่างๆ



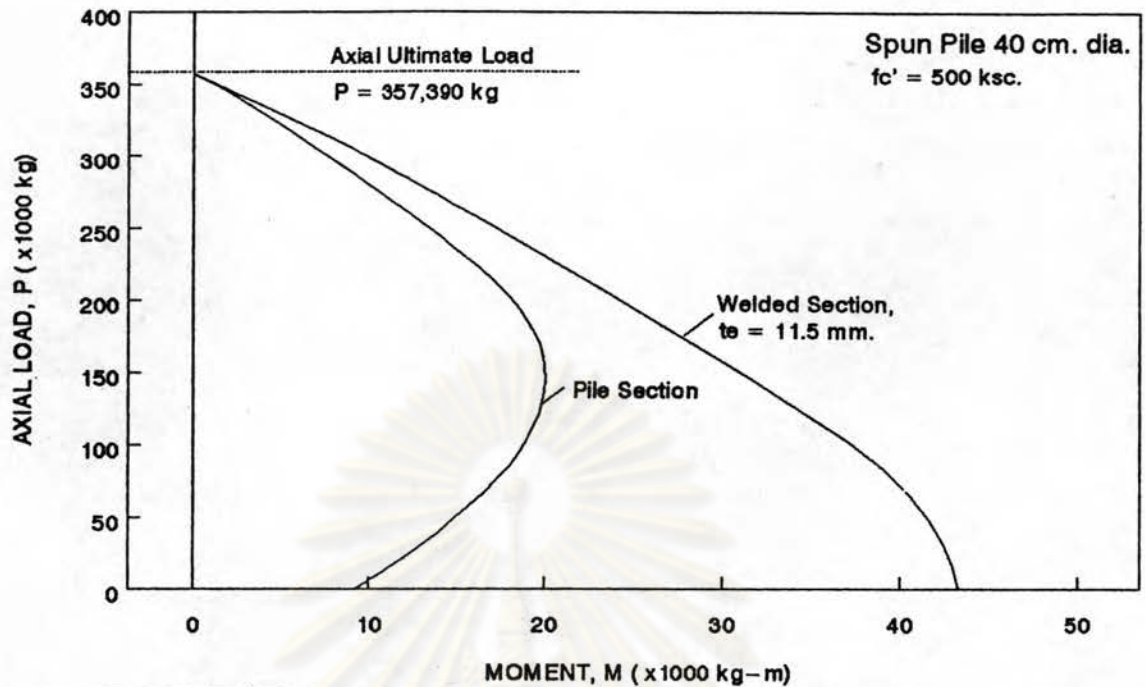
รูปที่ 4.2b การวิเคราะห์หาขนาดของรอยเชื่อมรับโมเมนต์ดัดสำหรับเสาเข็มขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 45 ซม.



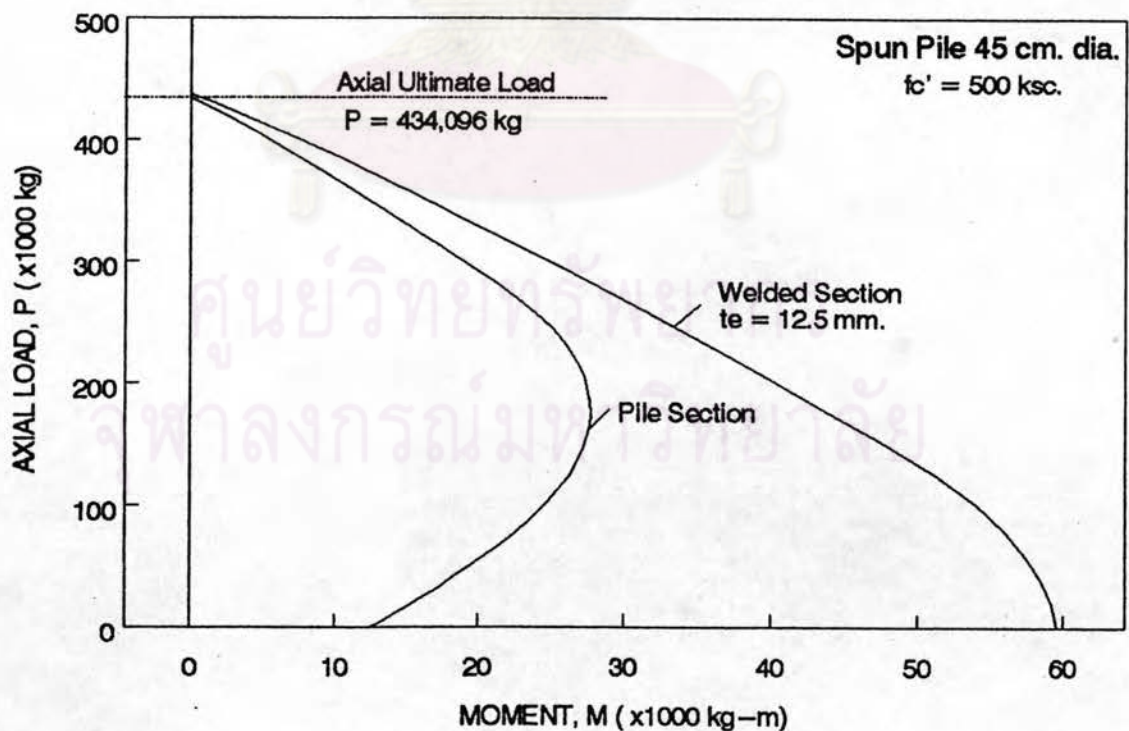
รูปที่ 4.3 การวิเคราะห์หาขนาดของรอยเชื่อมรับโมเมนต์ดัดสำหรับเสาเข็มขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 60 ซม.



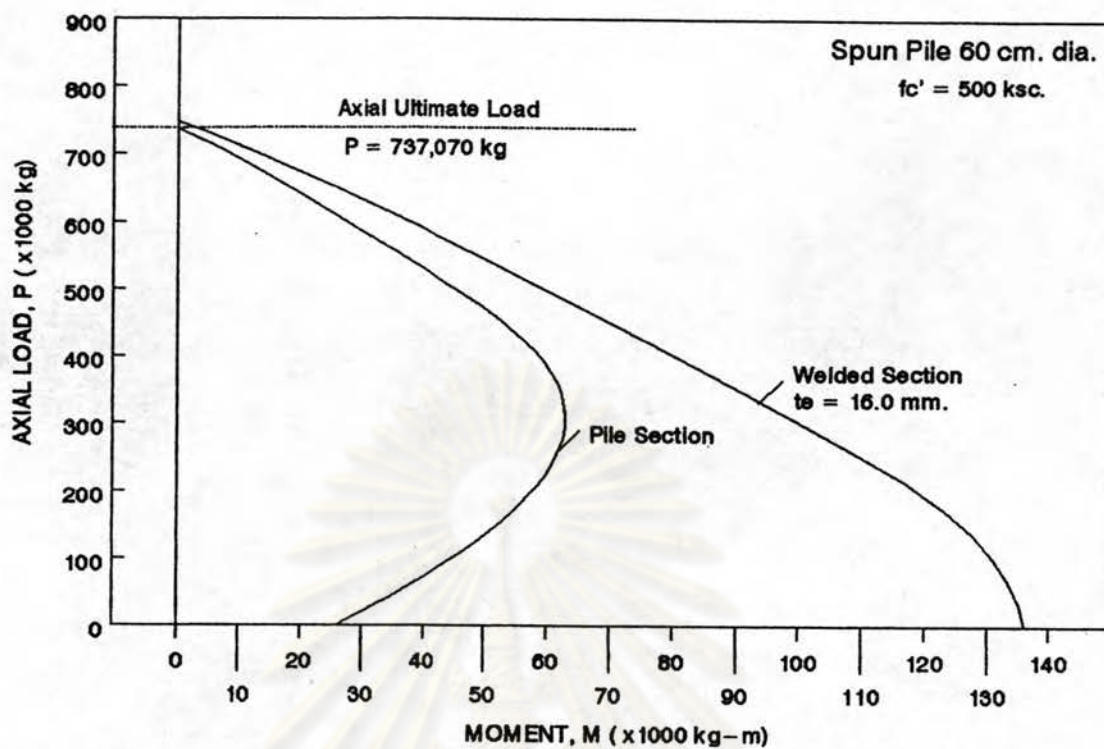
รูปที่ 4.4 การวิเคราะห์หาขนาดของรอยเชื่อมรับโมเมนต์ดัดสำหรับเสาเข็มขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 80 ซม.



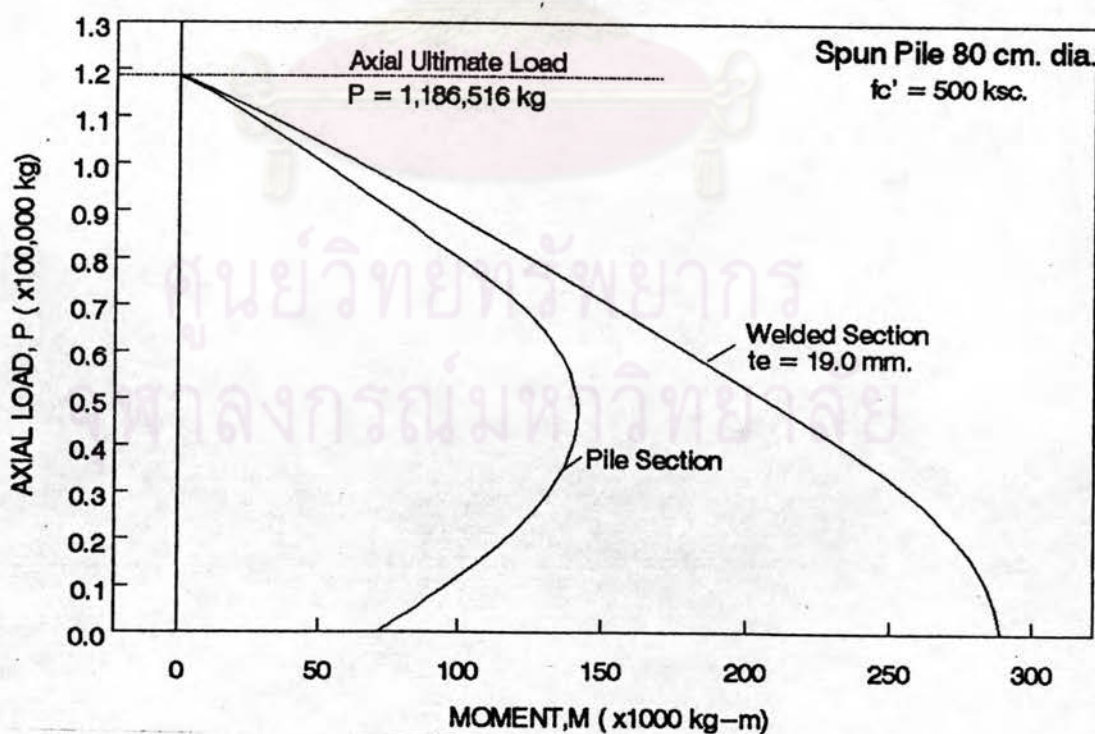
รูปที่ 4.5 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแรงอัดและโมเมนต์ดัดของหน้าตัดเสาเข็มขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 40 ซม. เทียบกับหน้าตัดรอยเชื่อมที่ใช้รับแรงอัดรวมแรงดัด



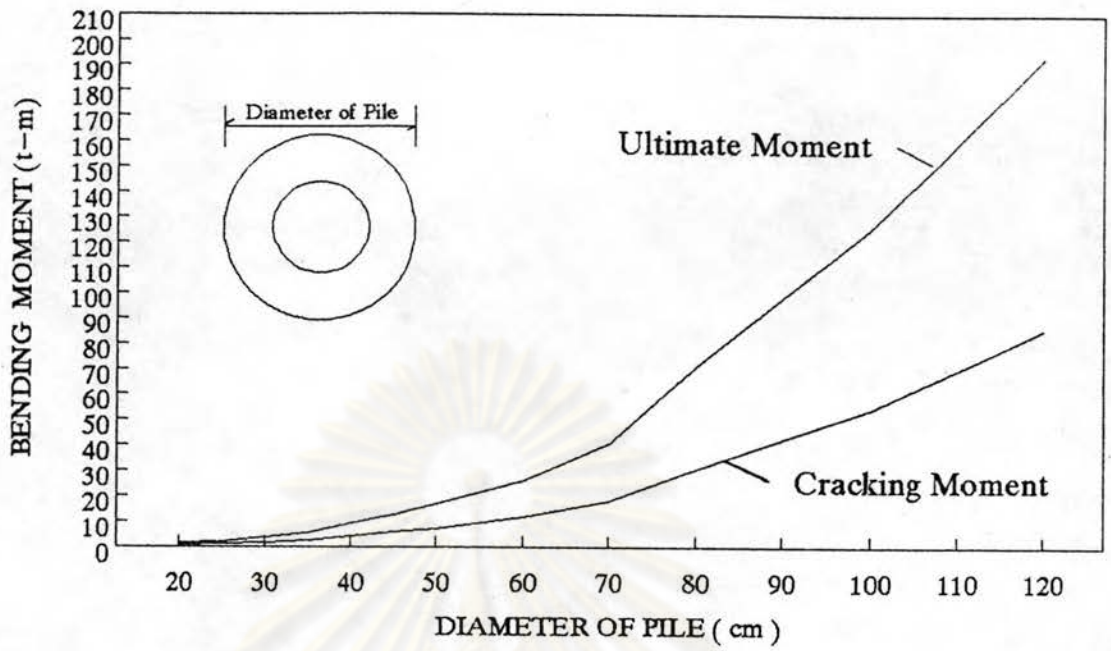
รูปที่ 4.6 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแรงอัดและโมเมนต์ดัดของหน้าตัดเสาเข็มขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 45 ซม. เทียบกับหน้าตัดรอยเชื่อมที่ใช้รับแรงอัดรวมแรงดัด



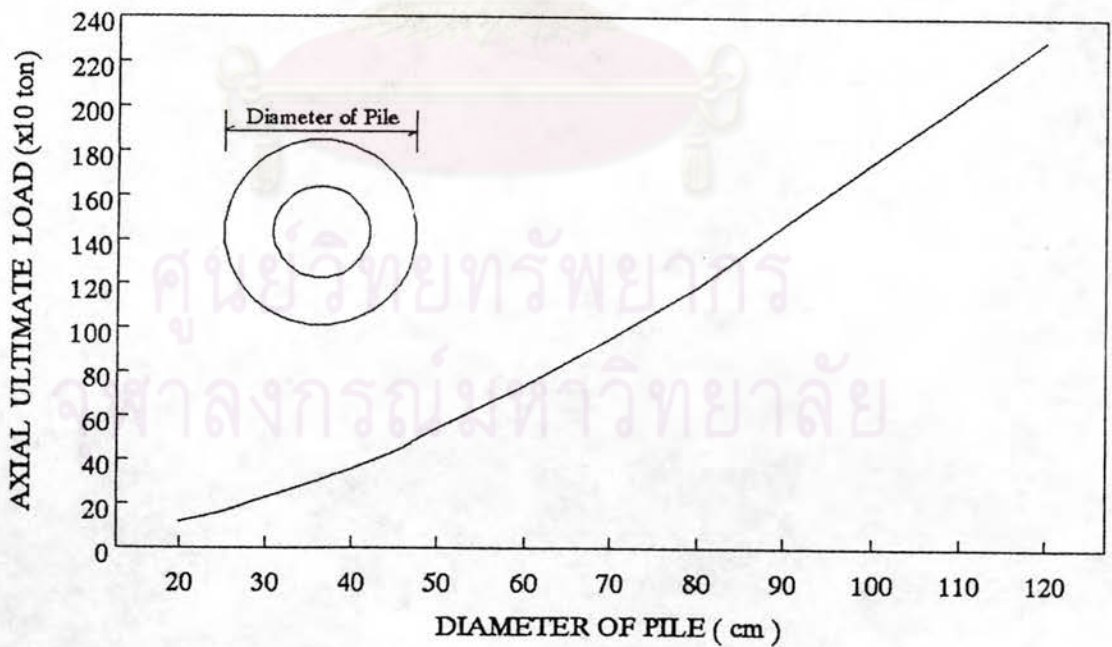
รูปที่ 4.7 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแรงอัดและโมเมนต์ดัดของหน้าตัดเสาเข็มขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 60 ซม. เทียบกับหน้าตัดรอยเชื่อมที่รับแรงอัดร่วมแรงดัด



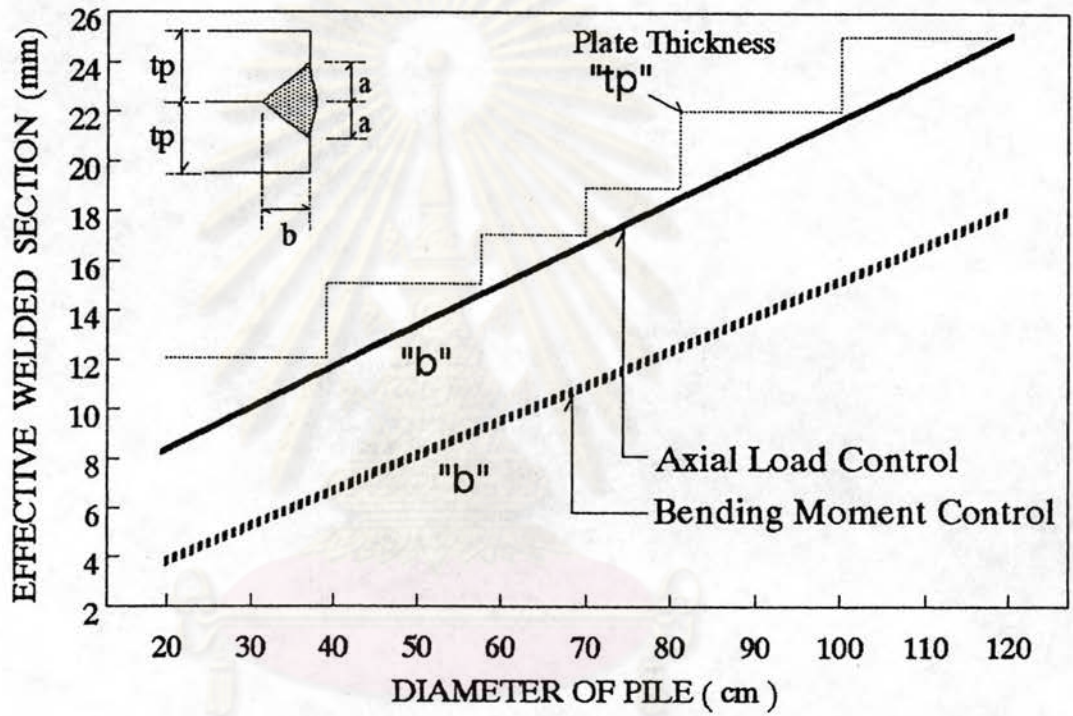
รูปที่ 4.8 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแรงอัดและโมเมนต์ดัดของหน้าตัดเสาเข็มขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 80 ซม. เทียบกับหน้าตัดรอยเชื่อมที่รับแรงอัดร่วมแรงดัด



รูปที่ 4.9 โมเมนต์ดัดแตกกร้าว และโมเมนต์ดัดประลัยของหน้าตัดเสาเข็มขนาดต่างๆ



รูปที่ 4.10 กำลังอัดประลัยของหน้าตัดเสาเข็มขนาดต่างๆ



รูปที่ 4.11 หน้าตัดประสิทธิภาพของรอยเชื่อมสำหรับเสาเข็มขนาดต่างๆ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ประวัติผู้เขียน

นายปณิธาน โลกมิตร เกิดเมื่อวันที่ 13 ตุลาคม พ.ศ.2510 ที่อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร สำเร็จ การศึกษาปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา จากสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล เมื่อปี การศึกษา 2532 และเข้าศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโครงสร้าง ภาควิชา วิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2534



ศูนย์วิทยพัชร์พยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย