

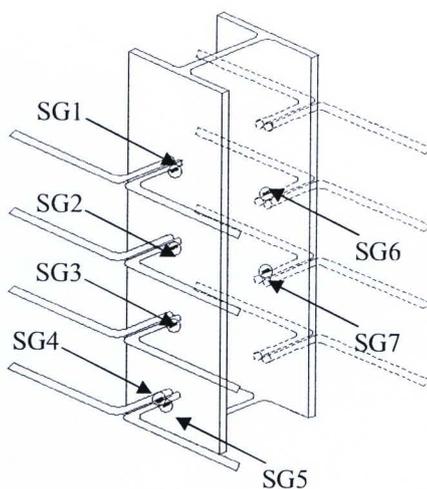
## เอกสารอ้างอิง

1. AISC, 1993, “**Load and Resistance Factor Design Specification for Structural Steel Buildings**”, American Institution of Steel Construction, Chicago.
2. British Standard Institution, 1990, BS 5950: Part 3: Section 3.1, “Code of practice for design of simple and continuous composite beams”, British Standards Institution, London.
3. D.Lam, Elliott KS & Nethercot DA., 1998, “Push-off test on shear studs with hollow-cored floor slabs”, **The Structural Engineering**, Vol. 76, No.9, pp. 167-174.
4. D.Lam, Elliott KS & Nethercot DA., 2000, “Paramatric study on composite steel beams with precast concrete hollow core floor slabs”, **Journal of Construction Steel Research**, Vol. 54, No.2 pp. 283-304.
5. D.Lam, 2006, “Capacities of headed stud shear connector in composite steel beams with precast concrete hollow core slabs”, **Journal of Construction Steel Research**, Vol. 63, pp. 1160-1174.
6. Ehab Ellobody, Ben Young, 2005, “Performance of shear connection in composite beams with profiled steel sheeting”, **Journal of Construction Steel Research**, Vol. 62, pp. 682-694.
7. Euro Code 4: DD ENV 1994-1-1, 1994, “Design of Composite Steel and Concrete Structures: Part 1.1: General rules and rules for buildings”, British Standards Institution, London.

8. Vorasut Limwuttigraijirat, 2001, “**Experimental Study on U-Shape of Deformed Bars as a Shear Connector**”, M.S. Thesis (Civil Engineering) International Program, Kasetsart University, 60 pages.
9. W. Samuel Easterling, David R. Gibbings and Thomas M. Murray, 1993, “**Strength of Shear Studs in Steel Deck on Composite Beams and Joists**”, American Institutes of Steel Construction, Second Quarter, pp 44-55.
10. วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์, 2551, “**มาตรฐานการออกแบบอาคารเหล็กรูปพรรณโดยวิธีคำนวณความต้านและน้ำหนักบรรทุก**” พิมพ์ปรับปรุงครั้งที่ 1, หน้า 68.

ภาคผนวก ก

ผลการทดสอบ Push-off



รูปที่ ก.1 ตำแหน่งการติด Strain Gage ตัวอย่าง RB9-25-70-HC150

ตารางที่ ก.1 ผลการทดสอบ Push-off ตัวอย่าง RB9-25-70-HC150

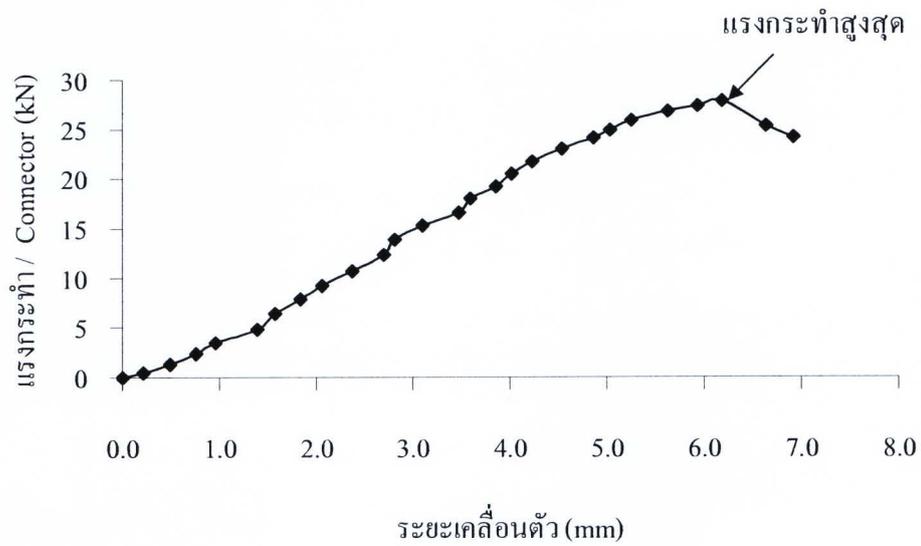
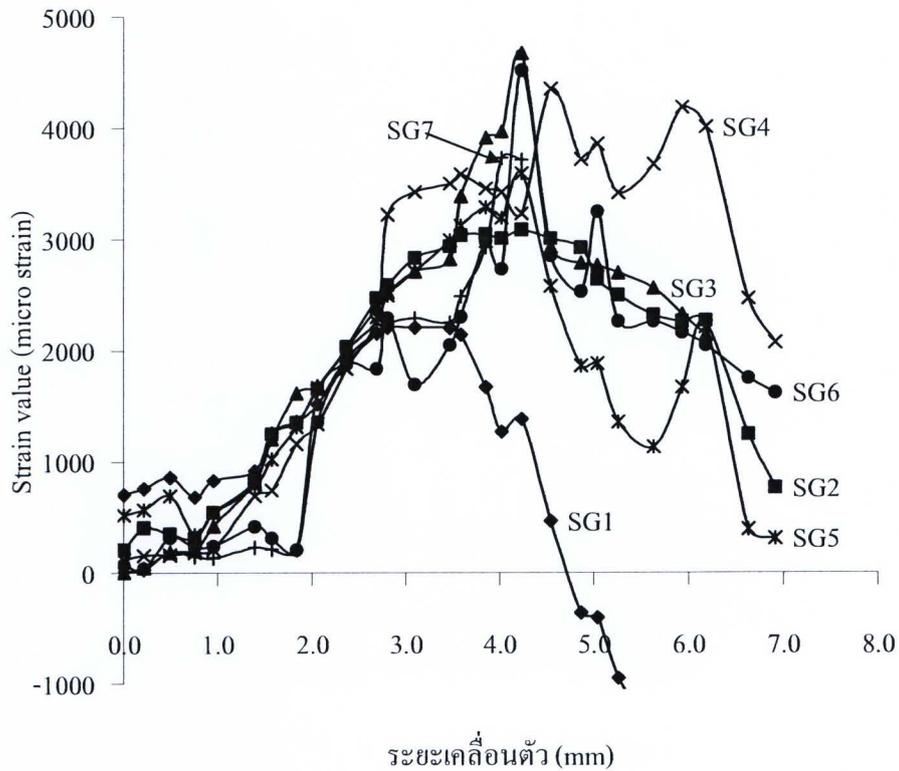
Load/ Connector (kN)	LVDT-1 (mm)	LVDT-2 (mm)	Average Slip (mm)	Strain value (micro strain)						
				SG1	SG2	SG3	SG4	SG5	SG6	SG7
0.0	0	0	0.00	707	209	2	118	519	71	10
0.5	0.22	0.2	0.21	763	406	47	158	572	39	31
1.3	0.39	0.59	0.49	862	353	186	163	695	320	189
2.4	0.73	0.78	0.76	686	311	210	188	346	234	150
3.5	0.86	1.05	0.96	833	542	424	213	530	239	134
4.8	1.25	1.53	1.39	919	831	825	697	786	414	228
6.4	1.47	1.67	1.57	1260	1248	1205	747	1024	311	213
7.9	1.69	1.98	1.84	1365	1354	1616	1163	1315	210	205
9.2	1.92	2.2	2.06	1520	1656	1682	1344	1667	1362	1640
10.7	2.26	2.48	2.37	1939	2038	2018	1840	2005	1878	1902
12.3	2.59	2.8	2.70	2164	2473	2390	2306	2259	1839	2154
13.9	2.73	2.89	2.81	2212	2588	2531	3228	2505	2295	2246
15.3	3.06	3.14	3.10	2214	2837	2715	3428	2715	1696	2293
16.6	3.26	3.69	3.48	2207	2942	2825	3509	2995	2052	2253
18.0	3.54	3.64	3.59	2144	3040	3390	3587	3128	2306	2492
19.2	3.84	3.87	3.86	1674	3053	3920	3461	3294	2985	2938

ตารางที่ ก.1 ผลการทดสอบ Push-off ตัวอย่าง RB9-25-70-HC150 (ต่อ)

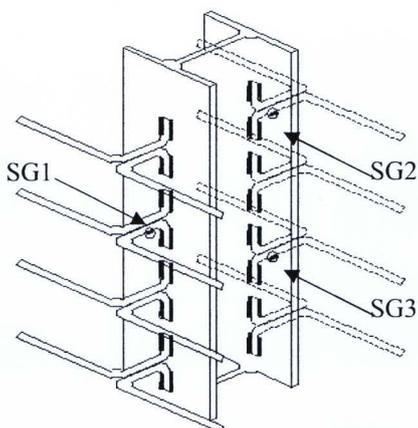
Load/ Connector (kN)	LVDT-1 (mm)	LVDT-2 (mm)	Average Slip (mm)	Strain value (micro strain)						
				SG1	SG2	SG3	SG4	SG5	SG6	SG7
20.5	4.12	3.92	4.02	1273	3014	3973	3432	3200	2738	3739
21.7	4.2	4.26	4.23	1388	3089	4677	3236	3601	4522	3720
23.0	4.53	4.55	4.54	464	3011	2935	4358	2583	2861	8536
24.9	5.06	5.01	5.04	-409	2644	2773	3865	1887	3252	3626
25.9	5.25	5.26	5.26	-949	2500	2704	3427	1363	2267	1722
26.8	5.6	5.66	5.63	-1486	2322	2568	3684	1135	2267	2440
27.4	5.95	5.92	5.94	-1895	2266	2334	4193	1672	2165	3889
<b>27.9</b>	<b>6.2</b>	<b>6.17</b>	<b>6.19</b>	<b>-2338</b>	<b>2274</b>	<b>2148</b>	<b>4017</b>	<b>2217</b>	<b>2051</b>	<b>1879</b>
25.3	6.62	6.65	6.64	-2699	1248	5114	2474	395	1753	438
24.2	6.88	6.95	6.92	-3437	765	13132	2080	311	1625	29
23.2	7.21	7.3	7.26	-4289	492	52990	1868	157	1551	-375
22.6	7.66	7.67	7.67	-5553	212	52990	1640	-50	1483	-828
21.9	7.98	8.05	8.02	-6401	1029	52990	1933	-144	2287	-988
21.5	8.34	8.4	8.37	-8927	1077	52990	3844	-550	1373	-2206
20.8	8.62	8.73	8.68	-10730	1950	52990	52990	-825	1346	-3110
18.8	8.96	9.09	9.03	-12274	2596	52990	52990	-830	1313	-4190
18.6	9.44	9.45	9.45	-12239	2554	52990	52990	-13	1289	-4764
18.4	9.69	9.78	9.74	-11755	3514	52990	52990	663	1528	-5236
18.1	9.94	10.09	10.02	-12119	13177	52990	52990	52990	1265	-6163
17.9	10.38	10.44	10.41	-12105	52990	-52992	52990	-52992	1224	-7156
17.3	10.74	10.83	10.79	-12084	52990	52990	52990	-52992	1242	-8492
16.9	11.05	11.17	11.11	-12108	52990	52990	52990	-52992	1221	-9440
14.8	11.36	11.4	11.38	-12059	52990	52990	52990	-52992	1266	-10324
14.6	11.68	11.76	11.72	-11885	52990	52990	52990	-52992	1266	-11437
14.4	12.05	12.08	12.07	-11637	52990	52990	52990	52990	1279	-12684
13.6	12.18	12.2	12.19	-11529	52990	52990	52990	52990	1252	-13704
13.4	12.15	12.14	12.15	-11383	52990	-52992	52990	52990	1278	-14430

ตารางที่ ก.1 ผลการทดสอบ Push-off ตัวอย่าง RB9-25-70-HC150 (ต่อ)

Load/ Connector (kN)	LVDT-1 (mm)	LVDT-2 (mm)	Average Slip (mm)	Strain value (micro strain)						
				SG1	SG2	SG3	SG4	SG5	SG6	SG7
13.3	12.18	12.14	12.16	-11288	52990	52990	52990	52990	1258	-15100
13.2	12.24	12.17	12.21	-11154	52990	52990	52990	52990	1328	-16128
13.1	13.32	13.31	13.32	-10816	52990	52990	52990	52990	1203	-18156
12.8	14.1	14.03	14.07	-10746	52990	52990	52990	52990	1284	-18785
12.4	14.74	14.65	14.70	-10746	52990	52990	52990	52990	1321	-19172
12.1	15.3	15.23	15.27	-10728	52990	52990	52990	52990	-52992	-20053
11.5	15.94	15.82	15.88	-10707	52990	52990	52990	52990	-52992	-20493
9.8	16.7	16.53	16.62	-10631	52990	52990	52990	52990	-52992	-21114
9.7	17.36	17.07	17.22	-10520	52990	52990	52990	52990	-52992	-21632
9.4	18.02	17.79	17.91	-10486	52990	52990	52990	52990	-52992	-22046
7.6	19.92	19.2	19.56	-10420	52990	52990	52990	52990	-52992	-22149
8.5	26.76	25.73	26.25	-10389	52990	52990	52990	52990	-52992	-8435
6.8	33.61	32.12	32.87	-10323	52990	52990	52990	52990	-52992	-8125
4.3	40.82	38.49	39.66	-10256	52990	52990	52990	52990	-52992	-7995
4.0	47.46	45.3	46.38	-10219	52990	52990	52990	52990	-52992	-7970



รูปที่ ก.2 ความสัมพันธ์ของค่า Strain และแรงกระทำเทียบกับระยะการเคลื่อนตัวของตัวอย่าง RB9-25-70-HC150



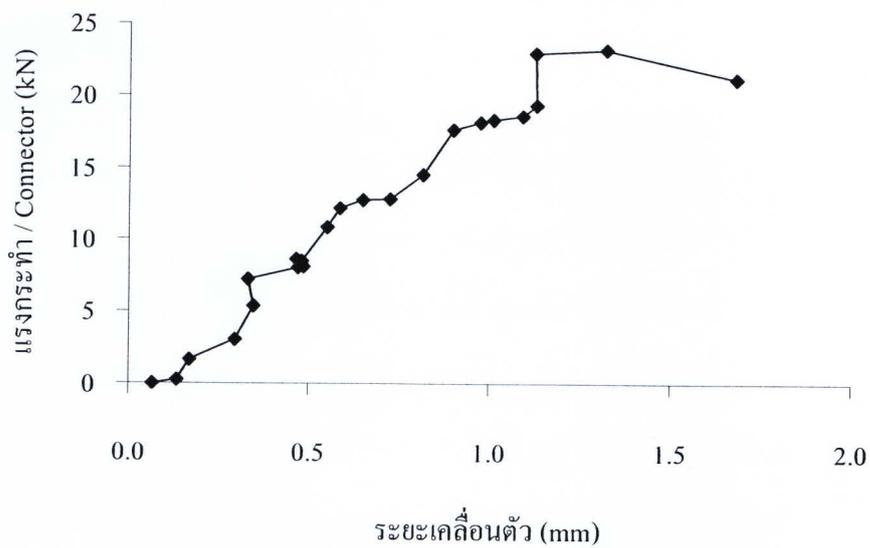
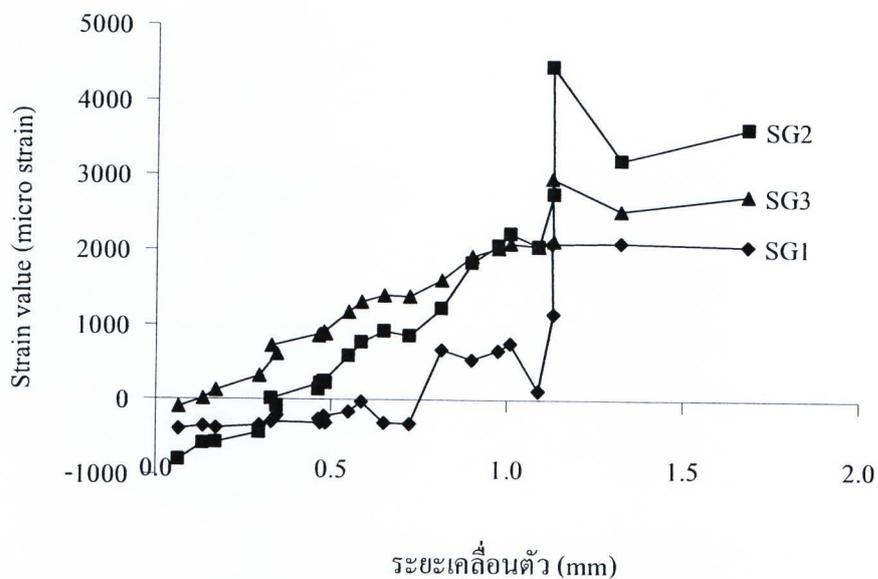
รูปที่ ก.3 ตำแหน่งการติด Strain Gage ตัวอย่าง DB12-25-50-HC100

ตารางที่ ก.2 ผลการทดสอบ Push-off ตัวอย่าง DB12-25-50-HC100

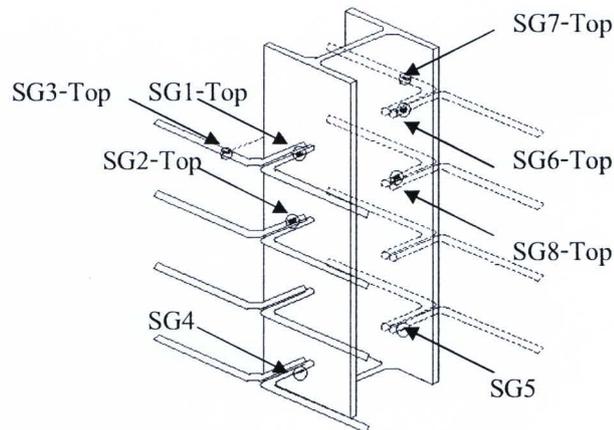
Load/Connector (kN)	LVDT-1 (mm)	LVDT-2 (mm)	Average Slip (mm)	Strain value (micro strain)		
				SG 1	SG 2	SG 3
0.0	0.08	0.05	0.07	-391	-802	-94
0.3	0.08	0.19	0.14	-345	-586	11
1.6	0.11	0.23	0.17	-381	-570	128
3.1	0.25	0.34	0.30	-341	-442	319
5.4	0.25	0.44	0.35	-198	-78	611
7.3	0.25	0.41	0.33	-288	22	725
8.1	0.39	0.55	0.47	-303	228	883
8.1	0.41	0.56	0.49	-298	230	888
8.6	0.41	0.52	0.47	-252	144	856
8.5	0.41	0.55	0.48	-222	247	906
10.9	0.44	0.66	0.55	-152	594	1177
12.2	0.48	0.69	0.59	-20	775	1311
12.8	0.55	0.75	0.65	-300	919	1402
12.8	0.67	0.78	0.73	-320	856	1391
14.5	0.72	0.91	0.82	681	1228	1606
17.6	0.8	1	0.90	544	1842	1931
18.1	0.86	1.09	0.98	667	2072	2033
18.3	0.91	1.11	1.01	769	2234	2098

ตารางที่ ก.2 ผลการทดสอบ Push-off ตัวอย่าง DB12-25-50-HC100 (ต่อ)

Load/Connector (kN)	LVDT-1 (mm)	LVDT-2 (mm)	Average Slip (mm)	Strain value (micro strain)		
				SG 1	SG 2	SG 3
18.6	1.06	1.12	1.09	122	2061	2066
19.4	1.09	1.17	1.13	1155	2761	2134
23.0	0.94	1.31	1.13	2097	4467	2964
<b>23.3</b>	<b>1.25</b>	<b>1.39</b>	<b>1.32</b>	<b>2115</b>	<b>3217</b>	<b>2534</b>
21.2	1.59	1.77	1.68	2078	3642	2753
15.1	3.2	3	3.10	3319	12525	3164
10.6	5.09	5	5.05	2445	6495	4631
10.4	6.21	6.37	6.29	1536	12073	4811
11.0	7.35	7.62	7.49	2150	4166	3669
11.4	8.48	8.83	8.66	51198	51198	4052
11.5	9.65	10.22	9.94	51198	51198	5348



รูปที่ ก.4 ความสัมพันธ์ของค่า Strain และแรงกระทำเทียบกับระยะการเคลื่อนตัวของตัวอย่าง DB12-25-50-HC100



รูปที่ ก.5 ตำแหน่งการติด Strain Gage ตัวอย่าง DB12-25-70-HC100

ตารางที่ ก.3 ผลการทดสอบ Push-off ตัวอย่าง DB12-25-70-HC100

Load/Connector (kN)	Average Slip (mm)	Strain value (micro strain)							
		SG 1	SG 2	SG 3	SG 4	SG 5	SG 6	SG 7	SG 8
0.0	0.00	-130	-19	-111	13	384	-275	-89	-105
0.1	0.02	-61	39	-25	56	1298	-703	-16	-338
0.4	0.09	-175	-47	-111	92	2106	-1475	-106	-798
1.1	0.26	-142	-20	-34	116	2244	-1353	-55	-850
1.9	0.38	-195	-70	-105	88	2363	-1358	-138	-908
2.7	0.53	-228	-80	-91	106	2636	-1319	-148	-908
3.3	0.75	-441	-295	-119	436	3272	-1472	-184	-1020
4.6	1.06	-481	-303	-116	434	3681	-1403	-208	-1023
5.2	1.20	-291	-84	419	639	7178	-559	116	-720
5.5	1.24	-169	-8	511	630	7128	-453	233	-645
5.6	1.32	-714	-273	-95	761	4063	-1319	-191	-956
6.0	1.33	-872	-363	-173	911	3958	-1414	-239	-955
7.1	1.48	-1002	-455	-191	1083	3941	-1398	-222	-898
7.2	1.63	-1150	-473	-138	1333	4434	-1356	-181	-825
8.0	1.73	-1395	-600	-228	1531	4556	-1400	-283	-755
8.0	1.74	-1381	-708	-170	1567	4873	-1350	-223	-733
7.0	1.69	-1428	-652	-142	1639	5239	-1264	-217	-700

ตารางที่ ก.3 ผลการทดสอบ Push-off ตัวอย่าง DB12-25-70-HC100 (ต่อ)

Load/Connector (kN)	Average Slip (mm)	Strain value (micro strain)							
		SG 1	SG 2	SG 3	SG 4	SG 5	SG 6	SG 7	SG 8
7.3	1.71	-1606	-638	-209	1778	5591	-1300	-292	-636
6.9	1.70	-1748	-552	-195	2006	5973	-1256	-281	-481
7.9	1.73	-1758	-555	-189	1966	6245	-1177	-298	-545
8.9	1.82	-1775	-544	-191	1941	6802	-1128	-317	-573
9.6	1.91	-1345	-223	305	1998	7741	-580	159	-298
9.7	2.16	-1625	-330	-95	2069	6895	-1473	5	-505
11.5	2.22	-1573	-295	-33	2081	7058	-1400	64	-450
11.9	2.27	-1688	-281	-130	2216	7609	-1630	-6	-395
11.7	2.27	-1688	-155	-16	2391	7620	-1470	100	-173
12.2	2.33	-1863	-156	-130	2544	7434	-1539	-28	-41
11.9	2.35	-1942	-80	-83	2733	7594	-1445	17	75
10.7	2.30	-1966	-48	-53	2848	7497	-1400	53	172
11.9	2.34	-1966	-64	-53	2786	7297	-1363	53	105
12.8	2.38	-2059	77	-89	2953	7352	-1489	17	231
13.6	2.49	-2103	320	-81	3030	7306	-1386	20	502
13.7	2.57	-2116	586	-61	3019	7291	-1375	53	553
13.2	2.55	-2156	684	-88	3064	7267	-1389	17	695
13.9	2.59	-2053	1066	-31	3064	7002	-1313	94	972
14.4	2.63	-2134	1070	-77	3034	7009	-1338	36	819
14.4	2.64	-2145	1089	-64	3009	7264	-1331	42	739
15.3	2.74	-2166	1109	-69	3036	7223	-1347	39	745
16.5	2.86	-2181	1167	-63	3045	7331	-1391	64	766
16.5	3.03	-2206	1161	-50	3059	6895	-1366	53	750
17.4	3.11	-2200	1183	-53	3053	6806	-1372	64	808
17.7	3.16	-2198	1150	-41	3017	6600	-1345	78	783
17.8	3.19	-2005	1411	-83	2995	6309	-1366	47	1313
19.6	3.32	-1934	1295	-84	2936	6173	-1348	42	1484
20.0	3.49	-1963	1166	-84	2963	5873	-1392	53	1461

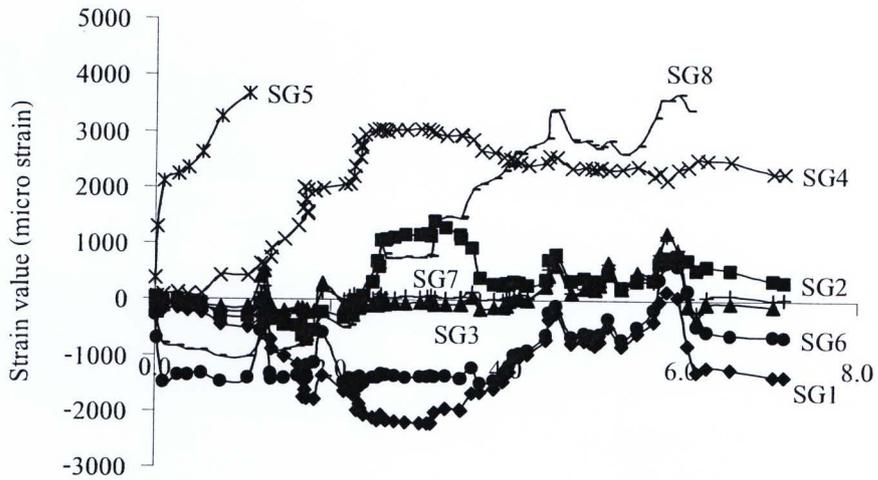


ตารางที่ ก.3 ผลการทดสอบ Push-off ตัวอย่าง DB12-25-70-HC100 (ต่อ)

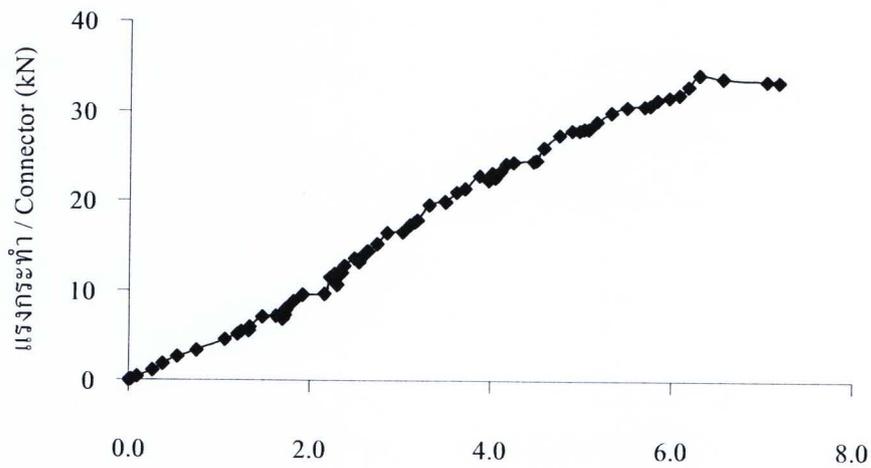
Load/Connector (kN)	Average Slip (mm)	Strain value (micro strain)							
		SG 1	SG 2	SG 3	SG 4	SG 5	SG 6	SG 7	SG 8
19.9	3.50	-1970	1105	-81	2941	5625	-1395	45	1489
21.0	3.63	-1661	939	45	2883	10288	-1208	150	1984
21.4	3.71	-1638	392	-158	2683	51198	-1488	6	2077
22.9	3.87	-1573	280	-131	2642	51198	-1425	16	2195
22.3	3.97	-1452	270	-123	2564	51198	-1364	9	2323
23.2	4.02	-1272	291	-91	2506	51198	-1259	38	2417
22.6	4.05	-1277	280	-16	2538	51198	-1164	45	2409
23.3	4.10	-1048	325	16	2505	51198	-980	64	2673
24.1	4.17	-1000	322	53	2473	51198	-939	109	2625
24.3	4.25	-953	267	-3	2417	51198	-886	38	2745
24.4	4.47	-706	363	245	2470	51198	-620	289	2908
24.6	4.50	-333	727	450	2580	51198	-208	555	3384
26.0	4.58	-230	823	623	2567	51198	-95	698	3420
27.4	4.76	-770	345	128	2372	51198	-641	128	2881
27.9	4.90	-722	392	214	2386	51198	-588	223	2859
27.9	4.97	-748	342	217	2377	51198	-620	219	2794
28.1	5.03	-795	303	197	2358	51198	-663	192	2733
28.1	5.07	-723	345	281	2383	51198	-605	272	2756
29.0	5.16	-464	463	686	2333	51198	-322	656	2856
30.0	5.33	-805	236	223	2350	51198	-695	209	2639
30.5	5.50	-591	355	505	2405	51198	-470	472	2783
30.7	5.69	-377	364	422	2248	51198	-155	352	3286
30.7	5.75	-11	661	872	2305	51198	377	836	3589
31.4	5.83	169	772	1205	2153	51198	680	1164	3597
31.7	5.96	69	797	878	2356	51198	617	919	3697
32.0	6.07	-803	717	-91	2398	51198	189	52	3419
32.9	6.17	-1264	550	-317	2541	51198	-458	-200	51198
<b>34.3</b>	<b>6.29</b>	<b>-1186</b>	<b>606</b>	<b>-59</b>	<b>2514</b>	<b>51198</b>	<b>-555</b>	<b>77</b>	<b>51198</b>

ตารางที่ ก.3 ผลการทดสอบ Push-off ตัวอย่าง DB12-25-70-HC100 (ต่อ)

Load/Connector (kN)	Average Slip (mm)	Strain value (micro strain)							
		SG 1	SG 2	SG 3	SG 4	SG 5	SG 6	SG 7	SG 8
33.8	6.56	-1220	539	-41	2505	51198	-619	94	51198
33.5	7.05	-1352	370	-92	2283	51198	-625	23	51198
33.4	7.17	-1356	325	-5	2283	51198	-641	36	51198
33.2	7.35	-1411	14	234	2184	51198	-739	109	51198
31.8	7.40	-1078	261	623	2242	51198	-419	484	51198
32.3	7.48	-1522	-220	172	1941	51198	-870	-23	51198
32.5	7.65	-1270	172	331	2272	51198	-588	227	51198
31.4	7.81	-1530	69	-34	2198	51198	-811	-98	51198
31.0	8.09	-1286	375	58	2448	51198	-445	234	51198
29.7	8.29	-1311	347	91	2478	51198	-475	219	51198
29.0	8.39	-1325	322	100	2488	51198	-472	228	51198
29.5	8.50	-1184	427	173	2494	51198	-338	305	51198

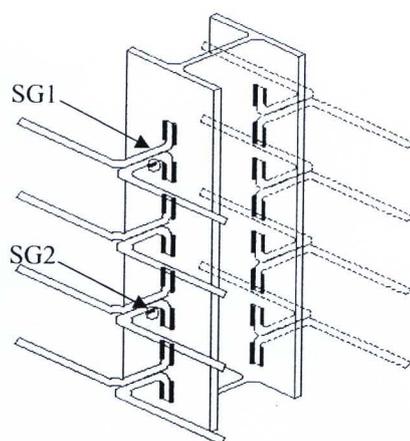


ระยะเคลื่อนตัว (mm)



ระยะเคลื่อนตัว (mm)

รูปที่ ก.6 ความสัมพันธ์ของค่า Strain และแรงกระทำที่เทียบกับระยะการเคลื่อนตัวของตัวอย่าง DB12-25-70-HC100



รูปที่ ก.7 ตำแหน่งการติด Strain Gage ตัวอย่าง DB12-25-100-HC100

ตารางที่ ก.4 ผลการทดสอบ Push-off ตัวอย่าง DB12-25-100-HC100

Load/Connector (kN)	LVDT-1 (mm)	LVDT-2 (mm)	Average Slip (mm)	Strain value (micro strain)	
				SG 1	SG 2
0.1	0	0	0.00	8	2
0.2	0.03	0	0.02	-14	-6
0.3	0.06	0.12	0.09	0	5
0.6	0.12	0.03	0.08	-14	-6
1.5	0.12	0.14	0.13	-19	2
2.5	0.3	0.22	0.26	-17	5
4.1	0.48	0.31	0.40	-19	34
4.4	0.61	0.39	0.50	-8	61
5.2	0.83	0.47	0.65	194	291
6.2	0.95	0.5	0.73	328	413
6.4	0.98	0.56	0.77	350	442
6.4	1.05	0.66	0.86	403	500
8.3	1.33	1.02	1.18	639	722
8.5	1.34	1	1.17	653	734
8.8	1.47	1.12	1.30	763	828
9.2	1.53	1.12	1.33	805	867
10.0	1.53	1.14	1.34	880	945
10.2	1.62	1.16	1.39	969	1020

ตารางที่ ก.4 ผลการทดสอบ Push-off ตัวอย่าง DB12-25-100-HC100 (ต่อ)

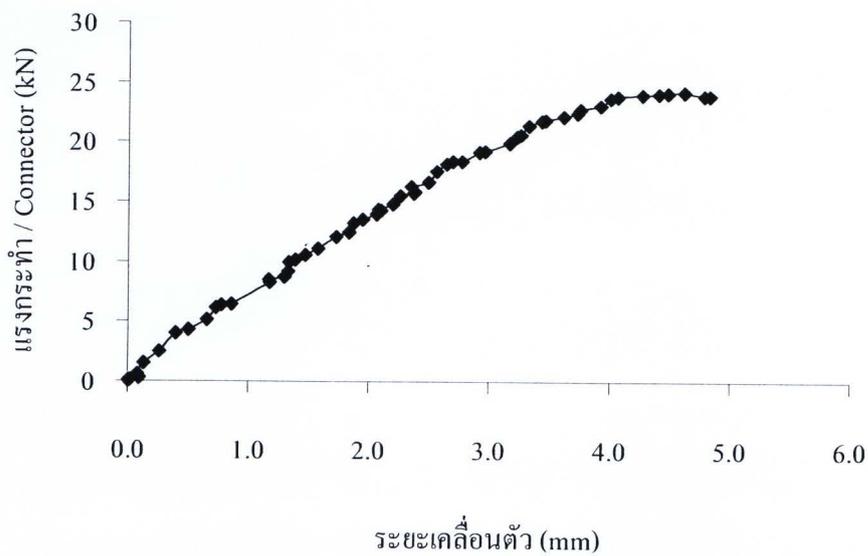
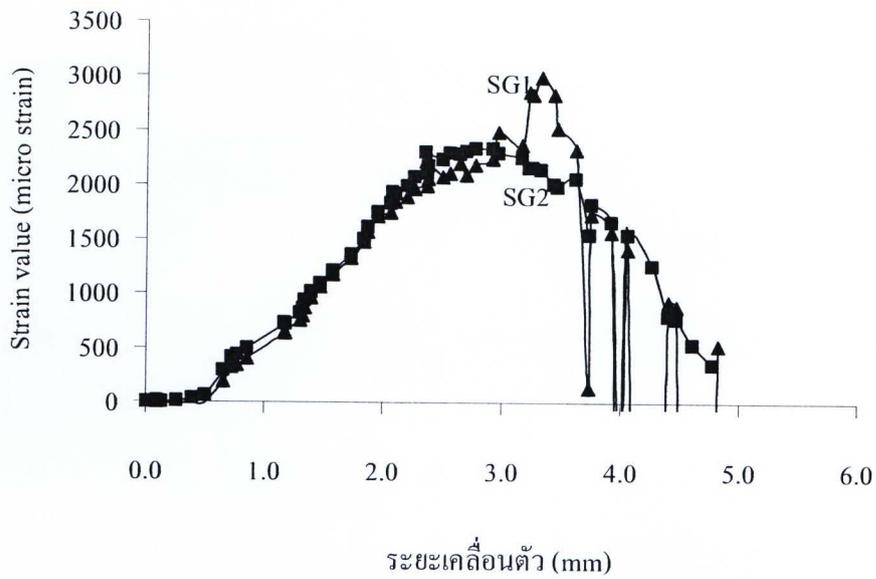
Load/Connector (kN)	LVDT-1 (mm)	LVDT-2 (mm)	Average Slip (mm)	Strain value (micro strain)	
				SG 1	SG 2
10.6	1.69	1.25	1.47	1067	1100
11.1	1.76	1.39	1.58	1184	1217
12.1	1.9	1.55	1.73	1330	1370
12.5	2.01	1.66	1.84	1484	1513
13.3	2.05	1.69	1.87	1577	1623
13.6	2.12	1.78	1.95	1722	1753
14.0	2.17	1.95	2.06	1758	1836
14.3	2.2	2	2.10	1855	1923
14.4	2.15	2	2.08	1873	1936
14.9	2.29	2.11	2.20	1894	1997
15.6	2.4	2.11	2.26	1972	2080
15.8	2.47	2.27	2.37	2003	2113
15.9	2.47	2.28	2.38	2069	2181
16.3	2.4	2.3	2.35	2225	2309
16.7	2.62	2.37	2.50	2086	2247
17.6	2.64	2.48	2.56	2113	2302
18.2	2.76	2.53	2.65	2210	2298
18.4	2.86	2.53	2.70	2096	2322
18.4	2.93	2.62	2.78	2195	2341
19.2	3.12	2.72	2.92	2251	2341
19.3	3.15	2.78	2.97	2498	2305
19.9	3.36	2.97	3.17	2376	2258
20.50	3.43	3.02	3.23	2870	2169
20.63	3.47	3.05	3.26	2842	2170
21.38	3.54	3.11	3.33	3003	2147
21.81	3.62	3.25	3.44	2842	2014
21.88	3.65	3.28	3.47	2533	1991
22.13	3.84	3.39	3.62	2339	2069

ตารางที่ ก.4 ผลการทดสอบ Push-off ตัวอย่าง DB12-25-100-HC100 (ต่อ)

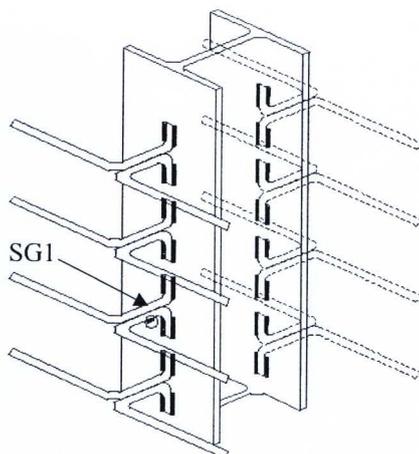
Load/Connector (kN)	LVDT-1 (mm)	LVDT-2 (mm)	Average Slip (mm)	Strain value (micro strain)	
				SG 1	SG 2
22.50	3.98	3.48	3.73	136	1550
22.75	3.97	3.53	3.75	1734	1827
23.06	4.14	3.69	3.92	1580	1669
23.69	4.25	3.75	4.00	-861	-3670
23.81	4.32	3.8	4.06	1416	1552
24.00	4.53	4	4.27	-8886	1267
24.06	4.7	4.11	4.41	939	800
24.13	4.75	4.2	4.48	898	10081
<b>24.19</b>	<b>4.89</b>	<b>4.33</b>	<b>4.61</b>	<b>-9348</b>	<b>541</b>
23.88	5.12	4.44	4.78	-3138	356
23.88	5.14	4.51	4.83	533	13017
23.19	5.56	4.89	5.23	3	3544
19.38	6.82	5.94	6.38	488	995
17.31	8.34	7.22	7.78	-647	1586
14.81	9.96	8.59	9.28	-51200	2405
14.00	11.47	9.81	10.64	-51200	6247
12.94	12.93	11.09	12.01	51198	1205
12.19	14.36	12.28	13.32	51198	597
11.88	15.64	13.48	14.56	51198	-539
11.94	16.98	14.65	15.82	51198	-302
11.69	18.3	15.92	17.11	51198	-853
11.63	19.48	17.01	18.25	51198	-803
11.56	20.84	18.23	19.54	-51200	-1184
11.56	21.82	19.12	20.47	-51200	-1425
11.31	22.21	19.51	20.86	51198	-236
11.31	22.23	19.54	20.89	51198	-797
11.13	22.25	19.5	20.88	51198	-1145
11.06	22.25	19.54	20.90	51198	-1139

ตารางที่ ก.4 ผลการทดสอบ Push-off ตัวอย่าง DB12-25-100-HC100 (ต่อ)

Load/Connector (kN)	LVDT-1 (mm)	LVDT-2 (mm)	Average Slip (mm)	Strain value (micro strain)	
				SG 1	SG 2
11.00	22.26	19.59	20.93	51198	-1134
11.00	22.25	19.5	20.88	51198	-1127
11.00	22.2	19.45	20.83	51198	-1156
10.94	22.32	19.59	20.96	51198	-714
10.81	22.28	19.56	20.92	51198	-694
10.88	22.32	19.56	20.94	51198	-720
10.94	22.23	19.57	20.90	51198	-738



รูปที่ ๘.๘ ความสัมพันธ์ของค่า Strain และแรงกระทำเทียบกับระยะการเคลื่อนตัวของตัวอย่าง DB12-25-100-HC100



รูปที่ ก.9 ตำแหน่งการติด Strain Gage ตัวอย่าง DB12-28-70-HC100

ตารางที่ ก.5 ผลการทดสอบ Push-off ตัวอย่าง DB12-28-70-HC100

Load/Connector (kN)	LVDT-1 (mm)	LVDT-2 (mm)	Average Slip (mm)	Strain value (micro strain)
				SG 1
0.00	0	0.02	0.01	3
0.06	0.03	0.05	0.04	-6
0.25	0.09	0.06	0.08	5
0.44	0.09	0.11	0.10	39
0.63	0.17	0.25	0.21	16
0.88	0.16	0.27	0.22	13
1.00	0.22	0.28	0.25	34
1.06	0.27	0.41	0.34	42
1.56	0.34	0.37	0.36	-6
1.69	0.42	0.5	0.46	-27
1.88	0.42	0.55	0.49	-3
1.94	0.48	0.53	0.51	5
2.13	0.53	0.52	0.53	22
2.44	0.59	0.61	0.60	16
2.56	0.61	0.69	0.65	19
2.63	0.66	0.75	0.71	103
3.06	0.69	0.86	0.78	2

ตารางที่ ก.5 ผลการทดสอบ Push-off ตัวอย่าง DB12-28-70-HC100 (ต่อ)

Load/Connector (kN)	LVDT-1 (mm)	LVDT-2 (mm)	Average Slip (mm)	Strain value (micro strain)
				SG 1
3.13	0.86	0.89	0.88	-6
3.94	0.91	0.89	0.90	9
4.06	0.86	0.96	0.91	6
4.25	0.92	0.96	0.94	23
4.81	0.91	0.99	0.95	13
4.94	0.95	0.99	0.97	19
5.31	0.92	1.03	0.98	17
6.00	0.94	1.08	1.01	11
6.38	1.03	1.05	1.04	33
7.06	1.05	1.07	1.06	44
7.13	1.05	1.1	1.08	31
7.50	1.06	1.11	1.09	52
7.56	1.06	1.13	1.10	70
7.94	1.11	1.13	1.12	56
8.44	1.13	1.14	1.14	72
9.38	1.17	1.19	1.18	88
10.19	1.2	1.22	1.21	103
10.56	1.22	1.22	1.22	158
10.81	1.22	1.28	1.25	167
11.81	1.28	1.25	1.27	191
13.19	1.3	1.27	1.29	248
13.63	1.33	1.3	1.32	319
13.69	1.38	1.36	1.37	359
14.00	1.39	1.36	1.38	344
15.06	1.49	1.36	1.43	459
15.69	1.49	1.42	1.46	458
16.81	1.49	1.47	1.48	527

ตารางที่ ก.5 ผลการทดสอบ Push-off ตัวอย่าง DB12-28-70-HC100 (ต่อ)

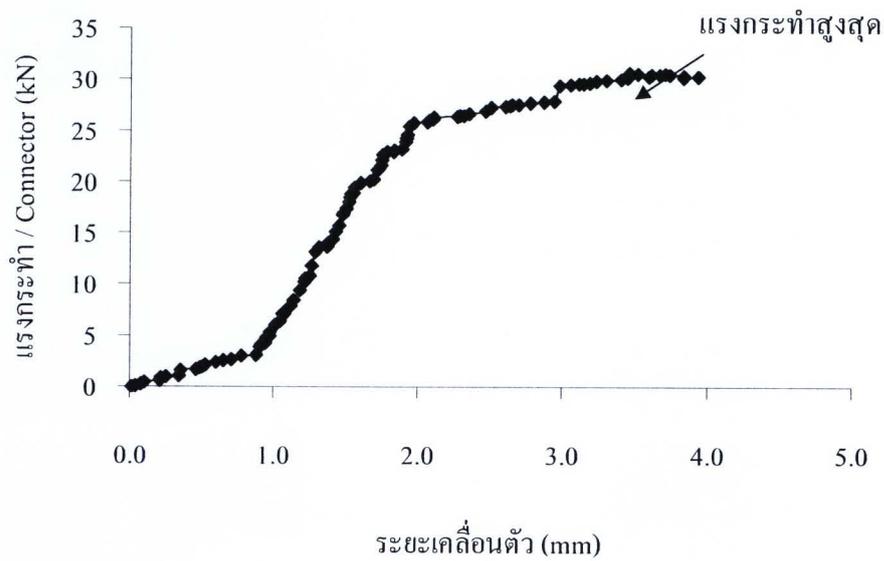
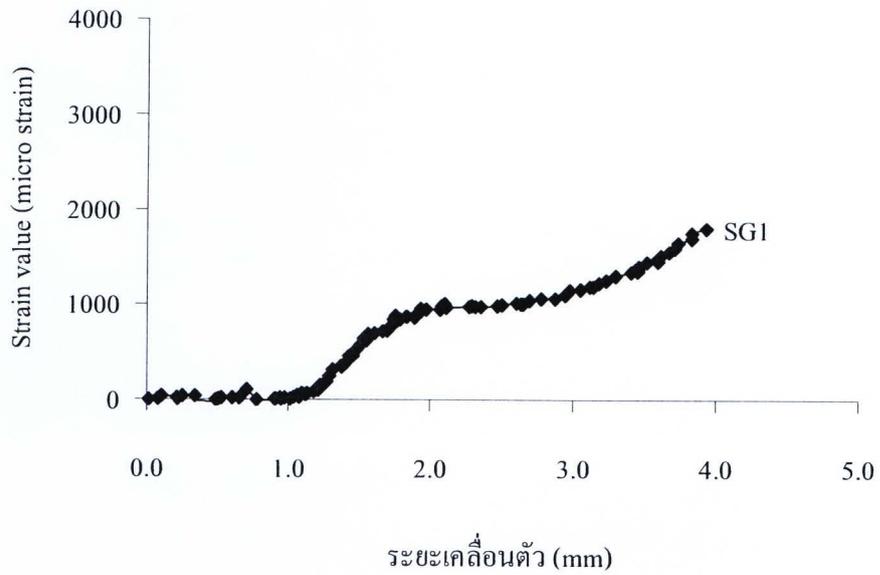
Load/Connector (kN)	LVDT-1 (mm)	LVDT-2 (mm)	Average Slip (mm)	Strain value (micro strain)
				SG 1
16.94	1.45	1.52	1.49	544
17.44	1.52	1.49	1.51	581
18.00	1.55	1.49	1.52	598
18.44	1.56	1.5	1.53	641
18.81	1.55	1.52	1.54	638
18.94	1.61	1.49	1.55	631
19.44	1.63	1.49	1.56	694
19.88	1.63	1.58	1.61	703
20.06	1.72	1.61	1.67	719
20.25	1.75	1.64	1.70	736
21.13	1.72	1.72	1.72	780
21.31	1.77	1.69	1.73	781
21.63	1.77	1.71	1.74	845
22.13	1.81	1.69	1.75	831
22.69	1.77	1.74	1.76	884
22.88	1.83	1.74	1.79	845
22.94	1.86	1.8	1.83	881
23.13	1.88	1.8	1.84	873
23.19	1.92	1.86	1.89	872
23.88	1.94	1.88	1.91	908
24.25	1.95	1.89	1.92	922
24.63	1.97	1.88	1.93	923
25.38	1.98	1.89	1.94	963
25.75	2.05	1.89	1.97	956
25.81	2.14	1.99	2.07	958
26.13	2.17	2.03	2.10	1014
26.31	2.2	2.02	2.11	978
26.38	2.37	2.17	2.27	986

ตารางที่ ก.5 ผลการทดสอบ Push-off ตัวอย่าง DB12-28-70-HC100 (ต่อ)

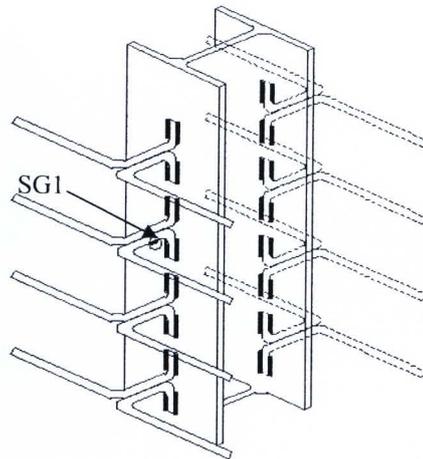
Load/Connector (kN)	LVDT-1 (mm)	LVDT-2 (mm)	Average Slip (mm)	Strain value (micro strain)
				SG 1
26.44	2.41	2.17	2.29	988
26.50	2.48	2.16	2.32	986
26.69	2.5	2.21	2.36	980
26.88	2.64	2.3	2.47	997
27.25	2.7	2.31	2.51	1002
27.38	2.83	2.38	2.61	1019
27.44	2.86	2.42	2.64	1009
27.50	2.89	2.41	2.65	1016
27.56	2.97	2.42	2.70	1048
27.69	3.06	2.5	2.78	1067
27.81	3.12	2.63	2.88	1069
27.88	3.22	2.67	2.95	1106
29.44	3.33	2.63	2.98	1158
29.50	3.37	2.74	3.06	1169
29.56	3.42	2.81	3.12	1192
29.63	3.44	2.85	3.15	1200
29.69	3.51	2.86	3.19	1233
29.81	3.56	2.91	3.24	1258
29.94	3.66	2.94	3.30	1309
30.00	3.76	3.05	3.41	1352
30.19	3.84	3.06	3.45	1361
30.25	3.76	3.11	3.44	1380
30.38	3.8	3.1	3.45	1381
<b>30.63</b>	<b>3.86</b>	<b>3.06</b>	<b>3.46</b>	<b>1408</b>
30.31	3.97	3.21	3.59	1463
30.31	4.01	3.17	3.59	1492
30.44	4.01	3.21	3.61	1525

ตารางที่ ก.5 ผลการทดสอบ Push-off ตัวอย่าง DB12-28-70-HC100 (ต่อ)

Load/Connector (kN)	LVDT-1 (mm)	LVDT-2 (mm)	Average Slip (mm)	Strain value (micro strain)
				SG 1
30.50	4.09	3.25	3.67	1563
30.56	4.08	3.33	3.71	1600
30.50	4.14	3.33	3.74	1656
30.38	4.25	3.41	3.83	1706
30.19	4.22	3.44	3.83	1767
30.25	4.33	3.53	3.93	1808
28.44	4.81	4.03	4.42	1745
23.94	5.86	5.27	5.57	-51200
20.88	7.14	6.66	6.90	-51200
19.06	8.46	7.94	8.20	-51200
17.44	9.65	9.24	9.45	-30320
17.31	10.91	10.41	10.66	-51200
16.63	11.99	11.58	11.79	51198
16.38	13.22	12.69	12.96	51198
16.13	14.33	13.78	14.06	51198
15.94	15.41	14.98	15.20	51198
15.75	16.47	16.03	16.25	51198
15.44	17.69	17.22	17.46	51198
15.63	18.72	18.31	18.52	51198
15.25	19.81	19.41	19.61	51198
15.50	20.94	20.53	20.74	51198
15.06	21.69	21.42	21.56	51198
14.88	21.69	21.4	21.55	51198
14.81	21.69	21.39	21.54	51198
14.88	21.69	21.4	21.55	51198
14.69	21.75	21.51	21.63	51198



รูปที่ ก.10 ความสัมพันธ์ของค่า Strain และแรงกระทำเทียบกับระยะการเคลื่อนตัวของตัวอย่าง DB12-28-70-HC100



รูปที่ ก.11 ตำแหน่งการติด Strain Gage ตัวอย่าง DB16-25-70-HC100

ตารางที่ ก.6 ผลการทดสอบ Push-off ตัวอย่าง DB16-25-70-HC100

Load/Connector (kN)	LVDT-1 (mm)	LVDT-2 (mm)	Average Slip (mm)	Strain value (micro strain)
				SG 1
0.06	0	0	0.00	-58
0.13	0.06	0.12	0.09	13
0.44	0.12	0.09	0.11	-67
0.63	0.37	0.25	0.31	-177
0.94	0.5	0.34	0.42	-142
1.25	0.8	0.58	0.69	-208
1.56	1.12	0.59	0.86	-97
1.94	1.33	0.78	1.06	-86
1.94	1.42	0.87	1.15	-75
2.38	1.5	0.87	1.19	-44
2.19	1.53	0.94	1.24	-9
2.56	1.61	1	1.31	-144
2.75	1.56	1.11	1.34	36
2.94	1.61	1.14	1.38	-72
3.19	1.72	1.19	1.46	-159
3.25	1.76	1.23	1.50	-227
3.75	1.76	1.31	1.54	-44

ตารางที่ ก.6 ผลการทดสอบ Push-off ตัวอย่าง DB16-25-70-HC100 (ต่อ)

Load/Connector (kN)	LVDT-1 (mm)	LVDT-2 (mm)	Average Slip (mm)	Strain value (micro strain)
				SG 1
4.00	1.81	1.39	1.60	-14
4.25	1.84	1.37	1.61	-94
4.38	1.84	1.41	1.63	-11
4.44	1.9	1.37	1.64	-42
4.81	1.9	1.53	1.72	22
5.44	1.95	1.58	1.77	102
5.50	1.97	1.59	1.78	69
5.69	2.03	1.66	1.85	148
6.00	2.08	1.75	1.92	-45
6.13	2.17	1.78	1.98	-63
6.25	2.09	1.89	1.99	22
6.44	2.14	1.83	1.99	-106
7.44	2.15	1.84	2.00	-64
7.56	2.19	1.87	2.03	-42
7.75	2.17	1.92	2.05	3
7.94	2.2	1.97	2.09	-28
8.38	2.25	1.98	2.12	-16
8.63	2.23	2.03	2.13	-45
9.06	2.23	2.08	2.16	-8
9.25	2.34	2.02	2.18	-94
9.31	2.28	2.12	2.20	27
9.50	2.33	2.11	2.22	-44
9.69	2.47	2.17	2.32	-14
10.38	2.45	2.22	2.34	-6
10.56	2.44	2.27	2.36	108
10.81	2.53	2.27	2.40	138
11.94	2.53	2.28	2.41	216
12.00	2.62	2.27	2.45	178

ตารางที่ ก.6 ผลการทดสอบ Push-off ตัวอย่าง DB16-25-70-HC100 (ต่อ)

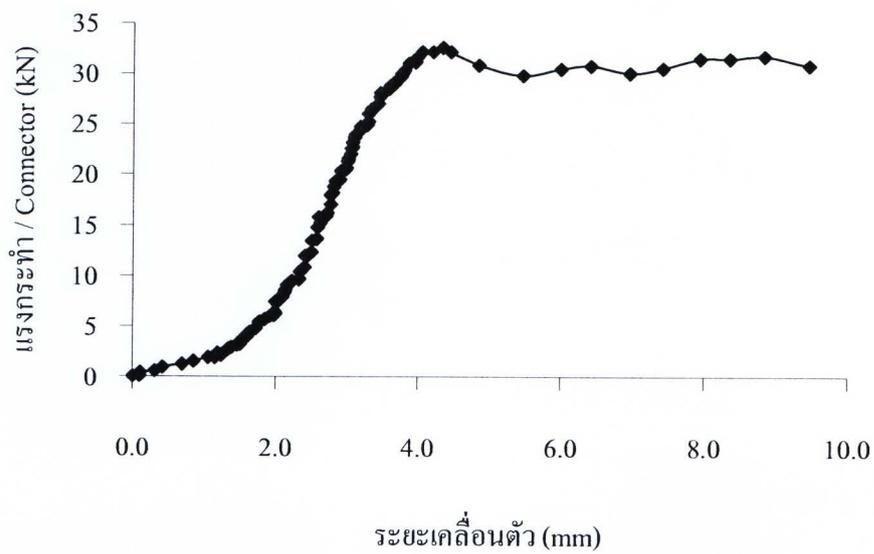
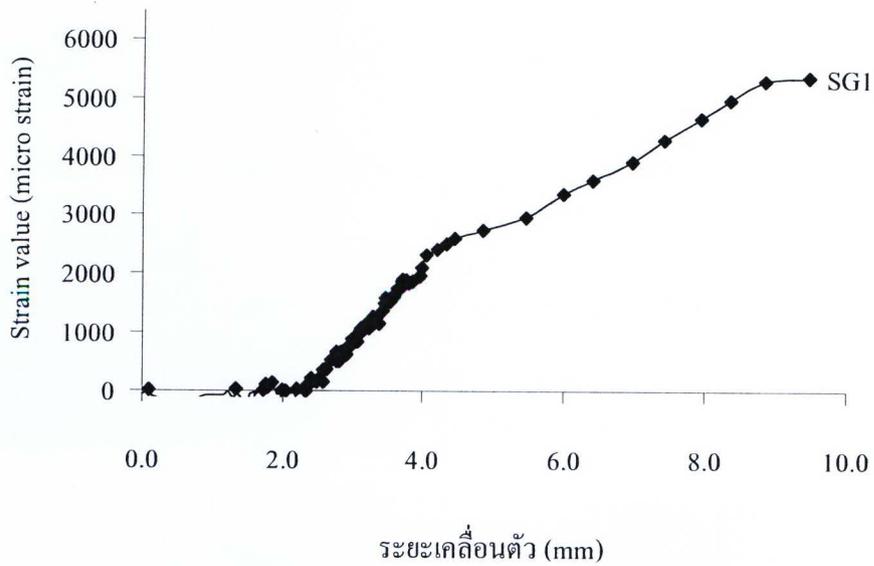
Load/Connector (kN)	LVDT-1 (mm)	LVDT-2 (mm)	Average Slip (mm)	Strain value (micro strain)
				SG 1
13.50	2.65	2.36	2.51	206
13.63	2.75	2.39	2.57	164
14.81	2.75	2.41	2.58	359
15.25	2.72	2.53	2.63	375
15.81	2.75	2.44	2.60	373
15.94	2.84	2.55	2.70	528
16.25	2.87	2.56	2.72	541
17.06	2.87	2.67	2.77	667
18.00	2.92	2.62	2.77	522
18.25	2.95	2.64	2.80	580
18.81	2.95	2.66	2.81	517
19.38	2.97	2.69	2.83	680
19.56	3.03	2.72	2.88	691
19.56	3.09	2.7	2.90	723
20.38	3.12	2.7	2.91	628
20.56	3.15	2.8	2.98	788
20.69	3.15	2.83	2.99	888
21.38	3.17	2.84	3.01	839
21.63	3.22	2.81	3.02	845
22.06	3.25	2.84	3.05	881
22.63	3.25	2.86	3.06	925
22.75	3.28	2.86	3.07	839
23.19	3.28	2.87	3.08	981
23.69	3.29	2.91	3.10	992
23.75	3.33	2.89	3.11	1036
24.00	3.34	2.89	3.12	1078
24.31	3.40	2.91	3.16	1084
24.75	3.40	2.97	3.19	1138

ตารางที่ ก.6 ผลการทดสอบ Push-off ตัวอย่าง DB16-25-70-HC100 (ต่อ)

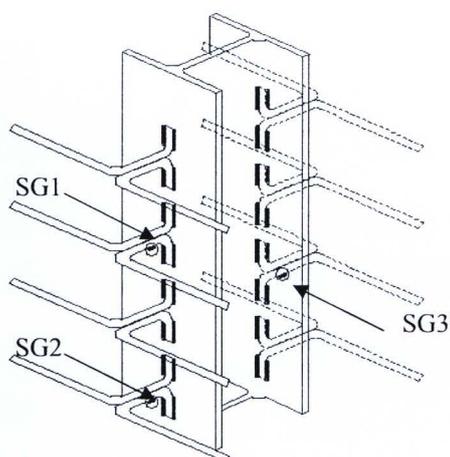
Load/Connector (kN)	LVDT-1 (mm)	LVDT-2 (mm)	Average Slip (mm)	Strain value (micro strain)
				SG 1
24.94	3.50	3.05	3.28	1202
25.25	3.53	3.05	3.29	1270
26.06	3.53	3.06	3.30	1272
26.50	3.59	3.09	3.34	1256
26.69	3.67	3.08	3.38	1156
27.06	3.67	3.19	3.43	1372
27.75	3.72	3.19	3.46	1509
28.13	3.73	3.2	3.47	1603
28.31	3.81	3.26	3.54	1539
28.56	3.89	3.28	3.59	1606
28.88	3.87	3.33	3.60	1663
29.00	3.92	3.36	3.64	1752
29.13	4.00	3.34	3.67	1753
29.44	4.03	3.37	3.70	1877
29.50	4.03	3.39	3.71	1909
29.75	4.03	3.47	3.75	1864
30.06	4.03	3.5	3.77	1895
30.13	4.09	3.47	3.78	1859
30.44	4.09	3.51	3.80	1853
31.06	4.17	3.55	3.86	1881
31.19	4.28	3.64	3.96	1966
31.69	4.29	3.67	3.98	2122
32.25	4.42	3.69	4.06	2339
32.25	4.56	3.84	4.20	2420
<b>32.63</b>	<b>4.71</b>	<b>3.97</b>	<b>4.34</b>	<b>2516</b>
32.25	4.82	4.08	4.45	2617
30.94	5.28	4.41	4.85	2758
29.88	5.99	4.94	5.47	2980

ตารางที่ ก.6 ผลการทดสอบ Push-off ตัวอย่าง DB16-25-70-HC100 (ต่อ)

Load/Connector (kN)	LVDT-1 (mm)	LVDT-2 (mm)	Average Slip (mm)	Strain value (micro strain)
				SG 1
30.88	7.15	5.66	6.41	3620
30.13	7.9	6.01	6.96	3928
30.63	8.41	6.42	7.42	4303
31.56	9.07	6.8	7.94	4680
31.56	9.55	7.15	8.35	5000
31.81	10.08	7.59	8.84	5320
30.94	10.72	8.19	9.46	5391



รูปที่ ก.12 ความสัมพันธ์ของค่า Strain และแรงกระทำเทียบกับระยะการเคลื่อนตัวของตัวอย่าง DB16-25-70-HC100



รูปที่ ก.13 ตำแหน่งการติด Strain Gage ตัวอย่าง DB16-28-70-HC100

ตารางที่ ก.7 ผลการทดสอบ Push-off ตัวอย่าง DB16-28-70-HC100

Load/Connector (kN)	LVDT-1 (mm)	LVDT-2 (mm)	Average Slip (mm)	Strain value (micro strain)		
				SG 1	SG 2	SG 3
0.1	0	0	0.00	25	22	19
0.2	0.03	0.02	0.03	-3	5	3
0.3	0.08	0.02	0.05	22	6	9
0.5	0.08	0.06	0.07	8	0	8
0.6	0.14	0.12	0.13	-28	-9	-6
0.6	0.23	0.06	0.15	42	6	23
0.7	0.27	0.12	0.20	31	6	16
1.3	0.31	0.16	0.24	17	2	9
1.4	0.42	0.25	0.34	-142	-53	-63
1.5	0.50	0.25	0.38	-28	-9	-9
1.9	0.59	0.23	0.41	-161	-53	-69
2.1	0.64	0.31	0.48	33	30	20
2.4	0.75	0.41	0.58	31	58	20
2.6	0.84	0.34	0.59	3	61	8
2.6	0.87	0.42	0.65	23	78	23
2.8	0.94	0.47	0.71	27	94	23
2.9	0.98	0.45	0.72	-8	86	13
3.6	1.09	0.67	0.88	42	145	39

ตารางที่ ก.7 ผลการทดสอบ Push-off ตัวอย่าง DB16-28-70-HC100 (ต่อ)

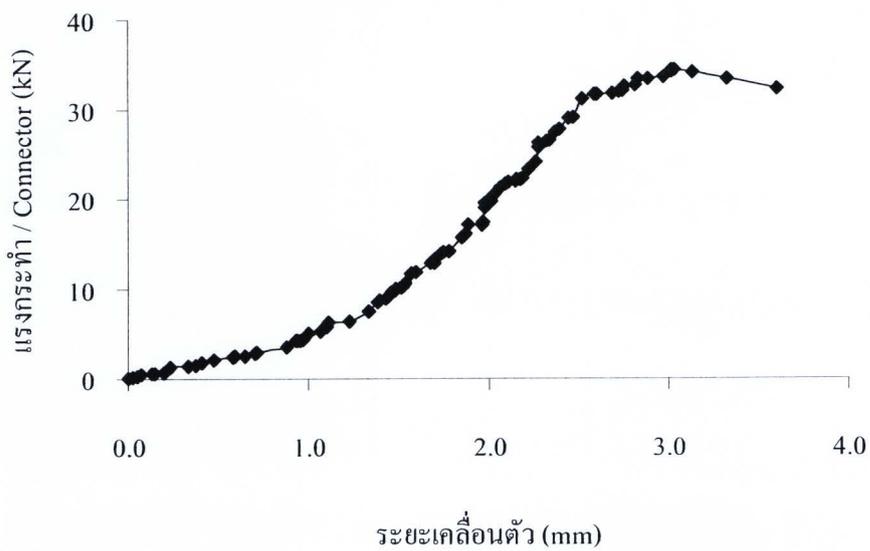
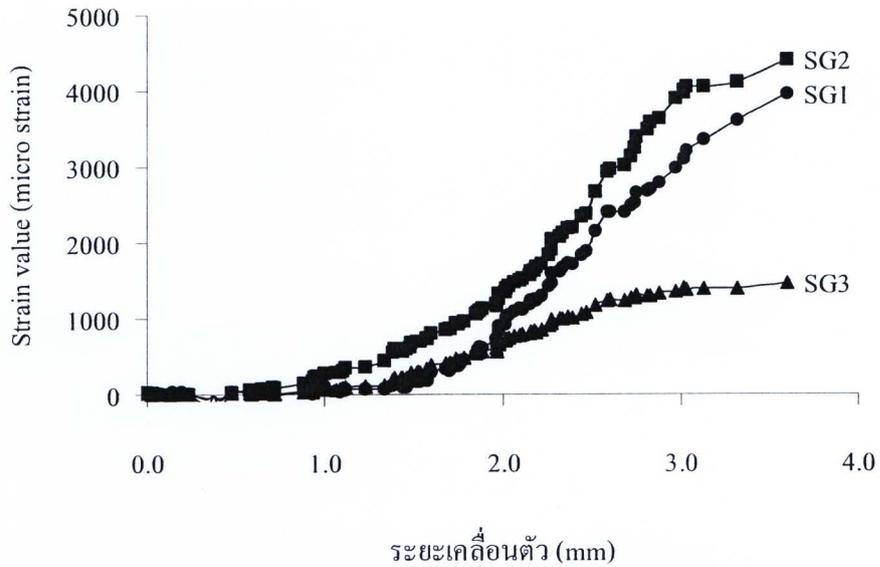
Load/Connector (kN)	LVDT-1 (mm)	LVDT-2 (mm)	Average Slip (mm)	Strain value (micro strain)		
				SG 1	SG 2	SG 3
4.3	1.17	0.69	0.93	17	177	34
4.3	1.16	0.72	0.94	95	231	73
4.3	1.16	0.75	0.96	88	236	72
4.4	1.19	0.75	0.97	108	244	75
5.1	1.23	0.77	1.00	106	280	72
5.3	1.3	0.83	1.07	50	294	64
5.7	1.33	0.84	1.09	33	295	67
5.8	1.34	0.86	1.10	58	309	80
6.3	1.36	0.87	1.12	73	344	91
6.4	1.44	1.02	1.23	72	367	103
7.6	1.58	1.09	1.34	78	442	120
8.6	1.65	1.12	1.39	116	555	191
8.8	1.65	1.14	1.40	130	598	213
8.9	1.69	1.17	1.43	119	583	220
9.1	1.72	1.16	1.44	100	567	222
9.6	1.76	1.16	1.46	92	600	222
9.8	1.73	1.23	1.48	161	630	266
10.1	1.78	1.19	1.49	181	686	292
10.2	1.84	1.19	1.52	166	694	295
10.4	1.83	1.22	1.53	200	700	305
10.7	1.84	1.23	1.54	166	697	295
11.6	1.87	1.27	1.57	219	742	334
11.8	1.9	1.25	1.58	184	738	323
11.9	1.87	1.33	1.60	295	802	384
12.9	2	1.36	1.68	342	856	414
12.9	2.03	1.37	1.70	311	869	406
13.4	2.05	1.36	1.71	327	870	417
13.9	2.08	1.39	1.74	411	936	469

ตารางที่ ก.7 ผลการทดสอบ Push-off ตัวอย่าง DB16-28-70-HC100 (ต่อ)

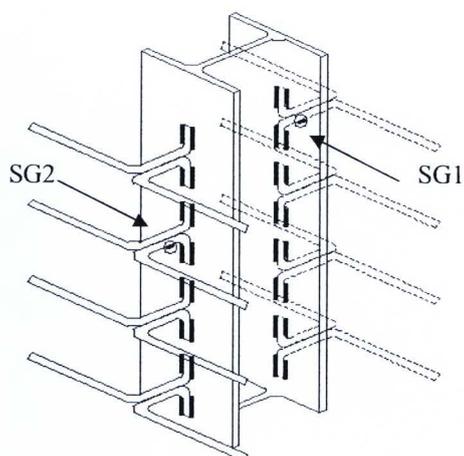
Load/Connector (kN)	LVDT-1 (mm)	LVDT-2 (mm)	Average Slip (mm)	Strain value (micro strain)		
				SG 1	SG 2	SG 3
14.1	2.06	1.44	1.75	373	922	450
14.3	2.09	1.47	1.78	452	966	484
15.8	2.17	1.53	1.85	533	1055	539
15.9	2.14	1.58	1.86	588	1086	556
16.2	2.22	1.52	1.87	627	1105	572
17.1	2.22	1.55	1.89	620	1130	566
17.2	2.31	1.61	1.96	733	1189	614
17.4	2.34	1.59	1.97	644	1167	572
19.1	2.33	1.62	1.98	833	1267	666
19.6	2.31	1.64	1.98	900	1330	692
19.8	2.34	1.69	2.02	933	1345	709
20.3	2.34	1.7	2.02	1008	1400	738
20.6	2.4	1.67	2.04	1053	1431	747
21.3	2.4	1.73	2.07	1091	1478	770
21.8	2.47	1.72	2.10	1127	1511	786
21.9	2.47	1.75	2.11	1125	1528	791
22.1	2.47	1.83	2.15	1192	1581	811
22.2	2.53	1.78	2.16	1238	1625	831
22.3	2.51	1.84	2.18	1256	1644	839
22.4	2.56	1.81	2.19	1245	1686	825
23.3	2.61	1.83	2.22	1300	1717	856
24.1	2.65	1.87	2.26	1433	1841	917
25.8	2.69	1.86	2.28	1464	1911	938
26.3	2.64	1.91	2.28	1605	2044	991
26.5	2.72	1.92	2.32	1631	2088	995
26.6	2.78	1.89	2.34	1672	2130	998
27.6	2.76	1.97	2.37	1733	2192	1020
27.8	2.81	1.97	2.39	1722	2205	1013

ตารางที่ ก.7 ผลการทดสอบ Push-off ตัวอย่าง DB16-28-70-HC100 (ต่อ)

Load/Connector (kN)	LVDT-1 (mm)	LVDT-2 (mm)	Average Slip (mm)	Strain value (micro strain)		
				SG 1	SG 2	SG 3
29.0	2.86	2.03	2.45	1838	2348	1063
29.2	2.92	2.02	2.47	1895	2391	1086
31.1	2.98	2.06	2.52	2161	2672	1177
31.6	3.08	2.09	2.59	2405	2944	1244
31.7	3.09	2.11	2.60	2408	2977	1250
31.8	3.17	2.2	2.69	2406	3022	1244
32.0	3.22	2.22	2.72	2500	3150	1273
32.1	3.25	2.23	2.74	2531	3248	1275
32.6	3.28	2.22	2.75	2666	3398	1313
32.7	3.34	2.28	2.81	2686	3498	1300
33.4	3.37	2.28	2.83	2714	3588	1303
33.4	3.4	2.36	2.88	2800	3633	1341
33.6	3.53	2.41	2.97	2989	3905	1361
34.2	3.56	2.47	3.02	3111	3981	1405
34.4	3.59	2.44	3.02	3125	4013	1383
<b>34.4</b>	<b>3.59</b>	<b>2.47</b>	<b>3.03</b>	<b>3214</b>	<b>4055</b>	<b>1389</b>
34.1	3.68	2.58	3.13	3366	4066	1402
33.4	3.92	2.72	3.32	3609	4116	1397
32.3	4.26	2.94	3.60	3966	4414	1472
31.6	4.81	3.31	4.06	4355	5103	1594
31.3	5.21	3.55	4.38	4691	5669	1769
32.3	5.62	3.84	4.73	4975	6173	2002
32.4	5.98	4.14	5.06	51198	51198	2247
32.9	6.14	4.31	5.23	51198	51198	2430
33.0	6.53	4.53	5.53	51198	51198	2595
33.3	6.67	4.72	5.70	51198	51198	2763
33.4	6.87	4.89	5.88	51198	51198	2898



รูปที่ ก.14 ความสัมพันธ์ของค่า Strain และแรงกระทำเทียบกับระยะการเคลื่อนตัวของตัวอย่าง DB16-28-70-HC100



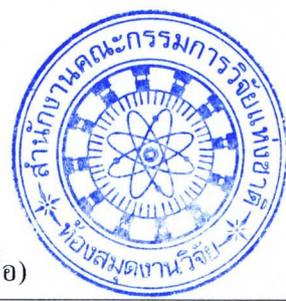
รูปที่ ก.15 ตำแหน่งการติด Strain Gage ตัวอย่าง DB12-25-70-HC150

ตารางที่ ก.8 ผลการทดสอบ Push-off ตัวอย่าง DB12-25-70-HC150

Load/Connector (kN)	LVDT-1 (mm)	LVDT-2 (mm)	Average Slip (mm)	Strain value (micro strain)	
				SG 1	SG 2
-0.13	0.09	0.09	0.09	8	-2
0.00	0.11	0.19	0.15	-14	-19
0.50	0.27	0.34	0.31	16	-2
0.56	0.33	0.37	0.35	31	22
0.88	0.33	0.39	0.36	13	-3
1.19	0.44	0.45	0.45	-139	-111
1.81	0.58	0.52	0.55	23	11
2.00	0.62	0.59	0.61	-59	-58
2.56	0.66	0.58	0.62	31	3
2.63	0.72	0.66	0.69	27	6
2.69	0.75	0.64	0.70	28	8
2.75	0.81	0.69	0.75	8	-5
2.81	0.84	0.73	0.79	-6	-9
3.13	0.86	0.75	0.81	41	36
3.63	0.86	0.8	0.83	131	103
4.00	0.92	0.83	0.88	-6	-8
4.25	1.09	1.14	1.12	-17	-20
4.44	1.16	1.14	1.15	89	47

ตารางที่ ก.8 ผลการทดสอบ Push-off ตัวอย่าง DB12-25-70-HC150

Load/Connector (kN)	LVDT-1 (mm)	LVDT-2 (mm)	Average Slip (mm)	Strain value (micro strain)	
				SG 1	SG 2
4.44	1.16	1.14	1.15	89	47
4.75	1.22	1.17	1.20	-3	-19
4.94	1.28	1.2	1.24	6	3
5.13	1.31	1.23	1.27	34	20
5.31	1.28	1.3	1.29	20	9
5.50	1.28	1.31	1.30	-14	-11
5.75	1.34	1.31	1.33	55	34
6.00	1.37	1.34	1.36	41	31
6.38	1.37	1.36	1.37	50	38
6.69	1.39	1.37	1.38	-5	-9
7.13	1.37	1.45	1.41	81	70
7.69	1.42	1.41	1.42	109	86
7.88	1.44	1.48	1.46	95	72
8.00	1.44	1.44	1.44	63	63
8.06	1.48	1.48	1.48	106	84
8.75	1.45	1.53	1.49	247	69
8.94	1.47	1.58	1.53	244	67
9.13	1.48	1.59	1.54	275	83
9.88	1.56	1.58	1.57	311	69
10.38	1.53	1.69	1.61	320	73
11.00	1.51	1.75	1.63	420	198
11.06	1.59	1.73	1.66	405	189
11.63	1.59	1.77	1.68	458	220
12.00	1.65	1.86	1.76	427	198
12.31	1.7	1.89	1.80	498	248
12.88	1.75	1.92	1.84	533	270
13.06	1.7	2	1.85	606	334
13.31	1.75	2.06	1.91	611	331



ตารางที่ ก.8 ผลการทดสอบ Push-off ตัวอย่าง DB12-25-70-HC150 (ต่อ)

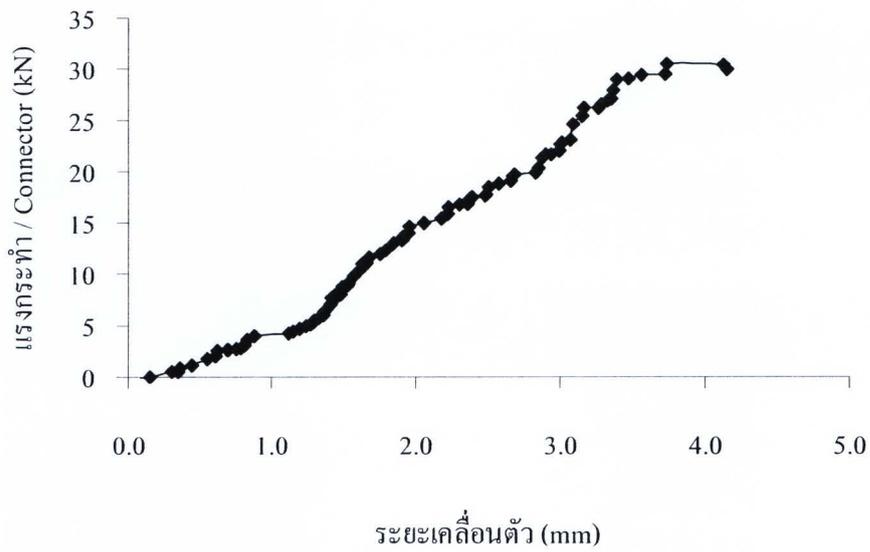
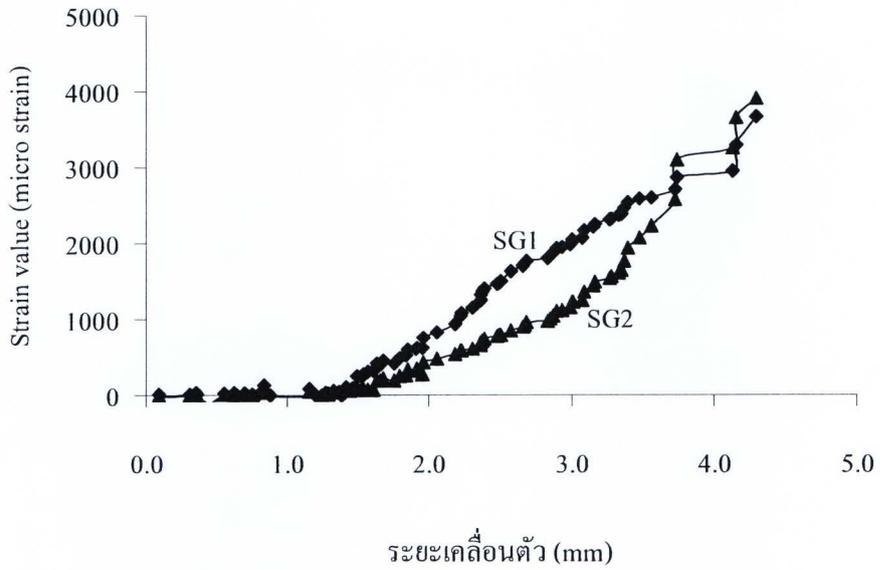
Load/Connector (kN)	LVDT-1 (mm)	LVDT-2 (mm)	Average Slip (mm)	Strain value (micro strain)	
				SG 1	SG 2
13.69	1.75	2.08	1.92	628	347
14.06	1.81	2.09	1.95	631	281
14.69	1.81	2.11	1.96	759	436
15.00	1.92	2.19	2.06	827	478
15.50	2.06	2.3	2.18	938	538
15.88	2.08	2.36	2.22	1047	589
16.50	2.09	2.37	2.23	1083	588
16.81	2.2	2.41	2.31	1156	620
16.88	2.22	2.5	2.36	1248	667
17.25	2.26	2.47	2.37	1320	697
17.31	2.28	2.47	2.38	1377	725
17.50	2.28	2.5	2.39	1414	742
17.69	2.44	2.52	2.48	1469	778
17.75	2.42	2.56	2.49	1483	792
18.50	2.45	2.56	2.51	1511	792
18.88	2.53	2.62	2.58	1638	855
19.06	2.59	2.72	2.66	1714	905
19.56	2.64	2.7	2.67	1742	927
19.75	2.67	2.7	2.69	1767	958
19.88	2.79	2.87	2.83	1802	981
20.31	2.81	2.89	2.85	1841	1011
21.31	2.79	2.95	2.87	1884	1044
21.69	2.87	2.92	2.90	1941	1111
21.69	2.87	3.00	2.94	1952	1123
22.00	2.93	3.05	2.99	1986	1161
22.63	2.95	3.05	3.00	2045	1225
22.81	2.97	3.05	3.01	2042	1223
23.13	3.03	3.11	3.07	2070	1256

ตารางที่ ก.8 ผลการทดสอบ Push-off ตัวอย่าง DB12-25-70-HC150 (ต่อ)

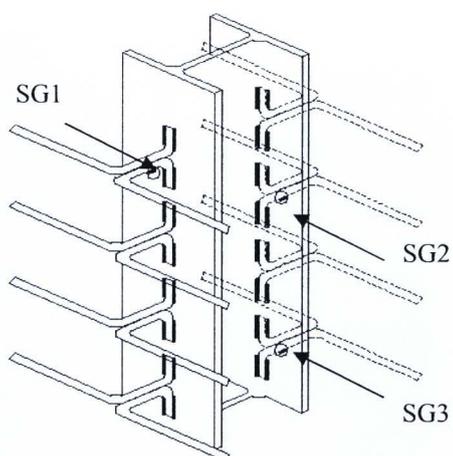
Load/Connector (kN)	LVDT-1 (mm)	LVDT-2 (mm)	Average Slip (mm)	Strain value (micro strain)	
				SG 1	SG 2
24.56	3.03	3.14	3.09	2163	1366
25.44	3.11	3.19	3.15	2217	1445
26.19	3.11	3.22	3.17	2248	1488
26.25	3.22	3.31	3.27	2316	1548
26.56	3.22	3.34	3.28	2322	1566
26.88	3.29	3.37	3.33	2370	1613
27.13	3.25	3.45	3.35	2391	1650
27.88	3.28	3.45	3.37	2472	1770
28.94	3.28	3.5	3.39	2547	1934
29.06	3.4	3.55	3.48	2586	2078
29.44	3.4	3.72	3.56	2606	2231
29.50	3.62	3.83	3.73	2705	2573
<b>30.50</b>	<b>3.5</b>	<b>3.98</b>	<b>3.74</b>	<b>2869</b>	<b>3100</b>
30.38	4.25	4.01	4.13	2952	3250
29.94	4.12	4.19	4.16	3289	3650
29.75	4.25	4.34	4.30	3661	3900
29.44	4.62	4.67	4.65	4347	4425
29.25	5	5.17	5.09	4877	5225
27.38	5.99	6	6.00	51198	6250
20.38	7.99	7.36	7.68	51198	-51200
15.69	9.49	8.97	9.23	51198	7625
13.88	10.9	10.22	10.56	51198	-51200
12.94	12.1	11.39	11.75	51198	-51200
12.13	13.46	12.51	12.99	51198	-51200
11.88	14.74	13.65	14.20	51198	-51200
12.19	15.78	14.62	15.20	51198	-51200
11.81	16.94	15.65	16.30	51198	-51200
11.94	18.06	16.68	17.37	51198	-51200

ตารางที่ ก.8 ผลการทดสอบ Push-off ตัวอย่าง DB12-25-70-HC150 (ต่อ)

Load/Connector (kN)	LVDT-1 (mm)	LVDT-2 (mm)	Average Slip (mm)	Strain value (micro strain)	
				SG 1	SG 2
11.94	19.14	17.72	18.43	51198	18300
11.31	20.4	18.96	19.68	51198	-51200
10.88	20.54	19.09	19.82	51198	-51200
10.56	20.73	19.15	19.94	51198	-51200
10.69	20.62	19.09	19.86	51198	-51200
10.75	20.54	19.07	19.81	51198	-51200
10.63	20.65	19.14	19.90	51198	-51200
10.50	20.64	19.12	19.88	51198	-51200
10.56	20.62	19.11	19.87	51198	-51200
10.50	20.62	19.11	19.87	51198	-51200
10.38	20.75	19.18	19.97	51198	-51200



รูปที่ ก.16 ความสัมพันธ์ของค่า Strain และแรงกระทำเทียบกับระยะการเคลื่อนตัวของตัวอย่าง DB12-25-70-HC150



รูปที่ ก.17 ตำแหน่งการติดตั้ง Strain Gage ตัวอย่าง DB12-28-70-HC150

ตารางที่ ก.9 ผลการทดสอบ Push-off ตัวอย่าง DB12-28-70-HC150

Load/Connector (kN)	LVDT-1 (mm)	LVDT-2 (mm)	Average Slip (mm)	Strain value (micro strain)		
				SG 1	SG 2	SG 3
0.1	0	0	0.00	0	2	-5
0.3	0	0.03	0.02	36	38	13
0.7	0.09	0.06	0.08	3	3	5
1.2	0.08	0.09	0.09	34	34	14
1.3	0.09	0.12	0.11	-33	-25	-3
1.3	0.09	0.14	0.12	17	5	17
2.7	0.16	0.16	0.16	58	61	69
2.7	0.14	0.19	0.17	105	106	92
3.2	0.19	0.19	0.19	67	63	103
3.9	0.23	0.16	0.20	66	63	138
5.8	0.37	0.25	0.31	-2	153	342
5.6	0.47	0.27	0.37	31	195	369
5.8	0.44	0.3	0.37	38	197	377
6.6	0.48	0.28	0.38	36	258	469
6.8	0.56	0.37	0.47	30	291	506
7.8	0.59	0.36	0.48	139	466	663
7.8	0.62	0.41	0.52	153	484	683

ตารางที่ ก.9 ผลการทดสอบ Push-off ตัวอย่าง DB12-28-70-HC150 (ต่อ)

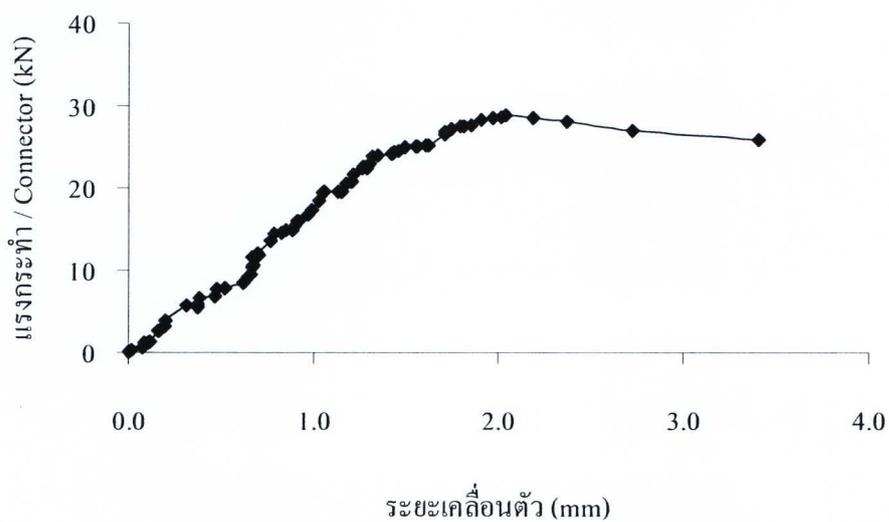
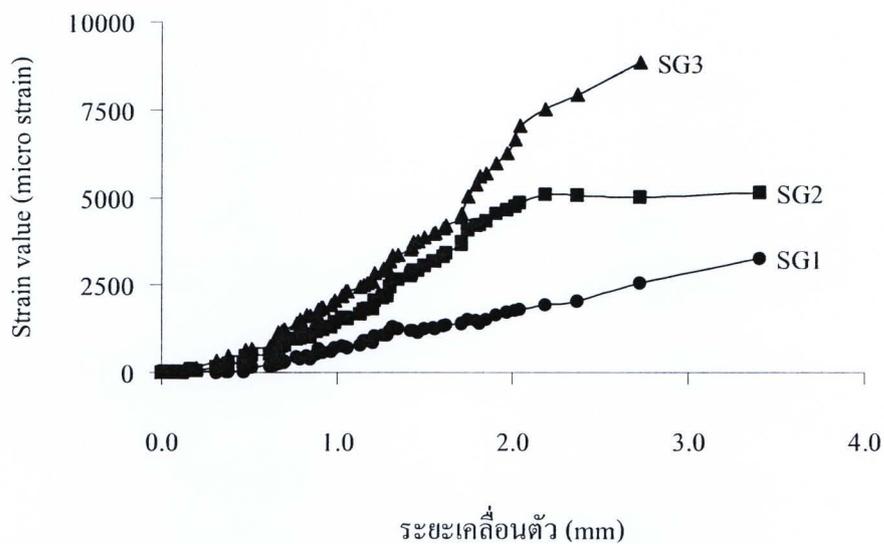
Load/Connector (kN)	LVDT-1 (mm)	LVDT-2 (mm)	Average Slip (mm)	Strain value (micro strain)		
				SG 1	SG 2	SG 3
8.6	0.7	0.53	0.62	172	517	759
9.2	0.76	0.52	0.64	209	586	866
9.5	0.78	0.53	0.66	256	645	950
10.4	0.83	0.5	0.67	361	775	1100
10.6	0.81	0.53	0.67	258	670	1063
11.6	0.83	0.5	0.67	261	709	1145
11.8	0.87	0.5	0.69	300	752	1170
11.9	0.87	0.53	0.70	306	789	1228
12.1	0.87	0.52	0.70	298	780	1222
13.6	0.92	0.61	0.77	434	973	1420
14.4	0.98	0.59	0.79	384	981	1503
14.6	0.98	0.67	0.83	478	1092	1636
14.9	1.03	0.66	0.85	403	1031	1631
14.9	1.03	0.73	0.88	530	1167	1709
15.4	1.06	0.72	0.89	672	1311	1806
16.0	1.11	0.7	0.91	591	1256	1853
16.1	1.08	0.75	0.92	564	1225	1847
16.8	1.16	0.77	0.97	606	1309	1928
17.4	1.16	0.81	0.99	711	1447	2058
18.5	1.16	0.89	1.03	763	1542	2192
19.4	1.22	0.87	1.05	742	1578	2319
19.6	1.2	0.91	1.06	692	1545	2325
19.6	1.34	0.92	1.13	795	1677	2455
19.6	1.28	1.02	1.15	925	1803	2506
20.5	1.34	1	1.17	917	1819	2563
20.8	1.37	1.03	1.20	873	1816	2602
21.7	1.37	1.05	1.21	1033	2053	2834
22.4	1.44	1.08	1.26	1059	2153	2931

ตารางที่ ก.9 ผลการทดสอบ Push-off ตัวอย่าง DB12-28-70-HC150 (ต่อ)

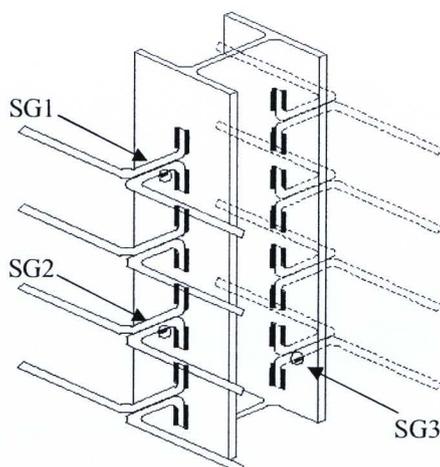
Load/Connector (kN)	LVDT-1 (mm)	LVDT-2 (mm)	Average Slip (mm)	Strain value (micro strain)		
				SG 1	SG 2	SG 3
22.6	1.42	1.11	1.27	1066	2184	2977
22.4	1.45	1.12	1.29	1064	2203	2994
23.0	1.48	1.12	1.30	1205	2447	3177
23.9	1.47	1.16	1.32	1305	2658	3347
24.0	1.55	1.14	1.35	1259	2670	3377
24.2	1.56	1.28	1.42	1202	2766	3523
24.2	1.55	1.3	1.43	1200	2842	3611
24.4	1.51	1.36	1.44	1211	2927	3727
24.6	1.56	1.36	1.46	1156	2913	3763
25.0	1.58	1.41	1.50	1241	3052	3852
25.1	1.65	1.45	1.55	1292	3188	3969
25.1	1.65	1.47	1.56	1266	3189	3994
25.2	1.65	1.56	1.61	1328	3309	4114
25.2	1.72	1.52	1.62	1366	3430	4214
26.5	1.78	1.64	1.71	1420	3653	4445
26.9	1.81	1.61	1.71	1395	3725	4556
27.2	1.83	1.66	1.75	1527	4083	5028
27.5	1.87	1.72	1.80	1489	4194	5370
27.6	1.86	1.77	1.82	1411	4219	5611
27.6	1.92	1.78	1.85	1511	4338	5703
28.3	1.95	1.86	1.91	1634	4538	5970
28.6	2.05	1.89	1.97	1714	4641	6269
28.6	2.06	1.97	2.02	1770	4748	6663
<b>28.8</b>	<b>2.14</b>	<b>1.94</b>	<b>2.04</b>	<b>1789</b>	<b>4845</b>	<b>7052</b>
28.5	2.28	2.09	2.19	1928	5089	7516
28.1	2.47	2.27	2.37	2048	5063	7939
27.0	2.87	2.58	2.73	2569	5019	8856
25.8	3.62	3.19	3.41	3266	5138	10288

ตารางที่ ก.9 ผลการทดสอบ Push-off ตัวอย่าง DB12-28-70-HC150 (ต่อ)

Load/Connector (kN)	LVDT-1 (mm)	LVDT-2 (mm)	Average Slip (mm)	Strain value (micro strain)		
				SG 1	SG 2	SG 3
13.0	6.31	6.2	6.26	4339	51198	51198
11.1	7.77	7.87	7.82	4778	51198	51198
11.2	8.96	9.12	9.04	5253	51198	51198
10.6	10.27	10.51	10.39	5506	51198	51198
11.1	11.4	11.86	11.63	6266	51198	51198
10.9	12.49	12.61	12.55	51198	51198	-51200
10.8	12.49	12.65	12.57	51198	51198	-51200
10.6	12.49	12.72	12.61	51198	51198	-51200
10.4	12.74	12.79	12.77	51198	51198	-51200
10.5	12.49	12.81	12.65	51198	51198	-51200
10.3	12.49	12.84	12.67	51198	51198	-51200



รูปที่ ก.18 ความสัมพันธ์ของค่า Strain และแรงกระทำเทียบกับระยะการเคลื่อนตัวของตัวอย่าง DB12-28-70-HC150



รูปที่ ก.19 ตำแหน่งการติด Strain Gage ตัวอย่าง DB16-25-70-HC150

ตารางที่ ก.10 ผลการทดสอบ Push-off ตัวอย่าง DB16-25-70-HC150

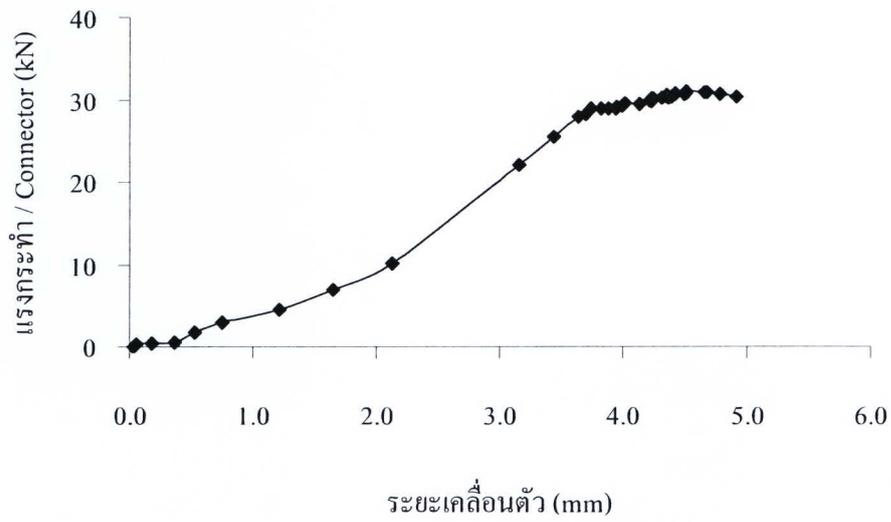
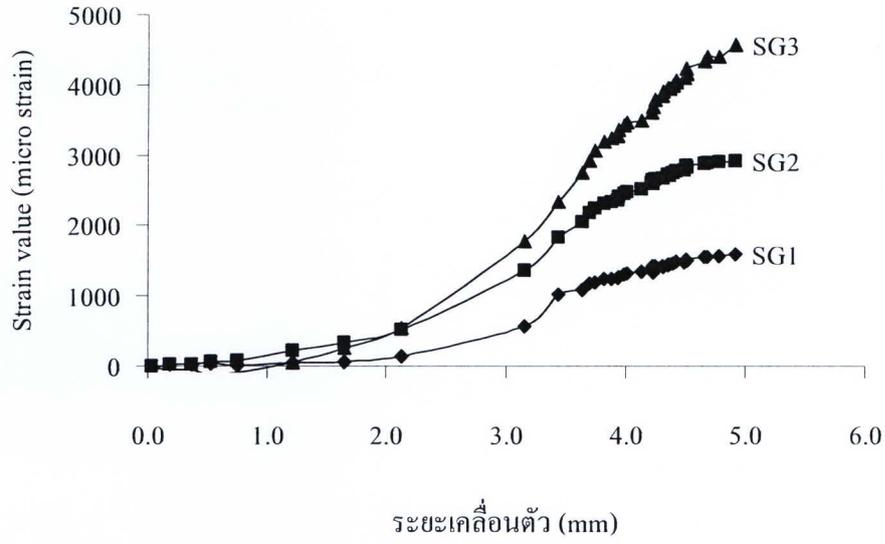
Load/Connector (kN)	LVDT-1 (mm)	LVDT-2 (mm)	Average Slip (mm)	Strain value (micro strain)		
				SG 1	SG 2	SG 3
0.0	0.06	0	0.03	-9	-5	-42
0.3	0.06	0.05	0.06	-28	-17	-44
0.4	0.2	0.16	0.18	30	23	-53
0.6	0.37	0.36	0.37	22	27	-56
1.8	0.64	0.41	0.53	36	59	-136
3.0	0.87	0.62	0.75	17	84	-88
4.5	1.4	1.03	1.22	48	216	55
7.0	1.94	1.36	1.65	70	336	263
10.1	2.47	1.78	2.13	138	525	545
22.1	3.4	2.91	3.16	570	1361	1781
25.6	3.65	3.22	3.44	1023	1834	2344
27.9	3.9	3.37	3.64	1095	2058	2755
28.3	3.92	3.47	3.70	1183	2181	2936
29.0	3.92	3.56	3.74	1192	2250	3075
29.0	4	3.64	3.82	1250	2319	3208
28.9	4.06	3.7	3.88	1253	2342	3258
28.9	4.12	3.75	3.94	1266	2366	3275

ตารางที่ ก.10 ผลการทดสอบ Push-off ตัวอย่าง DB16-25-70-HC150 (ต่อ)

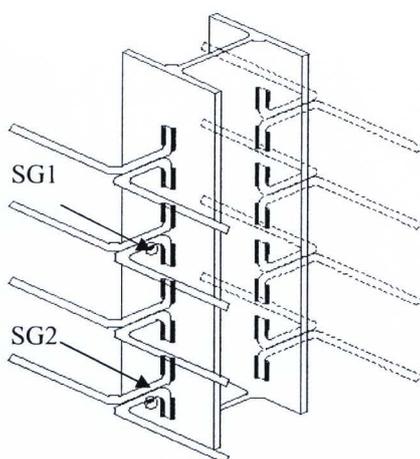
Load/Connector (kN)	LVDT-1 (mm)	LVDT-2 (mm)	Average Slip (mm)	Strain value (micro strain)		
				SG 1	SG 2	SG 3
29.3	4.18	3.8	3.99	1319	2456	3431
29.6	4.15	3.87	4.01	1328	2491	3477
29.5	4.28	3.98	4.13	1358	2523	3509
29.9	4.32	4.11	4.22	1391	2614	3625
29.9	4.36	4.09	4.23	1430	2652	3702
30.1	4.4	4.06	4.23	1345	2609	3702
30.2	4.37	4.12	4.25	1428	2664	3808
30.3	4.46	4.16	4.31	1428	2678	3850
30.3	4.43	4.2	4.32	1420	2686	3916
30.3	4.48	4.25	4.37	1458	2720	3959
30.4	4.46	4.25	4.36	1448	2722	3969
30.6	4.51	4.2	4.36	1458	2734	3966
30.4	4.53	4.25	4.39	1466	2755	3998
30.5	4.57	4.23	4.40	1475	2766	4013
30.8	4.53	4.31	4.42	1495	2781	4050
30.8	4.53	4.31	4.42	1494	2788	4081
30.7	4.62	4.36	4.49	1488	2798	4111
30.9	4.61	4.41	4.51	1516	2839	4172
<b>31.0</b>	<b>4.59</b>	<b>4.42</b>	<b>4.51</b>	<b>1528</b>	<b>2866</b>	<b>4250</b>
30.9	4.75	4.56	4.66	1563	2897	4352
30.9	4.75	4.61	4.68	1561	2903	4417
30.7	4.86	4.7	4.78	1573	2917	4419
30.4	5	4.83	4.92	1608	2934	4577
22.5	6.56	6.5	6.53	1702	2798	7313
23.7	7.4	7.51	7.46	1817	3059	9511
24.2	8.4	8.76	8.58	2138	3609	10047
24.1	9.65	10.03	9.84	2588	4442	51198
22.1	10.91	11.44	11.18	51198	5594	51198

ตารางที่ ก.10 ผลการทดสอบ Push-off ตัวอย่าง DB16-25-70-HC150 (ต่อ)

Load/Connector (kN)	LVDT-1 (mm)	LVDT-2 (mm)	Average Slip (mm)	Strain value (micro strain)		
				SG 1	SG 2	SG 3
19.5	12.43	13	12.72	51198	6530	51198
19.4	13.52	14.23	13.88	51198	6978	51198
18.4	14.91	15.53	15.22	51198	7156	51198
18.5	16.16	16.78	16.47	51198	7181	51198
18.7	17.28	17.82	17.55	51198	51198	51198
19.1	18.39	19.07	18.73	51198	51198	51198



รูปที่ ก.20 ความสัมพันธ์ของค่า Strain และแรงกระทำเทียบกับระยะการเคลื่อนตัวของตัวอย่าง DB16-25-70-HC150



รูปที่ ก.21 ตำแหน่งการติด Strain Gage ตัวอย่าง DB16-28-70-HC150

ตารางที่ ก.11 ผลการทดสอบ Push-off ตัวอย่าง DB16-28-70-HC150

Load/Connector (kN)	LVDT-1 (mm)	LVDT-2 (mm)	Average Slip (mm)	Strain value (micro strain)	
				SG 1	SG 2
0.06	0.06	0	0.03	-234	-67
0.31	0.08	0.02	0.05	-302	-98
0.44	0.06	0.12	0.09	-402	-59
0.50	0.22	0.22	0.22	-611	-123
1.19	0.37	0.22	0.30	-753	-122
1.19	0.45	0.34	0.40	-536	-27
1.31	0.53	0.37	0.45	-647	-78
1.44	0.66	0.61	0.64	-506	-3
1.81	0.72	0.75	0.74	-389	13
2.13	0.94	0.89	0.92	-384	9
2.44	1	0.97	0.99	-336	20
2.50	1.19	1.09	1.14	-178	72
2.56	1.19	1.11	1.15	-205	33
2.63	1.25	1.11	1.18	-56	66
2.69	1.25	1.11	1.18	-116	-3
2.56	1.28	1.12	1.20	-142	5
2.63	1.31	1.16	1.24	-122	-48
2.88	1.39	1.22	1.31	-388	36

ตารางที่ ก.11 ผลการทดสอบ Push-off ตัวอย่าง DB16-28-70-HC150 (ต่อ)

Load/Connector (kN)	LVDT-1 (mm)	LVDT-2 (mm)	Average Slip (mm)	Strain value (micro strain)	
				SG 1	SG 2
3.13	1.4	1.22	1.31	-448	25
3.31	1.44	1.31	1.38	-466	22
3.94	1.65	1.33	1.49	-594	3
4.06	1.73	1.41	1.57	-552	41
4.44	1.73	1.45	1.59	-472	55
4.63	1.75	1.47	1.61	-270	77
4.88	1.78	1.47	1.63	-298	38
5.31	1.78	1.52	1.65	-117	80
6.00	1.86	1.7	1.78	2	108
6.06	1.9	1.75	1.83	2	125
6.69	1.94	1.81	1.88	-197	80
7.00	1.97	1.87	1.92	-194	138
8.25	2.08	2.05	2.07	-642	34
8.13	2.12	2.19	2.16	-261	194
8.75	2.12	2.19	2.16	-561	169
9.38	2.19	2.23	2.21	-544	256
9.44	2.26	2.25	2.26	-720	259
9.75	2.19	2.39	2.29	-236	467
10.38	2.2	2.47	2.34	539	666
11.06	2.25	2.42	2.34	-300	528
11.38	2.25	2.48	2.37	-138	645
11.63	2.29	2.48	2.39	-206	634
11.69	2.29	2.53	2.41	-136	675
12.00	2.4	2.55	2.48	-375	577
12.31	2.45	2.59	2.52	-353	650
12.50	2.44	2.66	2.55	-327	723
13.06	2.39	2.75	2.57	70	933
13.31	2.4	2.75	2.58	-63	872

ตารางที่ ก.11 ผลการทดสอบ Push-off ตัวอย่าง DB16-28-70-HC150 (ต่อ)

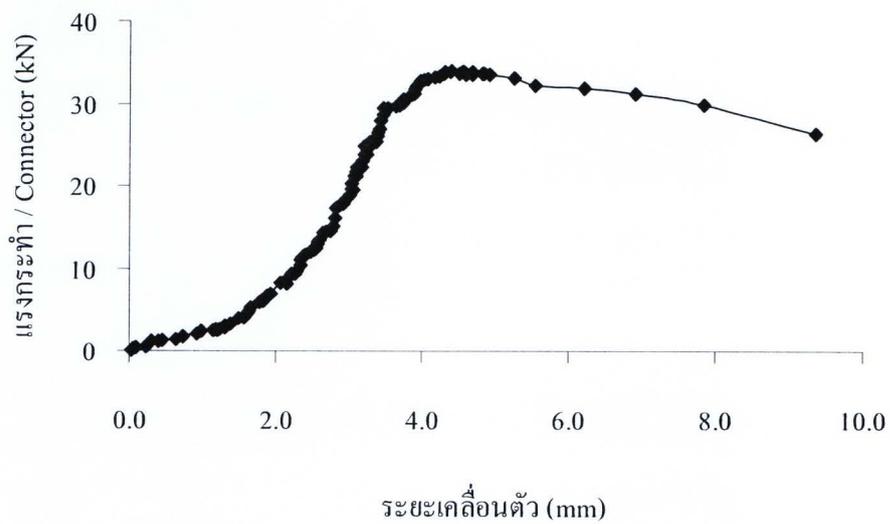
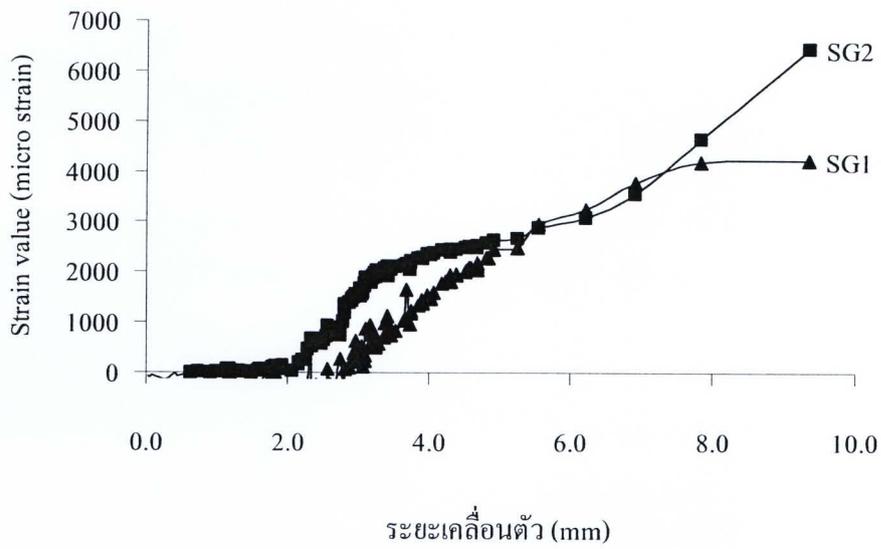
Load/Connector (kN)	LVDT-1 (mm)	LVDT-2 (mm)	Average Slip (mm)	Strain value (micro strain)	
				SG 1	SG 2
13.50	2.44	2.75	2.60	-103	873
14.38	2.5	2.78	2.64	-166	872
14.50	2.59	2.78	2.69	-214	894
14.63	2.69	2.8	2.75	272	747
15.19	2.62	2.95	2.79	-142	1025
16.19	2.56	3.05	2.81	-183	1205
17.38	2.58	3.05	2.82	80	1366
17.63	2.61	3.14	2.88	108	1398
17.88	2.7	3.14	2.92	256	1473
18.06	2.69	3.14	2.92	227	1448
18.31	2.69	3.19	2.94	402	1506
18.50	2.75	3.17	2.96	636	1567
18.88	2.79	3.23	3.01	494	1530
19.69	2.78	3.28	3.03	450	1534
19.56	2.83	3.28	3.06	525	1566
20.38	2.81	3.26	3.04	309	1669
21.19	2.81	3.33	3.07	128	1606
21.25	2.84	3.34	3.09	236	1734
21.81	2.83	3.36	3.10	355	1781
22.31	2.81	3.41	3.11	867	1895
22.38	2.87	3.47	3.17	942	1872
23.06	2.89	3.47	3.18	605	1813
23.13	2.92	3.45	3.19	767	1875
23.81	2.93	3.48	3.21	797	1898
23.88	2.95	3.53	3.24	773	1958
24.63	2.97	3.53	3.25	516	1909
24.81	3.03	3.47	3.25	527	1919
24.88	2.92	3.5	3.21	552	1936

ตารางที่ ก.11 ผลการทดสอบ Push-off ตัวอย่าง DB16-28-70-HC150 (ต่อ)

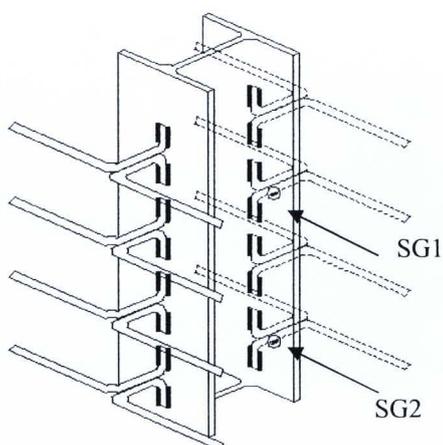
Load/Connector (kN)	LVDT-1 (mm)	LVDT-2 (mm)	Average Slip (mm)	Strain value (micro strain)	
				SG 1	SG 2
24.94	3	3.48	3.24	509	1991
25.19	2.98	3.53	3.26	650	2033
25.38	3.03	3.53	3.28	588	1989
25.44	3.12	3.61	3.37	708	2016
26.13	3.06	3.69	3.38	980	2084
26.56	3.09	3.69	3.39	1013	2064
27.00	3.14	3.7	3.42	1134	2120
27.94	3.22	3.64	3.43	847	1931
28.69	3.22	3.7	3.46	877	2086
29.50	3.22	3.7	3.46	747	2061
29.50	3.28	3.78	3.53	847	2117
29.69	3.43	3.86	3.65	1036	2138
29.81	3.43	3.94	3.69	1659	2175
30.19	3.53	3.94	3.74	970	2053
30.50	3.53	3.97	3.75	1186	2208
30.63	3.51	3.98	3.75	1236	2223
31.19	3.59	4.11	3.85	1352	2284
31.25	3.67	4.11	3.89	1377	2283
31.88	3.72	4.08	3.90	1456	2300
32.00	3.7	4.12	3.91	1405	2284
32.25	3.73	4.11	3.92	1381	2294
32.81	3.79	4.17	3.98	1555	2364
32.94	3.86	4.19	4.03	1478	2355
33.06	3.95	4.2	4.08	1608	2394
33.31	4.03	4.33	4.18	1786	2448
33.38	4.06	4.41	4.24	1822	2448
33.69	4.15	4.44	4.30	1945	2464
33.88	4.21	4.42	4.32	1827	2405

ตารางที่ ก.11 ผลการทดสอบ Push-off ตัวอย่าง DB16-28-70-HC150 (ต่อ)

Load/Connector (kN)	LVDT-1 (mm)	LVDT-2 (mm)	Average Slip (mm)	Strain value (micro strain)	
				SG 1	SG 2
33.88	4.28	4.5	4.39	1959	2459
<b>34.00</b>	<b>4.28</b>	<b>4.51</b>	<b>4.40</b>	<b>1961</b>	<b>2453</b>
33.75	4.42	4.61	4.52	2022	2489
33.63	4.51	4.69	4.60	2103	2519
33.88	4.46	4.64	4.55	2052	2505
33.94	4.46	4.69	4.58	2095	2517
33.63	4.61	4.75	4.68	2141	2542
33.88	4.61	4.76	4.69	2180	2542
33.69	4.64	4.73	4.69	2059	2500
33.69	4.73	4.91	4.82	2298	2589
33.69	4.82	4.87	4.85	2305	2591
33.63	4.82	5.01	4.92	2464	2648
33.19	5.31	5.2	5.26	2503	2680
32.31	5.65	5.44	5.55	2977	2891
31.94	6.42	6	6.21	3266	3092
31.25	7.2	6.61	6.91	3798	3575
30.00	8.27	7.4	7.84	4202	4670
26.38	9.76	8.94	9.35	4256	6466
22.63	11.32	10.72	11.02	51198	8820
21.13	12.49	12.08	12.29	51198	7761
20.00	13.89	13.51	13.70	51198	10892
19.38	15	14.87	14.94	51198	16461
18.31	15.41	15.23	15.32	51198	17016
18.38	15.33	15.22	15.28	51198	17022
18.25	15.42	15.2	15.31	51198	16388
18.19	15.42	15.33	15.38	51198	16480
18.13	15.38	15.23	15.31	51198	6695



รูปที่ ก.22 ความสัมพันธ์ของค่า Strain และแรงกระทำเทียบกับระยะการเคลื่อนตัวของตัวอย่าง DB16-28-70-HC150



รูปที่ ก.23 ตำแหน่งการติด Strain Gage ตัวอย่าง DB16-28-70-HC100\*

ตารางที่ ก.12 ผลการทดสอบ Push-off ตัวอย่าง DB16-28-70-HC100\*

Load/Connector (kN)	LVDT-1 (mm)	LVDT-2 (mm)	Average Slip (mm)	Strain value (micro strain)	
				SG 1	SG 2
0.06	0.015	0.01	0.01	-372	-155
0.38	0.08	-0.02	0.03	-409	-169
0.94	0.23	0.22	0.23	-366	-141
1.75	0.67	0.44	0.56	-450	-161
2.56	0.89	0.56	0.73	-491	-105
3.44	0.92	0.61	0.77	-491	-77
3.50	1.11	0.87	0.99	-389	3
3.81	1.14	1.05	1.10	-422	-22
4.06	1.16	1.06	1.11	-805	-217
4.31	1.23	1.12	1.18	-913	-259
4.44	1.14	1.3	1.22	-330	97
4.81	1.26	1.3	1.28	-466	33
5.19	1.34	1.27	1.31	-866	-161
5.56	1.31	1.47	1.39	-344	144
6.06	1.37	1.42	1.40	-719	-19
6.13	1.33	1.5	1.42	-483	113
6.25	1.31	1.62	1.47	117	453
6.81	1.4	1.56	1.48	-345	223

ตารางที่ ก.12 ผลการทดสอบ Push-off ตัวอย่าง DB16-28-70-HC100\* (ต่อ)

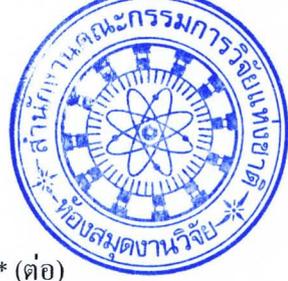
Load/Connector (kN)	LVDT-1 (mm)	LVDT-2 (mm)	Average Slip (mm)	Strain value (micro strain)	
				SG 1	SG 2
7.31	1.4	1.62	1.51	-367	236
8.13	1.37	1.67	1.52	-377	269
8.50	1.4	1.69	1.55	-391	295
8.56	1.39	1.72	1.56	-322	328
9.00	1.44	1.92	1.68	320	713
9.81	1.53	1.84	1.69	-381	361
10.44	1.51	1.92	1.72	-266	438
10.50	1.58	2.02	1.80	297	748
11.13	1.69	2.02	1.86	-109	555
12.38	1.67	2.08	1.88	-66	614
12.63	1.78	2.17	1.98	-73	605
13.00	1.78	2.19	1.99	-153	580
13.19	1.72	2.31	2.02	689	1016
14.13	1.80	2.3	2.05	8	684
14.44	1.87	2.31	2.09	14	688
15.19	1.89	2.31	2.10	30	703
15.50	1.89	2.36	2.13	88	739
15.63	1.87	2.47	2.17	513	972
17.00	1.86	2.50	2.18	775	1134
17.94	1.90	2.50	2.20	383	939
18.50	2.01	2.42	2.22	-16	748
18.88	1.98	2.50	2.24	303	919
19.19	2.03	2.47	2.25	245	908
19.31	2.01	2.52	2.27	259	922
19.44	1.98	2.62	2.30	880	1258
20.06	2.05	2.56	2.31	422	1038
21.06	2.05	2.58	2.32	47	870
21.19	2.06	2.69	2.38	408	1081

ตารางที่ ก.12 ผลการทดสอบ Push-off ตัวอย่าง DB16-28-70-HC100\* (ต่อ)

Load/Connector (kN)	LVDT-1 (mm)	LVDT-2 (mm)	Average Slip (mm)	Strain value (micro strain)	
				SG 1	SG 2
21.56	2.12	2.69	2.41	463	1113
21.69	2.17	2.66	2.42	311	1053
22.13	2.17	2.72	2.45	344	1072
22.31	2.33	2.77	2.55	430	1139
22.38	2.19	2.92	2.56	1166	1545
23.06	2.34	2.8	2.57	408	1161
23.31	2.34	2.84	2.59	458	1203
23.38	2.34	2.95	2.65	1006	1509
23.88	2.45	2.91	2.68	625	1319
24.19	2.44	2.95	2.70	1170	1628
24.94	2.44	3	2.72	758	1427
25.19	2.44	3.03	2.74	845	1484
25.50	2.47	3.03	2.75	811	1494
25.94	2.51	3.03	2.77	770	1486
26.81	2.53	3.03	2.78	881	1594
26.81	2.56	3.08	2.82	833	1572
27.06	2.62	3.08	2.85	503	1411
27.13	2.65	3.12	2.89	881	1623
27.69	2.69	3.11	2.90	898	1666
28.44	2.65	3.16	2.91	986	1748
28.50	2.72	3.22	2.97	1063	1798
28.69	2.78	3.2	2.99	1031	1783
29.19	2.78	3.22	3.00	881	1748
29.38	2.83	3.26	3.05	1145	1908
29.44	2.87	3.34	3.11	1216	1978
29.94	2.93	3.3	3.12	1213	2002
30.31	2.92	3.34	3.13	1252	2047
30.81	2.98	3.37	3.18	1409	2161

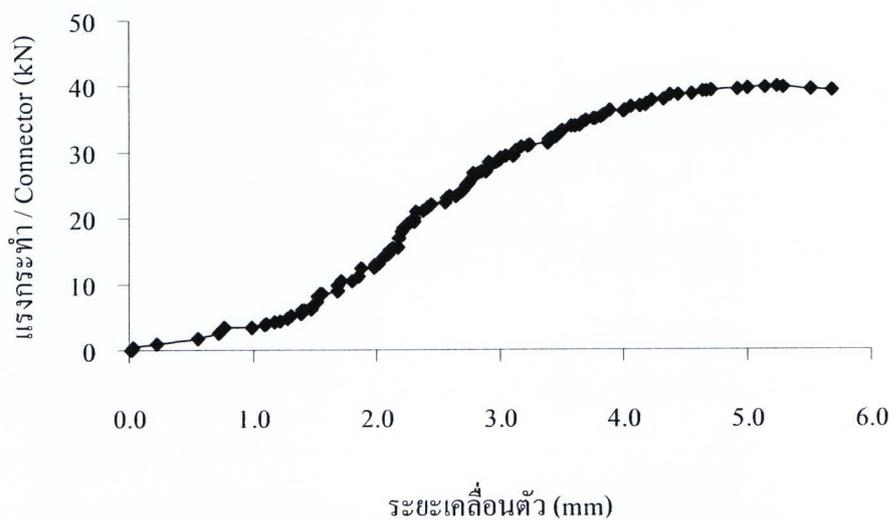
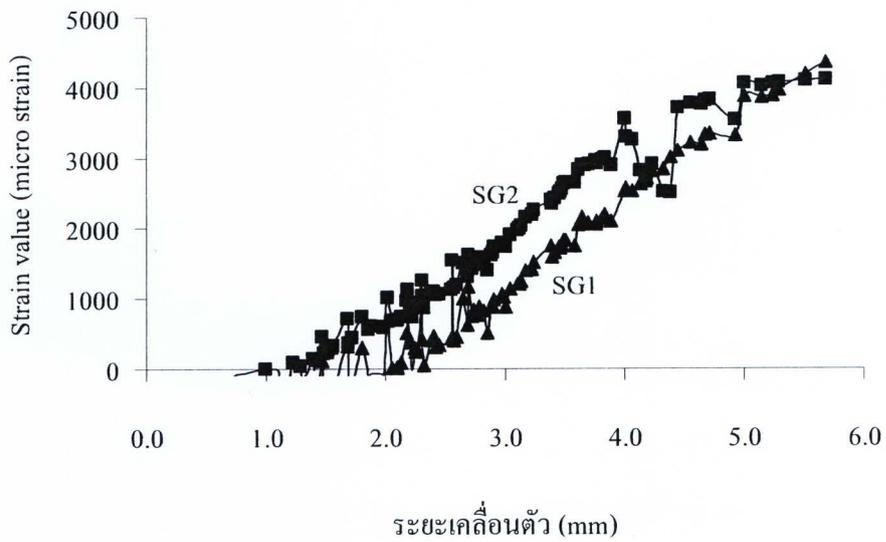
ตารางที่ ก.12 ผลการทดสอบ Push-off ตัวอย่าง DB16-28-70-HC100\* (ต่อ)

Load/Connector (kN)	LVDT-1 (mm)	LVDT-2 (mm)	Average Slip (mm)	Strain value (micro strain)	
				SG 1	SG 2
30.88	3.03	3.42	3.23	1413	2206
31.06	3.01	3.47	3.24	1528	2267
31.38	3.18	3.59	3.39	1763	2411
31.88	3.2	3.59	3.40	1597	2359
32.19	3.22	3.61	3.42	1670	2434
32.38	3.22	3.69	3.46	1748	2503
32.69	3.26	3.67	3.47	1730	2522
32.81	3.29	3.67	3.48	1766	2563
33.13	3.26	3.72	3.49	1841	2638
33.31	3.29	3.72	3.51	1841	2661
33.94	3.4	3.76	3.58	1756	2655
34.00	3.42	3.8	3.61	2056	2834
34.13	3.45	3.84	3.65	2158	2898
34.56	3.47	3.87	3.67	2072	2909
34.75	3.48	3.91	3.70	2083	2917
35.06	3.61	3.91	3.76	2073	2964
35.13	3.62	3.92	3.77	2103	2928
35.31	3.65	3.98	3.82	2152	2986
35.69	3.64	4.03	3.84	2200	3011
36.31	3.73	4.05	3.89	2109	2906
36.25	3.81	4.19	4.00	2533	3573
36.31	3.82	4.2	4.01	2573	3313
36.88	3.87	4.25	4.06	2539	3266
37.00	3.95	4.31	4.13	2642	2825
37.19	4.03	4.33	4.18	2716	2755
37.31	4.01	4.36	4.19	2723	2664
37.81	4.09	4.37	4.23	2823	2911
38.00	4.18	4.47	4.33	2852	2525



ตารางที่ ก.12 ผลการทดสอบ Push-off ตัวอย่าง DB16-28-70-HC100\* (ต่อ)

Load/Connector (kN)	LVDT-1 (mm)	LVDT-2 (mm)	Average Slip (mm)	Strain value (micro strain)	
				SG 1	SG 2
38.63	4.21	4.55	4.38	3025	2509
38.69	4.28	4.61	4.45	3111	3721
38.81	4.43	4.67	4.55	3225	3788
39.19	4.51	4.78	4.65	3206	3770
39.25	4.54	4.81	4.68	3345	3828
39.31	4.59	4.83	4.71	3364	3844
39.50	4.84	5.01	4.93	3336	3553
39.63	4.89	5.11	5.00	3888	4078
39.81	5.06	5.23	5.15	3883	4036
<b>39.94</b>	<b>5.15</b>	<b>5.33</b>	<b>5.24</b>	<b>3902</b>	<b>4072</b>
39.75	5.17	5.41	5.29	3981	4084
39.56	5.43	5.59	5.51	4208	4114
39.31	5.64	5.72	5.68	4370	4125



รูปที่ ก.24 ความสัมพันธ์ของค่า Strain และแรงกระทำเทียบกับระยะการเคลื่อนตัวของตัวอย่าง DB16-28-70-HC100\*

## ภาคผนวก ข

ตัวอย่างรายการคำนวณรอยเชื่อมและค่ากำลังรับแรงเฉือนของ Shear Connector

### การคำนวณหาความยาวของรอยเชื่อม

กำลังรับแรงเฉือนของเหล็ก Shear Connector DB16

$$\begin{aligned} V &= 0.6F_y A_g \\ &= 0.6 \times 4000 \times 2.01 \\ &= 4,824 \text{ kg} \end{aligned}$$

กำลังรับแรงเฉือนของเหล็ก Shear Connector DB12

$$\begin{aligned} V &= 0.6F_y A_g \\ &= 0.6 \times 4000 \times 1.13 \\ &= 2,712 \text{ kg} \end{aligned}$$

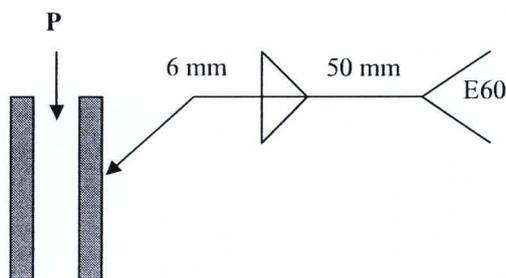
กำหนดความหนาของรอยเชื่อมไม่น้อยกว่า 0.6 mm โดยใช้ลวดเชื่อมชนิด E60

$$\begin{aligned} \text{ความยาวของรอยเชื่อม} &= 0.3F_{\text{exx}} [0.707 \times 0.6 \times L] = 4,824 \text{ kg} \\ L &= 4,824 / [0.3 \times 4,200 \times 0.707 \times 0.6] \\ &= 9.025 \text{ cm} \end{aligned}$$

ใช้ความยาวของรอยเชื่อมข้างละ 5 cm

$$\begin{aligned} \text{กำลังรับแรงเฉือนของรอยเชื่อม} &= 0.3 \times 4,200 \times [0.707 \times 0.6 \times 5 \times 2] \\ &= 5,344.92 \text{ kg} \geq 4,824 \text{ kg} \end{aligned}$$

สรุป



รูปที่ ข.1 ความยาวรอยเชื่อมของเหล็ก Shear Connector

**รายการคำนวณค่ากำลังต้านทานแรงเฉือนของ Shear Connector**  
**ตัวอย่าง RB9-25-70-HC150**

คุณสมบัติของวัสดุ

ระยะห่างระหว่างแผ่นพื้น (Gap)	=	70.00	mm
ความหนาของ Hollow core	=	150.00	mm
ความกว้างของ Hollow core	=	600.00	mm
กำลังอัดคอนกรีตของ Hollow core	=	40.77	N/mm <sup>2</sup>
ความหนาของคอนกรีตทับหน้า	=	50.00	mm
กำลังอัดคอนกรีตทับหน้า	=	37.66	N/mm <sup>2</sup>
ระยะคอนกรีตหุ้มผิวเหล็ก	=	25.00	mm
ความหนาประสิทธิภาพ	=	200.00	mm
ขนาดเหล็ก Shear Connector	=	9	mm
กำลังรับแรงดึงที่จุดคราก	=	414.80	N/mm <sup>2</sup>
กำลังรับแรงดึงที่จุดยึด	=	529.21	N/mm <sup>2</sup>
ความสูงของ Shear Connector	=	175.00	mm
กำลังอัดคอนกรีตเฉลี่ยระหว่างคอนกรีตทับหน้าและ Hollow core	=	29.22	N/mm <sup>2</sup>
โมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีตทับหน้า	=	33.75	kN/mm <sup>2</sup>
โมดูลัสยืดหยุ่นของเหล็ก Shear Connector	=	207.95	kN/mm <sup>2</sup>
โมดูลัสยืดหยุ่นเฉลี่ยระหว่างคอนกรีตทับหน้าและเหล็ก Shear Connector	=	120.85	kN/mm <sup>2</sup>

กำลังรับแรงเฉือนตามงานวิจัยของ LAM และคณะ

$$P_{RD} = 0.29\alpha\beta\lambda d^2 \sqrt{(\omega f_{cp} E_{cp})} / \gamma_v \leq 0.8 f_u \times \pi d^2 / 4 \gamma_v$$

$$\alpha = 0.2(h/d + 1) < 1.0 = 4.09 \quad \text{USE} \quad 1.00$$

$$\beta = 0.5(g/70 + 1) < 1.0 = 1.00$$

$$\lambda = 0.5(\phi/20 + 1) < 1.0 = 0.73$$

$$\omega = 0.5(w/600 + 1) = 1.00$$

$$P_{RD} = 0.29\alpha\beta\lambda d^2 \sqrt{(\omega f_{cp} E_{cp})} / \gamma_v = 15.67 \quad \text{kN} \quad \text{Govern}$$

$$P_{RD} = 0.8 f_u \times \pi d^2 / 4 \gamma_v = 24.11 \quad \text{kN}$$

กำลังรับแรงเฉือนตามงานวิจัยของ Vorasut

$$P_u = 715D\sqrt{f'_c} = 30.33 \text{ kN}$$

กำลังรับแรงเฉือนตามข้อกำหนด AISC  $Q_n = 0.5A_{sc}\sqrt{f'_c E_c} \leq A_{sc}F_u$

$$Q_n = 0.5A_{sc}\sqrt{f'_c E_c} = 35.86 \text{ kN} \quad \text{Govern}$$

$$Q_n = A_{sc}F_u = 37.68 \text{ kN}$$

กำลังรับแรงเฉือนตามมาตรฐาน EC4  $P_{RD} = 0.29\alpha d^2 \sqrt{(f_{ck} E_c)} / \gamma_v \leq 0.8f_u \pi d^2 / 4\gamma_v$

$$\alpha = 0.2(h/d + 1) < 1.0 = 4.09 \quad \text{USE} \quad 1.00$$

$$P_{RD} = 0.29\alpha d^2 \sqrt{(f_{ck} E_c)} / \gamma_v = 21.18 \text{ kN} \quad \text{Govern}$$

$$P_{RD} = 0.8f_u \pi d^2 / 4\gamma_v = 24.11 \text{ kN}$$

กำลังรับแรงเฉือนตามมาตรฐาน BS5950  $Q_k = 0.25\alpha d^2 \sqrt{0.8f_{cu} E_c} \leq 0.6f_u \frac{\pi d^2}{4}$

$$Q_k = 0.25\alpha d^2 \sqrt{0.8f_{cu} E_c} = 20.42 \text{ kN} \quad \text{Govern}$$

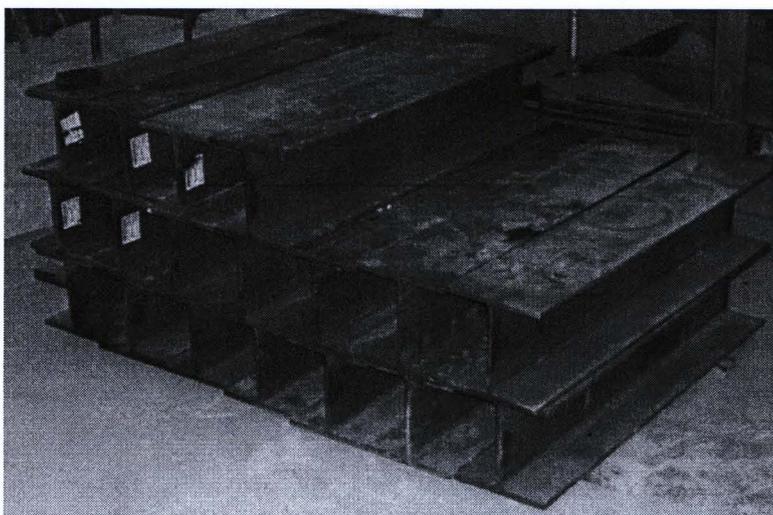
$$Q_k = 0.6f_u \frac{\pi d^2}{4} = 22.61 \text{ kN}$$

ภาคผนวก ค

รูปขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างทดสอบ



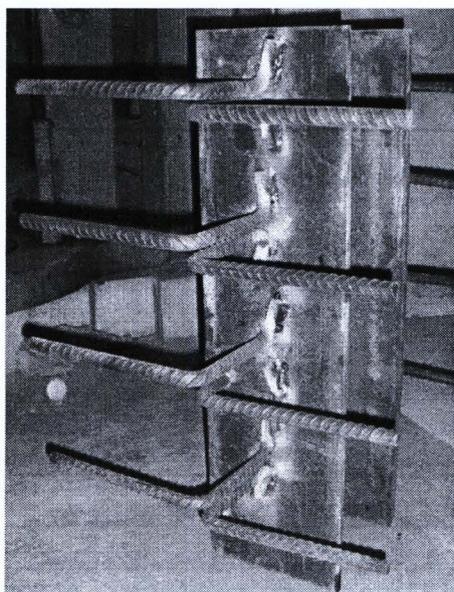
รูปที่ ค.1 เตรียมแผ่นพื้นสำเร็จรูปแบบกลวง



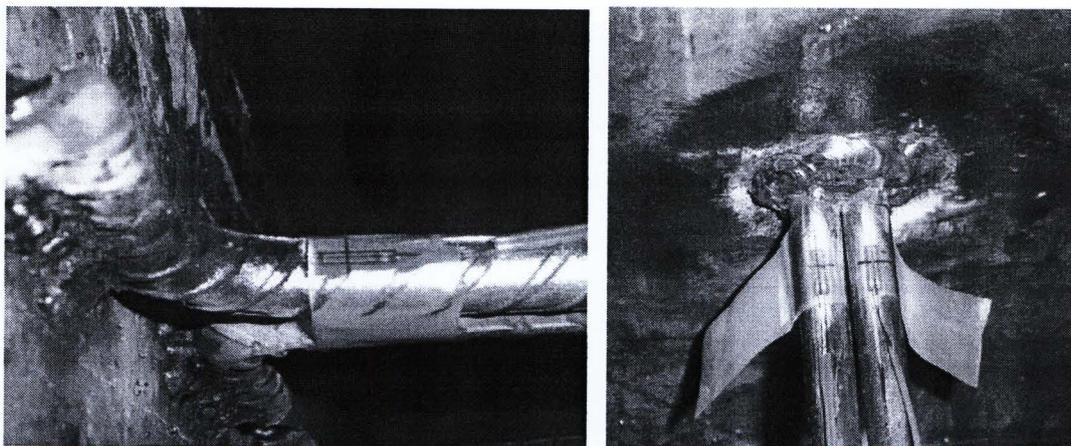
รูปที่ ค.2 ตัดเหล็กกรุปพรรณให้ได้ขนาด



รูปที่ ค.3 ดัดเหล็ก Shear Connector



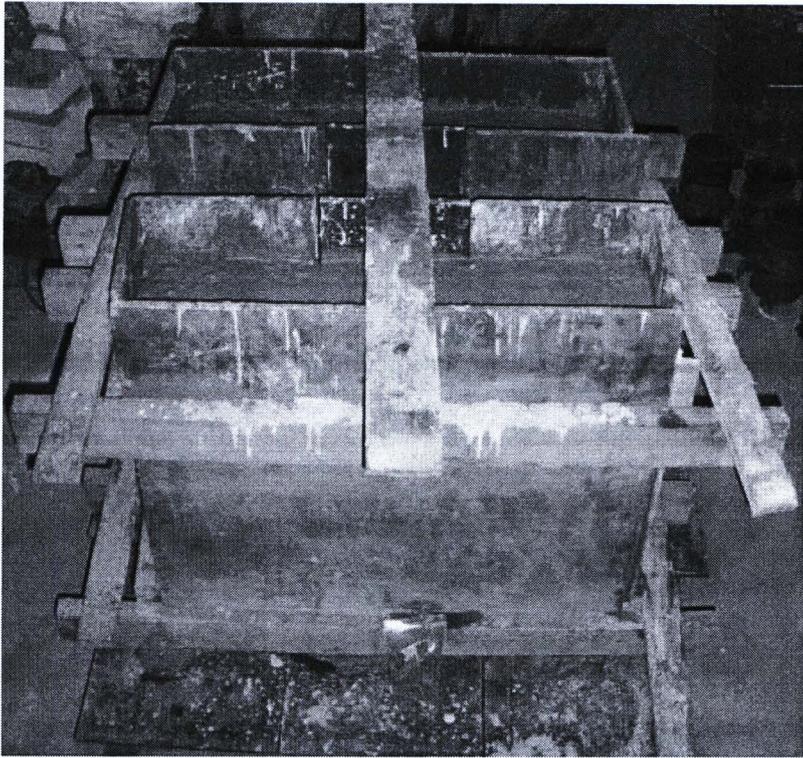
รูปที่ ค.4 เชื่อมเหล็ก Shear Connector ติดกับคานเหล็กรูปพรรณ



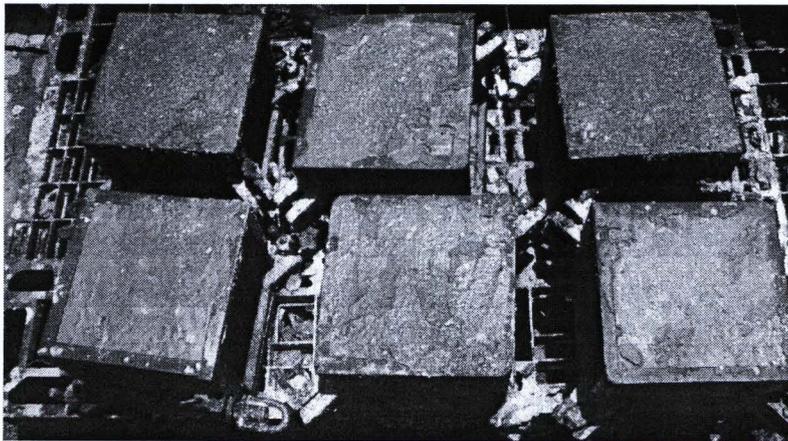
รูปที่ ค.5 ติด Strain Gages ที่บริเวณผิวของเหล็ก Shear Connector



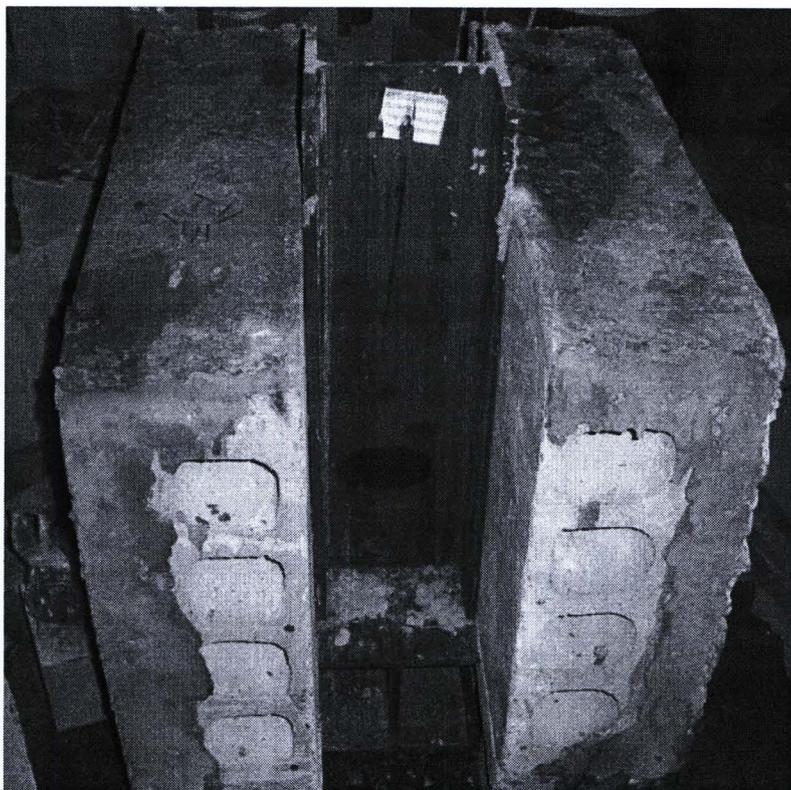
รูปที่ ค.6 การเข้าแบบหล่อคอนกรีต



รูปที่ ค.7 หล่อคอนกรีต



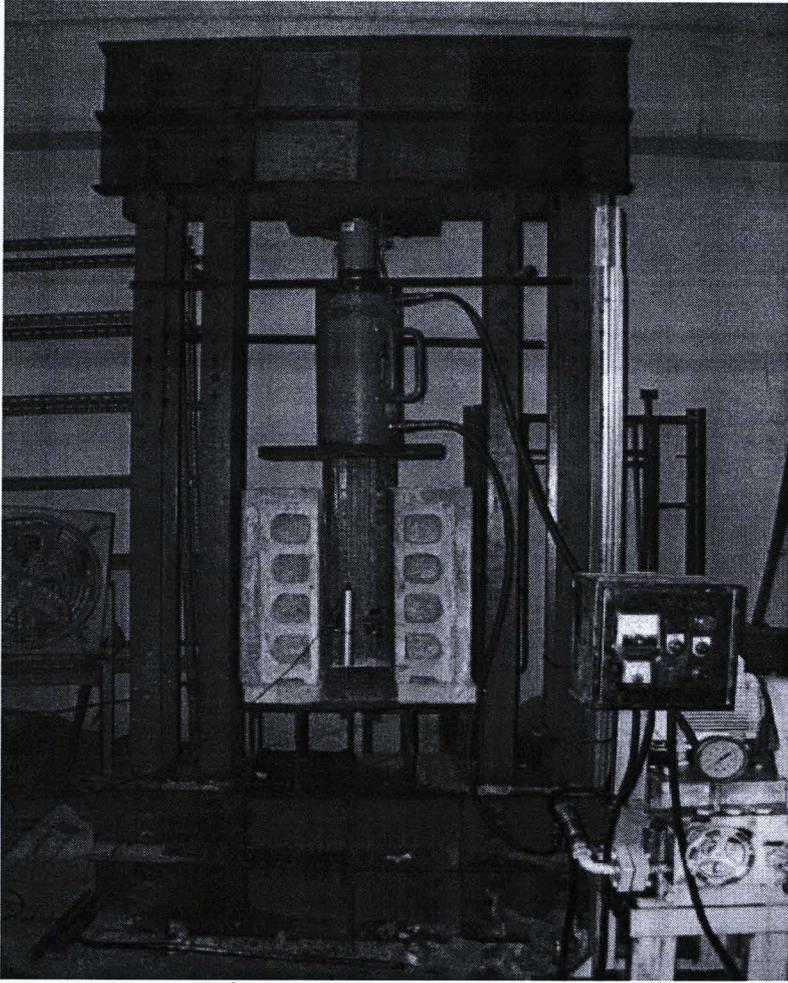
รูปที่ ค.8 เก็บตัวอย่างคอนกรีตเพื่อทดสอบกำลังอัดที่อายุ 28 วัน



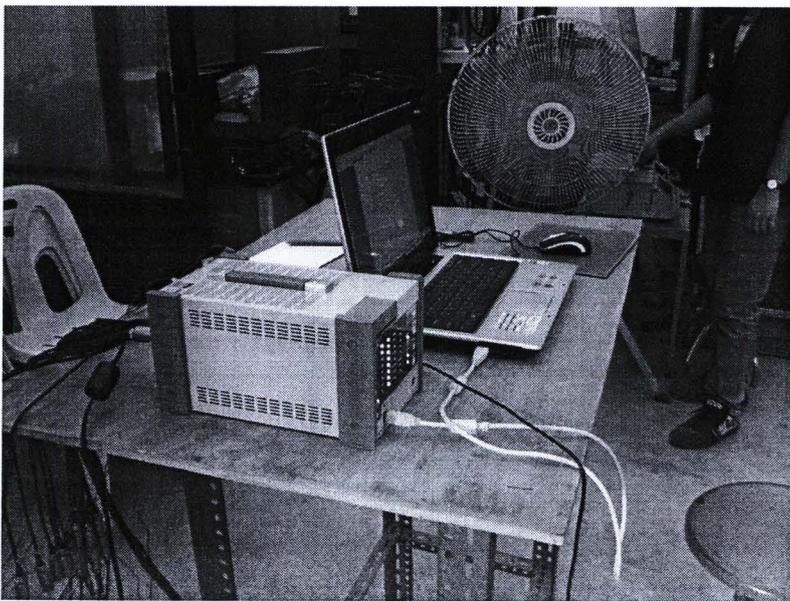
รูปที่ ค.9 ถอดแบบหล่อเมื่อครบระยะเวลาที่กำหนด 2 วัน



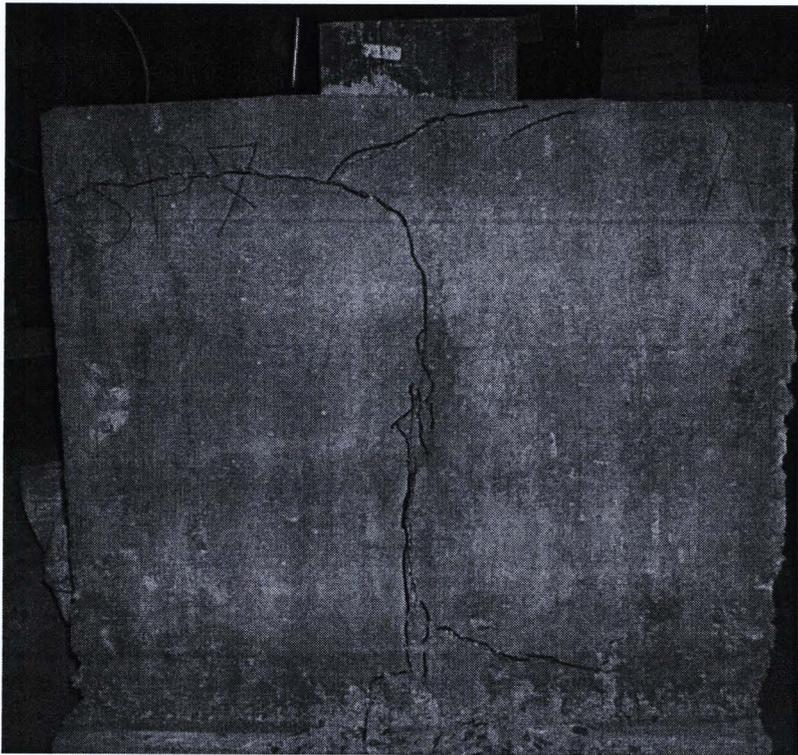
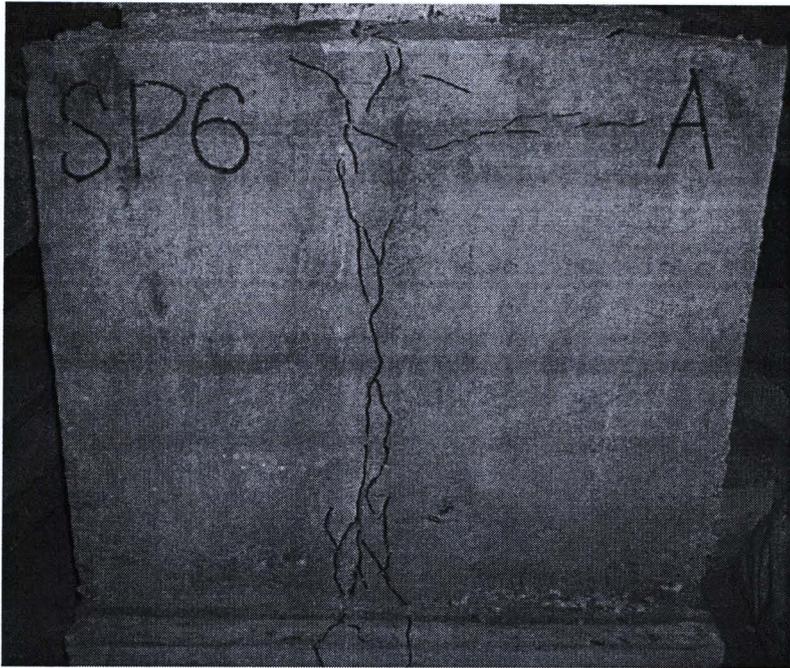
รูปที่ ค.10 บ่มชิ้นคอนกรีตอย่างน้อย 7 วัน



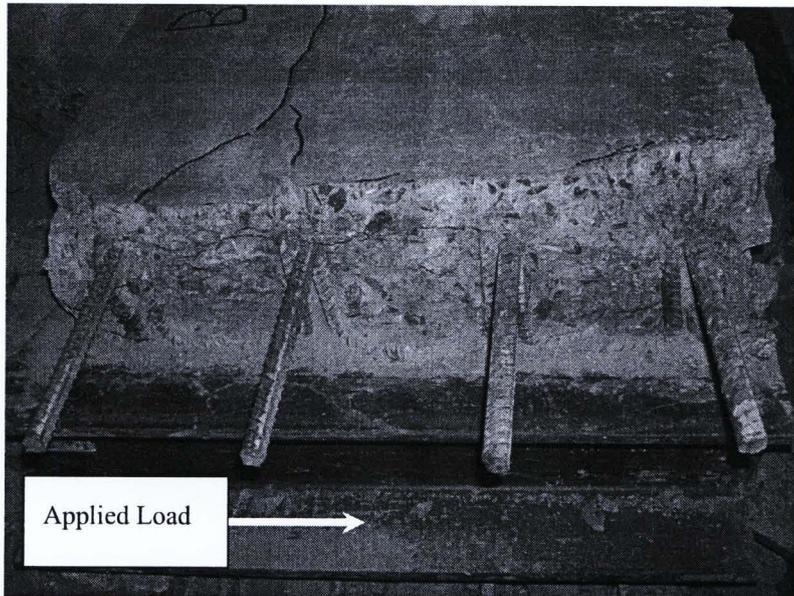
รูปที่ ค.11 นำตัวอย่างเข้าเครื่องทดสอบ



รูปที่ ค.12 การติดตั้งเครื่องบันทึกข้อมูล (Data logger)



รูปที่ ค.13 ลักษณะการแตกร้าวของตัวอย่างทดสอบ



รูปที่ ค.14 ลักษณะการเสียหายของเหล็ก Shear Connector

## ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – สกุล	นายศักดิ์นะ ไทยลา
วัน เดือน ปีเกิด	17 กรกฎาคม 2525
ประวัติการศึกษา	
ระดับมัธยมศึกษา	ประโยคมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนปากช่อง 2 พ.ศ. 2543
ระดับปริญญาตรี	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยรามคำแหง พ.ศ. 2549
ระดับปริญญาโท	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี พ.ศ. 2554
ผลงานที่ได้รับการตีพิมพ์	ศักดิ์นะ ไทยลา, อภินันท์ อัจกุล และ สุทัศน์ ลีลาทวีวัฒน์, 2554, “ความสามารถในการถ่ายแรงเฉือนของเหล็กเส้นกลมเพื่อประยุกต์ใช้เป็นอุปกรณ์ต้านทานแรงเฉือนในคานเหล็กเชิงประกอบ” การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 22, วันที่ 6-7 ตุลาคม พ.ศ.2554, ณ อาคารวชิราวุฒวิทยาลัย วิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ข้อตกลงว่าด้วยการโอนสิทธิในทรัพย์สินทางปัญญาของนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา

วันที่ 15 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2554

ข้าพเจ้า (นาย/นาง/นางสาว) สักดินะ ไทยลา รหัสประจำตัว 50400317

เป็นนักศึกษาของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ระดับ  ประกาศนียบัตรบัณฑิต  ปริญญาโท  ปริญญาเอก

หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์

อยู่บ้านเลขที่ 1564 หมู่ที่ 5 ตำบล วังกะทะ อำเภอ ปากช่อง จังหวัด นครราชสีมา รหัสไปรษณีย์ 30130

เป็น “ผู้โอน” ขอโอนสิทธิในทรัพย์สินทางปัญญาให้ไว้กับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี โดยมี

รศ.ดร.ปิยะบุตร วานิชพงษ์พันธ์ ตำแหน่ง รองคณบดีฝ่ายวิชาการ คณะวิศวกรรมศาสตร์

เป็นตัวแทน “ผู้รับโอน” สิทธิในทรัพย์สินทางปัญญาและมีข้อตกลงดังนี้

1. ข้าพเจ้าได้จัดทำวิทยานิพนธ์เรื่องการทดสอบกำลังรับแรงเฉือนในแนวราบของ Shear Connector ที่เป็นเหล็กเส้นกลมในคานเหล็กเชิงประกอบประเภทใช้แผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูปแบบกลวง ซึ่งอยู่ในความควบคุมของ ดร.อภิชาติ อึ้งกุล อาจารย์ที่ปรึกษาและ ผศ.ดร.สุทัศน์ ลีลาทวิวัฒน์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 และถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

2. ข้าพเจ้าตกลงโอนลิขสิทธิ์จากผลงานทั้งหมดที่เกิดขึ้นจากการสร้างสรรค์ของข้าพเจ้าในวิทยานิพนธ์ให้กับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ตลอดอายุแห่งการคุ้มครองลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 ตั้งแต่วันที่ได้รับอนุมัติโครงร่างวิทยานิพนธ์จากมหาวิทยาลัย

3. ในกรณีที่ข้าพเจ้าประสงค์จะนำวิทยานิพนธ์ไปใช้ในการเผยแพร่ในสื่อใดๆ ก็ตาม ข้าพเจ้าจะต้องระบุว่าวิทยานิพนธ์เป็นผลงานของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีทุกครั้งที่มีการเผยแพร่

4. ในกรณีที่ข้าพเจ้าประสงค์จะนำวิทยานิพนธ์ไปเผยแพร่ หรือให้ผู้อื่นทำซ้ำหรือดัดแปลงหรือเผยแพร่ต่อสาธารณชนหรือกระทำการอื่นใด ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 โดยมีค่าตอบแทนในเชิงธุรกิจ ข้าพเจ้าจะกระทำได้เมื่อได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ก่อน

5. ในกรณีที่ข้าพเจ้าประสงค์จะนำข้อมูลจากวิทยานิพนธ์ไปประดิษฐ์หรือพัฒนาต่อออกเป็น สิ่งประดิษฐ์หรืองานทรัพย์สินทางปัญญาประเภทอื่น ภายในระยะเวลาสิบ (10) ปีนับจากวันลงนามในข้อตกลงฉบับนี้ ข้าพเจ้าจะกระทำได้เมื่อได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีมีสิทธิในทรัพย์สินทางปัญญานั้น พร้อมกับได้รับชำระค่าตอบแทนการอนุญาตให้ใช้สิทธิดังกล่าว รวมถึงการจัดสรรผลประโยชน์อันพึงเกิดขึ้นจากส่วนใดส่วนหนึ่งหรือทั้งหมดของวิทยานิพนธ์ในอนาคต โดยให้เป็นไปตามระเบียบสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ว่าด้วยการบริหารผลประโยชน์อันเกิดจากทรัพย์สินทางปัญญา พ.ศ. 2538

6. ในกรณีที่มีผลประโยชน์เกิดขึ้นจากวิทยานิพนธ์หรืองานทรัพย์สินทางปัญญาอื่นที่ข้าพเจ้าทำขึ้น โดยมีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีเป็นเจ้าของ ข้าพเจ้าจะมีสิทธิได้รับการจัดสรรผลประโยชน์อันเกิดจากทรัพย์สินทางปัญญาดังกล่าวตามที่กำหนดไว้ในระเบียบสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ว่าด้วยการบริหารผลประโยชน์อันเกิดจากทรัพย์สินทางปัญญา พ.ศ. 2538



ลงชื่อ.....ผู้โอนสิทธิ  
(นายศักดิ์ชนะ ไทยลา)  
นักศึกษา

ลงชื่อ.....ผู้รับโอนสิทธิ  
(รศ.ดร.ปิยะบุตร วานิชพงษ์พันธุ์)  
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทนคณบดี

ลงชื่อ.....พยาน  
(ดร.อภิชาติ อึ้งกุล)

ลงชื่อ.....พยาน  
(ศ. ดร.ชัย จาตุรพิทักษ์กุล)

