

4. โครงสร้างจุลภาคในบริเวณแนวเชื่อมที่ได้รับผลกระทบความร้อนจากการเชื่อมแนว ถัดไปของชิ้นงานที่ทำการเชื่อมด้วยเทคนิคเทมเปอร์บีด (TB-03) มีขนาดเล็กกว่าจาก ชิ้นงานที่ใช้เทคนิคการเชื่อมแบบปกติ (NP-01)
5. ในชิ้นงานการใช้เทคนิคการเชื่อมแบบปกติ (NP-01) พบบริเวณของแนวเชื่อมที่ไม่ได้ รับผลกระทบความร้อนจากการเชื่อมแนวถัด ferrite ไปทั้งในบริเวณส่วนหน้าและ ส่วนกลางของชิ้นงาน
6. ในชิ้นงานที่ทำการเชื่อมด้วยเทคนิคเทมเปอร์บีด (TB-03) พบบริเวณของแนวเชื่อมที่ ไม่ได้รับผลกระทบความร้อนจากการเชื่อมแนวถัดไป ferrite ในบริเวณส่วนหน้าของ ชิ้นงาน ในส่วนกลางและด้านหลังของชิ้นงานพบโครงสร้างผลึกเป็น martensite เป็น ส่วนใหญ่

4.1.4 การหาค่าความเค้นตกค้างโดยวัดค่าความเครียดตกค้างในชิ้นงานเชื่อม

การวัดค่าความเครียด ในทั้ง 3 ชิ้นงานได้ผลการวัดเป็นไมโครสเตรน (micro strain) ตามรายงานของคำขอบริการเลขที่ 396/48 (เอกสารในภาคผนวก จ-1 จำนวน 11 หน้า) และผลการทดสอบเพิ่มจากการทดสอบมาตรฐาน (เอกสารแนบท้ายที่ จ-2 จำนวน XX หน้า) โดยมี รายละเอียดดังนี้

ชิ้นงานเชื่อม NP-01 ตำแหน่งวัสดุเชื่อมที่กึ่งกลางแนวเชื่อม (Weld Metal) ได้ค่า ความเครียด (strain) ตามตารางที่ 4.6 โดยมีหน่วยการวัดเป็นไมโครสเตรน

ตารางที่ 4.6 ค่าความเครียดที่วัดได้ ณ จุดกึ่งกลางแนวเชื่อมของชิ้นงาน NP-01

ความลึกจากผิวหน้า (มม)	strain (a)	strain (b)	strain (c)
0.25	-32	-21	-7
0.5	-136	-76	-22
0.75	-205	-104	-5
1.00	-298	-128	50
ต่อเนื่องในตารางหน้าถัดไป			

1.25	-350	-134	43
1.50	-382	-126	65
1.75	-393	-128	72
2.00	-399	-117	81
12.00	-700	-640	-1120

ชั้นงานเชื่อม NP-01 ตำแหน่งบริเวณที่ได้รับผลกระทบจากความร้อน (HAZ) ได้ค่าความเครียดตามตารางที่ 4.7 โดยมีหน่วยการวัดเป็นไมโครสเตรน

ตารางที่ 4.7 ค่าความเครียดที่วัดได้ ณ บริเวณที่ได้รับผลกระทบจากความร้อนของชั้นงาน NP-01

ความลึกจากผิวหน้า (มม)	strain (a)	strain (b)	strain (c)
0.25	-36	-55	-40
0.5	-91	-109	-72
0.75	-156	-157	-100
1.00	-216	-182	-111
1.25	-243	-159	-114
1.50	-262	-178	-111
1.75	-275	-191	-101
2.00	-282	-188	-96
12.00	-827	-373	-452

ชั้นงานเชื่อม NP-01 ตำแหน่งบริเวณที่เป็นวัสดุเดิม (Base Metal) ได้ค่าความเครียดตามตารางที่ 4.8 โดยมีหน่วยการวัดเป็นไมโครสเตรน

ตารางที่ 4.8 ค่าความเครียดที่วัดได้ ณ บริเวณวัสดุเดิมของชิ้นงาน NP-01

ความลึกจากผิวหน้า (มม)	strain (a)	strain (b)	strain (c)
0.25	-17	-35	-38
0.5	-37	-51	-58
0.75	-58	-65	-79
1.00	-68	-72	-88
1.25	-75	-78	-95
1.50	-78	-78	-98
1.75	-77	-74	-97
2.00	-77	-75	-97
12.00	-348	-212	

โดยไม่สามารถวัดค่าในแนว c เมื่อทำการเจาะทะลุได้เนื่องจากในขณะที่ทำการเจาะดอกสว่านเกิดการหักค้ำชิ้นงานทำให้ไม่สามารถเจาะให้ทะลุลงไปได้

ชิ้นงานเชื่อม PW-02 ตำแหน่งวัสดุเชื่อมที่กึ่งกลางแนวเชื่อม (Weld Metal) ได้ค่าความเครียดตามตารางที่ 4.9 โดยมีหน่วยการวัดเป็นไมโครสเตรน

ตารางที่ 4.9 ค่าความเครียดที่วัดได้ ณ จุดกึ่งกลางแนวเชื่อมของชิ้นงาน PW-02

ความลึกจากผิวหน้า (มม)	strain (a)	strain (b)	strain (c)
0.25	-65	-75	-53
0.5	-135	-138	-83
0.75	-188	-166	-92
1.00	-218	-188	-94
1.25	-237	-196	-97
1.50	-249	-201	-96
ต่อเนื่องในตารางหน้าถัดไป			

1.75	-255	-206	-96
2.00	-258	-207	-95
12.00	-684	-660	-270

ชั้นงานเชื่อม PW-02 ตำแหน่งบริเวณที่ได้รับผลกระทบจาก (HAZ) ได้ค่าความเครียดตามตารางที่ 4.10 โดยมีหน่วยการวัดเป็นไมโครสเตรน

ตารางที่ 4.10 ค่าความเครียดที่วัดได้ ณ บริเวณที่ได้รับผลกระทบจากความร้อนของชั้นงาน PW-02

ความลึกจากผิวหน้า (มม)	strain (a)	strain (b)	strain (c)
0.25	-39	-76	-37
0.5	-67	-103	-52
0.75	-97	-138	-58
1.00	-99	-140	-62
1.25	-124	-166	-65
1.50	-134	-176	-71
1.75	-145	-186	-75
2.00	-147	-187	-73
12.00	-1050		-550

โดยไม่สามารถวัดค่าในแนว b เมื่อทำการเจาะทะลุได้เนื่องจากในขณะที่ทำการเจาะดอกสว่านเกิดการหักค้ำชิ้นงานทำให้ไม่สามารถเจาะให้ทะลุลงไปได้

ชั้นงานเชื่อม PW-02 ตำแหน่งบริเวณที่เป็นวัสดุเดิม (Base Metal) ได้ค่าความเครียดตามตารางที่ 4.11 โดยมีหน่วยการวัดเป็นไมโครสเตรน

ตารางที่ 4.11 ค่าความเครียดที่วัดได้ ณ บริเวณวัสดุเดิมของชั้นงาน PW-02

ความลึกจากผิวหน้า (มม)	strain (a)	strain (b)	strain (c)
0.25	-6	-32	-29
0.5	-20	-60	-52
0.75	-23	-61	-63
1.00	-25	-68	-68
1.25	-31	-75	-77
1.50	-34	-85	-79
1.75	-38	-91	-90
2.00	-37	-90	-83
12.00		-272	-249

โดยไม่สามารถวัดค่าในแนว a เมื่อทำการเจาะทะลุได้เนื่องจากในขณะที่ทำการเจาะดอกสว่านเกิดการหักค้ำชั้นงานทำให้ไม่สามารถเจาะให้ทะลุลงไปได้

ชั้นงานเชื่อม TB-03 ตำแหน่งวัสดุเชื่อมที่กึ่งกลางแนวเชื่อม (Weld Metal) ได้ค่าความเครียดตามตารางที่ 4.12 โดยมีหน่วยการวัดเป็นไมโครสเตรน

ตารางที่ 4.12 ค่าความเครียดที่วัดได้ ณ จุดกึ่งกลางแนวเชื่อมของชั้นงาน TB-03

ความลึกจากผิวหน้า (มม)	strain (a)	strain (b)	strain (c)
0.25	-105	-83	-74
0.5	-224	-173	-120
0.75	-333	-243	-134
1.00	-428	-293	-122
1.25	-515	-439	-118
1.50	-569	-440	-102
ต่อเนืองในตารางหน้าถัดไป			

1.75	-600	-425	-87
2.00	-622	-405	-77
12.00	-1016	-744	-444

ชิ้นงานเชื่อม TB-03 ตำแหน่งบริเวณที่ได้รับผลกระทบจากความร้อน (HAZ) ได้ค่าความเครียดตามตารางที่ 4.13 โดยมีหน่วยการวัดเป็นไมโครสเตรน

ตารางที่ 4.13 ค่าความเครียดที่วัดได้ ณ บริเวณที่ได้รับผลกระทบจากความร้อนของชิ้นงาน TB-03

ความลึกจากผิวหน้า (มม)	strain (a)	strain (b)	strain (c)
0.25	-38	-41	-44
0.5	-122	-119	-115
0.75	-186	-171	-151
1.00	-242	-202	-164
1.25	-272	-214	-162
1.50	-292	-220	-158
1.75	-304	-224	-150
2.00	-313	-222	-141
12.00	-928	-604	-369

ชิ้นงานเชื่อม TB-03 ตำแหน่งบริเวณที่เป็นวัสดุเดิม (Base Metal) ได้ค่าความเครียดตามตารางที่ 4.14 โดยมีหน่วยการวัดเป็นไมโครสเตรน

ตารางที่ 4.14 ค่าความเครียดที่วัดได้ ณ บริเวณวัสดุเดิมของชิ้นงาน TB-03

ความลึกจากผิวหน้า (มม)	strain (a)	strain (b)	strain (c)
0.25	-11	-15	-13
0.5	-77	-60	-33
ต่อเนื่องในตารางหน้าถัดไป			

0.75	-107	-83	-35
1.00	-138	-105	-63
1.25	-163	-123	-63
1.50	-178	-131	-64
1.75	-186	-135	-62
2.00	-187	-132	-64
12.00	-555		-153

โดยไม่สามารถวัดค่าในแนว b เมื่อทำการเจาะทะลุได้เนื่องจากในขณะที่ทำการเจาะดอกสว่านเกิดการหักคานขึ้นงานทำให้ไม่สามารถเจาะให้ทะลุลงไปได้

จากผลการทำการวัดความเครียดตกค้างในทั้ง 3 ทิศทาง (a. ขวางแนวเชื่อม b. ทำมุม 45 องศา กับแนวเชื่อม และ c. ขนานแนวเชื่อม) ที่ได้ตาม 4.1.X มาทำการคำนวณเป็นความเครียดตกค้างใน 2 ทิศทาง คือ ขวางแนวเชื่อม (across weld) และ 2. ขนานแนวเชื่อม (along weld) แล้วทำการคำนวณเป็นความเค้นตกค้างด้วยการนำค่าความเครียดที่วัดได้มาคูณด้วยค่าสัมประสิทธิ์การยืดหยุ่นจริงที่คำนวณได้จากการทดสอบแรงดึงตามทฤษฎีความยืดหยุ่นแบบอีลาสติคที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 2

$$\text{Residual Stress} = E \times \text{Measured Strain}$$

$$\text{ความเค้น} = \text{ค่าสัมประสิทธิ์การยืดหยุ่น} \times \text{ความเครียดที่วัดได้}$$

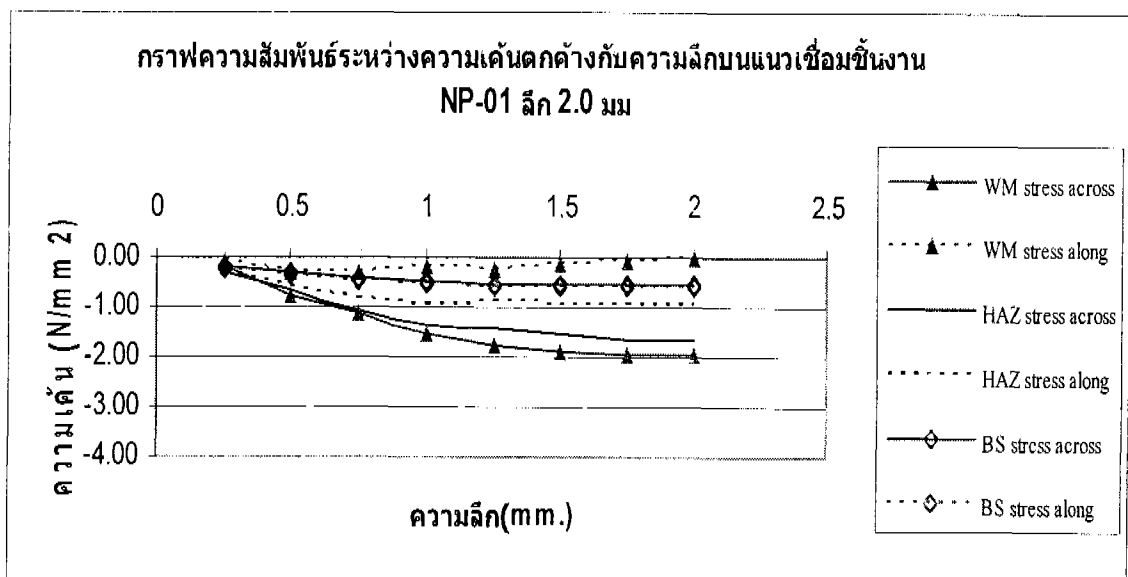
เมื่อทำการคำนวณค่าความเค้นที่แต่ละระดับความลึกที่ทำการวัด ได้ผลตามตารางและกราฟต่างๆต่อไปนี้

ชิ้นงานที่ NP-01 ได้ผลตามตารางที่ 4.15 และภาพกราฟแสดงผลที่ 4.39 และ 4.40 ดังนี้

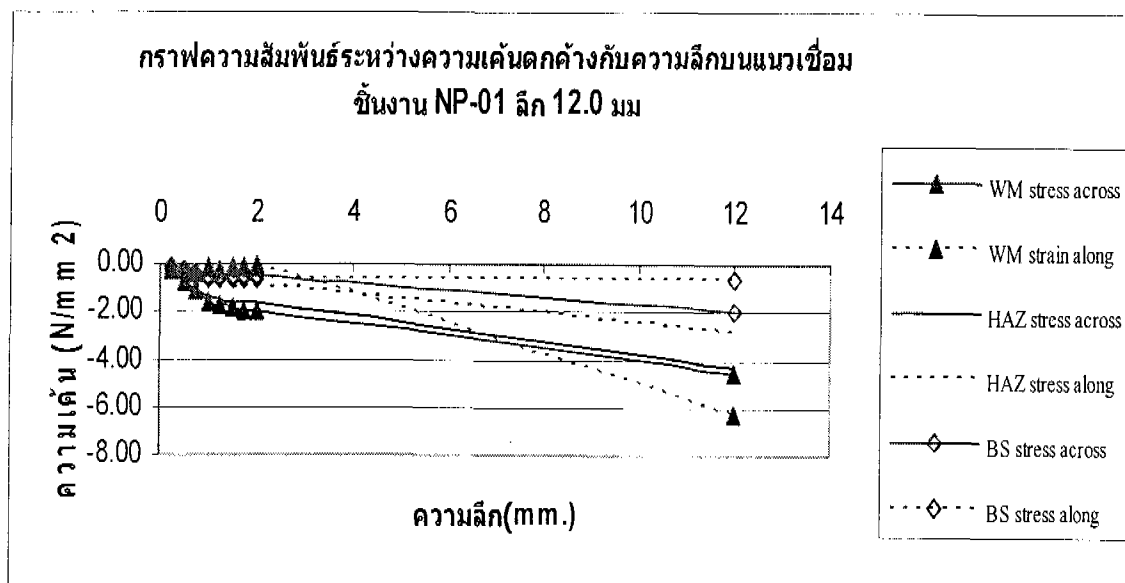
ตารางที่ 4.15 ค่าความเค้นของชิ้นงาน NP-01

ความลึก (มม)	ณ กลางแนวเชื่อม		ณ บริเวณ HAZ		ณ บริเวณวัสดุเดิม	
	ขวางแนว	ตามแนว	ขวางแนว	ตามแนว	ขวางแนว	ตามแนว
0.25	-0.19	-0.09	-0.30	-0.32	-0.17	-0.25
0.50	-0.76	-0.30	-0.67	-0.60	-0.29	-0.38
0.75	-1.11	-0.31	-1.07	-0.84	-0.42	-0.50
1.00	-1.55	-0.16	-1.38	-0.96	-0.48	-0.56
1.25	-1.78	-0.21	-1.42	-0.91	-0.52	-0.60
1.50	-1.88	-0.10	-1.55	-0.95	-0.53	-0.61
1.75	-1.93	-0.07	-1.64	-0.94	-0.52	-0.60
2.00	-1.93	-0.01	-1.66	-0.92	-0.52	-0.60
12.00	-4.61	-6.29	-4.36	-2.86	-1.99	-0.60

ภาพที่ 4.39 ค่าความเค้นของชิ้นงาน NP-01 ที่ความลึก 2.0 มิลลิเมตร



ภาพที่ 4.40 ค่าความเค้นของชิ้นงาน NP-01 ที่ความลึก 12.0 มิลลิเมตร

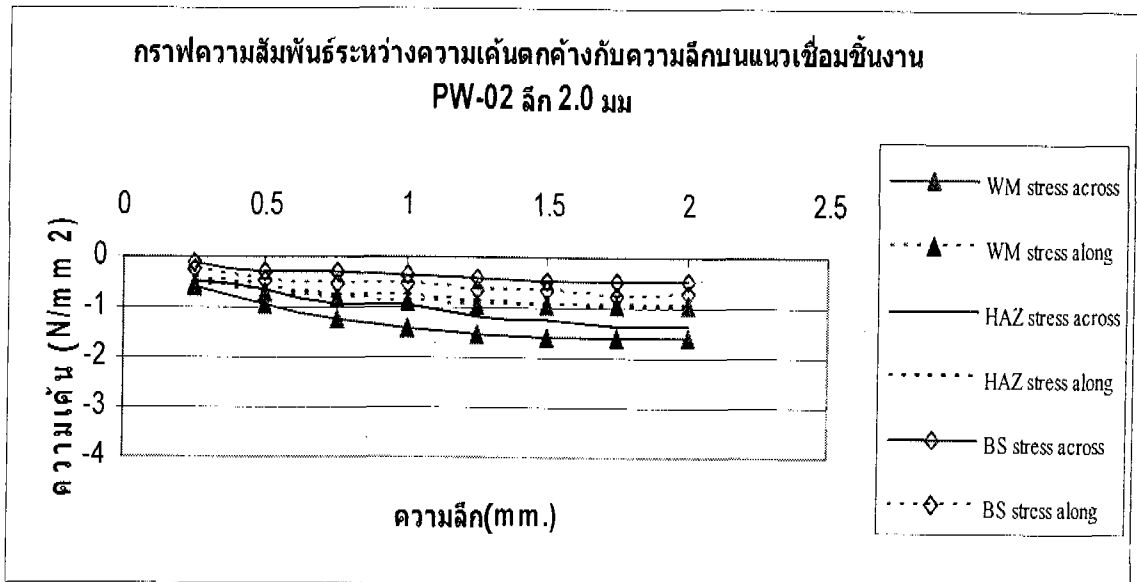


ชิ้นงานที่ PW-02 ได้ผลตามตารางที่ 4.16 และภาพกราฟแสดงผลที่ 4.41 และ 4.42 ดังนี้

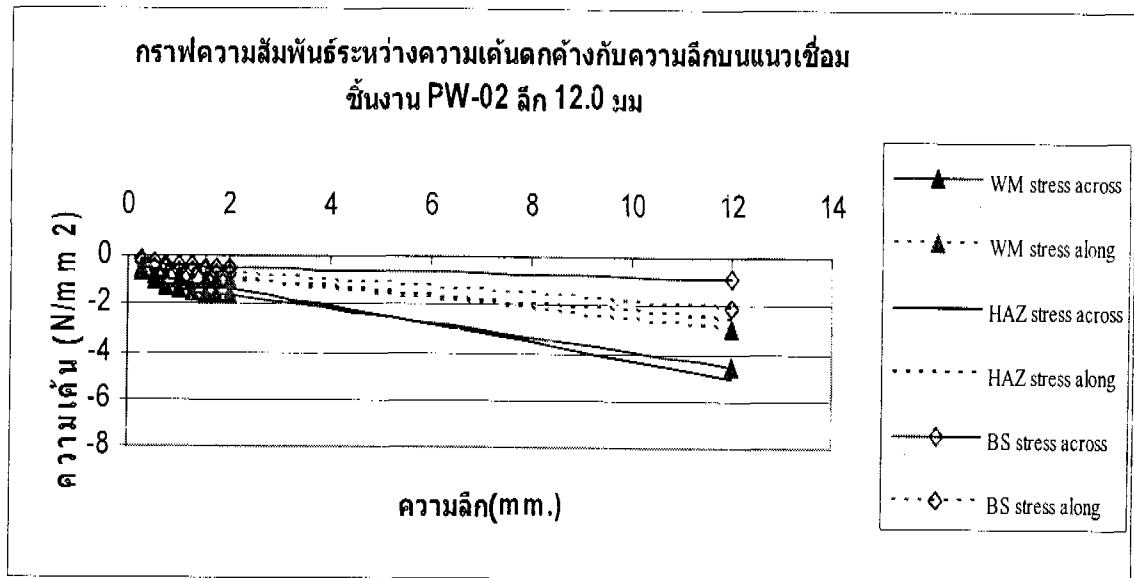
ตารางที่ 4.16 ค่าความเค้นของชิ้นงาน PW-02

ความลึก (มม)	ณ กลางแนวเชื่อม		ณ บริเวณ HAZ		ณ บริเวณวัสดุเดิม	
	ขวางแนว	ตามแนว	ขวางแนว	ตามแนว	ขวางแนว	ตามแนว
0.25	-0.57	-0.51	-0.45	-0.44	-0.14	-0.25
0.50	-0.93	-0.72	-0.67	-0.60	-0.30	-0.45
0.75	-1.22	-0.84	-0.93	-0.75	-0.32	-0.51
1.00	-1.40	-0.91	-0.95	-0.77	-0.35	-0.56
1.25	-1.50	-0.94	-1.16	-0.88	-0.40	-0.62
1.50	-1.56	-0.95	-1.24	-0.94	-0.45	-0.67
1.75	-1.60	-0.97	-1.33	-0.99	-0.49	-0.74
2.00	-1.62	-0.97	-1.34	-0.99	-0.48	-0.70
12.00	-4.60	-2.95	-5.04	-2.64	-0.92	-2.12

ภาพที่ 4.41 ค่าความเค้นของชิ้นงาน PW-02 ที่ความลึก 2.0 มิลลิเมตร



ภาพที่ 4.42 ค่าความเค้นของชิ้นงาน PW-02 ที่ความลึก 12.0 มิลลิเมตร

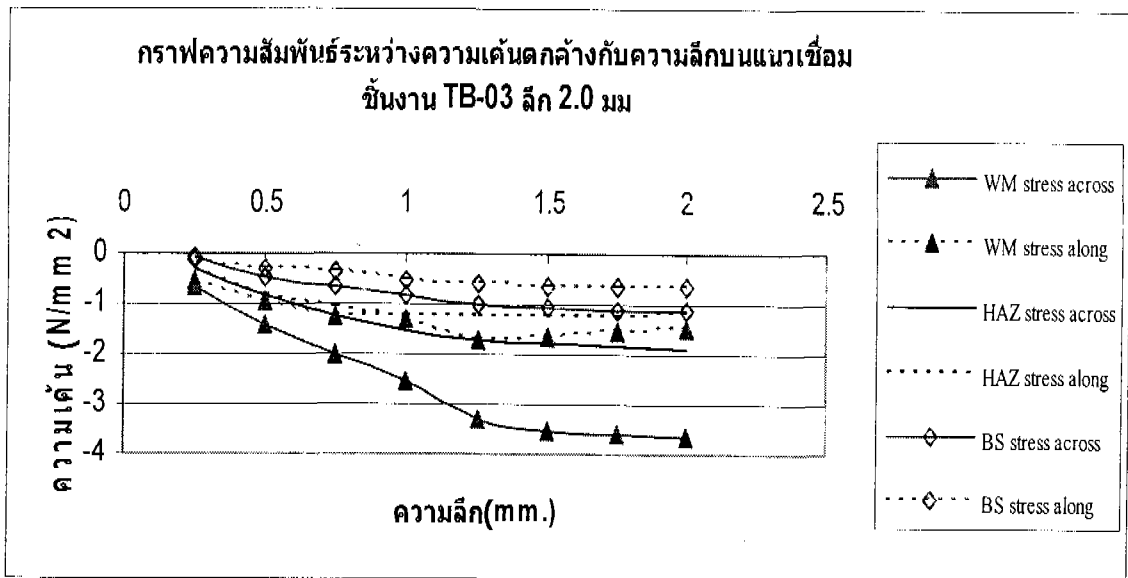


ชิ้นงานที่ TB-03 ได้ผลตามตารางที่ 4.17 และภาพกราฟแสดงผลที่ 4.43 และ 4.44 ดังนี้

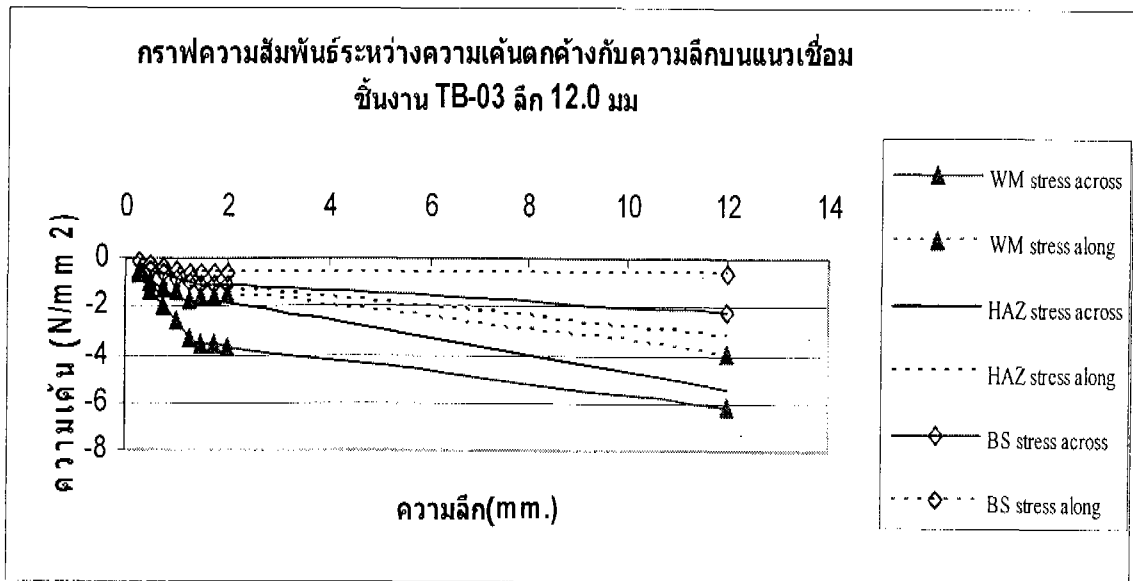
ตารางที่ 4.17 ค่าความเค้นของชิ้นงาน TB-03

ความลึก (มม)	ณ กลางแนวเชื่อม		ณ บริเวณ HAZ		ณ บริเวณวัสดุเดิม	
	ขวางแนว	ตามแนว	ขวางแนว	ตามแนว	ขวางแนว	ตามแนว
0.25	-0.65	-0.53	-0.27	-0.29	-0.09	-0.09
0.50	-1.39	-0.97	-0.82	-0.80	-0.48	-0.30
0.75	-2.02	-1.22	-1.23	-1.09	-0.66	-0.37
1.00	-2.54	-1.32	-1.54	-1.23	-0.85	-0.55
1.25	-3.30	-1.71	-1.69	-1.25	-1.00	-0.60
1.50	-3.52	-1.65	-1.79	-1.25	-1.08	-0.63
1.75	-3.60	-1.55	-1.85	-1.23	-1.13	-0.63
2.00	-3.63	-1.45	-1.88	-1.19	-1.12	-0.63
12.00	-6.17	-3.88	-5.42	-3.18	-2.22	-0.61

ภาพที่ 4.43 ค่าความเค้นของชิ้นงาน TB-03 ที่ความลึก 2.0 มิลลิเมตร



ภาพที่ 4.44 ค่าความเค้นของชิ้นงาน TB-03 ที่ความลึก 12.0 มิลลิเมตร



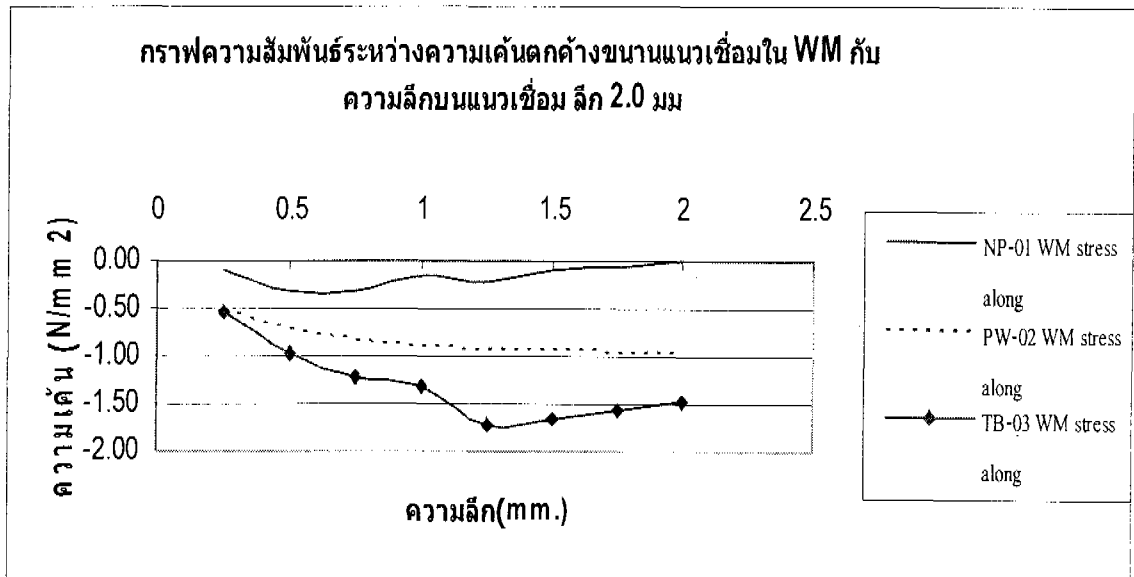
เมื่อนำผลค่าความเค้นที่แต่ละระดับความลึกของแต่ละเทคนิคการเชื่อมมาทำการเปรียบเทียบได้ผลตามตารางและกราฟต่างๆต่อไปนี้

ความเค้น ณ กลางแนวเชื่อม ได้ผลตามตารางที่ 4.18 และภาพกราฟแสดงผลที่ 4.45 4.46 4.47 และ 4.48 ดังนี้

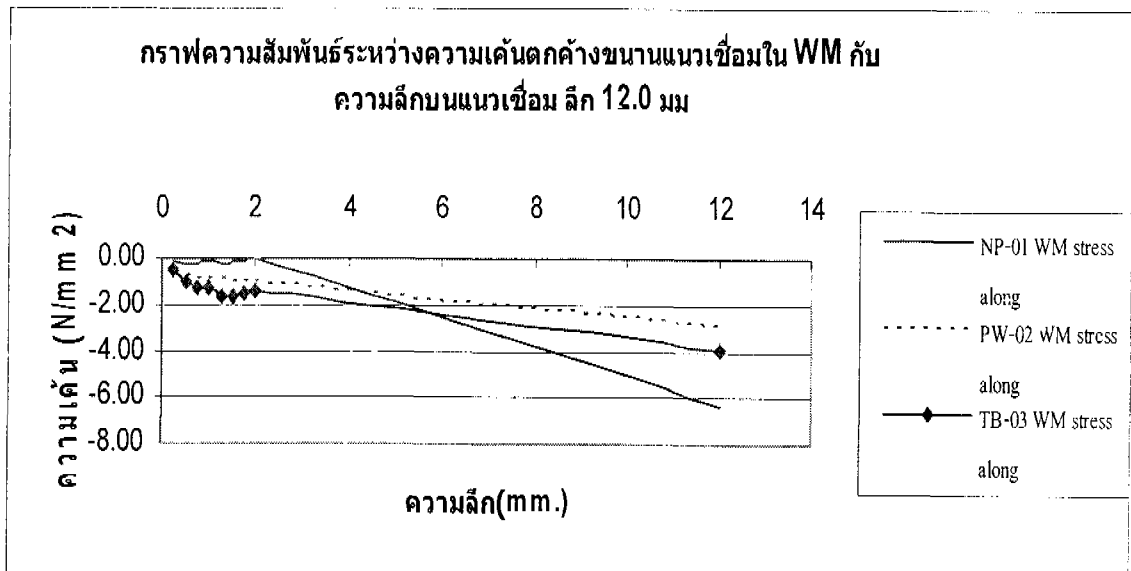
ตารางที่ 4.18 ค่าความเค้น ณ กลางแนวเชื่อม

ความลึก (มม)	ชิ้นงาน NP-01		ชิ้นงาน PW-02		ชิ้นงาน TB-03	
	ขวางแนว	ตามแนว	ขวางแนว	ตามแนว	ขวางแนว	ตามแนว
0.25	-0.19	-0.09	-0.57	-0.51	-0.65	-0.53
0.50	-0.76	-0.30	-0.93	-0.72	-1.39	-0.97
0.75	-1.11	-0.31	-1.22	-0.84	-2.02	-1.22
1.00	-1.55	-0.16	-1.40	-0.91	-2.54	-1.32
1.25	-1.78	-0.21	-1.50	-0.94	-3.30	-1.71
1.50	-1.88	-0.10	-1.56	-0.95	-3.52	-1.65
1.75	-1.93	-0.07	-1.60	-0.97	-3.60	-1.55
2.00	-1.93	-0.01	-1.62	-0.97	-3.63	-1.45
12.00	-4.61	-6.29	-4.60	-2.95	-6.17	-3.88

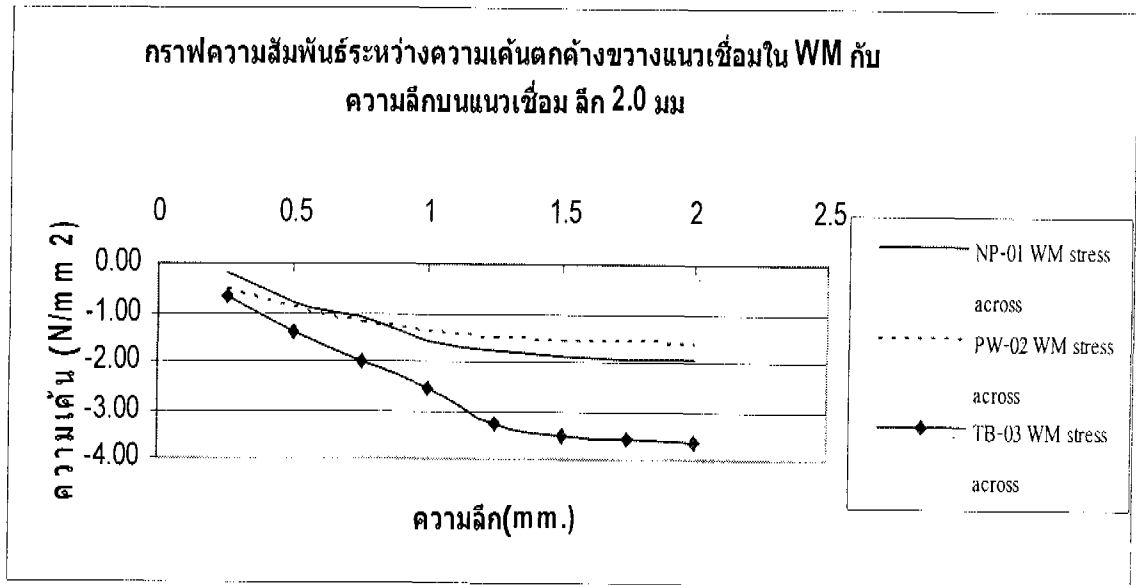
ภาพที่ 4.45 ความเค้นขวางแนว ณ กลางแนวเชื่อม ที่ความลึก 2.0 มิลลิเมตร



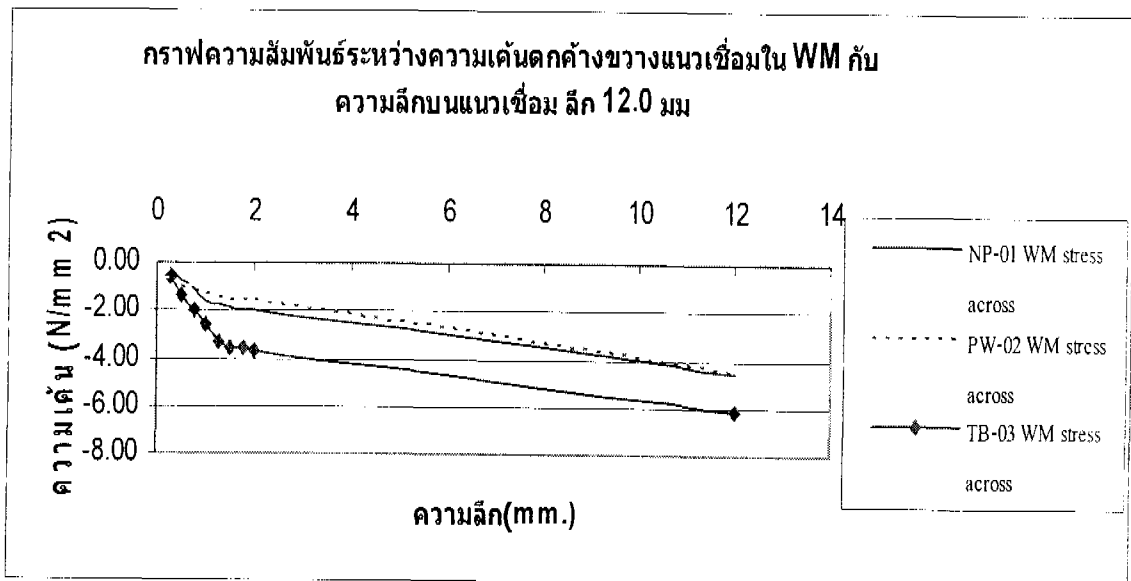
ภาพที่ 4.46 ความเค้นขวางแนว ณ กลางแนวเชื่อม ที่ความลึก 12.0 มิลลิเมตร



ภาพที่ 4.47 ความเค้นขนานแนว ณ กลางแนวเชื่อม ที่ความลึก 2.0 มิลลิเมตร



ภาพที่ 4.48 ความเค้นขนานแนว ณ กลางแนวเชื่อม ที่ความลึก 12.0 มิลลิเมตร

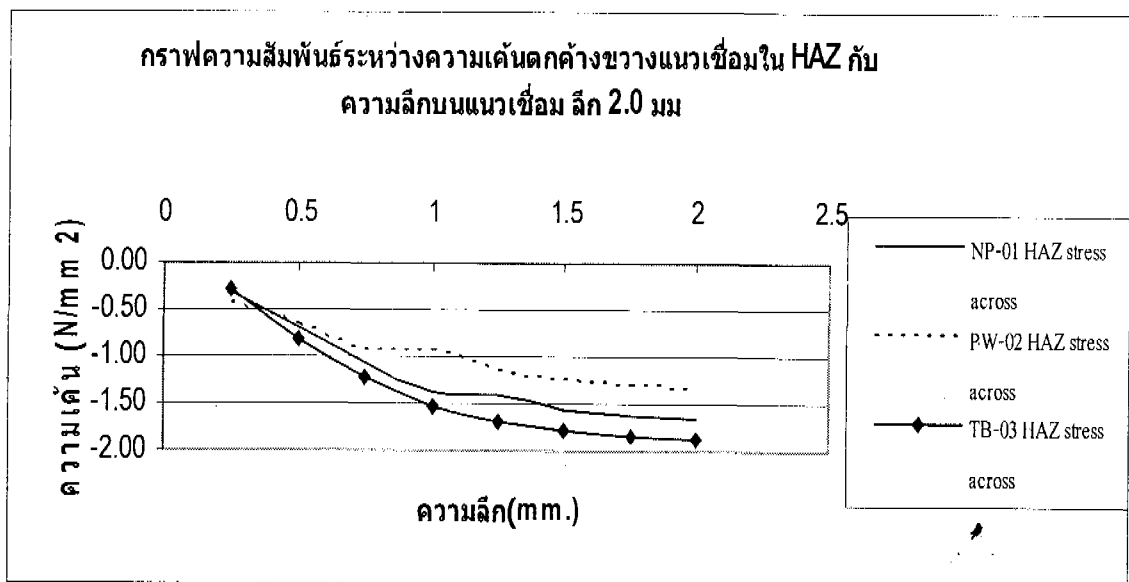


ความเค้น ณ บริเวณที่ได้รับผลกระทบจากความร้อน (HAZ) ได้ผลตามตารางที่ 4.19 ภาพกราฟ แสดงผลที่ 4.49 4.50 4.51 และ 4.52 ดังนี้

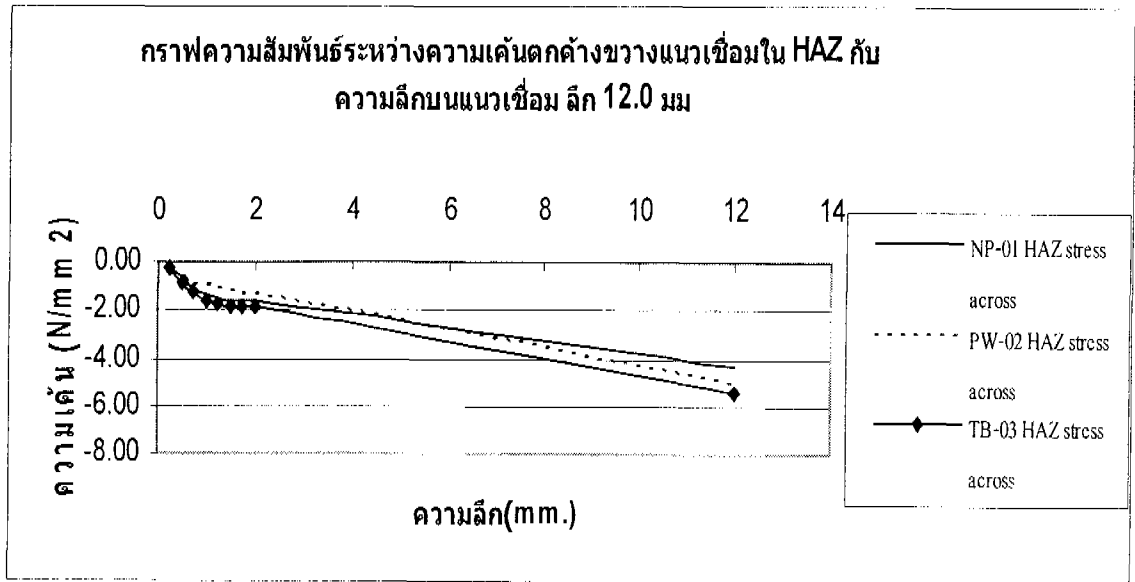
ตารางที่ 4.19 ค่าความเค้น ณ บริเวณที่ได้รับผลกระทบจากความร้อน (HAZ)

ความลึก (มม)	ชั้นงาน NP-01		ชั้นงาน PW-02		ชั้นงาน TB-03	
	ขวางแนว	ตามแนว	ขวางแนว	ตามแนว	ขวางแนว	ตามแนว
0.25	-0.30	-0.32	-0.45	-0.44	-0.27	-0.29
0.50	-0.67	-0.60	-0.67	-0.60	-0.82	-0.80
0.75	-1.07	-0.84	-0.93	-0.75	-1.23	-1.09
1.00	-1.38	-0.96	-0.95	-0.77	-1.54	-1.23
1.25	-1.42	-0.91	-1.16	-0.88	-1.69	-1.25
1.50	-1.55	-0.95	-1.24	-0.94	-1.79	-1.25
1.75	-1.64	-0.94	-1.33	-0.99	-1.85	-1.23
2.00	-1.66	-0.92	-1.34	-0.99	-1.88	-1.19
12.00	-4.36	-2.86	-5.04	-2.64	-5.42	-3.18

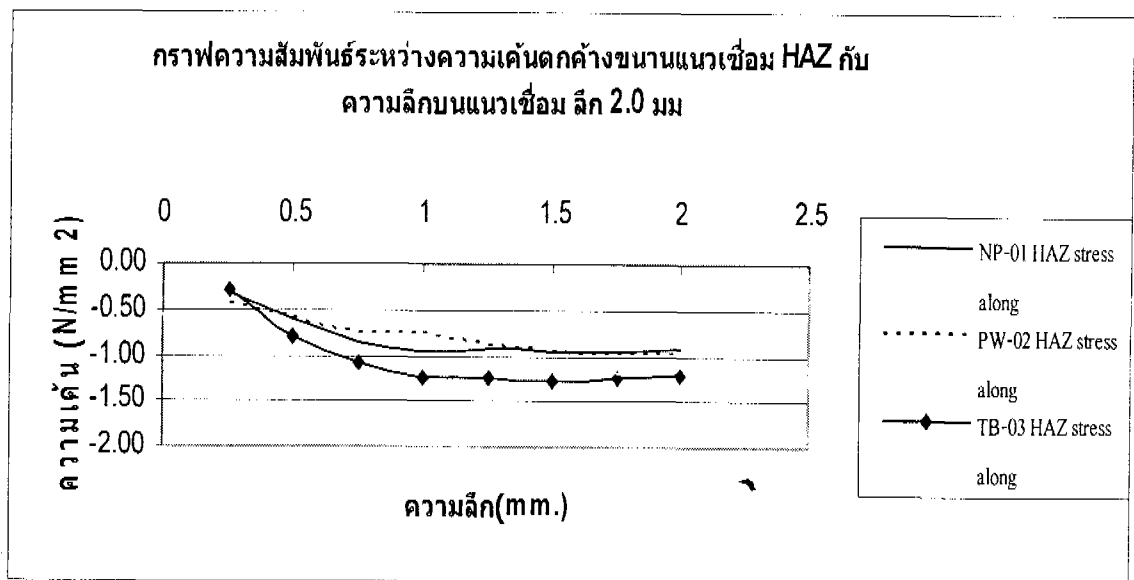
ภาพที่ 4.49 ความเค้นขวางแนว ณ บริเวณที่ได้รับผลกระทบจากความร้อน(HAZ) ที่ความลึก 2.0 มิลลิเมตร



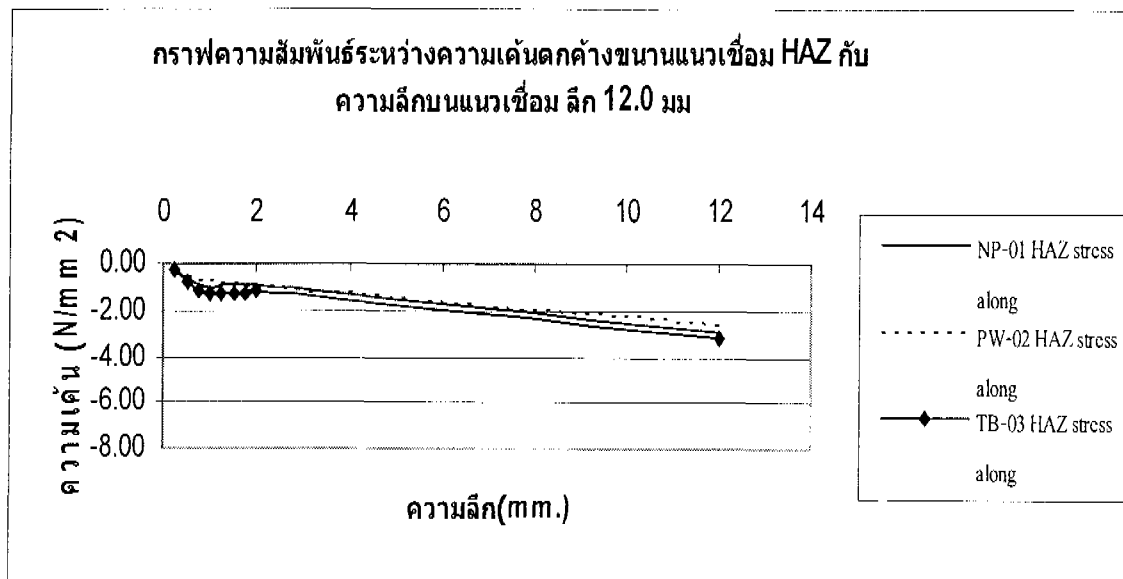
ภาพที่ 4.50 ความเค้นขวางแนว ณ บริเวณที่ได้รับผลกระทบจากความร้อน (HAZ) ที่ความลึก 12.0 มิลลิเมตร



ภาพที่ 4.51 ความเค้นขนานแนว ณ บริเวณที่ได้รับผลกระทบจากความร้อน (HAZ) ที่ความลึก 2.0 มิลลิเมตร



ภาพที่ 4.52 ความเค้นขานแนว ณ บริเวณที่ได้รับผลกระทบจากความร้อน (HAZ) ที่ความลึก 12.0 มิลลิเมตร

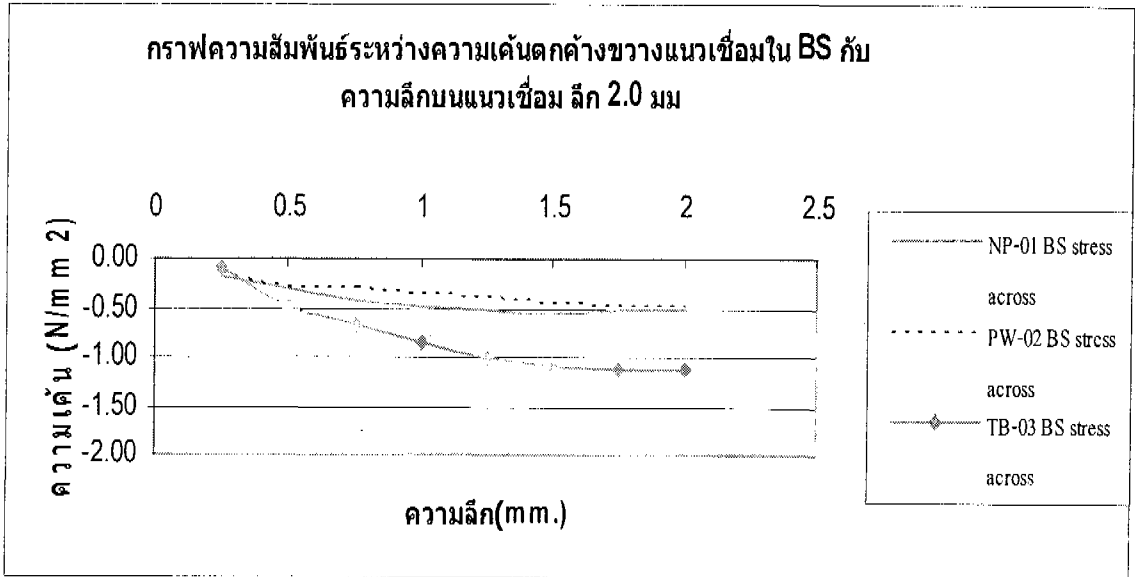


ความเค้น ณ บริเวณวัสดุเดิม ได้ผลตามตารางที่ 4.20 และภาพกราฟแสดงผลที่ 4.53 4.54 4.55 และ 4.56 ดังนี้

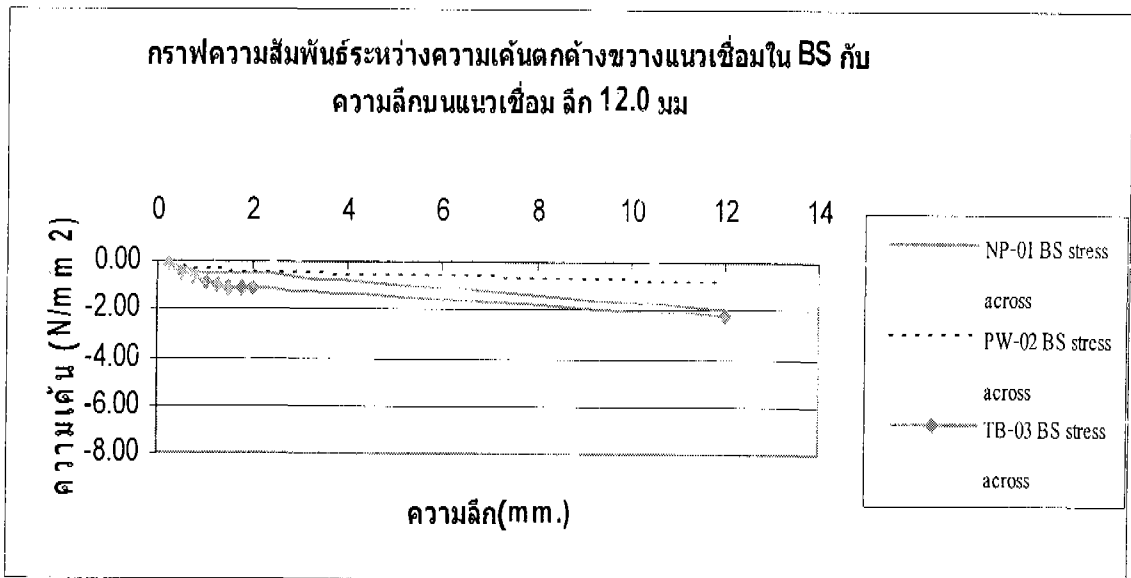
ตารางที่ 4.20 ค่าความเค้น ณ บริเวณวัสดุเดิม

ความลึก (มม)	ชิ้นงาน NP-01		ชิ้นงาน PW-02		ชิ้นงาน TB-03	
	ขวางแนว	ตามแนว	ขวางแนว	ตามแนว	ขวางแนว	ตามแนว
0.25	-0.19	-0.09	-0.14	-0.25	-0.09	-0.09
0.50	-0.76	-0.30	-0.30	-0.45	-0.48	-0.30
0.75	-1.11	-0.31	-0.32	-0.51	-0.66	-0.37
1.00	-1.55	-0.16	-0.35	-0.56	-0.85	-0.55
1.25	-1.78	-0.21	-0.40	-0.62	-1.00	-0.60
1.50	-1.88	-0.10	-0.45	-0.67	-1.08	-0.63
1.75	-1.93	-0.07	-0.49	-0.74	-1.13	-0.63
2.00	-1.93	-0.01	-0.48	-0.70	-1.12	-0.63
12.00	-4.61	-6.29	-0.92	-2.12	-2.22	-0.61

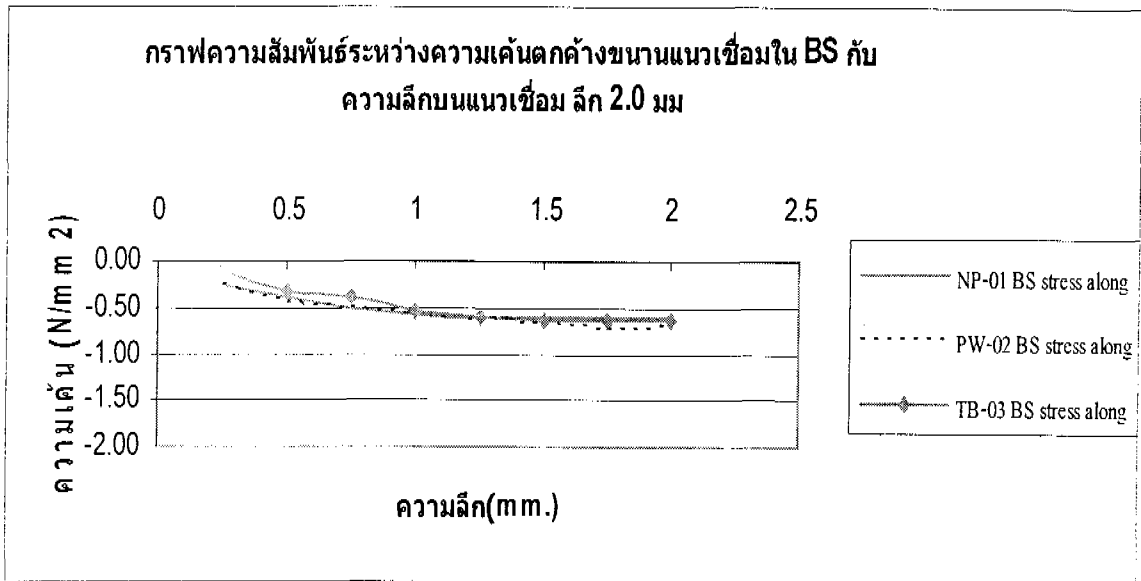
ภาพที่ 4.53 ความเค้นขวางแนว ณ บริเวณวัสดุเดิม ที่ความลึก 2.0 มิลลิเมตร



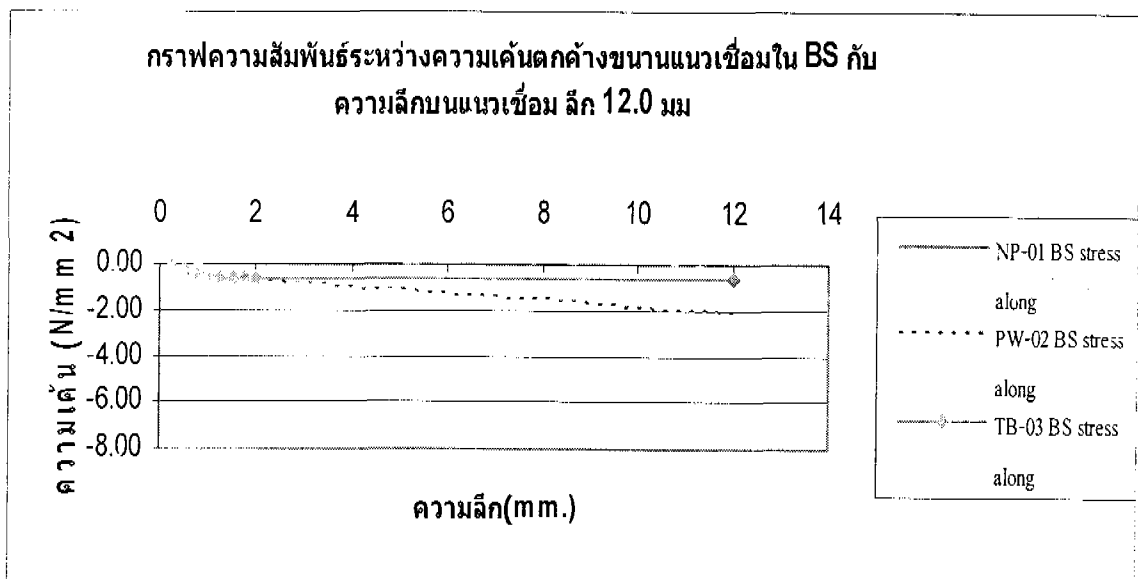
ภาพที่ 4.54 ความเค้นขวางแนว ณ บริเวณวัสดุเดิม ที่ความลึก 12.0 มิลลิเมตร



ภาพที่ 4.55 ความเค้นขานแนว ณ บริเวณวัสดุเดิม ที่ความลึก 2.0 มิลลิเมตร



ภาพที่ 4.56 ความเค้นขานแนว ณ บริเวณวัสดุเดิม ที่ความลึก 12.0 มิลลิเมตร



จากผลการเปรียบเทียบค่าความเค้นดักค้างที่เกิดขึ้นในชิ้นงานทดลองของทั้ง 3 เทคนิค พบว่า การใช้เทคนิคเทมเปอร์ปิดในการเชื่อมลดการเกิดความเค้นดักค้างโดยรวมของรอยเชื่อมต่อ (welded joint) ในทิศทางขานแนวเชื่อมในบริเวณกลางแนวเชื่อม (Weld Metal) และในวัสดุเดิม (Base Metal)

4.2 การอภิปรายผลการทดลอง

การเชื่อมด้วยวิธีการเทมเปอร์ปิดแบบครึ่งแนวไม่เป็นเหตุให้รอยต่อเชื่อมมีข้อบกพร่องทางกายภาพใด ๆ ต่างไปจากวิธีการเชื่อมแบบเต็มแนวหรือวิธีการเชื่อมแบบเต็มแนวแล้วทำการอบลดความเค้นดังพิสูจน์ได้จากผลการทดสอบด้วยรังสีซึ่งไม่พบข้อบกพร่องใด ๆ ในชิ้นงานทดลอง เนื่องจากการเชื่อมด้วยวิธีการเทมเปอร์ปิดแบบครึ่งแนวไม่มีการเปลี่ยนแปลงใด ๆ ของตัวแปรในการเชื่อมนอกเหนือจากการเจียรระโนแนวเชื่อมออกไปครึ่งหนึ่งของความหนา

จากตำแหน่งการขาดออกจากกันของชิ้นทดสอบแรงดึงจะพบว่าการเชื่อมด้วยทั้ง 3 เทคนิคมีค่าแรงดึงที่บริเวณกลางแนวเชื่อมและบริเวณได้รับผลกระทบจากความร้อนมากกว่าบริเวณวัสดุเดิม และพบว่าชิ้นทดสอบที่ผ่านการอบลดความเค้น PW-02 จะมีค่าแรงดึงต่ำกว่าชิ้นทดสอบที่ไม่ได้ทำการอบลดความเค้น NP-01 และ TB-03 ที่มีค่าใกล้เคียงกัน เป็นการแสดงให้เห็นว่าการอบลดความเค้นได้ทำให้ความสามารถรับแรงดึงของวัสดุเดิมลดลง เนื่องจากในระหว่างการเย็นตัวลงของชิ้นงานที่ถูกควบคุมให้เป็นไปอย่างช้า ๆ ในเตา เป็นเหตุให้มีกระบวนการ grain growth ของผลึก ferrite และ pearlite เกิดขึ้นทั่วไปในชิ้นงานทดสอบดังจะเห็นได้ในภาพประกอบที่ 4.20 ถึง 4.28 ทั้งนี้เมื่อขนาดผลึกโลหะมีขนาดใหญ่ขึ้น คุณสมบัติการรับแรงดึงและแรงกระแทกของวัสดุจะลดลงเนื่องจากมีปริมาณขอบผลึก (grain boundary) ซึ่งเป็นตัวก่อให้เกิดแรงยึดเหนี่ยวระหว่างผลึก intergranular cohesion ลดลง

จากค่าการทดสอบแรงกระแทกและค่าความแข็งในบริเวณได้รับผลกระทบจากความร้อน (Heat Affected Zone) ของการเชื่อมด้วยวิธีการเทมเปอร์ปิดแบบครึ่งแนวที่เพิ่มขึ้นจากการเชื่อมด้วยวิธีเต็มแนวอย่างเด่นชัด จะพบได้จากการทดสอบโครงสร้างจุลภาคดังภาพประกอบที่ 4.29 4.33 4.35 และ 4.36 ว่าโครงสร้างผลึกที่เกิดขึ้นในบริเวณดังกล่าวของชิ้นงาน TB-03 เป็นแบบ martensite ซึ่งมีขนาดเล็กมากและมีความละเอียดสม่ำเสมอทั่วบริเวณส่งผลให้มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างผลึกอันเนื่องมาจากการมีปริมาณขอบผลึกมาก โดยมีโครงสร้างผลึกแบบ pearlite ซึ่งมีขนาดที่ใหญ่กว่าอยู่เป็นปริมาณเล็กน้อยในบริเวณด้านหน้าของรอยต่อเชื่อมเท่านั้น ในขณะที่การเชื่อมด้วยวิธีเต็มแนวซึ่งมีโครงสร้างจุลภาคดังภาพประกอบที่ 4.10 4.13 4.15 และ 4.16 พบว่ามีปริมาณของผลึก martensite ซึ่งมีขนาดเล็กอยู่น้อยกว่า และมีปริมาณของผลึก bainite ซึ่ง

มีขนาดใหญ่กว่าปะปนอยู่อย่างกระจัดกระจายโดยทั่วและพบโครงสร้างผลึกแบบ pearlite อยู่เป็นปริมาณเล็กน้อยในบริเวณด้านหน้าของรอยเชื่อมต่อไปในบริเวณที่ได้รับผลกระทบจากความร้อน ซึ่งทำให้โดยรวมของบริเวณได้รับผลกระทบจากความร้อนของรอยเชื่อมต่อไปที่เชื่อมด้วยวิธีการทอเมเปอร์ปิดแบบครึ่งแนวมีคุณสมบัติในการรับแรงกระแทก ความแข็ง และความสามารถในการรับแรงดึง (ซึ่งเป็นปฏิภาคแปรผันตามของค่าความแข็ง) เพิ่มขึ้นจากการเชื่อมด้วยวิธีเต็มแนว เนื่องจากมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างผลึก (intergranular cohesion) ที่มากกว่า

จากการทดสอบหาความเค้นตกค้างพบว่าการเชื่อมด้วยวิธีการทอเมเปอร์ปิดแบบครึ่งแนวสามารถลดความเค้นตกค้างจากการเชื่อมด้วยวิธีเต็มแนวได้ในทิศทางขนานแนวเชื่อมในบริเวณกลางแนวเชื่อม (weld metal) และในวัสดุเดิม (base metal) เนื่องจากกรรมวิธีการเชื่อมด้วยวิธีการทอเมเปอร์ปิดแบบครึ่งแนวได้ทำให้เกิดการอบลดความเค้นในชั้นก่อนหน้าที่เหลืออยู่เพียงครึ่งเดียวเนื่องจากความร้อนที่ได้รับในระหว่างการเชื่อมชั้นต่อไปสามารถแผ่ลงไปได้ครอบคลุมความหนาที่เหลืออยู่เพียงครึ่งเดียวของชั้นก่อนหน้าได้อย่างทั่วถึงและในขณะเดียวกันได้เปลี่ยนโครงสร้างจุลภาค columnar ferrite ที่ยังหลงเหลืออยู่ให้เป็นเกิดโครงสร้างจุลภาค bainite และ martensite อย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอในบริเวณกลางแนวเชื่อม ในส่วนบริเวณวัสดุเดิมการลดลงของความเค้นตกค้างเกิดจากการได้รับการส่งผ่านความร้อนต่อเนื่องที่ต่ำกว่าอุณหภูมิวิกฤตมาจากบริเวณได้รับผลกระทบจากความร้อน (Heat Affected Zone) แล้วเกิดการลดลงของอุณหภูมิด้วยอัตราที่ช้ากว่าบริเวณได้รับผลกระทบจากความร้อน ทำให้เกิดการอบลดความเค้นที่อุณหภูมิต่ำกว่าวิกฤตในบริเวณวัสดุเดิม

ส่วนความเค้นตกค้างจากการเชื่อมในทิศทางแนวเชื่อมในบริเวณได้รับผลกระทบจากความร้อน (Heat Affected Zone) ของการเชื่อมด้วยวิธีการทอเมเปอร์ปิดแบบครึ่งแนวนั้นไม่ลดลงเนื่องจากในบริเวณดังกล่าวแม้ว่าจะได้รับการส่งผ่านความร้อนต่อเนื่องจากบริเวณแนวเชื่อม แต่เนื่องจากอัตราการลดลงของอุณหภูมิที่เร็ว ทำให้ไม่มีเวลาเพียงพอให้ผลึกที่เกิดขึ้นได้รับผลของการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิสูงกว่าจุดวิกฤตแต่ได้รับผลของการลดลงของอุณหภูมิต่ำกว่าจุดวิกฤต ซึ่งในระหว่างกระบวนการที่เกิดขึ้นนี้ได้ทำให้เกิดโครงสร้างผลึก bainite หรือ martensite ที่มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างผลึกสูงเกิดขึ้น ส่งผลให้ในบริเวณดังกล่าวแม้ว่าจะมีอัตราการเย็นตัวในภายหลังที่ช้าลงก็ไม่สามารถลดความเค้นตกค้างให้น้อยลงได้จากเดิมได้มากนัก

ความเค้นตกค้างจากการเชื่อมในทิศขวางแนวเชื่อมในทั้ง 3 บริเวณไม่สามารถลดลงได้ เนื่องจากความไม่ต่อเนื่องของขนาดผลึกโครงสร้างในระนาบขวางแนวเชื่อมที่เกิดขึ้นในระหว่างการเชื่อม ส่งผลให้แรงเครียดเหนี่ยวยระหว่างผลึกมีค่าเปลี่ยนแปลงไปตามลักษณะของผลึกที่เกิดขึ้น ณ แต่ละบริเวณ หากบริเวณที่มีขนาดผลึกเล็กจะมีค่าแรงเครียดเหนี่ยวยสูง หากผลึกมีขนาดใหญ่จะมีค่าแรงเครียดเหนี่ยวยระหว่างผลึกต่ำ ซึ่งลักษณะลำดับการเกิดหรือเรียงตัวของผลึกในระนาบขวางแนวเชื่อมนี้ไม่มีความแตกต่างระหว่างการเชื่อมด้วยวิธีการเชื่อมแบบเติมแนวหรือการเชื่อมด้วยวิธีการเทมเปอร์ปิดแบบครึ่งแนวดังพบในภาพประกอบที่ 4.10 และ 4.29 และประกอบกับการเชื่อมด้วยวิธีการเทมเปอร์ปิดแบบครึ่งแนวทำให้เกิดความสม่ำเสมอและชัดเจนของโครงสร้างจุลภาคในหัวแต่ละบริเวณในระนาบขวางแนวเชื่อมเดียวกัน ซึ่งก่อให้เกิดความแตกต่างของปริมาณแรงเครียดเหนี่ยวยระหว่างผลึกในแต่ละบริเวณมากยิ่งขึ้น ส่งผลให้เกิดความเค้นตกค้างในทิศทางแนวเชื่อมมีปริมาณเพิ่มขึ้น