

รายการอ้างอิง

1. Sims, C. T., and Hagel, W. C. The superalloys. Newyork: John Wiley & Sons, 1972.
2. Sims, C. T., Stoloff, N. S., and Hagel, W. C. The superalloys II. Newyork: John Wiley & Sons, 1987.
3. Donachie, J. M. Superalloys source book. Ohio: American society for metals, 1984.
4. König H., and Mayer K. H. Testing of the stress relaxation strength of bolted joints. In Strang A. (ed.), Performance of bolting materials in high temperature plant applications. pp. 54-69. London: The institute of materials, 1995.
5. Maile, K., Purper, H., Hänsel, G., and König, H. Relaxation behavior of flange joints in the creep range. In Strang A. (ed.), Performance of bolting materials in high temperature plant applications. pp. 188-191. London: The institute of materials, 1995.
6. Special metals corporation. Inconel alloy X-750 [Online]. 2004. Available from: [http:// www.specialmetals.com](http://www.specialmetals.com).
7. A company of Thyssenkrupp stainless. Nicrofer 7016 TiNb-alloy X-750 [Online]. 1988. Available from: [http:// www.thyssenkrupp.com](http://www.thyssenkrupp.com).
8. Valle, J. A., Romero, R., and Picasso, A. C. Bauschinger effect in age-hardened Inconel X-750 alloy. Materials science and engineering A311 (2001): 100-107.
9. Zhao, S., Xie, X. Smith G. D., and Patel S. J. Gamma prime coarsening and age-hardening behaviors in a new nickel base superalloy. Material Letters 58 (2004):1784-1787.
10. Metallography and Microstructure. ASM Handbook. 9 (1985) : 123-329.
11. Standard test methods for tension testing of metallic material. Metric ed. ASTM Standard E8M-94: 91-96.
12. Standard Test Methods for Stress Relaxation for Materials and Structures. ASTM Standard E328-86 (Reapproved 1996):348-359.
13. Bhadeshia, H. K. D. H. Nickel based superalloys. Cambridge university.

14. ชัญชนา ธนชยานนท์, สิทธิสุนทร สุโพธิณะ, จุฬารัตน์ ประสาร, Pearce, J. T. H. และวาสิณี วุฒิเถียรสกล. การประยุกต์ TEM ในงานด้านวัสดุศาสตร์และวิศวกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 1. ปทุมธานี: สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2537.
15. Moshtaghin, R. S., and Asgari S. Growth kinetics of γ' precipitate in superalloy IN-738LC during long term aging. Material and design 24 (2004) :325-330.
16. Monajati, H., Zarandi, F., Jahazi, M., and Yue, S. Strain induced γ' precipitation in nickel base technique. Scripta materialia 52 (2005): 771-776.
17. Kusabiraki, K., Zhang, X., and Ooka, T. The Growth γ' Precipitates in a 53Ni-20Co-15Cr Superalloy , ISIJ International 35,9 (1995): 1115-1120.
18. Kusabiraki, K., Hayakawa, I, and Ooka, T. The Growth of cellular δ phase in a 69Ni-15Cr-8Fe-6Nb alloy. ISIJ International 35,12 (1995): 1502-1508.
19. Scholz, R., and Matera, R. Irradiation creep induced stress relaxation of Inconel 718. Fusion Engineering and design 51,52 (2000): 165-170.
20. Standard Test Methods for Determining Average Grain Size. ASTM Standard E112-96 (2004): 1-8.
21. Standard Test Methods for Determining Average Grain Size using semiautomatic and automatic image analysis. ASTM Standard E1382-97 (2004): 1-12.
22. Dieter, G. E. Mechanical metallurgy. Metric ed. Singapore: McGraw-Hill, 1988.
23. Westbrook, J. H., and Fleischer, R. L. Structural applications of intermetallic compounds. Chichester: John Wiley & Sons, 2000.
24. Porter, D. A., and Eastering, K. E. Phase transformations in metals and alloys. London: Chapman & Hall, 1981.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

ตารางที่ ก1 ผลการวิเคราะห์ส่วนผสมเคมี (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก) ด้วยเครื่องอิมิสชันสเปกโตรสโคปี (Emission spectroscopy)

ของอินโคเนล เอ็กซ์ 750 ในสภาพที่ได้รับ

Measurement report:3/11/2005 9:34:56 AM

Model: Ni Alloys [Argon]

Comment: Superalloys X-750 [589/48]

ครั้งที่	Ni	C	Fe	Cr	Cu	Mo	Co	W	Mn	Al	Nb	Ti	Si
1	73.07	0.045	6.888	14.74	0.074	0.000	0.907	0.000	0.000	0.620	0.987	2.592	0.080
2	73.04	0.040	6.913	14.74	0.074	0.000	0.904	0.000	0.000	0.632	0.985	2.591	0.081
3	73.09	0.048	6.907	14.66	0.075	0.000	0.879	0.000	0.000	0.614	1.000	2.644	0.080
Avg.	73.07	0.044	6.902	14.71	0.075	0.000	0.897	0.000	0.000	0.622	0.991	2.609	0.080
SD.	0.020	0.003	0.011	0.035	0.000	0.000	0.013	0.000	0.000	0.007	0.007	0.025	0.000

From Thailand Institute of Scientific and Technological Research (TISTR) , Pathumthani ,Thailand

ภาคผนวก ข.

การวิเคราะห์โครงสร้างผลึก

วิเคราะห์โครงสร้างผลึกจากรูปแบบการเลี้ยวเบนโดยวัดระยะห่างระหว่างระนาบ (d-spacing) จากสูตร

$$Rd_{hkl} = \lambda L$$

โดย R คือ ระยะจากจุดศูนย์กลาง (000) ถึงจุดเลี้ยวเบน (hkl)

d_{hkl} คือ ค่าระยะห่างระหว่างระนาบของระนาบ (hkl)

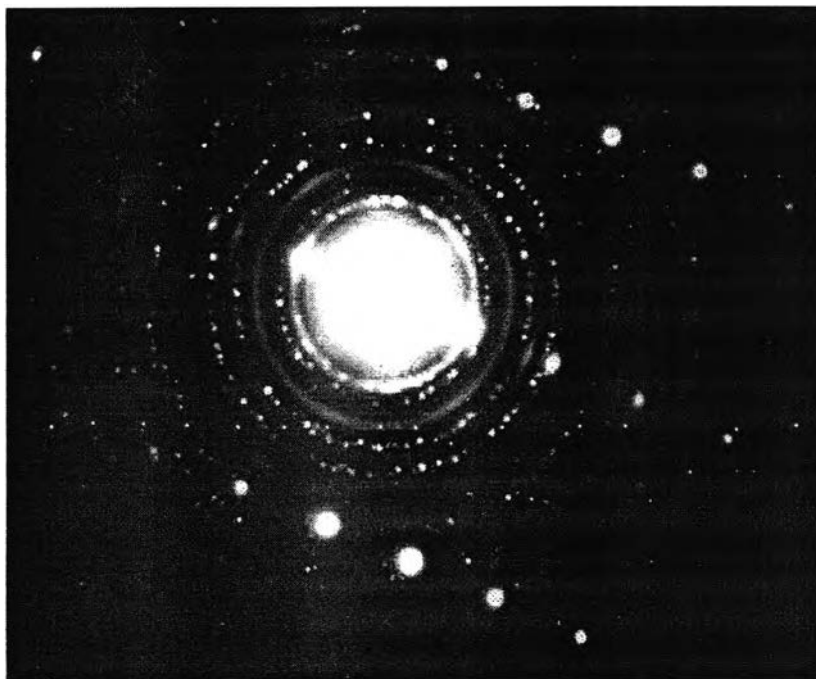
λ คือ ความยาวคลื่นของอิเล็กตรอน ($\lambda = 0.0251$ อังสตรอม สำหรับความต่างศักย์ 200 กิโลโวลต์)

L คือ ความยาวกล้อง (Camera length)

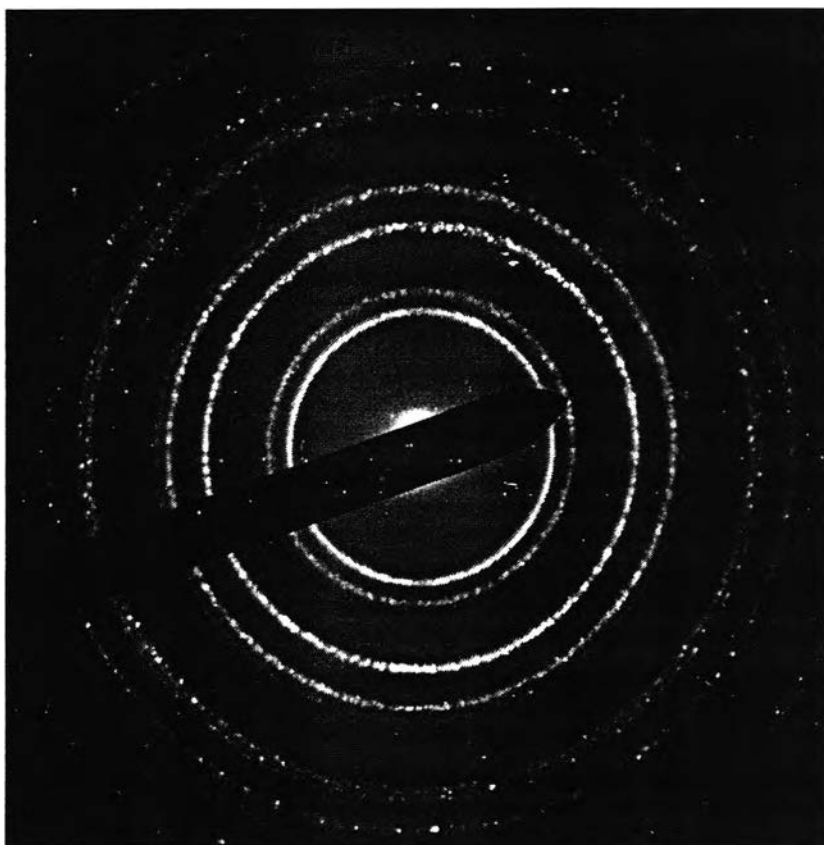
ตารางที่ ข1 ผลการคำนวณค่าระยะห่างระหว่างระนาบ d_{hkl} จากรัศมี (R) ในรูปที่ ข1

รัศมีของวง, (R) (มิลลิเมตร)	ค่าระยะห่างระหว่างระนาบ ของตัวอย่าง (d_{hkl}) (อังสตรอม)	ค่าคงที่ของผลึก, (a) (นาโนเมตร) $a = (d)(h^2+k^2+l^2)^{1/2}$	รูปแบบการเลี้ยวเบนของแกมมาไพรม	
			{hkl}	เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน
7.063	1.955	0.3386	111	4.92
8.103	1.704	0.3407	200	4.31
11.337	1.218	0.3443	220	3.28
13.408	1.030	0.3414	311	4.11
14.031	0.983	0.3408	222	4.29
15.790	0.874	0.3497	400	1.79

เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนจากมาตรฐานค่าคงที่ผลึกของแกมมาไพรม $a=0.3561$ นาโนเมตร [10]



รูปที่ ข1 รูปแบบการเลี้ยวเบนอิเล็กตรอนบริเวณตะกอนแกมมาไพรมกับเนื้อพื้น



รูปที่ ข2 รูปแบบการเลี้ยวเบนอิเล็กตรอนของทอง

ตารางที่ ข1 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของแกมมาไพรมหลังผ่านกรรมวิธีทางความร้อนต่างกัน

กรรมวิธีทางความร้อน	ค่าต่ำสุด (นาโนเมตร)	ค่าสูงสุด (นาโนเมตร)	ค่าเฉลี่ย (นาโนเมตร)	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน
สภาพที่ได้รับ	69.886	150.473	112.978	17.029
อบละลาย 885 (24)	116.402	158.760	137.498	12.468
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 680 (20)	5.433	17.386	10.056	2.092
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 700 (20)	8.579	16.227	11.687	1.468
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 720 (20)	9.866	26.229	15.884	3.116
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 740 (20)	13.806	13.370	21.867	3.215
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 760 (20)	18.738	47.411	32.989	5.840

ตารางที่ ข2 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของแกมมาไพรมหลังทดสอบการคลายความเค้น
ที่อุณหภูมิ 650 องศาเซลเซียส

เวลา (ชม.)	กรรมวิธีทางความร้อน	ค่าต่ำสุด (นาโนเมตร)	ค่าสูงสุด (นาโนเมตร)	ค่าเฉลี่ย (นาโนเมตร)	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน
500	อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 680 (20)	11.568	19.975	16.502	1.748
	อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 760 (20)	17.235	52.024	35.671	6.224
1000	อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 680 (20)	14.948	21.910	21.049	2.768
	อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 760 (20)	20.972	51.597	38.794	5.141
1500	อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 680 (20)	16.002	31.314	23.602	2.925
	อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 760 (20)	28.892	52.843	40.139	5.140
2000	อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 680 (20)	17.169	25.571	25.480	2.630
	อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 760 (20)	34.708	44.686	40.765	2.327

ตารางที่ ข3 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของแกมมาไพรมหลังทดสอบการคลายความเค้น
ที่อุณหภูมิ 760 องศาเซลเซียส

เวลา (ชม.)	กรรมวิธีทางความร้อน	ค่าต่ำสุด (นาโนเมตร)	ค่าสูงสุด (นาโนเมตร)	ค่าเฉลี่ย (นาโนเมตร)	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน
500	อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 680 (20)	45.287	97.327	73.081	13.382
	อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 760 (20)	49.534	114.658	80.236	13.800
1000	อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 680 (20)	30.799	122.247	80.319	21.076
	อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 760 (20)	58.700	129.311	87.507	16.431
1500	อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 680 (20)	54.038	132.238	95.065	16.570
	อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 760 (20)	69.960	154.877	103.712	20.103
2000	อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 680 (20)	66.507	122.057	96.422	13.696
	อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 760 (20)	67.428	134.608	105.706	15.767

ภาคผนวก ค.

ตารางที่ ค1 ความแข็ง (HV_{500}) ของสลักเกลียวที่ทำจากอินโคเนล เอ็กซ์ 750 หลังผ่านกรรมวิธีทางความร้อนต่างกัน

สถานะ	สภาพที่ได้รับ	อบละลาย 885 (24)	อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 680 (20)	อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 700 (20)	อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 720 (20)	อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 740 (20)	อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 760 (20)
1	267.7	200.2	323.7	328.5	321.1	306.7	294.6
2	264.9	205.3	320.1	333.8	326.2	304.1	297.7
3	267.6	208.8	324.4	327	320.8	307.7	299.8
4	253.8	200.4	326.5	327.5	325.9	307.4	301.8
5	258.2	210.5	322.7	326	318.2	312.8	285.9
6	267.2	209.9	320.3	326.5	319.8	310.1	298.4
7	266	204	321.4	333.1	319.9	308.3	286.9
8	265.9	205.3	324.9	326.4	297.8	297	290.1
9	260.2	200.7	326.7	330.7	303.7	295.1	286.5
10	262.2	202.3	324.4	327.4	303.5	299.9	291.7
เฉลี่ย	263	205	324	329	316	305	293
ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	4.68	3.93	2.35	2.85	10.13	5.80	5.93

ตารางที่ ค2 ความแข็ง (HV_{500}) ของสลักเกลียวที่ทำจากอินโคเนล เอ็กซ์ 750 หลังทดสอบการคลายความเค้นที่อุณหภูมิ 650 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 500 ชั่วโมง

สถานะ	อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 680 (20)	อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 700 (20))	อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 720 (20)	อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 740 (20)	อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 760 (20)
1	348.9	354.1	349.5	349.7	336.5
2	356.2	356.6	356.2	355.3	339.1
3	357.6	364.5	356.8	353.8	336.1
4	353	367	356.6	349.4	337.8
5	353.5	367.1	362.3	357.1	336.6
เฉลี่ย	354	362	356	353	337
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	3.35	6.10	4.54	3.41	1.23

ตารางที่ ค3 ความแข็ง (HV_{500}) ของสลักเกลียวที่ทำจากอินโคเนล เอ็กซ์ 750 หลังทดสอบการคลายความเค้นที่อุณหภูมิ 760 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 500 ชั่วโมง

สถานะ	อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 680 (20)	อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 700 (20))	อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 720 (20)	อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 740 (20)	อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 760 (20)
1	303.9	308.2	310.1	306.2	303.7
2	307.2	310.2	311.5	300.4	284.8
3	317.6	310	303.9	308.4	297.7
4	318	301	305.4	306.2	297.6
5	310.8	308.5	308.1	309.9	288.2
เฉลี่ย	312	308	308	306	294
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	6.25	3.78	3.16	3.61	7.72

ตารางที่ ค4 ความแข็ง (HV_{500}) ของสลักเกลียวที่ทำจากอินโคเนล เอ็กซ์ 750 หลังทดสอบการคลายความเค้นที่อุณหภูมิ 650 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1,000 ชั่วโมง

สถานะ	อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 680 (20)	อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 700 (20))	อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 720 (20)	อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 740 (20)	อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 760 (20)
1	349.5	353.8	358	346.4	331.1
2	348.6	358	351	348.5	329
3	349.9	354.6	350.9	345.9	330.5
4	347.3	351.2	355.8	344.6	332.4
5	350.2	353.7	351	347	328.6
เฉลี่ย	349	354	353	346	330
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	1.17	2.45	3.34	1.43	1.55

ตารางที่ ค5 ความแข็ง (HV_{500}) ของสลักเกลียวที่ทำจากอินโคเนล เอ็กซ์ 750 หลังทดสอบการคลายความเค้นที่อุณหภูมิ 760 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1,000 ชั่วโมง

สถานะ	อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 680 (20)	อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 700 (20))	อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 720 (20)	อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 740 (20)	อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 760 (20)
1	274.9	273.8	287.2	280.5	274.2
2	295.3	285.5	285.4	276.5	285
3	293	290	285.4	282	283.8
4	293.2	291.5	291	279.6	278
5	295.6	290.4	284.2	284.3	287.2
เฉลี่ย	290	286	287	281	282
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	8.74	7.32	2.66	2.89	5.37

ตารางที่ ค6 ความแข็ง (HV_{500}) ของสลักเกลียวที่ทำจากอินโคเนล เอ็กซ์ 750 หลังทดสอบการคลายความเค้นที่อุณหภูมิ 650 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1,500 ชั่วโมง

สถานะ	อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 680 (20)	อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 700 (20))	อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 720 (20)	อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 740 (20)	อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 760 (20)
1	347.7	356.4	350.8	346.1	329.6
2	347.3	355.8	354.8	345.7	331.5
3	345.2	350.1	355.5	346.5	327.6
4	345	354	351.4	345.5	330.3
5	354.4	350.6	342.3	347.5	330.4
เฉลี่ย	348	353	351	346	330
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	3.82	2.91	5.26	0.79	1.44

ตารางที่ ค7 ความแข็ง (HV_{500}) ของสลักเกลียวที่ทำจากอินโคเนล เอ็กซ์ 750 หลังทดสอบการคลายความเค้นที่อุณหภูมิ 760 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1,500 ชั่วโมง

สถานะ	อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 680 (20)	อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 700 (20))	อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 720 (20)	อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 740 (20)	อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 760 (20)
1	260	261.2	256	261.2	261.9
2	266.9	271.8	266.4	261.9	259.9
3	260.9	260	266	257.1	259.8
4	265.8	262.5	256.8	261.6	252.6
5	267.5	272.7	268.3	261.8	261.7
เฉลี่ย	264	266	263	261	259
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	3.51	6.11	5.82	2.04	3.81

ตารางที่ ค8 ความแข็ง (HV_{500}) ของสลักเกลียวที่ทำจากอินโคเนล เอ็กซ์ 750 หลังทดสอบการคลายความเค้นที่อุณหภูมิ 650 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2,000 ชั่วโมง

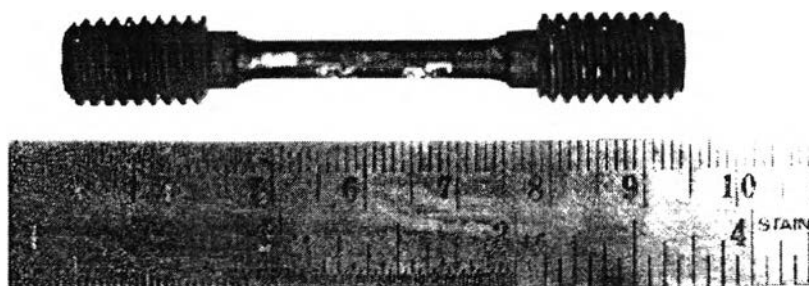
สถานะ	อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 680 (20)	อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 700 (20))	อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 720 (20)	อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 740 (20)	อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 760 (20)
1	345.5	353.7	352.6	344.1	329.2
2	350.5	352.1	353.8	343.8	330.3
3	341.7	354.3	351.5	343.1	329.1
4	352.4	352.8	351.5	345.8	331.6
5	346.4	353	355.5	345.2	329.8
เฉลี่ย	347	353	353	344	330
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	4.23	0.85	1.70	1.09	1.02

ตารางที่ ค9 ความแข็ง (HV_{500}) ของสลักเกลียวที่ทำจากอินโคเนล เอ็กซ์ 750 หลังทดสอบการคลายความเค้นที่อุณหภูมิ 760 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2,000 ชั่วโมง

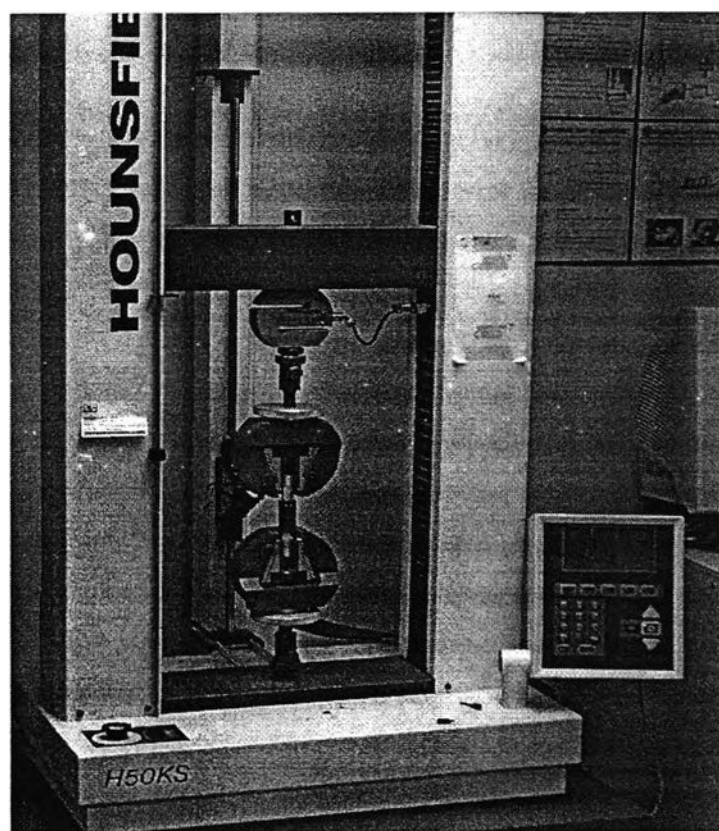
สถานะ	อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 680 (20)	อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 700 (20))	อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 720 (20)	อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 740 (20)	อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 760 (20)
1	262.1	266.5	263.6	260.2	260.6
2	260.6	256.5	263	262.8	256.7
3	263	261.6	265.2	256	250.9
4	256.4	265.3	263	261.6	261.5
5	263.8	267.8	261.2	254.9	259.7
เฉลี่ย	261	264	263	259	258
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	2.92	4.56	1.44	3.48	4.30

ภาคผนวก ง.


สลักเกลียวที่ใช้ทดสอบความต้านทานแรงดึง ตามมาตรฐาน ASTM E 8M และทดสอบการคลายความเค้นในงานวิจัยนี้ แสดงในรูปที่ ง1 สำหรับเครื่องทดสอบแรงดึง กำลังแรงดึงสูงสุด 50 กิโลนิวตัน แสดงในรูปที่ ง2



รูปที่ ง1 สลักเกลียวที่ทดสอบความต้านทานแรงดึง ตามมาตรฐาน ASTM E 8M



รูปที่ ง2 เครื่องทดสอบแรงดึง (Universal Tensile Testing Machine)

กรรมวิธีทางความร้อน	สลักเกลียวหลังผ่านการทดสอบแรงดึง
อบละลาย 885 (24)	
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 680 (20)	
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 700 (20)	
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 720 (20)	
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 740 (20)	
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 760 (20)	

รูปที่ ง3 สลักเกลียวหลังผ่านการทดสอบแรงดึงของกรรมวิธีทางความร้อนแบบต่าง ๆ

ตารางที่ ง1 สมบัติเชิงกลของสลักเกลียวที่ทำจากอินโคเนล เอ็กซ์ 750 หลังผ่านกรรมวิธีทางความร้อนต่างกัน

กรรมวิธีทางความร้อน	ความต้านแรงดึงสูงสุด (เมกะพาสคาล)	ความเค้นคราก (เมกะพาสคาล)	เปอร์เซ็นต์ การยืด	โมดูลัสยืดหยุ่นเฉลี่ย (จิกะพาสคาล)
สภาพที่ได้รับ	964	677	8.19	212
อบละลาย 885 (24)	821	430	9.98	212
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 680 (20)	1,183	819	7.65	212
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 700 (20)	1,219	854	8.29	212
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 720 (20)	1,172	818	7.77	212
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 740 (20)	1,121	808	7.52	212
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 760 (20)	1,070	751	7.88	212

ตารางที่ ง2 สมบัติเชิงกลของสลักเกลียวที่ทำจากอินโคเนล เอ็กซ์ 750 หลังทดสอบการคลายความเค้น ที่อุณหภูมิ 650 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 500 ชั่วโมง ของกรรมวิธีทางความร้อนต่างกัน

กรรมวิธีทางความร้อน	ความต้านแรงดึงสูงสุด (เมกะพาสคาล)	ความเค้นคราก (เมกะพาสคาล)	เปอร์เซ็นต์ การยืด	โมดูลัสยืดหยุ่นเฉลี่ย (จิกะพาสคาล)
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 680 (20)	1,253	1,195	5.14	214
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 700 (20)	1,359	963	7.66	214
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 720 (20)	1,270	986	7.32	214
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 740 (20)	1,210	1,012	6.27	214
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 760 (20)	1,154	935	5.31	214

ตารางที่ ง3 สมบัติเชิงกลของสลักเกลียวที่ทำจากอินโคเนล เอ็กซ์ 750 หลังทดสอบการคลายความเค้น ที่อุณหภูมิ 760 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 500 ชั่วโมง ของกรรมวิธีทางความร้อนต่างกัน

กรรมวิธีทางความร้อน	ความต้านแรงดึงสูงสุด (เมกะพาสคาล)	ความเค้นคราก (เมกะพาสคาล)	เปอร์เซ็นต์ การยืด	โมดูลัสยืดหยุ่นเฉลี่ย (จิกะพาสคาล)
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 680 (20)	1,060	948	5.76	193
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 700 (20)	1,112	773	7.06	193
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 720 (20)	1,088	788	6.83	193
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 740 (20)	1,044	823	7.01	193
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 760 (20)	926	631	6.65	193

ตารางที่ 4 สมบัติเชิงกลของสลักเกลียวที่ทำจากอินโคเนล เอ็กซ์ 750 หลังทดสอบการคลายความเค้น ที่อุณหภูมิ 650 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1,000 ชั่วโมง ของกรรมวิธีทางความร้อนต่างกัน

กรรมวิธีทางความร้อน	ความต้านแรงดึงสูงสุด (เมกะพาสคาล)	ความเค้นคราก (เมกะพาสคาล)	เปอร์เซ็นต์ การยืด	โมดูลัสยืดหยุ่นเฉลี่ย (จิกะพาสคาล)
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 680 (20)	1,242	985	7.71	207
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 700 (20)	1,276	1,073	7.42	207
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 720 (20)	1,261	644	6.13	207
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 740 (20)	1,228	980	6.63	207
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 760 (20)	1,192	706	7.09	207

ตารางที่ 5 สมบัติเชิงกลของสลักเกลียวที่ทำจากอินโคเนล เอ็กซ์ 750 หลังทดสอบการคลายความเค้น ที่อุณหภูมิ 760 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1,000 ชั่วโมง ของกรรมวิธีทางความร้อนต่างกัน

กรรมวิธีทางความร้อน	ความต้านแรงดึงสูงสุด (เมกะพาสคาล)	ความเค้นคราก (เมกะพาสคาล)	เปอร์เซ็นต์ การยืด	โมดูลัสยืดหยุ่นเฉลี่ย (จิกะพาสคาล)
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 680 (20)	1,044	990	5.98	193
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 700 (20)	1,092	644	5.13	193
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 720 (20)	1,059	883	6.09	193
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 740 (20)	963	751	5.21	193
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 760 (20)	954	676	7.65	193

ตารางที่ 6 สมบัติเชิงกลของสลักเกลียวที่ทำจากอินโคเนล เอ็กซ์ 750 หลังทดสอบการคลายความเค้น ที่อุณหภูมิ 650 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1,500 ชั่วโมง ของกรรมวิธีทางความร้อนต่างกัน

กรรมวิธีทางความร้อน	ความต้านแรงดึงสูงสุด (เมกะพาสคาล)	ความเค้นคราก (เมกะพาสคาล)	เปอร์เซ็นต์ การยืด	โมดูลัสยืดหยุ่นเฉลี่ย (จิกะพาสคาล)
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 680 (20)	1,127	1,030	6.54	207
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 700 (20)	1,200	1,090	6.39	207
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 720 (20)	1,169	1,009	6.45	207
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 740 (20)	1,160	895	6.67	207
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 760 (20)	1,130	615	6.65	207

ตารางที่ 7 สมบัติเชิงกลของสลักเกลียวที่ทำจากอินโคเนล เอ็กซ์ 750 หลังทดสอบการคลายความเค้น ที่อุณหภูมิ 760 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1,500 ชั่วโมง ของกรรมวิธีทางความร้อนต่างกัน

กรรมวิธีทางความร้อน	ความต้านแรงดึงสูงสุด (เมกะพาสคาล)	ความเค้นคราก (เมกะพาสคาล)	เปอร์เซ็นต์ การยืด	โมดูลัสยืดหยุ่นเฉลี่ย (จิกะพาสคาล)
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 680 (20)	932	743	6.95	178
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 700 (20)	927	564	7.22	178
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 720 (20)	896	560	7.36	178
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 740 (20)	888	529	7.25	178
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 760 (20)	859	526	7.16	178

ตารางที่ ๘ สมบัติเชิงกลของสลักเกลียวที่ทำจากอินโคเนล เอ็กซ์ 750 หลังทดสอบการคลายความเค้น ที่อุณหภูมิ 650 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2,000 ชั่วโมง ของกรรมวิธีทางความร้อนต่างกัน

กรรมวิธีทางความร้อน	ความต้านแรงดึงสูงสุด (เมกะพาสคาล)	ความเค้นคราก (เมกะพาสคาล)	เปอร์เซ็นต์ การยืด	โมดูลัสยืดหยุ่นเฉลี่ย (จิกะพาสคาล)
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 680 (20)	1,162	951	7.59	207
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 700 (20)	1,207	1,035	7.28	207
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 720 (20)	1,046	926	5.55	207
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 740 (20)	1,080	896	6.23	207
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 760 (20)	1,065	997	6.66	207

ตารางที่ ๙ สมบัติเชิงกลของสลักเกลียวที่ทำจากอินโคเนล เอ็กซ์ 750 หลังทดสอบการคลายความเค้น ที่อุณหภูมิ 760 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2,000 ชั่วโมง ของกรรมวิธีทางความร้อนต่างกัน

กรรมวิธีทางความร้อน	ความต้านแรงดึงสูงสุด (เมกะพาสคาล)	ความเค้นคราก (เมกะพาสคาล)	เปอร์เซ็นต์ การยืด	โมดูลัสยืดหยุ่นเฉลี่ย (จิกะพาสคาล)
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 680 (20)	921	655	7.72	178
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 700 (20)	973	882	6.55	178
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 720 (20)	966	710	8.17	178
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 740 (20)	870	584	6.02	178
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 760 (20)	851	556	7.41	178

ภาคผนวก จ.

ตารางที่ จ1 ระยะยืดของสลักเกลียวก่อนและหลังทดสอบการคลายความเค้น ที่อุณหภูมิ
650 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 500 ชั่วโมง ของกรรมวิธีทางความร้อนต่างกัน

กรรมวิธีทางความร้อน	ความยาวสลักเกลียว ก่อนทดสอบ (มิลลิเมตร)	ความยาวสลักเกลียว หลังทดสอบ (มิลลิเมตร)
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 680 (20)	65.420	65.697
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 700 (20)	65.100	65.347
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 720 (20)	65.040	65.327
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 740 (20)	65.200	65.537
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 760 (20)	64.880	65.187

ตารางที่ จ2 ระยะยืดของสลักเกลียวก่อนและหลังทดสอบการคลายความเค้น ที่อุณหภูมิ
760 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 500 ชั่วโมง ของกรรมวิธีทางความร้อนต่างกัน

กรรมวิธีทางความร้อน	ความยาวสลักเกลียว ก่อนทดสอบ (มิลลิเมตร)	ความยาวสลักเกลียว หลังทดสอบ (มิลลิเมตร)
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 680 (20)	65.200	65.460
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 700 (20)	65.020	65.240
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 720 (20)	65.020	65.283
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 740 (20)	65.000	65.323
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 760 (20)	65.020	65.363

ตารางที่ ๖3 ระยะเวลาของสลักเกลียวก่อนและหลังทดสอบการคลายความเค้น ที่อุณหภูมิ
650 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1,000 ชั่วโมง ของกรรมวิธีทางความร้อนต่างกัน

กรรมวิธีทางความร้อน	ความยาวสลักเกลียว ก่อนทดสอบ (มิลลิเมตร)	ความยาวสลักเกลียว หลังทดสอบ (มิลลิเมตร)
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 680 (20)	65.000	65.217
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 700 (20)	65.000	65.170
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 720 (20)	65.000	65.300
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 740 (20)	65.100	65.463
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 760 (20)	65.300	65.700

ตารางที่ ๖4 ระยะเวลาของสลักเกลียวก่อนและหลังทดสอบการคลายความเค้น ที่อุณหภูมิ
760 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1,000 ชั่วโมง ของกรรมวิธีทางความร้อนต่างกัน

กรรมวิธีทางความร้อน	ความยาวสลักเกลียว ก่อนทดสอบ (มิลลิเมตร)	ความยาวสลักเกลียว หลังทดสอบ (มิลลิเมตร)
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 680 (20)	65.040	65.263
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 700 (20)	65.540	65.867
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 720 (20)	65.000	65.407
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 740 (20)	65.140	65.593
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 760 (20)	65.040	65.600

ตารางที่ ๑5 ระยะยืดของสลักเกลียวก่อนและหลังทดสอบการคลายความเค้น ที่อุณหภูมิ
650 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1,500 ชั่วโมง ของกรรมวิธีทางความร้อนต่างกัน

กรรมวิธีทางความร้อน	ความยาวสลักเกลียว ก่อนทดสอบ (มิลลิเมตร)	ความยาวสลักเกลียว หลังทดสอบ (มิลลิเมตร)
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 680 (20)	65.100	65.320
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 700 (20)	65.040	65.224
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 720 (20)	65.000	65.330
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 740 (20)	65.140	65.432
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 760 (20)	65.020	65.368

ตารางที่ ๑6 ระยะยืดของสลักเกลียวก่อนและหลังทดสอบการคลายความเค้น ที่อุณหภูมิ
760 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1,500 ชั่วโมง ของกรรมวิธีทางความร้อนต่างกัน

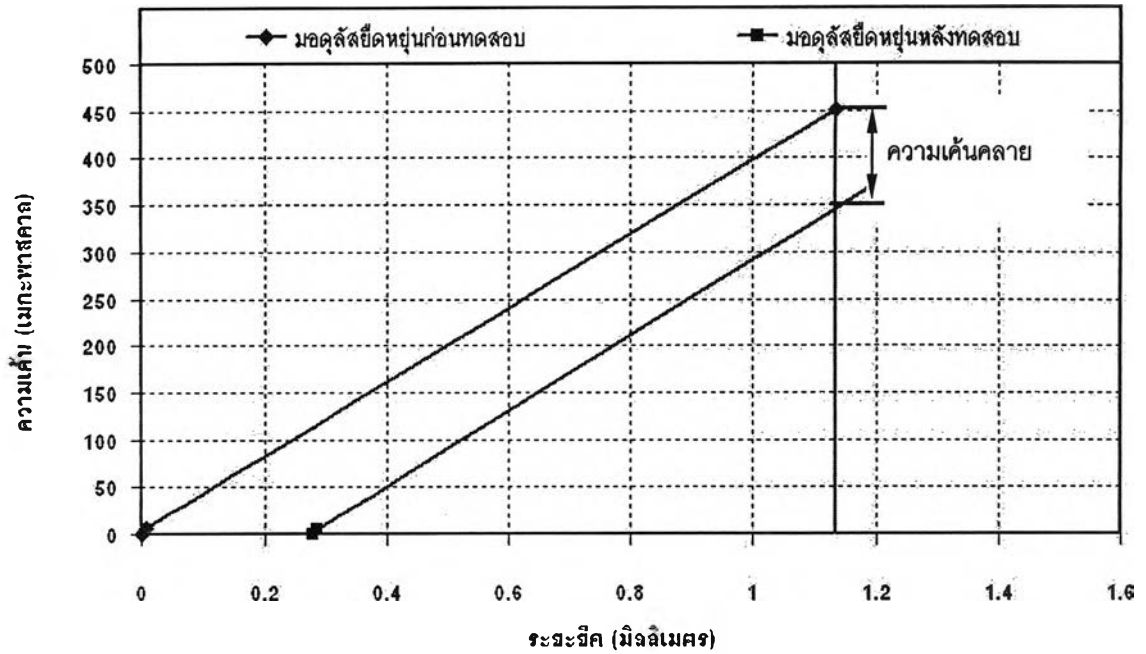
กรรมวิธีทางความร้อน	ความยาวสลักเกลียว ก่อนทดสอบ (มิลลิเมตร)	ความยาวสลักเกลียว หลังทดสอบ (มิลลิเมตร)
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 680 (20)	65.060	65.276
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 700 (20)	65.000	65.316
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 720 (20)	65.200	65.578
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 740 (20)	65.000	65.420
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 760 (20)	65.040	65.612

ตารางที่ ๑7 ระยะเวลาของสลักเกลียวก่อนและหลังทดสอบการคลายความเค้น ที่อุณหภูมิ
650 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2,000 ชั่วโมง ของกรรมวิธีทางความร้อนต่างกัน

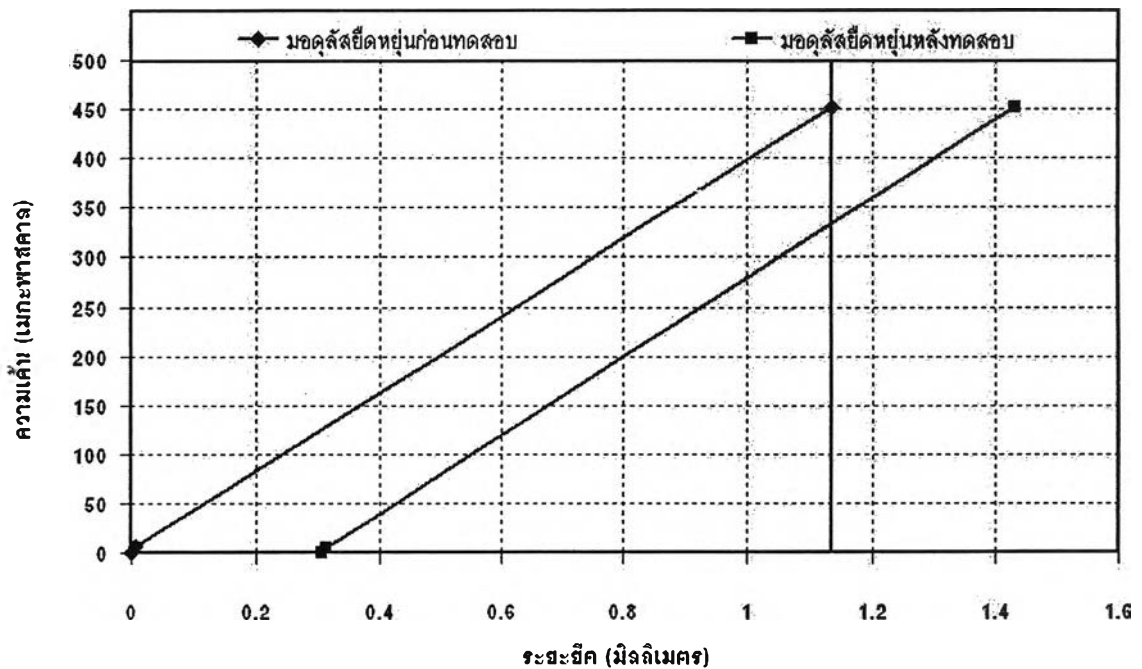
กรรมวิธีทางความร้อน	ความยาวสลักเกลียว ก่อนทดสอบ (มิลลิเมตร)	ความยาวสลักเกลียว หลังทดสอบ (มิลลิเมตร)
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 680 (20)	64.900	65.144
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 700 (20)	64.900	65.142
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 720 (20)	65.300	65.766
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 740 (20)	65.200	65.628
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 760 (20)	65.200	65.692

ตารางที่ ๑8 ระยะเวลาของสลักเกลียวก่อนและหลังทดสอบการคลายความเค้น ที่อุณหภูมิ
760 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2,000 ชั่วโมง ของกรรมวิธีทางความร้อนต่างกัน

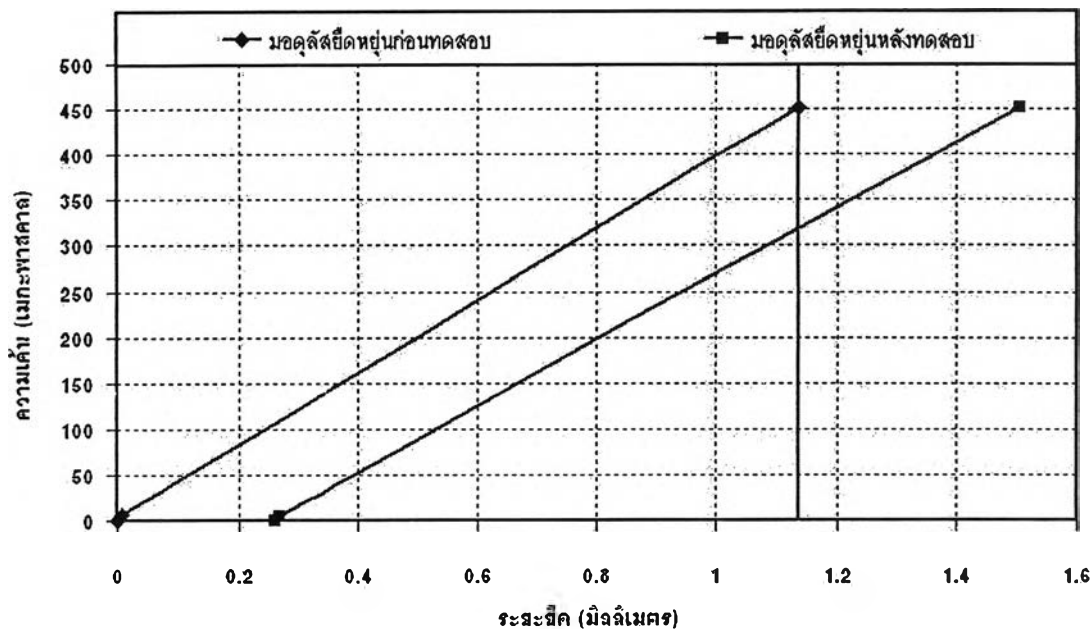
กรรมวิธีทางความร้อน	ความยาวสลักเกลียว ก่อนทดสอบ (มิลลิเมตร)	ความยาวสลักเกลียว หลังทดสอบ (มิลลิเมตร)
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 680 (20)	65.100	65.316
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 700 (20)	65.060	65.302
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 720 (20)	65.100	65.578
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 740 (20)	65.180	65.748
อบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 760 (20)	65.200	65.794



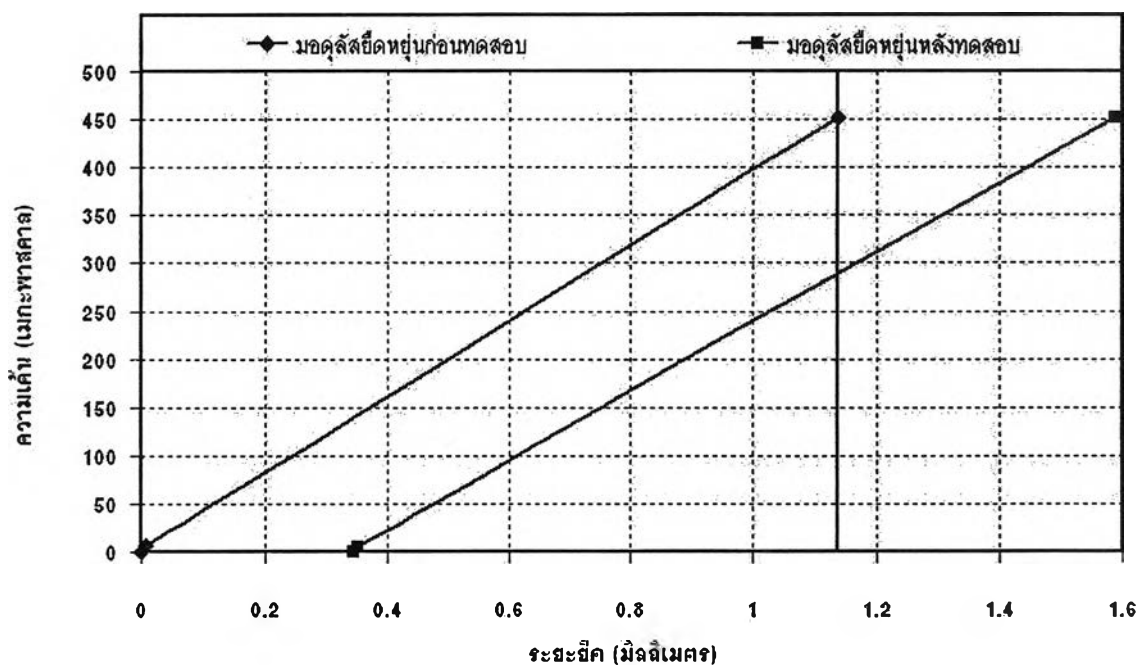
รูปที่ ๑1 กราฟความเค้น-ระยะยืดของสลักเกลียว หลังผ่านการอบละลายที่อุณหภูมิ 885 (24) ตามด้วยการบ่มแข็งที่อุณหภูมิ 680 (20) และทดสอบการคลายความเค้นที่อุณหภูมิ 650 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 500 ชั่วโมง



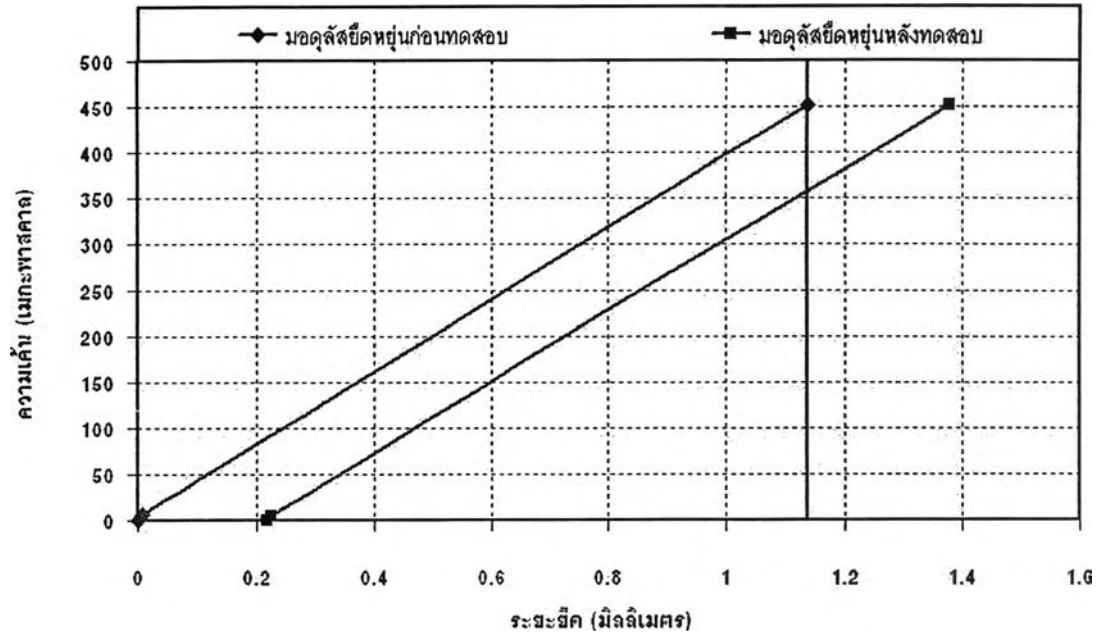
รูปที่ ๑2 กราฟความเค้น-ระยะยืดของสลักเกลียว หลังผ่านการอบละลายที่อุณหภูมิ 885 (24) ตามด้วยการบ่มแข็งที่อุณหภูมิ 760 (20) และทดสอบการคลายความเค้นที่อุณหภูมิ 650 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 500 ชั่วโมง



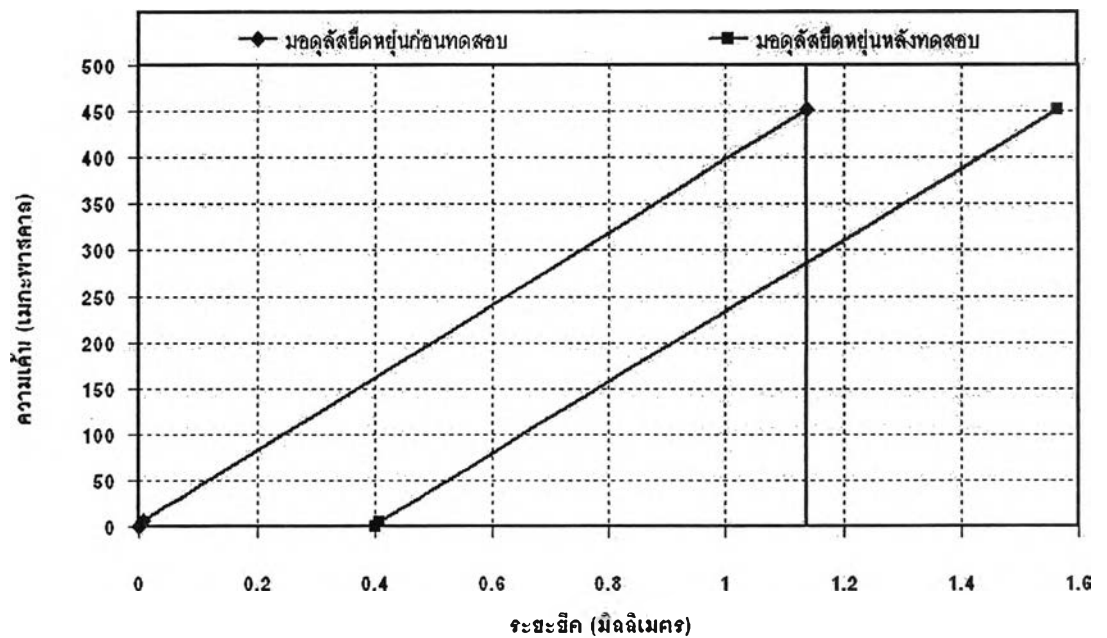
รูปที่ ๓3 กราฟความเค้น-ระยะยืดของสลักเกลียว หลังผ่านการอบละลายที่อุณหภูมิ 885 (24) ตามด้วยการบ่มแข็งที่อุณหภูมิ 680 (20) และทดสอบการคลายความเค้นที่อุณหภูมิ 760 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 500 ชั่วโมง



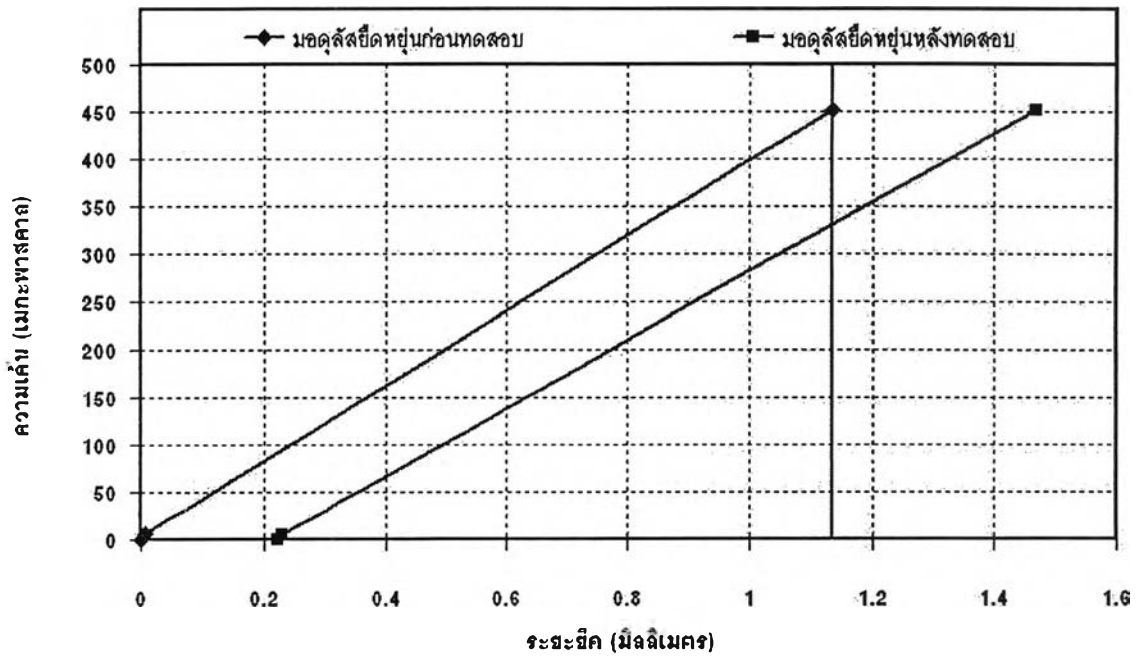
รูปที่ ๓4 กราฟความเค้น-ระยะยืดของสลักเกลียว หลังผ่านการอบละลายที่อุณหภูมิ 885 (24) ตามด้วยการบ่มแข็งที่อุณหภูมิ 760 (20) และทดสอบการคลายความเค้นที่อุณหภูมิ 760 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 500 ชั่วโมง



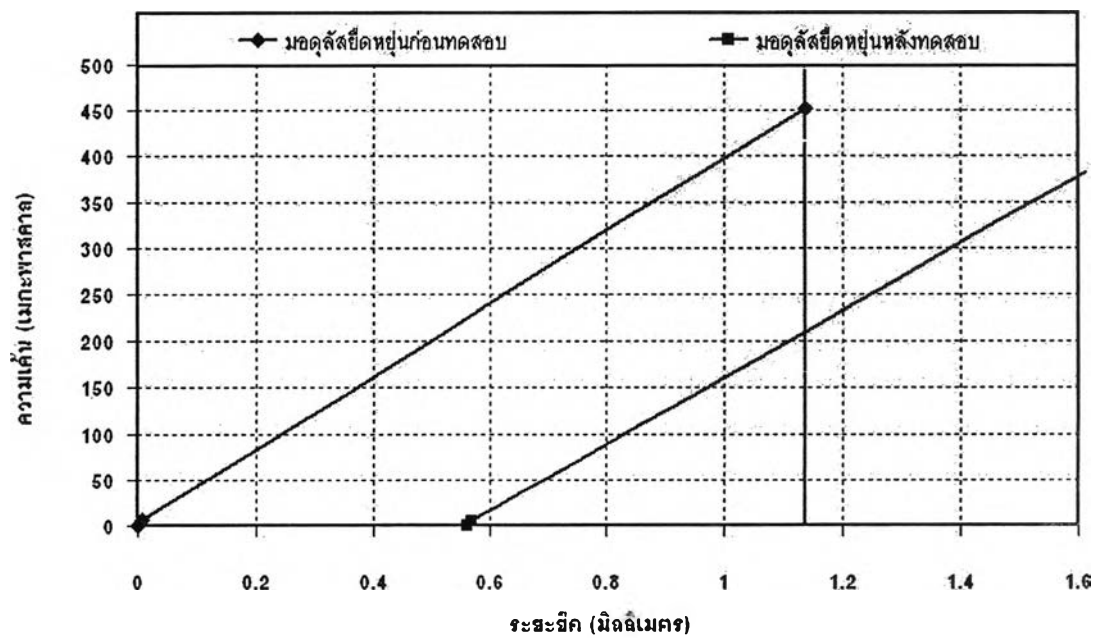
รูปที่ ๙๕ กราฟความเค้น-ระยะยืดของสลักเกลียว หลังผ่านการอบละลายที่อุณหภูมิ 885 (24) ตามด้วยการบ่มแข็งที่อุณหภูมิ 680 (20) และทดสอบการคลายความเค้นที่อุณหภูมิ 650 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1,000 ชั่วโมง



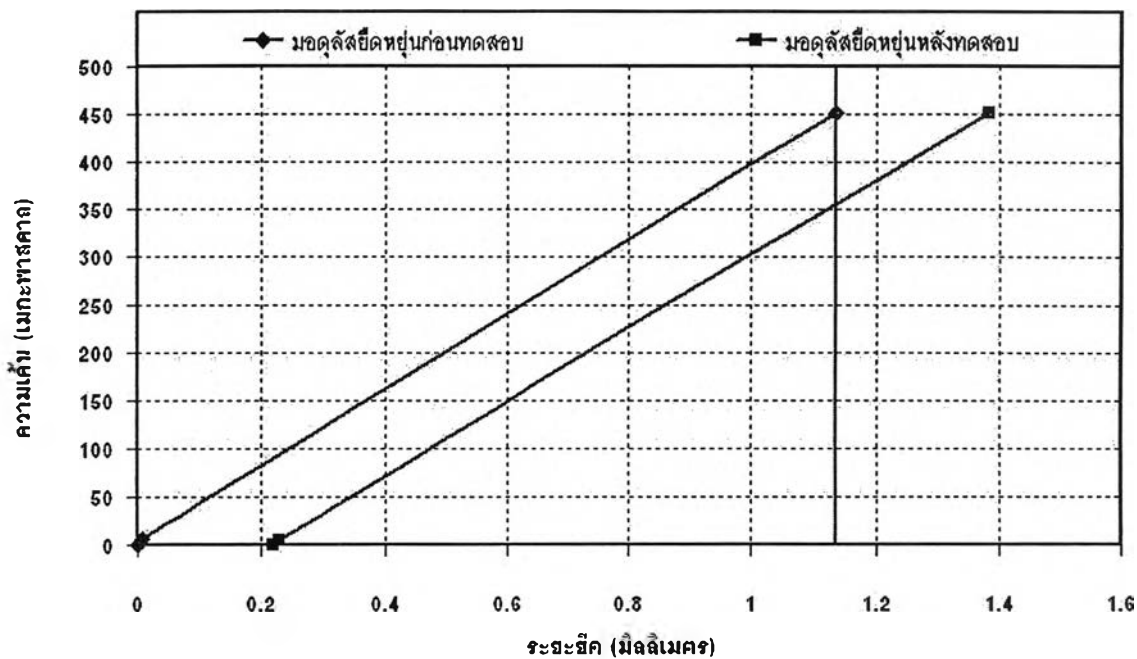
รูปที่ ๙๖ กราฟความเค้น-ระยะยืดของสลักเกลียว หลังผ่านการอบละลายที่อุณหภูมิ 885 (24) ตามด้วยการบ่มแข็งที่อุณหภูมิ 760 (20) และทดสอบการคลายความเค้นที่อุณหภูมิ 650 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1,000 ชั่วโมง



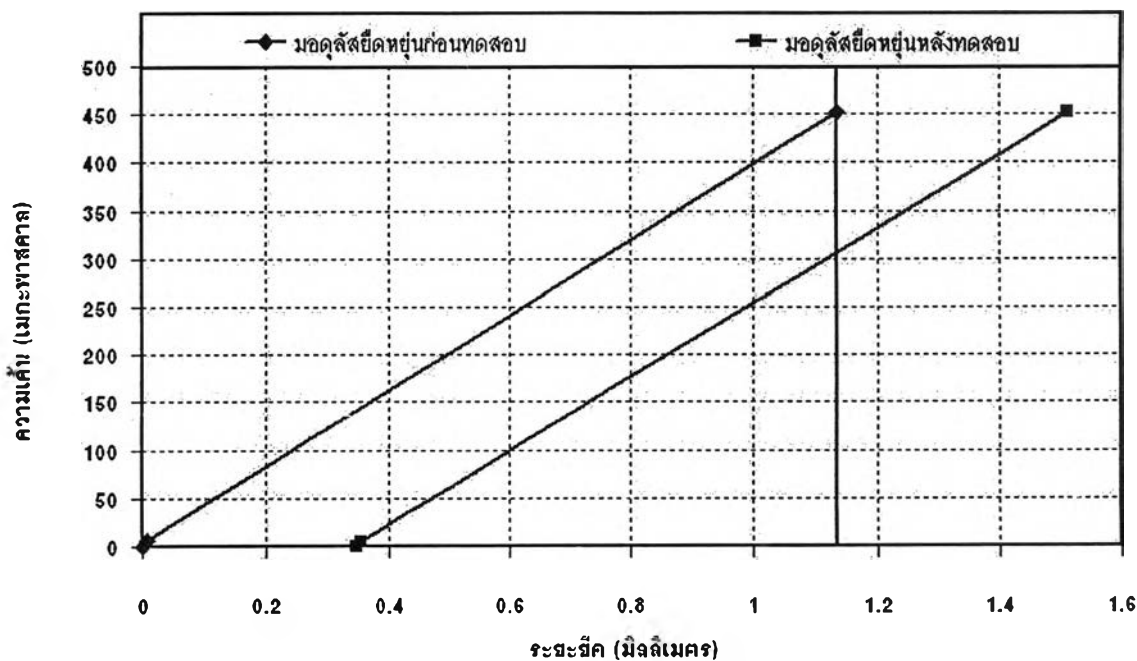
รูปที่ ๗7 กราฟความเค้น-ระยะยืดของสลักเกลียว หลังผ่านการอบละลายที่อุณหภูมิ 885 (24) ตามด้วยการบ่มแข็งที่อุณหภูมิ 680 (20) และทดสอบการคลายความเค้นที่อุณหภูมิ 760 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1,000 ชั่วโมง



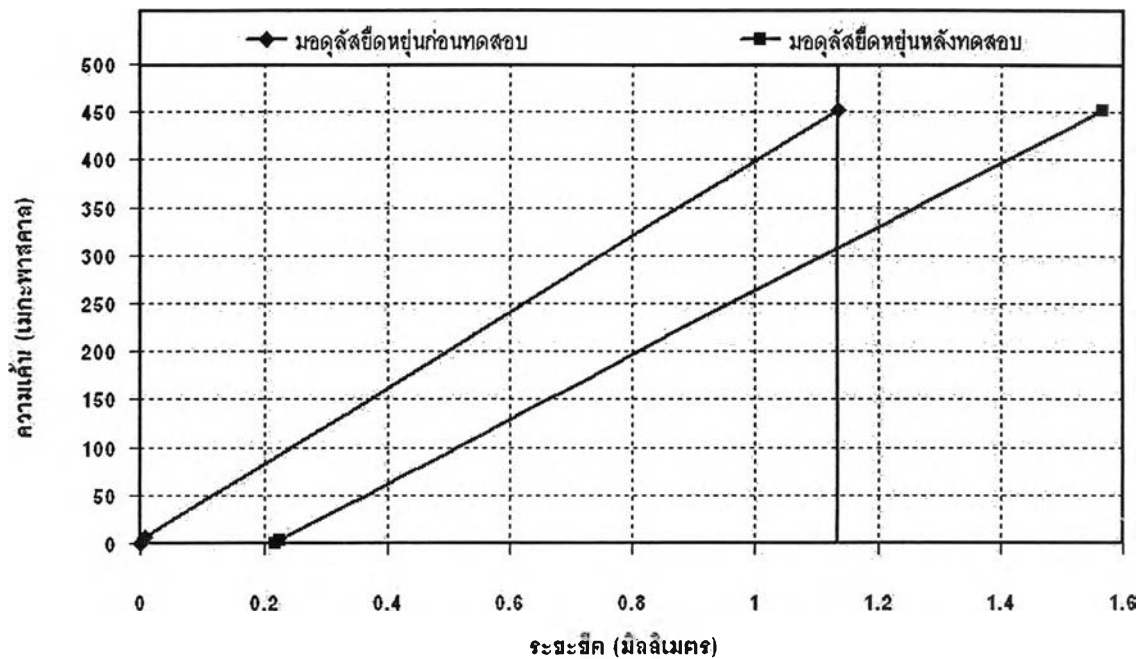
รูปที่ ๗8 กราฟความเค้น-ระยะยืดของสลักเกลียว หลังผ่านการอบละลายที่อุณหภูมิ 885 (24) ตามด้วยการบ่มแข็งที่อุณหภูมิ 760 (20) และทดสอบการคลายความเค้นที่อุณหภูมิ 760 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1,000 ชั่วโมง



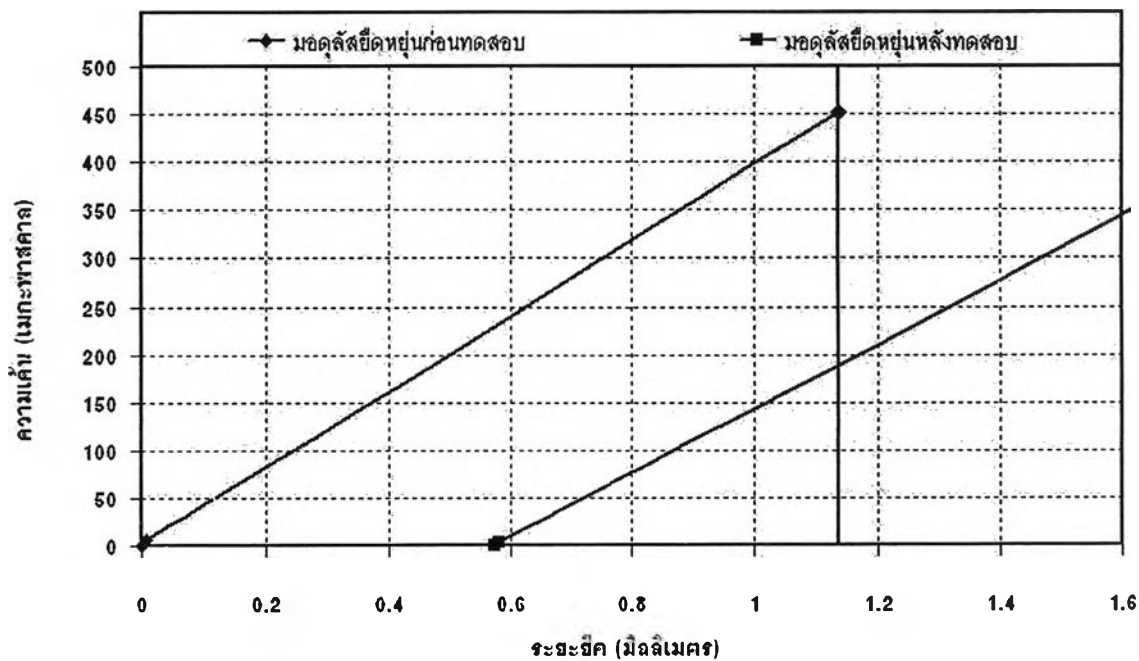
รูปที่ ๙9 กราฟความเค้น-ระยะยืดของสลักเกลียว หลังผ่านการอบละลายที่อุณหภูมิ 885 (24) ตามด้วยการบ่มแข็งที่อุณหภูมิ 680 (20) และทดสอบการคลายความเค้นที่อุณหภูมิ 650 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1,500 ชั่วโมง



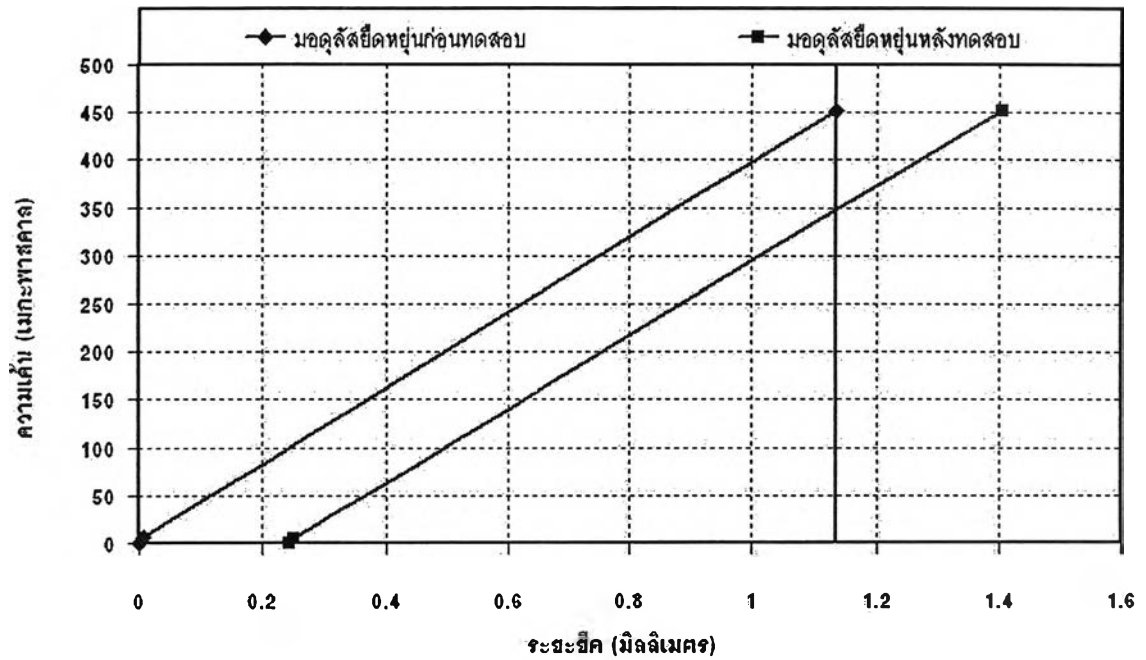
รูปที่ ๑10 กราฟความเค้น-ระยะยืดของสลักเกลียว หลังผ่านการอบละลายที่อุณหภูมิ 885 (24) ตามด้วยการบ่มแข็งที่อุณหภูมิ 760 (20) และทดสอบการคลายความเค้นที่อุณหภูมิ 650 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1,500 ชั่วโมง



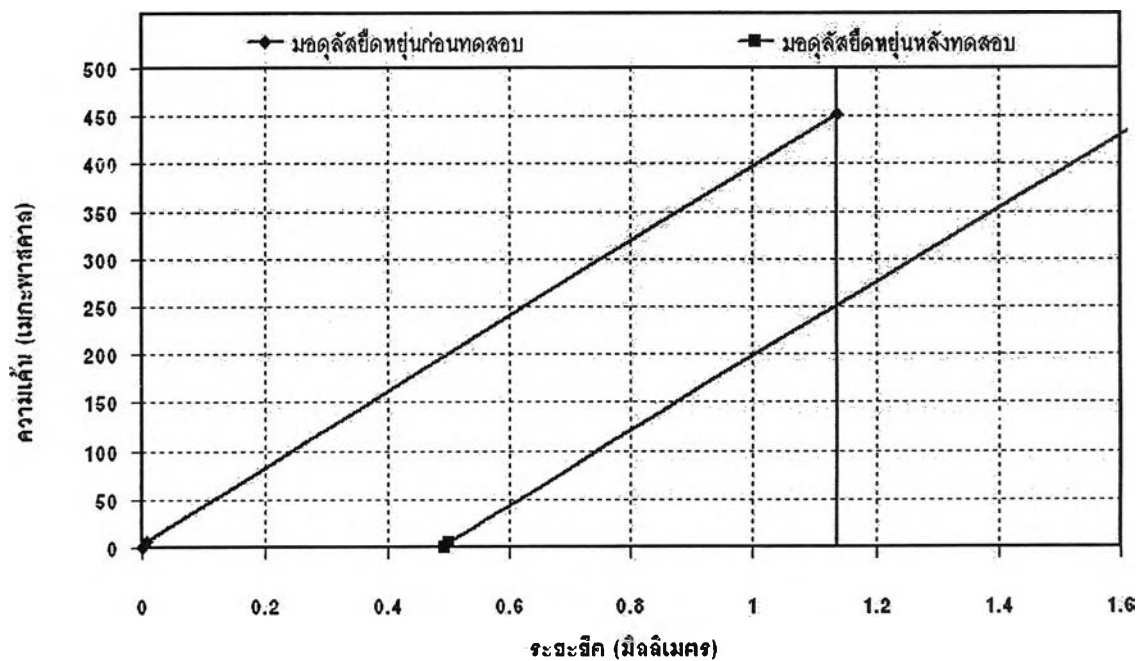
รูปที่ ๑11 กราฟความเค้น-ระยะยืดของสลักเกลียว หลังผ่านการอบละลายที่อุณหภูมิ 885 (24) ตามด้วยการบ่มแข็งที่อุณหภูมิ 680 (20) และทดสอบการคลายความเค้นที่อุณหภูมิ 760 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1,500 ชั่วโมง



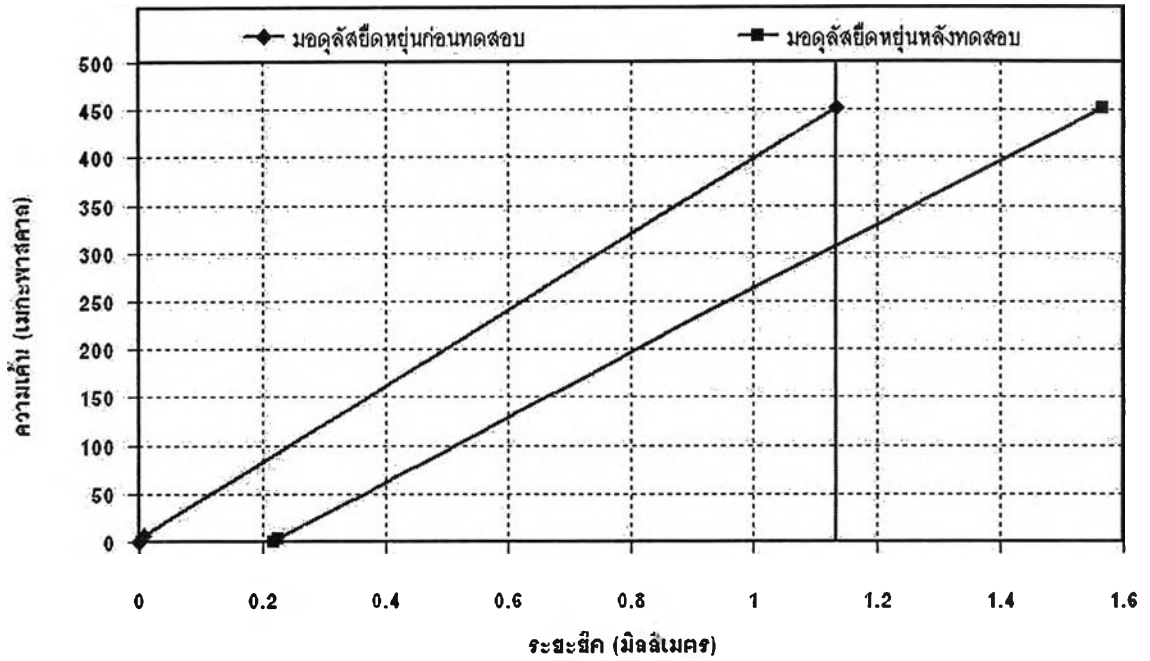
รูปที่ ๑12 กราฟความเค้น-ระยะยืดของสลักเกลียว หลังผ่านการอบละลายที่อุณหภูมิ 885 (24) ตามด้วยการบ่มแข็งที่อุณหภูมิ 760 (20) และทดสอบการคลายความเค้นที่อุณหภูมิ 760 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1,500 ชั่วโมง



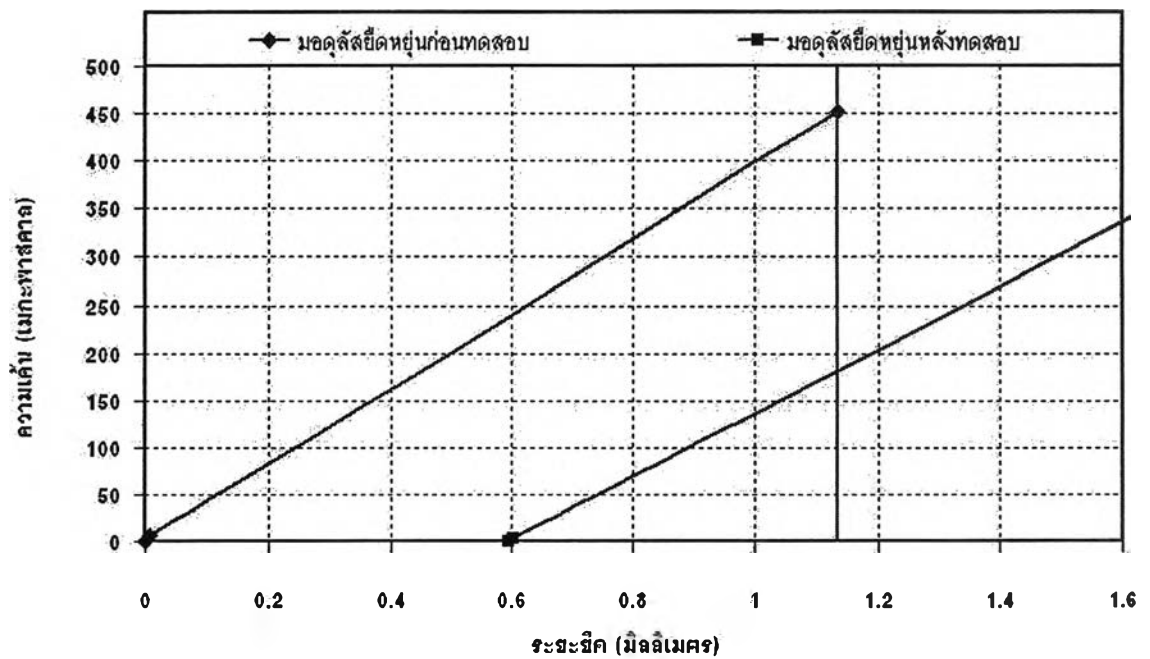
รูปที่ ๑13 กราฟความเค้น-ระยะยืดของสลักเกลียว หลังผ่านการอบละลายที่อุณหภูมิ 885 (24) ตามด้วยการอบแข็งที่อุณหภูมิ 680 (20) และทดสอบการคลายความเค้นที่อุณหภูมิ 650 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2,000 ชั่วโมง



รูปที่ ๑14 กราฟความเค้น-ระยะยืดของสลักเกลียว หลังผ่านการอบละลายที่อุณหภูมิ 885 (24) ตามด้วยการอบแข็งที่อุณหภูมิ 760 (20) และทดสอบการคลายความเค้นที่อุณหภูมิ 650 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2,000 ชั่วโมง



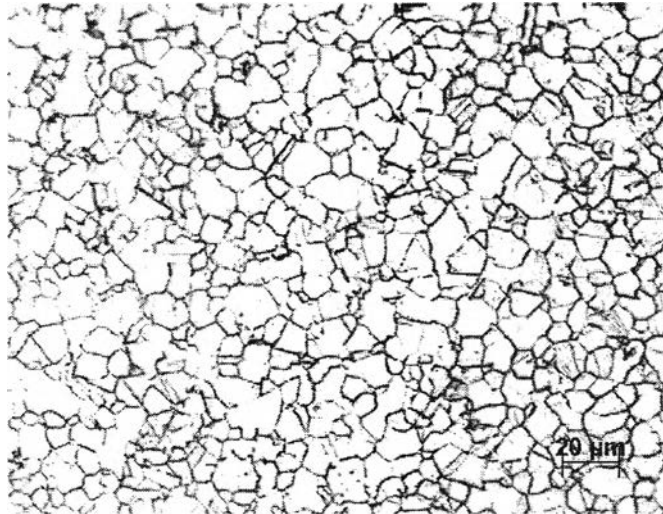
รูปที่ ๑15 กราฟความเค้น-ระยะยืดของสลักเกลียว หลังผ่านการอบละลายที่อุณหภูมิ 885 (24) ตามด้วยการบ่มแข็งที่อุณหภูมิ 680 (20) และทดสอบการคลายความเค้นที่อุณหภูมิ 760 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2,000 ชั่วโมง



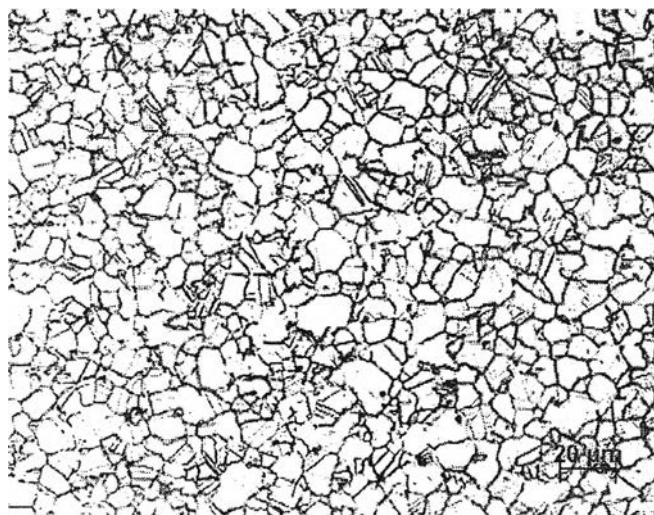
รูปที่ ๑16 กราฟความเค้น-ระยะยืดของสลักเกลียว หลังผ่านการอบละลายที่อุณหภูมิ 885 (24) ตามด้วยการบ่มแข็งที่อุณหภูมิ 760 (20) และทดสอบการคลายความเค้นที่อุณหภูมิ 760 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2,000 ชั่วโมง

ภาคผนวก ฉ.

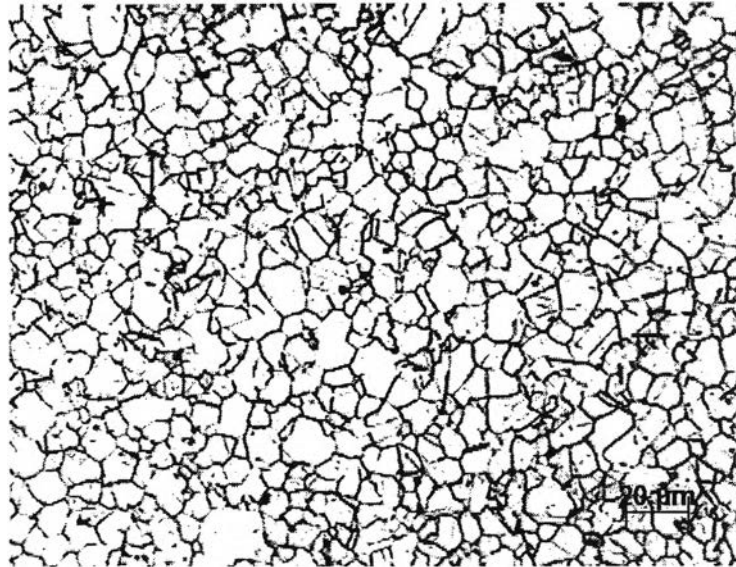
ตัวอย่างโครงสร้างจุลภาคของสลักเกลียวที่ทำจากอินโคเนล เอ็กซ์ 750 หลังทดสอบการคลายความเค้น ที่อุณหภูมิ 650 องศาเซลเซียส และ 760 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1,000 และ 1,500 ชั่วโมง แสดงในรูปที่ ฉ1 - ฉ8 ตามลำดับ



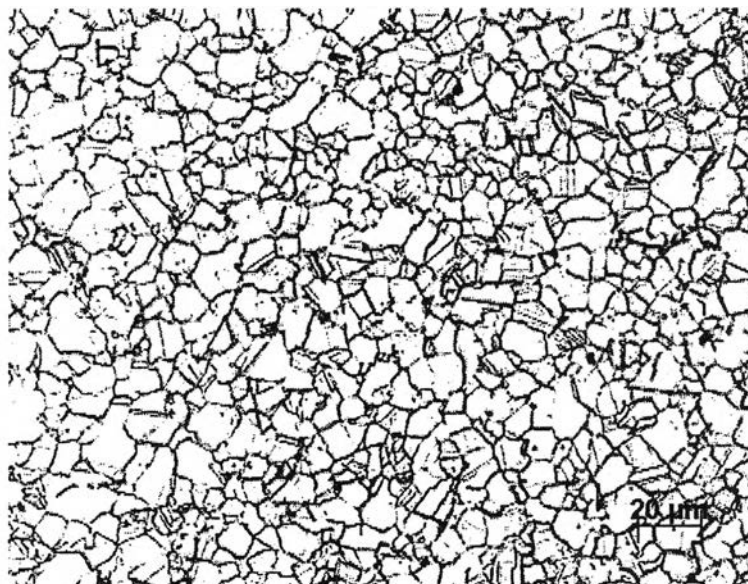
รูปที่ ฉ1 โครงสร้างจุลภาคของสลักเกลียวหลังผ่านการอบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 680 (20) และทดสอบการคลายความเค้นที่อุณหภูมิ 650 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1,000 ชั่วโมง ขนาดเกรน ASTM, G11 ที่กำลังขยาย 200 เท่า ถ่ายภาพโดยกล้องจุลทรรศน์แบบแสง



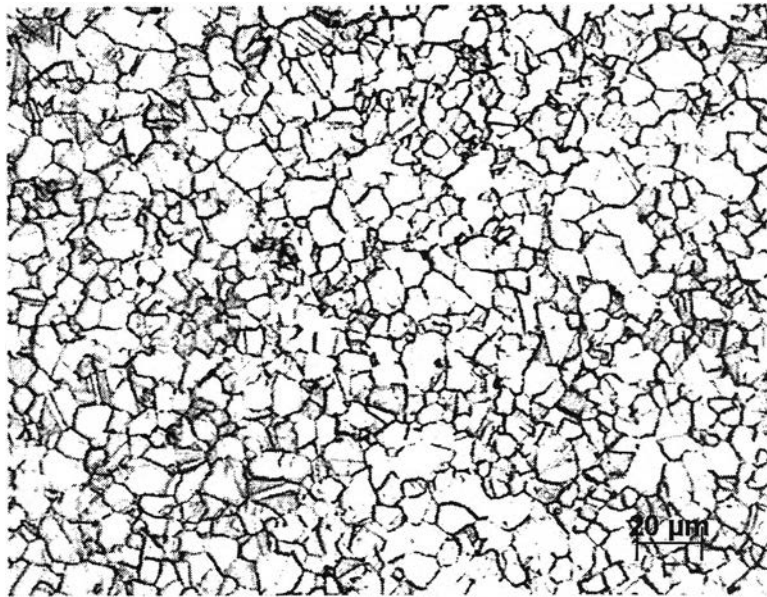
รูปที่ ฉ2 โครงสร้างจุลภาคของสลักเกลียวหลังผ่านการอบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 680 (20) และทดสอบการคลายความเค้นที่อุณหภูมิ 650 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1,500 ชั่วโมง ขนาดเกรน ASTM, G11 ที่กำลังขยาย 200 เท่า ถ่ายภาพโดยกล้องจุลทรรศน์แบบแสง



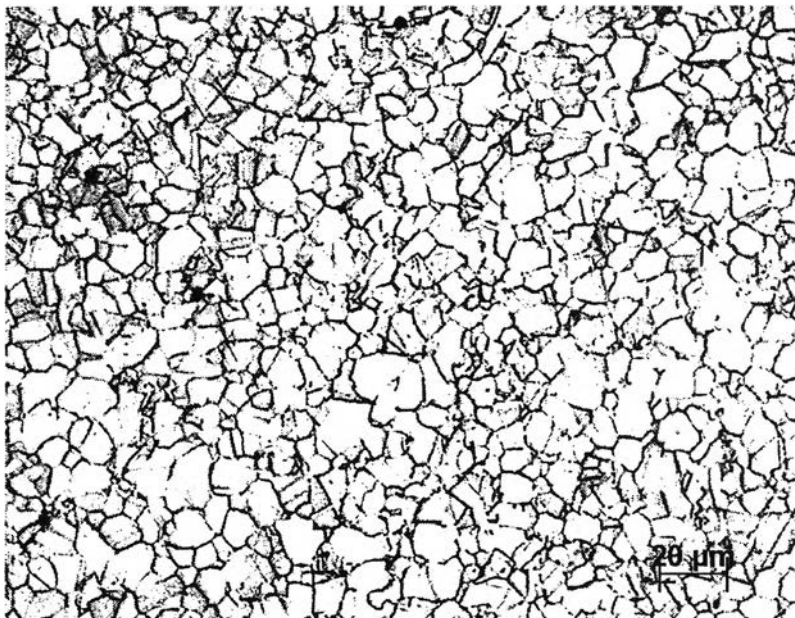
รูปที่ ๓ โครงสร้างจุลภาคของสลักเกลียวหลังผ่านการอบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 760 (20) และทดสอบการคลายความเค้นที่อุณหภูมิ 650 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1,000 ชั่วโมง ขนาดเกรน ASTM, G11 ที่กำลังขยาย 200 เท่า ถ่ายภาพโดยกล้องจุลทรรศน์แบบแสง



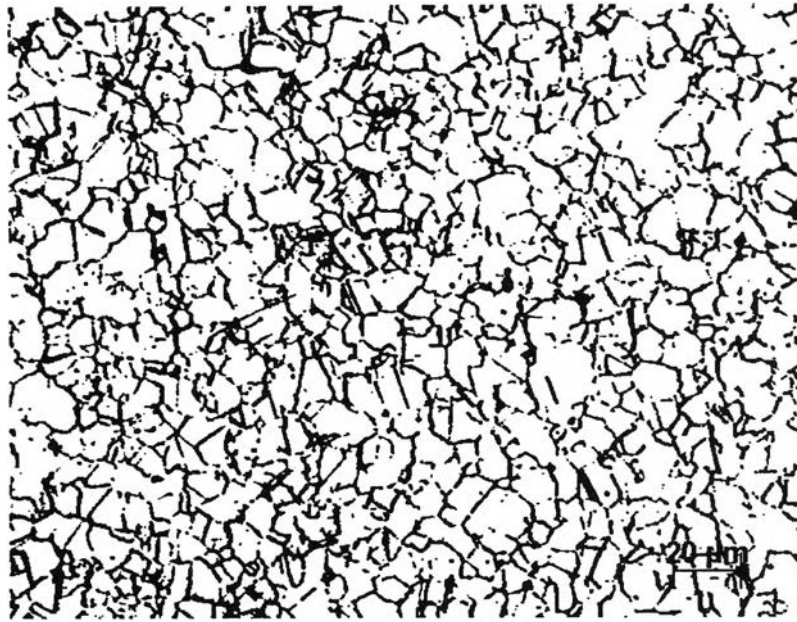
รูปที่ ๔ โครงสร้างจุลภาคของสลักเกลียวหลังผ่านการอบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 760 (20) และทดสอบการคลายความเค้นที่อุณหภูมิ 650 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1,500 ชั่วโมง ขนาดเกรน ASTM, G11 ที่กำลังขยาย 200 เท่า ถ่ายภาพโดยกล้องจุลทรรศน์แบบแสง



รูปที่ ๑5 โครงสร้างจุลภาคของสลักเกลียวหลังผ่านการอบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 680 (20) และทดสอบการคลายความเค้นที่อุณหภูมิ 760 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1,000 ชั่วโมง ขนาดเกรน ASTM, G11 ที่กำลังขยาย 200 เท่า ถ่ายภาพโดยกล้องจุลทรรศน์แบบแสง



รูปที่ ๑6 โครงสร้างจุลภาคของสลักเกลียวหลังผ่านการอบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 680 (20) และทดสอบการคลายความเค้นที่อุณหภูมิ 760 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1,500 ชั่วโมง ขนาดเกรน ASTM, G11 ที่กำลังขยาย 200 เท่า ถ่ายภาพโดยกล้องจุลทรรศน์แบบแสง



รูปที่ ๗ โครงสร้างจุลภาคของสลักเกลียวหลังผ่านการอบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 760 (20) และทดสอบการคลายความเค้นที่อุณหภูมิ 760 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1,000 ชั่วโมง ขนาดเกรน ASTM, G11 ที่กำลังขยาย 200 เท่า ถ่ายภาพโดยกล้องจุลทรรศน์แบบแสง

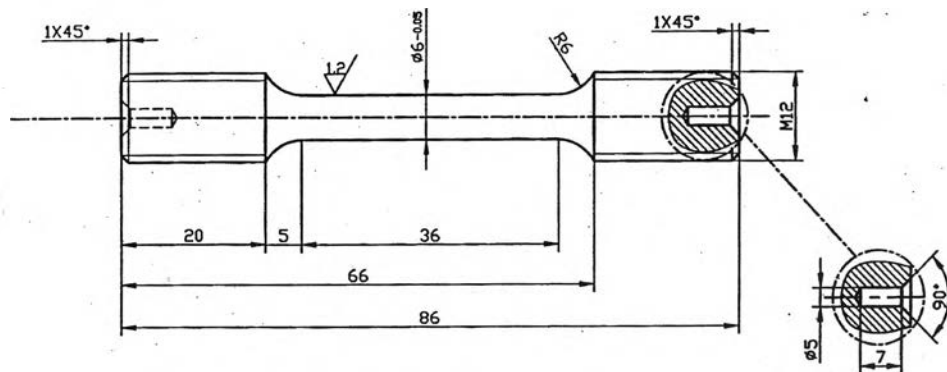


รูปที่ ๘ โครงสร้างจุลภาคของสลักเกลียวหลังผ่านการอบละลาย 885 (24) ตามด้วยบ่มแข็ง 760 (20) และทดสอบการคลายความเค้นที่อุณหภูมิ 760 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1,500 ชั่วโมง ขนาดเกรน ASTM, G11 ที่กำลังขยาย 200 เท่า ถ่ายภาพโดยกล้องจุลทรรศน์แบบแสง

ภาคผนวก ช.

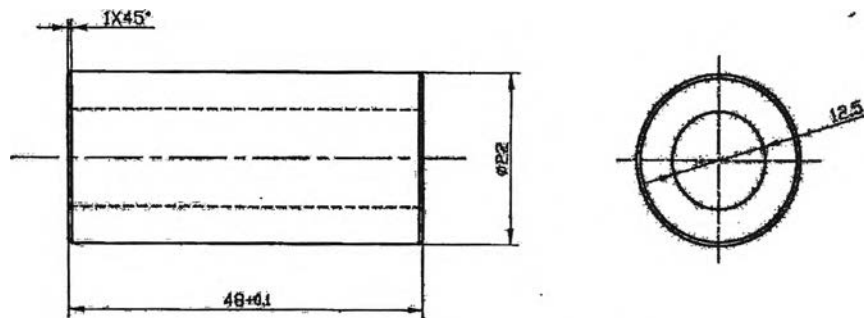
ขนาดรูปร่างของสลักเกลียว และปลอกสวมที่ทำจากอินโคเนล เอ็กซ์ 750 ในงานวิจัยนี้ ดังรูปที่ ช1 และ ช2 ตามลำดับ รูปร่างของสลักเกลียว ปลอกสวมและแป้นเกลียวที่ประกอบด้วยกันก่อนเข้าเตาทดสอบ แสดงในรูปที่ ช3

① $\frac{3.2}{\sqrt{\quad}} \left(\frac{1.2}{\sqrt{\quad}} \right)$

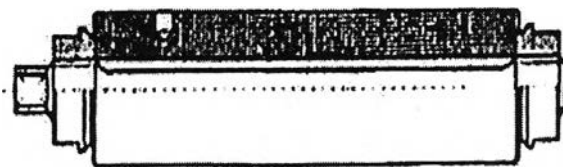


รูปที่ ช1 แบบของสลักเกลียวในการทดสอบ [16]

② $\frac{3.2}{\sqrt{\quad}}$



รูปที่ ช2 แบบของปลอกสวมในการทดสอบ [4]



รูปที่ ช3 รูปร่างของสลักเกลียว ปลอกสวมและแป้นเกลียวที่ประกอบด้วยกันก่อนเข้าเตาทดสอบ [4]

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ชื่อ-นามสกุล	นายวีระ ควรรเลี้ยง
วัน-เดือน-ปีเกิด	6 มิถุนายน 2524
ที่อยู่	101/1322 หมู่ 7 ถนนฉลองกรุง แขวงลำผักชี เขตหนองจอก กรุงเทพมหานคร 10530
วุฒิการศึกษา	- คุรุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (เกียรตินิยมอันดับ 1) สาขาวิศวกรรมเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปีการศึกษา 2545 - เข้าศึกษาระดับปริญญาโทบัณฑิต ภาคการศึกษาที่ 1/2546 ภาควิชาวิศวกรรมโลหการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ประวัติการทำงาน	- อาจารย์สอนวิชาเครื่องยนต์ โรงเรียนดอนบอสโก กรุงเทพ ฯ
2546 - 2547	

