

บทที่ 6

ผลการทดลอง และ การวิเคราะห์ข้อมูล

6.1 ผลการทดลองการคำนวณหาความกว้างของแผ่นเหล็กในการผลิตท่อ

จากการทดลองทำการผลิตท่อตัวอย่างด้วยความกว้างแผ่นเหล็ก 273 มม., 272 มม. และ 271 มม. และทำการเก็บข้อมูลจากท่อตัวอย่างที่ผลิตได้ในแต่ละความกว้างแผ่นเหล็กต่างๆ กัน ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 6 - 1 , 6 - 2 และ 6 - 3

* **หมายเหตุ** การคำนวณค่าเฉลี่ย(X) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(SD) แสดงในภาคผนวก ข.

6.2 ผลการทดลองการคำนวณหาจำนวน Strip บนเหล็กม้วน(Coil)

ผลการเก็บข้อมูลเศษเหลือของโลหะจากการตัดเหล็กม้วน (Coil) ของโรงงานตัวอย่างในช่วงระหว่างเดือนมีนาคม 2538 ถึงเดือน พฤษภาคม 2538 สามารถแสดงได้ในตารางที่ 6-4

ตารางที่ 6-4 แสดงน้ำหนักของเศษโลหะที่เหลือจากการตัดเหล็กม้วน(Coil) ระหว่างเดือนมีนาคม 2538 ถึงเดือน พฤษภาคม 2538

เดือน	น้ำหนัก Coil (Kg)	น้ำหนัก เศษ (Kg)	ร้อยละของเศษโลหะเทียบกับน้ำหนัก Coil
มีนาคม 2538	3,680,150	64,241	1.74
เมษายน 2538	1,872,605	45,328	2.42
พฤษภาคม 2538	2,079,149	46,863	2.25
รวม	7,631,904	156,432	2.04

จากการนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการจัดวาง Strip บนเหล็กม้วน (Coil) โดยทดลองใช้ในเดือนมิถุนายน 2538 ถึงเดือนกันยายน 2538 และได้ผลแสดงปริมาณเศษเหลือของโลหะจากการตัดเหล็กม้วน (Coil) ได้ในตารางที่ 6-5

ตารางที่ 6-5 แสดงน้ำหนักของเศษโลหะที่เหลือจากการตัด Coil ระหว่างเดือนมิถุนายน 2538 - กันยายน 2538

เดือน	น้ำหนัก Coil (Kg)	น้ำหนัก เศษ (Kg)	ร้อยละของเศษโลหะเทียบ กับน้ำหนัก Coil
มิถุนายน 2538	3,129,796	49,254	1.55
กรกฎาคม 2538	3,371,324	63,902	1.86
สิงหาคม 2538	3,951,366	79,920	1.98
กันยายน 2538	4,300,176	76,656	1.75
รวม	14,752,662	269,732	1.82

ตารางที่ 6-1 แสดงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อ 3" ความหนาผนังท่อ 4.0 มม. ที่ผลิตโดยใช้ความกว้างแผ่นเหล็ก 273 มม.

ลำดับที่	เส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก(มม.)				ความหนา(มม.)				น้ำหนัก/ความยาว (กก./ม.)	ความแข็งแรงของรอยเชื่อม			
	ตำแหน่งที่				ตำแหน่งที่					ตำแหน่งที่			
	1	2	3	4	1	2	3	4		1	2	3	4
1	88.74	88.81	88.70	88.90	4.0	4.05	4.0	4.0	8.62	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
2	89.02	88.82	88.71	88.81	3.95	4.0	3.95	4.0	8.47	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
3	88.91	88.71	88.92	88.83	4.0	4.05	4.0	4.05	8.54	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
4	88.73	88.80	88.70	88.71	4.0	3.95	4.05	4.0	8.61	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
5	89.04	88.83	88.90	88.84	4.05	4.0	4.0	4.05	8.66	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
6	88.73	88.86	88.85	88.72	4.05	4.0	3.95	4.0	8.65	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
7	89.01	88.75	88.74	88.90	4.0	4.05	4.0	4.0	8.50	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
8	88.81	88.94	89.02	88.70	4.0	3.95	4.05	4.0	8.51	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
9	88.72	88.72	88.71	88.82	4.0	4.0	4.05	4.0	8.48	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
10	89.04	88.72	88.71	88.83	4.05	4.0	3.95	4.0	8.58	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
11	88.72	88.83	89.02	89.03	4.05	4.0	4.0	4.05	8.58	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
12	89.05	89.02	88.84	89.00	4.0	3.95	4.0	4.05	8.63	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
13	88.90	88.72	88.92	89.01	4.05	4.0	4.0	4.0	8.62	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน

ตารางที่ 6-1 (ต่อ) แสดงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อ 3" ความหนาผนังท่อ 4.0 มม. ที่ผลิตโดยใช้ความกว้างแผ่นเหล็ก 273 มม.

ลำดับที่	เส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก(มม.)				ความหนา(มม.)				น้ำหนัก/ความยาว (กก./ม.)	ความแข็งแรงของรอยเชื่อม			
	ตำแหน่งที่				ตำแหน่งที่					ตำแหน่งที่			
	1	2	3	4	1	2	3	4		1	2	3	4
14	88.72	88.91	88.76	88.90	4.0	3.95	4.0	4.05	8.47	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
15	89.03	88.86	89.03	89.01	4.0	4.0	4.0	4.0	8.53	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
16	88.71	88.91	88.92	88.71	4.0	4.05	3.95	4.0	8.58	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
17	88.92	88.74	88.76	88.82	4.0	4.0	4.0	4.05	8.52	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
18	88.87	88.90	88.91	88.70	4.0	3.95	4.0	4.05	8.46	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
19	88.91	88.70	89.02	88.73	4.05	4.0	4.05	4.0	8.47	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
20	89.03	88.81	88.72	89.02	4.0	3.95	4.0	4.0	8.55	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
21	88.71	89.05	88.82	88.90	4.0	4.0	4.0	3.95	8.56	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
22	89.00	88.92	88.95	88.71	4.05	4.0	4.05	4.0	8.53	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
23	89.01	88.74	89.04	89.02	4.0	4.05	4.0	4.05	8.51	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
24	88.91	89.03	88.85	88.92	4.0	4.0	4.0	4.0	8.63	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
25	88.81	89.04	88.92	88.93	4.0	4.05	4.0	4.0	8.56	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
$\bar{X} \pm SD$	88.884 \pm 0.117				4.007 \pm 0.007				8.553 \pm 0.07				

ตารางที่ 6-2 แสดงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อ 3" ความหนาผนังท่อ 4.0 มม. ที่ผลิตโดยใช้ความกว้างแผ่นเหล็ก 272 มม.

ลำดับที่	เส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก(มม.)				ความหนา(มม.)				น้ำหนัก/ความยาว (กก./ม.)	ความแข็งแรงของรอยเชื่อม			
	ตำแหน่งที่				ตำแหน่งที่					ตำแหน่งที่			
	1	2	3	4	1	2	3	4		1	2	3	4
1	88.60	88.52	88.64	88.54	4.0	4.0	4.0	4.05	8.51	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
2	88.70	88.80	88.51	88.72	3.95	4.0	4.0	4.0	8.49	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
3	88.56	88.70	88.54	88.51	4.0	4.0	4.05	4.0	8.52	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
4	88.81	88.63	88.80	88.82	4.0	3.95	4.0	4.0	8.49	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
5	88.62	88.58	88.70	88.52	4.0	4.0	4.0	4.0	8.64	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
6	88.83	88.73	88.51	88.62	3.95	4.0	4.0	4.0	8.63	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
7	88.51	88.52	88.71	88.52	4.0	4.05	4.0	4.0	8.63	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
8	88.70	88.64	88.82	88.66	4.0	4.0	3.95	4.0	8.64	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
9	88.81	88.56	88.72	88.63	4.0	4.0	4.0	4.0	8.58	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
10	88.65	88.71	88.81	88.80	4.0	3.95	4.0	4.0	8.46	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
11	88.75	88.82	88.54	88.75	4.0	4.0	4.05	4.0	8.47	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
12	88.55	88.72	88.81	88.70	4.05	4.0	4.0	4.0	8.53	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
13	88.55	88.60	88.80	88.53	4.0	4.0	4.0	4.0	8.54	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน

ตารางที่ 6-2 (ต่อ) แสดงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อ 3" ความหนาผนังท่อ 4.0 มม. ที่ผลิตโดยใช้ความกว้างแผ่นเหล็ก 272 มม.

ลำดับที่	เส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก(มม.)				ความหนา(มม.)				น้ำหนัก/ความยาว (กก./ม.)	ความแข็งแรงของรอยเชื่อม			
	ตำแหน่งที่				ตำแหน่งที่					ตำแหน่งที่			
	1	2	3	4	1	2	3	4		1	2	3	4
14	88.72	88.74	88.83	88.65	4.0	3.95	4.05	4.0	8.64	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
15	88.54	88.82	88.70	88.84	4.0	4.0	4.0	4.0	8.45	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
16	88.82	88.61	88.55	88.83	4.0	4.05	4.0	4.0	8.58	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
17	88.72	88.54	88.52	88.70	4.0	4.0	3.95	4.0	8.58	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
18	88.50	88.71	88.81	88.80	4.0	4.0	4.0	4.0	8.60	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
19	88.83	88.82	88.63	88.54	4.0	3.95	4.0	4.0	8.63	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
20	88.60	88.80	88.52	88.74	4.05	4.0	4.0	3.95	8.59	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
21	88.84	88.66	88.73	88.82	4.0	4.0	4.0	4.05	8.47	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
22	88.53	88.75	88.83	88.61	3.95	4.0	3.95	4.0	8.60	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
23	88.81	88.82	88.53	88.64	4.0	4.0	4.0	4.0	8.61	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
24	88.81	88.64	88.80	88.82	4.0	4.05	4.0	4.0	8.57	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
25	88.62	88.83	88.71	88.80	4.0	4.0	4.0	4.0	8.64	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
$\bar{x} \pm SD$	88.706 \pm 0.118				3.995 \pm 0.0005				8.561 \pm 0.079	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน

ตารางที่ 6-3 แสดงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อ 3" ความหนาผนังท่อ 4.0 มม. ที่ผลิตโดยใช้ความกว้างแผ่นเหล็ก 271 มม.

ลำดับที่	เส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก(มม.)				ความหนา(มม.)				น้ำหนัก/ความยาว (กก./ม.)	ความแข็งแรงของรอยเชื่อม			
	ตำแหน่งที่				ตำแหน่งที่					ตำแหน่งที่			
	1	2	3	4	1	2	3	4		1	2	3	4
1	88.42	88.31	88.55	88.40	4.05	4.0	4.0	4.0	8.58	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
2	88.62	88.44	88.54	88.30	4.0	4.0	3.95	4.0	8.44	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
3	88.41	88.51	88.33	88.42	4.0	4.0	4.0	4.0	8.42	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
4	88.52	88.31	88.54	88.40	4.0	4.05	4.0	4.0	8.60	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
5	88.53	88.32	88.43	88.56	4.0	3.95	4.0	4.0	8.56	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
6	88.46	88.62	88.40	88.33	4.0	4.0	4.0	4.05	8.48	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
7	88.32	88.53	88.46	88.66	4.0	4.0	4.0	4.0	8.43	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
8	88.41	88.61	88.32	88.53	4.0	4.0	4.0	3.95	8.54	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
9	88.63	88.44	88.63	88.46	4.05	4.0	4.0	4.0	8.42	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
10	88.60	88.34	88.64	88.42	4.0	3.95	4.0	4.0	8.48	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
11	88.47	88.52	88.50	88.30	4.0	4.0	4.0	4.05	8.58	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
12	88.31	88.40	88.62	88.43	4.0	4.0	4.0	4.0	8.43	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
13	88.61	88.32	88.64	88.39	4.0	4.0	4.0	4.0	8.43	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน

ตารางที่ 6-3 (ต่อ) แสดงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อ 3" ความหนาผนังท่อ 4.0 มม. ที่ผลิตโดยใช้ความกว้างแผ่นเหล็ก 271 มม.

ลำดับที่	เส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก(มม.)				ความหนา(มม.)				น้ำหนัก/ความยาว (กก./ม.)	ความแข็งแรงของรอยเชื่อม			
	ตำแหน่งที่				ตำแหน่งที่					ตำแหน่งที่			
	1	2	3	4	1	2	3	4		1	2	3	4
14	88.36	88.63	88.42	88.52	4.0	4.05	4.0	4.0	8.60	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
15	88.40	88.63	88.33	88.42	4.05	4.0	4.0	4.0	8.53	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
16	88.30	88.44	88.63	88.35	4.0	4.0	3.95	4.0	8.47	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
17	88.53	88.42	88.52	88.38	4.05	4.0	4.0	4.05	8.53	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
18	88.36	88.60	88.46	88.42	4.0	4.0	4.0	4.0	8.58	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
19	88.50	88.39	88.51	88.36	4.0	4.0	4.05	4.0	8.45	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
20	88.61	88.47	88.54	88.52	4.0	4.0	4.0	4.0	8.40	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
21	88.34	88.62	88.32	88.48	4.0	3.95	4.0	4.0	8.41	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
22	88.63	88.49	88.52	88.54	4.05	4.0	4.0	4.0	8.48	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
23	88.64	88.31	88.42	88.50	4.0	4.0	4.0	4.0	8.47	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
24	88.52	88.46	88.63	88.36	4.0	4.05	4.0	4.0	8.42	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
25	88.38	88.51	88.36	88.50	4.0	4.0	4.0	4.0	8.52	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
$\bar{x} \pm sD$	88.482 \pm 0.108				4.003 \pm 0.003				8.493 \pm 0.065				

6.3 สรุปผลการทดลอง

6.3.1 การคำนวณความกว้างหน้าเหล็กที่ใช้ในการผลิตท่อกลม

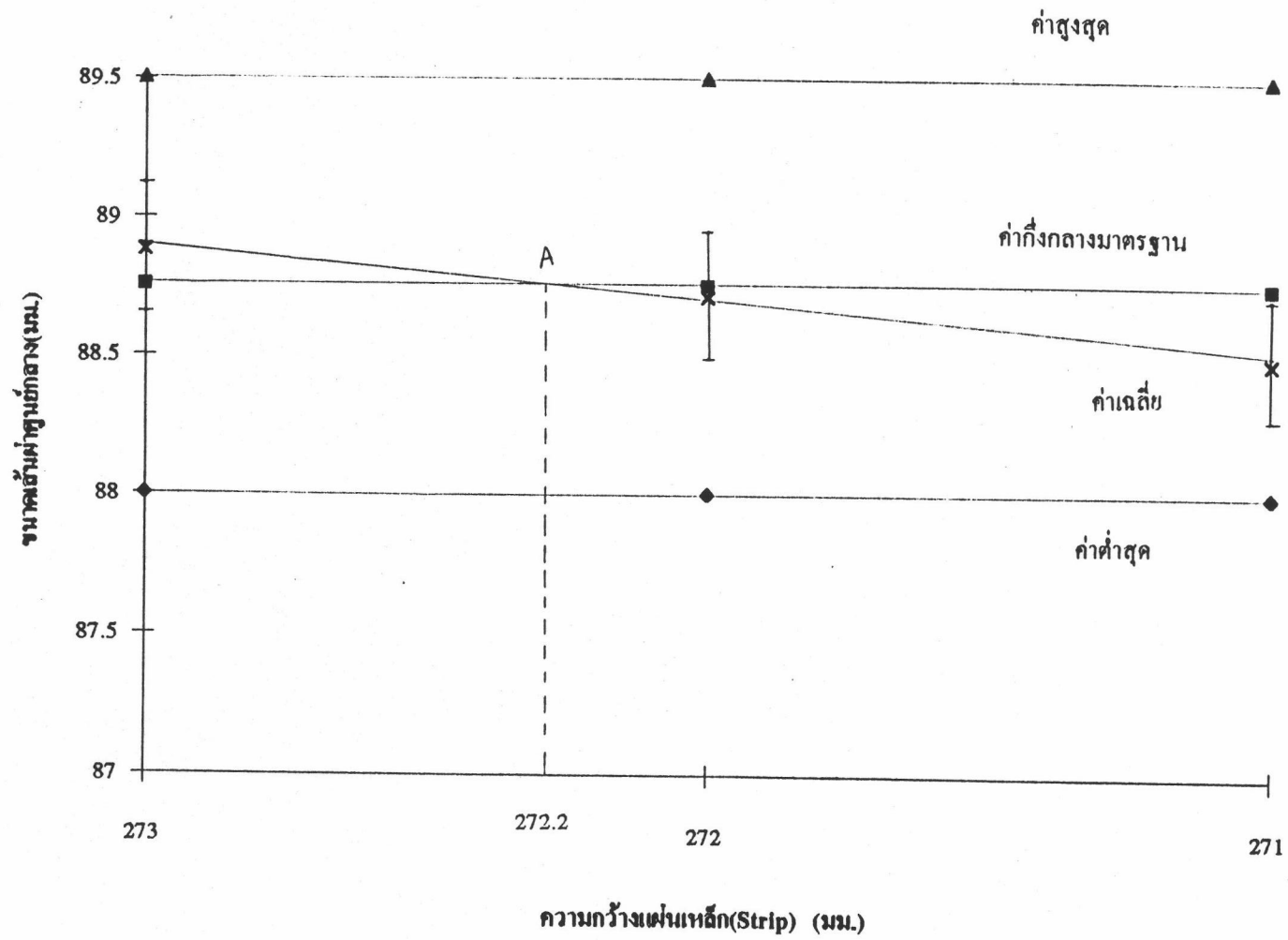
จากตารางที่ 6-1, 6-2 และ 6-3 สามารถสรุปการเปรียบเทียบผลการทดลองได้ดังแสดงในตารางที่ 6-6

ตารางที่ 6-6 สรุปการเปรียบเทียบผลการทดลองความกว้างหน้าเหล็กขนาด 273, 272 และ 271 ตามลำดับ

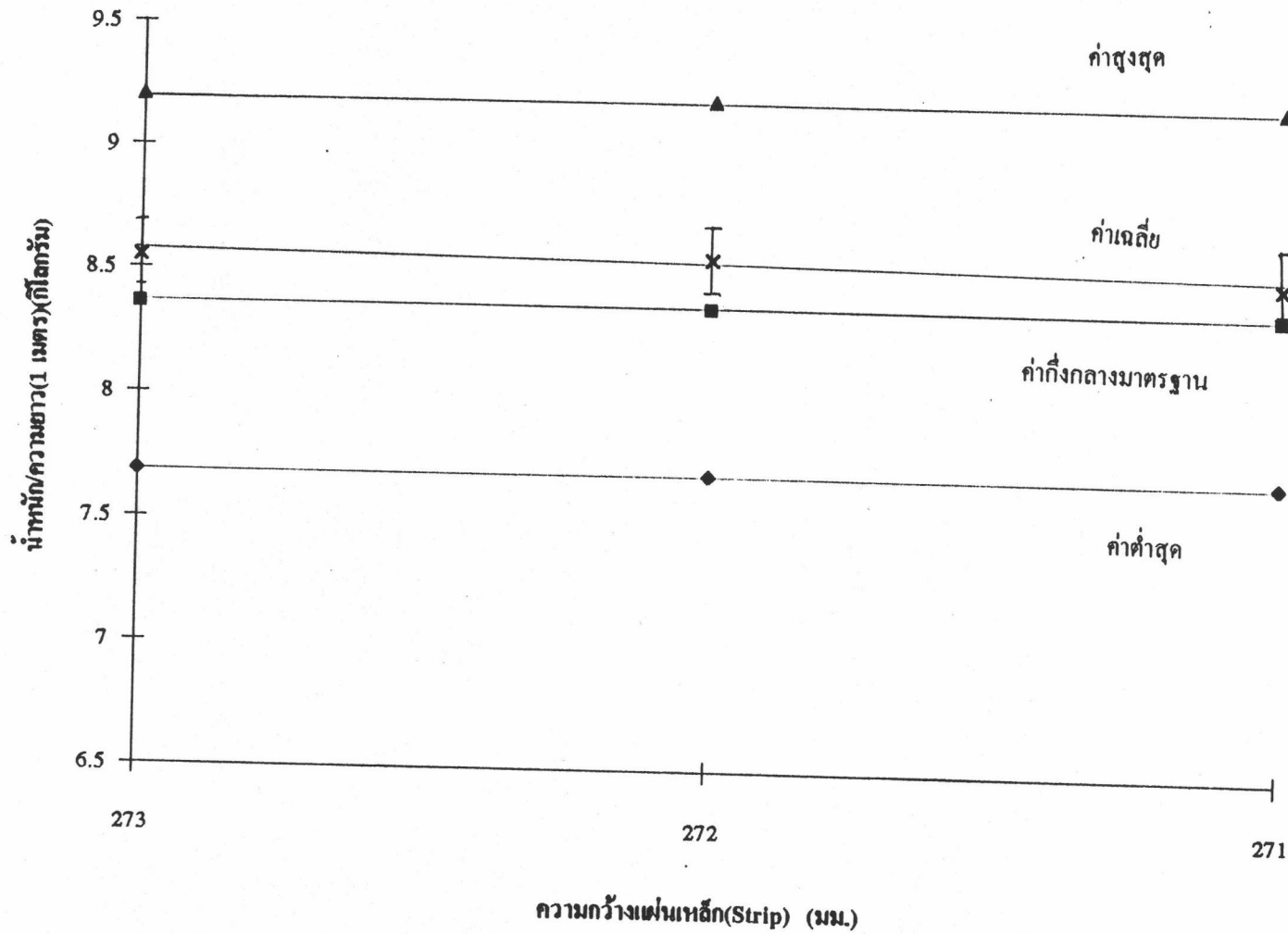
ขนาดความกว้างเหล็ก ที่ใช้ทดลอง (มม.)	เส้นผ่าศูนย์กลาง		น้ำหนัก/ความยาว		ความหนาผนังท่อ	
	เฉลี่ย (มม.)	ส่วนเบี่ยง เบน มาตรฐาน	เฉลี่ย (กก.)	ส่วนเบี่ยง เบน มาตรฐาน	เฉลี่ย (มม.)	ส่วนเบี่ยง เบน มาตรฐาน
273	88.88	0.117	8.55	0.07	4.00	0.007
272	88.71	0.118	8.56	0.08	3.99	0.005
271	88.48	0.108	8.49	0.06	4.00	0.003
ค่ากึ่งกลางมาตรฐาน	88.75		8.36		4.0	
เกณฑ์ความคลาด เคลื่อน	± 0.75		+ 0.83 - 0.66		+ ไม่จำกัด - 0.5	

จากตารางที่ 6-6 เมื่อนำค่าเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย น้ำหนัก/ความยาวเฉลี่ย ความหนาผนังท่อเฉลี่ย มาแสดงเป็นกราฟจะได้กราฟดังแสดงในรูปที่ 6-1 6-2 และ 6-3

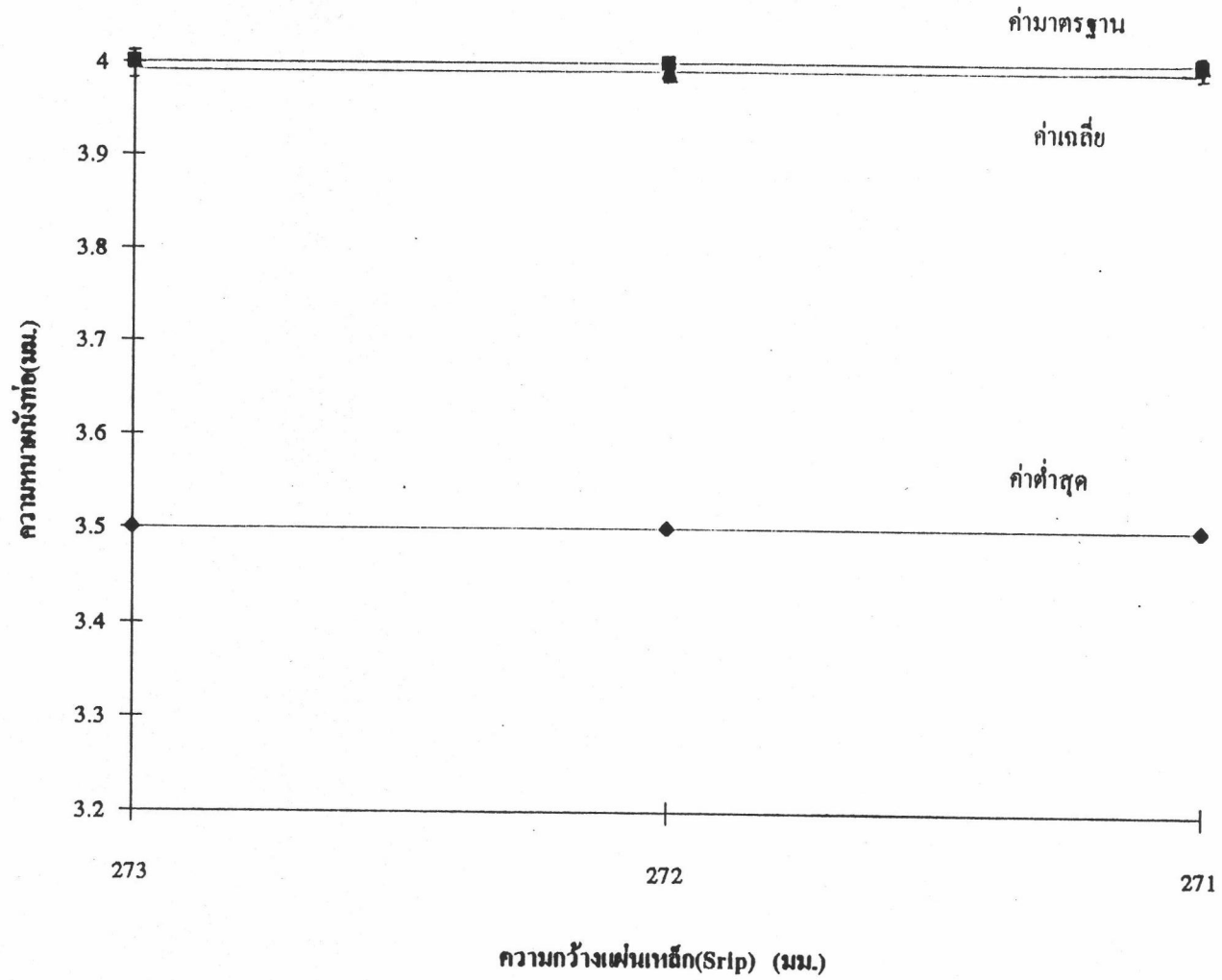
จากกราฟรูปที่ 6-1 พบว่าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อที่ได้จากการผลิตโดยใช้ความกว้างแผ่นเหล็กต่างกัน 3 ขนาด มีแนวโน้มลดลงตามขนาดของความกว้างแผ่นเหล็กที่เล็กลง ดังนั้นเมื่อทำการลากเส้นกราฟตามแนวโน้มของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางพบว่าเส้นกราฟจะตัดกับเส้นผ่าศูนย์กลางมาตรฐานที่จุด A จากนั้นลากเส้นจากจุดตัดของเส้นกราฟ มาตั้งฉากกับแกนขนาดความกว้างแผ่นเหล็กจะได้ขนาดความกว้างแผ่นเหล็กที่ควรใช้ในการผลิต คือ 272.2 มม. ซึ่งเมื่อเทียบกับขนาดความกว้างแผ่นเหล็กที่คำนวณได้โดยยังไม่รวมระยะเผื่อ คือ 269 มม. จะเห็นได้ว่าระยะเผื่อจะต้องมีค่า 3.2 มม.



รูปที่ 6 - 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ความกว้างแผ่นเหล็ก(Strip) และขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก



รูปที่ 6 - 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ความกว้างแผ่นเหล็ก(Strip) และน้ำหนัก / ความยาว(1 เมตร)



รูปที่ 6 - 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ความกว้างแผ่นเหล็ก(Strip) และความหนาผนังท่อ

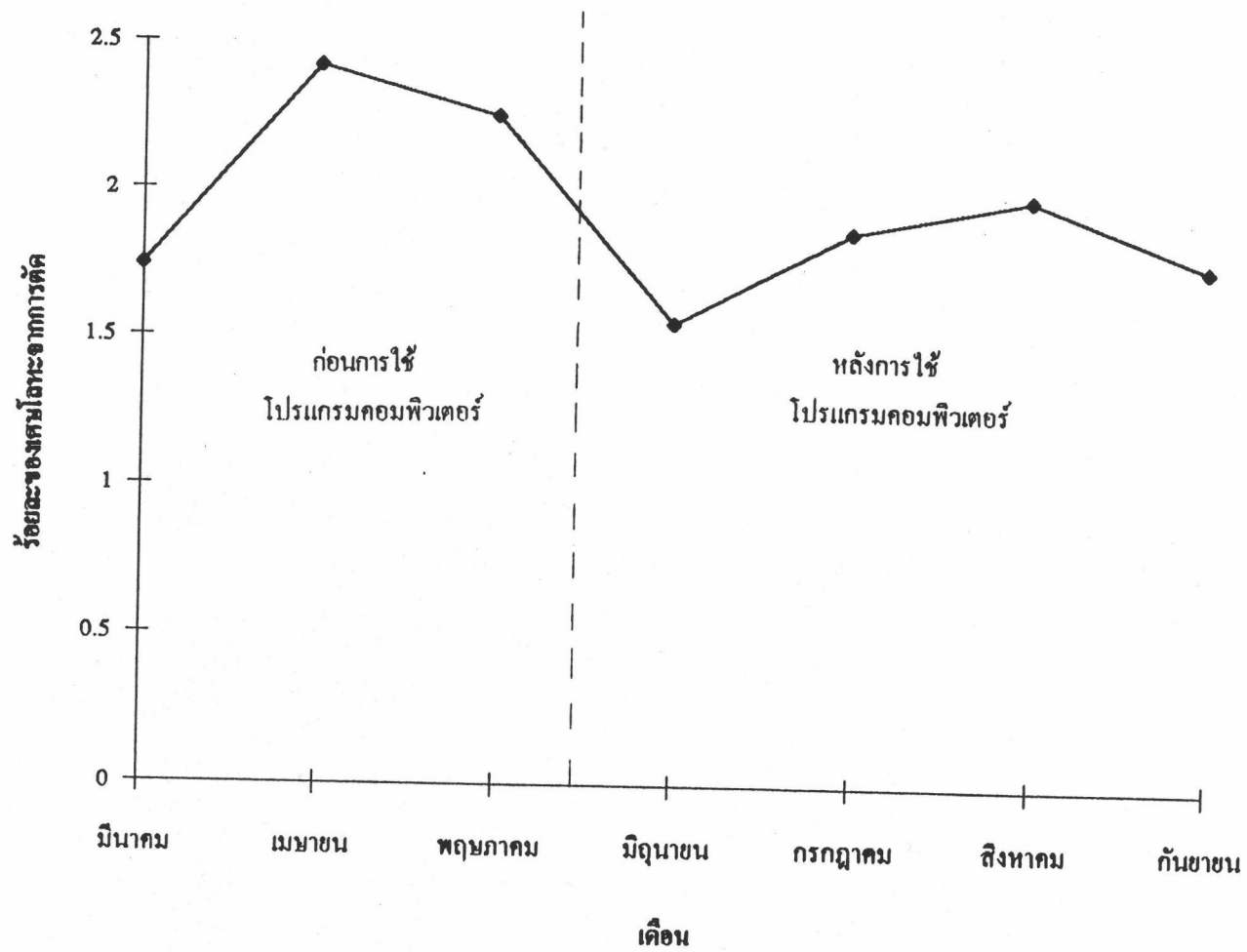
จากกราฟรูปที่ 6-2 และ 6-3 จะเห็นได้ว่าค่าเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยของท่อที่ทำการผลิตจากความกว้างแผ่นเหล็กทั้ง 3 ขนาดและน้ำหนัก/ความยาว(1 เมตร)เฉลี่ย มีแนวโน้มลดลงตามขนาดของความกว้างแผ่นเหล็กที่ใช้ ส่วนความหนาผนังท่อเฉลี่ยจะมีแนวโน้มค่าคงที่ทุกขนาดความกว้างแผ่นเหล็กที่ใช้ในการผลิต

ดังนั้นเมื่อพิจารณาขนาดความกว้างแผ่นเหล็กที่เหมาะสมสำหรับการผลิตท่อขนาด 3 นิ้ว จะพบว่าขนาดความกว้าง 272.2 มิลลิเมตร เป็นค่าที่เหมาะสมมากที่สุดเพราะจะทำให้ค่าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตรงมาตรฐานที่สุด และมีค่าน้ำหนัก/ความยาว(1 เมตร) ความหนาผนังท่อเป็นไปตามข้อกำหนด

6.3.2 การทดลองการจัดวาง Strip บนเหล็กม้วน(Coil)

จากตารางที่ 6-4 และ 6-5 สามารถนำค่าร้อยละของเศษโลหะจากการตัดเหล็กม้วนก่อนการทดลองใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์และหลังการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการคำนวณการจัดวางแผ่นเหล็ก(Strip) มาแสดงเป็นกราฟเปรียบเทียบกันดังแสดงในรูปที่ 6-4

จากกราฟรูปที่ 6-4 จะเห็นได้ว่าค่าร้อยละของเศษโลหะที่เหลือจากการตัดเหล็กม้วนหลังการนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาใช้ในการคำนวณการจัดวางแผ่นเหล็ก(Strip) มีค่าลดลงจากเดิมร้อยละ 2.04 เหลือเพียงร้อยละ 1.82



รูปที่ 6 - 4 แสดงร้อยละของเศษโลหะจากการตัดก่อนและหลังการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์