บทที่ 3

การทดลอง

3.1 วัสดุที่ใช้ในการวิจัย

3.1.1 เหล็กแผ่นที่ผ่านการรีดร้อนจากโรงงานโดยมีอุณหภูมิในขณะการทำการรีดละเอียดและอุณหภูมิในการม้วนดังระบุไว้ในตารางที่ 3.2 โดยเหล็กแผ่นรีดร้อนถูกกำหนดให้มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1.1.1 เหล็กแผ่นเป็นเหล็กเกรด HR1 ซึ่งมีส่วนผสมดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ส่วนผสมทางเคมีของเหล็กแผ่นรีดร้อนที่ใช้ในการทดลอง

C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Al	Cu	N
0.06	0.01	0.26	0.011	0.009	0.02	0.03	0.06	0.03	< 0.0008
0.05	0.01	0.26	0.012	0.008	0.03	0.03	0.06	0.04	<0.0008
0.05	0.03	0.27	0.07	0.004	0.02	0.03	0.05	0.04	<0.0013

3.1.1.2 ชิ้นงานจะถูกแบ่งตามอุณหภูมิรีดละเอียด และอุณหภูมิม้วนแผ่นเหล็กดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 สัญลักษณ์ของชิ้นงานที่แทนชิ้นงานที่มีอุณหภูมิรีดละเอียดและอุณหภูมิม้วนต่างๆ

สัญลักษณ์	FT	CT	จำนวน
A	870	540	2
B	860	570	3
C	860	610	3
D	860	680	3
E	890	680	3
F	910	720	2

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.2.1 เครื่องทดสอบแรงดึง

3.2.2 เครื่องตัดชิ้นงาน

3.2.3 กล้องจุลทรรศน์แสง

3.2.4 เครื่องขัดชิ้นงาน

3.2.5 เครื่องอัดเรซินแบบให้ความร้อน(hot mount)

3.2.6 เรซินสำหรับยึดชิ้นงาน

3.2.7 กระดาษทราย ผ้าสักหลาดและ ผงอะลูมินา สำหรับขัดชิ้นงาน

3.3 วิธีการดำเนินการวิจัย

3.3.1 ทำการกำหนด กลุ่มตัวอย่างจาก สายการผลิตของทางโรงงานที่มีอยู่แล้ว

3.3.2 ตัดเหล็กแผ่นรีดร้อนเป็นชิ้นงานขนาด 40 × 200 มิลลิเมตรใน 3 ทิศทางดังนี้คือ ทิศทางขนานกับแนวรีด ทิศทางตั้งฉากกับแนวการรีดและทิศทางทำมุม 45 องศากับแนวการรีดจำนวน 2 ชิ้นต่อ 1 ทิศทาง และตัดชิ้นงานขนาด 10 × 10 มิลลิเมตร จำนวน 1 ชิ้น ต่อเหล็กแผ่น 1 ตัวอย่าง

3.3.3 นำแผ่นเหล็กที่มีขนาด 4 × 20 เซนติเมตรที่ได้ไปกัดขึ้นรูปเป็นชิ้นงานทดสอบแรงดึงตามมาตรฐาน JIS Z2201 No.5

3.3.4 นำชิ้นงานที่ผ่านการขึ้นรูปตามมาตรฐาน JIS Z2201 No.5 ไปทดแรงดึงโดยจะทำการดึงจนขาด และในระหว่างการดึงเครื่องทดสอบแรงดึงจะทำการบันทึกข้อมูลการดึงและการยืดตัวของชิ้นงาน

3.3.5 นำค่าการยืดตัวและข้อมูลการดึงที่ถูกบันทึกไว้มาคำนวณหาค่า plastic strain ratio (r) ตามสมการที่ 3 ในบทที่ 2

$$r = \ln(w_f / w_i) / \ln(t_f / t_i)$$

เมื่อ w_f = ความกว้างของชิ้นงานหลังการดึงทดสอบ

w_i = ความกว้างของชิ้นงานก่อนการดึงทดสอบ

t_f = ความหนาของชิ้นงานหลังการทดสอบ

t_i = ความหนาของชิ้นงานก่อนการทดสอบแรงดึง

แต่เนื่องจากการวัดการเปลี่ยนแปลงในส่วนของความหนามีข้อจำกัดและสามารถทำได้ยากจึงอาศัย สมมติฐานว่า แผ่นเหล็กทั้งแผ่นก่อนและหลังยืดตัวมีปริมาตรเท่าเดิม ดังนั้นจึงจะใช้เป็นสมการต่อไปนี้

$$r = \ln(w_f / w_i) / \ln((w_f / w_i) \times (l_i / l_f))$$

โดย l_f = ความยาวของชิ้นงานหลังการดึงทดสอบ

l_i = ความยาวของชิ้นงานก่อนการดึงทดสอบ

ทำการหาค่า Rm จากการนำข้อมูลค่า r ในแต่ละทิศทาง มาทำการคำนวณค่า ตามสมการที่ 4

$$Rm = (r_L + r_T + 2r_{45}) / 4$$

โดย r_L คือค่า r ในทิศทางขนานกับแนวการรีด

r_T คือค่า r ในทิศทางตั้งฉากกับแนวการรีด

r_{45} คือค่า r ในทิศทางทำมุม 45 องศากับแนวการรีด

3.3.6 นำข้อมูลจากการบันทึกของเครื่องทดสอบแรงดึงมาคำนวณหาค่า strain-hardening exponent (n) โดยคำนวณจากสมการที่ 6 ซึ่งอาศัยการเขียนกราฟระหว่างค่า ln ของความเค้นแท้จริง (σ) กับความเครียดแท้จริง (ε) ค่าความชันของกราฟที่ได้คือค่า n

3.3.7 นำชิ้นงานขนาด 10 × 10 มิลลิเมตรมาทำการเตรียมผิวด้วยกระดาษทรายเบอร์ 80 180 240 320 400 600 800 1000 และ 1200 ตามลำดับ

3.3.8 นำชิ้นงานจาก 3.3.7 มาขัดเงาด้วยผงอะลูมิน่า แล้วทำกัดผิวด้วยกรด nital 3 เปอร์เซ็นต์

3.3.9 นำชิ้นงานจาก 3.3.8 ไปตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบแสง

3.3.10 นำภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์แบบแสงไปวัดขนาดเกรนเฟอร์ไรต์ตามวิธีใน มาตรฐาน ASTM E112

3.3.11 นำผลที่ได้มาทำการวิเคราะห์และสรุปเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่าง อุณหภูมิรีดละเอียด และอุณหภูมิม้วน เหล็กแผ่นรีดร้อน ต่อค่า r และค่า n นอกจากนี้ยังคงพิจารณาความสัมพันธ์กับขนาดเกรนเฟอร์ไรต์