3. ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย

<u>วัสดุที่ใช้ดำเนินการวิจัย</u>

วัสดุที่ใช้ในการวิจัยนี้มีวัสดุอยู่สองชนิดคือ เหล็กแผ่นเกรด SPCC-SD ที่มีความหนา 0.8 มิลลิเมตร และอลูมิเนียมแผ่นเกรด AA1100 ที่มีความหนา 1.0 มิลลิเมตร โดยการทดลองชุด A , B และ C เป็นของเหล็กแผ่น ส่วนการทดลองชุด D เป็นของอลูมิเนียมแผ่น

เหล็กแผ่นเกรด SPCC-SD เป็นเหล็กแผ่นตามมาตรฐาน JIS G 3141 (1990) Cold Rolled Carbon Steel Sheets and Strip ซึ่งแสดงคำอธิบายสัญญลักษณ์ไว้ในตารางที่ 1 ส่วนผสมทางเคมีและคุณสมบัติทางกลจาการทดสอบแรงดึงแสดงไว้ในตารางที่ 2 และตารางที่ 3 ตามลำดับ ส่วนผสมทางเคมีของชุดการทดลอง A , B และ C ได้แสดงไว้ในตารางที่ 2 เพื่อเป็นการเทียบกับมาตรฐานด้วย

อลูมิเนียมแผ่นเกรด AA1100 เป็นอลูมิเนียมแผ่นตามมาตรฐาน ASTM ซึ่งเป็นอลูมิเนียมค่อนข้างบริสุทธิ์ในตระกูล 1000 ส่วนผสมทางเคมีตามมาตรฐาน ASTM กำหนดไว้ในตารางที่ 4 ส่วนผสมทางเคมีของชุดการทดลอง D ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4 เพื่อเป็นการเทียบกับมาตรฐานด้วย

<u>ตารางที่ 1</u> แสดงสัญญลักษณ์ของคุณภาพเหล็กแผ่นตามมาตรฐาน JIS G 3141 (1990)

สัญญลักษณ์	คำอธิบาย
SPCC	Commercial Quality
S	Standard temper grade
D	Dull Finish

<u>ตารางที่ 2</u> แสดงเปอร์เซ็นต์ส่วนผสมเคมีของเหล็กแผ่นตามมาตรฐาน JIS G 3141 (1990) เทียบกับเหล็กแผ่นชุดการทดลอง A , B และ C

คุณภาพ	C สูงสุด	Mn สูงสุด	P สูงสุด	S สูงสุด
SPCC	0.12	0.50	0.040	0.045
ชุดการทดลอง A	< 0.005	0.228	0.0125	0.0115
ชุดการทดลอง B	< 0.005	0.228	0.0125	0.0114
ชุดการทดลอง C	< 0.005	0.227	0.0133	0.0114

ตารางที่ 3 แสดงคุณสมบัติการทดสอบแรงดึงของเหล็กแผ่นตามมาตรฐาน JIS G 3141 (1990)

Minimum Tensile Strength (N/mm^2)		Minimun Elongation (%)					
SPCC	270	32	34	36	37	38	39
ความหนา (mm.)	$\geq$ 0.25	$\geq$ 0.25 และ < 0.40	$\geq$ 0.40 และ < 0.60	$\geq$ 0.60 และ < 1.0	$\geq$ 1.0 และ < 1.6	$\geq$ 1.6 และ < 2.5	$\geq$ 2.5

ตารางที่ 4 แสดงเปอร์เซ็นต์ส่วนผสมทางเคมีของอลูมิเนียมแผ่นตามมาตรฐาน ASTM AA1100 เทียบกับอลูมิเนียมแผ่นชุดการทดลอง D

เกรด	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr
AA1100			0.05~0.20	$\leq$ 0.05		
ชุดการทดลอง D	0.209	0.477	0.0873	0.00323	0.00239	< 0.001

เหล็กแผ่นเกรด SPCC-SD ความหนา 0.8 มม. ของชุดการทดลอง A , B และ C และอลูมิเนียมแผ่นเกรด AA1100 ความหนา 1.0 มม. ของชุดการทดลอง D แสดงรายละเอียดไว้ในตารางที่ 5 ดังนี้

ตารางที่ 5 แสดงรหัสชิ้นงาน , จำนวนชิ้นงาน และสิ่งที่ต้องการทราบ ในแต่ละชุดการทดลอง

รหัสชิ้นงาน	จำนวนชิ้นงาน	ชนิดของวัสดุ	สิ่งที่ต้องการทราบ
AL01-AL10	10 ชิ้น	เหล็กแผ่น	ความสัมพันธ์ระหว่าง $\underline{\sigma}$ และ $\underline{\varepsilon}$
AL11-AL13	3 ชิ้น	เหล็กแผ่น	ค่า Yield Stress และ R_0
AT01-AT03	3 ชิ้น	เหล็กแผ่น	ค่า Yield Stress และ R_{90}
BL01-BL10	10 ชิ้น	เหล็กแผ่น	ความสัมพันธ์ระหว่าง $\underline{\sigma}$ และ $\underline{\varepsilon}$
BL11-BL13	3 ชิ้น	เหล็กแผ่น	ค่า Yield Stress และ R_0
BT01-BT03	3 ชิ้น	เหล็กแผ่น	ค่า Yield Stress และ R_{90}
CL01-CL10	10 ชิ้น	เหล็กแผ่น	ความสัมพันธ์ระหว่าง $\underline{\sigma}$ และ $\underline{\varepsilon}$
CL11-CL13	3 ชิ้น	เหล็กแผ่น	ค่า Yield Stress และ R_0
CT01-CT03	3 ชิ้น	เหล็กแผ่น	ค่า Yield Stress และ R_{90}

DL01-DL20	20 ชิ้น	อลูมิเนียมแผ่น	ความสัมพันธ์ระหว่าง σ และ ε
DL21-DL23	3 ชิ้น	อลูมิเนียมแผ่น	ค่า Yield Stress และ R_0
DT01-DT03	3 ชิ้น	อลูมิเนียมแผ่น	ค่า Yield Stress และ R_{90}

หมายเหตุ โดยที่ L ใช้แทนทิศทางตามยาวของโลหะแผ่น หรือ ทิศทาง 0 องศา

T ใช้แทนทิศทางตามขวางของโลหะแผ่น หรือ ทิศทาง 90 องศา

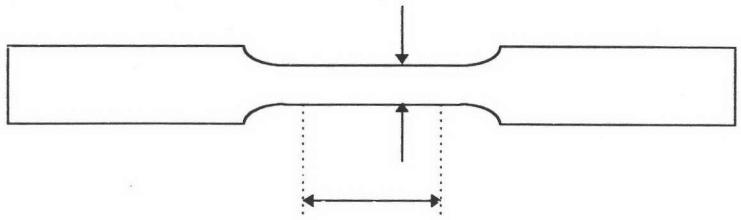
เครื่องทดสอบความต้านแรงดึง

ในการดำเนินการวิจัย จำเป็นจะต้องมีการทดสอบความต้านแรงดึง เพื่อหาค่าคงที่ของสมการ และค่าของความสัมพันธ์ที่ต้องการทราบ เครื่องทดสอบความต้านแรงดึงที่จะใช้คือ Shimadzu Autograph AG-10TE Universal Tensile Tester เป็นแบบมาตรฐานขนาด 10 ตัน และใช้ Load Cell เบอร์ 8 ซึ่งมีรายละเอียดดังตารางที่ 6 ค่าของความเครียดพิจารณาจาก Extensometer ที่มี Gage Length เท่ากับ 50 มิลลิเมตร และมีช่วงวัดสูงสุด 50 เปอร์เซ็นต์ของ Gage Length ดังแสดงไว้ในตารางที่ 6 ด้วยเช่นกัน ขณะที่ระยะยืดและแรงดึงมีการบันทึกโดยอัตโนมัติ อัตราการดึงของ Crosshead ประมาณ 3 มิลลิเมตรต่อนาที

ตารางที่ 6 ตารางแสดงรายละเอียดของ Load Cell ที่ใช้ในเครื่องทดสอบแรงดึง และ รายละเอียดของ Extensometer ที่ใช้ในการวัดระยะยืด

Load Cell		Extensometer	
TYPE	SBL-5kN	TYPE	SG50-50
P/N	340-43120-01	NO.	600368-09
CAPACITY	5 kN / 500 kgf	MESUREING RANGE	25~2.5 mm.
NO.	71243	⊕ SHIMADZU CORPORATION	

ขนาดของชิ้นงานทดสอบความต้านแรงดึง กำหนดให้เป็นไปตามมาตรฐาน ASTM E-8 ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แสดงขนาดของชิ้นงานทดสอบแรงดึงตามมาตรฐานของ ASTM E-8

ขั้นตอนการคำนวณเพื่อหาค่าคงที่ของความเป็น Anisotropy

จากสมการที่ 21 พบว่ามีค่าคงที่ที่ต้องการหาค่าอยู่ทั้งหมดคือ F , G และ H ซึ่งสามารถหาค่าได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$2F = 1/Y^2 + 1/Z^2 - 1/X^2 \qquad \text{(สมการที่ 34)}$$

$$2G = 1/Z^2 + 1/X^2 - 1/Y^2 \qquad \text{(สมการที่ 35)}$$

$$2H = 1/X^2 + 1/Y^2 - 1/Z^2 \qquad \text{(สมการที่ 36)}$$

โดยที่ X , Y และ Z คือค่า Tensile Yield Stresses ในทิศทางของ x , y และ z ตามลำดับ แต่เนื่องจากค่า Z ไม่สามารถหาค่าโดยทางตรงได้ดังนั้นจึงต้องหาโดยใช้ ค่า R และ P เข้าช่วยดังนี้

$$Z = X\sqrt{P(1+R)(P+R)} = Y\sqrt{R(1+P)(P+R)} \qquad \text{(สมการที่ 37)}$$

โดยที่ $R = R_0 = d\varepsilon_y / d\varepsilon_z = H/G$ และ $P = R_{90} = d\varepsilon_x / d\varepsilon_z = H/F$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย