การศึกษาระดับอุณหภูมิที่มีผลกระทบต่อความสามารถต้านแรงดึงของชิ้นทดสอบ

An The Study to Factor of Temperature which Effect to Tensile Strength of Specimens

จักรพันธ์ กัณหา และ รศ.ชัยพร วงศ์พิศาล

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ กรุงเทพมหานคร 10800
โทรศัพท์ : 0-2913-2500 ต่อ 8529, โทรสาร 0-2912-2012
E-mail : jagapan @ spu.ac.th.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยฉบับนี้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการทดสอบหาค่าแรงต้านแรงดึงของชิ้นทดสอบที่ระดับอุณหภูมิ 3 ระดับและวัสดุที่ใช้ทำการทดสอบ เป็นวัสดุเหล็ก 3 ชนิดคือ เหล็กS25C, เหล็กS45C และRB12 กำหนดช่วงทดสอบที่อุณหภูมิ 10 ° C, 25 ° C, 35 ° C ที่เป็นอุณหภูมิอยู่ในที่ร่ม จะมีช่วงของอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลในประเทศไทย โดยใช้เครื่องทดสอบแรงดึงของบริษัท LLOYD LR150K Series
ดึงชิ้นทดสอบตัวอย่างละ 5 ชิ้นทดสอบ ที่อุณหภูมิต่างๆกัน เมื่อได้ค่าแรงต้านแรงดึงของชิ้นทดสอบแล้วนำผลการทดสอบที่ได้ไปประมวลผลหาค่าความแปรปรวนโดยใช้โปรแกรมประยุกต์ Minitab version 14 การวิจัยใช้หลักการการออกแบบการทดลองเพื่อการวิเคราะห์ทางวิศวกรรมศาสตร์ (Design and Analysis of Experiment in Engineering) โดยใช้การออกแบบการทดลองแบบ Factorial เพื่อให้ทราบว่าวัสดุทั้ง 3 ชนิดความแตกต่างกันของช่วงอุณหภูมิมีผลทำให้ความสามารถต้านแรงดึงของชิ้นทดสอบแตกต่างกันหรือไม่ที่ช่วงความเชื่อมั่น 95%

ผลจากการวิจัยทำให้ทราบว่า Interaction ระหว่าง Type of Spacemen และ Temperature มีผลทำให้ค่าความแข็งแรงของชิ้นทดสอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05และทราบว่าชิ้นทดสอบวัสดุเหล็ก RB12มีความสามารถต้านแรงดึงมากขึ้นเมื่ออุณหภูมิลดต่ำลง ซึ่งผลที่ได้จากการวิจัยนี้ เป็นผลที่ได้จากการทดลองตามข้อกำหนดข้างต้นเท่านั้น แต่ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงข้อกำหนด ก็ควรจะทำการทดลองใหม่

1. บทนำ วัสดุทั้งหลายเหล่านั้นได้ถูกมนุษย์คิดค้นมีการผลิตและดัดแปลงเพื่อใช้กับงานด้านต่างๆที่เหมาะสม ในงานอุตสาหกรรมที่มีอยู่ในปัจจุบัน จะพบว่าการทดสอบความแข็งแรงของวัสดุ คือการวัดความสามารถในการต้านแรงดึงของวัสดุ และแรงต่างๆที่เกิดขึ้นกับวัสดุนั้น เป็นส่วนที่เราต้องทำความเข้าใจถึงลักษณะเฉพราะของวัสดุนั้นๆ ทั้งนี้เพราะการที่จะนำวัสดุไปใช้ให้มีคุณประโยชน์สูงสุด และเป็นหลักประกันที่มีค่าถึงผลกระทบ ที่ตามมาของการใช้วัสดุได้ถูกต้อง

การทดสอบหาค่าแรงต้านแรงดึงของชิ้นทดสอบที่ระดับอุณหภูมิไม่ต่างกันมากนัก จะทำให้สามารถทราบค่าที่ต้องการและสามารถนำไปใช้ในลักษณะงานที่ต้องนำไปใช้จริงเหล็กชิ้นทดสอบเป็น วัสดุที่ใช้กันแพร่หลายทั่วไป การที่ระดับอุณหภูมิแตกต่างกัน เป็นระดับอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงตามฤดูการของประเทศภาคพื้นเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ที่มีอุณหภูมิในร่มแตกต่างกันไม่เกิน 20 ° C การทดสอบที่จริงจัง ทำให้สามารถสร้างความมั่นใจในการเลือกใช้วัสดุ ซึ่งยังผลถึงความปลอดภัย ทั้งเป็นการลดต้นทุนในการผลิต รวมไปถึงการรักษาทรัพยากรของโลกอีกทางหนึ่ง

2. วิธีการดำเนินการวิจัย การศึกษาผลกระทบของอุณหภูมิที่มีผลกระทบกับความสามารถต้านแรงดึงของชิ้นทดสอบนั้น ผู้ศึกษาได้มีการจัดเตรียมการทดลอง ทำการทดลอง และจัดเก็บข้อมูลการทดลอง เพื่อนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ และสรุปผลของการศึกษา เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับชิ้นทดสอบ

2.1 การเลือกวัสดุ

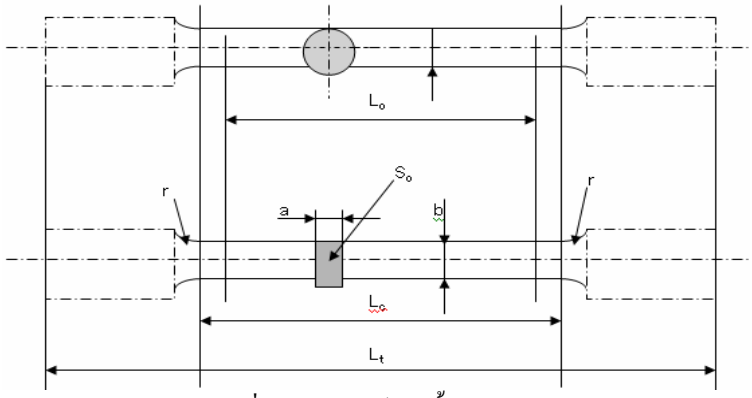
เลือกวัสดุที่ใช้กันแพร่หลายและเตรียมชิ้นทดสอบตามมาตรฐานที่กำหนด จำนวน 5 ชิ้น หรือตามจำนวนที่ต้องการที่จะทดสอบ ก่อนทำการทดสอบจะต้องวัดค่า d, L_o, L_c และ L_t เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ จะมีตัวอย่างวัสดุโลหะดังนี้

1. เหล็ก S25C 2. เหล็ก S45C 3. เหล็ก RB12

รูปที่ 1 แสดงตัวอย่างชิ้นทดสอบแรงดึง

2.1 ชิ้นทดสอบ

2.1 ลักษณะชิ้นทดสอบภาคตัดของชิ้นทดสอบ อาจจะเป็นวงกลม สี่เหลี่ยมจัตุรัส รูปหกเหลี่ยม สี่เหลี่ยมผืนผ้า หรือในกรณีพิเศษอาจจะเป็นรูปอื่นใดก็ได้ สำหรับชิ้นทดสอบที่มีภาคตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า อัตราส่วนของความกว้างต่อความหนาควรจะไม่เกิน 8:1 โดยทั่วไปชิ้นทดสอบจะต้องทำขึ้นโดยเครื่องมือกลให้ได้ขนาดที่ต้องการตามตารางที่ 2 และ 3 เหล็กโครงสร้างรูปพรรณ เหล็กเส้นหรืออื่นๆ อาจทดสอบโดยไม่ต้องเปลี่ยนรูปก็ได้ ดังนี้



รูปที่ 2 สัญลักษณ์ของชิ้นทดสอบ

2.3 สัญลักษณ์และความหมายของชิ้นทดสอบ

ตารางที่ 1 แสดงสัญลักษณ์และความหมายที่สำคัญสำหรับใช้ในการทดสอบแรงดึง

สัญลักษณ์ (Symbol)	หน่วย (Unit)	ความหมาย (Designation)
D	mm	เส้นผ่านศูนย์กลางของส่วนขนานของชิ้นทดสอบซึ่งมีภาคตัดวงกลม (ดูรูปที่ 1)
A	mm	ความหนาของส่วนขนานของชิ้นทดสอบ ซึ่งมีภาคตัดสี่เหลี่ยมมุมฉาก(ดูรูปที่ 1)
B	mm	ความกว้างของส่วนขนานของชิ้นทดสอบ ซึ่งมีภาคตัดสี่เหลี่ยมมุมฉาก (ดูรูปที่ 1)
L_o*	mm	ความยาวพิกัดเดิม (ดูรูปที่ 1)
L_c	mm	ความยาวส่วนขนาน (ดูรูปที่ 1)
L_c	mm	ความยาวพิกัดสำหรับเครื่องวัดการยืด
L_t	mm	ความยาวรวม (ดูรูปที่ 1)
L_u	mm	ความยาวพิกัดสุดท้าย (ดูรูปที่ 2)
%A	%	ความยืด = $\left(\frac{L_u - L_o}{L_o}\right)100$
(เช่น A_{10})	-	(ความยืดจากความยาวพิกัด $10\sqrt{\frac{4S_o}{\pi}}$ มิลลิเมตร)
S_o หรือ A_o	mm^2	พื้นที่ภาคตัดขวางเดิมภายในความยาวพิกัด (ดูรูปที่ 1) = $\pi r^2 = \pi d^2 / 4$
S_u หรือ A_u	mm^2	พื้นที่ภาคตัดขวางน้อยที่สุดหลังจากขาด (ดูรูปที่ 2)
R_{eH}	N/mm^2	ความเค้นดรากบน (ดูรูปที่ 3 และ 4)
R_{eL}	N/mm^2	ความเค้นดรากล่าง (ดูรูปที่ 3 และ 4)

R_{eH}	N/mm^2	ความเค้นครากบน (ดูรูปที่ 3 และ 4)
R_{eL}	N/mm^2	ความเค้นครากล่าง (ดูรูปที่ 3 และ 4)
R_p	N/mm^2	ความเค้นพิสูจน์สำหรับความยืดที่ไม่ได้สัดส่วน (ดูรูปที่ 5)
(เช่น$R_{p0.2}$)	-	(ความพิสูจน์สำหรับความยืดที่ไม่ได้สัดส่วนเท่ากับร้อยละ 0.2)
R_t	N/mm^2	ความเค้นพิสูจน์สำหรับความยืดรวม (ดูรูปที่ 5)
(เช่น$R_{t0.5}$)	-	(ความเค้นพิสูจน์สำหรับความยืดรวมเท่ากับร้อยละ 0.5)
R_r	N/mm^2	ความเค้นเปลี่ยนรูปถาวร (ดูรูปที่ 5)
(เช่น$R_{r0.2}$)	-	(ความเค้นเปลี่ยนรูปถาวร สำหรับความยืดถาวรเท่ากับร้อยละ 0.2)
สัญลักษณ์ (Symbol)	***หน่วย (Unit)***	***ความหมาย (Designation)***
F_m	N	แรงสูงสุด
%Z	%	การลดทอนพื้นที่ $= \left(\frac{S_o - S_u}{S_0}\right)100$
R_m*	N/mm^2	ความต้านแรงดึงหรือความเค้นดึงสูงสุด
R	mm	รัศมีของบ่าชิ้นทดสอบ (ดูรูปที่ 1)
E	N/mm^2	Modulus of elasticity
K	-	Coefficient of proportionality

หมายเหตุ *ในกรณีที่ไม่ทำให้เกิดการเข้าใจผิดอาจใช้สัญลักษณ์ L และ R แทน L_o และ R_m ได้ตามลำดับ

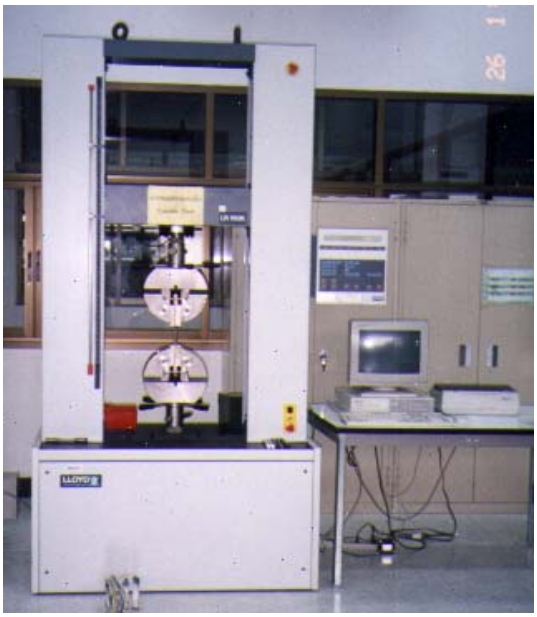
พื้นที่ภาคตัดขวาง $S_o mm^2$	***เส้นผ่านศูนย์กลาง Dmm***	***ความยาวพิกัด Lo Mm***	***ความยาวส่วนขนานต่ำสุด L_c=5.5d Mm***	***รัศมีของบ่าต่ำสุด R mm***	***เกจต์ความคลาดเคลื่อนของเส้นผ่านศูนย์กลาง ± mm***
12.5	3.99	20	22	4	0.02
25	5.64	28	31	5	0.03
50	7.98	40	44	8	0.04
100	11.28	56	62	10	0.06
150	13.82	69	76	13	0.07
200	15.96	80	88	15	0.08
400	22.56	113	124	23.5	0.13

ตารางที่ 2 แสดงมิติของชิ้นทดสอบภาคตัดวงกลมความยาวพิกัด $Lo=5.65\sqrt{S_O}$

ความกว้าง b	ความยาวพิกัด L_o	รัศมีต่ำสุดของข่ชิ้นทดลอย R	ความยาวรวมโดยประมาณ L_c
3	12	6	50
6	24	12	100
12.5	50	25	200
25	100	25	300

ตารางที่ 3 มิติของชิ้นทดสอบภาคตัดสี่เหลี่ยมมุมฉาก (ไม่ได้สัดส่วน)หน่วยเป็นมิลลิเมตร

2.2 เครื่องทดสอบ และอุปกรณ์ทดสอบ



รูปที่ 3 แสดงเครื่องทดสอบแรงดึงที่ควบคุมโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์

2.3 การเตรียมชิ้นงานสำหรับการทดลอง

1 วิธีการให้ความร้อน ใช้เตาอบชิ้นงานไฟฟ้าปรับอุณหภูมิได้การเพิ่มอุณหภูมิของชิ้นทดสอบ ต้องอบอุณหภูมิที่จะทดสอบเป็นเวลา 15 นาทีจึงเริ่มทำการทดสอบเพื่อให้อุณหภูมิคงที่เท่ากันตลอดชิ้นทดสอบ

รูปที่ 4 เตาอบชิ้นทดสอบปรับอุณหภูมิ

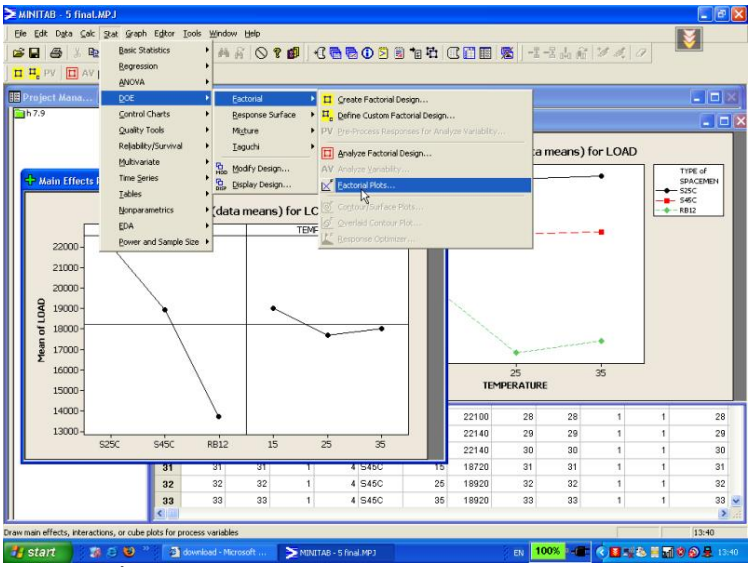
.2 .การลดอุณหภูมิชิ้นทดสอบ ใช้เครื่องลดอุณหภูมิโดยมีสารทำความเย็นเป็นตัวกลาง

รูปที่ 5 เครื่องลดอุณหภูมิชิ้นทดสอบปรับอุณหภูมิ

วิธีการวัดอุณหภูมิของชิ้นทดสอบที่มีความยาวเกจมากกว่า 50 mm จะทำการวัดอุณหภูมิด้วยกัน 3 จุดคือ ที่ปลายสองข้าง และที่กึ่งกลางของชิ้นทดสอบ

2.4 โปรแกรมประมวลผล

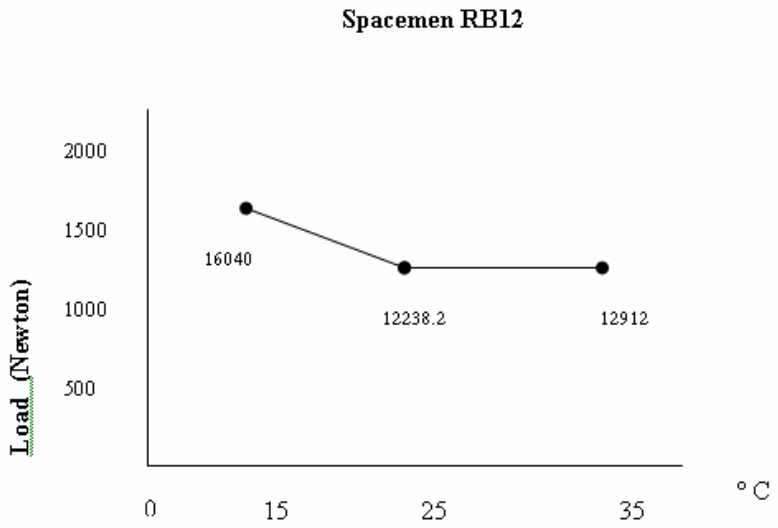
โปรแกรม MINITAB version 14.0 เป็นโปรแกรมสำเร็จรูปที่ช่วยในการวิเคราะห์ทางสถิติได้อย่างกว้างขวาง ในการวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดลองนี้ จะใช้การวิเคราะห์แบบ Factorial



รูปที่ 6 แสดงหน้าจอของโปรแกรม MINI TAB Version 14.0

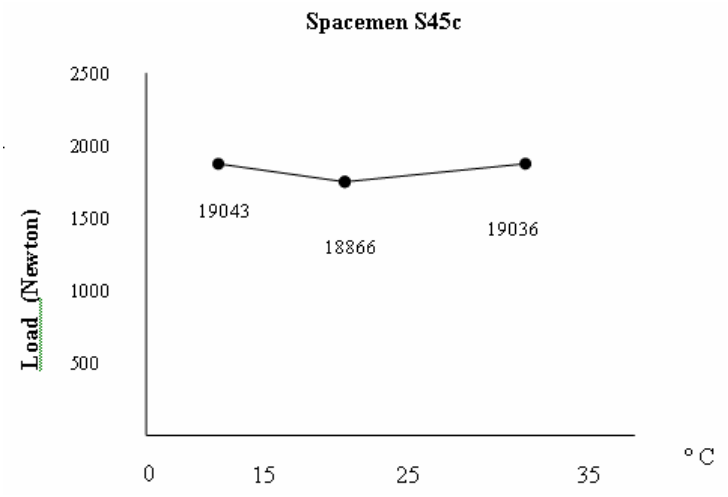
3. ผลการวิจัย

หลังจากที่ได้ทำการออกแบบการทดลองแล้ว ทำการทดสอบดึงชิ้นทดสอบโดยเลือกชิ้นทดสอบแบบสุ่มได้ค่าแรงต้านแรงดึงดังนี้

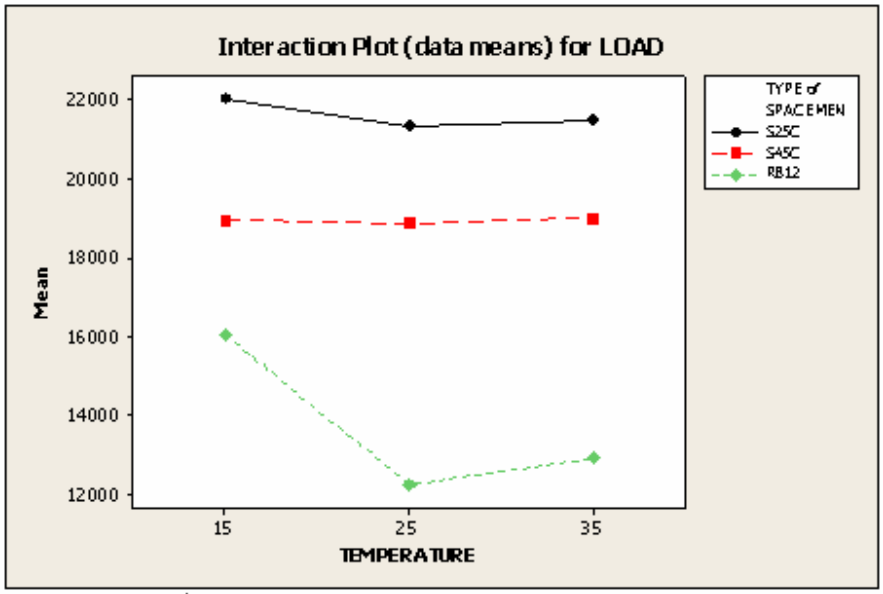


รูปที่ 7 ค่าเฉลี่ยเหล็ก RB12

รูปที่ 8ค่าเฉลี่ยเหล็ก S25C



รูปที่ 9 ค่าเฉลี่ยเหล็ก S45C



รูปที่ 10 Interaction Plot

สรุปผลการทดลอง

การทดลองที่เกี่ยวข้องกับการใช้อุณหภูมิในการทดสอบในแต่ละครั้งของผู้ปฏิบัติงานนั้น จะมีผลต่อคุณภาพและค่าของผลทดสอบนั้นๆ ผู้ทดสอบควรจะต้องมีความรู้และความเข้าใจถึงตัวแปรของแต่ละตัวว่า เมื่อมีการปรับค่าอุณหภูมิให้สูงขึ้นหรือต่ำลงนั้น จะมีแนวโน้มของผลที่เกิดขึ้นกับค่าความต้านแรงดึงอย่างไร

1) การดึงชิ้นทดสอบที่อุณหภูมิต่ำกว่าปกติ 15 °C ของชิ้นทดสอบทั้งสามชนิดพบว่า ความสามารถในการทนแรงดึงของชิ้นทดสอบของวัสดุเหล็ก S25 C พบว่ามีความต้านแรงดึงโดยเฉลี่ย 22024 N/mm² วัสดุเหล็ก S45 C มีความต้านแรงดึงโดยเฉลี่ย 18920 N/mm² และวัสดุเหล็ก RB12 มีความต้านแรงดึงโดยเฉลี่ย 16040 N/mm² พบความแตกต่างว่าหล็ก RB 12 จะมีค่าทนแรงดึงสูงมขึ้นเมื่ออุณหภูมิลดลง

2) การดึงชิ้นทดสอบที่อุณหภูมิปกติ 25 °C ของชิ้นทดสอบทั้งสามชนิดพบว่า ความสามารถในการทนแรงดึงของชิ้นทดสอบของวัสดุเหล็ก S25 C พบว่ามีความต้านแรงดึงโดยเฉลี่ย 21696 N/mm² วัสดุเหล็ก S45C มีความต้านแรงดึงโดยเฉลี่ย 18868 N/mm² และวัสดุเหล็ก RB12 มีความต้านแรงดึงโดยเฉลี่ย 12238.2 N/mm² ไม่พบความแตกต่าง

3) การดึงชิ้นทดสอบที่อุณหภูมิต่ำก่วาปกติ 35 °ของชิ้นทดสอบทั้งสามชนิดพบว่าความสามารถ

ในการทนแรงดึงของชิ้นทดสอบของวัสดุเหล็ก S25 C พบว่ามีความต้านแรงดึงโดยเฉลี่ย 22092 N/mm² วัสดุเหล็ก S45 Cมีความต้านแรงดึงโดยเฉลี่ย 19002 N/mm² และวัสดุเหล็ก RB12 มีความต้านแรงดึงโดยเฉลี่ย 12912 N/mm² ไม่พบความแตกต่าง

5.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลความแรงของชิ้นทดสอบต่ออุณหภูมิ ที่ได้จากการทดลอง ใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน (DOE) เพื่อวิเคราะห์ว่าอุณหภูมิที่กำหนดมีผลกระทบกับชิ้นทดสอบหรือไม่ โดยอาศัยข้อมูลจากการทดสอบในตารางที่ 4.1 , 4.2 และ 4.3

โดยที่สถานะภาพของปัญหา คืออุณหภูมิมีผลต่อชิ้นทดสอบหรือไม่ จึงตั้งสมมุติฐานดังนี้

Ho : อุณหภูมิไม่มีผลกระทบต่อความแข็งแรงของชิ้นทดสอบ

Hi : อุณหภูมิมีผลกระทบต่อความแข็งแรงของชิ้นทดสอบ

เมื่อเปรียบเทียบกับค่า F ที่ได้จากการคำนวณแล้วในผลการทดลองกับค่า F ในตารางที่ แล้วที่ 5.1 จะได้ค่า F มากกว่า ค่า F วิกฤติ จากสมมุติฐาน จะปฏิเสธ Ho ยอมรับ Hi จะได้ผลลัพธ์ว่าอุณหภูมิมีผลกระทบกับชิ้นทดสอบอย่างมีนัยสำคัญ และทราบว่าวัสดุชิ้นทดสอบเหล็ก RB12 เป็นชิ้นทดสอบที่มีการเปลี่ยนแปลงความสามารถต้านแรงดึงเมื่ออุณหภูมิต่ำลง

ซึ่งผลการทดลองที่ได้นี้ เป็นผลจากการทดลองตามรายละเอียดข้างต้นเท่านั้น แต่ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงรายละเอียดไปก็จะต้องทำการทดลองใหม่

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ควรจะทำการศึกษาโดยการเปลี่ยนแปลงค่าตัวแปรของระดับอุณหภูมิที่มีช่วงอุณหภูมิที่ห่างมากขึ้นกว่านี้ และการควบคุมอุณหภูมิของชิ้นทดสอบให้แน่นอนเช่นมีการใช้ฉนวนคลุมชิ้นทดสอบเพื่อให้อุณหภูมิคงที่ในขณะดึงชิ้นทดสอบจนชิ้นทดสอบขาดจากกัน

5.2.2 ควรจะทำการศึกษาโดยการเปลี่ยนแปลงค่าตัวแปรอื่นๆ ว่าจะเกิดผลอย่างไรต่อคุณสมบัติทางกลของชิ้นทดสอบ

เอกสารอ้างอิง

[1] ปารเมศ ชุติมา. **"การออกแบบการทดลองทางวิศวกรรม."** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ . จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

[2] ดร. กัลยา วานิชย์บัญชา, **หลักสถิติ**, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , พฤษภาคม 2544

[3] กิตติศักดิ์ พลอยพาณิชเจริญ , **การวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ** , สำนักพิมพ์ ส.ส.ท. , พ.ศ. 2544

[4] ชวลิต เชียงกูล, โลหะวิทยา, กรุงเทพมหานคร : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2544

[5] ชาตรี หลักทอง และคณะฯ, "วัสดุวิศวกรรมเล่ม 1", McGraw-Hill.,Bangkok,2539

[6] Harmer E. Davis, George Earl. Troxell, George F. W. Hauck," THE TESTING OF ENGINEERING MATERIALS " Fourth Edition,McGraw-Hill,KOSAIDO PRINTIG CO.,LTD. TOKYO 1982.

[7] Smith, F. Wiliam, "FOUNDATIONS OF MATERAILS SCIENCE AND EGINEERING",Secound Edition, McGRAW-Hill, Inc .,New York, 1993