บทที่ 4
ผลการทดลองและวิเคราะห์

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อหาค่าปัจจัยที่เหมาะสมที่สุดต่อความต้านทานแรงดึงเฉือน ในการเชื่อมเสียดทานแบบจุด (Friction Spot Joining : FSJ) ของรอยต่อเกยระหว่าง อลูมิเนียม 1100 และเหล็กกล้าเคลือบสังกะสี SGACD โดยการนำเอาเทคนิคการออกแบบการทดลองเชิงแฟกทอเรียลแบบเต็มจำนวน 3^3 (Full Factorial Designs) เพื่อศึกษาอิทธิพลของ ความเร็วรอบ เวลาในการกดแช่ และความเร็วในการกดหัวเชื่อม ที่มีผลต่อความต้านทานแรงดึงเฉือน แล้วนำผลการทดลองที่ได้สูงสุดทำการทดลองซ้ำเพื่อยืนยันผล นำผลที่ได้ไปศึกษาวัดขนาดและศึกษาโครงสร้างจุลภาคการเชื่อมยึดของรอยต่อ การศึกษาในครั้งนี้ใช้เครื่องกัด CNC YCM. รุ่น MV106A นำมาทำการเชื่อม โดยมีรายละเอียดในการศึกษาดังต่อไปนี้

1. ตัวแปรการเชื่อมที่มีผลต่อการรวมตัวระหว่างอลูมิเนียม 1100 และเหล็กกล้าเคลือบสังกะสีเกรด SGACD ซึ่งประกอบด้วย
   - ความเร็วรอบของตัวกวน ที่ 3500 4000 และ 4500 รอบ/นาที
   - ระยะเวลาการกดแช่ ที่ 2 4 6 มม./นาที
   - ความเร็วในการกดตัวกวน 2 4 6 มม./นาที
   - ระยะตำแหน่งตัวกวน 1.0 มม.
   - ระยะความลึกในการกด 0.2 มม.
2. อิทธิพลตัวแปร ที่เหมาะสมที่สุดของรอยต่อโดยการเชื่อมแรงเสียดทานแบบจุด ที่มีผลต่อความต้านทานแรงดึงเฉือนของรอยต่อระหว่างอลูมิเนียม 1100 และเหล็กกล้าเคลือบสังกะสี เกรด SGACD จากการคำนวณด้วยโปรแกรม Minitab 15
3. สมบัติทางกลของรอยเชื่อม เพื่อเปรียบเทียบลักษณะพื้นที่ที่เกิดการเชื่อมยึดรอยต่อ ที่มีผลต่อความต้านทานแรงดึงเฉือนสูงที่สุดในแต่ละความเร็วรอบ ด้วยการทดสอบหาค่าความต้านทานแรงดึงเฉือน (Shear Tension) และวัดขนาดเปรียบเทียบรอยเชื่อมหลังการทดสอบ
4. ความในสัมพันธ์ระหว่างสมบัติทางกลของรอยต่อ และโครงสร้างจุลภาค ที่มีผลต่อความต้านทานแรงดึงเฉือนสูงที่สุดในแต่ละความเร็วรอบ เพื่อเปรียบเทียบลักษณะการเชื่อมยึดของรอยต่อระหว่าง อลูมิเนียม 1100 และเหล็กกล้าเคลือบสังกะสี เกรด SGACD

4.1 ตัวแปรที่เหมาะสมที่สุดของรอยต่อโดยการเชื่อมแรงเสียดทานแบบจุดที่มีผลต่อความต้านทานแรงดึงเฉือนของรอยต่อระหว่างอลูมิเนียม 1100 และเหล็กกล้าเคลือบสังกะสีเกรด SGACD จากการคำนวณด้วยโปรแกรม Minitab 15

เนื่องจากงานวิจัยนี้ได้ออกแบบการทดลองเป็นแบบ Full Factorial design 3 ปัจจัย ประกอบด้วย ความเร็วรอบของตัวกวน ซึ่งมี 3 ระดับ ระยะเวลาการกดแช่ มี 3 ระดับ ความเร็วในการกดตัวกวน มี 3 ระดับ ในการทดลองได้ทำการทดลองซ้ำ 2 ครั้ง ในแต่ละตัวแปรการทดลองได้ทำการสุ่มการทดลองเพื่อลดค่าความคลาดเคลื่อนอันจะเกิดจากปัจจัยที่ไม่ได้ทำการควบคุม ดังแสดงไว้ในบทที่ 3 ซึ่งผลการทดสอบเพื่อหาค่าความต้านทานแรงดึงเฉือนในเบื้องต้น สามารถสรุปผลการทดสอบได้ดังนี้

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบเพื่อหาค่าความต้านทานแรงดึงเฉือนของชิ้นทดสอบ

อันดับ	ความเร็วรอบของตัวกวน(A)	เวลาในการกดแช่(B)	ความเร็วในการสอดตัวกวน(C)	ผลการทำสอบครั้งที่ 1	ผลการทำสอบครั้งที่ 2
1	3500	2	2	630.6	786.6
2	3500	2	4	1235.4	1017
3	3500	2	6	1313	1141.8
4	3500	4	2	1573	1816
5	3500	4	4	1336	1048.2
6	3500	4	6	1566.6	1631
7	3500	6	2	1367	1613.8
8	3500	6	4	1639.4	1842.6
9	3500	6	6	1853.8	1818
10	4000	2	2	1605	1640
11	4000	2	4	1113	1149
12	4000	2	6	1749	1925
13	4000	4	2	1650	1473
14	4000	4	4	2005	1782.6
15	4000	4	6	1530.6	1682.6
16	4000	6	2	1631.4	1933
17	4000	6	4	1482	1709.8
18	4000	6	6	2135.5	2194
19	4500	2	2	2218.8	2002
20	4500	2	4	1931.4	2189
21	4500	2	6	2381	2266
22	4500	4	2	1151	1293
23	4500	4	4	1231.5	1262.7
24	4500	4	6	1972	1607
25	4500	6	2	786.6	635.5
26	4500	6	4	880	1048.2
27	4500	6	6	1029	1170.6

4.1.1 ผลการคำนวณ โดยใช้ โปรแกรม Minitab 15

เพื่อให้ง่ายต่อการวิเคราะห์ จึงได้กำหนดอักษรย่อขึ้นมาเพื่อกำหนดลงไป ในการออกแบบในโปรแกรม Minitab 15 ซึ่งมีดังต่อไปนี้

A คือ ความเร็วรอบของตัวกวน

B คือ ระยะเวลาในการกดแช่

C คือ ความเร็วในการกดตัวกวน

ตารางที่ 4.2 การคำนวณด้วยโปรแกรม Minitab 15

StdOrder	RunOrder PtType	PtType	Blocks	A	B	C	ผลการทดสอบแรงดึงเฉือน (N)
1	14	1	1	3500	2	2	630.6
2	33	1	1	3500	2	4	1235.4
3	50	1	1	3500	2	6	1313
4	26	1	1	3500	4	2	1573
5	16	1	1	3500	4	4	1336
6	35	1	1	3500	4	6	1566.6
7	19	1	1	3500	6	2	1367
8	52	1	1	3500	6	4	1639.4
9	44	1	1	3500	6	6	1853.8
10	48	1	1	4000	2	2	1605
11	21	1	1	4000	2	4	1113
12	5	1	1	4000	2	6	1749
13	15	1	1	4000	4	2	1650
14	47	1	1	4000	4	4	2005
15	24	1	1	4000	4	6	1530.6
16	20	1	1	4000	6	2	1631.4
17	22	1	1	4000	6	4	1482
18	51	1	1	4000	6	6	2135.5
19	25	1	1	4500	2	2	2218.8
20	43	1	1	4500	2	4	1931.4
21	28	1	1	4500	2	6	2381
22	12	1	1	4500	4	2	1151
23	3	1	1	4500	4	4	1231.5
24	17	1	1	4500	4	6	1972
25	36	1	1	4500	6	2	786.6
26	11	1	1	4500	6	4	880
27	42	1	1	4500	6	6	1029
28	7	1	1	3500	2	2	786.6
29	37	1	1	3500	2	4	1017
30	45	1	1	3500	2	6	1141.8
31	40	1	1	3500	4	2	1816

ตารางที่ 4.2 การคำนวณด้วยโปรแกรม Minitab 15 (ต่อ)

StdOrder	RunOrder PtType	PtType	Blocks	A	B	C	ผลการทดสอบแรงดึงเฉือน(N)
32	41	1	1	3500	4	4	1048.2
33	46	1	1	3500	4	6	1631
34	13	1	1	3500	6	2	1613.8
35	29	1	1	3500	6	4	1842.6
36	1	1	1	3500	6	6	1818
37	2	1	1	4000	2	2	1640
38	6	1	1	4000	2	4	1149
39	30	1	1	4000	2	6	1925
40	31	1	1	4000	4	2	1473
41	49	1	1	4000	4	4	1782.6
42	23	1	1	4000	4	6	1682.6
43	27	1	1	4000	6	2	1933
44	4	1	1	4000	6	4	1709.8
45	8	1	1	4000	6	6	2194
46	18	1	1	4500	2	2	2002
47	10	1	1	4500	2	4	2189
48	34	1	1	4500	2	6	2266
49	53	1	1	4500	4	2	1293
50	32	1	1	4500	4	4	1262.7
51	9	1	1	4500	4	6	1607
52	54	1	1	4500	6	2	635.5
53	39	1	1	4500	6	4	1048.2
54	38	1	1	4500	6	6	1170.6

ผลการคำนวณ โดยใช้โปรแกรม Minitab 15 ได้ผลดังต่อไปนี้

Multilevel Factorial Design

Factors : 3 Replicates : 2

Base runs : 27 Total runs : 54

Base blocks : 1 Total blocks : 1

Number of levels: 3, 3, 3

General Linear Model: ความต้านทานแรงดึงเฉือน(N) versus A, B, C

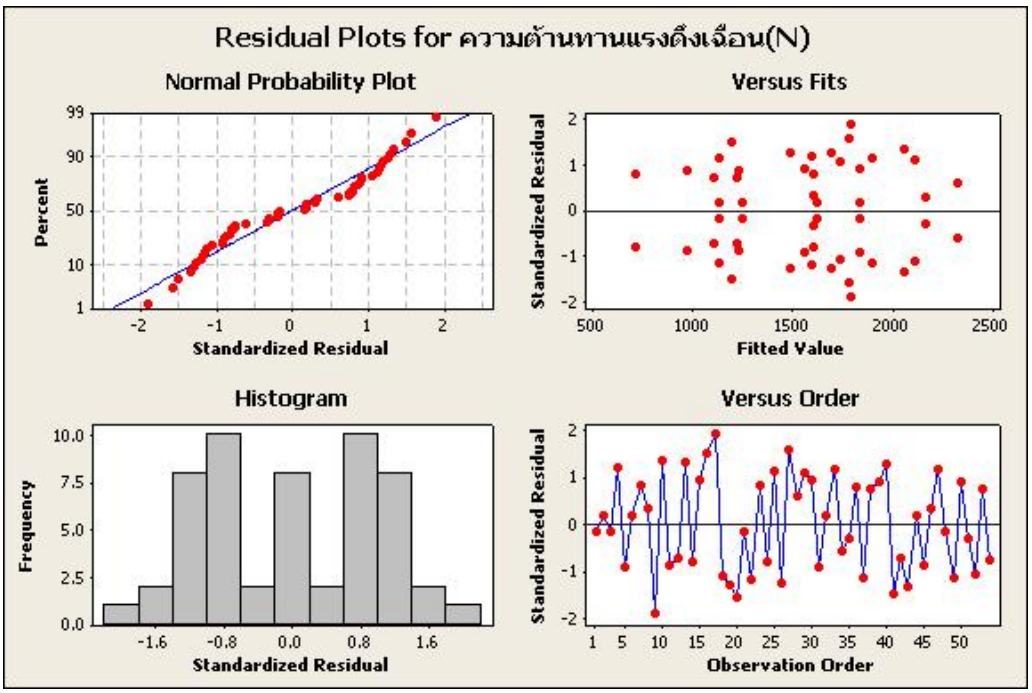
Factor	Type	Levels	Values
A	fixed	3	3500, 4000, 4500
B	fixed	3	2, 4, 6

C fixed 3 2, 4, 6

ตารางที่ 4.3 ตารางการวิเคราะห์ ANOVA ต่อค่าความต้านทานแรงดึงเฉือน(N) Analysis of Variance for ความต้านทานแรงดึงเฉือน(N), using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
A	2	760904	760904	380452	20.82	0.000
B	2	64702	64702	32351	1.77	0.189
C	2	968112	968112	484056	26.49	0.000
A*B	4	6329918	6329918	1582479	86.61	0.000
A*C	4	97301	97301	24325	1.33	0.284
B*C	4	91986	91986	22996	1.26	0.310
A*B*C	8	1192768	1192768	149096	8.16	0.000
Error	27	493321	493321	18271		
Total	53	9999011				

S = 135.171 R-Sq = 95.07% R-Sq(adj) = 90.32%



รูปที่ 4.1 กราฟทดสอบความพอเพียงของแบบจำลอง

4.1.2 การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง (Model Adequacy Checking)

การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลว่ามีความเหมาะสมหรือไม่ ด้วยการวิเคราะห์ความถูกต้องของแบบจำลอง โดยต้องมีการตรวจสอบคุณภาพของข้อมูลดังนี้

1. กราฟ Normal Probability Plot และ กราฟ Histogram เป็นกราฟเป็นการตรวจสอบการกระจายการแจกแจงปกติ เพื่อตรวจสอบส่วนตกค้าง (Residual) ของข้อมูลว่ามีการกระจายแบบปกติหรือไม่ โดยการสังเกตจุดที่มีอยู่ ซึ่งหากว่ามีจุดอยู่ใกล้กับเส้น หรือ จุดเกาะกลุ่มอยู่ติดกับเส้นแสดงว่า Y หรือข้อมูล มีลักษณะเป็นการแจกแจงแบบปกติ หรือ

2. กราฟ **Versus Fits** เป็นกราฟที่ใช้ตรวจสอบความเสถียร ของความแปรปรวน (Variance Stability) โดยใช้แผนภูมิกระจายความคลาดเคลื่อน(Rasidual) พบว่าของการทดลองมีการกระจายตัวสม่ำเสมอทั้งทางบวกและทางลบ หรือ จุดไม่กระจายตัวที่เป็นรูปแบบที่แน่นอน แสดงว่าข้อมูลมีความเสถียรของความแปรปรวน หรือ ความแปรปรวนของผลการทดลองมีค่าคงที่

3. การ Histogram เป็นกราฟที่ใช้ตรวจสอบการกระจายการแจกแจงปกติของข้อมูล ซึ่งหากกราฟมีลักษณะคล้ายรูประฆังคว่ำ ก็แสดงว่า ข้อมูลมีลักษณะเป็นการแจกแจงแบบปกติ

4. กราฟ Versus Order เป็นกราฟ ใช้ในการทดสอบ ความเป็นอิสระของข้อมูล โดยใช้แผนภูมิการกระจาย (Scatter Plot)แล้วดูลักษณะการกระจายของจุด ที่แทนข้อมูลบนแผนภูมิว่ามีรูปแบบเป็ฯอิสระหรือไม่ หากข้อมูลมีการกระจายตัวสม่ำเสมอ แสดงว่าข้อมูลมีความเป็นอิสระ

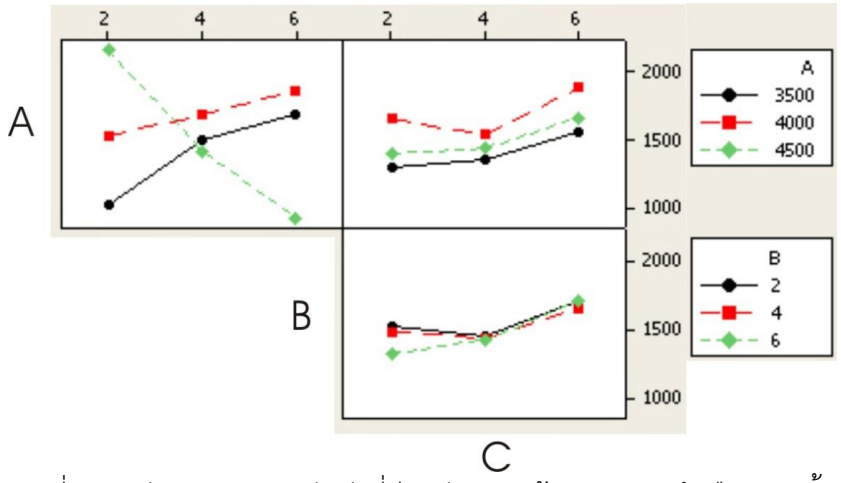
การวิเคราะห์ตาราง ANOVA เพื่อหาความสัมพันธ์ของปัจจัย ว่ามีปัจจัยใดบ้างที่มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่มีผลต่อความต้านทานแรงดึงเฉือนของชิ้นทดสอบ โดยการพิจารณาอ่านค่าจาก ค่า P-Value ของแต่ละปัจจัย ว่าปัจจัยใดที่มีค่า P-Value น้อยกว่า ค่า $\alpha = 0.05$ แสดงว่าปัจจัยนั้นมีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวคือมี ปัจจัยนั้นมีนัยสำคัญทางสถิติที่มีผลต่อความต้านทานแรงดึงเฉือนของชิ้นทดสอบ ปัจจัยใดที่มีค่าค่า P-Value มากกว่า ก็ควรตัดออกไป โดยเก็บไว้เฉพาะปัจจัยที่มีนัยสำคัญทางสถิติ

จากตาราง Anova พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อความต้านทานแรงดึงเฉือนของชิ้นทดสอบ ที่มีค่า α น้อยกว่า 0.05 มีดังนี้ ปัจจัยหลัก คือ ความเร็วรอบของตัวกวน และความเร็วในการสอดตัวกวน อันตรกิริยาที่มีผลต่อค่าความต้านทานแรงดึงเฉือนของชิ้นทดสอบคือ ความเร็วรอบของตัวกวน และ ระยะเวลาในการกดแช่ และอันตรกิริยาระหว่างความเร็วรอบของตัวกวน ระยะเวลาในการกดแช่ และ ความเร็วในการสอดตัวกวน

หลังจากตัดปัจจัยที่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติออกไปแล้ว เพื่อพิจารณา ปัจจัย A B และ C ว่า ควรจะกำหนดค่าไว้ที่ใด จึงจะทำให้ความแข็งแรงดึงมีค่าที่ดีที่สุด โดยการกำหนดเป้าหมาย จะใช้โปรแกรมในการช่วยแปลผล ซึ่งพบว่าในการทดสอบเพื่อหาค่าความต้านทานแรงดึงเฉือนในครั้งนี้ ปัจจัยทั้ง 3 ปัจจัย มีอันตรกิริยาที่มีผลต่อความต้านทานแรงดึงเฉือนของชิ้นทดสอบ ทั้ง 3 ปัจจัย ดังนั้นในการเลือกเป้าหมายเพื่อหาปัจจัยที่มีผลต่อความต้านทานแรงดึงเฉือนสูงสุด ก็จะต้องนำปัจจัยทั้ง 3 มาพิจารณาร่วมกัน เนื่องจาก ปัจจัยทั้ง 3 ปัจจัยมีผลต่อความต้านทานแรงดึงเฉือนของชิ้นทดสอบ จึงไม่มีการตัดปัจจัยที่ไม่มีผลต่อความต้านทานแรงดึงเฉือนออก ดังนั้นการกำหนดการวิเคราะห์ในโปรแกรม Minitab 15 สามารถกำหนดปัจจัยทั้ง 3 ปัจจัยในโปรแกรม โดยการเข้าโปรแกรมเพื่อกำหนดข้อมูลโดยใช้คำสั่ง Stat > DOE > Factorial > Factorial Plots หลังจากกรอกข้อมูลความสัมพันธ์ของทั้ง 3 ปัจจัยแล้ว จะได้กราฟความอันตรกิริยาของปัจจัยทั้ง 3 ดังรูปที่ 4.1 เมื่อพิจารณาความน่าเชื่อถือของการทดสอบจากตารางที่ 4.3 ของอันตรกิริยาของปัจจัยทั้ง 3

ปัจจัยนี้ พบว่ามีค่า R-Sq(adj) มีค่าเท่ากับ 90.32% จึงสรุปได้ว่าอันตรกิริยาของปัจจัยทั้ง 3 ปัจจัย มีผลต่อความต้านทานแรงดึงเฉือนของชิ้นทดสอบอยู่ 90.32 % ส่วนที่เหลืออีก 9.68 % เป็นปัจจัยใดอื่น ๆ ที่ไม่ได้อยู่ในขอบเขตการควบคุมการทดลอง

หลังจากจะใช้โปรแกรมในการช่วยแปลผลแล้ว จะได้กราฟความสัมพันธ์อันตรกิริยาของความเร็วรอบของตัวกวน ระยะเวลาในการกดแช่ และความเร็วในการสอดตัวกวนที่มี ผลต่อความต้านทานแรงดึงสูงสุด ดังรูปต่อไปนี้



รูปที่ 4.2 อันตรกิริยาของปัจจัยที่มีผลต่อความต้านทานแรงดึงเฉือนของชิ้นทดสอบ

4.1.3 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์อันตรกิริยาของปัจจัยที่มีผลต่อความต้านทานแรงดึงเฉือน

จากรูปที่ 4.1 ในการวิเคราะห์อิทธิพลของปัจจัยหลัก ซึ่งได้แก่ ความเร็วรอบของตัวกวน และความเร็วในการสอดตัวกวน เป็นที่มีผลต่อความต้านทานแรงดึงเฉือน ปัจจัยระยะเวลาในการกดแช่ซึ่งเมื่อวิเคราะห์จากตาราง Anova พบว่าไม่มีนัยสำคัญจึงไม่นำมาวิเคราะห์ ในการพิจารณาผลความสัมพันธ์ของปัจจัยหลัก พบว่า

อิทธิพลของความเร็วรอบตัวกวนที่มีผลต่อความต้านทานแรงดึงเฉือนของชิ้นทดสอบ พบว่าในแต่ละความเร็วรอบของตัวกวนผลต่อความต้านทานแรงดึงเฉือนของชิ้นทดสอบมีค่าที่แตกต่างกัน พบว่าที่ความเร็วรอบของตัวกวนที่ต่ำ ซึ่งพบว่า ที่ความเร็วรอบตัวกวนที่ 3500 รอบ/นาที มีผลต่อความต้านทานแรงดึงเฉือนของชิ้นทดสอบที่ต่ำที่สุด และผลต่อความต้านทานแรงดึงเฉือนของชิ้นทดสอบจะสูงขึ้น เมื่อความเร็วรอบของตัวกวนเพิ่มขึ้น ซึ่งความเร็วรอบของตัวกวนที่มีผลต่อความต้านทานแรงดึงเฉือนของชิ้นทดสอบสูงสุดได้แก่ ความเร็วรอบของตัวกวนที่ 4,500 รอบ/นาที

อิทธิพลของความเร็วในการสอดตัวกวน ที่มีผลต่อความต้านทานแรงดึงเฉือนของชิ้นทดสอบ พบว่าในแต่ละความเร็วในการสอดตัวกวนที่ผลต่อความต้านทานแรงดึงเฉือนของชิ้นทดสอบมีค่าที่แตกต่างกัน พบว่าที่ความเร็วในการสอดตัวกวนที่ 2 วินาที จะมีผลต่อความต้านทานแรงดึงเฉือนของชิ้นทดสอบที่ต่ำที่สุด ซึ่งพบว่าผลต่อความต้านทานแรงดึงเฉือนของชิ้นทดสอบจะสูงขึ้น เมื่อความเร็วในการสอดตัวกวนเพิ่มขึ้น ซึ่งความเร็วในการสอดตัวกวนที่มีผลต่อความต้านทานแรงดึงเฉือนของชิ้นทดสอบสูงสุดได้แก่ ความเร็วในการสอดตัวกวนที่ 6 วินาที

อันตรกิริยาระหว่างความเร็วรอบของตัวกวนกับระยะเวลาในการกดแช่ พบว่าที่ความเร็วรอบของตัวกวน 3,500 รอบ/นาที ค่าความต้านทานแรงดึงเฉือนต่ำสุด อยู่ที่ระยะเวลาในการกดแช่ 2 วินาที และ ค่าความต้านทานแรงดึงเฉือนจะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเมื่อระยะเวลาในการกดแช่เพิ่มขึ้นโดย

ที่ระยะเวลาในการกดแช่ที่ดีที่สุดที่มีผลต่อความต้านทานแรงดึงเฉือน คือระยะเวลาในการกดแช่ที่ 6 วินาที ที่ความเร็วรอบของตัวกวนที่ 4,000 รอบ/นาที พบว่าระยะเวลาในการกดแช่ของตัวกวนที่ต่ำสุดอยู่ที่ 2 วินาที ซึ่งผลความต้านทานแรงดึงเฉือนของชิ้นทดสอบนี้ พบว่าค่าความต้านทานแรงดึงเฉือน มีค่าใกล้เคียงกับค่าความต้านทานแรงดึงเฉือนสูงสุดของ อันตรกิริยาระหว่างความเร็วรอบของตัวกวนที่ 3,500 รอบ/นาที ระยะเวลาในการกดแช่ที่ 6 วินาที พบว่าค่าความต้านทานแรงดึงเฉือนที่ความเร็วรอบตัวกวน ที่ 4,000 รอบ/นาที นี้จะเพิ่มขึ้นเมื่อ ระยะเวลาในการกดแช่ของตัวกวนเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับ อันตรกิริยาระหว่างความเร็วรอบของตัวกวนที่ 3,500 รอบ/นาที โดยค่าความต้านทานแรงดึงเฉือนจะเพิ่มขึ้นสูงสุดอยู่ที่ ระยะเวลาในการกดแช่ ที่ 6 วินาที ซึ่งอาจเป็นเพราะบริเวณอินเตอร์เฟสได้รับความร้อนน้อยเกินไป ซึ่งพบว่าหากความร้อนบริเวณอินเตอร์เฟสนั้นน้อยเกินไป ไม่เพียงพอ หรือมากจนเกินไปจะทำให้การเชื่อมยึดระหว่างวัสดุทำได้ไม่ดี ซึ่งสอดคล้องกับรายงานผลในการศึกษาอิทธิพลตัวแปรการเชื่อมด้วยการเสียดทานแบบจุดต่อสมบัติของรอยต่อเกยระหว่าง อลูมิเนียม และเหล็กกล้าไร้สนิม 430 [9] ที่ความเร็วรอบ 4,500 รอบ/นาที พบว่าที่ระยะเวลาในการกดแช่ 2 วินาที เป็นจุดที่ให้ผลการทดสอบความต้านทานแรงดึงเฉือนสูงสุด และเมื่อระยะเวลาในการกดแช่เพิ่มขึ้นกลับพบว่า ค่าความต้านทานแรงดึงเฉือนสูงสุดจะลดต่ำลงทุก ๆ ระยะเวลาในการกดแช่ ที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะความร้อนจากการเสียดทานที่ความเร็วรอบตัวกวน 4,500 รอบ/นาที การเสียดทานมีมากขึ้นเมื่อการกดแช่ยิ่งนานยิ่งทำให้เกิดความร้อนมากขึ้นด้วยซึ่งจะส่งผลให้การรวมตัวของวัสดุบริเวณอินเตอร์เฟสนั้นต่ำลงด้วย จึงทำให้ค่าความต้านทานแรงดึงเฉือนของชิ้นทดสอบค่อย ๆ ลดต่ำลง

อันตรกิริยาระหว่าง ความเร็วรอบตัวกวน ระยะเวลาในการกดแช่ และความเร็วในการสอด พบว่า ที่ความเร็วรอบของตัวกวนที่ 3,500 รอบ/นาที ระยะเวลาในการกดแช่ที่ 6 วินาที ความเร็วในการสอดตัวกวนที่ 2 มม./นาที จะเป็นความเร็วที่มีผลทำให้ ค่าความต้านทานแรงดึงเฉือนต่ำที่สุดและ และพบว่าเมื่อความเร็วในการสอดตัวกวนเพิ่มขึ้น จะทำให้ความต้านทานแรงดึงเฉือนของชิ้นทดสอบมีค่าเพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งความเร็วในการสอดตัวกวนที่ดีที่สุดของความเร็วรอบตัวกวน 3,500 รอบ/นาที ระยะเวลาในการกดแช่ ที่ 6 วินาที เวลาในการกดแช่ อยู่ที่ 6 มม./นาที ที่ความเร็วรอบของตัวกวนที่ 4,000 รอบ/นาที ระยะเวลาในการกดแช่ที่ 6 วินาที ความเร็วในการสอดตัวกวนที่ 2 มม./นาที จะเป็นความเร็วที่มีผลทำให้ ค่าความต้านทานแรงดึงเฉือนต่ำที่สุดเช่นเดียวกับความเร็วรอบตัวกวน ที่ 3,500 รอบ/นาที และพบว่าเมื่อความเร็วในการสอดตัวกวนเพิ่มขึ้น จะทำให้ความต้านทานแรงดึงเฉือนของชิ้นทดสอบมีค่าเพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งความเร็วในการสอดตัวกวนที่ดีที่สุดที่ทำให้ค่าความต้านทานแรงดึงเฉือนสูงสุดที่ความเร็วรอบตัวกวน 4,000 รอบ/นาที ระยะเวลาในการกดแช่ 6 วินาที อยู่ที่ 6 มม./นาที ที่ความเร็วรอบตัวกวนที่ 4,500 รอบ/นาที ระยะเวลาในการกดแช่ 2 วินาที พบว่าที่ความเร็วในการสอดตัวกวน ที่ 2 และ 4 มม./นาที มีผลทำให้ค่าความต้านทานแรงดึงเฉือนของชิ้นทดสอบใกล้เคียงกัน และเมื่อความเร็วในการสอดตัวกวนเพิ่มขึ้น ค่าความต้านทานแรงดึงเฉือนก็เพิ่มขึ้นด้วยเช่นกันโดยความเร็วในการสอดตัวกวนที่จะทำให้ค่าความต้านทานแรงดึงเฉือนมีค่าสูงสุด คือ 6 มม./นาที ซึ่งจะสังเกตได้ว่าความเร็วในการสอดตัวกวนที่ดีที่สุดในทุกความเร็วรอบ จะอยู่ที่ 6 มม./นาที ที่เป็นเช่นนี้อาจจะเป็นเพราะคุณสมบัติเฉพาะตัวของอลูมิเนียม เกรด 1100 ที่ เมื่อหลอมละลายแล้วจะเกิดการแข็งตัวอย่างรวดเร็ว ซึ่งหากความเร็วในการสอดตัวกวนช้าก็จะทำให้การรวมตัวที่บริเวณอินเตอร์เฟสของชิ้นทดสอบไม่ดี ซึ่งจะส่งผลให้ค่าความต้านทานแรงดึงเฉือนของชิ้นทดสอบลดต่ำลงด้วยเช่นกัน