บทที่ 4 ผลการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูล

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการหลอมลึกและสมบัติทางกลในการเชื่อมโลหะเหล็กกล้า คาร์บอนปานกลาง AISI 1045 ด้วยกระบวนการเชื่อมแบบก๊าซทังสเตนอาร์ค (Gas Tungsten Arc Welding : GTAW) มีระเบียบวิธีและขั้นตอนในการวิจัย ดังนี้

ออกแบบการทดลองแบบแฟกทอเรียล ดีไซน์ กำหนดปัจจัยการทดลอง 3 ชนิด คือ ฟลั๊กซ์ ความเร็ว ในการเชื่อม และกระแสไฟเชื่อม โดยการหาค่าของผลกระทบจากอิทธิพลหลัก (Main Effect) ของตัว แปรแต่ละตัว และปฏิกิริยาสัมพันธ์หรืออิทธิพลร่วม (Interaction Effect) ระหว่างตัวแปร การวิเคราะห์ ข้อมูลจากผลการทดลองครั้งนี้ ใช้สถิติวิเคราะห์ข้อมูลการทดลองด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ทางสถิติ การคำนวณทางสถิติ วิเคราะห์ผลการทดลองโดยใช้ค่าทางสถิติวิเคราะห์ข้อมูล คือ F-Ratio ที่ระดับ ความเชื่อมั่น 99 % หรือที่ระดับนัยสำคัญ .01 มีรายละเอียดการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

4.1 การวิเคราะห์พารามิเตอร์การเชื่อมต่อความแข็ง ในการทดลอง

4.1.1 ผลการทคลองชิ้นงานที่ทาฟลั๊กซ์ พบว่า พารามิเตอร์ของการเชื่อมต่อความแข็ง จากการทคสอบ ความแข็งงานเชื่อม ได้ค่าความแข็งสูงที่สุด เมื่อเชื่อมด้วยความเร็ว 100 มม./นาที กระแสเชื่อม 200 แอมป์ ทาฟลั๊กซ์ด้าย Silica Oxide (SiO₂) ได้ค่าความแข็งเฉลี่ยเท่ากับ 532.113 HV ส่วนค่าความแข็งที่ ต่ำที่สุด ชิ้นงานที่ทาฟลั๊กซ์ เมื่อเชื่อมด้วยความเร็ว 100 มม./นาที กระแสเชื่อม 200 แอมป์ ทาฟลั๊กซ์ ด้าย Titanium Oxide (TiO₂) ได้ค่าความแข็งเฉลี่ยเท่ากับ 484.972 HV แล้วนำมาวิเคราะห์ผลทางสถิติ ดังแสดงในรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 แสดงข้อมูลการแจกแจงแบบปกติของความแข็งในการทดลองชิ้นงานเชื่อม

จากรูปที่ 4.1 แสดงผลการทดลองเพื่อหาความแปรปรวนของพารามิเตอร์ที่ส่งผลต่อความแข็ง ในการ ทดลอง โดยการทดสอบความแข็งของชิ้นงานเชื่อมบริเวณที่กำหนด ตามมาตรฐาน ASME จำนวน 36 ชิ้น ปัจจัยการทดลองประกอบด้วย ความเร็วในการเชื่อม คือ 100 มม./นาที กระแสไฟเชื่อม 3 ระดับ คือ 185 แอมป์ 200 แอมป์ 200 แอมป์ และ ฟลั๊กซ์ 3 ชนิด คือ Titanium Oxide (TiO₂) Aluminium Oxide (Al₂O₃) และ Silica Oxide(SiO₂) จากการทดลองพบว่า มีการแจกแจงปกติ ซึ่งพิจารณาได้จาก ก่า P-Value ที่มีค่ามากกว่า .05 ดังแสดงในรูปที่ 4.1 ซึ่งมีก่า P-Value เท่ากับ .588 ตารางที่ 4.1 ตารางการวิเคราะห์ก่ากวามแปรปรวนต่อกวามแข็ง

Dependent Variable:HV							
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.		
Corrected Model	5081.884 ^a	11	461.989	3.888	.003		
Intercept	9461873.407	1	9461873.407	7.962E4	.000		
Amp	31.989	2	15.994	.135	.875		
Flux	2102.262	3	700.754	5.897	.004*		
Amp * Flux	2947.633	6	491.272	4.134	.005*		
Error	2851.947	24	118.831				
Total	9469807.238	36					
Corrected Total	7933.831	35					

Tests of Between-Subjects Effects

a. R Squared = .641 (Adjusted R Squared = .476)

* P-Value < .01

เมื่อพิจารณาผลจากตารางที่ 4.1 จากการวิเคราะห์ผลด้วย ANOVA ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ความ แปรปรวนของข้อมูล พบว่า ฟลั๊กซ์ส่งผลต่อสมบัติทางกลด้านความแข็ง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .01 และ อิทธิพลร่วม (Interaction Effect) ระหว่างกระแสไฟเชื่อม และฟลั๊กซ์ส่งผลต่อค่าความ แข็งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01



Estimated Marginal Means of HV

รูปที่ 4.2 กราฟแสดงอิทธิพลร่วม (Interaction Effect) ระหว่างกระแสไฟเชื่อม และฟลั๊กซ์

จากการพิจารณาผลการวิเคราะห์ ANOVA ความสัมพันธ์ของพารามิเตอร์การเชื่อม เมื่อวิเคราะห์หา ค่าเฉลี่ยความแข็ง ที่ระดับความเร็วการเชื่อม 100 มม./นาที พบว่า ชิ้นงานที่ทาฟลั๊กซ์ Silica Oxide (SiO₂) จะให้ก่าเฉลี่ยความแข็งสูงสุด ที่กระแสไฟ 200 แอมแปร์ โดยมีก่าความแข็งเฉลี่ยเท่ากับ 532.113 HV และ ชิ้นงานที่ทาฟลั๊กซ์ Titanium Oxide (TiO₂) จะให้ก่าเฉลี่ยความแข็งที่ต่ำสุด ที่ กระแสไฟ 200 แอมแปร์ โดยก่าความแข็งเฉลี่ยเท่ากับ 484.972 HV



รูปที่ 4.3 เปรียบเทียบค่าความแข็งเฉลี่ยของแนวเชื่อม จากการเชื่อม โลหะเหลีกกล้าคาร์บอนปานกลาง AISI 1045 โดยทาฟลักซ์และ ไม่ทาฟลักซ์ ก่อนทำการเชื่อม ที่ระดับกระแส ไฟเชื่อม 3 ระดับ คือ 185 Amp, 200 Amp และ 215 Amp

จากรูปที่ 4.3 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าความแข็งเฉลี่ยของแนวเชื่อม พบว่า ชิ้นงานที่ทาฟลั๊กซ์ Silica Oxide (SiO₂) จะให้ค่าเฉลี่ยความแข็งสูงสุด ที่กระแสไฟ 200 แอมแปร์ โดยมีค่าความแข็งเฉลี่ย เท่ากับ 532.113 HV และ ชิ้นงานที่ทาฟลั๊กซ์ Titanium Oxide (TiO₂) จะให้ค่าเฉลี่ยความแข็งที่ต่ำสุด ที่กระแสไฟ 200 แอมแปร์ โดยค่าความแข็งเฉลี่ยเท่ากับ 484.972 HV และชิ้นงานที่ไม่ทาฟลั๊กซ์จะให้ ค่าความแข็งเฉลี่ย สูงสุดที่ กระแสไฟ 215 แอมแปร์ โดยค่าความแข็งเฉลี่ยเท่ากับ 518.913 HV



4.2 การวิเคราะห์พารามิเตอร์การเชื่อมต่อการหลอมลึก (Dilution) ในการทดลอง

รูปที่ 4.4 แสดงข้อมูลการแจกแจงแบบปกติของการหลอมลึก (Dilution)

จากรูปที่ 4.4 แสดงผลการวิเคราะห์ก่าพารามิเตอร์ที่ส่งผลต่อการหลอมลึก (Dilution) ชิ้นงานเชื่อมจาก การทคลองพบว่า มีการแจกแจงปกติ พิจารณาได้จากก่า P-Value ที่มีก่ามากกว่า .05 ดังแสดงในรูปที่ 4.3 ซึ่งมีก่า P-Value เท่ากับ .530

ตารางที่ 4.2 ตารางการวิเคราะห์ก่าความแปรปรวนต่อการหลอมลึก (Dilution)

Dependent Variable : Dilution						
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	
Corrected Model	.780 ^a	11	.071	.646	.772	
Intercept	173.484	1	173.484	1.582E3	.000	
Amp	.362	2	.181	1.648	.213	
Flux	.189	3	.063	.575	.637	
Amp * Flux	.229	6	.038	.348	.904	
Error	2.632	24	.110			
Total	176.896	36				
Corrected Total	3.412	35				

Tests of Between-Subjects Effects

a. R Squared = .229 (Adjusted R Squared = -.125)

เมื่อพิจารณาผลจากตารางที่ 4.2 จากการวิเคราะห์ผลด้วย ANOVA ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ความ แปรปรวนของข้อมูล แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์การเชื่อมต่อการหลอมลึก พบว่า ไม่มี ปัจจัยที่ส่งผลต่อ การหลอมลึก

4.3 ลักษณะการหลอมลึกของชิ้นงานจากการเชื่อมโดยทาฟลักซ์และไม่ทาฟลักซ์ ชนิดต่างๆก่อนการเชื่อม

4.3.1 ลักษณะของแนวเชื่อมจากการทาฟลักซ์ Titanium Oxide (TiO₂) ก่อนการเชื่อม



รูปที่ 4.5 ลักษณะของแนวเชื่อมจากการทาฟลั๊กซ์ Titanium Oxide (TiO₂) กระแส 185 Amp



รูปที่ 4.6 ลักษณะของแนวเชื่อมจากการทาฟลั๊กซ์ Titanium Oxide (TiO₂) กระแส 200 Amp



รูปที่ 4.7 ลักษณะของแนวเชื่อมจากการทาฟลั๊กซ์ Titanium Oxide (TiO₂) กระแส 215 Amp

จากการพิจารณาลักษณะของแนวเชื่อมจากการใช้ฟลักซ์ Titanium Oxide (TiO₂) พบว่า การเชื่อมโดย ใช้ฟลั๊กซ์ทาก่อนการเชื่อม ที่กระแส ไฟเชื่อม 185 แอมแปร์ จะใด้แนวเชื่อมที่มีค่าความแข็งเฉลี่ยสูงสุด ที่ 515.363 HV และแนวเชื่อมที่กระแส ไฟเชื่อม 200 แอมแปร์ จะมีค่าความแข็งเฉลี่ยต่ำที่สุด ที่ 484.972 HV เมื่อพิจารณาลักษณะผิวของแนวเชื่อมโดยรวม พบว่าการเชื่อมโดยทาฟลั๊กซ์ จะใด้ ลักษณะผิวแนวเชื่อมที่เรียบมีเกล็ดแนวเชื่อมละเอียด ส่วนแนวเชื่อมที่ใช้ฟลั๊กซ์จะได้ แนวเชื่อมที่มี คราบสะเก็ดของฟลั๊กซ์เกาะอยู่รอบข้างและมีรอยไหม้ ที่กระแส 200 แอมแปร์ โดยคราบเหล่านี้ สามารถทำ ความสะอาดได้ด้วยน้ำยาทำความสะอาดแนวเชื่อมหรือใช้แปลงลวดขัดทำความสะอาดได้
 10
 11
 12
 13
 14
 15
 16
 17
 18

4.3.2 ลักษณะของแนวเชื่อมจากการใช้ฟลักซ์ Silica Oxide (SiO₂)

รูปที่ 4.8 ลักษณะของแนวเชื่อมทาฟลั๊กซ์ Silica Oxide (SiO2) กระแส 185 แอมแปร์



รูปที่ 4.9 ลักษณะของแนวเชื่อมทาฟลั๊กซ์ Silica Oxide (SiO2) กระแส 200 แอมแปร์



รูปที่ 4.10 ลักษณะของแนวเชื่อมทาฟลั๊กซ์ Silica Oxide (SiO₂) กระแส 215 แอมแปร์

จากการพิจารณาลักษณะของแนวเชื่อมจากการใช้ฟลักซ์ Silica Oxide (SiO₂) พบว่า การเชื่อมโดย ใช้ฟลั๊กซ์ทาก่อนการเชื่อม ที่กระแสไฟเชื่อม 200 แอมแปร์ จะได้แนวเชื่อมที่มีค่าความแข็งเฉลี่ยสูงสุด ที่ 532.113 HV และแนวเชื่อมที่กระแสไฟเชื่อม 185 แอมแปร์ จะมีค่าความแข็งเฉลี่ยต่ำสุด ที่ 509.567 HV เมื่อพิจารณาลักษณะผิวของแนวเชื่อมโดยรวม พบว่า การเชื่อมโดยทาฟลั๊กซ์ก่อนการเชื่อม จะมี รอยเชื่อมที่มีผิวไม่เรียบและเมื่อเพิ่มอุณหภูมิสูงขึ้นทำให้รอยเชื่อมเริ่มเกิดการไหม้ที่ขอบรอยเชื่อม และสังเกตพบว่าการเชื่อมโดยใช้ ไม่ทาฟลั๊กซ์ จะได้ลักษณะผิวแนวเชื่อมที่เรียบตลอดมีเกล็ดแนว เชื่อมสวยและแนวเชื่อมไม่เกิดการไหม้ที่ขอบของแนวเชื่อม

4.3.3 ลักษณะของแนวเชื่อมจากการใช้ฟลักซ์ Aluminium Oxide (Al_2O_3)



รูปที่ 4.11 ลักษณะของแนวเชื่อมทาฟลั๊กซ์ Aluminium Oxide(Al₂O₃) กระแส 185 แอมแปร์



รูปที่ 4.12 ลักษณะของแนวเชื่อมทาฟลั๊กซ์ Aluminium Oxide(Al₂O₃) กระแส 200 แอมแปร์



รูปที่ 4.13 ลักษณะของแนวเชื่อมทาฟลั๊กซ์ Aluminium Oxide(Al₂O₃) กระแส 215 แอมแปร์

จากการพิจารณาลักษณะของแนวเชื่อมจากการใช้ฟลักซ์ Aluminium Oxide(Al₂O₃) พบว่า การเชื่อม โดยใช้ฟลั๊กซ์ทาก่อนการเชื่อม ที่กระแสไฟเชื่อม 215 แอมแปร์ จะได้แนวเชื่อมที่มีค่าความแข็งเฉลี่ย สูงสุดที่ 525.195 HV และแนวเชื่อมที่กระแสไฟเชื่อม 185 แอมแปร์ จะมีค่าความแข็งเฉลี่ยต่ำสุด ที่ 510.876 HV เมื่อพิจารณาลักษณะผิวของแนวเชื่อมโดยรวม พบว่า การเชื่อมโดยใช้ฟลั๊กซ์ทาก่อนการ เชื่อมผิวงานจะไม่เรียบ เกิดการไหม้ฟลั๊กซ์โดยรอบแนวเชื่อม และเมื่อเพิ่มอุณหภูมิสูงขึ้นทำให้รอย เชื่อมเกิดการไหม้ที่ขอบรอยเชื่อมเพิ่มมากขึ้น และสังเกตพบว่าการเชื่อมโดยไม่ใช้ ฟลั๊กซ์ จะได้ ลักษณะผิวแนวเชื่อมที่เรียบสวย ไม่เกิดการไหม้ที่ขอบแนวเชื่อม

4.4 ระยะการหลอมลึกของชิ้นงานจากการเชื่อมโดยใช้ฟลักซ์และการเชื่อม โดยไม่ใช้ฟลักซ์ชนิดต่างๆ



1 mm

Ti-185-1f.jpc

4.4.1 ระยะการหลอมลึกจากการเชื่อมโดยใช้ฟลั๊กซ์ Titanium Oxide (TiO2) ที่กระแส 185 แอมป์แปร์

(a) With TiO_2 Flux

Ti-185-1.jp

(b) Without Flux

1 mm







จากรูปที่ 4.14 เมื่อพิจารณาการทาฟลั๊กซ์ Titanium Oxide (TiO₂) ก่อนการเชื่อม ต่อการหลอมลึกที่ กระแส 185 แอมป์แปร์ นำชิ้นงานที่ได้มาทำการวัดขนาดความกว้างของแนวเชื่อมรวมถึงระยะการ หลอมลึกของแนวเชื่อม พบว่า การหลอมลึกเฉลี่ยแนวเชื่อมที่ทาฟลั๊กซ์ Titanium Oxide (TiO₂) เท่ากับ 0.573 มม. และไม่ทาฟลักซ์ เท่ากับ 0.494 มม. และความกว้างเฉลี่ย ของแนวเชื่อมที่ทาฟลั๊กซ์ Titanium Oxide (TiO₂) เท่ากับ 6.02 มม. ไม่ทาฟลั๊กซ์ เท่ากับ 5.95 มม. แสดงว่าฟลักซ์ Titanium Oxide (TiO₂) ส่งผลต่อการหลอมลึกและขนาดความกว้างของแนวเชื่อมที่เพิ่มขึ้น และมีรูปร่างของ แนวเชื่อมที่สมบูรณ์ 4.4.2 ระยะการหลอมลึกจากการเชื่อมโดยใช้ฟลั๊กซ์Titanium Oxide (TiO₂) ที่กระแส 200 แอมป์แปร์



(a) With TiO₂ Flux

(b) Without Flux



(c) With TiO_2 Flux

(d) Without Flux





(f) Without Flux

รูปที่ 4.15 ลักษณะการหลอมละลายลึกของแนวเชื่อม ที่ได้จากการเชื่อมโดยใช้ฟลั๊กซ์ Titanium Oxide (TiO₂) ทาก่อนเชื่อมเปรียบเทียบกับไม่ทาฟลั๊กซ์ กระแส 200 แอมป์แปร์

จากรูปที่ 4.15 เมื่อพิจารณาการทาฟลั๊กซ์ Titanium Oxide (TiO2) ก่อนการเชื่อม ต่อการหลอมลึกที่ กระแส 200 แอมป์แปร์ นำชิ้นงานที่ได้มาทำการวัดขนาดความกว้างของแนวเชื่อมรวมถึงระยะการ หลอมลึกของแนวเชื่อม พบว่า การหลอมลึกเฉลี่ยแนวเชื่อมที่ทาฟลั๊กซ์ Titanium Oxide (TiO₂) เท่ากับ 3.230 มม. และ ไม่ทาฟลักซ์ เท่ากับ 2.630 มม. และความกว้างเฉลี่ย ของแนวเชื่อมที่ทาฟลั๊กซ์ Titanium Oxide (TiO₂) เท่ากับ 9.227 มม. ไม่ทาฟลั๊กซ์ เท่ากับ 6.047 มม. แสดงว่าฟลักซ์ Titanium Oxide (TiO₂) ส่งผลต่อการหลอมลึกและขนาดความกว้างของแนวเชื่อมที่เพิ่มขึ้น และมีรูปร่างของ แนวเชื่อมที่สมบูรณ์

4.4.3 ระยะการหลอมลึกจากการเชื่อมโดยใช้ฟลั๊กซ์Titanium Oxide (TiO₂) ที่กระแส 215 แอมป์แปร์



(a) With TiO₂ Flux

(b) Without Flux



(c) With TiO_2 Flux

(d) Without Flux



(e) With TiO₂ Flux

(f) Without Flux

รูปที่ 4.16 ลักษณะการหลอมละลายลึกของแนวเชื่อม ที่ได้จากการเชื่อมโดยใช้ฟลั๊กซ์ Titanium Oxide (TiO₂) ทาก่อนเชื่อมเปรียบเทียบกับไม่ทาฟลั๊กซ์ กระแส 215 แอมป์แปร์

จากรูปที่ 4.16 เมื่อพิจารณาการทาฟลั๊กซ์ Titanium Oxide (TiO₂) ก่อนการเชื่อม ต่อการหลอมลึกที่ กระแส 215 แอมป์แปร์ นำชิ้นงานที่ได้มาทำการวัดขนาดความกว้างของแนวเชื่อมรวมถึงระยะการ หลอมลึกของแนวเชื่อม พบว่า การหลอมลึกเฉลี่ยแนวเชื่อมที่ทาฟลั๊กซ์ Titanium Oxide (TiO₂) เท่ากับ 3.330 มม. และไม่ทาฟลักซ์ เท่ากับ 2.373 มม. และความกว้างเฉลี่ย ของแนวเชื่อมที่ทาฟลั๊กซ์ Titanium Oxide (TiO₂) เท่ากับ 8.870 มม. ไม่ทาฟลั๊กซ์ เท่ากับ 7.597 มม. แสดงว่าฟลักซ์ Titanium Oxide (TiO₂) ส่งผลต่อการหลอมลึกและขนาดความกว้างของแนวเชื่อมที่เพิ่มขึ้น และมีรูปร่างของ แนวเชื่อมที่สมบูรณ์

4.4.4 ระยะการหลอมลึกจากการเชื่อมโดยใช้ฟลั๊กซ์ Silica Oxide (SiO2) ที่กระแส 185 แอมป์แปร์



(a) With SiO₂ Flux

(b) Without Flux



(c) With SiO₂ Flux

(d) Without Flux



(e) With SiO₂ Flux
 (f) Without Flux
 รูปที่ 4.17 ลักษณะการหลอมละลายลึกของแนวเชื่อม ที่ได้จากการเชื่อมโดยใช้ฟลั๊กซ์ Silica Oxide
 (SiO₂) ทาก่อนเชื่อมเปรียบเทียบกับไม่ทาฟลั๊กซ์ กระแส 185 แอมป์แปร์

จากรูปที่ 4.17 เมื่อพิจารณาการทาฟลั๊กซ์ Silica Oxide (SiO₂) ก่อนการเชื่อม ต่อการหลอมลึกที่กระแส 185 แอมป์แปร์ นำชิ้นงานที่ได้มาทำการวัดขนาดความกว้างของแนวเชื่อมรวมถึงระยะการหลอมลึก ของแนวเชื่อม พบว่า การหลอมลึกเฉลี่ยแนวเชื่อมที่ทาฟลั๊กซ์ Silica Oxide (SiO₂) เท่ากับ 3.330 มม. และ ไม่ทาฟลักซ์ เท่ากับ 2.373 มม. และความกว้างเฉลี่ย ของแนวเชื่อมที่ทาฟลั๊กซ์ Titanium Oxide (TiO₂) เท่ากับ 8.870 มม. ไม่ทาฟลั๊กซ์ เท่ากับ 7.597 มม. แสดงว่าฟลักซ์ Silica Oxide (SiO₂) ส่งผลต่อ การหลอมลึกและขนาดความกว้างของแนวเชื่อมที่เพิ่มขึ้น และมีรูปร่างของแนวเชื่อมที่สมบูรณ์



4.4.5 ระยะการหลอมลึกจากการเชื่อมโดยใช้ฟลั๊กซ์ Silica Oxide (SiO₂) ที่กระแส 200 แอมป์แปร์

(a) With SiO₂ Flux

(b) Without Flux







จากรูปที่ 4.18 เมื่อพิจารณาการทาฟลั๊กซ์ Silica Oxide (SiO₂) ก่อนการเชื่อม ต่อการหลอมลึกที่กระแส 200 แอมป์แปร์ นำชิ้นงานที่ได้มาทำการวัดขนาดความกว้างของแนวเชื่อมรวมถึงระยะการหลอมลึก ของแนวเชื่อม พบว่า การหลอมลึกเฉลี่ยแนวเชื่อมที่ทาฟลั๊กซ์ Silica Oxide (SiO₂) เท่ากับ 3.337 มม. และไม่ทาฟลักซ์ เท่ากับ 2.963 มม. และความกว้างเฉลี่ย ของแนวเชื่อมที่ทาฟลั๊กซ์ Titanium Oxide (TiO₂) เท่ากับ 7.967 มม. ไม่ทาฟลั๊กซ์ เท่ากับ 7.083 มม. แสดงว่าฟลักซ์ Silica Oxide (SiO₂) ส่งผลต่อ การหลอมลึกและขนาดความกว้างของแนวเชื่อมที่เพิ่มขึ้น และมีรูปร่างของแนวเชื่อมที่สมบูรณ์



4.4.6 ระยะการหลอมลึกจากการเชื่อมโดยใช้ฟลั๊กซ์ Silica Oxide (SiO₂) ที่กระแส 215 แอมป์แปร์

(a) With SiO₂ Flux

(b) Without Flux



(c) With SiO₂ Flux

(d) Without Flux



(e) With SiO₂ Flux
 (f) Without Flux
 รูปที่ 4.19 ลักษณะการหลอมละลายลึกของแนวเชื่อม ที่ได้จากการเชื่อม โดยใช้ฟลั้กซ์ Silica Oxide
 (SiO₂) ทาก่อนเชื่อมเปรียบเทียบกับไม่ทาฟลั๊กซ์ กระแส 215 แอมป์แปร์

จากรูปที่ 4.19 เมื่อพิจารณาการทาฟลั๊กซ์ Silica Oxide (SiO₂) ก่อนการเชื่อม ต่อการหลอมลึกที่กระแส 215 แอมป์แปร์ นำชิ้นงานที่ได้มาทำการวัดขนาดความกว้างของแนวเชื่อมรวมถึงระยะการหลอมลึก ของแนวเชื่อม พบว่า การหลอมลึกเฉลี่ยแนวเชื่อมที่ทาฟลั๊กซ์ Silica Oxide (SiO₂) เท่ากับ 3.110 มม. และไม่ทาฟลักซ์ เท่ากับ 2.893 มม. และความกว้างเฉลี่ย ของแนวเชื่อมที่ทาฟลั๊กซ์ Titanium Oxide (TiO₂) เท่ากับ 8.020 มม. ไม่ทาฟลั๊กซ์ เท่ากับ 7.707 มม. แสดงว่าฟลักซ์ Silica Oxide (SiO₂) ส่งผลต่อ การหลอมลึกและขนาดความกว้างของแนวเชื่อมที่เพิ่มขึ้น และมีรูปร่างของแนวเชื่อมที่สมบูรณ์

4.4.7 ระยะการหลอมลึกจากการเชื่อมโดยใช้ฟลั๊กซ์ Aluminium Oxide(Al₂O₃) ที่กระแส 185 แอมป์แปร์



(a) With Al₂O₃ Flux

(b) Without Flux



(c) With Al₂O₃ Flux

(d) Without Flux



(e) With Al₂O₃ Flux (f) Without Flux รูปที่ 4.20 ลักษณะการหลอมละลายลึกของแนวเชื่อม ที่ได้จากการเชื่อม โดยใช้ฟลั๊กซ์ Aluminium Oxide(Al₂O₃)ทาก่อนเชื่อมเปรียบเทียบกับไม่ทาฟลั๊กซ์ กระแส 185 แอมป์แปร์

จากรูปที่ 4.20 เมื่อพิจารณาการทาฟลั๊กซ์ Aluminium Oxide(Al₂O₃) ก่อนการเชื่อม ต่อการหลอมลึกที่ กระแส 185 แอมป์แปร์ นำชิ้นงานที่ได้มาทำการวัดขนาดความกว้างของแนวเชื่อมรวมถึงระยะการ หลอมลึกของแนวเชื่อม พบว่า การหลอมลึกเฉลี่ยแนวเชื่อมที่ทาฟลั๊กซ์ Aluminium Oxide(Al₂O₃) เท่ากับ 3.157 มม. และไม่ทาฟลักซ์ เท่ากับ 3.007 มม. และความกว้างเฉลี่ย ของแนวเชื่อมที่ทาฟลั๊กซ์ Aluminium Oxide(Al₂O₃) เท่ากับ 6.637 มม. ไม่ทาฟลั๊กซ์ เท่ากับ 6.020 มม. แสดงว่าฟลักซ์ Aluminium Oxide(Al₂O₃) เท่ากับ 6.637 มม. ไม่ทาฟลั๊กซ์ เท่ากับ 6.020 มม. แสดงว่าฟลักซ์

4.4.8 ระยะการหลอมลึกจากการเชื่อมโดยใช้ฟลั๊กซ์ Aluminium Oxide(Al₂O₃) ที่กระแส 200 แอมป์แปร์



(a) With Al₂O₃ Flux

(b) Without Flux







จากรูปที่ 4.21 เมื่อพิจารณาการทาฟลั๊กซ์ Aluminium Oxide(Al₂O₃) ก่อนการเชื่อม ต่อการหลอมลึกที่ กระแส 200 แอมป์แปร์ นำชิ้นงานที่ได้มาทำการวัดขนาดความกว้างของแนวเชื่อมรวมถึงระยะการ หลอมลึกของแนวเชื่อม พบว่า การหลอมลึกเฉลี่ยแนวเชื่อมที่ทาฟลั๊กซ์ Aluminium Oxide(Al₂O₃) เท่ากับ 3.370 มม. และ ไม่ทาฟลักซ์ เท่ากับ 3.237 มม. และความกว้างเฉลี่ย ของแนวเชื่อมที่ทาฟลั๊กซ์ Aluminium Oxide(Al₂O₃) เท่ากับ 7.30 มม. ไม่ทาฟลั๊กซ์ เท่ากับ 6.580 มม. แสดงว่าฟลักซ์ Aluminium Oxide(Al₂O₃)ส่งผลต่อการหลอมลึกและขนาดความกว้างของแนวเชื่อมที่เพิ่มขึ้น และมีรูปร่างของ แนวเชื่อมที่สมบูรณ์ 4.4.9 ระยะการหลอมลึกจากการเชื่อมโดยใช้ฟลั๊กซ์ Aluminium Oxide(Al₂O₃) ที่กระแส 215 แอมป์แปร์



(a) With Al₂O₃ Flux

(b) Without Flux



(c) With Al₂O₃ Flux

(d) Without Flux



(e) With Al₂O₃ Flux (f) Without Flux รูปที่ 4.22 ลักษณะการหลอมละลายลึกของแนวเชื่อม ที่ได้จากการเชื่อม โดยใช้ฟลั๊กซ์ Aluminium Oxide(Al₂O₃) ทาก่อนเชื่อมเปรียบเทียบกับไม่ทาฟลั๊กซ์ กระแส 215 แอมป์แปร์

จากรูปที่ 4.22 เมื่อพิจารณาการทาฟลั๊กซ์ Aluminium Oxide(Al₂O₃) ก่อนการเชื่อม ต่อการหลอมลึกที่ กระแส 215 แอมป์แปร์ นำชิ้นงานที่ได้มาทำการวัดขนาดความกว้างของแนวเชื่อมรวมถึงระยะการ หลอมลึกของแนวเชื่อม พบว่า การหลอมลึกเฉลี่ยแนวเชื่อมที่ทาฟลั้กซ์ Aluminium Oxide(Al₂O₃) เท่ากับ 3.353 มม. และ ไม่ทาฟลักซ์ เท่ากับ 3.490 มม. และความกว้างเฉลี่ย ของแนวเชื่อมที่ทาฟลั๊กซ์ Aluminium Oxide(Al₂O₃) เท่ากับ 7.440 มม. ไม่ทาฟลั๊กซ์ เท่ากับ 6.587 มม. แสดงว่าฟลักซ์ Aluminium Oxide(Al₂O₃)ส่งผลต่อการหลอมลึกและขนาดความกว้างของแนวเชื่อมที่เพิ่มขึ้น และมี รูปร่างของแนวเชื่อมที่สมบูรณ์

ตารางที่ 4.3 ข้อมูลเปรียบเทียบระยะการหลอมลึกเฉลี่ยของแนวเชื่อมจากเหลีกกล้าการ์บอนปานกลาง AISI 1045 โดยทาฟลั๊กซ์และไม่ทาฟลั๊กซ์ ก่อนการเชื่อม

2010010 01000 m	ระยะหลอมลึก (มม.)		เพิ่มขึ้น	คิดเป็นเปอร์เซ็นต์
฿๚๚กรมตบเอ	ทาฟลั๊กซ์	ไม่ทาฟลั๊กซ์	(ນນ.)	(%)
Titanium Oxide (TiO ₂) 185 แอมแปร์	0.579	0.494	0.085	14.680
Titanium Oxide (TiO ₂) 200 แอมแปร์	3.230	2.630	0.600	18.576
Titanium Oxide (TiO ₂) 215 แอมแปร์	3.330	2.373	0.957	28.739**
Silica Oxide (SiO ₂) 185 แอมแปร์	2.707	2.38	0.327	12.080
Silica Oxide (SiO ₂) 200 แอมแปร์	3.337	2.963	0.374	11.208
Silica Oxide (SiO ₂) 215 แอมแปร์	3.110	2.893	0.217	6.977
Aluminium Oxide(Al ₂ O ₃) 185 แอมแปร์	3.157	3.007	0.150	4.751
Aluminium Oxide(Al ₂ O ₃) 200 แอมแปร์	3.37	3.237	0.133	3.947
Aluminium Oxide(Al ₂ O ₃) 215 แอมแปร์	3.49	3.353	0.137	3.926*

** มีการหลอมลึกสูงสุด

* มีการหลอมลึกต่ำสุด

จากตารางที่ 4.3 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการหลอมลึก ในการเชื่อมโลหะเหล็กกล้า คาร์บอนปานกลาง AISI 1045 ด้วยกระบวนการเชื่อมแบบก๊าซทังสเตนอาร์ค (Gas Tungsten Arc Welding : GTAW) พบว่า การทา Titanium Oxide (TiO₂) ก่อนการเชื่อม ที่กระแส 215 แอมแปร์ให้การหลอมลึกสูงสุดที่ 28.739 เปอร์เซนต์ และ ฟลั๊กซ์ Aluminium Oxide(Al₂O₃) ที่กระแส 215 แอมแปร์ให้การหลอมลึกต่ำสุดที่ 3.926 เปอร์เซนต์ ดังนั้น ฟลั๊กซ์จึงส่งผลต่อการหลอมลึกที่เพิ่มขึ้น และรูปร่างของแนวเชื่อมที่หลอม ละลายสมบูรณ์ เนื่องจากฟลั๊กซ์ในกลุ่ม เซรามิกมีคุณสมบัติไม่นำพาความร้อนดังนั้นการทาฟลั๊กซ์ ทำ ให้แนวเชื่อมมีค่าความร้อนในงานเชื่อม (Heat Input) สูงขึ้น ส่งผลให้ระดับการหลอมลึกเพิ่มมากขึ้น ให้ค่าความกว้างของแนวเชื่อมมากขึ้น และทำให้บริเวณกระทบร้อน (HAZ) มีความกว้างและ ค่าความ แข็งเพิ่มมากขึ้น ดังรูปที่ 4.23





รูปที่ 4.23 กราฟแสดงการเปรียบเทียบ การหลอมลึกของแนวเชื่อมที่เพิ่มขึ้น ที่ระดับกระแสไฟเชื่อม 3 ระดับ คือ 185 Amp, 200 Amp และ 215 Amp จากการทาฟลั๊กซ์ 3 ชนิด ก่อนการเชื่อม

ตารางที่ 4.4 ข้อมูลเปรียบเทียบระยะความกว้างเฉลี่ยของแนวเชื่อมจากเหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง AISI 1045 โดยทาฟลั๊กซ์และไม่ทาฟลั๊กซ์ ก่อนการเชื่อม

	ความกว้างของแนวเชื่อม (มม.)		เพิ่มขึ้น	คิดเป็นเปอร์เซ็นต์
ชนดายสมุญ	ทาฟลั๊กซ์	ไม่ทาฟลั๊กซ์	(มม.)	(%)
Titanium Oxide (TiO ₂) 185 แอมแปร์	6.02	5.95	0.07	1.163*
Titanium Oxide (TiO ₂) 200 แอมแปร์	9.23	6.047	3.18	34.464**
Titanium Oxide (TiO ₂) 215 แอมแปร์	8.87	7.597	1.273	14.352
Silica Oxide (SiO ₂) 185 แอมแปร์	7.37	6.77	0.6	8.141
Silica Oxide (SiO ₂) 200 แอมแปร์	7.967	7.083	0.884	11.096
Silica Oxide (SiO ₂) 215 แอมแปร์	8.02	7.707	0.313	3.903
Aluminium Oxide(Al ₂ O ₃) 185 แอมแปร์	6.637	6.02	0.617	9.296
Aluminium Oxide(Al ₂ O ₃) 200 แอมแปร์	7.30	6.58	0.72	9.863
Aluminium Oxide(Al ₂ O ₃) 215 แอมแปร์	7.44	6.587	0.853	11.465

** ความกว้างของแนวเชื่อมสูงสุด

* ความกว้างของแนวเชื่อมต่ำสุด

จากตารางที่ 4.4 ปัจจัยที่ส่งผลต่อความกว้างของแนวเชื่อม ในการเชื่อม โลหะเหล็กกล้าคาร์บอนปาน กลาง AISI 1045 ด้วยกระบวนการเชื่อมแบบก๊าซทังสเตนอาร์ค (Gas Tungsten Arc Welding : GTAW) พบว่า การทา Titanium Oxide (TiO₂) ก่อนการเชื่อม ที่กระแส 215 แอมแปร์ จะส่งผลต่อ ความกว้างของแนวเชื่อม สูงสุดที่ 34.464 เปอร์เซนต์ และกระแส 185 แอมแปร์ ส่งผลต่อความกว้าง ของแนวเชื่อม ต่ำสุดที่ 1.163 เปอร์เซนต์ ดังนั้น การทา ฟลั๊กซ์Titanium Oxide (TiO₂) ก่อนการเชื่อม จึงส่งผลต่อความกว้างของแนวเชื่อมที่เพิ่มขึ้น และลักษณะรูปร่างของแนวเชื่อมที่หลอมละลาย สมบูรณ์ เนื่องจากฟลั๊กซ์ Titanium Oxide (TiO₂) มีคุณสมบัติไม่นำพาความร้อนจึงเกิด การสะสมของ ความร้อน ทำให้การแนวเชื่อมกว้างเพิ่มมากขึ้น



รูปที่ 4.24 กราฟแสดงการเปรียบเทียบ ความกว้างของแนวเชื่อมที่เพิ่มขึ้น ที่ระดับกระแส ไฟเชื่อม 3 ระดับ คือ 185 Amp, 200 Amp และ 215 Amp จากการทาฟลั๊กซ์ 3 ชนิด ก่อนการเชื่อม