

บทที่ 4 วิเคราะห์ผลการทดลอง

ในขั้นตอนของงานวิจัยในครั้งนี้ จะแบ่งการทดลองออกได้เป็น 4 การทดลอง โดยในการทดลองแรก จะใช้วิธีการวัดความส่องสว่างจากหลอดไฟเพื่อหาความส่องสว่างที่ได้จากหลอดไฟที่มีการใช้วัสดุสะท้อนรังสีช่วยในการสะท้อนแสงกลับมาที่จุดรับแสง เพื่อเปรียบเทียบกับการใช้หลอดไฟเปลือยแสงแบบไม่มีวัสดุสะท้อนรังสีซึ่งทำให้เห็นถึงความส่องสว่างที่วัสดุสะท้อนรังสีสามารถสะท้อนกลับมาได้ ในขั้นต่อมาจะทำการทดลองหาพลังงานความร้อนที่เกิดขึ้นเมื่อทำการอาร์กลงบนแคโทดรีมิเตอร์ โดยกระบวนการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนโดยใช้แก๊สปกคลุมแนวเชื่อม เพื่อนำค่าของอุณหภูมิที่ได้ มาคำนวณหาพลังงานที่เกิดขึ้นในชิ้นงานจากการอาร์ก ซึ่งทำได้โดยการนำผลต่างของอุณหภูมิของน้ำที่เข้าสู่ระบบและอุณหภูมิของน้ำที่ออกจากระบบมาหาพลังงานพลังงานที่เกิดขึ้นระหว่างการอาร์ก เพื่อให้ทราบถึงความแตกต่างของพลังงานที่เกิดจากการอาร์กแบบไม่มีวัสดุสะท้อนรังสี และการอาร์กแบบมีวัสดุสะท้อนรังสีรูปทรงวงรี และพาราโบลาอยด์ ในส่วนของอุณหภูมิที่เกิดขึ้นที่ผิวของชิ้นงานทองแดงจากการอาร์ก จะนำมาใช้หาอัตราส่วนระหว่างการอาร์กแบบไม่มีวัสดุสะท้อนรังสี และการอาร์กแบบมีวัสดุสะท้อนรังสี เพื่อใช้ประกอบการวิเคราะห์ผลทดลอง

ในส่วนของการทดลองที่สาม จะทำการเชื่อมกับวัสดุเหล็กกล้าคาร์บอน SS400 เพื่อดูการหลอมละลายที่เกิดขึ้น และหาค่าพลังงานที่ใช้ในการอาร์กเทียบกับพื้นที่ของบ่อหลอมละลายที่ได้ ทั้งจากการใช้วัสดุสะท้อนรังสีและไม่ใช้วัสดุสะท้อนรังสี และทดลองวัดระยะเวลาเริ่มทำการอาร์กจนกระทั่งผิวโลหะเกิดบ่อหลอมเพื่อเปรียบเทียบระหว่างการอาร์กโดยใช้วัสดุสะท้อนรังสี และไม่ใช้วัสดุสะท้อนรังสี เพื่อทราบถึงระยะเวลาที่น้อยลงหลังการอาร์กที่ใช้วัสดุสะท้อนรังสี

4.1 ความส่องสว่าง (Illuminance) ที่ได้จากการใช้วัสดุสะท้อนรังสี

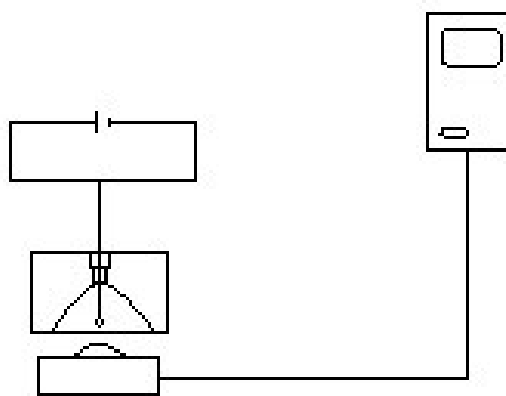
ในการทดลองนี้จะทดลองโดยการใช้หลอดไฟแอลอีดี (Light Emitting Diode) ในรูปแบบที่ไม่มีโคมช่วยสะท้อนแสง ปลูกปลอแสงใส่เครื่องวัดแสงสว่าง (Lux Meter) โดยใช้วัสดุสะท้อนรังสีรูปทรงวงรี วัสดุสะท้อนรังสีรูปทรงพาราโบลาอยด์ และไม่ใช้วัสดุสะท้อนรังสี เพื่อเปรียบเทียบความส่องสว่าง (Illuminance) ที่มากขึ้นด้วยการสะท้อนรังสีจากวัสดุสะท้อนรังสี โดยตั้งระยะ

ระหว่างหลอดแอลอีดีและเครื่องวัดแสงสว่างไว้ที่ 3 มิลลิเมตรเท่ากับระยะอาร์ก ได้ค่าความส่องสว่างที่พารามิเตอร์ต่างๆดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.1 ความส่องสว่างที่ได้จากการทดลอง

ไม่ใช้วัสดุสะท้อนรังสี (ลักซ์)	วัสดุสะท้อนรังสีรูปทรง พาราโบลอยด์ (ลักซ์)	วัสดุสะท้อนรังสีรูปทรงวงรี (ลักซ์)
582	737	805

จากตารางที่ 4.2 จะเห็นว่าค่าความส่องสว่างของหลอดไฟที่ได้จากการใช้วัสดุสะท้อนรังสีรูปทรงวงรีมีค่าความส่องสว่างที่สูงที่สุดที่ 805 ลักซ์ ตามมาด้วยการใช้วัสดุสะท้อนรังสีรูปทรงพาราโบลอยด์ที่ 737 ลักซ์ และการไม่ใช้วัสดุสะท้อนรังสีจะได้ค่าความส่องสว่างที่น้อยที่สุดที่ 582 ลักซ์ ซึ่งจะเห็นได้ว่าวัสดุสะท้อนรังสีรูปทรงวงรีและพาราโบลอยด์ มีความสามารถในการสะท้อนแสงได้เป็นอย่างดี ซึ่งมีแนวโน้มที่จะสะท้อนรังสีต่างๆได้ อย่างไรก็ตามวัสดุสะท้อนรังสีรูปทรงพาราโบลอยด์จะมีการสะท้อนรังสีกลับมาเป็นเส้นตรงซึ่งต่างจากวัสดุสะท้อนรังสีรูปทรงวงรีที่จะสะท้อนรังสีกลับมาที่จุดโฟกัส จึงทำให้ความส่องสว่างที่วัดได้จากการใช้วัสดุสะท้อนรังสีรูปทรงวงรีมีค่าสูงกว่าการใช้วัสดุสะท้อนรังสีรูปทรงพาราโบลอยด์



รูปที่ 4.1 รูปแสดงการวัดความส่องสว่างของแสงเมื่อถูกสะท้อนด้วยวัสดุสะท้อนรังสี

ในการทดลองหาค่าความส่องสว่าง (Illuminance) ของหลอดไฟเมื่อใช้วัสดุสะท้อนรังสี ในการช่วยโฟกัสแสงให้กลับเข้ามาในจุดโฟกัสหรือก็คือเครื่องวัดแสงสว่าง (Lux meter) จะเห็นว่าค่าความส่อง

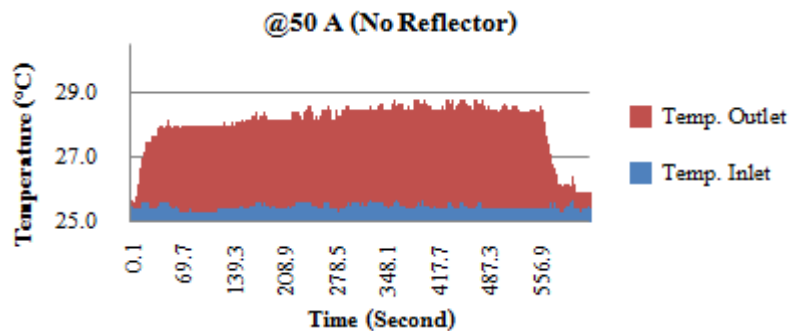
สว่างที่ได้มีค่าที่มากขึ้นเมื่อมีการใช้วัสดุสะท้อนรังสีช่วยในการโฟกัสแสง ซึ่งรูปทรง และประเภทของวัสดุจะมีผลต่อการสะท้อนรังสีหรือแสงดังที่กล่าวไว้ในบทของทฤษฎี จากการทดลองจึงยืนยันได้ว่าการใช้วัสดุสะท้อนรังสีรูปทรงวงรี และวัสดุสะท้อนรังสีรูปทรงพาราโบลอยด์ สามารถช่วยในการสะท้อนรังสีกลับมายังจุดโฟกัสได้

4.2 การทดลองเพื่อหาพลังงานที่เกิดขึ้นเมื่อทำการอาร์กลงบนแคลอรีมิเตอร์

จากข้อมูลที่เก็บได้จากการอาร์กลงบนแคลอรีมิเตอร์ทั้งในรูปแบบมีวัสดุสะท้อนรังสี (Reflector) และไม่มีวัสดุสะท้อนรังสี โดยใช้เครื่องวัดและบันทึกอุณหภูมิ แล้วจึงนำค่าที่ได้จากการเก็บผลของเทอร์โมคัปเปิลมาคำนวณหาพลังงานที่ได้จากการอาร์กตามสมการที่ 2 ในบทที่ 2 และเนื่องจากข้อมูลที่เก็บมามีจำนวนมากจึงใช้โปรแกรมเอกเซล (Excel) ในการช่วยคำนวณได้ผลการคำนวณดังต่อไปนี้

4.2.1 พลังงานที่ได้จากการอาร์กกระแส 50 แอมแปร์

พลังงานที่เข้าสู่ชิ้นงานที่ทำการอาร์กที่กระแส 50 แอมแปร์โดยไม่มีวัสดุสะท้อนรังสี จะคำนวณได้โดยข้อมูลของอุณหภูมิของน้ำขาเข้าและขาออกขณะทำการอาร์กดังต่อไปนี้



รูปที่ 4.2 แสดงอุณหภูมิของน้ำที่ไหลผ่านทองแดงที่ถูกอาร์กโดยไม่มีวัสดุสะท้อนรังสีที่กระแส 50 แอมแปร์

คำนวณโดยใช้สมการดังต่อไปนี้

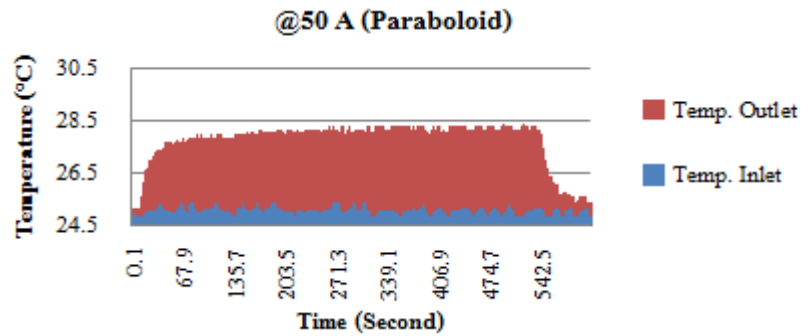
$$Q_{t_w} = \int_0^t WC(T_{Out} - T_{Inlet}) dt$$

$$\begin{aligned} Q(626.1 S) &= (29.67 \frac{g}{s})(4.18 \frac{J}{g \cdot C}) \{ [\int_0^{0.1} (\frac{25.7 + 25.4}{2}) dt \\ &+ \int_{0.1}^{0.2} (\frac{25.7 + 25.7}{2}) dt \\ &+ \int_{0.2}^{0.3} (\frac{25.7 + 25.7}{2}) dt + \dots \\ &+ \int_{471.0}^{471.1} (\frac{28.8 + 28.8}{2}) dt + \int_{471.1}^{471.2} (\frac{28.8 + 28.7}{2}) dt \\ &+ \int_{471.2}^{471.3} (\frac{28.7 + 28.7}{2}) dt + \dots + \int_{625.8}^{625.9} (\frac{25.9 + 25.9}{2}) dt \\ &+ \int_{625.9}^{626.0} (\frac{25.9 + 25.9}{2}) dt + \int_{626.0}^{626.1} (\frac{25.9 + 25.9}{2}) dt] \\ &- [\int_0^{0.1} (\frac{25.4 + 25.4}{2}) dt \\ &+ \int_{0.1}^{0.2} (\frac{25.4 + 25.5}{2}) dt \\ &+ \int_{0.2}^{0.3} (\frac{25.5 + 25.4}{2}) dt + \dots \\ &+ \int_{471.0}^{471.1} (\frac{25.4 + 25.4}{2}) dt + \int_{471.1}^{471.2} (\frac{25.4 + 25.4}{2}) dt \\ &+ \int_{471.2}^{471.3} (\frac{25.4 + 25.4}{2}) dt + \dots + \int_{625.8}^{625.9} (\frac{25.4 + 25.4}{2}) dt \\ &+ \int_{625.9}^{626.0} (\frac{25.4 + 25.4}{2}) dt + \int_{626.0}^{626.1} (\frac{25.4 + 25.4}{2}) dt] \} \end{aligned}$$

$$Q = 329 J/s$$

โดยที่ W เท่ากับ 29.67 กรัม/วินาที และ C เท่ากับ 4.18 จูล/กรัม·องศาเซลเซียส จะได้พลังงานที่เข้าสู่ชิ้นงานจากการอาร์กที่กระแส 50 แอมแปร์โดยไม่มีการใช้วัสดุสะท้อนรังสีเท่ากับ 329 จูล/วินาที หรือวัตต์

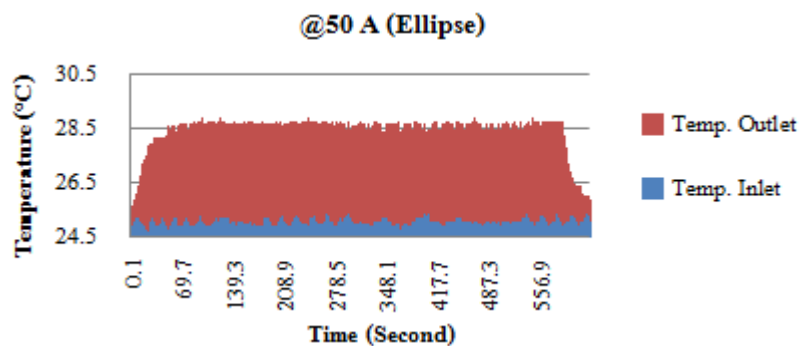
พลังงานที่เข้าสู่ชิ้นงานที่การอาร์กที่กระแส 50 แอมแปร์โดยใช้วัสดุสะท้อนรังสีรูปทรงพาราโบลอยด์ จะคำนวณได้โดยข้อมูลของอุณหภูมิของน้ำขาเข้าและขาออกขณะทำการอาร์กดังต่อไปนี้



รูปที่ 4.3 แสดงอุณหภูมิของน้ำที่ไหลผ่านทองแดงที่ถูกอาร์กโดยใช้วัสดุสะท้อนรังสีรูปทรงพาราโบลอยด์ที่กระแส 50 แอมแปร์

จากรูปที่ 4.3 จะได้พลังงานที่เข้าสู่ชิ้นงานจากการอาร์กที่กระแส 50 แอมแปร์โดยการใช้วัสดุสะท้อนรังสีรูปทรงพาราโบลอยด์เท่ากับ 333.7 จูล/วินาที หรือวัตต์

พลังงานที่เข้าสู่ชิ้นงานที่การอาร์กที่กระแส 50 แอมแปร์โดยใช้วัสดุสะท้อนรังสีรูปทรงวงรีจะคำนวณได้โดยข้อมูลของอุณหภูมิของน้ำขาเข้าและขาออกขณะทำการอาร์กดังต่อไปนี้

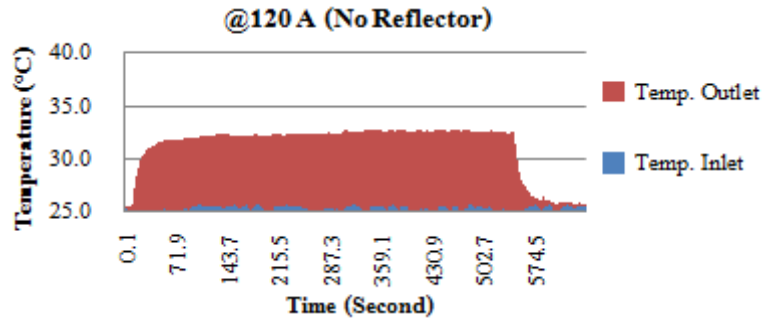


รูปที่ 4.4 แสดงอุณหภูมิของน้ำที่ไหลผ่านทองแดงที่ถูกอาร์กโดยใช้วัสดุสะท้อนรังสีรูปทรงวงรีที่กระแส 50 แอมแปร์

จากรูปที่ 4.4 จะได้พลังงานที่เข้าสู่ชิ้นงานจากการอาร์กที่กระแส 50 แอมแปร์โดยการใช้วัสดุสะท้อนรังสีรูปทรงวงรีเท่ากับ 409.5 จูล/วินาที หรือวัตต์

4.2.2 พลังงานที่เข้าสู่ชิ้นงานที่การอาร์กกระแส 120 แอมแปร์

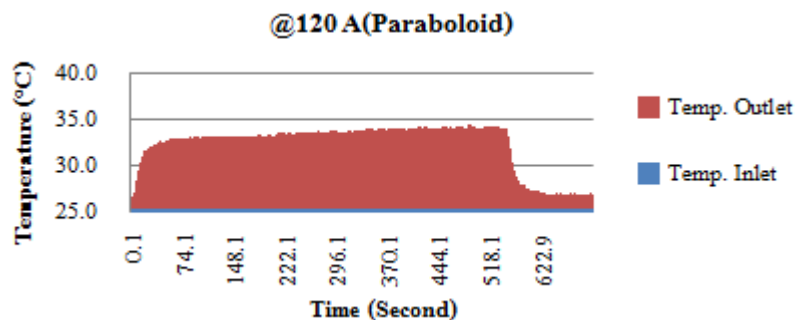
พลังงานที่เข้าสู่ชิ้นงานที่การอาร์กที่กระแส 120 แอมแปร์โดยไม่มีวัสดุสะท้อนรังสี จะคำนวณได้โดยข้อมูลของอุณหภูมิของน้ำขาเข้าและขาออกขณะทำการอาร์กดังต่อไปนี้



รูปที่ 4.5 แสดงอุณหภูมิของน้ำที่ไหลผ่านทองแดงที่ถูกอาร์กโดยไม่มีวัสดุสะท้อนรังสีที่กระแส 120 แอมแปร์

จากรูปที่ 4.5 จะได้พลังงานที่เข้าสู่ชิ้นงานจากการอาร์กที่กระแส 120 แอมแปร์โดยการไม่มีวัสดุสะท้อนรังสีเท่ากับ 733.4 จูล/วินาที หรือวัตต์

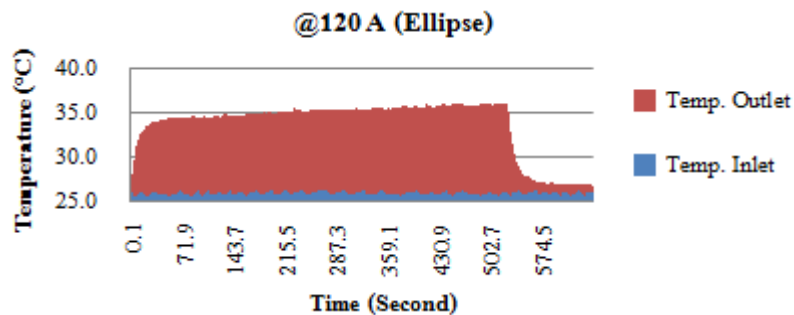
พลังงานที่เข้าสู่ชิ้นงานที่การอาร์กที่กระแส 120 แอมแปร์โดยใช้วัสดุสะท้อนรังสีรูปทรงพาราโบลอยด์ จะคำนวณได้โดยข้อมูลของอุณหภูมิของน้ำขาเข้าและขาออกขณะทำการอาร์กดังต่อไปนี้



รูปที่ 4.6 แสดงอุณหภูมิของน้ำที่ไหลผ่านทองแดงที่ถูกอาร์กโดยใช้วัสดุสะท้อนรังสีรูปทรงพาราโบลอยด์ที่กระแส 120 แอมแปร์

จากรูปที่ 4.6 จะได้พลังงานที่เข้าสู่ชิ้นงานจากการอาร์กที่กระแส 120 แอมแปร์โดยใช้วัสดุสะท้อนรังสีรูปทรงพาราโบลอยด์เท่ากับ 813.5 จูล/วินาที หรือวัตต์

พลังงานที่เข้าสู่ชิ้นงานที่การอาร์กที่กระแส 120 แอมแปร์โดยใช้วัสดุสะท้อนรังสีรูปทรงวงรี จะคำนวณได้โดยข้อมูลของอุณหภูมิของน้ำขาเข้าและขาออกขณะทำการอาร์กดังต่อไปนี้

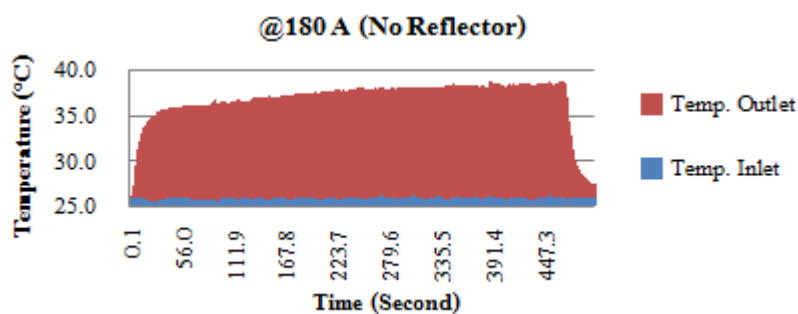


รูปที่ 4.7 แสดงอุณหภูมิของน้ำที่ไหลผ่านทองแดงที่ถูกอาร์กโดยใช้วัสดุสะท้อนรังสีรูปทรงวงรีที่กระแส 120 แอมแปร์

จากรูปที่ 4.7 จะได้พลังงานที่เข้าสู่ชิ้นงานจากการอาร์กที่กระแส 120 แอมแปร์โดยใช้วัสดุสะท้อนรังสีรูปทรงวงรีเท่ากับ 967.6 จูล/วินาที หรือวัตต์

4.2.3 พลังงานที่เข้าสู่ชิ้นงานที่การอาร์กกระแส 180 แอมแปร์

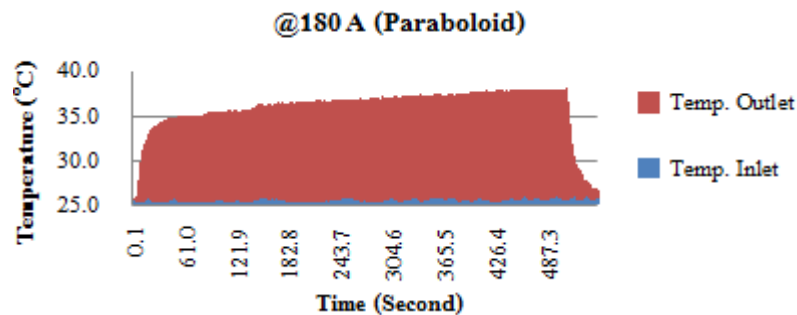
พลังงานที่เข้าสู่ชิ้นงานที่การอาร์กที่กระแส 180 แอมแปร์โดยไม่มีวัสดุสะท้อนรังสี จะคำนวณได้โดยข้อมูลของอุณหภูมิของน้ำขาเข้าและขาออกขณะทำการอาร์กดังต่อไปนี้



รูปที่ 4.8 แสดงอุณหภูมิของน้ำที่ไหลผ่านทองแดงที่ถูกอาร์กโดยไม่มีวัสดุสะท้อนรังสีที่กระแส 180 แอมแปร์

จากรูปที่ 4.8 จะได้พลังงานที่เข้าสู่ชิ้นงานจากการอาร์กที่กระแส 180 แอมแปร์โดยการใช้วัสดุสะท้อนรังสีเท่ากับ 1222.5 จูล/วินาที หรือวัตต์

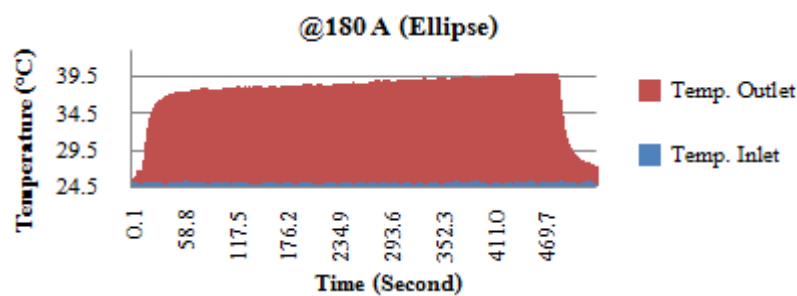
พลังงานที่เข้าสู่ชิ้นงานที่การอาร์กที่กระแส 180 แอมแปร์โดยใช้วัสดุสะท้อนรังสีรูปทรงพาราโบลอยด์ จะคำนวณได้โดยข้อมูลของอุณหภูมิของน้ำขาเข้าและขาออกขณะทำการอาร์กดังต่อไปนี้



รูปที่ 4.9 แสดงอุณหภูมิของน้ำที่ไหลผ่านทองแดงที่ถูกอาร์กโดยใช้วัสดุสะท้อนรังสีรูปทรงพาราโบลอยด์ที่กระแส 180 แอมแปร์

จากรูปที่ 4.9 จะได้พลังงานที่เข้าสู่ชิ้นงานจากการอาร์กที่กระแส 180 แอมแปร์โดยการใช้วัสดุสะท้อนรังสีรูปทรงพาราโบลอยด์เท่ากับ 1291.1 จูล/วินาที หรือวัตต์

พลังงานที่เข้าสู่ชิ้นงานที่การอาร์กที่กระแส 180 แอมแปร์โดยใช้วัสดุสะท้อนรังสีรูปทรงวงรีจะคำนวณได้โดยข้อมูลของอุณหภูมิของน้ำขาเข้าและขาออกขณะทำการอาร์กดังต่อไปนี้



รูปที่ 4.10 แสดงอุณหภูมิของน้ำที่ไหลผ่านทองแดงที่ถูกอาร์กโดยใช้วัสดุสะท้อนรังสีรูปทรงวงรีที่กระแส 180 แอมแปร์

จากรูปที่ 4.10 จะได้พลังงานที่เข้าสู่ชิ้นงานจากการอาร์กที่กระแส 180 แอมแปร์โดยการใช้วัสดุสะท้อนรังสีรูปทรงวงรีเท่ากับ 1477.3 จูล/วินาที หรือวัตต์

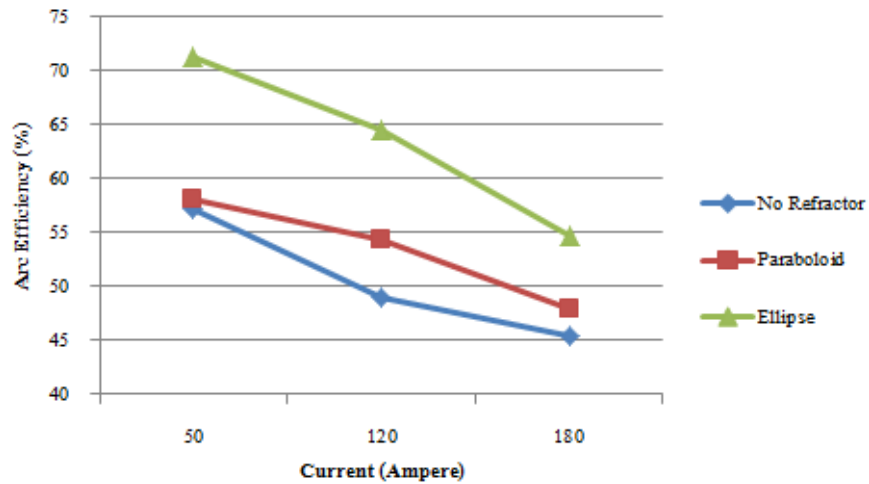
4.2.4 พลังงานที่เกิดขึ้นในการอาร์กบนทองแดง

พลังงานที่เกิดขึ้นในการอาร์กบนทองแดงจะทำการทดลองโดยการอาร์กที่เคลอร์มิเตอร์ที่มีเทอร์โมคัปเปิลติดอยู่ดังรูปที่ 3.10 ซึ่งจะใช้กระแสที่ 50, 120 และ 180 แอมแปร์ โดยในการอาร์กที่กระแสต่างๆจะมีการอาร์กทั้งแบบไม่มีวัสดุสะท้อนรังสี การอาร์กแบบมีวัสดุสะท้อนรังสีรูปทรงพาราโบลอยด์ และการอาร์กแบบมีวัสดุรูปทรงวงรี หลังจากนั้นจึงทำการหาค่าของพลังงานที่ถูกนำหล่อเย็นนำความร้อนออกไปจากการอาร์ก ซึ่งสามารถหาค่าได้จากการนำข้อมูลของอุณหภูมิที่วัดโดยเทอร์โมคัปเปิลของน้ำขาเข้าและขาออก ณ เวลาในการอาร์กมาคำนวณ และจึงเปรียบเทียบกับพลังงานจากการอาร์ก ได้ผลการทดลองดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.2 พลังงานที่ถูกนำหล่อเย็นนำความร้อนออกไปจากการอาร์ก

กระแสอาร์ก (แอมแปร์)	ความต่าง ศักย์ (โวลต์)	พลังงานจาก การอาร์ก (วัตต์)	พลังงานที่ได้ จากการเชื่อม แบบไม่ใส่วัสดุ สะท้อนรังสี (วัตต์)	พลังงานที่ได้ จากการเชื่อม แบบใส่วัสดุ สะท้อนรังสีรูป ทรงพาราโ ลอยด์ (วัตต์)	พลังงานที่ได้ จากการเชื่อม แบบใส่วัสดุ สะท้อนรังสีรูป ทรงวงรี (วัตต์)
50	11.5	575	329 (57.21%)	333.7 (58.03%)	409.5 (71.22%)
120	12.5	1500	733.4 (48.89%)	813.5 (54.23%)	967.6 (64.50%)
180	15	2700	1222.5 (45.28%)	1291.1 (47.82%)	1477.3 (54.71%)

จากตารางที่ 4.1 พลังงานจากการอาร์กสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 1 ของบทที่ 2 แล้วจึงนำไปเปรียบเทียบกับพลังงานที่ได้จากการเชื่อมทั้งใส่วัสดุสะท้อนรังสีและไม่ใส่ หลังจากนั้นจึงสามารถนำมาสร้างเป็นกราฟเพื่อเปรียบเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ระหว่างพลังงานจากการอาร์กและพลังงานที่เข้าสู่ชิ้นงานได้ดังนี้



รูปที่ 4.11 แสดงอัตราส่วนระหว่างพลังงานจากการอาร์กและพลังงานที่เข้าสู่ชิ้นงาน

รูปที่ 4.11 แสดงให้เห็นถึงพลังงานที่จะสูญเสียไปมากขึ้นจากเมื่อกระแสที่ใช้อาร์กหรือพลังงานที่ใช้ในการอาร์กมากขึ้น ซึ่งตรงตามงานวิจัยที่ผ่านมาในอดีตคือ เมื่อมีการใช้พลังงานในการอาร์กที่สูงขึ้น จะมีพลังงานที่สูญเสียออกไปมากขึ้นตามไปด้วย [1] เนื่องจากการอาร์กที่ใช้พลังงานสูงจะมีการปลดปล่อยพลังงานอิเล็กทรอนิกส์ออกมามากกว่าการอาร์กที่ใช้พลังงานต่ำ หรือกล่าวได้ว่าความเข้มของการอาร์กที่พลังงานสูงมากกว่าความเข้มของอาร์กที่พลังงานต่ำ ดังนั้นจึงมีพลังงานที่สูญเสียให้กับบรรยากาศภายนอกได้มากกว่าการอาร์กที่พลังงานต่ำ

การทดลองเพื่อทดลองหาพลังงานที่เข้าสู่ชิ้นงานจากกระบวนการเชื่อมอาร์กทั้งสแตนโดยใช้แก๊สปกคลุม ที่ได้ทำการอาร์กลงบนชิ้นงานทองแดงที่สร้างขึ้นมาเพื่อเป็นแคลอริมิเตอร์ จึงได้อัตราส่วนระหว่างพลังงานจากการอาร์กและพลังงานที่เข้าสู่ชิ้นงานตามรูปที่ 4.11 ที่กระแสเดียวกัน (50 แอมแปร์ 120 แอมแปร์ และ 180 แอมแปร์) เมื่อใช้วัสดุสะท้อนรังสี ทั้งรูปทรงพาราโบลอยด์และรูปทรงวงรี จะสามารถอาร์กชิ้นงาน โดยมีพลังงานความร้อนเข้าสู่ชิ้นงานได้มากขึ้น โดยที่พลังงานความร้อนที่เข้าสู่ชิ้นงานจะมีอัตราส่วนที่น้อยลงโดยเปรียบเทียบกับพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการอาร์กเมื่อกระแสที่ใช้ในการอาร์กสูงขึ้น กล่าวคือเมื่อกระแสที่ใช้ในการอาร์กหรือพลังงานที่ใช้ในการอาร์กสูงขึ้น จะทำให้เกิดการสูญเสียทางความร้อนที่มากขึ้นไปด้วย ในส่วนของประสิทธิภาพความร้อนที่ได้จากการอาร์กโดยไม่ใช้วัสดุสะท้อนรังสีจะอยู่ที่ 45 – 57% เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยที่ผ่านมาของ Giedt, W.H., Tallerico, L.N. and Fuerschbach, P.W. [10] ที่ทำการอาร์กบนแคลอริมิเตอร์แบบ Seebeck ลงบนสแตนเลสเกรด 304L จะได้ประสิทธิภาพของอาร์กอยู่ที่ 80% โดยใช้กระแสในการ

อาร์กอยู่ที่ 49.7 – 205 แอมแปร์ ส่วนงานวิจัยของ Duponts, J.N. and Marder, A.R. [9] จะทำการอาร์กกลงบนแคลอริมิเตอร์แบบ Seebeck แต่จะใช้วัสดุเกรด ASTM A36 ซึ่งได้ค่าประสิทธิภาพของอาร์กอยู่ที่ 67% และงานวิจัยของ Kou, S. and Le, Y. [12] จะทำการอาร์กกลงบนแคลอริมิเตอร์ที่เป็นท่ออลูมิเนียมเกรด 6061-T6 โดยใช้น้ำหล่อเย็นภายในท่อซึ่งได้ค่าประสิทธิภาพของอาร์กอยู่ที่ 78% จากการยกตัวอย่างของแต่ละงานวิจัยในข้างต้นจะเห็นว่างานวิจัยที่ผ่านมาจะได้ค่าของประสิทธิภาพในการอาร์กที่มากกว่าการทดลองนี้ซึ่งมีปัจจัยหลายอย่างที่ทำให้ค่าประสิทธิภาพการอาร์กที่เกิดขึ้นนั้นแตกต่างกัน เช่น รูปทรงของแคลอริมิเตอร์ และประเภทของวัสดุที่ใช้ในการเชื่อม ซึ่งจากที่ศึกษาพบว่าระยะเวลาในการอาร์กก็เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดการสูญเสียความร้อนจากการเชื่อม โดยในแต่ละงานวิจัยที่ผ่านมาในอดีตที่กล่าวมาในข้างต้นจะทำการอาร์กด้วยระยะเวลาที่น้อย โดยเฉลี่ยแล้วในการอาร์กแต่ละรอบไม่เกิน 10 วินาที แต่ในงานวิจัยนี้ได้ใช้ระยะเวลาในการอาร์กประมาณ 6 นาทีเนื่องจากในงานวิจัยนี้มีความต้องการที่จะศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้วัสดุสะท้อนรังสี ดังนั้นระยะเวลาในการอาร์กจึงต้องมากเพียงพอที่จะทำให้เห็นถึงการเพิ่มขึ้นของพลังงานความร้อนที่เข้าสู่แคลอริมิเตอร์ ซึ่งเมื่อใช้วัสดุสะท้อนรังสีรูปทรงพาราโบลอยด์ในการอาร์กจะได้ประสิทธิภาพความร้อนประมาณ 47 – 58% และเมื่อใช้วัสดุสะท้อนรังสีรูปทรงวงรีในการอาร์กจะได้ประสิทธิภาพความร้อนประมาณ 54 – 71%

โดยในส่วนของวัสดุสะท้อนรังสีรูปทรงวงรี (Elliptic Reflector) จะมีความสามารถสะท้อนรังสีที่ดีตั้งแต่การอาร์กที่กระแสต่ำ จนกระทั่งที่กระแสสูงค่าของประสิทธิภาพของพลังงานในการอาร์กจะค่อยๆ น้อยลง ในส่วนของวัสดุสะท้อนรังสีรูปทรงพาราโบลอยด์ (Paraboloid Reflector) การอาร์กที่กระแสต่างๆ จะมีค่าของประสิทธิภาพในการอาร์กที่สูงขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น เนื่องจากวัสดุสะท้อนรังสีทั้งสองรูปทรงมีคุณสมบัติในการสะท้อนรังสีที่แตกต่างกัน กล่าวคือวัสดุสะท้อนรังสีรูปทรงวงรีจะสะท้อนรังสีไปยังบริเวณบ่อหลอมทั้งหมด แต่ในส่วนของวัสดุสะท้อนรังสีรูปทรงพาราโบลอยด์จะสะท้อนรังสีกลับมาเป็นเส้นตรงกระจายไปทั่วทั้งชิ้นงาน จึงทำให้บริเวณที่เกิดการอาร์กไม่ได้เพิ่มอุณหภูมิขึ้นมากนัก

ในส่วนของการอาร์กแบบมีวัสดุสะท้อนรังสีนั้นจะมีค่าพลังงานที่ต่ำลงเช่นเดียวกับการอาร์กแบบไม่มีวัสดุสะท้อนรังสี เนื่องจากมาจากวัสดุสะท้อนรังสีที่เป็นโครเมียมจะมีค่าการสะท้อนอยู่ที่ 0.72 – 0.9 ซึ่งขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่มากกระทบกับวัสดุซึ่งตามทฤษฎีกล่าวว่าโครเมียมจะมีความสามารถในการ

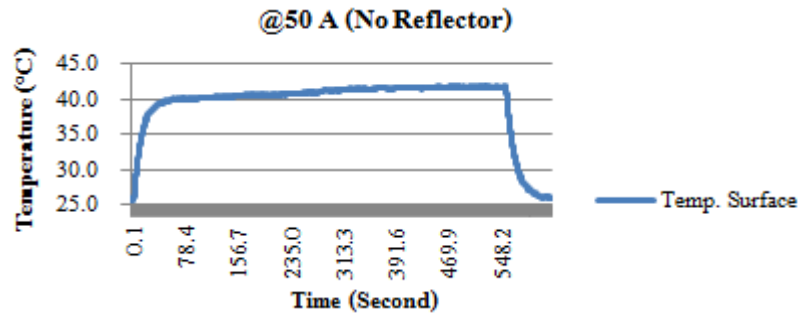
สะท้อนรังสีได้ในช่วง 50 – 1000 องศาเซลเซียสเท่านั้น [17] โดยความสามารถในการสะท้อนรังสีจะน้อยลงเรื่อยๆตามอุณหภูมิที่สูงขึ้น

ซึ่งการอาร์กที่กระแสที่สูงขึ้นจะทำให้เกิดความเข้มของอาร์ก (Arc Intensity) ที่มากขึ้น หมายความว่าพลังงานความร้อนที่เกิดจากการอาร์กที่กระแสสูงๆจะมากกว่าการอาร์กที่กระแสต่ำ ดังนั้นอุณหภูมิที่เกิดขึ้นจากการอาร์กที่กระแสต่างกันย่อมมีความแตกต่างกันอย่างแน่นอน ซึ่งอุณหภูมิที่สูงขึ้นจากการอาร์กจะส่งผลให้วัสดุสะท้อนรังสีที่มีผิวเคลือบเป็นโครเมียมมีประสิทธิภาพที่ต่ำลง ดังนั้นจากการทดลองจะเห็นว่าความแตกต่างระหว่างการใช้วัสดุสะท้อนรังสี และไม่ใช้วัสดุสะท้อนรังสีที่การอาร์กโดยใช้กระแสสูงนั้นจะมีความแตกต่างกันที่น้อยกว่าการอาร์กที่กระแสต่ำ

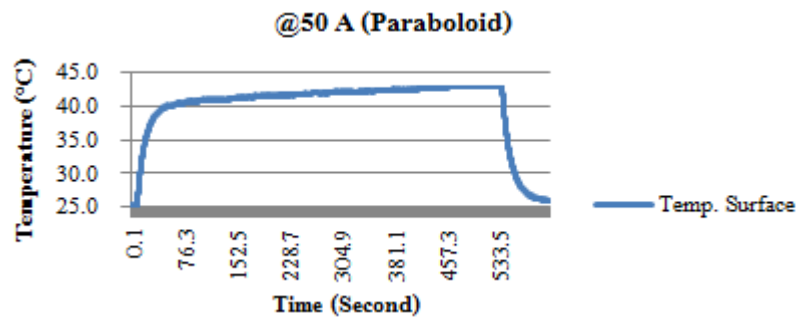
จึงสามารถสรุปได้ว่าการที่กระแสอาร์กสูงขึ้นจะมีการสูญเสียพลังงานออกไปได้มากขึ้น และในการใช้วัสดุสะท้อนรังสีที่มีโครเมียมเป็นผิวเคลือบเพื่อช่วยในการสะท้อนรังสีความร้อนที่เกิดขึ้นในการอาร์กกลับมาที่ผิวชิ้นงานเชื่อมจะมีประสิทธิภาพที่ด้อยกว่าที่กระแสอาร์กต่ำ และประสิทธิภาพของวัสดุสะท้อนรังสีที่มีโครเมียมเป็นผิวเคลือบจะมีประสิทธิภาพที่น้อยลงไปตามกระแสอาร์กที่สูงขึ้น

4.2.5 ประสิทธิภาพของวัสดุสะท้อนรังสี (Reflector) ที่สะท้อนรังสีมายังผิวทองแดงด้วยกระแสอาร์ก 50 แอมแปร์

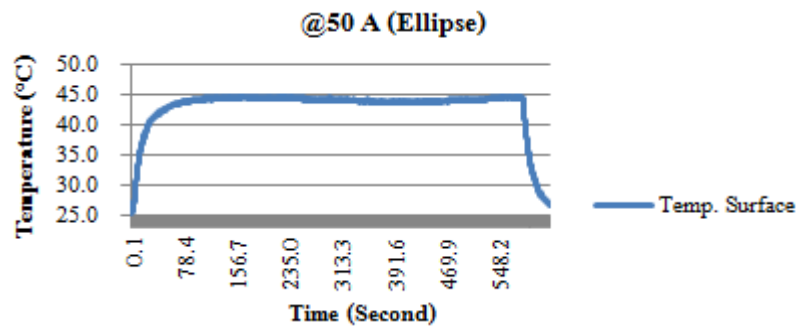
การหาประสิทธิภาพของวัสดุสะท้อนรังสี (Reflector) ที่สะท้อนรังสีมายังผิวทองแดงสามารถหาได้โดยการเปรียบเทียบอุณหภูมิสูงที่สุดที่เกิดขึ้นที่ผิวทองแดงระหว่างการอาร์กแบบมีวัสดุสะท้อนรังสี กับ ไม่มีวัสดุสะท้อนรังสีในการอาร์กที่กระแส 50 แอมแปร์ ซึ่งจะนำข้อมูลที่เก็บระหว่างการอาร์กทุกๆ 0.1 วินาทีตั้งแต่เริ่มอาร์กจนกระทั่งการอาร์กสิ้นสุด โดยในการทดลองนี้จะนำค่าที่ได้จากเทอร์โมคัปเปิลจุดที่ 3, 4, 5 ตามรูปที่ 3.12 นำมาหาค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิที่เกิดขึ้นทั้งสามจุด แล้วจึงสร้างเป็นกราฟได้ดังต่อไปนี้



รูปที่ 4.12 อุณหภูมิที่ผิวชิ้นงานเมื่อทำการอาร์กโดยไม่ใช้วัสดุสะท้อนรังสีที่กระแส 50 แอมแปร์



รูปที่ 4.13 อุณหภูมิที่ผิวชิ้นงานเมื่อทำการอาร์กโดยใช้วัสดุสะท้อนรังสีรูปทรงพาราโบลอยด์ที่กระแส 50 แอมแปร์



รูปที่ 4.14 อุณหภูมิที่ผิวชิ้นงานเมื่อทำการอาร์กโดยใช้วัสดุสะท้อนรังสีรูปทรงวงรีที่กระแส 50 แอมแปร์

ในการเปรียบเทียบอุณหภูมิสูงสุดที่เกิดขึ้นที่ผิวทองแดงระหว่างการอาร์กแบบมีวัสดุสะท้อนรังสีกับไม่มีวัสดุสะท้อนรังสีที่กระแส 50 แอมแปร์จะคำนวณโดยสมการที่ 3 ในบทที่ 2 คือ

$$\eta = \left(\frac{T_1 - T_2}{T_2} \right) \times 100$$

เมื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิของผิวทองแดงระหว่างการอาร์กโดยใช้วัสดุสะท้อนรังสีรูปทรงพาราโบ-
ลอยด์ดังรูปที่ 4.13 กับการอาร์กโดยไม่ใช้วัสดุสะท้อนรังสีดังรูปที่ 4.12 ได้ดังนี้

$$\eta = \left(\frac{43.1 - 42.1}{42.1} \right) \times 100$$

$$\eta = 2.37$$

ดังนั้นการใช้วัสดุรูปทรงพาราโบลอยด์จะเพิ่มอุณหภูมิที่ผิวทองแดง 2.37% เมื่อเทียบกับการไม่ใช้
วัสดุสะท้อนรังสี ที่การกระแสอาร์ก 50 แอมแปร์

เมื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิของผิวทองแดงระหว่างการอาร์กโดยใช้วัสดุสะท้อนรังสีรูปทรงวงรีดังรูปที่
4.14 กับการอาร์กโดยไม่ใช้วัสดุสะท้อนรังสีดังรูปที่ 4.12 ได้ดังนี้

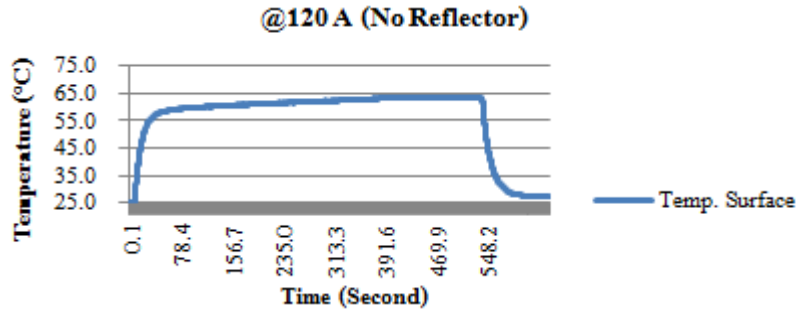
$$\eta = \left(\frac{44.9 - 42.1}{42.1} \right) \times 100$$

$$\eta = 6.65$$

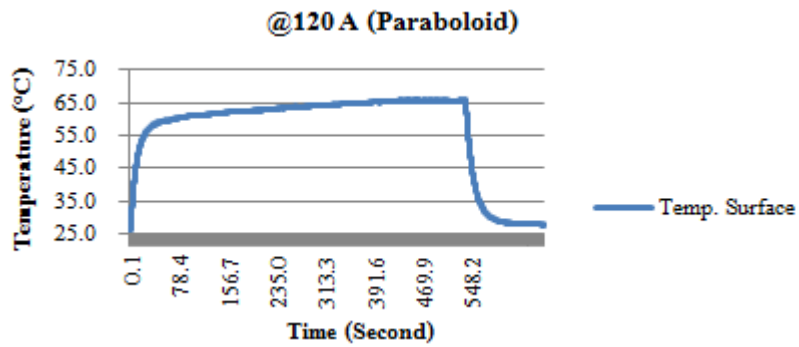
ดังนั้นการใช้วัสดุรูปทรงวงรีจะเพิ่มอุณหภูมิที่ผิวทองแดง 6.65% เมื่อเทียบกับการไม่ใช้วัสดุสะท้อน
รังสี ที่การกระแสอาร์ก 50 แอมแปร์

4.2.6 ประสิทธิภาพของวัสดุสะท้อนรังสี (Reflector) ที่สะท้อนรังสีมายังผิวทองแดงด้วย กระแสอาร์ก 120 แอมแปร์

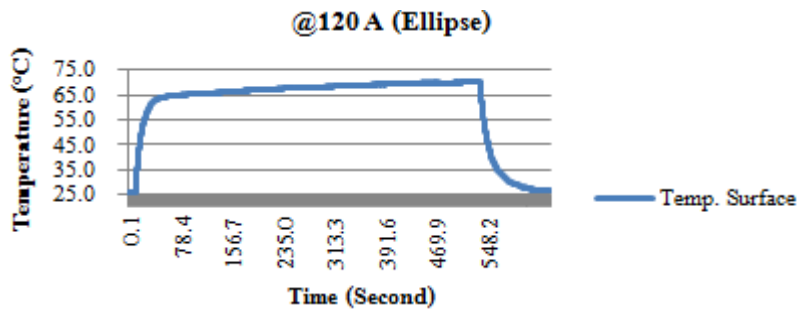
การหาประสิทธิภาพของวัสดุสะท้อนรังสี (Reflector) ที่สะท้อนรังสีมายังผิวทองแดงสามารถหาได้
โดยการเปรียบเทียบอุณหภูมิสูงสุดที่เกิดขึ้นที่ผิวทองแดงระหว่างการอาร์กแบบมีวัสดุสะท้อนรังสี
กับไม่มีวัสดุสะท้อนรังสีในการอาร์กที่กระแส 120 แอมแปร์ ได้ผลในการทดลองดังต่อไปนี้



รูปที่ 4.15 อุณหภูมิที่ผิวชิ้นงานเมื่อทำการอาร์กโดยไม่ใช้วัสดุสะท้อนรังสีที่กระแส 120 แอมแปร์



รูปที่ 4.16 อุณหภูมิที่ผิวชิ้นงานเมื่อทำการอาร์กโดยใช้วัสดุสะท้อนรังสีรูปทรงพาราโบลอยด์ที่กระแส 120 แอมแปร์



รูปที่ 4.17 อุณหภูมิที่ผิวชิ้นงานเมื่อทำการอาร์กโดยใช้วัสดุสะท้อนรังสีรูปทรงวงรีที่กระแส 120 แอมแปร์

เมื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิของผิวทองแดงระหว่างการอาร์กโดยใช้วัสดุสะท้อนรังสีรูปทรงพาราโบลอยด์ดังรูปที่ 4.16 กับการอาร์กโดยไม่ใช้วัสดุสะท้อนรังสีดังรูปที่ 4.15 ได้ดังนี้

$$\eta = \left(\frac{65.9 - 64.4}{64.4} \right) \times 100$$

$$\eta = 2.32$$

ดังนั้นการใช้วัสดุรูปทรงพาราโบลอยด์จะเพิ่มอุณหภูมิที่ผิวทองแดง 2.32% เมื่อเทียบกับการไม่ใช้วัสดุสะท้อนรังสี ที่การกระแสอาร์ค 120 แอมแปร์

เมื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิของผิวทองแดงระหว่างการอาร์คโดยใช้วัสดุสะท้อนรังสีรูปทรงวงรีดังรูปที่ 4.17 กับการอาร์คโดยไม่ใช้วัสดุสะท้อนรังสีดังรูปที่ 4.15 ได้ดังนี้

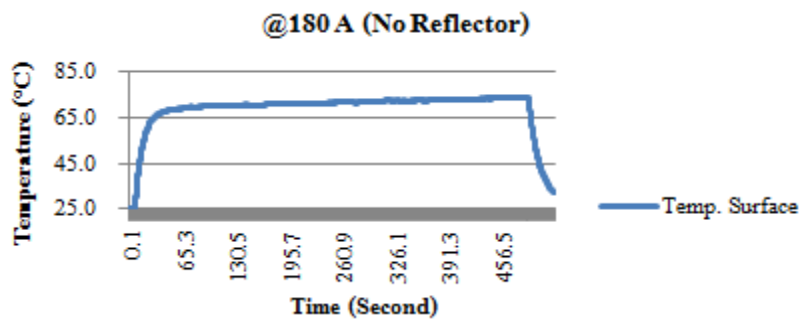
$$\eta = \left(\frac{68.1 - 64.4}{64.4} \right) \times 100$$

$$\eta = 5.74$$

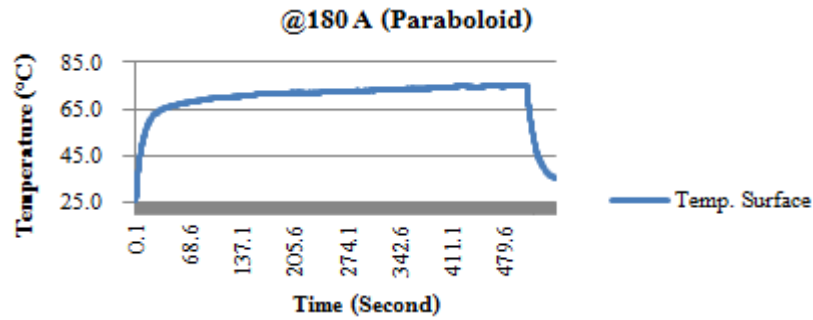
ดังนั้นการใช้วัสดุรูปทรงวงรีจะเพิ่มอุณหภูมิที่ผิวทองแดง 5.74% เมื่อเทียบกับการไม่ใช้วัสดุสะท้อนรังสี ที่การกระแสอาร์ค 120 แอมแปร์

4.2.7 ประสิทธิภาพของวัสดุสะท้อนรังสี (Reflector) ที่สะท้อนรังสีมายังผิวทองแดงด้วยกระแสอาร์ค 180 แอมแปร์

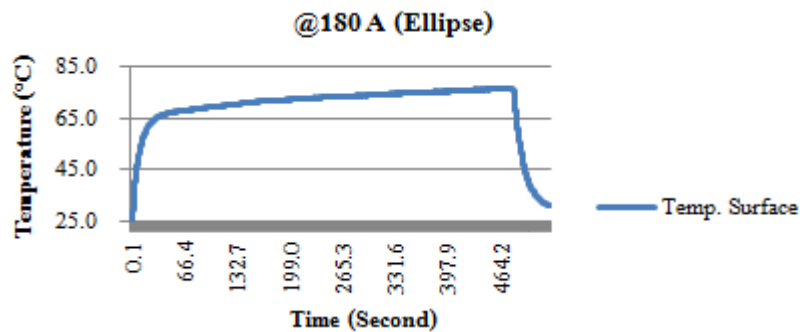
การหาประสิทธิภาพของวัสดุสะท้อนรังสี (Reflector) ที่สะท้อนรังสีมายังผิวทองแดงสามารถหาได้ โดยการเปรียบเทียบอุณหภูมิสูงสุดที่เกิดขึ้นที่ผิวทองแดงระหว่างการอาร์คแบบมีวัสดุสะท้อนรังสี กับไม่มีวัสดุสะท้อนรังสีในการอาร์คที่กระแส 180 แอมแปร์ ได้ผลในการทดลองดังต่อไปนี้



รูปที่ 4.18 อุณหภูมิที่ผิวชิ้นงานเมื่อทำการอาร์คโดยไม่ใช้วัสดุสะท้อนรังสีที่กระแส 180 แอมแปร์



รูปที่ 4.19 อุณหภูมิที่ผิวชิ้นงานเมื่อทำการอาร์กโดยใช้วัสดุสะท้อนรังสีรูปทรงพาราโบลอยด์ที่กระแส 180 แอมแปร์



รูปที่ 4.20 อุณหภูมิที่ผิวชิ้นงานเมื่อทำการอาร์กโดยใช้วัสดุสะท้อนรังสีรูปทรงวงรีที่กระแส 180 แอมแปร์

เมื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิของผิวทองแดงระหว่างการอาร์กโดยใช้วัสดุสะท้อนรังสีรูปทรงพาราโบลอยด์ดังรูปที่ 4.19 กับการอาร์กโดยไม่ใช้วัสดุสะท้อนรังสีดังรูปที่ 4.18 ได้ดังนี้

$$\eta = \left(\frac{75.4 - 73.8}{73.8} \right) \times 100$$

$$\eta = 2.17$$

ดังนั้นการใช้วัสดุรูปทรงพาราโบลอยด์จะเพิ่มอุณหภูมิที่ผิวทองแดง 2.17% เมื่อเทียบกับการไม่ใช้วัสดุสะท้อนรังสี ที่การกระแสอาร์ก 180 แอมแปร์

เมื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิของผิวทองแดงระหว่างการอาร์กโดยใช้วัสดุสะท้อนรังสีรูปทรงวงรีดังรูปที่ 4.20 กับการอาร์กโดยไม่ใช้วัสดุสะท้อนรังสีรูปที่ 4.18 ได้ดังนี้

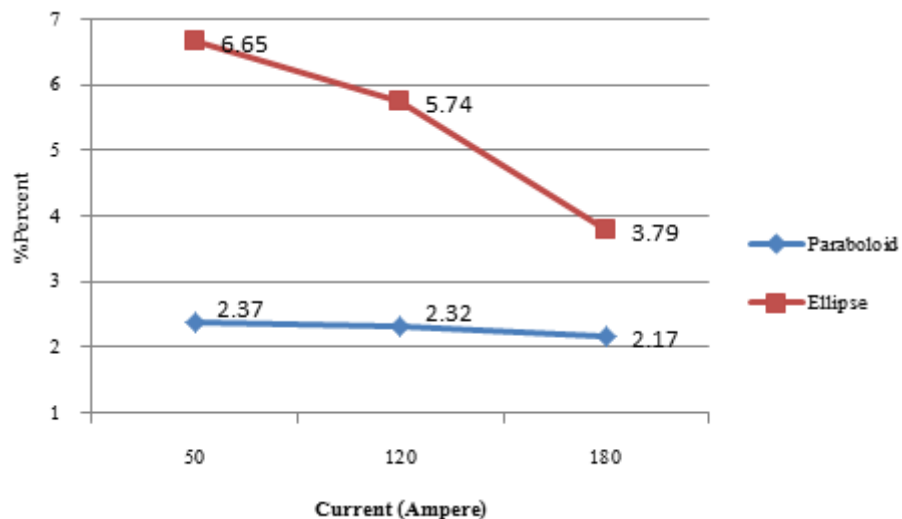
$$\eta = \left(\frac{76.6 - 73.8}{73.8} \right) \times 100$$

$$\eta = 3.79$$

ดังนั้นการใช้วัสดุรูปทรงวงรีจะเพิ่มอุณหภูมิที่ผิวทองแดง 3.79% เมื่อเทียบกับการไม่ใช้วัสดุสะท้อนรังสี ที่การกระแสอาร์ก 180 แอมแปร์

4.2.8 วิเคราะห์ผลการทดลองเพื่อหาอัตราส่วนของอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น

จากการทดลองที่ทำการอาร์กลงที่แคลอริมิเตอร์ที่มีเทอร์โมคัปเปิลเปิดติดอยู่ โดยใช้กระแสที่ 50, 120 และ 180 แอมแปร์ โดยในการอาร์กที่กระแสต่างๆจะมีการอาร์กทั้งแบบไม่มีวัสดุสะท้อนรังสี การอาร์กแบบมีวัสดุสะท้อนรังสีรูปทรงพาราโบลอยด์ และการอาร์กแบบมีวัสดุรูปทรงวงรี แล้วจึงนำค่าของอุณหภูมิที่ผิวชั้นทองแดงทั้งแบบอาร์กแบบไม่มีวัสดุสะท้อนรังสี และการอาร์กแบบมีวัสดุสะท้อนรังสีมาเปรียบเทียบเพื่อหาอัตราส่วน และอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นของผิวทองแดงได้ดังนี้



รูปที่ 4.21 แสดงเปอร์เซ็นต์ของอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นที่ผิวทองแดงเมื่อใช้วัสดุสะท้อนรังสี

จากรูปที่ 4.21 ในส่วนของวัสดุสะท้อนรังสีรูปทรงวงรีจะเห็นว่ากราฟมีลักษณะที่คล้ายคลึงกับรูปที่ 4.1 คือเมื่อพลังงานที่ใช้ในการอาร์กสูงขึ้นพลังงานที่จะสะท้อนกลับมามีน้อยลง เนื่องจากมาจากวัสดุสะท้อนรังสีที่เป็น โครเมียมจะมีค่าการสะท้อนอยู่ที่ 0.72 – 0.9 ซึ่งขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่มากกระทบ

กับวัสดุ จึงทำให้เมื่อพลังงานในการอาร์กที่สูงขึ้นการสะท้อนรังสีที่ได้จะน้อยลง ทำให้การสะท้อนรังสีเข้าสู่ชิ้นงานน้อยลงไปด้วย

ในส่วนของวัสดุสะท้อนรังสีรูปทรงพาราโบลอยด์จะเห็นว่าที่กระแสต่างกันอุณหภูมิผิวชิ้นงานทองแดงไม่ได้แตกต่างกันมากนัก เนื่องมาจากลักษณะของการสะท้อนรังสีของวัสดุสะท้อนรังสีรูปทรงพาราโบลอยด์จะสะท้อนกลับมาเป็นเส้นตรงไปทั่วทั้งชิ้นงาน ดังนั้นที่ผิวชิ้นงานจะมีอุณหภูมิที่ร้อนขึ้นเท่าๆกันทั้งผิว ซึ่งเป็นที่มาของการที่อุณหภูมิผิวทองแดงสูงขึ้นมาไม่มากนัก

ในส่วนของวัสดุสะท้อนรังสีรูปทรงวงรีจะมีลักษณะการสะท้อนรังสีกลับมาที่จุดโฟกัสหรือบ่อหลอม จึงทำให้บริเวณผิวทองแดงใกล้กับจุดอาร์กมีอุณหภูมิที่สูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัด อย่างไรก็ตามเมื่อทำการอาร์กที่กระแสสูงขึ้นจะมีผลทำให้เกิดการสูญเสียความร้อนไปกับชิ้นงานสะท้อนรังสีซึ่งภายนอกสัมผัสกับบรรยากาศหรือก็คือถูกพาความร้อนไปได้มากขึ้นจึงเป็นที่มาว่า การอาร์กที่ใช้พลังงานที่สูงขึ้นจะให้ความร้อนที่ผิวชิ้นงานที่น้อยลงเมื่อเปรียบเทียบกับอาร์กที่พลังงานต่ำ

จากการทดลองทั้งสองขั้นตอนที่กล่าวมานี้จะแสดงให้เห็นถึงพลังงานความร้อนที่เข้าสู่ชิ้นงานของการอาร์กที่กระแสต่างๆ จะเห็นได้ว่าการอาร์กกระแสต่ำพลังงานความร้อนที่เข้าสู่ชิ้นงานเมื่อนำมาเปรียบเทียบเป็นอัตราส่วนกับพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการอาร์กจะได้ค่าของประสิทธิภาพความร้อนที่สูงกว่าการอาร์กที่กระแสสูง รวมทั้งการใช้วัสดุสะท้อนรังสีรูปทรงพาราโบลอยด์ และวงรีก็สามารถช่วยในการสะท้อนรังสีความร้อนที่แผ่ออกมาจากการเชื่อมได้ดีที่การอาร์กกระแสต่ำๆ มากกว่าการอาร์กที่กระแสสูงเช่นเดียวกัน

4.3 การทดลองในการวัดการหลอมละลายของชิ้นงานที่เกิดจากกระบวนการ

เชื่อมอาร์กทั้งสแตนโดยใช้แก๊สปกคลุมแนวเชื่อม




ในส่วนของ การทดลองทำการอาร์กลงบนเหล็กกล้าคาร์บอน SS400 ทั้งโดยใช้วัสดุสะท้อนรังสีและไม่ใช้วัสดุสะท้อนรังสี โดยจะนำชิ้นงานที่ได้มาทำการวัดพื้นที่ของบ่อหลอมละลายและคำนวณค่าพลังงานที่ใช้อาร์ก มาเปรียบเทียบกับที่กระแสต่างๆ รวมถึงการวัดระยะเวลาในการอาร์กจนกระทั่งผิว

โลหะเกิดบ่อหลอมเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบว่า วัสดุสะท้อนรังสีมีส่วนช่วยให้การอาร์กและเพิ่มพลังงานความร้อนแก่โลหะได้รวดเร็วยิ่งขึ้น

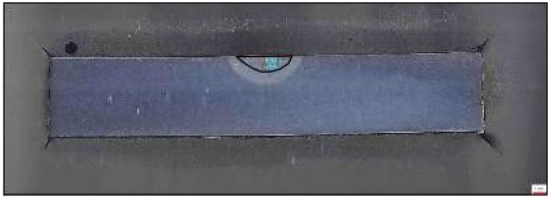

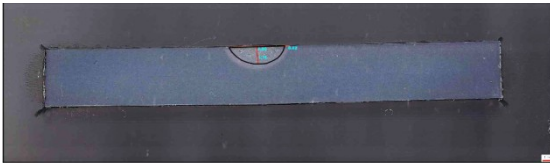



4.3.1 ทดลองเพื่อหาขนาดแนวเชื่อมเมื่อทำการอาร์กบนเหล็กกล้าคาร์บอน SS400

ในการทดลองเพื่อหาขนาดแนวเชื่อมเมื่อทำการอาร์กบนเหล็กกล้าคาร์บอน SS400 จะทำโดยนำเหล็กกล้าคาร์บอนขนาด 200 x 100 x 6 มิลลิเมตร พร้อมทำการปาดผิวหน้าเหล็กกล้า 1 ด้าน เพื่อขจัดผิวออกไซด์ก่อนทำการเชื่อมที่กระแสต่างๆคือ 50, 80, 120, 150 และ 180 แอมแปร์โดยใช้วัสดุสะท้อนรังสีรูปทรงวงรี พาราโบลอยด์ และไม่ใช่วัสดุสะท้อนรังสี ด้วยอัตราเร็วในการเชื่อมที่คงที่ที่ 10 เซนติเมตรต่อนาที และมีระยะอาร์กที่ 3 มิลลิเมตร หลังจากนั้นจึงตัดดูโครงสร้างเพื่อวัดขนาดของแนวเชื่อมเปรียบเทียบกันระหว่างเชื่อมแบบมีวัสดุสะท้อนรังสีรูปทรงวงรี วัสดุสะท้อนรังสีรูปทรงพาราโบลอยด์ และไม่ใช่วัสดุสะท้อนรังสี ได้ผลการทดลองดังนี้

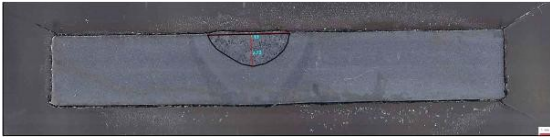
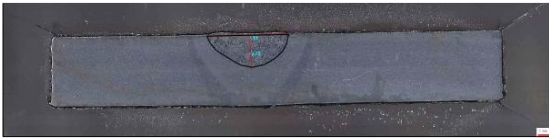
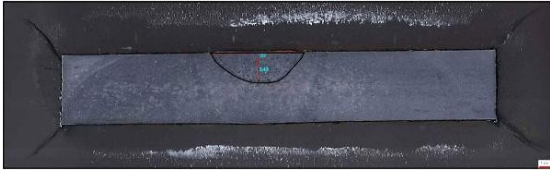
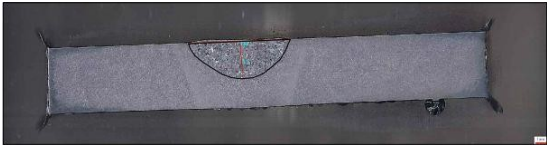
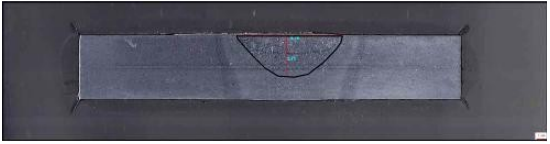

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการทดลองอาร์กบนเหล็กกล้าคาร์บอน SS400

กระแสที่ใช้ในการอาร์ก	รูปภาพ	พื้นที่ของแนวเชื่อม
50 แอมแปร์		อาร์กโดยไม่ใช่วัสดุสะท้อนรังสี ได้พื้นที่บ่อหลอมละลาย 0.472 ตารางมิลลิเมตร
		อาร์กโดยใช้วัสดุสะท้อนรังสีรูปทรงพาราโบลอยด์ ได้พื้นที่บ่อหลอมละลาย 0.737 ตารางมิลลิเมตร
		อาร์กโดยใช้วัสดุสะท้อนรังสีรูปทรงวงรี ได้พื้นที่บ่อหลอมละลาย 2.898 ตารางมิลลิเมตร

ตารางที่ 4.3 (ต่อ) แสดงผลการทดลองอาร์กกลงบนเหล็กกล้าคาร์บอน SS400

80 แอมแปร์		อาร์กโดยไม่ใช้วัสดุ สะท้อนรังสี ได้พื้นที่บ่อ หลอมละลาย 3.274 ตารางมิลลิเมตร
		อาร์กโดยใช้วัสดุ สะท้อนรังสีรูปทรง พาราโบลอยด์ ได้พื้นที่ บ่อหลอมละลาย 5.162 ตารางมิลลิเมตร
		อาร์กโดยใช้วัสดุ สะท้อนรังสีรูปทรงวงรี ได้พื้นที่บ่อ หลอมละลาย 6.382 ตารางมิลลิเมตร
120 แอมแปร์		อาร์กโดยไม่ใช้วัสดุ สะท้อนรังสี ได้พื้นที่บ่อ หลอมละลาย 7.146 ตารางมิลลิเมตร
		อาร์กโดยใช้วัสดุ สะท้อนรังสีรูปทรง พาราโบลอยด์ ได้พื้นที่ บ่อหลอมละลาย 11.300 ตารางมิลลิเมตร
		อาร์กโดยใช้วัสดุ สะท้อนรังสีรูปทรงวงรี ได้พื้นที่บ่อ หลอมละลาย 11.484 ตารางมิลลิเมตร

ตารางที่ 4.3 (ต่อ) แสดงผลการทดลองอาร์กกลงบนเหล็กกล้าคาร์บอน SS400

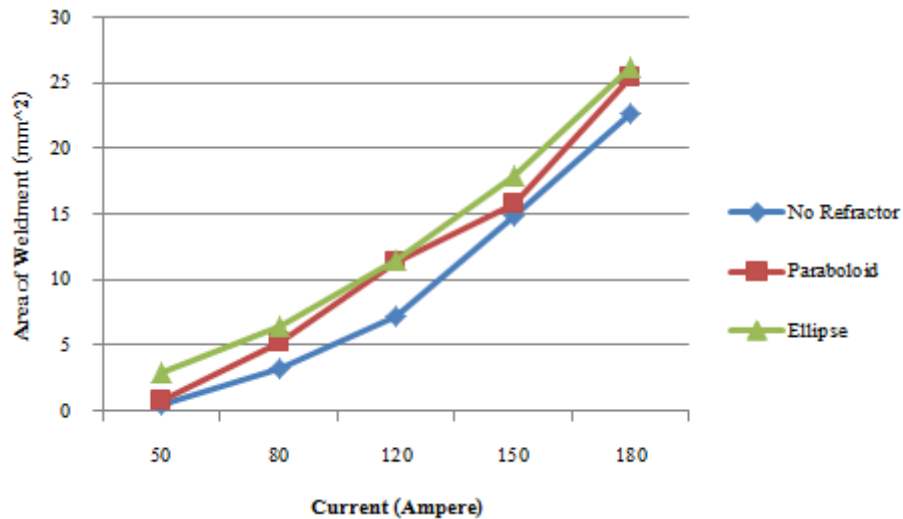
150 แอมแปร์		อาร์กโดยไม่ใช้วัสดุ สะท้อนรังสี ได้พื้นที่บ่อ หลอมละลาย 14.883 ตารางมิลลิเมตร
		อาร์กโดยใช้วัสดุ สะท้อนรังสีรูปทรง พาราโบลอยด์ ได้พื้นที่ บ่อหลอมละลาย 15.719 ตารางมิลลิเมตร
		อาร์กโดยใช้วัสดุ สะท้อนรังสีรูปทรงวงรี ได้พื้นที่บ่อ หลอมละลาย 17.844 ตารางมิลลิเมตร
180 แอมแปร์		อาร์กโดยไม่ใช้วัสดุ สะท้อนรังสี ได้พื้นที่บ่อ หลอมละลาย 22.588 ตารางมิลลิเมตร
		อาร์กโดยใช้วัสดุ สะท้อนรังสีรูปทรง พาราโบลอยด์ ได้พื้นที่ บ่อหลอมละลาย 25.350 ตารางมิลลิเมตร
		อาร์กโดยใช้วัสดุ สะท้อนรังสีรูปทรง พาราโบลอยด์ ได้พื้นที่ บ่อหลอมละลาย 26.100 ตารางมิลลิเมตร

จากผลการทดลองที่ได้ในตารางที่ 4.3 จะเห็นได้ว่าเมื่อเชื่อมโดยมีวัสดุสะท้อนรังสี จะสามารถทำให้แนวเชื่อม (Weldment) ที่เชื่อมได้มีพื้นที่ที่กว้างขึ้น ซึ่งแนวโน้มของการสะท้อนรังสีโดยใช้วัสดุรูปทรงวงรีจะสามารถช่วยสะท้อนพลังงานในการอาร์กที่สูญเสียไปกลับเข้ามาสู่บริเวณแนวเชื่อมได้มากกว่า วัสดุสะท้อนรังสีรูปทรงพาราโบลอยด์ และสอดคล้องกับการทดลองอาร์กลงบนแคลอริมิเตอร์ในข้างต้น โดยจากการทดลองนี้จะเห็นว่าการใช้วัสดุสะท้อนรังสีสามารถเพิ่มขนาดของแนวเชื่อมได้ ซึ่งมีความสอดคล้องกับรูปที่ 4.11 ว่าการใช้วัสดุสะท้อนรังสีสามารถช่วยในการสะท้อนรังสีความร้อนกลับมาที่แนวเชื่อมได้

ตาราง 4.4 สรุปรูปพื้นที่ของบ่อหลอมละลายที่ได้จากการอาร์กลงชิ้นงาน SS400

กระแส (แอมแปร์)	ไม่ใช้วัสดุสะท้อนรังสี(ตาราง มิลลิเมตร)	วัสดุสะท้อนรังสีรูปทรงพาราโบลอยด์ (ตาราง มิลลิเมตร)	อัตราส่วนพื้นที่บ่อหลอมละลายที่เพิ่มขึ้นจากการใช้วัสดุสะท้อนรังสีรูปทรงพาราโบลอยด์	วัสดุสะท้อนรังสีรูปทรงวงรี(ตาราง มิลลิเมตร)	อัตราส่วนพื้นที่บ่อหลอมละลายที่เพิ่มขึ้นจากการใช้วัสดุสะท้อนรังสีรูปทรงวงรี
50	0.472	0.737	0.56	2.898	5.14
80	3.274	5.162	0.58	6.382	0.95
120	7.146	11.3	0.58	11.484	0.61
150	14.883	15.719	0.06	17.844	0.20
180	22.588	25.35	0.12	26.1	0.16

จากข้อมูลที่ได้สามารถหาความสัมพันธ์ของพื้นที่บ่อหลอมละลายกับค่าพลังงานที่ใช้ ในชิ้นงานวัสดุเหล็กกล้าคาร์บอน SS400 ก็กับการใช้ตัววัสดุสะท้อนรังสีในแต่ละชนิด ซึ่งผลที่ได้สามารถนำมาวาดเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ได้ดังต่อไปนี้



รูปที่ 4.22 ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสที่ใช้ในการอาร์กกับพื้นที่บ่อหลอมละลาย

จากข้อมูลที่ได้จากการทดลองนี้พบว่าที่กระแสอาร์ก 50 แอมแปร์เมื่อทำการอาร์กโดยใช้วัสดุสะท้อนรังสีรูปทรงวงรีจะเพิ่มขนาดของแนวเชื่อมได้ 5.1 เท่าเทียบกับการอาร์กโดยไม่ใช้วัสดุสะท้อนรังสี แต่ที่กระแสอาร์ก 180 แอมแปร์เมื่อทำการอาร์กโดยใช้วัสดุสะท้อนรังสีรูปทรงวงรีจะเพิ่มขนาดของแนวเชื่อมได้เพียง 0.2 เท่าเมื่อเทียบกับการอาร์กโดยไม่ใช้วัสดุสะท้อนรังสี ทั้งนี้เนื่องมาจากการอาร์กที่พลังงานสูงขึ้นจะมีการสูญเสียความร้อนออกไปมากกว่าการอาร์กที่พลังงานต่ำซึ่งสอดคล้องกับการทดลองที่ 2

จากภาพถ่ายโครงสร้างมหภาคจะเป็นหน้าตัดของแนวเชื่อม ซึ่งจะเห็นบ่อหลอมละลายของแนวเชื่อมเมื่อวัดขนาดพื้นที่บ่อหลอมละลาย พบว่าที่กระแสเดียวกันพื้นที่บ่อหลอมละลายนั้นจะมีค่าเพิ่มมากขึ้นเมื่อใส่ตัวสะท้อนรังสีทั้ง 2 รูปแบบ และเมื่อพิจารณาถึงกราฟพลังงานที่ใช้กับพื้นที่บ่อหลอมละลาย พบว่าที่พลังงานในการอาร์กที่เท่ากันจะสามารถได้พื้นที่ของบ่อหลอมละลายที่มากกว่าเมื่อใช้วัสดุสะท้อนรังสีทั้ง 2 รูปแบบคือ รูปทรงวงรี และรูปทรงพาราโบลา

จากการทดลองนี้จะเป็นการแสดงผลของประสิทธิภาพในการหลอมชิ้นงาน (Melting Efficiency) เมื่อทำการอาร์กโดยใช้วัสดุสะท้อนรังสี และไม่ใช้วัสดุสะท้อนรังสี ซึ่งแนวเชื่อมที่มีขนาดใหญ่ขึ้นมีผลมาจากที่พลังงานจากการแผ่รังสีของอาร์กถูกสะท้อนกลับมายังแนวเชื่อมทำให้พลังงานที่เข้าสู่ชิ้นงานมีค่าที่มากขึ้น เป็นผลทำให้ประสิทธิภาพในการหลอมชิ้นงานเมื่อทำการอาร์กโดยใช้วัสดุสะท้อน

รังสีเพิ่มขึ้น แนวเชื่อมที่ได้จากการเชื่อมโดยมีวัสดุสะท้อนรังสีจึงมีขนาดที่ใหญ่กว่าการเชื่อมที่ไม่มีวัสดุสะท้อนรังสีดังที่แสดงให้เห็นในรูปที่ 4.23

4.3.2 ทดลองเพื่อหาระยะเวลาที่ใช้ในการหลอมโลหะ

ในส่วนของ การทดลองนี้จะเป็นการหาระยะเวลาดังแต่เริ่มการอาร์กจนกระทั่งผิวโลหะเกิดบ่อหลอม อย่างไรก็ตามเมื่อทำการอาร์กที่กระแสช่วงต่างๆคือ 50, 80, 120 และ 150 แอมแปร์โดยจะมีการอาร์กทั้งแบบใช้วัสดุสะท้อนรังสีรูปทรงวงรี วัสดุสะท้อนรังสีรูปทรงพาราโบลอยด์ และไม่ใช้วัสดุสะท้อนรังสี กลับพบว่าเมื่อกระแสที่สูงขึ้นหลังจากกระแส 50 แอมแปร์ ระยะเวลาดังแต่เริ่มอาร์กจนกระทั่งเกิดบ่อหลอมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ กล่าวคือแทบจะไม่แตกต่างกันเนื่องจากที่กระแสสูงๆจะมีพลังงานในการอาร์กหรือความเข้มของอาร์ก (Arc Intensity) ที่มากเพียงพอที่จะสามารถหลอมโลหะได้อย่างรวดเร็วหรือแทบจะทันทีที่เริ่มการอาร์ก แต่ที่กระแส 50 แอมแปร์ พลังงานในการอาร์กนั้นมีไม่มากเพียงพอที่จะหลอมโลหะได้อย่างรวดเร็วเมื่อมีการอาร์กโดยมีวัสดุสะท้อนรังสีรูปทรงวงรี และพาราโบลอยด์ช่วยจะทำให้การอาร์กจนเกิดบ่อหลอมได้รวดเร็วกว่าไม่ใช้วัสดุสะท้อนรังสีช่วย โดยจะทำการทดลองพารามิเตอร์ละ 3 ครั้งเพื่อหาค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ในการหลอมโลหะ

ตารางที่ 4.5 ระยะเวลาดังแต่เริ่มอาร์กจนกระทั่งเกิดบ่อหลอมที่กระแส 50 แอมแปร์

	ไม่ใช้วัสดุสะท้อนรังสี (วินาที)	วัสดุสะท้อนรังสีรูปทรงพาราโบลอยด์ (วินาที)	วัสดุสะท้อนรังสีรูปทรงวงรี (วินาที)
ครั้งที่ 1	25	15	13
ครั้งที่ 2	26	14	14
ครั้งที่ 3	24	16	13
เฉลี่ย	25	15	13.3

จากตารางที่ 4.5 จะเห็นว่าเมื่อมีการใช้วัสดุสะท้อนรังสีรูปทรงวงรี และพาราโบลอยด์จะช่วยในการลดระยะเวลาในการเริ่มอาร์กจนกระทั่งเกิดบ่อหลอมได้รวดเร็วกว่าการอาร์กโดยไม่ใช้วัสดุสะท้อนรังสีอยู่ประมาณ 10 วินาที อย่างไรก็ตามตามที่ได้อ้างไว้ในข้างต้นว่าที่กระแสหรือความเข้มของอาร์กที่มากขึ้นงานเชื่อมจะถูกหลอมอย่างรวดเร็วหรือแทบจะทันทีที่เริ่มอาร์ก ซึ่งเมื่อทำการทดลองที่กระแสในการอาร์กสูงกว่า 50 แอมแปร์ขึ้นไป โลหะได้เกิดการหลอมเหลวอย่างรวดเร็วเมื่อ

เชื่อมโดยไม่ใช่วัสดุสะท้อนรังสี จึงทำให้การจับเวลานั้นไม่สามารถบอกได้ถึงความแตกต่างระหว่างการเชื่อมโดยใช้วัสดุสะท้อนรังสี และไม่ใช่วัสดุสะท้อนรังสีที่กระแอร่ากสูงๆ

จากการทดลองนี้สามารถสรุปได้ว่าการที่ใช้วัสดุสะท้อนรังสีช่วยในการอาร์กจะสามารถช่วยในการเพิ่มความเร็วในการเกิดบ่อหลอมของชิ้นงานเชื่อมได้ที่กระแสการอาร์กต่ำหรือความเข้มอาร์กน้อย แต่ที่กระแอร่ากสูงความเข้มของอาร์กจะมีมากเพียงพอที่จะหลอมชิ้นงานได้อย่างรวดเร็ว ดังนั้นการใช้วัสดุสะท้อนรังสีที่กระแอร่ากสูงจึงไม่ได้ช่วยให้การเกิดบ่อหลอมได้อย่างแน่ชัด