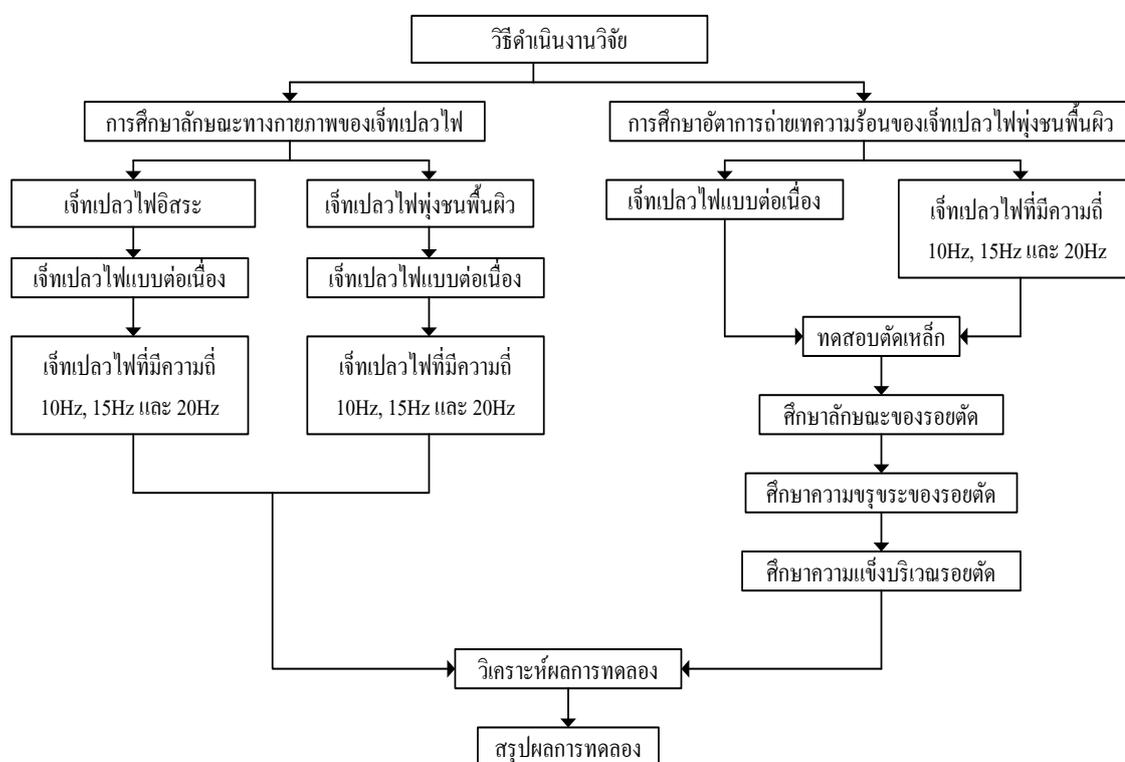


บทที่ 3

ชุดทดลองและขั้นตอนการทดลอง

ในบทที่ 3 จะกล่าวถึงรายละเอียดวิธีดำเนินงานวิจัย จากนั้นจะกล่าวถึงรายละเอียดของชุดทดลองและเงื่อนไขการทดลอง สำหรับการทดลองจะแบ่งออกเป็นสามส่วนหลัก ส่วนแรกเป็นการศึกษาการลักษณะทางกายภาพของเจ็ทเปลวไฟ เพื่อพิจารณารูปร่างของเปลวไฟเมื่อมีการปรับอัตราส่วนผสมระหว่างเชื้อเพลิงแก๊ส LPG และออกซิเจน ในส่วนที่สองเป็นการศึกษาการถ่ายเทความร้อนบนพื้นผิวของเจ็ทเปลวไฟ ซึ่งจะทำให้การวัดอัตราการถ่ายเทความร้อนเมื่อทำการปรับอัตราส่วนผสมระหว่างเชื้อเพลิงแก๊ส LPG และออกซิเจน และปรับระยะห่างจากปากทางออกของเจ็ทเปลวไฟถึงพื้นผิวที่เจ็ทเปลวไฟพุ่งชน และส่วนที่สามเป็นการศึกษาลักษณะทางกายภาพรอยตัดของเจ็ทเปลวไฟ ความขรุขระของรอยตัด และความแข็งบริเวณพื้นผิวที่เจ็ทเปลวไฟพุ่งชนเมื่อปรับอัตราส่วนผสมก๊าซและระยะพุ่งชน

3.1 การออกแบบวิธีดำเนินงานวิจัย



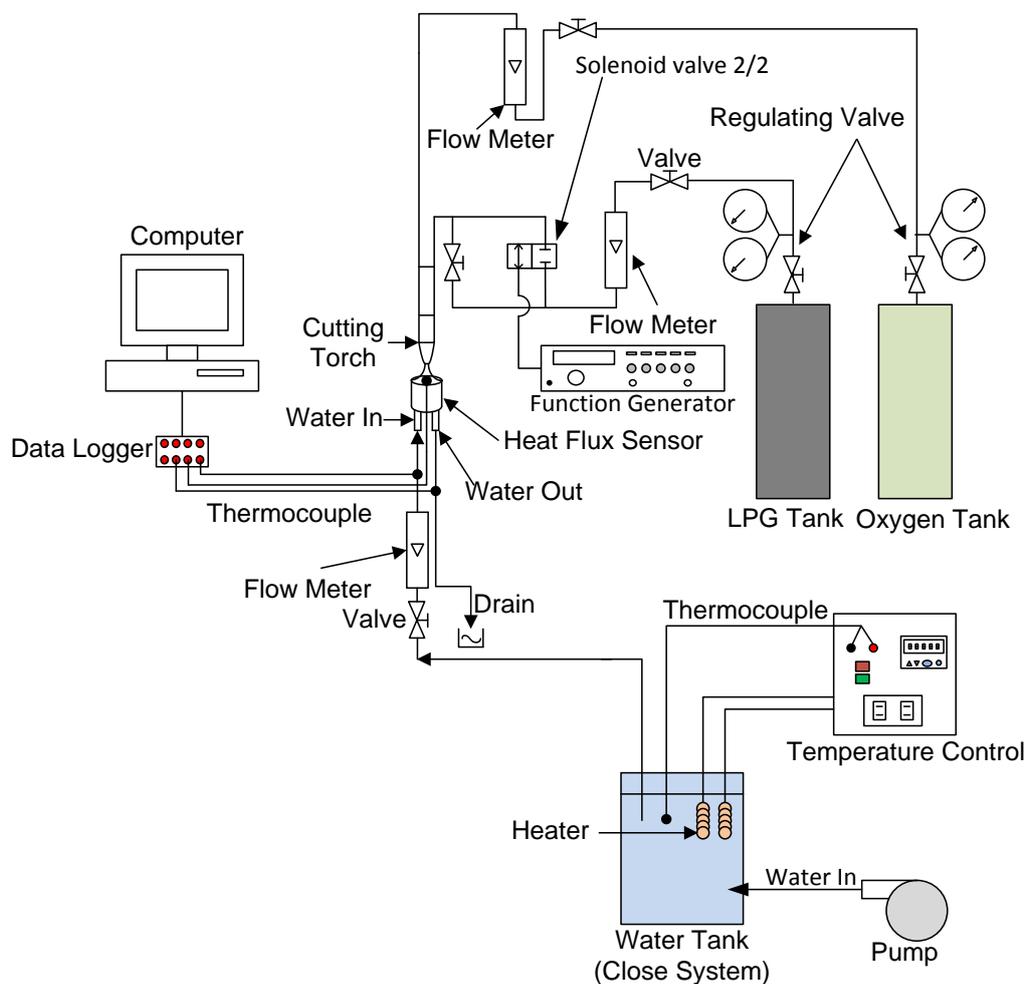
รูปที่ 3.1 แสดงขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

จากรูปที่ 3.1 แสดงขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย โดยเริ่มจากการศึกษาลักษณะทางกายภาพของเจ็ทเปลวไฟซึ่งแบ่งเป็นการศึกษาใน 2 กรณีคือ การศึกษาลักษณะทางกายภาพของเจ็ทเปลวไฟอิสระและลักษณะทางกายภาพของเจ็ทเปลวไฟพุ่งชนพื้นผิว โดยทดสอบที่อัตราส่วนผสมแก๊ส LPG และออกซิเจน และความถี่การเปิด-ปิดแก๊สเชื้อเพลิงต่างๆ จากนั้นทำการศึกษาอัตราการถ่ายเทความร้อนของเจ็ทเปลวไฟพุ่งชนพื้นผิวที่เงื่อนไขต่างๆ แล้วทำการทดสอบตัดเหล็กที่มีขนาดความหนา 6 mm 10 mm และ 15 mm เพื่อศึกษาลักษณะทางกายภาพของรอยตัด ความขรุขระของรอยตัด และความแข็งบริเวณรอยตัด เพื่อหาเงื่อนไขการตัดแผ่นเหล็กด้วยเจ็ทเปลวไฟที่เหมาะสมในกรณีที่ศึกษาการไหล การถ่ายเทความร้อนของเจ็ทเปลวไฟพุ่งชนและการทดสอบตัดแผ่นเหล็ก ได้ศึกษาผลของระยะจากหัวตัดถึงพื้นผิวที่เจ็ทเปลวไฟพุ่งชนด้วย

3.2 รายละเอียดของชุดทดลอง

ชุดทดลองสำหรับศึกษาลักษณะทางกายภาพของเจ็ทเปลวไฟ การถ่ายเทความร้อนของเจ็ทเปลวไฟที่พุ่งชนบนพื้นผิว และการทดสอบตัดแผ่นเหล็กแสดงในรูปที่ 3.2

สำหรับอุปกรณ์สร้างเจ็ทเปลวไฟ ประกอบไปด้วย ถังบรรจุแก๊สเชื้อเพลิง LPG ถังบรรจุแก๊สออกซิเจน โดยแก๊สจากแต่ละถังจะไหลผ่านวาล์วควบคุมความดันก๊าซที่ติดตั้งมาตรวัดความดันในถังและความดันที่จ่าย และไหลผ่านเครื่องมือวัดอัตราการไหลแบบโรตารีเตอร์ (ที่ผ่านการสอบเทียบก่อนการทดลอง) และตัวกำเนิดการไหลแบบสัน แล้วจึงส่งมาผสมกันในห้องผสมก่อนจะส่งต่อไปยังหัวตัดเปลวไฟ ที่ติดกับเครื่องตัดแก๊สอัตโนมัติ เพื่อความปลอดภัยในการใช้งาน ได้ทำการติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันเปลวไฟไหลย้อนกลับที่ถังแก๊ส LPG และออกซิเจน



รูปที่ 3.2 แสดงไดอะแกรมชุดทดลองและอุปกรณ์สร้างเจ็ทเปลวไฟแบบสัน

สำหรับรายละเอียดของอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองมีดังนี้

(1) ถังบรรจุเชื้อเพลิงแก๊ส LPG ใช้ถังบรรจุขนาด 47 กิโลกรัม ซึ่งติดตั้งวาล์วปรับความดัน (Regulating Valve) และมาตรวัดความดัน เพื่อใช้สำหรับวัดความดันภายในถังบรรจุแก๊สเชื้อเพลิง และวัดความดันในกรณีที่น่าแก๊สออกมาใช้ สำหรับการทดลองกำหนดให้เชื้อเพลิงแก๊ส LPG มีความดันคงที่ที่ 35 lbf/in^2

(2) ถังบรรจุแก๊สออกซิเจน ได้ทำการติดตั้งวาล์วปรับความดัน (Regulating Valve) และมาตรวัดความดัน เพื่อใช้สำหรับวัดความดันภายในถังบรรจุออกซิเจนและวัดความดันทางออกของออกซิเจน สำหรับการทดลองกำหนดให้ออกซิเจนมีความดันคงที่ที่ 70 lbf/in^2

(3) อุปกรณ์โรตاميเตอร์ติดตั้งไว้เพื่อใช้สำหรับควบคุมอัตราการไหลของเชื้อเพลิงแก๊ส LPG และออกซิเจน ก่อนเข้าสู่เครื่องตัดแก๊สอัตโนมัติ ซึ่งก่อนทดลองได้ทำการสอบเทียบอุปกรณ์โรตاميเตอร์ โดยทำการสอบเทียบโดยใช้เครื่องมือ Wet Gas Meter (SHINAGAWA Corporation)

(4) เครื่องตัดแก๊สอัตโนมัติ รุ่น KV-12 LIGER ยี่ห้อ KOVET พร้อมรางสำหรับเดินเครื่อง



รูปที่ 3.3 แสดงเครื่องตัดแก๊สอัตโนมัติ ยี่ห้อ KOVET รุ่น KV-12 LIGER

สำหรับเครื่องตัดแก๊สอัตโนมัติ รุ่น KV-12 LIGER เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับตัดเหล็ก ในการเดินเครื่องตัดแก๊สอัตโนมัติจะมีอุปกรณ์สำหรับปรับความเร็วในการเดินเครื่องตัดแก๊สอัตโนมัติซึ่งความเร็วของเครื่องตัดแก๊สจะอยู่ในช่วงระดับ 1-10 เพื่อการพิจารณาความเร็วในการเดินเครื่องจะมีข้อมูลกราฟสำหรับเปรียบเทียบความเร็วที่ใช้ในการเดินเครื่องจักรอยู่ทางด้านขวาของตัวเครื่องตัดแก๊สอัตโนมัติ ซึ่งอยู่ติดกับสวิตช์ ปิด-เปิด



(ก) ส่วนประกอบของหัวตัดเปลวไฟ รุ่น G03-2#



(ข) ปากทางออกหัวตัดเปลวไฟ รุ่น G03-2#



(ค) หัวตัดเปลวไฟ รุ่น G03-2# ตอนประกอบ

รูปที่ 3.4 แสดงลักษณะหัว Cutting Torch G03-2#

ในการงานวิจัยได้ใช้หัวตัดเปลวไฟ รุ่น G03-2# ดังแสดงในรูปที่ 3.4 หัวตัดเปลวไฟ รุ่น G03-2# เหมาะสำหรับการตัดเหล็กที่ความหนาตั้งแต่ 6 – 15 และใช้แก๊ส LPG เป็นแก๊สเชื้อเพลิง

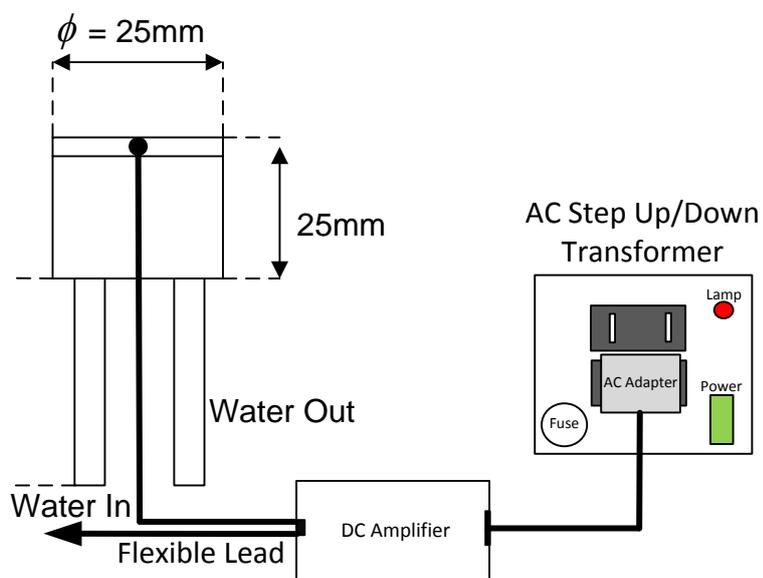
(5) อุปกรณ์วัดค่าฟลักซ์ความร้อน สามารถใช้วัดค่าฟลักซ์ความร้อนของเจ็ทเปลวไฟออกมาในรูปแบบของสัญญาณไฟฟ้าคือ Thermogage circular foil heat flux transducer (Model number TG10000-0 with Amp15, Vatel Corporation) ดังแสดงในรูปที่ 3.5 ซึ่งอุปกรณ์ดังกล่าวจะมีลักษณะเป็นรูปทรงกระบอก บริเวณพื้นผิวที่เจ็ทเปลวไฟพุ่งชนเคลือบด้วยสาร Colloidal graphite บริเวณกึ่งกลางของพื้นผิวที่เจ็ทเปลวไฟพุ่งชนมีลักษณะเป็นวงกลมขนาดเล็กซึ่งเป็นที่ใช้ทำการวัดค่าฟลักซ์ความร้อน และบริเวณด้านตรงข้ามที่เจ็ทเปลวไฟพุ่งชนจะมีทางเข้าและทางออกของน้ำหล่อเย็นเพื่อระบายความร้อนแก่พื้นผิวที่ถูกเปลวไฟพุ่งชน หลังจากนั้นสัญญาณไฟฟ้าที่วัดได้จะถูกส่งไปยัง DC Amplifier ดังแสดงในรูปที่ 3.6 เพื่อขยายสัญญาณและถูกบันทึกข้อมูลด้วยอุปกรณ์ Data logger แสดงผลออกมาทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ โดย DC Amplifier จะถูกเชื่อมต่อด้วยอุปกรณ์ AC Adapter สำหรับการต่อเชื่อมอุปกรณ์วัดค่าฟลักซ์ความร้อนแสดงดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.5 แสดงอุปกรณ์วัดค่าฟลักซ์ความร้อน



รูปที่ 3.6 แสดงอุปกรณ์ DC Amplifier Model AMP-15



รูปที่ 3.7 แสดงการเชื่อมต่ออุปกรณ์วัดค่าฟลักซ์ความร้อน

(6) ถังควบคุมอุณหภูมิน้ำ ดังแสดงในรูปที่ 3.8 สำหรับในส่วน of ถังน้ำหล่อเย็นจะลักษณะท่อสี่เหลี่ยม ซึ่งมีความกว้าง 400 mm ความยาว 300 mm และมีความสูง 150 mm ซึ่งภายในชุดน้ำหล่อเย็นจะประกอบด้วย ฮีตเตอร์ซึ่งมีกำลัง 300 วัตต์ จำนวน 2 ชุด เพื่อใช้ทำการอุ่นน้ำที่อยู่ภายในเพื่อให้ น้ำหล่อเย็นมีอุณหภูมิคงที่หลังจากนั้น น้ำหล่อเย็นจะถูกส่งไปหล่อเย็นอุปกรณ์วัดค่าฟลักซ์ความร้อน



รูปที่ 3.8 ถังควบคุมอุณหภูมิน้ำ

(7) ชุดควบคุมอุณหภูมิน้ำหล่อเย็น ดังแสดงในรูปที่ 3.9 เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมอุณหภูมิ (Temperature Control) ของน้ำหล่อเย็น เมื่อน้ำไหลเข้าสู่ถังน้ำหล่อเย็น อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิจะทำการวัดอุณหภูมิของน้ำในกรณีที่น้ำมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิที่ตั้งค่าไว้จะทำการจ่ายกระแสไฟฟ้าไปยังฮีตเตอร์ที่อยู่ภายในถังเพื่ออุ่นน้ำให้มีอุณหภูมิคงที่ตลอดเวลา



รูปที่ 3.9 แสดงชุดควบคุมอุณหภูมิน้ำหล่อเย็น

3.3 การศึกษาการลักษณะทางกายภาพของเจ็ทเปลวไฟ

3.3.1 วิธีการทดลอง

ในการศึกษาลักษณะทางกายภาพของเจ็ทเปลวไฟโดยใช้กล้องดิจิทัล (รุ่น Cyber-shot ยี่ห้อ SONY ความละเอียดภาพ 12.1 ล้านพิกเซล) บันทึกภาพเจ็ทเปลวไฟอิสระและเจ็ทเปลวไฟพุ่งชนพื้นผิว เมื่อมีการปรับอัตราส่วนผสมของเชื้อเพลิงแก๊ส LPG และออกซิเจน และทำการปรับความถี่ของเจ็ทเปลวไฟ ในการทดลองจะทำการบันทึกภาพเจ็ทเปลวไฟเพื่อนำภาพที่ได้มาพิจารณาลักษณะโครงสร้างของเปลวไฟในกรณีเจ็ทเปลวไฟอิสระและเจ็ทเปลวไฟพุ่งชนพื้นผิว ซึ่งก่อนทำการถ่ายภาพเปลวไฟได้ทำการถ่ายภาพสเกลเพื่อนำมาใช้บอกขนาดของเปลวไฟ

3.3.2 การศึกษาลักษณะทางกายภาพเจ็ทเปลวไฟ

การศึกษาลักษณะทางกายภาพของเจ็ทเปลวไฟอิสระ โดยดูที่ความกว้าง ความยาว และสีของเปลวไฟ เมื่อเปลี่ยนอัตราส่วนผสมของเชื้อเพลิงแก๊ส LPG และออกซิเจน และพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างเปลวไฟ เมื่อทำการเปลี่ยนแปลงความถี่ของเจ็ทเปลวไฟโดยมีเงื่อนไขและตัวแปรที่ใช้ในการทดลองดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แสดงรายละเอียดของตัวแปรและเงื่อนไขที่ใช้ในการทดลองเจ็ทเปลวไฟอิสระ

| | |
|--|---|
| อัตราการไหลของเชื้อเพลิงแก๊ส LPG (l/min) | 1.3 |
| อัตราการไหลของออกซิเจน (l/min) | 4, 5 และ 6 |
| ความถี่ของเจ็ทเปลวไฟ (Hz) | 0 (เจ็ทเปลวไฟแบบต่อเนื่อง), 10, 15 และ 20 |

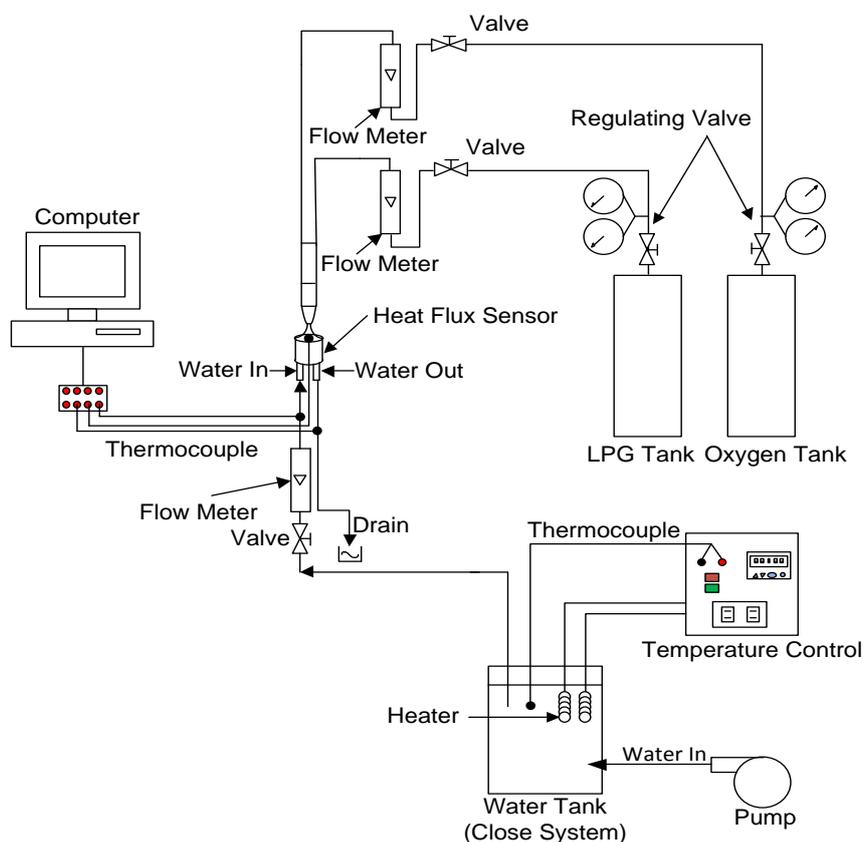
ในกรณีการศึกษาลักษณะทางกายภาพของเจ็ทเปลวไฟพุ่งชนพื้นผิว ทำการศึกษา ลักษณะ โครงสร้างและการกระจายตัวของเปลวไฟเมื่อทำการเปลี่ยนแปลงระยะห่างจากปากทางออกถึงพื้นผิวที่เจ็ทเปลวไฟพุ่งชน และความถี่ในการสั่นของเจ็ทเปลวไฟ โดยมีเงื่อนไขและตัวแปรที่ใช้ในการทดลองดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 แสดงรายละเอียดของตัวแปรและเงื่อนไขที่ใช้ในการทดลองเจ็ทเปลวไฟพุ่งชนพื้นผิว

| | |
|--|---|
| อัตราการไหลของเชื้อเพลิงแก๊ส LPG (l/min) | 1.3 |
| อัตราการไหลของออกซิเจน (l/min) | 4, 5 และ 6 |
| ระยะห่างจากปากทางออกถึงพื้นผิวที่เจ็ทเปลวไฟพุ่งชน (mm) | 3, 4, 5, 6, 7 และ 8 |
| ความถี่ของเจ็ทเปลวไฟ (Hz) | 0 (เจ็ทเปลวไฟแบบต่อเนื่อง), 10, 15 และ 20 |

3.4 การศึกษาการถ่ายเทความร้อนของเจ็ทเปลวไฟบนพื้นผิว

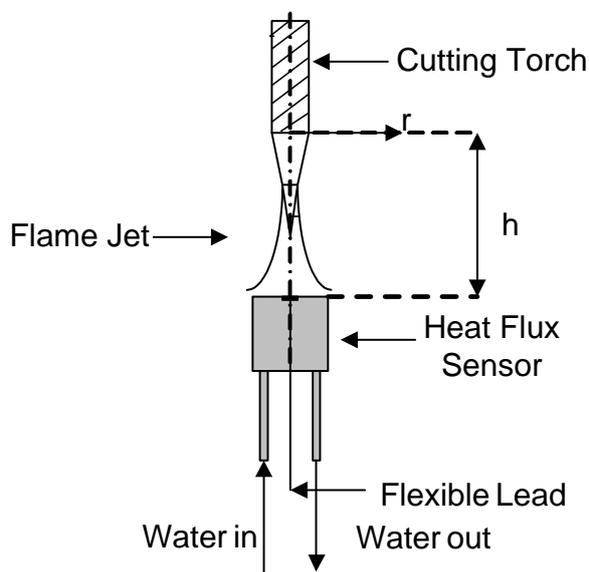
3.4.1 ชุดทดลอง



รูปที่ 3.10 แสดงชุดทดลองที่ใช้ในการศึกษาอัตราการถ่ายเทความร้อนของเจ็ทเปลวไฟแบบต่อเนื่องพุ่งชนพื้นผิว

รูปที่ 3.10 แสดงชุดทดลองที่ใช้ในการศึกษาอัตราการถ่ายเทความร้อนของเจ็ทเปลวไฟแบบต่อเนื่องพุ่งชนพื้นผิว ในการศึกษาการถ่ายเทความร้อนบนพื้นที่เจ็ทเปลวไฟพุ่งชน โดยทำการวัดฟลักซ์ความร้อนบนพื้นผิวโดยใช้อุปกรณ์วัดค่าฟลักซ์ความร้อน และใช้เทอร์โมคัปเปิลวัดอุณหภูมิน้ำหล่อเย็นทั้งบริเวณทางเข้าและทางออกของอุปกรณ์วัดค่าฟลักซ์ความร้อน ในการบันทึกข้อมูลอัตราการถ่ายเทความร้อนบนพื้นผิวได้ใช้ Data logger ทำการบันทึกข้อมูลหลังจากที่ระบบเข้าสู่สภาวะคงตัว

3.4.2 ตัวแปรที่ใช้ศึกษาอัตราการถ่ายเทความร้อนเจ็ทเปลวไฟพุ่งชนพื้นผิว



รูปที่ 3.11 แสดงโมเดลและตัวแปรที่ใช้ในการทดลอง

จากรูปที่ 3.11 แสดงโมเดลและตัวแปรที่ใช้ในการทดลองเจ็ทเปลวไฟพุ่งชนพื้นผิว ในการทดลองจะทำการเปลี่ยนระยะจากปากทางออกของเจ็ทเปลวไฟถึงพื้นผิวแลกเปลี่ยนความร้อน โดยเส้นผ่านศูนย์กลางภายในของหัวตัดแก๊สมีค่าเท่ากับ 6 mm โดยมีเงื่อนไขและตัวแปรที่ใช้ในการทดลองดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 แสดงรายละเอียดของตัวแปรและเงื่อนไขที่ใช้ในการศึกษาอัตราการถ่ายเทความร้อนของเจ็ทเปลวไฟพุ่งชนพื้นผิว

| | |
|--|---|
| อัตราการไหลของเชื้อเพลิงแก๊ส LPG (l/min) | 1.3 |
| อัตราการไหลของออกซิเจน (l/min) | 4, 5 และ 6 |
| ระยะห่างจากปากทางออกถึงพื้นผิวที่เจ็ทเปลวไฟพุ่งชน (mm) | 3, 4, 5, 6, 7 และ 8 |
| ความถี่ของเจ็ทเปลวไฟ (Hz) | 0 (เจ็ทเปลวไฟแบบต่อเนื่อง), 10, 15 และ 20 |
| อัตราส่วนผสมสมมูล (Φ) | 1.16, 0.93 และ 0.78 |

3.5 งานวิจัยการศึกษาคุณภาพของรอยตัดเหล็ก

ในงานวิจัยนี้ได้ใช้เจ็ทเปลวไฟที่เงื่อนไขต่างๆทดลองตัดแผ่นเหล็กขนาด 6 mm โดยใช้เงื่อนไขและตัวแปรเดียวกับการศึกษาอัตราการถ่ายเทความร้อนของเจ็ทเปลวไฟฟุ้งชนพื้นผิว โดยการทดลองกำหนดให้อัตราการไหลของออกซิเจนสำหรับไลซีเชื่อมเท่ากับ 20 l/min และความเร็วในการเดินเครื่องตัดแก๊สอัตโนมัติเท่ากับ 220 mm/min, 260 mm/min และ 300 mm/min ตามลำดับ เพื่อศึกษาความเร็วที่เหมาะสมสำหรับการเดินเครื่องตัดแก๊สอัตโนมัติที่ทำให้ลักษณะของรอยตัดมีความเรียบและมีปริมาณซีเชื่อมที่เกาะบริเวณรอยตัดน้อยที่สุด หลังจากนั้นจึงนำมาเงื่อนไขที่เหมาะสมมาทดลองตัดเหล็กที่มีความหนา 10 mm และ 15 mm ในการประเมินคุณภาพของรอยตัดได้ศึกษาลักษณะของรอยตัดเหล็กโดยทำการถ่ายภาพรอยตัดเหล็ก เพื่อพิจารณาลักษณะของรอยตัดและการเกาะติดของซีเชื่อมบริเวณรอยตัด ในการถ่ายภาพเพื่อศึกษาลักษณะของรอยตัดในระดับละเอียดได้ใช้กล้องถ่ายภาพที่ก้ำกัยขยาย 5 เท่า ถ่ายรอยตัด นอกจากนี้ทำการทดสอบสมบัติทางกลโดยวัดค่าความแข็งของเหล็กบริเวณรอยตัด

3.5.1 การศึกษาลักษณะทางกายภาพของรอยตัดเหล็ก

สำหรับการศึกษาลักษณะทางกายภาพของรอยตัดเหล็กมีวิธีในประเมิน ดังนี้คือ พิจารณ ปริมาณซีเชื่อมที่เกาะบริเวณรอยตัด การพิจารณาการหลอมละลายที่เกิดขึ้นบริเวณขอบของรอยตัด การพิจารณาลักษณะพื้นผิวบริเวณรอยตัด เป็นต้น

สำหรับการวัดปริมาณซีเชื่อมบริเวณรอยตัด ทำการทดลองหาค่าน้ำหนักของซีเชื่อม โดยทำการชั่งน้ำหนักของชิ้นงานหลังจากทำการตัดหลังจากนั้นนำชิ้นงานที่ได้ชั่งน้ำหนักมาทำการเกาะซีเชื่อมที่เกาะบริเวณรอยตัดออกแล้วจึงนำไปชั่งน้ำหนักอีกครั้งเพื่อดูน้ำหนักของชิ้นงานที่ไม่มีซีเชื่อมเกาะติดซึ่งผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งได้จะเป็นน้ำหนักของซีเชื่อมที่เกาะบริเวณรอยตัด

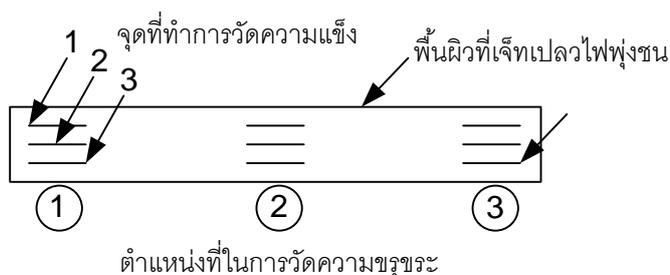
สำหรับพิจารณาการหลอมละลายบริเวณขอบของรอยตัดและบริเวณพื้นผิวของรอยตัด ในขั้นตอนแรกได้ทำการถ่ายภาพของรอยตัดด้วยกล้องดิจิทัล (รุ่น Cyber-shot ยี่ห้อ SONY ความละเอียดภาพ 12.1 ล้านพิกเซล) เพื่อวิเคราะห์ลักษณะของรอยตัดโดยการพิจารณาความเรียบบริเวณขอบของรอยตัดและพื้นผิวรอยตัด และในขั้นตอนที่สองได้ทำการศึกษาลักษณะทางกายภาพของรอยตัดเหล็กจากภาพถ่ายที่กล้องมีก้ำกัยขยาย 5 เท่า เพื่อศึกษาลักษณะการเรียงตัวของเส้นแนวรอยตัดและความเรียบบริเวณรอยตัด

3.5.2 การศึกษาความขรุขระบริเวณพื้นผิวของรอยตัดเหล็ก

สำหรับการวัดความขรุขระบริเวณพื้นผิวรอยตัดได้ใช้เครื่องมือ Surface Roughness Tester (MITUTOYO, Model SJ-400) ดังแสดงในรูปที่ 3.12 เพื่อทำการวัดความขรุขระบริเวณพื้นผิวของรอยตัด โดยตำแหน่งในการวัดความขรุขระบนพื้นผิวของรอยตัดจะทำการวัด 3 บริเวณดังรูปที่ 3.13 ได้แก่ บริเวณเริ่มต้นที่เจ็ทเปลวไฟพุ่งชน บริเวณกึ่งกลางแผ่นเหล็กที่เจ็ทเปลวไฟพุ่งชน และ บริเวณสุดท้ายที่เจ็ทเปลวไฟพุ่งชน ซึ่งในแต่ละบริเวณจะทำการวัดทั้งหมด 3 ตำแหน่ง คือ ตำแหน่งใกล้ผิวบน ตำแหน่งกลางรอยตัด และตำแหน่งใกล้ผิวล่าง แล้วนำค่าที่วัดได้มาหาค่าความขรุขระเฉลี่ยของพื้นผิวรอยตัด



รูปที่ 3.12 แสดงเครื่องมือ Surface Roughness Tester (MITUTOYO, Model SJ-400)



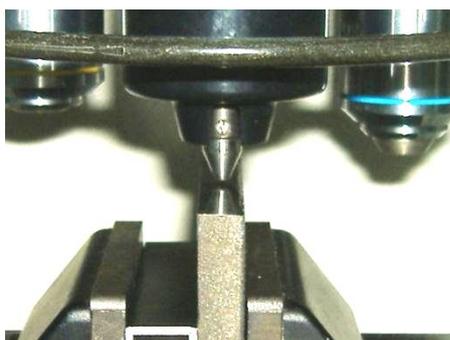
รูปที่ 3.13 แสดงตำแหน่งในการวัดความขรุขระบนพื้นผิว

3.5.3 การศึกษาความแข็งบริเวณรอยตัดเหล็ก

การศึกษาความแข็งบริเวณรอยตัดได้ทำการวัดความแข็งบริเวณรอยตัด โดยใช้เครื่องมือ Manual Rotary Turret Digital Vickers Hardness Tester ดังแสดงในรูปที่ 3.14 การทดสอบความแข็งแบบนี้เป็นวิธีการทดสอบความแข็งที่ได้มาตรฐานและสามารถกำหนดค่าความแข็งของวัสดุได้ถูกต้อง เหมาะสมสำหรับใช้วัดความแข็งของวัสดุหรือโลหะเนื้ออ่อนจนกระทั่งเนื้อแข็งมากได้



รูปที่ 3.14 แสดงเครื่องมือ Manual Rotary Turret Digital Vickers Hardness Tester



รูปที่ 3.15 แสดงลักษณะการกดวัดความแข็งบริเวณพื้นผิวของรอยตัดเหล็ก

วิธีการทดสอบความแข็งแบบ Vickers Hardness Tester จะใช้หัวกดทดสอบซึ่งมีลักษณะเป็นหัวเพชรรูปพีระมิดฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัส มีมุมที่ยอด 136 องศา กดบนพื้นผิวรอยตัดด้วยแรง 300 gf เป็นเวลา 10 วินาที และลักษณะในการกดวัดความแข็งของชิ้นงานแสดงดังรูปที่ 3.15 ซึ่งค่าความแข็งหาได้จากอัตราส่วนของแรงที่ใช้ในการกดต่อพื้นที่ของขนาดรอยกดที่มีหน่วยเป็น (kgf/mm^2) ซึ่งขนาดของรอยกดสามารถหาได้จากเส้นทแยงมุมของรอยกดดังแสดงในรูปที่ 3.16 แล้วนำมาแทนค่าในสมการดังต่อไปนี้

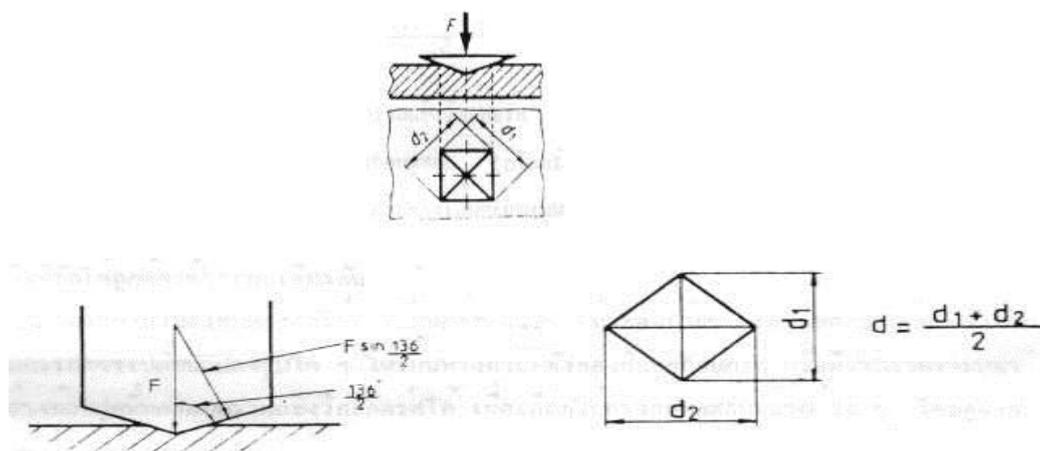
$$HV = \frac{2F \sin \frac{136^\circ}{2}}{d^2} \quad (3.6)$$

โดยที่

HV = Vickers hardness (kgf/mm^2)

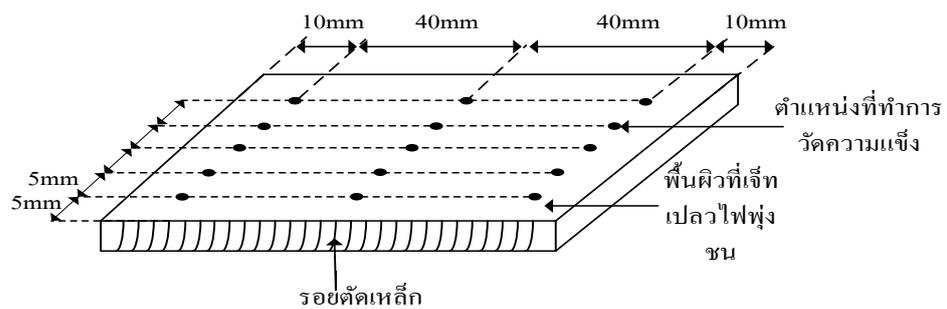
F = น้ำหนักที่ใช้กด (kg)

d = ขนาดเส้นทแยงมุมของรอยกดรูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส (mm) = $(d_1 + d_2) / 2$



รูปที่ 3.16 แสดงลักษณะเส้นทแยงมุมของรอยกดรูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส [28]

ในการวัดความแข็งบริเวณพื้นผิวที่เจ็ทเปลวไฟพุ่งชน ทำการวัดความแข็งบนพื้นผิวทั้งหมด 3 ตำแหน่ง ตำแหน่งละ 5 จุด ซึ่งแต่ละจุดมีระยะห่างกัน 5 mm รายละเอียดดังแสดงในรูปที่ 3.17 ในการวัดความแข็งบริเวณรอยตัดเพื่อศึกษาค่าความแข็งภายในเนื้อวัสดุว่ามีความแตกต่างกันมากน้อยเพียงใด เมื่อวัสดุได้รับผลกระทบจากความร้อนเมื่อเจ็ทเปลวไฟพุ่งชน



รูปที่ 3.17 แสดงตำแหน่งที่ใช้ในการวัดความแข็งแรงบริเวณพื้นผิว