การศึกษาการเชื่อมท่อพลาสติกกลมชนิด Polyethylene ด้วยวิธีการความเสียดทาน

(The study of friction welding for Polyethylene pipe)

สุระชัย จันทร์ชนะ และชวลิต ถิ่นวงศ์พิทักษ์

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี อ.วารินชำราบ
จ.อุบลราชธานี 34190
โทรศัพท์: (045)353309 , โทรสาร: (045)353308 , E-mail: poochair@thaimail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของการเชื่อมท่อพลาสติกชนิด High density Polyethylene (HDPE) ด้วยวิธีการความเสียดทานและเพื่อศึกษาอิทธิพลของเวลาในการเสียดทาน และมุมของหน้าสัมผัสเชื่อม ต่อคุณสมบัติของรอยเชื่อม โดยได้พัฒนาและสร้างเครื่องเชื่อมท่อด้วยความเสียดทานต้นแบบให้สามารถเชื่อมชิ้นงานที่เป็นท่อพลาสติกชนิดต่างๆได้ตามเงื่อนไขที่กำหนด วัสดุที่ใช้ในการศึกษาเป็นท่อพลาสติกชนิด HDPE ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก 90 มิลลิเมตร และหนา 8.2 มิลลิเมตร กำหนดเงื่อนไขในการทดลองไว้ 2 เงื่อนไขคือ เวลาเสียดทาน (T_1) 5 ค่า โดยเริ่มที่ 2 sec, 3 sec, 4 sec, 5 sec และ 6 sec ส่วนมุมหน้าสัมผัสปลายท่อมี 3 ขนาดได้แก่ มุม 0°,45°และ 90°ส่วนตัวแปรคงที่ได้แก่ แรงดันในการเสียดทาน (P_1) 1MPa แรงดันอัด (P_2) 1MPa ความเร็วรอบในการหมุน 700 rpm และเวลาในการอัด (T_2) 30 sec ผลการศึกษาพบว่าวิธีการเชื่อมดังกล่าวสามารถสร้างรอยเชื่อมที่มีคุณภาพดี มีความแข็งแรงสูง ใช้เวลาในการเชื่อมสั้น เมื่อนำชิ้นงานเชื่อมไปทดสอบความแข็งแรงดึง และความแข็งแรงดัด พบว่าเมื่อเวลาเชื่อมเพิ่มมากขึ้น รอยเชื่อมที่ได้จะมีความต้านทานแรงดึงและความต้านทานแรงดัดสูงขึ้นในทุกกรณีโดยพบว่ามุมหน้าสัมผัสเชื่อม 45° เวลาเสียดทาน 6 วินาที ให้ค่าความแข็งแรงดึงเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 20.53 MPa ซึ่งสูงกว่าความแข็งแรงของชิ้นงานก่อนเชื่อม 15.86 % ในกรณีการทดสอบการดัด พบว่าท่อเชื่อมที่มีมุมเชื่อม 45° สามารถรับแรงดัดได้สูงสุด อย่างไรก็ตามพบว่าในกรณีเวลาในการเชื่อมนานมากๆ นั้นค่าความต้านทานการดัดของรอยเชื่อมมีแนวโน้มใกล้เคียงกันในทุกๆมุมเชื่อม

คำหลัก: การเชื่อมท่อพลาสติก, การเชื่อมด้วยความเสียดทาน, HDPE

Abstract

This paper was aimed to apply friction welding technique to weld HDPE pipes. The influence of friction time and contact angles were also investigated. The pipe welding machine was designed and manufactured in order to conduct the experiment under various conditions. HDPE tubes were used in this study and their outer diameter is 90 mm and 8.2 mm thick. The friction times were varied from 2,3,4,5 and 6 seconds. While the contact angles were 0°, 45° and 90°. Other welding conditions were constant i.e. Friction pressure (P_1) 1 MPa, upset pressure 1 MPa, rotational speed 700 rpm and upset time 30 sec.

The welded specimens were tested under tension and bending. The result suggested that as the friction time increases, tensile and bending strength of tube are increasing. It was also observed that with the contact angle of 45° and 6 second of friction time, the welded specimen has strength of 20.53 MPa which is about 15.86% higher than the waster tube. In case of bending test, the tube with 45° contact angle provided highest value of bending force. However, it was observed that as the value of friction time increases, the resistance of bending tends to increase to the same value in every contact angle.

Key words: plastic welding, friction welding, HDPE.

1. บทนำ

ในการเชื่อมท่อพลาสติกชนิดต่างๆ โดยเฉพาะท่อ High density Polyethylene (HDPE) ซึ่งเป็นท่อพลาสติกประเภทคืนรูปที่นิยมใช้ในการลำเลียงของเหลวอุณหภูมิต่ำ เช่น น้ำประปา นั้นมักใช้การเชื่อมด้วยแผ่นความร้อน (Butt Welding) ซึ่งทำได้โดยการใช้แผ่นความร้อนขนาดใหญ่นาบที่ปลายท่อจนหลอม แล้วใช้ระบบไฮดรอลิกอัดท่อให้ติดกัน จากนั้นทิ้งไว้ให้ท่อเย็นตัว ซึ่งกระบวนการดังกล่าวจำเป็นต้องใช้เวลามากและใช้พลังงานในการเชื่อมสูง เนื่องจากต้องให้ความร้อนแก่แผ่นเหล็กทั้งแผ่นเพื่อนำมานาบปลายท่อ ดังนั้นหากสามารถพัฒนาเทคนิคการเชื่อมอื่นมาทดแทนการเชื่อมท่อแบบดังกล่าวก็จะช่วยประหยัดเวลาในการทำงานและประหยัดพลังงานในการเชื่อมมากขึ้น สำหรับกระบวนการเชื่อมด้วยเทคนิคความเสียดทานเป็นอีกวิธีหนึ่งที่ได้รับความสนใจและถูกนำมาใช้ในกระบวนการเชื่อมพลาสติก การเชื่อมด้วยวิธีนี้ให้คุณภาพของชิ้นงานเชื่อมสูง เพราะเชื่อมได้เต็มพื้นที่หน้าสัมผัส กระบวนการเชื่อมด้วยเทคนิคความเสียดทานยังใช้เวลาในการเชื่อมน้อย ไม่จำเป็นต้องใช้วัสดุช่วยประสานและไม่จำเป็นต้องใช้ช่างที่มีฝีมือในการเชื่อม จากข้อได้เปรียบดังกล่าวจึงได้มีผู้ศึกษาแนวทางการนำเทคนิคการเชื่อมด้วยวิธีความเสียดทานมาใช้ในการเชื่อมท่อพลาสติกชนิดต่างๆ ซึ่งตัวอย่างศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการเชื่อมด้วยวิธีนี้ได้แก่ Hasegawa M ,Asada T. and Ozawa y.[1] ได้ทำการศึกษาแนวทางการเชื่อมแท่ง PE โดยใช้หลักการเสียดทาน วัสดุที่ใช้เป็นแท่งPE ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 15,30,40,50 mm ความเร็วรอบในการเชื่อม 30-60 rps เวลาในการเชื่อม 10 วินาที เวลาในการอัด 60 วินาที ความดันในการเชื่อมระหว่าง 0.2-2.0 MPa ความดันในการอัดระหว่าง 0.2-3.0 MPa ผลการศึกษาพบว่าชิ้นงานสามารถเชื่อมกันได้ โดยพบว่า ค่าแรงบิดเริ่มต้น และแรงบิดในระหว่างทำงาน ตลอดจนการสูญเสียต่าง ๆ มีค่าเพิ่มขึ้น ตามแรงดันเสียดทาน และความยาวของชิ้นงานหลังเชื่อมมีขนาดเปลี่ยนไปตามเงื่อนไขการเชื่อม นอกจากนี้ยังพบว่าในการเชื่อม PE จะเกิดฝุ่นผงของชิ้นงานเชื่อมในปริมาณมาก ซึ่งอาจรบกวนการทำงานได้ Hasegawa M. and Ogura K. [2] ได้ทำการศึกษาผลกระทบจากเงื่อนไขการเชื่อม ต่อการกระจายตัวของอุณหภูมิแท่ง HDPE ที่เชื่อมด้วยความเสียดทาน โดยผลการศึกษาพบว่า ที่ความดันในการเชื่อม 0.1 MPa นั้น รอยเชื่อมมีอุณหภูมิประมาณ 452 – 497 K และการกระจายตัวแบบคงที่ ส่วนที่ความดันเสียดทาน 0.25 MPa พบว่าอุณหภูมิของรอยเชื่อมมีการเปลี่ยนแปลงแบบไม่คงที่ โดยพบว่าอุณภูมิสูงสุดเกิดขึ้นที่ผิวนอก คือประมาณ 646 K ส่วนที่กึ่งกลางชิ้นงานพบว่าอุณหภูมิมีเพียง 387 K เท่านั้น Crawford R.J. and Tam Y. [3] ได้ทำการศึกษา การนำการเชื่อมด้วยความเสียดทานมาใช้ ในการเชื่อมท่อพลาสติกชนิดต่าง ๆ ได้แก่ ท่อชนิด nylon 66, acetal, polymethylmethacrylate (PMMA) และท่อ polyvinylchloride (PVC) ซึ่งพบว่าสามารถเชื่อมท่อเหล่านั้นได้ และพบว่าระหว่างการเชื่อมค่าแรงบิดที่ผิวสัมผัส และปริมาณเนื้อพลาสติกที่สูญเสียไปมีแนวโน้มคงที่ แต่ขึ้นกับค่าแรงดันในแนวแกนและความเร็วรอบการเชื่อม นอกจากนี้ยังพบว่าใน

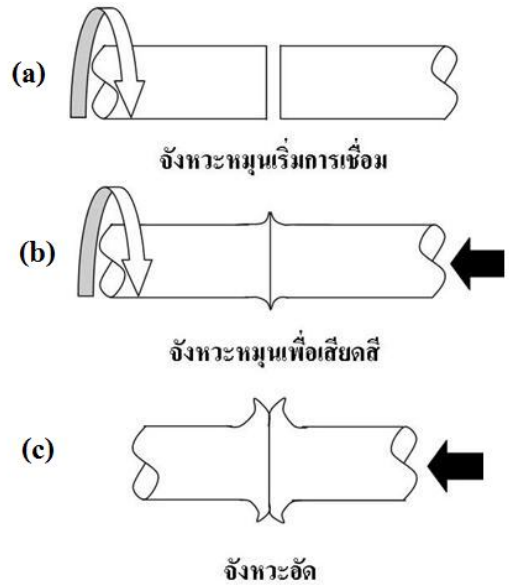
ระหว่างการเชื่อมท่อชนิด nylon 66 จะเกิดความร้อนสูงสุด ส่วนท่อ PVC จะเกิดความร้อนน้อยที่สุด Faes K.,Dhooge A.,Baets P.,Donckt E. and Waele W. [4] ได้นำหลักการเชื่อมด้วยความเสียดทานไปใช้ในการเชื่อมท่อโลหะโดยทดลองกับท่อเหล็ก ท่อเหล็กชนิด API-5L X52 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 นิ้ว โดยใช้แหวนเชื่อมเป็นตัวหมุนอยู่ระหว่างหน้าสัมผัสของท่อทั้งสองที่จะเชื่อมเข้าด้วยกันผลการศึกษาพบว่าวิธีการดังกล่าวสามารถเชื่อมท่อโลหะได้เป็นอย่างดี

สำหรับการวิจัยนี้ได้สร้างเครื่องเชื่อมท่อ HDPE ด้วยความเสียดทานอัตโนมัติต้นแบบที่สามารถปรับตั้งค่าที่เป็นตัวแปรในการเชื่อมคือ แรงดันอัด เวลาเสียดทาน เวลาอัด และความเร็วรอบในการหมุนเสียดทาน เครื่องสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องเพื่อใช้ในการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับคุณภาพของชิ้นงานเชื่อมและผลกระทบที่เกิดขึ้น อย่างไรก็ตามตัวแปรที่มุ่งความสนใจก็คือ มุมบากที่ปลายท่อว่ามีผลกระทบอย่างไรกับคุณภาพของชิ้นงาน การวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยการทดสอบสมบัติทางกล (Mechanical Properties) ได้แก่การทดสอบแรงดึง (Tension Test) และการทดสอบการดัดโค้ง (Bending test)

2. เครื่องมือในการทดสอบ

2.1 หลักการเบื้องต้นของขบวนการเชื่อมด้วยการเสียดทาน

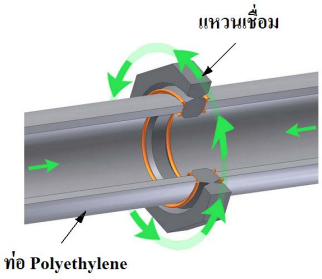
การเชื่อมด้วยการเสียดทานอาศัยหลักการเปลี่ยนแปลงแรงเสียดทานเป็นพลังงานความร้อนเพื่อให้ชิ้นงานหลอมติดกัน กระบวนการเชื่อมนั้นทำได้โดยเริ่มหมุนชิ้นงานหนึ่งด้วยความเร็วคงที่ดังในรูปที่ 1(a) แล้วดันให้ชิ้นงานเข้าไปสัมผัสกันด้วยแรงดันค่าหนึ่ง ดังรูปที่ 1(b) หมุนเสียดสีกับชิ้นงานอีกชิ้นหนึ่งที่ยึดอยู่กับที่และรักษาแรงดันไว้โดยกำหนดเวลาในการเสียดสีไว้จนทำให้เกิดความร้อนที่หน้าสัมผัสทั้งสองหลอมจนอ่อนตัว จากนั้นหยุดการหมุนรักษาแรงดันหรือเพิ่มแรงดันตามเวลาที่กำหนดเพื่อให้ชิ้นงานเชื่อมติดกันดังรูปที่ 1(c) เป็นอันเสร็จกระบวนการเชื่อมด้วยวิธีความเสียดทาน ส่วนพลังงานความร้อนจะขึ้นอยู่กับ ความเร็วรอบในการหมุนเสียดสี และแรงดันในการเสียดทาน



รูปที่ 1 กระบวนการเชื่อมด้วยความเสียดทาน

2.2 เครื่องเชื่อมท่อ polyethylene ด้วยความเสียดทานต้นแบบ

เครื่องเชื่อมด้วยวิธีความเสียดทานต้นแบบนี้สร้างขึ้นตามแนวคิดด้วยการให้แหวนเชื่อมทำจากวัสดุเดียวกันกับท่อที่สามารถส่งถ่ายกำลังได้อยู่ระหว่างปลายท่อทั้งสอง โดยแหวนนี้จะหมุนเสียดสีกับหน้าสัมผัสของปลายท่อทั้งสองภายใต้แรงดันในแนวแกนระดับหนึ่งเพื่อทำให้เกิดแรงเสียดทานขึ้นจนหน้าสัมผัสเกิดความร้อนและ
หลอมละลายก่อนที่จะอัดท่อทั้งสองให้เชื่อมติดกับแหวนเชื่อมดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 กระบวนการเชื่อมท่อ polyethylene [4]

ด้วยหลักการดังได้อธิบายไว้แล้ว คณะวิจัยจึงได้สร้างเครื่องเชื่อมท่อต้นแบบขึ้นโดยเครื่องเชื่อมต้นแบบนี้ประกอบด้วย ตัวเครื่องเชื่อมกับชุดระบบไฮดรอลิกดังนี้

2.2.1 โครงสร้างตัวเครื่องเชื่อม ทำด้วยเหล็กตัวยูมีลักษณะส่วนประกอบร่วมคือ

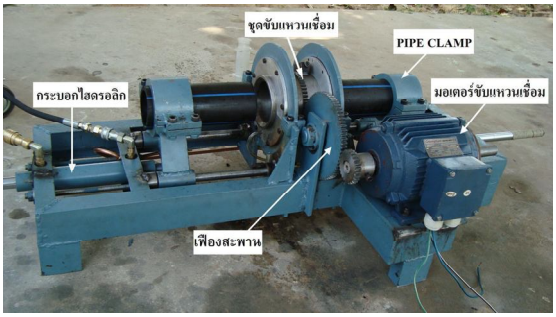
1. มอเตอร์ขับชุดแหวนเชื่อม ขนาด 5 Hp ใช้สำหรับขับชุดแหวนเชื่อมให้หมุนส่วนการควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์นั้นใช้ Inverter ขนาด 7.5 Hp

2. ชุดขับแหวนเชื่อม ทำหน้าที่เป็นตัวจับแหวนเชื่อมให้หมุน เพื่อเชื่อมชิ้นงาน

3. หัวจับท่อ (Pipe clamp) ทำหน้าที่จับยึดท่อให้อยู่กับที่

4. เฟืองสะพาน เป็นตัวส่งผ่านกำลังระหว่างมอเตอร์กับชุดแหวนเชื่อม

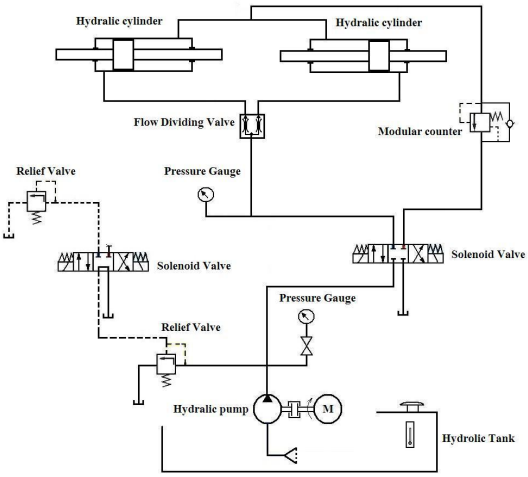
5. กระบอกไฮดรอลิก เป็นตัวดันท่อ HDPE ให้เข้าไปสัมผัสกับแหวนเชื่อมที่หมุนและดันอัดให้ท่อเชื่อมติดกับแหวนเชื่อมในจังหวะสุดท้ายของการเชื่อม ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 ตัวเครื่องเชื่อม

2.2.2 ชุดระบบไฮดรอลิก เป็นชุดที่สร้างแรงดันให้กับกระบอกไฮดรอลิกของเครื่องเชื่อมสามารถควบคุมแรงดันในการเชื่อมได้ ชุดระบบไฮดรอลิกนี้จะ จะประกอบด้วย มอเตอร์ปั๊มไฮดรอลิกขนาด 2 HPสามารถสร้างแรงดันได้สูงสุด 150 bar มีโซลินอยด์วาล์ว 2 ตัวคือโซลินอยด์วาล์วควบคุมแรงดันเสียดทานกับโซลินอยด์วาล์วควบคุมแรงดันอัด ดังรูปที่ 4 และรูปที่ 5

รูปที่ 4 ชุดระบบไฮดรอลิก

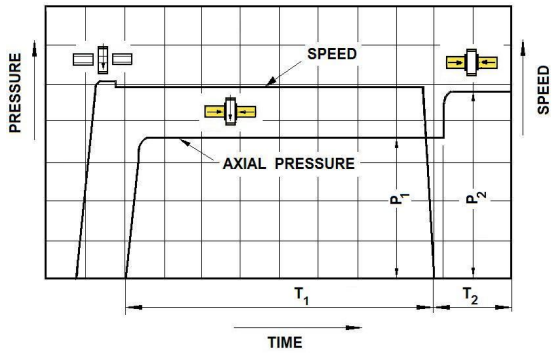


รูปที่ 5 วงจรไฮดรอลิกควบคุม

2.3 ขั้นตอนการทำงานของเครื่องเชื่อมต้นแบบ

หลังจากเตรียมหน้าสัมผัสของชิ้นงานที่เป็นท่อและแหวนเชื่อมเป็นที่เรียบร้อยแล้วก็นำแหวนเชื่อมไปติดตั้งเข้ากับชุดขับแหวนเชื่อม ส่วนท่อทั้งสองที่จะเชื่อมเข้าด้วยกันก็นำไปยึดเข้ากับหัวจับ

ท่อดังรูปที่ 3 เมื่อเปิดสวิทซ์มอเตอร์ขับแหวนเชื่อมก็จะหมุนตามความเร็วรอบที่ตั้งไว้จากนั้นท่อทั้งสองข้างก็จะถูกลูกสูบไฮดรอลิกดันท่อเข้ามาสัมผัสกับแหวนเชื่อมด้วยแรงดันเสียดทาน P_1 เป็นเวลา T_1 เมื่อมอเตอร์ขับแหวนเชื่อมหยุดหมุนแรงดันในแนวแกนก็จะเป็นแรงดันอัด P_2 ซึ่งจะใช้เวลาในการอัดเป็น T_2 ก็เป็นการเสร็จกระบวนการเชื่อมทั้งนี้จังหวะการทำงานของเครื่องเชื่อมสามารถแสดงเป็นความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันและเวลา ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันและเวลาการเชื่อม

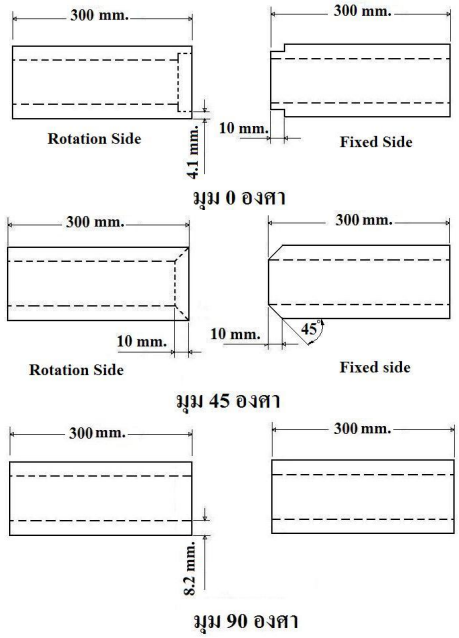
3. วิธีการทดลอง

3.1 ชิ้นงานทดลอง

ใช้ท่อน้ำพลาสติกที่ผลิตจากปิโตรเลียมซึ่งเป็นท่อโพลีเอททีลีน(Polyethylene) ชนิดความหนาแน่นสูง (HDPE) มาตรฐาน มอก.9822548 PE80 ตามท้องตลาดเรียกว่าท่อ PE ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก 90 mm.หนา 8.2 mm. มีค่าความเค้นดึงและค่าความต้านทานการกดดัดสูงสุดเท่ากับ 17.72 MPa , 3384.45 N ตามลำดับ ท่อ HDPE มักใช้สำหรับลำเลียงของเหลวอุณหภูมิต่ำ เช่น น้ำประปา มีลักษณะดังรูปที่ 7

รูปที่ 7 ท่อโพลีเอททีลีนความหนาแน่นสูง

การเตรียมชิ้นงานก่อนทดสอบ จะบากปลายหน้าท่อเป็น 3 มุมได้แก่ มุม 90°, 45° และ 0° และมีความยาวด้านละ 300 mm. ดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 ลักษณะชิ้นงานที่บากปลายท่อก่อนการทดสอบ

3.2 เงื่อนไขในการทดลอง

ในเบื้องต้นได้กำหนดเงื่อนไขในการทดลองไว้ 2 เงื่อนไขคือ

1. เวลาเสียดทาน (T_1) มีจำนวน 5 ค่าได้แก่ 2 sec, 3 sec, 4 sec, 5 secและ 6 sec
2. มุมที่ปลายท่อมี 3 ขนาดได้แก่ 0°,45°และ90°

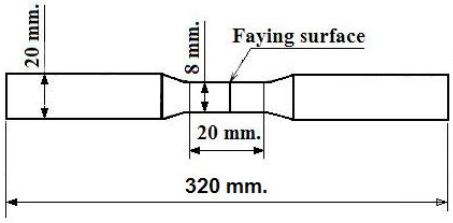
ส่วนตัวแปรคงที่ได้แก่ แรงดันในการเสียดทาน (P_1) 1MPa แรงดันอัด (P_2) 1MPa ความเร็วรอบในการหมุน 700 rpm และเวลาในการอัด (T_2) 30 sec ในการทดลองแต่ละเงื่อนไขทดลองซ้ำกัน 3 ชิ้น

3.3 การทดสอบชิ้นงาน

เมื่อเชื่อมชิ้นงานเรียบร้อยแล้วจึงนำชิ้นงานไปทดสอบความแข็งแรงของรอยเชื่อม ซึ่งจะทดสอบด้วย 2 วิธีการ คือ

3.3.1 **ทดสอบแรงดึง** เป็นการทดสอบความแข็งแรงดึงของรอยเชื่อมจากชิ้นทดสอบ ซึ่งเตรียมชิ้นงานทดสอบโดยผ่าท่อที่เชื่อมแล้วออกเป็น 6 ส่วนเท่าๆกัน แล้วนำแต่ละส่วนมาปรับแต่งขนาดให้ได้ตาม

แบบดังรูปที่ 9 จึงนำชิ้นงานที่ได้ตามแบบไปทดสอบแรงดึงดังรูปที่ 10



Specimen

รูปที่ 9 แบบชิ้นงานทดสอบแรงดึง

รูปที่ 10 การทดสอบแรงดึงของรอยเชื่อม

3.3.2 **การทดสอบดัด**

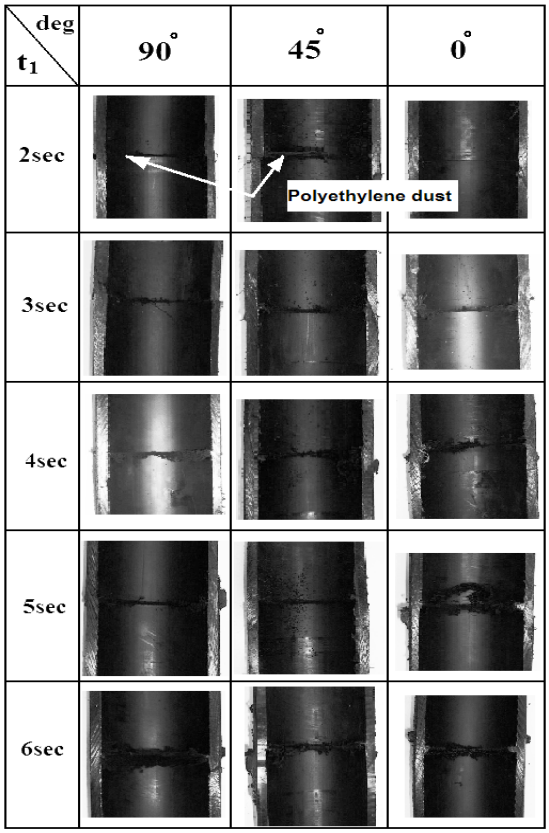
การทดสอบเพื่อตรวจสอบ ว่าผิวด้านนอกของรอยเชื่อมท่อซึ่งเป็นบริเวณที่รับความเค้นในระหว่างการดัดโค้งว่าเกิดรอยแตกขึ้นหรือไม่และที่แรงกดสูงสุดเท่าใด ชิ้นงานที่นำไปทดสอบเป็นท่อที่เชื่อมแล้ว นำไปวางบนแท่นทดสอบโดยให้ความยาวระหว่างจุดรองรับท่อเท่ากับ 35 cm. จากนั้นกดตรงบริเวณแนวเชื่อม การทดสอบดัด เป็นการดัดโค้งแบบ 3 จุดจะให้แรงกระทำที่จุดกึ่งกลางของชิ้นทดสอบและจุดรองรับในบริเวณปลายทั้งสองด้านให้มีระยะห่างจากจุดกึ่งกลางเท่ากัน ดังรูปที่ 11

รูปที่ 11 การทดสอบการดัดโค้งของรอยเชื่อม

4. ผลการศึกษา

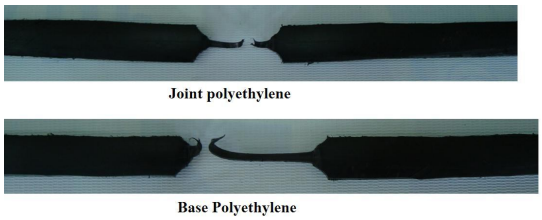
4.1 ลักษณะของรอยเชื่อม

ลักษณะรอยเชื่อมที่ได้จากการเชื่อมท่อ HDPE ภายใต้เงื่อนไขต่าง ๆ ดังแสดงในรูปที่ 12 จากการสังเกตด้วยตาเปล่าพบว่าขนาดของครีบ (flash size) และฝุ่นผงที่เกิดจากการเสียดสีจะสัมพันธ์กันกับเวลาเสียดทานคือเมื่อเพิ่มเวลาในการเสียดทานก็จะทำให้ฝุ่นผงมากขึ้นด้วย และเมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างมุมบากที่หน้าสัมผัสกับการเกิดฝุ่นผงพบว่ามุมบาก 45° จะเกิดฝุ่นผงน้อยกว่าทุกมุม ดังรูปที่ 12



รูปที่ 12 ฝุ่นผงที่เกิดจากการเชื่อมท่อภายใต้เงื่อนไขต่างๆ

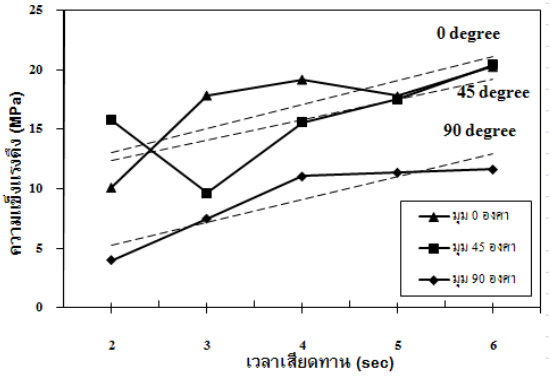
จากการทดสอบแรงดึงยังพบว่าการเปลี่ยนรูปร่างของชิ้นงานภายใต้แรงดึงหรือพฤติกรรมการขาดของชิ้นทดสอบจะแตกต่างกันระหว่างชิ้นงานที่เชื่อมกับไม่ได้เชื่อมโดยชิ้นงานที่เชื่อมจะมีอัตราการยืดน้อยกว่าชิ้นงานที่ไม่ได้เชื่อมจะเห็นได้จากรูปที่ 13



รูปที่ 13 ลักษณะการขาดของชิ้นทดสอบ

4.2 ผลการทดสอบแรงดึง

จากการนำรอยเชื่อมไปทดสอบความแข็งแรงดึง พบว่า เมื่อเงื่อนไขในการเชื่อมเปลี่ยนไปความแข็งแรงของรอยเชื่อมก็จะเปลี่ยนไปด้วย โดยผลการทดสอบแสดงในกราฟรูปที่ 14 จากกราฟในรูปที่ 14 จะเห็นว่าเมื่อเวลาในการเสียดทานมากขึ้นความแข็งแรงดึงของรอยเชื่อมมีแนวโน้มสูงขึ้นทุกกรณี ซึ่งอาจเกิดจากมีเวลาในการเสียดทานมากทำให้เนื้อของท่อสามารถเสียดสีกันได้มากจนสร้างความร้อนเพื่อหลอมรอยเชื่อมได้ดี เมื่อพิจารณาจากอิทธิพลของมุมการเชื่อม 0° รอยเชื่อมจะมีความแข็งแรงดึงมากกว่ามุมเชื่อม 45° และ 90° ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าในกรณีมุมการเชื่อม 0° และ 45° ที่เวลาในการเสียดทาน 6 วินาที จะได้รอยเชื่อมที่มีความแข็งแรงดึงมากกว่าชิ้นงานเดิมถึง 15.86 %

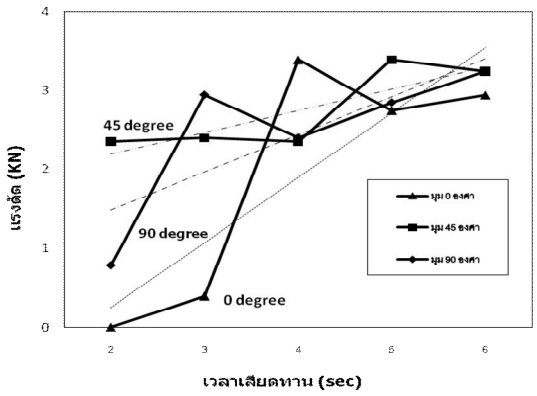


รูปที่ 14 กราฟทดสอบแรงดึง

4.3 ผลการทดสอบการดัด

ผลการทดสอบการดัดของท่อที่เชื่อมด้วยความเสียดทาน แสดงได้ดังรูปที่ 15 ซึ่งเมื่อพิจารณาอิทธิพลของเวลาในการเสียดทานจะพบว่าเมื่อเวลาในการเสียดทานมีค่าสูงขึ้นรอยเชื่อมก็จะมีแนวโน้มสามารถรับแรงดัดได้มากขึ้นในทุก ๆ ขนาดของมุมเชื่อม นอกจากนี้ ยังสังเกตได้อีกว่า เมื่อเวลาการเสียดทานสูงขึ้น ความสามารถในการรับแรงดัดของท่อที่มีมุมเชื่อมต่าง ๆ จะมีแนวโน้มใกล้เคียงกัน ซึ่งการศึกษาครั้งนี้พบว่า ที่เวลาเสียดทานระหว่าง 5 -6 วินาที นั้น ความแข็งแรงดัดของท่อเชื่อมจะใกล้เคียงกันมาก ไม่ว่ามุมเชื่อมจะมีค่าเท่าใดก็ตาม

เมื่อพิจารณาผลกระทบของมุมเชื่อม จะพบว่าท่อที่มุมเชื่อม 45° มีแนวโน้มสามารถรับแรงดัดได้ดีกว่าท่อที่มุมเชื่อม 0° และ 90° ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม กรณีอิทธิพลของมุมเชื่อมนั้น จะเห็นว่ายังมีความสัมพันธ์ที่ไม่ค่อยชัดเจนนักจึงจะต้องทำการศึกษาเพิ่มเติมต่อไป



รูปที่ 15 ผลการทดสอบแรงดับภายใต้เงื่อนไขการเชื่อมต่างๆ

5. สรุปผลการศึกษา

บทความนี้ได้นำเสนอการสร้างเครื่องเชื่อมท่อ HDPE ด้วยความเสียดทานต้นแบบซึ่งได้ผ่านการทดสอบแล้ว พบว่าสามารถใช้งานได้จริง โดยผลการทดสอบพบว่ารอยเชื่อมที่ได้มีคุณภาพค่อนข้างดีมีความแข็งแรงสูงโดยผลการทดสอบแรงดึง และผลการทดสอบแรงดัดพบว่า เมื่อใช้เวลาในการเสียดทานเพิ่มขึ้นรอยเชื่อมจะมีความแข็งแรงสูงขึ้นในทุกกรณี นอกจากนี้ยังพบว่า ในความแข็งแรงดึงรอยเชื่อมของท่อที่มีมุมเชื่อม 0° สามารถรับแรงดึงได้สูงสุด ในขณะที่ผลการทดสอบแรงดัด พบว่าท่อที่มีมุมเชื่อม 45° สามารถรับแรงดัดได้สูงสุด

อย่างไรก็ตามยังคงมีเงื่อนไขอื่นๆในการเชื่อมที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพของรอยเชื่อม เช่น แรงดันในช่วงต่างๆ และความเร็วรอบเป็นต้นซึ่งคณะวิจัยจะได้ทำการศึกษาและนำเสนอผลการศึกษาเพิ่มเติมในโอกาสต่อไป

เอกสารอ้างอิง

[1] Hasegawa M., Asada T. and Ozawa y., "Study on Friction Welding of Polyethylene" Journal of the Japan Welding Society, (2001), pp 634-640

[2] Hasegawa M. and Ogura K. " Effect of Friction Welding Condition on faying Surface Temperature of friction Welded Joint with Polyethylene " Japan welding Society, (2005), pp 476 – 483

[3] Crawford R.J. and Tam Y., "Friction welding of plastics" Journal of Materials Science 16 (1981), pp 3275-3282

[4] Faes, K. , Dhooge, A. ,Baets ,P. , Donckt, E. and Waele,W. , " Parameter optimisation for automatic pipeline girth welding using a new friction welding method " Materials and Design, 30, (2009), pp 581–589