วิศวกรรมสาร มข. ปีที่ 38 ฉบับที่ 2 (147 -154) เมษายน - มิถุนายน 2554 บทความวิจัย
KKU Engineering Journal Vol.38 No.2 (147-154) April – June 2011

อิทธิพลของเวลาเสียดทานและมุมหน้าสัมผัสในการเชื่อมท่อพลาสติกกลมชนิดพอลิเอทีลีนด้วยความเสียดทาน

สุระชัย จันทร์ชนะ[1] และ ชวลิต ถิ่นวงศ์พิทักษ์ [*2]

บทคัดย่อ

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของการเชื่อมท่อพลาสติกกลมชนิด พอลิเอทีลีนแบบความหนาแน่นสูง (High-density polyethylene ,HDPE) ด้วยวิธีการความเสียดทาน ตลอดจนเพื่อศึกษาอิทธิพลของเวลาในการเสียดทาน และมุมของหน้าสัมผัสเชื่อม ต่อคุณสมบัติของรอยเชื่อม โดยได้พัฒนาและสร้างเครื่องเชื่อมท่อด้วยความเสียดทานต้นแบบให้สามารถเชื่อมชิ้นงานที่เป็นท่อพลาสติกชนิดต่างๆได้ตามเงื่อนไขที่กำหนด วัสดุที่ใช้ในการศึกษาเป็นท่อพลาสติกชนิด พอลิเอทีลีนแบบความหนาแน่นสูง (High-density polyethylene ,HDPE) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก 90 mm และหนา 8.2 mm กำหนดเงื่อนไขในการทดลองไว้ 2 ชนิดคือ เวลาเสียดทาน (T_1) 7 ค่า โดยเริ่มที่ 2 sec, 3 sec, 4 sec, 5 sec, 6 sec, 8 sec และ10 sec ส่วนมุมหน้าสัมผัสเชื่อมที่ปลายท่อมี 3 ขนาดได้แก่ มุม 0°, 45°และ 90° เงื่อนไขในการเชื่อมที่เป็นค่าคงที่ได้แก่ ความดันในการเสียดทาน (P_1) 1 MPa ความดันอัด (P_2) 1 MPa ความเร็วรอบในการหมุนเสียดทาน 700 rpm และเวลาในการอัด (T_2) 30 sec ผลการศึกษาพบว่าวิธีการเชื่อมดังกล่าวสามารถสร้างรอยเชื่อมที่มีคุณภาพดี มีความแข็งแรงสูง ใช้เวลาในการเชื่อมสั้น เมื่อนำชิ้นงานเชื่อมไปทดสอบความแข็งแรงดึง ความแข็งแรงดัด และ ความดัน พบว่าภายใต้เงื่อนไขของเวลาเสียดทานระหว่าง 2 sec ถึง 6 sec เมื่อเวลาเพิ่มขึ้น รอยเชื่อมที่ได้จะมีความแข็งแรงดึง ความต้านทานแรงดัด และความดันสูงขึ้นในทุกกรณี แต่เมื่อเวลาเสียดทานเพิ่มขึ้นไปอีก ระหว่าง 8 sec ถึง10 sec รอยเชื่อมที่ได้จะมีแนวโน้มของ ความต้านทานแรงดึง และความต้านทานแรงดัดลดลง ส่วนผลการทดสอบ ความดันพบว่ารอยเชื่อมยังสามารถรับความดันทดสอบได้ดี นอกจากนี้ยังพบว่ามุมหน้าสัมผัสเชื่อม 45° เวลาเสียดทาน 6 sec ให้ค่าความแข็งแรงดึงเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 20.53 MPa ซึ่งสูงกว่าความแข็งแรงของชิ้นงานก่อนเชื่อม 15.86 % ในกรณีการทดสอบการดัด พบว่าท่อเชื่อมที่มีมุมหน้าสัมผัสเชื่อม 45° สามารถรับแรงดัดได้สูงสุด

คำสำคัญ: การเชื่อมท่อพลาสติก การเชื่อมด้วยความเสียดทาน HDPE

---

[1] นักศึกษาปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี 34190
อีเมล์: poochair@thaimail.com

[*2] ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี 34190
อีเมล์: Chawalit@rocketmail.com

* Corresponding Author

The influence of friction time and contact angles in friction welding for Polyethylene pipes.

Surachai Junchana[1)] and Chawalit Thinvongpituk[*2)]

Abstract

This paper is aimed to apply friction welding technique to weld HDPE pipes as well as to investigate the influence of friction time and contact angle to the property of joint. The welding machine was designed and manufactured in order to conduct the experiment under various welding 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, 6, 8 and 10 sec. 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, bending and pressure. The result suggested that as the friction time increases, tensile strength, bending strength as well as pressure resistance of tube are increasing. It was also observed that with the contact angle of 45° and 6 sec of friction time, the welded specimen has strength of 20.53 MPa which is about 15.86% higher than the master tube. In case of bending test, the tube with 45° contact angle provided highest value of bending resistance. However, it was observed that as the value of friction time increases, the resistance of bending tends to increase in similar pattern for every contact angles.

Key words: plastic welding, friction welding, HDPE.

[1)] Post Graduated Students, Department of Mechanical Engineering, Ubonratchathani University, Ubonratchathani, 34190, E-mail: poochair@thaimail.com

[*2)] Assistant Professor, Department of Mechanical Engineering, Ubonratchathani University, Ubonratchathani, 34190, Chawalit@rocketmail.com

* Corresponding Author

1. บทนำ

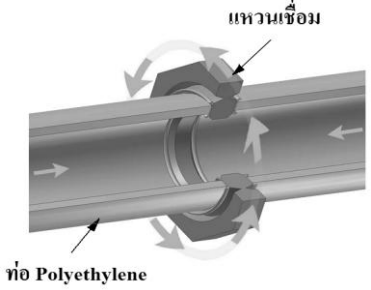
ในการเชื่อมพลาสติกชนิดต่างๆ นั้นสามารถเชื่อมต่อกันด้วยวิธีการที่หลากหลาย เช่น เชื่อมด้วยแก๊สร้อน (Hot gas welding) ลำแสงเลเซอร์ (Laser welding) อินฟราเรด (Infrared welding) อัดรีด (Extrusion welding) แต่สำหรับการเชื่อมท่อพลาสติกโดยเฉพาะท่อพอลิเอทีลีนแบบความหนาแน่นสูง (High-density polyethylene ,HDPE) ซึ่งเป็นท่อพลาสติกประเภทคืนรูปที่นิยมใช้ในการลำเลียงของเหลวอุณหภูมิต่ำ เช่น น้ำประปา นั้นมักใช้การเชื่อมด้วยแผ่นความร้อน (Butt welding) ซึ่งทำได้โดยการใช้แผ่นความร้อนขนาดใหญ่นาบที่ปลายท่อจนหลอม แล้วใช้ระบบไฮดรอลิกอัดท่อให้ติดกัน จากนั้นทิ้งไว้ให้ท่อเย็นตัว ซึ่งกระบวนการดังกล่าวจำเป็นต้องใช้เวลามากและใช้พลังงานในการเชื่อมสูง เนื่องจากต้องให้ความร้อนแก่แผ่นเหล็กทั้งแผ่นเพื่อนำมานาบปลายท่อ ดังนั้นหากสามารถพัฒนาเทคนิคการเชื่อมอื่นมาทดแทนการเชื่อมท่อแบบดังกล่าว ได้ก็จะช่วยประหยัดเวลาในการทำงานและประหยัดพลังงานในการเชื่อมมากขึ้น สำหรับกระบวนการเชื่อมด้วยเทคนิคความเสียดทานเป็นอีกวิธีหนึ่งที่ได้รับความสนใจและถูกนำมาใช้ในกระบวนการเชื่อมพลาสติก การเชื่อมด้วยวิธีนี้ให้คุณภาพของชิ้นงานเชื่อมสูงเพราะเชื่อมได้เต็มพื้นที่หน้าสัมผัส นอกจากนี้กระบวนการเชื่อมด้วยเทคนิคความเสียดทานยังใช้เวลาในการเชื่อมน้อย ไม่จำเป็นต้องใช้วัสดุช่วยประสานและไม่จำเป็นต้องใช้ช่างที่มีฝีมือในการเชื่อม จากข้อได้เปรียบดังกล่าวจึงได้มีผู้ศึกษาแนวทางการนำเทคนิคการเชื่อมด้วยวิธีความเสียดทานมาใช้ในการเชื่อมท่อพลาสติกชนิดต่างๆ ซึ่งตัวอย่างศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการเชื่อมด้วยวิธีนี้ ได้แก่ Hasegawa Asada and Ozawa, (2001) ได้ทำการศึกษาแนวทางการเชื่อม แท่ง พอลิเอทีลีน (Polyethylene, PE) โดยใช้หลักการเสียดทาน วัสดุที่ใช้เป็นแท่งพอลิเอทีลีนขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 15, 30, 40, 50 mm ความเร็วรอบในการเชื่อม 30-60 rps เวลาในการเชื่อม 10 sec เวลาในการอัด 60 sec ความดันในการเชื่อมระหว่าง 0.2-2.0 MPa ความดันในการอัดระหว่าง 0.2-3.0 MPa ผลการศึกษาพบว่าชิ้นงานสามารถเชื่อมกันได้ โดยพบว่าค่า แรงบิดเริ่มต้น และแรงบิดในระหว่างทำงานตลอดจนการสูญเสียต่าง ๆ มีค่าเพิ่มขึ้น ตาม ความ ดัน เสียดทาน และความยาวของชิ้นงานหลังเชื่อมมีขนาดเปลี่ยนไปตามเงื่อนไขการเชื่อม นอกจากนี้ยังพบว่าในการเชื่อมพอลิเอทีลีนจะเกิดฝุ่นผงของชิ้นงานเชื่อมในปริมาณมาก ซึ่งอาจรบกวนการทำงานได้ (Hasegawa and Ogura, 2005) ได้ทำการศึกษาผลกระทบจากเงื่อนไขการเชื่อม ต่อการกระจายตัวของอุณหภูมิแท่ง HDPE ที่เชื่อมด้วยความเสียดทาน โดยผลการศึกษาพบว่า ที่ความดันในการเชื่อม 0.1 MPa นั้น รอยเชื่อมมีอุณหภูมิประมาณ 452 – 497 K และมีการกระจายตัวแบบคงที่ ส่วนที่ความดันเสียดทาน 0.25 MPa พบว่าอุณหภูมิของรอยเชื่อมมีการเปลี่ยนแปลงแบบไม่คงที่ โดยพบว่าอุณภูมิสูงสุดเกิดขึ้นที่ผิวนอก คือประมาณ 646 K ส่วนที่กึ่งกลางชิ้นงานพบว่า มีอุณหภูมิเพียง 387 K เท่านั้น (Crawford and Tam, 1981) ได้ทำการศึกษาการนำการเชื่อมด้วยความเสียดทานมาใช้ ในการเชื่อมท่อพลาสติกชนิดต่าง ๆ ได้แก่ ท่อชนิด Nylon 66, Acetal, Polymethylmethacrylate (PMMA) และท่อ Polyvinylchloride (PVC) ซึ่งพบว่าสามารถเชื่อมท่อเหล่านั้นได้ และพบว่าระหว่างการเชื่อมค่าแรงบิดที่ผิวสัมผัส และปริมาณเนื้อพลาสติกที่สูญเสียไปมีการเพิ่มขึ้นอย่างเป็นเส้นตรง กับค่าความดันในแนวแกนและความเร็วรอบการเชื่อม นอกจากนี้ยังพบว่าในระหว่างการเชื่อมท่อชนิด Nylon 66 จะเกิดความร้อนสูงสุด ส่วนท่อ PVC จะเกิดความร้อนน้อยที่สุด (Faes etal, 2009) ได้นำหลักการเชื่อมด้วยความเสียดทานไปใช้ในการเชื่อมท่อโลหะโดยทดลอง เชื่อมท่อเหล็กชนิด API-5L X52 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 นิ้ว โดยใช้แหวนเชื่อมเป็นตัวหมุนอยู่ระหว่างหน้าสัมผัสของท่อทั้งสองที่จะเชื่อมเข้าด้วยกัน ผลการศึกษาพบว่าวิธีการดังกล่าวสามารถเชื่อมท่อโลหะได้เป็นอย่างดี

สำหรับการวิจัยนี้ได้สร้างเครื่องเชื่อมท่อ HDPE ด้วยความเสียดทานต้นแบบที่สามารถปรับตั้งค่าที่เป็นตัวแปรในการเชื่อมคือ ความดันเสียดทาน ความดันอัด เวลาเสียดทาน เวลาอัด และความเร็วรอบในการหมุนเสียดทาน เครื่องสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง และได้ใช้ใน

การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับคุณภาพของชิ้นงานเชื่อมและผลกระทบที่เกิดขึ้น อย่างไรก็ตามตัวแปรที่ ให้ความสนใจสำหรับการศึกษานี้ คือ มุมหน้าสัมผัสเชื่อม ที่ปลายท่อ และเวลาในการเชื่อม ว่ามีผลกระทบอย่างไรกับคุณภาพของชิ้นงาน โดยคุณสมบัติของรอยเชื่อมที่ใช้เป็นตัวชี้วัดคุณภาพของรอยเชื่อมได้แก่ ผล การทดสอบแรงดึง (Tension Test) ผลการทดสอบแรงดัดโค้ง (Bending test) และผลการทดสอบความดัน (Pressure Test)

2.เครื่องเชื่อมท่อพลาสติกด้วยความเสียดทานต้นแบบ

เครื่องเชื่อม ท่อด้วยวิธีความเสียดทานต้นแบบนี้อาศัยหลักการเปลี่ยนงานที่เกิดจากแรงเสียดทานเป็นพลังงานความร้อนเพื่อหลอมให้ชิ้นงานติดกัน สร้างขึ้นตามแนวคิดด้วยการให้แหวนเชื่อมที่ทำจากวัสดุเดียวกันกับท่อที่ต้องการเชื่อมติดตั้ง อยู่ระหว่างปลายท่อทั้งสอง โดยแหวนนี้จะถูกขับให้หมุนเสียดสีกับหน้าสัมผัสของปลายท่อทั้งสองภายใต้ความดันในแนวแกนระดับหนึ่งเพื่อทำให้เกิดแรงเสียดทานขึ้นจนหน้าสัมผัสเกิดความร้อนและหลอมละลายก่อนที่จะอัดท่อทั้งสองให้เชื่อมติดกับแหวนเชื่อมดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 หลักการทำงานของการเชื่อมท่อด้วย ความเสียดทาน [4]

อาศัยหลักการดังได้อธิบายไว้แล้ว คณะวิจัยจึงได้สร้างเครื่องเชื่อมท่อต้นแบบขึ้น ลักษณะของ เครื่องเชื่อมต้นแบบนี้ดังแสดงในรูปที่ 2 โดยประกอบด้วย ตัวเครื่องเชื่อมกับชุดระบบไฮดรอลิกตามรายละเอียดดังนี้

2.1 โครงสร้างตัวเครื่องเชื่อม ทำด้วยเหล็กตัวยูมีลักษณะส่วนประกอบสำคัญคือ

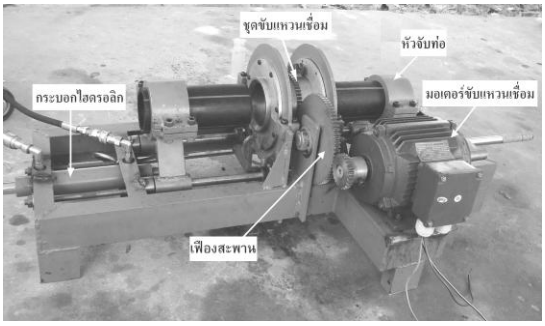
1) มอเตอร์ขับแหวนเชื่อม ขนาด 5 Hp ใช้สำหรับขับชุดแหวนเชื่อมให้หมุน ส่วนการควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์นั้นใช้ Inverter ขนาด 7.5 Hp

2) ชุดขับแหวนเชื่อม ทำหน้าที่เป็นตัวจับแหวนเชื่อมให้หมุนเสียดสีกับหน้าสัมผัสปลายท่อ เพื่อเชื่อมชิ้นงาน

3) หัวจับท่อ ทำหน้าที่จับยึดท่อให้อยู่กับที่ ไม่ให้หมุนตามแหวนเชื่อมแต่สามารถเคลื่อนที่ตามแนวแกนได้ด้วยแรงกดของลูกสูบของกระบอกไฮดรอลิก

4) เฟืองสะพาน เป็นตัวส่งผ่านกำลังระหว่างมอเตอร์กับชุดแหวนเชื่อม

5) กระบอกไฮดรอลิก เป็นตัวดันท่อให้เข้าไปสัมผัสกับแหวนเชื่อมที่หมุนและดันอัดให้ท่อเชื่อมติดกับแหวนเชื่อมในจังหวะสุดท้ายของการเชื่อม

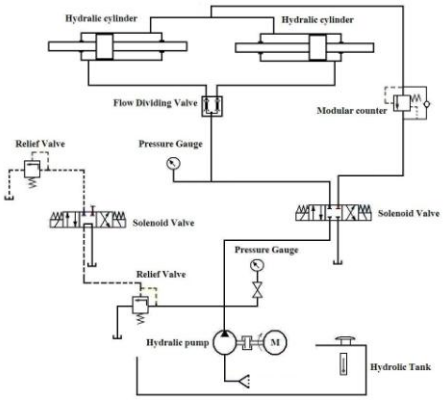


รูปที่ 2 เครื่องเชื่อมท่อพลาสติกด้วยความ เสียดทานต้นแบบ

2.2 ชุดระบบไฮดรอลิก

เป็นชุดที่สร้างแรงดันให้กับกระบอกไฮดรอลิกของเครื่องเชื่อม สามารถควบคุม ความ ดันในการเชื่อมได้ทั้งความดันเสียดทานและความดันในการอัด ชุดระบบไฮดรอลิกนี้จะประกอบด้วย มอเตอร์ปั๊มไฮดรอลิกขนาด 2 HP สามารถสร้างความดันได้สูงสุด 150 bar มีโซลินอยด์วาล์ว 2 ชุด คือโซลินอยด์วาล์วควบคุมแรงดันเสียดทานกับโซลินอยด์วาล์วควบคุม ความ ดันอัดดังรูปที่ 3 และรูปที่ 4 แสดงวงจรควบคุมระบบไฮดรอลิก

รูปที่ 3 ชุดระบบไฮดรอลิก



รูปที่ 4 วงจรไฮดรอลิกควบคุม

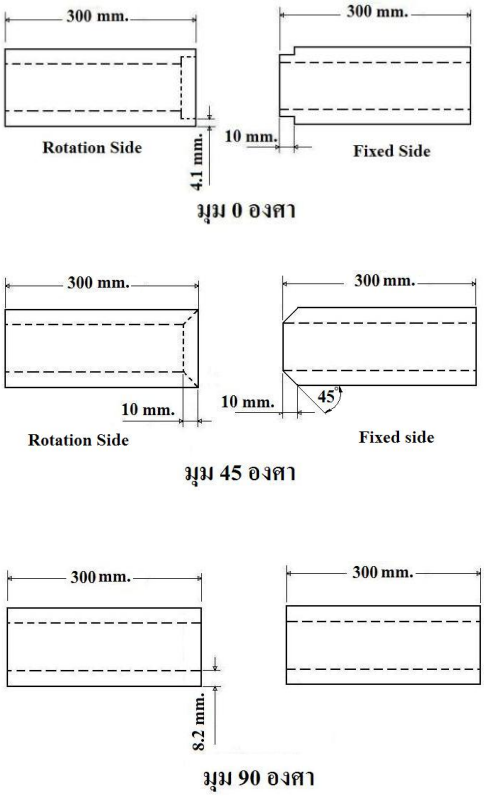
3. วิธีการทดลอง

3.1 ชิ้นงานทดลอง

เป็นท่อพอลิเอทีลีนแบบความหนาแน่นสูง (High-density polyethylene, HDPE) มาตรฐาน มอก .982 PE80 ตามท้องตลาดเรียกว่าท่อPE ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก 90 mm หนา 8.2 mm มีค่าความเค้นดึงและค่าความต้านทานการกดดัดสูงสุดเท่ากับ 17.72 MPa และ 3,384.45 N ตามลำดับ ท่อ HDPE มักใช้สำหรับลำเลียงของเหลวอุณหภูมิต่ำ เช่น น้ำประปา มีลักษณะดังรูปที่ 5

รูปที่ 5 ท่อโพลีเอททีลีนความหนาแน่นสูง (HDPE)

การเตรียมชิ้นงานก่อนทดสอบ จะบากปลายหน้าท่อเป็นมุม 3 ขนาดได้แก่ มุม 0°, 45° และ 90° และมีความยาวด้านละ 300 mm ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 ลักษณะชิ้นงานที่บากปลายท่อก่อนการ ทดสอบ

3.2 เงื่อนไขในการทดลอง

ในเบื้องต้นได้กำหนดเงื่อนไขในการทดลองไว้ 2 เงื่อนไขคือ

1) เวลาเสียดทาน (T_1) มีจำนวน 7 ค่าได้แก่ 2 sec, 3 sec, 4 sec, 5 sec, 6 sec, 8 sec และ10 sec

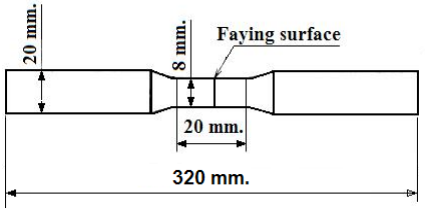
2) มุมที่ปลายท่อมี 3 ขนาดได้แก่ 0°, 45°และ90°

สำหรับเงื่อนไขการเชื่อมที่คงที่ได้แก่ ความดันในการเสียดทาน (P_1) 1 MPa ความดันอัด (P_2) 1 MPa ความเร็วรอบในการหมุนเสียดทาน 700 rpm และเวลาในการอัด (T_2) 30 sec ในการทดลองแต่ละเงื่อนไขจะทดลองซ้ำกัน 3 ชิ้น

3.3 การทดสอบชิ้นงาน

เมื่อเชื่อมชิ้นงานเรียบร้อยแล้วจึงนำชิ้นงานไปทดสอบความแข็งแรงของรอยเชื่อม ซึ่งจะทดสอบด้วย 3 วิธีการ คือ

1) การทดสอบแรงดึง เป็นการทดสอบความแข็งแรงดึงของรอยเชื่อมจากชิ้นทดสอบ ซึ่งเตรียมชิ้นงานทดสอบโดยผ่าท่อที่เชื่อมแล้วออกเป็น 6 ส่วนเท่าๆกัน แล้วนำแต่ละส่วนมาปรับแต่งขนาดให้ได้ตามแบบดังรูปที่ 7 จึงนำชิ้นงานที่ได้ตามแบบไปทดสอบแรงดึงดังรูปที่ 8

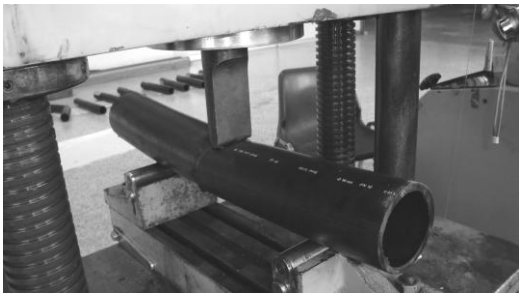


Specimen

รูปที่ 7 แบบชิ้นงานทดสอบแรงดึง

รูปที่ 8 การทดสอบแรงดึงของรอยเชื่อม

2) การทดสอบดัด เป็นการทดสอบเพื่อตรวจสอบว่าผิวด้านนอกของรอยเชื่อมท่อซึ่งเป็นบริเวณที่รับความเค้นในระหว่างการดัดโค้ง จะเกิดรอยแตกขึ้นหรือไม่และที่แรงกดสูงสุดเท่าใด ชิ้นงานที่นำไปทดสอบเป็นท่อที่เชื่อมแล้ว นำไปวางบนแท่นทดสอบโดยให้ความยาวระหว่างจุดรองรับท่อเท่ากับ 35 cm จากนั้นกดตรงบริเวณแนวเชื่อม การทดสอบดัดนี้เป็นการดัดโค้งแบบ 3 จุดจะให้แรงกระทำที่จุดกึ่งกลางของชิ้นทดสอบและจุดรองรับในบริเวณปลายทั้งสองด้านให้มีระยะห่างจากจุดกึ่งกลางเท่ากัน ดังรูปที่ 9



รูปที่ 9 การทดสอบการดัดของรอยเชื่อม

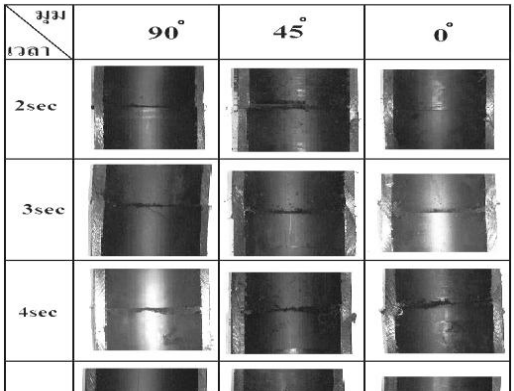
3) การทดสอบความดันน้ำ เป็นการทดสอบการรั่วซึมของข้อต่อหรือรอยเชื่อมว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้หรือไม่ โดยใช้การทดสอบความ ดันตามมาตรฐาน SFS 3115 ซึ่งต้องทำการทดสอบภายหลังจาก การเชื่อมที่ทิ้งไว้ให้เย็นไม่น้อยกว่า 1 ชั่วโมง ส่วนความดันในการทดสอบคือ 1.3 เท่าของค่าความดันระบุ ที่อุณหภูมิ 20°C ใช้เวลาในการทดสอบ 2 ชั่วโมง ท่อ HDPE ที่ใช้ในการทดสอบรอยเชื่อมด้วย ความดันมีชั้นคุณภาพเป็น PN10 ซึ่งมีค่าแรงดันระบุเป็น 1.0 MPa ฉะนั้นความดันในการทดสอบจึงเป็น 1.3 MPa สำหรับอุปกรณ์ในการทดสอบความดันน้ำแสดงในรูปที่ 10

รูปที่ 10 การทดสอบแรงดัน

4. ผลการศึกษา

4.1 ลักษณะของรอยเชื่อม

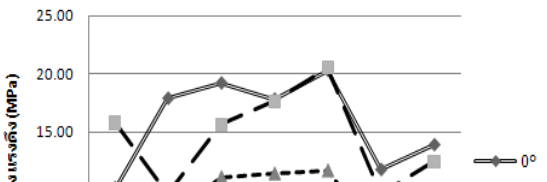
จากการเชื่อมท่อ HDPE ภายใต้เงื่อนไข ต่าง ๆได้รอยเชื่อม ดังแสดงในรูปที่ 11 จากการสังเกตด้วยตาเปล่าพบว่าขนาดของครีบ (flash size) และฝุ่นผงที่เกิดจากการเสียดสีจะสัมพันธ์กันกับเวลาเสียดทานคือเมื่อเพิ่มเวลาในการเสียดทานก็จะทำให้ปริมาณฝุ่นผงมากขึ้นด้วย และเมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างมุมบากที่หน้าสัมผัสกับการเกิดฝุ่นผงพบว่ามุมบาก 45° จะเกิดฝุ่นผงน้อยกว่าทุกมุม



รูปที่ 11 ฝุ่นผงที่เกิดจากการเชื่อมท่อภายใต้เงื่อนไขต่างๆ

4.2 ผลการทดสอบแรงดึง

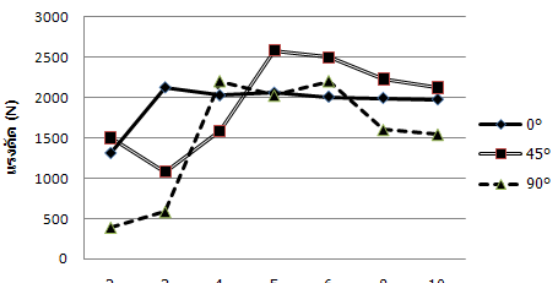
จากการนำรอยเชื่อมไปทดสอบความแข็งแรงดึง พบว่า เมื่อเงื่อนไขในการเชื่อมเปลี่ยนไปความแข็งแรงของรอยเชื่อมก็จะเปลี่ยนไปด้วย โดยผลการทดสอบ แรงดึงแสดงในรูปที่ 12 จะเห็นว่าเมื่อเวลาในการเสียดทาน เพิ่มมากขึ้นจาก 2 - 6 sec ความแข็งแรงดึงของรอยเชื่อมมีแนวโน้มสูงขึ้นทุกกรณี แต่เมื่อเวลาเสียดทานมีค่าเพิ่มขึ้นมากกว่า 6 sec ความแข็งแรงดึงกลับมีแนวโน้มลดลง เนื่องจากเวลาในการเสียดทานที่เพิ่มขึ้นทำให้เนื้อของท่อหลอมละลายมากเกินไปและถูกสลัดทิ้งขณะที่หมุนเสียดทาน และเนื้อของท่อที่หลอมละลายบางส่วนจะไหลออกมาเกิดครีบมากเกินไปโดยไม่ได้หลอมรวมกันบริเวณหน้าสัมผัสเชื่อม เมื่อพิจารณาจากอิทธิพลของมุมหน้าสัมผัส เชื่อม พบว่ามุมหน้าสัมผัส 0° รอยเชื่อมจะมีความแข็งแรงดึง เฉลี่ยมากกว่ามุมเชื่อม 45° และ 90° ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่ามุมหน้าสัมผัสเชื่อม 0°และ 45° ที่เวลาในการเสียดทาน 6 sec จะได้รอยเชื่อมที่มีความแข็งแรงดึงมากกว่าชิ้นงานเดิมซึ่งถือเป็นค่าที่สูงที่สุด ถึง 15.86 % ซึ่งอาจเกิดจาก มุม 45° มีพื้นที่หน้าสัมผัสเชื่อมมาก และมุม 0° มีพื้นที่สัมผัสตามแนวแกนบางส่วนเกิดการหลอมละลายติดกันด้วย



รูปที่ 12 ผลการทดสอบแรงดึงของท่อที่เชื่อมภายใต้เงื่อนไขการเชื่อมต่างๆ

4.3 ผลการทดสอบแรงดัด

ผลการทดสอบการดัดของท่อที่เชื่อมด้วยความเสียดทาน แสดงได้ดัง ในรูปที่ 13 ซึ่งเมื่อพิจารณาอิทธิพลของเวลาในการเสียดทานจะพบว่า เมื่อเวลาในการเสียดทานมีค่าสูงขึ้นรอยเชื่อมก็จะมีแนวโน้มสามารถรับแรงดัดได้มากขึ้นในทุก ๆ ขนาดของมุมเชื่อม เพราะว่าเวลาในการเสียดทานน้อยเกินไปเนื้อของท่อก็จะหลอมละลายติดกันได้น้อย ในทางตรงกันข้ามเมื่อเวลาในการเสียดทานมากเกินไปเนื้อของท่อก็หลอมละลายมากและถูกสลัดทิ้งขณะที่หมุนเสียดทาน ดังนั้นเวลาในการเสียดทานที่เหมาะสมจะพิจารณาจากความสามารถในการรับแรงดัดได้มากของชิ้นงาน นอกจากนี้ยังสังเกตได้อีกว่า เมื่อเวลาการเสียดทานสูงขึ้น ความสามารถในการรับแรงดัดของท่อที่มีมุมเชื่อมต่าง ๆ จะมีแนวโน้มใกล้เคียงกัน ซึ่งการศึกษาครั้งนี้พบว่า ที่เวลาเสียดทานระหว่าง 5 - 6 sec นั้นความแข็งแรงดัดของท่อเชื่อมจะใกล้เคียงกันมากไม่ว่ามุมเชื่อมจะมีค่าเท่าใดก็ตาม เมื่อพิจารณาผลกระทบของมุมเชื่อมจะพบว่าท่อที่มีมุมหน้าสัมผัสเชื่อม 45° มีแนวโน้มสามารถรับแรงดัดได้ดีกว่าท่อที่ มีมุมหน้าสัมผัสเชื่อม 0° และ 90° ตามลำดับ ซึ่งอาจเกิดจากมุม 45° มีพื้นที่หน้าสัมผัสเชื่อมมากกว่าทุกมุม อย่างไรก็ตามกรณีอิทธิพลของมุมเชื่อมนั้นจะเห็นว่ายังมีความสัมพันธ์ที่ไม่ค่อยชัดเจนนักจึงจะต้องทำการศึกษาเพิ่มเติมต่อไป



รูปที่ 13 ผลการทดสอบแรงดัดของท่อที่เชื่อมภายใต้เงื่อนไขการเชื่อมต่างๆ

4.4 ผลการทดสอบความดันน้ำ

ผลการทดสอบ ความดัน ของท่อที่เชื่อมด้วยความเสียดทานดังในแสดงในตารางที่ 1 พบว่าเมื่อใช้เวลาเสียดทานน้อยๆเช่น 2 sec รอยเชื่อมไม่สามารถรับความดันน้ำได้เลยเป็นเพราะเวลาในการเสียดสีกันของหน้าสัมผัสเชื่อมน้อย ความร้อนที่เกิดจากการเสียดสีกันจึงน้อยไปด้วยทำให้เนื้อของท่อหลอมละลายไม่เพียงพอที่จะทำให้เชื่อมติดกันได้ และเมื่อเวลาเสียดทานเพิ่มมากขึ้นระหว่าง 6 – 10 sec ก็จะไม่พบรอยรั่วของแนวเชื่อมเลยในทุกกรณี

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบ ความ ดัน ของท่อที่เชื่อมภายใต้เงื่อนไขต่างๆ

เวลาเชื่อม / มุมเชื่อม	2 s	3 s	4 s	5 s	6 s	8 s	10 s
0°	0 bar	13 bar	13 bar	13 bar	13 bar	13 bar	13 bar
45°	0 bar	0 bar	0 bar	6 bar	13 bar	13 bar	13 bar
90°	0 bar	12.5 bar	13 bar	13 bar	13 bar	13 bar	13 bar

แสดงถึงการรั่วของน้ำที่ความดันระบุในตาราง

แสดงถึงความสามารถทนรับความดันน้ำได้มากกว่าที่ระบุในตาราง

5. สรุปผลการศึกษา

บทความนี้ได้นำเสนอการสร้างเครื่องเชื่อม ท่อพอลิเอทีลีนแบบความหนาแน่นสูง (High-density polyethylene, HDPE) ด้วยความเสียดทานต้นแบบซึ่งได้ผ่านการทดสอบแล้ว พบว่าสามารถใช้งานได้จริง

ผล การทดสอบ ชิ้นงาน พบว่ารอยเชื่อมที่ได้มีคุณภาพค่อนข้างดีมีความแข็งแรงสูงโดยผลการทดสอบแรงดึง พบว่ามุมหน้าสัมผัสเชื่อม 0°และ 45° ที่เวลาในการเสียดทาน 6 sec จะได้รอยเชื่อมที่มีความแข็งแรงดึงมากกว่าชิ้นงานเดิมถึง 15.86 % ส่วนผลการทดสอบ แรงดัด พบว่าท่อที่ มีมุมหน้าสัมผัส เชื่อม 45° มีแนวโน้มสามารถรับแรงดัดได้ดีกว่าท่อที่ มีมุมหน้าสัมผัส เชื่อม 0° และ 90°

ผลการทดสอบ ความดันน้ำ พบว่าเมื่อใช้เวลาในการเสียดทานเพิ่มขึ้นรอยเชื่อมจะมีความแข็งแรงสูงขึ้นและรอยเชื่อมสามารถรับความดันได้ตามมาตรฐานที่กำหนด นอกจากนี้ยังพบว่าหากใช้เวลาในการเสียดทานมากกว่า 6 sec ท่อจะสามารถรับความดันได้ดีทุกกรณี อย่างไรก็ตามยังคงมีเงื่อนไขอื่นๆในการเชื่อมที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพของรอยเชื่อม เช่น ความดันในช่วงต่างๆ และความเร็วรอบเป็นต้นซึ่งคณะวิจัยจะได้ทำการศึกษาและนำเสนอผลการศึกษาเพิ่มเติมในโอกาสต่อไป

เอกสารอ้างอิง

Hasegawa, M., Asada, T., Ozawa Y. (2001). Study on friction welding of polyethylene. Journal of the Japan Welding Society. Vol.19, 634-640.

Hasegawa, M., Ogura K. (2005). Effect of friction welding condition on faying surface temperature of friction welded joint with polyethylene. Journal of the Japan Welding Society. Vol.23, 476 – 483.

Crawford, R.J., Tam Y. (1981). Friction welding of plastics. Journal of Materials Science. Vol. 16, 3275-3282.

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