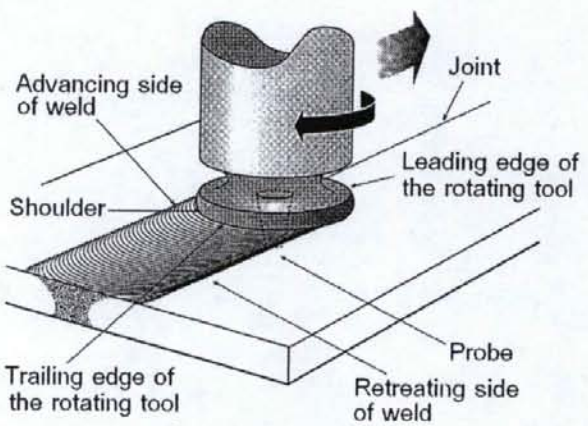
บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

การเชื่อมฟริกชั่นสเตอร์ (Friction Stir Welding: FSW) เป็นกระบวนการเชื่อมในสภาวะของแข็งที่มีการใช้งานอย่างแพร่หลายในงานอุตสาหกรรม เพื่อเชื่อมวัสดุที่มีความยากต่อการเชื่อมด้วยกระบวนการเชื่อมหลอมละลาย (Conventional Fusion Welding) เช่น อลูมิเนียมผสม [1] เมื่อเปรียบเทียบกับการเชื่อมแบบหลอมละลาย FSW สามารถทำให้กลสมบัติของแนวเชื่อมมีค่าสูงในบริเวณการเชื่อม (Welding Zone) กรรมวิธี FSW นี้ได้มีการประยุกต์ใช้อย่างมีประสิทธิผลในอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องบิน รถยนต์ และเรือเดินสมุทร [2] และปัจจุบันเป็นกระบวนการเชื่อมที่ได้รับความสนใจในการทำวิจัยเพื่อพัฒนาสมบัติต่างๆ อย่างต่อเนื่อง ลักษณะกระบวนการเชื่อมโดยสังเขปแสดงไว้ในรูปที่ 1 ตัวกวน (Probe or Stirrer) ที่เป็นส่วนประกอบของเครื่องมือเชื่อม (Rotating Tool) สอดลงเข้าไปในรอยต่อของวัสดุจนกระทั่งบ่า (Shoulder) ของเครื่องมือเชื่อมสัมผัสกับผิวของรอย ความร้อนที่เกิดจากการเสียดทานระหว่างเครื่องมือเชื่อมกับวัสดุ ทำให้วัสดุเกิดการอ่อนตัวอยู่ในสภาวะคล้ายของไหล (Plastic Fluid-like State) และเคลื่อนที่รอบตัวกวนและเกิดการไหลวนของวัสดุภายใต้บ่าของเครื่องมือเชื่อม เมื่อเครื่องมือเชื่อมเคลื่อนที่วัสดุในสภาวะคล้ายของไหลจะเคลื่อนที่เข้ามารวมตัวกันและบ่าเครื่องมือด้านหลัง (Trailing Edge of the Rotating Tool) จะกด อัด และผสมวัสดุทำให้เกิดการรวมตัวกันขึ้นเป็นแนวเชื่อม



รูปที่ 1 กระบวนการ FSW [2]

จากกระบวนการดังแสดงในรูปที่ 1 การถ่ายเทความร้อน (Heat Transfer Process) เป็นตัวแปรที่สำคัญในการศึกษากระบวนการเชื่อม FSW การเข้าใจกระบวนการกระจายความร้อนในแนวเชื่อม

ที่ทำให้วัสดุเกิดการอ่อนตัวและเคลื่อนที่ในแนวเชื่อมเป็นอย่างดี จะทำให้เกิดการพยากรณ์ค่าการกระจายความร้อน (Heat Distribution) วัฏจักรความร้อน (Thermal Cycle) และคุณภาพของแนวเชื่อม (Weld Quality) ได้สะดวกยิ่งขึ้น

นอกจากนั้นในการพิจารณาการเคลื่อนที่ของวัสดุภายในแนวเชื่อม วัสดุจะถูกกด ดันให้เกิดการเปลี่ยนรูปร่างอย่างรวดเร็วและไม่เป็นปกติ

นอกจากนั้นในกระบวนการ FSW

กระบวนการศึกษาเกี่ยวกับแบบจำลองความร้อนในวัสดุที่สำคัญสามารถทำได้และเป็นที่นิยมในปัจจุบัน คือวิธีไฟไนท์อีลีเมนท์ (Finite Element Method: FEM) และการคำนวณทางพลศาสตร์ของไหล (Computational fluid dynamics: CFD) และที่ผ่านมามีการประยุกต์ FEM ในการสร้างแบบจำลองทางความร้อนในรอยเชื่อมอลูมิเนียมผสมและผลการทดลองที่ได้มีค่าใกล้เคียงกับอุณหภูมิที่เกิดจริงในแนวเชื่อม Song and Kovacevic [3] ทำการสร้างแบบจำลองการถ่ายเทความร้อน 3 มิติสำหรับ FSW และรายงานการลดปัญหาการวัดอุณหภูมิของแนวเชื่อมที่เกิดบริเวณใกล้เคียงผิวของเครื่องมือเชื่อมขณะเกิดการเคลื่อนที่ และทำให้หาค่าความร้อนที่เกิดระหว่างเครื่องมือเชื่อมและแนวเชื่อมได้ง่ายขึ้น ผลที่ได้มีค่าใกล้เคียงกับการทดลองจริง นอกจากนั้น Song and Kovacevic [4] ยังได้นำเสนอแบบจำลอง 3 มิติ เพื่ออธิบายกระบวนการกลความร้อน (Thermo-mechanical Process) ของโลหะเชื่อมในรอยต่อชนอลูมิเนียม 6061-T6 ผลการพยากรณ์และการวัดพบว่าค่าความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดเกิดขึ้นที่บริเวณใกล้เคียงบ่าของเครื่องมือเชื่อม และแสดงค่าความเค้นตกค้างมีค่าลดลงเมื่อตำแหน่งของการวัดห่างจากผิวหน้าแนวเชื่อม Soundararajan *et al.* [5] สร้างแบบจำลองกลความร้อนเพื่อทำการพยากรณ์ค่าอุณหภูมิและความเค้นที่รอยต่อของชิ้นงานและแผ่นรองด้านหลังของแนวเชื่อม ค่าความเค้นและความร้อนที่เกิดขึ้นในการพยากรณ์ด้วยแบบจำลองที่มีการพิจารณาค่าการนำสัมผัส (Contact Conductance) มีค่าที่เที่ยงตรงกว่าการสร้างแบบจำลองแบบอื่นๆ และค่าความร้อนสูงสุดเกิดที่บ่าของเครื่องมือเชื่อม มีค่าต่ำกว่าเส้นการแข็งตัว (Solidus Line) ของอลูมิเนียมผสมเพียงเล็กน้อย Zhu and Chao [6] ศึกษาการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและความเค้นตกค้างในการเชื่อมเหล็กกล้าไร้สนิม 304 โดย FEM-WELDSIM เพื่อหาค่าความร้อนและความเค้นตกค้างในชิ้นงาน ผลการพยากรณ์ค่าความเค้นที่เกิดมีค่าใกล้เคียงกับค่าจริงจากการวัด Heurtier *et al.* [7] ประยุกต์ FEM ในการคำนวณหาค่าอุณหภูมิและความแข็งภายในแนวเชื่อมของอลูมิเนียม AA2024-T351 โดยใช้การวิเคราะห์กลความร้อน 3 มิติและรายงานรูปแบบการหาค่าการกระจายตัวของอุณหภูมิและความแข็งภายในแนวเชื่อมที่มีค่าในระดับเดียวกันกับค่าที่ได้จากการทดลอง

อย่างไรก็ตามการประยุกต์ใช้ CFD ในการสร้างแบบจำลองการกระจายความร้อนในรอยเชื่อมฟริกชั่นสเตอร์เพื่อการพยากรณ์และเปรียบเทียบความร้อนในแนวเชื่อม FSW ไม่เป็นที่นิยมมากนักและในอดีตที่ผ่านมาจากการสืบค้นรายงานการวิจัยพบว่าไม่มีการประยุกต์ใช้ CFD ในการ ศึกษาการกระจายความร้อนในแนวเชื่อม FSW [8] ด้วยเหตุนี้เพื่อความเข้าใจในการพยากรณ์และเปรียบเทียบค่าความร้อนที่เกิดขึ้น จึงควรมีการศึกษาเพื่อสร้างแบบจำลองความร้อนในการอธิบายและเปรียบเทียบการเกิดความร้อนในแนวเชื่อม FSW และเป็นองค์ความรู้เพื่อทำการพัฒนาคุณภาพของแนวเชื่อม FSW ต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 สร้างแบบจำลองเชิงตัวเลข 2 มิติของการถ่ายเทความร้อนในรอยเชื่อมฟริกชั่นสเตอร์

1.2.2 ศึกษาและเปรียบเทียบการถ่ายเทความร้อนระหว่างแบบจำลองและการทดลอง

1.3 ขอบเขต

1.3.1 สร้างแบบจำลองเชิงตัวเลข 2 มิติของการถ่ายเทความร้อนในรอยเชื่อมฟริกชั่นสเตอร์

1.3.2 ทำการทดลองโดยใช้วัสดุคืออลูมิเนียม

1.3.3 ศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรที่เกี่ยวกับการเชื่อมฟริกชั่นสเตอร์

1.3.4 เปรียบเทียบผลกับการทดลอง

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 แก้ปัญหาในการดำเนินงานในหน่วยงานที่ทำการวิจัย==>เพิ่มศักยภาพการวิจัยและพัฒนาเกี่ยวกับ กระบวนการ FSW ในการประสานอลูมิเนียมผสม ของ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

1.4.2 เป็นองค์ความรู้ในการวิจัยต่อไป==>พัฒนาองค์ความรู้พื้นฐานของ FSW สำหรับการเชื่อม อลูมิเนียมผสม เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการเชื่อมในภาคอุตสาหกรรมต่างๆ

1.4.3 บริการความรู้แก่ประชาชน==>พัฒนากระบวนการเชื่อมทางเลือกในการต่อวัสดุอลูมิเนียมให้แก่กลุ่มคนที่ต้องการทราบกระบวนการเชื่อมชนิดที่สามารถทำการเชื่อมวัสดุที่ใช้พลังงานในการเชื่อมน้อยและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

1.4.4 บริการความรู้แก่ภาคธุรกิจเพื่อนำไปสู่การผลิตเชิงพาณิชย์==>จัดเตรียมข้อมูล วิธีการและผลการทดลองเบื้องต้น ที่สามารถนำเสนอให้แก่ภาคธุรกิจ และสามารถนำไปใช้ประโยชน์เพื่อทำการผลิตได้ทันที

1.4.5 เพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต==>คาดว่ากระบวนการ FSW จะสามารถทำการเชื่อมอลูมิเนียมผสมและ คาดว่าจะทำให้เกิดการลดขั้นตอนการเชื่อมลง นอกจากนั้นทำให้ประหยัดพลังงานในการให้ความร้อน และทำให้ประสิทธิภาพของรอย ต่อเพิ่มขึ้นและแข็งแรงขึ้น

1.4.6 เป็นประโยชน์ต่อประชากรกลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มผู้วิจัย ==> พัฒนาองค์ความรู้เกี่ยวกับกระบวนการเชื่อม FSW รอยต่ออลูมิเนียมผสมเพื่อเป็นพื้นฐานในการพัฒนางานวิจัยต่อไป และสามารถเผยแพร่ในงานประชุมวิชาการภายใน ประเทศหรือตีพิมพ์ในวารสารภายในประเทศอย่างน้อย 1 เรื่อง

กลุ่มบุคคลที่เกี่ยวข้องทางด้านการศึกษา ==> ได้เรียนรู้กระบวนการเชื่อมแบบใหม่ที่มีการใช้งานอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมการผลิตในต่างประเทศและมีโอกาสในการประยุกต์ ใช้ในอนาคตต่อไป

กลุ่มบุคคลที่เกี่ยวข้องทางภาคอุตสาหกรรม ==> ทราบถึงกระบวนการที่สามารถเชื่อมต่ออลูมิเนียมผสมได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถลดต้นทุนการผลิต และง่ายต่อการปฏิบัติการ