บทที่ 1
บทนำ

การเชื่อมเสียดทานแบบกวน (Friction Stir Welding: FSW) **[1][2][3]** เป็นเทคนิคการเชื่อมโลหะแบบใหม่ที่คิดค้นขึ้นในปี ค.ศ.1991 โดย สถาบันวิจัยเทคโนโลยี ของอังกฤษ (The Welding Institute:TWI) เพื่อประยุกต์ใช้ ในอุตสาหกรรมอากาศยาน อุตสาหกรรมการต่อเรือ และ อุตสาหกรรมยานยนต์ ที่ใช้วัสดุอะลูมิเนียมเป็นส่วนประกอบ และเริ่มนำเข้ามาใช้งานในประเทศสหรัฐเมริกาในปี 1998 โดย บริษัท โบอิง (The Boeing Company) **[4]** ซึ่งเดิมใช้วิธีการเชื่อมแบบหลอมละลาย (fusion weld) ได้แก่เทคนิคการเชื่อมแบบ (Gas Metal Arc Welding: GMAW) หรือที่เรียกว่า MIG และ เทคนิคการเชื่อมแบบ (Gas Tungsten Arc Welding: GTAW) หรือที่เรียกว่า TIG เมื่อเทียบกับวิธีการเชื่อมโลหะดังกล่าวแล้ว เทคนิคการเชื่อมเสียดทานแบบกวนมีข้อดีที่น่าสนใจหลายอย่างที่กระบวนการเชื่อมแบบเดิมไม่สามารถทำได้ หรือทำได้แต่คุณภาพยังไม่ค่อยดีนัก จึงมีการศึกษาเพื่อพัฒนาการประยุกต์ใช้ในภาคอุตสาหกรรมต่างๆ หลากหลายรูปแบบในประเทศแถบยุโรป เนื่องจากเป็นเทคนิคการเชื่อมต่อโลหะที่ส่งผลกระทบในเชิงบวกต่อสาธารณะช่วยลดปัญหาการเกิดภาวะโลกร้อนต่อสิ่งแวดล้อมและยังเป็นการอนุรักษ์พลังงาน เนื่องจากเป็นกระบวน การเชื่อมแบบอัตโนมัติและกึ่งอัตโนมัติ ที่สามารถประยุกต์ดัดแปลงใช้เครื่องจักรที่มีอยู่ ให้เป็นเครื่องเชื่อมด้วยการเสียดทานแบบกวน ที่มีต้นทุนค่าใช้จ่ายน้อยแต่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพ การใช้พลังงานภาคอุตสาหกรรมได้สูงขึ้น ซึ่งวัสดุโลหะที่สามารถนำมาเชื่อมต่อกันอาจเป็นวัสดุชนิดเดียว กันหรือวัสดุที่ต่างชนิดกัน

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

การเชื่อมวัสดุอะลูมิเนียมแต่เดิมนั้นใช้กระบวนการเชื่อมแบบหลอมละลายด้วยกระบวนการทางความร้อน และได้มีการพัฒนาเครื่องมือเชื่อมให้มีเทคโนโลยีที่สูงขึ้นเรื่อยมา แต่คุณภาพของงานเชื่อมยังต้องอาศัยความสามารถของช่างเชื่อม ที่ผ่านการฝึกทักษะและการรับรองฝีมือตามมาตรฐานช่างฝีมือ ซึ่งคุณภาพมาตรฐานของงานเชื่อมที่ได้ ก็ยังคงขึ้นอยู่กับทักษะและความชำนาญของช่างฝีมือแต่ละบุคคลที่ยังมีมาตรฐานไม่แน่นอน แตกกันไปตามสภาวะอารมณ์ ระหว่างการปฏิบัติงาน ประกอบกับวัสดุอะลูมิเนียมปกติจะมีสมบัติสภาพการนำความร้อนที่ดี การนำมาเชื่อมจึงต้องใช้พลังงานความร้อนในการหลอมละลายที่อุณหภูมิมากกว่า 660 องศาเซลเซียส ความร้อนจากการหลอมละลาย ยังมีอิทธิพลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง ในโครงสร้างจุลภาคของวัสดุบริเวณแนวเชื่อม (Heat Affected Zone: HAZ) โดยเฉพาะอะลูมิเนียมผสมที่ผ่านการปรับปรุงคุณสมบัติ

ทางกลจากการผลิตโดยการบ่มแข็ง ซึ่งอาจนำไปสู่การเสียรูปภายหลังการเชื่อมเกิดปัญหาโครงสร้างในแนวเชื่อมอ่อนตัว ส่วนเทคนิคการเชื่อมต่อโลหะด้วยการเสียดทานแบบกวนนั้น มีหลักการทำงานที่ใช้พลังงานความร้อนในการเชื่อมต่อโลหะ ที่อุณหภูมิต่ำกว่าจุดหลอมละลาย แค่ทำให้วัสดุอ่อนตัวอยู่ในช่วงสภาวะพลาสติก จึงไม่ก่อให้เกิดรังสีและควันพิษที่จะแพร่ออกมาจากการ หลอมละลายวัสดุ ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่สร้างผลกระทบในทางตรง ต่อการเกิดภาวะโลกร้อนอันเป็นปัญหาสาธารณะในปัจจุบัน

ในจังหวัดเชียงใหม่มีอุตสาหกรรมการประกอบอากาศยานเบาไมโครไลท์แบบสองที่นั่ง (Microlight) ยี่ห้อ AEROCRUISE โดย บริษัท เชียงใหม่สกายแอดเวนเจอร์ จำกัด **[5][6]** ตั้งอยู่ในสนามบินยานอากาศเบาพิเศษเชียงใหม่ อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่ โดยเริ่มสร้างอากาศยานเบาไมโครไลท์ลำแรกในปี พ.ศ. 2542 แบบที่นั่งเดี่ยว โดยใช้ปีกของแฮงไกลเดอร์ ชนิดสองที่นั่ง (Tandem) มาประยุกต์ใช้งานทำการบินได้แบบไมโครไลท์ปีกสามเหลี่ยม และยังสามารถถอดปีกออกใช้บินกับร่มแบบพาราเพลนได้ ในตัวเดียวกัน บริษัทดำเนินกิจในด้านการบินท่องเที่ยว และการผลิตเพื่อจำหน่ายไมโครไลท์ แบบสองที่นั่ง ทั้งในประเทศและต่างประเทศ รวมทั้งเป็นศูนย์ซ่อมใหญ่ ในภาคพื้นเอเชีย ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2547 โดยนำเข้าส่วนเครื่องยนต์และปีกที่ทำจากผ้าแฟบริค ส่วนโครงสร้างผลิตด้วยโลหะอะลูมิเนียมผสม (aluminum alloy) เกรด 6061-T6 ตามมาตรฐาน DIN 1748 และมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 284-2530 แต่ยังประสบปัญหากับการเชื่อมประ กอบส่วนโครงสร้างและส่วนฐานเครื่องยนต์ โดยใช้วิธีการเชื่อมต่อด้วยสลักเกลียว ที่ประกบด้วยแผ่นเหล็ก เชื่อมเป็นกล่องสี่เหลี่ยม ไม่มีการเชื่อมต่อที่อะลูมิเนียมโดยตรง เนื่องจากในประเทศไทยปัจจุบัน ยังไม่พบว่ามีการใช้เทคนิคการเชื่อมเสียดทานแบบกวน กับอะลูมิเนียมผสม 6061-T6 ในภาคอุตสาหกรรม และฐานข้อมูลอ้างอิงการเชื่อมต่ออะลูมิเนียมผสมด้วยเทคนิคการเชื่อมเสียดทานแบบกวน ยังไม่พบว่ามีการศึกษาวิจัยอะลูมิเนียมผสม เกรดนี้

ด้วยเหตุนี้จึงได้สนใจนำประเด็นนี้มาเป็นปัญหา ในการศึกษาวิจัยการเชื่อมอะลูมิเนียมผสม ด้วยเทคนิคการเชื่อมเสียดทานแบบกวน ลักษณะแบบการต่อชน (Butt-Joint) เพื่อทำการศึกษาและค้นคว้าถึงผลกระทบด้านต่างๆ ของตัวแปรที่ใช้ในการเชื่อม ซึ่งเป็นอะลูมิเนียมผสมเกรดที่มีความนิยมใช้งานอย่างกว้างขวาง ในอุตสาหกรรมการผลิต และเพื่อเป็นทางเลือกใหม่ในการเชื่อมต่ออะลูมิเนียมผสม ซึ่งมีแนวโน้มที่จะนำมาใช้งานภาคอุตสาหกรรมในอนาคตเพิ่มขึ้น ประกอบกับในประเทศไทยยังมีข้อมูลอ้างอิงในการเชื่อมอะลูมิเนียมผสมด้วยเทคนิคนี้น้อยมาก จึงควรมีการศึกษาวิจัยเพื่อเป็นแนวทางที่จะนำไปใช้ได้จริงในอุตสาหกรรม เพราะเทคนิคการเชื่อมแบบนี้สามารถเชื่อมโลหะนอกกลุ่มเหล็กที่ทำการเชื่อมแบบหลอมละลายทั่วไปได้ยาก กลุ่มอะลูมิเนียมผสม 6061-T6 (อะลูมิเนียม-แมกนีเซียม-ซิลิกอน) จึงมีความน่าสนใจและเหมาะสมที่จะใช้เป็น

กรณีศึกษา เพื่อผลักดันให้การเชื่อมเสียดทานแบบกวน ใช้งานได้ในอนาคต อีกทั้งยังเป็นแนวทางส่งเสริมการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในภาคอุตสาหกรรม ตลอดจนเป็นฐานข้อมูลอ้างอิงในการพัฒนา เทคโนโลยีเทคนิคการเชื่อมวัสดุอะลูมิเนียมผสม ในประเทศให้สามารถพึ่งพาตนเองอย่างยั่งยืนได้ ต่อไปในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อศึกษาการประยุกต์ใช้เครื่องกัดโลหะแบบกึ่งอัตโนมัติสำหรับการเชื่อมเสียดทานแบบกวน

1.2.2 เพื่อศึกษาความแข็งแรงบริเวณรอยเชื่อมแบบต่อชน ด้วยตัวแปรความเร็วรอบ และอัตราความเร็วในการเชื่อมโดยการตรวจสอบแนวเชื่อม และทดสอบสมบัติเชิงกล

1.2.3 เพื่อศึกษาลักษณะโครงสร้างทางโลหะวิทยาบริเวณรอยเชื่อมเสียดทานแบบกวนของอะลูมิเนียมผสม 6061-T6

1.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่สำคัญ

1.3.1 เครื่องกัดโลหะแบบแกนตั้งระบบกึ่งอัตโนมัติสำหรับกัดปาดหน้างานหนัก

1.3.2 เครื่องกลึงโลหะระบบอัตโนมัติ หรือระบบกึ่งอัตโนมัติ

1.3.3 เครื่องมือทดสอบแรงดึง

1.3.4 เครื่องมือทดสอบความแข็ง

1.3.5 กล้องจุลทรรศน์สำหรับโลหะ

1.3.6 เครื่องมือเตรียมผิวชิ้นงานทางด้านโลหะวิทยา

1.3.7 อุปกรณ์จับยึดชิ้นงานเชื่อมทดสอบ

1.3.8 อะลูมิเนียมผสมเกรด 6061-T6 ความหนา 6.0 มิลลิเมตร

1.3.9 เหล็กกล้าเครื่องมืองานเย็น D2 มาตรฐาน AISI หรือ SKD11 มาตรฐาน JIS หรือเทียบเท่า แบบแท่งกลมขนาดหนึ่งนิ้ว

1.4 ขอบเขตของการศึกษาวิจัย

1.4.1 ศึกษาเทคนิคการเชื่อมเสียดทานแบบกวน ด้วยเครื่องกัดโลหะแบบแกนตั้งระบบกึ่งอัตโนมัติ โดยการเชื่อมทดสอบวัสดุอะลูมิเนียมผสม เกรด 6061-T6

1.4.2 ทำการเชื่อมทดสอบชิ้นงานขนาด 6.0 X 76.0 X 200.0 มิลลิเมตร จากอุปกรณ์จับยึดที่สร้างขึ้นใน แบบรอยต่อชนท่าราบ

1.4.3 สร้างและทดสอบลักษณะสลักแกนหมุนกวนของหัวกดเชื่อม สองแบบคือ

1) หัวกดเชื่อมที่มีสลักแกนหมุนกวนแบบทรงกระบอกผิวเรียบปลายโค้งมน

2) หัวกดเชื่อมที่มีสลักแกนหมุนกวนแบบทรงกระบอกผิวเกลียวปลายตัด

1.4.4 ทำการศึกษารอยเชื่อมอะลูมิเนียมผสมเกรด 6061-T6 จากเครื่องกัดโลหะแกนตั้งแบบกึ่งอัตโนมัติ โดยใช้เงื่อนไขดังนี้

1) ปรับหัวกดเชื่อมให้มีมุมเอียงในการเชื่อมทดสอบที่มุม 2.5 องศา ($\alpha=2.5^0$)

2) ใช้ความเร็วรอบหมุนหัวกดเชื่อมที่ 950 และ 1180 รอบต่อนาที

3) ใช้ความเร็วเคลื่อนที่ชิ้นงาน ที่ 475 600 และ 750 มิลลิเมตรต่อนาที

1.4.5 ทำการศึกษาสมบัติเชิงกลในรอยเชื่อมทดสอบ จากการทดสอบด้วยแรงดึง และการทดสอบด้วยการวัดค่าความแข็งในรอยเชื่อม

1.4.6 ทำศึกษาโครงสร้างทางโลหะวิทยาบริเวณรอยเชื่อมระดับมหภาคและระดับจุลภาค

1.5 ประโยชน์ที่จะได้รับจากการศึกษา

1.3.1 ได้ศึกษาเทคนิคการเชื่อมเสียดทานแบบกวน โดยการประยุกต์จากเครื่องกัดโลหะแนวตั้งแบบกึ่งอัตโนมัติ

1.3.2 ทราบถึงคุณภาพของแนวเชื่อมแบบต่อชน และสมบัติเชิงกล ความแข็งแรงที่เหมาะสมในการนำไปใช้งาน

1.3.3 ทราบถึงลักษณะโครงสร้างจุลภาคในแนวเชื่อมอะลูมิเนียมผสม 6061-T6 ในการเชื่อมเสียดทานแบบกวน

1.3.4 เป็นฐานข้อมูลอ้างอิง เพื่อการนำไปพัฒนาสำหรับประยุกต์ใช้งานจริง ในอุตสาหกรรมการประกอบชิ้นส่วนอากาศยานเบา