บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของแผนงานวิจัย

การลดน้ำหนักโครงสร้างของรถยนต์เป็นหนึ่งในกระบวนการที่ทำให้เครื่องยนต์ทำงานอย่างเต็มประสิทธิภาพและส่งผลโดยตรงต่อการประหยัดเชื้อเพลิงซึ่งเป็นพลังงานที่ลดน้อยลงและมีราคาแพงขึ้นเป็นลำดับในปัจจุบัน [1] ด้วยเหตุนี้ในอุตสาหกรรมยานยนต์จึงมุ่งเน้นในการลดน้ำหนักโดยรวมของรถยนต์ เช่น การนำเอาอลูมิเนียมผสมที่มีน้ำหนักเบาและแข็งแรงสูงเข้ามาใช้ทดแทนชิ้นส่วนบางตัวที่ทำจากเหล็ก การลดน้ำหนักโครงสร้างลักษณะนี้ทำให้ประหยัดและอนุรักษ์พลังงาน และเป็นการสร้างภูมิคุ้มกันของระบบเศรษฐกิจส่งผลทำให้โครงสร้างเศรษฐกิจสมดุลยั่งยืนยิ่งขึ้น และเป็นการสร้างภูมิคุ้มกันของระบบเศรษฐกิจที่สอดคล้องกับยุทธศาสตร์การพัฒนาประเทศตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 10 (พ.ศ. 2550-2554) ยุทธศาสตร์การปรับโครงสร้างเศรษฐกิจให้สมดุลและยั่งยืน การสร้างภูมิคุ้มกันของระบบเศรษฐกิจ [2]

การนำเอาอลูมิเนียมมาใช้งานในงานอุตสาหกรรม จำเป็นต้องต่อเชื่อมอลูมิเนียมเข้ากับโครงสร้างหลัก ซึ่งนับว่าเป็นสิ่งสำคัญที่วิศวกรต้องคำนึงเพื่อทำให้ได้โครงสร้างของชิ้นงานที่มีความมั่นคงแข็งแรงเพียงพอต่อการรับแรงที่กระทำ หนึ่งในกรรมวิธีการต่อโลหะที่มีประสิทธิภาพสูงในการต่อวัสดุ คือ การเชื่อม (Welding) ที่โลหะเชื่อมจะเกิดการหลอมละลายติดกันอย่างสมบูรณ์และแสดงความแข็ง แรงสูง อย่างไรก็ตามในการเชื่อมอลูมิเนียมผสมเข้าด้วยกันให้ได้รอยต่อที่มีคุณภาพด้วยการเชื่อมนั้นไม่ได้เกิดขึ้นได้ง่ายนัก เนื่องจากอลูมิเนียมเป็นโลหะที่ยากต่อการเชื่อม (Difficult-to-weld material) [3] คุณลักษณะที่ทำให้อลูมิเนียมมีความยากต่อการเชื่อมแบบหลอมละลาย (Fusion welding) คือ บนผิวอลูมิเนียมจะเกิดฟิล์มบางที่มีสมบัติเป็นฉนวนที่มีจุดหลอมละลายสูงปกคลุมอยู่ ทำให้อลูมิเนียมเกิดการหลอมตัวได้ยาก และเมื่อผิวอลูมิเนียมได้รับอุณหภูมิสูงเกินจุดหลอมเหลวของฟิล์มบาง ทำให้อลูมิเนียมที่ปกติมีจุดหลอมเหลวประมาณ 685°C เกิดหลอมละลายและระเหยออกจากแนวเชื่อมอย่างรวดเร็ว [3] นอกจากนั้นความร้อนจากการหลอมอลูมิเนียมนี้ยังส่งผลทำให้เฟสเสริมแรงต่างๆ ในอลูมิเนียมเกิดการตกผลึกบริเวณขอบเกรนของอลูมิเนียม ลักษณะการตกผลึกนี้ทำให้อลูมิเนียมเกิดความเปราะและมีค่าความแข็งแรงลดลง [4] ข้อเสียอื่น ๆ ที่มีผลต่อคุณภาพแนวเชื่อม คือ การเชื่อมแบบหลอมละลายมักทำให้เกิดโครงสร้างกิ่งไม้ที่มีความแข็ง และเปราะสูง และเกิดการแยกตัวของส่วนผสมทางเคมีในโครงสร้างจุลภาค (Micro segregation) ซึ่งเป็นลักษณะที่ไม่พึงประสงค์ในการเชื่อมโลหะ [5]

ด้วยเหตุนี้ในปี 1991 จึงมีการคิดค้นกระบวนการเชื่อมแบบใหม่ที่ทำการเชื่อมวัสดุที่อุณหภูมิต่ำกว่าจุดหลอมเหลวของวัสดุ เพื่อเป็นการแก้ปัญหาในการเชื่อมอลูมิเนียม กระบวนนี้ คือ การเชื่อมด้วยแรงเสียดทานแบบกวน (Friction Stir Welding: FSW) ซึ่งเป็นกระบวนการเชื่อมในสภาวะของแข็งที่มีการใช้งานอย่างแพร่หลายในงานอุตสาหกรรม เพื่อเชื่อมวัสดุที่มีความยากต่อการเชื่อมด้วยกระบวนการเชื่อมหลอมละลาย (Conventional Fusion Welding) เช่น อลูมิเนียมผสม [6] กรรมวิธี FSW นี้ได้มีการประยุกต์ใช้อย่างมีประสิทธิภาพในอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องบิน รถยนต์ และเรือเดินสมุทร [7] จากผลของการเชื่อมที่แสดงค่าความแข็งแรงของรอยต่ออลูมิเนียมที่มีประสิทธิภาพสูง [8] ปัญหาการเกิดฟิล์มบางที่เป็นฉนวนความร้อนไม่ให้ความร้อนถ่ายเทสู่อลูมิเนียมหมดไป เนื่องจากความร้อนที่เกิดไม่ได้เกิดจากด้านบนของรอยต่อ แต่เกิดจากการเสียดทานระหว่างชิ้นงานและอุปกรณ์การเชื่อม ปัญหาการเกิดโครงสร้างกิ่งไม้และการแยกตัวของส่วนผสมทางเคมีในโครงสร้างจุลภาคไม่เกิดขึ้นเนื่องจากโครงสร้างไม่เกิดการหลอมละลาย ด้วยเหตุนี้กระบวนการเชื่อมด้วยการเสียดทานแบบกวน สามารถแก้ไขปัญหาที่มักเกิดกับกระบวนการเชื่อมวัสดุที่ยากต่อการเชื่อมแบบหลอมละลาย ทำให้คุณภาพของแนวเชื่อมอลูมิเนียมถูกปรับปรุงขึ้น ส่งผลโดยตรงต่อการพัฒนาอุตสาหกรรมการผลิตต่อไป

ด้วยเหตุผลที่กล่าวผ่านมา เมื่อได้ทำการประยุกต์การเชื่อมด้วยการเสียดทานแบบกวนในการเชื่อมวัสดุที่ยากต่อการเชื่อมแบบหลอมละลายแล้ว ทำให้เกิดการพัฒนาองค์ความรู้ใหม่ทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการเชื่อมอลูมิเนียมที่มีประสิทธิภาพที่สอดคล้องกับยุทธศาสตร์การวิจัยที่ 3 การสร้างศักยภาพและความสามารถเพื่อการพัฒนาทางวิทยาการและทรัพยากรบุคคล กลยุทธ์การวิจัยที่ 1 การพัฒนานวัตกรรมและองค์ความรู้ใหม่ทางวิทยาศาสตร์ และพัฒนาองค์ความรู้ใหม่ในวิทยาการต่างๆ และสอดคล้องกับโครงการวิจัยกับกลุ่มเรื่องที่ควรวิจัยเร่งด่วนตามนโยบาย และยุทธศาสตร์การวิจัยของชาติ (พ.ศ. 2551-2553) กลุ่มเรื่อง 9 เทคโนโลยีใหม่และเทคโนโลยีที่สำคัญเพื่ออุตสาหกรรม [9] ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อประเทศสืบไป

จากข้อดีของกระบวนการเชื่อมด้วยการเสียดทานแบบกวนที่กล่าวมาข้างต้น ซึ่งสามารถใช้ในการกำจัดความยากลำบากในการเชื่อมวัสดุที่ยากด้วยการเชื่อมแบบหลอมละลาย เช่น กลุ่มของรอยต่อของวัสดุอลูมิเนียม วัสดุอลูมิเนียมที่ขึ้นรูปด้วยกรรมวิธีการที่แตกต่างกัน หรือกลุ่มของวัสดุต่างชนิด ซึ่งเป็นกลุ่มของวัสดุที่มีการใช้ในอุตสาหกรรมในปัจจุบันและมักเกิดปัญหาเนื่องจากการเชื่อม ทำให้ความแข็งแรงของโครงสร้างนั้นมีไม่เพียงพอ ดังนั้นในชุดโครงการนี้มีจุดประสงค์หลักในการประยุกต์ใช้การเชื่อมด้วยการเสียดทานแบบกวนในการเชื่อมกลุ่มวัสดุที่กล่าวมา เพื่อเป็นการแนะนำกระบวนการเชื่อมแบบใหม่ซึ่งมีผลการทดลองในการเชื่อมรอยต่ออลูมิเนียมผสม และรอยต่ออลูมิเนียมและเหล็กเกรดอื่นๆ ว่าสามารถใช้ในการแก้ปัญหาการเชื่อมโลหะกลุ่มเหล่านั้นได้ดี

นอกจากนั้นโครงการนี้ได้ทำการบรูณาการการเชื่อมวัสดุ 3 กลุ่ม คือ กลุ่มรอยต่ออลูมิเนียมขึ้นรูปต่างชนิด กลุ่มรอยต่ออลูมิเนียมและเหล็ก และกลุ่มการปรับปรุงแนวเชื่อมด้วยวิธีการทางความร้อนเข้าด้วยกันซึ่งเป็นชุดโครงการวิจัยที่สามารถใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ชุดเดียวกันส่งผลทำให้เกิดการสิ้นเปลืองลดลง เกิดการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ให้เกิดประโยชน์สูงสุด และทำให้เกิดองค์ความรู้ของกลุ่มนักวิจัยในหน่วยงานเพื่อเป็นประโยชน์ในการเผยแพร่องค์ความรู้ในอนาคตได้ต่อไป

1.2 จุดประสงค์ของแผนงานวิจัย

1.2.1 ประยุกต์การเชื่อมด้วยการเสียดทานแบบกวน ในการเชื่อมรอยต่อชนระหว่างอลูมิเนียม และรอยต่อวัสดุต่างชนิด

1.2.2 เปลี่ยนแปลงตัวแปรการทดลองเพื่อปรับปรุงสมบัติของแนวเชื่อมให้ดีขึ้น

1.2.3 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างจุลภาคและสมบัติทางกลของรอยเชื่อม

1.3 ขอบเขตของแผนงานวิจัย

1.3.1 ขอบเขตโครงการย่อย 1

ก. ประยุกต์การเชื่อมด้วยการเสียดทานแบบกวนในการเชื่อมรอยต่อชนระหว่างอลูมิ-เนียมผสมแผ่นรีดเกรด AA6063 หนา 6.3 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นโลหะที่สามารถผลิตได้ในประเทศและมีการใช้งานอย่างแพร่หลาย

ข. ศึกษาอิทธิพลตัวแปรการเชื่อมต่อกลสมบัติของรอยต่อชน เช่น ความเร็วรอบของตัวกวน ความเร็วในการเดินแนวเชื่อม ระยะตำแหน่งตัวกวน ความเอียง และรูปร่างของตัวกวน

ค. เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างจุลภาคและสมบัติทางกลของรอยต่อที่สภาวะต่างๆ

ง. ทำการอบคืนไฟชิ้นงานเชื่อมรูปแบบต่างๆ คือ การอบธรรมชาติ การอบคืนไฟแบบ T4 การอบคืนไฟแบบ T5 และการอบคืนไฟแบบ T6

1.3.2 ขอบเขตโครงการย่อย 2

ก. ประยุกต์การเชื่อมด้วยการเสียดทานแบบกวนในการเชื่อมรอยต่อชนระหว่างอลูมิ-เนียมผสมแผ่นรีดเกรด AA6063 หนา 6.3 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นโลหะที่สามารถผลิตได้ในประเทศและมีการใช้งานอย่างแพร่หลาย

ข. ศึกษาอิทธิพลตัวแปรการเชื่อมต่อกลสมบัติของรอยต่อชน เช่น ความเร็วรอบของตัวกวน ความเร็วในการเดินแนวเชื่อม ระยะตำแหน่งตัวกวน ความเอียง และรูปร่างของตัวกวน

ค. เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างจุลภาคและสมบัติทางกลของรอยต่อที่สภาวะต่างๆ

ง. ทำการอบคืนไฟชิ้นงานเชื่อมรูปแบบต่างๆ คือ การอบธรรมชาติ การอบคืนไฟแบบ T4 การอบคืนไฟแบบ T5 และการอบคืนไฟแบบ T6

1.3.3 ขอบเขตโครงการย่อย 3

ก. ประยุกต์การเชื่อมด้วยการเสียดทานแบบกวนในการเชื่อมรอยต่อชนแผ่นอลูมิเนียมรีดเกรด 6063 ความหนา 3 มม. และเหล็กกล้าไร้สนิม 430 ความหนา 3 มม.

ข. ทำการศึกษาอิทธิพลของตัวกวนที่มีรูปร่างต่างๆ เช่น ตัวกวนทรงกระบอก ตัวกวนทรงกรวย ตัวกวนเกลียวซ้าย ตัวกวนเกลียวขวา และอื่นๆ

ค. ทำการศึกษาตัวแปรการเชื่อมที่ประกอบไปด้วย ความเร็วรอบของตัวกวน 2000 รอบต่อนาที ความเร็วเดินแนวเชื่อม 50-200 มม.ต่อนาที และความเอียงของตัวกวนเมื่อเปรียบเทียบกับแกนหมุนของเครื่องกัด 0-2 องศา ระยะสอดตัวกวนเข้าหาแผ่นเหล็กมีค่า 0.00-2.0 มม.

ง. ทดสอบสมบัติทางกลของชิ้นงาน ทดสอบความแข็งแรงดึง ทดสอบความแข็ง

จ. ศึกษาโครงสร้างจุลภาคของชิ้นงาน

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับแผนงานวิจัย

1.4.1 เป็นองค์ความรู้ในการวิจัยต่อไป

กลุ่มเป้าหมาย นักศึกษาและบุคลากร ==> เพิ่มศักยภาพการวิจัยและพัฒนา เกี่ยว กับเชื่อมรอยต่อชนระหว่างอลูมิเนียม อลูมิเนียมขึ้นรูปต่างชนิด และวัสดุต่างชนิด ตลอดจนกระบวนการอบชุบด้วยความร้อน ของภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

1.4.2 บริการความรู้แก่ภาคธุรกิจ

กลุ่มเป้าหมาย อุตสาหกรรมการผลิตรถยนต์ และอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง ==> เพื่อลดปัญหาการเชื่อมโลหะต่างชนิดระหว่างอลูมิเนียมและเหล็กกล้าไร้สนิม ในโครง สร้างที่ต้องการลดน้ำหนักโดยรวมเพื่อการประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิง เพื่อลดปัญหาการแตกร้าว หรือเสียหายบริเวณรอบๆ แนวเชื่อม และปรับปรุงสมบัติของแนวเชื่อมด้วยการเสียดทานแบบกวน

1.4.3 นำไปสู่การผลิตเชิงพาณิชย์

กลุ่มเป้าหมาย อุตสาหกรรมการผลิตทั่วไป ==> นำเสนอกรรมวิธีการเชื่อมด้วยการเสียดทานแบบกวนให้แพร่หลายในงานอุตสาหกรรมในประเทศ

1.4.4 เพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต

กลุ่มเป้าหมาย อุตสาหกรรมการผลิตทั่วไป ==> เมื่อมีการแก้ไขปรับปรุง และวิธีการที่สามารถประยุกต์ให้ได้ประสิทธิภาพตามต้องการแล้ว ภาคธุรกิจสามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อลดของเสียที่เกิดในกระบวนการผลิตได้

1.4.5 เป็นประโยชน์ต่อประชากรกลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มผู้วิจัย ==> พัฒนาองค์ความรู้เกี่ยวกับกรรมวิธีการเชื่อมด้วยการเสียดทานแบบกวนรอยต่อชนโลหะ เพื่อเป็นพื้นฐานในการพัฒนางานวิจัยต่อไป และสามารถเผยแพร่ในงานประชุมวิชาการภายในประเทศ หรือตีพิมพ์ในวารสารภายในประเทศอย่างน้อย 1 เรื่อง

1.4.6 กลุ่มบุคคลที่เกี่ยวข้องทางด้านการศึกษา ==> ได้เรียนรู้กรรมวิธีการเชื่อมด้วยการเสียดทานแบบกวนรอยต่อชนโลหะต่างๆ และมีโอกาสในการประยุกต์ ใช้ในอนาคตต่อไป

กลุ่มบุคคลที่เกี่ยวข้องทางภาคอุตสาหกรรม ==> ทราบถึงกรรมวิธีการเชื่อมด้วยการเสียดทานแบบกวนรอยต่อชนโลหะต่างๆ ที่มีประโยชน์ในการลดปัญหาในการผลิตต่อไป