

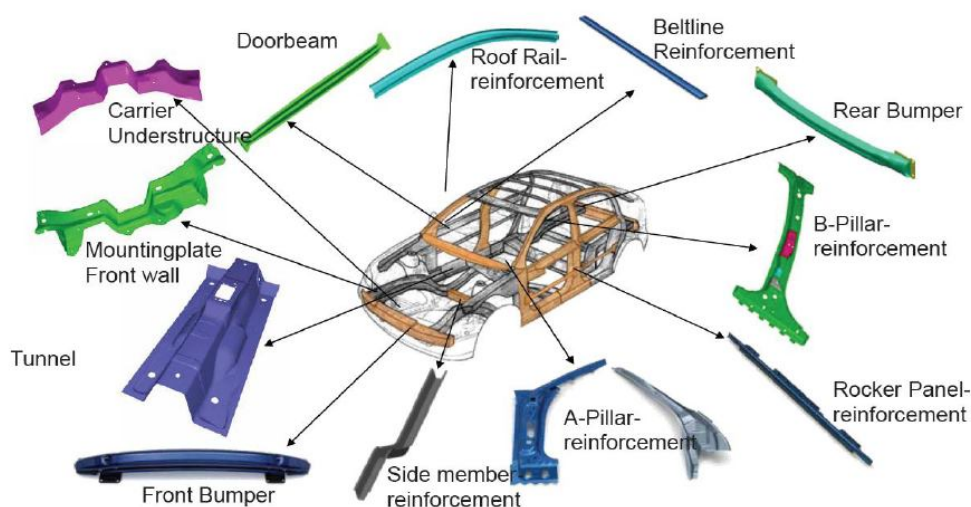
บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย

ในปัจจุบันภาคอุตสาหกรรมยานยนต์มีความต้องการชิ้นส่วนยานยนต์ที่มีความแข็งแรงปลอดภัย และมีประสิทธิภาพด้านการประหยัดพลังงานที่สูงขึ้น เพื่อตอบสนองความต้องการ และดึงดูดความสนใจของผู้บริโภค เพื่อให้ได้ชิ้นส่วนยานยนต์ดังกล่าว การเพิ่มความแข็งแรงให้กับชิ้นส่วนเพื่อเพิ่มความปลอดภัยของผู้โดยสาร และการลดน้ำหนักชิ้นส่วนที่นำมาใช้ประกอบเป็นรถยนต์เพื่อช่วยลดอัตราการใช้น้ำมันจึงมีความสำคัญมากขึ้น ดังนั้นเหล็กกล้าความแข็งแรงสูงพิเศษ (Ultra High Strength Steels, UHSS) ซึ่งเป็นเหล็กที่มีความแข็งแรงสูงมาก จึงมีบทบาทสำคัญมากขึ้นในภาคอุตสาหกรรมยานยนต์ แต่ก็มีข้อจำกัดในการขึ้นรูปเหล็กกล้าความแข็งแรงสูงพิเศษเหล่านี้ โดยไม่สามารถขึ้นรูปที่อุณหภูมิห้อง (Cold Stamping) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากเหล็กกลุ่มนี้มีความสามารถในการขึ้นรูป (Formability) ที่ต่ำ และเกิดการบิดตัวกลับของวัสดุ (Spring back) ที่สูง ซึ่งปัญหาเหล่านี้สามารถหลีกเลี่ยง ได้โดยใช้กระบวนการขึ้นรูปร้อน (Hot Stamping)

กระบวนการขึ้นรูปร้อนเหล็กแผ่น คือกระบวนการผลิตชิ้นงานเหล็กแผ่นให้ได้เหล็กกล้าความแข็งแรงสูงพิเศษโดยการขึ้นรูปที่อุณหภูมิสูง โดยชิ้นงานที่ได้จะมีการบิดตัวกลับของวัสดุที่ต่ำ และสามารถผลิตชิ้นงานที่มีรูปร่างซับซ้อนได้ในการขึ้นรูปครั้งเดียวกระบวนการขึ้นรูปร้อนนี้ เป็นการขึ้นรูปที่ใช้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ที่ให้มาตรฐานความปลอดภัยที่สูงขึ้น และน้ำหนักลดลง โดยมีหลักการดังนี้ คือทำการขึ้นรูปร้อนเหล็กแผ่นที่ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิประมาณ $900 - 950^{\circ}\text{C}$ และทำให้ชิ้นงานเย็นตัวอย่างรวดเร็วด้วยแม่พิมพ์ที่ใช้ขึ้นรูป ชิ้นงานที่ได้จากกระบวนการขึ้นรูปร้อน จะมีความต้านทานแรงดึงได้สูงสุดถึง $1,500 \text{ MPa}$ แต่ในขณะเดียวกันก็ยังมีปัจจัยอื่นๆเพิ่มเติมในกระบวนการที่ต้องคำนึงถึง คือต้องใช้อุปกรณ์ที่ค่อนข้างซับซ้อน ส่งผลต่อต้นทุนในการผลิตที่เพิ่มขึ้น เช่น อุปกรณ์ที่ใช้ในการให้ความร้อนกับชิ้นงานก่อนการขึ้นรูป แม่พิมพ์ที่ใช้มีท่อน้ำหล่อเย็น ซึ่งน้ำหล่อเย็นจะเป็นตัวกลางในการถ่ายเทความร้อนจากแม่พิมพ์ผ่านไปยังน้ำหล่อเย็นเพื่อให้อัตราการเย็นตัวของชิ้นงานคงที่และได้ชิ้นงานที่มีสมบัติทางกลที่สม่ำเสมอ และยังช่วยลดความร้อนที่สะสมในแม่พิมพ์เพื่อเพิ่มจำนวนชิ้นงานในการผลิตเป็นต้น ปัจจุบันเหล็กกล้าที่ได้รับความนิยมใช้ในการขึ้นรูปร้อนคือ เหล็กกล้าโบรอน เกรด 22MnB5 (Boron Alloyed Steel) มีซึ่งส่วนประกอบทางเคมี เป็นเปอร์เซ็นต์โดยประมาณดังนี้ คือ $\text{C} \sim 0.23$, $\text{Mn} \sim 1.18$, $\text{Si} \sim 0.22$, $\text{Ni} \sim 0.12$, $\text{S} \sim 0.004$, $\text{Al} \sim 0.03$, $\text{N} \sim 0.005$, $\text{Cr} \sim 0.16$, $\text{Ti} \sim 0.040$ และ $\text{B} \sim 0.002$ [1] โครงสร้างตั้งต้นของเหล็กกล้าโบรอนจะมีโครงสร้างแบบละเอียดซึ่งประกอบเฟสด้วยเฟอร์ไรต์ (Ferrite) และเพิร์ลไลต์ (Pearlite) เหล็กกล้าตั้งต้น มีความ

ต้านทานแรงดึง (Tensile Strength) ประมาณ 600 MPa แต่หลังจากขึ้นงานผ่านกระบวนการขึ้นรูปร้อนแล้ว โครงสร้างของเหล็กจะเปลี่ยนไปเป็นเฟสมาร์เทนไซต์ (Martensite) เพื่อให้ได้ชิ้นงานที่มีความแข็งแรงสูง จะต้องทำการควบคุมอัตราการเย็นตัวของเหล็กกล้าในแม่พิมพ์เพื่อให้เกิดโครงสร้างมาร์เทนไซต์ในปริมาณสูงหรือทั้งหมดของชิ้นงานถ้าเป็นไปได้ เหล็กกล้าโบรอน เกรด 22MnB5 เป็นเหล็กที่ได้รับการยอมรับในด้านการชุบแข็งคือเกิดโครงสร้างมาร์เทนไซต์หลังผ่านกระบวนการขึ้นรูปร้อน และสามารถให้ค่าความต้านทานแรงดึงสูงถึงประมาณ 1500 MPa เนื่องด้วยชิ้นงานที่ผ่านกระบวนการขึ้นรูปร้อนมีความต้านทานต่อแรงดึงที่สูงมากจึงทำให้สามารถลดความหนาของชิ้นส่วนที่ใช้อย่างเหมาะสมในโครงสร้างของรถยนต์ได้ (ความต้านทานต่อแรงดึงสูงขึ้นประมาณ 50% เมื่อเทียบกับเหล็กกล้าความแข็งแรงสูงทั่วไป) โครงสร้างที่แข็งแรงของรถทำให้สามารถรับแรงกระแทกได้ดี จึงเหมาะสำหรับใช้ทำชิ้นส่วนที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยเช่น ชิ้นส่วนที่ป้องกันผู้โดยสารจากการชนหรือการพลิกคว่ำ อาทิเช่น คานกันชน (Front and Rear Bumper Beams), เหล็กเสริมความแข็งแรง (B – Pillar) และเหล็กเสริมความแข็งแรงของหลังคา (Floor and Roof Reinforcements) แสดงดังรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 ชิ้นส่วนที่ผลิตโดยใช้กระบวนการขึ้นรูปร้อน (Hot stamping) [2]

ทั้งนี้ในประเทศไทยยังไม่มีการศึกษาและพัฒนากระบวนการขึ้นรูปร้อนดังกล่าวอย่างจริงจัง ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีความสำคัญในการพัฒนากระบวนการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ที่มีคุณภาพ ให้สามารถแข่งขันกับตลาดโลกได้ โดยในงานนี้ได้ศึกษากระบวนการขึ้นรูปชิ้นงานที่อุณหภูมิสูง ศึกษาโครงสร้างจุลภาคและสมบัติทางกลของชิ้นงานที่ได้หลังผ่านการขึ้นรูปร้อน และยังได้ใช้ระเบียบวิธีการไฟไนต์เอลิเมนต์เพื่อทำนายอุณหภูมิที่เกิดขึ้นบนชิ้นงานและแม่พิมพ์ในระหว่างกระบวนการ

ขึ้นรูปร้อน ผลที่ได้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในภาคอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วน ยานยนต์ได้และนับว่าเป็นการสร้างองค์ความรู้ใหม่ที่จะเป็นประโยชน์ต่อประเทศไทยในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เปรียบเทียบผลการทดสอบกับผลการจำลองกระบวนการขึ้นรูปร้อนชิ้นงานเหล็กแผ่นด้วยวิธีทางไฟไนต์เอลิเมนต์
2. ทำนายสมบัติทางกลของเหล็กแผ่นหลังผ่านกระบวนการขึ้นรูปร้อนจากผลการจำลองการขึ้นรูปร้อนด้วยวิธีทางไฟไนต์เอลิเมนต์

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการขึ้นรูปร้อน และสามารถนำมาใช้ในภาคอุตสาหกรรมได้
2. เข้าใจถึงโครงสร้างทางจุลภาคและสมบัติทางกลของเหล็กกล้าโบรอน เกรด 22MnB5 ที่ผ่านกระบวนการขึ้นรูปร้อน
3. สามารถออกแบบอุปกรณ์และแม่พิมพ์ที่ใช้ในการทดสอบขึ้นรูปชิ้นงานเหล็กแผ่นด้วยกระบวนการขึ้นรูปร้อนได้
4. สามารถเปรียบเทียบและวิเคราะห์ผลการคำนวณจากแบบจำลองด้วยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์เทียบกับการทดลองจริงได้

1.4 ขอบเขตงานวิจัย

1. วัสดุที่ใช้ในงานวิจัย คือ เหล็กกล้าโบรอน เกรด 22MnB5 หนา 1.4 mm
2. สร้างและออกแบบอุปกรณ์และแม่พิมพ์แบบง่ายสำหรับการทดสอบกระบวนการขึ้นรูปร้อน
3. ทดสอบกระบวนการขึ้นรูปร้อนเหล็กแผ่น
4. วิเคราะห์โครงสร้างจุลภาคที่เกิดขึ้นในเหล็กกล้าความแข็งแรงสูงพิเศษที่ผ่านกระบวนการขึ้นรูปร้อนโดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบแสง (LOM) และแบบส่องกราด (SEM)
5. ทดสอบสมบัติทางกลของชิ้นงานที่ผ่านการขึ้นรูปร้อนโดยการทดสอบความแข็งทางจุลภาค (Micro hardness test) และทดสอบแรงดึง (Tensile test)
6. ศึกษาและวิเคราะห์กระบวนการขึ้นรูปร้อนชิ้นงานเหล็กแผ่นด้วยวิธีทางไฟไนต์เอลิเมนต์
7. เปรียบเทียบผลการทดลองจริงกับผลการจำลองกระบวนการขึ้นรูปร้อนชิ้นงานเหล็กแผ่นด้วยวิธีทางไฟไนต์เอลิเมนต์
8. ทำนายกราฟความเค้นความเครียดจริงด้วยโมเดลของ Voce จากผลของแบบจำลองทางไฟไนต์เอลิเมนต์