บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยฉบับนี้ได้ศึกษาเกี่ยวกับการไหลตัวของโลหะแผ่นในกระบวนการลากขึ้นรูปถ้วยลึกโดยการประยุกต์ใช้ดรอว์บีดยางเสริมแรง ขึ้นรูปชิ้นงานแผ่นเหล็ก SPCC ที่มีความหนา 1.0 มม. รูปทรงไม่สมมาตร เพื่อศึกษาอิทธิพลของแรงที่แผ่นกดชิ้นงานโดยเปรียบเทียบจากเปอร์เซ็นต์ของแรงลากขึ้นรูป แรงกดชิ้นงานใช้เท่ากับ 30% , 50% และ 70% ของแรงที่ใช้เพื่อขึ้นรูปลึก ศึกษาอิทธิพลของชนิดดรอว์บีดที่ทำจากโลหะ ดรอว์บีดที่เสริมยางธรรมชาติและยางสังเคราะห์ ทำการขึ้นรูปชิ้นงานด้วยแม่พิมพ์ที่มีรูปทรงไม่สมมาตรภายใต้สภาวะต่างๆ แล้ววัดแรงลากขึ้นรูปและแรงกดชิ้นงาน วัดขนาดการเปลี่ยนรูปความหนาของชิ้นงานจะได้ค่าความเครียดที่เกิดขึ้น

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองขึ้นรูปชิ้นงานโดยใช้ดรอว์บีดแต่ละชนิด ภายใต้สภาวะแรงกดชิ้นงาน 30% , 50% และ 70 % ของแรงลากขึ้นรูป สามารถสรุปได้โดยย่อดังนี้

5.1.1 การใช้ดรอว์บีดโลหะ

1) แรงกดชิ้นงาน 30 เปอร์เซ็นต์ จะใช้แรงในการลากขึ้นรูปชิ้นงานที่ระดับ 135.9 kN ค่าความเครียด (Strain) สูงสุดที่เกิดขึ้นมีค่าเท่ากับ 0.185 ชิ้นงานเกิดรอยย่นขอบปีกชิ้นงาน

2) แรงกดชิ้นงาน 50 เปอร์เซ็นต์ จะใช้แรงในการลากขึ้นรูปชิ้นงานที่ระดับ 190.02 kN เมื่อแรงกดชิ้นงานเพิ่มขึ้น แรงในการลากขึ้นรูปจึงเพิ่มสูงตาม ค่าความเครียด (Strain) สูงสุดที่เกิดขึ้นมีค่าเท่ากับ 0.236 ชิ้นงานไม่เกิดรอยย่น

3) แรงกดชิ้นงาน 70 เปอร์เซ็นต์ แรงในการลากขึ้นรูปชิ้นงานขึ้นสูงที่ระดับ 162 kN เกิดความรุนแรงของการเปลี่ยนรูปวัสดุชิ้นงานเกิดการฉีกขาด เมื่อแรงกดชิ้นงานเพิ่มขึ้น แรงในการลากขึ้นรูปจึงเพิ่มสูงตาม ค่าความเครียด (Strain) สูงสุดที่เกิดขึ้นมีค่าเท่ากับ 0.469 ชิ้นงานฉีกขาด

การใช้ดรอว์บีดโลหะกดชิ้นงาน แรงกดชิ้นงานที่เหมาะสมสำหรับการขึ้นรูปชิ้นงานที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ของแรงลากขึ้นรูป ถ้าใช้แรงกดชิ้นงาน 70 เปอร์เซ็นต์ ชิ้นงานเกิดการฉีกขาดแต่ในขณะเดียวกัน ในทางกลับกัน ถ้าใช้แรงกดชิ้นงาน 30 เปอร์เซ็นต์ แรงกดไม่เพียงพอสำหรับการขึ้นรูป ทำให้ชิ้นงานเกิดรอยย่นบริเวณขอบปีกชิ้นงาน

5.1.2 การใช้ดรอว์บีดเสริมแรงยางธรรมชาติ

1) แรงกดชิ้นงาน 30 เปอร์เซ็นต์ จะใช้แรงในการลากขึ้นรูปชิ้นงานที่ระดับ 117.37 kN ค่าความเครียด (Strain) สูงสุดที่เกิดขึ้นมีค่าเท่ากับ 0.171 ชิ้นงานเกิดรอยย่นขอบปีกและผนังด้านข้างชิ้นงาน

2) แรงกดชิ้นงาน 50 เปอร์เซ็นต์ จะใช้แรงในการลากขึ้นรูปชิ้นงานที่ระดับ 160.6 kN เมื่อแรงกดชิ้นงานเพิ่มขึ้น แรงในการลากขึ้นรูปจึงเพิ่มสูงตาม ค่าความเครียด (Strain) สูงสุดที่เกิดขึ้นมีค่าเท่ากับ 0.196 ชิ้นงานเกิดรอยย่นขอบปีกชิ้นงาน

3) แรงกดชิ้นงาน 70 เปอร์เซ็นต์ จะใช้แรงในการลากขึ้นรูปชิ้นงานที่ระดับ 200.1 kN เมื่อแรงกดชิ้นงานเพิ่มขึ้น ดรอว์บีดเสริมแรงยางธรรมชาติสามารถควบคุมการไหลตัวของชิ้นงานได้ดีขึ้น ค่าความเครียด (Strain) สูงสุดที่เกิดขึ้นมีค่าเท่ากับ 0.311 ชิ้นงานไม่เกิดรอยย่น

การใช้ดรอว์บีดเสริมแรงยางธรรมชาติกดชิ้นงาน แรงกดชิ้นงานที่เหมาะสมสำหรับการขึ้นรูปชิ้นงานที่ระดับ 70 เปอร์เซ็นต์ของแรงลากขึ้นรูป ถ้าใช้แรงกดชิ้นงานน้อยกว่านี้ ที่ระดับ 50 และ 30 เปอร์เซ็นต์ แรงกดไม่เพียงพอสำหรับการขึ้นรูป ทำให้ชิ้นงานเกิดรอยย่นบริเวณขอบปีกชิ้นงาน ค่าความเครียดที่เกิดขึ้นน้อยกว่าใช้ดรอว์บีดโลหะ

5.1.3 การใช้ดรอว์บีดเสริมแรงยางสังเคราะห์

1) แรงกดชิ้นงาน 30 เปอร์เซ็นต์ จะใช้แรงในการลากขึ้นรูปชิ้นงานที่ระดับ 129.4 kN ค่าความเครียด (Strain) สูงสุดที่เกิดขึ้นมีค่าเท่ากับ 0.172 ชิ้นงานเกิดรอยย่นขอบปีกและผนังด้านข้างชิ้นงาน

2) แรงกดชิ้นงาน 50 เปอร์เซ็นต์ จะใช้แรงในการลากขึ้นรูปชิ้นงานที่ระดับ 143.97 kN เมื่อแรงกดชิ้นงานเพิ่มขึ้น แรงในการลากขึ้นรูปจึงเพิ่มสูงตาม ค่าความเครียด (Strain) สูงสุดที่เกิดขึ้นมีค่าเท่ากับ 0.195 ชิ้นงานเกิดรอยย่นขอบปีกชิ้นงาน

3) แรงกดชิ้นงาน 70 เปอร์เซ็นต์ จะใช้แรงในการลากขึ้นรูปชิ้นงานที่ระดับ 201.9 kN เมื่อแรงกดชิ้นงานเพิ่มขึ้น ดรอว์บีดเสริมแรงยางสังเคราะห์สามารถควบคุมการไหลตัวของชิ้นงานได้ดีขึ้น ค่าความเครียด (Strain) สูงสุดที่เกิดขึ้นมีค่าเท่ากับ 0.306 ชิ้นงานไม่เกิดรอยย่น

การใช้ดรอว์บีดเสริมแรงยางสังเคราะห์กดชิ้นงาน แรงกดชิ้นงานที่เหมาะสมสำหรับการขึ้นรูปชิ้นงานที่ระดับ 70 เปอร์เซ็นต์ของแรงลากขึ้นรูป ถ้าใช้แรงกดชิ้นงานน้อยกว่านี้ ที่ระดับ 50 และ 30 เปอร์เซ็นต์ แรงกดไม่เพียงพอสำหรับการขึ้นรูป ทำให้ชิ้นงานเกิดรอยย่นบริเวณขอบปีกชิ้นงานและผนังด้านข้าง ผลของกราฟเห็นได้ว่าการไหลตัวของโลหะได้ไม่ดีนัก

5.1.4 การเปลี่ยนแปลงรูปร่างชิ้นงาน

อิทธิพลของการเสริมยางในดอร์บิสส่งผลโดยตรงต่อการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของชิ้นงานอย่างชัดเจน ซึ่งดอร์บิสเสริมยางสังเคราะห์ได้ช่วยในการขึ้นรูปชิ้นงานได้ดีกว่าดอร์บิสโลหะ และดอร์บิสเสริมยางธรรมชาติ นั้นแสดงว่าการยืดตัวของชิ้นงานเกิดขึ้นสูง แต่อย่างไรก็ตามจากการวิเคราะห์พบว่าการแปลี่ยนแปลงรูปร่างโดยรวมของชิ้นงานค่อนข้างสม่ำเสอ และมีค่าการเปลี่ยนแปลงรูปร่างใกล้เคียงกันของการขึ้นรูปด้วยดอร์บิสทั้งสามชนิด

5.1.5 ความเค้นของชิ้นงานและดอร์บีส

อิทธิพลของการเสริมยางในดอร์บิสส่งผลโดยตรงต่อความเค้นในชิ้นงานอย่างชัดเจน ซึ่งดอร์บิสเสริมยางสังเคราะห์ได้ช่วยในการขึ้นรูปชิ้นงานได้ดีกว่าดอร์บิสโลหะ และดอร์บิสเสริมยางธรรมชาตินั้นแสดงว่าการยืดตัวของชิ้นงานเกิดขึ้นสูง บริเวณส่วนนี้จึงเกิดความเค้นสูงสุด แต่อย่างไรก็ตามจากการวิเคราะห์พบว่าความเค้นโดยรวมบนชิ้นงานเกิดขึ้นบริเวณส่วนโค้งด้านล่าง ซึ่งเกิดความเค้นแรงดึงสูงกว่าความเค้นแรงอัด และมีค่าความเค้นใกล้เคียงกันของการขึ้นรูปด้วยดอร์บิสทั้งสามชนิด

การใช้ดรอว์บีดโลหะที่ระดับแรงกดชิ้นงาน มีความเหมาะสมในการลากขึ้นรูปชิ้นงานรูปทรงไม่สมมาตร แรงที่ใช้ลากขึ้นรูปชิ้นงานที่มีคุณภาพดีอยู่ในระดับที่ไม่สูงมาก ความหนาของชิ้นงานเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ความเครียดที่เกิดขึ้นมีค่าน้อยตามด้วย จึงเป็นผลการทดลองที่ดีที่สุดในงานวิจัยนี้ และสอดคล้องกับการจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์ ซึ่งพบว่าการใช้ดอร์บิสโลหะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่างน้อยสุด และเกิดความเค้นต่ำสุด ซึ่งจะทำให้ชิ้นงานเกิดความเสียหายน้อยสุด

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 การวางดรอว์บีดอาจใช้สองแถวหรือวางในตำแหน่งบริเวณขอบที่เป็นรัศมีโค้ง

5.2.2 ขั้นตอนการประกอบแม่พิมพ์และการติดตั้งบนเครื่องเพรสเป็นขั้นตอนที่สำคัญมาก ควรมีความระมัดระวัง รอบคอบอยู่เสมอ

5.2.3 ในการวางตำแหน่งชิ้นงานในการขึ้นรูปให้ตรงกับศูนย์กลางของพั้นช์

5.2.4 ทดสอบดรอว์บีดเสริมแรงยางกับสารหล่อลื่นชนิดอื่น

5.2.5 ควรทำการศึกษาลักษณะยางชนิดอื่นๆ เพื่อเป็นข้อมูลงานวิจัยในการพัฒนาต่อไป

5.5.6 ในการจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์ สามารถจำลองแบบสามมิติ เพื่อให้ได้ผลการจำลองที่แม่นยำมากขึ้น