บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากการประเมินประสิทธิภาพของการใช้ Soap aluminum fluoride (AlF-soap) เป็นสารหล่อลื่นในกระบวนการทุบขึ้นรูปเย็นชิ้นส่วนอลูมิเนียมเกรด AA6063 โดยเปรียบเทียบกับการใช้ Soap phosphate (PO_4-soap) เป็นสารหล่อลื่น สามารถสรุปได้ดังนี้คือ

5.1 สรุปค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานที่ได้จากการทดลอง

ชั้น Metal soap ของ AlF-soap เป็นชั้นหลักที่ช่วยในการลดสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน และเมื่อเพิ่มปริมาณ Coating weight ของชั้น Metal soap ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานก็จะลดลงไปเรื่อยๆ แต่เมื่อมีปริมาณมากเกินไป ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานก็จะเริ่มคงที่ ดังนั้นปริมาณ Coating weight ของชั้น Metal soap ของ AlF-soap ที่เหมาะสมสำหรับการทดลองนี้อยู่ที่ประมาณ 2 g/m^2 แต่เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับการใช้ PO_4-soap เป็นสารหล่อลื่นพบว่า PO_4-soap ให้ผลที่ดีกว่าถึงแม้ว่าปริมาณ Coating weight ของชั้น Metal soap ของ PO_4-soap จะมีปริมาณที่น้อยกว่า Coating weight ของชั้น Metal soap ของ AlF-soap อยู่มาก แต่ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานที่ได้จากการทดสอบ Double cup extrusion test และ Ring compression test กลับน้อยกว่ามาก ทั้งนี้ก็เนื่องมาจากค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของชั้น Metal soap ของ PO_4-soap ที่ได้จากการทดสอบ Ball on disc นั้นมีค่าน้อยกว่าค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของชั้น Metal soap ของ AlF-soap ถึง 1.96 เท่า

5.2 สรุปการบางลงของสารหล่อลื่นหลังการขึ้นรูป

การบางลงของ PO_4-soap นั้นอยู่ที่ 100% คือหลังการขึ้นรูปจะไม่เหลือสารหล่อลื่นอยู่เลยทั้งในกรณีของการทดสอบ Ring compression test และ Double cup extrusion test ทั้งนี้เนื่องจาก PO_4-soap ที่ได้ในขณะทำการทดสอบนั้นมีความสามารถในการเกาะยึดบนผิววัสดุอลูมิเนียมเกรด AA6063 ที่ไม่ดี สำหรับการบางลงของ AlF-soap ขึ้นอยู่กับ Normal pressure และ Surface displacement ถ้าเป็นบริเวณที่มี Normal pressure เพียงอย่างเดียวก็จะทำให้เปอร์เซ็นต์การบางลงของสารหล่อลื่นนั้นเกิดขึ้นน้อย (9.63-48.90%) ซึ่งจะขึ้นอยู่กับปริมาณ Normal pressure ที่กระทำกับพื้นผิวบริเวณนั้นด้วย ถ้าเป็นบริเวณที่มี Normal pressure สูงก็จะทำให้เปอร์เซ็นต์การบางลงนั้นเกิดขึ้นสูงด้วยเช่นกัน แต่ถ้าบริเวณที่ทำการขึ้นรูปนั้นมีทั้ง Normal pressure และ Surface displacement เปอร์เซ็นต์การบางลงก็จะมากขึ้นและขึ้นอยู่กับปริมาณของ Surface displacement ที่เกิดขึ้นด้วยคือ ถ้ามี Surface displacement เกิดขึ้นน้อย (กรณีของการทดสอบ Ring compression test อยู่ในช่วง 0.21-4.68 mm) จะทำให้การบางลงของสารหล่อลื่นน้อย (34.03-71.06%) แต่ถ้าเป็นบริเวณที่มี Surface displacement เกิดขึ้นมาก (กรณีของ

การทดสอบ Double cup extrusion test อยู่ในช่วง 0.77-9.02 mm) การบางลงของสารหล่อลื่นก็จะเกิดขึ้นมาก (57-93.42%) ด้วยเช่นกัน

5.3 สรุปการเกาะยึดของเนื้ออลูมิเนียมบนผิวแม่พิมพ์

จากผลการบางลงของสารหล่อลื่นดังกล่าวสามารถเชื่อมโยงไปถึงการเกาะยึดของเนื้ออลูมิเนียมบนผิวของแม่พิมพ์ได้คือ ถ้ามีเปอร์เซ็นต์การบางลงของสารหล่อลื่นสูงก็จะทำให้เกิดการเกาะยึดของเนื้ออลูมิเนียมบนผิวแม่พิมพ์สูง (ค่า Material ratio curve of the profile; Rmr(c) ต่ำ) แต่ถ้ามีเปอร์เซ็นต์การบางลงของสารหล่อลื่นต่ำ การเกาะยึดของเนื้ออลูมิเนียมบนผิวแม่พิมพ์ก็จะเกิดขึ้นน้อย (ค่า Material ratio curve of the profile; Rmr(c) สูง) ส่วนในเรื่องของปริมาณ Coating weight of metal soap ของ AlF-soap นั้น ถ้ามีมากเกินไปก็ไม่ได้ช่วยให้เปอร์เซ็นต์การบางลงของ AlF-soap ลดลง ดังนั้นปริมาณ Coating weight of metal soap ของ AlF-soap เพียง 2 g/m^2 ก็เพียงพอต่อความต้องการสำหรับการทดสอบในครั้งนี้

ส่วนในกรณีของ PO_4-soap นั้นแม้ว่าจะมีปริมาณของ Coating weight of metal soap ที่น้อยแต่การเกาะยึดของเนื้ออลูมิเนียมบนผิวแม่พิมพ์ก็เกิดขึ้นน้อย (ค่า Material ratio curve of the profile; Rmr(c) สูง) ทั้งนี้น่าจะเป็นเหตุผลหนึ่งที่ทำให้ในต่างประเทศและวารสารทางวิชาการระดับนานาชาตินั้นนิยมใช้ PO_4-soap เป็นสารหล่อลื่น

5.4 ข้อเสนอแนะ

จากการทดสอบต่างๆ ที่ผ่านมาจะเห็นได้ถึงข้อดีและข้อเสียของการใช้ AlF-soap และ PO_4-soap เป็นสารหล่อลื่นคือ AlF-soap นั้นมีค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานที่สูงกว่า PO_4-soap มีเปอร์เซ็นต์การบางลงที่ต่ำกว่า PO_4-soap แต่ในเรื่องของการเกาะยึดของเนื้ออลูมิเนียมบนผิวแม่พิมพ์นั้นแม้ว่า PO_4-soap จะไม่เหลือสารหล่อลื่นอยู่เลยหลังการทดสอบ (เปอร์เซ็นต์การบางลงอยู่ที่ 100%) แต่กลับมีการเกาะยึดของเนื้ออลูมิเนียมบนผิวแม่พิมพ์น้อย ซึ่งจากผลดังกล่าวนั้นยังคงต้องศึกษาค้นคว้าและทำการทดลองต่อไปในอนาคตว่าเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น