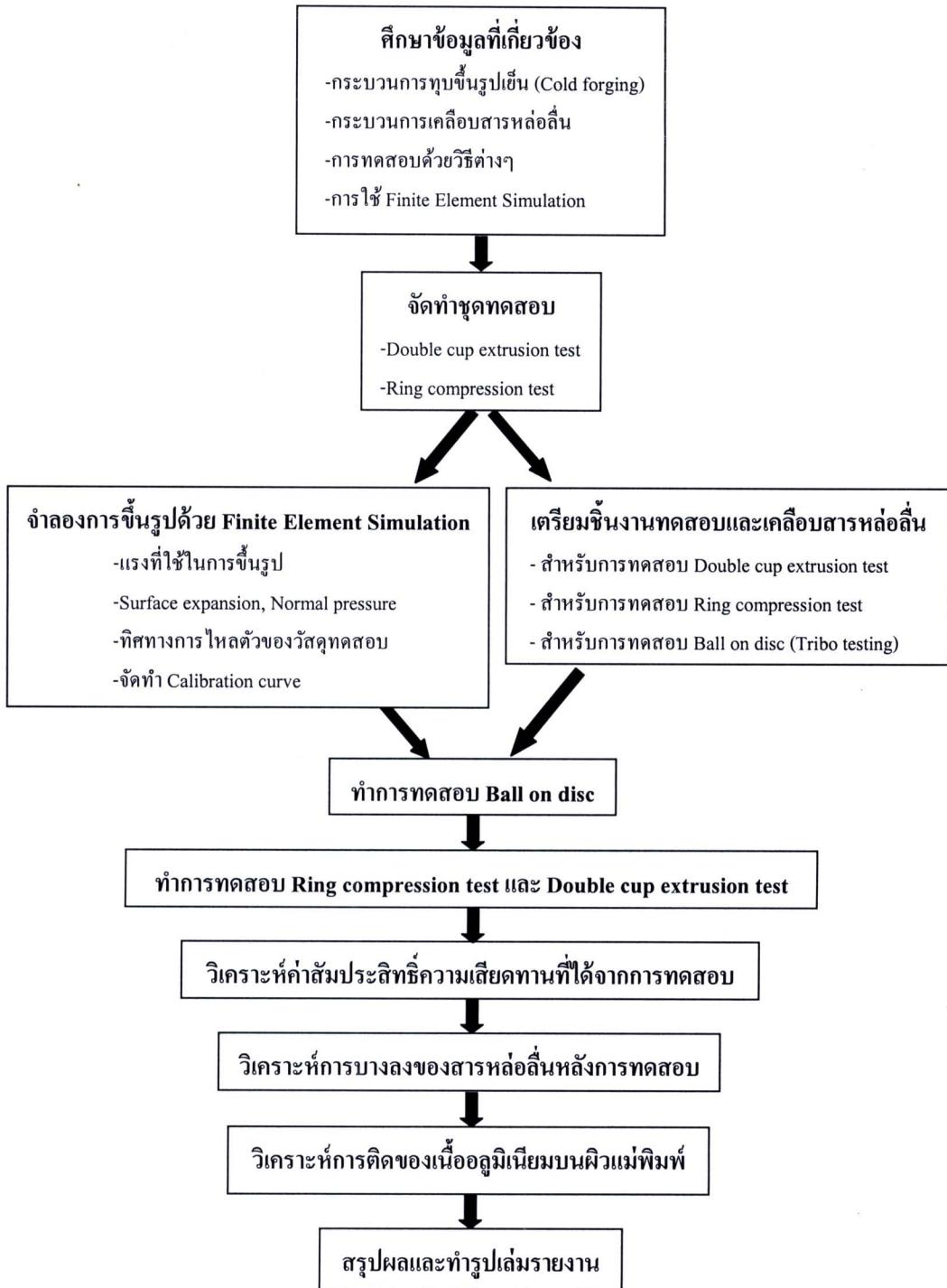


### บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยในครั้งนี้มีขั้นตอนการดำเนินงานดังรูปที่ 3.1



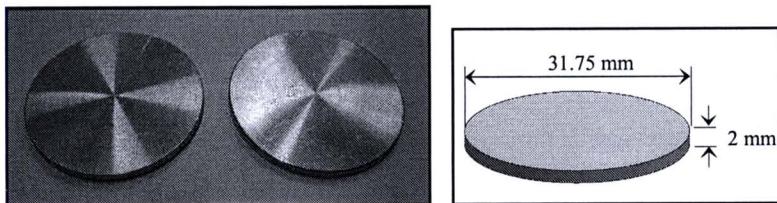
รูปที่ 3.1 แสดง Flow chart ของขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

### 3.1 วัสดุที่ใช้ในการทดสอบ

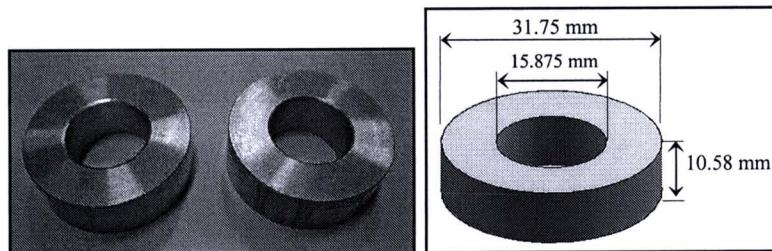
3.1.1 ชิ้นงานอลูมิเนียมเกรด AA6063 ของการทดสอบ Ball on disc test ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 31.75 มิลลิเมตร สูง 2 มิลลิเมตร

3.1.2 ชิ้นงานอลูมิเนียมเกรด AA6063 ของการทดสอบ Ring compression test ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 31.75 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 15.875 มิลลิเมตรและสูง 10.58 มิลลิเมตร

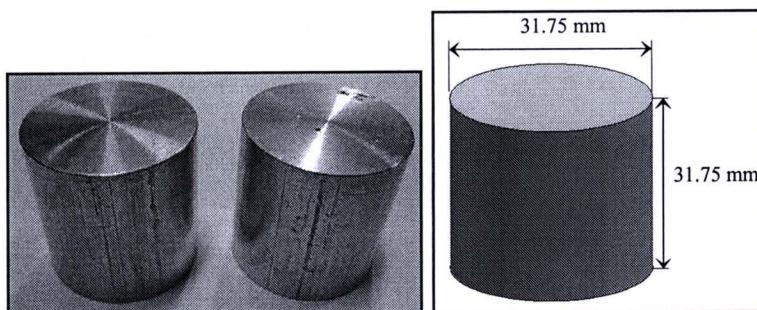
3.1.3 ชิ้นงานอลูมิเนียมเกรด AA6063 ของการทดสอบ Double cup extrusion test ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 31.75 มิลลิเมตร สูง 31.75 มิลลิเมตร



รูปที่ 3.2 แสดงชิ้นงานทดสอบ Ball on disc test



รูปที่ 3.3 แสดงชิ้นงานทดสอบ Ring compression test



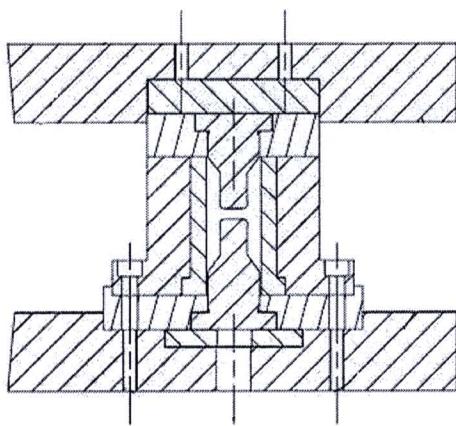
รูปที่ 3.4 แสดงชิ้นงานทดสอบ Double cup extrusion test

3.1.4 สารหล่อลื่นที่ใช้ในการหล่อลื่นคือ Soap aluminum fluoride coating โดยทำการเปรียบเทียบกับการใช้ Soap phosphate coating เป็นสารหล่อลื่น

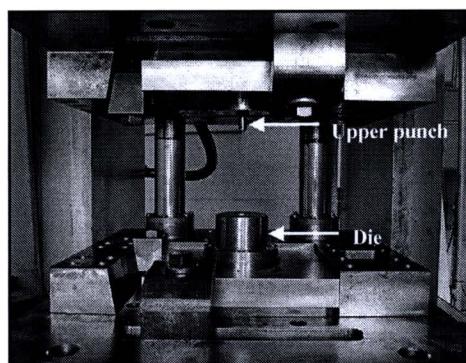
### 3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

3.2.1 ชุดแม่พิมพ์ **Double cup extrusion test** เป็นแม่พิมพ์ที่ใช้สำหรับการทดสอบเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน ซึ่งมีพื้นผิวและตายทำจากวัสดุ SKH 51 ที่มีความแข็ง 63 HRC และความหยาบผิว  $Ra = 0.09 \mu m$

3.2.2 ชุดแม่พิมพ์ **Ring compression test** เป็นแม่พิมพ์ที่ใช้สำหรับการทดสอบเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน ซึ่งมีตายตัวบนและตัวล่าง (Upper die และ Lower die) ทำจากวัสดุ SKH 51 ที่มีความแข็ง 63 HRC และความหยาบผิว  $Ra = 0.09 \mu m$

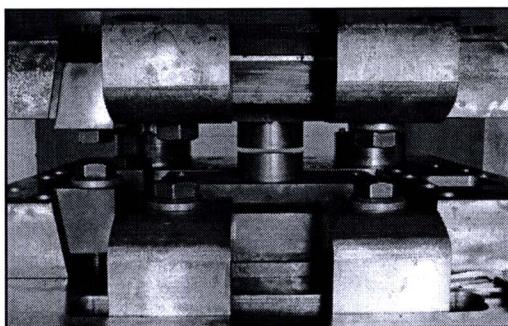


ก.)

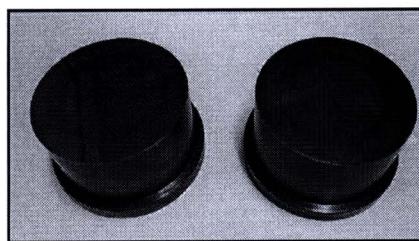


ข.)

รูปที่ 3.5 แสดง ก.)แบบของแม่พิมพ์ ข.)ชุดของแม่พิมพ์ Double cup extrusion test



ก.)



ข.)

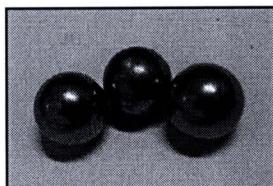
รูปที่ 3.6 ก.)ชุดแม่พิมพ์ทดสอบ Ring compression test ข.) Upper die and lower die

3.2.3 เครื่อง Mechanical Press รุ่น SHF-400 ขนาด 400 ตัน ใช้สำหรับในการทดสอบ Double cup extrusion test และ Ring compression test



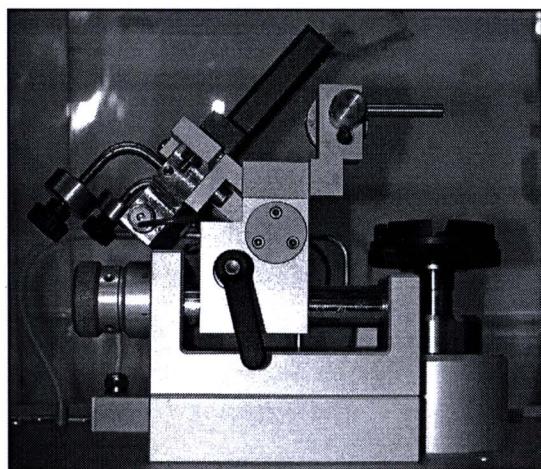
รูปที่ 3.7 แสดงเครื่อง Mechanical Press รุ่น SHF-400 ขนาด 400 ตัน

3.2.4 ลูกบอล ทำจากวัสดุ SKH 51 ชุบแข็ง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 mm สำหรับทดสอบ Ball on disc

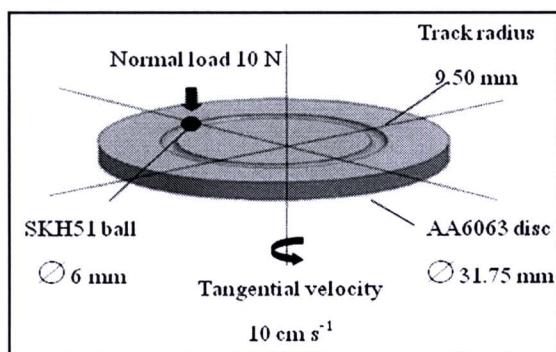


รูปที่ 3.8 แสดงลูกบอล SKH 51 ชุบแข็งขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 mm

**3.2.5 เครื่อง Tribometer** ตามมาตรฐาน ASTM G133-95 [28] แบบ Ball on disc โดยหลักการทำงานดังแสดงในรูป 3.9 คือให้แรงกดวัตถุคงที่ (Normal load,  $N = 10\text{ N}$ ) บนบอล SKH51 ความแข็ง 63HRC ขนาด 6 มม. ส่วนแผ่นงานทำจากอลูมิเนียมเกรด AA6063 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 31.75 มิลลิเมตร สูง 2 มิลลิเมตร และความเร็วเชิงเส้นคงที่ตลอดการทดสอบ 10 มม./วินาที โดยค่าที่กำหนดขึ้นนี้เพื่อให้ใกล้เคียงกับลักษณะการขึ้นรูปจริงมากที่สุดเท่าที่เครื่องทดสอบสามารถทำได้



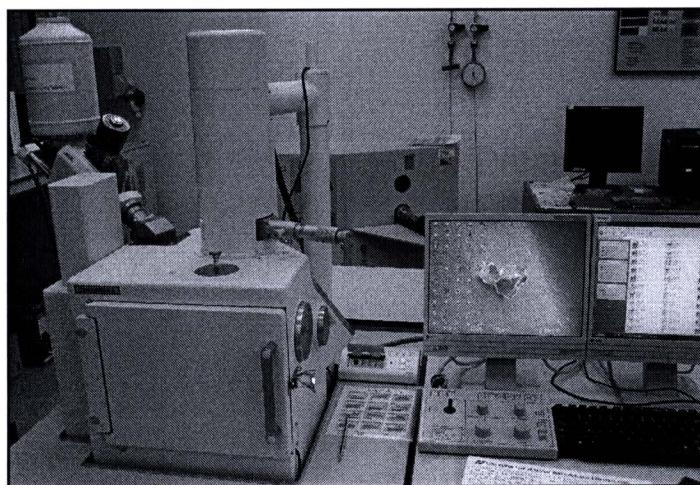
ก.)



ข.)

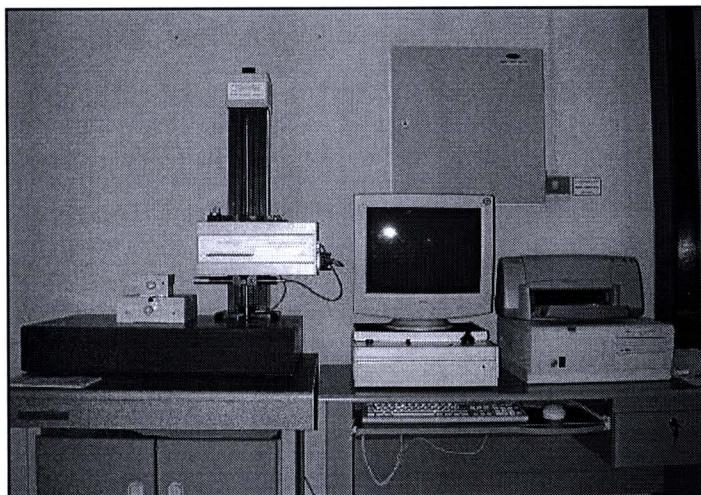
รูปที่ 3.9 ก.)เครื่อง Tribometer ข.)Condition ที่ใช้ในการทดสอบ Ball on disc test

**3.2.6 เครื่อง Scaning Electron Microscope (SEM)** ยี่ห้อ JEOL รุ่น JSM6490LA ใช้สำหรับวัดความหนาของสารหล่อลื่น



รูปที่ 3.10 แสดงเครื่อง Scaning Electron Microscope (SEM) ยี่ห้อ JEOL รุ่น JSM6490LA

3.2.7 เครื่องวัดความหยาบผิว (Surface Roughness Measuring Device) ยี่ห้อ Taylor Hobson ใช้  
สำหรับการวัดความหยาบผิวของแม่พิมพ์และชิ้นงานที่ใช้ในการทดสอบ



รูปที่ 3.11 แสดงเครื่องวัดความหยาบผิว (Surface Roughness Measuring Device)