บทที่ 3

วิธีการทดลอง

เนื้อหาในบทนี้ซึ่งประกอบด้วยการเตรียมวัสดุที่ใช้ในการวิจัย ลักษณะของชิ้นงานทดสอบ เครื่องมือและอุปกรณ์ทดสอบ การทดสอบเชิงกล เช่น การทดสอบความแข็ง การทดสอบการสึกหรอ การทดสอบการต้านแรงดึง การวัดค่าความขรุขระที่ผิวชิ้นงานและการตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคของชิ้นทดสอบและในงานวิจัยนี้มีการเตรียมวัสดุผสมเพื่อนำไปขึ้นรูปชิ้นงานทดสอบ โดยได้เตรียมจากวิธีการโลหะผสมเชิงกล 2 วิธี โดยได้ทำการเตรียมวัสดุผสมระหว่างผงโลหะทองแดง ผงโลหะดีบุกและผงทัลคัม และ วัสดุผสมระหว่างผงโลหะบรอนซ์ดีบุกกับผงทัลคัม

3.1 การเตรียมชิ้นงานด้วยวิธีโลหะผสมเชิงกลและการอบผนึก

ในงานวิจัยนี้จะเตรียมชิ้นงานทั้ง 2 กรณี (โลหะผสมระหว่างโลหะทองแดง 90% โลหะดีบุก 10% โดยน้ำหนัก และทัลคัม กับ ผงโลหะบรอนซ์ดีบุก 10% ผสมทัลคัม) โดยใช้วิธีโลหะผสมเชิงกลและใช้วัตถุดิบคือผงโลหะทองแดง ขนาดเฉลี่ย 60μm รูปร่างอสัณฐาน (Amorphous) ผงโลหะดีบุก ขนาดเฉลี่ย 40μm รูปร่างทรงกลม ผงบรอนซ์ดีบุก 10% ขนาดเฉลี่ย 125μm รูปร่างทรงกลม ผงทัลคัม ขนาด 50μm รูปร่างแบนยาว มีองค์ประกอบของ $3MgO*4SiO_2*4H_2O$ ได้มีการกำหนดตัวแปรที่ใช้ในการทดลอง มี 2 ตัวแปรคือ เวลาที่ใช้ในการบดคือ 30, 60, 90, 120, 150, 360, 1440 และ 2880 นาที กับปริมาณทัลคัม คือ 0%, 2%, 5%, 10% และ 15% ตามลำดับ ลักษณะของชิ้นงานมี 2 ประเภทคือ ชิ้นงานรูปร่างทรงกระบอกแบนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 มิลลิเมตรเพื่อนำไปทดสอบการสึกหรอตามแบบของ Hirotaka Kato และชิ้นงานรูปร่างเป็นแท่งแบนตามมาตรฐาน ASTM E8 เพื่อนำไปทดสอบการต้านแรงดึง

จะใช้วิธีการโลหะผสมเชิงกล (Mechanical Alloying) โดยใช้ เครื่อง Vibratory Ball Mill การเตรียมวัสดุผสมโดยจะทำการบดผสมที่เวลาต่างๆภายใต้บรรยายกาศก๊าซอาร์กอนเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นระหว่างการบดจะมีระบบหล่อเย็นด้วยน้ำตลอดเวลา หลังจากผ่านการบดแล้วจะนำผงโลหะที่ได้ไปศึกษาการกระจายตัวโดยใช้วิธี X-ray Mapping โดยใช้เครื่อง SEM

(Scanning Electron Microscope) จะนำตัวอย่างที่บดผสมแล้วอีกส่วนหนึ่งไปอัดขึ้นรูปชิ้นงานเป็นรูปร่างทรงกระบอกแบน โดยใช้เครื่องอัด Thermopress M, Jean Wirtz ที่ความดัน 140 bar อุณหภูมิ 230^{o} C และใช้เวลาในการขึ้นรูป 17 นาที จากนั้นจะนำชิ้นงานไปทำการทดสอบหาค่าความแข็งก่อนการอบผนึก

การอบผนึกชิ้นงานจะทำโดยใช้เครื่องใช้เตาเผาอุณหภูมิสูง (Carbolite) โดยทำการเผาที่อุณหภูมิต่างๆและค้างไว้ที่เวลาต่างๆ โดยมีการเพิ่มของอุณหภูมิ 10^{o} C /min. ภายใต้บรรยายกาศของก๊าซอาร์กอนในอัตรา 3 lb/min. เพื่อป้องกันการเกิดปฏิกิริยากับอากาศ เพื่อหาภาวการณ์อบผนึกที่เหมาะสม หลังจากนั้นก็ทำการอบผนึกที่ภาวะที่เหมาะสม (900°C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง) นำชิ้นงานไปทดสอบสมบัติเชิงกลและสมบัติต่างๆ เช่น ความแข็งหลังอบผนึก ความแข็งแรงดึง อัตราการสึกหรอ สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน ความขรุขระที่ผิว ความหนาแน่น ตามลำดับ นอกจากนั้นก็นำไปวิเคราะห์โครงสร้างที่อาจเกิดขึ้นด้วยเครื่อง X-ray Diffractometer (XRD) ส่วนการเตรียมชิ้นงานเพื่อทดสอบแรงดึงจะเตรียมโดยเครื่องอัดขึ้นรูปผงโลหะเพื่อเตรียมชิ้นงานทดสอบการต้านแรงดึง ตามมาตรฐาน ASTM E 8 และชิ้นทดสอบการต้านแรงดึงมีลักษณะเป็น Flat Test Bar ตามรูปที่ 3.1

รูปที่ 3.1 ลักษณะชิ้นงานตามมาตรฐาน ASTM E 8

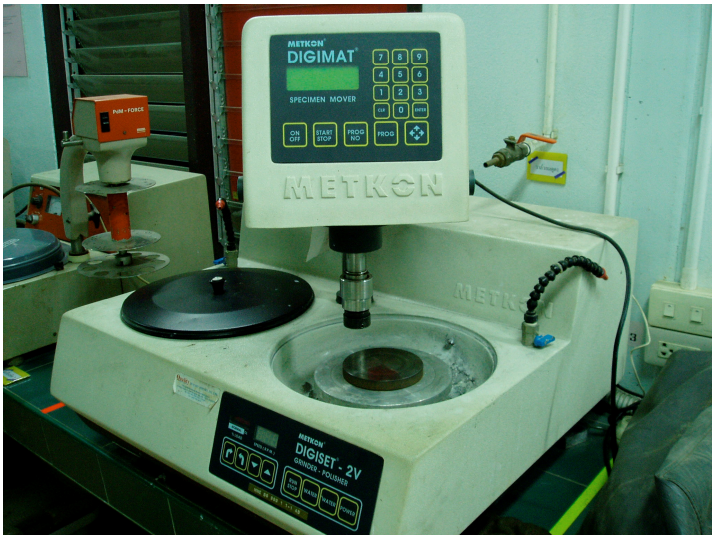
3.2 การทดสอบความแข็ง

หลังจากได้ชิ้นงานเพื่อทดสอบความแข็งเรียบร้อยแล้ว จะนำไปทำการทดสอบหาค่าความแข็งโดยใช้เครื่อง Vicker Microhardness Test, (HWDM-3) ความแข็งที่บริเวณผิวหน้าชิ้นงานจะ

เฉลี่ยจาก จำนวน 12 จุด โดยจะกำหนดโหลดในการกดคงที่อยู่ที่ 1 กิโลนิวตัน การทดสอบหาค่าความแข็งจะวัดทั้งก่อนและหลังอบผนึก

3.3 การทดสอบการสึกหรอ

จะทำการทดสอบหลังจากชิ้นงานผ่านการอบผนึกที่ภาวะที่เหมาะสมเรียบร้อยแล้ว หลังจากนั้นจะนำไปชั่งน้ำหนักเพื่อเตรียมนำไปทดสอบหาค่าอัตราการสึกหรอโดยจะนำชิ้นงานจับยึดกับหัวจับแล้วจะทำการขัดกับแป้นขัดที่เตรียมไว้ โดยใช้เครื่องขัด METKON (ตามรูปที่ 3.2)ในภาวะที่แห้งโดยกำหนดแรงกดที่ 150 N ความเร็วรอบของแป้นขัด 600 rpm (แป้นขัดทำจากเหล็กเครื่องมือที่ผ่านการชุบแข็งและทำการเจียระไน โดยมีค่าความแข็ง 486 HV) และความเร็วรอบของชิ้นงานคือ 50 rpm โดยแต่ละส่วนจะหมุนสวนทางกัน การหาค่าอัตราการสึกหรอจะใช้ค่าของน้ำหนักที่หายไปเทียบกับเวลาที่ใช้ในการขัด ซึ่งจากการทดลองที่ผ่านมา พบว่าควรมีการศึกษาเพิ่มเติมที่ปริมาณทัลคัมต่ำๆ โดยเพิ่มเวลาบดให้มากกว่า 150 นาที เนื่องจากที่เวลาสั้นๆการฝังประของทัลคัมในเนื้อโลหะฝังไม่ดีเท่าที่ควรและที่ปริมาณทัลคัมสูงชิ้นงานที่ได้จะไม่ค่อยแข็งแรงเพราะทัลคัมขัดขวางการอบผนึก จึงได้มีการปรับเปลี่ยนปริมาณในการเติมทัลคัมเป็น 0% และ 2% ตามลำดับ ในส่วนของเวลาในการบดนั้นได้ปรับเปลี่ยนเป็นที่ 30, 360, 1440 และ 2880 นาที ตามลำดับ



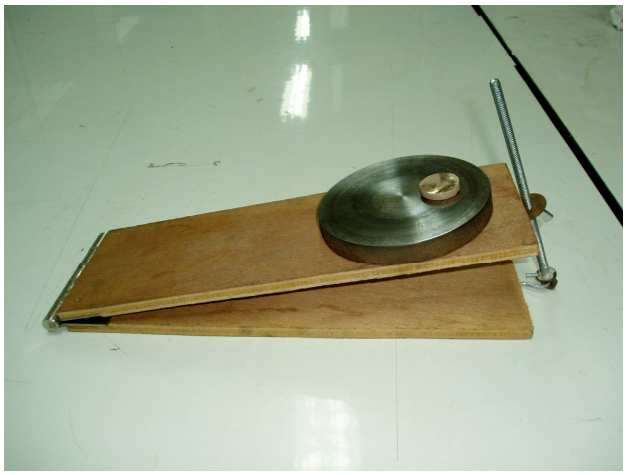
รูปที่ 3.2 เครื่องทดสอบการสึกหรอ Wear Test ที่ประยุกต์ใช้

3.4 การทดสอบการต้านแรงดึง

หลังจากได้นำชิ้นงานที่ได้จากการอัดขึ้นรูปไปผ่านกระบวนการอบผนึกที่อุณหภูมิ 900°C และค้างไว้ที่ 1 ชั่วโมง โดยใช้เตาเผาอุณหภูมิสูง ลักษณะของชิ้นงานจะเป็นไปตามมาตรฐาน ATSM E 8 (รูปที่3.1) และทำการทดสอบแรงดึงโดยใช้เครื่อง Universal Testing Machine (Hounsfield) โดยจะมีค่า gage = 25.4mm. Force = 20000N, Speed = 1.524mm/min, Extension = 25mm, Area = 22.606 mm^2 ตามลำดับ

3.5 การทดสอบการหาค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน

ทำการทดสอบหาค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของชิ้นงานจะทำการวัดค่ามุมของแรงเสียดทานและคำนวณจากค่ามุม tan θ ระหว่างผิวชิ้นงานกับผิวแป้นขัดชิ้นงานที่ใช้ในการทดสอบการสึกหรอ ตามรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 ชุดทดสอบหาค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน

3.6 การทดสอบหาค่าความขรุขระ

การทดสอบหาค่าความขรุขระที่ผิวของชิ้นงานนั้น จะวัดได้จากเครื่อง Surfcorder SE-40G, Kosaka Laboratory, Ltd. โดยจะกำหนดค่าต่างๆดังต่อไปนี้ Cut off = 0.08mm, Drive speed = 0.5

mm/min, V-MAG = 500, H-MAS = 50*10 ตามลำดับ ค่าที่ได้จะออกมาในลักษณะของค่าความขรุขระเฉลี่ย มีหน่วยเป็นไมโครเมตร

3.7 การถ่ายภาพผิวของชิ้นงาน

หลังจากที่ชิ้นงานผ่านการทดสอบการสึกหรอแล้วนั้นจะนำไปถ่ายภาพลักษณะผิวของชิ้นงาน เพื่อตรวจดูลักษณะการถูกทำลายของผิวหน้าชิ้นงานหลังผ่านการทดสอบการสึกหรอ โดยจะใช้กล้องถ่ายจุลทรรศน์ OLYMPUS BH2-UMA, Japan และใช้ CCD Camera, Model KP-MIU, Power DC 12V, 210mA, Hitachi Denshi, Ltd, Japan ที่มีกำลังขยาย 200 เท่า

3.8 การวัดความหนาแน่นก้อน (Bulk Density)

หลังจากชิ้นงานที่ผ่านการทดสอบการต้านแรงดึงแล้วนั้นจะนำมาหาค่าความหนาแน่นก้อน โดยจะใช้หลักการหาจากการใช้หลักของอาร์คิเมดิส คือ แรงลอยตัวที่ของเหลวกระทำกับวัตถุมีค่าเท่ากับน้ำหนักของของเหลวที่ถูกแทนที่ด้วยวัตถุ