T164890

ระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ เข้ามามีบทบาทอย่างมากในการวิเคราะห์และช่วยแก้ปัญหาของขบวนการขึ้นรูปโลหะ ตั้งแต่การออกแบบแม่พิมพ์จนกระทั่งทำการกำหนดสภาวะการทำงานของปัจจัยต่างๆให้เหมาะสม จะเห็นได้ว่าด้วยการประยุกต์ใช้เทคนิคการคำนวณเชิงตัวเลขดังกล่าวเป็นการช่วยประหยัดทั้งแรงงานคนและงบประมาณ เพราะสามารถลดขั้นตอนการลองผิดลองถูกลงได้ ซึ่งในงานวิจัยนี้เป็นการทำแบบจำลองของขบวนการอัดขึ้นรูปทรงกระบอกตันแบบเดินหน้าของวัสดุไททาเนียมผสม TiAl6V4 โดยใช้โปรแกรมไฟไนต์เอลิเมนต์สำเร็จรูปทางการค้าชื่อ MSC.Marc 2003 เป็นเครื่องมือช่วยในการวิเคราะห์ปัญหา โดยขนาดมิติของวัสดุที่นำมาเพื่อเป็นชิ้นทดสอบจะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 24.80 มม. และความยาว 35 มม. และมีคุณสมบัติเท่ากันทุกทิศทาง ในแบบจำลองดังกล่าวนี้ชุดแม่พิมพ์อัดขึ้นรูปจะถูกกำหนดให้อยู่ในสภาวะแข็งเกร็ง กล่าวคือไม่มีการเปลี่ยนรูป โดยทั่วไปภายใต้ขบวนการอัดขึ้นรูป ชิ้นทดสอบสามารถถูกพิจารณาว่าเกิดการเปลี่ยนรูปแบบถาวร ดังนั้นจึงเลือกใช้สมการคอนสทิทิวทีฟ ซึ่งเป็นไปตามกฎของ Von-Mises เพื่อทำการอธิบายพฤติกรรมการเปลี่ยนรูปของวัสดุ ในแง่ของการถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นภายในเนื้อโลหะและระหว่างผิวสัมผัสของชิ้นงานกับแม่พิมพ์อัดขึ้นรูปจะไม่ถูกนำมาพิจารณา เนื่องจากความร้อนที่เกิดขึ้นจากขบวนการอัดขึ้นรูปและความเสียดทานมีอิทธิพลต่อคุณสมบัติของวัสดุน้อยมาก ดังนั้นเพื่อลดความซับซ้อนของปัญหาที่เกี่ยวข้องกับอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง การจำลองขบวนการอัดขึ้นรูปจึงถูกกำหนดให้ดำเนินงานที่อุณหภูมิห้อง 20^{0}C และชิ้นงานกับแม่พิมพ์มีอุณหภูมิคงที่

จากผลลัพธ์ที่ได้โดยอาศัยการประมวลผลด้วยโปรแกรมไฟไนต์เอลิเมนต์ดังกล่าว โดยเฉพาะในงานวิจัยของ Wagener and Wolf [1] ซึ่งทำการศึกษาถึงอิทธิพลของความผันแปรของปัจจัยที่สำคัญ คือ (ก) เปอร์เซ็นต์การลดลงของพื้นที่หน้าตัดชิ้นงาน ε_A (ข) มุมลาดเอียงของแม่พิมพ์ 2α และกำหนดให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน μ ระหว่างชิ้นงานกับแม่พิมพ์ให้มีค่าคงที่ตามตัวอย่างการทดลอง เพื่อทำนายการเกิดความเสียหายในแนวแกนของชิ้นงาน โดยใช้ทฤษฎีความเค้นดึงไฮโดรสแตติกและความเค้นหลักสูงสุด แล้วนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกับการทำนายโดยทฤษฎีของ Avitzur ซึ่งผลที่ได้มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันและสอดคล้องกัน บริเวณที่สามารถอัดขึ้นรูปโลหะโดยไม่เกิดความเสียหายได้เมื่อมุมลาดเอียงของแม่พิมพ์มีค่าน้อยและเปอร์เซ็นต์การลดลงของพื้นที่หน้าตัดมีค่ามาก เมื่อเปอร์เซ็นต์การลดลงของพื้นที่หน้าตัดเพิ่มขึ้นมีผลทำให้ค่าความเค้นกดไฮโดรสแตติกมีค่าเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ซึ่งความเค้นกดไฮโดรสแตติกมีอิทธิพลหยุดการขยายตัวของความเสียหาย ในขณะที่ความเค้นดึงไฮโดรสแตติกมีอิทธิพลต่อการเริ่มขยายตัวของความเสียหาย เมื่อมุมลาดเอียงของแม่พิมพ์มีค่ามากและเปอร์เซ็นต์การลดลงของพื้นที่หน้าตัดชิ้นงานที่มีค่าน้อยจะมีผลทำให้เกิดความเค้นดึงไฮโดรสแตติก ซึ่งทำให้ทราบถึงแนวโน้มการเกิดความเสียหายในแนวแกนของวัสดุ เมื่อทำแบบจำลองที่มุมลาดเอียงต่างๆ ทำให้ทราบถึงขอบเขตที่ปลอดภัยในการขึ้นรูป ซึ่งสามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญในการพิจารณาเลือกใช้ปัจจัยดังกล่าวในขบวนการขึ้นรูปที่เหมาะสม โดยสามารถนำมาใช้ในการตัดสินใจเลือกสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์โดยปราศจากรอยมลทิน นอกจากนี้ยังเป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาการออกแบบขบวนการผลิตและแม่พิมพ์ในการอัดขึ้นรูปต่อไปในอนาคต

Abstract

TE 164890

Finite Element (FE) method has become more influenctial in analyzing and solving metal forming problems from the beginning of punch and die designed up to setting the appropriated surrounding constrains in the deformation processes. Obviously, this applied technique of simulation has saved time, labor, and cost because the trial and error processes can be much reduced. In this research, the study of forward extrusion process of titanium alloy; TiAl6V4, was considered by using a commercial FE program; MSC. Marc 2003. The parameters that were investigated in extrusion process were die angle, 2α, and area reduction ratio, ε_A, while Coulomb friction coefficient, μ, between workpiece and die was assumed to be constant according to the result from compression test. The billet had initial diameter of 24.8 mm. and length of 35 mm. The area reduction ratios in the forming process were varied from 30 to 90 percent and the die angles were varied from 30° to 90°. The punch and die in the simulation were assumed to be rigid, which neglected small effect of elastic deformation in order to simplify the process. The material property was assumed isotropic, behave according to constitutive equation of power law, and deform rigid-plastic, which followed Von Misses yield criterion. In case of heat that had generated and dissipated between the workpiece and die in the extrusion process, they have little affect to the change of material property. In order to simplify the process, the effect of heat transfer was neglected. Thus the process was assumed to be done isothermally at room temperature of 20° C.

From the simulation results, the suitable conditions extrusion processes of TiAl6V4 were obtained. The approximated prediction for the process condition with defect-free products in the central axis was obtained by using hydrostatic tensile stress and maximum principle stress. The predictions result, which was compared to the analytical result of Avitzur, had shown a similar trend and good correspondence. The safe condition for extrusion process was obtained, when the die angle was small and the area reduction ratio was large. Thus by increasing in the area reduction ratio had caused an increased in hydrostatic compression stress, which retarded the occurrence of damage in the central part of the workpiece. In contrary, the increasing in die angle had caused an increase in hydrostatic tensile stress in the central part of the workpiece, which hasten the occurrence of damage. Thus at large die angle and small area reduction ratio, the extruded products were obtained with defects in the central part, which caused by high hydrostatic tensile stress. The forming limit diagram was obtained from this simulation, which provided a useful information and preference for eased of operation in extrusion process with defect free products. Furthermore, these data were considered as additional information in the research and development for the designed of punch and die in the production of forward bar extrusion processes.