ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ การทำนายการเสียหายแบบอ่อนหนืดในการขึ้นรูปลึกแผ่นอลูมิเนียมรูปถ้วยทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส

ชื่อผู้เขียน นายอดิศร ประสิทธิ์ศักดิ์

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ผศ. ดร. อนุชา พรมวังขวา	ประธานกรรมการ
ผศ. ดร. วิวัฒน์ คล่องพานิช	กรรมการ
ผศ. ดร. อภิวันท์ พลชัย	กรรมการ

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทำนายการเสียหายแบบอ่อนหนืดในการขึ้นรูปลึกแผ่นอลูมิเนียมรูปถ้วยทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัสโดยอาศัยการวิเคราะห์ทางไฟไนต์เอลิเมนต์ใน 3 มิติ ร่วมกับเกณฑ์ความเสียหายแบบอ่อนหนืดที่อยู่ในรูปของงานทางพลาสติกสูงสุดที่วัสดุสามารถรับได้เป็นเกณฑ์กำหนดการเกิดความเสียหายโดยพิจารณาวัสดุเป็นแบบแอนไอโซโทรปิก ตัวแปรที่ศึกษาประกอบด้วย ระยะกดขึ้นรูปเป็น 10, 15, 20, 25 และ 30 มิลลิเมตร และแรงกดยึดแผ่นเท่ากับ 0, 2, 4, 6, 8, 10 และ 12 กิโลนิวตัน ตัวอย่างชิ้นงานที่ทำการศึกษาเป็นแผ่นอลูมิเนียมสี่เหลี่ยมจัตุรัสแบนหนา 1.20 มิลลิเมตร มีรูปร่างสุดท้ายเป็นถ้วยทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาดปากกว้าง 70x70 มิลลิเมตร^2 อัตราส่วนการขึ้นรูปเป็น 1.93

ในการดำเนินการวิจัยได้ทดสอบคุณสมบัติทางกลของแผ่นอลูมิเนียมเพื่อนำข้อมูลไปใช้ดำเนินการในส่วนต่างๆ ของการวิจัย จากนั้นทำการจำลองสภาพการขึ้นรูปลึกด้วยการวิเคราะห์ไฟไนต์เอลิเมนต์ซึ่งได้เปลี่ยนแปลงตัวแปรการขึ้นรูปลึกที่ต้องการศึกษา โดยผลลัพธ์ที่ได้จะถูกนำไปหาอินทิกรัลความเสียหายเพื่อวิเคราะห์การเกิดความเสียหายที่มีเงื่อนไขการวิเคราะห์คือ ถ้าเอลิเมนต์ที่กำลังพิจารณามีค่าอินทิกรัลความเสียหายเกินหนึ่งหน่วยจะถือว่าเอลิเมนต์นั้นเกิดความเสียหาย พบว่าการจำลองสภาพที่มีระยะกดขึ้นรูปเป็น 25 และ 30 มิลลิเมตร จะมีอินทิกรัลความเสียหายค่าสูงสุดเกินหนึ่งหน่วยในทุกๆ ค่าของแรงกดยึดแผ่น โดยเอลิเมนต์ที่มีอินทิกรัลความเสียหายค่าสูง

สุดจะอยู่ในบริเวณมุมด้านในหัวกดขึ้นรูปของแบบจำลองแผ่นอลูมิเนียม จากนั้นได้ทำการทดสอบขึ้นรูปลึกอย่างง่ายเพื่อตรวจสอบผลการทำนายการเกิดความเสียหาย พบว่าตัวแปรการขึ้นรูปที่ก่อให้เกิดความเสียหายและตำแหน่งที่เกิดความเสียหายในชิ้นงานทดสอบมีค่าตรงกันกับการทำนายการเกิดความเสียหาย นอกจากนี้ในส่วนของรูปร่างและความหนาของแบบจำลองจากการจำลองสภาพยังได้นำมาเปรียบเทียบกับชิ้นงานทดสอบขึ้นรูปลึกด้วย พบว่ารูปร่างโดยส่วนใหญ่มีลักษณะที่ใกล้เคียงกัน ในส่วนของความหนาพบว่าในการจำลองสภาพและการทดสอบขึ้นรูปได้มีตำแหน่งที่ความหนาน้อยที่สุดตรงกันคือที่มุมด้านในหัวกดขึ้นรูป โดยที่ความหนาของแบบจำลองชิ้นงานจะมีค่ามากกว่าความหนาของชิ้นงานทดสอบประมาณ 6 เปอร์เซนต์

ผลของการวิจัยนี้สรุปได้ว่า การทำนายการเกิดความเสียหายแบบอ่อนหนืดในการขึ้นรูปลึกแผ่นอลูมิเนียมโดยอาศัยการวิเคราะห์ไฟไนต์เอลิเมนต์ใน 3 มิติ ร่วมกับเกณฑ์ความเสียหายแบบอ่อนหนืด สามารถที่จะทำนายความเสียหายได้ใกล้เคียงกับการขึ้นรูปลึกจริง สำหรับกระบวนการศึกษาเพิ่มเติมในอนาคตควรประกอบด้วย การขึ้นรูปลึกของชิ้นงานที่มีรูปร่างไม่สมมาตร ตัวแปรของการขึ้นรูปลึกอื่นๆ และการขึ้นรูปลึกด้วยโลหะชนิดอื่นๆ

Thesis Title Ductile Fracture Prediction in Deep Drawing of a Square Cup of Aluminium Sheets

Author Mr. Adisorn Prasitsak

M. Eng. Mechanical Engineering

Examining Committee

Asst. Prof. Dr. Anucha Promwungkwa	Chairman
Asst. Prof. Dr. Wiwat Klongpanich	Member
Asst. Prof. Dr. Apiwan Polchai	Member

ABSTRACT

The objective of this research was to predict a ductile fracture in deep drawing of a square aluminium cup. Three dimensional finite element analysis was used to simulate the drawing process. Plastic work of any element was monitored and used as ductile fracture criteria. Aluminium sheet was anisotropic material. The study variables were punch depths and blank holder forces. Punch depths were 10, 15, 20, 25 and 30 mm. Blank holder forces were 0, 2, 4, 6, 8, 10 and 12 kN. The sample aluminium flat sheet thickness was 1.20 mm. Final shape like a square cup was 70x70 mm^2 and deep drawing ratio was 1.93.

Steps of the study were material property testing, numerical simulation, experiment and comparison of the results. Mechanical properties of aluminium sheet were obtained using tensile test. Deep drawing simulation was performed by using finite element analysis. The fracture integral was calculated using finite element results. The failure occured if fracture integral at an element higher than unity. The simulation results shown that at punch depths of 25 and 30 mm with any blank holder force, fracture integral values at several elements were higher than a unity. That means such elements were failed to drawn to the required final shape. The failure position was at inner-corner punch head of a aluminium sheet model.

A deep drawing experiment was setting up. The drawing conditions were the same as the simulation. The variables which caused damage and fracture position in the experiment were compared with the simulation. Final shapes of drawn cups from experiments were the same as the ones from simulation results in all conditions. Thickness of the sheet at inner-corner punch head from simulation result was higher than the experimental result approximately 6%. Further studies should focus on the different cup shapes, study variables and materials.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University