การปรับปรุงแม่พิมพ์ขึ้นรูปจากประเด็นการศึกษาการบวมของพั้น

COLD FORGING DIE IMPROVE FOR THE STUDY OF PUNCH EXPANSION

เมธี แก้ววรรณศรี/ ดิลก ศรีประไพ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเพื่อศึกษาพฤติกรรมการล้าของแม่พิมพ์ตีขึ้นรูปเย็นโดยจะศึกษาอิทธิพลของวัสดุที่ใช้ทำพันช์ เนื่องจากวัสดุเดิมที่เป็น SKD11ความแข็งที่ 59-60HRC เมื่อทำการขึ้นรูปเกิดการบวมของพั้นช์ ดังนั้นจึงมีแนวคิดที่จะเพิ่มอายุการใช้งานแม่พิมพ์ตีขึ้นรูปเย็น จึงทำการศึกษาวัสดุที่ใช้ทำพันช์ และคุณสมบัติของวัสดุซึ่งได้มีความแข็งในช่วง 57-64 HRC การเปรียบเทียบอุณหภูมิการอบชุบ เลือกความแข็งที่เหมาะสมในการทำแม่พิมพ์เพื่อยืดอายุแม่พิมพ์ และทำการเปรียบเทียบวัสดุที่มาทำแม่พิมพ์ 2 ชนิดคือ SKD 11กับ DC53ที่ช่วงที่อุณหภูมิเท่ากัน เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกล

ผลของการทดสอบการขึ้นรูปวัสดุที่เป็น DC53 ที่ความแข็ง 60-64 HRC จะสามารถขึ้นได้ร้อยละ100และเมื่อเปรียบเทียบกับ SKD11 ที่ความแข็งเดียวกันสามารถขึ้นรูปได้น้อยกว่าอยู่ที่ช่วงร้อยละ70-80ถ้าจะให้ได้ร้อยละ100 ต้องปรับ Die High ลงมาแต่พอ ทำขึ้นรูป SKD11 ที่ความแข็ง60-61HRC พั้นช์ เกิดการบวมแต่ที่ความแข็งที่ 62-64 HRC สามารถขึ้นรูปได้ ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบกับการไฟไนเอลิเมนต์ชิ้นงานความเค้น 787 MPaจากทดสอบสอบแรงกระแทกวัสดุ SKD 11รับแรงกระแทกได้น้อยกว่า DC 53 เพราะฉะนั้นที่ความแข็งเท่ากันของวัสดุ SKD 11 จะสามารถรับแรงกระแทกในการขึ้นรูปได้น้อยกว่า

คำสำคัญ : แม่พิมพ์ด้านบน, การขึ้นรูปเย็น, ความแข็ง

ABSTRACT

The objective of this research is to study about disintegrate of Cold Forging by Flow Curve which object will be punched from SKD11 and DC53 in which forming is expansion of punch. This research want to lengthy of Cold Forging by use the object 57- 64 HRC. To study refrain form the impact the object that hardness 57-64 HRC.

The defers DC53 have hardness at 60 - 64 HRC. able to forming 100 %. The defer SKD11 at The same hardness is able to forming 70 - 80 % and punch has expansions' when comparison by computer have the quotient street 787 MPa. SKD11 can less refrain form the impact than DC53 at same temperature.

Keywords: Punch Cold Forging Hardness

บทนำ

ในปัจจุบันการผลิตชิ้นส่วนทางอุตสาหกรรมมีความหลากหลายทางกรรมวิธีที่ใช้ในการขึ้นรูปวัสดุให้ได้ขนาดและรูปร่างลักษณะตามความต้องการของตลาด แต่เนื่องด้วยปัจจัยต่างๆ ทางการตลาดผู้ผลิตแต่ละโรงงานจึงได้มีการพัฒนาวิธีการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตเพื่อให้ใช้เวลาในการผลิตน้อยที่สุด ต้นทุนในการผลิตให้ต่ำที่สุดในขณะที่ยังมีคุณภาพที่ดีไว้ได้เหมือนเดิมที่ดี ตัวอย่างเช่นกระบวนการทุบขึ้นรูปเย็นเป็นกระบวนการที่สามารถผลิตชิ้นงานที่มีความเที่ยงตรงสูง มีคุณภาพผิวที่ดี บางครั้งสามารถใช้งานโดยไม่ต้องผ่านกระบวนการอื่นต่อ ในปัจจุบันมีการใช้กระบวนการทุบขึ้นรูปเย็นในการผลิตผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น ชิ้นส่วนยานยนต์ ชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า เพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ แต่เนื่องจากกระบวนการทุบขึ้นรูปเย็นเป็นการขึ้นรูปที่อุณหภูมิห้อง วัสดุที่นำมาขึ้นรูปจึงต้องเป็นวัสดุที่มีความสามารถในการไหลตัวที่ดีและไม่มีข้อบกพร่องที่ผิวของวัสดุเริ่มต้น เพื่อให้วัสดุสามารถไหลไปเติมในแม่พิมพ์ได้เต็มโดยไม่เกิดการแตก ลำดับขั้นตอนการเปลี่ยนรูปของวัสดุภายในแม่พิมพ์มีความสำคัญ การออกแบบแม่พิมพ์ที่เหมาะสมจะช่วยลดปัญหาข้อบกพร่องได้ แต่เนื่องจากแม่พิมพ์เกิดมักการเสียหายในลักษณะการล้าตัวดังนั้นจึงมีแนวที่จะเพิ่มอายุการทำงานของแม่พิมพ์โดยการศึกษาตัวแปรที่ผลต่อการขึ้นรูปเย็นไม่ว่าจะเป็นค่าความเค้นที่เกิดจากการขึ้นรูปหรือลดปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการล้าตัวของแม่พิมพ์ทุบขึ้นรูปเย็น

วัตถุประสงค์การวิจัย

1 .ศึกษาคุณสมบัติวัสดุชิ้นงาน

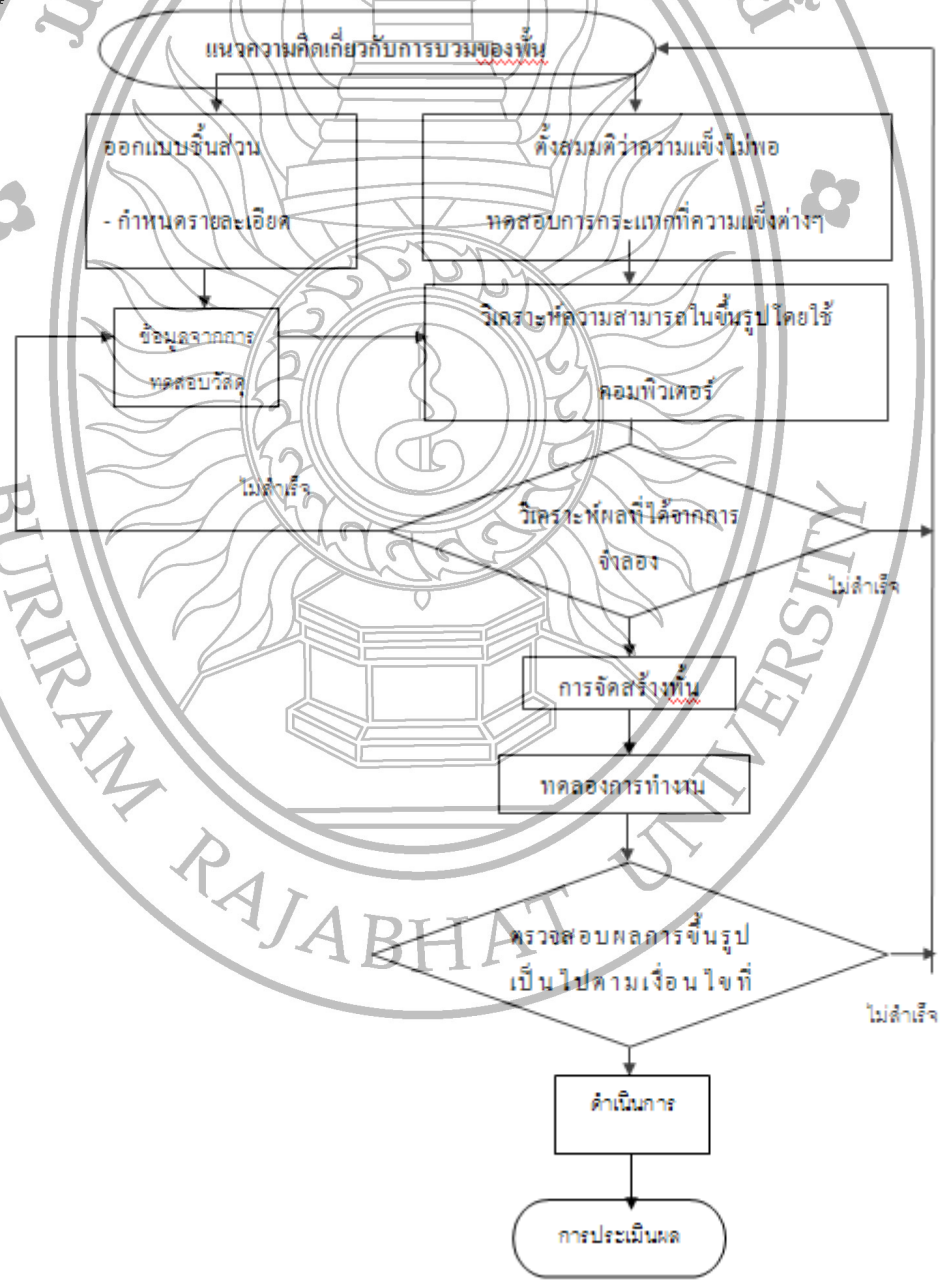
2.ศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการล้าตัวของวัสดุทำแม่พิมพ์ตีเย็น

3. ศึกษาการยืดอายุการใช้งานของแม่พิมพ์ ในงานทุบขึ้นรูปเย็น

วิธีการดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเพื่อยืดศึกษาการอายุการใช้งานของแม่พิมพ์ตีขึ้นรูปโดยอาศัยปัจจัยคือเลือกวัสดุที่มาทำแม่พิมพ์ตีขึ้นรูปเย็น และ เลือกความแข็งตัวแม่พิมพ์ที่เหมาะสมคือการศึกษาสองตัวแปรเพื่อให้แม่พิมพ์มีอายุการใช้งานที่มากขึ้นโดยอาศัยการเปรียบเทียบวัสดุเครื่องมือ 2 ชนิด เพื่อเพิ่มสมบัติทางกลที่มากขึ้นโดยอาศัยใช้โปรแกรมทางไฟไนเอลิเมนต์ช่วยในการวิเคราะห์

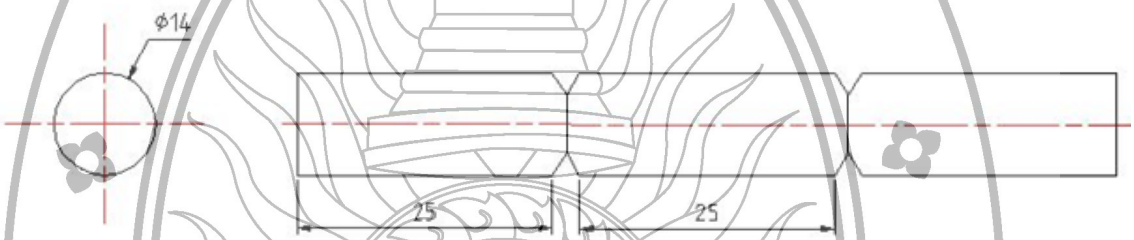
วิธีดำเนินการวิจัย แสดงในรูป Flow Chart และอธิบายวิธีดำเนินการวิจัยในแต่ละขั้นตอน



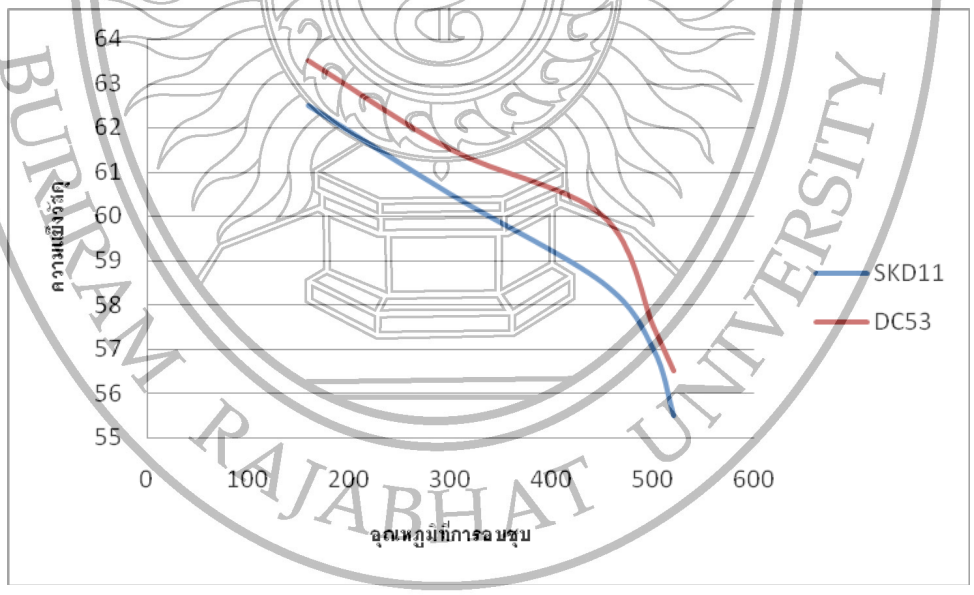
2.1 เตรียมชิ้นงานทดสอบการกระแทก (Impact Test)

นำเหล็ก SKD11 และDC53 ไปทำชิ้นทดสอบนำชุบแข็งที่อุณหภูมิ 1200 องศา ชุบในเตากับไนโตรเจน 30นาที นำไปแบ่งอบ 3 ครั้งเนื่องจากด้วยการเตรียมชิ้นงานให้ใช้อุณหภูมิที่มีผลต่อความแข็งที่เปลี่ยนทำให้ความแข็งมีค่าไม่เท่ากัน เพื่อให้ค่าอุณหภูมิมีความคงที่และความแข็งให้ได้ตามต้องการจึงใช้เตาทางบริษัทอบชุบ

ผลการอบชุบเตรียมชิ้นงาน



ภาพ 2 ชิ้นงานทดสอบการกระแทก



ภาพ 3 ผลการอบชุบ

ตาราง 1 คุณสมบัติวัสดุเหล็กเครื่องมือ

Specific gravity (g / cm')	7.87
Young's modulus(E)	21.700k1g f/ mm²')
Modulus of rigidity (G)	8.4 8 0 (k g f / m m ²)
Poisson' station (v)	0.28

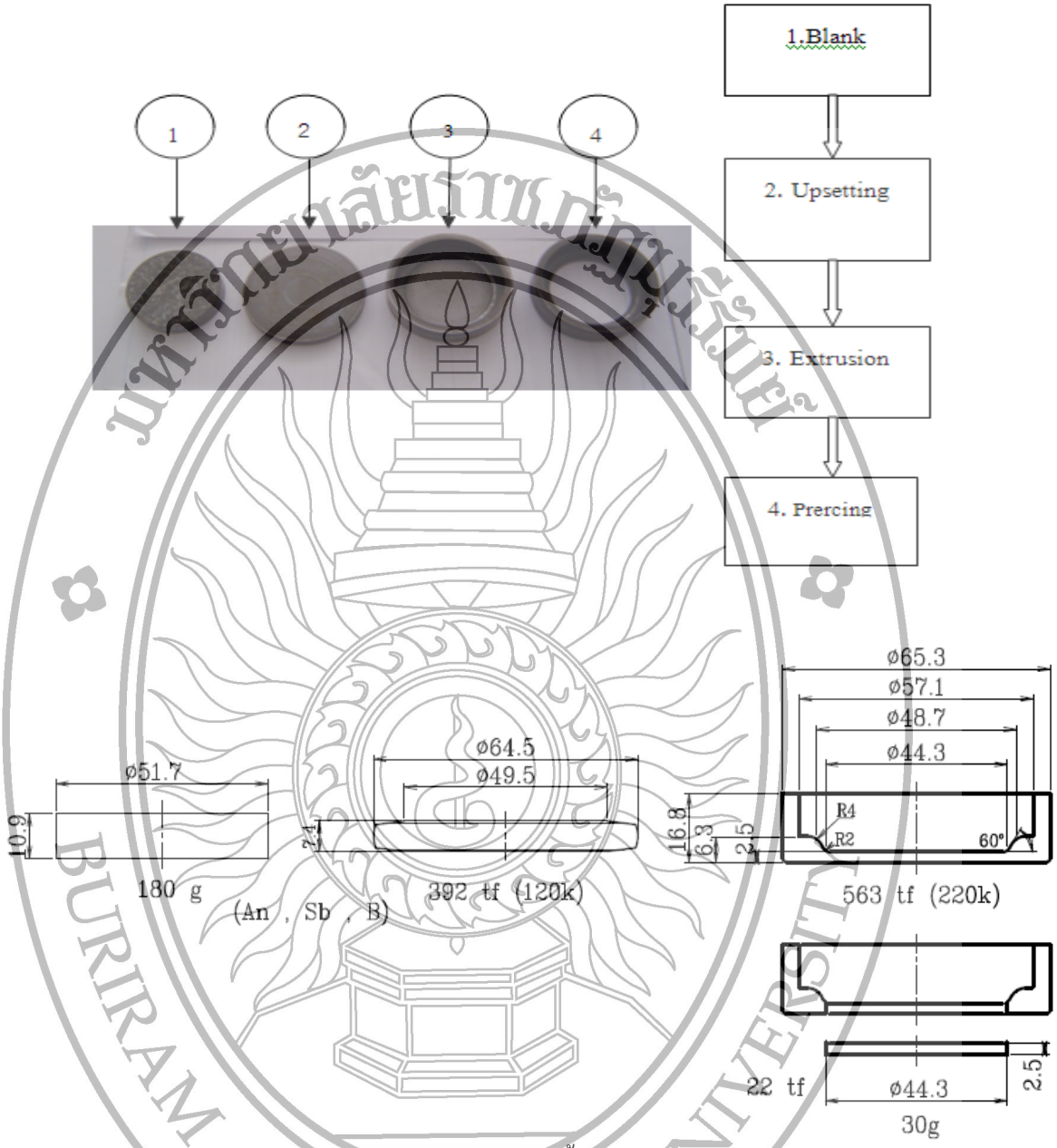
ภาพ 4 ลักษณะของพั้นช์ (Punch) ที่มาทำการวัดความแข็ง

ภาพ 5 เครื่องวัดความแข็งวัสดุ

ตาราง 2 ทดสอบความแข็งวัสดุจากพั้นซ์ที่โรงงาน

จำนวนครั้ง	ค่าความแข็ง	น้ำหนักที่ใช้ในการกด	เวลาที่ใช้ในการกด
ครั้งที่ 1	HRC 60.04	150 kgf	5 วินาที
ครั้งที่ 2	HRC 60.84	150 kgf	5 วินาที
ครั้งที่ 2	HRC 60.67	150 kgf	5 วินาที
ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ HRC 60.516			

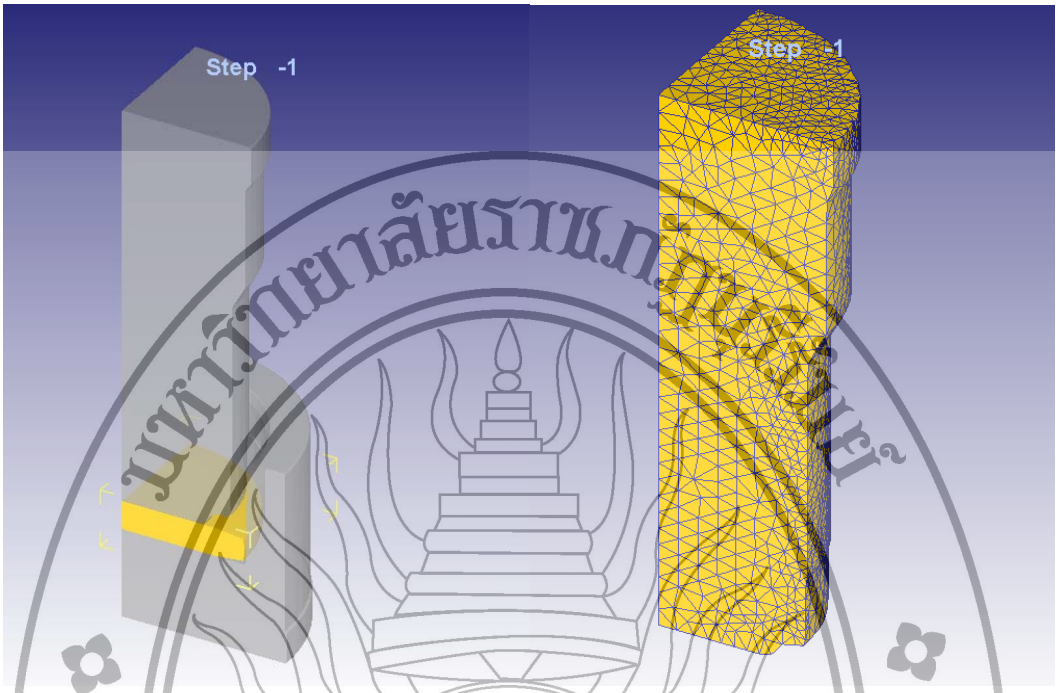
มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
BURIRAM RAJABHAT UNIVERSITY



ภาพ 6 กระบวนการขึ้นรูปเย็น

2.2 การดำเนินการทางโปรแกรมไฟไนเอลิเมนต์

2.2.1 สร้างแบบจำลอง

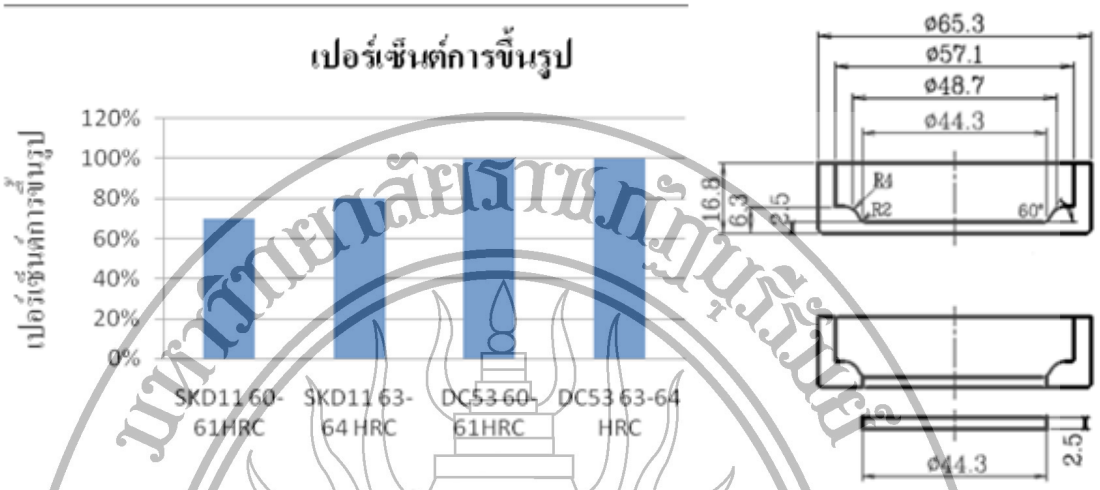


ภาพ 7 แบบจำลองทางโปรแกรมคอมพิวเตอร์และกำหนดเอลิเมนต์(Mesh)

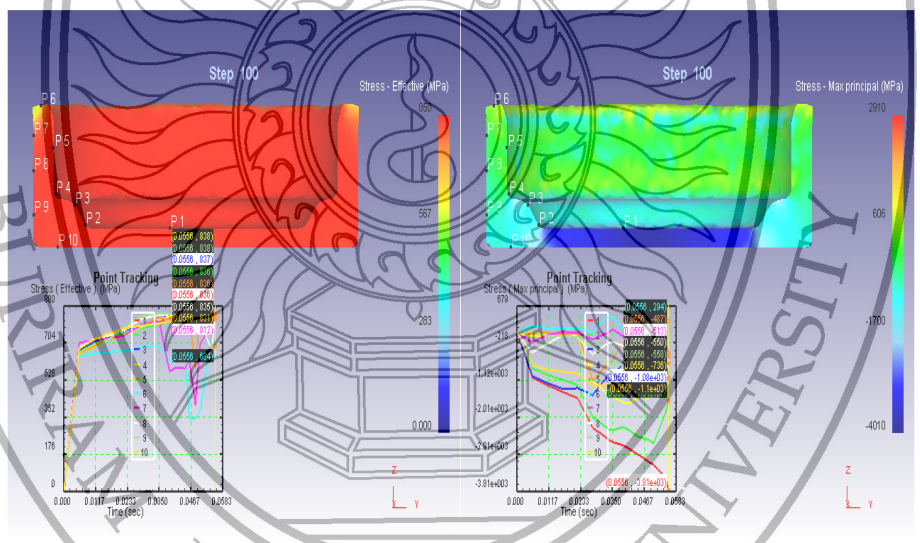
การสร้างแบบจำลองจากโปรแกรมเขียนแบบ Unigraphics NX 4 แล้วแปลงเป็นนามสกุล Stl เพื่อนำเข้าไปในโปรแกรม Deform 3D ทำการวิเคราะห์ Forming เพื่อกำหนดความละเอียดในการวิเคราะห์โดยการเลือกจำนวนเอลิเมนต์ ในการวิเคราะห์ที่เหมาะสมการคำนวณจะมีความเที่ยงตรงค่อนข้างมากเมื่อเอลิเมนต์ มีจำนวนมาก การเชื่อมต่อระหว่างโนดจะมีความละเอียดในตัวโปรแกรมจะมีการคำนวณความเที่ยงตรงโดยการใช้เอลิเมนต์เป็น 20000 เอลิเมนต์การวิเคราะห์มีความเที่ยงเนื่องจากมีความละเอียดอย่างเป็นรูปทางเราการถ่ายทอดโนดต่อโนดค่อนข้างดีมาก

ผลการศึกษา

ในกระบวนการทดลองของงานวิจัยฉบับนี้ ต้องการศึกษาอิทธิพลของวัสดุที่ใช้ทำพันช์และความแข็งของวัสดุต่ออายุการ ใช้งานของแม่พิมพ์ ศึกษาการยืดอายุใช้งานของแม่พิมพ์ในงานตีขึ้นรูปเย็น การเลือกวัสดุที่เหมาะสม เนื่องจากวัสดุตัวเดิมเป็น SKD11ที่ความแข็งที่ 60 HRCจากการทดสอบวัสดุเครื่องมือ DC 53 จะมีอายุการใช้งานที่มากกว่า โดยอาศัยปรับความแข็งที่มากขึ้นจากการทดสอบ พั้นช์ จำนวน 4 ตัวโดยแสดงแต่ละความแข็งของวัสดุแต่ละประเภท

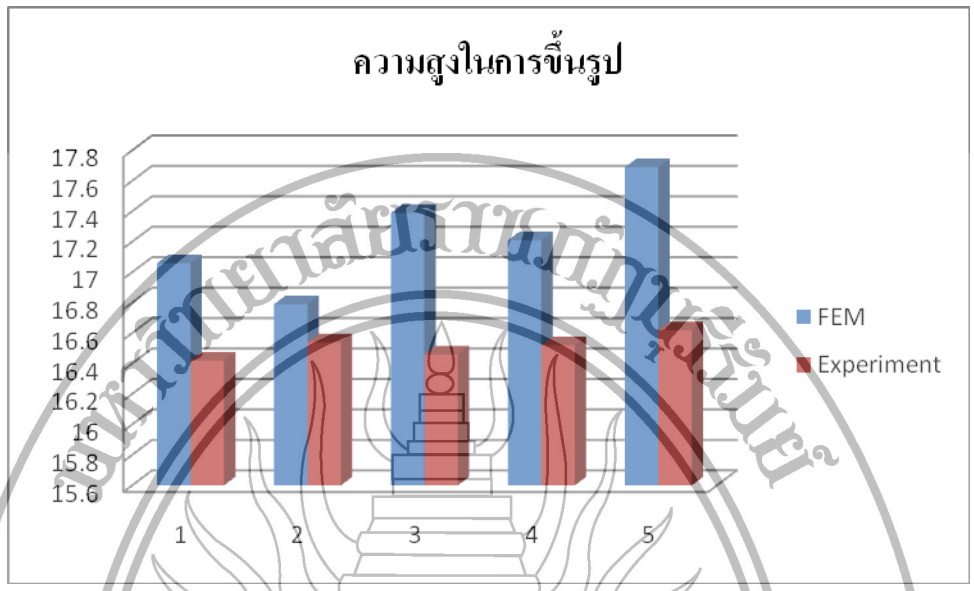


ภาพ 8 การทดสอบการขึ้นรูป



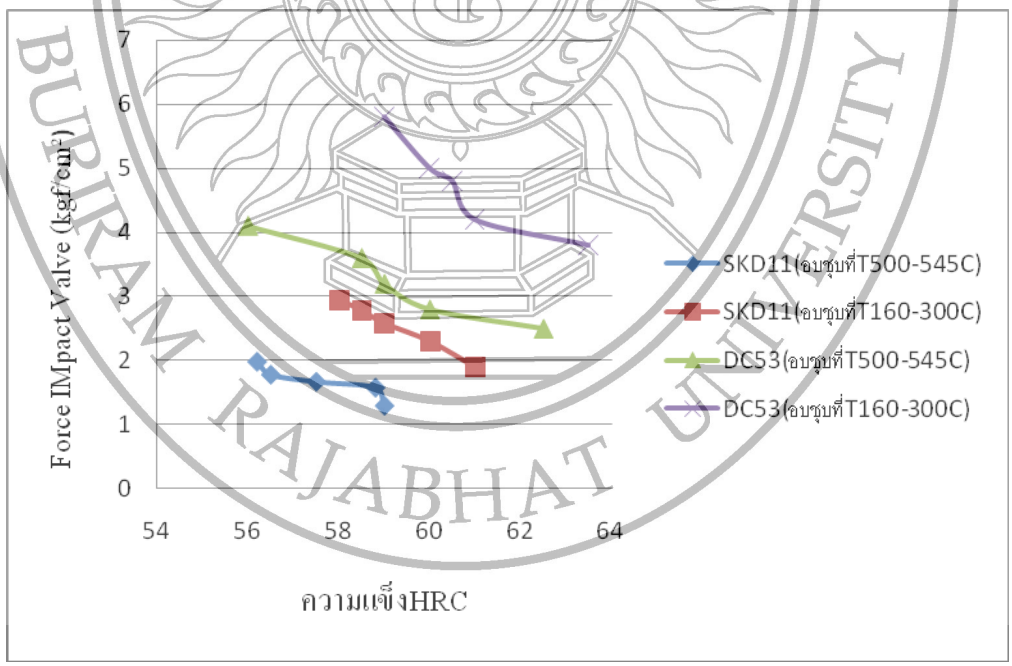
ภาพ 9 ผลการจำลองจากคอมพิวเตอร์

ซึ่งมีความสอดคล้องกับการทดสอบแรงกระแทกที่ได้ เนื่องจากวัสดุเครื่องมือ DC 53 ที่มีความทนทานกว่าวัสดุเครื่องมือ SKD 11 ซึ่งจะเห็นได้ว่าที่อุณหภูมิเดียวกันวัสดุ DC 53 การอบจะให้คุณสมบัติทางกลที่ดีมากกว่าวัสดุเครื่องมือ SKD11จะได้ความแข็งที่มากกว่า



ภาพ 10 ความสูงจริงเปรียบเทียบกับคอมพิวเตอร์

จากการเปรียบเทียบผลจาก FEM การขึ้นรูปชิ้นสามารถ ทำการขึ้นรูปได้ความสูงอยู่ในเกณฑ์ที่มาตรฐานที่ต้องการและจากลักษณะงานมีความสมบูรณ์ไม่การเกิดแตกหักหรือการฉีกขาด ชิ้นงานสามารถขึ้นรูปได้เติมแบบสุ่มจากชิ้นที่ 1 ค่าผิดพลาดร้อยละ 3.75 ส่วนชิ้นที่ 5 ค่าผิดพลาดร้อยละ 6.04 เปอร์เซ็นต์



ภาพ 11 ผลการรับแรงกระแทก

ภาพ 12 ความเค้นที่เกิดกับพั้น

ความเค้นประสิทธิผลที่เกิดในแม่พิมพ์อยู่ที่ 2380 MPa ส่วนความเค้นสูงอยู่ที่ 1890 MPa ส่วนความเค้นดึงอยู่ที่ 1890 MPaและความเค้นอัดอยู่ที่ 2230 MPa จากการวิเคราะห์ทางโปรแกรมไฟไนเอลิเมนต์แม่พิมพ์จะไม่เกิดการแตกหักแต่ส่วนที่จะเกิดการสึกหรอจะอยู่บริเวณที่เกิดค่าความเค้นมาก

อภิปรายผลการศึกษา

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเพื่อศึกษาพฤติกรรมการสึกหรอของแม่พิมพ์ตีขึ้นรูปเย็นโดยจะศึกษาอิทธิพลของวัสดุที่ใช้ทำพันช์ เนื่องจากวัสดุเดิมที่เป็น SKD 11 ที่ความแข็งที่ 59-60 HRC ที่ทำการขึ้นรูปเกิดการบวมของพั้น ดังนั้นจึงมีแนวคิดการเพิ่มอายุการใช้งานแม่พิมพ์ตีขึ้นรูปเย็น จึงทำศึกษาวัสดุที่ใช้ทำพันช์ และคุณสมบัติของวัสดุที่ได้มีความแข็งในช่วง 57-64 HRC การเปรียบเทียบอุณหภูมิการอบชุบเลือกความแข็งที่เหมาะสมในมาทำแม่พิมพ์เพื่อยืดอายุแม่พิมพ์และทำการเปรียบเทียบวัสดุที่มาทำแม่พิมพ์2ชนิดคือ SKD 11กับ DC 53ที่ช่วงที่อุณหภูมิเท่ากันเพื่อคุณสมบัติทางกล

สรุปผลงานวิจัย

ผลของการทดสอบการขึ้นรูปวัสดุที่เป็น DC53 ที่ความแข็ง 60-64HRC จะสามารถขึ้นได้ร้อยละ100และเมื่อเปรียบเทียบกับ SKD11 ที่ความแข็งเดียวกันสามารถขึ้นรูปได้น้อยกว่าอยู่ที่

ช่วงร้อยละ70-80 ถ้าจะให้ได้ร้อยละ100 ต้องปรับ Die High ลงมาแต่พอ ทำขึ้นรูป SKD11 ที่ความแข็ง60-61HRC พั้นซ์ เกิดการบวมแต่ที่ความแข็งที่ 62-64 HRC สามารถขึ้นรูปได้ ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบกับการไฟไนเอลิเมนต์ชิ้นงานความเค้น 787 MPaจากทดสอบสอบแรงกระแทกวัสดุ SKD 11รับแรงกระแทกได้น้อยกว่า DC 53 เพราะฉะนั้นที่ความแข็งเท่ากันของวัสดุ SKD 11 จะสามารถรับแรงกระแทกในการขึ้นรูปได้น้อยกว่า

เอกสารอ้างอิง

M. W. Fu & M. S. Yong & T. Muramatsu,2008"**Die fatigue life design and assessment via CAE simulation"** Int J Adv Manuf Technol (2008) 35:843–851

M.W. Fu, J. Lu and W.L. Chan., 2009 "**Die fatigue life improvement through the rational design of metal-forming system** ", journal of materials processing technology, 20 9,pp. 1074–1084.

Aravas, N., 1986, "**The Analysis of Void Growth That Leads to Central Bursts During Extrusion**", Journal of Mechanics Physic and Solids, Vol. 34, pp.55-79.

Reddy, N.V., Dixit, P.M. and Lal, G.K., 1996 "Ductile Fracture Criteria and Its Prediction in Axisymmetric Drawing", **International Journal of Machine Tools & Manufacture**,pp.95-111

Kobayashi, S., Oh, S. and Altan, T., 1989**, Meta Forming and the Finite and the Finite – Element Method,** Oxford University Press, New York, pp. 58 – 190.

Taylan Altan, Gracious Ngaile and Gangshu Shen, 2005, **Cold and Hot Forging Fundamentals and Applications,** pp. 167 – 171.

M. Meidert*, M. HaÈnsel Net shape cold forging to close tolerances under QS 9000 aspects Krupp Presta AG, Eschen, 9492 FL, Principality of Liechtenstein

C.S. Ima, S.R. Suhd, M.C. Leeb,c, J.H. Kimd, M.S. Jounb,c,* Computer aided process design in cold former forging using a forging simulator and a commercial CAD softwareReceived 24 April 1998.