

การศึกษากฎพื้นฐานและหลักการออกแบบ GATE และ RUNNER ของชิ้นงาน LOCKING KNOB ในอุตสาหกรรมโคมไฟโดยใช้
เทคนิคการจำลองวิธีการหล่อลูมิเนียม
(The study of basic rules and principles for designing gate and runner of locking knob in lighting industries using casting
process simulation technique)

เชิดศักดิ์ อรัญมาลา, ดร. ชานยูท โกลิตะวงษ์
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
บางซื่อ กรุงเทพมหานคร 10800

Tel: 0-25870026 Ext. 411, 0-66116186 Fax: 0-25869541

E-mail: aran_a@hotmail.com, ckw@kmitnb.ac.th

Cherdsak Aranmala, Dr. Chanyut Kollitawong

Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology

North Bangkok, Bangsue, Bangkok, 10800, Thailand

Tel: 0-25870026 Ext. 411, 0-66116186 Fax: 0-25869541

E-mail: aran_a@hotmail.com, ckw@kmitnb.ac.th

บทคัดย่อ

ชิ้นงาน Locking Knob ที่ผลิตในอุตสาหกรรมโคมไฟ ได้เกิด
ปัญหาขึ้นหลังการผลิต ปัญหาเหล่านั้นได้แก่ มีรูพรุนหรือโพรง
อากาศมาก มีจุดที่ชิ้นงานหดตัวหรือยุบตัว ผิวของชิ้นงานไม่สวยงาม
เนื่องจากมีรอย Flow line ซึ่งทางบริษัทได้ทำการแก้ไขโดยการ
ทดลองฉีดซ้ำกันหลาย ๆ ครั้ง โดยการเปลี่ยนพารามิเตอร์ที่เครื่อง
ฉีดทุกครั้ง หรือใช้การคาดเดาจากประสบการณ์แล้วทำการแก้ไขที่
หน้างาน ซึ่งจากวิธีการดังกล่าวทำให้สิ้นเปลืองทั้งเวลาและค่าใช้จ่าย
อย่างมาก จึงได้มีแนวความคิดในการใช้เทคนิคการจำลองงานฉีด
อลูมิเนียมช่วยในการแก้ไขร่วมด้วย โดยอาศัยทฤษฎีเบื้องต้นและ
หลักการออกแบบ Gate และ Runner เพราะ Gate และ Runner
เป็นส่วนที่ควบคุมการไหลของน้ำอลูมิเนียมก่อนเข้าสู่ Cavity
ประกอบการวิเคราะห์และแก้ไข จนได้ผลเป็นที่น่าพอใจ จึงจะทำการ
ปรับปรุงหรือแก้ไขแม่พิมพ์ จากวิธีการนี้ทำให้ได้แม่พิมพ์ที่มีคุณภาพ
อยู่ในเกณฑ์เป็นที่น่าพอใจและสามารถลดทั้งเวลาและต้นทุนของการ
ผลิตของบริษัทด้วย

Abstract

Locking Knob are Products of lighting industries then have
many problem in production such as Porosity, Shrinkage and
Flow line. The method for repaired by change the parameter of
High Pressure Die Casting Machine (HPDC Machine) in
production for test, this method have loss for time and cost
very much. So another method is Simulation Technique can
use to repair the problem. This method can run in the
computer and can modify drawing of product by use the theory

of Gate and Runner design when repairing, and this method
get for good results after repair by the Simulation Technique,
can increase the quality of product and can reduce the time
and cost for factory.

1. บทนำ

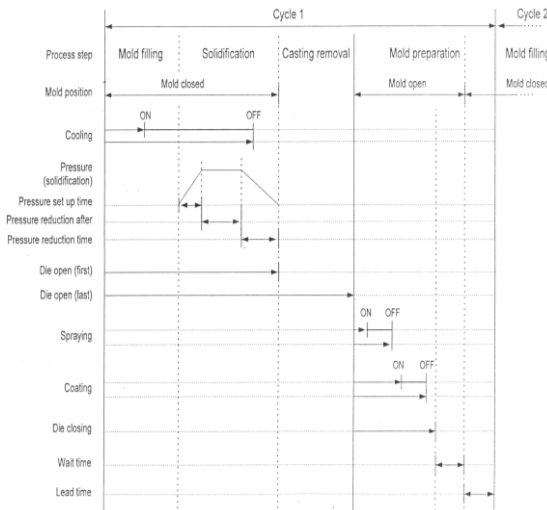
การนำเอาโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้กับงานทาง
วิศวกรรม เพื่อทำการวิเคราะห์ผลดีหรือผลเสียก่อนทำการผลิต หรือ
ที่รู้จักกันโดยทั่วไปในชื่อของ “คอมพิวเตอร์ช่วยวิเคราะห์ทาง
วิศวกรรม (Computer Aided Engineering)” ซึ่งจะช่วยให้วิศวกร
สามารถที่จะเห็นผลจากการจำลองและทำการการวิเคราะห์ล่วงหน้า
ของการออกแบบ หรือเห็นผลการจำลอง (Simulation) ต่าง ๆ ของ
การผลิตล่วงหน้า ทำให้ได้รู้ถึงจุดบกพร่องที่ควรแก้ไขทั้งในด้านการ
ออกแบบ และพารามิเตอร์ที่ได้กำหนดหรือป้อนใส่เข้าไปในโปรแกรม
ก่อนทำการวิเคราะห์ในโปรแกรม การจำลองหรือวิเคราะห์ทาง
วิศวกรรมนี้สามารถที่เปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ที่มีอิทธิพลต่อการ
ออกแบบในขั้นตอนต่าง ๆ ได้โดยง่าย และไม่เกิดการเสียหายกับ
งานแต่ประการใด และค่าพารามิเตอร์นั้นก็คือค่าในสภาวะการ
ทำงานจริงที่ผู้ปฏิบัติงานได้ปฏิบัติอยู่ทุกวันนี้ กล่าวได้ว่าการใช้
โปรแกรมช่วยวิเคราะห์ทางวิศวกรรมเป็นการช่วยลดต้นทุน เพิ่ม
คุณภาพของชิ้นงาน เป็นการวิเคราะห์หาสาเหตุข้อบกพร่องของการ
ออกแบบ งาน Locking Knob ที่เกิดปัญหาเกี่ยวโพรงอากาศ
(Porosity) การหดตัว (Shrinkage) และปัญหาเกี่ยวกับผิวอัน
เนื่องมาจาก Flow Line เมื่อทำการวิเคราะห์เบื้องต้นแล้วสิ่งที่ต้อง
แก้ไขคือ ต้องทำการแก้ไขที่ส่วนควบคุมการไหลของน้ำอลูมิเนียม
ของแม่พิมพ์ นั่นก็คือ Gate และ Runner นั้นเอง

2. โปรแกรมช่วยในการจำลองงานหล่อ/ฉีดอลูมิเนียม (Gravity Die Casting and High Pressure Die Casting Simulation Program)

MAGMASOFT คือ โปรแกรมสำหรับใช้จำลองกรรมวิธีการหล่อหรือฉีดอลูมิเนียม ซึ่งมี cycle ของการทำงานเป็น 1 cycle ต่อการผลิตชิ้นงาน 1 ชิ้น โดย cycle นั้นเริ่มตั้งแต่การตักน้ำอลูมิเนียมเหลวมาใส่ในกระบอกลูกสูบ (Shot chamber) และกระบอกลูกสูบเริ่มอัดน้ำอลูมิเนียมเหลวเข้าสู่ Cavity จนเต็ม หลังจากนั้นจะเข้าสู่การแข็งตัว (Solidification) เมื่อแข็งตัวได้ตามเวลาที่กำหนด แม่พิมพ์จะเปิดเพื่อเอาชิ้นงานหล่อออก นับเป็น 1 cycle ดังแสดงไว้ในรูปที่ 1

การวิเคราะห์ผลของการจำลองหลัก ๆ นั้นมีดังนี้

- การไหลของน้ำอลูมิเนียมหลอมเหลวในแม่พิมพ์ (Filling)
- ความเร็วในการไหลของน้ำอลูมิเนียมหลอมเหลวในแม่พิมพ์ (melt velocity)
- แรงดันของน้ำอลูมิเนียมหลอมเหลวในแม่พิมพ์ (melt pressure)
- การแข็งตัวของน้ำอลูมิเนียมหลอมเหลวในแม่พิมพ์ (Solidification)
- ทิศทางการไหลของน้ำอลูมิเนียมหลอมเหลวในแม่พิมพ์ (Flow direction)
- รูพรุนที่อาจเกิดขึ้นในเนื้อชิ้นงานอลูมิเนียมหล่อ (Porosity)



รูปที่ 1 Time sequence of the MAGMAhpc simulation

ในการ Simulation นั้นผลที่ได้จะมีความเที่ยงตรงหรือถูกต้องมากน้อยแค่ไหนนั้นขึ้นอยู่กับค่าพารามิเตอร์ (Parameter) ต่าง ๆ ที่ป้อนเข้าไปในโปรแกรม ซึ่งโปรแกรมของ MAGMASOFT ที่ใช้ในการศึกษานี้จะใช้หลักการการคำนวณแบบ Finite differential และใช้สูตรในการคำนวณในโปรแกรมแยกได้ดังนี้

- Continuity equation

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_j} (\rho U_j) = 0 \quad (1)$$

- Navier-Stokes equation

$$\frac{\partial}{\partial t} (\rho U_i) + \frac{\partial}{\partial x_j} (\rho U_j U_i) = -\frac{\partial p}{\partial x_i} + \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\mu \frac{\partial U_i}{\partial x_j} \right) + (\rho g_i + X_i + S_\mu) \quad (2)$$

- Energy equation

$$(\rho c_p) \frac{\partial T}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_j} (U_j \rho c_p T) = \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\lambda \frac{\partial T}{\partial x_j} \right) + \mu \Phi_T + L \frac{\partial f_s}{\partial t} + S_T \quad (3)$$

- open surface (VOF method)

$$\frac{\partial f}{\partial t} + U_j \frac{\partial f}{\partial x_j} = 0 \quad (4)$$

- Newton's Law of cooling

$$\frac{q}{A} = h (T_2 - T_1) \quad (5)$$

- Radiation Heat Transfer Coefficient

$$\frac{q}{A} = \epsilon \sigma (T_{surface}^4 - T_{surroundings}^4) = h_{radiation} (T_{surface} - T_{surroundings}) \quad (6)$$

$$x^2 - y^2 = (x+y)(x-y)(x^2 + y^2)$$

$$h_{radiation} \equiv \epsilon \sigma (T_{surface} + T_{surroundings}) (T_{surface}^2 + T_{surroundings}^2) \quad (7)$$

- Resistances in Series

$$R_{total} = \sum_{j=1}^m R_j \quad (8)$$

$$R_{total} = R_{casting} + R_{boundary} + R_{mold} \quad (9)$$

$$R_{total} = \frac{d}{\lambda_{casting} A} + \frac{1}{hA} + \frac{d}{\lambda_{mold} A} \quad (10)$$

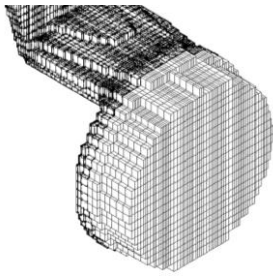
3. การใช้เทคนิคการจำลองเพื่อแก้ไขชิ้นงาน LOCKING KNOB และ GEAR BOX

เริ่มต้นกระบวนการโดยการสร้างแบบจำลองชิ้นงาน 3 มิติ (CAD) หลังจากนั้นทำการส่งไฟล์ของแบบที่เขียนโดย CAD เข้าสู่กระบวนการจำลองซึ่งเป็นโปรแกรม CAE แล้วทำการป้อนค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ตามกระบวนการโดยเริ่มจากการเขียนตำแหน่งของรูน้ำที่เข้าแม่พิมพ์เพื่ออุ่นและหล่อเย็นแม่พิมพ์ (ประมาณ 180 และ 30 องศา) ตำแหน่งระบายอากาศ เสร็จแล้วจะเข้าสู่การแบ่งเมสท (Enmeshment) จะมีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ การคำนวณค่าต่าง ๆ จะอยู่ในขอบเขตของลูกบาศก์ต่อเนื่องกันไป ดังนั้นการแบ่งเมสทนี้จะต้องไม่หยวบจนเกินไปทำให้ค่าจากการคำนวณคาดเคลื่อนกว่าความเป็นจริงมาก แต่ก็ไม่ควรละเอียดจนเกินไป เพราะถึงจะได้ผลจากการคำนวณตรงกับความเป็นจริงมาก แต่ก็เสียเวลาสำหรับการคำนวณมากเช่นเดียวกัน

เมื่อแบ่งเมสทเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการป้อนพารามิเตอร์เข้าสู่โปรแกรม ซึ่งพารามิเตอร์นี้จะต้องเป็นค่าพารามิเตอร์จริงที่ใช้

ในการทำงานจริง เพื่อความถูกต้องในการคำนวณของโปรแกรม ค่าพารามิเตอร์โดยหลัก ๆ [6] ที่ต้องป้อนมีดังนี้

- Machine Parameter (ประกอบด้วยขนาดเครื่อง, ระยะและขนาด Shot chamber เป็นต้น)
- Material (ชนิดและคุณสมบัติของวัสดุชิ้นงาน, แม่พิมพ์)
- Heat Transfer (ระบบน้ำมันอุ่นแม่พิมพ์และระบบน้ำหล่อเย็น (180/30 องศา) เป็นต้น)
- เวลาการเปิด-ปิดแม่พิมพ์ (Cycle Time)



รูปที่ 2 การแบ่งเมสช (Enmeshment) ให้กับชิ้นงาน

ในโปรแกรมการจำลองทางวิศวกรรมนี้จะทำการคำนวณตามขอบเขตของชิ้นส่วนเล็ก ๆ ที่ได้จากการแบ่งเมสช (Enmeshment) แต่ละเมสชนั้นจะมีรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ โปรแกรมจะคำนวณแต่ละเมสชต่อเนื่องกันไปเรื่อย ๆ ตามการคำนวณแบบ Finite differential ไม่ว่าจะเป็นการไหลของน้ำอลูมิเนียม (Filling) การแข็งตัวของอลูมิเนียม (solidification) อุณหภูมิ (temperature) เป็นต้น การที่โปรแกรมจะคำนวณได้ถูกต้องนั้นขึ้นอยู่กับค่าพารามิเตอร์หรือตัวแปรต่าง ๆ ที่ผู้ทำการจำลองกำหนดในโปรแกรม การใช้เทคนิคการจำลองเพื่อการแก้ไขปัญหาลocking Knob ในอุตสาหกรรมโคมไฟได้ทำการศึกษาตามขั้นตอนดังนี้ คือ วิเคราะห์ปัญหาเบื้องต้นกับชิ้นงานจริง ได้ผลของปัญหาที่เกิดขึ้น พบว่าชิ้นงานมีโพรงอากาศมาก (Porosity) มีรอยยุบหรือหดตัว (เนื้อไม่เต็ม) มีรอยการไหลของน้ำอลูมิเนียม (Flow line) ซึ่งเป็นปัญหาที่ลูกค้าไม่ยอมรับ สาเหตุหลัก ๆ คือการไหลที่ไม่สมดุล มีการไหลแบบ Turbulent ซึ่งจะหมุนวนเอาอากาศและแก๊สไว้ในเนื้อชิ้นงานนั้นเอง ได้ทำการแก้ไขปัญหาลocking Knob ที่กรรมวิธีการฉีดโดยการปรับค่าต่าง ๆ ในการฉีดที่ไม่สามารถแก้ไขได้ทำให้เสียเวลาและต้นทุนมาก ดังนั้นจึงมีแนวความคิดที่ใช้เทคนิคการจำลองการฉีดอลูมิเนียมมาประยุกต์ใช้ ในขั้นตอนของการ Simulation จะทำการจำลองพารามิเตอร์เดิมของชิ้นงาน Locking Knob ที่มีปัญหาเพื่อตรวจสอบว่าสาเหตุที่เกิดปัญหาคืออะไร เก็บเป็น version 1 ได้ผลสรุปจากการจำลองครั้งแรกคือ การไหล (filling) ของน้ำอลูมิเนียมไม่สมดุล มีการไหลแบบ Turbulent มากเกินไป การระบายอากาศและแก๊สไม่ดี ดังนั้นจึงต้องแก้ไขจุดควบคุมการไหล [3] นั่นก็คือ Gate เพราะเป็นจุดที่เชื่อมต่อระหว่าง Runner กับ Cavity เป็นจุดที่ควบคุมทิศทางทางไหล (Flow line) ความดันขณะไหลเข้า Cavity ควบคุมความสมดุลของการไหล ควบคุมการไหลแบบ Turbulent ดังนั้นจึง

ทำการศึกษาพื้นฐานการไหลของน้ำอลูมิเนียมในรูปทรงมาตรฐานตามทฤษฎี [1] (รูปทรงมาตรฐานมี 6 แบบคือ Flat plat, Open frame, Flat Disc, Shallow box, Deep box, Tubular) เพื่อให้ได้ทิศทางการไหลพื้นฐาน การควบคุมการไหลที่ได้จากการออกแบบ Gate และเพื่อให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับการออกแบบ Gate และ Runner สำหรับเป็นข้อมูลอ้างอิงในการประยุกต์ใช้กับปัญหาที่เป็นเชิงทฤษฎี



(a)



(b)

รูปที่ 3 (a) ชิ้นงาน Locking Knob ที่จะทำการแก้ไข (b) ชิ้นงานมาตรฐาน Flat Disc ที่ใช้ในการศึกษาการไหลพื้นฐานของน้ำอลูมิเนียม [1]

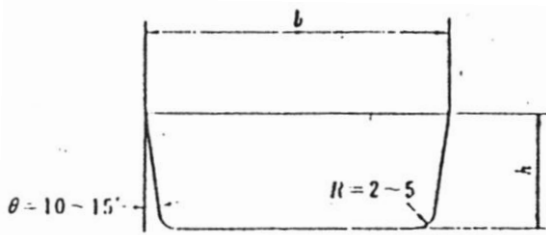
สำหรับการศึกษาการไหลพื้นฐานโดยใช้รูปทรงมาตรฐานเป็นการศึกษาด้วยการอ้างอิงทฤษฎีของการออกแบบ Gate และ Runner เริ่มต้นด้วยการนำพารามิเตอร์ของชิ้นงาน Locking Knob มาใช้แล้วทำการปรับเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ของ Gate [2] (Flow angle, thickness, width, Gate Type) เพื่อให้ได้รูปแบบพื้นฐานของการไหล ทิศทางของการไหล Flow line และ Factor ต่าง ๆ จนได้ผลสรุปจากการศึกษาด้วยรูปทรงมาตรฐานที่ดีที่สุด เพื่อเป็นข้อมูลอ้างอิงในการใช้กับปัญหาที่เกิดขึ้น

การออกแบบ Gate [4] จะต้องตระหนักถึงปัจจัยต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ คือ

- 1.) เนื่องจากอลูมิเนียมเกิด MISRUN ได้ง่าย ดังนั้นจำเป็นต้องคิดอย่างรอบคอบแล้วจึงออกแบบพื้นที่หน้าตัดเหล่านี้ สำหรับค่าที่ใช้บ่อยเกี่ยวกับ Gate คือ ความหนา 1.5~4.0 mm. ความกว้าง 20~80 mm.
- 2.) โดยปกติเนื่องจากการที่จะทำพื้นที่หน้าตัดให้ได้ตามค่าที่คำนวณนั้นยาก ดังนั้นในขั้นตอนการวาง Layout แม่พิมพ์ จะต้องวางตำแหน่ง Gate ที่เหมาะสมที่สุด เช่น ระวังไม่ให้ตำแหน่ง Gate ตรงกับตำแหน่ง Clamp แม่พิมพ์ขณะ Machining
- 3.) กรณีที่เกิด Flow line ที่บริเวณด้าน Gate จะไม่เพิ่มความหนาแต่เพิ่มความกว้าง Gate

ในการออกแบบ Runner [4] จะต้องคำนึงถึงผลกระทบหลายด้านคือ

- การผลิต ถ้า Runner ที่เลือกใช้นั้นทำให้การผลิต ผลิตเพียงด้านเดียวของแม่พิมพ์จะง่ายและประหยัดทั้งในแง่ของเวลา และวัสดุกว่าการผลิตทั้งสองด้านของแม่พิมพ์
- การประกบกันของแม่พิมพ์ ในการฉีดอลูมิเนียมนั้นใช้ความดันสูงจากกระบอกสูบ ดังนั้นการออกแบบ Runner จะต้องเลือกแบบของ Runner ที่เชื่อถือได้ว่าประกบกันสนิทและมีความแม่นยำ ไม่มีน้ำอลูมิเนียมออกด้านข้างของ Runner ในระหว่างการฉีด
- จุดเชื่อมต่อกับ Gate จะต้องมีความเหมาะสมและต้องสามารถทำให้ Gate ควบคุมการไหลได้เป็นอย่างดี ง่ายต่อการผลิตด้วย
- คำนี้ถึงการดันชิ้นงานออกเมื่อเสร็จรอบการทำงาน จะต้องดันออกได้ง่าย และไม่มีส่วนไหนของ Runner ติดกับแม่พิมพ์
- รูปแบบ Runner แบบไหนเหมาะสำหรับแม่พิมพ์ฉีด (High Pressure Die Casting) และแบบไหนเหมาะสำหรับแม่พิมพ์หล่อ (Gravity Die Casting)



รูปที่ 4 รูปร่างของ Runner ที่จะใช้ในการศึกษาและยังใช้ในงานฉีดจริง

<p>(a) การ Fill ที่มีความสมดุล สามารถระบายอากาศและแก๊สได้ดี โอกาสที่จะเกิด Porosity มีน้อย</p>	<p>(b) แสดงทิศทางการไหลด้วย Tracer จากผลจะเห็นว่าไม่มีการไหลแบบ Turbulent (ไม่มีการหมุนวนเอาอากาศและแก๊สไว้ในเนื้อชิ้นงาน)</p>

รูปที่ 5 ผลของการศึกษาการไหลพื้นฐานด้วยชิ้นงานรูปทรงมาตรฐานจากการ Simulation

<p>(c) โอกาสและตำแหน่งการเกิด Porosity ไม่มีปรากฏในชิ้นงาน โอกาสการเกิด Porosity เป็นศูนย์</p>	<p>(d) จากผลของ Solidification แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิมีความสมดุลทั่วถึงทั้งชิ้นงาน ลดโอกาสการเกิด Porosity</p>
<p>(e) ตำแหน่งของ Air Pressure ที่เป็นสาเหตุของการเกิด Porosity ถ้าช่วง Solidification มีความต่างของอุณหภูมิบริเวณนี้จะมีโอกาสการเกิด Porosity ถึง 62 %</p>	<p>(f) ผลสรุปที่ดีที่สุดที่ได้จากการศึกษาด้วยเทคนิคการจำลองการฉีดคือ Fan Gate ที่มีค่า $w = 65 \text{ mm}$, Flow angle = 40 องศา $t = 1.5 \text{ mm}$</p>

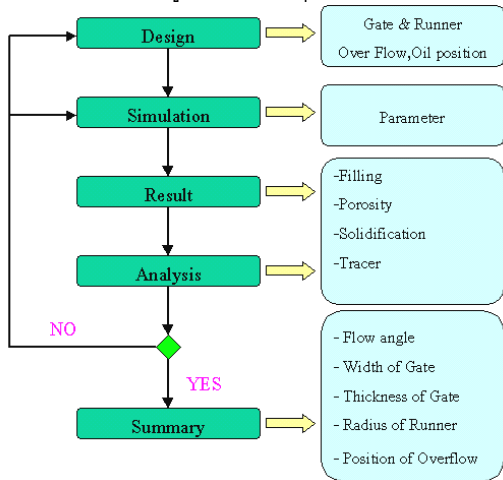
รูปที่ 5 (ต่อ) ผลของการศึกษาการไหลพื้นฐานด้วยชิ้นงานรูปทรงมาตรฐานจากการ Simulation

การศึกษาการไหลพื้นฐานด้วยรูปทรงมาตรฐานโดยใช้หลักการทางทฤษฎีการออกแบบ Gate จากผลที่ได้ ผู้ศึกษาได้ทำการเปลี่ยนพารามิเตอร์ต่าง ๆ ดังนี้คือ

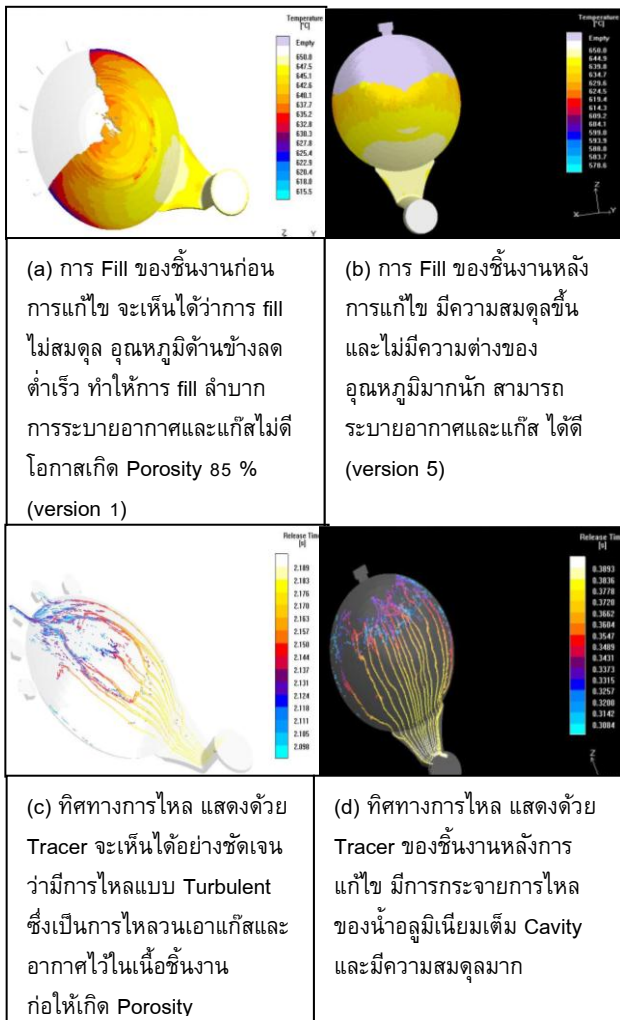
- ชนิดของ Gate จาก Gate แบบผสมระหว่าง Fan Gate และ Tangential Gate เป็น Fan Gate
- Flow Angle จากพารามิเตอร์เดิมคือ มุม 35 องศา กว้าง 50 mm หนา 2 mm เพิ่มมุมครั้งละ 2 องศา จนถึง 40 องศา ความกว้างเพิ่มครั้งละ 5 mm จนถึง 65 mm ความหนาลดครั้งละ 0.2 mm จนถึง 1.3 mm (Flow angle สำหรับ Gate จะทำการออกแบบและศึกษาโดยการเปรียบเทียบการไหลของน้ำอลูมิเนียมใน cavity ซึ่งถูกควบคุมการไหลโดยมุมเอียงของ Gate ที่เรียกว่า Flow angle ตามทฤษฎีข้างต้นที่กล่าวมานั้น มุม Flow angle เหมาะสมอยู่ระหว่าง 35-40 องศา แต่ไม่เกิน 45 องศา)
- เปลี่ยนรัศมีของ Runner จากเดิม 3 องศา เพิ่มขึ้นละ 1 องศา จนถึง 6 องศา ได้ผลสรุปที่ 5 องศา การไหลเปลี่ยนทิศทางของน้ำอลูมิเนียมสมดุล การเกิดการไหลแบบ Turbulent มีน้อย และสัมพันธ์กับความหนา Runner ด้วย
- ตำแหน่ง Over Flow จาก 5 ตำแหน่ง ลดลงมาจนเหลือ 1 ตำแหน่ง (รูปมาตรฐานเหลือ 3 ตำแหน่งเพราะรูปร่าง

เป็น Flat Disc เมื่อประยุกต์ใช้กับ Locking Knob จะลดตาม Factor รูปร่างชิ้นงาน)

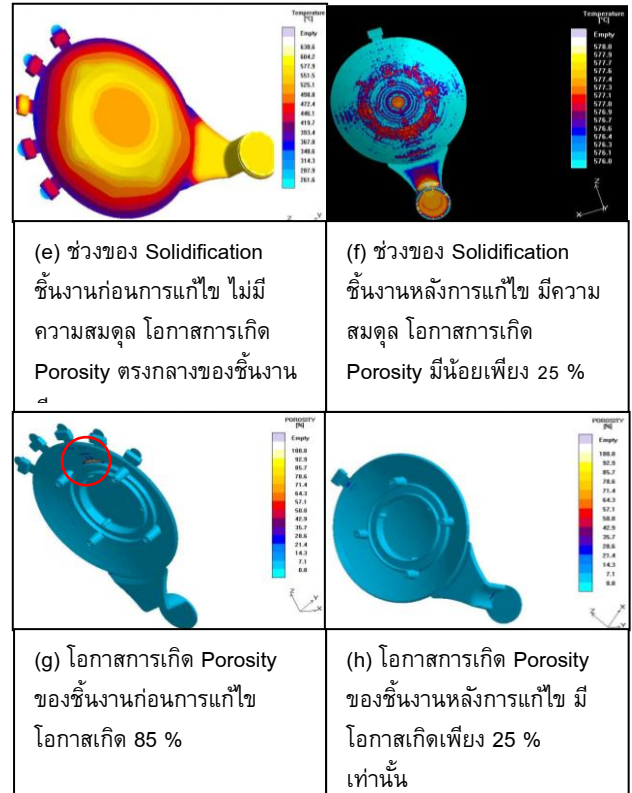
- ตำแหน่งของรูน้ำมันสำหรับอุ้งแม่พิมพ์



รูปที่ 6 ขั้นตอนของการศึกษาด้วยรูปทรงมาตรฐาน Flat Disc



รูปที่ 7 ผลของการแก้ไขชิ้นงาน Locking Knob (Version 1 และ Version 5)



รูปที่ 7 (ต่อ) ผลของการแก้ไขชิ้นงาน Locking Knob (Version 1 และ Version 5)

ในการ Simulation ความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นในการวิเคราะห์ [5] ซึ่งการวิเคราะห์ด้วยวิธีการเทคนิคการจำลองนี้เป็นการเป็นการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยประมาณ (approximate solution) โดยอาศัยวิธีการวิเคราะห์เชิงตัวเลข ซึ่งสามารถจำแนกได้ดังนี้

1. ความผิดพลาดเชิงตัวเลข (Numerical error) เพราะการจำลองนี้ใช้หลักการของการคำนวณเชิงตัวเลข แต่ค่าคำนวณนี้มีค่าน้อยมาก
2. ความผิดพลาดจากการจำลอง (modeling error) สามารถลดอัตราการเกิดให้ต่ำลงได้โดยการแบ่งเมชที่หมาะสมต่อรูปร่างของชิ้นงาน การป้อนพารามิเตอร์ต่าง ๆ
3. ความผิดพลาดในการลู่อู่เข้าของผล (convergent error) คือผลต่างของผลลัพธ์ที่เปลี่ยนไปจากการแบ่งเมชที่มีความละเอียดขึ้น
4. ความผิดพลาดจากผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น (solution error) สามารถคำนวณได้จากความแตกต่างระหว่างผลที่ได้จากการจำลองกับผลเฉลยแม่นยำตรง (exact solution) ซึ่งผลเฉลยแม่นยำตรงนั้นทำได้ยาก อาจจะต้องอาศัยการจำลองหลาย ๆ ครั้งจึงจะได้ผลนั้น

4. สรุปผล

จากการแก้ไขชิ้นงานที่เกิดปัญหาด้วยเทคนิคการจำลอง ซึ่งเป็นการจำลองพฤติกรรมทางฟิสิกส์การไหลของน้ำอลูมิเนียม [5]

ได้ผลสำหรับการแก้ไขปัญหามาได้จากจากการจำลองการฉีดอลูมิเนียม
ประโยชน์ของการใช้เทคนิคการจำลองที่เห็นได้ชัดคือ ลดเวลาจาก
การแก้ไขด้วยวิธีการเดิมได้ถึง 80-90 % ลดค่าใช้จ่าย ลดการสูญเสีย
วัสดุโดยไม่จำเป็น การแก้ไขจุดบกพร่องทำได้ง่าย (แก้ไขที่ CAD)
เมื่อได้ผลสรุปที่ดีที่สุดแล้วจึงนำพารามิเตอร์นั้นมาแก้ไขที่แม่พิมพ์
และการใช้เทคนิคการจำลองการฉีดอลูมิเนียมยังเป็นการเพิ่ม
ประสิทธิภาพในการผลิตแม่พิมพ์อีกด้วย

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คุณบุญยืน คงกิติมานนท์ บริษัท WE-EF
LIGHFING CO.,LTD. ที่เอื้อเฟื้อโปรแกรมสำหรับการ Simulation
และความรู้ทางด้านงานฉีดอลูมิเนียม อาจารย์ ดร. พงษ์ศักดิ์ ดุลย
ประพันธ์ (MTEC) ที่ให้แนวทางในการวิจัย อาจารย์ ดร. ชานัญยุทธ
โกสิทธิ์วงษ์ อาจารย์ที่ปรึกษาและให้คำแนะนำในการวิจัยนี้ และ
ท้ายที่สุดขอขอบคุณคุณอาจารย์และสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
พระนครเหนือที่ให้ความรู้แก่ผู้วิจัยด้วยดีเสมอมา

เอกสารอ้างอิง

- [1] Herman E.A., "Gating die casting dies", The society of
Die Casting Engineers, Inc. 1996.
- [2] Campbell John, "Casting", Oxford Butterworth-Heinemann
Ltd., p.63-84, 1991.
- [3] Davis A.J., "Proportioning of Gates to control the fill
pattern", Australia : The die casting bulletin publishing, 1980.
- [4] พี่ระพงษ์ จารุเจริญพร, "BASIC DIE DESIGN", กรุงเทพฯ :
คู่มืออบรมพนักงานบริษัท THAI ENGINEERING PRODUCTS
CO.,LTD., p 1-22, 2538.
- [5] พงษ์ศักดิ์ ดุลยประพันธ์ และจุลเทพ ขจรไชยกูล, "การหล่อ
โลหะด้วยเทคนิคการจำลองการฉีดอลูมิเนียม", วารสารหล่อโลหะ.
ฉบับที่ 11 (2544) : 31-33.
- [6] MAGMASOFT MANUAL, Giessereitechnologie GMBH,
KACKERTSTRASSE11, D-52072 AACHEN, GERMANY, 2002