

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในสภาวะการแข่งขันที่รุนแรงในปัจจุบัน ลูกค้ามีความต้องการสินค้าที่มีคุณภาพและราคาที่ถูกลง ฉะนั้นจึงจำเป็นที่ทางผู้ผลิตจะต้องมีการปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อที่จะทำให้สินค้าที่ออกมามีคุณภาพและใช้ปริมาณวัตถุดิบที่น้อยลงเพื่อที่จะทำให้สินค้ามีต้นทุนที่ต่ำลง ซึ่งการที่เราจะลดปริมาณการใช้วัตถุดิบลงได้นั้นคุณภาพของตัวสินค้าเองต้องมีคุณภาพที่เพียงพอที่ผ่านมาตรฐานการทดสอบ เนื่องจากผลิตภัณฑ์ ล้ออลูมิเนียมซึ่งดูตัวอย่างจากภาพที่ 1.1 จะมีลักษณะเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีผลต่อความปลอดภัย (Safety part) ต่อผู้ใช้งาน ซึ่งตัวองค์ประกอบของคุณภาพที่มีผลต่อการทดสอบก็คือ ตัวคุณสมบัติของวัตถุดิบในส่วนที่เรียกว่า ความแข็งแรงต่อแรงดึง (Tensile strength) ซึ่งส่งผลกระทบต่อคุณภาพสมบัติของการทนแรงกระแทกและความล้าของผลิตภัณฑ์



ภาพที่ 1.1

ตัวอย่างของล้ออลูมิเนียมอัลลอย

ในสภาพการผลิตปกติจะพบว่าล้ออลูมิเนียมที่ทำการสุ่มมาทดสอบการกระแทก (Impact test) และความล้า (Fatigue test) จะมีบางส่วนที่มีผลการทดสอบอยู่ในคุณภาพที่ต่ำซึ่งส่งผลทำให้ต้องเสียเวลาและทรัพยากรบุคคลในการทำการคัดแยกออกและทำการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นว่ากระบวนการผลิตขั้นตอนใดที่มีความผิดปกติ ซึ่งการวิเคราะห์จากตัว

ผลิตภัณฑ์ที่มีความผิดปกติที่สามารถระบุได้ชัดเจนว่ากระบวนการผลิตใดมีความผิดปกติ รวมถึงการระบุที่ชี้ชัดลงไปว่าค่าตัวแปรตัวใดของกระบวนการผลิตมีความผิดปกติที่ส่งผลทำให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ต่ำลง

ในการเปรียบเทียบกับคู่แข่ง (Benchmark) ในส่วนของค่าความแข็งแรงต่อแรงดึงที่เป็นองค์ประกอบที่สำคัญซึ่งประกอบไปด้วย ค่าUltimate tensile strength (Rm) ,Yield strength (Rp) และ ค่าการยืดตัว (Elongation; A) จะพบว่าทางคู่แข่งมีแนวโน้มที่ดีกว่าดังแสดงในตารางที่ 1.1 ทั้งที่มีการใช้เกรดของอลูมิเนียมเกรดเดียวกันคือมีส่วนผสมที่เหมือนกันแต่ผลของค่าความแข็งแรงดึงที่แตกต่างกัน โดยเกรดอลูมิเนียมที่ใช้คือ A356

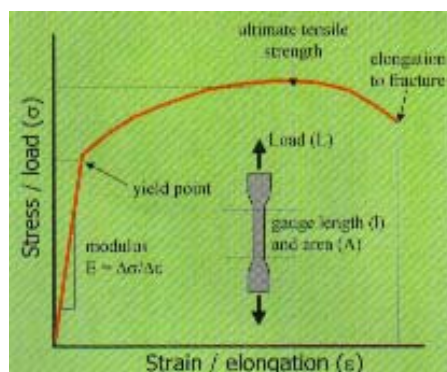
ตารางที่ 1.1

การเปรียบเทียบค่าทนแรงดึงที่ผลิตภัณฑ์เหมือนกันและตำแหน่งเดียวกันระหว่าง
บริษัทกับบริษัทคู่แข่ง

	Ultimate strength	Yield strength	%Elongation
บริษัทคู่แข่ง	268.33	204.97	6.10
บริษัทฯ	262.67	191.73	5.20
ผลแตกต่าง	-5.66	-13.24	-0.90

ที่มา: ผลการทดสอบทนแรงดึงที่ตัวผลิตภัณฑ์จริงบริเวณก้านของล้ออัลลอยที่พื้นสี

ในด้านคุณภาพของผลิตภัณฑ์ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับคุณสมบัติของตัวอลูมิเนียมในส่วนของค่า ความแข็งแรงต่อแรงดึง (Tensile strength) ซึ่งค่าดังกล่าวจะประกอบด้วยค่า 2 ค่าที่เป็นองค์ประกอบย่อยซึ่งได้แก่ ค่าความแข็งแรง (Stress) หรือ Ultimate tensile strength และ ค่าการยืดตัว (Strain) หรือ Elongation ซึ่งค่าทั้งสองจะมีความสัมพันธ์ในลักษณะแปรผกผันกัน คือถ้าวัสดุมีค่าของความแข็งแรงสูง จะมีค่าของการยืดตัวที่ต่ำ และถ้าวัสดุที่มีค่าความแข็งแรงต่ำจะมีค่าการยืดตัวที่สูง โดยความสัมพันธ์ดังกล่าวแสดงในภาพที่ 1.2 ซึ่งเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Stress กับ Strain

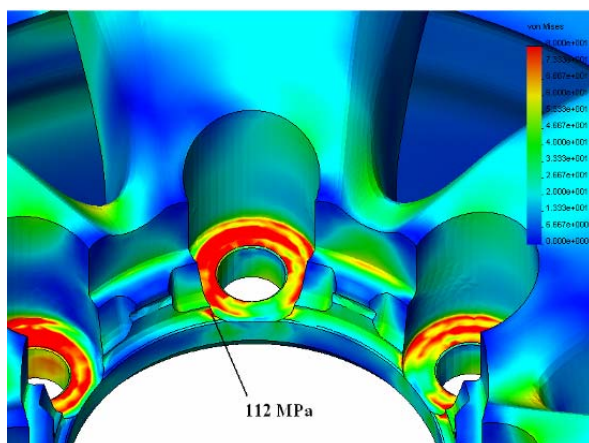


ภาพที่ 1.2

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Stress กับ Strain

ซึ่งจำเป็นที่เราต้องหาความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าความแข็งแรงของวัสดุ (Stress) และค่าการยืดตัวของวัสดุ (Strain) หรือหาตัวแปรที่ส่งผลกระทบในทางบวกของทั้ง 2 ค่าดังกล่าว

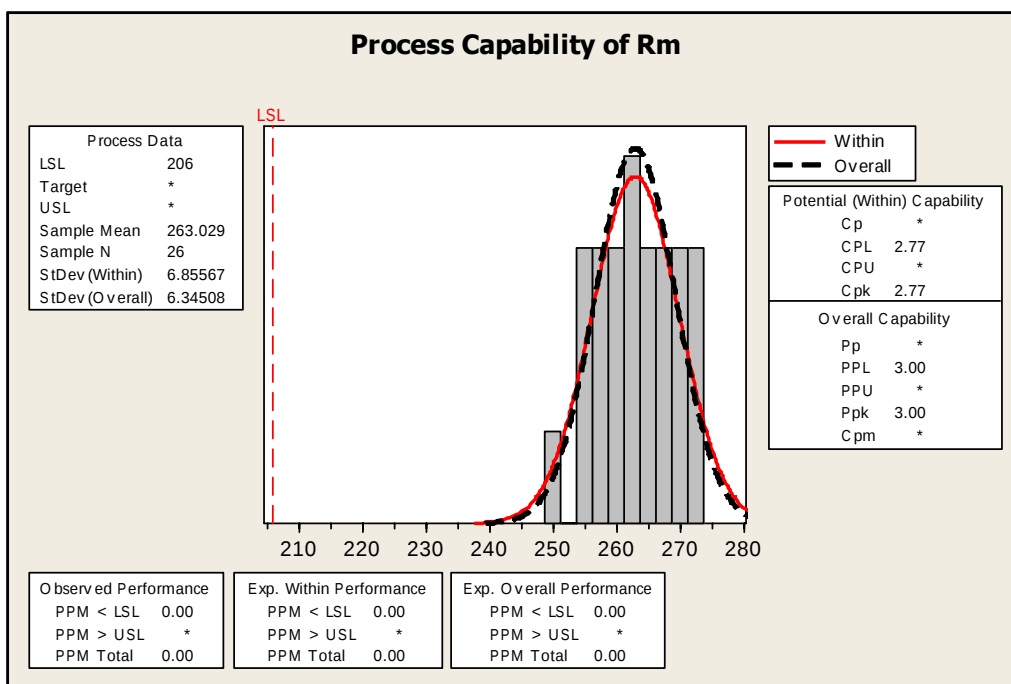
ในด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์จะมีการวิเคราะห์ผลการทดสอบโดยใช้โปรแกรมเพื่อหาอายุของผลิตภัณฑ์ที่สามารถทนต่อความล้าได้ก่อนที่จะเกิดความเสียหาย โดยที่บริเวณที่มีความเค้นสูงสุดจะแสดงออกมาในรูปของสีแดง ซึ่งแสดงให้เห็นในภาพที่ 1.3 โดยการออกแบบต้องใช้ค่าของการทนแรงดึง (Tensile strength) มาเป็นองค์ประกอบ ซึ่งจากปัญหาของความแข็งแรงต่อแรงดึงที่ได้จากกระบวนการผลิตที่ออกมาอยู่ในค่าที่ต่ำ ทำให้เราต้องทำการออกแบบผลิตภัณฑ์ให้มีค่าเผื่อสำหรับความปลอดภัย (Safety factor) มากขึ้นเพื่อที่จะลดค่าความเค้นจากการออกแบบ ส่งผลให้น้ำหนักล้ออลูมิเนียมจะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ส่งผลให้ราคาของผลิตภัณฑ์สูงขึ้นตามไปด้วย ซึ่งเวลาไปเสนอราคากับลูกค้าทำให้ไม่ได้รับการตอบรับ เนื่องจากมีผู้ผลิตเจ้าอื่นที่เสนอราคาที่ต่ำกว่า ทำให้เกิดการเสียโอกาสที่จะได้รับยอดขายใหม่ที่เพิ่มขึ้น



ภาพที่ 1.3

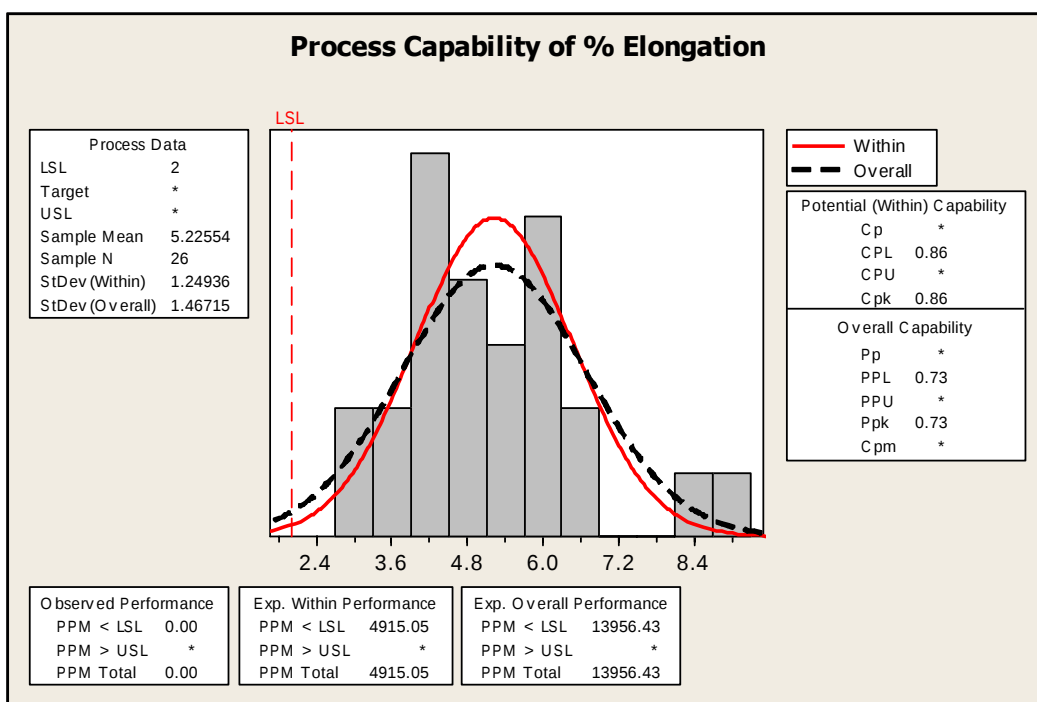
การวิเคราะห์ ความเค้นที่เกิดจากจำลองการทดสอบความล้า
ในช่วงของการออกแบบผลิตภัณฑ์

ในกระบวนการผลิตจะพบว่าค่าทนแรงดึงที่ได้จากการสุ่มจากการกระบวนการผลิต
อยู่ในแนวโน้มติดไปในทางค่าต่ำของข้อกำหนดของลูกค้ายกทั้ง ค่าของ Ultimate tensile strength
(Rm) และ ค่าของ Elongation (A) โดยค่าแนวโน้มของ Ultimate tensile strength สามารถดูได้
จากภาพที่ 1.4 และโดยค่าแนวโน้มของ Elongation (A) สามารถดูได้ภาพที่ 1.5



ภาพที่ 1.4

กราฟแนวโน้มของค่า Ultimate tensile strength (Rm)



ภาพที่ 1.5

กราฟแนวโน้มของค่าเปอร์เซ็นต์ Elongation (%A)

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1. เพื่อหาค่าตัวแปรที่เหมาะสมที่ใช้ในกระบวนการผลิต ซึ่งมีผลกระทบต่อ การเกิดปริมาณไฮโดรเจนในชิ้นงานหล่อและส่งผลต่อไปยังค่าความแข็งแรง (Stress) หรือ Ultimate tensile strength ; Rm และ ค่าการยืดตัว (Strain) หรือ Elongation เพื่อที่จะทำหาค่าดังกล่าวออกมาสูงสุด

1.2.2. เพื่อที่จะสามารถทราบว่าตัวแปรใดของกระบวนการผลิตใดที่ส่งผลกระทบต่อ ความแข็งแรง (Significant) ต่อค่าการเกิดปริมาณไฮโดรเจนในชิ้นงานหล่อและสามารถหาวิธีการควบคุม วิธีการติดตาม

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1.3.1 เนื่องจากลูกค้าแต่ละลูกค้าก็มีค่าข้อกำหนดของค่าความแข็งแรง (Tensile strength) ที่แตกต่างกัน ฉะนั้นเพื่อเป็นการแก้ปัญหาดังกล่าว เราจะทำการวิเคราะห์ข้อกำหนดของลูกค้าทั้งหมดแล้วทำการเลือกค่า Tensile strength ที่มีค่าข้อกำหนดสูงสุดมาเป็นเป้าหมายที่อย่างน้อยต้องทำให้ได้ ซึ่งถือว่าเป็นข้อกำหนดขั้นต่ำ

1.3.2 นอกจากข้อกำหนดของค่า Tensile strength ที่เราสนใจศึกษาแล้ว ก็ยังมี ข้อกำหนดของส่วนผสม (Composition) ซึ่งเป็นค่าหนึ่งของตัวแปรที่ส่งผลกระทบต่อค่า Tensile strength และทางลูกค้ามีข้อกำหนดเอาไว้ดังที่แสดงในตารางที่ 1.2

1.3.3 งานวิจัยนี้จะมีขอบเขตของกระบวนการผลิตที่เราสนใจศึกษา โดยเริ่มตั้งแต่ กระบวนการหลอม (Melting) ,กระบวนการไล่แก๊ส (Degassing) , กระบวนการหล่อ (Casting) และ กระบวนการตรวจสอบชิ้นงานหล่อด้วยเครื่องรังสี (X-ray) ซึ่งกระบวนการดังกล่าวจะส่งผลกระทบต่อ การเกิดปริมาณไฮโดรเจนในชิ้นงานหล่อโดยตรง ส่วนกระบวนการอบชุบ (Heat treatment) ไม่ได้ส่งผลกระทบต่อโดยตรง แต่จะส่งผลกระทบต่อค่า Tensile strength ซึ่งจะได้ศึกษาต่อไป

1.3.4 เนื่องจากบางกระบวนการผลิตของแต่ละผลิตภัณฑ์จำเป็นต้องใช้ กระบวนการผลิตร่วมกันซึ่งได้แก่ กระบวนการหลอมและกระบวนการไล่แก๊ส เราจะศึกษาแล้ว นำไปใช้กับทุกผลิตภัณฑ์ ส่วนกระบวนการหล่อ เราจะเลือกผลิตภัณฑ์บางผลิตภัณฑ์มาเป็น ตัวแทนของการทดลองเพื่อที่จะได้ผลที่สามารถนำไปประยุกต์กับผลิตภัณฑ์อื่นๆได้

1.3.5 ชิ้นงานที่นำมาทำการทดสอบจะนำมาจากส่วนของล้อยัลลอยจากกระบวนการหล่อ แล้วนำมาเตรียมชิ้นงานสำหรับการทดสอบค่าของ Tensile strength เพื่อเป็นการลดผลกระทบจากกระบวนการอบชุบและง่ายต่อการวิเคราะห์ผลการทดลองที่ได้

1.3.6 บริเวณของล้อยัลลอยที่จะนำมาเตรียมชิ้นงานสำหรับการทดสอบ จะนำมาจากบริเวณก้านของล้อยัลลอย ซึ่งบริเวณดังกล่าวจะมีลำดับการแข็งตัวของหล่อที่เร็ว ไม่เกิดปัญหาของการหดตัว ซึ่งเราได้ทำการจำลองการแข็งตัวของงานหล่อด้วยโปรแกรม Maxima ดังรายละเอียดในภาพที่ 1.6

ตารางที่ 1.2

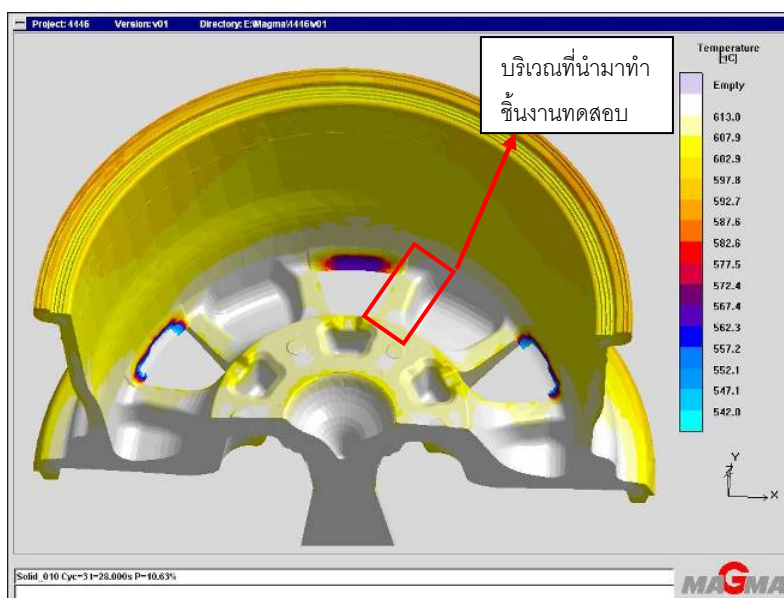
ข้อกำหนดของส่วนผสมของแต่ละลูกค้า

Customer	% Composition by weight				
	Si	Fe	Sr	Mg	Ti
1. Nissan	6.5-7.5	max 0.18	-*	0.25-0.45	0.001-0.20
2. Toyota	6.5-7.5	max 0.30	-*	0.20-0.40	max 0.20
3. Isuzu	6.5-7.5	max 0.20	0.010-0.040	0.20-0.45	0.06-0.15
4. BMW	6.5-7.5	max 0.20	0.015-0.050	0.20-0.35	0.05-0.15
5. GM	6.5-7.5	max 0.20	-*	0.25-0.45	max 0.20
6. Benz	6.5-7.5	max 0.20	0.010-0.040	0.20-0.30	0.05-0.15
7. Volvo	6.5-7.5	max 0.20	-*	0.30-0.45	max 0.20
8. Mitsubishi	6.5-7.5	max 0.20	max 0.50	0.20-0.45	max 0.20
9. Honda	6.5-7.5	max 0.20	-*	0.20-0.40	0.10-0.20

“*” ลูกค้าไม่มีข้อกำหนดแต่ทางบริษัทค่าควบคุมอยู่ที่ 0.010-0.040 %

1.3.7 ในการจำลองการเปลี่ยนระดับของอัตราการระบายความร้อน (Cooling rate) เราจะใช้วิธีการปรับระดับของแรงดันลมในการระบายความร้อนในแม่พิมพ์ ที่ตัวควบคุมของเครื่องหล่อ โดยแรงดันลมที่เราเลือกมาอยู่ที่ 3 บาร์ และ 4 บาร์ ซึ่งเป็นแรงดันลมที่เราใช้ใน

กระบวนการผลิตที่ปัจจุบัน ด้วยข้อจำกัดของแรงดันลม ทำให้แรงดันลมมากที่สุดที่เราสามารถทำได้และมีความคงที่จะอยู่ที่ 4 บาร์



ภาพที่ 1.6

การจำลองลำดับการแข็งตัวด้วยโปรแกรม Magma

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ

1.4.1 สามารถกำหนดค่าตัวแปรที่เหมาะสม สำหรับใช้ในกระบวนการผลิตโดยส่งผลให้เกิดค่าของความแข็งแรง (Ultimate tensile strength) และค่าการยืดตัว (Elongation) ที่เหมาะสม เพื่อให้ค่าของอายุการทดสอบความล้าออกมาสูงที่สุด

1.4.2 เป็นการเพิ่มระดับคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้สูงขึ้นและเพิ่มความปลอดภัยให้กับตัวผลิตภัณฑ์ที่จะส่งไปถึงมือลูกค้า

1.4.3 สามารถลดน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ลงได้เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีคุณสมบัติทางกลสูงขึ้น เราไม่จำเป็นต้องออกแบบให้ผลิตภัณฑ์มีความหนามากเกินไปจนความจำเป็น ส่งผลทำให้ต้นทุนของผลิตภัณฑ์ต่ำลง สามารถที่จะไปแข่งขันกับคู่แข่งได้

1.4.4 ทำให้สามารถทราบได้ว่าค่าตัวแปรใดที่ส่งผลต่อการเกิดรูพรุนในชิ้นงาน ซึ่งจะส่งผลต่อค่าของความแข็งแรง (Strength) และค่าการยืดตัว (Elongation) รุนแรงที่สุด และ

สามารถจัดทำมาตรการควบคุมค่าตัวแปรดังกล่าวอย่างเป็นพิเศษ เพื่อเป็นการรักษาระดับคุณภาพของผลิตภัณฑ์

1.4.5 เป็นแนวทางที่บริษัทอื่นจะนำไปใช้ในการปรับปรุงคุณภาพของ Tensile strength