

การลดจำนวนของเสียในการฉีดพลาสติกของชิ้นส่วนรถยนต์

กรณีศึกษา บริษัท นารุมิ ประเทศไทย จำกัด

THE REDUCTION OF DEFECTS IN INJECTING AUTOMOTIVE PART MOLDING: THE CASE STUDY OF NARUMI (THAILAND) CO., LTD.

ธเนศ แสงกระจ่าง¹

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภรัชช์ วรรณัน²

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อลดจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นในการบวนการฉีดพลาสติกของบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ให้กับโรงประกอบรถยนต์ชั้นนำในประเทศหลายแห่ง ชิ้นส่วนที่ทำการศึกษาคือชิ้นงาน Cover Roof Rack (M) ของรถยนต์มิตรซูบิซ ซึ่งเป็นชิ้นส่วนหลักที่ทางโรงงานผลิตอยู่ในขณะนี้พบว่าปัญหาที่สำคัญของโรงงานนี้คือ เกิดการฉีดไม่เต็มของชิ้นส่วนที่ทำการศึกษา ดังนั้น ทางผู้วิจัยจึงได้ทำการวิเคราะห์กระบวนการฉีดพลาสติกของชิ้นส่วนที่ทำการศึกษานี้เพื่อหาสาเหตุของปัญหา โดยใช้หลักคิวซีสตอรี่วิเคราะห์สาเหตุผ่านแผนภาพสาเหตุและผล จากผลการวิจัยพบว่าสาเหตุรากเหง้าที่สำคัญคือ อุณหภูมิหน้าแม่พิมพ์และความดันฉีดต่ำ ดังนั้นผู้วิจัยจึงเสนอแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่เหมาะสมผ่านการออกแบบการทดลอง เพื่อให้ได้ค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมในการปรับตั้งคอนดิชันของเครื่องฉีดพลาสติกในการฉีดชิ้นส่วนที่ทำการศึกษา โดยผลที่คาดว่าจะได้รับหลังจากการปรับปรุงตามแนวทางที่เสนอไปนั้นจะทำให้กระบวนการฉีดพลาสติกของชิ้นส่วนที่ทำการศึกษามีประสิทธิผลมากขึ้นและจำนวนการฉีดไม่เต็มของชิ้นส่วนที่ทำการศึกษาลดลงสอดคล้องกับเป้าหมายที่ตั้งไว้ได้

คำสำคัญ: ข้อบกพร่องประเภทฉีดไม่เต็ม/ กระบวนการฉีดพลาสติก/ กลวิธีทางสถิติ

¹ นักศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการทางวิศวกรรม มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

² ที่ปรึกษาการศึกษาภายนอก

ABSTRACT

This research aims to reduce the amount of waste generated in the plastic injection process of automobile parts manufacturers for leading automobile assembly plants in the country. The part studied was the Cover Roof Rack (M) of Mitsubishi vehicles. The main components that the factory was in at that time found that the main problem of this plant was the insufficient injection of the studied factors. Therefore, the author analyzed the plastic injection process of the studied factors to determine the cause of the problem. Using the QC story principle, the reason explores through cause-and-effect diagrams. The research results found that the primary root cause is Mold face temperature and injection pressure. Therefore, the researchers suggest the most suitable solution to the problem through the experimental design to obtain appropriate parameters for adjusting the injection molding machine's configuration in the injection of the studied parts. After improvements following the proposed guidelines, the expected results will make the plastic injection process of the studied factors more efficient, and the number of under-injection of the studied factors will decrease in line with the goals outlined in the study

Keyword: Defect type name is Short Shot/ Plastic injection process/ Statistics strategy

บทนำ

ในปัจจุบันอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนพลาสติกภายในประเทศ มีการพัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งในอุตสาหกรรมยานยนต์ ซึ่งมีชิ้นส่วนรถยนต์หลายชิ้นงานที่นำกระบวนการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์พลาสติกที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน คือ กระบวนการฉีดขึ้นรูป (Injection Molding) เข้ามาช่วยในการผลิต เพื่อให้สามารถผลิตชิ้นงานที่มีความซับซ้อนได้อย่างแม่นยำ โดยทั่วไปแล้ว กระบวนการฉีดขึ้นรูปนั้น จะมีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ มีหลายปัจจัยที่จะส่งผลกระทบ ยกตัวอย่างเช่น คุณสมบัติของวัตถุดิบที่ใช้ (Material properties) และสิ่งสำคัญคือการปรับตั้งค่าเครื่องฉีด ก่อนที่จะทำการฉีด หรือการทำ Set-up machine เป็นการกำหนดพารามิเตอร์ต่างๆที่สำคัญ เช่น อุณหภูมิพลาสติกเหลว อุณหภูมิแม่พิมพ์ อุณหภูมิขณะปลดชิ้นงาน อุณหภูมิกระบอกฉีด ระยะชักสกรู ความเร็วรอบสกรู ความดันฉีด ความดันฉีดย้ำ ระยะสำรอง เวลาที่พลาสติกเหลวเช่อยู่ในกระบอกฉีด ความเร็วฉีด ความดันด้านการถอยกลับของสกรู ระยะเปลี่ยนความดันฉีดเป็นฉีดย้ำ แรงปิดแม่พิมพ์ และเวลาในการหล่อเย็น เป็นต้น ซึ่งส่งผลกระทบต่อกระบวนการฉีดพลาสติกให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด และอาจทำให้เกิดความไม่สมบูรณ์ของชิ้นงาน ยกตัวอย่างเช่น ชิ้นงานฉีดไม่เต็ม (Short shot) รอยยุบ (Sink marks) หรือ ครีป (Flash) เป็นต้น ซึ่งในการเกิดความไม่สมบูรณ์ของชิ้นงานนั้นทำให้เกิดต้นทุนที่เพิ่มมากขึ้นโดยไม่จำเป็น ซึ่งบริษัท

กรณีศึกษานี้ในเดือนมีนาคมถึงเดือนกรกฎาคม 2564 มีของเสียเกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตทั้งหมด 10.2 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งคิดเป็นมูลค่าทั้งหมด 11,716,468 บาท

วัตถุประสงค์

1. เพื่อหาสาเหตุของปัญหาของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการฉีดพลาสติก
2. เพื่อลดจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นในการบวนการฉีดพลาสติก

ขอบเขตของโครงการ

1. ศึกษางานฉีดพลาสติกของชิ้นส่วนรถยนต์ พลาสติกรางหลังคา (Roof Rack)
2. ศึกษาและเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องและทำการวิเคราะห์หาค่าพารามิเตอร์ที่ส่งผลต่อกระบวนการฉีดพลาสติกรางหลังคาของโรงงานกรณีศึกษาและทำการแก้ไขด้วยหลักการทางด้านสถิติ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เข้าใจหลักการของกระบวนการฉีดพลาสติก
2. สามารถลดของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการฉีดพลาสติก

ทฤษฎีเกี่ยวกับงานบริหารคุณภาพ

1. การแก้ปัญหาแบบ QC Story

การแก้ปัญหาแบบ QC Story เป็นกระบวนการแก้ปัญหาความไม่พึงพอใจของลูกค้า ผู้แก้ปัญหาต้องเข้าใจถึงลำดับขั้นตอนของการแก้ปัญหา การมีเหตุผล และคำนึงถึงความรู้ที่จะได้รับจากกระบวนการแก้ปัญหา โดยการดำเนิน QC Story ที่สำคัญในทุกๆ ขั้นตอนจะต้องมีการคิดอยู่เสมอ เพราะถ้าไม่มีการคิดอยู่ตลอดเวลาในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการจะไม่ทำให้เกิดการเรียนรู้แม้จะดำเนินการตามขั้นตอนการแก้ปัญหาแล้วก็ตาม

2. แผนภูมิการไหลของกระบวนการ (Flow Process Chart)

แผนภูมิการไหลของกระบวนการ (Flow Process Chart) คือ แผนภูมิที่แสดงกิจกรรมตามลำดับของกระบวนการเพื่อให้เข้าใจถึงความสัมพันธ์ของกิจกรรมและเครื่องมือสำคัญที่ใช้ในการบ่งชี้ลูกค้า ทำความเข้าใจกับความต้องการของลูกค้า และบ่งชี้จุดควบคุมของกระบวนการ

3. การเลือกปัญหาและการกำหนดหัวข้อปัญหา

เมื่อได้ปัญหาแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการเลือกปัญหามาแก้ไข ซึ่งจะทำการวิเคราะห์ถึงผลกระทบอันเนื่องมาจากข้อบกพร่อง(Failure Mode and Effect Analysis: FMEA) [3] โดยการวิเคราะห์หาลักษณะของข้อบกพร่องที่คาดว่าจะเกิดและสาเหตุหรือกลไกที่ก่อให้เกิดข้อบกพร่องเพื่อทำการกำหนดแนวทางป้องกัน

ซึ่งจะต้องคำนึงถึงองค์ประกอบในการเลือกปัญหา 3 สิ่งคือ โอกาสในการเกิดปัญหา (Occurrence), ความรุนแรงของปัญหา (Severity) และความสามารถในการตรวจจับปัญหา (Detection)

4. การวิเคราะห์สาเหตุรากเหง้า (Root Cause Analysis; RCA)

การวิเคราะห์หาสาเหตุรากเหง้า (Root Cause Analysis; RCA) เป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดของกระบวนการแก้ไขปัญหา การแก้ปัญหาก็ควรจะป้องกันไม่ให้เกิดซ้ำของปัญหา โดยการค้นหาสาเหตุรากเหง้าของปัญหาแล้วทำการกำจัดทิ้ง (Average Out) การค้นหาสาเหตุรากเหง้าของปัญหาเริ่มต้นจากการหาสาเหตุเบื้องต้น (Primary Cause) ของปัญหาก่อน โดยอาศัยหลักการข้อเท็จจริงของหลักการ 3 จริง (3G) คือ สถานที่เกิดเหตุจริง (Genba) สภาพแวดล้อมจริง (Genjitsu) และของจริง (Genbutsu)

5. แผนภาพก้างปลา (Fishbone Diagram)

แผนภาพก้างปลา คือ แผนภาพที่แสดงความสัมพันธ์อย่างมีระบบ ของผลลัพธ์ที่แน่นอนประการหนึ่ง(อาการของปัญหา) กับสาเหตุที่เกี่ยวข้อง จึงเรียกแผนภาพนี้ในอีกชื่อหนึ่งว่า แผนภาพสาเหตุและผล(Cause and Effect Diagram)

6. แผนภูมิควบคุม (Control Chart)

แผนภูมิควบคุมเป็นแผนภูมิที่มีโครงสร้างประกอบด้วยเส้นควบคุม 3 เส้น ได้แก่เส้นค่ากลาง คือ เส้นที่แสดงจำนวนหรือขนาดของข้อกำหนดหรือเป้าหมายในการผลิต และเส้นขอบเขตของการควบคุมอีก 2 เส้น คือ เส้นขอบเขตควบคุมค่าสูงและค่าต่ำที่ยอมให้เกิดขึ้นถ้าผลผลิตที่ได้มีค่าที่กำหนดอยู่ภายในขอบเขตการควบคุมระหว่าง 2 เส้นนี้ แสดงว่าเป็นค่าที่ยอมรับได้

7. การออกแบบการทดลอง (Design of Experiment: DOE)

การทดลอง หมายถึง การทดสอบหรือชุดของการทดสอบที่มีการเปลี่ยนแปลงตัวแปรป้อนเข้า (Input Variable) ของกระบวนการหรือระบบเพื่อสังเกตผลและบ่งชี้สาเหตุของการเปลี่ยนแปลงในผลลัพธ์ (Output Response) ที่ได้ ส่วนการทดลองเชิงสถิติ (Statistical Design of Experiment) หมายถึงกระบวนการในการวางแผนการทดลองเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่เหมาะสม สามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติและสามารถหาข้อสรุปที่สมเหตุสมผลได้

7.1 ลำดับขั้นตอนการออกแบบการทดลอง 8 ขั้นตอน

ขั้นตอนที่ 1 การรับรู้ปัญหาและกำหนดหัวข้อปัญหา: การทำความเข้าใจกับสภาพปัญหาแล้วกำหนดหัวข้อปัญหา : เลือกตัวแปรที่มีผลต่อการศึกษาคำแปรที่สนใจ

ขั้นตอนที่ 2 การเลือกตัวแปรตอบสนอง

ขั้นตอนที่ 3 การเลือกปัจจัย

ขั้นตอนที่ 4 การกำหนดระดับของปัจจัย

ขั้นตอนที่ 5 การเลือกตัวแบบการทดลอง: จาก Roadmap ของตัวแบบการทดลอง

ขั้นตอนที่ 6 ดำเนินการทดลอง

ขั้นตอนที่ 7 การวิเคราะห์ผลเชิงสถิติ - Model Adequacy Checking

- พิจารณา R^2 หรือ Contribution Ratio

- สรุปผ่าน ANOVA และ Effect Plot

ขั้นตอนที่ 8 สรุปผล

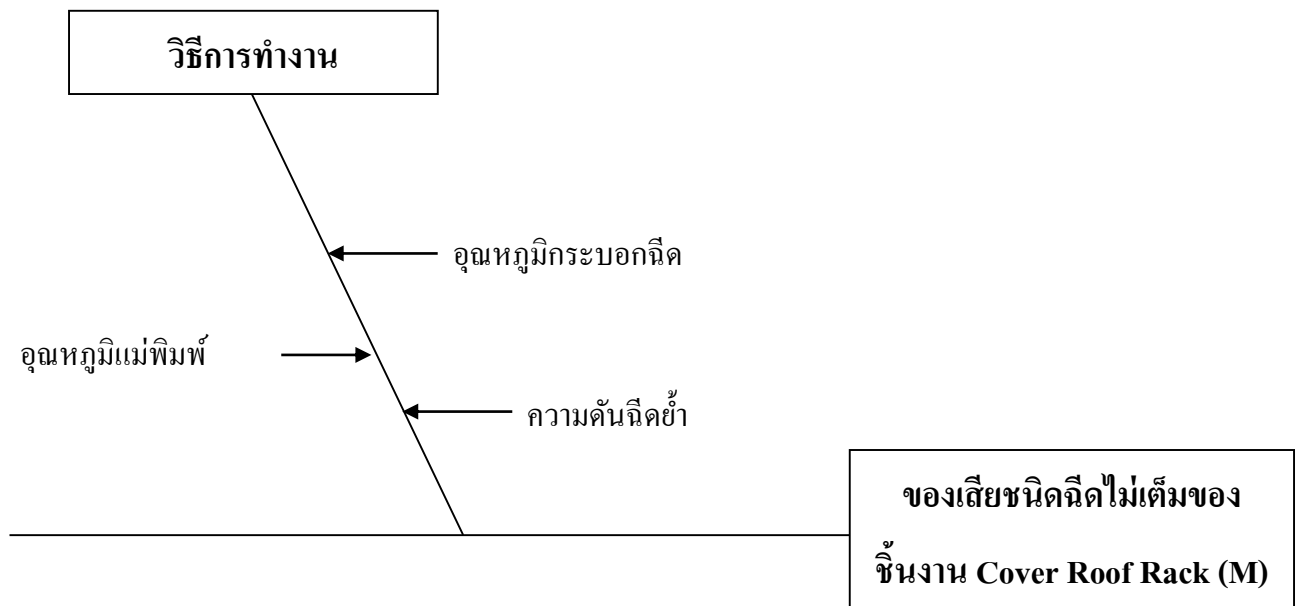
วิธีการดำเนินการศึกษา

1. การศึกษาและวิเคราะห์กระบวนการเพื่อระบุปัญหา

สำหรับปัญหาที่ได้นำมาทำการศึกษาในสารนิพนธ์นี้ คือ การลดของเสียที่เกิดจากการฉีดไม่เต็ม ในกระบวนการฉีดพลาสติก ให้ได้ตามเป้าหมาย คือ ลดลง 30 % ของจำนวนของเสียที่เกิดจากการฉีดไม่เต็ม ทั้งหมด ซึ่งเป็นปัญหาเรื้อรังที่เกิดขึ้นมาตั้งแต่เดือนมกราคม 2564 ชิ้นส่วน Cover Roof Rack (M) ดังแสดงใน ภาพที่ 1 พบปัญหาการฉีดไม่เต็มมากที่สุด จึงได้ทำการศึกษาและหาสาเหตุในการแก้ไขปัญหา ลดของเสียที่เกิดจากการฉีดไม่เต็ม ตามหัวข้อโครงการ



ภาพที่ 1 ชิ้นงาน Cover Roof Rack (M) ที่ใช้ทำการศึกษา



ภาพที่ 2 แผนภาพก้างปลาแสดงสาเหตุที่น่าจะส่งผลต่อชิ้นงานฉีดไม่เต็มเพื่อทำการพิสูจน์

2. การปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์

ในขั้นตอนของการปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ศึกษาอยู่นั้นจะใช้เทคนิคการออกแบบการทดลองช่วยในการหาระดับปัจจัยที่ส่งผลต่อการฉีดไม่เต็ม ดังนี้

2.1 ทำความเข้าใจถึงปัญหา

จากการเลือกหัวข้อปัญหา ซึ่งพบว่า ปัญหาฉีดไม่เต็มในกระบวนการฉีดพลาสติก เป็นตัวปัญหาที่มีความเหมาะสมในการแก้ไขปัญหา ซึ่งทางผู้จัดทำจะทำการออกแบบการทดลองมาใช้เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสม และการทดลองเป็นการวางแผนที่มีความน่าเชื่อถือและสามารถสรุปผลให้มีความคลุมเครือน้อยที่สุด

2.2 การกำหนดระดับปัจจัย

การกำหนดระดับปัจจัยในการทดลองจะกำหนดแบบคงที่ (Fixed Level) เนื่องจากปัจจัยสามารถกำหนดค่าได้แน่นอน โดยอาศัยหลักเกณฑ์ทางทฤษฎี คู่มือการทำงานเกี่ยวกับการฉีดพลาสติก และพนักงานที่มีความชำนาญ กำหนดระดับปัจจัยออกเป็น 2 ปัจจัย 2 ระดับ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าของปัจจัยที่สามารถควบคุมได้และทำการปรับเปลี่ยนค่าการทำงาน

ปัจจัยที่ป้อนเข้า	ค่าใช้งาน ปัจจุบัน	ระดับพารามิเตอร์ในการทดลอง		หน่วย
		Low	High	
1. อุณหภูมิหน้าแม่พิมพ์	45-55	55	65	องศา เซลเซียส
2. ความดันฉีดเข้า	50-60	55	65	กิโล กรัมฟอ์ซ

2.3 การเลือกตัวแปรตอบสนอง

ตัวแปรตอบสนองในกรณีนี้ คือ สัดส่วนผลิตภัณฑ์บกพร่องที่เกิดจากการฉีดไม่เต็ม ซึ่งมีการกระจายตัวแบบไบโนเมียลจึงใช้การวิเคราะห์ตัวแปรตอบสนองเป็นแบบ Taguchi

2.4 ทำการทดลอง

เป็นการทำการทดลองตามแผนการทดลองที่ได้ออกแบบไว้ โดยมีประเด็นที่ต้องการพิจารณาคือการเก็บข้อมูลต้องทำการทดลองแบบสุ่มเพื่อให้การกระจายตัวของข้อมูลเป็นอิสระและต้องเป็นไปตามแผนที่ได้ออกแบบไว้ ขั้นตอนการทดลองสรุปได้ดังนี้

1. การเตรียมวัสดุ เป็นการเตรียมเม็ดพลาสติกที่ใช้ในการฉีดพลาสติก
2. การเตรียมเครื่องฉีดพลาสติก และทำการตั้งค่าพารามิเตอร์ โดยทำการตั้งค่าอุณหภูมิหน้าแม่พิมพ์และความดันฉีดเข้าตามค่าระดับที่ต้องการ โดยอุณหภูมิหน้าแม่พิมพ์อยู่ในช่วง 60- 70 องศาเซลเซียส และความดันฉีดเข้าใช้งานอยู่ในช่วง 55-65 กิโลกรัมฟอ์ซ
3. ตรวจสอบค่าระดับปัจจัย เพื่อเป็นการทวนสอบว่าระดับปัจจัยมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ โดยดูได้จากจอแสดงผลจากการฉีดพลาสติก
4. เมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการฉีดพลาสติกแล้ว จึงทำการตรวจสอบชิ้นงาน โดยทำการตรวจสอบด้วยสายตาว่าชิ้นงานฉีดเต็มหรือไม่

2.5 ดำเนินการทดลองและวิเคราะห์ผลออกแบบการทดลอง

การทดลองในส่วนนี้ปัจจัยที่มีผลต่อการฉีดไม่เต็มที่ได้ทำการพิสูจน์มานั้นมี 2 ปัจจัยด้วยกันคือ อุณหภูมิหน้าแม่พิมพ์และความดันฉีดเข้า จึงเลือกใช้เทคนิคการทดลองแบบ 2^k แฟคทอเรียล เพื่อหาระดับปัจจัยที่เหมาะสม และเนื่องจากค่าตัวแปรตอบสนองคือ ดีและเสีย จึงวิเคราะห์ตัวแปรดังกล่าวด้วยเทคนิค Taguchi

2.6 การออกแบบการทดลองกรณี 2 ปัจจัย 2 ระดับ

ในการทดลองแบบ 2 ปัจจัย 2 ระดับ ผู้จัดทำได้กำหนดช่วงการทดลองดังตารางที่ 1 ซึ่งเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการฉีดไม่เต็มโดยเป็นปัจจัยที่สามารถควบคุมได้และทำการปรับเปลี่ยนค่าการทำงานได้ ซึ่งได้ทำการหาจำนวนสิ่งตัวอย่างในการทดลองจำนวน 30 ชิ้น ซึ่งมีการทดลองจำนวน 120 การทดลอง โดยทำการออกแบบการทดลองโดยใช้โปรแกรมมินิแทบ (Minitab) และผลการทดลองสามารถสรุปผลได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการทดลอง 2 ปัจจัย 2 ระดับสรุปมาจากภาคผนวก ข ตารางที่ ข.13

อุณหภูมิหน้าแม่พิมพ์ (องศาเซลเซียส)	ความดันฉีด (กิโลกรัมฟอ์ซ)	
	55	65
55	111111111	111111111
	111111111	111111111
	111111111	111100000
65	111110000	100000000
	000000000	000000000
	000000000	000000000

หมายเหตุ ผล คือ ตัวแปรตอบสนอง

1 คือ ชิ้นงานฉีดไม่เต็ม

0 คือ ชิ้นงานที่ฉีดเต็ม

2.7 การวิเคราะห์ผลการทดลอง

General Linear Model: ผลการทดลอง versus Mold Tempera, Holding Pres

Factor	Type	Levels	Values
Mold Temperature	fixed	2	55, 65
Holding Pressure	fixed	2	55, 65

Analysis of Variance for ผลการทดลอง, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Mold Temperature	1	20.0083	20.0083	20.0083	251.37	0.000
Holding Pressure	1	0.6750	0.6750	0.6750	8.48	0.004
Mold Temperature*Holding Pressure	1	0.0750	0.0750	0.0750	0.94	0.334
Error	116	9.2333	9.2333	0.0796		
Total	119	29.9917				

S = 0.282131 R-Sq = 69.21% R-Sq(adj) = 68.42%

ภาพที่ 2 ผลการวิเคราะห์ผลการทดลอง 2 ปัจจัย 2 ระดับ

จากภาพที่ 2 พบว่าค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) มีค่าเท่ากับ 69.21 % หมายความว่าความผันแปรของการเกิดขึ้นงานฉีดไม่เต็มจากการทดลองมีค่า 100 หน่วย สามารถอธิบายได้ด้วยความผันแปรของปัจจัยที่ทำการทดสอบเท่ากับ 69.21 % ส่วนที่เหลืออีก 30.79 % เป็นความผันแปรที่ไม่สามารถอธิบายได้เนื่องจากสาเหตุด้าน Repeatability ซึ่งสัมประสิทธิ์การตัดสินใจจากการทดลองครั้งนี้อยู่ในระดับที่ดี คือ เมื่อพิจารณาค่า $R\text{-Sq}(\text{adj})$ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 68.42 % ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับค่า $R\text{-Sq}$ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าการออกแบบการทดลอง (Design Model) ดีแล้วจึงทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนต่อไปได้

General Linear Model: ผลการทดลอง versus Mold Tempera, Holding Pres

Factor	Type	Levels	Values
Mold Temperature	fixed	2	55, 65
Holding Pressure	fixed	2	55, 65

Analysis of Variance for ผลการทดลอง, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Mold Temperature	1	20.008	20.008	20.008	251.49	0.000
Holding Pressure	1	0.675	0.675	0.675	8.48	0.004
Error	117	9.308	9.308	0.080		
Total	119	29.992				

S = 0.282061 R-Sq = 68.96% R-Sq(adj) = 68.43%

ภาพที่ 3 ผลการวิเคราะห์ผลการทดลอง 2 ปัจจัย 2 ระดับ กรณีลดรูปตัวแบบการทดลอง

จากภาพที่ 3 จะพบว่า อุณหภูมิหน้าแม่พิมพ์ มีค่า P-Value น้อย ($P\text{-Value} = 0.000$) แสดงว่าตัวสถิติ F มีค่ามาก ($F = 251.49$) จึงส่งผลให้ค่ามัธยฐานกำลังสอง (Mean square) มีค่ามาก ($MS=20.008$) ตามขึ้นด้วย และปัจจัยหลักอีกตัวหนึ่งคือ ความดันฉีดพบว่า มีค่า P-Value น้อย ($P\text{-Value} = 0.004$) แสดงว่าตัวสถิติ F มีค่ามาก ($F = 8.48$) จึงส่งผลให้ค่ามัธยฐานกำลังสอง (Mean square) มีค่ามาก ($MS=0.675$) ตามขึ้นด้วย ดังนั้นแล้วจะหมายความว่า อุณหภูมิหน้าแม่พิมพ์และความดันฉีดมีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อการฉีดไม่เต็ม ที่ระดับความมีนัยสำคัญ 0.05

2.8 การสรุปผลเบื้องต้นของการทดลอง 2 ปัจจัย 2 ระดับ

จากผลการทดลอง 2 ปัจจัย 2 ระดับนั้นสามารถสรุปได้ว่าการเลือกที่จะใช้อุณหภูมิหน้าแม่พิมพ์ 65 องศาเซลเซียส และความดันฉีด 65 กิโลกรัมฟอรัช จะได้ผลลัพธ์ทำให้เกิดชิ้นงานที่ฉีดไม่เต็ม น้อยที่สุด เมื่อเทียบกับการทดลองในระดับปัจจัยอื่น ซึ่งถ้าหากใช้อุณหภูมิดังกล่าวข้างต้นแล้วจะทำให้เม็ดพลาสติกเหลวมีการไหลตัวได้อย่างต่อเนื่องมากขึ้น

3. สรุปผลการดำเนินงาน

จากการเก็บข้อมูลมาเพื่อทำการวิเคราะห์นั้น ทำให้ทราบว่า Cover Roof Rack (M) มีของเสียที่เกิดจากฉีดไม่เต็มนั้นเกิดขึ้นทั้งหมด 9.16 เปอร์เซ็นต์ต่อเดือน ซึ่งนโยบายของฝ่ายผลิตต้องการที่จะลดของเสียลง 30 % ทางผู้จัดทำจึงได้ตั้งเป้าหมายว่า ควรจะลดข้อบกพร่องที่เกิดจากการฉีดไม่เต็มให้เกิดขึ้นทั้งหมด 6.42 เปอร์เซ็นต์ต่อเดือน และจากการวิเคราะห์พบปัจจัยที่สำคัญคือ อุณหภูมิหน้าแม่พิมพ์และความดันฉีดอัด จากผลการติดตามทำให้ของเสียที่เกิดจากการฉีดไม่เต็มลดลงอยู่ที่ 1,051 ชิ้นต่อเดือนซึ่งจะสามารถลดลงไปได้ 46.12 % ของเสียที่เกิดจากการฉีดไม่เต็มทั้งหมด ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ทาง บริษัท นารูมิ ประเทศไทย จำกัด พอใจ

ข้อเสนอแนะ

จากผลการทดลองทำให้ทางโรงงานสามารถนำหลักการทางด้านเทคนิคไปใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหาในเรื่องของการลดของเสียที่เกิดจากการฉีดไม่เต็ม Cover Roof Rack (M) ที่เป็นชิ้นส่วนที่ทางผู้จัดทำได้ทำการศึกษา โดยถ้าชิ้นส่วนตัวอื่นมีปัญหาฉีดไม่เต็มก็ควรที่จะเพิ่มอุณหภูมิหน้าแม่พิมพ์ให้สูงขึ้น และในส่วนของความดันฉีดอัดก็ควรที่จะเพิ่มให้มีกำลังมากขึ้นด้วย เพื่อเป็นการเพิ่มกำลังในการเคลื่อนที่ของพลาสติกเหลวให้เข้าสู่แม่พิมพ์ได้เต็มแบบมากขึ้น

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, 2547, การวิเคราะห์หาการขัดข้องและผลกระทบ, พิมพ์ครั้งที่ 1, บริษัท

เทคนิคอล แอปโพรช เคาน์เซลลิ่ง แอนด์ เทรนนิ่ง จำกัด, กรุงเทพฯ, หน้า 11-122.

กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, 2547, ระบบการควบคุมคุณภาพที่หน้างาน: คิวซีเซอร์เคิล, บริษัท

เทคนิคอล แอปโพรช เคาน์เซลลิ่ง แอนด์ เทรนนิ่ง จำกัด, กรุงเทพฯ, หน้า 54-57, 197-

394.

กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, 2550, การแก้ไขปัญหาธุรกิจด้วยวิธีทางสถิติ (SPS), สำนักพิมพ์สมาคม

ส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), กรุงเทพฯ, หน้า 29-305.

กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, 2550, หลักการการควบคุมคุณภาพ, สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริม

เทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), กรุงเทพฯ, หน้า 163-180, 279-280, 321-404.

กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, 2550, สถิติสำหรับงานวิศวกรรม เล่ม 2 (ประมวลผลด้วย MINITAB),

พิมพ์ครั้งที่ 7, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), กรุงเทพฯ, หน้า 75-259.

กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, 2548, การออกแบบการทดลอง, เอกสารประกอบสัมมนา, บริษัทเทคนิค
อล แอปโพรช เคาน์เซลล์ลิง แอนด์ เทรนนิ่ง จำกัด, กรุงเทพฯ, หน้า 1-50.

กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, 2547, การวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ, สำนักพิมพ์สมาคม
ส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), กรุงเทพฯ, หน้า 161-176.

เจริญ นาคะสรรค์, 2546, เทคโนโลยีเบื้องต้นทางพลาสติก, สำนักพิมพ์ไพร่เพช, กรุงเทพฯ, หน้า
6-7, 142-155.

บรรเลง ศรีนิล, 2548, เทคโนโลยีพลาสติก, พิมพ์ครั้งที่ 17, สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี
(ไทย-ญี่ปุ่น), กรุงเทพฯ, หน้า 1-24, 145-276.

ปรัชญา พจน์จำเนียร, 2550, การลดจำนวนชิ้นงานแหวนในกระบวนการเชื่อมซีโอทูของชิ้นส่วน
รถยนต์, วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมคุณภาพ คณะ
วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, หน้า 88-99.

ปารเมศ ชูติมา, 2545, การออกแบบการทดลองทางวิศวกรรม, พิมพ์ครั้งที่ 1, สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ, หน้า 51-502.

มนัสวี ตันเจริญ, 2546, การเกิดผลิตภัณฑ์บกพร่องเนื่องจากการคายประจุของไฟฟ้าสถิตใน
กระบวนการผลิตหัวอ่านฮาร์ดดิสก์รุ่นซีไครฟ์, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร
มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมระบบการผลิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย
เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, หน้า 86-87.

พัชระ กัญจนกาญจน์, 2549, การลดจำนวนชิ้นงานเกิดครีบในกระบวนการเชื่อมโปรเจกชั่นของ
ชิ้นส่วนรถยนต์, วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมคุณภาพ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, หน้า 68-85.

อภิชาติ ศรีณนิตย์, 2548, การลดของเสียในโรงงานอุตสาหกรรมฉีดพลาสติก, วิทยานิพนธ์ปริญญา
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมระบบการผลิต คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, หน้า 4-21, หน้า 54-55.