# บทที่ 4

# การดำเนินการแก้ไขปรับปรุงเพื่อลดข้อบกพร่อง

หลังจากที่ลำดับความสำคัญของสาเหตุที่จะดำเนินการแก้ไขแล้วนั้น ขั้นตอนต่อไปคือการหาแนวทางในการแก้ไขปรับปรุง เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดข้อผิดพลาด หรือทำให้ข้อผิดพลาดเกิดขึ้นน้อยลง แสดงได้ดังตาราง 4.1

ตารางที่ 4.1 แนวทางในการแก้ไขปรับปรุง

| | | **แนวทางในการแก้ไข** |
|---|---|---|
| F1 | F1.1 | จัดทำมาตรฐานการตรวจสอบปัญหารูเยื้อง โดยการให้พนักงาน QC ตรวจสอบในขั้นตอนสุดท้ายก่อนส่งมอบให้กระบวนการถัดไป |
| | F1.3 | ทำการออกแบบและวิเคราะห์การทดลอง เพื่อหาค่ากระแสไฟ และความดันที่ดีที่สุดที่ใช้ในการผลิต |
| F2 | F2.1 | อบรมวิธีการปฏิบัติงานขณะขนย้ายชิ้นงานให้กับพนักงาน รวมถึงการแต่งกายที่เหมาะสม |
| | F2.2 | ปรับปรุง Rack ที่ใช้ โดยการแจ้งผู้ผลิต ให้ส่งมอบงานโดยใช้ Rack ที่อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน และใช้ Rack ให้ถูกกับประเภทของชิ้นส่วนอะไหล่ |
| | F2.3 | อบรมวิธีการเชื่อมประกอบที่ถูกต้องให้กับพนักงาน |
| | F2.4 | จัดทำมาตรฐานการตรวจสอบชิ้นงาน วางไว้บริเวณพื้นที่การตรวจสอบ |
| F3 | F3.1 | ตรวจสอบหัวทิปก่อนการผลิตและในขณะที่ทำการผลิตทุกครั้ง โดยจะมีเจ้าหน้าที่ตรวจสอบคุณภาพเข้าไปสุ่มตรวจสอบว่าปฏิบัติจริงหรือไม่ |
| | F3.2 | ทำการออกแบบและวิเคราะห์การทดลอง เพื่อหาค่ากระแสไฟ และความดันที่ดีที่สุดที่ใช้ในการผลิต |
| F4 | F4.1 | อบรมให้พนักงานเข้าใจหน้าที่ของ Sealer และวิธีการปฏิบัติที่ถูกต้อง |
| F6 | F6.1 | จัดทำ Check Sheet ที่ใช้สำหรับตรวจสอบการผลิต |
| | F6.2 | เพิ่ม Line การตรวจสอบและการซ่อมชิ้นส่วนอะไหล่ที่ NG |
| F7 | F7.1 | เพิ่มจำนวนพนักงานตรวจสอบหลังจากขั้นตอนการ Hemming และให้พนักงานเชื่อมตรวจสอบงานหลังจากรเชื่อมเสร็จทุกครั้ง |

ผู้วิจัยได้กำหนดยุทธศาสตร์ในการดำเนินการแก้ไข โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วนด้วยกัน คือ

1. ดำเนินการแก้ไขเพื่อให้ข้อร้องเรียนของลูกค้าลดลง
2. ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขเพื่อไม่ให้มีของเสียเกิดขึ้นในโรงงานกรณีศึกษา

สาเหตุที่กำหนดยุทธศาสตร์ในการลดดำเนินการแก้ไขเพื่อไม่ให้เกิดของเสียขึ้นในโรงงานกรณีศึกษา เนื่องจากหาไม่มีของเสียเกิดขึ้น ก็จะส่งผลให้ข้อร้องเรียนของลูกค้าลดลงตามไปด้วย โดยในแต่ละแนวทางการแก้ไขสามารถอธิบายวิธีการ และผลที่ได้หลังการปรับปรุงได้ดังต่อไปนี้

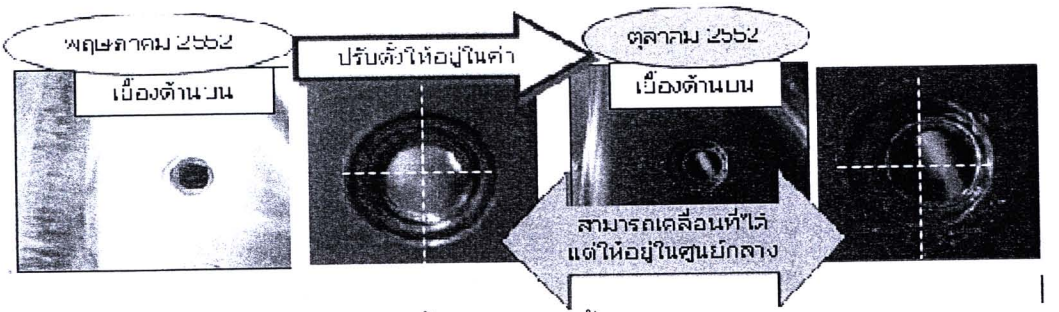
## 4.1 วิธีการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น

4.1.1 จัดทำมาตรฐานการตรวจสอบปัญหารูเยื้อง โดยการให้พนักงาน QC ตรวจสอบในขั้นตอนสุดท้ายก่อนส่งมอบให้กระบวนการถัดไป

*วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหารูเยื้อง*

เนื่องจากบริษัทแม่ซื้อชิ้นส่วนอะไหล่ตัวถังยานยนต์จาก 2 ผู้ผลิตด้วยกัน คือโรงงานกรณีศึกษา และโรงงาน HBSL ในประเทศญี่ปุ่น ซึ่งทั้ง 2 โรงงานมีมาตรฐานในการยอมรับรูเยื้องต่างกันดังนี้

- โรงงาน HBSL มีการปรับตั้งค่าในเดือนพฤษภาคม 2552 และ สามารถยอมรับได้ถ้าเคลื่อนออกจากศูนย์กลาง -1 มิลลิเมตร




รูปที่ 4.1 การปรับตั้งค่าปัญหารูเยื้องของโรงงาน HBSL

- โรงงานกรณีศึกษา ไม่มีการรับประกันว่าเรื่องตำแหน่งของรูว่าจะต้องอยู่ตรงกลาง ถ้าตำแหน่งของน็อตอยู่ในรู สามารถยอมรับได้

ดังนั้น สามารถสรุปได้ว่า สาเหตุที่แท้จริงคือ ความแตกต่างของ 2 โรงงานที่ผลิตชิ้นส่วนอะไหล่ตัวถังยานยนต์ให้กับบริษัทแม่ จึงทำการแก้ไข ดังนี้

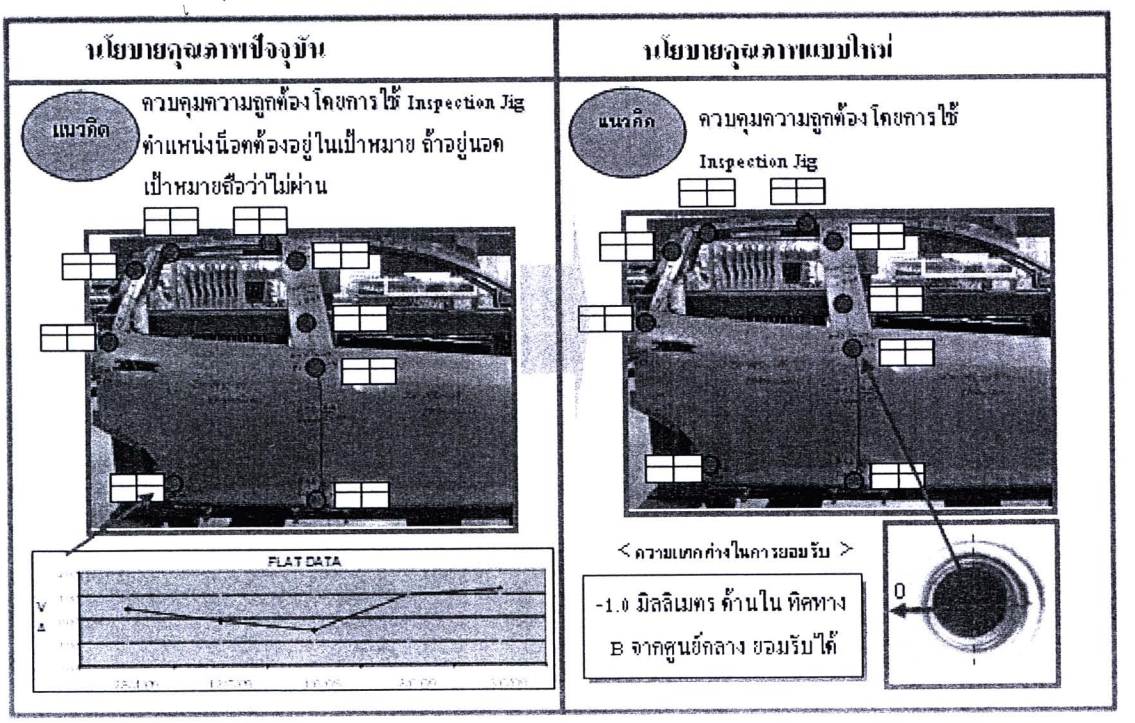
- เปลี่ยนนโยบายในการรับประกันคุณภาพของชิ้นส่วนอะไหล่ประตูยานยนต์

*ปัจจุบัน*

ควบคุมคุณภาพโดยการใช้ Inspection Jig วัดค่า จากนั้นนำไปพลอตกราฟเพื่อดูว่า ค่าของแต่ละตำแหน่งอยู่ภายในเป้าหมายที่กำหนดไว้หรือไม่ ถ้าเกินกว่าช่วงที่ยอมรับได้ จะถือว่าไม่ผ่าน

*แบบใหม่*

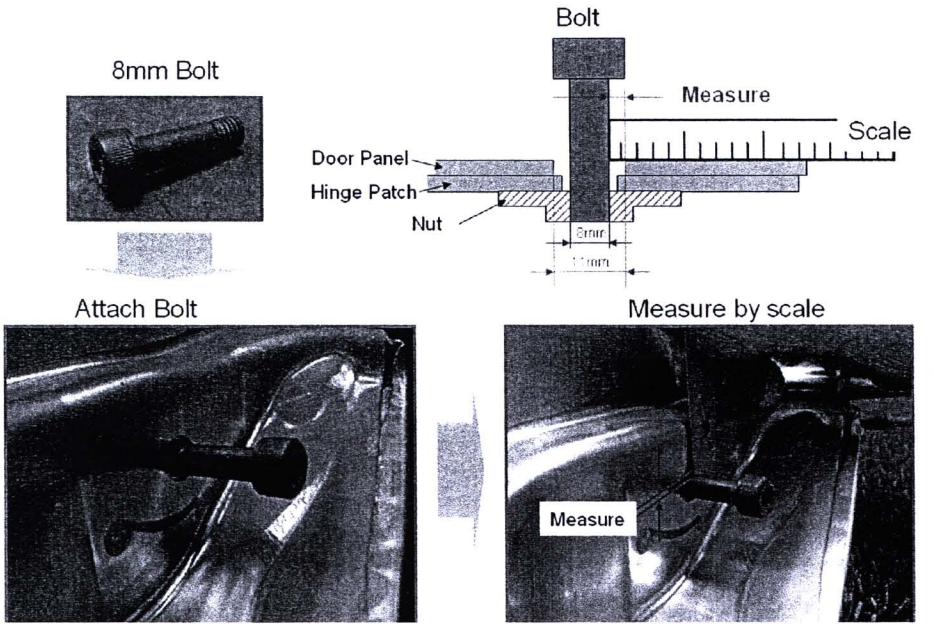
ยังคงควบคุมความถูกต้องของรูประตูโดยการใช้ Inspection Jig แต่เพิ่มความเข็มงวดในการยอมรับโดยการวัดค่าตรงตำแหน่งรูของประตู ให้มีค่าไม่เกิน -1 มิลลิเมตร จะสามารถยอมรับได้ และยังคง ควบคุม FLAT DATA ต่อไป



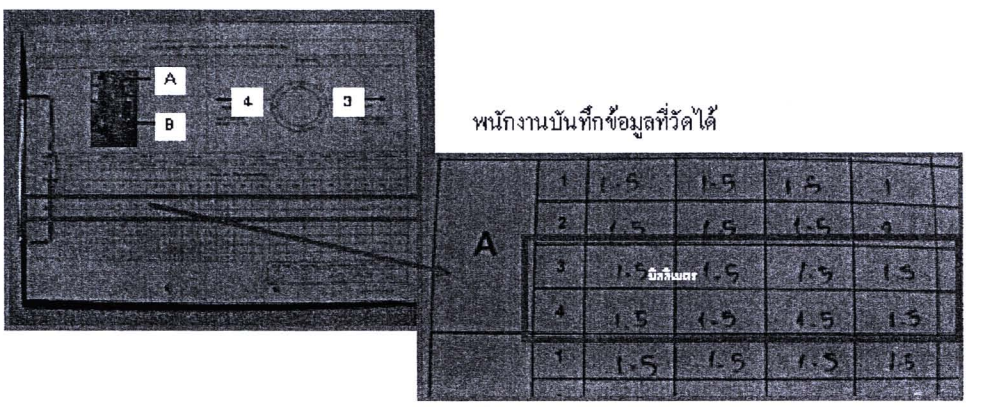

รูปที่ 4.2 การเปรียบเทียบนโยบายคุณภาพปัจจุบันและแบบใหม่ของชิ้นส่วนอะไหล่ประตู

- กำหนดวิธีการวัดตำแหน่งของน็อตที่ยอมรับได้

โดยการใช้น็อตขนาด 8 มิลลิเมตร ทดสอบโดยการขัน แล้วดูว่าสามารถขันน็อตเข้าไปในรูได้หรือไม่ จากนั้นใช้ไม้บรรทัดระยะเยื้องของรู ตำแหน่งที่วัดแสดงดังรูปที่ 4.3 โดยทำการตรวจสอบด้วยสายตา 100% และบันทึกค่าที่ได้ลงใน Check Sheet ทุกๆ 10 ชิ้น




รูปที่ 4.3 วิธีการตรวจสอบปัญหารูเยื้อง ในขั้นตอนการตรวจสอบขั้นสุดท้าย




รูปที่ 4.4 เอกสารที่ใช้บันทึกค่าที่วัดได้ และตำแหน่งที่ต้องทำการวัดค่า

- กำหนดพื้นที่การตรวจสอบขั้นสุดท้าย และจัดทำป้ายบ่งชี้ เพื่อแสดงวิธีการในการตรวจสอบชิ้นส่วนอะไหล่ประตู

หลังจากขั้นตอนการตรวจสอบปัญหาต่างๆ เช่น เสียรูป เป็นรอย เป็นต้น ตามมาตรฐานการตรวจสอบแล้ว จะมีพนักงานที่รับผิดชอบตรวจสอบปัญหารูเยื้องโดยเฉพาะ

รูปที่ 4.5 บริเวณพื้นที่ตรวจสอบปัญหารูเยื้องก่อนการส่งมอบ

4.1.2 ทำการออกแบบและวิเคราะห์การทดลอง เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการเชื่อมประกอบชิ้นส่วนอะไหล่ยานยนต์

นำเทคนิคการออกแบบการทดลองมาใช้เพื่อกำหนดปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อการเชื่อมประกอบชิ้นส่วนอะไหล่ เพื่อให้ได้รับผลการทำงานในจุดที่เหมาะสมที่สุด จากการศึกษาถึงปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อการผลิต เพื่อให้จำนวนชิ้นส่วนอะไหล่ได้รับความเสียหายน้อยที่สุด ซึ่งสามารถกำหนดรายละเอียดได้ดังนี้ คือ

1. คุณลักษณะของผลตอบ (Response Characteristic) หมายถึงลักษณะของผลที่ได้รับจากการศึกษาหรือการทดลอง ในที่นี้คือ จำนวนชิ้นส่วนอะไหล่ประตูเสียรูป
2. ปัจจัยควบคุม (Control Factors) เป็นปัจจัยที่มีการกำหนดระดับ สูง ต่ำ เพื่อนำระดับของปัจจัยเหล่านี้มาปรับใช้กับกระบวนการเชื่อมประกอบ ซึ่งปัจจัยดังกล่าวนี้ประกอบด้วย ค่ากระแสไฟฟ้า และค่าความดัน ซึ่งมาจากการวิเคราะห์ถึงสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาชิ้นส่วนอะไหล่เสียรูปโดยใช้เทคนิค FMEA ซึ่งวิธีการหาระดับของปัจจัยเหล่านี้ จำนวนชิ้นส่วนย่อยในการทดสอบ จะการกล่าวถึงในส่วนถัดไป
3. ปัจจัยคงที่ (Held-Constant Factor) ในที่นี้จะหมายถึงปัจจัยที่ไม่เกี่ยวข้องกับการทดลองในครั้งนี้ แต่มีส่วนเกี่ยวข้องในขั้นตอนอื่น ปัจจัยคงที่ คือ

   - ผู้ดำเนินการในการทดลอง ควบคุมโดยการ ทำการเชื่อมประกอบคนเดียวตลอดการทดลอง

- ช่วงเวลาในการทดลอง ควบคุมโดยการ ทดลองในกะเดียวกันเพียงกะเดียว คือกะเช้า

- ชนิดของวัสดุที่ใช้ ควบคุมโดยการ ใช้วัตถุดิบที่รับมาจากผู้ผลิตรายเดียวและเป็นลอตเดียวกัน

4. ปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้ (Nuisance Factors) เป็นปัจจัยที่มีผล แต่อาจจะไม่มาก แต่ก็ไม่สามารถกำจัดออกได้ ซึ่งในการทดลองจะใช้วิธีการ Blocking เพื่อกำจัดผลที่เกิดขึ้น ซึ่งปัจจัยดังกล่าว มีดังนี้

- การถ่ายเทและอุณหภูมิของอากาศ อาจมีผลต่ออารมณ์ของพนักงานเชื่อมประกอบ

ในการทดลอง ได้ทำการควบคุมปัจจัยเหล่านี้ โดยกำหนดช่วงเวลาในการทดลองให้ใกล้เคียงกัน และจัดสภาพแวดล้อมในการทดลองให้เหมือนกัน

5. ปัจจัยที่มีอันตรกิริยา (Interaction) คือปัจจัยที่มีผลระหว่างกันและกัน คือ ปัจจัยร่วมระหว่างกระแสไฟฟ้า และ ค่าความดัน

*เครื่องมือทางสถิติที่ใช้ในการวิจัย*

ในการทดลองครั้งนี้ ใช้หลักการออกแบบการทดลองแบบ $2^k$ Factorial โดยมีการออกแบบส่วนประสมกลาง (Central Composite Design: CCD) และใช้หลักการพื้นผิวผลตอบ (Response Surface Methodology: RSM) เพื่อหาจุดที่เหมาะสมที่สุดของแต่ละปัจจัย เพื่อให้ได้ผลตอบที่ดีที่สุด โดยทำการวิเคราะห์และยืนยันผลที่ได้จากโปรแกรม Minitab 15 ตลอดทั้งการวิจัย

**4.1.2.1 แผนการออกแบบการทดลองเบื้องต้น**

*1. วัตถุประสงค์*

เพื่อวิเคราะห์ว่าปัจจัยอะไรบ้างที่มีผลต่อคุณภาพของงานเชื่อมประกอบชิ้นส่วนอะไหล่ประตู และเพื่อคัดเลือกค่าของระดับของปัจจัยที่ดีที่สุด เพื่อนำไปกำหนดตั้งค่าในการผลิต

*2. ตัวแปรต่างๆในการทดลอง*

- *ตัวแปรตอบสนอง :* จำนวนชิ้นส่วนอะไหล่ประตูเสียรูป มีหน่วยเป็น ชิ้น
- *ปัจจัยนำเข้า :* กระแสไฟฟ้า (Current) และ ความดัน (Pressure)
- *ปัจจัยที่ควบคุม*

| ลำดับที่ | ปัจจัยที่ควบคุมได้ | ค่าที่ควบคุม |
|---|---|---|
| 1 | ผู้ทำการทดลอง | 1 คน |
| 2 | ระยะเวลาในการทดลอง | 1 กะ |
| 3 | จำนวนชิ้นส่วนอะไหล่ประตูที่ใช้ในการทดสอบแต่ละครั้ง | 5 ชิ้น (Lot Size เดียวกัน) |

*3. จำนวนซ้ำ*

จะทำการทดลองซ้ำทั้งหมดจำนวน 2 ครั้ง

*4. วิธีการสุ่ม*

การสุ่มในแต่ละกลุ่มหลักการ จะทำการสุ่มโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปช่วยในการสุ่มลำดับการทดลอง

**4.1.2.2 การหาช่วงระดับของปัจจัย**

การหาช่วงระดับของปัจจัย เป็นขั้นตอนแรกของการทดลอง ที่จะต้องหาช่วงระดับของปัจจัยที่ควบคุมในการออกแบบการทดลอง ซึ่งมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1. ปัจจัยค่ากระแสไฟฟ้า (Current) กำหนดค่าของระดับปัจจัยของค่ากระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการเชื่อมประกอบชิ้นส่วนอะไหล่ประตู จากการสำรวจสภาพการประกอบจริงในการทำงานปัจจุบันของโรงงานกรณีศึกษา ที่มีการใช้ค่ากระแสไฟฟ้าตั้งแต่ 2000-5000 แอมแปร์ สำหรับชิ้นส่วนอะไหล่ตัวถังยานยนต์ประเภทต่างๆ ซึ่งจากหลักการออกแบบส่วนประสมกลาง (Central Composite Design: CCD) กำหนดค่าระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง จะเป็นค่าที่อยู่ระหว่างค่าสูงสุดและค่าต่ำสุด ระดับของค่ากระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการทดลองนี้ กำหนดให้ค่าสูงสุดและต่ำสุด ดังนี้ คือ

ระดับปัจจัยค่ากระแสไฟฟ้าขั้นต่ำ 2000 แอมแปร์

ระดับปัจจัยค่ากระแสไฟฟ้าขั้นสูง 5000 แอมแปร์

แต่ในการกำหนดค่าปัจจัยระดับสูงหรือต่ำที่จะนำเข้าไปวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมในคอมพิวเตอร์นั้น ไพโรจน์ วิริยะจารี และ สมคิด สมนักพงษ์ ได้กล่าวว่ามีค่ากำหนดเป็นมาตรฐานสำหรับการทดลองการออกแบบส่วนประสมกลางที่ต้องมี คุณสมบัติทั้งทางด้าน Rotatable และ orthogonal ไปพร้อมๆกัน จะมีค่ากำหนดเป็นมาตรฐาน สำหรับการออกแบบดังตารางด้านล่าง

ตารางที่ 4.2 ค่าสำหรับการออกแบบที่มีทั้ง Rotatable และ Orthogonal

| จำนวนตัวแปร | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|
| จุดบนสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ของ $2^k$ Factorials | | | | |
| - $N_c$ | 4 | 8 | 16 | 32 |
| - จำนวนบล็อค | 1 | 2 | 2 | 4 |
| - จำนวนจุดในบล็อก | 4 | 4 | 8 | 8 |
| - จำนวนจุดกึ่งกลางที่เพิ่ม, $n_\infty$ หรือ $C_F$ | 3 | 4 | 4 | 8 |
| - จำนวนทั้งหมดของจุดในบล็อค, $n_c$ หรือ $n_\infty$ | 7 | 6 | 10 | 10 |
| แกนบล๊อก | | | | |
| 2n | 4 | 6 | 8 | 10 |
| จำนวนจุดที่เพิ่ม, $n_\infty$ หรือ $C_F$ | 3 | 2 | 2 | 4 |
| จำนวนทั้งหมดของจุด | 7 | 8 | 10 | 14 |
| จุดทั้งหมดในการออกแบบ, M | 14 | 20 | 30 | 54 |
| ค่าของ $\alpha$ สำหรับ Orthogonal Blocking | 1.4142 | 1.633 | 2.000 | 2.3664 |
| ค่าของ $\alpha$ สำหรับการหมุน | 1.4142 | 1.633 | 2.000 | 2.3784 |

ที่มา : สมคิด สมนักพงษ์, 2551: 66

โดยที่ระดับของปัจจัยที่จะนำมาทดลอง จะต้องหาระดับที่เหมาะสมอีกครั้ง จากสมการด้านล่างนี้ (สมคิด สมนักพงษ์, 2551)

$$\text{Low Level Setting} = \frac{(\alpha-1)\max+(\alpha+1)\min}{2\alpha} \quad (4.1)$$

$$\text{High Level Setting} = \frac{(\alpha-1)\min+(\alpha+1)\max}{2\alpha} \quad (4.2)$$

ดังนั้น ระดับปัจจัยกระแสไฟฟ้าขั้นต่ำ คือ $\frac{(1.4142-1)5000+(1.4142+1)2000}{2\times1.4142}$

= 2439 แอมแปร์

ระดับปัจจัยกระแสไฟฟ้าขั้นสูง คือ $\frac{(1.4142-1)2000+(1.4142+1)5000}{2\times1.4142}$

= 4560 แอมแปร์

ในการทดลองของ พีรพันธ์ บางพาน (2546) และ สมคิด สมนักพงษ์ (2551) มีการแบ่งระดับของปัจจัยออกเป็นส่วนเท่าๆกัน เพื่อให้สอดคล้องกับหลักการของ orthogonal ที่ช่วงระดับของปัจจัยจะต้องเท่าๆกัน และพิจารณาค่า Low Level Setting และ High Level Setting ดังนั้นจึงกำหนดค่าเฉลี่ยของกระแสไฟฟ้าให้ได้ค่ากลาง แล้วเพิ่มและลดทีละ 1, 000 แอมแปร์ ดังนี้

ระดับกระแสไฟฟ้าเฉลี่ย = (2439+4560)/2 = 3499.5 แอมแปร์

หรือประมาณ 3500 แอมแปร์

ดังนั้น ได้ระดับเฉลี่ย ของกระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการเชื่อมประกอบ ในระดับสูง เท่ากับ 4500 แอมแปร์ และระดับต่ำ เท่ากับ 2500 แอมแปร์

2. ปัจจัยค่าความดันที่ใช้เชื่อม (Pressure) กำหนดค่าของระดับปัจจัยของค่าความดันที่ใช้ในการเชื่อมประกอบชิ้นส่วนอะไหล่ประตู จากการสำรวจสภาพการประกอบจริงในการทำงานปัจจุบันของโรงงานกรณีศึกษา ที่มีการใช้ค่าความดันตั้งแต่ 2.5-3.5 กิโลนิวตัน สำหรับชิ้นส่วนอะไหล่ตัวถังยานยนต์ประเภทต่างๆ ซึ่งจากหลักการออกแบบส่วนประสมกลาง (Central Composite Design: CCD) กำหนดค่าระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง จะเป็นค่าที่อยู่ระหว่างค่าสูงสุดและค่าต่ำสุด ระดับของค่ากระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการทดลองนี้ กำหนดให้ค่าสูงสุดและต่ำสุด ดังนี้ คือ

ระดับปัจจัยค่าความดันขั้นต่ำ 2.5 กิโลนิวตัน

ระดับปัจจัยค่าความดันขั้นสูง 3.5 กิโลนิวตัน

ดังนั้น ระดับปัจจัยค่าความดันขั้นต่ำ คือ $\frac{(1.4142-1)3.5+(1.4142+1)2}{2\times1.4142}$

= 2.65 กิโลนิวตัน

ระดับปัจจัยค่าความดันขั้นสูง คือ $\frac{(1.4142-1)2+(1.4142+1)3.5}{2\times1.4142}$

= 3.35 กิโลนิวตัน

จากหลักการของ Orthogonal ที่การแบ่งช่วงของระดับปัจจัยจะต้องเท่ากัน และพิจารณาค่า Low Level Setting และ High Level Setting และงานวิจัยของ พีรพันธ์ บางพาน (2546) และ สมคิด สมนักพงษ์ (2551) ดังนั้นจึงกำหนดค่าเฉลี่ยของค่าความดันที่ใช้เชื่อมประกอบ ให้ได้ค่ากลาง แล้วเพิ่มและลด ได้ดังนี้

ระดับความดันเฉลี่ย = (2.65+3.35)/2 = 3 กิโลนิวตัน

แบ่งช่วงระดับของปัจจัยเท่ากัน โดยกำหนดให้ 3 เป็นค่ากลาง จากนั้นเพิ่มและลดทีละ 1 กิโลนิวตัน ดังนั้น ได้ระดับเฉลี่ย ของความดันที่ใช้ในการเชื่อมประกอบ ในระดับสูง เท่ากับ 4 กิโลนิวตัน และระดับต่ำ เท่ากับ 2 กิโลนิวตัน

ตารางที่ 4.3 สรุปค่าระดับปัจจัยนำเข้าขั้นต้น

| ปัจจัยนำเข้าขั้นต้น | ระดับต่ำ | ระดับสูง |
|---|---|---|
| ค่ากระแสไฟฟ้า (A) | 2500 | 4500 |
| ค่าความดัน (kN) | 2 | 4 |

### 4.1.2.3 การทดลองเพื่อวิเคราะห์อิทธิพลของปัจจัยจากแบบจำลอง

การทดลองเพื่อหาอิทธิพลของปัจจัยในการหาสภาวะที่เหมาะสมในการเชื่อมชิ้นส่วนอะไหล่ยานยนต์ ได้ดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. กำหนดค่าระดับปัจจัย คือ ปัจจัยค่ากระแสไฟฟ้า (A) และความดัน (kN) ที่ใช้ในการเชื่อมประกอบ ทั้งในระดับต่ำและสูง โดยกำหนดการวิเคราะห์ใน Minitab เป็นการออกแบบการทดลองเพื่อหาค่าที่เหมาะสมที่สุด ของตัวแปรที่มีผลต่อผลตอบ คือ การออกแบบพื้นผิวผลตอบ (Response Surface Methodology :RSM) ในงานวิจัยนี้

เลือกการออกแบบส่วนประสมกลาง (Central Composite Design : CCD) ซึ่งการออกแบบที่บริบูรณ์ของการออกแบบส่วนประสมกลางจะมีการเพิ่มข้อมูล เพื่อให้จุดเพียงพอที่จะหาแบบจำลองกำลังสองได้ จึงเหมาะสำหรับตัวแปรที่สามารถเปลี่ยนแปลงค่าของปัจจัย หรือตัวแปรที่อยู่นอกเหนือจากค่าในระดับต่ำและสูงของปัจจัยได้ โดยค่าเริ่มต้นของการออกแบบการทดลองสำหรับงานวิจัยนี้ คือ

| | |
|---|---|
| Factor = 2 | Replicate = 2 |
| Base Runs = 13 | Total Runs = 26 |
| Base Blocks = 1 | Total Blocks = 1 |
| Cube Points = 8 | Center Points in Cube = 10 |
| Axis Points = 8 | Center Points in Axis = 0 |
| Alpha = 1.41421 | |

2. จัดเตรียมวัตถุดิบและเครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมประกอบ ให้อยู่ในสภาพที่พร้อมกับการทดลอง
3. ตั้งค่าอุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อม ให้มีค่ากระแสไฟ และความดัน อยู่ในค่าที่ต้องการทำการทดสอบ
4. นำค่าชิ้นส่วนอะไหล่เสียรูปที่ได้จากการทดสอบในช่วงระดับของปัจจัยที่ถูกกำหนดขึ้นมาจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และบันทึกผลการทดลอง
5. นำค่าจำนวนชิ้นส่วนอะไหล่ที่เสียรูปในแต่ละระดับปัจจัยจากการทดลองหรือผลตอบจากการทดลองไปวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยป้อนข้อมูลเข้าในโปรแกรมเพื่อหาค่าต่างๆที่ต่างการได้

ซึ่งในขั้นนี้จะกำหนดความหมายต่างๆในการดำเนินงาน คือ

| | |
|---|---|
| StdOrder | ลำดับมาตรฐานที่โปรแกรมเตรียมไว้ให้ |
| RunOrder | ลำดับของการทดลอง |
| Blocks | การออกแบบที่มีการ Blocks เพื่อลดปัจจัยที่รบกวน |
| Current (A) | ปัจจัยค่ากระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการทดลองเชื่อม |
| Pressure (kN) | ปัจจัยค่าความดันที่ใช้ในการทดลองเชื่อม |
| Response | ผลตอบที่ได้รับ หรือ จำนวนชิ้นส่วนอะไหล่เสียรูป |

ตารางที่ 4.4 ผลจากการป้อนข้อมูลปัจจัยนำเข้าขั้นต้น เข้าโปรแกรมคอมพิวเตอร์

| StdOrder | RunOrder | PtType | Blocks | Current (A) | Pressure (kN) | Response |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 23 | 1 | 0 | 1 | 3500 | 3 | |
| 4 | 2 | 1 | 1 | 4500 | 4 | |
| 3 | 3 | 1 | 1 | 2500 | 4 | |
| 1 | 4 | 1 | 1 | 2500 | 2 | |
| 25 | 5 | 0 | 1 | 3500 | 3 | |
| 19 | 6 | -1 | 1 | 4914.213562 | 3 | |
| 10 | 7 | 0 | 1 | 3500 | 3 | |
| 8 | 8 | -1 | 1 | 3500 | 4.414213562 | |
| 11 | 9 | 0 | 1 | 3500 | 3 | |
| 6 | 10 | -1 | 1 | 4914.213562 | 3 | |
| 16 | 11 | 1 | 1 | 2500 | 4 | |
| 20 | 12 | -1 | 1 | 3500 | 1.585786438 | |
| 18 | 13 | -1 | 1 | 2085.786438 | 3 | |
| 24 | 14 | 0 | 1 | 3500 | 3 | |
| 21 | 15 | -1 | 1 | 3500 | 4.414213562 | |
| 5 | 16 | -1 | 1 | 2085.786438 | 3 | |
| 13 | 17 | 0 | 1 | 3500 | 3 | |
| 9 | 18 | 0 | 1 | 3500 | 3 | |
| 22 | 19 | 0 | 1 | 3500 | 3 | |
| 26 | 20 | 0 | 1 | 3500 | 3 | |
| 14 | 21 | 1 | 1 | 2500 | 2 | |
| 15 | 22 | 1 | 1 | 4500 | 2 | |
| 2 | 23 | 1 | 1 | 4500 | 2 | |
| 12 | 24 | 0 | 1 | 3500 | 3 | |
| 17 | 25 | 1 | 1 | 4500 | 4 | |
| 7 | 26 | -1 | 1 | 3500 | 1.585786438 | |

เนื่องจากค่าที่ได้จากการกำหนดข้อมูลปัจจัยในขั้นต้นของการทดลอง เป็นตัวเลขทศนิยมหลายตำแหน่ง ที่ยากต่อการทำงานจริง จึงทำการปรับค่าทศนิยมของระดับปัจจัยบางค่าให้มีความเหมาะสม และทำการทดสอบผลตอบที่ได้ ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ผลจากการปรับค่าระดับปัจจัยนำเข้าของข้อมูลปัจจัยนำเข้าขั้นต้น

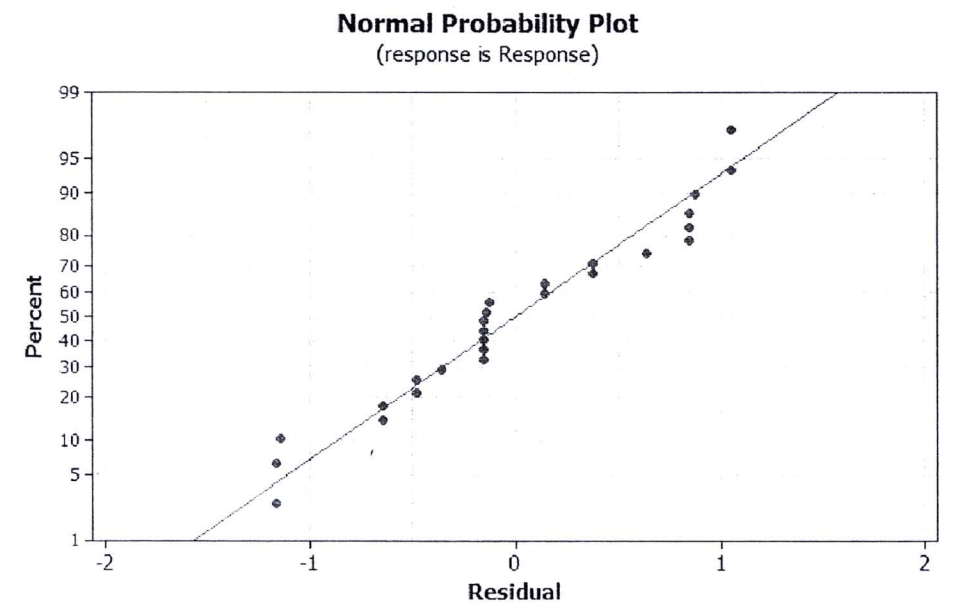
| StdOrder | RunOrder | PtType | Blocks | Current (A) | Pressure (kN) | Response |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 23 | 1 | 0 | 1 | 3500 | 3 | 3 |
| 4 | 2 | 1 | 1 | 4500 | 4 | 5 |
| 3 | 3 | 1 | 1 | 2500 | 4 | 4 |
| 1 | 4 | 1 | 1 | 2500 | 2 | 1 |
| 25 | 5 | 0 | 1 | 3500 | 3 | 5 |
| 19 | 6 | -1 | 1 | 4900 | 3 | 5 |
| 10 | 7 | 0 | 1 | 3500 | 3 | 4 |
| 8 | 8 | -1 | 1 | 3500 | 4.5 | 5 |
| 11 | 9 | 0 | 1 | 3500 | 3 | 5 |
| 6 | 10 | -1 | 1 | 4900 | 3 | 5 |
| 16 | 11 | 1 | 1 | 2500 | 4 | 5 |
| 20 | 12 | -1 | 1 | 3500 | 1.75 | 5 |
| 18 | 13 | -1 | 1 | 2100 | 3 | 1 |
| 24 | 14 | 0 | 1 | 3500 | 3 | 4 |
| 21 | 15 | -1 | 1 | 3500 | 4.5 | 5 |
| 5 | 16 | -1 | 1 | 2100 | 3 | 2 |
| 13 | 17 | 0 | 1 | 3500 | 3 | 5 |
| 9 | 18 | 0 | 1 | 3500 | 3 | 4 |
| 22 | 19 | 0 | 1 | 3500 | 3 | 4 |
| 26 | 20 | 0 | 1 | 3500 | 3 | 3 |
| 14 | 21 | 1 | 1 | 2500 | 2 | 0 |
| 15 | 22 | 1 | 1 | 4500 | 2 | 5 |

| StdOrder | RunOrder | PtType | Blocks | Current (A) | Pressure (kN) | Response |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 23 | 1 | 1 | 4500 | 2 | 5 |
| 12 | 24 | 0 | 1 | 3500 | 3 | 4 |
| 17 | 25 | 1 | 1 | 4500 | 4 | 5 |
| 7 | 26 | -1 | 1 | 3500 | 1.75 | 5 |

### 4.1.2.4 **การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง** (Model Adequate Checking)

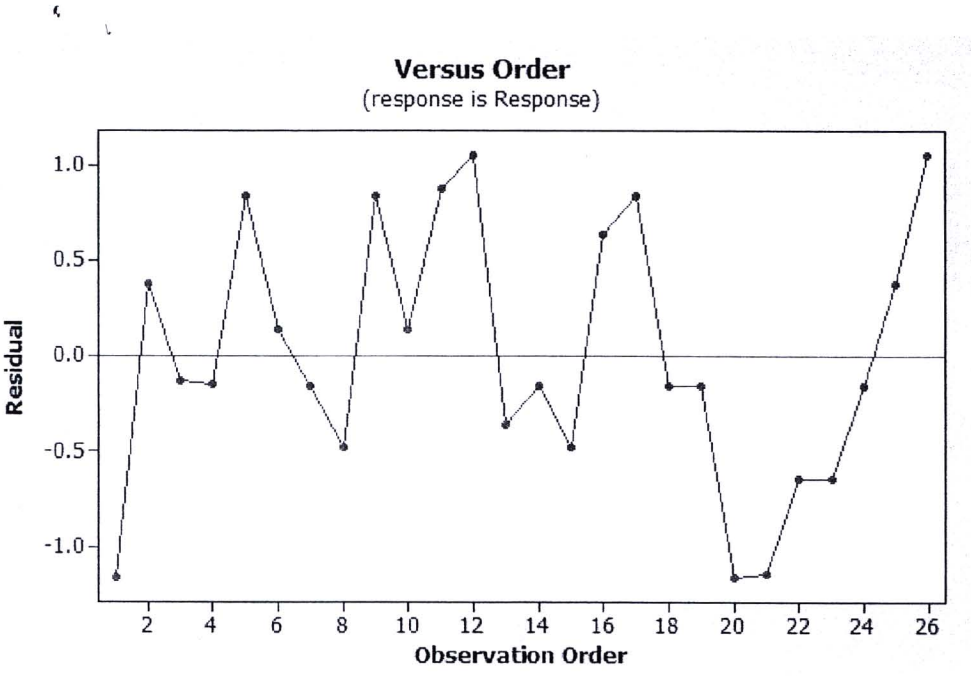
ตรวจสอบความถูกต้องของการเก็บข้อมูลก่อน ว่ามีความเหมาะสมหรือไม่ ด้วยการวิเคราะห์ความถูกต้องของแบบจำลอง โดยการวิเคราะห์ความถูกต้องของแบบจำลองมีดังต่อไปนี้

1. การตรวจสอบการแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution) เป็นการตรวจสอบส่วนตกค้าง (Residual) ของข้อมูลว่ามีการกระจายแจกแจงแบบปกติหรือไม่ ซึ่งจากรูป 4.6 แสดงให้เห็นว่าส่วนตกค้างจากการทดลอง ไม่แสดงสิ่งผิดปกติให้เห็นแต่อย่างใด จะเห็นว่า แนวโน้มของข้อมูลเป็นเส้นตรง ไม่มีแนวโน้มการกระจายตัวหรือการแตกกลุ่มเกิดขึ้น ถือว่าแบบจำลองที่ใช้ในการทดสอบมีความเหมาะสม



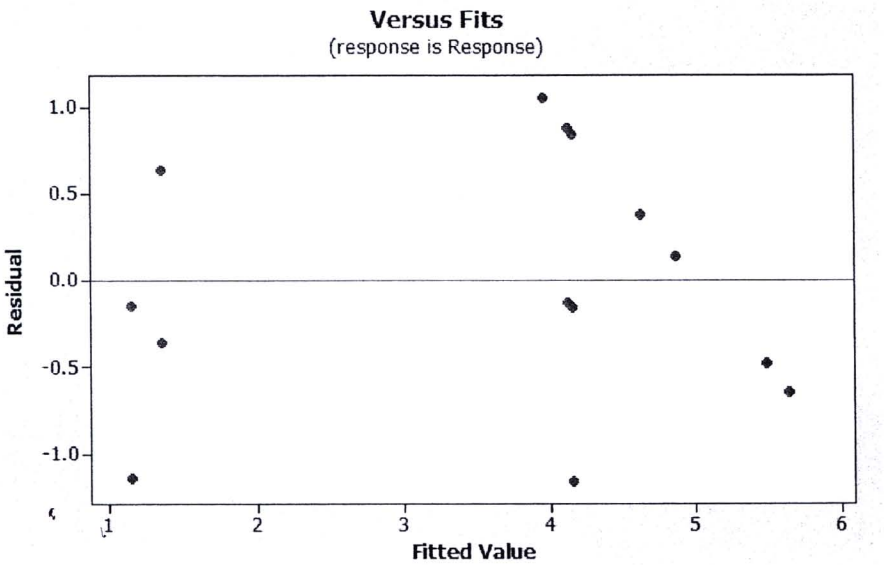

รูปที่ 4.6 กราฟการแจกแจงแบบปกติ

2. การตรวจสอบความเป็นอิสระ (Independent) การทดสอบสมมุติฐานของความเป็นอิสระของส่วนตกค้าง (Independent of Residual) สามารถตรวจสอบได้โดยใช้แผนภูมิการกระจาย Scatter Plot ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างส่วนตกค้าง (Residual) กับลำดับของการเก็บข้อมูล (Observation Order) แล้วดูการกระจายของจุดที่แทนข้อมูลบนกราฟ ว่ามีความเป็นอิสระหรือไม่ จากรูปที่ 4.7 จะเห็นว่าส่วนตกค้างมีลักษณะการกระจายตัวที่เป็นอิสระต่อกัน ไม่มีรูปแบบที่แน่นอน ดังนั้นสรุปได้ว่าข้อมูลมีความเป็นอิสระต่อกัน




รูปที่ 4.7 กราฟความเป็นอิสระของข้อมูล

3. การตรวจสอบความเสถียรภาพของความแปรปรวน (Variance Stability) โดยใช้แผนภูมิการกระจายค่าความคลาดเคลื่อน (Residual) ในแต่ละระดับของปัจจัย สามารถตรวจสอบได้โดยการพิจารณาแผนภาพการกระจายที่แสดงความสัมพันธ์ค่าส่วนตกค้าง (Residual) กับค่าที่ถูกฟิต (Fitted Value) ซึ่งแผนภาพการกระจายไม่ควรมีลักษณะที่เป็นแนวโน้ม หรือมีการกระจายตัวที่เป็นรูปแบบกรวยปากเปิด จากรูปที่ 4.8 จะเห็นว่าค่าส่วนตกค้างไม่มีลักษณะการกระจายตัวที่เป็นรูปแบบกรวยปากเปิด จึงสรุปได้ว่าข้อมูลมีเสถียรภาพของค่าความแปรปรวน




รูปที่ 4.8 กราฟเสถียรภาพของความแปรปรวนของข้อมูล

### 4.1.2.5 ผลการวิเคราะห์อิทธิพลของแบบจำลองโดยใช้โปรแกรม Minitab 15

**การวิเคราะห์การถดถอยของพื้นผิวผลตอบ** (Response Surface Regression)

ผลการทดลองเพื่อหาอิทธิพลของปัจจัยในการเชื่อมประกอบ โดยในการทดลองแต่ละครั้งในระดับของปัจจัยหนึ่งๆ กำหนดให้เชื่อมประกอบ 5 ครั้ง เพื่อดูว่าในการเชื่อมประกอบ 5 ครั้งนั้นมีจำนวนชิ้นส่วนอะไหล่เสียรูปทั้งหมดเท่าไหร่ ซึ่งผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.5 และเมื่อนำมาวิเคราะห์การถดถอยของพื้นผิวผลตอบ (Response Surface Regression) เป็นดังนี้

Response Surface Regression: Response versus Current (A), Pressure (kN)

The analysis was done using coded units.

Estimated Regression Coefficients for Response

| Term | Coef | SE Coef | T | P |
|---|---|---|---|---|
| Constant | 4.1590 | 0.2378 | 17.489 | 0.000 |
| Current (A) | 1.2500 | 0.1896 | 6.593 | 0.000 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Pressure (kN) | 0.4913 | 0.1939 | 2.533 | 0.020 |
| Current (A)*Current (A) | -0.5346 | 0.2050 | -2.607 | 0.017 |
| Pressure (kN)*Pressure (kN) | 0.2617 | 0.2089 | 1.252 | 0.225 |
| Current (A)*Pressure (kN) | -1.0000 | 0.2668 | -3.748 | 0.001 |

S = 0.754634 PRESS = 19.4538

R-Sq = 78.91% R-Sq(pred) = 63.97% R-Sq(adj) = 73.64%

Analysis of Variance for Response

| Source | DF | Seq SS | Adj SS | Adj MS | F | P |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Regression | 5 | 42.611 | 42.611 | 8.5221 | 14.96 | 0.000 |
| Linear | 2 | 29.377 | 28.404 | 14.2022 | 24.94 | 0.000 |
| Square | 2 | 5.234 | 5.234 | 2.6169 | 4.60 | 0.023 |
| Interaction | 1 | 8.000 | 8.000 | 8.0000 | 14.05 | 0.001 |
| Residual Error | 20 | 11.389 | 11.389 | 0.5695 | | |
| Lack-of-Fit | 3 | 4.989 | 4.989 | 1.6631 | 4.42 | 0.018 |
| Pure Error | 17 | 6.400 | 6.400 | 0.3765 | | |
| Total | 25 | 54.000 | | | | |

**Response Surface Regression: Response versus Current (A), Pressure (kN)**

The analysis was done using uncoded units.

Estimated Regression Coefficients for Response

| Term | Coef | SE Coef | T | P |
|---|---|---|---|---|
| Constant | -16.3838 | 4.32386 | -3.789 | 0.001 |
| Current (A) | 0.0080 | 0.00165 | 4.831 | 0.000 |
| Pressure (kN) | 2.4213 | 1.60165 | 1.512 | 0.146 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Current (A)*Current (A) | -0.0000 | 0.00000 | -2.607 | 0.017 |
| Pressure (kN)*Pressure (kN) | 0.2617 | 0.20893 | 1.252 | 0.225 |
| Current (A)*Pressure (kN) | -0.0010 | 0.00027 | -3.748 | 0.001 |

S = 0.754634 PRESS = 19.4538

R-Sq = 78.91% R-Sq(pred) = 63.97% R-Sq(adj) = 73.64%

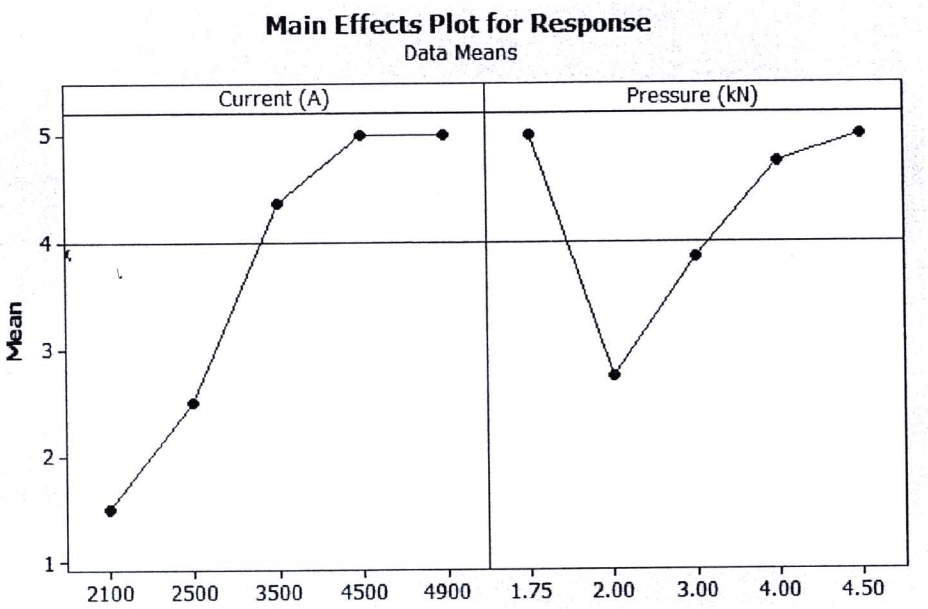
Analysis of Variance for Response

| Source | DF | Seq SS | Adj SS | Adj MS | F | P |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Regression | 5 | 42.611 | 42.611 | 8.5221 | 14.96 | 0.000 |
| Linear | 2 | 29.377 | 13.321 | 6.6607 | 11.70 | 0.000 |
| Square | 2 | 5.234 | 5.234 | 2.6169 | 4.60 | 0.023 |
| Interaction | 1 | 8.000 | 8.000 | 8.0000 | 14.05 | 0.001 |
| Residual Error | 20 | 11.389 | 11.389 | 0.5695 | | |
| Lack-of-Fit | 3 | 4.989 | 4.989 | 1.6631 | 4.42 | 0.018 |
| Pure Error | 17 | 6.400 | 6.400 | 0.3765 | | |
| Total | 25 | 54.000 | | | | |

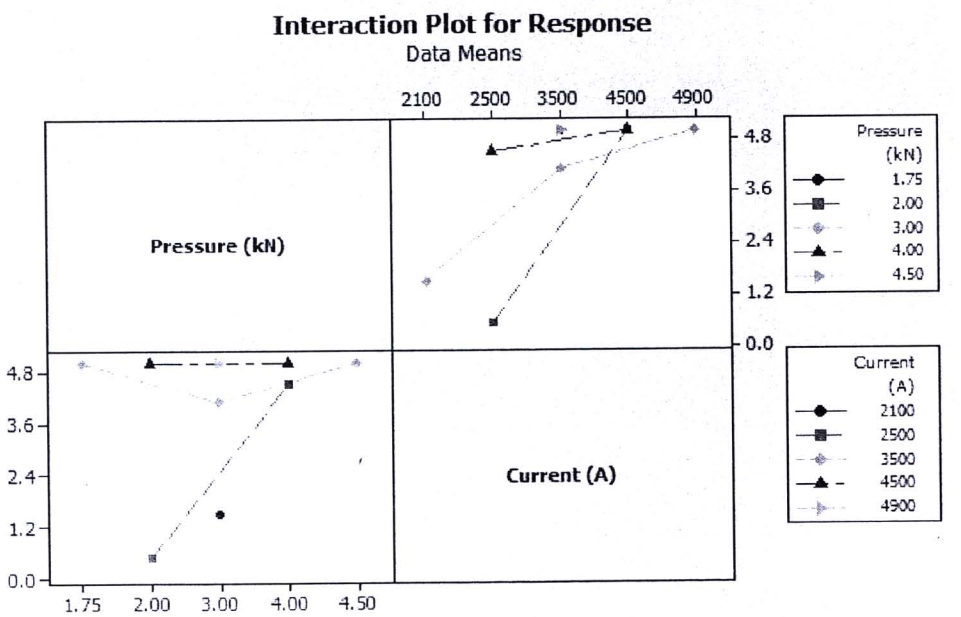
จากข้อมูลการวิเคราะห์ความแปรปรวนที่ได้รับ สามารถแปลผลที่เกิดขึ้นได้ดังนี้

1. ปัจจัยค่ากระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการเชื่อมประกอบชิ้นส่วนอะไหล่มีผลต่อคุณภาพของงานชิ้นส่วนอะไหล่ประตูที่ได้จากการเชื่อมประกอบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ $\alpha = 0.05$
2. ปัจจัยค่าความดันที่ใช้ในการเชื่อมประกอบชิ้นส่วนอะไหล่มีผลต่อคุณภาพของงานชิ้นส่วนอะไหล่ประตูที่ได้จากการเชื่อมประกอบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ $\alpha = 0.05$
3. R-Sq = 78.91% และ R-Sq(adj) = 73.64% มีค่าต่างกันไม่มาก และมีค่าสูง ดังนั้นปัจจัยทั้งสองที่เลือกมาทดลองเหมาะสม
4. ปัจจัยทั้งสองที่กล่าวถึง คือ ค่ากระแสไฟฟ้า และค่าความดัน ปัจจัยที่มีผลมากที่สุดต่อคุณภาพของการเชื่อมประกอบ คือ ค่ากระแสไฟฟ้าที่ใช้เชื่อมประกอบ

นอกจากนี้การวิเคราะห์ผลการออกแบบการทดลองเบื้องต้นด้วยโปรแกรม Minitab ยังสามารถแสดงแผนภาพผลของการออกแบบการทดลองของปัจจัยหลักที่มีผลต่อตัวแปรตอบสนองและผลของอันตรกิริยาที่มีผลต่อตัวแปรตอบสนองหรือสัดส่วนของชิ้นส่วนอะไหล่ประตูเสียรูป ดังรูปที่ 4.9 และ 4.10



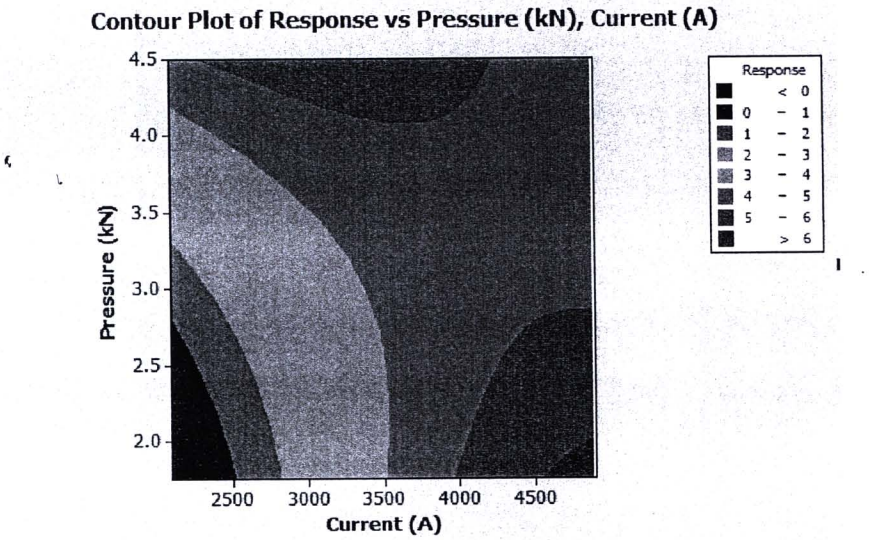

รูปที่ 4.9 ผลของปัจจัยหลักที่มีผลต่อตัวแปรตอบสนอง คือสัดส่วนของชิ้นส่วนอะไหล่ประตูเสียรูป



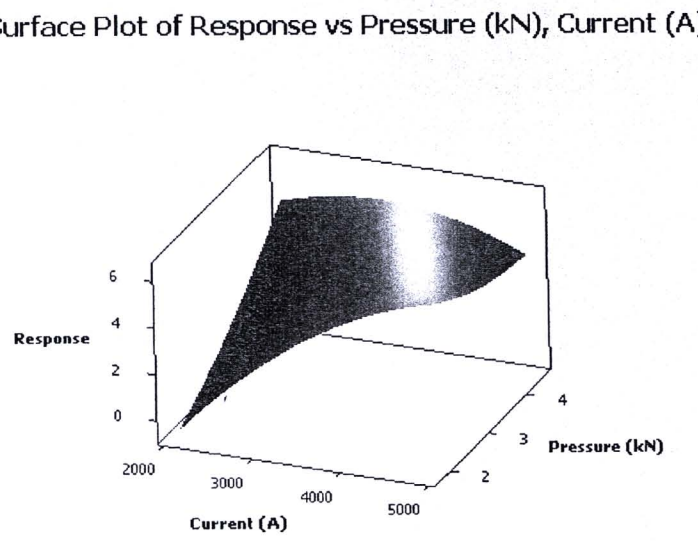

รูปที่ 4.10 ผลของอันตรกิริยาที่มีผลต่อตัวแปรตอบสนองคือสัดส่วนของชิ้นส่วนอะไหล่ประตูเสียรูป

4.1.2.6 **การสร้างพื้นผิวผลตอบ** (Response Surface)

หลังจากการทดลองความพอเพียงของแบบจำลอง และการวิเคราะห์ผลการทดลองแล้ว ขั้นตอนต่อไป คือการสร้างพื้นผิวผลตอบชิ้นส่วนอะไหล่ประตูเสียรูปที่เกิดจากการเชื่อมประกอบ โดยใช้ปัจจัยกระแสไฟฟ้า และความดัน ที่ระดับต่างๆกัน ซึ่งผลจากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Minitab สามารถแสดงได้ดังนี้




รูปที่ 4.11 กราฟโครงร่างความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้า และความดันที่ใช้เชื่อมประกอบ

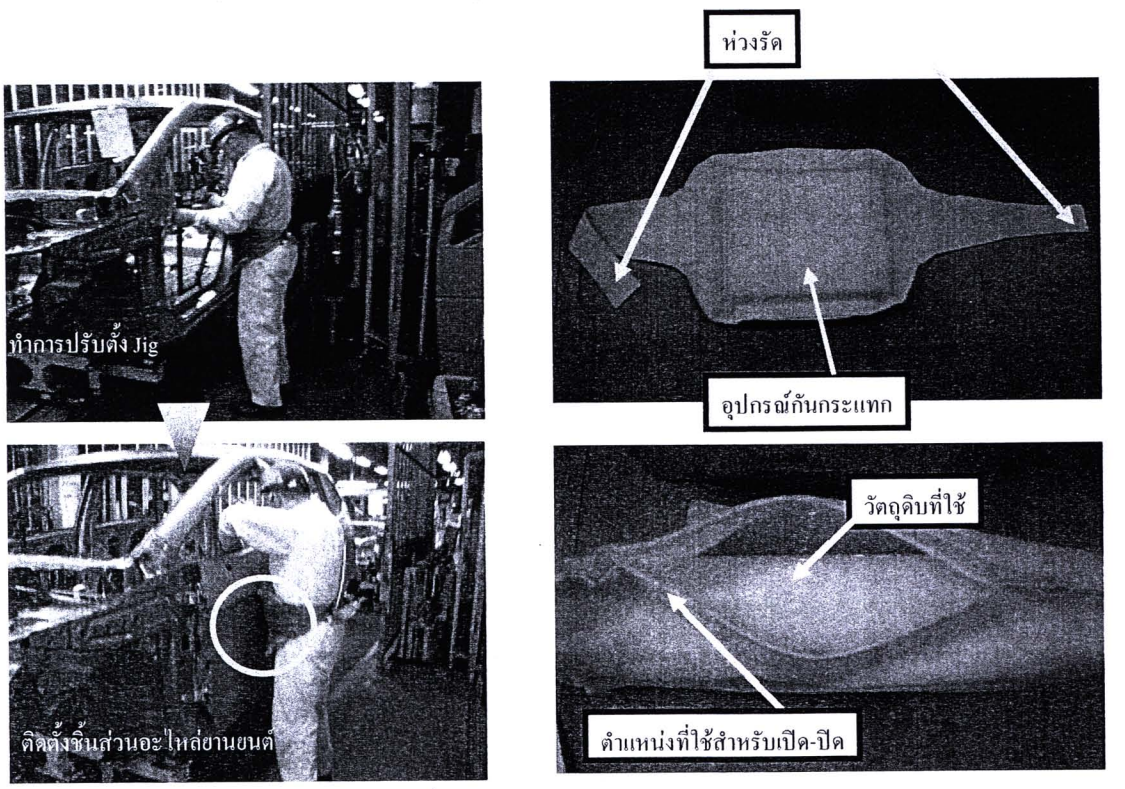



รูปที่ 4.12 กราฟพื้นผิวผลตอบของปัจจัยกระแสไฟฟ้าและความดันที่ใช้เชื่อมประกอบ

จากการวิเคราะห์ทั้งหมดที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า ปัจจัยกระแสไฟฟ้าและค่าความดันมีผลกับการเชื่อมประกอบ เนื่องจากค่า P-Value น้อยกว่า 0.05 และระดับปัจจัยที่เหมาะสมของกระแสไฟฟ้า คือ 2100 แอมแปร์ ระดับปัจจัยที่เหมาะสมของค่าความดัน คือ 2 กิโลนิวตัน และปัจจัยค่ากระแสไฟฟ้ามีผลกับการเชื่อมประกอบมากที่สุด

4.1.3 อบรมวิธีการปฏิบัติงานขณะขนย้ายชิ้นงานให้กับพนักงาน รวมถึงการแต่งกายที่เหมาะสม

เนื่องจากในปัจจุบัน พนักงานขนย้ายชิ้นส่วนอะไหล่อย่างไม่ระมัดระวัง และนำสิ่งของอุปกรณ์เครื่องมือ ที่จำเป็นในการวัดชิ้นงานใส่ไว้ในกระเป๋าเสื้อ ซึ่งอาจเกิดการกระแทก และทำให้ชิ้นส่วนอะไหล่ประตูเสียรูปได้ ดังนั้น จึงได้ทำการอบรมพนักงานให้ทำการขนย้ายชิ้นส่วนอะไหล่ด้วยความระมัดระวัง และกำหนดให้พนักงานสวมใส่อุปกรณ์กันกระแทกรัดบริเวณลำตัว เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาชิ้นส่วนอะไหล่เสียรูปได้

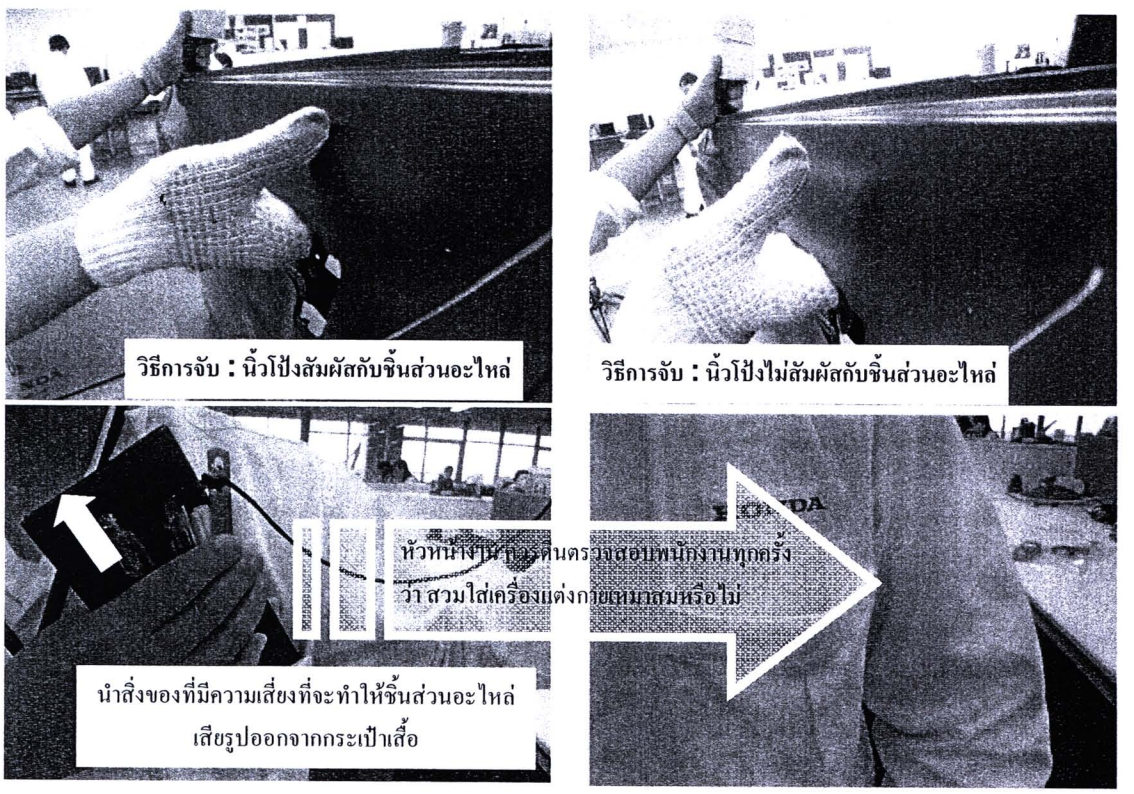



รูปที่ 4.13 อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับสวมใส่เพื่อป้องกันการกระแทก

นอกจากนั้นการกระแทกขณะขนย้ายชิ้นงาน ยังเกิดจากอุปกรณ์เครื่องมือที่อยู่ในกระเป๋าเสื้อของพนักงาน ดังนั้น จึงกำหนดและอบรม แจ้งให้พนักงานทราบถึงการแต่งการที่ถูกต้องจะต้องไม่มีสิ่งของใดๆที่สามารถทำให้ชิ้นส่วนอะไหล่เสียรูปได้ หากเกิดการกระแทกระหว่าง

ชิ้นส่วนอะไหล่กับพนักงานเชื่อมประกอบ โดยที่หัวหน้างานจะต้องสุ่มตรวจสอบในขณะที่ทำการผลิตทุกครั้ง ว่าพนักงานปฏิบัติตามกฎหรือไม่

นอกจากนี้วิธีการถือชิ้นงานก็เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ชิ้นส่วนอะไหล่เสียรูปได้ จึงได้มีการอบรมให้พนักงานถือชิ้นส่วนอะไหล่อย่างถูกต้อง โดยที่นิ้วโป้งจะต้องไปสัมผัส หรือกดชิ้นส่วนอะไหล่ขณะทำการขนย้าย



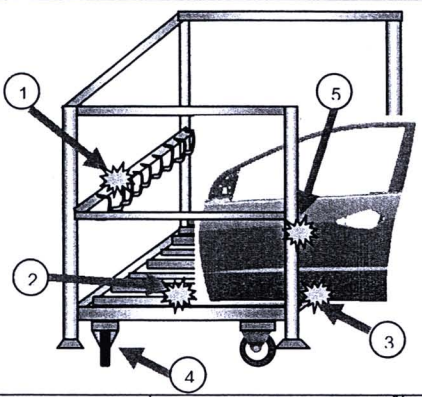

รูปที่ 4.14 การถือชิ้นส่วนอะไหล่ และการแต่งกายที่ถูกต้องขณะทำการขนย้ายชิ้นส่วนอะไหล่

<u>4.1.4 ปรับปรุง Rack ที่ใช้ โดยการแจ้งผู้ผลิต ให้ส่งมอบงานโดยใช้ Rack ที่อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน และใช้ Rack ให้ถูกกับประเภทของชิ้นส่วนอะไหล่</u>

ส่วนงานแผนกควบคุมคุณภาพทำการแจ้งปัญหา Rack ไม่สมบูรณ์ไปที่ Supplier เพื่อให้ทำการปรับปรุงแก้ไข Rack ให้สมบูรณ์ ก่อนที่จะทำการส่งชิ้นส่วนย่อยมาที่โรงงานกรณีศึกษา และจัดทำ รายการตรวจสอบคุณภาพของ Rack ขึ้นมา เพื่อใช้ในการสุ่มตรวจ Rack ว่ายังสมบูรณ์และอยู่ในระดับที่ยอมรับได้หรือไม่ ถ้าพบปัญหา จะต้องรีบทำการแก้ไข และหากไม่สามารถแก้ไขได้ จะต้องทำลาย Rack นั้นทิ้ง เพื่อป้องการปัญหาการนำกลับมาใช้ใหม่

นอกจากนี้ จะต้องทำการจัดการ Rack ให้เพียงพอสำหรับบรรจุชิ้นส่วนอะไหล่แต่ละประเภท เพื่อป้องกันปัญหา Rack ไม่เพียงพอ และนำ Rack ของชิ้นส่วนอะไหล่ประเภทอื่นมาใส่แทน โดยการกำหนดเป็นมาตรฐาน ว่าจะต้องบรรจุชิ้นส่วนอะไหล่ลงใน Rack ที่ถูกต้องของชิ้นส่วนอะไหล่แต่ละประเภทเท่านั้น

ตารางที่ 4.6 รายการตรวจสอบและควบคุม Rack



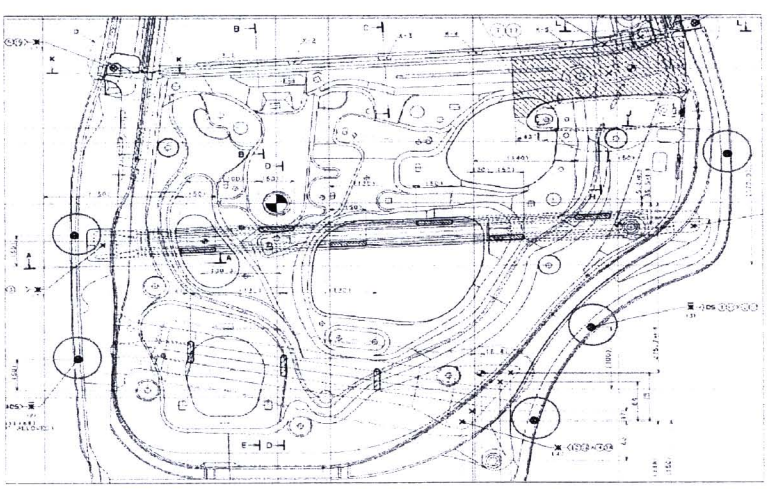

| ตำแหน่ง | รายการตรวจสอบ | ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นๆได้ | ผลการตรวจ | การแก้ไข |
|---|---|---|---|---|
| 1 | ความกว้างของช่องแบ่งเพียงพอหรือไม่ สามารถทำให้เกิดความเสียหายใดๆได้หรือไม่ | เนื่องจากถ้าความก้วางไม่เพียงพอ แผงประตู จะเสียหายได้ | | |
| 2 | บริเวณด้านล่างของ Rack เสียหายหรือไม่ | ผิวประตูเสียรูปขณะทำการหยิบใส่ Rack และนำออกจาก Rack | | |
| 3 | ด้านปลายสุดของบริเวณด้านล่างเสียหายหรือไม่ | ผิวประตูเสียรูปขณะทำการหยิบใส่ Rack และนำออกจาก Rack | | |
| 4 | ล้อเลื่อนหรือยางเสียหายหรือไม่ | เสียรูปจากการสั่นสะเทือนขณะทำการขนย้าย Rack | | |
| 5 | ประตูกระแทกกับ Rack ขณะทำการยกหรือไม่ | ผิวประตูเสียรูปขณะทำการหยิบใส่ Rack และนำออกจาก Rack | | |

ทำการตรวจสอบ Rack ทุกอัน โดยการใช้ Check Sheet เพื่อควบคุมและลดปัญหาชิ้นส่วนอะไหล่เสียรูปเป็นสำคัญ นอกจากนี้ เมื่อพบปัญหา จะทำการเรียกผู้ผลิตให้ทำการซ่อมแซมทันที และในระหว่างการผลิตจะไม่ใช้อีกต่อไป

4.1.5 อบรมวิธีการเชื่อมประกอบที่ถูกต้องให้กับพนักงาน

กระบวนการที่ทำให้เกิดปัญหาชิ้นส่วนอะไหล่เสียรูป 凸凹 ที่พิจารณาเบื้องต้น คือ กระบวนการที่ใกล้กับกระบวนการพับขอบ ไม่ใช่แต่เพียงการพับขอบในขั้นตอนการขึ้นรูปเท่านั้น ยังรวมถึง กระบวนการเชื่อมหลังจากขั้นตอนการพับขอบ ดังนั้น การควบคุมการเชื่อมรายวัน และการอบรมพนักงานจึงต้องทำอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทำการเชื่อมประกอบได้อย่างถูกต้อง โดยทำการอบรมหัวข้อ ดังต่อไปนี้

- จุดที่ต้องทำการเชื่อมหลังขั้นตอนการพับขอบ (Hemming)



รูปที่ 4.15 ตำแหน่งการเชื่อมหลังการพับขอบ

- ปัจจัยในการเชื่อมที่เป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดปัญหาชิ้นส่วนอะไหล่เสียรูป

1. หัวเชื่อมไม่ระนาบสัมผัสกับผิวชิ้นส่วนอะไหล่

ปัญหาเสียรูปที่เกิดขึ้นคือ ผิวเรียบไม่สม่ำเสมอ เกิดการบุบขึ้น • 凹

2. หัวเชื่อมไปสัมผัสกับบริวณที่ชิ้นส่วนอะไหล่นูนออกมา

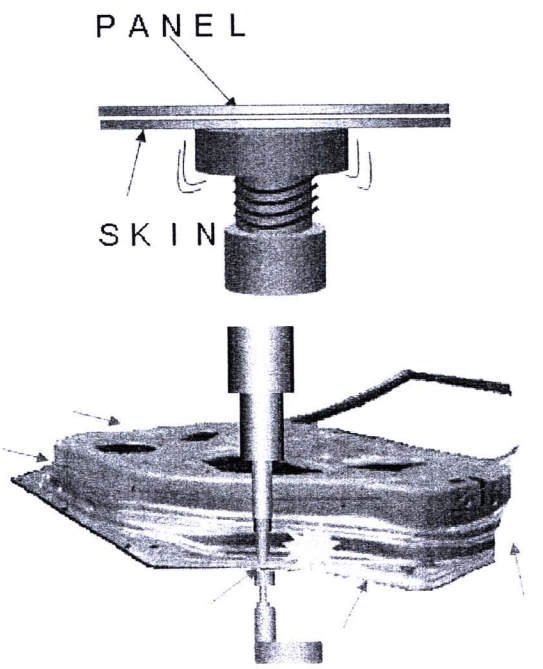
ปัญหาเสียรูปที่เกิดขึ้นคือ เกิดรอยนูนขึ้นมา

3. บริเวณผิวชิ้นส่วนอะไหล่มีฝุ่นมาเกาะ

ปัญหาเสียรูปที่เกิดขึ้น คือ บุบเนื่องจากฝุ่น

- ลักษณะท่าทางการเชื่อมที่ถูกต้อง

เนื่องจากหัวเชื่อมสามารถที่จะเคลื่อนที่ได้ เนื่องจากลักษณะรูปร่างของ ผิวประตู (Panel/Skin) ดังรูป

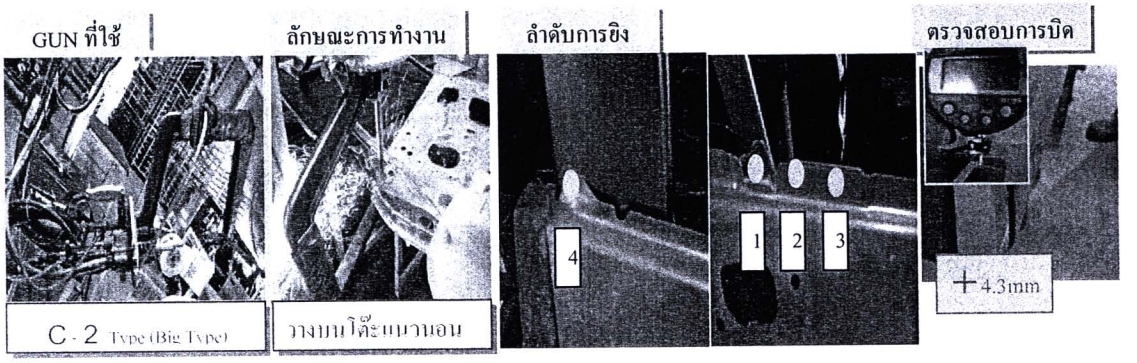



รูปที่ 4.16 ลักษณะในการวางหัวเชื่อมที่ถูกต้อง

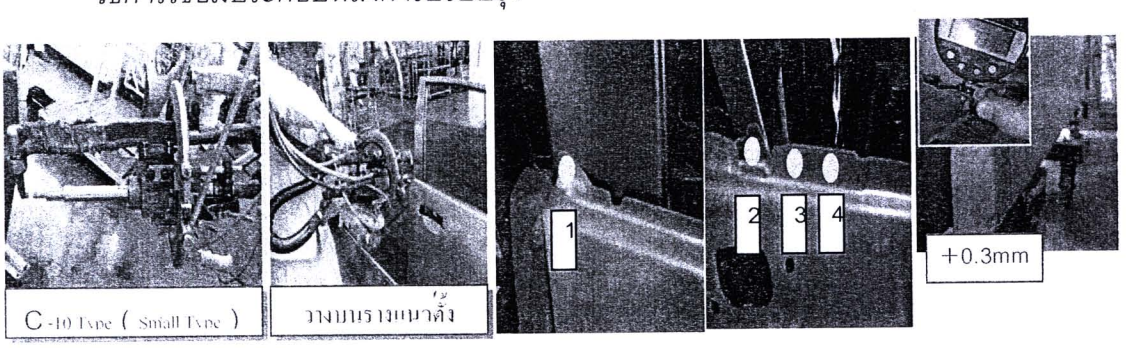
รูปที่ 4.17 การอบรมวิธีการเชื่อมหลังขั้นตอนการพับขอบที่ถูกต้อง

นอกจากขั้นตอนการเชื่อมหลังการพับขอบที่อาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดปัญหาชิ้นส่วนอะไหล่เสียรูปนั้น ยังมีสาเหตุจากการเชื่อมประกอบชิ้นส่วนย่อยต่างๆ โดยได้ทำการทดลอง เปลี่ยนวิธีการเชื่อมประกอบ ในขั้นตอนหรือเงื่อนไขการประกอบ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

*วิธีการเชื่อมประกอบก่อนการปรับปรุง*




*วิธีการเชื่อมประกอบหลังการปรับปรุง*



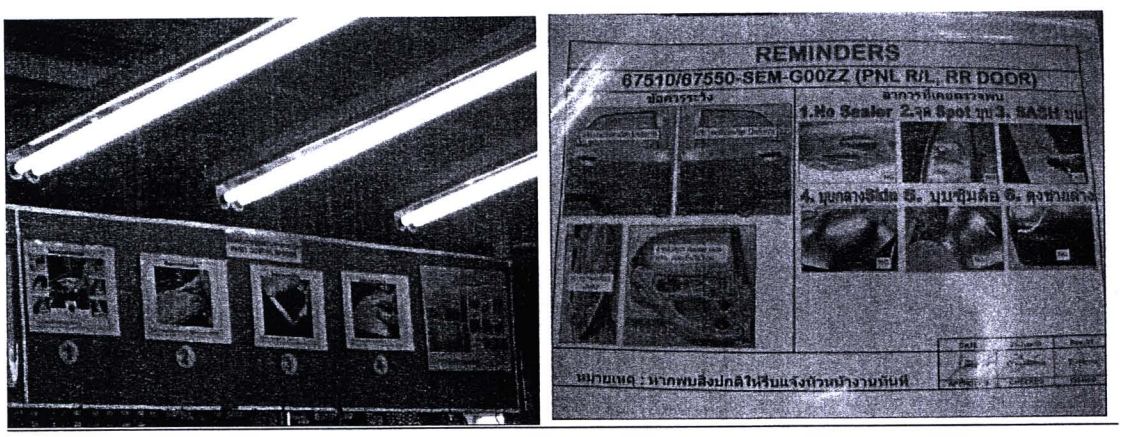

รูปที่ 4.18 วิธีการเชื่อมประกอบ

จากข้างต้นทำให้ทราบว่าสาเหตุของการเกิดปัญหา เมื่อประกอบชิ้นส่วนอะไหล่ประตูเข้ากับตัวถัง แล้วระนาบไม่ได้ และเกิดการเสียรูป เนื่องมาจากการวางชิ้นงานแนวนอน และวิธีการ

ประกอบ ทำการแก้ไขโดยการ อบรมวิธีการประกอบให้กับพนักงานในวันที่ 5 มิถุนายน 2553 และทำการแก้ไข WI หรือ Working Instruction

4.1.6 จัดทำมาตรฐานการตรวจสอบชิ้นงาน วางไว้บริเวณพื้นที่การตรวจสอบ

จากเดิมไม่มีวิธีการตรวจสอบชิ้นส่วนอะไหล่แสดงให้พนักงานเห็นบริเวณพื้นที่การตรวจสอบ ทำการปรับปรุง โดยการติดขั้นตอนการปฏิบัติในการตรวจสอบชิ้นส่วนอะไหล่ประตู ซึ่งเป็นชิ้นส่วนที่พบปัญหามากที่สุด รวมถึง มีเอกสารแสดงตำแหน่งที่พบปัญหาชิ้นส่วนอะไหล่ประตูเสียรูป แสดงบริเวณพื้นที่ปฏิบัติงาน เพื่อให้พนักงานระมัดระวัง และตรวจสอบอย่างละเอียดในจุดที่มีโอกาสเสียรูปมากที่สุด




รูปที่ 4.19 ขั้นตอนการปฏิบัติในการตรวจสอบชิ้นส่วนอะไหล่ประตู

รูปที่ 4.20 บริเวณพื้นที่การตรวจสอบ

โดยขั้นตอนการปฏิบัติในการตรวจสอบชิ้นส่วนอะไหล่ประตู มีดังนี้

1. ตรวจสอบประตูด้านใน (Panel)
2. ตรวจสอบประตูบริเวณขอบ (Hemming)
3. ตรวจสอบประตูบริเวณ SASH
4. ตรวจสอบประตูบริเวณผิว SKIN

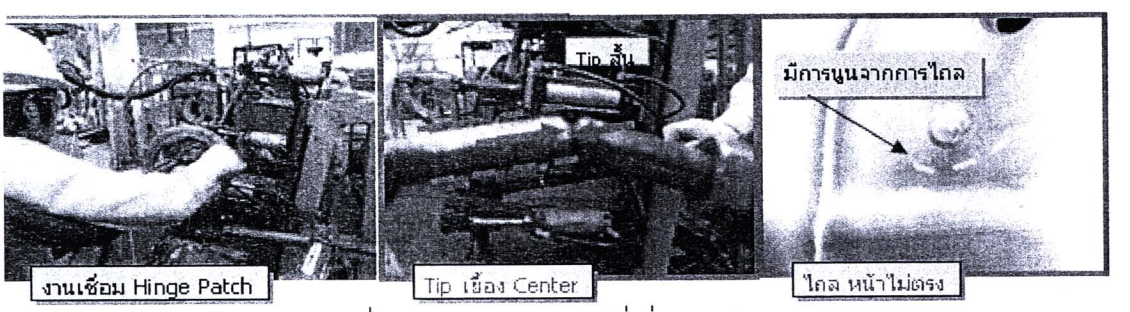
4.1.7 ตรวจสอบหัวทิปก่อนการผลิตและในขณะที่ทำการผลิตทุกครั้ง โดยจะมีเจ้าหน้าที่ตรวจสอบคุณภาพเข้าไปสุ่มตรวจสอบว่าปฏิบัติจริงหรือไม่

ปัจจัยที่สำคัญสำหรับการเชื่อมประกอบ นอกจากอยู่ที่ความสามารถและความชำนาญของพนักงานเชื่อมแล้วนั้น อุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมก็มีความสำคัญที่ทำให้เกิดปัญหาชิ้นส่วนอะไหล่เสียรูปและรูเยื้อง รวมถึงปัญหาอื่นๆได้

อุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมที่มีความสำคัญ ประกอบด้วย หัวทิปที่ใช้ในการเชื่อม, Jig ที่ใช้สำหรับทำการผลิต และ Pin ที่ใช้สำหรับยึดชิ้นงาน จะต้องมีการตรวจสอบว่าอยู่ในสภาพพร้อมใช้งานก่อนการผลิตทุกครั้ง และจะต้องมีเจ้าหน้าท่ตรวจสอบคุณภาพเข้าไปตรวจสอบ ในขณะที่ทำการผลิต รายละเอียดในการปรับปรุงแก้ไข มีดังต่อไปนี้

- ตรวจสอบจุดเชื่อมและการปฏิบัติงาน โดยเริ่มจากการตรวจสอบหัวทิป

*ลักษณะหัวทิปก่อนทำการแก้ไข*




รูปที่ 4.21 ลักษณะหัวทิปที่เยื่องศูนย์กลาง

ก่อนทำการแก้ไข เมื่อตรวจสอบลักษณะของหัวทิป พบว่า เกิดการเยื้องศูนย์กลาง เนื่องจากหัวทิปสั้น ส่งผลต่อตำแหน่งน็อต และมีผลต่อการประกอบบานพับ (Hinge) ทำให้รอยเชื่อมมีการนูนจากการไถล เนื่องจากหน้าไม่ตรง จึงอยากให้เป็นแบบผิวเรียบดีกว่า

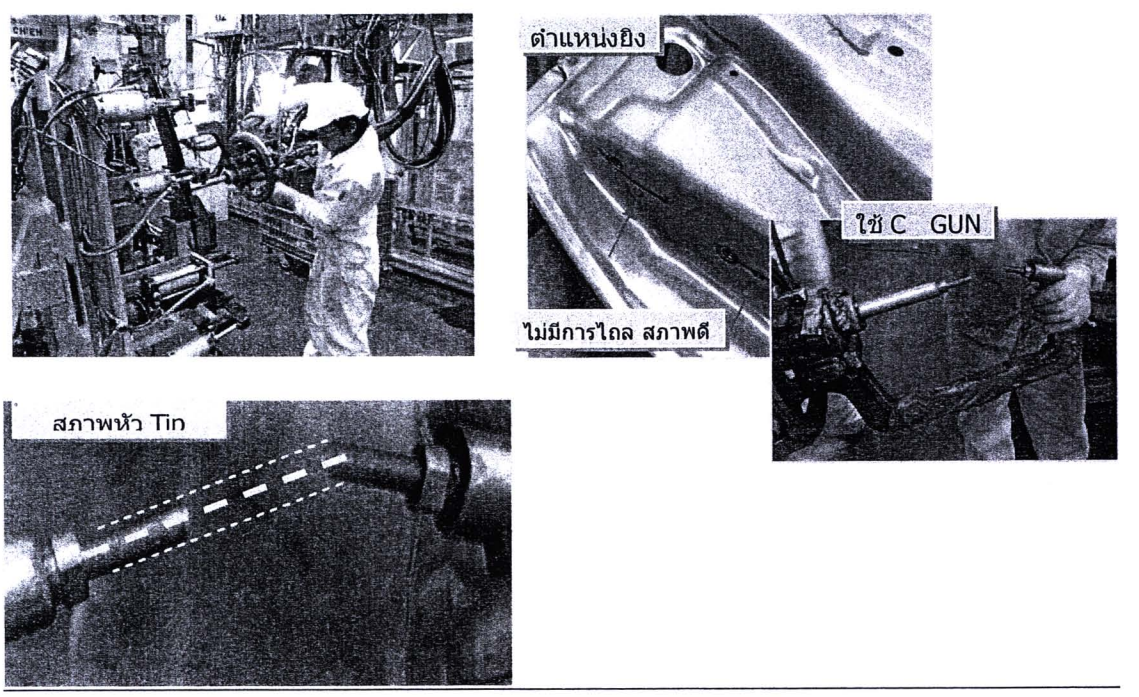
จึงทำการแก้ไข โดยการ ตรวจสอบหัวทิปทุกวัน ก่อนการผลิต เมื่อหัวทิปอยู่ในศูนย์กลาง จะทำให้รอยเชื่อมหน้าตรง ซึ่งสามารถยอมรับได้

*ลักษณะหัวทิปหลังทำการแก้ไข*

รูปที่ 4.22 ลักษณะหัวทิปที่อยู่ในศูนย์กลาง

- ตรวจสอบการทำงานช่วงต้นกระบวนการ

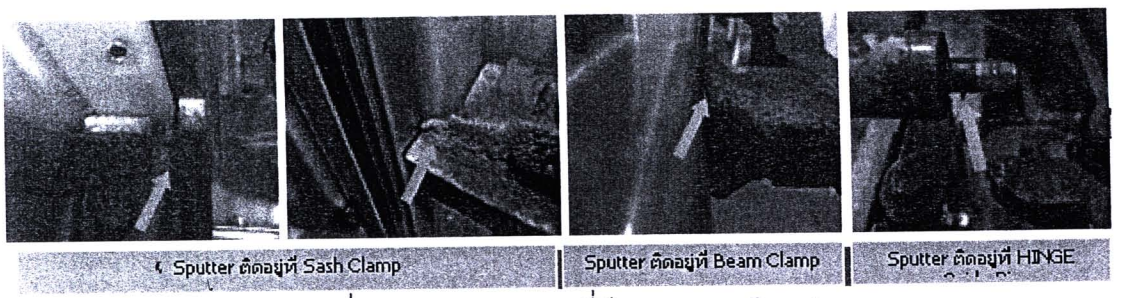
เนื่องจากมีข้อควรระวังจากการเชื่อมประกอบที่ทำให้เกิดปัญหาชิ้นส่วนอะไหล่เสียรูป ดังนั้นจึงต้องแก้ไขโดยการควบคุมหัวทิปให้มีหน้าตรง ดังนั้นจึงมีการเปลี่ยนหัวทิปโดยเร็ว และจัดทำเป็นมาตรฐานหลังจากนี้




รูปที่ 4.23 การตรวจสอบหัวทิป และลักษณะจุดเชื่อมในช่วงต้นของกระบวนการ

- ตรวจสอบสภาพ JIG ที่ใช้ในการผลิต

ก่อนที่จะเริ่มทำการผลิตในแต่ละวัน จะต้องทำการตรวจสอบ สภาพของ JIG ว่ามี เศษจากการเชื่อม (Welding Sputter) ติดอยู่หรือไม่ โดยลักษณะของ JIG ที่มี Sputter ติดอยู่ดังรูปที่ 4.15

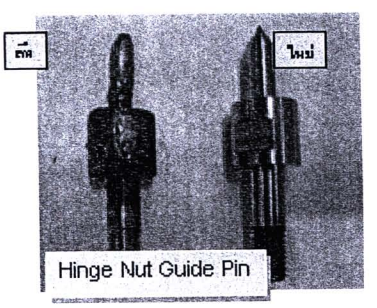



รูปที่ 4.24 ลักษณะ JIG ที่มี SPUTTTR ติดอยู่

- ตรวจสอบลักษณะ PIN ที่ทำหน้าที่ยึดชิ้นส่วนอะไหล่กับ JIG

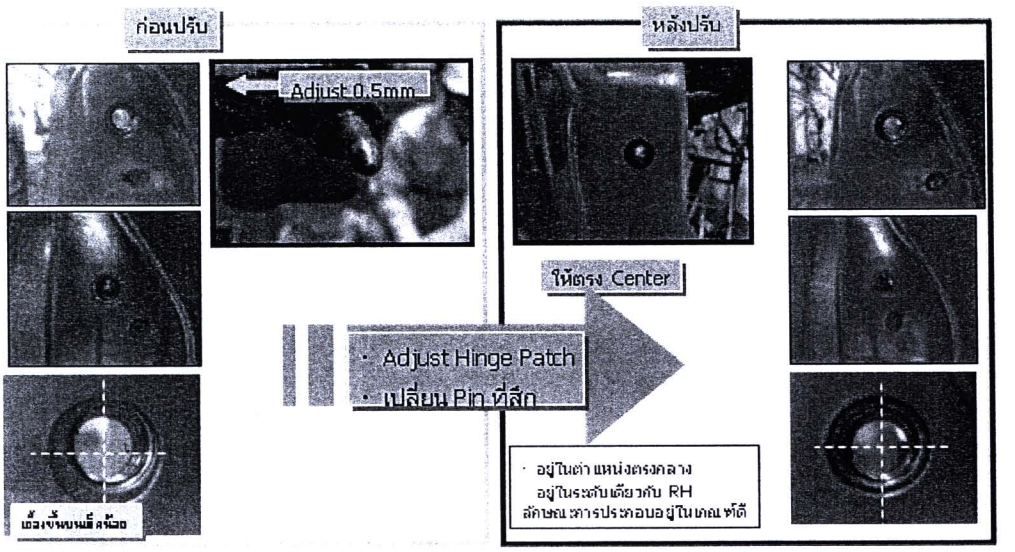
รูปที่ 4.25 ลักษณะ PIN ที่สึกหรอ

ทำการตรวจสอบก่อนเริ่มปฏิบัติงาน โดยการแจ้งพนักงานให้ทราบในที่ประชุมตอนเช้าทุกครั้ง ก่อนทำการผลิต ถ้าเกิดการสึกหรอ จะต้องทำการเปลี่ยนใหม่ทันที




รูปที่ 4.26 ลักษณะ PIN เก่าที่สึกหรอ (ด้านซ้าย) และ PIN ใหม่ (ด้านขวา)

- ตรวจสอบซ้ำตำแหน่งบานพับ Hinge



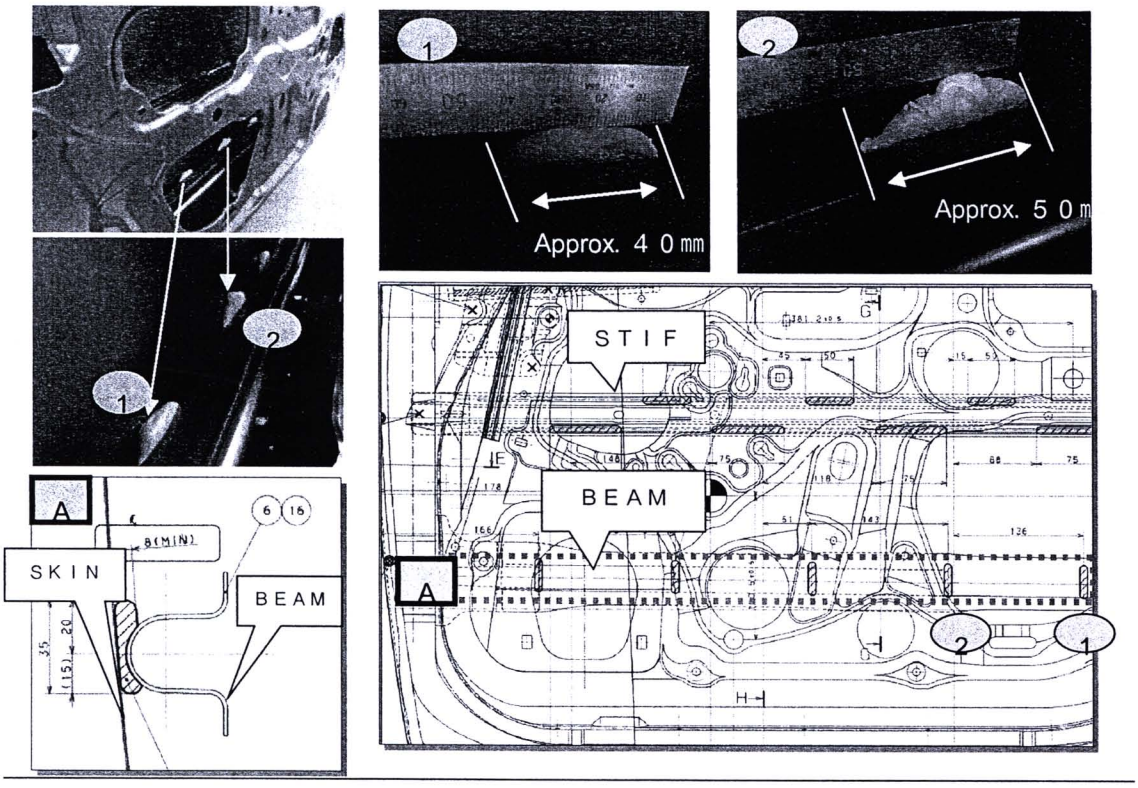

รูปที่ 4.27 เปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุงตำแหน่งบานพับ และ PIN ที่สึกหรอ

หลังจากทำการแก้ไขโดยการเปลี่ยน PIN ที่สึกหรอ และปรับบานพับแล้วนั้น พบว่า ลักษณะของรูอยู่ในตำแหน่งตรงกลาง และลักษณะประกอบอยู่ในเกณฑ์ดี และสามาถยอมรับได้

4.1.8 อบรมให้พนักงานเข้าใจหน้าที่ของ Sealer และวิธีการปฏิบัติที่ถูกต้อง

ตามมาตรฐานของ Drawing ระบุไว้ว่า ขนาดของ Sealer จะต้องไม่เกิน 8 มิลลิเมตร ถ้าขนาด Sealer ได้มาตรฐาน เมื่อผ่านการชุบสี ED จะขยายเป็น 24 มิลลิเมตร แต่ปัจจุบันพนักงานฉีด Sealer ขนาดใหญ่กว่ามาตรฐาน Drawing ที่กำหนดไว้ เนื่องจากเกรงว่าผิว Skin จะไม่ติดกับคาน (Beam) ของ Frame ทำให้เมื่อผ่านกระบวนการชุบสีด้วย ED ขนาดของ Sealer จะใหญ่ขึ้นเป็นประมาณ 40-50 มิลลิเมตร ซึ่งจะทำให้คุณภาพมากเกินไป และเกิดการดึงตัวของผิว SKIN ทำให้ชิ้นส่วนอะไหล่ประตูเสียรูปได้

ถึงแม้ว่า เมื่อเกิดการดึงตัวกันของผิว SKIN จะสามารถซ่อมแซมแก้ไข โดยการเคาะได้นั้น แต่ก็ทำให้เสียเวลาในการซ่อมแซม และงานซ่อมก็อาจจะเกิดการไม่ยอมรับได้ นอกจากนี้ ยังก่อให้เกิดจำนวนชั่วโมงการทำงานที่เพิ่มขึ้น



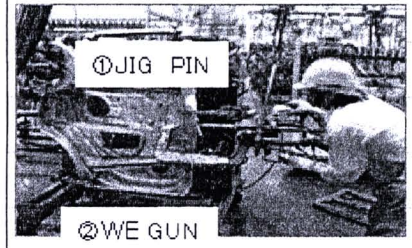

รูปที่ 4.28 ขนาดของ Sealer ที่ผ่านการชุบสี ED แล้วเกินมาตรฐานที่กำหนดไว้

ดังนั้น จึงอบรมพนักงานให้ปฏิบัติตามมาตรฐานของ Drawing ที่กำหนดไว้ คือ ฉีด Sealer ให้มีขนาดไม่เกิน 8 มิลลิเมตรตาม Drawing

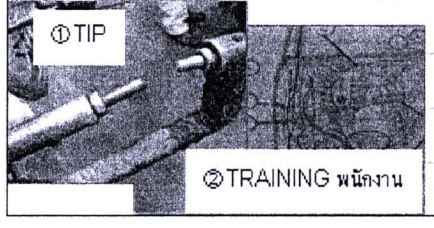
4.1.9 จัดทำ Check Sheet ที่ใช้สำหรับตรวจสอบการผลิต

เนื่องจากปัจจุบันถึงแม้จะมีการตรวจสอบในกระบวนการผลิตอยู่แล้ว แต่เนื่องจากประตู เป็นชิ้นส่วนอะไหล่ที่พบปัญหามากที่สุด ดังนั้นจึงต้องจัดทำรายการการตรวจสอบเพิ่มขึ้นมาพิเศษ เพื่อควบคุมไม่ให้เกิดข้อผิดพลาดขึ้น ดังตารางที่ 4.3-4.5

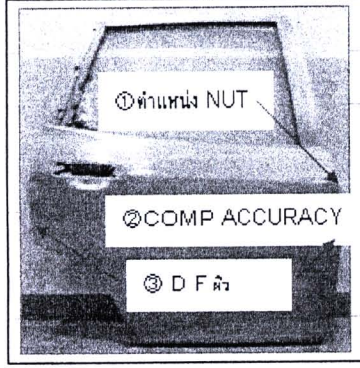
ตารางที่ 4.7 รายการตรวจสอบชิ้นส่วนอะไหล่ประตู

| ชิ้นส่วนอะไหล่ประตู | No | รายการ | เครื่องมือวัด/วิธีการตรวจสอบ | ความถี่ | การบันทึก | ผู้รับผิดชอบ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|  | 1 | ตำแหน่งของน็อต | สายตา | 1 ครั้ง/ 10 ชิ้น | Check sheet | พนักงาน |
| | 2 | ความถูกต้องของการเชื่อม | Inspection Jig | 1 ครั้ง/ ล็อต | Check sheet | พนักงานควบคุมคุณภาพ |
| | 3 | ผิวชิ้นส่วนอะไหล่หลังการพับขอบ | ความสะอาดของ Die | เมื่อเริ่มผลิต | None | พนักงาน |
| | | | ปืนเชื่อม | ทุกครั้ง | Check sheet | พนักงาน |
| | | | ความสึกหรอของ Die | เมื่อเริ่มผลิต | Check sheet | พนักงาน |

ตารางที่ 4.8 รายการตรวจสอบอุปกรณ์ / เครื่องมือในการ

| อุปกรณ์ / เครื่องมือ | No | รายการ | เครื่องมือวัด/วิธีการตรวจสอบ | ความถี่ | การบันทึก | ผู้รับผิดชอบ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|  | 1 | ความสมบูรณ์ของ PIN | สายตา / ไม้บรรทัด | 1ครั้ง/เดือน | Check sheet | พนักงาน |
| | 2 | สะเก็ดเชื่อม | สายตา | 1ครั้ง / รอบการผลิต | ไม่มี | พนักงาน |
| | 3 | ขนาดหัวทิป | สายตา / ไม้บรรทัด | 1ครั้ง / รอบการผลิต | ไม่มี | พนักงาน |
| | 4 | ระนาบของหัวทิป | สายตา | 1 ครั้ง / รอบการผลิต | ไม่มี | พนักงาน |

ตารางที่ 4.9 รายการตรวจสอบความเข้าใจในหน้าที่การทำงานของพนักงาน

| หน้าที่การทำงาน | No. | รายการ | เครื่องมือวัด/วิธีการตรวจสอบ | ความถี่ | การบันทึก | ผู้รับผิดชอบ |
|---|---|---|---|---|---|---|
|  | 1 | Tip dresss | Tip dress manual | 1 ครั้ง / รอบการผลิต | ไม่มี | พนักงาน |
| | 2 | เปลี่ยนหัวทิป | สายตา / ไม้บรรทัด | 1ครั้ง / รอบการผลิต | ไม่มี | พนักงาน |
| | 3 | เข้าในวิธีการทำงาน | มาตรฐานการปฏิบัติงาน | เมื่อมีการเปลี่ยน เงื่อนไขในการผลิต | มาตรฐานการ ปฏิบัติงาน | หัวหน้างาน |
| | 4 | เข้าใจปัญหาคุณภาพ | ปัญหาในอดีต | เมื่อมีการเปลี่ยน เงื่อนไขในการผลิต | ไม่มี | หัวหน้างาน |
| | | | | | | |

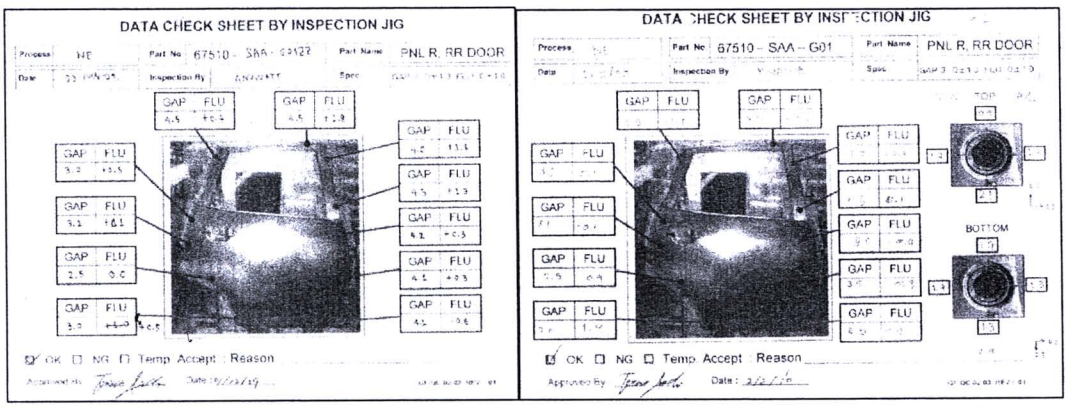
โดยหัวข้อในการตรวจสอบแบ่งออกเป็น 3 ส่วนด้วยกัน คือ

1. รายการตรวจสอบชิ้นส่วนอะไหล่ประตู ประกอบด้วย การตรวจสอบตำแหน่งของน็อต (รูบานพับ) และการตรวจสอบความถูกต้องของการเชื่อมและสภาพของชิ้นส่วนอะไหล่หลังขั้นตอนการพับขอบ โดยกำหนด เครื่องมือ และวิธีการในการตรวจสอบ รวมถึงระยะเวลาในการตรวจสอบด้วย
2. รายการตรวจสอบอุปกรณ์ เครื่องมือ คือหัวทิปที่ใช้ในการเชื่อม โดยกำหนด เครื่องมือ และวิธีการในการตรวจสอบ รวมถึงระยะเวลาในการตรวจสอบด้วย
3. รายการตรวจสอบกระบวนการทำงาน ประกอบด้วย การตรวจสอบหัวทิปได้ทำทุกครั้งที่เริ่มผลิตหรือไม่ และความเข้าใจพื้นฐานการทำงานของพนักงานและ ความเข้าใจในปัญหาคุณภาพของพนักงาน โดยกำหนด เครื่องมือ และวิธีการในการตรวจสอบ รวมถึงระยะเวลาในการตรวจสอบด้วย

นอกจากนี้ ยังเพิ่มการบันทึกข้อมูลการตรวจสอบ ดังนี้

1. ค่าความถูกต้องในการเชื่อม แก้ไขโดยการเพิ่มตำแหน่งในการตรวจสอบมากขึ้น แ
2. ตรวจสอบและติดตามแนวโน้มของปัญหารูเยื้อง คือค่า Gap (ช่องว่าง) และ Alignment (ระนาบ)

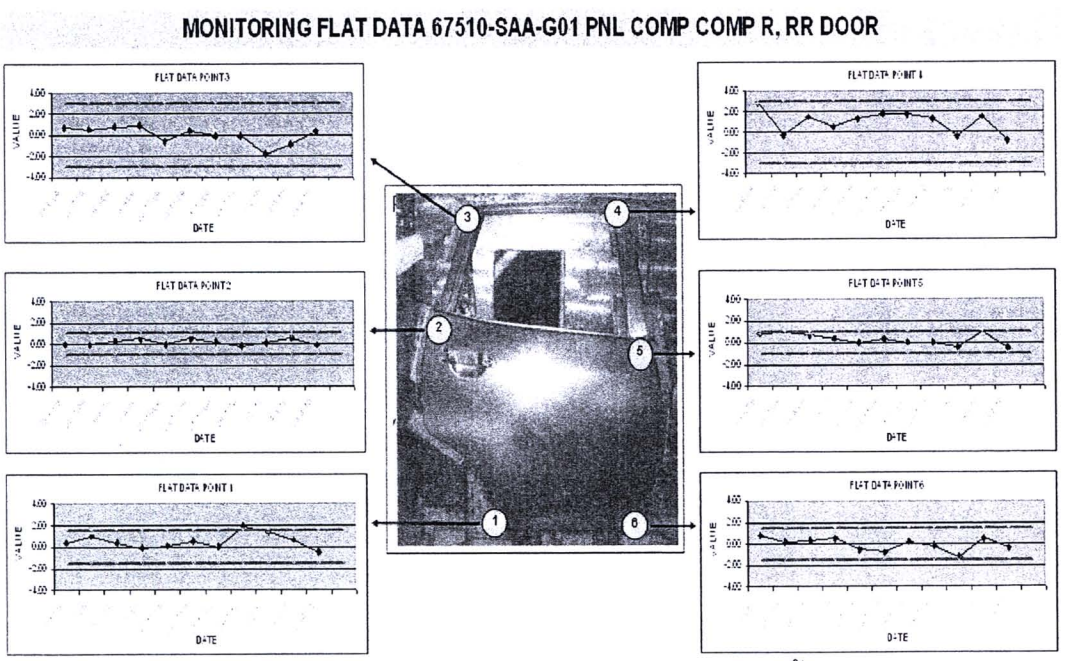
สำหรับการบันทึกค่าความถูกต้องในการเชื่อม (GAP &FLUSH) แต่เดิมก็มีการควบคุมอยู่แล้ว โดยเอกสารบันทึกค่าการตรวจสิบ (Check Sheet) จะบันทึกผลการวัดในแต่ละตำแหน่ง แต่ในปัจจุบัน ได้ปรับปรุงแก้ไข โดยการเพิ่มการวัดค่ารูบานพับของประตูไปด้วย ดังแสดงในรูปที่ 4.17




ก่อนการปรับปรุง หลังการปรับปรุง

รูปที่ 4.29 เอกสารบันทึกค่าการวัดค่า GAP และ FLUSH ของประตูก่อนและหลังการปรับปรุง

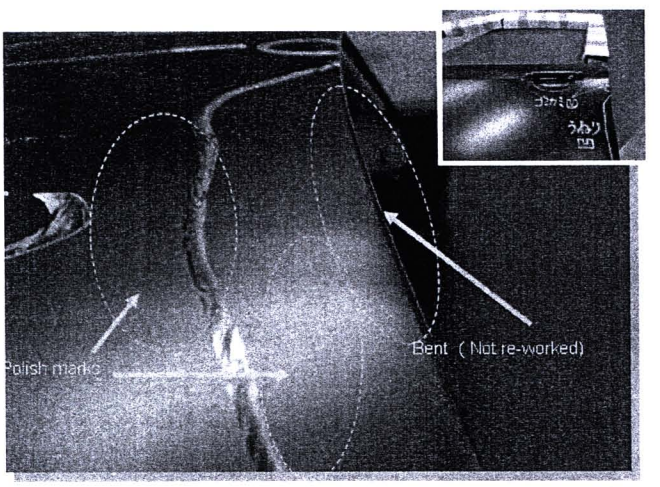
นอกจากนี้จัดทำเอกสารบันทึกค่าของระนาบประตูเมื่อวัดกับ Inspection Jig ในตำแหน่งต่างๆ เพื่อตรวติดตาม และดูแนวโน้มในการผลิตแต่ละครั้ง ว่ายังอยู่ในค่าที่กำหนดหรือไม่ ถ้าหากมีบางจุดที่มีแนวโน้มที่จะออกค่าควบคุม จะทำการปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น ซึ่งแนวคิดนี้นำมาจากเรื่องการควบคุมคุณภาพ (Control Chart) โดยการทำแผนภูมิควบคุม




รูปที่ 4.30 ตัวอย่างเอกสารควบคุมติดตามแนวโน้มค่าระนาบของชิ้นส่วนอะไหล่ประตู

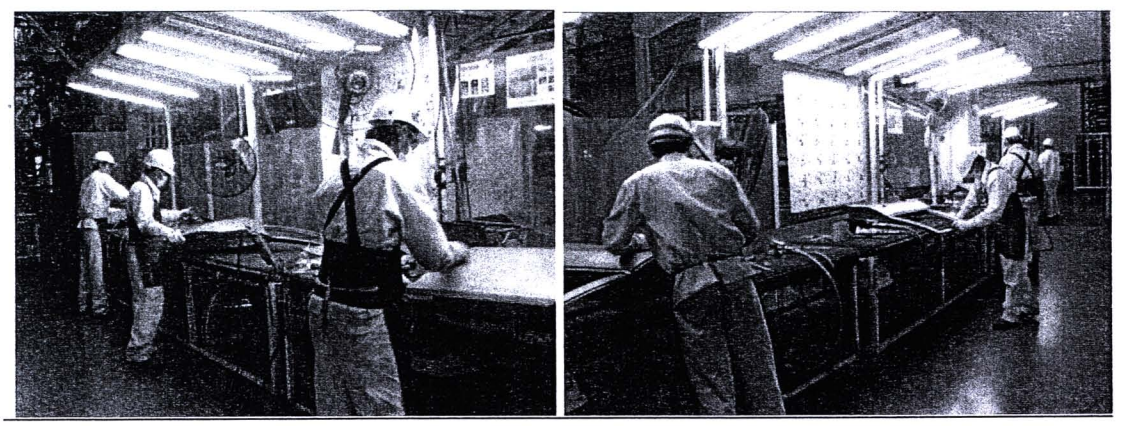
4.1.10 เพิ่ม Line การตรวจสอบและการซ่อมชิ้นส่วนอะไหล่ที่ NG

ถึงแม้ว่าจะมีการตรวจสอบขั้นสุดท้ายในการผลิตก่อนส่งมอบให้กับกระบวนการถัดไป แต่ก็ยังมีงานเสียหลุดออกมาเป็นจำนวนมาก รวมถึง ชิ้นงานที่ทำการซ่อมแซมใหม่ ก็ยังทำได้ไม่ดีและยังไม่สามารถยอมรับงานซ่อมได้ เนื่องจากพนักงานซ่อมมีไม่เพียงพอ ทำให้ตรวจสอบได้ไม่ละเอียดเท่าที่ควร นอกจากนี้เมื่อมีปริมาณการผลิตชิ้นส่วนอะไหล่ประตูเพิ่มมากขึ้น การตรวจสอบและการซ่อมชิ้นส่วนอะไหล่ก็ทำได้ไม่ทัน




รูปที่ 4.31 ตัวอย่างชิ้นส่วนอะไหล่ที่ทำการซ่อมแล้วยอมรับไม่ได้

ดังนั้น จึงแก้ไขโดยการเพิ่มไลน์การตรวจสอบทั้งหมด 4 โต๊ะ ในบริเวณที่มีแสงสว่างเพียงพอ และมีอุปกรณ์ในการตรวจสอบและการซ่อมชิ้นส่วนอะไหล่ครบถ้วนอยู่ในบริเวณนั้น เพื่อตรวจสอบครั้งที่ 2 และยืนยันอีกครั้ง

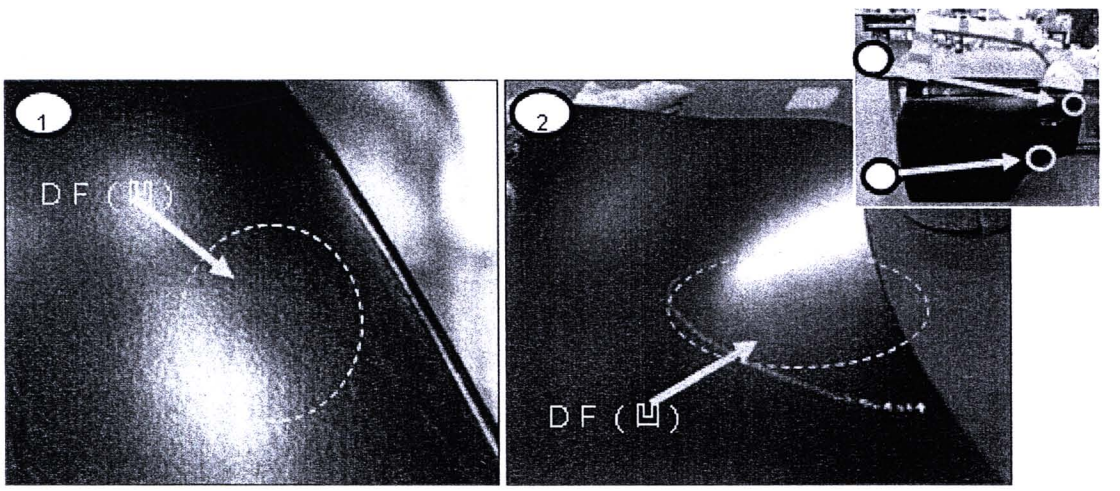


รูปที่ 4.32 พื้นที่ตรวจสอบครั้งที่ 2 และซ่อมชิ้นส่วนอะไหล่

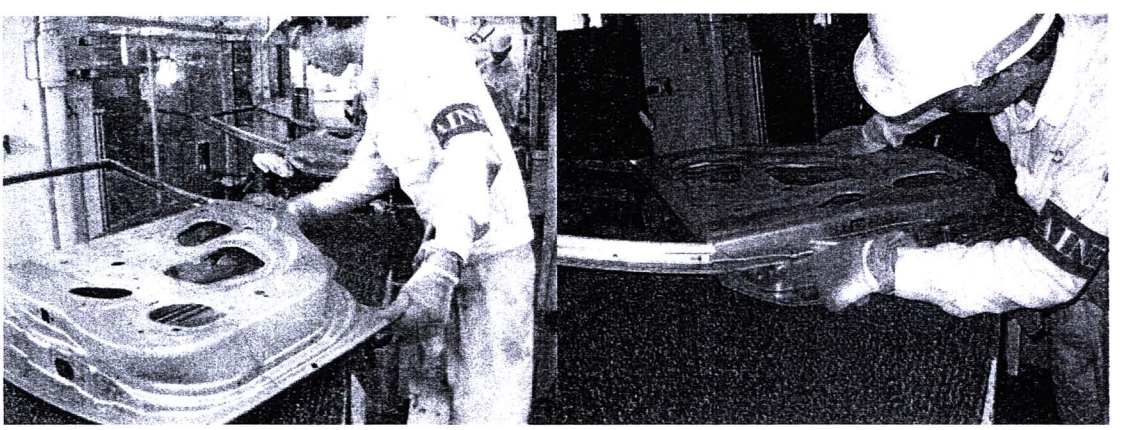
4.1.11.เพิ่มจำนวนพนักงานตรวจสอบหลังจากขั้นตอนการ Hemming และให้พนักงานเชื่อมตรวจสอบงานหลังการเชื่อมเสร็จทุกครั้ง

จากการตั้งสมมติฐานที่ว่า ในกระบวนการเชื่อมหลังการพับขอบ น่าจะเป็นสาเหตุที่ทำให้ชิ้นส่วนอะไหล่ประตูเสียรูป เพราะก่อนหน้านี้ไม่มีพนักงานมาตรวจสอบปัญหาดังกล่าว

ดังนั้น จึงเพิ่มพนักงานตรวจสอบคุณภาพมาคอยตรวจสอบชิ้นส่วนอะไหล่หลังจากที่ออกจากเครื่องพับขอบแล้ว เพื่อป้องกันปัญหาชิ้นส่วนอะไหล่เสียรูป




รูปที่ 4.33 ตัวอย่างตำแหน่งที่ชิ้นส่วนอะไหล่เสียรูป



รูปที่ 4.34 พนักงานตรวจสอบคุณภาพชิ้นส่วนอะไหล่ประตูหลังกระบวนการพับขอบ

## 4.2 การเก็บข้อมูลความถี่ในการเกิดของเสียหลังการปรับปรุง

จากการวิเคราะห์ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นในกระบวนการเชื่อมประกอบ พบว่า มีหลากหลายด้วยกัน คือ ปัญหารูเยื้อง และชิ้นส่วนอะไหล่ประตูเสียรูป ซึ่งเป็น 2 ปัญหาหลักที่มีข้อมูลการเกิดของเสีย และข้อมูลที่ลูกค้าร้องเรียนมามากที่สุด นอกจากนั้น ยังมีปัญหาที่เกิดจากการเชื่อมทั้งหมด ปัญหาที่เกี่ยวกับ Sealer และปัญหาอื่นๆ เป็นต้น โดยได้ดำเนินการแก้ไขปรับปรุง สาเหตุของปัญหาต่างๆที่เลือกมาจากเกณฑ์ 80% ของคะแนนดัชนีชี้นำความเสี่ยงมากสุด มาดำเนินการแก้ไข ซึ่งผลการเก็บข้อมูลความถี่ในการเกิดของเสีย อธิบายได้ดังต่อไปนี้

4.2.1 รูเยื้อง

เกิดจากขั้นตอนการเชื่อมชิ้นส่วนย่อยเข้ากับ FRAME พบชิ้นงานเสียจากการร้องเรียนของลูกค้าทั้งสิ้น 97 ชิ้น จากจำนวนที่ส่งไปขายทั้งหมด 25,005 ชิ้น คิดเป็น 0.39% โดยมีสาเหตุมาจาก

- ไม่มีการตรวจสอบรูเยื้องก่อนทำการส่งมอบ จำนวน 54 ชิ้น คิดเป็นอัตราการเกิดความเสียหาย 2 ต่อ 1,000 ซึ่งเทียบกับตารางที่ 3.21 คะแนนที่ได้ คือ 6
- ไม่มีการปรับตั้ง Jig ก่อนทำการผลิต จำนวน 40 ชิ้น คิดเป็นอัตราการเกิดความเสียหาย 2 ต่อ 1,000 ซึ่งเทียบกับตารางที่ 3.21 คะแนนที่ได้ คือ 6
- กระแสไฟฟ้าและค่าความดันที่ใช้มากเกินไป จำนวน 3 ชิ้น คิดเป็นอัตราการเกิดความเสียหาย 0.1 ต่อ 1,000 ซึ่งเทียบกับตารางที่ 3.21 คะแนนที่ได้ คือ 0.5 ต่อ 1,000 คะแนนที่ได้ คือ 4

ตารางที่ 4.10 ข้อมูลความถี่ข้อร้องเรียนปัญหารูเยื้องประตูจากตัวแทนจำหน่ายต่างประเทศ

| ปัญหา | สาเหตุ | ความถี่ | อัตราส่วน |
|---|---|---|---|
| รูเยื้อง | ไม่มีการตรวจสอบรูเยื้องก่อนทำการส่งมอบ | 54 | 2 ต่อ 1,000 |
| | ไม่มีการปรับตั้ง Jig ก่อนทำการผลิต | 40 | 2 ต่อ 1,000 |
| | กระแสไฟฟ้าและค่าความดันที่ใช้มากเกินไป | 3 | 0.5 ต่อ 1,000 |

หมายเหตุ เก็บข้อมูลตั้งแต่เดือนมีนาคม ถึง สิงหาคม 2553
จำนวนชิ้นส่วนอะไหล่ประตูที่โรงงานกรณีศึกษาส่งขาย 25,005 ชิ้น
จำนวนข้อร้องเรียนรูเยื้องประตู 97 ชิ้น

จากข้อมูลข้อร้องเรียนของตัวแทนจำหน่ายต่างประเทศ ผู้วิจัย และ หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ทำการวิเคราะห์ ถึงสาเหตุของปัญหารูเยื้อง ว่า ในแต่ละข้อร้องเรียน น่าจะเกิดจากสาเหตุใด ซึ่งแสดงได้ดังตารางข้างต้น

นอกจากนี้ เนื่องจากสาเหตุ ไม่มีการปรับตั้ง jig ก่อนทำการผลิต ไม่ได้เลือกมาดำเนินการปรับปรุงแก้ไข ทำให้จำนวนข้อร้องเรียนมีเพิ่มสูงขึ้น

4.2.2 ชิ้นส่วนอะไหล่เสียรูป

ชิ้นส่วนอะไหล่เสียรูป หมายความถึง รอยจิก 凹รอยตุง 凸รอยนูน 凸รอยบุบ 凹 รอยปาด และ รอยหัก เป็นต้น ซึ่งเกิดจากขั้นตอนการเชื่อมชิ้นส่วนย่อยเข้ากับ FRAME, การ Re-Spot, HEMMING และการเชื่อม MIG พบชิ้นงานเสียจากขั้นตอนต่างๆ จำนวน 418 ชิ้น จากการผลิตทั้งหมดจำนวน 17,139 ชิ้น โดยมีสาเหตุมาจาก

- การกระแทกของพนักงานระหว่างการขนย้ายชิ้นงาน 200 ชิ้น คิดเป็นอัตราการเกิดความเสียหาย 11 ต่อ 1,000 ซึ่งเทียบกับตารางที่ 3.21 คะแนนที่ได้ คือ 8
- Rack ใส่ชิ้นส่วนอะไหล่ไม่เหมาะสม จำนวน 58 ชิ้น คิดเป็นอัตราการเกิดความเสียหาย 3.3 ต่อ 1,000 ซึ่งเทียบกับตารางที่ 3.21 คะแนนที่ได้ คือ 7
- ลักษณะ ท่าทาง และการวางปืนเชื่อมไม่เหมาะสม 30 ชิ้น คิดเป็นอัตราการเกิดความเสียหาย 1.7 ต่อ 1,000 ซึ่งเทียบกับตารางที่ 3.21 คะแนนที่ได้ คือ 5
- พนักงานขาดความรู้ในการตรวจสอบชิ้นส่วนอะไหล่ 30 ชิ้น คิดเป็นอัตราการเกิดความเสียหาย 1.7 ต่อ 1,000 ซึ่งเทียบกับตารางที่ 3.21 คะแนนที่ได้ คือ 5
- โต๊ะที่ใช้ในการเชื่อมไม่เรียบ จำนวน 100 ชิ้น คิดเป็นอัตราการเกิดความเสียหาย 6 ต่อ 1,000 ซึ่งเทียบกับตารางที่ 3.21 คะแนนที่ได้ คือ 7

4.2.3 ปัญหาที่เกิดจากการเชื่อมทั้งหมด (จุดเชื่อมไม่แข็งแรง จุดเชื่อมไม่ครบ จุดเชื่อมไม่ตรงกับ Operation Standard และ เชื่อมชิ้นส่วนไม่สนิทกัน)

จากการวิเคราะห์พบว่า ปัญหาเหล่านี้เกิดจากขั้นตอนเชื่อมชิ้นส่วนย่อยเข้ากับ FRAME, การ Re-Spot, การเชื่อมชิ้นส่วนย่อยเข้ากับ SKIN พบชิ้นงานเสียจำนวน 2 ชิ้น จากจำนวน 17,139 ชิ้น คิดเป็น 0.012% โดยมีสาเหตุจาก

- ขนาดของหัวทิปเล็กกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ จำนวน 1 ชิ้น คิดเป็นอัตราการเกิดความเสียหาย 0.06 ต่อ 1,000 ซึ่งเทียบกับตารางที่ 3.21 คะแนนที่ได้ คือ 4
- กระแสไฟฟ้าและค่าความดันที่ใช้มากเกินไป จำนวน 1 ชิ้น คิดเป็นอัตราการเกิดความเสียหาย 0.06 ต่อ 1,000 ซึ่งเทียบกับตารางที่ 3.21 คะแนนที่ได้ คือ 4

ปัญหาที่เกี่ยวกับ Sealer

จากการวิเคราะห์พบว่าปัญหาส่วนใหญ่เกิดจากขั้นตอนการ Sealer Panel / Skin และติด TAPE RNPCT ซึ่งพบของเสียจำนวน 9 ชิ้น จากจำนวน 17,139 ชิ้น คิดเป็น 0.05% โดยมีสาเหตุ

- พนักงานไม่ฉีด Sealer ตาม Operation Standard จำนวน 3 ชิ้น คิดเป็นอัตราการเกิดความเสียหาย 0.2 ต่อ 1,000 ซึ่งเทียบกับตารางที่ 3.21 คะแนนที่ได้ คือ 4
- พนักงานไม่ทราบว่าการฉีด Sealer เยอะเกินไป ส่งผลให้เกิดการเสียรูปได้ จำนวน 6 ชิ้น คิดเป็นอัตราการเกิดความเสียหาย 0.4 ต่อ 1,000 ซึ่งเทียบกับตารางที่ 3.21 คะแนนที่ได้ คือ 4

ปัญหาอื่นๆ นอกเหนือจากที่กล่าวมา เกิดจากทุกกิจกรรมในกระบวนการเชื่อม

จากการวิเคราะห์ อัตราการเกิดของเสีย พบว่า จำนวนชิ้นงานเสียคือ 40 ชิ้น คิดเป็น 0.2% โดยมีสาเหตุ คือ

- ไม่มีการตรวจสอบคุณภาพ และจำนวนของชิ้นส่วนอะไหล่ก่อนทำการผลิต จำนวน 25 ชิ้น คิดเป็นอัตราการเกิดความเสียหาย 1.4 ต่อ 1,000 ซึ่งเทียบกับตารางที่ 3.21 คะแนนที่ได้ คือ 5
- Line ที่ใช้ในการตรวจสอบและซ่อมชิ้นงานเสียมีไม่เพียงพอ จำนวน 5 ชิ้น คิดเป็นอัตราการเกิดความเสียหาย 0.3 ต่อ 1,000 ซึ่งเทียบกับตารางที่ 3.21 คะแนนที่ได้ คือ 4
- ไม่มีการตรวจสอบชิ้นงานในแต่ละขั้นตอนการผลิตในกระบวนการเชื่อม จำนวน 10 ชิ้น คิดเป็นอัตราการเกิดความเสียหาย 0.6 ต่อ 1,000 ซึ่งเทียบกับตารางที่ 3.21 คะแนนที่ได้ คือ 5

ตารางที่ 4.11 ข้อมูลความถี่สถิติของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการเชื่อมประกอบ

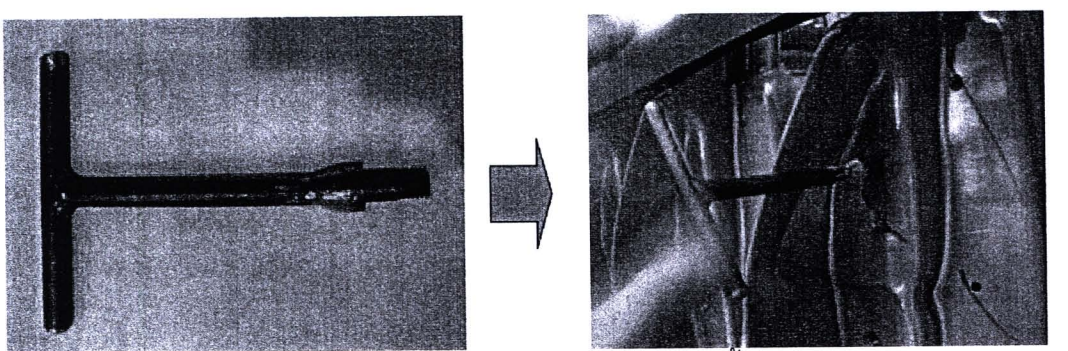
| ปัญหา | สาเหตุ | จำนวน (ชิ้น) | ความถี่ | อัตราส่วน |
|---|---|---|---|---|
| เสียรูป | การกระแทกของพนักงานระหว่างการขนย้ายชิ้นงาน | 418 | 200 | 11 ต่อ 1,000 |
| | Rack ใส่ชิ้นส่วนอะไหล่ไม่เหมาะสม | | 58 | 3.3 ต่อ 1,000 |
| | ลักษณะ ท่าทาง และการวางปืนเชื่อมไม่เหมาะสม | | 30 | 1.7 ต่อ 1,000 |
| | พนักงานขาดความรู้ในการตรวจสอบชิ้นส่วนอะไหล่ | | 30 | 1.7 ต่อ 1,000 |
| | โต๊ะที่ใช้ในการเชื่อมไม่เรียบ | | 100 | 6 ต่อ 1,000 |
| ปัญหาที่เกิดจากการเชื่อม | ขนาดของหัวทิปเล็กกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ | 2 | 1 | 0.06 ต่อ 1,000 |
| | กระแสไฟฟ้าและค่าความดันที่ใช้มากเกินไป | | 1 | 0.06 ต่อ 1,000 |
| Sealer | พนักงานไม่ฉีด Sealer ตาม Operation Standard | 9 | 3 | 0.2 ต่อ 1,000 |
| | พนักงานไม่ทราบว่าการฉีด Sealer เยอะเกินไป ส่งผลให้เกิดการเสียรูปได้ | | 6 | 0.4 ต่อ 1,000 |
| อื่นๆ (สาเหตุที่ทำให้เกิดทุกปัญหาในกระบวนการเชื่อม) | ไม่มีการตรวจสอบคุณภาพ และจำนวนของชิ้นส่วนอะไหล่ก่อนทำการผลิต | 40 | 25 | 1.4 ต่อ 1,000 |
| | Line ที่ใช้ในการตรวจสอบและซ่อมชิ้นงานเสียมีไม่เพียงพอ | | 5 | 0.3 ต่อ 1,000 |
| | ไม่มีการตรวจสอบชิ้นงานในแต่ละขั้นตอนการผลิตในกระบวนการเชื่อม | | 10 | 0.6 ต่อ 1,000 |

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

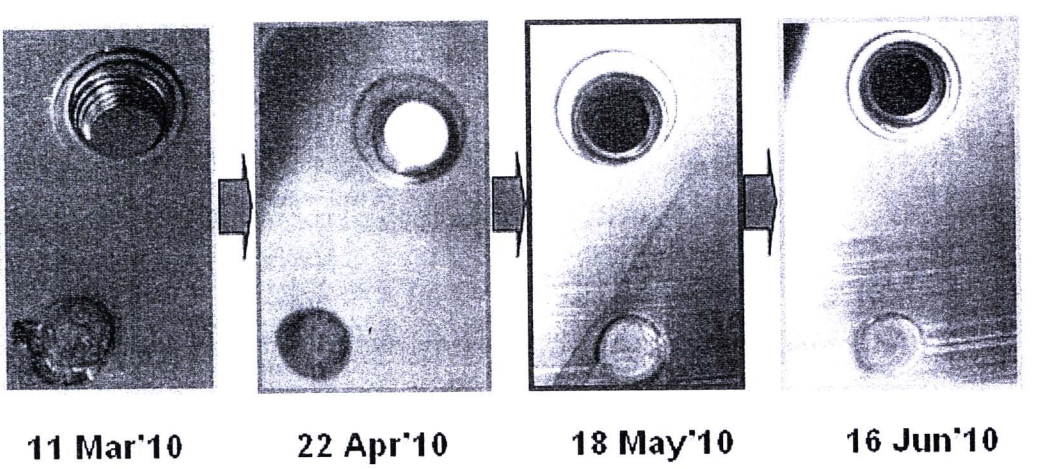
## 4.3 ความสามารถในการตรวจพบหลังการปรับปรุง

4.3.1 ไม่มีการตรวจสอบปัญหารูเยื้องในขั้นตอนตรวจสอบก่อนการส่งมอบ (รหัส : F1.1)

ดำเนินการแก้ไข โดยการจัดทำมาตรฐานการตรวจสอบปัญหารูเยื้อง โดยการให้พนักงาน QC ตรวจสอบในขั้นตอนสุดท้ายก่อนส่งมอบให้กระบวนการถัดไป ทำการควบคุมอัตโนมัติ โดยใช้เครื่องมือในการทดสอบโดยการขันรูประตู ถ้าสามารถขันได้โดยไม่ฝืด จะสามารถส่งไปกระบวนการถัดไปได้ แต่ถ้าไม่สามารถขันได้ จะปฏิเสธงานนั้นทันที ซึ่งเทียบกับเกณฑ์จากตารางที่ 3.20 พบว่า สามารถตรวจพบได้ในแหล่งการผลิต โดยการตรวจหาลักษณะความล้มเหลวหลังการแปรรูปด้วยการควบคุมอัตโนมัติ ที่จะตรวจพบชิ้นส่วนผิดปรกติและล็อกชิ้นส่วนโดยอัตโนมัติในสถานีเพื่อไม่ให้แปรรูปอีกต่อไป คะแนนที่ได้ คือ 3



รูปที่ 4.35 ตัวอย่างการทดสอบรูประตูเยื้อง




รูปที่ 4.36 แนวโน้มรูประตูหลังกาปรับปรุงแก้ไข

จากรูปจะเห็นว่า ในแต่ละเดือนแนวโน้มของรูประตูดีขึ้นเรื่อยๆ และมีตำแหน่งอยู่บริเวณศูนย์กลาง

4.3.2 กระแสไฟฟ้า (Current) และค่าความดันที่ใช้ (Pressure) มากเกินไป (รหัส : F1.3)

ทำการแก้ไขโดยการออกแบบการทดลอง ทดสอบค่ากระแสไฟฟ้าและความดัน ว่ามีผลกับการผลิตหรือไม่ และค่าที่เหมาะสมอยู่ในระดับใด นำค่าที่ได้จากการวิเคราะห์การทดลองมาใช้ในการเชื่อมชิ้นส่วนอะไหล่ประตู ซึ่งหลังจากการเชื่อม พบว่าเกิดของเสียน้อยลง เมื่อเทียบกับเกณฑ์จากตารางที่ 3.20 พบว่า ตรวจหาความผิดพลาด (สาเหตุ) ในสถานีด้วยการควบคุมอัตโนมัติ คือกำหนดระดับของกระแสไฟฟ้า และความดันที่ใช้ ที่จะตรวจพบความผิดพลาดและไม่ให้ทำชิ้นส่วนที่ผิดพลาด คะแนนที่ได้คือ 2

4.3.3 การกระแทกของพนักงานระหว่างการขนย้ายชิ้นส่วนอะไหล่ (รหัส : F2.1)

อบรมวิธีการปฏิบัติงานขณะขนย้ายชิ้นงานให้กับพนักงาน รวมถึงการแต่งกายที่เหมาะสม ซึ่งเมื่อเทียบกับ เกณฑ์จากตารางที่ 3.20 พบว่า เป็นวิธีการที่จะป้องกันความล้มเหลว ป้องกันความผิดพลาด (สาเหตุ) จากผลของการออกแบบเครื่องแต่งกาย และการปฏิบัติงานที่เหมาะสม เพราะรายการนั้นถูกป้องกันไว้โดยการออกแบบกระบวนการ/ผลิตภัณฑ์ คะแนนที่ได้ คือ 1

4.3.4 Rack ที่ใส่ชิ้นส่วนอะไหล่ไม่เหมาะสม (รหัส: F2.2)

ปรับปรุง Rack ที่ใช้ โดยการแจ้งผู้ผลิต ให้ส่งมอบงานโดยใช้ Rack ที่อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน และใช้ Rack ให้ถูกกับประเภทของชิ้นส่วนอะไหล่ เมื่อเทียบกับ เกณฑ์จากตารางที่ 3.20 เป็นวิธีการที่จะป้องกันความล้มเหลว ป้องกันความผิดพลาด (สาเหตุ) จากผลของการแจ้งให้ผู้ผลิตปรับปรุงและจัดส่ง Rack ที่อยู่ในสภาพดีมาให้เท่านั้น เพราะรายการนั้นถูกป้องกันไว้โดยการออกแบบกระบวนการ/ผลิตภัณฑ์ คะแนนที่ได้ คือ 1

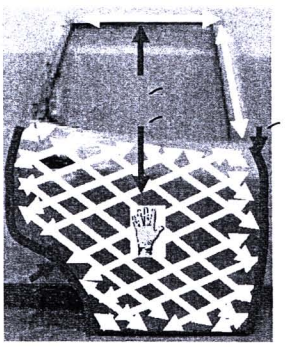
รูปที่ 4.37 การบรรจุชิ้นส่วนอะไหล่ประตูลงใน Rack ที่เหมาะสม

4.3.5 ลักษณะท่าทาง และการวางปืนเชื่อมไม่เหมาะสม (รหัส : F2.3)

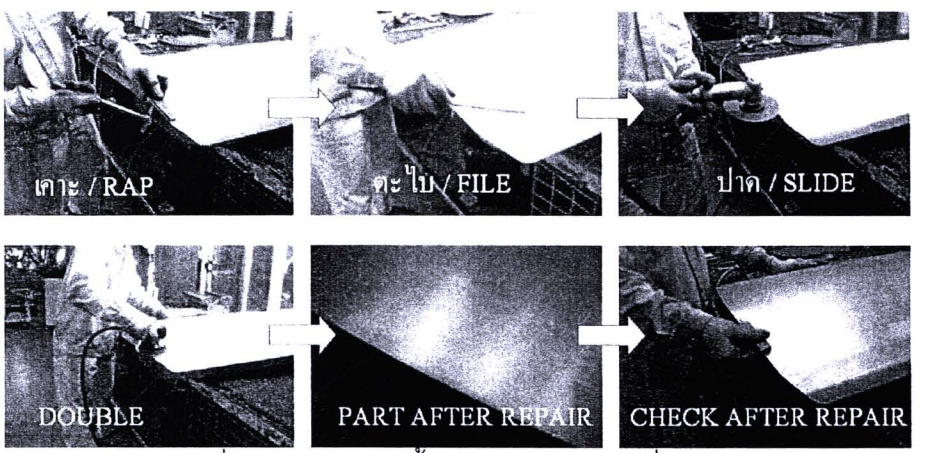
หลังจากการวิเคราะห์ด้วย PFMEA แนวทางในการแก้ไขสาเหตุลักษณะท่าทาง และการวางปืนเชื่อมไม่เหมาะสมของพนักงานเชื่อมประกอบ คือ อบรมวิธีการเชื่อมประกอบที่ถูกต้องให้กับพนักงาน โดยอธิบายแนวในการวางปืนเชื่อม และวิธีการเชื่อมที่ถูกต้อง เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาชิ้นส่วนอะไหล่เสียรูป เมื่อเทียบกับ เกณฑ์จากตารางที่ 3.20 พบว่า ตรวจหาความผิดพลาด (สาเหตุ) ในสถานีด้วยการควบคุมอัตโนมัติ คือ จะมีหัวหน้างานคอยสุ่มตรวจสอบลักษณะและความถูกต้องในการวางปืนเชื่อม ว่าถูกต้องหรือไม่ จะสามารถตรวจสอบและป้องกันความผิดพลาดที่เกิดขึ้นได้ โดยการให้พนักงานที่ผ่านการอบรมทำการเชื่อมได้เท่านั้น คะแนนที่ได้คือ 2

4.3.6 ขาดความรู้ในการตรวจสอบชิ้นส่วนอะไหล่ (รหัส: F2.4)

จัดทำมาตรฐานการตรวจสอบชิ้นงาน วางไว้บริเวณพื้นที่การตรวจสอบ เมื่อเปรียบเทียบกับตารางแสดงระดับความสามารถในการตรวจจับ (Detection ranking) ที่ 3.20 พบว่า ตรวจหาลักษณะความล้มเหลวหลังการแปรรูปด้วยการใช้มาตรฐานการตรวจสอบใหม่ ที่จะตรวจพบชิ้นส่วนผิดปกติในสถานีการตรวจสอบขั้นสุดท้าย คะแนนที่ได้ คือ 3



รูปที่ 4.38 ตำแหน่งที่ตรวจสอบปัญหาเสียรูปหลังการปรับปรุง




รูปที่ 4.39 การอบรมขั้นตอนการซ่อมงานที่ถูกต้อง

4.3.7 ขนาดของหัวทิปเล็กกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ (รหัส : F3.1)

ตรวจสอบหัวทิปก่อนการผลิตและในขณะที่ทำการผลิตทุกครั้ง โดยจะมีเจ้าหน้าที่ตรวจสอบคุณภาพเข้าไปสุ่มตรวจสอบว่าปฏิบัติจริงหรือไม่ เมื่อเทียบกับตารางแสดงความสามารถในการตรวจจับ พบว่า ป้องกันความผิดพลาด (สาเหตุ) จากผลของการออกแบบตัวยึดออกแบบเครื่องจักรหรือชิ้นส่วนผิดปรกติเพราะรายการนั้นถูกป้องกันไว้โดยการออกแบบกระบวนการ/ผลิตภัณฑ์ คะแนนที่ได้คือ 1

4.3.8 กระแสไฟฟ้า (Current) และค่าความดัน (Pressure) ที่ใช้น้อยเกินไป (รหัส: F3.2)

ทำการแก้ไขโดยการออกแบบการทดลอง ทดสอบค่ากระแสไฟฟ้าและความดัน ว่ามีผลกับการผลิตหรือไม่ และค่าที่เหมาะสมอยู่ในระดับใด นำค่าที่ได้จากการวิเคราะห์การทดลองมาใช้ในการเชื่อมชิ้นส่วนอะไหล่ประตู ซึ่งหลังจากการเชื่อม พบว่าเกิดของเสียน้อยลง เมื่อเทียบกับเกณฑ์จากตารางที่ 3.20 พบว่า ตรวจหาความผิดพลาด (สาเหตุ) ในสถานีด้วยการควบคุม

อัตโนมัติ คือกำหนดระดับของกระแสไฟฟ้า และความดันที่ใช้ ที่จะตรวจพบความผิดพลาดและไม่ให้ทำชิ้นส่วนที่ผิดพลาด คะแนนที่ได้คือ 2

4.3.9 พนักงานไม่ฉีด Sealer ตาม OPS : Operation Standard (รหัส: F4.1)

อบรมให้พนักงานเข้าใจหน้าที่ของ Sealer และวิธีการปฏิบัติที่ถูกต้อง เมื่อพิจารณาเทียบกับเกฑ์การประเมินในตาราง 3.20 พบว่า พนักงานตรวจหาลักษณะความล้มเหลว หรือความผิดพลาด (สาเหตุ) ในสถานีโดยใช้เครื่องมือวัด ในสถานีที่จะตรวจหาชิ้นส่วนผิดปรกติ คะแนนทีได้คือ 5

4.3.10 ไม่มีการตรวจสอบคุณภาพ และจำนวนของชิ้นส่วนอะไหล่ก่อนทำการผลิต (รหัส : F6.1)

ทำการแก้ไข โดยการจัดทำ Check Sheet ที่ใช้สำหรับตรวจสอบการผลิต ซึ่งเทียบกับเกณฑ์ในตาราง 3.20 พบว่าสามารถตรวจพบได้ในแหล่งการผลิต โดยใช้ Check Sheet เป็นเอกสารควบคุม คะแนนทีได้ คือ 5 ตัวอย่าง Check Sheet แสดงในภาคผนวก

4.3.11 Line ที่ใช้ในการตรวจสอบและซ่อมชิ้นงานเสียมีไม่เพียงพอ (รหัส : F6.2)

การแก้ปรับปรุงแก้ไขของสาเหตุที่ สถานีในการตรวจสอบและซ่อมงานมีไม่เพียงพอ ทำโดยการ เพิ่ม สถานี การตรวจสอบและการซ่อมชิ้นส่วนอะไหล่ที่ NG ซึ่งเมื่อวิเคราะห์เทียบกับตารางที่ 3.20 พบว่า ไม่มีโอกาสที่สถานีการตรวจสอบไม่พอ เนื่องจากป้องกันโดยการเพิ่มสถานีการตรวจสอบให้เพียงพอแล้ว เพราะฉะนั้นสาเหตุจึงถูกป้องกันไม่ให้เกิดได้อีก คะแนนที่ได้ คือ 1

4.3.12 ไม่มีการตรวจสอบชิ้นงานในแต่ละขั้นตอนการผลิตในกระบวนการเชื่อม (รหัส : F7.1)

เพิ่มจำนวนพนักงานตรวจสอบหลังจากขั้นตอนการ Hemming และให้พนักงานเชื่อมตรวจสอบงานหลังจากรเชื่อมเสร็จทุกครั้ง

เมื่อวิเคราะห์สาเหตุนี้พบว่า พนักงานตรวจพบลักษณะความล้มเหลวในสถานีด้วยการใช้โดยใช้เคุณสมบัติ (ผ่าน/ ไม่ผ่าน , ตรวจทอร์คด้วยมือ, ประแจคลิกเกอร์ เป็นต้น) คะแนนที่ได้ คือ 6

## 4.4 การบันทึกข้อมูลลงในตาราง Process FMEA

ตารางที่ 4.12 ตาราง FMEA

**PROCESS FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ASSEMBLY PART : ประกอบ | CORE TEAM : โสภณ แนนคเชื่อม | REV. | Change details | Date | FMEA NO. FMEA-10-001 |
| PROCESS : ระบบการเชื่อมประกอบ | นันทนา แนนคลาบคุมคุณภาพ | | | | |
| PREPARED BY : Chalatharn Rattanapanich | ผู้วิจัย | | | | ISSUED DATE : 1 Feb'10 |

| Code | Potential Effect of Failure<br>ผลลัพธ์อันเนื่องมาจากความล้มเหลวที่เป็นไปได้ทั้งหมด | Code | Potential Cause<br>สาเหตุที่เป็นไปได้ทั้งหมดที่ทำให้เกิดความล้มเหลว | (S)<br>Serverity | (O)<br>Occurrence | (D)<br>Detection | RPN | Action<br>การแก้ไข | Person In Charge<br>ผู้รับผิดชอบ | Action Results (S) Serverity | Action Results (O) Occurrence | Action Results (D) Detection | Action Results RPN | Due Date<br>วันกำหนดเสร็จ | Project Code<br>หมายเลขเอกสาร |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| F1 | ชิ้นส่วนอะไหล่ประสบเหตุปัญหารูเยื้อง | F1.1 | ไม่มีการตรวจสอบปัญหานี้ในขั้นตอนตรวจสอบก่อนการส่งมอบ | 8 | 7 | 10 | 560 | จัดทำมาตรฐานการตรวจสอบปัญหารูเยื้อง โดยการให้พนักงาน QC ตรวจสอบในขั้นตอนสุดท้ายก่อนส่งมอบให้กระบวนการถัดไป | Welding Engineer (Mr.Mayny) | 8 | 6 | 3 | 144 | 15 Febr'10 | QF-WE-03-02 |
| | | F1.2 | มีอัตราเร็วในการป้อนลวดเชื่อมที่ไม่เหมาะสม | 8 | 4 | 5 | 160 | | | | | | | | |
| | | F1.3 | กระแสไฟฟ้า (Current) และค่าความดันที่ใช้ (Pressure) มากเกินไป | 8 | 5 | 7 | 280 | ทำการออกแบบและวิเคราะห์การทดลอง เพื่อหาค่ากระแสไฟ และความดันที่ดีที่สุดที่ใช้ในการผลิต | Welding Engineer (Mr.Mayny) | 8 | 4 | 2 | 64 | 28 Febr'10 | - |
| F2 | ชิ้นส่วนอะไหล่ประสบเสียรูป | F2.1 | การกระแทกของพนักงานระหว่างการขนย้ายชิ้นงาน | 7 | 8 | 10 | 560 | อบรมวิธีการปฏิบัติงานขณะขนย้ายชิ้นงานให้กับพนักงาน รวมถึงการแต่งกายที่เหมาะสม | Quality Control Engineer (Ms.Wanna) | 7 | 8 | 1 | 56 | 15 Mar'10 | - |
| | | F2.2 | Rack ที่ใช้ใส่ชิ้นงานไม่เหมาะสม | 7 | 7 | 7 | 343 | ปรับปรุง Rack ที่ใช้ โดยการแจ้งผู้ผลิต ให้ส่งมอบงานโดยใช้ Rack ที่อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน และใช้ Rack ให้ถูกกับประเภทของชิ้นส่วนอะไหล่ | Quality Control Leader (Mr.Veerachat) | 7 | 7 | 1 | 49 | 30 Mar'10 | - |
| | | F2.3 | ลักษณะ ท่าทาง และการวางปืนเชื่อมไม่เหมาะสม | 7 | 6 | 9 | 378 | อบรมวิธีการเชื่อมประกอบที่ถูกต้องให้กับพนักงาน | Welding Engineer (Mr.Mayny) | 7 | 5 | 2 | 70 | 30 Mar'10 | W-WE-01-01<br>W-WE-01-02<br>QF-WE-01-02 |
| | | F2.4 | ขาดความรู้ในการตรวจสอบชิ้นงาน | 7 | 6 | 10 | 420 | จัดทำมาตรฐานการตรวจสอบชิ้นงาน วางไว้บริเวณพื้นที่การตรวจสอบ | Quality Control Engineer (Ms.Wanna) | 7 | 5 | 3 | 105 | 30 Mar'10 | QF-WE-03-05 |
| | | F2.5 | วิธีการเชื่อมไม่เหมาะสม | 7 | 4 | 6 | 168 | | | | | | | | |

ตารางที่ 4.12 ตาราง FMEA (ต่อ)

# PROCESS FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ASSEMBLY PART : ประกอบ | CORE TEAM : วิศวกรแผนกเชื่อม | REV. | Change details | Date | FMEA NO. FMEA-10-001 |
| PROCESS : ระบบการเชื่อมประกอบ | | | | | |
| PREPARED BY : Chalatharn Rattanapanich | เจ้าหน้าแผนกควบคุมคุณภาพ | | | | ISSUED DATE : 1 Feb'10 |
| | ผู้วิจัย | | | | |

| Code | Potential Effect of Failure<br>ผลลัพธ์อันเนื่องมาจากความล้มเหลวที่เป็นไปได้ทั้งหมด | Code | Potential Cause<br>สาเหตุที่เป็นไปได้ทั้งหมดที่ทำให้เกิดความล้มเหลว | (S)<br>Serverity | (O)<br>Occurrence | (D)<br>Detection | RPN | Action<br>การแก้ไข | Person In Charge<br>ผู้รับผิดชอบ | Action Results (S) Serverity | Action Results (O) Occurrence | Action Results (D) Detection | Action Results RPN | Due Date<br>วันกำหนดเสร็จ | Project Code<br>หมายเลขเอกสาร |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| F3 | จุดเชื่อมไม่แข็งแรง | F3.1 | ขนาดของหัวหัปเล็กกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ | 8 | 4 | 8 | 256 | ตรวจสอบหัวหัปก่อนการผลิตและในขณะที่ทำการผลิตทุกครั้ง โดยจะมีเจ้าหน้าที่ตรวจสอบคุณภาพเข้าไปสุ่มตรวจสอบว่าปฏิบัติจริงหรือไม่ | Welding Engineer (Mr.Mayny) | 8 | 4 | 1 | 32 | 15 Mar'10 | QF-WE-03-05 |
| | | F3.2 | กระแสไฟฟ้า (Current) และค่าความดันที่ใช้ (Pressure) น้อยเกินไป | 8 | 4 | 7 | 224 | ทำการออกแบบและวิเคราะห์การทดลอง เพื่อหาค่ากระแสไฟ และความดันที่ดีที่สุดที่ใช้ในการผลิต | Welding Engineer (Mr.Mayny) | 8 | 4 | 2 | 64 | 28 Febr'10 | - |
| F4 | Sealer ไม่ตรงตามค่ามาตรฐานที่ drawing กำหนดไว้ | F4.1 | พนักงานไม่ฉีด Sealer ตาม OPS : Operation Standard | 8 | 8 | 8 | 216 | อบรมให้พนักงานเข้าใจหน้าที่ของ Sealer และวิธีการปฏิบัติที่ถูกต้อง | Welding Engineer (Mr.Mayny) | 8 | 4 | 5 | 120 | 15 Mar'10 | QF-WE-01-02 |
| | | F4.2 | ไม่รู้ว่าการฉีด Sealer มีอะไรส่งผลให้เกิดความเสียหายได้ | 6 | 4 | 5 | 120 | | | | | | | | |
| F5 | ชิ้นส่วนอะไหล่ประกอบไม่ได้มาตรฐานตาม Drawing | F5.1 | พนักงานไม่ปฏิบัติตาม OPS | 5 | 4 | 6 | 120 | | | | | | | | |
| | | F5.2 | พนักงานไม่มีความชำนาญ | 5 | 5 | 7 | 175 | | | | | | | | |
| F6 | ผลิตได้ไม่ครบตามเป้าหมายการผลิต ส่งผลให้ล่าช้า | F6.1 | ไม่มีการตรวจสอบคุณภาพ และจำนวนของชิ้นส่วนอะไหล่ก่อนทำการผลิต | 4 | 7 | 8 | 224 | จัดทำ Check Sheet ที่ใช้สำหรับตรวจสอบการผลิต | Quality Control Engineer (Ms.Wanna) | 4 | 5 | 5 | 100 | 15 Febr'10 | QF-QC-02-03 |
| | | F6.2 | Line ที่ใช้ในการตรวจสอบและซ่อมชิ้นงานเสียมีไม่เพียงพอ | 4 | 5 | 9 | 180 | เพิ่ม Line การตรวจสอบและการซ่อมชิ้นส่วนอะไหล่ที่ NG | Welding Leader (Mr.Thonglee) | 4 | 4 | 1 | 16 | 28 Febr'10 | - |
| F7 | เสียเวลาในการซ่อมงานและมีค่าใช้จ่ายในการทำลายชิ้นงานที่ไม่ | F7.1 | ไม่มีการตรวจสอบชิ้นงานในแต่ละขั้นตอนการผลิตในกระบวนการเชื่อม | 3 | 9 | 10 | 270 | เพิ่มจำนวนพนักงานตรวจสอบหลังจากขั้นตอนการ Hemming และให้พนักงานเชื่อมตรวจสอบงานหลังจากเชื่อมเสร็จทุกครั้ง | Welding Engineer (Mr.Mayny) | 3 | 5 | 6 | 90 | 30 Mar'10 | - |
| | | F7.2 | ไม่มีการทวนสอบการอบรมความสามารถของพนักงาน | 3 | 2 | 10 | 60 | | | | | | | | |
| F8 | ชิ้นส่วนอะไหล่ประกอบไม่สวยงาม | F8.1 | Die hemming สกปรก | 2 | 5 | 7 | 70 | | | | | | | | |
| | | F8.2 | พนักงานทำความสะอาดไม่ดี | 2 | 4 | 7 | 56 | | | | | | | | |

## 4.5 วิเคราะห์ความคุ้มค่าในการดำเนินการแก้ไข

หลังจากวิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุและแนวทางแก้ไขปัญหาเพื่อลดข้อบกพร่องต่างๆ โดยการประยุกต์ใช้เครื่องมือ FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) พบว่า มีหลากหลายแนวทางที่ได้ดำเนินการแก้ไข ไม่ว่าจะเป็น การแก้ไขที่มีสาเหตุเกิดจากพนักงาน กระบวนการผลิต หรือแม้แต่วิธีการควบคุมคุณภาพ ผู้วิจัยจึงวิเคราะห์ความคุ้มค่าและความเหมาะสมในการดำแนนการแก้ไขแต่ละแนวทาง ดังต่อไปนี้

1. เพิ่มความสามารถในการตรวจจับของเสีย

เพิ่มความสามารถในการลดของเสีย โดยการ เพิ่มสถานีการตรวจสอบชิ้นส่วนอะไหล่ขั้นสุดท้าย เพิ่มจำนวนพนักงานตรวจสอบในระหว่างกระบวนการผลิต เพิ่มมาตรการและวิธีการตรวจสอบปัญหารูเยื้อง นอกจากนี้ ยังปรับปรุงเอกสารบันทึกผลการตรวจสอบ ให้ครอบคลุม และทำการตรวจติดตามแนวโน้มที่จะเกิดปัญหาได้

จากการดำเนินการดังกล่าวข้างต้น จะส่งผลกระทบในส่วนของสายงานซ่อมชิ้นส่วนอะไหล่ ผู้วิจัยและทีมงานลดสายงานซ่อมประกอบลง และเพิ่มสถานีการตรวจสอบชิ้นส่วนอะไหล่ขั้นสุดท้ายแทน ซึ่งจะไม่ส่งผลกระทบกับการผลิต เนื่องจากหากมีความเข้มงวดในการตรวจสอบ ก็จะส่งผลชิ้นส่วนอะไหล่มีความบกพร่องที่จะต้องทำการซ่อมแซมน้อยลง นอกจากนี้พนักงานที่ทำการซ่อมแซมชิ้นส่วนอะไหล่ ก็เปลี่ยนหน้าที่การทำงาน โดยการอบรม และให้ทำหน้าที่ตรวจสอบชิ้นส่วนอะไหล่ ซึ่งการดำเนินการแก้ไขดังกล่าวไม่มีต้นทุนเกิดขึ้น ทำให้สามารถดำเนินการแก้ไขได้อย่างรวดเร็ว เพราะไม่ต้องรอการอนุมัติเห็นชอบจากผู้บริหารระดับสูง สำหรับการเพิ่มมาตรการและวิธีการตรวจสอบปัญหารูเยื้อง และการปรับปรุงเอกสารบันทึกผลการตรวจสอบ ให้ครอบคลุมและทำการตรวจติดตามแนวโน้มที่จะเกิดปัญหาได้นั้น ถือได้ว่าเป็นการปรับปรุงการทำงาน หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า KAIZEN ซึ่งเป็นนโยบายของบริษัทที่ต้องการให้เกิดการปรับปรุงเป็นไปในทางที่ดีขึ้นอย่างต่อเนื่อง อีกทั้งยังไม่มีค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงเอกสาร เพราะการปรับปรุงเอกสารเกิดจากการระดมความคิดของผู้วิจัยในการออกแบบเอกสารการบันทึกผลการตรวจสอบใหม่ จะมีค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นในส่วนของอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบ นั่นคือ น็อค ซึ่งมีราคาไม่สูง ราคาต่อชิ้นไม่ถึง 10 บาท หากมองโดยความคุ้มทุนระยะยาว ที่น็อต 1 ตัว สามารถใช้ทดสอบชิ้นส่วนอะไหล่ประตู ได้หลายล้านชิ้น ก็ถือว่ามีความคุ้มค่า และดำเนินการแก้ไขได้โดยง่าย เพราะผลที่ได้มา คือจำนวนข้อบกพร่องที่มีแนวโน้มลดลง

2. ลดโอกาสหรือความถี่ในการเกิดปัญหา

ลดโอกาสหรือความถี่ในการเกิดปัญหา โดยการ อบรมการเชื่อมที่ถูกต้องให้กับพนักงาน อบรมการขนย้ายชิ้นส่วนอะไหล่ที่ถูกต้อง ทดลองเชื่อมประกอบโดยการออกแบบการทดลองเพื่อหาค่ากระแสไฟฟ้าและความดันที่เหมาะสม และผลักดันให้ผู้ผลิตใช้ Rack ขนย้ายชิ้นส่วนอะไหล่ที่เหมาะสม

จากการดำเนินการ จัดอบรมวิธีการเชื่อมที่ถูกต้องและการขนย้ายชิ้นส่วนอะไหล่ที่ถูกต้องให้กับพนักงาน ผู้วิจัยเลือกวันที่กำลังการผลิตไม่มาก เพื่อที่จะได้ไม่ส่งผลกระทบกับกำลังการผลิต จะเห็นได้ว่า ถึงแม้จะเป็นวิธีการที่นอกเหนือจากแผนการดำเนินการในแต่ละวัน แต่ถ้าหากใช้เวลาที่ไม่กระทบกับการทำงานมาจัดอบรมให้พนักงานถือว่ามีความเหมาะสม และสามารถนำแนวทางการแก้ไขนี้ไปดำเนินการต่อไปได้ สำหรับแนวทางการแก้ไขเรื่องการผลักดันให้ผู้ผลิตใช้ Rack ขนย้ายชิ้นส่วนอะไหล่ที่เหมาะสมนั้น ถือเป็นหน้าที่ที่เพิ่มขึ้นของเจ้าหน้าที่แผนกควบคุมคุณภาพ ซึ่งหากเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถลดข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นได้นั้น ก็ควรจะดำเนินการต่อไป และสุดท้าย ทดลองเชื่อมประกอบโดยการออกแบบการทดลองเพื่อหาค่ากระแสไฟฟ้าและความดันที่เหมาะสม แนวทางการแก้ไขด้วยวิธีนี้มีค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นสูง เพราะต้องเสียชิ้นงานที่ทำการทดลองเป็นจำนวนมาก และชิ้นส่วนอะไหล่ประตูก็มีราคาสูง เพราะฉะนั้น ไม่เหมาะสมที่จะดำเนินการออกแบบการทดลองบ่อยครั้ง ผู้วิจัยแสดงค่าใช้จ่ายที่สูญเสียไป ดังนี้

ตารางที่ 4.13 ราคาขายชิ้นส่วนอะไหล่ประตูของโรงงานกรณีศึกษา

| ประเภทของประตู | | ราคาขายเฉลี่ย (บาท) |
|---|---|---|
| ด้านหน้า | ข้างซ้าย | 3,894.33 |
| | ข้างขวา | 4,018.20 |
| ด้านหลัง | ข้างซ้าย | 3,378.10 |
| | ข้างขวา | 3,960.53 |
| ราคาเฉลี่ยทั้งหมด | | 3,812.79 |

จากการดำเนินการออกแบบการทดลองเพื่อหาค่ากระแสไฟฟ้าและความดันที่เหมาะสมในการเชื่อมประกอบชิ้นส่วนอะไหล่ปรตู ผู้วิจัยได้ทำการทดลองทั้งหมด 26 ครั้ง ในแต่ละครั้งใช้ชิ้นส่วนอะไหล่ประตูจำนวน 5 ชิ้น ดังนั้นชิ้นงานที่สูญเสียไปจากการทดลองทั้งหมด 130 ชิ้น ในที่นี้

สมมุติว่าไม่สามารถนำกลับมาซ่อมแซมเพื่อขายให้ลูกค้าต่อได้ ทำให้ต้องทำลายชิ้นงานที่ได้ทำการทดลองทิ้งทั้งหมด

จากตารางที่ 4.13 จะเห็นได้ว่า ราคาเฉลี่ยของชิ้นส่วนอะไหล่ประตู คือ 3, 812.79 บาท ดังนั้น ค่าใช้จ่ายในการออกแบบการทดลองที่สูญเสียไป คิดเป็น 130*3, 812.79 คือ 495,662.7 บาท ซึ่งถือว่าเป็นจำนวนเงินที่สูงมาก

เมื่อพิจารณาจากข้อมูลข้อบกพร่องของชิ้นส่วนอะไหล่ประตู โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ด้วยกัน คือ

- ความสูญเสียที่เกิดขึ้นจากข้อร้องเรียนของลูกค้าเรื่องปัญหารูเยื้อง ตั้งแต่เดือน มิถุนายน ถึง พฤศจิกายน 2552 สมมุติว่าชิ้นส่วนอะไหล่ประตูทั้งหมดไม่สามารถซ่อมแซมได้ คิดเป็นจำนวนเฉลี่ยต่อเดือน 23 ชิ้น
- ความสูญเสียที่เกิดขึ้นที่พบในการผลิตของโรงงานกรณีศึกษาเกี่ยวกับชิ้นส่วนอะไหล่เสียรูปเนื่องจากรอยบุบ ตั้งแต่เดือน กรกฎาคม ถึง ธันวาคม 2552 สมมุติว่าชิ้นส่วนอะไหล่ประตูทั้งหมดไม่สามารถซ่อมแซมได้ คิดเป็นจำนวนเฉลี่ยต่อเดือน 66 ชิ้น

จากจำนวนชิ้นส่วนอะไหลประตูบกพร่อง ทั้งจากข้อร้องเรียนของลูกค้าและจากที่พบในการผลิตของโรงงานกรณีศึกษา คิดเป็นจำนวนรวมทั้งหมด 89 ชิ้น ค่าใช้จ่ายที่สูญเสียไปจากการทำลายชิ้นส่วนอะไหล่ คิดเป็น 89*3,812.79 คือ 339,338.31 บาท

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกันแล้ว จะเห็นว่าค่าใช้จ่ายในการออกแบบการทดลองเพื่อหาระดับปัจจัยที่เหมาะสมของค่ากระแสไฟฟ้าและความดันที่ใช้ในการเชื่อมประกอบชิ้นส่วนอะไหล่ประตูนั้นมีค่าสูงกว่าความสูญเสียที่เกิดขึ้นจากการมีข้อบกพร่องจากการผลิตต่อเดือน

ดังนั้น จากการวิเคราะห์ข้างต้น แสดงให้เห็นว่า ไม่เหมาะสมที่จะนำวิธีการออกแบบการทดลองมาดำเนินการแก้ไขสำหรับอุตสาหกรรมยานยนต์ เนื่องจากต้นทุนวัตถุดิบที่ใช้ค่อนข้างที่จะมีราคาสูง