

บทที่ 11

สรุปผลงานวิจัยและข้อเสนอแนะ

11.1 สรุปงานวิจัย

จากการวิเคราะห์หาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อค่า Pitch ที่ตรวจสอบก่อนส่งให้ลูกค้าโดยอาศัยวิธีการวิเคราะห์ข้อบกพร่องในกระบวนการผลิต (Failure Mode and Effect Analysis) ได้ข้อสรุปว่า ปัจจัยที่น่าจะมีอิทธิพลต่อค่า Pitch คือ

1. ความสูง Dimple (Dimple Height)
2. ค่าเฉลี่ย Sag (Sag Average)
3. มุมของ Wing (Wing Angle)
4. ความสูงของ Merge Relife (Merge Relife Height)
5. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางจุดเชื่อม (Welding Diameter)
6. ตำแหน่งของจุดเชื่อมในแนวแกน Y (Welding Position Y)
7. ตำแหน่งของจุดเชื่อมในแนวแกน X (Welding Position X)

และค่า Pitch ที่ตรวจสอบก่อนส่งให้ลูกค้ามาจากค่า Pitch หลังเชื่อมที่ R-Square เท่ากับ 89% โดยค่าความแตกต่างของค่า Pitch 2 ค่านี้คือบวก 3.5 หมายความว่าถ้าต้องการค่า Pitch ที่ตรวจสอบก่อนส่งให้ลูกค้าเท่ากับ 1.0 องศา (ตามข้อกำหนดค่า Pitch ของลูกค้า) ต้องให้ค่า Pitch หลังเชื่อมเท่ากับ -2.5 องศา

แผนการทดสอบสมมติฐาน เป็นการนำเอาปัจจัยทั้ง 7 ตัวที่ได้จากขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อบกพร่องในกระบวนการผลิต (Failure Mode and Effect Analysis) มาทำการทดสอบสมมติฐานว่า ปัจจัยทั้ง 7 มีอิทธิพลต่อค่า Pitch จริงหรือไม่ บนสมมติฐานที่ว่าปัจจัยทั้ง 7 ตัวนี้มีอิทธิพลต่อค่า Pitch หลังเชื่อม แบ่งระดับของปัจจัยทั้ง 7 ออกเป็นปัจจัยละ 2 ระดับ

จากผลการทดสอบสมมติฐานพบว่า มีปัจจัยแค่ 4 ตัวเท่านั้นที่มีอิทธิพลต่อค่า Pitch หลังเชื่อม ได้แก่

1. ความสูง Dimple (Dimple Height)
2. ค่าเฉลี่ย Sag (Sag Average)
3. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางจุดเชื่อม (Welding Diameter)
4. ตำแหน่งของจุดเชื่อมในแนวแกน Y (Welding Position Y)

การออกแบบการทดลองเป็นการนำเอาปัจจัยทั้ง 4 ที่ได้จากขั้นตอนสมมติฐานว่ามีอิทธิพลต่อค่า Pitch หลังเชื่อมมาทำการทดลองหาเงื่อนไขที่เหมาะสมของแต่ละปัจจัยที่ทำให้ค่า Pitch หลังเชื่อมได้ตามค่าที่เราต้องการ (-2.5 องศา) และดูผลของเทอมปัจจัยรวมว่ามีอิทธิพลต่อค่า Pitch หลังเชื่อมหรือไม่ วิธีที่เลือกใช้คือ 2^k แฟคทอเรียลบวกค่ากลาง เพราะความสัมพันธ์ของปัจจัยและตัวแปรตอบสนองมีลักษณะเป็นเส้นตรง

ผลจากการทดลองพบว่าปัจจัยและเทอมของปัจจัยร่วมที่มีอิทธิพลต่อค่า Pitch หลังเชื่อมเป็นดังนี้

1. ความสูง Dimple (Dimple Height)
2. ค่าเฉลี่ย Sag (Sag Avg.)
3. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางจุดเชื่อม (Welding Diameter)
4. ตำแหน่งจุดเชื่อมในแนวแกน Y (Welding Position Y)
5. ปัจจัยร่วมระหว่างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางจุดเชื่อมกับตำแหน่งจุดเชื่อมในแนวแกน Y
6. ปัจจัยร่วมระหว่างค่าเฉลี่ย Sag กับตำแหน่งจุดเชื่อมในแนวแกน Y
7. ปัจจัยร่วมระหว่างค่าเฉลี่ย Sag กับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางจุดเชื่อม

และสมการความสัมพันธ์ระหว่างค่า Pitch หลังเชื่อมกับปัจจัยและเทอมของปัจจัยร่วมเป็นดังนี้

$$\begin{aligned} \text{ค่า Pitch หลังเชื่อม} = & -15.87 - 9.94 * \text{Dimple Height} + 40.84 * \text{SAG} \\ & -8.52 * \text{Weld_Diameter} + 7.88 * \text{Weld_Position} \\ & + \text{SAG} * ((\text{Weld_Diameter} - 0.25) * 197.38) \\ & + (\text{Weld_Diameter} - 0.25) * ((\text{Weld_Position} - 2.25) * -111.96) \\ & + \text{SAG} * ((\text{Weld_Position} - 2.25) * -299.62) \end{aligned}$$

จากสมการความสัมพันธ์ของค่า Pitch หลังเชื่อมกับปัจจัยและเทอมของปัจจัยร่วมนำมาคำนวณหาเงื่อนไขที่เหมาะสมของแต่ละปัจจัยที่ทำให้ค่า Pitch หลังเชื่อมได้ค่าตามที่เราต้องการ (-2.5 องศา) ได้ผลเงื่อนไขต่าง ๆ ดังนี้

1. ความสูง Dimple (Dimple Height)	0.075	มิลลิเมตร
2. ค่าเฉลี่ย Sag (Sag Average)	-0.032	มิลลิเมตร
3. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางจุดเชื่อม	0.250	มิลลิเมตร
4. ตำแหน่งจุดเชื่อมในแนวแกน Y	2.230	มิลลิเมตร

การทดสอบตรวจสอบความถูกต้องของเงื่อนไขเป็นการเก็บข้อมูลการผลิตงานจริงโดยควบคุมปัจจัยตามเงื่อนไขที่ได้ระบุไว้ ผลปรากฏว่าปัจจัยต่าง ๆ ที่ควบคุมเป็นไปตามที่กำหนดให้ควบคุมและค่า Pitch ก่อนส่งให้ลูกค้ามีค่าเข้าใกล้ข้อกำหนดค่า Pitch ของลูกค้ามากขึ้นโดย Cpk อยู่ที่ 1.10

11.2 ข้อจำกัดในงานวิจัย

1. วัตถุประสงค์ที่นำมาทำการทดลองจำกัดเพราะสาเหตุเนื่องจากมีการควบคุมปริมาณงานทดลองถ้าใช้ในปริมาณมากเกินไปจะทำให้ค่าใช้จ่ายการทดลองสูง การทำการทดลองจึงได้แค่ 1 ซ้ำ
2. เนื่องจากค่าของปัจจัยต่าง ๆ ที่ได้จากการทดลองเกิดจากการวัดด้วยเครื่องมือวัดทั้งสิ้น เพราะฉะนั้นต้องยอมรับในส่วนหนึ่งว่าจะมีผลของความผิดพลาดของเครื่องมือวัดเองเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย

3. เนื่องจากชิ้นงานมีนำมาทำการทดลองมีลักษณะเป็น Sheet โดย 1 Sheet จะมี 20 ตัว ทำให้ค่าที่ได้จากการทดลองจะทั้งหมด 20 ค่าต่อ 1 Sheet เพราะเวลาทำการทดลองในการปั๊มขึ้นรูป 1 ครั้งคือต้องทำทั้ง Sheet ทำให้ต้องนำค่ามาเฉลี่ยกันแล้วใส่ในเมตริกการทดลอง ซึ่งค่าที่ได้อาจมีความคลาดเคลื่อนของการเอาชิ้นงานมาเฉลี่ยกัน แต่ในความเป็นจริงแล้วความคลาดเคลื่อนในส่วนนี้จะน้อยมาก

4. ระดับต่าง ๆ ของปัจจัยจะมีขอบเขตในการปรับทั้งแม่พิมพ์ขึ้นรูปและเครื่องเชื่อมถ้ากำหนดระดับของปัจจัยที่ต่างกันมากเกินไปจะทำให้เสียเวลานานในการปรับและอาจจะเกินขอบเขตที่จะปรับได้ต้องมีการนำไปเปลี่ยนแบบใหม่ทำให้การทดลองนี้ระดับของการทดลองบางตัวจะดูแคบมาก

5. เนื่องจากการผลิตชิ้นงานชิ้นหนึ่งจะมีปัจจัยมากมายเข้ามาเกี่ยวข้องทำให้การควบคุมปัจจัยที่ต้องควบคุมทำได้ยากทำให้ผลการทดลองมีความคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริงบ้างเล็กน้อย

11.3 ข้อเสนอแนะและข้อคิดเห็น

1. ก่อนทำการทดลองทุกครั้ง ต้องมีการตรวจสอบ GR&R ของเครื่องมือวัดก่อนทุกครั้งไม่ว่าจะเป็นคนหรือเป็นเครื่องจักร

2. ในขั้นตอนเริ่มทำการออกแบบการทดลองขนาดของตัวอย่าง (Sample Size) ควรจะมากจากการคำนวณด้วยค่าความแปรปรวนในปัจจุบัน

3. การทำการทดลองในครั้งนี้มุ่งเน้นการแก้ปัญหาเฉพาะในส่วน of ค่าเฉลี่ย ซึ่งผลการทดลองออกมาให้ค่า Cpk อยู่ที่ 1.1 ซึ่งถือว่ายังไม่ดีเท่าที่ควร ถ้าต้องการให้ค่า Cpk เพิ่มขึ้นอีกควรไปมองที่การปรับปรุงในส่วน of ความแปรปรวนซึ่งในการทดลองครั้งนี้ความแปรปรวนอยู่ที่ 0.21 ควรจะลดให้เหลือประมาณ 0.1

4. ในการปรับปรุงค่าความแปรปรวนควรมีการเพิ่มกระบวนการผลิตในการปรับค่า Pitch อย่างละเอียด อีกกระบวนการหนึ่ง ซึ่งจะทำให้ความแปรปรวนของงานที่ได้ออกมาแคบขึ้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย