

บทที่ 4

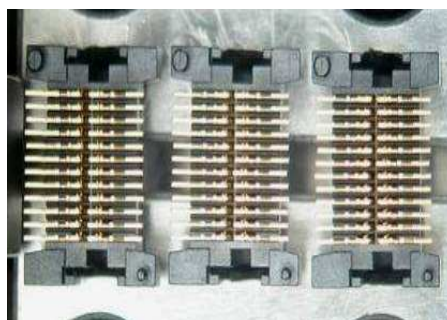
ผลการดำเนินการ หรือการวิเคราะห์ผล

จากการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองนี้ เป็นการศึกษถึงการลดปัญหาชิ้นงานแตกร้าว โดยจะพิจารณาแรงกระทำที่มีผลทำให้บล็อกเกิดการแตกร้าว และรอยเชื่อมประสานของบล็อกที่มีผลทำให้ความแข็งแรงลดลงในจุดที่เป็นรอยเชื่อมประสาน จากนั้นจะทำการแก้ไขวิธีการประกอบชิ้นส่วนระหว่างคอนแทคเข้ากับบล็อก โดยทำการออกแบบวิธีการประกอบแบบใหม่เป็นการประกอบโดยใช้คอนแทคสลักขา แล้วทำการทดลองประกอบระหว่างวิธีเดิมใส่คอนแทคครั้งเดียวทั้งหมดทุกช่อง แล้วเข้าเครื่องกดอัดกับ วิธีการใส่คอนแทคแบบสลักขาแล้วเข้าเครื่องกดอัดสองรอบ จากนั้นจะทำการบันทึกข้อมูลชิ้นงานที่เป็นของเสีย วิเคราะห์ผลการทดลองเปรียบเทียบแบบวิธีเดิมกับวิธีใหม่ ส่วนการแก้ปัญหาเรื่องรอยเชื่อมประสานนั้นจะต้องทำการทดลองหาเงื่อนไขการฉีกที่มีผลต่อการเกิดรอยเชื่อมประสาน โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์การฉีดพลาสติกเข้ามาช่วยแล้วนำไปทดลองกับเครื่องฉีดจริงแล้วนำผลมาวิเคราะห์ได้ ดังนี้

4.1 ผลการทดลองด้วยวิธีการประกอบแบบเดิมและแบบใหม่

4.1.1 ผลการทดลองแบบวิธีเดิม (ใส่คอนแทคครั้งเดียว)

จากการทดลองการประกอบด้วยวิธีแบบเดิมคือการใส่คอนแทคครั้งเดียวทั้งหมดให้ครบทุกช่อง ดูภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1

การใส่คอนแทคแบบครั้งเดียวครบทุกช่อง

จากนั้นนำไปเข้าเครื่องกดอัดทดลองทั้งหมด 32 ชิ้น ซึ่งเป็นชิ้นงานที่มีรอยเชื่อมประสานเกิดขึ้นที่ตัวบล็อกเนื่องจากเป็นชิ้นงานที่แผนกฉีดผลิตออกมาแล้วเป็นจำนวนมากได้ผลดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1

ผลการทดลองประกอบด้วยวิธีการเดิม

ครั้งที่ทำการทดลอง	จำนวน (ชิ้น)	ชิ้นงานดี(ชิ้น)	ชิ้นงานแตกร้าว(ชิ้น)	เปอร์เซ็นต์ของเสีย
1	32	7	25	78.13
2	32	5	27	84.38
3	32	8	24	75.00
4	32	2	30	93.75
5	32	6	26	81.25
ค่าเฉลี่ย	32	5.6	26.4	82.50

ที่มา : แผนกประกอบ (Assembly Department)

จากผลการทดลองในตารางที่ 4.1 พบว่า เมื่อทดลองประกอบจำนวน 32 ชิ้น ทั้งหมด 5 ครั้งด้วยกัน จะมีปริมาณของเสียเฉลี่ย 26.4 ชิ้นจาก 32 ชิ้น คิดเป็นเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยได้เท่ากับ 82.50% ในขณะที่ปริมาณของดีมีค่าเฉลี่ย 5.6 ชิ้นจาก 32 ชิ้น คิดเป็นเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยเท่ากับ 17.50% ซึ่งมีค่าน้อยมาก โดยการแตกร้าวที่เกิดขึ้นจะเกิดตรงบริเวณรอยเชื่อมประสานของบล็อกออกเป็นรอยแยกเห็นได้อย่างชัดเจนแสดงได้ดังภาพที่ 4.2



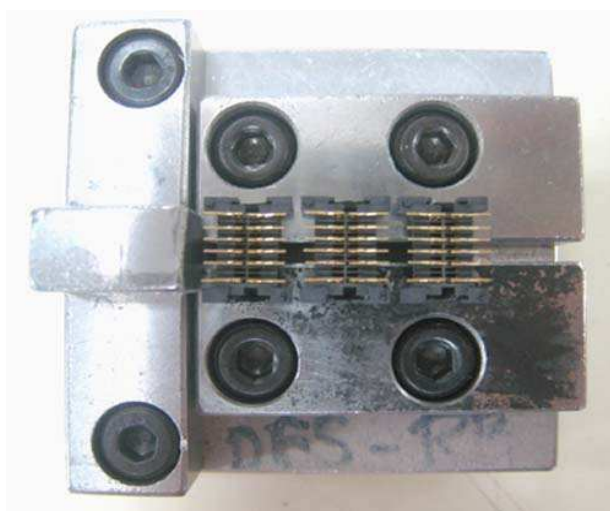
ภาพที่ 4.2

ชิ้นงานแตกร้าวที่เกิดขึ้นตรงรอยเชื่อมประสานประกอบวิธีเดิม

จากการทดลองด้วยวิธีนี้ซึ่งทำให้มีปริมาณของเสียเป็นจำนวนมาก จึงไม่สามารถผ่าน การตรวจสอบได้เพราะเป็นลักษณะที่ปรากฏเห็นได้อย่างชัดเจนมาก ส่งผลให้ไม่สามารถส่ง ชิ้นงานคอนเนคเตอร์ไปยังลูกค้าได้ จึงนำไปสู่กระบวนการปรับปรุงด้วยวิธีการประกอบแบบใหม่ ได้ดังนี้

4.1.2 ผลการทดลองแบบวิธีใหม่ (ใส่คอนแทคแบบสลับขา)

จากการทดลองการประกอบด้วยวิธีแบบใหม่คือการใส่คอนแทคแบบสลับขา โดยใส่ แบบช่องเว้นช่องแล้วนำไปเข้าเครื่องกดอัด จากนั้นก็นำกลับมาใส่คอนแทคในช่องที่เหลือแล้ว นำไปเข้าเครื่องกดอัดอีกครั้งหนึ่งให้ครบทุกช่อง ดูภาพที่ 4.3



ภาพที่ 4.3

การใส่คอนแทคแบบสลับขา

จากนั้นนำไปเข้าเครื่องกดอัดทดลองทั้งหมด 32 ชิ้น แล้วนำกลับมาใส่คอนแทคในช่องที่เหลือให้ ครบแล้วนำไปเข้าเครื่องกดอัดอีกรอบ ซึ่งชิ้นงานเป็นรอยเชื่อมประสานเกิดขึ้นที่ตัวบล็อก เช่นเดียวกับการทดลองแรก มีลือตการผลิตเดียวกันกับการทดลองแรก ได้ผลดังตารางที่ 4.2

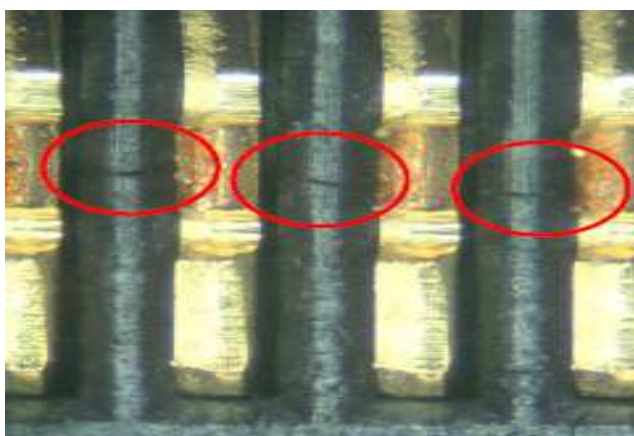
ตารางที่ 4.2

ผลการทดลองประกอบด้วยวิธีการแบบใหม่

ครั้งที่ทำการทดลอง	จำนวน (ชิ้น)	ชิ้นงานดี(ชิ้น)	ชิ้นงานแตกร้าว(ชิ้น)	เปอร์เซ็นต์ของเสีย
1	32	17	15	46.88
2	32	16	16	50.00
3	32	18	14	43.75
4	32	19	13	40.63
5	32	15	17	53.13
ค่าเฉลี่ย	32	17	15	46.88

ที่มา : แผนกประกอบ (Assembly Department)

จากผลการทดลองในตารางที่ 4.2 พบว่า เมื่อทดลองประกอบจำนวน 32 ชิ้น ทั้งหมด 5 ครั้งด้วยกัน จะมีปริมาณของเสียเฉลี่ย 15 ชิ้นจาก 32 ชิ้น คิดเป็นเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยได้เท่ากับ 46.88% ในขณะที่ปริมาณของดีมีค่าเฉลี่ย 17 ชิ้นจาก 32 ชิ้น คิดเป็นเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยเท่ากับ 53.12% ซึ่งมีค่าเพิ่มขึ้น เพราะฉะนั้นการประกอบแบบวิธีสลับขานี้สามารถทำให้ปริมาณของเสียมีค่าลดลงจากวิธีการประกอบแบบเดิมได้ถึง 35.62% โดยการแตกร้าวที่เกิดขึ้นจะเกิดตรงบริเวณรอยเชื่อมประสานของบล็อกเช่นเดียวกับการประกอบด้วยวิธีเดิมแต่รอยแยกของเนื้อพลาสติกมีค่าน้อยกว่าเดิมแสดงได้ดังภาพที่ 4.4



ภาพที่ 4.4

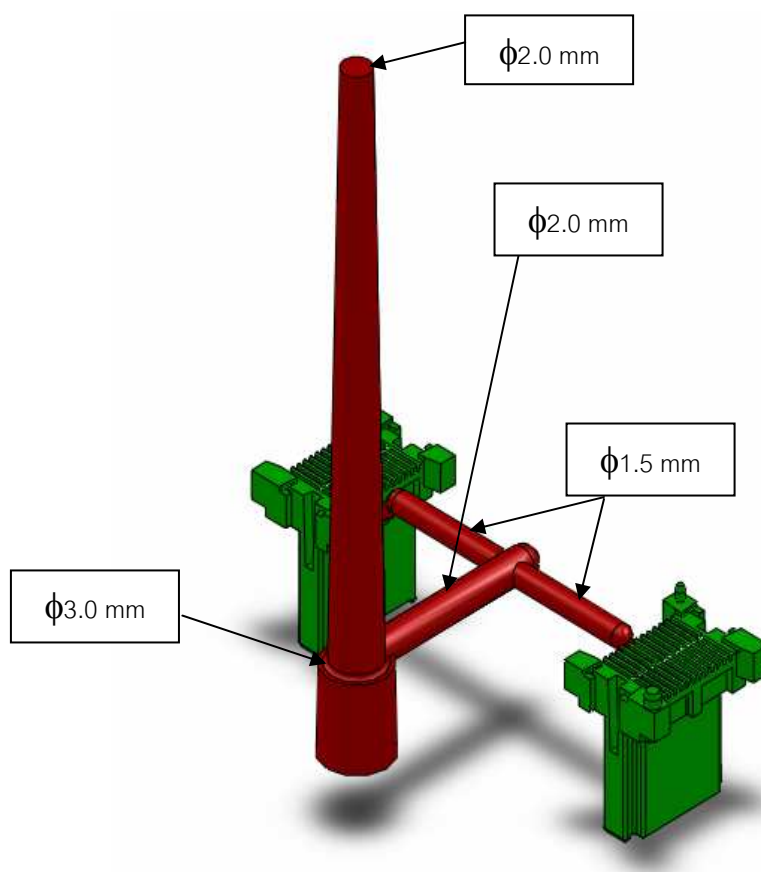
ชิ้นงานแตกร้าวที่เกิดขึ้นตรงรอยเชื่อมประสานประกอบวิธีใหม่

4.2 ผลการวิเคราะห์การฉีดพลาสติกด้วยโปรแกรม

จากงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรมช่วยในการวิเคราะห์การฉีดด้วย เพื่อช่วยในการหาเงื่อนไขการฉีดที่เหมาะสม ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

4.2.1 สร้างแบบจำลองชิ้นงาน

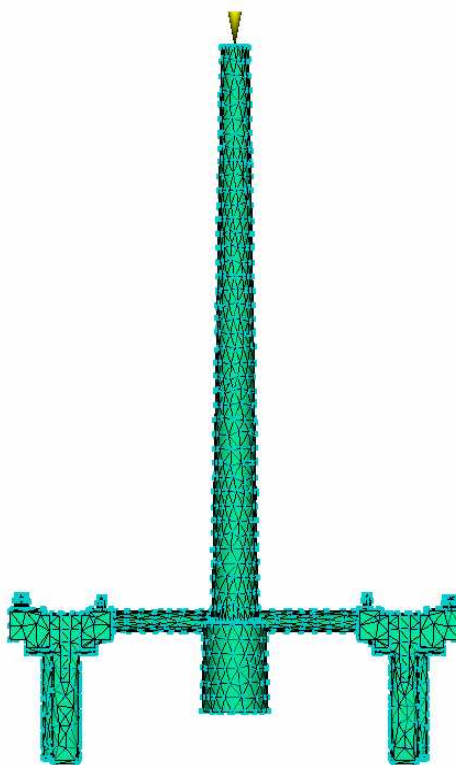
โปรแกรมช่วยในการวิเคราะห์การไหลต้องการใช้แบบจำลอง 3 มิติ (3 Dimension) และจะมีขนาดเท่ากับชิ้นงานจริง จึงทำการเขียนแบบจำลองขึ้นมาเป็น 3D แล้วต้องแปลงนามสกุลไฟล์ให้เป็น STL ไฟล์ เพื่อให้สามารถนำเข้าสู่โปรแกรมช่วยวิเคราะห์การไหลได้ ซึ่งรูปแบบจำลองชิ้นงานพร้อมด้วยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของทางเข้าหลัก (Sprue), ทางวิ่ง (Runner) และทางเข้า (Gate) มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 0.6 มิลลิเมตร โดยในแต่ละช่วงแสดงได้ดังภาพที่ 4.5



ภาพที่ 4.5

ภาพโมเดลชิ้นงานที่ใช้ในการทดสอบ

หลังจากนั้นทำการแบ่งโครงสร้างผิวดาข่าย 14434 element 9577 node และกำหนดทางเข้าของน้ำพลาสติก (Injection Location) ดังภาพที่ 4.6



ภาพที่ 4.6

โมเดลชิ้นงานที่สร้าง Mesh และกำหนดทางเข้าน้ำพลาสติก

4.2.2 ผลการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม

การวิเคราะห์การไหลตัวของพลาสติกด้วยโปรแกรมช่วยวิเคราะห์ในการฉีดนี้ เราจะทำการปรับตั้งค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ให้อยู่ในรูปอัตโนมัติ เพื่อให้โปรแกรมช่วยวิเคราะห์หาค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ออกมาให้ แล้วนำค่าที่ได้ไปทดลองฉีดจริง โดยทำการเลือกวัสดุชนิดเดียวกันกับที่ใช้ในการผลิตจริง, วัสดุที่ใช้ทำแม่พิมพ์, ขนาดของเครื่องฉีด และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของสกรู ซึ่งวัสดุที่ใช้ในการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมจะใช้วัสดุ LCP, UENO 5030G แต่ในการฉีดจริงจะใช้ LCP, UENO 6040 GM ซึ่งวัสดุทั้งสองชนิดนี้มีคุณสมบัติที่ค่อนข้างใกล้เคียงกัน เช่น ความหนาแน่นของ LCP, UENO 5030G เท่ากับ 1.62 g/cm^3 ส่วน LCP, UENO 6040 GM มีความหนาแน่น เท่ากับ 1.74 g/cm^3 ต่างกันเพียง 0.12 g/cm^3 เท่านั้น ซึ่งผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้

4.2.2.1 ผลการวิเคราะห์ของเงื่อนไขการฉีดก่อนปรับปรุงด้วยโปรแกรม

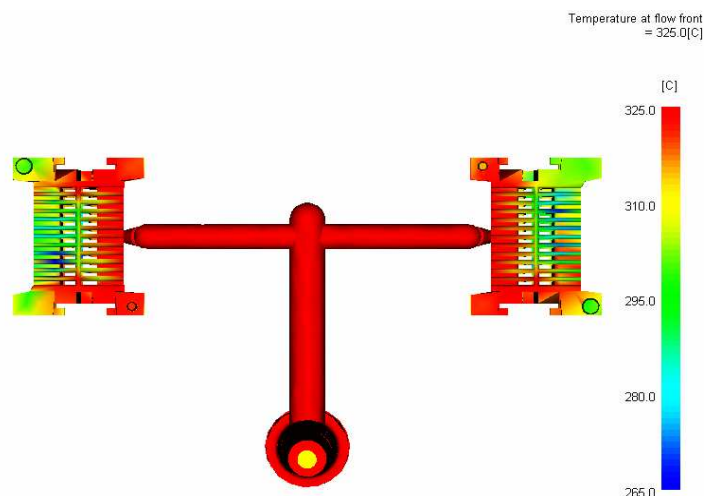
จากการทดลองในขั้นนี้ ผู้วิจัยใช้โปรแกรมช่วยในการวิเคราะห์เพื่อดูลักษณะของชิ้นงานที่ได้เป็นอย่างไร ดังนั้นผู้วิจัยได้ใช้ข้อมูลค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ตามที่เก็บข้อมูลมาได้จากฝ่ายผลิต แล้วนำไปตั้งค่าในโปรแกรมเพื่อช่วยวิเคราะห์ซึ่งมีข้อมูลดังนี้

ตารางที่ 4.3

ค่าพารามิเตอร์ของเงื่อนไขการฉีดก่อนการปรับปรุง

พารามิเตอร์	ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์
อุณหภูมิหลอมเหลว ($^{\circ}\text{C}$)	325
อุณหภูมิแม่พิมพ์ ($^{\circ}\text{C}$)	70
ความดันฉีดพลาสติก (MPa)	55
ความดันย้ำ (MPa)	0, 15
ความเร็วในการฉีด (mm/s)	20, 50, 60
ระยะ V-P ในการฉีด (mm)	4, 7.4, 8
เวลาในการฉีด (sec)	0.4

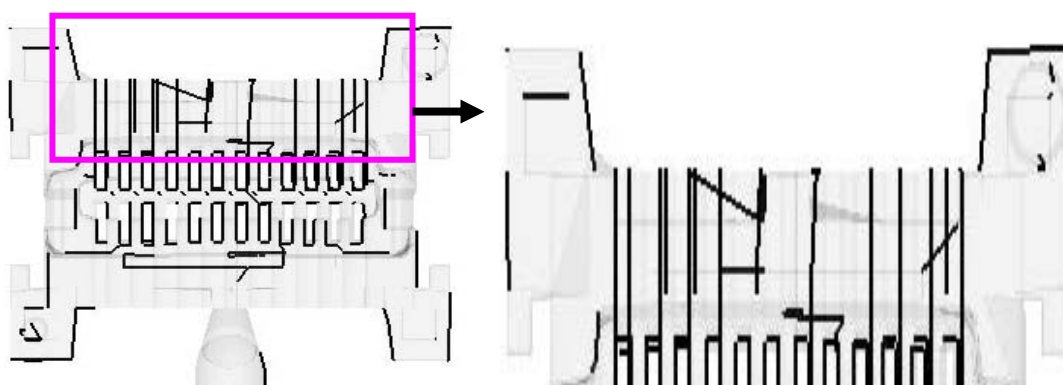
หลังจากการตั้งค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง แล้วทำการวิเคราะห์จนเสร็จสิ้นกระบวนการ จะได้ผลการวิเคราะห์ออกมาเป็นหลายหัวข้อ แต่เราจะเลือกมา 2 หัวข้อได้แก่ อุณหภูมิการไหลด้านหน้า (Temperature at flow front) และ รอยเชื่อมประสาน (Weld Lines) เนื่องจากทั้ง 2 หัวข้อนี้เป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดชิ้นงานแตกร้าว และสามารถดูผลการวิเคราะห์จากรูปภาพได้ชัดเจนมากที่สุด สามารถแสดงผลการวิเคราะห์ได้ดังภาพที่ 4.7 และ 4.8



ภาพที่ 4.7

อุณหภูมิการไหลด้านหน้าของเงื่อนไขก่อนปรับปรุง

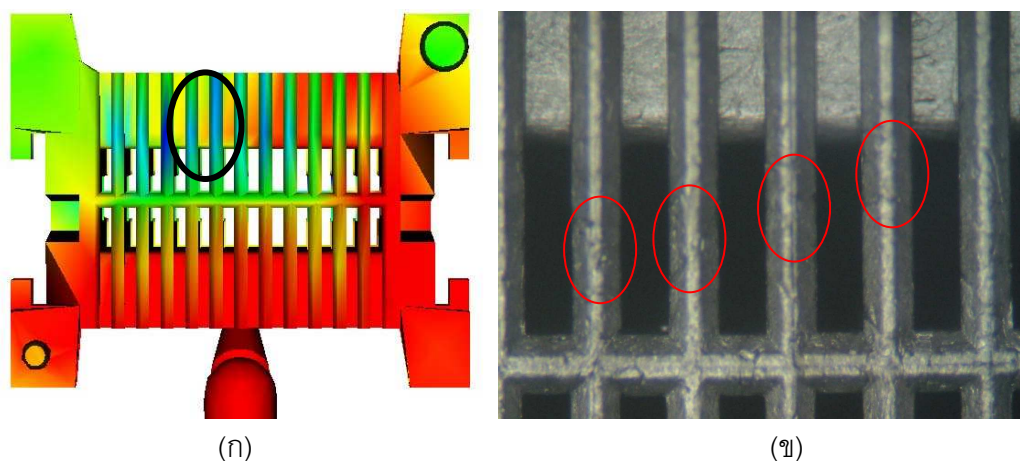
จากภาพที่ 4.7 แสดงอุณหภูมิการไหลด้านหน้าของพลาสติกเหลวของเงื่อนไขก่อนปรับปรุง จะพบว่าบริเวณที่เกิดรอยเชื่อมประสาน (Weld Lines) จะมีอุณหภูมิประมาณ 295 องศาเซลเซียส ส่งผลทำให้เนื้อพลาสติกเริ่มแข็งตัวจนทำให้เกิดเป็นรอยเชื่อมประสานขึ้นที่บริเวณส่วนนี้ และเป็นบริเวณเดียวกับชิ้นงานที่เกิดการแตกร้าวหลังการประกอบ ในส่วนของด้านฝั่งทางเข้าพลาสติกเหลว (Gate) มีอุณหภูมิประมาณ 325 องศาเซลเซียส บริเวณนี้จะทำให้เนื้อพลาสติกมีการไหลเชื่อมตัวกันได้ดีกว่าจึงไม่เกิดรอยเชื่อมประสาน



ภาพที่ 4.8

รอยเชื่อมประสานของเงื่อนไขก่อนปรับปรุง

จากภาพที่ 4.8 จะพบว่าเส้นรอยเชื่อมประสานจะเกิดขึ้นส่วนมากที่บริเวณด้านตรงข้ามทางเข้าพลาสติกเหลว (Gate) ส่วนบริเวณด้านทางเข้าพลาสติกเหลวจะไม่เกิดขึ้นเลย



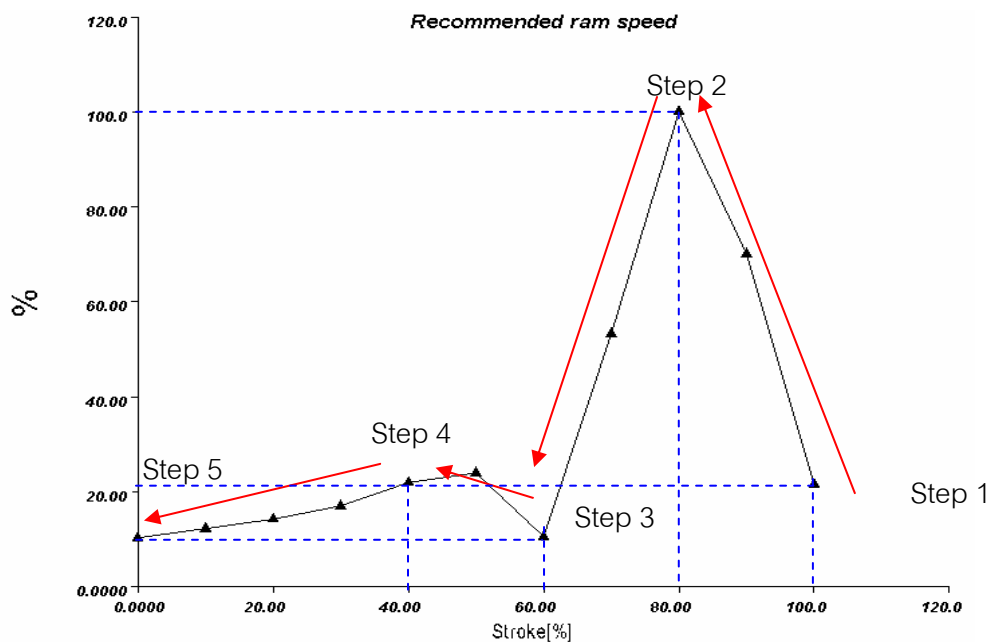
ภาพที่ 4.9

เปรียบเทียบลักษณะชิ้นงานที่วิเคราะห์จากโปรแกรม กับการฉีดจริงจากเงื่อนไขก่อนปรับปรุง

จากภาพที่ 4.9 เปรียบเทียบลักษณะชิ้นงานที่วิเคราะห์ได้จากโปรแกรม และชิ้นงานที่ฉีดจริงพบว่า ในรูป (ก) ลักษณะชิ้นงานที่วิเคราะห์ได้จากโปรแกรมด้านตรงข้ามทางเข้าพลาสติกเหลวจะมีอุณหภูมิต่ำประมาณ 295 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นบริเวณเดียวกับชิ้นงานที่ฉีดจริงเป็นรอยเชื่อมประสานในรูป (ข) ดังนั้นเราจึงสามารถเชื่อถือแนวโน้มการวิเคราะห์การไหลด้วยโปรแกรมได้

4.2.2.2 ผลการวิเคราะห์หาเงื่อนไขการฉีดด้วยโปรแกรมแบบอัตโนมัติ

จากการใช้โปรแกรมช่วยในการวิเคราะห์นี้ ผู้วิจัยกำหนด อุณหภูมิแม่พิมพ์ฉีด (Mold temperature) เท่ากับ 85 องศาเซลเซียส, อุณหภูมิหลอมเหลว (Melt Temperature) เท่ากับ 325 องศาเซลเซียส, และความเร็วในการฉีด (Recommended ram speed) มาใช้ในการทดลองฉีดชิ้นงานนี้ เนื่องจากทั้ง 3 ปัจจัยนี้ มีผลต่อการเกิดรอยเชื่อมประสานที่เป็นจุดความแข็งแรงต่ำ ส่งผลให้เกิดขึ้นงานแตกร้าว ดังนั้นเราจึงนำข้อมูลเหล่านี้เพื่อทำการปรับตั้งค่าในการทดลองจริงที่เครื่องฉีด ดังแสดงในภาพ 4.10



ภาพที่ 4.10

ความเร็วและระยะในการฉีดของขึ้นงาน

จากกราฟในภาพที่ 4.10 เราสามารถอ่านค่าพารามิเตอร์โดยการประมาณจากการลากเส้นตรง หาจุดตัดกราฟ แล้วนำมาแปลงค่าเพื่อให้เป็นหน่วยเดียวกันกับเครื่องฉีด เพื่อนำค่าที่ได้ไปใส่ทดลองกับเครื่องฉีด Sumitomo SE 50 DU ได้ดังนี้

ตารางที่ 4.4

ค่าความเร็วในการฉีด (Ram speed) และระยะในการฉีด (Stroke) ที่ได้จากโปรแกรม

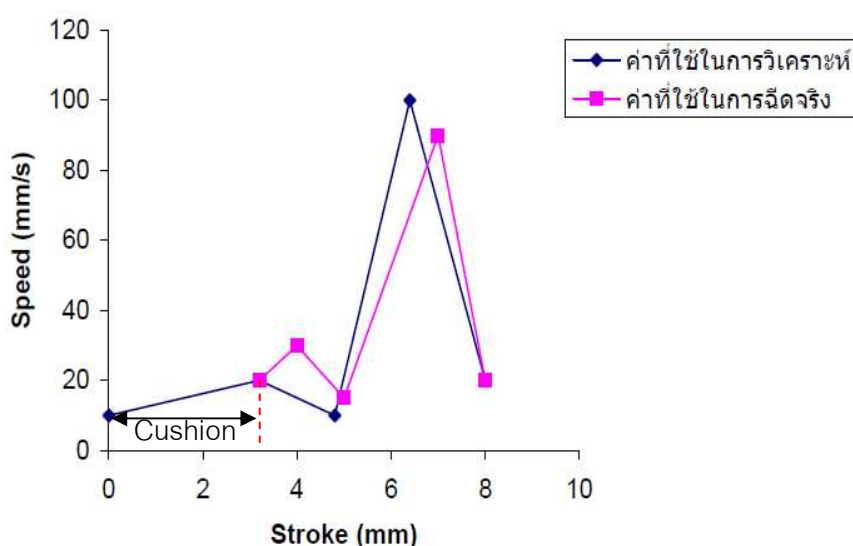
Step	5	4	3	2	1
Stoke (%)	0	40	60	80	100
Speed (%)	10	20	10	100	20
Stoke (mm)	0	3.2	4.8	6.4	8
Speed(mm/s)	10	20	10	100	20

ตารางที่ 4.5

การเปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการวิเคราะห์กับการทดลองจริง

พารามิเตอร์	ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์	ค่าที่ใช้ในการฉีดจริง
อุณหภูมิหลอมเหลว	325 °C	325 °C
อุณหภูมิแม่พิมพ์	85 °C	85 °C
ความเร็วในการฉีด	10, 20, 10, 100, 20	20, 30, 15, 90, 20
ระยะ V-P ในการฉีด (Stroke)	0, 3.2, 4.8, 6.4, 8	3.2, 4, 5, 7, 8
เวลาในการฉีด	0.1025	0.12

จากตารางที่ 4.5 เป็นการเปรียบเทียบค่าต่างๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์กับการทดลองฉีดจริง โดยค่าอุณหภูมิหลอมเหลว (Melt temp) และอุณหภูมิแม่พิมพ์ (Mold temp) สามารถใช้ค่าจากโปรแกรมได้เลย ในขณะที่ค่าอื่นๆ ต้องมีการปรับตั้งค่า เพราะว่าความเร็วในการฉีดไม่สามารถปรับตั้งได้ 100% เนื่องจากป้องกันชิ้นงานเกิดการบวมพอง (Blister) และสกรูสึกหรอไวกว่าปกติ, ระยะ V-P ในการฉีดปรับตั้งตามลักษณะชิ้นงานที่ออกมา และเฟื่อน้ำสำรอง (Cushion) ไว้เพื่อป้องกันสกรูชนกับหัวฉีด ส่วนเวลาฉีดปรับเพิ่มช่วยเรื่องชิ้นงานไม่เต็มเล็กน้อย



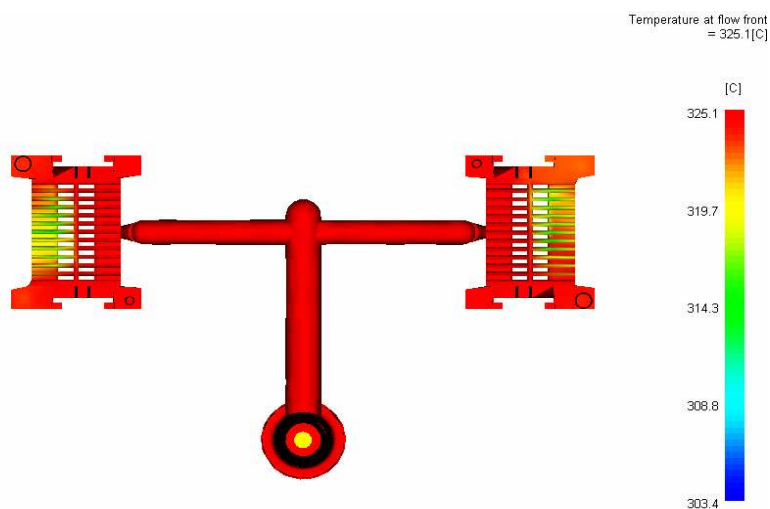
ภาพที่ 4.11

เปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์ความเร็ว และระยะในการฉีดที่ได้จากโปรแกรมและค่าฉีดจริง

จากภาพที่ 4.11 แสดงให้เห็นถึงการเปรียบเทียบค่าความเร็ว (Speed) และระยะ (Stroke) ในการฉีดระหว่างค่าที่ได้จากโปรแกรม และการทดลองฉีดจริง ผลปรากฏว่า ค่าที่ได้จากการฉีดจริงในขั้นที่ 1 มีค่าเท่ากัน ในขั้นที่ 2 ต่ำกว่า 10 มิลลิเมตรต่อวินาที ทั้งนี้เพื่อลดปัญหาเกิดขึ้นงานบวมพอง (Blister) เพราะการฉีดเร็วเกินไปทำให้วัสดุติบร้อนขึ้นจนเกิดเป็นฟองอากาศได้ง่าย ส่วนในขั้นที่ 3, 4 และ 5 จะมีค่าสูงกว่าเล็กน้อย ในส่วนของระยะการฉีดจริงในแต่ละระยะจะต้องมีการปรับเปลี่ยนเพื่อให้เนื้อวัสดุติบสามารถไหลเข้าไปเต็มเต็มชิ้นงานให้สมบูรณ์มากที่สุด และในระยะสุดท้ายจะต้องมีการเผื่อเนื้อวัสดุติบหน้าหัวฉีด (Nozzle) เพื่อป้องกันสกรูชนกับหัวฉีดด้วยเรียกว่า เนื้อเบาะสำรอง (Cushion) ดังนั้นระยะสุดท้ายจึงไม่สามารถเป็นศูนย์ได้ ดังกราฟที่ในภาพที่ 4.21 แสดงให้เห็นว่าระยะสุดท้ายที่ฉีดจริงจะต้องตัดที่ 3.2 มิลลิเมตร หรือ 40% ของเนื้อพลาสติก 8 มิลลิเมตร (Shot size)

4.2.2.3 ผลการวิเคราะห์เงื่อนไขที่ดีที่สุดที่ใช้ฉีดจริงด้วยโปรแกรม

จากการนำข้อมูลค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ฉีดจริงในตารางที่ 4.5 มาทำการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมอีกครั้งหนึ่งเพื่อยืนยันผลการทดลอง และดูลักษณะชิ้นงานที่เกิดขึ้นเป็นอย่างไร

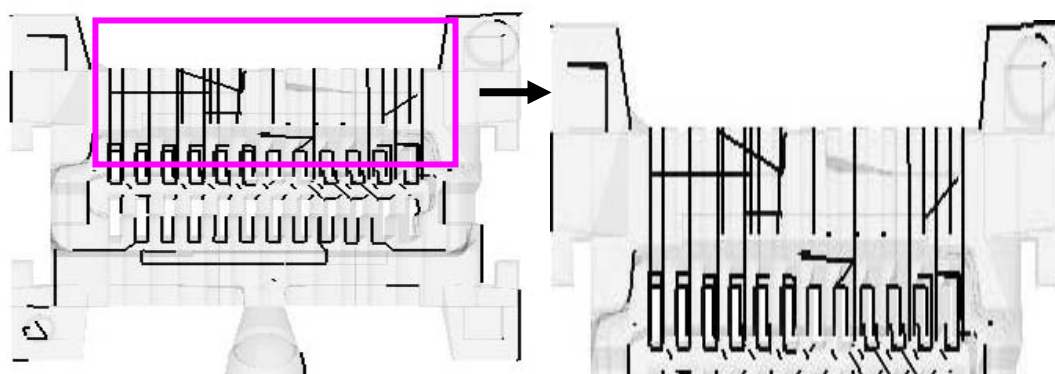


ภาพที่ 4.12

อุณหภูมิการไหลด้านหน้าของเงื่อนไขหลังปรับปรุง

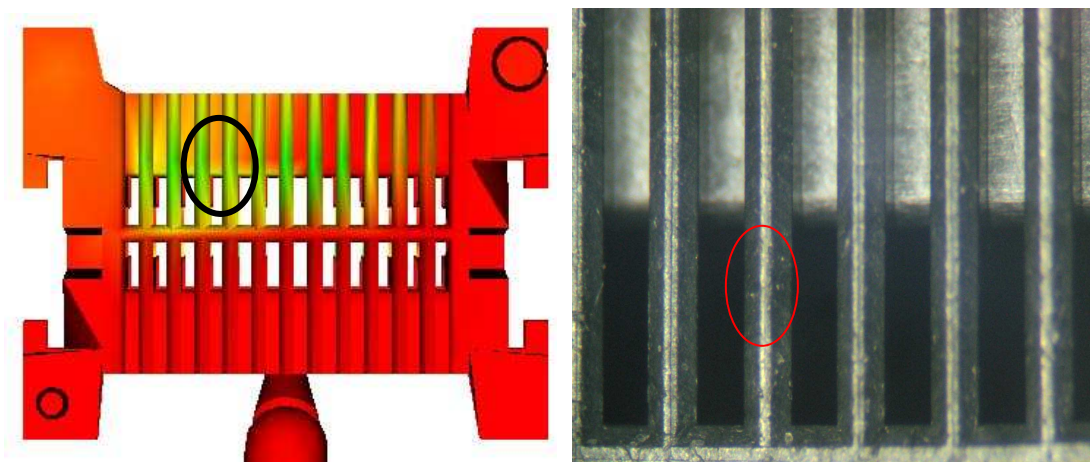
จากภาพที่ 4.12 แสดงอุณหภูมิการไหลด้านหน้าของพลาสติกเหลวของเงื่อนไขหลังปรับปรุง จะพบว่าที่บริเวณเกิดรอยเชื่อมประสาน (Weld Lines) จะมีอุณหภูมิประมาณ 315

องศาเคลือบ ซึ่งมีความสูงเหนือกว่าเงื่อนไขการฉีดก่อนการปรับปรุงที่ ดังนั้นจึงทำให้เนื้อพลาสติกเกิดการเชื่อมตัวกันได้ดีกว่าเดิม แต่ยังมีรอยเชื่อมประสานเกิดขึ้นได้ และเป็นบริเวณเดียวกับชิ้นงานที่เกิดการแตกร้าวหลังการประกอบ



ภาพที่ 4.13

รอยเชื่อมประสานของเงื่อนไขหลังปรับปรุง

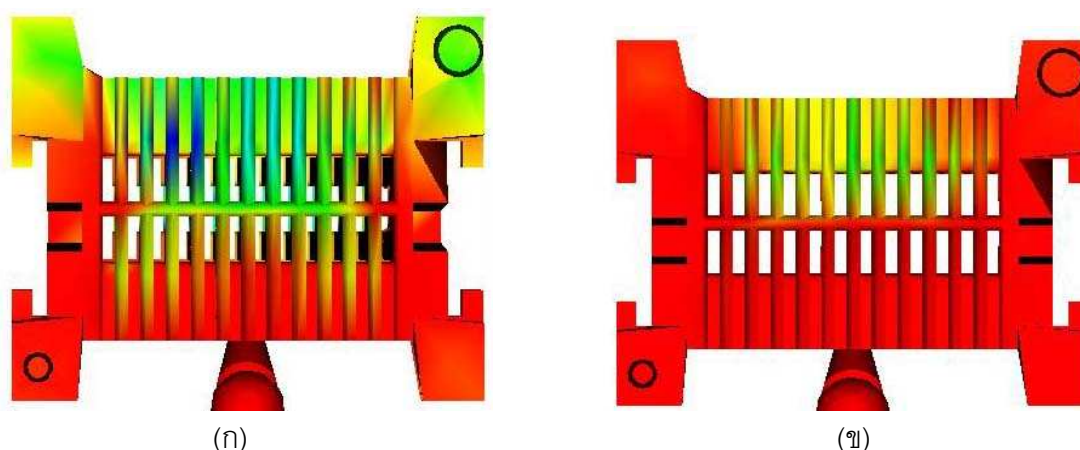


ภาพที่ 4.14

ลักษณะชิ้นงานที่ได้หลังการฉีดแบบปรับตั้งเงื่อนไขตามโปรแกรมหลังการปรับปรุง

จากภาพที่ 4.13 จะพบว่าเส้นรอยเชื่อมประสานจะเกิดขึ้นส่วนมากที่บริเวณด้านตรงข้ามทางเข้าพลาสติกเหลว (Gate) ส่วนบริเวณด้านทางเข้าพลาสติกเหลวจะไม่เกิดขึ้นเลย

ซึ่งเป็นบริเวณพื้นที่อุณหภูมิต่ำประมาณ 315 องศาเซลเซียส ในบริเวณนี้เป็นจุดเดียวกับชิ้นงานจริงที่ได้จากการฉีดด้วยเงื่อนไขการฉีดหลังปรับปรุงนี้ ส่วนภาพที่ 4.14 ทางด้านตรงข้ามทางเข้าพลาสติกเหลวในขณะที่บริเวณด้านทางเข้า และทางวิ่งจะมีอุณหภูมิประมาณ 325 องศาเซลเซียส ทำให้ในบริเวณส่วนนี้พลาสติกเกิดการไหลเชื่อมตัวกันได้ดีกว่า จึงไม่เกิดรอยเชื่อมประสาน หรืออาจเกิดขึ้นได้น้อยมาก



ภาพที่ 4.15

เปรียบเทียบอุณหภูมิการไหลด้านหน้าของเงื่อนไข(ก)ก่อนปรับปรุงและ(ข)หลังปรับปรุง

จากภาพที่ 4.15 เป็นการเปรียบเทียบอุณหภูมิการไหลด้านหน้าของเนื้อพลาสติกเหลว ระหว่างเงื่อนไขการฉีดก่อนและหลังการปรับปรุง ในภาพ (ก) คือ เงื่อนไขการฉีดก่อนการปรับปรุงในด้านตรงข้ามทางเข้าพลาสติกเหลว จะมีอุณหภูมิต่ำประมาณ 295 องศาเซลเซียส ส่งผลให้เกิดรอยเชื่อมประสานได้มากกว่า ในภาพ (ข) คือเงื่อนไขการฉีดหลังการปรับปรุงจะมีอุณหภูมิต่ำประมาณ 315 องศาเซลเซียส ซึ่งอุณหภูมิบริเวณนี้ก็มีค่าสูงกว่าในภาพ (ก) ในด้านตรงข้ามทางเข้าพลาสติกเหลว ส่งผลให้สามารถลดการเกิดรอยเชื่อมประสานได้ เนื่องจากมีอุณหภูมิของเนื้อพลาสติกเหลวที่สูงขึ้นจึงเกิดการเชื่อมตัวได้ดีกว่าเดิม

ตารางที่ 4.6
เปรียบเทียบเงื่อนไขการฉีดก่อนและหลังการปรับปรุง

พารามิเตอร์	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
ความดัน (Pressure; MPa)	55	50
ความเร็ว (Speed; mm/s)	20, 40, 50	20, 30, 15, 90, 20
ระยะ (Stroke; mm)	4, 7.4, 8	3.2,4,5,7,8
ระดับขั้นการฉีด(V-P step)	2V-2P	5V-5P
อุณหภูมิแม่พิมพ์ (Mold temp; °C)	70	85
อุณหภูมิกระบอก (Barrel temp; °C)	325	325
ความดันย้ำ (Hold press; MPa)	15	15
ขนาดเนื้อ (Shot size; mm)	8	8
ความดันกลับ(Back pressure; MPa)	4	4
รอบสกรู (Screw rev; rpm)	80	80
ระยะชักสกรู (Pull back; mm)	3	3
เวลาหล่อเย็น(Cooling; Sec)	5	5

4.2.3 ผลการทดลองประกอบเป็นอุปกรณ์เชื่อมต่อ

จากการทดลองฉีดชิ้นงาน โดยปรับตั้งค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากโปรแกรมนั้น เราสามารถนำชิ้นงานไปทดลองประกอบกับคอนแทคเป็นอุปกรณ์เชื่อมต่อ (Connector) เป็นจำนวน 5 ครั้ง โดยแต่ละครั้งเท่ากับ 32, 100, 500, 1000, 1500 ชิ้น ตามลำดับได้ผลการทดลองดังนี้

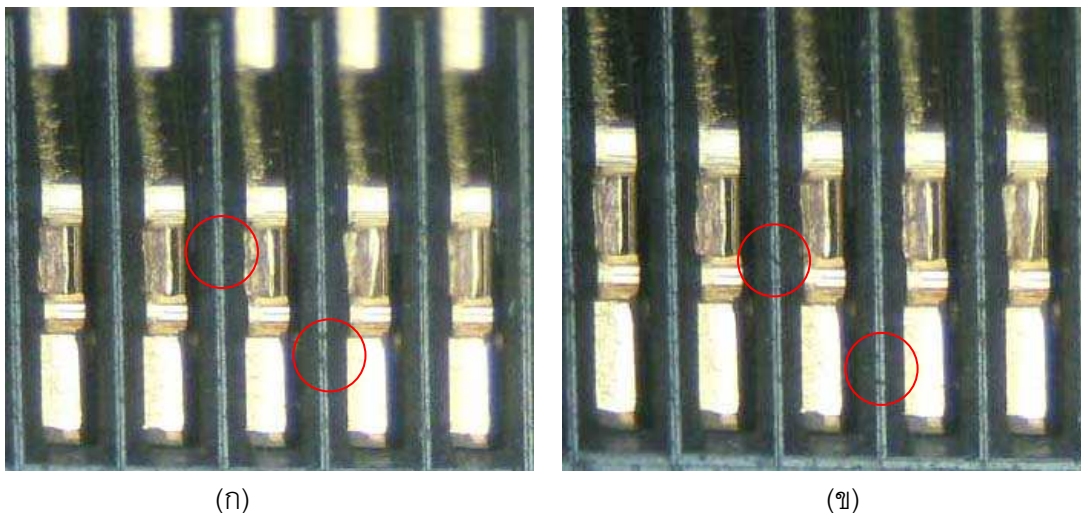
ตารางที่ 4.7

ผลการทดลองประกอบชิ้นงานที่คิดจากการปรับค่าพารามิเตอร์ตามโปรแกรม

ครั้งที่ทำการทดลอง	จำนวน (ชิ้น)	ชิ้นงานดี(ชิ้น)	ชิ้นงานแตกร้าว(ชิ้น)	เปอร์เซ็นต์ของเสีย
1	32	32	0	0.00
2	100	100	0	0.00
3	500	496	4	0.80
4	1000	990	10	1.00
5	1500	1492	8	0.53
6	2000	1989	11	0.55
7	2500	2485	15	0.60
8	3000	2984	16	0.53
9	3500	3481	19	0.54
10	4000	3981	19	0.48
ค่าเฉลี่ย	1813.2	1803	10.2	0.50

ที่มา : แผนกประกอบ (Assembly Department)

จากผลการทดลองในตารางที่ 4.7 พบว่า ปริมาณของเสียไม่พบที่การทดลอง 32 ชิ้น และ 100 ชิ้น แต่จะเริ่มพบที่การทดลอง 500 ชิ้น มีของเสีย 4 ชิ้น คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ได้เท่ากับ 0.8% ,และเมื่อทดลองที่ 1,000 ชิ้น จะพบของเสียเพิ่มขึ้นเป็น 10 ชิ้น คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ได้เท่ากับ 1% ในขณะที่ทดลอง 1,500 ชิ้นปริมาณของเสีย ลดลงเหลือเพียง 8 ชิ้น คิดเป็นเปอร์เซ็นต์เท่ากับ 0.53% และทดลองเพิ่มขึ้นครั้งละ 500 ชิ้น พบว่า เปอร์เซนต์จะเริ่มคงที่ดังนี้ 0.55%, 0.6%, 0.53%, 0.54%, และ 0.48% ตามลำดับ เราสามารถวิเคราะห์ได้ว่าเปอร์เซ็นต์ของเสียจะมีค่ามากที่สุดประมาณ 1% และเกิดความแปรปรวนของการทดลองครั้งที่ 4 จำนวน 1,000 ชิ้น อาจเนื่องมาจากประสิทธิภาพของเครื่องจักรที่ไม่เสถียรในขณะฉีดขึ้นงานอย่างต่อเนื่อง ซึ่งสามารถหาค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ชิ้นงานแตกร้าวได้เท่ากับ 0.5% ทั้งนี้จากการทดลองฉีดขึ้นงานโดยการปรับตั้งค่าพารามิเตอร์ที่ใช้แนวทางที่ได้จากโปรแกรมนั้น สรุปได้ว่าสามารถแก้ไขปัญหาร่องขึ้นงานแตกร้าวได้ตามเป้าหมาย โดยลดปริมาณของเสียได้จาก 99.05% ให้เหลือ 0.5% ซึ่งภาพขึ้นงานอุปกรณ์เชื่อมต่อที่ได้ หลังการทดลองประกอบแสดงได้ดังภาพที่ 4.16



ภาพที่ 4.16

ชิ้นงานที่ทดลองประกอบเป็นอุปกรณ์เชื่อมต่อจากการฉีดด้วยเงื่อนไขของโปรแกรม

จากภาพที่ 4.16 ในภาพ (ก) คือชิ้นงานดี (ไม่แตกร้าว) ผิวจะมีลักษณะเรียบ สวยงามมีเส้นรอยเชื่อมประสาน (Weld line) เพียงเล็กน้อยไม่ชัดเจน และไม่เห็นเป็นรอยแยกแตกออกจากกันของเนื้อพลาสติก ส่วนในภาพ (ข) คือชิ้นงานเสีย (แตกร้าว) จะเห็นลักษณะผิวค่อนข้างหยาบ และเป็นเส้นรอยเชื่อมประสาน (Weld Line) และร่องรอยแตกร้าวเล็กน้อยไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ต้องส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ จึงจะสามารถมองเห็นรอยแตกร้าวที่แยกออกจากกันได้

4.3 การสร้างแบบฟอร์มเพื่อตรวจสอบชิ้นงาน (Check Sheet)

จากงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ทำการสร้างแบบฟอร์มการบันทึกเงื่อนไขการฉีด และจุดตรวจสอบที่สำคัญขึ้นมาใหม่ เพื่อให้แผนกตรวจสอบ (QA) ได้ทำการตรวจสอบในจุดที่เป็นปัญหาสำคัญเพิ่มเข้าไปด้วย และเพื่อป้องกันช่างเทคนิค (Technician) ปรับตั้งเงื่อนไขการฉีดตามใจตนเอง หรือไม่ปฏิบัติตามมาตรฐานที่สร้างขึ้นมา อันส่งผลให้ชิ้นงานสูญเสีย และเกิดความล่าช้า ดังนั้นผู้วิจัยได้สร้าง ใบบันทึกการติดตั้งแม่พิมพ์ (Mold Die Set up Record) และใบบันทึกการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ (In-Process Inspection Record) ดังแสดงในภาพที่ 4.17 และ 4.18

[illegible]

แบบฟอร์มเอกสารใบบันทึกการตรวจสอบผลิตภัณฑ์

4.4 การติดตามผลงานหลังการปรับปรุง (Monitoring Result)

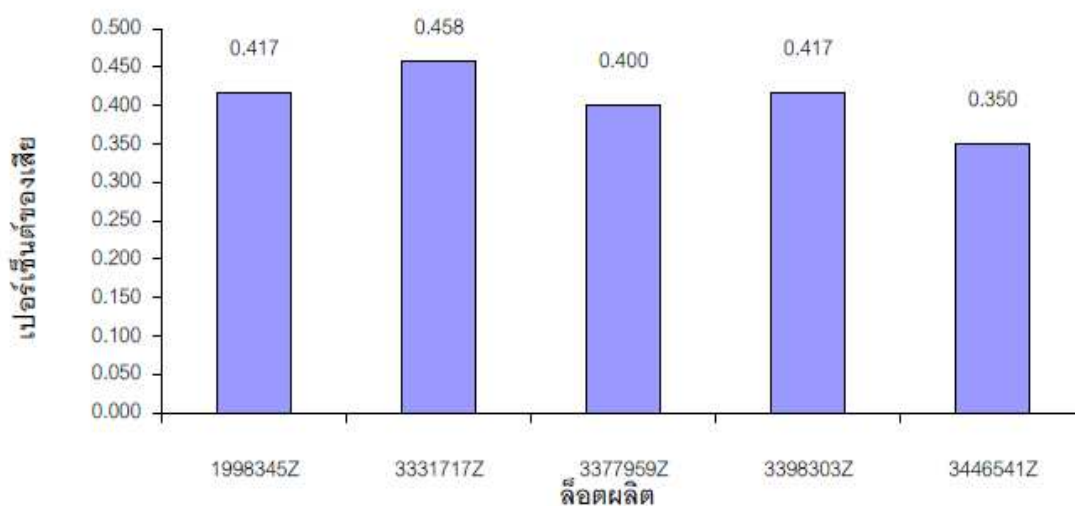
จากการติดตามผลการทดลอง หลังการปรับปรุงเงื่อนไขการฉีดตามล็อต (Lot ID.) ที่ทำการผลิตจำนวน 5 ล็อต ซึ่งมีผลดังตารางที่ 4.8 และสามารถเขียนเป็นกราฟได้ดังภาพที่ 4.19

ตารางที่ 4.8

ข้อมูลการติดตามผลการทดลองปัญหาชิ้นงานแตกร้าว

ล็อตผลิต	ของเสีย(ชิ้น)	ปริมาณ(ชิ้น)	เปอร์เซ็นต์ของเสีย
1998345Z	50	12000	0.417
3331717Z	55	12000	0.458
3377959Z	48	12000	0.400
3398303Z	50	12000	0.417
3446541Z	42	12000	0.350
เฉลี่ย	49	12000	0.408

ที่มา : แผนกประกอบ (Assembly Department)



ภาพที่ 4.19

ข้อมูลปริมาณของเสียจากการติดตามผลการทดลอง
ที่มา : แผนกประกอบชิ้นงาน (Assembly Department)

จากภาพที่ 4.19 แสดงให้เห็นว่า เปอร์เซ็นต์ของเสียที่เป็นชิ้นงานแตกร้าว ในแต่ละล็อตการผลิตมีค่ามากที่สุด 0.458%, 0.417%, 0.400% และ 0.350 % ตามลำดับ ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างกันมาก เมื่อดูจากกราฟนี้แล้วแนวโน้มแสดงให้เห็นว่า เราสามารถควบคุมกระบวนการผลิตไม่ให้มีปริมาณของเสียไม่เกิน 0.5% ได้ด้วยการควบคุมค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ด้วยใบบันทึกการติดตั้งแม่พิมพ์ และใบตรวจสอบผลิตภัณฑ์ให้เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดไว้เท่านั้น