บทที่ 3

ขั้นตอนการดำเนินงาน

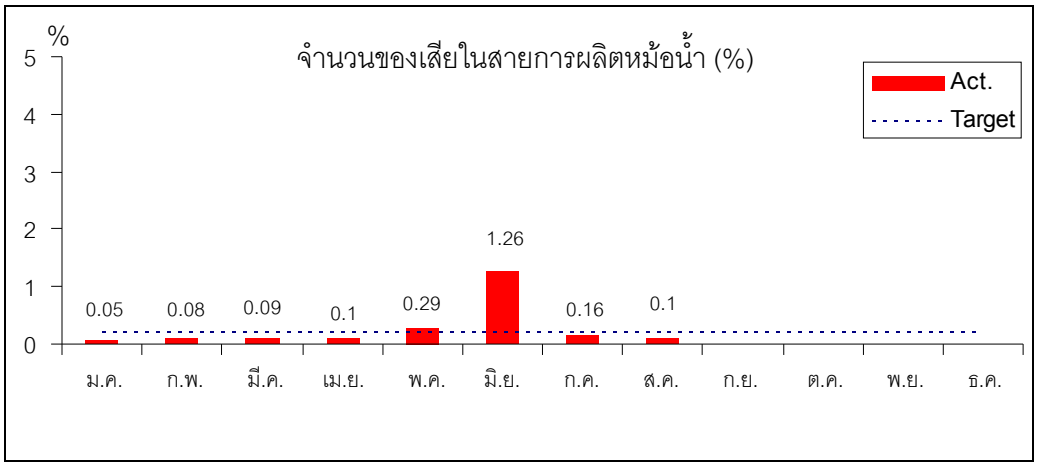
ขั้นตอนการดำเนินงานจะยึดตามแนวทางของซิกซ์ ซิกม่า 5 ขั้นตอน ดังนี้คือ ระบุปัญหา (Define phase) การวัด (Measure phase) การวิเคราะห์ (Analyze phase) การปรับปรุง (Improve phase) และการควบคุม (Control phase) โดยมีรายละเอียดต่อไปนี้

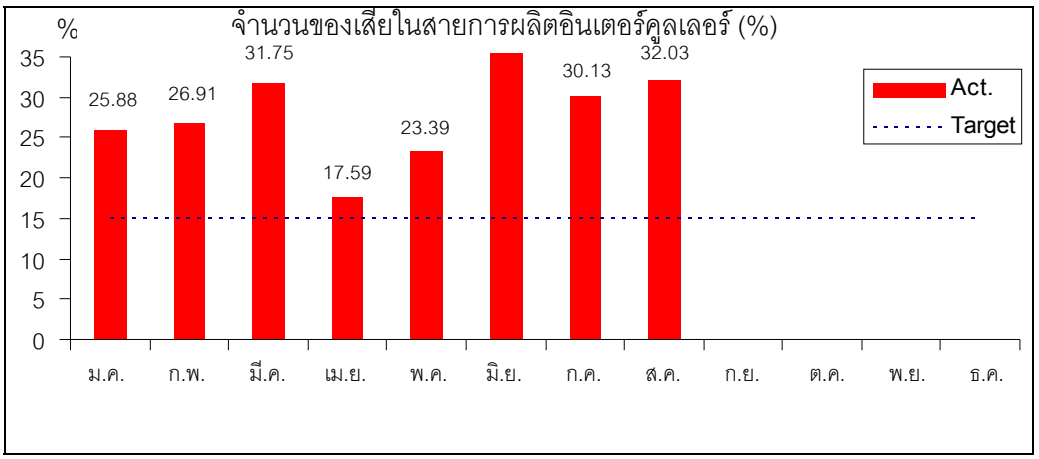
3.1 ขั้นตอนการระบุปัญหา (Define phase)

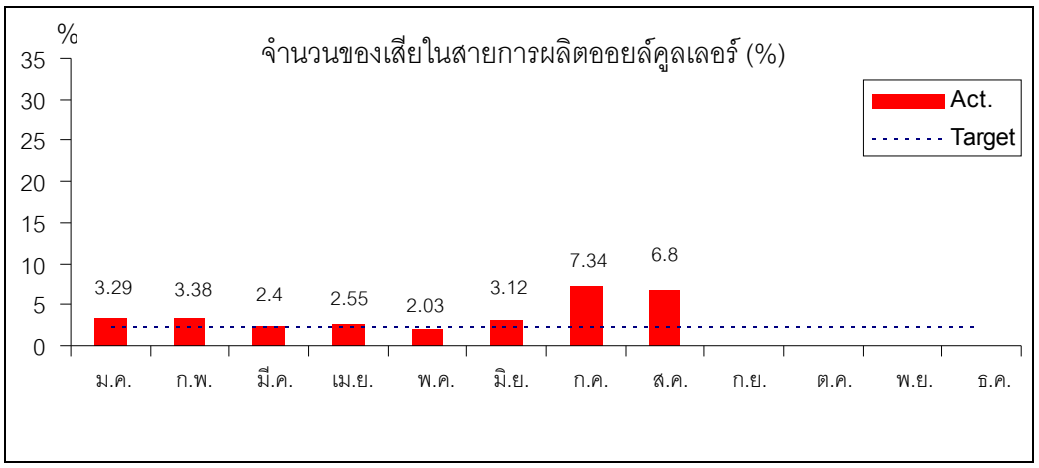
สำหรับการเลือกปัญหาที่จะนำมาทำการแก้ไขโดยวิธีการซิกซ์ ซิกม่า ของสารนิพนธ์ฉบับนี้ เป็นการเลือกปัญหามาจากในส่วนของหน่วยงานการผลิตอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนที่ผลิตมาจากอลูมินัม (Aluminum) เนื่องจากบริษัทกำลังประสบปัญหาในเรื่องของวัตถุดิบที่ใช้อยู่ปัจจุบัน คือ ทองแดง (Copper) ทองเหลือง (Brass) มีราคาสูง แต่ไม่สามารถปรับราคาขายได้ จึงหันมาพยายามปรับเปลี่ยนวัตถุดิบมาใช้อลูมินัมแทน เนื่องจากราคาที่ต่ำกว่ามากในการศึกษาจึงมุ่งไปที่หน่วยงานของผลิตภัณฑ์อลูมินัม (Aluminum Brazing Cooler : ABC) ซึ่งเป็นสายการผลิตใหม่ ปัจจุบันแบ่งสายการผลิตแยกตามชนิดผลิตภัณฑ์ออกเป็น 3 สายการผลิต คือ หม้อน้ำ (Radiator) อินเตอร์คูลเลอร์ (Inter cooler) และออยล์คูลเลอร์ (Oil cooler) โดยข้อมูลจำนวนของเสีย (%) ของแต่ละสายการผลิตระหว่างเดือนมกราคม ถึงเดือนสิงหาคม 2550 แสดงดังภาพที่ 3.1

จากการพิจารณาจำนวนของเสียในแต่ละสายการผลิตพบว่า ในสายการผลิตอินเตอร์คูลเลอร์มีจำนวนของเสียสูงมากกว่าสายการผลิตอื่น ประกอบกับผลิตภัณฑ์อินเตอร์คูลเลอร์มีจำนวนคำสั่งซื้อจากลูกค้าสูง ทำให้มีการผลิตต่อวันจำนวนมาก เมื่อจำนวนของเสียสูงมากก็ต้องเสียเวลาในการซ่อมชิ้นงาน จึงส่งผลให้ประสิทธิภาพโดยรวมของสายการผลิตนี้ต่ำ เกิดปัญหาเรื่องการจัดการของเสีย คุณภาพของผลิตภัณฑ์ต่ำ ปัญหาดังกล่าวจัดเป็นวิกฤติทางด้านคุณภาพ (Critical to Quality : CTQ) ซึ่งปัญหาเหล่านี้ส่งกระทบโดยตรงกับลูกค้า จึงพิจารณาเลือกสายการผลิตอินเตอร์คูลเลอร์มาทำการแก้ไขปัญหา

ข้อมูลระหว่างวันที่ 4 มกราคม ถึงวันที่ 31 สิงหาคม 2550



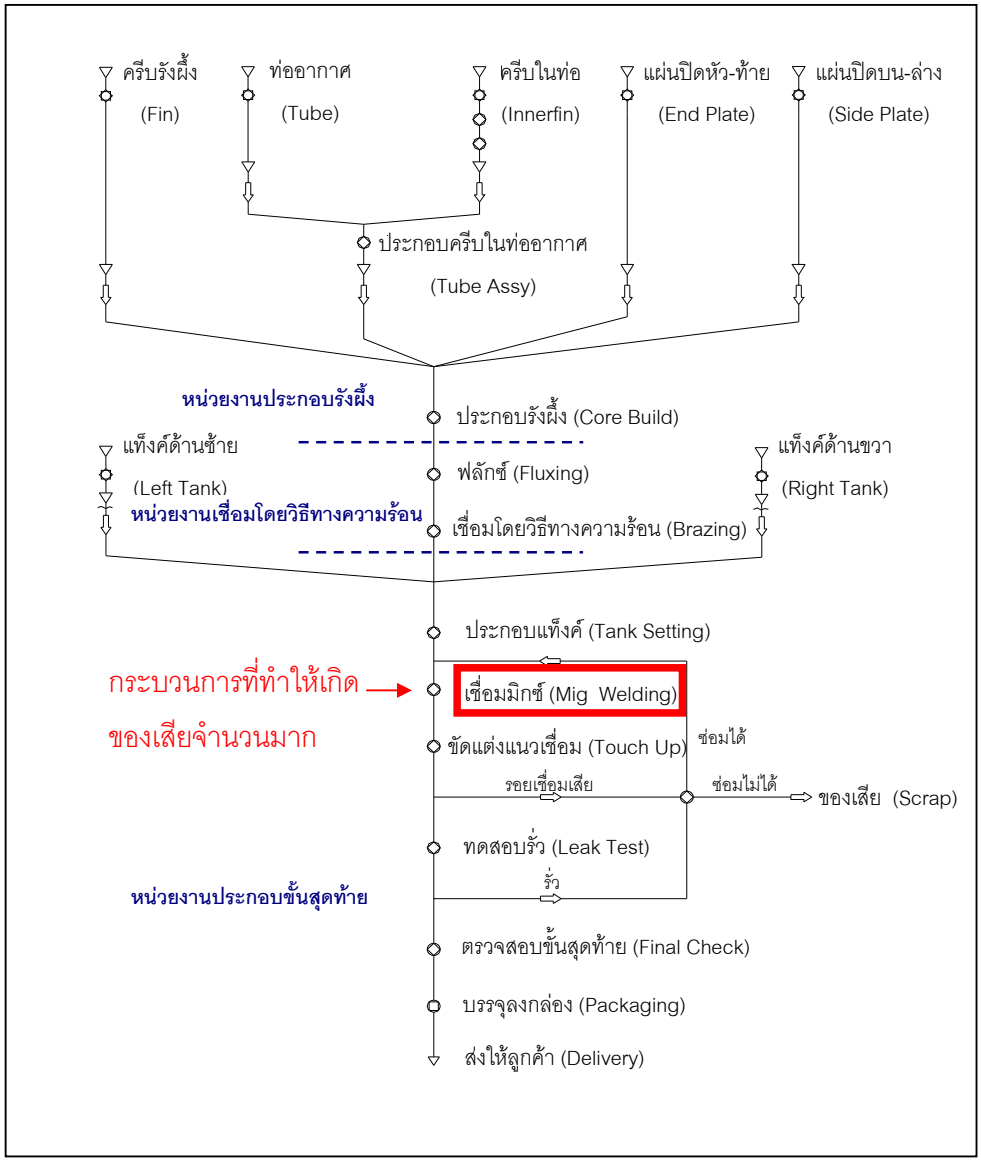




ภาพที่ 3.1 แสดงจำนวน (%) ของเสียในสายการผลิต หม้อน้ำ (Radiator) อินเตอร์คูลเลอร์ (Inter cooler) และ ออยล์คูลเลอร์ (Oil cooler) ตามลำดับ

3.1.1 สภาพปัญหาปัจจุบันในสายการผลิตอินเตอร์คูลเลอร์

สายการผลิตอินเตอร์คูลเลอร์แบ่งออกเป็น 3 หน่วยงาน (Section) คือ ส่วนของการประกอบรังผึ้ง (Core build) ส่วนของการเชื่อมอลูมินัมโดยวิธีการทางความร้อน (Aluminum brazing) และส่วนการประกอบขั้นสุดท้าย (Final assembly) ดังภาพที่ 3.2 ทำการเก็บข้อมูลจำนวนของเสียในกระบวนการต่าง ๆ ของทั้ง 3 หน่วยงาน เพื่อหาต้นตอของปัญหาที่จะนำมาแก้ไข



ภาพที่ 3.2 ลำดับขั้นตอนการผลิต (Flow Chart) ในสายการประกอบอินเตอร์คูลเลอร์

3.1.2 เป้าหมายในการทำการศึกษา

เป้าหมายในการศึกษาครั้งนี้คือ ลดจำนวนของเสียที่เกิดจากกระบวนการเชื่อมมิกซ์อลูมินัมหล่อในสายการผลิตอินเตอร์คูลเลอร์ลงให้ได้อย่างน้อย 70% กำหนดตามแนวทางของซิกซ์ซิกม่า หรือลดจำนวนของเสียจากปัจจุบันอยู่ที่ 52% (ข้อมูลจากบันทึกการตรวจเช็คชิ้นงานประจำวันของพนักงาน) ลดลงเหลือ 15% โดยการกำหนดเป้าหมายนี้ได้รับความเห็นชอบจากผู้บริหารระดับสูงขององค์กร โดยคำนึงความเป็นไปได้ของการลดปัญหาดังกล่าว จากการกำหนดเป้าหมายคาดว่าเมื่อสามารถลดปัญหาลงได้ตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ จะทำให้ประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตอินเตอร์คูลเลอร์เพิ่มขึ้น เกิดความเสถียรในสายงานนี้ และส่งผลให้ลูกค้ามีความพึงพอใจในเรื่องคุณภาพ รวมทั้งสามารถสร้างความน่าเชื่อถือต่อลูกค้าได้มากยิ่งขึ้น

3.2 ขั้นตอนการวัด (Measure phase)

3.2.1 การวิเคราะห์ระบบการวัด

ในการศึกษาครั้งนี้ตัวแปรตอบสนอง (Response) ที่สนใจ คือ จำนวนของเสียที่เกิดจากความไม่สมบรูณ์ของแนวเชื่อมระหว่างแท็งค์ (Tank) กับแผ่นปิดหัวท้าย (End Plate) ของอินเตอร์คูลเลอร์ หลังจากผ่านกระบวนการเชื่อมมิกซ์ ทำให้ไม่สามารถจัดส่งอินเตอร์คูลเลอร์ไปยังกระบวนการต่อไปได้ทันที ต้องทำการซ่อมแนวเชื่อม (Repair) และทดสอบรอยรั่ว (Leak test) เพื่อยืนยันผลการซ่อมก่อน ทำให้เกิดคอขวดขึ้นในกระบวนการเชื่อมมิกซ์ ตัวแปรที่ทำการศึกษาในครั้งนี้เป็นตัวแปรที่มีลักษณะเชิงคุณภาพ (Attribute Characteristic) โดยก่อนส่งไปยังขั้นตอนการขัดแต่งแนวเชื่อม (Touch Up) พนักงานเชื่อมต้องทำการตรวจสอบแนวเชื่อมก่อนทุกชิ้น (Appearance Check) ซึ่งเป็นการตรวจสอบด้วยสายตาและใช้การตัดสินใจของพนักงานเอง ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องวิเคราะห์ระบบการวัดก่อน เพื่อประเมินความสามารถของระบบการวัด โดยขั้นตอนในการประเมินความสามารถของระบบการวัดมีดังต่อไปนี้

1) ทำการสุ่มเลือกตัวอย่างจากกระบวนการผลิตจริงจำนวนทั้งหมด 30 ชิ้น โดยมีทั้งชิ้นงานที่แนวเชื่อมระหว่างแท็งค์กับแผ่นปิดหัวท้าย มีคุณภาพตามที่กำหนด (OK) และชิ้นงานที่แนวเชื่อมไม่ได้คุณภาพเป็นชิ้นงานเสีย (NG) โดยมีลักษณะข้อบกพร่องและตำแหน่งที่เกิดต่าง ๆ กัน ดังที่เคยเกิดในกระบวนการเชื่อมมิกซ์ที่ผ่านมาในสัดส่วนที่ใกล้เคียงกัน

2) เลือกพนักงานที่ปฏิบัติงานในขั้นตอนการเชื่อมมิกซ์ปัจจุบัน 2 คน ซึ่งพนักงานทั้ง 2 คนได้ผ่านการอบรมเกี่ยวกับวิธีการปฏิบัติงาน และมีทักษะ (Skill) ในการทำงานเพียงพอตามที่กำหนด

3) ทำการทดลองโดยให้พนักงานคนแรกสุ่มตรวจเช็คแนวเชื่อมระหว่างแท็งค์กับแผ่นปิดหัวท้าย ของอินเตอร์คูลเลอร์ตามแผนการทดลองที่ออกแบบไว้ตามตารางที่ 3.1 โดยหมายเลขของอินเตอร์คูลเลอร์จะถูกสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Complete Random) เพื่อป้องกันความลำเอียง (Bias) ที่อาจเกิดขึ้นได้ในการทดลอง แล้วทำการตัดสินใจว่าคุณภาพงานเป็นไปตามที่กำหนด (OK) หรือเป็นชิ้นงานเสีย (NG) และกรณีที่ชิ้นงานเสียสามารถแยกแยะได้ว่าเป็นลักษณะข้อบกพร่องแบบใด ทำการทดลองตรวจสอบ 30 ชิ้นงาน ชิ้นงานละ 2 ครั้ง

4) ทำการทดลองซ้ำกับพนักงานอีกคนด้วยวิธีการเช่นเดียวกับพนักงานคนที่ 1

5) ประเมินผลการตัดสินใจคุณภาพงานของพนักงานทั้ง 2 คน เทียบกับคุณภาพที่แท้จริงของตัวอย่างงานตามตารางที่ 3.2

6) ทำการวิเคราะห์และสรุปผลการตรวจสอบชิ้นงาน

ตารางที่ 3.1 แผนการทดลองการวิเคราะห์ระบบการวัด

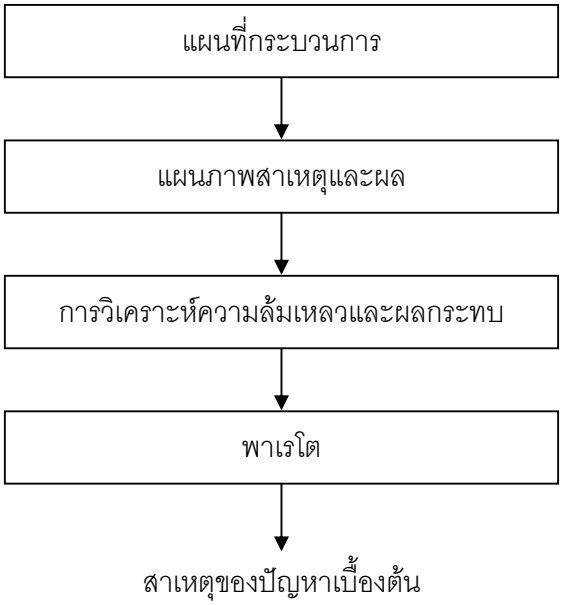
พนักงาน คนที่ 1				พนักงาน คนที่ 2			
ลำดับการทดลอง	หมายเลขชิ้นงาน	ลำดับการทดลอง	หมายเลขชิ้นงาน	ลำดับการทดลอง	หมายเลขชิ้นงาน	ลำดับการทดลอง	หมายเลขชิ้นงาน
1	3	31	2	1	8	31	5
2	10	32	8	2	12	32	9
3	16	33	14	3	21	33	14
4	20	34	23	4	30	34	18
5	4	35	11	5	3	35	1
6	25	36	18	6	23	36	24
7	29	37	5	7	9	37	13
8	1	38	24	8	14	38	25
9	14	39	28	9	5	39	3
10	7	40	10	10	17	40	16
11	18	41	19	11	10	41	6
12	27	42	13	12	24	42	15
13	2	43	16	13	1	43	20
14	11	44	1	14	22	44	2
15	22	45	21	15	27	45	23
16	24	46	29	16	6	46	27
17	30	47	6	17	29	47	17
18	26	48	25	18	15	48	10
19	5	49	17	19	2	49	28
20	15	50	30	20	20	50	11
21	13	51	3	21	25	51	30
22	19	52	26	22	18	52	21
23	8	53	4	23	28	53	26
24	23	54	7	24	4	54	29
25	28	55	20	25	16	55	7
26	21	56	27	26	11	56	12
27	9	57	15	27	19	57	22
28	17	58	9	28	26	58	19
29	12	59	22	29	13	59	8
30	6	60	12	30	7	60	4

ตารางที่ 3.2 คุณภาพแท้จริงของตัวอย่างงาน (Sample)

หมายเลขชิ้นงาน	คุณภาพงาน	อาการ NG					ตำแหน่ง NG ด้าน R-Tank								ตำแหน่ง NG ด้าน L-Tank							
		ระเบิด	ตาย	ไม่ส่งสัญญาณ	ระเบิดตอนเปิดเบรก	อื่นๆ	A	B	C	D	E	F	G	H	A	B	C	D	E	F	G	H
1	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	NG	●								●	●											
3	NG		●										●	●								
4	NG		●													●	●					
5	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	NG				●			●	●	●												
7	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	NG			●																●		
9	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	NG	●													●							●
11	NG	●	●											●				●				
12	NG		●					●	●													
13	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	NG	●		●								●								●		
15	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	NG				●															●	●	
17	NG			●					●	●												
18	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	NG			●															●	●		
20	NG					●	●															
21	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	NG	●					●		●												●	
24	NG			●															●			
25	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26	NG			●										●								
27	NG	●	●					●									●					
28	NG		●													●						
29	NG				●															●	●	●
30	OK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

3.2.2 ขั้นตอนการวัดผล

ในขั้นตอนการวัดผลจะเริ่มจากการศึกษากระบวนการ เจาะลึกกระบวนการเชื่อมมิกซ์ว่ามีปัจจัยนำเข้า(KPIV) อะไรบ้างที่มีผลทำให้เกิดปัญหาคุณภาพ โดยจัดทำแผนที่กระบวนการ(Process Mapping) และใช้การระดมสมองเพื่อหาสาเหตุที่เป็นไปได้ทั้งหมด จากนั้นทำการจัดลำดับความสัมพันธ์ของแต่ละสาเหตุให้อยู่ในรูปแบบที่ง่ายต่อการวิเคราะห์ (Cause and Effect Diagram) ต่อมานำปัจจัยทั้งหมดมาทำการวิเคราะห์สาเหตุของลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode and Effects Analysis) เพื่อเปรียบเทียบอิทธิพลของแต่ละปัจจัยโดยพิจารณาจากตัวเลขแสดงลำดับความเสี่ยง (RPN – Risk Priority Number) โดยจะเลือกจากปัจจัยที่มีตัวเลขแสดงลำดับความเสี่ยงสูงๆ มาทำการวิเคราะห์ด้วยแผนภาพพาเรโต สิ่งที่จะได้รับจากกระบวนการนี้คือ สาเหตุสำคัญเบื้องต้นที่เป็นไปได้สำหรับปัญหาที่ทำการศึกษา



ภาพที่ 3.3 แนวทางการศึกษาในขั้นตอนการวัดผล

หลังจากที่ทำการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดจำนวนของเสีย ขั้นตอนต่อไปคือทำการศึกษาปัจจัยหลักที่มีผลต่อจำนวนของเสีย โดยการเลือกปัจจัยที่ใช้ในการศึกษาและปัจจัยที่ไม่เลือกใช้ในการศึกษาซึ่งจะถูกควบคุมให้คงที่ แล้วนำปัจจัยที่ถูกเลือกเหล่านี้มาทำการออกแบบการทดลอง เพื่อพิสูจน์ยืนยันถึงสมมติฐานที่ตั้งไว้ว่าปัจจัยเหล่านั้น มีผลต่อจำนวนของเสียในกระบวนการเชื่อมมิกซ์ ซึ่งในการทดลองนี้จะใช้หลักการทางสถิติวิเคราะห์ผลการทดลองที่ได้จาก

การออกแบบการทดลอง เมื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลในเชิงสถิติแล้ว จะต้องทำการตีความหมายออกมาเพื่อใช้ในการปรับปรุงกระบวนการผลิต โดยผลสรุปที่ได้จากการทดลอง จะสามารถบอกได้ว่า ปัจจัยใดบ้างที่มีอิทธิพลต่อตัวแปรตอบสนองที่สนใจในกระบวนการที่ทำการศึกษาด้วยระดับความเชื่อมั่นอย่างมีนัยสำคัญตามที่ต้องการในการทำการทดลองเพื่อยืนยันสมมติฐานที่ตั้งไว้

3.3 ขั้นตอนการวิเคราะห์ (Analyze phase)

แนวทางในส่วนของขั้นตอนการวิเคราะห์นั้น จะใช้การวิเคราะห์เชิงตรรกวิทยา และเชิงสถิติ ซึ่งจะเป็นการวิเคราะห์ถึงสาเหตุปัจจัยที่เป็นไปได้ที่ทำการระบุมาจากขั้นตอนการวัดผลจากสาเหตุเบื้องต้นที่ได้มาจากการระดมสมอง และพิจารณาผ่านแผนภาพพาเรโต โดยแผนภาพที่ได้เป็นไปตามหลักการของพาเรโตที่ว่า สิ่งที่มีความสำคัญมาก จะมีจำนวนเพียงเล็กน้อย ในขณะที่สิ่งที่มีความสำคัญเพียงเล็กน้อยจะมีจำนวนมากมาย ดังนั้นจึงทำการเลือกสาเหตุที่น่าจะส่งผลกระทบต่อคุณภาพของแนวเชื่อมในกระบวนการเชื่อมมิกซ์อลูมินัมหล่อ ที่มีค่าตัวเลขแสดงลำดับความเสี่ยง (RPN) สูงสุด 4 อันดับแรก มาทำการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูลของปัญหา และพิสูจน์หาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา เพื่อนำไปสู่ขั้นตอนการปรับปรุงอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด ในขั้นตอนนี้จะต้องทำความเข้าใจกระบวนการ และทบทวนมาตรฐานการทำงานต่าง ๆ ซึ่งจะใช้การออกแบบการทดลอง (Factorial Design) รวมทั้งการประมวลผลข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป (Minitab) เข้ามาช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผลจากการทดลอง

3.3.1 การวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดจากข้อบกพร่องของแท็งค์อลูมินัมหล่อ

จะพบว่าสาเหตุที่น่าจะส่งผลกระทบต่อปัญหาที่ทำการศึกษามากที่สุด คือ คุณภาพที่ไม่สม่ำเสมอ หรือข้อบกพร่องของแท็งค์อลูมินัมหล่อ เนื่องจากแท็งค์ที่ใช้ในกระบวนการเชื่อมมิกซ์เป็นแท็งค์อลูมินัมหล่อ (Cast Tank) ซึ่งทราบกันดีอยู่แล้วว่า จุดเด่นของงานหล่อ คือ ความสามารถในการผลิตชิ้นงานในทุกรูปทรง และทุกขนาด โดยมีรูปลักษณ์ตามการออกแบบที่ซับซ้อนทั้งภายในและภายนอก อย่างไรก็ตามการควบคุมกระบวนการผลิตงานหล่อยังคงทำได้ไม่ง่ายนัก ด้วยภาพลักษณ์ของงานหล่อที่ว่า เต็มไปด้วยข้อบกพร่อง ซึ่งข้อบกพร่องที่พบบ่อยมากในกระบวนการผลิต ได้แก่ รูพรุน (Porosity) เนื่องจากแท็งค์ที่ใช้ในการผลิตอินเตอร์คูลเลอร์ เป็นการสั่งซื้อจากผู้ส่งมอบ (Supplier) จึงทำให้ไม่สามารถควบคุมคุณภาพของงานได้อย่างใกล้ชิด ส่งผล

ให้แท็งค์ที่ได้รับมีคุณภาพไม่สม่ำเสมอ ซึ่งส่งผลกระทบกับกระบวนการผลิตของบริษัทอย่างมาก จึงดำเนินการทดสอบดังต่อไปนี้

1) ทดสอบเพื่อหาตำแหน่งงานเสีย (NG) บนแท็งค์ทั้ง 2 ข้าง ในการทดสอบได้ทำการเก็บข้อมูลปัญหาของเสียจากกระบวนการเชื่อมมิกซ์ โดยสนใจเฉพาะปัญหาหลักที่ทำการศึกษา คือ แนวเชื่อมระเบิด ขาดแหว่ง ทำให้ทราบตำแหน่งงานเสียของแท็งค์ทั้ง 2 ด้าน

2) ตัดชิ้นงานตำแหน่งต่าง ๆ ของแท็งค์ ทั้ง 2 ด้าน โดยสุ่มชิ้นงานตัวอย่างแท็งค์ที่ผู้ส่งมอบส่งมาในครั้งเดียวกันกับที่ใช้ในการเก็บข้อมูลตำแหน่งงานเสีย ไปทำการตัดทั้ง 2 ด้าน ด้านละ 2 ชิ้น แล้วส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย 50 เท่า เพื่อดูลักษณะของแท็งค์บริเวณที่พบข้อบกพร่อง ที่ส่งผลกระทบทำให้เกิดของเสียในกระบวนการ

3) สรุปผลการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดจากข้อบกพร่องของแท็งค์อลูมินัมหล่อ

3.3.2 การวิเคราะห์ปัจจัยมีผลต่อการเชื่อมมิกซ์

การตั้งค่าเงื่อนไขในการเชื่อมของหุ่นยนต์ (Robot) ที่คณะทำงานและวิศวกรผู้ควบคุมกระบวนการเชื่อมมิกซ์ ลงความเห็นว่าสำคัญและส่งผลต่อความไม่สมบูรณ์ของแนวเชื่อมในกระบวนการเชื่อมมิกซ์ คือ กระแส และแรงดัน ที่ใช้ในการเชื่อม ซึ่งจะได้ทำการวิเคราะห์ต่อไปนี้

การออกแบบการทดลอง โดยทำแบบสุ่ม (Randomization) เพื่อวัตถุประสงค์หลักในการเกลี่ยออก และใช้การออกแบบการทดลองเชิงแฟกทอเรียล (Factorial Design) โดยมีปัจจัย 2 ปัจจัย คือ กระแส และแรงดันที่ใช้ในการเชื่อม ในแต่ละปัจจัยประกอบด้วย 3 ระดับ โดยกำหนดให้ระดับของปัจจัยเป็นค่าสูงสุด (+) ค่ากลาง (0) และค่าต่ำสุด (-) ดังตารางที่ 3.3 ในการทดลองแต่ละครั้งจึงประกอบไปด้วยการทดลอง 9 การทดลอง ซึ่งในการทดลองนี้กำหนดให้มีการทำซ้ำ 3 ครั้ง ที่ระดับของปัจจัยต่าง ๆ เหมือนกันเพื่อให้ได้ข้อมูลที่จะนำไปวิเคราะห์ได้ถูกต้องแม่นยำยิ่งขึ้น ดังนั้นจำนวนครั้งของการทดลองทั้งหมด คือ 27 การทดลอง ดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.3 ค่าการปรับตั้งระดับของปัจจัยในการทดลอง

ปัจจัย	ค่าที่กำหนดในการใช้งาน	ระดับ			หน่วย
		1	2	3	
กระแสที่ใช้ในกระบวนการเชื่อมมิกซ์	70 ± 5	65	70	75	แอมแปร์
แรงดันที่ใช้ในกระบวนการเชื่อมมิกซ์	15 ± 5	10	15	20	โวล์ต

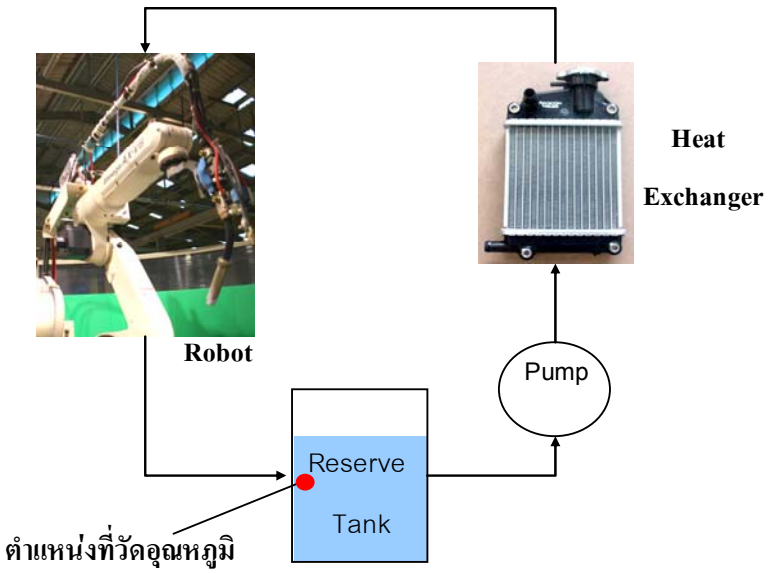
ตารางที่ 3.4 ลำดับการทดลองที่เกิดจากการสุ่ม

ลำดับการทดลอง	ปัจจัยที่ศึกษา	
	กระแส(แอมแปร์)	แรงดัน(โวล์ต)
1	75	20
2	70	10
3	65	20
4	65	10
5	65	15
6	70	15
7	70	15
8	75	20
9	70	20
10	70	10
11	75	15
12	75	10
13	75	15
14	70	10
15	75	15
16	65	10
17	65	20
18	75	20
19	70	20
20	65	20
21	65	15
22	70	15
23	75	10
24	75	10
25	70	20
26	65	15
27	65	10

3.3.3 การวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดจากระบบหล่อเย็นหัวทอร์ช

ในกระบวนการเชื่อมมิกซ์ระบบหล่อเย็นหัวทอร์ช เป็นกระบวนการช่วยลดความร้อนสะสมที่เกิดขึ้นจากการเชื่อมต่อเนื่องเป็นเวลานาน ซึ่งอาจส่งผลให้เกิดความเสียหายกับหัวทอร์ช นอกจากนั้นยังอาจส่งผลให้เกิดความไม่สม่ำเสมอในกระบวนการเชื่อม การหล่อเย็นหัวทอร์ชที่นิยมใช้กันโดยทั่วไปมีอยู่ 2 ประเภท คือ ใช้อากาศในการหล่อเย็น (Air cooling) และใช้น้ำในการ

หล่อเย็น (Water cooling) ซึ่งประเภทที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบัน คือ ใช้น้ำในการหล่อเย็น (Water cooling) ช่วยถ่ายเทความร้อนโดยมีวงจรดังภาพที่ 3.4



ภาพที่ 3.4 วงจรการหล่อเย็นของกระบวนการเชื่อมมิกซ์

การทดลองนี้เพื่อต้องการทราบว่า อุณหภูมิของน้ำหล่อเย็น ณ ช่วงเวลาต่าง ๆ ในการทำงานของหุ่นยนต์ มีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ และอุณหภูมิที่เปลี่ยนไปมีผลกระทบกับจำนวนของเสียอย่างไร โดยควบคุมให้ปัจจัยอื่น ๆ คงที่ และทดลองตามขั้นตอนดังนี้

1) กำหนดให้ทำการวัดอุณหภูมิ ดังตำแหน่งที่แสดงในภาพที่ 3.4 ซึ่งเป็นอุณหภูมิหลังจากผ่านการหล่อเย็นหัวทอร์ช โดยทดลองตามสภาวะการทำงานจริง ซึ่งโหลดในการใช้งานหุ่นยนต์มีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก

2) ทำการวัดอุณหภูมิทุก ๆ 2 ชั่วโมง ดังนั้นใน 1 วันจะทำการวัดทั้งหมด 4 ครั้ง ดังนี้

- เวลา 08.00 - 10.00 น.
- เวลา 10.00 - 12.00 น.
- เวลา 13.00 - 15.00 น.
- เวลา 15.00 - 17.00 น.

3) ทำการเก็บค่าจำนวนงานเสียทั้ง 4 ช่วงเวลา โดยกำหนดให้แต่ละช่วงเวลาทำการเชื่อมจำนวน 35 ชิ้น ทดลองซ้ำเป็นระยะเวลา 3 วัน เพื่อยืนยันความถูกต้องของผลการทดลอง

3.4 ขั้นตอนการปรับปรุง (Improve phase)

3.4.1 การปรับปรุงข้อบกพร่องของแท็งค์ที่นำมาใช้ในกระบวนการเชื่อมมิกซ์

หลังจากเสร็จสิ้นกระบวนการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาแล้ว ทางคณะทำงานได้ทำการศึกษาปัจจัยที่เกียวข้องกับกระบวนการหล่อแท็งค์ ในเรื่องของคุณสมบัติพื้นฐานของงานหล่อ ได้แก่

1) คุณสมบัติของน้ำโลหะ
   - ส่วนประกอบของน้ำโลหะตามมาตรฐานกำหนด
   - อุณหภูมิของน้ำโลหะตามมาตรฐานกำหนด
   - กระบวนการไล่อากาศในน้ำโลหะ (แก๊สไฮโดรเจน)
   - การควบคุมและกำจัดสิ่งปนเปื้อนต่าง ๆ ในน้ำโลหะ

2) คุณสมบัติของแม่พิมพ์
   - การออกแบบที่ดี
   - ระบบหล่อเย็นของแม่พิมพ์ที่ดี
   - ระบบการไล่อากาศ (Air vent) ที่ดี

3) วิธีการเทน้ำโลหะลงในแม่พิมพ์
   - ไม่เทเร็วเกินไป เพราะอาจเป็นเหตุให้เกิดฟองอากาศรวมตัวเข้าไปในน้ำโลหะด้วย
   - ไม่เทช้าเกินไป เพราะอุณหภูมิจะลดต่ำลงทำให้เกิด Flow Line
   - เทอย่างต่อนื่อง และนิ่ง

4) ทิศทางการแข็งตัว
   - พิจารณาถึงตำแหน่งต่าง ๆ ในแม่พิมพ์ที่อาจเกิดการเย็นตัวของน้ำโลหะไม่เท่ากัน อันเนื่องมาจาก ความหนาที่ต่างกันของชิ้นงาน

จากการวิเคราะห์ และศึกษาข้อมูลเพิ่มเติม จึงนำสภาวะที่ได้จากการออกแบบการทดลองและข้อมูลดังกล่าว ไปดำเนินงานในขั้นตอนการปรับปรุงตามกระบวนการต่อไป ซึ่งกรรมวิธีในการผลิตงานหล่อ (Die Casting) เป็นไปได้ยากที่จะไม่พบการเกิดข้อบกพร่องเลย แต่สามารถที่จะควบคุมและปรับปรุง เพื่อลดข้อบกพร่องต่าง ๆ ซึ่งจะทำให้ได้ชิ้นงานเป็นไปตามวัตถุประสงค์ในการใช้งาน ซึ่งจากขั้นตอนการวิเคราะห์พบว่า ผู้ผลิตไม่สามารถควบคุมคุณภาพของชิ้นงานให้สม่ำเสมอได้ ดังนั้นคณะทำงานจึงได้มีการประชุม และได้ข้อสรุปว่าทางบริษัทจะส่งวิศวกรที่มี

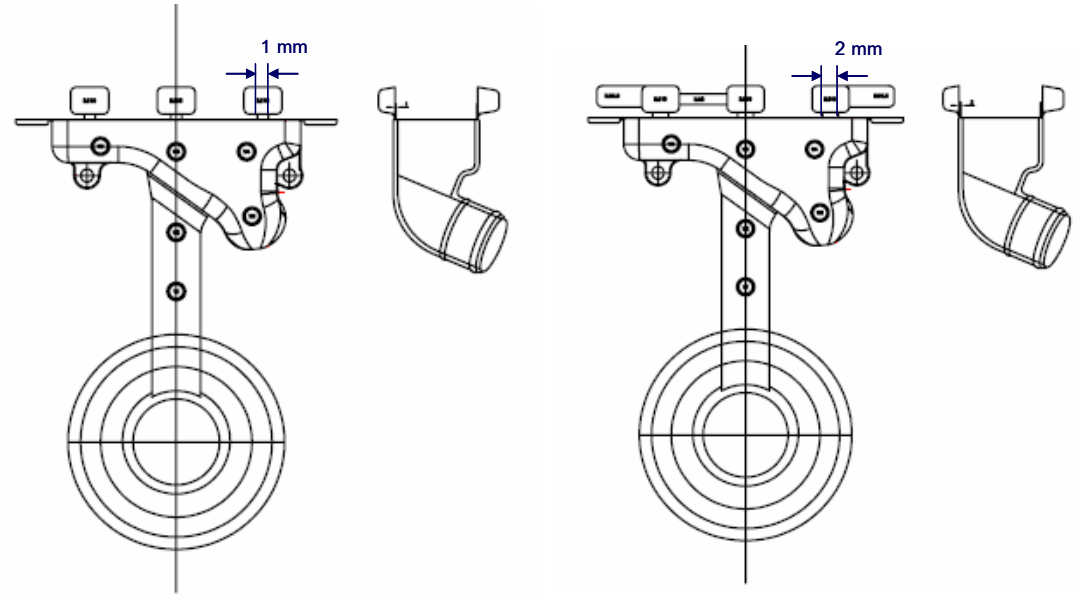
ความรู้ ความเชี่ยวชาญทางด้านการออกแบบแม่พิมพ์เข้าไปตรวจสอบกระบวนการผลิต ชี้แจงปัญหาที่เกิดขึ้น และทำการปรับปรุงแก้ไขปัญหาร่วมกับผู้ส่งมอบซึ่งมีการดำเนินการในเรื่องต่อไปนี้

3.4.1.1 การปรับปรุง เพื่อลดการเกิดรูพรุนที่ขอบแท็งค์

เนื่องจากการออกแบบแม่พิมพ์ให้ทางเข้าน้ำโลหะ (Gate) เข้าทางด้านหลังแท็งค์ ดังนั้น ในการฉีดขอบแท็งค์ด้านล่าง ซึ่งเป็นบริเวณตำแหน่งเชื่อมที่มีโอกาสสูงที่จะเกิดรูพรุน จากปัญหานี้ จึงได้ดำเนินการปรับปรุง ดังนี้

1) เพิ่มความหนาช่องทางระบายอากาศ (Air vent) จาก 1 มิลลิเมตร เป็น 2 มิลลิเมตร เพื่อให้เนื้อโลหะไหลออกบ่อล้นได้ง่ายขึ้น

2) เพิ่มขนาดบ่อล้น (Over flow) โดยกัดเพิ่มจาก1 มิลลิเมตร เป็น 2 มิลลิเมตรเช่นกัน



(ก) (ข)

ภาพที่ 3.5 แสดงแม่พิมพ์ก่อนการปรับปรุง (ก) และหลังการปรับปรุง (ข)

3) ปรับปรุงวิธีการเทน้ำโลหะลงในแบบ ซึ่งเดิมเทโดยวิธีการใช้พนักงานตัก มาเป็นวิธีการเทโดยใช้หุ่นยนต์ ด้วยเหตุผลที่ว่าแท็งค์ ดังกล่าวจะต้องนำมาใช้ในกระบวนการเชื่อม จึงต้องให้ความสำคัญกับพารามิเตอร์เหล่านี้มากกว่าการนำไปใช้ในบางกระบวนการ เช่น การประกอบ กรอปกับจำนวนการสั่งซื้อที่สูง การปรับปรุงทำให้สามารถควบคุมพารามิเตอร์ที่สำคัญ ได้แก่

- ปริมาณน้ำโลหะที่สม่ำเสมอ ลกการเกิดเนื่อโลหะสูญหาย หรือลดการสูญเสียน้ำโลหะ
- ความเร็วในการเทน้ำโลหะลงในแบบที่สม่ำเสมอ ซึ่งจะช่วยลดปัญหาการเกิดฟองอากาศ
- สามารถควบคุมอุณหภูมิในการเทน้ำโลหะลงในแบบแต่ละครั้งได้อย่างสม่ำเสมอ

3.4.1.2 การควบคุมสิ่งปนเปื้อนในน้ำอลูมินัม

จากการตรวจเช็คใบรับรองคุณภาพของวัตถุดิบ (Material Certificate: ADC-12) ของผู้ผลิตทั้ง 2 ราย พบว่าค่าส่วนประกอบพื้นฐานอยู่ในค่ามาตรฐานที่กำหนด จึงทำการตรวจสอบ ณ สถานที่ทำงานจริง และขั้นตอนการผลิตจริง พบว่า ในบ่อหลอมน้ำอลูมินัมของผู้ผลิตรายหนึ่งมีสิ่งปนเปื้อนลอยอยู่ที่ผิวของน้ำโลหะจำนวนมากเมื่อเทียบกับผู้ผลิตอีกราย ถึงแม้ในกระบวนการผลิตงานหล่อจะมีขั้นตอนในการกำจัดสิ่งปนเปื้อนก็ตาม จากสาเหตุดังกล่าวจึงร้องขอให้ผู้ผลิตแท็งค์เปลี่ยนมาใช้รายที่สามารถควบคุมเรื่องของสิ่งปนเปื้อนได้ดีกว่า

3.4.2 การปรับปรุงกระแสที่ใช้ในกระบวนการเชื่อมมิกซ์

จากการทดลองในขั้นตอนการวิเคราะห์ จะได้ค่ากระแสที่เหมาะสมที่สุดที่จะนำมาทำการทดลองในสภาวะที่ได้จากการออกแบบการทดลอง เทียบกับสภาวะปกติที่ทำในกระบวนการผลิตก่อนการปรับปรุง คือ ค่ากระแสเท่ากับ 70 แอมแปร์ ถึงแม้การปรับแรงดันที่ค่าต่าง ๆ กัน จะไม่มีมีผลต่อจำนวนของเสียจากกระบวนการเชื่อมมิกซ์ แต่จากการเก็บข้อมูลในการทดลองยังพบว่า ค่าแรงดันที่มากหรือน้อยเกินไปส่งผลต่อความสมบูรณ์ ความสวยงาม ของชิ้นงานที่ฝ่ายคุณภาพไม่ยอมรับ ถึงแม้จะไม่ต้องซ่อมแต่ก็ต้องไปตกแต่งในขั้นตอนตรวจสอบขั้นสุดท้าย จึงกำหนดให้ใช้ค่าแรงดันที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งจากผลการทดลองมีค่าประมาณ 15 โวล์ต

3.5 ขั้นตอนการควบคุม (Control phase)

เพื่อเป็นการยืนยันว่าปัจจัยที่ได้ทำการปรับปรุงไปนั้น ส่งผลให้จำนวนของเสียในกระบวนการเชื่อมมิกซ์ลดลงจริง และเพื่อป้องกันปัญหาที่อาจเกิดขึ้นอีกในอนาคต จึงจำเป็นต้องมีการกำหนดมาตรการในการควบคุม โดยใช้แผนภูมิควบคุม (P-Chart) ในการบันทึกจำนวนของเสียประจำวัน เพื่อต้องการทราบผลการปฏิบัติงานที่เป็นปัจจุบัน และสามารถหาสาเหตุของปัญหา

หรือแก้ปัญหาได้ทันท่วงทีในกรณีที่เกิดความผิดปกติขึ้นในกระบวนการผลิต และควบคุมปัจจัยที่ได้ปรับปรุงไปแล้ว ดังนี้

3.5.1 การควบคุมคุณภาพของแท็งค์

ซึ่งเป็นปัจจัยภายนอก โดยต้องเข้าไปควบคุมในส่วนของผู้ผลิต โดยมอบหมายให้หัวหน้าแผนกคุณภาพ เป็นผู้ดูแลติดตามและรายงานผลคุณภาพ มาตรการควบคุมกำหนดไว้ดังนี้

1) กำหนดให้ผู้ผลิตชิ้นส่วนจัดทำแผนการควบคุมกระบวนการ (Control Plan) หรือข้อกำหนดของการปฏิบัติในกระบวนการผลิตที่ชัดเจนไว้ เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานหรือผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องเกิดความเข้าใจถึงสิ่งที่ต้องควบคุมและทราบถึงมาตรฐานในกระบวนการผลิต

2) จัดทำแผนในการเข้าไปตรวจสอบกระบวนการผลิต กำหนดความถี่ 4 เดือน/ ครั้ง จนมั่นใจว่าผู้ผลิตชิ้นส่วนสามารถรักษามาตรฐานที่กำหนดไว้ได้ หลังจากนั้นจึงเปลี่ยนเป็นความถี่ปกติ คือ 6 เดือน/ ครั้ง

3) กำหนดในแผนการควบคุมกระบวนการ (Control Plan) ให้มีการสุ่มตรวจแท็งค์อลูมินัมหล่อ โดยการตัดเพื่อดูปัญหารูพรุน และเมื่อพบปัญหาให้ดำเนินการทวนสอบกระบวนการผลิตแท็งค์ เพื่อยืนยันว่ายังคงเป็นไปตามมาตรฐานหลังการปรับปรุง หรือพบปัญหาจากสาเหตุอื่น

3.5.2 การควบคุมกระบวนการเชื่อมมิกซ์

ซึ่งเป็นปัจจัยภายในบริษัทเอง โดยดำเนินการดังต่อไปนี้

1) จัดทำมาตรฐานในการปฏิบัติงาน (Operation Standard) และเงื่อนไขในการปรับตั้งเครื่องจักร (Condition Standard) ของกระบวนการเชื่อมมิกซ์ เพื่อให้พนักงานมีมาตรฐานในการทำงานที่เหมือนกันทุกครั้ง

2) จัดทำแบบฟอร์มการตรวจเช็คคุณภาพ เพื่อให้พนักงานเช็คเงื่อนไขการทำงานว่าถูกต้องตามที่กำหนดไว้ ก่อนเริ่มผลิต

3) จัดทำแผนการควบคุมคุณภาพ (Control Plan) ในกระบวนการเชื่อม และทำการทวนสอบเดือนละครั้ง เพื่อให้มั่นใจว่ายังสามารถรักษามาตรฐานการทำงานไว้ได้

4) ฝ่ายคุณภาพเก็บข้อมูลของเสียประจำวัน เมื่อพบจำนวนของเสียสูงผิดปกติให้ดำเนินการเพื่อค้นหาสาเหตุ และปรับปรุงแก้ไขร่วมกับผู้เกี่ยวข้อง