บทที่ 4
การวิเคราะห์กระบวนการ

4.1 การกำหนดปัจจัยที่ใช้ในการวิจัย

หลังจากทำการศึกษากระบวนการผลิตและการควบคุมคุณภาพ ผู้วิจัยได้ดำเนินการกำหนดว่ามีปัจจัยใดที่คาดว่าจะมีอิทธิพลต่อค่าความสมดุล (Balance) ของเพลากลาง โดยใช้ข้อมูลในอดีตของแผนกควบคุมคุณภาพที่ได้เก็บรวบรวมไว้ตั้งแต่เดือนมกราคม 2544 และจากการระดมความคิดจากผู้เชี่ยวชาญและที่ปรึกษาชาวญี่ปุ่นที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับสายการผลิตเพลากลางโดยอ้างอิงตามหลักวิศวกรรมแล้วนำมาแสดงไว้ในผังแสดงเหตุและผล ต่อจากนั้นจัดลำดับความสำคัญของแต่ละปัจจัยโดยเปรียบเทียบจากของค่า RPN (Risk Priority Number) ที่คำนวณได้จากการวิเคราะห์ข้อบกพร่อง (FMEA) รวมทั้งข้อจำกัดในการปฏิบัติงานในโรงงานตัวอย่างมาพิจารณาร่วมเพื่อกำหนดปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง

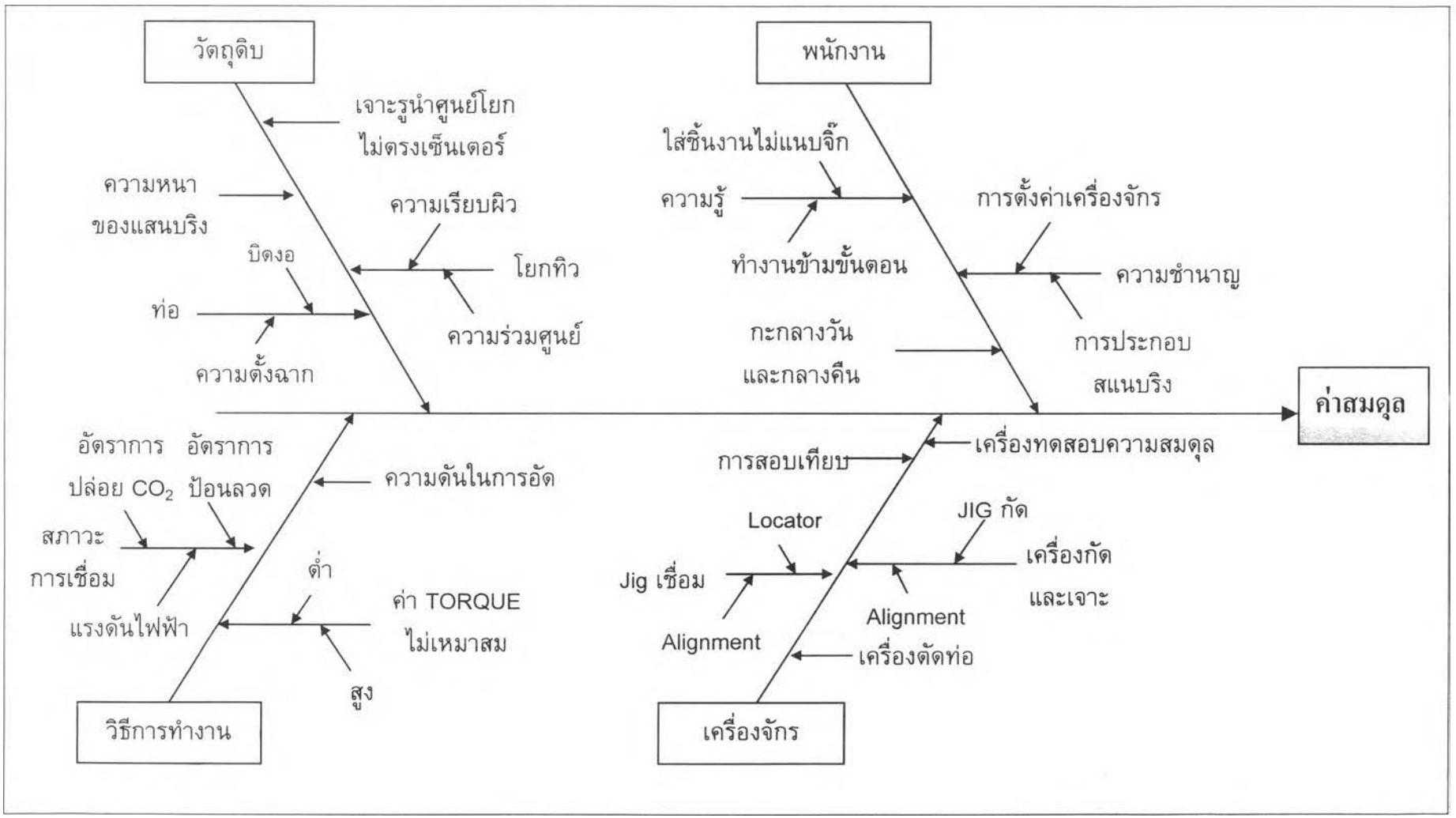
เมื่อพิจารณาปัจจัยหลักที่มีอิทธิพลต่อค่าบาความสมดุล (Balance) สามารถจำแนกออกเป็นกลุ่มใหญ่ๆได้ดังนี้

1. ปัจจัยที่เกิดจากวัตถุดิบ (Material)
2. ปัจจัยที่เกิดจากเครื่องจักร (Machine)
3. ปัจจัยที่เกิดจากวิธีการ (Method)
4. ปัจจัยที่เกิดจากคน (Man)

4.2 แผนภาพแสดงเหตุและผล (Cause and Effect Diagram)

การวิเคราะห์สาเหตุด้วยผังแสดงเหตุและผล ซึ่งผังแสดงเหตุและผลเป็นผังที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะทางคุณภาพที่มีความผิดปกติซึ่งในงานวิจัยนี้คือค่าความสมดุลกับปัจจัยต่างๆที่เป็นสาเหตุ ในการระบุสาเหตุของปัญหาต้องกระทำโดยวิธีระดมสมองจากทั้งในแผนกควบคุมคุณภาพ ฝ่ายผลิตและผู้เชี่ยวกระบวนการผลิตเพลากลางและผู้เกี่ยวข้องเพื่อสามารถค้นหาสาเหตุให้ครอบคุมมากที่สุด เพราะการละเว้นหรือมองข้ามปัจจัยบางอย่างอาจทำให้การแก้ไขปัญหาผิดจุดได้ สาเหตุที่ระบุจากผังแสดงเหตุและผลจะนำไปใช้ในการกำหนดปัจจัยในเบื้องต้นเพื่อนำไปวิเคราะห์ด้วยหลักการทางสถิติต่อไป

จากแต่ละปัจจัยหลักข้างต้นสามารถแบ่งออกเป็นปัจจัยย่อยซึ่งสามารถสรุปโดยใช้แผนภาพแสดงเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) ดังแสดงในรูปที่ 4.1 ต่อไปนี้



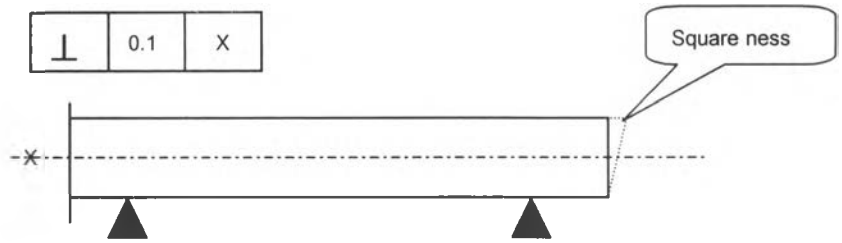
รูปที่ 4.1 แสดงผังแสดงเหตุและผล (Cause and Effect Diagram)

รายละเอียดของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อค่าความสมดุล (Balance) จากแผนภาพแสดงเหตุและผล ดังรูปที่ 4.1 พบว่ามีปัจจัยที่คาดว่าจะมีอิทธิพลต่อค่าความสมดุล (Balance) เป็นจำนวนมากซึ่งจะสามารถสรุปเป็นออกมาเป็นหัวข้อได้ดังนี้

1. ปัจจัยที่เกิดจากวัตถุดิบ (Material)

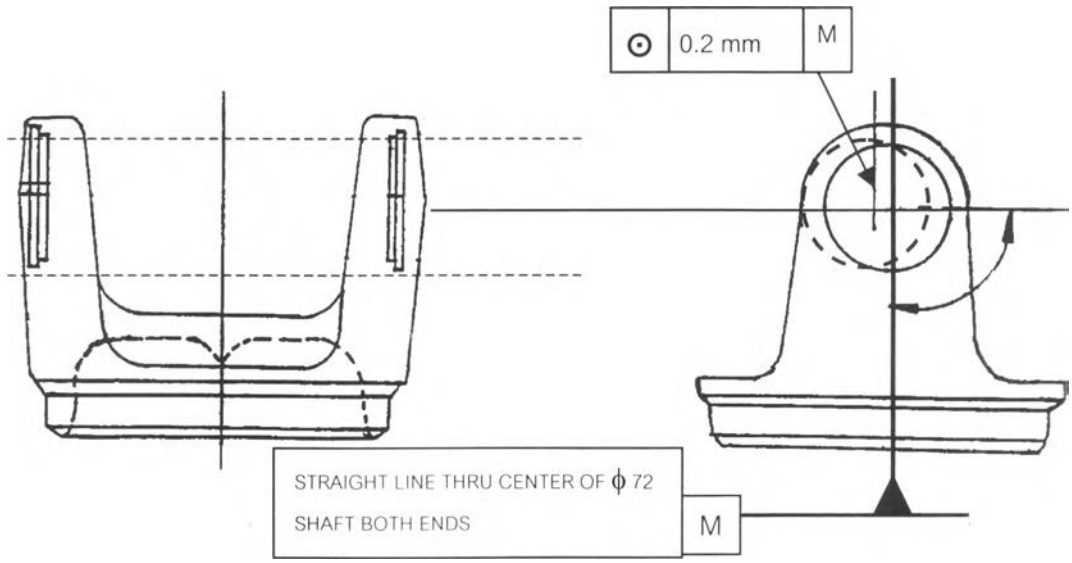
1.1 ท่อ (Pipe) มีค่ามาตรฐานที่ใช้ควบคุมคุณภาพของท่อที่ใช้มี 2 อย่างคือ

- ความเป็นมุมฉากของปลายท่อ (Squareness) ที่ปลายของท่อเทียบกับแกน X ตามข้อกำหนดมีค่าเท่ากับ $\pm$0.1 mm. ซึ่งถ้าที่ปลายท่อด้านใดด้านหนึ่งเอียงเกินค่าที่กำหนดจะทำให้ความร่มศูนย์ของรูประกอบแบริ่งไม่อยู่ในข้อกำหนดตามรายละเอียดรูปที่ 4.2
- ความบิดงอ (Bending) ของท่อกำหนดค่ามาตรฐานเท่ากับ 0.75 mm. ในช่วงความยาว 100 mm.



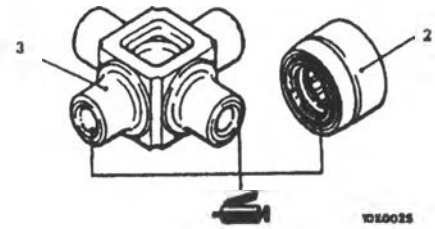
รูปที่ 4.2 แสดงลักษณะของท่อ (Pipe) ที่ใช้ผลิตเพลากลาง

1.2 มีชิ้นงานโยก (York Tube) ที่ค่าความร่วมศูนย์กับแกน M (Concentricity) ของประกอบรูแบริ่งดูรูปที่ 4.3 เป็นงานที่มาจากได้จากงานแมชชีนนิ่งไม่อยู่ในข้อกำหนด (Drawing)



รูปที่ 4.3 แสดงลักษณะของผิวงานด้านในของโยกทิว (York tube)

1.3 ค่าความละเอียด (Roughness) ของผิวงานโยกทิวที่ได้จากการแมชชีนนิ่ง ตรงบริเวนร่องประกอบ Snap ring ดูรูปที่ 4.5 ไม่อยู่ในข้อกำหนด แต่ข้อกำหนดสูงสุดเท่ากับ 2.5 μm ต้องปรับปรุงเพื่อให้การประกอบกากบาด (Universal Journal) และบูชได้แนบสนิด ดูรูปที่ 4.4

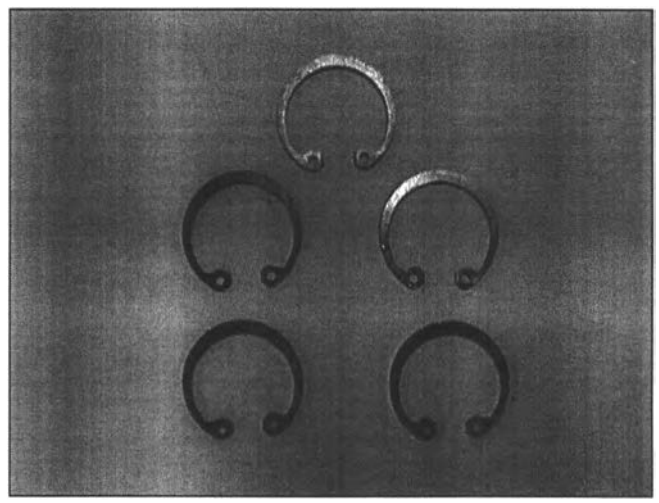


รูปที่ 4.4 แสดงลักษณะของบูชและกากบาท

รูปที่ 4.5 แสดงลักษณะของบูชและกากบาท

1.4 การเจาะรูยันศูนย์โยกทิว (York Tube) ไม่ตรงศูนย์กลางโยก (York)

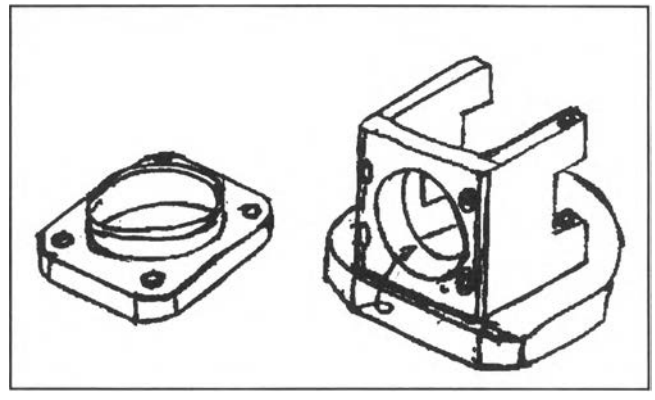
1.5 ความหนาของ Snapring มีให้เลือกใช้ทั้งหมด 5 ชนิดตามรูปที่ 4.6 แต่ละชนิดมีขนาดความหนาต่างกัน ดังนั้นการเลือกใช้ Snapring แต่ละขนาดจะส่งผลกับค่าทอร์กของโยก



รูปที่ 4.6 แสดงลักษณะของ Snapring แบบต่างๆ

2. ปัจจัยที่เกิดจากเครื่องจักร (Machine)

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในงานกัด (Milling Machine) และเครื่องกลึง Turret Lathe มีความสึกหรอของเครื่องจักรและการประกอบงานและเครื่องมือสำหรับจับยึดชิ้นงาน (Fixture) ดูรูปที่ 4.6 ที่ใช้ในสถานีการแมชชีนนิ่ง เครื่องมือเหล่านี้ใช้งานมานานทำให้มีการสึกหรอและหลวมคลอน เมื่อถอดออกมาทำการตรวจสอบพบว่ามีจุดกำหนดตำแหน่ง (Setting Point) หลวมและและสึกหรอไปส่งผลให้งานที่ผ่านสถานีนั้นๆ มีมิติ (Dimension) ที่ไม่สม่ำเสมอ



รูปที่ 4.6 แสดง Fixture ทีใช้จับชิ้นงานที่เครื่องมิลลิ่ง

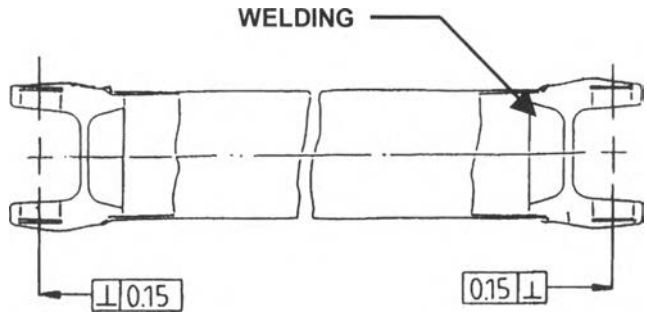
2.2 เครื่องตัดท่อ (Cutting Machine) ในปัจจุบันใช้แบบ Circular Saw ซึ่งเป็นเลื่อยที่ใช้ใบเลื่อยแบบวงกลมเมื่อมีแรงกดลงใบเลื่อยจะเอียง ทำให้ด้านปลายชิ้นงานท่อที่ได้จะมีความอียงเกินจากข้อกำหนด

2.3 เครื่องทดสอบความสมดุล (Balance Machine) ความสามารถในการวัดของเครื่องมือวัดและอุปกรณ์จับยึด Inspection Jig เนื่องจากเพลากลางเป็นชิ้นงานที่ต้องการการวัดที่มีความละเอียดสูง ดังนั้นเครื่องที่ใช้ต้องมีความแม่นยำและความถูกต้องสูง จึงต้องทำการตรวจสอบ (Calibration) ความถูกต้องของเครื่องจักรและจิ๊กก่อนทำการทดสอบค่าสมดุล

2.4 Welding Jig เป็นตัวยึดจับชิ้นงานที่จะทำการเชื่อมและขณะเชื่อมชิ้นงานจะหมุนรอบตัวถ้า Alignment ของจิ๊กไม่ดีจะทำให้แนวเชื่อมไม่ตรงดังนั้นจิ๊กจึงต้องมีความถูกต้องสูง

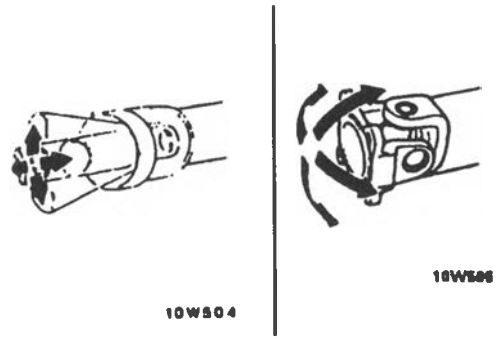
3. ปัจจัยที่เกิดจากวิธีการ (Method)

3.1 ก่อนทำการเชื่อมงานบริเวนรอยต่อโยกทิวกับท่อดูรูปที่ 4.7 ช่างเชื่อมจะต้องทำการตั้งค่าสภาวะการเชื่อมคือ ความเร็วในการป้อนลวด (Welding Speed) แรงดันไฟฟ้า (Supply Voltage) และอัตราการปล่อย CO_2 ที่เป็นฟลั๊กปกคลุมในการเชื่อมที่แตกต่างกันตามความเร็วของสายการผลิต (Cycle Time) ส่งผลให้ชิ้นงานหลังเชื่อมมีการบิดตัวได้ที่แตกต่างกัน



รูปที่ 4.7 แสดงตำแหน่งการเชื่อมโยคทิวบ์เข้ากับท่อ

3.2 ค่าทอร์ค (Torque) ในการประกอบ (York Flange) ตามข้อกำหนดที่ระบุในแบบ (Drawing) ดูรูปที่ 4.8 มีค่าสูงสุดและต่ำสุดระหว่าง 3 – 9 kgf.cm ดังนั้นขณะที่ทำการประกอบงานจริงช่างประกอบสามารถทำงานให้ค่าท็อร์คออกมาได้หลายไม่เหมือนกัน ซึ่งอาจส่งผลต่อค่าความสมดุลของเพลากลางมีค่าผันแปรตามไปด้วย



รูปที่ 4.8 แสดงค่าท็อร์คของโยคแฟลงล์ (York Flange)

3.3 ค่าแรงอัดของเครื่องอัด (Press Fitting) ซึ่งขึ้นกับความสม่ำเสมอของแรงดันลมที่จ่ายจากแหล่งจ่ายและปริมาณการใช้ลมในโรงงานถ้ามีการใช้ลมน้อยแรงดันลมจะสูงทำให้แรงที่ใช้อัดประกอบงานมีค่าสูงอาจส่งผลให้มีการบิดงอของเพลากลาง

4. ปัจจัยที่เกิดจากพนักงาน (Man)

4.1 มีการสับเปลี่ยนหน้าที่การทำงานของพนักงานประกอบบ่อยครั้งเนื่องจากสายการผลิตมีเปลี่ยนแผนการผลิตตามความต้องการของลูกค้าทำให้ต้องเร่งการผลิต มีผลทำให้

พนักงานขาดประสบการณ์และความชำนาญในการตรวจวัด การทำงานบางครั้งอาจทำให้เกิดความผิดพลาดได้ เช่น การประกอบงาน การตั้งเครื่องแมชีนของพนักงาน

4.2 ความแตกต่างในกะกลางคืนแตกต่างจากกะกลางวันเนื่องจากพนักงานในสายการผลิตจะมีการเปลี่ยนกะกันทุกๆ ครึ่งเดือนทำให้สภาวะการทำงานเปลี่ยนแปลงถ้าปรับตัวไม่ทันจะทำให้บางคนง่วงนอนช่วงดึก ทำให้ประสิทธิภาพการทำงานลดลงหรืออาจทำงานผิดพลาดได้

4.3 พนักงานที่จุดตัดท่อ (Pipe) ต้องมีความรู้และความชำนาญในขั้นตอนการวางท่อให้แนบกับจิ๊กตัดและตั้งระยะความยาวของงานให้ได้ตามแบบและมีความรู้ในการตรวจสอบงานที่ตัดออกมาเสมอ

4.4 ที่สถานีประกอบโยกสลีบ (York Sleeve) และโยกทิวล์ (York Tube) มีการทำงานข้ามขั้นตอน คือเมื่อประกอบเสร็จจะไม่มีการตรวจสอบค่าท็อร์กเพื่อที่จะปรับให้ได้ตามมาตรฐานซึ่งอาจมีผลต่อค่าความสมดุลถูกต้องตามมาตรฐาน

สรุปการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา

จากกากรวิเคราะห์ปัญหาด้วยการวิเคราะห์สาเหตุด้วยผังแสดงเหตุและผล สามารถแสดงรายละเอียดออดมาโดยแยกออกตามปัจจัยหลัก 4 ชนิดคือ วัสดุ เครื่องจักร วิธีการ และคนทำงาน จากการพิจารณาพบว่า

1. สาเหตุด้านวัสดุเกิดจากการมีวัสดุที่ไม่ถูกตามข้อกำหนดถูกปล่อยเข้าในสายการผลิต คือ ท่อ โยกทิว และ Snap ring

2. สาเหตุด้านเครื่องจักรนั้นพบว่ามีเครื่องมือที่ไม่มีความสามารถเพียงพอในการทำงานให้ได้ตามมาตรฐานได้เช่น เครื่องตัดท่อ (Cutting Machine) อุปกรณ์จับยึดงานเชื่อม (Jig Welding) อุปกรณ์จับยึดงานกัด (Jig Milling) และ เครื่องทดสอบความสมดุลแต่ในส่วนของเครื่องตัดท่อ (Cutting Machine) ต้องทำการปรับปรุงหรือเปลี่ยนเครื่องจักรใหม่

3. สาเหตุด้านวิธีการทำงานมีปัญเรื่องการเลือกมาตรฐานในการปรับค่าเช่นที่ การปรับค่าสภาวะการเชื่อม (Welding Condition) ของเครื่องเชื่อมแบบ CO_2

4. สาเหตุด้านคนสาเหตุด้านความชำนาญในการทำงานสามารถในการทำงานสามารถปรับปรุงโดยการอบรม

4.3 การวิเคราะห์ข้อบกพร่องในกระบวนการผลิต (Failure Mode and Effect Analysis)

การวิเคราะห์ข้อบกพร่องในกระบวนการผลิต (Process FMEA) ที่แสดงในตารางที่ 4.1 เกิดจากการจัดทำของเอฟเอ็มอีเอทีม ซึ่งประกอบไปด้วยบุคคลจากแผนกควบคุมคุณภาพ ผลิตและวิศวกรรม เป็นการศึกษาถึงความล้มเหลวที่อาจเกิดขึ้น เพื่อระบุผลของมันจดประสงค์หลักของ FMEA คือเพื่อกำหนดแง่มุมของการออกแบบผลิตภัณฑ์ การผลิตหรือ
ความวิกฤตต่อการเกิดความล้มเหลวนั้นโดยมีขั้นตอนดังนี้

1. เลือกผลิตภัณฑ์เพลากลางรุ่น MR111779 เอฟเอ็มอีเอทีมร่วมกันระดมความคิดเพื่อค้นหาและวิเคราะห์สาเหตุที่จะมีผลต่อค่าสมดุลจากแต่ละกระบวนการผลิตย่อย แล้วนำข้อมูลที่ได้บันทึกลงในตารางวิเคราะห์ข้อบกพร่องที่ 4.1

2. นำข้อมูลที่ได้มาทำรายการรูปแบบความเสียหาย (Failure Mode) ของแต่ละขั้นตอนการผลิตและกำหนดผลและสาเหตุของแต่ละสาเหตุนั้นบันทึกลงในตารางวิเคราะห์ข้อบกพร่องที่ 4.1

3. ทีมงานเอฟเอ็มอีเอร่วมกันทำการประเมินแต่ละรูปแบบความเสียหาย (Failure Mode) ใน 3 ด้านคือความร้ายแรงหรือความวิกฤตของความล้มเหลวเหล่านั้น โอกาสเกิดความล้มเหลวและความยากลำบากในการค้นหาความเสียหายก่อนถึงมือลูกค้าออกเป็นตัวเลข 1 – 10 โดยผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์จากฝ่ายผลิตและควบคุมคุณภาพหรือความเชื่อช่วยกำหนดค่าสำหรับแต่ละ Failure Mode รายละเอียดดูที่รายงานประชุมที่ภาคผนวก ก

4. คำนวณหาค่า RPN (Risk Priority Number) = O x S x D ของแต่ละรูปแบบความเสียหาย (Failure Mode)

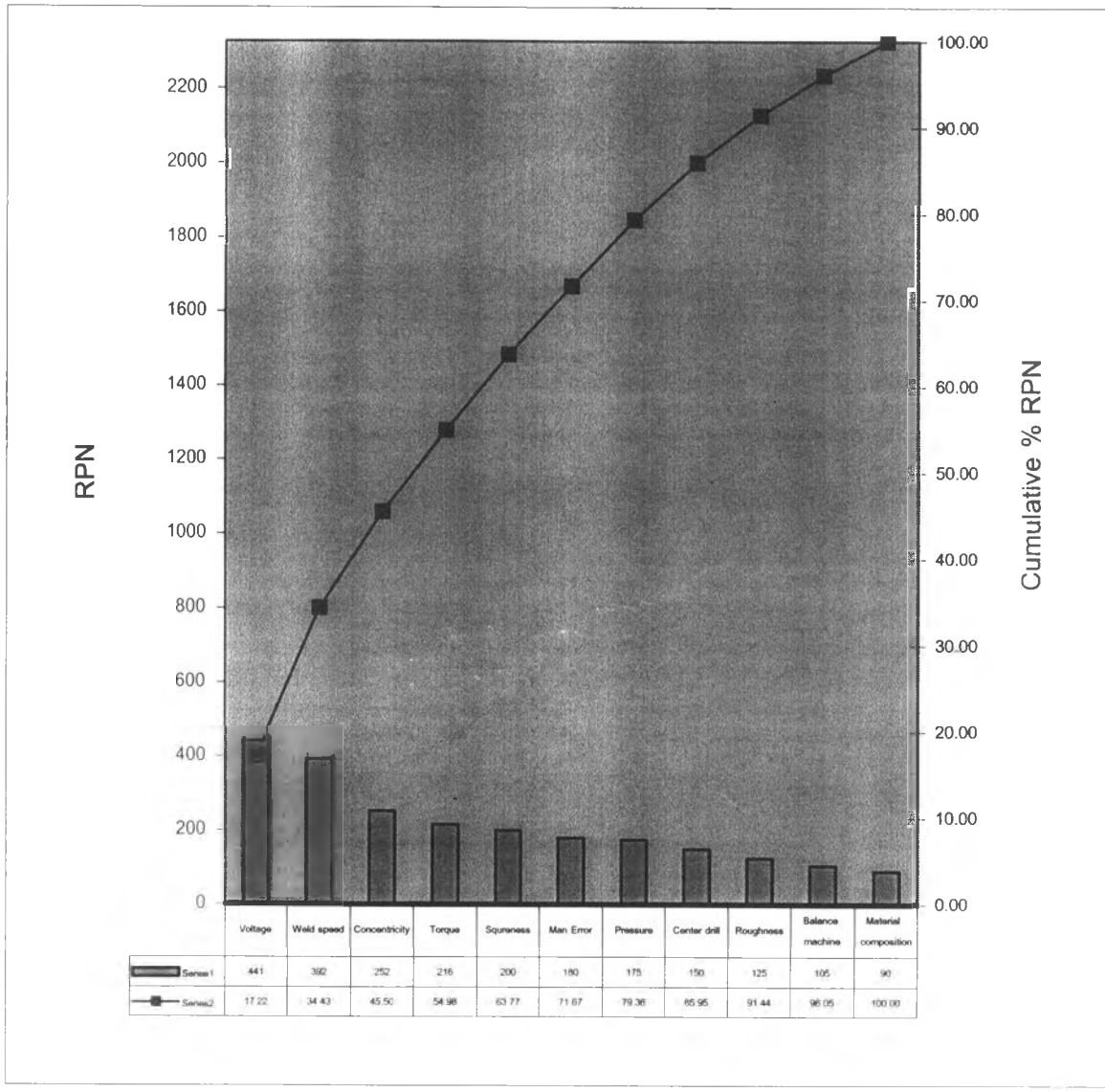
5. เรียงลำดับความสำคัญของแต่ละรูปแบบความเสียหาย (Failure Mode) ตามค่า RPN จากสูงไปต่ำ จากนั้นนำข้อมูลจากตารางการวิเคราะห์ข้อบกพร่องไปทำแผนภูมิพาเรโต ดังแสดงในรูปที่ 4.9

ตารางที่ 4.1 แสดงการวิเคราะห์ข้อบกพร่อง (Potential Failure Mode & Effect Analysis)

FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS															
กระบวนการ	รูปแบบความล้มเหลว	ผลของความล้มความล้มเหลวนั้น	Sev	สาเหตุของความล้มเหลว	Occ	การควบคุมกระบวนการ	Dec	RPN	การปรับปรุง	วันที่ทำงานเสร็จ	S	O	D	RPN
1. การตรวจรับสินค้า	-รอยร้าว	-การแตกหัก	6	-ส่วนผสมเหล็กหล่อ	5	-ทดสอบด้วยผงแม่เหล็กเหนี่ยวนำ	3	90	-ทดสอบด้วยการใช้รังสีเอ็ก					
2. การตัดท่อ	-การตัดท่อไม่ได้ฉาก	-ค่าสมดุลเกิน -เสียงดัง	5	-ค่าความฉากที่ท่อไม่ได้	8	-Inspection Jig	5	200						
3. การกลึงเจาะ	- บิดงอ	-ค่าสมดุลเกิน -เสียงดัง	5	-ยันศูนย์ไม่ตรงเซ็นเตอร์	8	-การตรวจสอบมิติ	3	150						
4. การกัด	- แหวนหลวม	-ค่าสมดุลเกิน	5	-ความเรียบผิว	5	-การตรวจสอบมิติ	5	125						
5. การเจาะ	- บิดงอ	-ค่าสมดุลเกิน	6	-ค่าความร่วมศูนย์	6	- ไม่มีการควบคุม	7	252	-การออกแบบการทดลอง					
6. การอัดประกอบ	- บิดงอ	-ค่าสมดุลเกิน	5	-ความดันสูงหรือต่ำเกิน	5	- การวัดค่าความดัน	7	150						

ตารางที่ 4.1(ต่อ) แสดงการวิเคราะห์ข้อบกพร่อง (Potential Failure Mode & Effect Analysis)

กระบวนการ	รูปแบบความล้มเหลว	ผลของความล้มความล้มเหลว	Sev	สาเหตุของความล้มเหลว	Occ	การควบคุมกระบวนการ	Dec	RPN	การปรับปรุง	วันที่ทำงานเสร็จ	S	O	D	RPN
7. การเชื่อม	- บิดงอ	-ค่าสมดุลเกิน	7	- อัตราการป้อนลวด	7	- ไม่มีการควบคุม	9	441	-การออกแบบการทดลอง					
			7	- ความดันไฟฟ้า	7	- ไม่มีการควบคุม	8	392	-การออกแบบการทดลอง					
8. การประกอบโยก	-การประกอบไม่สมบูรณ์	-การเสียดสี / ไหม้	6	-ท็อร์ก	6	- ไม่มีการควบคุม	6	216						
		-หลวม	7	-ท็อร์ก	5	- ไม่มีการควบคุม	5	175						
9. การทดสอบค่าสมดุล	-ค่าสมดุลเกิน	-ประสิทธิภาพลดลง	7	-เครื่องทดสอบความสมดุล -พนักงาน	3	-การสอบเทียบ	5	105						



รูปที่ 4.9 แสดงแผนภูมิพาเรโต (Pareto Diagram)

4.3 การเลือกปัจจัยที่ใช้ในการวิจัย

จากข้อมูลจากแผนผังแสดงเหตุและผลและแผนผังวิเคราะห์ข้อบกพร่อง สามารถนำมาเปรียบเทียบดังแสดงในตารางที่ 4.2 เพื่อทำการเลือกปัจจัยที่ใช้ในการวิจัย

4.3.1 หลักเกณฑ์ที่ใช้ในการเลือกปัจจัยมีดังนี้

1. ปัจจัยที่เลือกมานั้นเป็นปัจจัยที่สามารถปรับเปลี่ยนค่าได้ (Controllable Factor) โดยไม่เสียค่าใช้จ่ายในการผลิตเพิ่มขึ้นอย่างมากมายประการใด
2. ปัจจัยที่ถูกเลือกนั้นจะต้องไม่มีผลต่อรอบเวลาการผลิต (Cycle Time) มากนัก
3. ปัจจัยที่ถูกเลือกนั้นจะต้องไม่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของเพลากลาง
4. ปัจจัยที่ถูกเลือกนั้นจะพิจารณาโดยใช้ข้อมูลการทดลองที่ได้ทำแล้วในอดีตหรือความรู้ในเชิงวิศวกรรมประกอบด้วย
5. ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับคนจะเลือกใช้พนักงานที่มีความชำนาญ ทำงานได้ถูกต้องเพื่อลดข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นและกำหนดเป็นปัจจัยควบคุม
6. ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับเครื่องจักร ซึ่งเป็นลักษณะที่เกี่ยวกับความสามารถของเครื่องจักรจะไม่นำมาพิจารณาและกำหนดเป็นปัจจัยควบคุม
7. ปัจจัยที่ถูกเลือกนั้นควรจะให้ผลในการลดค่าสมดุล (Balance)

ตารางที่ 4.2 แสดงสรุปและแสดงเหตุผลของแต่ละปัจจัย

ปัจจัย Factors	RPN	การแก้ไขเบื้องต้น	เหตุผล
1. แรงดันไฟฟ้า (Supply Voltage)	441	- ทำการทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมในการเชื่อมใหม่โดยการออกแบบการทดลอง (DOE)	- การตั้งค่าสภาวะการเชื่อม (Welding Condition) ต่างๆกันตามรุ่นของเพลากลางบางมีผลทำให้ต่อการบิดตัวของเหล็กตรงบริเวณแนวเชื่อมได้สูง
2. อัตราการป้อนลวด (Welding Speed)	392	- ทำการทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมในการเชื่อมใหม่โดยการออกแบบการทดลอง (DOE)	- การตั้งค่าสภาวะการเชื่อม (Welding Condition) ต่างๆกันตามรุ่นของเพลากลางบางมีผลทำให้ต่อการบิดตัวของเหล็กตรงบริเวณแนวเชื่อมได้สูง

ตารางที่ 4.2 (ต่อ) แสดงสรุปและแสดงเหตุผลของแต่ละปัจจัย

ปัจจัย	RPN	การแก้ไขเบื้องต้น	เหตุผล
3. ค่าความร่วมศูนย์ของรูประกอบแบริ่ง	252	- ทำการตรวจสอบ Fixture ที่ใช้กับเครื่องกลึง ทำการเปลี่ยน Fixture ใหม่และ Set Alignment ให้ถูกต้อง	- ค่าความร่วมศูนย์ของ York ที่ไม่อยู่ในค่ากำหนดเมื่อประกอบกับท่อแล้วจะทำให้ค่าสมดุลที่วัดได้มากกว่า 36 กรัมเนื่องมาจากจะทำให้ Shaft ไม่มีความสมมาตรกัน
4.ค่าทอร์ค (Torque) ในการประกอบ York Flange และ York Sleeve	216	- ทำการทดลองหาค่าทอร์คที่มีผลกระทบต่อค่าความสมดุลน้อยที่สุดและยังอยู่ในข้อกำหนดเพื่อนำมาใช้งาน	- ค่าTorque ตามข้อกำหนดมีค่าระหว่าง 3-9 kg.m.เนื่องจากไม่สามารถพนักงานประกอบ York flank ให้แน่นคงที่ดังนั้นค่าทอร์คที่ได้จะมีความแปรปรวนสูงไป
5.ค่าความเป็นมุมฉากของที่ปลายท่อ (Squareness) และความบิดงอของท่อ	200	- ปรับปรุง Fixture ที่ใช้ยึด Pipe และมีการเปลี่ยนเครื่องตัดจาก Circular Saw เป็นการตัดโดยใช้เครื่องกลึงตัด - เพิ่มการตรวจสอบการบิดงอของท่อที่จุดรับวัตถุดิบ	- ท่อที่ปลายไม่ฉากจะประกอบกับ York tube ไม่สนิทและทำให้ตำแหน่ง York tube เอียงไปจากศูนย์กลาง
6. Man Error	180	- จัดการฝึกและอบรมพนักงานในเรื่องการประกอบในแต่ละสถานีและกำจุดตรวจสอบให้เน้นการตรวจสอบและการประกอบที่จุดนั้นเป็นพิเศษ	-การประกอบกากบาท แสนบริง และบูชเข้ากับโยกค์นั้นช่างประกอบต้องมีความชำนาญและความละเอียดในการทำงานสูงจึงจะได้งานที่ดีและสมบูรณ์
7.ค่าแรงดันของเครื่องอัด (Press Fitting)	175	- ติดตั้งลิมิตสวิสซ์สำหรับควบคุมการแรงดันลมให้คงที่	- ไม่ทำการศึกษาเนื่องจากไม่สามารถแก้ไขระบบความดันลมเพราะว่าต้องหยุดสายการผลิตและใช้เวลาดำเนินการนาน

ตารางที่ 4.2 (ต่อ) แสดงสรุปและแสดงเหตุผลของแต่ละปัจจัย

ปัจจัย Factors	RPN	การแก้ไขเบื้องต้น	เหตุผล
8.การเจาะรู (Center Drill) ที่ York	150	- ทำปรับตั้งAlignment ของ Fixture ที่จับยึดดอกสว่านและ Fixture ที่จับยึดชิ้นงาน	- การวางชิ้นงานโยกบน Fixture ถ้า Alignment ของ Fixture ไม่ถูกต้องจะทำให้เซ็นเตอร์รูชิ้นงานงไม่ตรงศูนย์กลาง
9.ความละเอียด (Roughness) ของผิวโยก (York tube) ตรงบริเวณร่องใส่ Snapring	125	- เปลี่ยนมีดที่ใช้ในการกัดจากแบบใส่อินเสิร์ทเป็นคาร์ไบเซ็ทและปรับปรุงแก้ไข Alignment ของ Fixture ที่ใช้กับเครื่องมิลลิ่ง	- ไม่ทำการศึกษาเนื่องจากมีข้อบกพร่องของงานเป็นปริมาณน้อย
10.การตรวจรับวัตถุดิบ (Receiving Inspection)	105	- ให้ซับพลายเออร์ทำการตรวจสอบชิ้นงานด้วยการใช้รังสีเอ็กเรย์กับงานทุกล็อต	- การตรวจสอบงานในล็อตที่ผลิตก่อนส่งมอบ เมื่อพบปัญซับพลายเออร์จะทราบก่อนและทำการแก้ไข
11.เครื่องทดสอบความสมดุล (Balance Machine)	90	ทำการสอบเทียบเครื่องตามมาตรฐานผู้ผลิตและทำมาตรฐานการทำงานใหม่	-

4.5 บทสรุปท้ายบท

เนื่องจากปัจจัยที่มีผลกระทบต่อค่าสมดุลในกระบวนการผลิตมีอยู่เป็นจำนวนมาก ซึ่งผู้วิจัยไม่สามารถทำการทดลองได้ทุกปัจจัยประกอบกับเวลาที่ใช้ในการทดลองค่อนข้างนานจึงเลือกปัจจัยที่มีความสำคัญเพื่อนำมาใช้ในการวิจัยตามหลักเกณฑ์ในหัวข้อ 4.3 และพิจารณาจากลำดับค่าความเสี่ยงจากการวิเคราะห์ข้อบกพร่องในตารางที่ 4.1 ร่วมด้วย

ดังนั้นจากการพิจารณาการเลือกปัจจัยจากตารางสรุปเหตุผลที่ 4.2 ประกอบกับการพิจารณาปัจจัยจากปัจจัยที่มีค่าความเสี่ยงสูงที่สุด 4 ปัจจัยจึงสรุปการเลือกปัจจัยสำหรับใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงปัจจัยที่ถูกเลือกใช้ในการวิจัย

ลำดับ	ปัจจัย	หน่วย	ค่าปัจจุบัน
1.	แรงดันไฟฟ้าของเครื่องเชื่อม (Supply Voltage)	Volt	30
2.	อัตราความเร็วในป้อนลวดเชื่อม (Welding Speed)	Sec/round	21
3.	ค่าความร่วมศูนย์ที่โยก (Baring Holes Concentricity)	mm.	0.15
4.	ค่าทอร์ค (Torque) ในการประกอบ York Flange และ York Sleeve	kgf.cm.	5