บทที่ 7
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

7.1 สรุปผลการวิจัย

7.1.1 ในขั้นตอนแรกของงานวิจัยนี้คือการค้นหาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อค่าสมดุลด้วยการ–วิเคราะห์กระบวนการด้วยแผนภาพแสดงเหตุและผล โดยพิจารณาจากปัจจัยหลัก 4 ปัจจัยคือ ปัจจัยที่เกิดจากตัวพนักงาน เครื่องจักร วัตถุดิบ และวิธีการทำงาน จากนั้นลำดับความสำคัญและวิเคราะห์ความรุนแรงของแต่ละปัจจัยโดยการวิเคราะห์ข้อบกพร่องในกระบวนการผลิต (Failure Mode and Effect Analysis) ทำให้สามารถเลือกปัจจัยที่มีค่าความเสี่ยงลำดับสูงสุด 4 ปัจจัยได้แก่ แรงดันไฟฟ้าของเครื่องเชื่อม (Supply Voltage) อัตราการป้อนลวดของเครื่องเชื่อม (Welding Speed) ค่าความร่วมศูนย์กลางของโยก (Concentricity) ค่าทอร์กของการประกอบโยก (Torque) โดยค่า RPN ของทั้ง 4 ปัจจัยรวมกันมีค่าเท่ากับ 55.12 % ของปัจจัยทั้งหมด ใช้เป็นปัจจัยสำหรับในการออกแบบการทดลองรายละเอียดของแต่ละปัจจัยแสดงได้ดังนี้

ตารางที่ 7.1 แสดงรายละเอียดของปัจจัย

ปัจจัย	สัญลักษณ์	ระดับของปัจจัย		
		-1 (ต่ำ)	0 (กลาง)	+1 (สูง)
1. แรงดันไฟฟ้า	A	28	30	32
2. อัตราความเร็วในการป้อนลวด	B	19	21	23
3. ค่าความร่วมศูนย์ของโยก	C	0.1	0.15	0.3
4. ค่าท็อร์ค	D	3	6	9

7.1.2 ออกแบบการทดลองสำหรับการทดลองเบื้องต้น โดยมีวัตถุประสงค์การทดลองเพื่อหาปัจจัยที่มีผลต่อค่าบาล้านซ์ในเบื้องต้น (Factor Screening Experiment) และตัดปัจจัยที่ไม่น่าจะมีผลต่อตัวแปรตอบสนองค่าสมดุล (Balance) โดยใช้การออกแบบการทดลองแบบแฟคทอเรี่ยลดีไซน์ (2^k) มีรายละเอียดการออกแบบการทดลองดังนี้

- ตัวแปรตอบสนองคือค่าสมดุล (Balance) โดยที่ข้อกำหนดของลูกค้าระบุให้มีค่าน้อยกว่า 10 กรัมที่ความเร็วรอบการหมุนในการทดสอบที่ 4000 rpm/min
- ปัจจัยมี 4 ปัจจัย แต่ละปัจจัยมี 2 ระดับคือที่ระดับต่ำและระดับสูง
- จำนวนซ้ำ 1 Replicate และการทดลองทั้งหมด (Runs) 16 สภาวะการทดลอง

7.1.3 จากการวิเคราะห์ผลการทดลองพบว่ามี 3 ปัจจัยหลักที่มีผลต่อค่าสมดุลประกอบด้วย แรงดันไฟฟ้าของเครื่องเชื่อม (Supply Voltage) อัตราการป้อนลวดของเครื่องเชื่อม

(Welding Speed) และค่าความร่วมศูนย์กลางของโยก (Concentricity) ส่วนค่าท็อร์กนั้นไม่มีผลต่อค่าสมดุลของเพลากลางอย่างมีนัยสำคัญ

7.1.4 ปัจจัยทั้ง 3 ปัจจัยที่ได้จากการทดลองเบื้องต้นถูกนำมาใช้กับการออกแบบการทดลองเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิต ด้วยการเพิ่มระดับให้กับปัจจัยทั้ง 3 ปัจจัยโดยใช้การออกแบบการทดลองแบบแฟคทอเรี่ยลดีไซน์ (3^k) ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อหาสภาวะการทำงานที่เหมาะสม โดยมีรายละเอียดของการออกแบบการทดลองดังนี้ มีปัจจัยหลัก 3 ปัจจัย แต่ละปัจจัย 3 ระดับ จำนวนซ้ำ (Replicate) 1 ซ้ำและมีการทดลองทั้งหมด 27 การทดลองจากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการทดลองพบว่ามี 4 ปัจจัยที่มีผลกับค่าสมดุลคือ ค่าความร่วมศูนย์ของโยก แรงดันไฟฟ้า อัตราการป้อนลวดและปัจจัยร่วมระหว่างแรงดันไฟฟ้ากับอัตราการป้อนลวด ดังจึงสรุปได้ว่าการปรับสภาวะของเครื่องเชื่อมแบบ CO_2 มีผลต่อการบิดตัวและส่งผลต่อค่าสมดุลของเพลากลาง

7.1.5 ทำการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีผลต่อค่าสมดุล ด้วยการหาสมการถดถอย (Regression equation) ของกระบวนการได้สมการดังนี้

Balance = 19.48 + 44.97Concentricity + 2.23Voltage - 3.61Speed - 0.44Voltage* Speed

และใช้สมการนี้ในการทำนายหาสภาวะเหมาะสมของแต่ละปัจจัยในการผลิตเพลากลางเพื่อให้ได้ค่าสมดุลที่ 10 กรัมควรใช้สภาวะการผลิตของปัจจัยดังนี้

1. ค่าความร่วมศูนย์ (Concentricity) ที่ 0.1436 mm.
2. แรงดันไฟฟ้า (Supply Voltage) ที่ 28.5036 Volt
3. อัตราการป้อนลวด (Welding Speed) ที่ 22.0191 Sec/round

7.1.6 จากการนำสภาวะการผลิตที่ใหม่ที่ได้ ไปทดสอบยืนยันผลเปรียบกับสภาวะการผลิตเดิมโดยทำการเก็บข้อมูลจำนวน 36 ตัวอย่างเท่ากันพบว่าค่าเฉลี่ยของค่าสมดุลที่สภาวะการผลิตที่นำเสนอได้เท่ากับ 9.65 กรัมแต่ที่สภาวะการผลิตเดิมเท่ากับ 24.63 กรัม ดังนั้นที่สภาวะการผลิตใหม่มีค่าเฉลี่ยของค่าสมดุลน้อยกว่าสภาวะปัจจุบันเท่ากับ 14.98 กรัมซึ่งที่สภาวะการผลิตใหม่นี้จะได้ค่าสมดุลใกล้เคียงกับเป้าหมายที่ลูกค้าระบุไว้คือ 10 กรัม

7.1.7 จากการทดสอบการทดสอบความมีนัยสำคัญของความค่าเฉลี่ยของประชากรปกติและการทดสอบความมีนัยสำคัญของความแปรปรวนของประชากรปกติพบว่าค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวนของทั้งประชากรที่ได้จากสภาวะการผลิตปกติและสภาวะการผลิตที่เหมาะสมมีความแตกต่างอย่งมีนัยสำคัญ

7.1.8 จากสภาวะการผลิตใหม่ที่มีความเหมาะสมส่งผลให้มีของเสียน้อยลงเนื่องจาก ค่าเฉลี่ยของค่าสมดุลเข้าใกล้ 10 กรัมซึ่งเป็นเป้าหมายของการผลิตและความเบี่ยงมาตรฐานแคบลงจาก 7.97 เป็น 5.20 เนื่องจากสามารถควบคุมปัจจัยที่มีผลต่อค่าสมดุลได้ ซึ่งสังเกตได้จากการวิเคราะห์ค่าดัชนีชี้บ่งความสามารถในการผลิตเพิ่มขึ้นจากเดิมที่เก็บข้อมูลไว้ในบทที่ 3 ซึ่งใช้สภาวะการผลิตที่สภาวะปัจจุบัน Cpk = 0.59 แต่การผลิตที่สภาวะใหม่ค่า Cpk = 0.80 นั่นคือค่า

Cpk เพิ่มขึ้น 0.21 ดั้งจึงสรุปได้ว่าสภาวะการผลิตใหม่สามารถลดของเสียจากเดิม 38,549.17 PPM เหลือ 8204.44 PPM ซึ่งมีผลดีกับการผลิตคือลดเวลาการทำงานเนื่องจากการซ่อมงานทำให้ประสิทธิภาพการผลิตสูงขึ้น 3.03 %

7.2 ข้อจำกัดการวิจัย

7.2.1 ในการวิจัยครั้งนี้ มีส่วนประกอบของการออกแบบการทดลองคือ ปัจจัย 4 ปัจจัย การทำซ้ำ 1 ซ้ำ และใช้ระดับ (Level) มี 2 และ 3 ระดับตามลำดับในการทดลองเบื้องต้นและการทดลองเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสม เนื่องมาจากถ้าสามารถเพิ่มจำนวนปัจจัย จำนวนซ้ำและระดับมากขึ้นเพื่อที่จะเพิ่มความน่าเชื่อถือของข้อมูลจะทำให้ขนาดของการทดลองก็จะใหญ่ขึ้น เป็นผลให้มีการเสียค่าใช้จ่ายสูงและใช้เวลาในการทำการทดลองมากขึ้น

7.2.2 ในขั้นตอนการเตรียมหาวัตถุดิบสำหรับการทดลองตัวแบบอิทธิพลคงที่ ในแต่ละการทดลองมีความเป็นไปได้น้อยมากที่จะมีขนาดของวัตถุดิบที่มีความสม่ำเสมอเหมือนกันตลอดทุกการทดลอง

7.2.3 เนื่องจากในสายการผลิตเพลากลางมีผลิตภัณฑ์อยู่หลายรุ่นทำให้ขนาดของเพลากลางที่ผลิตอยู่มีความยาวและความโตของเส้นผ่านศูนย์กลางท่อหลายขนาดแล้วแต่การออกแบบ การนำสภาวะที่เหมาะสมที่ได้จากการทดลองไปใช้กับเพลากลางรุ่นอื่นในสายการผลิตเป็นไปได้ยาก อาจต้องมีการออกแบบการทดลองใหม่สำหรับเพลากลางแต่ละรุ่นซึ่งจะเสียเวลาและค่าใช้จ่ายสูง

7.3 ข้อเสนอแนะและความคิดเห็น

7.3.1 การนำเทคนิคการออกแบบการทดลองไปใช้กับกระบวนการใดกระบวนการหนึ่งเราต้องมีความมั่นใจว่า กระบวนการนั้นมีระบบการวัดที่ได้มาตรฐานซึ่งสามารถทำการทดสอบโดยการวิเคราะห์ระบบการวัด (Measurement System Analysis) ว่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานหรือไม่ ถ้ายังไม่ได้มาตรฐานต้องทำการปรับปรุงก่อนทำการออกแบบการทดลอง

7.3.2 ในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้พิจารณาเฉพาะส่วนของค่าสมดุลของเพลากลางเพียงอย่างเดียวซึ่งเป็นแค่คุณลักษณะประการหนึ่งของผลิตภัณฑ์ แต่ความเป็นจริงแล้วการทำธุรกิจนอกจากคุณภาพแล้วยังต้องดูเรื่องทางด้านความเป็นไปได้ในเชิงเศรษฐศาสตร์ อายุการใช้งานของผลิตภัณฑ์และเครื่องมือที่ใช้ในกระบวนการผลิต เป็นต้น ซึ่งผู้วิจัยมิได้กล่าวไว้จึงสามารถนำไปเป็นแนวทางในการวิจัยต่อไป