

การลดข้อผิดพลาดในกระบวนการทดสอบความทนทานต่อการกัดกร่อน

อรอนงค์ เชาวกุล¹⁾ และ ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย²⁾

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดข้อผิดพลาดของกระบวนการทดสอบความทนทานต่อการกัดกร่อนของห้องปฏิบัติการทดสอบโดยใช้แนวทางของข้อกำหนดทั่วไปว่าด้วยความสามารถของห้องปฏิบัติการทดสอบหรือสอบเทียบ ISO/IEC 17025:2005 ในการออกแบบและปรับปรุงความสามารถของห้องปฏิบัติการ นอกจากนี้หลังจากทำการปรับปรุงกระบวนการทดสอบแล้วยังทำการออกแบบระบบการควบคุมข้อผิดพลาดของกระบวนการทดสอบโดยประยุกต์ใช้เทคนิค FMEA ร่วมด้วย เพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือในการปฏิบัติงานและลดข้อผิดพลาดของห้องปฏิบัติการทดสอบ

ในขั้นตอนแรกทำการเก็บข้อมูลของปัญหาที่พบในกระบวนการทดสอบแต่ละขั้นตอน และคัดเลือกปัญหาจากจำนวนครั้งของการเกิดปัญหาโดยใช้แผนภูมิพาเรโตเป็นเครื่องมือ และใช้แผนภาพก้างปลาร่วมกับเทคนิค Why-Why Analysis ในการค้นหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาเพื่อทำการออกแบบและปรับปรุง ซึ่งปัญหาที่ถูกคัดเลือกเพื่อนำไปหาสาเหตุของปัญหา ได้แก่ (1) ผลการทดสอบจากเครื่องมือทดสอบผิดพลาด (2) พนักงานวิเคราะห์ผลผิดพลาด และ (3) ค่า pH ของน้ำเกลือไม่คงที่ หลังจากทำการออกแบบและปรับปรุงกระบวนการทดสอบแล้ว พบว่าข้อผิดพลาดลดลง โดยข้อผิดพลาดที่ทำให้แผ่นทดสอบผิดพลาดลดลงจาก 56% เป็น 30.67% ของจำนวนแผ่นทดสอบทั้งหมด และข้อผิดพลาดที่เกิดข้อผิดพลาดในแต่ละกระบวนการลดลงจาก 55% เป็น 25.2% ของจำนวนครั้งการทดสอบ และเมื่อทำการควบคุมข้อผิดพลาดจากการทดสอบด้วยการประยุกต์ใช้เทคนิค FMEA พบว่าค่า RPN ลดลงโดยเฉลี่ยเท่ากับ 55.2% โดยเฉลี่ย

คำสำคัญ: กระบวนการทดสอบความทนทานต่อการกัดกร่อน ISO/IEC 17025 เทคนิค FMEA ระบบควบคุมข้อผิดพลาด

¹⁾ นิสิตปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จังหวัดกรุงเทพฯ
อีเมล: onn_na11@hotmail.com

²⁾ รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จังหวัดกรุงเทพฯ

* Corresponding Author

ERROR REDUCTION OF CORROSION RESISTANCE TESTING PROCESS

Onanong Chaowakul¹⁾ and Damrong Taweangsakulthai^{* 2)}

Abstract

The objective of this research is to reduce and eliminate errors of corrosion resistance testing process by applying general criteria of ISO/IEC 17025:2005 guideline on lab ability standard requirement and including statistical technique, such as, control chart and MSA to increase lab ability and also design the error controlling system of corrosion resistance testing process by applying FMEA technique in order to increase lab credibility.

All issue found during each step of testing process will be collected and count, then use Pareto Diagram and Why-Why analysis technique, to identify the root caused an opportunity for improvement, based on the result from above data 3 major problems has been point out (1) Error from testing tool (2) Error result from analysis operation (3) Unstable on salt water pH value. After the testing process improvement has been implemented error down from 56% to 30.67% based on total number of testing panel and error down from 55% to 25.2% based on total number of testing, from every process, when use an error control system, by FMEA technique, RPN is reducing to 55.2 % average.

Keywords: Corrosion resistance testing process, ISO/IEC 17025, FMEA technique, Error control system

¹⁾ Post graduated Students, Department of Industrial Engineering, Chulalongkorn University, Bangkok,
E-mail: onn_na11@hotmail.com

²⁾ Associate Professor, Department of Industrial Engineering, Department of Industrial Engineering,
Chulalongkorn University, Bangkok

* Corresponding Author

1. บทนำ

การทดสอบความทนทานต่อการกัดกร่อน เป็นวิธีการทดสอบเพื่อเร่งสภาวะการเกิดสนิมบนชิ้นงานที่เป็นโลหะ วัสดุประสมค์เพื่อทดสอบหาความสามารถในการต้านทานการเกิดสนิมของวัสดุที่เคลือบบนผิวของโลหะ ซึ่งได้แก่ สีทาเหล็ก สีเคลือบกระป๋อง เป็นต้น โดยส่วนใหญ่แล้ว การทดสอบความทนทานต่อการกัดกร่อน มักจะใช้น้ำเกลือเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาการเกิดสนิม ในส่วนของวิธีทดสอบนั้นมีหลายวิธี เช่น การนำวัตถุตัวอย่างที่ต้องการทดสอบไปแช่ในน้ำเกลือ เพื่อดูระยะเวลาการเกิดสนิม นอกจากนี้ยังมีวิธีการทดสอบอีกวิธีหนึ่งซึ่งเป็นที่นิยม ได้แก่ การวางชิ้นงานในเครื่องทดสอบซึ่งเป็นระบบปิดและสเปรย์น้ำเกลือในลักษณะเป็นละอองอยู่ภายในเครื่องทดสอบ โดยทำการควบคุมความชื้นและอุณหภูมิ ซึ่งเรียกรวมวิธีการทดสอบแบบนี้ว่าการทดสอบความทนทานต่อการกัดกร่อนโดยใช้เครื่อง Salt Spray Tester ลักษณะเครื่องตามรูปที่ 1 ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาและปรับปรุงกระบวนการทดสอบนี้ให้มีประสิทธิภาพและมีความน่าเชื่อถือ



รูปที่ 1 เครื่อง Salt Spray Tester

2. ที่มาของงานวิจัย

ห้องปฏิบัติการทดสอบที่ทำการศึกษาในงานวิจัยนี้เป็นห้องปฏิบัติการทดสอบของบริษัทผู้ผลิตสีรายหนึ่งเกิดปัญหาเกี่ยวกับผลการทดสอบความทนทานต่อการกัดกร่อนที่ได้ไม่ตรงกับผลการทดสอบของลูกค้า ส่งผลให้ลูกค้าเกิดความไม่มั่นใจในคุณภาพของห้องปฏิบัติการทดสอบ จากปัญหาที่เกิดขึ้นทางห้องปฏิบัติการทดสอบจึงทำการเปรียบเทียบสภาวะการ

ทดสอบ มาตรฐานที่ใช้ทดสอบ การจัดการภายในห้องปฏิบัติการระหว่างห้องปฏิบัติการทดสอบของลูกค้ากับของบริษัทเอง สามารถสรุปข้อมูลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบห้องปฏิบัติการทดสอบของลูกค้าและห้องปฏิบัติการทดสอบของงานวิจัย

ข้อมูล	Lab ของลูกค้า	Lab งานวิจัย
มาตรฐานที่ใช้	JIS K 5400	JIS K 5400
การตรวจสอบการทำงาน	Daily check (pH, Collected water)	ไม่มี
ความถี่การสอบเทียบ	1 ครั้ง/ปี	1 ครั้ง/ปี
บันทึกที่เกี่ยวข้อง	การใช้เครื่อง, Daily check	ไม่มี

จากตารางที่ 1 สรุปได้ว่า ห้องปฏิบัติการทดสอบของงานวิจัยนี้ยังไม่มีจัดการด้านคุณภาพ ส่งผลให้เกิดข้อผิดพลาดกับผลการทดสอบ ดังนั้นห้องปฏิบัติการทดสอบจึงมีนโยบายในการปรับปรุงคุณภาพการดำเนินการทดสอบของห้องปฏิบัติการทดสอบเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการทดสอบเกิดความผิดพลาดขึ้นอีก และเพื่อเรียกความเชื่อมั่นของลูกค้ากลับคืนมาโดยใช้ข้อกำหนดทั่วไปว่าด้วยความสามารถของห้องปฏิบัติการทดสอบหรือสอบเทียบ ISO/IEC 17025:2005

(Industrial Metrology and Testing Service centre) เป็นแนวทางในการออกแบบและปรับปรุงความสามารถของห้องปฏิบัติการ และยังได้ทำการควบคุมข้อผิดพลาดให้เกิดขึ้นน้อยที่สุดด้วยเทคนิค FMEA นอกจากนี้ยังใช้เครื่องมือทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล

3. การทบทวนวรรณกรรม

เชวรัตน์ จันประดับ (2545) ได้ทำการลดความผันแปรของการทดสอบและปริมาณทดสอบซ้ำของห้องปฏิบัติการทดสอบทางโลหะวิทยา โดยการปรับปรุงระบบคุณภาพเชิงเทคนิคด้วยการประยุกต์ใช้ข้อกำหนดบางรายการของระบบประกันความสามารถของ

ห้องปฏิบัติการทดสอบ (ISO/IEC 17025) หลังจากดำเนินการพบว่าปริมาณงานทดสอบช้าลดลง ความน่าเชื่อถือของผลการทดสอบในหลายรายการทดสอบปรับตัวดีขึ้น

ปิยวัฒน์ รัตนสุภา (2545) ได้ทำการศึกษาการจัดทำมาตรฐานในกระบวนการแต่งตั้งในโรงงานผลิตสี โดยการใช้เทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องด้านศักยภาพและผลกระทบ (Failure Mode and Effect Analysis, FMEA) เน้นถึงสี่อัลคิดโดยทำการศึกษาปัญหาหลัก ผลการวิเคราะห์สามารถนำไปสู่การจัดทำระบบประกันคุณภาพ ได้แก่ วิธีการทำงานมาตรฐาน แผนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน เป็นต้น ผล (Risk priority number, RPN) ลดลง 73 ถึง 95 เปอร์เซนต์ในกระบวนการหลัก

Pierre Masson (2007) ได้ทำงานวิจัยเกี่ยวกับการนำเทคนิคการควบคุมคุณภาพมาใช้ควบคุมวิธีการทดลองและเครื่องมือวิเคราะห์เพื่อให้ผลการทดลองมีความถูกต้องและแม่นยำมากยิ่งขึ้น โดยนำแผนภูมิควบคุมไปใช้ควบคุมคุณภาพของการวิเคราะห์ทางเคมีที่ใช้เครื่อง HPLC โดยทำการควบคุมพารามิเตอร์ให้อยู่ภายใน control limit จากการทดลองสามารถนำแผนภูมิควบคุมไปประยุกต์ใช้เพื่อระบุสาเหตุที่ทำให้เกิดความผิดพลาดของระบบได้และลดความแปรผันของผลการทดลองได้

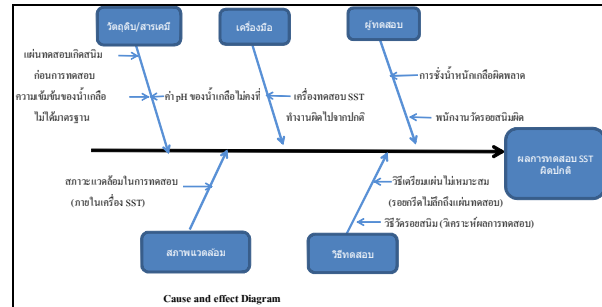
4. สาเหตุของปัญหาและแนวทางในการปรับปรุง

4.1 สาเหตุของปัญหา

เนื่องจากการทดสอบความทนทานต่อการกัดกร่อนโดยใช้เครื่อง Salt Spray Tester หรือเรียกย่อๆว่า “การทดสอบ SST” นั้น ประกอบด้วย 5 กระบวนการ ดังนี้

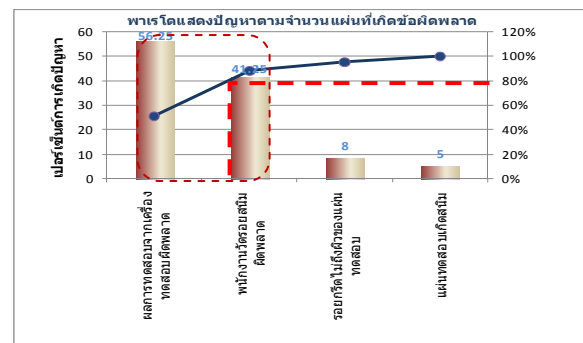
1. กระบวนการควบคุมแผ่นทดสอบ/ชิ้นงานทดสอบ
2. กระบวนการเตรียมแผ่นทดสอบ/ชิ้นงานทดสอบ
3. กระบวนการเตรียมน้ำเกลือ
4. กระบวนการทดสอบในเครื่องทดสอบความทนทานต่อการกัดกร่อน (Salt Spray Tester, SST) และ
5. กระบวนการวิเคราะห์ผลการทดสอบ

จากกระบวนการดังกล่าวทุกกระบวนการหากเกิดผิดพลาดขึ้นในแต่ละกระบวนการล้วนส่งผลกระทบต่อผลการทดลองทั้งสิ้น ดังนั้นจึงทำการค้นหาข้อผิดพลาดของแต่ละกระบวนการจากประวัติการทดสอบ โดยใช้แผนภาพก้างปลาในการหาสาเหตุของปัญหาตามรูปที่ 2

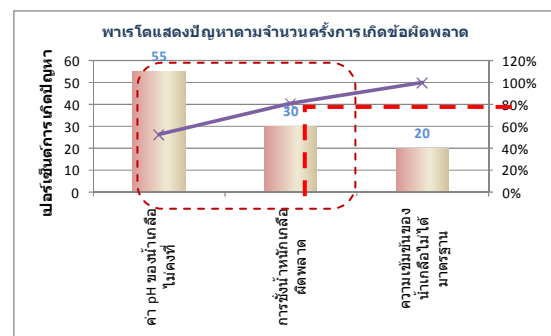


รูปที่ 2 แผนภาพก้างปลาแสดงสาเหตุของผลการทดสอบด้วยเครื่อง SST ผิดปกติ

จากนั้นใช้แผนภาพพาเรโต (Kitisak, 2008) คัดเลือกปัญหามาดำเนินการแก้ไข โดยปัญหาที่ถูกคัดเลือกมาทำการปรับปรุงตามรูปที่ 3ก. และ 3ข. มีดังนี้



รูปที่ 3ก. แสดงแผนภาพพาเรโตของปัญหาที่ทำให้แผ่นทดสอบผิดพลาด



รูปที่ 3ข. แสดงแผนภาพพาเรโตของปัญหาที่การทดสอบผิดพลาด (จำนวนครั้ง)

ปัญหาที่ถูกคัดเลือกจะถูกนำมาหาสาเหตุหลักโดยใช้แผนภาพก้างปลา (Cause and Effect Diagram) จากนั้นนำสาเหตุหลักดังกล่าวมาทำการปรับปรุงต่อไป โดยสาเหตุหลักแต่ละสาเหตุเมื่อโยงไปที่ข้อกำหนดของระบบมาตรฐาน ISO/IEC 17025 พบว่าสามารถข้อกำหนดและระบบการจัดการ ISO/IEC 17025 มาเป็นแนวทางการปรับปรุงคุณภาพห้องปฏิบัติการทดสอบได้ ดังตารางที่ 2

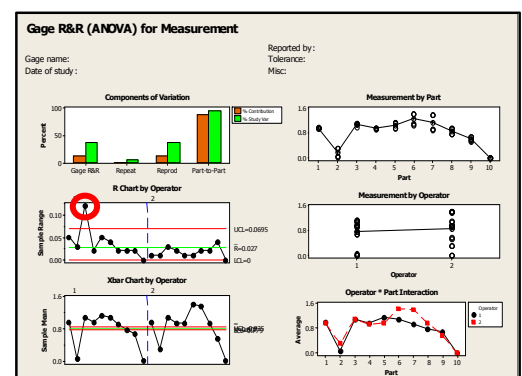
ตารางที่ 2 ตารางแสดงสาเหตุหลักของปัญหาและแนวทางแก้ไขตาม ISO/IEC 17025

สาเหตุหลัก	ข้อกำหนด ISO/IEC 17025
ไม่มีการประกันคุณภาพของผลการทดสอบ	5.9 การประกันคุณภาพผลการทดสอบ/สอบเทียบ
ไม่มีการวัดความสามารถของบุคคล	5.2 บุคลากร
ขั้นตอนการเตรียมน้ำเกลือไม่เป็นไปตามมาตรฐาน	5.4 วิธีทดสอบและการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี
เครื่องมือทำงานไม่สม่ำเสมอ	5.5 เครื่องมือ
ไม่มีการควบคุมคนเข้า-ออก	5.3 สถานที่และภาวะแวดล้อม

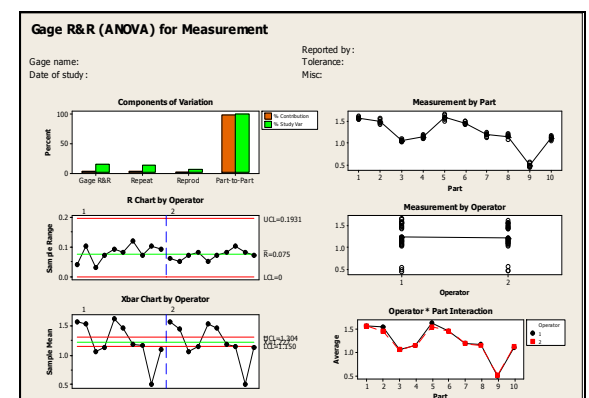
4. การปรับปรุงกระบวนการทดสอบ ทำการออกแบบและปรับปรุงกระบวนการทดสอบโดยใช้ข้อกำหนด ISO/IEC 17025 โดยเฉพาะข้อกำหนดทางวิชาการเป็นแนวทางในการปรับปรุง โดยรายละเอียดดังนี้

4.1 การปรับปรุงด้านบุคลากร (ข้อกำหนด 5.2) ทำการอบรมพนักงานและหลักการทำงานที่ถูกต้อง จากนั้นทำการประเมินความรู้ของพนักงานจากการสอบ การสังเกตการทำงานของพนักงาน จากสาเหตุหลักพบว่าพนักงานในห้องปฏิบัติการมี 2 คน ซึ่งการทำงานของแต่ละคนไม่เหมือนกัน เห็นได้ชัดในขั้นตอนการวิเคราะห์ผล ซึ่งมีข้อผิดพลาดค่อนข้างสูง ดังนั้นหลังจากอบรมพนักงานแล้ว ยังทำการวัดความสามารถของพนักงานโดยใช้เครื่องมือทางสถิติ นั่นคือ เทคนิคการวิเคราะห์ระบบการวัด (MSA) ซึ่งผลที่ได้เปรียบเทียบกับก่อนและหลังปรับปรุง พบว่าจากกราฟ R Chart ไม่พบจุดที่ออก

นอกเส้นควบคุมและลักษณะการกระจายของข้อมูลในกราฟมีความสม่ำเสมอ แสดงว่าระบบวัดสามารถแยกความแตกต่างได้ เมื่อพิจารณาค่า ndc ซึ่งเท่ากับ 10 พบว่ามีความสามารถแยกความแตกต่างของข้อมูลได้ดี และอยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้ (ค่า ndc มากกว่า 5) ซึ่งพิจารณาก่อนปรับปรุงพบว่า $ndc = 3$ และจากข้อมูล %SV หรือ Percent Standard Deviation พบว่า ค่าความผันแปรที่เกิดจากระบบการทดสอบ เท่ากับ 99.09% ส่วนค่าความผันแปรที่เกิดจากระบบวัดเท่ากับ 13.5% ซึ่งตามหลักการของ AIAG 2nd Edition ระบุว่าค่า %SV ที่เกิดจากความผันแปรจากระบบวัดอยู่ในช่วง 10-30% ถือว่ายอมรับได้ ดังนั้น ความสามารถของระบบวัดนี้ถือว่ายอมรับได้ และเมื่อพิจารณาค่า P-Value เท่ากับ 0.147 ซึ่งในการพิจารณาระบบวัดนี้พิจารณาที่ค่า α เท่ากับ 0.10 ดังนั้นระบบวัดนี้สามารถยอมรับได้ รายละเอียดดังรูปที่ 4 และ 5 (Minitab Inc, 2007)



รูปที่ 4 ผลการวิเคราะห์ GR&R ก่อนปรับปรุง



รูปที่ 5 ผลการวิเคราะห์ GR&R หลังปรับปรุง

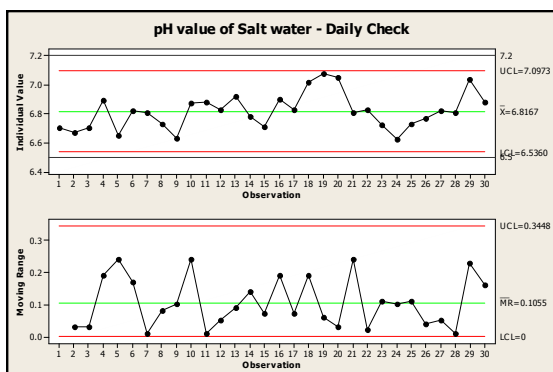
(Minitab Inc, 2007)

4.2 สถานที่และสภาวะแวดล้อม (ข้อกำหนด 5.3)

ห้องปฏิบัติการทดสอบ ABC ได้ทำการปรับปรุงการควบคุมการเข้าออกและผู้มีสิทธิในการเข้าถึงเครื่องมือและบริเวณห้องปฏิบัติการทดสอบเพื่อให้มั่นใจว่าผลการทดสอบจะไม่คลาดเคลื่อน รวมทั้งควบคุมสภาวะการทดสอบให้เป็นไปตามข้อกำหนด เดิมยังไม่มีมีการควบคุมสถานที่และเครื่องมือทดสอบ และมีบันทึกการใช้เครื่องมือ และบันทึกการเข้า-ออกห้องปฏิบัติการทดสอบ เพื่อป้องกันผู้ไม่มีส่วนเกี่ยวข้องเข้ามาในพื้นที่

4.3 วิธีทดสอบและการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี (ข้อกำหนด 5.4) สารเคมี เครื่องมือและวิธีการทดสอบ

ความทนทานต่อการกัดกร่อนของห้องปฏิบัติการในงานวิจัยนี้กำหนดให้ทดสอบตามวิธีมาตรฐาน JIS K 5400 และ JIS Z 2371 ซึ่งเป็นวิธีการที่มีการตีพิมพ์ในมาตรฐานระหว่างประเทศหรือระดับชาติ แต่ขั้นตอนการทดสอบในปัจจุบันบางขั้นตอนยังไม่ได้กำหนดไว้ในขั้นตอนการปฏิบัติงาน ดังนั้นจึงทำการปรับปรุงนอกจากนี้ได้ประยุกต์แผนภูมิควบคุมมาทำการควบคุมพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับการทำงาน ดังรูปที่ 6 ทำให้สามารถควบคุมค่าพารามิเตอร์อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น นอกจากนี้สามารถดูแนวโน้มของพารามิเตอร์และทำการปรับตั้งค่าเพื่อไม่ให้ค่าพารามิเตอร์นั้นออกนอกสเปกที่กำหนดได้ จากรูปที่ 6 ไม่พบจุดที่ออกนอกเส้นควบคุมและการกระจายตัวของกราฟเข้าใกล้ค่ากลาง แสดงว่าการทำงานของเครื่อง SST มีความสม่ำเสมอและเป็นไปตามมาตรฐานกำหนด (pH เท่ากับ 6.5 ถึง 7.2)



รูปที่ 6 แผนภูมิ X-MR Chart ของค่า pH น้ำเกลือหลังทดสอบ (Minitab Inc, 2007)

4.4 เครื่องมือและมาตรฐานอ้างอิง (ข้อกำหนด 5.5)

ทางห้องปฏิบัติการทดสอบจัดทำบันทึกการใช้เครื่องมือคู่มือการใช้งานและบำรุงรักษาเครื่องมือ และมาตรฐานอ้างอิงไว้หน้างานเพื่อความสะดวกในการใช้งาน

4.5 การประกันคุณภาพผลการทดสอบ (ข้อกำหนด 5.9)

4.5.1 การประกันคุณภาพภายในห้องปฏิบัติการทดสอบ เป็นการออกแบบการทดสอบเพื่อให้มั่นใจว่าผลการทดสอบที่ได้แต่ละครั้งมีความใกล้เคียงกันสามารถยอมรับได้ โดยการทดสอบซ้ำ (Replicate Tests) และทำการเปรียบเทียบผลโดยใช้วิธีทางสถิติ Hypothesis (T Test) โดยวิธีการประเมินและผลการประเมินแสดงดังต่อไปนี้

H_0 : ค่าการวัดเฉลี่ยของข้อมูลชุดที่ 1 เท่ากับ ค่าการวัดเฉลี่ยของข้อมูลชุดที่ 2

H_a : ค่าการวัดเฉลี่ยของข้อมูลชุดที่ 1 ไม่เท่ากับ ค่าการวัดเฉลี่ยของข้อมูลชุดที่ 2

โดยใช้ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% โดยใช้โปรแกรม Minitab (Minitab Inc, 2007) ช่วยในการคำนวณผลการคำนวณ แสดงดังนี้

```
Difference = mu (1) - mu (2)
Estimate for difference: -0.0270
95% CI for difference: (-0.1691, 0.1151)
T-Test of difference = 0 (vs not =):
T-Value = -0.40 P-Value = 0.693
```

จากผลการคำนวณ พบว่า ค่า P-value ที่คำนวณได้ เท่ากับ 0.693 แสดงว่าสามารถยอมรับได้ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% หมายถึงข้อมูลชุดที่ 1 และข้อมูลชุดที่ 2 ไม่แตกต่างกัน ดังนั้นผลการทดสอบของเครื่อง SST ในแต่ละครั้งให้ผลการทดสอบแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ

4.5.2 การประกันคุณภาพระหว่างห้องปฏิบัติการ ทั้งนี้เพื่อให้เกิดความมั่นใจว่าผลการทดสอบสามารถยอมรับได้เมื่อเทียบกับห้องปฏิบัติการอื่นที่มีมาตรฐาน โดยทำการเปรียบเทียบผลการทดสอบกับอีก 2 ห้องปฏิบัติการทดสอบ เพื่อไม่ให้เกิดความเอนเอียงทางห้องปฏิบัติการของงานวิจัยนี้เป็นผู้เตรียมชิ้นงานทดสอบและเป็นผู้

วิเคราะห์ผล ทำการหาความสัมพันธ์ของการวิเคราะห์ผลการทดสอบโดยใช้วิธีทางสถิติ ANOVA Test ในการทดสอบ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ผลการทดสอบพบว่าค่า P-Value ที่ได้มีค่าเท่ากับ 0.887 ซึ่งมีค่ามากกว่าค่า α - Value จึงสรุปได้ว่า ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ผลการวิเคราะห์การทดสอบของห้องปฏิบัติการทั้งสามแห่งมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ

5. การควบคุมกระบวนการทดสอบเพื่อป้องกันข้อผิดพลาด

เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดข้อผิดพลาดหรือโอกาสเกิดข้อผิดพลาดน้อยสุด จึงทำการออกแบบระบบควบคุมข้อผิดพลาดไม่ให้เกิดขึ้น โดยในงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้เทคนิคการวิเคราะห์ผลกระทบของข้อบกพร่อง (Failure Mode of Effect Analysis, FMEA) (Kitisak, 2008) มาประยุกต์ใช้เนื่องจากเป็นเทคนิคในการตรวจจับข้อผิดพลาดได้ค่อนข้างละเอียด โดยวิเคราะห์และควบคุมลงไปถึงสาเหตุของข้อผิดพลาดที่แท้จริง สำหรับตารางที่ 3 แสดงคะแนนความรุนแรงของผลกระทบ (Severity, Sev.) ตารางที่ 4 แสดงถึงความสามารถในการตรวจจับข้อผิดพลาด (Detection, Dec.) และตารางที่ 5 แสดงโอกาสในการเกิดข้อผิดพลาด (Occasion, Occ.) (Chrysler LLC., Ford Motor Company, General Motor Corporation, 2008) ได้ถูกออกแบบโดยคณะผู้ทำงาน ทำการร่วมกันออกแบบและทดลองใช้ตารางก่อนทำการอนุมัติใช้งานจริง รายละเอียดแสดงดังนี้

ตารางที่ 3 ระดับคะแนนความรุนแรง(Severity, Sev.)

ผลกระทบ	เกณฑ์ความรุนแรงของผลกระทบ	ระดับ
ผิดต่อกฎหมาย ด้านความปลอดภัย และกฎหมายทั่วไป	ทำให้เกิดอันตรายต่อพนักงาน (เครื่องมือทดสอบ) โดยปราศจากการเตือน	10
	อาจทำให้เกิดอันตรายต่อพนักงาน (เครื่องมือทดสอบ) โดยมีการเตือนทั้งหมดเสียหาย	9
สูงมาก	ข้อบกพร่องมีความร้ายแรงสูงมาก ต้องหยุดทำการทดสอบและใช้เวลาแก้ปัญหาหรือซ่อมเครื่อง SST มากกว่าหรือเท่ากับ 48 ชม.	8
สูง	ข้อบกพร่องมีความร้ายแรงสูงต้องหยุดทำการทดสอบและใช้เวลาแก้ปัญหาหรือซ่อมเครื่อง SST มากกว่าหรือเท่ากับ 24 ชม.	7
ปานกลาง	ชิ้นงานทดสอบได้รับความเสียหายจากกระบวนการทดสอบชิ้น หาสาเหตุและนำกลับมาแก้ไขได้	6
	ข้อบกพร่องมีความร้ายแรงต่ำ สามารถหาสาเหตุและนำกลับมาแก้ไขได้ทันที	5
ปานกลาง	ข้อบกพร่องมีความร้ายแรงต่ำสามารถสังเกตและแก้ไขข้อผิดพลาดได้ขณะทำการทดสอบในกระบวนการนั้นๆ	4
	อาจทำให้เกิดข้อผิดพลาดในการทดสอบน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1%	3
เล็กน้อย	ทำให้กระบวนการทดสอบและการทำการทดสอบติดขัดเพียงเล็กน้อย	2
ไม่มีผลกระทบ	ไม่มีผลกระทบ	1

ตารางที่ 4 ระดับคะแนนของความสามารถในการตรวจจับข้อผิดพลาด (Detection, Dec.)

ความน่าจะเป็นของการ	เกณฑ์ความน่าจะเป็นของการตรวจพบข้อบกพร่อง	ระดับ
เกือบจะตรวจจับไม่ได้	ไม่สามารถตรวจจับข้อบกพร่องและไม่สามารถวิเคราะห์หาสาเหตุของข้อบกพร่องของกระบวนการได้	10
ห่างไกลมาก	โอกาสตรวจพบข้อบกพร่องน้อยกว่า 5% ใช้วิธีการสุ่มตรวจ	9
ห่างไกล	ควบคุมข้อบกพร่องหลังจากการผ่านกระบวนการแต่ละขั้นตอนแล้วด้วยการ visual check ของพนักงานผู้รับผิดชอบ	8
ต่ำมาก	ควบคุมข้อบกพร่องด้วยการตรวจสอบด้วยตาเปล่า 2 ครั้ง จากพนักงานทดสอบ และจากหัวหน้างาน	7
ต่ำ	ควบคุมข้อบกพร่องต่ำ โดยใช้เครื่องมือวัด อ่านค่าการวัดเป็นตัวเลข	6
ปานกลาง	ตรวจสอบโดยการใช้ check sheet และการทำ daily check	5
ค่อนข้างสูง	ควบคุมข้อบกพร่องได้ค่อนข้างสูง ควบคุมข้อบกพร่องโดยการใช้แผนภูมิควบคุม (X-MR Chart)	4
สูง สูงมาก	ควบคุมข้อบกพร่องได้สูง โดยจัดทำเป็นวิธีการทำงานที่เป็นมาตรฐาน	3
	สามารถควบคุมข้อบกพร่องได้สูงมาก เครื่องมือสามารถตั้งค่าการใช้งานให้อยู่ในช่วงการใช้งานได้ หากค่าที่ใช้งานเกินจะมีสัญญาณเตือนให้ทราบทันที	2
เกือบตรวจพบได้ทั้งหมด	สามารถควบคุมข้อบกพร่องได้เกือบทั้งหมด เนื่องจากการออกแบบการทำงานและมีระเบียบการปฏิบัติงานที่ป้องกันความผิดพลาดได้	1

ตารางที่ 5 ระดับคะแนนของโอกาสในการเกิดข้อผิดพลาด (Occurrence, Occ.)

โอกาสในการเกิดข้อบกพร่อง	เกณฑ์อัตราการเกิดข้อบกพร่อง	ระดับ
สูงมาก: เกิดข้อบกพร่องเป็นประจำ	มากกว่า 40%	10
สูง: เกิดข้อบกพร่องบ่อย	35%-39.99%	9
	30%-34.99%	8
	25%-29.99%	7
ปานกลาง: เกิดข้อบกพร่องเป็นครั้งคราว	20%-24.99%	6
	15%-19.99%	5
	10%-14.99%	4
	5%-9.99%	3
ต่ำ: เกิดข้อบกพร่องค่อนข้างน้อย	1%-4.99%	2
	น้อยกว่า 1%	1

ภายหลังจากออกแบบตารางทั้งสามแล้ว ได้ทำการให้คะแนนจากเกณฑ์ที่กำหนดคำนวณค่า RPN (โดย $RPN = S \times O \times D$) และคัดเลือกสาเหตุของปัญหาตามหลักเกณฑ์ของ AIAG 4th edition โดยมีขั้นตอนการพิจารณา ดังนี้

ขั้นตอนแรก พิจารณาที่ค่า Sev จากหลักการของ FMEA 4th edition นั้น สาเหตุของปัญหาที่มีค่า Sev ตั้งแต่ 7 ขึ้นไปจะถูกนำมาพิจารณาก่อนเป็นอันดับแรก เมื่อทำการประเมินพบว่าสาเหตุของปัญหาที่นำมาพิจารณาก่อนได้แก่ ปัญหาผลการทดสอบด้วยเครื่อง SST คลาดเคลื่อน ซึ่งมีระดับความรุนแรงเท่ากับ 8

ขั้นตอนที่สอง นำสาเหตุของข้อบกพร่องที่เหลืออยู่จัดลำดับความสำคัญของสาเหตุของข้อบกพร่อง โดยการใช้กราฟพาเรโตเข้ามาใช้เป็นเครื่องมือในการจัดลำดับความสำคัญ จากนั้นทำการควบคุมข้อผิดพลาด เพื่อให้ค่า RPN ลดลง โดยวิธีที่ทำให้ค่า RPN ลดลง มีดังนี้

- 1) ลดโอกาสในการเกิดข้อผิดพลาด
- 2) เพิ่มความสามารถในการตรวจจับข้อผิดพลาด

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการปรับปรุงดังนี้

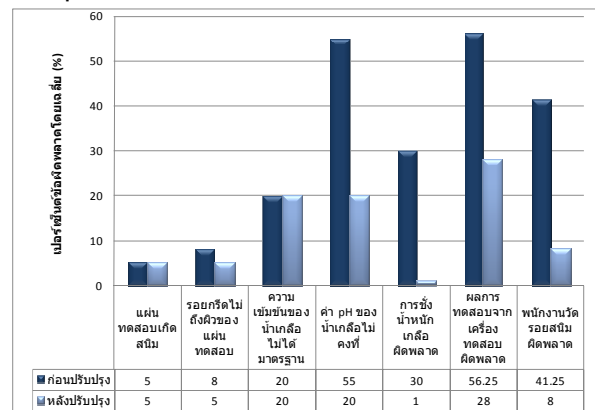
- 1) ปรับปรุงวิธีการทำงานให้ง่ายต่อการปฏิบัติงานมากขึ้นเพื่อลดโอกาสเกิดข้อผิดพลาด เนื่องจากพนักงานไม่ปฏิบัติตาม WI เช่น ลดขั้นตอนการเตรียมน้ำเกลือจากเดิมต้องต้มน้ำใส่ภาชนะแล้วรอให้เย็นลงแล้วค่อยปรับ pH อยู่ในช่วง 6.5-7.2 โดยปัจจุบันให้ปรับ pH อยู่ในช่วง 6.5-7.0 เนื่องจาก

โดยส่วนมาก pH หลังทดสอบจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยประมาณ 0.2 (จากการเก็บข้อมูลโดยใช้ X-MR Chart)

- 2) ทำการขยายสัญญาณเตือนของเครื่อง SST เพื่อป้องกันเครื่องทำงานไม่ต่อเนื่อง เป็นการเพิ่ม Detection เดิมไม่มีการจัดทำ
- 3) เพิ่มบันทึกในการปฏิบัติงาน เพื่อเพิ่ม detection ในแต่ละขั้นตอนการทำงาน

หลังจากทำการควบคุมข้อผิดพลาดแล้ว ทำการประเมิน Sev., Occ., และ Dec. อีกครั้ง แล้วจึงสรุปผลที่ได้รับ

6. สรุปผลการดำเนินงาน



รูปที่ 7 เปอร์เซ็นต์ข้อผิดพลาดก่อนและหลังปรับปรุง

หลังจากดำเนินการปรับปรุงกระบวนการทดสอบ ได้ทำการเก็บข้อมูลข้อผิดพลาดหรือปัญหาที่พบในกระบวนการทดสอบเป็นระยะเวลา 4 เดือน พบว่าการปรับปรุงกระบวนการทดสอบนี้มีประสิทธิภาพ พบว่าจำนวนความผิดพลาดลดลงจากเดิมเฉลี่ยเดือนละ 51% ลดลงเป็นเฉลี่ยเดือนละ 28% โดยสามารถแยกความผิดพลาดตามสาเหตุของปัญหาดังรูปที่ 7

จากการปรับปรุงระบบควบคุมความผิดพลาดในกระบวนการทดสอบตามสาเหตุของปัญหาที่ถูกคัดเลือกมาทำการปรับปรุงนั้น พบว่าค่า RPN หลังจากทำการปรับปรุงลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนทำการปรับปรุงดังตารางที่ 6 เมื่อทำการเปรียบเทียบค่า RPN ก่อนและหลังปรับปรุงพบว่า ก่อนทำการปรับปรุง ค่า PRN อยู่ในช่วง 84-128 เมื่อทำการปรับปรุงระบบควบคุม

ข้อผิดพลาดตามหัวข้อของสาเหตุของปัญหาที่ถูกคัดเลือกพบว่า ค่า RPN ลดลงอยู่ในช่วง 40-105 คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของค่า RPN ที่ลดลงเท่ากับ 59.04% การควบคุมสาเหตุของปัญหบางสาเหตุได้ใช้แนวทางของระบบ ISO/IEC 17025 มาใช้ร่วมด้วย ซึ่งจากการลดลงของค่า RPN สามารถสรุปได้ว่าระบบการควบคุมความผิดพลาดของกระบวนการทดสอบที่ปรับปรุงแล้วสามารถควบคุมปัญหาหรือข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นในกระบวนการได้เป็นอย่างดี

ตารางที่ 6 แสดงค่า RPN ของสาเหตุของปัญหาก่อนและหลังปรับปรุงระบบควบคุม

หัวข้อของสาเหตุของปัญหา	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	RPN ที่ลดลง
1.1) สภาพแวดล้อมของการเก็บแผ่นทดสอบไม่เหมาะสม	128	60	68
1.3) การห่อเก็บชิ้นแผ่นทดสอบและชิ้นงานไม่ดี	96	40	56
3.1) การเตรียมน้ำเกลือซ้ำในแต่ละครั้งเตรียมไม่เท่ากัน	75	60	15
3.2) พนักงานทำการเตรียมและจัดสารเคมีไม่ตรงกับวิธีที่กำหนด	120	45	75
4.1) สารเคมีไม่ได้มาตรฐาน	60	45	15
4.3) อุปกรณ์ในการวัดค่า pH ไม่ได้มาตรฐาน	140	105	35
6.1) เครื่อง SST ทำงานไม่ต่อเนื่อง	280	40	240
6.2) เครื่องทำงานผิดปกติหรืออยู่ในสภาวะไม่พร้อมใช้งาน	160	80	80
6.3) สภาพแวดล้อมไม่เป็นไปตามมาตรฐานกำหนด	320	80	240
6.4) วางชิ้นงานในเครื่อง SST ผิด	72	48	24
6.5) สภาพแวดล้อมของเครื่องมือทดสอบไม่ได้ถูกควบคุม	80	40	40
6.6) เครื่อง SST เสียเป็นเวลานาน	160	36	124
7.1) พนักงานกำหนดจุดวัดต่างกัน	84	48	36

3. เอกสารอ้างอิง

Chrysler LLC., Ford Motor Company, General Motor Corporation (2008). Potential Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) reference manual, Fourth Edition.

Chaowarat Janpradab (2545). The Quality System Improvement in Term of Technique Formetalurgical Testing laboratory for Determination of Mechanical Properties and Chemical Composition of Hotrolled Steel Sheet in Coils (Thesis), Industrial

Engineering, Faculty of Engineering, Chulalongkorn University. (In Thai).

Kitisak Ploypanitcharoen (2007). Principle of Quality Control, Technology Promotion Association (Thailand -Japan), Bangkok. (In Thai)

Kitisak Ploypanitcharoen (2008). Potential Failure Mode and Effect Analysis, Technology Promotion Association (Thailand -Japan), Bangkok. (In Thai).

Industrial Metrology and Testing Service centre (2007). General requirements for the competence of testing and calibration laboratories ISO/IEC 17025 Training document, Thailand Institute of scientific and Technological research, Chaopraya Park Hotel, Bangkok (In Thai)

Minitab Inc. Meet Minitab 15 for window (2007), USA

Pierre Masson(2007). Quality control techniques for routine analysis with liquid chromatography in laboratories, Journal of chromatography A, 1158

Piyawat Ratanasupa (2545). Developing Process Standard for Color Control in Tintedproduct in Paint Manufacturing by FMEA Technique (Thesis), Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Chulalongkorn University.