

<http://journal.rmutp.ac.th/>

การลดของเสียที่เกิดจากการเชื่อมด้วยหุ่นยนต์ในกระบวนการประกอบชิ้นส่วนตัวถังรถชุด-ตัก

อภิชาติ เสมศรี^{1*} อนุชา กาเล็ก¹ และ ธนิตศักดิ์ พุฒิพัฒน์โมษิต²

¹ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก

² คณะโลจิสติกส์และเทคโนโลยีการบิน มหาวิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก

^{1,2} 298 ถนนสรพยาธร แขวงบางนา เขตบางนา กรุงเทพมหานคร 10260

รับบทความ 23 มกราคม 2564 แก้ไขบทความ 2 พฤษภาคม 2565 ตอรับบทความ 28 มิถุนายน 2565

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดของเสียที่เกิดจากการทำงานของหุ่นยนต์เชื่อมในกระบวนการประกอบชิ้นส่วนตัวถัง โดยใช้เครื่องมือควบคุมคุณภาพ 7 อย่าง (7QC Tools) ได้แก่ ใบตรวจสอบ แผนภูมิพาเรโต ผังแสดงเหตุและผล และกราฟ ในการค้นหาสาเหตุและหาแนวทางการปรับปรุงแก้ไข จากการศึกษาพบว่าของเสียมากที่สุดเกิดขึ้นที่กระบวนการประกอบชิ้นส่วนตัวถังด้วยหุ่นยนต์ จากการวิเคราะห์ด้วยผังแสดงเหตุและผล พบว่าปัญหาที่เกิดขึ้นมี 2 ปัจจัย ได้แก่ ปัจจัยที่ 1 เกิดจากหุ่นยนต์ มีสาเหตุที่เกิดจาก หัวเชื่อมสกปรก แนวเชื่อมไม่ตรง และขาดความเที่ยงตรง ในขณะที่เชื่อมและปัจจัยที่ 2 เกิดจากคน มีสาเหตุที่เกิดจากการวางชิ้นงานไม่ตรงตำแหน่ง การแก้ไขปัญหาทางคณะผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดทำคู่มือการบำรุงรักษาหุ่นยนต์แจ้งให้พนักงานได้รับรู้เกี่ยวกับการดูแลบำรุงรักษาเพื่อป้องกันการเกิดปัญหาในส่วนประกอบของหุ่นยนต์ทั้งระบบ และได้จัดทำอุปกรณ์จับยึดสำหรับจับยึดชิ้นงานในการเชื่อม เพื่อแก้ปัญหาในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการเชื่อมด้วยหุ่นยนต์ ผลการวิจัยและการรวบรวมข้อมูลพบว่าข้อมูลก่อนการปรับปรุงในเดือนมิถุนายน-กรกฎาคม พ.ศ. 2563 จำนวนของเสียที่เกิดจากกระบวนการงานเชื่อมจากเดิมคิดเป็นร้อยละ 47.79 เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลหลังจากการปรับปรุงจากการเก็บข้อมูลในเดือน สิงหาคม-กันยายน พ.ศ.2563 จำนวนของเสียลดลงเหลือร้อยละ 12.34 ทำให้เห็นว่าการปรับปรุงในครั้งนี้มีผลทำให้ของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการประกอบชิ้นส่วนตัวถังลดลงถึงร้อยละ 74.18

คำสำคัญ : การลดของเสีย; กระบวนการ; การประกอบชิ้นส่วน; เครื่องมือคุณภาพ 7 QC Tools; หุ่นยนต์งานเชื่อม

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทร: +666 4536 9415, อีเมล: aphichit@southeast.ac.th

<http://journal.rmutp.ac.th/>

Reducing Waste Generated by Welding Robots in the Assembly Process of Backhoe Body Parts

Aphichit Semsri^{1*} Anucha Kalek¹ and Thanitsak Pudtipatkosit²

¹ Faculty of Science and Technology, Southeast Bangkok University

² Faculty of Logistics and Aviation Technology, Southeast Bangkok University

^{1,2} 298 Sanphawut Rd., Bangna, Bangna, Bangkok 10260

Received 23 January 2021; Revised 2 May 2022; Accepted 28 June 2022

Abstract

This research aimed to reduce waste caused by welding robots in the assembly process of backhoe body parts. The researchers used 7QC tools: Check Sheet, Pareto Diagram, Cause-and-Effect Diagram and Graphs, to find out causes and solutions. The study revealed that the greatest amount of waste occurred at the robotic assembly process. When using Cause-and-Effect Diagram to analyze the assembly process, it indicated that the problems were caused by 2 factors: machines and workforce. There are 3 drawbacks of machines: dirty welding head, not straight welding line, and lack of precision while welding. The second factor, people, made mistakes by not being able to place the work pieces at the right spot. To solve the problems, firstly, the research team created a manual for robot maintenance. Secondly, we inform employees how to maintain the machines to prevent problems with the entire robot's components. In addition, we prepared a jig for holding the work pieces while welding to solve problems related to robotic welding. The findings and compilation of data showed that the amount of waste from the welding process collected between June and July 2020 was 47.79%. When comparing data after improvement during August to September 2020, the amount of waste reduced to 12.34%. It was obvious that this improvement reduced the waste generated from robotic welding in the assembly process of backhoe body parts up to 74.18%.

Keywords : Waste Reduction; Process; Assembling Process; 7QC Tools; Welding Robots

** Corresponding Author. Tel.: +666 4536 9415, E-mail Address: aphichit@southeast.ac.th*

1. บทนำ

บริษัทผู้ผลิตที่จะสามารถแข่งขันได้ในตลาดจะต้องมีผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพและมีประสิทธิภาพสูงที่สุดในช่วงศตวรรษที่ผ่านมามีความก้าวหน้าเป็นอย่างมากในกระบวนการผลิต ธุรกิจต่าง ๆ ก็ให้ความสำคัญกับการใช้เทคโนโลยี เพื่อผลิตผลิตภัณฑ์ด้วยต้นทุนที่ต่ำที่สุดในระหว่างกระบวนการผลิตจะมีพารามิเตอร์ต่าง ๆ มากมายที่จำเป็นต้องได้รับการควบคุม เช่น ข้อจำกัดในด้านของเสีย ช่วงหยุดการทำงานของเครื่องประกอบชิ้นส่วนและค่าผลตอบแทนพนักงาน เพื่อให้สามารถผลิตได้ด้วยต้นทุนที่น้อยที่สุด ในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมาในกลุ่มอุตสาหกรรมการผลิตจะมุ่งเน้นกระบวนการที่เป็นอัตโนมัติเพราะผลิตภัณฑ์จะต้องมีคุณภาพที่สูงขึ้นและมีอัตราการผลิตที่สูงขึ้น หนึ่งในกระบวนการอัตโนมัติที่พบบ่อยที่สุดในสายการประกอบชิ้นส่วนคือการเชื่อม หลายบริษัททั่วโลกใช้การเชื่อมด้วยหุ่นยนต์เนื่องจากกระบวนการนี้เป็นแบบอัตโนมัติและมีประสิทธิภาพมากกว่าช่างเชื่อมมืออาชีพ ประโยชน์ที่ได้จากกระบวนการเชื่อมอัตโนมัติ คือ คุณภาพการเชื่อมที่ดีขึ้น ผลผลิตเพิ่มขึ้น การผลิตของเสียลดลง ต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับแรงงานลดลง [1] เพื่อให้แข่งขันกับผู้ค้ารายอื่นๆ ได้จึงจำเป็นที่จะต้องเตรียมพร้อมทั้งสถานการณ์ในอนาคต ผู้ประกอบการจึงมีความจำเป็นที่จะต้องทำผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพเป็นไปตามความต้องการของลูกค้า โดยที่ต้นทุนต้องต่ำแต่ยังคงคุณภาพงานที่สูง สามารถลดเวลาการผลิต เพื่อที่จะส่งมอบสินค้าได้ทันต่อเวลา จึงทำให้ผู้ประกอบการต้องมีการพัฒนาองค์กรให้เป็นอย่างดีต่อเนื่องในทุกๆ ด้าน เพื่อที่จะเพิ่มผลผลิตสร้างความได้เปรียบเหนือคู่แข่งและเพื่อความอยู่รอด [2] โดยปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเพิ่มผลผลิตในงานอุตสาหกรรมอย่างหนึ่งก็คือ ต้นทุนการผลิต [3] ซึ่งผู้ประกอบการจะต้องควบคุมและหาแนวทางในการลดต้นทุนอย่างต่อเนื่องเพื่อให้สามารถแข่งขันได้ในระยะยาว และสำหรับอุตสาหกรรมการผลิตนั้น ของเสียที่

เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตต่าง ๆ จะถือเป็นความสูญเสียเปล่า [4] ซึ่งทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้นโดยไม่จำเป็นและจะส่งผลให้ผลผลิตลดลงด้วย [5]

จากกรณีศึกษาบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนด้านการประกอบชิ้นส่วนตัวถังรถชุด-ตก ในกระบวนการประกอบชิ้นส่วนโดยใช้หุ่นยนต์ในการเชื่อมชิ้นส่วน ซึ่งพบว่าเกิดปัญหาด้านของเสียเป็นจำนวนมาก มีผลทำให้เกิดการสูญเสียด้านเวลาในการซ่อมงาน ด้านกำลังคน รวมถึงเสียค่าใช้จ่ายที่จะจ่ายเพิ่มมากขึ้น เพราะจะต้องมีการแก้ไขปัญหามาจากของเสียที่เกิดขึ้น

จากปัญหาดังที่กล่าวมานี้ ทางผู้วิจัยจึงได้เล็งเห็นความสำคัญของการลดจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการประกอบชิ้นส่วนตัวถังรถชุด-ตก โดยเข้าไปศึกษาปัจจัยสาเหตุต่าง ๆ ที่มีผลทำให้เกิดของเสียขึ้น ได้นำปัญหาของการทำงานในกระบวนการประกอบชิ้นส่วนมาวิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุของปัญหา โดยใช้เครื่องมือ 7 QC Tools นำมาเป็นเครื่องมือในการแก้ไขปัญหา ได้แก่ ไบโตรตรวจสอบ แผนภูมิพาเรโต ผังแสดงเหตุและผล และกราฟ และใช้หลักการ 4 M 1 E คือ คน เครื่องจักร วิธีการ วัตถุดิบ และสิ่งแวดล้อม กำหนดแนวทางวิธีการแก้ไขที่สาเหตุดังกล่าวเพื่อลดจำนวนของเสียที่เกิดขึ้น ทำให้สามารถลดต้นทุนการผลิตลงได้อย่างมีประสิทธิภาพและถือเป็นการเพิ่มผลผลิตและเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันให้กับองค์กร

2. ระเบียบวิธีวิจัย

ผู้วิจัยได้มีการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทำให้สามารถนำแนวทางมาแก้ไขปัญหาของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต โดยใช้เครื่องมือ 7 QC Tools เพื่อนำมาเป็นเครื่องมือในการแก้ไขปัญหา ได้แก่ ไบโตรตรวจสอบ แผนภูมิพาเรโต ผังแสดงเหตุและผล และกราฟ [6], [7] โดยมีขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย 6 ขั้นตอนดังนี้

2.1 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในปี 1988 เมทริกซ์ของหุ่นยนต์ถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมการรถยนต์เพื่อทำการเชื่อมจุดด้านทานบนตัวถังรถยนต์ หลังจากนั้นก็มี การติดตั้งหุ่นยนต์เชื่อมอาร์กมากขึ้นเรื่อย ๆ ทั้งในโรงงานผลิตขนาดใหญ่และขนาดเล็ก หุ่นยนต์เชื่อมถูกใช้ในสองทางของสายการผลิตเป็นสิ่งที่สำคัญในสายการผลิตและเป็นหน่วยแบบสแตนด์อะโลน (หรือระบบการผลิตหุ่นยนต์ที่ยืดหยุ่น) สำหรับการผลิตที่เป็นกลุ่ม ๆ แม้ว่าหุ่นยนต์จะทำงานได้ดีสำหรับงานซ้ำ ๆ ในชิ้นส่วนที่คล้ายคลึงกัน ซึ่งเกี่ยวข้องกับรอยเชื่อมมากกว่าหนึ่งแกนหรือในกรณีการเข้าถึงชิ้นส่วนนั้นทำได้ยาก ผู้ผลิตที่มีการดำเนินการในส่วนงานที่มีการเชื่อมด้วยอัตโนมัติ มีการร้องขอเพื่อเพิ่มความยืดหยุ่นในการประมวลผลชิ้นส่วนต่าง ๆ ด้วยหุ่นยนต์เดียวกัน การสร้างระบบการผลิตหุ่นยนต์ที่มีความยืดหยุ่นเพื่ออำนวยความสะดวกในการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วโดยการเปลี่ยน end-effector ของหุ่นยนต์และปรับเปลี่ยนโปรแกรมหุ่นยนต์ [8] นอกจากนี้ยังมีการใช้หุ่นยนต์ขนถ่ายวัสดุภายในเพื่อจัดตำแหน่งชิ้นส่วนขณะทำการเชื่อมหรือเพื่อโหลดชิ้นส่วนหรือยกเลิกการโหลดชิ้นส่วนในการดำเนินการ เช่น สถานีตรวจสอบ กระบวนการเชื่อมอาร์กโลหะแก๊ส (GMA) เป็นกระบวนการเชื่อมที่มีการรวมตัวกันของโลหะโดยการให้ความร้อนด้วย ส่วนเชื่อมระหว่างอิเล็กโทรดโลหะฟิวเลอร์แบบต่อเนื่อง (วัสดุสิ้นเปลือง) และชิ้นงานอิเล็กโทรดลวดแบบต่อเนื่องซึ่งดึงออกมาจากรีลโดยตัวป้อนลวดอัตโนมัติจากนั้นป้อนผ่านปลายสัมผัสภายใน ไฟเชื่อมจะหลอมละลายโดยกำลังด้านทานภายในและความร้อนที่ถ่ายโอนจากส่วนเชื่อม ความร้อนถูกทำให้เข้มข้นโดยอาร์คเชื่อมจากปลายอิเล็กโทรดหลอมไปยังแอ่งเชื่อมหลอมเหลวและโลหะหลอมเหลวจะถูกถ่ายโอนไปยังแอ่งเชื่อม สระเชื่อมที่เกิดการหลอมเหลวและลวดอิเล็กโทรดจะได้รับการปกป้องจากสารปนเปื้อนในชั้นบรรยากาศโดยก๊าซป้องกันที่ได้จากการผสมต่างๆ [1]

M. P. Mali and K. H. Inamdar [9] ได้ศึกษาผลกระทบรูปแบบตำแหน่งของการเชื่อมและคุณภาพของชิ้นส่วนโลหะรถยนต์ การเชื่อมจุดด้านทานเป็นวิธีที่นิยมและใช้กันมากที่สุดสำหรับการเชื่อมโลหะแผ่นในยานยนต์และการประกอบอุตสาหกรรมอื่น ๆ อีกมากมาย โดยทั่วไปตัวถังจะเชื่อมติดกันด้วยรอยเชื่อมหลายพันจุด หนึ่งในปัจจัยทางเรขาคณิตที่มีผลต่อผลลัพธ์ทางเรขาคณิตขั้นสุดท้ายของการประกอบชิ้นส่วนโลหะคือกระบวนการเชื่อม เมื่อพิจารณาลำดับการเชื่อมที่ใช้เมื่อชิ้นส่วนเชื่อมเข้าด้วยกัน รอยเชื่อมเฉพาะจุดรับประกันความแข็งแรงของรถ แต่ตำแหน่งยังส่งผลกระทบต่อคุณภาพทางเรขาคณิตของส่วนประกอบย่อยและผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้าย ในทางปฏิบัติตำแหน่งของจุดเชื่อมมักเบี่ยงเบนไปจากตำแหน่งเล็กน้อย ด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลการสแกนทางอุตสาหกรรมความเบี่ยงเบนของตำแหน่งรอยเชื่อมคือพวามีขนาดสูงถึง 19 มม. ในบทความนี้จะมีการตรวจสอบอิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงในตำแหน่งของจุดเชื่อมด้วยเกี่ยวกับคุณภาพทางเรขาคณิตโดยการจำลองและวิเคราะห์รูปแบบทางเรขาคณิต

N. Ma et al. [10] ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบจากข้อจำกัดของตำแหน่งอุปกรณ์ในการจับยึดและระยะห่างระหว่างการเสีรูของการเชื่อม โดยทำการศึกษาเชิงปริมาณเกี่ยวกับผลกระทบของข้อจำกัดของอุปกรณ์จับยึดต่อการเสีรูของการเชื่อม การเสีรูของการเชื่อมในแผ่นสี่เหลี่ยมด้วยการเชื่อมด้วยลูกบิดภายใต้สภาวะที่ปราศจากข้อจำกัดและข้อจำกัดของอุปกรณ์จับยึดจะถูกตรวจสอบโดยการทดลอง มีการใช้โปรแกรม FEM ยืดหยุ่น - พลาสติกแบบยืดหยุ่น ความร้อนจะมีการจำลองอุณหภูมิชั่วคราวและการเสีรูที่เกิดขึ้นในการเชื่อม เป็นที่สังเกตว่าการเชื่อมจะมีความผิดเพี้ยนเชิงมุมลดลงอย่างมากตามข้อจำกัดของอุปกรณ์จับยึดและได้รับการยืนยันข้อตกลงที่ตรงระหว่างการจำลองและการทดลอง ข้อจำกัดอุปกรณ์จับยึดสามทิศทางและข้อจำกัดอุปกรณ์จับยึดทิศทางปกติถูก

กำหนดตามประเภทข้อจำกัด ทัวไปในวิศวกรรมเชิงปฏิบัติ สองพารามิเตอร์ a และ b ซึ่งแสดงระยะห่างระหว่างสองอุปกรณ์จับยึดในทิศทางการเชื่อมและระยะห่างจากแนวเชื่อมตามลำดับ ผลของข้อจำกัดอุปกรณ์จับยึดจะมีผลต่อการหดตัวตามแนวยาวและการหดตัวตามแนวขวาง

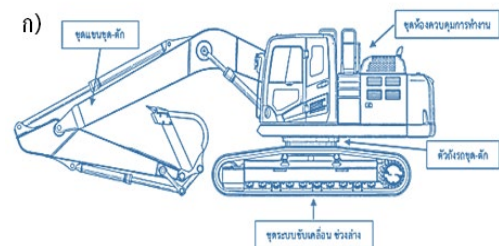
C. Chakrad et al. [11] ได้ศึกษาการลดของเสียในกระบวนการเชื่อมชิ้นส่วนกันสะเทือนรถยนต์(กระบอกใช้คัพ (GT- Welding no.1) ที่มีลักษณะของเสียเกิดเป็นรูพรุน ที่มีสาเหตุเกิดจากฟองอากาศและแนวเชื่อมไม่สม่ำเสมอในขั้นตอนการเชื่อม Cap Side Welding มุ่งเน้นการปรับปรุงวิธีการทำงานของพนักงาน การเปลี่ยนอุปกรณ์ของเครื่องจักรมาเป็นแนวทางที่ช่วยในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น โดยมีเป้าหมายการลดของเสียจากเดิมลง 10 เปอร์เซ็นต์ หรือปริมาณของเสียไม่เกิน 0.1559 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณการผลิตในกระบวนการเชื่อม ผลการปรับปรุงพบของเสียที่เกิดขึ้นเฉลี่ย 70.60 ชิ้นต่อเดือน หรือประมาณ 71 ชิ้นต่อเดือน หรือคิดเป็น 0.1403 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นไปตามขอบเขตของโครงการที่ตั้งไว้

A. Kitsutipong et al. [12] ได้ศึกษาการลดข้อบกพร่องในกระบวนการเชื่อมโครงเบาะรถยนต์ มีวัตถุประสงค์เพื่อลดของเสียให้น้อยกว่า 1,500 PPM โดยใช้เครื่องมือคุณภาพในการดำเนินงานวิเคราะห์และแก้ไขปัญหา พบว่ากระบวนการเชื่อมโครงเบาะเกิดข้อบกพร่องและของเสียเป็นจำนวนมาก การลดข้อบกพร่องในกระบวนการเชื่อมโครงเบาะรถยนต์ของชิ้นงาน Frame Cush LH ในขั้นตอนการปรับปรุงได้มีการจัดทำอุปกรณ์เพิ่มเติมเพื่อช่วยในการผลิต เช่น ติดตั้งท่อลมไล่เศษโลหะ ติดตั้ง Sensor ที่หัว Feed ลวด อบรมวิธีการปฏิบัติงานให้แก่พนักงาน ซึ่งหลังจากการปรับปรุงกระบวนการแล้วได้จัดทำแผนควบคุม (Control Plan) เพื่อควบคุมและรักษามาตรฐานในการปฏิบัติงาน ผลจากการดำเนินการดังกล่าวพบว่าสามารถ

ลดของเสียจาก 3,299 PPM เหลือ 758 PPM ซึ่งสามารถบรรลุตามค่าเป้าหมายที่กำหนดไว้

2.2 ศึกษากระบวนการประกอบชิ้นส่วนตัวถัง

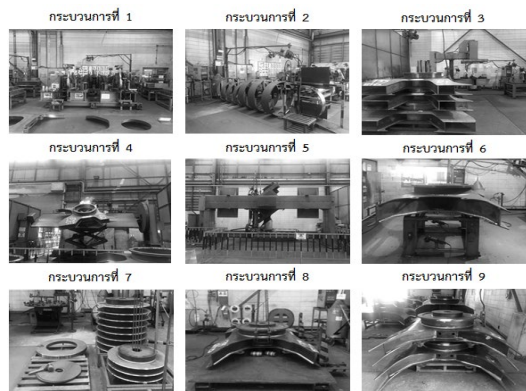
ชิ้นส่วนตัวถังที่ได้นำมาศึกษา เป็นอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่ในรถชุด-ตก มีหน้าที่หลักคือเป็นโครงสร้างรองรับชิ้นส่วนต่าง ๆ ด้านบนชิ้นส่วนตัวถังจะทำหน้าที่รองรับห้องควบคุมและชุดแขนชุด-ตก รวมถึงเป็นจุดหมุนของห้องควบคุม สำหรับด้านล่างจะรองรับอุปกรณ์ของระบบขับเคลื่อน ดังรูปที่ 1 ก) โครงสร้างการรองรับชิ้นส่วนต่างๆ ของตัวถัง ข) ชิ้นส่วนตัวถังรถชุด-ตก



รูปที่ 1 ก) โครงสร้างการรองรับชิ้นส่วนต่างๆ ของตัวถัง
ข) ชิ้นส่วนตัวถังรถชุด-ตก

การศึกษากระบวนการประกอบชิ้นส่วนตัวถังเพื่อหาสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการนำไปสู่การปรับปรุงแก้ไขต่อไป ขั้นตอนกระบวนการประกอบชิ้นส่วนตัวถัง ดังรูปที่ 2 กระบวนการประกอบชิ้นส่วนตัวถัง มีดังนี้

กระบวนการที่ 1 เป็นกระบวนการประกอบชิ้นงานในส่วนต่าง ๆ เข้าด้วยกันโดยการเชื่อมยึดจุดการเชื่อมจะใช้คนในการเชื่อม



รูปที่ 2 ขั้นตอนกระบวนการประกอบชิ้นส่วนตัวถัง

กระบวนการที่ 2 เป็นกระบวนการนำชิ้นงานที่ตัดเป็นวงกลมและทำการเชื่อมประสานเข้าด้วยกัน การเชื่อมจะใช้คนในการเชื่อม

กระบวนการที่ 3 เป็นกระบวนการ turn positioner เมื่อประกอบชิ้นงานเป็นรูป cover body ให้นำส่วนประกอบตัวถังรถยนต์ใส่ใน turn เพื่อทำการเชื่อมอุดส่วนที่เป็นช่องว่างทั้งด้านบนและด้านล่าง การเชื่อมจะใช้คนในการเชื่อม

กระบวนการที่ 4 เป็นกระบวนการเชื่อมประกอบส่วนประกอบตัวถังด้วยหุ่นยนต์เชื่อมชิ้นงานจนสิ้นสุดกระบวนการเชื่อม

กระบวนการที่ 5 เป็นกระบวนการ semi auto welding เป็นขั้นตอนการเชื่อมเก็บงานในส่วนที่หุ่นยนต์ไม่สามารถเชื่อมได้ การเชื่อมจะใช้คนในการเชื่อม

กระบวนการที่ 6 เป็นกระบวนการตกแต่งพื้นผิวงานของแนวเชื่อมทั้งหมดและเป็นกระบวนการในการทำความสะดวกชิ้นงาน

กระบวนการที่ 7 เป็นกระบวนการประกอบชิ้นส่วนคงเหลือที่จะนำมาประกอบเข้ากับตัวถัง

กระบวนการที่ 8 เป็นกระบวนการประกอบชิ้นส่วนตัวถังกับอุปกรณ์ปกคลุม (cover) การเชื่อมจะใช้คนในการเชื่อม

กระบวนการที่ 9 เป็นกระบวนการตรวจสอบคุณภาพของชิ้นงาน

2.3 เก็บข้อมูลของเสียในกระบวนการประกอบชิ้นส่วนตัวถัง

ผู้วิจัยได้รวบรวมเก็บข้อมูลปริมาณการผลิต และจำนวนของเสียที่เกิดขึ้น ก่อนการปรับปรุงในช่วงเดือน มิ.ย.-ก.ค.2563 ได้ผลตามตารางที่ 1 ข้อมูลที่รวบรวมได้จากใบตรวจสอบ บันทึกของเสียในระหว่างช่วงที่มีการทำงานในแต่ละกระบวนการประกอบชิ้นส่วนตัวถัง ยอดการผลิตรวม 408 ชิ้น พบว่าของเสียมีจำนวนเท่ากับ 195 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 47.79

ตารางที่ 1 ข้อมูลปริมาณการผลิตและจำนวนของเสียก่อนการปรับปรุง

เดือน	ปริมาณการผลิต (ชิ้น)	ของเสีย (ชิ้น)	เปอร์เซ็นต์ของเสีย
มิ.ย.	204	97	47.54
ก.ค.	204	98	48.03
รวม	408	195	47.79

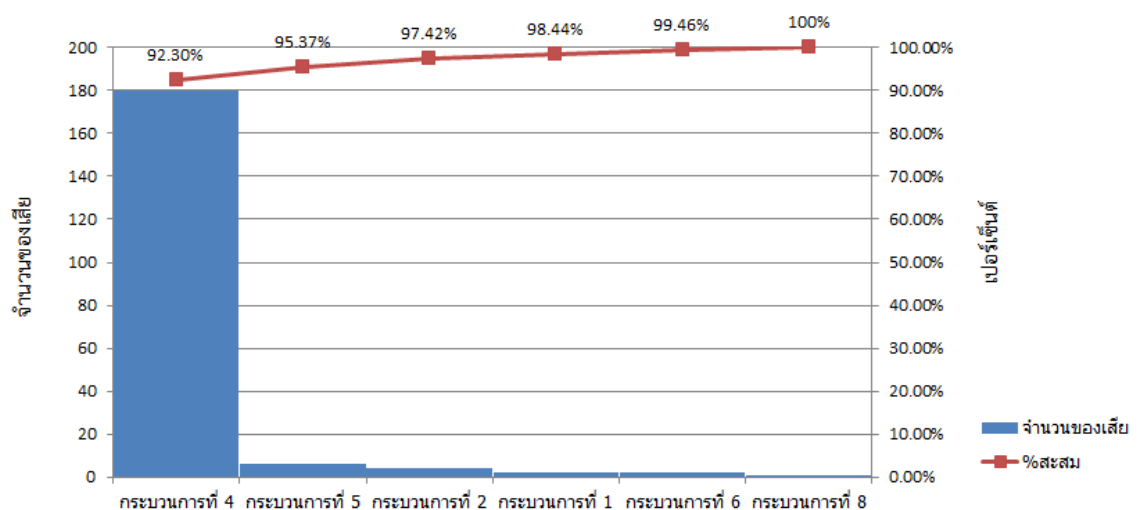
จากกระบวนการประกอบชิ้นส่วนตัวถังมีทั้งหมด 9 กระบวนการ จากการเก็บข้อมูลปริมาณการผลิตรวมทั้งหมด 408 ชิ้น พบว่าของเสียมากที่สุดได้แก่กระบวนการที่ 4 คือกระบวนการเชื่อมประกอบส่วนประกอบตัวถังด้วยหุ่นยนต์มีของเสียเท่ากับ 180 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 92.3 รองลงมา ได้แก่ กระบวนการที่ 5 คือ กระบวนการเชื่อมเก็บงานในส่วนที่หุ่นยนต์เชื่อมไม่สามารถเชื่อมได้ มีของเสียเท่ากับ 6 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 3.07 และกระบวนการที่ 2 กระบวนการเชื่อมประสานส่วนประกอบของชิ้นส่วนเข้าด้วยกันมีของเสียเท่ากับ 4 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 2.05 จากข้อมูลปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น ดังตารางที่ 2 ประเภทของเสียในแต่ละกระบวนการและจำนวนของเสีย ก่อนการปรับปรุง

จากรูปที่ 3 แผนภูมิพาเรโต แสดงให้เห็นถึงของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการที่ 4 คือกระบวนการเชื่อมประกอบส่วนประกอบตัวถังด้วยหุ่นยนต์ มีของเสียมากที่สุดถึงร้อยละ 92.3 จึงเป็นแนวคิดของคณะผู้วิจัยที่จะ

ดำเนินการในส่วนของการลดของเสีย โดยได้ ตัวถังรถชุด-ตักที่มีการเชื่อมด้วยหุ่นยนต์ ซึ่งเป็นปัญหาที่
 ทำการศึกษาปัญหาและสาเหตุในกระบวนการเชื่อมตัว ทำให้เกิดของเสียมากที่สุด

ตารางที่ 2 ประเภทของเสียในแต่ละกระบวนการและจำนวนของเสีย ก่อนการปรับปรุง

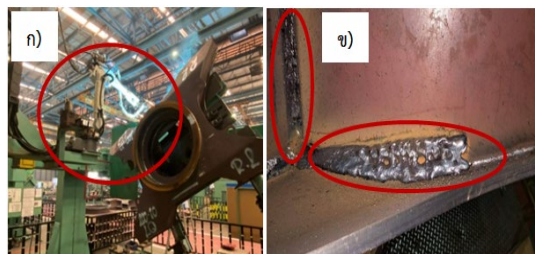
ประเภทของเสียในแต่ละกระบวนการ	จำนวนของเสีย (ชิ้น)	ของเสีย (%)
กระบวนการที่ 1	2	1.02
กระบวนการประกอบชิ้นงานในส่วนต่างๆ (การเชื่อมด้วยคน)		
กระบวนการที่ 2	4	2.05
กระบวนการเชื่อมประสานส่วนประกอบของชิ้นส่วนเข้าด้วยกัน (การเชื่อมด้วยคน)		
กระบวนการที่ 3	0	0
กระบวนการเชื่อมอุดในส่วนที่เป็นช่องว่างทั้งด้านบนและด้านล่าง (การเชื่อมด้วยคน)		
กระบวนการที่ 4	180	92.30
กระบวนการเชื่อมประกอบส่วนประกอบตัวถัง (การเชื่อมด้วยหุ่นยนต์)		
กระบวนการที่ 5	6	3.07
กระบวนการเชื่อมเก็บงานในส่วนที่หุ่นยนต์เชื่อมไม่สามารถเชื่อมได้ (การเชื่อมด้วยคน)		
กระบวนการที่ 6	2	1.02
กระบวนการตกแต่งพื้นผิวงานของแนวเชื่อม และเป็นกระบวนการในการทำความสะอาดชิ้นงาน		
กระบวนการที่ 7	0	0
กระบวนการประกอบชิ้นส่วนคงเหลือที่จะนำมาประกอบเข้ากับตัวถัง(การเชื่อมด้วยคน)		
กระบวนการที่ 8	1	0.51
กระบวนการประกอบชิ้นส่วนตัวถังกับ Cover (การเชื่อมด้วยคน)		
กระบวนการที่ 9	0	0
กระบวนการตรวจสอบคุณภาพของชิ้นงาน		
รวม	195	100



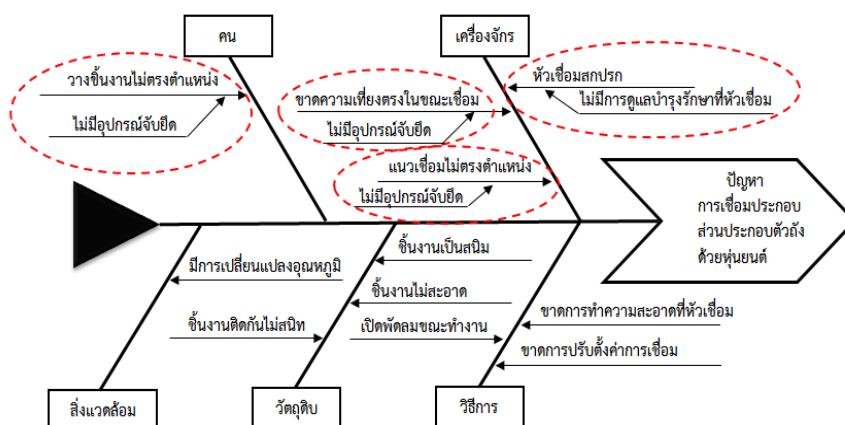
รูปที่ 3 แผนภูมิพาเรโต

2.4 วิเคราะห์ข้อมูลและหาสาเหตุของปัญหาในกระบวนการประกอบชิ้นส่วนตัวถัง

จากแผนภูมิพาเรโต กระบวนการที่ทำให้เกิดของเสียมากที่สุดคือ กระบวนการที่ 4 เป็นกระบวนการเชื่อมประกอบตัวถังด้วยหุ่นยนต์ ลักษณะการทำงานของหุ่นยนต์เชื่อมจะมีการเชื่อมชิ้นส่วนประกอบตัวถังตามลักษณะการเชื่อม ดังรูปที่ 4 ก) การเชื่อมชิ้นส่วนประกอบตัวถังด้วยหุ่นยนต์ ขณะที่ทำการเชื่อมจะมีของเสียที่เกิดขึ้น ข) ของเสียที่เกิดจากกระบวนการเชื่อมของหุ่นยนต์



รูปที่ 4 ก) การเชื่อมส่วนประกอบตัวถังด้วยหุ่นยนต์
ข) ของเสียที่เกิดจากกระบวนการเชื่อมของหุ่นยนต์



รูปที่ 5 แผนภูมิแก๊งปลาวิเคราะห์หาสาเหตุ

ตารางที่ 3 การหาความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล

ลำดับที่	ปัจจัยของปัญหา	การระดมสมอง (Brainstorming)							คะแนนรวม (63 คะแนน)	คิดเป็น เปอร์เซ็นต์
		ผก.ฝ่าย ผลิต	ผก.แผนก	Supervisor	หัวหน้า งาน	พนักงาน	หัวหน้า ควบคุม คุณภาพ	วิศวกรฝ่าย ผลิต		
1	เครื่องจักร									
	- หัวเชื่อมสกปรก	7	7	7	9	7	7	9	53	84.1
	- แนวเชื่อมไม่ตรงตำแหน่ง	7	9	9	9	9	7	9	59	93.65
2	คน									
	- วางชิ้นงานไม่ตรงตำแหน่ง	7	7	7	9	9	5	7	51	80.9
	- ขาดความเที่ยงตรงในขณะเชื่อม	9	9	7	7	7	7	9	55	87.3
3	วิธีการ									
	- ขาดการทำความสะอาดหัวเชื่อม	7	7	5	7	5	5	7	43	68.25
	- ขาดการปรับตั้งค่าการเชื่อม	5	7	7	7	5	7	7	45	71.42
4	วัสดุ									
	- ชิ้นงานเป็นสนิม	5	5	7	7	7	5	7	43	68.25
	- ชิ้นงานไม่สะอาด	5	7	7	7	5	7	7	45	71.42
5	สิ่งแวดล้อม									
	- เปิดพัดลมขณะปฏิบัติงาน	3	3	1	1	1	3	3	15	23.8
	- มีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ	3	3	3	3	1	1	3	17	26.98

ความหมายระดับการให้คะแนน : 9 คะแนน หมายถึง ส่งผลโดยตรงต่อปัญหา 100%, 7 คะแนน หมายถึง ส่งผลโดยตรงต่อปัญหา 80%, 5 คะแนน หมายถึง ส่งผลโดยตรงต่อปัญหา 60%, 3 คะแนน หมายถึง ส่งผลโดยตรงต่อปัญหา 40%, 1 คะแนน หมายถึง ส่งผลโดยตรงต่อปัญหา < 20%

จากปัญหาที่เกิดขึ้นผู้วิจัยจึงได้นำปัญหาของกระบวนการเชื่อมประกอบตัวถังด้วยหุ่นยนต์มาวิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุของปัญหา โดยใช้หลักการ 4 M 1 E คือ คน เครื่องจักร วิธีการ วัสดุ และสิ่งแวดล้อม [13] ดังรูปที่ 5 แสดงแผนภูมิแก๊งปลาเพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุและได้ศึกษากระบวนการประกอบชิ้นส่วนตัวถังตามกระบวนการทำงานเพื่อนำมาวิเคราะห์จากแผนภูมิแก๊งปลาด้วยวิธีการระดมสมองเพื่อหาสาเหตุที่แท้จริงโดยมีการเรียนเชิญผู้ที่เกี่ยวข้องเข้าร่วมประชุมเพื่อระดมความคิดเห็นและได้นำข้อมูลมาวิเคราะห์จากการหาความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลเพื่อวิเคราะห์ถึงระดับความสัมพันธ์ ดังตารางที่ 3 ซึ่งเป็นเทคนิคช่วยในการบ่งชี้สาเหตุของปัญหาที่มีโอกาสเกิดขึ้น สาเหตุหลักที่ส่งผลต่อกระบวนการเชื่อมของหุ่นยนต์มี 2 ปัจจัย ที่มีเปอร์เซ็นต์เกินกว่า 80% ได้แก่ ปัจจัยที่หนึ่ง เป็นปัจจัยของเครื่องจักรที่เกี่ยวกับหุ่นยนต์เชื่อม ที่มีสาเหตุเกิดจาก หัวเชื่อมสกปรก แนวเชื่อมไม่ตรง และขาดความเที่ยงตรงในขณะเชื่อม ปัจจัยที่สอง เป็นปัจจัยที่เกิดจากคน ที่มีสาเหตุเกิดจากการวางชิ้นงานไม่ตรงตำแหน่งด้วยเหตุนี้จึงเลือกเป็นสาเหตุของปัญหานี้มาทำการตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไข [14]

2.5 วางแผนหาแนวทางแก้ไขปัญหาของเสีย

จากการหาความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลพบว่าสาเหตุหลักเกิดจาก หัวเชื่อมสกปรก แนวเชื่อมไม่ตรงตำแหน่ง ขาดความเที่ยงตรงในขณะเชื่อมและวางชิ้นงานไม่ตรงตำแหน่ง ด้วยเหตุผลนี้จึงเลือกเป็นสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นและทำการหาวิธีการปรับปรุงแก้ไขโดยใช้หลักการ ECRS [15] จากตารางที่ 4 ผลจากการศึกษาสามารถสรุปวิธีการปรับปรุงแก้ไขออกเป็น 4 วิธี ได้แก่ 1) การบำรุงรักษาหัวเชื่อมของหุ่นยนต์ 2) สร้างอุปกรณ์จับยึด 3) ตรวจสอบการติดตั้งหุ่นยนต์งานเชื่อม และ 4) ปรับตั้งค่าโปรแกรมควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์

ตารางที่ 4 ข้อมูลของปัญหา สาเหตุและวิธีการปรับปรุงแก้ไข

ปัญหา	สาเหตุ	วิธีปรับปรุงแก้ไข
การเชื่อมประกอบส่วนประกอบตัวถังด้วยหุ่นยนต์	1. หัวเชื่อมสกปรก	- การบำรุงรักษาหัวเชื่อมของหุ่นยนต์
	2. แนวเชื่อมไม่ตรงตำแหน่ง	- ตรวจสอบการติดตั้งหุ่นยนต์งานเชื่อม
		- สร้างอุปกรณ์จับยึด
		- ปรับตั้งค่าโปรแกรมควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์
	3. ขาดความเที่ยงตรง	- สร้างอุปกรณ์จับยึด
		- ปรับตั้งค่าโปรแกรมควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์
	4. วางชิ้นงานไม่ตรงตำแหน่ง	- สร้างอุปกรณ์จับยึด
		- สำหรับจับยึดชิ้นงาน

การกำหนดแนวทางการปรับปรุงแก้ไข ทางผู้วิจัยจะนำเสนอด้วยกัน 2 วิธี ได้แก่ 1) การบำรุงรักษาหัวเชื่อมของหุ่นยนต์ และ 2) สร้างอุปกรณ์จับยึดสำหรับ ข้อ 3) ตรวจสอบการติดตั้งหุ่นยนต์งานเชื่อม (กล่าวในหัวข้อ 2.6.2 การทดสอบการทำงานของหุ่นยนต์งานเชื่อม) และ 4) ปรับตั้งค่าโปรแกรมควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ จะอยู่ในส่วนขั้นตอนของการทดสอบการเชื่อม ผู้วิจัยได้วางแผนการปรับปรุงแก้ไข มีดังนี้

2.5.1 การบำรุงรักษาหัวเชื่อมของหุ่นยนต์

หัวเชื่อมเป็นส่วนประกอบของหุ่นยนต์ที่ทำหน้าที่ในการเชื่อมประสานชิ้นงานให้ติดกัน แต่เนื่องจากการใช้งานอย่างต่อเนื่องมีผลทำให้เกิดสิ่งสกปรกที่เกิดขึ้นกับหัวเชื่อมได้ จึงจำเป็นต้องมีการบำรุงรักษารวมถึงการทำความสะอาดตามช่วงเวลาในการบำรุงรักษาที่ถูกกำหนดไว้ในคู่มือ การบำรุงรักษาในส่วนของอุปกรณ์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ต้องปฏิบัติตามกฎความปลอดภัยที่ผู้ผลิตกำหนดไว้อย่างเข้มงวด รวมถึงการตรวจสอบความสะอาดทั้งภายในและภายนอกหุ่นยนต์ระบบหล่อลื่นกลไก ระบบไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์ การ

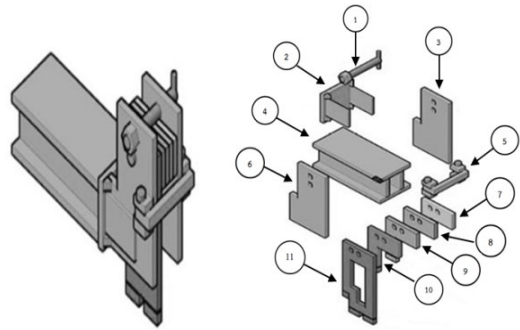
ยึดแน่นของชิ้นส่วนต่าง ๆ ก็จะทำให้หุ่นยนต์อุตสาหกรรมทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีอายุการใช้งานได้ยืนยาวขึ้น คณะผู้วิจัยจึงได้จัดทำแผนการบำรุงรักษาหุ่นยนต์งานเชื่อมไฟฟ้าตามคู่มือเพื่ออธิบายให้พนักงานทุกคนได้รับทราบ ดังตารางที่ 5 การบำรุงรักษาหุ่นยนต์เชื่อมไฟฟ้า [16]

ตารางที่ 5 การบำรุงรักษาหุ่นยนต์เชื่อมไฟฟ้า

ระยะเวลา	หัวข้อ	ลักษณะ
ตรวจสอบ	การตรวจสอบ	การตรวจสอบ
การ ตรวจสอบ ทุกวันโดย พนักงาน	สภาพภายนอก	ความสะอาดของพื้นที่ การทำงานและหุ่นยนต์
	มาร์กต่าง ๆ ที่ติดบนตัว หุ่นยนต์	ไม่หลุดออก
	สายสัญญาณที่ตัวหุ่นยนต์	ไม่หลวม ฉนวนไม่ฉีก ขาด
	อุปกรณ์ชุดหัวเชื่อม	ไม่มีรอยร้าว หรือเสีย รูปทรง
	ตำแหน่งของหัวเชื่อม	ตรงตามตำแหน่งที่ กำหนดไว้
	หัวเชื่อม	ไม่มีสิ่งสกปรกและ สายไฟไม่หลวม
	ชุดป้อนลวดเชื่อม	ไม่มีฝุ่น สภาพตัวป้อนดี
	สายสัญญาณต่าง ๆ และ สายแก๊ส	ไม่รั่ว ไม่หลวม ไม่ฉีก ขาด
ทุก ๆ 3 เดือน	นอตยึดฐานหุ่นยนต์	ไม่คลาย ไม่หลวม
ทุก ๆ 6 เดือน	ข้อต่อสัญญาณหุ่นยนต์	ไม่คลาย ไม่หลวม
ทุก ๆ 1 ปี	สายสัญญาณภายในตัว หุ่นยนต์	สายภายในไม่มีรอยขาด
ทุก ๆ 3 ปี	ห้องเกียร์แกนที่ 1, 2, 3	ตรวจสอบ เปลี่ยน จาระบีใหม่
	ห้องเกียร์แกนที่ 4, 5, 6	ตรวจสอบ เปลี่ยน จาระบีใหม่
	สายพานไทมิ่ง	ตรวจสอบ เปลี่ยนใหม่
	สายสัญญาณภายในตัว หุ่นยนต์	ตรวจสอบฉนวนเปลี่ยน ใหม่
	แบตเตอรี่จ่ายไฟสำหรับ เอ็นโค้ดเดอร์	เปลี่ยนใหม่

2.5.2 การออกแบบอุปกรณ์จับยึด

จากสาเหตุแนวเชื่อมไม่ตรงตำแหน่ง ขาดความเที่ยงตรงในขณะเชื่อมและการวางชิ้นงานไม่ตรงตำแหน่ง คณะผู้วิจัยได้ระดมความคิดกับผู้ที่เกี่ยวข้องจึงมีแนวทางในการแก้ไขปัญหาโดยการออกแบบอุปกรณ์จับยึดให้มีความเที่ยงตรง เพื่อป้องกันกับความผิดพลาดในแนวเชื่อมที่เกิดขึ้น



รูปที่ 6 การออกแบบอุปกรณ์จับยึด

ส่วนประกอบอุปกรณ์จับยึดในการออกแบบครั้งนี้จะครอบคลุมถึงการจับยึดชิ้นงานในการประกอบรุ่นอื่น ๆ อีกด้วย ส่วนประกอบมีดังนี้ 1) สลักล็อก 2) ที่จับยึดสตั๊ปเปอร์ 3) ฝาข้างยึดสตั๊ปเปอร์ R/H 4) แขนจับยึดกับอุปกรณ์จับยึด 5) ที่จับยึดสตั๊ปเปอร์หลัง 6) ฝาข้างยึดสตั๊ปเปอร์ L/H 7) สตั๊ปเปอร์ งานรุ่น SK 130 L 8) สตั๊ปเปอร์ งานรุ่น SK 135 STD 9) สตั๊ปเปอร์ งานรุ่น SK 200 STD 10) สตั๊ปเปอร์ งานรุ่น SK 2500 STD 11) สตั๊ปเปอร์ งานรุ่น SK 300 STD ดังรูปที่ 6 แสดงการออกแบบอุปกรณ์จับยึด

การออกแบบอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานเพื่อทำการประกอบใช้ในการเชื่อมจะทำให้เกิดความคล่องตัวในการทำงาน สะดวกและรวดเร็ว การตรวจสอบคุณภาพของอุปกรณ์จับยึดจะต้องมีความเที่ยงตรงสูง ทั้งขนาดความฉากและความขนานกัน เพื่อช่วยในการทำงานสามารถลดโอกาสความผิดพลาดของการทำงานและสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานให้สูงขึ้น [17]-[19]

วิธีการในการออกแบบอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานสามารถสรุปได้ดังนี้

1. การออกแบบอุปกรณ์จับยึดสามารถทำให้คนใช้มือทั้งสองข้างจับชิ้นงานป้อนและนำออก โดยไม่มีสิ่งกีดขวาง
2. การออกแบบสำหรับจับยึดชิ้นงานเล็กๆ หลายชิ้น ควรออกแบบให้สามารถจับยึดชิ้นงานเดียวได้อย่างรวดเร็ว
3. การออกแบบให้สามารถทำงานได้ครั้งละหลายๆ ชิ้น
4. การออกแบบอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน ควรออกแบบให้ง่ายต่อการใช้งาน
5. การออกแบบต้องคำนึงถึงความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน

2.6 การติดตั้งอุปกรณ์จับยึดเพื่อทดสอบการทำงาน

2.6.1 การติดตั้งอุปกรณ์จับยึด

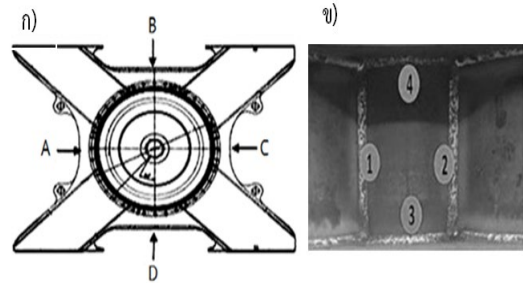
หลังจากการออกแบบและสร้างอุปกรณ์จับยึดเสร็จเรียบร้อยแล้ว ทำการติดตั้งอุปกรณ์จับยึดลงบนแท่นสำหรับวางยึดติดกับชิ้นงาน เพื่อนำมาทดสอบการทำงานของหุ่นยนต์เชื่อม ดังรูปที่ 7



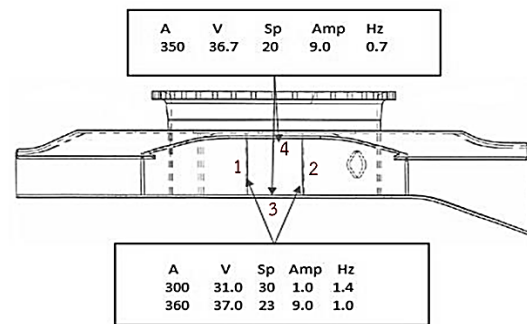
รูปที่ 7 ตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์จับยึดชิ้นส่วนตัวถัง

2.6.2 การทดสอบการทำงานหุ่นยนต์งานเชื่อม

ก่อนการทดสอบ จะมีการกำหนดค่าต่าง ๆ ที่ใช้ในการทดสอบดังนี้



รูปที่ 8 ก) ตำแหน่งแต่ละด้านที่มีการเชื่อมด้วยหุ่นยนต์
ข) จุดการเชื่อมของหุ่นยนต์จำนวน 4 จุด ของแต่ละด้าน



รูปที่ 9 กำหนดเงื่อนไขค่าพลังงานไฟฟ้าในการเชื่อมของหุ่นยนต์เชื่อม

1) ตำแหน่งการเชื่อมต่อของหุ่นยนต์ ในการทดสอบการเชื่อมของหุ่นยนต์จากการปฏิบัติงานจริง จะมีการกำหนดตำแหน่งการเชื่อมออกเป็น 4 ด้าน ประกอบไปด้วยด้าน A, B, C และ D ในแต่ละด้านจะแบ่งการเชื่อมออกเป็น 4 จุด ดังรูปที่ 8 ก) ตำแหน่งแต่ละด้านที่มีการเชื่อมด้วยหุ่นยนต์ ข) จุดการเชื่อมของหุ่นยนต์จำนวน 4 จุด ของแต่ละด้าน

2) การกำหนดเงื่อนไขในการทดสอบด้านพลังงานไฟฟ้าเพื่อใช้ในการเชื่อมของหุ่นยนต์ การเชื่อมจุดที่ 1 และที่ 2 แบ่งการทดสอบออกเป็น 2 เงื่อนไขเพื่อนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกับในด้านของพลังงานไฟฟ้าที่ดีที่สุด เงื่อนไขการทดสอบมีดังนี้ เงื่อนไขที่ 1 A(Ampere) = 300, V(Volt) = 31, Speed = 30mm/s, Amp(Amplitude) = 1 และ Hz = 1.4 เงื่อนไขที่ 2 A(Ampere) = 360, V(Volt) = 37, Speed = 23mm/s, Amp(Amplitude) = 9 และ

Hz = 1 สำหรับการทดสอบจุดที่ 3 และ 4 กำหนดให้ A(Ampere) = 350, V(Volt) = 36.7, Speed = 20mm/s, A(Amplitude) = 9 และ Hz = 0.7 เป็นค่าที่ใช้ในการทดสอบมาตรฐานเดียวกัน ดังรูปที่ 9 การกำหนดเงื่อนไขค่าพลังงานไฟฟ้าในการเชื่อมของหุ่นยนต์เชื่อม

2.6.3 ผลการทดสอบการเชื่อมหลังจากการติดตั้งอุปกรณ์จับยึด

ผลที่ได้จากการทดสอบการเชื่อมของหุ่นยนต์ดังตารางที่ 6 จากการทดสอบจุดที่ 1 และจุดที่ 2 จำนวน

ชิ้นงานที่ทำการทดสอบ รวม 40 ชิ้น ทดสอบ 2 ครั้ง พบว่าเงื่อนไข ที่ 2 A (Ampere) = 360, V(Volt) = 37, Speed = 23 mm/s , Amp (Amplitude) = 9 และ Hz = 1 มีผลที่ทำให้เกิดของเสียน้อยที่สุดคิดเป็นร้อยละ 10 การทดสอบจุดที่ 3 และจุดที่ 4 A (Ampere) = 350, V(Volt) = 36.7, Speed = 20 mm/s, Amp (Amplitude) = 9 และ Hz = 0.7 ของเสียที่เกิดขึ้นคิดเป็นร้อยละ 5 ผลที่ได้จากการทดสอบสรุปได้ว่าการติดตั้งอุปกรณ์จับยึดสามารถช่วยลดของเสียที่เกิดขึ้นได้จริง คณะผู้วิจัยจึงได้นำไปทำการผลิตจริงต่อไป

ตารางที่ 6 ผลการทดสอบการเชื่อมของหุ่นยนต์จากการติดตั้งอุปกรณ์จับยึด

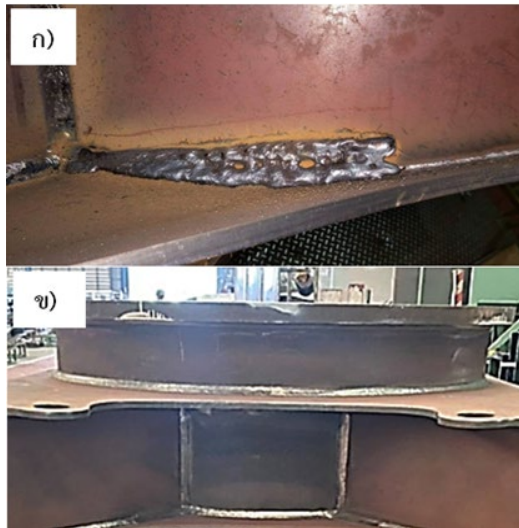
จุดเชื่อมในการทดสอบ	การทดสอบ	จำนวนชิ้นงานทดสอบ (ชิ้น)	ค่ากำหนดพลังงานไฟฟ้าในการเชื่อม					ผลการทดสอบ		
			Current (Ampere)	Potential (Volt)	Speed (mm/s)	Amp (Amplitude)	Frequency (Hz)	จำนวนชิ้นงานผ่านเกณฑ์ (ชิ้น)	จำนวนชิ้นงานไม่ผ่านเกณฑ์ (ชิ้น)	เปอร์เซ็นต์ไม่ผ่านเกณฑ์
จุดที่ 1	ครั้งที่ 1	20	300	31	30	1	1.4	17	3	15%
		20	360	37	23	9	1	18	2	10%
	ครั้งที่ 2	20	300	31	30	1	1.4	17	3	15%
		20	360	37	23	9	1	18	2	10%
จุดที่ 2	ครั้งที่ 1	20	300	31	30	1	1.4	17	3	15%
		20	360	37	23	9	1	18	2	10%
	ครั้งที่ 2	20	300	31	30	1	1.4	17	3	15%
		20	360	37	23	9	1	18	2	10%
จุดที่ 3	ครั้งที่ 1	20	350	36.7	20	9	0.7	19	1	5%
	ครั้งที่ 2	20	350	36.7	20	9	0.7	19	1	5%
จุดที่ 4	ครั้งที่ 1	20	350	36.7	20	9	0.7	19	1	5%
	ครั้งที่ 2	20	350	36.7	20	9	0.7	19	1	5%

2.6.4 การเปรียบเทียบชิ้นงานก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุง

ก่อนการปรับปรุงชิ้นงานที่ผ่านกระบวนการเชื่อมของหุ่นยนต์ พบว่าตำแหน่งรอยเชื่อมที่กำหนดไว้ตั้งแต่เริ่มต้นไม่เป็นไปตามแนวการเชื่อมที่ถูกต้อง หลังจากการวิเคราะห์หาสาเหตุและนำไปสู่การแก้ไข ปัญหาที่เกิดขึ้น พบว่าหลังจากการปรับปรุงกระบวนการเชื่อมของหุ่นยนต์ แนวการเชื่อมจะเป็นไปตามค่าที่

กำหนดไว้ ดังรูปที่ 10 ก) ชิ้นงานก่อนการปรับปรุง ข) ชิ้นงานหลังการปรับปรุง

การตรวจสอบแนวเชื่อมและความเที่ยงตรง หลังจากการปรับปรุง ผู้วิจัยได้นำชิ้นงานไปตรวจสอบด้วยสายตา และทำการทดสอบด้วยสารแทรกซึม (Penetrant Testing – PT) จากการทดสอบไม่พบการแทรกซึมจากแนวการเชื่อม และสภาพรอยเชื่อมทั่วไปจากการเชื่อม เป็นไปตามแนวการเชื่อมที่ถูกต้อง



รูปที่ 10 เปรียบเทียบชิ้นงาน ก) ชิ้นงานก่อนการปรับปรุง ข) ชิ้นงานหลังการปรับปรุง

3. ผลการศึกษา

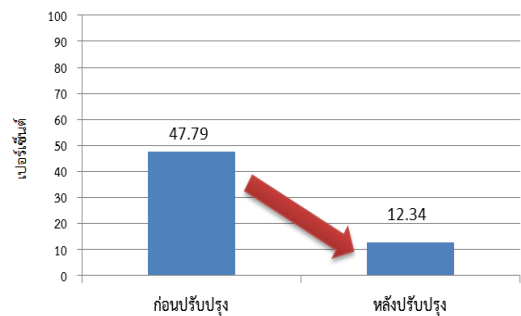
ผลจากการปรับปรุงและแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการที่ 4 เพื่อลดของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการเชื่อมของหุ่นยนต์ ดังตารางที่ 7 พบว่ายอดรวมปริมาณการผลิต 2 เดือน เท่ากับ 397 ชิ้น เปอร์เซ็นต์ของเสียหลังการปรับปรุงเฉลี่ยเท่ากับ 12.34% เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับผลการปรับปรุงก่อนและหลัง จากตารางที่ 8 พบว่าของเสียก่อนการปรับปรุงจากเท่ากับ 47.79 % หลังจากปรับปรุงปริมาณงานเสียเท่ากับ 12.34 % ดังรูปที่ 11 ของเสียที่เกิดจากกระบวนการประกอบชิ้นส่วนตัวถังลดลงร้อยละ 74.18

ตารางที่ 7 ข้อมูลปริมาณการผลิตและจำนวนของเสียหลังการปรับปรุง

เดือน	ปริมาณการผลิต (ชิ้น)	ของเสีย (ชิ้น)	เปอร์เซ็นต์ของเสีย
ส.ค.	197	24	12.00
ก.ย.	200	25	12.69
รวม	397	49	12.34

ตารางที่ 8 เปรียบเทียบจำนวนของเสียก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุง

การปรับปรุง	ปริมาณการผลิต (ชิ้น)	ของเสีย (ชิ้น)	เปอร์เซ็นต์ของเสีย
ก่อนการปรับปรุง	408	195	47.79
หลังการปรับปรุง	397	49	12.34



รูปที่ 11 กราฟเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ของเสียก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุง

4. อภิปรายผลและสรุป

จากการศึกษากระบวนการประกอบชิ้นส่วนตัวถังรถชุดตก โดยใช้เครื่องมือคุณภาพ 7 QC Tools เพื่อนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการแก้ไขปัญหา จากการศึกษาพบว่าของเสียมากที่สุดเกิดขึ้นที่กระบวนการประกอบชิ้นส่วนตัวถังด้วยหุ่นยนต์ จากการวิเคราะห์ด้วยผังแสดงเหตุและผล ปัญหาเกิดจาก 2 ปัจจัย ได้แก่ ปัจจัยที่ 1 เกิดจากหุ่นยนต์ เกิดจากสาเหตุหัวเชื่อมสกปรก แนวเชื่อมไม่ตรง และขาดความเที่ยงตรงในขณะที่เชื่อม ปัจจัยที่ 2 เกิดจากคน เกิดจากสาเหตุการวางชิ้นงานไม่ตรงตำแหน่ง การแก้ไขปัญหาทางคณะผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดทำคู่มือการบำรุงรักษาหุ่นยนต์แจ้งให้พนักงานได้รับรู้เกี่ยวกับการดูแลบำรุงรักษาเพื่อป้องกันการเกิดปัญหาในส่วนประกอบของหุ่นยนต์ทั้งระบบ และได้จัดทำอุปกรณ์จับยึดสำหรับ

จับยึดชิ้นงานในการเชื่อม เพื่อแก้ปัญหาในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการเชื่อมด้วยหุ่นยนต์

ผลการวิจัยและการรวบรวมข้อมูลพบว่าข้อมูลก่อนการปรับปรุงในเดือนมิถุนายน-กรกฎาคม พ.ศ.2563 จำนวนของเสียที่เกิดจากกระบวนการงานเชื่อมจากเดิมคิดเป็นร้อยละ 47.79 เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลหลังจากการปรับปรุงจากการเก็บข้อมูลในเดือนสิงหาคม-กันยายน พ.ศ.2563 จำนวนของเสียลดลงเหลือร้อยละ 12.34 ทำให้เห็นว่าการปรับปรุงในครั้งนี้มีผลทำให้ของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการประกอบชิ้นส่วนตัวถัง ลดลงถึงร้อยละ 74.18

5. เอกสารอ้างอิง

- [1] B. G. Chandankart and V. M. Chapte, "Productivity Improvement in Welding Robot," *International Journal of Current Engineering and Technology*, pp. 251-254, Oct. 2016.
- [2] M. Supawat and P. Jirawat, "Defects Reduction in Metal Parts Production Process," *Kasem Bundit Engineering Journal*, vol. 6, no. 1, pp. 91-106, Jun. 2016.
- [3] C. Khunponkaew, *Productivity Improvement Principle*, 1st ed. Bangkok: Prachachon Publisher. Thailand Productivity Institute, 2001.
- [4] S. Tangphaitoon, *7 Waste Reduction by Kaizen for Production Improvement*, 1st ed. Nonthaburi, 2004.
- [5] R. B. Chase, *Production and Operations Management*, 7th ed. McGraw-Hill, 1995.
- [6] K. Pipatpanyanukul, *Quality Control*, Top Textbook, 2014.
- [7] S. Nataphan, *Quality Control*, SE-ED Textbook, 2008.
- [8] G. S. Hegde, *A textbook on Industrial Robotics*, University Science Press, 2008.
- [9] M. Mali and K. Inamdar, "Effect of Spot Weld Position Variation on Quality of Automobile Sheet Metal Parts," *International Journal of Applied Research in Mechanical Engineering (IJARME)*, vol. 2, pp. 23-27, 2012.
- [10] N. Ma, H. Huang and H. Murakawa, "Effect of jig constraint position and pitch on welding deformation," *Journal of Materials Processing Technology*, vol. 221, pp. 154-162, Jul. 2015.
- [11] C. Chakrad, S. Nattakorn and D. Phattharaphong, "Waste reduction in welding process of automotive suspension," *RMUTL Journal*, vol. 7, no. 1, pp. 28-141, Jun. 2014.
- [12] A. Kitsutipong and P. Akkharapathomphong, "Failure Reduction in welding process for Automotive Seat Frame," *Research and Development Journal*, vol. 23, no. 1, pp. 84-92, 2012.
- [13] K. Ploypanichcharoen, *Principle of Quality Control*, Technology Promotion Association (Thailand-japan), 2007.
- [14] C. Surasak and K. Rapee, "Product quality improvement in plastic injection process by statistical quality control," in *Proceeding of 15th RSU National Graduate Research Conference*, Rangsit Univesity,Thailand, 2020, pp. 2369-2381.

- [15] W. Jirawat, "Waste reduction in a manufacturing process: A Case Study of dadear Ceramics Factory in lampang provide," *RMUTP Research Journal*, vol. 10, no. 2, pp. 43-53, Sep. 2016.
- [16] T.Manop,*Preventative Maintenance Items for Industrial Robots*, Technology promotion Mag, vol. 36, no. 207, pp. 31-34, Nov. 2009.
- [17] T. Poovanart and T. Chark, "The Comparative Study on Operation Processes and Project Management Body of Knowledge: A Case Study on a Jig Production for the Robotic Welding Machine," *EAU HERITAGE Journal Social ScienceandHumanity*,vol.7,no.2,Aug. 2017.
- [18] W. Methong, *Jig and Fixture Design*, Technology Promotion Association (Thailand-japan), 2008.
- [19] K. Onuma, S. Arkhom, J. Ratchanikorn and S. Worlaluck, "Work Instruction Preparation and Jig Construction for Product Inspection in Bracket Production Process Case Study: SPE Enterprise Co., Ltd," *IE Network Conference*, Preparation Summary, Thailand, 2012, pp. 476-484.