

การศึกษาคุณสมบัติงานเชื่อมในผลิตภัณฑ์ซีไลน์เพื่อเพิ่มผลผลิต Study on Welding of C-Line Product to increase productivity

นันทพันธ์ กนกศิริรุจิษา

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธนบุรี

Nunthaphan Kanoksirujisaya

Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Thonburi University

Email: buriphan@hotmail.com

บทคัดย่อ

ของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการรีดเหล็กของผลิตภัณฑ์ซีไลน์ เกิดจากหลายสาเหตุได้แก่ กระบวนการผลิต การปรับแต่งเครื่อง การเปลี่ยนลูกเหล็ก ในกระบวนการนี้เกิดปัญหามากที่สุด ดังนั้นงานวิจัยฉบับนี้เป็นการศึกษากระบวนการทดสอบแรงดึงผลิตภัณฑ์ซีไลน์ และ วิเคราะห์หาวิธีแก้ไขปรับปรุง เพื่อลดปัญหาของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต และเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการปรับปรุงใหม่ ผลการดำเนินโครงการได้ทำการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นโดยใช้เทคนิค และเครื่องมือควบคุมคุณภาพ QC 7 Tool ซึ่งได้วิธีในการแก้ไขปรับปรุง คือ การนำชิ้นงานที่ได้จากการเชื่อมต่อหัวม้วนท้ายม้วนไปทำการทดสอบแรงดึง 645.195 N/mm^2 เพื่อนำข้อมูลการทดสอบแรงดึงที่ได้ไปเทียบกับมาตรฐาน มอก. ผลการดำเนินงานพบว่า การปรับปรุงโดยนำวิธีการการทำงานแบบใหม่มาใช้ ส่งผลให้ ของเสียในกระบวนการเปลี่ยนลูกเหล็ก 0% แล้วสามารถนำชิ้นงานที่ได้จากการเชื่อมต่อมาขายในเป็นผลิตภัณฑ์เกรด B ทั้งนี้การลดความสูญเสียจากการผลิตของเสีย และการแก้ไขงานเสีย ยังสามารถช่วยลดเวลา และ ต้นทุนที่สูญเสียไปโดยเปล่าประโยชน์

คำสำคัญ: ของเสีย, กระบวนการผลิต, แก้ไข, ปรับปรุง

ABSTRACT

Waste of rolled steel C-line production line process affected many processes included production line, tuning machine and replacing steel coils, this process usually occurred. This project aims to study of the tensile test of C-line product to analyze and decrease waste in the production process and increase the value of products. The principle of this project was analyzed problems by using quality control techniques such as QC 7 Tools and improved by picked up a pieces from welded roll up the top part and the end part, then test the tensile 645.195 N/mm^2 strength compared with TIS standard and showed the results to the customer to compare between the two products. The results showed that often the revamp of this process it can decrease waste in production line of 0%, able to sell the product in grade B. The loss of manufacturing waste can decrease the time and useless waste.

Keywords: Waste, Process, Edit, Update.

บทนำ

ซีลายน์ ผลิตจากเครื่องรีดเหล็ก โดยกระบวนการรีดเย็นโดยวัตถุดิบที่นำมาผลิต คือ เหล็กแผ่นรีดเย็นชุบสังกะสี ในรูปแบบม้วน (Hot-dipped Galvanized cold-rolled coil) เหล็กดังกล่าว คือ เหล็ก ที่ผ่านการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน (Hot-dipped Galvanized process) หรือทั่วไปมักเรียกว่าเหล็กชุบกลวไนซ์ โดยเมื่อชุบแล้วได้ชั้นเคลือบสังกะสีที่มีความหนาของชั้นเคลือบประมาณ 65 - 300 ไมครอน ซึ่งวิธีการดังกล่าวจะได้ชั้นเคลือบที่เกาะยึดกับเนื้อเหล็ก ผิวเหล็กที่ผ่านการชุบสังกะสีจะมีลักษณะผิวที่เงางาม คงทนป้องกันสนิมได้เป็นอย่างดี เหมาะที่จะนำมาใช้ผลิตโครงคร่าว ผนัง โดยกระบวนการก่อนการรีดขึ้นรูป จะต้องนำวัตถุดิบมาสลิท ให้ได้ขนาดความกว้างที่ต้องการก่อน แล้วจึงนำเข้าเครื่องรีดเพื่อให้ได้รูปร่างตามต้องการ โดยขั้นตอนการรีดจะดูเหมือนไม่ซับซ้อน เมื่อนำเข้าเครื่องรีด จะได้รูปร่างตามลูกรีดที่ออกแบบไว้ กระบวนการผลิตลูกรีดต่างหากที่มีความซับซ้อน ซึ่งจำเป็นต้องได้รับการออกแบบและคำนวณอย่างดี ก่อนผลิตออกมาเป็นลูกรีด โดยลูกรีดแต่ละช่วงจะทำหน้าที่แปรรูปเหล็กสังกะสี ที่ละขั้นตอน จนได้รูปร่างตามต้องการ

ในปัจจุบันบริษัทตัวอย่างได้เกิดปัญหาในเรื่องของเสียในกระบวนการผลิต ซึ่งเกิดจากหลายสาเหตุ เช่น เกิดในกระบวนการผลิต เกิดจากการปรับแต่งเครื่อง เกิดจากการเปลี่ยนลูกเหล็ก (Coil) ซึ่งเมื่อนำปัญหามาทำการวิเคราะห์แล้ว ของเสียที่พบมากที่สุดคือ ของเสียจากการเปลี่ยนลูกเหล็ก (Coil) ใหม่ นั่นเอง ผลิตภัณฑ์ ซีลาย ของบริษัทตัวอย่าง 1 ม้วน (Coil) สามารถรีด ซีลาย ได้ทั้งหมด ประมาณ 900 เส้น โดยแต่ละเส้นจะมีความยาวเส้นละ 4 เมตร แต่ในกระบวนการรีดแต่ละม้วนเมื่อลูกเหล็กใกล้หมดจะทำให้มีเศษหัว - ท้ายที่เหลื่อมมาจากของแต่ละม้วนจะมีเศษโดยประมาณ 2 เมตร ซึ่งเป็นเศษวัตถุดิบที่ต้องทิ้งซึ่งของเสียที่มีการเก็บข้อมูลต่อเครื่องนั้นก็พบว่า มีของเสียอยู่ที่ประมาณ 30 Kg. ต่อวัน

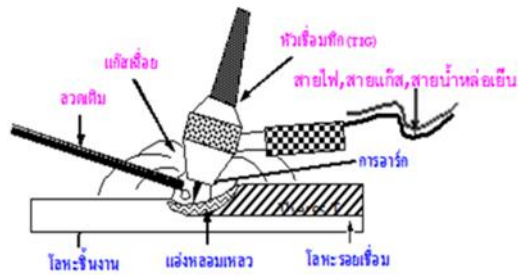
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การเชื่อมที่เกี่ยวข้องกับการผลิตชิ้นงาน [1]

คำว่า TIG เป็นคำซึ่งย่อจาก Tungsten Inert Gas หรือในบางมาตรฐาน ประเทศใช้คำว่า Gas Tungsten Arc Welding (GTAW) การเชื่อมโลหะด้วยวิธี TIG เป็นกรรมวิธีการเชื่อมโลหะที่เกิดขึ้นตั้งแต่ปี ค.ศ. 1935 และนำมาใช้ครั้งแรกในอุตสาหกรรมการบินในราว ค.ศ. 1940 รวมไปถึงในสมัยสงครามโลกครั้งที่ 2 (ค.ศ. 1945) โดยใช้เชื่อมจำพวก แมกนีเซียม อลูมิเนียม และสแตนเลสปัจจุบันการเชื่อมแบบนี้ใช้กันอย่างกว้างขวางในงานอุตสาหกรรมทั่วไปเช่น ใช้เชื่อมแม่พิมพ์ภาชนะบรรจุของเหลว และแก๊สงานประกอบโครงสร้างที่ต้องการความเที่ยงตรงและความแข็งแรงของรอยเชื่อมนอกจากนี้กรรมวิธีการเชื่อม TIG ยังเชื่อมได้ทั้งโลหะประเภทเหล็ก (Ferrous Metals) และโลหะที่ไม่ใช่เหล็ก (Non Ferrous Metal) ซึ่งถือว่าเป็นโลหะพิเศษที่ใช้กระบวนการเชื่อมอื่นๆ ได้ยาก

กรรมวิธีการเชื่อมโลหะแบบทิก (TIG - GTAW)

คือ ความร้อนที่ทำให้โลหะหลอมละลายนั้นเกิดจากการอาร์คระหว่างแท่งทั้งสแตนอิเล็กโทรด (Tungsten Electrode) กับชิ้นงาน แต่ขณะเดียวกันบริเวณที่เกิดการอาร์คจะมีแก๊สเฉื่อย (Inert gas) ปกคลุมบริเวณนั้นเพื่อป้องกันออกซิเจนไนโตรเจนและความชื้นในอากาศเข้ามาพร้อมกับโลหะที่กำลังหลอมละลายซึ่งเรียกว่าเกิดปฏิกิริยาอ็อกซิเดชันจนกระทั่งความร้อนจากการอาร์คหลอมละลายโลหะชิ้นงานในบริเวณดังกล่าวจนเกิดเป็นบ่อหลอมละลาย ดังนั้นเมื่อบ่อหลอมละลายเกิดขึ้นในบริเวณรอยต่อใดๆ ก็จะทำให้ชิ้นงานนั้นหลอมติดกันแต่เนื่องจากแท่งทั้งสแตนอิเล็กโทรดเป็นวัสดุที่ไม่ละลายหรือไม่สิ้นเปลือง (Non Consumable Electrode) จึงจำเป็นต้องเติมเนื้อเข้าไปด้วยโลหะลวดเชื่อม (Filer Metal) ลงไปในบ่อหลอมละลายนั้นด้วย กรณีที่ทำการเชื่อมโลหะบางๆ อาจไม่จำเป็นต้องเติมโลหะลวดเชื่อม (Filer Metal) ก็ได้



รูปที่ 1 แสดงหลักการเชื่อมทิก

ที่มา : <http://www.sstc.ac.th/A.somchai/2.pdf>

ข้อดีของการเชื่อมทิก

1) ไม่ต้องใช้ฟลักซ์ ดังนั้นแนวเชื่อมที่ได้จึงไม่จำเป็นต้องเคาะสแลกออกซึ่งเป็นการตัดปัญหาในเรื่องสแลกฝังในแนวเชื่อมเพราะสแลกที่ฝังอยู่ในแนวเชื่อมจะทำให้แนวเชื่อมไม่แข็งแรงและเกิดการกัดกร่อน ทั้งนี้โดยการใช้แก๊สเฉื่อยทำหน้าที่แทนฟลักซ์สำหรับปกคลุมแนวเชื่อมไม่ให้ออกซิเจนและไนโตรเจนจากบรรยากาศมาทำปฏิกิริยากับแนวเชื่อมหรือโลหะงานขณะหลอมเหลว

2) ส่วนผสมทางเคมีของแนวเชื่อมที่เกิดขึ้นจะมีส่วนผสมเหมือนลวดเชื่อมจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นเนื่องจากแก๊สเฉื่อยที่ปกคลุมแนวเชื่อมจะไม่รวมตัวหรือทำปฏิกิริยากับโลหะ ดังนั้นแนวเชื่อมที่ได้จากกระบวนการเชื่อมทิกจึงแข็งแรงทนต่อการกัดกร่อนและเหนียวกว่าแนวเชื่อมที่ได้จากกระบวนการเชื่อมอื่นๆ

3) สามารถเชื่อมได้ทุกท่าเชื่อม

4) สามารถมองเห็นแนวเชื่อมและบ่อหลอมเหลวได้อย่างชัดเจนเนื่องจากการอาร์คที่เกิดขึ้นสะอาดไม่มีควันและสแลกปกคลุม

5) การเชื่อมทิกให้ความร้อนสูงและเป็นบริเวณแคบจึงไม่ทำความร้อนในงานเชื่อมแผ่กระจายกว้างเกินไปงานจึงมีโอกาสบิดตัวน้อย

6) ไม่มีสะเก็ดเชื่อม (Spatter) เกิดขึ้นที่บริเวณแนวเชื่อมเนื่องจากการเชื่อมทิกไม่มีการส่งผ่านน้ำโลหะลวดเชื่อมข้ามบริเวณอาร์คสู่บ่อหลอมเหลว

7) สามารถเชื่อมต่อโลหะที่มีความหนาแตกต่างกันได้

ข้อเสียของการเชื่อมทิก

1) ความเร็วเชื่อมต่ำ

2) แท่งทั้งสแตนมีความสกปรกได้ง่าย

3) ไม่เหมาะกับการเชื่อมโลหะหนามากเนื่องจากอัตราการเติมลวดเชื่อมต่ำ

4) ต้องการที่กำบังลมในขณะที่เชื่อมเพราะลมจะพัดแก๊สคลุมหนีจากบริเวณอาร์ค

อุปกรณ์เชื่อมทิก

อุปกรณ์สำคัญที่ต้องใช้กับการเชื่อมทิกประกอบด้วยอุปกรณ์ต่อไปนี้

1) เครื่องเชื่อม

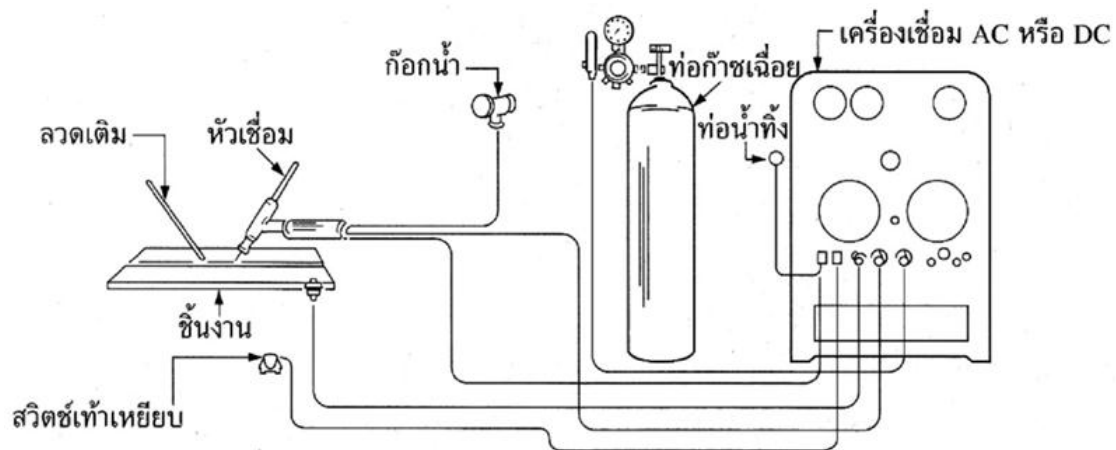
2) แก๊สปกคลุม

3) หัวเชื่อม

4) อิเล็กโทรดทั้งสแตนและลวดเชื่อม

การทดสอบแรงดึง (Tension Test) [2] [3]

วิธีการทดสอบนั้น เราจะนำตัวอย่างที่จะทดสอบมาดึงอย่างช้าๆ แล้วบันทึกค่าของความเค้นและความเครียดที่เกิดขึ้นไว้แล้วมาพล็อตเป็นเส้นโค้ง ขนาดและรูปร่างของชิ้นทดสอบมีต่างๆ กันขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุนั้นๆ มาตรฐานต่างๆ ของการทดสอบ เช่น มาตรฐานของ ASTM (American Society of Testing and Materials), BS (British Standards), JIS (Japanese Industrial Standards)

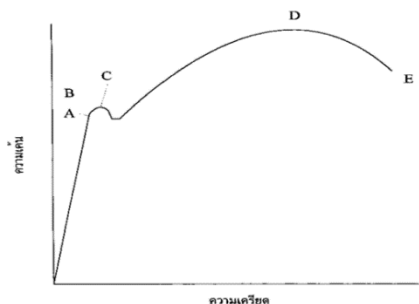


รูปที่ 2 อุปกรณ์การเชื่อมทิก

ที่มา : <http://www.sstc.ac.th/A.somchai/2.pdf>

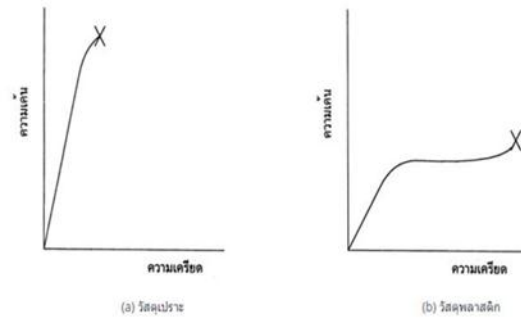
หรือแม้แต่ มอก. (มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมไทย) ได้กำหนดขนาดและรูปร่างของชิ้นทดสอบไว้ ทั้งนี้เพื่อให้ผลของการทดสอบเชื่อถือได้พร้อมกับการกำหนดความเร็วในการเพิ่มแรงกระทำเอาไว้ด้วย

จากการศึกษาเส้นโค้งความเค้น - ความเครียด เรพบว่ เมื่อเราเริ่มดึงชิ้นทดสอบอย่างช้าๆ ชิ้นทดสอบจะค่อยๆ ยืดออก จนถึงจุดจุดหนึ่ง จุด A ซึ่งในช่วงนี้ความสัมพันธ์ระหว่างค่าของความเค้น - ความเครียด จะเป็นสัดส่วนคงที่ ทำให้เราได้กราฟที่เป็นเส้นตรงตามกฎของฮุก (Hook's Law) ซึ่งกล่าวว่าความเค้นเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเครียด จุด A นี้เรียกว่า พิกัดสัดส่วน (Proportional Limit) และภายใต้ค่าพิกัดของสัดส่วนนี้เมื่อวัสดุจะแสดงพฤติกรรมการคืนรูปแบบยืดหยุ่น (Elastic Behavior) นั่นคือเมื่อปล่อยแรงกระทำ ชิ้นทดสอบจะกลับไปมีขนาดเท่าเดิม



รูปที่ 3 เส้นโค้งความเค้น - ความเครียด (Stress - Strain Curve) แบบมีจุดคราก (Yield Point)

เส้นโค้งความเค้น - ความเครียดนั้นนอกจากจะใช้เพื่อบอกถึงค่าความแข็งแรงที่จุดคราก (Yield Strength) ความเค้นสูงสุด และความเค้นประลัย แล้วยังจะใช้บอกค่าต่างๆ ได้อีกดังนี้ คือ



รูปที่ 4 เปรียบเทียบเส้นโค้งความเค้น – ความเครียดของวัสดุเปราะและวัสดุพลาสติก

มักจะใช้บอกเป็นเปอร์เซ็นต์ การยืดตัว (Percentage Elongation) และการลดพื้นที่ภาคตัดขวาง (Reduction of Area) โดยที่

$$\text{เปอร์เซ็นต์การยืดตัว } (\%E1) = \frac{L_f - L_0}{L_0} \times 100\%$$

เมื่อ L_f = ความยาวของเกจหลังจากดึงจนขาด

L_0 = ความยาวของเกจเริ่มต้น

$$\text{การลดพื้นที่ภาคตัดขวาง } (\%R.A.) = \frac{A_0 - A_f}{A_0} \times 100\%$$

เมื่อ A_0 = พื้นที่หน้าตัดก่อนดึง

A_f = พื้นที่หน้าตัดหลังจากดึงขาด

ในทางปฏิบัติเรามักใช้ค่า % El มากกว่าเพราะสะดวกในการวัด ความเหนียวของวัสดุนี้จะเป็นตัวบอกความสามารถในการขึ้นรูปของมัน คือถ้าวัสดุมีความเหนียวดี (% El สูง) ก็สามารถนำไปขึ้นรูป เช่น รีด ตีขึ้นรูป ดึงเป็นลวด ฯลฯ ได้ง่าย แต่ถ้ามีความเหนียวต่ำ (เปราะ) ก็จะนำไปขึ้นรูปยาก หรือทำไม่ได้ เป็นต้น

2) Modulus of Elasticity or Stiffness ภายใต้พิภักัดสัดส่วนซึ่งวัสดุมีพฤติกรรมเป็นอีลาสติก อัตราส่วนระหว่างความเค้นต่อความเครียดจะเท่ากับค่าคงที่ ค่าคงที่นี้เรียกว่า Modulus of Elasticity (E) หรือ Young's Modulus หรือ Stiffness

$$E = \frac{\sigma}{e} = \frac{PL}{A\Delta L}$$

มักมีหน่วยเป็น ksi (1 ksi = 1000 psi) หรือ kgf/mm² หรือ GPa (สังเกตว่าเป็นหน่วยเดียวกับหน่วยของความเค้น) ถ้าแรงที่กระทำเป็นแรงเฉือนเราเรียกค่าคงที่นี้ว่า Shear Modulus หรือ Modulus of Rigidity (G)

$$G = \frac{\tau}{\gamma} = \frac{Ph}{Aa}$$

ค่า E และ G ของวัสดุแต่ละชนิดจะมีค่าเฉลี่ยคงที่ และจะเป็นตัวบอกความสามารถที่จะทำให้คงรูป (Stiffness, Rigidity) ของวัสดุ นั่นคือ ถ้า E และ G มีค่าสูง วัสดุจะเปลี่ยนรูปร่างอย่างอีลาสติกได้น้อย แต่ถ้า E และ G ต่ำ มันก็จะเปลี่ยนรูปร่างอย่างอีลาสติกได้มาก ค่า E และ G นี้มีประโยชน์มากสำหรับงานออกแบบวัสดุที่ต้องรับแรงต่างๆ ตารางที่ 1 จะแสดงตัวอย่างค่า E และ G ของวัสดุ

ตารางที่ 1 ตัวอย่างค่าคงที่ E และ G ของวัสดุชนิดต่างๆ

วัสดุ	Modulus of elasticity 10 ⁶ psi	Shear Modulus 10 ⁶ psi
Aluminums alloy	10.5	4.0
Copper	16.0	6.0
Steel (plain carbon and low alloys)	29.0	11.0
Stainless Steel (18.8)	28.0	9.5
Titanium	17.0	6.5
Tungsten	58.0	22.8

วิธีการศึกษา

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงปฏิบัติการ(Action research) โดยผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเก็บข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์ในการระบุปัญหาและแนวทางการแก้ไขปัญหาทางาน โดยการดำเนินการวิจัยในการปฏิบัติงาน จุดประสงค์ของงานวิจัยนี้คือการลดความสูญเสียเปล่าจากของเสีย

1. การเก็บข้อมูล

การเก็บข้อมูล แบ่งออกเป็น 4 ลักษณะ คือ

1.1 เก็บรวบรวมข้อมูลในกระบวนการผลิตโดยการที่ผู้วิจัยเข้าไปรวบรวมข้อมูลและสอบถามพนักงานหัวหน้าแผนกของบริษัทและเข้าสัมผัสขั้นตอนการทำงานของการผลิตสินค้าดังกล่าวด้วยตัวเอง

1.2 เก็บรวบรวมข้อมูลของเสียที่เกิดขึ้นหลังจากการผลิตโดยการรอดูผลการผลิตและเก็บรวบรวมข้อมูลของเสียที่เกิดขึ้นจากแผนก QC และรวบรวมข้อมูลย้อนหลังและปัจจุบันเพื่อนำมาวิเคราะห์หาสาเหตุและปัญหาที่เกิดขึ้นต่อไป

1.3 ข้อมูลในกระบวนการผลิต ซีลายน

1) การเบิกวัตถุดิบจากคลังวัตถุดิบ

นำเอกสารการเบิก - จ่ายวัตถุดิบไปเบิกลูกเหล็กจากหน่วยงาน คลังวัตถุดิบ

2) การนำลูกเหล็กเข้าเครื่องรีดเมื่อได้วัตถุดิบที่จะรีดแล้ว จะต้องนำลูกเหล็กเข้าเครื่อง Uncoiled แล้วดึงปลายของลูกเหล็ก ผ่านไปยังช่องบังคับหน้าเหล็กท้ายเครื่อง

3) การรีดงานเปิดเครื่องจักร แล้วปล่อยให้แผ่นเหล็กผ่านลูกรีดทุกตัว แล้วทำการวัดขนาดของชิ้นงาน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของงาน

4) การจัดเก็บเมื่อชิ้นงานได้ตามแบบมาตรฐานแล้ว เครื่องจะตัดชิ้นงานให้มีความยาว 4เมตร แล้วชิ้นงานจะมารอที่ท้ายเครื่อง เพื่อให้พนักงานมัดและจัดเก็บ เพื่อรอส่งมอบให้ลูกค้าต่อไป

1.4 เก็บรวบรวมข้อมูลของเสียที่เกิดขึ้นหลังจากการผลิตการเก็บรวบรวมข้อมูลของเสียโดยการประสานงานกับแผนกตรวจสอบ (QC) โดยการจดบันทึกข้อมูลสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ทุกอย่างทั้งของเสียและของดีทั้งน้ำหนักตามมาตรฐานข้อมูลลักษณะของเสียโดยจัดเก็บอยู่ในบันทึกของแผนกตรวจสอบเพื่อนำไปสู่แนวทางการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้

2. วิเคราะห์สาเหตุของปัญหา

เพื่อใช้ในการวิเคราะห์และปรับปรุงการทำงานจำเป็นต้องมีการเก็บข้อมูลต่างๆและการนำข้อมูลเหล่านั้นมาวิเคราะห์เพื่อนำสู่การแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นและการปรับปรุงประสิทธิภาพในการทำงานโดยการเลือกใช้เครื่องมือคุณภาพต่างๆ ในการวิเคราะห์และปรับปรุงดังนี้

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์หาสาเหตุ เมื่อทำการรวบรวมข้อมูลของเสียทั้งหมดและจำนวนรวมถึงสัดส่วนทุกอย่างจากแผนก QC แล้วทำการแสดงผลข้อมูลโดยการนำเครื่องมือมาใช้คือแผนภูมิพาเรโตเพื่อแสดงให้เห็นถึงปัญหาที่เกิดขึ้นจากมากไปหาน้อยและง่ายต่อการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการระดมสมอง
ในขั้นตอนของการระดมความคิดเห็นจึงจำเป็นอย่างยิ่ง ที่ผู้วิจัยจะใช้แผนภูมิแกงปลาในการมาแจกแจงสาเหตุต่างๆ ที่ต้องปรับปรุงเพื่อความชัดเจนต่อการนำไปวิเคราะห์

2.3 วิเคราะห์เลือกสาเหตุที่สามารถแก้ไขได้ก่อน

1) บุคลากรทำการฝึกอบรมพนักงานทุกแผนกเพื่อให้มีความรู้ความสามารถ
2) การตรวจสอบอุปกรณ์ให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานเสมอและการเตรียมวัตถุดิบเกรด A ให้พร้อมใช้งานอยู่เสมอ เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาหลังการผลิตภายหลังเนื่องมาจากอุปกรณ์ไม่พร้อมจึงต้องเลือกใช้ของเกรด B

3) ฝึกอบรมพนักงานเชิงลึกในส่วนของแต่ละแผนกให้มีความรู้ความเข้าใจในตัวอุปกรณ์วัตถุดิบและการปฏิบัติงานอย่างลึกซึ้ง

2.4 สรุปปัญหาที่มาของ ของเสียที่เกิดขึ้นทั้งหมดในการผลิตซีลายนีมีดังต่อไปนี้

- 1) ของเสียที่เกิดจากการเปลี่ยนลูกเหล็ก
- 2) ของเสียที่เกิดจากการเปลี่ยนความหนาเหล็ก
- 3) ของเสียที่เกิดจากการปรับแต่งลูกรีดระหว่างเปลี่ยนลูกเหล็ก
- 4) ของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต

จากตารางที่ 2 จะเห็นได้ว่าของเสียที่เกิดจากการเปลี่ยนลูกเหล็ก มีจำนวนสูงสุดซึ่งเฉลี่ยแล้วจะมีน้ำหนักมากถึง 316.25 Kg. เมื่อนำไปขายเป็นเศษ จะขายได้เพียงในราคา 6บาท/Kg. แต่ถ้านำมาเชื่อมต่อกันแล้วขายในราคาเกรด B จะสามารถขายได้เส้นละ 16 บาท (1 เส้นน้ำหนัก 1 Kg.) ซึ่งหากนำของเสียทั้งหมดมารวมกันก็จะพบว่าของเสียมีปริมาณมากซึ่งบริษัทตัวอย่างนี้มีเครื่องจักรทั้งหมดจำนวน 20 เครื่อง ซึ่งแต่ละเครื่องจะสามารถรีดเหล็กได้เฉพาะบางความหนาเหล็กเท่านั้น เหล็กจะมีความหนาตั้งแต่ 0.45 - 0.55 มม. ดังนั้นของเสียในแต่ละเดือนก็จะมีมากขึ้นเป็นหลักพันกิโล

ตารางที่ 2 ข้อมูลของเสียจากการผลิต ซีลายนี

สาเหตุของของเสีย	จำนวนของเสียที่เก็บข้อมูล (Kg.) (ท.ศ. 2558)					
	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	รวม	เฉลี่ย
เกิดจากการเปลี่ยนลูกเหล็ก	300.00	340.00	325.00	300.00	1,265.00	316.25
เกิดจากการเปลี่ยนความหนา	55.00	46.00	47.00	42.00	190.00	47.50
เกิดจากการปรับแต่งลูกรีด	40.00	43.00	35.00	33.00	151.00	37.75
เกิดขึ้นในกระบวนการ	25.00	17.00	13.00	9.00	64.00	16.00
รวมของเสีย	420.00	446.00	420.00	384.00	1,670	417.5

ตารางที่ 3 การแจกแจงข้อมูลของเสียที่เกิดขึ้น และมูลค่าของเศษจากของเสีย

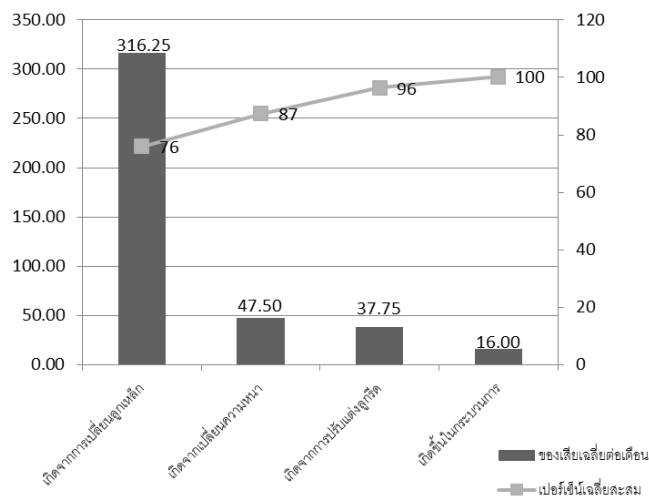
ของเสีย	จำนวน (Kg.)	มูลค่าขายเศษ (บาท)	สินค้าเกรด B
เกิดจากการเปลี่ยนลูกเหล็ก	1,265.00	7,590.00	20,240.00
เกิดจากเปลี่ยนความหนา	190.00	1,140.00	
เกิดจากการปรับแต่งลูกรีด	151.00	906.00	
เกิดขึ้นในกระบวนการ	64.00	384.00	
รวม	1,670.00	10,020.00	

ตารางที่ 4 ข้อมูลของเสียเฉลี่ยสะสมจากการผลิตซีลายน ก่อนการปรับปรุง

ของเสีย	ของเสียเฉลี่ยต่อเดือน (Kg.)	เปอร์เซ็นต์เฉลี่ยต่อเดือน
เกิดจากการเปลี่ยนลูกเหล็ก	316.25	76
เกิดจากเปลี่ยนความหนา	47.50	11
เกิดจากการปรับแต่งลูกรีด	37.75	9
เกิดขึ้นในกระบวนการ	16.00	4
รวม	417.50	100

ตารางที่ 3 ข้อมูลรายงานข้อบกพร่องของการผลิตก่อนการปรับปรุงในเดือนมิถุนายน 2558 ถึงเดือนกันยายน 2558 จากการเก็บข้อมูลต่างๆ จะมีทั้งด้านวิธีการทำงานและข้อมูลบันทึกของเสียข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นโดยการนำข้อมูลจากแผนก QC มาวิเคราะห์และหาแนวทางการแก้ไขโดยเลือกใช้เครื่องมือด้านคุณภาพต่างๆ เพื่อค้นหาแนวทางที่ดีที่สุดในการแก้ไข จึงจำเป็นต้องทำการจำแนกข้อมูลต่างๆที่รวบรวมมาได้และนำข้อมูลเหล่านั้นจัดทำในรูปแบบของแผนภูมิและไดอะแกรมต่างๆซึ่งจำแนกตามกระบวนการของการเกิดปัญหาสามารถแจกแจงรายละเอียดของปัญหาคิดเป็นเปอร์เซ็นต์และเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยสะสมดังตารางที่ 4

จาก ตารางที่ 3 จึงนำข้อมูลจากตารางที่เป็นการทำการหาผลเฉลี่ยสะสมของขั้นตอนกระบวนการผลิต ซีลายน และนำมาวิเคราะห์โดยการใช้เครื่องมือด้านการควบคุมคุณภาพคือการจัดทำแผนภูมิพาเรโตดังภาพที่ 5

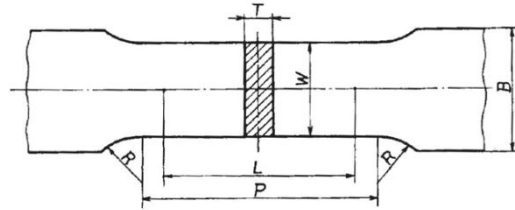


รูปที่ 5 แผนภูมิพาเรโตของปัญหาของเสียที่เกิดขึ้น

3 วัสดุและเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ

3.1 ข้อกำหนดในการทดสอบแรงดึง [4]

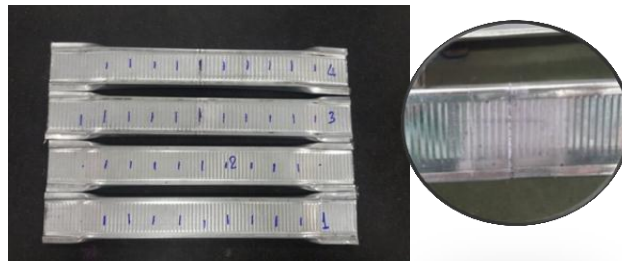
หลังจากกำหนดวัสดุที่จะทำการทดสอบ โดยจะมีวัสดุที่ไม่มีรอยเชื่อมต่อ และวัสดุที่มีรอยเชื่อมต่อ จากนั้นผู้วิจัยจึงนำไปตัดเป็นรูปร่างตามลักษณะชิ้นงานทดสอบตามมาตรฐานของ มอก. ดังแสดงในรูปที่ 6



รูปที่ 6 ชิ้นทดสอบรอยเชื่อมตามมาตรฐาน มอก. 2223 – 2548

3.2 วัสดุที่ใช้ในการทดสอบ

วัสดุที่ใช้ในการทดสอบครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการจัดเตรียมวัสดุที่จะใช้ในการทดลอง โดยเป็นวัสดุเหล็กชุบสังกะสี (SGCC) ความหนาที่ 0.50 มม. อย่างละ 5 ชิ้นงาน ทั้งแบบที่ไม่มีรอยเชื่อมและแบบที่มีรอยเชื่อม ดังแสดงในรูปที่ 7



รูปที่ 7 รูปชิ้นงานที่เตรียมทดสอบแรงดึง

ตารางที่ 5 การตั้งค่าเครื่องเชื่อมเพื่อให้เหมาะกับงานที่เชื่อม

ข้อมูลที่ใช้ในการเชื่อมชิ้นงาน				
ความหนา	ขนาดลวด	กระแสไฟ	อัตรากรไหลของแก๊ส	จำนวนงาน
(mm.)	(mm.)	(A)	(l/min)	ชิ้น
0.50	1.00	29.00	15-20	5.00

ตารางที่ 6 ตารางบันทึกข้อมูลที่ได้จากเครื่องทดสอบแรงดึง

ตารางบันทึกผลค่าความต้านแรงดึง (มอก. 2223 - 2548)					
ชิ้นงานที่	ความหนา	มาตรฐานเหล็ก	แบบไม่เชื่อมต่อ	แบบเชื่อมต่อ	ข้อกำหนด
	(mm.)		N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²
1	0.50	SECC			270
2	0.50	SECC			270
3	0.50	SECC			270
4	0.50	SECC			270
5	0.50	SECC			270
ค่าเฉลี่ย (N/mm ²)					

3.3 การเชื่อมชิ้นงานเพื่อใช้ทดสอบแรงดึง

เงื่อนไขการทดลอง มีตัวแปรทดลองที่ต้องควบคุม และตัวแปรที่ต้องปรับเพื่อหาสภาวะ การเชื่อมที่เหมาะสมที่สุดโดยทางผู้วิจัยใช้เครื่องเชื่อมงานที่เชื่อม

3.4 Universal Testing Machine พร้อมชุดทดสอบแรงดึง [5] [6]

เครื่องมือที่ใช้ทดสอบแรงดึง เรียกว่า เครื่องทดสอบยูนิเวอร์แซล (Universal Testing Machine) เครื่องมือดังกล่าวนี้ จะมีปากสำหรับจับชิ้นตัวอย่างอยู่ 2 ส่วน ส่วนที่ 1 ยึดติดกับแท่นเครื่อง ส่วนที่ 2 ยึดติดกับตัววัดแรง (Load Cell) และสามารถเคลื่อนที่ได้ ในการทดสอบนั้นจะต้องนำชิ้นตัวอย่างที่เตรียม ใส่ระหว่างปากจับทั้งสองข้าง โดยจับที่ส่วนปลายของชิ้นตัวอย่าง แล้วล็อคให้แน่น หลังจากนั้นจึงดึงให้ปากจับส่วนที่ 2 เคลื่อนที่ห่างออกไป โดยปลายอีกข้างหนึ่งของชิ้นตัวอย่าง ยังอยู่กับที่ ชิ้นตัวอย่างที่กำลังยึดออกจะมีแรงต้าน ซึ่งแรงต้านของชิ้นตัวอย่างที่เรียกว่า Falcon ECO ARC 250 ระบบอินเวอร์เตอร์ MOSFET โดยมีเงื่อนไขเบื้องต้นดังตารางที่ 5 นี้ มีผลทำให้ตัววัดแรงสามารถวัดแรงออกมา ได้แรงที่วัดออกมา มีหน่วยเป็นกิโลกรัม (Kg.) หรือ นิวตัน (N) การทดสอบจะต้องดึงชิ้นตัวอย่าง จนขาดออกจากกัน แรงต้านสูงสุดของชิ้นตัวอย่างได้เท่าไร ผลที่ได้จากตัววัดแรงก็จะได้นั้น นั่นก็หมายความว่าชิ้นตัวอย่าง ทนแรงดึงสูงสุดเท่ากับแรงต้าน ของตัวเองที่ทนได้ก่อนขาดจากกัน

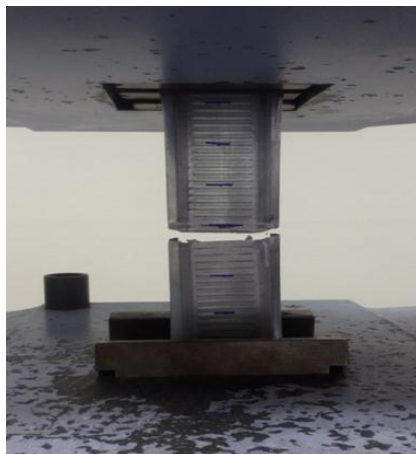
3.4 ผลการวิเคราะห์การทดลอง

หลังจากที่ดำเนินการทดสอบวัสดุโดยทำการเปรียบเทียบค่าความเค้น และความเครียดตามมาตรฐานการทดสอบแรงดึงของชิ้นงาน และการทดสอบรอยเชื่อมตามมาตรฐานมาตรฐานของ ระบบ ASTM (American Society of Testing and Materials), BS (British Standards), JIS (Japanese Industrial Standards) หรือแม้แต่ มอก. (มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมไทย) และโดยหลังการของการปรับเทียบกับวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้หากผลที่ได้ไม่ได้ตามวัตถุประสงค์ให้ทำการทิ้งวัสดุ แต่หากเป็นไปตามวัตถุประสงค์ให้นำข้อมูลที่ได้ไปทำการยืนยันผลการดำเนินงานต่อไป

ผลการศึกษา

สรุปผลการดำเนินงานทั้งหมดโดยเปรียบเทียบอัตราค่าใช้จ่าย ก่อนและหลังการปรับปรุงวิธีการดำเนินงานครั้งนี้ นำเทคนิคการใช้วัสดุ และเทคนิคทางด้านวิศวกรรมอุตสาหการมาใช้ในการปรับปรุงแก้ไข เพื่อทำการลดค่าใช้จ่ายในกระบวนการผลิต โดยหัวข้อที่สรุปผลจะสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของงานที่วิจัยที่ได้กำหนดไว้ สรุปข้อเสนอแนะและปัญหาต่างๆที่พบในงาน เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงในการลดค่าใช้จ่ายในกระบวนการผลิตต่อไป

1 ผลของชิ้นงานตัวอย่าง ซิลายัน แบบเชื่อมต่อและแบบไม่เชื่อมต่อ ที่ได้ทำการทดสอบแรงดึงให้เกิดความเครียดในชิ้นงาน แล้วจะทำการดึงจนชิ้นงานตัวอย่างขาดออกจากกัน เพื่อที่จะหาคุณสมบัติทางกล

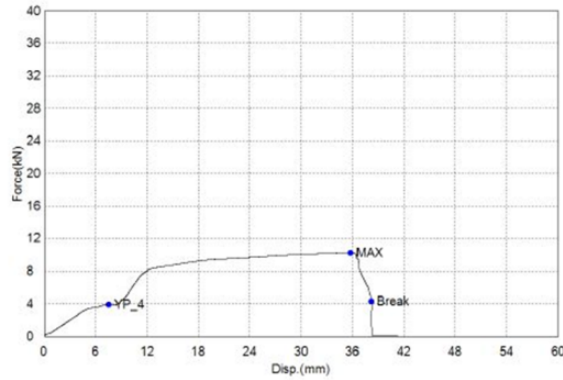


รูปที่ 8 หลังจากดึงชิ้นงาน

Coil ID.	Test-1	Product Name	36.5X0.5
Pipe Grade	-	Lot No.	-
Report	27/04/16	Test	27/04/16
Test Type	Tensile	Speed	15mm/min
Shape	Plate	No of Batches:	1
Qty/Batch:	1		

Name	YP(%YP),Force	Max_Force	Break_Force	Break_Stroke
Parameters	0.1 %	Calc. at Entire Areas	Sensitivity: 10	Sensitivity: 10
Pass/Fail			1 - 100	
Unit	kN	kN	kN	mm
1 - 1	3.90821	10.2633	4.32162	38.2014

Name	Break_Stress	YP(%YP),Stress	Max_Stress	Elongation
Parameters	Sensitivity: 10	0.1 %	Calc. at Entire Areas	
Pass/Fail				
Unit	N/mm2	N/mm2	N/mm2	%
1 - 1	236.801	214.148	562.373	12.0000

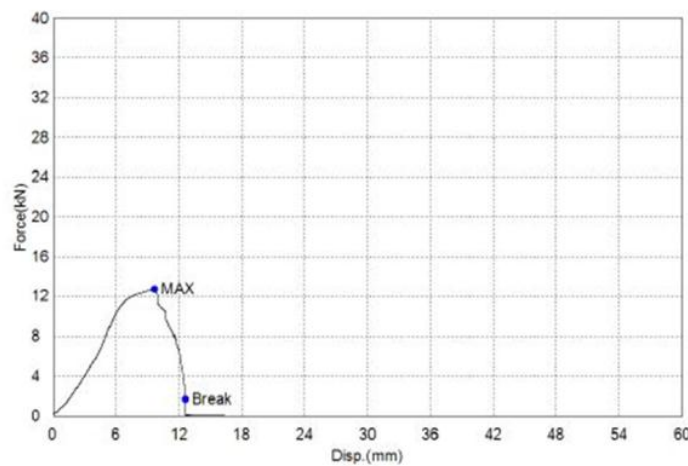


รูปที่ 9 ผลของการทดสอบแรงดึง(ไม่เชื่อม)

Coil ID.	Test-3	Product Name	36.5X0.5
Pipe Grade	-	Lot No.	-
Report	27/04/16	Test	27/04/16
Test Type	Tensile	Speed	15mm/min
Shape	Plate	No of Batches:	1
Qty/Batch:	1		

Name	YP(%YP),Force	Max_Force	Break_Force	Break_Stroke
Parameters	0.1 %	Calc. at Entire Areas	Sensitivity: 10	Sensitivity: 10
Pass/Fail			1 - 100	
Unit	kN	kN	kN	mm
1 - 1	--	12.6999	1.68409	12.5771

Name	Break_Stress	YP(%YP),Stress	Max_Stress	Elongation
Parameters	Sensitivity: 10	0.1 %	Calc. at Entire Areas	
Pass/Fail				
Unit	N/mm2	N/mm2	N/mm2	%
1 - 1	92.2791	--	695.884	4.00000



รูปที่ 10 ผลของการทดสอบแรงดึง(เชื่อมต่อ)

ผลจากการทดลองพบว่า เหล็กที่นำมาทดสอบมีค่าความต้านทานแรงดึงที่เกินค่ามาตรฐานของ มอก. ที่ได้กำหนดไว้ทั้งชิ้นงานแบบเชื่อมและแบบไม่เชื่อม โดยมีค่าต่ำสุด คือ 270 N/mm² แต่ชิ้นงานตัวอย่างที่ได้ทำการทดสอบกลับมีค่าที่ทนต่อการต้านแรงดึงเกินค่าที่ มอก. กำหนด [5] [7]

2 วัดผลและเปรียบเทียบผลกับการปรับปรุงงาน หลังจากได้มีการปรับปรุงในแนวทางที่ทำการดำเนินการโดยการเชื่อมต่อเหล็กหัวม้วน - ท้ายม้วน โดยใช้เครื่องเชื่อมแบบทิก ผู้ท้าววิจัยในเรื่องของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิต ซีลายนพบว่า ในช่วงเดือน ตุลาคม 2558 ถึง มกราคม 2559 มีการเปลี่ยนแปลงไปในด้านที่ดีเยี่ยมอย่างเห็นได้ชัดโดยสามารถแจกแจงรายละเอียดดังตารางที่ 8 ดังนี้

ตารางที่ 7 ข้อมูลที่ได้จากเครื่องทดสอบแรงดึง

ตารางบันทึกผลค่าความต้านแรงดึง (มอก. 2223 - 2548)					
ชั้นงานที่	ความหนา	มาตรฐานเหล็ก	แบบไม่เชื่อมต่อ		ข้อกำหนด
	(mm.)		N/mm ²	N/mm ²	
1	0.50	SECC	562.373	695.884	270
2	0.50	SECC	573.036	597.241	270
3	0.50	SECC	575.416	674.338	270
4	0.50	SECC	581.093	661.433	270
5	0.50	SECC	593.331	597.078	270
ค่าเฉลี่ย (N/mm ²)			577.050	645.195	

ตารางที่ 8 ข้อมูลของเสียจากการผลิต ซีลายน หลังการปรับปรุง (Kg.)

สาเหตุของของเสีย	จำนวนของเสียที่เก็บข้อมูล (ท.ก. 2558)					
	ต.ก.	ท.ย.	ธ.ก.	ม.ก.	รวม	เฉลี่ย
เกิดจากการเปลี่ยนลูกเหล็ก	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
เกิดจากเปลี่ยนความหนา	25.00	28.00	23.00	16.00	92.00	23.00
เกิดจากการปรับแต่งลูกรีด	17.00	9.00	15.00	14.00	55.00	13.75
เกิดขึ้นในกระบวนการ	14.00	10.00	17.00	16.00	57.00	14.25
รวมของเสีย	56.00	47.00	55.00	46.00	204.00	51.00
คิดเป็นเปอร์เซ็นต์	27.45 %	23.04 %	26.96 %	22.55 %	100.00 %	

ตารางที่ 9 ตารางเปรียบเทียบของเสียเฉลี่ยก่อนและหลังการปรับปรุง

ของเสีย	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
เกิดจากการเปลี่ยนลูกเหล็ก	316.25	0.00
เกิดจากเปลี่ยนความหนา	45.5	23.00
เกิดจากการปรับแต่งลูกรีด	88.5	13.75
เกิดขึ้นในกระบวนการ	16	14.25
รวม	466.25	51.00

สรุป

จากการค้นคว้าและรวบรวมข้อมูลจนออกมาเป็นการศึกษา การลดของเสียในกระบวนการผลิตซีลายนซึ่งมีของเสียเป็นจำนวนมากจึงส่งผลให้มีต้นทุนเสียเปล่าอย่างมากและเวลาที่ผลิตก็เสียเปล่าไปด้วย ผู้วิจัยจึงค้นคว้าระดมความคิดร่วมกับพนักงานและบุคลากรภายในองค์กรเพื่อที่จะแก้ไขปัญหาดังกล่าว ซึ่งสามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังต่อไปนี้

1 การศึกษาสาเหตุการเกิดของเสียจากกระบวนการผลิตซีลายนพบว่าสาเหตุของการเกิดของเสียส่วนใหญ่เป็นสาเหตุมาจากการเปลี่ยนลูกเหล็กซึ่งพบว่าเมื่อรีดงานไปจนถึงส่วนท้ายของละแต่ละม้วนของลูกเหล็ก (Coil) แล้วจะพบว่ามีเศษที่ไม่ได้ตามขนาดซึ่งจะมีความยาวไม่ถึง 4 เมตร/เส้น ตามขนาดมาตรฐาน และเมื่อนำม้วนเหล็ก (Coil) ลูกใหม่มาเปลี่ยนก็จะมีเศษหัวม้วนที่ไม่ได้ขนาดเช่นกัน ดังนั้นผู้ทำวิจัย จึงได้นำวิธีการเชื่อมต่อลูกเหล็กในส่วน หัวม้วนและท้ายม้วน โดยวิธีการเชื่อมทิก (Tig)

2 หลังจากการปรับปรุงการลดของเสียในกระบวนการผลิต ซีลายน และแนวทางการแก้ไขซึ่งถึงแม้การแก้ไขจะเป็นการเพิ่มค่าใช้จ่ายบางส่วนแต่ก็สามารถลดของเสียได้ในระดับที่พึงพอใจอย่างมากซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับเดิมที่นำของเสียมาขายเป็นเศษเหล็กซึ่งขายได้ในราคาน้อย แต่เมื่อส่งขายในราคาของเกรด B ซึ่งไม่ได้ทำให้คุณภาพของสินค้าลดน้อยลงจึงเป็นการดีหากนำสินค้าเกรด B สามารถนำไปขายได้ คุณภาพเดียวกันกับสินค้าเกรด A ซึ่งชิ้นงานที่ทำมาจากการเชื่อมต่อหัว - ท้าย ของเสียที่เกิดจากการเปลี่ยนลูกเหล็ก มีจำนวนสูง ซึ่งเฉลี่ยแล้วจะมีน้ำหนักมากถึง 316.25 Kg. เมื่อนำไปขายเป็นเศษ จะขายได้เพียงในราคา 6บาท/Kg. หากคิดเป็นเงินก็จะได้ 1,897.50 บาทต่อเดือน แต่ถ้านำมาเชื่อมต่อกันแล้วขายในราคาเกรด B จะสามารถขายได้เส้นละ 16 บาท (1 เส้นน้ำหนัก 1 Kg.) และคิดเป็นเงินก็จะได้ 5,060 บาทต่อเดือนจะเป็นงานที่ยากแต่หากพัฒนาและค้นหาวิธีการอย่างจริงจังก็สามารถทำได้เช่นกัน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณสถานประกอบการผู้ผลิตและจำหน่ายผลิตภัณฑ์ ซีลายน ตลอดจนบุคลากร ผู้ให้ความอนุเคราะห์ในการให้ทำการศึกษาวิจัย เพื่อเป็นแนวทางการศึกษาต่อทางสาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม

เอกสารอ้างอิง

- [1] เกษมชัย บุญเพ็ญ. (2533). *ทฤษฎีเบื้องต้นเกี่ยวกับการเชื่อม พื้นฐานโลหะแผ่น*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: ประกอบเมโทร.
- [2] จรูญพรหมพิสุทธิ์; และ อำนาง ทองแสน. (2544). *กระบวนการเชื่อม*. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: เอ็มพันธ์.
- [3] เชิดเชล่ง ชิตชวนกิจ, และคณะ. (2524). *การเชื่อมที่เกี่ยวข้องกับการผลิตชิ้นงาน วิศวกรรมการเชื่อม*. กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมความรู้.
- [4] ปริญา พวงนาค. (2535). *การทดสอบแรงดึง (Tension Test)*. สืบค้นเมื่อ 15 มิถุนายน 2559, จาก http://elec.chandra.ac.th/courses/ELEC2101/chaptor_6/tension_test.doc
- [5] วิจิต เลื่อมใส สุรชัย ขจรเดชศักดิ์ และ อุทม สมไสภา. (2554). *การศึกษาและพัฒนาวิธีการทำงานที่มีผลต่อการโค้งงอของบานประตูเตาอบอ่อนจากการเชื่อมแบบมิกซ์*. ปรินญาพันธ์ ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- [6] ประกิจ มารารัมย์. (2538). *คุณสมบัติของวัสดุในงานอุตสาหกรรม*. สืบค้นเมื่อ 22 กรกฎาคม 2559, จาก <https://sites.google.com/site/sutinsorattaworn/khunsmbati-laea-kar-thdsxb-wasdu>
- [7] สมนึก วัฒนศรีกุล. (2545). *การทดสอบวัสดุ เอกสารประกอบการสอน*. มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.