การประชุมวิชาการนวัตกรรมด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยีเพื่อเศรษฐกิจและสังคม ครั้งที่ 2
The 2nd Conference on Innovation Engineering and Technology for Economy and Society
วันที่ 16 ธันวาคม 2561 ณ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต วิทยาเขต ร่มเกล้า

การเชื่อมเหล็กกล้าไร้สนิม 304 ด้วย การเชื่อมอาร์กพลาสมา

PLASMA ARC WELDING OF SUS 304 STAINLESS STEEL

ชาญชัย มุ่งดี[1] อดิศร แสงอรุณ[2]วุฒิศักดิ์ ลายรัตน์[3] ชัยพล ผ่องพลีศาล[4] และ สมภพ ทิมดิษฐ์[5]
คณะวิศวกรรมศาสตร มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต
Chanchai Mungdee[1] Adisorn sangaroon[2] Wuttisak Lairat[3] Chaipol Pongpleesan[4] and Sompop Timdit[5]
Faculty of Engineering Kasembundit University

บทคัดย่อ

การเชื่อมเหล็กกล้าไร้สนิม SUS 304 ด้วยการเชื่อมอาร์กพลาสมา ใช้กระแส 100,110,และ 120 แอมแปร์ อัตราการไหลของแก๊สปกคลุม 8 ลิตรต่อนาที ความเร็วในการป้อนลวด 3 เมตรต่อนาที หลังเชื่อมได้ตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคความแข็งแรงดึง (Tensile Strength) ตามมาตรฐาน ASTM A370-07a ความแข็ง (Hardness) ใช้ภาระกด 100 gf ได้ผลดังนี้ โครงสร้างบริเวณแนวเชื่อม (Weld Metal) และบริเวณที่ได้รับผลกระทบจากความร้อน (HAZ) โครงสร้างเป็นการเรียงตัวแบบเกรนคอลัมนาร์ (Columnar Grains) มีทิศทางการเอียงตัวเข้าหาบ่อหลอมละลาย พื้นที่สีขาวเป็นเดนไดรท์ และพื้นที่สีดำแสดงการแบ่งแยกเดนไดรท์ ขนาดของเดนไดรท์มีการเปลี่ยนแปลงโดยระยะห่างระหว่างแขนเดนไดรท์ทุติยภูมิเพิ่มขึ้นเมื่อเปลี่ยนกระแสเชื่อมจาก 100 แอมแปร์ เป็น 110 แอมแปร์ ด้านสมบัติเชิงกล เมื่อใช้กระแส 100 แอมแปร์ ความแข็งแรงดึงเฉลี่ย 336.98 MPa ความแข็งเฉลี่ย 200.41 HV กระแส 110 แอมแปร์ ความแข็งแรงดึงเฉลี่ย 380 MPa ความแข็ง เฉลี่ย 243.78 HV และ กระแส 120 แอมแปร์ ความแข็งแรงดึงเฉลี่ย 368.53 MPa ความแข็งเฉลี่ย 213.42 HV จะเห็นว่าช่วงที่กระแสที่เพิ่มขึ้นจาก 100 แอมแปร์ ถึง 110 แอมแปร์ ส่งผลให้โครงสร้างจุลภาคของระยะห่างระหว่างแขนเดนไดรท์ทุติยภูมิเพิ่มขึ้น ความแข็งแรงดึงและความแข็งจึงเพิ่มขึ้น แต่ความแข็งแรงดึง ความแข็งจะลดลง เมื่อกระแสเชื่อมเพิ่มขึ้นเป็น 120 แอมแปร์ จะเห็นว่าการเปลี่ยนแปลงกระแสมีผลต่อสมบัติเชิงกลของการเชื่อมเหล็กกล้าไร้สนิมเกรด 304

คำหลัก การเชื่อมอาร์พลาสมา , เหล็กกล้าไร้สนิม 304

Abstract

Welding of stainless steel SUS 304 with plasma arc welding current, use 100 110, and 120 ampere gas flow cover. 8 liters per minute, the wire-feeding speed 3 meters per minute. After welding to check the microstructure tensile strength, hardness, using standard ASTM A370-07a burden press 100 gf. The results are as follows: Heat Affected Zone structural welding (Weld Metal) and the area affected by the heat. The structure is arranged in a Columnar Grains, the direction of tilt toward melting pond area is white the dendrites. And the area of black show discrimination dendrites. The size of South dendrites by changing the distance between the sleeves featured Sprite increased when current from

the secondary change 100 ampere is 110 ampere. The mechanical properties, when using the current 100 ampere, the average tensile strength 336.98 MPa , Average 200.41 HV hardness. The current 110 ampere, the average tensile strength 380 MPa, Average 243.78 HV hardness. The current 120 ampere, the average tensile strength 368.58 MPa, Average 213.42 HV hardness. It is seen that the current range increases from 100 amperes to 110 amperes. As a result, the microstructure of the distance between the secondary mitral arms increased tensile strength and hardness are thus increased but the pull strength Hardness is reduced. When the current is increased to 120 amperes, it can be seen that the change in flow has the effect on the mechanical properties of 304 stainless steel welding.

Keywords: plasma arc welding, 304 stainless steel.

1. บทนำ

ปัจจัยสำคัญประการหนึ่งของการเชื่อมโลหะสองชนิดหรือชนิดเดียวกันคือต้องการให้โลหะชนิดนั้นๆสามารถหลอมรวมติดกันและมีความแข็งแรงทนต่อการกัดกร่อนได้อย่างมีคุณภาพ การพัฒนาเทคโนโลยีทางด้านการเชื่อมเพื่อให้ได้แนวเชื่อมที่ดี มีประสิทธิภาพเหมาะสมกับชนิดของโลหะและการนำไปใช้งาน งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาและทดสอบการเชื่อมอาร์กพลาสมา (Plasma arc welding) กับเหล็กกล้าไร้สนิม 304 (Stainless steel) เพื่อวิจัยแนวเชื่อม ความแข็งแรง สมบัติทางกล ปัจจุบันเหล็กกล้าไร้สนิม 304 ได้ถูกนำมาใช้ในชีวิตประจำวันอย่างมากขึ้นเนื่องจาก เชื่อมได้ดี สามารถดัดและขึ้นรูปได้ เช่น ท่อ , ราวบันได , รั้วบ้าน หรือโครงสร้างที่ต้องการ การทนต่อแรงกัดกร่อน โดยเหล็กกล้าไร้สนิม 304 เหล่านี้จะได้รับการเชื่อม หรือประกอบขึ้นรูปจากร้านค้าของผู้ประกอบการที่ดำเนินธุรกิจเกี่ยวกับการเชื่อมเหล็ก แต่เนื่องจากกระบวนการเชื่อมเหล็กกล้าไร้สนิม 304 มีวิธีการที่ต่างไปจากการเชื่อมเหล็กโดยทั่วไป นอกเหนือจากการเลือกชนิดเกรดของเหล็กกล้าไร้สนิม 304 ให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ในการใช้งานแล้ว กระบวนการเชื่อมเหล็กกล้าไร้สนิม 304 จึงเป็นอีกเรื่องหนึ่งที่ควรพิจารณาและให้ความสำคัญ [1] งานวิจัยการเชื่อมแบบอาร์กพลาสมา เพื่อศึกษาถึงข้อดีและข้อเสีย ประสิทธิภาพ และข้อจำกัดต่างๆรวมทั้งต้นทุน เพื่อเปรียบเทียบกับวิธีการเชื่อมในกระบวนการเชื่อมแบบอื่นๆ การเชื่อมอาร์กพลาสมากระบวนการเชื่อมนี้จะมีลักษณะคล้ายกับกระบวนการเชื่อมทิก (Tig) แต่แตกต่างกันในส่วนของการบีบลำอาร์กให้แคบลง กระบวนการอัดฉีดก๊าซให้เกิดการแตกตัวของก๊าซ หรือเรียกอีกสถานะหนึ่งว่าอาร์กพลาสมา จะสมบูรณ์เมื่อเกิดการอาร์กของอิเล็กโทรดซึ่งจะนำกระแสไฟฟ้าขึ้นในหัวเชื่อม จะเพิ่มพลังงานความร้อน และทำให้อุณหภูมิสูงขึ้นมากกว่ากระบวนการเชื่อมทิก [2]

1.1 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคและสมบัติเชิงกลของกระบวนการเชื่อมท่อเหล็กกล้าไร้สนิม 304 ด้วยกระบวนการเชื่อมพลาสมาตามมาตรฐาน ANSI/AWS D10.4M/D10.4:199X

2. ทฤษฎี

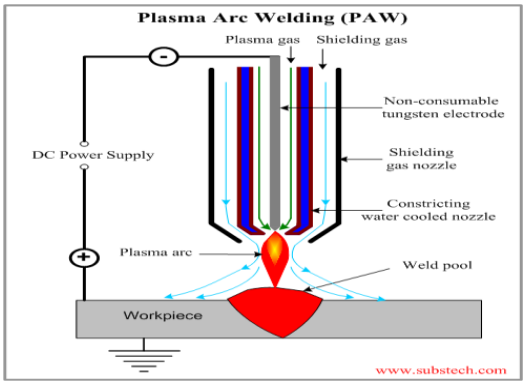
2.1 การเชื่อมอาร์กพลาสมา (Plasma arc welding)

การเชื่อมอาร์กพลาสมาหรือที่เรียกว่ากระบวนการ PTA (Plasma Transferred Arc) เป็นกระบวนการเคลือบด้วยความร้อน ซึ่งถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมโดยเฉพาะอย่างยิ่งในชั้นป้องกันการสึกหรอและการกัดกร่อน การประยุกต์การเชื่อมอาร์กพลาสมาใช้ในการผลิตอุปกรณ์การทำเหมือง รูป

ขวด บ่าวาล์ว และการซ่อมแซมสกรูอัดรีดหรือเครื่องยนต์อากาศยาน คุณลักษณะพิเศษสำหรับกระบวนการ PTA คืออาร์กควบคุมที่แยกออกจากกันแบบแยกเดี่ยวในการเชื่อมอาร์กพลาสมา การอาร์กนำร่องจะเผาไหม้ระหว่างขั้วทังสเตนที่หลอมละลายและหัวปืนพลาสมา ดังนั้นจึงสามารถเร่งก๊าซพลาสมาได้ (ส่วนใหญ่เป็นอาร์กอนหรือฮีเลียม) ซึ่งทำให้เกิดประกายไฟของอาร์กหลักซึ่งเผาไหม้ระหว่างขั้วและชิ้นงาน ชิ้นงานจะหลอมละลาย [3]

2.2 หลักการเชื่อมอาร์คพลาสมา

หลักการเชื่อมอาร์คพลาสมา (PAW) เป็นประเภทหนึ่งของการเชื่อมอาร์ค เป็นวิธีการเชื่อมสเตนเลสโดยใช้ความร้อนที่เกิดจากการอาร์คระหว่างลวดทังสเตนกับชิ้นงาน อาศัยกระบวนการอัดฉีดแก๊สให้เกิดการแตกตัวอย่างสมบูรณ์ระหว่างการอาร์คของอิเลคโทรด ซึ่งจะช่วยนำกระแสไฟฟ้าขึ้นหัวเชื่อมได้ดี ทำให้พลังงานความร้อนเพิ่มสูงขึ้น



รูปที่ 1 แสดงหลักการเชื่อมอาร์คพลาสมา

การเชื่อมอาร์คพลาสมา ความร้อนประกอบด้วยอิเล็กตรอนไอออนและอนุภาคที่เป็นกลางภายใต้อุณหภูมิสูง และอาจมีความเคลื่อนไหวรุนแรง โมเลกุลบางส่วนจะถูกแยกออกและเกิดเป็นอะตอมไอออนไนซ์ ในระหว่างชนกับพื้นผิวชิ้นงาน เหล่านี้จะขึ้นอยู่กับการทำงาน [3]

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

โครงการวิจัยเรื่อง [4] การศึกษาตัวแปรการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สปกคลุมต่อสมบัติของรอยต่อท่อต่างชนิดระหว่างเหล็กกล้าไรสนิม AISI304L/AISI316 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี รอยต่อวัสดุต่างชนิดระหว่างเหล็กกล้าไร้สนิม AISI304L/AISI316 เป็นชิ้นส่วนสำคัญในอุตสาหกรรมการผลิตอาหารเนื่องจากรอยต่อนี้สามารถทำให้เกิดรอยต่อมีความแข็งแรงสูง มีความต้านทานต่อความกัดกร่อนพอเพียง และมีค่าใช้จ่ายในการผลิตต่ำ ด้วยเหตุนี้การการศึกษาหาค่าตัวแปรการเชื่อมที่เหมาะสมในการเชื่อมวัสดุต่างชนิดจึงมีการศึกษาและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง

3.วิธีการดำเนินการ

การดำเนินการวิจัยนี้ใช้กรรมวิธีการเชื่อม PAW (Plasma Arc Welding) โดยใช้เหล็กกล้าไร้สนิม 304 เป็นชิ้นงานทดลองเชื่อม ลักษณะรอยต่อเป็นแบบรอยต่อชนท่าราบ การเชื่อมจะเป็นแบบอัตโนมัติ จากนั้นนำชิ้นงานเชื่อมไปทดสอบสมบัติทางกล และตรวจสอบโครงสร้างทางโลหะวิทยา การวิจัยครั้งนี้มีขั้นตอนในการดำเนินการดังนี้

3.1 ขั้นตอนการดำเนินการ

• เตรียมแบบฟอร์ม WPS และกรอกข้อมูล ที่ใช้ในการทดลอง

• เตรียมชิ้นงานในการทดลอง ทำการจับยึดชิ้นงานเหล็กกล้าไร้สนิม 304

• ติดตั้งอุปกรณ์ในการเชื่อม ติดตั้งหัวเชื่อมเข้ากับอุปกรณ์จับยึดหัวเชื่อม

• ปรับตั้งค่าพารามิเตอร์ต่างๆของเครื่องเชื่อม กระแสที่ใช้ในการเชื่อมมี 3 ระดับคือ 100 110 และ 120 Amp. อัตราการไหลของแก๊สอาร์กอน (Ar. 99.99999) ประมาณ 8 ลิตรต่อนาที ความเร็วในการ Feed ลวด 3 เมตรต่อมิลลิเมตร ความเร็วการเคลื่อนที่หัวเชื่อมมี 1 ระดับ

• ทำการเชื่อมชิ้นงานทดสอบด้วยกระบวนการเชื่อมอาร์กพลาสมา

รูปที่ 2 แสดงการเชื่อมชิ้นงานด้วยอาร์คพลาสมา

4. ผลการทดสอบและการอภิปรายผล

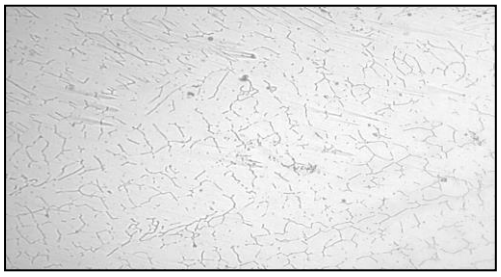
ผลการศึกษาเปรียบเทียบสมบัติเชิงกลของแนวเชื่อม Pipe SUS 304 Plasma arc welding โดยมีค่าตัวแปรที่ใช้ในการทดลอง ดังนี้

• กระแสที่ใช้ในการเชื่อมประมาณ 100 ,110 และ 120 แอมแปร์

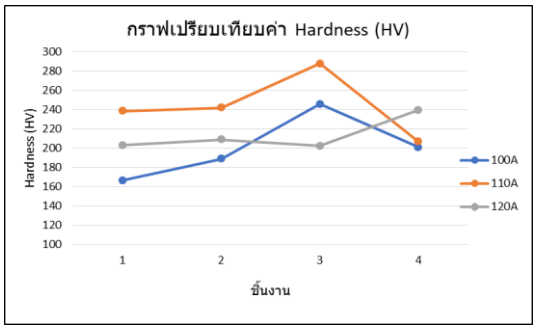
• อัตราการไหลของแก๊สอาร์กอน (Ar. 99.99999) ประมาณ 8 ลิตรต่อนาที

• ความเร็วในการ Feed ลวด 3 เมตรต่อนาที

การเปรียบเทียบวิเคราะห์โครงสร้างจุลภาค

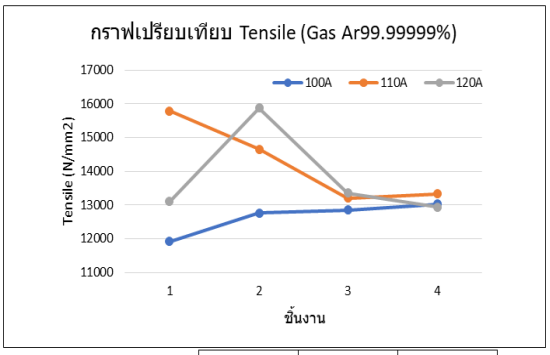


รูปที่ 3 แสดงโครงสร้างจุลภาค Base SUS304 20 ไมร์คอน



กราฟที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย Tensile

จากกราฟที่ 1 การทดลองการเชื่อม Pipe SUS 304 Plasma Welding ด้วยกระแสประมาณ 100 , 110 และ 120 แอมแปร์ กระแสเชื่อมที่ดีที่สุดสำหรับการรับแรงดึง (Tensile) จะอยู่ในช่วงกระแสเชื่อมประมาณ 110 แอมแปร์



	100A	110A	120A
Standard deviation	496.76	1225.62047	1377.87
Average	12636.70	14250.10	13819.79

กราฟที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย Hardness (HV)

จากกราฟที่ 2 แสดงการทดสอบความแข็ง (Hardness) ด้วยกระแสเชื่อม 100 , 110 และ 120 แอมแปร์ โดยแต่ละกระแสเชื่อมจะมีการวัดความแข็งทั้งหมด 9 จุด คือ Base SUS304 , Heat -affected Zone และ Weld Zone จากการวิเคราะห์กราฟด้านบน ชิ้นงานทดสอบที่ให้ความแข็งที่ดีที่สุดสำหรับการทดสอบในครั้งนี้คือ ชิ้นงานทดสอบที่เชื่อมด้วยกระแสเชื่อม 110 แอมแปร์ เพราะบริเวณ Heat affected- zone และ Weld Zone มีความแข็งและเหนียวที่สุด

5. สรุปการทดลอง

5.1 การเชื่อมด้วยกระแส 100 A

- ผลการทดสอบโครงสร้างพบว่า การเชื่อมชิ้นงานด้วยกระแสไฟ 100 แอมแปร์เหล็กกล้าไร้สนิม SUS 304 มีลักษณะโครงสร้างแบบ ทวินเกรน (Twinned Grains) เส้นหลอมละลายระหว่างพื้นที่การหลอมละลาย หรือเส้นการหลอมละลายที่มีค่าลดลง จึงทำให้รอยต่อมีค่าความแข็งแรงลดลง มีความเป็นไปได้ในการก่อให้เกิดการเริ่มพังทลายบริเวณรอยต่อแนวเชื่อม
- ผลการทดสอบสมบัติเชิงกล เมื่อใช้กระแส 100 แอมแปร์ ความแข็งแรงดึงเฉลี่ย (Tensile Strength) 336.98 MPa ความแข็ง (Hardness) เฉลี่ย 200.41 HV

5.2การเชื่อมด้วยกระแส 110 A

- ผลการทดสอบโครงสร้าง การเชื่อมชิ้นงานด้วยกระแสไฟ 110 แอมแปร์ พบว่ากระแสที่เพิ่มขึ้นจาก 100 - 110A ส่งผลทำให้ระยะห่างระหว่างแขนเดนไดรท์ทุติยภูมิเพิ่มขึ้น และลดลงเล็กน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้กระแสเชื่อมเพิ่มขึ้นเป็น สาเหตุทำให้ค่าการยืดตัวของชิ้นทดสอบความแข็งแรงเพิ่มขึ้นเมื่อกระแสเชื่อมเพิ่มขึ้น
- ผลการทดสอบสมบัติเชิงกล เมื่อใช้กระแส 110 แอมแปร์ ความแข็งแรงดึงเฉลี่ย (Tensile Strength) 380 MPa ความแข็ง (Hardness) เฉลี่ย 243.78 HV

5.3 การเชื่อมด้วยกระแส 120 A

- ผลการทดสอบโครงสร้าง การเชื่อมชิ้นงานด้วยกระแสไฟ 120 แอมแปร์ พบว่าแขนเดนไดรท์ทุติยภูมิมีการเรียงตัวที่เป็นระเบียบเพิ่มขึ้น และเริ่มกระจายตัวมากขึ้นเมื่อเพิ่มกระแสเชื่อม สันนิษฐานว่าเป็นสาเหตุทำให้ค่าการยืดตัวของชิ้นทดสอบมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น
- ผลการทดสอบสมบัติเชิงกล เมื่อใช้กระแส 120 แอมแปร์ ความแข็งแรงดึงเฉลี่ย (Tensile Strength) 368.53 MPa ความแข็ง (Hardness) เฉลี่ย 213.42 HV

ดังนั้น จากการเชื่อมชิ้นงานทดสอบทั้ง 3 กระแส กระแสที่เหมาะสมที่สุดจะอยู่ในช่วงกระแสเชื่อมประมาณ 110 แอมแปร์ การรับแรงดึง (Tensile) 380 MPa และการรับแรงกด (Hardness) 243.78 HV

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจาก ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต และ สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน ที่อนุเคราะห์สถานที่ และเครื่องมือทำการทดสอบในงานวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] http://mewelding.com/plasma-arc-welding-paw/#fig10_35
[2] http://www.rmutphysics.com/charud/PDF-learning/2/material/IE2302_CH5.pdf
[3] การเชื่อมอาร์กพลาสมา KUKA AG – KUKA Robotics
[4] การศึกษาตัวแปรการเชื่อมอาร์กทังสเตนแก๊สปกคลุมต่อสมบัติของรอยต่อท่อต่างชนิดระหว่างเหล็กกล้าไร้สนิม AISI304L/AISI316 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี รอยต่อวัสดุต่างชนิดระหว่างเหล็กกล้าไร้สนิม AISI304L/AISI316
[5] https://th.wikipedia.org/wiki/เหล็กกล้าไร้สนิม
[6] คะเนย์ วรรณโท “การเชื่อมโลหะในระบบ GMAW.” กรุงเทพฯ : บริษัท ที พี พริ้นท์ จากัด, 2539.
[7] http://www.repository.rmutt.ac.th/bitstream/handle/123456789/2108/141226.pdf?sequence=1
[8] http://hrd.rmutl.ac.th /qa/docUpload/pj/3570300114907/151009151001fullpp.pdf

[9] http://www.lib.buu.ac.th/st/53550433.pdf

[10] Yang LJ et al. The effects of process variables on the weld deposit area of submerged arc welds. Weld J 1993;72 : 11–8

[11] ASTM International., “Standard Practice for Microetching Metals and Alloys E 407-99,” Annual Book of ASTM Standard, Volume 03.01, 1996. pp. 1-21.

[12] American National Standard.1996. “Standard Test Method for Vickers Hardness of Metallic Materials1” Annual Book of ASTM Standard, ASTM E 92-82, Vol.03,New York.

ประวัติย่อผู้จัดทำโครงการ

ข้อมูลส่วนตัว

ชื่อ-สกุล : นายชาญชัย มุ่งดี
วันเดือนปีเกิด: 4 มีนาคม พ.ศ. 2526
ที่อยู่ปัจจุบัน : บ้านเลขที่ 74/3 หมู่ 8 ตำบลโป่ง อำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี 20150
เบอร์โทรศัพท์ : 089 - 2207586

ประวัติการทำงาน

พ.ศ. 2547 ทำงาน ณ บริษัทสยามมิชลิน จำกัด จังหวัดชลบุรี
พ.ศ. 2557 ทำงาน ณ บริษัท UACJ (ประเทศไทย) จำกัด จังหวัดระยอง

ข้อมูลส่วนตัว

ชื่อ-สกุล : นายอดิศร แสงอรุณ
วันเดือนปีเกิด : 23 กรกฎาคม พ.ศ. 2536
ที่อยู่ปัจจุบัน : บ้านเลขที่ 26/2 หมู่ 6 ตำบลวัดแก้ว อำเภอบางแพ จังหวัดราชบุรี 70160
เบอร์โทรศัพท์ : 080-204-0359

ประวัติการทำงาน

พ.ศ. 2557 ทำงาน ณ บริษัท สหการวิศวกร จำกัด
พ.ศ. 2556 ทำงาน ณ หจก. เอ เอส เอ สตีล

ข้อมูลส่วนตัว

ชื่อ-สกุล : นายวุฒิศักดิ์ ลายรัตน์
วันเดือนปีเกิด : 12 ตุลาคม 2533
ที่อยู่ปัจจุบัน : บ้านเลขที่ 59/6 ตำบลหลุบคา อำเภอแก้งคร้อ จังหวัดชัยภูมิ 36150
เบอร์โทรศัพท์ : 0619174621

ประวัติการทำงาน

พ.ศ. 2557 ทำงาน ณ บริษัทวินบริด สนามบินสุวรรณภูมิ จังหวัดสมุทรปราการ
พ.ศ. 2560 ทำงาน ณ บริษัทฤทธิ์ (ไทย) เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด กรุงเทพมหาคร

การปรับปรุงผังกระบวนการทำงานเพื่อลดปริมาณสินค้าคงคลังและผลกระทบทางด้านพลังงาน สิ่งแวดล้อมในคลังสินค้า กรณีศึกษาโรงงานอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์

สุรเดช ภัทรวิเชียร[1]
[1]หลักสูตรการจัดการอุตสาหกรรม คณะบริหารธุรกิจ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
Suradech Phattaravichien[1]
[1]Program of Industrial Management, Faculty of Business Administration Thai-Nichi Institute of Technology
E-mail[1]: suradechp@yahoo.com

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันเกิดการแข่งขันที่รุนแรงในหลายภาคส่วนธุรกิจ ส่งผลให้เจ้าของธุรกิจต้องสรรหาวิธีการมาต่อสู้กับคู่แข่ง เพื่อที่จะสร้างความพึงพอใจให้แก่ลูกค้า ตอบสนองลูกค้าได้อย่างเต็มประสิทธิภาพและสร้างมาตรฐานประสิทธิภาพและผลประโยชน์สูงสุดให้แก่องค์กร ซึ่งหัวใจหลักในการทำธุรกิจอยู่ในส่วนของคลังสินค้า เนื่องจากคลังสินค้าต้องเป็นทั้งผู้จัดเก็บ รักษาและส่งมอบสินค้าให้กับลูกค้า ในส่วนคลังสินค้าจึงต้องมีการพัฒนาวิธีการทำงานให้ทันสมัยและตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้เต็มประสิทธิภาพ ในปัจจุบันแผนกคลังสินค้าต้องรองรับสินค้า (FG) จำนวนมากที่ถูกส่งเข้ามาจากสายการผลิต และการจัดการพื้นที่ของคลังสินค้ายังไม่มีประสิทธิภาพเต็มที่โดยมีพื้นที่ว่างและการทำงานไม่เป็นไปตามระบบ FIFO โดยเกิดการ FIFO เพียง 40 ครั้งจาก 92 ครั้งในการส่งสินค้า คิดเป็น 42.74% โดยปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น ส่งผลให้เกิดปัญหาสินค้าถูกจัดเก็บภายในคลังสินค้านานเกิน 3 วัน อีกหนึ่งปัญหาที่พบคือคลังสินค้าถูกใช้ไม่เต็มประสิทธิภาพ จากการเรียงพาเลทเป็นแถวตอนลึกส่งผลให้พนักงานทำงานได้ลำบากและเสียเวลาในการขับรถโฟล์คลิฟท์เพื่อหาสินค้าและทำให้ปริมาณการจัดเก็บพาเลทในปัจจุบันสามารถจัดเก็บได้เพียง 224 พาเลท ทางผู้วิจัยได้เล็งเห็นปัญหาที่เกิดขึ้น จึงคิดหาวิธีการแก้ไขปัญหาโดยมีวัตถุประสงค์คือ 1.ลดระยะเวลาการจัดเก็บสินค้าคงคลัง 2.เพิ่มประสิทธิภาพการจัดเก็บพาเลท สำหรับวิธีการแก้ไขของผู้วิจัยคือการนำหลักการ FIFO System และ Warehouse Management เข้ามาใช้ในการแก้ปัญหา หลังจากการปรับปรุงแก้ไขสามารถลดระยะเวลาการจัดเก็บสินค้าคงคลังจากเดิม 5 วัน ลดลงเหลือ 3 วัน คิดเป็นมูลค่าเงินที่ประหยัดได้ 3,227,000 บาท/ปี และเพิ่มประสิทธิภาพการจัดเก็บพาเลทจากเดิม 224 พาเลท เป็น 248 พาเลท คิดเป็นสัดส่วนที่เพิ่มขึ้น 10.71% นอกจากนั้นยังส่งผลทำให้ผลกระทบจากต้นทุนพลังงานและสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากความสูญเปล่าในกระบวนการเก็บสินค้าที่มากเกินความจำเป็นลดลงประมาณ 10 %

คำหลัก การลดปริมาณสินค้าคงคลัง , การปรับปรุงผังกระบวนการทำงาน , ผลกระทบทางด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม ประสิทธิภาพการจัดเก็บพาเลท

The Improvement of Work Flow Diagram to Reduce the Inventory and the Effects of Energy and Environment in Warehouses: A Case Study of Automotive Parts Industry

Abstract

At present, there have been intense competitions in many business sectors which arouse the entrepreneurs to find ways to compete with their rivals, to satisfy their customers' needs, to establish the standards and efficiency of working, and to make the utmost profits for their organizations. The main factor in doing business is warehouse management. Warehouse management involves arranging, storing, and delivering goods to the customers. Thus, warehouse performance needs to be improved to satisfy the needs of the customers. Currently, warehouse department has to be accommodated a large number of goods from the production line. Warehouse space management is inefficient which a vacant space is found. FIFO system is unproductive. There are 40 times from 92 times in shipping which is 42.74%. These problems cause the goods stored in a warehouse for more than 3 days. The inefficiency of warehouse usage is discovered resulting in the pallet arrangement in deep rows. This causes the staff waste time in driving forklifts to search for the goods and in pallet storing which can store 224 pallets. Consequently, the purposes of this study were to 1) reduce the inventory storing time and 2) to optimize the efficiency of pallet storage by implementing the principles of FIFO system and warehouse management to solve the problems. The results indicated that the inventory retention period was reduced from 5 days to 3 days which could save 3,227,000 baht per year. The efficiency of pallet storage increased from 224 pallets to 248 pallets which was 10.71%. The cost of the energy and the environmental effects caused by overstoring decreased 10%.

Keywords: the reduction of the inventory, the improvement of work flow diagram, the effects of energy and environment, the efficiency of pallet storage

1) บทนำ

ในปัจจุบันเกิดการแข่งขันที่รุนแรงในหลายภาคส่วนธุรกิจ ส่งผลให้เจ้าของธุรกิจต้ องสรรหาวิธีการมาต่อสู้กับคู่แข่ง เพื่อที่จะสร้างความพึงพอใจให้แก่ลูกค้า ตอบสนองลูกค้าได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ และสร้างมาตรฐาน ประสิทธิภาพและผลประโยชน์สูงสุดให้แก่องค์กร ซึ่งหัวใจหลักในการทำธุรกิจอยู่ในส่วนของคลังสินค้า เนื่องจากคลังสินค้าต้องเป็นทั้งผู้จัดเก็บ รักษาและส่งมอบสินค้าให้กับลูกค้า ในส่วนคลังสินค้า จึงต้องมีการพัฒนาวิธีการทำงานให้ทันสมัยและตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้เต็มประสิทธิภาพ สืบเนื่องมาจากปัจจุบันได้มีการตรวจพบว่าในแผนก คลังสินค้ายังไม่ได้นำระบบ FIFO (Fist In Fist Out) เข้ามาใช้อย่างเป็นระบบแบบจริงจังส่งผลให้เกิดปัญหาสินค้าเก่าตกค้างและถูกลืมอยู่ภายในคลังสินค้าจนกลายเป็นงานเสีย สร้างความไม่พอใจแก่ลูกค้าในระดับสูง โดยพบว่าปัจจุบันมีการทำงานตามระบบ FIFO 42.74% ส่งผลต่อเนื่องให้เกิดปัญหาสินค้าเก่าตกค้างนานเกิน 3 วัน ก่อเป็นต้นทุนส่วนเกินเฉลี่ยปีละ 3.2 ล้านบาท อีกหนึ่งปัญหาที่พบคือคลังสินค้าถูกใช้ไม่เต็มประสิทธิภาพ จากการเรียงพาเลทเป็นแถวตอนลึกส่งผลให้พนักงานทำงานได้ลำบากและเสียเวลาในการขับรถโฟล์คลิฟท์เพื่อหาสินค้าและทำให้ปริมาณการจัดเก็บพาเลทไม่ได้ตามมาตรฐาน โดยปัจจุบันสามารถจัดเก็บได้เพียง 224 พาเลท ด้วยเหตุนี้จึงควรหาทางที่พัฒนาระบบ FIFO และการจัดพื้นที่คลังสินค้าใหม่

ทางผู้จัดทำจึงคิดที่จะพัฒนาระบบ FIFO และการจัดพื้นที่คลังสินค้าใหม่ โดยการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาเครื่องมือและแนวทางในการพัฒนาระบบ โดยมีวัตถุประสงค์ในการ.ลดระยะเวลาการจัดเก็บสินค้าคงคลังและเพิ่มประสิทธิภาพการจัดเก็บพาเลท

2) ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การจัดการคลังสินค้า (Warehouse Management)

เป็นการจัดการในการรับ การจัดเก็บ หมายถึง การจัดส่งสินค้าให้ผู้รับเพื่อกิจกรรมการขาย เป้าหมายหลักในการบริหาร ดำเนินธุรกิจ ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับคลังสินค้าก็เพื่อให้เกิดการดำเนินการเป็นระบบให้ คุ้มกับการลงทุน การควบคุมคุณภาพของการเก็บ การหยิบสินค้า การป้องกัน ลดการสูญเสียจากการ ดำเนินงานเพื่อให้ต้นทุนการดำเนินงานต่ำที่สุด และการใช้ประโยชน์เต็มที่จากพื้นที่ โดยมีวัตถุประสงค์ คือลดระยะทางในการปฏิบัติการในการเคลื่อนย้ายให้มากที่สุด และการใช้พื้นที่และปริมาตรในการจัดเก็บให้เกิดประโยชน์สูงสุด

2.2 หลักการ FIFO (First In First Out)

หมายถึงสินค้าที่เข้าคลังสินค้ามาก่อนแล้วต้องรีบหมุนเวียนสินค้า ทำการขายหรือถ่ายสินค้าออกไปก่อน เพื่อลดความเสื่อมของสินค้าจนขายสินค้านั้นไม่ได้ ซึ่ง First In First Out หรือ การเข้าก่อนออกก่อน เป็นการเช็คต้นทุนของสินค้าโดยการคาดเดาหรือสมมติฐานว่าสินค้าหรือวัตถุดิบที่เข้ามาก่อนจะต้องถูกนำออกมาขายหรือนำไปใช้ก่อน ดังนั้นระบบเข้าก่อนออกก่อน จึงเป็นต้นทุนของวัตถุดิบที่ซื้อเข้ามาก่อนจะถูกใช้เป็นต้นทุนสินค้าที่ผลิตออกมาก่อน โดยปกตินิยมใช้ในอุตสาหกรรมการเกษตร แต่ก็สามารถนำมาใช้ในอุตสาหกรรมยานยนต์ได้ หากสินค้าดังกล่าวมีความอ่อนไหวต่อสภาพอากาศเหมือนกัน เพื่อป้องกันสินค้าเสียหายจึงต้องนำสินค้าขายตามลำดับ

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

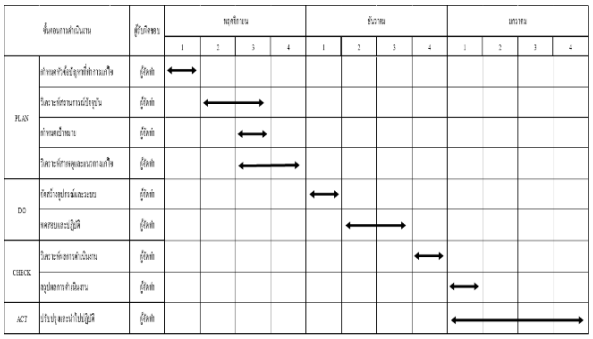
(1) เพ็ญพิสิทธิ์ โตแย้ม (2558) ได้เสนอแนวทางการปรับปรุงกระบวนการจัดส่งในจุดคลังสินค้าละจุดจัดส่งโดยกำหนดตำแหน่งการจัดเก็บสินค้าและการกำหนดสัญญลักษณ์บ่งชี้ชนิดสินค้า โดยการออกแบบแผนผังคลังสินค้าด้วยวิธีการแบ่งประเภทสินค้าจัดเก็บตามลักษณะบรรจุภัณฑ์และการจัดลำดับความสำคัญสินค้าด้วยวิธีABC

(2) เมธินี ศรีกาญจน์ (2555).ได้เสนอแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพของพื้นที่การจัดวางสินค้าภายในคลังสินค้า โดยใช้หลักการตัวแบบโปรแกรมเชิงเส้น ตามทฤษฎีสินค้าเคลื่อไหวเร็ววางไว้ใกล้ประตู เพื่อช่วยในการหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุดของการจัดวางสินค้า

(3) ลักขณา ชัยพัฒนานนท์ (2552) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการจัดการสินค้าในคลังสินค้า โดยพิจารณาปัจจัยต่างๆที่ส่งผลกระทบเช่นแผนผังในคลังสินค้า อัตราหมุนเวียนของวินค้าคงคลัง และการแบ่สินค้าออกเป็นประเภทตามแบบฐานกิจกรรม

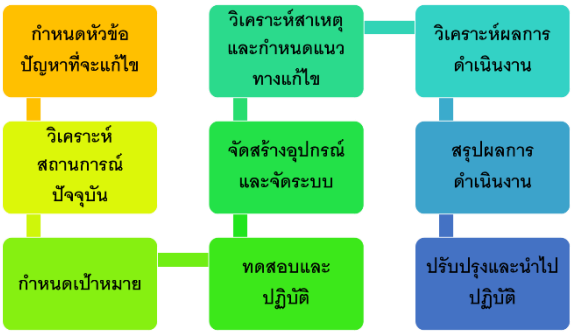
3) แผนงานการปฏิบัติงานและขั้นตอนการดำเนินงาน

3.1 แผนการปฏิบัติงานและขั้นตอนการดำเนินการ



ตารางที่ 1: แผนการปฏิบัติงานและขั้นตอนการดำเนินการ

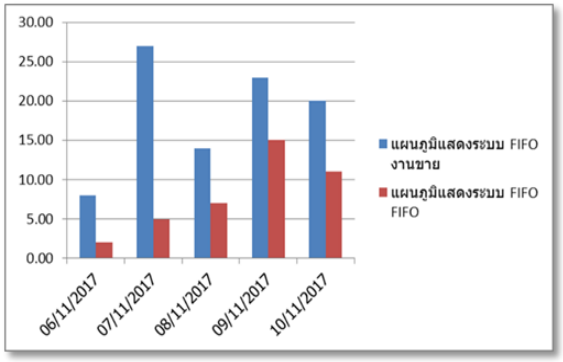
3.2 แผนขั้นตอนการดำเนินงาน

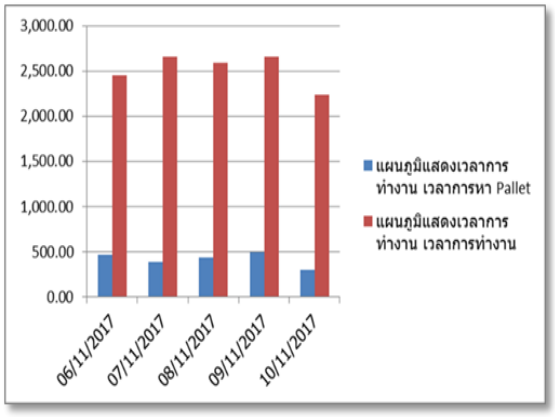


รูปที่ 1แผนขั้นตอนการดำเนินงาน

3.3 ศึกษาและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการทำวิจัย

ทางผู้จัดทำ ได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจำนวนการทำงานตามระบบ FIFO เวลาการทำงาน และ เวลาที่ใช้ในการจัดเก็บของเดือนที่ผ่านมาของทางบริษัท





รูปที่ 2 กราฟแสดงการทำงานตามระบบ FIFO เวลาการทำงาน และ เวลาที่ใช้ในการจัดเก็บ

3.4 ศึกษาที่มาที่ทำให้เกิดเป้าหมายในการวิจัย

ในส่วนนี้จะแสดงให้เห็นถึงที่มาของเป้าหมายในการทำวิจัยว่า โดยการเก็บข้อมูลการทำงานและการจัดเก็บ จะเห็นได้ว่าบริษัทมีการทำงานตามระบบ FIFO ที่ต่ำเนื่องจากพื้นที่การทำงานไม่ตอบสนองและไม่สามารถแยกแยะสินค้าได้ว่าตัวใดเข้ามาก่อน ผู้จัดทำจึงทำการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อจัดระบบ FIFO และปรับปรุงพื้นที่เพื่อตอบสนองการทำงาน

3.5 วิเคราะห์สาเหตุของปัญหาและค้นหาแนวทางในการแก้ไข

การขายสินค้าในปัจจุบันยังไม่เป็นไปตามระบบ FIFO เนื่องจากปัจจัยและสภาพแวดล้อมไม่เอื้ออำนวยในการดำเนินการ ซึ่งพนักงานจะต้องทำงานให้ทันตามรอบเวลาซึ่งในปัจจุบัน การทำงานเกิดความล่าช้า เนื่องจากพนักงานไม่สามารถระบุได้ว่าสินค้าพาเลทใดถูกนำเข้ามาจัดเก็บก่อน ทำให้สินค้าแต่รายการมีการตกหล่นเป็นสินค้าที่อยู่ในคลังสินค้านานเกิน 3 วัน งานวิจัยเล่มนี้ได้นำเครื่องมือ ABC Analysis และ WhyWhy Analysis มาใช้ในการวิเคราะห์หาปัญหาที่แท้จริงเพื่อหาแนวทางการแก้ไขที่ถูกต้อง

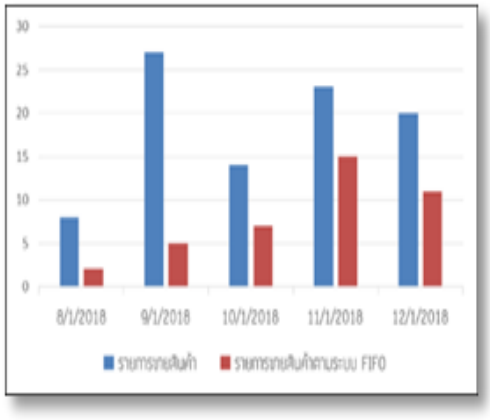
3.6 ดำเนินการแนวทางการแก้ไข

ผู้จัดทำมีแนวคิดที่จะทำการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อที่จะสามารถจัดตั้งการทำงานตามระบบ FIFO 100% ขึ้นมาและ ปรับปรุงพื้นที่การทำงานเพื่อให้ตอบสนองการทำงาน

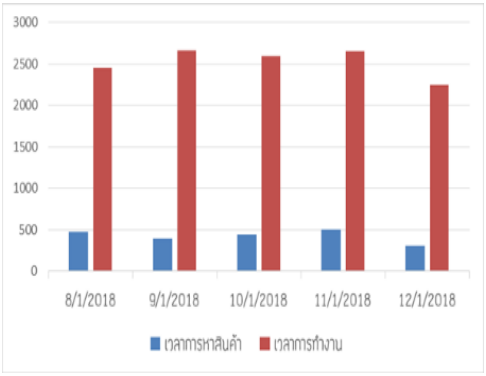
4) ผลการดำเนินงาน การวิเคราะห์และสรุปผลต่าง ๆ

4.1 เก็บรวบรวมข้อมูลและศึกษาสภาพของปัญหา

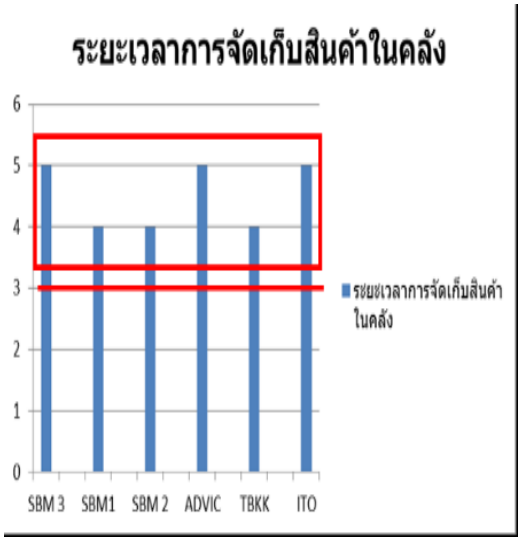
ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ต้องการจากการไปเก็บข้อมูลจากการทำงานจริง ในสถานที่จริง



รูปที่ 3 การเก็บข้อมูลการทำงานตามระบบ FIFO



รูปที่ 4 การเก็บข้อมูลเวลาการทำงาน

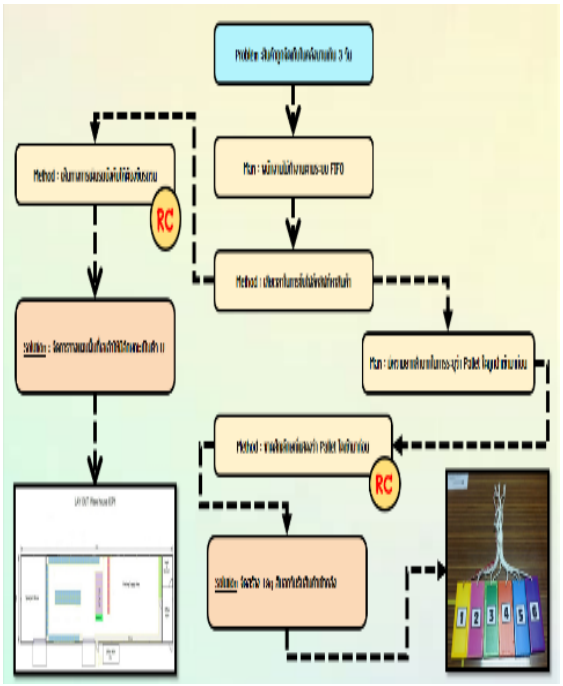


รูปที่ 5 การเก็บข้อมูลระยะเวลาการจัดเก็บ

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากวิธีการข้างต้นที่กล่าวมาทำให้ทางผู้จัดทำ ทราบปัญหา ที่ควรแก้เป็นอันดับแรกเพื่อที่จะเรียงลำดับความสำคัญ ของปัญหาเป็นขั้นตอนมากขึ้น

4.2 วิเคราะห์ข้อมูล

4.2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ความสำคัญของปัญหาที่คือ WhyWhy Analysis



รูปที่ 6 WhyWhy Analysis เพื่อใช้หาปัญหาที่แท้จริง

จากรูปที่ 6 แสดงให้เห็นว่าหลังจากการใช้ WhyWhy Analysis จะพบปัญหาที่เป็นปัญหาหลัก 2 ตัว 1.ไม่มีสัญลักษณ์บ่งบอกว่าสินค้าใดเข้ามาก่อน 2. ทางเดินรถบังคับให้ต้องขับวน

4.3 การดำเนินการปรับปรุง

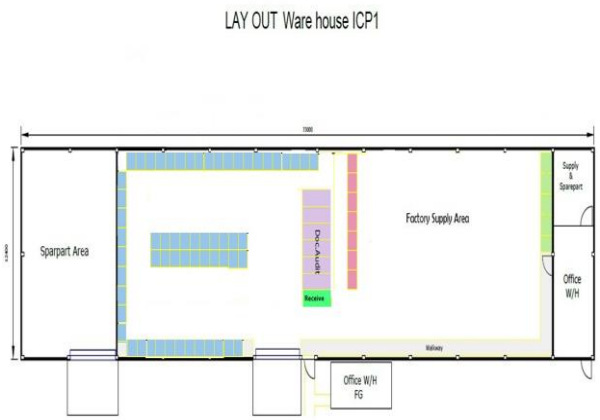
4..3.1 การสร้างเครื่องมือ Tag FIFO เพื่อแก้ไขปัญหาสภาพสินค้าดังรูปที่7และทำการจัดพื้นที่คลังสินค้าใหม่ เพื่อแก้ไขปัญหาและตรวจสอบว่าวิธีดังกล่าวดีที่สุดหรือไม่ จากการแก้ปัญหาขาดสัญลักษณ์ชี้บ่ง Pallet ส่งผลให้คลังสินค้าสามารถทำงานตามระบบ FIFO จากเดิมอยู่ที่ 42.74 % ให้มีปริมาณเพิ่มขึ้นอยู่ที่ 100 % และยังส่งผลให้พนักงานสามารถทำงานได้สะดวกมากขึ้น ดังรูปที่8

รูปที่7 Pallet เก็บสินค้าในปัจจุบัน

รูปที่ 8 Tag FIFO

4.3.2 การปรับปรุงแผนผังคลังสินค้า

ทำการปรับพื้นที่การวางสินค้าเป็นรูปตัว U แทนที่การตั้งเป็นแถวตอนลึก โดยมีพื้นที่ว่างให้รถวิ่งขนาด 3 เมตร ดังรูปที่9และรูปที่10



รูปที่ 9 การปรับพื้นที่แบบ U-Line

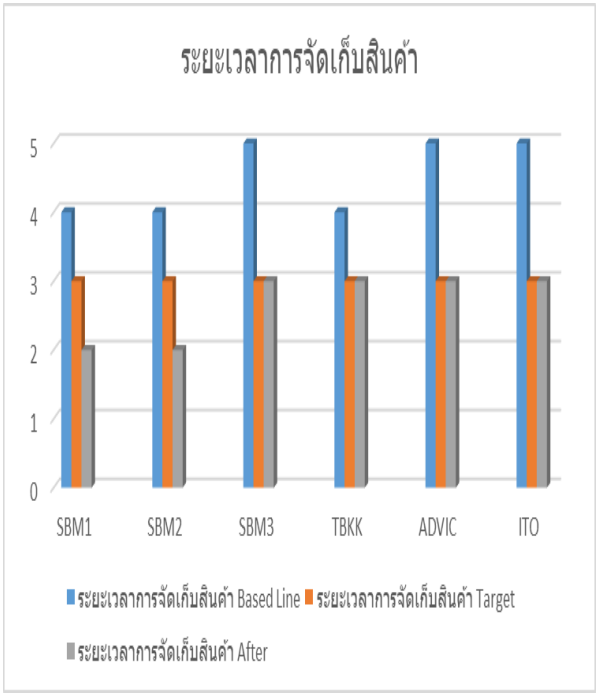
รูปที่ 10 การจัดพื้นที่คลังสินค้าใหม่

จากรูปที่ 9และรูปที่10 การปรับพื้นที่คลังสินค้าใหม่จากแถวตอนลึก เป็นรูปตัว U ส่งผลให้สามารถเพิ่มปริมาณการจัดเก็บ จาก 224 Pallet เพิ่มขึ้นเป็น 248 Pallet คิดเป็น 10.71 % ของปริมาณการจัดเก็บเดิม

5 สรุปผลการดำเนินงาน

5.1 ผลทางตรง

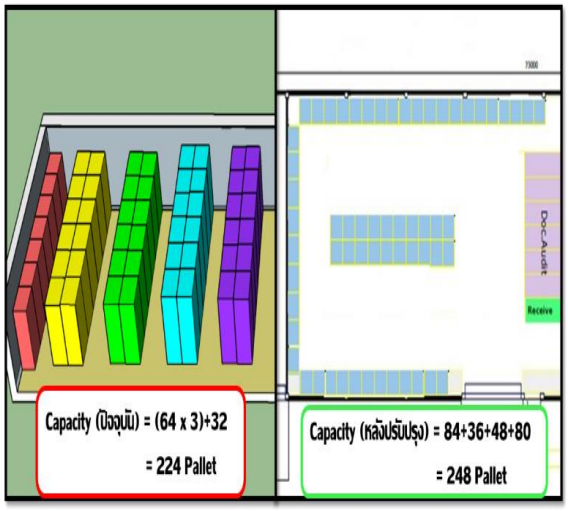
5.1.1 การใช้ Tag FIFO และ ระบบ Visual Control มาช่วยในการทำงาน ส่งผลให้ระยะเวลาการจัดเก็บมีปริมาณลดลงจากเดิมเฉลี่ย 5 วัน ลดลงเป็น 3 วัน คิดเป็น 40.00% ที่ลดลงของระยะเวลาการจัดเก็บก่อนการปรับปรุง และช่วยให้ลดต้นทุนการจัดเก็บส่วน 3,227,000 บาท/ปี ดังรูปที่ 11



รูปที่ 11 ระยะเวลาการจัดเก็บก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง

5.1.2 การเพิ่มประสิทธิภาพการจัดเก็บพาเลท

โดยปรับแผนผังคลังสินค้าเป็นแบบรูปตัวยู ส่งผลให้สามารถเพิ่มปริมาณการจัดเก็บ จาก 224 Pallet เพิ่มขึ้นเป็น 248 Pallet คิดเป็น 10.71 % ของปริมาณการจัดเก็บเดิม ดังรูปที่12



รูปที่12 รูปก่อนและหลังการปรับปรุงพังคลังสินค้า

5.2 ผลทางอ้อม ในการลดเวลาในการทำงาน ซึ่งส่งผลกระทบต่อต้นทุนพลังงานและสิ่งแวดล้อม

ระยะเวลาการทำงานทั้งกระบวนการ			
ก่อนปรับปรุง	เวลาหาสินค้า	420 วินาที	2,940 วินาที
	เวลาทำงาน	2,520 วินาที	
หลังปรับปรุง	เวลาหาสินค้า	60 วินาที	2,100 วินาที
	เวลาทำงาน	2,040 วินาที	

รูปที่13 ระยะเวลาการทำงานก่อนและหลังการปรับปรุง

จากรูปที่13 แสดงให้เห็นว่าจากการแก้ไขปัญหาจัดพื้นที่คลังสินค้าใหม่ ส่งผลให้ระยะเวลาในการทำงานจากเดิม 2,940 วินาที/รอบ ลดลงเหลือ 2,100 วินาที/รอบ โดยการทำงาน 1 วัน มีการส่งงาน 8 รอบ ทำให้เวลาการทำงานจาก 23,520 วินาที/วัน ลดลงเหลือ 16,800 วินาที/วัน และส่งผลทำให้หน่วยการใช้พลังงานในคลังสินค้าลดลงประมาณ 10 %

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาและเรียบเรียงานวิจัยนี้งโครงงานสหกิจเล่มนี้ ผู้เขียน ขอกราบขอบพระคุณ บริษัท อินเตอร์เนชั่นแนล แคสติ้ง โปรดักส์ จำกัด (มหาชน) ที่ให้ข้อมูลประกอบการวิจัยเป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

(1) เพ็ญพิสิทธิ์ โตแย้ม ,2558 , **การปรับปรุงผังและกระบวนการทำงานในคลังสินค้าของผู้ผลิตชิ้นส่วนป้อนโรงงานประกอบรถยนต์**.,วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์ มหาบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

(2) เมธินี ศรีกาญจน์ ,2555. **การปรับปรุงประสิทธิภาพตำแหน่งการจัดวางสินค้าในคลังสินค้า กรณีศึกษาบริษัทศรีไทยซุปเปอร์แวร์จำกัด** ,วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาการจัดการโลจิสติกส์ บัณฑิตวิทยาลัยการจัดการและนวัตกรรม มหาวทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

(3) ลักขณา ชัยพัฒนานนท์ , 2552,**การจัดการคลังสินค้า บริษัทไดก้า (ไทย) จำกัด** ,บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยกรุงเทพ