

การเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตแผงยึดหลอดไฟรถยนต์

EFFICIENCY INCREASING ON CAR COMPONENT PROCESSING

ปริญญ์ ศรีสัตยกุล¹, ยอดนภา เกษเมือง²

¹สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

²สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธนบุรี

Parinya Srisattayakul¹ and Yodnapha Ketmuang²

¹Industrial Engineering Department, Engineering Faculty, Rajamangala University of Technology Krungthep

²Industrial Engineering Department, Engineering Faculty, Thonburi University

E-mail: ynp_ie@thonburi-u.ac.th

Received: May 10, 2019

Revised: June 5, 2019

Accepted: June 10, 2019

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ ในการศึกษาเป็นการออกแบบแผ่นสตริปที่เหมาะสมมากที่สุดสำหรับแผ่นเหล็กขนาด 4x8 ฟุต โดยมีทิศทางการป้อนตัดทั้งตามแนวความกว้างและแนวความยาว ในการออกแบบแผ่นสตริป จะแบ่งออกเป็น 5 รูปแบบ ได้แก่ การออกแบบในแนวนอนแถวเดียว การออกแบบในแนวตั้งแถวเดียว การออกแบบในแนวตั้งสองแถว การออกแบบในแนวเฉียงแถวเดียว และการออกแบบในแนวเฉียงสองแถว บทสรุปงานวิจัยนี้บ่งชี้ว่ารูปแบบการออกแบบแผ่นสตริปที่มีความเหมาะสมมากที่สุดสำหรับแผ่นเหล็กขนาด 4x8 ฟุต คือ การออกแบบในแนวตั้งสองแถว โดยมีทิศทางการป้อนตัดทั้งตามแนวความกว้าง เนื่องจากสามารถผลิตชิ้นงานได้มากกว่ารูปแบบการออกแบบแผ่นสตริปแบบเดิมโดยเฉลี่ย 288 ชิ้นต่อแผ่นสตริป หรือ 9.55%

คำสำคัญ: สภาวะที่เหมาะสม, การออกแบบแผ่นสตริป, ทิศทางการป้อนตัด

Abstract

This objective of was increased the efficiency on the car component process. The study was found the maximum optimization of strip layout for 4x8 ft. which have been the two cutting directional namely; width and length. In strip layout, were separated the five layouts e.g. the single horizontal row, the single vertical row, the double vertical rows, the single oblique one row and the oblique two rows. This result of research was indicated the maximum optimization of strip layout for 4x8 ft. which was the strip layout of double vertical rows by width cutting directional. Because, it was produced the product more than the old design of strip layout average of 288 pieces/strip or 9.55%

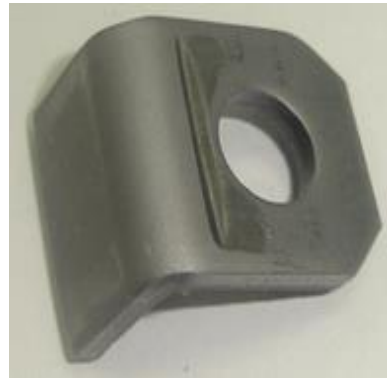
Keywords: optimization, strip layout, cutting directional.

บทนำ

ปัจจุบันการดำเนินธุรกิจย่อมมีการแข่งขันที่สูงเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ เพื่อให้ได้การยอมรับจากลูกค้า ซึ่งเป็นการนำไปสู่ความสำเร็จขององค์กร เช่นเดียวกันกับอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ ลูกค้ามีความต้องการในหลายๆ ด้าน ไม่ว่าจะเป็นด้านของคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ด้านระยะเวลาในการส่งมอบ และด้านของราคาสินค้า ดังนั้นการที่จะตอบสนองความต้องการของลูกค้าให้มีความพึงพอใจ สิ่งสำคัญอย่างสิ่งหนึ่ง คือ การปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการผลิต เช่นเดียวกันกับโรงงานตัวอย่างกรณีศึกษาที่มีความต้องการปรับปรุงพัฒนากระบวนการปั๊มชิ้นส่วนรถยนต์ ดังแสดงในรูปที่ 1



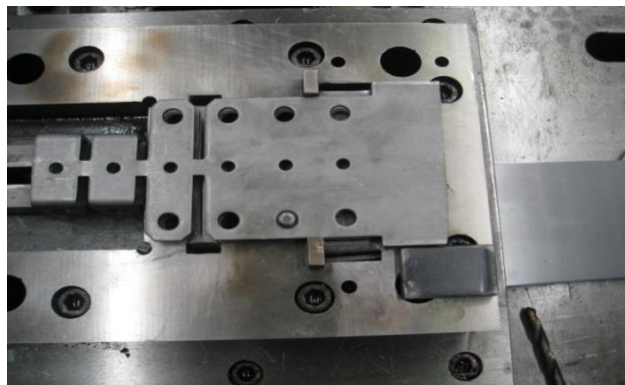
การปั๊มชิ้นส่วนรถยนต์



ชิ้นส่วนรถยนต์

รูปที่ 1 กระบวนการปั๊มชิ้นส่วนรถยนต์ (ปริญา ศรีสัตยกุล, 2562)

ในสภาพปัญหาปัจจุบันของกระบวนการปั๊มชิ้นส่วนรถยนต์ในโรงงานตัวอย่างกรณีศึกษานั้น คือ เศษวัสดุบนแผ่นสตริป (Scrap strip) ภายหลังจากกระบวนการปั๊มชิ้นส่วนรถยนต์เกิดขึ้นที่มีพื้นที่ใช้งานเหลือนมากเกินไป ดังแสดงในรูปที่ 2 ซึ่งถ้าหากสามารถทำให้เกิดประสิทธิภาพกับพื้นที่เหล่านี้ได้เพิ่มมากขึ้นก็จะสามารถเพิ่มปริมาณการผลิตตามไปด้วย โดยในสภาวะปัจจุบันมีปริมาณการผลิตโดยเฉลี่ย 2728 ชิ้นต่อแผ่นสตริป

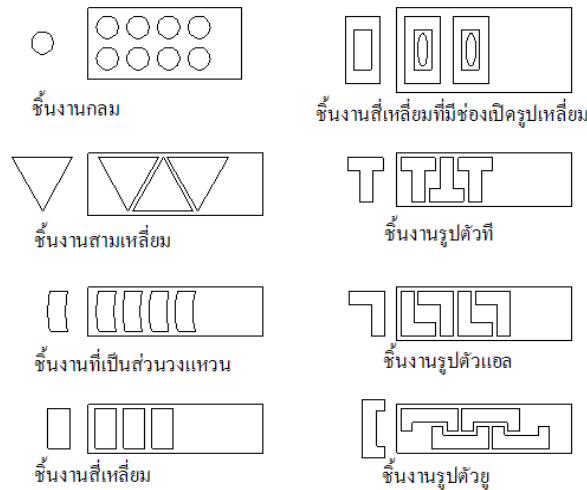


รูปที่ 2 เศษวัสดุภายหลังจากกระบวนการปั๊มชิ้นส่วนรถยนต์ที่เหลือต่อแผ่นสตริป (ปริญา ศรีสัตยกุล, 2562)

การออกแบบวางผังชิ้นงานบนแผ่นสตริป [วารุณี เปรมานนท์, พงศ์พันธ์ แก้วดาทิพย์, 2552]

ในการผลิตชิ้นส่วนของงานขึ้นรูปโลหะโดยทั่วไป ต้นทุนวัสดุชิ้นงานจะอยู่ในช่วง 50-70% ของต้นทุนทั้งหมด ดังนั้นการวางผังชิ้นงานบนแผ่นสตริปจะส่งผลต่อต้นทุนค่อนข้างมาก จึงต้องพิจารณาให้รอบคอบ ตัวอย่างการวางผังชิ้นงานของชิ้นงานตัดทั่วไปแสดงในรูปที่ 3 ตัวอย่างเช่น กรณีชิ้นงานกลม ถ้าสามารถวางแบบแถวคู่ได้จะประหยัดวัสดุได้มากกว่า (มีเศษเหลือน้อยกว่า) อย่างไรก็ตาม กรณีที่ชิ้นงานกลมมีขนาดใหญ่มาก หรือปริมาณการผลิตไม่มากนัก อาจจะวางแบบแถวเดี่ยวก็ได้ หรือ

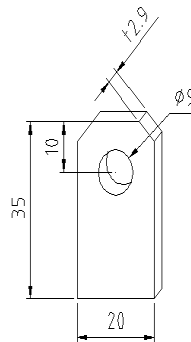
กรณีชิ้นงานที่มีลักษณะกลวง เพื่อหลีกเลี่ยงการเสียเศษชิ้นงานตรงกลางทั้ง ก็ควรพิจารณาตัดชิ้นงานอื่นที่มีขนาดที่สามารถบรรจุอยู่ในส่วนกลวงตรงกลางของชิ้นงานกลวงได้ร่วมไปด้วย และจากรูปเดียวกัน กรณีชิ้นงานที่มีรูปร่างคล้ายตัวอักษร “L” หรือตัวอักษร “U” ก็ควรพิจารณาชิ้นงานในลักษณะไขว้กัน เพื่อให้เหลือเศษชิ้นงานน้อยที่สุด แต่ในทางปฏิบัติ นอกจากจะคำนึงถึงการประหยัดเนื้อวัสดุแล้ว ยังต้องคำนึงถึงทิศทางการวางชิ้นงานเทียบกับแนวรีดของโลหะแผ่นด้วยโดยเฉพาะในกรณีที่ต้องนำชิ้นงานที่ได้จากการตัดไปทำการขึ้นรูปต่อ เช่น นำไปดัดขึ้นรูป เพราะความสามารถในการดัดและปริมาณการดัดตัวกลับ (Spring Back) ขึ้นอยู่กับทิศทางการรีดค่อนข้างมาก



รูปที่ 3 ตัวอย่างการออกแบบวางผังชิ้นงานบนแผ่นสตริป [วารุณี เปรमानนท์, พงศ์พันธ์ แก้วตาทิพย์, 2552]

การดำเนินงานวิจัย

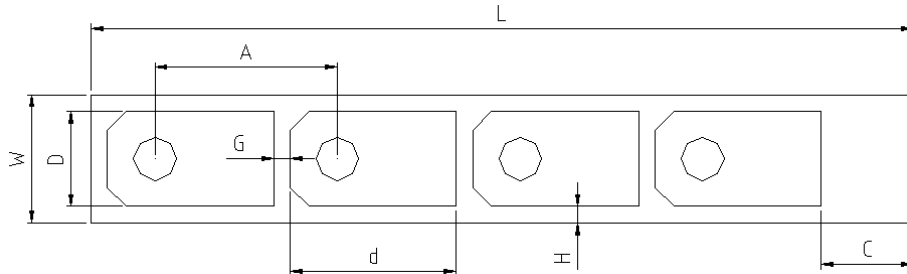
ในการดำเนินงานวิจัยนี้ เป็นการแก้ไขปรับปรุงการออกแบบแผ่นสตริป (Strip layout) ที่เหมาะสมมากที่สุดสำหรับแผ่นเหล็กขนาด 4x8 ฟุต (มาตรฐาน SPHC) โดยข้อมูลขนาดของชิ้นส่วนรถยนต์ (Dimension) ที่จะนำมาใช้ในการออกแบบแผ่นสตริปนั้น สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4 ซึ่งเป็นเงื่อนไขการผลิตของโรงงานตัวอย่างกรณีศึกษา โดยในการทดลองกับกระบวนการผลิตจริงนั้น จะดำเนินการป้อนตัดชิ้นงาน 2 รูปแบบ นั่นคือ ทิศทางการป้อนตัดทั้งตามแนวความกว้าง (Width) และแนวความยาว (Length) นอกจากนี้ ในการออกแบบแผ่นสตริป จะแบ่งออกเป็น 5 รูปแบบ ได้แก่ การออกแบบในแนวนอนแถวเดียว (The single horizontal row) การออกแบบในแนวตั้งแถวเดียว (The single vertical row) การออกแบบในแนวตั้งสองแถว (The double vertical rows) การออกแบบในแนวเฉียงแถวเดียว (The single oblique one row) และการออกแบบในแนวเฉียงสองแถว (The oblique two rows) โดยในการออกแบบแผ่นสตริปรูปแบบที่ 1 คือ การออกแบบในแนวนอนแถวเดียวนั้น จะเป็นรูปแบบการทำงานเดิมในปัจจุบันของโรงงานตัวอย่างกรณีศึกษา มีรายละเอียดดังต่อไปนี้



รูปที่ 4 ขนาดของชิ้นส่วนรถยนต์ (Dimension) (ปริญญ์ ศรีสัตยกุล, 2562)

1 การออกแบบในแนวนอนแถวเดียว (The single horizontal row)

การออกแบบในแนวนอนแถวเดียว (The single horizontal row) สำหรับแผ่นเหล็กขนาด 4x8 ฟุต (มาตรฐาน SPHC) สามารถแสดงดังรูปที่ 5 และค่าตัวแปรสำคัญๆ สำหรับการคำนวณการออกแบบในแนวนอนแถวเดียวนั้น สามารถแสดงดังตารางที่ 1 นอกจากนี้ ผลลัพธ์จากการคำนวณจำนวนชิ้นงานที่สามารถทำการผลิตได้ทั้งทิศทางการป้อนตัดทั้งตามแนวความกว้าง (Width) และแนวความยาว (Length) ของการคำนวณการออกแบบในแนวนอนแถวเดียว สามารถแสดงดังตารางที่ 2



รูปที่ 5 การออกแบบในแนวนอนแถวเดียว (The single horizontal row) (ปริญญา ศรีสัตยกุล, 2562)

ตารางที่ 1 ค่าตัวแปรสำคัญๆ สำหรับการคำนวณการออกแบบในแนวนอนแถวเดียว

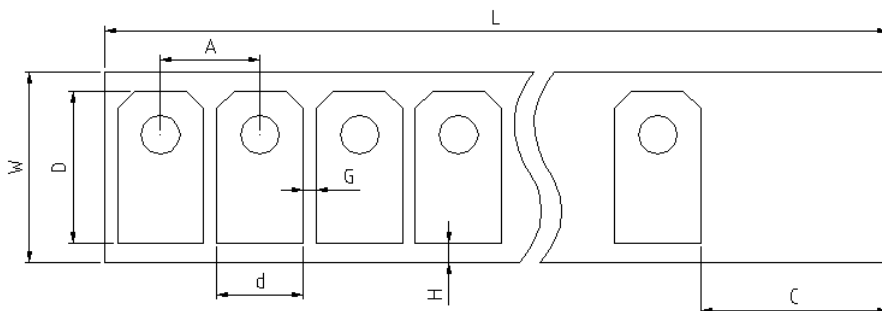
G	H	W	A
3.77 mm	3.77 mm	27.54 mm	38.77 mm

ตารางที่ 2 ผลลัพธ์จากการคำนวณจำนวนชิ้นงานที่สามารถทำการผลิตได้ของการคำนวณการออกแบบในแนวนอนแถวเดียว

ผลลัพธ์จากการคำนวณ	ป้อนตัดทั้งตามแนวความกว้าง (Width)	ป้อนตัดทั้งตามแนวความยาว (Length)
จำนวนแผ่นสตริป (แผ่น)	88	44
จำนวนชิ้นงานต่อ 1 แผ่นสตริป (ชิ้น)	31	62
จำนวนชิ้นงานทั้งหมด (ชิ้น)	2728	2728

2 การออกแบบในแนวตั้งแถวเดียว (The single vertical row)

การออกแบบในแนวตั้งแถวเดียว (The single vertical row) สำหรับแผ่นเหล็กขนาด 4x8 ฟุต (มาตรฐาน SPHC) สามารถแสดงดังรูปที่ 6 และค่าตัวแปรสำคัญๆ สำหรับการคำนวณการออกแบบในแนวตั้งแถวเดียวนั้น สามารถแสดงดังตารางที่ 3 นอกจากนี้ ผลลัพธ์จากการคำนวณจำนวนชิ้นงานที่สามารถทำการผลิตได้ทั้งทิศทางการป้อนตัดทั้งตามแนวความกว้าง (Width) และแนวความยาว (Length) ของการคำนวณการออกแบบในแนวตั้งแถวเดียว สามารถแสดงดังตารางที่ 4



รูปที่ 6 การออกแบบในแนวตั้งแถวเดียว (The single vertical row) (ปริญญา ศรีสัตยกุล, 2562)

ตารางที่ 3 ค่าตัวแปรสำคัญๆ สำหรับการคำนวณการออกแบบในแนวตั้งแถวเดียว

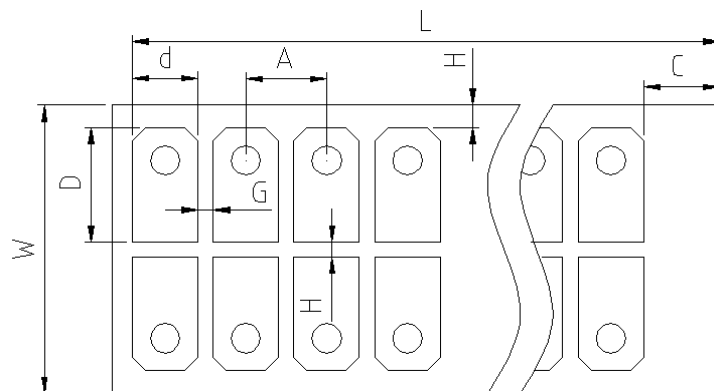
G	H	W	A
3.016 mm	4.524 mm	44.048 mm	23.016 mm

ตารางที่ 4 ผลลัพธ์จากการคำนวณจำนวนชิ้นงานที่สามารถทำการผลิตได้ของการคำนวณการออกแบบในแนวตั้งแถวเดียว

ผลลัพธ์จากการคำนวณ	ป้อนตัดทั้งตามแนวความกว้าง (Width)	ป้อนตัดทั้งตามแนวความยาว (Length)
จำนวนแผ่นสตริป (แผ่น)	55	27
จำนวนชิ้นงานต่อ 1 แผ่นสตริป (ชิ้น)	52	105
จำนวนชิ้นงานทั้งหมด (ชิ้น)	2860	2835

3 การออกแบบในแนวตั้งสองแถว (The double vertical rows)

การออกแบบในแนวตั้งสองแถว (The double vertical rows) สำหรับแผ่นเหล็กขนาด 4x8 ฟุต (มาตรฐาน SPHC) สามารถแสดงดังรูปที่ 7 และค่าตัวแปรสำคัญๆ สำหรับการคำนวณการออกแบบในแนวตั้งสองแถวนี้ สามารถแสดงดังตารางที่ 5 นอกจากนี้ ผลลัพธ์จากการคำนวณจำนวนชิ้นงานที่สามารถทำการผลิตได้ทั้งทิศทางการป้อนตัดทั้งตามแนวความกว้าง (Width) และแนวความยาว (Length) ของการคำนวณการออกแบบในแนวตั้งสองแถว สามารถแสดงดังตารางที่ 6



รูปที่ 7 การออกแบบในแนวตั้งสองแถว (The double vertical rows) (ปริญา ศรีสัตยกุล, 2562)

ตารางที่ 5 ค่าตัวแปรสำคัญๆ สำหรับการคำนวณการออกแบบในแนวตั้งสองแถว

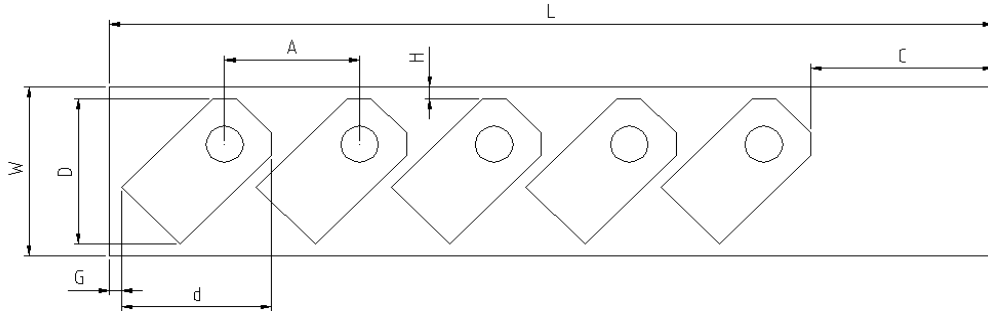
G	H	W	A
3.016 mm	4.524 mm	83.572 mm	23.016 mm

ตารางที่ 6 ผลลัพธ์จากการคำนวณจำนวนชิ้นงานที่สามารถทำการผลิตได้ของการคำนวณการออกแบบในแนวตั้งสองแถว

ผลลัพธ์จากการคำนวณ	ป้อนตัดทั้งตามแนวความกว้าง (Width)	ป้อนตัดทั้งตามแนวความยาว (Length)
จำนวนแผ่นสตริป (แผ่น)	29	14
จำนวนชิ้นงานต่อ 1 แผ่นสตริป (ชิ้น)	52	105
จำนวนชิ้นงานทั้งหมด (ชิ้น)	3016	2940

4 การออกแบบในแนวเฉียงแถวเดียว (The single oblique one row)

การออกแบบในแนวเฉียงแถวเดียว (The single oblique one row) สำหรับแผ่นเหล็กขนาด 4x8 ฟุต (มาตรฐาน SPHC) สามารถแสดงดังรูปที่ 8 และค่าตัวแปรสำคัญๆ สำหรับการคำนวณการออกแบบในแนวเฉียงแถวเดียวนั้น สามารถแสดงดังตารางที่ 7 นอกจากนี้ ผลลัพธ์จากการคำนวณจำนวนชิ้นงานที่สามารถทำการผลิตได้ทั้งทิศทางการป้อนตัดทั้งตามแนวความกว้าง (Width) และแนวความยาว (Length) ของการคำนวณการออกแบบในแนวเฉียงแถวเดียว สามารถแสดงดังตารางที่ 8



รูปที่ 8 การออกแบบในแนวเฉียงแถวเดียว (The single oblique one row) (ปริญา ศรีสัตยกุล, 2562)

ตารางที่ 7 ค่าตัวแปรสำคัญๆ สำหรับการคำนวณการออกแบบในแนวเฉียงแถวเดียว

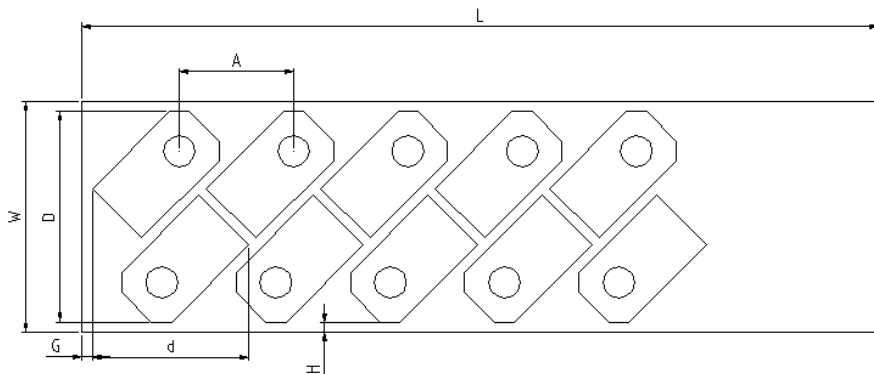
G	H	W	A	D	d
41.86 mm	2.9 mm	41.86 mm	32.42 mm	36.06 mm	36.06 mm

ตารางที่ 8 ผลลัพธ์จากการคำนวณจำนวนชิ้นงานที่สามารถทำการผลิตได้ของการคำนวณการออกแบบในแนวเฉียงแถวเดียว

ผลลัพธ์จากการคำนวณ	ป้อนตัดทั้งตามแนวความกว้าง (Width)	ป้อนตัดทั้งตามแนวความยาว (Length)
จำนวนแผ่นสตริป (แผ่น)	58	29
จำนวนชิ้นงานต่อ 1 แผ่นสตริป (ชิ้น)	37	75
จำนวนชิ้นงานทั้งหมด (ชิ้น)	2146	2175

5 การออกแบบในแนวเฉียงสองแถว (The oblique two rows)

การออกแบบในแนวเฉียงสองแถว (The oblique two rows) สำหรับแผ่นเหล็กขนาด 4x8 ฟุต (มาตรฐาน SPHC) สามารถแสดงดังรูปที่ 9 และค่าตัวแปรสำคัญๆ สำหรับการคำนวณการออกแบบในแนวเฉียงสองแถว นั้น สามารถแสดงดังตารางที่ 9 นอกจากนี้ ผลลัพธ์จากการคำนวณจำนวนชิ้นงานที่สามารถทำการผลิตได้ทั้งทิศทางการป้อนตัดทั้งตามแนวความกว้าง (Width) และแนวความยาว (Length) ของการคำนวณการออกแบบในแนวเฉียงสองแถว สามารถแสดงดังตารางที่ 10



รูปที่ 9 การออกแบบในแนวเฉียงสองแถว (The oblique two rows) (ปริญา ศรีสัตยกุล, 2562)

ตารางที่ 9 ค่าตัวแปรสำคัญ สำหรับการคำนวณการออกแบบในแนวเฉียงสองแถว

G	H	W	A	D	d
2.9 mm	2.9 mm	66 mm	32.42 mm	60 mm	44.5 mm

ตารางที่ 10 ผลลัพธ์จากการคำนวณจำนวนชิ้นงานที่สามารถทำการผลิตได้ของการคำนวณการออกแบบในแนวเฉียงสองแถว

ผลลัพธ์จากการคำนวณ	ป้อนตัดทั้งตามแนวความกว้าง (Width)	ป้อนตัดทั้งตามแนวความยาว (Length)
จำนวนแผ่นสตริป (แผ่น)	36	18
จำนวนชิ้นงานต่อ 1 แผ่นสตริป (ชิ้น)	74	148
จำนวนชิ้นงานทั้งหมด (ชิ้น)	2664	2664

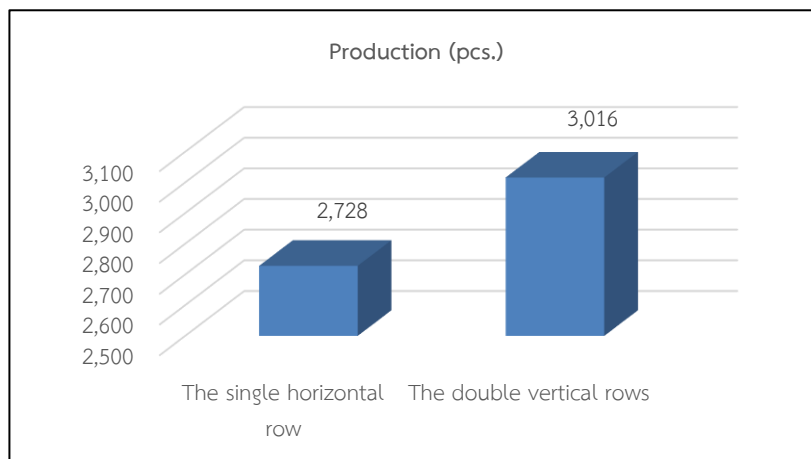
เมื่อนำเอารูปแบบในการออกแบบแผ่นสตริปทั้ง 5 รูปแบบ มาทำการเปรียบเทียบกัน ได้แก่ การออกแบบในแนวนอนแถวเดียว (The single horizontal row) การออกแบบในแนวตั้งแถวเดียว (The single vertical row) การออกแบบในแนวตั้งสองแถว (The double vertical rows) การออกแบบในแนวเฉียงแถวเดียว (The single oblique one row) และการออกแบบในแนวเฉียงสองแถว (The oblique two rows) ดังแสดงในตารางที่ 11 พบว่า รูปแบบในการออกแบบแผ่นสตริปที่เหมาะสมมากที่สุดสำหรับแผ่นเหล็กขนาด 4x8 ฟุต คือ การออกแบบในแนวตั้งสองแถว (The double vertical rows) โดยมีทิศทางการป้อนตัดทั้งตามแนวความกว้าง (Width) เมื่อทำการเปรียบเทียบกับ การออกแบบแผ่นสตริปด้วยวิธีการอื่นๆ อีกทั้ง 4 วิธี ทั้งทิศทางการป้อนตัดทั้งตามแนวความกว้าง (Width) และแนวความยาว (Length)

ตารางที่ 11 การเปรียบเทียบการออกแบบแผ่นสตริปทั้ง 5 รูปแบบ

รูปแบบในการออกแบบแผ่นสตริป	ป้อนตัดทั้งตามแนวความกว้าง (Width)			ป้อนตัดทั้งตามแนวความยาว (Length)		
	จำนวนแผ่นสตริป (แผ่น)	จำนวนชิ้นงานต่อ 1 แผ่นสตริป (ชิ้น)	จำนวนชิ้นงานทั้งหมด (ชิ้น)	จำนวนแผ่นสตริป (แผ่น)	จำนวนชิ้นงานต่อ 1 แผ่นสตริป (ชิ้น)	จำนวนชิ้นงานทั้งหมด (ชิ้น)
การออกแบบในแนวนอนแถวเดียว (The single horizontal row)	88	31	2728	44	62	2728
การออกแบบในแนวตั้งแถวเดียว (The single vertical row)	55	52	2860	27	105	2835
การออกแบบในแนวตั้งสองแถว (The double vertical rows)	29	52	3016	14	105	2940
การออกแบบในแนวเฉียงแถวเดียว (The single oblique one row)	58	37	2146	29	75	2175
การออกแบบในแนวเฉียงสองแถว (The oblique two rows)	36	74	2664	18	148	2664

สรุปผลการดำเนินงานวิจัย

บทสรุปของการดำเนินงานวิจัยนี้ เป็นการเปรียบเทียบผลลัพธ์ระหว่างรูปแบบการออกแบบแผ่นสไตรป์ที่เหมาะสมมากที่สุดสำหรับแผ่นเหล็กขนาด 4x8 ฟุต (มาตรฐาน SPHC) กับรูปแบบการออกแบบแผ่นสไตรป์รูปแบบเดิมที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันของโรงงาน หรือรูปแบบการออกแบบในแนวตั้งสองแถว (The double vertical rows) โดยมีทิศทางการป้อนตัดทั้งตามแนวความกว้าง (Width) กับรูปแบบการออกแบบในแนวนอนแถวเดียว (The single horizontal row) ซึ่งจะเห็นได้ว่ารูปแบบการออกแบบในแนวตั้งสองแถวโดยมีทิศทางการป้อนตัดทั้งตามแนวความกว้างนั้น สามารถผลิตชิ้นงานได้มากกว่ารูปแบบการออกแบบในแนวนอนแถวเดียวซึ่งเป็นรูปแบบเดิมของการทำงานในปัจจุบันโดยเฉลี่ย 288 ชิ้นต่อแผ่นสไตรป์ หรือ 9.55% ดังแสดงในรูปที่ 10



รูปที่ 10 การเปรียบเทียบ ก่อน-หลัง การปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการป้อนชิ้นส่วนรถยนต์ (ปริญญา ศรีสัตยกุล, 2562)

เอกสารอ้างอิง

- [1] ชาญ ถนดงาน และคณะ. คู่มือการออกแบบและสร้างแม่พิมพ์ขนาดเล็ก.
- [2] ประการ นาคเสม, สายสุณี พวงน้อย. (2553). การลดเศษซากกระบวนการผลิตพื้นรองเท้าโดยการออกแบบแผ่นสไตรป์. (ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต) สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล กรุงเทพมหานคร.
- [3] วารุณี เปรมานนท์, พงศ์พันธ์ แก้วดาทิพย์. (2552). แม่พิมพ์โลหะแผ่น. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ ส.ส.ท.
- [4] สุเทพ เยี่ยมชัยภูมิ. (2552). เอกสารประกอบการเรียน วิชาการออกแบบแม่พิมพ์โลหะ. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล กรุงเทพมหานคร .
- [5] www.kmutt.ac.th/elearning/Courseware/TEN437/main/elearning/lessen/lessen10/lessen10.html
- [6] S. Kumar and R. Singh. (2007). Automation of strip-layout design for sheet metal work on progressive die. *Journal of Materials Processing Technology*, Vol.195, pp. 94-100.
- [7] Yu Dequan, Zhang Rui, Chen Jun and Zhao Zhen. (2006). Research of knowledge-based system for stamping process planning. *Journal Advance Manufacturing Technology*, Vol.29, pp.63-669.
- [8] Z. Zhao and Y. Peng. 2002. Development of a Practical Blank Layout Optimization System for Stamping Die Desig". *Journal Advance Manufacturing Technology*, Vol.20, pp.357-362.