

การพัฒนาเครื่องจักรซีเอ็นซีขนาดเล็กเพื่อตัดแผ่นอลูมิเนียมคอมโพสิต Aluminum Composite Cutting Machine Development Using CNC

พรเทพ มานิตยวงศ์¹ สุวรรณี อัสวกุลชัย^{2*}

¹นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย

²รองศาสตราจารย์ สาขาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย

Pornthep Manichwong¹ Suwannee Adsavakulchai^{2*}

¹Master Student, School of Engineering, University of the Thai Chamber of Commerce

²Associate Professor, School of Engineering, University of the Thai Chamber of Commerce

126/1 Vibhavadee Road, Dindiang Bangkok, 10400

*Corresponding author: Email: suwannee_ads@utcc.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์หลัก เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องจักรซีเอ็นซีขนาดเล็ก สำหรับใช้ตัดแผ่นอลูมิเนียมคอมโพสิตที่มีประสิทธิภาพดีกว่าการใช้เลื่อยวงเดือน เนื่องจากส่วนใหญ่อุตสาหกรรมขนาดเล็ก (SMEs) ในประเทศไทยมีการใช้เลื่อยวงเดือนกันอย่างกว้างขวาง ในการศึกษาครั้งนี้ ออกแบบเครื่องจักรซีเอ็นซีเครื่องขนาด 1.10 x 1.45 x 0.78 เมตร และพื้นที่ตัด 0.89 x 1.23 เมตร นวัตกรรมของเครื่องตัดแผ่นอลูมิเนียมคอมโพสิต คือ การประยุกต์ใช้หัวส่วนคาร์ไบด์ตัดแผ่นอลูมิเนียมคอมโพสิต การทำงานของเครื่องควบคุมด้วยระบบซีเอ็นซี โดยใช้โปรแกรม Mach 3 ควบคุม microprocessor 5 axis breakout board ทำงานผ่าน parallel port ที่เชื่อมกับคอมพิวเตอร์ควบคุม spindle ทำงาน 3 แกน และเลื่อนได้ทุกทิศทาง ส่วนรูปแบบในการตัดแผ่นอลูมิเนียมคอมโพสิตใช้โปรแกรม JDPaint และ Artcam เป็นเครื่องมือ ในการตัดเป็นเส้นตรงทั้งสามแกน เป็นเส้นโค้ง การเจาะรู หรือแกะสลักเป็นรูปร่างต่างๆ ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องตัดแผ่นอลูมิเนียมคอมโพสิตด้วยซีเอ็นซี กับเครื่องตัดแผ่นอลูมิเนียมคอมโพสิตด้วยเครื่องเลื่อยวงเดือน พบว่า เครื่องตัดแผ่นอลูมิเนียมคอมโพสิตด้วยซีเอ็นซี สามารถช่วยลดเวลาที่ใช้ในการตัดต่อแผ่น ร้อยละ 50.66 ทำให้ความเที่ยงตรงและความสม่ำเสมอในรอยตัดแผ่นดีกว่า คิดเป็นร้อยละ 2.08 ปริมาณของเสียลดลง ร้อยละ 26.75 การกระจายของเศษอลูมิเนียมลดลง ร้อยละ 72.72 ความปลอดภัยจากการใช้เครื่อง ทำให้อุบัติเหตุลดลง ร้อยละ 62.50 และมลพิษทางเสียงลดลง ร้อยละ 17.53 กล่าวโดยสรุป เครื่องตัดแผ่นอลูมิเนียมคอมโพสิตด้วยระบบซีเอ็นซี เหมาะสำหรับ SME ในประเทศไทย เนื่องจากเครื่องขนาดเล็ก และราคาต่ำกว่าการนำเข้าเครื่องแบบเดียวกัน ร้อยละ 60.48 รวมถึงสะดวกในการบำรุงรักษาและบริการหลังการขาย เนื่องจากผลิตภายในประเทศ ทั้งนี้ เครื่องตัดแผ่นอลูมิเนียมคอมโพสิตระบบซีเอ็นซี อยู่ในระหว่างการตรวจสอบความถูกต้องก่อนประกาศรับจดทะเบียนอนุสิทธิบัตร ตามคำขอรับอนุสิทธิบัตร เลขที่ 1703000038 เมื่อวันที่ 10 มกราคม พ.ศ. 2560

คำสำคัญ: ออกแบบเครื่องจักร เครื่องตัดซีเอ็นซี แผ่นอลูมิเนียมคอมโพสิต หัวส่วนคาร์ไบด์ อนุสิทธิบัตร

ABSTRACT

The main objective of this study is to design and develop an Aluminum Composite (AC) cutting machine using computer numerical control (CNC) that is more efficient than the circle saw. Since most of the small manufacturing enterprises (SMEs) in Thailand still use circle saws in general. In this study, the machine is 1.10 x 1.45 x 0.78 meter and the working space is 0.89 x 1.23 meter. The innovation of this AC cutting machine is the trimming router bit. The machine is automatically controlled using Program Mach 3 as a tool to run microprocessor 5 axis breakout board via parallel port. In addition, the cutting AC pattern is designed by using JDPaint and Artcam. Therefore, this study is to compare the efficiency of the AC cutting machine between the machine and the circular saw. The results from this study demonstrates that the machine works more efficiently as follows: less time consuming 50.66%,

more accuracy 2.08%, less waste during production 26.75%, less aluminium distribution 72.72%, more safety that the accident less than 65.58% and less noise pollution 17.53%. It can be concluded that the Aluminum Composite (AC) cutting machine using computer numerical control is good for Thai SMEs and the cost is less than the import 60.48%. Moreover, the machine is made in Thailand that is easy for after sale service and maintenance. The machine is still in the examine process before announcement for patent in Thailand with number 1703000038 on January 10, 2017.

Keyword : Machine design, CNC cutting machine, aluminum composite, trimming router bit, patent.

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ปัจจุบันการตัดแผ่นอลูมิเนียมคอมโพสิตในอุตสาหกรรมขนาดเล็กในประเทศไทย ยังใช้เลื่อยวงเดือน โดยทำการทาบกับไม้แบบที่ทำหน้าที่เป็นฉาก หรือใช้งานรางอลูมิเนียมทำการวัดระยะตัด จากนั้นทำการบรรจุแผ่น วัสดุให้ตรงกับแนวตัดยึด เพื่อทำการตัดแผ่นตามแนว จนกระทั่งจบสิ้นกระบวนการ [1,2,3] ทั้งนี้ ปัญหาของการ ใช้เลื่อยวงเดือน คือ เสียงที่เกิดขึ้นระหว่างการตัด และ เสียงดังต่อเนื่องแบบไม่คงที่ ซึ่งเกิดจากการเคลื่อนที่ของ ใบเลื่อยวงเดือน ก่อให้เกิดมลภาวะทางเสียง เนื่องจากค่า ปริมาณเสียงสูงมากกว่าระดับเสียงปลอดภัย (85 เดซิเบล) ส่งผลเสียต่อการได้ยินของผู้ใช้งาน หากได้รับการได้ยิน เป็นระยะเวลานาน [4] ปัญหาของของเสียที่เกิดขึ้นจาก การตัดแผ่นอลูมิเนียมคอมโพสิต ซึ่งกระเด็นและถูกพัด โดยใบเลื่อยที่กำลังหมุนอยู่พัดกระจายออกไป และถูก ผู้ใช้งาน [5] รวมถึงระยะเวลาในการตัดแผ่นอลูมิเนียม คอมโพสิต ซึ่งการตัดแผ่นแต่ละแผ่นนั้น จะต้องทำการวัด แนวตัดและทำเครื่องหมายในการตัดทุกครั้ง ใช้เวลาใน การตัดนานกว่า เมื่อต้องทำเป็นจำนวนมากๆ รวมถึงความ แม่นยำและความสม่ำเสมอของรอยตัด การตัดด้วยใบ เลื่อยวงเดือน จะมีแรงกดที่ไม่สม่ำเสมอ ทำให้เกิดความ คลาดเคลื่อน [6] รวมถึงความเสี่ยงอันตรายที่จะเกิดขึ้นทั้ง จากการสัมผัสกับใบเลื่อยโดยไม่ได้ตั้งใจ หรือเศษที่จะถูก พัดกระเด็นออกมาโดนผู้ใช้งาน นอกจากนั้น การตัดแผ่น อลูมิเนียมคอมโพสิตด้วยเลื่อยวงเดือน จำเป็นต้องใช้มือใน การกดอุปกรณ์เลื่อยวงเดือนให้ตัดไปตามรางที่กดไว้ ถ้ามี ใบมีดยื่นออกมาเพื่อตัดวัสดุ ซึ่งความเสี่ยงอันตรายที่จะ เกิดขึ้นกับผู้ใช้งานมีแรงตีกลับมา หากไม่ได้มีการกด ตัวเครื่อง ทำให้การตัดผ่านอย่างสม่ำเสมอจะเกิดการตี กลับของเครื่อง โดยอาการตีกลับนั้นจะเกิดขึ้นจากการที่ ใบเลื่อยตัดเจาะลงไปยังวัสดุแข็งที่ทำการตัด โดยการ ทำการเหวี่ยงบนวัสดุแข็งนั้นจะเกิดแรงตีกลับขึ้นมาในแนวตั้ง หากไม่มีการควบคุมให้เครื่องอยู่ในแกนตั้ง [7] จะทำให้

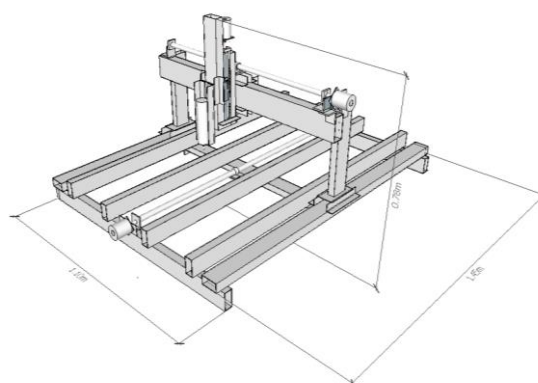
ตัวเครื่องดีดขึ้นมาโดนมือผู้ใช้งานได้ รวมถึงหากมีสิ่ง แปลกปลอมเข้าไปขวางทางเดินของใบเลื่อย ทำให้มี โอกาสที่จะถูกใบเลื่อยพัดมากระแทกกับผู้ใช้งานได้ และ ความเสี่ยงที่จะสัมผัสกับใบตัดโดยตรงในขณะที่ตัด จากสถิติ อุบัติเหตุ โดย OSHA ของ United State Department of Labor พบว่าช่วงปี 2546-2554 มีรายงานการเกิด อุบัติเหตุจากการใช้งานเลื่อยวงเดือนที่ทำให้เกิดการ บาดเจ็บจนถึงเสียชีวิตจำนวน 308 ครั้ง ในงานวิจัยนี้ได้ ประเมินการไว้ว่าจะลดความเสี่ยงที่จะเกิดอุบัติเหตุนี้ [8,9]

ดังนั้น ในการศึกษาครั้งนี้ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ ออกแบบและพัฒนาเครื่องตัดแผ่นอลูมิเนียมคอมโพสิต ระบบซีเอ็นซีขนาดเล็ก ในราคาถูกกว่าการนำเข้าจาก ต่างประเทศ และเปรียบเทียบประสิทธิภาพเครื่องกับการ ตัดแผ่นอลูมิเนียมคอมโพสิตด้วยเลื่อยวงเดือน

2. วิธีการดำเนินงาน

2.1 การพัฒนาเครื่องตัดแผ่นอลูมิเนียมคอมโพสิต ด้วยระบบซีเอ็นซี

ในการศึกษาครั้งนี้ การออกแบบเครื่อง มีขนาด $1.10 \times 1.45 \times 0.78$ เมตร และมีพื้นที่ตัดประมาณ 0.89×1.23 เมตร แสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 เครื่องตัดแผ่นอลูมิเนียมคอมโพสิตด้วยระบบซีเอ็นซี

จากรูปที่ 1 เครื่องตัดแผ่นอลูมิเนียมคอมโพสิตด้วยระบบซีเอ็นซี สามารถตัดชิ้นงานอลูมิเนียมคอมโพสิตขนาด 50 x 50 เซนติเมตร มีหัวเจาะสว่าน Trimmer ติดตั้งอยู่บนโครงหลัก แล้วทำการเลื่อนที่พีดสกรูในการควบคุมตัวตัดให้เคลื่อนที่ไปในแกน X Y โดยให้พีดสกรูอยู่ตรงกลางของแกน เพื่อควบคุมให้เคลื่อนที่เท่าๆกัน และลดความคลาดเคลื่อนจากการไม่นิ่งของเครื่องที่จะเกิดขึ้น หากทำการติดตั้งพีดสกรูที่ขอบเครื่อง และมีโครงหลักส่วนล่างรองรับเป็นฐานของเครื่อง พีดสกรูแต่ละตัวมีสแต็ปเปอร์มอเตอร์ช่วยในการหมุน ซึ่งสแต็ปเปอร์มอเตอร์รับคำสั่งจากไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อที่ใช้ในการควบคุมการตัด

2.2 การควบคุมเครื่องด้วยระบบซีเอ็นซี

ในการควบคุมเครื่องตัดแผ่นด้วยระบบซีเอ็นซี เริ่มจากการรับคำสั่งเพื่อแปลงรูป vector ที่วาดขึ้นในโปรแกรม JDPAINT [10] แล้วทำการแปลงรูป Vector ให้เป็นชุดคำสั่งภาษา G-Code ในโปรแกรม ARTCAM เพื่อทำการส่งชุดคำสั่งต่อไปยังโปรแกรม Mach 3 ที่ใช้ควบคุมสั่งส่งคำสั่งไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านสายเชื่อมต่อพอร์ทพาราเรล เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์รับคำสั่งทำการแปลงชุดคำสั่งเป็นกระแสไฟไปยังสแต็ปเปอร์มอเตอร์ โดยสแต็ปเปอร์มอเตอร์จะทำการรับกระแสไฟแล้วจ่ายไฟฟ้าให้แก่สแต็ปเปอร์มอเตอร์ เพื่อใช้ในการควบคุมการตัด แสดงในรูปที่ 2

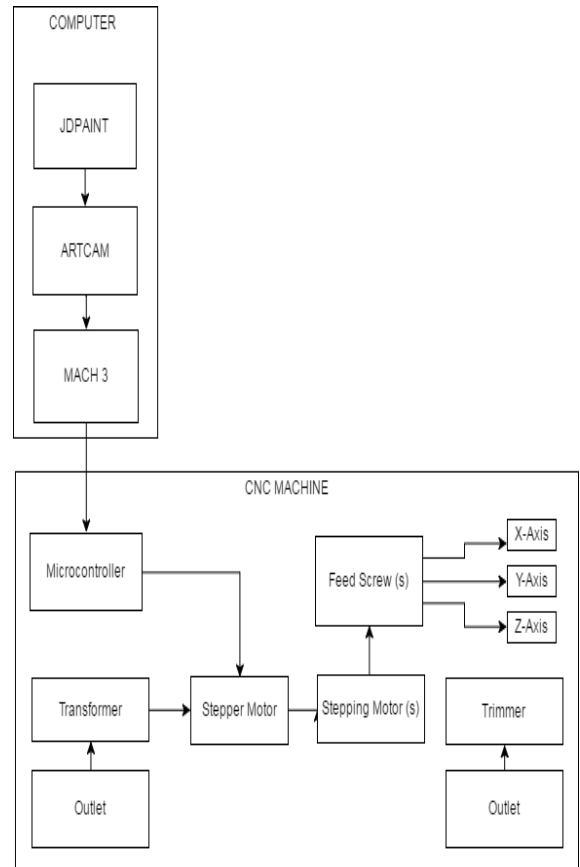
2.3 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพ

กระบวนการตัดแผ่นอลูมิเนียมคอมโพสิตด้วยเลื่อยวงเดือน แสดงในรูปที่ 3 ส่วนกระบวนการตัดแผ่นอลูมิเนียมคอมโพสิตด้วยระบบซีเอ็นซี แสดงในรูปที่ 4 ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพ 5 ด้าน ในการตัดแผ่นอลูมิเนียมคอมโพสิตขนาด 50 x 50 ซม. ทั้งหมด 25 ครั้ง รายละเอียดต่อไปนี้

2.3.1 การจับเวลาในการตัด: เริ่มจับเวลาในการตัด

แต่ละครั้ง ตั้งแต่เวลาการวัดและติดตั้งแผ่น การเดินเครื่องจักร การลงมือตัดแผ่น และเวลาในการนำแผ่นออกเพื่อทำการวัดตำแหน่งติดตั้ง จนกระทั่งนำผ่านแผ่นที่เสร็จสิ้นแล้วออกจากเครื่องตัด

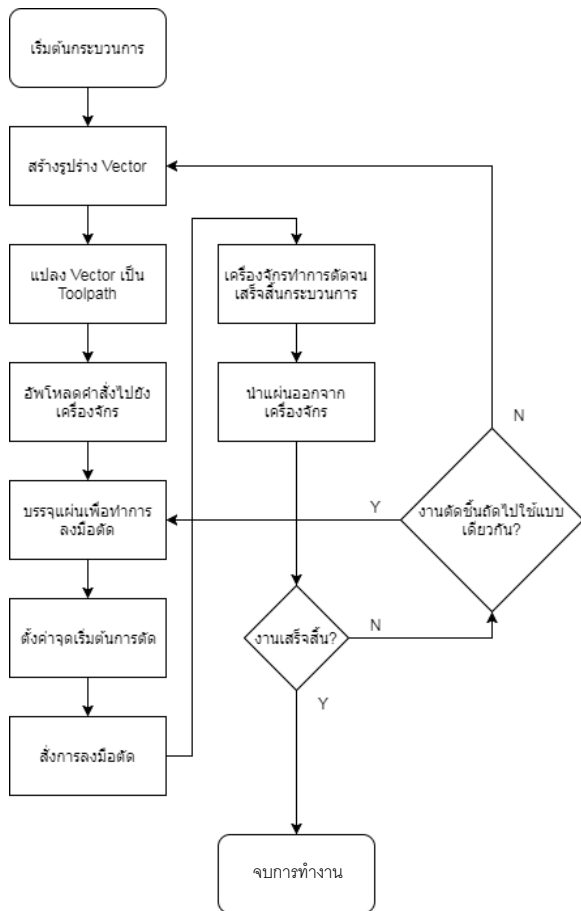
2.3.2 การวัดความเที่ยงตรง และความเรียบของแนวตัด: เพื่อหาความขรุขระและความสม่ำเสมอของร่องตัด โดยทำการวัดด้วยเวอร์เนียจำนวน 3 จุด ตามแนวตัด จุดเริ่มต้น จุดกึ่งกลาง และจุดสิ้นสุดรอยตัด



รูปที่ 2 การควบคุมเครื่องด้วยระบบซีเอ็นซี



รูปที่ 3 กระบวนการตัดแผ่นอลูมิเนียมคอมโพสิตด้วยเลื่อยวงเดือน



รูปที่ 4 กระบวนการตัดแผ่นอลูมิเนียมคอมโพสิตด้วยซีเอ็นซี

2.3.3 การชั่งน้ำหนักของเสีย และลักษณะของของเสียที่เกิดขึ้นจากการตัด: ประกอบด้วยเศษอลูมิเนียมและยางใส่ประกบ หนัชน้ำหนักเป็นกรัม รวมถึงวัดระยะการกระจายของของเสียที่เกิดขึ้น

2.3.4 การเปรียบเทียบความปลอดภัยในการใช้งาน : อ้างอิงจากข้อมูลสถิติและการใช้งานเครื่องจักร

2.3.5 การวัดระดับเสียงที่เกิดขึ้น: วัดระดับเสียงที่เกิดขึ้นจากการตัด โดยใช้แอปพลิเคชัน SPLnFFT ผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่ [11] โดยวัดระดับเสียงห่างจากแหล่งกำเนิดเสียงที่ระยะห่าง 50 ซม. แล้วทำการแปลงข้อมูลเป็นกราฟเพื่อนำมาเปรียบเทียบผลลัพธ์

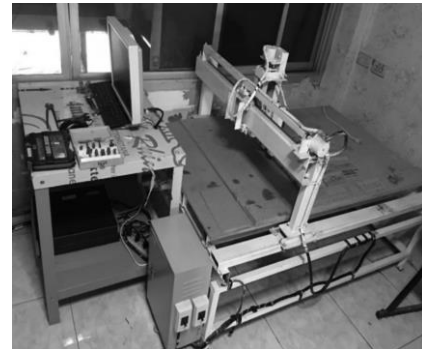


รูปที่ 5 วัดระดับเสียงที่เกิดขึ้นจากการตัด โดยใช้แอปพลิเคชัน SPLnFFT ผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่

3. ผลการศึกษา

3.1 ผลการพัฒนาเครื่องตัดแผ่นอลูมิเนียมคอมโพสิตด้วยระบบซีเอ็นซี

รูปเครื่องตัดแผ่นอลูมิเนียมคอมโพสิตด้วยระบบซีเอ็นซีที่พัฒนา แสดงในรูปที่ 6 รายละเอียดเครื่องตัดแผ่นอลูมิเนียมคอมโพสิตระบบซีเอ็นซี แสดงตารางที่ 1



รูปที่ 6 เครื่องตัดแผ่นอลูมิเนียมคอมโพสิตระบบซีเอ็นซี

จากรูปที่ 6 การประกอบเครื่องตัดแผ่นอลูมิเนียมคอมโพสิตระบบซีเอ็นซีพร้อมใช้งาน

ตารางที่ 1 รายละเอียดเครื่องตัดแผ่นอลูมิเนียมคอมโพสิตระบบซีเอ็นซี

ขนาดตัวเครื่อง	1.10 x 1.45 x 0.78 เมตร
พื้นที่ในการตัด	0.89 x 1.23 เมตร
น้ำหนักเครื่อง	30 กิโลกรัม
อุปกรณ์เจาะตัด	สว่าน Trimmer หัวเจาะ 5 มม. กำลังไฟ 350 วัตต์ ความเร็วหมุน 35000 รอบ/นาที
Micro controller	5 AXIS Breakout board เชื่อมต่อสาย Parallel รองรับการทำงานโปรแกรม Mach 3 / EMC2 รองรับการควบคุม AXIS ได้ 5 แกน [X/Y/Z/A/B] ภาษาที่รองรับ : G-Code
การเคลื่อนที่	ฟีดสกรู/สเต็ปมอเตอร์ควบคุม โดยสเต็ปเปอร์มอเตอร์แต่ละแกน [1.10 เมตร/1 นาที ที่การเคลื่อนที่ Feed 100%] [1.32 เมตร/1 นาที ที่การเคลื่อนที่ Feed 200%]

3.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพ

3.2.1 ผลการจับเวลาในการตัดแผ่นอลูมิเนียมคอมโพสิต ขนาด 50 x 50 ซม. จำนวน 25 ครั้ง แสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เวลาที่ใช้ในการตัดแผ่นอลูมิเนียมคอมโพสิต

ประเภทของเครื่อง	เวลาที่ใช้ตัดทั้งหมด
เลื่อยวงเดือน	63 นาที
ซีเอ็นซี	43 นาที

จากตารางที่ 2 พบว่า เวลาที่ใช้ตัดแผ่นอลูมิเนียมคอมโพสิตด้วยเครื่องตัดแผ่นระบบซีเอ็นซี ใช้เวลาตัดน้อยกว่าการตัดด้วยเลื่อยวงเดือน 20 นาที คิดเป็นร้อยละ 50.66 เนื่องจากกระบวนการในการตัดด้วยเลื่อยวงเดือน ต้องนำแผ่นออกมา เพื่อทำการตัดใหม่ทุกครั้ง ในขณะที่การตัดด้วยเครื่องซีเอ็นซี ทำการตัดตั้งแต่เริ่มต้นจนจบกระบวนการ โดยไม่ต้องนำแผ่นออกมาเป็นการทำงานจนซ้ำจนตัดเสร็จ จึงค่อนข้างนำแผ่นออกจากเครื่อง แสดงรายละเอียดกระบวนการในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบเวลาในการตัดแผ่นอลูมิเนียมคอมโพสิต

เลื่อยวงเดือน		ซีเอ็นซี	
กระบวนการ	เวลา (วินาที)	กระบวนการ	เวลา (วินาที)
วัด/ทำเครื่องหมาย	90	ใช้โปรแกรมตัด	300
บรรจุแผ่น	30	บรรจุแผ่น	30
ตัดแผ่น	10	ตัดแผ่น	30
นำแผ่นออก	20	-	-
วัด/ทำเครื่องหมายเพื่อตัดแนวใหม่	90	ไปยังตำแหน่งถัดไป	30
บรรจุแผ่น	30	-	-
ทำซ้ำจนตัดเสร็จ	-	ทำซ้ำจนตัดเสร็จ	-
นำแผ่นออกจากเครื่อง	20	จบโปรแกรมนำแผ่นออกจากเครื่อง	30

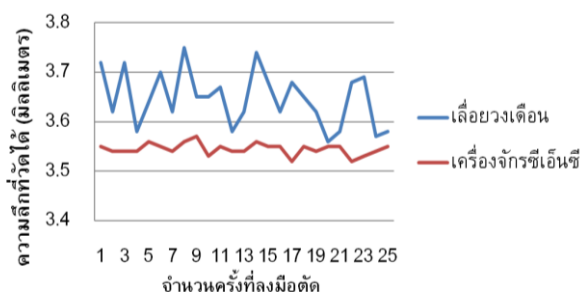
จากตารางที่ 3 ถ้าเปรียบเทียบการตัดเพียงแผ่นเดียว พบว่า การตัดด้วยเครื่องซีเอ็นซีใช้เวลามากกว่าในวัด/ทำเครื่องหมาย เฉพาะครั้งแรกเท่านั้น แต่ถ้าตัดหลายๆ แผ่นแล้ว เวลาในส่วนนี้จะไม่เกิดขึ้นจนการจะเสร็จสิ้นการตัด ในขณะที่การตัดด้วยเลื่อยวงเดือนต้องมีการวัด/ทำเครื่องหมายทุกครั้งที่ยัด

3.2.2 ผลวัดความเที่ยงตรงและความเรียบของแนวตัด ใช้เวอร์เนียวัดตามแนวตัดจำนวน 3 จุด แสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลความเที่ยงตรงและความเรียบของแนวตัด

ประเภทเครื่อง	ความลึกฝังซ้ายโดยเฉลี่ย	ความลึกที่จุดกึ่งกลางโดยเฉลี่ย	ความลึกที่ฝังขวาโดยเฉลี่ย
เลื่อยวงเดือน	3.5756	3.6468	3.6216
ซีเอ็นซี	3.5364	3.5448	3.5368

จากตารางที่ 4 พบว่า ค่าความลึกของแผ่น ทำการวัด 3 จุด คือ ความลึกฝังซ้ายโดยเฉลี่ย ความลึกที่จุดกึ่งกลางโดยเฉลี่ย และ ความลึกที่ฝังขวาโดยเฉลี่ย เพื่อพิจารณาความสม่ำเสมอของรอยตัดแผ่นอลูมิเนียมคอมโพสิต ซึ่งการตัดด้วยเลื่อยวงเดือนมีความแตกต่างของรอยตัดที่สูงกว่า เนื่องจากในการตัดแผ่นด้วยใช้แรงกดที่ไม่สม่ำเสมอ เกิดจากการเคลื่อนที่ของผู้ใช้งานในการตัดแผ่นอลูมิเนียมคอมโพสิต ในขณะที่เครื่องระบบซีเอ็นซี มีการเปลี่ยนแปลงของความลึกน้อยกว่า 0.3 มม. เนื่องจากการเคลื่อนที่ของฟีดสกรู มีความสม่ำเสมอ แสดงในรูปที่ 7



รูปที่ 7 กราฟแสดงความลึกในการตัดแผ่นอลูมิเนียมคอมโพสิตด้วยเครื่องทั้งสองประเภท

จากรูปที่ 7 จากกราฟแสดงให้เห็นถึงความสม่ำเสมอของการตัดด้วยเครื่องตัดซีเอ็นซี ดีกว่าเลื่อยวงเดือน เนื่องจากเครื่องจักรทำงานได้สม่ำเสมอว่าการที่คนใช้แรงกดเพื่อตัดในแต่ละครั้ง สำหรับกราฟแสดงการตัดแต่ละครั้ง กราฟของการตัดด้วยเครื่องเลื่อยวงเดือน แต่ละครั้งแตกต่างกันชัดเจน ในขณะที่ถ้าพิจารณาจากค่าเฉลี่ยแล้วไม่แตกต่างกันจากการตัดด้วยเครื่องตัดซีเอ็นซี

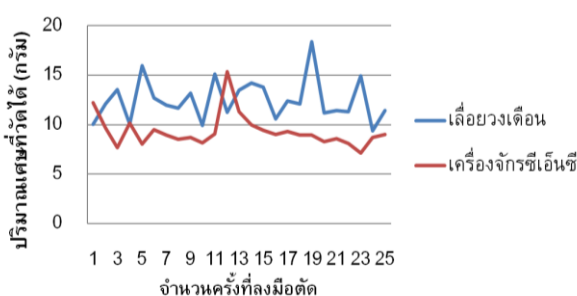
3.2.3 ผลการวัดปริมาณ และการกระจายของเศษ

จากการตัดแผ่นอลูมิเนียมคอมโพสิต แสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ปริมาณและการกระจายของเศษจากการตัดแผ่นอลูมิเนียมคอมโพสิต

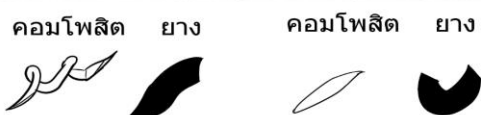
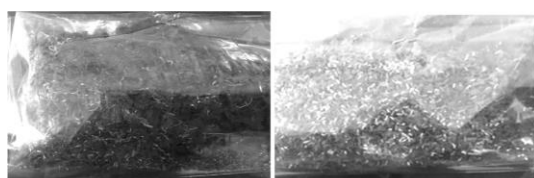
ประเภทของเครื่อง	ค่าเฉลี่ยของปริมาณเศษจากการตัด (กรัม)	ระยะทางการกระจายของเศษ (เมตร)
เลื่อยวงเดือน	12.48	5.50
ซีเอ็นซี	9.31	1.50

จากตารางที่ 5 ปริมาณของเสียจากการตัดด้วยเครื่องซีเอ็นซี มีปริมาณโดยเฉลี่ยน้อยกว่าการตัดด้วยเลื่อยวงเดือน 3.17 กรัม คิดเป็นร้อยละ 2.08 แสดงในรูปที่ 8 ส่วนระยะทางการกระจายของเศษที่เกิดจากเครื่องซีเอ็นซีน้อยกว่าการตัดด้วยเลื่อยวงเดือน 4.0 กรัม คิดเป็นร้อยละ 72.72 รายละเอียดแสดงในรูปที่ 9



รูปที่ 8 กราฟแสดงปริมาณของเสียที่ทำการเก็บได้

จากรูปที่ 8 ปริมาณของเสียที่ทำการเก็บได้ จากการตัดในแต่ละครั้งแตกต่างกัน แต่เมื่อนำมาคำนวณค่าเฉลี่ยแล้ว การตัดด้วยระบบซีเอ็นซี ก่อให้เกิดของเสียน้อยกว่า



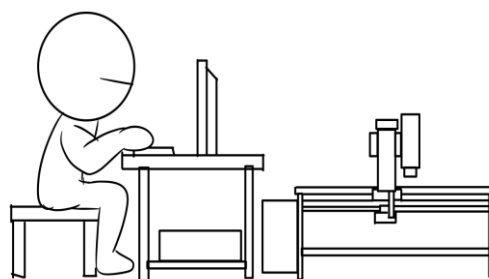
รูปที่ 9 การกระจายที่เกิดจากการตัด

จากรูปที่ 9 ระยะทางการกระจายของเศษพบว่า การตัดด้วยเครื่องซีเอ็นซีมีการกระจายของเสีย 1.50 เมตร. ลักษณะของเศษหลักมีขนาด 0.3-0.5 ซม.

และมีความละเอียด และความคมของเศษลดลง ในขณะที่เลื่อยวงเดือนกระจายที่ 5.50 เมตร ลักษณะของเศษมีรูปร่างเป็นเส้นยาวขนาดประมาณ 0.5-1.5 ซม. และเศษหลักมีความยาว 1-2 ซม. และแหลมคม

3.2.4 ผลการเปรียบเทียบความปลอดภัยและความเสี่ยงจากการใช้งานเครื่องตัดแผ่นอลูมิเนียมคอมโพสิตระบบซีเอ็นซี กับเลื่อยวงเดือน

จากการใช้งานเครื่องตัดแผ่นอลูมิเนียมคอมโพสิตด้วยระบบซีเอ็นซี สามารถลดความเสี่ยงจากการเกิดอุบัติเหตุจากการตัดแผ่นอลูมิเนียมคอมโพสิต เนื่องจากผู้ใช้งานควบคุมการตัดจากคอมพิวเตอร์ที่อยู่ห่างจากโต๊ะที่ใช้ตัดแผ่น ทำให้ผู้ใช้งานไม่ได้สัมผัสอุปกรณ์ตัดโดยตรง (รูปที่ 10) ดังนั้นไม่มีความเสี่ยงจากการเกิดอุบัติเหตุจากการสัมผัสกับชิ้นส่วนตัดที่มีเคลื่อนที่ และไม่มีความเสี่ยงจากการที่ถูกของเสียหรือสิ่งแปลกปลอมที่กระเด็นมาจากใบเลื่อยวงเดือน มากระทบกับผู้ใช้งานได้



รูปที่ 10 ตำแหน่งผู้ใช้งานในการตัดแผ่นด้วยเครื่องซีเอ็นซี

จากรูปที่ 10 ผู้ใช้งานในการตัดแผ่นด้วยเครื่องซีเอ็นซีนั่งอยู่หน้าเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อควบคุมการตัดแผ่น ซึ่งอยู่ห่างจากเครื่องตัด ในขณะที่การตัดด้วยเลื่อยวงเดือน ผู้ใช้งานต้อง จับอุปกรณ์ตลอดเวลาในกระบวนการตัด (รูปที่ 11) มีความเสี่ยงสูงกว่ามาก



รูปที่ 11 ตำแหน่งผู้ใช้งานตัดแผ่นด้วยเลื่อยวงเดือน

จากรูปที่ 11 ผู้ใช้งานตัดแผ่นด้วยเลื่อยวงเดือน ใช้มีดจับเลื่อยวงเดือนโดยตรง ถ้าผู้ใช้งานไม่มีความชำนาญในการใช้เครื่อง อาจทำให้แรงกด แรงต้าน อันตรายต่อผู้ใช้งานเป็นอย่างมาก

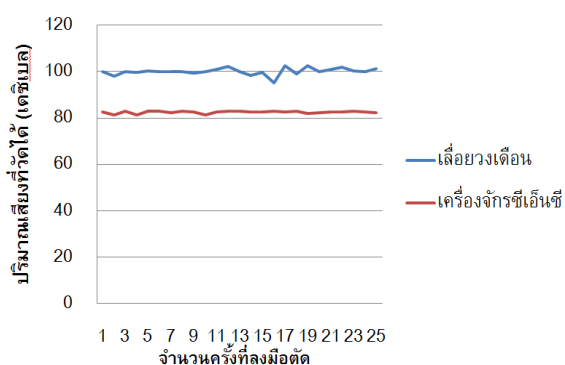
ทั้งนี้ จากสถิติการเกิดอุบัติเหตุที่เกิดจากการตัดแผ่นอลูมิเนียมคอมโพสิต บันทึกโดย OSHA ของ United State Department of Labor ข้อมูลในช่วงปี 2546 – 2554 พบว่า มีการเกิดอุบัติเหตุจากการใช้งานเลื่อยวงเดือนจำนวน 367 ครั้ง ส่วนเครื่องจักรระบบซีเอ็นซีนั้น เกิดอุบัติเหตุ 105 ครั้ง อุบัติเหตุลดลงร้อยละ 71.38 [10,11]

3.2.5 ผลการเปรียบเทียบระดับเสียง ที่เกิดจากการตัดแผ่นอลูมิเนียมคอมโพสิต ใช้แอปพลิเคชัน SPLnFFT ผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่ โดยวัดจากการตัดจำนวน 25 ครั้งต่อเครื่อง แสดงผลในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ระดับเสียงจากการตัดแผ่นอลูมิเนียมคอมโพสิต

ประเภทของเครื่อง	ค่าเฉลี่ยของเสียง	ค่าสูงสุดของเสียงโดยเฉลี่ย	ค่าต่ำสุดของเสียงโดยเฉลี่ย
เลื่อยวงเดือน	100.0803	106.1423	83.4072
ซีเอ็นซี	93.4942	97.6346	88.8546

จากตารางที่ 6 ระดับเสียงจากการตัดแผ่นอลูมิเนียมคอมโพสิต โดยใช้แอปพลิเคชัน SPLnFFT ผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่ โดยวัดระดับเสียงห่างจากแหล่งกำเนิดเสียงที่ระยะห่าง 50 ซม. พบว่าเครื่องตัดแผ่นอลูมิเนียมคอมโพสิตด้วยระบบซีเอ็นซีมีปริมาณเสียงน้อยกว่าการตัดด้วยเลื่อยวงเดือนโดยเฉลี่ยที่ 17.536 เดซิเบล หรือคิดเป็นร้อยละ 17.53 จากนั้นทำการแปลงข้อมูลเป็นกราฟเพื่อนำมาเปรียบเทียบผลลัพธ์ แสดงในรูปที่ 12



รูปที่ 12 กราฟแสดงค่าปริมาณเสียงที่เกิดขึ้น

จากรูปที่ 12 แสดงให้เห็นว่าปริมาณเสียงที่เกิดขึ้นจากการตัดแผ่นอลูมิเนียมคอมโพสิตด้วยระบบซีเอ็นซียังมีปริมาณเสียงสูงกว่าระดับมาตรฐานเสียงที่ปลอดภัย จึงได้มีการลดปริมาณเสียง ซึ่งแสดงผลการทดลองในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ปริมาณเสียงที่เกิดขึ้นในขณะการตัดด้วยเครื่องจักรซีเอ็นซี (ครอบฝา)

ปริมาณเสียงการตัดด้วยเครื่องซีเอ็นซี (ครอบฝา)	ปริมาณเสียงโดยเฉลี่ย (เดซิเบล)
1. ปริมาณเสียงโดยเฉลี่ย	82.49
2. ค่าสูงสุดโดยเฉลี่ย	84.215
3. ค่าต่ำสุดโดยเฉลี่ย	78.651

จากตารางที่ 7 แสดงให้เห็นว่าปริมาณเสียงโดยเฉลี่ย มีค่า 82.49 เดซิเบล ถือว่าเป็นระดับปริมาณเสียงที่ปลอดภัยต่อการได้ยิน (สูงสุดที่ 85 เดซิเบล) สรุปปริมาณเสียงการลงมือตัดด้วยเครื่องซีเอ็นซีแบบครอบฝานี้มีค่าปริมาณเสียงลดลงจากเดิมอยู่ร้อยละ 17.53

4. สรุปผลการศึกษา

เครื่องตัดแผ่นอลูมิเนียมคอมโพสิตด้วยระบบซีเอ็นซีมีประสิทธิภาพดีกว่าการตัดด้วยเลื่อยวงเดือน ดังนี้

4.1 เวลาที่ใช้ในการตัดแผ่นอลูมิเนียมคอมโพสิตต่อเส้น ด้วยเครื่องตัดแผ่นอลูมิเนียมคอมโพสิตด้วยระบบซีเอ็นซี ใช้เวลานานกว่าการตัดด้วยเลื่อยวงเดือน แต่ถ้าตัดแผ่นจำนวนมาก เวลาในกระบวนการโดยรวมการใช้เครื่องตัดแผ่นอลูมิเนียมคอมโพสิตด้วยระบบซีเอ็นซี ใช้เวลาน้อยกว่า เพราะไม่ต้องทำการย้ายแผ่นวัสดุตัด เพื่อทำการตัดใหม่แต่ละเส้น รวมทั้งการทำงานจำนวนหลายๆชิ้นนั้นสามารถที่จะทำต่อเนื่องเวลาที่ใช้ในการตัดต่อแผ่นลดลงร้อยละ 50.66

4.2 การเปรียบเทียบความเที่ยงตรงและความสม่ำเสมอของเครื่องตัดแผ่นอลูมิเนียมคอมโพสิตด้วยระบบซีเอ็นซีมีความเที่ยงตรงและความสม่ำเสมอในรอยตัดแผ่นดีกว่าการตัดด้วยเลื่อยวงเดือนคิดเป็นร้อยละ 2.08 เนื่องจากเครื่องตัดแผ่นอลูมิเนียมคอมโพสิตด้วยระบบซีเอ็นซีรอยตัดสม่ำเสมอขึ้น ในขณะที่การการตัดด้วยเลื่อยวงเดือนขึ้นอยู่กับแรงกดของผู้ใช้งาน [12,13]

4.3 ปริมาณเสียงที่เกิดขึ้นจากการตัดด้วยเครื่องตัดแผ่นอลูมิเนียมคอมโพสิตด้วยระบบซีเอ็นซี มีปริมาณเสียงน้อยกว่ามลพิษทางเสียงลดลง ร้อยละ 17.53 ทำให้ลดปริมาณเสียงที่ผู้ใช้งานในระดับเสียงที่ปลอดภัย

4.4 ปริมาณของเศษจากการเครื่องตัดแผ่นอลูมิเนียมคอมโพสิตด้วยระบบซีเอ็นซีมีปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตน้อยกว่า ร้อยละ 26.75 การกระจายของเศษอลูมิเนียมลดลง ร้อยละ 72.72 และรูปร่างของเศษนั้นมีขนาดเล็กและคมน้อยกว่า ประกอบกับการที่ชุดควบคุมนั้นสามารถที่จะเคลื่อนที่ออกไปให้ห่างจากเครื่องตัดหรือทำการปิดพื้นที่ของเครื่องตัด ลดโอกาสที่ของเสียจากกระตัดจะถูกพัฒนากระทบกับผู้ใช้งาน

4.5 ความปลอดภัยในการตัด สรุปว่าการตัดด้วยเครื่องระบบซีเอ็นซีมีความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บจากการใช้งานน้อยกว่า การตัดด้วยเลื่อยวงเดือน เนื่องจากการที่ผู้ใช้งานมิได้สัมผัสกับเครื่องโดยตรง สามารถลดอุบัติเหตุได้ ร้อยละ 71.38

กล่าวโดยสรุป เครื่องตัดแผ่นอลูมิเนียมคอมโพสิตด้วยระบบซีเอ็นซีสามารถนำมาใช้งานอุตสาหกรรมขนาดย่อมได้ เนื่องจากเป็นเครื่องขนาดเล็ก และต้นทุนที่ต่ำกว่าการนำเข้าจากต่างประเทศซึ่งมีต้นทุนประมาณ 250,000 บาทในขณะที่เครื่องที่พัฒนามีต้นทุนประมาณ 70,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 60.48

เอกสารอ้างอิง

- [1] เสรีย์ อินทรีย์. (10 กุมภาพันธ์ 2558) วิธีการตัดแผ่นอลูมิเนียมด้วยเลื่อยวงเดือน [Online]. Available: <https://sites.google.com/site/aluminium9999/cutting-aluminium-with-a-circular-wood-saw>
- [2] บริษัท เอ.เอ็ม.เอ็กซ์เพิร์ท จำกัด (11 กุมภาพันธ์ 2558). ขั้นตอนการผลิตแผ่นอลูมิเนียมด้วยเลื่อยวงเดือน [Online]. Available: <http://www.amexpert.co.th>
- [3] หจก.ว่านทอง (15 กุมภาพันธ์ 2558). เลื่อยเซาะร่องอลูมิเนียม. [Online]. Available: <http://www.waantong.com/CA5000.html>
- [4] สมพิศ พันธุเจริญศรี ทอง (25 มีนาคม 2558). ถาม-ตอบ ปัญหาเสียงดัง และ หูตึงจากการทำงาน [Online]. Available: http://www.si.mahidol.ac.th/th/division/ophs/admin/knownledges_files/14_34_1.pdf
- [5] เกรียงไกร ไวยกาญจน์, ทศพิธ วิสมิตนันท์ และ พิเชฐ ตระการชัยศิริ, “การพัฒนาเครื่องกัดอัตโนมัติแบบ 5 แกนจากเครื่องกัดแบบ 3 แกนขนาดเล็ก” การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศรีปทุม, เพชรบุรี, 2555, หน้า 1776-1780
- [6] อัครวัฒน์ ตรีจริพงค์ (25 มีนาคม 2558). การเพิ่มประสิทธิภาพของการก่อสร้างอาคารด้วยระบบผนังภายนอกอาคารสำเร็จรูป [Online]. Available: http://www.thapra.lib.su.ac.th/objects/thesis/fulltext/thapra/Akarawat_Trijirapong/fulltext.pdf
- [7] ทศพิธ วิสมิตนันท์, พิเชฐ ตระการชัยศิริ, เกรียงไกร ไวยกาญจน์, “การสร้างเครื่องจักร CNC ขนาดเล็กสำหรับการผลิตแบบหล่อโพลีเมอร์แบบแยกชิ้น,” การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศรีปทุม, เพชรบุรี, 2555, หน้า 1175-1182.
- [8] Occupational Safety and Health Administration (25 มีนาคม 2558). สถิติการเกิดอุบัติเหตุที่บันทึกโดย OSHA ของ United State Department of Labor [Online]. Available: https://www.osha.gov/plsimisAccidentSearchsearch?p_logger=1&acc_description=&acc_Abstract=&acc_keyword=circular+saw&sic=&naics=&Office=All&officetype=All&endmonth=01&endday=01&endyear=2000&startmonth=11&startday=28&startyear=2017&InspNr=
- [9] สำนักงานความปลอดภัยแรงงาน กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน (25 มีนาคม 2558) สถิติอุบัติเหตุ โดยสำนักงานความปลอดภัยแรงงาน กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน ในปี 2546-2554 [Online]. Available: <http://www.labour.go.th/th/attachments/article/13745/safety2012>.
- [10] A. Golenko (25 March 2015). Fundamentals of Machine Design [Online]. Available: <http://www.dbc.wroc.pl/Content/7154/Golenko.Fundamentals%20of%20Machine%20Design.pdf>
- [11] R. G. Budynas and J. K. Nisbett, *Shigley's Mechanical Engineering Design*, New York, McGraw Hill, 2014.
- [12] Cad cam Engineering WorldWide (5 May 2015) Jdpaint software Portable [Online]. Available: <http://www.cadcamengineering.net/jdpaint-software-portable/>
- [13] C. A. Kardous and P. B. Shaw, “Evaluation of smartphone sound measurement applications”, J. Acoust Soc Am., vol. 135, no. 4, pp. 186-192, 2014.
- [14] K. Waiyagan and E. L. J. Bohez, “Intelligent feature based process planning for five-axis mill-turn parts”, Comput. Indus., vol. 60, no. 5, pp. 296-316, 2009.