การประชุมวิชาการนวัตกรรมด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยีเพื่อเศรษฐกิจและสังคม ครั้งที่ 3
The 3rd Conference on Innovation Engineering and Technology for Economy and Society
วันที่ 29 มีนาคม 2563 ณ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต วิทยาเขตร่มเกล้า

การศึกษาปัจจัยการผลิตแม่พิมพ์แบบ Resin Transfer Molding (RTM)

Study of mold manufacturing factors Resin Transfer Molding (RTM)

สุรศักดิ์ เสืออบ[1] ปรัชญา คำแหง[1] ภูดิศ คงอภัย[1*] ชานนท์ มูลวรรณ[1] ประยูร สุรินทร์[2]
[1]สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต
[2]สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตขั้นสูง คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน

Surasak Suaob[1] Pratchaya Khamhaeng[1] Phudit Kongapai[1*] Charnon Moolwan[1] Prayoon Surin[2]
[1]Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, KasemBundit University
[2]Department of Advance Manufacturing Technology, Faculty, Pathumwan Institute of Technology
E-mail : anan_birdp2@hotmail.com*

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและพัฒนากระบวนการสร้างแม่พิมพ์ด้วยไฟเบอร์กลาสที่ใช้ขึ้นรูปผลิตภัณฑ์แผ่น กันเสียงด้านในประตูรถยนต์ การขึ้นรูปแม่พิมพ์ใช้แบบแฮนด์เลย์อัพ โดยเอาผ้าไฟเบอร์ปูลงในแม่แบบทั้งหมด 10 ชั้น แต่ละชั้น ทาทับด้วยเรซินให้ทั่ว ผ้าไฟเบอร์ชั้นที่ 1-2 ใช้ผ้าไฟเบอร์เบอร์ 200 ชั้นที่ 3-8 ใช้ผ้าไฟเบอร์เบอร์ 600 ชั้นที่ 9-10 ใช้ผ้าไฟเบอร์เบอร์ 200 แล้วเอาเรซินทาให้ทั่ว รอให้แห้งแล้วแกะออกตัดแต่งเรียบร้อยเป็นอันเสร็จสิ้น ขอบเขตการขึ้นรูปชิ้นงานด้วยวิธีการถ่ายโอนเรซินจากแม่พิมพ์ไฟเบอร์กลาสสามารถขึ้นรูปได้ภายใต้ค่าพิกัดความเผื่อผิวชิ้นงานที่ ± 3.0 มิลลิเมตร ผลการวิเคราะห์และการออกแบบแสดงให้เห็นว่าแม่พิมพ์ที่ทำด้วยเส้นใยไฟเบอร์กลาส สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลสำหรับการออกแบบและพัฒนาระบบของแม่พิมพ์ได้ต่อไป

คำสำคัญ: แม่พิมพ์ การขึ้นรูปด้วยวิธีแบบการถ่ายโอนเรซิน ไฟเบอร์กลาส

Abstract

The objective of this research was to studied and developed process of fiberglass molding. That apply for forming door trim inner of cars. Mold forming process by hand lay-up where 10 layers of reinforcements are place on prototype part. Each layer wet with resin. Layer 1-2 used fiber reinforcements No.200. Layer 3-8 used fiber reinforcements No.600. Layer 9-10 used fiber reinforcements No.200. Let resin dried and take off mold from prototype pattern, then trim exceeds material. Formability of resin transfer molding is can forming within tolerance ± 3.0 millimeter. Analysis and design result shown that information of fiberglass molding can apply for design and development molding system.

Keywords: mold Resin Transfer Molding, Fiberglass

1. บทนำ

ในปัจจุบันงานที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมแม่พิมพ์ถือเป็นอุตสาหกรรมที่มีส่วนช่วยสนับสนุนอุตสาหกรรมต่างๆนั้นมีอยู่ด้วยกันหลากหลายรูปแบบทั้งที่อยู่ในรูปแบบงานทางด้านอุตสาหกรรมครัวเรือน งานด้านอุตสาหกรรมยานยนต์ หรือที่เกี่ยวข้องกับงานตัวถังรถยนต์ อุตสาหกรรมเครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ อุตสาหกรรมของเด็กเล่นหรือแม้แต่อุตสาหกรรมขนาดย่อมด้านอื่นๆเป็นต้น[1] ล้วนแต่พึ่งพาแม่พิมพ์ในการผลิตทั้งสิ้น เนื่องจากแม่พิมพ์เป็นเครื่องมือในการผลิตสินค้าที่มีรูปร่างเหมือนๆกันได้ครั้งละมากๆสามารถผลิตสินค้าที่เป็นมาตรฐานเดียวกันได้อย่างรวดเร็ว แต่ทว่าการสร้างแม่พิมพ์นั้นค่อนข้างยุ่งยากใช้

เวลานานมีค่าใช้จ่ายสูง และต้องอาศัยทักษะความชำนาญมาก ดังนั้นการสร้างแม่พิมพ์จึงไม่คุ้มค่าต่อการลงทุนสำหรับงานบางอย่าง เช่น การผลิตชิ้นงานจำนวนน้อย และการผลิตชิ้นงานสำหรับการทดลองและวิจัย เป็นต้น[2]

การนำวัสดุคอมโพสิต (Composite) [3]มาประยุกต์ใช้ในการผลิตแม่พิมพ์ เช่น ไฟเบอร์กลาส จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการผลิตแม่พิมพ์ ถึงแม้ว่าสมบัติทางกายภาพบางประการจะด้อยกว่าแม่พิมพ์แบบเดิม แต่กระบวนการนี้สามารถทำได้รวดเร็วกว่า และมีต้นทุนต่ำกว่า และมีการนำแม่พิมพ์ที่ทำจากวัสดุเหล่านี้ไปใช้ประโยชน์เกี่ยวกับการขึ้นรูปพลาสติกหลายอย่างด้วยกัน[2]

ดังนั้นทางคณะผู้วิจัยได้มีแนวคิดที่จะนำวัสดุคอมโพสิต (Composite) มาประยุกต์ใช้ในการผลิตแม่พิมพ์ด้วยไฟเบอร์กลาสสำหรับการขึ้นรูปแผ่นกันเสียงด้านในประตูรถยนต์และจะทดสอบประสิทธิภาพของแม่พิมพ์โดยการขึ้นรูปชิ้นงานด้วยวิธีแบบการถ่ายโอนเรซิน (Resin Transfer Molding : RTM) เพื่อให้เป็นแนวทางการพัฒนาคุณภาพของการผลิตแม่พิมพ์โดยใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ามาช่วยในกาวิจัยทำให้ลดเวลาและแรงงานลง และสำหรับการผลิตชิ้นส่วนวัสดุเชิงประกอบสำหรับอุตสาหกรรมยานยนต์

วัตถุประสงค์ของการทำงานวิจัยนี้ เพื่อออกแบบและสร้างแม่พิมพ์ด้วยไฟเบอร์กลาสสำหรับการขึ้นรูปแผ่นกันเสียงด้านในประตูรถยนต์และเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของแม่พิมพ์

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Sherif Ibrahim ,(1999) [4] ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับเสาไฟฟ้าพลาสติกที่มีน้ำหนักเบาเสริมแรงด้วยเส้นใยแก้วเพื่อใช้สำหรับการวางโครงข่ายสายไฟฟ้า โดยทำการทดสอบเสาไฟฟ้าที่มีหน้าตัดกลวง (Hollow)ลักษณะหน้าตัดเป็นวงแหวนและมีลำต้นเรียว (Taper)ภายใต้ภาระการดัด (Cantilever bending) เสาแต่ละต้นที่ทำการทดสอบใช้เส้นใยแก้วชนิดอี (E-glassfiber)เป็นส่วนเสริมแรง (Reinforced) และใช้โพลีเอสเตอร์เรซิน (Polyester resin) เป็นส่วนประสาน (Matrix)การศึกษานี้ได้ทำการทดสอบเสาขนาดจริงเทียบกับแบบจำลองทางไฟไนต์เอลิเมนต์ที่มุมพันเส้นใยและความหนาชั้นเส้นใยแตกต่างกันที่ขนาดความยาวเสาเท่ากันที่ 6.1 เมตร ใช้การเปรียบเทียบความสามารถในการรับแรงสูงสุดต่อน้ำหนักเสาในวัดประสิทธิภาพของเสาแต่ละต้น

Hamdy Mohamed,(2009)[5]ได้ทำการศึกษาค้นคว้าเพิ่มจากการศึกษาของ Sherif Ibrahimด้วยวิธีการทางไฟไนต์เอลิเมนต์โดยผสมผสานชั้นเส้นใยที่หลากหลายเพื่อรองรับภาระต่างๆที่อาจเกิดขึ้นกับเสาไฟฟ้า แต่ยังคงชั้นแกนกลางให้รับภาระจากน้ำหนักสายไฟที่ลากผ่านที่มุมพันเส้นใย 10 องศาจากแนวแกนความสูงทำให้สามารถลดน้ำหนักของเสาไฟฟ้าได้และยังเพิ่มความสามารถในการรับภาระภายนอกที่มากระทำกับเสาไฟอย่างเช่นแรงลมพายุได้อีกด้วย

วีระยุทธ หล้าอมรชัยกุล,(2559)[6]ได้ทำการศึกษาและรวบรวมข้อมูลทางทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก เพื่อใช้สำหรับทำขึ้นรูปหมุดลูกกอล์ฟราชมงคลล้านนาต้นแบบซึ่งรูปแบบของทฤษฎีที่ทำการศึกษาจะประกอบไปด้วยทฤษฎีพื้นฐานด้านความเสียหายทางวัสดุศาสตร์ทางวิศวกรรม ทฤษฎีบทสำหรับการออกแบบแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกเบื้องต้นตลอดจนแนวทางในการสร้างขอบเขตปัญหาในการวิเคราะห์การฉีดขึ้นรูปรวมไปถึงแนวทางการเลือกใช้สปริงให้เหมาะสมกับระบบการทำงานจริงภายใต้กรอบของภาระแรงกระทำต่างๆที่เหมาะสมต่อการปลดล็อคชิ้นงานพลาสติกให้ออกจากแม่พิมพ์ฉีดเพื่อให้ได้ต้นแบบที่สามารถทำงานได้จริง นอกจากการศึกษาทางภาคทฤษฎีแล้วงานวิจัยยังได้นำเทคนิคทางไฟไนต์เอลิเมนต์เข้ามาช่วยในการคำนวณผลเพื่อหาผลเฉลยเชิงตัวเลขในการวิเคราะห์การขึ้นรูปพลาสติกของหมุดลูกกอล์ฟราชมงคลล้านนาโดยการใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ามาช่วยในการศึกษาวิจัยทำให้ลดระยะเวลาและแรงงานลง

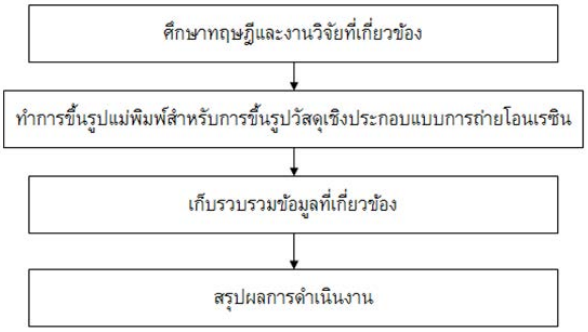
กฤตพร พลมุข,นางสาวนริสสา ไกรกีรติ,ชัยวัฒน์ คุรุกิจวาณิชย์,(2555) [3] ได้ทำการศึกษาการออกแบบและศึกษาเสาไฟฟ้าคอมโพสิทเสริมแรงด้วยเส้นใยแก้วออกแบบเสาไฟฟ้าคอมโพสิทเสริมแรงด้วยเส้นใยแก้วขนาดความยาว 8.5 เมตร ให้สามารถรับแรงแนวขวาง (Transverse Load) ขนาด 3,000 นิวตันกระทำอยู่บริเวณปลายเสาด้านบน (Tip Pole) และมีน้ำหนักไม่เกิน 100 กิโลกรัม โดยทำการคำนวณจากทฤษฎีและสร้างแบบจำลองทางไฟไนท์เอลิเมนต์ เพื่อหารูปแบบเสาที่เหมาะสมที่สุดมีน้ำ หนักเบาที่สุดและมีความแข็งแรงทนต่อสภาพแวดล้อมตามมาตรฐานที่กำหนดไว้

ธีรภัทร์ สุภานิล,(2558)[7]ได้ทำการศึกษาสมบัติเชิงกลของวัสดุคอมโพสิตพอลิแลคติกแอซิดที่มีผ้าทอจากใยเส้นธรรมชาติเป็นวัสดุเสริมแรงจะศึกษาสมบัติของวัสดุไบโอคอมโพสิตจากพอลิแลคติคแอซิดเสริมแรงด้วยเส้นใยยาว

ต่อเนื่องแบบผืนผ้า โดยเส้นใยต่อเนื่องแบบผืนผ้านี้จะทำการเตรียมมาจากเส้นใยธรรมชาติที่แตกต่างกัน 3 ชนิดที่สามารถผลิตได้ในประเทศไทย คือ กล้วย (Banana) ปอแก้ว (Kenaf) และป่านศรนารายณ์ (Sisal) ซึ่งจะนำเส้นใยธรรมชาติมาทำการทอเป็นผืนผ้าทั้งรูปแบบเส้นใยชนิดเดียว และแบบเส้นใยผสมสองชนิด (Hybrid fabric) เลือกใช้เมตริกซ์เป็นพอลิแลคติคแอซิดเพื่อให้ได้วัสดุไบโอคอมโพสิตที่มีองค์ประกอบทั้งหมดมาจากแหล่งวัตถุดิบที่สร้างขึ้นมาทดแทนได้ (Renewable resource) โดยวัสดุไบโอคอมโพสิตใช้วิธีการขึ้นรูปด้วยวิธีการกดอัดด้วยความร้อน(Compression molding) โดยจะนำวัสดุไบโอคอมโพสิตที่ได้มาศึกษาผลของชนิดเส้นใยธรรมชาติในผืนผ้าและผลของทิศทางการจัดเรียงตัวของเส้นใยผ้าที่มีต่อลักษณะโครงสร้างสัณฐานสมบัติเชิงกลสมบัติทางความร้อนและสมบัติทางกายภาพของวัสดุไบโอคอมโพสิตที่เตรียมได้

3. วิธีการดำเนินงานวิจัย

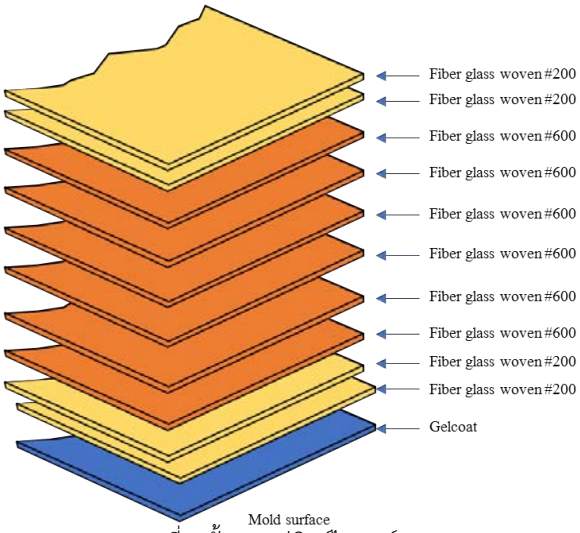
วิธีการดำเนินงานวิจัยการผลิตแม่พิมพ์แบบ Resin Transfer Molding (RTM) กรณีศึกษาครั้งนี้ โดยมีการเก็บรวบรวมขั้นตอนในการออกแบบแม่พิมพ์เข้าเป็นฐานข้อมูลแล้วประยุกต์ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ได้ซึ่งวิธีการดำเนินการวิจัยมีขั้นตอนดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 ขั้นตอนดำเนินงาน

เริ่มจากการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องคือศึกษาจากเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อให้เป็นไปตามมาตรฐานด้านการสร้างแม่พิมพ์และเตรียมต้นแบบเช็ดทำความสะอาดไม่ให้มีคราบไขมันและเช็ดด้วยอะซิโทนผึ่งลมรอแห้งและโป้วส่วนที่ไม่เรียบด้วยสีโป้วรถยนต์ใช้โฟมหนา 3มม. เพื่อเป็นปีกต่อโมลด์ โป้วปีกโมลด์ด้วยสีโป้วรถยนต์ ใช้กาวร้อนในการยึดติดกับพลาสติกต้นแบบให้ขัดผิวชิ้นงานด้วยแว็กถอดแบบ (wax) โดยใช้ผ้าสะอาดหรือฟองน้ำป้ายบนแว็กแล้ววนเป็นก้นหอยให้ทั่วชิ้นงานพอแว็กเริ่ม แห้งจึงเช็ดออก ทำแบบนี้ 5-6ครั้งเพื่อให้แว็กเคลือบผิวเป็นฟิล์มทั่วทั้งชิ้นงานให้เตรียมเจลโค๊ตตวงตัวทำแข็งลงไปประมาณ 5% ของปริมาณเจลโค๊ตใช้ไม้กวนให้เข้ากันการกวนเน้นที่ขอบด้านข้างถ้วยและก้นถ้วย ตัวทำแข็งต้องเข้าเป็นเนื้อเดียวกัน ถ้าไม่ทั่วเจลโค๊ตจะไม่แข็ง

การลงผ้าไฟเบอร์ชั้นที่ 1-2 (ผ้าไฟเบอร์ตาสาน เบอร์ 200)ลงผ้าไฟเบอร์ชั้นที่ 3-8 (ผ้าไฟเบอร์ตาสาน เบอร์ 600) ลงผ้าไฟเบอร์ชั้นที่ 9-10(ผ้าไฟเบอร์ตาสาน เบอร์ 200) ดังภาพที่ 4 โดยแต่ละชั้นให้ทำการตัดผ้าไฟเบอร์กลาสมีขนาดใหญ่กว่าโมลด์ด้านละ 15-20 ซม



รูปที่ 4 ชั้นของแม่พิมพ์ไฟเบอร์กลาส

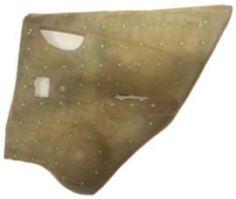
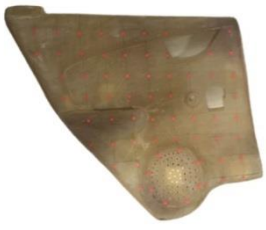
ผสมน้ำยาอิพอกซี่เรซินและตัวทำแข็งกวนให้เข้ากัน (อัตราส่วน100:33)โดยการกวนเน้นที่ขอบด้านข้างถ้วยและก้นถ้วย ตัวทำแข็งต้องเข้าเป็นเนื้อเดียวกันทาส่วนที่ผสมแล้วของอิพอกซี่เรซินลงบนชั้นที่ลงเจตโค๊ตที่หมาดแล้ววางผ้าไฟเบอร์กลาสทับที่แม่แบบ กรณีที่เป็นซอกเล็กๆให้ขยี้ใยแก้วเป็นเส้นเล็ก ๆ แล้วแปะลงตามซอกนั้น จากนั่นลงอิพอกซี่เรซินให้ทั่ว ไล่ฟองอากาศด้วยลูกกลิ้งหรือแปรงให้ทั่วรอให้แห้ง 4 ชั่วโมงรอแข็งที่อุณภูมิห้อง 12 ชั่วโมง หรือ รอแข็งที่อุณภูมิห้อง 6 ชม.และอบที่ 80องศา อีก 1 ชม. ก็สามารถนำไปตัดขอบโมลด์ได้เมื่อปล่อยให้แข็งตัวประมาณ 3 ชม. สามารถใช้คัตเตอร์หรือหินเจียรตัดขอบได้(หรือจะตัดหลังจากเซตตัวเต็มที่ก็ได้ แต่จะตัดยาก)ถอดแม่แบบออกโดยใช้ลิ่มไม้ตอก,

ใช้น้ำอัด หรือ ลมเป่า ที่ขอบชิ้นงานเมื่อถอดแม่แบบได้แล้ว ขัดผิวชิ้นงานด้วยกระดาษทรายให้มีความเรียบเสมอกันขัดผิวชิ้นงานด้วยน้ำยาขัดเงา ทาบนผิวหน้าโมลด์ให้ทั่ว รอให้น้ำยาขัดเงาซึมเข้าไปในผิวหน้าโมลด์ประมาณ 5 นาทีแล้วจึงปั่นเงาด้วยเครื่องเมื่อปั่นเงาเสร็จแล้ว ขัดผิวชิ้นงานด้วยแว๊กถอดแบบ โดยใช้ผ้าป้ายบนแว๊กแล้ววนเป็นก้นหอยให้ทั่วชิ้นงาน พอแว๊กเริ่มแห้งจึงเช็ดออก ทำแบบนี้ 6 รอบเพื่อให้แว๊กเคลือบผิวเป็นฟิล์มทั่วทั้งชิ้นงาน เพื่อเตรียมหล่อชิ้นงานไฟเบอร์กลาสต่อไป

4. ผลการวิจัย

ผลการวิจัยครั้งนี้ได้เก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 2 ชิ้นเปรียบเทียบชิ้นงานต้นแบบกับชิ้นงานที่ขึ้นรูปจากใยสับปะรดด้วยแม่พิมพ์ไฟเบอร์กลาสทำการวัดผิวเฉพาะจุดโดยใช้แขนกลอัตโนมัติ นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลได้ดังนี้

1. ข้อมูลการเปรียบเทียบชิ้นงานต้นแบบกับชิ้นงานทดลอง

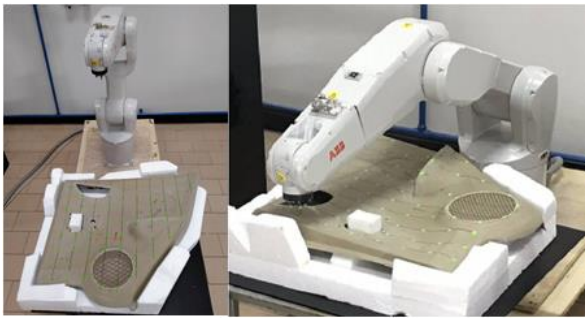
ชิ้นงานต้นแบบ	ชิ้นงานทดลอง
	
	

รูปที่ 5 ชิ้นงานต้นแบบ(ซ้าย) ชิ้นงานทดลอง (ขวา)

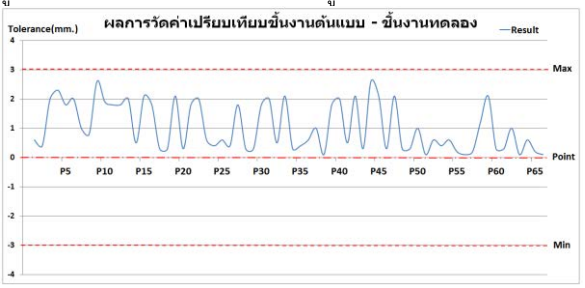
จากการศึกษาพบว่าเมื่อทำการขึ้นรูปชิ้นงานจากวัสดุเส้นใยสับปะรดจะมีลักษณะภายนอกที่คล้ายกับชิ้นงานต้นแบบแต่มีลักษณะของชิ้นงานที่เกิดการบิดตัวเล็กน้อย เนื่องจากถอดชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์เร็วเกินไปเพราะเรซินยังไม่แห้งตัว ดังรูปที่ 5

2. วัดผิวชิ้นงานเฉพาะจุดโดยแขนกลอัตโนมัติ

วัดเปรียบเทียบค่าความแตกต่างระหว่างชิ้นงานต้นแบบ กับชิ้นงานที่ขึ้นรูปด้วยใยสับปะรด โดยใช้แขนกลอัตโนมัติวัดผิวเฉพาะจุดดังรูปที่ 6 กำหนดจุดวัดทั้งหมด 66 จุดบนผิวของแต่ละชิ้นงาน

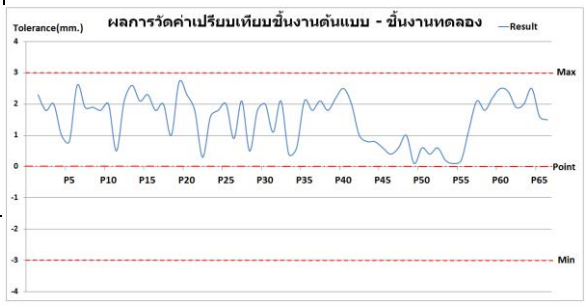


รูปที่ 6 ทดสอบการวัดแผ่นกันเสียงประตูรถยนต์โดยแขนกลอัตโนมัติ



รูปที่ 7 ผลทดสอบการวัดแผ่นกันเสียงประตูรถยนต์ฝั่งขวา

จากการทดสอบการวัดผิวเฉพาะจุดของแผ่นกันเสียงประตูรถยนต์ฝั่งขวาจุดวัดทั้งหมด 66 จุดอยู่ภายใต้ค่าพิกัดความเผื่อผิวชิ้นงานที่ ± 3.0 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 7



รูปที่ 8 ผลทดสอบการวัดแผ่นกันเสียงประตูรถยนต์ฝั่งซ้าย

จากการทดสอบการวัดแผ่นกันเสียงประตูรถยนต์ฝั่งซ้ายจุดวัดทั้งหมด 66 จุดอยู่ภายใต้ค่าพิกัดความเผื่อผิวชิ้นงานที่ ± 3.0 มิลลิเมตร ดังภาพที่ 8

5. อภิปรายผล

การสร้างแม่พิมพ์ด้วยไฟเบอร์กลาส โดยการขึ้นรูปแบบแฮนด์เลย์อัพ อภิปรายผลได้ดังนี้

1. การขึ้นรูปแม่พิมพ์ด้วยไฟเบอร์กลาสขึ้นรูปด้วยวิธีการแบบแฮนด์เลย์อัพ ซึ่งเป็นไปตามขั้นตอนในการทำการทำแม่แบบชิ้นงานไฟเบอร์กลาส (http://www.jn-transos.com)[9]เป็นกระบวนการที่ทำง่ายและไม่ต้องใช้เครื่องมือที่ซับซ้อน แต่พื้นผิวของชิ้นงานต้นแบบต้องเป็นพื้นผิวที่เรียบรูปทรงต้นแบบต้องไม่มีซอกมุมที่ซับซ้อนหรือช่องขนาดเล็กและเหมาะกับการทำเป็นแม่พิมพ์สำหรับการผลิตชิ้นงานในจำนวนน้อยๆและมีขนาดใหญ่ซึ่งประหยัดต้นทุนในการผลิต

2. การขึ้นรูปชิ้นงานด้วยวิธีการถ่ายโอนเรซินจากแม่พิมพ์ไฟเบอร์กลาสใช้ระบบสูญยากาศดูดเอาอากาศภายในออกให้หมดแล้วจึงฉีดเรซินเข้าไปด้วยความดันต่ำทำให้การผลิตเป็นไปอย่างช้าๆและมีการถ่ายความร้อนออกที่ค่อนข้างต่ำกว่าแม่พิมพ์โลหะจึงทำให้การขึ้นรูปชิ้นงานจริงจะใช้เวลา(cycle time)ที่นานตามไปด้วย ซึ่งสอดคล้องกับวารสารของ รศ.ดร.วีระศักดิ์ อุดมกิจเดชา,(2537)[8] อธิบายไว้ว่ากระบวน Vacuum-Assisted Resin Injection(VARI) เป็นกระบวนการพื้นฐานของ(RTM)ที่ใช้ความดันต่ำในการฉีดเรซินและใช้เวลา(cycle time)ในการผลิตชิ้นงานที่นานกว่ากระบวนการอื่นๆ และมีความสามารถในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดใหญ่ๆ ในราคาที่ค่อนข้างถูก

3. ผลทดสอบการวัดผิวเฉพาะจุดของชิ้นงานจากเส้นใยสับปะรด การทดสอบพบว่าการขึ้นรูปนั้นสามารถทำได้ตามขนาดที่ต้องการตามสมมุติฐานการใช้วัสดุผสมในการขึ้นรูป

6. สรุปผลการวิจัย

จากการทดสอบสมบัติต่างๆของการขึ้นรูปชิ้นงานจากเส้นใยสับปะรดด้วยแม่พิมพ์ไฟเบอร์กลาส สรุปผลได้ดังนี้

1.การขึ้นรูปชิ้นงานโดยวัสดุจากเส้นใยสับปะรดแผ่นกันเสียงประตูรถยนต์ฝั่งซ้ายและขวามีลักษณะภายนอกที่คล้ายกับชิ้นงานต้นแบบแต่มีลักษณะของชิ้นงานที่เกิดการบิดตัวเล็กน้อย

2. ผลทดสอบการวัดผิวเฉพาะจุดของแผ่นกันเสียงประตูรถยนต์ฝั่งซ้ายและฝั่งขวาจุดวัดทั้งหมด 132 จุดอยู่ภายใต้ค่าพิกัดความเผื่อผิวชิ้นงานที่ ± 3.0 มิลลิเมตร

ผลการวิเคราะห์และการออกแบบแสดงให้เห็นว่าแม่พิมพ์ที่ทำด้วยเส้นใยไฟเบอร์กลาส สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลสำหรับการออกแบบและพัฒนาระบบของแม่พิมพ์ได้ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจาก มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิตและสถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน

เอกสารอ้างอิง

[1] Thanongsak Saekue, “ Business Plan for Manufacturers of Mould,Part Mould,and Jig Fixture” , Business Engineering Management, Rajamangala University of Technology Thanyaburi,(2011)

[2] เอนก ภู่จำนงค์,“บทความวัสดุอีพอกซีเรซินกับการขึ้นรูปพลาสติก”หน่วยปฏิบัติการวิจัยคอมพิวเตอร์ช่วยห้องปฏิบัติการยานยนต์ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ,(2553)

[3] กฤตพร พลมุข,นางสาวนริสสา ไกรกีรติ,นายชัยวัฒน์ คุรุกิจวาณิชย์, “ Analysis and Design of Electricity Transmission Pole Composed of Glass-fiber Reinforced Composite” คณะวิศวกรรมศาสตร์ , มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (2555)

[4] D. Polyzois, S. Ibbrahim, V. Burachynsky, and S.K. Hassan, “ Glass Fiber Reinfoced Plastic Poles For Transmisson and Distribution Lines : An Experimental Investigation” , Department of Civil and Geological Engineering, University of Manitoba, Winnipeg, MB, R3T 2N2, Canada.,1999

[5] Hamdy Mohamed, and Radhouane Masmoudi, “Deign Optimization of GFRP Pole Structures Using Finite Element Analysis” , Composites & Polycon 2009, American Composites Manufacturers Association, January 15-17, 2009

[6] L. Werayoot, “ The Design of Metal Stamping Mold Using Finite Element Analysis,” Industrial Engineering Conf., pp. 935-942.,2559

[7] Theeraphat Suphanil, MECHANICAL PROPERTIES OF WOVEN NATURAL FIBERS

BASED POLY (LACTIC ACID) COMPOSITES MATERIAL, Department of Materials Science and Engineering , Silpakorn University (2558)
[8] รศ.ดร.วีระศักดิ์ อุดมกิจเดชา“กระบวนการผลิตวัสดุเสริมแรงชนิด RESIN TRANSFER MOLDING(RTM)” วารสาร ว.โลหะ วัสดุ และแร่ 4,2,(2537)
[9] http://www.jn-transos.com/