

การออกแบบและพัฒนาตัวกันกระแทกสำหรับบรรจุหม้อมีหูหิ้วเพื่อการขนส่ง
 Designs and Developing the Cushion for Transporting of Saucepot Package

นิทัศน์ ทิพย์โสตนัยนา^{1*} และธนธร ทองสัมฤทธิ์²

ภาควิชาเทคโนโลยีการพิมพ์และบรรจุภัณฑ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

E-mail : nitus.tip@kmutt.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้เป็นการออกแบบและพัฒนาตัวกันกระแทกสำหรับบรรจุเครื่องครัวประเภทหม้อมีหูหิ้วเพื่อใช้ในการขนส่งของบริษัท ไมย์เออร์ อินดัสตรีส์ จำกัด มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบพัฒนาตัวกันกระแทกจากกระดาษลูกฟูกสำหรับบรรจุผลิตภัณฑ์ให้มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้นในเรื่องของเวลาการประกอบและการใช้วัสดุ โดยทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการกันกระแทกของตัวกันกระแทกที่ออกแบบเทียบกับตัวกันกระแทกรูปแบบเดิม เพื่อวิเคราะห์หารูปแบบที่ดีที่สุด ไปทดลองผลิตจริงเพื่อใช้กับผลิตภัณฑ์หม้อหูหิ้วขนาด 16 เซนติเมตร (1.9 ลิตร) หลังจากนั้นจึงนำรูปแบบที่ได้ไปพัฒนาต่อไปเพื่อใช้กับผลิตภัณฑ์อื่นๆภายในบริษัท โดยการออกแบบตัวกันกระแทกมีข้อกำหนดต้องไม่ใช่เทปกาวในการประกอบ รวมทั้งต้องใช้วัสดุแบบเดิมที่ทางบริษัทกำหนด จากการออกแบบและทดสอบคุณสมบัติชิ้นงานที่ทำการออกแบบทั้งหมด 5 แบบโดยมีข้อแตกต่างในเรื่องการเข้าลิ้นคอดและรูปแบบการพับ พบว่ารูปแบบที่ 4 ที่ทำการออกแบบพัฒนาเป็นตัวกันกระแทกแบบการขึ้นรูปทรงและยึดโดยใช้ผนังด้านข้างเจาะร่องและใช้ลิ้นด้านหน้าสี่เหลี่ยมพับด้านบนสอดมาขัดกัน 2 จุดเสียบเข้าด้านข้างสามารถปกป้องสินค้าได้เช่นเดียวกับรูปแบบเดิมที่ใช้การยึดด้วยเทปกาว และมีประสิทธิภาพสูงสุดเมื่อเทียบรูปแบบอื่น และทางบริษัทจึงนำรูปแบบดังกล่าวไปผลิตใช้จริงกับผลิตภัณฑ์เครื่องครัว หรือผลิตภัณฑ์อื่นๆ ที่มีขนาดและรูปร่างคล้ายคลึงกัน

คำสำคัญ : ตัวกันกระแทก การออกแบบพัฒนา ผลิตภัณฑ์เครื่องครัว

Abstract

This study involves design and developing the cushion for transporting saucepot package, which was fabricated by the Meyer industries limited company. The main purposes are to develop new cushion models with under constraint of non-applying adhesive tape from corrugated board for more effective in assembly time, material usage and to compare the

shock resistance with the old cushion model in order to find the best model that can protect the saucepot with 16 cm size (1.9 liters) inside the package. Then it will be selected to use in practical manufacturer for kitchenware product and others in the company. Results from all 5 designs are available with different locking and folding styles. The 4th model was designed of having a locking with plug side. New design items could protect the product as well as the original cushion model. Moreover, it was the most effective model when compared with other designs. Finally, the new cushion model's performance was accepted and company has chosen that design to apply for other products in the company.

Keywords : Cushion, Developing, Kitchenware

1. บทนำ (Introduction)

การประกอบอาหารเป็นกิจกรรมที่เกิดขึ้นในทุกชาติ ทุกภาษา และเป็นปัจจัยหนึ่งในสี่ของชีวิตมนุษย์ และในวันวันหนึ่งๆ ต้องมีการบริโภคอย่างน้อยๆ ไม่ต่ำกว่าสามมื้อ ดังนั้นอุปกรณ์ที่ใช้ในการประกอบอาหารจึงเป็นสินค้าจำเป็นและเป็นสินค้าสากลที่เมื่อผลิตออกมาก็สามารถจำหน่ายได้ทั่วโลก มีหลายๆ บริษัทที่ผลิตสินค้าดังกล่าวออกจำหน่าย โดยบริษัท ไมย์เออร์ อินดัสตรีส์ จำกัด ก็เป็นบริษัทผลิตเครื่องครัวจำหน่ายและเป็นที่ยังอีกบริษัทหนึ่ง และเมื่อสินค้าที่ผลิตเสร็จแล้วจะมีการผลิตบรรจุภัณฑ์ขึ้นภายในบริษัทเพื่อใช้ในการขนส่ง โดยมีจุดมุ่งเน้นไปทางด้านการปกป้องผลิตภัณฑ์ไม่ให้ชำรุดหรือมีรอยขีดข่วน โดยการบรรจุจะมีการใส่ตัวกันกระแทกที่มีลักษณะเป็นบล็อกคล้ายถาดคว่ำเจาะรูใส่ผลิตภัณฑ์เพื่อป้องกันไม่ให้ตัวเครื่องครัวเคลื่อนที่เรียกว่า ตัวกันกระแทก (cushion) [1] โดยการใช้งานเพื่อปกป้องผลิตภัณฑ์จากการตกและจากการสั่นสะเทือน โดยหลักของตัวกันกระแทกจะเป็นวัสดุใด ๆ ที่เปลี่ยนรูปร่างเมื่อได้รับแรงกระทำ มีหน้าที่เป็นตัวรับพลังงานที่เกิดขึ้นไม่ส่งแรงกระแทกไปที่ผลิตภัณฑ์ และคุณสมบัติที่ดีของตัวกันกระแทกต้องมีขนาดเล็ก บางเบา ราคาไม่แพง ใช้งานง่าย [2] ดังนั้นกระดาดลูกฟูกถือเป็นวัสดุชนิดหนึ่งที่เหมาะสมในการนำมาใช้เป็นตัวกันกระแทก เนื่องจากกระดาดถือเป็นวัสดุที่ใช้อย่างแพร่หลายในวงการบรรจุภัณฑ์ มีส่วนแบ่งตลาดมากที่สุด (ประมาณร้อยละ 40 ของการใช้บรรจุภัณฑ์ทั้งหมด) [3] เพราะมีราคาถูก น้ำหนักเบา ง่ายต่อการปรับรูปแบบให้เหมาะสมกับขนาดของสินค้าที่บรรจุ สลายตัวได้ง่าย และสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ (recycle) [4] แต่ทางบริษัทเดิมมีการออกแบบตัวกันกระแทกโดยใช้เทปขาวในการยึดติดคงรูป ทำให้มีต้นทุนในการผลิตสูง เพิ่มขึ้นตอน รวมผลถึงมีผลต่อความสวยงามของชิ้นงาน และไม่เป็นไปตามกระแสโลกในเรื่องการออกแบบบรรจุภัณฑ์ให้รักษ์โลก [5] ดังนั้นทางบริษัทจึงมีการศึกษาและพยายามหาวิธีแก้ไขปัญหาดังกล่าว โดยการหาวิธีการยึดคงรูปตัวกันกระแทกจากกระดาดลูกฟูกแบบไม่ต้องใช้เทปขาว แต่ต้องได้คุณสมบัติในการกันกระแทกเหมือนเดิมทุกประการ โดยขั้นตอนในการออกแบบวัสดุกันกระแทกตัวใหม่จึงเลือกตัวอย่างเครื่องครัวประเภทหม้อมีหูหิ้วขนาด 16 เซนติเมตร 1.9 ลิตร (item 1-8-

C10856) มาเป็นตัวอย่างในการออกแบบ โดยมีการรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่ต้องนำมาวิเคราะห์ คือ ต้นทุน ขั้นตอนที่ส่งผลต่อเวลา และจำนวนพนักงานที่ใช้ ความเหมาะสมในการใช้งานจริง [6] เนื่องจากภายในสายการผลิตต้องการความรวดเร็วในการบรรจุ ต้องทำงานไม่ยุ่งยากหรือส่งผลให้เกิดความล่าช้า ต้องมีความสวยงามและเป็นระเบียบ [7] ดังนั้นจากการวิเคราะห์ปัจจัยต่างๆทางผู้วิจัยจึงได้เริ่มการออกแบบตัวกันกระแทกสำหรับผลิตภัณฑ์ดังกล่าว และทางบริษัทมีแนวโน้มจะนำแนวคิดจากการออกแบบไปใช้งานกับผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ของทางบริษัทต่อไป

2. วิธีการวิจัย (Methodology)

เป็นการออกแบบตัวกันกระแทกสำหรับเครื่องครัวประเภทหม้อมีหูหิ้วขนาด 16 เซนติเมตร 1.9 ลิตร (item 1-8-C10856) โดยมีขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

1. การออกแบบและทดลองตัดตัวกันกระแทกจำนวน 5 รูปแบบ โดยต้องสามารถประกอบภายใต้ข้อจำกัดไม่ใช้เทปกาว รวมทั้งใช้ขนาดและวัสดุชนิดเดิมที่ทางบริษัทใช้ในการผลิต โดยการออกแบบจะคำนึงถึงการบรรจุผลิตภัณฑ์หม้อหูหิ้วขนาด 16 เซนติเมตร 1.9 ลิตร โดยการออกแบบจะเป็นแตกต่างกันที่วิธีการยึดและการขึ้นรูปแตกต่างกันโดยมีรูปแบบดังนี้

- แบบที่ 1 ขึ้นรูปทรงและยึดโดยใช้ผนังด้านข้างเซาะร่องขัดกันขึ้นรูปด้านข้าง 2 จุด
- แบบที่ 2 ขึ้นรูปทรงและยึดโดยใช้ผนังด้านหน้าและลิ้นด้านข้างเซาะร่องขัดกันขึ้นรูปที่ด้านหน้า 2 จุด
- แบบที่ 3 ขึ้นรูปทรงและยึดโดยใช้ผนังด้านข้างเซาะร่องและใช้ลิ้นด้านหน้าพับเป็นสามเหลี่ยมสอดมาขัดกันด้านข้าง 2 จุด
- แบบที่ 4 ขึ้นรูปทรงและยึดโดยใช้ผนังด้านข้างเซาะร่องและใช้ลิ้นด้านหน้าสี่เหลี่ยมพับด้านบนสอดมาขัดกันด้านข้าง 2 จุด
- แบบที่ 5 ขึ้นรูปทรงและยึดโดยใช้ผนังด้านข้างเซาะร่องและใช้ลิ้นด้านหน้าสี่เหลี่ยมพับด้านล่างสอดมาขัดกันด้านข้าง 2 จุด

โดยแนวคิดในการออกแบบเป็นเรื่องของการนำไปใช้ และวิธีการประกอบขึ้นรูปและยึดตัววัสดุกันกระแทกเข้าด้วยกันด้วยวิธีที่ความแตกต่างกัน

2. จากการออกแบบจะเริ่มจากขั้นตอนการเขียนแบบในโปรแกรม Artios CAD เพื่อส่งไฟล์งาน .dxf ส่งไปยังเครื่องตัดกล่องกระดาษตัวอย่าง [8] เพื่อทดลองตัดชิ้นกระดาษลูกฟูก 5 ชั้น ลอนบีลอนเอฟ (หนา 4 มิลลิเมตร) [9, 10] จากนั้นนำตัวกันกระแทกที่ทำการร่างและตัดไปทดลองบรรจุผลิตภัณฑ์ต่อไป

3. การทดสอบเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการประกอบ โดยการนำชิ้นงานตัวอย่างรูปแบบที่ทำการออกแบบพัฒนาทั้ง 5 รูปแบบและรูปแบบเดิม นำมาประกอบโดยทดสอบจับเวลาเฉลี่ยโดยใช้พนักงาน บริษัท ไมย์เออร์ อินดัสตรีส์ จำกัด จำนวน 10 คน ทำการจดบันทึกในหน่วยวินาที (sec.) และนำผลไปทำการวิเคราะห์ [11]

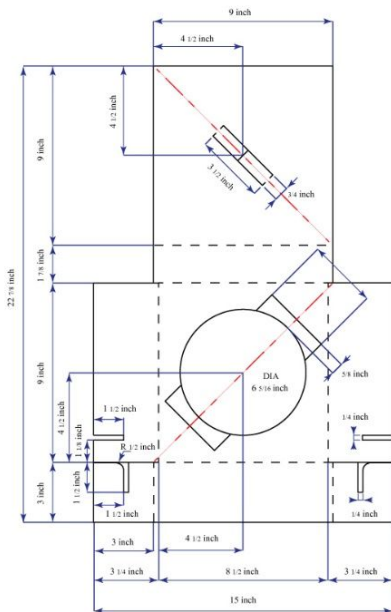
4. การความต้านทานทดสอบแรงกด (compression Test) เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของวัสดุกันกระแทกที่ออกแบบไปทดสอบความต้านทานแรงกด โดยเครื่องเครื่องทดสอบแรงกดคดลอง [1] นำผลที่ได้จากเครื่องทดสอบแรงกดคดลองไปทำการวิเคราะห์

5. ทำการเลือกรูปแบบที่เหมาะสมของตัวกันกระแทก [12] และนำไปทดสอบด้านการตกกระแทก (drop test) [1] เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการปกป้องผลิตภัณฑ์ที่บรรจุว่าสามารถปกป้องผลิตภัณฑ์ได้จริง ไม่เกิดความเสียหายต่อผลิตภัณฑ์ที่บรรจุเช่นเกิดรอยขีดข่วน บวมสลาย โดยนำไปทำการบรรจุหม้อตัวอย่าง แล้วนำทดสอบการปล่อยตกกระแทกอย่างอิสระตามมาตรฐานความสูงของทางบริษัทไมเออร์ อินดัสตรีส์จำกัด ที่ระบุมความสูงที่ 12 นิ้ว โดยการปล่อยตก 10 ครั้ง (1 มุม 3 ขอบรวมมุม และ 6 ด้านข้าง)

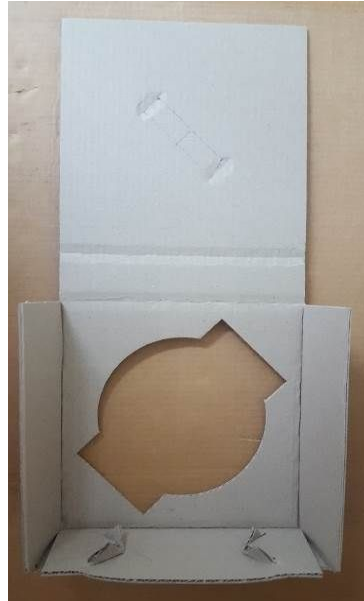
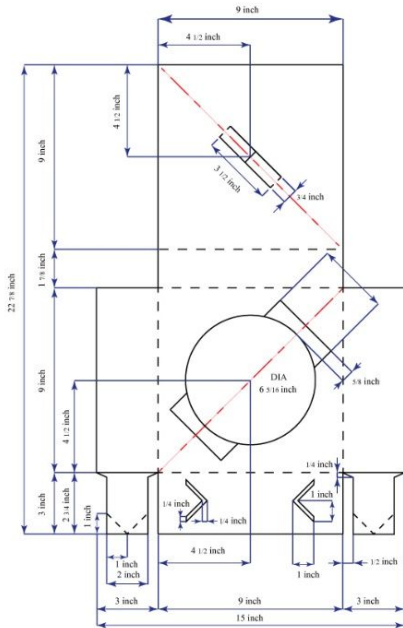
6. นำรูปแบบที่ได้ไปใช้งานจริงกับหม้อหุ้ขนาด 16 เซนติเมตร 1.9 ลิตร โดยบริษัท ไมเออร์ อินดัสตรีส์ จำกัด และนำแนวคิดรูปแบบดังกล่าวไปใช้งานจริงกับผลิตภัณฑ์อื่นของบริษัทฯ ต่อไป

3. ผลการวิจัย (Results)

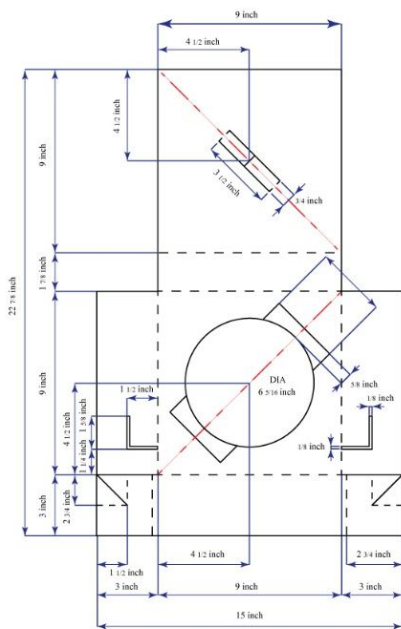
จากผลการออกแบบได้ภายใต้ข้อบังคับเรื่องต่าง ๆ ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ แล้วนำมาตัดชิ้นงานตัวอย่างได้ออกมาเป็นตัวกันกระแทกรูปแบบต่าง ๆ ดังนี้



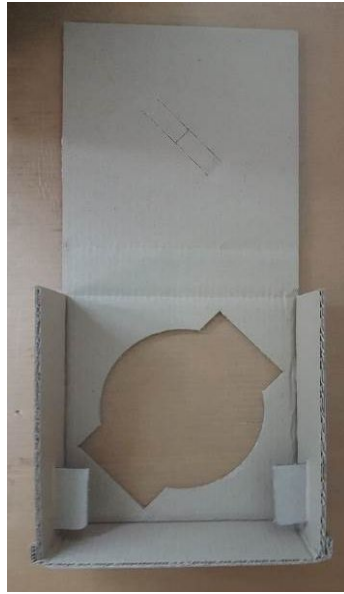
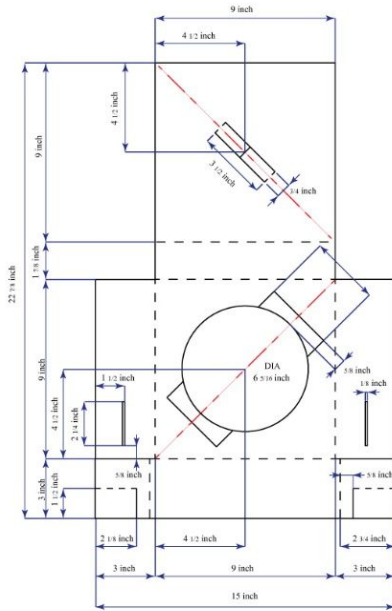
รูปที่ 1 การออกแบบและการขึ้นรูปตัวกันกระแทกแบบที่ 1



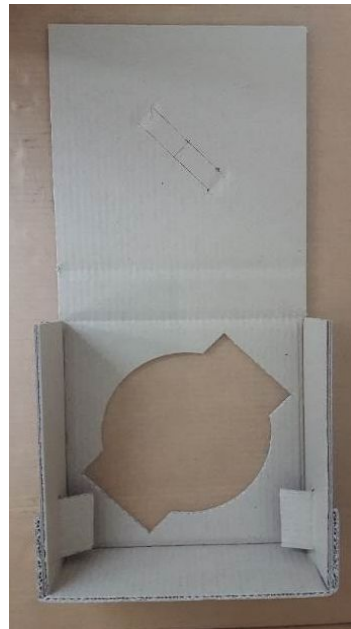
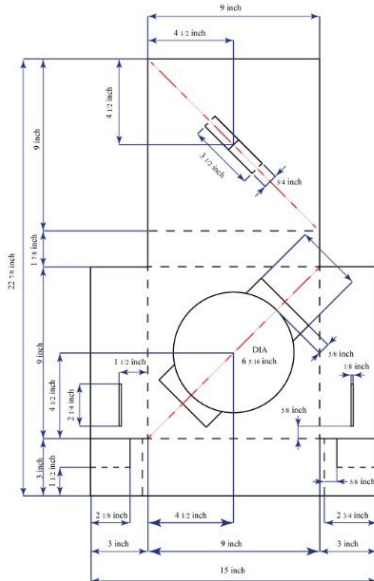
รูปที่ 2 การออกแบบและการขึ้นรูปตัวกันกระแทกแบบที่ 2



รูปที่ 3 การออกแบบและการขึ้นรูปตัวกันกระแทกแบบที่ 3

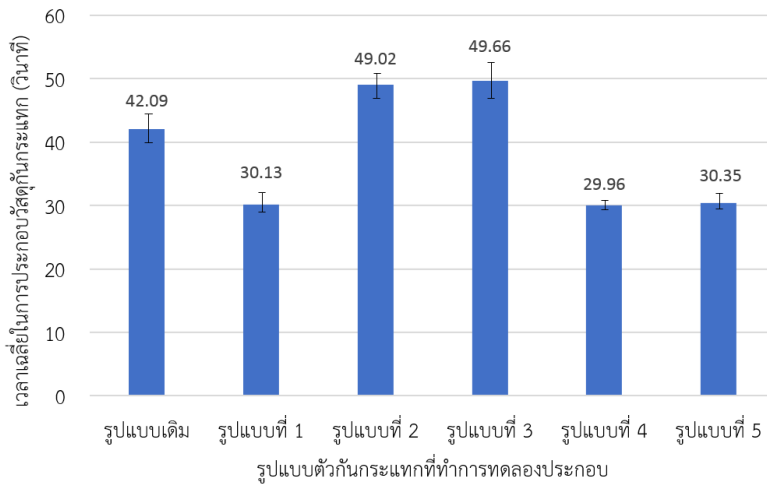


รูปที่ 4 การออกแบบและการขึ้นรูปตัวกันกระแทกแบบที่ 4



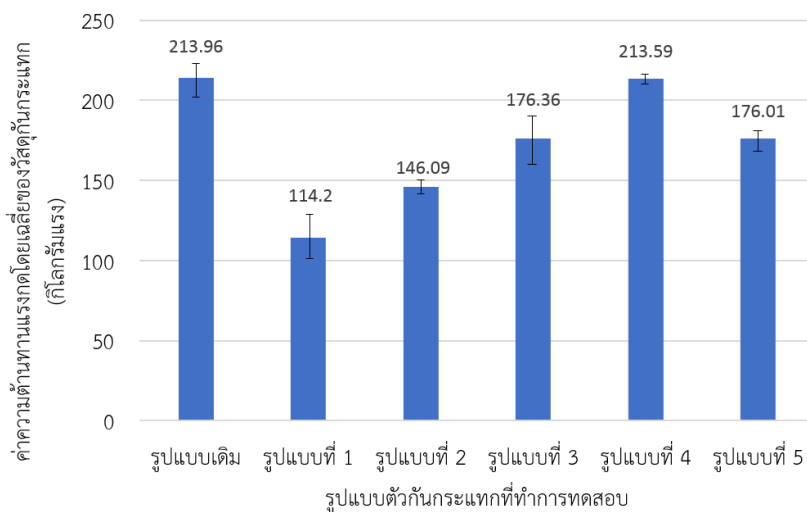
รูปที่ 5 การออกแบบและการขึ้นรูปตัวกันกระแทกแบบที่ 5

นำตัวกันกระแทกที่ได้ทำการออกแบบไปทดลองประกอบการขึ้นรูปทรงด้วยพนักงานภายใน บริษัท ไมย์เออร์ อินดัสตรีส์ จำกัด จำนวน 10 คน แล้วทำการจับเวลาได้ผลการประกอบดังนี้



รูปที่ 6 แสดงเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการประกอบตัวกันกระแทกแต่ละรูปแบบ

นำตัวกันกระแทกที่ได้ทำการออกแบบแต่ละประเภทไปทดสอบเพื่อเปรียบเทียบความสามารถต้านทานแรงกด เนื่องจากในกระบวนการบรรจุสินค้าอาจเกิดแรงกดสินค้าต่อตัวกันกระแทก ดังนั้นตัวกันกระแทกที่เหมาะสมจึงสมควรสามารถต้านทานแรงกดได้ดี โดยการทดสอบจากเครื่องทดสอบแรงกดกลิ้งได้ผลดังนี้



รูปที่ 7 แสดงค่าความต้านทานแรงกดโดยเฉลี่ยของวัสดุแต่ละรูปแบบ

จากการวิเคราะห์สมบัติเรื่องเวลาในการประกอบและความสามารถในการรับแรงกดของตัวกันกระแทกรูปแบบต่าง ๆ พบว่า รูปแบบที่ 1 ที่ขึ้นรูปทรงและยึดโดยใช้ผนังด้านข้างเซาะร่องขัดกันขึ้นรูปด้านข้าง 2 จุดเมื่อนำไปใช้ในการบรรจุผลิตภัณฑ์เครื่องครัว โดยใช้การขัดกันรูปแบบดังกล่าวจะใช้เวลาเฉลี่ยในการประกอบต่ำ แต่มีข้อเสียคือรูปแบบนี้อาจฉีกขาดได้ง่ายหากประกอบโดยไม่ระมัดระวัง รูปแบบที่ 2 เป็นขึ้นรูปทรงและยึดโดยใช้ผนังด้านหน้าและลิ้นด้านข้างเซาะร่องขัดกันขึ้นรูปที่ด้านหน้า 2 จุด สามารถคงรูปบล็อกได้ แต่เป็นรูปแบบที่ใช้เวลาเฉลี่ยในการประกอบค่อนข้างสูง เนื่องจากมุมของกระดาษลูกฟูกบางแผ่นอาจเกิดการแยกชั้นทำให้ต้องใช้เวลาในการประกอบนาน รูปแบบที่ 3 มีการขึ้นรูปทรงและยึดโดยใช้ผนังด้านข้างเซาะร่องและใช้ลิ้นด้านหน้าพับเป็นสามเหลี่ยมสอดมาขัดกันด้านข้าง 2 จุด เป็นรูปแบบตัวเสียบล็อกจากมุมของกระดาษฝั่งตรงข้ามเป็นมุม เป็นรูปแบบที่ใช้เวลาเฉลี่ยในการประกอบนานและเสียเวลามากที่สุด แต่มีความต้านทานต่อแรงกดสูงกว่ารูปแบบที่ 2 ส่วนรูปแบบที่ 4 ซึ่งเป็นการขึ้นรูปทรงและยึดโดยใช้ผนังด้านข้างเซาะร่องและใช้ลิ้นด้านหน้าสี่เหลี่ยมพับด้านบนสอดมาขัดกันด้านข้าง 2 จุด เป็นการเสียจากมุมหนึ่งของกระดาษฝั่งตรงข้ามโดยล็อกฝั่งด้านบนของบล็อก มีคุณสมบัติที่ดีเพราะมีความต้านทานแรงกดสูง และใช้เวลาเฉลี่ยในการประกอบต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับตัวกันกระแทกรูปแบบอื่น ๆ และสุดท้ายแบบที่ 5 เป็นการขึ้นรูปทรงและยึดโดยใช้ผนังด้านข้างเซาะร่องและใช้ลิ้นด้านหน้าสี่เหลี่ยมพับด้านล่างสอดมาขัดกันด้านข้าง 2 จุด เป็นรูปแบบที่คล้ายกับแบบที่ 4 มีข้อดีที่ใช้เวลาเฉลี่ยในการประกอบต่ำแต่ความต้านทานแรงกดกลับให้ค่าที่ต่ำกว่าเมื่อเทียบกับตัวกันกระแทกรูปแบบที่ 4 และเมื่อทำการวิเคราะห์จากสมบัติต่าง ๆ ของตัวกันกระแทกที่ได้ทำการออกแบบ จึงทำการตัดสินใจเลือกการออกแบบที่ 4 ไปทำการทดลองบรรจุหม้อหุงข้าวขนาด 16 เซนติเมตร 1.9 ลิตร แล้วนำไปทดสอบการตกแบบอิสระพบว่าสามารถนำไปใช้เป็นวัสดุกันกระแทกได้โดยไม่เกิดปัญหา เพราะสามารถปกป้องผลิตภัณฑ์ที่บรรจุภายในกล่องได้ เช่นเดียวกับตัวกันกระแทกรูปแบบเดิม เวลาตกกระแทกพบว่าผลิตภัณฑ์ที่บรรจุภายในไม่เกิดความเสียหาย รอยบุบ หรือรอยขีดข่วน และยังรักษาการคงรูปกล่องไม่ให้เกิดการยุบหรือเสียรูปได้อีกด้วย

4. การอภิปรายผลหรือการวิจารณ์และสรุป (Discussion and Conclusion)

จากการนำรูปแบบต่าง ๆ ที่ทำการออกแบบพัฒนาไปทดสอบคุณสมบัติด้านความเร็วและสม่ำเสมอในการประกอบพบว่าตัวกันกระแทกแบบที่ 2 และ 3 ใช้ระยะเวลาในการประกอบและขึ้นรูปนานประมาณ 50 วินาทีต่อชิ้น ส่วนการออกแบบที่ 1, 4 และ 5 ใช้ระยะเวลาในการประกอบและขึ้นรูปที่ใกล้เคียงกันคือใช้ระยะเวลาประมาณ 30 วินาทีต่อชิ้น และเมื่อนำไปทดสอบในเรื่องความสามารถในการต้านทานแรงกดพบว่ารูปแบบที่ 4 มีค่าคุณสมบัติในเรื่องการต้านทานแรงกดดีที่สุด ดังนั้นการออกแบบที่ 4 ที่มีการขึ้นรูปทรงและยึดโดยใช้ผนังด้านข้างเซาะร่องและใช้ลิ้นด้านหน้าสี่เหลี่ยมพับด้านบนสอดมาขัดกันด้านข้าง 2 จุด จึงเหมาะสมที่จะนำไปผลิตเป็นตัวกันกระแทกเพื่อนำไปทดลองใช้งานจริงเพราะใช้ระยะเวลาในการประกอบต่ำและให้ความต้านทานแรงกดสูงที่สุด และเมื่อนำไปใช้กับผลิตภัณฑ์เครื่องครัวประเภทหม้อหุงข้าวขนาด 16 เซนติเมตร 1.9 ลิตร ก็สามารถผ่านการทดสอบด้านการตกกระแทกตามมาตรฐานที่บริษัทฯ กำหนด โดยสามารถปกป้องผลิตภัณฑ์ที่บรรจุภายในได้

จริงเช่นเดียวกันตัวกันกระแทกรูปแบบเดิมทุกประการ อีกทั้งเมื่อนำตัวกันกระแทกไปใช้งานจริงภายในบริษัท ก็ส่งผลดีต่อกระบวนการผลิตคือมีความรวดเร็วในการบรรจุชิ้นงานเพิ่มขึ้น ส่งผลให้กำลังการผลิตสูงขึ้นตามไปด้วย และยังช่วยลดต้นทุนจากการไม่ต้องใช้เทปกาวในการยึดติดชิ้นรูปตัวกันกระแทกแบบเดิมและยังเป็นการผลิตบรรจุภัณฑ์ที่ออกไปในแนวรักษ์โลกอีกด้วย

5. กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgements)

ขอขอบคุณ บริษัท ไมย์เออร์ อินดัสตรีส์ จำกัดที่อนุเคราะห์วัสดุและอุปกรณ์ในการทำงานวิจัย และภาควิชาเทคโนโลยีการพิมพ์และบรรจุภัณฑ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีที่ให้การสนับสนุนในการทำงานวิจัยเรื่องดังกล่าว

6. เอกสารอ้างอิง (Reference)

- [1] พรชัย ราชชนะพันธุ์, 2550, พลศาสตร์การบรรจุ., พิมพ์ครั้งที่ 1, หน่วยพิมพ์เอกสาร งานการศึกษา สำนักเลขานุการ คณะวิทยาศาสตร์ เชียงใหม่ : 32.
- [2] สุปจ ประทีปถิ่นทอง, 2546, วัสดุกันกระแทก [online], Available : <http://www.creativelanna.com/center/how-to-export/>, [12 มิถุนายน 2559].
- [3] มยุรี ภาคลำเจียก บรรจุภัณฑ์สินค้าอุปโภค บริโภค บริษัทโรงพิมพ์หิ่เฮง กรุงเทพฯ. 2556 : 5-6,9-10.
- [4] นภา บั้วหลวง, 2554, ศูนย์วิจัยกสิกรไทย [Online], Available: <http://library.dip.go.th/multim6/edoc/2556/21902.pdf>, [2556, June].
- [5] Ecological Packaging, 2557, Green Packaging [online], Available : <http://vividbrand.com/views/ecological-packaging/>, [22 มีนาคม 2560].
- [6] Food Network Solution, 2554, การพัฒนาโครงสร้างบรรจุภัณฑ์ [online], Available : http://www.foodnetworksolution.com/news_and_articles/article/0106, [12 มิถุนายน 2559].
- [7] ประจวบ เพิ่มสุวรรณ จะจัดการบรรจุภัณฑ์โลจิสติกส์อย่างไรให้มีประสิทธิภาพ, มหาลัยกรุงเทพและรังสิต. 2555: 130
- [8] รุตินันท์ เกษนาถ การออกแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกที่ผลิตจากเยื่อหญ้าแฝกกับเยื่อกระดาษหมุ่นเวียนใช้ใหม่เพื่อใช้ในการขนส่งเซรามิก ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการพิมพ์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2550 : 49.
- [9] ที.ซี.เอ็ม. เปเปอร์บ็อกซ์, เกี่ยวกับกระดาษลูกฟูก [online], Available : <http://www.thaipaperbox.com/about-paper.php>, [18 มิถุนายน 2559].

- [10] สมาคมบรรจุกันท์กระดาษลูกฟูกไทย, 2555, ลูกฟูก [online], Available : <http://www.thaicorrugated.com/index.php?name=knowledge&file=readknowledge&id=33>, [18 มิถุนายน 2559].
- [11] สถิติคณิตศาสตร์, 2555, ค่าเฉลี่ยเลขคณิต [online], Available : http://sathiti.blogspot.com/2013/02/blog-post_15.html, [18 มิถุนายน 2559].
- [12] วราวุธ สุขมาก. การพัฒนาวัสดุกันกระแทกจากแกลบผสมฟองน้ำยางธรรมชาติเพื่อขนส่งมะม่วงน้ำดอกไม้ [ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต]. สงขลา : มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 2552: 352