บทความวิจัย

การประชุมวิชาการวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มทร.พระนคร ครั้งที่ 3

Proceedings of the 3rd RMUTP Conference of Engineering and Technology

การศึกษาส่วนผสมผักตบชวาและแกลบเพื่อการออกแบบโครงสร้างกันแรงกระแทก

A Study of Crash Boxes Produced from Water Hyacinth and Rice Husk

วราวุฒิ พงษ์พานิช[1*], ราชันย์ วิวรรณ์[1] และ นิภัทร์ บัวเอี่ยม[1]

[1]สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

1381 ถนนประชาราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร

*E-mail: Tun_mtts47@hotmail.com

บทคัดย่อ

ปัจจุบันอุตสาหกรรมยานยนต์ได้เข้ามามีบทบาทอย่างมาก ระบบความปลอดภัยเป็นอีกระบบหนึ่งที่มีความสำคัญต่อรถยนต์ การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษาความสามารถการดูดซับแรงกระแทกของวัสดุที่ผลิตจากผักตบชวาและแกลบ เพื่อลดปัญหาสิ่งแวดล้อม โดยผลิตชิ้นงานทดสอบที่มีส่วนผสมแตกต่างกัน 5 ส่วนผสม ผลการทดสอบสะท้อนให้เห็นว่าชิ้นงานที่ทำจากแกลบร้อยละ 100 สามารถดูดซับพลังงานได้สูงสุดคือ 3.50 เมกะจูล/ลูกบาศก์เมตร

คำสำคัญ: การดูดซับพลังงาน, ผักตบชวา, แกลบ

Abstract

Nowadays a safety system in automotive industry has been continuously researched and significantly developed the potential energy absorption capability. These activities led to improve the safety of occupant and pedestrian. This study is to report a impact energy absorbing performance of material made from the mixture of water hyacinth and rice husk in order to recycle the waste and reduce the environmental problems. The 5 different ratios of test specimens composited between water hyacinth and rice husk were experimentally conducted. The results showed that the 100% of rice husk provided the maximum energy absorption of 3.5 MJ/m^3.

Keywords: absorption energy, water hyacinth, and rice husk

1. บทนำ

เนื่องจากปัจจุบันอุตสาหกรรมยานยนต์ได้มีการเติบโตและเข้ามามีบทบาทอย่างมากต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจภายในประเทศไทย ในขณะที่รถยนต์ส่วนใหญ่ถูกออกแบบโดยวิศวกรต่างชาติ และถูกถ่ายทอดเทคโนโลยีเพื่อทำการผลิตในประเทศไทย โดยเฉพาะระบบสำคัญต่างๆ ในยานยนต์ ซึ่งรวมถึงระบบความปลอดภัยในรถยนต์ด้วย โครงสร้างกันแรงกระแทกเป็นอีกชิ้นส่วนหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการใช้งาน

ในขณะที่โครงสร้างกันแรงกระแทกที่ถูกติดตั้งในรถยนต์ที่มีจำหน่ายภายในประเทศ เป็นวัสดุต้นทุนราคาสูงและไม่สามารถย่อยสลายได้เมื่อเลิกใช้งานอันเป็นผลทำให้เกิดขยะจากวัสดุเหลือในปริมาณมาก จึงมีแนวคิดนำวัสดุธรรมชาติเป็นวัสดุทางเลือกชนิดหนึ่ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งผักตบชวาและแกลบ ซึ่งเป็นวัสดุธรรมชาติที่สามารถหาได้ง่ายภายในประเทศไทย ผักตบชวาได้แผ่กระจายเป็นจำนวนมากในแถบที่ราบลุ่มภาคกลาง ทั้งทางด้านการชลประทาน และด้านการสาธารณะสุข ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงนำไปสู่การประยุกต์ใช้เป็นส่วนผสมร่วมกับแกลบ ซึ่งแกลบถือว่าเป็นวัสดุธรรมชาติที่เหลือทิ้งจากกระบวนการสีข้าวเปลือก ในปัจจุบันใช้วิธีฝังกลบทำให้เกิดปัญหาด้านมลภาวะทั้งทางน้ำและอากาศ

ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงนำมาสู่การทำโครงงานการศึกษาส่วนผสมผักตบชวาและแกลบที่ส่งผลกระทบต่อความสามารถการรับแรงกระแทกของโครงสร้างรับแรงกระแทกรถยนต์ โดยมุ่งเน้นที่จะทำการศึกษาส่วนผสมที่เหมาะสมต่อความสามารถในการรับแรงกระแทกสำหรับรถยนต์ ภายใต้ข้อจำกัดด้านคุณสมบัติวัสดุทางกล มาใช้เป็นแนวทางและทำการปรับปรุงขั้นตอนการทดสอบให้มีความเหมาะสมและเป็นไปได้ในทางปฏิบัติ อีกทั้งยังช่วยส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมการออกแบบวัสดุชิ้นส่วนยานยนต์ให้กับประเทศ ซึ่งเป็นประโยชน์ทั้งทางตรงและทางอ้อมที่ประเทศไทยจะได้รับ

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีการทดสอบแบบสถิต

การทดสอบแบบสถิตนี้เป็นการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบพลังงานที่ใช้กดโครงสร้างดูดซับแรงกระแทก แต่ละชิ้นทำการทดสอบด้วยเครื่องทดสอบแรงกด ในขณะทำการกดวัสดุเครื่องทดสอบจะประมวลผลผ่านคอมพิวเตอร์ออกมาเป็นความสัมพันธ์ของแรงที่เกิด

ขึ้นกับระยะยุบของชิ้นงาน ด้วยทฤษฎีการทดสอบแบบสถิต [1-2] ดังสมการที่ (1)

$$u_v = \int_0^n \sigma_x \varepsilon_x \qquad (1)$$

เมื่อ u_v คือ พลังงานภายในต่อหน่วยปริมาตร (N/m^2)

σ_x คือ ความเค้นวัสดุ (N/m^2)

ε_x คือ ความเครียดวัสดุ (m/m)

2.2 ทฤษฎีความเค้น

ความเค้นในที่นี้หมายถึงแรงหารด้วยพื้นที่หน้าตัดที่รับแรง ด้วยทฤษฎีความเค้น [3] ดังสมการที่ (2)

$$\sigma = \frac{F}{A} \qquad (2)$$

เมื่อ σ คือ ความเค้น (N/m^2)

F คือ แรงกด (N)

A คือ พื้นที่ของชิ้นส่วนทดสอบ (m^2)

2.3 ทฤษฎีความเครียด

ความเครียด (Strain) หมายถึงอัตราส่วนระหว่างส่วนที่ยืดหรือหดของชิ้นงานกับความยาวเดิม ทฤษฎีความเครียด [4] แสดงดังสมการที่ (3)

$$\varepsilon = \frac{\delta}{L} \qquad (3)$$

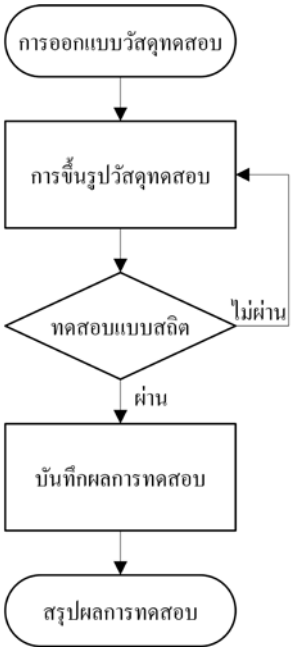
เมื่อ ε คือ ความเครียด

δ คือ ระยะที่ยืดของชิ้นส่วนทดสอบ (m)

L คือ ความยาวเดิมของชิ้นส่วนทดสอบ (m)

3. วิธีดำเนินการวิจัย

การทำโครงงานครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบส่วนผสมและสร้างชิ้นงานทดสอบ เพื่อทดสอบความสามารถในการดูดซับพลังงาน เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ไปได้ด้วยดี และมีประสิทธิภาพนั้น จำเป็นต้องศึกษาข้อมูลต่าง ๆ เพื่อนำมาวิเคราะห์ก่อนนำไปปฏิบัติ และทดสอบ อีกทั้งเพื่อให้ได้ผลการทดสอบที่มีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ดังนั้นคณะผู้จัดทำมีขั้นตอนการดำเนินการดังต่อไปนี้ ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

4. การเตรียมวัตถุดิบและการแปรรูปวัตถุดิบ

ทางกลุ่มผู้จัดทำนำผักตบชวาจากแหล่งน้ำมาทำการแยกใบและรากออกจากลำต้น จากนั้นล้างทำความสะอาดก่อนนำมาตัดให้ขนาดพอประมาณ แล้วนำมาปั่นด้วยเครื่องปั่นน้ำผลไม้ จนกระทั่งวัตถุดิบละเอียดเป็นเส้นใย จึงนำเส้นใยธรรมชาติที่ได้จากการปั่นนำมาเทลงบนตะแกรง จากนั้นนำมาร่อนน้ำให้เหลือแต่เส้นใยธรรมชาติ และนำมาตากแดด ประมาณ 6-7 ชั่วโมง

ในส่วนที่เป็นแกลบ เริ่มจากการนำแกลบมาจากโรงสีข้าว นำใส่เครื่องปั่นน้ำผลไม้โดยปั่นให้ละเอียด จากนั้นใช้ตะแกรงร่อนแกลบทำให้ได้ขนาดของแกลบที่ใกล้เคียงกันจากการร่อน

นำเส้นใยธรรมชาติที่ผ่านการตากแดดแล้ว และแกลบที่ผ่านการคัดแยกขนาด มาชั่งน้ำหนัก จากนั้นนำไปอบลดความชื้น โดยใช้ระยะเวลาในการอบประมาณ 72 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส

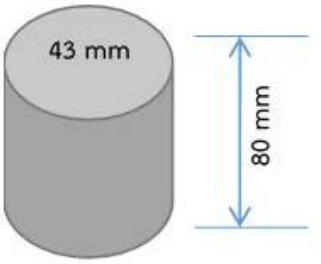
5. การออกแบบชิ้นงานทดสอบ

ในการศึกษาส่วนผสมระหว่างผักตบชวาและแกลบ จึงสร้างส่วนผสมขึ้นมาใหม่แบ่งออกเป็น 5 ส่วนผสม ดังแสดงตามตารางที่ 1 โดยนำวัสดุธรรมชาติทั้ง 2 ชนิด มาผสมเข้าด้วยกัน โดยมีตัวผสานที่เป็นกาวลาเท็กซ์สามารถใช้ขึ้นรูปชิ้นงานในแม่พิมพ์ได้สะดวก และเมื่อกาวแห้งชิ้นงานต้องมีความยืดหยุ่นเหมาะสมในการดูดซับพลังงานของชิ้นงานที่ถูกแรงกระทำ แล้วออกแบบสร้างแม่พิมพ์เพื่อขึ้นรูปชิ้นงานให้มี

รูปทรงที่สามารถใช้ในการทดสอบแบบสถิตหาการดูดซับพลังงานจากแรงกดที่กระทำกับชิ้นงาน สร้างจากวัสดุธรรมชาติที่ผ่านกระบวนการเตรียมวัตถุดิบ จึงได้เลือกทรงกระบอกกลมตันขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 43 มิลลิเมตร สูง 80 มิลลิเมตร ใช้ในการทดสอบแบบสถิต ดังรูปที่ 2

ตารางที่ 1 อัตราส่วนผสมระหว่างผักตบชวาและแกลบ

วัสดุ / คำย่อ	ผักตบชวา (เปอร์เซ็นต์)	แกลบ (เปอร์เซ็นต์)
R100	100	0
R75W25	75	25
R50W50	50	50
R25W75	25	75
W100	0	100



รูปที่ 2 ชิ้นงานทรงกระบอกกลันตัน

6. การขึ้นรูปชิ้นงานทดสอบและการตรวจสอบ

การขึ้นรูปชิ้นงานทดสอบเป็นทรงกระบอกกลมตันตามรูปที่ 3 โดยใช้วัสดุจากผักตบชวาและแกลบในอัตราส่วนผสมตามตารางที่ 1 และใช้กาวลาเท็กซ์เป็นน้ำยาประสาน นำวัสดุที่ทำการผสมไว้ใส่ในแม่พิมพ์ทำการอัดให้ได้ขนาดที่กำหนดใช้เวลาการอัด 40 นาที ให้ส่วนผสมแข็งตัว จากนั้นจึงนำชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์ไปตากแดดประมาณ 7 วัน และทำการอบลดความชื้น 72 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส หรือจนกว่าได้น้ำหนักสุดท้าย

รูปที่ 3 ตัวอย่างชิ้นงานทดสอบแบบสถิต

7. การทดสอบแบบสถิต

การทดสอบรูปแบบนี้เป็นการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบพลังงานที่ดูดซับได้ กดชิ้นงานทดสอบรับแรงกระแทกแต่ละชิ้นด้วยเครื่องทดสอบแรงกด ดังแสดงตามรูปที่ 4 โดยกำหนดความเร็วในการกดของเครื่องทดสอบที่ 10 มิลลิเมตร/นาที ขณะทำการกดเครื่องทดสอบจะประมวลผล ผ่านคอมพิวเตอร์ออกมาเป็นค่าแรง F (นิวตัน) ของแต่ละเอลิเมนต์ โดยเปรียบเทียบกับระยะการยุบของชิ้นงาน S (มิลลิเมตร) แต่ละเอลิเมนต์ค่าที่ได้จะนำไปคำนวณหาค่าพลังงานที่ดูดซับได้

รูปที่ 4 การทดสอบแบบสถิต

8. ผลการทดสอบ

8.1 ผลการตรวจสอบการขึ้นรูป

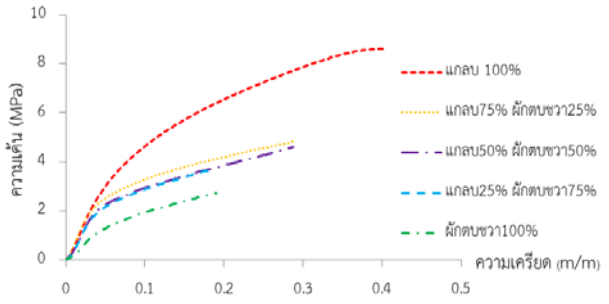
การขึ้นรูปชิ้นงานจากวัสดุผักตบชวาและแกลบที่มีส่วนผสมที่แตกต่างกัน 5 ส่วนผสม มีความจำเป็นต้องทำการตรวจสอบมวลและค่าความหนาแน่นของชิ้นงาน เพื่อสร้างระดับความเชื่อมั่นของชิ้นงานก่อนทำการทดสอบ [5] จากผลการตรวจสอบพบว่าค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของมวลชิ้นงานทดสอบทั้ง 5 ส่วนผสม มีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ระหว่าง 0.52-0.85 ซึ่งเป็นระดับค่าที่กระจายตัวน้อยและอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของมวลชิ้นงานทดสอบ

ส่วนผสม	ชิ้นที่	มวล (กรัม)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
R100	1	66.5	0.83
	2	66.1	
	3	68.7	
R75W25	1	67.4	0.85
	2	66.1	
	3	65.8	
R50W50	1	70.8	0.72
	2	71.8	
	3	70.4	
R25W75	1	86.3	0.85
	2	84.7	
	3	85.0	
W100	1	59.4	0.52
	2	60.2	
	3	60.4	

8.2 ผลการทดสอบแบบสถิต

จากรูปที่ 5 สะท้อนให้เห็นพฤติกรรมของชิ้นงานที่แตกต่างกันที่ได้จากการทดสอบแรงกดแบบสถิต ชิ้นงานที่ผลิตจากส่วนผสมแกลบร้อยละ 100 (R100) มีพฤติกรรมความเค้นสูงสุดคือ 8.62 เมกะนิวตัน/ตารางเมตร ที่ช่วงความเครียดเท่ากับ 0.4 เมตร/เมตร และ ดูดซับพลังได้ดีที่สุดคือ 3.50 เมกะจูล/ลูกบาศก์เมตร ดังแสดงในตารางที่ 3 ในขณะที่อีก 4 ส่วนผสม คือชิ้นงานที่ผลิตจากส่วนผสมแกลบร้อยละ 50 และผักตบชวาร้อยละ 50 (R50W50) แกลบร้อยละ 75 และผักตบชวาร้อยละ 25 (R75W25) แกลบร้อยละ 25 และผักตบชวาร้อยละ 75 (R25W75) และผักตบชวาร้อยละ 100 (W100) มีพฤติกรรมความเค้นที่ลดลงตามลำดับ



รูปที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียดที่ส่วนผสมต่าง ๆ

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบความสามารถการดูดซับพลังงาน

ส่วนผสม	ความเค้นสูงสุด, σ (MPa)	การดูดซับพลังงานสูงสุด, u_v (MJ/m^3)
R100	8.62	3.50
R75W25	4.83	1.41
R50W50	4.61	1.32
R25W75	3.71	0.70
W100	2.72	0.51

9. สรุป

จากผลการดำเนินงานตามวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาส่วนผสม จึงได้สร้างชิ้นงานทดสอบวัสดุจากผักตบชวาและแกลบไปขึ้นรูปเป็นชิ้นงานทดสอบแบ่งออกเป็น 5 ส่วนผสม ทำการทดสอบแบบสถิต ซึ่งผลการทดสอบรับแรงกดที่เกิดขึ้นกับชิ้นงานทรงกระบอกกลมตันดังกล่าว สามารถนำไปคำนวณการดูดซับพลังงาน จากการทดสอบพบว่าความสามารถการดูดซับพลังงานของชิ้นงานทดสอบทั้ง 5 ส่วนผสม พบว่าแกลบร้อยละ 100 สามารถดูดซับพลังได้ดีที่สุดคือ 3.50 เมกะจูล/ลูกบาศก์เมตร และอีก 4 ส่วนผสม สามารถดูดซับพลังงานในลำดับที่ต่ำลงมา

10. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยได้รับความช่วยเหลือจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วรวิทย์ วรนาวิน ซึ่งให้คำแนะนำในการถ่ายทอดความรู้ตลอดจนควบคุมการทำวิจัยจนประสบความสำเร็จด้วยดี รวมทั้งอาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลทุกท่าน เจ้าหน้าที่ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ได้ให้ความสะดวกต่าง ๆ ตลอดระยะเวลาในการทำวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] สมนึก วัฒนศรียกุล. Material Testing การทดสอบวัสดุ, พิมพ์ครั้งที่ 2, กรุงเทพฯ: กรีนเวิลด์ มีเดีย (ประเทศไทย), 2549.

[2] รุ่งสุรีย์ ใจเขื่อนแก้ว. กลศาสตร์ของวัสดุ, กรุงเทพฯ: ท้อปแมคกรอฮิล, 2545.

[3] ศุภชัย ตระกูลทรัพย์ทวี. กลศาสตร์ของแข็ง:ฉบับเสริมประสบการณ์, กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2547.

[4] “ทฤษฎีความเครียด,” แหล่งที่มา: http://mte.kmutt.ac.th/elearning ค้นเมื่อ วันที่ 29 มกราคม 2560.

[5] กิตติศักดิ์ พลอยมานิชเจริญ. สถิติสำหรับงานวิศวกรรม, พิมพ์ครั้งที่ 1, กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น), 2540.