

คั่นกันล้อยนต์สำหรับลานจอดรถจากเศษขุยมลลสติกว้สตุเหลื้ท้ัง จกการผลิพลลสติกรีไซเคิล

ณิชาภา มินาบูลย์¹ สุธน รุ่งเรือง² จุฬารัตน์ เอี่ยมสมย์³ และประชุม คำพุฒ^{4*}

nichapha.min@rmutr.ac.th¹, suthon.ru@rmutr.ac.th², chularat.lam@rmutr.ac.th and prachoom_k@rmutt.ac.th^{4*}

¹สาขาวิชาการจัดการทรัพยากรอาคาร คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

²สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

³สาขาวิชาวิศวกรรมวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

⁴หน่วยวิจัยวัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

Received	: 10-Apr-2023
Revised	: 18-Jun-2023
Accepted	: 20-Jun-2023

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาคั่นกันล้อยนต์สำหรับลานจอดรถจากเศษขุยมลลสติกว้สตุเหลื้ท้ังจกการผลิพลลสติกรีไซเคิล โดยใช้อัตราส่วนผสมปูนซีเมนต์ : ทราย : หินคลุก เท่ากับ 1 : 2 : 4 ใช้เศษขุยมลลสติกแทนที่หินในอัตราส่วน 0%, 25%, 50%, 75% และ 100% โดยน้ำหนัก ทดสอบกำลังอัดที่อายุ 7, 14, 21 และ 28 วัน ผลการวิจัยพบว่าการใช้เศษขุยมลลสติกแทนที่หินในอัตราส่วน 50% เป็นอัตราส่วนที่ดีที่สุดคือสามารถรับกำลังอัดได้ 214.52 ksc มีค่าการดูดกลืนน้ำเฉลี่ย 5.67% มีค่าความหนาแน่นแห้งเฉลี่ย 1,932 kg/m³ และมีน้ำหนักเบาว่าชิ้นงานที่ขายทั่วไปในท้องตลาด 19 kg ส่วนด้านราคาต้นทุนที่ใช้จำหน่ายพบว่าประหยัดกว่าคั่นกันล้อยนต์ที่มีขายทั่วไปตามท้องตลาดประมาณ 773 บาทต่อ/ท่อน (ไม่รวมค่าขนส่ง) และเมื่อผลิถัณฑ์นี้ทดสอบคุณสมบัติด้านความเป็นพิษที่กรมวิทยาศาสตร์บริการพบว่า ปริมาณสารแคดเมียม (Cd) และ สารตะกั่ว (Pb) มีค่า 0.0001 mg/L ถือว่าผ่านค่ามาตรฐานโลหะหนัก ไม่เป็นอันตรายกับผู้ใช้สินค้า

คำสำคัญ: คั่นกันล้อยนต์ ขุยมลลสติก พลลสติกรีไซเคิล

Concrete Wheel Stop for Parking Lot Made From Plastic Scraps, Waste Materials from the Production of Recycled Plastic

Nichapha Minaboon¹, Suthon Rungruang², Chularat Iamsamai³ and Prachoom Khamput^{4*}
nichapha.min@mutr.ac.th¹, suthon.ru@mutr.ac.th², chularat.lam@mutr.ac.th³ and prachoom_k@mutt.ac.th^{4*}

¹ Department of Facility Management, Faculty of Architecture and Design, Rajamangala University of Technology Rattanakosin

² Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Rattanakosin

³ Department of Materials Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Rattanakosin

⁴ Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Thanyaburi

Received	: 10-Apr-2023
Revised	: 18-Jun-2023
Accepted	: 20-Jun-2023

Abstract

This research is to study the concrete wheel stopper for the parking lot from plastic scraps, a waste material from the production of recycled plastics. By using the ratio of cement: sand: crushed stone equal to 1: 2: 4, using plastic fluff instead of stone in the ratio of 0%, 25%, 50%, 75% and 100% by weight. Test the compressive strength at age 7, 14, 21, and 28 days. The results showed that using plastic scraps to replace stone in the ratio of 50% was the best ratio, which was able to obtain the compressive strength of 214.52 ksc with average water absorption of 5.67%, with an average dry density of 1,932 kg/m³ and is 19 kg lighter than the pieces that are generally sold in the market. In terms of the cost price found that the used of plastic scraps is cheaper than the concrete wheel stop that is generally sold in the market about 773 baht per/piece (excluding cost transportation) and when bringing this product to testing the toxicity properties at the Department of Science Service found that the content of cadmium (Cd) and lead (Pb) was 0.0001 mg/L, considered passing the standard of heavy metals, not harmful to product users.

Keywords: concrete wheel stopper, plastic scraps, recycled plastic

1. บทนำ

คั่นกันล้อยนต์เป็นคอนกรีตสำเร็จรูปที่ใช้ในงานบริเวณลานจอดรถ ช่วยลดอุบัติเหตุจากการเข้าจอดรถโดยช่วยหยุดล้อรถเมื่อรถจอดได้ตำแหน่งแล้ว เป็นวัสดุก่อสร้างที่ใช้กันอย่างมากในงานวิศวกรรมโยธา และการก่อสร้างงานระบบโครงสร้างพื้นฐานต่าง ๆ เช่น อาคาร ถนน เป็นต้น องค์ประกอบคั่นกันล้อยนต์ของคอนกรีตจะประกอบไปด้วย ปูนซีเมนต์ หิน หินทราย และ น้ำ เมื่อนำมาผสมกันจะแปรสภาพเป็นของแข็ง และมีความแข็งแรงในการรับน้ำหนัก ต้นทุนทางด้านวัสดุที่ใช้ในการผสมคอนกรีต ก็จะมีต้นทุนที่สูงขึ้นตามประสิทธิภาพในการออกแบบการรับน้ำหนักในแต่ละชนิดที่กำหนดไว้ การลดวัสดุส่วนผสมของคอนกรีตโดยที่ยังได้ประสิทธิภาพในการรับน้ำหนักอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ ก็จะช่วยประหยัดต้นทุนของคอนกรีตได้

ปัจจุบันพลาสติกเป็นบรรจุภัณฑ์ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในชีวิตประจำวัน และกระบวนการผลิตพลาสติกส่วนใหญ่จะมีการใส่สารเติมแต่งและไมโครพลาสติก (Microplastic) สารเหล่านี้ยากแก่การย่อยสลายและกลายเป็นขยะตกค้างในสิ่งแวดล้อม และสารเติมแต่งบางชนิดยังก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพของประชาชน ซึ่งพลาสติกส่วนใหญ่เป็นพลาสติกแบบใช้ครั้งเดียว (Single-use plastics) ไม่มีการนำกลับไปใช้ประโยชน์ใหม่ โดยส่วนใหญ่จะถูกทิ้งเป็นขยะมูลฝอยในปริมาณและสัดส่วนที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง [1] ในช่วงสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ประชาชนมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในการใช้บริการสั่งซื้อสินค้าและอาหารผ่านระบบออนไลน์เพิ่มขึ้น ประกอบกับการคัดแยกขยะมูลฝอยเพื่อนำมารีไซเคิลน้อยลง เนื่องจากหวั่นเกรงมูลฝอยติดเชื้อที่ทิ้งปะปนมากับขยะมูลฝอยชุมชน [2] พลาสติก จึงเป็นวัสดุที่ถูกนำมาใช้งานในด้านต่าง ๆ เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง จนอาจกล่าวได้ว่าพลาสติกเป็นวัสดุที่มีบทบาทสำคัญในชีวิตประจำวันของมนุษย์ [3] การนำขยะพลาสติกกลับมาใช้ใหม่โดยวิธีขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่เป็นวิธีที่นิยมกันมาก เป็นการรีไซเคิลพลาสติกเริ่มต้นด้วยการแยกพลาสติกแต่ละชนิดออกจากกัน และจะถูกบีบให้แบนแล้วมัดรวมกันเป็นก้อน

เพื่อแยกส่งไปยังโรงงานผลิตเม็ดพลาสติกรีไซเคิลที่โรงงาน และพลาสติกแต่ละชนิดจะถูกนำมาบดให้เป็นชิ้นเล็กๆ จากนั้นจะถูกล้างทำความสะอาดในบ่อน้ำขนาดใหญ่ ในขั้นตอนนี้ฝุ่นและสิ่งสกปรกจะถูกกำจัดออกไป หลังจากนั้นชิ้นพลาสติกจะถูกทำให้แห้งโดยการตากแดดหรือใช้อากาศร้อน ป้ายกระดาษหรือฟิล์มที่ติดมากับชิ้นพลาสติกจะถูกเป่าแยกออกมา จากนั้นจะเข้าสู่ขั้นตอนการหลอมขึ้นพลาสติกผ่านเครื่องอัดรีด (Extruder) ออกมาเป็นเส้น ก่อนตัดให้เป็นเม็ดเล็ก ๆ บรรจุลงกล่องเพื่อส่งไปยังโรงงานขึ้นรูปพลาสติกให้เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ หากการขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ใช้เม็ดพลาสติกรีไซเคิลทั้งหมด ผลิตภัณฑ์พลาสติกที่ได้จะมีสมบัติทางกายภาพลดลง บางครั้งโรงงานจะนำเม็ดพลาสติกใหม่มาผสมเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีสมบัติดีขึ้น และในกระบวนการผลิตพลาสติกรีไซเคิลนี้ ทำให้เกิดของเสียในกระบวนการผลิต ได้แก่ เศษขุยพลาสติกเป็นจำนวนมาก ซึ่งถูกนำไปทิ้ง หรือใช้ถมที่ เท่าที่ศึกษา ยังไม่มีการนำเศษขุยพลาสติกไปใช้ประโยชน์ในการก่อสร้างเท่าที่ควร

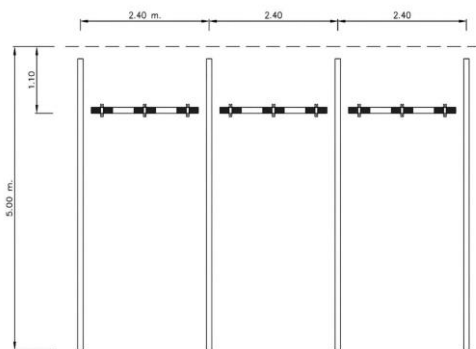
ในการวิจัยนี้ได้พิจารณาตัวแปร คือ มวลรวม หยาบ หรือหิน ที่เป็นส่วนประกอบในการออกแบบคอนกรีต ดังนั้น จึงมีผลประโยชน์อย่างมากหากมีการลดปริมาณมวลรวมหยาบ โดยทดแทนด้วยเศษขุยพลาสติก และการพัฒนาวิธีการนำไปใช้งานจริง การลดต้นทุนคอนกรีตและวิธีการกำจัดของเหลือทิ้งในกระบวนการรีไซเคิลพลาสติกโดยไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ด้วยวิธีการผสมในคอนกรีตสำหรับทำคั่นกันล้อยนต์จะสามารถช่วยลดปริมาณขยะจากกระบวนการรีไซเคิลพลาสติกและต้นทุนการกำจัดขยะรวมทั้งต้นทุนของวัสดุส่วนผสมในคอนกรีต โดยคอนกรีตที่มีส่วนผสมของเศษขุยพลาสติกนี้จะเป็นคอนกรีตต้นทุนต่ำที่เหมาะสมสำหรับงานก่อสร้างและเป็นการใช้กำจัดขยะพลาสติกในชุมชนอีกทางหนึ่งด้วย นับได้ว่าเป็นการพัฒนาการใช้ประโยชน์จากของเหลือใช้จากกระบวนการผลิตพลาสติกรีไซเคิล ให้มีความหลากหลายมากยิ่งขึ้น และลดปริมาณขยะพลาสติกที่นำมาฝังกลบที่มักเกิดปัญหาย่อยสลายยาก

2. คั่นกันล้อรถยนต์

คั่นกันล้อรถยนต์คอนกรีตคืออุปกรณ์ป้องกันอุบัติเหตุจากการจอดรถใช้ในการกำหนดตำแหน่งหยุดรถเพื่อจัดการความเรียบร้อย หรือความปลอดภัยของที่จอดรถ เพื่อแบ่งเลนที่จอดรถทำให้ผู้ใช้รู้ว่าควรจอดรถในแนวใดและที่ไหน โดยมากมักจะใช้ในลานจอดรถเพื่อเป็นหมอนคอนกรีตหยุดรถขณะถอยจอด เพื่อป้องกันการชนกับผนัง เป็นต้น

2.1 การติดตั้ง

ระยะปลอดภัยมาตรฐานสำหรับติดตั้ง ที่กั้นหยุดล้อรถ (Wheel stopper) ระยะห่างจากสิ่งกีดขวาง ไม่น้อยกว่า 1.10 เมตร



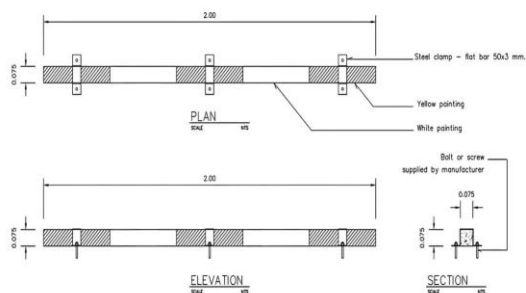
ขนาดช่องจอดรถยนต์มาตรฐาน ตาม พรบ.ควบคุมอาคาร 2522

รูปที่ 1 ระยะปลอดภัยมาตรฐานสำหรับติดตั้ง [4]

2.2 ระยะยึดของประกับเหล็ก (Clamp)

ระยะในการยึดของประกับเหล็กจะใช้ clamp 3 ตัว สำหรับคอนกรีตคั่นล้อ 1 ท่อน ติดที่กึ่งกลางของระยะแถบสีเหลืองทั้ง 3 แถบ

Concrete Wheel Stopper. size W75 H75 L2000 mm.



รูปที่ 2 ระยะยึดของประกับเหล็ก [4]

3. วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเรื่องคั่นกันล้อรถยนต์สำหรับลานจอดรถจากเศษขุยพลาสติกวัสดุเหลือทิ้งจากการผลิตพลาสติกรีไซเคิล โดยใช้อัตราส่วนผสมปูนซีเมนต์ : ทราย : หินคลุก เท่ากับ 1 : 2 : 4 ใช้เศษขุยพลาสติกแทนที่หินในอัตราส่วน 0%, 25%, 50%, 75% และ 100% โดยน้ำหนัก ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและทางกล และศึกษาคุณสมบัติความทนทานที่เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 656-2556 [5]

3.1 วัสดุที่ใช้ในการวิจัย

วัสดุที่ใช้ในการทดสอบครั้งนี้ประกอบด้วย

3.1.1 วัสดุประสาน ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1



รูปที่ 3 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1

3.1.2 วัสดุผสมมวลรวมละเอียดประเภททรายหยาบ ใช้ทรายจากบ่อทราย จ.นครปฐม



รูปที่ 4 ลักษณะทรายหยาบที่ใช้วิจัย

3.1.3 วัสดุผสมมวลรวมหยาบใช้หินคลุก (หินเบอร์ 2) ขนาด 1 นิ้ว ร้อยละ 20 และขนาด 3/4 นิ้ว ร้อยละ 80 จากร้านวัสดุก่อสร้างในเขต จ.นครปฐม



รูปที่ 5 ลักษณะหินคลุกที่ใช้ในการวิจัย

3.1.4 น้ำ ใช้น้ำประปาที่ใช้ตาม

บ้านทั่วไป

3.1.5 เศษขุยพลาสติกที่ใช้เป็นวัสดุ

เปรียบเทียบ โดยเกิดจากขวดพลาสติกรีไซเคิลผ่านเครื่องตัดแล้วเกิดเศษขุยพลาสติกเป็นวัสดุเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตพลาสติกรีไซเคิล ซึ่งได้รับความอนุเคราะห์วัสดุวิจัยจาก โรงงานบี๊กบอย พลาสติก ต.สวนกล้วย อ.บ้านโป่ง จ.ราชบุรี นำมาร้อนผ่านตะแกรงเบอร์ 8



รูปที่ 6 ขุยพลาสติกที่วัสดุเหลือทิ้งจากการผลิตพลาสติกรีไซเคิล

3.2 ศึกษาคุณสมบัติพื้นฐานของวัสดุ

ในการวิจัยนี้ ได้ใช้วิธีการทดสอบตามมาตรฐานการทดสอบวัสดุของสมาคม ทดสอบวัสดุอเมริกา (American Society for Testing Materials ASTM.) มาตรฐานอังกฤษ (British Standards BS.)

3.3 ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและทางกล

ในการวิจัยนี้ ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและทางกลของตัวอย่างทดสอบขุยพลาสติกผสมปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1 โดยใช้อัตราส่วนผสม

ปูนซีเมนต์ : ทราย : หินคลุก เท่ากับ 1 : 2 : 4 ใช้เศษขุยพลาสติกแทนที่หินในอัตราส่วน 0%, 25%, 50%, 75% และ 100% โดยน้ำหนัก ขนาดของตัวอย่างคอนกรีตคอนกรีต ขนาด กว้าง 10 cm ยาว 10 cm สูง 10 cm ที่ออกแบบกำลังรับแรงอัดไว้ที่ 210 ksc จะใช้เป็นค่าตั้งต้นสำหรับเปรียบเทียบกับผลการทดสอบของคอนกรีตที่แทนที่ด้วยขุยพลาสติก ในอัตราส่วนต่าง ๆ ทดสอบกำลังอัดที่อายุ 7, 14, 21 และ 28 วัน โดยมีตารางที่ 1 แสดงอัตราส่วนผสมของวัสดุ

ตารางที่ 1 อัตราส่วนผสมของวัสดุ

ส่วนผสมจากขุย	สัญลักษณ์	อัตราส่วน %	ปริมาณวัตถุดิบขั้นรูปชิ้นงาน				
			ซีเมนต์ (kg)	ทราย (kg)	หิน (kg)	ขุยพลาสติก (kg)	น้ำ (kg)
พลาสติก	P ₀	0%	0.374	0.632	1.283	0	0.168
แทนที่หิน 1:2:4	P ₁	25%	0.374	0.632	0.962	0.115	0.168
	P ₂	50%	0.374	0.632	0.642	0.230	0.168
	P ₃	75%	0.374	0.632	0.321	0.346	0.168
	P ₄	100%	0.374	0.632	0	0.461	0.168

3.4 ศึกษาต้นทุนการผลิต

ในการวิจัยนี้จะดำเนินการศึกษาต้นทุนการผลิตและเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตระหว่างคั่นกันล้อยนต์ทั่วไปและคั่นกันล้อยนต์สำหรับลานจอดรถจากเศษขุยพลาสติกวัสดุเหลือทิ้งจากการผลิตพลาสติกรีไซเคิล

3.5 ศึกษาความเป็นพิษของคั่นกันล้อยนต์

ในการวิจัยนี้จะทดสอบคุณสมบัติความเป็นพิษของอุปกรณ์อำนวยความสะดวกภายในอาคาร ที่กรมวิทยาศาสตร์บริการ

4. วิเคราะห์ผลการวิจัย

ในการวิจัยเรื่อง คั่นกันล้อยนต์สำหรับลานจอดรถจากเศษขุยพลาสติกวัสดุเหลือทิ้งจากการผลิตพลาสติกรีไซเคิล สามารถวิเคราะห์ผลการวิจัยได้ ดังนี้

4.1 ผลการศึกษาสมบัติพื้นฐานของวัสดุ

ผลการศึกษาสมบัติพื้นฐานของวัสดุแสดงดังตารางที่ 2 พบว่า เป็นไปตามมาตรฐานการทดสอบคุณสมบัติพื้นฐานของวัสดุทางวิศวกรรม สำหรับเศษขุยมลสารที่ได้อาจมาจากของเหลือทิ้งในกระบวนการรีไซเคิลมีคุณสมบัติดูดซึมน้ำได้ต่ำ เมื่อนำมาใช้แทนที่มวลรวมละเอียด ทำให้ช่วยป้องกันการซึมผ่านของน้ำและสารต่าง ๆ ได้ดี

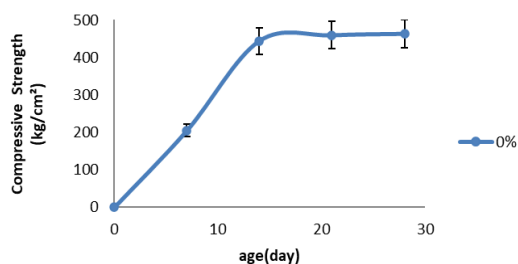
ตารางที่ 2 คุณสมบัติพื้นฐานของวัสดุที่ใช้ในการผลิตคอนกรีตผสมขุยมลสาร

Type of Material	Specific Gravity	Absorption (%)	Fineness Modulus	Unit Weight (kg/m ³)
Cement	3.15	-	-	3,150
Sand	2.54	4.76	5.20	1,574.65
Coarse Aggregate	2.60	2.60	3.84	1,645
High Density Polyethylene	0.97	-	3.77	536.09

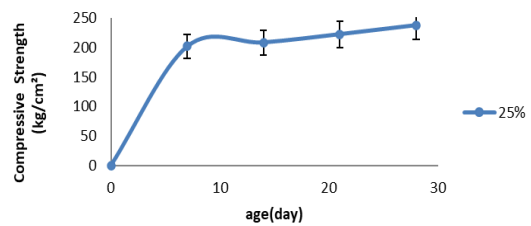
หมายเหตุ : ขุยมลสารไม่เกิดการดูดซึมน้ำ

4.2 ผลการศึกษาค่ากำลังอัดประลัยของคอนกรีต

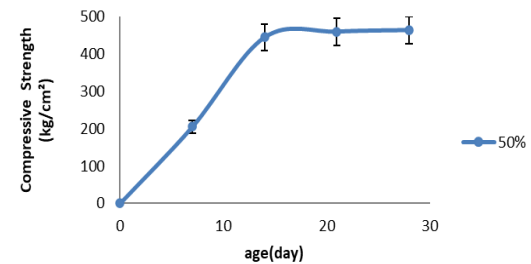
รูปที่ 7- 11 แสดงกำลังรับแรงอัดประลัยของตัวอย่างคอนกรีตผสมขุยมลสารแทนที่หินในอัตราส่วน 0%, 25%, 50%, 75% และ 100% โดยน้ำหนัก ตามลำดับ จากการทดสอบหาค่ากำลังรับแรงอัดที่ออกแบบใช้ 210 ksc ของตัวอย่างคอนกรีตทรงลูกบาศก์ขนาด กว้าง 10 cm ยาว 10 cm สูง 10 cm โดยทำการทดสอบหาค่ากำลังรับแรงอัดที่อายุ 7, 14, 21 และ 28 วัน ได้กำลังรับแรงอัด ดังรูปต่อไปนี้



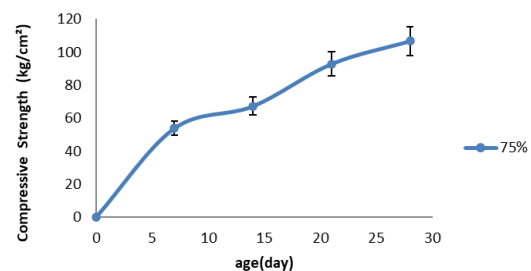
รูปที่ 7 กำลังรับแรงอัดประลัยของตัวอย่างคอนกรีตผสมขุยมลสารแทนที่หินในอัตราส่วน 0% โดยน้ำหนัก



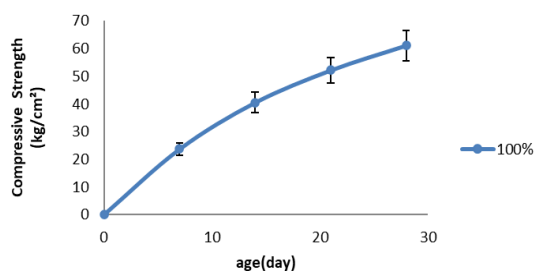
รูปที่ 8 กำลังรับแรงอัดประลัยของตัวอย่างคอนกรีตผสมขุยมลสารแทนที่หินในอัตราส่วน 25% โดยน้ำหนัก



รูปที่ 9 กำลังรับแรงอัดประลัยของตัวอย่างคอนกรีตผสมขุยมลสารแทนที่หินในอัตราส่วน 50% โดยน้ำหนัก



รูปที่ 10 กำลังรับแรงอัดประลัยของตัวอย่างคอนกรีตผสมขุยมลสารแทนที่หินในอัตราส่วน 75% โดยน้ำหนัก



รูปที่ 11 กำลังรับแรงอัดประลัยของตัวอย่างคอนกรีตผสมขุยมลสารแทนที่หินในอัตราส่วน 100% โดยน้ำหนัก

ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดประลัยของตัวอย่างคอนกรีตผสมขุยมลสาร ขนาดกว้าง 10 cm ยาว 10 cm สูง 10 cm ที่ออกแบบรับกำลังแรงอัดไว้ที่ 240 ksc จะใช้เป็นค่าตั้งต้นสำหรับเปรียบเทียบกับผลการทดสอบของคอนกรีตที่แทนที่ด้วยขุยมลสาร ในอัตราส่วนต่าง ๆ เพื่อวิเคราะห์หา

ค่ากำลังรับแรงอัดที่ต่ำที่สุด มาวิเคราะห์ผลต่อไป โดยมีรายละเอียดผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดประลัยของตัวอย่างคอนกรีตผสมขุยพลาสติกโดยน้ำหนัก ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบค่ากำลังรับแรงอัดประลัยของคอนกรีตโดยการนำขุยพลาสติกแทนที่หิน

Type	Age (Day)			
	7	14	21	28
ผสมพลาสติก	205.08	444.43	459.43	463.12
0 % (kg/cm ²)				
ผสมพลาสติก	201.41	208.01	222.06	237.30
25 % (kg/cm ²)				
ผสมพลาสติก	83.18	133.73	170.91	214.52
50 % (kg/cm ²)				
ผสมพลาสติก	53.85	67.22	92.76	106.60
75 % (kg/cm ²)				
ผสมพลาสติก	23.69	40.47	52.13	61.10
100% (kg/cm ²)				

จากตารางที่ 3 แสดงเปรียบเทียบค่ากำลังรับแรงอัดประลัยของคอนกรีตโดยการนำขุยพลาสติกแทนที่หิน พบว่าอายุการบ่มที่เพิ่มขึ้นทำให้กำลังอัดของคอนกรีตในแต่ละส่วนผสมมีค่าเพิ่มขึ้น คอนกรีตที่ไม่มีขุยพลาสติกมีค่ากำลังอัดสูงที่สุดเท่ากับ 205.08, 444.43, 459.43 และ 463.12 ksc ที่อายุ 7, 14, 21 และ 28 วัน ตามลำดับ เมื่อแทนที่หินด้วยขุยพลาสติกเพิ่มขึ้นกำลังอัดของคอนกรีตมีค่าลดลง ทั้งนี้เนื่องจากความแข็งแรงของขุยพลาสติกมีน้อยกว่าหินมากส่งผลให้ค่ากำลังอัดของคอนกรีตมีค่าลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับร้อยละการลดลงของกำลังอัด พบว่า อัตราส่วนผสมของขุยพลาสติกที่ 25% ค่ากำลังอัดลดลง 51% โดยประมาณ เมื่อเทียบกับคอนกรีตตัวควบคุม อัตราส่วนผสมของขุยพลาสติกที่ 50% ค่ากำลังอัดลดลง 46% โดยประมาณ เมื่อเทียบกับคอนกรีตตัวควบคุม อัตราส่วนผสมของขุยพลาสติกที่ 75% ค่ากำลังอัดลดลง 23% โดยประมาณ เมื่อเทียบกับคอนกรีตตัวควบคุม และอัตราส่วนผสมของขุยพลาสติก

ที่ 100% ค่ากำลังอัดลดลง 13% โดยประมาณ เมื่อเทียบกับคอนกรีตตัวควบคุม

4.3 ผลการศึกษาค่าการดูดซึมน้ำของคอนกรีต

การดูดซึมน้ำของคอนกรีตของคั่นกันล้อยยนต์สำหรับลานจอดรถจากเศษขุยพลาสติกวัสดุเหลือทิ้งการผลิตพลาสติกรีไซเคิล ที่อายุ 28 วัน มีรายละเอียดผลการทดสอบดูดซึมน้ำของตัวอย่างคอนกรีตผสมขุยพลาสติกโดยน้ำหนัก ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ค่าการดูดซึมน้ำและค่าความหนาแน่นแห้งของคั่นกันล้อยยนต์สำหรับลานจอดรถจากเศษขุยพลาสติกวัสดุเหลือทิ้งจากการผลิตพลาสติกรีไซเคิล

อัตราส่วนผสม	Weight (kg)			% Absorption Test
	Dry	Wet	Oven dry	
1:2:4				
ผสมพลาสติก	2.438	2.461	2.345	4.95%
0 %				
ผสมพลาสติก	2.225	2.253	2.144	5.08%
25 %				
ผสมพลาสติก	1.932	1.958	1.853	5.67%
50 %				
ผสมพลาสติก	1.702	1.766	1.621	8.95%
75 %				
ผสมพลาสติก	1.339	1.506	1.330	13.23%
100 %				

ตารางที่ 4 แสดงค่าการดูดซึมน้ำของคอนกรีตของคั่นกันล้อยยนต์สำหรับลานจอดรถจากเศษขุยพลาสติกวัสดุเหลือทิ้งจากการผลิตพลาสติกรีไซเคิล พบว่าค่าการดูดซึมน้ำมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อมีปริมาณเศษขุยพลาสติกวัสดุเหลือทิ้งจากการผลิตพลาสติกรีไซเคิลเพิ่มขึ้น ปริมาณคอนกรีตผสมขุยพลาสติกแทนที่หินในอัตราส่วน 0%, 25, 50%, 75% และ 100% โดยน้ำหนัก มีค่าการดูดซึมน้ำ เท่ากับ 4.95%, 5.08%, 5.67%, 8.95% และ 13.23% ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากการแทนที่ด้วยพลาสติกเพิ่มช่องว่างภายใน

เนื้อของคอนกรีตเพิ่มมากขึ้นส่งผลให้ค่าการดูดซึมน้ำสูงขึ้น

4.4 ผลการทดสอบคุณสมบัติความเป็นพิษของคั่นกันล้อยนต์ผสมขุยมะพร้าวโดยการทดสอบคุณสมบัติความเป็นพิษที่กรมวิทยาศาสตร์บริการ ตามมาตรฐาน มอก.656-2556 ได้ผลการทดสอบดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการทดสอบคุณสมบัติด้านความเป็นพิษ

สารที่ทดสอบความเป็นพิษ (โลหะหนัก)	ผลการทดสอบความเป็นพิษ
แคดเมียม (Cd)	<0.0001
ตะกั่ว (Pb)	<0.0001

หมายเหตุ : กรมวิทยาศาสตร์บริการ

ตารางที่ 5 แสดงผลการทดสอบคุณสมบัติด้านความเป็นพิษ เมื่อนำตัวอย่างคั่นกันล้อยนต์สำหรับลานจอดรถจากเศษขุยมะพร้าววัสดุเหลือทิ้งจากการผลิตพลาสติกรีไซเคิลไปทดสอบคุณสมบัติด้านความเป็นพิษที่กรมวิทยาศาสตร์บริการพบว่า ปริมาณสารแคดเมียม (Cd) และ สารตะกั่ว (Pb) มีค่า 0.0001 mg/L ถือว่าผ่านค่ามาตรฐานโลหะหนัก

4.5 ผลการศึกษาจุดต้นทุนการผลิต

ผลการศึกษาต้นทุนการผลิตและเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตระหว่างคั่นกันล้อยนต์ทั่วไปและคั่นกันล้อยนต์จากเศษขุยมะพร้าววัสดุเหลือทิ้งจากการผลิตพลาสติกรีไซเคิล มีรายละเอียดการเปรียบเทียบต้นทุนการผลิต ดังตารางที่ 6

แสดงเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตคั่นกันล้อยนต์ ค่าใช้จ่ายต่อ 1 ชิ้นงาน โดยเลือกอัตราส่วนคั่นกันล้อยนต์ผสมเศษขุยมะพร้าวแทนที่หินโดยน้ำหนัก ที่มีคุณสมบัติดีที่สุด จำนวน 3 อัตราส่วน มาทำการเปรียบเทียบต้นทุนการผลิต พบว่าคั่นกันล้อยนต์จากเศษขุยมะพร้าววัสดุเหลือทิ้งจากพลาสติกรีไซเคิล ประหยัดกว่าคั่นกันล้อยนต์ที่มีขายตามท้องตลาดทั่วไป เฉลี่ยประมาณ 713 บาทต่อท่อน (ทั้งนี้ไม่รวมค่าขนส่งและค่าแรงในการจัดทำ) โดยราคาเฉลี่ยคั่นกันล้อยนต์ผสมขุยมะพร้าวที่อัตราส่วน

25% ราคา 192 บาท/ชิ้นงาน, อัตราส่วน 50% ราคา 177 บาท/ชิ้นงาน และ อัตราส่วน 75% ราคา 162 บาท/ชิ้นงาน

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบต้นทุนการผลิตคั่นกันล้อยนต์ ค่าใช้จ่ายต่อ 1 ชิ้นงาน

วัสดุ	คั่นกันล้อยนต์ที่ขายทั่วไป	ราคาบาท/ชิ้นงาน		
		คั่นกันล้อยนต์ผสมขุยมะพร้าว (บาท)		
		25%	50%	75%
เหล็ก RB 6 mm		15	15	15
ค่าแรง		75	75	75
ปูนซีเมนต์	890 บาท	30	30	30
หินคลุก		45	30	15
ทรายหยาบ		27	27	27
ขุยมะพร้าว	-	-	-	-
รวม		192	177	162

หมายเหตุ : จากการคำนวณค่าวัสดุอุปกรณ์เป็นไปตามราคาในระยะเวลาที่ทำการศึกษาดูงานจึงอาจมีการคลาดเคลื่อนไปตามระยะเวลา และการคำนวณนี้ยังไม่รวมค่าขุยมะพร้าวเนื่องจากราคาวัสดุอุปกรณ์จะแปรเปลี่ยนไปตามราคาของตามท้องตลาด ดังนั้นจึงอาจจะต้องดูตามราคาที่มีการเปลี่ยนแปลงไปตามสถานการณ์และระยะเวลาอีกด้วย

5. สรุปผลการวิจัย

การวิจัยคั่นกันล้อยนต์สำหรับลานจอดรถจากเศษขุยมะพร้าววัสดุเหลือทิ้งจากการผลิตพลาสติกรีไซเคิล จากการใช้การศึกษาคุณสมบัติการต้านทานกำลังอัดของคอนกรีตที่มีการแทนที่มวลรวมหยาบด้วยขุยมะพร้าว ที่อายุ 28 วัน ลักษณะการแตกของก้อนตัวอย่างทดสอบมีลักษณะแตกแบบรับแรงอัดพบว่าในอัตราส่วนที่ร้อยละ 50 มีการพัฒนากำลังของซีเมนต์เพสต์ที่เหมาะสมและประหยัดมากที่สุด โดยคอนกรีตสามารถรับกำลังสูงสุดที่ 214.52 ksc มีค่ากำลังอัดลดลง 46% โดยประมาณ ค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ย 5.67% และมีค่าความหนาแน่นแห้งเฉลี่ย 1,932 kg./m³ เมื่อทำการเปรียบเทียบกับคอนกรีตตัวควบคุมซึ่งเหมาะสำหรับนำไปผลิตคั่นกันล้อยนต์ผสมขุยมะพร้าวมากที่สุด ทั้งนี้ต้นแบบผลิตภัณฑ์คั่นกันล้อยนต์ผสมขุยมะพร้าวแสดงดังรูปที่ 12



รูปที่ 12 ต้นแบบคั่นกันล้อรถยนต์จากเศษขุยมะพร้าวพลาสติก (วัสดุเหลือทิ้งจากการผลิตพลาสติกรีไซเคิล)

งานวิจัยครั้งนี้ ได้ผลลัพธ์ไปในทางที่ดี สามารถนำขุยมะพร้าวมาใช้ในการทดแทนมวลรวม หยาบได้ และผลการวิจัยคุณสมบัติความเป็นพิษ (โลหะหนัก) ค่ามาตรฐาน แคดเมียม (Cd) 0.01 mg/L และค่าตะกั่ว (Pb) 0.05 mg/L จากกรมวิทยาศาสตร์บริการ พบว่าแคดเมียม (Cd) และตะกั่ว (Pb) ค่าที่ได้เท่ากับ 0.0001 mg/L ถือว่า ผ่านค่ามาตรฐานโลหะหนัก ไม่เป็นพิษ และไม่อันตรายต่อสิ่งแวดล้อม

ข้อเสนอแนะ สำหรับการวิจัยในครั้งต่อไป หากได้วัสดุขุยมะพร้าวที่มีขนาดเล็กหรือละเอียดมากขึ้น ลดการดูดกลืนน้ำลง ให้ความหนาแน่นเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้กำลังต้านทานแรงอัดมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นด้วย

6. กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ ได้รับสนับสนุนจากกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ประจำปีงบประมาณ 2564 เลขที่สัญญา A-9/2564 คณะผู้วิจัยขอขอบคุณกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ และหน่วยวิจัยวัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่ให้การสนับสนุนงานวิจัยครั้งนี้

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] Pollution Control Department. Information on municipal solid waste. Supporting documents for the preparation of the Environmental Quality Situation Report; 2021. (in Thai)
- [2] Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning. Environmental Quality Situation Report. Bangkok; 2019 (in Thai)
- [3] Kittima W. Department of Physiology. Faculty of Pharmacy Mahidol University Plastic products and food. Article disseminating knowledge to the public; 2012. [sited 2019 Dec 17]. Available from: [https://www.pharmacy.mahidol.ac.th/th/knowledge/article/86/ Plastic products and food/](https://www.pharmacy.mahidol.ac.th/th/knowledge/article/86/Plastic%20products%20and%20food/)
- [4] Department of Environmental Quality Promotion. Discipline Building Manual for Sustainable Waste Management. Department of Environmental Quality Promotion, Ministry of Natural Resources and Environment; 2014. (in Thai)
- [5] Thai Industrial Standards Institute. Standard for Analytical methods for food contact plastics (Tis no. 656-2556). Ministry of industry; 2013. (in Thai)