

รายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการ

การแปรรูปวัสดุขยะขวดน้ำดื่มพลาสติกเพื่อใช้ในงานออกแบบสถาปัตยกรรม
ประเภทที่กรองแสงลานจอดรถ

Transformation of Waste Plastic Bottle into Architectural Purpose: Covered Parking

โดย

อาจารย์กัลยา ตันติยาสวัสดิกุล
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากกองทุนวิจัย มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

อภินันท์นาการ

จาก

บทคัดย่อ

ปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน ส่วนหนึ่งเป็นผลมาจากปริมาณขยะที่เพิ่มมากขึ้นจากการอุปโภคบริโภคในชีวิตประจำวัน โดยในแต่ละปี ประเทศไทยมีปริมาณขยะมูลฝอยเกิดขึ้นประมาณ 13.9 ล้านตัน ในจำนวนนี้มีขยะจากบรรจุภัณฑ์ และวัสดุเหลือใช้ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นพลาสติกและโฟม ที่มีศักยภาพในการนำกลับมาใช้ใหม่เกิดขึ้นประมาณ 6 ล้านตัน หรือร้อยละ 43 ของปริมาณขยะทั้งหมด แต่มีการนำกลับมาใช้ประโยชน์เพียง 2 ล้านตัน หรือร้อยละ 14.4 ของขยะทั้งหมดเท่านั้น โดยแท้จริงแล้ววัสดุที่มีสภาพเป็นขยะมีอายุการใช้งานที่ยาวนานกว่านั้น แนวคิดเรื่องการแปรรูปใช้ใหม่ (recycle) และการนำมาใช้ซ้ำ (reuse) จึงเป็นแนวทาง ตลอดจนถึงมาตรการในการจัดการกับวัสดุขยะที่ยังมีศักยภาพในการใช้ประโยชน์เหล่านี้

จากแนวคิดดังกล่าว งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการศึกษาเชิงทดลอง ในการจัดการขยะจากบรรจุภัณฑ์พลาสติกประเภทขวดน้ำดื่ม ซึ่งเป็นขยะที่มีปริมาณมาก และยังไม่มีการนำกลับมาใช้ใหม่อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อออกแบบเป็นชิ้นส่วนขององค์ประกอบสถาปัตยกรรม ซึ่งสามารถประยุกต์ใช้งานเป็นที่กรองแสงในบริเวณที่จอดรถกลางแจ้ง (Covered parking) โดยอาศัยหลักการทางทฤษฎีการออกแบบสถาปัตยกรรมที่ว่าด้วย การสร้างรูปทรงและโครงสร้าง (Morphology) ซึ่งเป็นแนวทางในการออกแบบวัสดุต้นแบบ และพัฒนาระบบเชื่อมต่อชิ้นส่วนเพื่อนำไปสู่ การออกแบบสถาปัตยกรรมเพื่อประโยชน์ใช้สอยดังกล่าวข้างต้น และผลของการวิจัยได้นำเสนอผ่านแบบจำลองที่ขึ้นรูป และประมวลผลโดยโปรแกรม 3D Studio Max ซึ่งเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการสร้างงาน 3 มิติ และสามารถจำลองสภาวะแวดล้อมประกอบการทำงานได้ โดยมีการตั้งค่าความสว่างของแสงตามสภาพความเป็นจริงเพื่อคำนวณปริมาณของแสงสว่างที่ส่องผ่านวัสดุต้นแบบ

ผลการวิจัยพบว่า วัสดุต้นแบบสามารถลดปริมาณแสง ที่ส่องผ่านพื้นผิวได้ใกล้เคียงกับตาข่ายกรองแสง และมีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมในการใช้งาน เพื่อติดตั้งเป็นที่กรองแสงของโครงสร้างที่จอดรถ แต่วัสดุต้นแบบอาจมีข้อควรคำนึงถึงในเรื่องของการทำความสะอาดและราคาต่อตารางเมตรที่สูงกว่า โดยสรุปผลจากการศึกษาวิจัยสามารถเป็นตัวอย่างในการสร้างคุณค่าตระหนักรู้ ต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม และช่วยบรรณรงค้ในการนำแนวทางในการออกแบบ เข้าไปมีส่วนร่วมกับแนวคิดการนำกลับมาใช้ใหม่ เพื่อสร้างทางเลือกที่สร้างสรรค์ในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม และการออกแบบเชิงนิเวศเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืนต่อไปได้

Abstract

One of the environmental problems that we have witnessed nowadays comes from the increased volume of garbage daily. Each year, Thailand generates up to 13.9 million tons of waste which includes of plastic packaging and waste material that have a potential to be re-used roughly 6 million tons but there is only 2 million tons or 14.4 percent of such re-useable waste being re-used. The solution of recycle and re-use could be an alternative approach to create or increase the value of wasted material.

Under these circumstances, this research aims at exploring the ways to transform plastic water bottle waste to architectural element. These transformed plastic bottles can be designed to be a roof of covered parking. The prototype was created based on the morphology theory. The result of this design was generated and calculated by using 3D Studio Max program, the computer program that can simulate particular environments for various purposes along the design process.

The outcomes of this research indicate that though the prototype could reduce the amount of radiation penetration with the same level as screening fabric, and the durability of the prototype is much better. This characteristic of the prototype is suitable to be applied as a shading device for covered parking. However, there are two concerns. One is the maintenance issue, while another is the cost of the prototype which comes from waste separation process. In conclusion, this research could be the example of raising the awareness of environmental impacts in relation to the design process. It could be the integration between the sufficient development and sustainable long-term solutions.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(1)
สารบัญ	(3)
สารบัญตาราง	(5)
สารบัญภาพ	(6)
บทที่	
1. บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	3
1.3 ระเบียบวิธีวิจัย	3
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	4
1.5 ประโยชน์ของการวิจัย	5
2. ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและเอกสารอ้างอิง	6
2.1 ขยะกับปัญหาสิ่งแวดล้อม	6
2.2 แนวทางการออกแบบเพื่ออนุรักษ์สิ่งแวดล้อม	9
2.3 แนวคิดการนำกลับมาใช้ใหม่กับงานออกแบบในประเทศไทย	10
2.4 การศึกษากระบวนการการนำกลับมาใช้ใหม่ของขยะพลาสติก	13
2.5 ทฤษฎีโครงสร้างทางสถาปัตยกรรมกับรูปทรง	18
3. วิธีการวิจัย	32
3.1 วัสดุที่ใช้ในการทดลอง	32
3.2 ขั้นตอนในการทดลอง	33
3.3 สถานที่ติดตั้ง	33
3.4 การวิเคราะห์ผลการทดลอง	34

4. ผลการวิจัย	35
4.1 การศึกษาทดลองสร้างวัสดุต้นแบบและระบบเชื่อมต่อ	35
4.2 การพัฒนาวัสดุต้นแบบและระบบเชื่อมต่อเพื่อการใช้งาน	50
4.3 การออกแบบเพื่อใช้งานเชิงสถาปัตยกรรม	53
4.4 การเปรียบเทียบการใช้งานของวัสดุต้นแบบ	66
5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	70
5.1 สรุปผลการศึกษาวิจัย	70
5.2 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต	71
ภาคผนวก	72
ก. ออกแบบเชิงนิเวศเศรษฐกิจ	72
ข. แนวคิดด้านการออกแบบเชิงนิเวศเศรษฐกิจ	74
ค. หลักการพื้นฐานและประโยชน์ของการทำการออกแบบ เชิงนิเวศเศรษฐกิจ	76
รายการอ้างอิงและบรรณานุกรม	78

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 การจำแนกประเภทพลาสติก	13
4.1 การเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของวัสดุ	50
4.2 การเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของแต่ละรูปแบบ	52
4.3 ความสัมพันธ์ของค่าความสว่างและแถบสี	64
4.4 คุณสมบัติตาข่ายกรองแสงที่จำหน่ายในท้องตลาด	67
4.5 ชนิด คุณสมบัติและราคาต่อตารางเมตรของตาข่ายกรองแสง	67

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1.1 โรงงานตัดแยกขยะเพื่อรีไซเคิล	2
1.2 ขยะที่คัดแยกแล้วผ่านเครื่องบีบอัด	2
1.3 เศษบรรจุภัณฑ์น้ำดื่มพลาสติก	4
1.4 เศษบรรจุภัณฑ์น้ำดื่มพลาสติก	4
1.5 ตัวอย่างการเชื่อมต่อชิ้นส่วน	5
1.6 ตัวอย่างการเชื่อมต่อชิ้นส่วน	5
2.1 ตัวอย่างการนำวัสดุขยะกลับมาใช้ให้เกิดประโยชน์	9
2.2 ตัวอย่างผลงานกลุ่ม The Surface	20
2.3 ตัวอย่างผลงานกลุ่ม The Surface	20
2.4 แบบจำลองการสร้างพื้นผิว	22
2.5 การทำงานกับโครงสร้างจริง	22
2.6 แบบจำลองโครงสร้าง	23
2.7 โครงสร้างจริงที่ถูกติดตั้ง	24
2.8 แบบร่างของโครงสร้าง	25
2.9 โครงสร้างจริงที่ถูกติดตั้ง	25
2.10 ไดอะแกรมพื้นผิว	26
2.11 โครงสร้างจริงที่ถูกติดตั้ง	27
2.12 ขั้นตอนการพับ	28
2.13 ต้นแบบของ In-Out Curtain	28
2.14 แบบร่างอ้างอิง	29
2.15 ผลงาน Radian Gradation	30
2.16 ลักษณะโครงสร้างแบบ Saddle Polyhedra	31
3.1 ขวดน้ำดื่มพลาสติกชนิด PET	33
3.2 ขวดน้ำดื่มพลาสติกชนิด PS	33
3.3 ลานจอดรถของคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง	34
4.1 แนวรอยตัดขวด	35
4.2 การตัดขวดตามแนวรอยประ	36

4.3 การเจาะรูบริเวณที่กำหนด	36
4.4 การพับขึ้นรูปวัสดุต้นแบบ	37
4.5 วัสดุต้นแบบ 1 ยูนิต	37
4.6 วัสดุต้นแบบลักษณะคล้ายอานม้า	38
4.7 แสดงลักษณะโครงสร้างแบบ Saddle Polyhedra	38
4.8 การเชื่อมต่อแบบ J-01	39
4.9 การเชื่อมต่อแบบ J-02	39
4.10 การเชื่อมต่อแบบ J-03	39
4.11 การเชื่อมต่อแบบ J-04	40
4.12 การเชื่อมต่อแบบ J-05	40
4.13 การเชื่อมต่อแบบ J-06	40
4.14 การเชื่อมต่อแบบ J-07	41
4.15 การเชื่อมต่อแบบ J-08	41
4.16 การเชื่อมต่อแบบ J-09	41
4.17 การเชื่อมต่อแบบ J-10	42
4.18 การเชื่อมต่อแบบ J-11	42
4.19 การเชื่อมต่อแบบ J-12	42
4.20 การเชื่อมต่อแบบ J-13	43
4.21 การเชื่อมต่อแบบ J-14	43
4.22 การเชื่อมต่อแบบ J-15	43
4.23 การต่อชิ้นส่วนย่อย รูปแบบ A	44
4.24 การต่อชิ้นส่วนย่อย รูปแบบ B	44
4.25 การต่อชิ้นส่วนย่อย รูปแบบ C	45
4.26 การต่อชิ้นส่วนย่อย รูปแบบ D	46
4.27 การต่อแบบผสม แบบที่ 1	47
4.28 อธิบายตำแหน่งและรูปแบบในการเชื่อมต่อ	47
4.29 การต่อแบบผสม แบบที่ 2	48
4.30 อธิบายตำแหน่งและรูปแบบในการเชื่อมต่อ	48
4.31 การต่อแบบผสม แบบที่ 3	49
4.32 อธิบายตำแหน่งและรูปแบบในการเชื่อม	49
4.33 ขั้นตอนการวัดสายพลาสติก	51

4.34	รูปแบบผสมและการเชื่อมต่อที่นำมาใช้	52
4.35	การประกอบเป็นโครงสร้างที่มีขนาดใหญ่	53
4.36	ลานจอดรถของคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง	54
4.37	ลักษณะต้นไม้	54
4.38	ลักษณะเสาไฟ	54
4.39	ผังลานจอดรถคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง	55
4.40	โครงสร้างหลังคา	56
4.41	ภาพรวมพื้นที่จอดรถเมื่อทำการติดตั้งหลังคา	57
4.42	ผังแนวการติดตั้งหลังคาลานจอดรถและการใช้งาน	58
4.43	รูปด้านและรูปตัดของโครงสร้าง	59
4.44	ขนาดและสัดส่วนของโครงสร้าง	60
4.45	ทัศนียภาพลานจอดรถ	61
4.46	ทัศนียภาพลานจอดรถ	61
4.47	ทัศนียภาพลานจอดรถ	62
4.48	ทัศนียภาพลานจอดรถ	62
4.49	ค่าแสงที่ตกกระทบบนลานจอดรถ	64
4.50	ค่าแสงที่ตกกระทบบนลานจอดรถเมื่อติดตั้งที่กรองแสง	65
4.51	ค่าแสงที่ตกกระทบบนลานจอดรถมองจากด้านบน	65
4.52	ค่าแสงที่ตกกระทบบนลานจอดรถเมื่อติดตั้งที่กรองแสงมองจากด้านบน	66
4.53	ตาข่ายกรองแสงบริเวณที่จอดรถ	68
4.54	ตาข่ายกรองแสงเสื่อมสภาพ	69