คุณสมบัติของบล็อกคอนกรีตที่มีการใช้ขวดพลาสติก PET น้ำยางพารา และเถ้าจากไม้ยางพารา

PROPERTIES OF CONCRETE BLOCK USING PET PLASTIC BOTTLES, LATEX AND ASH RUBBER WOOD

จักรกฤษณ์ สุขจำเริญ

JUKKRIT SUKCHAMROEN

เบญญาภา ประวัติเจริญไพศาล

BENYAPHA PRAWATCHAROENPAISAN

ประภัสสร หาทรัพย์

PRAPHSSORN HA-SAP

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

หลักสูตรวิศวกรรมพลังงาน

ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

ปีการศึกษา 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติของบล็อกคอนกรีตที่มีการใช้ขวดพลาสติก PET น้ำยางพารา และเถ้าจากไม้ยางพารา

PROPERTIES OF CONCRETE BLOCK USING PET PLASTIC BOTTLES, LATEX AND ASH RUBBER WOOD

จักรกฤษณ์ สุขจำเริญ
JUKKRIT SUKCHAMROEN
เบญญาภา ประวัติเจริญไพศาล
BENYAPHA PRAWATCHAROENPAISAN
ประภัสสร หาทรัพย์
PRAPHSSORN HA-SAP

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
หลักสูตรวิศวกรรมพลังงาน
ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร
ปีการศึกษา 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PROPERTIES OF CONCRETE BLOCK USING PET PLASTIC BOTTLES, LATEX AND ASH RUBBER WOOD

JUKKRIT SUKCHAMROEN

BENYAPHA PRAWATCHAROENPAISAN

PRAPHSSORN HA-SAP

A PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENT

FOR THE DEGREE OF BACHELOR OF ENGINEERING IN ENERGY ENGINEERING

DEPARTMENT OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

PRINCE OF CHUMPHON CAMPUS

2020

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2021

DEPARTMENT OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

PRINCE OF CHUMPHON CAMPUS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร
ใบรับรองปริญญานิพนธ์

หัวข้อปริญญานิพนธ์ คุณสมบัติของบล็อกคอนกรีตที่มีการใช้ขวดพลาสติก PET น้ำยางพารา และเถ้าจากไม้ยางพารา

PROJECT TITLE PROPERTIES OF CONCRETE BLOCK USING PET PLASTIC BOTTLES, LATEX AND ASH RUBBER WOOD

ชื่อนักศึกษา นายจักรกฤษณ์ สุขจำเริญ **รหัสประจำตัว** 60512040
นางสาวเบญญาภา ประวัติเจริญไพศาล **รหัสประจำตัว** 60514028
นางสาวประภัสสร หาทรัพย์ **รหัสประจำตัว** 60514030

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขา วิศวกรรมพลังงาน

อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ผศ.วชร กาลาสี

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์			ลายมือชื่อ
อาจารย์ อดิเรก	สุริยวงค์	กรรมการสอบ	
ผศ.วรรษชล	วัฒนะ	กรรมการสอบ	
รศ.ดร.ศิระ	สายศร	กรรมการสอบ	
ผศ.วชร	กาลาสี	อาจารย์ที่ปรึกษา	

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ 23 มิถุนายน 2564
สถานที่สอบ ณ ห้องประชุมออนไลน์

ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์ รับรองแล้ว

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปราโมทย์ กุศล)
หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์
วันที่ 13 กรกฎาคม พ.ศ. 2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	คุณสมบัติของบล็อกคอนกรีตที่มีการใช้ขวดพลาสติก PET น้ำยางพารา และเถ้าจากไม้ยางพารา	
ชื่อนักศึกษา	นายจักรกฤษณ์ สุขจำเริญ	**รหัสประจำตัว** 60512040
	นางสาวเบญญาภา ประวัติเจริญไพศาล	**รหัสประจำตัว** 60514028
	นางสาวประภัสสร หาทรัพย์	**รหัสประจำตัว** 60514030
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	
สาขาวิชา	วิศวกรรมพลังงาน	
อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์	ผศ.วชร กาลาสี	

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและพัฒนาคอนกรีตบล็อกประสานที่ทดแทนปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ด้วยเถ้าจากไม้ยางพารา ทดแทนทรายด้วยเศษขวดพลาสติก PET และใช้น้ำยางพาราช่วยในการจับตัวของคอนกรีตบล็อกประสานให้ประสานกันดีขึ้น โดยการผลิตคอนกรีตบล็อกประสานอัตราส่วนปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ : พลาสติก PET เท่ากับ 1:0.6 ที่มีการทดแทนปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ด้วยเถ้าจากไม้ยางพาราในปริมาณ 20% - 80% ขนาดของคอนกรีตบล็อกประสาน กว้างxยาวxหนา เท่ากับ 11.6x19.8x6 cm ที่อายุการบ่มตั้งแต่ 7-28 วัน เพื่อทดสอบคุณสมบัติเชิงกลตามมาตรฐาน มอก.827-2531 ผลการทดสอบค่ากำลังอัดที่ 28 วัน และทดสอบการดูดซึมน้ำที่ 28 วัน พบว่าการเพิ่มปริมาณเถ้าจากไม้ยางพาราทำให้ค่ากำลังอัดลดลง และการใส่ปริมาณเศษขวดพลาสติก PET ที่0.6 ทำให้ดูดซึมน้ำลดลง ทั้งนี้เศษขวดพลาสติก PET เถ้าจากไม้ยางพารา และน้ำยางพาราที่ผสมลงในส่วนผสมคอนกรีตบล็อกประสานในปริมาณที่เหมาะสม จะส่งผลต่อการดูดซึมน้ำ ความหนาแน่น และต้นทุนการผลิตลดลง คอนกรีตบล็อกประสานที่พัฒนานี้สามารถนำเศษขวดพลาสติก PET มาใช้ผลิตเป็นวัสดุปูพื้นที่มีความแข็งแรง และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

คำสำคัญ : พลาสติก PET น้ำยางพารา คอนกรีตบล็อก เถ้าจากไม้ยางพารา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Project Title	PROPERTIES OF CONCRETE BLOCK USING PET PLASTIC BOTTLES, LATEX AND FROM ASH RUBBER WOOD	
Student	Mr. Jukkrit Sukchamroen	**Student ID** 60512040
	Miss. Benyapha Prawatcharoenpaisan	**Student ID** 60514028
		Student ID 60514030
	Miss. Praphssorn Ha-sap	
Degree	Bachelor of Engineering	
Program	Energy Engineering	
Project Advisor	Asst.Prof. Wachara Kalasee	

ABSTRACT

The objective of this project is to study and develop interlocking concrete blocks that replace Portland cement with rubberwood ash. Replace sand with scraps of PET plastic bottles and use rubber latex to help bind the cement concrete blocks to a better coordination. By producing interlocking concrete blocks, the ratio of Portland cement : PET plastic was 1:0.6 with the replacement of Portland cement with rubber wood ash in the amount of 20% - 80%. Width x length x thickness equal to 11.6x19.8x6 cm at curing age from 7-28 days to test mechanical properties according to TIS 827-2531 standard, compressive strength test results at 28 days and water absorption test at 28 days. It was found that increasing the ash content from rubber wood decreased the compressive strength. And adding the amount of PET plastic bottle scraps at 0.6 reduced water absorption. The waste of PET plastic bottles, ash from rubber wood and the appropriate amount of latex mixed into the cementitious concrete block mixture. This will affect water absorption, density and lower production costs. This developed interlocking concrete block can be recycled from PET plastic bottles to make a strong flooring material. and environmentally friendly

Keywords : PET plastic, latex, concrete block, ash from rubber wood

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาจาก ผศ.วชร กาลาสี อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ที่ให้คำปรึกษา คำแนะนำ แนวคิด ความรู้ต่างๆ ตลอดจนขั้นตอนและวิธีการในการทำปริญญานิพนธ์

บุคคลที่ขาดมิได้คือ บิดา มารดา ผู้มีพระคุณและเป็นที่เคารพรัก ที่คอยให้การสนับสนุนและกำลังใจแก่คณะผู้จัดทำเสมอคณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง และขอขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ นักศึกษาที่คอยช่วยเหลือแนะนำและสนับสนุนในทุกๆ ด้าน รวมถึงกำลังใจซึ่งทำให้การจัดทำปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วง คณะผู้จัดทำหวังว่าปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จะมีประโยชน์ไม่มีก็น้อยต่อผู้ที่สนใจศึกษาเกี่ยวกับคุณสมบัติของบล็อกคอนกรีตที่มีการใช้ขวดพลาสติก PET เถ้าจากไม้ยางพารา และน้ำยางพารา

จักรกฤษณ์ สุขจำเริญ

เบญญาภา ประวัติเจริญไพศาล

ประภัสสร หาทรัพย์

กรกฎาคม 2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VII
สารบัญรูป	VIII
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์	1
1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์	4
1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์	4
1.4 ประโยชน์ในการดำเนินงาน	4
1.5 ระยะเวลาและสถานที่ทำปริญญานิพนธ์	4
1.6 แผนการดำเนินงาน	5
1.7 ขั้นตอนการดำงาน	6
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 กรรมวิธีการผลิตคอนกรีตบล็อกประสานปูพื้น ตามมาตรฐาน มอก. 827 - 2531	7
2.2 การทดสอบ	9
2.3 วิธีการทดสอบคอนกรีตบล็อกประสานปูพื้น ตามมาตรฐานมอก. 827 – 2531	11
2.4 สมบัติพลาสติก	12
2.5 รูปทรงของขวดพลาสติก	13
2.6 เถ้าจากไม้ยางพารา	13
2.7 น้ำยางพารา	15
2.8 น้ำสะอาด	16
2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ	
3.1 การกำหนดตัวแปร	30
3.2 ขั้นตอนการดำเนินการทดลอง	30
3.3 วัสดุที่ใช้ในการทดลอง	32
3.4 วัสดุและเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	35
3.5 เครื่องมือในการทดสอบสมบัติทางกายภาพ และสมบัติเชิงกล	38
3.6 วิธีการทดลอง	40
3.7 รายละเอียดวิธีการศึกษา	44
3.8 สมการการทดสอบตามมารฐาน มอก. 827 –2531	45
บทที่ 4 ผลและวิจารณ์ผล	47
4.1 ความต้านทานแรงดึงของขวดพลาสติก	48
4.2 ลักษณะทั่วไปและความได้ฉากของวัสดุปูพื้นผสมเศษขวดพลาสติก PET เถ้าจากไม้ยางพารา และน้ำยางพารา	49
4.3 สมบัติทางกายภาพของวัสดุปูพื้นที่มีการใช้ขวดพลาสติก PET เถ้าจากไม้ยางพารา และน้ำยางพาราเป็นส่วนประกอบ	49
4.4 สมบัติเชิงกลของวัสดุปูพื้นที่มีการใช้ขวดพลาสติก PET เถ้าจากไม้ยางพารา และน้ำยางพารา เป็นส่วนประกอบ	53
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการทดลองงานวิจัย	56
5.2 ข้อเสนอแนะงานวิจัย	57
เอกสารอ้างอิง	58
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก	61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

ภาคผนวก ข 63

ประวัติผู้จัดทำ 64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.1	องค์ประกอบมูลฝอยแยกตามประเภทการใช้ประโยชน์ในปีงบประมาณ 2553-2557	2
1.2	แสดงการดำเนินงานของคุณสมบัติของบล็อกคอนกรีตที่มีการใช้ขวดพลาสติก PET ผสมน้ำยางพารา	5
2.1	อัตราส่วนในการผสมอิฐบล็อกประสานปูพื้น	18
2.2	คุณสมบัติของปูนซีเมนต์	21
2.3	คุณสมบัติของ Fine Aggregate	21
2.4	คุณสมบัติของการรวมหยาบ	21
2.5	ออกแบบส่วนผสมของคอนกรีตบล็อกประสานปูพื้น	24
2.6	ส่วนผสมคอนกรีตบล็อกเพื่อศึกษาอัตราส่วนพอลิเอทิลีนเทเรฟทาเลต (PET) ที่เหมาะสม	25
2.7	ผลการทดสอบผลกระทบของวิธีการบ่ม	26
2.8	ค่าปรับแก้ของกำลังอัดปริซึมเนื่องจากวิธีการบ่ม ตามผลการทดสอบ	27
2.9	ผลการทดสอบผลกระทบของ h/t	28
2.10	ค่าปรับแก้ของกำลังอัดปริซึมเนื่องจากอัตราส่วน h/t ตามผลการทดสอบ	29
3.1	แสดงปริมาณต่อส่วนผสมคอนกรีตบล็อกประสาน	32
3.2	ตัวประกอบปรับค่าความต้านทานแรงอัด	46
4.1	ลักษณะโดยทั่วไปและความได้ฉากของวัสดุปูพื้นผสมพลาสติก เถ้าจากไม้ยางพารา และน้ำยางพาราที่อายุการบ่ม 28 วัน	49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1.1	แผนภูมิวงกลมแสดงองค์ประกอบมูลฝอยของกรุงเทพมหานครประจำปีงบประมาณ 2557	3
1.2	แผนผังการดำเนินการออกแบบอัตราส่วนการผสมและเตรียมตัวอย่างการทดสอบ	6
2.1	ตัวอย่างการวางเรียงประสาน	8
2.2	ตัวอย่างแผ่นกด วัสดุช่วยกดและวัสดุรองกด และตำแหน่งทดสอบ	11
2.3	ไม้ยางพารา	13
2.4	เถ้าจากไม้ยางพาราบดละเอียด	14
2.5	ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นกับกำลังอัดของคอนกรีตบล็อกประสานสูตร E, F, G และ H	18
2.6	ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นกับกำลังอัดของคอนกรีตบล็อกประสานสูตร E, F, G และ H	19
2.7	ระหว่างความหนาแน่นกับกำลังอัดของคอนกรีตบล็อกประสานสูตร E, F, G และ H	19
2.8	การเปลี่ยนแปลงของกำลังรับแรงอัด	22
2.9	การเปลี่ยนแปลงของกำลังรับแรงอัด 28 วันที่มีเปอร์เซ็นต์พลาสติกต่าง ๆ	22
2.10	การเปลี่ยนแปลงของความต้านทานแรงดึง	23
2.11	การเปลี่ยนแปลงของความต้านทานแรงดึง 28 วันพร้อมเปอร์เซ็นต์พลาสติกต่าง	23
2.12	ผลกระทบของวิธีการบ่มต่อกำลังอัดปริซึม	27
2.13	ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอัดกับอัตราส่วน h/t ของปริซึม	28
2.14	การเปรียบเทียบกำลังอัดปริซึมที่ปรับแก้แล้วตามมาตรฐานต่างๆ กับการทดสอบ ที่ h/t	29
3.1	ขั้นตอนการดำเนินการทดลอง 4 กระบวนการ	31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.2	แสดงปูนซีเมนต์เปอร์แลนด์ประเภทที่ 1	32
3.3	แสดงน้ำยางพาราสำเร็จรูป	33
3.4	แสดงน้ำสะอาด	34
3.5	แสดงเถ้าจากไม้ยางพารา	34
3.6	แสดงพลาสติก PET บดละเอียด	35
3.7	แสดงเครื่องชั่งน้ำหนักระบบดิจิตอล Professional Digital Table Top Scale 500gx0.01g	35
3.8	แสดงบล็อกพิมพ์แบบหกเหลี่ยมแบน มิติ 11.6 x 19.8 x 6 เซนติเมตร	36
3.9	แสดงกะละมังผสมส่วนประผสม	36
3.10	แสดงไม้ตีอัดส่วนผสมคอนกรีต	37
3.11	แสดงเวอร์เนียคาลิปเปอร์	37
3.12	แสดงเกรียงเหล็ก	38
3.13	แสดงเครื่องทดสอบแรงดึงและแรงกด แบบไฮดรอลิก ขนาดทดสอบต่ำ	38
3.14	แสดงเครื่องบดพลาสติกละเอียด	39
3.15	แสดงการชั่งอัตราส่วนปูนซีเมนต์	39
3.16	แสดงการชั่งอัตราส่วนพลาสติกบดละเอียด	40
3.17	แสดงการชั่งอัตราส่วนเถ้าจากไม้ยางพารา	40
3.18	แสดงปูนซีเมนต์ พลาสติกบดละเอียด และเถ้าจากไม้ยางพารา	41
3.19	แสดงการชั่งอัตราส่วนน้ำยางพารา	41
3.20	แสดงน้ำยางพาราผสมกับปูนซีเมนต์ เถ้าจากไม้ยางพารา และพลาสติก PET	42
3.21	แสดงการคลุกเคราส่วนผสม	42
3.22	แสดงการอัดส่วนผสมในบล็อกคอนกรีต	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.23	แสดงลักษณะชิ้นงานที่ทำการขึ้นรูป	43
3.24	การทดสอบความต้านทานแรงดึงชิ้นพลาสติก	44
3.25	การทดสอบความต้านทานแรงอัด	44
4.1	การทดสอบความต้านทานแรงดึงของชิ้นพลาสติก ขนาด 17 x 1.5 เซนติเมตร	47
4.2	ความต้านทานแรงดึงของขวดพลาสติก	48
4.3	ความหนาแน่นแห้งของวัสดุปูพื้นผสมพลาสติกที่อายุการบ่ม 28 วัน	50
4.4	การดูดซึมน้ำของวัสดุปูพื้นผสมพลาสติก ที่อายุการบ่ม 28 วัน	51
4.5	ความต้านทานแรงอัดของวัสดุปูพื้นผสมพลาสติก ที่อายุการบ่ม 28 วัน	52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์

ปัจจุบันในประเทศไทยมีขยะขวดพลาสติกเป็นจำนวนมาก ทำให้ยากต่อการย่อยสลาย และต้องใช้ เวลาในการย่อยสลายมากกว่าขยะชนิดอื่น[1] การวิจัยนี้จึงต้องการลดขยะขวดพลาสติก โดยการนำขวดพลาสติก PET มาจัดเรียงภายในคอนกรีตบล็อก เนื่องจากขยะมูลฝอยในประเทศไทยจะมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นตาม จำนวนของประชากร ทำให้เกิดปัญหาที่เกิดจากขยะมูลฝอย ที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ และ ก่อให้เกิดปัญหาต่อสภาพแวดล้อม[1,2]

ตารางที่ 1.1 องค์ประกอบมูลฝอยแยกตามประเภทการใช้ประโยชน์ในปีงบประมาณ 2553-2557

ประเภทการใช้ประโยชน์/Utilization Type	2553/2010	2554/2011	2555/2012	2556/2013	2557/2014	เฉลี่ย/Average
ประเภทหมักทำปุ๋ย Compost	54.87	50.07	48.70	49.78	48.28	50.34
เศษอาหาร Food waste	48.41	44.67	42.72	43.34	42.10	44.25
ไม้และใบไม้ Branches and leaves	6.46	5.26	5.98	6.44	6.18	6.06
อื่น ๆ Others	0.00	0.14	0.00	0.00	0.00	0.03
ประเภทเข้าสู่ขบวนการผลิตใหม่ New Production Process	10.65	10.98	11.85	11.29	14.27	11.81
กระดาษ (Recycle) Paper (Recycle)	1.42	1.80	2.76	1.88	2.58	2.09
พลาสติก (Recycle) Plastics (Recycle)	3.40	3.44	3.66	3.56	5.08	3.83
โฟม Foams	1.55	1.43	1.58	1.57	1.63	1.55
แก้ว Glasses	2.56	2.77	2.70	3.08	3.41	2.91
โลหะ Metals	1.72	1.54	1.15	1.20	1.57	1.43

หมายเหตุ. จาก รายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อมกรุงเทพมหานคร 2556 – 2557, (91-92), กลุ่มงานวิจัย กองจัดการขยะ ของเสียอันตรายและปฏิกูลสำนักสิ่งแวดล้อม, (2557), โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.[1]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.1 (ต่อ) องค์ประกอบมูลฝอยแยกตามประเภทการใช้ประโยชน์ในปีงบประมาณ 2553-2557

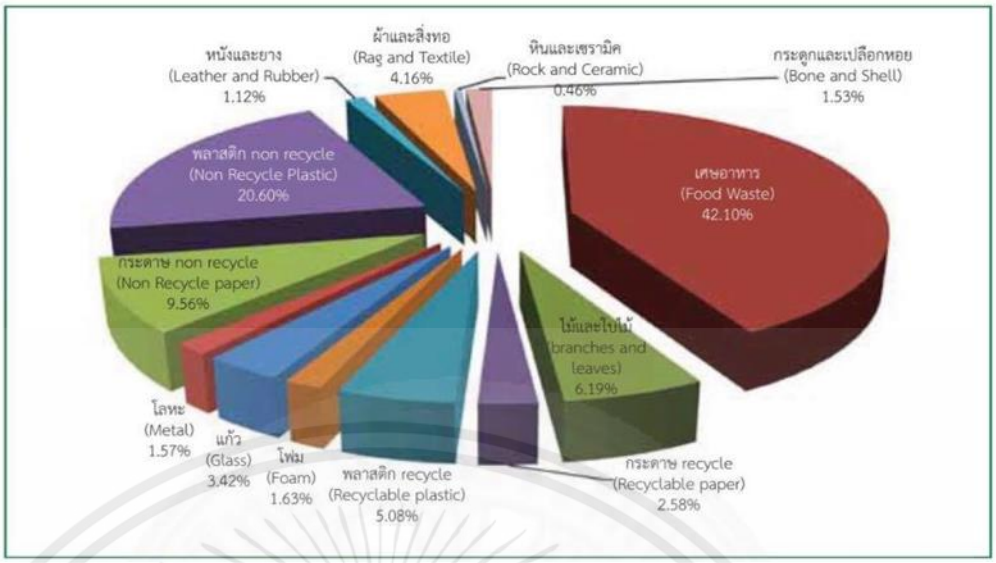
ประเภทฝังกลบ Landfill	34.48	38.95	39.45	38.93	37.43	37.85
กระดาษ (Non-recycle) Papers (Non-recycle)	6.25	10.25	12.43	9.67	9.56	9.63
พลาสติก (Non-recycle) Plastics (Non-recycle)	21.43	20.56	21.35	21.54	20.60	21.10
หนังและยาง Leathers and rubber	1.40	1.50	0.83	1.45	1.12	1.26
ผ้าและสิ่งทอ Rags and textiles	3.99	4.17	2.83	3.92	4.16	3.81
หินและเซรามิค Rock and Ceramics	0.65	0.59	0.53	0.73	0.46	0.59
กระดูกและเปลือกหอย Bones and shells	0.76	1.88	1.48	1.62	1.53	1.46
รวม Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

หมายเหตุ. จาก รายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อมกรุงเทพมหานคร 2556 – 2557, (91-92), กลุ่มงานวิจัย กองจัดการขยะ ของเสียอันตรายและปฏิกูลสำนักสิ่งแวดล้อม, (2557), โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.[1]

จากตารางที่ 1.1 ทำให้เห็นว่าปริมาณขยะพลาสติกแบบ non–recycle มีปริมาณ ร้อยละ 21.10 ซึ่งมากกว่าขยะชนิดอื่นในปริมาณขยะฝังกลบทั้งหมดร้อยละ 37.85

คอนกรีตบล็อกที่มีขวดพลาสติก PET เป็นส่วนประกอบ จะทำให้เพิ่มประสิทธิภาพของคอนกรีตบล็อก ได้แก่ ความเบาของคอนกรีตบล็อก และการต้านทานความร้อนของคอนกรีตบล็อก ซึ่งเป็นการใช้ขยะขวดพลาสติกที่ยากต่อการย่อยสลายให้เกิดประโยชน์สูงสุด[1]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.1 แผนภูมิวงกลมแสดงองค์ประกอบมูลฝอยของกรุงเทพมหานครประจำปีงบประมาณ 2557 จาก กลุ่มงานวิจัย กองจัดการขยะ ของเสียอันตรายและปฏิกูลสา นักสิ่งแวดล้อม, (91-92), (2557), โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.[1]

จากภาพที่ 1.1 ปริมาณพลาสติกแบบ non–recycle มีปริมาณร้อยละ 20.60 ซึ่งมีปริมาณเป็นอันดับที่สองรองจากปริมาณเศษอาหารแสดงให้เห็นว่าปริมาณขยะพลาสติกมีปริมาณที่มีจำนวนมากและยากต่อการย่อยสลาย เมื่อเปรียบเทียบกับขยะชนิดอื่น

คอนกรีตบล็อกที่มีขวดพลาสติก PET เป็นส่วนประกอบ จะทำให้เพิ่ม ประสิทธิภาพของคอนกรีตบล็อก ได้แก่ ความเบาของคอนกรีตบล็อก และการต้านทานความร้อนของคอนกรีต บล็อก ซึ่งเป็นการใช้ขยะ ขวดพลาสติกที่ยากต่อการย่อยสลายให้เกิดประโยชน์สูงสุด และจากสถานการณ์ปัจจุบันประเทศไทยประสบปัญหาสินค้าราคาแพงส่งผลให้คาครองชีพตลอดจนคาวัสดุก่อสร้างตาง ๆ มีราคาสูงขึ้น[1] จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงได้ศึกษาการ ผลิตอิฐบล็อกประสาน โดยการนำน้ำยางพารา และทรายละเอียดมาใช้เป็นวัสดุผสมสำหรับการทำอิฐบล็อกประสานเพื่อนำมาเปรียบเทียบคุณสมบัติของบล็อกคอนกรีตที่มีการใช้ขวดพลาสติก PET และน้ำยางพาราเป็นส่วนประกอบ[2]

ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษา และเปรียบเทียบประสิทธิภาพของคอนกรีตบล็อกที่ มีขวดพลาสติก PET เป็นส่วนประกอบกับอิฐมอญ คอนกรีตมวลเบา และคอนกรีตบล็อกที่มีจำหน่ายใน ท้องตลาด และ เสนอแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพของคอนกรีตบล็อกที่มีขวดพลาสติก PET เถ้าจากไม้ยางพารา และน้ำยางพาราเป็นส่วนประกอบ และการประยุกต์ใช้ขวดพลาสติก PET ภายในคอนกรีตบล็อก เพื่อใช้ในการก่อสร้างหรือวัสดุตกแต่งพื้นอาคาร สำหรับงานสถาปัตยกรรม ซึ่งผลที่ได้ จากการศึกษาอาจนำไปใช้ในการพัฒนาการผลิตบล็อกคอนกรีตเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้เกิดประโยชน์สูงสุด[2]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

1.2.1 เพื่อศึกษาและพัฒนาคอนกรีตบล็อกที่มีขวดพลาสติก PET เถ้าจากไม้ยางพารา และน้ำยางพาราเป็นส่วนประกอบกับอิฐมอญ และคอนกรีตบล็อกที่มีจำหน่ายในท้องตลาด

1.2.2 ศึกษาสมบัติทางกายภาพของคอนกรีตบล็อก สมบัติทางกายภาพของขวดพลาสติก PET สมบัติทางกายภาพของน้ำยางพารา สมบัติทางกายภาพของเถ้าจากไม้ยางพารา และสมบัติของคอนกรีตบล็อกที่มีจำหน่ายในท้องตลาดที่ใช้สำหรับปูพื้น

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

1.3.1 INB_1:0.6_NO Ash บล็อกประสานที่ไม่มีขี้เถ้าไม้ยางพารา โดยมีอัตราส่วนของปูนซีเมนต์เปอร์แลนด์ต่อพลาสติก PET ที่ 1:0.6

1.3.2 INB_1:0.6_Ash 20% บล็อกประสานผสมขี้เถ้าไม้ยางพารา 20% โดยมีอัตราส่วนของปูนซีเมนต์เปอร์แลนด์ต่อพลาสติก PET ที่ 1:0.6

1.3.3 INB_1:0.6_Ash 40% บล็อกประสานผสมขี้เถ้าไม้ยางพารา 40% โดยมีอัตราส่วนของปูนซีเมนต์เปอร์แลนด์ต่อพลาสติก PET ที่ 1:0:6

1.3.4 INB_1:0.6_Ash 60% บล็อกประสานผสมขี้เถ้าไม้ยางพารา 60% โดยมีอัตราส่วนของปูนซีเมนต์เปอร์แลนด์ต่อพลาสติก PET ที่ 1:0.6

1.3.5 INB_1:0.6_Ash 80% บล็อกประสานผสมขี้เถ้าไม้ยางพารา 80% โดยมีอัตราส่วนของปูนซีเมนต์เปอร์แลนด์ต่อพลาสติก PET ที่ 1:0.6

1.3.6 คุณสมบัติของการทดสอบประกอบด้วย การทดสอบความต้านทานแรงอัด การทดสอบการดูดซึมน้ำ การทดสอบความหนาแน่น

1.4 ประโยชน์ในการดำเนินงาน

1.4.1 เป็นแนวทางในการลดปริมาณขยะขวดพลาสติกรูปแบบหนึ่ง

1.4.2 ลดปริมาณการใช้ของส่วนผสมในคอนกรีตบล็อก

1.4.3. เกิดองค์ความรู้ใหม่จากการนำขวดพลาสติก PET เหลือใช้มาเป็น ส่วนประกอบของคอนกรีตบล็อก เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของคอนกรีตบล็อก เช่น ความต้านทานความร้อน ความหนาแน่นแห้ง การดูดซึมน้ำ และน้ำหนักที่ลดลงของคอนกรีตบล็อก

1.5 ระยะเวลาและสถานที่ทำปริญญานิพนธ์

ระยะเวลาทำโครงการ 1 ปีการศึกษา ตั้งแต่เดือน สิงหาคม 2563- พฤษภาคม 2564 อาคาปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

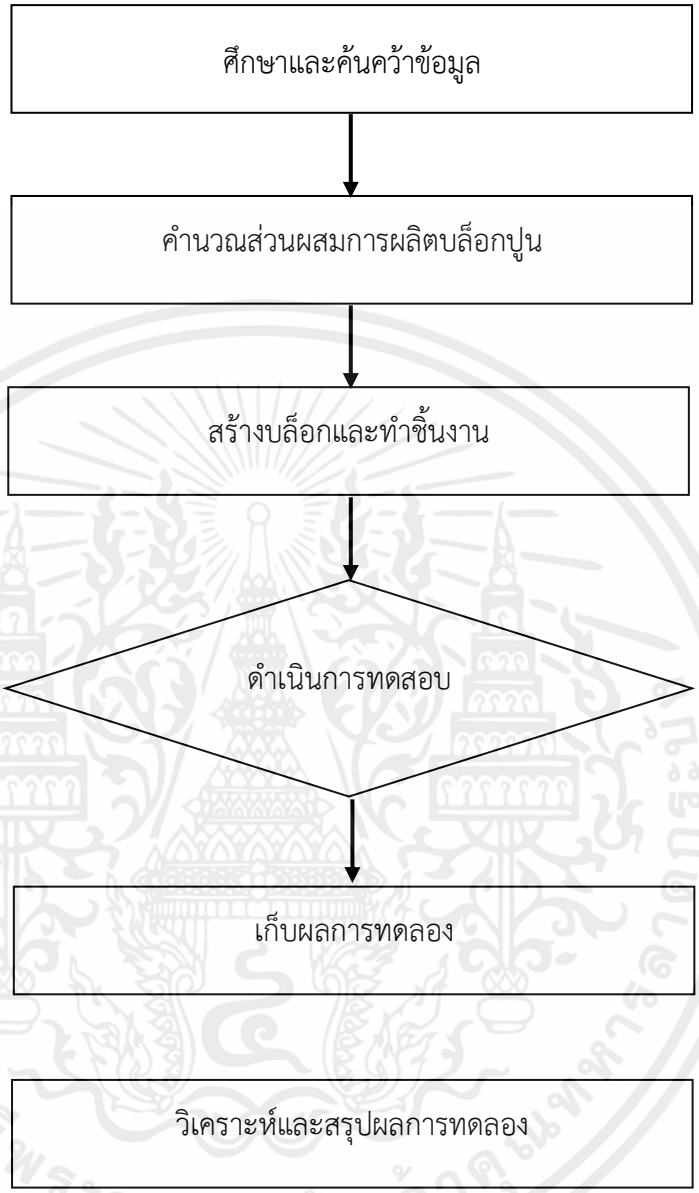
1.6 แผนการดำเนินงาน

ตารางที่ 1.2 แสดงการดำเนินงานของคุณสมบัติของบล็อกคอนกรีตที่มีการใช้ขวดพลาสติก PET ผสมน้ำยางพารา

หัวข้อ	ปี 2563			ปี 2564	
	ส.ค.-ส.ค.	ก.ย.-ต.ค.	พ.ย.-ธ.ค.	ม.ค.-ก.พ.	มี.ค.-เม.ย.
1. ศึกษาและค้นคว้าข้อมูล	← →				
2. จัดซื้ออุปกรณ์		← →			
3. ออกแบบการทดลอง		←	→		
4. วิเคราะห์ผล				← →	
5. สรุปผล					← →

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.7 ขั้นตอนการดำเนินงาน



รูปที่ 1.2 แผนผังการดำเนินการออกแบบอัตราส่วนการผสมและเตรียมตัวอย่างการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

คอนกรีตบล็อกประสานปูพื้น เป็นวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างหรือตกแต่งพื้นอาคาร จึงทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาเกี่ยวกับวิธีการผลิตคอนกรีตบล็อกประสานปูพื้นให้มีส่วนผสมที่เหมาะสม[2] และการนำขวดพลาสติก PET มาใช้เป็นส่วนประกอบ เพื่อ ลดปริมาณขยะพลาสติกที่มีปริมาณมากในปัจจุบัน[1] งานวิจัยนี้มีหัวข้อการศึกษาทั้งหมด 9 หัวข้อดังนี้

2.1 กรรมวิธีการผลิตคอนกรตีบล็อกประสานปูพื้น ตามมาตรฐานมอก. 827 – 2531

2.2 การทดสอบ

2.3 วิธีการทดสอบคอนกรีตบล็อกประสานปูพื้น ตามมาตรฐานมอก. 827 – 2531

2.4 สมบัติพลาสติก

2.5 รูปทรงของขวดพลาสติก

2.6 เถ้าจากไม้ยางพารา

2.7 น้ำยางพารา

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 กรรมวิธีการผลิตคอนกรีตบล็อกประสานปูพื้น ตามมาตรฐานมอก. 827 – 2531

2.1.1 ปูนซีเมนต์ ให้ใช้ปูนซีเมนต์อย่างใดอย่างหนึ่งดังต่อไปนี้

2.1.1.1 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ที่เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ เล่ม 1 ข้อกำหนดเกณฑ์คุณภาพ มาตรฐานเลขที่ มอก. 15 เล่ม 1

2.1.1.2 ปูนซีเมนต์ผสม ที่เป็นตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ปูนซีเมนต์ผสม มาตรฐานเลขที่ มอก. 80

2.1.2 มวลผสม

ให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มวลผสมคอนกรีต มาตรฐานเลขที่ มอก. 566

2.1.3 ผงสี (ถ้ามี)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ผงสี (ในกรณีที่ยังไม่มีการประกาศกำหนดมาตรฐานดังกล่าว ให้เป็นไปตาม BS 1014)

2.1.4 สีซีเมนต์ (ถ้ามี)

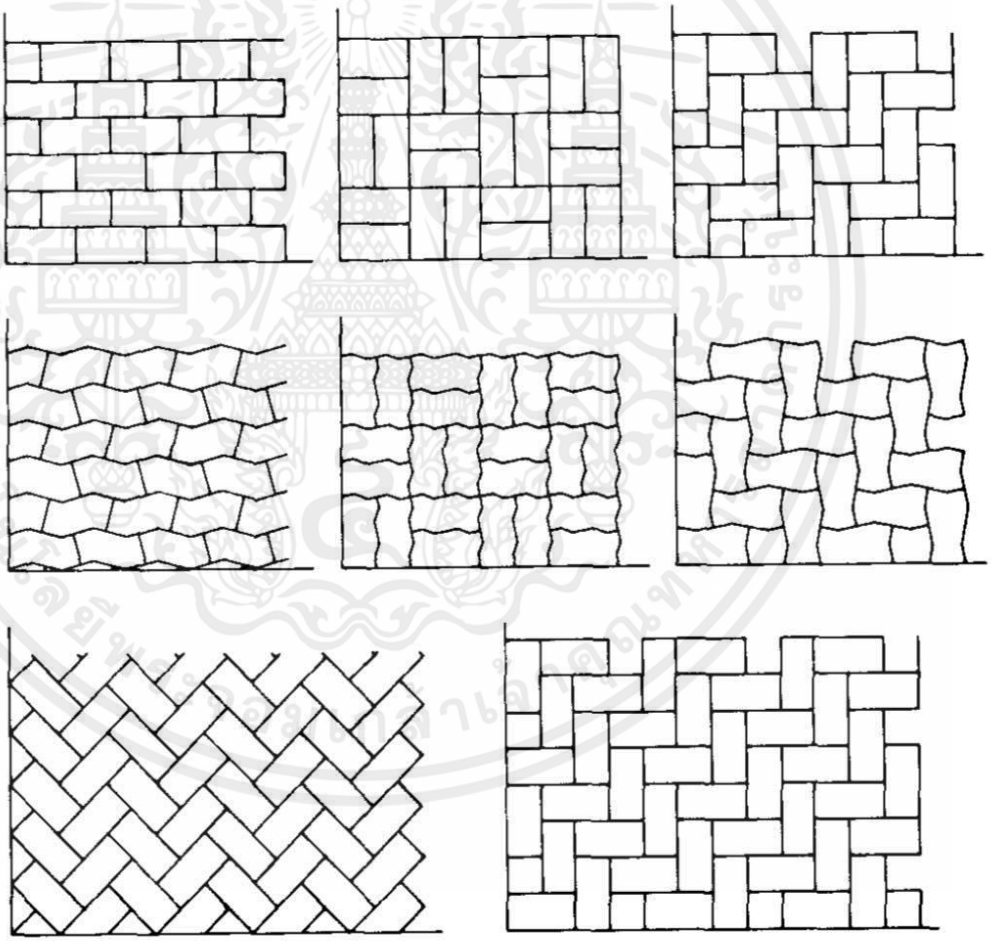
ให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สีซีเมนต์ มาตรฐานเลขที่ มอก. 469

2.1.5 น้ำ

น้ำที่ใช้ต้องเป็นน้ำสะอาด

2.1.6 ส่วนผสมอื่น ๆ

ต้องไม่สร้างความเสียหายต่อการใช้งานของบล็อก



รูปที่ 2.1 ตัวอย่างการวางเรียงประสาน
หมายเหตุ. จาก มอก. 827-2531 UDC 691.327-431:666.972:625.821

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 การทดสอบ

บล็อกที่นำมาทดสอบ ต้องมีอายุไม่น้อยกว่า 7 วัน

2.2.1 มิติ

2.2.1.1 ความกว้างและความยาว

ใช้เครื่องวัดที่สัดได้ละเอียดถึง 1.0 มิลลิเมตร วัดความกว้างและความยาวของบล็อกตัวอย่างบริเวณที่กว้างและยาวมากที่สุด

2.2.1.2 ความหนา

2.2.1.2.1 ความหนาของบล็อก

ใช้เครื่องวัดที่วัดได้ละเอียดถึง 1.0 มิลลิเมตร วัดความหนาของบล็อกตัวอย่าง (รวมชั้นผิวหน้า) 4 แห่ง แล้วรายงานผลค่าเฉลี่ย

2.2.1.2.2 ความหมายของชั้นผิวหน้า

หักบล็อกตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบความต้านแรงอัดแล้วออกเป็น 2 ชิ้น แล้ววัดความหนาของชั้นผิวหน้าของชิ้นตัวอย่างด้วยเครื่องวัดที่วัดได้ละเอียดถึง 0.5 มิลลิเมตร โดยวัดอย่างน้อย 4 แห่ง

2.2.2 การลบมุม (ถ้ามี)

ใช้เครื่องวัดที่วัดได้ละเอียดถึง 1.0 มิลลิเมตร

2.2.3 ความได้ฉาก

2.2.3.1 ความได้ฉากของด้านข้างโดยรอบกับพื้นผิวล่างของบล็อก

2.2.3.1.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

(1) พื้นเรียบสม่ำเสมอและได้ระดับ

(2) เครื่องวัดแบบสอด

(3) เหล็กฉาก

2.2.3.1.2 วิธีวัด

วัดความเบี่ยงเบน ของความได้ฉากของด้านข้างกับพื้นผิวล่างของบล็อกตัวอย่างทุก ๆ ด้าน ด้านละ 1 แห่ง

2.2.3.2 ความได้ฉากของพื้นผิวหน้ากับพื้นผิวล่างของบล็อก

2.2.3.2.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

(1) พื้นเรียบสม่ำเสมอและได้ระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2) เครื่องวัดแบบมีหน้าปัด พร้อมขาตั้ง

2.2.3.2.2 วิธีวัด

วางบล็อกตัวอย่างด้านที่เรียบและสม่ำเสมอพื้นเรียบสม่ำเสมอ และได้ระดับ แล้วใช้เครื่องวัดแบบมีหน้าปัด วัดความเบี่ยงเบนของความได้ฉากของพื้นที่ผิวหน้ากับพื้นผิวล่าง

2.2.4 ความต้านแรงอัด

2.2.4.1 เครื่องมือ

2.2.4.1.1 เครื่องทดสอบแรงกด ที่ให้แรงกดได้ไม่น้อยกว่า 1000 กิโลนิวตัน และสามารถปรับความเร็วในการเพิ่มแรงกดได้

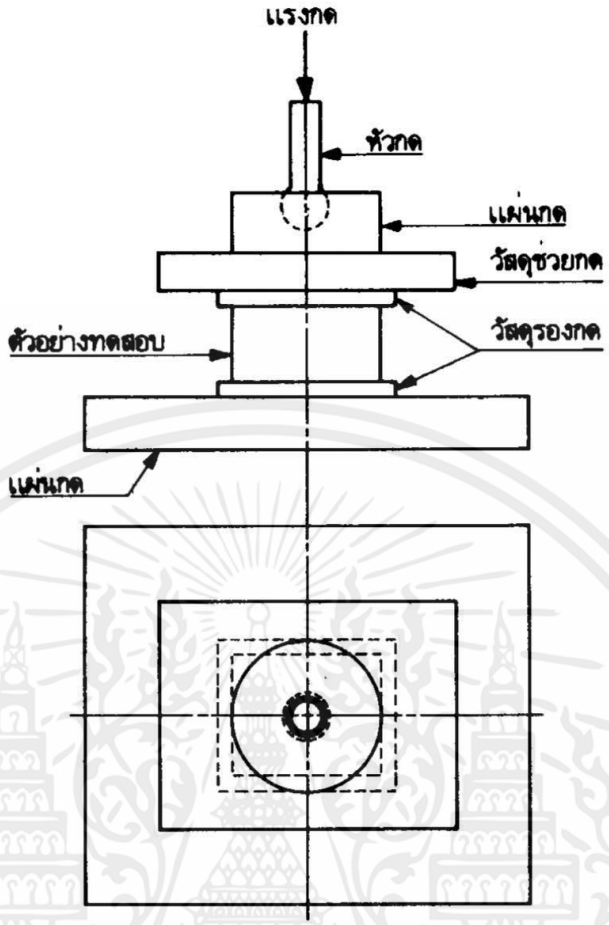
2.2.4.1.2 แผ่นกด (ดังตัวอย่างในรูปที่ 2.2)

แผนกดแต่ละแผ่นต้องหนาไม่น้อยกว่า 12 มิลลิเมตร ทำด้วยวัสดุที่มีความแข็งไม่น้อยกว่า 60 HRC สำหรับแผ่นกดแผ่นบนสามารถปรับหมุนได้ทุกทิศทาง และมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 150 มิลลิเมตร

2.2.4.1.3 วัสดุช่วยกด (ดังตัวอย่างในรูปที่ 2.2)

ในกรณีที่พื้นที่ของแผ่นกดแผ่นบน ไม่ครอบคลุมพื้นที่ของบล็อกตัวอย่างได้ทั้งหมด ให้ใช้วัสดุช่วยกดที่หนาไม่น้อยกว่า 12 มิลลิเมตร และมีความแข็งแรงไม่น้อยกว่า 60 HRC ช่วยกด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 ตัวอย่างแผ่นกด วัสดุช่วยกดและวัสดุรองกด และตำแหน่งทดสอบ[3]

หมายเหตุ. จาก มอก. 827-2531 UDC 691.327-431:666.972:625.821

2.2.4.1.4 วัสดุรองกด (ดังตัวอย่างในรูปที่ 2.2)

วัสดุรองกดที่ใช้ได้ต้องเป็นกระดาษแข็งหรือไม่อัด หรือไม้เนื้ออ่อน หรือแผ่นยางหนาไม่น้อยกว่า 4 มิลลิเมตร และต้องมีพื้นที่ครอบคลุมพื้นที่ของบล็อกตัวอย่าง[3]

2.3 วิธีการทดสอบคอนกรีตบล็อกประสานปูพื้น ตามมาตรฐานมอก. 827 – 2531

2.3.1 จัดแนวศูนย์กลางของบล็อกตัวอย่าง (ในกรณีที่มีรูปทางอสมมาตร ศูนย์กลางของบล็อกตัวอย่าง คือจุดรวมมวล) หัวกด แผ่นกด และวัสดุช่วยกด (ถ้ามี) ให้อยู่ในแนวเดียวกัน (ดูรูปที่ 2.2)

2.3.2 กดบล็อกตัวอย่าง โดยเพิ่มแรงกดในอัตราที่สม่ำเสมอจนได้แรงกดประมาณครึ่งหนึ่งของแรกกดสูงสุดคาดว่าบล็อกตัวอย่างจะรับได้ เพิ่มแรงกดในอัตราที่สม่ำเสมอจนถึงแรงกดสูงสุดที่บล็อกตัวอย่างรับได้ ภายในเวลา 1 ถึง 2 นาที บันทึกค่าแรงกดสูงที่บล็อกตัวอย่างรับได้[3]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 สมบัติพลาสติก

พลาสติก คือ สารประกอบอินทรีย์ที่สังเคราะห์ขึ้นเพื่อใช้แทนวัสดุธรรมชาติเป็นเซลลูโลส (Cellulos) ซึ่งมีอยู่ในธรรมชาติ เช่น น้ำมันดิบ ยางไม้ เซลลูโลส ประกอบด้วย ธาตุคาร์บอน ออกซิเจน ไฮโดรเจน ไนโตรเจน และ คลอรีน นำมาสังเคราะห์โดยขบวนการ “ โพลิเมอร์ไรเซชั่น “ จึงได้พลาสติก

เทอร์โมพลาสติก (Thermoplastic) เป็นพลาสติกที่ใช้กันอย่างแพร่หลายเป็นพลาสติกที่ เมื่อได้รับความร้อนแล้วจะอ่อนตัวลง และเมื่อเจอกับความเย็นพลาสติกจะแข็งตัว สามารถเปลี่ยนรูปได้ และสามารถนำมาหลอมใหม่ด้วยความร้อน มีโครงสร้างเป็นโมเลกุลของสายโซ่โพลิเมอร์เป็นแบบเส้นตรง หรือแบบกิ่งสั้นๆ ละลายได้ดีในสารละลายบางชนิด สามารถขึ้นรูปโดยการฉีดในขณะที่พลาสติกกำลังอ่อนตัว และไหลไปด้วยความร้อนและความดันเข้าไปในแม่พิมพ์ที่มีช่องว่างเป็นรูปร่างตามที่ต้องการ หลังจากที่พลาสติกไหลเข้าไปจนเต็มแม่พิมพ์จะถูกทำให้เย็นลงและถอดออกจากแม่พิมพ์พลาสติกชนิดนี้สามารถนำกลับมารีไซเคิลได้โดยการบด และหลอมละลายด้วยความร้อน เพื่อขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่

พอลิเอทิลีนเทเรฟทาเลต (Polyethylene terephthalate : PET) เป็นพลาสติกที่ใช้สำหรับการบรรจุอาหารและเครื่องดื่มสำหรับการบริโภค เป็นส่วนประกอบของโพลิเมอร์ (Polymers) มีลักษณะโปร่งใส่ และใส่สีให้กับวัสดุ จุดเดือด 265องศา(538เคลวิน) แรงดึง 1700Mpa (เมกะพาสคาล) เป็นพอลิเมอร์ที่เกิดจากโมโนเมอร์ (monomer)หลายตัว ซึ่งได้จากปฏิกิริยาเอสเทอริฟิเคชัน (esterification) ระหว่าง terephthalic acid (TPA) กับethylene glycol (EG หรือ ethanediol) โดยมีน้ำเกิดขึ้นในปฏิกิริยาหรือเกิดจากโมโนเมอร์จากปฏิกิริยาระหว่าง dimethyl terephthalate กับ ethylene glycol โดยมีเมทานอลเกิดขึ้นในปฏิกิริยา ซึ่งสารตั้งต้นที่ใช้ในการผลิต PET ได้จากอุตสาหกรรมน้ำมัน

PET เป็นโพลิเมอร์ที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์โพลิเมอร์แบบควบแน่น 2 ขั้นตอน ขั้นตอนแรกเกิดจากปฏิกิริยาการเตรียมเอสเทอร์(Esterification)โดยใช้กรดเทเรฟทาลิก (Terepthalic acid) และ เอทธิลีนไกคอล (Ethylene glycol) เป็นสารตั้งต้น หรือใช้ปฏิกิริยา การแลกเปลี่ยนหมู่เอสเทอร์(Transesterification) โดยใช้ไดเมทิลเทเรฟทาเลท (Dimethyl terephthalate) เอทธิลีนไกคอล ที่อุณหภูมิ 275–285 ℃ ได้ผลิตภัณฑ์เป็นสารไดเอสเทอร์ (Di-ester) เมื่อผ่านเข้าสู่กระบวนการสังเคราะห์โพลิเมอร์จะได้โพลิเมอร์ที่มีน้ำหนักโมเลกุลไม่สูง โครงสร้างเป็นอสัญฐาน และมีค่าความหนืด IV (Intrinsic viscosity) ประมาณ 0.58-0.67 dl/g ซึ่งในกระบวนการผลิตขวดหรือเส้นใยคุณภาพสูงมีความจำเป็นต้องใช้ PET ที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง และมีค่าความหนืด IV > 0.7 dl/g จึงต้องเพิ่มกระบวนการสังเคราะห์โพลิเมอร์ในสถานะของแข็ง (solid stating 12olymerization, SSP) โดยเริ่มจากการทำให้เม็ดโพลิเมอร์ที่ผลิตได้จากขั้นตอนแรก ซึ่งไม่มีโครงสร้างเป็นผลึก ให้มีปริมาณผลึกเพิ่มขึ้นก่อน (recrystallization) ซึ่งประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ขั้นตอนแรกใช้เครื่อง pre-crystallizer ซึ่งในขั้นตอนนี้ PET จะถูกทำให้มีปริมาณผลึกเพิ่มขึ้นที่อุณหภูมิประมาณ 170℃ เป็นเวลา 30 นาที การกวนอย่างต่อเนื่อง และรุนแรงจะป้องกันไม่ให้เม็ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PET ติดกัน ภายหลังเสร็จสิ้นกระบวนการนี้เม็ด PET จะมีปริมาณผลึกประมาณ 25% ขั้นตอนที่ 2 ของการเพิ่มปริมาณผลึกในเม็ด PET ทำได้โดยการกวนด้วยเครื่องกวนที่อุณหภูมิ 190°C เป็นเวลา 30 นาที เม็ด PET ที่ผ่านขั้นตอนนี้จะมีปริมาณผลึกประมาณ 30% จากนั้นจึงผ่านเข้าสู่ขั้นตอน SSP โดยเก็บโพลิเมอร์ไว้ในบรรยากาศที่ไม่มีออกซิเจน และความชื้น แล้วให้ความร้อนแก่โพลิเมอร์ที่อุณหภูมิ 200-220°C ซึ่งต่ำกว่าจุดหลอมเหลวเล็กน้อยกระบวนการ SSP นี้กระบวนการที่ต้องใช้เวลานานพอที่จะเกิดปฏิกิริยาการสังเคราะห์โพลิเมอร์ควบแน่นเพิ่มขึ้น เม็ด PET จะมีปริมาณผลึกเป็น 40% และค่าความหนืด IV สูงขึ้น เป็น 0.75-0.85 ในขั้นตอนนี้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นแก๊ส และสารที่กลายเป็นไอ เช่น อะซิตาลดีไฮด์(acetaldehyde) จะถูกกำจัดออกไป PET ที่มีปริมาณผลึกสูงจะมีสมบัติทางกายภาพที่ดี แข็งแรง และไม่เปราะ[4]

2.5 รูปทรงของขวดพลาสติก

จากการศึกษาขวดพลาสติก PET เป็นขวดพลาสติกที่ใช้กันทั่วไปในท้องตลาดเนื่องจาก มีสมบัติในการป้องกันการซึมผ่านของอากาศ และน้ำ ขนาดของขวดพลาสติก PET ในแต่ละรูปแบบ มีผลต่อการจัดเรียงขวดพลาสติกPETภายในคอนกรีตบล็อก เนื่องจากขนาดของขวดพลาสติก PET จะต้องมีความสูงไม่เกินขนาดความกว้างของคอนกรีตบล็อก มีลักษณะขวดพลาสติก 3 รูปแบบดังนี้ [4]

2.5.1 รูปทรงขวดพลาสติกที่มีส่วนเว้า

2.5.2 รูปทรงขวดพลาสติกเป็นแนวตรงทรงกระบอก

2.5.3 ลักษณะและความหนาของก้นขวดพลาสติก

2.6 เถ้าจากไม้ยางพารา

เถ้าจากไม้ยางพารา (para-wood ash) เป็นผลิตภัณฑ์พลอยได้จากการเผาเศษไม้ ปีกไม้ และขี้เลื่อยไม้ยางพาราที่เหลือทิ้งจากโรงเลื่อย โรงงานเฟอร์นิเจอร์ โดยทำการเผาที่ อุณหภูมิสูง (1,000 องศาเซลเซียส) เพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้า เถ้าจาก การเผาที่เกิดขึ้นเรียกว่า “เถ้าลอย (fly ash)” ซึ่งเกิดจากกระบวนการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ และมีปริมาณสูงถึงร้อยละ 80-85 ของเถ้าที่เกิดขึ้นทั้งหมด เถ้าชนิดนี้มีน้ำหนักเบาและมี ขนาดเล็กประมาณ 1-200 ไมโครเมตร มีองค์ประกอบหลักทางเคมีคล้ายกับปูนซีเมนต์ คือ ซิลิกอนออกไซด์ อลูมิเนียมออกไซด์ เฟอร์ริกออกไซด์ และแคลเซียมออกไซด์ หากนำมาผสมกับปูนซีเมนต์และน้ำจะ เกิดปฏิกิริยาเคมีทำให้เกิดคุณสมบัติในการช่วยเพิ่มการเชื่อมประสาน ทำให้อิฐมีความแข็งแรงมากขึ้น[5]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.3 ไม้ยางพารา

หมายเหตุ. จากวารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา ปีที่ 6 ฉบับที่ 1 เดือนมกราคม – มิถุนายน 2554, สืบค้นจาก http.//rubber.oie.go.th

มีงานวิจัยหลายชิ้นที่นำเถ้าลอยจากเศษวัสดุต่างๆ เป็นส่วนประกอบใช้ในการแทนที่ปูนซีเมนต์ในการสร้างอิฐ เช่น เถ้าแกลบ ซึ่งสามารถแทนที่ปูนซีเมนต์ได้ถึงร้อยละ 40 ในขณะเดียวกันได้มีการศึกษาการนำเถ้าไม้ยางพารามาสร้างอิฐ โดยอาจารย์อาบีดีน ดะแซสาเมาะ และคณะ จากภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา ทำการศึกษาสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางกลของอิฐที่มีส่วนผสมของเถ้าจากไม้ยางพารา ซึ่งวัสดุที่ใช้ผสมในการทำอิฐมีส่วนประกอบของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ เถ้าจากไม้ยางพารา และทราย สำหรับสัดส่วนที่ใช้ในการทดลองได้ทำการลดการใช้ปูนซีเมนต์และแทนที่ด้วยเถ้าไม้ยางพารา โดยใช้สัดส่วนเถ้าไม้ยางพารา: ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์: ทราย ร้อยละ 50 : 45 : 5, 60 : 35 : 5 และ 70 : 25 : 5 ทำการคลุกเคล้าส่วนผสมแล้วเทใส่ในแบบรูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาด 10x10x10 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลดฟองอากาศภายใน และตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อก้อนอิฐแข็งตัวแล้วทำการบ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 14 21 และ 28 วันตามลำดับ จากนั้น ามาทดสอบสมบัติทางกายภาพต่างๆ และกำลังอัดของอิฐ[5]

รูปที่ 2.4 เถ้าจากไม้ยางพาราบดละเอียด

หมายเหตุ. จากวารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา ปีที่ 6 ฉบับที่ 1 เดือนมกราคม – มิถุนายน 2554 อิฐจากเถ้าไม้ยางพารา, สืบค้นจาก http.//rubber.oie.go.th

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณการเติมเถ้าจากไม้ยางพารามีผลต่อความหนาแน่นและการดูดซึม เมื่ออัตราส่วนการเติมเถ้าไม้จากยางพาราเพิ่มขึ้น ความหนาแน่นจะลดลง แต่การดูดซึมน้ำจะเพิ่มขึ้น และผลการทดสอบกำลังอัดพบว่า กำลังจะมีค่าลดลง เมื่อร้อยละการเติมเถ้าจากไม้ยางพารามีค่าเพิ่มขึ้น เนื่องจากความพรุนและร้อยละของซิลิกอนไดออกไซด์และอะลูมิเนียมออกไซด์ ของเถ้าไม้ยางพารามีน้อย ทำให้ลดการเกิดปฏิกิริยาปอซโซลานซึ่งเป็นปฏิกิริยาที่สร้างความแข็งแรงแก่อิฐ[5]

อิฐที่ได้ชนิดนี้เหมาะสำหรับการใช้งานที่ไม่รับน้ำหนัก เช่น อิฐสำหรับงานประดับ อิฐสำหรับปูทางเดิน และงานจัด สวน ซึ่งเป็นอีกทางหนึ่งที่จะสามารถใช้ประโยชน์จากเศษเหลือใช้ไม้ยางพาราที่เหลือเป็นจำนวนมาก และสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่ เถ้าไม้ยางพาราที่ไม่มีประโยชน์ให้มีมูลค่าขึ้นมา และยังเป็นการช่วยรักษาสิ่งแวดล้อมอีกด้วย[5]

2.7 น้ำยางพารา

ยางพารา หรือ Para Rubber มาจากคำภาษาอังกฤษ 2 คำ คำวา Para เปนชื่อเมืองทาศูนยกลางคายางในทวีปอเมริกาใตอยูริมฝงแมน้ำอเมซอน ประเทศบราซิล ในสมัยกอนที่ศูนยกลางการคายางจะยายมาอยูที่เอเชียตะวันออกเฉียงใต และคำวา Rubber แปลวา ตัวถู ซึ่งนักวิทยาศาสตรชาวอังกฤษผูคนพบกาซออกซิเจน ชื่อ Joseph Priestley ไดคนพบสมบัติ ของยางที่สามารถนำมาลบรอยดินสอได โดยคนพบคุณสมบัติดังกลาวเมื่อป พ.ศ. 2313 ยางพาราเปนพืชพื้นเมืองดั้งเดิมของภูมิภาคในทวีปอเมริกาใตและอเมริกากลาง ชาวพื้นเมืองเรียกพืชชนิดนี้วา คาอุทชุค (caoutchoue) แปลวา “ตนไมรองไห” เนื่องจาก เปนพืชที่ถาใชมีดกรีดที่ลำตนแลวจะมีน้ำขาวออกมาจากตนได ชาวยุโรปรูจักยางพาราเมื่อกวา 500 ปที่ผานมา โดย Christopher Columbus นักเดินเรือชาวอิตาลีผูคนพบทวีปอเมริกา ภายใตการสนับสนุนของราชอาณาจักรสเปน เมื่อเขาไดเดินทางไปยังทวีปอเมริกาครั้งที่ 2 ในป พ.ศ. 2036 เขาไดเห็นชาวพื้นเมือง Maya ใชฝายางจากตนไมชนิดหนึ่งมาทำรองเทา ทำผา กันฝน ทำเปนลูกบอลที่สามารถกระเดงขึ้นลงเพื่อสักการะเทพเจาของมายาได เมื่อเขาเดินทางกลับยุโรป เขาไดนำผลิตภัณฑที่ทำจากตนไมดังกลาวกลับไปเผยแพรในยุโรป ทำใหชาวยุโรป เริ่มรูจักกับตนไมรองไห นักวิทยาศาสตรในยุโรปสมัยนั้นเห็นวาน้ำายางที่ไดจากตนไมรองไหมีคุณสมบัติที่สามารถ นำมาใชประโยชนกับวิถีชีวิตของมนุษยได เชน มีความยืดหยุน กันน้ำา เปนฉนวนกันกระแส ไฟฟา สามารถพองลม ทำใหนักวิทยาศาสตรทำการวิจัยคนควาเพื่อตองการนำน้ำายางดังกลาวมาใชประโยชน โดยใชกระบวนการทดลองทางเคมีและฟสิกส จนในป พ.ศ. 2382 หรือหลังจาก ชาวยุโรปรูจักยางมากวา 300 ป Charles Goodyear นักวิทยาศาสตรชาวอเมริกันสามารถ ปรับปรุงคุณภาพยางใหสามารถนำมาใชประโยชนได ทำใหเปนจุดเริ่มตนของอุตสาหกรรมยาง

ในยุคเริ่มตนของอุตสาหกรรมยางทำใหโลกตองการน้ำายางเพิ่มมากขึ้น กลุมประเทศที่ ปลูกยางจึงไดทำการคนควาพันธุยางพื้นเมืองที่สามารถใหน้ำายางมากขึ้น จนไดพบกับยาง สายพันธุที่เจริญเติบโตดีใหปริมาณน้ำายางมาก โดยกำหนดชื่อทางพันธุศาสตร ของยางพารา พันธุใหมนี้วา Hevea brasiliensis ทำใหยางสายพันธนี้ๆ ไดรับความนิยมปลูกอยางแพรหลาย แมวากลุมในประเทศอเมริกาใตและอเมริกากลาง มีการปลูกยางเพิ่มมากขึ้น แต ก็ยังไมพอกับ ความตองการของอุตสาหกรรมยางในยุโรปและอเมริกา ทำใหประเทศในทวีปยุโรปที่มีแผนดิน อาณานิคม ในทวีปเอเชีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่มีภูมิอากาศแบบรอนชื้นสามารถปลูกยางพาราได ก็มีแนวคิดที่จะนำ พันธุยางจากลุมฝาอเมซอนไป ทดลองปลูกในอาณานิคมของตนเอง โดยประเทศอังกฤษได นำไป ทดลองปลูกครั้งแรกในประเทศ อินเดียเมื่อป พ.ศ. 2398 ปรากฏวาไมประสบผลสำเร็จ ในป พ.ศ. 2425 จึงได นำไปทดลองปลูกใน ประเทศมาเลเซีย และประเทศฮอลันดานำไปทดลองปลูก ในประเทศอินโดนีเซีย ปรากฏวาต นยางพาราที่ปลูกใน 2 ประเทศดังกลาว มีการเจริญเติบโตให ผลผลิตเปนที่พอใจ ทำใหยางพาราไดรับ ความนิยม ทำการปลูกกันอยางแพรหลายในประเทศ มาเลเซีย ซึ่งเปนเมืองอาณานิคมของอังกฤษ และประเทศอินโดนีเซียอาณานิคมของประเทศ ฮอลันดา สำหรับในประเทศไทย ผูสนใจนำต นยางพารามาปลูกในประเทศไทยคนแรกคือ พระยา รัษฎานุประดิษฐมหิศรภักดี หรือคอซิมบี้ ณ ระนอง เจาเมืองตรัง ในขณะที่ทานเดินทางไปดูงาน ที่รัฐเปรัค ประเทศมาเลเซีย ทานเห็นวาน้ำา ยางพาราเปนที่ตองการของตลาดโลกมาก ถาราษฎร นำไปปลูกก็จะทำใหราษฎรมีรายได จาก ยางพารามาก ทานจึงตองการนำพันธุยางมาปลูกใน ประเทศไทย แตเจาของสวนซึ่งเปนชาวอังกฤษไม ยินยอมใหทานนำพันธุยางออกไปนอกพื้นที่ ดังนั้นในป พ.ศ.2444 ทานจึงใหพระสถลสถานพิทักษซึ่ง เปนหลานของทาน เดินทางไปประเทศ อินโดนีเซีย และสามารถนำกลายางออกมาจากประเทศ อินโดนีเซียกลับมาทดลองปลูกใน ประเทศไทยได สำเร็จโดยทำการปลูกที่หนาบานพักพระสถลฯ อำเภอกันตัง จังหวัดตรังเปน ที่แรก หลังจากนั้นทานพระยารัษฎานุประดิษฐฯ ก็ได สงเสริมให ราษฎรปลูกยางพาราเพิ่ม มากขึ้นเกือบทุกจังหวัดในภาคใต และได ขยายพื้นที่ปลูกไปยังภาค ตะวันออกที่จังหวัดจันทบุรี ในป พ.ศ. 2451 และในป 2476 หลวงสุวรรณวาจกกสิกิจ ได จัดตั้งสถานี ทดลองยางพาราขึ้นที่ ตำบลคอหงส อำเภอหาดใหญ จังหวัดสงขลา และได เปลี่ยนชื่อจากสถานี ทดลองยางพารา เปนศูนยวิจัยยางพาราในป พ.ศ. 2508 ทำหนาที่ศึกษาทดลอง พัฒนายางพาราที่ เหมาะสม สำหรับการปลูกในภูมิภาคตางๆ ของประเทศไทย และในป พ.ศ. 2521 ก็ได ทดลองนำกล ายาง ไปปลูกในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและตอมาได ขยายไปยังภาคเหนือ ทำให ยางพาราสามารถ ปลูกได ในทุกภูมิภาคของประเทศไทย จากนั้น ยางพาราก็ได ขยายไปปลูกในสาธารณรัฐประชาธิปไตย ประชาชนลาว และ ประเทศจีนตอนใตในเขตสิบสองปนนา มณฑลยูนาน โดยรัฐบาลจีนสงเสริมการ ปลูกอยาง กวางขวาง ทำให ทางตอนใต ของมณฑลยูนานมีการปลูกยางพาราเปนจำนวนมาก ใน อนาคต

เมื่อสวนยางในประเทศจีนให ผลผลิตได ทั้งหมด จะทำให ประเทศจีนซึ่งเปนตลาดรับซื้อยางแผน จาก ประเทศไทยมากที่สุด จะรับซื้อยางจากประเทศไทยน อยลง ไปใช ผลผลิตยางพาราจาก ตอนใต ของ ประเทศมากขึ้น สงผลให ตลาดยางพาราของไทยประสบกับปญหา และจะสงผล กระทบโดยตรงกับ เกษตรกรชาวสวนยางไทย ประเทศไทยจึงต องให ความสำคัญกับการสราง มูลคาเพิ่มให กับยางแผ นและน้ำยางพาราให มากขึ้น โดยการสนับสนุนให สรางนวัตกรรมจาก วัตถุดิบยางพาราให สามารถเป นสินคาออกแทนยางแผนและน้ำยาง ปจจุบันนับได วาประเทศไทย เปนประเทศที่ผลิตยางพาราเปนสิ นคาออกได มากที่สุดในโลก มีผลผลิตยางพาราออกสูตลาด โลกได เกือบ 4 ล านตัน/ป ซึ่งผลิตได จาก สวนยางพาราทั่วทุกภูมิภาคมากกวา 15 ล านไร โดย พบวา 75% ของผลผลิตทั้งหมดมาจากสวน ยางพาราในภาคใต (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2556) [6]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 น้ำสะอาด

มีหน้าที่หลักคือ ก่อให้เกิดปฏิกิริยาไฮเดรชั่น (Hydration Reaction) กับปูนซีเมนต์ทำหน้าที่หล่อลื่นเพื่อให้คอนกรีตอยู่ในสภาพเหลวสามารถเทได้ และเคลือบหินทรายเปียกเพื่อให้ซีเมนต์เพสต์สามารถเข้าเกาะได้โดยรอบ นอกเหนือจากหน้าที่หลักแล้ว น้ำยังสามารถช่วยล้างวัสดุมวลรวมต่างๆ และใช้บ่มคอนกรีตอีกด้วย[4]

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การประยุกต์ใช้คอนกรีตบล็อกที่มีขวดพลาสติก PET เป็นส่วนประกอบในการออกแบบ อาคาร เนื่องจากคอนกรีตบล็อกที่มีขวดพลาสติก PET เป็นส่วนประกอบ มีค่าการนำความร้อนต่ำ ซึ่งจะเป็นการลดอุณหภูมิภายในอาคาร รูปแบบของอาคารที่เหมาะสมสำหรับการใช้งาน คือ บ้านพักตากอากาศหรือรีสอร์ท เพราะจะทำให้สามารถลดงบประมาณในการใช้เครื่องปรับอากาศ (Ashraf Mansour Habib Mansour, Subhi A. Ali, 2015) ราคาอิฐที่ต้องใช้ต่อตารางเมตรของ คอนกรีตบล็อกที่มีขวดพลาสติก PET เป็นส่วนประกอบ มีราคาต่ำกว่าอิฐมอญ อิฐบล็อก และอิฐมวล เบา ประมาณ 65.79 บาท การใช้คอนกรีตบล็อกที่มีขวดพลาสติก PET เป็นส่วนประกอบ เหมาะสำหรับการก่อผนังภายนอกอาคาร เพราะการมีอากาศภายในขวดพลาสติก PET จะทำให้เป็นฉนวน กันความร้อนให้แก่อาคาร เนื่องจากราคาของคอนกรีตบล็อกที่มีขวดพลาสติก PET เป็นส่วนประกอบ มีราคาอิฐที่ต้องใช้ต่อตารางเมตรต่ำกว่าอิฐมอญ อิฐบล็อก และอิฐมวลเบา และจำนวนอิฐที่ใช้ต่อ ตารางเมตรในการก่อผนังอาคารต่ำกว่า จากผลการทดสอบคอนกรีตบล็อกที่มีขวดพลาสติก PET เป็นส่วนประกอบ แบบที่ 1 เรียงแบบสลับขวดจำนวน 3 ขวด เป็นคอนกรีตบล็อกที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการก่อผนังภายนอกของอาคาร เมื่อเปรียบเทียบกับคอนกรีตบล็อกรูปแบบอื่น เนื่องจากมีความหนาแน่นแห้ง การดูดซึมน้ำที่ 30 นาที การดูดซึมน้ำที่ 24 ชั่วโมง กำลังรับแรงอัดโมดูลัสยืดหยุ่นที่มีค่าสูง และการนำความร้อนที่มีค่าต่ำที่สุด ความสูงของกำแพงสามารถที่จะก่อตามความต้องการของผู้ใช้งานอาคาร แต่ความสูงทุก 1.5 –2.5 เมตร จะมีเหล็กเส้นตามแนวขนานภายในผนัง เพื่อเพิ่มความแข็งแรง

อิฐบล็อกประสานเป็นวัสดุก่อสร้างที่มีการใช้งานอย่างแพร่หลาย สะดวกในการใช้งาน สามารถนำไปใช้งานได้หลายรูปแบบ งานวิจัยนี้ศึกษาความเป็นไปได้ในการนำเถ้าไม้ยางพารา แทนที่ดินเพื่อผลิตเป็นอิฐบล็อกประสาน วัสดุผสมที่ใช้ในการผลิต ได้แก่ ดินลูกรัง เถ้าไม้ ยางพารา ทราย และปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์จากการทดสอบสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางกล พบว่า เมื่อเพิ่มอัตราส่วนเถ้าไม้ยางพาราส่งผลให้ค่าความหนาแน่นลดลง แต่อัตราการดูดซึมน้ำ มีค่าเพิ่มขึ้น ส่วนค่ากำลังอัด จากผลการทดสอบพบว่า ค่ากำลังอัดจะลดลงเมื่ออัตราส่วนของ เถ้าไม้ยางพาราเพิ่มขึ้น เมื่อพิจารณาตามมาตรฐาน มอก. 57-2533[7] และ มอก. 58-2533[8] พบว่า อิฐที่มีอัตราส่วนของดินลูกรัง : เถ้าไม้ยางพารา : ทราย : ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์เท่ากับ 3 : 2 : 1 : 1 มีความเหมาะสมสำหรับการใช้งานเป็นอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักหรือใช้งานเพื่อการ ประดับตกแต่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัสดุที่ใช้เป็นส่วนผสมในการทำอิฐบล็อกประสานประกอบด้วยปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ดินลูกรัง ทราย ละเอียด และเถ้าไม้ยางพารา โดยเป็นเถ้าที่เกิดจากการนำเศษไม้ยางพารามา ใช้เป็นเชื้อเพลิงในกระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้ากัลฟ์ยะลากรีน จำกัด ต.พร่อน อ.เมือง จ.ยะลา ซึ่งผ่านการร่อนเพื่อกำจัดสิ่งเจือปนแล้ว โดยนำส่วนผสมที่กำหนดตามตารางที่ 2.1 มาทำอิฐด้วยเครื่องอัดแห้ง (CINVA RAM) ด้วยเครื่องอัดแรงคน ผึ่งอิฐให้แห้งเป็นเวลา 1 วัน จากนั้นบ่มอิฐโดยการป้องกันการสูญเสียน้ำที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 28 วัน ขั้นตอนดังภาพที่ 1 [9]

เมื่อครบกำหนดนำอิฐมาทดสอบสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางกล ได้แก่ ความหนาแน่น (Density) การดูดซึมน้ำ (Water absorption) และการทดสอบกำลังอัด (Compressive strength) ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 57-2533 (มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2553) และ มอก. 58-2533 (มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2553)[7]

ตารางที่ 2.1 อัตราส่วนในการผสมอิฐบล็อกประสาน

ชุด	ดิน (โดยน้ำหนัก)	เถ้าไม้ยางพารา (โดยน้ำหนัก)	ทราย (โดยน้ำหนัก)	ปูน (โดยน้ำหนัก)	น้ำหนักต่อก้อน (กรัม)
A	4	1	1	1	5,000
B	3	2	1	1	5,000
C	2	3	1	1	4,000
D	1	4	1	1	3,500
E	6	0	0	1	5,000
F	5	0	1	1	5,000
G	4	0	2	1	5,000
H	3	0	3	1	5,000
I	3	1	1	2	5,000
J	2	1	1	3	5,000

หมายเหตุ . จากมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คอนกรีตบล็อกรับน้ำหนัก มอก. 57-2533. (2553) . สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. กรุงเทพมหานคร.

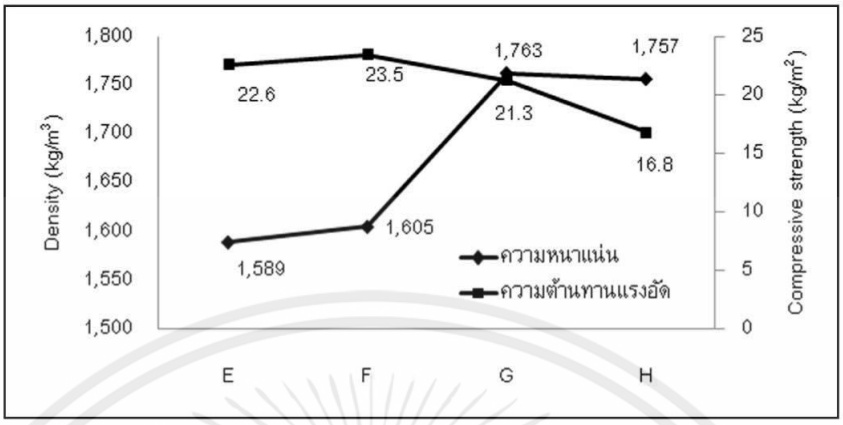
จากการผลิตอิฐบล็อกประสานที่มีการแทนที่ดินลูกรังด้วยเถ้าไม้ยางพารา โดยมีส่วนผสม ของดินลูกรัง เถ้าไม้ยางพารา ทราย และปูนซีเมนต์ ดังตารางที่ 2.2 พบว่า น้ำหนักของส่วนผสม ในการอัดต่อก้อนมีปริมาณลดลงเมื่ออัตราการแทนที่เถ้าไม้ยางมีค่าเพิ่มขึ้น (สูตร A-D) และ เมื่อพิจารณาลักษณะปรากฏ พบว่า สีของอิฐบล็อกประสานจะมีสีเทา และมีสีเข้มขึ้นเมื่อ อัตราส่วนการแทนที่เถ้าไม้ยางพาราเพิ่มขึ้น[9]

การทดสอบหาค่าความหนาแน่น การดูดซึมน้ำและกำลังอัดของอิฐบล็อกประสานที่มี ส่วนผสมของเถ้าไม้ยางพาราได้ผลการทดลองดังนี้

การศึกษาผลการแทนที่ดินลูกรังด้วยทราย พบว่า อัตราการดูดซึมน้ำของอิฐบล็อก มีค่าเท่ากับ 273 261 306 และ 291 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร สำหรับอัตรา ส่วนผสมของ ดิน : เถ้า : ทราย : ปูน เท่ากับ 6:0:0:1 5:0:1:1 4:0:2:1 และ 3:0:3:1 โดยน้ำหนักตามลำดับ โดยมีความสัมพันธ์กับกำลังอัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

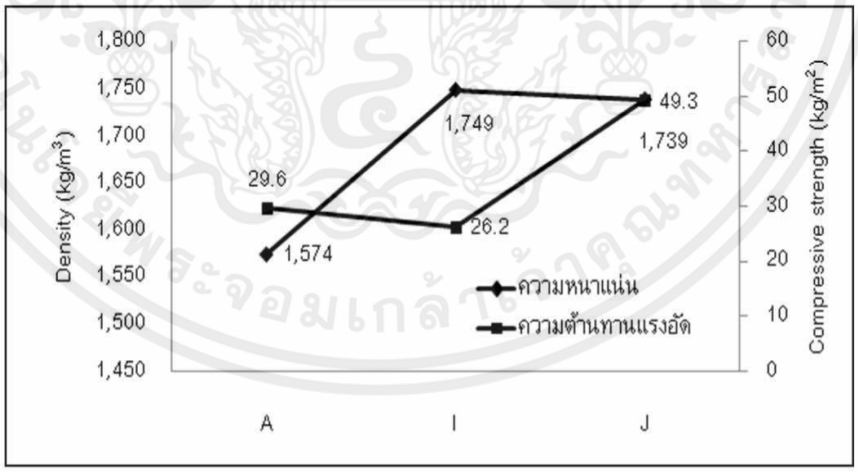
โดยอัตราส่วนของ ดิน:เถ้า:ทราย:ปูน เท่ากับ 5:0:1:1 (สูตร F) มีค่ากำลังอัดสูงสุดเท่ากับ 23.5 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร



รูปที่ 2.5 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นกับกำลังอัดของอิฐบล็อกประสานสูตร E, F, G และ H

หมายเหตุ. จากวารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา ปีที่ 10 ฉบับที่ 1 มกราคม-มิถุนายน 2558

การศึกษาผลของปริมาณของปูนซีเมนต์ที่มีต่อสมบัติของอิฐบล็อก พบว่า อัตราการ ดูดซึมน้ำของอิฐบล็อกมีค่าเท่ากับ 351 357 และ 353 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร สำหรับ อัตราส่วนผสมของ ดิน : เถ้า : ทราย : ปูน เท่ากับ 4:1:1:1 3:1:1:2 และ 2:1:1:3 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ดังภาพที่ 2.2 และค่ากำลังอัดมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อมีอัตราส่วนของปูนมาก

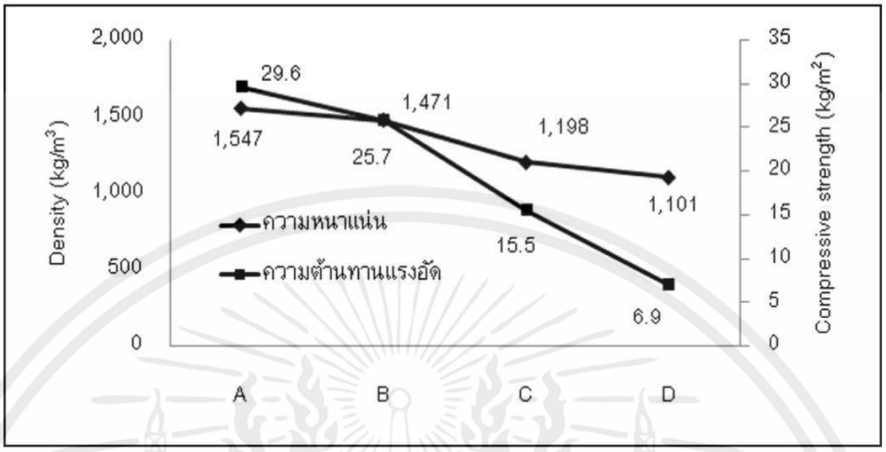


รูปที่ 2.6 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นกับกำลังอัดของอิฐบล็อกประสานสูตร E, F, G และ H

หมายเหตุ. จากวารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา ปีที่ 10 ฉบับที่ 1 มกราคม-มิถุนายน 2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาผลของการแทนที่ดินลูกรังด้วยเถ้าไม้ยางพารา พบว่า อัตราการดูดซึมน้ำ ของอิฐบล็อกมีค่าเท่ากับ351 369 449 และ 479 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร สำหรับอัตราส่วน ผสมของ ดิน : เถ้า : ทราย : ปูน เท่ากับ 4:1:1:1 3:2:1:1 2:3:1:1 และ 1:4:1:1 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ โดยมีกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความกำลังอัดกับความหนาแน่นดังภาพที่ 2.3



รูปที่ 2.7 ระหว่างความหนาแน่นกับกำลังอัดของอิฐบล็อกประสานสูตร E, F, G และ H

หมายเหตุ. จากวารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา ปีที่ 10 ฉบับที่ 1 มกราคม-มิถุนายน 2558

เถ้าไม้ยางพาราเป็นผลพลอยได้จากโรงไฟฟ้าพลังงานชีวมวล เป็นมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม จากการศึกษาผลของการแทนที่ดินลูกรังด้วยทราย พบการเปลี่ยนแปลงของความหนาแน่น การดูดซึมน้ำ และกำลังอัดที่ไม่ชัดเจน โดยเฉพาะกำลังอัดมีค่าเท่ากับ 22.6 23.5 21.3 และ 16.8 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร สำหรับอัตราส่วนผสมของ ดิน : เถ้า : ทราย : ปูน เท่ากับ 6:0:0:1 5:0:1:1 4:0:2:1 และ 3:0:3:1 โดยน้ำหนักตามลำดับ สำหรับการศึกษาการเพิ่มปริมาณปูนซีเมนต์ พบว่า ความหนาแน่น การดูดซึมน้ำ และโดยเฉพาะกำลังอัดมีค่าสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณ ปูนซีเมนต์ที่เพิ่มขึ้น ทั้งนี้ เนื่องจากปูนซีเมนต์เป็นวัสดุที่สามารถเชื่อมประสานระหว่างกัน และระหว่างมวลรวมทั้งหมด จากปฏิกิริยาไฮเดรชันของปูนซีเมนต์การเพิ่มปริมาณของปูนซีเมนต์ จึงเป็นการเพิ่มการเชื่อมกันของวัสดุผสมทั้งหมด ส่งผลโดยตรงต่อความแข็งแรงของอิฐบล็อก แต่การเพิ่มปริมาณของปูนซีเมนต์จะมีผลโดยตรงต่อราคาต่อก้อนของอิฐบล็อก เนื่องจากปูนซีเมนต์ มีราคาสูงเมื่อเทียบกับวัสดุผสมอื่น (ดินลูกรัง ทราย และเถ้าไม้ยางพารา) สำหรับการศึกษาผลของการแทนที่ดินลูกรังด้วยเถ้าไม้ยางพารา พบว่า ปริมาณเถ้าไม้ยางพารา ทำเพิ่มขึ้นมีผลโดยตรงต่อความหนาแน่น การดูดซึมน้ำ และกำลังอัด เนื่องจากขนาดอนุภาค ลักษณะ ทางกายภาพ และโครงการสร้างเคมีของวัสดุทั้งสองแตกต่างกัน เถ้าไม้ยางพารา มีความพรุน มีพื้นที่ผิวมากทำให้สามารถกักเก็บน้ำได้สูง [9] ทำให้ปริมาณการเติมเถ้าไม้ยางพารามากขึ้นทำให้ความหนาแน่นของอิฐบล็อกมีค่าลดลง การดูดซึมน้ำเพิ่มขึ้น สำหรับค่ากำลังอัดถึงแม้มีการใช้ปริมาณของปูนซีเมนต์คงที่และเถ้าไม้ยางพาราเป็นวัสดุ ปอซโซลาน แต่เนื่องจากปริมาณที่ใช้มีค่ามากจึงลดความสามารถของปูนซีเมนต์ที่จะเชื่อมวัสดุ ผสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทั้งหมด ทำให้กำลังอัดมีค่าลดลง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยสมบัติทางกายภาพและสมบัติ ทางกลของอิฐที่มีส่วนผสมของเถ้าไม้ยางพารา [9] และเมื่อพิจารณาตามมาตรฐาน มอก. 57-2533 และ 58-2533 ประกอบกับความเหมาะสม ของราคาอิฐบล็อก พบว่า อิฐบล็อกที่มีส่วนผสมของดิน : เถ้า : ทราย : ปูน เท่ากับ 3:2:1:1 มีความเหมาะสมสำหรับการใช้งานเป็นอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก

งานวิจัยการใช้พลาสติกในคอนกรีตเพื่อปรับปรุงคุณสมบัติ ถุงพลาสติกที่ใช้กันทั่วไปสำหรับการบรรจุการถือผักเนื้อสัตว์ ฯลฯ สร้างปัญหาสิ่งแวดล้อมที่ร้ายแรง ถุงพลาสติกมีอายุการใช้งานยาวนานกว่า 1,000 ปีเนื่องจากถุงพลาสติกมีอายุการใช้งานนานกว่าจำนวนถุงพลาสติกที่เพิ่มขึ้นในแต่ละปี การทิ้งถุงพลาสติกในปริมาณมากอาจก่อให้เกิดมลพิษทางบกทางน้ำและทางอากาศ [10] คอนกรีตที่นำเสนอซึ่งทำขึ้นโดยการเพิ่มพลาสติกลงในคอนกรีตอาจช่วยนำถุงพลาสติกกลับมาใช้ใหม่เป็นหนึ่งในวัสดุคอนกรีตของส่วนประกอบเพื่อปรับปรุงคุณสมบัติบางอย่างของคอนกรีต คุณสมบัติของคอนกรีตที่มีเปอร์เซ็นต์พลาสติกแตกต่างกันนั้นได้ทำการทดสอบความต้านทานแรงอัดและแรงดึงแบบแยกและแสดงให้เห็นว่าการปรับปรุงกำลังรับแรงดึงของคอนกรีตสามารถทำได้โดยการแนะนำถุงพลาสติกที่ถูกตัด

ตารางที่ 2.2 คุณสมบัติของปูนซีเมนต์

Physical Properties	Test Results	Requirement as per IS 8112-1989
Standard Consistency	28.7 %	-
Initial Setting Time	43 Min.	Minimum 30 Min.
Final Setting Time	240 Min.	Maximum 600 Min.
Specific gravity	3.21	-
Compressive strength in N/mm^2 after 3 days	30.5	
Compressive strength in N/mm^2 after 7 days	37.5	
Compressive strength in N/mm^2 after 28 days	47	

หมายเหตุ. จากงานวิจัย USE OF PLASTIC IN A CONCRETE TO IMPROVE ITS PROPERTIES .

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 คุณสมบัติของ Fine Aggregate

Physical Properties	Test Results
Specific gravity	2.65
Fineness Modulus	2.8
Water Absorption	0.65%
Bulk Density (N/m^3)	
Free Moisture Content	0.2%

หมายเหตุ. จากงานวิจัย USE OF PLASTIC IN A CONCRETE TO IMPROVE ITS PROPERTIES .

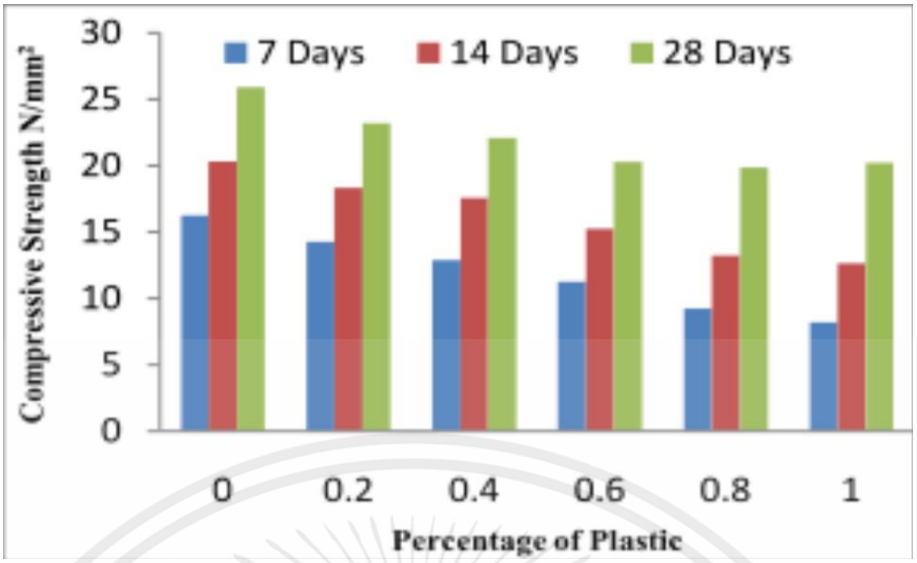
ตารางที่ 2.4 คุณสมบัติของการรวมหยาบ

Physical Properties	Test Results
Specific gravity	2.6
Fineness Modulus	2.98
Water Absorption	0.5 %
Bulk Density (N/m^3)	
Free Moisture Content %	0.1 %
Aggregate Impact Value %	12
Aggregate Crushing Value %	23

หมายเหตุ. จากงานวิจัย USE OF PLASTIC IN A CONCRETE TO IMPROVE ITS PROPERTIES .

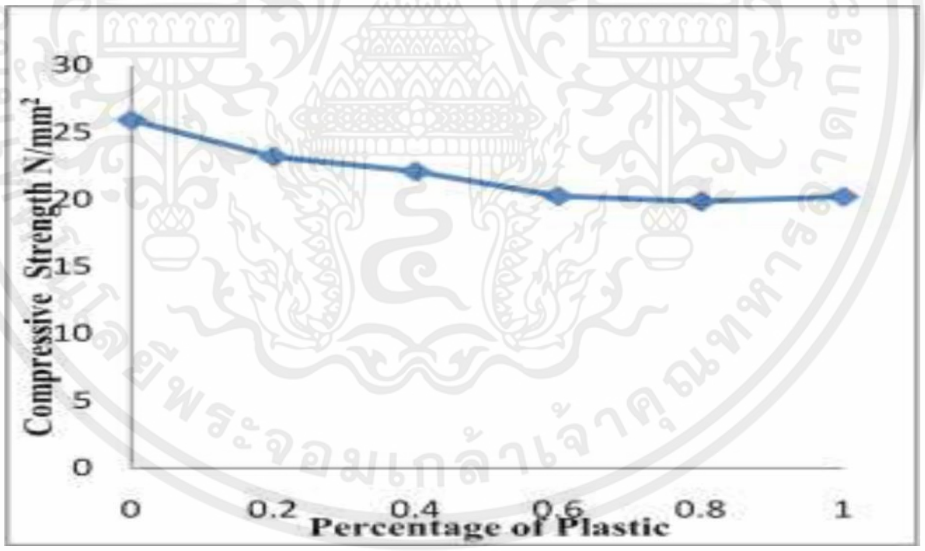
ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของ 3 วัน 7 วันและ 28 วัน ดังแสดงในรูปที่ 2.8 และรูปที่ 2.9 กำลังอัดของคอนกรีตลดลงตามเปอร์เซ็นต์พลาสติกที่เพิ่มขึ้น แต่อัตราการลดกำลังอัด ต่ำมาก การลดความแข็งแรงนี้อาจเกิดจากการลดพันธะเนื่องจากการแนะนำชิ้นส่วนพลาสติก[11]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8การเปลี่ยนแปลงของกำลังรับแรงอัด

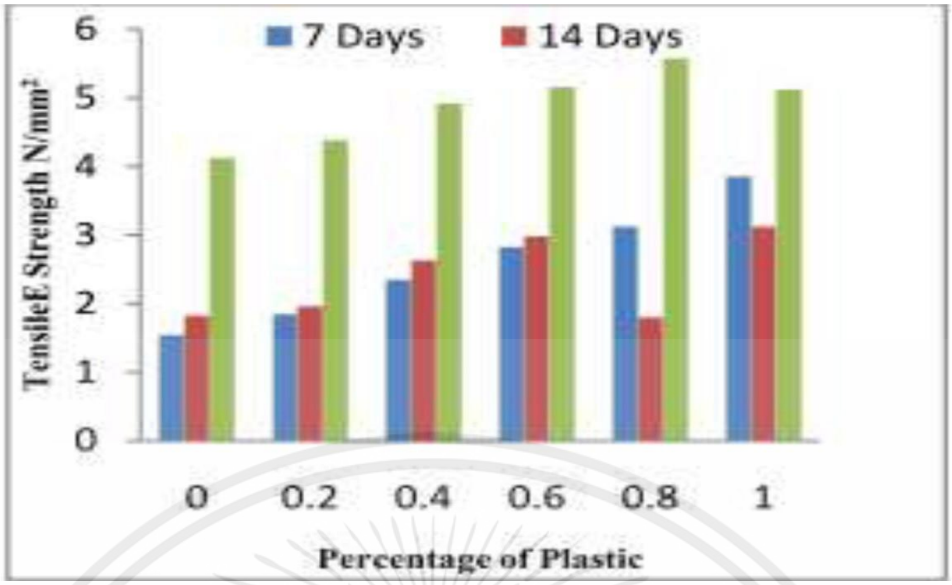
หมายเหตุ. จากงานวิจัย USE OF PLASTIC IN A CONCRETE TO IMPROVE ITS PROPERTIES .



รูปที่2.9 การเปลี่ยนแปลงของกำลังรับแรงอัด 28 วันที่มีเปอร์เซ็นต์พลาสติกต่าง ๆ

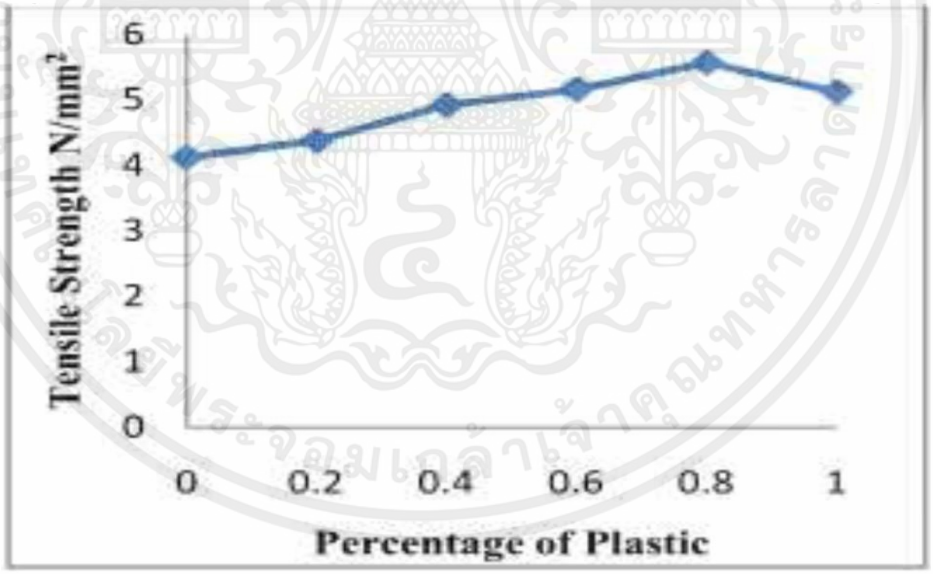
หมายเหตุ. จากงานวิจัย USE OF PLASTIC IN A CONCRETE TO IMPROVE ITS PROPERTIES .

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10 การเปลี่ยนแปลงของความต้านทานแรงดึง

หมายเหตุ. จากงานวิจัย USE OF PLASTIC IN A CONCRETE TO IMPROVE ITS PROPERTIES .



รูปที่ 2.11 การเปลี่ยนแปลงของความต้านทานแรงดึง 28 วันพร้อมเปอร์เซ็นต์พลาสติกต่างๆ

หมายเหตุ. จากงานวิจัย USE OF PLASTIC IN A CONCRETE TO IMPROVE ITS PROPERTIES .

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งานวิจัยนี้ออกแบบส่วนผสมของคอนกรีตบล็อก ประสานปูพื้นตามมาตรฐาน มอก.827-2531 เรื่อง คอนกรีตบล็อกประสานปูพื้น[12] โดยใช้อัตราส่วน ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท1: มวลรวม (ทราย ละเอียด และหินฝุ่น) เท่ากับ 1: 3 โดยน้ำหนัก กำหนดให้อัตราส่วนทรายละเอียดต่อหินฝุ่น เท่ากับ 0.67 โดยน้ำหนัก และอัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์ (W/C) เท่ากับ 0.5 โดยน้ำหนัก จากนั้นแทนที่มวลรวมด้วยเศษ ขวดพลาสติกสี (ฝาขวด ขวด และฉลากฟิล์มหด) เพิ่มขึ้น ร้อยละ 5 ของน้ำหนักมวลรวมต่ออัตราส่วน เริ่มตั้งแต่ไม่ มีส่วนผสมของเศษขวดพลาสติกสี (อัตราส่วน PET0) มี การแทนที่เศษขวดพลาสติกสีร้อยละ 5 (อัตราส่วน PET5) มีการแทนที่เศษขวดพลาสติกสีร้อยละ 10 (อัตราส่วน PET10) มีการแทนที่เศษขวดพลาสติกสีร้อย ละ 15 (อัตราส่วน PET15) จนกระทั่งมีการแทนที่เศษ ขวดพลาสติกสีร้อยละ 20 (อัตราส่วน PET20) ซึ่งเป็น ปริมาณเศษขวดพลาสติกสีที่ไม่สามารถขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ ได้ รวมทั้งสิ้น 5 อัตราส่วน

ตารางที่ 2.5 ออกแบบส่วนผสมของคอนกรีตบล็อกประสานปูพื้น

อัตราส่วน	ปูน	ทราย	หินฝุ่น	พลาสติกสี	น้ำ
PET0	1	1.2	1.8	0	0.5
PET5	1	1.14	1.71	0.15	0.5
PET10	1	1.08	1.62	0.3	0.5
PET15	1	1.02	1.53	0.45	0.5
PET20	1	0.96	1.44	0.6	0.5

หมายเหตุ. จากงานวิจัยวารสารวิศวกรรมศาสตร์ ราชมงคลธัญบุรี ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

จากงานวิจัยที่ศึกษาเป็นการศึกษาปริมาณร้อยละของอัตราส่วนพอลิเอทิลีนเทเรฟทาเลต (PET) ที่เหมาะสม สำหรับส่วนผสมคอนกรีต เพื่อทดสอบว่าปริมาณร้อยละของอัตราส่วนพอลิเอทิลีนเทเรฟทาเลต(PET) มีผลต่อสมบัติทางกายภาพ สมบัติเชิงกล และอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ของคอนกรีตดังนี้[13]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.6 ส่วนผสมคอนกรีตบล็อกเพื่อศึกษาอัตราส่วนพอลิเอทิลีนเทเรฟทาเลต (PET) ที่เหมาะสม

ส่วนผสมคอนกรีต	อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ (กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) = 0.42			
	พอลิเอทิลีนเทเรฟทาเลต (PET) ร้อยละ 0	พอลิเอทิลีนเทเรฟทาเลต (PET) ร้อยละ 5	พอลิเอทิลีนเทเรฟทาเลต (PET) ร้อยละ 10	พอลิเอทิลีนเทเรฟทาเลต (PET) ร้อยละ 15
ซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภทที่ 1	488.10	488.10	488.10	488.10
น้ำ	209.90	209.90	209.90	209.90
มวลรวมหยาบ	976.10	976.10	976.10	976.10
มวลรวมละเอียด	654.90	622.00	589.40	556.60
พอลิเอทิลีนเทเรฟทาเลต (PET)	0.00	8.80	17.60	26.40

หมายเหตุ. จาก “On the mechanical properties of concrete containing waste PET particles,” โดย E. Rahmani, M. Dehestani, M.H.A. Beygi, H. Allahyari, I.M. Nikbin, 12 July 2013, Elsevier Publishing company, 1302-1308.

ตารางที่ 2.6 (ต่อ)

ส่วนผสมคอนกรีตบล็อกเพื่อศึกษาอัตราส่วนพอลิเอทิลีนเทเรฟทาเลต (PET) ที่เหมาะสม

ส่วนผสมคอนกรีต	อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ (กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) = 0.54			
	พอลิเอทิลีนเทเรฟทาเลต (PET) ร้อยละ 0	พอลิเอทิลีนเทเรฟทาเลต (PET) ร้อยละ 5	พอลิเอทิลีนเทเรฟทาเลต (PET) ร้อยละ 10	พอลิเอทิลีนเทเรฟทาเลต (PET) ร้อยละ 15
ซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภทที่ 1	379.60	379.60	379.60	379.60
น้ำ	210.20	210.20	210.20	210.20
มวลรวมหยาบ	976.10	976.10	976.10	976.10
มวลรวมละเอียด	745.90	706.60	671.30	634.00
พอลิเอทิลีนเทเรฟทาเลต (PET)	0.00	10.00	20.00	30.00

หมายเหตุ. จาก “On the mechanical properties of concrete containing waste PET particles,” โดย E. Rahmani, M. Dehestani, M.H.A. Beygi, H. Allahyari, I.M. Nikbin, 12 July 2013, Elsevier Publishing company, 1302-1308.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 2.7 จากการศึกษามีการหล่อคอนกรีตทรงกระบอกขนาดกว้าง 15 เซนติเมตร ยาว 30 เซนติเมตร สำหรับการทดสอบกำลังรับแรงอัด หล่อคอนกรีตขนาดกว้าง 50 เซนติเมตร ยาว 50 เซนติเมตร สูง 10 เซนติเมตร สำหรับการทดสอบโมดูลัสยืดหยุ่น และหล่อคอนกรีตขนาดกว้าง 10 เซนติเมตร ยาว 10 เซนติเมตร สูง 10 เซนติเมตร สำหรับการทดสอบการแผ่รังสี เมื่อมีการเพิ่มปริมาณพลาสติก PET และอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์เพิ่มขึ้น[13] จะทำให้ความสามารถในการเท กำลังรับ แรงอัด โมดูลัสยืดหยุ่น แรงดึง และความเปราะบางลดลง

บทความวิจัยนี้ คือ เพื่อศึกษาผลกระทบของ วิธีการบ่มปริซึมและอัตราส่วนความสูงต่อความหนาของ ปริซึมต่อกำลังอัดของปริซึมบล็อกประสาน โดยวิธีบ่มปริซึม มี 6 กรณี คือ บ่มในร่ม 7, 14, 28 วัน และบ่มชื้น 7, 14, 28 วัน และอัตราส่วนความสูงต่อความหนาของปริซึมมี 5 ค่า คือ 1.6, 2.4, 3.2, 4.0 และ 4.8 การทดสอบกำลังอัดปริซึมบล็อก ประสาน ทดสอบตามมาตรฐาน ASTM C 1314-02a จากผล การทดสอบพบว่า วิธีการบ่มปริซึมมีผลต่อกำลังอัดของปริซึม อย่างชัดเจน อย่างไรก็ตาม การบ่มในร่มกลับมีแนวโน้มให้ กำลังอัดที่สูงกว่าการบ่มชื้นที่ทุกอายุการบ่ม การเพิ่มขึ้นของ อัตราส่วนความสูงต่อความหนาของปริซึมมีผลให้กำลังอัด ของปริซึมลดลงแบบไม่เชิงเส้น และมาตรฐานต่างๆ ซึ่งเป็น มาตรฐานสำหรับวัสดุก่อแบบดั้งเดิมไม่สามารถประยุกต์ใช้ได้ โดยตรงกับวัสดุก่อบล็อกประสาน

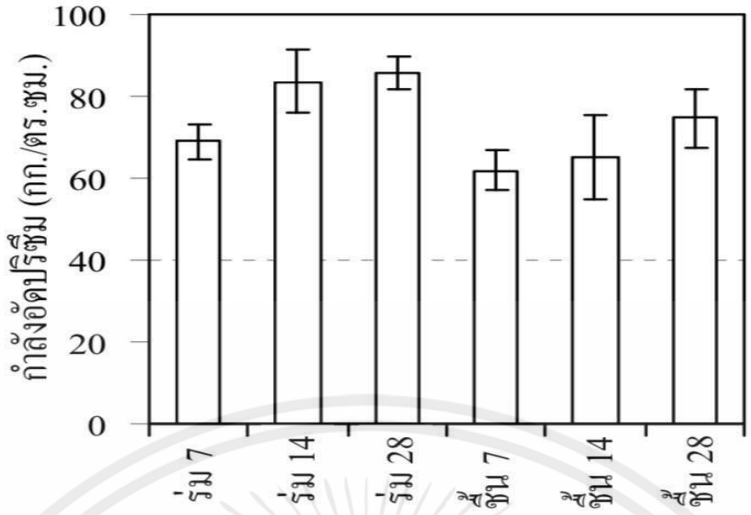
ผลการทดสอบกำลังอัดของปริซึมที่บ่มแบบต่างๆ พร้อมด้วย กำลังอัดของก้อนบล็อกและปูนก่อแสดง ผลกระทบของวิธีการบ่มปริซึมต่อกำลังอัดของปริซึมแสดง ใน รูปที่ 2.7 จากผลการทดสอบพบว่า กำลังอัดเฉลี่ยของปริซึมที่บ่มใน ร่ม 7, 14, 28 วัน และบ่มชื้น 7, 14, 28 วัน มีค่าเท่ากับ 69.0, 83.6, 85.7, 62.0, 65.3 และ 74.6 กก./ตร.ซม. ตามลำดับ วิธีการ บ่มปริซึมมีผลต่อกำลังอัดของปริซึมชัดเจน อย่างไรก็ตามการ บ่มในร่มกลับมีแนวโน้มให้กำลังอัดที่สูงกว่าการบ่มชื้นที่ทุก อายุการบ่ม ทั้งนี้อาจเนื่องจากผลของความชื้นทำให้กำลังอัด ลดลง ซึ่งสังเกตเห็นได้หลังจากการทดสอบโดยบล็อกจาก ตัวอย่างปริซึมที่บ่มชื้นจะยังคงมีความชื้นสูง ทั้งนี้ปริซึมที่บ่ม ในร่ม 7, 14 และ 28 วัน มีกำลังอัดสูงกว่าปริซึมที่บ่มชื้น 7, 14 และ 28 วัน ประมาณร้อยละ 11, 28 และ 15 ตามลำดับ และปริซึมที่บ่มในร่ม 14 และ 28 วัน มีกำลังอัดสูงกว่าที่บ่มในร่ม 7 วัน ประมาณร้อยละ 21 และ 24 ตามลำดับ

ตารางที่ 2.7 ผลการทดสอบผลกระทบของวิธีการบ่ม

การบ่ม (วัน)	กำลังอัด กก./ตร.ซม.		
	บล็อก	ปูนก่อ	ปริซึม
ร่ม 7	90.2(5.7)	204.6(6.7)	69.0(4.4)
ร่ม 14	100.4(2.3)	349.2(23.3)	83.6(7.7)
ร่ม 28	106.7(5.5)	384.4(20.0)	85.7(4.2)
ชื้น7	90.2(5.7)	240.6(6.7)	62.0(5.0)
ชื้น14	100.4(2.3)	349.2(23.3)	65.3(10.4)
ชื้น28	106.7(5.5)	384.4(20.0)	74.6(7.2)

หมายเหตุ ตัวเลขในวงเล็บคือค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.12 ผลกระทบของวิธีการบ่มต่อกำลังอัดปริซึม

หมายเหตุ. จาก “อิทธิพลของชนิดปริซึมต่อการประเมิน กำลังอัดของวัสดุก่อบล็อกประสาน”, วิศวกรรมสารฉบับวิจัยและพัฒนา ปีที่ 22 ฉบับที่ 3 พ.ศ. 2554,

ตารางที่ 2.8 ค่าปรับแก้ของกำลังอัดปริซึมเนื่องจากวิธีการบ่ม ตามผลการทดสอบ

การบ่ม	บ่มร่ม (วัน)			บ่มชื้น (วัน)		
	7	14	28	7	14	28
ค่าปรับแก้	1.08	0.89	0.87	1.20	1.14	1.00

การทดสอบกำลังอัดของปริซึม มาตรฐานต่างๆ มักจะ กำหนดให้ทำการบ่มชื้น และทำการทดสอบที่อายุ 28 วัน จาก ผลการทดสอบจึงอาจประมาณค่าปรับแก้เนื่องจากวิธีการบ่มและอายุของปริซึมได้ โดยใช้กำลังอัดของปริซึมบ่มชื้น 28 วัน เป็นค่าอ้างอิง ค่าปรับแก้ที่ได้ดังแสดงในตารางที่ 2.9

ผลกระทบของอัตราส่วนความสูงต่อความหนา

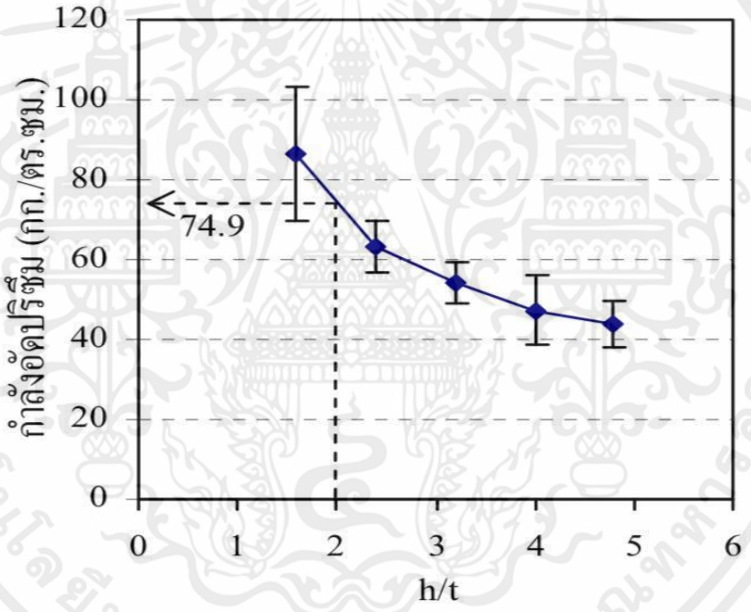
ผลการทดสอบกำลังอัดของปริซึมที่มี h/t แตกต่างกัน พร้อม ด้วยกำลังอัดของก้อนบล็อกและปูนก่อแสดงในตารางที่ 2.7 และความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอัดของปริซึมกับอัตราส่วน h/t แสดงในรูปที่ 2.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.9 ผลการทดสอบผลกระทบของ h/t

h/t	กำลังอัด กก./ตร.ซม.		
	บล็อก	ปูนก่อ	ปริซึม
1.6	93.4(8.3)	423.0(31.0)	86.5
2.4			63.2
3.2			54.2
4.0			47.2
4.8			44.0

หมายเหตุ: ตัวเลขในวงเล็บคือค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน



รูปที่ 2.13 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอัดกับอัตราส่วน h/t ของปริซึม

หมายเหตุ. จาก “กำลังอัดและพฤติกรรมของวัสดุก่อบล็อก ประสานภายใต้แรงเยื้องศูนย์”, วิศวกรรมสารฉบับวิจัยและ พัฒนา, ปีที่ 21, ฉบับที่ 2, 2553,

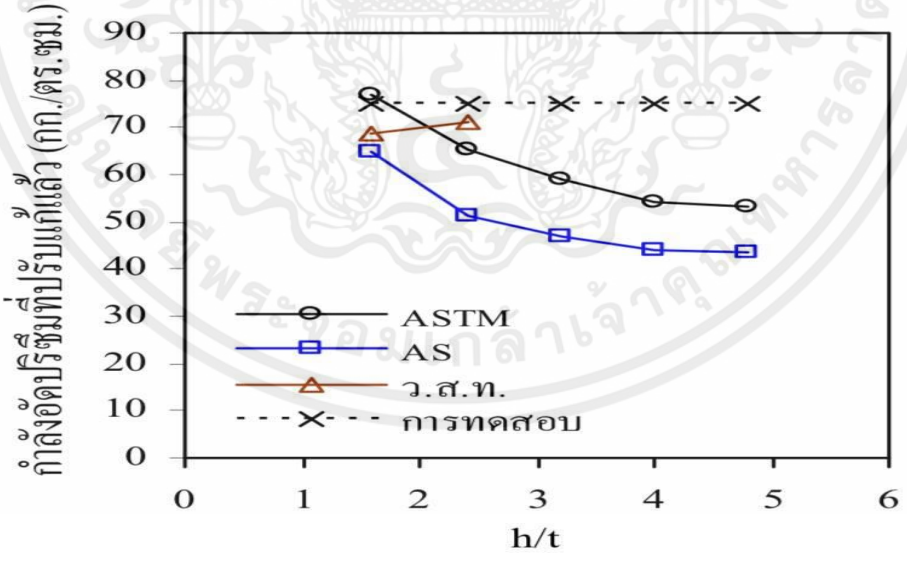
จากผลการทดสอบพบว่า ปริซึมที่มีอัตราส่วน h/t เท่ากับ 1.6, 2.4, 3.2, 4.0 และ 4.8 มีกำลังอัดเฉลี่ยเท่ากับ 86.5, 63.2, 54.2, 47.2 และ 44.0 กก./ตร.ซม. ตามลำดับ ซึ่งลดลงแบบไม่เชิงเส้นตามการเพิ่มขึ้นของค่า h/t หรือความชะลูด โดยมีอัตรา การลดลงน้อยลงเรื่อยๆ มาตรฐานต่างๆ เช่น ASTM C1314-02a [6], AS 37002001 Appendix C [15] และ ว.ส.ท. 1005-18 [16] ซึ่งเป็นมาตรฐานสำหรับวัสดุก่อแบบดั้งเดิมได้ให้ค่าปรับแก้สำหรับ ค่า h/t ต่างๆ โดยกำลังอัดของปริซึมจริงให้ถือว่าเท่ากับกำลัง อัดที่ได้จากการทดสอบคูณด้วยค่าปรับแก้ โดยมาตรฐานส่วน ใหญ่มักกำหนดให้ค่าปรับแก้เท่ากับ 1.00 ถ้า h/t = 2.0 ดังนั้น เพื่อประมาณค่าปรับแก้สำหรับวัสดุก่อบล็อกประสาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามผล การทดสอบ กำลังอัดของปริซึมที่ค่า h/t = 2.0 ถูกประมาณ โดยวิธีเฉลี่ยโดยตรงซึ่งพบว่ามีค่าเท่ากับ 74.9 กก./ตร.ซม. ดัง แสดงในรูปที่ 2.8 ค่านี้ถูกใช้ในการคำนวณค่าปรับแก้ซึ่งได้ค่า ดัง แสดงในตารางที่ 2.8 และเพื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานสำหรับวัสดุก่อแบบ ดั้งเดิม ค่ากำลังอัดจากผลการทดสอบถูกปรับแก้ด้วยค่า ปรับแก้ที่ให้โดยมาตรฐานเหล่านั้นและด้วยค่าปรับแก้ที่ได้ จากการทดสอบ (ตารางที่ 2.8) ผลการเปรียบเทียบค่าที่ปรับแก้ แล้วดังแสดงในรูปที่ 2.8 ซึ่งพบว่ามาตรฐานสำหรับวัสดุก่อแบบ ดั้งเดิมให้ค่าส่วนใหญ่ต่ำกว่าที่ควรจะเป็น (underestimated) หรือให้ค่าที่มีความปลอดภัยสูง (conservative) เมื่อ เปรียบเทียบกับมาตรฐาน ASTM C1314-02a [14] ซึ่งเป็นมาตรฐานหลักที่ใช้อ้างอิงในการศึกษานี้พบว่า ที่ค่า h/t น้อย กว่า 2 ค่ากำลังอัดที่ปรับแก้แล้วมีค่าใกล้เคียงกัน แต่เมื่อ h/t มี ค่าเท่ากับ 2.4 ถึง 4.8 ค่ากำลังอัดมีค่าแตกต่างกันประมาณร้อย ละ 13 ถึง 29 เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐาน AS 3700-2001 Appendix C [15] พบว่า ค่ากำลังอัดมีค่าแตกต่างกันที่ทุกค่า h/t โดยมีร้อยละความแตกต่างโดยประมาณตั้งแต่ 13 ถึง 42 และ เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐาน ว.ส.ท. 1005-18 [16] พบว่าค่า กำลังอัดมีค่าใกล้เคียงกัน แต่อย่างไรก็ตามมาตรฐานไม่ได้ให้ ค่าปรับแก้สำหรับปริซึมที่มีค่า h/t มากกว่า 3

ตารางที่ 2.10 ค่าปรับแก้ของกำลังอัดปริซึมเนื่องจากอัตราส่วน h/t ตามผลการทดสอบ

h/t	1.6	2.0	2.4	3.2	4.0	4.8
ค่าปรับแก้	0.86	1.00	1.18	1.38	1.58	1.70



รูปที่ 2.14 การเปรียบเทียบกำลังอัดปริซึมที่ปรับแก้แล้วตามมาตรฐานต่างๆ กับการทดสอบ ที่ h/t ต่างๆ

หมายเหตุ. จาก“อิทธิพลของชนิดปริซึมต่อการประเมิน กำลังอัดของวัสดุก่อบล็อกประสาน”, วิศวกรรมสารฉบับวิจัย และพัฒนา, ปีที่ 21, ฉบับที่ 2, 25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

งานวิจัยนี้ เป็นการวิจัยเชิงปริมาณที่เป็นการศึกษาเชิงทดลอง และเปรียบเทียบจากการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นจากเอกสาร บทความ งานวิจัย หนังสือ และข้อมูลจากสื่ออินเตอร์เน็ตที่มีความเกี่ยวข้อง เพื่อทดลองและพัฒนาคุณสมบัติของคอนกรีตบล็อกให้ดีขึ้นสำหรับสร้างหรือสัวดุตกแต่งพื้นอาคาร อาคารเพื่อลดภาระการรับน้ำหนักของโครงสร้างหลัก และศึกษาวิธีการจัดเรียงขวดพลาสติกPETที่ เหมาะสมภายในคอนกรีตบล็อก เพื่อให้เกิดความแข็งแรง ความเบา และความต้านทานความร้อนของ คอนกรีตบล็อกสำหรับใช้ในงานก่อสร้างในอนาคต มีการศึกษาดังนี้

1. เปรียบเทียบประสิทธิภาพของคอนกรีตบล็อกที่มีขวดพลาสติก PET เป็นส่วนประกอบกับอิฐมอญ และคอนกรีตบล็อกที่มีจำหน่ายในท้องตลาด
2. ศึกษาสมบัติทางกายภาพของคอนกรีตบล็อก สมบัติทางกายภาพของขวดพลาสติก PET สมบัติทางกายภาพของน้ำยางพารา สมบัติทางกายภาพของเถ้าจากไม้ยางพารา และสมบัติของคอนกรีตบล็อกที่มีจำหน่ายในห้องตลาดที่ใช้สำหรับปูพื้น

3.1 การกำหนดตัวแปร

ตัวแปรต้นที่ใช้ในการศึกษามีดังนี้

(1) ปูนซีเมนต์
(2) พลาสติก
(3) เถ้าจากไม้ยางพารา
(4) น้ำยางพารา

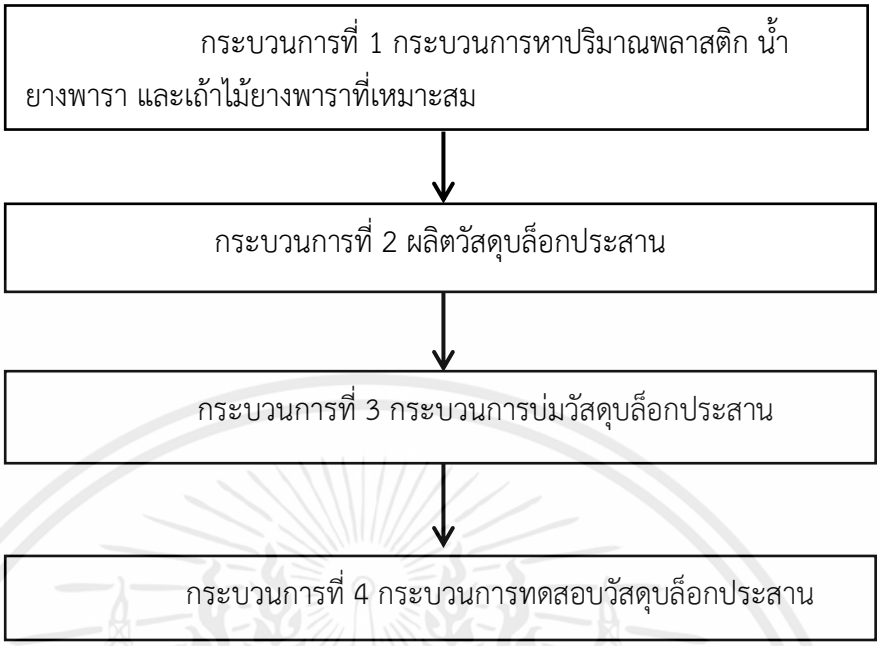
ตัวแปรตาม (ของคอนกรีตบล็อก) ที่ใช้ในการศึกษามีดังนี้

(1) ความต้านทานแรงดึงของขวดพลาสติก
(2) ลักษณะทั่วไปและความได้ฉากของวัสดุปูพื้นผสมเศษขวดพลาสติก PET เถ้าจากไม้ยางพารา และน้ำ ยางพารา
(3) การดูดซึมน้ำและความหนาแน่นแห้ง
(4) ค่ากำลังรับแรงอัด

3.2 ขั้นตอนการดำเนินการทดลอง

เมื่อผ่านขั้นตอนการดำเนินการทดลองวิจัยแล้ว เข้าสู่ขั้นตอนการดำเนินการ ทดลองวิจัย โดยมีกระบวนการหลัก 4 กระบวนการดังต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินการทดลอง 4 กระบวนการ

กระบวนการหาประมาณน้ำที่เหมาะสม

การหาปริมาณน้ำที่เหมาะสมต่อความหนาแน่นแห้งสูงสุด โดยทดสอบหาปริมาณน้ำที่เหมาะสมตามมาตรฐาน Standard Proctor Test (Optimum Water Content, O.M.E.) กำหนดการทดสอบทั้งหมด 5 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 3 ครั้ง ทดสอบปริมาณน้ำครั้งละ 3% ตั้งแต่ 3% จนถึง 15% ซึ่งมีอัตราการผลิตวัสดุบล็อกประสาน ประกอบไปด้วย

INB_1:0.6 (NO Ash) บล็อกประสานที่ไม่มีเถ้าจากไม้ยางพารา โดยมีอัตราส่วนของปูนซีเมนต์เปอร์แลนด์ต่อพลาสติก PET ที่ 1:0.6

INB_1:0.6 (Ash) 20% บล็อกประสานผสมเถ้าจากไม้ยางพารา 20% โดยมีอัตราส่วนของปูนซีเมนต์เปอร์แลนด์ต่อพลาสติก PET ที่ 1:0.6

INB_1:0.6 (Ash) 40% บล็อกประสานผสมเถ้าจากไม้ยางพารา 40% โดยมีอัตราส่วนของปูนซีเมนต์เปอร์แลนด์ต่อพลาสติก PET ที่ 1:0.6

INB_1:0.6 (Ash) 60% บล็อกประสานผสมเถ้าจากไม้ยางพารา 60% โดยมีอัตราส่วนของปูนซีเมนต์เปอร์แลนด์ต่อพลาสติก PET ที่ 1:0.6

INB_1:0.6 (Ash) 80% บล็อกประสานผสมเถ้าจากไม้ยางพารา 80% โดยมีอัตราส่วนของปูนซีเมนต์เปอร์แลนด์ต่อพลาสติก PET ที่ 1:0.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 แสดงปริมาณต่อส่วนผสมวัสดุบล็อกประสาน

ชิ้นงาน	ปูน		ขี้เถ้า		พลาสติก		น้ำยาง	
	อัตราส่วน	น้ำหนัก kg	อัตราส่วน	น้ำหนัก kg	อัตราส่วน	น้ำหนัก kg	อัตราส่วน	น้ำหนัก kg
INB_1:0.6_NO Ash	1	0.80	-	0.60	0.6	0.48	0.06	0.02
INB_1:0.6_Ash 20%	80%	0.64	20%	0.57	0.6	0.48	0.06	0.02
INB_1:0.6_Ash 40%	60%	0.48	40%	0.06	0.6	0.48	0.06	0.02
INB_1:0.6_Ash 60%	40%	0.32	60%	0.06	0.6	0.48	0.06	0.02
INB_1:0.6_Ash 80%	20%	0.16	80%	0.06	0.6	0.48	0.06	0.02

3.3 วัสดุที่ใช้ในการทดลอง

วัสดุที่ใช้ในการศึกษาหาสัดส่วนในการผสมวัสดุบล็อกปูนด้วยเศษพลาสติก น้ำยางพารา และเถ้าไม้ยางพาราในการเปรียบเทียบ

3.3.1 ปูนซีเมนต์เปอร์แลนด์ประเภทที่ 1

ปูนซีเมนต์เปอร์แลนด์ประเภท 1 ตราทีพีไอ (สีแดง) เป็นปูนซีเมนต์เปอร์แลนด์ ประเภท 1 (ORDINARY PORTLAND CEMENT TYPE 1) ผลิตขึ้นโดยให้คุณภาพของปูนซีเมนต์มีคุณสมบัติถูกต้องเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ในมาตรฐานอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์เปอร์แลนด์ มอก. 15 เล่ม 1-2555 ประเภทหนึ่ง และมาตรฐานอเมริกัน ASTM C-150 TYPE 1 ปูนซีเมนต์เปอร์แลนด์ประเภท 1 ตราทีพีไอ (สีแดง) เหมาะที่จะนำไปใช้กับงานก่อสร้างงานคอนกรีตที่ต้องการกำลังอัดสูง และงานคอนกรีตทั่วไป เช่น งานอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กทุกชนิด สะพาน ถนน สนามบิน และผลิตภัณฑ์คอนกรีตอัดแรงประเภทต่างๆ

รูปที่ 3.2 ปูนซีเมนต์เปอร์แลนด์ประเภทที่ 1
สืบค้นจาก: https://www.tpipolene.co.th/th/cement-th/structural/item/40-red

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 น้ำยางพาราแบบสำเร็จรูป

น้ำยางพาราแบบสำเร็จรูป คือวัสดุพอลิเมอร์ที่มีต้นกำเนิดจากของเหลวของพืชบางชนิด ซึ่งมีลักษณะเป็นของเหลวสีขาว คล้ายน้ำนม มีสมบัติเป็นคอลลอยด์ อนุภาคเล็ก มีตัวกลางเป็นน้ำ การนำยางธรรมชาติไปใช้งานมีอยู่ 2 รูปแบบคือ รูปแบบน้ำยาง และรูปแบบยางแห้ง ในรูปแบบน้ำยางนั้น น้ำยางสดจะถูกนำมาแยกน้ำออกเพื่อเพิ่มความเข้มข้นของเนื้อยางขั้นตอนหนึ่งก่อนด้วยวิธีการต่าง ๆ แต่ที่นิยมใช้ในอุตหสาหกรรมคือการใช้เครื่องเซนตริฟิวส์

รูปที่ 3.3 น้ำยางพาราสำเร็จรูป
สืบค้นจาก: http://kentoncolor.lnwshop.com/category/8

3.3.3 น้ำสะอาด

น้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติที่ผ่านกระบวนการทำให้สะอาดหลายกระบวนการ ตั้งแต่การกำจัดวัตถุหรืออนุภาคที่มีขนาดใหญ่ การปรับปรุงคุณภาพน้ำและการตกตะกอน (Flocculation) ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำ กำจัดตะกอนและอนุภาคสิ่งสกปรกที่มีขนาดเล็ก กระบวนการฆ่าเชื้อโรค (Chlorination) โดยการเติมคลอรีนในอัตราส่วนที่เหมาะสม แต่ไม่เป็นอันตรายต่อร่างกายและผ่านกระบวนการตรวจสอบและควบคุมคุณภาพน้ำ เพื่อให้ได้น้ำที่ใสสะอาดและปลอดภัย ใช้เป็นตัวทำละลายซึ่งช่วยในการผสานส่วนผสมเข้าด้วยกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.4 น้ำสะอาด
สืบค้นจาก: https://www.thaihealth.or.th/Content/51486-

3.3.4 เถ้าจากไม้ยางพารา

เถ้าไม้ยางพารา (para-wood ash) เป็นผลิตภัณฑ์พลอยได้จากการเผาเศษไม้ ปีกไม้ และขี้เลื่อยไม้ยางพาราที่เหลือทิ้งจากโรงเลื่อย โรงงานเฟอร์นิเจอร์ โดยทำการเผาที่ อุณหภูมิสูง (1,000 องศาเซลเซียส) เพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้า เถ้าจาก การเผาที่เกิดขึ้นเรียกว่า “เถ้าลอย (fly ash)” ซึ่งเกิดจากกระบวนการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ และมีปริมาณสูงถึงร้อยละ 80-85 ของเถ้าที่เกิดขึ้นทั้งหมด เถ้าชนิดนี้มีน้ำหนักเบาและมี ขนาดเล็กประมาณ 1-200 ไมโครเมตร มีองค์ประกอบหลักทางเคมีคล้ายกับปูนซีเมนต์ คือ ซิลิกอนออกไซด์ อลูมิเนียมออกไซด์ เฟอร์ริกออกไซด์ และแคลเซียมออกไซด์ หากนำมาผสมกับปูนซีเมนต์และน้ำจะ เกิดปฏิกิริยาเคมีทำให้เกิดคุณสมบัติในการช่วยเพิ่มการเชื่อมประสาน ทำให้อิฐมีความแข็งแรงมากขึ้น

รูปที่ 3.5 เถ้าจากไม้ยางพารา

สืบค้นจาก: http://rubber.oie.go.th/file/10_

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.5 พลาสติกบดละเอียด

พลาสติกที่มาจากขวด PET เหลือทิ้งตามทรัพยากรธรรมชาติ พลาสติก PET ที่ผ่านการบดละเอียดแล้ว สามารถนำไปใช้สำหรับการผลิตชิ้นงานได้

รูปที่ 3.6 พลาสติกบดละเอียด

3.4 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

3.4.1 เครื่องชั่งน้ำหนักระบบดิจิตอล Professional Digital Table Top Scale 500gx0.01g

เป็นเครื่องมือใช้สำหรับชั่งน้ำหนักของวัตถุหรือสิ่งของต่างๆ ซึ่งมีคุณสมบัติชั่งน้ำหนักได้สูงสุด 500G ความละเอียดทศนิยมสองตำแหน่ง หรือ 0.01G หน่วยวัดน้ำหนัก 6 หน่วย คือ G, Oz, Ct, Gn, Ozt, Dwt จอแสดงผล Led พร้อมไฟ Blue Backlight มีระบบป้องก้นการชั่งน้ำหนักเกิน “Overload Protective System” น้ำหนักเครื่อง 220 กรัม ปิดเครื่องอัตโนมัติ ขนาดเครื่องCm 12.5×10×1.9

รูปที่ 3.7 เครื่องชั่งน้ำหนักระบบดิจิตอล Professional Digital Table Top Scale 500gx0.01g

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 บล็อกพิมพ์หกเหลี่ยมแบน

บล็อกพิมพ์ตัวอย่างคอนกรีตบล็อกพิมพ์หกเหลี่ยมแบน มิติ 11.6 x 19.8 x 6 เซนติเมตร ใช้ในการขึ้นรูป ชิ้นทดสอบคอนกรีต

รูปที่ 3.8 บล็อกพิมพ์แบบหกเหลี่ยมแบน มิติ 11.6 x 19.8 x 6 เซนติเมตร

3.4.3 กะละมัง

ภาชนะพลาสติกรูปร่างคล้ายอ่างเป็นวงกลมขนาดใหญ่และลึก ใช้สำหรับผสมส่วนผสมสำหรับทำชิ้นทดสอบคอนกรีตบล็อก

รูปที่ 3.9 กะละมังผสมส่วนประผสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.4 ไม้ตี

ทำจากไม้เนื้อแข็ง มีหลายรูปแบบหลายขนาด ทั้งรูปทรงสี่เหลี่ยม ทรงรี ผิวเรียบ บางอันจะมีการคว้านเนื้อไม้ให้เป็นร่องโค้งเรียบทำให้อัดแน่น ราบเรียบ และได้รูปทรงตามที่ต้องการ ใช้ในการบดอัด ให้ส่วนผสมคอนกรีตบล็อกอัดแน่นเต็มพื้นที่ภายในบล็อก

รูปที่ 3.10 ไม้ตีอัดส่วนผสมคอนกรีต

3.4.5 เวอร์เนียคาลิปเปอร์ (Vernier Calipers)

มีลักษณะเป็นก้ามปูที่ข้างหนึ่งติดไม้บรรทัดยาว อีกข้างติดไม้บรรทัดอันเล็กที่เลื่อนได้ ไม้บรรทัดทั้งสองมีขีดวัดที่เยื้องกันตามที่กำหนด การวัดใช้วิธีถ่างเวอร์เนียออกแล้วปรับให้ตรงกับขนาดสิ่งที่ต้องการวัด ลงสลักยึด แล้วจึงยกออกมาอ่านค่า โดยดูว่าเส้นบนไม้บรรทัดรองเส้นใดตรงกับเส้นที่อยู่บนไม้บรรทัดหลัก ให้ถือเส้นนั้นเป็นทศนิยมตัวท้ายสุดที่จะนำมาต่อกับค่าที่วัดได้จากไม้บรรทัด ใช้ในการวัดขนาดแท่งตัวอย่างคอนกรีตบล็อก

รูปที่ 3.11 เวอร์เนียคาลิปเปอร์ (Vernier Calipers)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.6 เกรียงเหล็ก

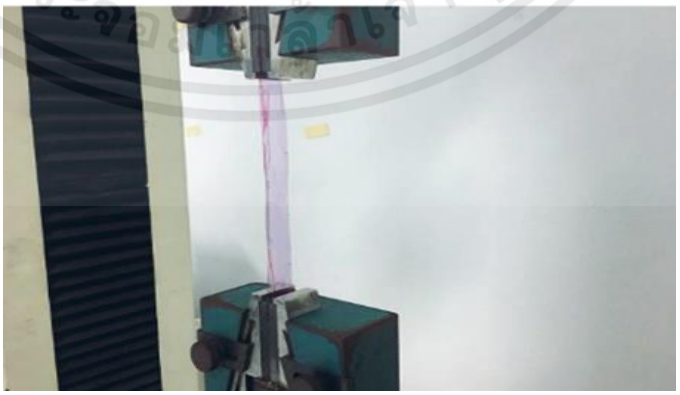
เกรียงเหล็กจะมีลักษณะเป็นสามเหลี่ยมคล้ายรูปใบโพธิ์ ใช้สำหรับก่ออิฐคอนกรีตบล็อก ใช้ผสมปูนถือปูนหรือขัดมันได้ ปลายค่อนข้างแหลมและบาง ค่อยๆหนาขึ้นทางด้านท้าย ใช้ตกแต่งตามซอกมุมแคบๆ ได้ใช้ในการผสมส่วนผสมในการทำชิ้นทดสอบและเกลี่ยผิวหน้าของคอนกรีตบล็อก

รูปที่ 3.12 เกรียงเหล็ก

3.5 เครื่องมือในการทดสอบสมบัติทางกายภาพ และสมบัติเชิงกล

3.5.1 เครื่องทดสอบแรงดึงและแรงกด แบบไฮดรอลิก ขนาดทดสอบต่ำ

เครื่องทดสอบแรงดึงและแรงกด แบบไฮดรอลิก ขนาดทดสอบต่ำ SL Series: ขนาดทดสอบ 150 ถึง 300 กิโลนิวตัน ความคลาดเคลื่อนของค่าแรง +/-0.1% เมื่อใช้งานตั้งแต่ 0.2% ถึง 100% ของขนาดทดสอบ และมีความละเอียด 1 ใน 8 ล้าน ความเร็วต่ำสุด 0.1 ไมครอนต่อนาที ความเร็วการรับส่งข้อมูล 1000 ข้อมูลต่อวินาที ฝาครอบตัวเครื่องผลิตด้วยพลาสติก ABS ใช้สำหรับวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์โดยจุดประสงค์หลักเพื่อหา "ความแข็งแรง" ของวัสดุ ซึ่งสามารถใช้กับผลิตภัณฑ์ ที่หลากหลายและไม่จำกัด ได้แก่ ยาง, พลาสติก, คอมโพซิสท์, ผ้าและเส้นใย, โลหะ, คอนกรีต



รูปที่ 3.13 เครื่องทดสอบแรงดึงและแรงกด แบบไฮดรอลิก ขนาดทดสอบต่ำ

หมายเหตุ : ถ่ายโดยคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2 เครื่องบดพลาสติกละเอียด

เครื่องโม่พลาสติกเครื่องบดพลาสติก มีมอเตอร์25แรง หน้ากว้าง 20 นิ้ว ใบมีด13ใบ ใบกลาง 9ใบ ใบข้าง4ใบกงจักรโปร่งใช้โม่ถุงโม่ขวดได้

รูปที่ 3.14 เครื่องบดพลาสติกละเอียด

หมายเหตุ : ถ่ายโดยคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

3.6 วิธีการทดลอง

3.6.1 เตรียมปูนซีเมนต์ ชั่งตามอัตราส่วนของแต่ละขนาดที่กำหนดไว้ (มีหน่วยเป็นกิโลกรัม)

รูปที่ 3.15 การชั่งอัตราส่วนปูนซีเมนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.2 นำพลาสติกบดละเอียดที่เตรียมไว้ ชั่งตามอัตราส่วนแต่ละขนาดที่กำหนดไว้ (มีหน่วยเป็นกิโลกรัม)

รูปที่ 3.16 การชั่งอัตราส่วนพลาสติกบดละเอียด

3.6.3 นำเถ้าจากไม้ยางพาราบดละเอียดที่เตรียมไว้ ชั่งตามอัตราส่วนแต่ละขนาดที่กำหนดไว้ (มีหน่วยเป็นกิโลกรัม)

รูปที่ 3.17 การชั่งเถ้าไม้ยางพาราบดละเอียด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.4 เตรียมปูนซีเมนต์ พลาสติกบด และเถ้าจากไม้ยางพารา ที่ชั่งตามอัตราส่วนเรียบร้อยแล้ว นำมาผสมให้เข้ากัน

รูปที่ 3.18 ปูนซีเมนต์ พลาสติกบดละเอียด และเถ้าจากไม้ยางพารา

3.6.5 ชั่งอัตราส่วนน้ำยางพารา ให้ได้อัตราส่วนที่ 0.06 ตามอัตราส่วนที่กำหนดไว้แต่ละขนาด

รูปที่ 3.19 การชั่งน้ำยางพารา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.6 นำน้ำยางพาราผสมน้ำที่ทำการชั่งเรียบร้อยแล้ว เทส่วนน้ำยางพาราลงในส่วนผสมของปูนซีเมนต์ พลาสติกบดละเอียด และเถ้าจากไม้ยางพารา แบ่งเทน้ำเป็น 3 ครั้ง เพื่อไม่ให้เกิดการจับตัวกันของน้ำยางพารา

รูปที่ 3.20 น้ำยางพาราผสมปูนซีเมนต์ พลาสติกบดละเอียด และเถ้าจากกไม้ยางพารา

3.6.7 คลุกเคราส่วนผสมทั้งหมดให้เข้ากัน สังเกตหากส่วนผสมเริ่มจับตัวกันพอที่จะทำการอัดไว้ จึงนำใส่บล็อกพิมพ์เพื่ออัดขึ้นรูป

รูปที่ 3.21 การคลุกเคราส่วนผสมทั้งหมดเพื่อไม่ให้จับตัวเป็นก้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.8 นำส่วนผสมอัดขึ้นรูปในบล็อกพิมพ์ โดยทำการใส่ส่วนผสมลงไปทีละน้อย ๆ เพื่อให้เกิดการอัดแน่นที่ดี

รูปที่ 3.22 การอัดส่วนผสม

3.6.9 แกะชิ้นงานที่แห้งแล้วออกจากบล็อกแม่พิมพ์ นำไปบ่มตากแห้งในที่ร่ม 28 วัน เพื่อคงประสิทธิภาพของชิ้นงาน และนำมาทดสอบทางกายภาพ

รูปที่ 3.23 คอนกรีตบล็อกที่มีขวดพลาสติก PET น้ำยางพารา และเถ้าไม้ยางพารา เป็นส่วนประกอบ

3.7 รายละเอียดวิธีการศึกษา

รายละเอียดและวิธีการศึกษา ได้ทำการศึกษาสมบัติเบื้องต้นของคอนกรีตบล็อกและสมบัติความต้านทานแรงดึง การดูดซึมน้ำ และความหนาแน่นแห้งของคอนกรีตบล็อกประสานปูพื้น โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7.1 สมบัติเบื้องต้นของคอนกรีตที่ศึกษา ประกอบไปด้วย

3.7.1.1 การทดสอบคุณสมบัติของเศษพลาสติกสีและใส ดังนี้

นำขวดพลาสติกสีและใสมาตัดเป็นชิ้น ทดสอบขนาด17×1.5 เซนติเมตรโดยใช้จำนวนชิ้นพลาสติกสีจำนวน 5 ชิ้นและชิ้นพลาสติกใสจำนวน 5 ชิ้น จากนั้นวัดหาขนาดของชิ้นพลาสติก และนำชิ้น พลาสติกมาเข้าเครื่องทดสอบความต้านทานแรงดึง ตามมาตรฐานASTM D88

(ก) ตัดชิ้นขวดพลาสติกขนาด 17x1.5 เซนติเมตร (ข) นำเข้าเครื่องทดสอบแรงดึง

รูปที่ 3.24 การทดสอบความต้านทานแรงดึงชิ้นพลาสติก

3.7.1.2 การทดสอบความต้านทานแรงอัด ตามมาตรฐานมอก. 827-2531 ดังนี้

การทดสอบผลิตภัณฑ์คอนกรีตบล็อกประสานปู พื้นผสมเศษขยะขวดพลาสติกสีตามมาตรฐานมอก. 827-2531 เรื่องคอนกรีตบล็อกประสานปูพื้น ประกอบด้วยลักษณะโดยทั่วไปที่อายุการบ่ม 28 วัน ความได้ฉากที่อายุการบ่ม 28 วันความต้านทานแรงอัด ที่อายุการบ่ม 7,14,21 และ28 วัน พร้อมทั้งมีการ ทดสอบเพิ่มเติม ได้แก่ความหนาแน่นการดูดซึมน้ำ และอุณหภูมิสะสมบนผิวหน้าด้วยเครื่องอินฟาเรด เทอร์โมมิเตอร์โดยใช้จำนวนตัวอย่างในการทดสอบ 10 ตัวอย่างต่อหนึ่งอัตราส่วนต่อการทดสอบนอกจากนี้ยัง มีการวิเคราะห์หาต้นทุนการผลิตของวัสดุปูพื้นผสม พลาสติกสีในแต่ละอัตราส่วน

รูปที่ 3.25 การทดสอบความต้านทานแรงอัด

หมายเหตุ. ภาพถ่ายโดยงานวิจัย, USE OF PLASTIC IN A CONCRETE TO IMPROVE ITS PROPERTIES

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8 สมการการทดสอบตามมารฐาน มอก. 827 –2531

3.8.1 คำนวณค่าความต้านทานแรงอัดของบล็อก เป็นเมกะพาสคัลได้

$$P = \frac{F \times C}{A}$$

P	คือ	ความต้านทานแรงอัดเป็นเมกะพาสคัล
F	คือ	แรงกดกดสูงสุดที่ชิ้นตัวอย่างทดสอบรับได้ (นิวตัน)
C	คือ	ตัวประกอบปรับค่าความต้านแรงอัด
A	คือ	พื้นที่หน้าตัดที่รับน้ำหนักกดของชิ้นตัวอย่างทดสอบ (ตารางมิลลิเมตร)

หมายเหตุ 1. ในกรณีที่คำนวณพื้นที่ผิวหน้า ที่รับแรงกดของบล็อกตัวอย่างได้ยาก อาจใช้วิธีหาพื้นที่ดังนี้ วางแผ่นพลาสติกใส ทาบบนผิวหน้าบล็อกตัวอย่าง ใช้ปากกาเขียนพลาสติกขีดตามเส้นรอบรูปของผิวหน้า แล้วนำแผ่นพลาสติกใสไปลอกลงบนกระดาษการ์ดขนาดกว้าง 100 มิลลิเมตร ยาว 200 มิลลิเมตร ด้วยกระดาษคาร์บอน หลังจากนั้นใช้กรรไกรตัดตามเส้นที่ขีดไว้อย่างประณีต แล้วนำแผ่นกระดาษการ์ดที่ได้ไปชั่ง และอ่านค่าให้ละเอียดถึง 0.01 กรัม แล้วคำนวณหาพื้นที่จากสูตร

$$A = 20000\ \mathrm{M}/\mathrm{M}_1$$

A	คือ	พื้นที่ผิวหน้าที่รับแรงกดของบล็อกตัวอย่าง เป็นตารางมิลลิเมตร
M	คือ	มวลของกระดาษการ์ด ที่แสดงพื้นที่ผิวหน้า แบบเดียวกับบล็อกตัวอย่าง เป็นกรัม
M_1	คือ	มวลของกระดาษการ์ด รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า เป็นกรัม

2. ตัวประกอบปรับค่าความต้านทานแรงอัดให้เป็นไปตามตารางที่ 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 ตัวประกอบปรับค่าความต้านทานแรงอัด

ความหนาบล็อก มิลลิเมตร	ตัวประกอบปรับค่าความต้านแรงอัด	
	ไม่มีการลบมุม	มีการลบมุม
60	1.00	1.03
80	1.12	1.18
100	1.18	1.24
120	1.21	1.27

3.8.2 สมการการดูดซึมน้ำของอิฐ

เปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำของอิฐ (%) = $\left(W_w - W_g \,/\, W_g\right) \times 100$

W_w = น้ำหนักของอิฐหลังการแช่นำ (กรัม)

W_g = น้ำหนักของอิฐที่อบแห้ง (กรัม)

จากสมการการดูดซึมน้ำการทดสอบคอนกรีตบล็อกที่มีขวดพลาสติก PET เป็นส่วนประกอบ ถ้ามีค่าการดูดซึมน้ำที่สูง จะทำให้ประสิทธิภาพคอนกรีตบล็อกที่มีขวดพลาสติก PET เป็นส่วนประกอบมากขึ้น

3.8.3 สมการความหนาแน่นแห้ง

$$D = M/V$$

D = ความหนาแน่นแห้งของชิ้นตัวอย่างทดสอบ (กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)

M = น้ำหนักอบแห้งของชิ้นตัวอย่างทดสอบ (กิโลกรัม)

V = ปริมาตรของชิ้นตัวอย่างทดสอบ (ลูกบาศก์เมตร)

จากสมการความหนาแน่นแห้ง การทดสอบคอนกรีตบล็อกที่มีขวดพลาสติก PET เป็นส่วนประกอบ ถ้ามีค่าความหนาแน่นแห้งมาก จะทำให้ประสิทธิภาพความแข็งแรงของคอนกรีต บล็อกที่มีขวดพลาสติก PET เป็นส่วนประกอบสูงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิจัยและการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาเกี่ยวกับสมบัติเชิงกายภาพสมบัติเชิงกลและสมบัติการนำความร้อนโดยพิจารณาจากการใช้ขวดพลาสติก PET เถ้าจากไม้ยางพารา น้ำยางพารา สำหรับการก่อสร้างหรือวัสดุตกแต่งพื้นอาคาร เพื่อลดภาระการรับน้ำหนักของโครงสร้างหลัก เพื่อนำไปสู่การวิเคราะห์และเปรียบเทียบสมบัติกับอิฐที่มีอยู่ในท้องตลาดผลการทดลองสมบัติของผลิตภัณฑ์วัสดุปูพื้นผสมพลาสติก เถ้าจากไม้ยางพารา และน้ำยางพาราตามมาตรฐาน มอก.827-2531 เรื่องคอนกรีตบล็อกประสานปูพื้น และอื่นๆ ซึ่งมีผลการทดลองดังต่อไปนี้

4.1 ความต้านทานแรงดึงของขวดพลาสติก

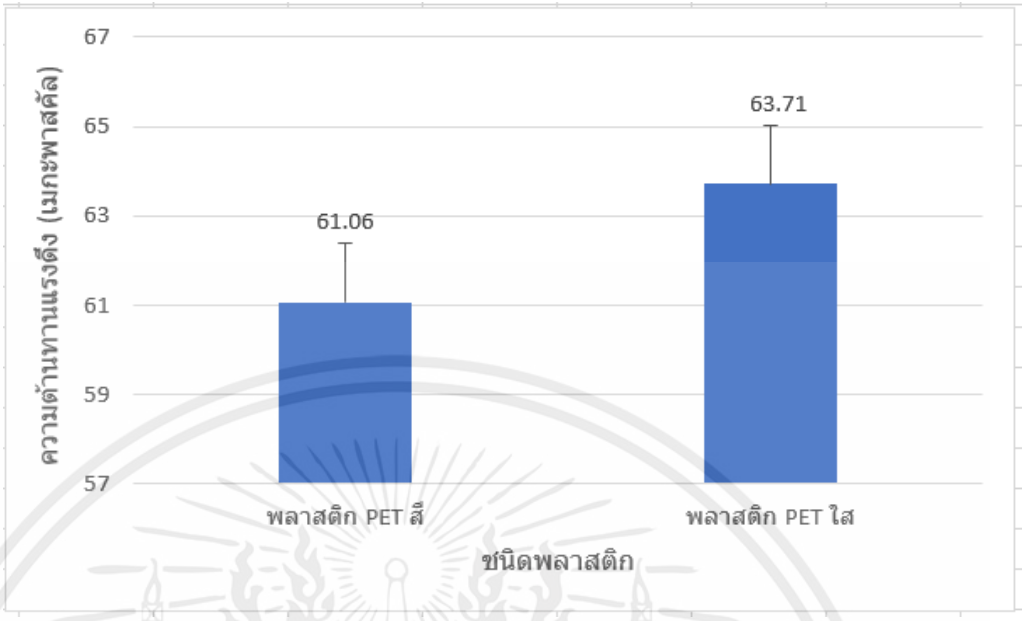
4.1.1 การทดสอบคุณสมบัติของเศษพลาสติกสีและใส

นำขวดพลาสติกสีและขวดพลาสติกใสมาตัดเป็นชิ้นทดสอบ ขนาด 17 x 1.5 เซนติเมตร โดยใช้จำนวนชิ้นพลาสติกสี จำนวน 5 ชิ้น และชิ้นพลาสติกใส จำนวน 5 ชิ้น จากนั้นวัดหาขนาดของชิ้นพลาสติก และนำชิ้นพลาสติกมาเข้าเครื่องทดสอบความต้านทานแรงดึง หรือเครื่อง UTM (รูปที่ 4.1) ตามมาตรฐาน ASTM D882

รูปที่ 4.1 การทดสอบความต้านทานแรงดึงของชิ้นพลาสติก ขนาด 17 x 1.5 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดสอบความต้านทานแรงดึงของพลาสติกสีและพลาสติกใส สามารถสรุปได้ ดังนี้



รูปที่ 4.2 ความต้านทานแรงดึงของขวดพลาสติก

จากรูปที่ 4.2 พบว่า ขวดพลาสติก PET ทั้งแบบสีและใส มีค่าความต้านทานแรงดึงที่ใกล้เคียงกัน โดยขวดพลาสติก PET แบบสี มีค่าความต้านทานแรงดึงเฉลี่ย 61.06 เมกะพาสคัล และแบบใส มีค่าความต้านทานแรงดึงเฉลี่ย 63.71 เมกะพาสคัล

4.2 ลักษณะทั่วไปและความได้ฉากของวัสดุปูพื้นผสมเศษขวดพลาสติก PET เถ้าจากไม้ยางพาราและน้ำยางพารา

4.2.1 หาความได้ฉาก

จากตารางที่ 4.1 ผลการพิจารณาลักษณะทั่วไปและความได้ฉากของวัสดุปูพื้นผสมพลาสติก PET เถ้าจากไม้ยางพารา และน้ำยางพารา และมาตรฐาน มอก. 827-2531 ที่กำหนดให้บล็อกประสานปูพื้นต้องมีเนื้อแน่น ไม่ร้าว และมีความเบี่ยงเบนของความได้ฉากไม่เกิน 2 มิลลิเมตร พบว่า วัสดุปูพื้นผสมพลาสติก อัตราส่วน INB_1:0.6_No Ash ,INB_1:0.6_Ash 20% และ INB_1:0.6_Ash 40% (ดังอัตราส่วนในตารางที่4.1) เป็นวัสดุปูพื้นที่สามารถผ่านตามมาตรฐานดังกล่าว เนื่องจากการลดปริมาณปูนซีเมนต์ลง และแทนปริมาณด้วยเถ้าจากไม้ยางพาราในขณะที่พลาสติกเท่าเดิม มีผลทำให้บล็อกปูนมมีช่องว่างมากเกินไป เนื้อไม่แน่น เป็นไปตามคุณสมบัติของเถ้าไม้ยางพารา และงานวิจัยของอาจารย์อาบีดีน ดะแซสาเมาะ และคณะ จากภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตรมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ลักษณะโดยทั่วไปและความได้ฉากของวัสดุปูพื้นผสมพลาสติก เถ้าจากไม้ยางพารา และน้ำยางพาราที่อายุการบ่ม 28 วัน

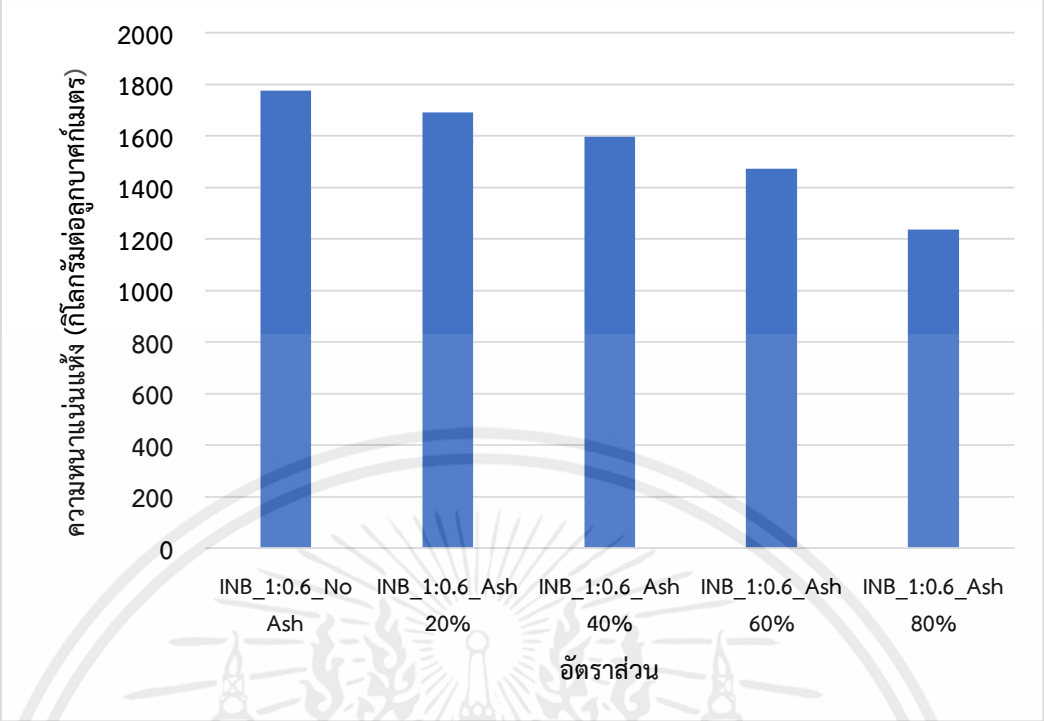
อัตราส่วน	ลักษณะทั่วไป	ความเบี่ยงเบนของความได้ฉาก (มิลลิเมตร)
INB_1:0.6_No Ash	สมบูรณ์	0.6
INB_1:0.6_Ash 20%	สมบูรณ์	1.12
INB_1:0.6_Ash 40%	สมบูรณ์และเห็นเศษพลาสติก	1.27
INB_1:0.6_Ash 60%	ขรุขระและเห็นเศษพลาสติก	1.54
INB_1:0.6_Ash 80%	บิ่นง่าย ขรุขระ และเห็นเศษพลาสติก	2.21

4.3 สมบัติทางกายภาพของวัสดุปูพื้นที่มีการใช้ขวดพลาสติก PET เถ้าจากไม้ยางพารา และน้ำยางพาราเป็นส่วนประกอบ

4.3.1 ค่าความหนาแน่นแห้ง และการดูดซึมน้ำ

ผลการศึกษาค่าความหนาแน่นแห้ง และการดูดซึมน้ำของวัสดุปูพื้นที่มีการใช้ขวดพลาสติก PET เถ้าจากไม้ยางพารา และน้ำยางพารา เป็นส่วนประกอบ ตามมาตรฐาน มอก. 827-2531 โดยใช้คอนกรีตบล็อกที่มีขนาด กว้าง 11.6 เซนติเมตร ยาว 19.8 เซนติเมตร หนา 6 เซนติเมตร หาความหนาแน่นโดยการชั่งน้ำหนักเมื่ออบที่อุณหภูมิ 110 องศา เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และหาการดูดซึมน้ำที่เวลา 30 นาที และ 24 ชั่วโมง ตามลำดับ

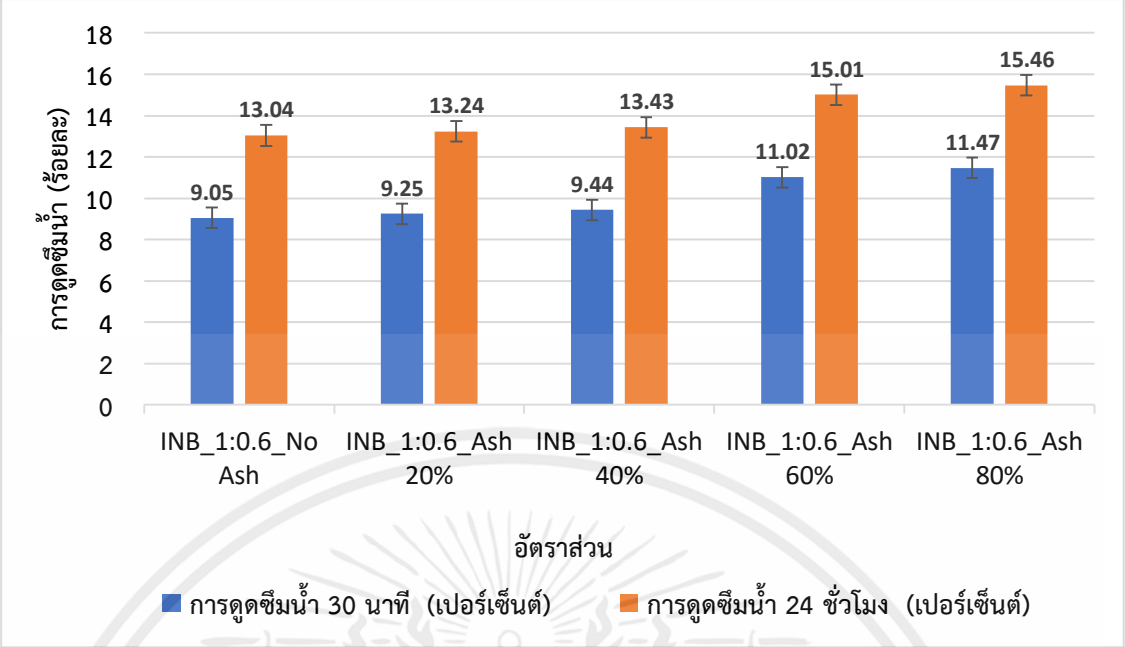
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 ความหนาแน่นแห้งของวัสดุปูพื้นผสมพลาสติกที่อายุการบ่ม 28 วัน

จากการทดสอบความหนาแน่นแห้งของวัสดุปูพื้นผสมพลาสติกในรูปที่ 4.3 พบว่า วัสดุปูพื้นที่มีส่วนผสมของพลาสติกน้อย (อัตราส่วน INB_1:0.6_No Ash) เป็นอัตราส่วนที่มีความหนาแน่นสูงสุด เท่ากับ 1,775.18 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร รองลงมาคือ วัสดุปูพื้นที่ผสมพลาสติกอัตราส่วน INB_1:0.6_Ash 20% เท่ากับ 1,691.04 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร อัตราส่วน INB_1:0.6_Ash 40% เท่ากับ 1,596.56 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร อัตราส่วน INB_1:0.6_Ash 60% เท่ากับ 1,472.86 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และอัตราส่วน INB_1:0.6_Ash 80% จะมีความหนาแน่นต่ำที่สุด เท่ากับ 1,237.77 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ซึ่งเป็นผลมาจากพลาสติกที่ผสมมีความหนาแน่นต่ำคือประมาณ 1,380 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และช่องว่างระหว่างพลาสติก และวัสดุเชื่อมประสาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 การดูดซึมน้ำของวัสดุปูพื้นผสมพลาสติก ที่อายุการบ่ม 28 วัน

จากรูปที่ 4.4 พบว่า วัสดุปูพื้นที่ผสมเถ้าจากไม้ยางพารามากจะมีการดูดซึมน้ำสูงกว่าวัสดุปูพื้นที่ไม่มีส่วนผสมของเถ้าจากไม้ยางพาราหรือผสมเถ้าจากไม้ยางพาราน้อย โดยอัตราส่วน INB_1:0.6_No Ash มีค่าการดูดซึมน้ำต่ำสุด เพิ่มขึ้นมาคือ อัตราส่วน INB_1:0.6_Ash 20% , INB_1:0.6_Ash 40% , INB_1:0.6_Ash 60% และอัตราส่วนที่มีการดูดซึมน้ำสูงสุดคือ INB_1:0.6_Ash 80% ตามลำดับ ทั้งนี้ เป็นผลมาจากพลาสติกเป็นวัสดุทึบน้ำ จะทำให้เกิดการดูดซึมน้ำลดลง แต่เถ้าจากไม้ยางพาราดูดซึมน้ำ ทำให้การดูดซึมน้ำเพิ่มขึ้น

คอนกรีตบล็อกควบคุมมีน้ำหนักมากกว่าวัสดุประสานปูพื้นที่มีพลาสติก PET ขี้เถ้าจากไม้ยางพารา และน้ำยางพาราเป็นส่วนประกอบ เฉลี่ยทั้งหมดโดยประมาณ 15.3616 กิโลกรัม ความหนาแน่นแห้งของคอนกรีตบล็อกควบคุมมีค่ามากกว่าวัสดุประสานปูพื้นที่มีพลาสติก PET เถ้าจากไม้ยางพารา และน้ำยางพารา เป็นส่วนประกอบ อัตราส่วน INB_1:0.6_No Ash ประมาณ 430.20 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ,อัตราส่วน INB_1:0.6_Ash 20% ประมาณ 514.34 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ,อัตราส่วน INB_1:0.6_Ash 40% ประมาณ 608.82 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ,อัตราส่วน INB_1:0.6_Ash 60% ประมาณ 732.52 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และอัตราส่วน INB_1:0.6_Ash 80% ประมาณ 967.61 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และการดูดซึมน้ำที่ 30 นาที และ 24 ชั่วโมง ของคอนกรีตบล็อกควบคุมมีค่าน้อยกว่าวัสดุประสานปูพื้นที่มีพลาสติก PET เถ้าจากไม้ยางพาราและน้ำยางพาราเป็นส่วนประกอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

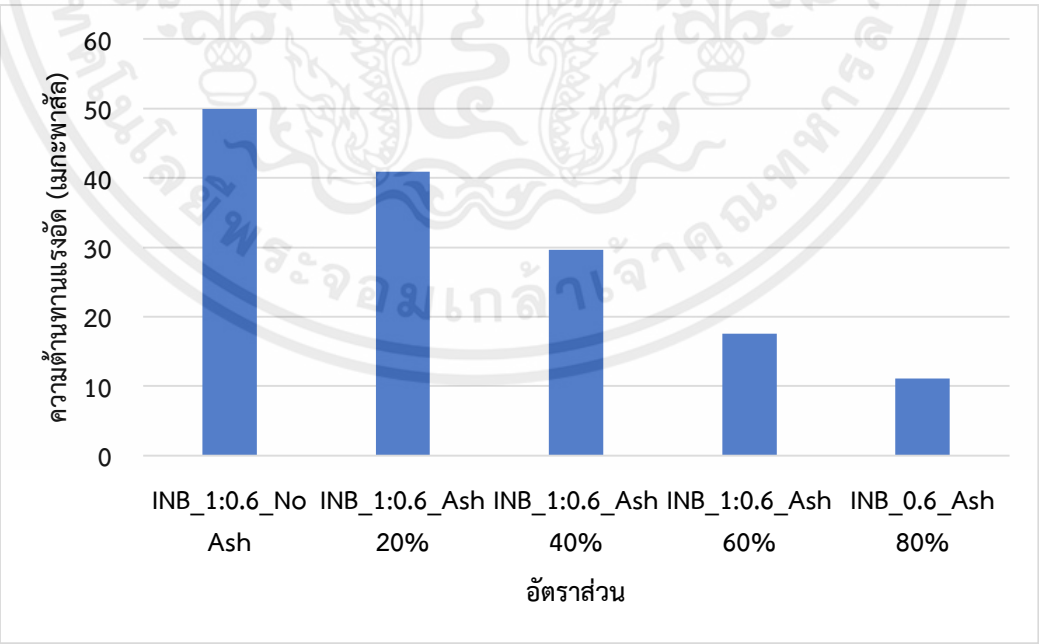
ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณการเติมเถ้าจากไม้ยางพารา มีผลต่อความหนาแน่นและการดูดซึมน้ำ เมื่ออัตราส่วนการเติมเถ้าจากไม้ยางพาราเพิ่มขึ้น ความหนาแน่นจะลดลง แต่การดูดซึมน้ำจะเพิ่มขึ้น เป็นไปตามงานวิจัยของอาจารย์อาบีดีน ดะแซสาเมาะ และคณะ จากภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

4.4 สมบัติเชิงกลของวัสดุปูพื้นที่มีการใช้ขวดพลาสติก PET เถ้าจากไม้ยางพารา และน้ำยางพารา เป็นส่วนประกอบ

4.4.1 ค่ากำลังรับแรงอัด

ผลการศึกษาค่ากำลังรับแรงอัดของวัสดุปูพื้นที่มีการใช้ขวดพลาสติก PET เถ้าจากไม้ยางพารา และน้ำยางพารา เป็นส่วนประกอบ ตามมาตรฐาน มอก. 827-2531 โดยใช้คอนกรีตบล็อกที่มีขนาด กว้าง 11.6 เซนติเมตร ยาว 19.8 เซนติเมตร หนา 6 เซนติเมตร

จากสมบัติเชิงกลของวัสดุปูพื้นที่มีการใช้ขวดพลาสติก PET เถ้าจากไม้ยางพารา และน้ำยางพารา เป็นส่วนประกอบพบว่า คอนกรีตควบคุมมีค่ากำลังรับแรงอัดมากที่สุด เมื่อเทียบกับวัสดุปูพื้นพื้นที่มีการใช้ขวดพลาสติก PET ขี้เถ้าจากไม้ยางพารา และน้ำยางพารา เป็นส่วนประกอบ เนื่องจากเถ้าจากไม้ยางพารา มีผลทำให้กำลังรับแรงอัดของวัสดุปูพื้นลดลง วัสดุปูพื้นพื้นที่มีการใช้ขวดพลาสติก PET เถ้าจากไม้ยางพารา และน้ำยางพารา เป็นส่วนประกอบ อัตราส่วน INB_1:0.6_No Ash มีค่ากำลังรับแรงอัดสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุปูพื้นรูปอัตราส่วนอื่น



รูปที่ 4.5 ความต้านทานแรงอัดของวัสดุปูพื้นผสมพลาสติก ที่อายุการบ่ม 28 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.5 แสดงผลการทดสอบการต้านทานแรงอัดของวัสดุปูพื้น พบว่า ความต้านทานแรงอัดของวัสดุปูพื้นมีแนวโน้มลดลง เมื่อมีการผสมเถ้าจากไม้ยางพารามากขึ้น โดยที่วัสดุปูพื้นที่ไม่มีส่วนผสมของเถ้าจากไม้ยางพารา (อัตราส่วน INB_1:0.6_No Ash) จะมีค่าความต้านทานแรงอัดเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 49.95 เมกะพาสคัล รองลงมาคือวัสดุปูพื้นที่ผสมเถ้าจากไม้ยางพารา อัตราส่วน INB_1:0.6_Ash 20% เท่ากับ 40.92 เมกะพาสคัล อัตราส่วน INB_1:0.6_Ash 40% เท่ากับ 29.65 เมกะพาสคัล อัตราส่วน INB_1:0.6_Ash 60% เท่ากับ 17.59 เมกะพาสคัล และอัตราส่วน INB_1:0.6_Ash 80% เป็นวัสดุปูพื้นที่มีค่าความต้านทานแรงอัดเฉลี่ยต่ำที่สุด เท่ากับ 11.10 เมกะพาสคัล ตามลำดับ

ผลการมดสอบกำลังอัดพบว่า กำลังมีค่าลดลงเมื่อร้อยละการเติมเถ้าจากไม้ยางพารามีค่าเพิ่มขึ้น เนื่องจากความพรุนและร้อยละของซิลิกอนไดออกไซด์และอะลูมิเนียมออกไซด์ของเถ้าจากไม้ยางพารามีน้อย ทำให้ลดการเกิดปฏิกิริยาปอซโซลานซึ่งเป็นปฏิกิริยาที่สร้างความแข็งแรงแก่อิฐ

เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐาน มอก.827-2531 เรื่องคอนกรีตบล็อกประสานปูพื้น พบว่า วัสดุปูพื้นที่ไม่มีส่วนผสมของเถ้าจากไม้ยางพารา (อัตราส่วน INB_1:0.6_No Ash) และวัสดุปูพื้นที่ผสมเถ้าจากไม้ยางพาราอัตราส่วน INB_1:0.6_Ash 20% มีค่าความต้านทานแรงอัด ที่อายุการบ่ม 28 วัน ผ่านตามที่มาตรฐานกำหนด หรือมีค่าความต้านทานแรงอัดเฉลี่ยเกินกว่า 40 เมกะพาสคัล และความต้านทานแรงอัดแต่ละก้อนเกินกว่า 35 เมกะพาสคัล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยทำการศึกษาเกี่ยวกับคุณสมบัติเชิงกายภาพและคุณสมบัติเชิงกลของอิฐบล็อกประสานปูพื้นที่มีส่วนผสมของปูซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ พลาสติก PET น้ำยางพารา และเถ้าจากไม้ยางพารา เทียบกับอิฐที่มีตามท้องตลาดที่มีขนาด 11.6x19.8x6 เซนติเมตร โดยมีการทดสอบความต้านทานแรงดึงของขวดพลาสติก PET ค่าความได้ฉาก ค่าความหนาแน่นแห้ง การดูดซึมน้ำ และค่ากำลังรับแรงอัด เพื่อให้มีคุณสมบัติตรงตาม มอก.827-2531 และสามารถใช้ได้จริง

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 ในการทดสอบหาความต้านแรงดึงของขวดพลาสติก PET พบว่า พลาสติก PET แบบสีและพลาสติกแบบใส มีความต้านทานแรงดึงที่ใกล้เคียงกัน คือ 61.06 เมกะพาสคัล และ63.71 เมกะพาสคัล ตามลำดับ

5.1.2 ในการทดสอบหาความได้ฉาก พบว่าค่าที่ผ่านมาตรฐาน มอก.827-2531 ต้องมีค่าความเบี่ยงเบนความได้ฉากไม่เกิน 2 มิลลิเมตร และอิฐบล็อกต้องอยู่ในสภาพที่สมบูรณ์ ไม่แตกร้าว คือ INB_1:0.6_No Ash INB_1:0.6_Ash 20% และ INB_1:0.6_Ash 40% และสามารถเห็นได้ว่าเมื่อผสมพลาสติกเพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าความเบี่ยงเบนความได้ฉากเพิ่มขึ้น เนื่องจากเกิดช่องว่าง ส่งผลให้ตัวบล็อกเกิดการพองตัวในกระบวนการขึ้นรูป

5.1.3 ในการทดสอบหาค่าความหนาแน่นแห้งและการดูดซึมน้ำ พบว่าค่าที่สอดคล้องกับมาตรฐาน มอก.827-2531 ที่สามารถนำมาใช้ได้คือ INB_1:0.6_Ash 20% มีความหนาแน่นแห้งอยู่ที่ 1691.04 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และมีการดูดซึมน้ำที่ 24 ชั่วโมง ร้อยละ 15.01 และสามารถเห็นได้ว่าอิฐที่มีอัตราส่วนของพลาสติกมากจะมีน้ำหนักเบาและมีการดูดซึมน้ำที่น้อยกว่า เนื่องจากพลาสติกมีความหนาแน่นต่ำและวัสดุทึบน้ำ

5.1.4 ในการทดสอบหาค่ากำลังรับแรงอัด พบว่าค่าที่ผ่านมาตรฐาน มอก.827-2531 ต้องมีค่าความต้านทานแรงอัดเฉลี่ยเกินกว่า 40 เมกะพาสคัล และความต้านทานแรงอัดแต่ละก้อนเกินกว่า 35 เมกะพาสคัล คือ INB_1:0.6_No Ash และ INB_1:0.6_Ash 20% มีค่ากำลังรับแรงอัดเท่ากับ 49.95 เมกะพาสคัล และ 40.92 เมกะพาสคัลตามลำดับ และสามารถเห็นได้ว่าความต้านทานแรงอัดของวัสดุปูพื้นทีแนวโน้มลดลง เมื่อมีการผสมพลาสติกสีเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากการผสมพลาสติกในอัตราส่วนที่มากจะทำให้เกิดช่องว่าง ส่งผลให้การยึดเกาะของปูนซีเมนต์สมบูรณ์

จากการทดลองทั้งหมดพบว่า อัตราส่วนที่เหมาะสมคือ อัตราส่วน INB_1:0.6_Ash 20% ที่มีส่วนผสมของปูนซีเมนต์ 0.8 ส่วน , ขี้เถ้า 0.2 ส่วน , พลาสติก 0.6 ส่วน , และน้ำยางพารา 0.06 ส่วน เนื่องจากมีคุณสมบัติครบตามมาตรฐานที่กำหนด ไม่แตก ไม่ร้าว ได้ฉาก สามารถรับแรงอัดได้ 40.92เมกะพาสคัลการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดูดซึมน้ำร้อยละ 15.01 มีความหนาแน่น 1691.04 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และเป็นวัสดุที่แข็งแรง เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และยังสามารถลดขยะพลาสติกได้

5.2 ข้อเสนอแนะในงานวิจัย

5.2.1 ผู้วิจัยใช้คอนกรีตบล็อกประสานที่มีขวดพลาสติก PET เป็นส่วนประกอบ เนื่องจากพลาสติกชนิดนี้มีการใช้กันอย่างแพร่หลายในการบรรจุเพื่อใช้บริโภคเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้พลาสติกประเภทอื่น หากในอนาคตมีการวิจัยโดยนำพลาสติกประเภทอื่นมาเป็นส่วนผสมจะสามารถพัฒนาคอนกรีตบล็อกประสานที่มีส่วนผสมของพลาสติกที่ดียิ่งขึ้นได้

5.2.2 เถ้าจากไม้ยางพาราสามารถนำมาทดแทนในอัตราส่วนของปูนซีเมนต์ได้เป็นอย่างดี แต่ถ้ามีการนำเถ้าลอยจากวัสดุประเภทอื่นมาทดลองแล้วเปรียบเทียบได้จะสามารถพัฒนาคอนกรีตบล็อกให้มีประสิทธิภาพ และลดต้นทุนของปูนซีเมนต์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] กลุ่มงานวิจัย กองจัดการขยะ ของเสียอันตรายและปฏิกูลสำนักสิ่งแวดล้อม. (2557) . รายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อมกรุงเทพมหานคร 2556 – 2557. (91-92). โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

[2] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2541). มอก. 1505-2541 ชิ้นส่วนคอนกรีตมวลเบาแบบ มีฟองอากาศ-อบไอน้ำ.

[3] มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คอนกรีตบล็อกประสานปูพื้น มอก. 827-2531 UDC 691.327 - 431:666.972:625.821

[4] คุณสมบัติต่างๆของขวดพลาสติก. (19 มีนาคม 2556). สืบค้นจาก http://www.uniontoy.com/articles/42072148/

[5] วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา ปีที่ 6 ฉบับที่ 1 เดือนมกราคม – มิถุนายน 2554 อิฐจากเถ้าไมhยางพารา

[6] จาก “น้ำยาง” สู “ผลิตภัณฑยาง” หนังสือชุดความรู ม.อ. : ยางพารา เลมที่ 2

[7] มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คอนกรีตบล็อกรับน้ำหนัก มอก. 57-2533. (2553) . สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. กรุงเทพมหานคร.

[8] มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คอนกรีตบล็อกรับน้ำหนัก มอก. 58-2533. (2553) สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. กรุงเทพมหานคร.

[9] อาบีดีน ดะแซสาเมาะ, จินดา มะมิง, โนรีสะ ราแดง และยาเซ็ง อาแว. (2554). สมบัติทางกายภาพและสมบัติทางกลของอิฐที่มีส่วนผสมของเถ้าไม้ยางพารา. วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา, 6(1),

[10] R.Lakshmi, S. Nagan, “Utilization of waste E plastic particles in cementitious mixtures” Journal of Structural Engineering,Vol.38, No. 1, April – May 2011, pp. 2635 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[11] P.Muthupriya, K. Subramanian, B.G. Vishuram, “Experimental investigation on high performance reinforced concrete column with silica fume and fly ash as admixtures” Journal of Structural Engineering,Vol.38, No. 1, April – May 2011, pp. 4659

[12] Thai Industrial Standards Institute (TISI). Thai industrial standard no.827-1988: interlocking concrete paving block. Bangkok: Thai Industrial Standards Institute; 1988. (in Thai)

[13]“On the mechanical properties of concrete containing waste PET particles,” โดย E.Rahmani, M. Dehestani, M.H.A. Beygi, H. Allahyari, I.M. Nikbin, 12 July 2013, Elsevier Publishing company, 1302-1308.

[14] American Society for Testing and Materials, “Annual Book of ASTM Standards, ASTM C1314-02a: Standard Test Method for Compressive Strength of Masonry Prisms”, ASTM International, 2002.

[15] Standard Australia, “Australian Standard, Masonry Structures, AS 3700-2001 APPENDIX C: Method of Test for Compressive Strength”, Standard Australia, 2001.

[16] วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, “มาตรฐาน ว.ส.ท. 1005-18: มาตรฐานสำหรับอาคารวัสดุก่อ”, โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2541.

[17] สุวัฒนา นิคม และดนุพล ตันนโยภาส. (2552). อิทธิพลของสารเติมดินขาวแปรที่มีต่อสมบัติของคอนกรีตยิปซัมเทียม. การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมศาสตร์, 21-22 พฤษภาคม 2552. สงขลา : มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ตารางแสดงคุณสมบัติเบื้องต้นของวัสดุที่ใช้ในการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.1 ส่วนผสมของคอนกรีตบล็อกประสานปูพื้น

ชิ้นงาน	ปูน		ขี้เถ้า		พลาสติก		น้ำยาง	
	อัตราส่วน	น้ำหนัก kg	อัตราส่วน	น้ำหนัก kg	อัตราส่วน	น้ำหนัก kg	อัตราส่วน	น้ำหนัก kg
INB_1:0.6_No Ash	1	0.80	-	0.60	0.6	0.48	0.06	0.02
INB_1:0.6_Ash 20%	80%	0.64	20%	0.57	0.6	0.48	0.06	0.02
INB_1:0.6_Ash 40%	60%	0.48	40%	0.06	0.6	0.48	0.06	0.02
INB_1:0.6_Ash 60%	40%	0.32	60%	0.06	0.6	0.48	0.06	0.02
INB_1:0.6_Ash 80%	20%	0.16	80%	0.06	0.6	0.48	0.06	0.02

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางแสดงคุณสมบัติเบื้องต้นของคอนกรีตบล็อกประสานปูพื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.1 ลักษณะโดยทั่วไปและความได้ฉากของวัสดุปูพื้นผสมพลาสติก เถ้าจากไม้ยางพารา และน้ำยางพาราที่อายุการบ่ม 28 วัน

อัตราส่วน	ลักษณะทั่วไป	ความเบี่ยงเบนของความได้ฉาก (มิลลิเมตร)
INB_1:0.6_No Ash	สมบูรณ์	0.6
INB_1:0.6_Ash 20%	สมบูรณ์	1.12
INB_1:0.6_Ash 40%	สมบูรณ์และเห็นเศษพลาสติก	1.27
INB_1:0.6_Ash 60%	ขรุขระและเห็นเศษพลาสติก	1.54
INB_1:0.6_Ash 80%	บิ่นง่าย ขรุขระ และเห็นเศษพลาสติก	2.21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.2 ลักษณะทางกายภาพของคอนกรีตบล็อกควบคุม และวัสดุปูพื้นที่มีการใช้ขวดพลาสติก PET เถ้าจากไม้ยางพารา และน้ำยางพารา เป็นส่วนประกอบ

ลักษณะทางกายภาพ	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	ขนาด (เซนติเมตร)	ความหนาแน่นแห้ง (กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)
คอนกรีตบล็อกควบคุม	21.50	กว้าง 11.6 ยาว 19.8 หนา 6	2205.38
INB_1:0.6_No Ash	13.95	กว้าง 11.6 ยาว 19.9 หนา 6	1775.18
INB_1:0.6_Ash 20%	14.01	กว้าง 11.6 ยาว 19.9 หนา 6	1691.04
INB_1:0.6_Ash 40%	14.10	กว้าง 11.7 ยาว 19.9 หนา 6	1596.56
INB_1:0.6_Ash 60%	14.25	กว้าง 11.7 ยาว 19.9 หนา 6	1472.86
INB_1:0.6_Ash 80%	14.36	กว้าง 12.2 ยาว 19.9 หนา 6.2	1237.77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.3 ลักษณะทางกายภาพของคอนกรีตบล็อกควบคุม และวัสดุปูพื้นที่มีการใช้ขวดพลาสติก PET เถ้าจากไม้ยางพารา และน้ำยางพารา เป็นส่วนประกอบ

ลักษณะทางกายภาพ	การดูดซึมน้ำ 30 นาที (เปอร์เซ็นต์)	การดูดซึมน้ำ 24 ชั่วโมง (เปอร์เซ็นต์)
คอนกรีตบล็อกควบคุม	9.97	13.96
INB_1:0.6_No Ash	9.05	13.04
INB_1:0.6_Ash 20%	9.25	13.24
INB_1:0.6_Ash 40%	9.44	13.43
INB_1:0.6_Ash 60%	11.02	15.01
INB_1:0.6_Ash 80%	11.47	15.46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.4 ลักษณะเชิงกลของคอนกรีตบล็อกควบคุม และวัสดุปูพื้นที่มีการใช้ขวดพลาสติก PET เถ้าจากไม้ยางพารา และน้ำยางพารา เป็นส่วนประกอบ

ลักษณะเชิงกล	กำลังรับแรงอัด (เมกะพาสคัล)
คอนกรีตบล็อกควบคุม	53.17
INB_1:0.6_No Ash	49.95
INB_1:0.6_Ash 20%	40.92
INB_1:0.6_Ash 40%	29.65
INB_1:0.6_Ash 60%	17.59
INB_1:0.6_Ash 80%	11.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นายจักรกฤษณ์ สุขจำเริญ
วัน เดือน ปีเกิด	วันที่ 8 ธันวาคม พ.ศ. 2541
ภูมิลำเนา	ประจวบคีรีขันธ์
ที่อยู่	480 ม.9 ตำบลหินเหล็กไฟ อำเภอหัว หิน จังหวัด ประจวบคีรีขันธ์ 77110
E-mail	60512040@KMITL.AC.TH
ประวัติการศึกษา	- สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย(วิทย์-คณิต) จากโรงเรียนหัวหิน - สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมเครื่องกล) ปีการศึกษา 2563 จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร
ผลงานและกิจกรรม	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล นางสาวเบญญาภา ประวัติเจริญไพศาล

วัน เดือน ปีเกิด วันที่ 12 สิงหาคม พ.ศ. 2542

ภูมิลำเนา สมุทรปราการ

ที่อยู่ 26/3 ม.7 ตำบลบางกอบัว

อำเภอพระประแดง จังหวัดสมุทรปราการ 10130

E-mail 60514028@KMITL.AC.TH

ประวัติการศึกษา

- สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย(วิทย์-คณิต) จากโรงเรียนพระโขนงพิทยาลัย
- สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมพลังงาน) ปีการศึกษา 2563 จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร ผลงานและกิจกรรม

ผลงานและกิจกรรม

- สัมมนาสุดยอดผู้นำ 3พระจอม ครั้งที่15
- สัมมนาสุดยอดผู้นำ 3พระจอม ครั้งที่15
- สัมมนาสโมสรนักศึกษา ประจำปีการศึกษา 2560
- สัมมนาสโมสรนักศึกษา ประจำปีการศึกษา 2561
- โครงการเสริมฝัน ปันรัก จากพี่สู่น้อง 3สานสัมพันธ์ฝันน้องให้เป็นจริงครั้งที่ 9
- โครงการเสริมฝัน ปันรัก จากพี่สู่น้อง 3สานสัมพันธ์ฝันน้องให้เป็นจริงครั้งที่ 10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล นางสาวประภัสสร หาทรัพย์

วัน เดือน ปีเกิด วันที่ 19 ตุลาคม พ.ศ. 2541

ภูมิลำเนา หนองคาย

ที่อยู่ 1250/61 ถนนเลียบคลองชลประทาน ตำบลชะอำ อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี 76120

E-mail joyege60514030@gmail.com

ประวัติการศึกษา

- สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย(วิทย์-คณิต) ปีการศึกษา 2559 จากโรงเรียนหัวหิน
- สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมเครื่องกล) ปีการศึกษา 2563 จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร ผลงานและกิจกรรม

ผลงานและกิจกรรม

-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบฟอร์มการขอสอบความก้าวหน้า / สอบปลายภาค

ภาคการศึกษาที่ 2 ปี การศึกษา 2563 สำหรับรายวิชา

☐ Mechanical Engineering Project 1 ☑ Mechanical Engineering Project 2

☐ Agricultural Engineering Project 1 ☐ Agricultural Engineering Project 2

☐ Energy Engineering Project 1 ☑ Energy Engineering Project 2

ชื่อเรื่องภาษาไทย : คุณสมบัติของบล็อกคอนกรีตที่มีการใช้ขวดพลาสติก PET ผสมน้ำยางพารา และเถ้าจากไม้ยางพารา

ชื่อเรื่องภาษาอังกฤษ : PROPERTIES OF CONCRETE BLOCK USING PET PLASTIC BOTTLES, LATEX AND ASH RUBBER WOOD

ชื่อ-นามสกุล นาย จักรกฤษณ์ สุขจำเริญ รหัสนักศึกษา 60512040

ชื่อ-นามสกุล นางสาว เบญญาภา ประวัติเจริญไพศาล รหัสนักศึกษา 60514028

ชื่อ-นามสกุล นางสาว ประภัสสร หาทรัพย์ รหัสนักศึกษา 60514030

ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

ห้องสอบ

☐ Agricultural Engineering ☑ Thermo-fluid

☐ Energy Engineering ☐ Modern Science and Technology for Sustainable Development

เอกสารที่แนบมา (กรณีสอบปลายภาค)

☑ รายงานปริญญานิพนธ์(ฉบับร่าง) ☐ Poster

☑ แบบฟอร์มการตรวจสอบการคัดลอก ☑ ผลการตรวจสอบการคัดลอกผลงานทางวิชาการ

ผลงานทางวิชาการ

เอกสารที่แนบมา (กรณีสอบความก้าวหน้า)

อนุมัติให้ ☑ สอบปลายภาค ☐ สอบความก้าวหน้า

.....

(ผศ.วชร กาลาสี)

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
แบบฟอร์มการตรวจสอบการคัดลอกผลงานทางวิชาการ

ข้าพเจ้า นางสาวเบญญาภา ประวัติเจริญไพศาล รหัสนักศึกษา 60514028 ระดับปริญญาตรี สาขาวิชา วิศวกรรมพลังงาน คณะวิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ ได้เสนอ วิทยานิพนธ์/ปริญญานิพนธ์/ปัญหา พิเศษ/รายงานค้นคว้าอิสระ/หรืองานที่มีลักษณะคล้ายกันแต่เรียกชื่อเป็นอย่างอื่น

เรื่อง

(ภาษาไทย) คุณสมบัติของบล็อกคอนกรีตที่มีการใช้ขวดพลาสติก PET น้ำยางพารา และเถ้าจากไม้ยางพารา

(ภาษาอังกฤษ) PROPERTIES OF CONCRETE BLOCK USING PET PLASTIC BOTTLES, LATEX AND ASH RUBBER WOOD

โดยได้ตรวจเช็ค วิทยานิพนธ์/ปริญญานิพนธ์/ปัญหาพิเศษ/รายงานค้นคว้าอิสระ/หรืองานที่มีลักษณะ คล้ายกันแต่เรียกชื่อเป็นอย่างอื่น) ในภาคเรียนที่ 2/2563 วันที่ 9 เดือนกรกฎาคม ปี 2564 โดยใช้ โปรแกรม อักขราวิสุทธิ์

ตรวจสอบความเหมือนของเนื้อหา 0.00% โดยอาจารย์ที่ปรึกษา (วิทยานิพนธ์/ปริญญานิพนธ์/ ปัญหาพิเศษ/รายงานค้นคว้าอิสระ/หรืองานที่มีลักษณะคล้ายกันแต่เรียกชื่อเป็นอย่างอื่น) ยอมรับได้ ที่จะสามารถดำเนินการสอบจบวิทยานิพนธ์หรือปริญญานิพนธ์หรือปัญหาพิเศษหรือรายงานค้นคว้า อิสระ

ลายมือชื่อ

นักศึกษา.....

(นางสาวเบญญาภา ประวัติเจริญไพศาล)

13/กรกฎาคม/2564

ได้รับความเห็นชอบจากอาจารย์ที่ปรึกษา

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

(ผศ.วชร กาลาสี) .

9/กรกฎาคม/2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้