การพัฒนาบล็อกประสานจากน้ำยางพาราผสมเศษยางรถยนต์ที่เสื่อมสภาพเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายเปล่าปาล์มที่เหลือใช้จากอุตสาหกรรมการเกษตร

โดย

พีระพงษ์ เพ็ชรพัน

สนับสนุนงบประมาณโดย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

ประจำปีงบประมาณ 2561

Development block from the water timber mixed scrap tire degradation replenish empty fruit bunches, palm fiber waste from the agricultural industry.

By

PHIRAPHONG PHATPUN

Granted by

Rajamangala University of Technology Rattanakosin

Fiscal year 2018

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงบรรลุผลตามวัตถุประสงค์ได้ด้วยดีนั้น ขอขอบพระคุณสำนักงานวิจัยแห่งชาติที่พิจารณาอนุมัติการจัดทำโครงการวิจัยเรื่องการพัฒนาบล็อกประสานจากน้ำยางพาราผสมเศษยางรถยนต์ที่เสื่อมสภาพเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายเปล่าปาล์มที่เหลือใช้จากอุตสาหกรรมการเกษตร และขอขอบพระคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณในการทำวิจัย ร่วมถึงสำนักงานวิจัยและพัฒนาและได้รับการอำนวยความสะดวกในด้านสถานที่และอุปกรณ์ในการจัดทำวิจัยจากคณะวิศวกรรมศาสตร์

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา เพื่อน ๆ ของข้าพเจ้า ที่ให้กำลังใจและทำให้โครงการวิจัยนี้เสร็จสมบูรณ์

พีระพงษ์ เพ็ชรพัน

พ.ศ. 2561

บทคัดย่อ

รหัสโครงการ : A4/2561

ชื่อโครงการ : การพัฒนาบล็อกประสานจากน้ำยางพาราผสมเศษยางรถยนต์ที่เสื่อมสภาพเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายเปล่าปาล์มที่เหลือใช้จากอุตสาหกรรมการเกษตร

ชื่อผู้จัดทำ : นายพีระพงษ์ เพ็ชรพัน

การศึกษาวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางวิศวกรรมของบล็อกประสานแบบปกติและอิฐบล็อกประสานแบบผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์ม โดยแบ่งออกเป็น 3 อัตราส่วนผสม คือ 1:3, 1:5 และ 1:7 เป็นอัตราส่วนปูนซีเมนต์ต่อหินฝุ่น ในแต่ละอัตราส่วนผสมจะมีการนำน้ำยางพาราแทนที่น้ำสะอาด 2% เส้นใยทะลายปาล์มแทนที่หินฝุ่น 2% และเศษยางรถยนต์ที่เสื่อมสะภาพบดละเอียดแทนที่หินฝุ่น 2% เช่นกัน

จากการทดสอบพบว่า ค่าต้านทานกำลังอัดของอิฐบล็อกประสานอัตราส่วน 1:3 แบบไม่มีการแทนที่ ได้ค่าต้านทานกำลังอัดเฉลี่ยสูงที่สุด 354.39 kg/cm^2 เมื่อนำน้ำยางพาราแทนที่น้ำสะอาด 2% เส้นใยทะลายปาล์มแทนที่หินฝุ่น 2% และเศษยางรถยนต์ที่เสื่อมสะภาพบดละเอียดแทนที่หินฝุ่น 2% พบว่ามีการลดลงของค่าต้านทานกำลังอัดโดยเฉลี่ย 40% ในอัตราส่วน 1:5 และ 1:7 แบบไม่มีการแทนที่ ได้ค่าต้านทานกำลังอัดเฉลี่ย 295.43 kg/cm^2 และ 208.37 kg/cm^2 ตามลำดับ เมื่อนำน้ำยางพาราแทนที่น้ำสะอาด 2% เส้นใยทะลายปาล์มแทนที่หินฝุ่น 2% และเศษยางรถยนต์ที่เสื่อมสภาพบดละเอียดแทนที่หินฝุ่น 2% พบว่ามีการลดลงของค่าต้านทานกำลังอัด 44% และ 24% ตามลำดับ

จากการทดสอบการหาค่าต้านทานกำลังดัดของอิฐบล็อกประสาน พบว่าอัตราส่วน 1:7 แบบการนำน้ำยางพาราแทนที่น้ำสะอาด 2% เส้นใยทะลายปาล์มแทนที่หินฝุ่น 2% และเศษยางรถยนต์ที่เสื่อมสะภาพบดละเอียดแทนที่หินฝุ่น 2% ในวัสดุส่วนต่างๆ ส่งผลให้ค่าต้านทานกำลังดัดดีที่สุด และการหาค่าการดูดซึมน้ำของอิฐบล็อกประสาน พบว่าอัตราส่วน 1:7 แบบไม่มีการผสมน้ำยางพารา เส้นใยทะลายปาล์ม และเศษยางรถยนต์ที่เสื่อมสภาพบดละเอียด ส่งผลให้ค่าการดูดซึมน้ำน้อยที่สุด 3.15%

เมื่อนำค่าต้านทานกำลังอัดของอิฐบล็อกประสาน ค่าการดูดซึมน้ำของอิฐบล็อกประสาน มาเปรียบเทียบกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มผช. 602-2547 กระทรวงอุตสาหกรรม พบว่าอิฐบล็อกประสานผสมน้ำยางพาราแทนที่น้ำสะอาด 2% เส้นใยทะลายปาล์มแทนที่หินฝุ่น 2% และเศษยาง

รถยนต์ที่เสื่อมสภาพบดละเอียดแทนที่หินฝุ่น 2% ทุกอัตราส่วนการผสม ผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มผช. 602-2547 กระทรวงอุตสาหกรรม ที่กำหนดไว้ และสามารถจัดชนิดของอิฐบล็อกประสาน ไว้ในชนิด อิฐบล็อกประสานชนิดรับน้ำหนัก และสามารถนำไปใช้ในงานก่อสร้างได้

คำสำคัญ : อิฐมวลบล็อกประสาน เส้นใยทะลายปาล์ม น้ำยางพารา

E-mail Address : (Phiraphong.Phat@RMUTR.co.th)

ระยะเวลาโครงการ : พ.ศ. 2560 – พ.ศ. 2561

Abstract

Code of project : A4/2561

Project name : The development of interlocking blocks from rubber latex mixed with degraded rubber tires, strengthened with palm fiber empty fibers from the agricultural industry.

Researcher name : Mr. Phiraphong Phatpun

The objective of this research is to study the engineering properties of normal interlocking blocks and interlocking mixed-block rubber bricks reinforced with palm bunch fiber. Which is divided into 3 ingredients ratio, ie 1: 3, 1: 5 and 1: 7, as the ratio of cement to dust stone In each ingredient ratio, rubber latex is replaced with 2% clean water, palm fiber, instead of 2% dust stone and debris that has been thoroughly crushed, instead of 2% dust.

From the test found that Compressive strength of 1: 3 interlocking block bricks without replacement Obtained the highest average compressive strength of 354.39 kg / cm2 when using latex instead of 2% clean water, palm fiber filaments replaced 2% dust rocks and debris that deteriorated. Of average compressive strength of 40% in the ratio 1: 5 and 1: 7 without replacement Obtained the average compressive strength of 295.43 kg / cm2 and 208.37 kg / cm2, respectively, when using latex instead of 2% clean water, palm bunch fiber instead of 2% dust stone and debris that deteriorated the fine grinding of 2% dust. There is a decrease in compression strength 44% and 24%, respectively.

From the bending resistance test of interlocking brick It was found that the ratio of 1: 7 in the form of rubber water instead of 2% clean water, palm bunch fiber replaced 2% dust stone and debris that deteriorated. Resulting in the best bending resistance And the determination of water absorption of interlocking brick blocks Found that the ratio of 1: 7 without latex Palm bunch fiber And scrap tires that are deteriorated, crushed Resulting in a minimum water absorption of 3.15%

When applying the compressive strength of interlocking bricks Water absorption value of interlocking brick blocks To compare with the community product standards, Ministry of Industry Found that the interlocking block bricks mixed with rubber water instead of 2% clean water, palm bunch fibers replaced 2% dust rocks and debris rubber tires that had been crushed, replaced by 2% dust particles in all mixing ratios. Passed the Community Product Standards criteria, Chor. 602-2547, Ministry of Industry, designated and able to arrange the type of interlocking brick blocks in the type of interlocking block weight-bearing bricks And can be used in construction work

Keywords: interlocking block bricks Fibers palm Water rubber

E-mail Address : (Phiraphong.Phat@RMUTR.co.th)

Period of project : ค.ศ.2017 – ค.ศ.2018

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	3
1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย	4
1.4 ประโยชน์ของการศึกษาวิจัย	4
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	5
2.2 การผลิตบล็อกประสานให้ได้คุณภาพตามมาตรฐาน	21
2.3 กรอบแนวความคิดของโครงการ	28
2.4 มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน อิฐบล็อกประสาน	28
2.5 การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (Information) ที่เกี่ยวข้อง	30
บทที่ 3 วิธีดำเนินงาน	34
3.1 การเตรียมวัสดุ	34
3.2 การศึกษาคุณสมบัติพื้นฐานของวัสดุที่ใช้ในการผลิต	36
3.3 การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและทางวิศวกรรมของตัวอย่างทดสอบ	38

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการดำเนินงานและการวิเคราะห์	40
4.1 ผลการศึกษาคุณสมบัติพื้นฐานที่ใช้ในการผลิตบล็อกประสานผสมน้ำยางพารา เสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์มและยางรถยนต์บดละเอียด	40
4.2 ผลทดสอบการต้านทานกำลังอัด การต้านทานกำลังดัด และอัตราการดูดซึมน้ำ ของอิฐบล็อกประสานอิฐบล็อกประสานผสมน้ำยางพารา เสริมกำลังด้วยเส้นใยทลายปาล์มและยางรถยนต์บดละเอียด	41
4.3 ผลการเปรียบเทียบคุณสมบัติด้านวิศวกรรมของบล็อกประสานที่ ผสมน้ำยางพารา เส้นใยปาล์ม และยางรถยนต์บดละเอียด	43
4.4 ผลการศึกษาและการวิเคราะห์ผล	44
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	45
5.1 สรุปผลการศึกษาวิจัย	45
5.2 ความรู้ที่ได้จากการทำการศึกษา	48
5.3 ข้อเสนอแนะ	48
บรรณานุกรม	49
ภาคผนวก	50
ก การทดสอบคุณสมบัติพื้นฐานทางด้านวิศวกรรมของวัสดุในงานวิจัย	50
ข ผลการทดสอบคุณสมบัติทางวิศวกรรมของบล็อกประสาน	54
ค แสดงขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย	68
ประวัติผู้จัดทำ	110

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2-2 แสดงได้ดังตารางที่ 2 องค์ประกอบของยางรถยนต์ 1 เส้นโดยน้ำหนัก 21
2-3 การดูดซึมน้ำของอิฐบล็อกประสาน 29
4-1 แสดงคุณสมบัติพื้นฐานของวัสดุที่ใช้ผลิตบล็อกประสาน 40
4-2 แสดงผลทดสอบการต้านทานกำลังอัด การต้านทานกำลังดัด และอัตราการดูดซึมน้ำ ของอิฐบล็อกประสานผสมเส้นใยทะลายเปล่าปาล์ม อัตราส่วนผสม 1:3 , 1:5 และ 1:7 41
ก-1 การทดสอบหาขนาดคละของหินฝุ่นโดยใช้ตะแกรงมาตรฐาน 51
ก-2 ผลการทดสอบหาค่าความชื้นของวัสดุหินฝุ่น 52
ก-3 ผลการทดสอบหาค่าความถ่วงจำเพาะของวัสดุหินฝุ่น 52
ก-4 มาตรฐานน้ำยางพาราข้น 60 % DRP 53
ก-5 ผลการทดสอบหาค่าความถ่วงจำเพาะของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 54
ข-1 กำลังอัดคอนกรีตอัตราส่วนผสม 1:3 บ่มน้ำที่อายุ 28 วัน 56
ข-2 กำลังอัดคอนกรีตอัตราส่วนผสม 1:3 เสริมเส้นใยทะลายปาล์ม น้ำยางพารา และยางรถยนต์บดละเอียด บ่มน้ำที่อายุ 28 วัน 56
ข-3 กำลังอัดคอนกรีตอัตราส่วนผสม 1:5 บ่มน้ำที่อายุ 28 วัน 57
ข-4 กำลังอัดคอนกรีตอัตราส่วนผสม 1:5 เสริมเส้นใยทะลายปาล์ม น้ำยางพารา และยางรถยนต์บดละเอียด บ่มน้ำที่อายุ 28 วัน 57
ข-5 กำลังอัดคอนกรีตอัตราส่วนผสม 1:7 บ่มน้ำที่อายุ 28 วัน 58
ข-6 กำลังอัดคอนกรีตอัตราส่วนผสม 1:7 เสริมเส้นใยทะลายปาล์ม น้ำยางพารา และยางรถยนต์บดละเอียด บ่มน้ำที่อายุ 28 วัน 58
ข-7 กำลังดัดบล็อกประสานอัตราส่วนผสม 1:3 บ่มน้ำที่อายุ 28 วัน 59
ข-8 กำลังดัดบล็อกประสานอัตราส่วนผสม 1:3 เสริมเส้นใยทะลายปาล์ม น้ำยางพารา และยางรถยนต์บดละเอียด บ่มน้ำที่อายุ 28 วัน 59
ข-9 กำลังดัดบล็อกประสานอัตราส่วนผสม 1:5 บ่มน้ำที่อายุ 28 วัน 60
ข-10 กำลังดัดบล็อกประสานอัตราส่วนผสม 1:5 เสริมเส้นใยทะลายปาล์ม น้ำยางพารา และยางรถยนต์บดละเอียด บ่มน้ำที่อายุ 28 วัน 60

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	**หน้า**
ข-11 กำลังดัดบล็อกประสานอัตราส่วนผสม 1:7 บ่มน้ำที่อายุ 28 วัน	61
ข-12 กำลังดัดบล็อกประสานอัตราส่วนผสม 1:7 เสริมเส้นใยทะลายปาล์ม น้ำยางพารา และยางรถยนต์บดละเอียด บ่มน้ำที่อายุ 28 วัน	61
ข-13 การแสดงผลการทดสอบการดูดซึมน้ำของอิฐบล็อกประสาน ที่เวลา 24 hr 1:3	62
ข-14 การแสดงผลการทดสอบการดูดซึมน้ำของอิฐบล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์ม และยางรถยนต์บดละเอียด ที่เวลา 24 hr 1:3	63
ข-15 การแสดงผลการทดสอบการดูดซึมน้ำของอิฐบล็อกประสาน ที่เวลา 24 hr 1:5	64
ข-16 การแสดงผลการทดสอบการดูดซึมน้ำของอิฐบล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์ม และยางรถยนต์บดละเอียด ที่เวลา 24 hr 1:5	65
ข-17 การแสดงผลการทดสอบการดูดซึมน้ำของอิฐบล็อกประสาน ที่เวลา 24 hr 1:7	66
ข-18 การแสดงผลการทดสอบการดูดซึมน้ำของอิฐบล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์ม และยางรถยนต์บดละเอียด ที่เวลา 24 hr 1:7	67

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

1-1 ต้นยางพาราและน้ำยางพารา 1
2-1 เส้นใยทะลายปาล์ม 10
2-2 ชั้นความเร็วสูงของน้ำยาง 12
2-3 การวัดความถ่วงจำเพาะของน้ำยาง 13
2-4 เมโทรแลคหรือลาเทคโซมิเตอร์ 14
2-5 การใช้เมโทรแลควัดหาปริมาณเนื้อยางแห้ง 15
2-6 ตู้อบตัวอย่างน้ำยางพารา 16
2-7 การเติมน้ำกลั่นหรือน้ำสะอาดผสมลงในตัวอย่างน้ำยาง 17
2-8 การเติมน้ำกรดอะซีติก 17
2-9 การทิ้งไว้ให้ยางจับตัว 30 min 17
2-10 การรีดยางให้เป็นแผ่นบาง ๆ 18
2-11 ชั่งน้ำหนักยางที่อบแล้ว 18
2-12 ตัวอย่างเครื่องบดร่อน 22
2-13 ตัวอย่างเครื่องผสม 22
2-14 เครื่องอัดด้วยแรงคน 23
3-1 ลักษณะของหินฝุ่นที่ใช้ผสมทำตัวอย่างทดสอบ 34
3-2 ลักษณะของน้ำยางพาราที่ใช้ทำตัวอย่างทดสอบ 34
3-3 ลักษณะของเส้นใยทะลายเปล่าปาล์มสำหรับใช้ทำตัวอย่างทดสอบ 35
3-4 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1 TPI แดง ที่ใช้ผสมทำตัวอย่างทดสอบ 35
3-5 เศษยางรถยนต์บด โรงงานอุตสาหกรรม 36
4-1 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบค่ากำลังอัดของอิฐบล็อกประสาน 42
4-2 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบค่ากำลังดัดของอิฐบล็อกประสาน 42
4-3 แผนภูมิแสดงการดูดซึมของอิฐบล็อกประสาน 43
ก-1 การแสดงความสัมพันธ์ขนาดตะแกรงและเปอร์เซ็นต์ของดินที่ผ่าตะแกรง 51
จ-1 ชั่งน้ำหนักหินฝุ่นและวัดปริมาณของน้ำยางพาราตามอัตราส่วนผสม ไว้สำหรับผลิตบล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์มและยางรถยนต์บด 69

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

จ-2 การผสมวัสดุในการทำตัวอย่างทดสอบบล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์มแลเศษยางรถยนต์ ทำการผสมโดยเครื่องผสมปูน 69

จ-3 ทำการผสมให้เข้ากันแล้วน้ำเทลงใส่ถาด เพื่อทำการชั่งตวงวัสดุผสมในอันดับต่อไป 70

จ-4 เทวัสดุผสมที่ผ่านการชั่งตวงแล้ว ใส่ในช่องอัดขึ้นรูป บล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์มและเศษยางรถยนต์เพื่อทำการอัดขึ้นรูป 70

จ-5 ทำการขนย้ายตัวอย่างทดสอบเมื่ออัดขึ้นรูปเป็นบล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์มและเศษยางรถยนต์ 71

จ-6 นำตัวอย่างทดสอบของบล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์มและเศษยางรถยนต์ไปวางไว้เพื่อรอการบ่ม 71

จ-7 เมื่อทำการบ่มจนครบอายุที่ 28 วัน แล้วทำการทดสอบหาค่าความต้านทานแรงอัดของบล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์มและเศษยางรถยนต์ 72

จ-8 เมื่อทำการบ่มจนครบอายุที่ 28 วันแล้ว ทำการทดสอบหาค่าความต้านทานกำลังดัดของบล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์มและเศษยางรถยนต์ 72

จ-9 นำตัวอย่าทดสอบชั่งน้ำหนังก่อนแช่น้ำเพื่อหาค่าการดูดซึมน้ำของบล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์มและเศษยางรถยนต์ 73

จ-10 นำตัวอย่าทดสอบหลังแช่น้ำแล้วไปชั่ง แล้วนำตัวเลขไปคำนวณเพื่อหาค่าการดูดซึมน้ำของบล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์มและเศษยางรถยนต์ 73

จ-10 นำตัวอย่างทดสอบหลังแช่น้ำแล้วไปชั่งแล้วนำไปเข้าตู้อบ24ชั่วโมงจากนั้นนำมาชั่งเพื่อคำนวณเพื่อหาค่าการดูดซึมน้ำบล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์มและเศษยางรถยนต์ 74

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

ปัจจุบันอุตสาหกรรมการผลิตบล็อกประสานมีมากมายขึ้นเรื่อยๆ ในทุกพื้นที่ ของประเทศไทย ด้วยบล็อกประสานนั้น เป็นวัสดุในการก่อสร้างที่สามารถทำขึ้นมาง่ายเพียงมีเครื่องมือการอัดบล็อกประสาน เครื่องผสม ส่วนผสม เครื่องชั่งตวงส่วนผสม เพียงเท่านี้ก็สามารถผลิตบล็อกประสานได้แล้ว บล็อกประสานในประเทศได้มีหลากหลายรูปแบบไม่ว่าจะเป็น บล็อกประสานที่ทำจากดินดิบ หินฝุ่น หรือดินลูกรัง ฯลฯ การทำบล็อกประสานจากวัสดุเหล่านี้จะมีอายุการใช้งานที่แตกต่างกันออกไปตามวัสดุที่นำมาผลิตโดยบล็อกประสานที่ผลิตจากดินดิบอาจมีอายุการใช้งานที่น้อยเพราะคุณสมบัติการยึดตัวของดินดิบมีน้อยกว่าวัสดุอื่น

สวนยางพาราในประเทศไทย มีประมาณ 11.5 ล้านไร่ ซึ่งประมาณร้อยละ 93.01 ของสวนยางทั้งหมดเป็นสวนยางขนาดเล็กมีเนื้อที่ระหว่าง 2-50 ไร่ โดยขนาดของสวนเฉลี่ย 13 ไร่ และส่วนใหญ่เป็นการปลูกลักษณะเชิงเดี่ยวทำให้เกิดภาวะราคายางพาราตกต่ำประกอบกับประเทศคู่แข่งที่สำคัญ คือ อินโดนีเซีย และเวียดนาม ที่มีต้นทุนที่ผลิตต่ำกว่า และมีแนวโน้มการขยายพื้นที่การปลูกยางพารามากยิ่งขึ้น

ภาพที่ 1-1 ต้นยางพาราและน้ำยางพารา

ประเทศไทยมีการส่งเสริมปลูกปาล์มน้ำมันอย่างจริงจังตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2511 จึงทำให้การปลูกปาล์มในประเทศไทยได้ขยายไปอย่างรวดเร็วใน พ.ศ. 2351 ประเทศไทยมีเนื้อที่ปลูกปาล์ม 655,000 ไร่ และแนวโน้มการปลูกปาล์มเพิ่มขึ้นทุกปีแม้ว่ามีราคาจำหน่ายกะลาปาล์มอยู่ที่ 70-500 บาท/ตัน เนื่องจากปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่ให้ผลผลิตน้ำมันต่อหน่วยพื้นที่มากกว่าน้ำมันอื่นๆ ทุกชนิดและสามารถได้เฉพาะในพื้นที่เขตร้อนชื้นเท่านั้น ซึ่งมีเพียง 42 ประเทศ จาก 223 ประเทศทั่วโลกสามารถปลูกได้ แต่มีเพียงไม่กี่ประเทศเท่านั้น ที่สามารถปลูกปาล์มได้ผลดี เช่น มาเลเซีย อินโดนีเซีย โคลัมเบีย และไทยสำหรับประเทศไทยปาล์มน้ำมันได้ถูกนำมาปลูกในภาคใต้เมื่อประมาณ 40 ปี ที่ผ่านมาและมีการขยายพื้นที่การเพาะปลูกจนในปัจจุบันจากข้อมูลแผนการพัฒนาอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมัน และน้ำมันปาล์มในปี พ.ศ. 2551-2555 ในกรรมวิธีขั้นตอนการผลิตน้ำมันปาล์มจะเริ่มจากที่เกษตรกรเก็บผลผลิตแล้ว ทะลายปาล์มจะถูกคัดแยกตามคุณภาพ ผลปาล์มที่ผ่านการคัดแยกแล้วลำเลียงเข้าสู่เครื่องแยกเมล็ดออกจากทะลายเพื่อแยกเนื้อปาล์มกับเมล็ดออกจากกันแล้วจึงผ่านส่วนของเนื้อเยื่อเข้าสู่เครื่องบีบน้ำมัน ส่วนทะลายเปล่า (Effb) จะถูกนำไปใช้ประโยชน์เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตอีกครั้ง น้ำมันที่ได้เรียกว่า Crude Palm Oil (CPO) จากนั้นน้ำมันที่ได้จะถูกส่งเข้าสู่ถังเก็บส่วนกาก (Fiber) จะถูกส่งไปใช้ประโยชน์อย่างอื่น เช่น นำไปผลิตเป็นเส้นใยหรือเชื้อเพลิง เป็นต้น ส่วนเมล็ดจะถูกส่งเข้าสู่เครื่องกะเทาะเปลือกแล้วเมล็ดข้างในจะถูกนำไปบีบน้ำมันอีกครั้งได้น้ำมันที่เรียกว่า Kernel Palm Oil (KPO) สำหรับกะลา (Shell) จะให้ความร้อนสูงเมื่อเผาไหม้ ดังนั้นจึงถูกนำกลับไปเป็นเชื้อเพลิงภายในโรงงานส่วนน้ำมันที่ได้จะถูกนำไปรวมกับน้ำมันที่ได้จากเนื้อเยื่อผลปาล์มแล้วจึงนำไปสู่กระบวนการตรวจสอบคุณภาพก่อนส่งเข้าสู่ถังเก็บน้ำเพื่อส่งไปยังโรงกลั่นน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ต่อไป ขณะที่การขาดแคลนที่อยู่อาศัยยังมีทั่วโลกและทวีความรุนแรงในประเทศกำลังพัฒนาเนื่องจากค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างราคาถีบตัวสูง ดังนั้นการนำเอาของเหลือใช้จากกระบวนการผลิตน้ำมันปาล์มมาพัฒนาทดแทนวัสดุก่อสร้างทั่วไปได้ก็ช่วยบรรเทาและยังเป็นแนวทางกำจัดของเสียอย่างยั่งยืนอีกด้วย

การใช้เส้นใยจากพืชมาเป็นส่วนผสมเพื่อเสริมกำลังให้กับวัสดุก่อสร้างเส้นใยธรรมชาติจึงถูกสนใจนำมาใช้ในการผลิตบล็อกประสานเนื่องจากเส้นใยธรรมชาติมีศักยภาพในการนำมาพัฒนาต่อเป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถใช้งานได้ดีไม่ก่อให้เกิดมลพิษต่อสภาพแวดล้อมและมีกระบวนการผลิตที่ไม่ซับซ้อนมากนัก สาเหตุที่เลือกใช้วัสดุพวกเส้นใยปาล์มน้ำมันเพราะมีผลการศึกษาพบว่าเส้นใยจากปาล์มเป็นเส้นใยที่แข็งแรงสามารถเสริมกำลังให้บล็อกประสาน และเส้นใยจากปาล์มน้ำมันจัดได้ว่าเป็นส่วนผสมประเภทน้ำหนักเบา ด้วยคุณสมบัติของเส้นใยพืชที่เป็นลักษณะเฉพาะไม่เหมือนเส้นใยประเภทอื่นๆ คือ มีความแข็งแรงด้านกำลัง โดยเฉพาะการรับแรงดึงทำให้เพิ่มความแข็งแรงในการรับแรงดึงกับบล็อกประสานซึ่งคุณสมบัติด้านนี้น้อยและมีคุณสมบัติในการเป็นฉนวนกันความร้อน

ดังนั้นผู้ทำการวิจัยจึงมีความคิดที่จะทำการศึกษาวิจัย เรื่อง "การพัฒนาบล็อกประสานจากน้ำยางพาราผสมเศษยางรถยนต์ที่เสื่อมสภาพเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายเปล่าปาล์มที่เหลือใช้จากอุตสาหกรรมการเกษตร ทำให้พบแนวทางการเพิ่มมูลค่าให้กับวัสดุเหลือใช้จากกระบวนการผลิตน้ำมันปาล์มแล้วยังเพิ่มโอกาสการพัฒนาสภาวะราคาน้ำยางพาราที่ตกต่ำในปัจจุบันให้ดีขึ้น และทำให้เกิดประโยชน์ทางด้านวิศวกรรมในการผลิตบล็อกประสาน นอกจากนี้ยังใช้พลังงานและเทคโนโลยีในการผลิตต่ำ ลดปริมาณการใช้ซีเมนต์ซึ่งเป็นวัตถุดิบที่สร้างและทดแทนได้ยาก ไม่ต้องพึ่งพาเทคโนโลยีจากต่างชาติ และยังช่วยให้เกษตรกรไทยที่ปลูกปาล์มน้ำมันและยางพารามีรายได้เพิ่มขึ้น

ในอดีตยางรถยนต์ผลิตจากยางธรรมชาติหรือแรกว่ายาง NR (natural rubber) ปัจจุบันมีการนำยางสังเคราะห์ประเภทยาง SBR (styrene butadiene rubber) และยาง BR (butadiene rubber) มาผสมด้วยเพื่อปรับปรุงสมบัติของยางธรรมชาติให้ดียิ่งขึ้น และเมื่อถูกใช้มาเป็นระยะเวลานานจะเกิดการเสื่อมสภาพของยางรถยนต์ ยางรถยนต์เก่าเป็นของเสียประเภทหนึ่งที่สามารถหาได้ทั่วไป โดยเฉพาะในสถานการณ์ปัจจุบัน ที่รถยนต์กลายเป็นปัจจัยที่จำเป็นและมีปริมาณการใช้งานเป็นจำนวนมาก ซึ่งผลที่ ตามมาก็คือยางรถยนต์เก่าที่เกิดขึ้นก็จะมีปริมาณมากขึ้นตามไปด้วย อย่างไรก็ตาม ยางรถยนต์เก่าเป็นของเสียที่มีประโยชน์โดย สามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบเพื่อผลิตเชื้อเพลิงได้ และจากการใช้รถยนต์ ทำให้ของเสียจากชีวิตประจำวันเพิ่มขึ้น เกิดสภาพมลพิษจากโรงงานอุตสาหกรรม ในประเทศไทยมียางรถยนต์เก่าเกิดขึ้นประมาณ 1.7 ล้านตัน/ปี [1] ซึ่งยางเหล่านี้ส่วนหนึ่งจะถูกนำไปเผาให้ความร้อนแก่อุปกรณ์ต่าง ๆ ในโรงงานปูนซีเมนต์และอีกส่วนหนึ่งจะถูกนำมาเป็นเครื่องใช้ต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นถังขยะ รองเท้าหรือของใช้ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันและในบางทียางรถยนต์ถูกใช้จนหมดสภาพการทำงานแล้วจะถูกนำไปกองเก็บไว้หรือไม่ก็ฝังกลบในพื้นดิน ซึ่งกลายเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมตามมา เฉพาะในยุโรปมียางถึง 3 ล้านตันถูกผลิตขึ้นในแต่ละปีและ 60–70% ของยางที่ผลิตขึ้นจะกลายเป็นขยะ โดยทั่วไปยางรถยนต์เก่าสร้างปัญหากับสิ่งแวดล้อมด้วยเมื่อถูกเผารวมกับขยะแล้วทำให้เกิดกลิ่นและเขม่าควันดำสร้างปัญหาให้กับมลภาวะทางสิ่งแวดล้อมอย่างมาก

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางด้านวิศวกรรมของบล็อกประสานจากยางพาราผสมเศษยางรถยนต์ที่เสื่อมสภาพเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายเปล่าปาล์มที่เหลือใช้จากอุตสาหกรรมการเกษตรในแต่ละอัตราส่วนผสม

2. เพื่อศึกษาอัตราส่วนผสมที่จะ ให้คุณสมบัติทางวิศวกรรมที่ดีที่สุดของบล็อกประสาน จากยางพาราผสมผสมเส้นใยทะลายเปล่าปาล์มที่เหลือใช้จากอุตสาหกรรมการเกษตร และเหมาะสมกับการนำไปใช้งาน

3. เพื่อพัฒนารูปแบบการผลิตอิฐบล็อกประสานให้มีการใช้วัสดุในการผลิตที่หลากหลายมากยิ่งขึ้น และได้มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มาตรฐานกระทรวงอุตสาหกรรม และอย่างอื่นที่เกี่ยวข้อง

4. เพื่อเป็นการนำเศษยางรถยนต์ที่เสื่อมสภาพและเส้นใยทะลายเปล่าปาล์มที่เหลือใช้จากอุตสาหกรรมการเกษตร กลับมาใช้ให้เกิดประโยชน์ทางด้านวิศวกรรมในอีกลักษณะหนึ่ง

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

1. ทำการศึกษาคุณสมบัติพื้นฐานทางด้านวิศวกรรมของวัสดุที่นำมาผลิตเป็นตัวอย่างอิฐบล็อกประสาน ตามมาตรฐาน ASTM และอย่างอื่นที่เกี่ยวข้อง

2. ผลิตบล็อกประสาน (Interlocking block) โดยใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1 ผสมกับหินฝุ่นจำนวน 3 อัตราส่วน คือ 1:3, 1:5 และ 1:7 โดยน้ำหนัก และแทนที่หินฝุ่นด้วยเศษยางรถยนต์ รถยนต์ที่เสื่อมสภาพ เส้นใยทะลายเปล่าปาล์มและน้ำยางพารา ในอัตราส่วน ร้อยละ 2 ของน้ำหนักปูนซีเมนต์

3. ทำการทดสอบคุณสมบัติทางด้านวิศวกรรมของตัวอย่าง อิฐบล็อกประสานผสมน้ำยางพารา เศษรถยนต์ที่เสื่อมสภาพและเส้นใยทะลายปาล์ม ที่เหลือใช้จากอุตสาหกรรมการเกษตร และทำการทดสอบในส่วนของ ความต้านทานกำลังอัด, ความต้านทานแรงดัด และการทดสอบการดูดซึม ของแต่ละอัตราส่วนผสม

4. ทำการเปรียบเทียบอัตราส่วนผสมต่างๆ ว่าอัตราส่วนผสมใดจะให้คุณสมบัติทางวิศวกรรมที่ดีที่สุด และผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ผลิตภัณฑ์ชุมชนของอิฐบล็อกประสาน มผช.602/2547 กระทรวง-อุตสาหกรรม และอย่างอื่นที่เกี่ยวข้อง และเหมาะสมกับการนำไปใช้งาน

1.4 ประโยชน์ของการศึกษาวิจัย

1. เป็นแนวทางในการเพิ่มมาตรฐานของการก่อสร้างผนังรับน้ำหนักของบ้านที่ก่อสร้างด้วยบล็อกผสานให้เป็นที่ยอมรับมากขึ้นในระดับชนบทของประเทศ

2. ได้วัสดุก่อสร้างชนิดใหม่ที่สามารถนำมาใช้ในงานซ่อมแซมอาคารได้ดี

3. ทราบความเหมาะสมในการที่จะนำ หินฝุ่น น้ำยางพารา และเส้นใยทะลายเปล่าปาล์มมาประยุกต์ใช้ในงานก่อสร้าง และสามารถใช้เป็นองค์ความรู้สำหรับการพัฒนาคุณสมบัติของบล็อกประสานให้ดีขึ้นได้

4. เป็นแนวทางในการลดมลพิษที่เกิดขึ้นกับสภาพแวดล้อมที่เกิดจากการใช้วัสดุสังเคราะห์ในการปลูกสร้างที่อยู่อาศัย

5. เพื่อส่งเสริมสถาปัตยกรรมทางเลือก ให้เป็นที่ยอมรับในด้านความปลอดภัยและมาตรฐานในการก่อสร้างเป็นที่อยู่อาศัยมากขึ้น

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาวิจัย เรื่อง การพัฒนาบล็อกประสานจากน้ำยางพาราผสมเศษยางรถยนต์ที่เสื่อมสภาพเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายเปล่าปาล์มที่เหลือใช้จากอุตสาหกรรมการเกษตร ซึ่งเป็นการเสนอผลการศึกษาความเป็นไปได้ของการนำเศษวัสดุเหลือจากกระบวนการผลิตน้ำมันปาล์ม คือ เส้นใยทะลายปาล์มที่ใช้ทำการศึกษา และน้ำยางพาราที่มีราคาต่ำ โดยใช้การค้นคว้าจากบทความวิชาการ ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

บล็อกประสาน คือ วัสดุก่อรับน้ำหนักที่ได้ทำการพัฒนารูปแบบให้มีรูและเดือยบนตัวบล็อก เพื่อให้สะดวกในการก่อสร้าง โดยเน้นการใช้วัตถุดิบในพื้นที่ ได้แก่ ดินลูกรัง หินฝุ่น ทรายหรือวัสดุเหลือทิ้งต่างๆ ที่มีความเหมาะสมนำมาผสมกับปูนซีเมนต์และน้ำในสัดส่วนที่เหมาะสมอัดเป็นก้อนด้วยเครื่องอัดแล้วนำมาบ่ม ให้บล็อกแข็งตัว ประมาณ 7 วัน จะได้คอนกรีตบล็อกที่มีความแข็งแกร่งมีรูปลักษณะพิเศษที่สามารถใช้ในการก่อสร้างอาคารต่างๆ หรือก่อเป็นถังเก็บน้ำได้อย่างรวดเร็ว สวยงาม และประหยัดกว่างานก่อสร้างทั่วไป

วัตถุดิบที่ใช้เป็นส่วนผสม หรือ มวลรวมละเอียดของอิฐบล็อกประสานควรมีขนาดเล็กกว่า 4 mm ได้แก่ หินฝุ่น ทราย โดยมวลรวมละเอียดที่ใช้ควรมีลักษณะตามมาตรฐานการแบ่งชั้นคุณภาพดินและมวลรวม สำหรับงานก่อสร้างทางหลวง (ASTM D3282 Standard Classification of Soils and Soil-Aggregate Mixtures for Highway Construction Purposes) คือ มีฝุ่นดินไม่เกินร้อยละ 35 โดยน้ำหนัก หรือทดสอบเบื้องต้น โดยนำดินใส่ขวดครึ่งหนึ่ง เติมน้ำแล้วเขย่าให้เข้ากันเมื่อหยุดเขย่าสังเกตส่วนที่ตกตะกอนทันทีแล้วขีดเส้นไว้รอจนตกตะกอนทั้งหมดจนน้ำใส แล้ววัดตะกอนฝุ่นไม่ควรเกินร้อยละ 15 โดยปริมาตร ถ้าวัตถุดิบมีมวลหยาบผสมอยู่มากสามารถใช้เครื่องบดร่อนจะทำให้ผิวบล็อกเรียบขึ้น

ปูนซีเมนต์สำหรับงานบล็อกประสาน คือ ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ (ปูนโครงสร้าง) จะให้ก้อนบล็อกประสานมีความแข็งแกร่งทนการกัดกร่อนของน้ำได้ดีการใช้ปูนซีเมนต์ผสม (ปูนก่อฉาบ) คุณภาพจะต่ำกว่าท้าให้ต้องใช้ปริมาณปูนมากขึ้น เพื่อให้ได้คุณภาพตามมาตรฐานเดียวกันซึ่งจะทำให้ต้นทุนสูง ส่วนผสมของบล็อกประสานที่เหมาะสมควรทำการทดลองในห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่มีอัตราส่วนผสมระหว่างปูนซีเมนต์ต่อมวลรวมประมาณ 1:6 ถึง 1:7 โดยน้ำหนัก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณภาพของมวลรวมเป็นหลัก

หินฝุ่น คำว่า " หินฝุ่น " เป็นคำภาษาชาวบ้าน หมายถึง เศษหินที่ผ่านตะแกรงร่อนแยกเอาหินเกล็ดออกไปโรยหน้าถนนลาดยางหรือทำอิฐบล็อก ท่อซีเมนต์ โอ่งซีเมนต์ฯลฯ ส่วนที่เป็นหินฝุ่นจึงเป็นหินขนาดเล็กปะปนอยู่กับผงหินที่มีลักษณะเป็นฝุ่นหยาบๆไม่ค่อยมีประโยชน์ในการก่อสร้างหินฝุ่นจะมีลักษณะทางกายภาพใกล้เคียงกับทรายมากหินฝุ่นจึงน่าที่จะมีความแข็งแรงใกล้เคียงกับทรายเมื่อนำมาใช้ผสมในงานคอนกรีต และอีกทั้งหินฝุ่นยังมีราคาถูกกว่าทรายถึงแปดเท่าการทดลองหล่อตัวอย่างคอนกรีตทดสอบหากำลังอัดในขั้นต้นพบว่าได้ค่ากำลังรับแรงอัดประมาณ 300 kg/cm^2 ขึ้นไปซึ่งสามารถนำไปใช้ในงานก่อสร้างทั่วไปได้และเมื่อได้ปรึกษากับผู้เชี่ยวชาญในด้านของคอนกรีตเทคโนโลยีจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยแล้วก็มีความเห็นว่าถ้าเพิ่มเถ้าถ่านหินมาเป็นส่วนผสมของคอนกรีตด้วยอาจจะสามารถพัฒนาให้เป็นคอนกรีตกำลังสูงได้เนื่องจากส่วนผสมของคอนกรีตปกตินั้นมี ปูนซีเมนต์+ทราย+หิน+น้ำ โดยที่มีน้ำเป็นตัวประสานทางปฏิกิริยาให้ปูนซีเมนต์แข็งตัวแทรกเข้าไปในเม็ดทรายส่วนทรายไปแทรกในหินอีกทีหนึ่ง ซึ่งหากนำหินฝุ่นมาใช้แทนทรายแล้วหินฝุ่นจะไปแทรกในหินและยังได้เถ้าถ่านหินซึ่งมีความละเอียดมากกว่าปูนซีเมนต์ไปแทรกในช่องว่างของปูนซีเมนต์อีกทีหนึ่งจะทำให้เนื้อของคอนกรีตที่ได้มีความแน่นมากขึ้นและสามารถนำไปพัฒนาเป็นคอนกรีตสำหรับใช้ในงานก่อสร้างที่ต้องการกำลังสูงๆได้ หินฝุ่นที่กล่าวถึงนี้เป็นหินฝุ่นที่มาจากแหล่งหินปูนใน อำเภอปากช่อง และหินฝุ่นที่มาจากแหล่งหินบะซอลต์ ในอำเภอโชคชัย และอำเภอหนองบุญมาก ซึ่งหินฝุ่นทั้ง 2 ชนิดนี้มีความแตกต่างกันในด้านองค์ประกอบ

องค์ประกอบของหินฝุ่น

หินฝุ่นที่มาจากแหล่งหินปูนเป็นหินที่มีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นแคลเซียมคาร์บอเนต($CaCO_3$) แมกนีเซียมคาร์บอเนต ($Mg\ CO_3$) ซึ่งมีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นออกไซด์ และไฮดรอกไซด์ของแคลเซียมและแมกนีเซียม (Ca O, Mg O หรือ $CaOH_2$, $Mg(OH)_2$) ทำให้หินฝุ่นไม่มีฤทธิ์เป็นด่างจัดเหมือนปูขาว และอัตราการละลายน้ำหรืออัตราการแตกตัวในดินจึงค่อยเป็นค่อยไปจึงไม่มีผลกระทบรุนแรงต่อปฏิกิริยาดินและสิงมีชีวิตในดินมากนักแม้จะใส่ลงไปในดินในปริมาณที่ค่อนข้างสูงซึ่งจากผลการวิเคราะห์ พบว่าหินปูนฝุ่นมีปริมาณแคลเซียมในระดับ 58.74 % แมกนีเซียมในระดับ 1.98 % และมีแมงกานีส เหล็ก ทองแดง และสังกะสีปะปนกัน ในระดับ 196.85, 1,220.67, 1.98และ 20.06 mg/kg ตามลำดับ ส่วนหินฝุ่นที่มาจากแหล่งหินบะซอลต์ เป็นหินที่มีองค์ประกอบหลักเป็นซิลิกา ผลการวิเคราะห์พบว่า หินชนิดนี้มีปริมาณแคลเซียมในระดับ 3.4 % แมกนีเซียมในระดับ 1.73 % ถึงแม้ว่าจะมีปริมาณแคลเซียม และแมกนีเซียมในปริมาณต่ำ แต่ก็ยังอยู่ระดับที่สามารถประโยชน์ได้ถ้านำมาใช้ในปริมาณที่สูงขึ้นอย่างไรก็ดีหินฝุ่นที่มาจากแหล่งหินบะซอลต์นี้ มีธาตุแมงกานีส เหล็ก ทองแดง และสังกะสีปะปนกันในระดับ 1,062.67 mg/kg, 14,618.35 mg/kg และ 20.06 mg/kg ตามลำดับ ส่วนหินฝุ่นที่มาจากแหล่งหินบะซอลต์ เป็นหินที่มีองค์ประกอบหลักเป็นซิลิกา ผลการวิเคราะห์พบว่า หินชนิดนี้มีปริมาณแคลเซียมในระดับ 3.4 % แมกนีเซียมในระดับ 1.73 % ถึงแม้ว่าจะมีปริมาณแคลเซียม และแมกนีเซียมในปริมาณต่ำ แต่ก็ยังอยู่ระดับที่สามารถประโยชน์ได้ถ้า

นำมาใช้ในปริมาณที่สูงขึ้นอย่างไรก็ดีหินฝุ่นที่มาจากแหล่งหินบะซอลต์นี้ มีธาตุแมงกานีส เหล็ก ทองแดง และสังกะสีปะปนกันในระดับ 1,062.67 mg/kg, 14,618.35 mg/kg , 45.93 mg/kg และ 97.20 mg/kg ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าหินปูนเมื่อนำมาใช้ร่วมกันอาจช่วยเสริมปริมาณธาตุดังกล่าวให้พืชนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างเพียงพอช่วยสร้างสมดุลของธาตุอาหารพืชในดินและในพืชให้ดีขึ้นคือพืชจะใช้ธาตุอาหารอื่นๆในปริมาณที่น้อยลงในการสร้างผลผลิตที่เท่ากันเมื่อมีการใช้หินฝุ่นในปริมาณที่พอเหมาะนอกจากนี้หินฝุ่นยังช่วยลดความเป็นกรดของดินช่วยทำให้ดินร่วนซุยอุ้มน้ำ

ปูนซีเมนต์ (Cement) [4]

ปูนซีเมนต์เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการบดปูนเม็ด ซึ่งเป็นผลึกที่เกิดจากการเผาส่วนผสมต่างๆ จนรวมตัวผสมกันสุกพอดี มีส่วนประกอบทางเคมีที่สำคัญ คือ แคลเซียมและอลูมิเนียมซิลิเกต ปูนซีเมนต์ที่กล่าวนี้ หมายถึง ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ (Portland Cement) ซึ่งเป็นปูนซีเมนต์ไฮดรอลิก (Hydraulic Cement) เมื่อผสมกับน้ำตามส่วนผสมแล้วสามารถก่อตัวและแข็งตัวในน้ำได้ เนื่องจากปฏิกิริยาระหว่างน้ำกับส่วนประกอบของปูนซีเมนต์นั้น การทำปฏิกิริยาดังกล่าว เรียกว่า ไฮ-เดรชั่น (Hydration) ตำหรับของชื่อปูนซีเมนต์ ที่เรียกกันว่า “ปอร์ตแลนด์” นี้ ได้มาจากการตั้งชื่อของ นายโจเซฟ แอสปดิน โดยที่ในปี ค.ศ.1824 เขาได้ทำการจดทะเบียนวิธีการผลิตปูนซีเมนต์อย่างหนึ่ง ซึ่งได้จากการเผาส่วนผสมระหว่างหินปูนกับดินเหนียว และเมื่อน้ำมาบดจะได้เนื้อปูนซีเมนต์มีสีเหลือง-เทาคล้ายกับหินในเกาะของเมืองปอร์ตแลนด์ประเทศอังกฤษ เขาจึงตั้งชื่อว่า “ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์” ปูนซีเมนต์ที่ผลิตได้ในตอนแรกนี้ยังมีคุณภาพต่ำมากทั้งนี้เนื่องจากการเผาส่วนผสมดังกล่าวใช้ความร้อนต่ำซึ่งทำให้หินปูนกับดินเหนียวยังรวมตัวไม่ดี ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์เป็นวัสดุก่อสร้างที่สำคัญที่สุดในการก่อสร้างทางวิศวกรรมปัจจุบัน โดยที่เมื่อผสมกับ หิน กรวด ทราย ด้วยอัตราส่วนที่เหมาะสมจะได้เป็นคอนกรีต ซึ่งเมื่อแข็งตัวแล้วจะแข็งและทนทานคล้ายหิน ตัวอย่าง สิ่งก่อสร้างคอนกรีต ได้แก่ ฐานราก ตอม่อ เขื่อน กำแพงกั้นดิน พื้น และถนนเมื่อเสริมด้วยเหล็กเสริมจะเป็นคอนกรีตเสริมเหล็กสำหรับพื้น หลังคา สะพาน อาคาร อุโมงค์ และอื่นๆ หรือเมื่อผสมรวมกับทรายและปูนขาวจะเป็นปูนฉาบสำหรับการก่ออิฐ หรือหิน เป็นต้น

1. ประเภทของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์

สมาคมทดสอบวัสดุอเมริกัน (ASTM) และสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของประเทศไทย (มอก.15) แบ่งปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ออกเป็นประเภทใหญ่ๆ 5 ประเภท คือ

ประเภทที่ 1 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ธรรมดา (Ordinary Portland Cement) สำหรับใช้ในการทำคอนกรีต หรือผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมใดที่ไม่ต้องการคุณภาพพิเศษกว่าธรรมดาและสำหรับใช้ในการก่อสร้างตามปกติทั่วไป ที่ไม่อยู่ในภาวะอากาศรุนแรง หรือในที่มีอันตรายจากซัลเฟตเป็นพิเศษ หรือที่ความร้อนที่เกิดจากการรวมตัวกับน้ำจะไม่ทำให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้น ถึงขั้นอันตราย ได้แก่ ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ตราช้าง ตราพญานาคสีเขียว และ ตราเพชรเม็ดเดียว

ประเภทที่ 2 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ดัดแปลง (Modified Portland Cement) ใช้สำหรับในการทำคอนกรีต หรือผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมใดที่เกิดความร้อนและทนซัลเฟตได้ปานกลาง เช่น งานสร้างเขื่อนคอนกรีต กำแพงกันดินหนาๆ หล่อท่อคอนกรีตขนาดใหญ่ ตอม่อ สะพาน เป็นต้น ได้แก่ ปูนซีเมนต์ตราพญานาคเจ็ดเศียร

ประเภทที่ 3 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทแข็งเร็ว (High-early Strength Port land Cement) หรือที่เรียกกันว่า ซูเปอร์ซีเมนต์ เป็นผงละเอียดกว่าปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ธรรมดา ผลิตได้โดยการเปลี่ยนสัดส่วนและโดยการเติมสารอื่น โดยการบดให้ละเอียดยิ่งขึ้น หรือโดยการเผาให้ดีขึ้น มีประโยชน์สำหรับทำคอนกรีตที่ต้องการจะใช้เร็ว หรือรื้อแบบเร็ว เช่น เสาเข็มคอนกรีต ถนน พื้นและคานที่ต้องถอดแบบเร็ว เป็นต้น ปูนซีเมนต์ประเภทนี้ ได้แก่ ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ตราเอราวัณ ตราพญานาคสีแดง และตราสามเพชร

ประเภทที่ 4 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทเกิดความร้อนต่ำ (Low-heat Port- land Cement) เช่น เขื่อน เนื่องจากให้อุณหภูมิของคอนกรีตต่ำกว่าปูนซีเมนต์ชนิดอื่นขณะแข็งตัว

ประเภทที่ 5 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ทนซัลเฟตสูง (Sulfate-Resistant Portland Cement) เป็นปูนซีเมนต์ชนิดที่ต้านทานซัลเฟตได้สูง สำหรับใช้กับโครงสร้างที่อยู่ในที่มีการกระทำของซัลเฟตรุนแรง เช่น น้ำหรือดินที่มีด่าง (Alkaline) สูง มีระยะเวลาการแข็งตัวช้ากว่าประเภทหนึ่ง ได้แก่ปูนซีเมนต์ตราปลาฉลาม

เส้นใยทะลายปาล์ม [5]

เส้นใยทะลายปาล์ม สืบเนื่องมาจากพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันของประเทศไทยนั้น มีการขยายตัวอย่างต่อเนื่องมาโดยตลอดจนปัจจุบันปาล์มน้ำมันกลายเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่ง โดยมีพื้นที่ปลูกทั้งประเทศ 4.5 ล้านไร่ ผลผลิตผลปาล์มสด 11.33 ล้านตัน ผลิตเป็นน้ำมันปาล์มดิบได้ 1.93 ล้านตัน มีมลค่าทางเศรษฐกิจของปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์มไม่ต่ำกว่า 64,000 ล้านบาท โดยมีแหล่งผลิตที่สำคัญ คือ ภาคใต้ และมีการปลูกมากที่สดในจังหวัด กระบี่ สุราษฎร์ ธานี ชุมพร สตูล และ ตรัง ซึ่งจากปัญหาวิกฤติราคาน้ำมันในช่วง 5 ปี ที่ผ่านมารัฐบาลได้มี นโยบายส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทนจากพืช กล่าวคือ ส่งเสริมการใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ ซึ่งมีสวนผสมของเอทานอล ที่ผลิตจากอ้อย และมันสำปะหลังและการใช้น้ำมันดีเซลที่มีส่วนผสมของ ไบโอดีเซล ที่ผลิตจากปาล์ม และจากปัจจัยดังกล่าวจึงเป็นที่มาของเศษวัสดุเหลือใช้จากการผลิตน้ำมันจากปาล์มที่มีอยู่เป็นจำนวนมากโดยเฉพาะทะลายปาล์มที่ผ่านการหนีบเอาน้ำมันแล้วสามารถที่จะนำไปทำเป็นเส้นใยปาล์มซึงมีคุณสมบัติไม่แพ้เส้นใยมะพร้าว สามารถต่อยอดและพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ที่น่าสนใจได้อีกมากมาย และขั้นตอนในการผลิตใยปาล์ม นำทะลายปาล์มที่ได้มาจากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบมาคัดเลือกทะลายที่เสียหรือใช้ไม่ได้ขนาดออก แล้วนำเข้าเครื่องหนีบเพื่อหนีบน้ำและน้ำมันปาล์มดิบที่เหลือออก เหลือทะลายปาล์ม

แห้งส่งเข้าเครื่องฉีกทะลายปาล์มทำเป็นเส้นใยแยกฝุ่นและสิ่งปนเปื้อนออก นำเส้นใยไปตากแดด แยกขนาดของเส้นใย จากนั้นนำไปอัดเป็นก้อนส่งขายต่อไปโดยทุกขั้นตอนไม่มีการใส่สารเคมีใดๆ

คุณสมบัติและการใช้งานของเส้นใยทะลายปาล์ม

เส้นใยปาล์มมีลักษณะและคุณสมบัติใกล้เคียงกับเส้นใยมะพร้าวมากเป็นเส้นใยที่เหนียวและทนอากาศสามารถไหลเวียนผ่านได้ดี แต่ยังมีการนำไปใช้น้อยมาก เมื่อเปรียบเทียบกับเส้นใยมะพร้าว

มีคุณสมบัติของการหมุนเวียนอากาศสูง เหมาะสำหรับสินค้าประเภทเฟอร์นิเจอร์ เช่นโซฟา เป็นวัสดุในเบาะนั่งรถยนต์

ใช้ในอุตสาหกรรมการเกษตร เช่น การใช้เป็นฐานรองรับการยึดเกาะของต้นกล้า ต้นกล้วยไม้ หรือใช้แทนหญ้าและฟางคลุมพื้นดินรอบๆต้นไม้ เพื่อรักษาความชื้น

ใช้ปกคลุมที่โล่งและแท่นที-ออฟ ของสนามกอล์ฟเพื่อเก็บกักความชื้น และรักษาพื้นหญ้าให้เขียวชอุ่ม

ใช้ผลิตเชือกเกลียวที่มีความเหนียวแข็งแรงทนทานมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับเชือกปอ

เส้นใยทะลายปาล์มทอแผ่น

จากที่ได้ลงพื้นที่โรงงานทำให้ทราบว่า เครื่องจักรที่ใช้ทอเส้นใยมะพร้าวสามารถทอเส้นใยปาล์มได้ แต่หาโรงงานที่ทอเส้นใยปาล์มโดยตรงในไทยยากมากเพราะตลาดยังไม่เป็นที่นิยม ซึ่งหากเรานำเส้นใยปาล์มไปให้โรงงานทอเส้นใยมะพร้าวทอให้ก็จะมีค่าใช้จ่ายที่สูงกว่าการใช้เส้นใยมะพร้าว เริ่มจากการนำเส้นใยปาล์มอัดก้อนเข้าเครื่องตีใย เพื่อให้เส้นใยหลุดแยกออกจากกันเพื่อสะดวกในการทอเมื่อได้เส้นปาล์มที่ผ่านการตีใยเรียบร้อยแล้วเครื่องก็จะเริ่มการทอ ซึ่งส่วนของเครื่องทอนั้นจะมีการพ่นกาวลาเท็กซ์ซึ่งมีคุณสมบัติเฉพาะลงไปด้วย ในระหว่างการทอจะมีการปล่อยไอร้อนอยู่ตลอดเวลาส่วนหนึ่งเป็นการฆ่าเชื้อและช่วยให้กาวแห้งไวขึ้น และในระหว่างที่ได้แผ่นใยปาล์มออกมาจะมีคนคนควบคุมเครื่อง เพื่อให้ได้ใยปาล์มในความยาวที่พอเหมาะกับเครื่องอบ แผ่นใยปาล์มที่ได้ในเบื้องต้นจะยังนิ่มอยู่มีความหนาประมาน 1 นิ้ว นำแผ่นใยปาล์มที่ได้เข้าเครื่องอบ เพื่อให้แผ่นใยปาล์มแข็งขึ้นและได้ความหนาตามที่ต้องการ โดยนำแผ่นใยปาล์มความหนา 1 นิ้ว มาซ้อนกันตามแต่ขนาดความหนาที่ต้องการ แต่ต้องมีการเผื่อความหนาด้วยเพราะหลังจากการอบความหนาจะลดลงตามระยะเวลาในการอบเพราะเครื่องอบก็จะมีการบีบอัดแผ่นใยปาล์มด้วยระหว่างการอบ ยกตัวอย่างเช่น หากต้องการแผ่นใยปาล์มที่มีความหนา 4 นิ้ว ก็ต้องใช้แผ่นใยปาล์ม จำนวน 6 แผ่น เป็นต้น หลังจากที่ได้แผ่นใยปาล์มในขนาดความหนาที่ต้องการแล้วก็นำเอาแผ่นใยปาล์มนั้นไปเข้าเครื่องตัดให้ได้ขนาดตามมาตรฐานของแต่ละโรงงาน

ลักษณะของเส้นใยทะลายปาล์ม

ลักษณะของเส้นใยทะลายปาล์มเป็นเส้นใยที่เหนียวและทน อากาศสามารถไหลเวียนผ่านได้ดี จึงใช้ในการทำโซฟา ที่นอนที่ใช้ในโรงพยาบาล ช่วยในผู้ป่วยที่มีอาการปวดหลังถ้านอนด้วยที่นอนที่ผลิตจากเส้นใยทะลายปาล์ม

ภาพที่ 2-1 เส้นใยทะลายปาล์ม

ยางพาราที่นำมาใช้เป็นวัสดุประสาน [3]

ลักษณะของยางพาราที่ได้นำมาใช้มีลักษณะทางกายภาพ คือ เป็นน้ำยางสีขาวขุ่นไม่โปร่งแสง มีความเหนียว (แล้วแต่สูตรที่นำมาทดลอง) แต่จะไม่แห้งเมื่อเก็บไว้ที่ๆ ไม่โดนอากาศ เนื่องจากมีการเติมสารแอมโมเนีย เพื่อช่วยลดการแห้งตัวของยางพารา เมื่อเจอกับอากาศภายนอก ขั้นตอนในการทำยางพาราทำได้โดยนำน้ำยางพาราสดมาทำการต้มในอุณหภูมิที่สูงหลังจากนั้นเติมสารแอมโมเนียและมีสารเคมีบางประเภทซึ่งหลังจากการเติมสารเคมีเสร็จเรียบร้อยแล้วจะทำการจัดเก็บอยู่ในแกลลอนถังน้ำมัน โดยมีห้องในการจัดเก็บ เพื่อไม่ให้ยางพาราโดนความร้อนจากแสงอาทิตย์โดยตรง ยางพาราที่นำมาผ่านการต้มและเติมสารเคมีบางประเภทลงไปแล้วนั้น จะมีคุณสมบัติพิเศษในการยึดเกาะมวลสารได้มากขึ้น อีกทั้งยังมีความเหนียวและความยืดหยุ่นมากขึ้น และหากปล่อยให้ยางพาราที่ได้เกิดกระบวนการสันดาปกับอากาศจากภายนอก หรือนำออกตากแดด ยางพาราจะเกิดการแข็งตัว (rigid) และสามารถรองรับน้ำหนักที่กดทับลงมาได้มากขึ้น (โดยมีการใช้ยางพาราที่ได้นี้มาทำเป็นถนนเพื่อใช้แทนยางมะตอยแล้วในหลายประเทศ เช่น เกาหลี เนื่องจากเป็นทางเลือกที่ไม่ก่อให้เกิด มลพิษ (toxic) ระหว่างกระบวนการ เพราะสามารถหลีกเลี่ยงการใช้ปิโตรเลียมอันก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศได้) อีกทั้งในประเทศไทยก็มีถนนยางพาราแล้วด้วยเช่นกัน และด้วยการทดสอบจากห้องปฏิบัติการทดลองจึงทำให้ได้ยางพาราที่มีคุณสมบัติในการใช้งานที่มีประสิทธิภาพในการใช้งานออกมา 3 ประเภทดังนี้

ประเภทที่ 1 ยางพารา C45S เป็นยางพาราที่ได้จากการต้มยางพาราดิบ 45 % และมีการใส่แอมโมเนียช่วยในการคงสภาพความเป็นของเหลว รวมทั้งมีการใส่สารเคมีอีกบางชนิดเพื่อช่วยในเรื่องของคุณสมบัติในการเกาะยึดและความแข็งแรงของยางพาราเมื่อเจอกับอากาศภายนอก และเกิดการแข็งตัวเป็นวัสดุแข็ง (rigid) คุณสมบัติทางกายภาพทั่วไปของยางพาราชนิดนี้ คือ จะมีความหนืดของน้ำยางมากกว่ายางพาราโดยทั่วไปซึ่งจะทำให้คุณสมบัติทางด้านความแข็งแรงและปลอดภัยดีตามมาด้วย

ประเภทที่ 2 ยางพารา C58S เป็นยางที่ได้จากการต้มยางพาราดิบ 58 % และมีการใส่แอมโมเนียช่วยในการคงสภาพความเป็นของเหลว นอกจากนั้นจะมีขั้นตอนในการใส่สารเคมีเช่นเดียวกับยางพารา C45S แต่มีข้อแตกต่างในส่วนของคุณสมบัติทางกายภาพ คือ ทางด้านของความเข้มข้นของน้ำยาง โดย C58S จะมีความเข้มข้นของน้ำยางมากกว่า C45S และมีความหนืดของน้ำยางมากกว่า

ประเภทที่ 3 ยางพารา C58S (โซเดียมซิลิเกต) เป็นยางที่ได้จากการต้มยางพาราดิบ 58 % และมีการใส่แอมโมเนียช่วยในการคงสภาพความเป็นของเหลว นอกจากนั้นจะมีขั้นตอนในการใส่สารเคมีที่มีคุณสมบัติคล้ายคลึงกับสารประเภทเรซิน ได้แก่ โซเดียมซิลิเกต เข้าไปอีกด้วย ซึ่งจากการเพิ่มเติมสารเคมีลงไป จึงก่อให้เกิดความเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพนั้น คือ น้ำยางมีความหนืดสูงมากขึ้นและจะมีเนื้อยางที่แน่นกว่าเดิมแต่จะละลายในน้ำได้ดีกว่าสูตรอื่น ก้อนอิฐมวลเบาพารากรีตเป็นหนึ่งในผลงานการใช้ยางพาราสังเคราะห์ ผสมกับวัสดุทางธรรมชาติ ได้แก่ ขี้เลื่อยร่อนละเอียด ดินลูกรัง หินฝุ่น ทราย น้ำยางแปรรูปพิเศษ นำมาผสมเพื่อขึ้นรูปเป็นอิฐที่ใช้ในการก่อสร้างทั่วไป

ส่วนประกอบของน้ำยาง

- น้ำยางประกอบด้วยปริมาณของแข็งทั้งหมด	22-48 %
- ปริมาณเนื้อยางแห้ง	25-45 %
- สารจำพวกโปรตีน	1.5 %
- สารพวกเรซิน	2.0 %
- คาร์โบไฮเดรต	1.0 %
- สารอนินทรีย์	0.5 %

ส่วนประกอบของน้ำยางสามารถแบ่งออกเป็นส่วนสำคัญได้ 3 ส่วนคือ

1. ส่วนที่เป็นเนื้อยางประมาณ 35 %

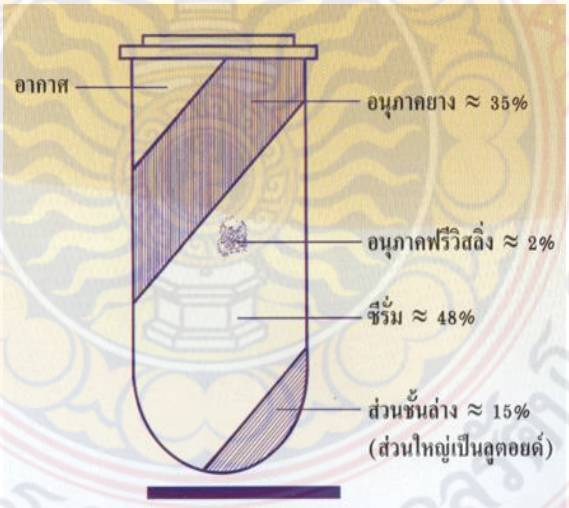
- เป็นอนุภาคที่แขวนลอยอยู่ในน้ำยาง
- เป็นสารประกอบพวกไฮโดรคาร์บอน
- มีความหนาแน่น 0.92
- เป็นโมเลกุลขนาดใหญ่ เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.002 – 0.003 ไมครอน ไม่ละลายน้ำ รูปทรงมีทั้งทรงกลมและทรงรี

- ในสภาพของน้ำยางจะถูกห่อหุ้มด้วยชั้นของสารจำพวกไขมันและสารจำพวกโปรตีนในเนื้อยางแห้ง (Dry Rubber Content) ประกอบด้วยยาง (Hydrocarbon) 86 % น้ำ(กระจายอยู่ใน Hydrocarbon) 10 % สารพวกไขมัน 3 % สารพวกโปรตีน 1 % โลหะบางชนิด เช่น แมกนีเซียม โปแตสเซียมและทองแดงประมาณ 0.5 %

2. ส่วนที่ไม่ใช่ยางประมาณ 65 % ส่วนนี้ประกอบด้วย ส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นน้ำ หรือที่เรียกว่า ซีรั่ม(Serum) ละส่วนของ ลูตอยด์ (Lutoid) และสารอื่นส่วนที่เป็นน้ำหรือเรียกว่า ซีรัม (Serum) มีความหนาแน่น ประมาณ 1.02 ประกอบด้วยสารพวกคาร์โบไฮเดรต และกรดอะมิโน ส่วนของ ลูตอยด์ (Lutoid) และสารอื่น ลูตอยด์เป็นอนุภาคกลมมีเยื่อบางหุ้มอยู่ขนาดใหญ่กว่าอนุภาคของยางมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2-5 ไมครอน ภายในเยื่อบาง ประกอบด้วยส่วนที่เรียกว่า บี-ซีรัม ที่มีส่วนของสารละลายกรด เกลือ โปรตีน น้ำตาล และโพลีฟินอลอ๊อกซิเดส ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้ยางมีสีคล้ำ เมื่อสัมผัสกับออกซิเจนในอากาศของเหลวใน ลูตอยด์ มีค่า pH 5.5 ลูตอยด์ จะบวมพองและแตกออกเมื่อเติมน้ำลงไปในน้ำยาง เป็นผลให้ยางมีความหนืดเพิ่มขึ้น ในการกรีดยางเมื่อน้ำยางไหลออกได้สักครู่ความเข้มข้นของน้ำยางในท่อน้ำยางจะเจือจางลงเป็นผลให้ ลูตอยด์ เกิดการพองตัวและแตกออกทำให้น้ำยางจับตัวอุดท่อน้ำยางและน้ำยางหยุดไหล

3. สารอื่น ๆ หรือที่เรียกว่า ฟรี วิสลิ่ง (Frey wyssling)

เป็นอนุภาคที่มีสีเหลืองเข้ม ซึ่งมีสีเหลืองเข้มจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณของสารคาโรติน (Carotiniod) ที่ประกอบอยู่ขนาดใหญ่กว่าอนุภาคของยางและมีความหนาแน่นมากกว่ายางเล็กน้อยมีส่วนประกอบของไขมันรวมอยู่ด้วยถ้านำน้ำยางไปปั่นด้วยเครื่องปั่น (Centrifuge) โดยใช้ความเร็วสูง น้ำยางจะแยกออกเป็นชั้นๆ 4 ชั้น ดังภาพที่ 2-2



ภาพที่ 2-2 ชั้นความเร็วสูงของน้ำยาง

การหาค่าเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งในน้ำยาง

ในน้ำยาง 100 ส่วน จะประกอบด้วยส่วนที่เป็นเนื้อยาง 25-45 ส่วน (เฉลี่ยประมาณ) และส่วนที่เป็นน้ำ 55 – 75 ส่วน (เฉลี่ยประมาณ 65 ส่วน) ฉะนั้นจะทราบได้ว่าน้ำยางของเกษตรกรแต่ละคนที่กรีดได้ในแต่ละวัน จะมีเนื้อยางเท่าใดโดยต้องหาปริมาณเนื้อยางแท้ในน้ำยางการหาปริมาณเนื้อยางแห้งในน้ำยางจะหาเป็นค่าของเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งในน้ำยาง โดยคิดเทียบจากน้ำยาง 100 ส่วน ว่าจะมีเนื้อยางแห้งอยู่กี่ส่วน ซึ่งวิธีการหาสามารถกระทำได้หลายวิธีแต่ที่นิยมปฏิบัติกันอยู่ในปัจจุบันมี 2 วิธี คือ

1. วิธีใช้เครื่องมือวัดความถ่วงจำเพาะเครื่องมือวัดความถ่วงจำเพาะของน้ำยาง เรียกว่า “เมโทรแลค” หรือ “ลาเทคโซมิเตอร์” เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดหาปริมาณเนื้อยางแห้งในน้ำยางโดยอาศัยค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำยางมีส่วนประกอบที่สำคัญ 2 ส่วน คือ ส่วนก้านและส่วนกระเปาะ ที่ก้านจะมีขีดกำหนดค่าเนื้อยางแห้งไว้ โดยจะมี 2 ระบบ คือ ระบบอังกฤษ ซึ่งจะบอกค่าเป็นปอนด์ /แกลลอน และระบบเมตริก ซึ่งจะบอกค่าเป็น กรัม/ลิตร โดยค่าปริมาณเนื้อยางแห้งต่ำจะอยู่ด้านล่างค่าสูงจะอยู่ด้านบน ซึ่งหมายความว่า เมโทรแลคจะจมลงไปในน้ำยางที่มีเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งต่ำทั้งนี้เพราะยางที่มีเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งสูงจะมีค่าความถ่วงจำเพาะต่ำกว่าน้ำยางที่มีเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งต่ำ

ภาพที่ 2-3 การวัดความถ่วงจำเพาะของน้ำยาง

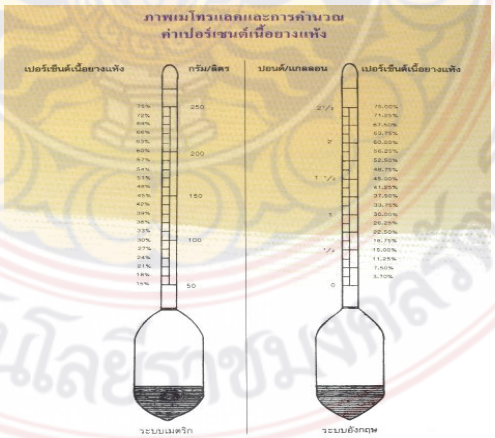
การใช้เมโทรแลค วัดหาปริมาณเนื้อยางแห้งยางแห้งในน้ำยางนั้น ส่วนใหญ่โรงงานแปรรูปยางจะใช้วัดหาค่าปริมาณเนื้อยางแห้งในน้ำยางที่ทางการโรงงานรวบรวมได้ เพื่อผลประโยชน์ในการคิดคำนวณน้ำและน้ำกรดที่จะผสมใส่ลงไปในน้ำยาง เพื่อให้ยางจับตัวกันอย่างสมบูรณ์และมีคุณสมบัติเหมาะสมตามที่โรงงานต้องการ ค่าปริมาณเนื้อยางแห้งที่วัดได้จึงไม่ถูกต้องนักเมื่อเทียบกับวิธีชั่งน้ำหนักยางตัวอย่างหรือวิธีมาตรฐานในห้องปฏิบัติการ อย่างไรก็ตามการหาปริมาณเนื้อยางแห้งในน้ำยางโดยใช้

เมโทรแลค นี้ทำได้ง่ายสะดวกรู้ผลทันทีจึงมีคนนำมาประยุกต์ใช้ในการซื้อขายน้ำยาง ซึ่งผู้ซื้อและผู้ขายสามารถหาค่าเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งได้ และรับจ่ายเงินได้ทันทีที่มีการซื้อขาย

ภาพที่ 2-4 เมโทรแลคหรือลาเทคโซมิเตอร์

ขั้นตอนการหาค่าเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งในน้ำยางโดยใช้เมโทรแลค ก่อนใช้เมโทรแลค ในการวัดหาค่าเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้ง ต้องเตรียมอุปกรณ์ที่จะใช้วัดให้พร้อม ซึ่งได้แก่ เมโทรแลค กระบอกตวงสำหรับใส่น้ำยางเพื่อใช้วัดโดยเมโทรแลค ถาดหรือตะแกรงสำหรับรองกระบอกตวงเพื่อรับน้ำยางที่ล้นกระบอกตวงเมื่อใส่เมโทรแลค และน้ำสะอาดจากนั้นนำเมโทรแลคแช่ลงในกระบอกบรรจุน้ำสะอาดที่เตรียมไว้ เพื่อควบคุมอุณหภูมิให้คงที่และลดแรงตึงผิว แล้วจึงใช้วัดค่าเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งตามขั้นตอน ดังนี้

- ตักตัวอย่างน้ำยางที่ต้องการวัด 1 ส่วน (ประมาณ 250 – 300 cc) ผสมกับน้ำสะอาด 2 ส่วน กวนให้เข้ากันดี แล้วเทใส่ในกระบอกตวงให้เต็มจนล้น
- เป่าฟองอากาศที่ลอยอยู่บนผิวน้ำยางในกระบอกตวงออกให้หมดแล้วค่อยๆหย่อนเมโทรแลคลงไปในกระบอกตวงปล่อยให้ลอยเป็นอิสระ
- อ่านค่าที่ก้านของเมโทรแลค บริเวณที่ผิวน้ำยางตัดกับก้านเมโทรแลค หลังจากที่เมโทรลอยตัวนิ่งแล้วนำค่าที่อ่านได้ไปคูณด้วย 3 ก็จะได้เปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งในน้ำยางตัวอย่างที่ใช้วัดออกมา



ภาพที่ 2-5 การใช้เมโทรแลควัดหาปริมาณเนื้อยางแห้ง

ตัวอย่าง

นายเก่ง นำน้ำยางที่กรีดได้จากสวนยางของตน มาวัดหาค่าเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้ง โดยใช้เมโทรแลค ตามวิธีที่กล่าวแล้วข้างต้น ปรากฏว่าเมโทรแลคที่ใช้ระบบอังกฤษ อ่านค่าได้ 1 ½ และเมโทรแลคที่ใช้ระบบเมตริกอ่านค่าได้ 125 น้ำยางของนายเก่งมีเปอร์เซ็นต์เนื้อยางเท่าใด

วิธีคิด

เมโทรแลคระบบอังกฤษ

ค่าที่อ่านได้ ระหว่าง 1 กับ 1 ½ หรือ = 1.25

ปริมาณเนื้อยางแห้ง = 1.25 x 3

= 3.75

หมายความว่า

ในน้ำยาง 1 แกลลอน มีเนื้อยางแห้ง 3.75 lb หรือ 37.5 %

เมโทรแลคระบบเมตริก

ค่าที่อ่านได้ = 125

ปริมาณเนื้อยางแห้ง = 125 x 3

= 375

หมายความว่า ในน้ำยาง 1 L มีเนื้อยางแห้ง 375 g หรือ 37.5 %

นั่นคือ น้ำยางของนายเก่ง มีเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้ง 37.5 % หรือ น้ำยางของนายเก่ง 100 kg ถ้าทำให้แห้งจะมีเนื้อยางอยู่ 37.5 kg

ข้อควรระวังในการใช้เมโทรแลค

เนื่องจากการใช้เมโทรแลควัดหาค่าเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งในน้ำยางนั้นจำเป็นต้องให้ความสำคัญกับทุกขั้นตอนของการดำเนินงาน เพราะหากเกิดผิดพลาดขึ้นในขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่ง อาจทำให้ค่าเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งที่วัดได้ผิดพลาดมากกว่าที่ควรจะเป็น ข้อควรระวังในการใช้เมโทรแลค มีดังนี้

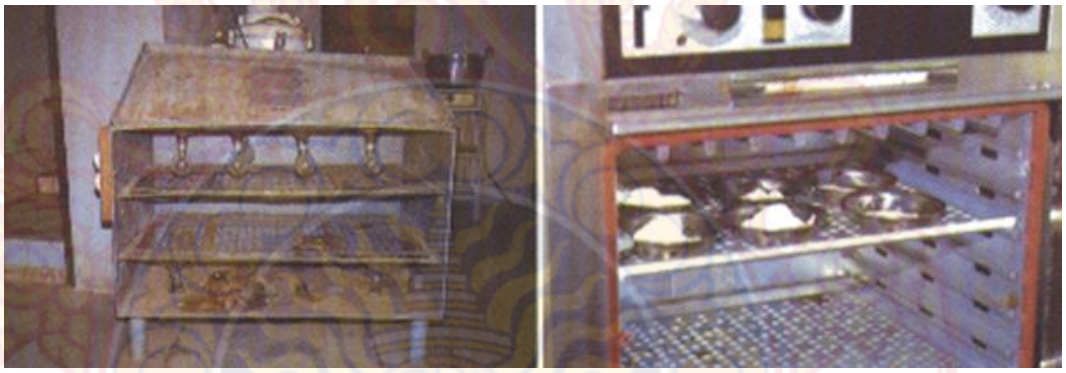
- น้ำยางที่ใช้วัดต้องเป็นน้ำยางที่สด สะอาด ไม่มีสิ่งเจือปนใด ๆ ในน้ำยาง (ห้ามใส่สิ่งเจือปนใดๆลงไปในน้ำยางเด็ดขาด)
- ตักตัวอย่างน้ำยางให้ได้ตัวอย่างน้ำยางที่แท้จริงอย่าตักน้ำยางเฉพาะด้านบนหรือด้านล่างของถังหรือภาชนะใส่น้ำยาง ควรกวนน้ำยางให้เข้ากันดีก่อนตักตัวอย่างน้ำยางไปวัดหาค่าเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้ง
- ผสมน้ำสะอาดลงในตัวอย่างน้ำยางในอัตราส่วน 2:1 (น้ำสะอาด 2 ส่วนน้ำยาง 1 ส่วน) อย่างเคร่งครัด กวนให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกันแล้วเทใสกระบอกตวงให้เต็มจนล้นและไม่มีฟองอากาศ
- น้ำสะอาดที่ใช้ผสมควรมีอุณหภูมิใกล้เคียงกับน้ำยาง ไม่ร้อนเกินไปหรือเย็นเกินไปก่อนใช้เมโทรแลค ควรล้างเมโทรแลคให้สะอาดและแช่เมโทรแลคไว้ในน้ำสะอาด เพื่อควบคุมอุณหภูมิให้คงที่
- อ่านค่าเมื่อเมโทรแลคหยุดนิ่งและอ่านตรงบริเวณที่ผิวน้ำยางตัดกับก้านเมโทรแลค
- คูณเลขและจดเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งให้ถูกต้อง

วิธีชั่งน้ำหนักของยางตัวอย่างหรือวิธีมาตรฐานในห้องปฏิบัติการ

วิธีนี้เป็นวิธีวัดหาค่าเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งในน้ำยางได้อย่างถูกต้องแม่นยำ โดยใช้หลักความจริงในการดำเนินงานคือนำน้ำยางไปทำให้แห้งให้เหลือแต่เฉพาะเนื้อยาง แล้วนำไปชั่งน้ำหนักเปรียบเทียบระหว่างน้ำยางก่อนที่จะนำไปทำให้แห้ง กับเนื้อยางที่แห้งแล้วว่าเป็นเท่าไร คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ออกมาก็จะได้ค่าเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งในน้ำยาง เช่น น้ำยาง 100 g นำไปทำเป็นยางแผ่นแล้วอบให้แห้ง จะได้ยางแผ่นหนัก 35 g นั่นคือ น้ำยางนั้นมีค่าเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้ง 35 %

อุปกรณ์ที่จำเป็น

- ตู้อบตัวอย่างยาง
- เครื่องชั่งละเอียด ทศนิยมอย่างน้อย 1 ตำแหน่ง ชั่งน้ำหนักได้สูงสุดไม่เกิน 200 g
- จักรรีดยาง ขนาดเล็ก
- ถ้วยพลาสติกใส่ตัวอย่างน้ำยาง
- ถ้วยอลูมิเนียม ใส่ตัวอย่างยางเข้าตู้อบ
- น้ำกรดอะซิติก ความเข้มข้น 2 %
- น้ำกลั่นหรือน้ำสะอาด

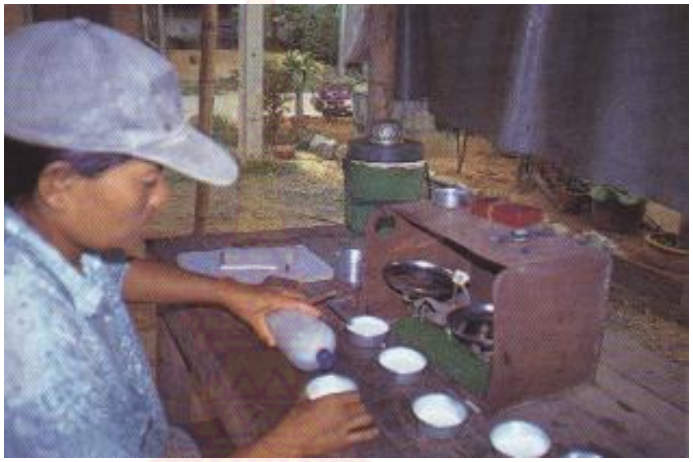


ภาพที่ 2-6 ตู้อบตัวอย่างน้ำยางพารา

ขั้นตอนการหาเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งโดยการชั่งน้ำหนักของยางตัวอย่างหรือวิธีมาตรฐานในห้องปฏิบัติการ

การหาเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้ง โดยการชั่งน้ำหนักของยางตัวอย่างหรือวิธีมาตรฐานในห้องปฏิบัติการมีขั้นตอนดำเนินงาน 10 ขั้นตอน ดังนี้

- สุ่มตักตัวอย่างน้ำยางที่ต้องการหาเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้ง
- ชั่งตัวอย่างน้ำยางในถ้วยพลาสติกถ้วยละ 10 g (ชั่งถ้วยพลาสติกก่อน ถ้าถ้วยพลาสติกหนัก 8.5 g ก็ให้ใส่น้ำยางลงไปชั่งเป็น 18.5 g)
- เติมน้ำกลั่นหรือน้ำสะอาดผสมลงในตัวอย่างน้ำยางประมาณ 20 cc



ภาพที่ 2-7 การเติมน้ำกลั่นหรือน้ำสะอาดผสมลงในตัวอย่างน้ำยาง

- เติมกรดอะซีติกเข้มข้น 2 % ลงไปอีกประมาณ 15-20 cc

- **ภาพที่ 2-8** การเติมน้ำกรดอะซีติก

- ตั้งทิ้งไว้ให้ยางจับตัวประมาณ 30 min

ภาพที่ 2-9 การทิ้งไว้ให้ยางจับตัว 30 min

- นำยางที่จับตัวสมบูรณ์แล้วไปรีดให้เป็นแผ่นบางๆความหนาไม่เกิน 2 mm

ภาพที่ 2-10 การรีดยางให้เป็นแผ่นบาง ๆ

- นำแผ่นยางไปอบให้แห้งในตู้อบที่อุณหภูมิ 70 ºC, 16 hr
- นำแผ่นยางที่อบแห้งแล้วออกจากตู้อบตั้งทิ้งไว้ให้เย็นแล้วนำไปชั่งน้ำหนักพร้อมบันทึกน้ำยางแห้งไว้

ภาพที่ 2-11 ชั่งน้ำหนักยางที่อบแล้ว

- คำนวณหาเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งจากสูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้ง} = \frac{\text{น้ำหนักแผ่นยางแห้ง}}{\text{น้ำหนักน้ำยางสด}} \times 100$$

ตัวอย่างเช่น

ตัวอย่างน้ำยางของนายเก่ง 10 g เมื่ออบแห้งแล้ว ชั่งยางแผ่นได้ 3.75 g น้ำยางของนายเก่ง มีค่าเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งเท่าใด ?

วิธีทำ

จากสูตร $\text{เปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้ง} = \frac{\text{น้ำหนักแผ่นยางแห้ง}}{\text{น้ำหนักน้ำยางสด}} \times 100$

แทนค่าในสูตร $\text{เปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้ง} = \frac{3.75 \times 100}{10}$

$= 37.5$

นั่นคือ น้ำยางของนายเก่งมีค่าเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้ง 37.5 % หรือน้ำยางของนายเก่ง 100 kg ถ้าทำให้แห้งจะมีเนื้อยางอยู่ 37.5 kg

ประโยชน์ของการหาค่าเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งในน้ำยาง

การหาค่าเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งในน้ำยางจะทำให้ทราบได้อย่างรวดเร็วกว่าน้ำยางที่นำมาหาค่าเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งนั้น เมื่อแห้งแล้วจะมีเนื้อยางแห้งอยู่เท่าใด ซึ่งจะช่วยให้การคำนวณอัตราการผสมน้ำ น้ำกรด และสารเคมีต่าง ๆ เพื่อทำให้ยางจับตัวของโรงงานยางที่ใช้น้ำยางเป็นวัตถุดิบในการผลิต เช่น โรงงานยางแท่ง โรงงานยางแผ่น โรงงานยางอบแห้ง ฯลฯ ทำได้สะดวกรวดเร็วและถูกต้องการซื้อขายน้ำยางสดระหว่างผู้ซื้อกับผู้ขายทำได้สะดวกรวดเร็วสามารถคิดหาเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งได้ทันที หรืออย่างช้าภายใน 24 hr หลังจากมีการซื้อขายน้ำยาง ส่งผลให้ผู้ซื้อและผู้ขายน้ำยางสามารถรับ-จ่าย เงินกันได้ทันทีหรืออย่างช้าภายใน 24 hr หลังจากมีการซื้อขายน้ำยาง เช่นกัน

คุณสมบัติของยางธรรมชาติ

1. คุณสมบัติของยางดิบ

- ยางมีสมบัติเป็นทั้งพลาสติก และอีลาสติก นั่นคือ ยางสามารถแบนและไหลไดเมื่อไดรับแรงกดซึ่งเป็นสมบัติของพลาสติก เมื่อเอาแรงออกยางสามารถกลับคืนสูรูปเดิมได ดังนั้น เมื่อยางมีสมบัติทั้งพลาสติกและอีลาสติกทำให้ยางแบนหรือยืดเมื่อไดรับแรงกดหรือแรงดึง แต่เมื่อคลายแรงยางจะกลับคืนรูปแต่ไมเท่าเดิม

- ยางเป็นเทอร์โมพลาสติก (Thermoplastic) เมื่อยางอยู่ในสภาวะอุณหภูมิต่ำ ยางจะแข็งกระด้าง ถ้ายางอยู่ในสภาวะที่อุณหภูมิสูง ยางจะนิ่ม ลักษณะเช่นนี้ ทำให้ยางใช้งานได้ในช่วงอุณหภูมิที่จำกัด
- ยางมีความแข็งแรงต่ำความต้านทานต่อแรงดึงต่ำ (Tensile Strength) และความต้านทานต่อการสึกกร่อนต่ำ (Abrasion resistance)
- ยางไม่ทนต่อตัวทำละลายหลายชนิดสามารถละลายได้ง่ายตัวทำละลาย

2. คุณสมบัติของยางคงรูป

- มีความยืดหยุ่นสูง
- ทนต่อแรงดึง (Tensile Strength) สามารถทนแรงดึงได้มากกว่า 20 Mpa
- มีการยืดตัวก่อนขาดได้มาก (Elongation) ยืดได้ 500 % – 1,000 %
- มีความทนทานต่อการฉีกขาด(tear) และการสึกหรอ (abrasion) ได้ดี
- การคืนตัว (Compression set resistance) และการกระดอนดี
- ใช้งานที่อุณหภูมิต่ำได้ดี
- แรงยึดหรือติดกันระหว่างยางกับเส้นใยและโลหะได้ดี
- มีความทนทานต่อการบ่มเร่งด้วยความร้อน (heat ageing) ไม่ดี
- ความทนทานต่อการเสื่อมสภาพเนื่องจากออกซิเจนและโอโซนได้น้อย
- ไม่ทนต่อตัวทำละลายประเภทไฮโดรคาร์บอน และน้ำมันปิโตรเลียม
- อุณหภูมิการใช้งานอยู่ระหว่าง – 40 ถึง 70 ºC

ยางรถยนต์ ยางรถยนต์เป็นผลิตภัณฑ์ยางที่เราพบเห็นได้ทั่วไปถูกผลิต ขึ้นให้มีสมบัติที่เหมาะสมกับรถยนต์แต่ละประเภทล้อยางรถบรรทุกก็ควรมีสมบัติ ที่ทนทานและรับน้ำนักบรรทุกได้มาก มีการทรงตัวที่ดีซึ่งแตกต่างจากล้อยางของรถยนต์นั่งที่มุ่งแน่นในเรื่องของ ความนุ่มนวลในการขับขี่การทรงตัวการยึดเกาะถนนและความทนทานเป็นอันดับรองลงมาแต่เดิมยางรถยนต์ผลิตจากยางธรรมชาติหรือแรกว่ายาง NR (natural rubber) ปัจจุบันมีการนำยางสังเคราะห์ประเภทยาง SBR (styrene butadiene rubber) และยาง BR (butadiene rubber) มาผสมด้วยเพื่อปรับปรุงสมบัติของยางธรรมชาติให้ดียิ่งขึ้นบริษัทผลิตยางรถยนต์ต่างแข่งขันกันวิจัยค้นคว้าเพื่อให้ได้ยางที่เหมาะสมกับการใช้งาน โดยปรับปรุงสมบัติเรื่องการทนความร้อนและน้ำมัน การยึดเกาะผิวถนนความต้านทานการหมุนที่ต่ำลงลดการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงมีอายุการใช้งานที่ยาวนานรวมทั้งความสามารถในการ “run-flat” ซึ่งถ้าแปลตรงๆจะมีความหมายว่า “รถยนต์ยังคงวิ่งได้แม้ยางแบน” กล่าวคือความสามารถในการที่ล้อยางทำให้รถยนต์ยังคงวิ่งอยู่ได้ถึงแม้ว่าลมจะรั่วออกมาจากยางแล้วก็ตาม การผลิตยางที่มีสมบัติ fun - flat นี้ใช้เทคนิคการเคลือบผิวใต้ดอกยางด้วยวัสดุ “sealant” ที่สามารถอุดรอยรั่วเล็กๆได้หรือเรียกว่า“self-sealing” หรือใช้วิธีเสริมด้วยวัสดุแข็งที่ผนังด้านในของแก้มยางเพื่อพยุงล้อไว้ที่ เรียกว่า “self-supportiong” นอกจากนั้นเทคโนโลยีใหม่ที่รวมตัวล้อเข้ากับยางให้เป็นชิ้น

เดียวกัน หรือ “auxiliary supported run system” ซึ่งเป็นล้อที่มีรถยนต์ที่มีวงแวนรองรับยางก็มีแนวโน้มที่จะนำมาใช้ผลิตยาง run–flat ในอนาคตยางรถยนต์ที่มองดูแล้วเหมือนทำมาจากยางล้วนๆ นั้น แท้จริงเป็นวัสดุผสมหรือวัสดุโพสิต (composites) คือมีการพันเส้นใยไนลอนโพลิเอสเทอร์หรือใยเหล็ก เข้ากับเนื้อยางเพื่อขึ้นโครงเรียกว่าชั้นโครงผ้าใบ ถ้าสังเกตชื่อภาษาอังกฤษของยางธรรมดา (bias ply tire) และยางเรเดียล (radial piy tire) จะเห็นมีคำว่า “ply” แทรกอยู่ ply คือเส้นใยในชั้นโครงผ้าใบนั้นเองยางเรเดียลมีการถักทอเส้นใยดังกล่าวไปในแนวตั้งฉากกับเส้นรอบวงของล้อยางเพื่อการรับแรงในแนวเส้นรอบวงแตกต่างจากยางธรรมดาที่เรียงไขว้กันเป็นมุม30 – 40 องศา ยางเรเดียลบางรุ่นนิยมใช้แผ่นเหล็กกล้าเป็นแผ่นรองรับเพื่อเสริมความแข็งแรง และช่วยให้หน้ายางแบนไปกับพื้นถนนอีกด้วย องค์ประกอบของยางรถยนต์ องค์ประกอบทางวัสดุและองค์ประกอบทางเคมีของยางรถยนต์ 1 เส้น

ตารางที่ 2-2 แสดงได้ดังตารางที่ 2 องค์ประกอบของยางรถยนต์ 1 เส้นโดยน้ำหนัก

องค์ประกอบทางวัสดุ	องค์ประกอบทางเคมี
ยาง 85 %	ไฮโดรคาร์บอน 51 %
เหล็กเส้น 12 %	คาร์บอนแบล็ค 26 %
ไฟเบอร์ 3 %	น้ำมัน 13 %
	ออกไซด์ของสังกะสี 2 %
	กำมะถัน 1 %

2.2 การผลิตบล็อกประสานให้ได้คุณภาพตามมาตรฐาน

ผลิตบล็อกประสานให้ได้คุณภาพตามมาตรฐานต้องอาศัยองค์ประกอบหลายๆอย่าง ทั้งจากทางด้านแรงงาน เครื่องจักรที่ใช้ และสิ่งที่สำคัญที่สุด คือ ความเอาใจใส่ในงานทุกขั้นตอน โดยมีรายละเอียดที่คำนึงอันได้ แก่ เครื่องจักรมีใช้ในการผลิตวัตถุดิบปริมาณน้ำที่เหมาะสม อัตราส่วนผสม และวิธีบ่ม

เครื่องจักรและอุปกรณ์เพื่อการผลิตบล็อกประสาน

1. เครื่องบดร่อน ใช้สำหรับบดร่อนวัตถุดิบที่มี เนื้อกรวดหินมาก หรือก้อนดินเกาะกันเป็นก้อนใหญ่ ถ้าวัตถุดิบที่ใช้ มีเนื้อละเอียด เล็กเป็นส่วนใหญ่ ไม่เป็นฝุ่น อาจใช้ตะแกรงร่อน ขนาดตะแกรง 3 – 4 mm ร่อนเอาหินขนาดใหญ่ออกก็ได้ ไม่ต้องซื้อเครื่องบดร่อนให้เสียต้นทุน และค่าไฟ ในปัจจุบันเครื่องบดร่อนมี 2 รูปแบบหลัก คือ แบบช่องดินออก 1 ทาง และช่องดินออก 2 ทาง แบบ 2 ทาง มีข้อเสียคือ อัตราส่วนผสมของทั้ง 2 ช่องทางไม่เหมือนกัน ฉะนั้นเมื่อนำมาผลิตแล้วคุณภาพจะไม่แน่นอน และยังมีราคาเครื่องที่แพงกว่าในการเลือกซื้ออย่าลืมศึกษาถึงขีดความสามารถในการทำงานของเครื่องจักรว่าพอกับวัตถุดิบของเราหรือไม่ ได้ความละเอียดแค่ไหนและระบบไฟฟ้าเป็นอย่างไร โดย

เครื่อง 3 เฟส จะมีราคาถูกและประหยัดค่าไฟได้มากกว่าแต่ต้องลงทุนติดตั้งหม้อแปลง 3 เฟสหลักแสน โดยมีลักษณะตัวอย่างเครื่องบดละเอียด ดังรูปที่ 2-12

ภาพที่ 2-12 ตัวอย่างเครื่องบดร่อน

2. เครื่องผสม เป็นเครื่องมือหลักที่ควรมีเพราะการผลิตเพื่อจำหน่ายจำเป็นต้องใช้ส่วนผสมมากการใช้เครื่องผสมจะช่วยลดค่าแรงงาน และเพิ่มผลผลิตต่อแรงงานต่อวันได้มากกว่าการใช้การใช้แรงงานผสม นอกจากนี้เครื่องผสมที่ดีจะทำให้การผสมส่วนผสมเป็นไปได้อย่างทั่วถึงกว่าการผสมด้วยแรงงานคนการเลือกซื้อเครื่องควรเลือกซื้อเครื่องที่มีกำลังเหมาะสมกับปริมาณการผลิต และระบบไฟฟ้าที่มีอยู่ ที่สำคัญอย่าลืมดูความแข็งแรงของวัสดุที่ใช้ผลิตแสน โดยมีลักษณะตัวอย่างเครื่องบดละเอียด ดังรูปที่ 2-13

ภาพที่ 2-13 ตัวอย่างเครื่องผสม

3. เครื่องอัดบล็อกตรง และบล็อกโค้ง เครื่องอัดบล็อกมี 2 ประเภท คือ ใช้แรงงานคน(แบบมือโยก) และเครื่องอัดไฮดรอลิก การเลือกใช้ขึ้นอยู่กับทุนที่มีอยู่มากกว่าปริมาณการขาย เพราะต้นทุนการผลิต

ต่อก้อนด้วยเครื่องไฮดรอลิกถูกกว่าเล็กน้อย ทำให้ระยะยาวจะได้กำไรสูงกว่าแต่เครื่องอัดด้วยแรงคน สามารถตอบสนองปริมาณการขายที่เท่ากันด้วยต้นทุนรวมที่น้อยกว่า แม้ว่าใช้เงินหมุนเวียนด้านค่าแรงงานมากกว่า และไม่ต้องใช้ไฟฟ้า

- เครื่องอัดด้วยแรงคน เป็นเครื่องอัดด้วยแรงคนแบบมือโยก ใช้การทดแรงแบบคานงัดคานดีด มีลักษณะดอก ร่องด้านใต้หลายรูปแบบ และความหนาของเหล็กที่ใช้ผลิตแต่ละแห่งจะไม่เท่ากัน สามารถผลิตได้วันละประมาณ 200 - 400 ก้อนขึ้นอยู่กับจำนวนแรงงานและความชำนาญ
- เครื่องอัดไฮดรอลิก เป็นเครื่องอัดแบบอุตสาหกรรมขนาดย่อมจนถึงขนาดใหญ่ใช้มอเตอร์เป็นตัวขับน้ำมันสร้างแรงดันในระบบไฮดรอลิก อัดได้ครั้งละ 2-4 ก้อนสามารถผลิตได้วันละประมาณ 1,000 – 4,000 ก้อน

ภาพที่ 2-14 เครื่องอัดด้วยแรงคน

2. ข้อควรระวังเมื่อได้รับเครื่องจักรมาใหม่เครื่องจักรทุกตัวมีค่าคลาดเคลื่อนจากขนาดบล็อกที่ต้องการจริงทุกตัวไม่ว่าจะเป็นเครื่องอัดมือโยก หรือเครื่องอัดแบบไฮดรอลิก ดังนั้นก่อนการผลิต หรือเมื่อได้รับเครื่องมือมาใหม่ควรทดสอบอัดบล็อกเพื่อตรวจสอบค่าต่างๆ คือ

- ขนาดในมิติต่างๆ ตรวจสอบว่าได้ตามต้องการหรือไม่ทั้งความสูง ความกว้าง ความยาว และความเอียงหากหนาไปให้หนุนแผ่นชิม/แผ่นสังกะสีบางๆ ไว้ใต้แผ่นแม่พิมพ์ด้านล่าง หากก้อนต่ำให้ลดระดับแผ่นชิมออก หรือไสแผ่นรองแม่พิมพ์ออก โดยจะต้องตรวจสอบความแน่นหนาของฐานรองด้วยทุกครั้ง หากฐานรองหลวมต้องยึดให้แน่นก่อนทำการปรับความหนา
- ความจุของดินในช่องอัด ตรวจสอบว่ามีปริมาตรที่จะบรรจุดินได้มากพอที่จะทำงานได้สะดวกในการเติมดินแต่ละครั้ง โดยเมื่ออัดแล้วบล็อกประสานยังคงมีความหนาแน่นตามต้องการหรือไม่ เพราะตามธรรมชาติดินยิ่งมีความหนาแน่นมาก กำลังก็จะสูงมากตามไปด้วย ดังนั้นก่อนทำการผลิตจริงอย่าลืมตรวจสอบความสูงของช่องบรรจุดินให้มีเพียงพอกับปริมาณดินที่จะใส่แต่ละครั้ง ซึ่งโดยทั่วไปไม่ควรน้อยกว่า 16 cm โดยความลึกที่เหมาะสมที่สุดคือ 19 cm
- ชั้นวางก้อนบล็อกประสาน ใช้วางก้อนบล็อกประสานให้เป็นระเบียบเรียบร้อยประหยัดที่วางก้อนบล็อกให้ความชื้นในการบ่มได้ง่าย ชั้นวางควรมีความแข็งแรงสูง สามารถวางก้อนบล็อกได้สะดวกจาก

ทุกๆทิศทาง ไม่เป็นสนิมง่าย ทนทาน และถ้าเคลื่อนย้ายได้ง่ายก็จะสะดวกมากขึ้น จำนวนของชั้นวางขึ้นอยู่กับกำลังการผลิต ถ้าสามารถผลิตได้มากก็ควรมีชั้นวางจำนวนมากเพราะถ้ามีน้อยผลิตออกมาแล้วเดี๋ยวจะหาที่วางไม่ได้อีก ถ้าผลิตได้น้อยแล้วมีชั้นวางมากก็จะเป็นการสิ้นเปลืองโดยเปล่าประโยชน์

- ชั้นวางก้อนอิฐบล็อกสด หลังการผลิตสามารถลดระยะเวลาและแรงงานในการเรียงบล็อก ขนาดไม่ควรกว้างเกิน 50 hr เพื่อให้สะดวกในการวาง ไม่ต้องเอื้อม ติดล้อเลื่อน เพื่อสามารถเคลื่อนย้ายไปสู่พื้นที่บ่มได้สะดวก ชั้นวางบล็อกสำหรับการขนส่ง หรือพาเล็ทใช้ในกรณีที่มีรถเฮี๊ยบ (รถยก) หรือรถลากไฮดรอลิก (ตะเข่) จะช่วยให้ขนส่งได้สะดวกและประหยัดค่าแรงในระยะยาว
- ตาชั่ง และอุปกรณ์ตวงวัดส่วนผสม ตาชั่งต้องมีความเที่ยงตรง และสามารถรับน้ำหนักได้มากพอที่จะชั่งวัสดุ แต่ไม่มากจนเกินไป เพราะจะทำให้ค่าที่ได้ไม่ละเอียดพอ อุปกรณ์การตวงวัดส่วนผสมต่างๆ ควรใช้อุปกรณ์ที่หาได้ง่ายตามท้องถิ่นไม่จำเป็นต้องมีราคาแพง ในการตวงวัสดุถ้าใช้อุปกรณ์ชนิดไหนตวงก็ควรใช้ตัวเดิมเพื่อลดความแตกต่างจากอุปกรณ์จะทำให้การผสมแต่ละครั้งมีความใกล้เคียงกันมากขึ้น

วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต

1. ดินที่ใช้ในการผลิต ดิน เกิดจากหินที่ผุพังไปตามกาลเวลาและการกระทำจากสภาพแวดล้อมต่างๆ ทั้งการพัดพาของน้ำ ลำธาร ฝนตก แดดออก และจากน้ำมือของมนุษย์ ดังนั้นดินจากแต่ละภูมิประเทศจะไม่เหมือนกัน ทั้งขนาดเม็ดดิน รูปร่าง ขนาดคละและแร่ธาตุต่างๆในดิน เมื่อมีความแตกต่างกันดังนั้นอัตราส่วนผสมที่ใช้ผลิตบล็อกก็จะแตกต่างกันไป ดังนั้นก่อนการผลิตต้องตรวจสอบก่อนว่าดินของเรามีสภาพอย่างไร ลักษณะของดินที่ดีเลือกดินที่มีคุณภาพดีมีลักษณะวิธีการเหมือนแนวคิดของการแบ่งชั้นคุณภาพดินสำหรับทำถนน (ASTM D3282 Standard Classification of Soils and Soil-Aggregate Mixtures for Highway Construction Purposes) คือ มีฝุ่นดินน้อย มีมวลละเอียดแข็งตั้งแต่ร้อยละ 65 ขึ้นไป โดยน้ำหนัก ดังนั้นก่อนการผลิตต้องทำการตรวจสอบดินที่เราจะใช้เป็นวัตถุดิบโดยการทดสอบมีหลายขั้นตอน ดังนี้

- การทดสอบด้วยตนเองดินที่นำมาทดสอบควรเป็นดินที่เป็นตัวแทนของพื้นที่ได้ อยู่ลึกจากหน้าดิน ไม่มีเศษวัชพืช และรากไม้ นำดินหรือวัตถุดิบที่ต้องการ ใส่ในขวดใสครึ่งขวด แล้วเติมน้ำให้เต็ม ปิดฝาเขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้แล้วจับเวลา รอจนดินตกตะกอนทั้งหมดจนน้ำใส วัดความสูงของดินส่วนที่ตกตะกอนก่อนในชั้นแรก และดินส่วนที่ตกตะกอนตามหลังในชั้นที่สอง หาร้อยละของตะกอนฝุ่นที่ตกตะกอนที่หลังไม่เกินร้อยละ 15 โดยปริมาตร หรือส่วนมวลละเอียด/ตะกอนแข็งที่ตกตะกอนก่อนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 85 โดยปริมาตร ถือว่ามีคุณภาพดี ใช้ผลิตบล็อกประสานได้ด้วยอัตราส่วนปูนซีเมนต์ : ดิน ประมาณ 1:7 ถ้าเนื้อมวลละเอียดอยู่ระหว่างร้อยละ 35-50 ให้ส่งมาทดสอบดินโดยละเอียดเพื่อหาส่วนผสมที่แน่นอนต่อไป

- การทดสอบในห้องปฏิบัติการเป็นการทดสอบอย่างละเดียดเพื่อหาขนาดคละโดยวิธี (Sieve Analysis) ตามมาตรฐาน ASTM D421, D1140 เพื่อตรวจสอบว่าขนาดคละของดินที่ใช้มีขนาดเหมาะสมหรือไม่ ถ้าไม่เหมาะต้องปรับปรุงอย่างไร เนื่องจากดินแต่ละแหล่งจะมีคุณสมบัติต่างๆที่ไม่เหมือนกัน ดินบางประเภทเหมาะสมต่อการใช้งาน แต่บางประเภทที่ไม่เหมาะสมต่อการใช้งาน ถ้านำมาใช้จะทำให้ต้นทุนการผลิตสูง หรือเมื่อผลิตออกมาแล้วจะได้บล็อกที่ไม่แข็งแรง บล็อกประสานเป็นคอนกรีตบล็อกรับน้ำหนักประเภทหนึ่งที่ใช้เป็นโครงสร้างแทนเสาคานได้ ซึ่งมีความแข็งแกร่งสูงกว่าอิฐ หรือคอนกรีตบล็อกทั่วไปที่ขายตามท้องตลาดมาก เพราะอิฐทั่วไปใช้เป็นผนังไม่รับน้ำหนักได้เพียงอย่างเดียว ปูนซีเมนต์จึงเป็นต้นทุนวัตถุดิบหลักที่มากที่สุด ในการผลิตบล็อก 1 ก้อนเพื่อให้ได้ความแข็งแกร่งเพียงพอ การคัดเลือก และหาส่วนผสมดินที่ดีอาจช่วยลดสัดส่วนการใช้ปูนต่อก้อนได้สูงสุดจาก อัตราส่วนปูนต่อดิน 1:6 เป็น 1:12 ใช้ปูนได้ครึ่งหนึ่ง หรือประมาณ 50 สตางค์ต่อก้อน
- การทดสอบเพื่อกำหนดสูตรส่วนผสมโดยละเอียดเพิ่มการกำหนดสัดส่วนปูนที่ใช้ในการผลิตตามหลักสถิติ เพื่อให้ได้สัดส่วนที่ใช้ปูนน้อยที่สุด โดยการปรับอัตราส่วนปูนที่ใช้ในการผสม และนำมาหาค่าความต้านทานแรงอัด ซึ่งจะทำให้ทราบค่าความสัมพันธ์ระหว่างปูนที่ใช้ และความต้านทานแรงอัด และกำหนดสัดส่วนปูนให้ได้ค่าความต้านทานแรงอัดที่ประมาณ 70 (kg/m^2) บวกส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเผื่อไว้เล็กน้อยเพื่อความมั่นใจของผู้นำบล็อกประสานไปใช้งาน และปริมาณการขายในอนาคต
- อัตราส่วนผสมที่แท้จริงจะขึ้นอยู่กับว่าในการผลิตจะสามารถผลิตบล็อกให้รับกำลังผ่านมาตรฐานได้ที่อัตราส่วนเท่าไร ดังนั้นถ้าหากว่ามีแหล่งดิน และเครื่องจักรพร้อมอยู่แล้วอาจลองอัดบล็อกที่หลายๆ อัตราส่วนอาจจะไล่ตั้งแต่ 1:5 ถึง 1:10 แล้วดูว่าอัตราส่วนไหนที่ใช้แล้วทำงานง่าย บล็อกแข็งแรงดี ขอบมุม ไม่รุ่ย ไม่ร้าวเมื่อแห้ง ไม่ยุ่ยเมื่อถูกน้ำ แล้วค่อยทำการทดสอบการรับกำลังอัดว่าผ่านมาตรฐานหรือไม่ ถ้าผ่านก็ถือว่าใช้ได้ โดยอัตราส่วนผสมที่แท้จริงจะดูจากผลทดสอบการรับกำลังอัดว่าผสมที่อัตราส่วนเท่าไร แล้วกำลังรับแรงอัดยังผ่านมาตรฐานอยู่เพราะถ้าผสมปูนมากเกินก็จะเปลืองต้นทุนโดยเปล่าประโยชน์ แต่ถ้าน้อยเกินก็อาจได้กำลังไม่เพียงพอการพัฒนาส่วนผสมดินด้วยตนเอง กรณีฝุ่นดินมาก
- จากการทดสอบดินด้วยตนเอง เราต้องการเนื้อฝุ่นไม่เกินร้อยละ 35 ถ้ามีเนื้อฝุ่นมาก เราอาจผสมหินฝุ่น หรือทรายเลือกวัตถุดิบตัวที่มีราคาถูก นำขวดเปล่ามาชั่งน้ำหนัก ตวงดินใส่ขวดประมาณ 1/3 ของขวด ชั่งน้ำหนักขวด จะได้น้ำหนักดินที่ใช้หรือปริมาตรที่ตวง เติมน้ำไว้ครึ่งขวด นำหินฝุ่นหรือทรายมาชั่งน้ำหนักแล้วค่อย ๆ เติมลงในขวดเดียวกัน จนสัดส่วนฝุ่นดินลดลงจนเหลือประมาณร้อยละ 35 ชั่งน้ำหนักดินที่เหลือ หรือ จำนวนปริมาตรที่ตวงใส่ขวด จะได้ส่วนผสมวัตถุดิบโดยประมาณสำหรับผลิตบล็อกประสานให้มีคุณภาพดี

2. ปูนซีเมนต์ในการผลิตบล็อกประสาน ซีเมนต์ที่ใช้จะเลือกใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1 (ปูนที่ใช้ในงานโครงสร้าง เทเสา คาน เช่น ปูนตราช้างแดง TPI แดง ฯลฯ) ส่วนจะใช้ตราอะไรก็ได้ขอให้

หาได้สะดวก แต่ต้องแน่ใจว่าเป็นปูนโครงสร้างจริงๆ และได้รับมาตรฐาน มอก. สาเหตุที่เลือกใช้ปูนประเภทที่ 1 นั้นเพราะความคุ้มค่าต่อราคาสูงสุด สามารถผลิตบล็อกให้ได้กำลังตามมาตรฐานโดยใช้ปูนซีเมนต์ไม่มากเกินไป และที่สำคัญคือสะดวก สามารถหาได้ทุกที่ทั่วไทย การใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1 จะให้ก้อนบล็อกประสานมีความแข็งแกร่ง ทนการกัดกร่อนของน้ำได้ดี การใช้ปูนซีเมนต์ผสม (ปูนก่อฉาบ) คุณภาพจะต่ำกว่าทำให้ต้องใช้ปูนมากขึ้นถึง 2 เท่าเพื่อให้ได้คุณภาพเท่ากัน ซึ่งจะทำให้ต้นทุนสูงขึ้นปูนซีเมนต์ที่เลือกใช้ควรเป็นปูนใหม่สด หีบห่อไม่แตกร้าว เมื่อแกะออกมาปูนยังเป็นผงดีไม่จับตัวเป็นก้อนแข็งและอย่าลืมตรวจสอบวันผลิตข้างถุงอย่าให้ผลิตมานานมากปูนอาจเสื่อมสภาพได้การวางเก็บควรวางเป็นชั้นๆ ในที่อากาศถ่ายเทได้ ไม่ถูกลม ฝน แสงแดดจัดๆ และในการผลิตควรนำปูนเก่ามาใช้ก่อนเมื่อหมดจึงนำปูนใหม่เข้ามาใช้หมุนเวียนไปเรื่อยๆ

3. น้ำสะอาด น้ำที่ใช้ในการผสมดินซีเมนต์ต้องเป็นน้ำสะอาด ปราศจากสารเจือปน หรือสารอินทรีย์ต่างๆ ไม่มีความเป็นกรดหรือด่าง หรือคราบน้ำมัน ดังนั้นถ้าไม่แน่ใจก็ใช้น้ำสะอาดที่ใช้ดื่มได้ เพราะว่าน้ำจะเป็นตัวเข้าไปทำปฏิกิริยากับซีเมนต์โดยตรง ดังนั้นถ้าในน้ำมีสารอินทรีย์ หรือมีสภาพเป็นกรดด่าง ก็จะทำให้ปฏิกิริยาเกิดได้ไม่เต็มที่ ทำให้ได้กำลังไม่สูงมากเท่าที่ต้องการบล็อกที่ผลิตออกมาก็จะไม่ได้มาตรฐาน

4. ทรายละเอียด หินฝุ่น จะใช้ในกรณีที่ดินที่เป็นแหล่งวัตถุดิบมีสภาพไม่เหมาะสมและต้องมีการปรับปรุงคุณภาพก่อนนำมาผลิตเพื่อปรับสัดส่วนขนาดคละใหม่ให้มีความเหมาะสมวัสดุที่นำมาใช้ผสมเพื่อปรับขนาดคละต้องทราบแหล่งของวัตถุดิบที่แน่นอน เนื่องจากวัตถุดิบแต่ละที่คุณสมบัติจะแตกต่างกัน ทำให้เกิดความแปรปรวนได้ถ้าใช้จากคนละแหล่ง

5. ขนาดคละของวัสดุ ดินที่มีขนาดคละดี คือจะมีสัดส่วนของดินขนาดเม็ดใหญ่ ขนาดเม็ดกลาง และขนาดเม็ดเล็ก ปนกันอยู่อย่างเหมาะสมเม็ดดินที่มีขนาดเล็กก็จะเข้าไปแทรกตัวอยู่ระหว่างเม็ดใหญ่ทำให้เกิดความแน่น และความแข็งแรงตามมา ลองเปรียบเทียบง่ายๆ กับการนำลูกปืนมาวางเรียงในกล่องจะเห็นได้ว่า จะมีช่องว่างระหว่างเม็ดลูกปืนอยู่มาก แต่ถ้าเราหาลูกปืนซึ่งมีขนาดเล็กๆเพิ่มลงไปช่องว่างก็จะลดลงเนื่องจากลูกปืนเม็ดเล็กจะเข้าไปแทรกอยู่ระหว่างลูกปืนเม็ดใหญ่

การหาปริมาณน้ำที่เหมาะสม

การหาปริมาณน้ำที่เหมาะสมทำให้สามารถอัดบล็อกได้ความหนาแน่นสูงขึ้นโดยใช้แรงอัดเท่าเดิม ทำให้ความแข็งแรงของก้อนเพิ่มมากขึ้น ในส่วนนี้หากทำรวมกับการหาสัดส่วนปูนซีเมนต์ จะทำให้สามารถลดปริมาณการใช้ปูนซีเมนต์หรือลดต้นทุนได้สูงสุดถึงก้อนละ 50 สตางค์ โดยในที่นี้จะการหาปริมาณน้ำที่เหมาะสมด้วย ถังบัวรดน้ำ ขั้นตอนโดยสรุปดังนี้เต็มน้ำให้เกือบเต็มถังบัวรดน้ำ ชั่งน้ำหนักบันทึกผล เติมน้ำลงในส่วนผสม จนส่วนผสมเริ่มมีความชื้น นำส่วนผสมไปอัดบล็อก พร้อมกับหาน้ำหนักก้อนที่มากที่สุดที่สามารถอัดได้โดยไม่ใช้แรงมากเกินไป บันทึกผล น้ำหนักถังบัวรดน้ำ และน้ำหนักบล็อกสูงสุด ทำซ้ำโดยการเติมน้ำเพิ่ม และหาน้ำหนักก้อนสูงสุด ทำซ้ำจนกระทั่งเมื่ออัดบล็อก

แล้วจะมีน้ำถูกบีบออกมากจากก้อนซึ่งจะเป็นจุดที่มีปริมาณน้ำในก้อนมากเกินพอดี ที่จุดนี้ก้อนบล็อกที่อัดได้จะเสียรูปขณะที่ยกออกมาจากเครื่องอัด หรือเกิดการแอ่นตัวอย่างเห็นได้ชัด เมื่อได้จุดที่มีปริมาณน้ำมากเกินพอดีให้บันทึกค่าไว้ ส่วนปริมาณน้ำที่เหมาะสมที่ใช้ในการผลิตคือปริมาณน้ำ ก่อนถึงจุดที่บล็อกจะมีน้ำถูกบีบออกมาจากก้อนโดยใช้น้ำหนักต่อก้อนเท่ากับน้ำหนักที่ได้จากการทดสอบ

อัตราส่วนปูนซีเมนต์ต่อวัตถุดิบของบล็อกประสาน

อัตราส่วนผสมของวัตถุดิบในการผลิตบล็อกประสาน หาจากการทดลองในห้องปฏิบัติการ โดยส่วนใหญ่แนะนำให้ผลิตที่อัตราส่วนผสมระหว่างปูนซีเมนต์ต่อมวลรวมประมาณ 1: 6 ถึง 1: 7 โดยน้ำหนัก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณภาพของมวลรวมเป็นหลัก แต่อาจปรับส่วนด้วยตนเองได้ โดยการผสมปูนซีเมนต์กับวัตถุดิบในอัตราส่วนที่ต่าง ๆ กันไป เช่น ผลิตบล็อกด้วยอัตราส่วนที่ 1: 6, 1: 7, 1: 8 และ 1: 9 จำนวน สูตรละ 3 ก้อน แล้วส่งตัวอย่างมาทดสอบความต้านทานแรงอัด เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนปูนซีเมนต์ที่ใช้ 1 ส่วน โดยกำลังตามมาตรฐานจะอยู่ประมาณ 7 MPa (ประมาณ 70 kg/cm) ดังนั้น อัตราส่วนดินที่แนะนำจึงอยู่ในช่วงประมาณ ปูนซีเมนต์ 1 ส่วนต่อดิน 6-8 ส่วน โดยอัตราส่วนที่น้อยกว่านี้ถึงแม้กำลังจะดีขึ้นแต่ในแง่การลงทุนไม่คุ้มเนื่องจากต้องเปลืองปริมาณซีเมนต์เพิ่มขึ้นมาก และในอัตราส่วนดินที่มากเกินไปก็อาจจะทำให้กำลังไม่ได้ตามมาตรฐาน โดยสังเกตได้จากค่าอัตราส่วนซีเมนต์ต่อดินที่ประมาณ 1:8 ขึ้นไปกำลังมีแนวโน้มที่จะลดลงต่ำกว่า 7 MPa (ประมาณ 70 kg/cm) แต่ทั้งนี้อัตราส่วนซีเมนต์ต่อดิน จะเป็นเท่าไร ขึ้นอยู่กับแหล่งดินที่นำมาใช้ ดังนั้นเมื่อผลิตแล้วอย่าลืมทดสอบด้านกำลังอัดด้วยว่าได้เท่าไรแน่ จะได้ทราบถึงปริมาณซีเมนต์ที่เหมาะสมจริงๆที่ควรใช้ เพื่อไม่ให้สิ้นเปลืองเกินไป หรือกำลังไม่ได้มาตรฐาน

วิธีการบ่มบล็อกประสาน

หลังจากอัดบล็อกแล้ว บ่มในที่ร่มจนมี 1 วัน ไม่ควรตากแดดเพราะน้ำจะระเหยเร็ว ทำให้ปูนซีเมนต์ขาดน้ำส่งผลให้ปฏิกิริยาเกิดไม่เต็มที่ บล็อกที่ได้จะไม่แข็งแรงตามที่ต้องการ หรืออาจเกิดรอยแตกร้าวที่ผิวจากการแห้งเร็ว เมื่อบ่มจนครับ 1 วัน นำมาจัดเรียงแล้วคลุมด้วยผ้าพลาสติกไม่ให้ไอน้ำระเหยออก บ่มด้วยความชื้นทิ้งไว้อีก 7 วัน บล็อกประสานจะมีความแข็งแรงพร้อมส่งออกจำหน่ายหรือใช้งานได้ ไม่ควรขนส่งก่อนกำหนดเพราะจะทำให้ก้อนบิ่นหรือเกิดการแตกร้าวได้ง่ายในขั้นตอนการบ่ม ต้องระวังปัญหาที่อาจเกิดตามมาคือปัญหาคราบขาวซึ่งจะเกิดจากปฏิกิริยาทางเคมีของปูนซีเมนต์กับน้ำ ซึ่งจะได้สารผลิตภัณฑ์สองตัวคือ แคลเซียมซิลิเกตไฮเดรต (ตัวที่ทำให้เกิดการเชื่อมประสาน) และสารอีกตัว คือ แคลเซียมไฮดรอกไซด์ (ไม่มีประโยชน์ และอาจทำให้เกิดคราบขาว) ซึ่งเมื่อมีการบ่มด้วยการราดน้ำอย่างชุ่มโชกแคลเซียมไฮดรอกไซด์จะละลายน้ำและไหลออกมาจับตัวที่ผิวบล็อกทำให้เกิดคราบขาวตามมา ดังนั้นเพื่อป้องกันปัญหาคราบขาว ให้ระวังการบ่มโดยอย่าให้น้ำมากเกิน และระวังอย่าให้น้ำไหลผ่านก้อนบล็อกจะทำให้แคลเซียมไฮดรอกไซด์ไหลปะปนออกมาได้เมื่อผลิตได้

พร้อมขายแล้วควรทดสอบการรับกำลังอัด เพื่อขอรับบริการทดสอบความแข็งแรงของบล็อกประสาน เพื่อเป็นเครื่องยืนยันให้กับผู้ซื้อถึงความแข็งแรงของบล็อกประสานที่ผลิต

2.3 กรอบแนวความคิดของโครงการ

1. พัฒนาระบบการก่อสร้างผนังรับแรง เพื่อเป็นการพัฒนาระบบการก่อสร้างผนังรับแรงให้มีมาตรฐานและเป็นสากลมากขึ้น โดยการพัฒนาระบบการสร้างผนังรับแรงด้วยบล็อกประสานผสานที่มีการใช้การก่อสร้างด้วยระบบผนังรับน้ำหนัก ซึ่งในระบบการก่อสร้างลักษณะนี้จะใช้การขึ้นรูปหินฝุ่นโดยใช้บล็อกพิมพ์ เพื่อให้ได้เป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 12 × 24 × 10 cm ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้ออกมาจะเป็นในรูปแบบของก้อนบล็อกประสาน และเห็นควรที่จะทำการปรับปรุงประสิทธิภาพในระบบการก่อสร้าง โดยการนำระบบการก่อบล็อกแบบประสาน (lock block) ที่มีการใช้กับเส้นใยทะลายเปล่าปาล์มเข้ามาประยุกต์ใช้ เพื่อเป็นการช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการยึดเกาะกันของบล็อกประสานให้มีความแข็งแรงมากขึ้น

2. การเพิ่มเติมในเรื่องของการเพิ่มส่วนผสม ได้แก่

น้ำยางพารา เนื่องจากเป็นวัสดุทางธรรมชาติที่มีคุณสมบัติยืดหยุ่นได้ง่ายและสามารถป้องกันน้ำรั่วซึมได้ดี ประกอบกับสามารถหาได้ทั่วไปในธรรมชาติ โดยให้ยางธรรมชาติทำหน้าที่เสมือนกาวในการเชื่อมประสานเข้าด้วยกันและมีคุณสมบัติคล้ายคอนกรีตเพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในด้านการป้องกันน้ำของบล็อกประสาน อันจะมีผลต่อเนื่องมาถึงคุณสมบัติในการรับแรงอัดของบล็อกประสานด้วยโดยตรง และจากการเพิ่มส่วนผสมยางพาราสังเคราะห์นี้จะช่วยเป็นแนวทางในการทำการศึกษาและพัฒนาประสิทธิภาพในการป้องกันน้ำ และการรั่วซึมของน้ำให้กับผนังรับน้ำหนัก โดยการเลือกใช้วัสดุหรือส่วนผสมที่สามารถหาได้ง่ายจากธรรมชาติ และเป็นวัสดุพื้นถิ่น

เส้นใยธรรมชาติ เส้นใยทะลายเปล่าปาล์ม เพื่อช่วยให้บล็อกประสานนั้นมีการยึดเกาะตัวกันได้ดีมากยิ่งขึ้น อีกทั้งยังมีส่วนช่วยในการเสริมการรับแรงดึง ช่วยป้องกันการแตกร้าว และลดอัตราการยืดหดตัวของบล็อกประสานได้อีกด้วย

2.4 มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน อิฐบล็อกประสาน (มผช.602/2547) กระทรวงอุตสาหกรรม[15]

1. บทนิยาม ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้มีดังต่อไปนี้

- **อิฐบล็อกประสาน** หมายถึง อิฐบล็อกที่ได้จากการนำดินลูกรัง ผสมกับปูนซีเมนต์และน้ำในอัตราส่วนที่เหมาะสม อาจผสมวัสดุอื่นๆ เช่น หินฝุ่น ทรายกวนให้เข้ากัน เทลงในแบบพิมพ์ที่ มีการออกแบบให้มีรูร่อง และเดือยอัดเป็นก้อน แล้วบ่มให้แข็งตัว
- **อิฐบล็อกประสาน ชนิดรับน้ำหนัก** หมายถึง อิฐบล็อกประสานที่ใช้ก่อเพื่อรับน้ำหนัก โครงสร้างอาคารได้เช่น ก่อเสาก่อผนัง
- **อิฐบล็อกประสาน ชนิดไม่รับน้ำหนัก** หมายถึงอิฐบล็อกประสานที่ใช้ก่อผนังกั้นห้องหรือก่อ ส่วนอื่นภายในอาคารที่ไม่ใช่ส่วนที่ต้องรับน้ำหนักโครงสร้างอาคาร

2. ชนิดของอิฐบล็อกประสาน แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

- ชนิดรับน้ำหนัก
- ชนิดไม่รับน้ำหนัก

3. คุณลักษณะที่ต้องการ

- ลักษณะทั่วไป ต้องไม่มีรอยแตกหรือร้าวอาจบิ่นได้เล็กน้อย
- มิติ ต้องเป็นไปตามที่ระบุไว้ที่ฉลาก โดยแต่ละมิติมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน ± 2 มิลลิเมตร

4. ความต้านทานแรงอัด

- ชนิดรับน้ำหนัก ค่าเฉลี่ยต้องไม่น้อยกว่า 7 MPa
- ชนิดไม่รับน้ำหนัก ค่าเฉลี่ยต้องไม่น้อยกว่า 2.5 MPa
- การดูดซึมน้ำ (เฉพาะชนิดรับน้ำหนัก) ต้องเป็นไปตาม **ตารางที่ 2-3**

ตารางที่ 2-3 การดูดซึมน้ำของอิฐบล็อกประสาน

น้ำหนักอิฐบล็อกประสานเมื่ออบแห้งกิโลกรัม	**การดูดกลืนน้ำสูงสุด เฉลี่ยจากอิฐบล็อกประสาน 5 ก้อน กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร**
1,680 และ น้อยกว่า	288
1,681 ถึง 1,760	272
1,761 ถึง 1,840	256
1,841 ถึง 1,920	240
1,921 ถึง 2,000	224
มากกว่า 2,000	208

5. การบรรจุอิฐบล็อกประสาน หากมีการบรรจุให้บรรจุบล็อกประสานในภาชนะบรรจุที่สามารถป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับบล็อกประสาน

6. เครื่องหมายและฉลาก ที่ฉลากหรือภาชนะบรรจุอิฐบล็อกประสาน อย่างน้อยต้องมีเลขอักษร หรือเครื่องหมายแจ้ง รายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

- ชื่อผลิตภัณฑ์
- มิติ
- เดือน ปีที่ทำ
- ข้อแนะนำในการใช้และการดูแลรักษา
- ชื่อผู้ทำ หรือสถานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียนใน ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

7. การทดสอบ

- การทดสอบลักษณะทั่วไป การบรรจุและเครื่องหมายและฉลากให้ตรวจพินิจ
- การทดสอบมิติให้ใช้เครื่องวัดที่เหมาะสม
- การทดสอบความต้านทานแรงอัดและการดูดกลืนน้ำให้ใช้วิธีทดสอบตามมาตรฐาน ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคอนกรีตบล็อกรับน้ำหนัก มาตรฐานเลขที่ มอก. 57 และมาตรฐาน ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก มาตรฐานเลขที่ มอก. 58

2.5 การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (Information) ที่เกี่ยวข้อง

ในปัจจุบันนี้การใช้ประโยชน์จากยางพาราส่วนใหญ่จะเป็นในด้านของ ยางรถยนต์,รถจักรยานยนต์, ถุงมือยาง, ถุงยางอนามัย, ผลิตภัณฑ์ยางที่ใช้ในอุตสาหกรรมและการแพทย์ เช่น ยางรองแท่นเครื่อง สายพานยาง ยางรัดของ สายยางทั่วไป สายน้ำเกลือ เป็นต้น ซึ่งในตลาดขณะนี้ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมยางและวัสดุก่อสร้างมีความสนใจเป็นอย่างมากในเรื่องของการผลิตฉนวนกันความร้อนจากยางพาราเพื่อใช้งานในโครงสร้างอาคารบ้านพักอาศัย, การผลิต High styrene resin จาก Styrene butadiene rubber (SBR) เพื่อใช้เป็นสารตัวเติม (Filler) สำหรับแข็งจากยางพารา, การเพิ่มความเหนียวติดกันของยางผสม NR+EPDM ที่วัลคาไนซ์แล้วกับยางที่ยังไม่วัลคาไนซ์ และการออกแบบ สร้างเครื่องมือวัด Compression set ของยาง ส่วนของโครงการขนาดเล็กภายใต้กรอบโครงการวิจัยแห่งชาติ: ยางพารา ก็ยังให้ลำดับความสำคัญในเรื่องของนวัตกรรมผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปจากยางธรรมชาติหรือใช้ยางธรรมชาติเป็นวัตถุดิบร่วม เป็นอันดับแรกงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้ยางธรรมชาติในงานวัสดุก่อสร้างยังมีน้อยมาก ซึ่งสามารถรวบรวมได้ ดังนี้

ในปี ค.ศ. 1987, Ohama [7]

ได้อธิบายการก่อตัวของคอนกรีตผสมน้ำยาง ไว้ว่าน้ำยางที่ใช้ผสมจะอยู่ในรูปของสารแขวนลอย (Emulsion) โดยอนุภาคของโพลิเมอร์ (Polymer) จะแขวน ลอยอยู่ในน้ำยางเหลว ซึ่งเมื่อผสมน้ำยางเข้ากับคอนกรีตแล้ว จะมีปฏิกิริยาเกิดขึ้น 2 ส่วน คือ 1. ปฏิกิริยา ไฮเดรชั่น (Hydration) จากซีเมนต์ผสมกับน้ำ และ 2. ปฏิกิริยาการก่อตัวเป็นฟิล์ม (Film) ที่เกิดจากอนุภาคของโพลิเมอร์มารวมตัวกัน (Coalesce) ซึ่งการก่อตัวของชั้นฟิล์มเสมือนเป็นเนื้อเดียวกันกับคอนกรีต ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นวัสดุประสานหรือตัวยึด (Binder) ระหว่างมวลรวมเข้าด้วยกันเป็นคอนกรีต

สิทธิชัย ศิริพันธุ์ และคณะฯ [12]

ได้ศึกษาการนำยางธรรมชาติมาใช้พัฒนางานคอนกรีต โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาเทคนิคการผสมน้ำยางในคอนกรีตอย่างเหมาะสม โดยพิจารณาถึงความสามารถเทได้ และกำลังรับแรงของคอนกรีตผสมน้ำยางในสัดส่วน P/C = 0.05, 0.10, 0.15, 0.20 และ 0.25 ตามลำดับ ส่วนผสมคอนกรีตใช้

ซีเมนต์: ทราย: หิน เป็น 1:2:4 โดยน้ำหนัก บ่มความชื้น 7 วัน ตามด้วยบ่มแห้งในอากาศที่อายุ 3, 7, 14 และ 28 วัน ตามลำดับ ผลการวิจัยพบว่า น้ำยางผสมกับคอนกรีตได้ด้วยการผสมสารลดแรงตึงผิวชนิดไม่มีประจุ สัดส่วน 4% โดยน้ำหนักของซีเมนต์ ด้านความสามารถเทได้ พบว่า คอนกรีตจะยุบตัวแบบฮวบทั้งหมดในด้านกำลัง พบว่า คอนกรีตจะมีกำลังรับแรงอัดลดลงประมาณ 60% และมีแนวโน้มลดลงเมื่อปริมาณน้ำยางเพิ่มขึ้นโดยลักษณะการวิบัติ จะมีเส้นใยขนาดเล็กสีขาวยึดรั้งไว้ สำหรับกำลังรับแรงดัดพบว่า ลดลงประมาณ 10% ในแต่ละค่า P/C ที่เพิ่มขึ้น แต่เมื่อระยะเวลาการบ่มแห้งในอากาศเพิ่มขึ้นเป็น 14 และ 28 วัน ที่ P/C = 0.15 และ 0.20 กำลังรับแรงดัดของคอนกรีตจะสูงขึ้นมากกว่าคอนกรีตปกติ เนื่องจากอนุภาคเนื้อยางเกาะตัวกันเป็นชั้นฟิล์ม ที่แข็งแรงขึ้น จากผลการวิจัย เสนอแนะให้เลือกใช้ที่ W/C = 0.4 และ P/C = 0.15 ซึ่งจะได้กำลังรับแรงดัดมากกว่า 30 ksc ที่อายุบ่มแห้ง 14 วัน ขึ้นไป อย่างไรก็ตามยังไม่เหมาะกับงานโครงสร้างที่ต้องรับแรงอัด แต่อาจเหมาะกับงานซ่อมแซม เนื่องจากการยืดเหนี่ยวของน้ำยาง จะมีประโยชน์ในการเป็นตัวประสานกับคอนกรีตเดิม ทั้งนี้การขจัดฟองอากาศและการก่อตัวช้าในคอนกรีต ยังเป็นปัญหาที่ควรศึกษาเพิ่มเติมเพื่อพัฒนากำลังคอนกรีต

ณรงค์ฤทธิ์ สมบัติสมภพ ได้ดำเนินการทดสอบ [13]

1. เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของการผลิตวัสดุผสมระหว่างผงขี้เลื่อยไม้และยางธรรมชาติเพื่อพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์หลังคายางพารา
2. เพื่อทดสอบสมบัติของวัสดุผสมระหว่างผงขี้เลื่อยไม้และยางธรรมชาติเพื่อพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์หลังคายางพาราในแง่การใช้งานจริง เช่นสมบัติทางการไหล ทางกล ทางกายภาพ ทางความร้อน การทนทานต่อสภาวะอากาศและแสงและสมบัติด้านการติดไฟ
3. เพื่อเพิ่มชนิดของผลิตภัณฑ์จากยางพาราและเพิ่มมูลค่ายางพารา และนำผลงานวิจัยมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์จากยางธรรมชาติ โดยผ่านกระบวนการวิจัยจากหน่วยงานภาครัฐ

จากรายงานผลการทดลองทั่วโลกเป็นที่ยอมรับว่าการผสมยางลงในแอสฟัลต์ทำให้คุณภาพของถนนดีขึ้นในทุกด้านสถาบันวิจัยยางมาเลเซียรายงานว่าถนนทนทานขึ้นประมาณสามเท่า ค่าซ่อมบำรุงถูกลง 2.7 เท่า สถาบันวิจัยถนนของอินเดีย ภายใต้การสนับสนุนของธนาคารโลกรายงานผลการศึกษาว่ารถยนต์ที่วิ่งบนถนนลาดยางผสมแอสฟัลต์ใช้น้ำมันน้อยลง 5-7% ถนนสภาพดีทำให้ผู้ขับขี่ปลอดภัยและสบายกว่ายางเคมีที่นิยมใช้กัน ในประเทศพัฒนาจะมีราคาแพงแต่อาจจะถูกลงบ้างเมื่อมีการผลิตจำนวนมาก และดูจะเหมาะสมกับประเทศเหล่านั้น ในสหรัฐอเมริกาประเทศเดียวจะมียางรถยนต์ถูกทิ้งถึง 250 ล้านเส้น เป็นปัญหากับสิ่งแวดล้อมเป็นอันมาก น้ำยางผสมแอสฟัลต์น่าจะเหมาะกับประเทศกำลังพัฒนาโดยเฉพาะอย่างยิ่งประเทศผู้ผลิตยางธรรมชาติที่ประสบปัญหาราคายางตกต่ำอยู่เสมอ จากการศึกษาของสถาบันวิจัยถนนอินเดียพบว่าถ้าใช้น้ำยางสดผสมแอสฟัลต์ลาดผิวถนนสองเลนจะใช้ยางธรรมชาติหนึ่งตันต่อระยะหนึ่งกิโลเมตร ดังนั้นถ้าใช้ยางผสมแอสฟัลต์เพียง

10,000 กิโลเมตรก็จะใช้ยางถึง 10,000 ตัน นับว่าเป็นการเพิ่มการใช้ยางภายในประเทศเป็นอย่างดี จะเห็นได้ชัดเจนว่าการใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นจากการผสมยางกับแอสฟัลต์เพียงไม่เกิน 20 % ในการลาดผิวถนนคุ้มกับความทนทานที่เพิ่มขึ้น 1-3 เท่า และค่าซ่อมที่ลดลงประมาณ 30 % เมื่อรวมกับผลทางเศรษฐกิจอื่นๆ เช่น การจราจรที่คล่องตัว การประหยัดน้ำมัน ลดอุบัติเหตุ เป็นต้น ยางธรรมชาติที่ผสมเข้าไปเท่าไรก็ลดการนำเข้าแอสฟัลต์เท่านั้นอีกด้วย จึงน่าจะคุ้มค่าทางเศรษฐกิจที่จะใช้ยางผสมแอสฟัลต์

คุณพลภัทร พฤกษานานนท์และคณะผู้วิจัย [8]

ได้มีประสบการณ์ในการใช้น้ำยางธรรมชาติปรับปรุงคุณสมบัติการเป็นฉนวนกันความร้อนและคุณสมบัติทางด้านการรับกำลังของคอนกรีตบล็อกและคอนกรีตมวลเบาแบบฟองอากาศ-อบไอน้ำ ซึ่งถือว่าประสบผลสำเร็จเป็นอย่างดี ดังนี้

การศึกษาใช้น้ำยางพาราในคอนกรีตมวลเบาแบบฟองอากาศ-อบไอน้ำโดยทำการทดลองออกแบบส่วนผสมโดยใช้อัตราส่วนผสมปูนซีเมนต์ต่อทรายบดละเอียดเท่ากับ 1:1 โดยน้ำหนัก ปริมาณผงอลูมิเนียมเท่ากับร้อยละ 0.3 ของส่วนผสมทั้งหมด อัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์ เท่ากับ 0.50 โดยน้ำหนัก (ไม่รวมน้ำหนักของน้ำในน้ำยางพารา) ปริมาณปูนขาวเท่ากับร้อยละ 5 โดยน้ำหนักของปูนซีเมนต์ และปริมาณยิปซัมเท่ากับร้อยละ 5 โดยน้ำหนักของปูนซีเมนต์ ในการเตรียมน้ำยางพาราใช้สารแอมโมเนียเหลวเข้มข้นร้อยละ 15 ในสัดส่วนร้อยละ 3 ของน้ำหนักน้ำยางพารา คอนกรีตต้องผสมสารลดแรงตึงผิวชนิดไม่มีประจุในปริมาณร้อยละ 4 ของน้ำหนักปูนซีเมนต์ ใช้อัตราส่วนน้ำยางพาราต่อปูนซีเมนต์เท่ากับ 0, 0.10, 0.15 และ 0.20 โดยน้ำหนักปูนซีเมนต์ ตามลำดับ ทำการผสมและอบไอน้ำตามมาตรฐาน มอก. นำมาทดสอบค่าความหนาแน่นเชิงปริมาตร ค่ากำลังอัดและค่ากำลังดัด ที่อายุ 3, 7, 14 และ 28 วัน ค่าการดูดกลืนน้ำที่อายุ 7 และ 28 วัน ค่าการเปลี่ยนแปลงความยาว และค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน ตามมาตรฐาน ASTM ผลการวิจัยพบว่าค่ากำลังอัดของคอนกรีตมวลเบาจะแปรผกผันกับปริมาณอัตราส่วนของน้ำยางพาราต่อปูนซีเมนต์ ในขณะที่ค่ากำลังดัดของคอนกรีตจะแปรผันตรงกับปริมาณอัตราส่วนของน้ำยางพาราต่อปูนซีเมนต์ โดยที่เมื่อผสมน้ำยางพารามากขึ้นค่ากำลังอัดจะลดลงแต่ค่ากำลังดัดจะเพิ่มขึ้น ค่าความหนาแน่นจะแปรผกผันกับปริมาณของอัตราส่วนน้ำยางพาราต่อปูนซีเมนต์ ค่าการดูดกลืนน้ำจะแปรผันตรงกับอัตราส่วนน้ำยางพาราต่อปูนซีเมนต์ ค่าการเปลี่ยนแปลงความยาว (ร้อยละการหดตัว) มีค่าไม่แน่นอนในแต่ละอัตราส่วนน้ำยางพาราต่อปูนซีเมนต์ และมีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนมากกว่าคอนกรีตมวลเบาแบบปกติอยู่เล็กน้อย โดยปริมาณน้ำยางที่เหมาะสมที่สุดในงานวิจัยนี้คือ การใช้ปริมาณอัตราส่วนน้ำยางพารา ต่อปูนซีเมนต์ 0.10 โดยน้ำหนักปูนซีเมนต์ เมื่อพิจารณาโดยรวมแล้วสามารถนำไปผลิตเป็นวัสดุคอนกรีตมวลเบาแบบปานกลาง ที่สามารถรับกำลังได้สูง และเป็นฉนวนป้องกันความร้อนได้ดี

นายสุทธิศักดิ์ สำเร็จประสงค์ [6]

ได้กล่าวไว้ว่า บล็อกประสาน คือ วัสดุก่อรับน้ำหนักที่ได้ทำการพัฒนารูปแบบให้มีรู และเดือยบนตัวบล็อก เพื่อให้สะดวกในการก่อสร้าง โดยเน้นการใช้วัตถุดิบในพื้นที่ ได้แก่ ดินลูกรัง หินฝุ่น ทราย หรือวัสดุเหลือทิ้งต่างๆที่มีความเหมาะสม นำมาผสมกับปูนซีเมนต์และน้ำในสัดส่วนที่เหมาะสม อัดเป็นก้อนด้วยเครื่องอัดแล้วนำมาบ่มให้บล็อกแข็งตัวประมาณ 10 วัน จะได้คอนกรีตบล็อกที่มีความแข็งแกร่ง มีรูปลักษณะพิเศษ ที่สามารถใช้ในการก่อสร้างอาคารต่าง ๆ หรือก่อเป็นถังเก็บน้ำได้อย่างรวดเร็ว สวยงาม และประหยัดกว่างานก่อสร้างทั่วไป บล็อกดินซีเมนต์ หรือ บล็อกประสาน เป็นบล็อกที่สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) ปี พ.ศ. 2510 ได้ทำการศึกษาค้นคว้าวัสดุที่จะทดแทนไม้ในการก่อสร้างบ้านเรือน และพบว่าสามารถนำดินลูกรังมาผสมกับปูนซีเมนต์และน้ำใน สัดส่วนที่เหมาะสม อัดเป็นแท่งด้วยแรงคนแบบเดิมที่เรียกว่า เครื่อง ซินวาแรม (cinva-ram) หลังจากผึ่งในอากาศเป็นเวลา 14 วันก็สามารถนำมาใช้ก่อสร้างอาคารและบ้านพักได้ บล็อกที่ผลิตออกมารุ่นแรกเรียกว่า บล็อกดินซีเมนต์ และได้นำบล็อกดินซีเมนต์ไปทดลองก่อสร้างอาคารหลังแรกที่สถานีกสิกรรม อำเภอโนนสูง จังหวัดนครราชสีมา เมื่อปีพ.ศ. 2511 จากนั้นก็มีการพัฒนาวิจัยอย่างต่อเนื่องจนออกมาเป็นบล็อกประสานที่ใช้ในการก่อสร้างบ้านเรือน อาคาร ฯ ในปัจจุบัน ด้วยขั้นตอนการผลิตที่ง่ายและไม่ต้องใช้เชื้อเพลิงในการผลิต ทำให้ช่วยประหยัดพลังงานจากการเผาไหม้ได้เป็นอย่างมาก ส่วนในเรื่องของราคาค่าก่อสร้าง หากใช้บล็อกประสานเป็นวัตถุดิบจะช่วยลดค่าก่อสร้างได้ถึงร้อยละ 20 และช่วยลดระยะเวลาในการก่อสร้างได้ถึงร้อยละ 35 เมื่อเทียบกับอาคารขนาดเดียวกัน เมื่อเทียบกับการสร้างด้วยโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กและผนังก่ออิฐฉาบปูน โดยวัสดุบล็อกประสานมีความงามจากสีธรรมชาติที่ปรากฏ จึงไม่จะเป็นต้องฉาบปูน หรือทาสีทับแต่อย่างใด ดังนั้นจึงสามารถสรุปประโยชน์ของอาคารที่ก่อสร้างด้วยบล็อกประสานได้ คือ ใช้วัสดุที่หาได้ในท้องถิ่นมีความแข็งแรง ทนทาน ก่อสร้างง่าย รวดเร็ว โดยไม่ต้องใช้ทั้งเสา ไม้แบบ และ การฉาบปูนประหยัดราคาในการก่อสร้างเพราะลดเวลาและค่าแรงงานในการก่อสร้าง มีความสวยงามตามธรรมชาติโดยไม่ต้องทาสี และช่วยอนุรักษ์ธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมโดยการลดการตัดไม้ทำลายป่าเพื่อนำมาใช้ในการก่อสร้าง

บทที่ 3
วิธีดำเนินงาน

3.1 การเตรียมวัสดุ

วัสดุที่ใช้ทำตัวอย่างทดสอบบล็อกประสานจากน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์ม มีวัสดุต่างๆ ดังต่อไปนี้

3.1.1 หินฝุ่น เป็นหินฝุ่นจาก ตำบลงิ้วราย อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ที่มีความละเอียดผ่านตะแกรงเบอร์ 4 (ขนาด 4.75 mm) และค้างบนตะแกรงเบอร์ 200 (ขนาด 0.075 mm) โดยมีลักษณะ ดัง**ภาพที่ 3-1**

ภาพที่ 3-1 ลักษณะของหินฝุ่นที่ใช้ผสมทำตัวอย่างทดสอบ

3.1.2 น้ำยางพารา ใช้น้ำยางพาราสดจากบริษัท THAI EASTERN GROUP จังหวัด ชลบุรี จะมีลักษณะเป็นของเหลวสีขาวขุ่นคล้ายน้ำนมโดยมีลักษณะ ดัง**ภาพที่ 3-2**

ภาพที่ 3-2 ลักษณะของน้ำยางพาราที่ใช้ทำตัวอย่างทดสอบ

3.1.3 เส้นใยทะลายปาล์ม ใช้เส้นใยทะลายปาล์ม จากโรงงานอุตสาหกรรมการเกษตร จากจังหวัดสมุทรสาคร โดยมีลักษณะดัง**ภาพที่ 3-3**

ภาพที่ 3-3 ลักษณะของเส้นใยทะลายเปล่าปาล์มสำหรับใช้ทำตัวอย่างทดสอบ

3.1.4 ปูนซีเมนต์ปอร์แลนต์ ใช้ปูซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ในการผสมทำตัวอย่างการทดสอบบล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมด้วยเส้นใยทะลายปาล์ม โดยลักษณะดัง**ภาพที่ 3-4**

ภาพที่ 3-4 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1 TPI แดง ที่ใช้ผสมทำตัวอย่างทดสอบ

3.1.5 เศษยางรถยนต์บด เศษยางรถยนต์บด โรงงานอุตสาหกรรม ลักษณะดัง**ภาพที่ 3-4**

ภาพที่ 3-5 เศษยางรถยนต์บด โรงงานอุตสาหกรรม

3.16 น้ำสะอาด (Water) ใช้น้ำประปาสะอาด มาใช้เป็นส่วนผสมในการทำตัวอย่างทดสอบอิฐบล็อกประสานผสมน้ำยางน้ำยางพาราเสริมด้วยเส้นใยทะลายปาล์ม

3.2 การศึกษาคุณสมบัติพื้นฐานของวัสดุที่ใช้ในการผลิตตัวอย่างทดสอบบล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์ม จากการศึกษาคุณสมบัติพื้นฐานต่างๆ ของหินฝุ่น ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 คุณสมบัติของน้ำยางพาราและคุณสมบัติของเส้นใยปาล์ม สำหรับใช้ในการทดสอบตัวอย่างบล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายเปล่าปาล์ม มีการทดสอบหาคุณสมบัติพื้นฐานต่างๆ ดังนี้

3.2.1 การหาขนาดคละของหินฝุ่น (Size analysis Testing)โดยทำการทดสอบโดยการร่อนผ่านตะแกรง (Sieve analysis Testing) ตามมาตรฐาน ASTM D-2487การทดสอบการหาขนาดของหินฝุ่นโดยตะแกรงมาตรฐาน (วิธีการทดสอบแบบไม่ล้างตะแกรง)

ขั้นตอนที่ 1 ทำความสะอาดตะแกรงทั้งหมดด้วยแปรงทำความสะอาด แล้วทำการชั่งน้ำหนักทั้งหมดของตะแกรงแต่ละเบอร์บันทึกค่า (ชั่งน้ำหนักของ Pan ด้วย)

ขั้นตอนที่ 2 นำตะแกรงมาเรียงซ้อนกันโดยให้ตะแกรงที่มีขนาดช่องใหญ่อยู่ด้านบน แล้วเรียงขนาดเล็กลงมาตามลำดับจนถึงตะแกรงที่มีขนาดเล็กที่สุด ดังนี้ No,4,8,16,40,50,100,200, Pan

ขั้นตอนที่ 3 นำตัวอย่างหินฝุ่นที่เตรียมไว้เทใส่ลงตะแกรงชั้นบนสุด ปิดฝาแล้วนำเข้าเครื่องเขย่า ใช้เวลาในการเขย่าอย่างน้อย 10 นาที เสร็จแล้วนำตะแกรงไปชั่งน้ำหนัก จะได้น้ำหนักตะแกรงรวมกับน้ำหนักหินฝุ่นที่ค้างบนตะแกรง นำหินฝุ่นที่ค้างอยู่บนตะแกรงออกทิ้งแล้วทำความสะอาดตะแกรงให้เรียบร้อย

3.2.2 การหาปริมาณความชื้นของหินฝุ่น (Water Content Testing) ตามมาตรฐาน ASTM D2216-98 การทดสอบปริมาณความชื้นของหินฝุ่น (ปริมาณดินที่เหมาะสมในการทดสอบ ความละเอียดผ่านตะแกรงเบอร์ 4 ขนาด 4.75 mm)

ขั้นตอนที่ 1 ชั่งน้ำหนักกระป๋องเปล่า และชั่งน้ำหนัก (หินฝุ่น + กระป๋อง) แล้วนำไปอบจนแห้ง 12-16 hr โดยไม่ควรปิดฝา

ขั้นตอนที่ 2 นำตัวอย่างหินฝุ่นออกจากตู้อบแล้วทำให้ตัวอย่างดินและกระป๋องเย็นก่อนประมาณ 15 นาที และทำการชั่งน้ำหนัก (หินฝุ่น + กระป๋อง) อุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบแห้งที่ 110 ± 5 ° C

สูตรการคำนวณ

การคำนวณหาปริมาณความชื้น $$W_c = \frac{M_2 - M3}{M_3 - + M_1} \times 100$$

3.2.3 การหาค่าความถ่วงจำเพาะของหินฝุ่น (Specific Gravity of Coarse aggregate Testing) ตามมาตรฐาน ASTM C128-93 ความถ่วงจำเพาะของมวลรวม

ขั้นตอนที่ 1 นำมวลรวมหินฝุ่นจำนวน 500 g เทลงไปในกระบอกตวง แล้วเติมน้ำจนถึงขีดระดับประมาณ 450 ml เขย่ากระบอกตวงเพื่อไล่ฟองอากาศออก เติมน้ำจนถึงระดับ 500 ml

ขั้นตอนที่ 2 ชั่งหาน้ำหนักของกระบอกตวง มวลรวมและน้ำทั้งหมดแล้วเทมวลรวมละเอียดออกจากกระบอกตวงใส่ในถาดโลหะ แล้วนำไปอบในเตาอบที่อุณหภูมิ 100 – 110 ºC จนกระทั่งได้น้ำหนักคงที่ (อบประมาณ 24 hr) จากนั้นทิ้งไว้ให้เย็นประมาณ 1 – 1½ hr แล้วชั่งหาน้ำหนักของหินฝุ่นที่แห้งและชั่งหาน้ำหนักของกระบอกตวงที่มีน้ำที่ระดับ 500 ml ที่อุณหภูมิประมาณ 23 ºC

3.2.4 การหาค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำยางพาราสด ยางสด (Field latex) น้ำยางที่ได้จากต้นยางมีลักษณะเป็นเม็ดยางเล็กๆ กระจายอยู่ในน้ำ (emulsion) มีลักษณะเป็นของเหลวสีขาว มีสภาพเป็นคอลลอยด์ มีปริมาณของแข็งประมาณร้อยละ 30-40 pH 6.5-7 น้ำยางมีความหนาแน่นประมาณ 0.975-0.980 g/ml มีความหนืด 12-15 เซนติพอยส์

3.2.5 การหาความถ่วงจำเพาะของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนต์ประเภทที่ 1 (Specific Gravity Hydraulic Cement Testing) ตามมาตรฐาน ASTM C128-93

ขั้นตอนที่ 1 นำปูนซีเมนต์ผงประมาณ 200 g และจัดเตรียมน้ำในอ่างให้มีอุณหภูมิคงที่ ที่ 20 ºC กำหนดไว้ พยายามควบคุมอุณหภูมิในอ่างน้ำให้มีอุณหภูมิคงที่ตลอดการทดลอง เท-น้ำมันก๊าดลงในขวดทดลองมาตรฐานเลอแชททีเลียร์ จนกระทั่งระดับของน้ำมันก๊าดอยู่ระหว่างขีดบอกปริมาตร 0 ml และ 1 ml คอขวดซึ่งอยู่เหนือระดับน้ำมันก๊าดควรเช็ดให้แห้งแล้ว จุ่มขวดทดลองในอ่างน้ำ แล้วให้ทิ้งไว้จนกระทั่งอุณหภูมิของน้ำมันก๊าดและน้ำในอ่างเท่ากัน อ่านค่าอุณหภูมิของน้ำและขีดค่าปริมาตรของน้ำมันก๊าดในขวดทดลอง

ขั้นตอนที่ 2 ชั่งน้ำหนักของขวดทดลองและน้ำมันก๊าดครั้งแรก จากนั้นค่อย ๆ ใส่ซีเมนต์ลงในขวดทดลอง การใส่ซีเมนต์ควรไม่ให้ซีเมนต์ตกกระจาย และจะต้องระวังไม่ให้ซีเมนต์เกาะติดตามคอขวดทดลองด้วย ให้หยุดใส่ซีเมนต์เมื่อระดับของน้ำมันก๊าดขึ้นมาอยู่ระหว่างช่วงของขีดบอกปริมาตรส่วนบนของขวดทดลอง จากนั้นทำการไล่ฟองอากาศซึ่งอาจเกาะอยู่กับผงซีเมนต์ การไล่ฟองอากาศให้ปิดปากขวดทดลองด้วยจุกแก้ว แล้วเอียงขวดและหมุนช้าๆ จนกระทั่งไม่มีฟองอากาศลอยขึ้นมาอีก

ขั้นตอนที่ 3 จุ่มขวดทดลองในอ่างน้ำอีกครั้งหนึ่ง ก่อนจะอ่านปริมาตรทุกครั้ง ผู้ทำการทดลองจะต้องแน่ใจว่าอุณหภูมิของน้ำมันก๊าดในขวดทดลองเท่ากับอุณหภูมิของน้ำในอ่าง เพื่อที่จะไม่ให้อุณหภูมิของน้ำมันก๊าดในการอ่านครั้งแรกและครั้งที่สองต่างกันไม่เกินกว่า 0.2 °C อ่านอุณหภูมิของน้ำและปริมาตรของน้ำมันก๊าดในขวดทดลอง

ขั้นตอนที่ 4 ชั่งน้ำหนักของขวดทดลองและน้ำมันก๊าดครั้งหลัง ผลต่างของน้ำหนักของการชั่งสองครั้งจะเท่ากับน้ำหนักของซีเมนต์ที่ใส่ลงไปในขวดทดลอง ทำการทดลองอย่างน้อยอีก 1 ครั้ง จนกว่าจะได้ผลการทดลองเป็นที่น่าพอใจ

การคำนวณความถ่วงจำเพาะซีเมนต์ = น้ำหนักซีเมนต์ (g) / ปริมาตรของน้ำมันก๊าดที่ถูกแทนที่ (ml)

3.2.6 การหาปริมาณน้ำที่เหมาะสม เป็นการหาปริมาณน้ำสำหรับตัวอย่างทดสอบโดยวิธีการบดอัดแบบมาตรฐาน (Standard Compaction test) ตามมาตรฐาน ASTM D 1557 - 70 การหาปริมาณน้ำที่เหาะสมโดยวิธีการบดอัดแบบมาตรฐานโดยการเพิ่มปริมาณน้ำตามความเหมาะสมอัตราส่วนผสมของแต่ละอัตรา โดยทำการเมื่อทำการขึ้นรูปเป็นบล็อกประสานแล้วทำการบ่มที่ 28 วัน และนำตัวอย่างบล็อกประสานไปทดสอบหาค่าเฉลี่ยกำลังอัดแล้วเลือกปริมาณน้ำที่มีกำลังอัดสูงสุด

3.3 การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและทางวิศวกรรมของตัวอย่างทดสอบ

การทำตัวอย่างทดสอบบล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายเปล่าปาล์ม เพื่อใช้ในการศึกษาวิจัยผลิตตัวอย่างทดสอบ บล็อกประสานจากน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายเปล่าปาล์มและเศษยางรถยนต์ โดยใช้อัตราส่วนผสมปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 หินฝุ่นและน้ำ คือ 1:3, 1:5 และ1:7 โดยน้ำหนัก โดยมีเส้นใยปาล์ม,เศษยางรถยนต์และน้ำยางพาราร้อยละ 2 % ของน้ำหนักปูนซีเมนต์ โดยมีอัตราส่วนผสม 3 อัตราส่วนผสม โดยทำตัวอย่างทดสอบ อัตราส่วนผสมจำนวนละ 30 ตัวอย่าง รวมทั้งสิ้น 90 ตัวอย่าง โดยใช้การผสมมือในการผสมวัสดุทำตัวอย่างทดสอบและใช้เครื่องอัดบล็อกประสานแบบมือโยก (Cinva Ram) ในการอัดตัวอย่างทดสอบ สำหรับทำตัวอย่างทดสอบบล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์ม ตัวอย่างทดสอบที่ได้จะมีขนาดกว้าง 12 cm ยาว 24 cm หนา 10 cm หลังจากนั้นดำเนินการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพและทางวิศวกรรมต่างๆ ดังต่อไปนี้

3.3.1 การทดสอบกำลังรับแรงอัด (Compressive Strength) ทดสอบหากำลังแรงอัดของอิฐที่มีอายุ 28 วัน ของ บล็อกประสานจากน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายเปล่าปาล์มและเศษยางรถยนต์ ทดสอบแบบในการวางคือ Flat-Wise (วางแบบแบนราบ) และคำนวณโดยใช้สู

บทที่ 4
ผลการศึกษาวิจัย

จากข้อมูลที่ได้จากการศึกษาคุณสมบัติต่างๆ ของอิฐบล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์ม และยางรถยนต์บดละเอียด ได้ทำการทดสอบในอัตราส่วนผสม 1:3, 1:5 และ1:7 โดยทำการผสมน้ำยางพาราลงไปในแต่ละอัตราส่วนผสม คือ 2 % แล้วเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์ม โดยใส่ใยปาล์ม และยางรถยนต์บดละเอียดลงไปในแต่ละอัตราส่วนผสม อัตราส่วนผสมละ 2 % จึงนำไปทำการทดสอบหาค่า ความต้านทานแรงอัด, ความต้านทานแรงดัด และการดูดซึมน้ำ

4.1 ผลการศึกษาคุณสมบัติพื้นฐานที่ใช้ในการผลิตบล็อกประสานผสมน้ำยางพารา เสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์มและยางรถยนต์บดละเอียด

จากคุณสมบัติพื้นฐานของวัสดุที่ใช้ผลิตบล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์ม สำหรับใช้ในการทำตัวอย่างบล็อกประสาน มีการทดสอบหาคุณสมบัติพื้นฐานต่างๆ ดังนี้

ตารางที่ 4-1 แสดงคุณสมบัติพื้นฐานของวัสดุที่ใช้ผลิตบล็อกประสาน

Type of Material	Specific Gravity	Absorption %	Fineness Modulus	Unit Weight kg/m^3
Cement	3.15	-	-	3,150
Stone dust	2.48	0.38	4.10	1,535
Palm Fiber	0.97	0.08	-	202
rubber	0.94	-	-	222

4.1.1 ผลการทดสอบการหาขนาดคละของหินฝุ่น โดยทำการทดสอบโดยการร่อนผ่านตระแกรง (Sieve Analysis Testing) ได้ค่า C_u เท่ากับ 2.359 และค่า C_u เท่ากับ 23.529 และจากการจำแนกดินในระบบ Unified พบว่าหินฝุ่นที่นำมาทดสอบอยู่ในกลุ่มทรายที่มีขนาดคละกันดี (SW) มีคุณสมบัติคละกระจายกันดี เกณฑ์การจำแนกประเภท $C_u > 6$ และ C_c โดยมีรายละเอียดดัง ตารางที่ ก–1 ในภาคผนวก ก.

4.1.2 ผลการทดสอบหาปริมาณความชื้นของหินฝุ่น (Water Content Testing)

ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.82 % มีรายละเอียดดังตารางที่ ก–2 ในภาคผนวก ก.

4.1.3 ผลการทดสอบการหาค่าความถ่วงจำเพาะของหินฝุ่น (Specific Gravity of Coarse aggregate Testing)

ได้ค่าความถ่วงจำเพาะเฉลี่ยเท่ากับ 2.487 โดยมีรายละเอียดดัง ตารางที่ ก–3 ในภาคผนวก ก.

4.1.4 ผลการทดสอบการหาค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำยางพารา

ได้ค่าความถ่วงจำเพาะเฉลี่ยเท่ากับ 0.94 โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ ก–4 ในภาคผนวก ก.

4.1.5 ผลการทดสอบการหาค่าความถ่วงจำเพาะของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1

ผลการทดสอบความถ่วงจำเพาะของปูนซีเมนต์ ตรา TPIแดง พบว่าได้ค่าความถ่วงจำเพาะเฉลี่ยเท่ากับ 3.15 โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ ก–6 ในภาคผนวก ก.

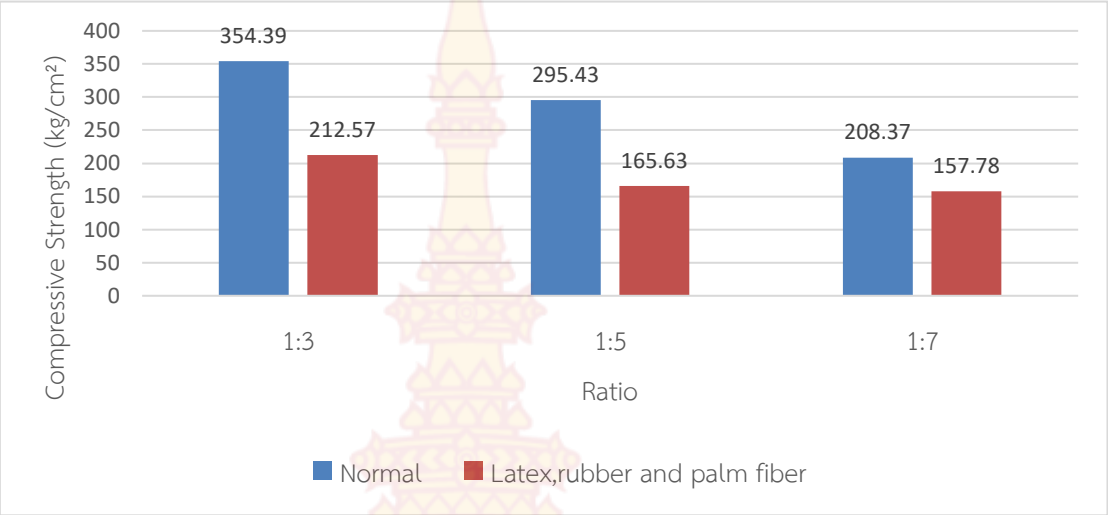
4.1.6 ผลการทดสอบการหาปริมาณน้ำที่เหมาะสม

โดยวิธีการบดอัดแบบมาตรฐาน (Standard Compaction Test) การหาปริมาณน้ำที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการผมสม ที่อัตราส่วน 1:3 พบว่าค่ากำลังอัดสูงสุดเฉลี่ยเท่ากับ 354.39 (ksc) และปริมาณน้ำที่เหมาะสมเฉลี่ยเท่ากับ 10 % ที่อัตราส่วน 1:5 พบว่าค่ากำลังอัดสูงสุดเท่ากับ 167.19 (ksc) และปริมาณน้ำที่เหมาะสมเฉลี่ยเท่ากับ 10 % ที่อัตราส่วน 1:7 พบว่าค่ากำลังอัดสูงสุดเฉลี่ยเท่ากับ 111.17 ksc และปริมาณน้ำที่เหมาะสมเฉลี่ยเท่ากับ 10 % และในอัตราส่วนผสม 1:9 พบว่าค่ากำลังอัดสูงสุดเฉลี่ยเท่ากับ 91.49 ksc ปริมาณน้ำที่เหมาะสมเฉลี่ยเท่ากับ 10 %

4.2 ผลทดสอบการต้านทานกำลังอัด การต้านทานกำลังดัด และอัตราการดูดซึมน้ำ ของอิฐบล็อกประสานอิฐบล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทลายปาล์มและยางรถยนต์บดละเอียด

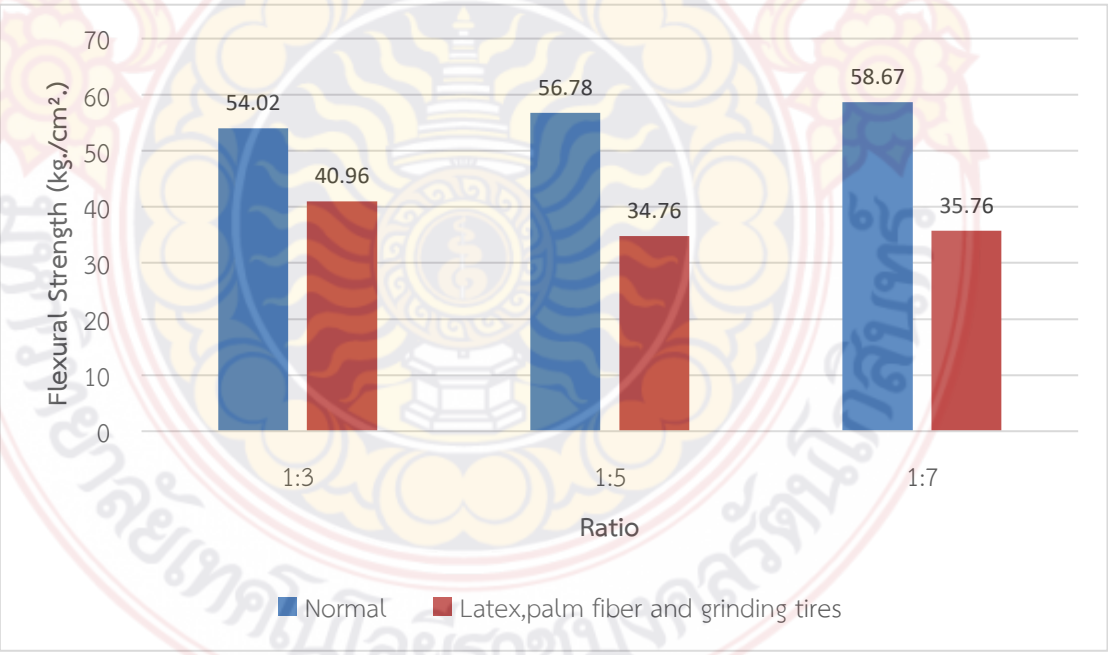
ตารางที่ 4-2 แสดงผลทดสอบการต้านทานกำลังอัด การต้านทานกำลังดัด และอัตราการดูดซึมน้ำของอิฐบล็อกประสานผสมเส้นใยทะลายเปล่าปาล์ม อัตราส่วนผสม 1:3 , 1:5 และ 1:7

ratio	Compressive Strength (kg/cm^2)	Flexural Strength (kg/cm^2)	Absorption %
1:3 - PF-0	354.39	54.02	4.27
1:3 - PF-2	212.57	40.96	4.08
1:5 - PF-0	295.43	56.78	4.23
1:5 - PF-2	165.63	34.76	5.61
1:7 - PF-0	208.37	58.67	3.15
1:7 - PF-2	157.78	35.76	8.08



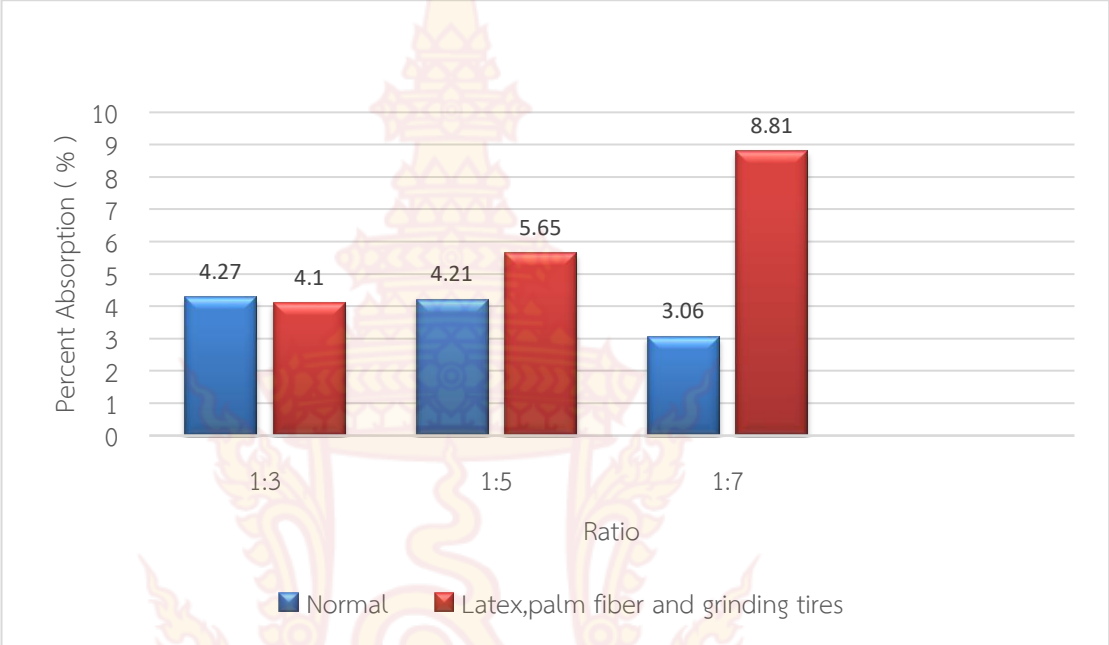
ภาพที่ 4-1 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบค่ากำลังอัดของอิฐบล็อกประสาน

จากภาพที่ 4-1 น้ำยางพาราผสมกับอิฐบล็อกประสานได้ด้วยการผสมสารลดแรงตึงผิวชนิดไม่มีประจุสัดส่วน 2 % โดยปริมาณ น้ำยางพาราในบล็อกประสานจึงทำให้มีกำลังรับแรงอัดลดลงประมาณ 40 % และมีแนวโน้มลดลง เมื่อปริมาณน้ำยางเพิ่มขึ้น โดยลักษณะการวิบัติ จะมีเส้นใยขนาดเล็กสีขาวยึดรั้งไว้ ส่วนเส้นใยปาล์มก็เป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้กำลังอัดลดน้อยลงเมื่อมีเส้นใยปาล์มเพิ่มขึ้น และการเพิ่มยางรถยนต์บดละเอียด มีส่วนช่วยในการรับกำลังแรงอัดเพิ่มขึ้นประมาณ 20 %



ภาพที่ 4-2 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบค่ากำลังดัดของอิฐบล็อกประสาน

จากภาพที่ 4-2 จารการทดสอบความต้านทานแรงดัดพบว่าการที่ทำบล็อกประสานจากน้ำยางพารา เส้นใยปาล์ม และยางรถยนต์บดละเอียด ตามอัตราส่วนต่างๆทำให้กำลังรับแรงดัดลดลงเมื่อมีเส้นใยปาล์ม น้ำยางพารา และยางรถยนต์บดละเอียดเพิ่มขึ้นกำลังรับแรงดัดก็ลดลงด้วยเช่นกัน



ภาพที่ 4-3 แผนภูมิแสดงการดูดซึมน้ำของอิฐบล็อกประสาน

จากภาพที่ 4-3 พบว่าอัตราส่วนผมของตัวอย่างการทดสอบผสมน้ำยางพารา 2 % ผสมเส้นใยทลายปาล์มที่ 2 % และยางรถยนต์บดละเอียด 2 % ของน้ำหนักปูนซีเมนต์แล้วแช่ในน้ำเป็นเวลา 24 hr เมื่อน้ำยางพารา และยางรถยนต์บดละเอียดเพิ่มขึ้นปริมาตรการการดูดซึมจะลดลง แต่เมื่อเสริมเส้นใยทลายปาล์มลงไปในแต่ละอัตราส่วนผสมทำให้การดูดซึมเพิ่มขึ้น

4.3 ผลการเปรียบเทียบคุณสมบัติด้านวิศวกรรมของบล็อกประสานที่ผสมน้ำยางพารา เส้นใยปาล์ม และยางรถยนต์บดละเอียด

โดยเปรียบเทียบผลการทดสอบที่ได้จากการทดสอบแรงอัด แรงดัด และการดูดซึมส่วนผสมที่ดีที่สุด ซึ่งมีการเปรียบเทียบดังรูปที่ 4-1 ถึง 4-16 ซึ่งมีรายละเอียดผลการทดสอบทั้งหมด ในภาคผนวก ข,ค, และ ง

4.4 ผลการศึกษาและการวิเคราะห์ผล

ในงานวิจัยนี้ก็ได้ผลการทดสอบค่อนข้างน่าพอใจ ผลการทดสอบบล็อกประสานจากน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายเปล่าปาล์ม และยางรถยนต์บดละเอียดในอัตราส่วนต่างๆ พบว่าค่ากำลังอัดอัตราส่วนที่เหมาะสมผ่านมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนบล็อกประสาน มผช. 602-2547 และสามารถใช้ได้จริง คือ 1:5 ส่วนค่ากำลังดัดที่ได้สูงสุดคืออัตราส่วน 1:5 เช่นกัน ซึ่งมีค่ากำลังดัดอยู่ที่ 34.76 kg/cm² และ ส่วนค่าการดูดซึมทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนบล็อกประสาน มผช. 602-2547 สามารถผ่านเกณฑ์มาตรฐาน มีค่าการดูดซึมน้อยลงเมื่อมีน้ำยางพารา และยางรถยนต์บดละเอียดเพิ่มขึ้น และเปอร์เซ็นต์การดูดที่น้อยสุดคือ เมื่อมีน้ำยาง 2 % แทนที่ในน้ำสะอาด และยางรถยนต์บดละเอียด 2 % แทนที่หินฝุ่น

โดยผลจากการศึกษาใน การนำน้ำยางพารา เส้นใยปาล์ม และยางรถยนต์บดละเอียด ซึ่งยังไม่มีการนำไปใช้ประโยชน์ทางด้านวิศวกรรมมาเป็นส่วนผสมในการทำบล็อกประสาน ซึ่งไม่สามารถเพิ่มค่า หน่วยแรงอัด หน่วยแรงดัด แต่สามารถลดปริมาณการดูดซึมน้ำลงได้ ซึ่งน่าจะเป็นประโยชน์ต่อการนำไปพัฒนาและการนำไปใช้งานต่อไป

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลของโครงการวิจัย

ในโครงการวิจัยนี้ได้ดำเนินการศึกษาจากการศึกษาและจัดทำโครงการ บล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์มและยางรถยนต์บดละเอียด โดยในการศึกษาวิจัยนี้ โดยจัดทำตัวอย่าง 3 อัตราส่วนผสม ใช้อัตราส่วนผสมปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 : หินฝุ่น คือ 1:3, 1:5 และ 1:7 โดยน้ำหนัก แล้วทำการบ่มที่อายุ 28 วัน และทำการทดสอบหาค่ากำลังอัด, กำลังดัด และค่าการดูดซึมน้ำ โดยมีอัตราส่วนผสม น้ำยางพาราลงไปในแต่ละอัตราส่วนผสม คือ 2 % แล้วเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์ม โดยใส่ใยปาล์ม และยางรถยนต์บดละเอียดลงไปในแต่ละอัตราส่วนผสม อัตราส่วนผสมละ 2 % จึงนำไปทำการทดสอบหาค่า ความต้านทานแรงอัด, ความต้านทานแรงดัด และการดูดซึมน้ำ

จากผลการทดสอบกำลังรับแรงอัด แทนที่น้ำสะอาดด้วยน้ำยางพาราลงไปในแต่ละอัตราส่วนผสม คือ 2 % แล้วเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์ม โดยใส่ใยปาล์ม และยางรถยนต์บดละเอียดลงไปในแต่ละอัตราส่วนผสม อัตราส่วนผสมละ 2 % ทำให้กำลังอัดของอิฐบล็อกลดลง แต่อัตราส่วนที่ยังสามารถรับกำลังอัดตามมาตรฐานชุมชนอิฐบล็อกประสาน มผช. 602-2547 กระทรวงอุตสาหกรรม คืออัตราส่วน 1:3 , 1:5 และ 1:7 จึงทำให้สามารถรับกำลังอัดได้ ตามเกณฑ์มาตรฐานชุมชนอิฐบล็อกประสาน มผช. 602-2547 กระทรวงอุตสาหกรรม อิฐบล็อกประสาน ชนิดรับน้ำหนัก ที่ได้กำหนดไว้ว่า ต้องมีค่าความต้านทานแรงอัดเฉลี่ย ไม่น้อยกว่า 7 Mpa (71.36 kg/cm^2)

5.1.1 สรุปผลการทดสอบกำลังอัด (Compressive Strength)

กำลังอัดของบล็อกประสานที่ผสมน้ำยางพาราและเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์มและยางรถยนต์บดละเอียดในอัตราส่วน 1:3 โดยวิธีการบ่มแห้งที่อายุ 28 วัน

พบว่าค่ากำลังอัดของบล็อกประสานที่ไม่ผสมน้ำยางพาราและเส้นใยทะลายปาล์มและยางรถยนต์บดละเอียด มีค่ากำลังอัดเฉลี่ยที่ 354.39 kg/cm² และค่ากำลังอัดของบล็อกประสานที่ผสมน้ำยางพาราและเส้นใยทะลายปาล์มและยางรถยนต์บดละเอียด มีค่ากำลังอัดเฉลี่ยที่ 212.57 kg/cm² ซึ่งมีค่ากำลังอัดที่น้อยกว่าบล็อกประสานที่ไม่ผสมน้ำยางพาราเสริมเส้นใยทะลายปาล์มและยางรถยนต์บดละเอียด

กำลังอัดของบล็อกประสานที่ผสมน้ำยางพาราและเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์มและยางรถยนต์บดละเอียด ในอัตราส่วน 1:5 โดยวิธีการบ่มแห้งที่อายุ 28 วัน

พบว่าค่ากำลังอัดของบล็อกประสานที่ไม่ผสมน้ำยางพาราและเส้นใยทะลายปาล์ม มีค่ากำลังอัดเฉลี่ยที่ 295.43 kg/cm² และค่ากำลังอัดของบล็อกประสานที่ผสมน้ำยางพาราและเส้นใยทะลายปาล์มและยางรถยนต์บดละเอียด มีค่ากำลังอัดเฉลี่ยที่ 165.63 kg/cm² ซึ่งมีค่ากำลังอัดที่น้อย

กำลังอัดของบล็อกประสานที่ผสมน้ำยางพาราและเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์มและยางรถยนต์บดละเอียดในอัตราส่วน 1:7 โดยวิธีการบ่มแห้งที่อายุ 28 วัน

พบว่าค่ากำลังอัดของบล็อกประสานที่ไม่ผสมน้ำยางพาราและเส้นใยทะลายปาล์มและยางรถยนต์บดละเอียด มีค่ากำลังอัดเฉลี่ยที่ 208.37 kg/cm² และค่ากำลังอัดของบล็อกประสานที่ผสมน้ำยางพาราและเส้นใยทะลายปาล์มและยางรถยนต์บดละเอียด มีค่ากำลังอัดเฉลี่ยที่ 157.78 kg/cm² ซึ่งมีค่ากำลังอัดที่น้อยกว่าบล็อกประสานที่ไม่ผสมน้ำยางพาราเสริมเส้นใยทะลายปาล์มและยางรถยนต์บดละเอียด

5.1.2 สรุปผลการทดสอบกำลังดัด (Flexural Strength)

ผลการทดสอบของการศึกษาอิฐบล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์มและยางรถยนต์บดละเอียด ปาล์ม น้ำยางพารา และยางรถยนต์บดละเอียดเพิ่มขึ้นกำลังรับแรงดัดก็ลดลงด้วยเช่นกันสาเหตุเกิดจากปูนซีเมนต์ไม่สามารถเกาะตัวกันได้ดี เพราะว่ามีเส้นใยทะลายปาล์มและยางรถยนต์บดละเอียด ไปแทรกอยู่ระหว่างเนื้อปูนซีเมนต์จึงทำให้มีช่องรูอากาศในอิฐบล็อกเพิ่มขึ้น และน้ำยางพาราที่เพิ่มมากขึ้นทำปูนซีเมนต์ไม่สามารถแทรกตัวเข้ากับน้ำยางพาราเพื่อให้เป็นเนื้อเดียวกันได้ จึงส่งผลทำให้การรับกำลังแรงดัดได้น้อยลง

กำลังดัดของบล็อกประสานที่ผสมน้ำยางพาราและเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์มและยางรถยนต์บดละเอียดในอัตราส่วน 1:3 โดยวิธีการบ่มแห้งที่อายุ 28 วัน

พบว่าค่ากำลังดัดของบล็อกประสานที่ไม่ผสมน้ำยางพาราเสริมเส้นใยทะลายปาล์มและยางรถยนต์บดละเอียด มีค่ากำลังดัดเฉลี่ยที่ 54.025 kg/cm² และค่ากำลังดัดของบล็อกประสานที่ผสมน้ำยางพาราเสริมเส้นใยทะลายปาล์มและยางรถยนต์บดละเอียด มีค่ากำลังดัดเฉลี่ยที่ 40.96 kg/cm² ซึ่งมีค่ากำลังดัดที่น้อยกว่าบล็อกประสานที่ไม่ผสมน้ำยางพาราและเส้นใยทะลายปาล์มและยางรถยนต์บดละเอียด

กำลังดัดของบล็อกประสานที่ผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์มและยางรถยนต์บดละเอียด ในอัตราส่วน 1:5 โดยวิธีการบ่มแห้งที่อายุ 28 วัน

พบว่าค่ากำลังดัดของบล็อกประสานที่ไม่ผสมน้ำยางพาราเสริมเส้นใยทะลายปาล์มและยางรถยนต์บดละเอียด มีค่ากำลังดัดเฉลี่ยที่ 56.78 kg/cm² และค่ากำลังดัดของบล็อกประสานที่ผสมน้ำยางพาราเสริมเส้นใยทะลายปาล์มและยางรถยนต์บดละเอียด มีค่ากำลังดัดเฉลี่ยที่ 34.76 kg/cm² ซึ่งมีค่ากำลังดัดที่น้อยกว่าบล็อกประสานที่ไม่ผสมน้ำยางพาราและเส้นใยทะลายปาล์มและยางรถยนต์บดละเอียด

กำลังดัดของบล็อกประสานที่ผสมน้ำยางพาราและเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์มและยางรถยนต์บดละเอียด ในอัตราส่วน 1:7 โดยวิธีการบ่มแห้งที่อายุ 28 วัน

พบว่าค่ากำลังดัดของบล็อกประสานที่ไม่ผสมน้ำยางพาราและเส้นใยทะลายปาล์มและยางรถยนต์บดละเอียด มีค่ากำลังดัดเฉลี่ยที่ 58.67 kg/cm² และค่ากำลังดัดของบล็อกประสานที่ผสมน้ำยางพาราเสริมเส้นใยทะลายปาล์มและยางรถยนต์บดละเอียด มีค่ากำลังดัดเฉลี่ยที่ 35.76 kg/cm² ซึ่งมีค่ากำลังดัดที่น้อยกว่าบล็อกประสานที่ไม่ผสมน้ำยางพาราและเส้นใยทะลายปาล์มและยางรถยนต์บดละเอียด

5.1.3 สรุปผลการทดสอบการดูดซึมน้ำ (Water absorption)

สรุปผลการทดสอบการดูดซึมของน้ำของ อิฐบล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทลายปาล์ม และยางรถยนต์บดละเอียดใช้เวลาในการทดสอบการดูดซึม 24 hr

บล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์มและยางรถยนต์บดละเอียดในอัตราส่วน 1:3 ที่น้ำยางพาราเสริมเส้นใยทะลายเปล่าปาล์มและยางรถยนต์บดละเอียด 0 % เวลาในการทดสอบการดูดซึม 24 hr มีค่าดูดซึมน้ำเฉลี่ยที่ 4.27 % และค่าการดูดซึมน้ำของบล็อกประสานที่ผสมน้ำยางพาราเสริมเส้นใยทะลายปาล์มและยางรถยนต์บดละเอียดที่ 2 % มีค่าดูดซึมน้ำเฉลี่ยที่ 5.12 % ซึ่งมีค่าการดูดซึมน้ำที่มากกว่าบล็อกประสานที่ไม่ผสมน้ำยางพาราและเส้นใยทะลายปาล์มและยางรถยนต์บดละเอียด

บล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์มและยางรถยนต์บดละเอียดในอัตราส่วน 1:5 ที่น้ำยางพาราเสริมเส้นใยทะลายเปล่าปาล์มและยางรถยนต์บดละเอียด 0 % เวลาในการทดสอบการดูดซึม 24 hr มีค่าดูดซึมน้ำเฉลี่ยที่ 4.25 % และค่าการดูดซึมน้ำของบล็อกประสานที่ผสมน้ำยางพาราเสริมเส้นใยทะลายปาล์มและยางรถยนต์บดละเอียดที่ 2 % มีค่าดูดซึมน้ำเฉลี่ยที่ 5.75 % ซึ่งมีค่าการดูดซึมน้ำที่มากกว่าบล็อกประสานที่ไม่ผสมน้ำยางพาราและเส้นใยทะลายปาล์มและยางรถยนต์บดละเอียด

บล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์มและยางรถยนต์บดละเอียดในอัตราส่วน 1:7 ที่น้ำยางพาราเสริมเส้นใยทะลายเปล่าปาล์มและยางรถยนต์บดละเอียด 0 % เวลาในการทดสอบการดูดซึม 24 hr มีค่าดูดซึมน้ำเฉลี่ยที่ 3.06 % และค่าการดูดซึมน้ำของบล็อกประสานที่ผสมน้ำยางพาราเสริมเส้นใยทะลายปาล์มและยางรถยนต์บดละเอียดที่ 2 % มีค่าดูดซึมน้ำเฉลี่ยที่ 9.31 % ซึ่งมีค่าการดูดซึมน้ำที่มากกว่าบล็อกประสานที่ไม่ผสมน้ำยางพาราและเส้นใยทะลายปาล์มและยางรถยนต์บดละเอียด

จากผลการทดสอบการดูดซึมน้ำของบล็อกประสานผสมน้ำยางพารา 2% เส้นใยทะลายปาล์ม 2 % และยางรถยนต์บดละเอียด สามารถสรุปได้ว่า จากตัวอย่าง 3 อัตราส่วนผสม จะเห็นได้ว่าการใช้น้ำยางพาราและเส้นใยทะลายปาล์ม และยางรถยนต์บดละเอียด มาผสมลงในบล็อกประสานสามารถช่วยเพิ่มคุณสมบัติในด้านการป้องกันการดูดซึมน้ำได้ดี จากทั้ง 3 อัตราส่วน ได้ค่าการดูดซึมน้ำอยู่ใน

เกณฑ์ยอมรับได้ผ่านเกณฑ์มาตรฐานชุมชนบล็อกประสาน มผช. 602-2547 กระทรวงอุตสาหกรรม ที่ได้กำหนดไว้ว่า บล็อกประสานอบแห้งที่มีน้ำหนักมากกว่า 2,000 kg ค่าการดูดซึมน้ำที่ยอมให้ต้องไม่เกิน 208 kg/m^3 ตามเกณฑ์มาตรฐานชุมชนบล็อกประสาน มผช. 602-2547 กระทรวงอุตสาหกรรม ชนิดรับน้ำหนัก

5.2 ความรู้ที่ได้จากการทำการศึกษาวิจัย

1. จากการทดสอบ อัตราส่วนทั้ง 3 อัตรา ใน 2 รูปแบบ เมื่อมีการเพิ่มส่วนผสมของ หินฝุ่น ทำให้กำลังอัด และกำลังดัดของบล็อกประสานมีแนวโน้มลดลง ส่วนการดูดซึมน้ำ เมื่อมีส่วนผสมน้ำยางพาราเพิ่มขึ้น ทำให้การดูดซึมของบล็อกประสานลดลงตามลำดับและอัตราส่วนที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานชุมชนบล็อกประสาน มผช. 602-2547 กระทรวงอุตสาหกรรม คือ อัตราส่วน1:3 , 1:5 และ 1:7 ชนิดรับน้ำหนัก

2. จากการทำบล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์มและยางรถยนต์บดละเอียด สามารถสรุปได้ว่า การที่นำน้ำยางพาราและวัสดุเสริมเส้นใยทะลายปาล์มและยางรถยนต์บดละเอียด มาผสมลงในบล็อกประสาน สามรถนำไปใช้งานได้ และเส้นใยทะลายปาล์มและยางรถยนต์ที่เป็นวัสดุเหลือใช้กับน้ำยางพาราที่ราคาตกต่ำ สามารถนำมาใช้งานให้เกิดประโยชน์ในก่อสร้างได้จริง

จากการศึกษาตัวอย่างบล็อกประสานทำให้ทราบถึงประโยชน์ของน้ำยางพาราทำผสมลงไปทำให้ช่วยลดการดูดซึมน้ำได้ดี แต่ทำให้กำลังอัดลดลง แต่ก็ยังมีบางอัตราส่วนที่สามารถรับกำลังอัด และกลังดัดที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานชุมชน มผช. 602-2547 กระทรวงอุตสาหกรรม ที่ได้กำหนดเอาไว้

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. การศึกษาครั้งต่อไปควรศึกษาในอัตราส่วนต่างๆที่มีความละเอียดมากขึ้นเพื่อให้ได้อัตราส่วนที่ดี ที่สุดและควรใส่วัสดุอื่นๆในการผสมให้ได้ค่าหน่วยแรงอัด หน่วยแรงดัดที่สูงขึ้นอีก

2. การศึกษาครั้งต่อไปควรลองเพิ่มส่วนผสมอื่นๆลงไปช่วยในการลดค่าการดูดซึมน้ำควรระมัดระวังและการศึกษาเกี่ยวกับวิธีการเคลื่อนย้ายตัวอย่างทดสอบ บล็อกประสานจากน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายเปล่าปาล์มและยางรถยนต์บดละเอียดหลังจากอัดขึ้นรูปแล้ว ความเชื่อมแน่นการยึดเกาะต่ำลงจึงเป็นผลให้เกิดความเสียหาย

บรรณานุกรม

[1] ครรชิต เหลียงไพบูลย์, **ฉนวนป้องกันความร้อนกับผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม,** วารสารประสิทธิภาพพลังงาน, ฉบับที่ 58.

[2] **มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนบล็อกประสานประเภท : มอก. 602-2547**, สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน กระทรวงอุตสาหกรรม

[3] วิภาวี พัฒนกุล, **กลุ่มอุตสาหกรรมยาง สถาบันวิจัยยาง ,คุณสมบัติทางกายภาพยางพารางานนิทรรศการพืชสวน**, เชียงใหม่ 2554

[4] เครือซีเมนต์ไทย,2548, **ปูนซีเมนต์และการประยุกต์ใช้งาน,บริษัทปูซีเมนต์ไทยอุตสาหกรรมจำกัด**, พิมพ์ครั้งที่ 2,กรุงเทพ, หน้า 248

[5] ภูษิต เลิศวัฒนารักษ์ และ อัญชิสา สันติจิตโต , **คุณสมบัติของวัสดุไฟเบอร์ซีเมนต์ผสมเส้นใยธรรมชาติจากเส้นใยมะพร้าวและเส้นใยปาล์มเพื่อผลิตวัสดุก่อสร้าง**, มกราคม 2555

[6] นายสุทธิศักดิ์ สำเร็จประสงค์, อิฐบล็อกประสานคืออะไร **http://thaiblockprasan.blogspot.com/**

[7] Ohama, Y., 1987, " **Principle of Latex Mdification and Some Typical Properties of Latex Modified Mortars and Concretes**," ACI Materials Joumal, Title No. 84-M45, pp. 511-518

[8] พลภัทร พฤกษานานนท์, **อิฐมวลเบาพาราคอนกรีต,** งานแสดงนวัตกรรมยางพาราแห่งประเทศไทย, เมษายน 2548.

[9] เอกชัย พฤกษ์อำไพ, **คู่มือยางพารา,** เพ็ท-แพล้น พับลิชชิ่ง, พิมพ์ครั้งที่ 1, กรุงเทพฯ, 2547, 352 หน้า.

[10] สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.), **ประกาศรับข้อเสนอโครงการวิจัยยางพาราใหม่,** 2548, HTTP://WWW.TRF.OR.TH.

[12] สิทธิชัย ศิริพันธุ์, พิทักษ์ บุญนุ่น, กิจถาวร โลหะ และ อนุรักษ์ กำเนิดว้ำ, **การใช้ยางธรรมชาติเพื่อพัฒนางานคอนกรีต,** เอกสารการประชุมวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 10, ชลบุรี, 2548, หน้า MAT-205 – MAT-210.

[13] ณรงค์ฤทธิ์ สมบัติสมภพ, **การผลิตและทดสอบหลังคายางพาราจากวัสดุผสมยางธรรมชาติกับขี้เลื่อย,** สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.), รหัสโครงการ: RDG4650054.

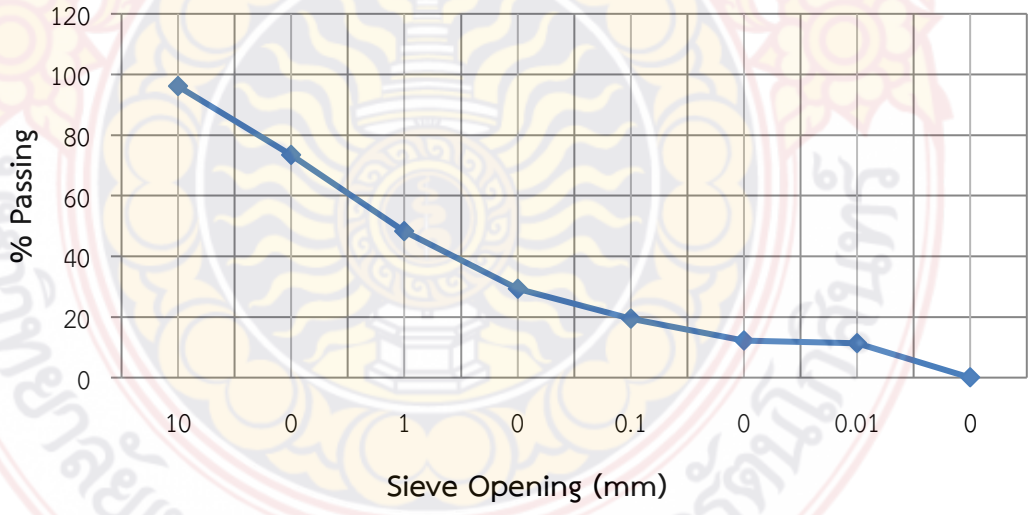
[14] พิษณุ นิ่มนุช, **บล็อกประสานมวลเบาจากขยะโฟม**, สาขาวิศวกรรมโยธา สังกัด สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา. ปริญญานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์, 2556

ภาคผนวก ก.

การทดสอบคุณสมบัติพื้นฐานทางด้านวิศวกรรมของวัสดุในงานวิจัย

ตารางที่ ก-1 การทดสอบหาขนาดคละของหินฝุ่นโดยใช้ตะแกรงมาตรฐาน

Sieve	Sieve Open	Wt. Sieve	Wt. Sieve + Aggregates	Wt. Retained	% Retained	Cumulative % Retained	Passing
No.	(mm)	(g)	(g)	(g)	(%)	(%)	(%)
4	4.75	748.30	767.90	19.60	3.92	3.92	96.08
8	2.36	435.60	548.50	112.90	22.58	26.50	73.50
16	0.85	379.80	506.00	126.20	25.24	51.74	48.26
40	0.43	579.90	674.90	95.00	19.00	70.74	29.26
50	0.25	554.20	603.80	49.60	9.92	80.66	19.34
100	0.15	286.60	322.20	35.60	7.12	87.78	12.22
200	0.08	472.10	476.60	4,50	0.90	88.68	11.32
Pan	0.00	499.20	555.80	56.60	11.32	100.00	0.00
-	-	-	-	500.00	100.00	-	-



ภาพที่ ก-1 การแสดงความสัมพันธ์ขนาดตะแกรงและเปอร์เซ็นต์ของดินที่ผ่าตะแกรง

D_{60} = 1.40 mm D_{30} = 0.42 mm D_{10} = 0.060 mm

Coefficient of Uniformity, C_u = 23.333 Coefficient of Curvature, C_c = 2.100

ตารางที่ ก-2 ผลการทดสอบหาค่าความชื้นของวัสดุหินฝุ่น

No	1	2	3	4	5
Wt. of Can + We Soit ; g	187.80	190.00	215.10	237.50	210.40
Wt. of Can + Dry Soit ; g	185.20	187.00	212.40	234.00	207.10
Wt. of Can ; g	43.80	35.00	44.20	35.60	35.50
Wt. of Dry Soit ; g	141.40	152.00	168.20	198.40	171.60
Wt. Water ; g	2.60	3.00	2.70	3.50	3.30
Water content ; %	1.84	1.97	1.61	1.76	1.92
Average Water content; %	1.82				

ตารางที่ ก-3 ผลการทดสอบหาค่าความถ่วงจำเพาะของวัสดุหินฝุ่น

Determination	1	2	3
Temperature °C	55	50	45
Density of water (g /cm^3)	0.9857	0.9881	0.9902
Mass of Pycnometer + water + sample (g)	957.3	955.4	955.3
Mass of Pycnometer + water (g)	657.3	655.7	654.4
Apparent Specific Gravity GA	2.498	2.501	2.521
GA	2.473	2.482	2.507
Average GA (30 °C)	2.487		

ตารางที่ ก-4 มาตรฐานน้ำยางพาราข้น 60 % DRP

THAI EASTERN GROUP
135 M. 2 Khaosok, Nongyai, Chonburi 20190 Thailand
Tel: (66)- 168555 Fax: (66)
E-mail: logisties @thaieasterngroup.com

TEST CERTIFICATE NO. 042/16

Lab Name : THAI EASTERN RUBBER CO., LTD.
Date : 06/02/2016
Date Tested : 06/02/2016
Date Production : 14/12/2015
Storage Tank No. : Batch No. : 01103141215
Type of Latex : [√] HA [ ] MA [ ] LA [ ] Other
For Delivery to - Lot No: - Invoiced Weight : 80 kg
Destination - Delivery Date : 06/02/2016

CHARACTERISTIC	METHOD OF TEST	TEST RESULT
Total solid content , (% by wt.)	ISO 124	61.55
L., rubber content , (% by wt.)	ISO 126	61.15
Non-rubber content , (% by wt.)	-	1.40
Ammonia content , (on total weight) , (% by wt.)	ISO 506	0.0153
Ammonia content , (on water phase) , (% by wt.)	-	1.77
Volatile fatty acid number (VFA number)	ISO 506	0.0153
Mechanical stability time @ 55% TS, seconds	ISO 35	900 (06/02/2016)
Magnesium content on solids , (ppm)	In House	22.28
KOH number	ISO 127	0.60
pH of latex	ISO 976	10.83
Specific gravity (25 C)	BS 6057	0.94
Coagulum content , (% by wt.)	ISO 706	0.005
Viscosity (Spindle No.1,60 rpm) @ 61.5 % TS, cPs	ISO 1652	87.5
Color of latex	In House	White

Remark :

PASS CHECKED BYประสิทธิ์ นพวงศ์
(OFFICER-IN-CHARGE)

1. This result certificate only the above indicated product details
2. Making a copy of this certificate must be got the permission from the laboratory and copy some parts of this certificate are not allowed

ตารางที่ ก-5 ผลการทดสอบหาค่าความถ่วงจำเพาะของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1

Symbol	Sample No.	Weight (g)	Volume (cm^3)	Specific Gravity of Cement	Average Specific Gravity
Portland Cement Type 1	1	64	20.3	3.153	3.15
	2	64	20.5	3.148	
	3	64	20.4	3.15	

ภาคผนวก ข

ผลการทดสอบคุณสมบัติทางวิศวกรรมของบล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์ม และยางรถยนต์บดละเอียด

ตารางที่ ข-1 กำลังอัดคอนกรีตอัตราส่วนผสม 1:3 บ่มน้ำที่อายุ 28 วัน

Ratio	No.	Size			Weight	Area	Load	Compressive Strength	Average Compressive Strength
		B (cm)	L (cm)	H (cm)	(kg)	(cm²)	(kg)	(ksc)	(ksc)
1:3	1	12	24.1	10.2	6.58	289.20	112,419.61	388.73	354.39
	2	12	24.1	10.1	6.25	289.20	96,425.37	333.42	
	3	12	24.1	10.1	6.23	289.20	112,191.19	387.94	
	4	12	24.1	10.1	6.24	289.20	113,692.22	393.13	
	5	12	24.1	10.1	6.25	289.20	85,644.93	296.14	
	6	12	24.1	10.1	6.21	289.20	93,239.77	322.41	
	7	12	24.1	10.1	6.24	289.20	108,249.99	374.31	
	8	12	24.1	10.1	6.23	289.20	111,134.77	384.28	
	9	12	24.1	10.1	6.37	289.20	90,174.51	311.81	
	10	12	24.1	10.1	6.42	289.20	101,725.85	351.75	

ตารางที่ ข-2 กำลังอัดคอนกรีตอัตราส่วนผสม 1:3 เสริมเส้นใยทะลายปาล์ม น้ำยางพารา และยางรถยนต์บดละเอียด บ่มน้ำที่อายุ 28 วัน

Ratio	No.	Size			Weight	Area	Load	Compressive Strength	Average Compressive Strength
		B (cm)	L (cm)	H (cm)	(kg)	(cm²)	(kg)	(ksc)	(ksc)
1:3	1	12	24.1	10.2	6.23	289.20	64,188.88	221.95	212.57
	2	12	24.0	10.1	6.56	288.00	63,501.79	220.49	
	3	12	24.1	10.1	6.21	289.20	58,850.87	203.50	
	4	12	24.2	10.1	6.20	290.40	59,349.51	204.37	
	5	12	24.3	10.1	6.21	291.60	62,419.88	214.06	
	6	12	24.0	10.1	6.25	288.00	60,816.88	211.17	
	7	12	24.2	10.1	6.41	290.40	63,001.11	216.95	
	8	12	24.1	10.1	6.23	289.20	61,138.09	211.40	
	9	12	24.0	10.1	6.22	288.00	62,186.36	215.92	
	10	12	24.0	10.1	6.23	288.00	59,300.56	205.90	

ตารางที่ ข-3 กำลังอัดคอนกรีตอัตราส่วนผสม 1:5 บ่มน้ำที่อายุ 28 วัน

Ratio	No.	Size			Weight	Area	Load	Compressive Strength	Average Compressive Strength
		B (cm)	L (cm)	H (cm)	(kg)	(cm²)	(kg)	(ksc)	(ksc)
1:5	1	11.8	24	10	6.21	283.20	83,194.55	293.77	295.43
	2	11.8	24	10	6.25	283.20	83,884.9	296.20	
	3	11.8	24	10	6.23	283.20	82,347.17	290.77	
	4	11.8	24	10	6.24	283.20	87,616.04	309.38	
	5	11.8	24	10	6.23	283.20	81,156.14	286.57	
	6	11.8	24	10	6.23	283.20	83,736.02	295.68	
	7	11.8	24	10	6.21	283.20	86,411.75	305.13	
	8	11.8	24	10	6.22	283.20	83,729.9	295.66	
	9	11.8	24	10	6.22	283.20	82,794.82	292.35	
	10	11.8	24	10	6.21	283.20	81,796.52	288.83	

ตารางที่ ข-4 กำลังอัดคอนกรีตอัตราส่วนผสม 1:5 เสริมเส้นใยทะลายปาล์ม น้ำยางพารา และยางรถยนต์บดละเอียด บ่มน้ำที่อายุ 28 วัน

Ratio	No.	Size			Weight	Area	Load	Compressive Strength	Average Compressive Strength
		B (cm)	L (cm)	H (cm)	(kg)	(cm²)	(kg)	(ksc)	(ksc)
1:5	1	11.8	24	10	6.21	283.20	83,194.55	293.77	295.43
	2	11.8	24	10	6.25	283.20	83,884.9	296.20	
	3	11.8	24	10	6.23	283.20	82,347.17	290.77	
	4	11.8	24	10	6.24	283.20	87,616.04	309.38	
	5	11.8	24	10	6.23	283.20	81,156.14	286.57	
	6	11.8	24	10	6.23	283.20	83,736.02	295.68	
	7	11.8	24	10	6.21	283.20	86,411.75	305.13	
	8	11.8	24	10	6.22	283.20	83,729.9	295.66	
	9	11.8	24	10	6.22	283.20	82,794.82	292.35	
	10	11.8	24	10	6.21	283.20	81,796.52	288.83	

ตารางที่ ข-5 กำลังอัดคอนกรีตอัตราส่วนผสม 1:7 บ่มน้ำที่อายุ 28 วัน

Ratio	No.	Size			Weight	Area	Load	Compressive Strength	Average Compressive Strength
		B (cm)	L (cm)	H (cm)	(kg)	(cm²)	(kg)	(ksc)	(ksc)
1:7	1	12.0	24.0	10	5.66	288.00	59,613.62	206.99	208.37
	2	12.0	24.2	10	5.55	290.40	63,382.49	218.26	
	3	12.0	24.1	10	5.43	289.20	55,841.69	193.09	
	4	12.0	24.1	10	5.51	289.20	52,589.81	181.85	
	5	12.0	24.0	10	5.62	288.00	66,730.22	231.70	
	6	12.0	24.1	10	5.46	289.20	62,547.34	216.28	
	7	12.0	24.1	10	5.49	289.20	66,096.97	228.55	
	8	12.0	24.2	10	5.58	290.40	61,405.26	211.45	
	9	12.0	24.0	10	5.47	288.00	56,583.02	196.47	
	10	12.0	24.2	10	5.63	290.40	57,821.98	199.11	

ตารางที่ ข-6 กำลังอัดคอนกรีตอัตราส่วนผสม 1:7 เสริมเส้นใยทะลายปาล์ม น้ำยางพารา และยางรถยนต์บดละเอียด บ่มน้ำที่อายุ 28 วัน

Ratio	No.	Size			Weight	Area	Load	Compressive Strength	Average Compressive Strength
		B (cm)	L (cm)	H (cm)	(kg)	(cm²)	(kg)	(ksc)	(ksc)
1:7	1	12.0	24.0	10	5.94	288.00	23,420.84	81.32	157.78
	2	11.8	24.2	10	5.88	285.60	44,091.5	154.40	
	3	11.9	24.1	10	5.93	286.80	54,355.96	189.53	
	4	11.9	24.1	10	5.89	286.80	53,6,74.79	187.16	
	5	11.9	24.0	10	5.91	285.60	50,743.11	177.67	
	6	11.8	24.1	10	5.90	284.40	49,830.46	175.22	
	7	12.0	24.1	10	5.90	289.20	40,274.7	139.26	
	8	12.0	24.2	10	5.86	290.40	46,384.84	159.73	
	9	12.0	24.0	10	5.88	288.00	45,809.72	159.06	
	10	11.8	24.2	10	5.90	285.60	44,110.87	154.47	

ตารางที่ ข-7 กำลังดัดบล็อกประสานอัตราส่วนผสม 1:3 บ่มน้ำที่อายุ 28 วัน

Ratio	No.	Size			Weight	Area	Load	Flexural Strength	Average Flexural Strength
		B (cm)	L (cm)	H (cm)	(kg)	(cm²)	(kg)	(ksc)	(ksc)
1:3	1	12.0	24.0	10	6.58	120	2,245	56.12	54.02
	2	12.0	24.0	10	6.25	120	2,075	51.87	
	3	12.0	24.0	10	6.23	120	2,245	56.12	
	4	12.0	24.0	10	6.36	120	2,156	53.90	
	5	12.0	24.0	10	6.29	120	2,091	52.27	
	6	12.0	24.0	10	6.46	120	2,141	53.52	
	7	12.0	24.0	10	6.35	120	2,199	54.97	
	8	12.0	24.0	10	6.39	120	2,163	54.07	
	9	12.0	24.0	10	6.34	120	2,084	52.10	
	10	12.0	24.0	10	6.48	120	2,211	55.27	

ตารางที่ ข-8 กำลังดัดบล็อกประสานอัตราส่วนผสม 1:3 เสริมเส้นใยทะลายปาล์ม น้ำยางพารา และยางรถยนต์บดละเอียด บ่มน้ำที่อายุ 28 วัน

Ratio	No.	Size			Weight	Area	Load	Flexural Strength	Average Flexural Strength
		B (cm)	L (cm)	H (cm)	(kg)	(cm²)	(kg)	(ksc)	(ksc)
1:3	1	12.0	24.0	10	6.24	120	1,705	42.62	40.96
	2	12.0	24.0	10	6.25	120	1,619	40.47	
	3	12.0	24.0	10	6.31	120	1,791	44.77	
	4	12.0	24.0	10	6.25	120	1,586	39.65	
	5	12.0	24.0	10	6.25	120	1,490	37.25	
	6	12.0	24.0	10	6.29	120	1,681	42.02	
	7	12.0	24.0	10	6.31	120	1,659	41.47	
	8	12.0	24.0	10	6.28	120	1,596	39.90	
	9	12.0	24.0	10	6.27	120	1,573	39.32	
	10	12.0	24.0	10	6.29	120	1,684	42.10	

ตารางที่ ข-9 กำลังดัดบล็อกประสานอัตราส่วนผสม 1:5 บ่มน้ำที่อายุ 28 วัน

Ratio	No.	Size			Weight	Area	Load	Flexural Strength	Average Flexural Strength
		B (cm)	L (cm)	H (cm)	(kg)	(cm²)	(kg)	(ksc)	(ksc)
1:5	1	12.0	24.0	10	6.21	120	2,294	57.35	56.78
	2	12.0	24.0	10	6.25	120	2,285	57.13	
	3	12.0	24.0	10	6.23	120	2,250	56.25	
	4	12.0	24.0	10	6.24	120	2,262	56.55	
	5	12.0	24.0	10	6.22	120	2,271	56.77	
	6	12.0	24.0	10	6.22	120	2,289	57.22	
	7	12.0	24.0	10	6.23	120	2,282	57.05	
	8	12.0	24.0	10	6.25	120	2,266	56.65	
	9	12.0	24.0	10	6.24	120	2,259	56.47	
	10	12.0	24.0	10	6.21	120	2,254	56.35	

ตารางที่ ข-10 กำลังดัดบล็อกประสานอัตราส่วนผสม 1:5 เสริมเส้นใยทะลายปาล์ม น้ำยางพารา และยางรถยนต์บดละเอียด บ่มน้ำที่อายุ 28 วัน

Ratio	No.	Size			Weight	Area	Load	Flexural Strength	Average Flexural Strength
		B (cm)	L (cm)	H (cm)	(kg)	(cm²)	(kg)	(ksc)	(ksc)
1:5	1	12.0	24.0	10	6.11	120	1,095	27.37	34.76
	2	12.0	24.0	10	6.13	120	1,400	35.00	
	3	12.0	24.0	10	6.1	120	1,667	41.67	
	4	12.0	24.0	10	6.11	120	1,362	34.05	
	5	12.0	24.0	10	6.13	120	1,011	25.27	
	6	12.0	24.0	10	6.12	120	1,554	38.85	
	7	12.0	24.0	10	6.10	120	1,642	41.05	
	8	12.0	24.0	10	6.10	120	1,456	36.40	
	9	12.0	24.0	10	6.13	120	1,242	31.05	
	10	12.0	24.0	10	6.12	120	1,475	36.87	

ตารางที่ ข-11 กำลังดัดบล็อกประสานอัตราส่วนผสม 1:7 บ่มน้ำที่อายุ 28 วัน

Ratio	No.	Size			Weight	Area	Load	Flexural Strength	Average Flexural Strength
		B (cm)	L (cm)	H (cm)	(kg)	(cm^2)	(kg)	(ksc)	(ksc)
1:7	1	12.0	24.0	10	6.27	120	2,368	59.20	58.67
	2	12.0	24.0	10	6.24	120	2,364	59.10	
	3	12.0	24.0	10	6.30	120	2,334	58.35	
	4	12.0	24.0	10	6.25	120	2,342	58.55	
	5	12.0	24.0	10	6.29	120	2,357	58.92	
	6	12.0	24.0	10	6.28	120	2,321	58.02	
	7	12.0	24.0	10	6.31	120	2,323	58.07	
	8	12.0	24.0	10	6.24	120	2,347	58.67	
	9	12.0	24.0	10	6.24	120	2,352	58.80	
	10	12.0	24.0	10	6.26	120	2,360	59.00	

ตารางที่ ข-12 กำลังดัดบล็อกประสานอัตราส่วนผสม 1:7 เสริมเส้นใยทะลายปาล์ม น้ำยางพารา และยางรถยนต์บดละเอียด บ่มน้ำที่อายุ 28 วัน

Ratio	No.	Size			Weight	Area	Load	Flexural Strength	Average Flexural Strength
		B (cm)	L (cm)	H (cm)	(kg)	(cm^2)	(kg)	(ksc)	(ksc)
1:7	1	12.0	24.0	10	5.90	120	1,465	36.62	35.76
	2	12.0	24.0	10	5.93	120	1,591	39.77	
	3	12.0	24.0	10	5.92	120	1,628	40.70	
	4	12.0	24.0	10	5.91	120	1,134	28.35	
	5	12.0	24.0	10	5.91	120	1,180	29.50	
	6	12.0	24.0	10	5.93	120	1,322	33.05	
	7	12.0	24.0	10	5.92	120	1,562	39.05	
	8	12.0	24.0	10	5.93	120	1,412	35.30	
	9	12.0	24.0	10	5.90	120	1,476	36.90	
	10	12.0	24.0	10	5.91	120	1,534	38.35	

ตารางที่ ข-13 การแสดงผลการทดสอบการดูดซึมน้ำของอิฐบล็อกประสาน ที่เวลา 24 hr

ตัวอย่างการทดสอบ (อัตราส่วนผสมที่ 1:3)	Percent Absorption 24 hr
บล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์ม และยางรถยนต์บดละเอียด น้ำยางพารา 0 % เส้นใยทะลายเปล่าปาล์ม 0 % ยางรถยนต์บดละเอียด 0 %	4.55
บล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์ม และยางรถยนต์บดละเอียด น้ำยางพารา 0 % เส้นใยทะลายเปล่าปาล์ม 0 % ยางรถยนต์บดละเอียด 0 %	4.16
บล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์ม และยางรถยนต์บดละเอียด น้ำยางพารา 0 % เส้นใยทะลายเปล่าปาล์ม 0 % ยางรถยนต์บดละเอียด 0 %	4.33
บล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์ม และยางรถยนต์บดละเอียด น้ำยางพารา 0 % เส้นใยทะลายเปล่าปาล์ม 0 % ยางรถยนต์บดละเอียด 0 %	4.30
บล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์ม และยางรถยนต์บดละเอียด น้ำยางพารา 0 % เส้นใยทะลายเปล่าปาล์ม 0 % ยางรถยนต์บดละเอียด 0 %	4.21
บล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์ม และยางรถยนต์บดละเอียด น้ำยางพารา 0 % เส้นใยทะลายเปล่าปาล์ม 0 % ยางรถยนต์บดละเอียด 0 %	4.31
บล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์ม และยางรถยนต์บดละเอียด น้ำยางพารา 0 % เส้นใยทะลายเปล่าปาล์ม 0 % ยางรถยนต์บดละเอียด 0 %	4.25
บล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์ม และยางรถยนต์บดละเอียด น้ำยางพารา 0 % เส้นใยทะลายเปล่าปาล์ม 0 % ยางรถยนต์บดละเอียด 0 %	4.23
บล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์ม และยางรถยนต์บดละเอียด น้ำยางพารา 0 % เส้นใยทะลายเปล่าปาล์ม 0 % ยางรถยนต์บดละเอียด 0 %	4.19
บล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์ม และยางรถยนต์บดละเอียด น้ำยางพารา 0 % เส้นใยทะลายเปล่าปาล์ม 0 % ยางรถยนต์บดละเอียด 0 %	4.22

ตารางที่ ข-14 การแสดงผลการทดสอบการดูดซึมน้ำของอิฐบล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์ม และยางรถยนต์บดละเอียด ที่เวลา 24 hr

ตัวอย่างการทดสอบ (อัตราส่วนผสมที่ 1:3)	Percent Absorption 24 hr
บล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์ม และยางรถยนต์บดละเอียด น้ำยางพารา 2 % เส้นใยทะลายเปล่าปาล์ม 2 % ยางรถยนต์บดละเอียด 2 %	3.50
บล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์ม และยางรถยนต์บดละเอียด น้ำยางพารา 2 % เส้นใยทะลายเปล่าปาล์ม 2 % ยางรถยนต์บดละเอียด 2 %	4.44
บล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์ม และยางรถยนต์บดละเอียด น้ำยางพารา 2 % เส้นใยทะลายเปล่าปาล์ม 2 % ยางรถยนต์บดละเอียด 2 %	4.51
บล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์ม และยางรถยนต์บดละเอียด น้ำยางพารา 2 % เส้นใยทะลายเปล่าปาล์ม 2 % ยางรถยนต์บดละเอียด 2 %	4.21
บล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์ม และยางรถยนต์บดละเอียด น้ำยางพารา 2 % เส้นใยทะลายเปล่าปาล์ม 2 % ยางรถยนต์บดละเอียด 2 %	4.21
บล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์ม และยางรถยนต์บดละเอียด น้ำยางพารา 2 % เส้นใยทะลายเปล่าปาล์ม 2 % ยางรถยนต์บดละเอียด 2 %	3.90
บล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์ม และยางรถยนต์บดละเอียด น้ำยางพารา 2 % เส้นใยทะลายเปล่าปาล์ม 2 % ยางรถยนต์บดละเอียด 2 %	3.81
บล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์ม และยางรถยนต์บดละเอียด น้ำยางพารา 2 % เส้นใยทะลายเปล่าปาล์ม 2 % ยางรถยนต์บดละเอียด 2 %	4.10
บล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์ม และยางรถยนต์บดละเอียด น้ำยางพารา 2 % เส้นใยทะลายเปล่าปาล์ม 2 % ยางรถยนต์บดละเอียด 2 %	4.21
บล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์ม และยางรถยนต์บดละเอียด น้ำยางพารา 2 % เส้นใยทะลายเปล่าปาล์ม 2 % ยางรถยนต์บดละเอียด 2 %	3.97

ตารางที่ ข-15 การแสดงผลการทดสอบการดูดซึมน้ำของอิฐบล็อกประสาน ที่เวลา 24 hr

ตัวอย่างการทดสอบ (อัตราส่วนผสมที่ 1:5)	Percent Absorption 24 hr
บล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์ม และยางรถยนต์บดละเอียด น้ำยางพารา 0 % เส้นใยทะลายเปล่าปาล์ม 0 % ยางรถยนต์บดละเอียด 0 %	4.18
บล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์ม และยางรถยนต์บดละเอียด น้ำยางพารา 0 % เส้นใยทะลายเปล่าปาล์ม 0 % ยางรถยนต์บดละเอียด 0 %	4.32
บล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์ม และยางรถยนต์บดละเอียด น้ำยางพารา 0 % เส้นใยทะลายเปล่าปาล์ม 0 % ยางรถยนต์บดละเอียด 0 %	4.17
บล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์ม และยางรถยนต์บดละเอียด น้ำยางพารา 0 % เส้นใยทะลายเปล่าปาล์ม 0 % ยางรถยนต์บดละเอียด 0 %	4.21
บล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์ม และยางรถยนต์บดละเอียด น้ำยางพารา 0 % เส้นใยทะลายเปล่าปาล์ม 0 % ยางรถยนต์บดละเอียด 0 %	4.19
บล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์ม และยางรถยนต์บดละเอียด น้ำยางพารา 0 % เส้นใยทะลายเปล่าปาล์ม 0 % ยางรถยนต์บดละเอียด 0 %	4.23
บล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์ม และยางรถยนต์บดละเอียด น้ำยางพารา 0 % เส้นใยทะลายเปล่าปาล์ม 0 % ยางรถยนต์บดละเอียด 0 %	4.22
บล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์ม และยางรถยนต์บดละเอียด น้ำยางพารา 0 % เส้นใยทะลายเปล่าปาล์ม 0 % ยางรถยนต์บดละเอียด 0 %	4.19
บล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์ม และยางรถยนต์บดละเอียด น้ำยางพารา 0 % เส้นใยทะลายเปล่าปาล์ม 0 % ยางรถยนต์บดละเอียด 0 %	4.15
บล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์ม และยางรถยนต์บดละเอียด น้ำยางพารา 0 % เส้นใยทะลายเปล่าปาล์ม 0 % ยางรถยนต์บดละเอียด 0 %	4.27

ตารางที่ ข-16 การแสดงผลการทดสอบการดูดซึมน้ำของอิฐบล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์ม และยางรถยนต์บดละเอียด ที่เวลา 24 hr

ตัวอย่างการทดสอบ (อัตราส่วนผสมที่ 1:5)	Percent Absorption 24 hr
บล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์ม และยางรถยนต์บดละเอียด น้ำยางพารา 2 % เส้นใยทะลายเปล่าปาล์ม 2 % ยางรถยนต์บดละเอียด 2 %	5.89
บล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์ม และยางรถยนต์บดละเอียด น้ำยางพารา 2 % เส้นใยทะลายเปล่าปาล์ม 2 % ยางรถยนต์บดละเอียด 2 %	5.87
บล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์ม และยางรถยนต์บดละเอียด น้ำยางพารา 2 % เส้นใยทะลายเปล่าปาล์ม 2 % ยางรถยนต์บดละเอียด 2 %	5.39
บล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์ม และยางรถยนต์บดละเอียด น้ำยางพารา 2 % เส้นใยทะลายเปล่าปาล์ม 2 % ยางรถยนต์บดละเอียด 2 %	5.64
บล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์ม และยางรถยนต์บดละเอียด น้ำยางพารา 2 % เส้นใยทะลายเปล่าปาล์ม 2 % ยางรถยนต์บดละเอียด 2 %	5.71
บล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์ม และยางรถยนต์บดละเอียด น้ำยางพารา 2 % เส้นใยทะลายเปล่าปาล์ม 2 % ยางรถยนต์บดละเอียด 2 %	5.43
บล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์ม และยางรถยนต์บดละเอียด น้ำยางพารา 2 % เส้นใยทะลายเปล่าปาล์ม 2 % ยางรถยนต์บดละเอียด 2 %	5.71
บล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์ม และยางรถยนต์บดละเอียด น้ำยางพารา 2 % เส้นใยทะลายเปล่าปาล์ม 2 % ยางรถยนต์บดละเอียด 2 %	5.61
บล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์ม และยางรถยนต์บดละเอียด น้ำยางพารา 2 % เส้นใยทะลายเปล่าปาล์ม 2 % ยางรถยนต์บดละเอียด 2 %	5.73
บล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์ม และยางรถยนต์บดละเอียด น้ำยางพารา 2 % เส้นใยทะลายเปล่าปาล์ม 2 % ยางรถยนต์บดละเอียด 2 %	5.53

ตารางที่ ข-17 การแสดงผลการทดสอบการดูดซึมน้ำของอิฐบล็อกประสาน ที่เวลา 24 hr

ตัวอย่างการทดสอบ (อัตราส่วนผสมที่ 1:7)	Percent Absorption 24 hr
บล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์ม และยางรถยนต์บดละเอียด น้ำยางพารา 0 % เส้นใยทะลายเปล่าปาล์ม 0 % ยางรถยนต์บดละเอียด 0 %	3.82
บล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์ม และยางรถยนต์บดละเอียด น้ำยางพารา 0 % เส้นใยทะลายเปล่าปาล์ม 0 % ยางรถยนต์บดละเอียด 0 %	2.90
บล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์ม และยางรถยนต์บดละเอียด น้ำยางพารา 0 % เส้นใยทะลายเปล่าปาล์ม 0 % ยางรถยนต์บดละเอียด 0 %	2.38
บล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์ม และยางรถยนต์บดละเอียด น้ำยางพารา 0 % เส้นใยทะลายเปล่าปาล์ม 0 % ยางรถยนต์บดละเอียด 0 %	3.31
บล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์ม และยางรถยนต์บดละเอียด น้ำยางพารา 0 % เส้นใยทะลายเปล่าปาล์ม 0 % ยางรถยนต์บดละเอียด 0 %	3.42
บล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์ม และยางรถยนต์บดละเอียด น้ำยางพารา 0 % เส้นใยทะลายเปล่าปาล์ม 0 % ยางรถยนต์บดละเอียด 0 %	2.98
บล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์ม และยางรถยนต์บดละเอียด น้ำยางพารา 0 % เส้นใยทะลายเปล่าปาล์ม 0 % ยางรถยนต์บดละเอียด 0 %	3.17
บล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์ม และยางรถยนต์บดละเอียด น้ำยางพารา 0 % เส้นใยทะลายเปล่าปาล์ม 0 % ยางรถยนต์บดละเอียด 0 %	3.22
บล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์ม และยางรถยนต์บดละเอียด น้ำยางพารา 0 % เส้นใยทะลายเปล่าปาล์ม 0 % ยางรถยนต์บดละเอียด 0 %	3.18
บล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์ม และยางรถยนต์บดละเอียด น้ำยางพารา 0 % เส้นใยทะลายเปล่าปาล์ม 0 % ยางรถยนต์บดละเอียด 0 %	3.26

ตารางที่ ข-18 การแสดงผลการทดสอบการดูดซึมน้ำของอิฐบล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์ม และยางรถยนต์บดละเอียด ที่เวลา 24 hr

ตัวอย่างการทดสอบ (อัตราส่วนผสมที่ 1:7)	Percent Absorption 24 hr
บล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์ม และยางรถยนต์บดละเอียด น้ำยางพารา 2 % เส้นใยทะลายเปล่าปาล์ม 2 % ยางรถยนต์บดละเอียด 2 %	8.92
บล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์ม และยางรถยนต์บดละเอียด น้ำยางพารา 2 % เส้นใยทะลายเปล่าปาล์ม 2 % ยางรถยนต์บดละเอียด 2 %	8.84
บล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์ม และยางรถยนต์บดละเอียด น้ำยางพารา 2 % เส้นใยทะลายเปล่าปาล์ม 2 % ยางรถยนต์บดละเอียด 2 %	8.77
บล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์ม และยางรถยนต์บดละเอียด น้ำยางพารา 2 % เส้นใยทะลายเปล่าปาล์ม 2 % ยางรถยนต์บดละเอียด 2 %	8.90
บล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์ม และยางรถยนต์บดละเอียด น้ำยางพารา 2 % เส้นใยทะลายเปล่าปาล์ม 2 % ยางรถยนต์บดละเอียด 2 %	8.74
บล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์ม และยางรถยนต์บดละเอียด น้ำยางพารา 2 % เส้นใยทะลายเปล่าปาล์ม 2 % ยางรถยนต์บดละเอียด 2 %	8.83
บล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์ม และยางรถยนต์บดละเอียด น้ำยางพารา 2 % เส้นใยทะลายเปล่าปาล์ม 2 % ยางรถยนต์บดละเอียด 2 %	8.71
บล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์ม และยางรถยนต์บดละเอียด น้ำยางพารา 2 % เส้นใยทะลายเปล่าปาล์ม 2 % ยางรถยนต์บดละเอียด 2 %	8.81
บล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์ม และยางรถยนต์บดละเอียด น้ำยางพารา 2 % เส้นใยทะลายเปล่าปาล์ม 2 % ยางรถยนต์บดละเอียด 2 %	8.76
บล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์ม และยางรถยนต์บดละเอียด น้ำยางพารา 2 % เส้นใยทะลายเปล่าปาล์ม 2 % ยางรถยนต์บดละเอียด 2 %	8.80

ภาคผนวก ค.

แสดงขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

ภาพที่ จ-1 ชั่งน้ำหนักหินฝุ่นและวัดปริมาณของน้ำยางพาราตามอัตราส่วนผสม ไว้สำหรับผลิตบล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์มและยางรถยนต์บด

ภาพที่ จ-2 การผสมวัสดุในการทำตัวอย่างทดสอบบล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์มแลเศษยางรถยนต์ ทำการผสมโดยเครื่องผสมปูน

ภาพที่ จ-3 ทำการผสมให้เข้ากันแล้วน้ำเทลงใส่ถาด เพื่อทำการชั่งตวงวัสดุผสมในอันดับต่อไป

ภาพที่ จ-4 เทวัสดุผสมที่ผ่านการชั่งตวงแล้ว ใส่ในช่องอัดขึ้นรูป บล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์มและเศษยางรถยนต์เพื่อทำการอัดขึ้นรูป

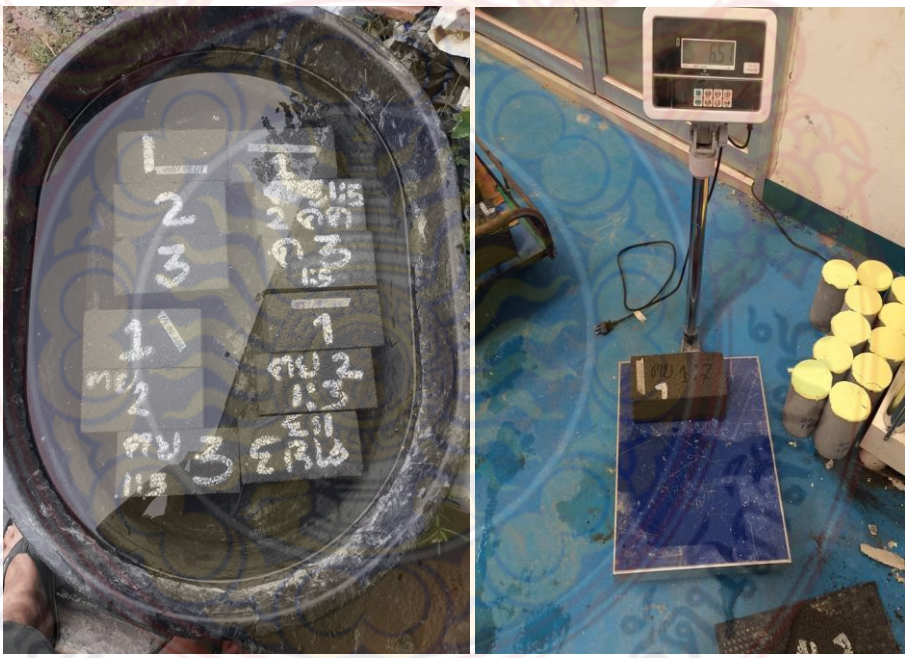
ภาพที่ จ-5 ทำการขนย้ายตัวอย่างทดสอบเมื่ออัดขึ้นรูปเป็นบล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์มและเศษยางรถยนต์

ภาพที่ จ-6 นำตัวอย่างทดสอบของบล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์มและเศษยางรถยนต์ไปวางไว้เพื่อรอการบ่ม

ภาพที่ จ-7 เมื่อทำการบ่มจนครบอายุที่ 28 วัน แล้วทำการทดสอบหาค่าความต้านทานแรงอัดของบล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์มและเศษยางรถยนต์

ภาพที่ จ-8 เมื่อทำการบ่มจนครบอายุที่ 28 วันแล้ว ทำการทดสอบหาค่าความต้านทานกำลังดัดของบล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์มและเศษยางรถยนต์

ภาพที่ จ-9 นำตัวอย่างทดสอบชั่งน้ำหนักก่อนแช่น้ำเพื่อหาค่าการดูดซึมน้ำของบล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์มและเศษยางรถยนต์



ภาพที่ จ-10 นำตัวอย่างทดสอบหลังแช่น้ำแล้วไปชั่ง แล้วนำตัวเลขไปคำนวณเพื่อหาค่าการดูดซึมน้ำของบล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์มและเศษยางรถยนต์

ภาพที่ จ-10 นำตัวอย่างทดสอบหลังแช่น้ำแล้วไปชั่งแล้วนำไปเข้าตู้อบ24ชั่วโมงจากนั้นนำมาชั่งเพื่อคำนวณเพื่อหาค่าการดูดซึมน้ำบล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์มและเศษยางรถยนต์

บทความวิจัย

การพัฒนาบล็อกประสานจากน้ำยางพาราผสมเศษยางรถยนต์ที่เสื่อมสภาพเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายเปล่าปาล์มที่เหลือใช้จากอุตสาหกรรมการเกษตร

The development of interlocking blocks from rubber latex mixed with degraded rubber tires, strengthened with palm fiber empty fibers from the agricultural industry.

พีระพงษ์ เพ็ชรพัน[1]

[1]สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
96 หมู่ 3 ถนนพุทธมณฑลสาย 5 ต.ศาลายา อ.พุทธมณฑล จ.นครปฐม 73170 โทรศัพท์: 0-2889-4585-7 ต่อ 2677
Email: Phiraphong.phat@RMUTR.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางวิศวกรรมของบล็อกประสานแบบปกติและอิฐบล็อกประสานแบบผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์ม โดยแบ่งออกเป็น 3 อัตราส่วนผสม คือ 1:3, 1:5 และ 1:7 เป็นอัตราส่วนปูนซีเมนต์ต่อหินฝุ่น ในแต่ละอัตราส่วนผสมจะมีการนำน้ำยางพาราแทนที่น้ำสะอาด 2% เส้นใยทะลายปาล์มแทนที่หินฝุ่น 2% และเศษยางรถยนต์ที่เสื่อมสะภาพบดละเอียดแทนที่หินฝุ่น 2% เช่นกัน

จากการทดสอบพบว่า ค่าต้านทานกำลังอัดของอิฐบล็อกประสานอัตราส่วน 1:3 แบบไม่มีการแทนที่ ได้ค่าต้านทานกำลังอัดเฉลี่ยสูงที่สุด 354.39 kg/cm2 เมื่อนำน้ำยางพาราแทนที่น้ำสะอาด 2% เส้นใยทะลายปาล์มแทนที่หินฝุ่น 2% และเศษยางรถยนต์ที่เสื่อมสะภาพบดละเอียดแทนที่หินฝุ่น 2% พบว่ามีการลดลงของค่าต้านทานกำลังอัดโดยเฉลี่ย 40% ในอัตราส่วน 1:5 และ 1:7 แบบไม่มีการแทนที่ ได้ค่าต้านทานกำลังอัดเฉลี่ย 295.43 kg/cm2 และ 208.37 kg/cm2 ตามลำดับ เมื่อนำน้ำยางพาราแทนที่น้ำสะอาด 2% เส้นใยทะลายปาล์มแทนที่หินฝุ่น 2% และเศษยางรถยนต์ที่เสื่อมสภาพบดละเอียดแทนที่หินฝุ่น 2% พบว่ามีการลดลงของค่าต้านทานกำลังอัด 44% และ 24% ตามลำดับ

จากการทดสอบการหาค่าต้านทานกำลังดัดของอิฐบล็อกประสานพบว่าอัตราส่วน 1:7 แบบการนำน้ำยางพาราแทนที่น้ำสะอาด 2% เส้นใยทะลายปาล์มแทนที่หินฝุ่น 2% และเศษยางรถยนต์ที่เสื่อมสะภาพบดละเอียดแทนที่หินฝุ่น 2% ในวัสดุส่วนต่างๆ ส่งผลให้ค่าต้านทานกำลังดัดดีที่สุด และการหาค่าการดูดซึมน้ำของอิฐบล็อกประสาน พบว่าอัตราส่วน 1:7 แบบไม่มีการผสมน้ำยางพารา เส้นใยทะลายปาล์ม และเศษยางรถยนต์ที่เสื่อมสภาพบดละเอียด ส่งผลให้ค่าการดูดซึมน้ำน้อยที่สุด 3.15%

เมื่อนำค่าต้านทานกำลังอัดของอิฐบล็อกประสาน ค่าการดูดซึมน้ำของอิฐบล็อกประสาน มาเปรียบเทียบกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มผช. 602-2547 กระทรวงอุตสาหกรรม พบว่าอิฐบล็อกประสานผสมน้ำยางพาราแทนที่น้ำสะอาด 2% เส้นใยทะลายปาล์มแทนที่หินฝุ่น 2% และเศษยางรถยนต์ที่เสื่อมสภาพบดละเอียดแทนที่หินฝุ่น 2% ทุกอัตราส่วนการผสม ผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มผช. 602-2547 กระทรวงอุตสาหกรรม ที่กำหนดไว้ และสามารถจัดชนิดของอิฐบล็อกประสาน ไว้ในชนิด อิฐบล็อกประสานชนิดรับน้ำหนัก และสามารถนำไปใช้ในงานก่อสร้างได้

Abstract

The objective of this research is to study the engineering properties of normal interlocking blocks and interlocking mixed-block rubber bricks reinforced with palm bunch fiber. Which is divided into 3 ingredients ratio, ie 1: 3, 1: 5 and 1: 7, as the ratio of cement to dust stone In each ingredient ratio, rubber latex is replaced with 2% clean water, palm fiber, instead of 2% dust stone and debris that has been thoroughly crushed, instead of 2% dust.

From the test found that Compressive strength of 1: 3 interlocking block bricks without replacement Obtained the highest average compressive strength of 354.39 kg / cm2 when using latex instead of 2% clean water, palm fiber filaments replaced 2% dust rocks and debris that deteriorated. Of average compressive strength of 40% in the ratio 1: 5 and 1: 7 without replacement Obtained the average compressive strength of 295.43 kg / cm2 and 208.37 kg / cm2, respectively, when using latex instead of 2% clean water, palm bunch fiber instead of 2% dust stone and debris that deteriorated the fine grinding of 2% dust. There is a decrease in compression strength 44% and 24%, respectively.

From the bending resistance test of interlocking brick It was found that the ratio of 1: 7 in the form of rubber water instead of 2% clean water, palm bunch fiber replaced 2% dust stone and debris that deteriorated. Resulting in the best bending resistance And the determination of water absorption of interlocking brick blocks Found that the ratio of 1: 7 without

latex Palm bunch fiber And scrap tires that are deteriorated, crushed Resulting in a minimum water absorption of 3.15%

When applying the compressive strength of interlocking bricks Water absorption value of interlocking brick blocks To compare with the community product standards, Ministry of Industry Found that the interlocking block bricks mixed with rubber water instead of 2% clean water, palm bunch fibers replaced 2% dust rocks and debris rubber tires that had been crushed, replaced by 2% dust particles in all mixing ratios. Passed the Community Product Standards criteria, Chor. 602-2547, Ministry of Industry, designated and able to arrange the type of interlocking brick blocks in the type of interlocking block weight-bearing bricks And can be used in construction work

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

ปัจจุบันอุตสาหกรรมการผลิตบล็อกประสานมีมากมายขึ้นเรื่อยๆ ในทุกพื้นที่ ของประเทศไทยด้วยบล็อกประสานนั้น เป็นวัสดุในการก่อสร้างที่สามารถทำขึ้นมาง่ายเพียงมีเครื่องมือการอัดบล็อกประสาน เครื่องผสม ส่วนผสม เครื่องชั่งตวงส่วนผสม เพียงเท่านี้ก็สามารถผลิตบล็อกประสานได้แล้วบล็อกประสานในประเทศได้มีหลากหลายรูปแบบไม่ว่าจะเป็น บล็อกประสานที่ทำจากดินดิบ หินฝุ่น หรือดินลูกรัง ฯลฯ การทำบล็อกประสานจากวัสดุเหล่านี้จะมีอายุการใช้งานที่แตกต่างกันออกไปตามวัสดุที่นำมาผลิตโดยบล็อกประสานที่ผลิตจากดินดิบอาจมีอายุการใช้งานที่น้อยเพราะคุณสมบัติการยึดตัวของดินดิบมีน้อยกว่าวัสดุอื่น

สวนยางพาราในประเทศไทย มีประมาณ 11.5 ล้านไร่ ซึ่งประมาณร้อยละ 93.01 ของสวนยางทั้งหมดเป็นสวนยางขนาดเล็กมีเนื้อที่ระหว่าง 2-50 ไร่ โดยขนาดของสวนเฉลี่ย 13 ไร่ และส่วนใหญ่เป็นการปลูกลักษณะเชิงเดี่ยวทำให้เกิดภาวะราคายางพาราตกต่ำประกอบกับประเทศคู่แข่งที่สำคัญ คือ อินโดนีเซีย และเวียดนาม ที่มีต้นทุนที่ผลิตต่ำกว่า และมีแนวโน้มการขยายพื้นที่การปลูกยางพารามากยิ่งขึ้น

ประเทศไทยมีการส่งเสริมปลูกปาล์มน้ำมันอย่างจริงจังตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2511 จึงทำให้การปลูกปาล์มในประเทศไทยได้ขยายไปอย่างรวดเร็วใน พ.ศ. 2351 ประเทศไทยมีเนื้อที่ปลูกปาล์ม 655,000 ไร่ และแนวโน้มการปลูกปาล์มเพิ่มขึ้นทุกปีแม้ว่ามีราคาจำหน่ายกะลาปาล์มอยู่ที่ 70-500 บาท/ตัน เนื่องจากปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่ให้ผลผลิตน้ำมันต่อหน่วยพื้นที่มากกว่าน้ำมันอื่นๆ ทุกชนิดและสามารถได้เฉพาะในพื้นที่เขตร้อนชื้นเท่านั้น ซึ่งมีเพียง 42 ประเทศ จาก 223 ประเทศทั่วโลกสามารถปลูกได้ แต่มีเพียงไม่กี่ประเทศเท่านั้น ที่สามารถปลูกปาล์มได้ผลดี เช่น มาเลเซีย อินโดนีเซีย โคลัมเบีย และไทยสำหรับประเทศไทยปาล์มน้ำมันได้ถูกนำมาปลูกในภาคใต้เมื่อประมาณ 40 ปี ที่ผ่านมาและมีการขยายพื้นที่การเพาะปลูกจนในปัจจุบันจากข้อมูลแผนการพัฒนาอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมัน และน้ำมันปาล์มในปี พ.ศ. 2551-2555 ในกรรมวิธีขั้นตอนการผลิตน้ำมันปาล์มจะเริ่มจากที่เกษตรกรเก็บผลผลิตแล้วทะลายปาล์มจะถูกคัดแยกตามคุณภาพ ผลปาล์มที่ผ่านการคัดแยกแล้วลำเลียงเข้าสู่เครื่องแยกเมล็ดออกจากทะลายเพื่อแยกเนื้อปาล์มกับเมล็ดออกจากกันแล้วจึงผ่านส่วนของเนื้อเยื้อเข้าสู่เครื่องบีบน้ำมัน ส่วนทะลายเปล่า (Effb) จะถูกนำไปใช้ประโยชน์เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตอีกครั้ง น้ำมันที่ได้เรียกว่า Crude Palm Oil (CPO) จากนั้นน้ำมันที่ได้จะถูกส่งเข้าสู่ถังเก็บส่วนกาก (Fiber) จะถูกส่งไปใช้ประโยชน์อย่างอื่น เช่น นำไปผลิตเป็นเส้นใยหรือเชื้อเพลิง เป็นต้น ส่วนเมล็ดจะถูกส่งเข้าสู่เครื่องกะเทาะเปลือกแล้วเมล็ดข้างในจะถูกนำไปบีบน้ำมันอีกครั้งได้น้ำมันที่เรียกว่า Kernel Palm Oil (KPO) สำหรับกะลา (Shell) จะให้ความร้อนสูงเมื่อเผาไหม้ดังนั้นจึงถูกนำกลับไปเป็นเชื้อเพลิงภายในโรงงานส่วนน้ำมันที่ได้จะถูกนำไปรวมกับน้ำมันที่ได้จากเนื้อเยื่อผลปาล์มแล้วจึงนำไปสู่กระบวนการตรวจสอบคุณภาพก่อนส่งเข้าสู่ถังเก็บน้ำเพื่อส่งไปยังโรงกลั่นน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ต่อไป ขณะที่การขาดแคลนที่อยู่อาศัยยังมีทั่วโลกและทวีความรุนแรงในประเทศกำลังพัฒนาเนื่องจากค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างราคาถีบตัวสูง ดังนั้นการนำเอาของเหลือใช้จากกระบวนการผลิตน้ำมันปาล์มมาพัฒนาทดแทนวัสดุก่อสร้างทั่วไปได้ก็ช่วยบรรเทาและยังเป็นแนวทางกำจัดของเสียอย่างยั่งยืนอีกด้วย

การใช้เส้นใยจากพืชมาเป็นส่วนผสมเพื่อเสริมกำลังให้กับวัสดุก่อสร้างเส้นใยธรรมชาติจึงถูกสนใจนำมาใช้ในการผลิตบล็อกประสานเนื่องจากเส้นใยธรรมชาติมีศักยภาพในการนำมาพัฒนาต่อเป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถใช้งานได้ดีไม่ก่อให้เกิดมลพิษต่อสภาพแวดล้อมและมีกระบวนการผลิตที่ไม่ซับซ้อนมากนัก สาเหตุที่เลือกใช้วัสดุพวกเส้นใยปาล์มน้ำมันเพราะมีผลการศึกษาพบว่าเส้นใยจากปาล์มเป็นเส้นใยที่แข็งแรงสามารถเสริมกำลังให้บล็อกประสาน และเส้นใยจากปาล์มน้ำมันจัดได้ว่า เป็นส่วนผสมประเภทน้ำหนักเบา ด้วยคุณสมบัติของเส้นใยพืชที่เป็นลักษณะเฉพาะไม่เหมือนเส้นใยประเภทอื่นๆ คือ มีความแข็งแรงด้านกำลัง โดยเฉพาะการรับแรงดึงทำให้เพิ่มความแข็งแรงในการรับแรงดึงกับบล็อกประสานซึ่งคุณสมบัติด้านนี้น้อยและมีคุณสมบัติในการเป็นฉนวนกันความร้อน

ดังนั้นผู้ทำการวิจัยจึงมีความคิดที่จะทำการศึกษาวิจัย เรื่อง "การพัฒนาบล็อกประสานจากน้ำยางพาราผสมเศษยางรถยนต์ที่เสื่อมสภาพเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายเปล่าปาล์มที่เหลือใช้จากอุตสาหกรรมการเกษตร ทำให้พบแนวทางการเพิ่มมูลค่าให้กับวัสดุเหลือใช้จากกระบวนการผลิตน้ำมันปาล์มแล้วยังเพิ่มโอกาสการพัฒนาสภาวะราคาน้ำยางพาราที่ตกต่ำในปัจจุบันให้ดีขึ้น และทำให้เกิดประโยชน์ทางด้านวิศวกรรมในการผลิตบล็อกประสาน นอกจากนี้ยังใช้พลังงานและเทคโนโลยีในการผลิตต่ำ ลดปริมาณการใช้ซีเมนต์ซึ่งเป็นวัตถุดิบที่สร้างและทดแทนได้ยาก ไม่ต้องพึ่งพาเทคโนโลยีจากต่างชาติ และยังช่วยให้เกษตรกรไทยที่ปลูกปาล์มน้ำมันและยางพารามีรายได้เพิ่มขึ้น

ในอดีตยางรถยนต์ผลิตจากยางธรรมชาติหรือแรกว่ายาง NR (natural rubber) ปัจจุบันมีการนำยางสังเคราะห์ประเภทยาง SBR (styrene butadiene rubber) และยาง BR (butadiene rubber) มาผสมด้วยเพื่อปรับปรุงสมบัติของยางธรรมชาติให้ดียิ่งขึ้น และเมื่อถูกใช้มาเป็นระยะเวลานานจะเกิดการเสื่อมสภาพของยางรถยนต์ ยางรถยนต์เก่าเป็นของเสียประเภทหนึ่งที่สามารถหาได้ทั่วไป โดยเฉพาะในสถานการณ์ปัจจุบัน ที่รถยนต์กลายเป็นปัจจัยที่จำเป็นและมีปริมาณการใช้งานเป็นจำนวนมาก ซึ่งผลที่ ตามมาก็คือยางรถยนต์เก่าที่เกิดขึ้นก็จะมีปริมาณมากขึ้นตามไปด้วย อย่างไรก็ตาม ยางรถยนต์เก่าเป็นของเสียที่มีประโยชน์โดยสามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบเพื่อผลิตเชื้อเพลิงได้ และจากการใช้รถยนต์ทำให้ของเสียจากชีวิตประจำวันเพิ่มขึ้น เกิดสภาพมลพิษจากโรงงานอุตสาหกรรม ในประเทศไทยมียางรถยนต์เก่าเกิดขึ้นประมาณ 1.7 ล้านตัน/ปี [1] ซึ่งยางเหล่านี้ส่วนหนึ่งจะถูกนำไปเผาให้ความร้อนแก่อุปกรณ์ต่าง ๆ ในโรงงานปูนซีเมนต์และอีกส่วนหนึ่งจะถูกนำมาเป็นเครื่องใช้ต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นถังขยะ รองเท้าหรือของใช้ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันและในบางทียางรถยนต์ถูกใช้จนหมดสภาพการทำงานแล้วจะถูกนำไปกองเก็บไว้หรือไม่ก็ฝังกลบในพื้นดิน ซึ่งกลายเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมตามมา เฉพาะในยุโรปมียางถึง 3 ล้านตันถูกผลิตขึ้นในแต่ละปีและ 60–70% ของยางที่ผลิตขึ้นจะกลายเป็นขยะ โดยทั่วไปยางรถยนต์เก่าสร้างปัญหากับสิ่งแวดล้อมด้วยเมื่อถูกเผารวมกับขยะแล้วทำให้เกิดกลิ่นและเขม่าควันดำสร้างปัญหาให้กับมลภาวะทางสิ่งแวดล้อมอย่างมาก

2. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางด้านวิศวกรรมของบล็อกประสานจากยางพาราผสมเศษยางรถยนต์ที่เสื่อมสภาพเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายเปล่าปาล์มที่เหลือใช้จากอุตสาหกรรมการเกษตรในแต่ละอัตราส่วนผสม
2. เพื่อศึกษาอัตราส่วนผสมที่จะ ให้คุณสมบัติทางวิศวกรรมที่ดีที่สุดของบล็อกประสาน จากยางพาราผสมผสมเส้นใยทะลายเปล่าปาล์มที่เหลือใช้จากอุตสาหกรรมการเกษตร และเหมาะสมกับการนำไปใช้งาน
3. เพื่อพัฒนารูปแบบการผลิตอิฐบล็อกประสานให้มีการใช้วัสดุในการผลิตที่หลากหลายมากยิ่งขึ้น และได้มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มาตรฐานกระทรวงอุตสาหกรรม และอย่างอื่นที่เกี่ยวข้อง
4. เพื่อเป็นการนำเศษยางรถยนต์ที่เสื่อมสภาพและเส้นใยทะลายเปล่าปาล์มที่เหลือใช้จากอุตสาหกรรมการเกษตร กลับมาใช้ให้เกิดประโยชน์ทางด้านวิศวกรรมในอีกลักษณะหนึ่ง

3. ขอบเขตของโครงการวิจัย

1. ทำการศึกษาคุณสมบัติพื้นฐานทางด้านวิศวกรรมของวัสดุที่นำมาผลิตเป็นตัวอย่างอิฐบล็อกประสาน ตามมาตรฐาน ASTM และอย่างอื่นที่เกี่ยวข้อง
2. ผลิตบล็อกประสาน (Interlocking block) โดยใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1 ผสมกับหินฝุ่นจำนวน 3 อัตราส่วน คือ 1:3, 1:5 และ 1:7 โดยน้ำหนัก และแทนที่หินฝุ่นด้วยเศษยางรถยนต์รถยนต์ที่เสื่อมสภาพ เส้นใยทะลายเปล่าปาล์มและน้ำยางพารา ในอัตราส่วน ร้อยละ 2 ของน้ำหนักปูนซีเมนต์
3. ทำการทดสอบคุณสมบัติทางด้านวิศวกรรมของตัวอย่าง อิฐบล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเศษรถยนต์ที่เสื่อมสภาพและเส้นใยทะลายปาล์มที่เหลือใช้จากอุตสาหกรรมการเกษตร และทำการทดสอบในส่วนของความต้านทานกำลังอัด, ความต้านทานแรงดัด และการทดสอบการดูดซึมของแต่ละอัตราส่วนผสม
4. ทำการเปรียบเทียบอัตราส่วนผสมต่างๆ ว่าอัตราส่วนผสมใดจะให้คุณสมบัติทางวิศวกรรมดีที่สุด และผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ผลิตภัณฑ์ชุมชนของอิฐบล็อกประสาน มผช.602/2547 กระทรวง-อุตสาหกรรม และอย่างอื่นที่เกี่ยวข้อง และเหมาะสมกับการนำไปใช้งาน

4. การดำเนินงานของโครงการ

1.ศึกษาและค้นคว้างานวิจัยอื่นที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติม
2.จัดหาแหล่งที่มาของส่วนผสม และจัดเตรียมส่วนผสมที่ต้องใช้ในการทำอิฐบล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเศษยางรถยนต์เสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์ม โดยมีการแบ่งขั้นตอนการทำงาน
3.จัดหาอุปกรณ์ และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง
4.จัดเตรียมวัสดุที่ใช้ในการทดลอง
5.ออกแบบส่วนผสมที่อัตราส่วนต่างๆ ตามกำหนด โดยวิธีการชั่งน้ำหนัก
6.ทำการขึ้นรูปตัวอย่างบล็อกผสาน ขนาด 24×12×10 cm และโดยใช้เครื่องอัดบล็อกประสานชนิดโยกมือเหมือนกับการทำบล็อกประสานทั่วไป
7.รายละเอียดและเกณฑ์ที่ใช้ในการทดสอบ
8.การวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบ
9.สรุปผลการทดลอง และหาข้อสรุปของส่วนผสมที่ได้จากการทำ อิฐบล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์ม เพื่อการใช้งาน

5. ผลการศึกษาวิจัย

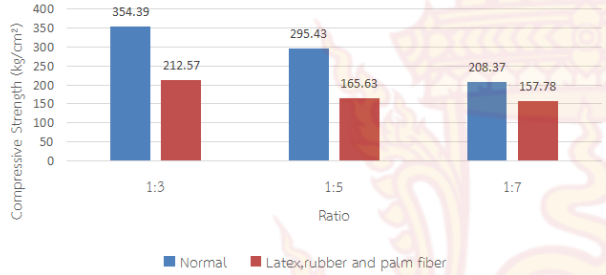
5.1 ผลการศึกษาคุณสมบัติพื้นฐานที่ใช้ในการผลิตบล็อกประสานผสมน้ำยางพารา เสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์มและยางรถยนต์บดละเอียด

Type of Material	Specific Gravity	Absorption %	Fineness Modulus	Unit Weight kg/m^3
Cement	3.15	-	-	3,150
Stone dust	2.48	0.38	4.10	1,535
Palm Fiber	0.97	0.08	-	202
rubber	0.94	-	-	222

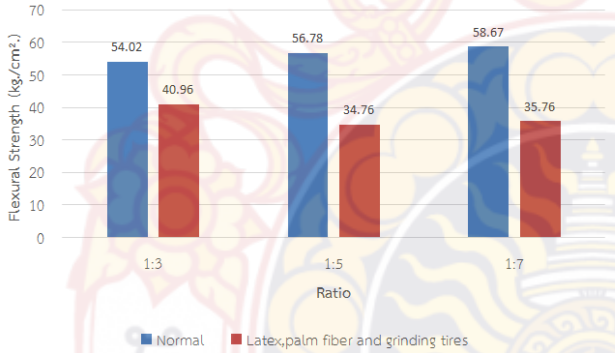
5.2 ผลทดสอบการต้านทานกำลังอัด การต้านทานกำลังดัด และอัตราการดูดซึมน้ำ ของอิฐบล็อกประสานอิฐบล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทลายปาล์มและยางรถยนต์บดละเอียด

ratio	Compressive Strength (kg/cm²)	Flexural Strength (kg/cm²)	Absorption %
1:3 - PF-0	354.39	54.02	4.27
1:3 - PF-2	212.57	40.96	4.08
1:5 - PF-0	295.43	56.78	4.23
1:5 - PF-2	165.63	34.76	5.61
1:7 - PF-0	208.37	58.67	3.15
1:7 - PF-2	157.78	35.76	8.08

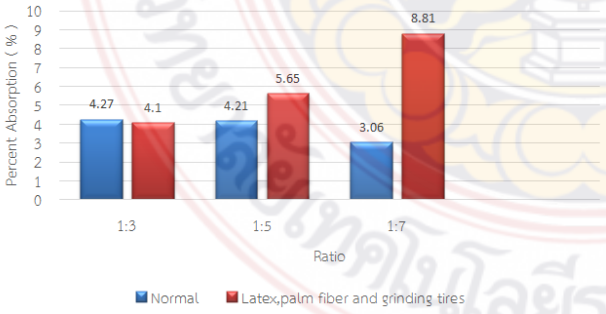
5.3 แสดงการเปรียบเทียบค่ากำลังอัดของอิฐบล็อกประสาน



5.4 แสดงการเปรียบเทียบค่ากำลังดัดของอิฐบล็อกประสาน



5.5 แสดงการดูดซึมน้ำของอิฐบล็อกประสาน



5.6 ผลการศึกษาและการวิเคราะห์ผล

ในงานวิจัยนี้ก็ได้ผลการทดสอบค่อนข้างน่าพอใจ ผลการทดสอบบล็อกประสานจากน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายเปล่าปาล์ม และยางรถยนต์บดละเอียดในอัตราส่วนต่างๆ พบว่าค่ากำลังอัดอัตราส่วนที่เหมาะสมผ่านมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนบล็อกประสาน มผช. 602-2547 และสามารถใช้ได้จริง คือ 1:5 ส่วนค่ากำลังดัดที่ได้สูงสุดคืออัตราส่วน 1:5 เช่นกัน ซึ่งมีค่ากำลังดัดอยู่ที่ 34.76 kg/cm² และ ส่วนค่าการดูดซึมทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนบล็อกประสาน มผช. 602-2547 สามารถผ่านเกณฑ์มาตรฐาน มีค่าการดูดซึมน้อยลงเมื่อมีน้ำยางพารา และยางรถยนต์บดละเอียดเพิ่มขึ้น และเปอร์เซ็นต์การดูดที่น้อยสุดคือ เมื่อมีน้ำยาง 2 % แทนที่ในน้ำสะอาด และยางรถยนต์บดละเอียด 2 % แทนที่หินฝุ่น โดยผลจากการศึกษาใน การนำน้ำยางพารา เส้นใยปาล์ม และยางรถยนต์บดละเอียด ซึ่งยังไม่มีการนำไปใช้ประโยชน์ทางด้านวิศวกรรมมาเป็นส่วนผสมในการทำบล็อกประสาน ซึ่งไม่สามารถเพิ่มค่า หน่วยแรงอัด หน่วยแรงดัด แต่สามารถลดปริมาณการดูดซึมน้ำลงได้ ซึ่งน่าจะเป็นประโยชน์ต่อการนำไปพัฒนาและการนำไปใช้งานต่อไป

6. สรุปผลการวิจัย

ในโครงการวิจัยนี้ได้ดำเนินการศึกษาจากการศึกษาและจัดทำโครงการบล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์มและยางรถยนต์บดละเอียด โดยในการศึกษาวิจัยนี้ โดยจัดทำตัวอย่าง 3 อัตราส่วนผสม ใช้อัตราส่วนผสมปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 : หินฝุ่น คือ 1:3, 1:5 และ 1:7 โดยน้ำหนัก แล้วทำการบ่มที่อายุ 28 วัน และทำการทดสอบหาค่ากำลังอัด, กำลังดัด และค่าการดูดซึมน้ำ โดยมีอัตราส่วนผสมน้ำยางพาราลงไปในแต่ละอัตราส่วนผสม คือ 2 % แล้วเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์ม โดยใส่ใยปาล์ม และยางรถยนต์บดละเอียดลงไปในแต่ละอัตราส่วนผสม อัตราส่วนผสมละ 2 % จึงนำไปทำการทดสอบหาค่า ความต้านทานแรงอัด, ความต้านทานแรงดัด และการดูดซึมน้ำ

จากผลการทดสอบกำลังรับแรงอัด แทนที่น้ำสะอาดด้วยน้ำยางพาราลงไปในแต่ละอัตราส่วนผสม คือ 2 % แล้วเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์ม โดยใส่ใยปาล์ม และยางรถยนต์บดละเอียดลงไปในแต่ละอัตราส่วนผสม อัตราส่วนผสมละ 2 % ทำให้กำลังอัดของอิฐบล็อกลดลง แต่อัตราส่วนที่ยังสามารถรับกำลังอัดตามมาตรฐานชุมชนอิฐบล็อกประสาน มผช. 602-2547 กระทรวงอุตสาหกรรม คืออัตราส่วน 1:3 , 1:5 และ 1:7 จึงทำให้สามารถรับกำลังอัดได้ ตามเกณฑ์มาตรฐานชุมชนอิฐบล็อกประสาน มผช. 602-2547 กระทรวงอุตสาหกรรม อิฐบล็อกประสาน ชนิดรับน้ำหนัก ที่ได้กำหนดไว้ว่า ต้องมีค่าความต้านทานแรงอัดเฉลี่ย ไม่น้อยกว่า 7 Mpa (71.36 kg/cm²)

6.1 สรุปผลการทดสอบกำลังอัด (Compressive Strength)

กำลังอัดของบล็อกประสานที่ผสมน้ำยางพาราและเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์มและยางรถยนต์บดละเอียดในอัตราส่วน 1:3 โดยวิธีการบ่ม

แห้งที่อายุ 28 วัน พบว่าค่ากำลังอัดของบล็อกประสานที่ไม่ผสมน้ำยางพาราและเส้นใยทะลายปาล์มและยางรถยนต์บดละเอียด มีค่ากำลังอัดเฉลี่ยที่ 354.39 kg/cm² และค่ากำลังอัดของบล็อกประสานที่ผสมน้ำยางพาราและเส้นใยทะลายปาล์มและยางรถยนต์บดละเอียด มีค่ากำลังอัดเฉลี่ยที่ 212.57 kg/cm² ซึ่งมีค่ากำลังอัดที่น้อยกว่าบล็อกประสานที่ไม่ผสมน้ำยางพาราเสริมเส้นใยทะลายปาล์มและยางรถยนต์บดละเอียด

กำลังอัดของบล็อกประสานที่ผสมน้ำยางพาราและเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์มและยางรถยนต์บดละเอียด ในอัตราส่วน 1:5 โดยวิธีการบ่มแห้งที่อายุ 28 วัน พบว่าค่ากำลังอัดของบล็อกประสานที่ไม่ผสมน้ำยางพาราและเส้นใยทะลายปาล์ม มีค่ากำลังอัดเฉลี่ยที่ 295.43 kg/cm² และค่ากำลังอัดของบล็อกประสานที่ผสมน้ำยางพาราและเส้นใยทะลายปาล์มและยางรถยนต์บดละเอียด มีค่ากำลังอัดเฉลี่ยที่ 165.63 kg/cm² ซึ่งมีค่ากำลังอัดที่น้อย กำลังอัดของบล็อกประสานที่ผสมน้ำยางพาราและเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์มและยางรถยนต์บดละเอียดในอัตราส่วน 1:7 โดยวิธีการบ่มแห้งที่อายุ 28 วัน พบว่าค่ากำลังอัดของบล็อกประสานที่ไม่ผสมน้ำยางพาราและเส้นใยทะลายปาล์มและยางรถยนต์บดละเอียด มีค่ากำลังอัดเฉลี่ยที่ 208.37 kg/cm² และค่ากำลังอัดของบล็อกประสานที่ผสมน้ำยางพาราและเส้นใยทะลายปาล์มและยางรถยนต์บดละเอียด มีค่ากำลังอัดเฉลี่ยที่ 157.78 kg/cm² ซึ่งมีค่ากำลังอัดที่น้อยกว่าบล็อกประสานที่ไม่ผสมน้ำยางพาราเสริมเส้นใยทะลายปาล์มและยางรถยนต์บดละเอียด

6.2 สรุปผลการทดสอบกำลังดัด (Flexural Strength)

ผลการทดสอบของการศึกษาอิฐบล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์มและยางรถยนต์บดละเอียด ปาล์ม น้ำยางพารา และยางรถยนต์บดละเอียดเพิ่มขึ้นกำลังรับแรงดัดก็ลดลงด้วยเช่นกันสาเหตุเกิดจากปูนซีเมนต์ไม่สามารถเกาะตัวกันได้ดี เพราะว่ามีเส้นใยทะลายปาล์มและยางรถยนต์บดละเอียด ไปแทรกอยู่ระหว่างเนื้อปูนซีเมนต์จึงทำให้มีช่องรูอากาศในอิฐบล็อกเพิ่มขึ้น และน้ำยางพาราที่เพิ่มมากขึ้นทำปูนซีเมนต์ไม่สามารถแทรกตัวเข้ากับน้ำยางพาราเพื่อให้เป็นเนื้อเดียวกันได้ จึงส่งผลทำให้การรับกำลังแรงดัดได้น้อยลง

กำลังดัดของบล็อกประสานที่ผสมน้ำยางพาราและเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์มและยางรถยนต์บดละเอียดในอัตราส่วน 1:3 โดยวิธีการบ่มแห้งที่อายุ 28 วัน พบว่าค่ากำลังดัดของบล็อกประสานที่ไม่ผสมน้ำยางพาราเสริมเส้นใยทะลายปาล์มและยางรถยนต์บดละเอียด มีค่ากำลังดัดเฉลี่ยที่ 54.025 kg/cm² และค่ากำลังดัดของบล็อกประสานที่ผสมน้ำยางพาราเสริมเส้นใยทะลายปาล์มและยางรถยนต์บดละเอียด มีค่ากำลังดัดเฉลี่ยที่ 40.96 kg/cm² ซึ่งมีค่ากำลังดัดที่น้อยกว่าบล็อกประสานที่ไม่ผสมน้ำยางพาราและเส้นใยทะลายปาล์มและยางรถยนต์บดละเอียด

กำลังดัดของบล็อกประสานที่ผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์มและยางรถยนต์บดละเอียด ในอัตราส่วน 1:5 โดยวิธีการบ่มแห้งที่อายุ 28 วัน พบว่าค่ากำลังดัดของบล็อกประสานที่ไม่ผสมน้ำยางพาราเสริมเส้นใยทะลายปาล์มและยางรถยนต์บดละเอียด มีค่ากำลังดัดเฉลี่ยที่ 56.78 kg/cm² และค่ากำลังดัดของบล็อกประสานที่ผสมน้ำยางพาราเสริมเส้นใยทะลายปาล์มและยางรถยนต์บดละเอียด มีค่ากำลังดัดเฉลี่ยที่ 34.76 kg/cm² ซึ่งมีค่ากำลังดัดที่น้อยกว่าบล็อกประสานที่ไม่ผสมน้ำยางพาราและเส้นใยทะลายปาล์มและยางรถยนต์บดละเอียด

กำลังดัดของบล็อกประสานที่ผสมน้ำยางพาราและเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์มและยางรถยนต์บดละเอียด ในอัตราส่วน 1:7 โดยวิธีการบ่มแห้งที่อายุ 28 วัน พบว่าค่ากำลังดัดของบล็อกประสานที่ไม่ผสมน้ำยางพาราและเส้นใยทะลายปาล์มและยางรถยนต์บดละเอียด มีค่ากำลังดัดเฉลี่ยที่ 58.67 kg/cm² และค่ากำลังดัดของบล็อกประสานที่ผสมน้ำยางพาราเสริมเส้นใยทะลายปาล์มและยางรถยนต์บดละเอียด มีค่ากำลังดัดเฉลี่ยที่ 35.76 kg/cm² ซึ่งมีค่ากำลังดัดที่น้อยกว่าบล็อกประสานที่ไม่ผสมน้ำยางพาราและเส้นใยทะลายปาล์มและยางรถยนต์บดละเอียด

6.3 สรุปผลการทดสอบการดูดซึมน้ำ (Water absorption)

สรุปผลการทดสอบการดูดซึมของน้ำของ อิฐบล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทลายปาล์ม และยางรถยนต์บดละเอียดใช้เวลาในการทดสอบการดูดซึม 24 hr

บล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์มและยางรถยนต์บดละเอียดในอัตราส่วน 1:3 ที่น้ำยางพาราเสริมเส้นใยทะลายเปล่าปาล์มและยางรถยนต์บดละเอียด 0 % เวลาในการทดสอบการดูดซึม 24 hr มีค่าดูดซึมน้ำเฉลี่ยที่ 4.27 % และค่าการดูดซึมน้ำของบล็อกประสานที่ผสมน้ำยางพาราเสริมเส้นใยทะลายปาล์มและยางรถยนต์บดละเอียดที่ 2 % มีค่าดูดซึมน้ำเฉลี่ยที่ 5.12 % ซึ่งมีค่าการดูดซึมน้ำที่มากกว่าบล็อกประสานที่ไม่ผสมน้ำยางพาราและเส้นใยทะลายปาล์มและยางรถยนต์บดละเอียด

บล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์มและยางรถยนต์บดละเอียดในอัตราส่วน 1:5 ที่น้ำยางพาราเสริมเส้นใยทะลายเปล่าปาล์มและยางรถยนต์บดละเอียด 0 % เวลาในการทดสอบการดูดซึม 24 hr มีค่าดูดซึมน้ำเฉลี่ยที่ 4.25 % และค่าการดูดซึมน้ำของบล็อกประสานที่ผสมน้ำยางพาราเสริมเส้นใยทะลายปาล์มและยางรถยนต์บดละเอียดที่ 2 % มีค่าดูดซึมน้ำเฉลี่ยที่ 5.75 % ซึ่งมีค่าการดูดซึมน้ำที่มากกว่าบล็อกประสานที่ไม่ผสมน้ำยางพาราและเส้นใยทะลายปาล์มและยางรถยนต์บดละเอียด

บล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์มและยางรถยนต์บดละเอียดในอัตราส่วน 1:7 ที่น้ำยางพาราเสริมเส้นใยทะลายเปล่าปาล์มและยางรถยนต์บดละเอียด 0 % เวลาในการทดสอบการดูดซึม 24 hr มีค่าดูดซึมน้ำเฉลี่ยที่ 3.06 % และค่าการดูดซึมน้ำของบล็อกประสานที่ผสมน้ำยางพาราเสริมเส้นใยทะลายปาล์มและยางรถยนต์บดละเอียดที่ 2 % มีค่าดูดซึมน้ำเฉลี่ยที่ 9.31 % ซึ่งมีค่าการดูดซึมน้ำที่มากกว่าบล็อกประสานที่ไม่ผสมน้ำยางพาราและเส้นใยทะลายปาล์มและยางรถยนต์บดละเอียด

จากผลการทดสอบการดูดซึมน้ำของบล็อกประสานผสมน้ำยางพารา 2% เส้นใยทะลายปาล์ม 2 % และยางรถยนต์บดละเอียด สามารถสรุปได้ว่าจากตัวอย่าง 3 อัตราส่วนผสม จะเห็นได้ว่าการใช้น้ำยางพาราและเส้นใย

ทะลายปาล์ม และยางรถยนต์บดละเอียด มาผสมลงในบล็อกประสาน สามารถช่วยเพิ่มคุณสมบัติในด้านการป้องกันการดูดซึมน้ำได้ดี จากทั้ง 3 อัตราส่วน ได้ค่าการดูดซึมน้ำอยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้ผ่านเกณฑ์มาตรฐานชุมชนบล็อกประสาน มผช. 602-2547 กระทรวงอุตสาหกรรม ที่ได้กำหนดไว้ว่า บล็อกประสานอบแห้งที่มีน้ำหนักมากกว่า 2,000 kg ค่าการดูดซึมน้ำที่ยอมให้ต้องไม่เกิน 208 kg/m3 ตามเกณฑ์มาตรฐานชุมชนบล็อกประสาน มผช. 602-2547 กระทรวงอุตสาหกรรม ชนิดรับน้ำหนัก

6.4 ความรู้ที่ได้จากการทำการศึกษาวิจัย

1.จากการทดสอบ อัตราส่วนทั้ง 3 อัตรา ใน 2 รูปแบบ เมื่อมีการเพิ่มส่วนผสมของ หินฝุ่น ทำให้กำลังอัด และกำลังดัดของบล็อกประสานมีแนวโน้มลดลง ส่วนการดูดซึมน้ำ เมื่อมีส่วนผสมน้ำยางพาราเพิ่มขึ้น ทำให้การดูดซึมของบล็อกประสานลดลงตามลำดับและอัตราส่วนที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานชุมชนบล็อกประสาน มผช. 602-2547 กระทรวงอุตสาหกรรม คือ อัตราส่วน1:3 , 1:5 และ 1:7 ชนิดรับน้ำหนัก

2.จากการทำบล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายปาล์มและยางรถยนต์บดละเอียด สามารถสรุปได้ว่า การที่นำน้ำยางพาราและวัสดุเสริมเส้นใยทะลายปาล์มและยางรถยนต์บดละเอียด มาผสมลงในบล็อกประสาน สามรถนำไปใช้งานได้ และเส้นใยทะลายปาล์มและยางรถยนต์ที่เป็นวัสดุเหลือใช้กับน้ำยางพาราที่ราคาตกต่ำ สามารถนำมาใช้งานให้เกิดประโยชน์ในก่อสร้างได้จริง

3.จากการศึกษาตัวอย่างบล็อกประสานทำให้ทราบถึงประโยชน์ของน้ำยางพาราทำผสมลงไปทำให้ช่วยลดการดูดซึมน้ำได้ดี แต่ทำให้กำลังอัดลดลง แต่ก็ยังมีบางอัตราส่วนที่สามารถรับกำลังอัด และกลังดัด ที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานชุมชน มผช. 602-2547 กระทรวงอุตสาหกรรม ที่ได้กำหนดเอาไว้

7. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงบรรลุผลตามวัตถุประสงค์ได้ด้วยดีนั้น ขอขอบพระคุณ สำนักงานวิจัยแห่งชาติที่พิจารณาอนุมัติการจัดทำโครงการวิจัยเรื่องการพัฒนาบล็อกประสานจากน้ำยางพาราผสมเศษยางรถยนต์ที่เสื่อมสภาพเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะลายเปล่าปาล์มที่เหลือใช้จากอุตสาหกรรมการเกษตร และขอขอบพระคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินท์ ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณในการทำวิจัย ร่วมถึงสำนักงานวิจัยและพัฒนาและได้รับการอำนวยความสะดวกในด้านสถานที่และอุปกรณ์ในการจัดทำวิจัยจากคณะวิศวกรรมศาสตร์

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา เพื่อน ๆ ของข้าพเจ้า ที่ให้กำลังใจและทำให้โครงการวิจัยนี้เสร็จสมบูรณ์

8.บรรณานุกรม

[1] ครรชิต เหลียงไพบูลย์, **ฉนวนป้องกันความร้อนกับผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม**, วารสารประสิทธิภาพพลังงาน, ฉบับที่ 58.

[2] **มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนบล็อกประสานประเภท : มอก. 602-2547**, สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน กระทรวงอุตสาหกรรม

[3] วิภาวี พัฒนกุล, กลุ่มอุตสาหกรรมยาง สถาบันวิจัยยาง ,**คุณสมบัติทางกายภาพยางพารา** งานนิทรรศการพืชสวน, เชียงใหม่ 2554

[4] เครือซีเมนต์ไทย,2548, **ปูนซีเมนต์และการประยุกต์ใช้งาน**,บริษัทปูซีเมนต์ไทยอุตสาหกรรม จำกัด, พิมพ์ครั้งที่ 2,กรุงเทพ, หน้า 248

[5] ภูษิต เลิศวัฒนารักษ์ และ อัญชิสา สันติจิตโต , **คุณสมบัติของวัสดุไฟเบอร์ซีเมนต์ผสมเส้นใยธรรมชาติจากเส้นใยมะพร้าวและเส้นใยปาล์มเพื่อผลิตวัสดุก่อสร้าง**, มกราคม 2555

[6] นายสุทธิศักดิ์ สำเร็จประสงค์, **อิฐบล็อกประสานคืออะไร** http://thaiblockprasan.blogspot.com/

[7] Ohama, Y.,1987, “**Principle of Latex Mdification and Some Typical Properties of Latex Modified Mortars and Concretes**,” ACI Materials Joumal, Title No. 84-M45, pp. 511-518

[8] พลภัทร พฤกษานานนท์, **อิฐมวลเบาพาราคอนกรีต**, งานแสดงนวัตกรรมยางพาราแห่งประเทศไทย, เมษายน 2548.

[9] เอกชัย พฤกษ์อำไพ, **คู่มือยางพารา**, เพ็ท-แพล้น พับลิชชิ่ง, พิมพ์ครั้งที่ 1, กรุงเทพฯ, 2547, 352 หน้า.

[10] สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.), ประกาศรับข้อเสนอ**โครงการวิจัยยางพาราใหม่**, 2548, HTTP://WWW.TRF.OR.TH.

[12] สิทธิชัย ศิริพันธุ์, พิทักษ์ บุญนุ่น, กิจถาวร โลหะ และ อนุรักษ์ กำเนิดว้ำ, **การใช้ยางธรรมชาติเพื่อพัฒนางานคอนกรีต**, เอกสารการประชุมวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 10, ชลบุรี, 2548, หน้า MAT-205 – MAT-210.

[13] ณรงค์ฤทธิ์ สมบัติสมภพ, **การผลิตและทดสอบหลังคายางพาราจากวัสดุผสมยางธรรมชาติกับขี้เลื่อย**, สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.), รหัสโครงการ: RDG4650054.

[14] พิษณุ นิ่มนุช, **บล็อกประสานมวลเบาจากขยะโฟม**, สาขาวิศวกรรมโยธา สังกัด สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา. ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์, 2556

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

ประวัติผู้วิจัย

ประวัติผู้วิจัย

1. ชื่อ สกุล พีระพงษ์ เพ็ชรพัน

2. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์

3. หน่วยงานที่สามารถติดต่อได้

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ กระทรวงศึกษาธิการ กระทรวงศึกษาธิการ เลขที่ 96 หมู่ 3 ตำบลศาลายา อำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม 73170 โทรศัพท์ 0 2889 4585-7 โทรสาร 0 2889 4585-7 ต่อ 2650 โทรศัพท์มือถือ 081-544-9760
E-mail – Phiraphong.Phat@rmutr.co.th

4. ประวัติการศึกษา

ปริญญาตรี วศ.บ. (วิศวกรรมโยธา) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
ปริญญาโท วศ.ม. (วิศวกรรมการบริหารงานก่อสร้าง) มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี

5. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ

- สาขาวิศวกรรมโยธา
- สาขาวิศวกรรมการบริหารงานก่อสร้าง

6. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัย

1. พีระพงษ์ เพ็ชรพัน.(2557) **การศึกษาปัจจัยที่ทำให้เกิดความล่าช้าภายในโครงการก่อสร้างขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น เขตภาคตะวันตก** งานประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 19 วันที่ 14-16 พฤษภาคม 2557 จังหวัดขอนแก่น
2. พีระพงษ์ เพ็ชรพัน, สุทธิชัย ตันเจริญ.(2557) **การศึกษาการพัฒนากาลังอัดของคอนกรีตโดยวิธีการบ่มแรงดันไอน้ำต่ำที่เหมาะสมเปรียบเทียบกับการบ่มแบบปกติ** งานประชุมวิชาการคอนกรีตแห่งชาติประจำปี 2557 ครั้งที่ 10 วันที่ 20-22 ตุลาคม 2557 ณ โรงแรม ดุสิต ไอแลนด์ รีสอร์ท จังหวัดเชียงราย
3. พีระพงษ์ เพ็ชรพัน, ณัฐกาญจน์ ศรีนิลทิน.(2557) **การผลิตกระดาษจากเยื่อทะลายเปล่าปาล์มเพื่อนำไปสู่อุตสาหกรรมการผลิตในครัวเรือน** งานประชุมวิชาการครั้งที่ ๓ ความหลากหลายทางชีวภาพ วัฒนธรรมและภูมิปัญญาท้องถิ่น : บูรณาการความรู้สู่การพัฒนาที่ยั่งยืน ระหว่างวันที่ 8-9 ธันวาคม 2557 ณ ศูนย์ศิลปวัฒนธรรมกาญจนาภิเษก มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

4. พีระพงษ์ เพ็ชรพัน, ณรงค์ กุหลาบ.(2560) **การศึกษาและส่งเสริมการประหยัดพลังงานตามแนวทาง Green Roof** การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 22 เทคโนโลยีเขียวเพื่อการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานอย่างยั่งยืน ระหว่างวันที่ 18-20 กรกฎาคม 2560 ณ เดอะกรีนเนอรี่ รีสอร์ท อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา

5. พีระพงษ์ เพ็ชรพัน, ณรงค์ กุหลาบ.(2560) **การศึกษาคุณสมบัติทางกลของคอนกรีตที่ผสมผงจุลินทรีย์ โดยวิธีการบ่มไอน้ำแรงดัน** การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 22 เทคโนโลยีเขียวเพื่อการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานอย่างยั่งยืน ระหว่างวันที่ 18-20 กรกฎาคม 2560 ณ เดอะกรีนเนอรี่ รีสอร์ท อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา