# การศึกษาการใช้น้ำยางธรรมชาติผสมเพิ่มในคอนกรีตบล็อก

# A Study of Using Natural Rubber Mixed in Concrete Block

ประชุม คำพุฒ

Prachoom Khamput

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ธัญบุรี

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ ถ.รังสิต-นครนายก ต.คลองหก อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12110

โทร. 0-2549-3417 โทรสาร 0-2549-3412

E-mail choomy_gtc@hotmail.com

## บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการใช้น้ำยางพารามาผสมในคอนกรีตบล็อกเพื่อพัฒนาคุณสมบัติด้านการรับกำลังอัดและการเป็นฉนวนกันความร้อน กำหนดให้มีอัตราส่วนน้ำยางพาราต่อปูนซีเมนต์เท่ากับ 0.025, 0.050 และ 0.075 โดยน้ำหนัก อัตราส่วนปูนซีเมนต์ต่อหินฝุ่น เท่ากับ 1: 4 อัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์ เท่ากับ 0.40 (ไม่คิดปริมาณน้ำในน้ำยางพารา) และใส่สารลดแรงตึงผิวชนิดไม่มีประจุร้อยละ 4 ของน้ำหนักน้ำยางพารา ทำการอัดขึ้นรูปคอนกรีตบล็อกด้วยเครื่องอัดมือ ได้ก้อนตัวอย่างขนาด 13 × 25 × 14 ซม. นำไปทดสอบหาการดูดซึมน้ำที่อายุ 28 วัน ทดสอบค่าการรับกำลังอัดและการรับกำลังดัดที่อายุ 7, 14 และ 28 วัน และหล่อชิ้นตัวอย่างขนาด 30 × 30 × 2.5 ซม. เพื่อทดสอบค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน ผลการวิจัยพบว่า ค่าการดูดซึมน้ำของคอนกรีตบล็อกจะลดลงเมื่อปริมาณอัตราส่วนน้ำยางพาราต่อปูนซีเมนต์สูงขึ้น ค่ากำลังอัดมีแนวโน้มลดลง ขณะที่ค่ากำลังดัดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในทุกอัตราส่วนการเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำยางพารา และในด้านของค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนนั้นมีค่าต่ำมากเท่ากับ 0.139-0.188 วัตต์/เมตร.องศาเคลวิน โดยที่จะแปรผกผันกับอัตราส่วนน้ำยางพาราต่อปูนซีเมนต์ และเมื่อเปรียบเทียบกับคอนกรีตบล็อกปกติที่มีค่าเท่ากับ 0.502 วัตต์/เมตร.องศาเคลวินแล้ว แสดงว่าสามารถนำน้ำยางพารามาใช้เป็นสารผสมเพิ่ม ช่วยให้คอนกรีตบล็อกมีความสามารถในการรับกำลังดัดได้สูงขึ้นและเป็นฉนวนป้องกันความร้อนได้ดี

## Abstract

The aim of this research is to use latex from para rubber mixed in concrete block to develop bending strength and increase thermal insulation properties. The latex to cement (P/C) ratios has been fixed at 0.025, 0.050 and 0.075 by weight. Cement to crushed dust is 1: 4. Water to cement ratio is 0.40 (not include water in para rubber) and 4% (by weight of cement) of nonionic surfactant is also used in the mixture. The concrete block (mixing para rubber) sample is formed by human's hand with size of 13 × 25 × 14 cm and is tested for water absorption at age of 28 days. Then, it is tested for compressive and bending strengths at ages of 7, 14 and 28 days. Concrete sample 30 × 30 × 25 cm is used to test the thermal conductivity. The results were found that the water absorption of concrete block is reduced when latex to cement ratio is higher. When the latex to cement ratio is increased, the bending strength is increased while the compressive strength is decreased. For the thermal conductivity, it has low values about 0.139-0.188 watt/m-Kelvin and depends on latex to cement ratios. In comparison with the normal concrete block, it is 0.502 watt/m-Kelvin. This means that latex from para rubber could be used an admixture to improve bending strength and thermal insulation of concrete block.

## 1. บทนำ

ประเทศไทยมีพื้นที่ในการปลูกยางพารา 12.5 ล้านไร่ ผลผลิต 3,032,420 ตัน มูลค่าการส่งออก 131,617,514 ล้านบาท [1] มีชาวสวนยางประมาณ 7 ล้านคน ภายในประเทศ ที่ประกอบอาชีพให้ยางพารากลายเป็นพืชเศรษฐกิจหลักที่ทำรายได้เข้าประเทศในอันดับต้นๆ ของโลก และในปัจจุบันได้มีการใช้ยางภายในประเทศเพิ่มมากขึ้นจากปีละประมาณ 250,000 ตัน โดยเพิ่มขึ้นเท่าตัวเป็นปีละ 500,000 ตัน ในปี 2549 [2] เมื่อเป็นเช่นนี้รัฐบาลจึงได้มีนโยบายในการส่งเสริมสนับสนุนให้มีการปลูกยางพาราเพิ่มมากขึ้นในพื้นที่แถบภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และกำลังรอผลผลิตในอีก 2-3 ปีข้างหน้า แม้ว่าในปัจจุบันยางพาราจะมีราคาสูงมากกว่ากิโลกรัมละ 100 บาท โดยคาดว่าราคาเฉลี่ยในปี 2549 จะอยู่ประมาณ 76 บาท ทั้งนี้เนื่องมาจากความต้องการใช้ยางในปริมาณมากขึ้น แต่ยางพาราเป็นสินค้าขั้นปฐมที่มีสินค้าอื่นทดแทนได้ค่อนข้างดี คือ ยางสังเคราะห์ ซึ่งมีอยู่มากมายหลายชนิด และหลายเกรด หากราคายางพาราขึ้นสูงมาก ผู้ซื้อบางส่วนจะหันไปใช้วัสดุทดแทน ยางพาราจึงมีโอกาสที่จะราคาตกต่ำได้ในอนาคตอันใกล้ และปัญหาที่สำคัญก็คือ ด้านเทคโนโลยีการยางและนักวิจัยหรือบุคลากรผู้เชี่ยวชาญในสายงานของยางพารายังมีอยู่น้อยมาก เมื่อเทียบกับในสายงานด้านอื่นๆ และ

RECEIVED 7 July, 2006

ACCEPTED 4 December, 2006

เมื่อเป็นเช่นนี้แล้วผู้ที่เกี่ยวข้องจึงต้องเตรียมการที่จะสร้างผู้เชี่ยวชาญหรือนักวิจัยไว้รองรับให้เพียงพอกับสถานการณ์ ซึ่งไม่เพียงแค่เป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์เดิมของยางพาราที่มีอยู่แล้วให้ดีขึ้นเท่านั้น หากยังต้องมีการคิดค้นสรรหาวิธีการใหม่ๆ ที่จะส่งเสริมและพัฒนาเทคโนโลยีของยางพาราให้อยู่ในรูปของผลิตภัณฑ์แปรรูปที่หลากหลาย เพื่อรองรับความผันผวนของราคายางในอนาคต

ในปัจจุบันการใช้ประโยชน์จากยางพาราส่วนใหญ่จะเป็นในด้านของ ยางรถยนต์, รถจักรยานยนต์, ถุงมือยาง, ถุงยางอนามัย, ผลิตภัณฑ์ยางที่ใช้ในอุตสาหกรรมและการแพทย์ เช่น ยางรองแท่นเครื่อง สายพานยาง ยางรัดของ สายยางทั่วไป สายน้ำเกลือ เป็นต้น [3] ซึ่งตลาดในขณะนี้ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมยางมีความสนใจเป็นอย่างมากในเรื่องของการผลิตฉนวนกันความร้อนจากยางพารา เพื่อใช้งานในโครงสร้างอาคารบ้านพักอาศัย, การผลิต High styrene resin จาก Styrene butadiene rubber (SBR) เพื่อใช้เป็นสารตัวเติม (Filler) สำหรับแข็งจากยางพารา, การเพิ่มความเหนียวติดกันของยางผสม NR+EPDM ที่วัลคาไนซ์แล้วกับยางที่ยังไม่วัลคาไนซ์ และการออกแบบ สร้างเครื่องมือวัด Compression set ของยาง [1] ส่วนของโครงการขนาดเล็กภายใต้กรอบโครงการวิจัยแห่งชาติ: ยางพารา ก็ยังให้ลำดับความสำคัญในเรื่องของนวัตกรรมผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปจากยางธรรมชาติหรือใช้ยางธรรมชาติเป็นวัตถุดิบร่วม เป็นอันดับแรก [4] จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น การศึกษาวิจัยในเรื่องของผลิตภัณฑ์จากยางพาราที่เกี่ยวกับวัสดุก่อสร้างซึ่งมีคุณสมบัติเป็นฉนวนกันความร้อนได้ [5-6] จึงเป็นหัวข้อที่น่าสนใจและสมควรนำมาศึกษาวิจัย

คอนกรีตบล็อกเป็นวัสดุก่อสร้างชนิดหนึ่งที่มีราคาถูก แต่มีสมบัติการเป็นฉนวนกันความร้อนที่ไม่ดีนัก หากสามารถนำยางพารามาใช้เป็นวัสดุผสมเพิ่มเพื่อช่วยลดการนำความร้อนได้ ก็จะเป็นการบูรณาการเทคโนโลยีของยางและวัสดุก่อสร้างให้ช่วยลดการใช้พลังงานภายในประเทศได้เป็นอย่างดี

## 2. วิธีการวิจัย

### 2.1 การเตรียมวัสดุ

1) ปูนซีเมนต์ ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1

2) หินฝุ่น จากอำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสระบุรี ร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 4, 10, 16, 30, 50, 100 และ 200 แล้วผสมให้เข้ากันโดยวิธีการแบ่งสี่

3) น้ำยางธรรมชาติ (ยางพารา) จากจังหวัดระยอง ผสมสารแอมโมเนียเหลวเข้มข้นร้อยละ 15 ในสัดส่วนร้อยละ 3 ของน้ำหนักยาง เพื่อรักษาสภาพน้ำยาง

4) สารลดแรงตึงผิวชนิดไม่มีประจุ (Nonionic Surfactants) เพื่อให้น้ำยางพาราเข้ากันกับน้ำขณะผสม

5) น้ำประปา

### 2.2 ขั้นตอนการดำเนินงานทดสอบ

1) กำหนดส่วนผสมคอนกรีตบล็อก โดยใช้อัตราส่วนปูนซีเมนต์ต่อหินฝุ่น 1: 4 โดยน้ำหนัก อัตราส่วนของน้ำยางพาราต่อปูนซีเมนต์เท่ากับ 0.025, 0.05 และ 0.075 ผสมสารลดแรงตึงผิวชนิดไม่มีประจุร้อยละ 4 ของน้ำหนักยางพารา

2) ทดลองหาอัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์ที่เหมาะสมสำหรับการขึ้นรูปคอนกรีตบล็อก โดยมีอัตราส่วนที่นำมาทดลองผสมเท่ากับ 0.2, 0.3, 0.4 และ 0.5 (ไม่รวมน้ำหนักของน้ำในน้ำยางพารา) โดยนำมาทดสอบค่ากำลังอัดที่อายุ 7 วัน ได้ผลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบกำลังอัดประลัยของคอนกรีตบล็อกเพื่อเลือกปริมาณน้ำที่เหมาะสม

| อัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์ (W/C) | กำลังอัดประลัย (กก./ตร.ซม.) |
|---|---|
| 0.2 | - |
| 0.3 | 83 |
| 0.4 | 99 |
| 0.5 | 93 |

จากตารางที่ 1 พบว่าอัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์ที่เหมาะสมสำหรับใช้อัดขึ้นรูปคอนกรีตบล็อกผสมน้ำยางพาราเท่ากับ 0.4 โดยมีค่ากำลังอัดประลัยที่อายุคอนกรีต 7 วัน เท่ากับ 99 กก./ตร.ซม. และที่อัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์เท่ากับ 0.2 นั้นไม่สามารถขึ้นรูปคอนกรีตบล็อกได้

3) คำนวณปริมาณวัสดุผสมที่ต้องใช้ในการขึ้นรูปคอนกรีตบล็อกจำนวน 1 ก้อน ได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ปริมาณส่วนผสมของคอนกรีตบล็อกต่อ 1 ก้อน

| ปริมาณวัสดุผสม (กก.) | อัตราส่วนน้ำยางพาราต่อปูนซีเมนต์ (P/C) | | |
|---|---|---|---|
| | 0.025 | 0.050 | 0.075 |
| ปูนซีเมนต์ | 1.25 | 1.25 | 1.25 |
| หินฝุ่น | 5 | 5 | 5 |
| น้ำยางพารา | 0.031 | 0.062 | 0.094 |
| น้ำ | 0.50 | 0.50 | 0.50 |
| สารลดแรงตึงผิว | 0.00124 | 0.00248 | 0.00376 |

4) ผสมวัสดุทั้งหมดโดยใช้โม่ผสม มีวิธีการคือ ชั่งน้ำหนักวัสดุ ผสมปูนซีเมนต์กับหินฝุ่นก่อนแล้วจึงเติมน้ำ ประมาณร้อยละ 20 ของปริมาณน้ำทั้งหมด ส่วนน้ำที่เหลือต้องเติมเข้าไปด้วยความสม่ำเสมอจนส่วนผสมเข้ากันดี โดยใช้เวลาประมาณ 2 นาที แล้วนำส่วนผสมที่ได้มาผสมซ้ำในเครื่องผสมแบบใบพัดอีก 30

วินาทีเพื่อให้ส่วนผสมเข้ากันดียิ่งขึ้น แต่ในกรณีที่ต้องการผสมน้ำยางพารานั้นต้องทำการผสมส่วนผสมทั้งหมดให้เข้ากันก่อนแล้วจึงเติมน้ำยางพาราเป็นอันดับสุดท้าย (สารลดแรงตึงผิวชนิดไม่มีประจุให้ผสมลงไปพร้อมกับน้ำยางพารา)

5) ทำการอัดขึ้นรูปคอนกรีตบล็อกด้วยเครื่องอัดมือ (รูปที่ 1) เทส่วนผสมลงแบบแบ่งเป็น 3 ชั้นโดยทำการกระทุ้งแต่ละชั้นให้แน่นพอสมควรหลังจากกระทุ้งชั้นสุดท้ายเสร็จให้เติมส่วนผสมและทำการปาดผิวหน้าให้เสมอกัน ทำการอัดโดยการโยกคานเหล็กจนรู้สึกว่าโยกไม่ลงแล้ว โยกคานเหล็กขึ้นเพื่อทำการนำคอนกรีตบล็อกออกจากแบบ (รูปที่ 2) ยกคอนกรีตบล็อกออกจากเครื่องอัด ทำการเคาะฐานรองออกจากก้อนตัวอย่าง ทิ้งก้อนตัวอย่างให้แห้งในอากาศเพื่อนำมาทดสอบ โดยก้อนตัวอย่างที่ได้จะมีขนาด 0.13 × 0.25 × 0.14 เมตร (รูปที่ 3)

6) หาค่าอัตราการดูดซึมน้ำของคอนกรีตบล็อกที่อายุ 28 วัน ตามมาตรฐาน มอก.57-2530 [7]

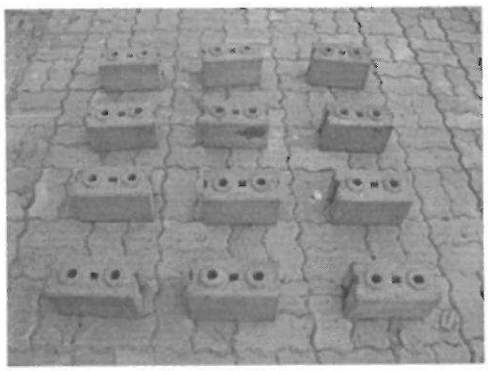
7) ทดสอบกำลังอัดของคอนกรีตบล็อกที่อายุ 7, 14 และ 28 วัน ตามมาตรฐาน มอก.57-2530 [7]

8) ทดสอบกำลังอัดของคอนกรีตบล็อกที่อายุ 7, 14 และ 28 วัน ตามมาตรฐาน ASTM C 62-69 [8]

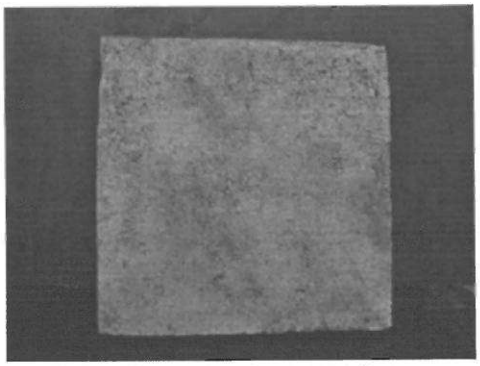
9) ทดสอบค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนที่อายุ 28 วัน โดยใช้แผ่นตัวอย่างคอนกรีตบล็อกขนาด 30 × 30 × 2.5 เซนติเมตร (รูปที่ 4) มาทดสอบตามมาตรฐาน ASTM C 177 [9]

รูปที่ 1 เครื่องอัดคอนกรีตบล็อก

รูปที่ 2 การนำก้อนคอนกรีตบล็อกออกจากเครื่องอัด



รูปที่ 3 การผึ่งก้อนคอนกรีตบล็อกในสภาพบรรยากาศ



รูปที่ 4 ตัวอย่างสำหรับทดสอบค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน

## 3. ผลการทดสอบ

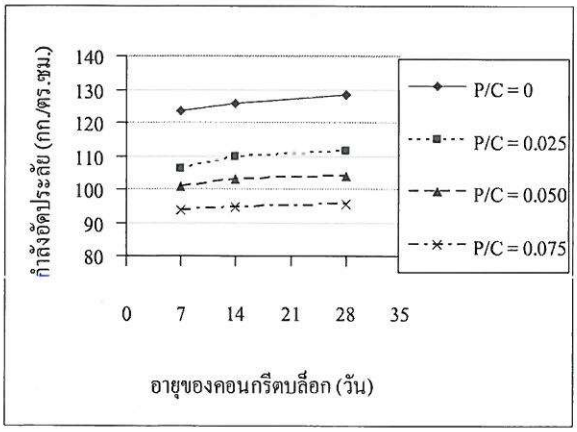
### 3.1 อัตราการดูดซึมน้ำของคอนกรีตบล็อก

จากตารางที่ 3 พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณน้ำยางพาราในคอนกรีตบล็อกมากขึ้นจะทำให้อัตราการดูดซึมน้ำลดลง เนื่องจากน้ำยางพาราจะเกิดปฏิกิริยาเป็นแผ่นฟิล์มแทรกภายในเนื้อคอนกรีตบล็อก [10] ซึ่งแผ่นฟิล์มเหล่านี้ไม่ดูดซึมน้ำ และจะไปเคลือบผิวหน้าของมวลรวม ทำให้มวลรวมลดการดูดซึมน้ำลง ดังนั้นเมื่อใส่น้ำยางพาราในปริมาณที่มากขึ้นจึงช่วยป้องกันการดูดซึมน้ำได้ดียิ่งขึ้นตามไปด้วย

ตารางที่ 3 ร้อยละการดูดซึมน้ำของคอนกรีตบล็อกที่อายุ 28 วัน

| อัตราส่วนน้ำยางพาราต่อปูนซีเมนต์ | ร้อยละการดูดซึมน้ำเฉลี่ย |
|---|---|
| 0 | 6.48 |
| 0.025 | 6.01 |
| 0.050 | 5.05 |
| 0.075 | 4.80 |

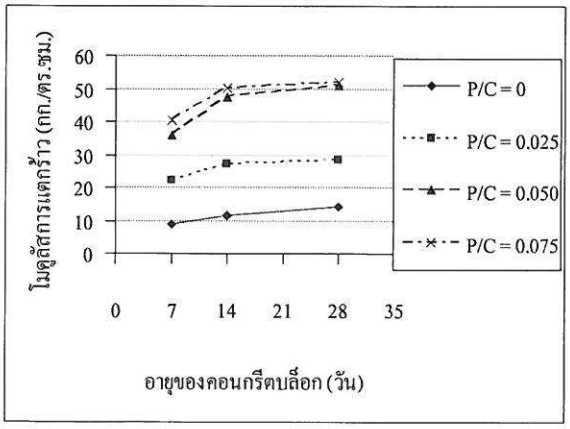
### 3.2 ค่ากำลังรับแรงอัดของคอนกรีตบล็อก




รูปที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอัดและอายุคอนกรีตบล็อก

จากรูปที่ 5 พบว่าค่ากำลังอัดจะแปรผกผันกับอัตราส่วนน้ำยางพาราต่อปูนซีเมนต์ เมื่อผสมน้ำยางพารามากขึ้นจะทำให้ค่ากำลังอัดลดลง เนื่องจากในการทดลองนี้ไม่ได้คิดน้ำหนักของน้ำที่อยู่ในน้ำยางพาราด้วย ซึ่งมีอยู่มากประมาณร้อยละ 55 ของน้ำยางพาราทั้งหมด [11] การที่ใส่น้ำยางพาราเพิ่มขึ้นก็จะทำให้อัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์เพิ่มมากขึ้น กำลังอัดจึงลดลงตามไปด้วย ประกอบกับเมื่อนำน้ำยางพาราผสมในคอนกรีตแล้วการเกิดเป็นแผ่นฟิล์มภายในเนื้อคอนกรีตนั้น แผ่นฟิล์มที่เกิดขึ้นนี้ก็เป็นโพลีเมอร์ที่มีความเหนียวและยืดหยุ่นตัวสูง ไม่มีความแข็งแกร่งเหมือนกับมวลรวมทั่วไป ความสามารถในการรับแรงอัดจึงมีน้อย เมื่อมาแทรกอยู่ระหว่างมวลรวมหรือเคลือบที่ผิวหน้าของมวลรวมในเนื้อคอนกรีต ส่งผลให้มวลรวมนั้นๆ ลดความแข็งแกร่งลง คอนกรีตบล็อกจึงรับกำลังอัดได้น้อยลง

### 3.3 ค่ากำลังรับแรงดัดของคอนกรีตบล็อก




รูปที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างโมดูลัสการแตกร้าวและอายุคอนกรีตบล็อก

รูปที่ 6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างโมดูลัสการแตกร้าวกับอายุของคอนกรีตบล็อกผสมน้ำยางพารา พบว่าค่าโมดูลัสการแตกร้าวของคอนกรีตบล็อกจะมีค่ามากขึ้นเมื่ออายุของคอนกรีตบล็อกมากขึ้นและเมื่อผสมน้ำยางพาราในปริมาณที่สูงขึ้น เนื่องจากแผ่นฟิล์มและเส้นใยยางที่เกิดจากน้ำยางพาราซึ่งแทรกอยู่ภายในเนื้อคอนกรีตบล็อกนั้น นอกจากจะไปเคลือบอยู่ที่ผิวหน้าของมวลรวมแล้วนั้น ส่วนหนึ่งจะก่อตัวมีลักษณะเรียงซ้อนตัวกันในแนวนอนเป็นแผ่นจากด้านล่างขึ้นมาสู่ด้านบน [10] ซึ่งในขณะที่คอนกรีตรับแรงดัดนั้น แผ่นฟิล์มจะทำหน้าที่เป็นวัสดุเสริมแรงคล้ายกับเหล็กเสริมในคอนกรีต ช่วยรับแรงดึงให้คอนกรีตบล็อกมีความยืดหยุ่นตัวมากขึ้นกว่าเดิม ยิ่งเมื่อใส่น้ำยางพารามากขึ้นเท่าใด ปริมาณของแผ่นฟิล์มก็จะมีมากขึ้นเท่านั้น และเมื่อเวลานานขึ้นก็ยิ่งจะเกาะตัวกันเหนียวแน่นยิ่งขึ้น จึงทำให้คอนกรีตบล็อกสามารถรับกำลังดัดได้มากขึ้นดังกล่าว

### 3.4 ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของคอนกรีตบล็อก

ได้ผลการทดสอบจาก กรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของคอนกรีตบล็อก

| อัตราส่วนน้ำยางพารา ต่อปูนซีเมนต์ | ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (วัตต์/เมตร.องศาเคลวิน) |
|---|---|
| 0 | 0.502 |
| 0.025 | 0.188 |
| 0.050 | 0.174 |
| 0.075 | 0.139 |

จากตารางที่ 4 พบว่าเมื่อผสมน้ำยางพาราจะทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนลดลงกว่าการที่ไม่ผสมน้ำยางพาราอย่างเห็นได้ชัดเจน และเมื่อผสมน้ำยางพาราในปริมาณที่มากขึ้นก็จะยิ่งทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนน้อยลงตามไปด้วย เนื่องจากยางมีคุณสมบัติการเป็นฉนวนที่ดี และเมื่อผสมน้ำยางพาราลงไปจะทำให้เกิดฟองอากาศจำนวนมาก แพร่กระจายเข้าไปในเนื้อคอนกรีตบล็อก [12] ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนน้อยลง ส่งผลให้มีคุณสมบัติการเป็นฉนวนความร้อนมากขึ้น

### 3.5 ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

ราคาของน้ำยางพาราที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้อยู่ที่ประมาณกิโลกรัมละ 100 บาท ซึ่งเป็นราคาที่สูงมาก แต่เมื่อนำมาผสมเพิ่มในคอนกรีตบล็อกแล้ว จะทำให้คอนกรีตบล็อกมีต้นทุนเพิ่มมากขึ้นเพียงแค่ก้อนละประมาณ 1 บาท เท่านั้น ซึ่งนับว่ามีความน่าสนใจเป็นอย่างยิ่ง ที่จะนำคอนกรีตบล็อกผสมน้ำยางพารามาใช้เป็นวัสดุก่อ

สำหรับอาคารทั่วไป เพื่อลดการสิ้นเปลืองพลังงานภายในอาคาร เนื่องจากคุณสมบัติเด่นด้านการเป็นฉนวนกันความร้อน [13] อีกทั้งยังช่วยลดการแตกหักเสียหายขณะทำการขนส่งอีกด้วย

## 4. สรุปและข้อเสนอแนะ

### 4.1 สรุปผล

จากการศึกษาการใช้น้ำยางพารามาผสมในคอนกรีตบล็อกเพื่อพัฒนาคุณสมบัติด้านการรับกำลังและการเป็นฉนวนกันความร้อน โดยใช้อัตราส่วนน้ำยางพาราต่อปูนซีเมนต์เท่ากับ 0.025, 0.050 และ 0.075 โดยน้ำหนัก อัตราส่วนปูนซีเมนต์ต่อหินฝุ่น เท่ากับ 1: 4 อัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์ เท่ากับ 0.40 (ไม่คิดปริมาณน้ำในน้ำยางพารา) และใส่สารลดแรงตึงผิวชนิดไม่มีประจุร้อยละ 4 ของน้ำหนักน้ำยางพารา ได้ปริมาณน้ำยางพาราต่อปูนซีเมนต์ที่เหมาะสมมากที่สุดในครั้งนี้เท่ากับ 0.075 โดยมีค่าร้อยละการดูดซึมน้ำที่อายุ 28 วัน เท่ากับ 4.80 ค่ากำลังอัดและกำลังดัดที่อายุ 28 วัน เท่ากับ 95 กก./ตร.ซม. และ 51 กก./ตร.ซม. ตามลำดับ ส่วนค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนนั้นมีค่าต่ำมากเท่ากับ 0.139 วัตต์/เมตร.องศาเคลวิน เมื่อพิจารณาโดยรวมแล้วแสดงว่าสามารถนำน้ำยางพารามาใช้เป็นวัสดุผสมเพิ่ม ช่วยให้คอนกรีตบล็อกมีความสามารถในการรับกำลังดัดได้สูงขึ้น แม้ว่ากำลังอัดจะต่ำลงแต่ก็ยังเกินมาตรฐานของคอนกรีตบล็อกรับน้ำหนักที่กำหนดให้มีค่าไม่น้อยกว่า 11 เมกะพาสคัล [7] และยังมีข้อได้เปรียบที่มีคุณสมบัติในการเป็นฉนวนป้องกันความร้อนได้ดี

### 4.2 ข้อเสนอแนะ

ในการวิจัยครั้งต่อไป ควรเพิ่มอัตราส่วนน้ำยางพาราต่อปูนซีเมนต์ให้มากขึ้น เพื่อหาปริมาณน้ำยางพาราที่เหมาะสมมากที่สุดในการอัดขึ้นรูปคอนกรีตบล็อก ควรมีการทดสอบการหดแห้งของคอนกรีตบล็อก และควรทดสอบความต้านทานต่อกรดและซัลเฟตเพิ่มเติมอีกด้วย

## 5. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณอย่างสูงต่อ กลุ่มทุนสนับสนุนการวิจัยเพื่อความอยู่รอดของนักวิจัยอย่างยั่งยืน (กสวร.) ที่บริจาคงบประมาณวิจัยในปี 2548 โดยงานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัย "การใช้น้ำยางพาราเป็นวัสดุผสมเพิ่มในงานวัสดุก่อสร้าง" ขอขอบคุณนายกฤษณ์ สุขยฤกษ์ นายเรวัต คุณทะวงษ์ นายศรายุทธ กันพ้นภัย และนายสิรงค์ พลากุลมนฑล สำหรับการเตรียมข้อมูลงานวิจัย

## เอกสารอ้างอิง

[1] สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) "ประกาศรับข้อเสนอโครงการวิจัยยางพาราใหม่" 2548, http://www.trf.or.th.

[2] ไอลดา เรนเรือง, 2548, http://www.yangpara.com.

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

[4] สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) "ประกาศการขอรับทุนโครงการวิจัยขนาดเล็กเรื่องยางพารา" โครงการวิจัยแห่งชาติ: ยางพารา ฝ่ายอุตสาหกรรม, 2548, 7 หน้า.

[5] ณรงค์ฤทธิ์ สมบัติสมภพ ""จากขี้เลื่อยไม้พารา "สู่"หลังคายาง" คลายร้อน" หนังสือพิมพ์ข่าวสด, 8 กรกฎาคม 2548.

[6] วิชิต สุวรรณปรีชา "อิฐมวลเบาพารากรีต" 2548, http://www.thailandrubber.thaigov.net.

[7] สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม "มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคอนกรีตบล็อกรับน้ำหนัก (มอก. 57-2530)" กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ, 2539.

[8] American Society for Testing and Materials "Standard Specification for Building Brick (ASTM C 62-69)" Philadelphia, 2001.

[9] American Society for Testing and Materials "ASTM C 177" Philadelphia, 2001.

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

[11] เสาวรจน์ ช่วยจุลจิตร์ "เทคโนโลยีของยาง" ภาควิชาวัสดุศาสตร์, คณะวิทยาศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ, 2548, หน้า 14.

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

[13] สินีรัตน์ ภัทรธรรมกัล "ผลกระทบของมวลสารและสีต่อความร้อนที่ผ่านเข้าสู่ผนังอาคาร" วิทยานิพนธ์คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ, 2537.