

## การประยุกต์ใช้ยางพาราเป็นสารผสมเพิ่มในการผลิตอิฐดินซีเมนต์

### Applications of Natural Latex as Additive for Soil Cement Block Production

สุคนิรันดร์ เพชรรัตน์\* รุ่งอรุณ บุญถ่าน รุ่งโรจน์ ฤกษ์หว่าย

ภาควิชาวิศวกรรมโยธาและสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

Sudniran Phetcharat\* Roongarun Buntan Rungroj Ruekrai

Department of Civil and Environmental Engineering, Faculty of Engineering,

Srinakharinwirot University

\*Corresponding author: Email: sudniran@g.swu.ac.th

(Received: December 25, 2020; Accepted: February 17, 2021)

#### บทคัดย่อ

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบต่อสมบัติของอิฐดินซีเมนต์ที่ใช้ยางพาราเป็นสารผสมเพิ่ม โดยทดสอบกับดินสองชนิดที่แตกต่างกัน คือ ดินลูกรังบดละเอียด และดินร่วนปนทราย เตรียมตัวอย่างอิฐดินซีเมนต์โดยใช้ยางพาราเป็นสารผสมเพิ่มด้วยปริมาณที่แตกต่างกัน คือ ร้อยละ 0, 2, 4, 5, 6, 8 และ 10 โดยน้ำหนักของน้ำ และเปรียบเทียบสมบัติของอิฐดินซีเมนต์กับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มผช.602/2547 ผลทดสอบพบว่าอิฐดินซีเมนต์ที่ผลิตจากดินลูกรังบดละเอียดปรับปรุงคุณภาพด้วยยางพารา ร้อยละ 5 โดยน้ำหนักของน้ำ มีค่าความต้านแรงอัดสูงสุด คือ 10.96 เมกะปาสคาล ซึ่งมากกว่าค่าความต้านทานแรงอัดของอิฐดินซีเมนต์ที่ไม่มีน้ำยางพาราเป็นสารผสมเพิ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 และมีสมบัติอื่นตามมาตรฐานของอิฐดินซีเมนต์รับน้ำหนัก ส่วนอิฐดินซีเมนต์ที่ผลิตจากดินร่วนปนทรายที่ไม่มีจุดพลาสติก เมื่ออัดขึ้นรูปแล้วทำให้อิฐดินซีเมนต์มีการแตกร้าว เมื่อใช้ยางพาราร้อยละ 5 โดยน้ำหนักของน้ำเป็นสารผสมเพิ่ม ทำให้อิฐดินซีเมนต์มีลักษณะทางกายภาพที่ดี ไม่เกิดการแตกร้าวภายหลังการอัดขึ้นรูป และมีคุณสมบัติตามเกณฑ์ของอิฐดินซีเมนต์ไม่รับน้ำหนัก การวิจัยนี้สรุปได้ว่าการปรับปรุงคุณภาพอิฐดินซีเมนต์ด้วยยางพารา ร้อยละ 5 โดยน้ำหนักของน้ำ ทำให้อิฐดินซีเมนต์มีสมบัติเชิงกลที่ดี โดยมีความต้านแรงอัดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และยางพารายังทำหน้าที่เป็นสารเชื่อมประสานช่วยให้สามารถอัดขึ้นรูปอิฐดินซีเมนต์โดยไม่แตกร้าว ซึ่งผลปรากฏชัดเจนในกรณีดินที่มีขนาดละเอียด โดยเฉพาะดินร่วนปนทราย แต่อย่างไรก็ตามสมบัติของอิฐดินซีเมนต์ก็ขึ้นอยู่กับชนิดของดิน และปริมาณปูนซีเมนต์ที่ใช้ในการผลิตเป็นสำคัญ

**คำสำคัญ:** อิฐดินซีเมนต์ น้ำยางพารา วัสดุก่อสร้าง ดินลูกรัง ดินร่วนปนทราย

#### ABSTRACT

This article aims to study the impacts on the soil cement block from using natural latex additive as an admixture. Experiments were performed on soil cement blocks using two different types of soil, laterite and sandy loam. The soil cement block samples were prepared using different volumes of natural latex as admixture at 0, 2, 4, 5, 6, 8 and 10 percent by weight of water. The properties of soil

cement blocks were assessed against Thai Community Product Standards, TCPS 602/2547. The results found that the soil cement blocks produced using finely crushed laterite enhanced with 5 percent of natural latex additive had the highest compressive strength at 10.96 MPa. This was significantly higher than the compressive strength of soil cement block without additive at the level of 0.05 and consists of all the other properties according to the standard of the load-bearing bricks. The soil cement block that uses sandy loam which has no plastic limit properties, showed crack failures after press processed. The sample was improved using 5 percent natural latex then the property of the enhanced soil cement block showed improved properties and physical characteristics, there was no more crack failure and the product consisted of all the required characteristics of non-load bearing bricks. The analysis of the results from this research indicated that the mechanical properties of soil cement blocks were improved with added natural latex at 5 percent, it has statistically significant higher compression strength. The natural latex was also acted as the binding agent which enabled the soil cement block to be press processed without cracks. This was clearly evident for cases where the soil were well graded mixture, especially for sandy loam. However, the properties of soil cement blocks were primarily dependent on the type of soil and the volume of cement used in the production process.

**Keyword:** Soil Cement Block, Natural Latex, Construction Material, Laterite, Sandy Loam

## 1. บทนำ

ยางพาราเป็นผลผลิตทางการเกษตรที่กำลังประสบปัญหาราคาคงต่ำต่อเนื่องมาหลายปี เนื่องจากปัจจัยด้านอุปสงค์และอุปทานไม่สมดุลกัน โดยแนวโน้มอุปทานของยางพาราขยายตัวในอัตราเร่งเพิ่มขึ้น จากการเพิ่มพื้นที่ปลูกยางในเอเชีย โดยเฉพาะประเทศไทย กัมพูชา ลาว พม่า และเวียดนาม ในขณะที่แนวโน้มอุปสงค์ขยายตัวในอัตราที่ลดลง [1] ซึ่งมีสาเหตุหลักเนื่องจากเทคโนโลยีในการพัฒนาอย่างสังเคราะห์มีความก้าวหน้ามากขึ้น จึงสามารถใช้ยางสังเคราะห์ในสัดส่วนที่เพิ่มมากขึ้นในการผลิตยางรถยนต์ [2] และอุตสาหกรรมรถยนต์มีการเติบโตค่อนข้างน้อย นอกจากนี้ ราคายางปรับตัวลดลงโดยได้รับอิทธิพลจากตลาดล่วงหน้าต่างประเทศ จากความกังวลเกี่ยวกับชะลอตัวของเศรษฐกิจโลก การแข็งค่าของค่าเงินบาทเมื่อเทียบกับดอลลาร์สหรัฐ [3] และยังไม่มีการปรับขึ้นราคาของยางรถยนต์ขึ้นอย่างเป็นรูปธรรม รัฐบาลไทยจึงมีแนวโน้มนโยบายสนับสนุนงานวิจัยที่นำยางพาราไปใช้

ประโยชน์ เพื่อเพิ่มอุปสงค์ยางพาราภายในประเทศ โดยแนวทางการวิจัยที่ประยุกต์ใช้ยางพาราเพื่อปรับปรุงสมบัติของวัสดุก่อสร้างนั้นมีข้อพิจารณาจากสมบัติการเป็นโพลิเมอร์ของยางพารา ซึ่งเป็นโพลิเมอร์จากธรรมชาติที่มีราคาถูกกว่าโพลิเมอร์สังเคราะห์

โพลิเมอร์มีสมบัติเป็นสารหน่วงการใช้น้ำ มีความเหนียวและทำหน้าที่เป็นสารเชื่อมประสาน จึงสามารถใช้เป็นสารผสมเพิ่มเพื่อปรับปรุงสมบัติของวัสดุที่มีปูนซีเมนต์เป็นส่วนประกอบ โดยมีรายงานการวิจัยที่แสดงผลการปรับปรุงสมบัติของดินซีเมนต์ด้วยโพลิเมอร์เคมโรด ร้อยละ 5 สามารถเพิ่มค่ากำลังรับแรงอัดและค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นของดินซีเมนต์ [4] วัสดุมวลรวมพื้นทางเดิมปรับปรุงคุณภาพด้วยปูนซีเมนต์ร้อยละ 3.5 และโพลิเมอร์เคมโรด ร้อยละ 5 มีค่ากำลังรับแรงอัดเพิ่มขึ้น ร้อยละ 18 และกำลังรับแรงดัดเพิ่มขึ้น ร้อยละ 13 [5] การปรับปรุงวัสดุที่ใช้ในงานก่อสร้างโครงสร้างทางด้วยปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ และโพลิเมอร์ ช่วยเพิ่มกำลังอัดของวัสดุประเภทลูกรังและหินคลุกสำหรับใช้ใน

งานโครงสร้างชั้นทางได้เป็นอย่างดี โดยใช้ปูนซีเมนต์ ร้อยละ 5 โดยน้ำหนักของวัสดุมวลรวม ผสมกับโพลีเมอร์ ร้อยละ 3-5 โดยน้ำหนักของปูนซีเมนต์ [6] จากรายงานการวิจัยที่ผ่านมาแสดงถึงแนวทางการปรับปรุงคุณภาพดินซีเมนต์ด้วยสารผสมเพิ่มประเภทโพลีเมอร์สังเคราะห์ ซึ่งเป็นวิธีที่ได้ผลที่ดี

อย่างไรก็ตาม โพลีเมอร์สังเคราะห์มีราคาแพง จึงพิจารณาแนวทางเพื่อลดต้นทุน โดยการประยุกต์ใช้น้ำยางพาราทดแทนเพื่อปรับปรุงสมบัติของวัสดุก่อสร้างที่มีซีเมนต์เป็นส่วนประกอบ เช่น การใช้น้ำยางพาราเป็นสารผสมเพิ่มในการปรับปรุงสมบัติของดินในด้านการรับกำลังแรงอัดในแนวแกนและแรงเฉือน เพื่อใช้ในการป้องกันดินถล่ม [7] การประยุกต์ใช้น้ำยางธรรมชาติผสมดินซีเมนต์ เพื่อลดการรั่วซึมของน้ำ [8] และการสร้างถนนตัวอย่างที่มียางพาราเป็นส่วนผสม [9] ซึ่งจากการวิจัยที่ผ่านมาแสดงผลการปรับปรุงสมบัติของดินซีเมนต์ด้วยน้ำยางพาราสำหรับเป็นวัสดุรองพื้นทาง และวัสดุพื้นทางที่ได้ผลที่ดี ค่อนข้างดี เช่น ป้องกันการซึมผ่านน้ำใต้ถนนได้ดี เพิ่มความยืดหยุ่นของถนน ทำให้ถนนแข็งแรง มีความคงทนรับน้ำหนักได้ดี ซึ่งจากข้อดีของการใช้น้ำยางพาราปรับปรุงสมบัติของดินซีเมนต์สำหรับวัสดุการทางแล้ว จึงเป็นข้อพิจารณาในการนำยางพารามาใช้ปรับปรุงสมบัติของอิฐดินซีเมนต์สำหรับงานก่อสร้างอาคาร

อิฐดินซีเมนต์ (Soil Cement Block) หรือบล็อกประสาน (Interlocking Block) เป็นวัสดุที่อัดขึ้นรูปดินซีเมนต์ด้วยบล็อกเหล็กเพื่อให้คงรูปตามขนาดที่ต้องการ โดยส่วนใหญ่เป็นการผลิตในอุตสาหกรรมครัวเรือน มีขั้นตอนการผลิตไม่ยุ่งยากไม่ต้องใช้เชื้อเพลิงในการผลิต จึงประหยัดพลังงานจากการเผาไหม้ ดินหลายแห่งในแต่ละภูมิภาคของประเทศไทยมีสมบัติเหมาะสมสำหรับการผลิตอิฐดินซีเมนต์ มีสีสวยงามแตกต่างกันตามลักษณะทางกายภาพของดินแต่ละแห่ง อิฐดินซีเมนต์เป็นวัสดุก่อสร้างทางเลือกที่ช่วยลดต้นทุนก่อสร้างได้ประมาณร้อยละ 15 - 20 ของอาคารที่มีพื้นที่ในการใช้สอยเท่ากัน [10] เนื่องจากช่วยลดปริมาณวัสดุก่อสร้าง ลดงานตกแต่งผิว ลดระยะเวลาก่อสร้าง และช่วยประหยัดค่าแรงในการก่อสร้าง

แต่การใช้งานอิฐดินซีเมนต์ยังไม่แพร่หลายนัก เนื่องจากเป็นวัสดุที่ผลิตในครัวเรือน จึงมีคุณภาพและสมบัติที่หลากหลายแตกต่างกันตามแหล่งผลิต เป็นวัสดุที่มีมวลมาก และมีค่าการซึมผ่านน้ำสูง ซึ่งเป็นข้อจำกัดในการใช้งาน ที่ผ่านมามีการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับอิฐดินซีเมนต์ ให้มีความสำคัญกับการทดสอบสมบัติเชิงวิศวกรรมของอิฐดินซีเมนต์ [11], [12] การผลิตอิฐดินซีเมนต์ด้วยวัสดุประเภทปอชโซลาน เช่น เถ้าลอย เถ้าแกลบ เถ้ากะลาปาล์ม ทดแทนปูนซีเมนต์เพื่อลดต้นทุนการผลิต [13], [14] เพิ่มสมบัติการเป็นฉนวนและลดน้ำหนักของอิฐดินซีเมนต์ด้วยเยื่อกระดาษเหลือทิ้ง [15] งานวิจัยที่ผ่านมาได้แสดงแนวทางการวิจัยที่มุ่งปรับปรุงสมบัติของอิฐดินซีเมนต์นั้นมาอย่างต่อเนื่อง

สำหรับการวิจัยนี้ ให้ความสำคัญกับการใช้น้ำยางพาราให้เกิดประโยชน์ โดยมุ่งเน้นศึกษาผลจากการใช้น้ำยางพาราเป็นสารผสมเพิ่มเพื่อปรับปรุงสมบัติของอิฐดินซีเมนต์ โดยแสดงขั้นตอนการผลิตอิฐดินซีเมนต์ และเทคนิคในการใช้น้ำยางพาราปรับปรุงสมบัติของอิฐดินซีเมนต์ โดยใช้ดินตัวอย่างสองชนิดที่แตกต่างกัน คือ ดินลูกรังบดละเอียดจากแหล่งดินในจังหวัดนครนายก และดินร่วนปนทรายจากแหล่งดินในจังหวัดนครราชสีมา โดยประเมินผลทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มผช.602/2547 [16] การวิจัยนี้จึงเป็นอีกหนึ่งโครงการที่ศึกษาเพื่อขยายขอบเขตการใช้ประโยชน์จากน้ำยางพารา ซึ่งเป็นผลดีต่อเกษตรกรผู้ปลูกยางพาราอีกวิธีหนึ่งด้วย

## 2. วัสดุและวิธีการวิจัย

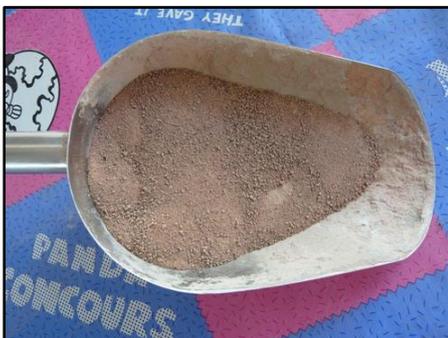
### 2.1 วัสดุการวิจัย

การวิจัยนี้ผลิตอิฐดินซีเมนต์ตัวอย่างจากดินลูกรังบดละเอียดจากแหล่งดินในเขตจังหวัดนครนายก และดินร่วนปนทรายจากแหล่งดินในจังหวัดนครราชสีมา ซึ่งดินทั้งสองชนิดมีที่ลักษณะทางกายภาพแตกต่างกัน ดังรูปที่ 1 และ 2 ตามลำดับ ใช้น้ำปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1 ซึ่งเป็นปูนซีเมนต์สำหรับงานโครงสร้างอาคาร น้ำยางพาราที่ใช้ในการปรับปรุงคุณภาพอิฐดินซีเมนต์เป็นน้ำยางชั้น 60%

รักษาสภาพแบบแอมโมเนียสูง (HA) มีสมบัติทางกายภาพ  
ดังตารางที่ 1 และโปรตัสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) ใน  
รูปแบบของสารละลายความเข้มข้น 10 %



รูปที่ 1 ดินลูกรังบดละเอียด  
จากแหล่งดินในจังหวัดนครนายก



รูปที่ 2 ดินร่วนปนทราย  
จากแหล่งดินในจังหวัดนครราชสีมา

ตารางที่ 1 สมบัติทางกายภาพของน้ำยางชั้นรักษาสภาพ  
ด้วยแอมโมเนีย

Physical Property	Results
Total Solids Content %	61.50 Min
Dry Rubber Content %	60.00 Min
Non-Rubber Content %	2.00 Max
Ammonia Content (on total weight) %	0.65-0.75
pH Value	11.00 Max
KOH Number	0.85 Max
Volatile Fatty Acid Number	0.05 Max
M.S.T. @ 55% TS., Sec.	650 Min
Specific Gravity at 25° C	0.94 Min
Magnesium Content (on solids), ppm	60.00 Max

## 2.2 การทดสอบสมบัติทางวิศวกรรมของดิน

การทดสอบเบื้องต้น เพื่อประเมินความเหมาะสมของ  
ดินในการใช้ผลิตอิฐดินซีเมนต์ ด้วยการทดสอบห้ำร้อยละ  
โดยปริมาตรของส่วนมวลละเอียดของดิน โดยนำดินใส่ใน  
กระบอกตวงแล้วเติมน้ำให้เต็มเขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้รอ  
จนดินตกตะกอนทั้งหมดและน้ำใส ดังรูปที่ 3 วัดขนาดของ  
ดินแต่ละชั้นที่ตกตะกอน และคำนวณอัตราส่วนโดย  
ปริมาตรของดินแต่ละชั้น จากนั้นทดสอบสมบัติทาง  
วิศวกรรมของดิน ประกอบด้วย การหาค่าพิกัดเหลวและ  
พิกัดพลาสติก ตามมาตรฐาน ASTM: D 2487 การหาค่า  
การกระจายตัวของเม็ดดิน ตามมาตรฐาน ASTM: D 422  
และการทดสอบการบดอัดดินแบบสูงกว่ามาตรฐาน ตาม  
มาตรฐาน ASTM: D 1557 จากนั้น เปรียบเทียบสมบัติของ  
ดินกับเกณฑ์ตามมาตรฐานกรมทางหลวงเลขที่ ทล.-ม.  
206/2532 มาตรฐานรองพื้นทางดินซีเมนต์ [17]



รูปที่ 3 การทดสอบอัตราส่วนมวลละเอียดของดิน

## 2.3 การเตรียมตัวอย่างอิฐดินซีเมนต์

การเตรียมตัวอย่างอิฐดินซีเมนต์ที่มียางพาราเป็น  
ส่วนผสมแตกต่างกัน 7 เงื่อนไขการทดลอง คือ ยางพารา  
ร้อยละ 0, 2, 4, 5, 6, 8 และ 10 ของน้ำหนักวัสดุผสมรวม  
โดยมีขั้นตอนในการเตรียมตัวอย่างอิฐดินซีเมนต์ดังนี้

1. ตากดินให้แห้ง
2. ชั่งน้ำหนักดิน ทราย ปูนซีเมนต์ โดยเตรียม  
ส่วนผสมทั้งหมดไว้ในถาดผสม และผสมส่วนผสมทั้งหมด

ให้เข้ากัน (ส่วนผสมในการผลิตอิฐดินซีเมนต์นั้นจะได้จากผลการทดลอง โดยส่วนผสมของอิฐดินซีเมนต์ที่ผลิตจากดินลูกรังบดละเอียด แสดงดังตารางที่ 4 ส่วนการผลิตอิฐดินซีเมนต์จากดินร่วนปนทรายจะใช้อัตราส่วนผสมของปูนซีเมนต์และยางพาราเช่นเดียวกับอิฐดินซีเมนต์ที่ผลิตจากดินลูกรังบดละเอียด)

3. วัดค่า PH ของน้ำ และของน้ำยางพารา ปรับค่าความเป็นด่างของน้ำให้มีค่าใกล้เคียงกับน้ำยางพารา ( $PH \approx 11$ ) โดยใช้สารละลายโปรตัสเซียมไฮดรอกไซด์ผสมน้ำ จากนั้นผสมน้ำยางพารากับน้ำตามปริมาณที่กำหนดไว้ของแต่ละเงื่อนไขการทดลอง

4. นำของเหลวที่เตรียมไว้ในข้อที่ 3 มาผสมกับวัสดุมวลรวมที่ผสมไว้แล้วในภาคผสม

5. นำส่วนผสมทั้งหมดมาอัดขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดอิฐดินซีเมนต์

6. บ่มอิฐดินซีเมนต์ โดยผึ่งตัวอย่างในที่ร่ม 1 วัน จากนั้นพรมด้วยน้ำให้ชุ่ม นำตัวอย่างใส่ถุงพลาสติก วางไว้ในที่ร่ม และบ่ม 28 วัน

#### 2.4 การทดสอบสมบัติของอิฐดินซีเมนต์

การทดสอบสมบัติของอิฐดินซีเมนต์ ประกอบด้วย การทดสอบความต้านแรงอัดและการทดสอบการดูดกลืนน้ำตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 109-2517 วิธีการชั่งตัวอย่างและการทดสอบวัสดุงานก่อซึ่งทำด้วยคอนกรีต [18]

#### 2.5 การวิเคราะห์ผล

การวิเคราะห์ผลการทดสอบความต้านแรงอัด และการดูดกลืนน้ำกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน อิฐบล็อกประสาน มผช.602/2547 [16] โดยในกรณีที่เป็นอิฐรับน้ำหนักมีค่าความต้านแรงอัดไม่น้อยกว่า 7 เมกะปาสคาล ส่วนอิฐไม่รับน้ำหนักมีค่าความต้านแรงอัดไม่น้อยกว่า 2.5 เมกะปาสคาล และการดูดกลืนน้ำ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การดูดกลืนน้ำของอิฐบล็อกประสานชนิดรับน้ำหนักตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มผช.602/2547

น้ำหนักอิฐบล็อกประสาน เมื่ออบแห้ง (กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร)	การดูดกลืนน้ำสูงสุด เฉลี่ยจากอิฐบล็อกประสาน 5 ก้อน (กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร)
1,680 และน้อยกว่า	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

การเปรียบเทียบทางสถิติ เพื่อวิเคราะห์ว่ายางพารามีผลต่อสมบัติของอิฐดินซีเมนต์หรือไม่ ด้วยการทำทดสอบสมมติผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ย 2 ประชากร แบบจับคู่ (Paired test) ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบกรณีตัวอย่างมีปัจจัยในการผลิตคล้ายคลึงกัน โดยทดสอบเพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของสมบัติอิฐดินซีเมนต์ที่ทดสอบ ประกอบด้วย ค่าความหนาแน่นแห้ง ค่าความต้านแรงอัด และค่าการดูดกลืนน้ำ โดยเป็นการทดสอบแบบทางเดียว และกำหนดสมมติฐานคือ

$H_0$ : ค่าเฉลี่ยของสมบัติที่ทดสอบของอิฐดินซีเมนต์กลุ่มที่ 1 ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่ 2 ( $\mu_1 = \mu_2$ )

$H_1$ : ค่าเฉลี่ยของสมบัติที่ทดสอบของอิฐดินซีเมนต์กลุ่มที่ 1 มากกว่าหรือน้อยกว่ากลุ่มที่ 2 ( $\mu_1 > \mu_2$  หรือ  $\mu_1 < \mu_2$ )

โดยที่  $\mu_1$  หมายถึง ค่าเฉลี่ยของสมบัติของอิฐดินซีเมนต์ที่ปรับปรุงคุณภาพด้วยยางพารา

$\mu_2$  หมายถึง ค่าเฉลี่ยของสมบัติของอิฐดินซีเมนต์การปฏิเสธสมมติฐาน  $H_0$  และยอมรับ  $H_1$  เมื่อค่า Sig. หรือ p-Value < 0.05 โดยจะเป็นกรณีที่ค่าเฉลี่ยของสมบัติอิฐดินซีเมนต์กลุ่มที่ 1 มากกว่ากลุ่มที่ 2 เมื่อค่า  $t > 0$  และจะเป็นกรณีที่ค่าเฉลี่ยของสมบัติอิฐดินซีเมนต์กลุ่มที่ 1 น้อยกว่ากลุ่มที่ 2 เมื่อค่า  $t < 0$

### 3. ผลการวิจัย

#### 3.1 การทดสอบสมบัติของดินลูกรังบดละเอียด และ อัตราส่วนในการผลิตอิฐดินซีเมนต์

จากการทดสอบหาอัตราส่วนมวลละเอียดของดินลูกรังบดละเอียด พบว่า มีอัตราส่วนมวลละเอียด ร้อยละ 29 โดยปริมาตร อัตราส่วนตะกอนแข็ง ร้อยละ 71 โดยปริมาตร ซึ่งเป็นดินที่มีอัตราส่วนมวลละเอียดมากกว่าร้อยละ 15 โดยปริมาตร ดังนั้น ดินลูกรังบดละเอียดนี้จึงไม่เหมาะสมในการผลิตอิฐดินซีเมนต์ จึงต้องทดสอบสมบัติทางวิศวกรรมของดินในห้องปฏิบัติการเพื่อหาแนวทางการปรับปรุงส่วนผสมดินลูกรังบดละเอียดนี้ ให้มีสมบัติที่เหมาะสมกับการผลิตอิฐดินซีเมนต์ โดยแสดงผลการทดสอบสมบัติทางวิศวกรรมของดิน ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 สมบัติทางวิศวกรรมของดินลูกรังบดละเอียด จากแหล่งดินในเขตจังหวัดนครนายก

Engineering Property	Test Results
Liquid Limit (L.L.)	36.1%
Plastic Limit (P.L.)	24.7%
Plastic Index (P.I.)	11.3%
Optimum Moisture Content (OMC)	12.4 %
Maximum Dry Density ( $\lambda_{dmax}$ )	1.794 g/cm <sup>3</sup>
เม็ดดินขนาดโตที่สุด	< 9.5 mm
มวลส่วนที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 200	44.13 %

เปรียบเทียบสมบัติของดินลูกรังบดละเอียดกับเกณฑ์ตามมาตรฐานกรมทางหลวงเลขที่ ทล.-ม.206/2532 มาตรฐานรองพื้นทางดินซีเมนต์ [17] พบว่า ตัวอย่างดินมีค่าพิกัดเหลว 36.1% ค่าพิกัดพลาสติก 24.7% และค่าดัชนีความเหลว 11.3% ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่มาตรฐานกำหนดไว้คือ ค่าพิกัดเหลวไม่เกิน 40 เปอร์เซ็นต์ ส่วนผลการทดสอบขนาดคละของดิน วัสดุมวลรวมนี้มีขนาดเม็ดโตที่สุดไม่เกิน 9.5 มิลลิเมตร และมีส่วนที่ผ่านตะแกรงขนาด 0.075 มิลลิเมตร (ตะแกรงเบอร์ 200) 44.13% ซึ่งมากกว่าเกณฑ์ตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ 40% ดังนั้น ตัวอย่างดินนี้มีความคละไม่เหมาะสมสำหรับการผลิตอิฐดินซีเมนต์เนื่องจาก

มีส่วนของมวลละเอียดมากกว่าค่ามาตรฐาน ซึ่งในเบื้องต้นได้ผลิตอิฐดินซีเมนต์จากดินลูกรังบดละเอียดโดยใช้อัตราส่วนของดินต่อน้ำซีเมนต์เท่ากับ 6:1 โดยแสดงอิฐดินซีเมนต์ที่ผลิตจากดินลูกรังบดละเอียด ดังรูปที่ 4 ซึ่งลักษณะทางกายภาพของอิฐดินซีเมนต์มีผิวภายนอกหยาบ ขรุขระ จึงไม่เหมาะสมกับการใช้เป็นวัสดุก่อ



รูปที่ 4 อิฐดินซีเมนต์ที่ผลิตจากดินลูกรังบดละเอียด

จากผลการทดสอบสมบัติของดินและการทดลองผลิตอิฐดินซีเมนต์จากดินลูกรังบดละเอียด สามารถยืนยันว่า ตัวอย่างดินชนิดนี้ยังไม่เหมาะสมสำหรับการผลิตอิฐดินซีเมนต์ จึงต้องปรับขนาดคละด้วยทรายเพื่อให้ดินลูกรังมีส่วนละเอียดน้อยลง ด้วยอัตราส่วนระหว่างดินลูกรังบดละเอียด : ทราย เท่ากับ 7 : 2 ซึ่งทำให้ดินตัวอย่างมีอัตราส่วนมวลของแข็ง ร้อยละ 76 โดยประมาณ เมื่อผลิตอิฐดินซีเมนต์จากดินที่ปรับขนาดคละแล้วทำให้มีลักษณะทางกายภาพที่ดี มีผิวเรียบสวยงาม ไม่แตกร้าว ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 อิฐดินซีเมนต์ที่ผลิตจากดินลูกรังบดละเอียด ที่ปรับขนาดคละด้วยทรายละเอียด

จากผลการทดสอบเบื้องต้นดังกล่าว จึงได้ข้อสรุปของอัตราส่วนในการผลิตอิฐดินซีเมนต์ คือ อัตราส่วนระหว่างดินลูกรังบดละเอียดต่อทราย เท่ากับ 7:2 อัตราส่วนระหว่างดินตอปูนซีเมนต์ เท่ากับ 6 : 1 และปริมาณน้ำ ร้อยละ 10.48 (ปริมาณน้ำจากการทดสอบการขึ้นรูปอิฐดินซีเมนต์ ซึ่งน้อยกว่าปริมาณความชื้นที่ Optimum Moisture Content)

### 3.2 การผลิตอิฐดินซีเมนต์ที่ปรับปรุงคุณภาพด้วยน้ำยางพารา (ดินลูกรังบดละเอียด)

การวิจัยนี้ ได้ทดลองปรับปรุงคุณภาพอิฐดินซีเมนต์ด้วยน้ำยางพาราในปริมาณที่แตกต่างกัน 7 เงื่อนไขการทดลอง คือ ร้อยละ 0, 2, 4, 5, 6, 8 และ 10 โดยน้ำหนักของน้ำ แสดงส่วนผสมของแต่ละเงื่อนไขการทดลอง ดังตารางที่ 4 ทั้งนี้ ในขั้นตอนการผลิตอิฐดินซีเมนต์ก่อนการอัดขึ้นรูป พบลักษณะของวัสดุผสมที่ผสมกับน้ำยางพาราแต่ละเงื่อนไขการทดลองมีความแตกต่างกัน ดังแสดงตัวอย่างวัสดุผสมที่ผสมยางพาราร้อยละ 0, 5 และ 10 โดยน้ำหนักของน้ำ ดังรูปที่ 6-8 ตามลำดับ พบว่า วัสดุผสมจับตัวรวมกับยางพาราที่มีลักษณะคล้ายกาวเป็นก้อนมวลรวมผสมกับยางพารา ซึ่งมีจำนวน และขนาดเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณยางพาราในส่วนผสม โดยเฉพาะกรณีที่ผสมยางพาราร้อยละ 10 โดยน้ำหนักของน้ำ ดังรูปที่ 8 ซึ่งพบว่ามวลรวมจับตัวรวมกับยางพาราเป็นก้อนขนาดใหญ่ จำนวนมากกว่ากรณีอื่นในการทดลองนี้ แต่เมื่อนำวัสดุผสมไปอัดขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดอิฐดินซีเมนต์แบบใช้แรงคนก็สามารถอัดขึ้นรูปได้ทุกกรณี และอิฐดินซีเมนต์ที่ได้มีลักษณะภายนอกที่ดี มีผิวเรียบ ไม่มีรอยแตกร้าว ดังแสดงในรูปที่ 9



รูปที่ 6 วัสดุผสมรวมผสมกับน้ำก่อนอัดขึ้นรูป



รูปที่ 7 วัสดุผสมรวมปรับปรุงด้วยยางพารา ร้อยละ 5



รูปที่ 8 วัสดุผสมรวมปรับปรุงด้วยยางพารา ร้อยละ 10



รูปที่ 9 ลักษณะทางกายภาพของอิฐดินซีเมนต์ที่ปรับปรุงคุณภาพด้วยยางพารา (กรณีดินลูกรังบดละเอียด)

ตารางที่ 4 ส่วนผสมในการผลิตตัวอย่างอิฐดินซีเมนต์จากดินลูกรังบดละเอียด

ตัวอย่าง	ปริมาณส่วนผสมวัสดุรวม (กิโลกรัม)			ปริมาณของเหลว (กิโลกรัม)	
	ดินลูกรัง บดละเอียด	ทราย ละเอียด	ปูนซีเมนต์ ประเภทที่ 1	น้ำ	น้ำยาล้าง (60.80 %)
1 อิฐดินซีเมนต์	14	4	3	2.20	0
2 อิฐดินซีเมนต์ปรับปรุงด้วยยางพารา ร้อยละ 2	14	4	3	2.13	0.07
3 อิฐดินซีเมนต์ปรับปรุงด้วยยางพารา ร้อยละ 4	14	4	3	2.06	0.14
4 อิฐดินซีเมนต์ปรับปรุงด้วยยางพารา ร้อยละ 5	14	4	3	2.02	0.18
5 อิฐดินซีเมนต์ปรับปรุงด้วยยางพารา ร้อยละ 6	14	4	3	1.98	0.22
6 อิฐดินซีเมนต์ปรับปรุงด้วยยางพารา ร้อยละ 8	14	4	3	1.91	0.29
7 อิฐดินซีเมนต์ปรับปรุงด้วยยางพารา ร้อยละ 10	14	4	3	1.84	0.36
วัสดุรวมรวม 22 กิโลกรัม ปริมาณของเหลว 2.2 กิโลกรัม ปริมาณความชื้น 10.45 % wt.					
หมายเหตุ ปริมาณยางพาราในของเหลวคำนวณจากปริมาณเนื้อยางพาราในน้ำยาง ร้อยละ 60.8 (ทดสอบด้วยการอบแห้ง) ปรับค่า PH ของน้ำให้มีค่าใกล้เคียงกับน้ำยาล้างด้วยสารละลายโปรตัสเซียมไฮดรอกไซด์ก่อนผสมน้ำยาง					

### 3.3 สมบัติของอิฐดินซีเมนต์ที่ปรับปรุงคุณภาพด้วยยางพารา

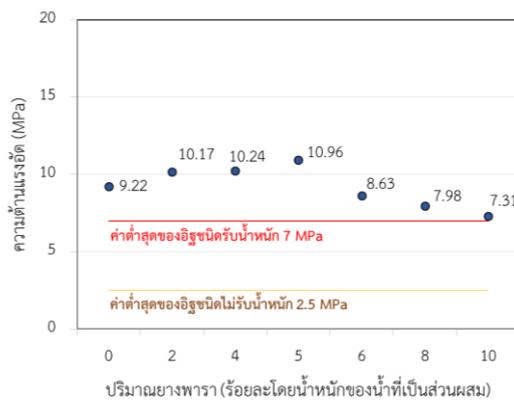
ผลการทดสอบความหนาแน่นแห้งของอิฐดินซีเมนต์ที่ปรับปรุงด้วยยางพารา ดังตารางที่ 5 พบว่า ตัวอย่างที่ปรับปรุงด้วยยางพารา ร้อยละ 10 โดยน้ำหนักของน้ำ มีค่าความหนาแน่นแห้งเท่ากับ 1.762 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งต่ำกว่าตัวอย่างอื่นที่มีค่าความหนาแน่นแห้ง 1.941-1.959 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

ตารางที่ 5 ความหนาแน่นแห้งของอิฐดินซีเมนต์ (ดินลูกรังบดละเอียด)

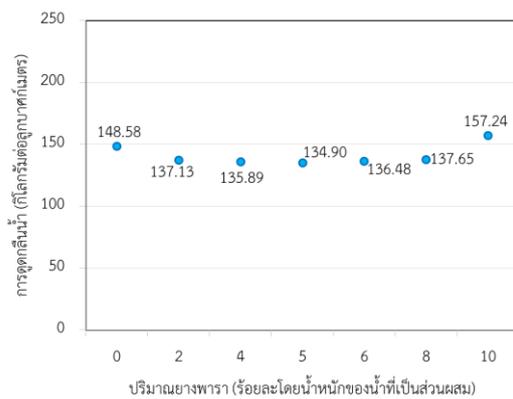
ปริมาณยางพารา (ร้อยละโดยน้ำหนักของน้ำ)	ความ หนาแน่นแห้ง (g/cm <sup>3</sup> )	จำนวน ตัวอย่าง
ร้อยละ 0	1.943	10
ร้อยละ 2	1.945	3
ร้อยละ 4	1.946	3
ร้อยละ 5	1.959	10
ร้อยละ 6	1.957	3
ร้อยละ 8	1.941	3
ร้อยละ 10	1.762	3

จากการวิเคราะห์เบื้องต้นคาดว่าลักษณะมวลรวมก่อนการอัดขึ้นรูปของอิฐดินซีเมนต์ที่ปรับปรุงด้วยยางพารา ร้อยละ 10 โดยน้ำหนักของน้ำ มีก่อนมวลรวมผสมกับยางพาราขนาดใหญ่ และจำนวนมากกระจายอยู่ในวัสดุรวมรวมก่อนการอัดขึ้นรูป ดังรูปที่ 8 ซึ่งลักษณะดังกล่าวเป็นการขัดขวางการแทรกที่ของส่วนผสมในขณะอัดขึ้นรูป จึงอาจทำให้มีความหนาแน่นต่ำเมื่อเทียบกับตัวอย่างอื่นที่มวลรวมจับตัวกับยางพาราเป็นก้อนขนาดเล็กและจำนวนน้อยกว่าเมื่อเทียบกับกรณีที่ปรับปรุงด้วยยางพารา ร้อยละ 10 โดยน้ำหนักของน้ำ

ผลการทดสอบความต้านแรงอัดของดินซีเมนต์ ดังรูปที่ 10 พบว่า อิฐดินซีเมนต์มีความต้านแรงอัด ตั้งแต่ 7.31-10.96 เมกะปาสคาล ซึ่งมากกว่า 7 เมกะปาสคาลทุกเงื่อนไขการทดลอง ดังนั้น จึงจัดเป็นอิฐดินซีเมนต์ชนิดรับน้ำหนัก ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนอิฐบล็อกประสาน แต่ทั้งนี้ พบว่า เงื่อนไขที่ปรับปรุงด้วยยางพารา ร้อยละ 5 โดยน้ำหนักของน้ำ มีความต้านแรงอัด 10.96 เมกะปาสคาล ซึ่งเป็นค่าสูงที่สุดเมื่อเทียบกับเงื่อนไขอื่นในการทดลองนี้ ส่วนผลการทดสอบการดูดกลืนน้ำของอิฐดินซีเมนต์ทุกเงื่อนไขการทดลองมีค่าการดูดกลืนน้ำตามมาตรฐานอิฐชนิดรับน้ำหนัก ดังรูปที่ 11



รูปที่ 10 ความต้านแรงอัดของอิฐดินซีเมนต์



รูปที่ 11 การดูดกลืนน้ำของอิฐดินซีเมนต์

จากผลการทดสอบความต้านแรงอัด และการดูดกลืนน้ำที่ทุกเงื่อนไขการทดลองมีคุณลักษณะที่ต้องการตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มผช.602/2547 ประเภทอิฐรับ

น้ำหนัก และมีข้อพิจารณาว่า อิฐดินซีเมนต์ที่ปรับปรุงคุณภาพด้วยยางพารา ร้อยละ 5 โดยน้ำหนักของน้ำมีสมบัติที่ดีที่สุดในการทดลองนี้ โดยมีความหนาแน่นแห้งสูงที่สุด ค่าการดูดกลืนน้ำต่ำที่สุด และมีค่ากำลังรับอัดสูงสุด โดยค่ากำลังรับแรงอัดเพิ่มขึ้นร้อยละ 18.87 เมื่อเทียบกับตัวอย่างอิฐดินซีเมนต์ ที่ไม่ได้ปรับปรุงคุณภาพด้วยยางพารา

### 3.4 การทดสอบทางสถิติเพื่อเปรียบเทียบผลของยางพาราต่อสมบัติของอิฐดินซีเมนต์ (ดินลูกรังบดละเอียด)

การศึกษาเปรียบเทียบสมบัติของอิฐดินซีเมนต์และอิฐดินซีเมนต์ที่ปรับปรุงคุณภาพด้วยยางพารา โดยใช้กระบวนการทางสถิติเพื่อทดสอบความต่างของค่าเฉลี่ยของความหนาแน่นแห้ง ความต้านแรงอัด และการดูดกลืนน้ำระหว่างอิฐดินซีเมนต์กับอิฐดินซีเมนต์ที่ปรับปรุงคุณภาพด้วยยางพารา ร้อยละ 5 โดยน้ำหนักของน้ำ ด้วยการทดสอบสมมติผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ย 2 ประชากร แบบจับคู่ (Paired test) ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบทีละคู่ของตัวอย่างอิฐดินซีเมนต์ที่ผลิต ผึ่งให้แห้ง บ่ม และทดสอบในวันเดียวกัน จึงมีปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อสมบัติของอิฐดินซีเมนต์คล้ายคลึงกัน โดยแสดงผลการทดสอบสมมติฐานทางสถิติผลต่างของค่าเฉลี่ยแบบจับคู่ของความหนาแน่นแห้งในตารางที่ 6 ความต้านแรงอัด ในตารางที่ 7 และการดูดกลืนน้ำ ในตารางที่ 8

ตารางที่ 6 ผลการทดสอบผลต่างของค่าเฉลี่ยแบบจับคู่ (Paired Test) ของค่าความหนาแน่นแห้ง

	Mean (g/cm <sup>3</sup> )	S.D.	N	t-value	Sig.
อิฐดินซีเมนต์ปรับปรุงคุณภาพด้วยยางพารา ร้อยละ 5	1.9585	0.12806	10	1.565	0.152
อิฐดินซีเมนต์	1.9428	0.11707	10		

ตารางที่ 7 ผลทดสอบผลต่างของค่าเฉลี่ยแบบจับคู่ (Paired Test) ของค่าความต้านแรงอัด

	Mean (MPa)	S.D.	N	t-value	Sig.
อิฐดินซีเมนต์ปรับปรุงคุณภาพด้วยยางพารา ร้อยละ 5	10.9579	2.03099	14	2.398	0.032
อิฐดินซีเมนต์	9.2150	1.65932	14		

ตารางที่ 8 ผลการทดสอบผลต่างค่าเฉลี่ยแบบจับคู่ (Paired Test) ของค่าการดูดกลืนน้ำ

	Mean (g/cm <sup>3</sup> )	S.D.	N	t-value	Sig.
อิฐดินซีเมนต์ปรับปรุงคุณภาพด้วยยางพารา ร้อยละ 5	0.13490	0.0223779	10	-1.603	0.143
อิฐดินซีเมนต์	0.14858	0.0301717	10		

จากเปรียบเทียบสมบัติของอิฐดินซีเมนต์ และอิฐดินซีเมนต์ที่ปรับปรุงด้วยยางพารา ร้อยละ 5 โดยน้ำหนักของน้ำ ด้วยกระบวนการทางสถิติ โดยพิจารณาที่ค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 (Significant; Sig.=0.05) พบว่าทั้งสองเงื่อนไขการทดลอง ความหนาแน่นแห้ง และการดูดกลืนน้ำไม่แตกต่างในทางสถิติ แต่อิฐดินซีเมนต์ที่ปรับปรุงด้วยยางพาราร้อยละ 5 โดยน้ำหนักของน้ำ มีความต้านแรงอัดมากกว่าอิฐดินซีเมนต์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 โดยพิจารณาจากค่า Sig.=0.032 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 และค่า t มีค่าเป็นบวก

### 3.5 การประยุกต์ใช้ยางพาราในการปรับปรุงคุณภาพอิฐดินซีเมนต์ที่ผลิตจากดินร่วนปนทราย

การวิจัยในส่วนนี้แสดงผลจากการใช้ยางพาราเพื่อปรับปรุงคุณภาพอิฐดินซีเมนต์ที่ผลิตจากดินร่วนปนทรายจากแหล่งดินในจังหวัดนครราชสีมา โดยในเบื้องต้นได้ทดสอบหาอัตราส่วนมวลละเอียด พบว่า ตัวอย่างดินร่วนปนทรายมีส่วนตะกอนของแข็ง ร้อยละ 93 และส่วนมวลละเอียด ร้อยละ 7 จึงเป็นดินที่มีส่วนของมวลละเอียดค่อนข้างน้อย จากนั้น ทดสอบการกระจายตัวของเม็ดดิน ทดสอบค่าพิกัดเหลวและพิกัดพลาสติกของดิน และการทดสอบการบดอัดดินแบบสูงกว่ามาตรฐานเพื่อหาปริมาณความชื้นที่ความหนาแน่นสูงสุด และความหนาแน่นแห้งสูงสุด พบว่า ดินร่วนปนทรายนี้มีขนาดเม็ดโตที่สุดไม่เกิน 9.5 มิลลิเมตร และมีส่วนที่ผ่านตะแกรงขนาด 0.075 มิลลิเมตร (ตะแกรงเบอร์ 200) 20.15% ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ตามมาตรฐาน [17] ที่กำหนดไว้ไม่เกิน 40% ดังนั้นดินร่วนปนทรายนี้จึงจัดว่าเป็นดินที่มีขนาดคละที่ดี แต่เป็นดินที่ไม่มีจุดพลาสติก แสดงผลทดสอบดังตารางที่ 9

ทั้งนี้เมื่อทดลองผลิตอิฐดินซีเมนต์โดยใช้อัตราส่วนระหว่างดินร่วนปนทรายต่อปูนซีเมนต์ เท่ากับ 6:1 และปริมาณความชื้น ร้อยละ 10 โดยน้ำหนักของวัสดุผสมรวม พบว่า อิฐดินซีเมนต์มีการแตกร้าวภายหลังการอัดขึ้นรูปลักษณะดังรูปที่ 12 ดังนั้น จึงทดลองปรับปรุงคุณภาพโดยใช้ยางพารา ร้อยละ 5 และ 10 โดยน้ำหนักของน้ำ พบว่า อิฐดินซีเมนต์ที่ปรับปรุงคุณภาพด้วยยางพาราร้อยละ 5

โดยน้ำหนักของน้ำ มีลักษณะกายภาพที่ดี ผิวเรียบ และไม่มีการแตกร้าว ดังรูปที่ 13 ส่วนอิฐดินซีเมนต์ที่ปรับปรุงคุณภาพด้วยยางพารา ร้อยละ 10 โดยน้ำหนักของน้ำ มีการแยกจากการปูบวม ดังรูปที่ 14 ลักษณะดังกล่าวย่อมเป็นผลเสียต่อความแข็งแรงของอิฐดินซีเมนต์ ดังนั้น สำหรับการผลิตอิฐดินซีเมนต์จากตัวอย่างดินร่วนปนทรายนี้ จึงไม่ควรปรับปรุงคุณภาพอิฐดินซีเมนต์ด้วยยางพารา ร้อยละ 10 โดยน้ำหนักของน้ำ

ตารางที่ 9 สมบัติทางวิศวกรรมของดินร่วนปนทราย จากแหล่งดินในเขตจังหวัดนครราชสีมา

Engineering Property	Test Results
Liquid Limit (L.L.)	Non Plastic
Plastic Limit (P.L.)	Non Plastic
Plastic Index (P.I.)	Non Plastic
Optimum Moisture Content (OMC)	3.9 %
Maximum Dry Density ( $\lambda_{dmax}$ )	1.665 g/cm <sup>3</sup>
เม็ดดินขนาดโตที่สุด	< 2.0 mm
มวลส่วนที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 200	20.15 % wt.



รูปที่ 12 อิฐดินซีเมนต์ที่ผลิตจากดินร่วนปนทราย



รูปที่ 13 อิฐดินซีเมนต์ที่ผลิตจากดินร่วนปนทรายปรับปรุงด้วยยางพารา ร้อยละ 5 โดยน้ำหนักของน้ำ



รูปที่ 14 อิฐดินซีเมนต์ที่ผลิตจากดินร่วนปนทราย ปรับปรุงด้วยยางพารา ร้อยละ 10 โดยน้ำหนักของน้ำ

จากการทดสอบสมบัติทางวิศวกรรมของอิฐดินซีเมนต์ที่ปรับปรุงคุณภาพด้วยยางพารา ร้อยละ 5 โดยน้ำหนักของน้ำ ดังตารางที่ 10 พบว่า อิฐดินซีเมนต์มีความหนาแน่นแห้งเฉลี่ย 1.67 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร มีความต้านแรงอัดเฉลี่ย 4.96 เมกะปาสคาล และมีค่าการดูดกลืนน้ำ 104.7 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งมีคุณลักษณะตามเกณฑ์ของอิฐชนิดไม่รับน้ำหนัก ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มพข.602/2547

ตารางที่ 10 สมบัติของอิฐดินซีเมนต์ที่ปรับปรุงคุณภาพด้วยยางพารา ร้อยละ 5 โดยน้ำหนักของน้ำ (อิฐดินซีเมนต์ที่ผลิตจากดินร่วนปนทราย)

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	
ความหนาแน่นแห้ง	1.67	g/cm <sup>3</sup>
ความต้านแรงอัด	4.96	MPa
การดูดกลืนน้ำ	104.70	kg/m <sup>3</sup>

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยจากอิฐดินซีเมนต์ 5 ก้อน

การใช้ยางพาราปรับปรุงคุณภาพดินร่วนปนทรายที่ไม่มีจุดพลาสติกในการผลิตอิฐดินซีเมนต์ ช่วยลดการแตกร้าวภายในหลังการอัดขึ้นรูป แต่การใช้ยางพาราในปริมาณที่มากเกินไป ก็ทำให้เกิดบวม แตกร้าว ซึ่งสามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจน นอกจากนี้ ยังมีข้อสังเกตว่าความต้านแรงอัดของอิฐดินซีเมนต์ก็ขึ้นกับสมบัติของดินด้วย ซึ่งการใช้ดินร่วนปนทรายผลิตอิฐดินซีเมนต์มีความต้านแรงอัดน้อยกว่า

อิฐดินซีเมนต์ที่ผลิตจากดินลูกรังบดละเอียดจากแหล่งดินในจังหวัดนครนายก แม้จะใช้ปูนซีเมนต์ปริมาณเท่ากัน

#### 4. สรุป

ผลจากการวิจัยเพื่อประยุกต์ใช้ยางพาราเป็นสารผสมเพิ่มในการปรับปรุงคุณภาพของอิฐดินซีเมนต์ โดยใช้ตัวอย่างดินลูกรังบดละเอียด และดินร่วนปนทรายสามารถสรุปได้ดังนี้

- การใช้ยางพาราปรับปรุงคุณภาพอิฐดินซีเมนต์ในปริมาณที่เหมาะสมทำให้ความต้านแรงอัดเพิ่มขึ้น โดยในกรณีที่ปรับปรุงคุณภาพด้วยยางพารา ร้อยละ 5 โดยน้ำหนักของน้ำ อิฐดินซีเมนต์มีความต้านแรงอัดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 เมื่อเทียบกับอิฐดินซีเมนต์ที่ไม่ปรับปรุงคุณภาพด้วยยางพารา

- ยางพาราทำหน้าที่เป็นสารเชื่อมประสาน ลดการแตกร้าวของอิฐดินซีเมนต์ภายหลังการขึ้นรูป โดยผลปรากฏชัดเจนในกรณีที่ประยุกต์ใช้น้ำยางพาราปรับปรุงคุณภาพดินร่วนปนทราย ซึ่งเป็นดินที่ไม่มีจุดพลาสติก

- อิฐดินซีเมนต์ที่ผลิตจากดินต่างชนิดมีสมบัติแตกต่างกัน แม้ใช้ปูนซีเมนต์ และยางพาราในอัตราส่วนเท่ากัน โดยกรณีที่ผลิตจากดินลูกรังบดละเอียดมีสมบัติตามเกณฑ์ของอิฐดินซีเมนต์ชนิดรับน้ำหนัก ส่วนกรณีที่ผลิตจากดินร่วนปนทรายมีคุณลักษณะตามเกณฑ์ของอิฐชนิดไม่รับน้ำหนัก

- การใช้ยางพารามากเกินไปเป็นผลเสียต่อสมบัติของอิฐดินซีเมนต์ เนื่องจากยางพาราจับตัวกับวัสดุมวลรวมเป็นก้อนขนาดใหญ่จำนวนมาก ปรากฏการณ์ดังกล่าวเป็นการขัดขวางการแทรกตัวของมวลรวมในขั้นตอนการอัดขึ้นรูป ซึ่งเป็นผลเสียต่อความหนาแน่น เกิดความไม่สม่ำเสมอของวัสดุในก้อนอิฐดินซีเมนต์ การหดตัว และขยายตัวของวัสดุแต่ละส่วนไม่เท่ากัน อิฐดินซีเมนต์จึงเกิดการแตกร้าวและปูดบวมภายหลังการอัดขึ้นรูป ซึ่งล้วนเป็นผลเสียต่อสมบัติทางวิศวกรรมของอิฐดินซีเมนต์

## 5. กิตติกรรมประกาศ

บทความนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยเรื่อง “ศึกษาสมบัติเชิงกลและสภาพการนำความร้อนของอิฐดินซีเมนต์ที่ปรับปรุงด้วยน้ำยางพาราและประเมินความเหมาะสมในการใช้เป็นวัสดุก่อสร้างประหยัดพลังงาน” ซึ่งได้รับอุดหนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ จากเงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ 2561

## 6. เอกสารอ้างอิง

- [1] W. Chantarakul and A. Chantane, “Problems and Solutions for Rubber Price fall,” *Rajapark Journal*, vol.14, no.33, pp.132-140, March-April 2020.
- [2] Matchon Online. (2017, Dec 27). The Problem of Rubber Requires Analysis of The Causes and Laying Out The Correct Solutions: By Dumrong Leenanuruxsa [Online]. Available: [https://matchon.co.th/columnists/news\\_779160](https://matchon.co.th/columnists/news_779160)
- [3] Rubber Authority of Thailand. (2019, Oct 24). Summary of The Situation of Rubber Prices in Q3/2019 and Trends in Q4/2019 [Online]. Available: <https://www.sriranggroup.com/misc/filemanager/source/2019/20191024-sta-news1-th.pdf>
- [4] J. Saowapakpiboon, Dennes T. Bergado and T. Kritpuckkrapong, “Increasing Engineering Properties of Laterite Soil by Using Portland Cement Type 1 and Chemroad” in *the 15<sup>th</sup> National Convention on Civil Engineering*, Ubon Ratchathani, Thailand, 2010.
- [5] P. KHEAW-ON, “Compressive and Flexural Strengths of Recycled Pavement Base Material Stabilized with Cement and Admixtures,” M.S. thesis, Civil Engineering, Suranaree University of Technology, Nakhon Ratchasima, Thailand, 2013.
- [6] S. Chareonwutirap, K. Hareonwutirap, D. Singhasanee, C. Kongker and I. Phummiphan, “Marginal Pavement Materials Stabilized with Portland Cement and Chemical Polymer Solution,” in *the 20<sup>th</sup> National Convention on Civil Engineering*, Chonburi, Thailand, 2015.
- [7] W. Laoangjan, and S. Srijan, “The Study Guide to Behavior of Silty Sand Soil Using High Ammonia Natural Rubber Mixing for Landslide Protection,” in *the 14<sup>th</sup> National Convention on Civil Engineering*, Nakhon Ratchasima, Thailand, 2009.
- [8] P. Plangoen, “Application of Rubber Latex and Soil Cement Develop Drought Relieving Water Pond,” *Engng.J.CMU*, vol.25, no.2, pp.170-180, May-August 2018.
- [9] S. Pahusuwan, K. Inkliang, and B. Hanhongart, “A Study of Para Soil Cement Road Construction,” in *the 11<sup>th</sup> THAICID National Symposium*, Nonthaburi, Thailand, 2018, pp. 265-276.
- [10] J. Phetvipat, “Legend of Soil Cement Block and Interlocking Block Part 2,” *Witthayasat lae Theknoloji*, vol.21, no.2, pp.57-62, April-June 2006.
- [11] S. Seangatith, “Testing for Mechanical Properties of Soil-Cement Brick and Comparing with Masonry Bricks,” *Suranaree Journal of Social Science*, vol.6 no.2, pp.97-103, May-August 1999.
- [12] W. Kaewsang, “Mechanical Behaviour of Cement Stabilized Rammed Earth (CSRE) under Flexural Load,” in *the 9<sup>th</sup> KU- KPS*

- Conference*, Nakhon Pathom, Thailand, 2012, pp. 1733-1742.
- [13] S. Saramakom, “ Usage of Fly Ash for Manufacturing Interlocking Block,” M.S. thesis, Civil Engineering, Suranaree University, Nakhon Ratchasima, Thailand, 2013.
- [14] C. Charoennatkul, “Interlocking Blocks Containing Oil Palm Ash and Shells Waste,” *Journal of Community Development and Life Quality*, vol.2, no.1, pp.103-112, January-April 2014.
- [15] V. Sangrutsamee, “Development of Lightweight Interlocking Blocks from Paper Pulp Waste,” in *Built Environment Research Associates Conference (BERAC 3)*, Thailand, 2012, pp.12-20.
- [16] Thai Community Product Standards for Interlocking Block, TCPS 602/2547, 2004.
- [17] Standards for Highway Construction for Soil Cement Subbase, DS.-H 206/2532, 1989.
- [18] Thai Industrial Standard for Sampling and Testing Concrete Masonry Units TISI 109-2517, 1974.