

การพัฒนาคุณสมบัติและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์

Development of Properties and Comparison of Efficiency For Pavement Blocks from Cement Soil

دنوفل มากฟอง

Danuphon Markphong

สาขาเทคโนโลยีภูมิทัศน์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

Department of Landscape Technology, Faculty of Agricultural Technology,

Rajamangala University of Technology Thanyaburi

E-mail: danuphon_m@rmutt.ac.th Tel: 091-7183948

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาคุณสมบัติของดินลูกรัง ซึ่งเป็นดินปนทรายชนิดหนึ่ง มีสีแดงหรือสีน้ำตาลแดง และมีอยู่ทั่วไปในทุกภาคของประเทศ ซึ่งจะนำดินลูกรังตามพื้นที่ทั่วไปในจังหวัดปทุมธานี นำมาผสมกับปูนซีเมนต์และน้ำให้เป็นเนื้อเดียวกันตามอัตราส่วนที่กำหนด และนำมามาตรฐานอุตสาหกรรมมาใช้ในการอ้างอิงเพื่อการพัฒนาคุณสมบัติทางกายภาพและทางกลของบล็อกทางเดินที่เกิดจากการผสมของดินซีเมนต์ให้มีความใกล้เคียงกับบล็อกทางเดินซีเมนต์ในปัจจุบัน งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นศึกษาการจัดทำบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ที่อ้างอิงตามมาตรฐานอุตสาหกรรม มอก. 827-2531 และทำการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบกับอัตราส่วนผสมที่ต่างกัน ในอัตราส่วนผสม สูตรที่ 1:7, 1:8 และ 1:9 โดยตัวแปรหลักอยู่ที่ดินลูกรังชนิดเนื้อดินที่ผ่านการร่อนและเนื้อดินที่ไม่ผ่านการร่อน โดยอัตราส่วนของน้ำจะเป็นร้อยละ 50 จากปริมาณของดินลูกรัง เพื่อเป็นการพัฒนาคุณสมบัติของบล็อกทางเดินจากซีเมนต์ให้มีประสิทธิภาพเพื่อสร้างตัวเลือกในการเลือกใช้งานที่เหมาะสม เพื่อทำการทดสอบคุณสมบัติทางด้านกายสมบัติ และกลสมบัติ ขนาดชิ้นงานในการทดสอบ 5x5x5 ซม. เพื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคอนกรีตบล็อกประสานปูพื้นทั่วไป (มอก. 827-2531) ผลจากการทดสอบการรับกำลังแรงอัดของบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ประเภทเนื้อดินที่ผ่านการร่อนที่อัตราส่วนผสม 1:7:3, 1:7:3.5, 1:7:4, 1:8:3.5, 1:8:4, 1:8:4.5, 1:9:4, 1:9:4.5, 1:9:5 โดยเนื้อดินที่ผ่านการร่อนทุกอัตราส่วนมีค่ากำลังรับแรงอัดต่ำกว่ามาตรฐาน มอก. 827-2531 ของคอนกรีตบล็อกประสานปูพื้นที่กำหนดค่าอยู่ไม่ต่ำกว่า 40 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ในส่วนของประเภทเนื้อดินที่ไม่ผ่านร่อนมีค่ากำลังรับแรงอัดต่ำกว่ามาตรฐาน มอก. 827-2531 ที่อัตราส่วนผสม 1:9:4.5, 1:9:5 ดังนั้นอัตราส่วนผสมที่มีค่ากำลังรับแรงอัดผ่านเกณฑ์มาตรฐาน มอก. 827-2531 จะอยู่ที่ประเภทเนื้อดินที่ไม่ผ่านการร่อนอัตราส่วนผสม 1:7:3, 1:7:3.5, 1:7:4, 1:8:3.5, 1:8:4, 1:8:4.5 และ 1:9:4 และทดสอบการดูดกลืนน้ำของบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ที่อัตราส่วนผสมประเภทเนื้อดินที่ไม่ผ่านการร่อน 1:7:3, 1:7:3.5, 1:7:4, 1:8:3.5, 1:8:4, 1:8:4.5, 1:9:4, 1:9:4.5 และ 1:9:5 ทุกอัตราส่วนมีค่าไม่เกินเกณฑ์มาตรฐาน มอก. 827-2531 ที่มีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 10-25 ค่าการดูดกลืนน้ำของบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์สามารถผ่านเกณฑ์มาตรฐาน มอก. 827-2531 ดังนั้นอัตราส่วนที่ดีที่สุดสำหรับการขึ้นรูปชิ้นงานจริง คือ 1:7:3, 1:7:4, 1:7:3.5, 1:8:3.5, 1:8:4.5, 1:8:4 และ 1:9:4 ตามลำดับจากเนื้อดินที่ไม่ผ่านการร่อน

คำสำคัญ : ดินลูกรัง อัตราส่วนผสม บล็อกทางเดิน ดินซีเมนต์

Abstract

This research studied the properties of laterite soil which is a type of sandy soil, they are red or reddish brown and are common in every region of the country. Which will bring laterite soil in general areas in Pathum Thani Province and when mixed with cement and water to be homogeneous

according to the specified ratio and use industry standards as a reference to develop the physical and mechanical properties of walkway blocks which are made from mixing the cement soil to be similar to the current cement walkway blocks. This research therefore focuses on the preparation of walkway blocks from cement soil according to the industrial standard TIS 827-2531 and conducted a study to compare with different mixing ratios in formulas of 1:7, 1:8 and 1:9. The main variable is laterite land, the type of soil that has been sifted and the type of soil that has not been sifted. The ratio of water will be 50 percent from the amount of laterite soil. In order to develop the properties of cement walkway blocks to be efficient in order to create options for selecting appropriate uses. in order to test the physical and mechanical properties. The size of the specimen in the test was 5x5x5 centimeters to compare with the industry standard for interlocking concrete blocks for general flooring (TIS. 827-2531), From testing the compressive strength of walkway blocks made from sifted cement soil at mix ratios of 1:7:3, 1:7:3.5, 1:7:4, 1:8:3.5, 1:8:4, 1:8:4.5, 1:9:4, 1:9:4.5, 1: 9:5, all ratios of sifted soil had a compressive strength lower than the standard TIS 827-2531 of interlocking concrete blocks for flooring that is specified to be not less than 40 kilograms per square centimeter. As for the type of soil that does not crumble, it has a compressive strength value lower than the TIS 827-2531 standard at mixing ratios of 1:9:4.5, 1:9:5. Therefore, the mixing ratio that has a compressive strength value through The TIS 827-2531 standard is based on the type of non-suspended soil, the mix ratio is 1:7:3, 1:7:3.5, 1:7:4, 1:8:3.5, 1:8:4, 1: 8:4.5 and 1:9:4 and test the water absorption of the walkway blocks from cement soil at the mixture ratios of non-suspended soil types 1:7:3, 1:7:3.5, 1:7:4, 1:8 :3.5, 1:8:4, 1:8:4.5, 1:9:4, 1:9:4.5 and 1:9:5 all ratios have values not exceeding the TIS 827-2531 standard criteria that have values between 10-25%. Therefore, the water absorption value of walkway blocks from cement soil can pass the TIS 827-2531 standard criteria. Therefore, a good ratio for actual molding is 1:7:3, 1:7:4, 1:7:3.5, 1:8:3.5, 1:8:4.5, 1:8:4 and 1:9:4 respectively, from soil that has not been

Keywords : laterite soil, mixing ratios, pavement blocks, cement soil

1. บทนำ

ดินลูกรังเป็นวัสดุธรรมชาติ ซึ่งเป็นวัสดุหลักที่นำมาใช้ทำการก่อสร้าง โดยต้องมีคุณสมบัติทางวิศวกรรมที่ก่อสร้างในพื้นที่ห่างไกลจากแหล่งลูกรังที่ได้มาตรฐานนั้นจะเกิดค่าใช้จ่ายในการขนส่งวัสดุ และระยะเวลาก่อสร้างเพิ่มขึ้น ส่งผลทำให้มูลค่าการก่อสร้างทางเพิ่มมากขึ้น ดังนั้น จึงเกิดแนวคิดที่จะพัฒนาวิธีการออกแบบและปรับปรุงคุณสมบัติของดินลูกรังใกล้พื้นที่ก่อสร้างที่มีคุณสมบัติทางวิศวกรรมต่ำกว่ามาตรฐาน ให้มีคุณสมบัติทางวิศวกรรมใกล้เคียงกับดินลูกรังมาตรฐานซึ่งจะช่วยลดค่าใช้จ่ายจากการขนส่งวัสดุจากแหล่งอื่น ช่วยแก้ปัญหาในการขาดแคลนวัสดุ และเป็นการใช้แหล่งวัสดุธรรมชาติให้เกิดประโยชน์สูงสุด (Department of Mineral Resources, 2016) แนวคิดการปรับปรุงวัสดุชั้นรองพื้นทางที่ต่ำกว่ามาตรฐาน สามารถทำได้โดยการผสมสารผสมเพิ่มเติม (Stabilizing Agent) ซึ่งเป็นการปรับปรุงดินด้วยวิธีการทางเคมี โดยส่วนมากแล้วสารที่ผสมเข้าไปในดินเพื่อปรับปรุงคุณสมบัติของดินนั้นจะใช้ซีเมนต์เป็นสารผสมเพิ่มหรือที่เรียกว่าการปรับปรุงเสถียรภาพด้วยซีเมนต์ (Cement Stabilization) และเรียกดินที่ถูกปรับปรุงคุณสมบัติด้วยซีเมนต์ว่า ดินซีเมนต์ (Soil-Cement) (Onestockhome, 2019)

งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นศึกษาการจัดทำบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ที่อ้างอิงตามมาตรฐานอุตสาหกรรม มอก. 827-2531 (Ministry of Industry, 1989) โดยทดสอบคุณสมบัติการดูดกลืนน้ำ การนำความร้อนและน้ำหนักเบาเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของบล็อกทางเดิน โดยใช้วัสดุทางธรรมชาติซึ่งได้แก่ ดินลูกรัง ปูนซีเมนต์เป็นส่วนผสม โดยใช้

อัตราส่วนผสมที่ต่างกันในส่วน 1:7 ซึ่งเป็นงานผลวิจัยของ Ongsupankul et al. (2016) เป็นอัตราส่วนที่สามารถขึ้นรูปได้

โดยการวิจัยในครั้งนี้จะใช้อัตราส่วนผสมที่ต่างกันในส่วน 1:8 และ 1:9 ซึ่งอัตราส่วนนี้เป็นอัตราส่วนที่ใช้ปริมาณดินลูกรังมากกว่า ซึ่งทำให้เพิ่มจำนวนของของขึ้นงาน โดยใช้ปูนซีเมนต์เท่าเดิม ซึ่งดินลูกรังมีราคาที่ถูกกว่าปูนซีเมนต์เป็นจำนวนมาก เพื่อเป็นการพัฒนาคุณสมบัติของบล็อกทางเดินจากซีเมนต์ให้มีประสิทธิภาพเพื่อสร้างตัวเลือกในการเลือกใช้งานที่เหมาะสม โดยมีวัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย เพื่อศึกษาอัตราส่วนผสมและการผลิตบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ เพื่อทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพและทางกลของคอนกรีตบล็อก โดยมีสมมติฐานของการศึกษาคาดว่า ได้บล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ที่มีคุณสมบัติความแข็งแรง ตามมาตรฐานอุตสาหกรรม มอก. 827-2531

2. วิธีการทดลองหรือวิธีการศึกษา

2.1 ขั้นตอนในวิจัย

1. ศึกษาขั้นตอนในการจัดทำบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ เพื่อใช้ในการสร้างบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ โดยสรุปได้เป็นดินลูกรัง มีการจัดประเภทเนื้อดิน 2 ประเภท ประเภทที่หนึ่งเป็นเนื้อดินที่ผ่านการร่อน ประเภทที่สองเป็นเนื้อดินที่ไม่ผ่านการร่อน โดยใช้อัตราส่วนปูนซีเมนต์ต่อดินลูกรังที่ 1:7, 1:8 และ 1:9 ในส่วนของน้ำจะใช้อัตราส่วนตั้งต้นเป็นร้อยละ 50 ของปริมาณดินลูกรัง

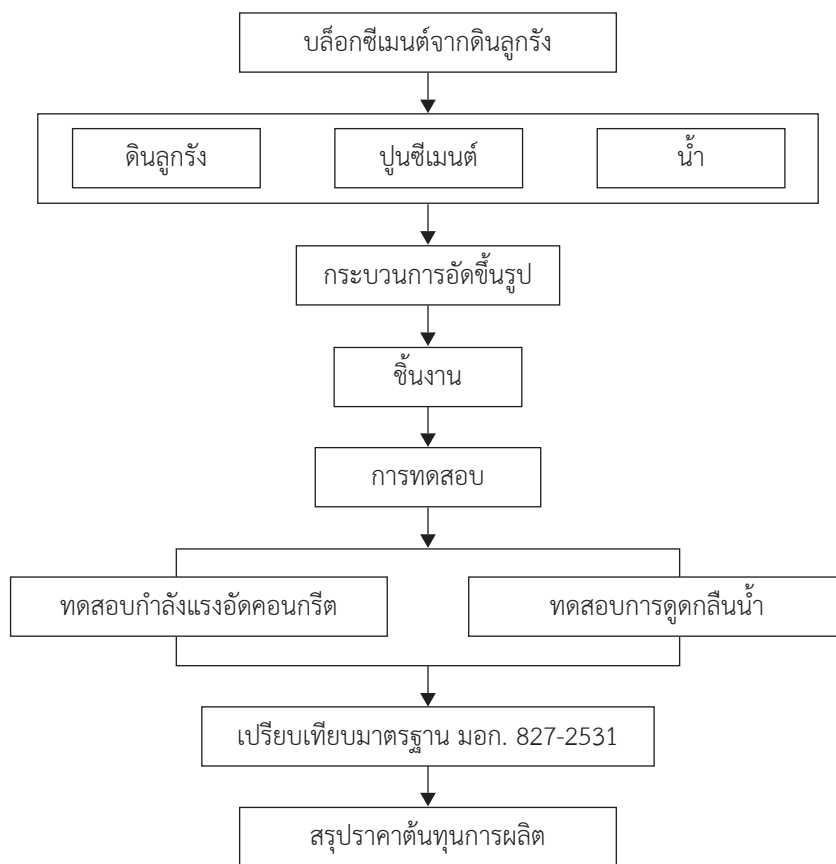
โดย ดินลูกรัง : เป็นดินปนทรายชนิดหนึ่ง มีสีแดงหรือสีน้ำตาลแดง และมีอยู่ทั่วไปในทุกภาคของประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ปูนซีเมนต์ : ปูนซีเมนต์สำหรับงานก่อสร้างทั่วไป น้ำ : จากแหล่งน้ำสาธารณะ หรือที่ใช้อุปโภคในชีวิตประจำวัน

2. การขึ้นรูปชิ้นงานแผ่นปูพื้นสนามมีส่วนผสม ปูนซีเมนต์ ดินลูกรัง ในอัตราส่วน 1:7:3, 1:7:3.5, 1:7:4, 1:8:3.5, 1:8:4, 1:8:4.5, 1:9:4, 1:9:4.5 และ 1:9:5 โดยใช้ปริมาณน้ำร้อยละ 50 ของปริมาณดินซีเมนต์โดยน้ำหนัก มาทำการผสมขึ้นรูปในแต่ละอัตราส่วนผสมและทำการอัดลงในแม่แบบ ขนาด 5x5x5 ซม.

3. อุปกรณ์ที่ใช้ : เกียงใบโพธิ์ / ถังผสมปูน / แม่แบบบล็อกขนาด 5x5x5 ซม. / ตะแกรงร่อนทราย / เครื่องชั่งดิจิตอล / อุปกรณ์บดย่อย

4. ทดสอบทางกายสมบัติ / ทดสอบทางกลสมบัติ โดยการทดสอบคุณสมบัติด้านการรับกำลังแรงอัด โดยใช้เครื่องทดสอบการรับกำลังแรงอัด (Universal Testing Machine) ขนาด 20 ตัน รุ่น CY-6040A4 และหาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมในเบื้องต้น ชิ้นงานขนาด 5x5x5 ซม. จำนวน 3 ชิ้นงาน : 1 อัตราส่วนผสม และการทดสอบคุณสมบัติการดูดกลืนน้ำ นำชิ้นงานชั่งน้ำหนักก่อนทำการแช่น้ำ 24 ชม. และนำชิ้นงานมาชั่งน้ำหนักอีกครั้งเพื่อหาคุณสมบัติการดูดกลืนน้ำ

5. สรุปประสิทธิภาพแผ่นปูพื้นสนามเพื่อเปรียบเทียบกับแผ่นปูพื้นทางเดินตามท้องตลาด



ภาพที่ 1 การจัดทำบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์

2.1 อัตราส่วนในการขึ้นรูปบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์

การใช้ดินลูกรัง มีการจัดประเภทเนื้อดิน 2 ประเภท ประเภทที่หนึ่งเป็นเนื้อดินที่ผ่านการร่อน ประเภทที่สองเป็นเนื้อดินที่ไม่ผ่านการร่อน ใช้อัตราส่วนปูนซีเมนต์ต่อดินลูกรังที่ 1:7, 1:8 และ 1:9 ในส่วนของน้ำจะใช้อัตราส่วนตั้งต้นเป็นครั้งแรกของดินและเพิ่มลดจำนวนน้ำตามอัตราส่วน โดยแต่ละอัตราส่วนจะทำการขึ้นชิ้นงาน 3 ก้อนเพื่อการทดสอบในแม่แบบขนาด 5x5x5 เซนติเมตร

ตารางที่ 1 อัตราส่วนในการขึ้นรูปบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์

ตัวอย่างที่	เนื้อดิน	ขนาดของชิ้นงานทดสอบ (กว้างxยาวxหนา) (ซม.)	อัตราส่วนผสม (กรัม) (ปูน:ดิน:น้ำ)	ประเภทละ (ก้อน)
1	ผ่านการร่อน	5x5x5	1:7:3	3
	ไม่ผ่านการร่อน			
	ผ่านการร่อน	5x5x5	1:7:3.5	3
	ไม่ผ่านการร่อน			
	ผ่านการร่อน	5x5x5	1:7:4	3
	ไม่ผ่านการร่อน			

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ตัวอย่างที่	เนื้อดิน	ขนาดของชิ้นงานทดสอบ (กว้างxยาวxหนา) (ซม.)	อัตราส่วนผสม (กรัม) (ปูน:ดิน:น้ำ)	ประเภทตะ (ก้อน)
2	ผ่านการร่อน	5x5x5	1:8:3.5	3
	ไม่ผ่านการร่อน			
	ผ่านการร่อน	5x5x5	1:8:4	3
	ไม่ผ่านการร่อน			
	ผ่านการร่อน	5x5x5	1:8:4.5	3
	ไม่ผ่านการร่อน			
3	ผ่านการร่อน	5x5x5	1:9:4	3
	ไม่ผ่านการร่อน			
	ผ่านการร่อน	5x5x5	1:9:4.5	3
	ไม่ผ่านการร่อน			
	ผ่านการร่อน	5x5x5	1:9:5	3
	ไม่ผ่านการร่อน			

2.2 ขั้นตอนการผลิต

1. เตรียมวัสดุ ได้แก่ ดินลูกรัง (แบบเนื้อดินผ่านการร่อน และ เนื้อดินไม่ผ่านการร่อน) ปูนซีเมนต์ น้ำ เพื่อทำการขึ้นรูปชิ้นงาน (Worasuntarosoth et al., 2012)



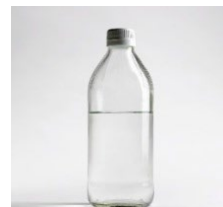
เนื้อดินผ่านการร่อน



เนื้อดินไม่ผ่านการร่อน



ปูนซีเมนต์



น้ำ

ภาพที่ 2 วัสดุในการผสม

2. นำส่วนผสมได้แก่ ดินลูกรัง ปูนซีเมนต์ น้ำ ผสมให้เข้ากัน และนำส่วนผสมใส่ลงแม่แบบขนาด 5x5x5 ซม. และไล่ฟองอากาศออก และการถอดแม่แบบออกจากชิ้นงานหลังจากทิ้งให้เซตตัวประมาณ 24 ชั่วโมง เพื่อทำการทดสอบ



1:7

1:8

1:9

(การผสมวัสดุให้เข้ากันตามอัตราส่วน)



ใส่ลงในแม่แบบขนาด 5x5x5 เซนติเมตร

ภาพที่ 3 การผสมและขึ้นรูปชิ้นงาน

3. การถอดแม่แบบออกจากชิ้นงานหลังจากทิ้งให้เซตตัวประมาณ 24 ชั่วโมง



เนื้อดินผ่านการร่อน



เนื้อดินไม่ผ่านการร่อน

ภาพที่ 4 รูปแบบชิ้นงาน

โดยแต่ละอัตราส่วนจะทำการขึ้นชิ้นงาน 3 ก้อน เพื่อการทดสอบและหาค่าเฉลี่ย จากผลการทดลองพบว่า เนื้อดินร่อน และเนื้อดินไม่ร่อน ใช้อัตราส่วนปูนซีเมนต์ต่อดินลูกรังที่ 1:7, 1:8 และ 1:9 โดยแต่ละอัตราส่วนจะทำการขึ้นชิ้นงาน 3 ก้อนเพื่อการทดสอบ ในแม่แบบขนาด 5x5x5 เซนติเมตร สามารถขึ้นรูปได้ทุกอัตราส่วนผสม

ตารางที่ 2 แสดงผลการขึ้นรูปชิ้นงาน

ตัวอย่างที่	เนื้อดิน	ขนาดของชิ้นงานทดสอบ (กว้างxยาวxหนา) (ซม.)	อัตราส่วนผสม (กรัม) (ปูน:ดิน:น้ำ)	ผลการทดสอบ การขึ้นรูป
1	ผ่านการร่อน	5x5x5	1:7:3	สามารถขึ้นรูปได้
	ไม่ผ่านการร่อน	5x5x5		สามารถขึ้นรูปได้
2	ผ่านการร่อน	5x5x5	1:7:3.5	สามารถขึ้นรูปได้
	ไม่ผ่านการร่อน	5x5x5		สามารถขึ้นรูปได้
3	ผ่านการร่อน	5x5x5	1:7:4	สามารถขึ้นรูปได้
	ไม่ผ่านการร่อน	5x5x5		สามารถขึ้นรูปได้
4	ผ่านการร่อน	5x5x5	1:8:3.5	สามารถขึ้นรูปได้
	ไม่ผ่านการร่อน	5x5x5		สามารถขึ้นรูปได้
5	ผ่านการร่อน	5x5x5	1:8:4	สามารถขึ้นรูปได้
	ไม่ผ่านการร่อน	5x5x5		สามารถขึ้นรูปได้
6	ผ่านการร่อน	5x5x5	1:8:4.5	สามารถขึ้นรูปได้
	ไม่ผ่านการร่อน	5x5x5		สามารถขึ้นรูปได้
7	ผ่านการร่อน	5x5x5	1:9:4	สามารถขึ้นรูปได้
	ไม่ผ่านการร่อน	5x5x5		สามารถขึ้นรูปได้
8	ผ่านการร่อน	5x5x5	1:9:4.5	สามารถขึ้นรูปได้
	ไม่ผ่านการร่อน	5x5x5		สามารถขึ้นรูปได้
9	ผ่านการร่อน	5x5x5	1:9:5	สามารถขึ้นรูปได้
	ไม่ผ่านการร่อน	5x5x5		สามารถขึ้นรูปได้

2.3 ขั้นตอนการทดสอบ

1. ทดสอบทางกายสมบัติ / ทดสอบทางกลสมบัติ โดยการทดสอบคุณสมบัติด้านการรับกำลังแรงอัด และหาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมในเบื้องต้น ชิ้นงานขนาด 5x5x5 ซม. จำนวน 3 ชิ้นงาน : 1 อัตราส่วนผสม (โดยทิ้งไว้แห้งเป็นระยะเวลา 15 วันและนำมาทดสอบ)



ภาพที่ 5 ทดสอบคุณสมบัติด้านการรับกำลังแรงอัด

2. การทดสอบคุณสมบัติการดูดกลืนน้ำ จำนวน 3 ชิ้นงาน : 1 อัตราส่วนผสม (โดยทิ้งไว้แห้งเป็นระยะเวลา 15 วัน และนำมาทดสอบ) นำชิ้นงานซึ่งน้ำหนักก่อนทำการแช่น้ำ 24 ชม. และนำชิ้นงานมาซึ่งน้ำหนักอีกครั้งเพื่อหาคุณสมบัติการดูดกลืนน้ำ (Faculty of Engineering, University of Phayao, 2016)



ชิ้นงาน



ชั่งน้ำหนักก่อนแช่น้ำ



แช่น้ำ 24 ชม.



ชั่งน้ำหนักหลังแช่น้ำ

ภาพที่ 6 การทดสอบคุณสมบัติการดูดซับน้ำ

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

การวิเคราะห์คุณสมบัติชิ้นงาน เพื่อทดสอบ และสรุปผลการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรม มอก.827-2531

ตารางที่ 3 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคอนกรีตบล็อกประสานปูพื้นทั่วไป มอก. 827-2531

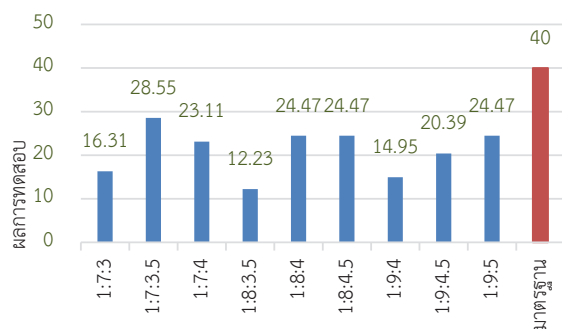
คุณลักษณะ	มาตรฐาน	หน่วย
การกำลังรับแรงอัด	ไม่น้อยกว่า 40	กก./ตร.ซม.
การดูดกลืนน้ำ	ไม่เกินกว่า 25	ร้อยละ

จากการดำเนินการวิจัย มีผลการวิจัยและผลการทดสอบคุณสมบัติเปรียบเทียบกับมาตรฐาน มอก. 827-2531 ของคอนกรีตบล็อกประสานปูพื้นทั่วไปตามรายละเอียดต่อไปนี้

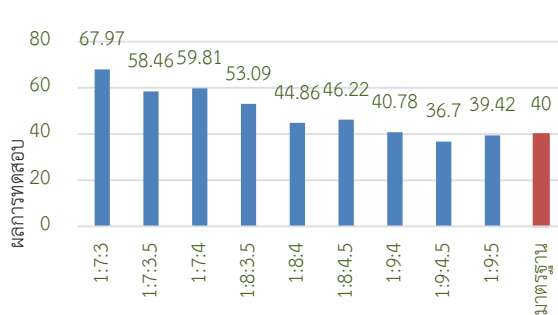
ตารางที่ 4 ผลการทดสอบรับแรงอัดชิ้นงาน อัตราส่วนต่าง ๆ โดยแยกเนื้อดินผ่านการร่อนและเนื้อดินไม่ผ่านการร่อน

อัตราส่วน	เนื้อดิน	น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม)	พื้นที่หน้าตัดรับแรงอัดเฉลี่ย (ตร.ซม.)	ค่าเฉลี่ยกำลังสูงสุด (กก.)	ค่าเฉลี่ยกำลังอัด (กก./ตร.ซม.)
1:7:3	ผ่านการร่อน	173.33	25	407.88	16.31
	ไม่ผ่านการร่อน	205	25	1,699.50	67.97
1:7:3.5	ผ่านการร่อน	170	25	713.77	28.55
	ไม่ผ่านการร่อน	190	25	1461	58.46
1:7:4	ผ่านการร่อน	160	25	577.83	23.11
	ไม่ผ่านการร่อน	186.66	25	1,495.47	59.82
1:8:3.5	ผ่านการร่อน	180	25	305.91	12.23
	ไม่ผ่านการร่อน	190	25	1,325.61	53.02
1:8:4	ผ่านการร่อน	163.33	25	611.82	24.47
	ไม่ผ่านการร่อน	185	25	1,121.67	44.86
1:8:4.5	ผ่านการร่อน	155	25	611.82	24.47
	ไม่ผ่านการร่อน	188.33	25	788.66	46.22
1:9:4	ผ่านการร่อน	146.66	25	373.89	14.95
	ไม่ผ่านการร่อน	195	25	1,019.70	40.78
1:9:4.5	ผ่านการร่อน	158.33	25	509.85	20.39
	ไม่ผ่านการร่อน	181.66	25	917.73	36.70
1:9:5	ผ่านการร่อน	146.66	25	611.82	24.47
	ไม่ผ่านการร่อน	183.33	25	985.71	39.42

อัตราส่วนปูนซีเมนต์ต่อดินลูกรังที่ 1:7, 1:8 และ 1:9 โดยแต่ละอัตราส่วนจะทำการขึ้นชิ้นงานในแม่แบบขนาด 5x5x5 เซนติเมตรจำนวน 3 ก้อนเพื่อการทดสอบและหาค่าเฉลี่ย (Kamdee et al., 2020)



ภาพที่ 7 ค่าเฉลี่ยรับกำลังแรงอัดเนื้อดินผ่านการร่อน



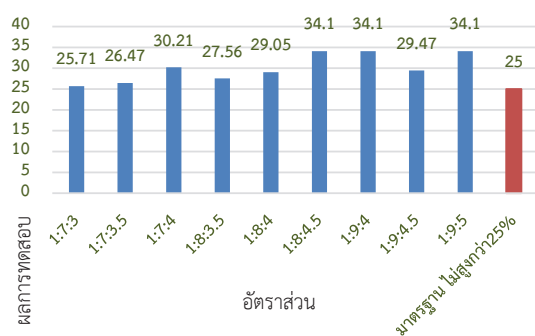
ภาพที่ 8 ค่าเฉลี่ยรับกำลังแรงอัดเนื้อดินไม่ผ่านการร่อน

ตามมาตรฐานต้องมีค่ากำลังรับแรงอัด 40 กก./ตร.ซม. จากผลการทดลองพบว่าผลกำลังค่าเฉลี่ยรับกำลังแรงอัดบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์เนื้อดินผ่านการร่อน อัตราส่วน 1:7:3.5 มีค่าเฉลี่ยกำลังอัด 28.55 กก./ตร.ซม. ซึ่งเป็นค่ากำลังที่สูงสุด แต่ค่ากำลังแรงอัดเฉลี่ยยังมีค่าต่ำกว่ามาตรฐาน โดยการใช้ปริมาณน้ำต่อปริมาณดินลูกรังมีผลต่อกำลังรับ

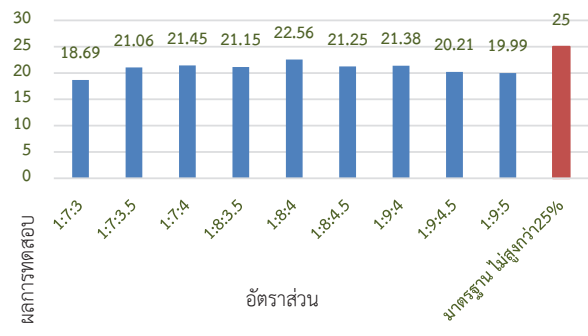
แรงอัด เนื่องจากดินมีความชื้นสูง จึงต้องใช้ปริมาณน้ำที่มากขึ้น และผลกำลังค่าเฉลี่ยรับกำลังแรงอัดบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์เนื้อดินไม่ผ่านการร่อนพบว่า จากอัตราส่วนทั้งหมด มีอัตราส่วน 1:9:4.5 และ 1:9:5 มีค่ากำลังแรงอัดต่ำกว่ามาตรฐาน และอัตราส่วน 1:7:3 มีค่าเฉลี่ยกำลังอัด 67.97 กก./ตร.ซม.ซึ่งเป็นค่ากำลังที่สูงสุด

ตารางที่ 5 แสดงผลการดูดกลืนน้ำเฉลี่ยของบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ในเวลา 24 ชั่วโมง อัตราส่วนต่าง ๆ โดยแยกเนื้อดินผ่านการร่อนและเนื้อดินไม่ผ่านการร่อน

อัตราส่วน	เนื้อดิน	น้ำหนักก่อนทดสอบ (กรัม)	น้ำหนักหลังทดสอบ (ตร.ซม.)	การดูดกลืนน้ำ 24 ชั่วโมง (ร้อยละ)
1:7:3	ผ่านการร่อน	175	220	25.71
	ไม่ผ่านการร่อน	205	245	18.69
1:7:3.5	ผ่านการร่อน	170	215	26.47
	ไม่ผ่านการร่อน	195	235	21.06
1:7:4	ผ่านการร่อน	160	210	30.21
	ไม่ผ่านการร่อน	180	220	21.45
1:8:3.5	ผ่านการร่อน	180	220	27.56
	ไม่ผ่านการร่อน	175	195	21.15
1:8:4	ผ่านการร่อน	160	205	29.05
	ไม่ผ่านการร่อน	175	190	22.56
1:8:4.5	ผ่านการร่อน	155	200	34.10
	ไม่ผ่านการร่อน	170	185	21.25
1:9:4	ผ่านการร่อน	145	195	34.10
	ไม่ผ่านการร่อน	195	240	21.38
1:9:4.5	ผ่านการร่อน	160	205	29.47
	ไม่ผ่านการร่อน	175	210	20.21
1:9:5	ผ่านการร่อน	150	200	34.10
	ไม่ผ่านการร่อน	180	215	19.99



ภาพที่ 9 ค่าเฉลี่ยการดูดกลืนน้ำเนื้อดินผ่านการร่อน



ภาพที่ 10 ค่าเฉลี่ยการดูดกลืนน้ำเนื้อดินไม่ผ่านการร่อน

ตามมาตรฐานต้องมีค่าการดูดซึมน้ำต้องไม่สูงกว่าร้อยละ 25 จากผลการทดลองพบว่าผลค่าการดูดซึมน้ำบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์เนื้อดินผ่านการร่อน ทุกอัตราส่วนมีค่าเฉลี่ยสูงกว่ามาตรฐาน และค่าเฉลี่ยการดูดกลืนน้ำเนื้อดินไม่ผ่านการร่อน ทุกอัตราส่วนมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่ามาตรฐาน คือต้องมีค่าการดูดซึมน้ำต้องไม่สูงกว่าร้อยละ 25

ตารางที่ 6 สรุปผลบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ เปรียบเทียบมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคอนกรีตบล็อกประสานปูพื้นทั่วไป (มอก. 827-2531)

อัตราส่วน	เนื้อดิน	มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคอนกรีตบล็อกประสานปูพื้นทั่วไป (มอก.827-2531)		
		ลักษณะทั่วไป		
		บล็อกต้องมีเนื้อแน่น ไม่ร้าว	การรับกำลังแรงอัด ไม่น้อยกว่า 40 กก./ตร.ซม.	การดูดกลืนน้ำ ไม่มากกว่าร้อยละ 25
1:7:3	ผ่านการร่อน	✓		✓
	ไม่ผ่านการร่อน		✓	✓
1:7:3.5	ผ่านการร่อน	✓		
	ไม่ผ่านการร่อน	✓	✓	✓
1:7:4	ผ่านการร่อน	✓		
	ไม่ผ่านการร่อน		✓	✓
1:8:3.5	ผ่านการร่อน	✓		
	ไม่ผ่านการร่อน		✓	✓
1:8:4	ผ่านการร่อน	✓		
	ไม่ผ่านการร่อน		✓	✓
1:8:4.5	ผ่านการร่อน	✓		
	ไม่ผ่านการร่อน		✓	✓
1:9:4	ผ่านการร่อน	✓		
	ไม่ผ่านการร่อน		✓	✓
1:9:4.5	ผ่านการร่อน	✓		
	ไม่ผ่านการร่อน			✓
1:9:5	ผ่านการร่อน	✓		
	ไม่ผ่านการร่อน			✓

จากผลการทดลองพบว่า ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคอนกรีตบล็อกประสานปูพื้นทั่วไป (มอก. 827-2531) โดยมีการรับกำลังแรงอัดไม่น้อยกว่า 40 กก./ตร.ซม. การดูดกลืนน้ำไม่มากกว่าร้อยละ 25 บล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์แบบเนื้อดินไม่ผ่านการร่อนมีค่าการผ่านตามมาตรฐานที่มากกว่า

ตารางที่ 7 แสดงผลราคาต้นทุนบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ เปรียบเทียบกับราคาบล็อกประสานในท้องตลาด

อัตราส่วนผสม	ขนาด (กว้างxยาวxหนา) ซม.	ราคาต่อแผ่น (บาท)
บล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์	30x30x6	28.80
บล็อกประสานในท้องตลาด	30x30x6	40

บล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ มีราคาต้นทุนเฉลี่ยต่อแผ่น คือ 28 บาท/แผ่น โดยมีค่าวัสดุ ดินลูกรัง ปูนซีเมนต์ ไม้แบบ เป็นเงิน 24 บาท การคิดค่าแรงเป็นการขึ้นรูปด้วยมือ ไม่ได้ใช้เครื่องจักร ค่าแรงคิดเป็นร้อยละ 20 ของราคาวัสดุ ในการเปรียบเทียบราคากับท้อง โดยวิธีการสืบราคาและหาเฉลี่ย

ผลการวิจัยครั้งนี้โดยการนำผลวิจัยของ Ongsupankul et al. (2016) ที่ศึกษาพบว่าอัตราส่วนผสมของปูนซีเมนต์ ต่อดินลูกรังที่ 1:7 เป็นอัตราส่วนที่สามารถขึ้นรูปได้ โดยใช้ระยะเวลาในการบ่มบล็อกทดสอบที่ 7 วัน นอกจากนี้ Pahusuwanno et al. (2017) ได้ทำการขึ้นรูปบล็อกทดสอบตัวอย่างขนาด 5x5x5 เซนติเมตร และเข้าสู่กระบวนการทดสอบกำลังแรงอัดด้วยเครื่องทดสอบกำลังแรงอัดแบบไฮดรอลิก พร้อมสรุปผลทดสอบจากบล็อกตัวอย่างในงานวิจัย

จากผลการวิจัยการจัดทำบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ พบว่าอัตราส่วนที่ผู้วิจัยได้ศึกษาคุณสมบัติของวัสดุ พบว่าอัตราส่วน 1:8 และ 1:9 ซึ่งอัตราส่วนนี้เป็นอัตราส่วนที่ใช้ปริมาณดินลูกรังมากกว่า ซึ่งทำให้เพิ่มจำนวนของชิ้นงาน โดยใช้ปูนซีเมนต์เท่าเดิม แต่มีคุณสมบัติเทียบเท่ามาตรฐาน ซึ่งดินลูกรังมีราคาที่ถูกกว่าปูนซีเมนต์เป็นจำนวนมาก และจากงานวิจัยนี้สามารถลดต้นทุนและเพิ่มผลิตภัณท์เกี่ยวกับบล็อกทางเดินในเชิงพาณิชย์ต่อไป จากการทดสอบผลทดสอบคุณสมบัติทางด้านวิศวกรรมของบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ในประเภทเนื้อดินผ่านการร่อน ไม่เหมาะสมในด้านการรับ กำลังแรงอัด การดูดกลืนน้ำ เพราะเนื้อดินมีความละเอียดสูง มีการทดสอบการรับกำลังแรงอัดและการดูดกลืนน้ำของ บล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ส่วนมากมีค่าผ่านเกณฑ์มาตรฐาน มอก. 827-2531

4. สรุป

จากการดำเนินการวิจัยผลิตบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ จากผลวิจัยที่ได้สามารถนำมาสรุปผลของการวิจัย ตามรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 การรับกำลังแรงอัดของบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ประเภทเนื้อดินผ่านการร่อนที่อัตราส่วนผสม 1:7:3, 1:7:3.5, 1:7:4, 1:8:3.5, 1:8:4, 1:8:4.5, 1:9:4, 1:9:4.5, 1:9:5 โดยเนื้อดินร่อนทุกอัตราส่วนมีค่ากำลังรับแรงอัดต่ำกว่า มาตรฐาน มอก. 827-2531 ของคอนกรีตบล็อกประสานปูพื้นที่กำหนดค่าอยู่ไม่ต่ำกว่า 40 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ในส่วนของประเภทเนื้อดินไม่ผ่านการร่อนมีค่ากำลังรับแรงอัดต่ำกว่ามาตรฐาน มอก. 827-2531 ที่อัตราส่วนผสม 1:9:4.5, 1:9:5 ดังนั้นอัตราส่วนผสมที่มีค่ากำลังรับแรงอัดผ่านเกณฑ์มาตรฐาน มอก. 827-2531 จะอยู่ที่ประเภทเนื้อดินไม่ผ่านการร่อนอัตราส่วนผสม 1:7:3, 1:7:3.5, 1:7:4, 1:8:3.5, 1:8:4, 1:8:4.5 และ 1:9:4

4.2 การดูดกลืนน้ำของบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ที่อัตราส่วนผสมประเภทเนื้อดินไม่ผ่านการร่อน 1:7:3, 1:7:3.5, 1:7:4, 1:8:3.5, 1:8:4, 1:8:4.5, 1:9:4, 1:9:4.5 และ 1:9:5 ทุกอัตราส่วนมีค่าไม่เกินเกณฑ์มาตรฐาน มอก. 827-2531 ที่มีค่าอยู่ระหว่าง 10-25% ดังนั้นค่าการดูดกลืนน้ำของบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์สามารถผ่านเกณฑ์ มาตรฐาน มอก.827-2531

4.3 การเปรียบเทียบราคากับบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์กับบล็อกทางเดินทั่วไป โดยการสืบราคาตามท้องตลาด ต่อแผ่นต่ำกว่าบล็อกทางเดินตามท้องตลาดราคาอยู่ประมาณ 10-12 บาท

อัตราส่วนผสมที่เหมาะสมในการขึ้นรูปชิ้นงานคืออัตราส่วน 1:7:3 ประเภทเนื้อดินไม่ผ่านการร่อน ค่ากำลังรับแรงอัดอยู่ที่ 53.02 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ค่าการดูดกลืนน้ำอยู่ที่ 20.4 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 41.9 องศาเซลเซียส ราคาต้นทุนต่อแผ่นอยู่ที่ 28.80 บาท

5. เอกสารอ้างอิง

Department of Mineral Resources. (2016). **Soil**. Retrieved 15 Mar 2022, from <http://www.dmr.go.th/main.php?filename=soil>. (in Thai)

Faculty of Engineering, University of Phayao. (2016). **Determination of density and water absorption of bricks**. Retrieved 20 Mar 2022, from <http://engineeringmaterialsproject.blogspot.com/>. (in Thai)

- Kamdee S., Thongmunee S. & Jitsangiam P. (2020). Effects of Fine Content and Cement Content on Unconfined Compressive Strength of Lateritic Soil-Cement. **Proceeding of the National Convention on Civil Engineering** (pp. 1-6). The Engineering Institute of Thailand Under H.M. The King's Patronage.
- Ministry of Industry. (1989). **Industrial product standards for interlocking concrete blocks for flooring, TIS 827-2531**. Retrieved 4 Mar 2022, from <https://technologyblockprasan.com/wp-content/uploads/2019>. (in Thai)
- Onestockhome. (2019). **Cement**. Retrieved 9 Feb 2022, from https://www.onestockhome.com/th/homemap_contents/81709979/types-of-portland-cement-in-Thailand. (in Thai)
- Ongsupankul S., Kaewsaeng W. & Dumrongsil S. (2016). Mechanical Behavior of Cement Stabilized Rammed Earth (CSRE) Wall Under Axial load for earth building. **Proceeding of the 1st National Conference Rajamangala University of Technology Rattanakosin: B-inno 2016** (pp. 11-20). Rajamangala University of Technology Rattanakosin. (in Thai)
- Pahusuwan S., Inkliang K. & Hanhongart B. (2017). A Study of Para Soil Cement Road Construction. **Proceeding of the 11th THAICID NATIONAL SYMPOSIUM** (pp. 265-276). Bureau of Project Management. (in Thai)
- Worasuntaroso P. & Worasuntaroso W. (2012). **Construction Materials**. Retrieved 18 Feb 2022, from <https://www.se-ed.com/product>. (in Thai)

(Received: 23/Sep/2023, Revised: 19/Dec/2023, Accepted: 21/Dec/2022)