



โครงการวิจัยการจัดทำบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์
Preparation Walkway Blocks from Cement Soil

นางสาวคณัทมาศ อัมศิลป์
นางสาวปวีณวรรณ ปุ๋ยรักษา

ปีการศึกษา 2564



โครงการวิจัยการจัดทำบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์
Preparation Walkway Blocks from Cement Soil

นางสาวคณัทมาศ อัมศิลป์
นางสาวปวีณวรรณ ปุ๋ยรักษา

ปีการศึกษา 2564

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

โครงการวิจัยการจัดทำบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์

Preparation Walkway Blocks from Cement Soil

นางสาวคณัทมาศ อิ่มศิลป์
นางสาวปวีณวรรณ ปุ๋ยรักษา

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาเทคโนโลยีภูมิทัศน์
สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืชและภูมิทัศน์
คณะเทคโนโลยีการเกษตร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2564

ใบรับรองปัญหาพิเศษ



หัวข้อปัญหาพิเศษ : โครงการวิจัยการจัดทำบล็อกจากดินซีเมนต์
ผู้จัดทำ : นางสาวคณิศา อิมศิลป์
นางสาวปวีณวรรณ ปุ๋ยรักษา
อาจารย์ที่ปรึกษา : อาจารย์ดนุพล มากผ่อง
ปีการศึกษา : 2564

คณะกรรมการสอบปัญหาพิเศษ

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์ดนุพล มากผ่อง)

..... กรรมการ
(อาจารย์ชนกนันท์ ปิ่นตบแต่ง)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุกัญญา ชัยพงษ์)

..... หัวหน้าสาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืชและภูมิทัศน์
(อาจารย์เยาวรัตน์ วงศ์ศรีสกุลแก้ว)

ลิขสิทธิ์ของคณะเทคโนโลยีการเกษตร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

หัวข้อปัญหาพิเศษ	:	โครงการวิจัยการจัดทำบล็อกทางดินจากดินซีเมนต์
ผู้จัดทำ	:	นางสาวคณัทมาศ อิมศิลป์ นางสาวปวีณวรรณ ปุຍรักษา
สาขา	:	เทคโนโลยีภูมิทัศน์
อาจารย์ที่ปรึกษา	:	อาจารย์ดนูพล มากผ่อง
ปีการศึกษา	:	2564

บทคัดย่อ

ปัจจุบันมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับอิทธิพลของปริมาณดินเม็ดละเอียด และปริมาณซีเมนต์ต่อกำลังอัดแกนเดียวของดินลูกรังผสม โดยดินลูกรังเป็นวัสดุธรรมชาติ ซึ่งเป็นวัสดุหลักที่นำมาใช้ทำการก่อสร้างชั้นรองพื้นทางของโครงสร้างทาง โดยต้องมีคุณสมบัติทางวิศวกรรมตามมาตรฐานที่กรมทางหลวงกำหนด การก่อสร้างในพื้นที่ห่างไกลจากแหล่งลูกรังที่ได้มาตรฐานนั้นจะเกิดค่าใช้จ่ายในการขนส่งวัสดุ และระยะเวลาก่อสร้างเพิ่มขึ้น ส่งผลทำให้มูลค่าการก่อสร้างทางเพิ่มมากขึ้น ดังนั้น จึงเกิดแนวคิดที่จะพัฒนาวิธีการออกแบบและปรับปรุงชั้นโครงสร้างทาง รวมไปถึงทำการปรับปรุงคุณสมบัติของดินลูกรังใกล้พื้นที่ก่อสร้างที่มีคุณสมบัติทางวิศวกรรมต่ำกว่ามาตรฐาน ให้มีคุณสมบัติทางวิศวกรรมใกล้เคียงกับดินลูกรังมาตรฐาน ซึ่งจะช่วยลดค่าใช้จ่ายจากการขนส่งวัสดุจากแหล่งอื่น ช่วยแก้ปัญหาในการขาดแคลนวัสดุ และเป็นการใช้แหล่งวัสดุธรรมชาติให้เกิดประโยชน์สูงสุด แนวคิดการปรับปรุงวัสดุชั้นรองพื้นทางที่ต่ำกว่ามาตรฐาน สามารถทำได้โดยการผสมสารผสมเพิ่มเติม (Stabilizing Agent) ซึ่งเป็นการปรับปรุงดินด้วยวิธีการทางเคมี โดยส่วนมากแล้วสารที่ผสมเข้าไปในดินเพื่อปรับปรุงคุณสมบัติของดิน นั้นจะใช้ซีเมนต์เป็นสารผสมเพิ่มหรือที่เรียกว่าการปรับปรุงเสถียรภาพด้วยซีเมนต์ (Cement Stabilization) และเรียกดินที่ถูกปรับปรุงคุณสมบัติด้วยซีเมนต์ว่า ดินซีเมนต์ (Soil-Cement)

การศึกษาทางด้านวัสดุตกแต่งทางภูมิทัศน์ของบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ : งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อเปรียบเทียบอัตราส่วนผสมการผลิตบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ 2) จัดทำบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของบล็อกทางเดิน 3) เพื่อทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพและทางกลของคอนกรีตบล็อกที่เกิดจากการผสมของดินซีเมนต์ เพื่อศึกษาคุณสมบัติของดินลูกรังที่ผสมกับปูนซีเมนต์ และน้ำในอัตราส่วน 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 ทั้งประเภทเนื้อดินร่วนและเนื้อดินไม่ร่วน มาทำการผสมขึ้นรูปในแต่ละอัตราส่วนผสม และทำการทดสอบคุณสมบัติทางด้านกายสมบัติ และกลสมบัติ มีขนาดชิ้นงานในการทดสอบ 5x5x5 เซนติเมตร การทดสอบในงานวิจัยนี้ประกอบด้วย การขึ้นรูปชิ้นงาน การรับกำลังแรงอัดคอนกรีต การดูดกลืนน้ำ อุณหภูมิผิวหน้า

จากอัตราส่วนการผสมของปูนซีเมนต์ต่อดินลูกรัง และน้ำในประเภทเนื้อดินไม่ร่วนที่อัตราส่วน 1:7:3 โดยการรับกำลังแรงอัด การดูดกลืนน้ำ เหมาะสมในการผลิตบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ โดยมีค่าการรับกำลังแรงอัดที่ 67.97 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร การดูดกลืนน้ำ 18.69 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิ 43.9 องศาเซลเซียส โดยได้ตามมาตรฐานอุตสาหกรรมบล็อกคอนกรีตปูพื้น มอก.827-2531

กิตติกรรมประกาศ

ในการจัดทำโครงการวิจัยปัญหาพิเศษ การจัดทำบล็อกทางดินจากดินซีเมนต์ ฉบับนี้สำเร็จ ลุล่วงได้ ผู้วิจัยขอกราบขอบขอบคุณอาจารย์ต้นพล มากผ่อง อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการปัญหาพิเศษที่ให้ คำปรึกษาชี้แนะในทั้งด้านข้อมูลแนวคิดต่าง ๆ และรู้จักวิธีการแก้ไขปัญหามาจนสามารถสำเร็จลุล่วง ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

นอกจากนี้ข้าพเจ้าขอขอบคุณ อาจารย์ เจ้าหน้าที่ สาขาวิชาเทคโนโลยีภูมิทัศน์ คณะเทคโนโลยีการเกษตรทุกท่านที่ให้คำปรึกษา ให้ความช่วยเหลือ อบรมสั่งสอน ให้คำแนะนำ ต่าง ๆ ตลอดระยะเวลา 4 ปีที่ได้ทำการศึกษา และมอบความรู้อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการนำไปใช้ ประโยชน์ต่อไป

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอขอบคุณครอบครัวที่เป็นกำลังใจ และให้การสนับสนุนงบประมาณในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ รวมถึงเพื่อน ๆ ที่ช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ ทั้งกำลังใจที่ดีต่อกันเสมอมา และเป็น แรงผลักดันให้มีความตั้งใจในการศึกษา และการทำปัญหาพิเศษจนลุล่วงตามวัตถุประสงค์จนถึงวันนี้ วันที่ข้าพเจ้าสำเร็จการศึกษาครั้งนี้ หากองค์ประกอบปัญหาพิเศษเล่มนี้มีข้อผิดพลาดประการใดขอ อภัยมา ณ ที่นี้ด้วย ขอขอบพระคุณ

คณทมาศ อิมศิลป์
ปวีณวรรณ ปุ๋ยรักษา
มีนาคม 2565

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ง
สารบัญภาพ	ฉ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญแผนภูมิ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.4 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย	3
1.5 สมมุติฐานของการศึกษา	3
1.6 สถานที่ในการทำวิจัย หรือการศึกษา	3
1.7 สถานที่ในการทำวิจัย	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 บล็อกคอนกรีต	5
2.2 ข้อดีของบล็อกปูพื้น	7
2.3 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคอนกรีตบล็อกประสานปูพื้น	7
2.4 ดิน	10
2.5 น้ำ	11
2.6 ปูนซีเมนต์	11
2.7 การทดสอบ	13
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	14
บทที่ 3 วิธีดำเนินการและอุปกรณ์	
3.1 ศึกษาและกำหนดตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา	16
3.2 การเตรียมการทดลอง	16
3.3 วิธีดำเนินการวิจัย	20
3.4 ขั้นตอนการผลิต	22
3.5 ขั้นตอนการทดสอบ	25
3.6 ชิ้นงานจากการสรุปผลทดลอง	27

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการศึกษา	
4.1 ผลการศึกษาการขึ้นรูปและผลการทดสอบคุณสมบัติการจัดทำบล็อกจากดิน ซีเมนต์	28
4.2 ผลการเปรียบเทียบบราคะระหว่างบล็อกปูพื้นทางเดินกับบล็อกทางเดินจากดิน ซีเมนต์	48
4.3 ขั้นตอนสรุปผลการขึ้นรูปชิ้นงานและผลแสดงการทดลอง	49
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการวิจัย	52
5.2 อภิปรายผล	52
5.3 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้	53
5.4 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป	53
บรรณานุกรม	54
ประวัติผู้จัดทำ	

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 2.1 การลบมุม	9
ภาพที่ 2.2 กระบวนการกำเนิดดินจากหินและแร่ที่เกิดการผุพังรวมกับสารอินทรีย์ กลายเป็นดิน	10
ภาพที่ 2.3 ตัวอย่างแผ่นกด วัสดุช่วยกดและวัสดุรองกด และตำแหน่งทดสอบ	14
ภาพที่ 3.1 (ก) ดินลูกรัง (ข) ดินลูกรังที่ตำด้วยครกหิน	18
ภาพที่ 3.2 (ค) ตะแกรงร่อนทรายเบอร์ 4 (ง) ดินลูกรังที่ร่อนผ่านตะแกรง	18
ภาพที่ 3.3 (ก) ดินลูกรังที่ร่อนผ่านตะแกรง (ข) ดินลูกรังที่ร่อนไม่ผ่านตะแกรง	19
ภาพที่ 3.4 (ก) ปูนซีเมนต์ (ข) น้ำสะอาด	19
ภาพที่ 3.5 (ก) เกียงใบโพธิ์ (ข) ถังผสมปูน (ค) แม่แบบบล็อกขนาด 5x5x5 เซนติเมตร (ง) ตะแกรงร่อนทราย (จ) เครื่องชั่งดิจิตอล (ฉ) ครกหิน	19
ภาพที่ 3.6 (ก) เครื่องโทโมแस्कน (ข) เครื่องชั่งน้ำหนัก ความละเอียด 0.001-30 กิโลกรัม (ค) เครื่องทดสอบกำลังรับแรงอัด ขนาด 100 ตัน	20
ภาพที่ 3.7 (ก) ดินลูกรังที่ร่อนผ่านตะแกรง (ข) ดินลูกรังที่ร่อนไม่ผ่านตะแกรง (ค) ปูนซีเมนต์ ปอร์ตแลนด์ ประเภทที่ 1 (ง) น้ำ	22
ภาพที่ 3.8 (ก) ดินลูกรังและปูนซีเมนต์ผสมเข้าด้วยกัน (ข) ดินลูกรัง ปูนซีเมนต์ และน้ำผสมเข้า ด้วยกัน (ค) ส่วนผสมที่ได้จากตารางอัตราส่วนที่ 3.1 (ง) ส่วนผสมที่ได้จากอัตราส่วน ที่ 3.2	23
ภาพที่ 3.9 การอัดขึ้นรูปชิ้นงานขนาด 5x5x5 เซนติเมตร	24
ภาพที่ 3.10 (ก) ชิ้นงานทดสอบประเภทเนื้อดินร่วน (ข) ชิ้นงานทดสอบประเภทเนื้อดินไม่ร่วน	24
ภาพที่ 3.11 (ก) นำบล็อกทดสอบวางกลางแจ้ง (ข) วัดอุณหภูมิด้วยเครื่องโทโมแस्कน	25
ภาพที่ 3.12 (ก) บันทึกน้ำหนักแห้งของบล็อกทดสอบ (ข) นำบล็อกทดสอบแช่น้ำ 24 ชั่วโมง	25
ภาพที่ 3.13 (ก) บล็อกทดสอบที่ขึ้นจากน้ำ (ข) บันทึกน้ำหนักเปียกของบล็อกทดสอบ	26
ภาพที่ 3.14 (ก) นำบล็อกวางกึ่งกลางเครื่องทดสอบ (ข) ค่ากำลังแรงอัดขณะเครื่องทำงาน (ค) บล็อกทดสอบหลังทำการอัด	26
ภาพที่ 3.15 (ก) ชิ้นงานขนาด 30x30x4 เซนติเมตร (ข) ชิ้นงานขนาด 30x30x4 เซนติเมตร แบบใส่สี	27

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 กระเบื้องปูพื้นซีเมนต์	5
ตารางที่ 2.2 รูปแบบบล็อก	6
ตารางที่ 2.3 ผลิตภัณฑ์คอนกรีตสำเร็จรูป PRECAST CONCRETE PRODUCTS	8
ตารางที่ 2.4 ขนาดเกณฑ์ความคาดเคลื่อนของบล็อก	9
ตารางที่ 3.1 อัตราส่วนในการขึ้นรูปบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ประเภทร้อน	17
ตารางที่ 3.2 อัตราส่วนในการขึ้นรูปบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ประเภทไม่ร้อน	17
ตารางที่ 4.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคอนกรีตบล็อกประสานปูพื้นทั่วไป (มอก.827-2531)	28
ตารางที่ 4.2 แสดงผลการขึ้นรูปขึ้นงานบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ในอัตราส่วนต่าง ๆ	29
ตารางที่ 4.3 แสดงผลกำลังรับแรงอัดบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ อัตราส่วน 1:7:3 เนื้อดินร้อน	30
ตารางที่ 4.4 แสดงผลกำลังรับแรงอัดบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ อัตราส่วน 1:7:3 เนื้อดินไม่ร้อน	30
ตารางที่ 4.5 แสดงผลกำลังรับแรงอัดบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ อัตราส่วน 1:7:3.5 เนื้อดินร้อน	31
ตารางที่ 4.6 แสดงผลกำลังรับแรงอัดบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ อัตราส่วน 1:7:3.5 เนื้อดินไม่ร้อน	31
ตารางที่ 4.7 แสดงผลกำลังรับแรงอัดบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ อัตราส่วน 1:7:4 เนื้อดินร้อน	32
ตารางที่ 4.8 แสดงผลกำลังรับแรงอัดบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ อัตราส่วน 1:7:4 เนื้อดินไม่ร้อน	32
ตารางที่ 4.9 แสดงผลกำลังรับแรงอัดบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ อัตราส่วน 1:8:3.5 เนื้อดินร้อน	33
ตารางที่ 4.10 แสดงผลกำลังรับแรงอัดบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ อัตราส่วน 1:8:3.5 เนื้อดินไม่ร้อน	33
ตารางที่ 4.11 แสดงผลกำลังรับแรงอัดบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ อัตราส่วน 1:8:4 เนื้อดินร้อน	34
ตารางที่ 4.12 แสดงผลกำลังรับแรงอัดบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ อัตราส่วน 1:8:4 เนื้อดินไม่ร้อน	34
ตารางที่ 4.13 แสดงผลกำลังรับแรงอัดบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ อัตราส่วน 1:8:4.5 เนื้อดินร้อน	35
ตารางที่ 4.14 แสดงผลกำลังรับแรงอัดบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ อัตราส่วน 1:8:4.5 เนื้อดินไม่ร้อน	35
ตารางที่ 4.15 แสดงผลกำลังรับแรงอัดบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ อัตราส่วน 1:9:4 เนื้อดินร้อน	36

สารบัญตาราง (ต่อ)

[illegible]

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ 4.34 แสดงสรุปผลการขึ้นรูปชิ้นงาน บล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ ในอัตราส่วนผสม 1:7 เปรียบเทียบมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคอนกรีตบล็อกประสานปูพื้นทั่วไป (มอก.827-2531)	49
ตารางที่ 4.35 แสดงสรุปผลการขึ้นรูปชิ้นงาน บล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ ในอัตราส่วนผสม 1:8 เปรียบเทียบมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคอนกรีตบล็อกประสานปูพื้นทั่วไป (มอก.827-2531)	50
ตารางที่ 4.36 แสดงสรุปผลการขึ้นรูปชิ้นงาน บล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ ในอัตราส่วนผสม 1:9 เปรียบเทียบมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคอนกรีตบล็อกประสานปูพื้นทั่วไป (มอก.827-2531)	51

สารบัญแผนภูมิ

	หน้า
แผนภูมิที่ 1.1 การจัดทำบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์	4
แผนภูมิที่ 3.1 บล็อกซีเมนต์จากดินลูกรัง	21
แผนภูมิที่ 4.1 แสดงค่าเฉลี่ยกำลังรับแรงอัดของบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ประเภท เนื้อดินร่วนในอัตราส่วนผสมต่าง ๆ	39
แผนภูมิที่ 4.2 แสดงค่าเฉลี่ยกำลังรับแรงอัดของบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ประเภท เนื้อดินไม่ร่วนในอัตราส่วนผสมต่าง ๆ	39
แผนภูมิที่ 4.3 แสดงค่าเฉลี่ยการดูดกลืนน้ำของบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ประเภท เนื้อดินร่วนในอัตราส่วนผสมต่าง ๆ	43
แผนภูมิที่ 4.4 แสดงค่าเฉลี่ยการดูดกลืนน้ำของบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ประเภท เนื้อดินไม่ร่วนในอัตราส่วนผสมต่าง ๆ	43
แผนภูมิที่ 4.5 แสดงอุณหภูมิเฉลี่ยทดสอบ 3 ช่วงเวลาเป็นเวลา 7 วัน ของบล็อกทางเดิน จากดินซีเมนต์ประเภทเนื้อดินร่วนในอัตราส่วนผสมต่าง ๆ	47
แผนภูมิที่ 4.6 แสดงอุณหภูมิเฉลี่ยทดสอบ 3 ช่วงเวลาเป็นเวลา 7 วัน ของบล็อกทางเดิน จากดินซีเมนต์ประเภทเนื้อดินไม่ร่วนในอัตราส่วนผสมต่าง ๆ	47

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ

โครงการวิจัย การจัดทำบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ ในท้องตลาดมีวัสดุปูพื้นภายนอกอาคาร แบ่งเป็น 2 ประเภทหลัก ๆ ประเภทที่หนึ่งวัสดุจากธรรมชาติ อย่างหินแกรนิต หินทราย หินกาบ ศิลาแลง ซึ่งวัสดุประเภทนี้นิยมใช้ปูตกแต่งตามทางเดินในส่วนที่ต้องการความสวยงามเหมือนธรรมชาติ แต่ข้อจำกัดคือแผ่นปูพื้นมักมีขนาดหนาบางไม่เท่ากัน บางชนิดแตกหักได้ง่าย บางชนิดเกิดตะไคร่น้ำได้ง่ายตามธรรมชาติของวัสดุ ประเภทที่สองคอนกรีตปูพื้น เป็นวัสดุทดแทนที่สร้างขึ้นสำหรับปูพื้นทางเดิน ทำจากซีเมนต์ผสมกับ หิน ทราย และน้ำ แล้วอัดขึ้นรูปให้เป็นรูปทรงต่าง ๆ รับแรงอัดได้มาก หาซื้อง่าย ติดตั้งง่าย ราคาถูกกว่าหินธรรมชาติจึงเป็นที่นิยมใช้ปูบริเวณทางเท้า ทางสัญจร และทางเข้าโรงจอดรถ คอนกรีตปูพื้นแบ่งเป็นย่อย 2 แบบด้วยกันคือ แบบที่หนึ่งคอนกรีตบล็อกประสานปูพื้น เป็นบล็อกปูพื้นก้อนขนาดเล็กแต่มีความหนาประมาณ 4-6 เซนติเมตร มีหลายรูปทรงให้เลือก สามารถสร้างลวดลายเองตามแบบที่ชอบทั้ง สามเหลี่ยม สี่เหลี่ยม วงกลม และรูปตัวหนอน จึงเหมาะสำหรับปูบริเวณลานจอดรถ ทางเดินภายนอกอาคารที่เป็นทางสัญจร แบบที่สองกระเบื้องคอนกรีต ลักษณะเหมือนกระเบื้องปูพื้นเป็นแผ่นสี่เหลี่ยม หนาประมาณ 3-4 เซนติเมตร มีขนาดใกล้เคียงกับกระเบื้องปูพื้นประมาณ 40x40 เซนติเมตร กระเบื้องคอนกรีตจะมีลวดลายและสีสันทัดต่างกันไปตามวัสดุเคลือบผิวหน้า อย่างบางชนิดใช้เทคนิคเคลือบผิวหน้าไฟทำให้ผิวหน้ามีหยาบกร้านเมื่อใช้ไปนาน ๆ จะเกิดความมันวาวคล้ายกับหินภูเขา กระเบื้องคอนกรีตมีความบางจึงเหมาะสำหรับพื้นที่ที่ไม่ต้องรับแรงมากอย่างปูทางเดินในสวนและทางเดินบริเวณบ้าน สิ่งที่ต้องพิจารณาในการเลือกวัสดุปูพื้นคือคุณสมบัติของวัสดุ เช่น ความสามารถในการดูดซับน้ำป้องกันปัญหาน้ำท่วมขัง ลวดลาย ความหยาบของผิวสัมผัสเพื่อป้องกันการเกิดอุบัติเหตุ ไม่ก่อให้เกิดตะไคร่น้ำ มีความแข็งแรงสามารถรับแรงน้ำหนักตามการใช้งาน และความสวยงามตามแบบที่ชอบ ปัจจุบันมีคุณสมบัติอื่น ๆ เข้ามาเป็นตัวเลือกเพิ่มเติม อย่างลดการนำความร้อนสะสมบนพื้นคอนกรีตด้วยการกักเก็บน้ำไว้ในตัวเนื้อคอนกรีต

จากการศึกษาพบว่าบล็อกทางเดินซีเมนต์ตามมาตรฐานอุตสาหกรรม มอก.827-2531 สามารถทำได้ทั้งสี่เหลี่ยมและสี่เหลี่ยม (ผิวหน้าขึ้นบน) ต้องมีความกว้างและความยาวไม่เกิน 295 มิลลิเมตร ส่วนความหนาอยู่ที่ 60-120 มิลลิเมตร ในส่วนรูปทรงบล็อกขึ้นอยู่ทางบริษัทผู้ผลิตยื่นขออนุญาตต่อสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรมเป็นผู้ตรวจสอบการศึกษาพบว่าดินซีเมนต์ คือ การปรับปรุงดินด้วยปูนซีเมนต์โดยการผสมผงปูนซีเมนต์เข้าไปในดินให้เข้ากันมีอัตราส่วน 1:20 ถึง 1:40 (ให้พิจารณาอัตราส่วนของดินที่ใช้ผสมตามคุณสมบัติและสัดส่วนจำนวนคละ) ผสมกับน้ำ จากนั้นจึงทำการบดอัดแน่น ซึ่งจะเป็นการปรับปรุงดินเพื่อให้ดินมีคุณสมบัติต่าง ๆ ทางวิศวกรรมของดิน (Engineering properties) ในหลาย ๆ ด้านให้ดีขึ้น โดยงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาคูณสมบัติของดินลูกรัง ซึ่งเป็นดินปนทรายชนิดหนึ่ง มีสีแดงหรือสีน้ำตาลแดง และมีอยู่ทั่วไปในทุกภาคของประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือนำมาผสมกับปูนซีเมนต์ และน้ำให้เป็นเนื้อเดียวกันตามอัตราส่วนที่กำหนด ภายใต้ความชื้นพอประมาณนำไปใช้ประโยชน์โดยการบดอัดให้ได้ความหนาแน่นที่ต้องการและผึ่งไว้ในอาคารประมาณ 14 วัน

จะจับตัวกันแน่นจนมีความแข็งแรง เรียกว่าบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ จึงได้นำมาตรฐาน
อุตสาหกรรมมาใช้ในการอ้างอิงเพื่อทำการพัฒนาคุณสมบัติทางกายภาพและทางกลของบล็อก
ทางเดินที่เกิดจากการผสมของดินซีเมนต์ให้มีความใกล้เคียงกับบล็อกทางเดินซีเมนต์ในปัจจุบัน

ปัจจุบันมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับอิทธิพลของปริมาณดินเม็ดละเอียดและปริมาณซีเมนต์ต่อ
กำลังอัดแกนเดียวของดินลูกรังผสมซีเมนต์ โดย สุทธิพงศ์ คำดี, สุริยะ ทองมณี และพีรพงศ์ จิตเสงี่ยม
โดยดินลูกรังเป็นวัสดุธรรมชาติ ซึ่งเป็นวัสดุหลักที่นำมาใช้ทำการก่อสร้างชั้นรองพื้นทางของโครงสร้าง
ทาง โดยต้องมีคุณสมบัติทางวิศวกรรมตามมาตรฐานที่กรมทางหลวงกำหนด การก่อสร้างในพื้นที่
ห่างไกลจากแหล่งลูกรังที่ได้มาตรฐานนั้นจะเกิดค่าใช้จ่ายในการขนส่งวัสดุ และระยะเวลาก่อสร้าง
เพิ่มขึ้น ส่งผลทำให้มูลค่าการก่อสร้างทางเพิ่มมากขึ้น ดังนั้น จึงเกิดแนวคิดที่จะพัฒนาวิธีการออกแบบ
และปรับปรุงชั้นโครงสร้างทาง รวมไปถึงทำการปรับปรุงคุณสมบัติของดินลูกรังใกล้พื้นที่ก่อสร้างที่มี
คุณสมบัติทางวิศวกรรมต่ำกว่ามาตรฐาน ให้มีคุณสมบัติทางวิศวกรรมใกล้เคียงกับดินลูกรังมาตรฐาน
ซึ่งจะช่วยลดค่าใช้จ่ายจากการขนส่งวัสดุจากแหล่งอื่น ช่วยแก้ปัญหาในการขาดแคลนวัสดุ และเป็น
การใช้แหล่งวัสดุธรรมชาติให้เกิดประโยชน์สูงสุด แนวคิดการปรับปรุงวัสดุชั้นรองพื้นทางที่ต่ำกว่า
มาตรฐาน สามารถทำได้โดยการผสมสารผสมเพิ่มเติม (Stabilizing Agent) ซึ่งเป็นการปรับปรุงดิน
ด้วยวิธีการทางเคมี โดยส่วนมากแล้วสารที่ผสมเข้าไปในดินเพื่อปรับปรุงคุณสมบัติของดินนั้นจะใช้
ซีเมนต์เป็นสารผสมเพิ่มหรือที่เรียกว่าการปรับปรุงเสถียรภาพด้วยซีเมนต์ (Cement Stabilization)
และเรียกดินที่ถูกปรับปรุงคุณสมบัติด้วยซีเมนต์ว่า ดินซีเมนต์ (Soil-Cement)

งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นศึกษาการจัดทำบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ที่อ้างอิงตามมาตรฐาน
อุตสาหกรรม มอก.827-2531 โดยทดสอบคุณสมบัติการดูดกลืนน้ำ การนำความร้อนและน้ำหนักเบา
เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของบล็อกทางเดิน โดยใช้วัสดุทางธรรมชาติซึ่งได้แก่ ดินลูกรัง
ปูนซีเมนต์เป็นส่วนผสม และทำการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบกับอัตราส่วนผสมที่ต่างกันในอัตราสูตรที่
1:7, 1:8 และ 1:9 เพื่อเป็นการพัฒนาคุณสมบัติของบล็อกทางเดินจากซีเมนต์ให้มีประสิทธิภาพเพื่อ
สร้างตัวเลือกในการเลือกใช้งานที่เหมาะสม

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

- 1.2.1 เพื่อเปรียบเทียบอัตราส่วนผสมการผลิตบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์
- 1.2.2 จัดทำบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของบล็อกทางเดิน
- 1.2.3 เพื่อทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพและทางกลของคอนกรีตบล็อก ที่เกิดจากการผสม
ของดินซีเมนต์

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.3.1 เพื่อทราบถึงอัตราส่วนผสมการผลิตบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์
- 1.3.2 เพื่อทราบถึงประสิทธิภาพของบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์
- 1.3.3 เพื่อทราบถึงคุณสมบัติทางกายภาพและทางกลของคอนกรีตบล็อก ที่เกิดจากการผสม
ของดินซีเมนต์

1.4 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1.4.1 ดินลูกรัง หมายถึง ดินที่พบในชั้นลูกรัง ชั้นกรวด ชั้นของเศษหิน หรือชั้นหินพื้นใน ระดับที่ตื้นกว่า 50 เซนติเมตร จากผิวดินสำหรับเนื้อดินนั้น เป็นดินทรายปนดินร่วนถึงร่วนปนทราย อาจพบกรวด หินมนเล็กหรือเศษหินปะปน ดินลูกรังเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ จากผลสำรวจ พบว่า ในประเทศไทยนี้มีดินลูกรังประมาณ 52 ล้านไร่ หรือคิดเป็น ร้อยละ 16.3 ของพื้นที่ทั้ง ประเทศ ส่วนใหญ่แล้วพบดินลูกรังมากในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

1.4.2 ดินซีเมนต์ หมายถึง พื้นที่ดิน (เนื้อดิน) ทุกภาคของประเทศ นำมาผสมกับปูนซีเมนต์ และน้ำคลุกเคล้าให้เป็นเนื้อเดียวกัน ตามอัตราส่วนที่กำหนด ภายใต้ความชื้นพอประมาณ นำไปใช้ ประโยชน์โดยการบดอัดให้ได้ความหนาแน่นที่ต้องการ จะเป็นวัสดุที่มีความแข็งแรง

1.4.3 บล็อกทางเดิน หมายถึง ขอบเขตที่สร้างเพื่อเป็นทางเดินหรือทางสัญจรในงานภูมิทัศน์

1.4.4 อัตราส่วน หมายถึง ปริมาณส่วนผสมที่ใช้ในการสร้างตัวบล็อกทางเดิน

1.4.5 การบ่ม หมายถึง ชื่อเฉพาะของวิธีการที่ช่วยให้ ปฏิกิริยาไฮเดรชันของซีเมนต์ เกิดขึ้น อย่างสมบูรณ์ซึ่งจะส่งผลให้ การพัฒนากำลังอัดของคอนกรีตเป็นไปอย่างต่อเนื่อง วิธีการทำ โดยให้น้ำ แก่คอนกรีตหลังจากที่คอนกรีตแข็งตัวแล้ว หน้าที่สำคัญของการบ่มคอนกรีตมีด้วยกัน 2 ประการ คือ ป้องกันการสูญเสียความชื้นจากเนื้อคอนกรีตและรักษาระดับอุณหภูมิให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสม

1.5 สมมุติฐานของการศึกษา

ได้บล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ที่มีคุณสมบัติความแข็งแรงที่อ้างอิงตามมาตรฐาน อุตสาหกรรม มอก.827-2531 การระบายน้ำ น้ำหนักเบา และลดการนำความร้อน

1.6 วิธีการดำเนินการวิจัย หรือการศึกษา

1.6.1 ศึกษาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง ได้แก่

1.6.1.1 บล็อกคอนกรีต

1.6.1.2 ข้อดีของบล็อกปูพื้น

1.6.1.3 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคอนกรีตบล็อกประสานปูพื้น

1.6.1.4 ดินลูกรัง

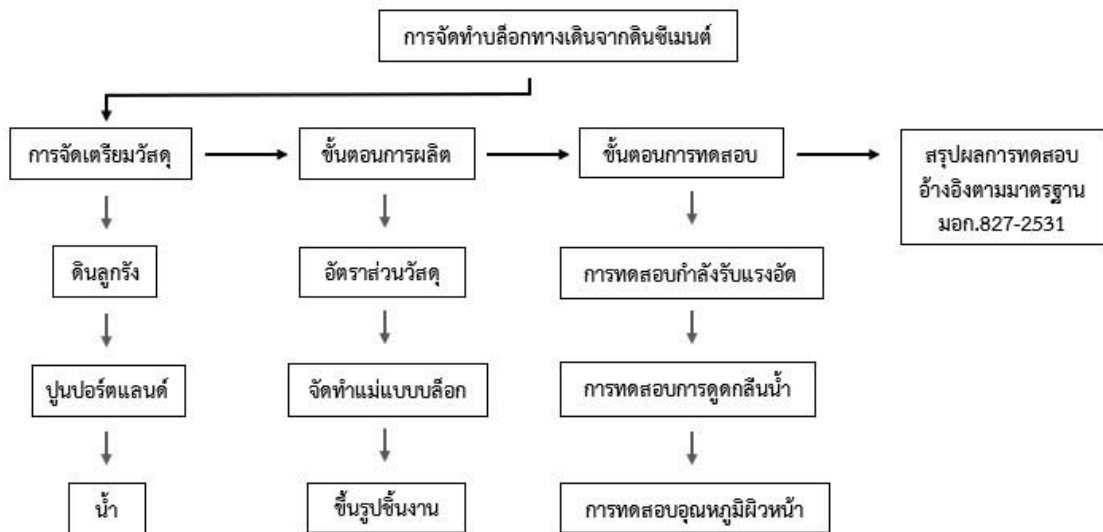
1.6.1.5 น้ำ

1.6.1.6 ปูนซีเมนต์

1.6.1.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.6.2 ผังการจัดทำบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์

การศึกษาขั้นตอนในการจัดทำบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ได้สรุปประเภทของดิน พร้อมทั้งอัตราส่วน เพื่อใช้ในการสร้างบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ โดยสรุปได้เป็นดินลูกรัง มีการจัดประเภทเนื้อดิน 2 ประเภท ประเภทที่หนึ่งเป็นเนื้อดินร่วน ประเภทที่สองเป็นเนื้อดินไม่ร่วน โดยใช้อัตราส่วนปูนซีเมนต์ต่อดินลูกรังที่ 1:7, 1:8 และ 1:9 ในส่วนของน้ำจะใช้อัตราส่วนตั้งต้นเป็นครึ่งหนึ่งของดิน



แผนภูมิที่ 1.1 การจัดทำบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์

1.7 สถานที่ในการทำวิจัย

คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ศูนย์รังสิต

บทที่ 2

เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ดินลูกรังสามารถพบได้ในทุกภาคของประเทศไทยในเขตฝนตกชุกทางภาคใต้ เนื้อดินเป็นลักษณะทรายปนดินร่วน อาจมีหินมนเล็ก กรวด หรือเศษหินปะปน ดินลูกรังสามารถปลูกพืชไร่ พืชเลี้ยงสัตว์ โดยเราเลือกนำดินลูกรังมาใช้ในการสร้างบล็อกเพราะคุณสมบัติของดินเป็นดินไม่อุ้มน้ำ ซึ่งสามารถขึ้นรูปได้ดีเมื่อผสมกับปูนซีเมนต์ ในงานวิจัยที่ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อสร้างบล็อกดินซีเมนต์ เราจึงนำบล็อกดินซีเมนต์มาพัฒนาในงานวิจัย เพื่อสร้างวัสดุใหม่ที่เพิ่มทางเลือกในการใช้งานมากขึ้น

บล็อกปูพื้นสร้างขึ้นเพื่อสร้างความแข็งแรง ทนทาน ดูแลง่าย เป็นทางเลือกในปัจจุบันมีนวัตกรรมที่ตอบโจทย์การใช้งานมากขึ้น เช่น บล็อกปูพื้น บล็อกพรม และบล็อกปลูกหญ้า ทั้งนี้ยังมีความหนาแน่นคงทนให้เลือกใช้งาน มีลวดลาย สี สันให้เลือกใช้หลากหลายรูปแบบ สามารถรีดถอนซ่อมแซม และปูใหม่ได้ง่าย

2.1 บล็อกคอนกรีต

บล็อกปูพื้นซีเมนต์ผลิตจากซีเมนต์ผสมกับทราย ซึ่งมีลักษณะผิวและขนาดที่ต่างกัน แล้วแต่จะออกแบบให้เหมาะกับการใช้ เช่น กระเบื้องซีเมนต์ที่ผลิตออกมาในขนาด 40x40 เซนติเมตร หนาประมาณ 3-4 เซนติเมตร ผิวเรียบ ใช้สำหรับปูทางเดินภายนอกอาคาร กระเบื้องปูพื้นซีเมนต์มีสีซีเมนต์หลายสี สำหรับปูพื้นดินอัดแน่นแล้วอัดทรายทับหน้า เป็นที่นิยมใช้ปูตามชานชาลาสถานีรถไฟทั่ว ๆ ไป หรืออาจผลิตเป็นวงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 20, 30, 40 เซนติเมตร ผิวหน้าฝังกรวดก้อนโต ๆ ความหนาของแผ่นประมาณ 3-5 เซนติเมตร เพื่อปูทางเดินในสวนก็มี หรืออาจทำเป็นรูปลักษณะตัวหนอน หรือรูปคดกริช รูปวงผึ้ง ฯลฯ ซึ่งเป็นของบริษัท ปูนซีเมนต์ไทยจำกัด โดยมีความหนาต่าง ๆ กัน เช่น ชนิดบางสำหรับปูทางเดินเท้า ชนิดหนาสำหรับปูที่จอดรถ หรือปูถนน ลักษณะของกระเบื้องดังกล่าวมีดังนี้

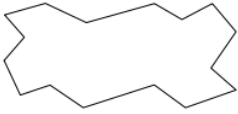
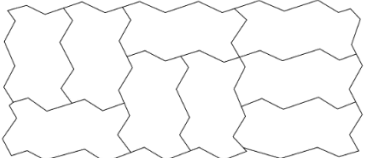
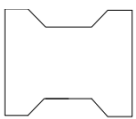
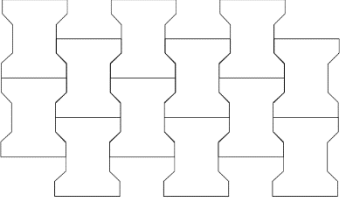
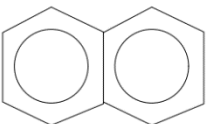
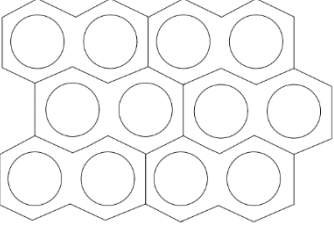
ตารางที่ 2.1 กระเบื้องปูพื้นซีเมนต์

ผลิตภัณฑ์	มาตรฐาน	ขนาด	รายละเอียด		
PRODUCT	STANDARD	กว้างxยาวxหนา NOMINAL SIZE (cm.)	น้ำหนัก UNIT WEIGHT (kg./pcs)	จำนวนใช้งาน No. pcs./m ²	สี COLOR
กระเบื้องปูพื้น ซีเมนต์	มอก.826-2529	40x40x4	15.4	6.3	เทาปูน,
		40x40x5	19.2	6.3	ดำ, น้ำตาล, เหลือง, แดง



ที่มา : สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม, 2557

ตารางที่ 2.2 รูปแบบบล็อก

รูปแบบ	ลักษณะ	การใช้งาน
 ลักษณะแผ่น  ลักษณะที่ปูเป็นลวดลาย	(กว้าง x ยาว x สูง) NOMINAL SIZE (ชม.) 12.5x22.5x6	ใช้สำหรับปูทางเท้า ที่จอดรถ ทำถนนภายในบ้าน ส่วนชนิดหนา 10 เซนติเมตรใช้สำหรับพื้นที่รับน้ำหนักสูง เช่นถนนสาธารณะ ลานจอดรถ มีทั้งสีแดง เทา เหลือง ดำ โดย พื้นที่ 1 ตารางเมตร ใช้ 40 ก้อน รับน้ำหนักได้ 350 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร
 ลักษณะแท่ง  ลักษณะที่ปูเป็นลวดลาย	16.3x19.8x6	มีสีแดง เทา และสีอิฐ พื้นที่ 1 ตารางเมตร ใช้ 35 ก้อน เป็นบล็อกปูภายนอกใช้สำหรับรับน้ำหนักคนเดินหรือรถยนต์รับน้ำหนักได้ 350 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร
 ลักษณะแผ่น  ลักษณะที่ปูเป็นลวดลาย	18.8x23.4x6	มีสีแดงและสีเทา พื้นที่ 1 ตารางเมตร ใช้ 33 ก้อน รับน้ำหนักได้ 350 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร

ที่มา : สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม, 2557

2.2 ข้อดีของบล็อกปูพื้น

2.2.1 คุณภาพของบล็อกปูพื้น เนื่องจากบล็อกปูพื้นผลิตจากวัสดุมีคุณภาพ และสามารถควบคุมมาตรฐานการผลิตจากเครื่องจักร อีกทั้งยังมีการทดสอบคุณภาพก่อนนำไปใช้งาน ดังนั้นบล็อกปูพื้นจึงมีขนาด ความแข็งแรงในการรับน้ำหนัก และความทนทานตามมาตรฐานกำหนด

2.2.2 ความสวยงาม พื้นบล็อกปูพื้นสามารถทำให้เกิดลวดลายต่าง ๆ เพื่อความสวยงามตามที่ต้องการได้ โดยอาศัยสีสันทันและรูปทรงที่หลากหลายของบล็อก นอกจากนั้นยังใช้ความแตกต่างของสีเป็นตัวช่วยในการกำหนดขอบเขตหรือแบ่งพื้นที่ในแต่ละส่วน และใช้เป็นสัญลักษณ์ต่าง ๆ ในการควบคุมการสัญจร การจราจรได้

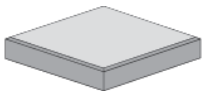
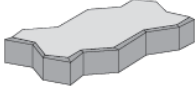
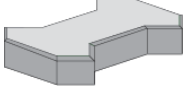
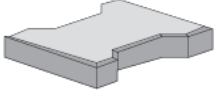
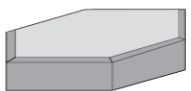
2.2.3 ราคา เมื่อเทียบราคากับบล็อกทางเดินปูพื้นกับบล็อกประเภทอื่น ตลอดอายุการใช้งานแล้วจะพบว่าพื้นบล็อกปูพื้นมีค่าใช้จ่ายที่น้อยที่สุด พิจารณาราคาก่อสร้างเริ่มแรกจะพบว่าราคา พื้นบล็อกทางเดินปูพื้นจะอยู่ในช่วงที่เหมาะสมไม่สูงจนเกินไป แต่เมื่อคิดผลตอบแทนระยะยาวไม่ว่าจะเป็นค่าบำรุงรักษาที่ต่ำ การนำบล็อกปูพื้นที่ใช้แล้วนำกลับมาใช้ใหม่และเมื่อเทียบราคาตลอดอายุการใช้งาน จะเห็นได้ว่าบล็อกปูพื้นคุ้มค่าในการลงทุนที่สุด

2.2.4 การก่อสร้างและการบำรุงรักษา พื้นบล็อกปูพื้นก่อสร้างง่ายใช้เพียงแรงงาน และอุปกรณ์ทั่ว ๆ ไป เมื่อก่อสร้างเสร็จสามารถเปิดใช้งานได้ทันที นอกจากนั้นยังสะดวกในการบำรุงรักษา เพราะซ่อมแซมได้ง่าย สามารถเลือกซ่อมได้เฉพาะบริเวณที่เกิดความเสียหายและบล็อกทางเดินปูพื้นที่มีการชำรุดสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ (พงศ์พันธ์ วรสุนทรโรสถ และวรพงศ์ วรสุนทรโรสถ, 2555)

2.3 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคอนกรีตบล็อกประสานปูพื้น

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.827-2531 กำหนดขนาดและเกณฑ์ ความคลาดเคลื่อน ส่วนประกอบ วิธีการทำ คุณสมบัติที่ต้องการ เครื่องหมายหรือฉลาก การชักตัวอย่าง เกณฑ์ตัดสิน และการทดสอบคอนกรีตบล็อกประสานปูพื้น

ตารางที่ 2.3 ผลิตภัณฑ์คอนกรีตสำเร็จรูป PRECAST CONCRETE PRODUCTS

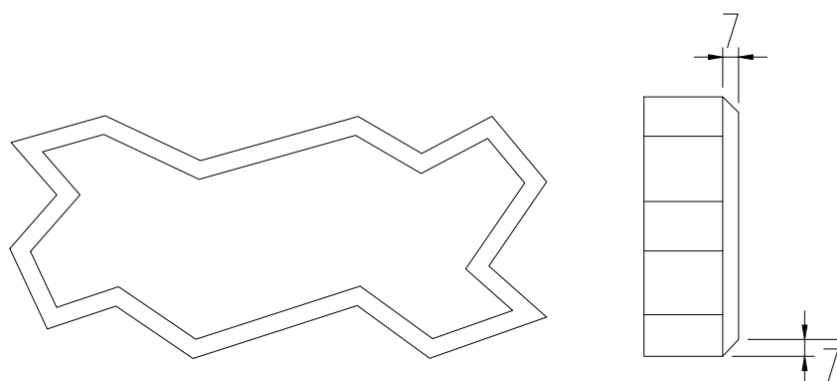
ผลิตภัณฑ์	มาตรฐาน	ขนาด	รายละเอียด	
PRODUCT	STANDARD	(กว้างxยาวxหนา) NOMINAL SIZE (ซม.)	น้ำหนัก UNIT WEIGHT กก./ก้อน	จำนวนใช้งาน No. ก้อน/ตร.ม.
 รูปร่างแบบสี่เหลี่ยม จัดรูัส	มอก.827-2531	8x8x6	0.9	156.3
		9.5x9.5x6	1.3	110.3
		19.6x19.6x6	5.5	26.0
		29.5x29.5x6	12.5	10.9
 รูปร่างแบบ สี่เหลี่ยมมีพื้นผ้า	มอก.827-2531	9.7x19.7x6	2.8	51.5
		19.7x29.5x6	8.4	16.5
 รูปร่างแบบคดกริช	มอก.827-2531	11.2x22x6	3.5	40.1
		11.2x22x8	4.7	40.1
 รูปร่างแบบคทา	มอก.827-2531	13.7x19.3x6	2.7	51.0
 รูปร่างแบบตัวไอ	มอก.827-2531	16.5x21x6	4.2	35.5
 รูปร่างแบบคิลาหก เหลี่ยม	มอก.827-2531	11.3x19.3x6	22.2	59.5
 รูปร่างแบบคิลาแปด เหลี่ยม	มอก.827-2531	19.3x19.3x6	4.4	2.5 ใช้ร่วมกับแบบ สี่เหลี่ยมจัดรูัส

ที่มา : สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม, 2557

ตารางที่ 2.4 ขนาดเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของบล็อก หน่วยเป็นมิลลิเมตร

มิติ	เกณฑ์ที่กำหนด	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน
ความกว้างและความยาว	ไม่เกิน 295	± 2
ความหนา	60	± 2
	80	
	100	± 3
	120	
ความหนาของชั้นผิวหน้า (เฉพาะชั้นผิวหน้าที่ทำเป็นสี)		ต่ำสุด 3

ที่มา : สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม, 2557



ภาพที่ 2.1 : การลบมุม

ที่มา : สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม, 2557

การทดสอบบล็อกที่นำมาทดสอบต้องมีอายุไม่น้อยกว่า 7 วัน

2.3.1 มิติ

2.3.2 ความกว้างและความยาวใช้เครื่องวัดที่วัดได้ละเอียดถึง 1.0 มิลลิเมตร วัดความกว้างและความยาวของบล็อกตัวอย่างบริเวณที่กว้างและยาวมากที่สุด

2.3.3 ความหนา

2.3.4 ความหนาของบล็อกใช้เครื่องวัดที่วัดได้ละเอียดถึง 1.0 มิลลิเมตร วัดความกว้างและความยาวของบล็อกตัวอย่าง รวมชั้นผิวหน้า) 4 แห่ง แล้วรายงานผลเป็นค่าเฉลี่ย

2.3.5 ความหนาของชั้นผิวหน้าหับบล็อกตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบความต้าน แรงอัดแล้ว เป็น 2 ชั้น แล้ววัดความหนาของชั้นผิวหน้าของชั้นตัวอย่างด้วยเครื่องวัดที่วัดได้ละเอียดถึง 0.5 มิลลิเมตร โดยวัดอย่างน้อย 4 แห่ง

2.3.5.1 มิติ

2.3.5.2 การลบมุม (ถ้ามี) ใช้เครื่องวัดที่วัดได้ละเอียดถึง 1.0 มิลลิเมตร

2.3.5.3 ความได้นาก

2.3.5.4 ความต้านแรงอัด (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม, 2557)

2.4 ดิน

วัตถุที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติจากการสลายตัวทางกายภาพ และทางเคมีของหินและแร่ รวมกับสารอินทรีย์ที่เกิดจากการสลายตัวของซากพืชซากสัตว์เป็นผิวชั้นบนที่หุ้มห่อโลก ดินมีลักษณะและคุณสมบัติต่างกันไปในที่ต่าง ๆ ตามสภาพภูมิอากาศ ภูมิประเทศ วัตถุดิบกำเนิด สิ่งมีชีวิตและระยะเวลาการสร้างตัวของดิน



ภาพที่ 2.2 กระบวนการกำเนิดดิน จากหินและแร่ที่เกิดการผุพังรวมกับสารอินทรีย์กลายเป็นดิน
ที่มา : กรมทรัพยากรธรณี, 2564

ชนิดดินจำแนกตามลักษณะของเนื้อดิน แบ่งได้ 3 ชนิด

2.4.1 ดินทราย เป็นที่ประกอบด้วยทรายตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไปโดยน้ำหนัก มีสมบัติเหมือนทราย ไม่อุ้มน้ำ

2.4.2 ดินร่วน เป็นดินที่ประกอบด้วย ทราย โคลนตม และดินเหนียว โดยมีปริมาณดินทรายและดินเหนียวไม่มากนัก ดังนั้น น้ำและอากาศจึงไหลผ่านดินร่วนได้ดีกว่าดินเหนียว อุ้มน้ำได้ดีพอสมควร นิยมใช้ในการเพาะปลูกพืช และการเพาะชำ

2.4.3 ดินเหนียว เป็นดินที่มีเนื้อละเอียดแน่น อุ้มน้ำได้ดี และไม่ยอมให้น้ำซึมผ่านได้ง่ายไม่เหมาะสมในการเพาะปลูกพืช

2.4.4 ประเภทของดิน โดยทั่วไปแบ่งดินออกเป็น 2 ประเภท คือ ดินชั้นบนและดินชั้นล่าง

2.4.4.1 ดินชั้นบน เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ มีแร่ธาตุหลายชนิดและมีซากพืชซากสัตว์เน่าเปื่อย (ฮิวมัส) ที่พืชต้องการทับถมกันอยู่มาก ลักษณะของเนื้อดินเป็นสีดำคล้ำเม็ดดินหยาบหรือเม็ดดินมีขนาดใหญ่ร่วนซุย เป็นดินที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช

2.4.4.2 ดินชั้นล่าง อยู่ถัดจากดินชั้นบนลงไป มีความอุดมสมบูรณ์น้อยมาก เนื้อดินแน่นเม็ดละเอียด สีจาง เป็นดินที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช

ดินที่ใช้ในการทดลอง จะใช้ดินแดงหรือดินลูกรัง ลักษณะเป็นดินร่วนปนทราย ซึ่งเป็นดินที่พบชั้นลูกรัง ชั้นกรวด ชั้นเศษหิน หรือชั้นหินพื้น ในระดับตื้นกว่า 50 เซนติเมตร จากผิวดิน อาจพบกรวด หินมนเล็ก หรือเศษหินปะปน จึงทำให้เป็นอุปสรรคต่อการเจริญเติบโตของพืชและการนำมาใช้เป็นส่วนผสมของอิฐบล็อกประสาน จึงต้องมีการนำมาร่อนให้ได้ขนาดที่เหมาะสมก่อนนำไปอัดขึ้นรูป ดินลูกรังเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ทั้งนี้ จากผลการสำรวจพบว่า ประเทศไทยมีดินลูกรังประมาณ 52 ล้านไร่ หรือร้อยละ 16.3 ของพื้นที่ทั้งประเทศ โดยพื้นที่ที่พบดินลูกรังมีอยู่ใน

ทุกภาคของประเทศ ยกเว้นในเขตฝนตกชุกทางภาคใต้ ส่วนที่พบมากคือในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (กรมทรัพยากรธรณี, 2564)

2.5 น้ำ

น้ำเป็นปัจจัยสำคัญยิ่งในการทำอิฐบล็อกประสาน แบ่งเป็น

2.5.1 น้ำสำหรับผสมส่วนประกอบของอิฐบล็อกประสานให้มีความชื้นเหลวทำงานง่าย

2.5.2 น้ำสำหรับบ่มคอนกรีตให้แข็งตัว ทำให้มีความต้านทานแรงอัดได้ตามต้องการ คุณสมบัติทางกายภาพของน้ำ คือ ลักษณะทางภายนอกที่แตกต่างกัน เช่น ความใส ความขุ่น กลิ่น สี เป็นต้น

2.5.2.1 อุณหภูมิ (Temperature) อุณหภูมิของน้ำมีผลในด้านการเร่งปฏิกิริยาทางเคมีซึ่งจะส่งผลต่อการลดปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ

2.5.2.2 สี (Color) สีของน้ำเกิดจากการสะท้อนแสงของสารแขวนลอยในน้ำ เช่น น้ำตามธรรมชาติจะมีสีเหลืองซึ่งเกิดจากกรดอินทรีย์ น้ำในแหล่งน้ำที่มีใบไม้ทับถมจะมีสีน้ำตาล หรือถ้ามีตะไคร่น้ำก็จะมีสีเขียว

2.5.2.3 กลิ่นและรส กลิ่นและรสของน้ำจะมีคุณสมบัติแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปริมาณสารอินทรีย์ที่อยู่ในน้ำ เช่น ซากพืช ซากสัตว์ที่เน่าเปื่อยหรือสารในกลุ่มของฟีนอล กลีโอกไซด์เคมิลอยไรต์ซึ่งจะให้น้ำมีรสกร่อยหรือเค็ม

2.5.2.4 ความขุ่น (Turbidity) เกิดจากสารแขวนลอยในน้ำ เช่น ดิน ซากพืช ซากสัตว์

2.5.2.5 การนำไฟฟ้า (Electrical conductivity) บอกลักษณะความสามารถของน้ำที่กระแสไฟฟ้าสามารถไหลผ่าน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของไอออนโดยรวมในน้ำ และอุณหภูมิขณะทำการวัดค่าการนำไฟฟ้า

การนำไปใช้ น้ำที่ใช้ในการผสมดินซีเมนต์ต้องเป็นน้ำสะอาด ปราศจากสารเจือปน หรือสารอินทรีย์ต่าง ๆ ไม่มีความเป็นกรดหรือด่าง หรือคราบน้ำมัน ดังนั้นถ้าไม่แน่ใจใช้น้ำสะอาดที่ใช้ดื่มได้เพราะว่าน้ำจะเป็นตัวเข้าไปทำปฏิกิริยากับซีเมนต์โดยตรง ดังนั้นถ้าในน้ำมีสารอินทรีย์ หรือมีสภาพเป็นกรด ต่างก็จะทำให้ปฏิกิริยาเกิดได้ไม่เต็มที่ ทำให้ได้กำลังไม่สูงมากเท่าที่ต้องการ (นลินี สายใจอุป, 2564)

2.6 ปูนซีเมนต์

ปูนซีเมนต์ เป็นผลผลิตที่ได้จากการบดปูนเม็ด ซึ่งเป็นผลึกที่เกิดจากการเผาส่วนผสมต่าง ๆ จนรวมตัวผสมกันสุกพอดี มีส่วนประกอบทางเคมีที่สำคัญ คือ แคลเซียมและอลูมิเนียมซิลิเกต ปูนซีเมนต์ที่กล่าวนี้จะหมายถึงปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ (Portland Cement) ซึ่งเป็น ปูนซีเมนต์ไฮดรอลิก (Hydraulic Cement) ที่เมื่อผสมกับน้ำตามส่วนแล้วสามารถก่อตัวและแข็งตัวในน้ำได้ เนื่องจากปฏิกิริยาระหว่างน้ำกับส่วนประกอบของปูนซีเมนต์นั้น การทำปฏิกิริยาดังกล่าว เรียกว่า ไฮเดรชัน (Hydration) ตำรับของซีเมนต์ที่เรียกกันว่า “ปอร์ตแลนด์” นี้ ได้มาจากการตั้งชื่อของนายโจเซฟ แอสปดิน โดยที่ ในปี ค.ศ.1824 เขาได้ทำการจดทะเบียนวิธีการผลิตปูนซีเมนต์อย่างหนึ่ง ซึ่งได้จากการเผาส่วนผสมระหว่างหินปูนและดินเหนียว และเมื่อนำมาบดจะได้เนื้อปูนซีเมนต์มีสีเหลือง-เทา คล้ายกับหินในเกาะของเมืองปอร์ตแลนด์ ประเทศอังกฤษ เขาจึงตั้งชื่อว่าปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ปูนซีเมนต์ที่ผลิตได้ในตอนแรกนี้ยังมีคุณภาพต่ำมาก ทั้งนี้เนื่องจากการเผาส่วนผสมดังกล่าวใช้ความร้อนต่ำ ซึ่งทำให้หินปูนกับดินเหนียวยังรวมตัวไม่ดี ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์เป็นวัสดุก่อสร้างที่สำคัญที่สุดในการก่อสร้างทางวิศวกรรมปัจจุบัน โดยที่เมื่อผสมกับหิน กรวด หินทรายและน้ำ

ด้วยอัตราส่วนที่เหมาะสมจะได้เป็นคอนกรีต ซึ่งเมื่อแข็งตัวแล้วจะแข็งและทนทานคล้ายหิน ตัวอย่างสิ่งก่อสร้างคอนกรีต ได้แก่ ฐานราก ตอม่อ เขื่อน กำแพงกันดิน พื้นและถนน เมื่อเสริมด้วยเหล็กเสริมจะเป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก สำหรับพื้น หลังคา สะพาน อาคาร อุโมงค์ และอื่น ๆ หรือเมื่อผสมรวมกับทรายและปูนขาวจะเป็นปูนฉาบ สำหรับการก่ออิฐหรือหิน เป็นต้น ประเภทของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์สมาคมทดสอบวัสดุอเมริกัน (ASTM) และสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของประเทศไทย (มอก.15) แบ่งปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ออกเป็นประเภทใหญ่ ๆ 5 ประเภท (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน บล็อกประสาน, 2547)

2.6.1 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ธรรมดา (Ordinary Portland Cement) สำหรับใช้ในการทำคอนกรีต หรือผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมใดที่ไม่ต้องการคุณภาพพิเศษกว่าธรรมดา และสำหรับใช้ในการก่อสร้างตามปกติทั่วไป ที่ไม่อยู่ในภาวะอากาศรุนแรง หรือในที่ที่มีอันตรายจากซัลเฟตเป็นพิเศษ หรือที่ความร้อนที่เกิดจากการรวมตัวกับน้ำจะไม่ทำให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้นถึงขั้นอันตราย ได้แก่ ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ตราช้าง ตราพญานาคสีเขียวและตราเพชรเม็ดเดียว

2.6.2 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ดัดแปลง (Modified Portland Cement) สำหรับใช้ในการทำคอนกรีตหรือผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมใดที่เกิดความร้อนและทนซัลเฟตได้ปานกลาง เช่น งานสร้างเขื่อนคอนกรีต กำแพงกันดินหนา ๆ หล่อหุ้มคอนกรีตขนาดใหญ่ ตอม่อ สะพาน เป็นต้น ได้แก่ ปูนซีเมนต์ตราพญานาคเจ็ดเศียร

2.6.3 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์แข็งเร็ว (High-early Strength Portland Cement) หรือที่เรียกว่าซูเปอร์ซีเมนต์ ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทนี้ให้กำลังสูงในระยะแรกมีเนื้อเป็นผงละเอียดกว่าปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ธรรมดา ผลิตได้โดยการเปลี่ยนสัดส่วนและโดยการเติมสารอื่น โดยการบดให้ละเอียดยิ่งขึ้น หรือโดยการเผาให้ดีขึ้น มีประโยชน์สำหรับทำคอนกรีตที่ต้องการจะใช้เร็วหรือรีบแบบเร็ว เช่น เสาเข็ม คอนกรีต ถนน พื้นและคานที่ต้องถอดแบบเร็ว เป็นต้น ปูนซีเมนต์ประเภทนี้ ได้แก่ ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ตราเอราวัณ ตราพญานาคสีแดง และตราสามเพชร

2.6.4 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทเกิดความร้อนต่ำ (Low-heat Portland Cement) เป็นปูนซีเมนต์ที่ให้ความร้อนต่ำ ซึ่งปูนซีเมนต์ชนิดนี้ใช้มากในการก่อสร้างคอนกรีต เช่น เขื่อน เนื่องจากให้อุณหภูมิของคอนกรีตต่ำกว่าปูนซีเมนต์ชนิดอื่นขณะแข็งตัว

2.6.5 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ทนซัลเฟตได้สูง (Sulfate-Resistant Portland Cement) เป็นปูนซีเมนต์ชนิดที่ต้านทานซัลเฟตได้สูง สำหรับใช้กับโครงสร้างที่อยู่ในที่มีการกระทำของซัลเฟตรุนแรง เช่น น้ำหรือดินที่มีด่าง (Alkaline) สูง มีระยะเวลาการแข็งตัวช้ากว่าประเภทหนึ่ง ได้แก่ ปูนซีเมนต์ตราปลาฉลาม (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน บล็อกประสาน, 2547)

จากการศึกษาได้ทำการสรุปคุณสมบัติของปูนซีเมนต์ที่เหมาะสมกับงานวิจัยได้เป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 หรือปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ธรรมดา ที่นำมาจัดสร้างและทดสอบคุณสมบัติของงานวิจัยนี้

2.7 การทดสอบ

การคำนวณค่าความหนาแน่น ทำการหาปริมาตรของชิ้นงานแต่ละอัตราส่วน

2.7.1 การคำนวณหาความหนาแน่นในการขึ้นรูปแผ่น (Density)

$$D = \frac{m}{V}$$

D คือ ความหนาแน่น (กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร)

M คือ มวลหรือน้ำหนัก (กรัม)

V คือ ปริมาตร (ลูกบาศก์เมตร)

2.7.2 การทดสอบค่าการดูดกลืนน้ำของบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์สามารถบอกความคงทนของบล็อกได้ โดยการเตรียมตัวอย่างที่ขึ้นรูปแล้วซึ่งเพื่อหาน้ำหนักก่อนการดูดกลืนน้ำ บันทึกราค่าเป็นทศนิยม 2 ตำแหน่ง (มีหน่วยเป็นกรัม) จากนั้นนำตัวอย่างชิ้นงานแช่น้ำทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง เมื่อครบเวลาจะทำการนำบล็อกตัวอย่างออกจากการทดสอบ และตั้งทิ้งไว้ให้น้ำส่วนเกินที่ชิ้นงานดูดกลืนไว้หมด สังเกตได้จากไม่มีน้ำหยดจากตัวอย่างชิ้นงาน นำตัวอย่างที่ได้ไปชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งดิจิตอลทศนิยม 2 ตำแหน่ง (มีหน่วยเป็นกรัม) บันทึกราค่าที่ได้เป็นน้ำหนักของตัวอย่างชิ้นงานที่อิ่มน้ำ และนำค่าที่ได้ทั้งหมดมาหาค่าเฉลี่ยการดูดกลืนน้ำของตัวอย่างชิ้นงานแต่ละอัตราส่วน

2.7.3 การทดสอบอุณหภูมิผิวหน้าของบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ นำตัวอย่างชิ้นงานอัตราส่วนต่าง ๆ ที่ขึ้นรูปด้วยแม่แบบบล็อก ขนาด 5x5x5 เซนติเมตร ไปวางกลางแจ้งแล้วทำการวัดอุณหภูมิด้วยเครื่องวัดอุณหภูมิเทอร์โมสแกน (Thermal Imaging Camera/TIC) ช่วงเวลาตั้งแต่ 11.00 – 14.00 นาฬิกา ในช่วงที่อากาศร้อนจัดของวัน ทำการบันทึกผลทดสอบติดต่อกันเป็นเวลา 7 วัน เพื่อนำมาหาค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของตัวอย่างชิ้นงานแต่ละอัตราส่วน

2.7.4 การทดสอบกำลังแรงอัด ใช้เครื่องทดสอบแรงกดที่ให้แรงกดได้ไม่น้อยกว่า 1,000 kN และสามารถปรับความเร็วในการเพิ่มแรงกดได้

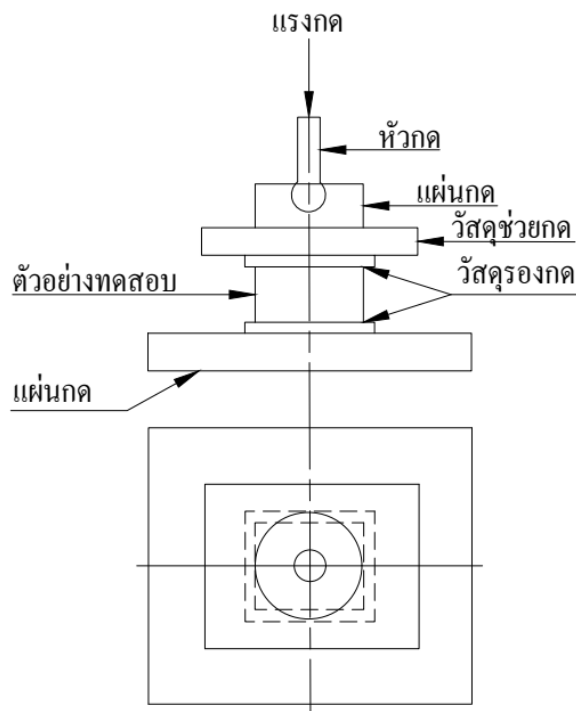
2.7.4.1 แผ่นกด แผ่นกดแต่ละแผ่นต้องหนาไม่น้อย กว่า 12 มิลลิเมตร ทำด้วยวัสดุที่มีความแข็งไม่น้อยกว่า 60 HRC สำหรับแผ่นกดเส้นผ่าน ศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 150 มิลลิเมตร

2.7.4.2 วัสดุช่วยกด ในกรณีที่พื้นที่ของแผ่นกดแผ่น บน ไม่ครอบคลุมพื้นที่ของบล็อกตัวอย่างได้ทั้งหมด และใช้วัสดุช่วยกดที่หนาไม่น้อยกว่า 12 มิลลิเมตร และมีความแข็งไม่น้อยกว่า 60 HRC ช่วยกด

2.7.4.3 วัสดุรองกด วัสดุรองกดที่ใช้ต้องเป็นกระดาษ แข็งหรือไม้อัด หรือไม้เนื้ออ่อนหรือแผ่นยาง หนาไม่น้อยกว่า 4 มิลลิเมตร และต้องมีพื้นที่ครอบคลุม พื้นที่ของบล็อกตัวอย่าง

2.7.4.4 จัดแนวศูนย์กลางของบล็อกตัวอย่าง (ในกรณีที่มิรูปร่างสมการ ศูนย์กลางของบล็อกตัวอย่าง คือจุดรวมมวล) หัวกด แผ่นกด และวัสดุช่วยกด (ถ้ามี) ให้อยู่ในแนวเดียวกัน

2.7.4.5 กดบล็อกตัวอย่าง โดยเพิ่มแรงกดสูงสุดที่คาดว่าจะบล็อกตัวอย่างจะรับได้ ภายในเวลา 1 ถึง 2 นาที บันทึกราค่าแรงกดสูงสุดที่บล็อกตัวอย่างจะรับได้ (มาตรฐานอุตสาหกรรม คอนกรีตบล็อกปูพื้น มอก.827-2531, 2532)



ภาพที่ 2.3 ตัวอย่างแผ่นกด วัสดุช่วยกดและวัสดุรองกด และตำแหน่งทดสอบ
ที่มา : มาตรฐานอุตสาหกรรม คอนกรีตบล็อกปูพื้น มอก. 827-2531 2532 : 13

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สุวัฒน์ พาหุสุวัฒน์ โภณิน อินทร์เกลี้ยง บุญรอด หาญองอาจ (2560) การศึกษาการก่อสร้างถนนดินซีเมนต์ผสมยางพารา : งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำน้ำยางพารามาใช้เป็นสารผสมเพิ่มในการปรับปรุงคุณสมบัติด้านกำลังรับแรงอัด การแตกร้าว และการลดฝุ่นของดินลูกรังและดินซีเมนต์ การทดลองแบ่งออกเป็น 2 ส่วน 1) ทดลองในห้องปฏิบัติการ โดยทำการทดสอบกับตัวอย่างดินลูกรังอัตราส่วนผสม 0% ปูนซีเมนต์ และ 0% น้ำยางพาราชั้น, 4% ปูนซีเมนต์และ 0%, 5%, 8%, 10% น้ำยางพาราชั้น, 5% ปูนซีเมนต์ และ 0%, 5%, 8%, 10% น้ำยางพาราชั้น และ 8% ปูนซีเมนต์ และ 0%, 5%, 8%, 10% น้ำยางพาราชั้น ตามลำดับที่อายุการบ่ม 7 วัน และ 28 วัน ทำการทดสอบแรงอัดแบบไม่จำกัด เพื่อหาค่ากำลังรับแรงอัดของตัวอย่างดินลูกรังอัตราส่วนผสมต่าง ๆ และ 2) ทดสอบการก่อสร้างใช้งานถนนดินซีเมนต์ผสมน้ำยางพาราในสนาม ผลการวิจัยพบว่า 1) ค่ากำลังรับแรงอัดของดินซีเมนต์ผสมยางพาราอัตราส่วนผสม 8% ปูนซีเมนต์ และ 10% น้ำยางพาราชั้น มีกำลังอัดสูงสุด 22.08 ksc มากกว่า 17.5 ksc (มทข.-2-307) ดังนั้นอัตราส่วนนี้เป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมของดินซีเมนต์ผสมน้ำยางพาราสำหรับถนนดินซีเมนต์ และ 2) การก่อสร้างในสนาม โดยนำอัตราส่วนที่เหมาะสมจากการทดลองมาคิดเป็นวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างผิวทางถนนดินซีเมนต์ผสมยางพาราหนา 0.15 เมตร ต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร ประกอบด้วยวัสดุดินลูกรังบดอัดแน่น 0.15 ลูกบาศก์เมตร, ปูนซีเมนต์ 25 กิโลกรัม, น้ำยางชั้น 60% HA 2.52 ลิตร และสารผสมเพิ่ม 0.05 กิโลกรัม โดยทดสอบก่อสร้างที่ถนนคันคลองชลประทานของอ่างเก็บน้ำ ห้วยถ้ำแค้น อ.ตระการพืชผล จ.อุบลราชธานี ถนนกว้าง 6 เมตร หนา 0.15 เมตร ยาว 500 เมตร หลังการก่อสร้างถนนดินซีเมนต์ผสมยางพาราผิวทางมีสภาพเป็นถนนไร้ฝุ่นและแข็งแรงกว่าถนนลูกรัง ซึ่งจะนำมาบำรุง/ขยายผลใช้ทำถนนคันคลอง

ชลประทานและถนนในบริเวณหัวงานโครงการชลประทานต่อไป

จากการศึกษางานวิจัยนี้ ได้นำหลักการทดสอบในห้องปฏิบัติการโดยการสร้างชิ้นงานตัวอย่าง ในขนาด 5x5x5 เซนติเมตร มีการใช้วัสดุหลักเป็นดินลูกรัง การทดสอบกำลังแรงอัด การเปรียบเทียบ อัตราส่วน การสรุปผลจากชิ้นงานตัวอย่าง การสร้างสนามทดสอบจริงจากผลที่สรุปได้จาก ห้องปฏิบัติการ และสรุปผลจากสนามทดสอบจริง

สำเนียง อังสุพันธุ์กุล วราธร แก้วแสง สาโรจน์ ดำรงศีล (2559) พฤติกรรมทางกลของผนังดิน ซีเมนต์บดอัดภายใต้แรงกดอัดสำหรับบ้านดิน : งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาพฤติกรรมทางกลของผนังดิน ซีเมนต์บดอัดที่มีการเสริมเหล็กภายใต้แรงกดอัด โดยเปรียบเทียบผลการทดสอบผนังดินซีเมนต์บดอัด ที่แปรผันค่าความชะลูด โดยในการศึกษาใช้ดินลูกรังผสมกับปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ที่ อัตราส่วนผสมซีเมนต์ต่อดินลูกรังที่ 1:7 โดยนำน้ำหนักดินแห้ง แล้วทำการทดสอบหาค่าการบดอัดดิน แบบมาตรฐานในกรณีที่เหมาะสมและไม่ผสมปูนซีเมนต์ เพื่อหาค่าปริมาณความชื้นที่เหมาะสม (OMC) และค่าความหนาแน่นแห้งสูงสุด (MDD) โดยการขึ้นรูปตัวอย่างการทดสอบ ตัวอย่างขนาด 400x400x200 มิลลิเมตร โดยบดอัดดินซีเมนต์ให้ได้ความหนาแน่นแห้งสูงสุดไม่ต่ำกว่าร้อยละ 95 ของ MDD ตัดตัวอย่างด้วยเลื่อยให้มีขนาดเท่ากับ 200x200x400 มิลลิเมตร เพื่อนำตัวอย่างไป ทดสอบเพื่อหาคุณสมบัติกำลังรับแรงอัดแบบปริซึม (Compressive strength of CSRE Pisms) และ ขึ้นรูปผนังดินซีเมนต์บดอัดที่ผสมปูนซีเมนต์โดยกำหนดความหนาของผนังดินซีเมนต์บดอัดเท่ากับ 125 มิลลิเมตร และความกว้างเท่ากับ 1000 มิลลิเมตร โดยมีอัตราส่วนความชะลูดของผนัง (h/t) เท่ากับ 6 8 10 และ 14 ตามลำดับ และผนังมีการเสริมเหล็กเส้นกลมที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 มิลลิเมตร จำนวน 5 เส้น บดอัดดินซีเมนต์ให้ได้ความหนาแน่นแห้งสูงสุดไม่ต่ำกว่าร้อยละ 95 ของ MDD เช่นเดียวกัน เมื่อครบอายุการบ่มที่ 28 วัน แล้วทำการทดสอบแรงกดอัด มีลักษณะเป็นแรง กระทำแบบจุด (One-point loading)

จากผลการศึกษา พบว่า การทดสอบการบดอัดดินแบบมาตรฐานของดินลูกรังที่ผสมและไม่ ผสมปูนซีเมนต์ให้ค่า OMC ที่ร้อยละ 9.16 และ 10.92 ที่ MDD เท่ากับ 1.984 และ 1.926 กรัมต่อ ลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดแบบปริซึม ให้กำลังรับแรงอัดของ ดินลูกรังที่ผสมและไม่ผสมซีเมนต์ให้ค่าเท่ากับ 48.35 และ 12.74 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ค่าการรับแรงกดอัดของผนังดินซีเมนต์บดอัด พบว่า h/t ของผนังที่เพิ่มขึ้น ทำให้ค่าแรงกด อัดในแนวแกนที่ผนังดินซีเมนต์บดอัดจะรับได้มีแนวโน้มลดลง โดยที่ h/t เท่ากับ 6 8 10 และ 14 ให้ ค่าแรงกดอัดสูงสุดที่ 11,512.80, 40,599.49, 39,301.14 และ 35,406.09 กิโลกรัม ตามลำดับ

จากการศึกษางานวิจัยนี้ ได้มีการใช้วัสดุหลักเป็นดินลูกรัง การใช้อัตราส่วนปูนซีเมนต์ต่อดิน ลูกรังอยู่ที่ 1:7 โดยนำน้ำหนักดินแห้ง มีการสร้างชิ้นงานตัวอย่างเพื่อทดสอบคุณสมบัติ ระยะเวลาในการ บ่มคอนกรีต และการทดสอบกำลังแรงอัด

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการ และอุปกรณ์

3.1 ศึกษาและกำหนดตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

3.1.1 ตัวแปรต้น

3.1.1.1 ดินลูกรัง

3.1.1.2 อัตราส่วนของ ปูน:ดิน:น้ำ

3.1.2 ตัวแปรตาม

3.1.2.1 ค่าการดูดกลืนน้ำ

3.1.2.2 ค่าการนำความร้อน

3.1.2.3 ค่าการรับกำลังแรงอัด

3.1.3 ตัวแปรควบคุม

3.1.3.1 อัตราส่วนผสมในการสร้างบล็อกซีเมนต์

3.1.3.2 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

3.2 การเตรียมการทดลอง

3.2.1 การศึกษาข้อมูลของบล็อกซีเมนต์ตามมาตรฐาน มอก.827-2531

3.2.1.1 คอนกรีตบล็อกประสานปูพื้นในมาตรฐานนี้จะเรียกว่า “บล็อก” หมายถึง ก้อนคอนกรีตตันที่สามารถนำมาวางเรียงประสานกันได้อย่างต่อเนื่อง มีสีตามธรรมชาติ หรืออาจมีผงสีเจือปนอยู่ทั้งบล็อกหรือเฉพาะที่ชั้นผิวหน้า และจะมีรูปร่างแบบใดก็ได้ เหมาะสำหรับการใช้ปูพื้น เช่น ถนน ทางเท้า ลานจอดรถ และลานกองเก็บวัสดุ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ การออกแบบโครงสร้างชั้นพื้นและชั้นรองพื้น ให้สอดคล้องกับสภาพการใช้งาน

3.2.1.2 ชั้นผิวหน้า ชั้นผิวของบล็อกส่วนที่รับการเสียดสี และอาจมีการลบมุมด้วยก็ได้

3.2.1.2 ความได้ฉาก ความได้ฉากของด้านข้างโดยรอบกับพื้นผิวล่างของบล็อก และการขนานกันของพื้นผิวหน้ากับพื้นผิวล่าง

3.2.2 การศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับดินลูกรัง

3.2.2.1 ส่วนผสมของดินซีเมนต์ ถือ การกำหนดสัดส่วนที่เหมาะสมของดินลูกรัง ปูนซีเมนต์และน้ำ โดยการทดลองในห้องปฏิบัติการอัตราส่วนผสมระหว่างปูนซีเมนต์ต่อดินจะอยู่ระหว่าง 1:7 ถึง 1:8 โดยปริมาตรทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของดินเป็นหลัก

3.2.2.2 ส่วนผสม และวัสดุผสม ดินซีเมนต์เป็นส่วนผสมของ ดินลูกรัง ปูนซีเมนต์ และน้ำ ดินลูกรังที่หาได้ทั่วไปเป็นวัสดุที่ใช้ในงานก่อสร้าง ก่อนนำดินนั้นมาผลิตต้องเลือกดินให้มีคุณสมบัติตามที่แนะนำไว้ในข้อกำหนดนี้ ด้วยปูนซีเมนต์ใช้ได้ทุกชนิด แต่ควรใช้เป็นปูนซีเมนต์ผสมที่มีคุณภาพเทียบเท่ากับปูนซีเมนต์ได้แก่ ตราช้าง ตราดอกบัว ตราทีพีไอ ฯลฯ

3.2.3 ศึกษาอัตราส่วนผสมที่ใช้ในการขึ้นรูปบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์จากผลสรุปที่ได้จากงานวิจัยอิฐบล็อกดินซีเมนต์ จัดทำโดย ปิติ ไวยนิธิ และทวีสิน เกตุนิล กล่าวว่าการกำหนดสัดส่วนที่เหมาะสมของดินลูกรัง ปูนซีเมนต์ และน้ำ โดยห้องปฏิบัติการของสาขาวิจัยการก่อสร้างสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทยบอกว่าอัตราส่วนผสมระหว่างซีเมนต์ต่อดิน จะอยู่ที่ 1:7 ถึง 1:8

3.2.4 ค่ามาตรฐานของการวิจัย การดูดกลืนน้ำที่สามารถยอมรับได้ไม่เกิน 25 เปอร์เซ็นต์ และค่าการรับกำลังแรงอัดไม่น้อยกว่า 40 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (มาตรฐานอุตสาหกรรม มอก. 827-2531, 2532)

ตารางที่ 3.1 อัตราส่วนในการขึ้นรูปบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ ในแม่แบบขนาด 5x5x5 เซนติเมตร

ตัวอย่างที่	เนื้อดิน	ขนาดของชิ้นงานทดสอบ (กว้างxยาวxหนา) (ซม.)	อัตราส่วนผสม (กรัม) (ปูน:ดิน:น้ำ)	จำนวน (ก้อน)
1	ร่อน	5x5x5	1:7:3	3
2	ร่อน	5x5x5	1:7:3.5	3
3	ร่อน	5x5x5	1:7:4	3
1	ร่อน	5x5x5	1:8:3.5	3
2	ร่อน	5x5x5	1:8:4	3
3	ร่อน	5x5x5	1:8:4.5	3
1	ร่อน	5x5x5	1:9:4	3
2	ร่อน	5x5x5	1:9:4.5	3
3	ร่อน	5x5x5	1:9:5	3

ตารางที่ 3.2 อัตราส่วนในการขึ้นรูปบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ ในแม่แบบขนาด 5x5x5 เซนติเมตร

ตัวอย่างที่	เนื้อดิน	ขนาดของชิ้นงานทดสอบ (กว้างxยาวxหนา) (ซม.)	อัตราส่วนผสม (กรัม) (ปูน:ดิน:น้ำ)	จำนวน (ก้อน)
1	ไม่ร่อน	5x5x5	1:7:3	3
2	ไม่ร่อน	5x5x5	1:7:3.5	3
3	ไม่ร่อน	5x5x5	1:7:4	3
1	ไม่ร่อน	5x5x5	1:8:3.5	3
2	ไม่ร่อน	5x5x5	1:8:4	3
3	ไม่ร่อน	5x5x5	1:8:4.5	3
1	ไม่ร่อน	5x5x5	1:9:4	3
2	ไม่ร่อน	5x5x5	1:9:4.5	3
3	ไม่ร่อน	5x5x5	1:9:5	3

3.2.5 การเตรียมการขึ้นรูปบล็อกกึ่งทางเดิน

การเตรียมขึ้นรูปบล็อกกึ่งทางเดิน เป็นกระบวนการที่สรุปวัตถุดิบ อัตราส่วนของวัสดุการผลิตและขนาด ในการจัดทำแม่แบบสำหรับการขึ้นรูปบล็อกซีเมนต์ ก่อนการขึ้นรูปบล็อกซีเมนต์

3.2.5.1 ขั้นตอนการเตรียมวัสดุ

- 1) เตรียมดินลูกรัง
- 2) นำดินลูกรังมาทำการตำด้วยครกหิน



(ก)



(ข)

ภาพที่ 3.1 (ก) ดินลูกรัง (ข) ดินลูกรังที่ตำด้วยครกหิน

- 3) ตะแกรงร่อนทราย เบอร์ 4

- 4) นำดินที่ได้จากการตำด้วยครกหิน มาร่อนในตะแกรงร่อนทราย เบอร์ 4



(ค)



(ง)

ภาพที่ 3.2 (ค) ตะแกรงร่อนทราย เบอร์ 4 (ง) ดินลูกรังที่ร่อนผ่านตะแกรง

3.2.6 วัสดุที่ใช้ในการขึ้นรูปบล็อกดินซีเมนต์

3.2.6.1 ส่วนผสมในการขึ้นรูปบล็อกทางเดินดินซีเมนต์ ได้แก่ ดินลูกรัง ปูนซีเมนต์ น้ำ



(ก)



(ข)

ภาพที่ 3.3 (ก) ดินลูกรังที่ร่อนผ่านตะแกรง (ข) ดินลูกรังที่ร่อนไม่ผ่านตะแกรง



(ก)



(ข)

ภาพที่ 3.4 (ก) ปูนซีเมนต์ (ข) น้ำสะอาด

3.2.7 อุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการขึ้นรูปบล็อกทางเดินดินซีเมนต์

3.2.7.1 อุปกรณ์สำหรับขึ้นรูปบล็อกชิ้นงานทดสอบขนาด 5x5x5 เซนติเมตร



(ก)



(ข)



(ค)



(ง)



(จ)



(ฉ)

ภาพที่ 3.5 (ก) เกียงใบโพธิ์ (ข) ถังผสมปูน (ค) แม่แบบบล็อกขนาด 5x5x5 เซนติเมตร
(ง) ตะแกรกร่อนทราย (จ) เครื่องชั่งดิจิตอล (ฉ) ครกหิน

3.2.8 อุปกรณ์สำหรับทดสอบตามมาตรฐานอุตสาหกรรม (มอก.827-2531)

3.2.8.1 เครื่องโทโมแस्कน (Thermal Imaging Camera/TIC)

3.2.8.2 เครื่องชั่งน้ำหนัก ความละเอียด 0.001-30 กิโลกรัม ค่าความคลาดเคลื่อน $\pm 1\%$

3.2.8.3 เครื่องทดสอบกำลังแรงอัดขนาด 100 ตัน ค่าความคลาดเคลื่อน $\pm 1\%$



(ก)



(ข)

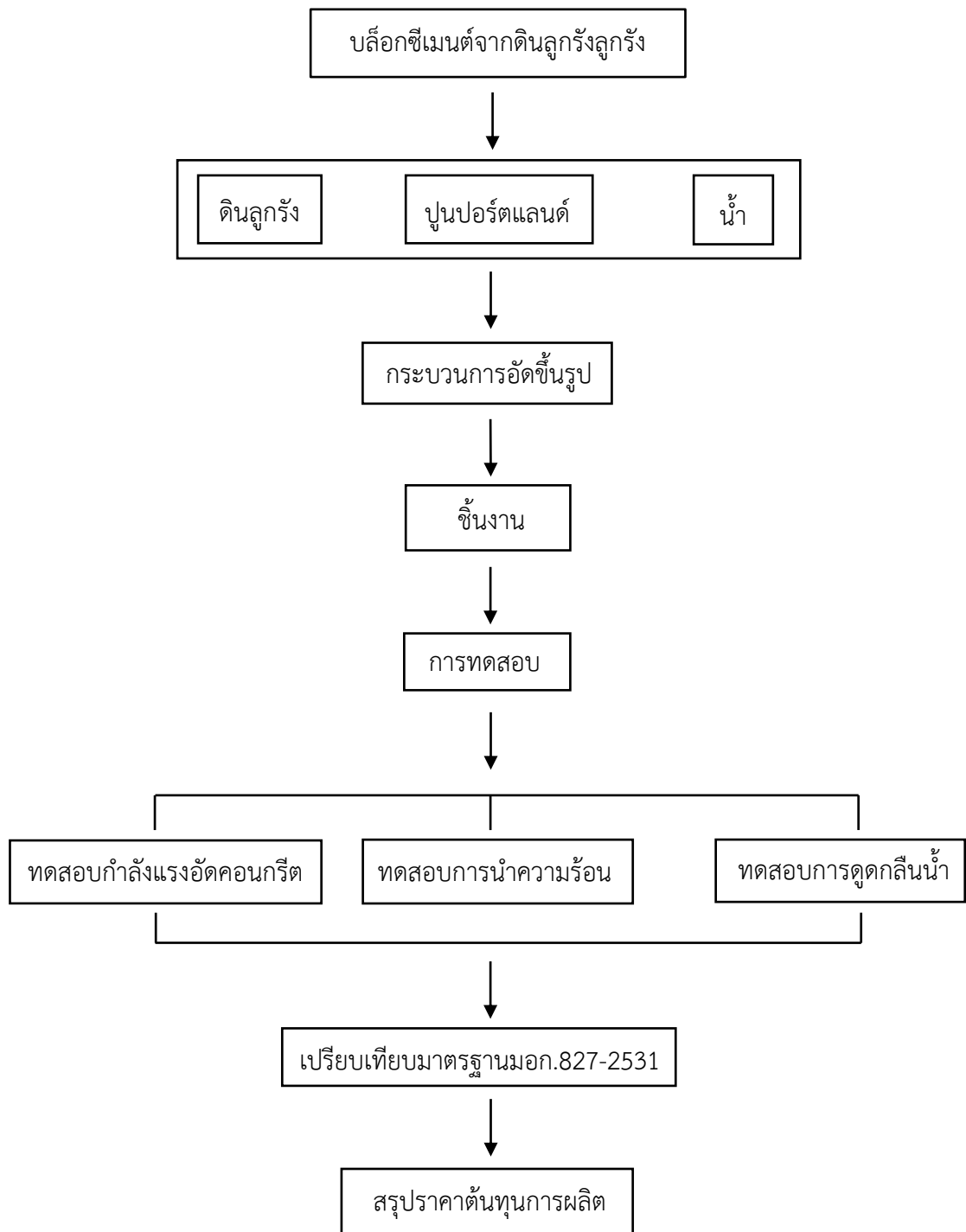


(ค)

ภาพที่ 3.6 (ก) เครื่องโทโมแस्कน (Thermal Imaging Camera/TIC) (ข) เครื่องชั่งน้ำหนัก ความละเอียด 0.001-30 กิโลกรัม (ค) เครื่องทดสอบกำลังแรงอัด ขนาด 100 ตัน

3.3 วิธีดำเนินการวิจัย

จากการศึกษาวัสดุในการจัดสร้างบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ มีการใช้ดินลูกรังชนิดเนื้อดินร้อน เนื้อดินไม่ร้อน ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่หนึ่ง หรือปูนปอร์ตแลนด์ชนิดธรรมดา ใช้น้ำเริ่มที่ครึ่งหนึ่งของดิน การศึกษาอัตราส่วนที่ใช้ในงานวิจัยได้สรุปข้อมูล เริ่มอัตราส่วนตั้งต้นที่ 1:7 เพิ่มอัตราส่วนที่ 1:8 และ 1:9 ตามลำดับ วิธีการขึ้นรูปบล็อกทางเดินจากการสร้างแม่แบบบล็อก ระยะเวลาในการบ่มคอนกรีตที่ 7 วัน จึงทำการถอดแม่แบบบล็อกออก เพื่อเข้าสู่กระบวนการทดสอบทางวิศวกรรมด้านต่าง ๆ ที่ใช้ในการอ้างอิงตามมาตรฐานอุตสาหกรรม มอก.827-2531 โดยมีค่าการดูดกลืนน้ำไม่เกิน 25 เปอร์เซ็นต์ ค่าการรับกำลังแรงอัดมากกว่า 40 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และสรุปราคาคำนวณการผลิต



แผนภูมิที่ 3.1 บล็อกซีเมนต์จากดินลูกรัง

3.4 ขั้นตอนการผลิต

กระบวนการอัดขึ้นรูป จากการศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จึงสามารถกำหนดวัสดุ และอัตราส่วนที่จะนำมาใช้ในการขึ้นรูปบล็อกทางเดิน รวมถึงขนาดที่ใช้ในการทดลองก่อนการศึกษา คุณสมบัติของบล็อกทางเดินดินซีเมนต์ต่อไป

3.4.1 เตรียมวัสดุ ได้แก่ ดินลูกรัง ปูนซีเมนต์ น้ำสะอาด ตามอัตราส่วนที่กำหนด



(ก)



(ข)



(ค)



(ง)

ภาพที่ 3.7 (ก) ดินลูกรังที่ร่อนผ่านตะแกรง (ข) ดินลูกรังที่ร่อนไม่ผ่านตะแกรง (ค) ปูนซีเมนต์ ปอร์ตแลนด์ ประเภทที่ 1 (ง) น้ำสะอาด

3.4.2 นำส่วนผสม ได้แก่ ดินลูกรัง ปูนซีเมนต์ และน้ำ ผสมให้เข้ากัน หลังจากนั้นใส่น้ำคิดเป็น 50 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณดินลูกรัง ปรับอัตราส่วนผสมวัสดุตามสูตร ดังตารางที่ 3.1 และตารางที่ 3.2



(ก)



(ข)



(ค)



(ง)

ภาพที่ 3.8 (ก) ดินลูกรังและปูนซีเมนต์ผสมกัน (ข) ดินลูกรัง ปูนซีเมนต์ และน้ำผสมเข้าด้วยกัน
(ค) ส่วนผสมที่ได้จากตารางอัตราส่วนที่ 3.1 (ง) ส่วนผสมที่ได้จากตารางอัตราส่วนที่ 3.2

3.4.3 นำส่วนผสมลงแม่แบบขนาด 5x5x5 เซนติเมตร อัดแน่นงานและไล่ฟองอากาศออก



(ก)

ภาพที่ 3.9 (ก) การอัดขึ้นรูปชิ้นงานขนาด 5x5x5 เซนติเมตร

3.4.4 หลังจากทิ้งชิ้นงานให้เซตตัวเป็นเวลา 7 วัน จะทำการถอดออกจากแม่พิมพ์บล็อกขนาด 5x5x5 เซนติเมตร



(ก)



(ข)

ภาพที่ 3.10 (ก) ชิ้นงานทดสอบประเภทเนื้อดินร้อน (ข) ชิ้นงานทดสอบประเภทเนื้อดินไม่ร้อน

3.5 ขั้นตอนการทดสอบ

หลังได้บล็อกทดสอบที่สมบูรณ์ตามกระบวนการแล้ว จึงสามารถกำหนดขั้นตอน วิธี และ อุปกรณ์ในการทดสอบคุณสมบัติของบล็อกทดสอบ เพื่อบันทึกข้อมูลของบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์

3.5.1 ทำการทดสอบอุณหภูมิผิวหน้า ด้วยการนำบล็อกดินซีเมนต์วางกลางแจ้งเป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากครบเวลาจึงเริ่มทำการวัดอุณหภูมิด้วยเครื่องโทโมสแกนทุก ๆ 1 ชั่วโมง ในช่วงเวลา 11.00-14.00 น. เป็นระยะเวลา 7 วันติดต่อกัน และบันทึกข้อมูลเพื่อหาค่าเฉลี่ยต่อไป



(ก)



(ข)

ภาพที่ 3.11 (ก) นำบล็อกทดสอบวางกลางแจ้ง (ข) วัดอุณหภูมิด้วยเครื่องโทโมสแกน

3.5.2 ทำการทดสอบค่าการดูดกลืนน้ำ ด้วยการชั่งน้ำหนักบล็อกเป็นค่าน้ำหนักแห้งและ บันทึกผล พร้อมนำบล็อกทดสอบแช่น้ำทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง



(ก)



(ข)

ภาพที่ 3.12 (ก) บันทึกน้ำหนักแห้งของบล็อกทดสอบ (ข) นำบล็อกทดสอบแช่น้ำ 24 ชั่วโมง

3.5.3 เมื่อแช่น้ำครบเวลา 24 ชั่วโมง จะทำการนำบล็อกทดสอบขึ้นจากน้ำเป็นค่าน้ำหนักเปียกและบันทึกข้อมูลเพื่อหาค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การดูดกลืนน้ำต่อไป



(ก)



(ข)

ภาพที่ 3.13 (ก) บล็อกทดสอบที่ขึ้นจากน้ำ (ข) บันทึกน้ำหนักเปียกของบล็อกทดสอบ

3.5.4 ทำการทดสอบค่ากำลังรับแรงกำลังแรงอัดด้วยเครื่องทดสอบกำลังแรงอัดระบบไฮดรอลิก โดยการนำบล็อกทดสอบวางกึ่งกลางเครื่องทดสอบ พร้อมแผ่นเหล็กวางทับตัวบล็อก ทำการเปิดสวิตช์เริ่มทำงานของเครื่อง และบันทึกข้อมูลที่ปรากฏหน้าจอควบคุม



(ก)



(ข)



(ค)

ภาพที่ 3.14 (ก) นำบล็อกวางกึ่งกลางเครื่องทดสอบ (ข) ค่ากำลังแรงอัดขณะเครื่องทำงาน (ค) บล็อกทดสอบหลังทำการอัด

3.6 ชิ้นงานจากการสรุปผลทดลอง

หลังจากการสรุปผลการทดสอบ จะทำการขึ้นชิ้นงานจริงขนาด 30x30x4 เซนติเมตร โดยผลสรุปเป็นอัตราส่วน 1:7:3 ที่มีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยน้อยที่สุด ค่าการดูดกลืนน้ำผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่ 25% และกำลังรับแรงอัดผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่ 40 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร



(ก)



(ข)

ภาพที่ 3.15 (ก) ชิ้นงานขนาด 30x30x4 (ข) ชิ้นงานขนาด 30x30x4 แบบใส่สี

บทที่ 4

ผลการศึกษา

การศึกษาชนิดนี้ เป็นการศึกษาการจัดทำบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ โดยมีการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับดินลูกรัง และนำมาวิเคราะห์คุณสมบัติของดินลูกรัง เพื่อทดสอบ และสรุปผลการทดสอบที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรม มอก.827-2531

4.1 ผลการศึกษาการขึ้นรูปและผลการทดสอบคุณสมบัติการจัดทำบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์

จากการดำเนินการวิจัยการจัดทำบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ มีผลการวิจัยและผลการทดสอบคุณสมบัติเปรียบเทียบกับมาตรฐาน มอก.827-2531 ของคอนกรีตบล็อกประสานปูพื้นทั่วไปตามรายละเอียดต่อไปนี้

4.1.1 ผลการทดสอบด้านกายภาพและด้านคุณสมบัติของบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์มีผลการวิจัยดังรายละเอียดต่อไปนี้

ตารางที่ 4.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคอนกรีตบล็อกประสานปูพื้นทั่วไป มอก.827-2531

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

จากผลค่าทดสอบที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรม มอก.827-2531 จึงเป็นค่ากำหนดผลของบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ในงานวิจัย

ที่มา : มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม มอก.827-2531

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการขึ้นรูปชิ้นงานบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ในอัตราส่วนต่าง ๆ (ปูน:ดินลูกรัง:น้ำ)

ตัวอย่าง	เนื้อดิน	ขนาดชิ้นงานทดสอบ (กว้างxยาวxหนา) ซม.	อัตราส่วนผสม	ผลทดสอบการขึ้นรูป
1	ร้อน	5x5x5	1:7:3	สามารถขึ้นรูปได้
2			1:7:3.5	สามารถขึ้นรูปได้
3			1:7:4	สามารถขึ้นรูปได้
1	ไม่ร้อน	5x5x5	1:7:3	สามารถขึ้นรูปได้
2			1:7:3.5	สามารถขึ้นรูปได้
3			1:7:4	สามารถขึ้นรูปได้
1	ร้อน	5x5x5	1:8:3.5	สามารถขึ้นรูปได้
2			1:8:4	สามารถขึ้นรูปได้
3			1:8:4.5	สามารถขึ้นรูปได้
1	ไม่ร้อน	5x5x5	1:8:3.5	สามารถขึ้นรูปได้
2			1:8:4	สามารถขึ้นรูปได้
3			1:8:4.5	สามารถขึ้นรูปได้
1	ร้อน	5x5x5	1:9:4	สามารถขึ้นรูปได้
2			1:9:4.5	สามารถขึ้นรูปได้
3			1:9:5	สามารถขึ้นรูปได้
1	ไม่ร้อน	5x5x5	1:9:4	สามารถขึ้นรูปได้
2			1:9:4.5	สามารถขึ้นรูปได้
3			1:9:5	สามารถขึ้นรูปได้

จากตารางที่ 4.2 ผลการขึ้นรูปบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์สามารถขึ้นรูปได้ทุกอัตราส่วนผสม

ตารางที่ 4.3 แสดงผลกำลังรับแรงอัดบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ อัตราส่วน 1:7:3 เนื้อดินร้อน (ปูน:ดินลูกรัง:น้ำ)

ตัวอย่าง	ขนาดของชิ้นงาน ทดสอบ (กว้างxยาวxหนา) ซม.	น้ำหนัก (กรัม)	พื้นที่หน้าตัด รับแรงอัด (ตร.ซม.)	กำลังสูงสุด (กก.)	กำลังอัด (กก./ตร.ซม.)
1	5x5x5	175	25	407.88	16.31
2	5x5x5	175	25	407.88	16.31
3	5x5x5	170	25	407.88	16.31
				ค่าเฉลี่ย	16.31

จากตารางที่ 4.3 ผลกำลังรับแรงอัดบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ อัตราส่วน 1:7:3 เนื้อดินร้อน ได้ค่าเฉลี่ยกำลังอัด 16.31 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

ตารางที่ 4.4 แสดงผลกำลังรับแรงอัดบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ อัตราส่วน 1:7:3 เนื้อดินไม่ร้อน (ปูน:ดินลูกรัง:น้ำ)

ตัวอย่าง	ขนาดของชิ้นงาน ทดสอบ (กว้างxยาวxหนา) ซม.	น้ำหนัก (กรัม)	พื้นที่หน้าตัด รับแรงอัด (ตร.ซม.)	กำลังสูงสุด (กก.)	กำลังอัด (กก./ตร.ซม.)
1	5x5x5	205	25	1,325.61	53.02
2	5x5x5	210	25	1,937.43	77.49
3	5x5x5	200	25	1,835.46	73.41
				ค่าเฉลี่ย	67.97

จากตารางที่ 4.4 ผลกำลังรับแรงอัดบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ อัตราส่วน 1:7:3 เนื้อดินไม่ร้อน ได้ค่าเฉลี่ยกำลังอัด 67.97 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

ตารางที่ 4.5 แสดงผลกำลังรับแรงอัดบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ อัตราส่วน 1:7:3.5 เนื้อดินร่วน (ปูน:ดินลูกรัง:น้ำ)

ตัวอย่าง	ขนาดของชิ้นงาน ทดสอบ (กว้าง×ยาว×หนา) ซม.	น้ำหนัก (กรัม)	พื้นที่หน้าตัด รับแรงอัด (ตร.ซม.)	กำลังสูงสุด (กก.)	กำลังอัด (กก./ตร.ซม.)
1	5×5×5	170	25	815.76	32.63
2	5×5×5	170	25	611.82	24.47
3	5×5×5	170	25	713.79	28.55
				ค่าเฉลี่ย	28.55

จากตารางที่ 4.5 ผลกำลังรับแรงอัดบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ อัตราส่วน 1:7:3.5 เนื้อดินร่วนได้ค่าเฉลี่ยกำลังอัด 28.55 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

ตารางที่ 4.6 แสดงผลกำลังรับแรงอัดบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ อัตราส่วน 1:7:3.5 เนื้อดินไม่ร่วน (ปูน:ดินลูกรัง:น้ำ)

ตัวอย่าง	ขนาดของชิ้นงาน ทดสอบ (กว้าง×ยาว×หนา) ซม.	น้ำหนัก (กรัม)	พื้นที่หน้าตัด รับแรงอัด (ตร.ซม.)	กำลังสูงสุด (กก.)	กำลังอัด (กก./ตร.ซม.)
1	5×5×5	195	25	1,529	61.18
2	5×5×5	185	25	1,427	57.10
3	5×5×5	190	25	1,427	57.10
				ค่าเฉลี่ย	58.46

จากตารางที่ 4.6 ผลกำลังรับแรงอัดบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ อัตราส่วน 1:7:3.5 เนื้อดินไม่ร่วน ได้ค่าเฉลี่ยกำลังอัด 58.46 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

ตารางที่ 4.7 แสดงผลกำลังรับแรงอัดบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ อัตราส่วน 1:7:4 เนื้อดินร้อน (ปูน:ดินลูกรัง:น้ำ)

ตัวอย่าง	ขนาดของชิ้นงาน ทดสอบ (กว้างxยาวxหนา) ซม.	น้ำหนัก (กรัม)	พื้นที่หน้าตัด รับแรงอัด (ตร.ซม.)	กำลังสูงสุด (กก.)	กำลังอัด (กก./ตร.ซม.)
1	5x5x5	160	25	509.85	20.39
2	5x5x5	160	25	509.85	20.39
3	5x5x5	160	25	713.79	28.55
				ค่าเฉลี่ย	23.11

จากตารางที่ 4.7 ผลกำลังรับแรงอัดบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ อัตราส่วน 1:7:4 เนื้อดินร้อน ได้ค่าเฉลี่ยกำลังอัด 23.11 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

ตารางที่ 4.8 แสดงผลกำลังรับแรงอัดบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ อัตราส่วน 1:7:4 เนื้อดินไม่ร้อน (ปูน:ดินลูกรัง:น้ำ)

ตัวอย่าง	ขนาดของชิ้นงาน ทดสอบ (กว้างxยาวxหนา) ซม.	น้ำหนัก (กรัม)	พื้นที่หน้าตัด รับแรงอัด (ตร.ซม.)	กำลังสูงสุด (กก.)	กำลังอัด (กก./ตร.ซม.)
1	5x5x5	180	25	1,631.52	65.26
2	5x5x5	185	25	1,325.61	53.02
3	5x5x5	195	25	1,529.55	61.18
				ค่าเฉลี่ย	59.82

จากตารางที่ 4.8 ผลกำลังรับแรงอัดบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ อัตราส่วน 1:7:4 เนื้อดินไม่ร้อน ได้ค่าเฉลี่ยกำลังอัด 59.82 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

ตารางที่ 4.9 แสดงผลกำลังรับแรงอัดบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ อัตราส่วน 1:8:3.5 เนื้อดินร้อน (ปูน:ดินลูกรัง:น้ำ)

ตัวอย่าง	ขนาดของชิ้นงาน ทดสอบ (กว้างxยาวxหนา) ซม.	น้ำหนัก (กรัม)	พื้นที่หน้าตัด รับแรงอัด (ตร.ซม.)	กำลังสูงสุด (กก.)	กำลังอัด (กก./ตร.ซม.)
1	5x5x5	180	25	305.91	12.23
2	5x5x5	180	25	305.91	12.23
3	5x5x5	180	25	305.91	12.23
				ค่าเฉลี่ย	12.23

จากตารางที่ 4.9 ผลกำลังรับแรงอัดบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ อัตราส่วน 1:8:3.5 เนื้อดินร้อน ได้ค่าเฉลี่ยกำลังอัด 12.23 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

ตารางที่ 4.10 แสดงผลกำลังรับแรงอัดบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ อัตราส่วน 1:8:3.5 เนื้อดินไม่ร้อน (ปูน:ดินลูกรัง:น้ำ)

ตัวอย่าง	ขนาดของชิ้นงาน ทดสอบ (กว้างxยาวxหนา) ซม.	น้ำหนัก (กรัม)	พื้นที่หน้าตัด รับแรงอัด (ตร.ซม.)	กำลังสูงสุด (กก.)	กำลังอัด (กก./ตร.ซม.)
1	5x5x5	195	25	1,223.64	48.94
2	5x5x5	195	25	1,427.58	57.10
3	5x5x5	180	25	1,325.61	53.02
				ค่าเฉลี่ย	53.02

จากตารางที่ 4.10 ผลกำลังรับแรงอัดบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ อัตราส่วน 1:8:3.5 เนื้อดินไม่ร้อนได้ค่าเฉลี่ยกำลังอัด 53.02 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

ตารางที่ 4.11 แสดงผลกำลังรับแรงอัดบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ อัตราส่วน 1:8:4 เนื้อดินร้อน (ปูน:ดินลูกรัง:น้ำ)

ตัวอย่าง	ขนาดของชิ้นงาน ทดสอบ (กว้างxยาวxหนา) ซม.	น้ำหนัก (กรัม)	พื้นที่หน้าตัด รับแรงอัด (ตร.ซม.)	กำลังสูงสุด (กก.)	กำลังอัด (กก./ตร.ซม.)
1	5x5x5	160	25	611.82	24.47
2	5x5x5	165	25	713.79	28.55
3	5x5x5	165	25	509.85	20.39
				ค่าเฉลี่ย	24.47

จากตารางที่ 4.11 ผลกำลังรับแรงอัดบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ อัตราส่วน 1:8:4 เนื้อดินร้อน ได้ค่าเฉลี่ยกำลังอัด 24.47 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

ตารางที่ 4.12 แสดงผลกำลังรับแรงอัดบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ อัตราส่วน 1:8:4 เนื้อดินไม่ร้อน (ปูน:ดินลูกรัง:น้ำ)

ตัวอย่าง	ขนาดของชิ้นงาน ทดสอบ (กว้างxยาวxหนา) ซม.	น้ำหนัก (กรัม)	พื้นที่หน้าตัด รับแรงอัด (ตร.ซม.)	กำลังสูงสุด (กก.)	กำลังอัด (กก./ตร.ซม.)
1	5x5x5	190	25	1,019.7	40.78
2	5x5x5	185	25	1,019.7	40.78
3	5x5x5	180	25	1,325.61	53.02
				ค่าเฉลี่ย	44.86

จากตารางที่ 4.12 ผลกำลังรับแรงอัดบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ อัตราส่วน 1:8:4 เนื้อดินไม่ร้อน ได้ค่าเฉลี่ยกำลังอัด 44.86 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

ตารางที่ 4.13 แสดงผลกำลังรับแรงอัดบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ อัตราส่วน 1:8:4.5 เนื้อดินร้อน (ปูน:ดินลูกรัง:น้ำ)

ตัวอย่าง	ขนาดของชิ้นงาน ทดสอบ (กว้างxยาวxหนา) ซม.	น้ำหนัก (กรัม)	พื้นที่หน้าตัด รับแรงอัด (ตร.ซม.)	กำลังสูงสุด (กก.)	กำลังอัด (กก./ตร.ซม.)
1	5x5x5	155	25	611.82	24.47
2	5x5x5	150	25	611.82	24.47
3	5x5x5	160	25	611.82	24.47
				ค่าเฉลี่ย	24.47

จากตารางที่ 4.13 ผลกำลังรับแรงอัดบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ อัตราส่วน 1:8:4.5 เนื้อดินร้อนได้ค่าเฉลี่ยกำลังอัด 24.47 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

ตารางที่ 4.14 แสดงผลกำลังรับแรงอัดบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ อัตราส่วน 1:8:4.5 เนื้อดินไม่ร้อน (ปูน:ดินลูกรัง:น้ำ)

ตัวอย่าง	ขนาดของชิ้นงาน ทดสอบ (กว้างxยาวxหนา) ซม.	น้ำหนัก (กรัม)	พื้นที่หน้าตัด รับแรงอัด (ตร.ซม.)	กำลังสูงสุด (กก.)	กำลังอัด (กก./ตร.ซม.)
1	5x5x5	185	25	1,325.61	53.02
2	5x5x5	195	25	917.73	36.70
3	5x5x5	185	25	1,223.64	48.9
				ค่าเฉลี่ย	46.22

จากตารางที่ 4.14 ผลกำลังรับแรงอัดบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ อัตราส่วน 1:8:4.5 เนื้อดินไม่ร้อนได้ค่าเฉลี่ยกำลังอัด 46.22 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

ตารางที่ 4.15 แสดงผลกำลังรับแรงอัดบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ อัตราส่วน 1:9:4 เนื้อดินร้อน (ปูน:ดินลูกรัง:น้ำ)

ตัวอย่าง	ขนาดของชิ้นงาน ทดสอบ (กว้าง×ยาว×หนา) ซม.	น้ำหนัก (กรัม)	พื้นที่หน้าตัด รับแรงอัด (ตร.ซม.)	กำลังสูงสุด (กก.)	กำลังอัด (กก./ตร.ซม.)
1	5×5×5	145	25	407.88	16.31
2	5×5×5	150	25	305.91	12.23
3	5×5×5	145	25	407.88	16.31
				ค่าเฉลี่ย	14.95

จากตารางที่ 4.15 ผลกำลังรับแรงอัดบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ อัตราส่วน 1:9:4 เนื้อดินร้อน ได้ค่าเฉลี่ยกำลังอัด 14.95 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

ตารางที่ 4.16 แสดงผลกำลังรับแรงอัดบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ อัตราส่วน 1:9:4 เนื้อดินไม่ร้อน (ปูน:ดินลูกรัง:น้ำ)

ตัวอย่าง	ขนาดของชิ้นงาน ทดสอบ (กว้าง×ยาว×หนา) ซม.	น้ำหนัก (กรัม)	พื้นที่หน้าตัด รับแรงอัด (ตร.ซม.)	กำลังสูงสุด (กก.)	กำลังอัด (กก./ตร.ซม.)
1	5×5×5	195	25	1,019.7	40.78
2	5×5×5	190	25	1,121.67	44.86
3	5×5×5	200	25	917.73	36.70
				ค่าเฉลี่ย	40.78

จากตารางที่ 4.16 ผลกำลังรับแรงอัดบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ อัตราส่วน 1:9:4 เนื้อดินไม่ร้อน ได้ค่าเฉลี่ยกำลังอัด 40.78 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

ตารางที่ 4.17 แสดงผลกำลังรับแรงอัดบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ อัตราส่วน 1:9:4.5 เนื้อดินร้อน (ปูน:ดินลูกรัง:น้ำ)

ตัวอย่าง	ขนาดของชิ้นงาน ทดสอบ (กว้าง×ยาว×หนา) ซม.	น้ำหนัก (กรัม)	พื้นที่หน้าตัด รับแรงอัด (ตร.ซม.)	กำลังสูงสุด (กก.)	กำลังอัด (กก./ตร.ซม.)
1	5×5×5	160	25	407.88	16.31
2	5×5×5	155	25	509.85	20.39
3	5×5×5	160	25	611.82	24.47
				ค่าเฉลี่ย	20.39

จากตารางที่ 4.17 ผลกำลังรับแรงอัดบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ อัตราส่วน 1:9:4.5 เนื้อดินร้อนได้ค่าเฉลี่ยกำลังอัด 20.39 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

ตารางที่ 4.18 แสดงผลกำลังรับแรงอัดบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ อัตราส่วน 1:9:4.5 เนื้อดินไม่ร้อน (ปูน:ดินลูกรัง:น้ำ)

ตัวอย่าง	ขนาดของชิ้นงาน ทดสอบ (กว้าง×ยาว×หนา) ซม.	น้ำหนัก (กรัม)	พื้นที่หน้าตัด รับแรงอัด (ตร.ซม.)	กำลังสูงสุด (กก.)	กำลังอัด (กก./ตร.ซม.)
1	5×5×5	175	25	815.76	32.63
2	5×5×5	190	25	1,019.7	40.78
3	5×5×5	180	25	917.73	36.70
				ค่าเฉลี่ย	36.70

จากตารางที่ 4.18 ผลกำลังรับแรงอัดบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ อัตราส่วน 1:9:4.5 เนื้อดินไม่ร้อนได้ค่าเฉลี่ยกำลังอัด 36.70 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

ตารางที่ 4.19 แสดงผลกำลังรับแรงอัดบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ อัตราส่วน 1:9:5 เนื้อดินร้อน (ปูน:ดินลูกรัง:น้ำ)

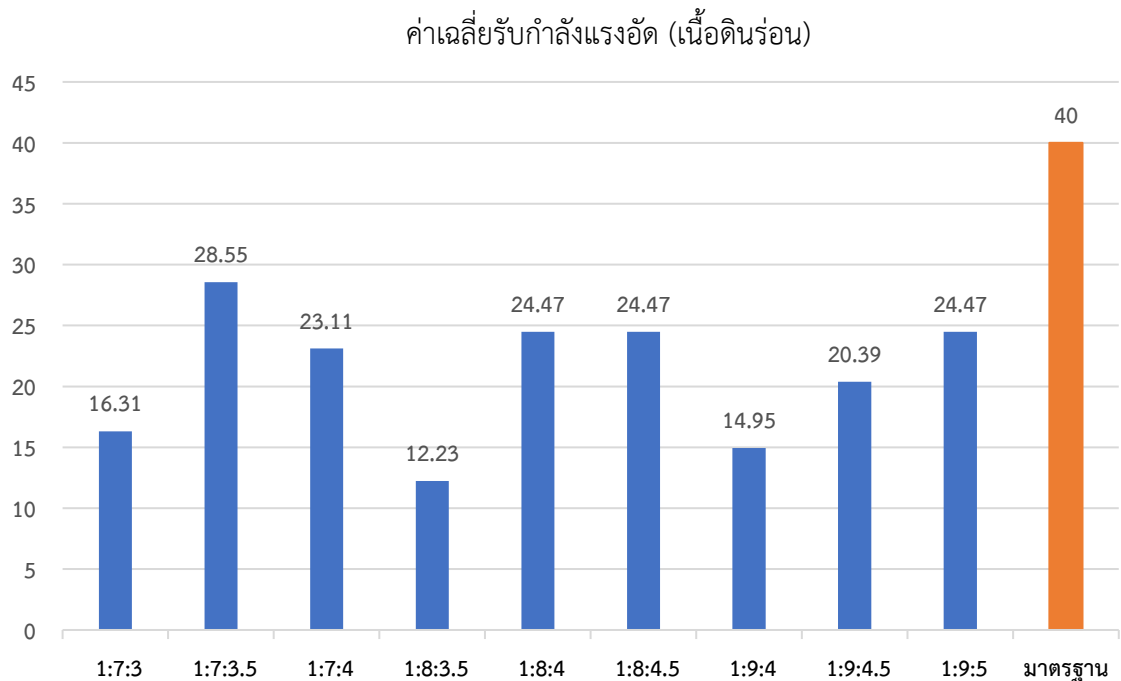
ตัวอย่าง	ขนาดของชิ้นงาน ทดสอบ (กว้างxยาวxหนา) ซม.	น้ำหนัก (กรัม)	พื้นที่หน้าตัด รับแรงอัด (ตร.ซม.)	กำลังสูงสุด (กก.)	กำลังอัด (กก./ตร.ซม.)
1	5x5x5	150	25	713.79	28.55
2	5x5x5	145	25	611.82	24.47
3	5x5x5	145	25	509.85	20.39
				ค่าเฉลี่ย	24.47

จากตารางที่ 4.19 ผลกำลังรับแรงอัดบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ อัตราส่วน 1:9:5 เนื้อดินร้อน ได้ค่าเฉลี่ยกำลังอัด 24.47 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

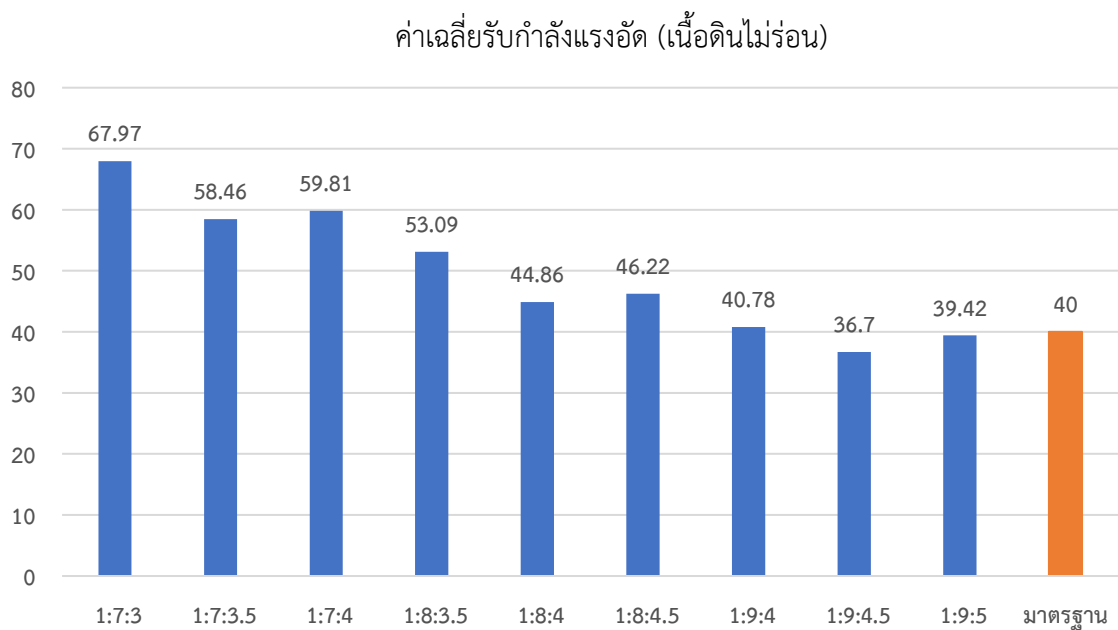
ตารางที่ 4.20 แสดงผลกำลังรับแรงอัดบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ในอัตราส่วน 1:9:5 เนื้อดินไม่ร้อน (ปูน:ดินลูกรัง:น้ำ)

ตัวอย่าง	ขนาดของชิ้นงาน ทดสอบ (กว้างxยาวxหนา) ซม.	น้ำหนัก (กรัม)	พื้นที่หน้าตัด รับแรงอัด (ตร.ซม.)	กำลังสูงสุด (กก.)	กำลังอัด (กก./ตร.ซม.)
1	5x5x5	180	25	1,223.64	48.94
2	5x5x5	185	25	917.73	36.70
3	5x5x5	185	25	815.76	32.63
				ค่าเฉลี่ย	39.42

จากตารางที่ 4.20 ผลกำลังรับแรงอัดบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ในอัตราส่วน 1:9:5 เนื้อดินไม่ร้อน ได้ค่าเฉลี่ยกำลังอัด 39.42 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร



แผนภูมิที่ 4.1 แสดงค่าเฉลี่ยกำลังรับแรงอัดของบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ประเภทเนื้อดินร้อนในอัตราส่วนผสมต่าง ๆ (กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร)



แผนภูมิที่ 4.2 แสดงค่าเฉลี่ยกำลังรับแรงอัดของบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ประเภทเนื้อดินไม่ร้อนในอัตราส่วนผสมต่าง ๆ (กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร)

ตารางที่ 4.21 แสดงผลการดูดกลืนน้ำเฉลี่ยของบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ในเวลา 24 ชั่วโมง อัตราส่วน 1:7 เนื้อดินร่อน (ปูน:ดินลูกรัง)

อัตราส่วน	ขนาดของชิ้นงาน ทดสอบ (กว้างxยาวxหนา) ซม.	น้ำหนักก่อน ทดสอบ (กรัม)	น้ำหนักหลัง ทดสอบ (กรัม)	การดูดกลืนน้ำ 24 ชั่วโมง (เปอร์เซ็นต์)
1:7:3	5x5x5	175	220	25.71
1:7:3.5	5x5x5	170	215	26.47
1:7:4	5x5x5	160	210	30.21

จากตารางที่ 4.21 บล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์อัตราส่วน 1:7:3 มีค่าการดูดกลืนน้ำเฉลี่ย น้อยที่สุดคือ 25.71 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.22 แสดงผลการดูดกลืนน้ำเฉลี่ยของบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ในเวลา 24 ชั่วโมง อัตราส่วน 1:7 เนื้อดินไม่ร่อน (ปูน:ดินลูกรัง)

อัตราส่วน	ขนาดของชิ้นงาน ทดสอบ (กว้างxยาวxหนา) ซม.	น้ำหนักก่อน ทดสอบ (กรัม)	น้ำหนักหลัง ทดสอบ (กรัม)	การดูดกลืนน้ำ 24 ชั่วโมง (เปอร์เซ็นต์)
1:7:3	5x5x5	205	245	18.69
1:7:3.5	5x5x5	195	235	21.06
1:7:4	5x5x5	180	220	21.45

จากตารางที่ 4.21 บล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์อัตราส่วน 1:7:3 มีค่าการดูดกลืนน้ำเฉลี่ย น้อยที่สุดคือ 18.69 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.23 แสดงผลการดูดกลืนน้ำเฉลี่ยของบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ในเวลา 24 ชั่วโมง อัตราส่วน 1:8 เนื้อดินร่วน (ปูน:ดินลูกรัง)

อัตราส่วน	ขนาดของชิ้นงาน ทดสอบ (กว้างxยาวxหนา) ซม.	น้ำหนักก่อน ทดสอบ (กรัม)	น้ำหนักหลัง ทดสอบ (กรัม)	การดูดกลืนน้ำ 24 ชั่วโมง (เปอร์เซ็นต์)
1:8:3.5	5x5x5	180	220	27.56
1:8:4	5x5x5	160	205	29.05
1:8:4.5	5x5x5	155	200	34.10

จากตารางที่ 4.23 บล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์อัตราส่วน 1:8:3.5 มีค่าการดูดกลืนน้ำเฉลี่ย น้อยที่สุดคือ 27.56 คือเปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.24 แสดงผลการดูดกลืนน้ำเฉลี่ยของบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ในเวลา 24 ชั่วโมง อัตราส่วน 1:8 เนื้อดินไม่ร่วน (ปูน:ดินลูกรัง)

อัตราส่วน	ขนาดของชิ้นงาน ทดสอบ (กว้างxยาวxหนา) ซม.	น้ำหนักก่อน ทดสอบ (กรัม)	น้ำหนักหลัง ทดสอบ (กรัม)	การดูดกลืนน้ำ 24 ชั่วโมง (เปอร์เซ็นต์)
1:8:3.5	5x5x5	175	195	21.15
1:8:4	5x5x5	175	190	22.56
1:8:4.5	5x5x5	170	185	21.25

จากตารางที่ 4.24 บล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์อัตราส่วน 1:8:3.5 มีค่าการดูดกลืนน้ำเฉลี่ย น้อยที่สุดคือ 21.15 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.25 แสดงผลการดูดกลืนน้ำเฉลี่ยของบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ในเวลา 24 ชั่วโมง อัตราส่วน 1:9 เนื้อดินร้อน (ปูน:ดินลูกรัง)

อัตราส่วน	ขนาดของชิ้นงาน ทดสอบ (กว้างxยาวxหนา) ซม.	น้ำหนักก่อน ทดสอบ (กรัม)	น้ำหนักหลัง ทดสอบ (กรัม)	การดูดกลืนน้ำ 24 ชั่วโมง (เปอร์เซ็นต์)
1:9:4	5x5x5	145	195	34.10
1:9:4.5	5x5x5	160	205	29.47
1:9:5	5x5x5	150	200	34.10

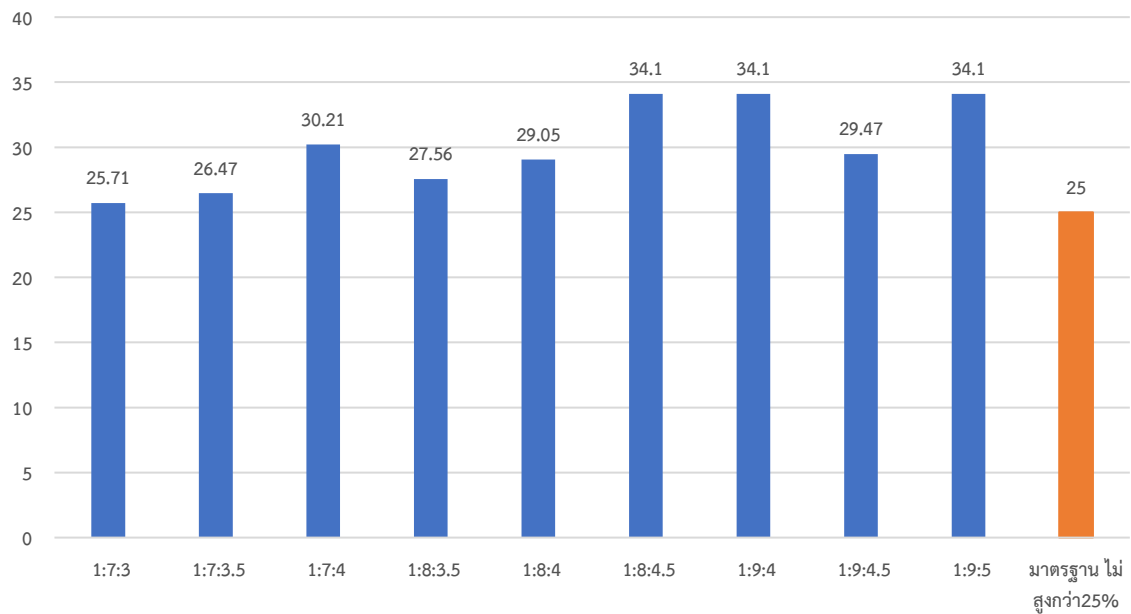
จากตารางที่ 4.25 บล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์อัตราส่วน 1:9:4.5 มีค่าการดูดกลืนน้ำเฉลี่ย
น้อยที่สุดคือ 29.47 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.26 แสดงผลการดูดกลืนน้ำเฉลี่ยของบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ในเวลา 24 ชั่วโมง อัตราส่วน 1:9 เนื้อดินไม่ร้อน (ปูน:ดินลูกรัง)

อัตราส่วน	ขนาดของชิ้นงาน ทดสอบ (กว้างxยาวxหนา) ซม.	น้ำหนักก่อน ทดสอบ (กรัม)	น้ำหนักหลัง ทดสอบ (กรัม)	การดูดกลืนน้ำ 24 ชั่วโมง (เปอร์เซ็นต์)
1:9:4	5x5x5	195	240	21.38
1:9:4.5	5x5x5	175	210	20.21
1:9:5	5x5x5	180	215	19.99

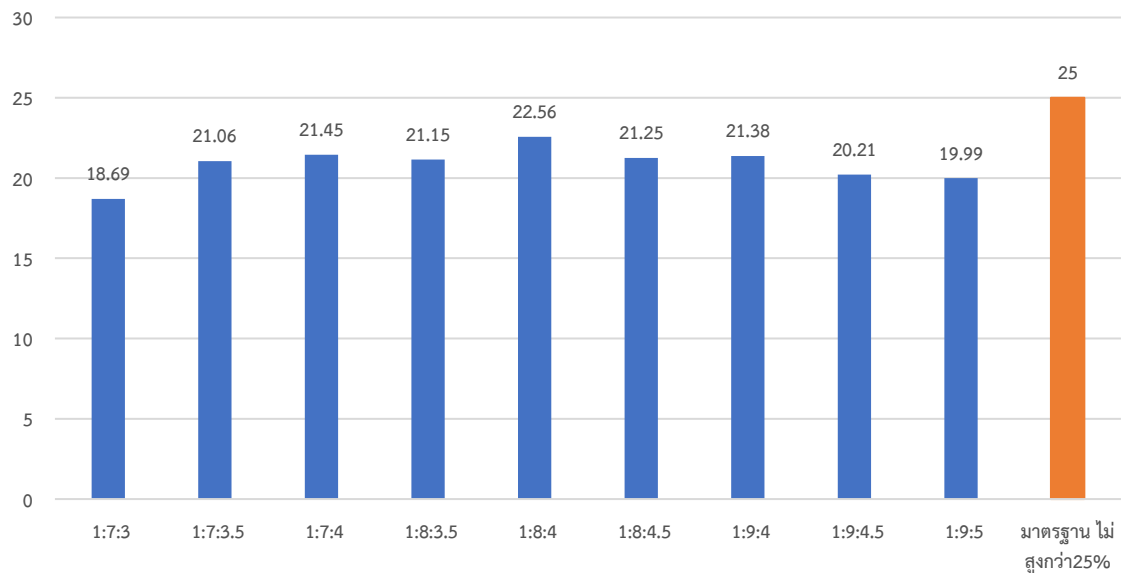
จากตารางที่ 4.26 บล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์อัตราส่วน 1:9:5 มีค่าการดูดกลืนน้ำเฉลี่ย
น้อยที่สุด คือ 19.99 เปอร์เซ็นต์

ค่าการดูดกลืนน้ำ 24 ชั่วโมง (เนื้อดินร้อน)



แผนภูมิที่ 4.3 แสดงค่าเฉลี่ยการดูดกลืนน้ำของบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ประเภทเนื้อดินร้อน ในอัตราส่วนผสมต่าง ๆ (เปอร์เซ็นต์)

ค่าการดูดกลืนน้ำ 24 ชั่วโมง (เนื้อดินไม่ร้อน)



แผนภูมิที่ 4.4 แสดงค่าเฉลี่ยการดูดกลืนน้ำของบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ประเภทเนื้อดินไม่ร้อน ในอัตราส่วนผสมต่าง ๆ (เปอร์เซ็นต์)

ตารางที่ 4.27 แสดงผลอุณหภูมิเฉลี่ยของบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ทดสอบ 3 ช่วงเวลาเป็นเวลา 7 วัน อัตราส่วน 1:7 เนื้อดินร้อน (ปูน:ดินลูกรัง)

อัตราส่วน	ขนาดของชิ้นงาน ทดสอบ (กว้างxยาวxหนา) ซม.	อุณหภูมิก่อน ทดสอบ (กรัม)	อุณหภูมิหลังทดสอบ เฉลี่ย 3 ช่วงเวลา (องศา)
1:7:3	5x5x5	205	41.9
1:7:3.5	5x5x5	195	44.4
1:7:4	5x5x5	180	44.5

จากตารางที่ 4.27 บล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์อัตราส่วนมีค่า 1:7:4 อุณหภูมิเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 42.7 เปอร์เซนต์

ตารางที่ 4.28 แสดงผลอุณหภูมิเฉลี่ยของบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ทดสอบ 3 ช่วงเวลาเป็นเวลา 7 วัน อัตราส่วน 1:7 เนื้อดินไม่ร้อน (ปูน:ดินลูกรัง)

อัตราส่วน	ขนาดของชิ้นงาน ทดสอบ (กว้างxยาวxหนา) ซม.	อุณหภูมิก่อน ทดสอบ (กรัม)	อุณหภูมิหลังทดสอบ เฉลี่ย 3 ช่วงเวลา (องศา)
1:7:3	5x5x5	175	43.9
1:7:3.5	5x5x5	170	44.4
1:7:4	5x5x5	160	42.7

จากตารางที่ 4.28 บล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์อัตราส่วนมีค่า 1:7:3 อุณหภูมิเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 41.9 เปอร์เซนต์

ตารางที่ 4.29 แสดงผลอุณหภูมิเฉลี่ยของบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ทดสอบ 3 ช่วงเวลาเป็นเวลา 7 วัน อัตราส่วน 1:8 เนื้อดินร้อน (ปูน:ดินลูกรัง)

อัตราส่วน	ขนาดของชิ้นงาน ทดสอบ (กว้างxยาวxหนา) ซม.	อุณหภูมิก่อน ทดสอบ (กรัม)	อุณหภูมิหลังทดสอบ เฉลี่ย 3 ช่วงเวลา (องศา)
1:8:3.5	5x5x5	195	44.1
1:8:4	5x5x5	190	44.6
1:8:4.5	5x5x5	185	44.4

จากตารางที่ 4.29 บล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์อัตราส่วนมีค่า 1:8:4.5 อุณหภูมิเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ 42.4 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.30 แสดงผลอุณหภูมิเฉลี่ยของบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ทดสอบ 3 ช่วงเวลาเป็นเวลา 7 วัน อัตราส่วน 1:8 เนื้อดินไม่ร้อน (ปูน:ดินลูกรัง)

อัตราส่วน	ขนาดของชิ้นงาน ทดสอบ (กว้างxยาวxหนา) ซม.	อุณหภูมิก่อน ทดสอบ (กรัม)	อุณหภูมิหลังทดสอบ เฉลี่ย 3 ช่วงเวลา (องศา)
1:8:3.5	5x5x5	180	44.8
1:8:4	5x5x5	160	44.0
1:8:4.5	5x5x5	155	42.4

จากตารางที่ 4.30 บล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์อัตราส่วนมีค่า 1:8:3.5 อุณหภูมิเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 44.1 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.31 แสดงผลอุณหภูมิเฉลี่ยของบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ทดสอบ 3 ช่วงเวลาเป็นเวลา 7 วัน อัตราส่วน 1:9 เนื้อดินร่อน (ปูน:ดินลูกรัง)

อัตราส่วน	ขนาดของชิ้นงาน ทดสอบ (กว้างxยาวxหนา) ซม.	อุณหภูมิก่อน ทดสอบ (กรัม)	อุณหภูมิหลังทดสอบ เฉลี่ย 3 ช่วงเวลา (องศา)
1:9:4	5x5x5	195	44.8
1:9:4.5	5x5x5	175	44.4
1:9:5	5x5x5	180	44.7

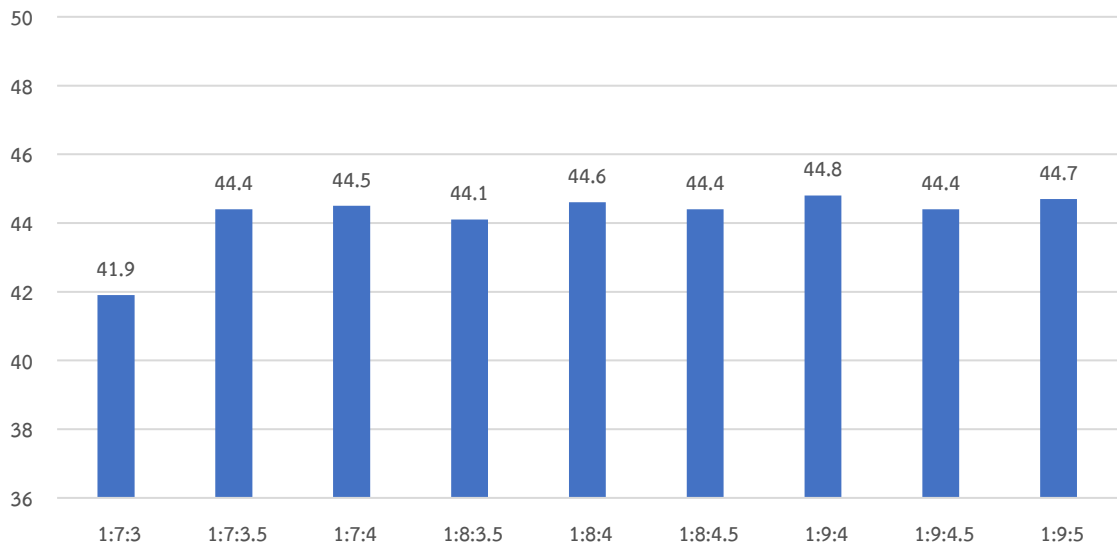
จากตารางที่ 4.31 บล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์อัตราส่วนมีค่า 1:9:5 อุณหภูมิเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 41.1 เพอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.32 แสดงผลอุณหภูมิเฉลี่ยของบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ทดสอบ 3 ช่วงเวลาเป็นเวลา 7 วัน อัตราส่วน 1:9 เนื้อดินไม่ร่อน (ปูน:ดินลูกรัง)

อัตราส่วน	ขนาดของชิ้นงาน ทดสอบ (กว้างxยาวxหนา) ซม.	อุณหภูมิก่อน ทดสอบ (กรัม)	อุณหภูมิหลังทดสอบ เฉลี่ย 3ช่วงเวลา (องศา)
1:9:4	5x5x5	145	41.5
1:9:4.5	5x5x5	160	44.2
1:9:5	5x5x5	150	41.1

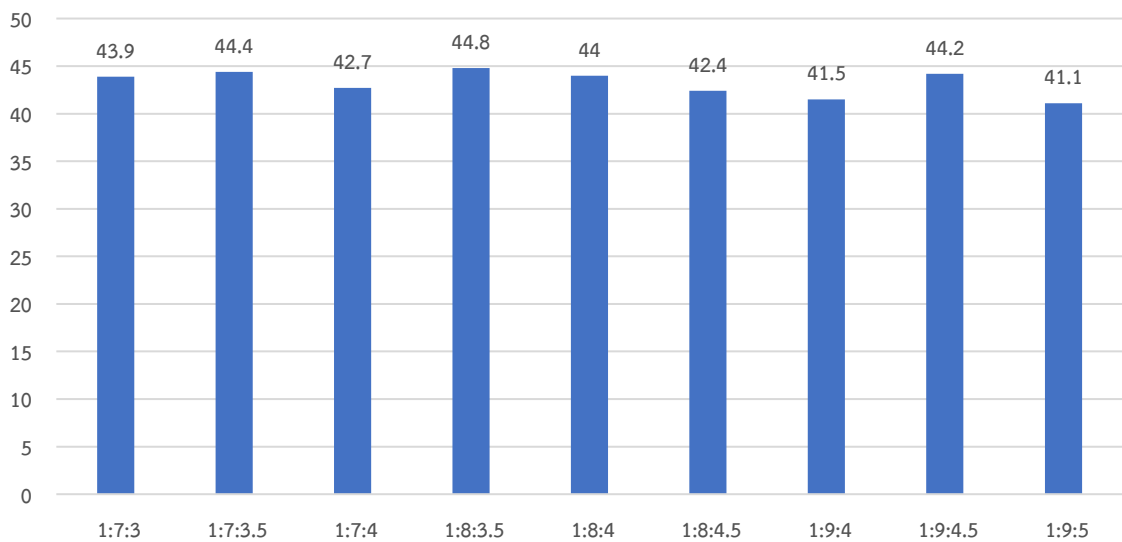
จากตารางที่ 4.32 บล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์อัตราส่วนมีค่า 1:9:4.5 อุณหภูมิเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 44.4 เพอร์เซ็นต์

อุณหภูมิเฉลี่ยทดสอบ 3 ช่วงเวลาเป็นเวลา 7 วัน (เนื้อดินร้อน)



แผนภูมิที่ 4.5 แสดงอุณหภูมิเฉลี่ยทดสอบ 3 ช่วงเวลาเป็นเวลา 7 วัน ของบล็อกลูกทางเดินจากดินซีเมนต์ประเภทเนื้อดินร้อนในอัตราส่วนผสมต่าง ๆ (องศาเซลเซียส)

อุณหภูมิเฉลี่ยทดสอบ 3 ช่วงเวลาเป็นเวลา 7 วัน (เนื้อดินไม่ร้อน)



แผนภูมิที่ 4.6 แสดงอุณหภูมิเฉลี่ยทดสอบ 3 ช่วงเวลาเป็นเวลา 7 วัน ของบล็อกลูกทางเดินจากดินซีเมนต์ประเภทเนื้อดินไม่ร้อนในอัตราส่วนผสมต่าง ๆ (องศาเซลเซียส)

4.2 ผลการเปรียบเทียบราคาระหว่างบล็อกปูพื้นทางเดินกับบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์

จากการเปรียบเทียบราคาต้นทุนระหว่างบล็อกปูพื้นทางเดินทั่วไปกับบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.33 แสดงผลราคาต้นทุนบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ในอัตราส่วน 1:7:3 เปรียบเทียบกับราคาบล็อกประสานในท้องตลาด (บาท)

อัตราส่วนผสม	ขนาด (กว้างxยาวxหนา) ซม.	ราคาต่อแผ่น (บาท)
1:7:3	30x30x4	28
บล็อกประสานในท้องตลาด	30x30x6	40

จากตารางที่ 4.33 บล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ อัตราส่วน 1:7:3 มีราคาต้นทุนเฉลี่ยต่อแผ่น คือ 28 บาท/แผ่น โดยมีค่าวัสดุ ดินลูกรัง ปูนซีเมนต์ ไม้แบบ เป็นเงิน 24 บาท ค่าแรงคิดเป็น 20% ของราคาวัสดุ ซึ่งมีราคาต้นทุนการผลิตต่ำกว่าบล็อกประสานปูพื้นในท้องตลาดอยู่ที่ 12 บาท

4.3 ขั้นตอนสรุปผลการขึ้นรูปชิ้นงานและผลแสดงการทดสอบ

ตารางที่ 4.34 แสดงสรุปผลการขึ้นรูปชิ้นงานบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ ในอัตราส่วนผสม 1:7 เปรียบเทียบมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคอนกรีตบล็อกประสานปูพื้นทั่วไป (มอก.827-2531)

รายการ	มาตรฐาน ผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรม คอนกรีตบล็อก ประสานปูพื้น ทั่วไป (มอก. 827-2531)	อัตราส่วน					
		เนื้อดินร่อน			เนื้อดินไม่ร่อน		
		1:7:3	1:7:3.5	1:7:4	1:7:3	1:7:3.5	1:7:4
1	ลักษณะทั่วไป บล็อกต้องมีเนื้อ แน่น ไม่ร้าว การทดสอบให้ทำ โดยการตรวจ พินิจ	✓	✓	✓	✓		
2	ขนาดความหนา 30-40 มิลลิเมตร	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3	การรับกำลัง แรงอัดไม่น้อยกว่า 40 กก./ตร.ซม.				✓	✓	✓
4	การดูดกลืนน้ำไม่ มากกว่า 25 เปอร์เซ็นต์	✓			✓	✓	✓
5	สีของพื้นผิวต้อง มีความสม่ำเสมอ การทดสอบให้ ทำโดยการตรวจ พินิจ	✓	✓	✓	✓	✓	✓

ตารางที่ 4.35 แสดงสรุปผลการขึ้นรูปชิ้นงานบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ ในอัตราส่วนผสม 1:8 เปรียบเทียบมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคอนกรีตบล็อกประสานปูพื้นทั่วไป (มอก.827-2531)

รายการ	มาตรฐาน ผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรม คอนกรีตบล็อก ประสานปูพื้น ทั่วไป (มอก. 827-2531)	อัตราส่วน					
		เนื้อดินร่วน			เนื้อดินไม่ร่วน		
		1:8:3.5	1:8:4	1:8:4.5	1:8:3.5	1:8:4	1:8:4.5
1	ลักษณะทั่วไป บล็อกต้องมีเนื้อ แน่น ไม่ร้าว การทดสอบให้ทำ โดยการตรวจ พินิจ	✓	✓	✓			
2	ขนาดความหนา 30-40 มิลลิเมตร	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3	การรับกำลัง แรงอัดไม่น้อยกว่า 40 กก./ตร.ซม.				✓	✓	✓
4	การดูดกลืนน้ำไม่ มากกว่า 25 เปอร์เซ็นต์				✓	✓	✓
5	สีของพื้นผิวต้อง มีความสม่ำเสมอ การทดสอบให้ ทำโดยการตรวจ พินิจ	✓	✓	✓	✓	✓	✓

ตารางที่ 4.36 แสดงสรุปผลการขึ้นรูปชิ้นงานบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ ในอัตราส่วนผสม 1:9 เปรียบเทียบมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคอนกรีตบล็อกประสานปูพื้นทั่วไป (มอก.827-2531)

รายการ	มาตรฐาน ผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรม คอนกรีตบล็อก ประสานปูพื้น ทั่วไป (มอก. 827-2531)	อัตราส่วน					
		เนื้อดินร่วน			เนื้อดินไม่ร่วน		
		1:9:4	1:9:4.5	1:9:5	1:9:4	1:9:4.5	1:9:5
1	ลักษณะทั่วไป บล็อกต้องมีเนื้อ แน่น ไม่ร้าว การทดสอบให้ทำ โดยการตรวจ พินิจ	✓	✓	✓			
2	ขนาดความหนา 30-40 มิลลิเมตร	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3	การรับกำลัง แรงอัดไม่น้อยกว่า 40 กก./ตร.ซม.				✓		
4	การดูดกลืนน้ำไม่ มากกว่า 25 เปอร์เซ็นต์				✓	✓	✓
5	สีของพื้นผิวต้อง มีความสม่ำเสมอ การทดสอบให้ ทำโดยการตรวจ พินิจ	✓	✓	✓	✓	✓	✓

จากตารางสรุปได้ว่า บล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ในอัตราส่วน 1:7:3 เป็นอัตราส่วนที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน มอก.827-2531 และนำมาทำการขึ้นบล็อกขนาด 30x30x4 เซนติเมตร

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการดำเนินการวิจัยผลิตบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ จากผลวิจัยที่ได้สามารถนำมาสรุปผลของการวิจัยตามรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.1.1 การรับกำลังแรงอัดของบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ประเภทเนื้อดินร้อนที่อัตราส่วนผสม 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 โดยเนื้อดินร้อนทุกอัตราส่วนมีค่ากำลังรับแรงอัดต่ำกว่ามาตรฐาน มอก.827-2531 ของคอนกรีตบล็อกประสานปูพื้นที่กำหนดค่าอยู่ไม่ต่ำกว่า 40 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ในส่วนของประเภทเนื้อดินไม่ร้อนมีค่ากำลังรับแรงอัดต่ำกว่ามาตรฐาน มอก.827-2531 ที่อัตราส่วนผสม 1:9:4.5, 1:9:5 ดังนั้นอัตราส่วนผสมที่มีค่ากำลังรับแรงอัดผ่านเกณฑ์มาตรฐาน มอก.827-2531 จะอยู่ที่ประเภทเนื้อดินไม่ร้อนอัตราส่วนผสม 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

5.1.2 การดูดกลืนน้ำของบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ที่อัตราส่วนผสมประเภทเนื้อดินไม่ร้อน 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% ดังนั้นค่าการดูดกลืนน้ำของบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์สามารถผ่านเกณฑ์มาตรฐาน มอก.827-2531

5.1.3 อุณหภูมิเฉลี่ยของบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ที่อัตราส่วนผสมประเภทเนื้อดินร้อน อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยอยู่ที่ 41.1 องศาเซลเซียส ที่อัตราส่วน 1:9:5 และส่วนผสมประเภทเนื้อดินไม่ร้อน อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยอยู่ที่ 41.9 องศาเซลเซียส ที่อัตราส่วน 1:7:3

5.1.4 การเปรียบเทียบราคาบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์กับบล็อกทางเดินทั่วไปต่อแผ่นต่ำกว่าบล็อกทางเดินตามท้องตลาดราคาอยู่ระหว่าง 25-30 บาทเฉลี่ยต่อแผ่นโดยตามอัตราส่วนผสม

อัตราส่วนผสมที่เหมาะสมในการขึ้นรูปชิ้นงานคืออัตราส่วน 1:7:3 ประเภทเนื้อดินไม่ร้อน ค่ากำลังรับแรงอัดอยู่ที่ 53.02 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ค่าการดูดกลืนน้ำอยู่ที่ 20.4 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 41.9 องศาเซลเซียส ราคาต้นทุนต่อแผ่นอยู่ที่ 28 บาท

5.2 อภิปรายผล

ผลการวิจัยครั้งนี้ สอดคล้องกับผลวิจัยของ สำเนียง อังสุพันธุ์กุล และคณะ (2559) ที่ศึกษาพบว่าอัตราส่วนผสมของปูนซีเมนต์ต่อดินลูกรังที่ 1:7 เป็นอัตราส่วนที่สามารถขึ้นรูปได้ โดยใช้ระยะเวลาในการบ่มบล็อกทดสอบที่ 7 วัน นอกจากนี้ สุวัฒน์ พาหุสุวัฒน์ และคณะ (2560) ได้ทำการขึ้นรูปบล็อกทดสอบตัวอย่างขนาด 5x5x5 เซนติเมตร และเข้าสู่กระบวนการทดสอบกำลังแรงอัดด้วยเครื่องทดสอบกำลังแรงอัดแบบไฮดรอลิก พร้อมสรุปผลทดสอบจากบล็อกตัวอย่างในงานวิจัย

จากผลการวิจัยการจัดทำบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ พบว่าอัตราส่วนผสมส่งผลต่อผลทดสอบคุณสมบัติทางด้านวิศวกรรมของบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ในประเภทเนื้อดินร้อน ไม่เหมาะสมในด้านการรับกำลังแรงอัด การดูดกลืนน้ำ เพราะเนื้อดินมีความละเอียดสูง แต่ด้านการทดสอบอุณหภูมิของผิวหน้ามีอุณหภูมิเฉลี่ยที่ต่ำ (เย็น) ในส่วนของประเภทเนื้อดินไม่ร้อน มีการทดสอบการรับกำลังแรงอัดของบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ส่วนมากมีค่าผ่านเกณฑ์มาตรฐาน มอก.827-2531 ของคอนกรีตบล็อกประสานปูพื้นที่กำหนดไว้ การดูดกลืนน้ำของบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์มีค่าผ่าน

เกณฑ์มาตรฐาน มอก.827-2531 โดยประเภทเนื้อดินไม่ร้อน มีอุณหภูมิเฉลี่ยที่สูง (ร้อน) กว่าประเภทเนื้อดินร้อน มีการบร่อยร้าวรอยแตกในบางอัตราส่วน ส่วนประเภทเนื้อดินร้อนไม่บร่อยร้าวรอยแตกของบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ ในแต่ละอัตราส่วนด้านอื่นไม่มีผลที่แตกต่าง และการเปรียบเทียบราคาระหว่างบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์กับบล็อกทางเดินทั่วไปจะมีราคาผลิตต่ำกว่าราคาท้องตลาดอยู่ระหว่าง 17-25 บาทเฉลี่ยต่อแผ่นตามอัตราส่วนผสม

5.3 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

ควรนำผลการวิจัยที่ได้ไปต่อยอดให้เกิดเป็นรูปธรรมในเชิงพาณิชย์ เผยแพร่ออกสู่ชุมชน หรือโรงงานที่สนใจในการผลิตบล็อกทางเดินจากดินซีเมนต์ซึ่งจะทำให้เกิดธุรกิจและสร้างรายได้ให้เกิดขึ้น และเป็นการช่วยลดปริมาณปูนซีเมนต์ซึ่งเป็นต้นทุนการผลิตหลักในการจัดทำบล็อกทางเดิน

5.4 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

ควรมีเครื่องบดดินลูกรัง เครื่องร่อนดิน เครื่องผสมคอนกรีต เพื่อเพิ่มปริมาณวัสดุในการทำบล็อกทางเดินและแก้ปัญหาในการจัดเตรียมวัสดุเป็นเวลานาน การวิจัยคุณสมบัติทางวิศวกรรมทางด้านอื่น ๆ เพิ่มเติม เช่น ผิวสัมผัสกันลื่น การทนทานต่อไฟไหม้ เป็นต้น และเพิ่มแนวทางการเพิ่มมูลค่าในการเปลี่ยนแปลงรูปทรง สีส้น เพื่อใช้ในการตกแต่งงานด้านภูมิทัศน์

บรรณานุกรม

- กรมทรัพยากรธรณี. (2559). **ดิน (Soil)**. [ออนไลน์]. สืบค้นจาก <http://www.dmr.go.th/main.php?filename=soil> (2565, มีนาคม 15)
- กระทรวงอุตสาหกรรม. (2532). **มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคอนกรีตบล็อกประสานปูพื้น มอก.827-2531**. [ออนไลน์]. สืบค้นจาก <https://technologyblockprasan.com/wp-content/uploads/2019> (2565, มีนาคม 4)
- คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา. (2559). **การหาความหนาแน่นและการดูดกลืนน้ำของอิฐ**. [ออนไลน์]. สืบค้นจาก <http://engineeringmaterialsproject.blogspot.com/> (2565, มีนาคม 20)
- พงศ์พันธ์ วรสุนทรโรสถ. (2555). **วรพงศ์ วรสุนทรโรสถ. (2555). วัสดุก่อสร้าง**. [ออนไลน์]. สืบค้นจาก <https://www.se-ed.com/product> (2565, กุมภาพันธ์ 18)
- บริษัท ทักษิณคอนกรีต จำกัด (มหาชน). (2564). **ผลิตภัณฑ์คอนกรีตสำเร็จรูป**. [ออนไลน์]. สืบค้นจาก <https://www.scp.co.th/products/d1rainage-concrete-pipe> (2565, มกราคม 10)
- นลินี สายใจอุบล. (2564). **น้ำ**. [ออนไลน์]. สืบค้นจาก <https://sites.google.com/site/nalineee44527/meaning-of-water/water-properties> (2565, มกราคม 5)
- ผู้ตรวจการก่อสร้างและต่อต้านการทุจริตเชิงป้องกัน (ผตป.). (2559). **ข่าวการประกวดราคาและ Unit Cost ที่ใช้บ่อย**. [ออนไลน์]. สืบค้นจาก <https://www.rangson.com/estimate%205902> (2565, กุมภาพันธ์ 20)
- สุทธิพงศ์ คำดี. (2563). สุริยะ ทองมณี. (2563). ไพรพงศ์ จิตเสงี่ยม. (2563). **อิทธิพลของปริมาณดินเม็ดละเอียดและปริมาณซีเมนต์ต่อกำลังอัดแกนเดียวของดินลูกรังผสมซีเมนต์ (Effects of Fine Content and Cement Content on Unconfined Compressive Strength of Lateritic Soil-Cement)**. [ออนไลน์]. สืบค้นจาก <https://conference.thaince.org/index.php/ncce25/article/view/666> (2565, มกราคม 10)
- สุวัฒน์ พาหุสุวณโณ. (2560). กัญญา อินทร์เกลี้ยง. (2560). บุญรอด หาญองอาจ. (2560). **การศึกษาการก่อสร้างถนนดินซีเมนต์ผสมยางพารา (A Study of Para Soil Cement Road Constructio)**. [ออนไลน์]. สืบค้นจาก https://www.rid.go.th/thaicid/_5_article/11symposium/article-21 (2565, กุมภาพันธ์ 23)

บรรณานุกรม (ต่อ)

- สำเนียง อังสุพันธ์กุล. (2559). วราธร แก้วแสง. (2559). สาโรจน์ ดำรงศีล. (2559). พฤติกรรมทางกลของผนังดินซีเมนต์บดอัดภายใต้แรงกดอัดสำหรับบ้านดิน (Mechanical Behavior of Cement Stabilized Rammed Earth (CSRE) Wall Under Axial load for earth building). [ออนไลน์]. สืบค้นจาก <https://repository.rmutr.ac.th/bitstream/handle/2565, กุมภาพันธ์ 23>
- ศูนย์ปฏิบัติการบรรเทาภัยอันเกิดจากน้ำ. (2563). ขั้นตอนการขุดบ่อกักเก็บน้ำด้วยการทำขอยซีเมนต์. [ออนไลน์]. สืบค้นจาก https://www.rid.go.th/thaicid/_5_article/11symposium (2565, มีนาคม 6)
- Neonics. (2564). เครื่องโทโมสแกน (Thermal imaging camera/TIC). [ออนไลน์]. สืบค้นจาก <https://www.neonics.co.th/thermoscan/thermoscan-and-infrared> (2565, มีนาคม 10)
- Onestockhome. (2562). ปูนซีเมนต์. [ออนไลน์]. สืบค้นจาก https://www.onestockhome.com/th/homemap_contents/81709979/types-of-portland-cement-in-thailand (2565, กุมภาพันธ์ 9)

ประวัติผู้จัดทำ

ชื่อ นางสาวคณัทมาศ อัมศิลป์
เกิด 23 มกราคม 2542

การศึกษา

ปีการศึกษา 2554	จบการศึกษาระดับประถมศึกษา โรงเรียนศาลเจ้า (ห่าวนุกุลวิทยา) กรุงเทพมหานคร
ปีการศึกษา 2557	จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนมัธยมวัดสิงห์ กรุงเทพมหานคร
ปีการศึกษา 2560	จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนมัธยมวัดสิงห์ กรุงเทพมหานคร
ปีการศึกษา 2564	จบการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาเทคโนโลยีภูมิทัศน์ สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืชและภูมิทัศน์ สาขาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

สถานที่ติดต่อ 32 ซอยบางขุนเทียน 14 แขวง 1 แขวงสามตำ เขตบางขุนเทียน
กรุงเทพมหานคร 10150
โทรศัพท์ : 09 2252 4045
E-mail : kantamart.aismsil@gmail.com



ประวัติผู้จัดทำ

ชื่อ นางสาวปวีณวรรณ ปุ๋ยรักษา
เกิด 27 สิงหาคม 2542

การศึกษา

ปีการศึกษา 2554	จบการศึกษาระดับประถมศึกษา โรงเรียนวัดบางช้างใต้ จังหวัดนครปฐม
ปีการศึกษา 2557	จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนวัดไร่ขิงวิทยา จังหวัดนครปฐม
ปีการศึกษา 2560	จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนธัญรัตน์ จังหวัดปทุมธานี
ปีการศึกษา 2564	จบการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาเทคโนโลยีภูมิทัศน์ สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืชและภูมิทัศน์ สาขาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

สถานที่ติดต่อ 16 หมู่ 14 ตำบลบึงทองหลาง อำเภอลำลูกกา
จังหวัดปทุมธานี 12130
โทรศัพท์ : 06 4758 9878
E-mail : pawinwan.faii2708@gmail.com

