ผลและการวิจารณ์

ในบทนี้กล่าวถึงผลการทดสอบคุณสมบัติของอิฐดินดิบที่ใช้น้ำยางข้นเป็นส่วนผสมเพิ่ม ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงขนาด การดูดกลืนน้ำ และกำลังอัด

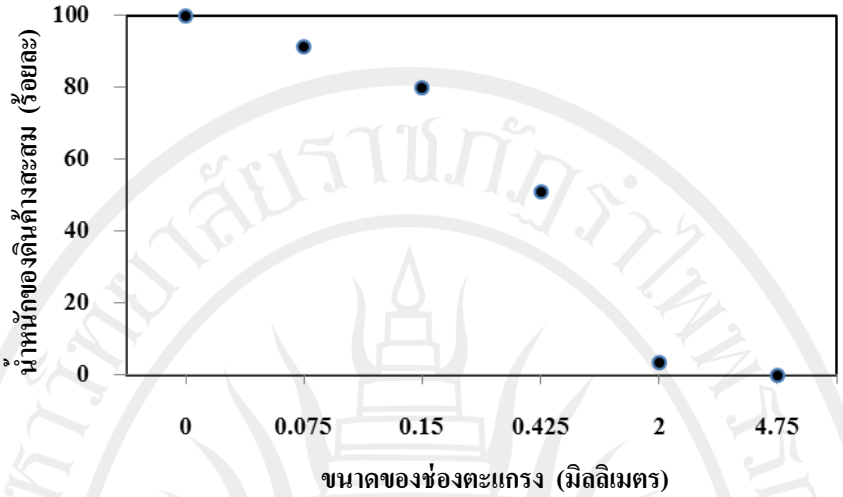
ผลการทดสอบคุณสมบัติของดินที่ใช้งานวิจัย

จากการทดสอบคุณสมบัติของดินที่นำมาใช้ในงานวิจัยนี้ คือ การทดสอบหาขีดจำกัดอัตเตอร์เบิร์ก (Atterberg's Limit) พบว่า ปริมาณความชื้นที่น้อยที่สุดที่ทำให้ดินสามารถไหลตัวได้ด้วยน้ำหนักของตัวเอง (Liquid Limit : L.L.) มีค่าเท่ากับร้อยละ 59.78 ปริมาณความชื้นที่น้อยที่สุดในดินที่ทำให้ดินมีสภาพเหนียวหนืดมากขึ้น (Plastic Limit : P.L.) มีค่าเท่ากับร้อยละ 49.96 ค่าความไวต่อการเปลี่ยนสถานภาพของมวลดินระหว่างสภาวะพลาสติก และของเหลวหรือ (Plasticity Index : PI) เท่ากับร้อยละ 9.82 และปริมาณน้ำมากที่สุดในมวลดินที่ไม่ทำให้ปริมาตรทั้งหมดของมวลดินเปลี่ยนแปลง (Shrinkage Limit : S.L.) เท่ากับร้อยละ 13.06 ความถ่วงจำเพาะของเม็ดดินเท่ากับ 2.71 เมื่อนำค่าขีดจำกัดเหลวที่ได้มาจำแนกประเภทของดินตามระบบ Unified Soid Classification System (USCS) แล้ว พบว่า ดินที่นำมาใช้ในงานวิจัยเป็นดินประเภท SW-SM คือ ดินประเภทเม็ดหยาบ มีการคละขนาดของดินเม็ดดินดี คุณสมบัติของดินที่ใช้ในงานวิจัยแสดงในตาราง 14 และกราฟการคละขนาดของเม็ดดินแสดงในภาพประกอบ 28

ตาราง 14 คุณสมบัติของดินที่ใช้ในงานวิจัย

คุณสมบัติ	ดินที่ใช้ในงานวิจัยนี้
ขีดจำกัดของอัตเตอร์เบิร์ก	
ขีดจำกัดเหลวของดิน (ร้อยละ)	59.78
ขีดจำกัดพลาสติกของดิน (ร้อยละ)	49.96
ขีดจำกัดหดตัวของดิน (ร้อยละ)	13.06
การจำแนกดินทางวิศวกรรม	
ระบบ USCS	SW-SM
ความถ่วงจำเพาะ	2.71

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



ภาพประกอบ 28 กราฟการคละขนาดของเม็ดดิน

ผลการทดสอบหาปริมาณน้ำที่ดีที่สุดในการทำอิฐดินดิบ

การหาปริมาณน้ำที่เหมาะสมสำหรับการทำอิฐดินดิบกำหนดจากความง่ายในการผสมและการขึ้นรูป โดยใช้ความสามารถในการทำงานได้จริง โดยมีหลักเกณฑ์ประกอบการตัดสินใจ คือ หากส่วนผสมมีน้ำน้อยเกินไป ส่วนผสมจะแห้งไม่สามารถผสมให้เข้ากันได้ดี การเข้าแบบทำได้ยาก หากส่วนผสมเหลวจนเกินไปจะส่งผลให้อิฐดินดิบแห้งช้า ไม่สามารถนำเข้าแบบได้ ดังนั้นส่วนผสมที่ดีควรมีปริมาณน้ำเพียงพอและเหมาะสมที่สามารถนำมาใช้ในการทำงานได้อย่างสะดวก จากการทดสอบพบว่า ความเหลวของดินจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ตามปริมาณน้ำที่ใส่ในส่วนผสม จนเมื่อผสมน้ำในปริมาณเท่ากับร้อยละ 40 โดยน้ำหนักของดิน ดินจะมีความเหลวพอเหมาะที่สามารถนำมาเข้าแบบทำอิฐดินดิบได้ ในส่วนการผสมน้ำที่ร้อยละ 50 โดยน้ำหนักของดินนั้น พบว่า ดินมีความเหลวมาก ไม่สามารถนำมาเข้าแบบทำอิฐดินดิบได้

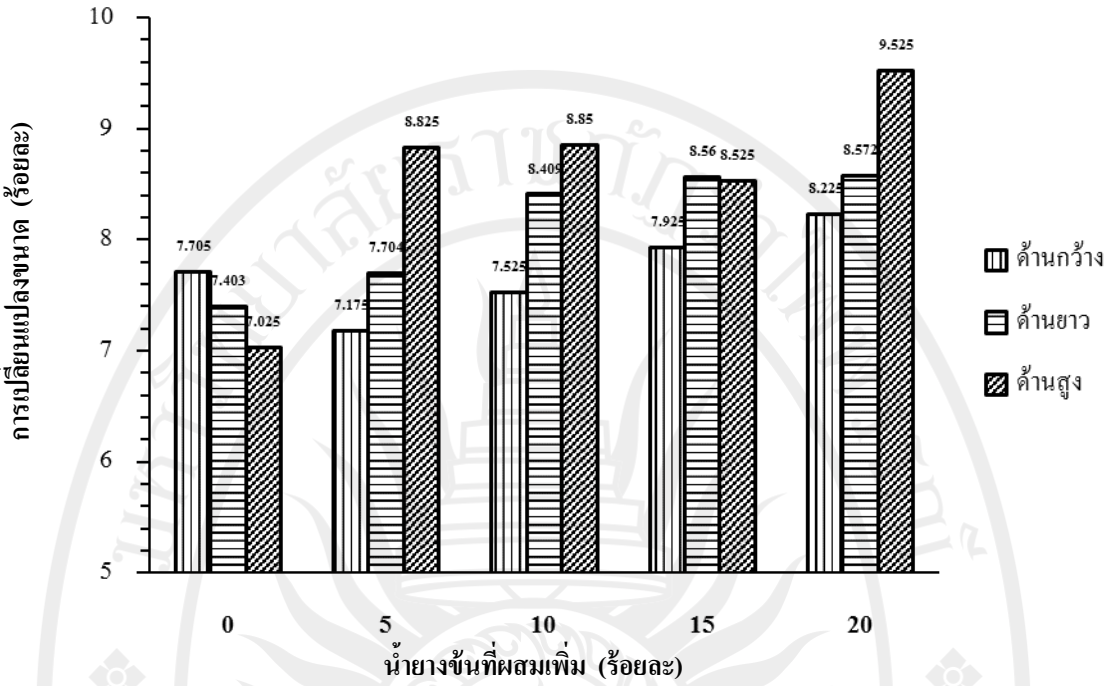
(ก) ผสมน้ำร้อยละ 40 (ข) ผสมน้ำร้อยละ 50

ภาพประกอบ 29 ความเหลวของดินเมื่อผสมน้ำ (ก) ร้อยละ 40 และ (ข) ร้อยละ 50

ผลการทดสอบการเปลี่ยนแปลงขนาดของอิฐดินดิบ

จากการวัดหาร้อยละการเปลี่ยนแปลงขนาดของอิฐดินดิบ โดยวัดขนาด 3 ด้าน คือ ด้านกว้าง ด้านยาว และด้านสูง ใช้ก้อนตัวอย่างครั้งละ 3 ก้อน แล้วหาค่าเฉลี่ย โดยจะวัดจากแบบพิมพ์ก่อน เพื่อให้ได้ขนาดของก้อนตัวอย่างที่แท้จริง คือ กว้าง 40 มิลลิเมตร ยาว 159 มิลลิเมตร และสูง 40 มิลลิเมตร เมื่อครบ 28 วัน จึงวัดเป็นครั้งที่ 2 ผลการทดสอบ พบว่า การเปลี่ยนแปลงขนาดของอิฐดินดิบที่ไม่ได้ผสมน้ำยางข้น มีการเปลี่ยนแปลงขนาดของด้านกว้าง ด้านยาว และด้านสูง เฉลี่ยร้อยละ 7.075, 7.403 และ 7.025 ตามลำดับ อัตราส่วนผสมน้ำยางข้นเพิ่มที่ร้อยละ 5 โดยน้ำหนักของน้ำ มีการเปลี่ยนแปลงขนาดในด้านกว้าง ด้านยาว และด้านสูง เฉลี่ยร้อยละ 7.175, 7.704 และ 8.825 ตามลำดับ การเปลี่ยนแปลงขนาดของอิฐดินดิบอัตราส่วนผสมน้ำยางข้นเพิ่มที่ร้อยละ 10 โดยน้ำหนักของน้ำ การเปลี่ยนแปลงขนาดในด้านกว้าง ด้านยาว และด้านสูง เฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 7.525, 8.409 และ 8.850 ตามลำดับ การเปลี่ยนแปลงขนาดของอิฐดินดิบอัตราส่วนผสมน้ำยางข้นเพิ่มที่ร้อยละ 15 โดยน้ำหนักของน้ำ การเปลี่ยนแปลงขนาดเฉลี่ยในด้านกว้าง ด้านยาว และด้านสูง เท่ากับร้อยละ 7.925, 8.650 และ 8.525 ตามลำดับ และส่วนผสมน้ำยางข้นเพิ่มที่ร้อยละ 20 โดยน้ำหนักของน้ำ การเปลี่ยนแปลงขนาดเฉลี่ยในด้านกว้าง ด้านยาว และด้านสูง เท่ากับร้อยละ 8.225, 8.572 และ 9.525 ตามลำดับ ซึ่งนำมาจัดเรียงข้อมูลได้ดังแสดงในภาพประกอบที่ 30

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



ภาพประกอบ 30 ร้อยละการเปลี่ยนแปลงขนาดแต่ละด้านของอิฐดินดิบ

ในภาพรวมพบว่า การใส่น้ำยางข้นเข้าไปในส่วนผสมจะทำให้การเปลี่ยนแปลงขนาดเพิ่มขึ้นจนถึงปริมาณน้ำยางข้นร้อยละ 10 จากนั้นจะลดลง แต่เนื่องจากเราไม่สามารถควบคุมการเปลี่ยนแปลงขนาดให้เกิดขึ้นในทิศทางเดียวได้ ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงขนาดของอิฐดินดิบจึงเกิดขึ้นอย่างอิสระในทุกมิติ ทำให้การเปรียบเทียบเป็นด้าน ๆ ไม่เกิดความชัดเจน จึงเลือกใช้การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงขนาดเชิงปริมาตรแทน โดยใช้ข้อมูลดิบที่แสดงในตาราง 15 คำนวณปริมาตรของอิฐดินดิบแต่ละก้อนเทียบกับปริมาตรของแบบหล่อ ซึ่งเป็นขนาดเริ่มแรกของอิฐดินดิบนั้น

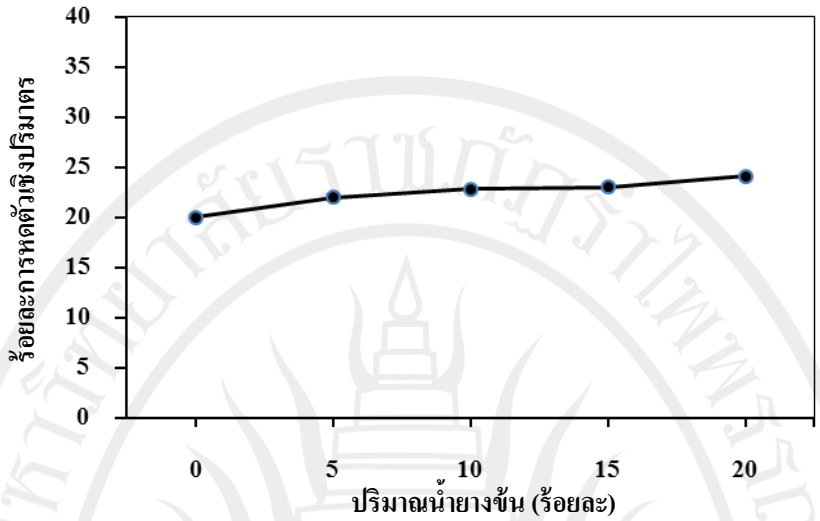
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตาราง 15 การเปลี่ยนแปลงขนาดของอิฐดินดิบที่ผสมน้ำยางข้นในอัตราส่วนต่าง ๆ

ลำดับที่	ขนาดแบบ (เซนติเมตร)			ขนาดอิฐเมื่อแห้ง (เซนติเมตร)			การเปลี่ยนแปลงขนาด (ร้อยละ)			
	กว้าง	ยาว	สูง	กว้าง	ยาว	สูง	ด้านกว้าง	ด้านยาว	ด้านสูง	เชิงปริมาตร
Control	4	15.9	4	3.717	14.723	3.719	7.075	7.403	7.025	20.00
R05	4	15.9	4	3.713	14.566	3.647	7.175	7.704	8.825	21.89
R10	4	15.9	4	3.699	14.563	3.646	7.525	8.409	8.850	22.80
R15	4	15.9	4	3.683	14.539	3.659	7.925	8.560	8.525	22.98
R20	4	15.9	4	3.671	14.537	3.619	8.225	8.572	9.525	24.08

จากข้อมูลข้างต้นสามารถใช้คำนวณการเปลี่ยนแปลงเชิงปริมาตรเฉลี่ยของอิฐแต่ละส่วนผสมได้ ซึ่งพบว่าอิฐดินดิบที่มีส่วนผสมของน้ำยางข้นร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 โดยน้ำหนักของน้ำ มีการเปลี่ยนแปลงขนาดเชิงปริมาตรเท่ากับร้อยละ 20.00, 21.98, 22.80, 22.98 และ 24.08 ตามลำดับ ดังแสดงในภาพประกอบ 31 ซึ่งพบว่าการเปลี่ยนแปลงขนาดเชิงปริมาตรโดยรวมของอิฐดินดิบจะเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณน้ำยางข้นเข้าไปในส่วนผสม โดยปริมาณน้ำยางข้นที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขนาดเชิงปริมาตรต่ำที่สุดคือร้อยละ 5 โดยน้ำหนักของน้ำ จากนั้นเมื่อเพิ่มปริมาณน้ำยางข้นขึ้นไปก็จะส่งผลให้มีการเปลี่ยนแปลงขนาดเพิ่มขึ้นตามสัดส่วนของน้ำยางข้นที่เติมเพิ่มเข้าไป ทั้งนี้เพราะยางเป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติยืดหยุ่นตัวได้ดีเมื่อนำมาผสมกับดินจะเกิดการหดตัวจึงมีผลทำให้ร้อยละของการเปลี่ยนแปลงขนาดเชิงปริมาตรของอิฐดินดิบเพิ่มขึ้นตามปริมาณน้ำยางข้นที่ผสมเพิ่ม

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



ภาพประกอบ 31 ร้อยละการหดตัวเชิงปริมาตรของอิฐดินดิบที่ผสมน้ำยางข้น

ผลการทดสอบการดูดกลืนน้ำของอิฐดินดิบ

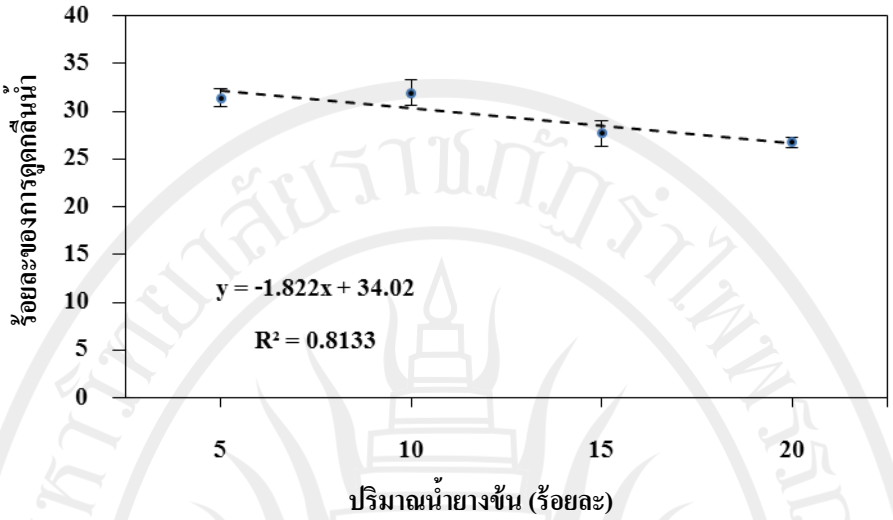
จากการทดสอบการดูดกลืนน้ำของอิฐดินดิบที่มีส่วนผสมของน้ำยางข้นในอัตราส่วน ต่าง ๆ ได้แก่ ร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 โดยน้ำหนักของน้ำ ตามลำดับ ที่อายุทดสอบ 28 วัน ได้ค่าการดูดกลืนน้ำตามที่แสดงในตาราง 16

ตาราง 16 ผลการทดสอบการดูดกลืนน้ำของอิฐดินดิบ

อัตราส่วน	ปริมาณน้ำยางข้นที่ผสมเพิ่ม (ร้อยละโดยน้ำหนักของน้ำ)	การดูดกลืนน้ำ (ร้อยละ)
control	0	N/A*
R05	5	31.42 ± 0.90
R10	10	31.96 ± 1.36
R15	15	27.72 ± 1.36
R20	20	26.76 ± 0.50

*หมายเหตุ : ชุด Control ไม่สามารถวัดค่าได้เนื่องจากชิ้นงานไม่คงรูป

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

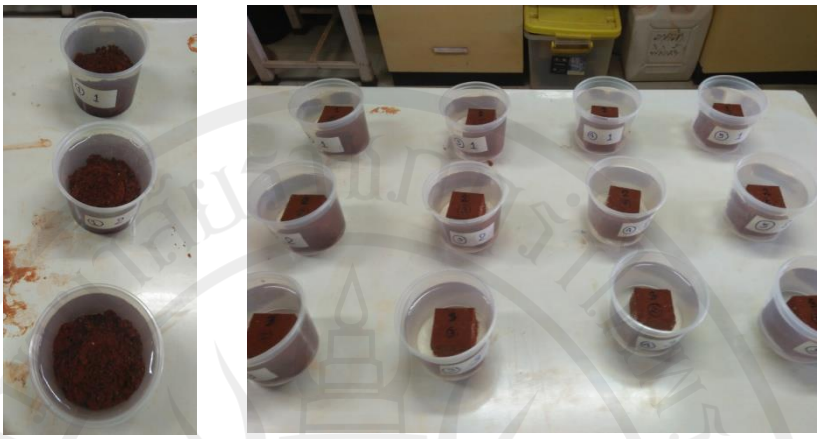


ภาพประกอบ 32 ร้อยละการดูดกลืนน้ำของอิฐดินดิบที่ผสมน้ำยางข้น

จากผลการทดสอบการดูดกลืนน้ำในอิฐดินดิบ พบว่า การดูดกลืนน้ำของอิฐดินดิบเมื่อใส่ปริมาณน้ำยางข้นที่ร้อยละ 5 และ 10 โดยน้ำหนักของน้ำ มีค่าการดูดกลืนน้ำที่ใกล้เคียงกัน และเมื่อเพิ่มปริมาณน้ำยางข้นที่ร้อยละ 15 และ 20 ตามลำดับ พบว่า ค่าการดูดกลืนน้ำของอิฐดินดิบลดลง ซึ่งแสดงว่าน้ำยางข้นมีผลต่อการดูดกลืนน้ำ คือ ปริมาณน้ำยางข้นที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ค่าการดูดกลืนน้ำของอิฐดินดิบลดลง

จากข้อมูลข้างต้นที่ว่าปริมาณของน้ำยางข้นที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้อิฐดินดิบมีค่าการดูดกลืนน้ำที่ลดลง สามารถเห็นได้จากในภาพประกอบ 33 ซึ่งเป็นตัวอย่างอิฐดินดิบอายุ 28 วัน ที่ผ่านกระบวนการทดสอบการดูดกลืนน้ำ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง บริเวณด้านล่างซ้ายของภาพประกอบ 33 คือ ตัวอย่างอิฐดินดิบของส่วนผสมที่ไม่เติมน้ำยางข้น พบว่าอิฐดินดิบส่วนผสมดังกล่าวดูดกลืนน้ำเข้าไปภายในจนไม่สามารถคงสภาพไว้ได้ ไม่สามารถนำมาทดสอบการดูดกลืนน้ำได้ ในขณะที่ด้านขวาของภาพประกอบ 32 เป็นส่วนผสมของอิฐดินดิบที่มีปริมาณน้ำยางข้นในส่วนผสมร้อยละ 5, 10, 15 และ 20 ตามลำดับ แช่น้ำเป็นเวลา 24 ชั่วโมงเช่นเดียวกัน แต่ยังสามารถคงสภาพไว้ได้อย่างเห็นได้ชัด จึงเป็นการยืนยันได้ว่า การเติมน้ำยางข้นเพิ่มในส่วนผสม จะช่วยป้องกันการดูดกลืนน้ำของอิฐดินดิบได้ เพราะน้ำยางข้นมีคุณสมบัติในการยึดประสานที่ดีจึงเข้าไปเติมเต็มช่องว่าง โพรงภายในอิฐและช่วยในยึดประสานกันระหว่างอนุภาคของดินส่งผลให้อิฐสามารถคงรูปร่างเดิมได้

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



Control R05 R10 R15 R20

ภาพประกอบ 33 ภาพถ่ายอิฐดินดิบหลังแช่น้ำเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

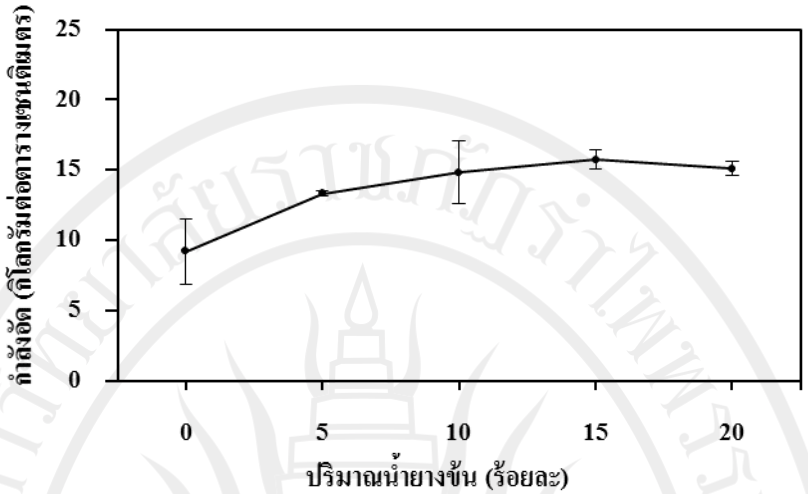
ผลการทดสอบกำลังอัดของอิฐดินดิบ

จากการทดสอบกำลังอัดของอิฐดินดิบที่มีส่วนผสมของน้ำยางข้นในอัตราส่วนต่าง ๆ ได้แก่ ร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 ตามลำดับ ที่อายุทดสอบ 28 วัน ได้ค่ากำลังอัดตามที่แสดงในตาราง 17

ตาราง 17 ผลการทดสอบกำลังอัดของอิฐดินดิบ

อัตราส่วน	ปริมาณน้ำยางข้นที่ผสมเพิ่ม (ร้อยละโดยน้ำหนักของน้ำ)	กำลังอัด (ksc)
control	0	9.18 ± 2.34
R05	5	13.33 ± 0.19
R10	10	14.84 ± 2.23
R15	15	15.75 ± 0.65
R20	20	15.10 ± 0.49

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



ภาพประกอบ 34 กำลังอัดของอิฐดินดิบที่ผสมน้ำยางข้น

จากการทดสอบกำลังรับแรงอัดของอิฐดินดิบที่ผสมน้ำยางข้นเพิ่มที่อัตราส่วน ร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 โดยน้ำหนักของน้ำตามลำดับ พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณน้ำยางข้นกำลังรับแรงอัดของอิฐดินดิบจะเพิ่มขึ้น โดยกำลังอัดของอิฐดินดิบที่ไม่ได้ผสมน้ำยางข้นมีค่าเท่ากับ 9.18 ksc และกำลังอัดของอิฐดินดิบที่มีค่าสูงสุดคือ 15.75 ksc ที่อัตราส่วนของน้ำยางข้นที่ผสมเพิ่มร้อยละ 15 โดยน้ำหนักของน้ำ ในส่วนของปริมาณน้ำยางข้นที่ร้อยละ 15 และ 20 โดยน้ำหนักของน้ำนั้นมีค่ากำลังอัดใกล้เคียงกัน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะปริมาณของน้ำยางข้นที่ผสมเพิ่มในอิฐดินดิบนั้นมีค่าเหมาะสม อยู่ในช่วงระหว่าง ร้อยละ 15 ถึงร้อยละ 20 โดยน้ำหนักน้ำ ถ้าใส่ปริมาณน้ำยางข้นเพิ่มมากกว่าร้อยละ 20 อาจส่งผลให้ค่ากำลังอัดของอิฐดินดิบลดลง เนื่องจากน้ำยางข้นมีคุณสมบัติของความยืดหยุ่นสูง เมื่อผสมกับดินในปริมาณที่เกินความเหมาะสมกับอัตราส่วนผสม อาจส่งผลกับโครงสร้างของอิฐดินดิบ

จากผลการทดสอบกำลังอัดข้างต้นแสดงให้เห็นว่า การผสมน้ำยางข้นเพิ่มในอิฐดินดิบนั้นสามารถพัฒนากำลังอัดให้ดีขึ้น เนื่องจากน้ำยางข้นจะเข้าไปเติมเต็มตามช่องว่าง โพรง รอยแตกร้าว และจะช่วยยึดประสานกับเม็ดดิน ส่งผลให้มีการยึดเหนี่ยวกันภายในอิฐดินดิบ และทำให้โครงสร้างของอิฐแข็งแรง

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี