

กำลังรับแรงอัดและค่าการนำความร้อน
ของคอนกรีตพรุนมวลรวมรีไซเคิล

COMPRESSIVE STRENGTH AND THERMAL CONDUCTIVITY OF
RECYCLED AGGREGATE POROUS CONCRETE

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชัยชาญ โชติถนอม^a

^aคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ความเชี่ยวชาญ : คอนกรีต, ปอชโซลาน, และมวลรวมรีไซเคิล



อาจารย์ ดร. กรกนก บุญเสริม^b

^bสาขาเคมีประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
ความเชี่ยวชาญ : จีโอโพลีเมอร์, ปอชโซลาน และวัสดุอุดซึบ



ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อำพล วงศ์ษา^c

^cศูนย์วิจัยและพัฒนาโครงสร้างมูลฐานอย่างยั่งยืน สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ความเชี่ยวชาญ : ปูนซีเมนต์, วัสดุรีไซเคิล, และจีโอโพลีเมอร์



ศาสตราจารย์ ดร. วันชัย สะตะ^c

^cศูนย์วิจัยและพัฒนาโครงสร้างมูลฐานอย่างยั่งยืน สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ความเชี่ยวชาญ : ปูนซีเมนต์, ปอชโซลาน, และจีโอโพลีเมอร์



ศาสตราจารย์ ดร. ปริญญา จินดาประเสริฐ^c

^cศูนย์วิจัยและพัฒนาโครงสร้างมูลฐานอย่างยั่งยืน สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ความเชี่ยวชาญ : ปูนซีเมนต์, ปอชโซลาน, และจีโอโพลีเมอร์



1. บทนำ

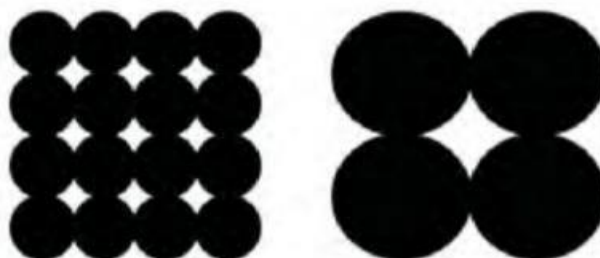
คอนกรีตพรุน เป็นคอนกรีตประเภทหนึ่งที่มีมวลรวมละเอียดในปริมาณน้อยหรืออาจไม่มีเลย (ไม่เกิน 20 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของมวลรวมทั้งหมด) มีความพรุนสูงประมาณ 18-35 เปอร์เซ็นต์ [1] โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อการระบายน้ำออกจากผิวของคอนกรีตเป็นหลัก ซึ่งจะช่วยลดปริมาณอุบัติเหตุที่จะเกิดขึ้นเนื่องจากยวดยานเกิดการเหินน้ำบนผิวจราจรรวมทั้งสามารถเติมน้ำให้กับชั้นน้ำใต้ดินได้ คอนกรีตประเภทนี้มีการใช้กันพอสมควรในต่างประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา และญี่ปุ่น เป็นต้น แต่สำหรับเมืองไทย ศาสตราจารย์ ดร. ปริญญา จินดาประเสริฐ ได้เป็นผู้ริเริ่มนำเทคโนโลยีคอนกรีตพรุนมาสู่ประเทศไทยเมื่อปี พ.ศ. 2549 ภายใต้โครงการความร่วมมือกับมหาวิทยาลัยมิเอะ ประเทศญี่ปุ่น และหลังจากนั้นจึงได้เกิดการวิจัยและการประยุกต์ใช้ในประเทศ

มวลรวมรีไซเคิล เป็นมวลรวมที่นำกลับมาใช้ใหม่โดยได้จากการย่อยเศษคอนกรีตเก่า ซึ่งเศษคอนกรีตเก่าอาจเกิดขึ้นได้จากหลายแหล่ง เช่น ซากอาคารหรือส่วนของโครงสร้างคอนกรีตที่ถูกถอดถอนหรือคอนกรีตที่หลุดจากการเทในแต่ละครั้ง ซึ่งเศษวัสดุคอนกรีตเหล่านี้ก่อให้เกิดปัญหาในการกำจัดและปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมจากฝุ่นผงของเศษคอนกรีต โดยส่วนใหญ่นิยมนำไปทิ้งด้วยการถมที่ [2] ทำให้พื้นที่ดังกล่าวไม่สามารถทำการเพาะปลูกได้ รวมไปถึงปัญหาด้านการร้องเรียนเนื่องจากมีผู้นำเศษวัสดุไปทิ้งโดยไม่ได้ออกอนุญาตเจ้าของที่ดิน ในปัจจุบันได้มีการตระหนักถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นข้างต้น จึงได้มีผู้วิจัยที่พัฒนานำเศษคอนกรีตไปผ่านกระบวนการย่อยและนำกลับมาใช้ใหม่ในลักษณะของมวลรวมอย่างแพร่หลาย [3-7]

กำลังรับแรงอัดเป็นสมบัติทางกลที่สำคัญของวัสดุที่มีพฤติกรรมแบบเปราะ เช่น วัสดุประเภทคอนกรีตพรุนหาได้จากการทดสอบด้วยเครื่องทดสอบแรงอัดจนกระทั่งตัวอย่างคอนกรีตพรุนเกิดการวิบัติ ซึ่งกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตพรุนมีค่าค่อนข้างต่ำ ประมาณ 2.8-28 เมกะปาสกาล [1] เมื่อผสมมวลรวมหยาบรีไซเคิลจะทำให้ค่ากำลังรับแรงอัดลดต่ำลง คือมีค่าประมาณ 4-7 เมกะปาสกาล [8] โดยมีแนวโน้มลดลงแปรผกผันกับปริมาณการแทนที่มวลรวมหยาบธรรมชาติด้วยมวลรวมหยาบรีไซเคิลที่เพิ่มขึ้น [2,8] โดยปกติมวลรวมหยาบที่นิยมนำไปใช้ในงานคอนกรีตพรุนนั้น ส่วนใหญ่เป็นมวลรวมแบบธรรมดาทั่วไปที่มีขนาดใกล้เคียงกันหรือมีขนาดเดียว (single size) [9-11] โดยงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าขนาดของมวลรวมหยาบจะส่งผลต่อสมบัติทางกายภาพของคอนกรีตพรุน ซึ่งการใช้มวลรวมหยาบที่มีขนาดเล็กลงในการทำคอนกรีตพรุนนั้น จะส่งผลให้มีจุดสัมผัสซึ่งจะใช้ในการยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคมวลรวมหยาบโดยอาศัยเพสต์มีมากขึ้น ดังจะเห็นได้จาก **รูปที่ 1** ส่งผลให้กำลังรับแรงของคอนกรีตพรุนที่ใช้มวลรวมที่มีขนาดเล็กกว่ามีค่าสูงกว่ามวลรวมที่มีขนาดใหญ่กว่า [12]

ค่าการนำความร้อนเป็นอีกหนึ่งสมบัติของวัสดุที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง โดยเฉพาะวัสดุที่มีรูพรุนค่อนข้างสูง สามารถทดสอบได้โดยเครื่องทดสอบค่าการนำความร้อน โดยวัสดุที่มีค่าการนำความร้อนต่ำจะสามารถระบายความร้อนได้ดีกว่าวัสดุที่มีค่าการนำความร้อนสูง ส่งผลให้โครงสร้างมีความร้อนสะสมอยู่น้อย ซึ่งเป็นลักษณะที่พึงประสงค์ของโครงสร้างประเภทต่างๆ รวมถึงพิจารณาด้วย ค่าการนำความร้อนของคอนกรีตพรุนขึ้นอยู่กับค่าความพรุน ความหนาแน่น และประเภทของวัสดุส่วนผสม ตัวอย่างเช่น คอนกรีตพรุนผสมเถ้าห่านกมีค่าประมาณ 0.6-1.3 วัตต์/(เมตร.เคลวิน) [13] คอนกรีตพรุนที่ใช้มวลรวมคอนกรีตรีไซเคิลที่มีความหนาแน่นอยู่ในช่วงประมาณ 1750-2000 กก./ลบ.ม. มีค่าอยู่ในช่วง 0.79-0.99 วัตต์/(เมตร.เคลวิน) [4] ส่วนคอนกรีตพรุนที่ผสมมวลรวมละเอียดหรือดินเม็ดละเอียดมีค่าอยู่ในช่วง 0.95-1.46 วัตต์/(เมตร.เคลวิน) [14] สำหรับคอนกรีตพรุนที่ใช้มวลรวมเบาที่มีความหนาแน่นอยู่ในช่วงประมาณ 550-800 กก./ลบ.ม. มีค่าอยู่ในช่วง 0.15-0.26 วัตต์/(เมตร.เคลวิน) [15] เป็นต้น

สำหรับห้องปฏิบัติการทดสอบวัสดุก่อสร้าง คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม มีเศษคอนกรีตที่ผ่านการทดสอบแล้วจากรายวิชาปฏิบัติการและการบริการวิชาการในปริมาณมาก ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาในการกำจัด เนื่องจากไม่มีพื้นที่อนุญาตให้ทิ้งเศษวัสดุคอนกรีต ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีแนวความคิดที่จะนำเศษวัสดุคอนกรีตกลับมาใช้ใหม่ในรูปมวลรวมรีไซเคิลเพื่อผสมในคอนกรีตพรุน ซึ่งเป็นการลดปริมาณเศษวัสดุคอนกรีตที่มีในห้องปฏิบัติการฯ รวมทั้งลดการใช้มวลรวมหายาธรรมชาติที่ได้จากการระเบิดหินภูเขา และลดปริมาณการเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็ก โดยทำการศึกษาอิทธิพลของขนาดมวลรวมหายาและปริมาณการแทนที่มวลรวมหายาธรรมชาติด้วยมวลรวมหายารีไซเคิลที่มีต่อกำลังรับแรงอัดและค่าการนำความร้อนของคอนกรีตพรุน



รูปที่ 1 แบบจำลองโครงสร้างคอนกรีตพรุนอย่างง่ายที่ใช้มวลรวมที่มีขนาดต่างกัน [3]

2. วัสดุและวิธีการทดสอบ

2.1 วัสดุ

2.1.1 ปูนซีเมนต์ ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภท 1

2.1.2 มวลรวมหยาบ

2.1.2.1 มวลรวมหยาบธรรมชาติ

นำมวลรวมหยาบธรรมชาติที่สั่งซื้อจากร้านวัสดุก่อสร้างในจังหวัดมหาสารคามมาร่อนแยกขนาดด้วยตะแกรงร่อนมวลรวมหยาบออกเป็น 3 ขนาด ดังนี้

1) ขนาด $1/2$ นิ้ว ผ่านตะแกรงขนาด $3/4$ นิ้ว เท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ และค้ำตะแกรงขนาด $1/2$ นิ้ว เท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์

2) ขนาด $3/8$ นิ้ว ผ่านตะแกรงขนาด $1/2$ นิ้ว เท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ และค้ำตะแกรงขนาด $3/8$ นิ้ว เท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์

3) ขนาด $3/16$ นิ้ว (เบอร์ 4) ผ่านตะแกรงขนาด $3/8$ นิ้ว เท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ และค้ำตะแกรงเบอร์ 4 เท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์

2.1.2.2 มวลรวมหยาบรีไซเคิล

เป็นมวลรวมหยาบซึ่งเกิดขึ้นภายหลังการทดสอบคอนกรีตด้วยเครื่องทดสอบในห้องปฏิบัติการวัสดุก่อสร้าง คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โดยมีที่มาจากแหล่งต่างๆ ได้แก่ วิชาปฏิบัติการวัสดุในงานวิศวกรรมโยธาและการทดสอบ ปฏิบัติการเทคโนโลยีคอนกรีต รวมทั้งการบริการวิชาการให้กับหน่วยงานภายนอกมหาวิทยาลัย และเลือกใช้วิธีย่อยให้มีขนาดเล็กลงด้วยการทุบด้วยค้อนปอนด์ แล้วร่อนแยกขนาดออกเป็น 3 ขนาด ได้แก่ $1/2$, $3/8$ และ $3/16$ นิ้ว เช่นเดียวกับมวลรวมหยาบธรรมชาติ

2.1.3 น้ำ ใช้น้ำดื่มในการผสมคอนกรีตพูน และใช้น้ำประปาในการบ่มคอนกรีตพูน

2.2 การออกแบบปฏิภาคส่วนผสมของคอนกรีตพูน

การออกแบบปฏิภาคส่วนผสมคอนกรีตพูนใช้วิธีการตามมาตรฐาน ACI 522 โดยใน 1 ลบ.ม. ใช้ปริมาตรเพสต์เท่ากับ 15% และอัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์ (W/C) เท่ากับ 0.28 มวลรวมหยาบแบ่งออกเป็นมวลรวมหยาบธรรมชาติ (NCA) และมวลรวมหยาบรีไซเคิล (RCA) มี 3 ขนาด ได้แก่ $1/2$, $3/8$ และ $3/16$ นิ้ว ปริมาณการแทนที่มวลรวมหยาบธรรมชาติด้วยมวลรวมหยาบรีไซเคิลเท่ากับ

0, 50 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณมวลรวมทั้งหมด และควบคุมค่าการไหลแผ่ของซีเมนต์เพสต์ให้อยู่ในช่วง 17-18 ซม. ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ปฏิภาคส่วนผสมของคอนกรีตพูน

Mix	C (kg)	W (kg)	NCA, SSD (kg)	RCA, SSD (kg)	Void volume (%)	Flow of paste (cm)
LR0	252.5	70.7	1537.8	0.0	28.7	17.55
LR50	252.5	70.7	768.9	682.3	28.4	17.35
LR100	252.5	70.7	0.0	1364.5	28.1	17.65
MRO	252.5	70.7	1509	0.0	29.2	17.70
MR50	252.5	70.7	754.5	675.8	29.0	17.60
MR100	252.5	70.7	0.0	1351.7	28.8	17.80
SR0	252.5	70.7	1492.7	0.0	30.3	17.75
SR50	252.5	70.7	746.4	675.8	29.5	17.85
SR100	252.5	70.7	0.0	1351.7	28.6	17.85

หมายเหตุ ความหมายของสัญลักษณ์ของชื่อส่วนผสม (mix) ในคอลัมน์แรกของตารางที่ 1 ประกอบด้วย

1) อักษรตัวแรก ได้แก่ L, M และ S หมายถึง ขนาดของมวลรวมหยาบมีค่าเท่ากับ 1/2, 3/8 และ 3/16 นิ้ว ตามลำดับ

2) อักษรตัวที่สอง (R) และตัวเลข 0, 50 และ 100 หมายถึง ปริมาณของมวลรวมรีไซเคิลในส่วนผสมเท่ากับ 0, 50 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณมวลรวมทั้งหมด ตามลำดับ

ยกตัวอย่างเช่น MRO หมายถึง ส่วนผสมที่ใช้มวลรวมหยาบขนาด 3/8 นิ้ว โดยมีมวลรวมหยาบธรรมชาติเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ และมวลรวมหยาบรีไซเคิลเท่ากับ 0 เปอร์เซ็นต์ เป็นต้น

ส่วนสัญลักษณ์ในคอลัมน์ที่ 2-5 ได้แก่ C; W; NCA, SSD และ RCA, SSD มีความหมายคือ ปริมาณของวัสดุในหน่วยกิโลกรัม ได้แก่ ปูนซีเมนต์, น้ำ, มวลรวมหยาบธรรมชาติในสภาพอิ่มตัวผิวแห้ง และมวลรวมหยาบรีไซเคิลในสภาพอิ่มตัวผิวแห้ง ส่วนคอลัมน์ที่ 6 และ 7 ได้แก่ void volume และ flow of paste หมายถึง ปริมาตรช่องว่างมีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ และค่าการไหลแผ่ของเพสต์มีหน่วยเป็นเซนติเมตร ตามลำดับ

2.3 ขั้นตอนการผสมคอนกรีตพูน

ขั้นตอนในการผสม ประกอบด้วย การผสมเพสต์ในเครื่องผสมมอร์ตาร์ เป็นเวลา 6 นาที แล้วนำเพสต์ไปผสมกับมวลรวมหยาบในโม่ผสมคอนกรีตแบบลูกช่างใช้เวลาอีก 5 นาที โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.3.1 การผสมเพสต์

ใส่น้ำทั้งหมดในหม้อผสม เริ่มจับเวลา เมื่อใส่ปูนซีเมนต์ทั้งหมดลงในหม้อผสมผ่านรางพีเจอร์บอร์ตโดยใช้เวลา 2 นาที นำหม้อผสมติดตั้งในเครื่องผสมและผสมด้วยความเร็วระดับที่ 1 เป็นเวลา 1 นาที แล้วหยุดเครื่องผสมและพัก 30 วินาที หลังจากนั้นผสมด้วยความเร็วระดับที่ 2 เป็นเวลา 2 นาที 30 วินาที กระทั่งส่วนผสมเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วนำเพสต์ไปทดสอบการไหลแผ่ให้ได้ค่าตามที่กำหนด หากไม่ได้ต้องปรับปรุงส่วนผสมหรือวิธีการจนกว่าจะได้ เมื่อได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดแล้วจึงนำเพสต์ไปผสมกับมวลรวมหยาบต่อไป

2.3.2 การผสมเพสต์กับมวลรวมหยาบ

นำส่วนผสมซึ่งมีปริมาณครึ่งหนึ่งของที่จะต้องใช้จริง โดยนำมวลรวมหยาบใส่ลงในโม่ลูกช่างแล้วนำเพสต์เข้าไปผสมใช้เวลาในการผสม 5 นาที แล้วเทส่วนผสมทิ้งเพื่อให้มีเพสต์ปริมาณหนึ่งเคลือบผิวด้านในของโม่ลูกช่างไว้ หลังจากนั้นจึงผสมโดยใช้ปริมาณที่จะต้องใช้จริงเป็นเวลา 5 นาที เช่นเดียวกัน

2.3.3 การหล่อตัวอย่าง

2.3.3.1 ตัวอย่างสำหรับทดสอบกำลังรับแรงอัด

ลำเลียงคอนกรีตที่ผสมเสร็จแล้วออกจากโม่ลูกช่างไปหล่อลงในแบบหล่อรูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร สูง 20 เซนติเมตร ให้พูนแบบหล่อ พร้อมทั้งกดทับผิวด้านบนด้วยน้ำหนัก 10 กิโลกรัม แล้วนำไปเขย่าด้วยโต๊ะสั่นสะเทือนเป็นเวลา 2 วินาที และเติมให้พูนแบบหล่อและเขย่าอีกครั้งเป็นเวลา 2 วินาที ปาดหน้าด้วยเกรียงแล้วใช้ฟิล์มพลาสติกหุ้มที่ผิวด้านบนเพื่อป้องกันความชื้นระเหยออก ปล่อยให้คอนกรีตมีอายุครบ 24 ชั่วโมง จึงถอดแบบหล่อ แล้วนำคอนกรีตไปบ่มในน้ำจืดมีอายุครบ 7 วัน จึงนำตัวอย่างไปทดสอบกำลังรับแรงอัดต่อไป

2.3.3.2 ตัวอย่างสำหรับทดสอบค่าการนำความร้อน

ใช้วิธีการเช่นเดียวกับการหล่อตัวอย่างสำหรับทดสอบแรงอัด แต่ใช้แบบหล่อรูปลูกบาศก์ขนาด 10 เซนติเมตร ตัวอย่างคอนกรีตพูนบางส่วนผสมแสดงในรูปที่ 2



a) LR50



b) MR100



c) SR0

รูปที่ 2 คอนกรีตพูนบางส่วนผสมสำหรับทดสอบค่าการนำความร้อน

2.4 การทดสอบ

2.4.1 การทดสอบสมบัติพื้นฐานของวัสดุ

2.4.1.1 การทดสอบการไหลแผ่ของซีเมนต์เพสต์

เป็นการทดสอบเพื่อวัดความสามารถทำงานได้ของเพสต์ที่อัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์เท่ากับ 0.28 โดยใช้เพสต์ในแบบหล่อรูปกรวยตัดจำนวน 2 ชั้น กระทุ้งด้วยเหล็กกระทุ้งสำหรับทดสอบอิมพัลส์ของมวลรวมละเอียด ชั้นละ 20 ครั้ง และยกโต๊ะทดสอบการไหลแผ่เป็นจำนวน 15 ครั้ง ในเวลา 15 วินาที แล้ววัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางการไหลแผ่ของซีเมนต์เพสต์ทั้งหมด 4 ค่า แล้วนำมาเฉลี่ยกัน โดยกำหนดให้ค่าที่วัดได้ต้องอยู่ระหว่าง 17-18 ซม. ซึ่งผลการทดสอบแสดงในตารางที่ 1

2.4.1.2 การทดสอบความถ่วงจำเพาะและการดูดซึมน้ำของมวลรวมหยาบ

การหาค่าความถ่วงจำเพาะและการดูดซึมน้ำของมวลรวมหยาบทั้งสองประเภท ทดสอบตามมาตรฐาน ASTM C127 โดยแช่มวลรวมในน้ำเป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำขึ้นจากน้ำเช็ดผิวให้แห้งด้วยผ้าขนหนูให้มีสภาพอิมพัลส์แห้ง แล้วชั่งน้ำหนักในอากาศและในน้ำ จึงนำไปอบที่อุณหภูมิ 110 ± 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อหาน้ำหนักอบแห้ง คำนวณค่าความถ่วงจำเพาะรวม (แห้ง) และค่าการดูดซึมน้ำ ปรากฏผลการทดสอบของมวลรวมทั้งสองประเภทดังนี้

1) มวลรวมหยาบธรรมชาติ

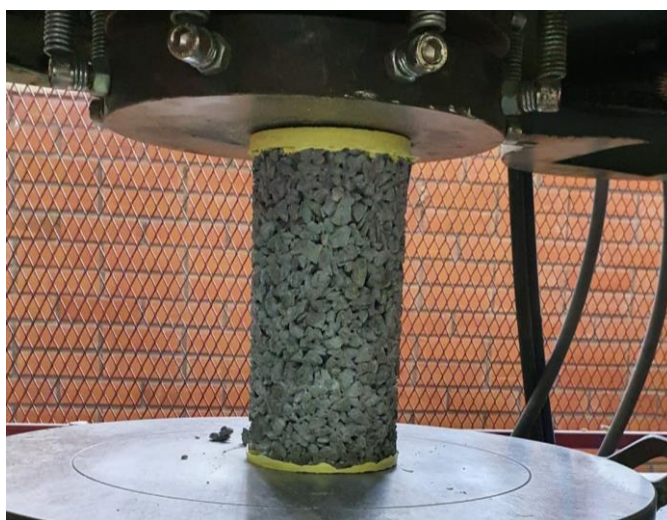
มวลรวมหยาบธรรมชาติ ขนาด 1/2, 3/8 และ 3/16 นิ้ว มีความถ่วงจำเพาะรวม (แห้ง) เท่ากับ 2.73, 2.70 และ 2.72 ตามลำดับ ส่วนเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำเท่ากับ 0.27, 0.39 และ 0.49 ตามลำดับ

2) มวลรวมหยาบรีไซเคิล

มวลรวมหยาบรีไซเคิล ขนาด 1/2, 3/8 และ 3/16 นิ้ว มีความถี่เฉพาะรวม (แห้ง) เท่ากับ 2.28, 2.26 และ 2.29 ตามลำดับ ส่วนเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำเท่ากับ 5.37, 6.32 และ 5.21 ตามลำดับ

2.4.2 การทดสอบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตพูน

การทดสอบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตพูน ทำการทดสอบตามมาตรฐาน ASTM C39 ทดสอบที่อายุ 7 วัน ส่วนผสมละ 3 ตัวอย่าง โดยเคลือบผิวบนและล่างของตัวอย่างรูปทรงกระบอกด้วยกัมมะถัน นำไปกดทดสอบด้วยเครื่องทดสอบแรงอัด จนกระทั่งตัวอย่างคอนกรีตวิบัติ ค่าแรงกำลังรับแรงอัดจากแรงอัดประลัยหารด้วยพื้นที่หน้าตัดของตัวอย่าง การทดสอบกำลังรับแรงอัดแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 การทดสอบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตพูน

2.4.3 การทดสอบค่าการนำความร้อนของคอนกรีตพูน

การทดสอบค่าการนำความร้อนของคอนกรีตพูน ใช้ตัวอย่างลูกบาศก์ทดสอบที่อายุ 7 วัน ส่วนผสมละ 3 ตัวอย่าง โดยวางตัวอย่างบนพื้นผิวที่เรียบ แล้วนำเครื่องทดสอบค่าการนำความร้อนแบบใช้แผ่นกระจายความร้อน ยี่ห้อ ISOMET วางไว้ที่ผิวด้านบนของตัวอย่าง ซึ่งอาศัยหลักการส่งคลื่นความร้อนจากหัวสัมผัสของเครื่องทดสอบจากผิวด้านบนไปยังผิวด้านล่างของตัวอย่างและรับคลื่นความร้อนที่สะท้อนกลับมายังหัวสัมผัสอีกครั้งหนึ่งและประมวลผลออกมาเป็นค่าการนำความร้อนในหน่วยที่

ต้องการ ในที่นี้ได้แก่หน่วย วัตต์/(เมตร.เคลวิน), W/(m.K) โดยใช้เวลาทดสอบตัวอย่างประมาณ 40 นาที ในรูปที่ 4 แสดงการทดสอบค่าการนำความร้อนของคอนกรีตพูน



รูปที่ 4 การทดสอบค่าการนำความร้อนของคอนกรีตพูน

3. ผลการทดสอบและอภิปรายผล

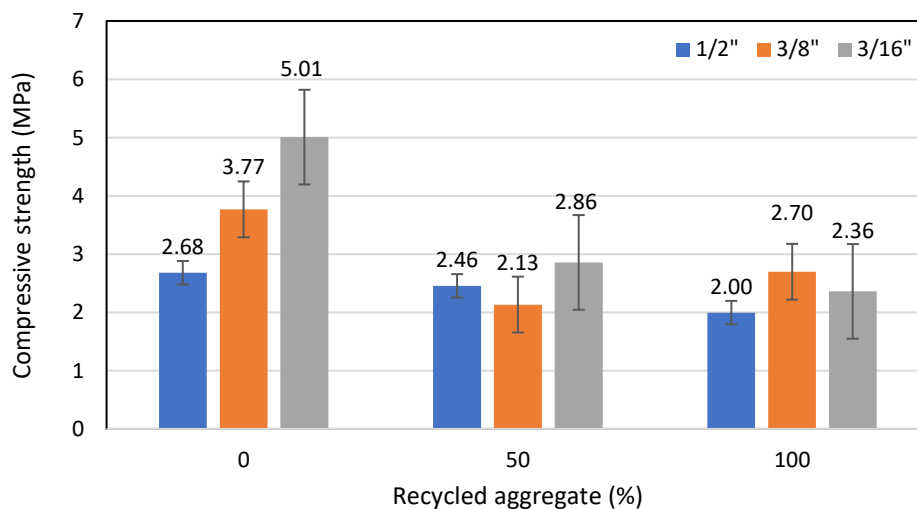
3.1 กำลังรับแรงอัด

รูปที่ 4 แสดงกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตพูน เมื่อพิจารณาประเภทของคอนกรีตพูนซึ่งจำแนกตามประเภทของมวลรวมหยาบ อันได้แก่ มวลรวมหยาบธรรมชาติ 100%, มวลรวมหยาบรีไซเคิล 50% และมวลรวมหยาบรีไซเคิล 100% พบว่าคอนกรีตพูนผสมมวลรวมหยาบธรรมชาติ 100% ขนาด 1/2, 3/8 และ 3/16 นิ้ว มีกำลังรับแรงอัดเท่ากับ 2.68, 3.77 และ 5.01 เมกะปาสกาล ตามลำดับ ส่วนคอนกรีตพูนผสมมวลรวมหยาบรีไซเคิล 50% มีค่าเท่ากับ 2.46, 2.13 และ 2.86 เมกะปาสกาล ตามลำดับ และคอนกรีตพูนผสมมวลรวมหยาบรีไซเคิล 100% มีค่าเท่ากับ 2.00, 2.70 และ 2.36 เมกะปาสกาล ตามลำดับ

จากค่าดังกล่าวข้างต้นพบว่ากำลังรับแรงอัดของคอนกรีตพูนมีแนวโน้มลดลงแปรผกผันกับปริมาณการแทนที่มวลรวมหยาบธรรมชาติด้วยมวลรวมหยาบรีไซเคิลที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากมวลรวมรีไซเคิลมีคุณภาพและความหนาแน่นต่ำ แรงยึดเกาะระหว่างเพสต์และมวลรวมรีไซเคิลน้อยกว่ามวลรวมหยาบธรรมชาติ [7] รวมทั้งมอร์ตาร์เก่าที่ติดมายังส่งผลกระทบต่อกำลังของเพสต์ที่เกิดขึ้นใหม่ด้วย [6] นอกจากนี้มวลรวมรีไซเคิลมีค่าความพรุนและการดูดซึมน้ำสูง ส่งผลให้มีโอกาสแตกหักได้ง่ายกว่ามวลรวมธรรมชาติ [8] การที่ส่วนผสมมีมวลรวมรีไซเคิลในปริมาณเพิ่มมากขึ้น ทำให้คอนกรีตพูนผสมมวล

รวมรีไซเคิลมีความหนาแน่นต่ำกว่าคอนกรีตพูนผสมมวลรวมธรรมชาติ จึงส่งผลให้กำลังมีแนวโน้มลดลงตามไปด้วย [8]

นอกจากนี้ยังพบว่ากำลังรับแรงอัดของคอนกรีตพูนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแปรผกผันกับขนาดของมวลรวมหยาบที่ลดลง คอนกรีตพูนที่ใช้มวลรวมหยาบขนาดเล็กกว่าจะให้กำลังรับแรงอัดที่สูงกว่าคอนกรีตพูนที่ใช้มวลรวมหยาบขนาดใหญ่กว่า ซึ่งพบได้ในคอนกรีตพูนผสมมวลรวมหยาบธรรมชาติ 100% เท่านั้น เนื่องจากคอนกรีตพูนที่ใช้มวลรวมธรรมชาติมีกำลังที่ใกล้เคียงกันทุกอนุภาค ดังนั้นกำลังจึงขึ้นอยู่กับแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคซึ่งมวลรวมขนาดเล็กจะมีพื้นที่ผิวสัมผัสมากกว่า [7] ในขณะที่คอนกรีตพูนผสมมวลรวมหยาบรีไซเคิล กลับไม่ปรากฏแนวโน้มดังกล่าวอย่างชัดเจน เนื่องจากอิทธิพลของมอร์ตาร์เดิมที่มีความแข็งแรงต่ำและยึดติดมากับมวลรวมรีไซเคิลจากบริเวณต่างกัน ทำให้แรงยึดเกาะระหว่างอนุภาคภายในคอนกรีตพูนเกิดขึ้นแตกต่างกันแปรผันตามปริมาณของมอร์ตาร์เดิมที่ติดมากับมวลรวมรีไซเคิล [6-8]



รูปที่ 4 กำลังรับแรงอัดของคอนกรีตพูน

เมื่อพิจารณามวลรวมหยาบแต่ละขนาด พบว่าเมื่อแทนที่มวลรวมหยาบธรรมชาติด้วยมวลรวมหยาบรีไซเคิลในปริมาณ 50 และ 100 เปอร์เซ็นต์ กำลังรับแรงอัดลดลง 8 และ 25 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ สำหรับมวลรวมหยาบขนาด 1/2 นิ้ว และกำลังรับแรงอัดลดลง 44 และ 28 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ สำหรับมวลรวมหยาบขนาด 3/8 นิ้ว และกำลังรับแรงอัดลดลง 43 และ 53 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ สำหรับมวลรวมหยาบขนาด 3/16 นิ้ว โดยจะเห็นว่ามวลรวมหยาบขนาด 1/2 นิ้ว มีกำลัง

รับแรงอัดที่ลดลงต่ำสุด เนื่องจากมวลรวมหยาบธรรมชาติขนาดเล็กจะมีพื้นที่ผิวสัมผัสมากและมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคกับปูนซีเมนต์สูงกว่ามวลรวมขนาดใหญ่ ซึ่งการแทนที่มวลรวมหยาบธรรมชาติด้วยมวลรวมหยาบรีไซเคิลขนาดเล็กจะทำให้แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคกับปูนซีเมนต์ลดลงอย่างชัดเจน เกิดจากจากมวลรวมหยาบรีไซเคิลที่มีความแข็งแรงน้อยกว่าถูกแทนที่ในส่วนผสมที่มีความแข็งแรงมาก ในขณะที่การแทนที่มวลรวมหยาบธรรมชาติด้วยมวลรวมหยาบรีไซเคิลขนาดใหญ่ พบว่าพื้นที่ผิวของมวลรวมหยาบมีปริมาณน้อย ทำให้แรงยึดเกาะระหว่างอนุภาคกับปูนซีเมนต์ต่ำจึงไม่ส่งผลกระทบต่อกำลังรับแรงอัดที่เปลี่ยนแปลงไปจากส่วนผสมเดิม

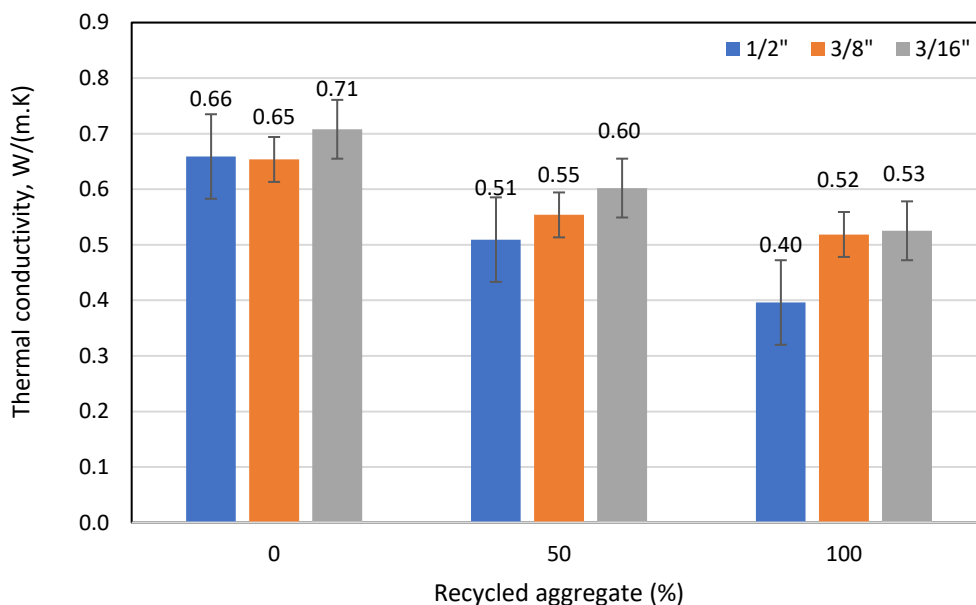
3.2 ค่าการนำความร้อน

รูปที่ 5 แสดงค่าการนำความร้อนของคอนกรีตพูน เมื่อพิจารณาประเภทของคอนกรีตพูนซึ่งจำแนกตามประเภทของมวลรวมหยาบ อันได้แก่ มวลรวมหยาบธรรมชาติ 100%, มวลรวมหยาบรีไซเคิล 50% และมวลรวมหยาบรีไซเคิล 100% พบว่าคอนกรีตพูนผสมมวลรวมหยาบธรรมชาติ 100% ขนาด 1/2, 3/8 และ 3/16 นิ้ว มีค่าการนำความร้อนเท่ากับ 0.66, 0.65 และ 0.71 วัตต์/(เมตร.เคลวิน) ตามลำดับ ส่วนคอนกรีตพูนผสมมวลรวมหยาบรีไซเคิล 50% มีค่าเท่ากับ 0.51, 0.55 และ 0.60 วัตต์/(เมตร.เคลวิน) ตามลำดับ และคอนกรีตพูนผสมมวลรวมหยาบรีไซเคิล 100% มีค่าเท่ากับ 0.40, 0.52 และ 0.53 วัตต์/(เมตร.เคลวิน) ตามลำดับ จากค่าดังกล่าวข้างต้นจะเห็นได้ว่าค่าการนำความร้อนมีแนวโน้มลดลงแปรผกผันกับปริมาณการแทนที่มวลรวมหยาบธรรมชาติด้วยมวลรวมหยาบรีไซเคิลที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากค่าการนำความร้อนขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของคอนกรีตพูน [15] คอนกรีตพูนที่ใช้มวลรวมรีไซเคิลมีความหนาแน่นต่ำกว่า จึงส่งผลให้ค่าการนำความร้อนต่ำกว่าคอนกรีตพูนที่ใช้มวลรวมธรรมชาติ นอกจากนี้ยังพบว่าค่าการนำความร้อนในการศึกษาครั้งนี้มีค่าสูงกว่าคอนกรีตพูนที่ใช้มวลรวมเบา [15] แต่ต่ำกว่าคอนกรีตพูนที่ใช้มวลรวมคอนกรีตรีไซเคิล [4] และคอนกรีตพูนที่ผสมมวลรวมละเอียดหรือดินเม็ดละเอียด [14]

ค่าการนำความร้อนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแปรผกผันกับขนาดมวลรวมหยาบที่ลดลงหมายความว่าขนาดของมวลรวมที่ใหญ่กว่ามีค่าการนำความร้อนที่ต่ำกว่า เนื่องจากคอนกรีตพูนที่ใช้มวลรวมที่มีขนาดใหญ่กว่ามีโพรงช่องว่างที่มีขนาดใหญ่กว่า จึงสามารถระบายความร้อนได้ดีกว่า รวมทั้งยังมีจุดสัมผัสระหว่างอนุภาคของมวลรวมที่น้อยกว่า [12] การถ่ายเทความร้อนจึงเป็นไปได้ยากกว่าส่งผลให้มีค่าการนำความร้อนที่ต่ำกว่าคอนกรีตพูนที่ใช้มวลรวมที่มีขนาดเล็กกว่า

เมื่อพิจารณามวลรวมหยาบแต่ละขนาด พบว่าเมื่อแทนที่มวลรวมหยาบธรรมชาติด้วยมวลรวมหยาบรีไซเคิลในปริมาณ 50 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ค่าการนำความร้อนลดลง 23 และ 39 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับมวลรวมหยาบขนาด 1/2 นิ้ว ค่าการนำความร้อนลดลง 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับมวลรวมหยาบขนาด 3/8 นิ้ว และค่าการนำความร้อนลดลง 15 และ 25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับมวลรวมหยาบขนาด 3/16 นิ้ว โดยจะเห็นว่ามวลรวมหยาบขนาด 1/2 นิ้ว สามารถลดค่าการนำความร้อนได้สูงสุด เนื่องจากมีช่องว่างขนาดใหญ่ที่สุด

หากพิจารณาเลือกส่วนผสมที่เหมาะสมทั้งในด้านกำลัง, ค่าการนำความร้อน และความประหยัดแล้ว คอนกรีตพูนผสมมวลรวมหยาบรีไซเคิลในปริมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ ขนาด 1/2 นิ้ว เป็นส่วนผสมที่น่าสนใจ เนื่องจากกำลังลดลงไม่มาก แต่การนำความร้อนลดลงพอสมควร และยังมีราคาที่ถูกลงด้วยเนื่องจากเป็นการใช้มวลรวมรีไซเคิลร่วมด้วย โดยสามารถประยุกต์ใช้กับงานบางลักษณะที่มีกำลังไม่สูงมากนัก เช่น ทางเท้า หรือพื้นลาดฟ้าที่ต้องการลดภาระการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศในห้องที่อยู่ใต้พื้นลาดฟ้า เป็นต้น ส่วนการนำไปใช้กับผิวจราจรจำเป็นต้องวิจัยเพื่อพัฒนากำลังให้สูงขึ้นต่อไป



รูปที่ 5 ค่าการนำความร้อนของคอนกรีตพูน

4. สรุป

จากผลการศึกษาคอนกรีตพูนที่อายุ 7 วัน สามารถสรุปได้ดังนี้

4.1 กำลังรับแรงอัดของคอนกรีตพูนผสมมวลรวมหยาบธรรมดา 100% อยู่ในช่วง 2.68-5.01 และของคอนกรีตพูนผสมมวลรวมรีไซเคิลอยู่ในช่วง 2.00-2.86 เมกะปาสกาล โดยกำลังมีแนวโน้มลดลงแปรผกผันกับปริมาณการแทนที่มวลรวมหยาบธรรมดาด้วยมวลรวมหยาบรีไซเคิลที่เพิ่มขึ้น สำหรับคอนกรีตพูนผสมมวลรวมหยาบธรรมดา 100% กำลังมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแปรผกผันกับขนาดของมวลรวมหยาบที่ลดลง

4.2 การแทนที่มวลรวมหยาบธรรมดาด้วยมวลรวมหยาบรีไซเคิล ส่งผลให้กำลังรับแรงอัดลดลง 8-25, 28-44 และ 43-53 เปอร์เซ็นต์ สำหรับมวลรวมหยาบขนาด 1/2, 3/8 และ 3/16 นิ้ว ตามลำดับ

4.3 ค่าการนำความร้อนอยู่ในช่วงระหว่าง 0.65-0.71 และ 0.40-0.60 วัตต์/(เมตร.เคลวิน) สำหรับคอนกรีตพูนผสมมวลรวมหยาบธรรมดา 100% และคอนกรีตพูนผสมมวลรวมรีไซเคิลตามลำดับ ค่าการนำความร้อนมีแนวโน้มลดลงแปรผกผันกับปริมาณการแทนที่มวลรวมหยาบธรรมดาด้วยมวลรวมหยาบรีไซเคิลที่เพิ่มขึ้น แต่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแปรผกผันกับขนาดมวลรวมหยาบที่ลดลง

4.4 การแทนที่มวลรวมหยาบธรรมดาด้วยมวลรวมหยาบรีไซเคิล ส่งผลให้ค่าการนำความร้อนลดลง 23-39, 15-20 และ 15-25 เปอร์เซ็นต์ สำหรับมวลรวมหยาบขนาด 1/2, 3/8 และ 3/16 นิ้ว ตามลำดับ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ศูนย์วิจัยและพัฒนาโครงสร้างมูลฐานอย่างยั่งยืน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น รวมทั้งคุณอภิสิทธิ์ ธิษฐศิลป์, คุณสิริภัทร ศรีละวงษ์, คุณเจริญพร กางทอง, คุณสุภาพร ชินภา, คุณอาริยา โหลนอก, คุณพงศกร โทอะรัฐ และคุณวิรินทร์ลักษณ์ เขิดทอง สำหรับการเก็บข้อมูลผลการทดสอบต่างๆ

เอกสารอ้างอิง

- [1] Obla, K. H. (2010). Pervious concrete—An overview. *Indian Concrete Journal*, 84(8), 9.
- [2] Bittencourt, S. V., Magalhães, M. S. & Tavares, M. E. N. (2021). Mechanical behavior and water infiltration of pervious concrete incorporating recycled asphalt pavement aggregate. *Case Studies in Construction Materials*, 14, e00473.
<https://doi.org/10.1016/j.cscm.2020.e00473>
- [3] Rattanachu, P., Toolkasikorn, P., Tangchirapat, W., Chindaprasirt, P. & Jaturapitakkul, C. (2020). Performance of recycled aggregate concrete with rice husk ash as cement binder. *Cement and Concrete Composites*, 108, 103533,
<https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2020.103533>.
- [4] Zaetang, Y., Sata, V., Wongs, A. & Chindaprasirt, P. (2016). Properties of pervious concrete containing recycled concrete block aggregate and recycled concrete aggregate. *Construction and Building Materials*, 111, 15–21,
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.02.060>.
- [5] Nuaklong, P., Sata, V. & Chindaprasirt, P. (2016). Influence of recycled aggregate on fly ash geopolymer concrete properties. *Journal of Cleaner Production*, 112, Part 4, 2300–2307, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.10.109>.
- [6] Kumar, R. (2017). Influence of recycled coarse aggregate derived from construction and demolition waste (CDW) on abrasion resistance of pavement concrete. *Construction and Building Materials*, 142, 248–255,
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.03.077>.
- [7] Lu, J-X., Yan, X., He, P. & Poon, C., S. (2019). Sustainable design of pervious concrete using waste glass and recycled concrete aggregate. *Journal of Cleaner Production*, 234, 1102–1112, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.06.260>.
- [8] Lima, G. T. S., Rocha, J. C. & Cheriaf, M. (2022). Investigation of the properties of pervious concrete with a recycled aggregate designed with a new combination of admixture. *Construction and Building Materials*, 340, 127710.
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.127710>

- [9] Tho-in, T., Sata, V., Chindaprasirt, P. & Jaturapitakkul, C. (2012). Pervious high-calcium fly ash geopolymer concrete. *Construction and Building Materials*, 30, 366-371. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2011.12.028>.
- [10] Sata, V., Wongsas, A. & Chindaprasirt, P. (2013). Properties of pervious geopolymer concrete using recycled aggregates. *Construction and Building Materials*, 42, 33-39, <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2012.12.046>
- [11] Chindaprasirt, P., Hatanaka, S., Mishima, N., Yuasa, Y. & Chareerat, T. (2009). Effects of binder strength and aggregate size on the compressive strength and void ratio of porous concrete. *International Journal of Minerals, Metallurgy and Materials*, 16(6), 714-719, [https://doi.org/10.1016/S1674-4799\(10\)60018-0](https://doi.org/10.1016/S1674-4799(10)60018-0).
- [12] ยุวดี หิริญ และวัจนวงศ์ กรีพละ. (2554). การเพิ่มกำลังของคอนกรีตที่น้ำซีเมนต์ผ่านได้ด้วยสารลดน้ำพิเศษ. วิศวกรรมโยธากับการเผชิญวิกฤตปัญหาโลก. การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 16. (174). [ม.ป.ท.]: วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์.
- [13] Shen, P., Zheng, H., Lu, J. & Poon, C. S. (2021). Utilization of municipal solid waste incineration bottom ash (IBA) aggregates in high-strength pervious concrete. *Resources, Conservation and Recycling*, 174, 105736, <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105736>.
- [14] Beddaa, H., Tchiotsop, J., Ben Fraj, A. & Somé, C. (2023). Reuse of river sediments in pervious concrete: Towards an adaptation of concrete to the circular economy and climate change challenges. *Construction and Building Materials*, 368, 130443, <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.130443>.
- [15] Zaetang, Y., Wongsas, A., Sata, V. & Chindaprasirt, P. (2013). Use of lightweight aggregates in pervious concrete. *Construction and Building Materials*, 48, 585-591. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2013.07.077>.

เกี่ยวกับผู้แต่งบทความ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชัยชาญ โชติถนอม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ต.ขามเรียง อ.กันทรวิชัย จ.มหาสารคาม 44150 สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา) จากมหาวิทยาลัยขอนแก่น เมื่อปี พ.ศ. 2556 โดยงานวิจัยที่สนใจได้แก่ คอนกรีตผสมสารปอชโซลาน คอนกรีตพูน และคอนกรีตผสมมวลรวมรีไซเคิล

อาจารย์ ดร. กรกนก บุญเสริม คณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน ต.ในเมือง อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000 สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา) จากมหาวิทยาลัยขอนแก่น เมื่อปี พ.ศ. 2556 โดยงานวิจัยที่สนใจได้แก่ จีโพลิเมอร์ ปอชโซลาน วัสดุดูดซับ และวัสดุมวลเบา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อำพล วงศ์ษา ศูนย์วิจัยและพัฒนาโครงสร้างมูลฐานอย่างยั่งยืน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา) จากมหาวิทยาลัยขอนแก่น เมื่อปี พ.ศ. 2559 โดยงานวิจัยที่สนใจได้แก่ วัสดุซีเมนต์ ปอชโซลาน และวัสดุรีไซเคิล

ศาสตราจารย์ ดร. วันชัย สะตะ ศูนย์วิจัยและพัฒนาโครงสร้างมูลฐานอย่างยั่งยืน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา) จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี เมื่อปี พ.ศ. 2548 โดยงานวิจัยที่สนใจได้แก่ วัสดุวิศวกรรมโยธา ดันปูนซีเมนต์ ปอชโซลาน คอนกรีต และจีโพลิเมอร์

ศาสตราจารย์ ดร. ปริญญา จินดาประเสริฐ ศูนย์วิจัยและพัฒนาโครงสร้างมูลฐานอย่างยั่งยืน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา วัสดุคอนกรีต) จาก University of New South Wales เมื่อปี พ.ศ. 2523 โดยงานวิจัยที่สนใจได้แก่ วัสดุซีเมนต์ ปอชโซลาน และจีโพลิเมอร์

การอ้างอิงบทความ (citation)

ชัยชาญ โชติถนอม, กรกนก บุญเสริม, อ่ำพล วงศ์ษา, วันชัย สะตะ, ปริญญา จินดาประเสริฐ (2566), "กำลังรับแรงอัดและค่าการนำความร้อนของคอนกรีตพูนมวลรวมรีไซเคิล (Compressive strength and thermal conductivity of recycled aggregate porous concrete)," *วารสารคอนกรีต, สมาคมคอนกรีตแห่งประเทศไทย*, ปีที่ 17, ฉบับที่ 1, บทความหมายเลข TCA_M 170102, มกราคม-เมษายน, 17 หน้า.

Chotetanorm, C., Boonserm, K., Wongsa, A., Sata, V., & Chindaprasirt, P. (2023) "Compressive strength and thermal conductivity of recycled aggregate porous concrete," *TCA Magazine, Thailand Concrete Association*, Vol.17, Issue 1, Paper ID TCA_M 170102, January-April, 17 pages.