วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปีที่ 27 ฉบับที่ 4 ต.ค.–ธ.ค. 2560
The Journal of KMUTNB., Vol. 27, No. 4, Oct.–Dec. 2017

บทความวิจัย

คอนกรีตบล็อกจากแอสฟัลต์คอนกรีตเก่า

เฉลิมพล ไชยแก้ว*
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ วิทยาเขตวังไกลกังวล

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทรศัพท์ 08–1986–3081 อีเมล: chalermphol.c@rmutr.ac.th DOI: 10.14416/j.kmutnb.2017.11.015
รับเมื่อ 3 สิงหาคม 2559 ตอบรับเมื่อ 25 ตุลาคม 2559 เผยแพร่ออนไลน์ 16 พฤศจิกายน 2560
© 2017 King Mongkut's University of Technology North Bangkok. All Rights Reserved.

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้หินแอสฟัลต์คอนกรีตเก่า เป็นมวลรวมในผลิตภัณฑ์คอนกรีตบล็อก โดยสัดส่วนผสมคอนกรีตที่ใช้ในการทดสอบคือ 1:6:0.4 หมายถึง ปูนซีเมนต์ 1 ต่อมวลรวม 6 ต่อน้ำ 0.40 ส่วนโดยน้ำหนัก เปรียบเทียบคุณสมบัติของคอนกรีตบล็อกที่ใช้หินแอสฟัลต์คอนกรีตเก่า และหินฝุ่นจากเหมืองหินปูน (มวลรวมทั่วไป) ขึ้นรูปคอนกรีตบล็อกมาตรฐาน ขนาด 7×19×39 เซนติเมตร ด้วยเครื่องอัดคอนกรีตบล็อก ทดสอบตามมาตรฐาน มอก. 58-2530 เรื่องคอนกรีตบล็อกชนิดไม่รับน้ำหนักผลการทดสอบ พบว่าคอนกรีตบล็อกที่ใช้หินแอสฟัลต์คอนกรีตเก่าเป็นมวลรวม มีความต้านทานแรงอัดและการดูดซึมน้ำต่ำกว่าคอนกรีตบล็อกปกติ อย่างไรก็ตามคอนกรีตบล็อกทั้งหมดมีสมบัติผ่านตามที่มาตรฐาน มอก.กำหนด ทำให้คอนกรีตบล็อกจากแอสฟัลต์คอนกรีตเก่าสามารถใช้เป็นวัสดุสำหรับก่อผนังได้ดี

คำสำคัญ: คอนกรีตบล็อก, แอสฟัลต์คอนกรีตเก่า, หินฝุ่น, กำลังอัด

การอ้างอิงบทความ: เฉลิมพล ไชยแก้ว, "คอนกรีตบล็อกจากแอสฟัลต์คอนกรีตเก่า," *วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*, ปีที่ 27, ฉบับที่ 4, หน้า 729–736, ต.ค.–ธ.ค. 2560

Research Article

Concrete Block from Recycled Asphalt Concrete

Chalermphol Chaikaew*
Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Rattanakosin Wang Klai Kangwon Campus, Prachuap Khiri Khan, Thailand

* Corresponding Author, Tel. 08–1986–3081, E–mail: chalermphol.c@rmutr.ac.th DOI: 10.14416/j.kmutnb.2017.11.015
Received 3 August 2016; Accepted 25 October 2016; Published online: 16 November 2017
© 2017 King Mongkut's University of Technology North Bangkok. All Rights Reserved.

Abstract

This research aims to examine the use of stone dust from recycled asphalt concrete aggregate in concrete block products. The mixture ratio of portland cement type1: stone dust or recycled asphalt concrete aggregate: water is 1:6:0.4 by weight. Types of stone dust from recycled asphalt concrete aggregate and limestone mine (general aggregate) are compared in concrete block properties. The concrete block samples are cast in 7×19×39 cubic centimeter of dimension with a concrete block molding machine. The concrete block sample testing follows the TIS 58-2530 on non-load bearing concrete blocks. As results, the compressive strength and water absorption of recycled asphalt concrete are lower than general concrete blocks. All samples can classify as the standard so it can be used as material for a wall. All samples have passed the TIS standard. Thus, concrete blocks from recycled asphalt concrete can be used for wall construction purposes.

Keywords: Concrete Block, Stone Dust, Recycled Asphalt Concrete Aggregate, Compressive Strength

Please cite this article as: C. Chaikaew, "Concrete block from recycled asphalt concrete," *The Journal of KMUTNB.*, vol. 27, no. 4, pp. 729–736, Oct.–Dec. 2017 (in Thai).

1. บทนำ

การเพิ่มของประชากรที่ใช้ยวดยานพาหนะส่งผลให้ถนนเกิดการชำรุด หรือสิ้นสุดอายุการใช้งานรวดเร็วขึ้น จึงต้องมีการรื้อถอนผิวจราจรที่เป็นวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีต ซึ่งเศษแอสฟัลต์คอนกรีตเป็นวัสดุจากการทำลายจึงไม่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจและถูกขนย้ายไปกำจัด [1] จากปัญหาข้างต้นได้มีนักวิจัยที่จะใช้ประโยชน์จากแอสฟัลต์คอนกรีตเก่าให้สามารถนำกลับมาใช้เป็นวัสดุมวลรวมหยาบในงานคอนกรีตได้ อาทิเช่น การใช้แอสฟัลต์คอนกรีตเก่าแทนมวลรวมหยาบผสมคอนกรีตโดยเปรียบเทียบกับคอนกรีตทั่วไป ซึ่งผลกำลังรับแรงอัดประลัยของตัวอย่างคอนกรีตที่ผสมแอสฟัลต์คอนกรีตเก่า จะมีค่าต่ำกว่าคอนกรีตทั่วไป และจากผลการทดสอบพฤติกรรมการวิบัติของตัวอย่างคอนกรีตที่ผสมแอสฟัลต์คอนกรีตเก่าจะมีลักษณะการวิบัติเหนียวกว่าคอนกรีตทั่วไป [2] แม้ว่าค่ากำลังอัดจะมีค่าต่ำกว่าก็จริง แต่การใช้มวลรวมหยาบรีไซเคิลจากแอสฟัลต์คอนกรีตเก่า ซึ่งมีประโยชน์อย่างมากในด้านเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม และยังไม่มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้วัสดุหินแอสฟัลต์คอนกรีตเก่า มาทำคอนกรีตบล็อกแบบไม่รับน้ำหนัก

งานวิจัยนี้จึงเป็นการศึกษาแนวทางความเป็นไปได้ของการนำคอนกรีตบล็อกแบบไม่รับน้ำหนัก ที่ใช้แอสฟัลต์คอนกรีตเก่าเป็นส่วนผสมแทนมวลรวมหยาบ เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติทางกลรวมถึงศึกษาความเป็นไปได้การใช้มวลรวมหยาบจากเศษแอสฟัลต์คอนกรีตเก่าทดแทนมวลรวมหยาบจากธรรมชาติที่ใช้ทำคอนกรีตบล็อกและเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการนำหินจากแอสฟัลต์คอนกรีตเก่าไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

2. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คอนกรีตบล็อกแบบไม่รับน้ำหนัก [3]

คอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก (Hollow non-load-bearing Concrete Masonry Unit) หมายถึง คอนกรีตบล็อกใช้สำหรับผนังที่ออกแบบไม่รับน้ำหนักบรรทุกใดๆ นอกจากน้ำหนักตัวเอง ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ 1) ประเภทควบคุมความชื้น 2) ประเภทไม่ควบคุมความชื้น โดยมีคุณสมบัติดังนี้

2.1 คุณลักษณะทั่วไป

คอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักทุกก้อนต้องแข็งแรง ปราศจากรอยร้าว หรือส่วนเสียอื่นใดอันเป็นอุปสรรคต่อการก่อคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักอย่างถูกต้องหรือทำให้สิ่งก่อสร้างเสียกำลังหรือความคงทนถาวร คอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก ซึ่งต้องการฉาบปูนหรือแต่งปูน ต้องมีผิวหน้าหยาบพอสมควรแก่การจับยึดของปูนฉาบหรือปูนแต่งได้อย่างดี และคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักซึ่งต้องการก่อแบบผิวเผยด้านผิวเผยจะต้องไม่มีรอยบิ่น รอยร้าว หรือตำหนิอื่นๆ

2.2 การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

ความต้านแรงอัดของคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักทั้งค่าเฉลี่ยและค่าแต่ละก้อนต้องเป็นไปตามการทดสอบให้ปฏิบัติตามมาตรฐานวิธีชักตัวอย่างและการทดสอบวัสดุงานก่อซึ่งทำด้วยคอนกรีต มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.58-2530 คอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก [3] ซึ่งกำหนดให้กำลังอัดของคอนกรีตบล็อกเฉลี่ย 5 ก้อน ต้องไม่น้อยกว่า 25 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร หรือ 2.5 เมกะปาสคาล

3. การเตรียมตัวอย่างและการทดสอบ

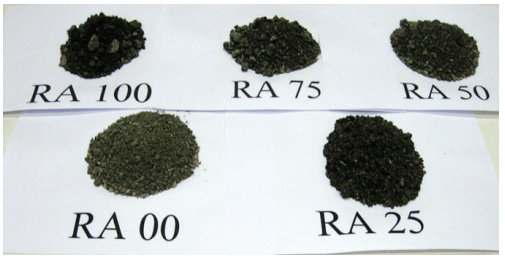
3.1 วัสดุที่ใช้ในการผสมคอนกรีตบล็อกแบบไม่รับน้ำหนัก

ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 (Ordinary Portland Cement) หินและฝุ่นจากแอสฟัลต์คอนกรีตเก่า ในพื้นที่ของแขวงทางหลวงประจวบคีรีขันธ์ ดังแสดงในรูปที่ 1 ซึ่งนำมาแทนที่หินฝุ่นในอัตราส่วนต่างๆ และน้ำที่ใช้ในการผสมเป็นน้ำประปา

3.2 การออกแบบอัตราส่วนผสม

สัดส่วนผสมคอนกรีตที่ใช้ในการทดสอบคือ 1:6:0.4

รูปที่ 1 หินจากแอสฟัลต์คอนกรีตเก่า



รูปที่ 2 ขนาดมวลรวมจากแอสฟัลต์คอนกรีตเก่าที่แยกตามอัตราส่วนต่าง ๆ

หมายถึง ปูนซีเมนต์ 1 ต่อมวลรวม 6 ต่อน้ำ 0.4 ซึ่งมวลรวม 6 จะแยกเป็นมวลรวม RA 100, RA 75, RA 50, RA 25 และ RA 00 กับหินฝุ่นร้อยละ 0, 25, 50, 75 และ 100 ดังแสดงในตารางที่ 1 และรูปที่ 2

ตารางที่ 1 อัตราส่วนผสมร้อยละของก้อนตัวอย่าง

ชื่อเรียก	ปูนซีเมนต์ (กิโลกรัม)	มวลรวม RA : หินฝุ่น (กิโลกรัม)	น้ำ (กิโลกรัม)
RA100	10	60 (60:00)	4
RA75	10	60 (45:15)	4
RA50	10	60 (30:30)	4
RA25	10	60 (15:45)	4
RA00	10	60 (00:60)	4

3.3 การขึ้นรูปตัวอย่างชิ้นงาน

จัดเตรียมวัสดุตามที่ได้ออกแบบไว้และนำมาผสมคลุกเคล้าให้เข้ากัน ทำการแบ่งน้ำและวัสดุประสานทั้ง 3 ส่วน แล้วนำวัสดุประสานและน้ำส่วนที่ 1 ใส่ลงโม่ผสม เพื่อทำการเคลือบโม่ จากนั้นเติมหินฝุ่นและแอสฟัลต์คอนกรีตเก่าที่ผ่านการย่อยลงไปอย่างละครึ่งหนึ่งของที่ออกแบบไว้ แล้วทำการเติมหินฝุ่นแอสฟัลต์คอนกรีตเก่าส่วนที่เหลือลงไปพร้อมกับวัสดุประสานและน้ำส่วนที่ 2 ระหว่างทำการผสมให้ทยอยเติมวัสดุประสานและน้ำส่วนสุดท้ายลงไปผสมจนเข้ากันก่อนนำไปขึ้นรูป ทิ้งไว้ 1 วัน และนำก้อนตัวอย่างไปบ่มน้ำเป็นเวลา 3, 7 และ 28 วัน ดังแสดงในรูปที่ 3

3.4 กระบวนการทดสอบ

การย่อยแอสฟัลต์คอนกรีตเก่าเพื่อแยกขนาดหินผ่านตะแกรงตามมาตรฐาน ASTM C33 และทดสอบขนาดคละของมวลรวม เพื่อหาค่าโมดูลัสความละเอียด (Fineness Modulus)

การทดสอบการดูดซึมน้ำ ตัวอย่างที่เตรียมไว้ทำการทดสอบเมื่อมีอายุ 3, 7 และ 28 วัน นำชิ้นตัวอย่างไปอบในเตาอบที่อุณหภูมิ 110 ± 5 องศาเซลเซียส จนกระทั่งน้ำหนักคงที่เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จากนั้นนำไปแช่ในน้ำเป็นเวลา 1 ชั่วโมง (3,600 วินาที) แล้วนำชิ้นตัวอย่างขึ้นจากน้ำเช็ดผิวให้แห้งชั่งน้ำหนักและวัดขนาดนำข้อมูลที่ได้คำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ของความดูดซึมน้ำตามสมการที่ (1)

$$k_a = \left(\frac{Q^2}{A}\right)\left(\frac{1}{t}\right) \qquad (1)$$

เมื่อ K_a = สัมประสิทธิ์ของความดูดซึมน้ำ (ตร.ซม./วินาที)

Q = ปริมาณน้ำที่ชิ้นตัวอย่างแห้งดูดซึมในเวลา 3,600 วินาที (ลบ.ซม.)

A = พื้นที่ผิวทั้งหมดของชิ้นตัวอย่าง (ตร.ซม.)

T = เวลาทดสอบ 3,600 วินาที

การทดสอบกำลังอัด ตัวอย่างที่เตรียมไว้ทำการทดสอบเมื่อมีอายุ 3, 7 และ 28 วัน โดยใช้ชิ้นตัวอย่าง 3 ชิ้นต่ออายุการทดสอบ ในการรายงานผลการทดสอบเป็นค่าเฉลี่ยของชิ้นตัวอย่าง 3 ชิ้น การทดสอบทำตามมาตรฐาน ASTM C109 ดังแสดงในรูปที่ 4

(ก)

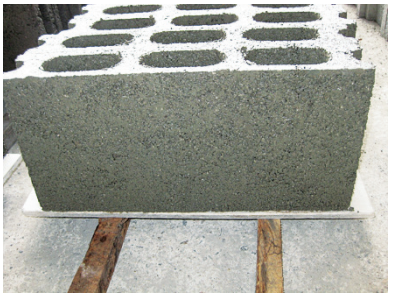
(ง)

(ข)

(จ)

(ค)

(ฉ)

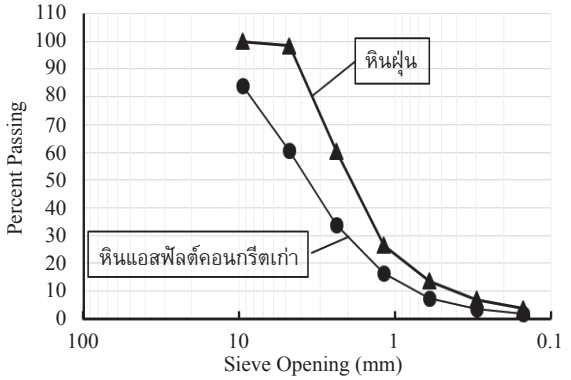


รูปที่ 3 ขั้นตอนการขึ้นรูปชิ้นงานตัวอย่าง (ก) ผสมวัสดุลงในโม่ผสม (ข) นำคอนกรีตสดใส่ในเครื่องหล่อคอนกรีตบล็อกขนาด 7×19×39 ซม. (ค) ปรับระดับคอนกรีตสดก่อนขึ้นรูป (ง) การอัดขึ้นรูปเป็นคอนกรีตบล็อก (จ) คอนกรีตบล็อกหลังขึ้นรูปเสร็จก่อนนำไปบ่ม (ฉ) คอนกรีตบล็อกที่พร้อมใช้งาน

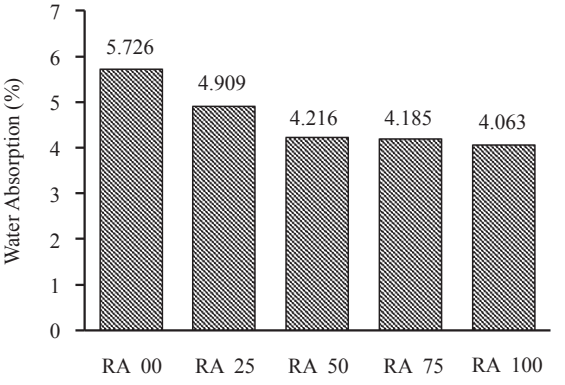
(ก)

(ข)

รูปที่ 4 การทดสอบกำลังอัดของตัวอย่างทดสอบ (ก) ตัวอย่างคอนกรีตขนาด 15×15×15 ซม. (ข) ตัวอย่างคอนกรีตบล็อกขนาด 7×19×39 ซม.



รูปที่ 5 ผลการทดสอบหาขนาดคละของมวลรวมหินฝุ่นและหินแอสฟัลต์คอนกรีตเก่า



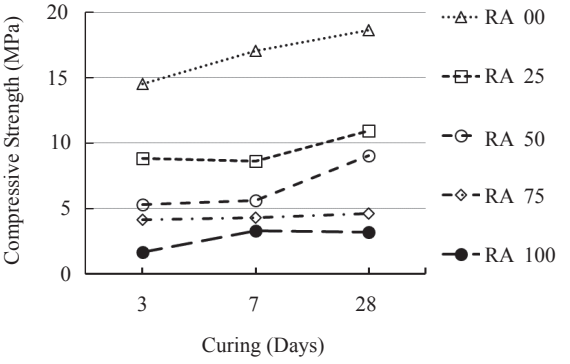
รูปที่ 6 ผลการทดสอบการดูดซึมของคอนกรีตบล็อกที่ใช้แอสฟัลต์คอนกรีตเก่า

4. การวิเคราะห์และอภิปรายผล

ผลการทดสอบหาขนาดคละของหินฝุ่นในสถานะอบแห้งที่อุณหภูมิ 110±5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง มีค่าโมดูลัสความละเอียด เท่ากับ 3.90 พบว่ามีการค้างของหินฝุ่นบนตะแกรงเบอร์ 30 ไม่ถึงร้อยละ 15 ซึ่งไม่จัดเป็นมวลรวมละเอียดโดยทั่วไป มวลรวมละเอียดของทรายที่เหมาะสมจะอยู่ในช่วง 2.30–3.20 ดังนั้นมวลรวมของหินฝุ่นจึงจัดอยู่ในพวกมวลรวมหยาบ และผลการทดสอบขนาดคละของหินแอสฟัลต์คอนกรีตเก่าจากการวิเคราะห์มีค่าโมดูลัสความละเอียดคือ 4.92 พบว่ามีการค้างของหินแอสฟัลต์คอนกรีตเก่าบนตะแกรงเบอร์ 16 เกินร้อยละ 15 ดังนั้นมวลรวมของหินแอสฟัลต์คอนกรีตเก่าจึงจัดอยู่ในพวกมวลรวมหยาบเช่นกัน ดังแสดงในรูปที่ 5

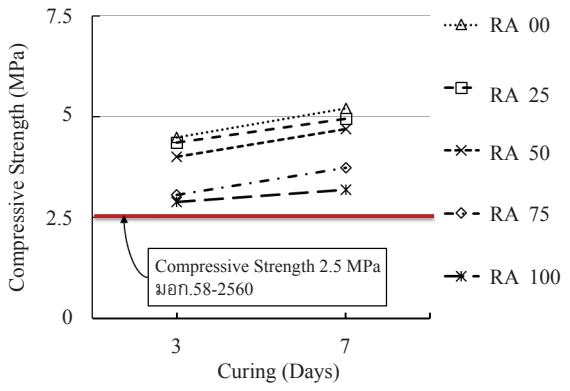
จากรูปที่ 6 แสดงค่าการดูดซึมของคอนกรีตบล็อกที่ใช้แอสฟัลต์คอนกรีตเก่า พบว่าเมื่อลดปริมาณหินแอสฟัลต์คอนกรีตเก่าลงและแทนที่ด้วยหินฝุ่นค่าการดูดซึมน้ำจะเพิ่มขึ้นตามลำดับ เนื่องจากหินแอสฟัลต์คอนกรีตเก่าจะถูกเคลือบด้วยแอสฟัลต์ที่เป็นวัสดุประสานมวลรวมหยาบโอกาสที่น้ำจะซึมผ่านจะเป็นไปได้ยากกว่า [4]

จากรูปที่ 7 แสดงค่ากำลังอัดของคอนกรีตก้อนตัวอย่างทรงลูกบาศก์ขนาด 15×15×15 เซนติเมตร ที่ใช้

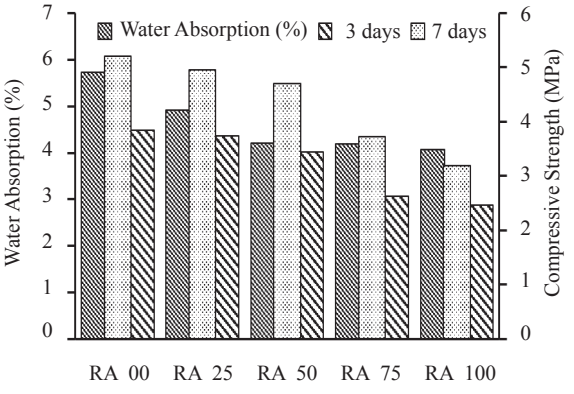


รูปที่ 7 ผลการทดสอบกำลังอัดของก้อนคอนกรีตที่ใช้แอสฟัลต์คอนกรีตเก่า บ่มชื้นที่ 3, 7 และ 28 วัน

หินฝุ่นล้วน (RA00) มีค่ากำลังอัดสูงที่สุด ตามด้วยตัวอย่างคอนกรีตที่ใช้แอสฟัลต์คอนกรีตเก่าร้อยละ 25 (RA25) ตัวอย่างคอนกรีตที่ใช้แอสฟัลต์คอนกรีตเก่าร้อยละ 50 (RA50) ตัวอย่างคอนกรีตที่ใช้แอสฟัลต์คอนกรีตเก่าร้อยละ 75 (RA75) และตัวอย่างคอนกรีตที่ใช้แอสฟัลต์คอนกรีตเก่าร้อยละ 100 (RA100) ตามลำดับ และเมื่อแทนที่ด้วยหินจากแอสฟัลต์คอนกรีตเก่าค่ากำลังอัดจะลดลงตามปริมาณร้อยละที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากการยึดเกาะของเนื้อซีเมนต์เพสต์กับหินฝุ่นมีประสิทธิภาพมากกว่าหินจากมวลรวมแอสฟัลต์คอนกรีตเก่า ทำให้ตัวอย่างคอนกรีตผสมหินฝุ่นมีค่ากำลังอัดที่สูงกว่า [5]



รูปที่ 8 ผลการทดสอบกำลังอัดของคอนกรีตบล็อกที่ใช้แอสฟัลต์คอนกรีตเก่า บ่มชื้นที่ 3 และ7 วัน



รูปที่ 9 ผลการทดสอบอัตราการดูดซึมน้ำกับค่ากำลังอัดของก้อนตัวอย่างคอนกรีตบล็อก

จากรูปที่ 8 แสดงค่ากำลังอัดของคอนกรีตบล็อกที่ใช้หินฝุ่นล้วน RA00 มีค่ากำลังอัดสูงที่สุด ในขณะที่กำลังอัดเฉลี่ยของคอนกรีตบล็อกที่ใช้แอสฟัลต์คอนกรีตเก่าทั้ง RA25, RA50, RA75 และ RA100 มีค่าต่ำกว่าทุกสัดส่วนผสม เนื่องจากการยึดเกาะของเนื้อซีเมนต์เพสต์กับหินฝุ่นได้ดีกว่าหินจากมวลรวมแอสฟัลต์คอนกรีตเก่า ทำให้คอนกรีตบล็อกผสมหินฝุ่นมีค่ากำลังอัดที่มากกว่า และเมื่อเทียบกับมาตรฐาน [3] ซึ่งกำหนดให้กำลังอัดของคอนกรีตบล็อกเฉลี่ย 5 ก้อน ต้องไม่น้อยกว่า 25 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร หรือ 2.5 เมกะปาสคาล พบว่าทั้งหมดสามารถผ่านมาตรฐานได้ตั้งแต่อายุตัวอย่างบ่มน้ำที่ 3 วัน

เมื่อเปรียบเทียบค่าการดูดซึมและค่ากำลังอัดของคอนกรีตบล็อกที่ใช้หินแอสฟัลต์คอนกรีตเก่า ดังแสดงในตารางที่ 2 พบว่าเมื่อลดปริมาณหินแอสฟัลต์คอนกรีตเก่าลงและแทนที่ด้วยหินฝุ่นค่าการดูดซึมน้ำจะเพิ่มขึ้นตามลำดับ ซึ่งจะแปรผันกับค่ากำลังอัดที่มากขึ้นตามไปด้วย เนื่องจากหินแอสฟัลต์คอนกรีตเก่าจะถูกเคลือบด้วยแอสฟัลต์ที่เป็นวัสดุประสานมวลรวมหยาบโอกาสที่น้ำจะซึมผ่านจะเป็นไปได้ยากกว่า และคุณสมบัติการยึดเกาะของเนื้อซีเมนต์เพสต์กับหินแอสฟัลต์คอนกรีตเก่าไม่ดีมากนัก ดังแสดงในรูปที่ 9

ตารางที่ 2 ร้อยละอัตราการดูดซึมน้ำกับค่ากำลังอัดของก้อนตัวอย่างคอนกรีตบล็อก

ชื่อเรียก	การดูดกลืนน้ำ (%)	กำลังอัด (MPa)	
		อายุ 3 วัน	อายุ 7 วัน
RA100	5.726	4.488	5.207
RA75	4.909	4.365	4.953
RA50	4.216	4.013	4.698
RA25	4.185	3.059	3.732
RA00	4.663	2.879	3.194

6. สรุป

จากการศึกษาแนวทางความเป็นไปได้ของการนำคอนกรีตบล็อกแบบไม่รับน้ำหนัก ที่ใช้แอสฟัลต์คอนกรีตเก่าเป็นส่วนผสมแทนมวลรวมหยาบ สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. การลดปริมาณหินแอสฟัลต์คอนกรีตเก่าลงและแทนที่ด้วยหินฝุ่นค่าการดูดซึมน้ำจะเพิ่มขึ้นตามลำดับ เนื่องจากหินแอสฟัลต์คอนกรีตเก่าจะถูกเคลือบด้วยแอสฟัลต์ที่เป็นวัสดุประสานมวลรวมหยาบโอกาสที่น้ำจะซึมผ่านจะเป็นไปได้ยากกว่า

2. ค่ากำลังอัดของคอนกรีตบล็อกที่ใช้หินฝุ่นล้วน RA00 มีค่ากำลังอัดสูงที่สุด ในขณะที่กำลังอัดเฉลี่ยของคอนกรีตบล็อกที่ใช้แอสฟัลต์คอนกรีตเก่าทั้ง RA25, RA50, RA75 และ RA100 มีค่าต่ำกว่าทุกสัดส่วนผสม เนื่องจากการยึดเกาะของเนื้อซีเมนต์เพสต์กับหินฝุ่นได้ดีกว่าหินจากมวลรวมแอสฟัลต์คอนกรีตเก่า

3. ตัวอย่างคอนกรีตบล็อกจากหินแอสฟัลต์คอนกรีตเก่า ผ่านค่ามาตรฐาน มอก.58-2530 ซึ่งกำหนดให้กำลังอัดของคอนกรีตบล็อกเฉลี่ย 5 ก้อน ที่อายุการบ่ม 28 วัน ต้องไม่น้อยกว่า 25 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร หรือ 2.5 เมกะปาสคาล ทุกสัดส่วนผสม

7. กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ หน่วยงานที่ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณแผ่นดิน สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ที่ได้อนุเคราะห์เครื่องมือในการทดสอบ และแขวงทางหลวงประจวบคีรีขันธ์ ที่ได้อนุเคราะห์แอสฟัลต์คอนกรีตเก่า

เอกสารอ้างอิง

[1] T. Rungr, "Improvement of crushed rock cement with the cement asphalt concrete," M.S. thesis, Civil Engineering, Department of Engineering, Suranaree University of Technology, 2012 (in Thai).

[2] C. Nategul, "The mechanical behavior of concrete with coarse aggregate asphalt," present at Annual Concrete Conference 6. Phetchaburi: King Mongkut's University of Technology Thonburi, MAT 105-110, 2010 (in Thai).

[3] *Hollow non-load-bearing Concrete Masonry Unit*, Thai Industrial Standards TIS 58-2560, 1987 (in Thai).

[4] *Analysis and Research of the Department of Rural Roads*, Standard asphalt concrete SUT. 230-2545, 2002 (in Thai).

[5] E. A. El-Alfi, A. M. Radwan, and M. H. Ali, "Physico-mechanical properties of basalt bricks," *International Ceramic Review*, vol. 53, no. 3, pp. 178–181, 2004.