

การพัฒนาคอนกรีตกึ่งสำเร็จรูป แบบถุงสำหรับงานก่อสร้าง

Development of Bag-type Semi-precast Concrete for Construction

ปณณภา เหล็กแก้ว¹, แดน อุตระพงษ์¹, เสาวรส หะสิทธิ์¹, ไชยนันท์ รัตนโชตินันท์¹, กฤษ คำคุณธรรม¹, จุฬาลักษณ์ นนตะพันธ์²,
กิตติชัย รัตนโชตินันท์², ศรัทธา พลังทรงสถิต¹ และ จรัส รัตนโชตินันท์^{1*}

Punnapha Lekkaew¹, Dan Auttarapong¹, Saowarot Hasita¹, Chaiyanunt Rattanashotinunt¹,
Krit Kumnoontum¹, Jurawun Nontapan², Kittichai Rattanachotinunt², Sraththa Palangsongsathith¹
and Jaran Ratanachotinun^{1*}

¹ สาขาวิชาวิศวกรรมโยธาและบริหารงานก่อสร้าง คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม

¹ Department of Civil and Construction Management Engineering, Faculty of Science, Chandrakasem Rajabhat University

² นักวิจัยอิสระ

² Independent researcher

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาการพัฒนาคอนกรีตกึ่งสำเร็จรูปแบบถุงสำหรับการก่อสร้าง โดยวิเคราะห์สัดส่วนที่เหมาะสมตามค่ารับกำลังอัดที่ต้องการ วัสดุผสมคือ หินเบอร์ 1 ซีเมนต์และทรายหยาบ โดยไม่ใช้น้ำยาผสมคอนกรีต ทำการทดสอบการรับกำลังอัดและการยุบตัว ตัวอย่างคอนกรีตแบบลูกบาศก์ขนาด 15x15x15 ลูกบาศก์เซนติเมตร และการบ่มน้ำระยะเวลา 7, 14, และ 28 วัน ผลทดสอบพบว่า คอนกรีตแบบถุงมีแรงอัดสูงสุดที่ 28 วัน ที่ 206.9, 241 และ 251 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ซึ่งเหมาะสำหรับผู้มีงบประมาณจำกัด และไม่ต้องหาสัดส่วนส่วนผสมเองใช้งานง่ายสะดวก

คำสำคัญ: คอนกรีตกึ่งสำเร็จรูปแบบถุงสำหรับงานก่อสร้าง กำลังอัด การยุบตัว

Abstract

This research studies the development of bagged semi-precast concrete for construction by analyzing the appropriate proportions based on the desired compressive strength. The mixture consists of grade 1 stone, cement and coarse sand without the concrete admixtures. The compressive strength and slump test were conducted on concrete samples in cubic form measuring 15x15x15 cubic centimeter, with curing periods of 7, 14, and 28 days. The results showed that the bagged concrete achieved a maximum compressive strength at 28 days of 206.9, 241, and 251 kilogram / square centimeter. The bagged semi-precast concrete for construction is convenient to user that on a budget and not need to find the proportions of ingredient.

Keywords: bagged semi-precast concrete for construction, compressive strength, slump test

* Corresponding author: plamanee28@gmail.com

1. บทนำ

ปัจจุบันนี้สถานที่ก่อสร้างนิยมใช้คอนกรีตผสมเสร็จแทนการผสมคอนกรีตเองตามไซต์งาน เนื่องจากสะดวก รวดเร็ว และสามารถควบคุมคุณภาพของส่วนผสมได้ ทำให้ได้คอนกรีตมีคุณภาพตามกำหนด ทั้งยังไม่ต้องเสียพื้นที่ในการเก็บวัสดุสำหรับผสมคอนกรีต (ปูนซีเมนต์ ทราย และหิน) อีกด้วย ทั้งยังไม่จำเป็นต้องมีแหล่งน้ำที่สะอาดเพื่อที่จะให้ได้คอนกรีตเป็นไปตามที่ต้องการ นอกจากนี้เปอร์เซ็นต์การสูญเสียคอนกรีตในระหว่างการผสมลำเลียง และเทย้อมลดน้อยลงด้วย อีกทั้งบริเวณที่ก่อสร้างก็จะสะอาดไม่เลอะเทอะ ขณะเดียวกันปัญหาเฉพาะหน้าโดยการเทน้ำไปผสมเพื่อให้คอนกรีตใช้งานได้โดยรู้เท่าไม่ถึงการณ์อันจะเป็นเหตุให้คอนกรีตไม่มีคุณภาพและมีกำลังต่ำได้ เพื่อทดลองสร้างนวัตกรรมคอนกรีตกึ่งผสมสำเร็จแบบถุงสำหรับงานก่อสร้าง ทำให้เกิดการเปรียบเทียบกำลังอัดของคอนกรีตกึ่งผสมสำเร็จแบบถุงและคอนกรีตผสมเสร็จ จึงทำให้มีข้อแตกต่างระหว่างค่าใช้จ่ายและระยะเวลาโดยรวมระหว่างคอนกรีตกึ่งผสมสำเร็จแบบถุงและคอนกรีตผสมเสร็จ คอนกรีตแบบกึ่งผสมมีความสะดวกสบายมากกว่าคอนกรีตแบบธรรมดาทั่วไป และประหยัดพื้นที่ในการทำงานอีกด้วย

วิทยาศาสตร์ดินประยุกต์ (Emiroglu et al., 2015) การศึกษาล่าสุด แสดงให้เห็นว่าการทำงานของวัสดุก่อสร้างดิน และปูนปลาสเตอร์ดินได้เพิ่มขึ้นเนื่องจากลักษณะสมมูลของความชื้นและความพร้อมใช้งานของวัตถุดิบต้นทุนที่เหมาะสมความยั่งยืนและคุณสมบัติเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม วารสารวัสดุอันตราย (Xuan et al., 2016) คอนกรีตถนนลาดยาง (CSW) สร้างขึ้นจากโรงงานคอนกรีตผสมเสร็จในระหว่างการผลิตคอนกรีตและจัดเป็นวัสดุอันตรายกีดกร่อน ถ้าถูกกำจัดที่หลุมฝังกลบจะก่อให้เกิดผลกระทบที่เป็นอันตรายต่อสภาพแวดล้อมและระบบนิเวศเนื่องจากค่า pH สูง วัสดุก่อสร้างและอาคาร (Pacheco et al., 2019) บทความนี้ประเมินและเปรียบเทียบสถิติของข้อมูลกำลังอัดจากโรงงานคอนกรีตผสม แบบจำลองลำดับชั้นแสดงให้เห็นว่าความแข็งแรงของคอนกรีตต่างกันไม่เท่ากันทางสถิติแม้ว่าจะถูกสร้างขึ้นในโรงงานเดียวกันและใช้ส่วนผสมคอนกรีตเดียวกัน การค้นพบนี้เกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ สำหรับความแข็งแรงที่ระบุเดียวกันการจำลองประกอบที่ผลิตน้อยมักส่งผลให้เกิดกำลังรับแรงอัดเฉลี่ยและความแปรปรวน การจัดการขยะ (Vieira et al., 2019) ในบราซิลซีพีพลายเออร์คอนกรีตผสมเสร็จ (RMC) กำลังใช้กลยุทธ์การจัดการเพื่อลดการเกิดของเสีย อาจเป็นเพราะการขาดแคลนที่เพิ่มขึ้นของสถานที่ ที่เพียงพอสำหรับการกำจัดของเสียซึ่งจะเพิ่มค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้อง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องรู้ปริมาณการผลิตของเสียที่เกิดขึ้นจริงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินการรีไซเคิลของเสียที่ผลิตในโรงงาน RMC ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปแบบของคอนกรีตที่เหลือและยึดติดกับส่วนภายในตัวถังของรถผสม ทรัพยากรการอนุรักษ์และการรีไซเคิล (Xuan et al., 2018) ความสนใจที่เพิ่มขึ้นคือได้รับการจัดการขยะอย่างยั่งยืนจากการก่อสร้างเนื่องจากค่าใช้จ่ายในการกำจัดที่เพิ่มขึ้นรวมถึงการเพิ่มขึ้นของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ตั้งแต่ปี 1990 การรีไซเคิลและการนำกลับมาใช้ใหม่ของคอนกรีต จากการก่อสร้างและของเสียจากการรื้อถอนได้รับความสนใจอย่างมากในขณะที่หลักการวิธีการบำบัดและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องนั้นพัฒนาขึ้นโดยทั่วไปแล้วไม่สามารถใช้ได้กับขยะคอนกรีตแข็งวารสารวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ (Aziz, 2018) การก่อสร้างของอียิปต์ และการผลิตคอนกรีตผสมเสร็จส่วนใหญ่ในโครงการขนาดใหญ่ เช่น โครงการก่อสร้างทางรถไฟโครงการทางท่อและโครงการโครงสร้างพื้นฐานซึ่งต้องการคอนกรีตผสมเสร็จคุณภาพสูง วัตถุประสงค์หลักของบทความนี้คือการวิเคราะห์ความชัดเจนในการวัดอัตราส่วนประสิทธิภาพของโรงงานคอนกรีตโดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลที่รวบรวมได้จากโรงงานคอนกรีตจริงและการกำหนดปัจจัยที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด วัสดุก่อสร้างและอาคาร (Gebremichael et al., 2019) ผู้วิจัยได้แนะนำวิธีต่างๆในการลดปริมาณ RFC (Request for Comments) ในโรงงานผลิต หนึ่งในขั้นตอนที่พบข้อบกพร่องที่สุดคือการทิ้งคอนกรีตในหลุมฝังกลบรีไซเคิลโดยใช้มวลรวมและใช้เพื่อผลิตคอนกรีตบล็อก ในการศึกษาที่ผู้เขียนได้ศึกษาพฤติกรรมของสัดส่วนต่าง ๆ ของ RFC ผสมกับคอนกรีตผสมเสร็จและคอนกรีตห่อ ผู้เขียนยังศึกษาอิทธิพลของการสร้างชิ้นงานหลังจาก 1, 2, 3 และ 4 ชั่วโมง คอมโพสิตซีเมนต์และคอนกรีต (Alhozaimy, 2007) การฝึกในสภาพแวดล้อมที่ร้อน – แห้ง มักจะดำเนินการเพื่อเพิ่มกำลังต่ำเกินกว่าที่กำหนดของข้อกำหนดทั่วไป (100 ± 25 มม.) เพื่อรับมือกับความต้องการเร่งดำเนินการหล่อและลดความพยายามในการรวม ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการศึกษาผลกระทบของความสามารถในการใช้งานและความแข็งแรงของคอนกรีตผสมเสร็จ (RMC) ความก้าวหน้าในเทคโนโลยีคอนกรีตผสมเสร็จ (Dhir, 1975) การควบคุมคุณภาพของคอนกรีตผสมเสร็จเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อรวมองค์ประกอบที่มีประสิทธิภาพซึ่งอาจมีการเปลี่ยนแปลงในลักษณะที่จะผลิต

ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพและประสิทธิภาพที่สอดคล้องกัน ขั้นตอนการปฏิบัติงานที่ดีดำเนินการโดยบุคลากรที่มีประสบการณ์สามารถผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีความแปรปรวนต่ำ วัสดุก่อสร้างและอาคาร (Ozer-Erdogan et al., 2016) การศึกษานี้จะอธิบายถึงการใช้ประโยชน์ที่เป็นไปได้ของวัสดุขุดลอกทางทะเลที่ไม่ผ่านการบำบัดและผ่านกรรมวิธี DM ในคอนกรีตผสมเสร็จ RMC ในรูปแบบรวมที่ละเอียด DM ที่รวบรวมจาก ท่าเรือของตุรกีทั้งสี่แห่งได้รับการประเมินตามกฎหมายแห่งชาติและเปลี่ยนเป็น DM คอมโพสิตหนึ่งรายการ ทรายซิลิกา ถูกแทนที่การรักษาคอมโพสิตรับการรักษา (COMP-U /COMP-T) ที่อัตราส่วน 0%, 25%, 50%, 75%, 100% ตามลำดับ

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

- 2.1 เพื่อสร้างนวัตกรรมคอนกรีตกึ่งผสมสำเร็จแบบถุงสำหรับงานก่อสร้าง
- 2.2 เพื่อเปรียบเทียบกำลังอัดของคอนกรีตกึ่งผสมสำเร็จแบบถุงและคอนกรีตผสมเสร็จ
- 2.3 เพื่อเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายและระยะเวลาโดยรวมระหว่างคอนกรีตกึ่งผสมสำเร็จแบบถุงและคอนกรีตผสมเสร็จ

3. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีขั้นตอนในการดำเนินการดังต่อไปนี้ คือการทดสอบตามมาตรฐานทางวิศวกรรมกำหนดการผสมตัวอย่างคอนกรีตซึ่งเป็นวิธีดำเนินงานวิจัยและสถานที่ดำเนินการทดลอง เก็บข้อมูลระยะเวลาในการทำวิจัยและแผนการดำเนินงานตลอดโครงการ ปัจจัยที่เอื้อต่อการวิจัยวัสดุเครื่องมือและอุปกรณ์ในการวิจัย ขั้นตอนในการดำเนินงาน

3.1 การทดสอบตามมาตรฐานทางวิศวกรรม

ตารางการทดสอบในงานวิจัยครั้งนี้มีทั้งหมด 2 วิธีในการดำเนินการแสดงในตารางที่ 1 คือ

ตารางที่ 1 การทดสอบตามมาตรฐานทางวิศวกรรมที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

มาตรฐาน	การทดสอบ	พารามิเตอร์ที่ได้จากการทดสอบ
ASTM C 143	การทดสอบค่ายุบตัว	ค่ายุบตัว (cm.)
BS 1881: Part 4	การทดสอบหาค่ากำลังรับแรงอัดของคอนกรีต	กำลังอัดประลัย (ksc.)

3.2 กำหนดการผสมตัวอย่างคอนกรีต

การทดสอบแบบแผนการวิจัย แบบไม่ใส่ส่วนผสมคอนกรีต มีกำลังคอนกรีต 3 ตัวอย่างคือ 210 ksc. (cube) การออกแบบคอนกรีตที่กำลังอัดที่อายุบ่มคอนกรีตที่ 7, 14 และ 28 วัน ตามลำดับ กำลังอัดของคอนกรีต 210 ksc., 240 ksc. และ 280 ksc. (cube) มีข้อกำหนด คือ ค่าการยุบตัว 7.5 ± 2.5 cm. ใช้หินขนาด 1" - #4 และใส่น้ำยาผสมคอนกรีตประเภทลดน้ำ สรุปลัดส่วนผสมคอนกรีต 1 ลบ.ม. ได้แก่ปูนซีเมนต์ 221 กิโลกรัม, น้ำ 170 ลิตร, หยาบ 875 กิโลกรัม, หิน 1,161 กิโลกรัม 240 ksc. (cube) ผู้ออกแบบต้องการใช้คอนกรีตที่กำลังอัดที่อายุบ่มคอนกรีตที่ 7 14 และ 28 วันตามลำดับ กำลังอัดของคอนกรีต 210 ksc., 240 ksc. และ 280 ksc. (cube) มีข้อกำหนด คือ ค่าการยุบตัว 7.5 ± 2.5 cm. ใช้หินขนาด 1" - #4 และใส่น้ำยาผสมคอนกรีตประเภทลดน้ำ สรุปลัดส่วนผสมคอนกรีต 1ลบ.ม.ดังนี้ ปูนซีเมนต์243kg , น้ำ 170 ลิตร, หยาบ 856 กิโลกรัม, หิน 1,161 กิโลกรัม. 280ksc. (cube) ผู้ออกแบบต้องการใช้คอนกรีตที่กำลังอัดที่อายุบ่มคอนกรีตที่ 7, 14 และ 28 วันตามลำดับ กำลังอัดของคอนกรีต 210 ksc., 240 ksc. และ 280 ksc. (cube) มีข้อกำหนด คือ ค่าการยุบตัว 7.5 ± 2.5 cm. ใช้หินขนาด 1" - #4 และใส่น้ำยาผสมคอนกรีตประเภทลดน้ำ สรุปลัดส่วนผสมคอนกรีต 1 ลบ.ม. ดังนี้ ปูนซีเมนต์ 243 กิโลกรัม, น้ำ 170 ลิตร, หยาบ 832 กิโลกรัม, หิน 1,161 กิโลกรัม

3.3 วิธีดำเนินงานวิจัย และสถานที่ดำเนินการทดลอง / เก็บข้อมูล

การดำเนินงานวิจัย แบ่งตัวอย่างทั้งหมดออกเป็น 3 ตัวอย่าง ซึ่งจะแสดงตามตารางที่ 2 โดยดำเนินการทดลองที่อาคาร 12 สาขาเทคโนโลยีวิศวกรรมโยธา (เก็บข้อมูล)

ตารางที่ 2 การบ่มและวันที่ทดสอบคอนกรีต

ค่า F_c'	7 วัน	14 วัน	28 วัน
210 ksc.	24 ส.ค.	31 ส.ค.	14 ก.ย.
240 ksc.	28 ส.ค.	4 ก.ย.	18 ก.ย.
280 ksc.	3 ก.ย.	10 ก.ย.	24 ก.ย.

3.4 วัสดุเครื่องมือและอุปกรณ์การวิจัย

การวิจัยนี้ใช้วัสดุสำหรับการสร้างตัวอย่างทดสอบ โดยนำหินเบอร์ 1 ทรายหยาบ คอนกรีต เมื่อผสมกับน้ำ และทำการบ่มแบบ 7 วัน 14 วัน 28 วัน เพื่อเพิ่มกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตให้มีประสิทธิภาพ นำบรรจุใส่บรรจุภัณฑ์ที่ทางคณะผู้จัดทำทำการออกแบบไว้ สามารถนำมาใช้ในงานก่อสร้างได้จริง ซึ่งมีวัสดุและเครื่องมือสำคัญสามารถแสดงได้ในภาพ



(ก)



(ข)



(ง)



(ค)



(ด)



(จ)

ภาพที่ 1 การพัฒนาคอนกรีตสำเร็จรูปมีวัสดุและเครื่องทดสอบที่สำคัญสำหรับงานวิจัย (ก) Cube (ข) เครื่องทดสอบ Universal Testing Machine (UTM) (ง) หินเบอร์ 1 (ค) ปูนซีเมนต์ (ด) ทรายหยาบ (จ) เครื่องชั่ง Electronic

3.5 ขั้นตอนการผสมคอนกรีต

นำส่วนผสมคอนกรีตที่ได้ออกแบบไว้ ซึ่งได้แก่ หิน ปูนซีเมนต์ และส่วนผสมที่ได้จากแบบแผนการวิจัย แบบไม่ใส่น้ำยาผสมคอนกรีต ใส่ลงในอ่างเปลงคอนกรีต (เวลาที่ใช้ผสมประมาณ 2 นาที - 4 นาที) ทำการเทคอนกรีต Slump test แล้วนำคอนกรีตเทลงในแบบหล่อที่เตรียมไว้คือ แบบที่ใช้สำหรับการทดสอบกำลัง ด้านทานแรงอัด ขนาด 15x15x15 ซม. จำนวน 9 ตัวอย่าง โดยทำการเทจำนวน 3 ชั้นและกระทุ้งชั้นละ 30 ครั้ง เพื่อให้การกระจายตัวสม่ำเสมอ เมื่อเทเต็มแบบแล้วควรปรับผิวหน้าคอนกรีตให้เรียบเสมอกัน คอนกรีตไว้เป็นเวลาประมาณ 48 ชั่วโมง เพื่อให้คอนกรีตแข็งตัวแล้วจึงถอดแบบออกแล้วนำคอนกรีตไปแช่น้ำหนัก น้ำคอนกรีตที่ถอดแบบแล้วไปบ่มในน้ำ เพื่อการพัฒนากำลังอย่างต่อเนื่อง แล้วบันทึกเวลาที่เริ่มบ่มและกำหนดวันทดสอบ ทำซ้ำตั้งแต่ขั้นตอนที่ 1 - 4 ให้ครบ 3 ชุด ชุดละ 9 ลูกตามส่วนผสมที่กำหนดระยะเวลาในการบ่มสำหรับตัวอย่างในชุดต่าง ๆ นั้นแสดงดังตาราง หลังจากบ่มครบตามเวลาที่กำหนดแล้ว นำคอนกรีตขึ้นจากน้ำพักไว้เป็นเวลา 1 วัน เพื่อให้คอนกรีตแห้ง แล้วนำไปทดสอบกำลังแรงอัด

4. ผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลวิจัย สามารถแบ่งรายละเอียดดังนี้ คือ การทดสอบหาค่ายุบตัว การทดสอบหาค่ากำลังรับแรงอัดของคอนกรีต ลักษณะการเสียหายของคอนกรีต และกราฟเปรียบเทียบ

4.1 การทดสอบหาค่ายุบตัว

ตารางที่ 3 การทดสอบหาค่ายุบตัว

การทดสอบหาค่ายุบตัว	
210 ksc.	3.5 ksc.
240 ksc	2.5 ksc.
280 ksc	7.5 ksc.

4.2 การทดสอบหาค่ากำลังรับแรงอัดของคอนกรีต

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ของ 210 ksc. ดังนี้

บ่ม7วัน Sample stress สูงสุดคือ 171.6 ksc.	ลูกที่1 น้ำหนัก 7.96 kg ค่าเฉลี่ย 165.03 ksc.
บ่ม14วัน Sample stress สูงสุดคือ 209.1 ksc.	ลูกที่6 น้ำหนัก 8.07 kg ค่าเฉลี่ย 204.9 ksc.
บ่ม28วัน Sample stress สูงสุดคือ 244.1 ksc.	ลูกที่7 น้ำหนัก 8.43 kg ค่าเฉลี่ย 206.9 ksc.

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์ของ 240 ksc ดังนี้

บ่ม7วัน Sample stress สูงสุดคือ 208.7 ksc.	ลูกที่1 น้ำหนัก 8.14 kg ค่าเฉลี่ย 197 ksc.
บ่ม14วัน Sample stress สูงสุดคือ 231.4 ksc.	ลูกที่5 น้ำหนัก 7.98 kg ค่าเฉลี่ย 223.1 ksc.
บ่ม28วัน Sample stress สูงสุดคือ 253.8 ksc.	ลูกที่9 น้ำหนัก 8.00 kg ค่าเฉลี่ย 251 ksc.

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ของ 280 ksc. ดังนี้

บ่ม7วัน Sample stress สูงสุดคือ 202.2 ksc.	ลูกที่2 น้ำหนัก 7.86 kg ค่าเฉลี่ย 191.5 ksc.
บ่ม14วัน Sample stress สูงสุดคือ 206.9 ksc.	ลูกที่6 น้ำหนัก 7.91 kg ค่าเฉลี่ย 201.4 ksc.
บ่ม28วัน Sample stress สูงสุดคือ 245.7 ksc.	ลูกที่9 น้ำหนัก 8.07 kg ค่าเฉลี่ย 241 ksc.

4.3 ลักษณะการเสียหายของคอนกรีต



ภาพที่ 3 ผลการวิเคราะห์ของ 210 ksc.

ลักษณะการแตกของคอนกรีตจะมีรอยแตกบริเวณขอบของคอนกรีตและรอยร้าวรอบๆคอนกรีตคอนกรีตแตกเป็นชิ้นเล็กๆ



ภาพที่ 4 ผลการวิเคราะห์ของ 240 ksc.

มีลักษณะการแตกของคอนกรีต มีรอยแตกยาว คอนกรีตแตกเป็นชิ้นใหญ่

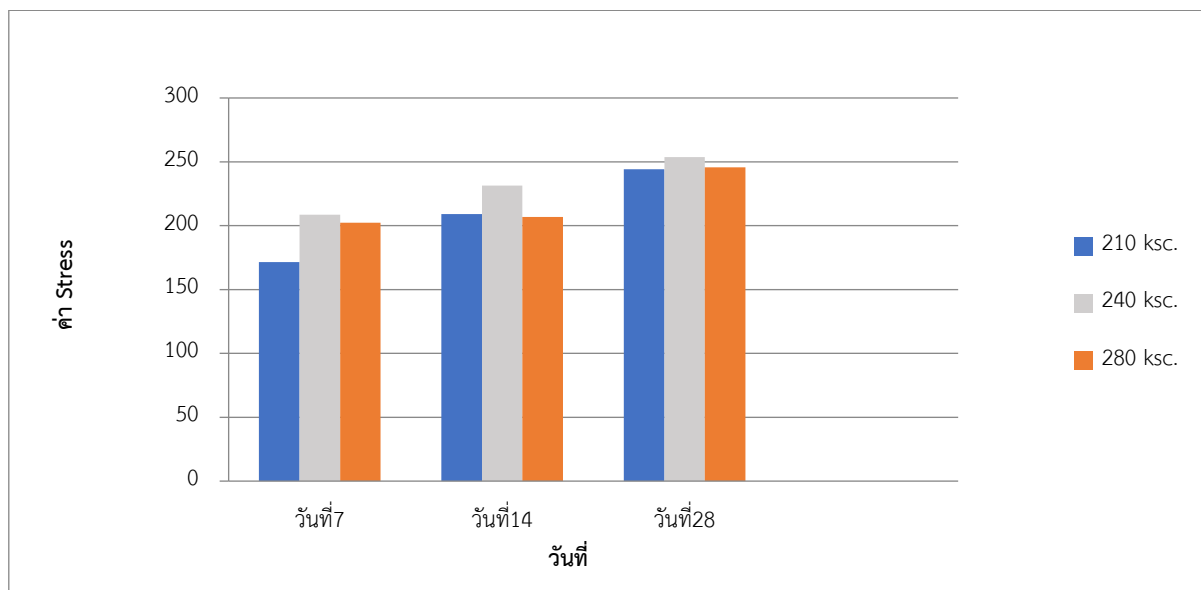


ภาพที่ 5 ผลการวิเคราะห์ของ 280 ksc.

มีลักษณะการแตกของคอนกรีต มีรอยแตกยาว คอนกรีตแตกเป็นชิ้นใหญ่

5. สถิติวิเคราะห์

สถิติการวิเคราะห์ของงานวิจัยนี้ ซึ่งทำการหาค่าเฉลี่ยจากกลุ่มตัวอย่างการทดลองโดยแบ่งเป็นชุด ชุดละ 3 ส่วน ได้คือการบ่มน้ำ 7 , 14 , และ 28 วัน แต่ละชุดมีตัวอย่างการทดลองทั้งหมด 3 ตัวอย่าง



ภาพที่ 6 ค่ากำลังอัดของคอนกรีตถึงสำเร็จรูปแบบถาวรสำหรับงานก่อสร้าง

สรุปจากภาพ จะสังเกตได้อย่างชัดเจนว่าแผนภูมิแท่ง สีฟ้าและสีเทา แผนภูมิแท่งแสดงระดับตามระยะวันที่บ่ม ค่าเฉลี่ย stress มีการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง แต่แผนภูมิแท่ง สีส้มนั้นค่าเฉลี่ยค่าความเค้นไม่ถึง 280 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร อาจเป็นเพราะมีการเติมน้ำอีก 2 ลิตร เพื่อต้องการค่ายุบตัว 7.5 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ผลที่ออกมาดังแผนภูมิแท่ง

6. อภิปรายผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ส่วนผสมที่เหมาะสมของคอนกรีตสำเร็จแบบถุง มีสัดส่วนผสม ปริมาณปูนซีเมนต์ 5-6 กิโลกรัม, ทรายหยาบ 19 กิโลกรัม หิน 26 กิโลกรัม, น้ำ 8-10 ลิตร ค่าความเค้นของคอนกรีตดีที่สุดคือ 240 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ค่า stress ที่ได้ 251 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ค่า stress ของ 210 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ที่ไม่ถึงเพราะเกิดจากตอนที่หล่อคอนกรีต กระทุ้งไม่ทั่วแบบหล่อทำให้มีอากาศมากเกินไปจึงเกิดตามด ได้ค่าความเค้นสูงสุด 206.9 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ค่าความเค้นของ 280 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ที่ไม่ถึงเพราะมีการเติมน้ำเพิ่มอีก 2 ลิตร เพื่อต้องการค่ายุบตัวที่ 7.5 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ผลของการเติมน้ำข้อดีคือได้ค่ายุบตัวตามที่ตั้งไว้ แต่ผลเสียคือ ค่า stress ไม่ถึง 280 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ได้ค่าความเค้น สูงสุด 241 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร



210 ksc.



240 ksc.



280 ksc.



โลโก้

ภาพที่ 7 การออกแบบคอนกรีตถึงสำเร็จรูปแบบถุงสำหรับงานก่อสร้าง ตามโลโก้บนถุง มีส่วนผสมแตกต่างกัน

ข้อเสนอแนะ

จากการทดสอบในการผสมคอนกรีตพูน ควรระวังเรื่องน้ำ ปริมาณที่เทลงไปควรใส่ลงทีละน้อยๆ เพื่อช่วยต่อการผสม และแห้ง เพราะปริมาณน้ำที่ใช้อาจจะน้อยกว่าที่ผสมคอนกรีตปกติ ในการทดลองครั้งต่อไปควรให้มีการทดสอบคอนกรีตตัวอย่างในปริมาณที่มากขึ้น ซึ่งจะทำให้ได้ค่าที่แน่นอนมากยิ่งขึ้น

7. เอกสารอ้างอิง

- Alhozaimy, A. M. (2007). Effect of retempering on the compressive strength of ready-mixed concrete in hot-dry environments, *Cement and Concrete Composites*, 29, 124-127.
<https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2006.08.007>.
- Aziz, R. F. (2018). Engineering approach to allocate and evaluate performance influencing factors for ready mixed concrete batch plant under different effects, *Alexandria Engineering Journal*, 57, 3237 – 3247.
<https://doi.org/10.1016/j.aej.2017.12.004>
- Dhir, R.K. (1975). Advances in Ready Mixed Concrete Technology, *Proceedings of the First International Conference on Ready-Mixed Concrete Held at Dundee University*, 1, 1–16. <https://doi.org/10.1016/C2013-0-02744-2>.

- Emiroğlu, M., Yalama, A., and Erdoğan, Y. (2015). Performance of ready-mixed clay plasters produced with different clay/sand ratios, *Applied Clay Science*, 115, 221-229. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2015.08.005>
- Gebremichael, N. N., Karein, S. M. M., Karakouzian, M., and Jadidi, K. (2019). Investigation of setting time and compressive strength of ready-mixed concrete blended with returned fresh concrete, *Construction and Building Materials*, 197, 428-435. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.11>.
- Ozer-Erdogan, P., Basar, H.M., Erden, I., and Tolum, L. (2016). Beneficial use of marine dredged materials as a fine aggregate in ready-mixed concrete: Turkey example, *Construction and Building Materials*, 124, 690-704. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.07.144>.
- Pacheco, J. N., Brito, J.de., Chastre, C., and Evangelista, L. (2019). Statistical analysis of Portuguese ready-mixed concrete production, *Construction and Building Materials*, 209, 283 – 294. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.03.089>.
- Vieira, L. de B. P., Figueiredo, A. D. de, Moriggi, T., and John, V.M. (2019). Domingues de Figueiredo, Waste generation from the production of ready-mixed concrete, *Waste Management*, 94, 146-156. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.05.043>.
- Xuan, D., Poon, C. S., and Zheng, W. (2018). Management and sustainable utilization of processing wastes from ready-mixed concrete plants in construction: A review, *Resources, Conservation and Recycling*, 136, 238 – 247. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.04.007>.
- Xuan, D., Zhan, B., and Poon, C.S. (2016). Innovative reuse of concrete slurry waste from ready-mixed concrete plants in construction products, *Journal of Hazardous Materials*, 312, 65 – 75. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2016.03.036>.