

การเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพของปอร์ตแลนด์ซีเมนต์และซีเมนต์ผสม

Comparison of Physical Properties between Portland and Mixing Cement

สมบุรณ์ พันเลิศจันรรจ์ และ สุชาติ เอื้อไทรรัตน์

Somboon Phanlertchamnan and Suchart Auetrirat

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธาและการจัดการ คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตอุเทนถวาย กรุงเทพฯ

E-mail: insec2@hotmail.com

บทคัดย่อ

การเปรียบเทียบในครั้งนี้ เป็นการหาค่ากำลังอัดของคอนกรีตที่ผสมจากปูนปอร์ตแลนด์ซีเมนต์ชนิดที่ 1 กับปูนซีเมนต์ผสม ที่ผู้รับเหมาและเจ้าของโครงการขนาดเล็ก มักเข้าใจผิดว่า ใช้แทนกันได้ โดยใช้อัตราส่วนผสมแบบทั่วไป คือ 1:2:4 การผสมเพื่อเปรียบเทียบในครั้งนี้ ให้คงน้ำหนักของทรายและหิน คงที่เท่าเดิมตลอด เปลี่ยนแต่น้ำหนักปูนซีเมนต์ ระหว่าง 200-400 กก. ต่อ ลบ. เมตร และทำการบ่มในอากาศและในน้ำ ที่ 7 และ 28 วัน ผลปรากฏว่า ที่กำลังอัดของคอนกรีตที่เท่ากัน ตัวอย่างเช่น ที่ 210 ksc. ปูนซีเมนต์แบบผสม จะต้องใช้เนื้อปูนผสมมากกว่าแบบปอร์ตแลนด์ถึง 58.87 %

คำสำคัญ: ปอร์ตแลนด์ซีเมนต์ชนิดที่ 1 ปูนซีเมนต์ผสม กำลังอัดของคอนกรีต

Abstract

This comparison was to find concrete compressive strength by which concrete admixture was prepared from either Portland Cement Type I or Mixing Cement. These two cements were being misused by contractors and owners of small scale projects for they understood that these two cements could be interchangeable. Typical ratio of admixture was 1:2:4. Upon this comparison, let weight of sand and stone remained the same. Contrary weight of two types of cement using here to varied within the range of 200-400 kg/cu.m.. The incubation was done by leaving in the air and under water for 7 and 28 days. The result indicated that for example, being evaluated at the same compressive strength of 210 ksc., the quantity of Mixing Cement was 58.87% more than Portland Cement Type I used in the mixture.

Keywords: Portland Cement Type I, Mixing cement, Concrete compressive strength.

1. บทนำ

ปัจจุบันการทำงานก่อสร้างขนาดเล็กทั่วไปนิยมใช้ปูนซีเมนต์เพื่อใช้ในการงานก่อสร้างอยู่ 2 ชนิดด้วยกันได้แก่ ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ซีเมนต์ชนิดที่ 1 ซึ่งปกติใช้ในการผสมคอนกรีตทำโครงสร้างและปูนซีเมนต์ผสมที่มีส่วนผสมของทรายอยู่ประมาณ 25 % (วินิต, 2539) มักใช้ในการก่อสร้างผนังเพื่อเป็นวัสดุค้ำยันที่ใช้ในการผสมเป็นคอนกรีต โดยเข้าใจผิดกันว่าปูนทั้งสองชนิดสามารถใช้แทนกันได้โดยที่ไม่รู้ว่ากำลังของคอนกรีตจากปูนซีเมนต์ทั้งสองชนิดนั้นมีกำลังที่แตกต่างกันมากอีกทั้งวัสดุประสงค์ในการใช้งานก็แตกต่างกัน เนื่องจากปูนทั้งสองชนิดมีราคาถูกและใกล้เคียงกันกล่าวคือปอร์ตแลนด์ซีเมนต์ชนิดที่ 1 ตัวอย่างเช่นปูนซีเมนต์ตราช้างจะจำหน่ายราคาปลีกอยู่ที่ถุงละ 130 บาทในขณะที่ปูนซีเมนต์ผสมตัวอย่างเช่นปูนซีเมนต์ตราเสือจะจำหน่ายราคาปลีกอยู่ที่ 120 บาทจึงทำให้ผู้รับเหมาและเจ้าของอาคารมักใช้ปะปนกันโดยไม่รู้เท่าไม่การณ์ว่าจะทำให้โครงสร้างนั้นไม่สามารถรับน้ำหนักตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ได้ (ชัชวาล, 2536)

การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของคอนกรีตจากปูนซีเมนต์ทั้งสองชนิดนี้จึงเป็นงานวิจัยเพื่อเผยแพร่ความรู้ที่จะให้ทราบถึงกำลังอัดของคอนกรีตจากปูนซีเมนต์ทั้งสองชนิดเมื่อทำการผสมใช้งานในสภาพปกติ (conventional condition) หรือที่นิยมผสมใช้กันในอัตราส่วน 1:2:4 ว่ากำลังอัดจะแตกต่างกันเพียงใดเพื่อเป็นมาตรฐานอ้างอิงต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบกำลังอัดของคอนกรีตที่ผสมจากปอร์ตแลนด์ซีเมนต์ชนิดที่ 1 กับคอนกรีตที่ผสมจากปูนซีเมนต์ผสมในอัตราส่วนของน้ำหนักปูนซีเมนต์ที่เท่าๆกัน
2. เพื่อหาเส้นสมการตัวแทนของกำลังอัดคอนกรีตจากปูนซีเมนต์ทั้งสองชนิดที่ผสมและบ่มให้ได้อายุตามสภาพใช้งานจริงเพื่อเป็นเส้นสมการมาตรฐานที่จะใช้หาค่าของกำลังอัดของคอนกรีตที่คาดว่าจะได้รับกับปริมาณปูนซีเมนต์ที่จะใช้ในการผสม
3. จากข้อมูลในข้อ 2 จะได้ทำการวิเคราะห์ปริมาณปูนซีเมนต์ผสมที่ใช้ที่แตกต่างกันเมื่อเทียบกับกำลังอัดคอนกรีตที่ได้ค่าเดียวกันกับของปอร์ตแลนด์ซีเมนต์ชนิดที่ 1
4. ทำการวิเคราะห์ราคาต้นทุนที่เพิ่มขึ้นจากการใช้ปูนซีเมนต์ผสมรวมทั้งปัจจัยด้านราคาอื่นๆที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานเบื้องต้น

ขอบเขตการวิจัย

ทดสอบคอนกรีตที่ผสมจากปูนซีเมนต์ทั้งสองชนิดที่น้ำหนักต่างๆกัน โดยแบ่งการทดสอบเป็นช่วงๆละเท่าๆกัน ทำการทดสอบหาลำดับอัดที่อายุการบ่มต่างๆกันซึ่งการบ่มจะมีทั้งการบ่มด้วยน้ำและปล่อยให้แห้งเองในอากาศจากนั้นจะคำนวณเพื่อหาทุนที่เป็นนัยสำคัญของการเลือกใช้ชนิดซีเมนต์

1. หาลำดับอัดของคอนกรีตที่ผสมจากปูนซีเมนต์ทั้งสองชนิดด้วยน้ำหนัก 200-400 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยแบ่งเป็นช่วงๆละ 25 กิโลกรัมทำการผสมที่อัตราส่วน 1:2:4 โดยกำหนดค่ายุบตัวของคอนกรีต (slump) เท่ากับ 10 ± 2.5 cm. หินขนาดเบอร์ 1 ทราย FM 3.15.
2. เก็บตัวอย่างรูปลูกบาศก์ขนาด $15 \times 15 \times 15$ cm. ของคอนกรีตที่ทำกรบ่มในอากาศที่ 7 และ 28 วันและทำการบ่มในน้ำที่ 7 และ 28 วันเช่นกัน โดยทำการเก็บตัวอย่างแบบสุ่มตัวอย่างแบบละ 30 ตัวอย่าง
3. ทำการวิเคราะห์ผลการทดสอบโดยใช้สถิติได้แก่การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต (mean) การวิเคราะห์ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) การหาค่าความเชื่อถือได้ของค่าเฉลี่ยเลขคณิตที่ 95% (confidential value) ฯลฯ
4. ทำการพล็อตเส้นโค้งความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอัดของคอนกรีตทั้งสองชนิดที่ได้กับปริมาณน้ำหนักปูนซีเมนต์ที่ใช้ผสมและทำการหา Best Fit Line เพื่อใช้เป็นสมการเส้นตัวแทนของค่าความสัมพันธ์นั้นๆ
5. เปรียบเทียบโดยการหาค่าจากเส้น Best Fit Line ว่าที่กำลังอัดคอนกรีตที่เท่าๆกันของปูนซีเมนต์ทั้งสองชนิดจะมีการใช้น้ำหนักปูนซีเมนต์ผสมต่างหรือเพิ่มมากขึ้นอีกเท่าใด
6. เปรียบเทียบต้นทุนและปัจจัยอื่นๆที่มีผลทำให้ต้นทุนของคอนกรีตเพิ่มขึ้น

2. ผลการทดสอบและการวิเคราะห์

ทำการทดสอบทั้ง 30 ตัวอย่างและเก็บข้อมูลมาทำการวิเคราะห์ทางสถิติ รวมทั้งพล็อตค่าเฉลี่ยของกำลังอัดคอนกรีตทั้งสองชนิดออกมา และทำการ fit curve เพื่อหาสมการตัวแทนของกำลังอัดคอนกรีตกับน้ำหนักปูนซีเมนต์ที่ใช้ จะได้สมการตัวแทนของสภาพการทดสอบทั้งหมด ได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบ

รายการ	สมการของ Best Fit Line
บ่มปูนซีเมนต์ผสม ในอากาศ 7 วัน	$Y = 0.324x - 31.26$
บ่มปูนปอร์ตแลนด์ซีเมนต์ ในอากาศ 7 วัน	$Y = 0.611x - 21.23$
บ่มปูนซีเมนต์ผสม ในน้ำ 7 วัน	$Y = 0.375x - 26.20$
บ่มปูนปอร์ตแลนด์ซีเมนต์ ในน้ำ 7 วัน	$Y = 0.726x - 41.12$
บ่มปูนซีเมนต์ผสม ในอากาศ 28 วัน	$Y = 0.474x - 48.85$
บ่มปูนปอร์ตแลนด์ซีเมนต์ ในอากาศ 28 วัน	$Y = 0.703x - 33.69$
บ่มปูนซีเมนต์ผสม ในน้ำ 28 วัน	$Y = 0.477x - 39.01$
บ่มปูนปอร์ตแลนด์ซีเมนต์ ในน้ำ 28 วัน	$Y = 0.639x + 9.172$

โดยที่

Y = กำลังอัดของคอนกรีตแต่ละประเภท (ksc.)

X = น้ำหนักของปูนซีเมนต์ที่ใช้ (kg.)

การวิเคราะห์

สามารถประมาณค่ากำลังอัดล่วงหน้าของคอนกรีตแต่ละชนิด กับปริมาณปูนซีเมนต์ที่จะใช้ โดยการแทนค่าในสมการที่ให้ไว้ในตารางข้างบน เช่น ต้องการทราบว่า กำลังอัดของคอนกรีตที่ทำจากซีเมนต์ผสม เท่ากับ 210 ksc. บ่มในอากาศ 28 วัน จะต้องใช้ปูนซีเมนต์หนักกี่กิโลกรัม ซึ่งจะเท่ากับ

$$\begin{array}{l} Y = 0.474x - 48.85 \\ \text{แทนค่า } y = 210 \text{ ksc.} \end{array}$$

แก้สมการจะได้ ปริมาณปูนซีเมนต์ที่จะใช้ (x) เท่ากับ 550.74 กิโลกรัม

หรือ ต้องการทราบว่า กำลังอัดของคอนกรีตที่ทำจากปอร์ตแลนด์ซีเมนต์ เท่ากับ 210 ksc. บ่มในอากาศ 28 วัน จะต้องใช้ปูนซีเมนต์หนักกี่กิโลกรัม ซึ่งจะเท่ากับ

$$\begin{array}{l} Y = 0.703x - 33.69 \\ \text{แทนค่า } y = 210 \text{ ksc.} \end{array}$$

แก้สมการจะได้ ปริมาณปูนซีเมนต์ที่จะใช้ (x) เท่ากับ 346.64 กิโลกรัม

จากตัวอย่าง จะเห็นได้ว่า ปูนซีเมนต์ทั้งสองชนิด จะใช้ในปริมาณที่แตกต่างกันมาก จึงจะได้กำลังอัดของคอนกรีตเท่าๆกัน กล่าวคือ ที่กำลังอัด 210 ksc. ปูนซีเมนต์ผสมใช้มากกว่า อยู่ $550.74 - 346.64 = 204.1$ กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร หรือเท่ากับ 58.87 % หรือ เท่ากับ $204.1/50 = 4.08$ ถุง

การวิเคราะห์ค่าใช้จ่าย

จากหลักการที่ว่า การผสมคอนกรีตแต่ละครั้ง จะให้อัตราส่วนผสมของทรายและหินคงที่ และแปรเปลี่ยนปริมาณปูนซีเมนต์ จนกว่าจะได้กำลังอัดของคอนกรีตตามต้องการ ทำให้ ค่าใช้จ่ายของทรายและหิน เป็นค่าคงที่ จะมีเฉพาะค่าปูนซีเมนต์เท่านั้นที่จะแปรเปลี่ยนตามน้ำหนักปูนซีเมนต์ที่ใช้ ดังนั้น จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้น ถ้าต้องการคอนกรีตที่มีกำลังอัด เท่ากับ 210 ksc. จะต้องใช้

ปูนซีเมนต์ชนิดผสม เท่ากับ $550.74/50 = 11.01$ ถุง

ปูนปอร์ตแลนด์ซีเมนต์ เท่ากับ $346.64/50 = 6.93$ ถุง

ส่วนต่างของปูนซีเมนต์ เท่ากับ $11.01 - 6.93 = 4.08$ ถุงหรือเท่ากับ 58.87 %

ราคาถูกลง 115 บาท เป็นเงินเท่ากับ $4.08 \times 115 = 469.20$ บาทต่อลูกบาศก์เมตร
นอกจากนี้ ยังมีค่าใช้จ่ายต่างๆ ที่ตามมาเป็นเงาตามตัว ได้แก่

- ค่าโกดังเก็บสต็อกปูนซิเมนต์
- ค่าขนส่งที่ต้องแบกน้ำหนักเพิ่ม
- ค่าต้นทุนและดอกเบี้ย
- อื่นๆ

3. สรุป

จะเห็นได้ว่า การใช้ปูนซิเมนต์ชนิดพิเศษ ที่มีเกิดขึ้นในผู้รับเหมารายย่อย ผู้ประกอบการที่รู้เท่าไม่ถึงการณ์ จะทำให้คอนกรีตไม่ได้กำลังตามต้องการ ซึ่งถ้าต้องการกำลังอัดตามต้องการ จะต้องเพิ่มปูนซิเมนต์ชนิดผสมขึ้นอีกจำนวนมาก เช่นดังตัวอย่าง ถ้าต้องการกำลังอัดที่ 210 *ksc*. จะต้องใช้ปูนซิเมนต์ผสมเพิ่มจากปริมาณปูนปอร์ตแลนด์ชนิดที่ 1 ที่ควรจะใช้ถึง 58.87 % ทำให้ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง มักสูงขึ้นโดยไม่มีความเป็น

4. เอกสารอ้างอิง

วินิต ช่อวิเชียร, 2539. คอนกรีตเทคโนโลยี. ป.สัมพันธ์พาณิชย์. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ.

ชัชวาล เศรษฐบุคร. 2536. คอนกรีตเทคโนโลยี. บริษัทผลิตภัณฑ์และวัสดุก่อสร้างจำกัด. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ.