ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ การออกแบบส่วนผสมและการศึกษาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของมอร์ตาร์ชดเชยการหดตัว

ผู้เขียน นางสาวภัณฑิรา ชนะชมภู

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดร.ปิติวัฒน์ วัฒนชัย

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันปัญหาในด้านการหดตัวและการคืบตัวอย่างต่อเนื่องของคอนกรีตเป็นปัญหาสำคัญที่ส่งผลให้โครงสร้างของคอนกรีตเกิดความเสียหายเป็นอย่างมากทั้งในด้านกำลังและการแตกร้าวของโครงสร้าง โดยการแตกร้าวส่วนใหญ่นั้นจะเกิดจากการหดตัวเนื่องจากการสูญเสียน้ำก่อให้เกิดการแตกร้าวภายในขึ้น ดังนั้นการควบคุมการแตกร้าวดังกล่าวสามารถทำได้โดยการใช้สารผสมเพิ่มการขยายตัวของซีเมนต์ซึ่งจะทำให้เกิดการขยายตัวที่สามารถชดเชยการหดตัวที่เกิดขึ้นเพื่อเพิ่มความแข็งแรงมั่นคงและลดการแตกร้าวให้กับข้อต่อของโครงสร้าง โดยในงานวิจัยนี้ได้ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ชนิดที่ 3 เถ้าลอยแม่เมาะที่ร้อยละ 0, 15, 25 และ 35 สารเคมีผสมเพิ่มที่ร้อยละ 4, 8 และ 12 และสารเพิ่มการขยายตัวที่ร้อยละ 0, 5, 10 และ 15 แล้วนำไปทำการทดสอบหาค่าการไหล ค่าระยะเวลาการก่อตัวเริ่มต้นและระยะเวลาการก่อตัวสุดท้าย ค่ากำลังอัดและค่าความเครียดที่อายุ 1, 3, 7, 14 และ 28 วัน เพื่อผสมให้ได้ส่วนผสมที่เหมาะสมแก่การนำไปใช้งาน และนำไปทำการทดสอบหาองค์ประกอบของผลึก โดยวิธีการเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์ และผลการทดสอบหาโครงสร้างผลึกภายใน โดยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด และศึกษาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของซีเมนต์ชดเชยการหดตัวเทียบกับปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ปกติ

ผลการวิจัยพบว่า ในการทดสอบการไหลของมอร์ต้าร์ชดเชยการหดตัว พบว่า เมื่อใส่สารเพิ่มการขยายตัวเพิ่มขึ้น การไหลจะไหลได้ลดลง แต่สามารถปรับปรุงคุณสมบัติได้โดยการใส่เถ้าลอยเพิ่มขึ้นในส่วนผสม เพราะเถ้าลอยมีลักษณะผลึกเป็นทรงกลม จะไปขัดเม็ดปูนที่มีขนาดใหญ่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กว่าให้ไหลได้ดียิ่งขึ้น และใส่สารผสมเพิ่มประเภท F เพิ่มขึ้นจะช่วยให้การไหลไหลได้ดีขึ้น ในการทดสอบระยะเวลาการก่อตัวเริ่มต้นและสุดท้ายของมอร์ต้าร์ชดเชยการหดตัว พบว่า เมื่อใส่สารเพิ่มการขยายตัวเพิ่มขึ้น ระยะเวลาการก่อตัวเริ่มต้นและสุดท้ายจะก่อตัวได้เร็วขึ้น แต่เมื่อใส่เถ้าลอยและสารผสมเพิ่มประเภท F เพิ่มขึ้น จะช่วยให้ระยะเวลาการก่อตัวเริ่มต้นและสุดท้ายก่อตัวได้นานขึ้น ในการทดสอบกำลังอัดของมอร์ต้าร์ชดเชยการหดตัว พบว่า เมื่อใส่สารเพิ่มการขยายตัวเพิ่มขึ้น กำลังอัดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเนื่องจากเอททริงไกต์ที่เกิดจากปฏิกิริยาไฮเดรชั่นของแคลเซียมซัลโฟอลูมิเนต และเมื่อใส่เถ้าลอยเพิ่มขึ้น กำลังอัดมีแนวโน้มลดลงในช่วงแรกเนื่องจากปฏิกิริยาปอซโซลานิก ทำให้พัฒนากำลังอัดในระยะยาว การวิจัยพบว่าปริมาณสารเพิ่มการขยายตัวที่เหมาะสมด้านกำลัง คือ ร้อยละ 15 ของซีเมนต์ และปริมาณเถ้าลอยที่เหมาะสมด้านกำลังและความสามารถในการทำงานได้ คือ ร้อยละ 15 ของการทดแทนซีเมนต์ ในการทดสอบความเครียดของมอร์ต้าร์ชดเชยการหดตัว พบว่า เมื่อใส่สารเพิ่มการขยายตัวเพิ่มขึ้น ความเครียดมีแนวโน้มขยายตัวมากขึ้น เนื่องจากผลึกเอททริงไกต์ที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาไฮเดรชั่นของแคลเซียมซัลโฟอลูมิเนต และเมื่อใส่เถ้าลอยเพิ่มขึ้นค่าการขยายตัวมีแนวโน้มมากขึ้นเมื่อใส่สารผสมเพิ่มประเภท F มากขึ้น การวิจัยพบว่าปริมาณสารเพิ่มการขยายตัวที่เหมาะสมด้านความเครียด คือ ร้อยละ 15 ของซีเมนต์ และปริมาณเถ้าลอยที่เหมาะสมด้านความเครียด คือ ร้อยละ 15 ของการทดแทนซีเมนต์ จากการทดสอบ XRD และ SEM สามารถอธิบายถึงผลการทดสอบต่างๆ ได้ ซึ่งจากการเมื่อใส่สารเพิ่มการขยายตัวเพิ่มขึ้น และอายุวันมากขึ้น ผลึกเอททริงไกต์ที่มีรูปร่างผลึกคล้ายเข็ม เรียวยาวจะเกิดในปริมาณมากขึ้น และไปเติมเต็มในช่องว่างทำให้เพสต์แน่นขึ้น กำลังอัดจึงเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ผลึกเอททริงไกต์ที่มีขนาดใหญ่ขึ้นจะผลักดันอนุภาคต่างๆ ในเพสต์ให้เกิดการขยายตัวของอนุภาค ส่งผลให้เกิดการขยายตัวของมอร์ต้าร์ได้ และจากการศึกษาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม พบว่า เมื่อใส่สารเพิ่มการขยายตัวลงในปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์จะช่วยลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้จริงเมื่อเทียบกับปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ปกติ โดยการผลิตสารเพิ่มการขยายตัวจะทำที่อุณหภูมิต่ำกว่าปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ปกติ ทำให้ลดปริมาณเชื้อเพลิง ลดพลังงานความร้อน และต้องการพลังงานการบดอัดน้อยกว่า ทำให้ปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้น้อยกว่าการผลิตปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ปกติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Thesis Title Mix Design and Study on Environmental Effect of Shrinkage - compensating Mortar

Author Miss Phanthira Chanachompu

Degree Master of Engineering (Civil Engineering)

Thesis Advisor Lect.Dr. Pitiwat Wattanachai

Abstract

In this recent time, problems about shrinkage and continuing creep of concrete become the main cause of the destruction of concrete's structure; in both strength and the structure's crack. Most of the cracks are caused by shrinkage from loosing water—causes the internal crack. Thus, to control the crack, it can be done by using expansive agent of cement. Using expansive agent of cement will lead to the expansion that can replace the happened shrinkage—to strengthen and reduce the crack in the joints of the structure. In this research, the 3rd type of Portland cement, Fly ash from Mae Moh 0, 15, 25 and 35 percent, chemical mixture 4, 8 and 12 percent, and expansive agent 0, 5, 10 and 15 percent are used to test for finding value of the flow, initial and final setting time, compressive strength and strain at 1, 3, 7, 14 and 28 days. It is for having the suitable component in use. Then, the components are tested to find the composition of ettringite by using X-Ray Diffraction (XRD), founded result of the internal ettringite's structure by using Scanning Electron Microscope (SEM). Finally, the effect on Environment of shrinkage compensating mortar comparing to normal Portland cement are studied. The research finds from the test of shrinkage compensating mortar's flowage that when add more expansive agent, the flowage decrease. However, the quality can be improved by adding more fly ash. It is because circular shape of fly ash's ettringite will rub the bigger cement grains to have a better flow. Not only improved by adding fly ash, but adding superplaticizer also helps improving the flow. According to the test of initial and final setting time of Shrinkage Compensating Mortar, it is

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

found that the speed of initial and final setting will increase after adding more expansive agent. Nevertheless, adding fly ash mixed with superplaticizer helps initial and final setting last longer. In according to the test of compressive strength of Shrinkage Compensating Mortar, it is proved that when adding more expansive agent, the compressive strength tends to increase because of ettringite created by the hydration of calcium sulfoaluminate. What is more, when adding more fly ash, compressive strength tends to fall at first as a result of pozzolanic reaction—leads to long term development of compressive strength. Furthermore, this research finds that the amount of expansive agent that suitable for strength is 15 percent of cement and the suitable amount of fly ash for strength and working ability is 15 percent of cement's replacement. According to the test of the strain of the Shrinkage compensating Mortar, it is found that, adding more expansive agent, strain tends to have more expansion. The strain's expansion results from ettringite created by hydration of calcium sulfoaluminate. Besides, adding more fly ash, the expansion tends to increase when adding more superplaticizer. The research finding shows that the amount of expansive agent suitable for strain is 15 percent of cement. The amount of fly ash suitable for strain is 15 percent of cement's compensation. The XRD and SEM tests can explain all of the results; adding more expansive agent and having more time create more amount of ettringite shaped long-thin like needle. The ettringite will fill the gap and make the paste tighter—compressive strength increase. What is more, ettringite that gets bigger will push the particles in the paste to create the expansion of particles. This will lead to the expansion of Mortar. The effect on environment of shrinkage compensating mortar, it can be analysed that adding expansive agent into Portland cement can really help reduce carbon dioxide when compare to normal Portland cement. For producing process, expansive agent is proceed in temperature lower than Portland cement's normal temperature. It will reduce fuel, heat, and lessen the need of compressed power––reduce carbon dioxide when compare to the production of normal Portland cement.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved