บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติของคอนกรีตผสมเสร็จผสมผงฝุ่นทรายไส้แบบ (Foundry Sand Powder) ซึ่งเป็นผลพลอยได้จากการกระบวนหล่อชิ้นส่วนเครื่องยนต์ของบริษัท สยามโตโยต้าอุตสาหกรรม จำกัด จังหวัดชลบุรี ประเทศไทย โดยผงฝุ่นทรายที่ทำการศึกษามี 2 กลุ่มคือ ผงฝุ่นทรายกลุ่ม Green Sand and Molding Waste (GSW) ที่ได้จากกระบวนการทำแบบหล่อภายนอก และจากการทำแบบหล่อภายในได้ผงฝุ่นทรายกลุ่ม Shell Sand Waste (SSW) คุณสมบัติที่ทำการทดสอบประกอบด้วย องค์ประกอบทางเคมีและคุณสมบัติทางกายภาพของผงฝุ่นทรายไส้แบบ คุณสมบัติของคอนกรีตสดได้แก่ ค่าความต้องการน้ำที่ทำให้คอนกรีตมีค่าการยุบตัวเริ่มต้นตามที่กำหนด การสูญเสียค่าการยุบตัว หน่วยน้ำหนักของคอนกรีตสด และระยะเวลาในการก่อตัว คุณสมบัติทางกลของคอนกรีตได้แก่ กำลังอัด กำลังดึงแบบผ่าซีก และโมดูลัสยืดหยุ่นที่อายุ 28 วัน ส่วนคุณสมบัติทางด้านความทนทานของคอนกรีตประกอบด้วย การขยายตัวในน้ำ การหดตัวแบบแห้ง ความทนทานต่อสารละลายโซเดียมซัลเฟต (Na_2SO_4) ที่ความเข้มข้นร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก ในรูปของการยืดและ/หรือหดตัว และการสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากการกัดกร่อนของกรดซัลฟุริก (H_2SO_4) และอะซิติก (CH_3COOH) ซึ่งกำหนดความเข้มข้นเท่ากับ 1 นอร์มอลลิตี้ (N) โดยมีตัวแปรหลักได้แก่ ปริมาณการแทนที่ของผงฝุ่นทรายไส้แบบกลุ่ม SSW ในปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 โดยน้ำหนัก ในอัตราส่วนร้อยละ 0, 10, 20, 30 และ 40 ส่วนผงฝุ่นทรายไส้แบบกลุ่ม GSW ถูกนำมาใช้แทนที่ในทรายแม่น้ำโดยน้ำหนัก ที่อัตราส่วนร้อยละ 0, 5, 10 และ 15 ตามลำดับ โดยคุณสมบัติของคอนกรีตผสมเสร็จเป็นคอนกรีตปกติและไม่มีส่วนประกอบของสารเคมีผสมเพิ่ม รวมทั้งกำหนดปริมาณปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ในคอนกรีตผสมเสร็จเท่ากับ 300, 350 และ 400 กก./ม.^{3} และค่าการยุบตัวเริ่มต้น (Initial Slump) เท่ากับ 5 ± 0.5, 10 ± 0.5 และ 15 ± 0.5 ซม. ตามลำดับ

จากผลการทดสอบ พบว่าเมื่ออัตราส่วนการแทนที่ของผงฝุ่นทรายไส้แบบกลุ่ม Shell Sand Waste (SSW) ในปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 โดยน้ำหนัก มีปริมาณเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 0 เป็นร้อยละ 10, 20, 30 และ 40 มีผลให้คอนกรีตผสมเสร็จมีความต้องการน้ำซึ่งทำให้คอนกรีตมีค่ายุบตัวเริ่มต้นตามที่กำหนดไว้ หน่วยน้ำหนักในสภาวะสด กำลังอัด กำลังดึงแบบผ่าซีก โมดูลัสยืดหยุ่นที่อายุ 28 วัน การขยายตัวในน้ำ การหดตัวแบบแห้งและการขยายตัวเนื่องจากซัลเฟตมีค่าลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับคอนกรีตปกติ ในขณะที่ความต้านทานต่อการกัดกร่อนเนื่องจากกรดซัลฟุริกและอะซิติก การสูญเสียค่าการยุบตัวและระยะเวลาการก่อตัวของคอนกรีตมีค่าเพิ่มขึ้น

สำหรับคอนกรีตผสมผงฝุ่นทรายไส้แบบกลุ่ม Green Sand and Molding Waste (GSW) โดยการใช้ผงฝุ่นทรายไส้แบบกลุ่ม GSW แทนที่ในทรายแม่น้ำโดยน้ำหนัก ที่ปริมาณเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 0 เป็นร้อยละ 5, 10 และ 15 ตามลำดับ มีผลให้คอนกรีตมีค่าความต้องการน้ำที่ทำให้เกิดค่ายุบตัวเริ่มต้นตามที่กำหนด หน่วยน้ำหนักของคอนกรีตสด การสูญเสียค่าการยุบตัว การขยายตัวในน้ำ การหดตัวแบบแห้งและการขยายตัวเนื่องจากซัลเฟตเพิ่มขึ้น ในขณะที่กำลังอัดและกำลังดึงแบบผ่าซีก โมดูลัสยืดหยุ่นที่อายุ 28 วัน และความต้านทานต่อการกัดกร่อนของกรดลดลง

จากการศึกษาสรุปแนวโน้มเบื้องต้นในการใช้งานว่า สามารถนำผงฝุ่นทรายไส้แบบจากกระบวนทำไส้แบบของอุตสาหกรรมการหล่อเครื่องยนต์มาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตคอนกรีตผสมเสร็จซึ่งเป็นคอนกรีตปกติที่กำหนดปริมาณปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 เท่ากับ 300, 350 และ 400 กก./ม.^{3} และค่าการยุบตัวเริ่มต้นเท่ากับ 5 ± 0.5, 10 ± 0.5 และ 15 ± 0.5 ซม. และไม่ใส่สารผสมเพิ่ม โดยใช้ผงฝุ่นทรายไส้แบบกลุ่ม Shell Sand Waste (SSW) แทนที่ในปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ได้ถึงร้อยละ 40 โดยน้ำหนัก หรือใช้ผงฝุ่นทรายไส้แบบกลุ่ม Green Sand and Molding Waste (GSW) แทนที่ในทรายแม่น้ำ โดยน้ำหนัก ได้ถึงร้อยละ 15 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับกำลังอัดที่กำหนด

Abstract

The objective of this research was to study the properties of ready-mixed concrete containing foundry sand powder, a main by-product from the automobile engine casting process of Siam Toyota Manufacturing Co., Ltd. in Chonburi province, Thailand. Two groups of foundry sand powder were Green Sand and Molding Waste (GSW) and Shell Sand Waste (SSW) from outer- and inner-cast forming process. The tested properties included the chemical compositions and physical properties of foundry sand powder. Fresh concrete properties were the water requirement of concrete for the specified slump, slump loss, unit weight in fresh state, and setting time. The mechanical properties such as compressive strength, splitting tensile strength and modulus of elasticity at the age of 28 days, were investigated. The durability properties of concrete were the expansion in water, drying shrinkage, and resistance of sodium sulfate (Na_2SO_4) at 5% concentration by monitoring the expansion and/or shrinkage of concrete. The other properties were the weight loss due to sulfuric (H_2SO_4) and acetic acid (CH_3COOH) attacks. The concentration of both acids was equal 1.0 Normality (N). The main variables were the percentage replacements of SSW foundry sand by weight of ordinary Portland cement type I (0%, 10%, 20%, 30%, and 40%) and the percent replacements of GSW foundry sand by weight of natural sand were 0%, 5%, 10%, and 15% respectively. The ready-mixed concrete tested were normal concrete without chemical admixture. In addition, the ordinary Portland cement type I contents of 300, 350, and 400 kg/m^3 and the initial slumps of concrete equal 5 ± 0.5, 10 ± 0.5, and 15 ± 0.5 centimeters were controlled.

The test results indicated that when increasing the proportions of Shell Sand Waste (SSW) foundry sand powder in Portland cement type I (0%, 10%, 20%, 30%, and 40 % by weight) it was found that, the water requirement of concrete at the specified slump, unit weight in fresh state, compressive and splitting tensile strengths, modulus of elasticity at the age of 28 days, expansion in water, drying shrinkage, and expansion in sulfate solution decreased compared with those of the conventional concrete. Whereas, the resistance due to sulfuric and acetic acids attacks, slump loss, and setting time of concrete increased.

For the properties of concrete containing Green Sand and Molding Waste (GSW) foundry sand powder, by replacing the GSW foundry sand in river sand increased with the

proportion of 0%, 5%, 10%, and 15% by weight, the water requirement of concrete at the specified slump, unit weight, slump loss, expansion in water, drying shrinkage, and expansion in sulfate solution increased, whereas the compressive and splitting tensile strengths, modulus of elasticity at the age of 28 days, and the percentage of weight loss increased.

From the study, it can be concluded the preliminary tendency to use the foundry sand form cast forming process of engine foundry industry as raw materials for producing ready-mixed concrete which is conventional concrete for the cement content (300, 350, and 400 kg/m^3) and intial slump loss (5 ± 0.5, 10 ± 0.5, and 5 ± 0.5 cm), without admixtures were specified. It was found that the SSW foundry sand can be used as an ordinary Portland cement type I replacement for up to 40% by weight, and the GSW foundry sand can replace the river sand for up to 15% by weight, depending on the specified compressive strength of concrete.