การศึกษาคุณสมบัติของคอนกรีตบล็อกกลวงประยุกต์

The Study of Properties of Application Hollow Concrete Blocks

เทอดศักดิ์ สายสุทธิ์*

มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์ 19/1 ถนนเพชรเกษม แขวงหนองค้างพลู เขตหนองแขม กรุงเทพมหานคร 10160

*E-mail Address: Terdsaka@sau.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาคุณสมบัติของคอนกรีตบล็อกกลวงประยุกต์ (AHCB) เพื่อหาค่ากำลังอัดประลัยและค่าการดูดซึมน้ำ โดยเปรียบเทียบกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 57-2533 และเพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมกับการใช้งานของ AHCB กล่าวคือ AHCB เป็นคอนกรีตบล็อกกลวงประยุกต์ที่มีขนาดความกว้าง 25 เซนติเมตร ความยาว 50 เซนติเมตรและความหนา 10 เซนติเมตร โดยภายในของ AHCB จะเป็นโฟมแทนรูเจาะกลวงรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าแบบสมมาตรจำนวน 4 ช่อง ซึ่งมีขนาดความกว้าง 10 เซนติเมตร ความหนา 5 เซนติเมตรและความยาว 25 เซนติเมตร สำหรับคอนกรีตที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มี 5 อัตราส่วน ซึ่งอัตราส่วนผสมของปูนซีเมนต์ : ทราย : หิน จะมีค่าเท่ากับ 1 : 2.75 : 2.78, 1 : 2.37 : 2.48, 1 : 1.98 : 2.18, 1 : 1.62 : 1.90 และ 1 : 1.36 : 1.70 ตามลำดับ โดยมีการควบคุมอัตราส่วนปริมาณน้ำต่อซีเมนต์เท่ากับ 0.70, 0.62, 0.55, 0.48 และ 0.43 ตามลำดับ หลังจากทำการหล่อคอนกรีตและถอดแบบแล้วได้ทำการบ่มในน้ำตลอดเวลาที่อายุ 3, 7, 14, 21 และ 28 วัน ตามลำดับ สำหรับตัวอย่าง AHCB ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มีจำนวนทั้งสิ้น 150 ก้อน จากการวิจัยพบว่า 1) AHCB ที่มีอัตราส่วน 1 : 1.36 : 1.70; w/c = 0.43 ที่อายุ 28 วัน จะมีค่ากำลังอัดประลัยโดยเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 190.23 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ซึ่งสูงกว่ามาตรฐาน 3.53 เท่า และ 2) AHCB ที่มีอัตราส่วน 1 : 1.36 : 1.70; w/c = 0.43 ที่อายุ 3 วัน จะมีค่าการดูดซึมน้ำน้อยที่สุดร้อยละ 1.45 ซึ่งต่ำกว่ามาตรฐาน 3.45 เท่า และ 3) อัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุดในการวิจัยครั้งนี้คือ อัตราส่วน 1 : 2.75 : 2.78 ; w/c = 0.70 ที่อายุ 3 วัน สามารถรับกำลังอัดประลัยโดยเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 78.64 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ซึ่งก็ยังสูงกว่ามาตรฐานร้อยละ 45 หรือ 1.45 เท่า ดังนั้นในการวิจัยครั้งต่อไปจะต้องเลือกใช้คอนกรีตที่เหมาะสมและสอดคล้องกับมาตรฐาน มอก. 57-2533

คำสำคัญ: AHCB, คอนกรีตบล็อกกลวงประยุกต์, กำลังอัดประลัย, การดูดซึมน้ำ, อัตราส่วนที่เหมาะสม

Abstract

This research is to study the properties of Application Hollow Concrete Blocks (AHCB) To determine the ultimate compressive strength and the water absorption compared to Thai Industrial Standard (TIS. 57-2533) and to find the optimal ratio. The AHCB is a Application Hollow Concrete Blocks width 25 cm. length 50 cm. and a thickness of 10 cm. The AHCBs' measurement and shape based on width, length, and thickness were 25 x 50 x 10 cm.; and 5 x 10 cm. with 4 rectangular foam symmetric hollowed holes. For the concrete used in this research are five aspect ratio, which the ratios of cement : sand : stone were equaled to 1 : 2.75 : 2.78, 1 : 2.37 : 2.48, 1 : 1.98 : 2.18, 1 : 1.62 : 1.90 and 1 : 1.36 : 1.70, respectively. While the water cement ratios were 0.70, 0.62, 0.55, 0.48 and 0.43, respectively. After casting concrete and the molding, the specimens of 150 concrete blocks underwent water curing age for the duration of 3, 7, 14, 21, and 28 days, respectively. The purpose of the

research: 1) the ratio of 1: 1.36: 1.70; w/c = 0.43 at 28 days is the maximum average ultimate compressive stress 190.23 kilograms per square centimeter. Which exceeds 3.53 times from TIS? 2) The ratio of 1: 1.36: 1.70; w/c = 0.43 at age three days to have the water absorption minimum percentage of 1.45, lower than the 3.45 times from TIS. 3) The ratio was most appropriate. This research, the ratio was 1 : 2.75 : 2.78; w/c = 0.70 to 3 days old could received a maximum average ultimate compressive stress of mass destruction was 78.64 kilograms per square centimeter. It was also higher than 45 percent or exceeds 1.45 times from TIS. So as to further research will need to choose a concrete manner and consistent with TIS. 57-2533.

Keywords: AHCB, Application Hollow Concrete Blocks, Ultimate Strength, Water Absorption, Optimal Ratio

1. ที่มาและความสำคัญ

คอนกรีตบล็อกกลวงประยุกต์ หรือ AHCB (Application Hollow Concrete Block) เป็นคอนกรีตบล็อกซึ่งมีขนาดใหญ่กว่าขนาดปกติ แต่สามารถลดน้ำหนักได้โดยการเพิ่มรูเจาะตามความหนาของหน้าตัด ทั้งนี้สืบเนื่องมาจากงานวิจัยเดิมเรื่อง คอนกรีตบล็อกกลวงประยุกต์ (เทอดศักดิ์, 2556) ที่เคยเสนอไว้ในงานการประชุมวิชาการแห่งชาติ ครั้งที่ 10 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม กล่าวคือ “ขนาดเดิมของ AHCB คือ 400 x 1,000 x 140 มิลลิเมตรและมีรูกลมกลวงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 มิลลิเมตร เจาะทะลุลอดก้อนและกระจายอยู่บริเวณตรงกลางตามความหนาของ AHCB จำนวน 8 รูเจาะ (โดยรูกลมกลวงมีพื้นที่หน้าตัด 628.32 ตร.ซม. หรือร้อยละ 45 ของ AHCB)” สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ AHCB ได้มีการปรับปรุงให้ดีขึ้นกว่าเดิม โดยมีขนาดเล็กกว่า น้ำหนักเบา เคลื่อนย้ายได้ง่าย เป็นต้น ซึ่งมีขนาดใหม่เท่ากับ 250 x 500 x 100 มิลลิเมตรและมีรูกลวงรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 50 x 100 มิลลิเมตร เจาะทะลุตามความหนาของ AHCB จำนวน 4 รูเจาะ (โดยคิดเป็นพื้นที่หน้าตัดประมาณ 200 ตร.ซม. หรือร้อยละ 40 ของ AHCB) และรูกลวงรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้านี้จะใช้โฟม (Foam) แทนที่โดยมีขนาด 50 x 100 มิลลิเมตร เพื่อจะได้มีน้ำหนักเบาขึ้น การขนส่งสะดวกรวดเร็ว ประหยัดเวลา ในภาพรวมจะสามารถลดต้นทุนในการผลิตได้และเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการทำฝายแม้วหรือฝายกั้นน้ำขนาดเล็ก ทำผนังหรือกำแพง และโครงสร้างของอาคารได้

2. วัตถุประสงค์

2.1. วัตถุประสงค์ของการวิจัย มีดังนี้คือ

2.1.1. เพื่อศึกษาค่าการรับกำลังอัดประลัยและปริมาณการดูดซึมน้ำของ AHCB

2.1.2. เพื่อเปรียบเทียบค่าการรับกำลังอัดประลัยและปริมาณการดูดซึมน้ำตามมาตรฐาน มอก. 57-2533

2.1.3. เพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของ AHCB

2.2. ขอบเขตของการวิจัย มีดังนี้คือ

2.2.1. AHCB จะต้องมีขนาดประมาณ 500 x 250 x 100 มิลลิเมตร มีพื้นที่หน้าตัดรูเจาะขนาดประมาณ 100 x 50 มิลลิเมตร โดยเจาะทะลุลอดแบบหล่อและกระจายอยู่บริเวณกลางแบบหล่อตามความหนาของ AHCB จำนวน 4 รูเจาะ

2.2.2. ศึกษาเฉพาะการรับกำลังอัดประลัยและการดูดซึมน้ำของ AHCB

2.2.3. การบ่ม AHCB ในน้ำตลอดเวลาที่อายุ 3, 7, 14, 21 และ 28 วัน

2.2.4. ค่ากำลังอัดของคอนกรีต ที่ใช้ 5 อัตราส่วน (ซีเมนต์ : ทราย : หิน) คือ อัตราส่วน A; 1 : 2.75 : 2.78 (~200 ksc.); อัตราส่วน B; 1 : 2.37 : 2.48 (~250 ksc.); อัตราส่วน C; 1: 1.98 : 2.18 (~300 ksc.); อัตราส่วน D; 1 : 1.62 : 1.90 (~350 ksc.) และอัตราส่วน E; 1 : 1.36 : 1.70 (~400 ksc.) โดยมีอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ 0.70, 0.62, 0.55, 0.48 และ 0.43 ตามลำดับ

2.2.5. เปรียบเทียบค่าการรับกำลังอัดประลัยและการดูดซึมน้ำตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 57-2533

2.2.6. แบบหล่อ AHCB ทำด้วยแผ่นเหล็กหนา 3-4 มิลลิเมตร เป็นต้น

2.3. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ มีดังนี้คือ

2.3.1. ทำให้ได้ตารางและกราฟค่าการรับกำลังอัดประลัยและการดูดซึมน้ำของ AHCB ที่อายุ 3, 7, 14, 21 และ 28 วัน

2.3.2. ทำให้ทราบค่าการเปรียบเทียบค่าการรับกำลังอัดประลัยและปริมาณการดูดซึมน้ำตามมาตรฐาน มอก. 57-2533

2.3.3. ทำให้ทราบค่าอัตราส่วนที่เหมาะสมของ AHCB โดยพิจารณาจากต้นทุนการผลิตที่ต่ำที่สุดและค่ากำลังอัดประลัยสูงกว่ามาตรฐาน มอก. 57-2533

3. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1. ทฤษฎี คอนกรีตบล็อก (ชัชวาล, 2529) เป็นก้อนคอนกรีตที่ทำมาจากปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ น้ำ และวัสดุมวลรวมที่เหมาะสมชนิดต่างๆ และจะมีสารอื่นๆ ผสมอยู่ด้วยหรือไม่ก็ได้ สำหรับการก่อผนังหรือกำแพง หน้าตัดมีรูเจาะหรือโพรงขนาดใหญ่ทะลุตลอดก้อนและมีพื้นที่หน้าตัดสุทธิที่ระนาบขนานกับผิวธารน้อยกว่าร้อยละ 75 ของพื้นที่หน้าตัดรวมที่ระนาบเดียวกัน คอนกรีตบล็อก (ปริญญาและชัย, 2552) เป็นวัสดุก่ออีกประเภทหนึ่งที่ได้รับความนิยมใช้กันอย่างแพร่หลายทั้งในและต่างประเทศ โดยมีลักษณะเป็นก้อนสี่เหลี่ยมขนาดโดยประมาณ 20 x 40 เซนติเมตรและความหนา 7 - 20 เซนติเมตร ซึ่งลักษณะของการใช้งานก่ออิฐจะก่อเหมือนกับงานก่ออิฐมอญ แต่จะมีข้อดีกว่าคือ สามารถก่อได้เร็วกว่าและมีขนาดที่มาตรฐานกว่า ทำให้สามารถประมาณการ (Estimate) จำนวนวัสดุได้ง่ายกว่า โดยปกติแล้วเมื่อคิดค่าวัสดุคอนกรีตบล็อกรวมกับค่าแรงแล้ว จะมีราคาถูกกว่าการก่อด้วยอิฐมอญ คอนกรีตบล็อก (เทอดศักดิ์, 2556) เป็นวัสดุก่อสร้างที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายทั้งในและต่างประเทศ เพื่อใช้ทำผนังหรือกำแพง เพราะมีกรรมวิธีการผลิตที่ไม่ซับซ้อน สามารถทำเองได้ง่าย ไม่ยุ่งยากในการติดตั้ง มีความแข็งแรง มีความทนทาน ประหยัดเวลาการขนส่งและค่าใช้จ่ายอื่นๆ เช่น การวางแผน การออกแบบและการปฏิบัติงานในการก่อสร้าง[4] ดังนั้นจึงทำให้บริษัทผู้ผลิตต่างๆ มีการออกแบบคอนกรีตบล็อกขนาดต่างๆ กันมากขึ้น เพื่อให้มีความเหมาะสมกับการใช้งานในแต่ละประเภท มีการหาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังมีการทดสอบตามมาตรฐานต่างๆ ที่เชื่อถือได้ เช่น มอก. มยผ. ASTM. เป็นต้น คอนกรีตบล็อก[6] ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมมี 2 ประเภทคือ คอนกรีตบล็อกชนิดที่รับน้ำหนักและไม่รับน้ำหนัก ซึ่งคอนกรีตบล็อกชนิดที่รับน้ำหนักจะหมายถึง คอนกรีตบล็อกที่ใช้ทำผนังที่ออกแบบไว้เพื่อรับน้ำหนักบรรทุกจรและน้ำหนักบรรทุกคงที่หรือน้ำหนักบรรทุกของตัวคอนกรีตบล็อกเอง โดยมีลักษณะเป็นแผ่นผิวเรียบ มีรูตรงกลางในแนวตั้งตามความหนา ส่วนคอนกรีตบล็อกชนิดที่ไม่รับน้ำหนักหรือบางครั้งเรียกว่า Screen Block จะเป็นบล็อกที่มีลวดลายในตัวเอง โดยมีจุดประสงค์ของการก่อ เพื่อให้ลมหรือแดดผ่านได้เท่านั้น ขนาดของคอนกรีตบล็อกที่รับน้ำหนักตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 57-2533[5] มีขนาดดังต่อไปนี้คือ ขนาดความหนา x ความสูง x ความยาว (มิลลิเมตร x มิลลิเมตร x มิลลิเมตร) ขนาด 90 x 190 x 140; ขนาด 140 x 190 x 140; ขนาด 190 x 190 x 140; ขนาด 90 x 190 x 190; ขนาด 140 x 190 x 190; ขนาด 190 x 190 x 190; ขนาด 90 x 190 x 290; ขนาด 140 x 190 x 290; ขนาด 190 x 190 x 290; ขนาด 90 x 190 x 390; ขนาด 140 x 190 x 390 และขนาด 190 x 190 x 390

3.2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เป็นงานวิจัยที่ต่อเนื่องจากคอนกรีตบล็อกกลวงประยุกต์ (เทอดศักดิ์, 2556) ซึ่งคอนกรีตหมายถึง ปูนซีเมนต์ ทราย หิน น้ำและวัสดุผสมเพิ่มอย่างอื่นก็ได้ โดยผสมกันตามอัตราส่วนที่กำหนด เช่น อัตราส่วนปูนซีเมนต์ : ทราย : หิน; 1 : 2.75 : 2.78 โดยมีอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ 0.70 หรืออัตราส่วน; 1 : 2.37 : 2.48 โดยมีอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ 0.62 เป็นต้น

และวิธีการบ่มคอนกรีต (อุดมวิทย์, 2543) ขึ้นอยู่กับสภาพการโดยเฉพาะของคอนกรีตที่จะสร้างขึ้นอย่างไรก็ดีควรคำนึงถึงวิธีที่ประหยัดที่สุดสำหรับงานนั้นๆ เป็นสำคัญ วิธีการบ่มโดยการเพิ่มความชื้นให้กับคอนกรีต เป็นวิธีการให้ความชื้นกับผิวคอนกรีตโดยตรงในระยะแรก ที่คอนกรีตเริ่มแข็งตัว เพื่อทดแทนการระเหยของน้ำออกจากคอนกรีต

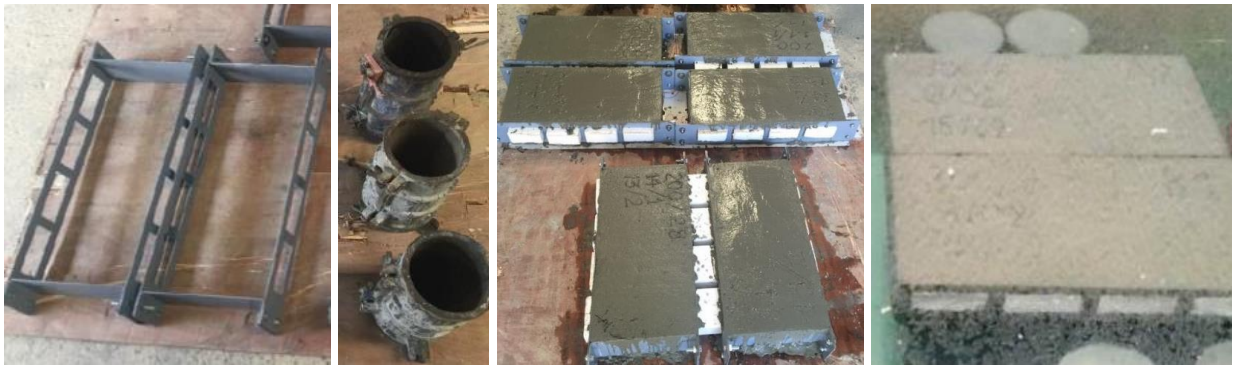
4. วิธีดำเนินการวิจัย

4.1. ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้ เป็นการพัฒนาคอนกรีตบล็อกกลวงประยุกต์ขึ้นโดยใช้โฟมแทนที่ช่องว่างหรือรูเจาะของ AHCB ซึ่งคอนกรีตนี้ประกอบด้วยปูนซีเมนต์ ทรายและหินเกล็ด ในอัตราส่วนคอนกรีตที่แตกต่างกันถึง 5 อัตราส่วน โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานดังต่อไปนี้คือ (1) ศึกษาข้อมูลต่างๆ เช่น ที่มาและความสำคัญของปัญหา รวมทั้งงานวิจัยที่เกี่ยวข้องให้ถูกต้องตามวัตถุประสงค์และขอบเขตของการวิจัย โดยเล็งผลถึงประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับตามวัตถุประสงค์หรือไม่ (2) เตรียมวัสดุ แหล่งที่มาและหาคุณสมบัติต่างๆ ของวัสดุ เช่น ปูนซีเมนต์ ทราย หิน น้ำหรือวัสดุผสมเพิ่มอย่างอื่น (3) กำหนดอัตราส่วนผสมของคอนกรีตที่เหมาะสม เช่น อัตราส่วน A; 1 : 2.75 : 2.78 ซึ่งมีอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์เท่ากับ 0.70 เป็นต้น โดยจะต้องทำคอนกรีตรูปทรงกระบอกไว้ เพื่อการเปรียบเทียบแนวโน้มของความต้านทานแรงอัด (4) ทำแบบหล่อคอนกรีตบล็อกกลวงประยุกต์ตามที่ออกแบบไว้ขนาด 100 x 250 x 500 มิลลิเมตรด้วยเหล็กที่มีความหนา 3 - 4 มิลลิเมตร (5) ตัดแผ่นโฟมขนาด 50 x 100 มิลลิเมตรโดยมีความยาวประมาณ 250 - 255 มิลลิเมตร (6) ทำการหล่อคอนกรีตและถอดแบบ โดยให้มีอายุอย่างน้อย 24 ชั่วโมง (7) ทำการบ่มคอนกรีตในน้ำตลอดเวลาที่อายุ 3, 7, 14, 21 และ 28 วัน (8) เมื่อครบอายุการบ่มแต่ละช่วงเวลาแล้วนำมาปรับระดับความเรียบและความได้ฉากด้วยปูนปลาสเตอร์ (Plaster) ก่อนจะนำมาทดสอบหาค่ากำลังอัดประลัย (9) ส่วนกรณีการหาค่าปริมาณการดูดซึมน้ำนั้น ให้นำ AHCB ที่มีอายุการบ่มในแต่ละช่วงเวลานั้นๆ เข้าเตาอบที่อุณหภูมิตามที่กำหนด (110 $\pm$ 5°C) แล้วจึงนำมาแช่น้ำครบ 24 ชั่วโมงตามมาตรฐาน (10) กรณีที่ค่าต่างๆ ที่ได้แตกต่างกันมากกว่าร้อยละ 10 – 15 ควรพิจารณาทำการทดสอบใหม่ตามความเหมาะสม (11) สรุปผล วิจารณ์และข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยอื่นๆ ในอนาคต

4.2. อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ [2] ได้แก่ (1) แบบหล่อของ AHCB ซึ่งมีขนาด 100 x 250 x 500 มิลลิเมตร (2) ปูนซีเมนต์ประเภทที่ 1 (3) ทรายน้ำจืดจากราชบุรี (4) หินเกล็ดจากสระบุรี (5) น้ำประปา (6) เครื่องชั่งน้ำหนัก (7) เครื่องทดสอบหาขนาดส่วนคละ (8) เครื่องมือทดสอบหาค่าความถ่วงจำเพาะและการดูดซึมของวัสดุมวลรวม (9) เครื่องทดสอบหาหน่วยน้ำหนักและความถ่วงจำเพาะของมวลรวมหยาบ (10) อุปกรณ์ทดสอบการยุบตัวของคอนกรีต (11) ตู้อบ (12) โฟม (13) เครื่องทดสอบ UTM (Universal Testing Machine) (14) คานเหล็กประกอบสำหรับการทดสอบ เป็นต้น

(ก) (ข) (ค) (ง)

รูปที่ 1 : ปูนซีเมนต์ ทราย หินเกล็ดและแผ่นโฟมที่ใช้แทนรูกลวงในการผลิต AHCB



(ก) (ข) (ค) (ง)

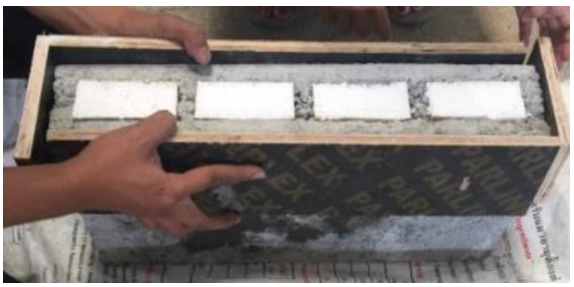
รูปที่ 2 : แบบหล่อ AHCB แบบหล่อคอนกรีตรูปทรงกระบอก การหล่อคอนกรีตของ AHCB และการบ่มคอนกรีตในน้ำ

(รูปที่ 1 แสดงส่วนประกอบของคอนกรีต ได้แก่ ปูนซีเมนต์ ทราย หินเกล็ดและแผ่นโฟมที่ใช้แทนรูกลวงในการผลิต AHCB ส่วนรูปที่ 2 : (ก) แบบหล่อคอนกรีตที่ใช้สำหรับหล่อ AHCB (ข) แบบหล่อคอนกรีตรูปทรงกระบอกที่ใช้ในการตรวจสอบ (ค) การหล่อคอนกรีตของ AHCB และ (ง) การบ่มคอนกรีตในน้ำตลอดเวลาที่อายุ 3, 7, 14, 21 และ 28 วัน)

4.3. คุณสมบัติของวัสดุต่างๆ ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ปูนซีเมนต์มีค่าความถ่วงจำเพาะ 3.15 ตามมาตรฐาน ASTM C188 ทรายหยาบมีค่าความถ่วงจำเพาะ 2.68 ตามมาตรฐาน ASTM C128 และค่าการดูดซึมน้ำหรือความชื้นของทรายโดยเฉลี่ยร้อยละ 2.49 ตามมาตรฐาน ASTM C70 และค่าโมดูลัสความละเอียดมีค่า 2.99 ตามมาตรฐาน ASTM C33 และ ASTM C136 หินเกล็ดขนาด 1/4 - 3/8 นิ้ว (ขนาดคละของหินตามมาตรฐาน ASTM C33) มีค่าความถ่วงจำเพาะ 2.86 และค่าการดูดซึมน้ำหรือความชื้นของหินโดยเฉลี่ยร้อยละ 1.69 ตาม ASTM C127 และ ASTM C128 และหน่วยน้ำหนักของหินเกล็ดมีค่าโดยเฉลี่ย 2,031.61 กก./ม^3 ตามมาตรฐาน ASTM C29 สำหรับโฟมเม็ดใหญ่อัดแน่นขนาด 50 x 100 x 250 มิลลิเมตร มีความหนาแน่นเท่ากับ 0.01 ก./ซม^3 โดยใช้จำนวน 4 แผ่นต่อ AHCB 1 ก้อน สำหรับค่าการยุบตัวของคอนกรีตกำหนดให้มีค่าประมาณ 8-10 ซม.

4.4. อัตราส่วนคอนกรีตที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มี 5 อัตราส่วนคือ (ก) อัตราส่วน A; 1 : 2.75 : 2.78; w/c = 0.70 (fc'~200 ksc.) หรือคอนกรีต 1 ลบ.ม. จะมีอัตราส่วนผสมของปูนซีเมนต์ : ทราย : หิน : น้ำ จะมีค่าเท่ากับ 2.41 : 6.65 : 6.70 : 1.68 กิโลกรัม (ข) อัตราส่วน B; 1 : 2.37 : 2.48; w/c = 0.62 (fc'~250 ksc.) หรือคอนกรีต 1 ลบ.ม. จะมีอัตราส่วนผสมของปูนซีเมนต์ : ทราย : หิน : น้ำ จะมีค่าเท่ากับ 2.72 : 6.39 : 6.70 : 1.68 กิโลกรัม (ค) อัตราส่วน C; 1 : 1.98 : 2.18; w/c = 0.55 (fc'~300 ksc.) หรือคอนกรีต 1 ลบ.ม. จะมีอัตราส่วนผสมของปูนซีเมนต์ : ทราย : หิน : น้ำ จะมีค่าเท่ากับ 3.06 : 6.11 : 6.70 : 1.68 กิโลกรัม (ง) อัตราส่วน D; 1 : 1.62 : 1.90; w/c = 0.48 (fc'~350 ksc.) หรือคอนกรีต 1 ลบ.ม. จะมีอัตราส่วนผสมของปูนซีเมนต์ : ทราย : หิน : น้ำ จะมีค่าเท่ากับ 3.51 : 5.72 : 6.70 : 1.68 กิโลกรัมและ (จ) อัตราส่วน E; 1 : 1.36 : 1.70; w/c = 0.43 (fc'~400 ksc.) หรือคอนกรีต 1 ลบ.ม. จะมีอัตราส่วนผสมของปูนซีเมนต์ : ทราย : หิน : น้ำ จะมีค่าเท่ากับ 3.92 : 5.36 : 6.70 : 1.68 กิโลกรัม

รูปที่ 3 : การทดสอบหาค่ากำลังอัดประลัยของคอนกรีตรูปทรงกระบอกเพื่อการตรวจสอบและตู้อบควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติ



รูปที่ 4 : ตัวอย่าง AHCB ในเตาอบเพื่อทดสอบหาค่าการดูดซึมน้ำ การครอบหัว-ท้ายด้วยปูนปลาสเตอร์ของตัวอย่าง AHCB และการทดสอบหาค่ากำลังอัดประลัยของ AHCB โดยใช้เครื่องทดสอบ UTM.

5. ผลและวิจารณ์

5.1. การทดสอบหาค่ากำลังอัดประลัย (fc') ของ AHCB ตามอัตราส่วนต่างๆ สามารถสรุปได้ดังนี้

5.1.1. AHCB กรณีที่ไม่อบและอายุการบ่มน้ำ 28 วัน พบว่า อัตราส่วน E; มีค่ากำลังอัดประลัยสูงสุด = 190.23 ksc.

(ก) อัตราส่วน A; 1 : 2.75 : 2.78 อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์เท่ากับ 0.70 (~200 ksc.) มีค่า fc' เท่ากับ 120.36 ksc.

(ข) อัตราส่วน B; 1 : 2.37 : 2.48 อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์เท่ากับ 0.62 (~250 ksc.) มีค่า fc' เท่ากับ 130.21 ksc.

(ค) อัตราส่วน C; 1 : 1.98 : 2.18 อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์เท่ากับ0.55 (~300 ksc.) มีค่า fc' เท่ากับ 142.41 ksc.

(ง) อัตราส่วน D; 1 : 1.62 : 1.90 อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์เท่ากับ 0.48 (~350 ksc.) มีค่า fc' เท่ากับ 163.45 ksc.

(จ) อัตราส่วน E; 1 : 1.36 : 1.70 อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์เท่ากับ 0.43 (~400 ksc.) มีค่า fc' เท่ากับ 190.23 ksc.

5.1.2. AHCB กรณีที่อบและอายุการบ่มน้ำ 28 วัน พบว่า อัตราส่วน E; มีค่ากำลังอัดประลัยสูงสุด = 155.69 ksc.

(ก) อัตราส่วน A; 1 : 2.75 : 2.78 อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์เท่ากับ 0.70 (~200 ksc.) มีค่า fc' เท่ากับ 114.88 ksc.

(ข) อัตราส่วน B; 1 : 2.37 : 2.48 อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์เท่ากับ 0.62 (~250 ksc.) มีค่า fc' เท่ากับ 129.93 ksc.

(ค) อัตราส่วน C; 1 : 1.98 : 2.18 อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์เท่ากับ0.55 (~300 ksc.) มีค่า fc' เท่ากับ 134.67 ksc.

(ง) อัตราส่วน D; 1 : 1.62 : 1.90 อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์เท่ากับ 0.48 (~350 ksc.) มีค่า fc' เท่ากับ 142.23 ksc.

(จ) อัตราส่วน E; 1 : 1.36 : 1.70 อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์เท่ากับ 0.43 (~400 ksc.) มีค่า fc' เท่ากับ 155.69 ksc.

สำหรับตารางที่ 1 จะเป็นการเปรียบเทียบค่ากำลังรับแรงอัดประลัย (fc') ของ AHCB กรณีที่อบและกรณีที่ไม่อบ รวมทั้งค่าการดูดซึมน้ำของ AHCB (หมายเหตุ ค่ากำลังอัดประลัยของ AHCB กรณีที่อบ เป็นผลพลอยได้จากการหาค่าอัตราการดูดซึมน้ำ)

ตารางที่ 1 : การเปรียบเทียบค่ากำลังอัดประลัยของ AHCB กรณีที่อบและกรณีที่ไม่อบ รวมทั้งค่าการดูดซึมน้ำของ AHCB

อัตราส่วน	อายุที่บ่ม (วัน)	ของ AHCB กรณีที่อบ; (ksc.)	fc' ของ AHCB กรณีที่ไม่อบ; (ksc.)	fc' ของ Cylinder (ksc.)	ค่าการดูดซึมน้ำของ AHCB (ร้อยละ)	หมายเหตุ
	3	76.74	78.64	121.61	2.22	>Std
อัตราส่วน A;	7	81.38	88.80	130.28	2.81	
(1 : 2.75 :2.78)	14	101.68	108.25	175.73	3.49	
w/c = 0.70	21	109.09	113.56	190.39	5.84	
(~200 ksc.)	28	114.88	120.36	200.62	5.98	
อัตราส่วน	**อายุที่บ่ม (วัน)**	**ของ AHCB กรณีที่อบ; (ksc.)**	**fc' ของ AHCB กรณีที่ไม่อบ; (ksc.)**	**fc' ของ Cylinder (ksc.)**	**ค่าการดูดซึมน้ำของ AHCB (ร้อยละ)**	**หมายเหตุ**
	3	82.56	84.08	141.28	2.67	
อัตราส่วน B;	7	87.01	107.82	161.98	2.86	
(1 : 2.37 : 2.48)	14	106.19	117.61	204.14	3.24	
w/c = 0.62	21	115.85	122.26	221.63	5.29	
(~250 ksc.)	28	129.93	130.21	237.08	5.92	
	3	103.49	91.42	177.52	2.24	
อัตราส่วน C;	7	112.65	121.78	194.73	3.52	
(1 : 1.98 : 2.18)	14	119.34	127.48	260.10	4.93	
w/c = 0.55	21	128.07	131.11	289.23	5.14	
(~300 ksc.)	28	134.67	142.41	345.83	5.31	
	3	105.46	112.91	198.59	2.45	
อัตราส่วน D;	7	134.10	138.37	268.69	4.66	
(1 : 1.62 : 1.9)	14	138.92	141.81	308.16	5.07	
w/c = 0.48	21	145.21	146.38	320.21	5.33	
(~350 ksc.)	28	142.23	163.45	374.11	5.86	
	3	113.90	123.27	237.21	1.45	Min.
อัตราส่วน E;	7	141.72	163.14	287.16	2.72	
(1 : 1.36 : 1.70)	14	145.16	179.16	334.77	4.81	
w/c = 0.43	21	152.42	182.56	390.03	5.18	
(~400 ksc.)	28	155.69	190.23	414.64	5.60	Max.

5.2 การทดสอบหาค่าการดูดซึมน้ำของ AHCB ตามอัตราส่วนต่างๆ สามารถสรุปได้ดังนี้

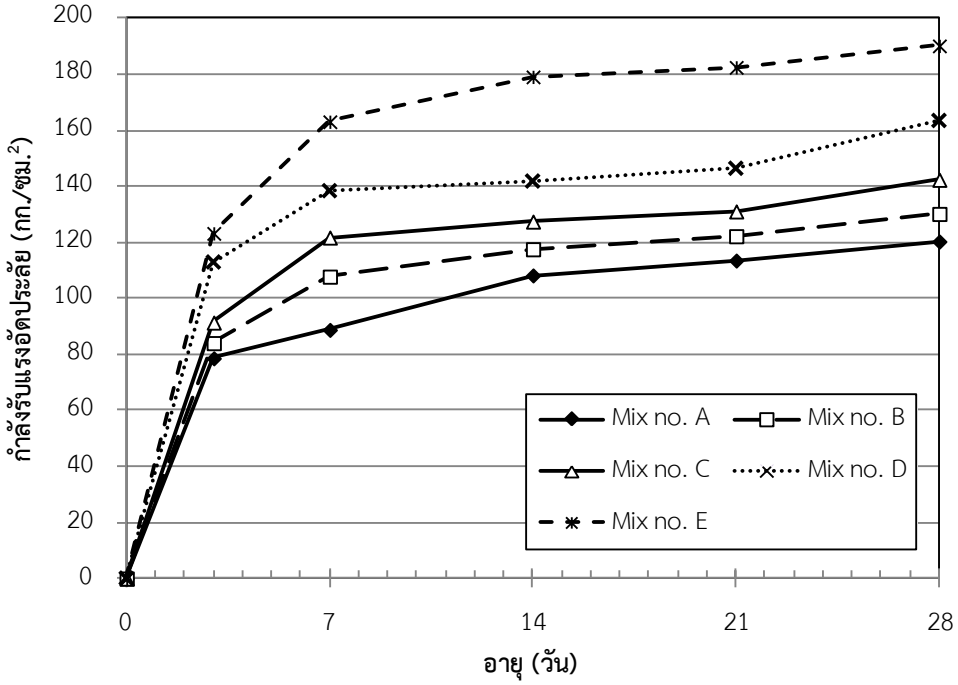
(ก) อัตราส่วน A; B; C; D และ E ที่อายุ 3 วัน มีค่าการดูดซึมน้ำร้อยละ 2.22, 2.67, 2.24, 2.45 และ 1.45 ตามลำดับ

(ข) อัตราส่วน A; B; C; D และ E ที่อายุ 7 วัน มีค่าการดูดซึมน้ำร้อยละ 2.81, 2.86, 3.52, 4.66 และ 2.72 ตามลำดับ

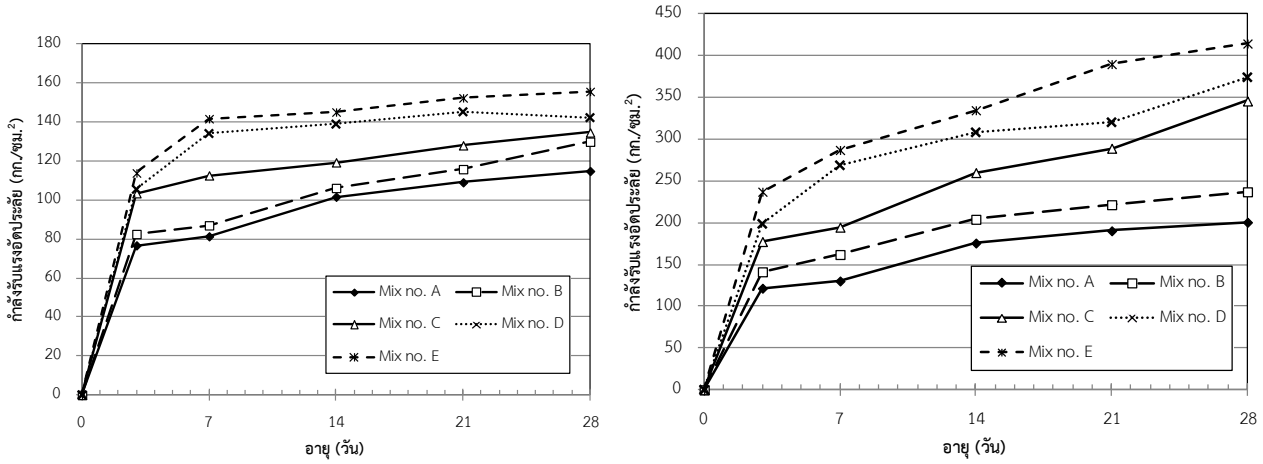
(ค) อัตราส่วน A; B; C; D และ E ที่อายุ 14 วัน มีค่าการดูดซึมน้ำร้อยละ 3.49, 3.24, 4.93, 5.07 และ 4.81 ตามลำดับ

(ง) อัตราส่วน A; B; C; D และ E ที่อายุ 21 วัน มีค่าการดูดซึมน้ำร้อยละ 5.84, 5.29, 5.14, 5.33 และ 5.18 ตามลำดับ

(จ) อัตราส่วน A; B; C; D และ E ที่อายุ 28 วัน มีค่าการดูดซึมน้ำร้อยละ 5.98, 5.92, 5.31, 5.86 และ 5.60 ตามลำดับ



รูปที่ 1 : กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอายุการบ่มกับค่ากำลังอัดประลัยของ AHCB กรณีที่ไม่อบ



(ก) อายุการบ่มและค่ากำลังอัดประลัยของ AHCB กรณีที่อบ (ข) อายุการบ่มและค่ากำลังอัดประลัยของคอนกรีตรูปทรงกระบอก

รูปที่ 2 : กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอายุการบ่มกับค่ากำลังอัดประลัยของ AHCB กรณีที่อบและคอนกรีตรูปทรงกระบอก

ข้อสังเกต จากตารางที่ 1 ค่ากำลังรับแรงอัดประลัย (fc') ของ AHCB กรณีที่ไม่อบ จะมีค่าสูงกว่า AHCB กรณีที่อบ ส่วนค่าการดูดซึมน้ำของ AHCB ที่บ่มในน้ำอายุสั้นกว่าจะมีค่าการดูดซึมน้ำน้อยกว่า AHCB ที่บ่มในน้ำอายุนานกว่า เช่น การดูดซึมน้ำของ AHCB ที่บ่มในน้ำอายุ 3 วันจะมีค่าการดูดซึมน้ำน้อยกว่า AHCB ที่บ่มในน้ำอายุ 28 วัน เป็นต้น

6. สรุปผล

6.1. สรุปผล จากการวิจัยพบว่า (1) AHCB อัตราส่วน E; 1 : 1.36 : 1.70; w/c = 0.43 (~400 ksc.) สำหรับการบ่มในน้ำที่อายุ 28 วัน กรณีที่อบและกรณีที่ไม่อบ จะมีค่ากำลังอัดประลัยสูงสุดเท่ากับ 155.69 และ 190.23 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ (2) AHCB อัตราส่วน E; 1 : 1.36 : 1.70; w/c = 0.43 (~400 ksc.) สำหรับการบ่มในน้ำที่อายุ 3 วัน จะมีค่าการดูดซึมน้ำต่ำสุดร้อยละ 1.45 (3) AHCB อัตราส่วน A; 1 : 2.75 : 2.78; w/c = 0.70 (~200 ksc.) สำหรับการบ่มในน้ำที่อายุ 28 วัน จะมีค่าการดูดซึมน้ำสูงสุดร้อยละ 5.98 (4) อัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุด สำหรับการวิจัยในครั้งนี้คือ AHCB อัตราส่วน A; 1 : 2.75 : 2.78; w/c = 0.70 (~200 ksc.) กรณีที่ไม่อบ และการบ่มในน้ำอายุ 3 วัน จะสามารถรับกำลังอัดประลัยเฉลี่ยสูงสุดได้เท่ากับ 78.64 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร โดยพิจารณาจากต้นทุนการผลิตที่ต่ำที่สุดและค่ากำลังอัดประลัยสูงกว่ามาตรฐาน มอก. 57-2533 ร้อยละ 40.27 และ (5) AHCB จะมีค่าการรับกำลังอัดประลัยสูงกว่ามาตรฐาน มอก. 57-2533 ทุกอัตราส่วน

6.2. ข้อเสนอแนะ (1) คอนกรีตที่ผสมเสร็จแล้วควรใช้ให้หมดภายในเวลา 30 นาที (2) ควรชโลมน้ำมันที่แบบหล่ออย่างเหมาะสมเพื่อป้องกันคอนกรีตติดแบบหล่อ

6.3. การพัฒนาในงานวิจัยต่อไปในอนาคต ควรพิจารณาดังนี้ (1) ศึกษาคุณสมบัติของ AHCB เพื่อให้มีน้ำหนักเบาที่สุด โดยให้มีคุณสมบัติทุกอย่างสูงกว่ามาตรฐาน มอก. 57-2533 ทั้งในเรื่องการรับกำลังอัดประลัยและการดูดซึมน้ำ รวมทั้งต้นทุนในการผลิตที่ต่ำลง (2) ศึกษาคุณสมบัติของโฟมที่ใช้ เพื่อให้ผนังหรือกำแพงมีน้ำหนักเบาและกันความร้อนได้ดีขึ้น (3) การหล่อ AHCB อาจจะใช้สารเคมีผสมเพิ่มเพื่อจะได้ถอดแบบเร็วขึ้น แต่ควรระวังเรื่องการรับกำลังอัดประลัยจะลดลงหรืออื่นๆ

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ อาจารย์สำนวน สายสุทธิ์, ผศ. วราธร แก้วแสง, ผศ. จิรัฐิติ์ บรรจงศิริและคุณนันทิชา สายสุทธิ์ ที่ช่วยอ่านต้นฉบับและช่วยทำกราฟ ขอขอบคุณ คุณเจนณรงค์ ปัญญาพรโกศล คุณณัฐวุฒิ วงค์มูล คุณพัทธนันท์ จักกภูมิ คุณเพชรรัตน์ สุวรรณศรี คุณรัติมา พรมเลิศและคุณวิทย์ชิดชัย วงศ์นาคน้อย ขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่และคณาจารย์ทุกๆ ท่านที่ช่วยให้งานวิจัยนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี ท้ายที่สุดนี้ขอขอบคุณ ผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ให้ข้อเสนอแนะและข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ต่อบทความนี้ด้วยความจริงใจ

8. บรรณานุกรมและเอกสารอ้างอิง

[1] ชัชวาล เศรษฐบุตร, 2529, "คอนกรีตเทคโนโลยี," พิมพ์ครั้งที่ 7, กรุงเทพมหานคร.

[2] เทอดศักดิ์ สายสุทธิ์, 2556, "คอนกรีตบล็อกกลวงประยุกต์," การประชุมวิชาการแห่งชาติ ครั้งที่ 10 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสนระหว่าง 6-7 ธันวาคม 2556, จ.นครปฐม.

[3] ปริญญา จินดาประเสริฐ และ ชัย จาตุรพิทักษ์กุล, 2552, "ปูนซีเมนต์ ปอซโซลานและคอนกรีต," สมาคมคอนกรีตไทย, พิมพ์ครั้งที่ 2, กรุงเทพมหานคร.

[4] วินิต ช่อวิเชียร, 2544, "คอนกรีตเทคโนโลยี," พิมพ์ครั้งที่ 9, กรุงเทพมหานคร.

[5] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2533, "มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คอนกรีตบล็อกรับน้ำหนัก มอก. 57-2533," กรุงเทพมหานคร.

[6] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2525, “มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คอนกรีตบล็อกรับน้ำหนัก มอก 409-2525,” กรุงเทพมหานคร.

[7] อุดมวิทย์ กาญจนวรงค์, 2543, “ปฏิบัติการทดสอบคอนกรีตเทคโนโลยี,” พิมพ์ครั้งที่ 4, กรุงเทพมหานคร.

[8] ASTM C29/C29M, 2009, “Standard Test Method for Bulk Density (Unit Weight) and Voids in Aggregate.”

[9] ASTM C127, 2012, “Standard Test Method for Specific Gravity and Absorption of Coarse Aggregate.”

[10] ASTM C192/C192M, 2007, “Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Laboratory.”