ผลกระทบของกำลังอัดคอนกรีตในระยะเวลาก่อตัวช่วงสุดท้าย

The Effects of concrete compression strength on the final setting time.

อาร ง มะเซ็ง ค.อ.ม. (Arong Maseng. MS.Tech.Ed.)[1]

บทคัดย่อ

งานวิจัยฉบับนี้กล่าวถึงการศึกษาผลกระทบของกำลังอัดคอนกรีตในระยะเวลาก่อตัวช่วงสุดท้าย โดยนำคอนกรีตที่กำลังอัด 230, 300 และ 370 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ตามที่ออกแบบไว้มาผสมให้มีความสามารเทได้ 10 ± 2.0 เซนติเมตรเก็บตัวอย่างจำนวน 108 ตัวอย่าง ทดสอบหากำลังอัด เพื่อเป็นค่ามาตรฐานในการเปรียบเทียบกับคอนกรีตที่ทิ้งไว้แล้วนำมาผสมใหม่ให้มีความสามารถเทได้ เท่าเดิม คือ 10 ± 2.0 เซนติเมตร แล้วนำคอนกรีตนั้นมาผสมใหม่ทุกๆ 30 นาที 45 นาที และ 60 นาที จากเวลาที่ผสมคอนกรีตเริ่มต้นจนแล้วเสร็จ บันทึกปริมาณน้ำที่เพิ่มเพื่อให้มีความสามารถเทได้ตามที่กำหนดในแต่ละช่วงเวลา นำตัวอย่างคอนกรีตมาทดสอบความสามารถในการรับกำลังอัดที่อายุการบ่ม 7 วัน 14 วันและ 28 วันนำผลมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน จากผลการวิจัยพบว่า การนำคอนกรีตมาผสมใหม่โดยการเพิ่มขึ้นของอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์และควบคุมเพื่อให้มีความสามารถเทได้ตามที่กำหนด 10 ± 2.0 เซนติเมตรตามที่ออกแบบไว้นั้น ส่งผลกระทบต่อความสามารถในการรับกำลังอัดของคอนกรีต ลดลงเหลือร้อยละ 82.46 หรือกำลังลดลงที่ร้อยละ 17.54

คำสำคัญ : กำลังอัด, ระยะเวลาก่อตัวช่วงสุดท้าย, คอนกรีตผสมใหม่

ABSTRACT

This research aims to study the Effects of concrete compression strength on the final setting time. The concrete strength used in this study were 230,300 and 370 kilograms per square centimeter at slump of 10±2.0 centimeter. A total of 108 specimens were tested. The concrete was mixed and kept for a period of time and then were remixed by retaining the same value of slump of 10±2.0 centimeter. Remixing was at every 30, 40 and 60 minutes after the mixing. The specimens were tested at curing period of 7, 14 and 28 days. IT was found that

[1] อาจารย์ วิทยาลัยเทคนิคนราธิวาส มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์

remixing concrete by adding the amount of water to control the workability at slump of 10±2.0 centimeter caused the reduction of concrete strength about 17.54 percent

Keywords: compression strength, final setting time, remixing concrete

บทนำ

เมื่อกล่าวถึง คอนกรีต กำลังอัดเป็นคุณสมบัติประการแรกและประการสำคัญที่ผู้ออกแบบ ผู้ควบคุมงานก่อสร้าง และผู้รับเหมา ต้องคำนึงถึงรวมทั้งข้อกำหนดสำหรับงานก่อสร้าง ต่าง ๆ ล้วนระบุถึงกำลังอัดคอนกรีตของโครงสร้างที่ออกแบบไว้

วินิต ช่อวิเชียร (2526) กล่าวถึงในงานคอนกรีตใดๆ ถ้าสามารถผสมคอนกรีตให้มีความข้นเหลวสม่ำเสมอกันทุกครั้งคอนกรีตที่แข็งตัวแล้วจะมีเนื้อแน่นและมีกำลังแข็งแรงสม่ำเสมอดีทั่วตลอด การที่ผสมคอนกรีตให้ได้ดีเหมือนกันทุกครั้งนอกจากจะวัดสัดส่วนของ ปูนซีเมนต์ ทราย หินให้ถูกต้องตามสภาพการทำงานและให้น้ำปูนกระจายหุ้มหินทราย โดยไม่มีรูพรุนไม่มีการแยกของวัสดุ และไม่มีน้ำเยิ้มมากบนพื้นผิวแล้ว คอนกรีตที่ผสมใหม่ๆ ซึ่งยังเหลวเทได้หรือเรียกว่าคอนกรีตสดต้องมีความสามารถเทได้ดีสิ่งเหล่านี้เป็นคุณสมบัติของคอนกรีตสด

คอนกรีตเทคโนโลยี ซีแพค (2537) กล่าวถึง การทำคอนกรีตต้องมีขบวนการผลิตที่เป็นขั้นตอนเพื่อให้ได้คอนกรีตที่มีคุณสมบัติสม่ำเสมอทั้งทางด้านความสามารถเทได้ กำลังอัด ความต้านทานการซึมผ่านของน้ำและความทนทาน

ทั้งนี้ก็ยังมีงานก่อสร้างที่พบเห็นกันส่วนมากยังไม่คำนึงถึงกระบวนการผลิตที่ถูกต้องมากนัก เช่น การผสมคอนกรีตที่มากเกินไปทำให้ไม่สามารถเทลงในแบบได้ทั้งหมดในขณะที่คอนกรีตยังสดอยู่ กล่าวคือ เมื่อเทคอนกรีตไม่หมดในช่วงระยะเวลาหนึ่ง คอนกรีตเริ่มก่อตัว แต่ผู้ปฏิบัติ ก็นำคอนกรีตมาผสมใหม่โดยเติมน้ำเพื่อให้เกิดความข้นเหลวใหม่ซึ่งไม่คำนึงถึงด้านกำลังอัดของคอนกรีต การกระทำดังกล่าวอาจทำให้คอนกรีตมีกำลังอัดที่เปลี่ยนไป ดังนั้น การศึกษาเกี่ยวกับคอนกรีตที่มีสภาพสดที่สามารถเทได้ และมีการเว้นช่วงในการเทเป็นเวลานาน ทำให้คอนกรีตเริ่มหนืดตัว แล้วนำมาเพิ่มน้ำเพื่อให้เกิดความข้นเหลวใหม่ แล้วกลับนำมาใช้ทำให้คอนกรีตมีกำลังรับแรงอัดเปลี่ยนแปลงอย่างไรและเหมาะสมที่จะกลับมาใช้หรือไม่

ชัชวาล เมธาสิทธิกุล (2541) ประเมินกำลังอัดของคอนกรีตจากคอนกรีตระยะสั้น และพบว่าจากศึกษาจะได้อัตราส่วนกำลังของคอนกรีตที่ 28 วันต่อกำลังอัดของคอนกรีตที่ 7 วันมีค่าอยู่ช่วง 1.142 ถึง 1.275 โดยร้อยละ 90 ของคอนกรีตที่ทดสอบจะมีอัตราส่วนไม่น้อยกว่า 1.143 และคอนกรีตที่มีระดับกำลังสูงจะมีอัตราส่วนดังกล่าวต่ำกว่าที่มีระดับกำลังต่ำ ความสัมพันธ์ของกำลังอัดของคอนกรีตที่ 28 วันกับกำลังอัดของคอนกรีตที่ระยะต้น กำลังอัดของคอนกรีต ที่ 28 วันที่ได้จากการแทนค่า T เท่ากับ 28 วันลงในสมการ

S=A+BLn (T) ที่ได้จากการวิเคราะห์การถดถอยจากข้อมูลที่อายุ 1 วัน จะให้ค่าความคลาดเคลื่อนสูงกว่าความเป็นจริงโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ10.50 และมีค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุดร้อยละ16.40 กำลังอัดของมอร์ต้าที่ระยะต้นไม่เหมาะที่จะนำมาประเมินกำลังของคอนกรีตที่ 28 วัน

เกียรติ คำตรี (2541) ศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างความยุบตัวที่เพิ่มขึ้นกับกำลังอัดที่ลดลงของคอนกรีต และพบว่าความสัมพันธ์ระหว่างความยุบตัวที่เพิ่มขึ้นกับกำลังรับแรงอัดประลัยที่ลดลงเป็นไปในลักษณะผกผันคือ เมื่อมีปริมาณน้ำในส่วนผสมเพิ่มขึ้นจะทำให้กำลังรับแรงอัดประลัยของคอนกรีตลดลง และมีสมการความสัมพันธ์ในรูปแบบยกกำลัง Y = c(X)n เมื่อ Y คือเปอร์เซ็นต์ความยุบตัวที่เพิ่มขึ้น X คือ เปอร์เซ็นต์กำลังรับแรงอัดประลัยที่ลดลง และ c,n คือค่าคงที่ใดๆ

จะเห็นได้ว่า สิ่งสำคัญในการควบคุมคุณภาพคอนกรีตเพื่อให้ได้คอนกรีตที่สามารถรับกำลังอัดตามที่ออกแบบไว้มีตัวแปรที่จะต้องควบคุมหลายอย่าง เช่น การควบคุมอัตราส่วนต่อซีเมนต์ที่เกิดขึ้นในคอนกรีตเพื่อให้ได้ความสามารถเทได้และการควบคุมเวลาในการดำเนินการคอนกรีตให้เร็วที่สุดเพื่อป้องกันการก่อตัวของคอนกรีต โดยสิ่งเหล่านี้เป็นส่วนสำคัญที่สุดที่ผู้ดำเนินการก่อสร้างจะต้องกระทำ

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาถึงผลกระทบในด้านกำลังอัดของคอนกรีตในระยะเวลาก่อตัวช่วงสุดท้ายและเปรียบเทียบกำลังอัดคอนกรีตต่อการเพิ่มขึ้นของระยะเวลาในการก่อตัวกับกำลังอัดคอนกรีตที่ได้ออกแบบไว้

วิธีการดำเนินการวิจัย

การทดสอบครั้งนี้ เป็นขั้นตอนของการเก็บตัวอย่างโดยจะต้องดำเนินการหาคุณสมบัติของวัสดุที่จะนำมาผสมคอนกรีตเพื่อเป็นข้อมูล ใช้ในการออกแบบส่วนผสมคอนกรีต แล้วจึงทำการเตรียมตัวอย่างคอนกรีตและเก็บตัวอย่างคอนกรีตหลังจากนั้นนำไปทำการทดสอบหาความต้านทานด้านกำลังอัดและเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อวิเคราะห์และสรุปผลซึ่งสามารถแยกเป็นขั้นตอน คือ ศึกษาข้อมูลทางเอกสาร การเตรียมตัวอย่างวัสดุมวลรวมละเอียด และมวลรวมหยาบ การทดสอบวัสดุมวลรวมละเอียดและมวลรวมหยาบ วิเคราะห์ผลการทดสอบ การออกแบบส่วนผสมคอนกรีตและทดสอบ สรุปผลการทดสอบและข้อมูลต่างๆ

ตัวอย่างที่ใช้ทดสอบ

ตัวอย่างได้แก่ คอนกรีตที่ได้ออกแบบส่วนผสมไว้ที่กำลังอัด 230 300 และ 370 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร โดยจะเก็บตัวอย่างที่คอนกรีตผสมเสร็จแล้วเก็บทันทีตัวอย่างละ 1 ชุดและคอนกรีตที่ก่อตัวที่ระยะเวลา30 นาที 45 นาที และ 60 นาที อย่างละ 1 ชุด รวมทั้งหมด 108 ตัวอย่าง ดังตารางที่ 1 แสดงการเก็บตัวอย่างที่ใช้ ทดสอบ

ตารางที่ 1 แสดงการเก็บตัวอย่างที่ใช้ทดสอบ

กำลังอัด	คอนกรีตผสมเสร็จเก็บตัวอย่างทันที			ตัวอย่างทันที 30 นาที			คอนกรีตที่เวลา 45 นาที			คอนกรีตที่เวลา 60 นาที			รวม (ตัวอย่าง)
	อายุการบ่ม(วัน)			อายุการบ่ม(วัน)			อายุการบ่ม(วัน)			อายุการบ่ม(วัน)			
	7	14	28	7	14	28	7	14	28	7	14	28	
230	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	36
300	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	36
370	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	36
รวม													108

วัสดุที่ใช้ในการทดสอบครั้งนี้ประกอบด้วย

1. ปูนซีเมนต์ที่ใช้ทดสอบเป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์แบบธรรมดาประเภท 1 โดยใช้ค่าความถ่วงจำเพาะเท่ากับ 3.15

2. วัสดุมวลรวม โดยใช้ทรายแม่น้ำยะกัง จังหวัดนราธิวาส และ หินขนาด 3/4"โรงโม่หินนราธิวาส นำมาทดสอบคุณสมบัติทางวิศวกรรม

3. น้ำที่ใช้ผสมคอนกรีตเป็นน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาค จังหวัดนราธิวาส

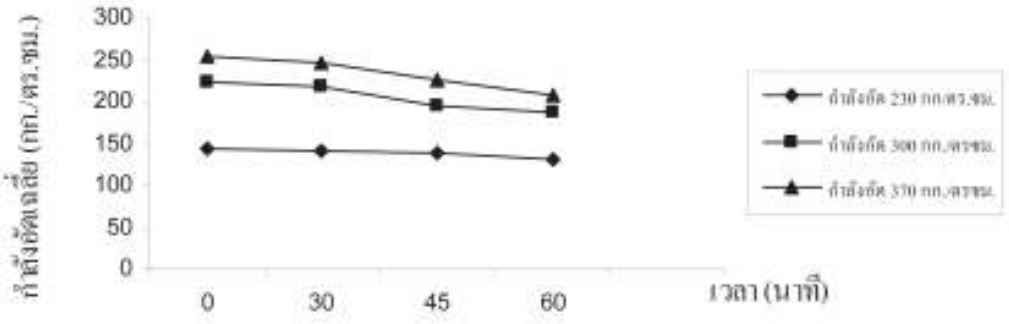
การวิเคราะห์ข้อมูล

การทดสอบวัสดุทางวิศวกรรมเพื่อใช้ในการออกแบบคอนกรีตครั้งนี้ใช้มาตรฐานและวิธีการทดสอบเป็นของสมาคมทดสอบวัสดุอเมริกา ASTM (American- Society for Testing Materials) ซึ่งมาตรฐานของ ASTM จะมีเลขหมายอันดับแน่นอน โดยการศึกษาวิจัยครั้งนี้จะใช้มาตรฐาน กำหนดและวิธีการทดสอบดังต่อไปนี้

1. การทดสอบหาความถ่วงจำเพาะของหิน ใช้มาตรฐาน ASTM C 127
2. การทดสอบหาความถ่วงจำเพาะของทราย ใช้มาตรฐาน ASTM C 128
3. การทดสอบหาส่วนขนาดคละของวัสดุมวลรวม ใช้มาตรฐาน ASTM C 33
4. การทดสอบหน่วยน้ำหนัก ของวัสดุมวลรวม ใช้มาตรฐาน ASTM C 29
5. การทดสอบหาค่าการยุบตัวของคอนกรีต ใช้มาตรฐาน ASTM C 143
6. การทดสอบกำลังอัดคอนกรีตทรงลูกบาศก์ ใช้มาตรฐาน BS1881: PART

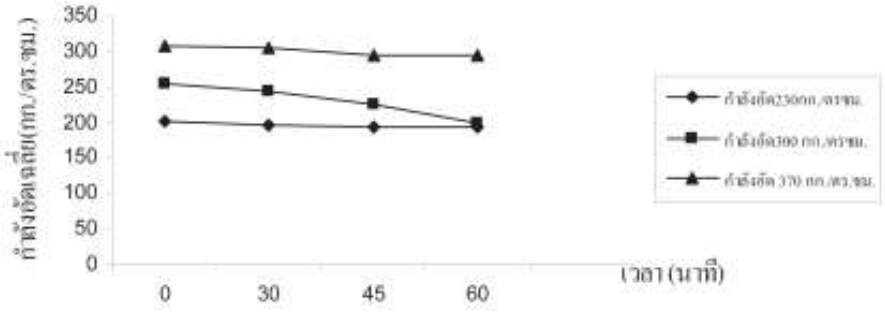
ผลการวิจัย

1.การทดสอบกำลังอัดคอนกรีตการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการออกแบบส่วนผสมคอนกรีตตามมาตรฐานอังกฤษกำลังอัดของก้อนตัวอย่างรูปทรงลูกบาศก์ขนาด 15X15x15 เซนติเมตร อายุการบ่ม 7 วัน 14 วัน และ 28 วัน ที่กำลังอัด 230, 300 และ 370 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ผลการทดสอบกำลังอัดของคอนกรีตได้แสดงผลตาม ภาพที่ 1 , 2 และ 3



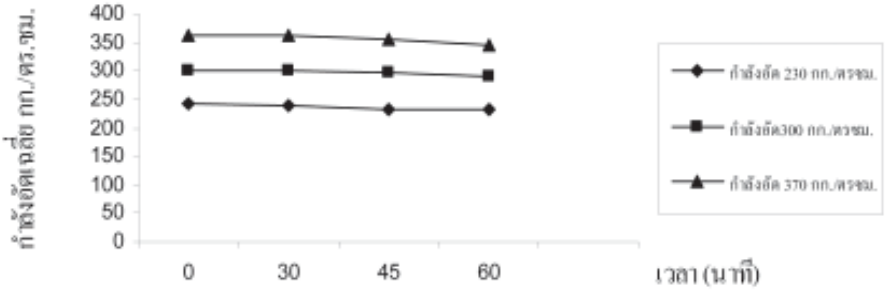
ภาพที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับกำลังอัดคอนกรีตที่อายุ 7 วัน

จากภาพที่ 1 กำลังอัดคอนกรีตที่ 230 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร อายุการบ่ม 7 วัน ที่เวลา 30 นาที 45 นาที และ 60 นาที หลังจากทำการควบคุมค่าการยุบตัวให้อยู่ในเกณฑ์ที่ออกแบบไว้ 10 ±2.00 เซนติเมตร มีค่าในการรับกำลังอัดลดลงที่ร้อยละ 97.90 95.37 และ 89.73 เมื่อเปรียบเทียบกับกำลังอัดคอนกรีตที่ผสมเสร็จแล้วเก็บตัวอย่างทันที ที่กำลังอัดคอนกรีตที่ 300 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ที่เวลา 30 นาที 45 นาที และ60 นาที หลังจากทำการควบคุมค่าการยุบตัวให้อยู่ในเกณฑ์ที่ออกแบบไว้คือ 10 ±2.00 เซนติเมตร มีค่าในการรับกำลังอัดลดลงที่ร้อยละ 98.03 87.37 และ 84.39 เมื่อเปรียบเทียบกับกำลังอัดผสมเสร็จแล้วเก็บตัวอย่างทันทีและกำลังอัดคอนกรีตที่ 370 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ที่เวลา 30 นาที 45 นาที และ 60 นาที หลังจากทำการควบคุมค่าการยุบตัวให้อยู่ในเกณฑ์ที่ออกแบบไว้ คือ 10 ±2.00 เซนติเมตร มีค่าในการรับกำลังอัดลดลงที่ร้อยละ 96.91 88.89 และ 82.46 เมื่อเปรียบเทียบกับกำลังอัดคอนกรีตที่ผสมเสร็จแล้วเก็บตัวอย่างทันที



ภาพที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับกำลังอัดคอนกรีตที่อายุ 14 วัน

จากภาพที่ 2 กำลังอัดคอนกรีตที่ 230 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร อายุการบ่ม 14 วัน ที่เวลา 30 นาที 45 นาที และ 60 นาที หลังจากทำการควบคุมค่าการยุบตัวให้อยู่ในเกณฑ์ที่ออกแบบไว้ คือ 10 ±2.00 เซนติเมตร มีค่าในการรับกำลังอัดลดลงที่ร้อยละ 97.42 95.59 และ 95.65 เมื่อเปรียบเทียบกับกำลังอัดคอนกรีตที่ผสมเสร็จแล้วเก็บตัวอย่างทันที ที่กำลังอัดคอนกรีตที่ 300 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ที่เวลา 30 นาที 45 นาที และ 60 นาที หลังจากทำการควบคุมค่าการยุบตัวให้อยู่ในเกณฑ์ที่ออกแบบไว้ คือ 10 ± 2.00 เซนติเมตร มีค่าในการรับกำลังอัดลดลงที่ร้อยละ 95.59 88.58 และ78.68 เมื่อเปรียบเทียบกับกำลังอัดคอนกรีตที่ผสมเสร็จแล้วเก็บตัวอย่างทันทีและกำลังอัดคอนกรีตที่ 370 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ที่เวลา 30 นาที 45 นาที และ 60 นาที หลังจากทำการควบคุมค่าการยุบตัวให้อยู่ในเกณฑ์ที่ออกแบบไว้ คือ 10 ±2.00 เซนติเมตร มีค่าในการรับกำลังอัดลดลงที่ ร้อยละ 99.03 95.65 และ 95.65 เมื่อเปรียบเทียบกับกำลังอัดคอนกรีตที่ผสมเสร็จแล้วเก็บตัวอย่างทันที



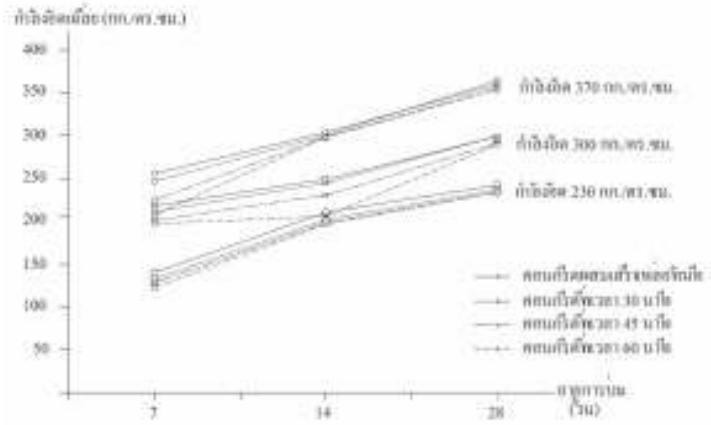
ภาพที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับกำลังอัดคอนกรีตที่อายุ 28 วัน

จากภาพที่ 3 กำลังอัดคอนกรีตที่ 230 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร อายุการบ่ม 28 วัน ที่เวลา 30 นาที 45 นาที และ 60 นาที หลังจากทำการควบคุมค่าการยุบตัวให้อยู่ในเกณฑ์ที่ออกแบบไว้ คือ 10 ±2.00 เซนติเมตร มีค่าในการรับกำลังอัดลดลงที่ร้อยละ 99.38 95.71 และ95.71 เมื่อเปรียบเทียบกับกำลังอัดคอนกรีตที่ผสมเสร็จแล้วเก็บตัวอย่างทันทีที่กำลังอัดคอนกรีตที่ 300 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ที่เวลา 30 นาที 45 นาที และ

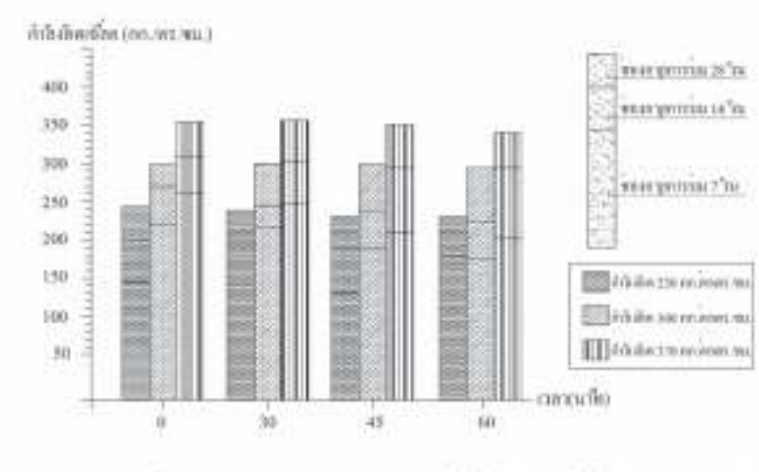
60 นาที หลังจากทำการควบคุมค่าการยุบตัวให้อยู่ในเกณฑ์ที่ออกแบบไว้ คือ 10 ± 2.00 เซนติเมตร มีค่าในการรับกำลังอัดลดลงที่ร้อยละ 100 99.01 และ 97.03 เมื่อเปรียบเทียบกับกำลังอัดคอนกรีตที่ผสมเสร็จแล้วเก็บตัวอย่างทันทีและที่กำลังอัดคอนกรีตที่ 370 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ที่เวลา 30 นาที 45 นาที และ 60 นาที หลังจากทำการควบคุมค่าการยุบตัวให้อยู่ในเกณฑ์ที่ออกแบบไว้คือ 10 ±2.00 เซนติเมตร มีค่าในการรับกำลังอัดลดลงที่ร้อยละ 100.4 98.77 และ 95.08 เมื่อเปรียบเทียบกับกำลังอัดคอนกรีตที่ผสมเสร็จแล้วเก็บตัวอย่างทันที

2. ผลการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องของกำลังอัดคอนกรีต

จากผลการทดสอบกำลังอัดคอนกรีตตาม ภาพที่ 1 , 2 และ 3 สามารถแสดงการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตามอายุการบ่ม 7 วัน 14 วัน 28 วัน ของคอนกรีตหลังจากผสมเสร็จเก็บตัวอย่างทันที ที่เวลา 30 นาที 45 นาที และเวลา 60 นาที ที่กำลังอัดที่ 230 300 และ 370 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ตามภาพที่ 4



ภาพที่ 4 กราฟแสดงกำลังอัดคอนกรีตอย่างต่อเนื่องตามอายุการบ่มคอนกรีต



ภาพที่ 5 กราฟแสดงการเปรียบเทียบกำลังอัดที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องที่เวลาต่างกัน

3. ผลทดสอบค่าการยุบตัว และการเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำในคอนกรีต

การศึกษาครั้งนี้ได้ทำการการทดสอบหาค่าการยุบตัวของคอนกรีตใช้มาตรฐานASTMC143 โดยได้ควบคุมค่าการยุบตัวให้อยู่ในมาตรฐานที่ออกแบบไว้คือ 10 ± 2.00 ที่เวลา 30 นาที 45 นาที และ 60 นาที ซึ่งผลการทดสอบได้แสดงไว้ตาม ตารางที่ 2

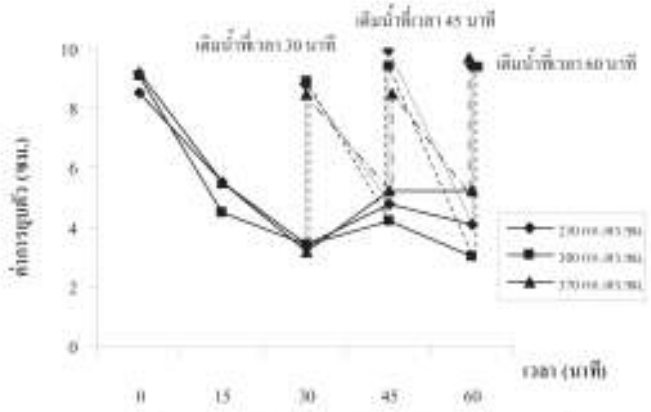
ตารางที่ 2 ผลการทดสอบค่าการยุบตัวคอนกรีต และการเพิ่มขึ้นของอัตราส่วนน้ำในคอนกรีต ที่เวลา 30 นาที 45 นาที และ 60 นาที

กำลังอัด	ค่ายุบตัว เวลา/ซ.ม			เพิ่มปริมาณน้ำ (%)	ค่ายุบตัว เวลา/ซ.ม	ค่ายุบตัว เวลา/ซ.ม	เพิ่มปริมาณน้ำ (%)	ค่ายุบตัว เวลา/ซ.ม	ค่ายุบตัว เวลา/ซ.ม	เพิ่มปริมาณน้ำ (%)	ค่ายุบตัว เวลา/ซ.ม
	0	15	30		30	45		45	60		60
230	8.5	5.5	3.4	3.70	9.00	4.8	2.90	10.2	4.10	2.98	8.80
300	9.1	4.5	3.4	4.60	9.00	4.2	2.30	9.80	3.00	2.30	8.80
370	9.2	5.5	3.2	3.50	8.90	5.2	3.50	8.70	5.20	2.00	8.70

หมายเหตุ ปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้นที่ เวลา 30 45 นาที และ 60 นาที เทียบจากปริมาณน้ำที่ใช้จริงในการออกแบบส่วนผสมคอนกรีต ซึ่งได้ควบคุมค่าการยุบตัวที่ 10 ± 2.0 เซนติเมตร

ตารางที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้นของอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ที่เวลา 30 นาที

กำลังอัดคอนกรีต	คอนกรีตผสมเสร็จเก็บตัวอย่างทันที		คอนกรีตที่เวลา 30 นาที เพิ่มขึ้นอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์	
	ปริมาณน้ำ (กก.)	อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์	ปริมาณน้ำ (กก.)	อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์
230	200	0.69	6.30	0.71
300	200	0.60	7.90	0.62
370	200	0.48	6.10	0.49



ภาพที่ 6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับการยุบตัวของคอนกรีต

จากภาพที่ 6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับการยุบตัวของคอนกรีต ซึ่งจะเห็นได้ว่าที่กำลังอัด 230 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร เมื่อเวลาผ่านไป 30 นาที ค่าการยุบตัวลดลงเหลือ 3.4 เซนติเมตรจากคอนกรีตที่ผสมเสร็จแล้วเก็บตัวอย่างทันทีและเมื่อเพิ่มปริมาณน้ำ3.7% ลงไปค่าการยุบเพิ่มขึ้น9เซนติเมตรและขณะเดียวกันก็ปล่อยให้คอนกรีตอยู่ในสภาวะไม่มีการรบกวนอีก15นาทีค่าการยุบตัวลดลง4.8เซนติเมตรและเมื่อเพิ่มปริมาณน้ำ 2.90 % ลงไปค่าการยุบเพิ่มขึ้น 10.20 เซนติเมตร ก็ปล่อยให้คอนกรีตอยู่ในสภาวะไม่มีการรบกวนอีก 15 นาที ค่าการยุบตัวลดลง 4.10 เซนติเมตร และเมื่อเพิ่มปริมาณน้ำ 2.98 % ลงไปค่าการยุบเพิ่มขึ้น 8.80 เซนติเมตร

ที่กำลังอัด 300 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร เมื่อเวลาผ่านไป 30 นาที ค่าการยุบตัวลดลงเหลือ 3.40 เซนติเมตร จากคอนกรีตที่ผสมเสร็จแล้วเก็บตัวอย่างทันที และเมื่อเพิ่มปริมาณน้ำ 4.60 % ลงไปค่าการยุบเพิ่มขึ้น 9.00 เซนติเมตรและขณะเดียวกันก็ปล่อยให้คอนกรีตอยู่ในสภาวะไม่มีการรบกวนอีก 15 นาที ค่าการยุบตัวลดลง 4.20 เซนติเมตร และเมื่อเพิ่มปริมาณน้ำ 2.30 % ลงไปค่าการยุบเพิ่มขึ้น 9.80 เซนติเมตร ก็ปล่อยให้คอนกรีตอยู่ในสภาวะไม่มีการรบกวนอีก 15 นาที ค่าการยุบตัวลดลง 3.00 เซนติเมตร และเมื่อเพิ่มปริมาณน้ำ 2.30 % ลงไปค่าการยุบเพิ่มขึ้น 8.80 เซนติเมตร

ที่กำลังอัด 370 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร เมื่อเวลาผ่านไป 30 นาที ค่าการยุบตัวลดลงเหลือ3.20เซนติเมตรจากคอนกรีตที่ผสมเสร็จแล้วเก็บตัวอย่างทันทีและเมื่อเพิ่มปริมาณน้ำ3.54% ลงไปค่าการยุบเพิ่มขึ้น8.90เซนติเมตรและขณะเดียวกันก็ปล่อยให้คอนกรีตอยู่ในสภาวะไม่มีการรบกวนอีก15นาทีค่าการยุบตัวลดลง 5.20 เซนติเมตร และเมื่อเพิ่มปริมาณน้ำ 3.54 % ลงไปค่าการยุบเพิ่มขึ้น 8.70 เซนติเมตร ก็ปล่อยให้คอนกรีตอยู่ในสภาวะไม่มีการรบกวนอีก 15 นาที ค่าการยุบตัวลดลง 5.20 เซนติเมตร และเมื่อเพิ่มปริมาณน้ำ 2.00% ลงไปค่าการยุบเพิ่มขึ้น 9.80 เซนติเมตร

จากการศึกษาสภาพคอนกรีตเมื่อเวลาผ่านไป 30 นาที 45 นาที และ 60 นาทีโดยปล่อยให้

คอนกรีตอยู่ในสภาวะไม่มีการรบกวน พบว่าคอนกรีตคอนกรีตมีสภาพแข็งตัว ดังภาพที่ 5 และ เมื่อทำการทดสอบการยุบตัว ดังภาพที่ 6 ซึ่งพบว่า มีค่าน้อยมากซึ่งเป็นเหตุผลที่ไม่สามารถนำมาใช้กับการเทคอนกรีตได้เลย จากเหตุผลดังกล่าว เพื่อให้คอนกรีตมีความสามารถเทได้ ที่ 10 ± 2.0 เซนติเมตร

อภิปรายผลการวิจัย

จากการทดสอบ เพื่อศึกษาถึงผลกระทบในด้านกำลังอัดของคอนกรีตในระยะเวลาก่อตัวช่วงสุดท้ายโดยออกแบบส่วนผสม 3 ตัวอย่าง คือ กำลังอัด 230 300 และ 370 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และในแต่ละตัวอย่าง 1 กำลังอัด ได้ทำการเก็บตัวอย่าง หลังจากผสมเสร็จ และ เก็บตัวอย่างที่เวลาผ่านไป 30 นาที 45 นาที และ 60 นาที อย่างละ 3 ชุด รวมทั้งหมด 108 ตัวอย่าง ซึ่งก่อนที่จะเก็บตัวอย่างต้องผสมใหม่อีกครั้งโดยการเติมน้ำลงไปแล้วตรวจสอบความสามารถเทได้ให้อยู่ในเกณฑ์ที่ออกแบบไว้ คือ 10 ±2.00 เซนติเมตร หลังจากนั้นทำการหล่อคอนกรีต แล้วนำมาบ่มด้วยวิธีการแช่น้ำตลอดอายุ 7 วัน 14 วัน 28 วัน แล้วนำมาทดสอบกำลังอัดคอนกรีตเพื่อเปรียบเทียบกับกำลังอัดคอนกรีตที่ได้ออกแบบไว้โดยสามารถสรุปได้ดังนี้

ที่กำลังอัด 230 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร อายุการบ่ม 7 วัน ที่เวลา 30 นาที 45 นาที และ 60 นาที ค่ากำลังอัดลดลงเหลือร้อยละ 97.90 95.37 89.73 ตามลำดับเมื่อเปรียบเทียบกับค่ากำลังอัดของคอนกรีตผสมเสร็จเก็บตัวอย่างทันที อายุการบ่ม 14 วัน ค่ากำลังอัดลดลงเหลือร้อยละ 97.42 95.59 95.75 ตามลำดับเมื่อเปรียบเทียบกับค่ากำลังอัดของคอนกรีตผสมเสร็จเก็บตัวอย่างทันที และ อายุการบ่ม 28 วัน ค่ากำลังอัดลดลงเหลือร้อยละ 99.38 95.71 95.71 ตามลำดับเมื่อเปรียบเทียบกับค่ากำลังอัดของคอนกรีตผสมเสร็จเก็บตัวอย่างทันที

ที่กำลังอัด 300 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร อายุการบ่ม 7 วัน ที่เวลา 30 นาที 45 นาที และ 60 นาที ค่ากำลังอัดลดลงเหลือร้อยละ 98.03 87.37 84.39 ตามลำดับเมื่อเปรียบเทียบกับค่ากำลังอัดของคอนกรีตผสมเสร็จเก็บตัวอย่างทันที อายุการบ่มที่ 14 วัน ค่ากำลังอัดลดลงเหลือร้อยละ 95.59 88.58 78.68 ตามลำดับเมื่อเปรียบเทียบกับค่ากำลังอัดของคอนกรีตผสมเสร็จเก็บตัวอย่างทันที และ อายุการบ่ม 28 วัน ค่ากำลังอัดลดลงเหลือร้อยละ 100 99.01 97.03 ตามลำดับเมื่อเปรียบเทียบกับค่ากำลังอัดของคอนกรีตผสมเสร็จเก็บตัวอย่างทันที

ที่กำลังอัด 370 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร อายุการบ่ม 7 วัน ที่เวลา 30 นาที 45 นาที และ 60 นาที ค่ากำลังอัดลดลงเหลือร้อยละ 96.91 88.89 82.46 ตามลำดับเมื่อเปรียบเทียบกับค่ากำลังอัดของคอนกรีตผสมเสร็จเก็บตัวอย่างทันที อายุการบ่ม 14 วัน ค่ากำลังอัดลดลงเหลือร้อยละ 99.03 95.65 95.65 ตามลำดับเมื่อเปรียบเทียบกับค่ากำลังอัดของคอนกรีตผสมเสร็จเก็บตัวอย่างทันที และ อายุการบ่ม 28 วัน ค่ากำลังอัดลดลงเหลือร้อยละ 100.4 98.77 95.05 ตามลำดับเมื่อเปรียบเทียบกับค่ากำลังอัดของคอนกรีตผสมเสร็จเก็บตัวอย่างทันที

สรุปผลการวิจัย

การทดลองในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า ผลกระทบของอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ที่เพิ่มขึ้นโดยควบคุมค่าการยุบตัวที่เวลา 30 นาที 45 นาที และ 60 นาที ให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่ออกแบบไว้ ที่ 10 ± 2.00 เซนติเมตร เปอร์เซ็นต์ของกำลังอัดเฉลี่ยที่ลดลงไม่ต่ำกว่าร้อยละ 82.46 และจากการทดลองพบอีกว่าคอนกรีตที่อยู่ในสภาพมีความสามารถเทได้ เมื่อถูกปล่อยทิ้งไว้ เวลา 30 นาที 45 นาที และ 60 นาที นั้น คอนกรีตจะมีสภาพผิวเปียกแต่เนื้อคอนกรีตแข็งเริ่มก่อตัวซึ่งไม่สามารถนำมาใช้งานได้ เมื่อเติมน้ำลงไปโดยควบคุมค่าการยุบให้อยู่ตามเกณฑ์ที่ออกแบบไว้ ลักษณะของคอนกรีตสามารถนำมาใช้งานได้อีกครั้ง แต่ด้านการรับกำลังอัดจะลดลง ร้อยละ 17.54

รายการอ้างอิง

เกียรติศักดิ์ คำตรี.(2541).**การศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างความยุบตัวที่เพิ่มขึ้นกับกำลังอัดที่ลดลงของคอนกรีต** วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คอนกรีตผสมเสร็จซีแพค. (2537). **คอนกรีตเทคโนโลยี** พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ,เดอะพริ้นท์อินเตอร์เนชั่นแนล.

ชัชวาล เมธาสิทธิกุล. (2541). **การประเมินกำลังอัดของคอนกรีตจากคอนกรีตระยะต้น.** วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บริษัทปูนซีเมนต์ไทยจำกัด (มหาชน). **เทคนิคการใช้ปูนซีเมนต์.** กรุงเทพฯ.(อัดสำเนา)

พิภพ สุนทรสมัย. **ปฏิบัติการและควบคุมงานคอนกรีต.** โครงการสนับสนุนเทคนิคอุตสาหกรรมสมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

วินิต ช่อวิเชียร. (2544). **คอนกรีตเทคโนโลยี.** กรุงเทพมหานคร : สัมพันธ์พาณิชย์.