

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยเรื่อง การหัดตัวแบบอโตจีนัสและแบบแห้งของคอนกรีตที่ใช้วัสดุเถ้าลอย ผงหินปูน ตะกรันเตาถลุงเหล็ก และเถ้าก้นเตา ได้รับการสนับสนุนทุนจากโครงการวิจัย-เงินงบประมาณประจำปี พ.ศ. 2557 มทร. ธัญบุรี ซึ่งผู้วิจัยต้องขอขอบคุณไว้เป็นอย่างสูง และขอขอบคุณ ศ.ดร.สมนึก ตั้งเต็มสิริกุล สถาบันเทคโนโลยีนานาชาติสิรินธร มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ที่ให้ความกรุณาเป็นนักวิจัยที่ปรึกษาของผู้วิจัย และได้ให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์อย่างมากต่องานวิจัยนี้ นอกจากนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่ให้ความอนุเคราะห์ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์บางส่วนสำหรับการศึกษาวิจัยครั้งนี้ด้วย

รำพึง ชัยหลี่เจริญ

ปิติศานต์ กร้ามาตร

ผู้วิจัย

บทคัดย่อ

ชื่อโครงการ: การหัดตัวแบบอโตจีนัสและแบบแห้งของคอนกรีตที่ใช้วัสดุเถ้าลอย ผงหินปูน ตะกรันเตาถลุงเหล็ก และเถ้าก้นเตา

ชื่อนักวิจัยและสถาบัน: นางรำพึง ชัยหลี่เจริญ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปิติศานต์ กร้ามาตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

E-mail Address: pitisan.k@en.rmutt.ac.th

ระยะเวลาโครงการ: 1 ปี (1 ตุลาคม 2556 - 30 กันยายน 2557)

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เพื่อศึกษาถึงการหัดตัวแบบอโตจีนัสและแบบแห้งของคอนกรีตที่ใช้เถ้าลอย ผงหินปูน ตะกรันเตาถลุงเหล็ก และเถ้าก้นเตา โดยแทนที่ (โดยน้ำหนัก) บางส่วนด้วยเถ้าลอย ตะกรันเตาถลุงเหล็ก บดละเอียด และผงหินปูน ในปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ในขณะที่เถ้าก้นเตาแทนที่ (โดยปริมาตร) บางส่วนในทราย

ผลการศึกษาพบว่า กำลังอัดประลัยของคอนกรีตที่แทนที่ทรายด้วยเถ้าก้นเตา ในกรณีที่คอนกรีตมีการบ่มในน้ำตลอดเวลา มีค่ากำลังอัดประลัยน้อยกว่าคอนกรีตที่ใช้ทรายล้วน โดยคอนกรีตที่บ่มในอากาศตลอดเวลา มีค่ากำลังอัดประลัยสูงกว่าคอนกรีตที่ใช้ทรายล้วน เมื่อแทนที่ด้วยเถ้าก้นเตาในทรายร้อยละ 10 โดยปริมาตร และใช้ w/b เท่ากับ 0.35 ส่วนเมื่อแทนที่ด้วยเถ้าก้นเตาในทรายร้อยละ 30 หรือใช้ w/b เท่ากับ 0.55 มีค่ากำลังอัดประลัยต่ำกว่าคอนกรีตที่ใช้ทรายล้วน และพบว่าคอนกรีตที่แทนที่ด้วยเถ้าก้นเตาในทรายจะช่วยลด Curing sensitivity index (CSI) โดยคอนกรีตปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ล้วน ลด CSI มากกว่าของคอนกรีตผสมเถ้าลอย สำหรับคอนกรีตผสมเถ้าลอย ตะกรันเตาถลุงเหล็ก และผงหินปูน ทั้งที่ใช้วัสดุประสานร่วมสองชนิด และวัสดุประสานร่วมสามชนิด มีค่าการหัดตัวแบบอโตจีนัสและแบบแห้งต่ำกว่าคอนกรีตที่ไม่ผสมวัสดุตั้งกล่าว โดยการหัดตัวจะมีค่าลดลงตามปริมาณการแทนที่ นอกจากนี้พบว่าการหัดตัวแบบอโตจีนัสของตัวอย่างคอนกรีตปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ล้วน โดยแทนที่ทรายด้วยเถ้าก้นเตาทั้ง 3 ชนิด (BA-HS MA-HM และ BA-CL) ในสัดส่วนร้อยละ 10 และ 30 โดยปริมาตร มีค่าต่ำกว่าของคอนกรีตที่ไม่ผสมเถ้าก้นเตา และสุดท้ายพบว่าเถ้าก้นเตาที่มีค่าการกักเก็บน้ำสูง จะช่วยลดการหัดตัวแบบแห้งของคอนกรีตได้ โดยคอนกรีตผสมเถ้าก้นเตาชนิด BA-HS (ค่าการกักน้ำร้อยละ 20.81) มีค่าการหัดตัวแบบแห้งต่ำกว่า ส่วนของเถ้าก้นเตาชนิด BA-HM (ค่าการกักน้ำร้อยละ 20.00) มีค่าการหัดตัวแบบแห้งสูงกว่า และของเถ้าก้นเตาชนิด BA-CL (ค่าการกักน้ำร้อยละ 20.44) มีค่าการหัดตัวแบบแห้งต่ำกว่า (เมื่อแทนที่ร้อยละ 10) และมากกว่า (เมื่อแทนที่ร้อยละ 30) เมื่อเปรียบเทียบกับค่าการหัดตัวแบบแห้งของคอนกรีตที่ไม่ผสมเถ้าก้นเตา

คำหลัก: เถ้าลอย ตะกรันเตาถลุงเหล็กบดละเอียด ผงหินปูน เถ้าก้นเตา การหดตัวแบบออโตจีนัส การหดตัวแบบแห้ง

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อ	ข
สารบัญ	ค
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	2
1.3 ขอบเขตของการศึกษา	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 งานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	8
2.2.1 ปฏิกริยาระหว่างน้ำกับปูนซีเมนต์	8
2.2.2 วัสดุปอซโซลาน	9
2.2.3 เถ้าลอย	10
2.2.4 ผงหินปูน	12
2.2.5 ตะกรันเตาถลุงเหล็กบดละเอียด	13
2.3 ปัญหาความคงทนของโครงสร้างคอนกรีต	15
2.3.1 สาเหตุและปัญหาที่ทำให้เกิดการแตกร้าวของคอนกรีต	16
2.3.2 กลไกการเกิดการแตกร้าวเนื่องจากการหดตัวของคอนกรีต	16
2.3.3 การหดตัวของคอนกรีต	19
2.3.3.1 การหดตัวเนื่องจากปฏิกิริยาไฮเดรชัน	19

2.3.3.2	การหัดตัวแบบพลาสติก	19
2.3.3.3	การหัดตัวแบบอโต้จิ๊นส์	20
2.3.3.4	การหัดตัวแบบแห้ง	23
2.3.3.5	การหัดตัวแบบคาร์บอนชั้น	27
บทที่ 3	วิธีการศึกษา	28
3.1	วัสดุที่ใช้ในการศึกษา	28
3.2	เครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษา	28
3.3	รายละเอียดวิธีการศึกษา	30
3.3.1	คุณสมบัติเบื้องต้นของวัสดุประสาน	30
3.3.2	คุณสมบัติด้านกำลังอัดประลัยของคอนกรีต	30
3.3.3	คุณสมบัติด้านการหัดตัวแบบอโต้จิ๊นส์และแบบแห้งของคอนกรีต	31
3.4	สัดส่วนผสมของคอนกรีตที่ใช้ในการศึกษา	32
บทที่ 4	ผลการศึกษาและวิเคราะห์	36
4.1	คุณสมบัติเบื้องต้นของวัสดุประสานที่ใช้ในการศึกษา	36
4.1.1	องค์ประกอบทางเคมีของวัสดุที่ใช้ในการศึกษา	36
4.1.2	ความละเอียดโดยวิธีเบลนของวัสดุประสาน	38
4.1.3	ความถ่วงจำเพาะของวัสดุที่ใช้ในการศึกษา	38
4.1.4	ภาพถ่ายอนุภาคของวัสดุที่ใช้ในการศึกษา	38
4.2	คุณสมบัติด้านกำลังอัดประลัยของคอนกรีต	40
4.2.1	ผลกระทบของชนิดวัสดุประสานต่อกำลังอัดประลัยของคอนกรีต	40
4.2.2	ผลกระทบของเถ้ากั้นเตาต่อกำลังอัดประลัยของคอนกรีต	41
4.2.3	Curing sensitivity index ของคอนกรีต	45
4.3	คุณสมบัติด้านการหัดตัวแบบอโต้จิ๊นส์และแบบแห้งของคอนกรีต	46
4.3.1	การหัดตัวแบบอโต้จิ๊นส์ของตัวอย่างคอนกรีตผสมเถ้าลอย ตะกรันเตาถลุงเหล็กบดละเอียด และผงหินปูน	47
4.3.2	การหัดตัวแบบแห้งของตัวอย่างคอนกรีตผสมเถ้าลอย ตะกรันเตาถลุงเหล็กบดละเอียด และผงหินปูน	53
4.3.3	การหัดตัวแบบอโต้จิ๊นส์และแบบแห้งของตัวอย่างคอนกรีตผสมเถ้ากั้นเตา	58
บทที่ 5	สรุปผลการศึกษา	64
	บรรณานุกรม	65

