

การหัดตัวแห่งของซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหินแคลเซียมต่ำ
ภายใต้สภาวะความชื้นสัมพัทธ์ที่แตกต่างกัน



วิทยานิพนธ์เสนอมหาวิทยาลัยพะเยา เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
หลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา
กันยายน 2568
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยพะเยา

การหดตัวแห้งของซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหินแคลเซียมต่ำ
ภายใต้สภาวะความชื้นสัมพัทธ์ที่แตกต่างกัน



วิทยานิพนธ์เสนอมหาวิทยาลัยพะเยา เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
หลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา
กันยายน 2568
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยพะเยา

DRYING SHRINKAGE OF HARDENED CEMENT PASTE CONTAINING LOW-CALCIUM FLY
ASH UNDER DIFFERENT RELATIVE HUMIDITIES



A Thesis Submitted to University of Phayao
in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Master of Engineering Degree in Civil Engineering
September 2025
Copyright 2025 by University of Phayao

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การหัดตัวแห่งของซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหินแคลเซียมต่ำ
ภายใต้สภาวะความชื้นสัมพัทธ์ที่แตกต่างกัน

ของ สเปน มัลย์ทอง

ได้รับพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

หลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา
ของมหาวิทยาลัยพะเยา

..... ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์
(ศาสตราจารย์ ดร. อุบลลักษณ์ รัตนศักดิ์)

..... ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปิยพงษ์ สุวรรณมณีโชติ)

..... กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
(รองศาสตราจารย์ ดร. สมบูรณ์ เชื้องฉิน)

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร. ญัฐพงศ์ ดำรงวิริยะนุภาพ)

เรื่อง:	การหดตัวแห้งของซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหินแคลเซียมต่ำ ภายใต้สภาวะความชื้นสัมพัทธ์ที่แตกต่างกัน
ผู้วิจัย:	สเปน มาลัยทอง, วิทยานิพนธ์: วศ.ม. (วิศวกรรมโยธา), มหาวิทยาลัยพะเยา, 2568
อาจารย์ที่ปรึกษา:	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปิยพงษ์ สุวรรณมณีโชติ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม รองศาสตราจารย์ ดร. สมบูรณ์ เชียงฉิน
คำสำคัญ:	การหดตัวแห้ง, ความชื้นสัมพัทธ์, การหดตัวแบบคืนกลับได้, การหดตัวแบบคืนกลับไม่ได้

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มุ่งศึกษาการหดตัวแห้งของซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหินแคลเซียมต่ำภายใต้สภาวะความชื้นสัมพัทธ์ที่แตกต่างกัน เพื่อประเมินผลกระทบของปริมาณเถ้าถ่านหินต่อการหดตัวแห้งของซีเมนต์เพสต์ในแต่ละความชื้นสัมพัทธ์ และวิเคราะห์การหดตัวแบบคืนกลับได้และการหดตัวแบบคืนกลับไม่ได้ รวมไปถึงศึกษาพฤติกรรมการสูญเสียน้ำหนักระหว่างการตากแห้ง และความสามารถในการกักเก็บน้ำของซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหิน วัสดุที่ใช้ประกอบด้วยปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภทที่ 1 เถ้าถ่านหินแคลเซียมต่ำ และน้ำปราศจากไอออน โดยกำหนดอัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน เท่ากับ 0.35, 0.45 และ 0.55 แทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ด้วยเถ้าถ่านหินในอัตราส่วนร้อยละ 0, 20, 35 และ 50 โดยน้ำหนักของวัสดุประสาน หล่อซีเมนต์เพสต์ขนาด $3 \times 13 \times 300$ มม. แล้วบ่มตัวอย่างในสภาวะปิดผนึกที่อุณหภูมิ 20 ± 1 °C เป็นเวลา 252 วัน จากนั้นตัดตัวอย่างให้มีความยาว 100 มม. แล้วตากแห้งตัวอย่างภายใต้ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 11, 23, 40, 55, 79 และ 95 เป็นเวลา 56 วัน จากนั้นนำตัวอย่างทั้งหมดไปตากแห้งที่ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 11 เป็นเวลา 28 วัน แล้วนำกลับมาตากแห้งที่ความชื้นสัมพัทธ์เดิมอีก 28 วัน ผลการวิจัย พบว่า ช่วง 7 วันแรกของการตากแห้ง ซีเมนต์เพสต์ทุกส่วนผสมมีการหดตัวและการสูญเสียน้ำหนักสูง โดยเฉพาะในความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่าร้อยละ 55 หลังจากนั้นอัตราการหดตัวจะลดลง แต่ยังคงมีการหดตัว ซีเมนต์เพสต์ที่ใช้อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสานสูงเกิดการหดตัวและการสูญเสียน้ำหนักมากกว่าซีเมนต์เพสต์ที่ใช้อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสานต่ำ การแทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยเถ้าถ่านหินช่วยลดการหดตัวแห้งที่ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 11, 23, 40 และ 55 แต่ไม่มีผลชัดเจนที่ร้อยละ 79 และ 95 ขณะที่การแทนที่เถ้าถ่านหินทำให้การสูญเสียน้ำหนักเพิ่มมากขึ้นตามปริมาณเถ้าถ่านหินที่สูงขึ้น เนื่องจากการผสมเถ้าถ่านหินทำให้ซีเมนต์เพสต์มีความสามารถกักเก็บน้ำได้สูงขึ้น ซีเมนต์เพสต์ที่ใช้อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสานสูงมีค่าการหดตัวแบบคืนกลับได้มากกว่าอัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสานต่ำ และการหดตัวแบบกลับคืนได้ลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณเถ้าถ่านหิน ส่วนการหดตัวแบบคืนกลับไม่ได้ของซีเมนต์เพสต์ที่ผสมเถ้าถ่านหินมีค่าต่ำกว่าซีเมนต์เพสต์ที่ไม่ผสมเถ้าถ่านหิน และมีค่าใกล้เคียงกันในทุกอัตราส่วนการแทนที่เถ้าถ่านหิน

Title: DRYING SHRINKAGE OF HARDENED CEMENT PASTE CONTAINING LOW-CALCIUM FLY ASH UNDER DIFFERENT RELATIVE HUMIDITIES

Author: Spain Malaithong, Thesis: M.Eng. (Civil Engineering), University of Phayao, 2025

Advisor: Assistant Professor Dr. Piyapong Suwanmaneechot Co-advisor Associate Professor Dr.Somboon Shaingchin

Keywords: Drying shrinkage, Relative humidities, Reversible shrinkage, Irreversible shrinkage

ABSTRACT

This research sought to investigate the drying shrinkage of cement pastes containing low-calcium fly ash under varying relative humidity conditions. To assess the impact of the fly ash content on the drying shrinkage of cement pastes under varying relative humidity, and to examine both reversible and irreversible shrinkage, as well as to investigate the drying characteristics and water capacity of cement pastes incorporating fly ash. The materials employed included Portland cement Type I, low-calcium fly ash, and deionized water, with water-to-binder ratios of 0.35, 0.45, and 0.55. Portland cement Type I was substituted with fly ash at proportions of 0%, 20%, 35%, and 50% by weight of the binder. Cement pastes were cast with dimensions of 3 × 13 × 300 mm and cured in a sealed condition at $20 \pm 1^\circ\text{C}$ for 252 days. The samples were subsequently sectioned to a length of 100 mm and desiccated at relative humidity levels of 11%, 23%, 40%, 55%, 79%, and 95% for a duration of 56 days. All samples were subsequently desiccated at 11% relative humidity for 28 days and then restored to the initial relative humidity for an additional 28 days. The findings indicated that in the initial 7 days of drying, all cement pastes demonstrated significant shrinkage and weight reduction, particularly at relative humidity levels below 55%. Subsequently, the shrinkage rate diminished, yet shrinkage persisted. Cement pastes with elevated water-to-binder ratios demonstrated increased shrinkage and weight loss compared to those with reduced water-to-binder ratios. Substituting cement with fly ash diminished drying shrinkage at relative humidities of 11%, 23%, 40%, and 55%, but exerted no significant influence at 79% and 95%. Simultaneously, the substitution of fly ash resulted in higher weight loss corresponding to the higher fly ash content due to the incorporation of fly ash enhancing the water retention capacity of the cement paste. Cement paste with a high water-to-binder ratio experiences more reversible shrinkage than that with a low water-to-binder ratio, and this reversible shrinkage decreases as the fly ash content rises. The irreversible shrinkage of cement paste containing fly ash is less than that of cement paste devoid of fly ash, and the values are similar at all fly ash substitution ratios.

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยพงษ์ สุวรรณมณีโชติ ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์ ดร.สมบุรณ์ เชียงฉิน กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้มอบความรู้และคำแนะนำอันทรงคุณค่า ชี้แนะแนวทางการทำวิจัยอย่างละเอียดรอบคอบ สนับสนุนทุกด้าน เพื่อต่อยอดความสำเร็จของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ และให้กำลังใจในช่วงเวลาที่ยากลำบากเสมอมา

ขอกราบขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร.อุบลลักษณ์ รัตนศักดิ์ จากภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ที่กรุณาเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ พร้อมทั้งให้ความรู้และคำแนะนำต่าง ๆ จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณ สำนักงานโยธาธิการและผังเมืองจังหวัดพะเยา ที่อนุเคราะห์เครื่องบันทึกข้อมูล (Data Logger) บริษัท ปูนซีเมนต์เอเชีย จำกัด (มหาชน) และบริษัท บีแอลซีพี เพาเวอร์ จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์วัสดุที่ใช้ในงานวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยาทุกท่าน ที่มอบวิชาความรู้อันมีคุณค่า เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยพะเยา ที่มอบทุนอุดหนุนการทำวิทยานิพนธ์ ระดับบัณฑิตศึกษา ให้แก่ผู้วิจัย

ขอขอบคุณ คุณจินณวัตร พิชเมืองพรม, คุณปวิวัติ พินิจ และคุณกิตติ กิตติพนธ์ ที่ช่วยเตรียมตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ที่ใช้ในงานวิจัยและช่วยทำการทดลองจนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณทุกท่านที่ไม่ได้เอ่ยนาม ที่ช่วยในเรื่องต่าง ๆ ของงานวิจัยนี้

ขอกราบขอบพระคุณ พ่อและแม่ ผู้เป็นกำลังใจที่มั่นคงที่สุดในชีวิตของผู้วิจัย ผู้วิจัยสำนึกในพระคุณอันยิ่งใหญ่ที่ท่านได้หล่อหลอมและประคับประคองให้ผู้วิจัยมีโอกาสก้าวมาถึงจุดนี้ได้ ด้วยความเมตตาและการสนับสนุนในทุกมิติของชีวิต ทำให้ผู้วิจัยสามารถก้าวผ่านช่วงเวลาที่ยากลำบากในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ไปได้ด้วยดี

สเปน มาลัยทอง

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฌ
สารบัญภาพ	ฐ
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
ขอบเขตของการวิจัย.....	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย	3
สถานที่ที่ใช้ในการวิจัยและรวบรวมข้อมูล.....	4
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	5
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	11
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย.....	23
วัสดุที่ใช้ในงานวิจัย.....	23
อุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษา	23
วิธีการศึกษา	28
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการศึกษา.....	36
บทที่ 4 ผลการทดลอง.....	38

คุณสมบัติทางกายภาพและองค์ประกอบทางเคมีของวัสดุที่ใช้ในงานวิจัย.....	38
การหดตัวของซีเมนต์เพสต์ตามระยะเวลาการตากแห้งที่ความชื้นสัมพัทธ์ต่าง ๆ	41
การสูญเสียน้ำหนักของซีเมนต์เพสต์ตามระยะเวลาการตากแห้ง	44
ผลกระทบของปริมาณเถ้าถ่านหินต่อการหดตัวและการสูญเสียน้ำหนักของซีเมนต์เพสต์	46
ไอโซเทอมของการเปลี่ยนแปลงความยาวและการสูญเสียน้ำหนัก	48
การหดตัวแบบคืนกลับได้และการหดตัวแบบคืนกลับไม่ได้ของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์	53
ความสามารถในการกักเก็บน้ำของซีเมนต์เพสต์.....	54
บทที่ 5 บทสรุป.....	56
สรุปผลการวิจัย.....	56
ข้อเสนอแนะ	57
บรรณานุกรม.....	58
ภาคผนวก.....	62
ภาคผนวก ก ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของซีเมนต์เพสต์.....	63
ภาคผนวก ข ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของซีเมนต์เพสต์	135
ประวัติผู้วิจัย.....	207

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 ปัจจัยต่าง ๆ ที่อาจส่งผลต่อการหดตัวแห้งในคอนกรีต (Sidney, et al., 2002)	6
ตาราง 2 การจำแนกประเภทของความพรุนในซีเมนต์เพสต์ (Sidney et al., 2002)	10
ตาราง 3 อิทธิพลของขนาดรูพรุนต่อคุณสมบัติของไฮเดรตเพสต์ (Sidney et al., 2002)	11
ตาราง 4 ส่วนผสมของเพสต์ที่ใช้ในงานวิจัย	29
ตาราง 5 สัญลักษณ์ของส่วนผสมที่ใช้ในการศึกษา	36
ตาราง 6 ค่าความถ่วงจำเพาะและความละเอียดของวัสดุที่ใช้ในงานวิจัย	40
ตาราง 7 องค์ประกอบทางเคมี	41
ตาราง 8 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ไม่ผสมเถ้าถ่านหิน ที่ $w/b = 0.35$ ที่อายุการตากแห้งครบ 7 วัน	64
ตาราง 9 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ไม่ผสมเถ้าถ่านหิน ที่ $w/b = 0.35$ ที่อายุการตากแห้งครบ 14 วัน	65
ตาราง 10 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ไม่ผสมเถ้าถ่านหิน ที่ $w/b = 0.35$ ที่อายุการตากแห้งครบ 28 วัน	66
ตาราง 11 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ไม่ผสมเถ้าถ่านหิน ที่ $w/b = 0.35$ ที่อายุการตากแห้งครบ 56 วัน	67
ตาราง 12 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ไม่ผสมเถ้าถ่านหิน ที่ $w/b = 0.35$ หลังจากนำมาตากแห้งที่ความชื้นสัมพัทธ์เดิม	68
ตาราง 13 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหินร้อยละ 20 ที่ $w/b = 0.35$ ก่อนการตากแห้ง	69
ตาราง 14 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหินร้อยละ 20 ที่ $w/b = 0.35$ ที่อายุการตากแห้งครบ 7 วัน	70
ตาราง 15 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหินร้อยละ 20 ที่ $w/b = 0.35$ ที่อายุการตากแห้งครบ 14 วัน	71

ตาราง 29 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหินร้อยละ 50 ที่ $w/b = 0.35$ ที่อายุการตากแห้งครบ 56 วัน.....	85
ตาราง 30 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหินร้อยละ 50 ที่ $w/b = 0.35$ หลังจากนำมาตากแห้งที่ความชื้นสัมพัทธ์เดิม	86
ตาราง 31 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ไม่ผสมเถ้าถ่านหิน ที่ $w/b = 0.45$ ก่อนการตากแห้ง.....	87
ตาราง 32 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ไม่ผสมเถ้าถ่านหิน ที่ $w/b = 0.45$ ที่อายุการตากแห้งครบ 7 วัน.....	88
ตาราง 33 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ไม่ผสมเถ้าถ่านหิน ที่ $w/b = 0.45$ ที่อายุการตากแห้งครบ 14 วัน	89
ตาราง 34 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ไม่ผสมเถ้าถ่านหิน ที่ $w/b = 0.45$ ที่อายุการตากแห้งครบ 28 วัน	90
ตาราง 35 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ไม่ผสมเถ้าถ่านหิน ที่ $w/b = 0.45$ ที่อายุการตากแห้งครบ 56 วัน	91
ตาราง 36 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ไม่ผสมเถ้าถ่านหิน ที่ $w/b = 0.45$ หลังจากนำมาตากแห้งที่ความชื้นสัมพัทธ์เดิม	92
ตาราง 37 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหินร้อยละ 20 ที่ $w/b = 0.45$ ก่อนการตากแห้ง	93
ตาราง 38 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหินร้อยละ 20 ที่ $w/b = 0.45$ ที่อายุการตากแห้งครบ 7 วัน	94
ตาราง 39 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหินร้อยละ 20 ที่ $w/b = 0.45$ ที่อายุการตากแห้งครบ 14 วัน.....	95
ตาราง 40 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหินร้อยละ 20 ที่ $w/b = 0.45$ ที่อายุการตากแห้งครบ 28 วัน.....	96
ตาราง 41 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหินร้อยละ 20 ที่ $w/b = 0.45$ ที่อายุการตากแห้งครบ 56 วัน.....	97

[illegible]

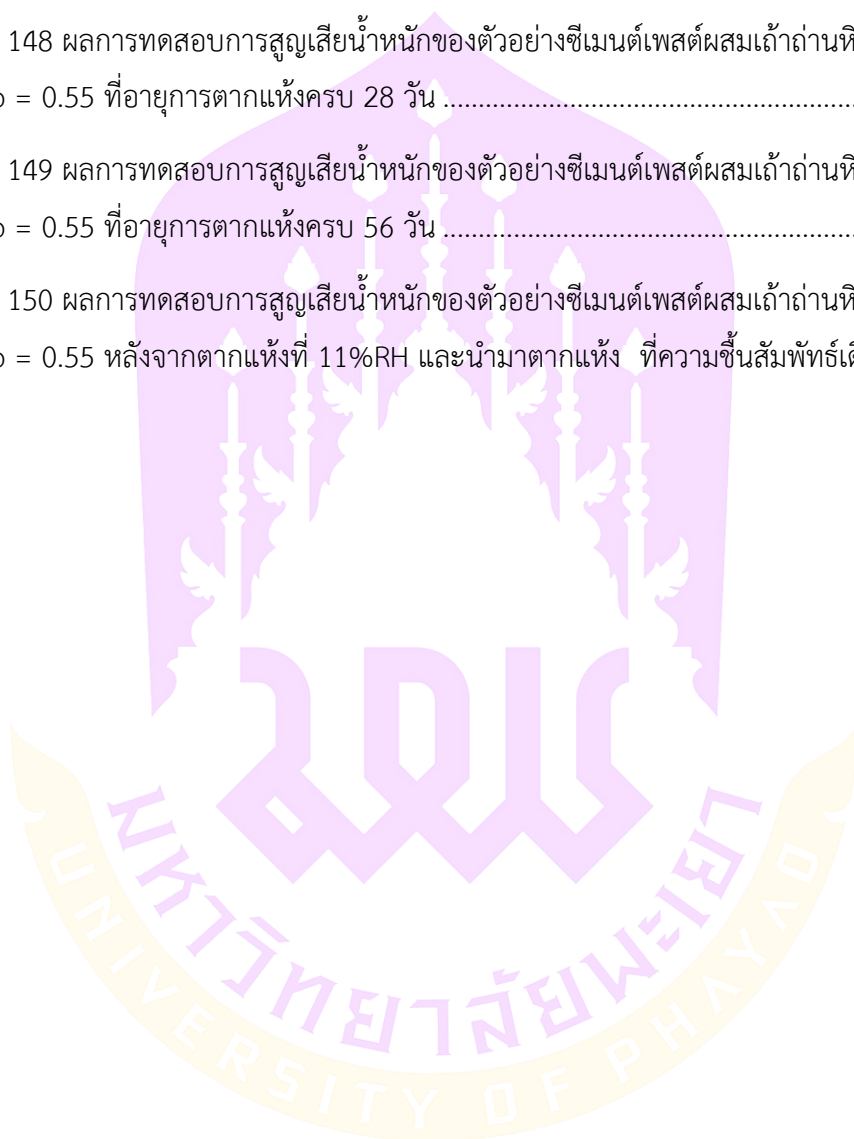
ตาราง 68 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหินร้อยละ 35 ที่ $w/b = 0.55$ ที่อายุการตากแห้งครบ 7 วัน	124
ตาราง 69 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหินร้อยละ 35 ที่ $w/b = 0.55$ ที่อายุการตากแห้งครบ 14 วัน	125
ตาราง 70 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหินร้อยละ 35 ที่ $w/b = 0.55$ ที่อายุการตากแห้งครบ 28 วัน	126
ตาราง 71 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหินร้อยละ 35 ที่ $w/b = 0.55$ ที่อายุการตากแห้งครบ 56 วัน	127
ตาราง 72 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหินร้อยละ 35 ที่ $w/b = 0.55$ หลังจากนำมาตากแห้งที่ความชื้นสัมพัทธ์เดิม	128
ตาราง 73 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหินร้อยละ 50 ที่ $w/b = 0.55$ ก่อนการตากแห้ง	129
ตาราง 74 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหินร้อยละ 50 ที่ $w/b = 0.55$ ที่อายุการตากแห้งครบ 7 วัน	130
ตาราง 75 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหินร้อยละ 50 ที่ $w/b = 0.55$ ที่อายุการตากแห้งครบ 14 วัน	131
ตาราง 76 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหินร้อยละ 50 ที่ $w/b = 0.55$ ที่อายุการตากแห้งครบ 28 วัน	132
ตาราง 77 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหินร้อยละ 50 ที่ $w/b = 0.55$ ที่อายุการตากแห้งครบ 56 วัน	133
ตาราง 78 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหินร้อยละ 50 ที่ $w/b = 0.55$ หลังจากนำมาตากแห้งที่ความชื้นสัมพัทธ์เดิม	134
ตาราง 79 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ไม่ผสมเถ้าถ่านหิน ที่ $w/b = 0.35$ ก่อนการตากแห้ง	135
ตาราง 80 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ไม่ผสมเถ้าถ่านหิน ที่ $w/b = 0.35$ ที่อายุการตากแห้งครบ 7 วัน	136

ตาราง 81 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ไม่ผสมเถ้าถ่านหิน ที่ $w/b = 0.35$ ที่อายุการตากแห้งครบ 14 วัน.....	137
ตาราง 82 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ไม่ผสมเถ้าถ่านหิน ที่ $w/b = 0.35$ ที่อายุการตากแห้งครบ 28 วัน.....	138
ตาราง 83 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ไม่ผสมเถ้าถ่านหิน ที่ $w/b = 0.35$ ที่อายุการตากแห้งครบ 56 วัน.....	139
ตาราง 84 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ไม่ผสมเถ้าถ่านหิน ที่ $w/b = 0.35$ หลังจากตากแห้งที่ 11%RH และนำมาตากแห้งที่ความชื้นสัมพัทธ์เดิม	140
ตาราง 85 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหินร้อยละ 20 ที่ $w/b = 0.35$ ก่อนการตากแห้ง.....	141
ตาราง 86 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหินร้อยละ 20 ที่ $w/b = 0.35$ ที่อายุการตากแห้งครบ 7 วัน.....	142
ตาราง 87 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหินร้อยละ 20 ที่ $w/b = 0.35$ ที่อายุการตากแห้งครบ 14 วัน	143
ตาราง 88 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหินร้อยละ 20 ที่ $w/b = 0.35$ ที่อายุการตากแห้งครบ 28 วัน	144
ตาราง 89 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหิน ร้อยละ 20 ที่ $w/b = 0.35$ ที่อายุการตากแห้งครบ 56 วัน	145
ตาราง 90 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหิน ร้อยละ 20 ที่ $w/b = 0.35$ หลังจากตากแห้งที่ 11%RH และนำมาตากแห้งที่ความชื้นสัมพัทธ์เดิม	146
ตาราง 91 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหิน ร้อยละ 35 ที่ $w/b = 0.35$ ก่อนการตากแห้ง.....	147
ตาราง 92 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหิน ร้อยละ 35 ที่ $w/b = 0.35$ ที่อายุการตากแห้งครบ 7 วัน.....	148
ตาราง 93 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหิน ร้อยละ 35 ที่ $w/b = 0.35$ ที่อายุการตากแห้งครบ 14 วัน	149

ตาราง 94 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหินร้อยละ 35 ที่ $w/b = 0.35$ ที่อายุการตากแห้งครบ 28 วัน	150
ตาราง 95 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหินร้อยละ 35 ที่ $w/b = 0.35$ ที่อายุการตากแห้งครบ 56 วัน	151
ตาราง 96 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหิน ร้อยละ 35 ที่ $w/b = 0.35$ หลังจากตากแห้งที่ 11%RH และนำมาตากแห้งที่ความชื้นสัมพัทธ์เดิม	152
ตาราง 97 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหิน ร้อยละ 50 ที่ $w/b = 0.35$ ก่อนการตากแห้ง	153
ตาราง 98 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหิน ร้อยละ 50 ที่ $w/b = 0.35$ ที่อายุการตากแห้งครบ 7 วัน	154
ตาราง 99 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหิน ร้อยละ 50 ที่ $w/b = 0.35$ ที่อายุการตากแห้งครบ 14 วัน	155
ตาราง 100 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหิน ร้อยละ 50 ที่ $w/b = 0.35$ ที่อายุการตากแห้งครบ 28 วัน	156
ตาราง 101 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหิน ร้อยละ 50 ที่ $w/b = 0.35$ ที่อายุการตากแห้งครบ 56 วัน	157
ตาราง 102 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหิน ร้อยละ 50 ที่ $w/b = 0.35$ หลังจากตากแห้งที่ 11%RH และนำมาตากแห้ง ที่ความชื้นสัมพัทธ์เดิม	158
ตาราง 103 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ไม่ผสมเถ้าถ่านหิน ที่ $w/b = 0.45$ ก่อนการตากแห้ง	159
ตาราง 104 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ไม่ผสมเถ้าถ่านหิน ที่ $w/b = 0.45$ ที่อายุการตากแห้งครบ 7 วัน	160
ตาราง 105 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ไม่ผสมเถ้าถ่านหิน ที่ $w/b = 0.45$ ที่อายุการตากแห้งครบ 14 วัน	161
ตาราง 106 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ไม่ผสมเถ้าถ่านหิน ที่ $w/b = 0.45$ ที่อายุการตากแห้งครบ 28 วัน	162

[illegible]

ตาราง 146 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหิน ร้อยละ 50 ที่ $w/b = 0.55$ ที่อายุการตากแห้งครบ 7 วัน.....	202
ตาราง 147 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหิน ร้อยละ 50 ที่ $w/b = 0.55$ ที่อายุการตากแห้งครบ 14 วัน	203
ตาราง 148 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหิน ร้อยละ 50 ที่ $w/b = 0.55$ ที่อายุการตากแห้งครบ 28 วัน	204
ตาราง 149 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหิน ร้อยละ 50 ที่ $w/b = 0.55$ ที่อายุการตากแห้งครบ 56 วัน	205
ตาราง 150 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหิน ร้อยละ 50 ที่ $w/b = 0.55$ หลังจากตากแห้งที่ 11%RH และนำมาตากแห้ง ที่ความชื้นสัมพัทธ์เดิม	206



สารบัญภาพ

ภาพ 1 การหัดตัวแห้งของซีเมนต์เพสต์ที่ความชื้นสัมพัทธ์ที่แตกต่างกัน.....	7
ภาพ 2 การเปลี่ยนแปลงความยาวของซีเมนต์เพสต์ที่แข็งตัวแล้ว.....	12
ภาพ 3 ปริมาณน้ำของตัวอย่างเมื่อถูกทำให้แห้งเป็นเวลา 12 เดือนที่ความชื้นสัมพัทธ์ต่าง ๆ และเมื่อทำให้ตัวอย่างอิมตัวด้วยน้ำอีกครั้ง	13
ภาพ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์, อายุที่เริ่มการตากแห้ง และค่าการหัดตัวแห้ง.....	14
ภาพ 5 การเปลี่ยนแปลงของการหัดตัวของตัวอย่างภายใต้ความชื้นสัมพัทธ์ที่แตกต่างกัน.....	15
ภาพ 6 การเปลี่ยนแปลงของการหัดตัวของตัวอย่าง	16
ภาพ 7 การหัดตัวที่คืนกลับไม่ได้ของตัวอย่าง	16
ภาพ 8 การหัดตัวของคอนกรีตมวลเบาที่ผสมเถ้าถ่านหิน	17
ภาพ 9 การสูญเสียน้ำหนักภายใต้ความชื้นสัมพัทธ์ที่แตกต่างกัน	18
ภาพ 10 การเปลี่ยนแปลงความยาวภายใต้ความชื้นสัมพัทธ์ที่แตกต่างกัน	19
ภาพ 11 การเปรียบเทียบของการหัดตัวที่คืนกลับไม่ได้	20
ภาพ 12 ผลกระทบของเถ้าถ่านหินต่อการหัดตัวแห้งของคอนกรีต	21
ภาพ 13 การสูญเสียน้ำหนักและการเปลี่ยนแปลงความยาวโดยอัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์ (a,b): การสูญเสียน้ำหนัก, (c,d): การเปลี่ยนแปลงความยาว.....	22
ภาพ 14 เครื่องมือวัดระยะชนิดเปลี่ยนแปลงความเหนียวแบบเชิงเส้นและแท่นวัดความยาว.....	24
ภาพ 15 แท่งตัวอย่างอ้างอิง ความยาว 100 มม.....	24
ภาพ 16 เครื่องบันทึกข้อมูล	25
ภาพ 17 กล่องควบคุมความชื้นสัมพัทธ์	25
ภาพ 18 โตะสั่นคอนกรีต สำหรับกำจัดฟองอากาศในตัวอย่างซีเมนต์เพสต์	26
ภาพ 19 กล่องสำหรับบ่มตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ในสภาวะปิดผนึก	26
ภาพ 20 เครื่องผสมซีเมนต์เพสต์แบบใบพาย ขนาด 5 ลิตร.....	27

ภาพ 21 แบบหล่อตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ ขนาด 3×13×300 มม.	27
ภาพ 22 ส่วนผสมที่ใช้ในงานวิจัย	30
ภาพ 23 ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างซีเมนต์เพสต์.....	32
ภาพ 24 ตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ขนาด 3×13×100 มม.	33
ภาพ 25 ระยะเวลาในการบ่มและการทำให้ซีเมนต์เพสต์แห้งตัวในความชื้นสัมพัทธ์ต่างๆ.....	33
ภาพ 26 การสร้างไอโซเทอมของการทดสอบการเปลี่ยนแปลงความยาวและการสูญเสียน้ำหนัก	34
ภาพ 27 ตัวอย่างขนาดประมาณ 3×3×3 มม.	36
ภาพ 28 ลักษณะทั่วไปของวัสดุที่นำมาเตรียมตัวอย่าง	38
ภาพ 29 ภาพถ่ายขยายกำลังสูงของอนุภาควัสดุที่นำมาเตรียมตัวอย่าง	39
ภาพ 30 การเปลี่ยนแปลงความยาวของซีเมนต์เพสต์ภายใต้สภาวะความชื้นสัมพัทธ์ที่แตกต่างกัน... ..	44
ภาพ 31 การสูญเสียน้ำหนักของซีเมนต์เพสต์ภายใต้สภาวะความชื้นสัมพัทธ์ที่แตกต่างกัน	46
ภาพ 32 การเปลี่ยนแปลงความยาวเทียบกับร้อยละการแทนที่ของเถ้าถ่านหิน.....	47
ภาพ 33 การสูญเสียน้ำหนักเทียบกับร้อยละการแทนที่ของเถ้าถ่านหิน	48
ภาพ 34 ไอโซเทอมของการเปลี่ยนแปลงความยาวในซีเมนต์เพสต์	50
ภาพ 35 ไอโซเทอมของการสูญเสียน้ำหนักในซีเมนต์เพสต์	52
ภาพ 36 การหัดตัวแบบคั่นตัวกลับได้และการหัดตัวแบบคั่นตัวกลับไม่ได้ของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ .	53
ภาพ 37 ร้อยละการหัดตัวแบบคั่นตัวกลับได้และการหัดตัวแบบคั่นตัวกลับไม่ได้ของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์	54
ภาพ 38 ความสามารถในการกักเก็บน้ำของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ที่อายุ 56 วัน	55
ภาพ 39 ความสัมพันธ์ระหว่างการสูญเสียน้ำหนักกับความสามารถในการกักเก็บน้ำของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์	55

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัญหาภาวะโลกร้อนถือได้ว่าเป็นสิ่งที่ส่งผลกระทบต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์เป็นอย่างมาก นับได้ว่าเป็นปัญหาที่ใหญ่และยังคงวิกฤติอย่างต่อเนื่องมาถึงปัจจุบัน ถึงแม้ว่าจะมีบุคคลจากหลายฝ่ายอย่างเช่น นักวิชาการ นักสิ่งแวดล้อม รัฐบาล ฯลฯ ช่วยกันผลักดันนโยบายต่าง ๆ หรือหาทางแก้ปัญหภาวะโลกร้อนนี้ เพื่อโลกและมนุษย์ แต่ไม่สามารถแก้ปัญหภาวะโลกร้อนได้อย่างสมบูรณ์ นอกจากนี้ ภาวะโลกร้อน เป็นปัญหาที่กำลังทวีความรุนแรงเพิ่มขึ้นในแต่ละปี นักอุตุนิยมวิทยาโลก ได้ออกมาทำนายว่าในปี พ.ศ. 2571 โลกของเราจะมีอุณหภูมิสูงขึ้น 1.5 องศาเซลเซียส และบนพื้นผิวโลกจะมีอุณหภูมิสูงขึ้นถึง 54 องศาเซลเซียส ซึ่งนับว่าสูงที่สุดในประวัติศาสตร์ และจะส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตรวมถึงไม่มีชีวิตบนโลกของเราเพิ่มมากขึ้นด้วยในแต่ละปีต่อจากนี้ (Thai PBS., 2566)

การที่อุณหภูมิบนโลกเพิ่มสูงขึ้น ทำให้สิ่งต่าง ๆ รอบตัวมนุษย์เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างมากมาย ไม่ว่าจะเป็นสิ่งแวดล้อม สภาพอากาศ การดำรงชีวิตของมนุษย์ หรืออาคารบ้านเรือนที่ได้รับผลกระทบจากการแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ การเสื่อมสภาพของวัสดุก่อสร้าง เป็นปัญหาที่ใหญ่สำหรับการดำเนินชีวิตของมนุษย์ เพราะมนุษย์ต้องอาศัยบ้านเรือน อาคาร ในการพักอาศัยและทำงานในทุก ๆ วัน การเสื่อมสภาพของวัสดุก่อสร้างเนื่องจากความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ ส่งผลให้เกิดค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง และทำให้เกิดการกีดกร่อนของสารเคมีเพิ่มมากขึ้น

อุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ถือเป็นหนึ่งในอุตสาหกรรมที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปริมาณมาก โดยเฉพาะก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ซึ่งเป็นวัสดุหลักในการผลิตคอนกรีตและโครงสร้างพื้นฐานต่าง ๆ ทั่วโลก จากรายงานของ International Energy Agency (IEA) ระบุว่า การผลิตปูนซีเมนต์ยังคงมีส่วนการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) โดยตรงในภาคอุตสาหกรรมเป็นอันดับที่ 2 คิดเป็น 27% หรือประมาณ 2.2 กิกะตันของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี (GtCO₂/yr) ณ ปี พ.ศ.2557 (The International Energy Agency (IEA) & The Cement Sustainability Initiative (CSI) of the World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), 2015) ด้วยเหตุนี้ การนำวัสดุประสานทดแทนซีเมนต์ (Supplementary Cementitious Materials) เช่น เถ้าถ่านหิน มาใช้แทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์บางส่วนจึงได้รับความสนใจอย่างแพร่หลายในงานวิจัยและในภาคอุตสาหกรรมก่อสร้าง นอกจากจะสามารถลดปริมาณ

การใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ที่เป็นแหล่งสำคัญของการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์แล้ว ยังสามารถนำวัสดุพลอยได้จากอุตสาหกรรมผลิตพลังงานมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

อย่างไรก็ตาม แม้เถ้าถ่านหินจะช่วยปรับปรุงสมบัติด้านความทนทานของคอนกรีตได้ดี (Ech-chebab, et al., 2021; Gautam, et al., 2025; Kocak & Nas, 2014) แต่การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างจุลภาคของซีเมนต์เพสต์ เช่น ปริมาณรูพรุนและอัตราการระเหยของน้ำ อาจส่งผลต่อพฤติกรรมหดตัวของวัสดุ โดยเฉพาะการหดตัวแบบแห้ง (Drying Shrinkage) ในสภาวะแวดล้อมที่มีความชื้นสัมพัทธ์ที่แตกต่างกัน งานวิจัยที่ผ่านมาเน้นการศึกษาการหดตัวแห้งของคอนกรีตภายใต้ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 50 (Chindaprasirt, et al., 2004; Chindaprasirt & Rattanasak, 2011; Hu, et al., 2017; Saha, 2018; Samouh, et al., 2017; Vimonsatit, et al., 2015; Ye, et al., 2017) ตามมาตรฐาน ASTM C157 และ C490 (ASTM International, 2009a, 2009b) อย่างไรก็ตาม สภาพภูมิอากาศของประเทศไทยมีความแปรปรวนสูง ส่งผลให้ค่าความชื้นสัมพัทธ์ในแต่ละช่วงเวลามีความผันผวน การเปลี่ยนแปลงของความชื้นสัมพัทธ์ในลักษณะนี้ ส่งผลกระทบโดยตรงต่อพฤติกรรมการระเหยของน้ำในคอนกรีต ซึ่งสัมพันธ์กับการหดตัวแห้งอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้น การศึกษาการหดตัวแห้งที่ความชื้นสัมพัทธ์ที่ร้อยละ 50 เพียงค่าเดียวอาจไม่ครอบคลุมพฤติกรรมหดตัวแห้งของคอนกรีตที่เกิดขึ้นจริงได้

การวิจัยครั้งนี้จึงเน้นการศึกษาการหดตัวแห้งของซีเมนต์เพสต์ภายใต้เงื่อนไขความชื้นสัมพัทธ์ที่หลากหลาย ได้แก่ ร้อยละ 11, 23, 40, 55, 79 และ 95 เพื่อครอบคลุมพฤติกรรมหดตัวในทุกช่วงความชื้นสัมพัทธ์ โดยใช้อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน (Water-to-binder ratio: W/B) เท่ากับ 0.35, 0.45 และ 0.55 พร้อมทั้งแทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภทที่ 1 ด้วยเถ้าถ่านหินแคลเซียมต่ำในอัตราส่วนร้อยละ 0, 20, 35 และ 50 โดยน้ำหนักของวัสดุประสาน เพื่อศึกษาการหดตัวแห้งของซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหินแคลเซียมต่ำภายใต้ความชื้นสัมพัทธ์ที่แตกต่างกัน และเพื่อควบคุมรอยแตกร้าวของคอนกรีตที่เกิดขึ้นและยืดอายุการใช้งานของคอนกรีตให้เกิดความยั่งยืนต่อไปในอนาคต

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาการหดตัวแห้งของซีเมนต์เพสต์ที่ผสมเถ้าถ่านหินแคลเซียมต่ำภายใต้สภาวะความชื้นสัมพัทธ์ที่แตกต่างกัน
2. เพื่อประเมินผลกระทบของอัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน (Water-to-binder ratio: W/B) ต่อการหดตัวแห้งของซีเมนต์เพสต์ในแต่ละความชื้นสัมพัทธ์

3. เพื่อศึกษาพฤติกรรมการหดตัวแบบคืนกลับได้ (Reversible Shrinkage) และการหดตัวแบบคืนกลับไม่ได้ (Irreversible Shrinkage) ของซีเมนต์เพสต์ที่มีอัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสานและอัตราส่วนการแทนที่ของเถ้าถ่านหินแตกต่างกัน

4. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการกักเก็บน้ำและค่าการสูญเสียน้ำหนักของการตากแห้งซีเมนต์เพสต์ภายใต้ความชื้นสัมพัทธ์ที่แตกต่างกัน

ขอบเขตของการวิจัย

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นศึกษาการหดตัวแห้งของซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหินแคลเซียมต่ำภายใต้สภาวะความชื้นสัมพัทธ์ที่แตกต่างกัน ซึ่งจะใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภทที่ 1 จากบริษัทปูนซีเมนต์เอเชีย จำกัด (มหาชน), เถ้าถ่านหินแคลเซียมต่ำ จากบริษัท บีแอลซีพี เพาเวอร์ จำกัด (โรงไฟฟ้าบีแอลซีพี) อำเภอมือง จังหวัดระยอง และน้ำปราศจากไอออน จากสถาบันนวัตกรรมและถ่ายทอดเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยพะเยา ในการผสมซีเมนต์เพสต์ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้

ตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ที่ทำการศึกษา ใช้อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน เท่ากับ 0.35, 0.45 และ 0.55 โดยการแทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภทที่ 1 ด้วยเถ้าถ่านหินแคลเซียมต่ำ ในอัตราส่วนร้อยละ 0, 20, 35 และ 50 โดยน้ำหนักของวัสดุประสาน และหล่อตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ขนาด $3 \times 13 \times 300$ มม.

บ่มตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ในสภาวะปิดผนึก (Sealed Condition) เพื่อป้องกันการสูญเสียความชื้น เป็นเวลา 252 วัน แล้วทำการตากแห้งของซีเมนต์เพสต์ที่ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 11, 23, 40, 55, 79 และ 95 เป็นเวลา 56 วัน จากนั้นตากแห้งซีเมนต์เพสต์ภายใต้ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 11 เป็นเวลา 28 วัน แล้วนำกลับไปตากแห้งที่ความชื้นสัมพัทธ์เดิม เป็นเวลา 28 วัน เพื่อทดสอบการหดตัวแห้งและประเมินการหดตัวแบบคืนกลับได้และคืนกลับไม่ได้ของซีเมนต์เพสต์

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย

1. เพิ่มความเข้าใจเกี่ยวกับพฤติกรรมการหดตัวแห้งของซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหินแคลเซียมต่ำ ภายใต้สภาวะความชื้นสัมพัทธ์ที่แตกต่างกัน ซึ่งเป็นข้อมูลพื้นฐานสำคัญต่อการออกแบบส่วนผสมวัสดุก่อสร้างให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม

2. ชี้ให้เห็นถึงบทบาทของเถ้าถ่านหินแคลเซียมต่ำในการลดการหดตัวของซีเมนต์เพสต์ ซึ่งส่งผลให้ลดความเสี่ยงของการแตกร้าวจากการหดตัวในโครงสร้างคอนกรีต ส่งผลต่ออายุการใช้งานที่ยาวนานขึ้น

3. ส่งเสริมการใช้วัสดุทดแทนปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ในงานก่อสร้างเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยเฉพาะเถ้าถ่านหินซึ่งเป็นผลพลอยได้จากการผลิตกระแสไฟฟ้า

4. เข้าใจพฤติกรรมการหดตัวแบบคืนกลับได้และคืนกลับไม่ได้ของซีเมนต์เพสต์ผสม
เถ้าถ่านหินแคลเซียมต่ำ และพฤติกรรมการสูญเสียน้ำของซีเมนต์เพสต์ที่ผสมเถ้าถ่านหิน

สถานที่ที่ใช้ในการวิจัยและรวบรวมข้อมูล

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา



บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การหดตัวของคอนกรีต

การหดตัวของคอนกรีต (Shrinkage of Concrete) เป็นการเปลี่ยนแปลงปริมาตรของคอนกรีต ซึ่งมีหลายสาเหตุที่ส่งผลให้คอนกรีตเกิดการหดตัว เช่น การสูญเสียน้ำจากการทำปฏิกิริยาไฮเดรชัน และการระเหยออกของน้ำสู่สิ่งแวดล้อม ซึ่งการหดตัวของคอนกรีต สามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. การหดตัวพลาสติก (Plastic Shrinkage) เป็นการหดตัวที่เกิดจากการสูญเสียน้ำอย่างรวดเร็วในช่วงต้นของกระบวนการก่อตัวของคอนกรีต ทำให้ปริมาตรของคอนกรีตลดลง ส่งผลให้เกิดการหดตัวและการแตกร้าวที่ผิวคอนกรีต โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่มีการระเหยของน้ำจากผิวหน้าหรือการดูดน้ำโดยวัสดุรอบข้าง เช่น ดินหรือพื้นที่แห้ง ทั้งนี้ อัตราการหดตัวมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อมีปริมาณปูนซีเมนต์ในส่วนผสมมากขึ้น (ปริญญา จินดาประเสริฐ และชัย จาตุรพิทักษ์กุล, 2561)

2. การหดตัวด้วยตัวเอง (Autogenous Shrinkage) เป็นการหดตัวที่เกิดขึ้นเมื่อไม่มีการให้น้ำเพิ่มเติมแก่คอนกรีต และมีการนำน้ำจากโพรงแคพิลลารี (Capillary Pore) มาใช้ในการทำปฏิกิริยาไฮเดรชัน การหดตัวประเภทนี้มักพบในคอนกรีตที่มีอัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์ (w/c) ต่ำ โดยเฉพาะเมื่อมีค่าต่ำกว่า 0.30 และมีการใช้วัสดุปอซโซลานที่มีความไวต่อปฏิกิริยา เช่น ซิลิกาฟุม (Silica Fume) จะยิ่งส่งผลให้เกิดการหดตัวด้วยตัวเองมากขึ้น (Sidney, et al., 2002; ปริญญา จินดาประเสริฐ และชัย จาตุรพิทักษ์กุล, 2561)

3. การหดตัวแบบแห้ง (Drying Shrinkage) เป็นการเปลี่ยนแปลงความเครียดและปริมาตรของคอนกรีตที่แข็งตัวแล้ว เนื่องจากคอนกรีตที่อยู่ในสภาวะความชื้นสัมพัทธ์ที่ต่ำกว่าความชื้นสัมพัทธ์ในช่องว่างและโพรงที่อยู่ในคอนกรีต ส่งผลให้เกิดการหดตัว ซึ่งการหดตัวที่เกิดขึ้นมีทั้งการหดตัวที่คืนกลับได้และการหดตัวแบบถาวร ตาราง 1 แสดงปัจจัยต่าง ๆ ที่อาจส่งผลต่อการหดตัวแห้งในคอนกรีต เช่น อัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์ เมื่อมีปริมาณน้ำในส่วนผสมมากจะมีค่าการหดตัวสูง แต่ถ้ามีน้ำในส่วนผสมน้อยก็จะส่งผลให้ค่าการหดตัวน้อยลงไปด้วย เนื่องจากเมื่อมีน้ำในส่วนผสมมากการระเหยออกของน้ำก็จะมากขึ้นตามไปด้วย สภาพการบ่ม เมื่อทำการบ่มดีจะส่งผลให้ปูนซีเมนต์ทำปฏิกิริยากับน้ำได้ดี ส่งผลให้เหลือเม็ดปูนที่เหลือจากการทำปฏิกิริยาน้อย ซึ่งเม็ดปูนที่เหลือจะทำหน้าที่ลดการหดตัวของคอนกรีต และการบ่มที่ดีส่งผลให้คอนกรีตมีความแข็งแรงมากขึ้น และทำให้โพรงแคพิลลารีมีน้อยลง ขนาดและรูปร่างของแท่งทดสอบ เมื่อแท่งทดสอบมีขนาดเล็ก

จะน้ำระเหยออกเร็วกว่าแห่งทดสอบที่มีขนาดใหญ่ และปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม เช่น ความชื้นสัมพัทธ์ เมื่อนำคอนกรีตไว้ในที่ที่มีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำจะทำให้เกิดการหดตัว แต่เมื่อนำคอนกรีตกลับมาแช่น้ำ คอนกรีตสามารถกลับคืนตัวได้บางส่วน เนื่องจากบางส่วนอาจเกิดการหดตัวแบบถาวร

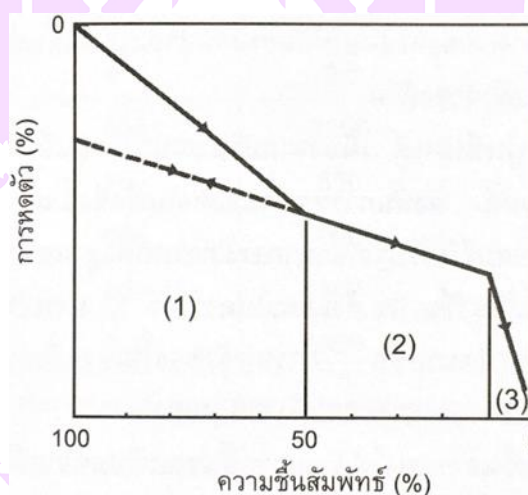
ตาราง 1 ปัจจัยต่าง ๆ ที่อาจส่งผลต่อการหดตัวแห้งในคอนกรีต (Sidney, et al., 2002)

ปัจจัยที่ส่งผลต่อการหดตัวแห้งของคอนกรีต	
ปัจจัยด้านเพสต์	ความพรุน อายุของเพสต์ อุณหภูมิการบ่ม องค์ประกอบของปูนซีเมนต์ ปริมาณความชื้น สารเคมีผสมเพิ่ม อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ และระดับความชื้น
ปัจจัยด้านคอนกรีต	ความแข็งแรงของมวลรวม ปริมาณซีเมนต์ ปริมาณมวลรวม อัตราส่วนปริมาตรต่อพื้นผิว ความหนา
ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม	ความชื้นสัมพัทธ์ อัตราการตากแห้ง ระยะเวลาในการตากแห้ง

การหดตัวแห้งเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์

การหดตัวแห้งของซีเมนต์เพสต์เกิดขึ้นจากกระบวนการระเหยของน้ำที่อยู่ภายในโครงสร้างรูพรุน ซึ่งเป็นกลไกสำคัญที่มีผลโดยตรงต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาตรของวัสดุ โดยพฤติกรรมของการหดตัวสามารถจำแนกได้ตามระดับความของความชื้นสัมพัทธ์ออกเป็น 3 ช่วงหลัก ได้แก่ ช่วงความชื้นสัมพัทธ์มากกว่าร้อยละ 50, ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 10–50 และความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่าร้อยละ 10 ในช่วงแรก (ความชื้นสัมพัทธ์มากกว่าร้อยละ 50) การหดตัวส่วนใหญ่เกิดจากการสูญเสียไอน้ำในโพรง

แคพิลลารี (Capillary Pore) ซึ่งเริ่มจากโพรงขนาดใหญ่ไปสู่โพรงที่เล็กลง เมื่อปริมาณน้ำลดลงจะเกิดแรงตึงผิว (Surface Tension) และผิวโค้งของน้ำ (Meniscus) ภายในรูพรุน ส่งผลให้แผ่นอนุภาคเจล C-S-H เคลื่อนตัวเข้าหากัน และในบางกรณีอาจเกิดการยึดเกาะกันถาวร ก่อให้เกิดการหดตัวแบบคืนกลับไม่ได้ (Irreversible Shrinkage) ส่วนในช่วงความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 10-50 อัตราการหดตัวจะลดลง และมีการหดตัวที่คืนกลับได้ (Reversible Shrinkage) โดยกลไกหลักมาจากการสูญเสียน้ำที่ยึดติดอยู่บริเวณพื้นผิวของอนุภาคเจล C-S-H ซึ่งเมื่อความหนาเหลือเพียง 1-2 โมเลกุล จะส่งผลให้เกิดแรงยึดเหนี่ยวสูงขึ้น และทำให้เกิดการหดตัวแบบคืนกลับได้ของซีเมนต์เพสต์ ขณะที่ในช่วงความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่าร้อยละ 10 น้ำที่อยู่ระหว่างชั้นของ C-S-H จะถูกขจัดออก ส่งผลให้แผ่น C-S-H เคลื่อนตัวเข้าใกล้กันมากขึ้น และเกิดการหดตัวแบบคืนกลับได้ แต่ถ้าหากการแตกแห้งมีความรุนแรงและต่อเนื่องยาวนาน อาจส่งผลให้แผ่น C-S-H ยึดติดกันถาวร ทำให้เกิดหดตัวที่คืนกลับไม่ได้ของซีเมนต์เพสต์ (ปริญญา จินดาประเสริฐ และชัย จาตุรพิทักษ์กุล, 2561) ดังภาพ 1



ภาพ 1 การหดตัวแห้งของซีเมนต์เพสต์ที่ความชื้นสัมพัทธ์ที่แตกต่างกัน

ที่มา: คัดลอกจาก ปริญญา จินดาประเสริฐ และชัย จาตุรพิทักษ์กุล, 2561

เถ้าถ่านหิน

1. เถ้าถ่านหิน (Fly Ash) โดยทั่วไปมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่า 1 μm ถึง 0.15 มม. มีลักษณะทรงกลมตัน เถ้าถ่านหินเกิดจากการเผาถ่านหินในการผลิตกระแสไฟฟ้า เนื่องด้วยเถ้าถ่านหินมีขนาดเล็กมากจึงถูกพัดออกมาตามลมร้อนในปล่องควัน และจะมีตัวดักจับ (Electrostatic Precipitator) เพื่อลำเลียงเถ้าถ่านหินที่ได้เก็บไว้ในไซโลต่อไป

เถ้าถ่านหินสามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ เถ้าถ่านหิน Class F และเถ้าถ่านหิน Class C ซึ่งเถ้าถ่านหิน Class F จะมีปริมาณซิลิกา (SiO_2), อะลูมินา (Al_2O_3) และเฟอร์ริกออกไซด์ (Fe_2O_3) รวมกันต้องมากกว่าร้อยละ 70 และมีปริมาณแคลเซียมออกไซด์ต่ำ (CaO) จึงเรียกเถ้าถ่านหิน Class F ได้ว่า เป็นเถ้าถ่านหินแคลเซียมต่ำ และเป็นผลพลอยได้จากการเผาถ่านหินแอนทราไซต์และบิทูมินัส แต่เถ้าถ่านหิน Class C เป็นเถ้าถ่านหินที่ได้มาจากการเผาถ่านหินลิกไนต์และซับบิทูมินัส มีปริมาณซิลิกา (SiO_2), อะลูมินา (Al_2O_3) และเฟอร์ริกออกไซด์ (Fe_2O_3) รวมกันมากกว่าร้อยละ 50 และมีปริมาณแคลเซียมออกไซด์สูง (CaO) จึงเรียกได้อีกหนึ่งชื่อ คือ เถ้าถ่านหินแคลเซียมสูง

การเกิดปฏิกิริยาปอซโซลานของเถ้าถ่านหิน จะขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น ความละเอียดของเถ้าถ่านหิน และคุณสมบัติของเถ้าถ่านหิน ซึ่งเถ้าถ่านหินที่มีความละเอียดต่ำจะทำปฏิกิริยาได้ช้ากว่าเถ้าถ่านหินที่มีความละเอียดสูง

เมื่อแทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ด้วยเถ้าถ่านหิน ส่งผลให้โพรงที่อยู่ในซีเมนต์เพสต์เพิ่มขึ้น เนื่องจากปริมาณปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ในการทำปฏิกิริยาไฮเดรชันลดลง เมื่อเพิ่มปริมาณเถ้าถ่านหินมากขึ้น ส่งผลให้ขนาดของโพรงเล็กลง และโพรงจะมีการกระจายตัวที่ดีขึ้น เนื่องจากเถ้าถ่านหินมีลักษณะกลมทำให้กระจายตัวได้ดีในซีเมนต์เพสต์

2. ปฏิกิริยาปอซโซลาน เกิดจากส่วนผสมระหว่างวัสดุปอซโซลานรวมกับต่างอันเป็นผลิตภัณฑ์ จากปฏิกิริยาของปูนซีเมนต์และน้ำที่เรียกว่าปฏิกิริยาไฮเดรชันโดยปฏิกิริยาปอซโซลานจะเกิดขึ้น หลังจากการเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชันเนื่องจากปฏิกิริยาปอซโซลานจำเป็นต้องอาศัยแคลเซียมไฮดรอกไซด์ (Ca(OH)_2) จากปฏิกิริยาไฮเดรชันทำปฏิกิริยากับซิลิกาออกไซด์ (SiO_2) หรืออะลูมินาออกไซด์ (Al_2O_3) ของวัสดุปอซโซลานก่อให้เกิดแคลเซียมซิลิเกตไฮเดรต (C-S-H) และแคลเซียมอลูมิเนตไฮเดรต (C-A-H) (จินดาประเสริฐ & จาตุรพิทักษ์กุล, 2561) ซึ่งสามารถเขียนแสดงดังสมการที่ (2.1) และ (2.2)



ค่า x, y และ z ในสมการที่ 2.1 และ 2.2 เป็นค่าที่แปรไปตามชนิดของแคลเซียมซิลิเกตไฮเดรต (C-S-H) และแคลเซียมอลูมิเนตไฮเดรต (C-A-H) ซึ่งทั้ง C-S-H และ C-A-H ที่เกิดจากปฏิกิริยาปอซโซลานนี้ทำให้กำลังอัดของคอนกรีตเพิ่มขึ้น และลดช่องว่างระหว่างอนุภาคของปูนซีเมนต์ลง ทำให้คอนกรีตมีเนื้อแน่นขึ้นโดยปฏิกิริยาปอซโซลานนี้จะเริ่มเกิดขึ้นเมื่ออายุประมาณ 7 วัน และทำปฏิกิริยาต่อไปเรื่อย ๆ แม้ว่าคอนกรีตมีอายุมากกว่า 3 ปีครึ่งก็ตาม

โครงสร้างจุลภาคของซีเมนต์เพสต์ที่แข็งตัวแล้ว

คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ไฮเดรชันจะมีอิทธิพลต่อซีเมนต์เพสต์ได้อย่างชัดเจน แต่พฤติกรรมของซีเมนต์เพสต์ที่แข็งตัวแล้วจะไม่สามารถเข้าใจว่าผลิตภัณฑ์ไฮเดรชันจะรวมกันเพื่อสร้างซีเมนต์เมทริกซ์ได้อย่างไร การพัฒนาของโครงสร้างจุลภาคถูกอธิบายโดยใช้ SEM ในการสังเกตซึ่งโครงสร้างจุลภาคของซีเมนต์เพสต์ที่แข็งตัวแล้ว มีโครงสร้าง ดังนี้ (Sidney, et al., 2002)

1. แคลเซียมซิลิเกตไฮเดรต (C-S-H) เป็นผลิตภัณฑ์หลักที่ได้จากการทำปฏิกิริยาทางเคมีระหว่างปูนซีเมนต์กับน้ำ และมีส่วนสำคัญต่อความแข็งแรงและทนทานของคอนกรีต มีปริมาณร้อยละ 50 ถึง 70 โดยปริมาตร ซึ่งมากที่สุดในส่วนประกอบของซีเมนต์เพสต์ มีลักษณะเป็นผลึกที่หยาบมาก มีขนาดเล็กกว่า $1\ \mu\text{m}$ อัตราส่วนของแคลเซียมต่อซิลิเกตใน C-S-H ไม่คงที่ขึ้นอยู่กับอายุ อุณหภูมิ และปริมาณน้ำที่ใช้ทำปฏิกิริยา สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1.1 ผลิตภัณฑ์ภายนอกของ C-S-H (Outer Product) C-S-H จะเริ่มก่อตัวและเติบโตขึ้นจากพื้นผิวของอนุภาคซีเมนต์ไปยังพื้นที่ที่เต็มไปด้วยน้ำโดยรอบ มีลักษณะเป็นแผ่นบาง ๆ ที่มีความหนาแน่นต่ำ ซึ่งลักษณะของผลิตภัณฑ์ภายนอกของ C-S-H (ระยะแรก) มีโพรงขนาดเล็กเป็นจำนวนมาก และเมื่อแห้งตัว C-S-H จะจัดเรียงตัวใหม่ในรูปแบบต่าง ๆ และมีความพรุนมากขึ้น C-S-H นี้ยังมีสิ่งเจือปนอยู่มาก เช่น อะลูมิเนียม, ซัลเฟต อัลคาไลส และมีแนวโน้มที่จะผสมกับแคลเซียมอะลูมิเนตซิลิเกตไฮเดรต ($\text{C}_4\text{ASH}_{12}$)

1.2 ผลิตภัณฑ์ภายในของ C-S-H (Inner Product) เมื่อความชื้นถูกควบคุมการแพร่กระจายแล้ว C-S-H จะก่อตัวและเคลือบรอบ ๆ เม็ดปูนอย่างแน่นหนา ซึ่ง C-S-H ที่เคลือบเม็ดปูนจะช่วยรักษารูปร่างของเม็ดปูนและสามารถมองเห็นได้ชัดเจน ลักษณะเด่นนี้ เรียกว่า “ฟีนोगเริน (Phenogruin)” และ C-S-H นี้ มีสิ่งเจือปนน้อยกว่าจะทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพในการตากแห้งได้ดีกว่า และมีการจัดเรียงที่เสถียรมากกว่า และจะเพิ่มขึ้นเมื่อมีความชื้นสูงขึ้น

2. แคลเซียมไฮดรอกไซด์ (Calcium Hydroxide) มีปริมาณร้อยละ 20 ถึง 25 โดยปริมาตร เป็นผลึกรูปร่างหลายแบบมีทั้งผลึกเล็กที่มีด้านเท่า ผลึกใหญ่ที่ลักษณะเป็นแผ่นผลึกแบบยาว ในระหว่างปฏิกิริยาไฮเดรชันของ C_3S ผลึกแคลเซียมไฮดรอกไซด์จำนวนมากจะก่อตัวและเติบโตในโพรงแคพิลลารี สามารถสังเกตได้ง่ายโดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบออปติคัล แคลเซียมไฮดรอกไซด์จะค่อย ๆ แยกออกและกระจายไปทั่วเพสต์ มีลักษณะเป็นเส้นที่มีลักษณะเป็นคริสตัล และแคลเซียมไฮดรอกไซด์สามารถเติบโตได้เฉพาะในพื้นที่ว่างเท่านั้น ซึ่งแคลเซียมไฮดรอกไซด์เป็นสารประกอบที่ทำให้ซีเมนต์เพสต์มีความคงทนลดลง และการให้กำลังของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ยังต่ำกว่าแคลเซียมซิลิเกตไฮเดรตอีกด้วย

3. แคลเซียมซัลโฟลูมินเนต (Calcium Sulfoaluminates) หรือเอทริงไกต์ (Ettringite) มีปริมาณร้อยละ 10 ถึง 15 ซึ่งจะเกิดขึ้นตั้งแต่เริ่มผสมปูนกับน้ำ มีลักษณะเป็นเข็มยาวเกิดขึ้นรอบเม็ดปูนและขยายตัวเข้าไปในช่องว่าง เมื่อ C-S-A เกิดขึ้นหลังจากซีเมนต์เพสต์ที่แข็งตัวแล้วจะเกิดแรงดันและขยายตัว ส่งผลให้เกิดการแตกร้าวได้

4. เม็ดปูนที่หลุดจากการทำปฏิกิริยา ส่วนใหญ่จะมีขนาดตั้งแต่ 1 ถึง 50 μm และจะมีส่วนน้อยที่มีขนาดใหญ่กว่า 50 μm ขึ้นไป เม็ดปูนซีเมนต์ขนาดเล็กสามารถทำปฏิกิริยาได้ดีและเร็วกว่าเม็ดปูนที่มีขนาดใหญ่ ซึ่งปฏิกิริยาจะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง และผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชันจะขยายเข้าสู่ช่องว่างที่เหลืออยู่ แต่ช่องว่างระหว่างอนุภาคมีจำกัด ส่งผลให้ยังคงมีเม็ดปูนที่หลุดจากการทำปฏิกิริยาอยู่ในซีเมนต์เพสต์

5. ความพรุน (Porosity) การจำแนกประเภทของความพรุนในซีเมนต์เพสต์ ตาราง 2 จะเห็นได้ว่ารูพรุนมีหลายขนาด ตั้งแต่เส้นผ่านศูนย์กลาง 10 μm จนถึงน้อยกว่า 0.0005 μm (0.5 nm) ดังนั้นน้ำที่เข้าสู่โพรงจึงมีหน้าที่ที่แตกต่างกัน โพรงแคพิลลารี (Capillary Pore) เป็นช่องว่างที่เหลือเต็มไปด้วยน้ำที่อยู่ระหว่างเม็ดปูนซีเมนต์ที่มีน้ำบางส่วน ในทางกลับกันโพรงเจลเป็นส่วนหนึ่งของ C-S-H ซึ่งเป็นส่วนประกอบสำคัญของปูนซีเมนต์

ตาราง 2 การจำแนกประเภทของความพรุนในซีเมนต์เพสต์ (Sidney et al., 2002)

การจำแนกขนาดรูพรุนในซีเมนต์เพสต์		
กำหนด	เส้นผ่านศูนย์กลาง	คำอธิบาย
โพรงแคพิลลารี	10,000–50 nm (10–0.05 μm)	โพรงขนาดใหญ่ (มาโครพอร์)
	50–10 nm	โพรงขนาดกลาง (เมโซพอร์ขนาดใหญ่)
โพรงเจล	10–25 nm	โพรงขนาดเล็กที่แยกได้ (เมโซพอร์ขนาดเล็ก)
	2.5–0.5 nm	ไมโครพอร์
	≤ 0.5 nm	ช่องว่างระหว่างชั้น

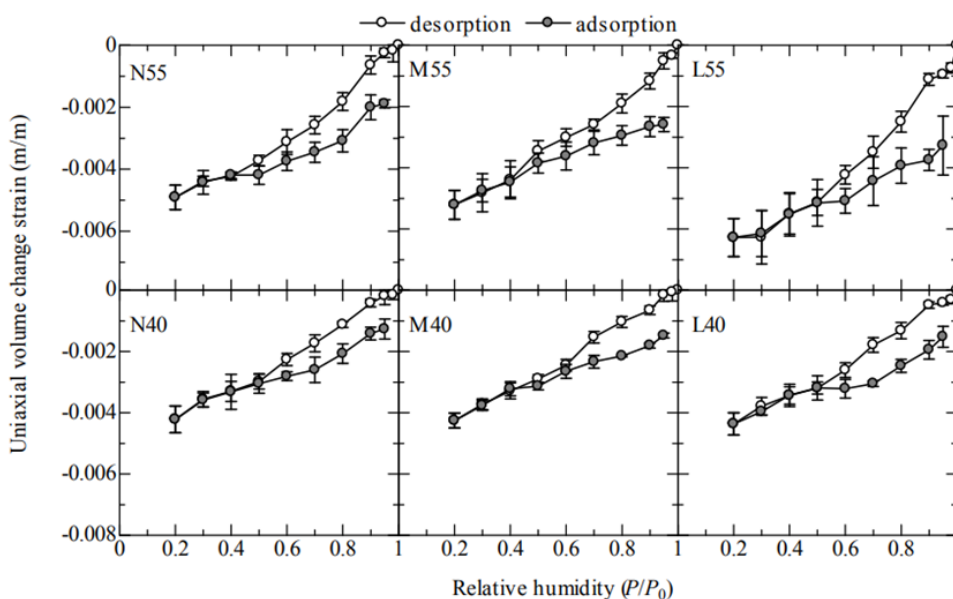
ตาราง 3 อิทธิพลของขนาดรูพรุนต่อคุณสมบัติของไฮเดรตเพสต์ (Sidney et al., 2002)

อิทธิพลของขนาดรูพรุนต่อคุณสมบัติของไฮเดรตเพสต์		
หมวดหมู่	บทบาทของน้ำ	คุณสมบัติที่ได้รับผลกระทบ
มาร์โครพอร์	มีน้ำเป็นจำนวนมาก	การซึมผ่าน การแพร่กระจาย
เมโซพอร์ขนาดใหญ่	แรงตึงผิวน้อย มีแรงเกิดขึ้น	การซึมผ่านในกรณีที่ไม่มีการมาร์โครพอร์ เกิดการหดตัว ตั้งแต่ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 80
เมโซพอร์ขนาดเล็ก	มีแรงตึงผิวสูง มีแรงเกิดขึ้น	เกิดการหดตัว ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 50 และ 80
ไมโครพอร์	ดูดซับน้ำได้ดี	มีการหดตัวในทุกความชื้นสัมพัทธ์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Maruyama (2010) ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ธรรมดา, ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ความร้อนปานกลาง และปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ความร้อนต่ำ หล่อซีเมนต์เพสต์ที่มีอัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์เท่ากับ 0.40 และ 0.55 ให้มีขนาด $3 \times 13 \times 300$ มม. และทำการบ่มตัวอย่างเป็นเวลา 91 วัน จากนั้นเก็บตัวอย่างในกล่องควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ที่ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 98, 95, 90, 80, 70, 60, 50, 40, 30 และ 20 เป็นเวลา 56 วัน แล้วนำตัวอย่างเก็บที่ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 20 และนำกลับไปเก็บที่ความชื้นสัมพัทธ์เดิม จากนั้นทำการทดสอบการเปลี่ยนแปลงความยาว พบว่า เมื่ออัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์ 0.55 มีอัตราการหดตัวมากกว่าอัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์ 0.40 ซึ่งปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ความร้อนต่ำ มีการหดตัวมากกว่าปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ธรรมดา เนื่องจากในปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ความร้อนต่ำมีโพรงมากกว่าปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ธรรมดาที่มีอัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์ในปริมาณเท่ากัน แต่เมื่อนำตัวอย่างเก็บไว้ในความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 20 แล้วนำกลับมาสู่ความชื้นสัมพัทธ์เดิม สังเกตได้ว่าซีเมนต์เพสต์ไม่สามารถมีความยาวเท่ากับความยาวก่อนการตากแห้งได้ เนื่องจากตัวอย่างบางส่วนอาจเกิดการหดตัวแบบถาวร จึงไม่สามารถกลับคืนสู่สภาพเดิมได้

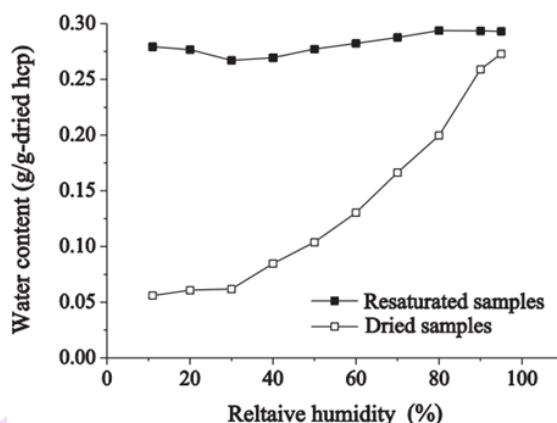
ดั่งภาพ 2



ภาพ 2 การเปลี่ยนแปลงความยาวของซีเมนต์เพสต์ที่แข็งตัวแล้ว

ที่มา: คัดลอกจาก Maruyama, 2010

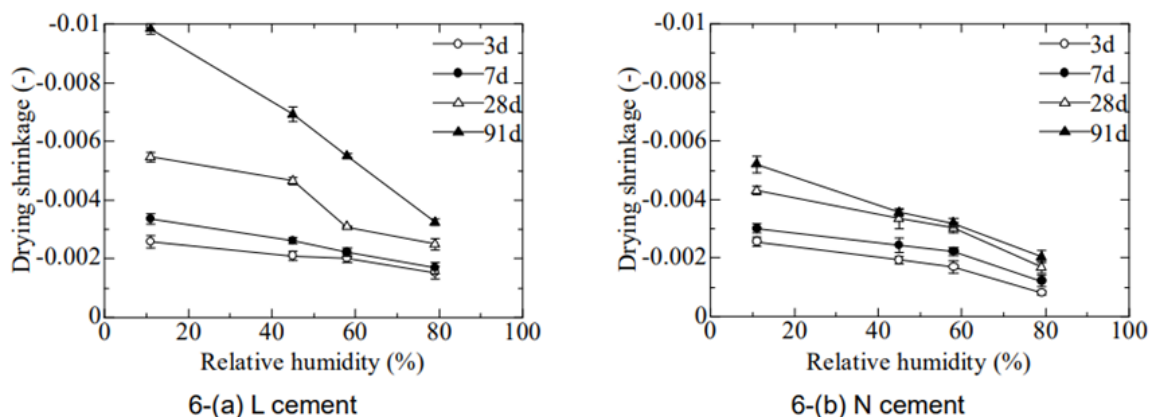
Maruyama, et al. (2014) ทำการหล่อตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ขนาด $3 \times 13 \times 300$ มม. โดยใช้ปูนซีเมนต์ขาวในอัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์ เท่ากับ 0.55 จากนั้นทำการบ่มในน้ำปูนขาวเป็นเวลา 180 วัน แล้วนำตัวอย่างเก็บไว้ในกล่องที่ควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 95, 90, 80, 70, 60, 50, 40, 30, 20 และ 11 ที่อุณหภูมิ $20 \pm 1^\circ\text{C}$ ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เป็นเวลา 12 เดือน จากนั้นนำตัวอย่างกลับสู่ภาวะอิ่มตัวอีกครั้ง โดยการจุ่มตัวอย่างลงในน้ำภายใต้สภาวะสุญญากาศประมาณ 0.1 hPa เป็นเวลา 24 ชม. ที่อุณหภูมิห้อง และนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 105°C เป็นเวลา 5 วัน แล้วทำการทดสอบการเปลี่ยนแปลงทางคุณสมบัติของซีเมนต์เพสต์ที่แข็งตัวแล้ว พบว่าหลังจากนำตัวอย่างเก็บไว้ในกล่องควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ที่แตกต่างกัน แล้วนำตัวอย่างจุ่มลงในน้ำภายใต้สภาวะสุญญากาศครบ 24 ชม. ภายในตัวอย่างจะเต็มไปด้วยน้ำ แต่จะมีเพียงบางส่วนที่น้ำไม่สามารถเข้าไปในโพรงได้ อาจเนื่องจากการหดตัวแบบถาวรในโครงสร้างโพรง และเมื่อนำตัวอย่างไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 105°C ครบ 5 วัน สังเกตได้ว่า ตัวอย่างที่ถูกเก็บไว้ที่ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 30, 20 และ 10 เหลือน้ำที่อยู่ภายในโพรงน้อยมาก ทำให้แผ่น C-S-H ที่อยู่ภายในโครงสร้างเคลื่อนตัว และยึดเกาะกันแน่น ส่งผลให้เกิดการหดตัวมากขึ้นตามไปด้วย ดังภาพ 3



ภาพ 3 ปริมาณน้ำของตัวอย่างเมื่อถูกทำให้แห้งเป็นเวลา 12 เดือนที่ความชื้นสัมพัทธ์ต่าง ๆ และเมื่อทำให้ตัวอย่างอิ่มตัวด้วยน้ำอีกครั้ง

ที่มา: คัดลอกจาก Maruyama, et al., 2014

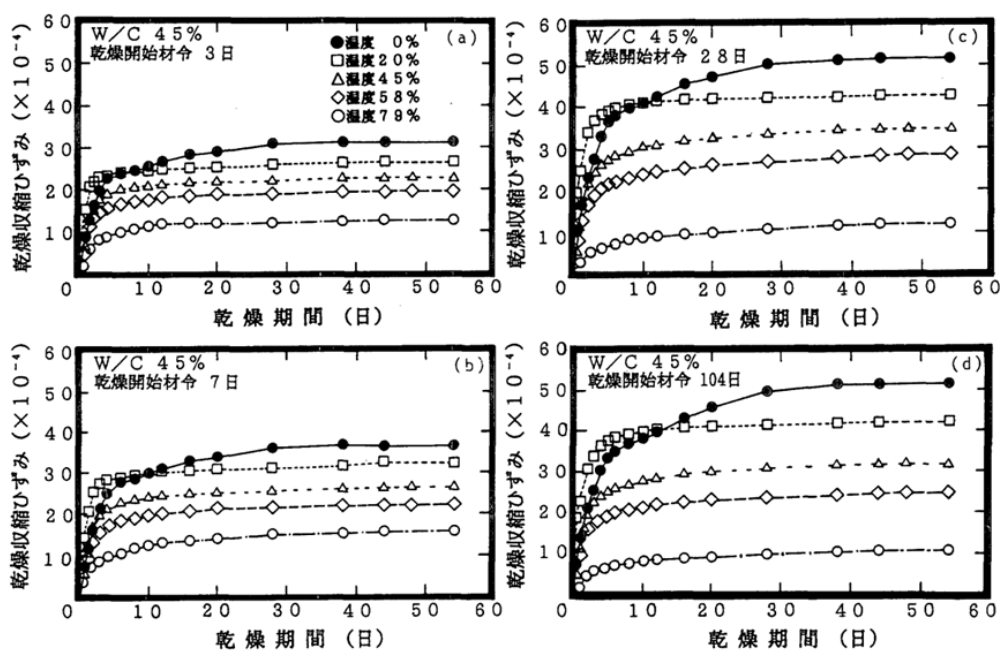
Tatsuya Haji และคณะ (Haji, et al.) ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ธรรมดาและปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ความร้อนต่ำ ในการหล่อซีเมนต์เพสต์ขนาด $3 \times 13 \times 300$ มม. ที่อัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์เท่ากับ 0.55 จากนั้นทำการบ่มตัวอย่างด้วยน้ำปูนขาว เป็นเวลา 1 วัน นำตัวอย่างเก็บไว้ที่ความชื้นสัมพัทธ์ ร้อยละ 79, 58, 45 และ 11 แล้วทำการวัดค่าการหดตัวที่ 3, 7, 28 และ 91 วัน พบว่าเมื่อทำการตากแห้งครบ 3 และ 7 วัน ซีเมนต์เพสต์จะมีการหดตัวน้อยและใกล้เคียงกัน เมื่อตากแห้งครบ 28 วัน ค่าการหดตัวจะเพิ่มสูงขึ้น และเมื่อซีเมนต์เพสต์ที่หล่อด้วยปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ความร้อนต่ำ ตากแห้งครบ 91 วัน มีค่าการหดตัวที่สูงอย่างเห็นได้ชัด เนื่องจากปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ความร้อนต่ำมีโพรงมากกว่าปูนซีเมนต์ธรรมดาที่มีอัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์ในปริมาณเท่ากัน และเมื่อมีระยะเวลาการตากแห้งที่เพียงพอจะทำให้เกิดการตากแห้งที่สมบูรณ์มากขึ้น ดังภาพ 4



ภาพ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์, อายุที่เริ่มการตากแห้ง และค่าการหดตัวแห้ง

ที่มา: คัดลอกจาก Haji, et al., n.d.

Seiki Nagamatsu และคณะ (1992) (Nagamatsu, et al., 1992) ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ธรรมดาในการหล่อตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ขนาด $0.4 \times 4 \times 15$ ซม. ที่อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสานเท่ากับ 0.45 จากนั้นบ่มตัวอย่างเป็นเวลา 24 ชั่วโมงแล้วทำการแกะแบบ ทำการตากแห้งที่ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 0, 20, 45, 58 และ 79 ที่อุณหภูมิ 20°C แล้วทำการวัดการหดตัวที่ 3, 7, 28 และ 104 วัน พบว่า ตัวอย่างที่ถูกตากแห้งภายใต้ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ (ร้อยละ 0, 20 และ 45) มีการหดตัวที่สูงกว่าตัวอย่างที่ถูกตากแห้งภายใต้ความชื้นสัมพัทธ์สูง (ร้อยละ 58 และ 79) และการหดตัวของตัวอย่างจะแปรผันตรงกับระยะเวลาในการตากแห้งของตัวอย่าง กล่าวคือ เมื่อระยะเวลาการตากแห้งมากขึ้นการหดตัวก็จะมากขึ้น ดังภาพ 5

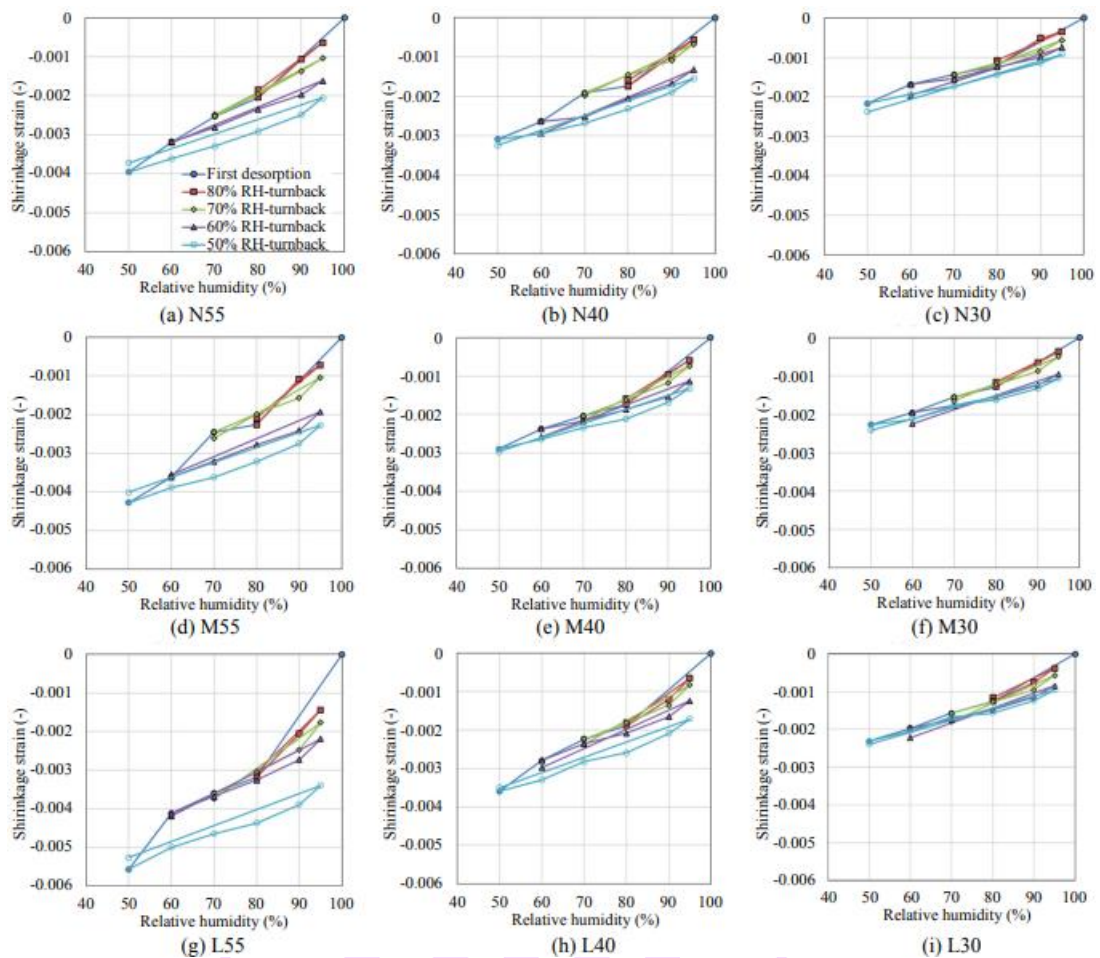


図—3 乾燥収縮ひずみの経時変化 (シリーズI)

ภาพ 5 การเปลี่ยนแปลงของการหดตัวของตัวอย่างภายใต้ความชื้นสัมพัทธ์ที่แตกต่างกัน

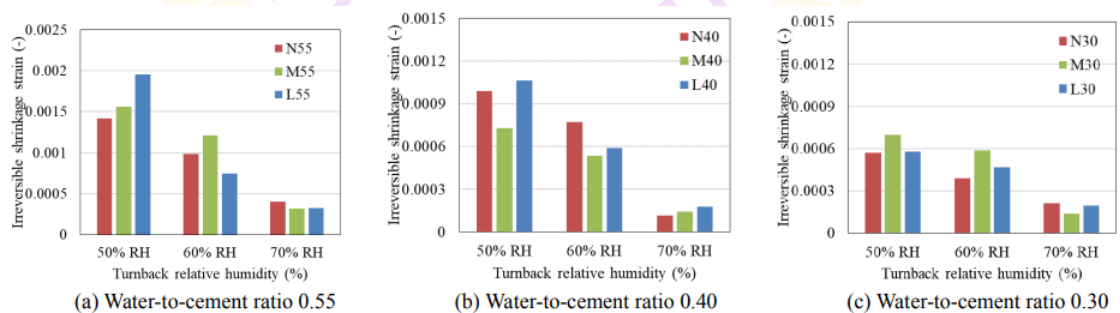
ที่มา: คัดลอกจาก Nagamatsu, et al., 1992

Ippei Maruyama และคณะ (2021) (Maruyama, et al., 2021) ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ธรรมดา, ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ความร้อนปานกลาง และปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ความร้อนต่ำ สำหรับการหล่อตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ ขนาด $3 \times 13 \times 300$ มม. โดยใช้อัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์ เท่ากับ 0.30, 0.40 และ 0.55 ตามลำดับ ตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ทั้งหมดจะถูกบ่มในสารละลายปูนขาวอิ่มตัวที่อุณหภูมิ $20 \pm 1^\circ\text{C}$ เป็นเวลา 1 ปี หลังจากนั้นนำตัวอย่างเก็บไว้ภายใต้ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 50, 60, 70, 80 และ 90 ที่อุณหภูมิ $20 \pm 1^\circ\text{C}$ เป็นเวลา 2 เดือน โดยใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ในการควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ ในขั้นตอนต่อมา ตัวอย่างที่ถูกตากแห้งภายใต้ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 50, 60, 70 และ 80 เป็นเวลา 2 เดือน จากนั้นตัวอย่างจะถูกย้ายไปที่ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 95 เป็นเวลา 1 เดือน แล้วนำมาเก็บไว้ที่ความชื้นสัมพัทธ์เดิมอีก 1 เดือน พบว่า ตัวอย่างที่ถูกตากแห้งภายใต้ความชื้นสัมพัทธ์ที่สูงจะแสดงค่าการหดตัวที่ต่ำกว่าตัวอย่างที่ถูกตากแห้งภายใต้ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ และอัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์ที่สูงขึ้นส่งผลให้ค่าการหดตัวรวมของซีเมนต์เพสต์เพิ่มขึ้นตามไปด้วย ดังแสดงในภาพ 6 นอกจากนี้ ค่าการหดตัวที่ไม่สามารถคืนกลับได้ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์เช่นกัน ดังแสดงในภาพ 7



ภาพ 6 การเปลี่ยนแปลงของการหดตัวของตัวอย่าง

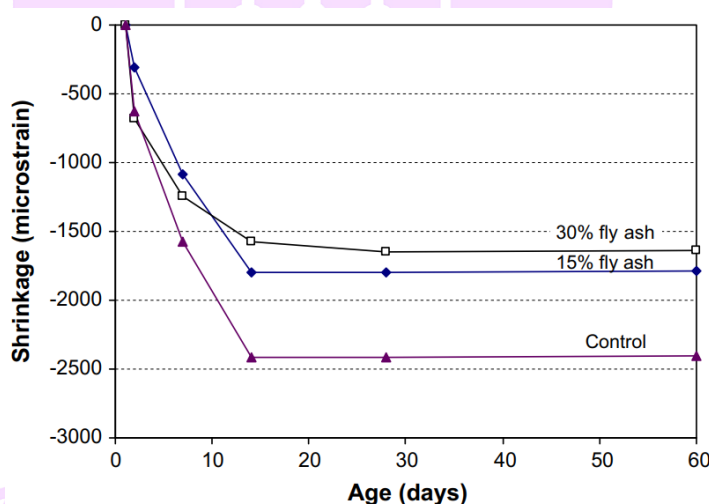
ที่มา: คัดลอกจาก Maruyama, et al., 2021



ภาพ 7 การหดตัวที่คืนกลับไม่ได้ของตัวอย่าง

ที่มา: คัดลอกจาก Maruyama, et al., 2021

Chindaprasirt & Rattanasak (2011) ทำการหล่อตัวอย่างคอนกรีตขนาด $300 \times 25.4 \times 25.4$ มม.³ โดยใช้ทราย ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ และเถ้าถ่านหินแทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ด้วยเถ้าถ่านหินในอัตราส่วนร้อยละ 15 และ 30 ตัวอย่างจะถูกถอดออกจากแบบหล่อหลังจากผสม 24 ชั่วโมง แล้วแช่ตัวอย่างในน้ำเป็นเวลาอีก 48 ชั่วโมง จากนั้นตากแห้งตัวอย่างที่ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 50 ที่อุณหภูมิ $23 \pm 2^\circ\text{C}$ แล้ววัดการเปลี่ยนแปลงความยาวที่ 1, 3, 7, 14, 28 และ 60 วัน พบว่าการแทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ด้วยเถ้าถ่านหินในอัตราส่วนร้อยละ 15 โดยน้ำหนัก พร้อมกับแทนที่ทรายด้วยน้ำหนักที่เท่ากันของเถ้าถ่านหิน ส่งผลให้ค่าการหดตัวลดลงเหลือ 1,790 ไมโครสเตรน และเมื่อเพิ่มอัตราส่วนในการแทนที่เป็นร้อยละ 30 ค่าการหดตัวลดลงเหลือ 1,640 ไมโครสเตรน แสดงดังภาพ 8 กล่าวคือ เมื่อมีการผสมเถ้าถ่านหินลงในส่วนผสมจะช่วยลดการหดตัวของมอร์ตาร์ได้

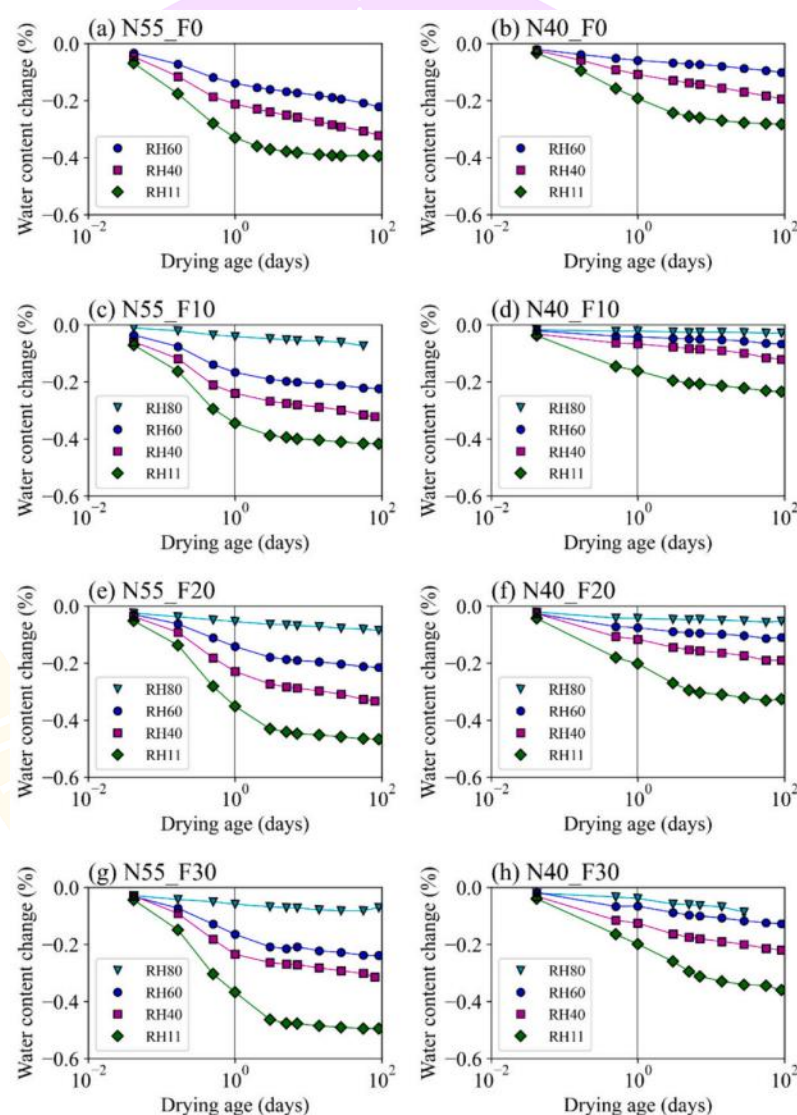


ภาพ 8 การหดตัวของคอนกรีตมวลเบาที่ผสมเถ้าถ่านหิน

ที่มา: คัดลอกจาก Chindaprasirt & Rattanasak, 2011

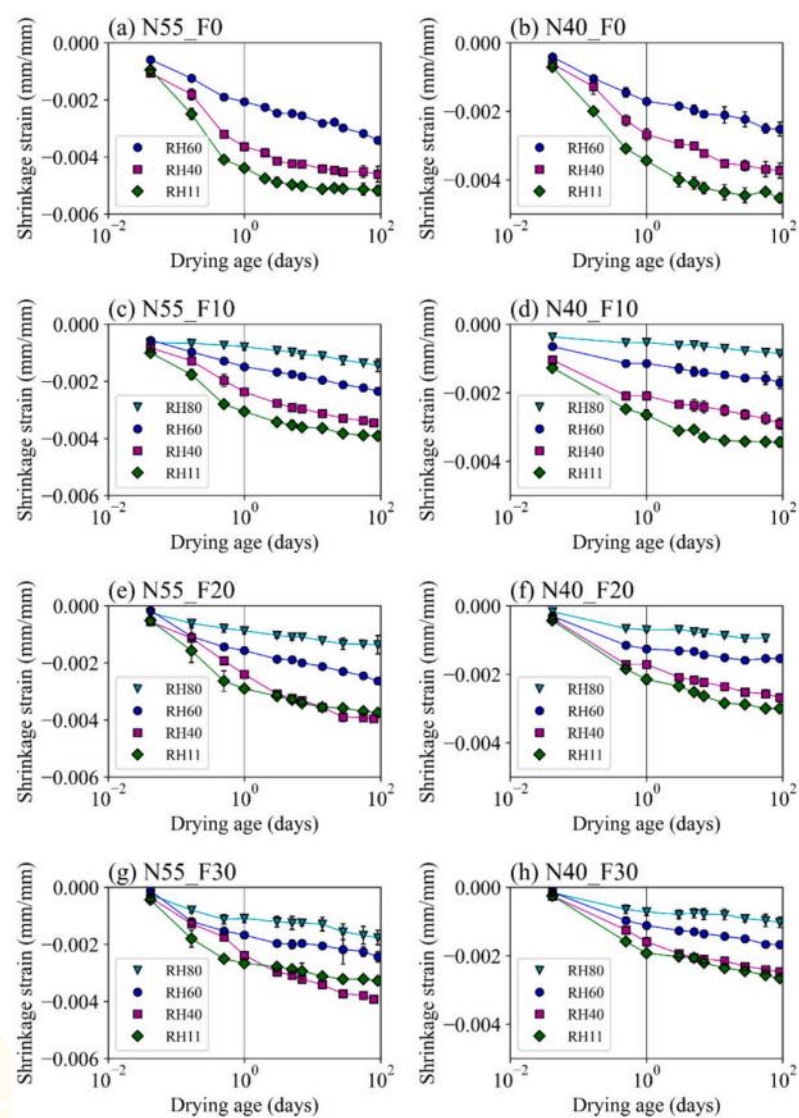
Miki Segawa และคณะ (2024) (Segawa, et al., 2024) ทำการหล่อตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ โดยใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ธรรมดาและเถ้าถ่านหิน ในอัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน เท่ากับ 0.40 และ 0.55 โดยการแทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ด้วยเถ้าถ่านหินในอัตราส่วนร้อยละ 0, 10, 20 และ 30 ตามลำดับ จากนั้นทำการบ่มตัวอย่างในน้ำปูนขาวอิ่มตัวที่อุณหภูมิ $20 \pm 1^\circ\text{C}$ — ตัวอย่างที่ไม่ผสมเถ้าถ่านหินและใช้อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน เท่ากับ 0.40 (N40_F0) และ 0.55 (N55_F0) เป็นเวลา 91 วัน และส่วนผสมอื่นๆเป็นเวลานานกว่า 1 ปี แล้วทำการตากแห้งตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ ภายใต้ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 11, 40 และ 60 ที่อุณหภูมิ $20 \pm 1^\circ\text{C}$ ทำการวัดความยาวและน้ำหนัก

ที่เปลี่ยนแปลงไปที่ 1, 4 และ 12 ชั่วโมง และ 1, 3, 5, 7, 14, 28, 56, 91 และ 182 วันหลังจากเริ่มตากแห้ง จากนั้น พบว่า ตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ที่ผสมเถ้าถ่านหินมีแนวโน้มสูญเสียน้ำหนักมากกว่าตัวอย่างที่ไม่ผสมเถ้าถ่านหิน โดยเฉพาะเมื่ออยู่ในความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ ดังภาพ 9 อย่างไรก็ตาม พบว่าค่าการหดตัวของตัวอย่างที่ผสมเถ้าถ่านหินมีค่าน้อยกว่าทุกอัตราส่วนการแทนที่ ดังภาพ 10 และตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ที่ถูกแทนที่ด้วยเถ้าถ่านหินมีค่าการหดตัวที่คืนกลับไม่ได้มีน้อยกว่าซีเมนต์เพสต์ที่ไม่ผสมเถ้าถ่านหินอย่างชัดเจนในทุกอัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน แสดงดังภาพ 11



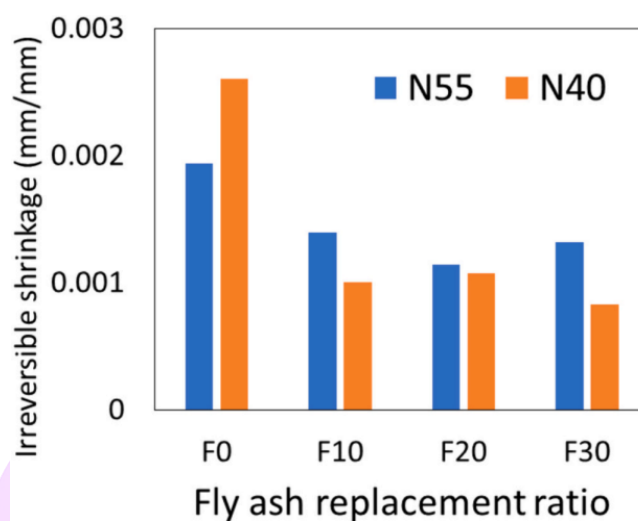
ภาพ 9 การสูญเสียน้ำหนักภายใต้ความชื้นสัมพัทธ์ที่ต่างกัน

ที่มา: คัดลอกจาก Segawa, et al., 2024



ภาพ 10 การเปลี่ยนแปลงความยาวภายใต้ความชื้นสัมพัทธ์ที่แตกต่างกัน

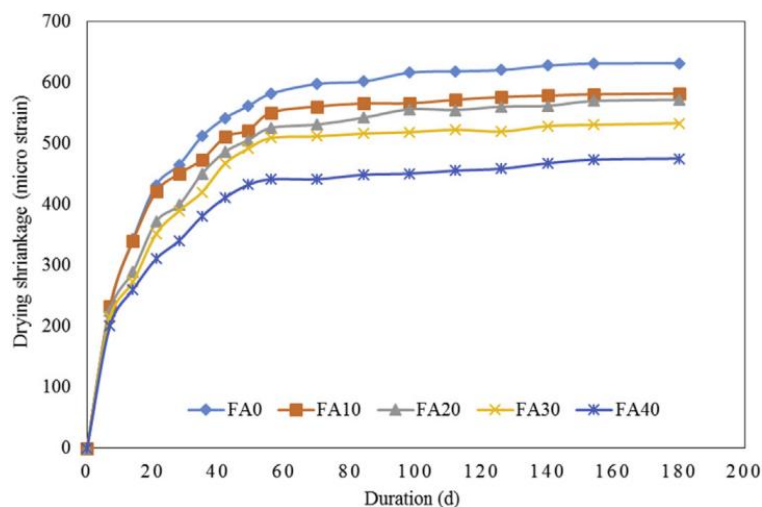
ที่มา: คัดลอกจาก Segawa, et al., 2024



ภาพ 11 การเปรียบเทียบของการหดตัวที่คืนกลับไม่ได้

ที่มา: คัดลอกจาก Segawa, et al., 2024

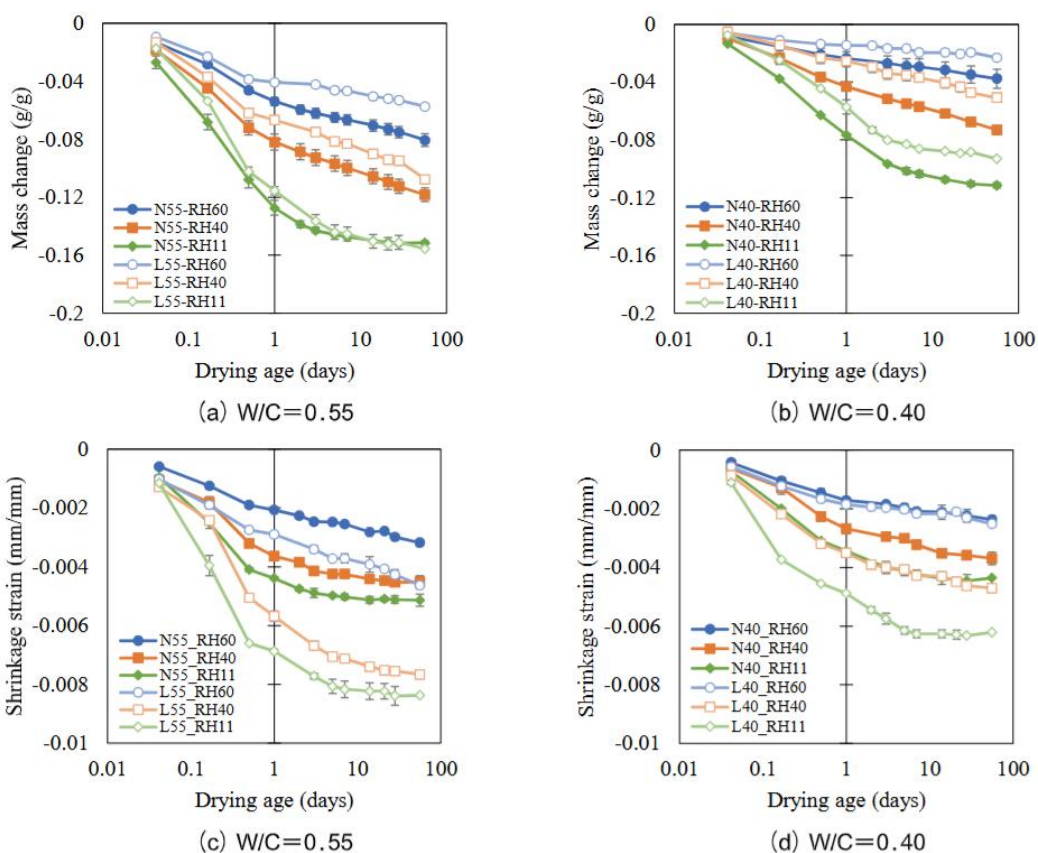
Ashish Kumer Saha (2018) (Saha, 2018) ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ธรรมดา, เถ้าถ่านหินชนิด F, กรวดบด, ทรายแม่น้ำ และสารลดน้ำ ในการหล่อตัวอย่างคอนกรีตขนาด 75×75×280 มม. โดยใช้อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน เท่ากับ 0.35 และแทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ธรรมดาด้วยเถ้าถ่านหินร้อยละ 0, 10, 20, 30 และ 40 ตามลำดับ บ่มตัวอย่างในน้ำปูนขาวอิ่มตัว 7 วันหลังจากการถอดแบบ จากนั้นเก็บตัวอย่างไว้ภายใต้ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 50 ที่อุณหภูมิ 23°C โดยวัดค่าการเปลี่ยนแปลงความยาวจนถึง 6 เดือน พบว่า การแทนที่เถ้าถ่านหินในคอนกรีต ช่วยลดอัตรา การเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชัน ส่งผลให้ค่าการหดตัวจากการตากแห้งลดลงตามปริมาณการแทนที่เถ้าถ่านหินที่เพิ่มขึ้น แสดงดังภาพ 12



ภาพ 12 ผลกระทบของเถ้าถ่านหินต่อการหดตัวแห้งของคอนกรีต

ที่มา: คัดลอกจาก Saha, 2018

Miki Segawa และคณะ (2022) (Segawa, et al., 2022) ใช้ปูนซีเมนต์พอร์ตแลนด์ธรรมดาและปูนซีเมนต์พอร์ตแลนด์ความร้อนต่ำ อัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์ เท่ากับ 0.40 และ 0.55 ในการหล่อตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ทรงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 มม. และความหนา 1 มม. จากนั้นบ่มในน้ำปูนขาวอิ่มตัวเป็นเวลา 91 วัน (ในกรณีของปูนซีเมนต์พอร์ตแลนด์ธรรมดา) และมากกว่า 1 ปี (ในกรณีของปูนซีเมนต์พอร์ตแลนด์ความร้อนต่ำ) แล้วนำไปตากแห้งภายใต้ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 11, 40 และ 60 อุณหภูมิ 20°C ซึ่งการวัดความยาวของตัวอย่างเริ่มต้นหลังจากการอบแรงเป็นระยะเวลา 1, 4 และ 12 ชั่วโมง และ 1, 3, 5, 7, 14, 28, 56 วัน พบว่า ในช่วง 7 วันแรกของการตากแห้ง ซีเมนต์เพสต์มีอัตราการหดตัวสูงที่สุด หลังจากนั้นอัตราการหดตัวลดลงอย่างชัดเจนเมื่อเปรียบเทียบผลกระทบของความชื้นสัมพัทธ์ที่แตกต่างกัน พบว่า การตากแห้งตัวอย่างภายใต้ความชื้นสัมพัทธ์ที่ต่ำ ส่งผลให้มีการหดตัวสูงกว่าตากแห้งภายใต้ความชื้นสัมพัทธ์ที่สูง นอกจากนี้ค่าการหดตัวยังเพิ่มขึ้นตามอัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์ที่สูงขึ้น ทั้งนี้ แนวโน้มของการสูญเสียน้ำหนักมีความสอดคล้องกับค่าการหดตัวของซีเมนต์เพสต์ แสดงดังภาพ 13



ภาพ 13 การสูญเสียน้ำหนักและการเปลี่ยนแปลงความยาวโดยอัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์ (a,b):
การสูญเสียน้ำหนัก, (c,d): การเปลี่ยนแปลงความยาว

ที่มา: คัดลอกจาก Segawa, et al., 2022

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

วัสดุที่ใช้ในงานวิจัย

1. วัสดุที่ใช้ในการเตรียมตัวอย่างซีเมนต์เพสต์

1.1 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภทที่ 1 (มอก.15 และ ASTM C150) (ASTM International, 2021; สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม, 2564) จากบริษัท ปูนซีเมนต์เอเชีย จำกัด (มหาชน)

1.2 แก้วถ่านหินแคลเซียมต่ำ จากบริษัท บีแอลซีพี เพาเวอร์ จำกัด อ.เมือง จ.ระยอง

1.3 น้ำปราศจากไอออน (Deionized Water) จากสถาบันนวัตกรรมและถ่ายทอดเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยพะเยา

2. สารเคมีที่ใช้ในการควบคุมความชื้นสัมพัทธ์

2.1 สารลิเทียมคลอไรด์ (Lithium Chloride, LiCl)

2.2 สารโพแทสเซียมอะซิเตท (Potassium Acetate, CH_3COOK)

2.3 สารโซเดียมไอโอไดด์ (Sodium Iodide, NaI)

2.4 สารแมกนีเซียมไนเตรต (Magnesium Nitrate, $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$)

2.5 สารแอมโมเนียมคลอไรด์ (Ammonium Chloride, NH_4Cl)

2.6 สารโพแทสเซียมไนเตรต (Potassium Nitrate, KNO_3)

อุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษา

1. ชุดอุปกรณ์วัดการหดตัวของซีเมนต์เพสต์

1.1 เครื่องมือวัดระยะชนิดแปลงความเหนียวนำแบบเชิงเส้น ที่มีความถูกต้อง 0.001 ± 1 มม. (Linear Variable Differential Transformer) หรือ LDVT (แสดงดังภาพ 14)

1.2 แท่นวัดความยาว (แสดงดังรูปที่ 3.1)

1.3 แท่งตัวอย่างอ้างอิง ความยาว 100 มม. (Invariable) (แสดงดังภาพ 15)

1.4 เครื่องบันทึกข้อมูล (Data Logger) (แสดงดังภาพ 16)

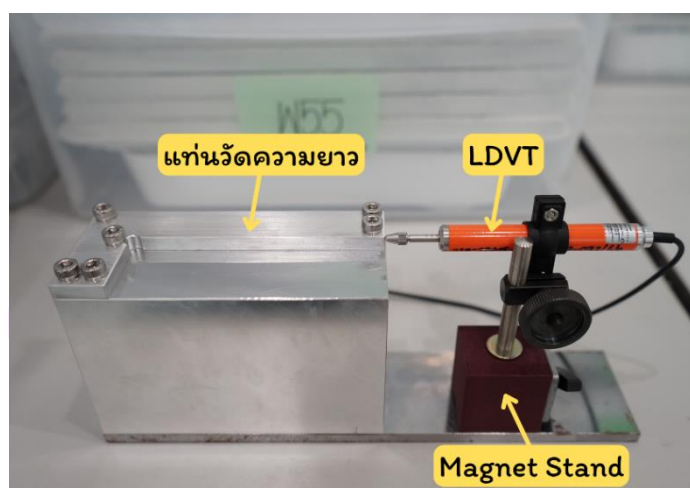
2. กล่องควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ (แสดงดังภาพ 17)

3. โต๊ะสั่นคอนกรีต สำหรับกำจัดฟองอากาศในตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ (แสดงดังภาพ 18)

4. กล่องสำหรับบ่มตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ในสภาวะปิดผนึก (แสดงดังภาพ 19)

5. เครื่องผสมซีเมนต์เพสต์ชนิดใบพาย ขนาด 5 ลิตร (แสดงดังภาพ 20)

6. แบบหล่อตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ ขนาด $3 \times 13 \times 300$ มม. (แสดงดังภาพ 21)
7. เครื่องชั่งน้ำหนัก ที่มีความละเอียดอย่างน้อย 0.1 มก.
8. เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์



ภาพ 14 เครื่องมือวัดระยะชนิดเปลี่ยนแปลงความเหนียวแบบเชิงเส้นและแผ่นวัดความยาว



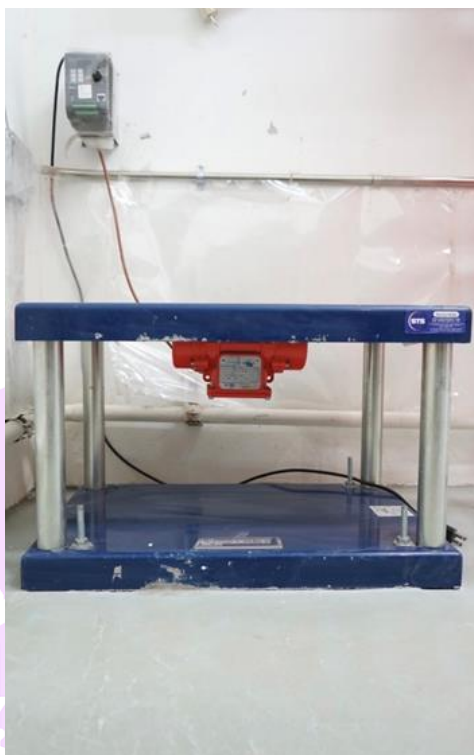
ภาพ 15 แท่งตัวอย่างอ้างอิง ความยาว 100 มม.



ภาพ 16 เครื่องบันทึกข้อมูล



ภาพ 17 กล่องควบคุมความชื้นสัมพัทธ์



ภาพ 18 โต๊ะสั่นคอนกรีต สำหรับกำจัดฟองอากาศในตัวอย่างซีเมนต์เพสต์



ภาพ 19 กล่องสำหรับบ่มตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ในสภาวะปิดผนึก



ภาพ 20 เครื่องผสมซีเมนต์เฟสท์แบบไฟฟ้า ขนาด 5 ลิตร



ภาพ 21 แบบหล่อตัวอย่างซีเมนต์เฟสท์ ขนาด 3×13×300 มม.

วิธีการศึกษา

1. การทดสอบคุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ในงานวิจัย

การทดสอบความถ่วงจำเพาะของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภทที่ 1 ตามมาตรฐาน มอก.15 (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม, 2564) และ ASTM C188-95 (ASTM International, 2005b) และเถ้าถ่านหินแคลเซียมต่ำ เพื่อคำนวณส่วนผสมซีเมนต์เพสต์ที่ใช้ในการวิจัย

การทดสอบความละเอียดของเถ้าถ่านหินแคลเซียมต่ำ โดยวิธีการร่อนผ่านตะแกรง ขนาด 45 ไมโครเมตร

การวิเคราะห์ธาตุที่อยู่ในปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภทที่ 1 และเถ้าถ่านหินแคลเซียมต่ำ ด้วยเทคนิค X-ray Fluorescence Spectrometry (XRF)

การถ่ายภาพขยายกำลังสูงของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภทที่ 1 และเถ้าถ่านหินแคลเซียมต่ำ ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope) เพื่อศึกษารูปร่างลักษณะของวัสดุที่ใช้ในการศึกษา

2. การเตรียมตัวอย่างซีเมนต์เพสต์

กำหนดให้ซีเมนต์เพสต์ทำจากปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภทที่ 1 และเถ้าถ่านหินแคลเซียมต่ำเท่านั้น ซึ่งมีอัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน เท่ากับ 0.35, 0.45 และ 0.55 เพื่อตรวจสอบผลกระทบขององค์ประกอบต่าง ๆ ต่อคุณสมบัติของซีเมนต์เพสต์ ซีเมนต์เพสต์จึงถูกแทนที่ ด้วยเถ้าถ่านหินแคลเซียมต่ำ ในสัดส่วนที่แตกต่างกัน 4 สัดส่วน ได้แก่ อัตราส่วนร้อยละ 0, 20, 35 และ 50 โดยน้ำหนักของวัสดุประสาน ขั้นตอนของกระบวนการนี้แสดงไว้อย่างชัดเจนในภาพ 22 ซึ่งแสดงองค์ประกอบต่าง ๆ ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้

ก่อนขั้นตอนการผสมจำเป็นต้องเก็บวัสดุที่ใช้ในการหล่อตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ในห้องควบคุมอุณหภูมิ 20 ± 1 °C เป็นเวลาอย่างน้อย 24 ชั่วโมง ก่อนทำการผสมตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ เนื่องจากการจัดเก็บวัสดุนี้มีความสำคัญอย่างยิ่งเพื่อให้แน่ใจว่าวัสดุต่าง ๆ มีอุณหภูมิที่สม่ำเสมอ เพื่อลดผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นต่อขั้นตอนการผสมและคุณสมบัติของเพสต์ได้

ขั้นตอนแรกทำการชั่งวัสดุตามสัดส่วนที่ได้ออกแบบไว้ โดยใช้เครื่องผสมชนิดใบพาย ขนาด 5 ลิตร ทำการผสมไม่เกิน 1 ลิตรต่อครั้ง เพื่อป้องกันการกระเด็นของส่วนผสมที่มีปริมาณน้ำมาก และป้องกันไม่ให้วัสดุผงติดที่ก้นหม้อผสม ทำการผสมวัสดุผงให้เข้ากัน โดยการเทเถ้าถ่านหิน และปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภทที่ 1 ลงในถุงพลาสติก แล้วทำการเขย่า ประมาณ 1 นาที เพื่อให้วัสดุผงผสมเข้ากันได้ดี จากนั้นเทน้ำปราศจากไอออน ลงหม้อผสมแล้วจึงเทวัสดุผงทั้งหมดลงในหม้อผสม โดยผสมด้วยความเร็วต่ำ 3 นาที แล้วใช้ไม้พายพลาสติกขูดส่วนผสมที่ติดด้านข้างและก้นหม้อให้หลุดออก เพื่อให้แน่ใจว่าส่วนผสมมีความสม่ำเสมอมากขึ้น หลังจากนั้นทำการผสมอีกครั้ง

ด้วยความเร็วสูง เป็นเวลาอีก 3 นาที เพื่อให้ได้ส่วนผสมที่สม่ำเสมอมากที่สุด จากนั้นเทส่วนผสมใส่ชามสแตนเลส แล้วปิดด้วยฟิล์มโพลีไวนิลคลอไรด์ เพื่อป้องกันการระเหยของน้ำ ย้ายส่วนผสมมาเก็บในห้องควบคุมอุณหภูมิ 20 ± 1 °C แล้วผสมซ้ำด้วยมือ ทุก ๆ 30 นาที จนส่วนผสมมีลักษณะเป็นเนื้อครีม เพื่อลดผลกระทบจากการแยกตัว (Segregation) ระหว่างน้ำกับซีเมนต์เพสต์

จากนั้นเทส่วนผสมลงแบบหล่อตัวอย่างขนาด $3 \times 13 \times 300$ มม. (Maruyama, 2010; Maruyama, et al., 2014) เพื่อให้แน่ใจว่าซีเมนต์เพสต์ไม่มีช่องอากาศ แบบหล่อตัวอย่างจึงถูกวางอยู่บนโต๊ะสั่นคอนกรีต (ความถี่ 50 Hz) ระหว่างขั้นตอนการเท เพื่อช่วยให้ซีเมนต์เพสต์แน่นขึ้นและป้องกันการเกิดฟองอากาศในเนื้อซีเมนต์เพสต์ ซึ่งอาจส่งผลเสียต่อความแข็งแรงและความสมบูรณ์ของชิ้นงาน หลังจากเททำการหล่อแบบหล่อโดยใช้ฟิล์มโพลีไวนิลคลอไรด์อย่างแน่นหนา แล้วนำผ้าชุบน้ำบิดหมาดห่อแบบหล่อ และนำฟิล์มโพลีไวนิลคลอไรด์ (PVC) พันแบบหล่ออีกครั้ง เพื่อรักษาความชื้นภายในและปกป้องชิ้นงานจากปัจจัยแวดล้อมภายนอก

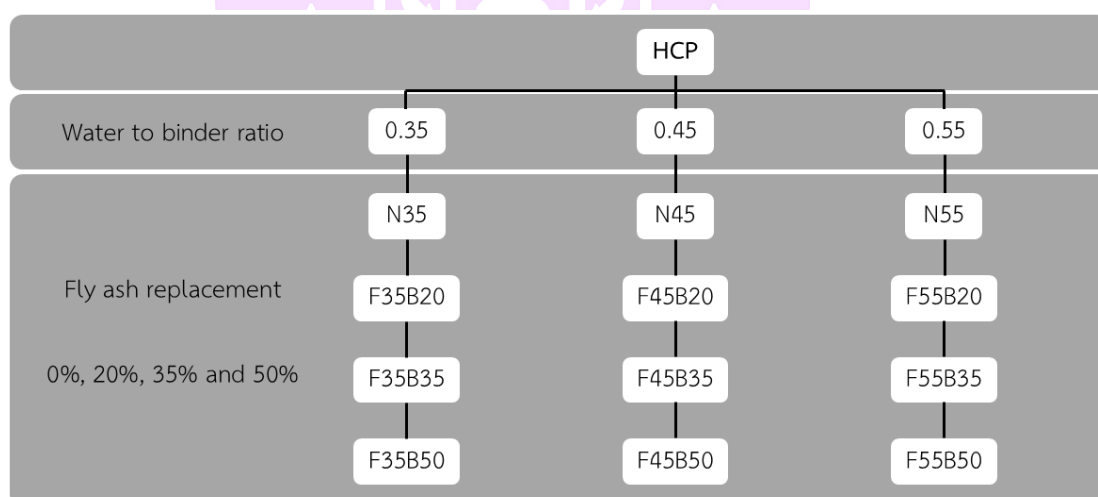
หลังจากหล่อตัวอย่างเสร็จ 3 วัน ตัวอย่างจะถูกถอดออกจากแบบหล่อ จากนั้นบ่มตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ในสภาวะปิดผนึก (Sealed Condition) เพื่อป้องกันการสูญเสียความชื้น ในห้องควบคุมอุณหภูมิ 20 ± 1 °C (ASTM International, 2009a; Haji, et al.; Maruyama, 2010; Maruyama, et al., 2014) เป็นเวลา 252 วัน เวลาในการบ่มตัวอย่างนั้นมีความสำคัญต่อการพัฒนาความแข็งแรงและประสิทธิภาพ ทำให้สามารถประเมินผลกระทบขององค์ประกอบต่าง ๆ และอัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสานที่มีต่อคุณสมบัติของซีเมนต์เพสต์ได้อย่างครอบคลุม

ตาราง 4 ส่วนผสมของเพสต์ที่ใช้ในงานวิจัย

ประเภทของตัวอย่าง	ส่วนผสมของซีเมนต์เพสต์ (กรัม/ลิตร)		
	ปูนซีเมนต์	เถ้าถ่านหิน	น้ำปราศจากไอออน
N35	1,489.11	-	521.19
F35B20	1,143.14	285.78	500.12
F35B35	901.48	485.41	485.41
F35B50	673.62	673.62	471.54
N45	1,296.10	-	583.25

ตาราง 4 (ต่อ)

ประเภทของตัวอย่าง	ส่วนผสมของซีเมนต์เพสต์ (กรัม/ลิตร)		
	ปูนซีเมนต์	เถ้าถ่านหิน	น้ำปราศจากไอออน
F45B20	1,000.22	250.05	562.62
F45B35	791.68	426.29	548.09
F45B50	593.65	593.65	534.28
N55	1,147.39	-	631.06
F55B20	889.06	222.26	611.23
F55B35	705.72	380.01	597.15
F55B50	530.64	530.64	583.71



ภาพ 22 ส่วนผสมที่ใช้ในงานวิจัย



(ก) ชั่งส่วนผสมตามต้ออกแบบไว้



(ข) เทส่วนผสมใส่ชามแล้วปิดด้วยฟิล์ม



(ค) เทส่วนผสมลงแบบหล่อ



(ง) ทำการห่อแบบหล่อ



(จ) เก็บเพสต์ให้อยู่ในสภาวะปิดผนึก



(ฉ) ทำการถอดแบบหล่อ



(ซ) บ่มตัวอย่างเพสต์ที่แข็งตัวแล้วโดยวิธีปิดผนึก เป็นเวลา 252 วัน

ภาพ 23 ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างซีเมนต์เพสต์

3. การตากแห้งของซีเมนต์เพสต์

ตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ที่ผ่านการบ่มครบ 252 วัน ถูกตัดให้มีมีความยาว 100 มม. ดังภาพ 24 จากนั้นชั่งน้ำหนักและวัดความยาวตัวอย่างก่อนนำไปตากแห้ง โดยใช้เครื่องชั่งน้ำหนัก ที่มีความละเอียด 0.1 มก. และใช้อุปกรณ์วัดการเปลี่ยนตำแหน่งแบบสัมผัส (contact displacement transducer) ที่มีความละเอียด 0.0005 มม. ในขณะที่วัด หัววัดจะสัมผัสกับตำแหน่งเดิมของตัวอย่าง ด้วยแรง 2 นิวตัน ความยาวของตัวอย่างหาได้จากความแตกต่างของการวัด โดยใช้ gauge block ประเภทเซรามิก แบบ K ที่มีความยาว 100 มม. ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากอุณหภูมิต่ำเป็นตัวอย่างอ้างอิง แล้วนำไปเก็บในกล่องควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ที่ปิดสนิท โดยวางไว้บนตะแกรงเหนือภาตใส่สารละลายเกลืออิ่มตัว (Saturated Salt Solution) เพื่อทำหน้าที่รักษาสมดุลของความชื้นสัมพัทธ์ ส่งผลให้ความชื้นสัมพัทธ์ในกล่องจะไม่มีเปลี่ยนแปลง ตัวอย่างซีเมนต์เพสต์จะถูกเก็บอยู่ในกล่องควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ที่ร้อยละ 11, 23, 40, 55, 79 และ 95 โดยใช้สารเคมี ดังภาพ 25 (Greenspan, 1977) จากนั้นทำการวัดความยาวและการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างที่ 7, 14, 28 และ 56 วัน (Maruyama, 2010) วัดตัวอย่างอย่างน้อย 5 ตัวอย่าง สำหรับแต่ละชุดตัวอย่างที่ความชื้นสัมพัทธ์ต่าง ๆ แล้วจากนั้นทำการคำนวณค่าการเปลี่ยนแปลงความยาวและการสูญเสีย น้ำหนักจากสมการที่ (3.1) และ (3.2) (Maruyama, et al., 2021)

$$\varepsilon = \frac{L_{dry} - L_0}{L_0} \quad (3.1)$$

$$Mass\ reduction = \frac{M_{dry} - M_0}{M_0} \quad (3.2)$$

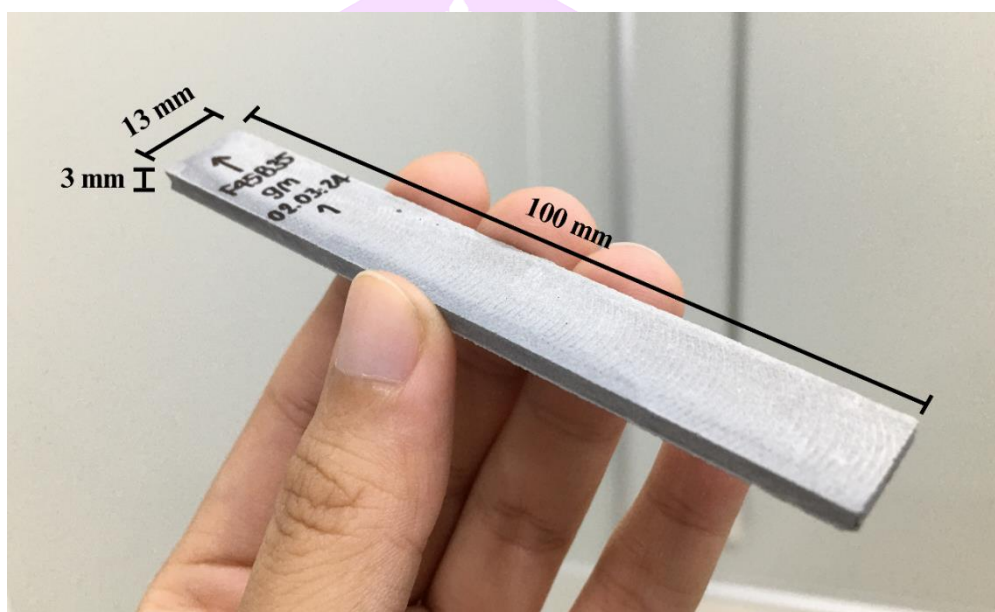
โดยที่ ε คือ ค่าการหดตัว

L_{dry} คือ ความยาวหลังจากนำตัวอย่างไปตากแห้ง (มม.)

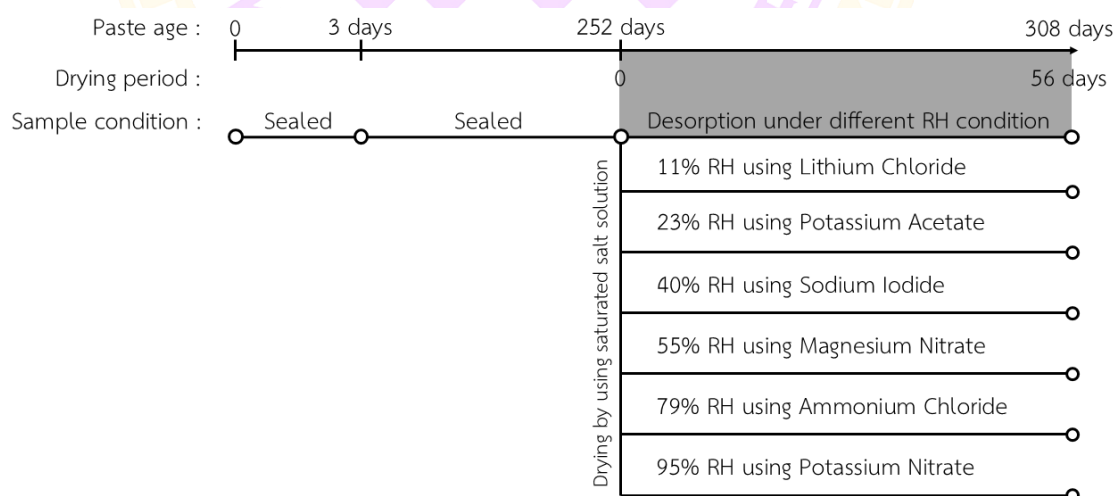
L_0 คือ ความยาวก่อนนำตัวอย่างไปตากแห้ง (มม.)

M_{dry} คือ น้ำหนักหลังจากนำตัวอย่างไปตากแห้ง (กรัม)

M_0 คือ น้ำหนักก่อนนำตัวอย่างไปตากแห้ง (กรัม)



ภาพ 24 ตัวอย่างซีเมนต์เฟสต์ขนาด 3×13×100 มม.

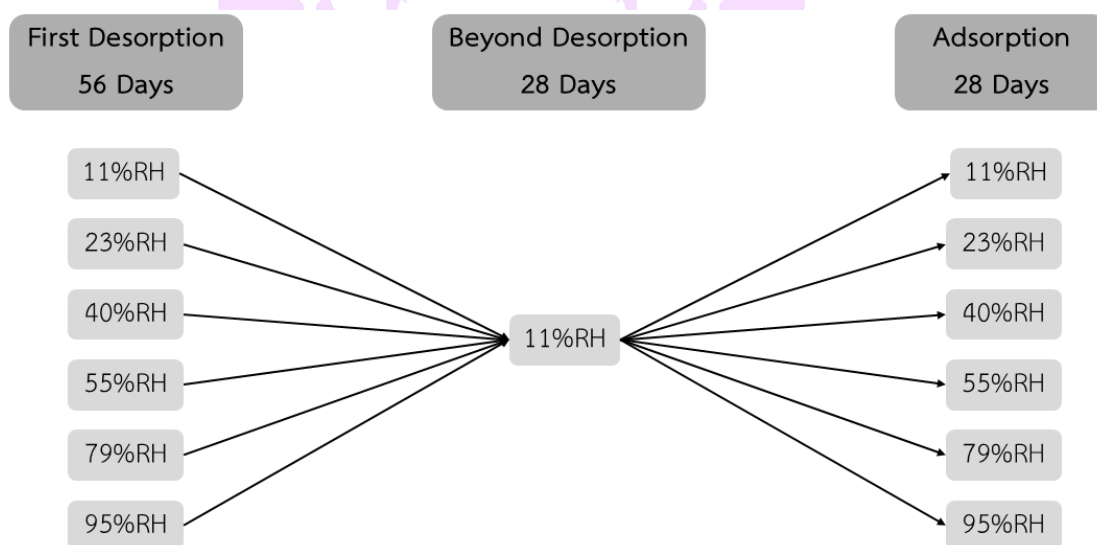


ภาพ 25 ระยะเวลาในการบ่มและการทำให้ซีเมนต์เฟสต์แห้งตัวในความชื้นสัมพัทธ์ต่างๆ

4. การสร้างไอโซเทอมของการเปลี่ยนแปลงความยาวและการสูญเสียน้ำหนัก

การสร้างไอโซเทอมการเปลี่ยนแปลงความยาวและการสูญเสียน้ำหนักของซีเมนต์เพสต์ (Length Change and Mass Change Isotherm) เป็นการศึกษาและวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงความยาวและการสูญเสียน้ำหนักของซีเมนต์เพสต์ภายใต้เงื่อนไขอุณหภูมิคงที่ (20 ± 1 °C) ในกระบวนการนี้ ซีเมนต์เพสต์จะเก็บในสภาวะที่ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ จากนั้นวัดความยาวและชั่งน้ำหนักของซีเมนต์เพสต์ในช่วงเวลาที่กำหนดเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงความยาวและการสูญเสียน้ำหนัก ข้อมูลที่ได้จะนำมาสร้างเป็นไอโซเทอม ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์ และการเปลี่ยนแปลงความยาวและการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่าง

นำตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ที่อยู่ในกล่องควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ต่าง ๆ เป็นเวลา 56 วัน ไปตากแห้งที่ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 11 เป็นเวลา 28 วัน แล้วนำกลับไปไว้ในกล่องความชื้นสัมพัทธ์เดิมอีกครั้ง เป็นเวลา 28 วัน เพื่อสร้างไอโซเทอมของการเปลี่ยนแปลงความยาวและการสูญเสียน้ำหนัก (Maruyama, 2010)



ภาพ 26 การสร้างไอโซเทอมของการทดสอบการเปลี่ยนแปลงความยาวและการสูญเสียน้ำหนัก

5. การหัดตัวแบบคืนกลับได้และการหัดตัวแบบคืนกลับไม่ได้ของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์

การหัดตัวของซีเมนต์เพสต์สามารถแบ่งออกเป็นสองประเภทหลัก คือ การหัดตัวแบบคืนตัวกลับได้ (Reversible Strain) และ การหัดตัวแบบคืนตัวกลับไม่ได้ (Irreversible Strain) ซึ่งมีลักษณะและความสำคัญที่แตกต่างกันดังนี้

5.1 การหดตัวแบบคืนตัวกลับได้ เกิดขึ้นเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำในซีเมนต์เพสต์ เมื่อวัสดุได้รับหรือสูญเสียความชื้นในสภาพแวดล้อม การหดตัวประเภทนี้สามารถกลับคืนสู่สภาพเดิมได้เมื่อปริมาณน้ำกลับสู่ระดับเดิม ตัวอย่างเช่น เมื่อซีเมนต์เพสต์สูญเสียน้ำไปในช่วงที่อากาศแห้ง วัสดุจะหดตัว แต่ถ้าได้รับน้ำอีกครั้ง วัสดุจะเกิดการคืนตัว

5.2 การหดตัวแบบคืนตัวกลับไม่ได้ เกิดจากปฏิกิริยาทางเคมีภายในซีเมนต์เพสต์ เช่น ปฏิกิริยาไฮเดรชัน (Hydration Reaction) ซึ่งทำให้เกิดโครงสร้างจุลภาคที่เปลี่ยนแปลงไป ส่งผลให้เกิดการหดตัวถาวร ไม่สามารถคืนกลับสู่สภาพเดิมได้แม้ว่าจะมีการเพิ่มความชื้นในภายหลัง การหดตัวประเภทนี้อาจทำให้เกิดการแตกร้าวในวัสดุและมีผลกระทบต่อความแข็งแรงและความทนทานของโครงสร้าง

ด้วยเหตุนี้ หลังจากตากแห้งตัวอย่างครบไอโซเทอมแล้ว ดังนั้น ขั้นตอนถัดมา คือ ทำการคำนวณค่าการหดตัวที่คืนตัวกลับได้และคืนตัวกลับไม่ได้ของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ จากสมการ (3.3) และ (3.4)

$$\text{Reversible Strain} = \varepsilon_{ads,11} - \varepsilon_{ads,95} \quad (3.3)$$

$$\text{Irreversible Strain} = \varepsilon_{ads,95} - \varepsilon_{56d,95} \quad (3.4)$$

โดยที่ $\varepsilon_{ads,11}$ คือ การหดตัวหลังจากการสร้างไอโซเทอมที่ความชื้นสัมพัทธ์ ร้อยละ 11

$\varepsilon_{ads,95}$ คือ การหดตัวหลังจากการสร้างไอโซเทอมที่ความชื้นสัมพัทธ์ ร้อยละ 95

$\varepsilon_{56d,95}$ คือ การหดตัวแห้งหลังจากการตากแห้งครบ 56 วัน ที่ความชื้นสัมพัทธ์ ร้อยละ 95

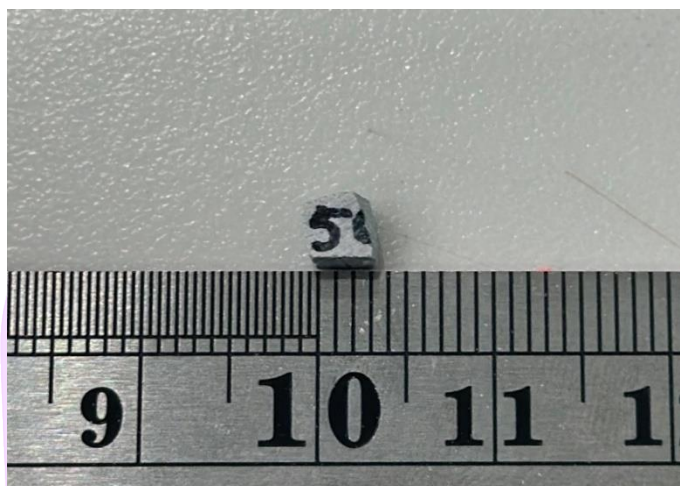
6. ความสามารถในการกักเก็บน้ำของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์

การหาความสามารถในการกักเก็บน้ำของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ โดยผ่านการบ่มซีเมนต์เพสต์ เป็นเวลา 252 วัน เริ่มต้นจากการตัดตัวอย่างให้มีขนาดประมาณ $3 \times 3 \times 3$ มม. ดังภาพ 27 มีน้ำหนักประมาณ 0.20 ± 0.02 กรัม จากนั้นนำไปตากแห้งที่ความชื้นสัมพัทธ์ที่แตกต่างกันเป็นเวลา 56 วัน แล้วนำมาชั่งน้ำหนัก (M_{ini}) หลังจากนั้นตัวอย่างจะถูกแช่ในน้ำภายใต้สภาวะสุญญากาศเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ก่อนทำการชั่งน้ำหนักในน้ำ (M_{water}) และในอากาศ (M_{air}) จากนั้นตัวอย่างจะถูกวางไว้ในสภาวะสุญญากาศเป็นเวลา 1 ชั่วโมง และนำไปอบในเตาอบที่อุณหภูมิ 105°C เป็นเวลา 1 สัปดาห์ แล้วนำตัวอย่างไปวางในกล่องที่ปิดสนิทมีซิลิกาเจลอยู่ภายใน เป็นเวลา 15 นาที และทำการชั่งน้ำหนักหลังการอบ ($M_{dry,105}$) จากนั้นคำนวณหาความสามารถในการกักเก็บน้ำของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ (Water capacity, W_{cap}) จากสมการที่ (3.5)

$$W_{cap} = \frac{M_{air} - M_{dry,105}}{M_{dry,105}} \quad (3.5)$$

โดยที่ M_{air} คือ มวลของตัวอย่างในสถานะอิ่มตัวแห้งที่ชั่งในอากาศ (หลังจากการอิ่มตัวอีกครั้ง)

$M_{dry,105}$ คือ มวลของตัวอย่างหลังจากการอบแห้งที่อุณหภูมิ 105 °C



ภาพ 27 ตัวอย่างขนาดประมาณ 3×3×3 มม.

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการศึกษา

เนื่องจากตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ที่ใช้ในการศึกษามีหลายส่วนผสม ทางผู้วิจัยจึงกำหนดสัญลักษณ์ของส่วนผสมที่ใช้ในการศึกษา ดังตาราง 5

ตาราง 5 สัญลักษณ์ของส่วนผสมที่ใช้ในการศึกษา

สัญลักษณ์	ความหมาย
N	ซีเมนต์เพสต์ที่ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภทที่ 1 เป็นวัสดุประสานเพียงอย่างเดียว
F	ซีเมนต์เพสต์ที่ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภทที่ 1 และเถ้าถ่านหินเป็นวัสดุประสาน
B	เถ้าถ่านหินแคลเซียมต่ำ จากบริษัท บีแอลซีพี เพาเวอร์ จำกัด (โรงไฟฟ้าบีแอลซีพี) อำเภอเมือง จังหวัดระยอง
X = 35, 45, 55	อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน เท่ากับ 0.35, 0.45 และ 0.55 ตามลำดับ
Y = 20, 35, 50	ซีเมนต์เพสต์ที่แทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภทที่ 1 ด้วยเถ้าถ่านหินแคลเซียมต่ำ ในอัตราส่วนร้อยละ 20, 35 และ 50 โดยน้ำหนักของวัสดุประสาน ตามลำดับ

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการศึกษามี 2 รูปแบบ คือ NX และ FXBY โดย X คือ อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน และ Y คือ อัตราส่วนการแทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภทที่ 1 ด้วยเถ้าถ่านหินแคลเซียมต่ำ ยกตัวอย่างเช่น

สัญลักษณ์ N55 หมายความว่า เพสต์ที่ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภทที่ 1 เป็นวัสดุประสานเพียงอย่างเดียว และมีอัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน เท่ากับ 0.55

สัญลักษณ์ F55B50 หมายความว่า เพสต์ที่ใช้เถ้าถ่านหินแคลเซียมต่ำแทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภทที่ 1 ในอัตราส่วนร้อยละ 50 โดยน้ำหนักของวัสดุประสาน และมีอัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน เท่ากับ 0.55



บทที่ 4

ผลการทดลอง

คุณสมบัติทางกายภาพและองค์ประกอบทางเคมีของวัสดุที่ใช้ในงานวิจัย

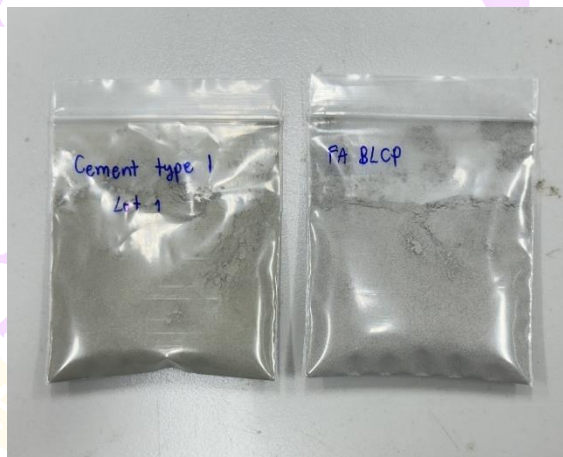
คุณสมบัติทางกายภาพ

1. ลักษณะทั่วไป

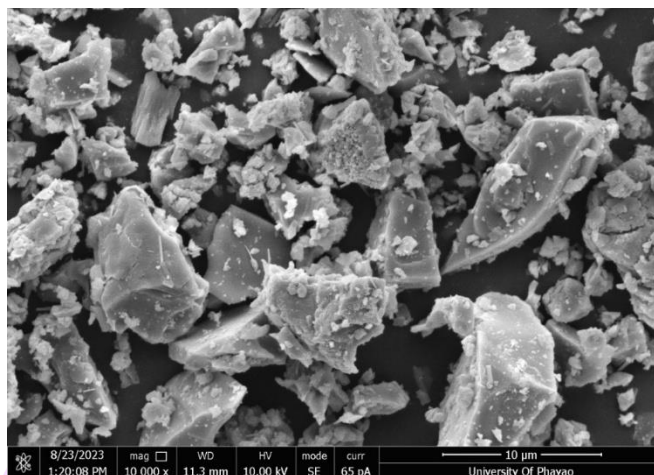
ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภทที่ 1 และเถ้าถ่านหินแคลเซียมต่ำที่ได้จากบริษัท บีแอล ซีพี เพาเวอร์ จำกัด อ.เมือง จ.ระยอง มีลักษณะเป็นผงละเอียดสีเทา ซึ่งเถ้าถ่านหินแคลเซียมต่ำ มีความละเอียดกว่าปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภทที่ 1 ดังภาพ 28

2. ลักษณะและรูปร่างของอนุภาค

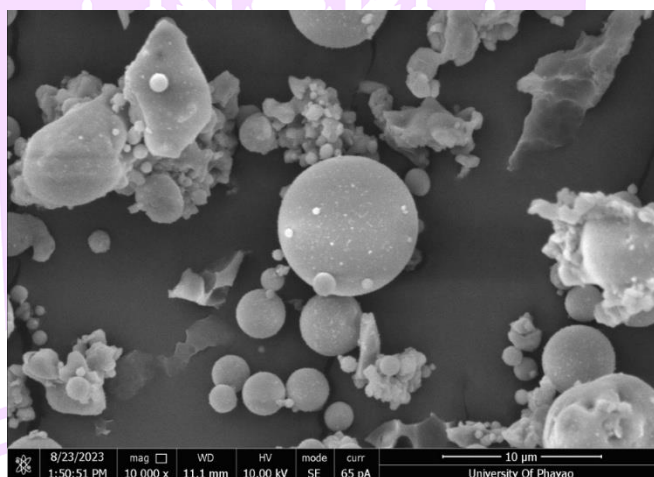
การถ่ายภาพขยายกำลังสูงของอนุภาคปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 และเถ้าถ่านหินแคลเซียมต่ำ ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope, SEM) พบว่า ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ มีลักษณะรูปร่างไม่แน่นอน พื้นผิวขรุขระ และเป็นเหลี่ยมมุม ดังภาพ 29(ก) และเถ้าถ่านหินแคลเซียมต่ำ มีทั้งลักษณะกลม และรูปร่างไม่แน่นอน ดังภาพ 29(ข)



ภาพ 28 ลักษณะทั่วไปของวัสดุที่นำมาเตรียมตัวอย่าง



(ก) ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภทที่ 1



(ข) แก้วถ่านหินแคลเซียมต่ำ

ภาพ 29 ภาพถ่ายขยายกำลังสูงของอนุภาควัสดุที่นำมาเตรียมตัวอย่าง

3. ค่าความถ่วงจำเพาะและความละเอียด

จากตาราง 6 แสดงค่าความถ่วงจำเพาะและความละเอียดของวัสดุที่ใช้ในงานวิจัยพบว่า โดยทั่วไปปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภทที่ 1 มีค่าความถ่วงจำเพาะที่ยอมรับได้อยู่ในช่วงประมาณ 3.15 (Sidney et al., 2002; ปริญา จินดาประเสริฐ และชัย จาตุรพิทักษ์กุล, 2561) ซึ่งในงานวิจัยนี้มีค่าความถ่วงจำเพาะ เท่ากับ 3.11 ซึ่งจัดอยู่ในเกณฑ์ปกติ และแก้วถ่านหินแคลเซียมต่ำมีค่าความถ่วงจำเพาะ เท่ากับ 2.16 และเมื่อหาค่าความละเอียดของแก้วถ่านหินแคลเซียมต่ำ

โดยวิธีการร่อนผ่านตะแกรงขนาด 45 ไมโครเมตร พบว่า แก้วถ่านหินแคลเซียมต่ำ มีค่าเท่ากับร้อยละ 26.86 ซึ่งต่ำกว่าที่มาตรฐาน ASTM C618 (ASTM International, 2005a) กำหนดไว้

ตาราง 6 ค่าความถ่วงจำเพาะและความละเอียดของวัสดุที่ใช้ในงานวิจัย

Materials	OPC	FA
Specific Gravity	3.11	2.16
Retained on a No.325 sieve (% by weight)	N/A	26.86

Remark: N/A = Not applied

องค์ประกอบทางเคมี

จากตาราง 7 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 และแก้วถ่านหินแคลเซียมต่ำ โดยใช้เทคนิค X-ray Fluorescence Spectrometry (XRF) พบว่า ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภทที่ 1 มีองค์ประกอบหลัก ได้แก่ แคลเซียมออกไซด์ (CaO), ซิลิกา (SiO₂), อะลูมินา (Al₂O₃) และเฟอร์ริกออกไซด์ (Fe₂O₃) รวมกันคิดเป็นร้อยละ 91.50 โดยน้ำหนัก ในขณะที่ซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ (SO₃) มีค่าเท่ากับร้อยละ 5.42 ซึ่งเกินค่ามาตรฐาน ASTM C150 (ASTM International, 2009b), แมกนีเซียมออกไซด์ (MgO) มีค่าเท่ากับร้อยละ 1.98 และค่าการสูญเสียน้ำหนักเมื่อเผา (Loss on Ignition, LOI) มีค่าเท่ากับร้อยละ 0.44 ซึ่งสอดคล้องกับมาตรฐาน ASTM C150 (ASTM International, 2009b)

สำหรับแก้วถ่านหินแคลเซียมต่ำจากบริษัท บีแอลซีพี เพาเวอร์ จำกัด อำเภอเมือง จังหวัดระยอง ใช้ถ่านหินประเภทบิทูมินัส (Bituminous) จากประเทศออสเตรเลียและอินโดนีเซีย (บริษัท บีแอลซีพี เพาเวอร์ จำกัด, 2020) แก้วถ่านหินดังกล่าวจัดอยู่ในประเภท F เนื่องจากมีปริมาณซิลิกา (SiO₂) ร้อยละ 72.89, อะลูมินา (Al₂O₃) ร้อยละ 19.74 และเฟอร์ริกออกไซด์ (Fe₂O₃) ร้อยละ 3.15 รวมกันมากกว่าร้อยละ 70 โดยน้ำหนัก และแคลเซียมออกไซด์ (CaO) เพียงร้อยละ 2.08 รวมถึงค่าการสูญเสียน้ำหนักเมื่อเผา (Loss on Ignition, LOI) อยู่ที่ร้อยละ 0.39 ดังนั้นแก้วถ่านหินแคลเซียมต่ำจากบริษัท บีแอลซีพี เพาเวอร์ จำกัด จึงจัดเป็นแก้วถ่านหินแคลเซียมต่ำ ตามมาตรฐาน ASTM C618 (ASTM International, 2005a)

ตาราง 7 องค์ประกอบทางเคมี

Chemical Compositions (%Mass)	OPC	FA
Silicon Dioxide (SiO_2)	23.72	72.89
Aluminum Oxide (Al_2O_3)	5.10	19.74
Ferric Oxide (Fe_2O_3)	3.61	3.15
Calcium Oxide (CaO)	59.07	2.08
Sulfur Trioxide (SO_3)	5.42	0.00
Magnesium Oxide (MgO)	1.98	0.00
Titanium Dioxide (TiO_2)	0.24	1.11
Potassium Oxide (K_2O)	0.33	0.81
Other	0.55	0.23
LOI	0.44	0.39

การหดตัวของซีเมนต์เพสต์ตามระยะเวลาการตากแห้งที่ความชื้นสัมพัทธ์ต่าง ๆ

ภาพ 30 แสดงการเปลี่ยนแปลงความยาวของซีเมนต์เพสต์ที่อยู่ภายใต้สภาวะความชื้นสัมพัทธ์ที่แตกต่างกัน โดยแถบค่าความผิดพลาด (Error bar) ในกราฟแสดงค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ซึ่งใช้เพื่อแสดงระดับความแปรปรวนของข้อมูลในแต่ละชุดการทดลอง

จากการทดลองของซีเมนต์เพสต์ที่มีอัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน (w/b) เท่ากับ 0.55 ดังแสดงในภาพ 30(ก) พบว่า ซีเมนต์เพสต์เกิดหดตัวสูงในช่วง 7 วันแรกของการตากแห้ง หลังจากนั้นอัตราการหดตัวจะลดลง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยก่อนหน้านี้ (Cui, et al., 2024; Ye, et al., 2017) แต่การหดตัวยังคงดำเนินต่อไปตลอดระยะเวลา 56 วันในทุกความชื้นสัมพัทธ์ที่ทำการศึกษา โดยทั่วไปเมื่อความชื้นสัมพัทธ์ลดลงมีแนวโน้มส่งผลให้การหดตัวเพิ่มขึ้น ขณะที่เมื่อความชื้นสัมพัทธ์สูงขึ้นจะช่วยลดการหดตัวของซีเมนต์เพสต์ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาที่ผ่านมา (Feldman & Sereda, 1969; Maruyama, 2010; Nagamatsu, et al., 1992) นอกจากนี้ ซีเมนต์เพสต์ที่ผสมเถ้าถ่านหินในอัตราส่วนร้อยละ 20, 35 และ 50 โดยน้ำหนัก พบว่า เมื่อตากแห้งซีเมนต์เพสต์ภายใต้ความชื้นสัมพัทธ์ที่เท่ากัน ซีเมนต์เพสต์ที่ผสมเถ้าถ่านหินมีการหดตัวลดลงอย่างชัดเจน เมื่อเทียบกับซีเมนต์เพสต์ที่ไม่ผสมเถ้าถ่านหิน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยก่อนหน้านี้ (Chindaprasirt, et al., 2004; Chindaprasirt & Rattanasak, 2011; Vimonsatit, et al., 2015)

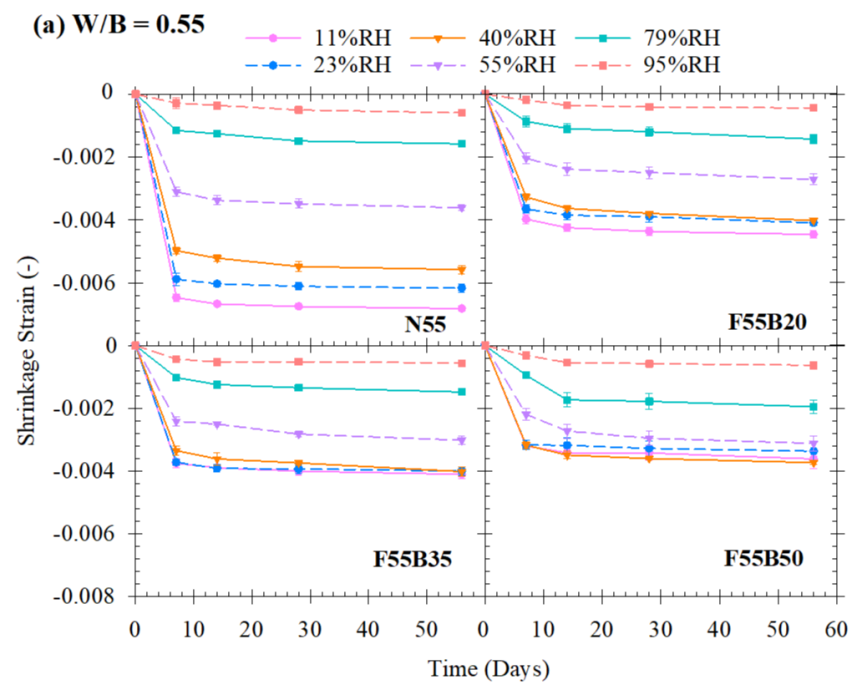
ซึ่งสาเหตุของการลดลงของการหดตัวในซีเมนต์เพสต์ที่ผสมเถ้าถ่านหินมีหลายปัจจัย ได้แก่ แคลเซียมซิลิเกตไฮดรต (C-S-H) และแคลเซียมอลูมินไฮดรต (C-A-H) ที่ได้จากปฏิกิริยาปอซ

โซลา-ของเถ้านหิน ซึ่งมีคุณสมบัติในการยึดประสาน ส่งผลให้ซีเมนต์เพสต์มีความสามารถในการยึดประสานได้ดีขึ้น (ปริญญา จินดาประเสริฐ และชัย จาตุรพิทักษ์กุล, 2561), อนุภาคทรงกลมขนาดเล็กของเถ้านหินช่วยให้สามารถกระจายตัวได้ดีและช่วยให้ขนาดเฉลี่ยของโพรงเล็กลงเมื่อมีปริมาณเถ้านหินเพิ่มขึ้น (Chindaprasirt, et al., 2005; ปริญญา จินดาประเสริฐ และชัย จาตุรพิทักษ์กุล, 2561) ส่งผลให้ลดช่องทางการสูญเสียและส่งผลให้การระเหยช้าลง อีกทั้งยังลดความร้อนที่เกิดปฏิกิริยาไฮเดรชัน ส่งผลให้โดยรวมของการหดตัวลดลง นอกจากนี้ อนุภาคของเถ้านหินที่ยังไม่ทำปฏิกิริยาอาจทำหน้าที่เป็นแหล่งกักเก็บน้ำภายใน ส่งผลกลับมาเลี้ยงกระบวนการไฮเดรชันอย่างต่อเนื่อง จึงช่วยลดหน่วยแรงที่เกิดจากการหดตัว

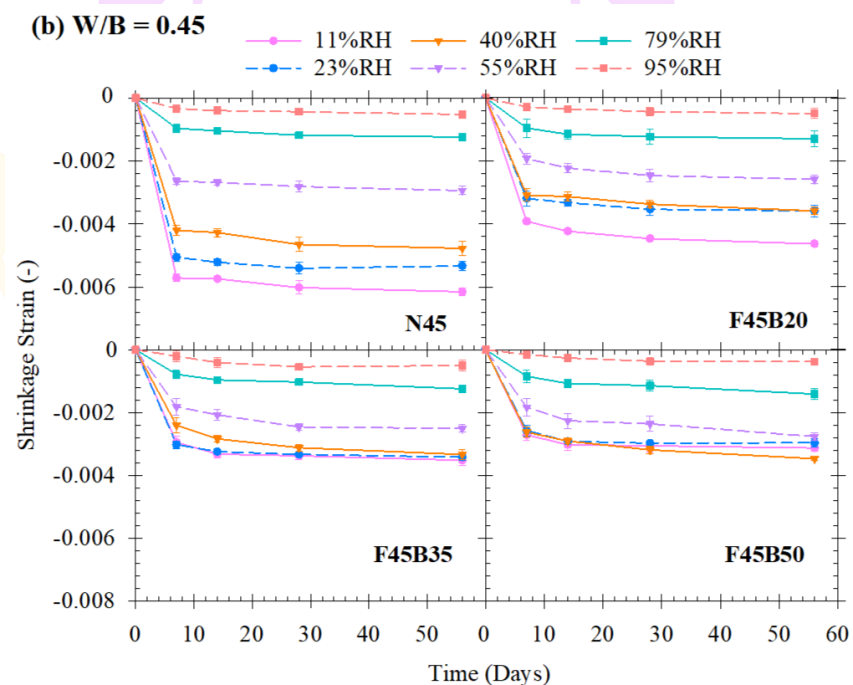
นอกจากนี้ ตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ตากแห้งภายใต้ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 40 มีลักษณะการหดตัวที่คล้ายกันในทุกอัตราส่วนการแทนที่ของเถ้านหิน

เมื่อพิจารณาซีเมนต์เพสต์ที่ใช้อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน เท่ากับ 0.45 ดังภาพ 30(ข) พบว่า ซีเมนต์เพสต์มีการหดตัวลดลงเมื่อเทียบกับซีเมนต์เพสต์ที่ใช้อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน เท่ากับ 0.55 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมา (Segawa, et al., 2022) โดยเฉพาะที่ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่าร้อยละ 40 พฤติกรรมการหดตัวยังคงสอดคล้องกับแนวโน้มเดิม คือ ซีเมนต์เพสต์มีการหดตัวมากขึ้น เมื่อตากแห้งภายใต้ความชื้นสัมพัทธ์ที่ต่ำ และมีการหดตัวลดลงเมื่อความชื้นสัมพัทธ์มีค่าสูงขึ้น โดยสังเกตได้ว่า F45B50 ที่อายุ 56 วัน ภายใต้ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 40 มีการหดตัวมากกว่าที่ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 11 และ 23

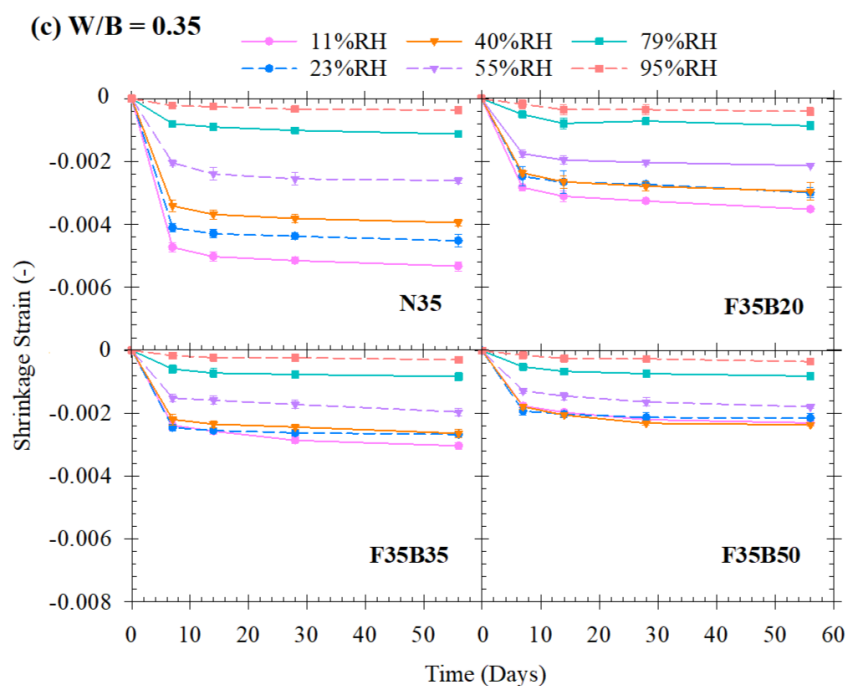
สำหรับซีเมนต์เพสต์ที่ใช้อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน เท่ากับ 0.35 ดังแสดงในภาพ 30(ค) แสดงให้เห็นว่า ซีเมนต์เพสต์มีการหดตัวน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับซีเมนต์เพสต์ที่ใช้อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน เท่ากับ 0.45 และ 0.55 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมา (Segawa, et al., 2024) การแทนที่เถ้านหินยังคงส่งผลให้การหดตัวลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับซีเมนต์เพสต์ที่ไม่ผสมเถ้านหิน อย่างมีนัยสำคัญ สังเกตได้ว่า F35B50 ตากแห้งภายใต้ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 40 มีการหดตัวมากที่สุด และพบว่า ภายใต้ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 11, 23 และ 40 มีการหดตัวที่ใกล้เคียงกัน ที่อายุการตากแห้ง 56 วัน



(ก) อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน เท่ากับ 0.55



(ข) อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน เท่ากับ 0.45

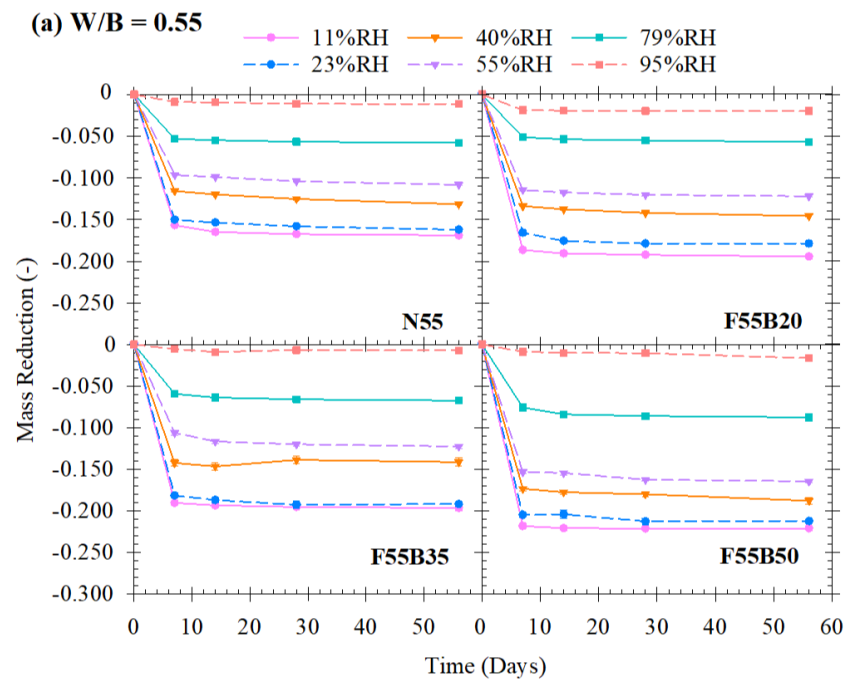


(ค) อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน เท่ากับ 0.35

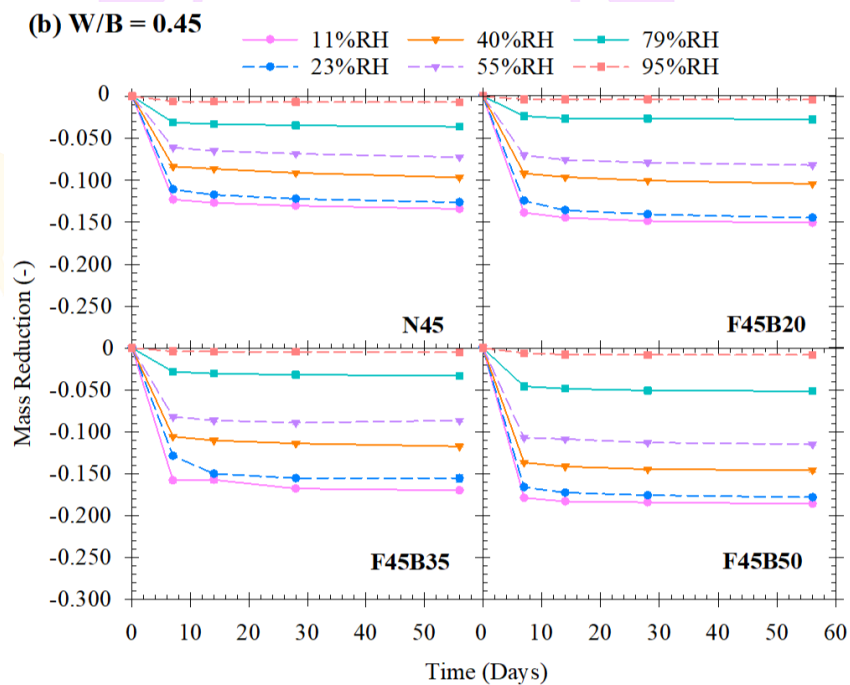
ภาพ 30 การเปลี่ยนแปลงความยาวของซีเมนต์เพสต์ภายใต้สภาวะความชื้นสัมพัทธ์ที่แตกต่างกัน

การสูญเสียน้ำหนักของซีเมนต์เพสต์ตามระยะเวลาการตากแห้ง

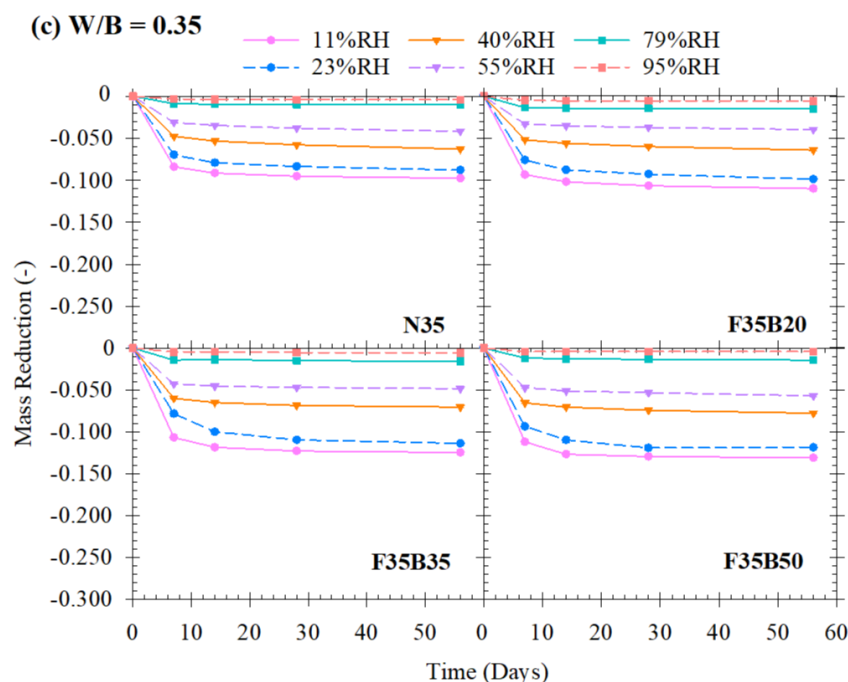
จากภาพ 31(ก) แสดงการสูญเสียน้ำหนักของซีเมนต์เพสต์ที่อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน เท่ากับ 0.55 พบว่า ซีเมนต์เพสต์จะมีการสูญเสียน้ำหนักมากในช่วง 7 วันแรกของการตากแห้ง หลังจากนั้นการสูญเสียน้ำหนักจะลดลงช้ากว่า 7 วันแรก แต่อย่างไรก็ตาม การสูญเสียน้ำหนักยังคงดำเนินต่อไปจนถึงระยะเวลา 56 วัน ในทุกช่วงความชื้นสัมพัทธ์ ซึ่งแสดงให้เห็นว่ากระบวนการตากแห้ง เริ่มเข้าสู่สภาวะคงที่ (Ye, et al., 2017) โดยซีเมนต์เพสต์ตากแห้งภายใต้ความชื้นสัมพัทธ์ ที่ต่ำจะมีการสูญเสียน้ำหนักมากกว่าซีเมนต์เพสต์ตากแห้งภายใต้ความชื้นสัมพัทธ์สูง และการแทนที่ซีเมนต์เพสต์ด้วยเถ้าถ่านหินส่งผลให้เกิดสูญเสียน้ำหนักที่มากขึ้นซึ่งแตกต่างจากการหัดตัวที่มีแนวโน้มลดลง สำหรับซีเมนต์เพสต์ที่อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน เท่ากับ 0.35 และ 0.45 มีแนวโน้มการสูญเสียน้ำหนักในลักษณะเดียวกันกับซีเมนต์เพสต์ที่อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน เท่ากับ 0.55 แสดงดังภาพ 31(ข) และภาพ 31(ค) ตามลำดับ สังเกตได้ว่า ซีเมนต์เพสต์ที่อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน เท่ากับ 0.45 และ 0.35 มีค่าการสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่าซีเมนต์เพสต์ที่อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน เท่ากับ 0.55 ตามลำดับ



(ก) อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน เท่ากับ 0.55



(ข) อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน เท่ากับ 0.45



(ค) อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน เท่ากับ 0.35

ภาพ 31 การสูญเสียน้ำหนักของซีเมนต์เพสต์ภายใต้สภาวะความชื้นสัมพัทธ์ที่แตกต่างกัน

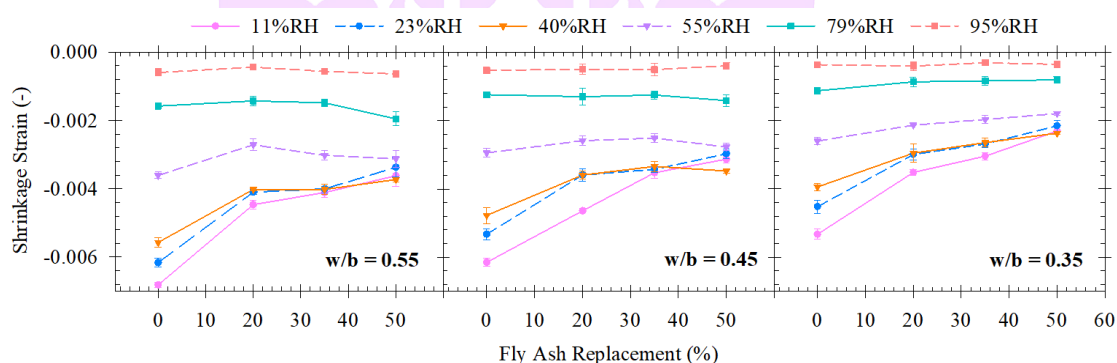
ผลกระทบของปริมาณเถ้าถ่านหินต่อการหดตัวและการสูญเสียน้ำหนักของซีเมนต์เพสต์

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการหดตัวแห้งของซีเมนต์เพสต์หลังจากการตากแห้ง 56 วัน กับปริมาณการแทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ด้วยเถ้าถ่านหิน ซึ่งแสดงในภาพ 32 พบว่า สำหรับซีเมนต์เพสต์ในทุกอัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน ตากแห้งภายใต้ความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่าร้อยละ 79 การแทนที่เถ้าถ่านหินไม่ส่งผลกระทบต่อการหดตัวของซีเมนต์เพสต์อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมา (Segawa, et al., 2024) อย่างไรก็ตาม ซีเมนต์เพสต์ที่ตากแห้งภายใต้ความชื้นสัมพัทธ์ ร้อยละ 79 แทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ด้วยเถ้าถ่านหินในอัตราส่วนร้อยละ 50 ส่งผลให้ค่าการหดตัวเพิ่มขึ้นเล็กน้อย แสดงให้เห็นว่า การตากแห้งซีเมนต์เพสต์ภายใต้ความชื้นสัมพัทธ์ที่สูง การใช้เถ้าถ่านหินในปริมาณมากอาจมีผลต่อการหดตัวแห้งของซีเมนต์เพสต์

ในทางกลับกัน เมื่อตากแห้งซีเมนต์เพสต์ภายใต้ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 55 พบว่า ซีเมนต์เพสต์ ที่ผสมเถ้าถ่านหินในปริมาณที่เหมาะสมจะมีค่าการหดตัวต่ำที่สุด ซึ่งซีเมนต์เพสต์ที่ใช้อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน เท่ากับ 0.35, 0.45 และ 0.55 แทนที่เถ้าถ่านหินในอัตราส่วนร้อยละ 20, 35 และ 50 ตามลำดับ (Saha, 2018) จะมีค่าการหดตัวต่ำที่สุด แสดงให้เห็นว่า การใช้ปริมาณเถ้าถ่านหิน

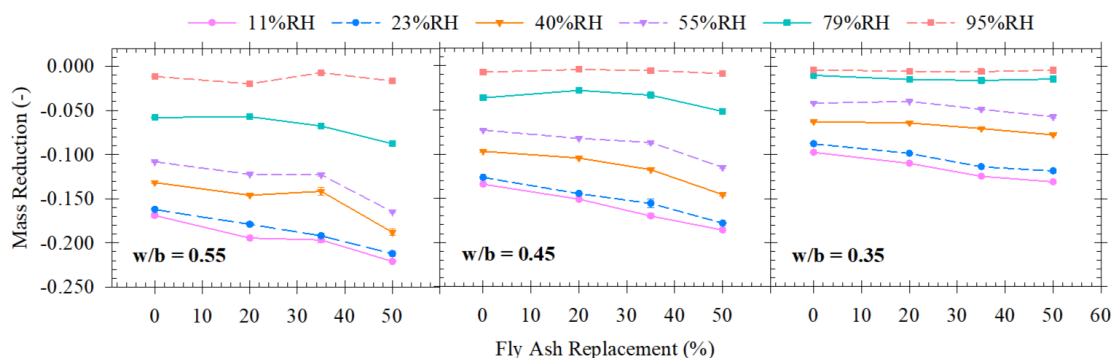
ที่เหมาะสมสามารถช่วยลดการหดตัวของซีเมนต์เพสต์ภายใต้ความชื้นสัมพัทธ์ปานกลางได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เมื่อพิจารณาที่ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่าร้อยละ 40 พบว่า ค่าการหดตัวของซีเมนต์เพสต์จะลดลงตามปริมาณการแทนที่เถ้าถ่านหินที่เพิ่มขึ้น และสามารถสังเกตได้ว่า ซีเมนต์เพสต์ที่ใช้อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน เท่ากับ 0.45 แทนที่เถ้าถ่านหินในอัตราส่วนร้อยละ 50 เมื่อตากแห้งภายใต้ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 40 มีการหดตัวมากกว่าซีเมนต์เพสต์ที่ตากแห้งภายใต้ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 11 เนื่องจากมีน้ำค้างเหลืออยู่ในโพรงขนาดใหญ่ที่ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 40 ขณะน้ำระเหยออก จะสร้างแรงตึงผิวในโพรง (Capillary Tension) ส่งผลให้เกิดการหดตัวมากขึ้น ในขณะที่เมื่อตากแห้งที่ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 11 น้ำในโพรงส่วนใหญ่ระเหยหมดแล้ว เหลือเพียงน้ำที่อยู่ในโพรงเล็ก ส่งผลให้เกิดการหดตัวน้อย



ภาพ 32 การเปลี่ยนแปลงความยาวเทียบกับร้อยละการแทนที่ของเถ้าถ่านหิน

ภาพ 33 แสดงการสูญเสียน้ำหนักเทียบกับร้อยละการแทนที่ของเถ้าถ่านหิน พบว่า ซีเมนต์เพสต์ที่ใช้อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน เท่ากับ 0.55 และตากแห้งที่ความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่าร้อยละ 79 การแทนที่เถ้าถ่านหินไม่มีผลกระทบต่อค่าการหดตัวของซีเมนต์เพสต์อย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตาม เมื่อซีเมนต์เพสต์ตากแห้งภายใต้ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่าร้อยละ 79 พบว่า การสูญเสียน้ำหนักมีค่าเพิ่มขึ้นตามปริมาณการแทนที่เถ้าถ่านหินที่มากขึ้น ซึ่งมีแนวโน้มคล้ายคลึงกับซีเมนต์เพสต์ที่ใช้อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน เท่ากับ 0.35 และ 0.45 โดยแนวโน้มดังกล่าวตรงกันข้ามกับการหดตัวของซีเมนต์เพสต์ นอกจากนี้ยังสังเกตได้ว่า ซีเมนต์เพสต์ที่ใช้อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน เท่ากับ 0.55 และแทนที่ด้วยเถ้าถ่านหินในอัตราส่วนร้อยละ 35 ตากแห้งภายใต้ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 11 40 และ 55 มีการสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่าซีเมนต์เพสต์ที่ใช้อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน เท่ากับ 0.55 ซึ่งแทนที่ด้วยเถ้าถ่านหินในอัตราส่วนร้อยละ 20



ภาพ 33 การสูญเสียน้ำหนักเทียบกับร้อยละการแทนที่ของเถ้าถ่านหิน

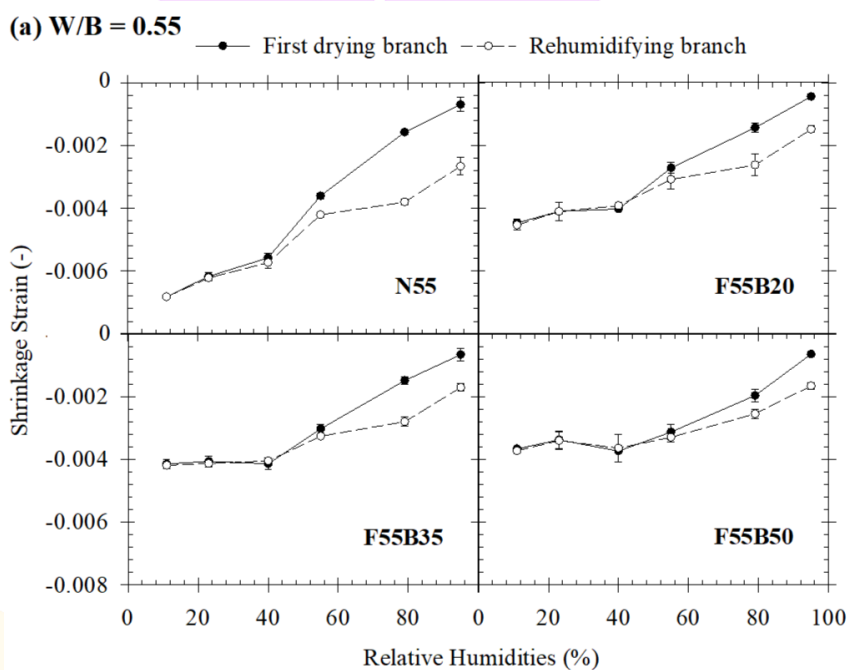
ไอโซเทอมของการเปลี่ยนแปลงความยาวและการสูญเสียน้ำหนัก

ในการสร้างไอโซเทอม ซีเมนต์เพสต์จะเก็บรักษาในสภาวะที่ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์อย่างเคร่งครัด จากนั้นจะมีการวัดความยาวและชั่งน้ำหนักของซีเมนต์เพสต์ในช่วงเวลาที่กำหนดเพื่อศึกษาและติดตามการเปลี่ยนแปลงความยาวและการสูญเสียน้ำหนัก เมื่อซีเมนต์เพสต์เก็บในกล่องควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 56 วัน ค่าการหดตัวและค่าการสูญเสียน้ำหนักที่ได้จะถูกแสดงเป็นกราฟเส้นทึบ (First drying branch) หลังจากนั้นซีเมนต์เพสต์จะนำไปตากแห้งที่ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 11 เป็นเวลา 28 วัน แล้วนำกลับไปไว้ในกล่องความชื้นสัมพัทธ์เดิมอีกครั้ง เป็นเวลา 28 วัน ค่าการหดตัวและค่าการสูญเสียน้ำหนักที่ได้ในขั้นตอนนี้จะแสดงเป็นกราฟเส้นปะ (Rehumidifying branch) เพื่อใช้ในการสร้างไอโซเทอมของการเปลี่ยนแปลงความยาวและการสูญเสียน้ำหนัก

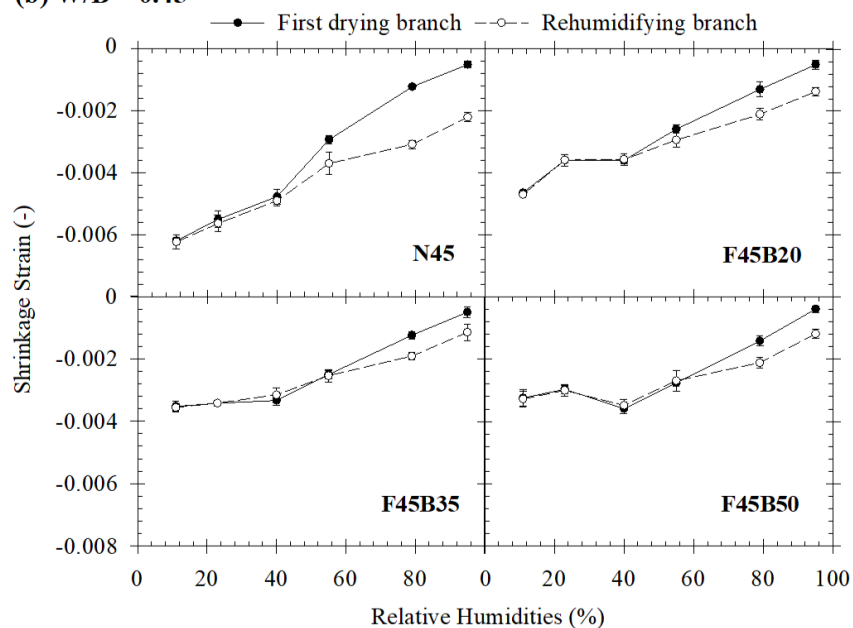
จากภาพ 34(ก) ซึ่งแสดงไอโซเทอมของการเปลี่ยนแปลงความยาวในซีเมนต์เพสต์ที่ใช้อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน เท่ากับ 0.55 พบว่า สำหรับตัวอย่าง N55 ภายใต้ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 11 ค่าการหดตัวของกระบวนการ First drying และ Rehumidifying มีค่าที่ใกล้เคียงกัน อย่างไรก็ตาม ที่ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 23 และ 40 ค่าการหดตัวของกระบวนการ Rehumidifying มีความแตกต่างจากกระบวนการ First drying เพียงเล็กน้อย เนื่องจากรูพรุนขนาดเล็กภายในโพรงเจลมีคุณสมบัติในการดูดซึมน้ำกลับได้รวดเร็วและง่ายกว่ากระบวนการระเหยน้ำออกระหว่างการตากแห้ง (Feldman & Sereda, 1969)

นอกจากนี้ เมื่อซีเมนต์เพสต์ถูกแทนที่ด้วยเถ้าถ่านหินและตากแห้งภายใต้ความชื้นสัมพัทธ์มากกว่าร้อยละ 55 ค่าการหดตัวของกระบวนการ Rehumidifying มีความแตกต่างจากกระบวนการ First drying น้อยลงตามปริมาณการแทนที่เถ้าถ่านหินที่มากขึ้น ซึ่งแนวโน้มนี้สอดคล้องกับซีเมนต์เพสต์ที่ใช้อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน เท่ากับ 0.35 และ 0.45 โดยเฉพาะในกรณีของซีเมนต์เพสต์

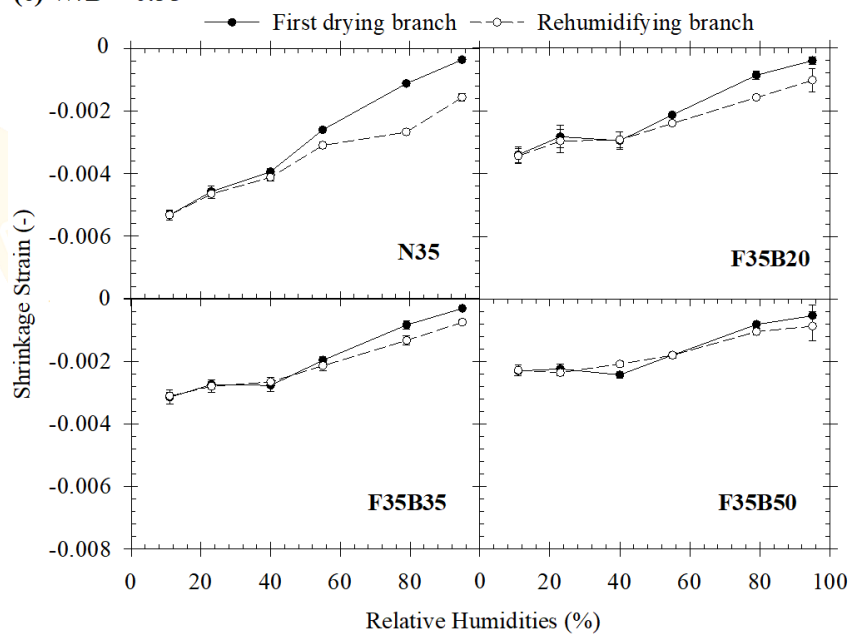
ที่ใช้อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน เท่ากับ 0.35 ซึ่งแทนที่ด้วยเถ้าถ่านหิน พบว่า ค่าการหดตัวของกระบวนการ Rehumidifying มีความแตกต่างจากกระบวนการ First drying น้อยมากเมื่อเทียบกับซีเมนต์เพสต์ที่ใช้อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน เท่ากับ 0.45 และ 0.55 สำหรับซีเมนต์เพสต์ที่ใช้อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน เท่ากับ 0.35 แทนที่ด้วยเถ้าถ่านหินในอัตราส่วนร้อยละ 50 และตากแห้งภายใต้ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 40 ค่าการหดตัวของกระบวนการ Rehumidifying มีค่าสูงกว่ากระบวนการ First drying



(ก) อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน เท่ากับ 0.55

(b) $W/B = 0.45$ 

(ข) อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน เท่ากับ 0.45

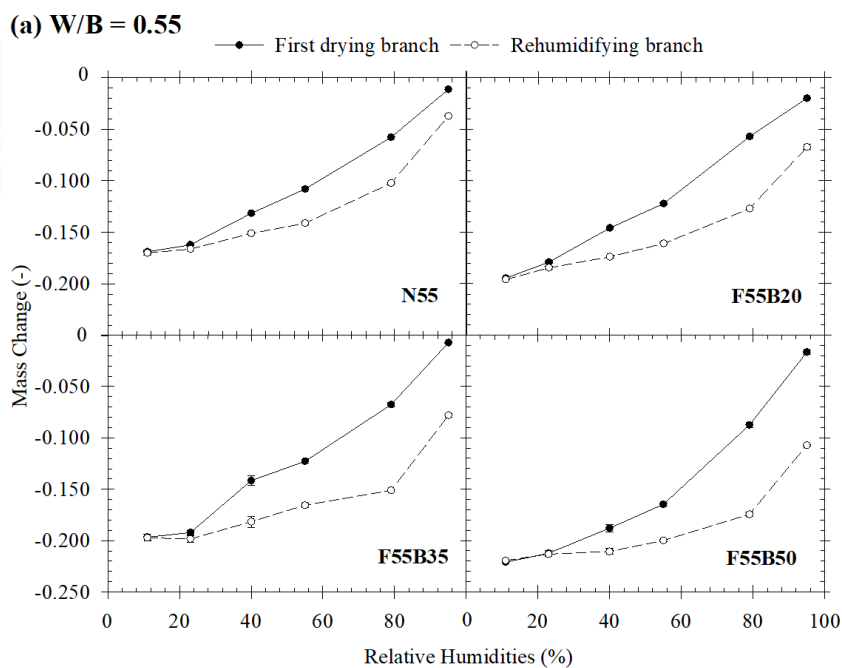
(c) $W/B = 0.35$ 

(ค) อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน เท่ากับ 0.35

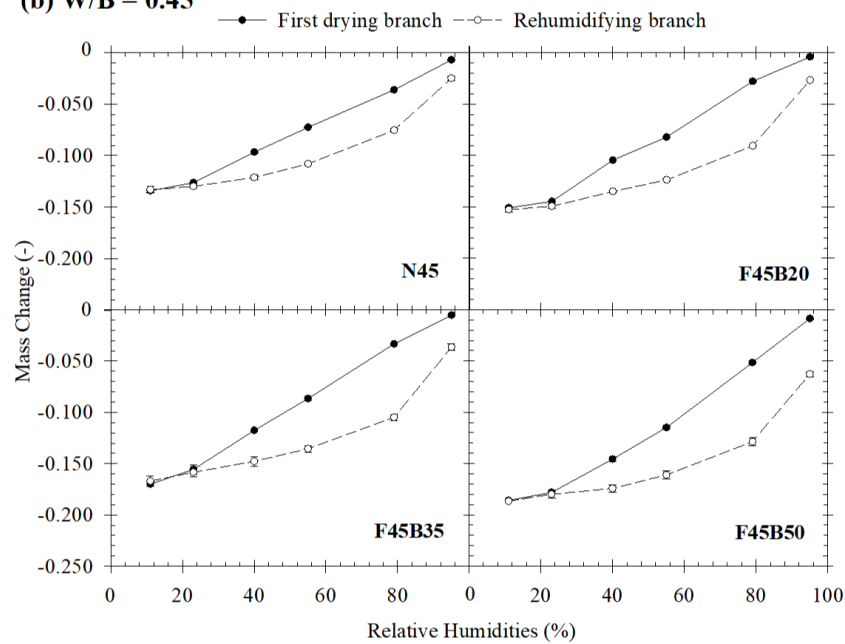
ภาพ 34 ไอโซเทอมของการเปลี่ยนแปลงความยาวในซีเมนต์เพสต์

ไอโซเทอมของการเปลี่ยนแปลงความยาวของซีเมนต์เพสต์ที่ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่าร้อยละ 40 พบว่า กระบวนการ Rehumidifying มีการหดตัวใกล้เคียงกับกระบวนการ First drying อย่างไรก็ตาม ไอโซเทอมของการสูญเสียน้ำหนักที่ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 23 และ 40 กระบวนการ Rehumidifying แสดงความแตกต่างอย่างชัดเจนเมื่อเทียบกับกระบวนการ First drying

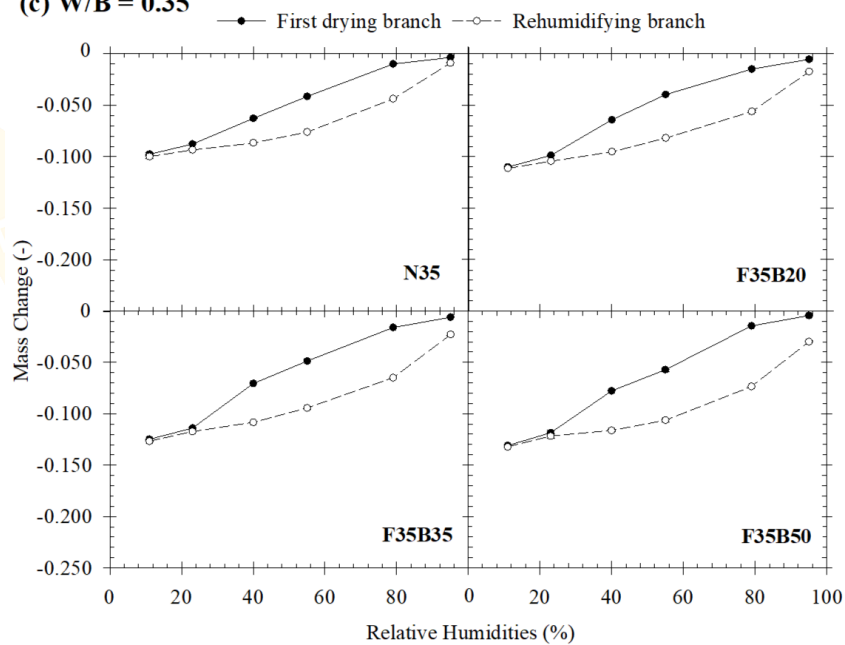
ภาพ 35(ก) ซึ่งแสดงไอโซเทอมของการสูญเสียน้ำหนักของซีเมนต์เพสต์ที่มีอัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน เท่ากับ 0.55 พบว่า ซีเมนต์เพสต์ที่ผสมเถ้าถ่านหินจะมีค่าการสูญเสียน้ำหนักมากขึ้นตามปริมาณการแทนที่ที่มากขึ้น เมื่อเทียบกับซีเมนต์เพสต์ที่ไม่ผสมเถ้าถ่านหิน ซึ่งแนวโน้มนี้ตรงกันข้ามกับการเปลี่ยนแปลงความยาวของซีเมนต์เพสต์อย่างมีนัยสำคัญ เมื่อพิจารณาอัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสานที่แตกต่างกัน พบว่า ซีเมนต์เพสต์ที่ใช้อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน เท่ากับ 0.35 มีค่าการสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่าซีเมนต์เพสต์ที่ใช้อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน เท่ากับ 0.45 และ 0.55 เนื่องจากการมีปริมาณน้ำที่น้อยลงในส่วนผสม ช่วยทำให้โครงสร้างมีความหนาแน่นมากขึ้น ส่งผลให้การระเหยของน้ำลดลง และการสูญเสียน้ำหนักโดยรวมจึงลดลงตามไปด้วย ในทางกลับกันเมื่อส่วนผสมที่ใช้อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสานมากขึ้น มีปริมาณน้ำสูงขึ้น จึงเกิดการระเหยสูง และส่งผลให้เกิดการสูญเสียน้ำหนักได้มากขึ้น นอกจากนี้ ยังพบว่าซีเมนต์เพสต์ใช้อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน เท่ากับ 0.35 ที่ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 95 การสูญเสียน้ำหนักของกระบวนการ Rehumidifying มีความใกล้เคียงกับกระบวนการ First drying อย่างมีนัยสำคัญ



(ก) อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน เท่ากับ 0.55

(b) $W/B = 0.45$ 

(ข) อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน เท่ากับ 0.45

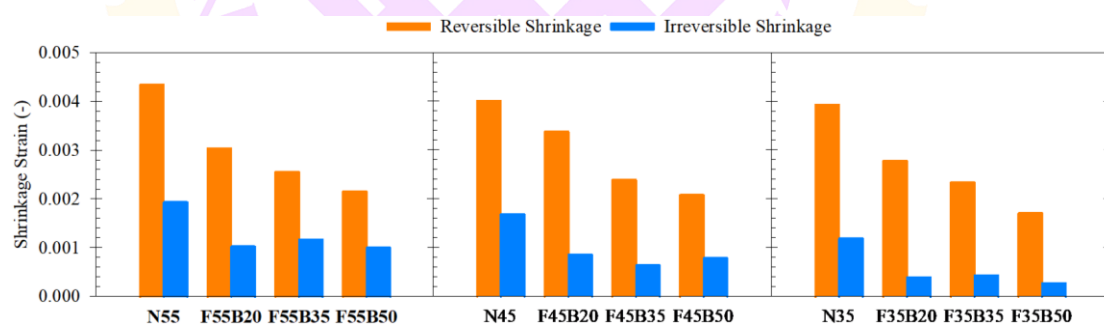
(c) $W/B = 0.35$ 

(ค) อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน เท่ากับ 0.35

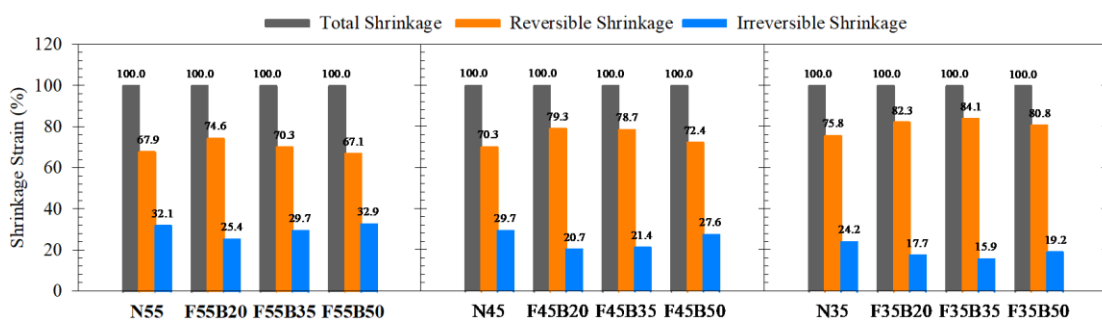
ภาพ 35 ไอโซเทอมของการสูญเสียน้ำหนักในซีเมนต์เฟส

การหดตัวแบบคืนกลับได้และการหดตัวแบบคืนกลับไม่ได้ของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์

ภาพ 36 แสดงการหดตัวแบบคืนตัวกลับได้และการหดตัวแบบคืนตัวกลับไม่ได้ของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ทุกค่าอัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน พบว่า ซีเมนต์เพสต์ที่ไม่ผสมเถ้าถ่านหินมีค่าการหดตัวที่คืนกลับได้สูงกว่าซีเมนต์เพสต์ที่ผสมเถ้าถ่านหิน การหดตัวที่คืนกลับได้มีแนวโน้มลดลงตามปริมาณการแทนที่เถ้าถ่านหินที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากเมื่อปริมาณเถ้าถ่านหินในส่วนผสมเพิ่มขึ้น อัตราการเกิดปฏิกิริยาปอซโซลานจะลดลง (Nagamatsu, et al., 1992) ส่งผลให้มีเถ้าถ่านหินที่ไม่ทำปฏิกิริยาเหลืออยู่ในซีเมนต์เพสต์มากขึ้น เถ้าถ่านหินที่เหลือจากการทำปฏิกิริยาอาจทำหน้าที่เป็นตัวยึดรั้งไม่ให้ซีเมนต์เพสต์หดตัว และส่งผลให้เกิดการหดตัวที่คืนกลับได้ลดลง การหดตัวแบบคืนกลับได้เกิดขึ้นหลังจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างภายในแบบคืนกลับไม่ได้ในช่วงแรกของการตากแห้ง โดยมีปริมาณแคลเซียมซิลิเกตไฮเดรต (C-S-H) เป็นตัวกำหนดหลัก (Maruyama, et al., 2022) และการหดตัวแบบคืนกลับไม่ได้ของซีเมนต์เพสต์ที่ไม่ผสมและผสมเถ้าถ่านหิน มีค่าลดลงตามอัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสานที่ลดลง ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาที่ผ่านมา (Segawa, et al., 2024) สังเกตได้ว่าซีเมนต์เพสต์มีค่าการหดตัวแบบคืนกลับไม่ได้้น้อยกว่าค่าการหดตัวแบบคืนตัวกลับได้ อย่างชัดเจน นอกจากนี้ การใช้เถ้าถ่านหินเป็นวัสดุทดแทนปูนซีเมนต์ในซีเมนต์เพสต์ที่สามารถช่วยลดค่าการหดตัวแบบคืนกลับไม่ได้ อย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตาม อัตราส่วนการแทนที่เถ้าถ่านหินที่แตกต่างกันในซีเมนต์เพสต์ไม่ส่งผลต่อการหดตัวแบบคืนกลับไม่ได้ อย่างมีนัยสำคัญ โดยอัตราส่วนการหดตัวที่คืนกลับได้ คิดเป็นประมาณร้อยละ 75.3 ของการหดตัวทั้งหมด ขณะที่การหดตัวที่คืนกลับไม่ได้คิดเป็นประมาณร้อยละ 24.7 ของการหดตัวทั้งหมด ดังภาพ 37



ภาพ 36 การหดตัวแบบคืนตัวกลับได้และการหดตัวแบบคืนตัวกลับไม่ได้ของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์



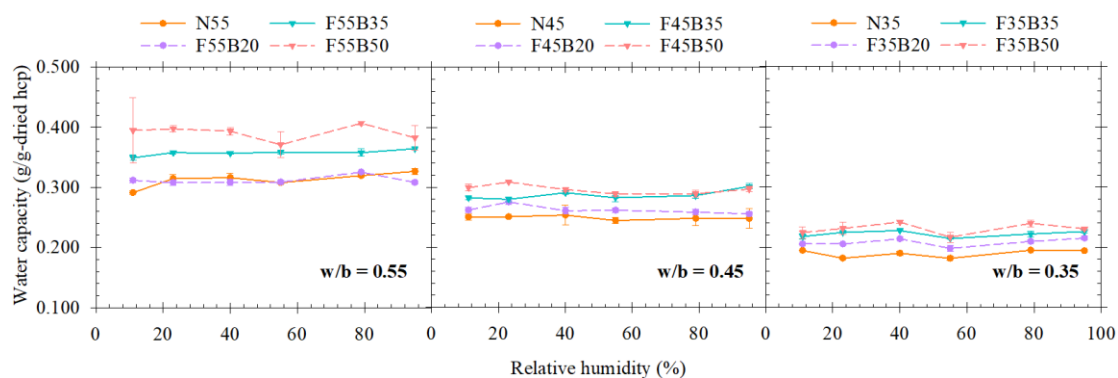
ภาพ 37 ร้อยละการหดตัวแบบคืนตัวกลับได้และการหดตัวแบบคืนตัวกลับไม่ได้ของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์

ความสามารถในการกักเก็บน้ำของซีเมนต์เพสต์

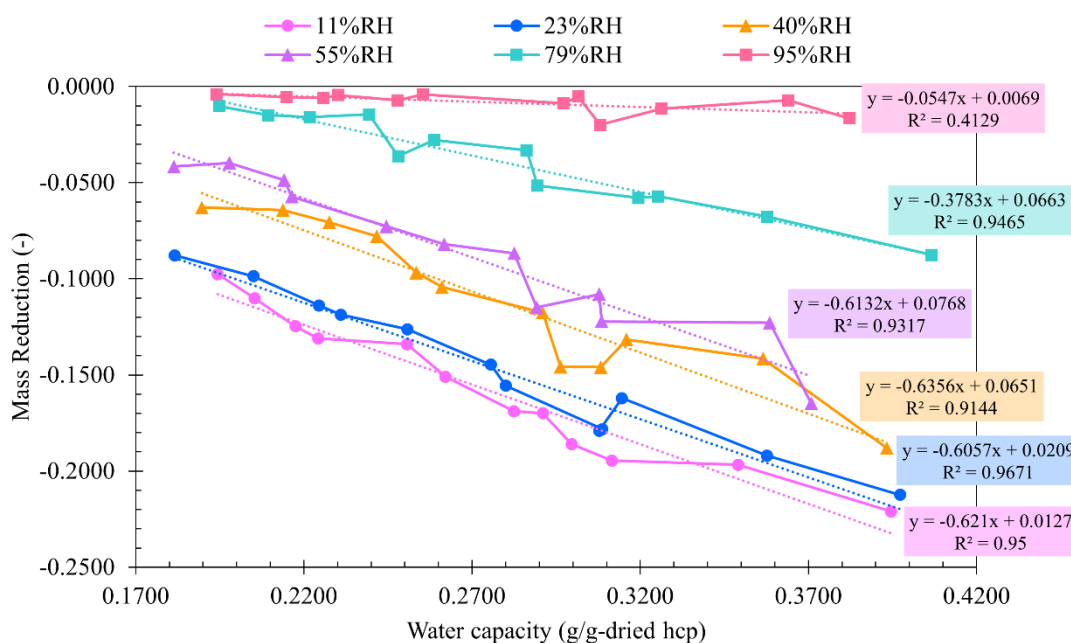
ภาพ 38 แสดงความสามารถในการกักเก็บน้ำของซีเมนต์เพสต์ที่มีอัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน เท่ากับ 0.55, 0.45 และ 0.35 ภายใต้ความชื้นสัมพัทธ์ที่แตกต่างกัน พบว่า ซีเมนต์เพสต์ที่ใช้อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน เท่ากับ 0.55 แสดงค่าความสามารถในการกักเก็บน้ำค่อนข้างคงที่ตลอดช่วงการตากแห้ง ส่วนซีเมนต์เพสต์ใช้อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสานต่ำลงมีแนวโน้มสูญเสียความสามารถในการกักเก็บน้ำอย่างชัดเจนทั้งนี้เกิดจากซีเมนต์เพสต์ที่มีอัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสานสูง ซึ่งมีโพรงมาก ส่งผลให้มีความสามารถในการกักเก็บน้ำได้ดีกว่า

นอกจากนี้ การแทนที่ซีเมนต์เพสต์ด้วยเถ้าถ่านหินในอัตราส่วนร้อยละ 20, 35 และ 50 ส่งผลให้ค่าความสามารถในการกักเก็บน้ำของซีเมนต์เพสต์เพิ่มขึ้นตามปริมาณการแทนที่เถ้าถ่านหินที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากเถ้าถ่านหินมีความละเอียดสูงและมีลักษณะพรุน ช่วยเพิ่มปริมาณโพรงภายในโครงสร้างซีเมนต์เพสต์ ส่งผลให้ซีเมนต์เพสต์ดูดซับและกักเก็บน้ำได้ดีขึ้น

สังเกตได้ว่าเมื่อใส่เถ้าถ่านหินเพิ่มมากขึ้น จะส่งผลให้ซีเมนต์เพสต์มีโพรงที่มากขึ้น ซึ่งค่าความสามารถในการกักเก็บน้ำที่สูงขึ้นอาจส่งผลต่อการสูญเสียน้ำหนักของซีเมนต์เพสต์ที่ผสมเถ้าถ่านหินจากภาพ 39 ความสัมพันธ์ระหว่างการสูญเสียน้ำหนักและความสามารถในการกักเก็บน้ำของซีเมนต์เพสต์ จะเห็นได้ว่า เมื่อค่าความสามารถในการกักเก็บน้ำเพิ่มสูงขึ้น ส่งผลให้ค่าการสูญเสียน้ำหนักของซีเมนต์เพสต์ก็เพิ่มขึ้นตามไปด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสภาวะความชื้นสัมพัทธ์ที่ต่ำ (ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 11, 23, 40 และ 55) ซึ่งเป็นช่วงอัตราการระเหยของน้ำภายในซีเมนต์เพสต์มีแนวโน้มสูง ส่งผลให้เกิดการสูญเสียน้ำหนักมากขึ้น ทั้งนี้ ซีเมนต์เพสต์ที่มีอัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน เท่ากับ 0.45 และ 0.35 แสดงพฤติกรรมของการสูญเสียน้ำหนักในลักษณะเดียวกัน โดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อค่าความสามารถในการกักเก็บน้ำเพิ่มสูงขึ้น



ภาพ 38 ความสามารถในการกักเก็บน้ำของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ที่อายุ 56 วัน



ภาพ 39 ความสัมพันธ์ระหว่างการสูญเสียน้ำหนักกับความสามารถในการกักเก็บน้ำของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์

บทที่ 5

บทสรุป

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาการหดตัวแห้งของซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหินแคลเซียมต่ำภายใต้สภาวะความชื้นสัมพัทธ์ที่แตกต่างกัน สามารถสรุปได้ดังนี้

1. ในช่วง 7 วันแรก ซีเมนต์เพสต์จะมีค่าการหดตัวและการสูญเสียน้ำหนักสูงในทุกส่วนผสม โดยเฉพาะซีเมนต์เพสต์ที่ตากแห้งในความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่าร้อยละ 55 ซึ่งอัตราการหดตัวและการสูญเสียน้ำหนักจะลดลงหลังจาก 7 วัน
2. ซีเมนต์เพสต์ที่ตากแห้งในความชื้นสัมพัทธ์ต่ำจะมีค่าการหดตัวและการสูญเสียน้ำหนักสูงกว่าซีเมนต์เพสต์ที่ถูกตากแห้งในความชื้นสัมพัทธ์สูง
3. อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสานมีผลกระทบโดยตรงต่อค่าการหดตัวและการสูญเสียน้ำหนักของซีเมนต์เพสต์ โดยพบว่าซีเมนต์เพสต์ที่มีอัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสานสูงมีแนวโน้มที่จะเกิดการหดตัวและการสูญเสียน้ำหนักมากกว่าซีเมนต์เพสต์ที่มีอัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสานต่ำ
4. การแทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภทที่ 1 ด้วยเถ้าถ่านหินส่งผลให้ค่าการหดตัวแห้งของซีเมนต์เพสต์ลดลง โดยค่าการหดตัวจะแปรผันตรงกับร้อยละการแทนที่ของเถ้าถ่านหินในสภาวะความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 11, 23, 40 และ 55 อย่างไรก็ตาม ที่ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 79 และ 95 ปริมาณการแทนที่เถ้าถ่านหินไม่มีผลกระทบต่อการหดตัวของซีเมนต์เพสต์อย่างมีนัยสำคัญ
5. การแทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภทที่ 1 ด้วยเถ้าถ่านหินส่งผลให้ค่าการสูญเสียน้ำหนักของซีเมนต์เพสต์เพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นแนวโน้มตรงกันข้ามกับการเปลี่ยนแปลงความยาวของซีเมนต์เพสต์
6. ซีเมนต์เพสต์ที่ใช้อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสานสูงมีแนวโน้มที่จะมีค่าการคืนตัวกลับได้ของซีเมนต์เพสต์สูง และเมื่อเพิ่มปริมาณการแทนที่ซีเมนต์เพสต์ด้วยเถ้าถ่านหิน ค่าการหดตัวที่คืนกลับได้ จะลดลงตามปริมาณการแทนที่เถ้าถ่านหินที่เพิ่มขึ้น
7. ซีเมนต์เพสต์ที่ไม่ผสมเถ้าถ่านหินจะมีค่าการหดตัวที่คืนกลับไม่ได้สูงที่สุด และเมื่อแทนที่ซีเมนต์เพสต์ด้วยเถ้าถ่านหิน ค่าการหดตัวที่คืนกลับไม่ได้มีค่าใกล้เคียงกัน สำหรับทุกอัตราการแทนที่เถ้าถ่านหิน

ข้อเสนอแนะ

1. ควรเพิ่มระยะเวลาในการบ่มและการตากแห้งตัวอย่างให้นานขึ้น เช่น 1 ปี, 2 ปี หรือมากกว่านั้น เพื่อศึกษาการหดตัวของซีเมนต์เพสต์ที่ชัดเจนมากขึ้น
2. ควรมีการวิเคราะห์โครงสร้างรูพรุนและผลิตภัณฑ์ไฮเดรชันโดยใช้เทคนิคต่าง ๆ เช่น SEM หรือ NMR เพื่อยืนยันผลของการผสมเถ้าถ่านหินต่อโครงสร้างของซีเมนต์เพสต์
3. ควรศึกษาเปรียบเทียบระหว่างเถ้าถ่านหินกับวัสดุปอซโซลานอื่น ๆ เช่น เถ้าก้นเตา, เถ้าแกลบ หรือซิลิกาฟูม เพื่อประเมินประสิทธิภาพของแต่ละวัสดุในการลดการหดตัวแห้ง
4. ควรวิเคราะห์ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมตลอดอายุของวัสดุ (Life Cycle Assessment: LCA) หรือ วัดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยออกมาทั้งโดยตรงและโดยอ้อม (Carbon Footprint) เพื่อวิเคราะห์ศักยภาพของการใช้เถ้าถ่านหินเพื่อช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม



บรรณานุกรม

บริษัท บีแอลซีพี เพาเวอร์ จำกัด. (2020). เทคโนโลยีถ่านหินสะอาดที่โรงไฟฟ้าบีแอลซีพีนำมาใช้.

https://www.blcp.co.th/web/post_detail/%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%9C%E0%B8%A5%E0%B8%B4%E0%B8%95%E0%B9%84%E0%B8%9F%E0%B8%9F%E0%B9%89%E0%B8%B2%E0%B8%88%E0%B8%B2%E0%B8%81%E0%B8%82%E0%B8%A2%E0%B8%B0%E0%B8%AD%E0%B8%B8%E0%B8%95%E0%B8%AA%E0%B8%B2%E0%B8%AB%E0%B8%81%E0%B8%A3%E0%B8%A3%E0%B8%A1

ปริญญา จินดาประเสริฐ และชัย จาตุรพิทักษ์กุล. (2561). *ปูนซีเมนต์ ปอซโซลาน และ คอนกรีต* (7 ed.). สมาคมคอนกรีตแห่งประเทศไทย (สคท.).

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. (2564). *มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก. 15-2562). สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม.*

ASTM International. (2005a). *Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete*. In ASTM C618.

ASTM International. (2005b). *Standard Test Method for Density of Hydraulic Cement*. In ASTM C188-95.

ASTM International. (2009a). *Standard Practice for Use of Apparatus for the Determination of Length Change of Hardened Cement Paste, Mortar, and Concrete*. In ASTM C 490/C 490M - 08 (pp. 1-5). Laurentian University.

ASTM International. (2009b). *Standard Test Method for Length Change of Hardened Hydraulic-Cement Mortar and Concrete*. In ASTM C 157/C 157M-08 (pp. 1-7). Laurentian University.

ASTM International. (2021). *Standard Specification for Portland Cement*. In ASTM C150/C150M - 21 (pp. 1-5).

Chindaprasirt, P., Homwuttiwong, S., & Sirivivatnanon, V. (2004). Influence of fly ash fineness on strength, drying shrinkage and sulfate resistance of blended cement mortar. *Cement and Concrete Research*, 34(7), 1087-1092.

<https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2003.11.021>

- Chindaprasirt, P., Jaturapitakkul, C., & Sinsiri, T. (2005). Effect of fly ash fineness on compressive strength and pore size of blended cement paste. *Cement and Concrete Composites*, 27(4), 425-428.
<https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2004.07.003>
- Chindaprasirt, P., & Rattanasak, U. (2011). Shrinkage behavior of structural foam lightweight concrete containing glycol compounds and fly ash. *Materials & Design*, 32(2), 723-727. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2010.07.036>
- Cui, C., Tai, W., Luo, C., Wang, L., & Peng, H. (2024). Mechanisms underlying drying shrinkage in ASM-based geopolymer: Capillary tensile stress and its prediction method. *Construction and Building Materials*, 450.
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2024.138698>
- Ech-chebab, A., Ejbouh, A., Galai, M., Hassi, S., Berrami, K., & Ebn Touhami, M. (2021). Assessing the Fly Ash Effect on the Durability of Reinforced Concrete of Water Treatment Tanks Exposed to Coagulating Ferric Chloride by an Electrochemical Process. *Journal of Bio- and Tribo-Corrosion*, 7(2).
<https://doi.org/10.1007/s40735-021-00513-8>
- Feldman, R. F., & Sereda, P. J. (1969). A model for hydrated Portland cement paste as deduced from sorptionlength change and mechanical properties. *Materials and Structures*, 1, 509-520.
- Gautam, L., Purbe, M. K., Sharma, K. V., Kumar, C., & Kalita, P. P. (2025). Environmental impact mitigation and durability enhancement of concrete through fly ash substitution: a comprehensive review. *Journal of Building Pathology and Rehabilitation*, 10(2). <https://doi.org/10.1007/s41024-025-00609-5>
- Greenspan, L. (1977). Humidity Fixed Points of Binary Saturated Aqueous Solutions. *Journal of Research of the National Bureau of Standards-A. Physics and Chemistry*, 81A, 89-96.
- Haji, T., Kotera, S., Kurihara, R., & Maruyama, I. Impact of demolding age and mineral composition of cement on drying shrinkage of cement paste.

- Hu, X., Shi, Z., Shi, C., Wu, Z., Tong, B., Ou, Z., & de Schutter, G. (2017). Drying shrinkage and cracking resistance of concrete made with ternary cementitious components. *Construction and Building Materials*, 149, 406-415.
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.05.113>
- Kocak, Y., & Nas, S. (2014). The effect of using fly ash on the strength and hydration characteristics of blended cements. *Construction and Building Materials*, 73, 25-32. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2014.09.048>
- Maruyama, I. (2010). Origin of Drying Shrinkage of Hardened Cement Paste: Hydration Pressure. *Journal of Advanced Concrete Technology*, 8, 187-200.
- Maruyama, I., Kishi, N., & Aili, A. (2021). The Relative Humidity Range for the Development of Irreversible Shrinkage in Hardened Cement Paste. *Journal of Advanced Concrete Technology*, 19(6), 585-592.
<https://doi.org/10.3151/jact.19.585>
- Maruyama, I., Nishioka, Y., Igarashi, G., & Matsui, K. (2014). Microstructural and bulk property changes in hardened cement paste during the first drying process. *Cement and Concrete Research*, 58, 20-34.
<https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2014.01.007>
- Maruyama, I., Sugimoto, H., Umeki, S., & Kurihara, R. (2022). Effect of fineness of cement on drying shrinkage. *Cement and Concrete Research*, 161.
<https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2022.106961>
- Nagamatsu, S., Sato, Y., & Ohtsune, Y. (1992). Relationship between degree of drying and drying shrinkage strain of hardened cement paste. *Journal of Struct. Constr.*, 13-21.
- Saha, A. K. (2018). Effect of class F fly ash on the durability properties of concrete. *Sustainable Environment Research*, 28(1), 25-31.
<https://doi.org/10.1016/j.serj.2017.09.001>
- Samouh, H., Rozière, E., & Loukili, A. (2017). The differential drying shrinkage effect on the concrete surface damage: Experimental and numerical study. *Cement and Concrete Research*, 102, 212-224.
<https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2017.09.016>

- Segawa, M., Abudushalamu, A., & Maruyama, I. (2022). Study on drying shrinkage properties of low heat Portland cement paste. *Cement Science and Concrete Technology*, 76, 153-161.
- Segawa, M., Kurihara, R., Aili, A., Igarashi, G., & Maruyama, I. (2024). Shrinkage reduction mechanism of low Ca/Si ratio C-A-S-H in cement pastes containing fly ash. *Cement and Concrete Research*, 186. <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2024.107683>
- Sidney, M., J. Francis, Y., & Darwin, D. (2002). *Concrete* (2 ed.). Pearson Education, Inc. Thai PBS. (2566). <https://www.thaipbs.or.th/news/content/327916>
- The International Energy Agency (IEA), & The Cement Sustainability Initiative (CSI) of the World Business Council for Sustainable Development (WBCSD). (2015). *Technology Roadmap Low-Carbon Transition in the Cement Industry*
- Vimonsatit, V., Chindaprasirt, P., Ruangsiriyakul, S., & Sata, V. (2015). Influence of fly ash fineness on water requirement and shrinkage of blended cement mortars. *KKU Engineering Journal*, 42, 311-316. <https://doi.org/10.14456/kkuenj.2015.37>
- Ye, H., Radlińska, A., & Neves, J. (2017). Drying and carbonation shrinkage of cement paste containing alkalis. *Materials and Structures*, 50(2), 132. <https://doi.org/10.1617/s11527-017-1006-x>



ภาคผนวก

ภาคผนวก ก ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของซีเมนต์เพสต์



ตาราง 8 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์โพสที่ไม่ผสมเถ้าถ่านหิน ที่ w/b = 0.35 ที่อายุการตากแห้งครบ 7 วัน

Code & RH	No.	Instrument reading								Length (mm)	Invar	ε	Avg.	S.D.
		1	2	3	4	5	6	7	8					
N35 11%RH	1	-0.8840	-0.8830	-0.8840	-0.8890					99.6400	-0.5250	-0.0048		
	2	-1.1040	-1.1085	-1.1085	-1.1115					99.4053	-0.5135			
	3	-0.7920	-0.8095	-0.8155	-0.7935	-0.7985				99.7127	-0.5145	-0.0046	-0.0047	0.0001
	4	-0.7875	-0.7965	-0.7900	-0.8000	-0.7970				99.7108	-0.5050	-0.0049		
N35 23%RH	5	-0.8505	-0.8560	-0.8680	-0.8680					99.6493	-0.5100	-0.0046		
	6	-1.2950	-1.3200	-1.3225	-1.3255	-1.3255				99.1898	-0.5075	-0.0043		
	7	-0.7985	-0.7975	-0.8070	-0.8045					99.7041	-0.5060	-0.0040		
	8	-0.8810	-0.8850	-0.8910	-0.8915					99.6148	-0.5020	-0.0043	-0.0041	0.0001
N35 40%RH	9	-0.7305	-0.7490	-0.7470	-0.7415					99.7605	-0.5025	-0.0039		
	10	-0.7130	-0.7055	-0.7140	-0.7155					99.7900	-0.5020	-0.0040		
	11	-0.8055	-0.7940	-0.8060	-0.8030					99.7083	-0.5105	-0.0034		
	12	-0.9265	-0.9035	-0.9320	-0.9220	-0.9245				99.5878	-0.5095	-0.0032	-0.0034	0.0002
N35 55%RH	13	-0.5805	-0.597	-0.5955	-0.5990					99.9095	-0.5025	-0.0032		
	14	-0.6135	-0.6345	-0.6300	-0.6220	-0.6365				99.8687	-0.4960	-0.0036		
	15	-0.7255	-0.7550	-0.7560	-0.7540	-0.7540				99.7516	-0.5005	-0.0037		
	16	-0.6240	-0.6455	-0.6380	-0.6545	-0.6495	-0.6490			99.8590	-0.5025	-0.0022		
N35 79%RH	17	-0.5780	-0.5610	-0.5970	-0.5910	-0.5680				99.9313	-0.5075	-0.0020		
	18	-0.5765	-0.6070	-0.5775	-0.5945	0.5990	-0.5925			100.1120	-0.5035		-0.0047	0.0001
	19	-0.6580	-0.6640	-0.6640	-0.6640					99.8410	-0.5035			
	20	-0.5595	-0.5410	-0.5430	-0.5480					99.9486	-0.4965	-0.0020		
N35 95%RH	21	-0.3545	-0.3660	-0.3600	-0.3710	-0.3720				100.1313	-0.4960	-0.0009		
	22	-0.4865	-0.5145	-0.5220	-0.5080	-0.5220	-0.5020	-0.5225		99.9944	-0.5055	-0.0009		
	23	-0.3210	-0.3375	-0.3490	-0.3490	-0.3505	-0.3590			100.1586	-0.5030	-0.0007	-0.0041	0.0001
	24	-0.4465	-0.4450	-0.4460	-0.4490					100.0633	-0.5100	-0.0007		
N35 95%RH	25	-0.4175	-0.4555	-0.4565	-0.4560	-0.4575				100.0529	-0.5015	-0.0008		
	26	-0.2870	-0.2925	-0.2940	-0.2935					100.2092	-0.5010	-0.0002		
	27	-0.5105	-0.5115	-0.5135	-0.5130					99.9848	-0.4970	-0.0002		
	28	-0.3415	-0.3435	-0.3445	-0.3470					100.1578	-0.5020	-0.0002	-0.0034	0.0002
	29	-0.3800	-0.3830	-0.3840	-0.3800					100.1147	-0.4965	-0.0004		
	30	-0.3560	-0.3590	-0.3470	-0.3595					100.1481	-0.5035	-0.0001		

ตาราง 9 ผลการทดสอบการหดตัวของตัวอย่างซีเมนต์โพสที่ไม่ผสมเถ้าถ่านหิน ที่ $w/b = 0.35$ ที่อายุการตากแห้งครบ 14 วัน

Code & RH	No.	Instrument reading								Avg.	Length (mm)	Invar	ϵ	Avg.	S.D.
		1	2	3	4	5	6	7	8						
N35 11%RH	1	-0.8840	-0.8855	-0.8890	-0.8850					-0.8859	99.6091	-0.4950	-0.0051		
	2	-1.1130	-1.1135	-1.1195	-1.1420	-1.1405				-1.1341	99.3664	-0.5005	-0.0047	-0.0050	0.0001
	3	-0.8415	-0.8460	-0.8450	-0.8470					-0.8449	99.6581	-0.5030	-0.0051		
	4	-0.8120	-0.8035	-0.8195	-0.8240	-0.8185				-0.8155	99.6915	-0.5070	-0.0051		
N35 23%RH	5	-0.8945	-0.8940	-0.8965	-0.9010					-0.8965	99.6090	-0.5055	-0.0050		
	6	-1.3280	-1.3250	-1.3145	-1.3170					-1.3212	99.1853	-0.5065	-0.0043		
	7	-0.8155	-0.8110	-0.8105	-0.8105					-0.8119	99.6921	-0.5040	-0.0041		
	8	-0.9015	-0.9015	-0.9025	-0.9040					-0.9024	99.5926	-0.4950	-0.0045	-0.0043	0.0001
N35 40%RH	9	-0.7640	-0.7665	-0.7670	-0.7715					-0.7673	99.7417	-0.5090	-0.0041		
	10	-0.7500	-0.7490	-0.7460	-0.7520					-0.7493	99.7552	-0.5045	-0.0044		
	11	-0.8195	-0.8225	-0.8250	-0.8290					-0.8240	99.6845	-0.5085	-0.0037		
	12	-0.9595	-0.9700	-0.9690	-0.9685	-0.9700				-0.9674	99.5371	-0.5045	-0.0037		
N35 55%RH	13	-0.6110	-0.626	-0.625	-0.6285					-0.6227	99.8858	-0.5085	-0.0034	-0.0037	0.0001
	14	-0.6505	-0.6585	-0.6525	-0.6580					-0.6549	99.8536	-0.5085	-0.0037		
	15	-0.7740	-0.7785	-0.7790	-0.7775					-0.7773	99.7302	-0.5075	-0.0039		
	16	-0.6375	-0.6460	-0.6560	-0.6585	-0.6590				-0.6514	99.8501	-0.5015	-0.0023		
N35 79%RH	17	-0.5860	-0.6025	-0.6095	-0.6025	-0.6050				-0.6011	99.8969	-0.4980	-0.0023	-0.0024	0.0002
	18	-0.5865	-0.6095	-0.6102	-0.6125	-0.6155				-0.6069	99.8961	-0.5030	-0.0023		
	19	-0.6705	-0.6815	-0.6800	-0.6810					-0.6783	99.8167	-0.4950	-0.0028		
	20	-0.5710	-0.5875	-0.5785	-0.5815					-0.5797	99.9213	-0.5010	-0.0023		
N35 95%RH	21	-0.3760	-0.3920	-0.3930	-0.3950	-0.3960				-0.3904	100.1076	-0.4980	-0.0011		
	22	-0.5120	-0.5115	-0.5115	-0.5125					-0.5119	99.9886	-0.5005	-0.0010	-0.0009	0.0001
	23	-0.3460	-0.3515	-0.3525	-0.3540					-0.3510	100.1510	-0.5020	-0.0008		
	24	-0.4440	-0.4550	-0.4550	-0.4465					-0.4502	100.0503	-0.5005	-0.0008		
N35 95%RH	25	-0.4525	-0.4525	-0.4470	-0.4370	-0.4400				-0.4458	100.0517	-0.4975	-0.0008		
	26	-0.2930	-0.2910	-0.2945	-0.2835					-0.2905	100.2080	-0.4985	-0.0002		
	27	-0.5080	-0.5155	-0.5135	-0.5195					-0.5142	99.9808	-0.4950	-0.0002		
	28	-0.3510	-0.3450	-0.3505	-0.3485					-0.3488	100.1532	-0.5020	-0.0003	-0.0003	0.0001
	29	-0.3890	-0.3915	-0.3905	-0.3905					-0.3904	100.1136	-0.5040	-0.0004		
	30	-0.3630	-0.3600	-0.3610	-0.3675					-0.3629	100.1421	-0.5050	-0.0002		

ตาราง 10 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์เฟสที่ไม่ผสมเถ้าถ่านหิน ที่ $w/b = 0.35$ ที่อายุการตากแห้งครบ 28 วัน

Code & RH	No.	Instrument reading								Avg.	Length (mm)	Invar	ϵ	Avg.	S.D.
		1	2	3	4	5	6	7	8						
N35 11%RH	1	-0.6830	-0.6990	-0.6895	-0.6975					-0.6923	99.5962	-0.2885	-0.0053		
	2	-0.9410	-0.9370	-0.9380	-0.9375					-0.9384	99.3421	-0.2805	-0.0050	-0.0051	0.0001
	3	-0.6355	-0.6395	-0.6405	-0.6400					-0.6389	99.6456	-0.2845	-0.0053		
	4	-0.5990	-0.5970	-0.5975	-0.5990					-0.5982	99.6908	-0.2890	-0.0051		
N35 23%RH	5	-0.6920	-0.6900	-0.6940	-0.6940					-0.6925	99.5960	-0.2885	-0.0051		
	6	-1.1090	-1.1115	-1.1150	-1.1075					-1.1108	99.1732	-0.2840	-0.0045		
	7	-0.5910	-0.5925	-0.5925	-0.5975					-0.5934	99.6846	-0.2780	-0.0042		
	8	-0.6880	-0.6870	-0.6895	-0.6850					-0.6874	99.5916	-0.2790	-0.0045		
N35 40%RH	9	-0.5460	-0.5480	-0.5465	-0.5470					-0.5469	99.7266	-0.2735	-0.0043		
	10	-0.5235	-0.5285	-0.5305	-0.5300					-0.5282	99.7508	-0.2790	-0.0044		
	11	-0.5965	-0.6170	-0.6175	-0.6155	-0.6170				-0.6127	99.6673	-0.2800	-0.0038		
	12	-0.7425	-0.7485	-0.7510	-0.7505					-0.7482	99.5263	-0.2745	-0.0038		
N35 55%RH	13	-0.4080	-0.4070	-0.4110	-0.4110					-0.4093	99.8707	-0.2800	-0.0036	-0.0038	0.0001
	14	-0.4320	-0.4475	-0.4370	-0.4350					-0.4379	99.8446	-0.2825	-0.0038		
	15	-0.5680	-0.5635	-0.5605	-0.5690					-0.5653	99.7157	-0.2810	-0.0040		
	16	-0.4345	-0.4380	-0.4495	-0.4480					-0.4425	99.8425	-0.2850	-0.0023		
N35 79%RH	17	-0.4020	-0.4015	-0.4055	-0.4090					-0.4045	99.8820	-0.2865	-0.0024	-0.0025	0.0002
	18	-0.3960	-0.4085	-0.4040	-0.4115	-0.4090				-0.4058	99.8767	-0.2825	-0.0025		
	19	-0.4780	-0.4840	-0.4810	-0.4790					-0.4805	99.8005	-0.2810	-0.0029		
	20	-0.3750	-0.3810	-0.3855	-0.3855					-0.3818	99.9007	-0.2825	-0.0025		
N35 95%RH	21	-0.1760	-0.1810	-0.1850	-0.1860					-0.1820	100.1050	-0.2870	-0.0011		
	22	-0.3040	-0.3080	-0.3070	-0.3070					-0.3065	99.9800	-0.2865	-0.0011	-0.0010	0.0001
	23	-0.1440	-0.1355	-0.1445	-0.1440					-0.1420	100.1430	-0.2850	-0.0009		
	24	-0.2440	-0.2460	-0.2490	-0.2440					-0.2458	100.0382	-0.2840	-0.0010		
N35 95%RH	25	-0.2485	-0.2470	-0.2530	-0.2515					-0.2500	100.0285	-0.2785	-0.0011		
	26	-0.0715	-0.0760	-0.0760	-0.0770					-0.0752	100.2053	-0.2805	-0.0002		
	27	-0.3070	-0.3065	-0.3095	-0.3100					-0.3083	99.9732	-0.2815	-0.0003	-0.0003	0.0001
	28	-0.1380	-0.1380	-0.1355	-0.1395					-0.1378	100.1467	-0.2845	-0.0003		
	29	-0.1650	-0.1630	-0.1645	-0.1685					-0.1653	100.1107	-0.2760	-0.0004		
	30	-0.1580	-0.1605	-0.1615	-0.1620					-0.1605	100.1235	-0.2840	-0.0004		

ตาราง 11 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์โพสที่ไม่ผสมเถ้าถ่านหิน ที่ $w/b = 0.35$ ที่อายุการตากแห้งครบ 56 วัน

Code & RH	No.	Instrument reading								Avg.	Length (mm)	Invar	ϵ	Avg.	S.D.
		1	2	3	4	5	6	7	8						
N35 11%RH	1	-0.7020	-0.6935	-0.7045	-0.6930					-0.6983	99.5787	-0.2770	-0.0054		
	2	-0.9385	-0.9385	-0.9385	-0.9440					-0.9399	99.3326	-0.2725	-0.0051	-0.0053	0.0002
	3	-0.6285	-0.6510	-0.6525	-0.6515	-0.6455				-0.6458	99.6247	-0.2705	-0.0055		
	4	-0.6135	-0.6155	-0.6120	-0.6130					-0.6135	99.6585	-0.2720	-0.0054		
N35 23%RH	5	-0.6910	-0.6935	-0.6940	-0.6940					-0.6932	99.5853	-0.2785	-0.0052		
	6	-1.1265	-1.1335	-1.1330	-1.1335					-1.1317	99.1408	-0.2725	-0.0048		
	7	-0.6140	-0.5945	-0.6150	-0.6125	-0.6160				-0.6104	99.6661	-0.2765	-0.0044		
	8	-0.6990	-0.6985	-0.7030	-0.7005					-0.7003	99.5707	-0.2710	-0.0047	-0.0046	0.0002
N35 40%RH	9	-0.5475	-0.5440	-0.5470	-0.5455					-0.5460	99.7260	-0.2720			
	10	-0.5215	-0.5195	-0.5205	-0.5235					-0.5213	99.7507	-0.2720	-0.0044		
	11	-0.6075	-0.6075	-0.6080	-0.6105					-0.6084	99.6641	-0.2725	-0.0039		
	12	-0.7495	-0.7545	-0.7545	-0.7555					-0.7535	99.5175	-0.2710	-0.0039		
N35 55%RH	13	-0.4200	-0.4265	-0.4225	-0.4215					-0.4227	99.8483	-0.2710	-0.0038	-0.0039	0.0001
	14	-0.4465	-0.4525	-0.4525	-0.4525					-0.4510	99.8205	-0.2715	-0.0041		
	15	-0.5605	-0.5625	-0.5620	-0.5605					-0.5614	99.7091	-0.2705	-0.0041		
	16	-0.4525	-0.4535	-0.4530	-0.4585					-0.4544	99.8231	-0.2775	-0.0025		
N35 79%RH	17	-0.4050	-0.3995	-0.4030	-0.4015					-0.4023	99.8757	-0.2780	-0.0025	-0.0026	0.0001
	18	-0.4110	-0.4135	-0.4275	-0.4280					-0.4200	99.8505	-0.2705	-0.0028		
	19	-0.4310	-0.4330	-0.4330	-0.4345					-0.4329	99.8391	-0.2720	-0.0026		
	20	-0.3870	-0.3870	-0.3895	-0.3895					-0.3883	99.8887	-0.2770	-0.0026		
N35 95%RH	21	-0.1765	-0.1705	-0.1790	-0.1810					-0.1768	100.1007	-0.2775	-0.0012		
	22	-0.3080	-0.3065	-0.3095	-0.3105					-0.3087	99.9643	-0.2730	-0.0012	-0.0011	0.0001
	23	-0.1530	-0.1460	-0.1580	-0.1585					-0.1539	100.1231	-0.2770	-0.0011		
	24	-0.2390	-0.2385	-0.2365	-0.2405					-0.2387	100.0338	-0.2725	-0.0010		
N35 95%RH	25	-0.2565	-0.2600	-0.2515	-0.2610					-0.2573	100.0152	-0.2725	-0.0012		
	26	-0.0800	-0.0820	-0.0825	-0.0830					-0.0819	100.1956	-0.2775	-0.0003		
	27	-0.2920	-0.2930	-0.2970	-0.2975					-0.2949	99.9756	-0.2705	-0.0003		
	28	-0.1370	-0.1305	-0.1345	-0.1275					-0.1324	100.1386	-0.2710	-0.0004	-0.0004	0.0001
	29	-0.1590	-0.1590	-0.1620	-0.1615					-0.1604	100.1106	-0.2710	-0.0004		
	30	-0.1555	-0.1505	-0.1505	-0.1530					-0.1524	100.1231	-0.2755	-0.0004		

ตาราง 12 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์เพื่อหาผลสมณัถฐานหิน ที่ $w/b = 0.35$ หลังจากนำมาตากแห้งที่ความชื้นสัมพัทธ์เดิม

Code & RH	No.	Instrument reading								Avg.	Length (mm)	Invar	ε	Avg.	S.D.
		1	2	3	4	5	6	7	8						
N35 11%RH	1	-0.6975	-0.6985	-0.7160	-0.7055	-0.7180	-0.7165			-0.7087	99.5623	-0.2710			
	2	-0.9430	-0.9450	-0.9445	-0.9420					-0.9437	99.3263	-0.2700	-0.0051	-0.0053	0.0002
	3	-0.6570	-0.6530	-0.6535	-0.6545					-0.6545	99.6170	-0.2715	-0.0055		
	4	-0.6340	-0.6260	-0.6295	-0.6310					-0.6302	99.6418	-0.2720			
N35 23%RH	5	-0.6965	-0.6880	-0.6910	-0.6905					-0.6915	99.5795	-0.2710	-0.0053		
	6	-1.1515	-1.1560	-1.1530	-1.1580					-1.1547	99.1173	-0.2720			
	7	-0.6320	-0.6300	-0.6285	-0.6315					-0.6305	99.6405	-0.2710	-0.0047		
	8	-0.7255	-0.7210	-0.7145	-0.7235					-0.7212	99.5518	-0.2730	-0.0049	-0.0046	0.0002
N35 40%RH	9	-0.5610	-0.5625	-0.5600	-0.5660					-0.5624	99.7106	-0.2730	-0.0044		
	10	-0.5400	-0.5410	-0.5390	-0.5410					-0.5403	99.7307	-0.2710	-0.0046		
	11	-0.6320	-0.6305	-0.6290	-0.6230					-0.6287	99.6438	-0.2725	-0.0041		
	12	-0.7665	-0.7675	-0.7645	-0.7670					-0.7664	99.5061	-0.2725	-0.0040		
N35 55%RH	13	-0.4720	-0.4320	-0.4355	-0.4375					-0.4443	99.8292	-0.2735	-0.0040	-0.0041	0.0001
	14	-0.4790	-0.4860	-0.4730	-0.4725					-0.4777	99.7938	-0.2715	-0.0043		
	15	-0.5805	-0.5765	-0.5755	-0.5740					-0.5767	99.6978	-0.2745	-0.0042		
	16	-0.4955	-0.4950	-0.4920	-0.4960					-0.4947	99.7763	-0.2710	-0.0030		
N35 79%RH	17	-0.4885	-0.4555	-0.4565	-0.4595					-0.4650	99.8095	-0.2745	-0.0032	-0.0031	0.0001
	18	-0.4590	-0.4720	-0.4665	-0.4765	-0.4770				-0.4702	99.8048	-0.2750	-0.0033		
	19	-0.4785	-0.4710	-0.4750	-0.4735					-0.4745	99.7980	-0.2725	-0.0030		
	20	-0.6315	-0.6365	-0.6345	-0.6370					-0.6349	99.8391	-0.2740	-0.0031		
N35 95%RH	21	-0.3230	-0.3285	-0.3300	-0.3325					-0.3285	99.9425	-0.2710	-0.0027		
	22	-0.4600	-0.4635	-0.4615	-0.4625					-0.4619	99.8101	-0.2720	-0.0028	-0.0027	0.0001
	23	-0.3115	-0.3105	-0.3150	-0.3155					-0.3132	99.9600	-0.2732	-0.0027		
	24	-0.3980	-0.3985	-0.3975	-0.3975					-0.3979	99.8781	-0.2760	-0.0026		
N35 95%RH	25	-0.3985	-0.3925	-0.4020	-0.4020					-0.3988	99.8727	-0.2715	-0.0026		
	26	-0.2170	-0.2020	-0.2035	-0.2135					-0.2090	100.0640	-0.2730	-0.0016		
	27	-0.3995	-0.4015	-0.4070	-0.4000					-0.4020	99.8695	-0.2715	-0.0013		
	28	-0.2585	-0.2605	-0.2615	-0.2630					-0.2609	100.0116	-0.2725	-0.0017	-0.0016	0.0001
N35 95%RH	29	-0.2725	-0.2810	-0.2800	-0.2835					-0.2793	99.9952	-0.2745	-0.0016		
	30	-0.2670	-0.2755	-0.2785	-0.2715					-0.2732	100.0008	-0.2740	-0.0016		

ตาราง 13 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์พิเศษผสมถ่านหินร้อยละ 20 ที่ w/b = 0.35 ก่อนการตากแห้ง

Code & RH	No.	Instrument reading								Avg.	Length (mm)	Invar (mm)
		1	2	3	4	5	6	7	8			
F35B20 11%RH	1	-1.3120	-1.3070	-1.3055	-1.3100					-1.3087	99.1973	-0.5060
	2	-0.1535	-0.1590	-0.1610	-0.1605					-0.1585	100.3435	-0.5020
	3	-0.0280	-0.0305	-0.0340	-0.0345					-0.0318	100.4682	-0.5000
	4	-1.2780	-1.2820	-1.2745	-1.2700					-1.2762	99.2268	-0.5030
F35B20 23%RH	5	-0.0525	-0.0545	-0.0570	-0.0565					-0.0552	100.4438	-0.4990
	6	-0.0915	-0.0965	-0.1065	-0.1065					-0.1003	100.4097	-0.5100
	7	-1.1535	1.1605	-1.1665	-1.1730	1.1740				-0.2317	99.2748	0.4935
	8	-1.2385	-1.2465	-1.2430	-1.2385					-1.2417	99.2568	-0.4985
F35B20 40%RH	9	-0.1300	-0.1310	-0.1340	-0.1315					-0.1317	100.3693	-0.5010
	10	-0.1350	-0.1330	-0.1265	-0.1225					-0.1293	100.3772	-0.5065
	11	-0.1010	-0.1160	-0.1175	-0.1075					-0.1105	100.3965	-0.5070
	12	-0.2395	-0.2455	-0.2435	-0.2475					-0.2440	100.2565	-0.5005
F35B20 55%RH	13	-0.1040	-0.1075	-0.1118	-0.109					-0.1097	100.3848	-0.4945
	14	-0.3175	-0.3415	-0.3290	-0.3265	-0.3290				-0.3287	100.1703	-0.4990
	15	-1.5690	-1.5775	-1.5780	-1.5825	-1.5850				-1.5784	98.9201	-0.4985
	16	-1.2460	-1.2490	-1.2510	-1.2470					-1.2483	99.2562	-0.5045
F35B20 79%RH	17	-1.2085	-1.1975	-1.2000	-1.2000					-1.2015	99.3050	-0.5065
	18	-1.3045	-1.3180	1.3295	-1.3210	-1.3160				-0.7860	99.7230	-0.5090
	19	-0.1240	-0.1300	-0.1300	-0.1340					-0.1295	99.3720	0.4985
	20	-0.1920	-0.1940	-0.1930	-0.1970					-0.1940	99.2975	0.5085
F35B20 95%RH	21	-1.1020	-1.1130	-1.1405	-1.1385	-1.1270	-1.1280	-1.1375		-1.1267	99.3753	-0.5020
	22	-0.1400	-0.1600	-0.1585	-0.1705	-0.1675	-0.1740			-0.1618	100.3302	-0.4920
	23	-0.0590	-0.0735	-0.0750	-0.0720	-0.0775				-0.0714	100.4371	-0.5085
	24	-1.1800	-1.1995	-1.2130	-1.1975	-1.2060	-1.2170	-1.2100		-1.2033	99.2952	-0.4985
F35B20 95%RH	25	-1.2220	-1.2250	-1.2270	-1.2255					-1.2249	99.2841	-0.5090
	26	-1.1485	-1.1735	-1.1650	-1.1740	-1.1840	-1.1855			-1.1718	99.3532	-0.5250
	27	-1.1835	-1.1905	-1.2040	-1.2125	-1.2080	-1.2170			-1.2026	99.2934	-0.4960
	28	-0.1870	-0.1810	-0.1960	-1.9450					-0.6273	99.8717	-0.4990
	29	-1.2025	-1.2320	-1.2335	-1.2360	-1.2365				-1.2281	99.2809	-0.5090
	30	-0.1825	-0.1880	-0.1915	-0.1890					-0.1878	100.3207	-0.5085

ตาราง 14 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์โพสผสมถ่านหินร้อยละ 20 ที่ w/b = 0.35 ที่อายุการตากแห้งครบ 7 วัน

Code & RH	No.	Instrument reading								Avg.	Length (mm)	Invar	ε	Avg.	S.D.
		1	2	3	4	5	6	7	8						
F35B20 11%RH	1	-1.5800	-1.5830	-1.6000	-1.6050	-1.6025	-1.6045			-1.5959	98.9111	-0.5070	-0.0029		
	2	-0.4415	-0.4585	-0.4580	-0.4625	-0.4630				-0.4567	100.0523	-0.5090	-0.0029		
	3	-0.3130	-0.3310	-0.3335	-0.3250	-0.3355				-0.3276	100.1744	-0.5020	-0.0029		-0.0028
	4	-1.5390	-1.5420	-1.5430	-1.5445	-1.5430				-1.5422	98.9583	-0.5005	-0.0027		
F35B20 23%RH	5	-0.3160	-0.3330	-0.3315	-0.3315	-0.3355				-0.3295	100.1720	-0.5015	-0.0027		
	6	-0.3670	-0.3945	-0.3715	-0.3725	-0.3720				-0.3755	100.1285	-0.5040	-0.0028		
	7	-1.4160	-1.4130	-1.4265	-1.4285	-1.4265				-1.4210	99.0825	-0.5035	-0.0019		
	8	-1.4565	-1.4695	-1.4875	-1.4905	-1.4940	-1.4970			-1.4825	99.0185	-0.5010	-0.0024		-0.0025
F35B20 40%RH	9	-0.3910	-0.4060	-0.4055	-0.4060	-0.4055				-0.4022	100.0993	-0.5015	-0.0027		
	10	-0.3775	-0.3820	-0.3800	-0.3850	-0.3800				-0.3812	100.1248	-0.5060	-0.0025		
	11	-0.3655	-0.3495	-0.3530	-0.3680	-0.3545				-0.3581	100.1419	-0.5000	-0.0025		
	12	-0.4870	-0.4785	-0.4815	-0.4820	-0.4815				-0.4823	100.0157	-0.4980	-0.0024		
F35B20 55%RH	13	-0.3280	-0.3405	-0.3525	-0.3545	-0.3555				-0.3462	100.1553	-0.5015	-0.0023		-0.0024
	14	-0.5470	-0.5640	-0.5780	-0.5775	-0.5795				-0.5692	99.9378	-0.5070	-0.0023		
	15	-1.8130	-1.8040	-1.8110	-1.8110	-1.4470	-1.4415			-1.8098	98.6962	-0.5060	-0.0023		
	16	-1.4155	-1.4195	-1.4425	-1.4415	-1.3470	-1.4415			-1.4346	99.0699	-0.5045	-0.0019		
55%RH	17	-1.3400	-1.3470	-1.3470	-1.3710	-1.3445				-1.3499	99.1441	-0.4940	-0.0016		
	18	-1.4470	-1.4480	-1.4565	-1.4390	-1.4445				-1.4470	99.0545	-0.5015	-0.0067		-0.0034
	19	-0.2830	-0.2910	-0.2975	-0.2920	-0.2975				-0.2909	100.2006	-0.4915			
	20	-0.3215	-0.3460	-0.3340	-0.3440	-0.3400				-0.3371	100.1589	-0.4960			
F35B20 79%RH	21	-1.1815	-1.1815	-1.1840	-1.1855					-1.1832	99.3113	-0.4945	-0.0006		
	22	-0.2025	-0.2050	-0.2020	-0.2380	-0.2055				-0.2106	100.2859	-0.4965	-0.0004		-0.0005
	23	-0.1045	-0.1110	-0.1055	-0.1035					-0.1062	100.3913	-0.4975	-0.0005		
	24	-1.2555	-1.2560	-1.2530	-1.2530					-1.2544	99.2361	-0.4905	-0.0006		
F35B20 95%RH	25	-1.2470	-1.2480	-1.2555	-1.2665	-1.2465	-1.2505			-1.2524	99.2476	-0.5000	-0.0004		
	26	-1.1850	-1.1940	-1.1825	-1.1925					-1.1885	99.3150	-0.5035	-0.0004		
	27	-1.1960	-1.2325	-1.1935	-1.2090	-1.2065				-1.2075	99.2930	-0.5005	0.0000		
	28	-0.2055	-0.2140	-0.2140	-0.2145					-0.2120	100.2820	-0.4940			-0.0002
	29	-1.2250	-1.2260	-1.2295	-1.2310					-1.2279	99.2716	-0.4995	-0.0001		
	30	-0.1945	-0.1970	-0.1975	-0.1965					-0.1964	100.2986	-0.4950	-0.0002		

ตาราง 15 ผลการทดสอบการหดตัวของตัวอย่างซีเมนต์โพสต์ผสมเส้นใยหินร้อยละ 20 ที่ w/b = 0.35 ที่อายุการตากแห้งครบ 14 วัน

Code & RH	No.	Instrument reading								Avg.	Length (mm)	Invar	ε	Avg.	S.D.	
		1	2	3	4	5	6	7	8							
F35B20 11%RH	1	-1.6315	-1.6250	-1.6250	-1.6305					-1.6280	98.8675	-0.4955	-0.0033			
	2	-0.4705	-0.4790	-0.4830	-0.4850					-0.4794	100.0111	-0.4905	-0.0033	-0.0031	0.0002	
	3	-0.3075	-0.3265	-0.3290	-0.3360	-0.3275				-0.3253	100.1742	-0.4995	-0.0029			
	4	-1.5535	-1.5515	-1.5665	-1.5650					-1.5592	98.9343	-0.4935	-0.0029			
F35B20 23%RH	5	-0.3460	-0.3610	-0.3620	-0.3630	-0.3605				-0.3585	100.1410	-0.4995	-0.0030			
	6	-0.3805	-0.4015	-0.4025	-0.3995	-0.3965				-0.3961	100.0944	-0.4905	-0.0031			
	7	-1.4175	-1.4290	-1.4205	-1.4220					-1.4223	99.0742	-0.4965	-0.0020	-0.0027	0.0004	
	8	-1.4975	-1.4970	-1.5095	-1.4870	-1.5000				-1.4982	98.9983	-0.4965	-0.0026			
F35B20 40%RH	9	-0.3945	-0.3960	-0.4010	-0.3985					-0.3975	100.0950	-0.4925	-0.0027			
	10	-0.3925	-0.4000	-0.4030	-0.4010					-0.3992	100.0993	-0.4985	-0.0028			
	11	-0.3925	-0.3935	-0.3975	-0.3955					-0.3948	100.0987	-0.4935	-0.0030			
	12	-0.5165	-0.4980	-0.5185	-0.5255	-0.5220				-0.5161	99.9849	-0.5010	-0.0027	-0.0026	0.0002	
F35B20 55%RH	13	-0.3810	-0.3830	-0.3850	-0.385					-0.3835	100.1180	-0.5015	-0.0027			
	14	-0.5825	-0.5850	-0.5810	-0.5860					-0.5837	99.9178	-0.5015	-0.0025			
	15	-1.8165	-1.8045	-1.8035	-1.8175					-1.8105	98.6850	-0.4955	-0.0024			
	16	-1.4335	-1.4505	-1.4545	-1.4575	-1.4590				-1.4510	99.0490	-0.5000	-0.0021			
55%RH	17	-1.3810	-1.3855	-1.3830	-1.3740					-1.3809	99.1251	-0.5060	-0.0018	-0.0019	0.0001	
	18	-1.4435	-1.4655	-1.4665	-1.4650	-1.4680				-1.4617	99.0398	-0.5015				
	19	-0.3030	-0.3010	-0.3025	-0.3035					-0.3025	100.1910	-0.4935				
	20	-0.3360	-0.3590	-0.3590	-0.3580	-0.3670				-0.3558	100.1427	-0.4985				
ตัวอย่างแตก																
F35B20 79%RH	21															
	22	-0.2625	-0.2690	-0.2690	-0.2690					-0.2674	100.2266	-0.4940	-0.0010	-0.0008	0.0002	
	23	-0.1460	-0.1385	-0.1400	-0.1510	-0.1500				-0.1451	100.3494	-0.4945	-0.0009			
	24	-1.2645	-1.2750	-1.2775	-1.2600					-1.2693	99.2297	-0.4990	-0.0007			
F35B20 95%RH	25	-1.2565	-1.2705	-1.2750	-1.2760	-1.2700				-1.2696	99.2264	-0.4960	-0.0006			
	26	-1.1745	-1.1985	-1.1910	-1.2015	-1.2030				-1.1937	99.2968	-0.4905	-0.0006			
	27	-1.2095	-1.2160	-1.2175	-1.2230	-1.2185				-1.2169	99.2751	-0.4920	-0.0002	-0.0004	0.0002	
	28	-0.2220	-0.2250	-0.2280	-0.2290					-0.2260	100.2705	-0.4965	-0.0002			
	29	-1.2355	-1.2385	-1.2495	-1.2305					-1.2385	99.2580	-0.4965	-0.0002			
	30	-0.2135	-0.2200	-0.2220	-0.2180					-0.2184	100.2786	-0.4970	-0.0004			

ตาราง 16 ผลการทดสอบการหดตัวของตัวอย่างซีเมนต์เฟสผสมเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 ที่ w/b = 0.35 ที่อายุการตากแห้งครบ 28 วัน

Code & RH	No.	Instrument reading								Avg.	Length (mm)	Invar	ε	Avg.	S.D.
		1	2	3	4	5	6	7	8						
F35B20 11%RH	1	-1.3980	-1.3950	-1.3975	-1.3950					-1.3964	98.8756	-0.2720	-0.0032		
	2	-0.2695	-0.2685	-0.2665	-0.2695					-0.2685	100.0065	-0.2750	-0.0034	-0.0033	0.0001
	3	-0.1455	-0.1510	-0.1480	-0.1495					-0.1485	100.1335	-0.2820	-0.0033		
	4	-1.3635	-1.3635	-1.3585	-1.3570					-1.3607	98.9113	-0.2720	-0.0032		
F35B20 23%RH	5	-0.1455	-0.1465	-0.1435	-0.1475					-0.1458	100.1252	-0.2710	-0.0032		
	6	-0.1765	-0.1760	-0.1770	-0.1765					-0.1765	100.0970	-0.2735			
	7	-1.2000	-1.2040	-1.2015	-1.1995					-1.2013	99.0697	-0.2710			
	8	-1.2805	-1.2795	-1.2810	-1.2830					-1.2810	98.9940	-0.2750	-0.0026	-0.0027	0.0001
F35B20 40%RH	9	-0.1825	-0.1825	-0.1760	-0.1820					-0.1808	100.0942	-0.2750	-0.0027		
	10	-0.1710	-0.1735	-0.1755	-0.1775					-0.1744	100.0981	-0.2725	-0.0028		
	11	-0.1720	-0.1715	-0.1720	-0.1715					-0.1718	100.0997	-0.2715	-0.0030		
	12	-0.3075	-0.3105	-0.3135	-0.3120					-0.3109	99.9601	-0.2710	-0.0030		
F35B20 55%RH	13	-0.1575	-0.1610	-0.1685	-0.1610					-0.1620	100.1125	-0.2745	-0.0027	-0.0028	0.0001
	14	-0.3755	-0.3775	-0.3695	-0.3680					-0.3727	99.9028	-0.2755	-0.0027		
	15	-1.6120	-1.6125	-1.6175	-1.6165					-1.6147	98.6613	-0.2760	-0.0026		
	16	-1.2320	-1.2290	-1.2295	-1.2270					-1.2294	99.0466	-0.2760	-0.0021		
F35B20 79%RH	17	-1.1595	-1.1605	-1.1635	-1.1575					-1.1603	99.1117	-0.2720	-0.0019	-0.0020	0.0001
	18	-1.2667	-1.2685	-1.2635	-1.2630					-1.2655	99.0095	-0.2750			
	19	-0.0960	-0.0960	-0.1000	-0.1000					-0.0980	100.1740	-0.2720			
	20	-0.1205	-0.1340	-0.1310	-0.1310					-0.1292	100.1423	-0.2715			
ตัวอย่างแตก															
F35B20 95%RH	21														
	22	-0.0120	-0.0110	-0.0145	-0.0130					-0.0127	100.2633	-0.2760	-0.0007	-0.0007	0.0000
	23	0.0980	0.0940	0.0935	0.0890					0.0937	100.3642	-0.2705	-0.0007		
	24	-1.0505	-1.0520	-1.0555	-1.0480					-1.0515	99.2205	-0.2720	-0.0008		
F35B20 95%RH	25	-1.0565	-1.0610	-1.0645	-1.0635					-1.0614	99.2136	-0.2750	-0.0007		
	26	-0.9840	-0.9845	-0.9850	-0.9865					-0.9850	99.2915	-0.2765	-0.0006		
	27	-1.0115	-1.0125	-1.0140	-1.0140					-1.0130	99.2605	-0.2735	-0.0003		
	28	0.0225	0.0220	0.0210	0.0225					0.0220	100.2940	-0.2720		-0.0003	0.0002
	29	-1.0200	-1.0175	-1.0135	-1.0220					-1.0183	99.2572	-0.2755	-0.0002		
	30	0.0300	0.0290	0.0345	0.0260					0.0299	100.3009	-0.2710	-0.0002		

Code & RH	No.	Instrument reading								Avg.	Length (mm)	Invar	ε	Avg.	S.D.
		1	2	3	4	5	6	7	8						
F35820 11%RH	1	-1.3675	-1.3660	-1.3675	-1.3670					-1.3670	98.9060	-0.2730	-0.0029		
	2	-0.2820	-0.2875	-0.2910	-0.2925					-0.2883	99.9837	-0.2720	-0.0036	-0.0034	0.0002
	3	-0.1655	-0.1740	-0.1740	-0.1740					-0.1719	100.1046	-0.2765	-0.0036		
	4	-1.3905	-1.3915	-1.3890	-1.3910					-1.3905	98.8860	-0.2765	-0.0034		
F35820 23%RH	5	-0.1680	-0.1765	-0.1760	-0.1775					-0.1745	100.0995	-0.2740	-0.0034		
	6	-0.1905	-0.1910	-0.1910	-0.1895					-0.1905	100.0810	-0.2715	-0.0033		
	7	-1.2140	-1.2125	-1.2145	-1.2100					-1.2128	99.0602	-0.2730	-0.0022	-0.0028	0.0004
	8	-1.3005	-1.3075	-1.3080	-1.3080					-1.3060	98.9680	-0.2740	-0.0029		
F35820 40%RH	9	-0.1930	-0.1945	-0.2010	-0.1965					-0.1963	100.0822	-0.2785	-0.0029		
	10	-0.1870	-0.1865	-0.1900	-0.1895					-0.1883	100.0847	-0.2730	-0.0029		
	11	-0.1855	-0.1895	-0.1880	-0.1910					-0.1885	100.0850	-0.2735	-0.0031		
	12	-0.3500	-0.3600	-0.3610	-0.3625					-0.3584	99.9136	-0.2720	-0.0034	-0.0029	0.0003
F35820 55%RH	13	-0.1755	-0.1740	-0.1780	-0.1755					-0.1758	100.0997	-0.2755	-0.0028		
	14	-0.3640	-0.3745	-0.3820	-0.3840	-0.3710				-0.3751	99.9004	-0.2755	-0.0027		
	15	-1.6065	-1.6275	-1.6240	-1.6265	-1.6230				-1.6215	98.6540	-0.2755	-0.0027		
	16	-1.2225	-1.2370	-1.2315	-1.2245					-1.2289	99.0446	-0.2735	-0.0021	-0.0021	0.0000
F35820 79%RH	17	-1.1265	-1.1900	-1.1895	-1.1885	-1.1900				-1.1769	99.0936	-0.2705	-0.0021		
	18	-1.2935	-1.3155	-1.3065	-1.3145	-1.3140				-1.3088	98.9662	-0.2750	-0.0021		
	19	-0.1265	-0.1335	-0.1315	-0.1385					-0.1325	100.1445	-0.2770	-0.0021		
	20	-0.1365	-0.1430	-0.1425	-0.1430					-0.1413	100.1357	-0.2770	-0.0021		
F35820	21	ปิดอ่าน/บันทึก													
79%RH	22	-0.0115	-0.0180	-0.0200	-0.0155					-0.0163	100.2622	-0.2785	-0.0007	-0.0009	0.0001
	23	0.0775	0.0650	0.0650	0.0690					0.0692	100.3457	-0.2765	-0.0009		
	24	-1.0530	-1.0645	-1.0645	-1.0710	-1.0625				-1.0631	99.2131	-0.2762	-0.0008	-0.0010	
	25	-1.0930	-1.0935	-1.0925	-1.0960					-1.0938	99.1802	-0.2740	-0.0010	-0.0006	
F35820 95%RH	26	-0.9840	-0.9865	-0.9855	-0.9850					-0.9853	99.2912	-0.2765	-0.0006	-0.0004	
	27	-1.0110	-1.0125	-1.0125	-1.0120					-1.0120	99.2585	-0.2705	-0.0004	0.0041	0.0018
	28	0.0150	0.0150	0.0125	0.0145					0.0143	100.2853	-0.2710	-0.0003	-0.0003	
	29	-1.0170	-1.0220	-1.0165	-1.0235					-1.0198	99.2522	-0.2720	-0.0003	-0.0003	
	30	0.0160	0.0140	0.0145	0.0120					0.0142	100.2862	-0.2720	-0.0003		

ตาราง 18 ผลการทดสอบการหดตัวของตัวอย่างซีเมนต์เฟสเฟสสมถ้ำถ่านหินร้อยละ 20 ที่ w/b = 0.35 หลังจากนำมาตากแห้งที่ความชื้นสัมพัทธ์เดิม

Code & RH	No.	Instrument reading								Avg.	Length (mm)	Invar	ε	Avg.	S.D.		
		1	2	3	4	5	6	7	8								
F35B20 11%RH	1	-1.3690	-1.3820	-1.3815	-1.3735	-1.3740				-1.3760	98.8955	-0.2715	-0.0030				
	2	-0.2845	-0.2995	-0.3040	-0.3050	-0.3055				-0.2997	99.9713	-0.2710		-0.0034	0.0002		
	3	-0.1750	-0.1730	-0.1755	-0.1760					-0.1749	100.0966	-0.2715	-0.0037				
	4	-1.4035	-1.3910	-1.4070	-1.3955					-1.3993	98.8717	-0.2710	-0.0036				
F35B20 23%RH	5	-0.1755	-0.1745	-0.1735	-0.1760					-0.1749	100.0991	-0.2740	-0.0034				
	6	-0.2020	-0.2070	-0.2070	-0.2055					-0.2054	100.0671	-0.2725	-0.0034				
	7	-1.2290	-1.2295	-1.2255	-1.2265					-1.2277	99.0453	-0.2730	-0.0023				
	8	-1.3130	-1.3135	-1.3125	-1.3110					-1.3125	98.9625	-0.2750	-0.0030		0.0004		
F35B20 40%RH	9	-0.2060	-0.2075	-0.2070	-0.2070					-0.2069	100.0641	-0.2710	-0.0030				
	10	-0.2070	-0.2020	-0.2025	-0.2080					-0.2049	100.0681	-0.2730	-0.0031				
	11	-0.1845	-0.1830	-0.1835	-0.1845					-0.1839	100.0886	-0.2725	-0.0031				
	12	-0.3515	-0.3510	-0.3520	-0.3520					-0.3517	99.9223	-0.2740	-0.0033		0.0002		
F35B20 55%RH	13	-0.1645	-0.1645	-0.1675	-0.1670					-0.1659	100.1076	-0.2735	-0.0028				
	14	-0.3675	-0.3695	-0.3715	-0.3740					-0.3707	99.9008	-0.2715	-0.0027				
	15	-1.6255	-1.6170	-1.6280	-1.6255					-1.6240	98.6480	-0.2720	-0.0028				
	16	-1.2515	-1.2410	-1.2420	-1.2495					-1.2460	99.0260	-0.2720	-0.0023				
F35B20 79%RH	17	-1.2150	-1.2090	-1.2110	-1.2165					-1.2129	99.0586	-0.2715	-0.0025		0.0001		
	18	-1.3210	-1.3245	-1.3265	-1.3280					-1.3250	98.9460	-0.2710		-0.0024			
	19	-0.1450	-0.1465	-0.1525	-0.1555					-0.1499	100.1226	-0.2725					
	20	-0.1625	-0.1615	-0.1615	-0.1620					-0.1619	100.1101	-0.2720					
ตัวอย่างแตก																	
F35B20 95%RH	21																
	22	-0.1015	-0.0975	-0.0995	-0.0920					-0.0977	100.1758	-0.2735	-0.0015		0.0001		
	23	0.0155	0.0125	0.0115	0.0100					0.0124	100.2844	-0.2720	-0.0015				
	24	-1.1325	-1.1325	-1.1305	-1.1310					-1.1317	99.1403	-0.2720	-0.0016				
F35B20 95%RH	25	-1.1545	-1.1550	-1.1505	-1.1540					-1.1535	99.1185	-0.2720	-0.0017				
	26	-1.1340	-1.0345	-1.0335	-1.1335					-1.0839	99.1876	-0.2715	-0.0017				
	27	-1.0620	-1.0685	-1.0620	-1.0675					-1.0650	99.2060	-0.2710	-0.0009				
	28	-0.0510	-0.0475	-0.0435	-0.0505					-0.0482	100.2238	-0.2720		-0.0010	0.0004		
	29	-1.0650	-1.0580	-1.0650	-1.0625					-1.0627	99.2088	-0.2715	-0.0007				
	30	-0.0375	-0.0310	-0.0300	-0.0355					-0.0335	100.2375	-0.2710	-0.0008				

ตาราง 19 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์เฟสดีผสมถ้ำถ่านหินร้อยละ 35 ที่ w/b = 0.35 ก่อนการตากแห้ง

Code & RH	No.	Instrument reading								Avg.	Length (mm)	Invar (mm)
		1	2	3	4	5	6	7	8			
F35B35 11%RH	1	-1.4330	-1.4700	-1.4685	-1.4720	-1.4670				-1.4621	99.0464	-0.5085
	2	-1.2835	-1.2995	-1.3005	-1.3005	-1.3010				-1.2970	99.2060	-0.5030
	3	-1.8425	-1.8440	-1.8480	-1.8620	-1.8660	-1.8735	-1.8760		-1.8589	98.6506	-0.5095
	4	-1.2860	-1.2975	-1.3080	-1.3075	-1.3065				-1.3011	99.2079	-0.5090
F35B35 23%RH	5	-1.2475	-1.2645	-1.2720	-1.2640	-1.2650				-1.2626	99.2469	-0.5095
	6	-1.2780	-1.2945	-1.2970	-1.2985					-1.2920	99.2175	-0.5095
	7	-0.2540	-0.2655	-0.2660	-0.2660					-0.2629	100.2456	-0.5085
	8	-1.8720	-1.9010	-1.9055	-1.9050	-1.8900				-1.8947	98.6178	-0.5125
F35B35 40%RH	9	-1.5520	-1.5570	-1.5540	-1.5600					-1.5558	98.9497	-0.5055
	10	-0.2215	-0.2245	-0.2375	-0.2300	-0.2300				-0.2284	100.2761	-0.5045
	11	-1.2180	-1.2170	-1.2190	-1.2205	-1.2205				-1.2187	99.2883	-0.5070
	12	-1.6480	-1.6530	-1.6500	-1.6565					-1.6519	98.8491	-0.5010
F35B35 55%RH	13	-0.2665	-0.268	-0.269	-0.268					-0.2679	100.2336	-0.5015
	14	-0.2510	-0.2595	-0.2545	-0.2485					-0.2534	100.2461	-0.4995
	15	-0.2355	-0.2390	-0.2390	-0.2390					-0.2382	100.2688	-0.5070
	16	-2.1085	-2.1110	-2.0900	-2.0945	-2.1080				-2.1024	98.4046	-0.5070
F35B35 79%RH	17	-0.2525	-0.2745	-0.2790	-0.2765	-0.2765				-0.2718	100.2352	-0.5070
	18	-0.2385	-0.2530	-0.2490	-0.2495	-0.2490				-0.2478	100.2557	-0.5035
	19	-0.2800	-0.2840	-0.2880	-0.2880	-0.2880				-0.2850	100.2230	-0.5080
	20	-1.3435	-1.3600	-1.3625	-1.3630	-1.3620				-1.3582	99.1348	-0.4930
F35B35 95%RH	21	-1.2675	-1.2940	-1.2885	-1.2905	-1.2970				-1.2875	99.2140	-0.5015
	22	-0.2435	-0.2445	-0.2485	-0.2480	-0.2480				-0.2462	100.2388	-0.4850
	23	-1.3445	-1.3400	-1.3480	-1.3480					-1.3452	99.1488	-0.4940
	24	-1.3160	-1.3315	-1.3405	-1.3440	-1.3440				-1.3352	99.1588	-0.4940
F35B35 95%RH	25	-0.2800	-0.2790	-0.3175	-0.3165	-0.3235	-0.3165			-0.3055	100.1990	-0.5045
	26	-0.2560	-0.2560	-0.2580	-0.2605					-0.2577	100.2488	-0.5065
	27	-1.3350	-1.3475	-1.3480	-1.3465					-1.3443	99.1527	-0.4970
	28	-1.3970	-1.3995	-1.3950	-1.4035					-1.3988	99.1007	-0.4995
	29	-1.3775	-1.3845	-1.3855	-1.3860					-1.3834	99.1136	-0.4970
	30	-1.3310	-1.3380	-1.3425	-1.3430					-1.3387	99.1493	-0.4880

ตาราง 20 ผลการทดสอบการหดตัวของตัวอย่างซีเมนต์โพสท์ผสมเส้นใยร้อยละ 35 ที่ w/b = 0.35 ที่อายุการตากแห้งครบ 7 วัน

Code & RH	No.	Instrument reading								Avg.	Length (mm)	Invar	ε	Avg.	S.D.
		1	2	3	4	5	6	7	8						
F35B35 11%RH	1	-1.6765	-1.6855	-1.6630	-1.6905	-1.6890	-1.6905			-1.6825	98.8180	-0.5005	-0.0023		
	2	-1.5190	-1.5265	-1.5285	-1.5270					-1.5253	98.9752	-0.5005	-0.0023	-0.0024	0.0001
	3	-2.0895	-2.1180	-2.1180	-2.1090	-2.1050				-2.1079	98.3866	-0.4945	-0.0027		
	4	-1.4980	-1.5115	-1.5140	-1.5145	-1.5125				-1.5101	98.9819	-0.4920	-0.0023		
F35B35 23%RH	5	-1.4750	-1.4715	-1.4930	-1.4785	-1.4910	-1.4705			-1.4800	99.0120	-0.4920	-0.0024		
	6	-1.5275	-1.5300	-1.5350	-1.5355					-1.5320	98.9700	-0.5020	-0.0025		
	7	-0.4920	-0.5055	-0.5045	-0.5045					-0.5017	99.9968	-0.4985	-0.0025	-0.0025	0.0001
	8	-2.1055	-2.1085	-2.1110	-2.1085	-2.1085				-2.1084	98.3846	-0.4930	-0.0024		
F35B35 40%RH	9	-1.7645	-1.7810	-1.7740	-1.7645	-1.7895	-1.7840			-1.7763	98.7192	-0.4955	-0.0023		
	10	-0.4725	-0.4930	-0.4945	-0.4920	-0.4900				-0.4884	100.0111	-0.4995	-0.0026		
	11	-1.4315	-1.4515	-1.4500	-1.4500	-1.4525				-1.4471	99.0514	-0.4985	-0.0024		
	12	-1.8765	-1.8495	-1.8725	-1.8745	-1.8750				-1.8696	98.6334	-0.5030	-0.0022		
F35B35 55%RH	13	-0.4535	-0.4575	-0.4600	-0.4570					-0.4570	100.0400	-0.4970	-0.0019	-0.0022	0.0002
	14	-0.4600	-0.4640	-0.4665	-0.4660					-0.4642	100.0338	-0.4980	-0.0021		
	15	-0.4550	-0.4730	-0.4720	-0.4740	-0.4730				-0.4694	100.0286	-0.4980	-0.0024		
	16	-2.2255	-2.2470	-2.2405	-2.2370	-2.2350				-2.2370	98.2620	-0.4990	-0.0014		
F35B35 79%RH	17	-0.4085	-0.4215	-0.4220	-0.4240	-0.4205				-0.4193	100.0887	-0.5080	-0.0015	-0.0015	0.0001
	18	-0.3820	-0.4020	-0.4025	-0.4025	-0.4050				-0.3988	100.0962	-0.4950	-0.0016		
	19	-0.4440	-0.4460	-0.4460	-0.4460					-0.4455	100.0530	-0.4985	-0.0017		
	20	-1.4965	-1.5060	-1.5050	-1.4965	-1.3545				-1.5010	98.9965	-0.4975	-0.0014		
F35B35 95%RH	21	-1.3295	-1.3545	-1.3545	-1.3545	-1.3545				-1.3495	99.1505	-0.5000	-0.0006		
	22	-0.3075	-0.3100	-0.3125	-0.3075					-0.3094	100.1886	-0.4980	-0.0005	-0.0006	0.0001
	23	-1.3890	-1.4030	-1.4070	-1.4040	-1.3915				-1.3989	99.1066	-0.5055	-0.0004		
	24	-1.3885	-1.4065	-1.4060	-1.4115	-1.4085				-1.4042	99.0963	-0.5005	-0.0006		
F35B35 95%RH	25	-0.3590	-0.3845	-0.3880	-0.3860	-0.3865				-0.3808	100.1187	-0.4995	-0.0008		
	26	-0.2685	-0.2775	-0.2780	-0.2790					-0.2758	100.2147	-0.4905	-0.0003		
	27	-1.3540	-1.3700	-1.3675	-1.3680	-1.3670				-1.3653	99.1417	-0.5070	-0.0001	-0.0001	0.0001
	28	-1.4080	-1.4110	-1.4075	-1.4095					-1.4090	99.0880	-0.4970	-0.0001	-0.0002	
	29	-1.3950	-1.4005	-1.3985	-1.4010					-1.3988	99.0967	-0.4955	-0.0002		
	30	-1.3565	-1.3600	-1.3600	-1.3630					-1.3599	99.1381	-0.4980	-0.0001		

ตาราง 21 ผลการทดสอบการหดตัวของตัวอย่างซีเมนต์โพสท์ผสมเส้นใยหินร้อยละ 35 ที่ w/b = 0.35 ที่อายุการตากแห้งครบ 14 วัน

Code & RH	No.	Instrument reading								Avg.	Length (mm)	Invar	ε	Avg.	S.D.
		1	2	3	4	5	6	7	8						
F35B35 11%RH	1	-1.7005	-1.7050	-1.7055	-1.7095					-1.7052	98.7923	-0.4975	-0.0026		
	2	-1.5445	-1.5520	-1.5490	-1.5520					-1.5494	98.9496	-0.4990	-0.0026	-0.0026	0.0001
	3	-2.1180	-2.1185	-2.1190	-2.1180					-2.1184	98.3851	-0.5035	-0.0027		
	4	-1.5300	-1.5315	-1.5285	-1.5400	-1.5280				-1.5316	98.9704	-0.5020	-0.0024		
F35B35 23%RH	5	-1.5110	-1.5095	-1.5125	-1.5230	-1.5210				-1.5154	98.9856	-0.5010	-0.0026		
	6	-1.5230	-1.5270	-1.5290	-1.5230					-1.5255	98.9700	-0.4955	-0.0025		
	7	-0.5040	-0.5090	-0.5025	-0.5095					-0.5063	99.9852	-0.4915	-0.0026		
	8	-2.1145	-2.1200	-2.1275	-2.1220					-2.1210	98.3710	-0.4920	-0.0025	-0.0026	0.0001
F35B35 40%RH	9	-1.7805	-1.7910	-1.7950	-1.7980					-1.7912	98.7028	-0.4940	-0.0025		
	10	-0.4850	-0.4870	-0.4830	-0.4800					-0.4838	100.0072	-0.4910	-0.0027		
	11	-1.4505	-1.4550	-1.4580	-1.4585					-1.4555	99.0420	-0.4975	-0.0025		
	12	-1.8825	-1.8680	-1.8770	-1.8820	-1.8790				-1.8777	98.6183	-0.4960	-0.0023		
F35B35 55%RH	13	-0.4635	-0.474	-0.4795	-0.477					-0.4735	100.0175	-0.4910	-0.0022	-0.0024	0.0001
	14	-0.4730	-0.4860	-0.4840	-0.4830					-0.4815	100.0135	-0.4950	-0.0023		
	15	-0.4595	-0.4705	-0.4710	-0.4710	-0.4715				-0.4687	100.0218	-0.4905	-0.0025		
	16	-2.2305	-2.2340	-2.2280	-2.2390					-2.2329	98.2611	-0.4940	-0.0015		
F35B35 79%RH	17	-0.4195	-0.4285	-0.4340	-0.4355	-0.4355				-0.4306	100.0594	-0.4900	-0.0018		
	18	-0.3710	-0.4105	-0.4140	-0.4080	-0.4035				-0.4014	100.0946	-0.4960	-0.0016	-0.0016	0.0001
	19	-0.4430	-0.4355	-0.4495	-0.4485					-0.4442	100.0508	-0.4950	-0.0017		
	20	-1.5070	-1.5065	-1.5015	-1.5000					-1.5038	98.9942	-0.4980	-0.0014		
F35B35 95%RH	21	-1.3570	-1.3610	-1.3635	-1.3695					-1.3628	99.1362	-0.4990	-0.0008		
	22	-0.3300	-0.3290	-0.3360	-0.3325					-0.3319	100.1616	-0.4935	-0.0008		
	23	-1.3760	-1.3965	-1.3975	-1.3995	-1.3990				-1.3937	99.1053	-0.4990	-0.0004	-0.0007	0.0001
	24	-1.4010	-1.4320	-1.4255	-1.4110	-1.4260	-1.4175			-1.4189	99.0771	-0.4960	-0.0008		
F35B35 95%RH	25	-0.3805	-0.3830	-0.3845	-0.3860					-0.3835	100.1175	-0.5010	-0.0008		
	26	-0.2755	-0.2745	-0.2815	-0.2820					-0.2784	100.2121	-0.4905	-0.0004		
	27	-1.3420	-1.3550	-1.3560	-1.3545					-1.3519	99.1391	-0.4910	-0.0001		
	28	-1.4185	-1.4235	-1.4235	-1.4265					-1.4230	99.0705	-0.4935	-0.0003	-0.0002	0.0001
	29	-1.4070	-1.4035	-1.4000	-1.3925					-1.4008	99.0907	-0.4915	-0.0002		
	30	-1.3595	-1.3600	-1.3525	-1.3545					-1.3567	99.1343	-0.4910	-0.0002		

ตาราง 22 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์เฟสผสมถ้ำผ่านหินร้อยละ 35 ที่ $w/b = 0.35$ ที่อายุการตากแห้งครบ 28 วัน

Code & RH	No.	Instrument reading								Avg.	Length (mm)	Invar	ϵ	Avg.	S.D.
		1	2	3	4	5	6	7	8						
F35B35 11%RH	1	-1.5195	-1.5070	-1.5195	-1.5195					-1.5164	98.7576	-0.2740	-0.0029		
	2	-1.3350	-1.3405	-1.3440	-1.3420					-1.3404	98.9321	-0.2725	-0.0028	-0.0029	0.0001
	3	-1.9300	-1.9285	-1.9285	-1.9345					-1.9304	98.3506	-0.2810	-0.0030		
	4	-1.1385	-1.1340	-1.1385	-1.1340					-1.1340	98.9320	-0.2730	-0.0028		
F35B35 23%RH	5	-1.1300	-1.1307	-1.1315	-1.1309					-1.1310	98.9658	-0.2750	-0.0028		
	6	-1.1345	-1.1328	-1.1315	-1.1320					-1.1309	98.9455	-0.2745	-0.0027		
	7	-0.2990	-0.2980	-0.3030	-0.2995					-0.2999	99.9766	-0.2765	-0.0027	-0.0026	0.0001
	8	-1.9045	-1.9045	-1.8990	-1.9055					-1.9034	98.3696	-0.2730	-0.0025		
F35B35 40%RH	9	-1.5710	-1.5695	-1.5675	-1.5770					-1.5713	98.7007	-0.2720	-0.0025		
	10	-0.2680	-0.2665	-0.2625	-0.2620					-0.2648	100.0072	-0.2720	-0.0027		
	11	-1.2615	-1.2560	-1.2625	-1.2605					-1.2602	99.0113	-0.2715			
	12	-1.6720	-1.6735	-1.6745	-1.6740					-1.6735	98.5980	-0.2715	-0.0025		
F35B35 55%RH	13	-0.2710	-0.274	-0.274	-0.2755					-0.2737	99.9983	-0.2720	-0.0023	-0.0024	0.0001
	14	-0.2670	-0.2725	-0.2725	-0.2760					-0.2720	100.0020	-0.2740	-0.0024		
	15	-0.2730	-0.2875	-0.2825	-0.2870					-0.2825	99.9910	-0.2735	-0.0029		
	16	-2.0275	-2.0280	-2.0285	-2.0255					-2.0274	98.2461	-0.2735	-0.0016		
F35B35 79%RH	17	-0.2190	-0.2150	-0.2195	-0.2170					-0.2177	100.0563	-0.2740	-0.0018	-0.0017	0.0001
	18	-0.1895	-0.1935	-0.1920	-0.1915					-0.1917	100.0813	-0.2730	-0.0017		
	19	-0.2390	-0.2440	-0.2435	-0.2425					-0.2423	100.0287	-0.2710	-0.0019		
	20	-1.2860	-1.2895	-1.2950	-1.2975					-1.2920	98.9820	-0.2740	-0.0015		
F35B35 95%RH	21	-1.1380	-1.1430	-1.1400	-1.1370					-1.1395	99.1340	-0.2735	-0.0008		
	22	-0.1120	-0.1090	-0.1095	-0.1090					-0.1099	100.1616	-0.2715	-0.0008	-0.0008	0.0001
	23	-1.1775	-1.1775	-1.1790	-1.1805					-1.1787	99.0943	-0.2730	-0.0005		
	24	-1.1885	-1.1995	-1.1975	-1.1955					-1.1953	99.0757	-0.2710	-0.0008		
F35B35 95%RH	25	-0.1610	-0.1655	-0.1625	-0.1630					-0.1630	100.1100	-0.2730	-0.0009		
	26	-0.0595	-0.0600	-0.0580	-0.0580					-0.0589	100.2116	-0.2705	-0.0004		
	27	-1.1365	-1.1325	-1.1380	-1.1400					-1.1368	99.1357	-0.2725	-0.0002		
	28	-1.1910	-1.1870	-1.1915	-1.9350					-1.3762	98.8958	-0.2720	-0.0002	-0.0002	0.0001
	29	-1.1805	-1.1785	-1.1805	-1.1820					-1.1804	99.0906	-0.2710	-0.0002		
	30	-1.1350	-1.1405	-1.1400	-1.1420					-1.1394	99.1316	-0.2710	-0.0002		

ตาราง 23 ผลการทดสอบการหดตัวของตัวอย่างซีเมนต์เฟสผสมถ่านหินร้อยละ 35 ที่ w/b = 0.35 ที่อายุการตากแห้งครบ 56 วัน

Code & RH	No.	Instrument reading								Avg.	Length (mm)	Invar	ε	Avg.	S.D.
		1	2	3	4	5	6	7	8						
F35B35 11%RH	1	-1.5185	-1.5205	-1.5225	-1.5240					-1.5214	98.7536	-0.2750	-0.0030		
	2	-1.3655	-1.3595	-1.3675	-1.3685					-1.3653	98.9097	-0.2750	-0.0030	-0.0031	0.0002
	3	-1.9460	-1.9495	-1.9430	-1.9345					-1.9433	98.3332	-0.2765	-0.0032		
	4	-1.13500	-1.13570	-1.7000	-1.3545	-1.3550				-1.4233	98.8537	-0.2770	-0.0036		
	5	-1.13150	-1.13220	-1.3310	-1.3355	-1.3325				-1.3272	98.9488	-0.2760	-0.0030		
F35B35 23%RH	6	-1.13305	-1.13320	-1.3390	-1.3370					-1.3347	98.9408	-0.2755	-0.0028		
	7	-0.3030	-0.3040	-0.3055	-0.3080					-0.3052	99.9703	-0.2755	-0.0027	-0.0027	0.0002
	8	-1.19030	-1.19055	-1.19020	-1.9030					-1.9034	98.3691	-0.2725	-0.0025		
	9	-1.15900	-1.15875	-1.15905	-1.15870					-1.15888	98.6862	-0.2750	-0.0027		
	10	-0.2950	-0.2990	-0.2970	-0.2945	-0.2945				-0.2964	99.9756	-0.2720	-0.0030		
F35B35 40%RH	11	-1.2805	-1.2790	-1.2770	-1.2750					-1.2779	98.9951	-0.2730	-0.0030		
	12	-1.6895	-1.6935	-1.6925	-1.6940					-1.6924	98.5801	-0.2725	-0.0027		
	13	-0.2825	-0.2850	-0.2885	-0.2895					-0.2864	99.9871	-0.2735	-0.0025	-0.0028	0.0002
	14	-0.2975	-0.3030	-0.3055	-0.3115	-0.3015				-0.3038	99.9707	-0.2745	-0.0027		
	15	-0.3035	-0.3090	-0.3065	-0.3090					-0.3070	99.9700	-0.2770	-0.0030		
F35B35 55%RH	16	-2.0540	-2.0520	-2.0550	-2.0515					-2.0532	98.2243	-0.2775	-0.0018		
	17	-0.2385	-0.2470	-0.2475	-0.2470					-0.2450	100.0275	-0.2725	-0.0021	-0.0020	0.0001
	18	-0.2150	-0.2180	-0.2225	-0.2260					-0.2204	100.0516	-0.2720	-0.0020		
	19	-0.2550	-0.2575	-0.2625	-0.2545					-0.2574	100.0151	-0.2725	-0.0021		
	20	-1.3050	-1.3350	-1.3170	-1.3165					-1.3184	98.9556	-0.2740	-0.0018		
F35B35 79%RH	21	-1.1435	-1.1470	-1.1465	-1.1470					-1.1460	99.1280	-0.2740	-0.0009		
	22	-0.1105	-0.1110	-0.1180	-0.1110					-0.1127	100.1608	-0.2735	-0.0008	-0.0008	0.0001
	23	-1.1875	-1.1910	-1.1875	-1.1920					-1.1895	99.0855	-0.2750	-0.0006		
	24	-1.2070	-1.1910	-1.2140	-1.2055	-1.2125				-1.2060	99.0710	-0.2770	-0.0009		
	25	-0.1765	-0.1790	-0.1750	-0.1835					-0.1785	100.0970	-0.2755	-0.0010		
F35B35 95%RH	26	-0.0650	-0.0720	-0.0675	-0.0695					-0.0685	100.2070	-0.2755	-0.0004		
	27	-1.1465	-1.1540	-1.1525	-1.1540					-1.1518	99.1222	-0.2740	-0.0003		
	28	-1.2020	-1.2020	-1.2005	-1.1915					-1.1990	99.0775	-0.2765	-0.0002	-0.0003	0.0001
	29	-1.1865	-1.1900	-1.1850	-1.1905					-1.1880	99.0880	-0.2760	-0.0003		
	30	-1.1605	-1.1515	-1.1615	-1.1630					-1.1592	99.1178	-0.2770	-0.0003		

ตาราง 24 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์เฟสเฟสผสมถ่านหินร้อยละ 35 ที่ w/b = 0.35 หลังจากนำมาตากแห้งที่ความชื้นสัมพัทธ์เดิม

Code & RH	No.	Instrument reading								Avg.	Length (mm)	Invar	ε	Avg.	S.D.
		1	2	3	4	5	6	7	8						
F35B35 11%RH	1	-1.5225	-1.5215	-1.5235	-1.5175					-1.5213	98.7507	-0.2720	-0.0030		
	2	-1.3685	-1.3715	-1.3670	-1.3710					-1.3695	98.9015	-0.2710	-0.0031	-0.0031	0.0001
	3	-1.9485	-1.9470	-1.9570	-1.9525					-1.9513	98.3217	-0.2730	-0.0033		
	4	-1.3685	-1.3610	-1.3645	-1.3675					-1.3654	98.9061	-0.2715	-0.0030		
F35B35 23%RH	5	-1.3320	-1.3330	-1.3300	-1.3475					-1.3357	98.9363	-0.2720	-0.0031		
	6	-1.3485	-1.3500	-1.3500	-1.3500					-1.3497	98.9213	-0.2710	-0.0030		
	7	-0.3090	-0.3085	-0.3100	-0.3090					-0.3092	99.9638	-0.2730	-0.0028		
	8	-1.9195	-1.9135	-1.9125	-1.9125					-1.9145	98.3575	-0.2720	-0.0026	-0.0028	0.0002
F35B35 40%RH	9	-1.5730	-1.5735	-1.5710	-1.5735					-1.5728	98.7012	-0.2740	-0.0025		
	10	-0.3015	-0.3005	-0.3015	-0.3025					-0.3015	99.9710	-0.2725	-0.0030		
	11	-1.2615	-1.2636	-1.2620	-1.2635					-1.2627	99.0088	-0.2715	-0.0028		
	12	-1.6715	-1.6745	-1.6755	-1.6805					-1.6755	98.5970	-0.2725	-0.0026		
F35B35 55%RH	13	-0.2615	-0.2635	-0.2650	-0.2650					-0.2638	100.0082	-0.2720	-0.0025	-0.0027	0.0001
	14	-0.2780	-0.2800	-0.2745	-0.2740					-0.2767	99.9953	-0.2720	-0.0028		
	15	-0.2780	-0.2800	-0.2775	-0.2825					-0.2795	99.9915	-0.2710	-0.0028		
	16	-2.0620	-2.0585	-2.0590	-2.0570					-2.0592	98.2143	-0.2735	-0.0019		
F35B35 79%RH	17	-0.2605	-0.2605	-0.2585	-0.2565					-0.2590	100.0130	-0.2720	-0.0022	-0.0021	0.0002
	18	-0.2480	-0.2405	-0.2450	-0.2480					-0.2454	100.0256	-0.2710	-0.0023		
	19	-0.2835	-0.2825	-0.2750	-0.2845					-0.2814	99.9911	-0.2725	-0.0023		
	20	-1.3345	-1.3340	-1.3320	-1.3300					-1.3327	98.9403	-0.2730	-0.0020		
F35B35 95%RH	21	-1.2010	-1.1990	-1.2015	-1.2015					-1.2008	99.0712	-0.2720	-0.0014		
	22	-0.1565	-0.1540	-0.1580	-0.1515					-0.1550	100.1160	-0.2710	-0.0012	-0.0013	0.0001
	23	-1.2410	-1.2315	-1.2320	-1.2330					-1.2344	99.0366	-0.2710	-0.0011		
	24	-1.2440	-1.2435	-1.2450	-1.2430					-1.2439	99.0276	-0.2715	-0.0013		
F35B35 95%RH	25	-0.2225	-0.2290	-0.2275	-0.2295					-0.2272	100.0448	-0.2720	-0.0015		
	26	-0.0995	-0.1045	-0.0960	-0.1040					-0.1010	100.1700	-0.2710	-0.0008		
	27	-1.1925	-1.2010	-1.2035	-1.1960					-1.1983	99.0732	-0.2715	-0.0008		
	28	-1.2450	-1.2425	-1.2350	-1.2370					-1.2399	99.0316	-0.2715	-0.0007	-0.0008	0.0001
	29	-1.2230	-1.2250	-1.2190	-1.2235					-1.2227	99.0503	-0.2730	-0.0006		
	30	-1.2050	-1.2030	-1.2075	-1.2055					-1.2053	99.0657	-0.2710	-0.0008		

ตาราง 25 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์เฟสดีผสมถ่านหินร้อยละ 50 ที่ w/b = 0.35 ก่อนการตากแห้ง

Code & RH	No.	Instrument reading								Avg.	Length (mm)	Invar (mm)
		1	2	3	4	5	6	7	8			
F35B50 11%RH	1	-1.3765	-1.3790	-1.3695	-1.3705					-1.3739	99.1161	-0.4900
	2	-1.3690	-1.3775	-1.3680	-1.3710					-1.3714	99.1161	-0.4875
	3	-0.4230	-0.4250	-0.4220	-0.4250					-0.4238	100.0652	-0.4890
	4	-1.3855	-1.3960	-1.3960	-1.3855					-1.3908	99.0982	-0.4890
	5	-1.3580	-1.3565	-1.3595	-1.3625					-1.3592	99.1293	-0.4885
F35B50 23%RH	6	-1.3525	-1.3510	-1.3505	-1.3535					-1.3519	99.1256	-0.4775
	7	-0.3955	-0.4045		-0.4095					-0.4039	100.0926	-0.4965
	8	-1.3470	-1.3595	-0.4060	-1.3760	-1.3790	-1.3605	-1.3770		-1.3654	99.1301	-0.4955
	9	-2.1685	-2.1650	-2.1775	-2.1725					-2.1709	98.3186	-0.4895
	10	-1.6560	-1.6555	-1.6645	-1.6685					-1.6612	98.8343	-0.4955
F35B50 40%RH	11	-0.3850	-0.3910	-0.3930	-0.3885	-0.3935				-0.3902	100.0993	-0.4895
	12	-0.4375	-0.4505	-0.4490	-0.4510	-0.4510	-0.4490			-0.4480	100.0440	-0.4920
	13	-0.4305	-0.436	-0.4365	-0.436					-0.4348	100.0592	-0.4940
	14	-1.3405	-1.3440	-1.3430	-1.3425					-1.3425	99.1540	-0.4965
	15	-1.3335	-1.3540	-1.3550	-1.3550	-1.3610				-1.3517	99.1468	-0.4985
F35B50 55%RH	16	-1.3315	-1.3555	-1.3560	-1.3565	-1.3530	-1.3630			-1.3526	99.1369	-0.4895
	17	-0.4215	-0.4225	-0.4250	-0.4245					-0.4234	100.0736	-0.4970
	18	-0.3885	-0.3870	-0.3890	-0.3890					-0.3884	100.1111	-0.4995
	19	-2.1735	-2.1800	-2.1725	-2.1765					-2.1757	98.3223	-0.4980
	20	-1.2750	-1.2855	-1.2745	-1.2795					-1.2787	99.2123	-0.4910
F35B50 79%RH	21	-0.4575	-0.4690	-0.4680	-0.4670	-0.4620				-0.4647	100.0233	-0.4880
	22	-2.1090	-2.1135	-2.1225	-2.1005	-2.1250	-2.1270			-2.1163	98.3747	-0.4910
	23	-1.4190	-1.4235	-1.4180	-1.4180					-1.4197	99.0738	-0.4935
	24	-0.4015	-0.4080	-0.4130	-0.4120					-0.4087	100.0833	-0.4920
	25	-0.6220	-0.6215	-0.6215	-0.6200					-0.6213	99.8767	-0.4980
F35B50 95%RH	26	-0.3620	-0.3650	-0.3695	-0.3655					-0.3655	100.1280	-0.4935
	27	-0.2415	-0.2555	-0.2610	-0.2685	-0.2735	-0.2755			-0.2626	100.2344	-0.4970
	28	-1.1790	-1.1805	-1.1815	-1.1835					-1.1812	99.3153	-0.4965
	29	-0.4150	-0.4205	-0.4210	-0.4215					-0.4195	100.0780	-0.4975
	30	-1.3495	-1.3655	-1.3655	-1.3705	-1.3740				-1.3650	99.1395	-0.5045

ตาราง 26 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์โพสต์ผสมเส้นใยร้อยละ 50 ที่ w/b = 0.35 ที่อายุการตากแห้งครบ 7 วัน

Code & RH	No.	Instrument reading								Avg.	Length (mm)	Invar	ε	Avg.	S.D.
		1	2	3	4	5	6	7	8						
F35B50 11%RH	1	-1.5315	-1.5390	-1.5490	-1.5335					-1.5383	98.9622	-0.5005	-0.0016		
	2	-1.5530	-1.5725	-1.5485	-1.5500	-1.5410				-1.5530	98.9380	-0.4910	-0.0018		
	3	-0.6045	-0.6145	-0.6130	-0.6085					-0.6102	99.8778	-0.4880	-0.0019	-0.0018	0.0001
	4	-1.5575	-1.5565	-1.5690	-1.5695					-1.5632	98.9273	-0.4905	-0.0017		
F35B50 23%RH	5	-1.5400	-1.5280	-1.5365	-1.5410	-1.5415				-1.5374	98.9461	-0.4835	-0.0018		
	6	-1.5395	-1.5505	-1.5450	-1.5345	-1.5490				-1.5437	98.9438	-0.4875	-0.0018		
	7	-0.5855	-0.6145	-0.6115	-0.6145	-0.6157				-0.6084	99.8761	-0.4845			
	8	-1.5525	-1.5650	-1.5740	-1.5620	-1.5675				-1.5642	98.9258	-0.4900	-0.0021	-0.0019	0.0001
F35B50 40%RH	9	-2.3630	-2.3705	-2.3725	-2.3740					-2.3700	98.1200	-0.4900	-0.0020		
	10	-1.8160	-1.8465	-1.8465	-1.8335	-1.8345				-1.8354	98.6581	-0.4935	-0.0018		
	11	-0.5645	-0.5780	-0.5715	-0.5750					-0.5723	99.9142	-0.4865	-0.0018		
	12	-0.6325	-0.6420	-0.6380	-0.6390					-0.6379	99.8581	-0.4960	-0.0019		
F35B50 55%RH	13	-0.5930	-0.6375	-0.6255	-0.6265	-0.6325				-0.6230	99.8795	-0.5025	-0.0018	-0.0018	0.0001
	14	-1.5020	-1.5195	-1.5245	-1.5080	-1.5225	-1.5245			-1.5169	98.9786	-0.4955	-0.0018		
	15	-1.5105	-1.5120	-1.5115	-1.5255					-1.5149	98.9841	-0.4990	-0.0016		
	16	-1.4730	-1.4790	-1.4785	-1.4835					-1.4785	99.0200	-0.4985	-0.0012		
F35B50 79%RH	17	-0.5460	-0.5585	-0.5620	-0.5560	-0.5405				-0.5526	99.9394	-0.4920	-0.0013	-0.0013	0.0001
	18	-0.4775	-0.4845	-0.5045	-0.5085	-0.5105	-0.5120			-0.4996	99.9904	-0.4900	-0.0012		
	19	-2.2860	-2.3045	-2.3180	-2.3045	-2.3045				-2.3035	98.1905	-0.4940	-0.0013		
	20	-1.4145	-1.4180	-1.4200	-1.4190					-1.4179	99.0781	-0.4960	-0.0014		
F35B50 99%RH	21	-0.5310	-0.5370	-0.5345	-0.5380					-0.5352	99.9543	-0.4895	-0.0007		
	22	-2.1715	-2.1705	-2.1680	-2.1730	-2.3045				-2.1708	98.3262	-0.4970	-0.0005	-0.0005	0.0001
	23	-1.4755	-1.4695	-1.4720	-1.4740					-1.4728	99.0262	-0.4990	-0.0005		
	24	-0.4435	-0.4615	-0.4635	-0.4740	-0.4730				-0.4631	100.0319	-0.4950	-0.0005		
F35B50 95%RH	25	-0.6505	-0.6515	-0.6670	-0.6610					-0.6575	99.8360	-0.4935	-0.0004		
	26	-0.3790	-0.3780	-0.3820	-0.3830					-0.3805	100.1195	-0.5000	-0.0001		
	27	-0.3615	-0.3670	-0.3720	-0.3680					-0.3672	100.1253	-0.4925	-0.0002	-0.0002	0.0000
	28	-1.2000	-1.2050	-1.2050	-1.2020					-1.2030	99.2985	-0.5015	-0.0002		
	29	-0.4165	-0.4210	-0.4325	-0.4175	-0.4380	-0.4480	-0.4455		-0.4313	100.0587	-0.4900	-0.0002	-0.0002	
	30	-1.3775	-1.3840	-1.3840	-1.3755					-1.3803	99.1242	-0.5045	-0.0002	-0.0002	

ตาราง 27 ผลการทดสอบการหดตัวของตัวอย่างซีเมนต์โพสต์ผสมเส้นใยหินร้อยละ 50 ที่ w/b = 0.35 ที่อายุการตากแห้งครบ 14 วัน

Code & RH	No.	Instrument reading								Avg.	Length (mm)	Invar	ε	Avg.	S.D.
		1	2	3	4	5	6	7	8						
F35B50 11%RH	1	-1.5555	-1.5490	-1.5720	-1.5800	-1.5755	-1.5785			-1.5685	98.9350	-0.5035	-0.0018		
	2	-1.5675	-1.5845	-1.5885	-1.5915	-1.5925				-1.5849	98.9136	-0.4985	-0.0020		
	3	-0.6115	-0.6385	-0.6360	-0.6320	-0.6460				-0.6328	99.8667	-0.4995	-0.0020		0.0001
	4	-1.5990	-1.6085	-1.6070	-1.6055					-1.6050	98.8950	-0.5000	-0.0021		
F35B50 23%RH	5	-1.5535	-1.5610	-1.5650	-1.5635					-1.5608	98.9387	-0.4995	-0.0019		
	6	-1.5455	-1.5525	-1.5510	-1.5535					-1.5507	98.9383	-0.4890	-0.0019		
	7	-0.6045	-0.6210	-0.6250	-0.6270	-0.6235				-0.6202	99.8748	-0.4950	-0.0021		
	8	-1.5795	-1.5705	-1.5790	-1.5750					-1.5760	98.9255	-0.5015	-0.0021		0.0001
F35B50 40%RH	9	-2.3760	-2.3875	-2.3815	-2.3875					-2.3832	98.1098	-0.4930	-0.0021		
	10	-1.8630	-1.8850	-1.8885	-1.8845	-1.8955				-1.8833	98.6067	-0.4900			
	11	-0.5915	-0.6015	-0.9570	-0.6015					-0.6879	99.8031	-0.4910			
	12	-0.6465	-0.6560	-0.6565	-0.6570					-0.6540	99.8400	-0.4940	-0.0020		
F35B50 55%RH	13	-0.6420	-0.6385	-0.639	-0.6415					-0.6403	99.8602	-0.5005	-0.0020		0.0001
	14	-1.5465	-1.5515	-1.5515	-1.5520	-1.5515				-1.5504	98.9426	-0.4930	-0.0021		
	15	-1.5370	-1.5570	-1.5530	-1.5635	-1.5515				-1.5524	98.9441	-0.4965	-0.0020		
	16	-1.4740	-1.5025	-1.5090	-1.4875	-1.4805	-1.5050	-1.4890		-1.4925	99.0065	-0.4990	-0.0013		
F35B50 79%RH	17	-0.5455	-0.5750	-0.5720	-0.5730	-0.5700				-0.5671	99.9309	-0.4980	-0.0014		0.0001
	18	-0.5045	-0.5265	-0.5305	-0.5225	-0.5200				-0.5208	99.9747	-0.4955	-0.0014		
	19	-2.3025	-2.3465	-2.3460	-2.3485	-2.3485				-2.3384	98.1611	-0.4995	-0.0016		
	20	-1.4395	-1.4220	-1.4345	-1.4310					-1.4318	99.0642	-0.4960	-0.0015		
F35B50 95%RH	21	-0.5450	-0.5460	-0.5430	-0.5425					-0.5442	99.9478	-0.4920	-0.0008		
	22	-2.1845	-2.1945	-2.1910	-2.1895	-2.1895				-2.1899	98.3126	-0.5025	-0.0006		0.0000
	23	-1.4805	-1.4780	-1.4825	-1.4830	-1.4830				-1.4810	99.0105	-0.4915	-0.0006		
	24	-0.4615	-0.4765	-0.4745	-0.4740					-0.4717	100.0208	-0.4925	-0.0006		
F35B50 95%RH	25	-0.6800	-0.6870	-0.6860	-0.6855					-0.6847	99.8128	-0.4975	-0.0006		
	26	-0.3815	-0.3810	-0.3840	-0.3855					-0.3830	100.1115	-0.4945	-0.0002		
	27	-0.3630	-0.3835	-0.3850	-0.3830	-0.3860				-0.3801	100.1194	-0.4995	-0.0002		
	28	-1.1900	-1.1955	-1.2085	-1.2110	-1.2100	-1.2065			-1.2036	99.2909	-0.4945	-0.0002		0.0001
	29	-0.4295	-0.4515	-0.4465	-0.4450	-0.4460				-0.4437	100.0558	-0.4995	-0.0002		
	30	-1.3830	-1.3925	-1.3985	-1.3970					-1.3928	99.1042	-0.4970	-0.0004		

ตาราง 28 ผลการทดสอบการหดตัวของตัวอย่างซีเมนต์โพสต์ผสมเส้นใยหินร้อยละ 50 ที่ w/b = 0.35 ที่อายุการตากแห้งครบ 28 วัน

Code & RH	No.	Instrument reading								Avg.	Length (mm)	Invar	ε	Avg.	S.D.
		1	2	3	4	5	6	7	8						
F35B50 11%RH	1	-1.3670	-1.3670	-1.3695	-1.3680					-1.3679	98.9076	-0.2755	-0.0021		
	2	-1.3820	-1.3885	-1.3865	-1.3885					-1.3864	98.8941	-0.2805	-0.0022	-0.0022	0.0001
	3	-0.4420	-0.4445	-0.4480	-0.4505					-0.4463	99.8382	-0.2845	-0.0023		
	4	-1.4075	-1.4090	-1.4065	-1.4125					-1.4089	98.8746	-0.2835	-0.0023		
F35B50 23%RH	5	-1.3705	-1.3645	-1.3670	-1.3605					-1.3657	98.9188	-0.2845	-0.0021		
	6	-1.3440	-1.3505	-1.3480	-1.3485					-1.3478	98.9342	-0.2820	-0.0019		
	7	-0.4095	-0.4145	-0.4130	-0.4160					-0.4133	99.8612	-0.2745	-0.0023	-0.0021	0.0002
	8	-1.3890	-1.3920	-1.3930	-1.3875					-1.3904	98.8846	-0.2750			
F35B50 40%RH	9	-2.1670	-2.1510	-2.1715	-2.1720	-2.1675				-2.1658	98.1072	-0.2730	-0.0022		
	10	-1.6700	-1.6735	-1.6745	-1.6760					-1.6735	98.5985	-0.2720			
	11	-0.4060	-0.4085	-0.4115	-0.4070					-0.4083	99.8737	-0.2820	-0.0023		
	12	-0.4870	-0.4760	-0.4780	-0.4765					-0.4794	99.8051	-0.2845	-0.0024		
F35B50 55%RH	13	-0.4640	-0.473	-0.474	-0.4705					-0.4704	99.8121	-0.2825		-0.0023	0.0001
	14	-1.3780	-1.3840	-1.3775	-1.3850					-1.3812	98.9013	-0.2825			
	15	-1.3620	-1.3655	-1.3630	-1.3570					-1.3619	98.9186	-0.2805	-0.0023		
	16	-1.3090	-1.3025	-1.3110	-1.3010					-1.3059	98.9776	-0.2835	-0.0016		
F35B50 79%RH	17	-0.3535	-0.3530	-0.3570	-0.3615					-0.3563	99.9227	-0.2790	-0.0015	-0.0016	0.0001
	18	-0.3200	-0.3235	-0.3250	-0.3245					-0.3233	99.9607	-0.2840	-0.0015		
	19	-2.1335	-2.1430	-2.1470	-2.1415					-2.1413	98.1407	-0.2820	-0.0018		
	20	-1.2400	-1.2435	-1.2495	-1.2485					-1.2454	99.0406	-0.2860	-0.0017		
F35B50 95%RH	21	-0.3360	-0.3425	-0.3420	-0.3420					-0.3407	99.9478	-0.2885	-0.0008		
	22	-2.0005	-1.9995	-1.9845	-1.9965	-1.9860				-1.9934	98.2946	-0.2880	-0.0008	-0.0007	0.0000
	23	-1.2790	-1.2750	-1.2765	-1.2785					-1.2773	99.0037	-0.2810	-0.0007		
	24	-0.2590	-0.2650	-0.2660	-0.2660					-0.2640	100.0160	-0.2800	-0.0007		
F35B50 95%RH	25	-0.4740	-0.4755	-0.4735	-0.4735					-0.4742	99.8048	-0.2790	-0.0007		
	26	-0.1660	-0.1605	-0.1625	-0.1725					-0.1654	100.1076	-0.2730	-0.0002		
	27	-0.1545	-0.1640	-0.1600	-0.1655					-0.1610	100.1140	-0.2750			
	28	-0.9885	-0.9870	-0.9895	-0.9935					-0.9897	99.2903	-0.2800	-0.0003	-0.0003	0.0001
	29	-0.2330	-0.2315	-0.2320	-0.2345					-0.2328	100.0557	-0.2885	-0.0002		
	30	-1.1810	-1.1745	-1.1750	-1.1755					-1.1765	99.1035	-0.2800	-0.0004		

ตาราง 29 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์เฟสผสมถ่านหินร้อยละ 50 ที่ w/b = 0.35 ที่อายุการตากแห้งครบ 56 วัน

Code & RH	No.	Instrument reading								Avg.	Length (mm)	Invar	ε	Avg.	S.D.
		1	2	3	4	5	6	7	8						
F35B50 11%RH	1	-1.3865	-1.3730	-1.3770	-1.3865					-1.3808	98.8937	-0.2745	-0.0022		
	2	-1.3750	-1.3845	-1.3795	-1.3885					-1.3819	98.8906	-0.2725	-0.0023	-0.0023	0.0001
	3	-0.4365	-0.4395	-0.4330	-0.4430					-0.4380	99.8330	-0.2710	-0.0023		
	4	-1.3960	-1.3975	-1.3990	-1.3995					-1.3980	98.8725	-0.2705	-0.0023		
F35B50 23%RH	5	-1.3750	-1.3845	-1.3760	-1.3825					-1.3795	98.8915	-0.2710	-0.0024		
	6	-1.3405	-1.3495	-1.3390	-1.3415					-1.3427	98.9328	-0.2755	-0.0019		
	7	-0.4225	-0.4215	-0.4215	-0.4115					-0.4193	99.8582	-0.2775	-0.0023	-0.0022	0.0002
	8	-1.3715	-1.3725	-1.3725	-1.3740					-1.3727	98.9003	-0.2730	-0.0023		
F35B50 40%RH	9	-2.1660	-2.1605	-2.1760	-2.1730					-2.1689	98.1061	-0.2750	-0.0022		
	10	-1.6800	-1.6730	-1.6765	-1.6810					-1.6777	98.5973	-0.2750	-0.0024		
	11	-0.4080	-0.4155	-0.4195	-0.4165					-0.4149	99.8626	-0.2775	-0.0024		
	12	-0.4640	-0.4715	-0.4685	-0.4665					-0.4677	99.8038	-0.2715	-0.0024		
F35B50 55%RH	13	-0.4675	-0.4665	-0.472	-0.4770					-0.4708	99.7992	-0.2700	-0.0026	-0.0024	0.0001
	14	-1.3800	-1.3880	-1.3845	-1.3880					-1.3852	98.8848	-0.2700			
	15	-1.3540	-1.3660	-1.3545	-1.3600					-1.3587	98.9153	-0.2740	-0.0023		
	16	-1.3220	-1.3140	-1.3150	-1.3175					-1.3172	98.9573	-0.2745	-0.0018		
F35B50 79%RH	17	-0.3830	-0.3820	-0.3820	-0.3825					-0.3824	99.8961	-0.2785	-0.0018		
	18	-0.3320	-0.3355	-0.3390	-0.3410					-0.3369	99.9381	-0.2750	-0.0017	-0.0018	0.0000
	19	-2.1365	-2.1310	-2.1325	-2.1440					-2.1360	98.1390	-0.2750	-0.0019		
	20	-1.2365	-1.2415	-1.2425	-1.2455					-1.2415	99.0360	-0.2775	-0.0018		
F35B50 95%RH	21	-0.3375	-0.3395	-0.3295	-0.3370					-0.3359	99.9381	-0.2740	-0.0009		
	22	-1.9960	-1.9995	-1.9890	-1.9975					-1.9955	98.2800	-0.2755	-0.0010	-0.0008	0.0001
	23	-1.2750	-1.2730	-1.2735	-1.2815					-1.2758	99.0012	-0.2770	-0.0007		
	24	-0.2590	-0.2640	-0.2570	-0.2620					-0.2605	100.0160	-0.2765	-0.0007		
F35B50 95%RH	25	-0.4795	-0.4765	-0.4780	-0.4790					-0.4783	99.7947	-0.2730	-0.0008		
	26	-0.1800	-0.1710	-0.1825	-0.1775					-0.1778	100.0962	-0.2740	-0.0003		
	27	-0.1635	-0.1630	-0.1670	-0.1655					-0.1648	100.1102	-0.2750	-0.0012	-0.0005	0.0004
	28	-0.9900	-0.9800	-0.9940	-0.9930					-0.9893	99.2807	-0.2700	-0.0003		
	29	-0.2315	-0.2355	-0.2255	-0.2362					-0.2322	100.0398	-0.2720	-0.0004		
	30	-1.1730	-1.1705	-1.1725	-1.1680					-1.1710	99.1035	-0.2745	-0.0004		

ตาราง 30 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์เฟสเฟสผสมถ้ำผ่านหินร้อยละ 50 ที่ w/b = 0.35 หลังจากนำมาตากแห้งที่ความชื้นสัมพัทธ์เดิม

Code & RH	No.	Instrument reading								Avg.	Length (mm)	Invar	ε	Avg.	S.D.
		1	2	3	4	5	6	7	8						
F35B50 11%RH	1	-1.3505	-1.3480	-1.3515	-1.3515					-1.3504	98.9236	-0.2740	-0.0019		
	2	-1.3880	-1.3870	-1.3900	-1.3925					-1.3894	98.8826	-0.2720	-0.0024	-0.0023	0.0002
	3	-0.4435	-0.4445	-0.4445	-0.4470					-0.4449	99.8316	-0.2765	-0.0023		
	4	-1.4050	-1.4030	-1.4055	-1.4035					-1.4043	98.8712	-0.2755	-0.0023		
	5	-1.3950	-1.3910	-1.3895	-1.3900					-1.3914	98.8846	-0.2760	-0.0025		
F35B50 23%RH	6	-1.3370	-1.3400	-1.3420	-1.3420					-1.3403	98.9362	-0.2765			
	7	-0.4255	-0.4235	-0.4225	-0.4250					-0.4242	99.8548	-0.2790	-0.0024	-0.0024	0.0001
	8	-1.3635	-1.3630	-1.3635	-1.3615					-1.3629	98.9126	-0.2755	-0.0022		
	9	-2.1920	-2.1940	-2.1965	-2.1925					-2.1938	98.0837	-0.2775	-0.0024		
	10	-1.6795	-1.6830	-1.6805	-1.6875					-1.6827	98.5918	-0.2745	-0.0025		
F35B50 40%RH	11	-0.3870	-0.3870	-0.3830	-0.3905					-0.3869	99.8916	-0.2785	-0.0021		
	12	-0.4285	-0.4345	-0.4360	-0.4340					-0.4333	99.8397	-0.2730	-0.0020	-0.0021	0.0001
	13	-0.4170	-0.4123	-0.4195	-0.4200					-0.4172	99.8563	-0.2735	-0.0020		
	14	-1.3405	-1.3415	-1.3500	-1.3445					-1.3442	98.9348	-0.2790	-0.0022		
	15	-1.3280	-1.3320	-1.3326	-1.3265					-1.3298	98.9452	-0.2750	-0.0020		
F35B50 55%RH	16	-1.3100	-1.3155	-1.3150	-1.3165					-1.3143	98.9612	-0.2755	-0.0018		
	17	-0.3910	-0.3930	-0.3955	-0.3985					-0.3945	99.8815	-0.2760	-0.0019	-0.0018	0.0001
	18	-0.3225	-0.3315	-0.3280	-0.3340					-0.3290	99.9455	-0.2745	-0.0017		
	19	-2.1275	-2.1310	-2.1235	-2.1395					-2.1304	98.1441	-0.2745	-0.0018		
	20	-1.2385	-1.2460	-1.2460	-1.2445					-1.2438	99.0312	-0.2750	-0.0018		
F35B50 79%RH	21	-0.3565	-0.3615	-0.3610	-0.3595					-0.3597	99.9183	-0.2780	-0.0010		
	22	-2.0135	-2.0230	-2.0250	-2.0220					-2.0209	98.2576	-0.2785	-0.0012	-0.0010	0.0001
	23	-1.2795	-1.2955	-1.2975	-1.2965	-1.2960				-1.2930	98.9845	-0.2775	-0.0009		
	24	-0.2990	-0.2890	-0.2905	-0.2920					-0.2927	99.9853	-0.2780	-0.0010		
	25	-0.5045	-0.5115	-0.5120	-0.5105					-0.5097	99.7658	-0.2755	-0.0011		
F35B50 95%RH	26	-0.2215	-0.2265	-0.2255	-0.2270					-0.2252	100.0533	-0.2785	-0.0007		
	27	-0.2170	-0.2195	-0.2175	-0.2185					-0.2182	100.0588	-0.2770	-0.0018	-0.0009	0.0005
	28	-1.0070	-1.0175	-1.0175	-1.0060					-1.0120	99.2620	-0.2740	-0.0005	-0.0008	
	29	-0.2745	-0.2745	-0.2760	-0.2755					-0.2752	99.9988	-0.2740	-0.0008		
	30	-1.1845	-1.1850	-1.1840	-1.1925					-1.1865	99.0900	-0.2765	-0.0005		

ตาราง 31 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์พิเศษไม่ผสมเถ้าถ่านหิน ที่ $w/b = 0.45$ ก่อนการตากแห้ง

Code & RH	No.	Instrument reading								Avg.	Length (mm)	Invar (mm)
		1	2	3	4	5	6	7	8			
N45 11%RH	1	-1.7985	-1.7905	-1.8115	-1.8185	-1.8210	-1.8185			-1.8098	98.6832	-0.4930
	2	-0.6875	-0.6900	-0.6885	-0.6900					-0.6890	99.8040	-0.4930
	3	-1.8845	-1.8795	-1.8815	-1.8830					-1.8822	98.6133	-0.4955
N45 23%RH	4	-0.5005	-0.5250	-0.5255	-0.5300	-0.5350				-0.5232	99.9688	-0.4920
	5	-0.8665	-0.8695	-0.8580	-0.8710	-0.8690				-0.8668	99.6247	-0.4915
	6	-1.7285	-1.7380	-1.7365	-1.7570	-1.7325				-1.7385	98.7525	-0.4910
N45 40%RH	7	-0.9815	-0.9765	-0.9510	-0.9770	-0.9765				-0.9725	99.5290	-0.5015
	8	-0.3710	-0.3745	-0.3700	-0.3740					-0.3724	100.1246	-0.4970
	9	-0.8500	-0.8750	-0.8795	-0.8825	-0.8815				-0.8737	99.6308	-0.5045
N45 55%RH	10	-2.0485	-2.0480	-2.0500	-2.0570	-2.0570				-2.0509	98.4396	-0.4905
	11	-0.8015	-0.8165	-0.8230	-0.8205	-0.8225				-0.8168	99.6737	-0.4905
	12	-0.6695	-0.6880	-0.6905	-0.6950	-0.6940				-0.6874	99.8156	-0.5030
N45 79%RH	13	-0.8145	-0.8235	-0.8245	-0.828					-0.8227	99.6743	-0.4970
	14	-1.6110	-1.6145	-1.6165	-1.6160					-1.6145	98.8895	-0.5040
	15	-0.8270	-0.8365	-0.8430	-0.8440	-0.8455				-0.8392	99.6608	-0.5000
N45 95%RH	16	-0.9345	-0.9410	-0.9425	-0.9380					-0.9390	99.5630	-0.5020
	17	-0.6565	-0.6685	-0.6555	-0.6575					-0.6595	99.8390	-0.4985
	18	-0.2295	-0.2530	-0.2570	-0.2610	-0.2670				-0.2535	100.2440	-0.4975
N45	19	-0.8645	-0.8680	-0.8715	-0.8740					-0.8695	99.6250	-0.4945
	20	-0.8100	-0.8125	-0.8110	-0.8150					-0.8122	99.6863	-0.4985
	21	-0.9705	-0.9695	-0.9695	-0.9680					-0.9694	99.5311	-0.5005
N45	22	-0.6135	-0.6175	-0.6205	-0.6230					-0.6187	99.8763	-0.4950
	23	-0.3670	-0.3700	-0.3715	-0.3710					-0.3699	100.1231	-0.4930
	24	-0.9160	-0.9270	-0.9240	-0.9295					-0.9242	99.5803	-0.5045
N45	25	-0.7005	-0.7010	-0.6990	-0.7080					-0.7022	99.8038	-0.5060
	26	-0.3765	-0.3770	-0.3750	-0.3740					-0.3757	100.1298	-0.5055
	27	-0.8300	-0.8200	-0.8280	-0.8245					-0.8257	99.6718	-0.4975
N45	28	-0.4320	-0.4380	-0.4395	-0.4490					-0.4397	100.0578	-0.4975
	29	-0.8005	-0.8325	-0.8295	-0.8340	-0.8375				-0.8268	99.6742	-0.5010
	30	-0.8740	-0.8760	-0.8795	-0.8815					-0.8778	99.6217	-0.4995

ตาราง 32 ผลการทดสอบการหดตัวของตัวอย่างซีเมนต์เพื่อทดสอบผลสมณัถำนหิน ที่ w/b = 0.45 ที่อายุการตากแห้งครบ 7 วัน

Code & RH	No.	Instrument reading								Avg.	Length (mm)	Invar	ε	Avg.	S.D.
		1	2	3	4	5	6	7	8						
N45 11%RH	1	-2.1620	-2.1550	-2.1535	-2.1625					-2.1583	98.1212	-0.2795	-0.0057		
	2	-1.0590	-1.0580	-1.0595	-1.0610					-1.0594	99.2181	-0.2775	-0.0059	-0.0057	0.0001
	3	-2.2240	-2.2240	-2.2275	-2.2290					-2.2262	98.0563	-0.2825	-0.0056		
	4	-0.8745	-0.8985	-0.8830	-0.8890	-0.8990				-0.8888	99.3877	-0.2765	-0.0058		
	5	-1.2180	-1.2120	-1.2110	-1.2080					-1.2123	99.0737	-0.2860	-0.0055		
N45 23%RH	6	-2.0230	-2.0120	-2.0280	-2.0150					-2.0195	98.2610	-0.2805	-0.0050		
	7	-1.2615	-1.2615	-1.2620	-1.2630					-1.2620	99.0145	-0.2765	-0.0052	-0.0051	0.0001
	8	-0.6650	-0.6740	-0.6750	-0.6760					-0.6725	99.6025	-0.2750	-0.0052		
	9	-1.1285	-1.1305	-1.1335	-1.1330					-1.1314	99.1421	-0.2735	-0.0049		
	10	-2.3350	-2.3340	-2.3360	-2.3380					-2.3358	97.9462	-0.2820	-0.0050		
N45 40%RH	11	-1.0470	-1.0490	-1.0505	-1.0515					-1.0495	99.2350	-0.2845	-0.0044		
	12	-0.8600	-0.8630	-0.8625	-0.8605					-0.8615	99.4195	-0.2810	-0.0040		
	13	-1.0120	-1.023	-1.023	-1.024					-1.0205	99.2590	-0.2795	-0.0042	-0.0042	0.0002
	14	-1.8075	-1.8040	-1.8060	-1.8050					-1.8057	98.4808	-0.2865	-0.0041		
	15	-1.0385	-1.0565	-1.0560	-1.0555	-1.0550				-1.0523	99.2287	-0.2810	-0.0043		
N45 55%RH	16	-0.9690	-0.9810	-0.9810	-0.9780	-0.9805				-0.9779	99.3016	-0.2795	-0.0026		
	17	-0.6895	-0.6975	-0.6875	-0.6905					-0.6913	99.5852	-0.2765	-0.0025	-0.0026	0.0001
	18	-0.3260	-0.3210	-0.3250	-0.3215					-0.3234	99.9591	-0.2825	-0.0028		
	19	-0.9045	-0.9135	-0.9165	-0.9160					-0.9127	99.3678	-0.2805	-0.0026		
	20	-0.8275	-0.8515	-0.8525	-0.8550	-0.8565				-0.8486	99.4284	-0.2770	-0.0026		
N45 79%RH	21	-0.8365	-0.8415	-0.8435	-0.8495					-0.8428	99.4382	-0.2810	-0.0009		
	22	-0.4975	-0.4990	-0.5010	-0.5020					-0.4999	99.7826	-0.2825	-0.0009	-0.0010	0.0001
	23	-0.2355	-0.2390	-0.2430	-0.2430					-0.2402	100.0428	-0.2830	-0.0008		
	24	-0.7900	-0.7895	-0.7925	-0.7925					-0.7912	99.4833	-0.2745	-0.0010		
	25	-0.5875	-0.5855	-0.5880	-0.5920					-0.5883	99.6862	-0.2745	-0.0012		
N45 95%RH	26	-0.1790	-0.1770	-0.1815	-0.1850					-0.1807	100.0948	-0.2755	-0.0003		
	27	-0.6310	-0.6300	-0.6405	-0.6390					-0.6352	99.6418	-0.2770	-0.0003		
	28	-0.2370	-0.2360	-0.2390	-0.2370					-0.2373	100.0422	-0.2795	-0.0002	-0.0003	0.0001
	29	-0.6540	-0.6535	-0.6570	-0.6565					-0.6553	99.6212	-0.2765	-0.0005		
	30	-0.6865	-0.6890	-0.6925	-0.6950					-0.6908	99.5887	-0.2795	-0.0003		

ตาราง 33 ผลการทดสอบการหดตัวของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ไม่ผสมเถ้าถ่านหิน ที่ w/b = 0.45 ที่อายุการตากแห้งครบ 14 วัน

Code & RH	No.	Instrument reading								Avg.	Length (mm)	Invar	ε	Avg.	S.D.
		1	2	3	4	5	6	7	8						
N45 11%RH	1	-2.1475	-2.1495	-2.1605	-2.1480	-2.1500				-2.1511	98.1209	-0.2720	-0.0057		
	2	-1.0785	-1.0795	-1.0795	-1.0800					-1.0794	99.1956	-0.2750		-0.0057	0.0000
	3	-2.2225	-2.2250	-2.2260	-2.2270					-2.2252	98.0478	-0.2730	-0.0057		
	4	-0.8980	-0.9015	-0.9025	-0.9060					-0.9020	99.3685	-0.2705			
N45 23%RH	5	-1.2245	-1.2215	-1.2205	-1.2245					-1.2228	99.0482	-0.2710	-0.0058		
	6	-2.0270	-2.0265	-2.0125	-2.0270					-2.0233	98.2472	-0.2705	-0.0051		
	7	-1.3035	-1.3045	-1.3035	-1.3090					-1.3052	98.9678	-0.2730		-0.0052	0.0001
	8	-0.6775	-0.6790	-0.6810	-0.6815					-0.6798	99.5917	-0.2715	-0.0053		
N45 40%RH	9	-1.1460	-1.1505	-1.1545	-1.1480					-1.1498	99.1212	-0.2710	-0.0051		
	10	-2.3550	-2.3510	-2.3535	-2.3515					-2.3528	97.9187	-0.2715	-0.0053		
	11	-1.0450	-1.0520	-1.0430	-1.0455					-1.0464	99.2314	-0.2778	-0.0044		
	12	-0.8680	-0.8720	-0.8725	-0.8755					-0.8720	99.4050	-0.2770	-0.0041		
N45 55%RH	13	-1.0500	-1.053	-1.0555	-1.053					-1.0529	99.2236	-0.2765		-0.0043	0.0001
	14	-1.8085	-1.7955	-1.8060	-1.8105	-1.8105				-1.8062	98.4683	-0.2745	-0.0043		
	15	-1.0800	-1.0815	-1.0820	-1.0825					-1.0815	99.1965	-0.2780	-0.0057		
	16	-0.9755	-0.9725	-0.9745	-0.9790					-0.9754	99.3011	-0.2765	-0.0026		
N45 79%RH	17	-0.6865	-0.6895	-0.6975	-0.6975					-0.6928	99.5827	-0.2755	-0.0026		0.0001
	18	-0.3705	-0.3685	-0.3730	-0.3740					-0.3715	99.9010	-0.2725			
	19	-0.9155	-0.9190	-0.9185	-0.9185					-0.9179	99.3536	-0.2715	-0.0027		
	20	-0.8665	-0.8740	-0.8700	-0.8725					-0.8708	99.4077	-0.2785	-0.0028		
N45 95%RH	21	-0.8435	-0.8360	-0.8400	-0.8405					-0.8400	99.4375	-0.2775	-0.0009		
	22	-0.5030	-0.5060	-0.5055	-0.5055					-0.5050	99.7690	-0.2740	-0.0011		0.0001
	23	-0.2425	-0.2435	-0.2475	-0.2515					-0.2463	100.0262	-0.2725	-0.0010		
	24	-0.7915	-0.7930	-0.7910	-0.7915					-0.7918	99.4822	-0.2740	-0.0010		
N45 95%RH	25	-0.5975	-0.5995	-0.5975	-0.5975					-0.5980	99.6805	-0.2785	-0.0012		
	26	-0.1845	-0.1850	-0.1815	-0.1845					-0.1839	100.0888	-0.2727	-0.0004		
	27	-0.6390	-0.6480	-0.6305	-0.6365					-0.6385	99.6390	-0.2775	-0.0003		
	28	-0.2350	-0.2360	-0.2390	-0.2395					-0.2374	100.0336	-0.2710	-0.0002		0.0001
	29	-0.6585	-0.6505	-0.6570	-0.6580					-0.6560	99.6150	-0.2710	-0.0006		
	30	-0.6895	-0.6930	-0.6925	-0.6940					-0.6923	99.5792	-0.2715	-0.0004		

ตาราง 34 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์เฟสที่ไม่ผสมเถ้าถ่านหิน ที่ w/b = 0.45 ที่อายุการตากแห้งครบ 28 วัน

Code & RH	No.	Instrument reading								Avg.	Length (mm)	Invar	ε	Avg.	S.D.
		1	2	3	4	5	6	7	8						
N45 11%RH	1	-2.1520	-2.1585	-2.1510	-2.1495					-2.1528	98.1197	-0.2725	-0.0057		
	2	-1.0890	-1.0920	-1.0920	-1.0925					-1.0914	99.1801	-0.2715	-0.0063	-0.0060	0.0002
	3	-2.2445	-2.2395	-2.2415	-2.2430					-2.2422	98.0298	-0.2720	-0.0059		
	4	-0.9260	-0.9275	-0.9270	-0.9270					-0.9269	99.3436	-0.2705	-0.0063		
	5	-1.2395	-1.2440	-1.2405	-1.2405					-1.2412	99.0318	-0.2730	-0.0060		
N45 23%RH	6	-2.0440	-2.0535	-2.0410	-2.0550					-2.0484	98.2271	-0.2755	-0.0053		
	7	-1.3040	-1.3020	-1.3040	-1.3035					-1.3034	98.9676	-0.2710	-0.0056	-0.0054	0.0002
	8	-0.6940	-0.6980	-0.6955	-0.6970					-0.6962	99.5748	-0.2710	-0.0055		
	9	-1.1555	-1.1530	-1.1510	-1.1560					-1.1539	99.1211	-0.2750	-0.0051		
	10	-2.3675	-2.3700	-2.3760	-2.3695					-2.3708	97.9037	-0.2745	-0.0054		
N45 40%RH	11	-1.0820	-1.0965	-1.0945	-1.0830					-1.0890	99.1865	-0.2755	-0.0049		
	12	-0.8885	-0.8795	-0.8835	-0.8850					-0.8842	99.3883	-0.2725	-0.0043		
	13	-1.0685	-1.0705	-1.067	-1.0615					-1.0669	99.2056	-0.2725	-0.0047	-0.0046	0.0002
	14	-1.8295	-1.8245	-1.8285	-1.8345					-1.8293	98.4442	-0.2735	-0.0045		
	15	-1.0955	-1.0975	-1.0985	-1.0975					-1.0973	99.1752	-0.2725	-0.0049		
N45 55%RH	16	-0.9875	-0.9875	-0.9855	-0.9855					-0.9865	99.2880	-0.2745	-0.0028		
	17	-0.6945	-0.6850	-0.6835	-0.6940					-0.6893	99.5822	-0.2715	-0.0026	-0.0028	0.0002
	18	-0.3760	-0.3805	-0.3775	-0.3785					-0.3782	99.8998	-0.2780			
	19	-0.9455	-0.9495	-0.9490	-0.9490					-0.9483	99.3242	-0.2725	-0.0030		
	20	-0.8785	-0.8755	-0.8800	-0.8760					-0.8775	99.3995	-0.2770	-0.0029		
N45 79%RH	21	-0.8570	-0.8590	-0.8445	-0.8595					-0.8550	99.4235	-0.2785	-0.0011		
	22	-0.5075	-0.5000	-0.5120	-0.5155					-0.5088	99.7687	-0.2775	-0.0011	-0.0012	0.0001
	23	-0.2715	-0.2735	-0.2725	-0.2745					-0.2730	99.9995	-0.2725	-0.0012		
	24	-0.8150	-0.8150	-0.8200	-0.8205					-0.8177	99.4583	-0.2760	-0.0012		
	25	-0.5965	-0.6015	-0.6025	-0.6035					-0.6010	99.6735	-0.2745	-0.0013		
N45 95%RH	26	-0.1805	-0.1840	-0.1865	-0.1895					-0.1852	100.0883	-0.2735	-0.0004		
	27	-0.6405	-0.6435	-0.6425	-0.6440					-0.6427	99.6308	-0.2735	-0.0004	-0.0004	
	28	-0.2400	-0.2410	-0.2430	-0.2390					-0.2408	100.0327	-0.2735	-0.0003	-0.0004	0.0001
	29	-0.6625	-0.6620	-0.6685	-0.6570					-0.6625	99.6140	-0.2765	-0.0006		
	30	-0.6975	-0.6990	-0.6985	-0.6985					-0.6984	99.5726	-0.2710	-0.0005		

ตาราง 35 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์เฟสที่ไม่ผสมเถ้าถ่านหิน ที่ w/b = 0.45 ที่อายุการตากแห้งครบ 56 วัน

Code & RH	No.	Instrument reading								Avg.	Length (mm)	Invar	ε	Avg.	S.D.
		1	2	3	4	5	6	7	8						
N45 11%RH	1	-2.1895	-2.1885	-2.1960	-2.1930					-2.1918	98.0842	-0.2760	-0.0061		
	2	-1.0915	-1.0995	-1.0970	-1.0980					-1.0965	99.1770	-0.2735	-0.0063	-0.0062	0.0001
	3	-2.2750	-2.2770	-2.2710	-2.2690					-2.2730	98.0045	-0.2775	-0.0062		
	4	-0.9345	-0.9300	-0.9370	-0.9290					-0.9327	99.3428	-0.2755	-0.0063		
	5	-1.2470	-1.2410	-1.2430	-1.2465					-1.2444	99.0306	-0.2750			
N45 23%RH	6	-2.0495	-2.0470	-2.0500	-2.0465					-2.0483	98.2242	-0.2725	-0.0053		
	7	-1.3365	-1.3365	-1.3385	-1.3395					-1.3378	98.9392	-0.2770	-0.0059	-0.0055	0.0003
	8	-0.6995	-0.6985	-0.7060	-0.7000					-0.7010	99.5735	-0.2745	-0.0055		
	9	-1.1555	-1.1565	-1.1545	-1.1570					-1.1559	99.1201	-0.2760	-0.0051		
	10	-2.3985	-2.3870	-2.3980	-2.3915					-2.3938	97.8847	-0.2785	-0.0056		
N45 40%RH	11	-1.0945	-1.0950	-1.0965	-1.0960					-1.0955	99.1785	-0.2740	-0.0050		
	12	-0.9040	-0.9065	-0.9080	-0.9080					-0.9067	99.3718	-0.2785	-0.0044		
	13	-1.0875	-1.0890	-1.0795	-1.0900	-1.0915				-1.0875	99.1910	-0.2785	-0.0048	-0.0048	0.0002
	14	-1.8335	-1.8350	-1.8360	-1.8365					-1.8353	98.4397	-0.2750	-0.0045		
	15	-1.1115	-1.1185	-1.1085	-1.1190					-1.1144	99.1576	-0.2720	-0.0050		
N45 55%RH	16	-1.0045	-1.0085	-1.0100	-1.0115					-1.0087	99.2683	-0.2770	-0.0030		
	17	-0.7050	-0.7130	-0.7050	-0.7160					-0.7098	99.5682	-0.2780	-0.0027	-0.0029	0.0001
	18	-0.4065	-0.4060	-0.4150	-0.4110					-0.4097	99.8668	-0.2765			
	19	-0.9595	-0.9460	-0.9560	-0.9575					-0.9548	99.3202	-0.2750	-0.0031		
	20	-0.8880	-0.8915	-0.8940	-0.8920					-0.8914	99.3851	-0.2765	-0.0030		
N45 79%RH	21	-0.8645	-0.8660	-0.8670	-0.8715					-0.8673	99.4107	-0.2780	-0.0012		
	22	-0.5210	-0.5200	-0.5255	-0.5290					-0.5239	99.7501	-0.2740	-0.0013	-0.0012	0.0000
	23	-0.2740	-0.2750	-0.2800	-0.2760					-0.2763	99.9992	-0.2755	-0.0012		
	24	-0.8200	-0.8215	-0.8245	-0.8200					-0.8215	99.4570	-0.2785	-0.0012		
	25	-0.6125	-0.6180	-0.6205	-0.6295					-0.6202	99.6578	-0.2780			
N45 95%RH	26	-0.1910	-0.1940	-0.1945	-0.1930					-0.1932	100.0788	-0.2720	-0.0005	-0.0005	
	27	-0.6525	-0.6515	-0.6600	-0.6580					-0.6555	99.6195	-0.2750	-0.0005	-0.0005	
	28	-0.2465	-0.2525	-0.2545	-0.2505					-0.2510	100.0235	-0.2745	-0.0003	-0.0003	0.0001
	29	-0.6645	-0.6650	-0.6660	-0.6670					-0.6657	99.6103	-0.2760	-0.0006	-0.0006	
	30	-0.7105	-0.7115	-0.7060	-0.7030					-0.7078	99.5632	-0.2710	-0.0006		

ตาราง 36 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์เพื่อหาผลสัมประสิทธิ์การหดตัวแห้งที่ความชื้นสัมพัทธ์เดิม

Code & RH	No.	Instrument reading								Avg.	Length (mm)	Invar	ε	Avg.	S.D.
		1	2	3	4	5	6	7	8						
N45 11%RH	1	-2.1995	-2.1975	-2.2005	-2.1975					-2.1988	98.0787	-0.2775	-0.0061		
	2	-1.0980	-1.1065	-1.1055	-1.1060					-1.1040	99.1705	-0.2745	-0.0063	-0.0062	0.0002
	3	-2.2905	-2.2900	-2.2880	-2.2875					-2.2890	97.9885	-0.2775	-0.0063		
	4	-0.9615	-0.9610	-0.9575	-0.9615					-0.9604	99.3181	-0.2785	-0.0065		
	5	-1.2295	-1.2325	-1.2300	-1.2340					-1.2315	99.0405	-0.2720	-0.0059		
N45 23%RH	6	-2.0710	-2.0705	-2.0625	-2.0715					-2.0689	98.2041	-0.2730	-0.0056		
	7	-1.3580	-1.3580	-1.3570	-1.3560					-1.3573	98.9212	-0.2785	-0.0061		
	8	-0.7090	-0.7135	-0.7120	-0.7125					-0.7118	99.5632	-0.2750	-0.0056	-0.0056	0.0003
	9	-1.1710	-1.1745	-1.1665	-1.1715					-1.1709	99.1056	-0.2765	-0.0053		
	10	-2.3905	-2.3930	-2.3825	-2.3935					-2.3899	97.8841	-0.2740	-0.0056		
N45 40%RH	11	-1.0980	-1.1010	-1.0965	-1.1015					-1.0993	99.1767	-0.2760	-0.0050		
	12	-0.9240	-0.9230	-0.9270	-0.9285					-0.9257	99.3478	-0.2735	-0.0047		
	13	-1.0935	-1.0965	-1.0975	-1.0960					-1.0959	99.1766	-0.2725	-0.0050	-0.0049	0.0002
	14	-1.8465	-1.8505	-1.8460	-1.8520					-1.8488	98.4232	-0.2720	-0.0047		
	15	-1.1210	-1.1240	-1.1270	-1.1255					-1.1244	99.1481	-0.2725	-0.0051		
N45 55%RH	16	-1.0510	-1.0585	-1.0540	-1.0545					-1.0545	99.2180	-0.2725	-0.0035		
	17	-0.7740	-0.7740	-0.7775	-0.7680					-0.7734	99.5026	-0.2760	-0.0034	-0.0037	0.0004
	18	-0.4695	-0.4725	-0.4700	-0.4680					-0.4700	99.8035	-0.2735	-0.0044		
	19	-1.0080	-1.0155	-1.0160	-1.0160					-1.0139	99.2591	-0.2730	-0.0037		
	20	-0.9460	-0.9455	-0.9500	-0.9520					-0.9484	99.3261	-0.2745	-0.0036		
N45 79%RH	21	-1.0185	-1.0275	-1.0310	-1.0320	-1.0320				-1.0282	99.2458	-0.2740	-0.0029		
	22	-0.7175	-0.7170	-0.7160	-0.7135					-0.7160	99.5610	-0.2770	-0.0032	-0.0031	0.0001
	23	-0.4560	-0.4500	-0.4565	-0.4585					-0.4553	99.8167	-0.2720	-0.0031		
	24	-1.0040	-1.0045	-1.0045	-1.0050					-1.0045	99.2735	-0.2780	-0.0031		
	25	-0.7980	-0.8000	-0.7910	-0.8005					-0.7974	99.4771	-0.2745	-0.0033		
N45 95%RH	26	-0.3600	-0.3600	-0.3650	-0.3645					-0.3624	99.9078	-0.2702	-0.0022		
	27	-0.8210	-0.8260	-0.8265	-0.8300					-0.8259	99.4491	-0.2750	-0.0022		
	28	-0.4220	-0.4270	-0.4285	-0.4315					-0.4273	99.8512	-0.2785	-0.0021	-0.0022	0.0001
	29	-0.8475	-0.8465	-0.8500	-0.8565					-0.8502	99.4268	-0.2770	-0.0025		
	30	-0.8555	-0.8630	-0.8565	-0.8535					-0.8572	99.4143	-0.2715	-0.0021		

ตาราง 37 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์พิเศษผสมถ่านหินร้อยละ 20 ที่ w/b = 0.45 ก่อนการตากแห้ง

Code & RH	No.	Instrument reading								Avg.	Length (mm)	Invar (mm)
		1	2	3	4	5	6	7	8			
F45B20 11%RH	1	-1.5420	-1.5590	-1.5555	-1.5435					-1.5500	98.9490	-0.4990
	2	-1.4975	-1.5080	-1.5200	-1.5195	-1.5240	-1.5215			-1.5151	98.9784	-0.4935
	3	-1.4845	-1.4925	-1.5015	-1.5010	-1.5050				-1.4969	99.0006	-0.4975
	4	-1.4965	-1.5045	-1.5040	-1.5045					-1.5024	98.9946	-0.4970
F45B20 23%RH	5	0.9250	-0.9470	-0.9525	-0.9530	-0.9540				-0.5763	99.9162	-0.4925
	6	-1.4235	-1.4545	-1.4540	-1.4505	-1.4565				-1.4478	99.0527	-0.5005
	7	-1.6510	-1.6450	-1.6300	-1.6535	-1.6420				-1.6443	98.8497	-0.4940
	8	-1.6170	-1.6180	-1.6240	-1.6240					-1.6208	98.8747	-0.4955
F45B20 40%RH	9	-1.6935	-1.7075	-1.6995	-1.7030	-1.7360				-1.7009	98.7986	-0.4995
	10	1.7300	-1.7335	-1.7390	-1.7360					-0.8697	99.6253	-0.4950
	11	-1.6450	-1.6475	-1.6535	-1.6510					-1.6493	98.8427	-0.4920
	12	-1.4595	-1.4665	-1.4710	-1.4695	-1.4745				-1.4682	99.0263	-0.4945
F45B20 55%RH	13	-1.6740	-1.6545	-1.6705	-1.671	-1.676				-1.6692	98.8223	-0.4915
	14	-1.4220	-1.4255	-1.4295	-1.4270					-1.4260	99.0680	-0.4940
	15	-1.1875	-1.1915	-1.2070	-1.2020	-1.1935				-1.1963	99.2962	-0.4925
	16	-1.6820	-1.6885	-1.6890	-1.6880					-1.6869	98.8051	-0.4920
F45B20 79%RH	17	-1.6705	-1.6715	-1.6710	-1.6780					-1.6728	98.8242	-0.4970
	18	-1.6095	-1.6110	-1.6265	-1.6100	-1.6270				-1.6168	98.8747	-0.4915
	19	-1.5215	-1.5180	-1.5170	-1.5165					-1.5183	98.9757	-0.4940
	20	-1.5785	-1.5805	-1.5805	-1.5885	-1.5885				-1.5820	98.9085	-0.4905
F45B20 95%RH	21	-1.6700	-1.6715	-1.6585	-1.6700	-1.6715				-1.6683	98.8222	-0.4905
	22	-1.6610	-1.6625	-1.6610	-1.6515					-1.6590	98.8330	-0.4920
	23	-1.3680	-1.3870	-1.3875	-1.3890	-1.3905				-1.3844	99.1116	-0.4960
	24	-1.5375	-1.5550	-1.5505	-1.5455	-1.5515				-1.5480	98.9435	-0.4915
F45B20 95%RH	25	-1.4520	-1.4525	-1.4545	-1.4545					-1.4534	99.0416	-0.4950
	26	-1.5585	-1.5705	-1.5745	-1.5620	-1.5845	-1.5845			-1.5725	98.9180	-0.4905
	27	-1.4505	-1.4640	-1.4560	-1.4670					-1.4594	99.0326	-0.4920
	28	-0.8750	-0.8465	-0.8900	-0.8860	-0.8905	-0.8920			-0.8800	99.6115	-0.4915
	29	-1.4470	-1.4425	-1.4600	-1.4630	-1.4590	-1.4605			-1.4554	99.0391	-0.4945
	30	-1.5320	-1.5495	-1.5555	-1.5575	-1.5500				-1.5489	98.9426	-0.4915

ตาราง 38 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์เฟสเฟสผสมถ้ำผ่านหินร้อยละ 20 ที่ w/b = 0.45 ที่อายุการตากแห้งครบ 7 วัน

Code & RH	No.	Instrument reading								Avg.	Length (mm)	Invar	ε	Avg.	S.D.
		1	2	3	4	5	6	7	8						
F45B20 11%RH	1	-1.7215	-1.7140	-1.7265	-1.7270					-1.7223	98.5652	-0.2875	-0.0039		
	2	-1.6880	-1.6950	-1.6985	-1.7035	-1.7015				-1.6973	98.5842	-0.2815	-0.0040	-0.0039	0.0000
	3	-1.6640	-1.6620	-1.6580	-1.6710	-1.6760				-1.6662	98.6153	-0.2815	-0.0039		
	4	-1.6710	-1.6760	-1.6705	-1.6765					-1.6735	98.6045	-0.2780	-0.0039		
F45B20 23%RH	5	-1.0925	-1.0945	-1.0970	-1.0970					-1.0953	99.1847	-0.2800			
	6	-1.5850	-1.5920	-1.5930	-1.5950					-1.5913	98.6902	-0.2815			
	7	-1.7660	-1.7460	-1.7740	-1.7650	-1.7780				-1.7658	98.5097	-0.2755	-0.0034		
	8	-1.6915	-1.6880	-1.6935	-1.6970					-1.6925	98.5905	-0.2830	-0.0029		
F45B20 40%RH	9	-1.8045	-1.8030	-1.8055	-1.8060					-1.8048	98.4762	-0.2810	-0.0033		
	10	-1.8460	-1.8325	-1.8380	-1.8455					-1.8405	98.4350	-0.2755			
	11	-1.7210	-1.7210	-1.7170	-1.7225					-1.7204	98.5571	-0.2775	-0.0029		
	12	-1.5800	-1.5640	-1.5840	-1.5905	-1.5885				-1.5814	98.6991	-0.2805	-0.0033		
F45B20 55%RH	13	-1.7370	-1.7405	-1.738	-1.7415					-1.7393	98.5392	-0.2785	-0.0029	-0.0031	0.0002
	14	-1.5005	-1.5135	-1.5175	-1.5170					-1.5122	98.7663	-0.2785	-0.0030		
	15	-1.3165	-1.3065	-1.3135	-1.3180					-1.3137	98.9648	-0.2785	-0.0033		
	16	-1.6540	-1.6530	-1.6565	-1.6630					-1.6567	98.6268	-0.2835	-0.0018		
F45B20 79%RH	17	-1.6515	-1.6475	-1.6520	-1.6455					-1.6492	98.6268	-0.2760	-0.0020	-0.0019	0.0002
	18	-1.5875	-1.5940	-1.5930	-1.5940					-1.5922	98.6833	-0.2755	-0.0019		
	19	-1.5190	-1.5200	-1.5200	-1.5240					-1.5208	98.7577	-0.2785	-0.0022		
	20	-1.5325	-1.5315	-1.5305	-1.5330					-1.5319	98.7416	-0.2735	-0.0017		
F45B20 95%RH	21	-1.5250	-1.5190	-1.5140	-1.5220					-1.5200	98.7580	-0.2780	-0.0006		
	22	-1.4980	-1.4875	-1.4895	-1.4970					-1.4930	98.7780	-0.2710	-0.0006	-0.0010	0.0003
	23	-1.2815	-1.2885	-1.2980	-1.2940					-1.2905	98.9825	-0.2730	-0.0013		
	24	-1.4320	-1.4295	-1.4350	-1.4435	-1.4490				-1.4378	98.8342	-0.2720	-0.0011		
F45B20 95%RH	25	-1.3390	-1.3365	-1.3465	-1.3515	-1.3495				-1.3446	98.9264	-0.2710	-0.0012		
	26	-1.4025	-1.4000	-1.4080	-1.4075					-1.4045	98.8670	-0.2715	-0.0005		
	27	-1.2550	-1.2585	-1.2615	-1.2580					-1.2583	99.0157	-0.2740	-0.0002		
	28	-0.6855	-0.6930	-0.6930	-0.6955					-0.6918	99.5837	-0.2755	-0.0003	-0.0003	0.0001
	29	-1.2510	-1.2555	-1.2565	-1.2580					-1.2553	99.0197	-0.2750	-0.0002		
	30	-1.3635	-1.3535	-1.3595	-1.3520					-1.3572	98.9163	-0.2735	-0.0003		

ตาราง 39 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์เฟสผสมเถาผ่านหินร้อยละ 20 ที่ w/b = 0.45 ที่อายุการตากแห้งครบ 14 วัน

Code & RH	No.	Instrument reading								Avg.	Length (mm)	Invar	ε	Avg.	S.D.
		1	2	3	4	5	6	7	8						
F45B20 11%RH	1	-1.7305	-1.7195	-1.7325	-1.7380	-1.7290				-1.7299	98.5421	-0.2720	-0.0041		
	2	-1.7155	-1.7205	-1.7225	-1.7225					-1.7203	98.5517	-0.2720	-0.0043	-0.0042	0.0001
	3	-1.6845	-1.6945	-1.6940	-1.6925					-1.6914	98.5826	-0.2740	-0.0042		
	4	-1.7005	-1.7000	-1.7040	-1.7000					-1.7012	98.5693	-0.2705	-0.0043		
F45B20 23%RH	5	-1.1000	-1.1040	-1.1115	-1.11080					-1.1059	99.1661	-0.2720			
	6	-1.6105	-1.6175	-1.6165	-1.6095					-1.6135	98.6570	-0.2705			
	7	-1.7705	-1.7735	-1.7730	-1.7700					-1.7718	98.5062	-0.2780	-0.0035		
	8	-1.7150	-1.7130	-1.7195	-1.7195					-1.7168	98.5572	-0.2740	-0.0032	-0.0033	0.0001
F45B20 40%RH	9	-1.8030	-1.7965	-1.7940	-1.7985					-1.7980	98.4730	-0.2710	-0.0033		
	10	-1.8515	-1.8510	-1.8495	-1.8495					-1.8504	98.4206	-0.2710			
	11	-1.7400	-1.7370	-1.7410	-1.7390					-1.7393	98.5317	-0.2710	-0.0031		
	12	-1.5805	-1.5925	-1.5865	-1.5905					-1.5875	98.6890	-0.2765			
F45B20 55%RH	13	-1.7445	-1.745	-1.7455	-1.745					-1.7450	98.5310	-0.2760	-0.0029	-0.0031	0.0001
	14	-1.5320	-1.5355	-1.5350	-1.5355					-1.5345	98.7410	-0.2755	-0.0033		
	15	-1.3145	-1.3310	-1.3345	-1.3375	-1.3365				-1.3308	98.9392	-0.2700	-0.0041		
	16	-1.6730	-1.6930	-1.6925	-1.6955	-1.6865				-1.6881	98.5869	-0.2750	-0.0022		
F45B20 79%RH	17	-1.6770	-1.6765	-1.6795	-1.6815					-1.6787	98.5938	-0.2725	-0.0023	-0.0022	0.0002
	18	-1.6030	-1.6050	-1.6135	-1.6070					-1.6072	98.6643	-0.2715	-0.0021		
	19	-1.5385	-1.5400	-1.5405	-1.5370					-1.5390	98.7335	-0.2725	-0.0024		
	20	-1.5660	-1.5625	-1.5605	-1.5660					-1.5638	98.7092	-0.2730	-0.0020		
F45B20 95%RH	21	-1.5485	-1.5425	-1.5470	-1.5425					-1.5452	98.7263	-0.2715	-0.0010		
	22	-1.4950	-1.5060	-1.5075	-1.5150	-1.5105				-1.5068	98.7667	-0.2735		-0.0012	0.0001
	23	-1.3020	-1.3045	-1.2985	-1.3015					-1.3017	98.9683	-0.2700			
	24	-1.4450	-1.4460	-1.4475	-1.4475					-1.4465	98.8275	-0.2740	-0.0012		
F45B20 95%RH	25	-1.3850	-1.3660	-1.3635	-1.3585					-1.3683	98.9097	-0.2780	-0.0013		
	26	-1.4050	-1.4055	-1.4040	-1.4040					-1.4047	98.8668	-0.2715	-0.0005		
	27	-1.2575	-1.2590	-1.2595	-1.2600					-1.2590	99.0130	-0.2720	-0.0002		
	28	-0.6870	-0.6890	-0.6895	-0.6920					-0.6894	99.5826	-0.2720	-0.0003	-0.0003	0.0001
	29	-1.2690	-1.2655	-1.2685	-1.2715					-1.2687	99.0058	-0.2745	-0.0003		
	30	-1.3630	-1.3685	-1.3710	-1.3705					-1.3683	98.9037	-0.2720	-0.0004		

ตาราง 40 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์โพสต์ผสมเถ้าถ่านหินร้อยละ 20 ที่ w/b = 0.45 ที่อายุการตากแห้งครบ 28 วัน

Code & RH	No.	Instrument reading								Avg.	Length (mm)	Invar	ε	Avg.	S.D.
		1	2	3	4	5	6	7	8						
F45B20 11%RH	1	-1.7675	-1.7535	-1.7510	-1.7700	-1.7615				-1.7607	98.5148	-0.2755	-0.0044		
	2	-1.7405	-1.7415	-1.7430	-1.7385					-1.7409	98.5336	-0.2745	-0.0045	-0.0045	0.0001
	3	-1.6870	-1.7150	-1.7205	-1.7215	-1.7250				-1.7138	98.5592	-0.2730	-0.0045		
	4	-1.7260	-1.7280	-1.7260	-1.7295					-1.7274	98.5456	-0.2730	-0.0045		
F45B20 23%RH	5	-1.1285	-1.1365	-1.1375	-1.1365					-1.1348	99.1372	-0.2720			
	6	-1.6310	-1.6385	-1.6295	-1.6300					-1.6323	98.6427	-0.2750			
	7	-1.7965	-1.8015	-1.8020	-1.8050					-1.8013	98.4752	-0.2765	-0.0038		0.0002
	8	-1.7290	-1.7275	-1.7265	-1.7260					-1.7273	98.5447	-0.2720	-0.0033		
F45B20 40%RH	9	-1.8115	-1.8210	-1.8200	-1.8185					-1.8178	98.4542	-0.2720	-0.0035		
	10	-1.8870	-1.8725	-1.8840	-1.8780					-1.8804	98.3911	-0.2715			
	11	-1.7605	-1.7655	-1.7550	-1.7575					-1.7597	98.5128	-0.2725	-0.0033		
	12	-1.6095	-1.6325	-1.6360	-1.6430	-1.6375				-1.6317	98.6398	-0.2715			
F45B20 55%RH	13	-1.7770	-1.7695	-1.779	-1.7820	-1.7805				-1.7776	98.5014	-0.2790	-0.0032	-0.0034	0.0001
	14	-1.5580	-1.5425	-1.5615	-1.5585	-1.5625				-1.5566	98.7169	-0.2735	-0.0035		
	15	-1.3920	-1.3900	-1.3855	-1.3910					-1.3897	98.8838	-0.2735	-0.0044		
	16	-1.7110	-1.7140	-1.7150	-1.7150					-1.7138	98.5582	-0.2720	-0.0025		
F45B20 79%RH	17	-1.6900	-1.6945	-1.6960	-1.6945					-1.6938	98.5782	-0.2720	-0.0025		0.0002
	18	-1.6280	-1.6295	-1.6295	-1.6305					-1.6294	98.6421	-0.2715	-0.0024		
	19	-1.5495	-1.5775	-1.5780	-1.5780	-1.5790				-1.5724	98.6996	-0.2720	-0.0028		
	20	-1.5795	-1.5805	-1.5865	-1.5770					-1.5809	98.6921	-0.2730	-0.0022		
F45B20 95%RH	21	-1.5550	-1.5510	-1.5565	-1.5560					-1.5547	98.7188	-0.2735	-0.0010		
	22	-1.5295	-1.5305	-1.5325	-1.5230					-1.5289	98.7441	-0.2730	-0.0009	-0.0012	0.0002
	23	-1.3235	-1.3240	-1.3215	-1.3265					-1.3239	98.9506	-0.2745	-0.0016		
	24	-1.4455	-1.4475	-1.4495	-1.4650	-1.4575				-1.4530	98.8225	-0.2755	-0.0012		
F45B20 95%RH	25	-1.3680	-1.3700	-1.3640	-1.3660					-1.3670	98.9090	-0.2760	-0.0013		
	26	-1.4200	-1.4135	-1.4205	-1.4230					-1.4193	98.8537	-0.2730	-0.0007		
	27	-1.2705	-1.2765	-1.2750	-1.2700					-1.2730	98.9995	-0.2725	-0.0003		
	28	-0.6840	-0.6890	-0.6925	-0.6905					-0.6890	99.5820	-0.2710	-0.0003	-0.0004	0.0001
	29	-1.2665	-1.2685	-1.2695	-1.2690					-1.2684	99.0031	-0.2715	-0.0004		
	30	-1.3810	-1.3810	-1.3815	-1.3825					-1.3815	98.8905	-0.2720	-0.0005		

ตาราง 41 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์โพสต์ผสมถ่านหินร้อยละ 20 ที่ w/b = 0.45 ที่อายุการตากแห้งครบ 56 วัน

Code & RH	No.	Instrument reading								Avg.	Length (mm)	Invar	ε	Avg.	S.D.
		1	2	3	4	5	6	7	8						
F45B20 11%RH	1	-1.7810	-1.7845	-1.7790	-1.7815					-1.7815	98.4955	-0.2770	-0.0046		
	2	-1.7585	-1.7600	-1.7570	-1.7570					-1.7582	98.5168	-0.2750	-0.0047	-0.0046	0.0000
	3	-1.7310	-1.7230	-1.7250	-1.7255					-1.7262	98.5443	-0.2705	-0.0046		
	4	-1.7365	-1.7510	-1.7385	-1.7475	-1.7495				-1.7446	98.5299	-0.2745	-0.0047		
F45B20 23%RH	5	-1.1520	-1.1575	-1.1615	-1.1570					-1.1570	99.1150	-0.2720			
	6	-1.6340	-1.6355	-1.6390	-1.6390					-1.6369	98.6411	-0.2780			
	7	-1.8070	-1.8045	-1.7995	-1.8075					-1.8047	98.4693	-0.2740	-0.0038		
	8	-1.7330	-1.7345	-1.7380	-1.7345					-1.7350	98.5360	-0.2710	-0.0034	-0.0036	0.0002
F45B20 40%RH	9	-1.8205	-1.8220	-1.8205	-1.8220					-1.8213	98.4542	-0.2755	-0.0035		
	10	-1.8845	-1.8875	-1.8835	-1.8840					-1.8849	98.3906	-0.2755			
	11	-1.7725	-1.7715	-1.7750	-1.7715					-1.7727	98.4993	-0.2720	-0.0035		
	12	-1.6670	-1.6730	-1.6640	-1.6745					-1.6697	98.6028	-0.2725	-0.0035	-0.0036	0.0001
F45B20 55%RH	13	-1.7995	-1.8045	-1.801	-1.8015					-1.8017	98.4733	-0.2750	-0.0038		
	14	-1.5730	-1.5775	-1.5775	-1.5775					-1.5764	98.6956	-0.2720	-0.0046		
	15	-1.4030	-1.4050	-1.4030	-1.4060					-1.4043	98.8712	-0.2755	-0.0026		
	16	-1.7280	-1.7220	-1.7270	-1.7270					-1.7260	98.5495	-0.2755	-0.0027	-0.0026	0.0001
F45B20 79%RH	17	-1.7270	-1.7240	-1.7220	-1.7230					-1.7240	98.5535	-0.2775	-0.0027		
	18	-1.6415	-1.6445	-1.6460	-1.6395					-1.6429	98.6356	-0.2785	-0.0024		
	19	-1.5960	-1.5970	-1.5995	-1.5860					-1.5947	98.6823	-0.2770			
	20	-1.5855	-1.5915	-1.5860	-1.5915					-1.5887	98.6883	-0.2770	-0.0012		
F45B20 95%RH	21	-1.5620	-1.5660	-1.5710	-1.5695					-1.5672	98.7063	-0.2735	-0.0010	-0.0013	0.0002
	22	-1.5425	-1.5350	-1.5410	-1.5435					-1.5405	98.7380	-0.2785	-0.0010		
	23	-1.3425	-1.3585	-1.3475	-1.3520					-1.3502	98.9248	-0.2750	-0.0014		
	24	-1.4735	-1.4725	-1.4720	-1.4725					-1.4727	98.8013	-0.2740	-0.0016	-0.0008	
F45B20 95%RH	25	-1.3930	-1.3920	-1.3965	-1.3940					-1.3939	98.8826	-0.2765	-0.0004	-0.0005	0.0002
	26	-1.4290	-1.4340	-1.4350	-1.4345					-1.4332	98.8428	-0.2760	-0.0004		
	27	-1.2780	-1.2780	-1.2725	-1.2765					-1.2763	98.9947	-0.2710	-0.0003	-0.0005	
	28	-0.6910	-0.6935	-0.6855	-0.6945					-0.6912	99.5803	-0.2715	-0.0005	-0.0005	
	29	-1.2815	-1.2790	-1.2800	-1.2825					-1.2808	98.9927	-0.2735	-0.0005	-0.0005	
	30	-1.3900	-1.3860	-1.3925	-1.3925					-1.3903	98.8887	-0.2790	-0.0005		

ตาราง 42 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์เฟสผสมเม็ดผ่านหินร้อยละ 20 ที่ w/b = 0.45 หลังจากความชื้นสัมพัทธ์เดิม

Code & RH	No.	Instrument reading								Avg.	Length (mm)	Invar	ε	Avg.	S.D.
		1	2	3	4	5	6	7	8						
F45B20 11%RH	1	-1.7895	-1.7825	-1.7715	-1.7875					-1.7828	98.4942	-0.2770	-0.0046		
	2	-1.7675	-1.7615	-1.7640	-1.7685					-1.7654	98.5061	-0.2715	-0.0048	-0.0047	0.0001
	3	-1.7330	-1.7390	-1.7490	-1.7455					-1.7417	98.5328	-0.2745	-0.0047		
	4	-1.7665	-1.7695	-1.7715	-1.7730					-1.7702	98.5073	-0.2775			
F45B20 23%RH	5	-1.1715	-1.1725	-1.1745	-1.1705					-1.1723	99.1047	-0.2770			
	6	-1.6580	-1.6400	-1.6525	-1.6605	-1.6480				-1.6518	98.6262	-0.2780			
	7	-1.8050	-1.8060	-1.8070	-1.8060					-1.8060	98.4700	-0.2760	-0.0038		0.0002
	8	-1.7340	-1.7350	-1.7385	-1.7375					-1.7363	98.5397	-0.2760	-0.0034		
F45B20 40%RH	9	-1.8200	-1.8270	-1.8305	-1.8305					-1.8270	98.4510	-0.2780	-0.0035		
	10	-1.8830	-1.8835	-1.8890	-1.8905					-1.8865	98.3855	-0.2720			
	11	-1.7750	-1.7740	-1.7770	-1.7740					-1.7750	98.5015	-0.2765	-0.0035		
	12	-1.6615	-1.6665	-1.6665	-1.6665					-1.6653	98.6067	-0.2720			
F45B20 55%RH	13	-1.7840	-1.7945	-1.7985	-1.7935					-1.7927	98.4843	-0.2770	-0.0034	-0.0036	0.0002
	14	-1.5810	-1.5805	-1.5825	-1.5825					-1.5817	98.6903	-0.2720	-0.0038		
	15	-1.4040	-1.4075	-1.4065	-1.4035					-1.4054	98.8661	-0.2715	-0.0046		
	16	-1.7625	-1.7735	-1.7710	-1.7700					-1.7693	98.5067	-0.2760	-0.0030		
F45B20 79%RH	17	-1.7425	-1.7440	-1.7465	-1.7440					-1.7443	98.5292	-0.2735	-0.0030		
	18	-1.6670	-1.6655	-1.6595	-1.6695					-1.6654	98.6076	-0.2730	-0.0027	-0.0029	0.0002
	19	-1.6270	-1.6290	-1.6285	-1.6270					-1.6279	98.6476	-0.2755	-0.0033		
	20	-1.6215	-1.6235	-1.6225	-1.6270					-1.6237	98.6493	-0.2730	-0.0026		
F45B20 95%RH	21	-1.6680	-1.6700	-1.6695	-1.6695					-1.6693	98.6027	-0.2720	-0.0022		
	22	-1.6145	-1.6250	-1.6270	-1.6255					-1.6230	98.6505	-0.2735	-0.0018	-0.0021	0.0002
	23	-1.4605	-1.4620	-1.4580	-1.4640					-1.4612	98.8113	-0.2725			
	24	-1.5360	-1.5570	-1.5525	-1.5505	-1.5490				-1.5490	98.7235	-0.2725	-0.0022		
F45B20 95%RH	25	-1.4945	-1.4965	-1.4950	-1.4955					-1.4954	98.7831	-0.2785	-0.0016		
	26	-1.5170	-1.5160	-1.5175	-1.5170					-1.5169	98.7586	-0.2755	-0.0013		
	27	-1.3710	-1.3725	-1.3640	-1.3750					-1.3707	98.9048	-0.2755	-0.0013		
	28	-0.7820	-0.7860	-0.7910	-0.7905					-0.7874	99.4891	-0.2765	-0.0012	-0.0014	0.0001
	29	-1.3645	-1.3655	-1.3665	-1.3670					-1.3659	98.9076	-0.2735	-0.0013		
	30	-1.4545	-1.4695	-1.4650	-1.4760	-1.4745				-1.4679	98.8076	-0.2755	-0.0014		

ตาราง 43 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์เฟสดีผสมถ้ำผ่านหินร้อยละ 35 ที่ w/b = 0.45 ก่อนการตากแห้ง

Code & RH	No.	Instrument reading								Avg.	Length (mm)	Invar (mm)
		1	2	3	4	5	6	7	8			
F45B35 11%RH	1	-1.6845	-1.6880	-1.6835	-1.6865					-1.6857	98.8143	-0.5000
	2	-1.6965	-1.7015	-1.7070	-1.7075					-1.7032	98.7908	-0.4940
	3	-1.7175	-1.7200	-1.7205	-1.7110					-1.7173	98.7912	-0.5085
	4	-1.7160	-1.7195	-1.7165	-1.7150					-1.7168	98.7812	-0.4980
	5	-1.6585	-1.6585	-1.6655	-1.6595					-1.6605	98.8330	-0.4935
F45B35 23%RH	6	-1.8900	-1.8955	-1.8915	-1.8940					-1.8928	98.6007	-0.4935
	7	-1.3105	-1.3070	-1.3085	-1.3120					-1.3095	99.1820	-0.4915
	8	-1.7820	-1.7840	-1.7960	-1.8045	-1.7990				-1.7931	98.7019	-0.4950
	9	-1.9855	-1.9905	-1.9925	-2.0025	-1.9940				-1.9930	98.5075	-0.5005
	10	-1.3005	-1.3095	-1.3035	-1.3155					-1.3073	99.1942	-0.5015
F45B35 40%RH	11	-1.8685	-1.8755	-1.8835	-1.8840	-1.8765				-1.8776	98.6134	-0.4910
	12	-1.7415	-1.7440	-1.7385	-1.7455					-1.7424	98.7476	-0.4900
	13	-1.4375	-1.434	-1.436	-1.4385					-1.4365	99.0550	-0.4915
	14	-1.8405	-1.8355	-1.8425	-1.8480					-1.8417	98.6483	-0.4900
	15	-1.7900	-1.7905	-1.7885	-1.7885					-1.7894	98.7096	-0.4990
F45B35 55%RH	16	-1.6875	-1.6900	-1.6935	-1.6940					-1.6913	98.7992	-0.4905
	17	-1.7660	-1.7755	-1.7735	-1.7655					-1.7702	98.7218	-0.4920
	18	-1.7650	-1.7670	-1.7660	-1.7630					-1.7653	98.7257	-0.4910
	19	-1.6965	-1.7285	-1.7250	-1.7250	-1.7240				-1.7198	98.7712	-0.4910
	20	-1.7030	-1.7040	-1.7005	-1.7065					-1.7035	98.7955	-0.4990
F45B35 79%RH	21	-1.4180	-1.4220	-1.4165	-1.4155					-1.4180	99.0770	-0.4950
	22	-1.6235	-1.6260	-1.6315	-1.6340					-1.6288	98.8622	-0.4910
	23	-1.8040	-1.8205	-1.8265	-1.8185	-1.8200				-1.8179	98.6771	-0.4950
	24	-1.8065	-1.8130	-1.8110	-1.8130					-1.8109	98.6821	-0.4930
	25	-1.7685	-1.7715	-1.7680	-1.7670					-1.7688	98.7147	-0.4835
F45B35 95%RH	26	-1.7215	-1.7255	-1.7250	-1.7245					-1.7242	98.7698	-0.4940
	27	-1.6385	-1.6480	-1.6445	-1.6485					-1.6449	98.8571	-0.5020
	28	-1.5420	-1.5475	-1.5590	-1.5505					-1.5498	98.9552	-0.5050
	29	-1.5830	-1.5855	-1.5830	-1.5800					-1.5829	98.9161	-0.4990
	30	-1.7600	-1.7825	-1.7820	-1.7785					-1.7758	98.7152	-0.4910

ตาราง 44 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์โพสท์ผสมเส้นใยร้อยละ 35 ที่ w/b = 0.45 ที่อายุการตากแห้งครบ 7 วัน

Code & RH	No.	Instrument reading								Avg.	Length (mm)	Invar	ε	Avg.	S.D.
		1	2	3	4	5	6	7	8						
F45B35 11%RH	1	-2.0045	-2.0050	-2.0005	-1.9980					-2.0020	98.4995	-0.5015	-0.0032		
	2	-1.9800	-1.9820	-1.9830	-1.9830					-1.9820	98.5175	-0.4995	-0.0028	-0.0029	0.0002
	3	-2.0050	-1.9985	-1.9990	-2.0030					-2.0014	98.4936	-0.4950	-0.0030		
	4	-2.0170	-2.0225	-2.0265	-2.0260					-2.0230	98.4755	-0.4985	-0.0031		
F45B35 23%RH	5	-1.9300	-1.9240	-1.9270	-1.9285					-1.9274	98.5676	-0.4950	-0.0027		
	6	-2.1980	-2.1995	-2.2000	-2.1955					-2.1983	98.2972	-0.4955	-0.0031		
	7	-1.6195	-1.6260	-1.6265	-1.6240					-1.6240	98.8695	-0.4935	-0.0032		
	8	-2.0845	-2.0605	-2.0670	-2.0760	-2.0740				-2.0724	98.4226	-0.4950	-0.0028	-0.0030	0.0001
F45B35 40%RH	9	-2.3095	-2.3050	-2.3045	-2.3015					-2.3052	98.1868	-0.4920			
	10	-1.6080	-1.5915	-1.5960	-1.6010					-1.5992	98.8913	-0.4905	-0.0031		
	11	-2.0910	-2.0815	-2.0805	-2.0795	-2.082				-2.0829	98.4136	-0.4965	-0.0020		
	12	-1.9810	-1.9885	-1.9885	-1.9890					-1.9868	98.5122	-0.4990	-0.0024		
F45B35 55%RH	13	-1.6950	-1.7225	-1.7175	-1.7145	-1.727				-1.7153	98.7932	-0.5085	-0.0026	-0.0024	0.0002
	14	-2.0835	-2.0980	-2.1105	-2.0970	-2.0945				-2.0967	98.3953	-0.4920	-0.0026		
	15	-2.0560	-2.0660	-2.0570	-2.0580					-2.0593	98.4327	-0.4920	-0.0032		
	16	-1.8375	-1.8370	-1.8385	-1.8430					-1.8390	98.6605	-0.4995	-0.0014		
F45B35 79%RH	17	-1.9375	-1.9325	-1.9335	-1.9305					-1.9335	98.5605	-0.4940	-0.0016	-0.0018	0.0003
	18	-1.9555	-1.9870	-1.9870	-1.9895	-1.9810				-1.9800	98.5105	-0.4905	-0.0022		
	19	-1.9025	-1.9095	-1.9080	-1.9125					-1.9082	98.5848	-0.4930	-0.0019		
	20	-1.8915	-1.8930	-1.9090	-1.9110	-1.9050				-1.9019	98.6001	-0.5020	-0.0020		
F45B35 95%RH	21	-1.4725	-1.4730	-1.4870	-1.4720					-1.4762	99.0148	-0.4910	-0.0006		
	22	-1.7120	-1.7260	-1.7265	-1.7270					-1.7229	98.7666	-0.4915	-0.0009	-0.0008	0.0001
	23	-1.9015	-1.9050	-1.9025	-1.9080					-1.9043	98.5862	-0.4905	-0.0009		
	24	-1.8800	-1.8815	-1.8850	-1.8830					-1.8824	98.6096	-0.4920	-0.0007		
F45B35 95%RH	25	-1.8300	-1.8465	-1.8480	-1.8510	-1.8495				-1.8450	98.6485	-0.4935	-0.0007		
	26	-1.7190	-1.7345	-1.7210	-1.7270	-1.7370				-1.7277	98.7648	-0.4925	-0.0001		
	27	-1.6400	-1.6405	-1.6500	-1.6455					-1.6440	98.8520	-0.4960	-0.0001		
	28	-1.5805	-1.5745	-1.5820	-1.5790					-1.5790	98.9145	-0.4935	-0.0004	-0.0002	0.0002
	29	-1.6205	-1.6190	-1.6235	-1.6160					-1.6198	98.8767	-0.4965	-0.0004		
	30	-1.7880	-1.7880	-1.7895	-1.7855					-1.7878	98.7027	-0.4905	-0.0001		

ตาราง 45 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์เฟสเฟสผสมถ่านหินร้อยละ 35 ที่ w/b = 0.45 ที่อายุการตากแห้งครบ 14 วัน

Code & RH	No.	Instrument reading								Avg.	Length (mm)	Invar	ε	Avg.	S.D.
		1	2	3	4	5	6	7	8						
F45B35 11%RH	1	-1.7830	-1.7990	-1.7995	-1.7885					-1.7925	98.4905	-0.2830	-0.0033		
	2	-1.7740	-1.7870	-1.7740	-1.7785					-1.7784	98.5026	-0.2810		-0.0033	0.0001
	3	-1.8100	-1.8090	-1.8080	-1.8060					-1.8083	98.4762	-0.2845	-0.0032		
	4	-1.8440	-1.8300	-1.8460	-1.8470					-1.8418	98.4347	-0.2765	-0.0035		
F45B35 23%RH	5	-1.7370	-1.7290	-1.7285	-1.7270					-1.7304	98.5511	-0.2815			
	6	-1.9985	-1.9985	-2.0005	-2.0075					-2.0013	98.2742	-0.2755	-0.0033		
	7	-1.4230	-1.4205	-1.4315	-1.4260					-1.4253	98.8557	-0.2810	-0.0033		
	8	-1.8870	-1.8820	-1.8955	-1.8955					-1.8900	98.3920	-0.2820	-0.0031		0.0001
F45B35 40%RH	9	-2.1005	-2.0960	-2.0945	-2.0900					-2.0953	98.1837	-0.2790			
	10	-1.4115	-1.4130	-1.4195	-1.4210					-1.4163	98.8587	-0.2750			
	11	-1.9525	-1.9615	-1.9485	-1.9485	-1.9540				-1.9530	98.3305	-0.2835	-0.0029		
	12	-1.8025	-1.7975	-1.8030	-1.8025					-1.8014	98.4826	-0.2840	-0.0027		0.0001
F45B35 55%RH	13	-1.5345	-1.5340	-1.5350	-1.537					-1.5352	98.7493	-0.2845		-0.0028	
	14	-1.9145	-1.9070	-1.9125	-1.9165					-1.9127	98.3678	-0.2805	-0.0028		
	15	-1.8550	-1.8615	-1.8695	-1.8685					-1.8637	98.4173	-0.2810	-0.0030		
	16	-1.6585	-1.6585	-1.6605	-1.6615					-1.6598	98.6222	-0.2820	-0.0018		
F45B35 79%RH	17	-1.7525	-1.7520	-1.7570	-1.7535					-1.7538	98.5262	-0.2800	-0.0020		0.0002
	18	-1.7795	-1.7685	-1.7710	-1.7810	-1.7730				-1.7746	98.5029	-0.2775	-0.0023		
	19	-1.7205	-1.7210	-1.7205	-1.7230					-1.7213	98.5607	-0.2820	-0.0021		
	20	-1.7030	-1.7105	-1.7135	-1.7015					-1.7072	98.5758	-0.2830	-0.0022		
F45B35 95%RH	21	-1.2955	-1.2930	-1.2915	-1.2955					-1.2939	98.9876	-0.2815	-0.0009		
	22	-1.5260	-1.5270	-1.5300	-1.5275					-1.5277	98.7513	-0.2790	-0.0011		0.0001
	23	-1.7005	-1.7050	-1.7065	-1.7045					-1.7042	98.5773	-0.2815	-0.0010		
	24	-1.6830	-1.6845	-1.6860	-1.6885					-1.6855	98.5950	-0.2805	-0.0009		
F45B35 95%RH	25	-1.6545	-1.6560	-1.6560	-1.6510					-1.6544	98.6256	-0.2800	-0.0009		
	26	-1.5300	-1.5275	-1.5335	-1.5305					-1.5304	98.7521	-0.2825	-0.0002		
	27	-1.4485	-1.4495	-1.4515	-1.4510					-1.4502	98.8303	-0.2805	-0.0003		
	28	-1.3790	-1.3810	-1.3825	-1.3850					-1.3819	98.8986	-0.2805	-0.0006		0.0002
	29	-1.4235	-1.4255	-1.4255	-1.4250					-1.4249	98.8556	-0.2805	-0.0006		
	30	-1.6070	-1.6055	-1.6060	-1.6100					-1.6072	98.6763	-0.2835	-0.0004		

ตาราง 46 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์เฟสต์ผสมเส้นใยร้อยละ 35 ที่ w/b = 0.45 ที่อายุการตากแห้งครบ 28 วัน

Code & RH	No.	Instrument reading								Avg.	Length (mm)	Invar	ε	Avg.	S.D.
		1	2	3	4	5	6	7	8						
F45B35 11%RH	1	-1.8075	-1.8015	-1.8105	-1.8010					-1.8052	98.4698	-0.2750	-0.0035		
	2	-1.8025	-1.8105	-1.8045	-1.8050					-1.8057	98.4698	-0.2755	-0.0032	-0.0034	0.0001
	3	-1.8275	-1.8330	-1.8315	-1.8300					-1.8305	98.4445	-0.2750	-0.0035		
	4	-1.8525	-1.8670	-1.8600	-1.8690					-1.8622	98.4103	-0.2725			
F45B35 23%RH	5	-1.7650	-1.7635	-1.7660	-1.7700					-1.7662	98.5088	-0.2750	-0.0033		
	6	-2.0090	-2.0060	-2.0055	-2.0085					-2.0073	98.2682	-0.2755	-0.0034		
	7	-1.4225	-1.4250	-1.4310	-1.4290					-1.4269	98.8521	-0.2790	-0.0033		
	8	-1.9045	-1.8800	-1.9160	-1.9045	-1.9070				-1.9024	98.3756	-0.2780	-0.0033	-0.0033	0.0000
F45B35 40%RH	9	-2.0975	-2.1130	-2.1270	-2.1170	-2.1115				-2.1132	98.1598	-0.2730			
	10	-1.4250	-1.4315	-1.4215	-1.4265					-1.4262	98.8478	-0.2740			
	11	-1.9890	-1.9860	-1.9750	-1.9715					-1.9804	98.2961	-0.2765	-0.0032		
	12	-1.8135	-1.8010	-1.8115	-1.8020					-1.8070	98.4705	-0.2775			
F45B35 55%RH	13	-1.5620	-1.5675	-1.565	-1.5660					-1.5652	98.7133	-0.2785		-0.0031	0.0001
	14	-1.9370	-1.9265	-1.9140	-1.9230	-1.9240				-1.9249	98.3541	-0.2790	-0.0030		
	15	-1.8795	-1.8890	-1.8780	-1.8800					-1.8817	98.3973	-0.2790	-0.0032		
	16	-1.6775	-1.6730	-1.6695	-1.6725					-1.6732	98.6058	-0.2790			
F45B35 79%RH	17	-1.7580	-1.7635	-1.7665	-1.7700	-1.7680				-1.7652	98.5103	-0.2755	-0.0024	-0.0025	0.0001
	18	-1.7860	-1.7880	-1.7875	-1.7955					-1.7893	98.4902	-0.2795			
	19	-1.7425	-1.7425	-1.7440	-1.7455					-1.7437	98.5338	-0.2775	-0.0024		
	20	-1.7250	-1.7455	-1.7445	-1.7225	-1.7460	-1.7465			-1.7384	98.5386	-0.2770	-0.0026		
F45B35 95%RH	21	-1.2995	-1.2925	-1.2970	-1.3050					-1.2985	98.9785	-0.2770	-0.0010		
	22	-1.5265	-1.5350	-1.5240	-1.5345					-1.5300	98.7440	-0.2740	-0.0012	-0.0010	0.0001
	23	-1.6945	-1.7095	-1.6945	-1.7090					-1.7019	98.5706	-0.2725	-0.0011		
	24	-1.6835	-1.6705	-1.6900	-1.6770	-1.6840				-1.6810	98.5935	-0.2745	-0.0009		
F45B35 95%RH	25	-1.6575	-1.6515	-1.6560	-1.6580					-1.6558	98.6172	-0.2730	-0.0010		
	26	-1.5270	-1.5220	-1.5315	-1.5215					-1.5255	98.7505	-0.2760			
	27	-1.4405	-1.4440	-1.4460	-1.4480					-1.4447	98.8283	-0.2730			
	28	-1.3745	-1.3760	-1.3785	-1.3780					-1.3768	98.8962	-0.2730	-0.0006	-0.0006	0.0001
	29	-1.4185	-1.4135	-1.4175	-1.4125					-1.4155	98.8555	-0.2710	-0.0006		
	30	-1.5990	-1.5970	-1.6045	-1.6025					-1.6008	98.6712	-0.2720	-0.0004		

ตาราง 47 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์เฟสเฟสผสมถ่านหินร้อยละ 35 ที่ w/b = 0.45 ที่อายุการตากแห้งครบ 56 วัน

Code & RH	No.	Instrument reading								Avg.	Length (mm)	Invar	ε	Avg.	S.D.
		1	2	3	4	5	6	7	8						
F45B35 11%RH	1	-1.8145	-1.8150	-1.8165	-1.8155					-1.8154	98.4606	-0.2760	-0.0036		
	2	-1.8135	-1.8170	-1.8210	-1.8090	-1.8190				-1.8159	98.4576	-0.2735	-0.0034	-0.0035	0.0002
	3	-1.8335	-1.8340	-1.8370	-1.8400					-1.8362	98.4383	-0.2745	-0.0036		
	4	-1.8545	-1.8645	-1.8640	-1.8595					-1.8607	98.4103	-0.2710	-0.0038		
F45B35 23%RH	5	-1.7675	-1.7725	-1.7725	-1.7690					-1.7704	98.5041	-0.2745	-0.0033		
	6	-2.0120	-2.0125	-2.0110	-2.0110					-2.0117	98.2653	-0.2770	-0.0034		
	7	-1.4295	-1.4335	-1.4240	-1.4285					-1.4289	98.8491	-0.2780	-0.0034		
	8	-1.8950	-1.8935	-1.8980	-1.8990					-1.8964	98.3756	-0.2720	-0.0033	-0.0034	0.0001
F45B35 40%RH	9	-2.1175	-2.1140	-2.1105	-2.1100					-2.1130	98.1575	-0.2705	-0.0036		
	10	-1.4250	-1.4305	-1.4290	-1.4285					-1.4283	98.8467	-0.2750	-0.0035		
	11	-2.0015	-2.0030	-2.0035	-2.0080					-2.0040	98.2690	-0.2730	-0.0035		
	12	-1.8420	-1.8340	-1.8410	-1.8405					-1.8394	98.4376	-0.2770	-0.0031		
F45B35 55%RH	13	-1.5580	-1.5595	-1.5595	-1.5640					-1.5603	98.7127	-0.2730	-0.0035	-0.0033	0.0002
	14	-1.9425	-1.9320	-1.9415	-1.9420					-1.9395	98.3365	-0.2760	-0.0032		
	15	-1.9020	-1.9075	-1.9060	-1.9095					-1.9063	98.3712	-0.2775	-0.0034		
	16	-1.7090	-1.7195	-1.7190	-1.7185					-1.7165	98.5560	-0.2725	-0.0025		
F45B35 79%RH	17	-1.7915	-1.8035	-1.8035	-1.7980					-1.7992	98.4718	-0.2710	-0.0025	-0.0025	0.0001
	18	-1.7870	-1.7915	-1.7845	-1.7845					-1.7869	98.4886	-0.2755	-0.0024		
	19	-1.7375	-1.7375	-1.7360	-1.7395					-1.7377	98.5338	-0.2715	-0.0024		
	20	-1.7495	-1.7550	-1.7570	-1.7535					-1.7538	98.5247	-0.2785	-0.0027		
F45B35 95%RH	21	-1.3015	-1.2985	-1.2960	-1.2940					-1.2975	98.9760	-0.2735	-0.0010		
	22	-1.5350	-1.5445	-1.5460	-1.5490					-1.5437	98.7338	-0.2775	-0.0013	-0.0012	0.0001
	23	-1.7385	-1.7255	-1.7260	-1.7245					-1.7287	98.5493	-0.2780	-0.0013		
	24	-1.7095	-1.7080	-1.7130	-1.7125					-1.7108	98.5602	-0.2710	-0.0012		
F45B35 95%RH	25	-1.6950	-1.6985	-1.7020	-1.7015					-1.6993	98.5787	-0.2780	-0.0014		
	26	-1.5215	-1.5220	-1.5275	-1.5280					-1.5248	98.7472	-0.2720	-0.0002		
	27	-1.4600	-1.4595	-1.4555	-1.4545					-1.4574	98.8136	-0.2710	-0.0004		
	28	-1.3795	-1.3830	-1.3910	-1.3925	-1.3970				-1.3886	98.8879	-0.2765	-0.0007	-0.0005	0.0002
	29	-1.4250	-1.4220	-1.4365	-1.4260					-1.4274	98.8456	-0.2730	-0.0007		
	30	-1.6035	-1.6035	-1.5990	-1.6030					-1.6023	98.6707	-0.2730	-0.0005		

ตาราง 48 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์เฟสต์ผสมเถาผ่านร้อยละ 35 ที่ w/b = 0.45 หลังจากนำมาตากแห้งที่ความชื้นสัมพัทธ์เดิม

Code & RH	No.	Instrument reading								Avg.	Length (mm)	Invar	ε	Avg.	S.D.
		1	2	3	4	5	6	7	8						
F45B35 11%RH	1	-1.8195	-1.8160	-1.8140	-1.8195					-1.8173	98.4557	-0.2730	-0.0036		
	2	-1.8205	-1.8230	-1.8260	-1.8280					-1.8244	98.4476	-0.2720	-0.0035	-0.0036	0.0001
	3	-1.8360	-1.8390	-1.8750	-1.8355					-1.8464	98.4286	-0.2750	-0.0037		
	4	-1.8535	-1.8530	-1.8555	-1.8555					-1.8555					
	5	-1.7685	-1.7675	-1.7690	-1.7645					-1.8544	98.4171	-0.2715	-0.0037		
F45B35 23%RH	6	-2.0135	-2.0025	-2.0125	-2.0185					-1.7674	98.5036	-0.2710	-0.0033		
	7	-1.4230	-1.4340	-1.4375	-1.4400	-1.4310				-2.0118	98.2647	-0.2765	-0.0034		
	8	-1.9065	-1.9055	-1.9065	-1.9070					-1.4331	98.8384	-0.2715	-0.0035		
	9	-2.1125	-2.1140	-2.1140	-2.1135					-1.9064	98.3651	-0.2715	-0.0034		
	10	-1.3970	-1.4075	-1.4065	-1.4050					-2.1135	98.1595	-0.2730	-0.0035		
F45B35 40%RH	11	-1.9980	-1.9945	-1.9980	-1.9935					-1.4040	98.8675	-0.2715	-0.0033		
	12	-1.8040	-1.8085	-1.8055	-1.8090					-1.9960	98.2780	-0.2740	-0.0034		
	13	-1.5430	-1.5515	-1.5535	-1.5540					-1.8068	98.4657	-0.2725	-0.0029		
	14	-1.9220	-1.9240	-1.9240	-1.9225					-1.5505	98.7230	-0.2735	-0.0034	-0.0032	0.0002
	15	-1.8605	-1.8855	-1.8850	-1.8870	-1.8795				-1.9232	98.3543	-0.2775	-0.0030		
F45B35 55%RH	16	-1.7210	-1.7275	-1.7270	-1.7270					-1.8795	98.3945	-0.2740	-0.0032		
	17	-1.8155	-1.8085	-1.8020	-1.8035					-1.7257	98.5468	-0.2725	-0.0026		
	18	-1.7670	-1.7745	-1.7775	-1.7755	-1.7775				-1.8074	98.4656	-0.2730	-0.0026		
	19	-1.7415	-1.7435	-1.7380	-1.7375					-1.7744	98.4996	-0.2740	-0.0023	-0.0025	0.0002
	20	-1.7615	-1.7605	-1.7585	-1.7645					-1.7402	98.5343	-0.2745	-0.0024		
F45B35 79%RH	21	-1.3670	-1.3610	-1.3635	-1.3625					-1.7613	98.5117	-0.2730	-0.0029		
	22	-1.6165	-1.6135	-1.6095	-1.6150					-1.3635	98.9105	-0.2740	-0.0017		
	23	-1.7910	-1.7885	-1.7895	-1.7900					-1.6137	98.6613	-0.2750	-0.0020	-0.0019	0.0001
	24	-1.7900	-1.7885	-1.7850	-1.7920					-1.7898	98.4867	-0.2765	-0.0019		
	25	-1.7640	-1.7610	-1.7450	-1.7615					-1.7889	98.4871	-0.2760	-0.0020		
F45B35 95%RH	26	-1.5885	-1.5785	-1.5875	-1.5810					-1.7579	98.5216	-0.2795	-0.0020		
	27	-1.5220	-1.5350	-1.5295	-1.5305					-1.5839	98.6921	-0.2760	-0.0008		
	28	-1.4480	-1.4655	-1.4655	-1.4675	-1.4605				-1.5293	98.7462	-0.2755	-0.0011		
	29	-1.5040	-1.5075	-1.5090	-1.5070					-1.4614	98.8141	-0.2755	-0.0014	-0.0012	0.0003
	30	-1.6550	-1.6510	-1.6540	-1.6560					-1.5069	98.7711	-0.2780	-0.0015		
										-1.6540	98.6190	-0.2730	-0.0010		

ตาราง 49 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์โพสต์ผสมถ้ำ่านหินร้อยละ 50 ที่ w/b = 0.45 ก่อนการตากแห้ง

Code & RH	No.	Instrument reading								Avg.	Length (mm)	Invar (mm)
		1	2	3	4	5	6	7	8			
F45B50 11%RH	1	-1.6115	-1.6190	-1.6015	-1.6130					-1.6113	98.8972	-0.5085
	2	-0.5220	-0.5195	-0.5175	-0.5255					-0.5212	99.9863	-0.5075
	3	-0.5845	-0.5765	-0.5840	-0.5955	-0.5730				-0.5827	99.9153	-0.4980
	4	-0.5030	-0.4960	-0.4920	-0.4920	-0.4920				-0.4958	100.0117	-0.5075
F45B50 23%RH	5	-0.6120	-0.6285	-0.6245	-0.6295	-0.6295				-0.6237	99.8723	-0.4960
	6	-0.6770	-0.6810	-0.6755	-0.6760	-0.6760				-0.6774	99.8311	-0.5085
	7	-0.5230	-0.5240	-0.5200	-0.5260	-0.5260				-0.5233	99.9747	-0.4980
	8	-0.6420	-0.6600	-0.6450	-0.6615	-0.6615	-0.6590			-0.6542	99.8518	-0.5060
F45B50 40%RH	9	-1.6885	-1.7065	-1.7020	-1.7035	-1.7035				-1.6987	98.8103	-0.5090
	10	-1.5110	-1.5175	-1.5175	-1.5170	-1.5170				-1.5158	98.9842	-0.5000
	11	-1.4300	-1.4610	-1.4625	-1.4630	-1.4665				-1.4566	99.0479	-0.5045
	12	-1.3520	-1.3500	-1.3740	-1.3750	-1.3730				-1.3648	99.1332	-0.4980
F45B50 55%RH	13	-1.4085	-1.4105	-1.4100	-1.4095	-1.4095				-1.4097	99.0813	-0.4910
	14	-0.4775	-0.4840	-0.4930	-0.4855	-0.4865				-0.4853	100.0162	-0.5015
	15	-0.5510	-0.5600	-0.5570	-0.5645					-0.5582	99.9358	-0.4940
	16	-1.4970	-1.5065	-1.5000	-1.5060					-1.5024	98.9986	-0.5010
F45B50 79%RH	17	-0.5530	-0.5635	-0.5875	-0.5875					-0.5775	99.9420	-0.5195
	18	-1.4700	-1.5010	-1.4970	-1.5005	-0.5870	-0.5865			-0.5775	99.0125	-0.5055
	19	-2.3805	-2.3990	-2.4050	-2.3970	-1.4965	-2.4040			-1.4930	98.1089	-0.5060
	20	-0.5920	-0.6075	-0.6105	-0.6080	-0.6105				-0.6057	99.8983	-0.5040
F45B50 95%RH	21	-0.8725	-0.8875	-0.8850	-0.8875					-0.8832	99.6183	-0.5015
	22	-1.4370	-1.4425	-1.4470	-1.4505	-1.4430				-1.4440	99.0590	-0.5030
	23	-1.3970	-1.4065	-1.4160	-1.4095	-1.4145				-1.4087	99.0893	-0.4980
	24	-1.4765	-1.4845	-1.4720	-1.4765					-1.4774	99.0261	-0.5035
F45B50 95%RH	25	-1.4745	-1.5050	-1.5045	-1.5035	-1.5035				-1.4982	99.0008	-0.4990
	26	-1.6860	-1.6900	-1.6905	-1.6845					-1.6878	98.8147	-0.5025
	27	-0.6920	-0.7015	-0.7055	-0.7035					-0.7007	99.8033	-0.5040
	28	-0.6135	-0.6160	-0.6195	-0.6205					-0.6174	99.8841	-0.5015
	29	-2.1135	-2.1250	-2.1335	-2.1145	-2.1335	-2.1345			-2.1258	98.3692	-0.4950
	30	-0.8200	-0.8185	-0.8255	-0.8335	-0.8335				-0.8262	99.6743	-0.5005

ตาราง 50 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์โพสต์ผสมเส้นใยหินร้อยละ 50 ที่ w/b = 0.45 ที่อายุการตากแห้งครบ 7 วัน

Code & RH	No.	Instrument reading								Avg.	Length (mm)	Invar	ε	Avg.	S.D.
		1	2	3	4	5	6	7	8						
F45B50 11%RH	1	-1.8650	-1.8515	-1.8545	-1.8630					-1.8585	98.6445	-0.5030	-0.0026		
	2	-0.7950	-0.7680	-0.7940	-0.7810	-0.7950				-0.7866	99.7199	-0.5065	-0.0027	-0.0027	0.0002
	3	-0.8710	-0.8725	-0.8790	-0.8820					-0.8762	99.6268	-0.5030	-0.0029		
	4	-0.7800	-0.7905	-0.7865	-0.7850					-0.7855	99.7175	-0.5030	-0.0029		
F45B50 23%RH	5	-0.8885	-0.8725	-0.8860	-0.8820					-0.8823	99.6212	-0.5035	-0.0025		
	6	-0.9215	-0.9425	-0.9485	-0.9450	-0.9440				-0.9403	99.5617	-0.5020	-0.0027		
	7	-0.7630	-0.7575	-0.7690	-0.7590					-0.7622	99.7373	-0.4995	-0.0024		
	8	-0.9030	-0.9010	-0.8960	-0.9020					-0.9005	99.5970	-0.4975	-0.0026	-0.0026	0.0002
F45B50 40%RH	9	-1.9550	-1.9685	-1.9710	-1.9745	-1.9790				-1.9696	98.5314	-0.5010	-0.0028		
	10	-1.7420	-1.7695	-1.7540	-1.7505	-1.7410				-1.7514	98.7431	-0.4945	-0.0024		
	11	-1.7345	-1.7315	-1.7320	-1.7275					-1.7314	98.7716	-0.5030	-0.0028		
	12	-1.6485	-1.6475	-1.6550	-1.6480					-1.6498	98.8472	-0.4970	-0.0028		
F45B50 55%RH	13	-1.6520	-1.6515	-1.6530	-1.6505					-1.6518	98.8422	-0.4940	-0.0024	-0.0026	0.0002
	14	-0.7735	-0.7735	-0.7620	-0.7785					-0.7719	99.7226	-0.4945	-0.0027		
	15	-0.8235	-0.8250	-0.8165	-0.8365	-0.8130				-0.8229	99.6686	-0.4915	-0.0027		
	16	-1.6515	-1.6460	-1.6665	-1.6475	-1.6510				-1.6525	98.8395	-0.4920	-0.0016		
F45B50 79%RH	17	-0.7370	-0.7435	-0.7425	-0.7565	-0.7570				-0.7473	99.7432	-0.4905	-0.0020		
	18	-1.6790	-1.6850	-1.6895	-1.6965	-1.6960				-1.6892	98.8068	-0.4960	-0.0021	-0.0018	0.0003
	19	-2.5280	-2.5245	-2.5270	-2.5270					-2.5267	97.9738	-0.5005	-0.0014		
	20	-0.8040	-0.8070	-0.8015	-0.8080					-0.8052	99.6868	-0.4920	-0.0021		
F45B50 95%RH	21	-0.9500	-0.9775	-0.9770	-0.9810	-0.9795				-0.9730	99.5250	-0.4980	-0.0009		
	22	-1.4880	-1.5100	-1.5095	-1.5110	-1.5135				-1.5064	98.9961	-0.5025	-0.0006		
	23	-1.4925	-1.4740	-1.4950	-1.5030	-1.4980				-1.4925	98.9995	-0.4920	-0.0009	-0.0008	0.0002
	24	-1.5255	-1.5325	-1.5365	-1.5330					-1.5319	98.9651	-0.4970	-0.0006		
F45B50 95%RH	25	-1.5685	-1.6105	-1.6135	-1.6120	-1.6165				-1.6042	98.8868	-0.4910	-0.0012		
	26	-1.6965	-1.6970	-1.7005	-1.7000					-1.6985	98.8020	-0.5005	-0.0001		
	27	-0.6945	-0.7030	-0.7055	-0.7085					-0.7029	99.7966	-0.4995	-0.0001		
	28	-0.6325	-0.6415	-0.6455	-0.6425					-0.6405	99.8520	-0.4925	-0.0003	-0.0002	0.0001
	29	-2.1475	-2.1525	-2.1415	-2.1485					-2.1475	98.3500	-0.4975	-0.0002		
	30	-0.8300	-0.8320	-0.8325	-0.8335					-0.8320	99.6665	-0.4985	-0.0001		

ตาราง 51 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์เฟสเฟสผสมเถ้าถ่านหินร้อยละ 50 ที่ w/b = 0.45 ที่อายุการตากแห้งครบ 14 วัน

Code & RH	No.	Instrument reading								Avg.	Length (mm)	Invar	ε	Avg.	S.D.
		1	2	3	4	5	6	7	8						
F45B50 11%RH	1	-1.9010	-1.9010	-1.9025	-1.9020					-1.9017	98.6043	-0.5060	-0.0030		
	2	-0.7795	-0.7795	-0.7935	-0.7950	-0.7975				-0.7926	99.7059	-0.4985	-0.0028	-0.0030	0.0002
	3	-0.8905	-0.8815	-0.9095	-0.9040	-0.9035				-0.8978	99.6022	-0.5000	-0.0031		
	4	-0.8145	-0.8265	-0.8265	-0.8265					-0.8235	99.6780	-0.5015	-0.0033		
F45B50 23%RH	5	-0.9145	-0.9195	-0.9225	-0.9255					-0.9205	99.5835	-0.5040	-0.0029		
	6	-0.9595	-0.9645	-0.9645	-0.9610					-0.9624	99.5431	-0.5055	-0.0029		
	7	-0.7765	-0.7810	-0.7875	-0.7920	-0.7860				-0.7846	99.7189	-0.5035		-0.0029	0.0000
	8	-0.9485	-0.9440	-0.9490	-0.9460					-0.9469	99.5571	-0.5040	-0.0030		
F45B50 40%RH	9	-1.9760	-1.9810	-1.9890	-1.9850					-1.9828	98.5222	-0.5050	-0.0029		
	10	-1.7700	-1.7730	-1.7845	-1.7795					-1.7768	98.7282	-0.5050			
	11	-1.7500	-1.7480	-1.7460	-1.7570					-1.7503	98.7502	-0.5005	-0.0030		
	12	-1.6835	-1.6755	-1.6885	-1.6910	-1.6820				-1.6841	98.8199	-0.5040			
F45B50 55%RH	13	-1.6990	-1.679	-1.703	-1.703	-1.7025				-1.6973	98.8022	-0.4995	-0.0028	-0.0029	0.0001
	14	-0.7990	-0.8000	-0.8075	-0.8050					-0.8029	99.6961	-0.4990			
	15	-0.8795	-0.8825	-0.8860	-0.8820					-0.8825	99.6120	-0.4945	-0.0030		
	16	-1.6825	-1.6720	-1.6675	-1.6890	-1.6890				-1.6800	98.8200	-0.5000	-0.0018		
F45B50 79%RH	17	-0.8015	-0.7960	-0.7935	-0.7930					-0.7960	99.7020	-0.4980	-0.0024		
	18	-1.7255	-1.7335	-1.7330	-1.7335					-1.7314	98.7691	-0.5005	-0.0025	-0.0023	0.0002
	19	-2.4065	-2.4145	-2.4100	-2.4120					-2.4108	97.8762	-0.2870	-0.0024		
	20	-0.6065	-0.6155	-0.6245	-0.6250	-0.6265				-0.6196	99.6704	-0.2900	-0.0023		
F45B50 95%RH	21	-0.7540	-0.7745	-0.7745	-0.7640	-0.7680				-0.7670	99.5200	-0.2870	-0.0010		
	22	-1.3175	-1.3220	-1.3230	-1.3190					-1.3204	98.9701	-0.2905	-0.0009		
	23	-1.3080	-1.3160	-1.3155	-1.3175					-1.3143	98.9697	-0.2840	-0.0012	-0.0011	0.0001
	24	-1.3590	-1.3655	-1.3655	-1.3610					-1.3628	98.9262	-0.2890	-0.0010		
F45B50 95%RH	25	-1.4080	-1.4065	-1.4065	-1.4075					-1.4072	98.8753	-0.2825	-0.0013		
	26	-1.4925	-1.4910	-1.4955	-1.4975					-1.4942	98.7908	-0.2850	-0.0002		
	27	-0.5120	-0.5110	-0.5135	-0.5115					-0.5120	99.7720	-0.2840	-0.0003		
	28	-0.4290	-0.4315	-0.4335	-0.4330					-0.4318	99.8507	-0.2825	-0.0003	-0.0003	0.0001
	29	-1.9325	-1.9365	-1.9340	-1.9355					-1.9347	98.3498	-0.2845	-0.0002		
	30	-0.6295	-0.6305	-0.6325	-0.6295					-0.6305	99.6500	-0.2805	-0.0002		

ตาราง 52 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์เฟสผสมถ่านหินร้อยละ 50 ที่ w/b = 0.45 ที่อายุการตากแห้งครบ 28 วัน

Code & RH	No.	Instrument reading								Avg.	Length (mm)	Invar	ε	Avg.	S.D.
		1	2	3	4	5	6	7	8						
F45B50 11%RH	1	-1.6755	-1.6935	-1.6810	-1.6915	-1.6710	-1.6880			-1.6835	98.5970	-0.2805	-0.0030		
	2	-0.5725	-0.5755	-0.5705	-0.5670					-0.5714	99.7016	-0.2730	-0.0028	-0.0031	0.0002
	3	-0.6675	-0.6750	-0.6765	-0.6795					-0.6747	99.5988	-0.2735	-0.0032		
	4	-0.5960	-0.5980	-0.5975	-0.5975						99.6752	-0.2725	-0.0034		
F45B50 23%RH	5	-0.6900	-0.6935	-0.6905	-0.6910					-0.5973	99.5832	-0.2745	-0.0029		
	6	-0.7280	-0.7280	-0.7350	-0.7355					-0.6913	99.5408	-0.2725	-0.0029		
	7	-0.5565	-0.5655	-0.5625	-0.5610					-0.7317	99.7121	-0.2735		-0.0030	0.0000
	8	-0.7180	-0.7180	-0.7230	-0.7220					-0.5614	99.5517	-0.2720	-0.0030		
F45B50 40%RH	9	-1.7610	-1.7655	-1.7530	-1.7660					-1.7614	98.5126	-0.2740	-0.0030		
	10	-1.5460	-1.5475	-1.5565	-1.5550					-1.5513	98.7232	-0.2745			
	11	-1.5430	-1.5540	-1.5515	-1.5545					-1.5508	98.7227	-0.2735	-0.0033		
	12	-1.4800	-1.4830	-1.4840	-1.4845					-1.4829	98.7886	-0.2715			
F45B50 55%RH	13	-1.4935	-1.4900	-1.4885	-1.4920					-1.4910	98.7810	-0.2720	-0.0030	-0.0032	0.0001
	14	-0.5910	-0.5975	-0.6035	-0.6025					-0.5987	99.6738	-0.2725			
	15	-0.6610	-0.6570	-0.6585	-0.6665					-0.6608	99.6107	-0.2715	-0.0033		
	16	-1.4565	-1.4635	-1.4665	-1.4640					-1.4627	98.8088	-0.2715	-0.0019		
F45B50 79%RH	17	-0.5725	-0.5800	-0.5805	-0.5820					-0.5788	99.6937	-0.2725	-0.0025		
	18	-1.5195	-1.5235	-1.5235	-1.5230					-1.5224	98.7511	-0.2735	-0.0026	-0.0024	0.0002
	19	-2.3975	-2.4015	-2.3920	-2.4000					-2.3978	97.8757	-0.2735	-0.0024		
	20	-0.6045	-0.6135	-0.6175	-0.6175					-0.6133	99.6592	-0.2725	-0.0024		
F45B50 95%RH	21	-0.7470	-0.7580	-0.7590	-0.7480					-0.7530	99.5185	-0.2715	-0.0010		
	22	-1.3085	-1.3010	-1.3020	-1.2995					-1.3028	98.9692	-0.2720	-0.0009		
	23	-1.3130	-1.3175	-1.3195	-1.3140					-1.3160	98.9580	-0.2740	-0.0013	-0.0011	0.0002
	24	-1.3620	-1.3610	-1.3555	-1.3655					-1.3610	98.9115	-0.2725	-0.0012		
F45B50 95%RH	25	-1.4090	-1.4010	-1.3990	-1.4065					-1.4039	98.8681	-0.2720	-0.0013		
	26	-1.4825	-1.4830	-1.4865	-1.4785					-1.4827	98.7898	-0.2725	-0.0003		
	27	-0.5170	-0.5250	-0.5290	-0.5295					-0.5252	99.7508	-0.2760	-0.0005		
	28	-0.4300	-0.4440	-0.4355	-0.4430					-0.4382	99.8383	-0.2765	-0.0005	-0.0004	0.0001
	29	-1.9485	-1.9395	-1.9325	-1.9380					-1.9397	98.3353	-0.2750	-0.0003		
	30	-0.6235	-0.6305	-0.6245	-0.6280					-0.6267	99.6478	-0.2745	-0.0003		

ตาราง 53 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์เฟสผสมถ่านหินร้อยละ 50 ที่ w/b = 0.45 ที่อายุการตากแห้งครบ 56 วัน

Code & RH	No.	Instrument reading								Avg.	Length (mm)	Invar	ε	Avg.	S.D.
		1	2	3	4	5	6	7	8						
F45B50 11%RH	1	-1.6850	-1.6840	-1.6820	-1.6850					-1.6840	98.5915	-0.2755	-0.0031		
	2	-0.6055	-0.6075	-0.6055	-0.6040					-0.6057	99.6663	-0.2720	-0.0032	-0.0032	0.0003
	3	-0.6840	-0.6855	-0.6870	-0.6935					-0.6875	99.5900	-0.2775	-0.0033		
	4	-0.6310	-0.6355	-0.6360	-0.6350					-0.6344	99.6406	-0.2750	-0.0037		
F45B50 23%RH	5	-0.6935	-0.6960	-0.6995	-0.7080					-0.6993	99.5767	-0.2760	-0.0030		
	6	-0.7525	-0.7585	-0.7590	-0.7570					-0.7568	99.5177	-0.2745	-0.0031		
	7	-0.5825	-0.5900	-0.5855	-0.5890					-0.5868	99.6852	-0.2720	-0.0029	-0.0030	0.0001
	8	-0.7105	-0.7120	-0.7155	-0.7135					-0.7129	99.5601	-0.2730	-0.0029		
F45B50 40%RH	9	-1.7705	-1.7720	-1.7625	-1.7745					-1.7699	98.5046	-0.2745	-0.0031		
	10	-1.5615	-1.5650	-1.5630	-1.5650					-1.5637	98.7088	-0.2725	-0.0028		
	11	-1.5645	-1.5695	-1.5665	-1.5660					-1.5667	98.7063	-0.2730	-0.0034		
	12	-1.5130	-1.5125	-1.5100	-1.5120					-1.5119	98.7601	-0.2720	-0.0038		
F45B50 55%RH	13	-1.5300	-1.5455	-1.5380	-1.5255	-1.5340				-1.5346	98.7429	-0.2775	-0.0034	-0.0036	0.0002
	14	-0.6335	-0.6390	-0.6385	-0.6405					-0.6379	99.6381	-0.2760	-0.0038		
	15	-0.6895	-0.6990	-0.6755	-0.6990	-0.6980				-0.6922	99.5813	-0.2735	-0.0035		
	16	-1.4770	-1.4665	-1.4555	-1.4750	-1.4690				-1.4686	98.8039	-0.2725			
F45B50 79%RH	17	-0.6060	-0.6085	-0.6075	-0.6095					-0.6079	99.6661	-0.2740	-0.0028	-0.0028	0.0001
	18	-1.5440	-1.5400	-1.5440	-1.5540					-1.5455	98.7280	-0.2735	-0.0029		
	19	-2.4370	-2.4470	-2.4515	-2.4435					-2.4448	97.8307	-0.2755	-0.0028	-0.0028	
	20	-0.6260	-0.6350	-0.6360	-0.6355					-0.6332	99.6393	-0.2725	-0.0026		
F45B50 95%RH	21	-0.7885	-0.7935	-0.7970	-0.7980					-0.7943	99.4822	-0.2765	-0.0014		
	22	-1.3365	-1.3395	-1.3365	-1.3390					-1.3379	98.9371	-0.2750	-0.0012	-0.0014	0.0002
	23	-1.3220	-1.3270	-1.3305	-1.3350					-1.3287	98.9448	-0.2735	-0.0015		
	24	-1.4150	-1.4165	-1.4155	-1.4160					-1.4158	98.8567	-0.2725	-0.0017	-0.0017	
F45B50 95%RH	25	-1.3995	-1.4020	-1.3985	-1.4040					-1.4010	98.8730	-0.2740	-0.0013	-0.0013	
	26	-1.4885	-1.4855	-1.4815	-1.4930					-1.4872	98.7868	-0.2740	-0.0003	-0.0003	
	27	-0.5220	-0.5130	-0.5240	-0.5270					-0.5215	99.7490	-0.2705	-0.0005	-0.0005	
	28	-0.4365	-0.4320	-0.4325	-0.4340					-0.4338	99.8377	-0.2715	-0.0005	-0.0005	0.0001
	29	-1.9395	-1.9300	-1.9345	-1.9495					-1.9384	98.3321	-0.2705	-0.0004	-0.0004	
	30	-0.6115	-0.6285	-0.6280	-0.6275					-0.6239	98.6466	-0.2705	-0.0003	-0.0003	

ตาราง 54 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์เฟสผสมถ่านหินร้อยละ 50 ที่ w/b = 0.45 หลังจากนำมาตากแห้งที่ความชื้นสัมพัทธ์เดิม

Code & RH	No.	Instrument reading								Avg.	Length (mm)	Invar	ε	Avg.	S.D.
		1	2	3	4	5	6	7	8						
F45B50 11%RH	1	-1.6875	-1.6830	-1.6875	-1.6875					-1.6864	98.5886	-0.2750	-0.0031		
	2	-0.6105	-0.6100	-0.6125	-0.6125					-0.6114	99.6646	-0.2760	-0.0032	-0.0033	0.0003
	3	-0.6825	-0.6940	-0.6875	-0.6960					-0.6900	99.5845	-0.2745	-0.0033		
	4	-0.6315	-0.6395	-0.6475	-0.6450					-0.6409	99.6366	-0.2775	-0.0038		
F45B50 23%RH	5	-0.6940	-0.7010	-0.7050	-0.6990					-0.6998	99.5732	-0.2730	-0.0030		
	6	-0.7635	-0.7720	-0.7735	-0.7745					-0.7709	99.5061	-0.2770	-0.0033		
	7	-0.5900	-0.5905	-0.5880	-0.5875					-0.5890	99.6835	-0.2725	-0.0029	-0.0030	0.0002
	8	-0.7180	-0.7190	-0.7175	-0.7185					-0.7183	99.5592	-0.2775	-0.0029		
F45B50 40%RH	9	-1.7805	-1.7825	-1.7745	-1.7765					-1.7785	98.4980	-0.2765	-0.0032		
	10	-1.5640	-1.5670	-1.5725	-1.5625					-1.5665	98.7105	-0.2770	-0.0028		
	11	-1.5405	-1.5385	-1.5475	-1.5470					-1.5434	98.7316	-0.2750	-0.0032		
	12	-1.5035	-1.5040	-1.5020	-1.5060					-1.5039	98.7691	-0.2730	-0.0037		
F45B50 55%RH	13	-1.5320	-1.5365	-1.5265	-1.5315					-1.5317	98.7473	-0.2790	-0.0034	-0.0035	0.0002
	14	-0.6260	-0.6350	-0.6385	-0.6285					-0.6320	99.6465	-0.2785	-0.0037		
	15	-0.6870	-0.6990	-0.6930	-0.6835					-0.6907	99.5878	-0.2785	-0.0035		
	16	-1.4790	-1.4765	-1.4770	-1.4760					-1.4772	98.7963	-0.2735	-0.0020		
F45B50 79%RH	17	-0.6035	-0.6085	-0.6115	-0.6090					-0.6082	99.6648	-0.2730	-0.0028	-0.0027	0.0003
	18	-1.5615	-1.5530	-1.5545	-1.5530					-1.5555	98.7190	-0.2745	-0.0030		
	19	-2.4490	-2.4500	-2.4530	-2.4535					-2.4514	97.8216	-0.2730	-0.0029		
	20	-0.6465	-0.6490	-0.6485	-0.6500					-0.6485	99.6255	-0.2740	-0.0027		
F45B50 95%RH	21	-0.8665	-0.8640	-0.8615	-0.8635					-0.8639	99.4091	-0.2730	-0.0021		
	22	-1.4000	-1.4005	-1.3970	-1.3995					-1.3993	98.8752	-0.2745	-0.0019	-0.0021	0.0002
	23	-1.3980	-1.4035	-1.3990	-1.3965					-1.3993	98.8732	-0.2725	-0.0022		
	24	-1.4905	-1.4880	-1.4885	-1.4890					-1.4890	98.7880	-0.2770	-0.0024		
F45B50 95%RH	25	-1.4675	-1.4795	-1.4750	-1.4715					-1.4734	98.8001	-0.2735	-0.0020		
	26	-1.5830	-1.5795	-1.5815	-1.5780					-1.5805	98.6930	-0.2735	-0.0012		
	27	-0.6045	-0.6060	-0.6055	-0.6050					-0.6053	99.6697	-0.2750	-0.0013		
	28	-0.4810	-0.4915	-0.4940	-0.4900					-0.4892	99.7898	-0.2790	-0.0009	-0.0012	0.0001
	29	-2.0230	-2.0150	-2.0155	-2.0190					-2.0182	98.2573	-0.2755	-0.0011		
	30	-0.7245	-0.7270	-0.7275	-0.7260					-0.7263	99.5462	-0.2725	-0.0013		

ตาราง 55 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์โพสที่ไม่ผสมเถ้าถ่านหิน ที่ $w/b = 0.55$ ก่อนการตากแห้ง

Code & RH	No.	Instrument reading								Avg.	Length (mm)	Invar (mm)
		1	2	3	4	5	6	7	8			
N55 11%RH	1	-1.4755	-1.5010	-1.5040	-1.5070	-1.5070				-1.4989	99.0431	-0.5420
	2	-1.6350	-1.6485	-1.6440	-1.6405					-1.6420	98.8860	-0.5280
	3	-0.9440	-0.9735	-0.9695	-0.9655	-0.9690				-0.9643	99.5652	-0.5295
	4	-1.0220	-1.0200	-1.0550	-1.0505	-1.0500	-1.0310	-1.0550		-1.0405	99.4885	-0.5290
N55 23%RH	5	-0.9335	-0.9330	-0.9325	-0.9325	-0.9325				-0.9329	99.5941	-0.5270
	6	-1.4480	-1.4485	-1.4530	-1.4570	-1.4570				-1.4517	99.0773	-0.5290
	7	-1.5475	-1.5425	-1.5365	-1.5485					-1.5438	98.9782	-0.5220
	8	-0.9130	-0.9270	-0.9375	-0.9360	-0.9355				-0.9298	99.5902	-0.5200
N55 40%RH	9	-1.7540	-1.7635	-1.7645	-1.7655	-1.7655				-1.7619	98.7556	-0.5175
	10	-0.9670	-0.9740	-0.9785	-0.9770	-0.9770				-0.9742	99.5523	-0.5265
	11	-0.9615	-0.9655	-0.9695	-0.9635	-0.9635				-0.9650	99.5650	-0.5300
	12	-1.5935	-1.5970	-1.5945	-1.5970	-1.5970				-1.5955	98.9365	-0.5320
N55 55%RH	13	-1.0680	-1.067	-1.084	-1.078	-1.088	-1.0740			-1.0765	99.4550	-0.5315
	14	-1.2050	-1.1995	-1.2040	-1.2090	-1.2090				-1.2044	99.3181	-0.5225
	15	-1.5660	-1.5715	-1.5665	-1.5685					-1.5682	98.9553	-0.5235
	16	-0.8475	-0.8750	-0.8680	-0.8725	-0.8775				-0.8681	99.6524	-0.5205
N55 79%RH	17	-0.9720	-0.9605	-0.9765	-0.9750					-0.9710	99.5480	-0.5190
	18	-0.9775	-0.9640	-0.9750	-0.9735					-0.9725	99.5525	-0.5250
	19	-1.5035	-1.5090	-1.4935	-1.4885	-1.5125	-1.5005			-1.5013	99.0237	-0.5250
	20	-0.8840	-0.8950	-0.8985	-0.8995	-0.8995				-0.8943	99.6327	-0.5270
N55 95%RH	21	-0.9080	-0.9120	-0.9090	-0.9115	-0.9115				-0.9102	99.6173	-0.5275
	22	-0.9045	-0.9040	-0.8995	-0.9030	-0.9030				-0.9028	99.6147	-0.5175
	23	-0.8385	-0.8475	-0.8360	-0.8355	-0.8355				-0.8394	99.6801	-0.5195
	24	-0.9485	-0.9485	-0.9600	-0.9690	-0.9690	-0.9535			-0.9566	99.5654	-0.5220
N55 95%RH	25	-1.4955	-1.4850	-1.4995	-1.4925	-1.4925				-1.4932	99.0298	-0.5230
	26	-0.8965	-0.9045	-0.9060	-0.9090					-0.9040	99.6175	-0.5215
	27	-1.1080	-1.1215	-1.1105	-1.1280	-1.1330	-1.1320			-1.1222	99.3993	-0.5215
	28	-1.0155	-1.0155	-1.0065	-1.0185					-1.0140	99.5100	-0.5240
N55 95%RH	29	-0.9465	-0.9600	-0.9570	-0.9595	-0.9635				-0.9573	99.5652	-0.5225
	30	-0.9320	-0.9360	-0.9290	-0.9335					-0.9327	99.5873	-0.5200

ตาราง 56 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์โพสที่ไม่ผสมแกล้งานหิน ที่ w/b = 0.55 ที่อายุการตากแห้งครบ 7 วัน

Code & RH	No.	Instrument reading								Avg.	Length (mm)	Invar	ε	Avg.	S.D.
		1	2	3	4	5	6	7	8						
N55 11%RH	1	-2.1255	-2.1375	-2.1375	-2.1415	-2.1405				-2.1365	98.4110	-0.5475	-0.0064		
	2	-2.2815	-2.2825	-2.2795	-2.2985	-2.2780				-2.2840	98.2595	-0.5435	-0.0063	-0.0065	0.0001
	3	-1.6195	-1.6360	-1.6365	-1.6365	-1.6380				-1.6333	98.9062	-0.5395	-0.0066		
	4	-1.7115	-1.7140	-1.7110	-1.7175					-1.7135	98.8345	-0.5480	-0.0066		
N55 23%RH	5	-1.5890	-1.5980	-1.5970	-1.5915					-1.5939	98.9526	-0.5465	-0.0064		
	6	-2.0530	-2.0580	-2.0665	-2.0665					-2.0610	98.4620	-0.5230	-0.0062		
	7	-2.1320	-2.1485	-2.1415	-2.1400					-2.1405	98.4000	-0.5405	-0.0058		
	8	-1.5085	-1.5245	-1.5100	-1.5265	-1.5295				-1.5198	99.0267	-0.5465	-0.0057	-0.0059	0.0002
N55 40%RH	9	-2.3675	-2.3695	-2.3745	-2.3750					-2.3717	98.1658	-0.5375	-0.0060		
	10	-1.5710	-1.5645	-1.5490	-1.5500	-1.5515		-1.5745		-1.5623	98.9812	-0.5435	-0.0057		
	11	-1.4605	-1.4665	-1.4690	-1.4730					-1.4673	99.0697	-0.5370	-0.0050		
	12	-2.0980	-2.1075	-2.1060	-2.1095					-2.1053	98.4317	-0.5370	-0.0051	-0.0050	0.0001
N55 55%RH	13	-1.5715	-1.5705	-1.5750	-1.5735					-1.5727	98.9693	-0.5420	-0.0049		
	14	-1.7210	-1.7250	-1.7250	-1.7325					-1.7259	98.8136	-0.5395	-0.0051		
	15	-2.0665	-2.0660	-2.0665	-2.0620					-2.0653	98.4772	-0.5425	-0.0048		
	16	-1.1990	-1.2090	-1.2180	-1.2210	-1.2180	-1.2210			-1.2144	99.3196	-0.5340	-0.0033		
N55 79%RH	17	-1.2840	-1.2880	-1.2875	-1.2895					-1.2873	99.2477	-0.5350	-0.0030	-0.0031	0.0001
	18	-1.2655	-1.2795	-1.2800	-1.2700	-1.2810				-1.2752	99.2588	-0.5340	-0.0030		
	19	-1.8165	-1.8110	-1.8185	-1.8280					-1.8185	98.7130	-0.5315	-0.0031		
	20	-1.1980	-1.1980	-1.2245	-1.2240	-1.1980	-1.2010			-1.2073	99.3287	-0.5360	-0.0031		
N55 95%RH	21	-1.0315	-1.0375	-1.0405	-1.0445					-1.0385	99.4965	-0.5350	-0.0012		
	22	-1.0330	-1.0270	-1.0270	-1.0340					-1.0303	99.5127	-0.5430	-0.0010	-0.0012	0.0001
	23	-0.9690	-0.9745	-0.9540	-0.9610	-0.9710				-0.9659	99.5686	-0.5345	-0.0011		
	24	-1.0810	-1.0940	-1.0935	-1.0960					-1.0912	99.4513	-0.5425	-0.0011		
N55 95%RH	25	-1.6200	-1.6310	-1.6345	-1.6330					-1.6297	98.9033	-0.5330	-0.0013		
	26	-0.9435	-0.9595	-0.9555	-0.9575					-0.9540	99.5725	-0.5265	-0.0005		
	27	-1.1500	-1.1640	-1.1685	-1.1705	-1.1750				-1.1656	99.3759	-0.5415	-0.0002		
	28	-1.0520	-1.0530	-1.0555	-1.0560					-1.0542	99.4833	-0.5375	-0.0003	-0.0003	0.0002
N55 95%RH	29	-1.0080	-1.0125	-1.0140	-1.0160					-1.0127	99.5198	-0.5325	-0.0005		
	30	-0.9395	-0.9435	-0.9475	-0.9495					-0.9450	99.5865	-0.5315	0.0000		

ตาราง 57 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์เฟสที่ไม่ผสมเถ้าถ่านหิน ที่ w/b = 0.55 ที่อายุการตากแห้งครบ 14 วัน

Code & RH	No.	Instrument reading								Avg.	Length (mm)	Invar	ε	Avg.	S.D.
		1	2	3	4	5	6	7	8						
N55 11%RH	1	-2.1485	-2.1530	-2.1530	-2.1550					-2.1524	98.3771	-0.5295	-0.0067		
	2	-2.3085	-2.3080	-2.3020	-2.3040					-2.3057	98.2263	-0.5320	-0.0067	-0.0067	0.0001
	3	-1.6420	-1.6460	-1.6475	-1.6365					-1.6430	98.8950	-0.5380	-0.0067		
	4	-1.7075	-1.7080	-1.7100	-1.7095					-1.7088	98.8267	-0.5355	-0.0067		
N55 23%RH	5	-1.5945	-1.6020	-1.6025	-1.5925					-1.5979	98.9401	-0.5380	-0.0066		
	6	-2.0550	-2.0540	-2.0560	-2.0555					-2.0552	98.4773	-0.5325	-0.0061		
	7	-2.1475	-2.1535	-2.1580	-2.1475					-2.1517	98.3828	-0.5345	-0.0060		
	8	-1.5325	-1.5315	-1.5345	-1.5345					-1.5333	99.0027	-0.5360	-0.0059		
N55 40%RH	9	-2.3650	-2.3690	-2.3925	-2.3945	-2.3940				-2.3849	98.1491	-0.5340	-0.0061		
	10	-1.5875	-1.5840	-1.5875	-1.5830					-1.5855	98.9515	-0.5370	-0.0060		
	11	-1.4950	-1.4980	-1.4985	-1.4985					-1.4975	99.0445	-0.5420	-0.0052		
	12	-2.1305	-2.1345	-2.1260	-2.1225					-2.1284	98.4131	-0.5415	-0.0053		
N55 55%RH	13	-1.5895	-1.5965	-1.5735	-1.597	-1.5835				-1.5880	98.9515	-0.5395	-0.0051	-0.0052	0.0001
	14	-1.7570	-1.7615	-1.7625	-1.7650					-1.7615	98.7850	-0.5465	-0.0054		
	15	-2.0790	-2.0920	-2.0870	-2.0965	-2.0910				-2.0891	98.4484	-0.5375	-0.0051		
	16	-1.2425	-1.2485	-1.2435	-1.2440					-1.2447	99.2893	-0.5340	-0.0036		
N55 79%RH	17	-1.3240	-1.3325	-1.3185	-1.3310	-1.3290				-1.3270	99.2105	-0.5375	-0.0034	-0.0034	0.0002
	18	-1.2960	-1.3010	-1.3035	-1.3010					-1.3004	99.2351	-0.5355	-0.0032		
	19	-1.8420	-1.8505	-1.8400	-1.8505					-1.8458	98.6942	-0.5400	-0.0033		
	20	-1.2335	-1.2415	-1.2365	-1.2410					-1.2382	99.3048	-0.5430	-0.0033		
N55 95%RH	21	-1.0485	-1.0565	-1.0625	-1.0650	-1.0595				-1.0584	99.4866	-0.5450	-0.0013		
	22	-1.0390	-1.0435	-1.0580	-1.0560	-1.0585				-1.0510	99.4915	-0.5425	-0.0012	-0.0013	0.0001
	23	-0.9715	-0.9775	-0.9785	-0.9845					-0.9780	99.5645	-0.5425	-0.0012		
	24	-1.1045	-1.1025	-1.1050	-1.1080					-1.1050	99.4390	-0.5440	-0.0013		
N55 95%RH	25	-1.6375	-1.6450	-1.6450	-1.6495					-1.6443	98.8997	-0.5440	-0.0013		
	26	-0.9685	-0.9820	-0.9800	-0.9800	-0.9765				-0.9774	99.5676	-0.5450	-0.0005		
	27	-1.1700	-1.1720	-1.1725	-1.1735					-1.1720	99.3730	-0.5450	-0.0003		
	28	-1.0700	-1.0745	-1.0740	-1.0720					-1.0727	99.4738	-0.5465	-0.0004	-0.0004	0.0001
	29	-1.0230	-1.0290	-1.0225	-1.0270					-1.0254	99.5191	-0.5445	-0.0005		
	30	-0.9780	-0.9805	-0.9775	-0.9780					-0.9785	99.5690	-0.5475	-0.0002		

ตาราง 58 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์เพื่อทดสอบผลสมณัถำนหิน ที่ $w/b = 0.55$ ที่อายุการตากแห้งครบ 28 วัน

Code & RH	No.	Instrument reading								Avg.	Length (mm)	Invar	ϵ	Avg.	S.D.
		1	2	3	4	5	6	7	8						
N55 11%RH	1	-2.1415	-2.1405	-2.1430	-2.1470					-2.1430	98.3730	-0.5160	-0.0068		
	2	-2.3030	-2.2995	-2.3045	-2.3000					-2.3018	98.2232	-0.5250	-0.0067	-0.0067	0.0001
	3	-1.6380	-1.6305	-1.6360	-1.6300					-1.6337	98.8778	-0.5115	-0.0069		
	4	-1.6945	-1.6950	-1.6995	-1.6990						98.8165	-0.5135	-0.0068		
N55	5	-1.5850	-1.5885	-1.5940	-1.5885					-1.6970	98.9355	-0.5245	-0.0066		
	6	-2.0440	-2.0530	-2.0470	-2.0520					-1.5890	98.4735	-0.5225	-0.0061		
	7	-2.1525	-2.1540	-2.1460	-2.1505					-2.0490	98.3717	-0.5225	-0.0061		
	8	-1.5195	-1.5240	-1.5235	-1.5265					-2.1508	98.9986	-0.5220	-0.0059		
23%RH	9	-2.3975	-2.4045	-2.4025	-2.3995					-1.5234	98.1340	-0.5350	-0.0063		
	10	-1.5625	-1.5760	-1.5755	-1.5555	-1.5785				-2.4010	98.9494	-0.5190	-0.0061		
	11	-1.4910	-1.5025	-1.4835	-1.5020	-1.4925				-1.5696	99.0257	-0.5200	-0.0054		
	12	-2.1345	-2.1315	-2.1330	-2.1265					-1.4943	98.3886	-0.5200	-0.0055		
N55 40%RH	13	-1.5905	-1.603	-1.606	-1.6035					-2.1314	98.9112	-0.5120	-0.0055	-0.0055	0.0002
	14	-1.7625	-1.7695	-1.7720	-1.7735					-1.6008	98.7501	-0.5195	-0.0057		
	15	-2.0755	-2.0920	-2.0905	-2.0845	-2.0805				-1.7694	98.4369	-0.5215	-0.0052		
	16	-1.2405	-1.2365	-1.2365	-1.2315					-2.0846	99.2812	-0.5175	-0.0037		
55%RH	17	-1.3240	-1.3330	-1.3330	-1.3350					-1.2363	99.1982	-0.5295	-0.0035		
	18	-1.2740	-1.2955	-1.2930	-1.2955	-1.2995				-1.3313	99.2220	-0.5135	-0.0033	-0.0035	0.0001
	19	-1.8365	-1.8370	-1.8475	-1.8505	-1.8500	-1.8445			-1.2915	98.6751	-0.5195	-0.0035		
	20	-1.2185	-1.2165	-1.2205	-1.2120					-1.8444	99.3001	-0.5170	-0.0033		
N55 79%RH	21	-1.0440	-1.0455	-1.0535	-1.0540					-1.2169	99.4782	-0.5275	-0.0014		
	22	-1.0525	-1.0535	-1.0540	-1.0555					-1.0493	99.4696	-0.5235	-0.0015	-0.0015	0.0001
	23	-0.9885	-0.9860	-0.9920	-0.9915					-1.0539	99.5325	-0.5220	-0.0015		
	24	-1.1035	-1.1075	-1.1070	-1.1090					-0.9895	99.3977	-0.5045	-0.0017		
N55 95%RH	25	-1.6265	-1.6440	-1.6370	-1.6440	-1.6415				-1.1068	98.8884	-0.5270	-0.0014		
	26	-0.9570	-0.9655	-0.9645	-0.9650					-1.6386	99.5590	-0.5220	-0.0006		
	27	-1.1665	-1.1760	-1.1695	-1.1795					-0.9630	99.3501	-0.5230	-0.0005		
	28	-1.0535	-1.0560	-1.0565	-1.0565					-1.1729	99.4713	-0.5270	-0.0004	-0.0005	0.0001
	29	-1.0190	-1.0230	-1.0235	-1.0220					-1.0557	99.5036	-0.5255	-0.0006		
	30	-0.9685	-0.9720	-0.9795	-0.9740					-1.0219	99.5455	-0.5190	-0.0004		

ตาราง 59 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์เพื่อทดสอบผลสมณัถำนหิน ที่ w/b = 0.55 ที่อายุการตากแห้งครบ 56 วัน

Code & RH	No.	Instrument reading								Avg.	Length (mm)	Invar	ε	Avg.	S.D.
		1	2	3	4	5	6	7	8						
N55 11%RH	1	-2.1210	-2.1250	-2.1285	-2.1250					-2.1249	98.3691	-0.4940	-0.0068		
	2	-2.2880	-2.2875	-2.2935	-2.2900					-2.2898	98.2102	-0.5000	-0.0068	-0.0068	0.0001
	3	-1.6190	-1.6210	-1.6220	-1.6230					-1.6213	98.8742	-0.4955	-0.0069	-0.0069	
	4	-1.6815	-1.6850	-1.6890	-1.6870					-1.6857	98.8138	-0.4995	-0.0068	-0.0068	
N55 23%RH	5	-1.5685	-1.5670	-1.5750	-1.5760					-1.5717	98.9238	-0.4955	-0.0067	-0.0067	
	6	-2.0225	-2.0270	-2.0260	-2.0200					-2.0239	98.4711	-0.4950	-0.0061	-0.0061	
	7	-2.1320	-2.1390	-2.1355	-2.1375					-2.1360	98.3630	-0.4990	-0.0062	-0.0062	
	8	-1.5005	-1.5030	-1.4975	-1.4980					-1.4998	98.9947	-0.4945	-0.0060	-0.0060	
N55 40%RH	9	-2.3480	-2.3390	-2.3700	-2.3860	-2.3735	-2.3665	-2.3705		-2.3648	98.1257	-0.4905	-0.0064	-0.0064	0.0001
	10	-1.5620	-1.5540	-1.5520	-1.5630					-1.5578	98.9402	-0.4980	-0.0061	-0.0061	
	11	-1.4810	-1.4840	-1.4845	-1.4865					-1.4840	99.0170	-0.5010	-0.0055	-0.0055	
	12	-2.1150	-2.1135	-2.1150	-2.1130					-2.1142	98.3878	-0.5020	-0.0055	-0.0055	
N55 55%RH	13	-1.5855	-1.5865	-1.5800	-1.5780	-1.7610	-1.7540			-1.5825	98.9105	-0.4930	-0.0055	-0.0055	0.0001
	14	-1.7435	-1.7385	-1.7600	-1.7605					-1.7530	98.7370	-0.4900	-0.0059	-0.0059	
	15	-2.0835	-2.0815	-2.0840	-2.0805					-2.0824	98.4106	-0.4930	-0.0055	-0.0055	
	16	-1.2385	-1.2470	-1.2480	-1.2475					-1.2453	99.2492	-0.4945	-0.0036	-0.0036	
N55 79%RH	17	-1.3115	-1.3195	-1.3140	-1.3115					-1.3142	99.1853	-0.4995	-0.0034	-0.0034	0.0001
	18	-1.2820	-1.2850	-1.2910	-1.2855					-1.2859	99.2091	-0.4950	-0.0034	-0.0034	
	19	-1.8250	-1.8370	-1.8440	-1.8450	-1.8455				-1.8393	98.6577	-0.4970	-0.0037	-0.0037	
	20	-1.2115	-1.2190	-1.2205	-1.2330	-1.2180				-1.2204	99.2706	-0.4910	-0.0036	-0.0036	
N55 95%RH	21	-1.0235	-1.0315	-1.0430	-1.0410	-1.0385				-1.0355	99.4610	-0.4965	-0.0016	-0.0016	
	22	-1.0145	-1.0395	-1.0315	-1.0390	-1.0390				-1.0327	99.4603	-0.4930	-0.0015	-0.0015	0.0001
	23	-0.9665	-0.9675	-0.9735	-0.9610					-0.9672	99.5273	-0.4945	-0.0015	-0.0015	
	24	-1.1025	-1.1010	-1.1050	-1.1035					-1.1030	99.3955	-0.4985	-0.0017	-0.0017	
N55 95%RH	25	-1.6115	-1.6115	-1.6225	-1.6135					-1.6148	98.8777	-0.4925	-0.0015	-0.0015	
	26	-0.9440	-0.9470	-0.9600	-0.9420	-0.9540				-0.9494	99.5511	-0.5005	-0.0007	-0.0007	
	27	-1.2065	-1.2110	-1.2190	-1.2150					-1.2129	99.2901	-0.5030	-0.0011	-0.0011	
	28	-1.0325	-1.0415	-1.0390	-1.0375					-1.0377	99.4658	-0.5035	-0.0004	-0.0004	0.0002
	29	-0.9935	-1.0010	-1.0065	-1.0000					-1.0003	99.4932	-0.4935	-0.0007	-0.0007	
	30	-0.9535	-0.9590	-0.9585	-0.9510					-0.9555	99.5335	-0.4890	-0.0005	-0.0005	

ตาราง 60 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์เพื่อหาผลสัมประสิทธิ์การแตกร้าวที่ความชื้นสัมพัทธ์เดิม

Code & RH	No.	Instrument reading								Avg.	Length (mm)	Invar	ε	Avg.	S.D.
		1	2	3	4	5	6	7	8						
N55 11%RH	1	-1.9100	-1.9085	-1.9075	-1.9040					-1.9075	98.3640	-0.2715	-0.0069		
	2	-2.0760	-2.0770	-2.0780	-2.0685					-2.0749	98.1971	-0.2720		-0.0068	0.0000
	3	-1.4055	-1.4125	-1.4095	-1.4120					-1.4099	98.8626	-0.2725			
	4	-1.4630	-1.4660	-1.4630	-1.4620					-1.4635	98.8130	-0.2765	-0.0068		
N55 23%RH	5	-1.3590	-1.3585	-1.3565	-1.3615					-1.3589	98.9156	-0.2745	-0.0068		
	6	-1.6505	-1.6535	-1.6505	-1.6520					-1.6517	98.6248	-0.2765		-0.0062	
	7	-1.9010	-1.9095	-1.9085	-1.9035					-1.9057	98.3648	-0.2705	-0.0062	-0.0062	0.0000
	8	-1.2970	-1.2940	-1.2960	-1.2985					-1.2964	98.9776	-0.2740	-0.0062		
N55 40%RH	9	-2.1310	-2.1400	-2.1410	-2.1395					-2.1379	98.1351	-0.2730	-0.0063		
	10	-1.3330	-1.3445	-1.3495	-1.3470					-1.3435	98.9325	-0.2760	-0.0062		
	11	-1.2550	-1.2620	-1.2640	-1.2630					-1.2610	99.0165	-0.2775	-0.0055		
	12	-1.9135	-1.9140	-1.9115	-1.9140					-1.9133	98.3587	-0.2720	-0.0058		
N55 55%RH	13	-1.3655	-1.3665	-1.3680	-1.3745					-1.3687	98.9048	-0.2735	-0.0055	-0.0057	0.0002
	14	-1.5435	-1.5445	-1.5380	-1.5445					-1.5427	98.7293	-0.2720	-0.0059		
	15	-1.8930	-1.8915	-1.8955	-1.8955					-1.8939	98.3786	-0.2725	-0.0058		
	16	-1.0965	-1.0690	-1.0900	-1.0850	-1.0935				-1.0868	99.1862	-0.2730			
N55 79%RH	17	-1.1515	-1.1540	-1.1550	-1.1550					-1.1539	99.1211	-0.2750	-0.0043	-0.0042	0.0001
	18	-1.1255	-1.1270	-1.1300	-1.1290					-1.1279	99.1436	-0.2715	-0.0041		
	19	-1.6675	-1.6695	-1.6675	-1.6635					-1.6670	98.6045	-0.2715	-0.0042		
	20	-1.0520	-1.0560	-1.0580	-1.0580					-1.0560	99.2155	-0.2715	-0.0042		
N55 95%RH	21	-1.0415	-1.0405	-1.0390	-1.0340					-1.0388	99.2352	-0.2740	-0.0038		
	22	-1.0175	-1.0230	-1.0245	-1.0260					-1.0228	99.2477	-0.2705	-0.0037	-0.0038	0.0001
	23	-0.9660	-0.9655	-0.9720	-0.9760					-0.9699	99.3021	-0.2720	-0.0038		
	24	-1.0770	-1.0925	-1.0795	-1.0925	-1.0870	-1.0925			-1.0869	99.1916	-0.2785	-0.0038		
N55 95%RH	25	-1.6360	-1.6265	-1.6360	-1.6340					-1.6332	98.6413	-0.2745	-0.0039		
	26	-0.9420	-0.9405	-0.9310	-0.9365					-0.9375	99.3395	-0.2770	-0.0028		
	27	-1.1880	-1.1940	-1.1920	-1.1855					-1.1899	99.0881	-0.2780	-0.0031		
	28	-1.0035	-1.0140	-1.0160	-1.0135					-1.0118	99.2602	-0.2720	-0.0025	-0.0027	0.0003
N55 95%RH	29	-0.9605	-0.9565	-0.9475	-0.9600	-0.9505				-0.9550	99.3175	-0.2725	-0.0025		
	30	-0.9170	-0.9175	-0.9235	-0.9210					-0.9198	99.3507	-0.2705	-0.0024		

ตาราง 61 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์โพสต์ผสมถ้ำ่านหินร้อยละ 20 ที่ w/b = 0.55 ก่อนการตากแห้ง

Code & RH	No.	Instrument reading								Avg.	Length (mm)	Invar (mm)
		1	2	3	4	5	6	7	8			
F55B20 11%RH	1	-1.5980	-1.6160	-1.6170	-1.6115	-1.6095				-1.6104	98.9221	-0.5325
	2	-1.7210	-1.7190	-1.7200	-1.7200					-1.7200	98.8145	-0.5345
	3	-1.6575	-1.6690	-1.6710	-1.6665	-1.6395	-1.6720			-1.6626	98.8704	-0.5330
	4	-1.6430	-1.6650	-1.6660	-1.6765	-1.6715				-1.6644	98.8636	-0.5280
F55B20 23%RH	5	-1.5705	-1.5895	-1.6015	-1.6045	-1.6015	-1.6035			-1.5952	98.9388	-0.5340
	6	-1.5440	-1.5475	-1.5470	-1.5435					-1.5455	98.9865	-0.5320
	7	-1.5730	-1.5720	-1.5725	-1.5670					-1.5712	98.9648	-0.5360
	8	-1.6805	-1.6795	-1.6820	-1.6780					-1.6800	98.8560	-0.5360
F55B20 40%RH	9	-1.5575	-1.5540	-1.5510	-1.5615	-1.5525				-1.5513	98.9952	-0.5465
	10	-1.6110	-1.6140	-1.6105	-1.6180					-1.6134	98.9191	-0.5325
	11	-1.5515	-1.5450	-1.5555	-1.5450					-1.5493	98.9867	-0.5360
	12	-1.4435	-1.4420	-1.4510	-1.4610	-1.4515				-1.4498	99.0847	-0.5345
F55B20 55%RH	13	-1.5535	-1.547	-1.5725	-1.571	-1.571	-1.5720			-1.5645	98.9725	-0.5370
	14	-1.6565	-1.6660	-1.6645	-1.6625		-1.8565			-1.6624	98.8736	-0.5360
	15	-1.8345	-1.8355	-1.8550	-1.8625	-1.8560				-1.8500	98.6850	-0.5350
	16	-1.6145	-1.6440	-1.6440	-1.6455	-1.6455				-1.6387	98.8963	-0.5350
F55B20 79%RH	17	-1.5985	-1.5975	-1.5960	-1.6005					-1.5982	98.9313	-0.5295
	18	-1.5755	-1.5850	-1.5890	-1.5905	-1.5870				-1.5854	98.9536	-0.5390
	19	-1.7225	-1.7185	-1.7175	-1.7245					-1.7208	98.8111	-0.5319
	20	-1.6040	-1.6085	-1.6100	-1.6100					-1.6082	98.9273	-0.5355
F55B20 95%RH	21	-1.5350	-1.5370	-1.5675	-1.5570	-1.5645	-1.5635			-1.5541	98.9819	-0.5360
	22	-1.5105	-1.5203	-1.5300	-1.5355	-1.5305				-1.5254	99.0101	-0.5355
	23	-1.5665	-1.5920	-1.5970	-1.6015	-1.6050				-1.5924	98.9416	-0.5340
	24	-1.5530	-1.5505	1.5500	-1.5615					-0.7788	99.7557	-0.5345
F55B20 95%RH	25	-1.5990	-1.6060	-1.6005	-1.5950					-1.6002	98.9343	-0.5345
	26	-1.6050	-1.6095	-1.6030	-1.6065					-1.6060	98.9280	-0.5340
	27	-1.5835	-1.5875	-1.5825	-1.5840					-1.5844	98.9426	-0.5270
	28	-1.5470	-1.5495	-1.5560	-1.5460					-1.5497	98.9808	-0.5305
	29	-1.6225	-1.6355	-1.6220	-1.6275					-1.6269	98.9046	-0.5315
	30	-1.6395	-1.6495	-1.6430	-1.6220	-1.6465				-1.6401	98.8849	-0.5250

ตาราง 62 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์โพสท์ผสมเส้นใยหินร้อยละ 20 ที่ w/b = 0.55 ที่อายุการตากแห้งครบ 7 วัน

Code & RH	No.	Instrument reading								Avg.	Length (mm)	Invar	ε	Avg.	S.D.
		1	2	3	4	5	6	7	8						
F55B20 11%RH	1	-2.0180	-2.0190	-2.0220	-2.0160					-2.0188	98.5172	-0.5360	-0.0041		
	2	-2.0930	-2.0955	-2.0920	-2.0940					-2.0937	98.4463	-0.5400	-0.0037	-0.0040	0.0001
	3	-2.0500	-2.0560	-2.0605	-2.0585					-2.0563	98.4852	-0.5415	-0.0039		
	4	-2.0875	-2.0790	-2.0940	-2.0905	-2.0955				-2.0893	98.4567	-0.5460	-0.0041		
F55B20 23%RH	5	-1.9945	-1.9995	-1.9990	-1.9985					-1.9979	98.5366	-0.5345	-0.0041		
	6	-1.8890	-1.8915	-1.8950	-1.8970					-1.8932	98.6403	-0.5335	-0.0035		
	7	-1.9220	-1.9250	-1.9255	-1.9275					-1.9250	98.6125	-0.5375	-0.0036		
	8	-2.0365	-2.0510	-2.0525	-2.0595	-2.0520				-2.0503	98.4892	-0.5395	-0.0037	-0.0037	0.0001
F55B20 40%RH	9	-1.9205	-1.9270	-1.9320	-1.9310					-1.9277	98.6123	-0.5400	-0.0039		
	10	-1.9795	-1.9770	-1.9820	-1.9870					-1.9814	98.5576	-0.5390	-0.0037		
	11	-1.8810	-1.8880	-1.8825	-1.8800					-1.8829	98.6546	-0.5375	-0.0034		
	12	-1.1670	-1.7695	-1.7725	-1.7910	-1.7795				-1.7759	98.7611	-0.5370	-0.0033		
F55B20 55%RH	13	-1.8825	-1.8825	-1.8875	-1.8785					-1.8828	98.6572	-0.5400	-0.0032	-0.0033	0.0001
	14	-1.9890	-1.9965	-2.0000	-2.0045	-1.9955				-1.9971	98.5369	-0.5340	-0.0034		
	15	-2.1665	-2.1670	-2.1740	-2.1735					-2.1703	98.3717	-0.5420	-0.0032		
	16	-1.8465	-1.8530	-1.8665	-1.8665	-1.8550				-1.8575	98.6800	-0.5375	-0.0022		
F55B20 79%RH	17	-1.7710	-1.7795	-1.7860	-1.7790					-1.7789	98.7586	-0.5375	-0.0017	-0.0020	0.0002
	18	-1.8035	-1.8100	-1.7970	-1.7955	-1.7970				-1.8006	98.7379	-0.5385	-0.0022		
	19	-1.9185	-1.9210	-1.9440	-1.9460	-1.9500	-1.9520			-1.9386	98.6029	-0.5415	-0.0021		
	20	-1.8005	-1.7990	-1.7985	-1.8185	-1.8045				-1.8042	98.7303	-0.5345	-0.0020		
F55B20 95%RH	21	-1.6265	-1.6250	-1.6300	-1.6335					-1.6288	98.9047	-0.5335	-0.0008		
	22	-1.6160	-1.6220	-1.6165	-1.6215					-1.6190	98.9225	-0.5415	-0.0009	-0.0009	0.0002
	23	-1.6665	-1.6695	-1.6690	-1.6700					-1.6688	98.8737	-0.5425	-0.0007		
	24	-1.6400	-1.6430	-1.6430	-1.6530					-1.6448	98.8957	-0.5405			
F55B20 95%RH	25	-1.7040	-1.7150	-1.7035	-1.7055					-1.7070	98.8230	-0.5300	-0.0011		
	26	-1.6280	-1.6310	-1.6250	-1.6495	-1.6495	-1.6545	-1.6420		-1.6400	98.8965	-0.5365	-0.0003		
	27	-1.6135	-1.6160	-1.5930	-1.5965	-1.5890	-1.5900			-1.5997	98.9363	-0.5360	-0.0001		
	28	-1.5820	-1.5825	-1.5805	-1.5920					-1.5843	98.9512	-0.5355	-0.0003	-0.0002	0.0001
	29	-1.6330	-1.6375	-1.6605	-1.6670	-1.6615	-1.6610			-1.6535	98.8810	-0.5345	-0.0002		
	30	-1.6555	-1.6555	-1.6535	-1.6550					-1.6549	98.8826	-0.5375	0.0000		

ตาราง 63 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์โพสต์ผสมเส้นใยหินร้อยละ 20 ที่ w/b = 0.55 ที่อายุการตากแห้งครบ 14 วัน

Code & RH	No.	Instrument reading								Avg.	Length (mm)	Invar	ε	Avg.	S.D.
		1	2	3	4	5	6	7	8						
F55B20 11%RH	1	-2.0470	-2.0450	-2.0480	-2.0385					-2.0447	98.4973	-0.5420	-0.0043		
	2	-2.1260	-2.1185	-2.1270	-2.1315	-2.1240				-2.1254	98.4101	-0.5355	-0.0041	-0.0043	0.0001
	3	-2.0765	-2.0805	-2.0890	-2.0830					-2.0823	98.4522	-0.5345	-0.0042		
	4	-2.1170	-2.1050	-2.1080	-2.1020					-2.1080	98.4260	-0.5340	-0.0044		
F55B20 23%RH	5	-2.0055	-2.0155	-2.0150	-2.0275	-2.0160				-2.0159	98.5221	-0.5380	-0.0042		
	6	-1.9160	-1.9210	-1.9200	-1.9210					-1.9195	98.6215	-0.5410	-0.0037		
	7	-1.9265	-1.9325	-1.9475	-1.9490	-1.9495				-1.9410	98.5970	-0.5380	-0.0037		
	8	-2.0675	-2.0650	-2.0660	-2.0625					-2.0653	98.4757	-0.5410	-0.0038		
F55B20 40%RH	9	-1.9475	-1.9495	-1.9500	-1.9515					-1.9497	98.5893	-0.5390	-0.0041	-0.0039	0.0001
	10	-1.9940	-2.0070	-2.0085	-2.0085					-2.0045	98.5320	-0.5365	-0.0039		
	11	-1.9235	-1.9200	-1.9130	-1.9265					-1.9208	98.6157	-0.5365	-0.0037		
	12	-1.7950	-1.8090	-1.7945	-1.8150	-1.8190				-1.8084	98.7341	-0.5425	-0.0035		
F55B20 55%RH	13	-1.9140	-1.9265	-1.907	-1.922	-1.928				-1.9195	98.6215	-0.5410	-0.0035	-0.0036	0.0001
	14	-2.0025	-2.0085	-2.0320	-2.0280	-2.0310	-2.0325			-2.0225	98.5100	-0.5325	-0.0037		
	15	-2.1950	-2.2165	-2.2180	-2.2140	-2.2125				-2.2112	98.3228	-0.5340	-0.0037		
	16	-1.8915	-1.8895	-1.8920	-1.8895					-1.8907	98.6503	-0.5410	-0.0025		
F55B20 79%RH	17	-1.7905	-1.8095	-1.8125	-1.8105	-1.8155				-1.8077	98.7308	-0.5385	-0.0020	-0.0011	0.0001
	18	-1.8305	-1.8385	-1.8375	-1.8340					-1.8352	98.6993	-0.5345	-0.0026		
	19	-1.9595	-1.9825	-1.9790	-1.9880	-1.9880				-1.9794	98.5626	-0.5420	-0.0025		
	20	-1.8370	-1.8525	-1.8525	-1.8510	-1.8400				-1.8466	98.6959	-0.5425	-0.0023		
F55B20 95%RH	21	-1.6385	-1.6550	-1.6480	-1.6415	-1.6525				-1.6471	98.8874	-0.5345	-0.0010		
	22	-1.6330	-1.6265	-1.6260	-1.6285					-1.6285	98.9130	-0.5415	-0.0010		
	23	-1.6835	-1.7065	-1.7085	-1.7090	-1.7080				-1.7031	98.8309	-0.5340	-0.0011	-0.0004	0.0001
	24	-1.6510	-1.6585	-1.6790	-1.6730	-1.6810				-1.6691	98.8634	-0.5325			
F55B20 95%RH	25	-1.7370	-1.7380	-1.7385	-1.7375					-1.7378	98.8032	-0.5410	-0.0013		
	26	-1.6285	-1.6255	-1.6260	-1.6555	-1.6550	-1.6580	-1.6570		-1.6437	98.8888	-0.5325	-0.0004		
	27	-1.6200	-1.6225	-1.6240	-1.6235					-1.6225	98.9180	-0.5405	-0.0002	-0.0011	0.0001
	28	-1.6120	-1.6120	-1.6095	-1.6160					-1.6124	98.9326	-0.5450	-0.0005		
	29	-1.6670	-1.6690	-1.6690	-1.6700					-1.6688	98.8762	-0.5450	-0.0003		
	30	-1.6850	-1.6930	-1.6920	-1.6920					-1.6905	98.8515	-0.5420	-0.0003		

ตาราง 64 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์โพสต์ผสมเส้นใยร้อยละ 20 ที่ w/b = 0.55 ที่อายุการตากแห้งครบ 28 วัน

Code & RH	No.	Instrument reading								Avg.	Length (mm)	Invar	ε	Avg.	S.D.
		1	2	3	4	5	6	7	8						
F55B20 11%RH	1	-2.0205	-2.0235	-2.0215	-2.0240					-2.0224	98.4896	-0.5120	-0.0044		
	2	-2.1140	-2.1185	-2.1205	-2.1145					-2.1169	98.4031	-0.5200	-0.0042	-0.0044	0.0001
	3	-2.0595	-2.0790	-2.0835	-2.0795	-2.0790				-2.0761	98.4379	-0.5140	-0.0044		
	4	-2.1080	-2.1080	-2.1065	-2.1110					-2.1084	98.4126	-0.5210	-0.0046		
F55B20 23%RH	5	-1.9915	-2.0085	-2.0135	-2.0150	-2.0140				-2.0085	98.5060	-0.5145	-0.0044		
	6	-1.8940	-1.8900	-1.8935	-1.8940					-1.8929	98.6186	-0.5115	-0.0037		
	7	-1.9160	-1.9205	-1.9160	-1.9155					-1.9170	98.5965	-0.5135	-0.0037		
	8	-2.0255	-2.0270	-2.0320	-2.0310					-2.0289	98.4741	-0.5030	-0.0039		
F55B20 40%RH	9	-2.0180	-1.9100	-1.9205	-1.9195					-1.9170	98.5835	-0.5005	-0.0042	-0.0039	0.0002
	10	-1.9910	-1.9860	-1.9880	-1.9855					-1.9877	98.5208	-0.5085	-0.0040		
	11	-1.9010	-1.9160	-1.9160	-1.9140					-1.9118	98.6012	-0.5130	-0.0039		
	12	-1.7985	-1.8000	-1.7950	-1.8000					-1.7984	98.7116	-0.5100	-0.0038		
F55B20 55%RH	13	-1.9110	-1.9145	-1.9140	-1.9110					-1.9127	98.5983	-0.5110	-0.0038	-0.0038	0.0001
	14	-1.9965	-2.0240	-2.0200	-2.0200	-2.0255				-2.0172	98.4943	-0.5115	-0.0038		
	15	-2.1955	-2.1890	-2.1945	-2.1930					-2.1930	98.3205	-0.5135	-0.0037		
	16	-1.8690	-1.8620	-1.8545	-1.8680					-1.8634	98.6416	-0.5050	-0.0026		
F55B20 79%RH	17	-1.7905	-1.8005	-1.8030	-1.8030					-1.7993	98.7117	-0.5110	-0.0022	-0.0025	0.0002
	18	-1.8150	-1.8120	-1.8105	-1.8135					-1.8128	98.6982	-0.5110	-0.0026		
	19	-1.9625	-1.9730	-1.9745	-1.9750					-1.9713	98.5387	-0.5100	-0.0028		
	20	-1.8125	-1.8325	-1.8155	-1.8215	-1.8200				-1.8204	98.6951	-0.5155	-0.0023		
F55B20 95%RH	21	-1.6235	-1.6305	-1.6350	-1.6325					-1.6304	98.8706	-0.5010	-0.0011		
	22	-1.6025	-1.6005	-1.6115	-1.6070					-1.6054	98.9021	-0.5075	-0.0011	-0.0012	0.0001
	23	-1.6520	-1.6880	-1.6865	-1.6880	-1.6880				-1.6805	98.8295	-0.5100	-0.0011		
	24	-1.6275	-1.6580	-1.6540	-1.6565	-1.6325	-1.6580			-1.6478	98.8602	-0.5080	-0.0014		
F55B20 95%RH	25	-1.7125	-1.7150	-1.7155	-1.7180					-1.7153	98.7917	-0.5070	-0.0014		
	26	-1.6215	-1.6220	-1.6185	-1.6170					-1.6198	98.8887	-0.5085	-0.0004		
	27	-1.5965	-1.5995	-1.5955	-1.5995					-1.5978	98.9112	-0.5090	-0.0003		
	28	-1.5725	-1.5845	-1.5875	-1.5875					-1.5830	98.9235	-0.5065	-0.0006	-0.0004	0.0001
F55B20 95%RH	29	-1.6370	-1.6350	-1.6370	-1.6380					-1.6368	98.8707	-0.5075	-0.0003		
	30	-1.6655	-1.6695	-1.6675	-1.6700					-1.6682	98.8458	-0.5140	-0.0004		

ตาราง 65 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์โพสท์ผสมเส้นใยหินร้อยละ 20 ที่ w/b = 0.55 ที่อายุการตากแห้งครบ 56 วัน

Code & RH	No.	Instrument reading								Avg.	Length (mm)	Invar	ε	Avg.	S.D.
		1	2	3	4	5	6	7	8						
F55B20 11%RH	1	-2.0390	-2.0400	-2.0225	-2.0375	-2.0275				-2.0333	98.4727	-0.5060	-0.0045		
	2	-2.1095	-2.1160	-2.1175	-2.1165					-2.1149	98.3931	-0.5080	-0.0043	-0.0045	0.0001
	3	-2.0895	-2.0930	-2.0895	-2.0840					-2.0890	98.4240	-0.5130	-0.0045		
	4	-2.0890	-2.0920	-2.0960	-2.0870					-2.0910	98.4070	-0.4980	-0.0046		
F55B20 23%RH	5	-2.0040	-2.0040	-2.0050	-2.0050					-2.0045	98.5045	-0.5090	-0.0044		
	6	-1.8940	-1.8870	-1.8950	-1.8950					-1.8928	98.6072	-0.5000			
	7	-1.9300	-1.9285	-1.9170	-1.9165	-1.9320				-1.9265	98.5835	-0.5100	-0.0040	-0.0041	0.0001
	8	-2.0420	-2.0445	-2.0375	-2.0350					-2.0398	98.4592	-0.4990	-0.0042		
F55B20 40%RH	9	-1.9200	-1.9155	-1.9235	-1.9340	-1.9325				-1.9251	98.5789	-0.5040	-0.0041		
	10	-1.9785	-1.9760	-1.9795	-1.9835					-1.9794	98.5161	-0.4955	-0.0041		
	11	-1.9020	-1.9300	-1.9295	-1.9275	-1.9285				-1.9235	98.5850	-0.5085	-0.0041		
	12	-1.8145	-1.8115	-1.8135	-1.8105					-1.8125	98.6865	-0.4990	-0.0040		
F55B20 55%RH	13	-1.9180	-1.9235	-1.9240	-1.9135					-1.9198	98.5787	-0.4985	-0.0040	-0.0040	0.0000
	14	-2.0240	-2.0280	-2.0315	-2.0250	-2.2220				-2.0272	98.4783	-0.5055	-0.0040		
	15	-2.1930	-2.2185	-2.2165	-2.2150					-2.2130	98.2855	-0.4985	-0.0040		
	16	-1.9045	-1.9035	-1.9045	-1.8995					-1.9030	98.6095	-0.5125	-0.0029		
F55B20 79%RH	17	-1.8140	-1.8025	-1.8235	-1.8240	-1.8240				-1.8176	98.6934	-0.5110	-0.0024	-0.0027	0.0002
	18	-1.8190	-1.8270	-1.8195	-1.8295					-1.8238	98.6822	-0.5060	-0.0027		
	19	-1.9715	-1.9695	-1.9740	-1.9775					-1.9732	98.5288	-0.5020	-0.0029		
	20	-1.8155	-1.8305	-1.8290	-1.8310	-1.8335				-1.8279	98.6646	-0.4925	-0.0027		
F55B20 95%RH	21	-1.6435	-1.6455	-1.6430	-1.6460					-1.6445	98.8550	-0.4995	-0.0013		
	22	-1.6435	-1.6350	-1.6485	-1.6460					-1.6433	98.8572	-0.5005	-0.0015	-0.0014	0.0001
	23	-1.6880	-1.7025	-1.7000	-1.6965	-1.7005				-1.6975	98.8120	-0.5095	-0.0013		
	24	-1.6445	-1.6695	-1.6465	-1.6545	-1.6705	-1.6710	-1.6720		-1.6613	98.8432	-0.5045	-0.0016		
F55B20 95%RH	25	-1.7275	-1.7265	-1.7070	-1.7220	-1.7115				-1.7189	98.7776	-0.4965	-0.0016		
	26	-1.6110	-1.6110	-1.6155	-1.6125					-1.6125	98.8865	-0.4990	-0.0004		
	27	-1.5925	-1.5945	-1.5970	-1.5915					-1.5939	98.9081	-0.5020	-0.0003		
	28	-1.5790	-1.5840	-1.5825	-1.5850					-1.5827	98.9208	-0.5035	-0.0006	-0.0004	0.0001
	29	-1.6465	-1.6455	-1.6540	-1.6480					-1.6485	98.8650	-0.5135	-0.0004		
	30	-1.6560	-1.6570	-1.6565	-1.6605					-1.6575	98.8430	-0.5005	-0.0004		

ตาราง 66 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์เฟสเฟสผสมเถาผ่านร้อยละ 20 ที่ w/b = 0.55 หลังจากนำมาตากแห้งที่ความชื้นสัมพัทธ์เดิม

Code & RH	No.	Instrument reading								Avg.	Length (mm)	Invar	ε	Avg.	S.D.
		1	2	3	4	5	6	7	8						
F55B20 11%RH	1	-1.8160	-1.8135	-1.8160	-1.8165					-1.8155	98.4585	-0.2740	-0.0047		
	2	-1.8910	-1.8840	-1.8750	-1.8950	-1.8960				-1.8882	98.3858	-0.2740	-0.0043	-0.0045	0.0001
	3	-1.8535	-1.8455	-1.8525	-1.8505					-1.8505	98.4210	-0.2715	-0.0045		
	4	-1.8735	-1.8700	-1.8680	-1.8715					-1.8708	98.3997	-0.2705	-0.0047		
F55B20 23%RH	5	-1.7750	-1.7770	-1.7770	-1.7765					-1.7764	98.5021	-0.2785	-0.0044		
	6	-1.6570	-1.6755	-1.6735	-1.6760	-1.6800				-1.6724	98.6056	-0.2780	-0.0038		
	7	-1.7070	-1.7060	-1.7045	-1.7075					-1.7063	98.5727	-0.2790	-0.0040		
	8	-1.8125	-1.8115	-1.8115	-1.8125					-1.8120	98.4605	-0.2725	-0.0040	-0.0041	0.0003
F55B20 40%RH	9	-1.7495	-1.7455	-1.7470	-1.7385					-1.7452	98.5328	-0.2780	-0.0047		
	10	-1.7540	-1.7465	-1.7470	-1.7515					-1.7498	98.5227	-0.2725	-0.0040		
	11	-1.6665	-1.6665	-1.6790	-1.6800	-1.6770				-1.6738	98.6032	-0.2770	-0.0039		
	12	-1.5735	-1.5775	-1.5765	-1.5770					-1.5762	98.7003	-0.2765	-0.0039	-0.0039	0.0001
F55B20 55%RH	13	-1.6850	-1.6890	-1.6860	-1.6860					-1.6865	98.5865	-0.2730	-0.0039		
	14	-1.7840	-1.7740	-1.7825	-1.7835					-1.7810	98.4955	-0.2765	-0.0038		
	15	-1.9880	-1.9910	-1.9900	-1.9925					-1.9904	98.2816	-0.2720	-0.0041		
	16	-1.6960	-1.6915	-1.6915	-1.6950					-1.6935	98.5790	-0.2725	-0.0032		
F55B20 79%RH	17	-1.6075	-1.6015	-1.6035	-1.5945					-1.6018	98.6702	-0.2720	-0.0026	-0.0031	0.0003
	18	-1.6735	-1.6665	-1.6710	-1.6695					-1.6702	98.6028	-0.2730	-0.0035		
	19	-1.7655	-1.7515	-1.7690	-1.7690					-1.7638	98.5072	-0.2710	-0.0031		
	20	-1.6340	-1.6345	-1.6315	-1.6320					-1.6330	98.6390	-0.2720	-0.0029		
F55B20 95%RH	21	-1.5135	-1.5135	-1.5015	-1.5145					-1.5108	98.7632	-0.2740	-0.0022		
	22	-1.5750	-1.5785	-1.5785	-1.5815	-1.5770				-1.5784	98.6986	-0.2770	-0.0031	-0.0026	0.0003
	23	-1.5760	-1.5760	-1.5815	-1.5615					-1.5744	98.6986	-0.2730	-0.0025		
	24	-1.5310	-1.5370	-1.5280	-1.5395					-1.5339	98.7446	-0.2785	-0.0026		
F55B20 95%RH	25	-1.6080	-1.6055	-1.5905	-1.6070					-1.6028	98.6722	-0.2750	-0.0016		
	26	-1.5190	-1.5140	-1.5085	-1.5085					-1.5125	98.7655	-0.2780	-0.0016		
	27	-1.4705	-1.4775	-1.4745	-1.4720					-1.4737	98.8003	-0.2740	-0.0014		
	28	-1.4570	-1.4520	-1.4425	-1.4530					-1.4512	98.8258	-0.2770	-0.0016	-0.0015	0.0001
	29	-1.5030	-1.5080	-1.5085	-1.5090					-1.5072	98.7653	-0.2725	-0.0014		
	30	-1.5260	-1.5255	-1.5245	-1.5280					-1.5260	98.7515	-0.2775	-0.0013		

ตาราง 67 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์โพสต์ผสมถ้ำ่านหินร้อยละ 35 ที่ w/b = 0.55 ก่อนการตากแห้ง

Code & RH	No.	Instrument reading								Avg.	Length (mm)	Invar (mm)
		1	2	3	4	5	6	7	8			
F55B35 11%RH	1	-1.6960	-1.6985	-1.6990	-1.7065					-1.7000	99.4145	-1.1145
	2	-1.6405	-1.6480	-1.6540	-1.6590					-1.6504	99.4726	-1.1230
	3	-1.8350	-1.8445	-1.8525	-1.8525	-1.8560	-1.8415			-1.8470	99.2755	-1.1225
	4	-1.7170	-1.7170	-1.7170	-1.7160					-1.7168	99.4137	-1.1305
F55B35 23%RH	5	-1.7405	-1.7400	-1.7425	-1.7470					-1.7425	99.3885	-1.1310
	6	-1.9470	-1.9510	-1.9510	-1.9525					-1.9504	99.1991	-1.1495
	7	-2.3255	-2.3355	-2.3125	-2.3205	-2.3115	-2.3130			-2.3198	98.8207	-1.1405
	8	-1.8885	-1.8855	-1.9155	-1.9030	-1.9065	-1.9120			-1.9019	99.2296	-1.1315
F55B35 40%RH	9	-2.1490	-2.1535	-2.1395	-2.1510	-2.1500	-2.1520			-2.1492	98.9803	-1.1295
	10	-1.7375	-1.7350	-1.7360	-1.7380					-1.7367	99.4238	-1.1605
	11	-2.3100	-2.3045	-2.2970	-2.2875	-2.2825	-2.2870			-2.2948	98.8302	-1.1250
	12	-1.7480	-1.7630	-1.7630	-1.7675	-1.7715				-1.7626	99.3634	-1.1260
F55B35 55%RH	13	-1.9135	-1.918	-1.9075	-1.929	-1.929	-1.9325	-1.9345		-1.9235	99.2095	-1.1330
	14	-1.9700	-1.9775	-1.9770	-1.9720					-1.9742	99.1603	-1.1345
	15	-2.0975	-2.1025	-2.1115	-2.1115	-2.1135	-2.1145			-2.1085	99.0230	-1.1315
	16	-1.6315	-1.6250	-1.6290	-1.6310					-1.6292	99.4908	-1.1200
F55B35 79%RH	17	-1.6870	-1.6900	-1.6990	-1.7230	-1.7215	-1.7290	-1.7330		-1.7118	99.4327	-1.1445
	18	-1.9555	-1.9575	-1.9585	-1.9605					-1.9580	99.1745	-1.1325
	19	-2.3975	-2.3915	-2.4000	-2.3985	-1.9875	-1.9950			-2.3969	98.7391	-1.1360
	20	-1.9250	-1.9540	-1.9910	-1.9940	-1.9875	-1.9950			-1.9745	99.1625	-1.1370
F55B35 95%RH	21	-1.7125	-1.7525	-1.7520	-1.7530	-1.7465	-1.7540			-1.7451	99.3959	-1.1410
	22	-1.9930	-1.9950	-1.9965	-1.9955					-1.9950	99.1525	-1.1475
	23	-1.6840	-1.6970	-1.6850	-1.7015	-1.7020	-1.6920	-1.7020		-1.6948	99.4507	-1.1455
	24	-1.9305	-1.9415	-1.9370	-1.9355					-1.9362	99.2143	-1.1505
F55B35 95%RH	25	-1.9845	-1.9865	-1.9820	-1.9860					-1.9848	99.1762	-1.1610
	26	-1.9130	-1.9225	-1.9225	-1.9245					-1.9207	99.2423	-1.1630
	27	-2.4355	-2.4350	-2.4310	-2.4365					-2.4345	98.7150	-1.1495
	28	-1.9455	-1.9310	-1.9355	-1.9400					-1.9380	99.2100	-1.1480
	29	-1.9525	-1.9695	-1.9605	-1.9670					-1.9624	99.1721	-1.1345
	30	-1.8885	-1.8965	-1.8960	-1.8985					-1.8949	99.2656	-1.1605

ตาราง 68 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์เฟสผสมเส้นผ่านศูนย์กลาง 35 ที่ w/b = 0.55 ที่อายุการตากแห้งครบ 7 วัน

Code & RH	No.	Instrument reading								Avg.	Length (mm)	Invar	ε	Avg.	S.D.
		1	2	3	4	5	6	7	8						
F55B35 11%RH	1	-1.4795	-1.4910	-1.4890	-1.4895	-1.4820				-1.4862	99.0393	-0.5255	-0.0038		
	2	-1.4100	-1.4185	-1.4005	-1.4010					-1.4075	99.1160	-0.5235	-0.0036	-0.0038	0.0001
	3	-1.6215	-1.6375	-1.6335	-1.6310					-1.6309	98.8941	-0.5250	-0.0038		
	4	-1.5120	-1.5040	-1.5010	-1.5065					-1.5059	99.0201	-0.5260	-0.0040		
F55B35 23%RH	5	-1.4955	-1.4925	-1.5040	-1.5005					-1.4982	99.0288	-0.5270	-0.0036		
	6	-1.7055	-1.7045	-1.7045	-1.6995					-1.7035	98.8200	-0.5235	-0.0038		
	7	-2.0790	-2.0815	-2.0885	-2.0830					-2.0830	98.4445	-0.5275	-0.0038		
	8	-1.6670	-1.6695	-1.6690	-1.6565					-1.6655	98.8590	-0.5245	-0.0037	-0.0037	0.0001
F55B35 40%RH	9	-1.9095	-1.9170	-1.9075	-1.9190					-1.9133	98.6142	-0.5275	-0.0037		
	10	-1.4555	-1.4565	-1.4575	-1.4590					-1.4572	99.0683	-0.5255	-0.0036		
	11	-2.0210	-2.0330	-2.0205	-2.0240					-2.0247	98.5003	-0.5250	-0.0033		
	12	-1.4655	-1.4760	-1.4725	-1.4715					-1.4714	99.0561	-0.5275	-0.0031		
F55B35 55%RH	13	-1.6500	-1.6695	-1.658	-1.6675					-1.6613	98.8632	-0.5245	-0.0035	-0.0034	0.0001
	14	-1.6925	-1.7155	-1.7160	-1.7195	-1.7165				-1.7120	98.8130	-0.5250	-0.0035		
	15	-1.8035	-1.8440	-1.8345	-1.8350	-1.8345				-1.8303	98.6932	-0.5235	-0.0033		
	16	-1.2610	-1.2750	-1.2735	-1.2750					-1.2712	99.2528	-0.5240	-0.0024		
F55B35 79%RH	17	-1.3385	-1.3520	-1.3620	-1.3660	-1.3645				-1.3566	99.1649	-0.5215	-0.0027	-0.0024	0.0001
	18	-1.5745	-1.5880	-1.5895	-1.5890					-1.5853	98.9342	-0.5195	-0.0024		
	19	-2.0115	-2.0075	-2.0145	-2.0145	-2.0145				-2.0125	98.5150	-0.5275	-0.0023		
	20	-1.5855	-1.5955	-1.5985	-1.5985					-1.5945	98.9325	-0.5270	-0.0023		
F55B35 95%RH	21	-1.2115	-1.2365	-1.2350	-1.2360	-1.2310				-1.2300	99.2970	-0.5270	-0.0010		
	22	-1.4805	-1.4735	-1.4800	-1.4810					-1.4788	99.0472	-0.5260	-0.0011	-0.0010	0.0001
	23	-1.1985	-1.2145	-1.2045	-1.2090	-1.2005				-1.2054	99.3206	-0.5260			
	24	-1.4160	-1.4200	-1.4180	-1.4295					-1.4209	99.1026	-0.5235	-0.0011		
F55B35 95%RH	25	-1.4330	-1.4390	-1.4445	-1.4390					-1.4389	99.0861	-0.5250	-0.0009		
	26	-1.3305	-1.3400	-1.3325	-1.3355					-1.3347	99.1943	-0.5290	-0.0005		
	27	-1.8240	-1.8290	-1.8390	-1.8440	-1.8430	-1.8415			-1.8368	98.6862	-0.5230	-0.0003		
	28	-1.3460	-1.3630	-1.3640	-1.3655	-1.3670				-1.3611	99.1554	-0.5165	-0.0006	-0.0004	0.0001
	29	-1.3860	-1.3970	-1.3970	-1.3955					-1.3939	99.1226	-0.5165	-0.0005		
	30	-1.2700	-1.2860	-1.3070	-1.2960	-1.3060	-1.3030			-1.2947	99.2293	-0.5240	-0.0004		

ตาราง 69 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์เฟสผสมถ่านหินร้อยละ 35 ที่ w/b = 0.55 ที่อายุการตากแห้งครบ 14 วัน

Code & RH	No.	Instrument reading								Avg.	Length (mm)	Invar	ε	Avg.	S.D.
		1	2	3	4	5	6	7	8						
F55B35 11%RH	1	-1.4885	-1.5190	-1.5195	-1.5210	-1.5015	-1.5215			-1.5119	99.0281	-0.5400	-0.0039		
	2	-1.4180	-1.4455	-1.4340	-1.4335	-1.4440				-1.4350	99.0985	-0.5335	-0.0038	-0.0039	0.0001
	3	-1.6435	-1.6445	-1.6655	-1.6460	-1.6465				-1.6492	98.8838	-0.5330	-0.0039		
	4	-1.5075	-1.5050	-1.4990	-1.5080					-1.5049	99.0141	-0.5190	-0.0040		
F55B35 23%RH	5	-1.5105	-1.5285	-1.5295	-1.5315	-1.5210				-1.5242	99.0043	-0.5285	-0.0039		
	6	-1.7055	-1.7315	-1.7315	-1.7325	-1.7340				-1.7270	98.8035	-0.5305	-0.0040		
	7	-2.0865	-2.0935	-2.1015	-2.1120	-2.0980				-2.0983	98.4292	-0.5275	-0.0040		
	8	-1.6935	-1.6955	-1.6945	-1.6810					-1.6912	98.8308	-0.5220	-0.0040		0.0001
F55B35 40%RH	9	-1.9315	-1.9350	-1.9450	-1.9320					-1.9359	98.5911	-0.5270	-0.0039		
	10	-1.4640	-1.4785	-1.4640	-1.4685					-1.4688	99.0567	-0.5255	-0.0037		
	11	-2.0435	-2.0665	-2.0375	-2.0430	-2.0670	-2.0500	-2.0600		-2.0525	98.4755	-0.5280	-0.0036		
	12	-1.4965	-1.5045	-1.4945	-1.5030					-1.4997	99.0318	-0.5315	-0.0033		
F55B35 55%RH	13	-1.6855	-1.7075	-1.6905	-1.6955					-1.6948	98.8327	-0.5275	-0.0038	-0.0036	0.0002
	14	-1.7415	-1.7460	-1.7475	-1.7500					-1.7463	98.7772	-0.5235	-0.0039		
	15	-1.8490	-1.8540	-1.8550	-1.8565					-1.8537	98.6763	-0.5300	-0.0035		
	16	-1.2855	-1.2835	-1.2855	-1.2965					-1.2878	99.2422	-0.5300	-0.0025		
F55B35 79%RH	17	-1.3840	-1.3910	-1.3925	-1.3845					-1.3880	99.1425	-0.5305		-0.0025	0.0000
	18	-1.5895	-1.6135	-1.6010	-1.6140	-1.6005				-1.6037	98.9248	-0.5285	-0.0025		
	19	-2.0340	-2.0530	-2.0565	-2.0495	-2.0450				-2.0476	98.4864	-0.5340	-0.0026		
	20	-1.6000	-1.6000	-1.6140	-1.6280	-1.6190				-1.6122	98.9188	-0.5310	-0.0025		
F55B35 95%RH	21	-1.2475	-1.2410	-1.2485	-1.2505					-1.2469	99.2811	-0.5280	-0.0012		
	22	-1.4960	-1.4940	-1.5070	-1.4905					-1.4969	99.0316	-0.5285	-0.0012	-0.0012	0.0001
	23	-1.2115	-1.2300	-1.2100	-1.2145	-1.2120				-1.2156	99.3114	-0.5270	-0.0014		
	24	-1.4245	-1.4545	-1.4395	-1.4295	-1.4325				-1.4361	99.0949	-0.5310	-0.0012		
F55B35 95%RH	25	-1.4475	-1.4820	-1.4975	-1.4750	-1.4780	-1.4720			-1.4754	99.0516	-0.5270	-0.0013		
	26	-1.3335	-1.3565	-1.3540	-1.3585	-1.3575				-1.3520	99.1755	-0.5275	-0.0007		
	27	-1.8515	-1.8290	-1.8435	-1.8540	-1.8565				-1.8469	98.6826	-0.5295	-0.0003		
	28	-1.3680	-1.3780	-1.3710	-1.3710					-1.3720	99.1485	-0.5205	-0.0006	-0.0005	0.0001
	29	-1.3895	-1.4045	-1.4050	-1.4100	-1.4105				-1.4039	99.1216	-0.5255	-0.0005		
	30	-1.3035	-1.3080	-1.3055	-1.3005					-1.3044	99.2171	-0.5215	-0.0005		

ตาราง 70 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์โพสต์ผสมเส้นใยหินร้อยละ 35 ที่ w/b = 0.55 ที่อายุการตากแห้งครบ 28 วัน

Code & RH	No.	Instrument reading								Avg.	Length (mm)	Invar	ε	Avg.	S.D.
		1	2	3	4	5	6	7	8						
F55B35 11%RH	1	-1.5225	-1.5305	-1.5230	-1.5070	-1.5180	-1.5270			-1.5214	99.0261	-0.5475	-0.0039		
	2	-1.4430	-1.4380	-1.4370	-1.4410					-1.4398	99.0857	-0.5255	-0.0039	-0.0040	0.0001
	3	-1.6785	-1.6875	-1.6765	-1.6750					-1.6794	98.8586	-0.5380	-0.0042		
	4	-1.5260	-1.5340	-1.5350	-1.5380					-1.5333	99.0002	-0.5335	-0.0042		
F55B35 23%RH	5	-1.5405	-1.5305	-1.5210	-1.5415	-1.5450				-1.5357	99.0018	-0.5375	-0.0039		
	6	-1.7535	-1.7515	-1.7500	-1.7515					-1.7517	98.7818	-0.5335			
	7	-2.1270	-2.1175	-2.1120	-2.1120					-2.1172	98.4163	-0.5335	-0.0041	-0.0039	0.0001
	8	-1.7225	-1.7045	-1.7310	-1.7380	-1.7325				-1.7257	98.8093	-0.5350			
F55B35 40%RH	9	-1.9450	-1.9520	-1.9500	-1.9400					-1.9468	98.5857	-0.5325	-0.0040		
	10	-1.4745	-1.4890	-1.4870	-1.4850					-1.4839	99.0516	-0.5355	-0.0037		
	11	-2.0800	-2.0755	-2.0745	-2.0770					-2.0768	98.4652	-0.5420	-0.0037		
	12	-1.5390	-1.5375	-1.5385	-1.5420					-1.5393	98.9972	-0.5365	-0.0037		
F55B35 55%RH	13	-1.7490	-1.726	-1.7425	-1.7450	-1.7365				-1.7398	98.7957	-0.5355		-0.0037	0.0001
	14	-1.7830	-1.7720	-1.7815	-1.7765					-1.7783	98.7592	-0.5375	-0.0039		
	15	-1.8905	-1.8975	-1.9020	-1.8970					-1.8968	98.6407	-0.5375	-0.0029	-0.0028	0.0001
	16	-1.3350	-1.3395	-1.3355	-1.3345					-1.3362	99.2018	-0.5380			
F55B35 79%RH	17	-1.4135	-1.4050	-1.4010	-1.4010					-1.4052	99.1408	-0.5460	-0.0029		
	18	-1.6465	-1.6335	-1.6390	-1.6280	-1.6390				-1.6372	98.9048	-0.5420	-0.0027		
	19	-2.0700	-2.0760	-2.0775	-2.0805					-2.0760	98.4575	-0.5335	-0.0029		
	20	-1.6610	-1.6560	-1.6520	-1.6350	-1.6370	-1.6360	-1.6345		-1.6445	98.8920	-0.5365	-0.0027		
F55B35 95%RH	21	-1.2595	-1.2615	-1.2750	-1.2720	-1.2590	-1.2630			-1.2650	99.2685	-0.5335	-0.0013		
	22	-1.5280	-1.5310	-1.5245	-1.5205					-1.5260	99.0160	-0.5420	-0.0014	-0.0013	0.0000
	23	-1.2190	-1.2140	-1.2200	-1.2440	-1.2410	-1.2325	-1.2465		-1.2310	99.3100	-0.5410	-0.0014		
	24	-1.4615	-1.4540	-1.4560	-1.4545					-1.4565	99.0810	-0.5375	-0.0013		
F55B35 95%RH	25	-1.4880	-1.4905	-1.4935	-1.4900					-1.4905	99.0450	-0.5355	-0.0013		
	26	-1.3640	-1.3625	-1.3640	-1.3780					-1.3672	99.1658	-0.5330	-0.0004		
	27	-1.8560	-1.8515	-1.8555	-1.8590					-1.8555	98.6775	-0.5330	-0.0006	-0.0005	0.0001
	28	-1.3820	-1.3815	-1.3800	-1.3850					-1.3822	99.1473	-0.5295	-0.0005		
	29	-1.4040	-1.4050	-1.4110	-1.4040					-1.4060	99.1210	-0.5270	-0.0005		
	30	-1.3175	-1.3200	-1.3170	-1.3175					-1.3180	99.2105	-0.5285	-0.0006		

ตาราง 71 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์โพสต์ผสมถ่านหินร้อยละ 35 ที่ w/b = 0.55 ที่อายุการตากแห้งครบ 56 วัน

Code & RH	No.	Instrument reading								Avg.	Length (mm)	Invar	ε	Avg.	S.D.
		1	2	3	4	5	6	7	8						
F55B35 11%RH	1	-1.4910	-1.5060	-1.5210	-1.5230	-1.5180	-1.5220			-1.5135	99.0135	-0.5270	-0.0040		
	2	-1.4130	-1.4500	-1.4595	-1.4545	-1.4555				-1.4465	99.0750	-0.5215	-0.0040	-0.0041	0.0001
	3	-1.6690	-1.6555	-1.6600	-1.6690					-1.6634	98.8581	-0.5215	-0.0042		
	4	-1.5520	-1.5425	-1.5525	-1.5480					-1.5488	98.9812	-0.5300	-0.0044		
F55B35 23%RH	5	-1.5165	-1.5160	-1.5240	-1.5360	-1.5295	-1.5531			-1.5292	98.9953	-0.5245	-0.0040		
	6	-1.7250	-1.7275	-1.7205	-1.7250					-1.7245	98.8045	-0.5290	-0.0040		
	7	-2.1020	-2.1230	-2.1100	-2.1185	-2.1195				-2.1146	98.4119	-0.5265	-0.0041	-0.0041	0.0002
	8	-1.7280	-1.7250	-1.7275	-1.7125					-1.7233	98.8022	-0.5255	-0.0043		
F55B35 40%RH	9	-1.9330	-1.9340	-1.9610	-1.9640	-1.9565	-1.9625			-1.9519	98.5756	-0.5275	-0.0041		
	10	-1.4790	-1.4845	-1.4855	-1.4790					-1.4820	99.0460	-0.5280	-0.0038		
	11	-2.1075	-2.0950	-2.1140	-2.1145	-2.1135				-2.1089	98.4256	-0.5345	-0.0041		
	12	-1.5590	-1.5400	-1.5430	-1.5475					-1.5474	98.9856	-0.5330	-0.0038		
F55B35 55%RH	13	-1.7520	-1.7445	-1.7545	-1.7555					-1.7517	98.7783	-0.5300	-0.0043	-0.0041	0.0002
	14	-1.7860	-1.7945	-1.7915	-1.7990	-1.9200	-1.9215			-1.7928	98.7352	-0.5280	-0.0043		
	15	-1.9035	-1.9020	-1.9155	-1.9240					-1.9145	98.6105	-0.5250	-0.0042		
	16	-1.3530	-1.3465	-1.3555	-1.3485					-1.3509	99.1716	-0.5225	-0.0032		
F55B35 79%RH	17	-1.4235	-1.4360	-1.4270	-1.4280	-2.0825				-1.4287	99.0963	-0.5250	-0.0031	-0.0030	0.0001
	18	-1.6555	-1.6625	-1.6615	-1.6620					-1.6604	98.8676	-0.5280	-0.0029		
	19	-2.0840	-2.0900	-2.0770	-2.0765					-2.0820	98.4495	-0.5315	-0.0029		
	20	-1.6420	-1.6535	-1.6535	-1.6490	-2.0825				-1.6495	98.8795	-0.5290	-0.0029		
F55B35 95%RH	21	-1.2565	-1.2690	-1.2645	-1.2600					-1.2625	99.2655	-0.5280	-0.0013		
	22	-1.5160	-1.5370	-1.5150	-1.5170	-1.5155				-1.5201	99.0079	-0.5280	-0.0015	-0.0015	0.0001
	23	-1.2515	-1.2540	-1.2510	-1.2570					-1.2534	99.2746	-0.5280			
	24	-1.4705	-1.4750	-1.4765	-1.4685					-1.4727	99.0548	-0.5275	-0.0016		
F55B35 95%RH	25	-1.5000	-1.5020	-1.5105	-1.5125					-1.5063	99.0222	-0.5285	-0.0016		
	26	-1.3765	-1.3815	-1.3880	-1.3905	-1.3915				-1.3856	99.1394	-0.5250	-0.0010		
	27	-1.8675	-1.8655	-1.8610	-1.8500					-1.8610	98.6650	-0.5260	-0.0005		
	28	-1.3725	-1.3775	-1.3730	-1.3670					-1.3725	99.1555	-0.5280	-0.0005	-0.0007	0.0002
	29	-1.4055	-1.4215	-1.4155	-1.4160	-1.4110				-1.4139	99.1116	-0.5255	-0.0006		
	30	-1.3090	-1.3275	-1.3205	-1.3265	-1.3295				-1.3226	99.2074	-0.5300	-0.0006		

ตาราง 72 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์เฟสเฟสผสมถ้ำผ่านหินร้อยละ 35 ที่ w/b = 0.55 หลังจากนำมาตากแห้งที่ความชื้นสัมพัทธ์เดิม

Code & RH	No.	Instrument reading								Avg.	Length (mm)	Invar	ε	Avg.	S.D.
		1	2	3	4	5	6	7	8						
F55B35 11%RH	1	-1.2685	-1.2790	-1.2740	-1.2795					-1.2753	98.9972	-0.2725	-0.0042		
	2	-1.2270	-1.2390	-1.2325	-1.2385					-1.2343	99.0382	-0.2725		-0.0042	0.0001
	3	-1.4275	-1.4215	-1.4225	-1.4205					-1.4230	98.8510	-0.2740	-0.0043		
	4	-1.3250	-1.3245	-1.3240	-1.3210					-1.3237	98.9533	-0.2770			
F55B35 23%RH	5	-1.2810	-1.2940	-1.2955	-1.2940					-1.2912	98.9808	-0.2720	-0.0041		
	6	-1.4810	-1.4865	-1.4870	-1.4805					-1.4838	98.7922	-0.2760	-0.0041		
	7	-1.8775	-1.8695	-1.8780	-1.8760					-1.8753	98.3967	-0.2720	-0.0043		
	8	-1.5045	-1.5060	-1.4935	-1.5045					-1.5022	98.7763	-0.2785		-0.0041	0.0001
F55B35 40%RH	9	-1.6970	-1.6990	-1.6960	-1.7090					-1.7003	98.5762	-0.2765	-0.0041		
	10	-1.2505	-1.2465	-1.2510	-1.2555					-1.2509	99.0211	-0.2720	-0.0041		
	11	-1.8475	-1.8305	-1.8550	-1.8525	-1.8545				-1.8480	98.4230	-0.2710	-0.0041		
	12	-1.2925	-1.3055	-1.3020	-1.3060					-1.3015	98.9720	-0.2735	-0.0039		
F55B35 55%RH	13	-1.4945	-1.4930	-1.4915	-1.4920					-1.4928	98.7832	-0.2760	-0.0041		0.0001
	14	-1.5315	-1.5485	-1.5495	-1.5510	-1.5420				-1.5445	98.7325	-0.2770	-0.0041		
	15	-1.6500	-1.6605	-1.6570	-1.6595					-1.6568	98.6172	-0.2740	-0.0032		
	16	-1.0910	-1.1075	-1.0950	-1.1055					-1.0998	99.1757	-0.2755	-0.0032		
F55B35 79%RH	17	-1.2140	-1.2275	-1.2265	-1.2290					-1.2243	99.0467	-0.2710	-0.0033		0.0001
	18	-1.4235	-1.4275	-1.4340	-1.4215					-1.4267	98.8473	-0.2740	-0.0033		
	19	-1.8715	-1.8600	-1.8585	-1.8625	-1.8595				-1.8624	98.4091	-0.2715	-0.0033		
	20	-1.4340	-1.4350	-1.4380	-1.4395					-1.4367	98.8413	-0.2780	-0.0032		
F55B35 95%RH	21	-1.1245	-1.1265	-1.1265	-1.2650					-1.1607	99.1108	-0.2715	-0.0029		
	22	-1.4085	-1.3985	-1.4050	-1.4055					-1.4044	98.8741	-0.2785	-0.0028		
	23	-1.1160	-1.1280	-1.1305	-1.1335	-1.1335				-1.1283	99.1502	-0.2785	-0.0030	-0.0028	0.0001
	24	-1.3250	-1.3300	-1.3320	-1.3320					-1.3298	98.9442	-0.2740	-0.0027		
F55B35 95%RH	25	-1.3535	-1.3560	-1.3530	-1.3505					-1.3533	98.9212	-0.2745	-0.0026		
	26	-1.2525	-1.2515	-1.2620	-1.2630					-1.2573	99.0212	-0.2785	-0.0016		
	27	-1.7355	-1.7455	-1.7385	-1.7360	-1.7440				-1.7399	98.5371	-0.2770	-0.0018		
	28	-1.2360	-1.2395	-1.2365	-1.2395					-1.2379	99.0401	-0.2780	-0.0017	-0.0017	0.0001
	29	-1.2545	-1.2680	-1.2655	-1.2630					-1.2628	99.0152	-0.2780	-0.0016		
	30	-1.1945	-1.2010	-1.2000	-1.2030					-1.1997	99.0788	-0.2785	-0.0019		

ตาราง 73 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์เฟสดีผสมถ่านหินร้อยละ 50 ที่ w/b = 0.55 ก่อนการตากแห้ง

Code & RH	No.	Instrument reading								Avg.	Length (mm)	Invar (mm)
		1	2	3	4	5	6	7	8			
F55B50 11%RH	1	-1.6365	-1.6445	-1.6495	-1.6480	-1.6610	-1.6450	-1.6660	-1.6650	-1.6520	99.1455	-0.7975
	2	-1.8030	-1.8170	-1.7990	-1.7990	-1.7930				-1.8022	98.9953	-0.7975
	3	-1.7465	-1.7430	-1.7455	-1.7435					-1.7447	99.0543	-0.7990
	4	-1.7915	-1.8025	-1.8040	-1.8060					-1.8010	99.1015	-0.9025
F55B50 23%RH	5	-1.6895	-1.7100	-1.7110	-1.7140	-1.6975	-1.7155	-1.6905	-1.7190	-1.7059	99.1811	-0.8870
	6	-2.0590	-2.0645	-2.0590	-2.0555					-2.0595	98.8315	-0.8910
	7	-0.9995	-0.9990	-1.0015	-0.9965					-0.9992	99.8908	-0.8900
	8	-1.8675	-1.8750	-1.8760	-1.8800	-1.8800	-1.8715	-1.8710		-1.8745	99.0215	-0.8960
F55B50 40%RH	9	-1.7975	-1.8010	-1.7990	-1.8025					-1.8000	99.0990	-0.8990
	10	-0.8205	-0.8245	-0.8310	-0.8270					-0.8258	100.0732	-0.8990
	11	-1.8235	-1.8160	-1.8250	-1.8205					-1.8213	99.0817	-0.9030
	12	-1.8445	-1.8255	-1.8455	-1.8500	-1.8465	-1.8475			-1.8433	99.1202	-0.9635
F55B50 55%RH	13	-2.0160	-2.0130	-2.0265	-2.017					-2.0182	98.9913	-1.0095
	14	-1.0600	-1.0610	-1.0660	-1.0695					-1.0642	99.9403	-1.0045
	15	-1.8595	-1.8930	-1.8980	-1.8875					-1.8845	99.1235	-1.0080
	16	-1.9965	-2.0115	-2.0130	-2.0120	-2.0130	-2.0150			-2.0102	99.0003	-1.0105
F55B50 79%RH	17	-1.0880	-1.0770	-1.0765	-1.0750					-1.0792	99.9148	-0.9940
	18	-2.0180	-2.0295	-2.0320	-2.0195	-2.0335	-2.0300	-2.0385	-2.0345	-2.0295	98.9695	-0.9990
	19	-1.7830	-1.7900	-1.8065	-1.8080					-1.7969	99.4136	-1.2105
	20	-1.8685	-1.8795	-1.8810	-1.8800	-1.8915	-1.8935			-1.8824	99.0896	-0.9720
F55B50 95%RH	21	-1.9110	-1.9315	-1.9180	-1.9335	-1.9285	-1.9285	-1.9350		-1.9266	99.0929	-1.0195
	22	-1.4345	-1.4330	-1.4360	-1.4445					-1.4370	99.6055	-1.0425
	23	-1.0120	-1.0110	-1.0150	-1.0100					-1.0120	100.0700	-1.0820
	24	-1.9145	-1.9210	-1.9380	-1.9395					-1.9283	99.1432	-1.0715
F55B50 95%RH	25	-0.7575	-0.7645	-0.7680	-0.7685					-0.7647	100.3598	-1.1245
	26	0.1685	0.1590	0.1725	0.1875	0.1790	0.1755	0.1750		0.1739	101.3049	-1.1310
	27	-2.0280	-2.0135	-2.0185	-2.0125					-2.0182	99.1158	-1.1340
	28	-2.2290	-2.2255	-2.2300	-2.2180	-2.1905	-2.2315	-2.2305	-2.2305	-2.2232	98.9048	-1.1280
	29	-2.1445	-2.1315	-2.1445	-2.1355					-2.1390	98.9985	-1.1375
	30	-0.4335	-0.4625	-0.4680	-0.4710	-0.4705	-0.4735			-0.4632	100.6728	-1.1360

ตาราง 74 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์โพสต์ผสมเส้นใยหินร้อยละ 50 ที่ w/b = 0.55 ที่อายุการตากแห้งครบ 7 วัน

Code & RH	No.	Instrument reading								Avg.	Length (mm)	Invar	ε	Avg.	S.D.
		1	2	3	4	5	6	7	8						
F55B50 11%RH	1	-2.3415	-2.3465	-2.3360	-2.3440					-2.3420	98.8070	-1.1490	-0.0034		
	2	-2.4505	-2.4675	-2.4810	-2.4615	-2.4810	-2.4630		-2.4590	-2.4654	98.6841	-1.1495	-0.0031	-0.0032	0.0001
	3	-2.3965	-2.4135	-2.4200	-2.4225	-2.4145	-2.4120			-2.4132	98.7443	-1.1575	-0.0031		
	4	-2.3640	-2.3665	-2.3710	-2.3775					-2.3698	98.7817	-1.1515	-0.0032		
F55B50 23%RH	5	-2.2705	-2.2720	-2.2795	-2.2800					-2.2755	98.8740	-1.1495	-0.0031		
	6	-0.5735	-0.5810	-0.5840	-0.5890					-0.5819	98.5361	0.8820	-0.0030		
	7	0.4235	0.4270	0.4295	0.4275					0.4269	99.5564	0.8705	-0.0033	-0.0032	0.0001
	8	-0.6780	-0.6720	-0.6995	-0.6665	-0.6925	-0.6390	-0.6250	-0.6265	-0.6624	98.4251	0.9125			
F55B50 40%RH	9	-0.2370	-0.2390	-0.2530	-0.2435	-0.2500	-0.2435	-0.2425		-0.2441	99.1194	0.6365			
	10	0.6670	0.6665	0.6535	0.6575					0.6612	99.7537	0.9075	-0.0032		
	11	-1.0925	-1.1070	-1.1095	-1.0950					-1.1010	98.7620	0.1370	-0.0032		
	12	-1.0855	-1.0795	-1.0540	-1.0480	-1.0505	-1.0570			-1.0625	98.7960	0.1415	-0.0033		
F55B50 55%RH	13	-1.2190	-1.2245	-1.2165	-1.2205					-1.2202	98.6993	0.0805	-0.0029	-0.0032	0.0001
	14	-0.2845	-0.2820	-0.2800	-0.2800					-0.2817	99.6203	0.0980	-0.0032		
	15	-1.1045	-1.1055	-1.1035	-1.1010					-1.1037	98.8013	0.0950	-0.0033		
	16	-1.1485	-1.1605	-1.1590	-1.1565	-1.1635	-1.1615			-1.1583	98.7607	0.0810	-0.0024		
F55B50 79%RH	17	-0.2375	-0.2235	-0.2270	-0.2280					-0.2290	99.6890	0.0820	-0.0023	-0.0022	0.0002
	18	-1.1745	-1.1700	-1.1730	-1.1750					-1.1732	98.7498	0.0770	-0.0022		
	19	-0.9525	-0.9520	-0.9680	-0.9525					-0.9563	98.9677	0.0760			
	20	-1.0000	-1.0075	-1.0125	-1.0275	-1.0040	-1.0140			-1.0110	98.9025	0.0865	-0.0019		
F55B50 95%RH	21	-0.9075	-0.9215	-0.9090	-0.9155	-0.9170	-0.9195			-0.9150	99.0015	0.0835	-0.0009		
	22	-0.3495	-0.3950	-0.3955	-0.3975	-0.3995				-0.3874	99.5226	0.0900	-0.0008	-0.0009	0.0001
	23	-0.0520	-0.0430	0.0405	0.0365	0.0340	0.0360	0.0340		0.0123	99.9338	0.0785			
	24	-0.8620	-0.8710	-0.8705	-0.8725					-0.8690	99.0445	0.0865	-0.0010		
F55B50 95%RH	25	0.3285	0.3395	0.3260	0.3255					0.3299	100.2549	0.0750	-0.0010		
	26	1.3680	1.3510	1.3515	1.3490	1.3530	1.3620	1.3550	1.3500	1.3550	101.2790	0.0760	-0.0003	-0.0004	0.0001
	27	-0.8070	-0.8520	-0.8305	-0.8600	-0.8420	-0.8445	-0.8495	-0.8545	-0.8425	99.0785	0.0790	-0.0005	-0.0003	
	28	-1.0570	-1.0620	-1.0640	-1.0620					-1.0613	98.8557	0.0830	-0.0002		
	29	-0.9540	-0.9565	-0.9530	-0.9565					-0.9550	98.9775	0.0675	-0.0002		
	30	0.7320	0.7245	0.7255	0.7205					0.7257	100.6467	0.0790	-0.0003		

ตาราง 75 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์โพสต์ผสมเถ้าถ่านหินร้อยละ 50 ที่ w/b = 0.55 ที่อายุการตากแห้งครบ 14 วัน

Code & RH	No.	Instrument reading								Avg.	Length (mm)	Invar	ε	Avg.	S.D.
		1	2	3	4	5	6	7	8						
F55B50 11%RH	1	-1.7345	-1.7450	-1.7460	-1.7465					-1.7430	98.7790	-0.5220	-0.0037		
	2	-1.8610	-1.8645	-1.8655	-1.8685					-1.8649	98.6521	-0.5170	-0.0035	-0.0034	0.0002
	3	-1.7705	-1.7855	-1.7875	-1.7875					-1.7828	98.7342	-0.5170	-0.0032		
	4	-1.7635	-1.7765	-1.7775	-1.7635					-1.7703	98.7557	-0.5260	-0.0035		
F55B50 23%RH	5	-1.6650	-1.6620	-1.6625	-1.6555					-1.6613	98.8617	-0.5230	-0.0032		
	6	-2.0165	-2.0245	-2.0200	-2.0155					-2.0192	98.4953	-0.5145	-0.0034		
	7	-0.9105	-0.9255	-0.9285	-0.9260					-0.9227	99.5963	-0.5190	-0.0029		
	8	-1.8085	-1.8305	-1.8275	-1.8220	-1.8275				-1.8232	98.6848	-0.5080	-0.0034		0.0002
F55B50 40%RH	9	-1.6905	-1.7080	-1.6940	-1.7040					-1.6992	98.8183	-0.5175	-0.0028		
	10	-0.7595	-0.7710	-0.7780	-0.7705	-0.7745				-0.7707	99.7398	-0.5105	-0.0033		
	11	-1.7635	-1.7665	-1.7655	-1.7775					-1.7683	98.7537	-0.5220	-0.0033		
	12	-1.7470	-1.7465	-1.7470	-1.7355					-1.7440	98.7630	-0.5070	-0.0036		
F55B50 55%RH	13	-1.8620	-1.8640	-1.8725	-1.8740					-1.8682	98.6368	-0.5050	-0.0036	-0.0035	0.0001
	14	-0.9070	-0.9280	-0.9245	-0.9215	-0.9210				-0.9204	99.5931	-0.5135	-0.0035		
	15	-1.7905	-1.7880	-1.7920	-1.7955					-1.7915	98.7225	-0.5140	-0.0037		
	16	-1.8155	-1.8070	-1.8060	-1.8070					-1.8089	98.7091	-0.5180	-0.0029		
F55B50 79%RH	17	-0.8760	-0.8990	-0.8955	-0.8995	-0.9090				-0.8958	99.6177	-0.5135	-0.0030		
	18	-1.7905	-1.7945	-1.7905	-1.7895					-1.7913	98.7152	-0.5065	-0.0026	-0.0027	0.0002
	19	-1.6065	-1.6170	-1.6175	-1.6135					-1.6137	98.8903	-0.5040			
	20	-1.6720	-1.6620	-1.6760	-1.6660					-1.6690	98.8475	-0.5165	-0.0024		
F55B50 95%RH	21	-1.5460	-1.5585	-1.5430	-1.5450					-1.5482	98.9643	-0.5125			
	22	-0.9895	-0.9915	-0.9980	-0.9980					-0.9943	99.5157	-0.5100			
	23	-0.6230	-0.6305	-0.6300	-0.6315					-0.6288	99.8687	-0.4975	-0.0020	-0.0017	0.0002
	24	-1.5120	-1.5250	-1.5175	-1.5130					-1.5169	98.9996	-0.5165	-0.0014		
F55B50 95%RH	25	-0.3245	-0.3210	-0.3280	-0.3225					-0.3240	100.1850	-0.5090	-0.0017		
	26	0.7420	0.7465	0.7405	0.7400					0.7423	101.2368	-0.4945	-0.0007		
	27	-1.4530	-1.4440	-1.4465	-1.4505					-1.4485	99.0605	-0.5090	-0.0006		
	28	-1.6415	-1.6530	-1.6570	-1.6595					-1.6528	98.8477	-0.5005	-0.0006		
	29	-1.5385	-1.5655	-1.5530	-1.5445	-1.4850				-1.5389	98.9656	-0.5045	-0.0003	-0.0005	0.0001
	30	0.1315	0.1135	0.1005	0.0970	0.0980	-1.5465	0.1025		0.1072	100.6132	-0.5060	-0.0006		

ตาราง 76 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์โพสต์ผสมเถ้าถ่านหินร้อยละ 50 ที่ w/b = 0.55 ที่อายุการตากแห้งครบ 28 วัน

Code & RH	No.	Instrument reading								Avg.	Length (mm)	Invar	ε	Avg.	S.D.
		1	2	3	4	5	6	7	8						
F55B50 11%RH	1	-1.7920	-1.8090	-1.8010	-1.8000					-1.8005	98.7625	-0.5630	-0.0039		
	2	-1.8750	-1.8930	-1.8840	-1.8995	-1.8975				-1.8898	98.6517	-0.5415	-0.0035	-0.0034	0.0002
	3	-1.8155	-1.8200	-1.8145	-1.8190					-1.8173	98.7297	-0.5470	-0.0033		
	4	-1.7605	-1.7630	-1.7390	-1.7550	-1.7640				-1.7563	98.7807	-0.5370	-0.0032		
F55B50 23%RH	5	-1.6770	-1.6830	-1.6835	-1.6785					-1.6805	98.8550	-0.5355	-0.0033		
	6	-2.0640	-2.0680	-2.0590	-2.0645					-2.0639	98.4821	-0.5460	-0.0035		
	7	-0.9745	-0.9740	-0.9720	-0.9755					-0.9740	99.5730	-0.5470	-0.0032		
	8	-1.8575	-1.8735	-1.8690	-1.8690	-1.8720				-1.8682	98.6773	-0.5455	-0.0035	-0.0033	0.0002
F55B50 40%RH	9	-1.7310	-1.7475	-1.7305	-1.7360					-1.7363	98.8137	-0.5500	-0.0029		
	10	-0.8025	-0.8055	-0.8065	-0.8090					-0.8059	99.7386	-0.5445	-0.0033		
	11	-1.8250	-1.8090	-1.8100	-1.8140	-1.8115				-1.8139	98.7276	-0.5415	-0.0036		
	12	-1.7880	-1.7770	-1.7780	-1.7835					-1.7817	98.7628	-0.5445	-0.0036		
F55B50 55%RH	13	-1.9055	-1.9120	-1.9155	-1.9110					-1.9110	98.6345	-0.5455	-0.0036	-0.0036	0.0000
	14	-0.9625	-0.9655	-0.9695	-0.9700					-0.9669	99.5776	-0.5445	-0.0036		
	15	-1.8305	-1.8290	-1.8135	-1.8265	-1.8365				-1.8272	98.7158	-0.5430	-0.0039		
	16	-1.8560	-1.8490	-1.8470	-1.8440					-1.8490	98.6925	-0.5415	-0.0031		
F55B50 79%RH	17	-0.9495	-0.9585	-0.9560	-0.9560					-0.9550	99.5915	-0.5465	-0.0032	-0.0030	0.0002
	18	-1.8500	-1.8505	-1.8490	-1.8525					-1.8505	98.6965	-0.5470	-0.0028		
	19	-1.6580	-1.6515	-1.6585	-1.6560					-1.6560	98.8850	-0.5410			
	20	-1.7190	-1.7305	-1.7265	-1.7170	-1.7375	-1.7270			-1.7263	98.8192	-0.5455	-0.0027		
F55B50 95%RH	21	-1.5920	-1.6035	-1.5995	-1.5875	-1.5905				-1.5946	98.9494	-0.5440	-0.0014		
	22	-1.0470	-1.0545	-1.0595	-1.0430					-1.0510	99.4945	-0.5455		-0.0018	0.0002
	23	-0.6830	-0.6875	-0.6855	-0.6865					-0.6857	99.8573	-0.5430	-0.0021		
	24	-1.5620	-1.5775	-1.5740	-1.5705					-1.5710	98.9750	-0.5460	-0.0017		
F55B50 95%RH	25	-0.3735	-0.3655	-0.3685	-0.3535	-0.3700				-0.3662	100.1728	-0.5390	-0.0019		
	26	0.7105	0.7075	0.7070	0.7050					0.7075	101.2430	-0.5355	-0.0006		
	27	-1.4995	-1.4925	-1.4970	-1.4970					-1.4965	99.0480	-0.5445	-0.0007		
	28	-1.6875	-1.6840	-1.6835	-1.6860					-1.6853	98.8472	-0.5325	-0.0006	-0.0006	0.0001
	29	-1.5870	-1.5930	-1.5930	-1.5840					-1.5893	98.9562	-0.5455	-0.0004		
	30	0.0745	0.0705	0.0675	0.0700					0.0707	100.6112	-0.5405	-0.0006		

ตาราง 77 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์โพสท์ผสมเถ้าถ่านหินร้อยละ 50 ที่ w/b = 0.55 ที่อายุการตากแห้งครบ 56 วัน

Code & RH	No.	Instrument reading								Avg.	Length (mm)	Invar	ε	Avg.	S.D.
		1	2	3	4	5	6	7	8						
F55B50 11%RH	1	-1.7710	-1.7655	-1.7725	-1.7805	-1.7800				-1.7739	98.7266	-0.5005	-0.0042		
	2	-1.8660	-1.8865	-1.8925	-1.8690	-1.8895				-1.8812	98.6473	-0.5285	-0.0035	-0.0037	0.0003
	3	-1.7840	-1.7865	-1.7950	-1.8100	-1.8925	-1.8835			-1.8136	98.7054	-0.5190	-0.0035		
	4	-1.7605	-1.7780	-1.7625	-1.7655					-1.7667	98.7678	-0.5345	-0.0034		
F55B50 23%RH	5	-1.6715	-1.6705	-1.6715	-1.6685					-1.6705	98.8390	-0.5095			
	6	-2.0475	-2.0460	-2.0465	-2.0445					-2.0462	98.4773	-0.5235	-0.0036		
	7	-0.9330	-0.9415	-0.9485	-0.9460					-0.9423	99.5662	-0.5085	-0.0032		
	8	-1.8800	-1.8820	-1.8785	-1.8780					-1.8797	98.6518	-0.5315	-0.0037	-0.0034	0.0003
F55B50 40%RH	9	-1.7275	-1.7335	-1.7310	-1.7135	-1.7310				-1.7273	98.8082	-0.5355	-0.0029		
	10	-0.7785	-0.7860	-0.7960	-0.7930	-0.7810				-0.7869	99.7376	-0.5245	-0.0034		
	11	-1.8040	-1.8000	-1.8160	-1.8060					-1.8065	98.7040	-0.5105	-0.0038		
	12	-1.7705	-1.7760	-1.7690	-1.7880	-1.7795				-1.7766	98.7504	-0.5270	-0.0037		
F55B50 55%RH	13	-1.8960	-1.9040	-1.9015	-1.9015					-1.9008	98.6317	-0.5325	-0.0036	-0.0037	0.0001
	14	-0.9450	-0.9589	-0.9770	-0.9765	-0.9840	-0.9835			-0.9709	99.5661	-0.5370	-0.0037		
	15	-1.8335	-1.8225	-1.8265	-1.8360					-1.8297	98.7093	-0.5390	-0.0042		
	16	-1.8560	-1.8730	-1.8875	-1.8835	-1.8715				-1.8743	98.6627	-0.5370	-0.0034		
F55B50 79%RH	17	-0.9315	-0.9335	-0.9215	-0.9265					-0.9283	99.5887	-0.5170	-0.0033		
	18	-1.8335	-1.8345	-1.8330	-1.8385					-1.8349	98.6961	-0.5310	-0.0028	-0.0031	0.0002
	19	-1.6545	-1.6545	-1.6475	-1.6545					-1.6528	98.8837	-0.5365			
	20	-1.7390	-1.7285	-1.7360	-1.7520	-1.7635	-1.7610	-1.7460	-1.7620	-1.7485	98.7880	-0.5365	-0.0030		
F55B50 95%RH	21	-1.6080	-1.5925	-1.5960	-1.5935					-1.5975	98.9185	-0.5160	-0.0018		
	22	-1.0355	-1.0425	-1.0490	-1.0350					-1.0405	99.4800	-0.5205			
	23	-0.6530	-0.6560	-0.6555	-0.6570					-0.6554	99.8406	-0.4960	-0.0023	-0.0020	0.0002
	24	-1.5580	-1.5610	-1.5560	-1.5680					-1.5608	98.9557	-0.5165	-0.0019		
F55B50 95%RH	25	-0.3260	-0.3395	-0.3420	-0.3410	-0.3400				-0.3377	100.1718	-0.5095	-0.0019		
	26	0.7260	0.7275	0.7255	0.7270					0.7265	101.2345	-0.5080	-0.0007		
	27	-1.4590	-1.4855	-1.4700	-1.4795	-1.4860				-1.4760	99.0480	-0.5240	-0.0007		
	28	-1.6655	-1.6635	-1.6690	-1.6705					-1.6672	98.8403	-0.5075	-0.0007	-0.0006	0.0001
	29	-1.5705	-1.5660	-1.5650	-1.5630					-1.5662	98.9468	-0.5130	-0.0005		
	30	0.0745	0.0825	0.0820	0.0815					0.0802	100.6102	-0.5300	-0.0006		

ตาราง 78 ผลการทดสอบการหดตัวแห้งของตัวอย่างซีเมนต์โพสต์ผสมเถ้าถ่านหินร้อยละ 50 ที่ w/b = 0.55 หลังจากนำมาตากแห้งที่ความชื้นสัมพัทธ์เดิม

Code & RH	No.	Instrument reading								Avg.	Length (mm)	Invar	ε	Avg.	S.D.
		1	2	3	4	5	6	7	8						
F55B50 11%RH	1	-1.5640	-1.5745	-1.5760	-1.5695					-1.5710	98.6990	-0.2700			
	2	-1.6760	-1.6805	-1.6820	-1.6855					-1.6810	98.5895	-0.2705		-0.0037	0.0000
	3	-1.5880	-1.5925	-1.5955	-1.5975					-1.5934	98.6841	-0.2775	-0.0037		
	4	-1.5370	-1.5460	-1.5370	-1.5090	-1.5470				-1.5352	98.7393	-0.2745	-0.0037		
F55B50 23%RH	5	-1.4700	-1.4675	-1.4675	-1.4645					-1.4674	98.8071	-0.2745	-0.0038		
	6	-1.8075	-1.7935	-1.7985	-1.7985	-1.7935				-1.7983	98.4737	-0.2720	-0.0036		
	7	-0.6945	-0.6990	-0.6990	-0.7010					-0.6984	99.5766	-0.2750	-0.0031	-0.0034	0.0003
	8	-1.6290	-1.6355	-1.6025	-1.6245	-1.6245				-1.6232	98.6498	-0.2730	-0.0038		
F55B50 40%RH	9	-1.4675	-1.4790	-1.4785	-1.4715					-1.4742	98.7998	-0.2740	-0.0030		
	10	-0.5435	-0.5430	-0.5445	-0.5520					-0.5458	99.7297	-0.2755	-0.0034		
	11	-1.4860	-1.4965	-1.4955	-1.4990					-1.4943	98.7792	-0.2735	-0.0031		
	12	-1.5640	-1.5630	-1.5640	-1.5630	-1.5685				-1.5635	98.7120	-0.2755	-0.0041		
F55B50 55%RH	13	-1.6870	-1.6940	-1.7045	-1.6935					-1.6955	98.5785	-0.2740	-0.0036		0.0004
	14	-0.7125	-0.7060	-0.7100	-0.7155					-0.7110	99.5665	-0.2775	-0.0037		
	15	-1.6005	-1.5950	-1.5805	-1.6075	-1.5955				-1.5958	98.6777	-0.2735			
	16	-1.6710	-1.6770	-1.6675	-1.6685					-1.6710	98.6060	-0.2770			
F55B50 79%RH	17	-0.6975	-0.7040	-0.7090	-0.6955					-0.7015	99.5725	-0.2740	-0.0034	-0.0033	0.0001
	18	-1.6100	-1.6110	-1.6040	-1.6120					-1.6093	98.6627	-0.2720	-0.0031		
	19	-1.4215	-1.4350	-1.4390	-1.4395					-1.4338	98.8392	-0.2730			
	20	-1.5285	-1.5145	-1.5105	-1.5185					-1.5180	98.7580	-0.2760	-0.0033		
F55B50 95%RH	21	-1.4465	-1.4460	-1.4435	-1.4460					-1.4455	98.8265	-0.2720	-0.0027		
	22	-0.8990	-0.9035	-0.9060	-0.9040					-0.9032	99.3723	-0.2755	-0.0023	-0.0025	0.0001
	23	-0.4765	-0.4660	-0.4620	-0.4725					-0.4693	99.8032	-0.2725	-0.0027		
	24	-1.4205	-1.4130	-1.4170	-1.4225					-1.4183	98.8557	-0.2740			
F55B50 95%RH	25	-0.1675	-0.1625	-0.1640	-0.1730					-0.1668	100.1107	-0.2775	-0.0025		
	26	0.8830	0.8780	0.8850	0.8785					0.8812	101.1567	-0.2755	-0.0015		
	27	-1.3040	-1.3305	-1.3395	-1.3265	-1.3380				-1.3277	98.9493	-0.2770	-0.0017		
	28	-1.5450	-1.5450	-1.5375	-1.5465					-1.5435	98.7285	-0.2720	-0.0018	-0.0017	0.0001
	29	-1.4325	-1.4330	-1.4285	-1.4335					-1.4319	98.8421	-0.2740	-0.0016		
	30	0.2285	0.2290	0.2230	0.2195					0.2250	100.4970	-0.2720	-0.0017		

ภาคผนวก ข ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของซีเมนต์เพสต์

ตาราง 79 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ไม่ผสมเถ้าถ่านหิน
ที่ w/b = 0.35 ก่อนการตากแห้ง

Code & RH	No.	Mass (g)	Avg.
N35 11%RH	1	9.0348	8.7561
	2	8.9581	
	3	8.4463	
	4	8.7320	
	5	8.6093	
N35 23%RH	6	8.3260	8.6716
	7	8.0307	
	8	9.0319	
	9	9.1795	
	10	8.7898	
N35 40%RH	11	8.7496	8.9972
	12	8.3766	
	13	8.9895	
	14	9.6119	
	15	9.2585	
N35 55%RH	16	8.4743	8.4108
	17	8.9644	
	18	7.8510	
	19	8.5800	
	20	8.1844	
N35 79%RH	21	8.5724	8.7191
	22	8.7840	
	23	9.1542	
	24	8.3133	
	25	8.7715	
N35 95%RH	26	8.3508	8.7658
	27	8.8530	
	28	8.7430	
	29	8.8934	
	30	8.9888	

ตาราง 80 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ไม่ผสมเถ้าถ่านหิน
ที่ w/b = 0.35 ที่อายุการตากแห้งครบ 7 วัน

Code & RH	No.	Mass (g)	Mass change	Avg.	S.D.
N35 11%RH	1	8.3426			
	2	8.2131	-0.0832		
	3	7.7425	-0.0833	-0.0840	0.0011
	4	7.9656			
	5	7.8723	-0.0856		
N35 23%RH	6	7.7601	-0.0680		
	7	7.4702	-0.0698		
	8	8.3487		-0.0696	0.0010
	9	8.5298	-0.0708		
	10	8.1755	-0.0699		
N35 40%RH	11	8.3384	-0.0470		
	12	7.9727	-0.0482		
	13	8.5598	-0.0478	-0.0477	0.0005
	14	9.1327			
	15	8.7912			
N35 55%RH	16	8.2099	-0.0312		
	17	8.7296			
	18	7.6010	-0.0318	-0.0311	0.0005
	19	8.3125	-0.0312		
	20	7.9362	-0.0303		
N35 79%RH	21	8.4705			
	22	8.7300			
	23	9.0783	-0.0083	-0.0088	0.0004
	24	8.2404	-0.0088		
	25	8.6897	-0.0093		
N35 95%RH	26	8.3135			
	27	8.8233	-0.0034		
	28	8.6926		-0.0034	0.0001
	29	8.8614	-0.0036		
	30	8.9592	-0.0033		

ตาราง 81 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ไม่ผสมเถ้าถ่านหิน
ที่ w/b = 0.35 ที่อายุการตากแห้งครบ 14 วัน

Code & RH	No.	Mass (g)	Mass change	Avg.	S.D.
N35 11%RH	1	8.2757			
	2	8.1477	-0.0905		
	3	7.6817	-0.0905	-0.0914	0.0013
	4	7.9025			
	5	7.8068	-0.0932		
N35 23%RH	6	7.6752	-0.0782		
	7	7.3952	-0.0791		
	8	8.2734		-0.0791	0.0006
	9	8.4479	-0.0797		
	10	8.0903	-0.0796		
N35 40%RH	11	8.2888	-0.0527		
	12	7.9262	-0.0538		
	13	8.5108	-0.0533	-0.0532	0.0005
	14	9.0775			
	15	8.7403			
N35 55%RH	16	8.1788	-0.0349		
	17	8.7007			
	18	7.5742	-0.0353	-0.0346	0.0006
	19	8.2830	-0.0346		
	20	7.9098	-0.0336		
N35 79%RH	21	8.4638			
	22	8.7249			
	23	9.0729	-0.0089	-0.0094	0.0005
	24	8.2350	-0.0094		
	25	8.6834	-0.0100		
N35 95%RH	26	8.3100			
	27	8.8212	-0.0036		
	28	8.6902		-0.0037	0.0001
	29	8.8591	-0.0039		
	30	8.9567	-0.0036		

ตาราง 82 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ไม่ผสมเถ้าถ่านหิน
ที่ w/b = 0.35 ที่อายุการตากแห้งครบ 28 วัน

Code & RH	No.	Mass (g)	Mass change	Avg.	S.D.
N35 11%RH	1	8.2399			
	2	8.1151	-0.0941		
	3	7.6498	-0.0943	-0.0952	0.0013
	4	7.8708			
	5	7.7738	-0.0970		
N35 23%RH	6	7.6437			
	7	7.3641	-0.0830		
	8	8.2407		-0.0834	0.0003
	9	8.4129	-0.0835		
	10	8.0543	-0.0837		
N35 40%RH	11	8.2488	-0.0572		
	12	7.8882	-0.0583		
	13	8.4715	-0.0576	-0.0577	0.0004
	14	9.0313			
	15	8.6976			
N35 55%RH	16	8.1512	-0.0381		
	17	8.6760			
	18	7.5505	-0.0383	-0.0380	0.0002
	19	8.2565	-0.0377		
	20	7.8855			
N35 79%RH	21	8.4606	-0.0130		
	22	8.7225	-0.0070		
	23	9.0707	-0.0091	-0.0099	0.0020
	24	8.2330	-0.0097		
	25	8.6789	-0.0106		
N35 95%RH	26	8.3099			
	27	8.8190	-0.0038		
	28	8.6900		-0.0039	0.0002
	29	8.8569	-0.0041		
	30	8.9554	-0.0037		

ตาราง 83 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ไม่ผสมเถ้าถ่านหิน
ที่ w/b = 0.35 ที่อายุการตากแห้งครบ 56 วัน

Code & RH	No.	Mass (g)	Mass change	Avg.	S.D.
N35 11%RH	1	8.2165			
	2	8.0929	-0.0966		
	3	7.6301	-0.0966	-0.0976	0.0014
	4	7.8503			
	5	7.7528	-0.0995		
N35 23%RH	6	7.6023	-0.0869		
	7	7.3261	-0.0877		
	8	8.2022		-0.0878	0.0006
	9	8.3728	-0.0879		
	10	8.0103	-0.0887		
N35 40%RH	11	8.2029	-0.0625		
	12	7.8448	-0.0635		
	13	8.4269	-0.0626	-0.0629	0.0005
	14	8.9785			
	15	8.6490			
N35 55%RH	16	8.1191	-0.0419		
	17	8.6470			
	18	7.5234	-0.0417	-0.0416	0.0003
	19	8.2259	-0.0413		
	20	7.4589			
N35 79%RH	21	8.4566			
	22	8.7192			
	23	9.0673	-0.0095	-0.0102	0.0007
	24	8.2305	-0.0100		
	25	8.6733	-0.0112		
N35 95%RH	26	8.3092			
	27	8.8185	-0.0039		
	28	8.6884		-0.0039	0.0002
	29	8.8560	-0.0042		
	30	8.9552	-0.0037		

ตาราง 84 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ไม่ผสมเถ้าถ่านหิน
ที่ w/b = 0.35 หลังจากตากแห้งที่ 11%RH และนำมาตากแห้งที่ความชื้นสัมพัทธ์
เดิม

Code & RH	No.	Mass (g)	Mass change	Avg.	S.D.
N35 11%RH	1	8.2014			
	2	8.0803	-0.0980	-0.0999	0.0019
	3	7.6173	-0.0981		
	4	7.8370	-0.1025		
	5	7.7398	-0.1010		
N35 23%RH	6	7.5571	-0.0923	-0.0934	0.0008
	7	7.2825	-0.0932		
	8	8.1568			
	9	8.3218	-0.0934		
	10	7.9575	-0.0947		
N35 40%RH	11	7.9902	-0.0868	-0.0866	0.0007
	12	7.6451	-0.0873		
	13	8.2193	-0.0857		
	14	8.7522			
	15	8.4319			
N35 55%RH	16	7.8267	-0.0764	-0.0761	0.0003
	17	8.3385			
	18	7.2518	-0.0763		
	19	7.9306	-0.0757		
	20	7.5826			
N35 79%RH	21	8.1943	-0.0441	-0.0440	0.0009
	22	8.4084	-0.0428		
	23	8.7916			
	24	7.9783			
	25	8.3769	-0.0450		
N35 95%RH	26	8.2706	-0.0096	-0.0092	0.0005
	27	8.7740	-0.0089		
	28	8.6433			
	29	8.8171	-0.0086		
	30	8.9016	-0.0097		

ตาราง 85 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหินร้อยละ 20
ที่ $w/b = 0.35$ ก่อนการตากแห้ง

Code & RH	No.	Mass (g)	Avg.
F35B20 11%RH	1	8.2266	8.2342
	2	8.0341	
	3	8.2302	
	4	8.1494	
	5	8.5309	
F35B20 23%RH	6	8.4000	8.3023
	7	8.4929	
	8	8.1633	
	9	8.2643	
	10	8.1909	
F35B20 40%RH	11	8.0522	8.2088
	12	8.0469	
	13	8.3464	
	14	8.4863	
	15	8.1120	
F35B20 55%RH	16	8.0758	8.2152
	17	8.0981	
	18	8.3512	
	19	8.3347	
	20	8.2161	
F35B20 79%RH	21	7.9344	8.1592
	22	8.2415	
	23	8.3143	
	24	8.0595	
	25	8.2462	
F35B20 95%RH	26	8.3027	8.2956
	27	8.2269	
	28	8.5335	
	29	8.3973	
	30	8.0176	

ตาราง 86 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหินร้อยละ 20
ที่ w/b = 0.35 ที่อายุการตากแห้งครบ 7 วัน

Code & RH	No.	Mass (g)	Mass change	Avg.	S.D.
F35B20	1	7.5072			
11%RH	2	7.2665	-0.0955	-0.0933	0.0014
	3	7.4672	-0.0927		
	4	7.4025	-0.0917		
	5	7.7341	-0.0934		
F35B20	6	7.7459			
23%RH	7	7.8528	-0.0754	-0.0759	0.0006
	8	7.5714			
	9	7.6306	-0.0767		
	10	7.5711	-0.0757		
F35B20	11	7.6310	-0.0523		
40%RH	12	7.6434		-0.0519	0.0006
	13	7.9340			
	14	8.0425	-0.0523		
	15	7.6983	-0.0510		
F35B20	16	7.8157	-0.0322		
55%RH	17	7.8191	-0.0345	-0.0332	0.0009
	18	8.0936			
	19	8.0686			
	20	7.9466	-0.0328		
F35B20	21	7.8307	-0.0131		
79%RH	22	8.1351	-0.0129	-0.0134	0.0005
	23	8.2474			
	24	7.9456	-0.0141		
	25	8.1345	-0.0135		
F35B20	26	8.2595	-0.0052		
95%RH	27	8.1853	-0.0051		
	28	8.5068		-0.0049	0.0003
	29	8.3741			
	30	7.9818	-0.0045		

ตาราง 87 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหินร้อยละ 20
ที่ w/b = 0.35 ที่อายุการตากแห้งครบ 14 วัน

Code & RH	No.	Mass (g)	Mass change	Avg.	S.D.
F35B20	1	7.4299			
11%RH	2	7.2034	-0.1034	-0.1020	0.0010
	3	7.3942	-0.1016		
	4	7.3301	-0.1005		
	5	7.6579	-0.1023		
F35B20	6	7.6500	-0.0893	-0.0877	0.0010
23%RH	7	7.7558	-0.0868		
	8	7.4775	-0.0880		
	9	7.5373	-0.0868		
F35B20	10	7.4797	-0.0564	-0.0560	0.0007
40%RH	11	7.5983	-0.0566		
	12	7.6145	-0.0551		
	13	7.9030	-0.0349		
F35B20	14	8.0057	-0.0353	-0.0353	0.0004
55%RH	15	7.6650	-0.0351		
	16	7.7943	-0.0358		
	17	7.7981	-0.0136		
F35B20	18	8.0688	-0.0142	-0.0142	0.0005
79%RH	19	8.0422	-0.0148		
	20	7.9219	-0.0142		
	21	8.1292	-0.0056		
F35B20	22	8.2439	-0.0054	-0.0053	0.0003
95%RH	23	7.9406	-0.0048		
	24	8.1291			
	25	8.2565			
F35B20	26	8.1821		-0.0053	0.0003
95%RH	27	8.5025			
	28	8.3725			
	29	7.9793			
	30				

ตาราง 88 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหินร้อยละ 20
ที่ w/b = 0.35 ที่อายุการตากแห้งครบ 28 วัน

Code & RH	No.	Mass (g)	Mass change	Avg.	S.D.
F35B20	1	7.3894			
11%RH	2	7.1689	-0.1077		
	3	7.3560	-0.1062	-0.1066	0.0009
	4	7.2912	-0.1053		
	5	7.6167	-0.1072		
F35B20	6	7.6062			
23%RH	7	7.7043	-0.0929		
	8	7.4293		-0.0928	0.0005
	9	7.4925	-0.0934		
	10	7.4369	-0.0921		
F35B20	11	7.5682	-0.0601		
40%RH	12	7.5881			
	13	7.8746		-0.0599	0.0007
	14	7.9720	-0.0606		
	15	7.6343	-0.0589		
F35B20	16	7.7780	-0.0369		
55%RH	17	7.7847			
	18	8.0530		-0.0371	0.0003
	19	8.0263	-0.0370		
	20	7.9081	-0.0375		
F35B20	21				
79%RH	22	8.1259	-0.0140		
	23	8.2419		-0.0145	0.0004
	24	7.9382	-0.0151		
	25	8.1265	-0.0145		
F35B20	26	8.2559	-0.0056		
95%RH	27	8.1806	-0.0056		
	28	8.5025		-0.0053	0.0004
	29	8.3724			
	30	7.9793	-0.0048		

ตาราง 89 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหิน ร้อยละ 20
ที่ $w/b = 0.35$ ที่อายุการตากแห้งครบ 56 วัน

Code & RH	No.	Mass (g)	Mass change	Avg.	S.D.
F35B20	1	7.3640			
11%RH	2	7.1454	-0.1106		
	3	7.3303	-0.1093	-0.1101	0.0005
	4	7.2661			
	5	7.5902	-0.1103		
F35B20	6	7.5573			
23%RH	7	7.6531	-0.0989		
	8	7.3807		-0.0987	0.0006
	9	7.4438	-0.0993		
	10	7.3893	-0.0979		
F35B20	11	7.5347	-0.0643		
40%RH	12	7.5596			
	13	7.8430		-0.0642	0.0007
	14	7.9348	-0.0650		
	15	7.5990	-0.0632		
F35B20	16	7.7569	-0.0395		
55%RH	17	7.7664			
	18	8.0312		-0.0397	0.0002
	19	8.0032	-0.0398		
	20	7.8884	-0.0399		
F35B20	21				
79%RH	22	8.1217	-0.0145		
	23	8.2385		-0.0149	0.0004
	24	7.9350	-0.0154		
	25	8.1240	-0.0148		
F35B20	26	8.2539	-0.0059		
95%RH	27	8.1789	-0.0058		
	28	8.5016		-0.0056	0.0004
	29	8.3719			
	30	7.9774	-0.0050		

ตาราง 90 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหิน ร้อยละ 20
ที่ w/b = 0.35 หลังจากตากแห้งที่ 11%RH และนำมาตากแห้งที่ความชื้นสัมพัทธ์
เดิม

Code & RH	No.	Mass (g)	Mass change	Avg.	S.D.
F35B20 11%RH	1	7.3495			
	2	7.1312	-0.1124		
	3	7.3183	-0.1108	-0.1113	0.0009
	4	7.2533	-0.1100		
	5	7.5766	-0.1119		
F35B20 23%RH	6	7.5094			
	7	7.6082	-0.1042		
	8	7.3340		-0.1044	0.0006
	9	7.3948	-0.1052		
	10	7.3409	-0.1038		
F35B20 40%RH	11	7.2876	-0.0950		
	12	7.3185		-0.0953	0.0007
	13	7.5903			
	14	7.6696	-0.0962		
	15	7.3446	-0.0946		
F35B20 55%RH	16	7.4167	-0.0816		
	17	7.4392	-0.0814		
	18	7.6705	-0.0815	-0.0819	0.0005
	19	7.6447	-0.0828		
	20	7.5403	-0.0823		
F35B20 79%RH	21				
	22	7.7683	-0.0574		
	23	7.9078		-0.0562	0.0011
	24	7.6053	-0.0564		
	25	7.7949	-0.0547		
F35B20 95%RH	26	8.1518	-0.0182		
	27	8.0855	-0.0172		
	28	8.3863	-0.0172	-0.0174	0.0004
	29	8.2848			
	30	7.8805	-0.0171		

ตาราง 91 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหิน ร้อยละ 35
ที่ $w/b = 0.35$ ก่อนการตากแห้ง

Code & RH	No.	Mass (g)	Avg.
F35B35 11%RH	1	7.9338	8.0479
	2	8.2687	
	3	7.9865	
	4	7.8556	
	5	8.1948	
F35B35 23%RH	6	7.8383	8.0726
	7	8.4624	
	8	8.0875	
	9	8.0479	
	10	7.9270	
F35B35 40%RH	11	7.9796	7.9900
	12	8.1862	
	13	7.8914	
	14	8.0142	
	15	7.8785	
F35B35 55%RH	16	8.2910	8.1206
	17	8.3520	
	18	8.0893	
	19	8.0796	
	20	7.7912	
F35B35 79%RH	21	7.8251	7.9178
	22	8.1028	
	23	7.9496	
	24	7.6900	
	25	8.0215	
F35B35 95%RH	26	7.6100	7.9467
	27	7.8614	
	28	7.8432	
	29	7.9518	
	30	8.4669	

ตาราง 92 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหิน ร้อยละ 35
ที่ w/b = 0.35 ที่อายุการตากแห้งครบ 7 วัน

Code & RH	No.	Mass (g)	Mass change	Avg.	S.D.
F35B35 11%RH	1	7.0751	-0.1082		
	2	7.4219			
	3	7.1190	-0.1086	-0.1069	0.0015
	4	7.0286	-0.1053		
	5	7.3305	-0.1055		
F35B35 23%RH	6	7.2156	-0.0794		
	7	7.7966	-0.0787		
	8	7.4957		-0.0785	0.0008
	9	7.4250	-0.0774		
	10	7.2816			
F35B35 40%RH	11	7.4936	-0.0609		
	12	7.6998	-0.0594		
	13	7.4546		-0.0602	0.0006
	14	7.5314	-0.0602		
	15	7.3845			
F35B35 55%RH	16	7.9801			
	17	8.0001	-0.0421		
	18	7.7473	-0.0423	-0.0430	0.0008
	19	7.7243	-0.0440		
	20	7.4515	-0.0436		
F35B35 79%RH	21	7.7281			
	22	7.9769	-0.0155		
	23	7.8356	-0.0143	-0.0146	0.0007
	24	7.5912			
	25	7.9109	-0.0138		
F35B35 95%RH	26	7.5826			
	27	7.8247	-0.0047		
	28	7.8031	-0.0051	-0.0050	0.0003
	29	7.9099	-0.0053		
	30	8.4328	-0.1082		

ตาราง 93 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหิน ร้อยละ 35
ที่ w/b = 0.35 ที่อายุการตากแห้งครบ 14 วัน

Code & RH	No.	Mass (g)	Mass change	Avg.	S.D.
F35B35 11%RH	1	6.9900	-0.1190		
	2	7.3102			
	3	7.0288	-0.1199	-0.1186	0.0010
	4	6.9348	-0.1172		
	5	7.2260	-0.1182		
F35B35 23%RH	6	7.0572	-0.0997		
	7	7.6193	-0.0996		
	8	7.3327		-0.1000	0.0006
	9	7.2660			
	10	7.1278	-0.1008		
F35B35 40%RH	11	7.4512	-0.0662		
	12	7.6612	-0.0641		
	13	7.4095		-0.0651	0.0009
	14	7.4944	-0.0649		
	15	7.3471			
F35B35 55%RH	16	7.9553			
	17	7.9800	-0.0445		
	18	7.7262	-0.0449	-0.0455	0.0008
	19	7.7060	-0.0462		
	20	7.4307	-0.0463		
F35B35 79%RH	21	7.7221	-0.0132		
	22	7.9685		-0.0139	0.0006
	23	7.8300			
	24	7.5846	-0.0137		
	25	7.9036	-0.0147		
F35B35 95%RH	26	7.5777	-0.0042		
	27	7.8241	-0.0047		
	28	7.8012		-0.0043	0.0003
	29	7.9088			
	30	8.4327	-0.0040		

ตาราง 94 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหินร้อยละ 35
ที่ w/b = 0.35 ที่อายุการตากแห้งครบ 28 วัน

Code & RH	No.	Mass (g)	Mass change	Avg.	S.D.
F35B35 11%RH	1	6.9591	-0.1229		
	2	7.2712			
	3	6.9981	-0.1238	-0.1231	0.0005
	4	6.9012			
	5	7.1899	-0.1226		
F35B35 23%RH	6	6.9806	-0.1094		
	7	7.5245	-0.1108		
	8	7.2398		-0.1098	0.0008
	9	7.1847			
	10	7.0627	-0.1090		
F35B35 40%RH	11	7.4213	-0.0700		
	12	7.6330	-0.0676		
	13	7.3772		-0.0686	0.0010
	14	7.4679	-0.0682		
	15	7.3221			
F35B35 55%RH	16	7.9371			
	17	7.9659	-0.0462		
	18	7.7122	-0.0466	-0.0472	0.0008
	19	7.6929	-0.0479		
	20	7.4167	-0.0481		
F35B35 79%RH	21	7.7153			
	22	7.9598			
	23	7.8246	-0.0157	-0.0152	0.0005
	24	7.5790	-0.0144		
	25	7.8986	-0.0153		
F35B35 95%RH	26	7.5776			
	27	7.8211	-0.0051		
	28	7.7985	-0.0057	-0.0054	0.0002
	29	7.9084	-0.0055		
	30	8.4319	-0.1229		

ตาราง 95 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหินร้อยละ 35
ที่ w/b = 0.35 ที่อายุการตากแห้งครบ 56 วัน

Code & RH	No.	Mass (g)	Mass change	Avg.	S.D.
F35B35 11%RH	1	6.9422	-0.1250		
	2	7.2508			
	3	6.9792		-0.1247	0.0005
	4	6.8813	-0.1240		
	5	7.1687	-0.1252		
F35B35 23%RH	6	6.9486	-0.1135		
	7	7.4875	-0.1152		
	8	7.2006		-0.1139	0.0009
	9	7.1470			
	10	7.0306	-0.1131		
F35B35 40%RH	11	7.3968			
	12	7.6075	-0.0707		
	13	7.3453	-0.0692	-0.0705	0.0010
	14	7.4392	-0.0717		
	15	7.2939			
F35B35 55%RH	16	7.9219			
	17	7.9521	-0.0479		
	18	7.6976	-0.0484	-0.0487	0.0008
	19	7.6779	-0.0497		
	20	7.3992			
F35B35 79%RH	21	7.7133			
	22	7.9548			
	23	7.8195	-0.0164	-0.0159	0.0005
	24	7.5733	-0.0152		
	25	7.8918	-0.0162		
F35B35 95%RH	26	7.5767			
	27	7.8194	-0.0053		
	28	7.7928	-0.0064	-0.0059	0.0004
	29	7.9041	-0.0060		
	30	8.4304	-0.1250		

ตาราง 96 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหิน ร้อยละ 35
ที่ w/b = 0.35 หลังจากตากแห้งที่ 11%RH และนำมาตากแห้งที่ความชื้นสัมพัทธ์
เดิม

Code & RH	No.	Mass (g)	Mass change	Avg.	S.D.
F35B35 11%RH	1	6.9316	-0.1263		
	2	7.2387			
	3	6.9700	-0.1273	-0.1267	0.0004
	4	6.8709			
	5	7.1588	-0.1264		
F35B35 23%RH	6	6.9160	-0.1177		
	7	7.4451			
	8	7.1653		-0.1173	0.0005
	9	7.1091	-0.1167		
	10	6.9951	-0.1176		
F35B35 40%RH	11	7.1140	-0.1085		
	12	7.3196			
	13	7.0629		-0.1084	0.0006
	14	7.1526	-0.1075		
	15	7.0191	-0.1091		
F35B35 55%RH	16	7.5540			
	17	7.5735	-0.0932		
	18	7.3342	-0.0933	-0.0944	0.0011
	19	7.3083	-0.0955		
	20	7.0469	-0.0955		
F35B35 79%RH	21	7.3099	-0.0658		
	22	7.5557			
	23	7.4363	-0.0646	-0.0650	0.0006
	24	7.1940	-0.0645		
	25	7.4677			
F35B35 95%RH	26	7.4480	-0.0213		
	27	7.6613			
	28	7.6366		-0.0227	0.0010
	29	7.7682	-0.0231		
	30	8.2661	-0.0237		

ตาราง 97 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหิน ร้อยละ 50
ที่ $w/b = 0.35$ ก่อนการตากแห้ง

Code & RH	No.	Mass (g)	Avg.
F35B50 11%RH	1	8.2600	7.6005
	2	7.5057	
	3	8.1032	
	4	7.2539	
	5	6.8796	
F35B50 23%RH	6	7.7505	7.6682
	7	7.6274	
	8	7.4456	
	9	7.7854	
	10	7.7320	
F35B50 40%RH	11	7.7569	7.7228
	12	8.2868	
	13	7.3118	
	14	7.7232	
	15	7.5353	
F35B50 55%RH	16	7.4585	7.8454
	17	8.0650	
	18	7.8181	
	19	8.0228	
	20	7.8626	
F35B50 79%RH	21	8.0870	7.8247
	22	7.7514	
	23	7.4870	
	24	8.0847	
	25	7.7136	
F35B50 95%RH	26	8.3400	7.8809
	27	7.4687	
	28	7.7123	
	29	8.2262	
	30	7.6575	

ตาราง 98 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหิน ร้อยละ 50
ที่ w/b = 0.35 ที่อายุการตากแห้งครบ 7 วัน

Code & RH	No.	Mass (g)	Mass change	Avg.	S.D.
F35B50 11%RH	1	7.3367	-0.1118		
	2	6.6596	-0.1127		
	3	7.1959	-0.1120	-0.1121	0.0004
	4	6.4432	-0.1118		
	5	6.0640			
F35B50 23%RH	6	6.9991	-0.0969		
	7	6.9310	-0.0913		
	8	6.6911		-0.0936	0.0024
	9	7.0645	-0.0926		
	10	7.0655			
F35B50 40%RH	11	7.2415	-0.0664		
	12	7.7534	-0.0644		
	13	6.8252	-0.0665	-0.0655	0.0010
	14	7.1981			
	15	7.0479	-0.0647		
F35B50 55%RH	16	7.1086	-0.0469		
	17	7.6757	-0.0483		
	18	7.4499	-0.0471	-0.0474	0.0006
	19	7.5940			
	20	7.4525			
F35B50 79%RH	21	7.9915	-0.0118		
	22	7.6562	-0.0123		
	23	7.3992	-0.0117	-0.0120	0.0002
	24	7.9877	-0.0120		
	25	7.6388			
F35B50 95%RH	26	8.3055	-0.0041		
	27	7.4379	-0.0041		
	28	7.6862	-0.0034	-0.0044	0.0009
	29	8.2009			
	30	7.6133	-0.0058		

ตาราง 99 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหิน ร้อยละ 50
ที่ w/b = 0.35 ที่อายุการตากแห้งครบ 14 วัน

Code & RH	No.	Mass (g)	Mass change	Avg.	S.D.
F35B50	1	7.2071	-0.1275		
11%RH	2	6.5598	-0.1260		
	3	7.0536		-0.1269	0.0006
	4	6.3514			
	5	6.0047	-0.1272		
F35B50	6	6.8668	-0.1140		
23%RH	7	6.8075	-0.1075		
	8	6.5685		-0.1098	0.0030
	9	6.9448	-0.1080		
	10	6.9453			
F35B50	11	7.1969			
40%RH	12	7.7031	-0.0704		
	13	6.7908	-0.0713	-0.0705	0.0005
	14	7.1590			
	15	7.0084	-0.0699		
F35B50	16	7.0854	-0.0500		
55%RH	17	7.6395	-0.0528		
	18	7.4191	-0.0510	-0.0513	0.0011
	19	7.5636			
	20	7.4258			
F35B50	21	7.9831	-0.0128		
79%RH	22	7.6478	-0.0134		
	23	7.3933	-0.0125	-0.0130	0.0003
	24	7.9789	-0.0131		
	25	7.6325			
F35B50	26	8.3013	-0.0046		
95%RH	27	7.4344	-0.0046		
	28	7.6769	-0.0046	-0.0045	0.0003
	29	8.1933	-0.0040		
	30	7.6042	-0.1275		

ตาราง 100 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหิน
ร้อยละ 50 ที่ $w/b = 0.35$ ที่อายุการตากแห้งครบ 28 วัน

Code & RH	No.	Mass (g)	Mass change	Avg.	S.D.
F35B50 11%RH	1	7.1632			
	2	6.5304	-0.1299		
	3	7.0036		-0.1295	0.0007
	4	6.3213	-0.1286		
	5	5.9846	-0.1301		
F35B50 23%RH	6	6.7909	-0.1238		
	7	6.7394	-0.1164		
	8	6.5125		-0.1193	0.0032
	9	6.8701	-0.1176		
	10	6.8680			
F35B50 40%RH	11	7.1662			
	12	7.6692	-0.0745		
	13	6.7650	-0.0748	-0.0744	0.0003
	14	7.1294			
	15	6.9777	-0.0740		
F35B50 55%RH	16	7.0722	-0.0518		
	17	7.6199	-0.0552		
	18	7.4011	-0.0533	-0.0534	0.0014
	19	7.5463			
	20	7.4097			
F35B50 79%RH	21	7.9783	-0.0134		
	22	7.6438	-0.0139		
	23	7.3888	-0.0131	-0.0136	0.0003
	24	7.9721	-0.0139		
	25	7.6264			
F35B50 95%RH	26	8.3005	-0.0047		
	27	7.4332	-0.0048		
	28	7.6760	-0.0047	-0.0046	0.0003
	29	8.1925	-0.0041		
	30	7.6038			

ตาราง 101 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหิน
ร้อยละ 50 ที่ $w/b = 0.35$ ที่อายุการตากแห้งครบ 56 วัน

Code & RH	No.	Mass (g)	Mass change	Avg.	S.D.
F35B50 11%RH	1	7.1462			
	2	6.5189	-0.1315		
	3	6.9886		-0.1311	0.0007
	4	6.3105	-0.1301		
	5	5.9740	-0.1316		
F35B50 23%RH	6	6.7649			
	7	6.7149	-0.1196		
	8	6.4921		-0.1186	0.0024
	9	6.8444	-0.1209		
	10	6.8404	-0.1153		
F35B50 40%RH	11	7.1390			
	12	7.6397	-0.0781		
	13	6.7424	-0.0779	-0.0778	0.0003
	14	7.1042			
	15	6.9516	-0.0775		
F35B50 55%RH	16	7.0603			
	17	7.6038	-0.0572		
	18	7.3866	-0.0552	-0.0572	0.0016
	19	7.5326			
	20	7.3971	-0.0592		
F35B50 79%RH	21	7.9710	-0.0143		
	22	7.6365	-0.0148		
	23	7.3830	-0.0139	-0.0145	0.0004
	24	7.9649	-0.0148		
	25	7.6215			
F35B50 95%RH	26	8.3017	-0.0046		
	27	7.4347	-0.0046		
	28	7.6764	-0.0047	-0.0044	0.0003
	29	8.1943	-0.0039		
	30	7.6071			

ตาราง 102 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหิน
ร้อยละ 50 ที่ $w/b = 0.35$ หลังจากตากแห้งที่ 11%RH และนำมาตากแห้ง
ที่ความชื้นสัมพัทธ์เดิม

Code & RH	No.	Mass (g)	Mass change	Avg.	S.D.
F35B50 11%RH	1	7.1368			
	2	6.5080	-0.1329		
	3	6.9754		-0.1323	0.0006
	4	6.3002	-0.1315		
	5	5.9673	-0.1326		
F35B50 23%RH	6	6.7329			
	7	6.6902	-0.1229		
	8	6.4700		-0.1218	0.0023
	9	6.8209	-0.1239		
	10	6.8146	-0.1186		
F35B50 40%RH	11	6.8507	-0.1168		
	12	7.3336	-0.1150		
	13	6.4750		-0.1163	0.0009
	14	6.8201	-0.1169		
	15	6.6792			
F35B50 55%RH	16	6.7151			
	17	7.2111	-0.1059		
	18	7.0219		-0.1064	0.0015
	19	7.1529	-0.1084		
	20	7.0371	-0.1050		
F35B50 79%RH	21	7.4883	-0.0740		
	22	7.1822	-0.0734		
	23	6.9740		-0.0735	0.0004
	24	7.4938	-0.0731		
	25	7.1865			
F35B50 95%RH	26	8.1382			
	27	7.2827			
	28	7.4914	-0.0286	-0.0298	0.0008
	29	7.9767	-0.0303		
	30	7.4252	-0.0303		

ตาราง 103 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ไม่ผสมเถ้าถ่านหิน
ที่ $w/b = 0.45$ ก่อนการตากแห้ง

Code & RH	No.	Mass (g)	Avg.
N45 11%RH	1	7.7627	7.8645
	2	8.3120	
	3	7.5354	
	4	8.1305	
N45 23%RH	5	7.5819	8.1247
	6	8.0922	
	7	8.1311	
	8	7.7929	
N45 40%RH	9	8.4018	8.0578
	10	8.2053	
	11	8.1614	
	12	8.1403	
N45 55%RH	13	8.0328	8.1475
	14	8.1547	
	15	7.8000	
	16	7.9252	
N45 79%RH	17	8.0346	7.8867
	18	8.7113	
	19	7.9252	
	20	8.1410	
N45 95%RH	21	7.3584	8.0196
	22	8.2056	
	23	7.7027	
	24	8.1888	
N45 95%RH	25	7.9781	8.0196
	26	8.0751	
	27	8.1125	
	28	7.9907	
	29	8.2073	
	30	7.7126	

ตาราง 104 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ไม่ผสมเถ้าถ่านหิน
ที่ w/b = 0.45 ที่อายุการตากแห้งครบ 7 วัน

Code & RH	No.	Mass (g)	Mass change	Avg.	S.D.
N45 11%RH	1	6.8542			
	2	7.2934	-0.1225		
	3	6.5818		-0.1230	0.0008
	4	7.1217	-0.1241		
	5	6.6543	-0.1223		
N45 23%RH	6	7.2028	-0.1099		
	7	7.2336	-0.1104		
	8	6.9540		-0.1109	0.0008
	9	7.4662	-0.1114		
	10	7.2875	-0.1119		
N45 40%RH	11	7.4906	-0.0822		
	12	7.5021		-0.0836	0.0015
	13	7.3854			
	14	7.4561	-0.0857		
	15	7.1527	-0.0830		
N45 55%RH	16	7.4465	-0.0604		
	17	7.5389	-0.0617		
	18	8.1825	-0.0607	-0.0612	0.0006
	19	7.4398	-0.0612		
	20	7.6361	-0.0620		
N45 79%RH	21	7.1193	-0.0325		
	22	7.9771		-0.0314	0.0009
	23	7.4686	-0.0304		
	24	7.9328	-0.0313		
	25	7.7550			
N45 95%RH	26	8.0279	-0.0058		
	27	8.0660	-0.0057		
	28	7.9452	-0.0057	-0.0062	0.0007
	29	8.1470	-0.0073		
	30	7.6326			

ตาราง 105 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ไม่ผสมเถ้าถ่านหิน
ที่ w/b = 0.45 ที่อายุการตากแห้งครบ 14 วัน

Code & RH	No.	Mass (g)	Mass change	Avg.	S.D.
N45 11%RH	1	6.8258			
	2	7.2593	-0.1266		
	3	6.5565		-0.1269	0.0009
	4	7.0891	-0.1281		
	5	6.6273	-0.1259		
N45 23%RH	6	7.1521			
	7	7.1797	-0.1170		
	8	6.9066		-0.1174	0.0003
	9	7.4154	-0.1174		
	10	7.2398	-0.1177		
N45 40%RH	11	7.4533	-0.0868		
	12	7.4644		-0.0864	0.0009
	13	7.3486	-0.0852		
	14	7.4193			
	15	7.1187	-0.0873		
N45 55%RH	16	7.4199			
	17	7.5113	-0.0651		
	18	8.1514	-0.0643	-0.0648	0.0004
	19	7.4141	-0.0645		
	20	7.6090	-0.0653		
N45 79%RH	21	7.1066	-0.0342		
	22	7.9633		-0.0331	0.0008
	23	7.4549	-0.0322		
	24	7.9187	-0.0330		
	25	7.7410			
N45 95%RH	26	8.0265	-0.0060		
	27	8.0646	-0.0059		
	28	7.9418	-0.0061	-0.0064	0.0008
	29	8.1437	-0.0077		
	30	7.6205			

ตาราง 106 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ไม่ผสมเถ้าถ่านหิน
ที่ w/b = 0.45 ที่อายุการตากแห้งครบ 28 วัน

Code & RH	No.	Mass (g)	Mass change	Avg.	S.D.
N45 11%RH	1	6.7957			
	2	7.2295	-0.1302		
	3	6.5272		-0.1305	0.0009
	4	7.0600	-0.1317		
	5	6.6004	-0.1295		
N45 23%RH	6	7.1116	-0.1212		
	7	7.1375	-0.1222		
	8	6.8686		-0.1220	0.0005
	9	7.3750	-0.1222		
	10	7.2008	-0.1224		
N45 40%RH	11	7.4118	-0.0918		
	12	7.4226		-0.0914	0.0008
	13	7.3083	-0.0902		
	14	7.3795			
	15	7.0818	-0.0921		
N45 55%RH	16	7.3889	-0.0677		
	17	7.4802	-0.0690		
	18	8.1170	-0.0682	-0.0684	0.0005
	19	7.3857	-0.0681		
	20	7.5796	-0.0690		
N45 79%RH	21	7.0957	-0.0357		
	22	7.9510		-0.0347	0.0008
	23	7.4436	-0.0336		
	24	7.9047	-0.0347		
	25	7.7309			
N45 95%RH	26	8.0237	-0.0064		
	27	8.0605	-0.0064		
	28	7.9403	-0.0063	-0.0069	0.0009
	29	8.1378	-0.0085		
	30	7.6141			

ตาราง 107 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ไม่ผสมเถ้าถ่านหิน
ที่ w/b = 0.45 ที่อายุการตากแห้งครบ 56 วัน

Code & RH	No.	Mass (g)	Mass change	Avg.	S.D.
N45 11%RH	1	6.7788			
	2	7.2106	-0.1325		
	3	6.5119	-0.1358	-0.1340	0.0014
	4	7.0426	-0.1338		
	5	6.5852			
N45 23%RH	6	7.0765	-0.1255		
	7	7.1009	-0.1267		
	8	6.8356		-0.1263	0.0004
	9	7.3405	-0.1263		
	10	7.1673	-0.1265		
N45 40%RH	11	7.3674	-0.0973		
	12	7.3774			
	13	7.2647	-0.0956	-0.0967	0.0008
	14	7.3360			
	15	7.0418	-0.0972		
N45 55%RH	16	7.3536	-0.0721		
	17	7.4451	-0.0734		
	18	8.0784	-0.0727	-0.0726	0.0005
	19	7.3544	-0.0720		
	20	7.5470	-0.0730		
N45 79%RH	21	7.0843	-0.0372		
	22	7.9380			
	23	7.4307	-0.0353	-0.0362	0.0008
	24	7.8943	-0.0360		
	25	7.7207			
N45 95%RH	26	8.0218	-0.0066		
	27	8.0559	-0.0070		
	28	7.9378	-0.0066	-0.0072	0.0008
	29	8.1375	-0.0085		
	30	7.1679			

ตาราง 108 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ไม่ผสมเถ้าถ่านหิน
ที่ w/b = 0.45 หลังจากตากแห้งที่ 11%RH และนำมาตากแห้งที่ความชื้นสัมพัทธ์
เดิม

Code & RH	No.	Mass (g)	Mass change	Avg.	S.D.
N45 11%RH	1	6.7703	-0.1278	-0.1331	0.0030
	2	7.2014	-0.1336		
	3	6.5052	-0.1367		
	4	7.0345	-0.1348		
	5	6.5775	-0.1325		
N45 23%RH	6	7.0443	-0.1295	-0.1298	0.0014
	7	7.0644	-0.1312		
	8	6.8009	-0.1273		
	9	7.3049	-0.1306		
	10	7.1333	-0.1306		
N45 40%RH	11	7.1688	-0.1216	-0.1212	0.0020
	12	7.1781	-0.1182		
	13	7.0669	-0.1202		
	14	7.1401	-0.1244		
	15	6.8527	-0.1214		
N45 55%RH	16	7.0758	-0.1072	-0.1080	0.0009
	17	7.1549	-0.1095		
	18	7.7682	-0.1083		
	19	7.0786	-0.1068		
	20	7.2598	-0.1082		
N45 79%RH	21	6.7962	-0.0764	-0.0753	0.0016
	22	7.5891	-0.0751		
	23	7.1116	-0.0767		
	24	7.5651	-0.0762		
	25	7.4014	-0.0723		
N45 95%RH	26	7.8840	-0.0237	-0.0250	0.0021
	27	7.9292	-0.0226		
	28	7.7950	-0.0245		
	29	7.9998	-0.0253		
	30	7.4901	-0.0288		

ตาราง 109 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหิน
ร้อยละ 20 ที่ $w/b = 0.45$ ก่อนการตากแห้ง

Code & RH	No.	Mass (g)	Avg.
F45B20 11%RH	1	7.6153	7.5873
	2	7.6041	
	3	7.1070	
	4	7.5810	
	5	8.0292	
F45B20 23%RH	6	7.6784	7.5501
	7	7.3748	
	8	7.6581	
	9	7.3880	
	10	7.6510	
F45B20 40%RH	11	7.7823	7.6185
	12	7.6994	
	13	7.4374	
	14	7.7807	
	15	7.3929	
F45B20 55%RH	16	7.9175	7.7746
	17	7.5921	
	18	7.8700	
	19	8.0300	
	20	7.4636	
F45B20 79%RH	21	7.5048	7.6399
	22	7.4961	
	23	7.7396	
	24	7.5314	
	25	7.9275	
F45B20 95%RH	26	8.0709	7.7186
	27	8.0686	
	28	7.4704	
	29	7.5602	
	30	7.4229	

ตาราง 110 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหิน
ร้อยละ 20 ที่ $w/b = 0.45$ ที่อายุการตากแห้งครบ 7 วัน

Code & RH	No.	Mass (g)	Mass change	Avg.	S.D.
F45B20 11%RH	1	6.5669	-0.1377		
	2	6.5555	-0.1379		
	3	6.0783		-0.1388	0.0015
	4	6.5126	-0.1409		
	5	6.9673			
F45B20 23%RH	6	6.7217	-0.1246		
	7	6.4120		-0.1245	0.0012
	8	6.7165	-0.1230		
	9	6.4578	-0.1259		
	10	6.7461			
F45B20 40%RH	11	7.0677	-0.0918		
	12	6.9817	-0.0932		
	13	6.7615	-0.0909	-0.0920	0.0010
	14	7.1000			
	15	6.6684			
F45B20 55%RH	16	7.3441			
	17	7.0518	-0.0712		
	18	7.3237	-0.0694	-0.0703	0.0007
	19	7.4658	-0.0703		
	20	6.9165			
F45B20 79%RH	21	7.3254	-0.0239		
	22	7.3579		-0.0237	0.0009
	23	7.5326			
	24	7.3619	-0.0225		
	25	7.7328	-0.0246		
F45B20 95%RH	26	8.0273			
	27	8.0348	-0.0042		
	28	7.4425	-0.0037	-0.0036	0.0005
	29	7.5415			
	30	7.4008	-0.0030		

ตาราง 111 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหิน
ร้อยละ 20 ที่ $w/b = 0.45$ ที่อายุการตากแห้งครบ 14 วัน

Code & RH	No.	Mass (g)	Mass change	Avg.	S.D.
F45B20 11%RH	1	6.5260	-0.1430		
	2	6.5062	-0.1444		
	3	6.0402		-0.1448	0.0016
	4	6.4678	-0.1468		
	5	6.9125			
F45B20 23%RH	6	6.6325	-0.1362		
	7	6.3362		-0.1359	0.0009
	8	6.6270	-0.1346		
	9	6.3777	-0.1367		
	10	6.6600			
F45B20 40%RH	11	7.0333	-0.0962		
	12	6.9475	-0.0977		
	13	6.7283	-0.0953	-0.0964	0.0010
	14	7.0662			
	15	6.6401			
F45B20 55%RH	16	7.3155	-0.0760		
	17	7.0233	-0.0749		
	18	7.2939		-0.0759	0.0007
	19	7.4382			
	20	6.8913	-0.0767		
F45B20 79%RH	21	7.3139	-0.0254		
	22	7.3475		-0.0266	0.0012
	23	7.5215	-0.0282		
	24	7.3498			
	25	7.7210	-0.0260		
F45B20 95%RH	26	8.0219			
	27	8.0315	-0.0046		
	28	7.4397	-0.0041	-0.0036	0.0008
	29	7.5398	-0.0027		
	30	7.4004	-0.0030		

ตาราง 112 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหิน
ร้อยละ 20 ที่ $w/b = 0.45$ ที่อายุการตากแห้งครบ 28 วัน

Code & RH	No.	Mass (g)	Mass change	Avg.	S.D.
F45B20 11%RH	1	6.4914	-0.1476		
	2	6.4780	-0.1481		
	3	6.0153		-0.1487	0.0013
	4	6.4400	-0.1505		
	5	6.8798			
F45B20 23%RH	6	6.5981	-0.1407		
	7	6.3026		-0.1406	0.0007
	8	6.5875	-0.1398		
	9	6.3433	-0.1414		
	10	6.6228			
F45B20 40%RH	11	7.0015	-0.1003		
	12	6.9168	-0.1016		
	13	6.6979	-0.0994	-0.1005	0.0009
	14	7.0349			
	15	6.6117			
F45B20 55%RH	16	7.2915	-0.0791		
	17	6.9973	-0.0783		
	18	7.2676		-0.0791	0.0006
	19	7.4127			
	20	6.8680	-0.0798		
F45B20 79%RH	21	7.3060	-0.0265		
	22	7.3391		-0.0265	0.0006
	23	7.5117			
	24	7.3374	-0.0258		
	25	7.7111	-0.0273		
F45B20 95%RH	26	8.0193			
	27	8.0311	-0.0046		
	28	7.4369	-0.0045	-0.0038	0.0008
	29	7.5389	-0.0028		
	30	7.3994	-0.0032		

ตาราง 113 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหิน
ร้อยละ 20 ที่ $w/b = 0.45$ ที่อายุการตากแห้งครบ 56 วัน

Code & RH	No.	Mass (g)	Mass change	Avg.	S.D.
F45B20 11%RH	1	6.4745	-0.1498		
	2	6.4616	-0.1502		
	3	6.0011		-0.1509	0.0012
	4	6.4246	-0.1525		
	5	6.8613			
F45B20 23%RH	6	6.5700	-0.1444		
	7	6.2740		-0.1446	0.0005
	8	6.5540	-0.1442		
	9	6.3137	-0.1454		
	10	6.5906			
F45B20 40%RH	11	6.9720	-0.1041		
	12	6.8872	-0.1055		
	13	6.6674	-0.1035	-0.1044	0.0008
	14	7.0049			
	15	6.5849			
F45B20 55%RH	16	7.2695	-0.0818		
	17	6.9728	-0.0816		
	18	7.2422		-0.0821	0.0005
	19	7.3886			
	20	6.8455	-0.0828		
F45B20 79%RH	21	7.2966	-0.0277		
	22	7.3301		-0.0278	0.0007
	23	7.5024			
	24	7.3282	-0.0270		
	25	7.7003	-0.0287		
F45B20 95%RH	26	8.0175			
	27	8.0291	-0.0049		
	28	7.4349	-0.0048	-0.0040	0.0008
	29	7.5363	-0.0032		
	30	7.3985	-0.0033		

ตาราง 114 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหิน
ร้อยละ 20 ที่ $w/b = 0.45$ หลังจากตากแห้งที่ 11%RH และนำมาตากแห้ง
ที่ความชื้นสัมพัทธ์เดิม

Code & RH	No.	Mass (g)	Mass change	Avg.	S.D.
F45B20 11%RH	1	6.4715	-0.1502	-0.1525	0.0023
	2	6.4572	-0.1508		
	3	5.9979	-0.1561		
	4	6.4206	-0.1531		
	5	6.8562			
F45B20 23%RH	6	6.5419	-0.1480	-0.1492	0.0020
	7	6.2500	-0.1525		
	8	6.5288	-0.1475		
	9	6.2873	-0.1490		
	10	6.5633			
F45B20 40%RH	11	6.7405	-0.1339	-0.1349	0.0016
	12	6.6606	-0.1349		
	13	6.4462	-0.1333		
	14	6.7753			
	15	6.3765	-0.1375		
F45B20 55%RH	16	6.9406	-0.1234	-0.1236	0.0010
	17	6.6457	-0.1247		
	18	6.9018	-0.1230		
	19	7.0488	-0.1222		
	20	6.5333	-0.1246		
F45B20 79%RH	21	6.8269	-0.0903	-0.0905	0.0002
	22	6.8571			
	23	7.0175			
	24	6.8488	-0.0906		
	25	7.2087	-0.0907		
F45B20 95%RH	26	7.8497	-0.0274	-0.0266	0.0008
	27	7.8497	-0.0271		
	28	7.2708	-0.0267		
	29	7.3698	-0.0252		
	30	7.2248	-0.0267		

ตาราง 115 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหิน
ร้อยละ 35 ที่ $w/b = 0.45$ ก่อนการตากแห้ง

Code & RH	No.	Mass (g)	Avg.
F45B35 11%RH	1	7.6363	7.4748
	2	7.8325	
	3	6.8483	
	4	7.5149	
	5	7.5420	
F45B35 23%RH	6	7.3317	7.3508
	7	7.3546	
	8	7.4661	
	9	7.2306	
	10	7.3708	
F45B35 40%RH	11	7.3929	7.5447
	12	7.5210	
	13	7.8585	
	14	7.4484	
	15	7.5029	
F45B35 55%RH	16	7.7225	7.5906
	17	7.3457	
	18	7.5676	
	19	7.7543	
	20	7.5630	
F45B35 79%RH	21	7.5598	7.5370
	22	7.6674	
	23	7.8290	
	24	7.3337	
	25	7.2949	
F45B35 95%RH	26	7.1285	7.3808
	27	7.5119	
	28	7.6895	
	29	7.0181	
	30	7.5560	

ตาราง 116 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหิน
ร้อยละ 35 ที่ $w/b = 0.45$ ที่อายุการตากแห้งครบ 7 วัน

Code & RH	No.	Mass (g)	Mass change	Avg.	S.D.
F45B35 11%RH	1	6.4387	-0.1568		
	2	6.6785			
	3	5.7390	-0.1620	-0.1581	0.0028
	4	6.3465	-0.1555		
	5	6.4346			
F45B35 23%RH	6	6.3743	-0.1306		
	7	6.4859			
	8	6.5541		-0.1288	0.0013
	9	6.3048	-0.1280		
	10	6.4286	-0.1278		
F45B35 40%RH	11	6.6167	-0.1050		
	12	6.7826			
	13	7.0305	-0.1054	-0.1058	0.0009
	14	6.6513	-0.1070		
	15	6.6678			
F45B35 55%RH	16	7.1523			
	17	6.7624	-0.0794		
	18	6.9910		-0.0822	0.0020
	19	7.1026	-0.0840		
	20	6.9346	-0.0831		
F45B35 79%RH	21	7.3537	-0.0273		
	22	7.4670			
	23	7.6494		-0.0284	0.0009
	24	7.1245	-0.0285		
	25	7.0799	-0.0295		
F45B35 95%RH	26	7.0936	-0.0049		
	27	7.4816	-0.0040		
	28	7.6627	-0.0035	-0.0041	0.0006
	29	6.9694			
	30	7.5101	-0.1568		

ตาราง 117 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหิน
ร้อยละ 35 ที่ $w/b = 0.45$ ที่อายุการตากแห้งครบ 14 วัน

Code & RH	No.	Mass (g)	Mass change	Avg.	S.D.
F45B35	1	6.3835			
11%RH	2	6.6191	-0.1549		
	3	5.6939		-0.1574	0.0033
	4	6.2964	-0.1621		
	5	6.3712	-0.1552		
F45B35	6	6.2156	-0.1522		
23%RH	7	6.3265		-0.1502	0.0017
	8	6.3971			
	9	6.1435	-0.1503		
	10	6.2792	-0.1481		
F45B35	11	6.5818	-0.1097		
40%RH	12	6.7464		-0.1104	0.0008
	13	6.9952	-0.1099		
	14	6.6180	-0.1115		
	15	6.6274			
F45B35	16	7.1183			
55%RH	17	6.7330	-0.0834		
	18	6.9559		-0.0865	0.0022
	19	7.0676	-0.0886		
	20	6.9020	-0.0874		
F45B35	21	7.3371	-0.0295		
79%RH	22	7.4526		-0.0307	0.0009
	23	7.6292			
	24	7.1067	-0.0310		
	25	7.0641	-0.0316		
F45B35	26	7.0912	-0.0052		
95%RH	27	7.4784	-0.0045		
	28	7.6589	-0.0040	-0.0046	0.0005
	29	6.9648			
	30	7.5061			

ตาราง 118 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหิน
ร้อยละ 35 ที่ $w/b = 0.45$ ที่อายุการตากแห้งครบ 28 วัน

Code & RH	No.	Mass (g)	Mass change	Avg.	S.D.
F45B35 11%RH	1	6.3610	-0.1670		
	2	6.5942			
	3	5.6753	-0.1713	-0.1678	0.0026
	4	6.2738	-0.1652		
	5	6.3456			
F45B35 23%RH	6	6.1770	-0.1575		
	7	6.2865			
	8	6.3610		-0.1555	0.0019
	9	6.1023	-0.1560		
	10	6.2435	-0.1529		
F45B35 40%RH	11	6.5549	-0.1134		
	12	6.7196			
	13	6.9676	-0.1134	-0.1139	0.0008
	14	6.5911	-0.1151		
	15	6.5924			
F45B35 55%RH	16	7.0954			
	17	6.7123	-0.0862		
	18	6.9321		-0.0893	0.0022
	19	7.0450	-0.0915		
	20	6.8809	-0.0902		
F45B35 79%RH	21	7.3275	-0.0307		
	22	7.4430			
	23	7.6168		-0.0320	0.0009
	24	7.0970	-0.0323		
	25	7.0547	-0.0329		
F45B35 95%RH	26	7.0912	-0.0052		
	27	7.4783	-0.0045		
	28	7.6556	-0.0044	-0.0047	0.0004
	29	6.9632			
	30	7.5053	-0.1670		

ตาราง 119 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหิน
ร้อยละ 35 ที่ $w/b = 0.45$ ที่อายุการตากแห้งครบ 56 วัน

Code & RH	No.	Mass (g)	Mass change	Avg.	S.D.
F45B35 11%RH	1	6.3447	-0.1691		
	2	6.5790			
	3	5.6616	-0.1733	-0.1699	0.0025
	4	6.2578	-0.1673		
	5	6.3299			
F45B35 23%RH	6	6.1502	-0.1611		
	7	6.2589	-0.1490		
	8	6.3342	-0.1516	-0.1556	0.0047
	9	6.0741	-0.1599		
	10	6.2176	-0.1565		
F45B35 40%RH	11	6.5270	-0.1171		
	12	6.6931			
	13	6.9406	-0.1168	-0.1176	0.0009
	14	6.5638	-0.1188		
	15	6.5548			
F45B35 55%RH	16	7.0748	-0.0839		
	17	6.6920	-0.0890		
	18	6.9083	-0.0871	-0.0867	0.0021
	19	7.0231			
	20	6.8609			
F45B35 79%RH	21	7.3186	-0.0319		
	22	7.4343			
	23	7.6060		-0.0332	0.0010
	24	7.0878	-0.0335		
	25	7.0451	-0.0342		
F45B35 95%RH	26	7.0832	-0.0064		
	27	7.4769	-0.0047		
	28	7.6530	-0.0047	-0.0053	0.0008
	29	6.9618			
	30	7.5034	-0.1691		

ตาราง 120 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหิน
ร้อยละ 35 ที่ $w/b = 0.45$ หลังจากตากแห้งที่ 11%RH และนำมาตากแห้ง
ที่ความชื้นสัมพัทธ์เดิม

Code & RH	No.	Mass (g)	Mass change	Avg.	S.D.
F45B35 11%RH	1	6.3375	-0.1701	-0.1671	0.0050
	2	6.5709	-0.1611		
	3	5.6565	-0.1740		
	4	6.2500	-0.1683		
	5	6.3217	-0.1618		
F45B35 23%RH	6	6.1335	-0.1634	-0.1584	0.0044
	7	6.2362	-0.1521		
	8	6.3114	-0.1547		
	9	6.0538	-0.1628		
	10	6.1975	-0.1592		
F45B35 40%RH	11	6.2986	-0.1480	-0.1478	0.0046
	12	6.4614	-0.1409		
	13	6.7087	-0.1463		
	14	6.3439	-0.1483		
	15	6.3375	-0.1553		
F45B35 55%RH	16	6.7224	-0.1295	-0.1355	0.0033
	17	6.3452	-0.1362		
	18	6.5429	-0.1354		
	19	6.6749	-0.1392		
	20	6.5247	-0.1373		
F45B35 79%RH	21	6.7809	-0.1030	-0.1048	0.0028
	22	6.8875	-0.1017		
	23	7.0194	-0.1034		
	24	6.5513	-0.1067		
	25	6.4968	-0.1094		
F45B35 95%RH	26	6.9114	-0.0305	-0.0364	0.0034
	27	7.2444	-0.0356		
	28	7.4045	-0.0371		
	29	6.7329	-0.0406		
	30	7.2672	-0.0382		

ตาราง 121 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหิน
ร้อยละ 50 ที่ $w/b = 0.45$ ก่อนการตากแห้ง

Code & RH	No.	Mass (g)	Avg.
F45B50	1	7.3584	
11%RH	2	7.0818	7.1946
	3	7.4082	
	4	7.2803	
	5	6.8442	
F45B50	6	7.4288	7.3030
23%RH	7	7.2702	
	8	7.2122	
	9	7.3014	
	10	7.3025	
F45B50	11	7.4678	7.2533
40%RH	12	7.1447	
	13	7.5170	
	14	7.4606	
	15	6.6765	
F45B50	16	7.7577	7.4033
55%RH	17	7.1290	
	18	7.3184	
	19	7.2012	
	20	7.6104	
F45B50	21	7.4116	7.5207
79%RH	22	7.3382	
	23	7.5480	
	24	7.5511	
	25	7.7546	
F45B50	26	7.4628	7.3581
95%RH	27	7.4324	
	28	6.8137	
	29	7.3891	
	30	7.6924	

ตาราง 122 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหิน
ร้อยละ 50 ที่ $w/b = 0.45$ ที่อายุการตากแห้งครบ 7 วัน

Code & RH	No.	Mass (g)	Mass change	Avg.	S.D.
F45B50 11%RH	1	6.0218			
	2	5.8150	-0.1789		
	3	6.1045		-0.1788	0.0002
	4	5.9798	-0.1786		
	5	5.6191	-0.1790		
F45B50 23%RH	6	6.2404			
	7	6.0846		-0.1662	0.0018
	8	6.0116	-0.1665		
	9	6.1048	-0.1639		
	10	6.0739	-0.1682		
F45B50 40%RH	11	6.4574	-0.1353		
	12	6.1652	-0.1371		
	13	6.5559		-0.1367	0.0010
	14	6.4735			
	15	5.7574	-0.1377		
F45B50 55%RH	16	6.9836			
	17	6.3701	-0.1065		
	18	6.5418	-0.1061	-0.1071	0.0012
	19	6.4598			
	20	6.7822	-0.1088		
F45B50 79%RH	21	7.0606	-0.0474		
	22	7.0018	-0.0458		
	23	7.2640		-0.0458	0.0013
	24	7.2169	-0.0443		
	25	7.4740			
F45B50 95%RH	26	7.4248	-0.0051		
	27	7.3718			
	28	6.7225		-0.0062	0.0008
	29	7.3383	-0.0069		
	30	7.6419	-0.0066		

ตาราง 123 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหิน
ร้อยละ 50 ที่ $w/b = 0.45$ ที่อายุการตากแห้งครบ 14 วัน

Code & RH	No.	Mass (g)	Mass change	Avg.	S.D.
F45B50 11%RH	1	6.0036	-0.1841		
	2	5.7886	-0.1826		
	3	6.0620		-0.1831	0.0006
	4	5.9466	-0.1832		
	5	5.5944	-0.1826		
F45B50 23%RH	6	6.1941			
	7	6.0230	-0.1715		
	8	5.9565	-0.1741	-0.1727	0.0011
	9	6.0021			
	10	6.0437	-0.1724		
F45B50 40%RH	11	6.4247	-0.1397		
	12	6.1320	-0.1417		
	13	6.5189		-0.1414	0.0013
	14	6.4371			
	15	5.7233	-0.1428		
F45B50 55%RH	16	6.9606			
	17	6.3466	-0.1097		
	18	6.5156	-0.1097	-0.1087	0.0015
	19	6.4337	-0.1066		
	20	6.7523			
F45B50 79%RH	21	7.0399	-0.0502		
	22	6.9857	-0.0480		
	23	7.2394		-0.0487	0.0011
	24	7.1901	-0.0478		
	25	7.4438			
F45B50 95%RH	26	7.4158			
	27	7.3659	-0.0089		
	28	6.7135		-0.0080	0.0007
	29	7.3357	-0.0072		
	30	7.6319	-0.0079		

ตาราง 124 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหิน
ร้อยละ 50 ที่ $w/b = 0.45$ ที่อายุการตากแห้งครบ 28 วัน

Code & RH	No.	Mass (g)	Mass change	Avg.	S.D.
F45B50 11%RH	1	5.9917			
	2	5.7754	-0.1845		
	3	6.0465	-0.1838	-0.1842	0.0003
	4	5.9329			
	5	5.5830	-0.1843		
F45B50 23%RH	6	6.1741			
	7	5.9977	-0.1750		
	8	5.9336	-0.1773	-0.1757	0.0011
	9	5.9824			
	10	6.0253	-0.1749		
F45B50 40%RH	11	6.4016	-0.1428		
	12	6.1096	-0.1449		
	13	6.4942		-0.1447	0.0015
	14	6.4137			
	15	5.6981	-0.1465		
F45B50 55%RH	16	6.9439			
	17	6.3297	-0.1121		
	18	6.4987	-0.1120	-0.1130	0.0013
	19	6.4182			
	20	6.7363	-0.1149		
F45B50 79%RH	21	7.0217	-0.0526		
	22	6.9728	-0.0498		
	23	7.2226		-0.0508	0.0013
	24	7.1744	-0.0499		
	25	7.4213			
F45B50 95%RH	26	7.4060	-0.0076		
	27	7.3613			
	28	6.7037		-0.0082	0.0004
	29	7.3252	-0.0086		
	30	7.6278	-0.0084		

ตาราง 125 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหิน
ร้อยละ 50 ที่ $w/b = 0.45$ ที่อายุการตากแห้งครบ 56 วัน

Code & RH	No.	Mass (g)	Mass change	Avg.	S.D.
F45B50 11%RH	1	5.9855	-0.1866		
	2	5.7668	-0.1857		
	3	6.0353	-0.1853	-0.1859	0.0005
	4	5.9231	-0.1864		
	5	5.5738	-0.1856		
F45B50 23%RH	6	6.1563			
	7	5.9781	-0.1777		
	8	5.9154	-0.1798	-0.1782	0.0011
	9	5.9652			
	10	6.0088	-0.1772		
F45B50 40%RH	11	6.3782	-0.1459		
	12	6.0877	-0.1479		
	13	6.4691		-0.1457	0.0019
	14	6.3917	-0.1433		
	15	5.6714			
F45B50 55%RH	16	6.9298			
	17	6.3148	-0.1142		
	18	6.4857	-0.1138	-0.1149	0.0013
	19	6.4053			
	20	6.7217	-0.1168		
F45B50 79%RH	21	7.0186	-0.0530		
	22	6.9656	-0.0508		
	23	7.2119		-0.0516	0.0010
	24	7.1664	-0.0509		
	25	7.4138			
F45B50 95%RH	26	7.4035	-0.0079		
	27	7.3567			
	28	6.7013		-0.0086	0.0006
	29	7.3202	-0.0093		
	30	7.6264	-0.0086		

ตาราง 126 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหิน
ร้อยละ 50 ที่ $w/b = 0.45$ หลังจากตากแห้งที่ 11%RH และนำมาตากแห้ง
ที่ความชื้นสัมพัทธ์เดิม

Code & RH	No.	Mass (g)	Mass change	Avg.	S.D.
F45B50 11%RH	1	5.9786	-0.1875	-0.1866	0.0006
	2	5.7620	-0.1864		
	3	6.0310	-0.1859		
	4	5.9181	-0.1871		
	5	5.5690	-0.1863		
F45B50 23%RH	6	6.1393	-0.1736	-0.1799	0.0038
	7	5.9620	-0.1799		
	8	5.9000	-0.1819		
	9	5.9509	-0.1850		
	10	5.9943	-0.1791		
F45B50 40%RH	11	6.1552	-0.1758	-0.1743	0.0037
	12	5.8805	-0.1769		
	13	6.2521	-0.1683		
	14	6.1765	-0.1721		
	15	5.4852	-0.1784		
F45B50 55%RH	16	6.5625	-0.1541	-0.1611	0.0039
	17	5.9628	-0.1636		
	18	6.1277	-0.1627		
	19	6.0503	-0.1598		
	20	6.3520	-0.1654		
F45B50 79%RH	21	6.4266	-0.1329	-0.1287	0.0039
	22	6.4155	-0.1257		
	23	6.6013	-0.1254		
	24	6.5386	-0.1341		
	25	6.7810	-0.1256		
F45B50 95%RH	26	6.9731	-0.0656	-0.0629	0.0024
	27	6.9649	-0.0629		
	28	6.3710	-0.0650		
	29	6.9556	-0.0587		
	30	7.2120	-0.0625		

ตาราง 127 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ไม่ผสมเถ้าถ่านหิน
ที่ $w/b = 0.55$ ก่อนการตากแห้ง

Code & RH	No.	Mass (g)	Avg.
N55 11%RH	1	8.1898	7.6288
	2	7.6418	
	3	7.3593	
	4	7.2482	
N55 23%RH	5	7.7050	7.5865
	6	7.6579	
	7	7.0419	
	8	7.2673	
N55 40%RH	9	7.8841	7.7973
	10	8.0811	
	11	7.9067	
	12	7.2337	
N55 55%RH	13	7.4537	7.4768
	14	7.6904	
	15	8.7020	
	16	7.5518	
N55 79%RH	17	7.2504	7.4936
	18	7.1531	
	19	7.5863	
	20	7.8426	
N55 95%RH	21	7.3274	7.6424
	22	7.1290	
	23	7.3271	
	24	7.6340	
N55 95%RH	25	8.0505	7.6424
	26	7.0955	
	27	8.5406	
	28	7.3153	
	29	7.4719	
	30	7.7888	

ตาราง 128 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ไม่ผสมเถ้าถ่านหิน
ที่ w/b = 0.55 ที่อายุการตากแห้งครบ 7 วัน

Code & RH	No.	Mass (g)	Mass change	Avg.	S.D.
N55 11%RH	1	6.8734			
	2	6.3862			
	3	6.2134	-0.1557	-0.1567	0.0016
	4	6.1212	-0.1555		
	5	6.4796	-0.1590		
N55 23%RH	6	6.5080	-0.1502	-0.1501	0.0006
	7	6.0337			
	8	6.1716	-0.1508		
	9	6.7063	-0.1494		
	10	6.9170			
N55 40%RH	11	6.9817	-0.1170	-0.1157	0.0011
	12	6.4040	-0.1147		
	13	6.5993	-0.1146		
	14	6.7935	-0.1166		
	15	7.7333			
N55 55%RH	16	6.8269	-0.0960	-0.0963	0.0009
	17	6.5617	-0.0950		
	18	6.5042			
	19	6.8521	-0.0968		
	20	7.0784	-0.0974		
N55 79%RH	21	6.9436	-0.0524	-0.0532	0.0006
	22	6.7475	-0.0535		
	23	6.9530			
	24	7.2240	-0.0537		
	25	7.5880			
N55 95%RH	26	7.0317	-0.0090	-0.0088	0.0001
	27	8.4658	-0.0088		
	28	7.2511	-0.0088		
	29	7.4026			
	30	7.7143			

ตาราง 129 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ไม่ผสมเถ้าถ่านหิน
ที่ w/b = 0.55 ที่อายุการตากแห้งครบ 14 วัน

Code & RH	No.	Mass (g)	Mass change	Avg.	S.D.
N55 11%RH	1	6.8448	-0.1642		
	2	6.3599	-0.1677		
	3	6.1893		-0.1648	0.0022
	4	6.0993			
	5	6.4531	-0.1625		
N55 23%RH	6	6.4906	-0.1524		
	7	6.0084		-0.1534	0.0009
	8	6.1437	-0.1546		
	9	6.6759	-0.1532		
	10	6.8871			
N55 40%RH	11	6.9512	-0.1208		
	12	6.3768	-0.1185		
	13	6.5726		-0.1199	0.0010
	14	6.7648	-0.1204		
	15	7.7012			
N55 55%RH	16	6.8066	-0.0987		
	17	6.5415	-0.0978		
	18	6.4830		-0.0987	0.0007
	19	6.8307	-0.0996		
	20	7.0567			
N55 79%RH	21	6.9305	-0.0542		
	22	6.7365	-0.0551		
	23	6.9425		-0.0547	0.0004
	24	7.2145	-0.0550		
	25	7.5775			
N55 95%RH	26	7.0270	-0.0097		
	27	8.4621	-0.0092		
	28	7.2485	-0.0091	-0.0094	0.0002
	29	7.4023	-0.0093		
	30	7.7139	-0.0096		

ตาราง 130 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ไม่ผสมเถ้าถ่านหิน
ที่ w/b = 0.55 ที่อายุการตากแห้งครบ 28 วัน

Code & RH	No.	Mass (g)	Mass change	Avg.	S.D.
N55 11%RH	1	6.8219	-0.1670		
	2	6.3408	-0.1702		
	3	6.1712		-0.1674	0.0022
	4	6.0849			
N55 23%RH	5	6.4344	-0.1649		
	6	6.4458	-0.1583		
	7	5.9848		-0.1580	0.0007
	8	6.1145	-0.1586		
	9	6.6466	-0.1570		
N55 40%RH	10	6.8579			
	11	6.9049	-0.1267		
	12	6.3371	-0.1239	-0.1251	0.0013
	13	6.5316	-0.1237		
	14	6.7199	-0.1262		
N55 55%RH	15	7.6525			
	16	6.7759	-0.1027		
	17	6.5101		-0.1039	0.0009
	18	6.4499			
	19	6.7955	-0.1042		
N55 79%RH	20	7.0210	-0.1048		
	21	6.9162	-0.0561		
	22	6.7229	-0.0570	-0.0567	0.0004
	23	6.9278			
	24	7.1996	-0.0569		
N55 95%RH	25	7.5617			
	26	7.0070			
	27	8.4478	-0.0109		
	28	7.2339	-0.0111	-0.0111	0.0002
	29	7.3877	-0.0113		
	30	7.7010	-0.0113		

ตาราง 131 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ไม่ผสมเถ้าถ่านหิน
ที่ w/b = 0.55 ที่อายุการตากแห้งครบ 56 วัน

Code & RH	No.	Mass (g)	Mass change	Avg.	S.D.
N55 11%RH	1	6.8105	-0.1684		
	2	6.3308	-0.1716		
	3	6.1600		-0.1689	0.0020
	4	6.0750			
N55 23%RH	5	6.4211	-0.1666		
	6	6.4165	-0.1621		
	7	5.9589		-0.1620	0.0006
	8	6.0847	-0.1627		
	9	6.6129	-0.1612		
N55 40%RH	10	6.8257			
	11	6.8583	-0.1326		
	12	6.2952	-0.1297		
	13	6.4880		-0.1315	0.0013
	14	6.6738	-0.1322		
	15	7.6007			
N55 55%RH	16	6.7410	-0.1074		
	17	6.4737	-0.1071		
	18	6.4116		-0.1080	0.0011
	19	6.7548	-0.1096		
	20	6.9785			
N55 79%RH	21	6.9070	-0.0574		
	22	6.7148	-0.0581		
	23	6.9181		-0.0579	0.0004
	24	7.1886	-0.0583		
	25	7.5495			
N55 95%RH	26	7.0027			
	27	8.4432	-0.0114		
	28	7.2303	-0.0116	-0.0115	0.0002
	29	7.3875	-0.0113		
	30	7.6977	-0.0117		

ตาราง 132 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ไม่ผสมเถ้าถ่านหิน
ที่ w/b = 0.55 หลังจากตากแห้งที่ 11%RH และนำมาตากแห้ง
ที่ความชื้นสัมพัทธ์เดิม

Code & RH	No.	Mass (g)	Mass change	Avg.	S.D.
N55 11%RH	1	6.8015	-0.1695		
	2	6.3230	-0.1726		
	3	6.1532		-0.1699	0.0020
	4	6.0712			
N55 23%RH	5	6.4136	-0.1676		
	6	6.3846	-0.1663		
	7	5.9360		-0.1660	0.0006
	8	6.0562	-0.1667		
	9	6.5816	-0.1652		
	10	6.7949			
N55 40%RH	11	6.6680			
	12	6.1306	-0.1525	-0.1509	0.0014
	13	6.3278	-0.1511		
	14	6.4929			
	15	7.4044	-0.1491		
N55 55%RH	16	6.4795	-0.1420		
	17	6.2210	-0.1420	-0.1411	0.0013
	18	6.1574	-0.1392		
	19	6.4888			
	20	6.7054			
N55 79%RH	21	6.5765	-0.1025		
	22	6.3926	-0.1033	-0.1022	0.0010
	23	6.5906	-0.1005		
	24	6.8514	-0.1025		
	25	7.1934			
N55 95%RH	26	6.8392	-0.0361		
	27	8.2220	-0.0373		
	28	7.0058		-0.0374	0.0009
	29	7.1932	-0.0373		
	30	7.4869	-0.0388		

ตาราง 133 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหิน
ร้อยละ 20 ที่ $w/b = 0.55$ ก่อนการตากแห้ง

Code & RH	No.	Mass (g)	Avg.
F55B20	1	7.4303	
11%RH	2	7.4260	
	3	7.4125	7.5345
	4	7.8971	
	5	7.5066	
F55B20	6	7.7532	
23%RH	7	7.8537	
	8	7.5130	7.6713
	9	7.4475	
	10	7.7893	
F55B20	11	7.6205	
40%RH	12	7.6740	
	13	7.6230	7.6326
	14	7.6444	
	15	7.6011	
F55B20	16	7.4717	
55%RH	17	7.7255	
	18	7.6106	7.6241
	19	7.3929	
	20	7.9199	
F55B20	21	7.6165	
79%RH	22	7.7466	
	23	7.4697	7.6089
	24	7.7845	
	25	7.4271	
F55B20	26	7.5121	
95%RH	27	7.2565	
	28	7.6442	7.4664
	29	7.6755	
	30	7.2437	

ตาราง 134 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหิน
ร้อยละ 20 ที่ $w/b = 0.55$ ที่อายุการตากแห้งครบ 7 วัน

Code & RH	No.	Mass (g)	Mass change	Avg.	S.D.
F55B20 11%RH	1	6.0839			
	2	6.1243			
	3	6.0276	-0.1868	-0.1866	0.0004
	4	6.4204	-0.1870		
	5	6.1096	-0.1861		
F55B20 23%RH	6	6.4778	-0.1645		
	7	6.5632	-0.1643	-0.1660	0.0022
	8	6.2427	-0.1691		
	9	6.1553			
	10	6.4569			
F55B20 40%RH	11	6.6021	-0.1336		
	12	6.6675		-0.1339	0.0003
	13	6.5982	-0.1344		
	14	6.6218	-0.1338		
	15	6.5964			
F55B20 55%RH	16	6.6269	-0.1131		
	17	6.8856		-0.1145	0.0013
	18	6.7414	-0.1142		
	19	6.5337	-0.1162		
	20	7.0411			
F55B20 79%RH	21	7.1966			
	22	7.3600	-0.0499	-0.0513	0.0010
	23	7.0829	-0.0518		
	24	7.3788	-0.0521		
	25	6.9830			
F55B20 95%RH	26	7.3680	-0.0192		
	27	7.1215	-0.0186		
	28	7.5047	-0.0182	-0.0187	0.0004
	29	7.5112			
	30	7.0673			

ตาราง 135 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหิน
ร้อยละ 20 ที่ $w/b = 0.55$ ที่อายุการตากแห้งครบ 14 วัน

Code & RH	No.	Mass (g)	Mass change	Avg.	S.D.
F55B20 11%RH	1	6.0498			
	2	6.0870			
	3	5.9965	-0.1910	-0.1908	0.0003
	4	6.3886	-0.1910		
	5	6.0779	-0.1903		
F55B20 23%RH	6	6.4249			
	7	6.5190			
	8	6.1984	-0.1750	-0.1757	0.0013
	9	6.1247	-0.1776		
	10	6.4291	-0.1746		
F55B20 40%RH	11	6.5980			
	12	6.6374			
	13	6.5646	-0.1388	-0.1377	0.0011
	14	6.5895	-0.1380		
	15	6.5653	-0.1363		
F55B20 55%RH	16	6.6047	-0.1160		
	17	6.8629			
	18	6.7170	-0.1174	-0.1176	0.0014
	19	6.5096	-0.1195		
	20	7.0141			
F55B20 79%RH	21	7.1810			
	22	7.3377	-0.0528	-0.0538	0.0007
	23	7.0635	-0.0544		
	24	7.3631	-0.0541		
	25	6.9635			
F55B20 95%RH	26	7.3614	-0.0201		
	27	7.1169	-0.0192		
	28	7.5015	-0.0187	-0.0193	0.0006
	29	7.5044			
	30	7.0620			

ตาราง 136 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหิน
ร้อยละ 20 ที่ $w/b = 0.55$ ที่อายุการตากแห้งครบ 28 วัน

Code & RH	No.	Mass (g)	Mass change	Avg.	S.D.
F55B20 11%RH	1	6.0358			
	2	6.0698			
	3	5.9826	-0.1929	-0.1925	0.0004
	4	6.3756	-0.1927		
	5	6.0649	-0.1921		
F55B20 23%RH	6	6.3931			
	7	6.4911			
	8	6.1689	-0.1789	-0.1789	0.0015
	9	6.1015	-0.1807		
	10	6.4102	-0.1771		
F55B20 40%RH	11	6.5404	-0.1417		
	12	6.6104			
	13	6.5335	-0.1429	-0.1421	0.0005
	14	6.5606	-0.1418		
	15	6.5374			
F55B20 55%RH	16	6.5854	-0.1186		
	17	6.8440			
	18	6.6963	-0.1201	-0.1204	0.0015
	19	6.4884	-0.1223		
	20	6.9895			
F55B20 79%RH	21	7.1729			
	22	7.3251	-0.0544	-0.0552	0.0006
	23	7.0525	-0.0559		
	24	7.3547	-0.0552		
	25	6.9510			
F55B20 95%RH	26	7.3574	-0.0206		
	27	7.1137	-0.0197		
	28	7.5004	-0.0188	-0.0197	0.0007
	29	7.5029			
	30	7.0611			

ตาราง 137 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหิน
ร้อยละ 20 ที่ $w/b = 0.55$ ที่อายุการตากแห้งครบ 56 วัน

Code & RH	No.	Mass (g)	Mass change	Avg.	S.D.
F55B20 11%RH	1	6.0196			
	2	6.0534			
	3	5.9677	-0.1949	-0.1946	0.0004
	4	6.3588	-0.1948		
	5	6.0499	-0.1941		
F55B20 23%RH	6	6.3608	-0.1796		
	7	6.4614	-0.1773	-0.1790	0.0013
	8	6.1376			
	9	6.0756			
	10	6.3858	-0.1802		
F55B20 40%RH	11	6.5038	-0.1465		
	12	6.5769		-0.1459	0.0009
	13	6.4922			
	14	6.5237	-0.1466		
	15	6.5019	-0.1446		
F55B20 55%RH	16	6.5629	-0.1216		
	17	6.8199		-0.1222	0.0010
	18	6.6702	-0.1236		
	19	6.4626			
	20	6.9592	-0.1213		
F55B20 79%RH	21	7.1666	-0.0591		
	22	7.3142	-0.0558	-0.0571	0.0012
	23	7.0417	-0.0573		
	24	7.3462	-0.0563		
	25	6.9391			
F55B20 95%RH	26	7.3561	-0.0208		
	27	7.1125	-0.0198		
	28	7.4996	-0.0189	-0.0198	0.0008
	29	7.5020			
	30	7.0590			

ตาราง 138 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหิน
ร้อยละ 20 ที่ $w/b = 0.55$ หลังจากตากแห้งที่ 11%RH และนำมาตากแห้ง
ที่ความชื้นสัมพัทธ์เดิม

Code & RH	No.	Mass (g)	Mass change	Avg.	S.D.
F55B20 11%RH	1	6.0108			
	2	6.0432			
	3	5.9585	-0.1962	-0.1959	0.0003
	4	6.3488	-0.1961		
	5	6.0390	-0.1955		
F55B20 23%RH	6	6.3315	-0.1834		
	7	6.4341		-0.1845	0.0014
	8	6.1122	-0.1865		
	9	6.0500			
	10	6.3590	-0.1836		
F55B20 40%RH	11	6.2876	-0.1749		
	12	6.3765		-0.1738	0.0015
	13	6.2789			
	14	6.3088	-0.1747		
	15	6.2959	-0.1717		
F55B20 55%RH	16	6.2848	-0.1589		
	17	6.5318		-0.1609	0.0016
	18	6.3719	-0.1628		
	19	6.1735			
	20	6.6437	-0.1611		
F55B20 79%RH	21	6.6617	-0.1254		
	22	6.7632	-0.1269	-0.1270	0.0014
	23	6.5085	-0.1287		
	24	6.8149			
	25	6.4094			
F55B20 95%RH	26	7.0522			
	27	6.7928	-0.0639	-0.0673	0.0024
	28	7.1961			
	29	7.1480	-0.0687		
	30	6.7420	-0.0693		

ตาราง 139 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหิน
ร้อยละ 35 ที่ $w/b = 0.55$ ก่อนการตากแห้ง

Code & RH	No.	Mass (g)	Avg.
F55B35 11%RH	1	6.8866	7.1304
	2	6.9044	
	3	7.2838	
	4	7.7036	
	5	6.8736	
F55B35 23%RH	6	6.8041	7.1288
	7	7.4359	
	8	6.9763	
	9	7.1488	
	10	7.2791	
F55B35 40%RH	11	7.1465	6.9896
	12	6.7814	
	13	6.8969	
	14	7.0374	
	15	7.0859	
F55B35 55%RH	16	7.3231	7.0344
	17	7.2332	
	18	6.8088	
	19	6.8403	
	20	6.9666	
F55B35 79%RH	21	7.2107	7.1641
	22	7.1406	
	23	7.2331	
	24	6.8731	
	25	7.3628	
F55B35 95%RH	26	7.0549	7.1087
	27	7.2640	
	28	7.2358	
	29	6.9382	
	30	7.0504	

ตาราง 140 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหิน
ร้อยละ 35 ที่ $w/b = 0.55$ ที่อายุการตากแห้งครบ 7 วัน

Code & RH	No.	Mass (g)	Mass change	Avg.	S.D.
F55B35 11%RH	1	5.5971	-0.1872		
	2	5.6545			
	3	5.8845	-0.1921	-0.1905	0.0023
	4	6.2237	-0.1921		
	5	5.6458			
F55B35 23%RH	6	5.6513			
	7	6.0757	-0.1829	-0.1817	0.0009
	8	5.7090	-0.1817		
	9	5.8577	-0.1806		
	10	5.9128			
F55B35 40%RH	11	6.0929	-0.1474		
	12	5.8512	-0.1372	-0.1425	0.0042
	13	5.9107	-0.1430		
	14	6.1461			
	15	6.1495			
F55B35 55%RH	16	6.5184	-0.1099		
	17	6.4209		-0.1063	0.0026
	18	6.0908	-0.1055		
	19	6.0519			
	20	6.2444	-0.1037		
F55B35 79%RH	21	6.7625	-0.0622		
	22	6.7398	-0.0561	-0.0595	0.0025
	23	6.7966	-0.0603		
	24	6.6269			
	25	6.9695			
F55B35 95%RH	26	7.0189	-0.0051		
	27	7.2046			
	28	7.2003	-0.0049	-0.0057	0.0009
	29	6.8897	-0.0070		
	30	6.9798	-0.1872		

ตาราง 141 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหิน
ร้อยละ 35 ที่ $w/b = 0.55$ ที่อายุการตากแห้งครบ 14 วัน

Code & RH	No.	Mass (g)	Mass change	Avg.	S.D.
F55B35 11%RH	1	5.5795	-0.1898		
	2	5.6324			
	3	5.8632	-0.1950	-0.1935	0.0027
	4	6.1952	-0.1958		
	5	5.6315			
F55B35 23%RH	6	5.6185			
	7	6.0295	-0.1891	-0.1872	0.0018
	8	5.6671	-0.1877		
	9	5.8270	-0.1849		
	10	5.8598			
F55B35 40%RH	11	6.0600	-0.1520		
	12	5.8255	-0.1410	-0.1467	0.0045
	13	5.8822	-0.1471		
	14	6.1222			
	15	6.1258			
F55B35 55%RH	16	6.4861	-0.1143		
	17	6.3888	-0.1167	-0.1168	0.0021
	18	6.0635			
	19	6.0240	-0.1193		
	20	6.2199			
F55B35 79%RH	21	6.7331	-0.0662		
	22	6.7040	-0.0611	-0.0639	0.0021
	23	6.7676	-0.0644		
	24	6.6119			
	25	6.9494			
F55B35 95%RH	26	7.0137			
	27	7.1952	-0.0095		
	28	7.1908		-0.0092	0.0013
	29	6.8864	-0.0075		
	30	6.9748	-0.0107		

ตาราง 142 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหิน
ร้อยละ 35 ที่ $w/b = 0.55$ ที่อายุการตากแห้งครบ 28 วัน

Code & RH	No.	Mass (g)	Mass change	Avg.	S.D.
F55B35 11%RH	1	5.5682	-0.1914		
	2	5.6223			
	3	5.8487	-0.1970	-0.1955	0.0029
	4	6.1785	-0.1980		
	5	5.6184			
F55B35 23%RH	6	5.6020			
	7	6.0085	-0.1920	-0.1928	0.0044
	8	5.6430			
	9	5.8063	-0.1878		
	10	5.8341	-0.1985		
F55B35 40%RH	11	6.0330			
	12	5.8017	-0.1445	-0.1389	0.0045
	13	5.8571			
	14	6.0985	-0.1334		
	15	6.1031	-0.1387		
F55B35 55%RH	16	6.4611	-0.1177		
	17	6.3641	-0.1202	-0.1201	0.0020
	18	6.0428			
	19	6.0019	-0.1226		
	20	6.1990			
F55B35 79%RH	21	6.7167	-0.0685		
	22	6.6869	-0.0635	-0.0662	0.0020
	23	6.7527	-0.0664		
	24	6.6037			
	25	6.9401			
F55B35 95%RH	26	7.0101	-0.0064		
	27	7.1928			
	28	7.1901	-0.0063	-0.0068	0.0007
	29	6.8843	-0.0078		
	30	6.9720	-0.1914		

ตาราง 143 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหิน
ร้อยละ 35 ที่ $w/b = 0.55$ ที่อายุการตากแห้งครบ 56 วัน

Code & RH	No.	Mass (g)	Mass change	Avg.	S.D.
F55B35 11%RH	1	5.5612	-0.1925		
	2	5.6156			
	3	5.8389	-0.1984	-0.1967	0.0030
	4	6.1685	-0.1993		
	5	5.6153			
F55B35 23%RH	6	5.5916			
	7	5.9957	-0.1937	-0.1920	0.0021
	8	5.6279	-0.1933		
	9	5.7977	-0.1890		
	10	5.8196			
F55B35 40%RH	11	6.0077			
	12	5.7815	-0.1474	-0.1415	0.0048
	13	5.8361			
	14	6.0818	-0.1358		
	15	6.0850	-0.1413		
F55B35 55%RH	16	6.4418	-0.1203		
	17	6.3451	-0.1228	-0.1228	0.0020
	18	6.0258			
	19	5.9836	-0.1252		
	20	6.1834			
F55B35 79%RH	21	6.7058	-0.0700		
	22	6.6757	-0.0651	-0.0676	0.0020
	23	6.7429	-0.0678		
	24	6.5990			
	25	6.9335			
F55B35 95%RH	26	7.0091	-0.0065		
	27	7.1882			
	28	7.1834	-0.0072	-0.0072	0.0006
	29	6.8836	-0.0079		
	30	6.9699	-0.1925		

ตาราง 144 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหิน
ร้อยละ 35 ที่ $w/b = 0.55$ หลังจากตากแห้งที่ 11%RH และนำมาตากแห้ง
ที่ความชื้นสัมพัทธ์เดิม

Code & RH	No.	Mass (g)	Mass change	Avg.	S.D.
F55B35 11%RH	1	5.5605	-0.1926	-0.1972	0.0033
	2	5.6138			
	3	5.8347	-0.1989		
	4	6.1623	-0.2001		
	5	5.6096			
F55B35 23%RH	6	5.5746		-0.1984	0.0031
	7	5.9750	-0.1965		
	8	5.6099	-0.1959		
	9	5.7836			
	10	5.8033	-0.2027		
F55B35 40%RH	11	5.8029	-0.1880	-0.1815	0.0054
	12	5.5966	-0.1747		
	13	5.6428	-0.1818		
	14	5.9004			
	15	5.9011			
F55B35 55%RH	16	6.1310	-0.1628	-0.1655	0.0021
	17	6.0342	-0.1658		
	18	5.7511			
	19	5.6923	-0.1678		
	20	5.9039			
F55B35 79%RH	21	6.1155	-0.1519	-0.1511	0.0009
	22	6.0701	-0.1499		
	23	6.1373	-0.1515		
	24	6.0472			
	25	6.3385			
F55B35 95%RH	26	6.5491		-0.0781	0.0016
	27	6.6860	-0.0796		
	28	6.6870	-0.0758		
	29	6.4414			
	30	6.4949	-0.0788		

ตาราง 145 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหิน
ร้อยละ 50 ที่ $w/b = 0.55$ ก่อนการตากแห้ง

Code & RH	No.	Mass (g)	Avg.
F55B50 11%RH	1	7.0610	6.9858
	2	7.1245	
	3	6.8053	
	4	6.7292	
	5	7.2089	
F55B50 23%RH	6	7.1374	6.9681
	7	7.3391	
	8	6.6395	
	9	6.7346	
	10	6.9900	
F55B50 40%RH	11	7.1027	7.2810
	12	7.5149	
	13	7.6214	
	14	7.1940	
	15	6.9720	
F55B50 55%RH	16	6.9618	7.0578
	17	7.1218	
	18	7.2063	
	19	7.0416	
	20	6.9577	
F55B50 79%RH	21	7.2085	7.0662
	22	7.2110	
	23	7.1797	
	24	6.6523	
	25	7.0795	
F55B50 95%RH	26	6.6580	7.1741
	27	7.7661	
	28	7.2003	
	29	6.8940	
	30	7.3522	

ตาราง 146 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหิน
ร้อยละ 50 ที่ $w/b = 0.55$ ที่อายุการตากแห้งครบ 7 วัน

Code & RH	No.	Mass (g)	Mass change	Avg.	S.D.
F55B50 11%RH	1	5.5199	-0.2183		
	2	5.5635	-0.2191		
	3	5.3394		-0.2182	0.0006
	4	5.2609	-0.2182		
	5	5.6414	-0.2174		
F55B50 23%RH	6	5.7521			
	7	5.8122	-0.2081		
	8	5.2893	-0.2034	-0.2050	0.0022
	9	5.3031			
	10	5.5674	-0.2035		
F55B50 40%RH	11	5.8953	-0.1700		
	12	6.1429			
	13	6.2339		-0.1735	0.0025
	14	5.9312	-0.1755		
	15	5.7515	-0.1751		
F55B50 55%RH	16	5.8966	-0.1530		
	17	6.0781			
	18	6.1182	-0.1510	-0.1532	0.0018
	19	5.9469	-0.1555		
	20	5.9392			
F55B50 79%RH	21	6.7187			
	22	6.6378	-0.0795		
	23	6.6565	-0.0729	-0.0757	0.0028
	24	6.2202			
	25	6.5494	-0.0749		
F55B50 95%RH	26	6.6030	-0.0083		
	27	7.6845	-0.0105		
	28	7.0953		-0.0089	0.0012
	29	6.7839			
	30	7.2946	-0.0078		

ตาราง 147 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหิน
ร้อยละ 50 ที่ $w/b = 0.55$ ที่อายุการตากแห้งครบ 14 วัน

Code & RH	No.	Mass (g)	Mass change	Avg.	S.D.
F55B50 11%RH	1	5.4996	-0.2211		
	2	5.5457	-0.2216		
	3	5.3238		-0.2208	0.0006
	4	5.2462	-0.2204		
	5	5.6230	-0.2200		
F55B50 23%RH	6	5.7322	-0.1969		
	7	5.7764		-0.2041	0.0051
	8	5.2630	-0.2073		
	9	5.2770			
	10	5.5349	-0.2082		
F55B50 40%RH	11	5.8675	-0.1739		
	12	6.1106		-0.1776	0.0026
	13	6.2004			
	14	5.9006	-0.1798		
	15	5.7238	-0.1790		
F55B50 55%RH	16	5.8455			
	17	6.0339	-0.1528		
	18	6.0703	-0.1576	-0.1546	0.0022
	19	5.9055			
	20	5.8909	-0.1533		
F55B50 79%RH	21	6.6457			
	22	6.5811	-0.0874		
	23	6.5885	-0.0823	-0.0841	0.0023
	24	6.1833			
	25	6.4949	-0.0826		
F55B50 95%RH	26	6.5932	-0.0097		
	27	7.6741	-0.0118		
	28	7.0862		-0.0102	0.0012
	29	6.7743			
	30	7.2852	-0.0091		

ตาราง 148 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหิน
ร้อยละ 50 ที่ $w/b = 0.55$ ที่อายุการตากแห้งครบ 28 วัน

Code & RH	No.	Mass (g)	Mass change	Avg.	S.D.
F55B50 11%RH	1	5.4957	-0.2217		
	2	5.5448	-0.2217		
	3	5.3206		-0.2212	0.0005
	4	5.2413	-0.2211		
	5	5.6197	-0.2204		
F55B50 23%RH	6	5.7273			
	7	5.7641	-0.2146		
	8	5.2537	-0.2087	-0.2128	0.0038
	9	5.2655	-0.2181		
	10	5.5229	-0.2099		
F55B50 40%RH	11	5.8515	-0.1762		
	12	6.0913			
	13	6.1817		-0.1800	0.0027
	14	5.8820	-0.1824		
	15	5.7065	-0.1815		
F55B50 55%RH	16	5.8260	-0.1631		
	17	6.0144			
	18	6.0493	-0.1606	-0.1625	0.0014
	19	5.8877	-0.1639		
	20	5.8703			
F55B50 79%RH	21	6.6281			
	22	6.5674	-0.0893		
	23	6.5735	-0.0844	-0.0861	0.0022
	24	6.1727			
	25	6.4807	-0.0846		
F55B50 95%RH	26	6.5886	-0.0104		
	27	7.6711	-0.0122		
	28	7.0855		-0.0107	0.0012
	29	6.7709			
	30	7.2830	-0.0094		

ตาราง 149 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหิน
ร้อยละ 50 ที่ $w/b = 0.55$ ที่อายุการตากแห้งครบ 56 วัน

Code & RH	No.	Mass (g)	Mass change	Avg.	S.D.
F55B50 11%RH	1	5.5046	-0.2204		
	2	5.5399	-0.2224		
	3	5.3195		-0.2210	0.0008
	4	5.2466	-0.2203		
	5	5.6170	-0.2208		
F55B50 23%RH	6	5.7222			
	7	5.7548	-0.2159		
	8	5.2455	-0.2100	-0.2123	0.0026
	9	5.2579			
	10	5.5141	-0.2111		
F55B50 40%RH	11	5.8387			
	12	6.0713	-0.1921		
	13	6.1638	-0.1913	-0.1880	0.0037
	14	5.8645	-0.1848		
	15	5.6909	-0.1837		
F55B50 55%RH	16	5.8096	-0.1655		
	17	5.9997			
	18	6.0335	-0.1627	-0.1647	0.0014
	19	5.8730	-0.1660		
	20	5.8523			
F55B50 79%RH	21	6.6166			
	22	6.5566	-0.0908		
	23	6.5608	-0.0862	-0.0876	0.0022
	24	6.1645			
	25	6.4714	-0.0859		
F55B50 95%RH	26	6.5728			
	27	7.6621	-0.0134		
	28	7.0718	-0.0178	-0.0166	0.0023
	29	6.7667	-0.0185		
	30	7.2748	-0.2204		

ตาราง 150 ผลการทดสอบการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าถ่านหิน
ร้อยละ 50 ที่ $w/b = 0.55$ หลังจากตากแห้งที่ 11%RH และนำมาตากแห้ง
ที่ความชื้นสัมพัทธ์เดิม

Code & RH	No.	Mass (g)	Mass change	Avg.	S.D.
F55B50 11%RH	1	5.5101	-0.2196	-0.2194	0.0006
	2	5.5555	-0.2202		
	3	5.3341			
	4	5.2570	-0.2188		
	5	5.6306	-0.2189		
F55B50 23%RH	6	5.7237		-0.2132	0.0025
	7	5.7493	-0.2166		
	8	5.2403	-0.2107		
	9	5.2528			
	10	5.5063	-0.2123		
F55B50 40%RH	11	5.6980		-0.2106	0.0029
	12	5.9126	-0.2132		
	13	6.0043	-0.2122		
	14	5.7081	-0.2065		
	15	5.5440			
F55B50 55%RH	16	5.5663	-0.2005	-0.2000	0.0012
	17	5.7458			
	18	5.7769	-0.1984		
	19	5.6249	-0.2012		
	20	5.5998			
F55B50 79%RH	21	5.9838		-0.1745	0.0022
	22	5.9312	-0.1775		
	23	5.9298	-0.1741		
	24	5.5955			
	25	5.8615	-0.1720		
F55B50 95%RH	26	5.9678		-0.1072	0.0007
	27	6.9409	-0.1063		
	28	6.4223	-0.1081		
	29	6.1535	-0.1074		
	30	6.5799	-0.2196		

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	สเปน มาลัยทอง
วัน เดือน ปี เกิด	14 ธันวาคม 2542
สถานที่เกิด	จังหวัดแม่ฮ่องสอน
วุฒิการศึกษา	พ.ศ. 2565 วศ.บ. (วิศวกรรมโยธา), มหาวิทยาลัยพะเยา, พะเยา
ที่อยู่ปัจจุบัน	60/5 หมู่ที่ 8 ตำบลปางหมู อำเภอเมือง จังหวัดแม่ฮ่องสอน 58000
ผลงานตีพิมพ์	Malaithong, S., Suwanmaneechot, P., and Rattanasak, U. (2025), "The reversible and irreversible shrinkage of cement paste containing low-calcium fly ash under different drying relative humidities". Journal of Building Engineering, 107, 112726. https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2025.112726
รางวัลที่ได้รับ	สเปน มาลัยทอง, ปิยพงษ์ สุวรรณมณีโชติ และ อุบลลักษณ์ รัตนศักดิ์. (2568). “ผลกระทบของปริมาณเถ้าถ่านหินแคลเซียมต่ำต่อการหดตัวแห้งของซีเมนต์เพสต์ภายใต้ความชื้นสัมพัทธ์ที่แตกต่างกัน”, การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 30, 28-30 พฤษภาคม 2568, ประจวบคีรีขันธ์ : ศูนย์ประชุมนานาชาติจุฬารกรณ์ โรงแรม เดอะ เกษตร หัวหิน. (MAT 54 หน้า 1-8).