สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การศึกษาอิทธิพลของการบ่มโดยใช้สารลดแรงตึงผิว ในกรณีการบ่มแบบต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่องต่อคุณสมบัติของคอนกรีต

A STUDY ON INFLUENCE OF LOW SURFACE TENSION WATER CURING CONSECUTIVELY AND INCONSECUTIVELY ON PROPERTIES OF CEMENTITIOUS MATERIALS

โดย

นายดำรงเดช สุมาริธรรม

นายธีรวัฒน์ พิทักษา

นายวัชรพล ประทุมวรรณ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ส/วว
ด 49ว7
2549

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....72069.....
วัน,เดือน,ปี.....- 8 มิ.ย. 2550

b.....11763052x.....
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษาที่ 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A STUDY ON INFLUENCE OF LOW SURFACE TENSION WATER CURING CONSECUTIVELY AND INCONSECUTIVELY ON PROPERTIES OF CEMENTITIOUS MATERIALS

MIRTER DUMRONGDECH SUMARITHAM
MIRTER THEERAWAT PITAKSA
MIRTER WATCRARAPON PRATUMWON

A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQURIREMENTS FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF CIVIL ENGINEERING
DAPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING, FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT 'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2006

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ในรับรองโครงงานพิเศษ

หัวข้อโครงการพิเศษ	การศึกษาอิทธิพลของการบ่มโดยใช้สารลดแรงตึงผิว ในกรณีการบ่มแบบต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่องต่อคุณสมบัติของคอนกรีต		
นักศึกษา	นาย คำรงเดช สุมาริธรรม	รหัสประจำตัว	47015433
	นาย ธีรวัฒน์ พิทักษา	รหัสประจำตัว	47015439
	นาย วัชรพล ประทุมวรรณ	รหัสประจำตัว	47015458
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขา	วิศวกรรมโยธา
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา		
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.คมสัน มาลีสี		

คณะกรรมการสอบโครงงานพิเศษ	ลายมือชื่อ
1. รศ.อำนวย พานิชกุลพงศ์	
2. อ.ศิลป์ชัย จานสุวรรณ	
3. ดร.คมสัน มาลีสี	
4. อ.ทรงกลด แซ่อึ้ง	

ภาควิชาวิศวกรรมโยธารับรองแล้ว

(รศ.อำนวย พานิชกุลพงศ์)

หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมโยธา

วันที่ 13 เดือน มีนาคม พ.ศ.2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาอิทธิพลของการบ่มโดยใช้สารลดแรงตึงผิวในกรณีการบ่มแบบต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่องต่อคุณสมบัติของคอนกรีต A STUDY ON INFLUENCE OF LOW SURFACE TENSION WATER CURING CONSECUTIVELY AND INCONSECUTIVELY ON PROPERTIES OF CEMENTITIOUS MATERIALS
นักศึกษา	นายดำรงเดช สุมาริธรรม
	นายธีรวัฒน์ พิทักษา
	นายวัชรพล ประทุมวรรณ
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.ดมสัน มาลีสี
ระดับการศึกษา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
ปีการศึกษา	2549

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการทดสอบเพื่อศึกษาพฤติกรรมของคอนกรีต โดยใช้สารผสมเพิ่มช่วยในการบ่มที่สภาวะการบ่มที่แตกต่างกัน โดยพิจารณาถึงความสามารถในการดูดซึม (Absorption) ปฏิกิริยาไฮเดรชั่น (Hydration) การยืดหดตัว (Autogenious Shrinkage) และค่ากำลังรับแรงอัดของคอนกรีต (Compressive Strength) โดยใช้สารผสมเพิ่มประเภทสารลดแรงตึงผิว (Air-Entraining Admixtures) โดยทำการเปรียบเทียบการบ่มแบบปล่อยไว้ในสภาวะปกติ บ่มโดยแช่น้ำ (Water Curing) บ่มโดยการแช่น้ำผสมสารลดแรงตึงผิว (Low Surface Tension Water Curing) และบ่มโดยวิธีป้องกันการสูญเสียความชื้น (Wrapping) ซึ่งทำการบ่มแบบต่อเนื่องตลอดเวลาโดยทำการทดสอบที่อายุของซีเมนต์เพสท์ 1, 3, 7, 14, และ 28 วัน และทำการบ่มแบบไม่ต่อเนื่องโดยทำการทิ้งไว้ในห้องควบคุมอุณหภูมิที่ 25 ^{0}C ความชื้นสัมพันธ์ 50 % จนได้อายุที่ 1, 3, 7 และ 14 วัน หลังจากนั้นทำการบ่มด้วยน้ำและน้ำที่ผสมสารลดแรงตึงผิว จนกระทั่งชิ้นตัวอย่างมีอายุที่ 28 วัน จึงทำการทดสอบและเปรียบเทียบระหว่างวิธีการและระยะเวลาในการบ่ม ที่ค่าอัตราส่วนระหว่างน้ำต่อซีเมนต์ (w/c) 0.25, 0.30 และ 0.44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในบทความนี้แสดงให้เห็นถึงประโยชน์ของการใช้สารผสมเพิ่มในการบ่มคอนกรีต ที่ทำการบ่มแบบต่อเนื่องและแบบไม่ต่อเนื่อง เพื่อที่จะวัดความสามารถในการแพร่ของน้ำที่ใช้บ่มคอนกรีตทั้งน้ำและน้ำที่มีแรงตึงผิวต่ำโดยทำการวิเคราะห์และเปรียบเทียบคุณสมบัติต่างๆ ของคอนกรีตโดยสารผสมเพิ่มประเภทสารลดแรงตึงผิวเป็นตัวช่วยในการแพร่ซึมของน้ำเพื่อทำปฏิกิริยากับซีเมนต์ได้ทั่วถึง และยังสามารถทำให้คอนกรีตที่บ่มแบบไม่ต่อเนื่องมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับการบ่มแบบต่อเนื่องทั่วๆ ไป ผลที่ได้สามารถนำไปเป็นประโยชน์ในการก่อสร้างโดยสามารถกำหนดวิธีการบ่ม ระยะเวลาการบ่ม การเลือกสารผสมเพิ่มในการช่วยบ่ม และอาจทำให้ได้ค่าความสามารถในการรับกำลังของคอนกรีตเพิ่มขึ้นด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title : A STUDY ON INFLUENCE OF LOW SURFACE TENSION WATER CURING CONSECUTIVELY AND INCONSECUTIVELY ON PROPERTIES OF CEMENTITIOUS MATERIALS

Name : MIRTER DUMRONGDECH SUMARITHAM
MIRTER THEERAWAT PITAKSA
MIRTER WATCRARAPON PRATUMWON

Field : CIVIL ENGINEERING

Department : CIVIL ENGINEERING

Faculty : ENGNEERING

Advisor : Dr. KOMSAN MALEESEE

ABSTRACT

This report is about a test for studying on effects of admixtures in concrete curing conditions. Considering of capability on permeability Absorption, Hydration reaction, Autogenious Shrinkage, and Compressive Strength by using Air-Entraining agent mixed with water to be low surface tension water curing. The comparisons of the change condition usual curing method, Water curing, Low surface tension water curing and Wrapping. With to perform curing consecutively the time at 1, 3, 7, 14 and 28 day at cement paste ages. And to perform curing inconsecutively to perform control of temperature room at 25 ^{0}C hydrometric 50 % In the age 1, 3, 7 and 14 day maintain the specimen in the control room and after that curing in water and AE-water. Until sample to be at the age of 28 day therefore test and to compare between a periods of time curing at varied water/cement ratios (w/c) is 0.25, 0.30 and 0.44 respectively.

This report expresses use of admixtures in concrete curing, at curing consecutively and curing inconsecutively, to check capability on permeability by water and low surface tension water. By to perform analyses and to compare properties of concrete. With admixtures type low surface tension to assist capability on permeability reaction of cement everywhere, and to capability concrete at curing consecutively and inconsecutively properties in the vicinity curing consecutively ordinarily. Consequence capability to take to be a use to construct by capability curing method periods of time curing to choose admixture to assist curing and may be compressive strength to increase

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงพิเศษนี้สำเร็จได้ด้วยดีต้องกราบของพระคุณ อาจารย์ ดร.คมสัน มาลีสี ซึ่งเป็นที่ปรึกษาและได้ถ่ายทอดความรู้ในเรื่องของคอนกรีตอย่างสุดความสามารถและความจริงใจของท่าน ทำให้กลุ่มการทดลองได้มีความรู้ในเรื่องของอิทธิพลของการบ่มโดยใช้สารลดแรงตึงผิวซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนาความรู้ในด้านคอนกรีต เพื่อนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการประกอบอาชีพวิศวกรรมโยธาต่อไป นอกเหนือจากท่านจะให้ความรู้แล้ว ท่านยังให้กำลังใจในการทำงาน ดูแลและให้คำปรึกษาอย่างเป็นกันเองตั้งแต่เริ่มทำโครงงานจนโครงงานสำเร็จลุล่วง กราบขอบพระคุณ พี่รุ่งโรจน์ หนูรัตน์ พี่ ปิยะ ประสพแสง และพี่ ศิวพงษ์ หว่างอุ่น นักศึกษาปริญญาโท ให้ความรู้และความช่วยเหลือในการทำโครงงานพิเศษนี้ กราบขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้คำปรึกษาและได้ถ่ายทอดวิชาที่เป็นประโยชน์ในการวิจัย จนทำให้สามารถนำความรู้มาช่วยทำให้การวิจัยสำเร็จไปได้ด้วยดี กลุ่มวิจัยหวังอย่างยิ่งว่าความรู้ที่กลุ่มวิจัยได้ทำการศึกษา ทดลอง วิจัยนี้จะมีประโยชน์ไม่มากก็น้อยต่อผู้ที่จะมาศึกษาต่อในด้านงานวิจัยนี้

อนึ่งทางกลุ่มการทดลองขอขอบคุณบริษัท ดี-บีเอเอสเอฟ (ประเทศไทย) จำกัด. ที่ได้ให้การสนับสนุนสารลดแรงตึงผิวให้กลุ่มการทดลองได้นำมาทำการวิจัย ขอขอบพระคุณห้องทดสอบภาควิชาวิศวกรรมโยธาที่ได้ให้อุปกรณ์สนับสนุนการทดลอง ขอขอบคุณเพื่อนภาควิชาวิศวกรรมโยธาที่ให้ความช่วยเหลือเกื้อกูลกันในระหว่างที่ทำการวิจัย

สุดท้ายนี้ใคร่ขอขอบพระคุณ บิดา – มารดา และญาติพี่น้องที่ให้ความช่วยเหลืออันดีในทุกสิ่งทุกอย่างด้วยดีเสมอมา

นาย ดำรงเดช สุมาริธรรม
นาย ธีรวัฒน์ พิทักษา
นาย วัชรพล ประทุมวรรณ

ผู้ประพันธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทที่	เรื่อง	หน้า
	ปกใน (ภาษาไทย)	ก
	ปกใน (ภาษาอังกฤษ)	ข
	หน้าอนุมัติ	ค
	บทคัดย่อภาษาไทย	ง
	บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
	กิตติกรรมประกาศ	ช
	สารบัญ	ซ
	สารบัญตาราง	ฐ
	สารบัญรูป	บ
1	บทนำ	
	1.1. กล่าวนำ	1
	1.2. ความเป็นมาของปัญหา	1
	1.3. วัตถุประสงค์	3
	1.4. ขอบเขตการศึกษา	4
	1.5. วิธีการศึกษา	4
	1.6. ผลคาดว่าจะได้รับ	6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	เรื่อง	หน้า
2	วรรณกรรมปริทัศน์	
	2.1 นิยามและความหมายต่างๆ	7
	2.1.1 สารผสมเพิ่ม	7
	2.1.2 สารกระจายกักฟองอากาศ (Air-entraining Admixtures)	8
	2.1.3 การบ่มคอนกรีต (Curing)	8
	2.1.4 หินที่นำมาใช้ผสมคอนกรีต	9
	2.1.5 หินตะกอนที่นิยมใช้ผสมคอนกรีต	9
	2.1.6 ทรายที่นำมาใช้ผสมคอนกรีต	10
	2.2. การออกแบบปฏิภาคส่วนผสม	11
	2.2.1 การออกแบบปฏิภาคส่วนผสมตามวิธีของสถาบันคอนกรีตอเมริกัน (ACI)	11
	2.2.2 เลือกค่ายุบตัว	11
	2.2.3 ขนาดใหญ่สุดของมวลรวมหยาบ	11
	2.2.4 ประมาณปริมาณน้ำและฟองอากาศ	13
	2.2.5 อัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์	13
	2.2.6 คำนวณปริมาณปูนซีเมนต์	15
	2.2.7 ปริมาณมวลรวมหยาบ	15
	2.2.8 คำนวณปริมาตรทราย และปฏิภาคส่วนผสม	15
	2.3 การศึกษางานวิจัยที่ผ่านมา	16
	2.4 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับเรื่องที่กำลังจะศึกษา	16
	2.4.1 ปฏิกิริยาไฮเดรชั่น	16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	เรื่อง	หน้า
	2.4.2 การหดตัวทางเคมีของซีเมนต์เพสท์ (Chemical shrinkage of cement paste)	18
	2.4.3 ส่วนประกอบในซีเมนต์เพสท์ที่แข็งตัว (The component in hardened cement paste)	19
	2.4.3 พลังงานของแรงตึงผิวของน้ำ (Surface tension energy of water)	20
3	**ขั้นตอนการดำเนินการศึกษา**	
	3.1 วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	23
	3.1.1 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1 (ตราช้าง)	23
	3.1.2 สารเคมี (Admixtures)	23
	3.1.3 น้ำ ใช้น้ำที่มีคุณสมบัติดังนี้ (Water)	23
	3.1.4 เครื่องผสมซีเมนต์เพสท์ (Hobart type)	24
	3.1.5 ชุดอุปกรณ์ทดสอบหาการดูดซึม (Absorption)	24
	3.1.6 ชุดอุปกรณ์ทดสอบปฏิกิริยาไฮเดชั่น (Hydration)	25
	3.1.7 ชุดอุปกรณ์ทดสอบการยืดหดตัวของซีเมนต์เพสท์ (Autogenious Shrinkage)	26
	3.1.8 ชุดอุปกรณ์ทดสอบกำลังอัดของคอนกรีต	27
	3.1.9 เครื่องชั่งน้ำหนักความละเอียด 0.01 g	28
	3.2 ตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบ	28
	3.2.1 สำหรับการทดสอบหาการดูดซึม (Absorption)	28
	3.2.2 สำหรับการทดสอบปฏิกิริยาไฮเดรชั่น (Hydration)	28
	3.2.3 สำหรับการทดสอบการหดตัว (Autogenious Shrinkage)	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	เรื่อง	หน้า
	3.2.4 สำหรับการทดสอบกำลังอัดของคอนกรีต	29
	3.3 วิธีการทดสอบ	29
	3.3.1 การทดลองสำหรับการหาความสามารถการดูดซึม (Absorption) ASTM C 1585-04	29
	3.3.2 การทดลองสำหรับการหาระดับปฏิกิริยาไฮเดรชั่นในซีเมนต์เพสท์ (Hydration)	30
	3.3.3 การทดลองการยืดหดตัวในซีเมนต์เพสท์ (Autogenious Shrinkage)	32
	3.3.4 การทดสอบกำลังอัดของคอนกรีต	33
4	**ผลการทดสอบ**	
	4.1. กล่าวนำ	34
	4.2. ผลการทดสอบสำหรับการหาความสามารถการดูดซึมในซีเมนต์เพสท์ (Absorption)	34
	4.3. ผลการทดลองปฏิกิริยาไฮเดรชั่นที่ความลึกต่างๆ	48
	4.4. ผลการทดลองยืดหดตัว (Autogenious shrinkage)	59
	4.4. การทดลองสำหรับการทดสอบกำลังอัด (Strength)	63
5	**วิเคราะห์ผลการทดลอง**	
	5.1 กล่าวนำ	70
	5.2 วิเคราะห์ผลการทดสอบ	70
	5.2.1 การทดสอบการหาค่าการดูดซึม (Absorption)	70
	5.2.2. การทดสอบสำหรับปฏิกิริยาไฮเดรชั่นสำหรับความลึกต่างๆ	70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	เรื่อง	หน้า
	5.2.3. การทดสอบการยืดหดตัวของซีเมนต์เพสท์ (Autogenious shrinkage)	71
	5.2.4. การทดสอบกำลังอัดของคอนกรีต	71
6	สรุปผลการทดลอง	
	6.2. ข้อเสนอแนะ	72
	6.1. สรุปผลการทดสอบ	72
	รายการอ้างอิง	74
	บรรณานุกรม	75
	ภาคผนวก ก.	ผก1
	ภาคผนวก ข.	ผข1
	ภาคผนวก ค.	ผค1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	ชื่อตาราง	หน้า
ตารางที่ 2.1	ค่ายุบตัวของคอนกรีต สำหรับการก่อสร้าง ประเภทต่างๆ	12
ตารางที่ 2.2	ปริมาณน้ำและฟองอากาศสำหรับค่ายุบตัวและขนาดใหญ่สุดของมวลรวมหยาบ	12
ตารางที่ 2.3.	ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์และกำลังอัดของคอนกรีตรูปทรงกระบอกมาตรฐานที่ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1	13
ตารางที่ 2.4.	อัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์สูงสุดสำหรับคอนกรีตในสภาวะที่มีการกัดกร่อนรุนแรง	14
ตารางที่ 2.5.	อัตราส่วนปริมาตรของมวลหยาบต่อปริมาตรของคอนกรีต	14
ตารางที่ 2.6	การประมาณน้ำหนักของคอนกรีตสด	15
ตารางที่ ผ.ก.1	แสดงผลข้อมูลการดูดซึม w/c 0.25 บ่มด้วยอากาศอายุครบ 1 วัน ทดสอบดูดซึม ด้วยสาร Micro air	ผก2
ตารางที่ ผ.ก.2	แสดงผลข้อมูลการดูดซึม w/c 0.25 บ่มด้วยอากาศ อายุครบ 3 วัน ทดสอบดูดซึม ด้วยสาร Micro air	ผก3
ตารางที่ ผ.ก.3	แสดงผลข้อมูลการดูดซึม w/c 0.25 บ่มด้วยพลาสติกคลุม อายุครบ 3 วัน ทดสอบดูดซึม ด้วยสาร Micro air	ผก4
ตารางที่ ผ.ก.4	แสดงผลข้อมูลการดูดซึม wcr 0.25 บ่มด้วยน้ำ อายุครบ 3 วัน ทดสอบดูดซึม ด้วยสาร Micro air	ผก5
ตารางที่ ผ.ก.5	แสดงผลข้อมูลการดูดซึม w/c 0.25 บ่มด้วยอากาศ อายุครบ 7 วัน ทดสอบดูดซึมด้วยสาร Micro air	ผก6
ตารางที่ ผ.ก.6	แสดงผลข้อมูลการดูดซึม w/c 0.25 บ่มด้วยพลาสติกคลุม อายุครบ 7 วันทดสอบดูดซึม ด้วยสาร Micro air	ผก7
ตารางที่ ผ.ก.7	แสดงผลข้อมูลการดูดซึม w/c 0.25 บ่มด้วยน้ำ อายุครบ 7 วัน ทดสอบดูดซึม ด้วยสาร Micro air	ผก8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	ชื่อตาราง	หน้า
ตารางที่ ผ.ก.8	แสดงผลข้อมูลการดูดซึม w/c 0.25 บ่มด้วยอากาศ อายุครบ 14 วัน ทดสอบดูดซึมด้วยสาร Micro air	ผก9
ตารางที่ ผ.ก.9	แสดงผลข้อมูลการดูดซึม w/c 0.25 บ่มด้วยพลาสติกคลุม อายุครบ 28 วัน ทดสอบดูดซึม ด้วยสาร Micro air	ผก10
ตารางที่ ผ.ก.10	แสดงผลข้อมูลการดูดซึม w/c 0.25 บ่มด้วยน้ำ อายุครบ 28 วัน ทดสอบดูดซึม ด้วยสาร Micro air	ผก11
ตารางที่ ผ.ก.11	แสดงผลข้อมูลการดูดซึม w/c 0.25 บ่มด้วยอากาศ อายุครบ 1 วัน ทดสอบดูดซึม ด้วยสาร Darex aea	ผก12
ตารางที่ ผ.ก.12	แสดงผลข้อมูลการดูดซึม w/c 0.25 บ่มด้วยอากาศ อายุครบ 3 วัน ทดสอบดูดซึมด้วยสาร Darex aea	ผก13
ตารางที่ ผ.ก.13	แสดงผลข้อมูลการดูดซึม w/c 0.25 บ่มด้วยพลาสติกคลุม อายุครบ 3 วัน ทดสอบ ดูดซึม ด้วยสาร Darex aea	ผก14
ตารางที่ ผ.ก.14	แสดงผลข้อมูลการดูดซึม w/c 0.25 บ่มด้วยน้ำ อายุครบ 3 วัน ทดสอบดูดซึมด้วย สาร Darex aea	ผก15
ตารางที่ ผ.ก.15	แสดงผลข้อมูลการดูดซึม w/c 0.25 บ่มด้วยอากาศ อายุครบ 7 วัน ทดสอบดูดซึมด้วย สาร Darex aea	ผก16
ตารางที่ ผ.ก.16	แสดงผลข้อมูลการดูดซึม w/c 0.25 บ่มด้วยพลาสติกคลุม อายุครบ 7 วัน ทดสอบดูดซึมด้วย สาร Darex aea	ผก17
ตารางที่ ผ.ก.17	แสดงผลข้อมูลการดูดซึม w/c 0.25 บ่มด้วยน้ำ อายุครบ 7 วัน ทดสอบดูดซึมด้วย สาร Darex aea	ผก18
ตารางที่ ผ.ก.18	แสดงผลข้อมูลการดูดซึม w/c 0.25 บ่มด้วยอากาศ อายุครบ 14 วัน ทดสอบดูดซึม ด้วย สาร Darex aea	ผก19
ตารางที่ ผ.ก.19	แสดงผลข้อมูลการดูดซึม w/c 0.25 บ่มด้วยพลาสติกคลุม อายุครบ 14 วัน ทดสอบดูดซึมด้วย สาร Darex aea	ผก20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	ชื่อตาราง	หน้า
ตารางที่ ผ.ก.20	แสดงผลข้อมูลการดูดซึม w/c 0.25 บ่มด้วยน้ำ อายุครบ 14 วัน ทดสอบดูดซึมด้วย สาร Darex aea	ผก21
ตารางที่ ผ.ก.21	แสดงผลข้อมูลการดูดซึม w/c 0.25 บ่มด้วยอากาศ อายุครบ 28 วัน ทดสอบดูดซึมด้วยสาร Darex aea	ผก22
ตารางที่ ผ.ก.22	แสดงผลข้อมูลการดูดซึม w/c 0.25 บ่มด้วยพลาสติกคลุม อายุครบ 28 วัน ทดสอบ ดูดซึม ด้วยสาร Darex aea	ผก23
ตารางที่ ผ.ก.23	แสดงผลข้อมูลการดูดซึม w/c 0.25 บ่มด้วยน้ำ อายุครบ 28 วัน ทดสอบดูดซึม ด้วยสาร Darex aea	ผก24
ตารางที่ ผ.ก.24	แสดงผลข้อมูลการดูดซึม w/c 0.25 บ่มด้วยอากาศอายุครบ 1 วัน ทดสอบดูดซึมด้วยน้ำ	ผก25
ตารางที่ ผ.ก.25	แสดงผลข้อมูลการดูดซึม w/c 0.25 บ่มด้วยอากาศ อายุครบ 3 วัน ทดสอบดูดซึมด้วยน้ำ	ผก26
ตารางที่ ผ.ก.26	แสดงผลข้อมูลการดูดซึม w/c 0.25 บ่มด้วยพลาสติกคลุม ครบ 3 วัน ทดสอบดูดซึมด้วยน้ำ	ผก27
ตารางที่ ผ.ก.27	แสดงผลข้อมูลการดูดซึม w/c 0.25 บ่มด้วยน้ำ ครบ 3 วัน ทดสอบดูดซึมด้วยน้ำ	ผก28
ตารางที่ ผ.ก.28	แสดงผลข้อมูลการดูดซึม w/c 0.25 บ่มด้วยอากาศ ครบ 7 วัน ทดสอบดูดซึมด้วยน้ำ	ผก29
ตารางที่ ผ.ก.29	แสดงผลข้อมูลการดูดซึม w/c 0.25 บ่มด้วยพลาสติกคลุม ครบ 7 วัน ทดสอบดูดซึม ด้วยน้ำ	ผก30
ตารางที่ ผ.ก.30	แสดงผลข้อมูลการดูดซึม w/c 0.25 บ่มด้วยน้ำ ครบ 7 วัน ทดสอบดูดซึม ด้วยน้ำ	ผก31
ตารางที่ ผ.ก.31	แสดงผลข้อมูลการดูดซึม w/c 0.25 บ่มด้วยอากาศ ครบ 14 วัน ทดสอบดูดซึมด้วยน้ำ	ผก32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	ชื่อตาราง	หน้า
ตารางที่ ผ.ก.32	แสดงผลข้อมูลการดูดซึม w/c 0.25 บ่มด้วยพลาสติกคลุม ครบ 14 วัน ทดสอบดูดซึม ด้วยน้ำ	ผก33
ตารางที่ ผ.ก.33	แสดงผลข้อมูลการดูดซึม w/c 0.25 บ่มด้วยน้ำ ครบ 14 วัน ทดสอบดูดซึม ด้วยน้ำ	ผก34
ตารางที่ ผ.ก.34	แสดงผลข้อมูลการดูดซึม w/c 0.25 บ่มด้วยอากาศ ครบ 28 วัน ทดสอบดูดซึมด้วยน้ำ	ผก35
ตารางที่ ผ.ก.35	แสดงผลข้อมูลการดูดซึม w/c 0.25 บ่มด้วยพลาสติกคลุม ครบ 28 วัน ทดสอบดูดซึม ด้วยน้ำ	ผก36
ตารางที่ ผ.ก.36	แสดงผลข้อมูลการดูดซึม w/c 0.25 บ่มด้วยน้ำ ครบ 28 วัน ทดสอบดูดซึม ด้วยน้ำ	ผก37
ตารางที่ ผ.ก.37	แสดงผลข้อมูลของปฏิกิริยาไฮเดรชั่นที่ความลึกต่างๆ w/c 0.25 บ่มด้วย Micro air ตลอดเวลา 28 วัน	ผก38
ตารางที่ ผ.ก.38	แสดงผลข้อมูลของปฏิกิริยาไฮเดรชั่นที่ความลึกต่างๆ w/c 0.25 เมื่ออายุ 3 วัน บ่มด้วยสาร Micro air	ผก38
ตารางที่ ผ.ก.39	แสดงผลข้อมูลของปฏิกิริยาไฮเดรชั่นที่ความลึกต่างๆ w/c 0.25 เมื่ออายุ 7 วัน บ่มด้วยสาร Micro air	ผก39
ตารางที่ ผ.ก.40	แสดงผลข้อมูลของปฏิกิริยาไฮเดรชั่นที่ความลึกต่างๆ w/c 0.25 เมื่ออายุ 14 วัน บ่มด้วยสาร Micro air	ผก39
ตารางที่ ผ.ก.41	แสดงผลข้อมูลของปฏิกิริยาไฮเดรชั่นที่ความลึกต่างๆ w/c 0.30 บ่มด้วยสาร Micro air ตลอดเวลา 28 วัน	ผก40
ตารางที่ ผ.ก.42	แสดงผลข้อมูลของปฏิกิริยาไฮเดรชั่นที่ความลึกต่างๆ w/c 0.30 เมื่ออายุ 3 วัน บ่มด้วยสาร Micro air	ผก40
ตารางที่ ผ.ก.43	แสดงผลข้อมูลของปฏิกิริยาไฮเดรชั่นที่ความลึกต่างๆ w/c 0.30 เมื่ออายุ 7 วัน บ่มด้วยสาร Micro air	ผก41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	ชื่อตาราง	หน้า
ตารางที่ ผ.ก.44	แสดงผลข้อมูลของปฏิกิริยาไฮเดรชั่นที่ความลึกต่างๆ w/c 0.30 เมื่ออายุ 14 วัน บ่มด้วยสาร Micro air	ผก41
ตารางที่ ผ.ก.45	แสดงผลข้อมูลของปฏิกิริยาไฮเดรชั่นที่ความลึกต่างๆ w/c 0.44 บ่มด้วยสาร Micro air ตลอดเวลา 28 วัน	ผก42
ตารางที่ ผ.ก.46	แสดงผลข้อมูลของปฏิกิริยาไฮเดรชั่นที่ความลึกต่างๆ w/c 0.44 เมื่ออายุ 3 วัน บ่มด้วยสาร Micro air	ผก42
ตารางที่ ผ.ก.47	แสดงผลข้อมูลของปฏิกิริยาไฮเดรชั่นที่ความลึกต่างๆ w/c 0.44 เมื่ออายุ 7 วัน บ่มด้วยสาร Micro air	ผก43
ตารางที่ ผ.ก.48	แสดงผลข้อมูลของปฏิกิริยาไฮเดรชั่นที่ความลึกต่างๆ w/c 0.44 เมื่ออายุ 14 วัน บ่มด้วยสาร Micro air	ผก43
ตารางที่ ผ.ก.49	แสดงผลข้อมูลของปฏิกิริยาไฮเดรชั่นที่ความลึกต่างๆ w/c 0.25 บ่มด้วยสาร Darex aea ตลอดเวลา 28 วัน	ผก44
ตารางที่ ผ.ก.50	แสดงผลข้อมูลของปฏิกิริยาไฮเดรชั่นที่ความลึกต่างๆ w/c 0.25 เมื่ออายุ 3 วัน บ่มด้วยสาร Darex aea	ผก44
ตารางที่ ผ.ก.51	แสดงผลข้อมูลของปฏิกิริยาไฮเดรชั่นที่ความลึกต่างๆ w/c 0.25 เมื่ออายุ 7 วัน บ่มด้วยสาร Darex aea	ผก45
ตารางที่ ผ.ก.52	แสดงผลข้อมูลของปฏิกิริยาไฮเดรชั่นที่ความลึกต่างๆ w/c 0.25 เมื่ออายุ 14 วัน บ่มด้วยสาร Darex aea	ผก45
ตารางที่ ผ.ก.53	แสดงผลข้อมูลของปฏิกิริยาไฮเดรชั่นที่ความลึกต่างๆ w/c 0.30 บ่มด้วยสาร Darex aea ตลอดเวลา 28 วัน	ผก46
ตารางที่ ผ.ก.54	แสดงผลข้อมูลของปฏิกิริยาไฮเดรชั่นที่ความลึกต่างๆ w/c 0.30 เมื่ออายุ 3 วัน บ่มด้วยสาร Darex aea	ผก46
ตารางที่ ผ.ก.55	แสดงผลข้อมูลของปฏิกิริยาไฮเดรชั่นที่ความลึกต่างๆ w/c 0.30 เมื่ออายุ 7 วัน บ่มด้วยสาร Darex aea	ผก47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	ชื่อตาราง	หน้า
ตารางที่ ผ.ก.56	แสดงผลข้อมูลของปฏิกิริยาไฮเดรชั่นที่ความลึกต่างๆ w/c 0.30 เมื่ออายุ 14 วัน บ่มด้วยสาร Darex aea	ผก47
ตารางที่ ผ.ก.57	แสดงผลข้อมูลของปฏิกิริยาไฮเดรชั่นที่ความลึกต่างๆ w/c 0.44 บ่มด้วยสาร Darex aea ตลอดเวลา 28 วัน	ผก48
ตารางที่ ผ.ก.58	แสดงผลข้อมูลของปฏิกิริยาไฮเดรชั่นที่ความลึกต่างๆ w/c 0.44 เมื่ออายุ 3 วัน บ่มด้วยสาร Darex aea	ผก48
ตารางที่ ผ.ก.59	แสดงผลข้อมูลของปฏิกิริยาไฮเดรชั่นที่ความลึกต่างๆ w/c 0.44 เมื่ออายุ 7 วัน บ่มด้วยสาร Darex aea	ผก49
ตารางที่ ผ.ก.60	แสดงผลข้อมูลของปฏิกิริยาไฮเดรชั่นที่ความลึกต่างๆ w/c 0.44 เมื่ออายุ 14 วัน บ่มด้วยสาร Darex aea	ผก49
ตารางที่ ผ.ก.61	แสดงผลข้อมูลของปฏิกิริยาไฮเดรชั่นที่ความลึกต่างๆ w/c 0.25 บ่มด้วยน้ำ ตลอดเวลา 28 วัน	ผก50
ตารางที่ ผ.ก.62	แสดงผลข้อมูลของปฏิกิริยาไฮเดรชั่นที่ความลึกต่างๆ w/c 0.25 เมื่ออายุ 3 วัน บ่มด้วยน้ำ	ผก50
ตารางที่ ผ.ก.63	แสดงผลข้อมูลของปฏิกิริยาไฮเดรชั่นที่ความลึกต่างๆ w/c 0.25 เมื่ออายุ 7 วัน บ่มด้วยน้ำ	ผก51
ตารางที่ ผ.ก.64	แสดงผลข้อมูลของปฏิกิริยาไฮเดรชั่นที่ความลึกต่างๆ w/c 0.25 เมื่ออายุ 14 วัน บ่มด้วยน้ำ	ผก51
ตารางที่ ผ.ก.65	แสดงผลข้อมูลของปฏิกิริยาไฮเดรชั่นที่ความลึกต่างๆ w/c 0.30 บ่มด้วยน้ำ ตลอดเวลา 28 วัน	ผก52
ตารางที่ ผ.ก.66	แสดงผลข้อมูลของปฏิกิริยาไฮเดรชั่นที่ความลึกต่างๆ w/c 0.30 เมื่ออายุ 3 วัน บ่มด้วยน้ำ	ผก52
ตารางที่ ผ.ก.67	แสดงผลข้อมูลของปฏิกิริยาไฮเดรชั่นที่ความลึกต่างๆ w/c 0.30 เมื่ออายุ 7 วัน บ่มด้วยน้ำ	ผก53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	ชื่อตาราง	หน้า
ตารางที่ ผ.ก.68	แสดงผลข้อมูลของปฏิกิริยาไฮเดรชั่นที่ความลึกต่างๆ w/c 0.30 เมื่ออายุ 14 วัน บ่มด้วยน้ำ	ผก53
ตารางที่ ผ.ก.69	แสดงผลข้อมูลของปฏิกิริยาไฮเดรชั่นที่ความลึกต่างๆ w/c 0.44 บ่มด้วยน้ำ ตลอดเวลา 28 วัน	ผก54
ตารางที่ ผ.ก.70	แสดงผลข้อมูลของปฏิกิริยาไฮเดรชั่นที่ความลึกต่างๆ w/c 0.44 เมื่ออายุ 3 วัน บ่มด้วยน้ำ	ผก54
ตารางที่ ผ.ก.71	แสดงผลข้อมูลของปฏิกิริยาไฮเดรชั่นที่ความลึกต่างๆ w/c 0.44 เมื่ออายุ 7 วัน บ่มด้วยน้ำ	ผก55
ตารางที่ ผ.ก.72	แสดงผลข้อมูลของปฏิกิริยาไฮเดรชั่นที่ความลึกต่างๆ w/c 0.44 เมื่ออายุ 14 วัน บ่มด้วยน้ำ	ผก55
ตารางที่ ผ.ก.73	แสดงผลข้อมูลของการดำเนินไปของการหดตัวของซีเมนต์เพสท์ (Autogenious shrinkage) w/c = 0.25 curing with : Wrapping	ผก56
ตารางที่ ผ.ก.74	แสดงผลข้อมูลของการดำเนินไปของการหดตัวของซีเมนต์เพสท์ (Autogenious shrinkage) w/c = 0.25 curing with : บ่ม Micro air	ผก58
ตารางที่ ผ.ก.75	แสดงผลข้อมูลของการดำเนินไปของการหดตัวของซีเมนต์เพสท์ (Autogenious shrinkage) w/c = 0.25 curing with : บ่ม Micro air เมื่ออายุครบ 3 วัน	ผก60
ตารางที่ ผ.ก.76	แสดงผลข้อมูลของการดำเนินไปของการหดตัวของซีเมนต์เพสท์ (Autogenious shrinkage) w/c = 0.25 curing with : บ่ม Micro Air เมื่ออายุครบ 7 วัน	ผก62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	ชื่อตาราง	หน้า
ตารางที่ ผ.ก.77	แสดงผลข้อมูลของการดำเนินไปของการหดตัวของซีเมนต์เพสท์ (Autogenious shrinkage) w/c = 0.25 curing with : บ่ม Micro air เมื่ออายุครบ 14 วัน	ผก64
ตารางที่ ผ.ก.78	แสดงผลข้อมูลของการดำเนินไปของการหดตัวของซีเมนต์เพสท์ (Autogenious shrinkage) w/c = 0.25 curing with : Water	ผก66
ตารางที่ ผ.ก.79	แสดงผลข้อมูลของการดำเนินไปของการหดตัวของซีเมนต์เพสท์ (Autogenious shrinkage) w/c = 0.25 curing with : บ่ม Water เมื่ออายุครบ 3 วัน	ผก68
ตารางที่ ผ.ก.80	แสดงผลข้อมูลของการดำเนินไปของการหดตัวของซีเมนต์เพสท์ (Autogenious shrinkage) w/c = 0.25 curing with : บ่ม Water เมื่ออายุครบ 7 วัน	ผก70
ตารางที่ ผ.ก.81	แสดงผลข้อมูลของการดำเนินไปของการหดตัวของซีเมนต์เพสท์ (Autogenious shrinkage) w/c = 0.25 curing with : บ่ม Water เมื่ออายุครบ 14 วัน	ผก72
ตารางที่ ผ.ก.82	แสดงข้อมูลของการทดสอบกำลังอัด (Strength) ออกแบบ กำลังอัดที่ 250 ksc. โดยการบ่มต่อเนื่องโดยการ Wrapping	ผก74
ตารางที่ ผ.ก.83	แสดงข้อมูลของการทดสอบกำลังอัด (Strength) ออกแบบ กำลังอัดที่ 250 ksc. โดยการบ่มต่อเนื่องโดยสารละลาย Water	ผก75
ตารางที่ ผ.ก.84	แสดงข้อมูลการทดสอบกำลัง (Strength) ออกแบบ กำลังอัดที่ 250 ksc. โดยการบ่มแบบเงื่อนไขที่อายุครบ 3 วัน โดยสารละลาย Water	ผก76
ตารางที่ ผ.ก.85	แสดงข้อมูลการทดสอบกำลัง (Strength) ออกแบบ กำลังอัดที่ 250 ksc. โดยการบ่มแบบเงื่อนไขที่อายุครบ 7 วัน โ ดยสารละลาย Water	ผก77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	ชื่อตาราง	หน้า
ตารางที่ ผ.ก.86	แสดงข้อมูลการทดสอบกำลัง (Strength) ออกแบบ กำลังอัดที่ 250 ksc. โดยการบ่มแบบเงื่อนไขที่อายุครบ 14 วัน โดยสารละลาย Water	ผก78
ตารางที่ ผ.ก.87	แสดงข้อมูลของการทดสอบกำลังอัด (Strength) ออกแบบ กำลังอัดที่ 250 ksc. โดยการบ่มต่อเนื่องโดยสารละลาย Micro Air	ผก79
ตารางที่ ผ.ก.88	แสดงข้อมูลการทดสอบกำลัง (Strength) ออกแบบ กำลังอัดที่ 250 ksc. โดยการบ่มแบบเงื่อนไขที่อายุครบ 3 วัน โดยสารละลาย Micro Air	ผก80
ตารางที่ ผ.ก.89	แสดงข้อมูลการทดสอบกำลัง (Strength) ออกแบบ กำลังอัดที่ 250 ksc. โดยการบ่มแบบเงื่อนไขที่อายุครบ 7 วัน โดยสารละลาย Micro air	ผก81
ตารางที่ ผ.ก.90	แสดงข้อมูลการทดสอบกำลัง (Strength) ออกแบบ กำลังอัดที่ 250 ksc. โดยการบ่มแบบเงื่อนไขที่อายุครบ 14 วัน โดยสารละลาย Micro air	ผก82
ตารางที่ ผ.ก.91	แสดงข้อมูลของการทดสอบกำลังอัด (Strength) ออกแบบ กำลังอัดที่ 450 ksc. โดยการบ่มต่อเนื่องโดยการ Wrapping	ผก83
ตารางที่ ผ.ก.92	แสดงข้อมูลของการทดสอบกำลังอัด (Strength) ออกแบบ กำลังอัดที่ 450 ksc. โดยการบ่มต่อเนื่องโดยสารละลาย Water	ผก84
ตารางที่ ผ.ก.93	แสดงข้อมูลการทดสอบกำลัง (Strength) ออกแบบ กำลังอัดที่ 450 ksc. โดยการบ่มแบบเงื่อนไขที่อายุครบ 3 วัน โดยสารละลาย Water	ผก85
ตารางที่ ผ.ก.94	แสดงข้อมูลการทดสอบกำลัง (Strength) ออกแบบ กำลังอัดที่ 450 ksc. โดยการบ่มแบบเงื่อนไขที่อายุครบ 7 วัน โดยสารละลาย Water	ผก86

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	ชื่อตาราง	หน้า
ตารางที่ ผ.ก.95	แสดงข้อมูลการทดสอบกำลัง (Strength) ออกแบบ กำลังอัดที่ 450 ksc. โดยการบ่มแบบเงื่อนไขที่อายุครบ 14 วัน โดยสารละลาย Water	ผก87
ตารางที่ ผ.ก.96	แสดงข้อมูลของการทดสอบกำลังอัด (Strength) ออกแบบ กำลังอัดที่ 450 ksc โดยการบ่มต่อเนื่องโดยสารละลาย Micro air	ผก88
ตารางที่ ผ.ก.97	แสดงข้อมูลการทดสอบกำลัง (Strength) ออกแบบ กำลังอัดที่ 450 ksc โดยการบ่มแบบเงื่อนไขที่อายุครบ 3 วัน โดยสารละลาย Micro air	ผก89
ตารางที่ ผ.ก.98	แสดงข้อมูลการทดสอบกำลัง (Strength) ออกแบบ กำลังอัดที่ 450 ksc. โดยการบ่มแบบเงื่อนไขที่อายุครบ 7 วัน โดยสารละลาย Micro air	ผก90
ตารางที่ ผ.ก.99	แสดงข้อมูลการทดสอบกำลัง (Strength) ออกแบบ กำลังอัดที่ 450 ksc. โดยการบ่มแบบเงื่อนไขที่อายุครบ 14 วัน โดยสารละลาย Micro air	ผก91

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	ชื่อรูป	หน้า
รูปที่ 1.1.	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอัดกับระยะเวลาการบ่ม (วินิต ช่อวิเชียร,2539)	2
รูปที่ 1.2.	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปฏิกิริยาไฮเดรชันกับความลึกของตัวอย่างที่ w/c 0.25	3
รูปที่ 2.1	การเปลี่ยนแปลงหลังเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชั่น	19
รูปที่ 2.2	ผลิตภัณฑ์หลังเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชั่น	19
รูปที่ 2.3	พันธะทางเคมีในปฏิกิริยาไฮเดรชั่นของซีเมนต์	21
รูปที่ 3.1	แสดงสารเคมีที่ใช้ในการทดสอบ	23
รูปที่ 3.2	เครื่องผสมซีเมนต์เพสต์ (Hobart type)	24
รูปที่ 3.3.	แบบหล่อชิ้นตัวอย่างเส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 10 เซนติเมตร สูง 5 เซนติเมตร	24
รูปที่ 3.4.	แบบหล่อชิ้นตัวอย่างเส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 5 เซนติเมตร สูง 40 เซนติเมตร	25
รูปที่ 3.5.	เตาอบที่อุณหภูมิ 105° C	25
รูปที่ 3.6.	เตาอบที่อุณหภูมิ 950° C	26
รูปที่ 3.7.	แบบหล่อชิ้นตัวอย่าง ขนาด กว้าง 4 เซนติเมตร สูง 4 เซนติเมตร ยาว 16 เซนติเมตร	26
รูปที่ 3.8.	เครื่องวัดการหดตัว	27
รูปที่ 3.9.	อุปกรณ์ทดสอบกำลังอัดคอนกรีต	27
รูปที่3.10.	เครื่องทดสอบกำลังอัดคอนกรีต	28
รูปที่ 3.11.	เครื่องชั่งน้ำหนักความละเอียด 0.01 g	28
รูปที่ 3.12	.แสดงชิ้นตัวอย่างในการทดสอบหาความสามารถการดูดซึม	30
รูปที่ 3.13.	แสดงชิ้นตัวอย่างในการหาระดับปฏิกิริยาไฮเดรชั่นในซีเมนต์เพสท์แข็งตัวในแต่ละระดับชั้นความลึกต่างๆ (Penetration)	31
รูปที่ 3.14.	แสดงชิ้นตัวอย่างในการทดสอบหาความยืดหดตัว	32
รูปที่ 3.15	การวัดขนาดตัวอย่างทดสอบ	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	ชื่อรูป	หน้า
รูปที่ 4.1	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนการดูดซึมสาร Micro air , Darex aea และWater กับเวลา จากตัวอย่าง w/c 0.25 บ่มอากาศ 1 วัน	35
รูปที่ 4.2	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนการดูดซึมสาร Micro air , Darex aea และ Water กับเวลา จากตัวอย่าง w/c 0.25 บ่มอากาศ 3 วัน	35
รูปที่ 4.3	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนการดูดซึมสาร Micro air , Darex aea และ Waterกับเวลา จากตัวอย่าง w/c 0.25 บ่มอากาศ 7 วัน	36
รูปที่ 4.4	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนการดูดซึมสาร Micro air , Darex aea และ Waterกับเวลา จากตัวอย่าง w/c 0.25 บ่มด้วยอากาศ 14 วัน	36
รูปที่ 4.5	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนการดูดซึมสาร Micro air , Darex aea และ Waterกับเวลา จากตัวอย่าง w/c 0.25 บ่มด้วยอากาศ อายุ 28 วัน	37
รูปที่ 4.6	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนการดูดซึมสาร Micro air , Darex aea และ Waterกับเวลา จากตัวอย่าง w/c 0.25 บ่มด้วย พลาสติกคลุม 3 วัน	37
รูปที่ 4.7	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนการดูดซึมสาร Micro air , Darex aea และ Waterกับเวลา จากตัวอย่าง w/c 0.25 บ่มด้วยพลาสติกคลุม 7 วัน	38
รูปที่ 4.8	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนการดูดซึมสาร Micro air , Darex aea และ Waterกับเวลา จากตัวอย่าง w/c 0.25 บ่มด้วยพลาสติกคลุม 14 วัน	38
รูปที่ 4.9	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนการดูดซึมสาร Micro air , Darex aea และ Waterกับเวลา จากตัวอย่าง w/c 0.25 บ่มด้วยพลาสติกคลุม อายุ 28 วัน	39
รูปที่ 4.10	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนการดูดซึมสาร Micro air , Darex aea และ Water กับเวลา จากตัวอย่าง w/c 0.25 บ่มด้วยน้ำ 3 วัน	39
รูปที่ 4.11	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนการดูดซึมสาร Micro air , Darex aea และ Waterกับเวลา จากตัวอย่าง w/c 0.25 บ่มด้วยน้ำ 7 วัน	40
รูปที่ 4.12	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนการดูดซึมสาร Micro air , Darex aea และ Waterกับเวลา จากตัวอย่าง w/c 0.25 บ่มด้วยน้ำ 14 วัน	40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	ชื่อรูป	หน้า
รูปที่ 4.13	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนการดูดซึมสาร Micro air , Darex aea และ Waterกับเวลา จากตัวอย่าง w/c 0.25 บ่มด้วยน้ำ อายุ 28 วัน	41
รูปที่ 4.14	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนการดูดซึมสาร Micro air กับเวลา จากตัวอย่าง w/c 0.25 บ่มด้วยน้ำ 3 วัน	41
รูปที่ 4.15	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนการดูดซึมสาร Darex aea กับเวลา จากตัวอย่าง w/c 0.25	42
รูปที่ 4.16	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนการดูดซึมน้ำ กับเวลา จากตัวอย่าง w/c 0.25 บ่มด้วยน้ำ 3 วัน	42
รูปที่ 4.17	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนการดูดซึมสาร Micro air กับเวลา จากตัวอย่าง w/c 0.25 อายุ 7 วัน	43
รูปที่ 4.18	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนการดูดซึมสาร Darex aea กับเวลา จากตัวอย่าง w/c 0.25 อายุ 7 วัน	43
รูปที่ 4.19	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนการดูดซึมน้ำ กับเวลา จากตัวอย่าง w/c 0.25 อายุ 7 วัน	44
รูปที่ 4.20	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนการดูดซึมสาร Micro air กับเวลา จากตัวอย่าง w/c 0.25 อายุ 14 วัน	44
รูปที่ 4.21	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนการดูดซึมสาร Darex aea กับเวลา จากตัวอย่าง w/c 0.25 อายุ 14 วัน	45
รูปที่ 4.22	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนการดูดซึมโดยน้ำ กับเวลา จากตัวอย่าง w/c 0.25 อายุ 14 วัน	45
รูปที่ 4.23	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนการดูดซึมสาร Micro air กับเวลา จากตัวอย่าง w/c 0.25 อายุ 28 วัน	46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ ชื่อรูป หน้า

รูปที่ 4.24 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนการดูดซึมสาร Darex aea กับเวลา จากตัวอย่าง w/c 0.25 อายุ 28 วัน 46

รูปที่ 4.25 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนการดูดซึมน้ำ กับเวลา จากตัวอย่าง w/c 0.25 อายุ 28 วัน 47

รูปที่ 4.26 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปฏิกิริยาไฮเดรชั่นกับความลึก จากชิ้นตัวอย่าง w/c 0.25 ที่ระยะเวลาการบ่มด้วยสาร Micro air,Darex aea และ Water ตลอดเวลา 28 วัน 48

รูปที่ 4.27 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปฏิกิริยาไฮเดรชั่นกับความลึก จากชิ้นตัวอย่าง w/c 0.25ที่ระยะเวลาการบ่มด้วยสาร Micro air,Darex aea และ Water เมื่ออายุครบ 3 วัน 49

รูปที่ 4.28 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปฏิกิริยาไฮเดรชั่นกับความลึก จากชิ้นตัวอย่าง w/c 0.25ที่ระยะเวลาการบ่มด้วยสาร Micro air,Darex aea และ Water เมื่ออายุครบ 7 วัน 49

รูปที่ 4.29 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปฏิกิริยาไฮเดรชั่นกับความลึก จากชิ้นตัวอย่าง w/c 0.25 ที่ระยะเวลาการบ่มด้วยสาร Micro air,Darex aea และ Water เมื่ออายุครบ 14 วัน 50

รูปที่ 4.30 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปฏิกิริยาไฮเดรชั่นกับความลึก จากชิ้นตัวอย่าง w/c 0.25 ที่ระยะเวลาการบ่มด้วยสาร Micro air เมื่ออายุครบตามกำหนด 50

รูปที่ 4.31 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปฏิกิริยาไฮเดรชั่นกับความลึก จากชิ้นตัวอย่าง w/c 0.25 ที่ระยะเวลาการบ่มด้วยสาร Darex aea เมื่ออายุครบตามกำหนด 51

รูปที่ 4.32 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปฏิกิริยาไฮเดรชั่นกับความลึก จากชิ้นตัวอย่าง w/c 0.25 ที่ระยะเวลาการบ่มด้วย Water เมื่ออายุครบตามกำหนด 51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ ชื่อรูป หน้า

รูปที่ 4.33 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปฏิกิริยาไฮเดรชั่นกับความลึก จากชิ้นตัวอย่าง w/c 0.30 ที่ระยะเวลาการบ่มด้วยสาร Micro air,Darex aea และ Water ตลอดเวลา 28 วัน 52

รูปที่ 4.34 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปฏิกิริยาไฮเดรชั่นกับความลึก จากชิ้นตัวอย่าง w/c 0.30ที่ระยะเวลาการบ่มด้วยสาร Micro air,Darex aea และ Water เมื่ออายุครบ 3 วัน 52

รูปที่ 4.35 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปฏิกิริยาไฮเดรชั่นกับความลึก จากชิ้นตัวอย่าง w/c 0.30ที่ระยะเวลาการบ่มด้วยสาร Micro air,Darex aea และ Water เมื่ออายุครบ 7 วัน 53

รูปที่ 4.36 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปฏิกิริยาไฮเดรชั่นกับความลึก จากชิ้นตัวอย่าง w/c 0.30ที่ระยะเวลาการบ่มด้วยสาร Micro air,Darex aea และ Water เมื่ออายุครบ 14 วัน 53

รูปที่ 4.37 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปฏิกิริยาไฮเดรชั่นกับความลึก จากชิ้นตัวอย่าง w/c 0.30 ที่ระยะเวลาการบ่มด้วยสาร Micro air เมื่ออายุครบตามกำหนด 54

รูปที่ 4.38 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปฏิกิริยาไฮเดรชั่นกับความลึก จากชิ้นตัวอย่าง w/c 0.30 ที่ระยะเวลาการบ่มด้วยสาร Daex aea เมื่ออายุครบตามกำหนด 54

รูปที่ 4.39 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปฏิกิริยาไฮเดรชั่นกับความลึก จากชิ้นตัวอย่าง w/c 0.30 ที่ระยะเวลาการบ่มด้วยสาร Water เมื่ออายุครบตามกำหนด 55

รูปที่ 4.40 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปฏิกิริยาไฮเดรชั่นกับความลึก จากชิ้นตัวอย่าง w/c 0.44 ที่ระยะเวลาการบ่มด้วยสาร Micro air,Darex aea และ Water ตลอดเวลา 28 วัน 55

รูปที่ 4.41 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปฏิกิริยาไฮเดรชั่นกับความลึก จากชิ้นตัวอย่าง w/c 0.44ที่ระยะเวลาการบ่มด้วยสาร Micro air,Darex aea และ Water เมื่ออายุครบ 3 วัน 56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ ชื่อรูป หน้า

รูปที่ 4.42 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปฏิกิริยาไฮเดรชั่นกับความลึก จากชิ้นตัวอย่าง w/c 0.44ที่ระยะเวลาการบ่มด้วยสาร Micro air,Darex aea และ Water เมื่ออายุครบ 7 วัน 56

รูปที่ 4.43แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปฏิกิริยาไฮเดรชั่นกับความลึก จากชิ้นตัวอย่าง w/c 0.44ที่ระยะเวลาการบ่มด้วยสาร Micro air,Darex aea และ Water เมื่ออายุครบ 14 วัน 57

รูปที่ 4.44 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปฏิกิริยาไฮเดรชั่นกับความลึก จากชิ้นตัวอย่าง w/c 0.44 ที่ระยะเวลาการบ่มด้วยสาร Micro air เมื่ออายุครบตามกำหนด 57

รูปที่ 4.45 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปฏิกิริยาไฮเดรชั่นกับความลึก จากชิ้นตัวอย่าง w/c 0.44 ที่ระยะเวลาการบ่มด้วยสาร Darex aea เมื่ออายุครบตามกำหนด 58

รูปที่ 4.46 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปฏิกิริยาไฮเดรชั่นกับความลึก จากชิ้นตัวอย่าง w/c 0.44 ที่ระยะเวลาการบ่มด้วยสาร Water เมื่ออายุครบตามกำหนด 58

รูปที่ 4.47 แสดงความสัมพันธ์การทดสอบการยืดหดตัว(Autogenious shrinkage) ของซีเมนต์เพสท์ บ่มต่อเนื่องโดยการWrapping และสารละลาย Water, Micro air 59

รูปที่ 4.48 แสดงความสัมพันธ์การทดสอบการยืดหดตัว(Autogenious shrinkage) ของซีเมนต์เพสท์ บ่มแบบเงื่อนไขที่อายุครบ 3 วัน โดยสารละลาย Micro air และ Water 60

รูปที่ 4.49 แสดงความสัมพันธ์การทดสอบการยืดหดตัว(Autogenious shrinkage) ของซีเมนต์เพสท์ บ่มแบบเงื่อนไขที่อายุครบ 7 วัน โดยสารละลาย Micro air และ Water 60

รูปที่ 4.50 แสดงความสัมพันธ์การทดสอบการยืดหดตัว(Autogenious shrinkage) ของซีเมนต์เพสท์ บ่มแบบเงื่อนไขที่อายุครบ 14 วัน โดยสารละลาย Micro air และ Water 61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	ชื่อรูป	หน้า
รูปที่ 4.51	แสดงการเปรียบเทียบอัตราส่วนการขยายตัวของซีเมนต์เพสท์ ระหว่างการบ่มด้วย น้ำ และสารกักกระจายฟองอากาศ Micro air	62
รูปที่ 4.52	แสดงความสัมพันธ์การทดสอบกำลัง (Strength) ออกแบบกำลังอัดที่ 250 ksc. โดยการบ่มต่อเนื่อง Wrapping และสารละลาย Water, Micro air	63
รูปที่ 4.53	แสดงความสัมพันธ์การทดสอบกำลัง (Strength) ออกแบบกำลังอัดที่ 250 ksc. โดยการบ่มแบบเงื่อนไขที่อายุครบ 3 วัน โดยสารละลาย Micro air และ Water	64
รูปที่ 4.54	แสดงความสัมพันธ์การทดสอบกำลัง (Strength) ออกแบบกำลังอัดที่ 250 ksc. โดยการบ่มแบบเงื่อนไขที่อายุครบ 7 วัน โดยสารละลาย Micro air และ Water	64
รูปที่ 4.55	แสดงความสัมพันธ์การทดสอบกำลัง (Strength) ออกแบบกำลังอัดที่ 250 ksc. โดยการบ่มแบบเงื่อนไขที่อายุครบ 14 วัน โดยสารละลาย Micro air และ Water	65
รูปที่ 4.56	แสดงความสัมพันธ์การทดสอบกำลัง (Strength) ออกแบบกำลังอัดที่ 450 ksc. โดยการบ่มต่อเนื่อง Wrapping และสาร Micro air, Water	66
รูปที่ 4.57	แสดงความสัมพันธ์การทดสอบกำลัง (Strength) ออกแบบกำลังอัดที่ 450 ksc. โดยการบ่มแบบเงื่อนไขที่อายุครบ 3 วัน โดยสารละลาย Micro air และ Water	66
รูปที่ 4.58	แสดงความสัมพันธ์การทดสอบกำลัง (Strength) ออกแบบกำลังอัดที่ 450 ksc. โดยการบ่มแบบเงื่อนไขที่อายุครบ 7 วัน โดยสารละลาย Micro air และ Water	67
รูปที่ 4.59	แสดงความสัมพันธ์การทดสอบกำลัง (Strength) ออกแบบกำลังอัดที่ 450 ksc. โดยการบ่มแบบเงื่อนไขที่อายุครบ 14 วัน โดยสารละลาย Micro air และ Water	67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ ชื่อรูป หน้า

รูปที่ 4.60 แสดงความสัมพันธ์การทดสอบกำลัง (Strength) 68
โดยการบ่มต่อเนื่อง Wrapping และสารละลาย Water, Micro Air

รูปที่ 4.61 แสดงความสัมพันธ์การทดสอบกำลัง (Strength)ออกแบบกำลังอัดที่ 69
450 ksc.โดยการบ่มแบบไม่ต่อเนื่องโดยสารละลาย
Micro Air และ Water

รูปที่ ผ.ค. 1 เตรียมแบบหล่อการทดสอบหาค่าการดูดซึม ผค2

รูปที่ ผ.ค. 2 แบบหล่อการทดสอบหาค่าการดูดซึม ผค2

รูปที่ ผ.ค. 3 ชิ้นตัวอย่างสำหรับทดสอบหาค่าการดูดซึม ผค3

รูปที่ ผ.ค. 4 การทดสอบหาค่าการดูดซึม ผค3

รูปที่ ผ.ค. 5 การหล่อตัวอย่างทดสอบไฮเดรชั่น ผค4

รูปที่ ผ.ค. 6 การบ่มชิ้นตัวอย่างการทดสอบหาค่าปฏิกิริยาไฮเดรชั่น ผค4

รูปที่ ผ.ค. 7 ตัวอย่างการทดสอบไฮเดรชั่นก่อนทำการตัด ผค5

รูปที่ ผ.ค. 8 การตัดชิ้นตัวอย่าง การทดสอบปฏิกิริยาไฮเดรชั่น ผค5

รูปที่ ผ.ค. 9 ชิ้นตัวอย่างที่ทำการตัดแล้ว ผค6

รูปที่ ผ.ค. 10 อบชิ้นตัวอย่าง ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ผค6

รูปที่ ผ.ค. 11 อบชิ้นตัวอย่างที่อุณหภูมิ 950 องศาเซลเซียส ผค7

รูปที่ ผ.ค. 12 เตรียมแบบหล่อการทดสอบหาค่า Autogenious Shrinkage ผค8

รูปที่ ผ.ค. 13 การหล่อการทดสอบหาค่า Autogenious Shrinkage ผค8

รูป ผ.ค. 14 การบ่มชิ้นตัวอย่างการทดสอบ Autogenious Shrinkage ผค9

รูป ผ.ค. 15 การทดสอบตัวอย่าง Autogenious Shrinkage ผค9

รูปที่ ผ.ค. 16 การชั่งมวลรวมละเอียดก่อนทำการผสมคอนกรีต ผค10

รูปที่ ผ.ค. 17 การชั่งมวลรวมหยาบก่อนทำการผสมคอนกรีต ผค10

รูปที่ ผ.ค. 18 การเตรียมแบบหล่อคอนกรีต ผค11

รูปที่ ผ.ค. 19 การผสมคอนกรีต ผค11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ ชื่อรูป **หน้า**

รูปที่ ผ.ค. 20 อุปกรณ์ทดสอบค่าการยุบตัวของคอนกรีต ผค12
รูปที่ ผ.ค. 21 การทดสอบค่าการยุบตัวของคอนกรีต ผค12
รูปที่ ผ.ค. 22 การบ่มคอนกรีตด้วยน้ำ ผค13
รูปที่ ผ.ค. 23 การบ่มคอนกรีตด้วยสารลดแรงตึง Micro air ผค13
รูปที่ ผ.ค. 24 เครื่องทดสอบกำลังอัดของคอนกรีต ผค14
รูปที่ ผ.ค. 25 ตัวอย่างหลังการทดสอบกำลังอัด ผค14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1. กล่าวนำ

เนื่องจากงานก่อสร้างในปัจจุบัน มีวิธีที่จะช่วยเพิ่มกำลังของคอนกรีตให้ถึงค่าที่ต้องการ และลดอุณหภูมิให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสม คือวิธีการบ่ม ซึ่งจะช่วยป้องกันการสูญเสียความชื้นจากเนื้อคอนกรีตและจะช่วยให้ปฏิกิริยาไฮเดรชั่นของซีเมนต์เกิดขึ้นได้อย่างสมบูรณ์ เป็นผลให้การพัฒนากำลังอัดของคอนกรีตเป็นไปอย่างต่อเนื่อง ด้วยเหตุนี้การบ่มจึงมีอิทธิพลมากต่องานก่อสร้างทั่วไปในปัจจุบันนี้

ในระหว่างที่คอนกรีตกำลังแข็งตัวอยู่นั้น คอนกรีตต้องการน้ำหล่อเลี้ยงปูนซีเมนต์อย่างเพียงพอ เพื่อเกิดปฏิกิริยาทางเคมี หากน้ำมีไม่พียงพอในระยะใด การปฏิกิริยาเคมีก็จะหยุดในระยะนั้น และถ้าอยู่ในระยะที่มีความแข็งตัวไม่พอที่ต้านทานการหดตัวอันเนื่องจากการระเหยของน้ำหรือเนื่องมาจากอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงแล้ว อาจทำให้เกิดการเสียหายแตกร้าวขึ้น ในเนื้อคอนกรีตหรือตามผิวที่แห้งก่อนนั้นได้ทุกเมื่อ ดังนั้นจึงต้องมีวิธีการรักษาน้ำให้ชุ่มตลอดเวลา เพื่อให้ดำเนินปฏิกิริยาไฮเดรชั่นจนสำเร็จให้มากที่สุด

1.2. ความเป็นมาของปัญหา

เนื่องจากผู้รับเหมาก่อสร้างส่วนใหญ่ ไม่ค่อยให้ความสำคัญในงานบ่มผิวคอนกรีตเท่าที่ควร ซึ่งมักละเลยการบ่มทำให้น้ำระเหยออกจากผิวคอนกรีต เป็นผลให้ปฏิกิริยาไฮเดชั่นเกิดขึ้นได้ไม่สมบูรณ์และทำให้ความสามารถรับกำลังอัดในคอนกรีตที่ได้ต่ำลง รวมทั้งยังทำให้เกิดปัญหาการแตกร้าวที่เนื้อคอนกรีตหรือตามผิวที่แห้งก่อนตามมาอีกด้วย

คุณสมบัติของซีเมนต์เพสท์ที่แข็งตัวแล้วขึ้นอยู่กับปฏิกิริยาระหว่างน้ำกับซีเมนต์ซึ่งเรียกว่า ปฏิกิริยาไฮเดรชั่น โดยน้ำที่ใช้บ่มผิวคอนกรีตได้ซึมผ่านเข้าไปภายในซึ่งถือว่าเป็นสิ่งสำคัญในการเพิ่มปริมาณน้ำในช่องว่างภายในของคอนกรีตที่เกิดจากปฏิกิริยาไฮเดรชั่นและน้ำที่ใช้บ่มนี้ยังช่วยปกป้องไม่ให้น้ำภายในคอนกรีตระเหยออกไปยังสิ่งแวดล้อมภายนอกอีกด้วย สำหรับงานก่อสร้างทั่วไปนั้นมักพบเสมอว่าไม่ได้ดำเนินการบ่มคอนกรีตที่ต่อเนื่องโดยเฉพาะในช่วงวันแรกๆ และเมื่อมีการบ่มคอนกรีตในช่วงหลังพบว่าการซึมเข้าไปภายในคอนกรีตของน้ำที่ใช้บ่มเป็นไปได้ยากขึ้นเนื่องจากคอนกรีตมีโครงสร้างผลึกที่แน่นขึ้น ดังนั้นจึงต้องพยายามหาวิธีการให้น้ำที่ใช้บ่มสามารถซึมผ่านเข้าไป

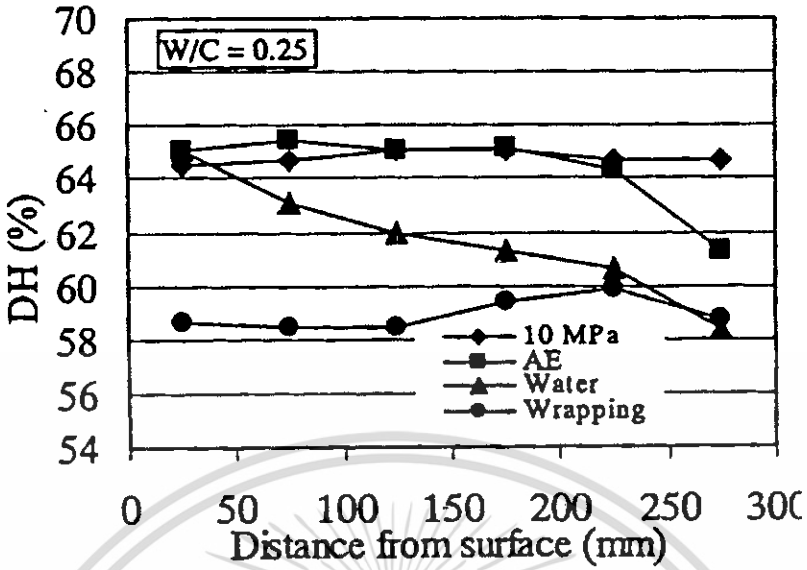
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในคอนกรีตที่แข็งตัวแล้วได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งจากงานวิจัยที่ผ่านมาของ ดร.คมสัน มาลีสี (2545) พบว่าน้ำที่มีแรงตึงผิวต่ำสามารถซึมผ่านเข้าไปในแท่งคอนกรีตตัวอย่างได้ดีกว่าการบ่มด้วยน้ำธรรมดาทำให้ปฏิกิริยาไฮเดรชั่นมีค่าสูงขึ้น ซึ่งน้ำที่มีค่าแรงตึงผิวต่ำนี้น่าจะมีส่วนช่วยในการบ่มคอนกรีตในช่วงที่คอนกรีตมีโครงสร้างที่แข็งตัวมากขึ้นแล้วได้ดีกว่าการบ่มด้วยน้ำธรรมดา ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้ทำการทดลองบ่มคอนกรีตด้วยเงื่อนไขของการบ่มแบบไม่ต่อเนื่อง เพื่อที่จะวัดความสามารถในการแพร่ของน้ำที่ใช้บ่มคอนกรีตทั้งน้ำธรรมดาและน้ำที่มีแรงตึงผิวต่ำโดยทำการวิเคราะห์และเปรียบเทียบคุณสมบัติต่างๆ ของคอนกรีต

รูปที่ 1.1. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอัดกับระยะเวลาการบ่ม (วินิต ช่อวิเชียร, 2539)

จาก ดร. คมสัน มาลีสี (2545) ได้ศึกษาพบว่าสารกักกระจายฟองอากาศ ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นสารลดแรงตึงผิว (AE-water) เมื่อนำมาบ่มกับคอนกรีตจะมีความสามารถในการแผ่เข้าไปในคอนกรีตได้ลึกมากกว่าน้ำปรกติ ที่ 28วัน ดังรูปที่ 1.1.จึงเป็นข้อมูลที่น่าสนใจเพื่อศึกษาอิทธิพลของสารลดแรงตึงผิวในการบ่มคอนกรีต จึงได้นำมาพิจารณา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.2. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปฏิกิริยาไฮเดรชันกับความลึกของตัวอย่างที่ w/c 0.25

จากการศึกษาอิทธิพลของการบ่มโดยใช้สารลดแรงตึงผิว Influence of low surface tention curing on properties of cementitionus material ของ นายไชยเดช ใยไพโรจน์ และ นายอานนท์ ปทุมานนท์ พบว่าน้ำผสม Micro air ที่ปริมาณ 1 % มีการซึมผ่านช่องว่างของซีเมนเพสท์ได้ดีทำให้เกิดปฏิกิริยาไฮเดรชั่นสม่ำเสมอในชั้นความลึกต่าง ๆ ได้ดีกว่าสารลดแรงตึงผิวชนิดอื่น ดังนั้นจึงนำข้อมูลนี้มาศึกษาเปรียบเทียบกับวิธีการบ่มเพิ่มเติมโดยการคิดวิธีการบ่มเพื่อเปรียบเทียบ การบ่มด้วยน้ำผสม Micro air ที่ปริมาณ 1 % การบ่มด้วยน้ำ การบ่มด้วยอากาศ การบ่มแบบไม่ต่อเนื่องโดยใช้ที่น้ำผสม Micro air ที่ปริมาณ 1 % และน้ำ และ การบ่มด้วยการ Wrapping

1.3. วัตถุประสงค์

1. ศึกษาความสามารถในการแพร่ของน้ำที่ใช้ในการบ่มคอนกรีตที่ระยะต่างๆ
2. วิเคราะห์ปฏิกิริยาทางเคมีที่เกิดขึ้นเนื่องจากการแพร่ของน้ำที่ใช้ในการบ่มคอนกรีตเข้าไปยังแท่งคอนกรีตตัวอย่าง
3. ศึกษาอิทธิพลของสารลดแรงตึงผิวและเงื่อนไขการบ่มต่างๆ ต่อค่าความสามารถใน การดูดซึม ปฏิกิริยาไฮเดชั่น การยืดหดตัว และความสามารถในการรับกำลังอัดของคอนกรีต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4. ขอบเขตของโครงการวิจัย

1. ศึกษาอิทธิพลการบ่มด้วยสารผสม Micro air ที่ปริมาณ 1 % ซึ่งมีค่า Surface Tension ประมาณ 32 mN/m เปรียบเทียบกับการบ่มด้วย น้ำ อากาศ Wrapping และการบ่มแบบไม่ต่อเนื่อง โดยทำการวัดค่า ความดูดซึม ปฏิกิริยาไฮเดรชั่น และการยืดหดตัว (Autogenious Shinkage) ของซีเมนต์เพสท์ ด้วยอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ 0.25, 0.30 และ 0.44 ที่อายุของซีเมนต์เพสท์ 1, 3 , 7 , 14 และ 28 วันโดยใช้ซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ Type 1
2. ศึกษาอิทธิพลการบ่มด้วยสารผสม Micro air ที่ปริมาณ 1 % เปรียบเทียบกับการบ่มด้วย น้ำ อากาศ Wrapping และการบ่มแบบไม่ต่อเนื่อง โดยทำการวัดค่าความสามารถในการรับกำลังอัดของคอนกรีตที่ 250 และ 450 ksc. ที่อายุของคอนกรีต 1, 3, 7 และ 28 วัน โดยใช้ซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ Type1

1.5. วิธีการศึกษา

วิธีการศึกษามีวิธีการศึกษาหลักๆ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1.5.1. ทำการศึกษารวบรวมข้อมูล

1.5.1.1. ทำการศึกษารวบรวมข้อมูลจากเนื้อหาทางทฤษฎีจากหนังสือต่างประเทศ วิทยานิพนธ์ มาตรฐานการก่อสร้าง (ASTM) หนังสือวารสารต่างๆ โยธาสาร เอกสาร ตำราเรียนที่เกี่ยวข้อง

1.5.1.2. กำหนดวิธีการบ่มโดยมีดังต่อไปนี้ การบ่มด้วยน้ำผสม Micro air ที่ปริมาณ 1 % ตลอดเวลา การบ่มด้วย น้ำ อากาศ Wrapping และการบ่มแบบไม่ต่อเนื่อง

1.5.2. การจัดหาวัตถุดิบ และอุปกรณ์การทดสอบ

ทำการจัดหาสารกักกระจายฟองอากาศ Micro air จากบริษัทที่มีขายผลิตภัณฑ์เคมีและอุปกรณ์การทดสอบ และทดสอบอุปกรณ์ทั้งหมดที่ใช้ในการทดสอบ ให้มีประสิทธิภาพพอนำไปใช้งานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5.3. วิธีการสร้างตัวอย่างการทดสอบและวิธีการเก็บข้อมูล

1.5.3.1. การทดสอบการดูดซึม ซึ่งอ้างอิงมาตรฐาน ASTM C 1585-4

ผสมซีเมนต์เพสท์ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่หนึ่ง ด้วยอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ 0.25 นำมาเทลงในแบบทรงกระบอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 เซนติเมตรและสูง 5 เซนติเมตร ทำด้านหนึ่งเป็นระบบปิดแล้วปาดผิวหน้าให้เรียบ ทำการบ่มชิ้นตัวอย่างทดสอบตามเงื่อนไขการบ่มที่กำหนด แล้วนำตัวอย่างไปวางในถาดที่มีน้ำและถาดที่มีน้ำผสมสารกักกระจายฟองอากา Micro Air ความเข้มข้น 1 % โดยให้ผิวตัวอย่างด้านหนึ่ง แช่ในน้ำ จนครบ 5 วัน ซึ่งค่าการดูดซึมที่จะได้เป็นการคำนวณหาระยะที่น้ำบ่มถูกดูดซึมขึ้นไปในชิ้นตัวอย่างเวลาที่ใช้ในการเก็บตัวอย่าง 1, 3, 7, 14 และ 28 วัน

1.5.3.2. การทดสอบหาปฏิกิริยาไฮเดชั่นของซีเมนต์เพสท์

การทดสอบหาปฏิกิริยาที่ชั้นความลึกต่างกันโดยการผสมใช้ซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทหนึ่ง ด้วยอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ 0.25, 0.30 และ 0.44 นำซีเมนต์เพสท์ผสมเสร็จเทเข้าแบบหล่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร สูง 40 เซนติเมตร แล้วทำการบ่มชิ้นตัวอย่างทดสอบตามเงื่อนไขการบ่มที่กำหนด เวลาที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างที่อายุ 28 วัน

เมื่อครบระยะเวลาที่กำหนดนำตัวอย่างมาตัดเป็นชั้นละ 5 เซนติเมตร จากนั้นนำเข้าเตาอบที่อุณหภูมิ 105 ° C และ 950 ° C ในการทดลองเป็นการหาน้ำหนักที่หายไปและเป็นปริมาณน้ำในระดับชั้นต่างๆ ของตัวอย่าง

1.5.3.4. การทดสอบหาการยืดหดตัว (Autogenious Shinkage) ของซีเมนต์เพสต์

มาตรฐาน JIS A 1129

โดยการซีเมนต์เพสท์ใช้ซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทหนึ่ง ด้วยอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ 0.25 นำซีเมนต์เพสท์ เทเข้าแบบหล่อขนาดกว้าง 4 เซนติเมตร ลึก 4 เซนติเมตร ยาว 16 เซนติเมตร แล้วทำการบ่มชิ้นตัวอย่างทดสอบตามเงื่อนไขการบ่มที่กำหนด เวลาที่ใช้ในการเก็บผลการทดสอบการยืดหดตัว Autogenious Shinkage ที่ระยะเวลา 28 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5.3.5. การทดสอบกำลังอัดของคอนกรีต(Strength) มาตรฐาน BS EN 12390 Part 3

การผสมคอนกรีตตัวอย่างใช้ซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทหนึ่ง ใช้อัตราส่วนผสมคอนกรีตกำลังอัดที่ 250 และ 450 ksc ลงที่แบบหล่อตัวอย่างขนาดกว้าง 15 เซนติเมตร ยาว 15 เซนติเมตร สูง 15 เซนติเมตร เมื่อคอนกรีตแข็งตัวนำมาทำการบ่มตามเงื่อนไขและวิธีที่กำหนด ในการเก็บตัวอย่างทดสอบกำลังอัดด้วยเครื่องกดคอนกรีต

การเก็บตัวอย่างเพื่อทดสอบกำลังอัด (Strength) ที่ที่อายุคอนกรีต 1, 3, 7 และ 28 วัน

1.6. ผลที่คาดว่าได้รับ

1. ทราบพฤติกรรมของสารลดแรงตึงผิวที่มีต่อคุณสมบัติของคอนกรีต
2. ทราบค่าความแตกต่างระหว่างการบ่มคอนกรีตด้วยน้ำกับน้ำผสมสารละลายลดแรงผิวตึง
3. สามารถเลือกวิธีการบ่มคอนกรีตที่เหมาะสมกับสภาพงานได้อย่างเหมาะสม
4. เพื่อนำผลวิจัยไปประยุกต์ใช้ในอุสาหกรรมการก่อสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
วรรณกรรมปริทัศน์

2.1. นิยามและความหมายของคำต่างๆ

ในการวิจัย มีคำต่างๆที่จะต้องเกี่ยวข้องกับการศึกษาดังนี้

2.1.1. สารผสมเพิ่ม

สารผสมเพิ่ม (Admixtures) หมายถึงสารอื่นๆ นอกเหนือจากปูนซีเมนต์ วัสดุผสม และน้ำ ที่ใช้เติมลงในส่วนผสมของคอนกรีต ไม่ว่าจะก่อนหรือในขณะกำลังผสม เพื่อช่วยปรับปรุงคุณภาพของคอนกรีตให้ดีขึ้นโดยให้ได้ผลตามวัตถุประสงค์ข้อหนึ่งหรือหลายข้อตามต้องการดังต่อไปนี้

ทำให้คอนกรีตผสมใหม่ๆ มีความสามารถเทได้ดีขึ้นเพื่อลดปริมาณน้ำที่จะต้องใช้ผสมคอนกรีตให้น้อยลงเกิดการกักกระจายฟองอากาศทำให้มีความทนทานเพิ่มขึ้นเร่งการก่อตัวและการแข็งตัว ทำให้คอนกรีตรับแรงได้เร็วกว่าปกติหน่วงการก่อตัวให้ช้าลงเกิดการกระจายซีเมนต์ ทำให้ซีเมนต์เปียกทั่วเมื่อผสมกับน้ำช่วยขับน้ำและกันน้ำซึมทำให้มีความทึบน้ำหรือต้านทานมิให้น้ำซึมผ่านได้ดีขึ้นช่วยเร่งปฏิกิริยาของสารปอซโซลาน(เพื่อรวมกับปูนอิสระ)ลดการเยิ้มหรือการคายน้ำทำให้คอนกรีตไม่หดตัวและแตกร้าว เมื่อก่อตัวและแข็งตัวแล้วทนต่อการกัดกร่อนของซัลเฟตได้ดีขึ้นทำให้เกิดสีและ ฯลฯ

สารผสมเพิ่มที่ใช้ร่วมกับคอนกรีต จะให้ผลแตกต่างกัน โดยขึ้นอยู่กับ คุณสมบัติและปริมาณของปูนซีเมนต์ที่ใช้ ขนาดรูปร่างและส่วนขนาดคละของวัสดุผสม น้ำ สัดส่วนการผสม ระยะเวลาการผสม และอุณหภูมิ ดังนั้นในการใช้สารผสมเพิ่ม จึงควรศึกษาถึงส่วนผสมและข้อแนะนำของผู้ผลิตโดยละเอียด จะต้องทดสอบและควบคุมปริมาณที่ใช้ให้ถูกต้อง เพราะสารเหล่านี้จะให้ผลดีต่อเมื่อใช้ในอัตราที่พอเหมาะ ปริมาณที่ผิดไปจะก่อให้เกิดผลเสีย หรือเกิดผลในทางตรงกันข้ามก่อนการตัดสินใจเลือกใช้สารผสมเพิ่ม ควรพิจารณาว่า

1. จะมีวิธีการอย่างใดบ้างหรือไม่ ที่จะเปลี่ยนแปลงสัดส่วนการผสมหรือวิธีการผสม เพื่อให้คอนกรีต มีคุณสมบัติตามความต้องการ แทนที่จะเสี่ยงใช้สารผสมเพิ่มซึ่งอาจจะมีการผิดพลาดขึ้นได้
2. เปรียบเทียบค่าให้จ่ายเมื่อใช้สารผสมเพิ่มกับการที่ไม่ใช้สารผสมเพิ่มแต่ใช้วิธีการเปลี่ยน แปลงสัดส่วนการผสมหรืออย่างอื่นที่จะให้คอนกรีตอย่างเดียวกัน
3. ผลที่จะเกิดจากการใช้สารผสมเพิ่ม นอกเหนือไปจากวัตถุประสงค์ที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2. สารกระจายกักฟองอากาศ (Air-entraining Admixtures)

สารชนิดนี้ จะช่วยให้เกิดฟองอากาศเล็กๆ (มองไม่เห็นด้วยตาเปล่า) แผ่ปนอยู่ทั่วเนื้อคอนกรีต แต่ฟองอากาศนี้ไม่ทะลุถึงกันและกัน ในคอนกรีต 1 ลูกบาศก์เมตร อาจมีฟองอากาศเล็กๆนี้ประมาณ 3-6% ของเนื้อคอนกรีตทั้งหมด ฟองอากาศที่เกิดขึ้นทำให้คอนกรีตมีความสามารถเทได้และหล่อง่ายขึ้น ทำให้ลดปริมาณน้ำผสมคอนกรีตลงได้ (ประมาณ 3 % ต่อฟองอากาศที่เพิ่มขึ้น 1 %) ช่วยต้านทานมิให้น้ำในคอนกรีตแข็งเป็นน้ำแข็งก่อนที่คอนกรีตจะก่อตัวด้วย ซึ่งเป็นประโยชน์ในการหล่อคอนกรีตในฤดูหนาว นอกจากนี้แล้ว สารกระจายกักฟองอากาศยังช่วยลดการเยิ้มและการแยกตัว และการสูญเสียน้ำของคอนกรีตทำให้คอนกรีตมีเนื้อสม่ำเสมอ แลดูสวย แน่น ไม่รั่วซึม รวมทั้งเพิ่มความต้านทานต่อซัลเฟตด้วย ข้อเสียของการใช้สารนี้คือทำให้คอนกรีตมีกำลังลดต่ำลงประมาณ 3 - 4 % ต่อปริมาณฟองอากาศที่เพิ่มขึ้น 1 % และนอกจากนี้ต้องระวังเรื่องการใช้เครื่องเขย่าให้มาก เพราะถ้าเขย่ามากจะทำให้จำนวนฟองอากาศลดน้อยลงไปเกือบ 50 %

สารกระจายกักฟองอากาศเป็นสารอินทรีย์ละลายน้ำ มีอยู่หลายชนิด ซึ่งอาจจะทำมาจากยางไม้ ไขมันหรือน้ำมันสัตว์และพืช หรือจากกรดซึ่งได้มาจากยางไม้หรือไขมันของสัตว์และพืช เป็นต้น มีทั้งชนิดผงและชนิดเหลว อัตราการใช้ประมาณ 0.005 - 0.05 % โดยน้ำหนักของปูนซีเมนต์

2.1.3. การบ่มคอนกรีต (Curing)

การบ่มหรือบำรุงคอนกรีต (Curing) เป็นการควบคุมและป้องกันมิให้น้ำที่เหลือจากการทำปฏิกิริยากับซีเมนต์ ระเหยออกมาจากคอนกรีตที่เทลงแบบหล่อและแข็งตัวแล้วเร็วเกินไป เพื่อให้คอนกรีตมีคุณสมบัติในการรับแรงและความทนทานตามต้องการ

หลังจากเทคอนกรีต และทิ้งไว้จนผิวหน้าคอนกรีตหมาดแข็งปราศจากรอยแล้วจะต้องทำการบ่มทันทีด้วยวิธีที่ถูกต้องโดยปกคลุมผิวมิให้ถูกแดดหรือลมร้อน และมิให้ถูกรบกวนหรือสะเทือนโดยเฉพาะภายในระยะ 24 ชั่วโมงแรก ทั้งนี้เพื่อให้ได้คอนกรีตที่มีคุณภาพดีและมีคุณสมบัติตามที่ต้องการ อีกทั้งการป้องกันการสูญเสียน้ำจากคอนกรีตที่เทใหม่ๆ มิฉะนั้นคอนกรีตจะเกิดการหดตัวเร็ว ทำให้เกิดแรงที่ผิวที่กำลังจะแห้ง เป็นผลให้เกิดรอยร้าวที่ผิวคอนกรีต ช่วงระยะเวลาที่ป้องกันและรักษาความชื้นนี้ไว้ภายหลังจากเทคอนกรีตลงแบบหล่อแล้ว เรียกว่าระยะเวลาของการบ่มคอนกรีต (Curing period)

กำลังของคอนกรีตจะค่อยๆ เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตราบเท่าที่ยังมีความชื้นให้ซีเมนต์ท์ปฏิกิริยากับน้ำได้ต่อไปอีก กำลังของคอนกรีตจะเพิ่มสูงขึ้นรวดเร็วในระยะแรกและค่อยๆ ช้าลงในเวลาต่อมา ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความชื้นและอุณหภูมิที่พอเหมาะ ดังแสดงในรูป จากเส้นสัมพันธ์จะเห็นว่าหลังจากบ่มในอากาศแห้งแล้วบ่มชื้นตลอดเวลา ซึ่งสภาพของงานก่อสร้างจริงไม่อาจจะบ่มชื้นตลอดเวลานานๆได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพราะมีข้อจำกัดในเรื่องระยะเวลาก่อสร้างและค่าใช้จ่าย ฉะนั้นจึงควรทำการบ่มชื้นให้ต่อเนื่องกันตั้งแต่ต้นประมาณ 7 - 14 วัน เพื่อให้คอนกรีตมีกำลังประมาณ 70 % ของกำลังอัดที่ต้องการ

2.1.4. หินที่นำมาใช้ผสมคอนกรีต

มวลรวมที่เกิดจากธรรมชาติเป็นกลุ่มมวลรวมที่สำคัญที่สุดในการทำคอนกรีตที่ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์

หิน (Rock) คือ อนินทรีย์สารที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ ประกอบด้วยแร่ตั้งแต่หนึ่งชนิดขึ้นไป หินบางชนิดอาจมีแร่เด่นเพียงชนิดเดียว และมีแร่อื่นผสมอยู่บ้างในปริมาณน้อยมากแร่ คือ ธาตุหรือสารประกอบทางเคมีของอนินทรีย์สารที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ จากกระบวนการอนินทรีย์ โดยที่มีส่วนประกอบทางเคมีและระบบผลึกที่ค่อนข้างแน่นอน

การจำแนกประเภทของหินตามการกำเนิดจากธรรมชาติ แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มหลัก ได้แก่หินอัคนี หินตะกอนหรือหินชั้น และหินแปร โดยมีการแบ่งเป็นกลุ่มย่อย ๆ อีกตามองค์ประกอบทางแร่วิทยา องค์ประกอบทางเคมี ลักษณะเนื้อหิน ขนาดเม็ดแร่ และโครงสร้างผลึก

หินที่สามารถนำมาผสมคอนกรีตจะต้องไม่ทำปฏิกิริยาทางเคมีกับปูนซีเมนต์ ในประเทศไทยมีการนำหินชนิดต่าง ๆ มาใช้ผสมคอนกรีต ได้แก่

หินตะกอน หรือหินชั้น (Sedimentary rock) หินตะกอน หรือหินชั้น เป็นหินที่มีมากถึง 75 % ของหินที่โผล่ให้เห็นบนผิวโลก ส่วนมากเป็นหินดินดาน รองลงมาคือ หินทราย และหินปูน

หินตะกอนเกิดจากการสลายตัวของหินชนิดใด ๆ ก็ได้ ทางเคมีหรือทางกายภาพ จนหลุดเป็นตะกอนที่มีลักษณะร่วนไม่อัดตัวของเศษหิน ตะกอนเกิดการทับถม และผ่านกระบวนการแข็งอัดตัว ที่อุณหภูมิและความดันธรรมดา กลายเป็นหินตะกอน เมื่อทับถมกันมาก ๆ เกิดเป็นชั้น หลาย ๆ ชั้นรวมกันเป็นชั้นหินหรือสตราตัม หลาย ๆ สตราตัมรวมกันเรียกว่า สตราตา ลักษณะเด่นของหินตะกอน คือมีลักษณะเป็นชั้น ๆ แร่ในหินมีการคัดขนาดและลบเหลี่ยมมุมไปบ้าง มีแร่ควอร์ตซ์และแคลไซต์มากในหิน มีแร่ที่เกิดจากการตกตะกอนจากสารละลายปนมา เช่น ยิปซั่มและเฮไลต์ อาจพบซากซากดึกดำบรรพ์ปนอยู่ในหิน และเป็นหินที่พบบ่อยและคุ้นเคยมากกว่าหินชนิดอื่น ๆ

2.1.5. หินตะกอนที่นิยมใช้ผสมคอนกรีต

หินปูน (Limestone) ซึ่งเกิดจากการทับถมตัวของซากสัตว์ทะเล เป็นชนิดนำมาใช้ผสมคอนกรีตมากที่สุดในประเทศไทย เนื่องจากมีภูเขาหินหินปูนกระจายอยู่ทั่วประเทศ โดยมีแหล่งผลิตที่สำคัญอยู่แถบจังหวัดสระบุรี ราชบุรี ชลบุรี กำแพงเพชร ลำปาง เลยและนครราชสีมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หินอัคนี (Lgneous rock) หินอัคนีเกิดจากหินหนืดหรือลาวาเย็นตัวแล้วแข็งตัวตกผลึกมีลักษณะเด่นคือ เม็ดแร่จับประสาน ตัวกันแน่น มีความพรุนต่ำ เนื้อหินสมานแน่นผลึกหน้าตัดเป็นรูปหกเหลี่ยม มีแร่เฟสต์ปาร์สูง และบางส่วนของเนื้อหินจะมีแก้วธรรมชาติปนอยู่ หินอัคนีมีความแข็งแกร่งกว่าหินปูนแต่ไม่มีผู้ผลิตมากนัก เนื่องจากมีต้นทุนการผลิตและค่าสึกหรอสูง มักจะผลิตในท้องที่ที่ไม่สามารถหาแหล่งปูนได้ หินอัคนีที่มีการผลิตในประเทศ ได้แก่ หินแกรนิต มีแหล่งผลิตอยู่ที่จังหวัดชลบุรี , ระยอง , ตาก , ปราจีนบุรี , สงขลา , และสุราษฎร์ธานี หินแอนดีไซด์ มีแหล่งผลิตแถบจังหวัดสระบุรี , เพชรบุรี ,สระแก้ว หินบะซอลต์ มีแหล่งผลิตแถบจังหวัดสุรินทร์ บุรีรัมย์ และศรีสะเกษ

2.1.6. ทรายที่นำมาใช้ผสมคอนกรีต

ทรายเป็นวัตถุของเศษหิน เศษแร่ขนาดเล็ก มีลักษณะร่วนซุยไม่เกาะกัน เกิดจากกระบวนการการผุพังสลายตัวทางธรรมชาติทั้งจากปฏิกิริยาทางเคมีและทางกายภาพของหินที่เป็นต้นกำเนิด เช่น หินอัคนี หินตะกอนหรือหินชั้น และหินแปร จากส่วนประกอบของหินต้นกำเนิดเหล่านี้แร่เขี้ยวหนุมาน หรือ ควอร์ตซ์ เป็นแร่ที่มีความแข็งคงทนต่อการกัดกร่อนและคงสภาพอยู่ได้ในสภาพเม็ดที่ใหญ่ จึงคงค้างและเป็นส่วนประกอบสำคัญของทราย โดยทั่วไปเม็ดทรายมีขนาดระหว่าง 1/16 ถึง 2 มิลลิเมตร ทรายเป็นทรัพยากรธรณีประเภทหนึ่งที่มีความสำคัญ มีการนำมาใช้ประโยชน์อย่างมากมายในอุตสาหกรรมก่อสร้าง เช่นใช้เป็นมวลรวมหรือวัสดุผสมปูนซีเมนต์ และ เป็นวัสดุในการปรับสภาพพื้นที่ เป็นต้นแหล่งทรายในประเทศไทยส่วนใหญ่ เป็นทรายที่ได้มาจากแม่น้ำและที่ราบลำน้ำเก่า หรือที่เรียกกันว่า " ทรายน้ำจืด " มากกว่าทรายที่ได้จากชายฝั่งทะเล ซึ่งเป็นทรายที่เรียกกันว่า " ทรายทะเล " ทรายน้ำจืดเกิดจาการพัฒนาของกระแสน้ำจากแหล่งต้นกำเนิดสะสมอยู่ตามร่องน้ำ ขอบริมฝั่ง และตามที่ราบลุ่มทั่วไปทรายที่ใช้ในการผลิตคอนกรีตเป็นชนิดทรายน้ำจืดสามารถแบ่งตามแหล่งที่มาได้ 2 ชนิด ได้แก่ ทรายแม่น้ำ และทรายบก

2.1.6.1. ทรายแม่น้ำ

ทรายแม่น้ำเป็นทรายที่เกิดจากการกัดเซาะของกระแสน้ำแล้วค่อย ๆ ตกตะกอน สะสมกลายเป็นแหล่งทรายอยู่ใต้ท้องน้ำ โดยทรายที่มีขนาดใหญ่ น้ำหนักมาก จะตกตะกอนอยู่บริเวณต้นน้ำ ส่วนทรายละเอียดนั้นถูกกระแสน้ำพัดพามารวมกันบริเวณท้ายน้ำ

2.1.6.2.ทรายบก

ทรายบกเป็นทรายที่เกิดจากการตกตะกอนที่ทับถมกันของลำน้ำเก่าที่แปรสภาพเป็นพื้นดิน โดยมีซากพืชและซากสัตว์ทับถมกันบริเวณผิวหน้าซึ่งเราเรียกว่า หน้าดิน มีความหนาประมาณ 2 - 10 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2. การออกแบบปฏิภาคส่วนผสม

การออกแบบปฏิภาคส่วนผสมคอนกรีตมีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะให้ได้คอนกรีตที่มีคุณสมบัติตามที่ต้องการและประหยัด คุณสมบัติของคอนกรีตจะขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของวัสดุต่างๆที่ใช้เป็นส่วนประกอบ การควบคุมคุณภาพของวัสดุจึงมีความสำคัญอย่างมาก นอกจากนี้ การควบคุมการทำงานและการทดสอบที่เป็นมาตรฐานเป็นสิ่งจำเป็นในการออกแบบส่วนผสมคอนกรีต และต้องให้ความสำคัญต่อความสามารถเทได้ กำลังและความคงทนของคอนกรีต ความสามารถทำงานได้ง่ายเมื่อคอนกรีตยังหลวมอยู่ สามารถรับแรงกระทำเมื่อคอนกรีดแข็งตัวแล้วและเพื่อให้โครงสร้างคอนกรีตสามารถทนทานต่อการใช้งานในสภาพต่างๆภายหลังการออกแบบส่วนผสมแล้ว จะต้องมีการทดลองผสมเพื่อตรวจสอบคุณภาพของคอนกรีตทั้งในห้องปฏิบัติและในภาคสนาม ซึ่งหากส่วนผสมไม่เป็นไปตามที่ต้องการจำเป็นต้องมีการปรับส่วนผสมใหม่ ทั้งนี้การใช้อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้จริงในการผสมและทำคอนกรีต ย่อมทำให้เกิดความมั่นใจว่าจะได้คอนกรีตที่มีคุณสมบัติและคุณภาพที่ต้องการ

2.2.1. การออกแบบปฏิภาคส่วนผสมตามวิธีของสถาบันคอนกรีตอเมริกัน (ACI)

ในการออกแบบปฏิภาคส่วนผสมคอนกรีตต้องรู้คุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ผสม เช่น ความถ่วงจำเพาะ ขนาดคละ การดูดซึมน้ำ ปริมาณความชื้น โมดูลัสความละเอียดของทราย หน่วยน้ำหนักของมวลรวมหยาบ และความถ่วงจำเพาะของปูนซีเมนต์ เป็นต้น ตัวอย่างคอนกรีตที่ใช้ทดสอบตามมาตาฐานนี้เป็นรูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 15 ซม. สูง 30 ซม.

2.2.2.เลือกค่ายุบตัว

ค่ายุบตัวของคอนกรีตที่ต้องการขึ้นอยู่กับประเภทของงาน วิธีการขนส่ง การเทลงแบบและการอัดแน่น หากไม่ได้ระบุค่ายุบตัวของคอนกรีตมา สามารถเลือกค่ายุบตัวที่แสดงไว้ใน ตารางที่ 2.1 ซึ่งเป็นค่ายุบตัวของคอนกรีตที่ใช้กับการอัดแน่นโดยใช้เครื่องเขย่า

2.2.3. ขนาดใหญ่สุดของมวลรวมหยาบ

โดยทั่วไปจะพยายามใช้มวลรวมหยาบหรือหินที่มีขนาดใหญ่ที่สุดเท่าที่จะทำได้เพื่อลดปริมาณปูนซีเมนต์ สำหรับขนาดใหญ่สุดของมวลรวมหยาบควรเป็นดังนี้

1. สำหรับคอนกรีตเสริมเหล็กและคอนกรีตอัดแรง ไม่ควรเกิน 1/5 ของส่วนแคบที่สุดของแบบหล่อหรือ 3/4 ของระยะช่องว่างระหว่างเหล็กเสริมแต่ละเส้นหรือแต่ละมัด
2. สำหรับแผ่นพื้น ไม่ควรเกิน 1/3 ของความหนาของแผ่นพื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเภทของงาน	ค่าการยุบตัว (มม.)
งานฐานรากคอนกรีตเสริมเหล็ก	20-80
งานฐานรากคอนกรีตไม่เสริมเหล็กปล่อง (Caisson) และกำแพงใต้ดิน	20-80
คานและกำแพงเสริมเหล็ก	20-100
เสาอาคาร	20-100
พื้นถนนและแผ่นพื้น	20-80
คอนกรีตหลา	20-80

ตารางที่ 2.1. ค่ายุบตัวของคอนกรีต สำหรับการก่อสร้าง ประเภทต่างๆ

หมายเหตุ : ค่ายุบตัวสูงสุดอาจเพิ่มขึ้นอีก 20 มิลลิเมตร ถ้าใช้การกระทุ้งแน่นด้วยมือ

ความสามารถเทได้และปริมาณฟองอากาศ	ปริมาณน้ำ (กก. / ลบ.ม) ขนาดใหญ่สุดของมวลรวม (มม.)							
	10	12.5	20	25	40	50	75	150
ค่ายุบตัว (มม.)	คอนกรีตไม่มีสารกักกระจายฟองอากาศ							
30-50	205	200	185	180	160	155	145	125
80-100	225	215	200	195	175	170	160	140
150-180	240	230	210	205	185	180	170	-
ปริมาณฟองอากาศ (%)	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0	0.5	0.3	0.2
ค่ายุบตัว (มม.)	คอนกรีตไม่มีสารกักกระจายฟองอากาศ							
30-50	180	175	165	160	145	140	135	120
80-100	200	190	180	175	160	155	150	135
150-180	215	205	190	185	170	165	160	-
ปริมาณฟองอากาศ (%) สำหรับสภาวะ								
ไม่รุนแรง	4.5	4.0	3.5	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0
ปานกลาง	6.0	5.5	5.0	4.5	4.5	4.0	3.5	3.0
รุนแรง	7.5	7.0	6.0	6.0	5.5	5.0	4.5	4.0

ตารางที่ 2.2. ปริมาณน้ำและฟองอากาศสำหรับค่ายุบตัวและขนาดใหญ่สุดของมวลรวมหยาบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ : ค่ายุบตัวของคอนกรีตที่มีมวลรวมหยาบขนาดใหญ่กว่า 40 มิลลิเมตร วัดค่ายุบตัวจากคอนกรีตเฉพาะส่วนที่ร่อนผ่านตระแกรงโดยเอามวลรวมหยาบที่ใหญ่กว่า 40 มิลลิเมตร ออก

2.2.4. ประมาณปริมาณน้ำและฟองอากาศ

ความสามารถทำงานได้ของคอนกรีตขึ้นอยู่กับ ปริมาณซีเมนต์เพสต์ ฟองอากาศในคอนกรีต ขนาดรูปร่าง และการกระจายขนาดของมวลรวม ตารางที่ 2.2 ใช้สำหรับประมาณปริมาณน้ำ ฟองอากาศ และขนาดใหญ่สุดของมวลรวมหยาบ เมื่อกำหนดค่ายุบตัวของคอนกรีต

2.2.5. อัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์

กำลังและความคงทนของคอนกรีตขึ้นอยู่กับอัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์ คอนกรีตที่มีอัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์ต่ำจะมีการรับกำลังอัดที่สูงกว่าคอนกรีตที่มีอัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์สูง ดังนั้นต้องใช้อัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์ที่สามารถให้ทั้งกำลังและความคงทนที่ต้องการ ตารางที่ 2.3 แสดงถึงอัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์และกำลังอัดของคอนกรีตที่ทำจากปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1 ซึ่งในค่าตารางดังกล่าวเป็นค่าแนะนำเบื้องต้น (ผู้ใช้งานอาจใช้ข้อมูลของความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอัดและอัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์ที่มีอยู่ย่อมให้ผลดีกว่า) สำหรับปูนซีเมนต์ประเภทอื่นต้องใช้ข้อมูลอื่น และตารางที่ 2.4 แสดงถึงอัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์ที่ต้องการสำหรับโครงสร้างคอนกรีตที่ใช้งานในสภาวะที่มีการกัดกร่อนหรือสภาวะที่สร้างความเสียหายต่อคอนกรีตรุนแรง

กำลังอัดที่อายุ 28 วัน	อัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์โดยน้ำหนัก	
(เมกะปาสกาล)	คอนกรีตที่ไม่มีสารกักกระจายฟองอากาศ	คอนกรีตมีสารกักกระจายฟองอากาศ
45	0.38	-
40	0.43	-
35	0.48	0.40
30	0.55	0.46
25	0.62	0.53
20	0.70	0.61
15	0.80	0.71

ตารางที่ 2.3. ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์และกำลังอัดของคอนกรีตรูปทรงกระบอกมาตรฐานที่ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ : กำลังอัดของคอนกรีตเป็นค่าที่ประมาณว่ามีฟองอากาศในคอนกรีตไม่เกินร้อยละ 2 สำหรับคอนกรีตที่ไม่มีสารกักกระจายฟองอากาศ และมีฟองอากาศไม่เกินร้อยละ 6 สำหรับคอนกรีตที่ใส่สารกักกระจายฟองอากาศ

ชนิดของโครงสร้าง	โครงสร้างที่เปียกและมีการแข็งตัวและละลายของน้ำสลับกัน	โครงสร้างในน้ำทะเลหรือสารซัลเฟต
โครงสร้างที่บางและชิ้นส่วนที่มีระยะคอนกรีตหุ้มเหล็กน้อยกว่า 25 มม.	0.45	0.40*
โครงสร้างอื่นๆ	0.50	0.45*

ตารางที่ 2.4. อัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์สูงสุดสำหรับคอนกรีตในสภาวะที่มีการกัดกร่อนรุนแรง

หมายเหตุ : เป็นคอนกรีตที่มีสารกักกระจายฟองอากาศ

ขนาดใหญ่สุดของมวลรวมหยาบ (มม.)	ปริมาตรของมวลรวมหยาบในสภาพแห้งและกระทุ้งแน่นสำหรับทรายที่มีค่าโมดูลัสความละเอียดต่างกัน			
	F.M.=2.40	F.M.=2.60	F.M.=2.80	F.M.=3.00
10	0.50	0.48	0.46	0.44
12.5	0.59	0.57	0.55	0.53
20	0.66	0.64	0.62	0.60
25	0.71	0.69	0.67	0.65
40	0.75	0.73	0.71	0.69
50	0.78	0.76	0.74	0.72
75	0.82	0.80	0.78	0.76
150	0.87	0.85	0.83	0.81

ตารางที่ 2.5. อัตราส่วนปริมาตรของมวลหยาบต่อปริมาตรของคอนกรีต

หมายเหตุ : สำหรับคอนกรีตความสามารถทำงานได้ต่ำ เช่น ในงานพื้นถนนอาจเพิ่มค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหล่านี้ได้อีกร้อยละ 10 สำหรับคอนกรีตความสามารถทำงาน ได้สูง เช่น คอนกรีตสูบส่ง ควรลดค่าเหล่านี้อีกร้อยละ 10

2.2.6. คำนวณปริมาณปูนซีเมนต์

จากปริมาณน้ำและอัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์สามารถคำนวณหาปริมาณปูนซีเมนต์ได้

2.2.7. ปริมาณมวลรวมหยาบ

ตารางที่ 2.5. แสดงถึงอัตราส่วนปริมาตรของมวลรวมหยาบ ในคอนกรีตที่มีความสามารถเทได้ปานกลางต่อปริมาตรของมวลรวมหยาบในสภาพแห้งและกระทุ้งแน่นปริมาตรของมวลรวมหยาบและขนาดใหญ่สุดของมวลรวมหยาบ โดยคำนวณหาน้ำหนักของมวลรวมหยาบได้เท่ากับอัตราส่วนปริมาตรของมวลรวมหยาบ คูณกับหน่วยน้ำหนักของมวลรวมหยาบในสภาพแห้งและกระทุ้งแน่น

2.2.8. คำนวณปริมาตรทราย และปฏิภาคส่วนผสม

ปริมาตรของทรายหาได้จากปริมาตรของคอนกรีตลบด้วยปริมาตรของส่วนผสมอื่นทั้งหมด ได้แก่ น้ำ ปูนซีเมนต์ ฟองอากาศ และมวลรวมหยาบ ดังนั้นจึงสามารถหาน้ำหนักของส่วนผสมของคอนกรีตได้ หากคำนวณโดยใช้การประมาณส่วนผสมจากน้ำหนักของคอนกรีตโดยใช้ปริมาตรตารางที่ 2.6 เข้าช่วยซึ่งจะได้น้ำหนักของทรายที่แตกต่างจากวิธีคำนวณโดยใช้ปริมาตรเล็กน้อย

ขนาดใหญ่สุดของมวลรวมหยาบ (มม.)	น้ำหนักของคอนกรีตสดโดยประมาณ (กก. / ลบ.ม)	
	ไม่มีสารกักกระจายฟองอากาศ	มีสารกักกระจายฟองอากาศ
10	2,280	2,200
12.5	2,310	2,230
20	2,345	2,275
25	2,380	2,290
40	2,410	2,350
50	2,445	2,395
75	2,490	2,415
150	2,530	2,435

ตารางที่ 2.6. การประมาณน้ำหนักของคอนกรีตสด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3. การศึกษางานวิจัยที่ผ่านมา

การศึกษาที่ผ่านมาที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะทำการวิจัยมีดังต่อไปนี้ Influence of Penetrative Curing on Properties of Cementitious Material,Dr.KOMSAN MALEESEE

เป็นการศึกษาอิทธิพลของสมบัติการบ่มในการซึมผ่านวัสดุซีเมนต์ ซึ่งสารที่ใช้ทดสอบมีสมบัติเป็นสารแรงตึงผิวต่ำหรือสารกักฟองอากาศ (Air-Entraining Agent) มีผลให้การซึมผ่านเข้าไปในเนื้อซีเมนต์ดีขึ้น ผลที่ตามมาก็คือทำให้ปฏิกิริยาไฮเดรชั่นดำเนินต่อไป ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ของปฏิกิริยามากขึ้น ท้ายที่สุด ซีเมนต์เพสท์ที่ทดลองมีค่ากำลังรับแรงอัดเพิ่มขึ้น ซึ่งสารลดแรงตึงผิวนี้เป็นสารกักฟอกอากาศที่ใช้และผลิตในประเทศญี่ปุ่น โดยประเด็นที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่คณะวิจัยกำลังจะวิจัย คือ การทดสอบสารลดแรงตึงผิวที่มีอยู่ในประเทศไทย เพื่อการนำไปใช้ประโยชน์ในการทำให้ปฏิกิริยาไฮเดรชั่นดำเนินต่อและทำให้คอนกรีตที่ใช้งานจริงมีค่ากำลังรับแรงอัดเพิ่มขึ้นด้วย

2.4. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับเรื่องที่กำลังจะศึกษา

2.4.1 ปฏิกิริยาไฮเดรชั่น

การก่อตัวและการแข็งตัวของปูนซีเมนต์ เกิดจากปฏิกิริยาไฮเดรชั่นขององค์ประกอบของปูนซีเมนต์ โดยปฏิกิริยานี้เกิดขึ้นใน 2 ลักษณะ คืออาศัยสารละลาย ปูนซีเมนต์จะละลายในน้ำก่อให้เกิด Ions ในสารละลาย และ Ions นี้จะผสมกันทำให้เกิดสารประกอบใหม่ขึ้น

การเกิดปฏิกิริยาระหว่างของแข็ง ปฏิกิริยาเกิดขึ้นโดยตรงที่ผิวของของแข็ง โดยไม่จำเป็นต้องใช้สารละลาย ปฏิกิริยาประเภทนี้เรียกว่า "Solid State Reaction"

ปฏิกิริยาไฮเดรชั่นของปูนซีเมนต์จะเกิดขึ้นทั้ง2ลักษณะโดยในช่วงแรกจะอาศัยสารละลาย และในช่วงต่อไปจะเกิดปฏิกิริยาระหว่างของแข็ง

ปูนซีเมนต์จะประกอบด้วยสารประกอบหลายชนิดเมื่อเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชั่น ผลิตภัณฑ์ที่ได้อาจเกิดปฏิกิริยาต่อไป ทำให้แตกต่างจากผลิตภัณฑ์ที่ได้ครั้งแรก ดังนั้นในที่นี้เราจะแยกพิจารณาปฏิกิริยาไฮเดรชั่นของสารประกอบหลักแต่ละชนิดของปูนซีเมนต์

2.4.1.1. ปฏิกิริยาไฮเดรชั่นของคัลเซียมซิลิเกต (C_3S และC_2S)

คัลเซียมซิลิเกต จำทำปฏิกิริยากับน้ำ ก่อให้เกิด "คัลเซียมไฮดรอกไซด์ ($Ca(OH)_2$)" ประมาณ 15 – 25% และสารประกอบ "คัลเซียมซิลิเกตไฮเดรต (Calcium Silicate Hydrate หรือ $3CaO.2SiO_2.3H_2O$ หรือ $C_3S_2H_3$ หรือ CSH)" ที่ทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อมประสาน และให้ความแข็งแรง ดังสมการต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมการของ C_3S

$2(3CaO.SiO_2) + 6H_2O$ ---------> $3CaO.2SiO2.3H_2O + 3\ Ca(OH)_2$

หรือ $2\ C_3S + 6H_2O$ ---------> $C_3S_2H_3 + 3\ Ca(OH)_2$

สมการของ C_2S

$2(2CaO.SiO_2) + 2H_2O$ ---------> $3CaO.2SiO_2.3H_2O + Ca(OH)_2$

หรือ$2\ C_2S + 4H_2O$ ---------> $C_3S_2H_3 + Ca(OH)_2$

จากปฏิกิริยาไฮเดรชั่นนี้จะเกิด Gel ซึ่งเมื่อแข็งตัวจะมีลักษณะที่สำคัญ 2 ประการ คือ โครงสร้างไม่สม่ำเสมอและมีรูปพรุน โดยองค์ประกอบทางเคมีของ CSH จะขึ้นอยู่กับ อายุ อุณหภูมิ และอัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์

$Ca(OH)_2$ ที่ได้จากปฏิกิริยาไฮเดรชั่นทำให้ซีเมนต์เพสท์มีคุณสมบัติเป็นด่างมาก คือ มี pH ประมาณ 12.5 ซึ่งช่วยป้องกันการกัดกร่อนของเหล็กเสริมได้อย่างดีมาก

2.4.1.2. ปฏิกิริยาไฮเดรชั่นของไตรคัลเซียมอลูมิเนต (C_3A)

ปฏิกิริยาไฮเดรชั่นของ C_3A จะเกิดทันทีทันใดและก่อให้เกิดการแข็งตัวอย่างรวดเร็วของซีเมนต์เพสท์ดังสมการต่อไปนี้

สมการของ C_3A

$3CaO.Al_2O_3 + 6\ H_2O$ ----------> 3CaO.Al2O3.H2O

หรือ $C_3A + 6\ H_2O$ ----------> C3AH6

ในกระบวนการบดปูนซีเมนต์ จะมีการใส่ยิปซั่มเข้าไป เพื่อหน่วงการเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชั่นของ C_3A ไม่ให้เกิดเร็วเกินไป โดยยิปซั่มที่ใส่จะทำปฏิกิริยากับ C_3A ทำให้เกิดชั้นของ Ettringite บนผิวของอนุภาค C_3A ดังสมการต่อไปนี้

$3CaO.Al_2O_3 + CaSO_4.2H_2O$ ----------> $3CaO.Al_2O_3.3CaSO_4.31H_2O$

หรือ C_3A + Gypsum ----------> Ettringite

ชั้นของ Ettringite ก่อให้เกิดการหน่วงการก่อตัวของ C_3A และทำให้เกิดการก่อตัวในช่วงแรกนี้ขึ้นอยู่กับปฏิกิริยาไฮเดรชั่นของ C_3S และ C_3A เป็นส่วนใหญ่ แต่ชั้นของ Ettringite ไม่ได้หยุดการเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชั่น กล่าวคือ เมื่อเกิด Ettringite จะเกิดแรงดันที่มาจากการเพิ่มปริมาตรของของแข็ง แรงดันนี้จะทำให้ชั้นของ Ettringite แตกออกและเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชั่นของ C_3A แต่เมื่อเกิดการแตกตัวจะเกิด Ettringite ใหม่เข้าไปแทนที่เป็นการหน่วงปฏิกิริยาไฮเดรชั่นอีกครั้งหนึ่ง

72069
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนจะเป็นอย่างนี้ไปจนกระทั่ง Sulphase Ions มีปริมาณไม่เพียงพอที่จะก่อให้เกิด Ettringite จะเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชั่นของ C_3A โดยเปลี่ยน Ettringite ไปเป็น Monosulphase

2.4.1.3. ปฏิกิริยาไฮเดรชั่นของเตตระคัลเซียมอลูมิโนเฟอร์ไรต์ (C_4AF)

ปฏิกิริยาไฮเดรชั่นของ C_4AF นี้ จะเกิดในช่วงต้น โดย C_4AF จะทำปฏิกิริยากับยิปซั่มและ $Ca(OH)_2$ ก่อให้เกิดอนุภาคที่มีรูปร่างเหมือนเข็มของ Sulphoaluminate และ Sulphoferrite

2.4.2. การหดตัวทางเคมีของซีเมนต์เพสท์ (Chemical shrinkage of cement paste)

การหดตัวทางเคมีของซีเมนต์เพสท์ (Chemical Shrinkage) คือ ปรากฏการณ์ซึ่งปริมาตรสุทธิในกระบวนการไฮเดรชั่นน้อยกว่าปริมาตรรวมของซีเมนต์และน้ำก่อนเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชั่น Chemical Shrinkage จะอธิบายโดยสมการดังนี้

$$S_{sh} = \frac{(V_c + V_w) - V_{hy}}{V_{ci} + V_{wi}} \times 100 \quad (\%)$$

S_{hy} = chemical shrinkage ratio (%)

V_{ci} = volume of cement before mixing

V_c = volume of hydrate cement

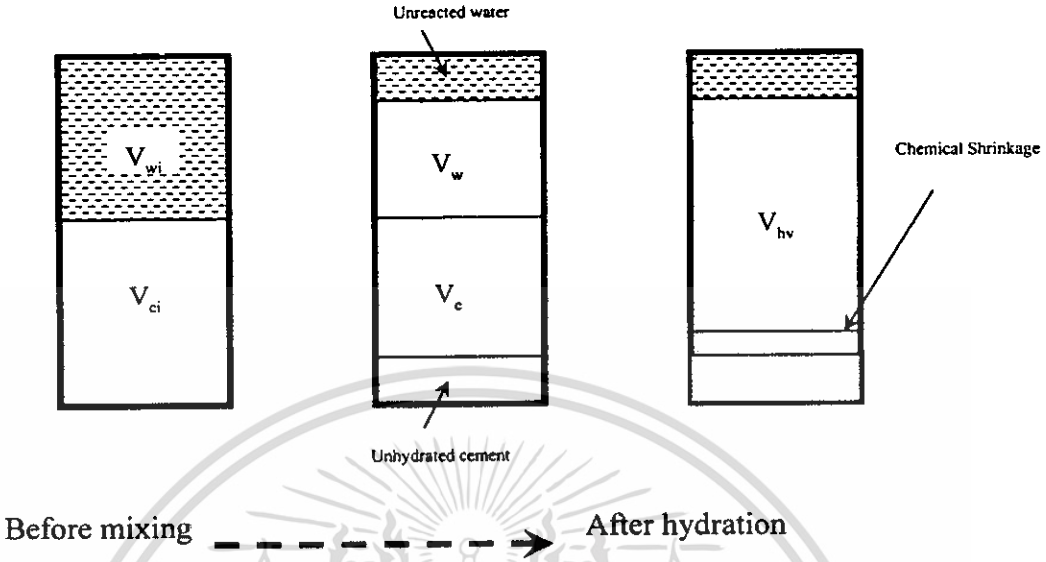
V_{wi} = volume of water before mixing

V_w = volume of reacted water

V_{hy} = volume of hydration products

เมื่อซีเมนต์เพสท์ที่แข็งตัวแล้วถูกพิจารณาเป็นส่วนประกอบของ สภาวะของแข็ง (ซีเมนต์ที่ปราศจากน้ำและผลิตภัณฑ์ของปฏิกิริยาไฮเดรชั่น) ส่วนของของเหลว(น้ำที่ยังไม่ได้ผสม) และสภาวะของก๊าซ(ฟองอากาศที่ยังคงอยู่หลังจากผสมและรูอากาศที่เกิดจากปฏิกิริยาไฮเดรชั่น) ปฏิกิริยาการหดตัวทางเคมี (Chemical shrinkage) จะถูกพิจารณาเป็นการเปลี่ยนแปลงเป็นผลิตภัณฑ์โดยสมบูรณ์ นั่นคือ สภาวะของแข็งบวกสภาวะของเหลว ในทางตรงกันข้าม Autogenous shrinkage จะถูกพิจารณาเป็นการเปลี่ยนแปลงของปริมาตรภายนอก ตั้งแต่โครงสร้างของมวลเริ่มก่อตัวขึ้น (ดังรูปที่ 2.1)

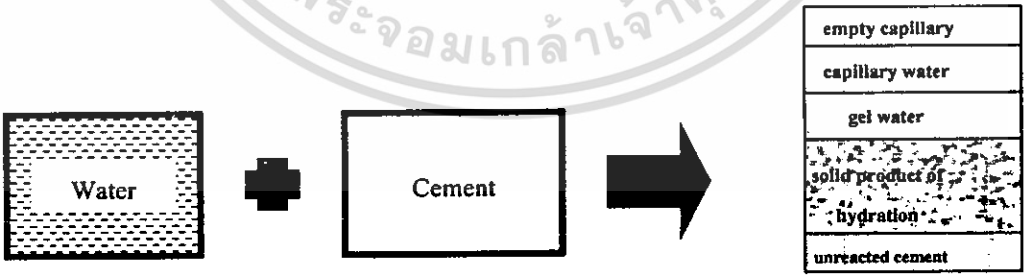
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1. การเปลี่ยนแปลงหลังเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชัน

2.4.3. ส่วนประกอบในซีเมนต์เพสท์ที่แข็งตัว (The component in hardened cement paste)

ช่องว่างที่เห็นได้ชัดสำหรับผลิตภัณฑ์ของปฏิกิริยาไฮเดรชั่นประกอบด้วย ปริมาตรสุทธิของซีเมนต์ที่แห้งตัวรวมกับปริมาตรของน้ำที่ถูกผสมเข้ากัน น้ำที่สูญเสียไปเล็กน้อยเนื่องจากการ bleeding และ โครงสร้างของเพสท์ในขณะที่ยังคงเป็นสภาวะพลาสติกอยู่ จะไม่นำมาพิจารณาในสภาวะนี้ น้ำจะสร้างพันธะทางเคมี โดย C_3S และ C_2S จะถูกแสดงอย่างประมาณคือ 24 % และ22 % ของน้ำหนักของซิลิกาสองชนิดตามลำดับ โดยลักษณะที่สอดคล้องกันสำหรับ C_3A และ C_4AF คือ 40 และ 37 % ตามลำดับ



รูปที่ 2.2. ผลิตภัณฑ์หลังเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชั่น

ส่วนประกอบของซีเมนต์เพสท์ที่แข็งตัวแล้วประกอบด้วย ซีเมนต์ที่ปราศจากน้ำ, ผลิตภัณฑ์ซึ่งเป็นของแข็งของปฏิกิริยาไฮเดรชั่น, gel water, capillary water, และอากาศดังแสดงในรูปด้านบน ปริมาตรของแต่ละส่วนประกอบมีการเปลี่ยนแปลง, ระหว่างกระบวนการของปฏิกิริยา

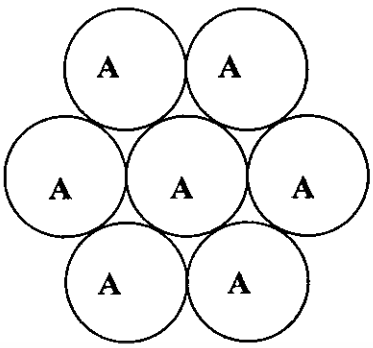
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไฮเดรชั่นและผลที่ตามมาจะทำให้ pore จะเพิ่มขึ้นด้วย การกลายเป็นไอของน้ำประกอบไปด้วย capillary water และ gel water ซึ่งการกลายเป็นไอที่อุณหภูมิ 105 °C น้ำที่ไม่มีการระเหย คือ น้ำจากพันธะเคมีในผลิตภัณฑ์ที่เป็นของแข็งของปฏิกิริยาไฮเดรชั่นโดยปราศจากน้ำที่อุณหภูมิ 950 °C จำนวนของ non-evaporable water จะเพิ่มขึ้น เมื่อปฏิกิริยาไฮเดรชั่นดำเนินไปแต่ ในเพสท์ที่ชุ่มด้วยน้ำ non-evaporable water จะไม่สามารถมีมากกว่าครึ่งหนึ่งของน้ำทั้งหมด ในซีเมนต์ที่ประกอบไปด้วยน้ำที่ดี ซีเมนต์ non-evaporable water จะประมาณ 18 % โดยน้ำหนักของวัสดุซึ่งไม่มีน้ำ สัดส่วนนี้จะเพิ่มถึงประมาณ 23 % ในซีเมนต์ที่ผสมน้ำอย่างสมบูรณ์ (ดังรูปที่ 2.2)

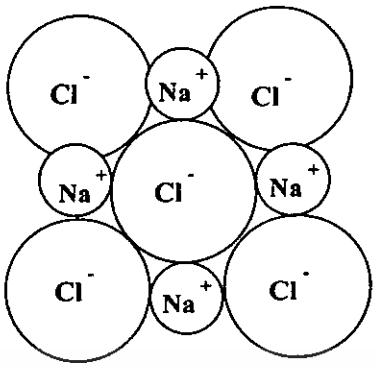
2.4.4. พลังงานของแรงตึงผิวของน้ำ (Surface tension energy of water)

บทนำทางเคมีที่ได้อธิบายถึงโครงสร้างอะตอมและวิธีของพันธะทางเคมีที่ทำให้แน่ใจว่าการรวมตัวของอะตอมเป็นรูปร่างต่างๆโดยการเพิ่ม ลด หรือแชร์อิเล็กตรอน ลักษณะของชนิดต่างๆ ของพันธะจะบอกว่าเป็นวัสดุชนิดใด สิ่งนี้จะสามารถแบ่งเป็น 2 ประเภทหลักๆ คือพันธะที่แข็งแรงระหว่างอะตอม (ไอออนิก โคเวเลนท์ และพันธะโลหะ) และพันธะอย่างอ่อนคือพันธะวานเดอร์วาลล์ระหว่างโมเลกุล ลักษณะทั่วๆไปของการประกอบเป็น คลิสตอล จะถูกแสดงในรูปที่ 2.3 (a)

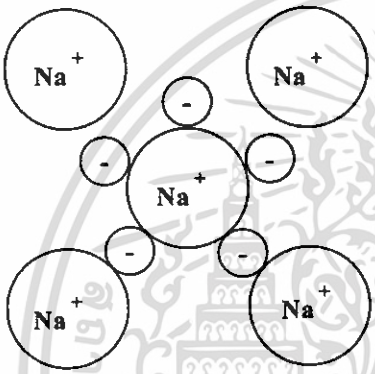
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



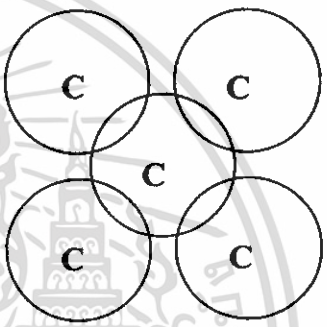
(a) Vander Waals Bonding (solid argon)



(b) Ionic bonding (sodium chroride)



(c) Metalic bonding (sodium metal)



(d) Covalent bonding (diamond)

รูปที่ 2.3. พันธะทางเคมีในปฏิกิริยาไฮเดรชันของซีเมนต์

ในรูป (a) โดยธรรมชาติของอะตอมจะสร้างพันธะอย่างหลวมๆด้วยแรง วานเดอร์วาลล์ (Vander walls) ซึ่งอะตอมจะเรียงต่อกันด้วยความไม่แน่นอนในการกระจายตัวของประจุ ในรูป(b) อิเล็คตรอนเคลื่อนที่จากอะตอมด่าง (alkali) ไปยังอะตอมฮาโลเจน (halogen) ผลที่ได้คือไอออนจะยึดติดกันแรงไฟฟ้าระหว่างไอออนบวกและไอออนลบ ในรูป (c) วาเลนท์อิเล็คตรอนจะเคลื่อนที่จากแต่ละอะตอมด่าง (alkali atom) ไปยังบริเวณแหล่งรวมของอิเล็คตรอนซึ่งในบริเวณนั้นประจุบวกจะสลายตัวไปหมด ในรูป (d) อะตอมจะสร้างพันธะกันโดยส่วนที่ซ้อนทับกันของอิเล็คตรอนที่กระจายตัวอยู่ ในกรณีพิเศษทั้งในพันธะ วานเดอร์วาลล์ เคลื่อนจากบริเวณที่มีแรงไฟฟ้ามากโดยเป็นแรงระหว่างไฮโดรเจนอะตอมและอะตอมของ O, F หรือ N ในโมเลกุลจะประกอบด้วยพันธะมีขั้ว C-O, H-F หรือ H-N เราจะพิจารณาในกรณีของน้ำเพราะว่าพันธะ O-H เป็นพันธะที่มีขั้วสูง อะตอม H มีประจุบวกจำนวนมากในขณะที่อะตอม O เป็นลบ อะตอมขนาดเล็กของ H จะเข้าหาอะตอมของ O ที่อยู่ใกล้มากที่สุด ดังนั้นจึงเกิดแรงไฟฟ้าที่แข็งแรงระหว่างอะตอมทั้งสอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แรงภายในของอะตอมจะถูกพิจารณาโดยอะตอมทั้งหมดที่แสดงตัวเป็น อะตอมข้างเดียวที่อยู่ใกล้สุด อะตอมที่อยู่ในช่วงกลาง (ของแข็งหรือของเหลว) ถือว่ามันอยู่ในช่วงของเหลว จะมีพลังงานของปฏิกิริยาเท่ากันในทุกทิศทาง แต่เมื่ออะตอมที่บริเวณผิวหน้าหรืออยู่ใกล้กับผิวหน้า แรงบริเวณนั้นจะไม่เหมาะสมในการสร้างพันธะเพราะว่าไม่มีอะตอมข้างเคียง จากผลดังกล่าวอะตอมจะมีพลังงานภายในสูง ตำแหน่งของมันบน Cordon-Morse diagram จะเพิ่มขึ้น 1-3 ลำดับ จะพบว่าสมดุลของอะตอมบริเวณผิวหน้าจะดีกว่าบริเวณที่เป็นช่วงกว้าง (bulk phase) ถ้าวัตถุดีสามารถหาสมดุลที่ผิวหน้าก็จะเกิดการแยกตัวของอะตอม ผมที่ได้นี้เกิดจากการเกิดรูปร่างผิวซากลม ซึ่งให้ค่าพื้นที่ผิวเล็กที่สุด (และบอกพลังงานที่ผิว) ใช้สำหรับบอกปริมาตรของวัสดุ หยดเล็กๆของของเหลวหรือฟองของก๊าซจะเป็นวงกลมเนื่องจากอะตอมมีการเคลื่อนไปยังตำแหน่งที่สมดุลบริเวณพื้นผิว (surfactants) เป็นสารประกอบซึ่งดูดซับได้ดีที่บริเวณส่วนเชื่อมต่อดังนั้นความตึงผิวจึงน้อย โมเลกุลที่ผิวจะเป็นโมเลกุลที่มีขั้ว แต่ละโมเลกุลจะมี hydrophilic end (ของน้ำ) และ hydrophobic (กลับขั้ว) ดังนั้นโมเลกุลจะเรียงตัวที่ขอบระหว่าง 2 ส่วนไม่สามารถรวมกันได้ โดยที่ hydrophilic ในน้ำและ hydrophobic end ในของเหลวไม่มีขั้ว การเรียงตัวนี้จะต่ำกว่า interfacial energy มันเป็นไปได้ที่จะกระจายของเหลวภายในมวลของหยดน้ำเล็กๆ สารกักกระจายฟองอากาศมีลักษณะเป็นโมเลกุลโซ่ยาวๆ (long-chain molecule) กับกลุ่มขั้วที่ปลาย ดังนั้นจะมาเป็นความเข้มข้นที่ผิวหน้าอากาศและของเหลวกับกลุ่มของขั้วในของเหลวและส่วนที่ไม่มีขั้ว ฟองอากาศจะถูกสร้างขึ้นจากอากาศที่ค้างอยู่ แต่เมื่อมีสารลดแรงตึงผิวแล้ว ฟองอากาศก็จะถูกทำลายเนื่องจากแรงตึงผิวของของเหลว สารลดแรงตึงผิวมีความตึงผิวน้อยกว่าและทำให้เกิดเสถียรภาพมากกว่า สารลดแรงตึงผิว (AE) มีส่วนประกอบโดยง่ายอย่างเช่น เกลือโซเดียมของไขมันหรือกรด alkyl aryl sulfonic แต่บางตัวนอกเหนือจากนี้อาจมีความซับซ้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
ขั้นตอนการดำเนินการศึกษา

3.1. วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

3.1.1. ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1 (ตราช้าง)

3.1.2. สารเคมี (Admixtures) ที่ใช้

สารกักกระจายฟองอากาศ Darex, Micro air ดังรูปที่ 3.1

(a)สารกักกระจายฟองอากาศ Darex (b) สารกักกระจายฟองอากาศ Micro air

รูปที่ 3.1 แสดงสารเคมีที่ใช้ในการทดสอบ

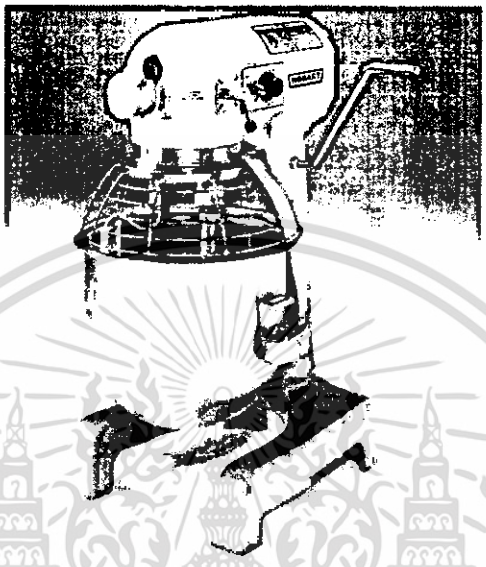
3.1.3. น้ำ ใช้น้ำที่มีคุณสมบัติดังนี้ (Water)

1. ต้องไม่มีวัตถุหรือสิ่งของที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ ซึ่งทำให้สี กลิ่น และรส ของน้ำ เปลี่ยนไปจากธรรมชาติ
2. ความเป็นกรด-เบสของน้ำ (pH) ต้องมีค่าระหว่าง 5.0-9.0
3. ออกซิเจนละลายในน้ำ (dissolved oxygen; DO) ต้องมีค่าไม่น้อยว่า 6.0 มิลลิกรัมต่อลิตร
4. ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีหรือบีโอดี (Biochemical oxygen demand; BOD) ในน้ำ ต้องมีค่าไม่เกิน 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร
5. ความหนาแน่นของน้ำเท่ากับ 1 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ที่อุณหภูมิ 4 °C
6. แรงตึงผิวของน้ำเท่ากับ 72 dynes/cm ที่อุณหภูมิ 25 °C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.4. เครื่องผสมซีเมนต์เพสท์ (Hobart type)

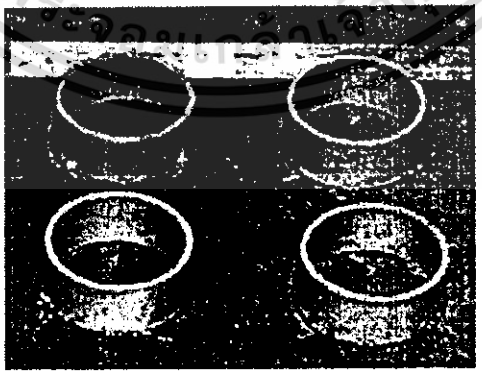
สำหรับผสมซีเมนต์และน้ำ ให้คลุกเคล้ากันดี ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 เครื่องผสมซีเมนต์เพสต์ (Hobart type)

3.1.5. ชุดอุปกรณ์ทดสอบหาการดูดซึม (Absorption) ASTM C 1585-04 ซึ่งประกอบด้วยอุปกรณ์ดังนี้

1. แบบหล่อชิ้นตัวอย่างเส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 10 เซนติเมตร สูง 5 เซนติเมตร ดังรูปที่ 3.3
2. ถาดสังกะสี (Pan)



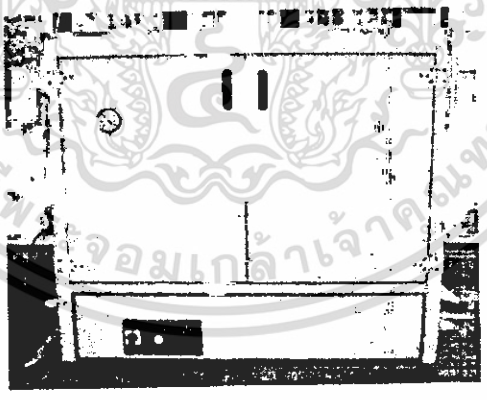
รูปที่ 3.3. แบบหล่อชิ้นตัวอย่างเส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 10 เซนติเมตร สูง 5 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.6. ชุดอุปกรณ์ทดสอบปฏิกิริยาไฮเดชั่น (Hydration)

1. แบบหล่อชิ้นตัวอย่างเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร สูง 40 เซนติเมตร ดังรูปที่ 3.6
2. ดินน้ำมัน
3. ตู้อบอุณหภูมิ 105° C ดังรูปที่ 3.7
4. ตู้อบอุณหภูมิ 950° C ดังรูปที่ 3.8

รูปที่ 3.4. แบบหล่อชิ้นตัวอย่างเส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 5 เซนติเมตร สูง 40 เซนติเมตร



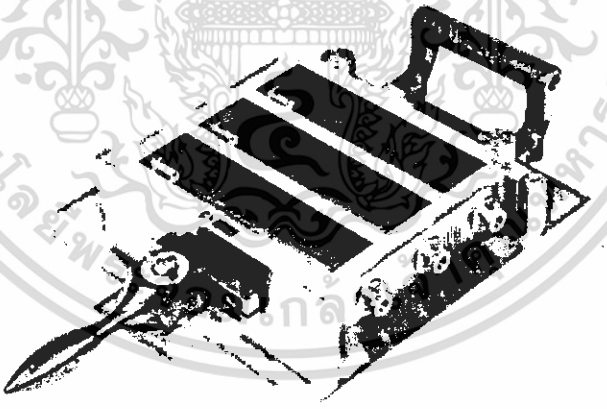
รูปที่ 3.5. เตาอบที่อุณหภูมิ 105° C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.6. เตาอบที่อุณหภูมิ 950° C

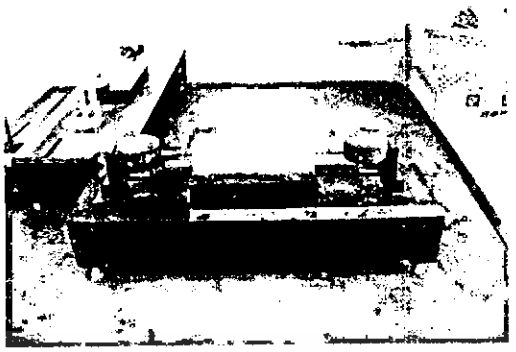
3.1.7. ชุดอุปกรณ์ทดสอบการยืดหดตัวของซีเมนต์เพสท์ (Autogenious Shrinkage) ซึ่งประกอบด้วยอุปกรณ์ดังนี้

1. แบบหล่อชิ้นตัวอย่างขนาด กว้าง 4 เซนติเมตร สูง 4 เซนติเมตร ยาว 16 เซนติเมตรดังรูปที่ 3.4
2. เครื่องวัดค่าการยืดหดตัว ดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.7. แบบหล่อชิ้นตัวอย่าง ขนาด กว้าง 4 เซนติเมตร สูง 4 เซนติเมตร ยาว 16 เซนติเมตร

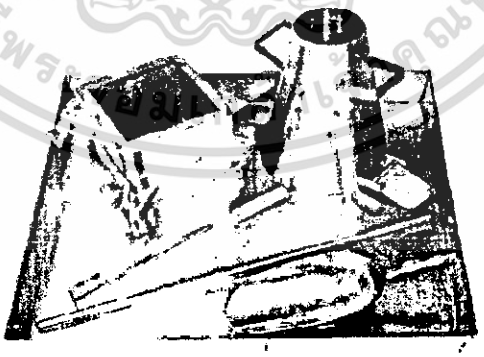
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8. เครื่องวัดการหดตัว

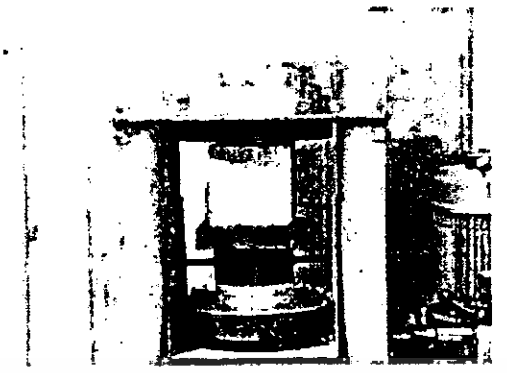
3.1.8. ชุดอุปกรณ์ทดสอบกำลังอัดของคอนกรีต ซึ่งประกอบด้วยอุปกรณ์ดังนี้

1. แบบหล่อรูปทรงลูกบาศก์ขนาด 15 เซนติเมตร
2. เหล็กตำ หน้าตัดสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาดพื้นที่หน้าตัด 1 ตารางนิ้ว
3. น้ำยาและแปรงทาแบบ
4. ช้อนตัก
5. เกรียงเหล็ก
6. แผ่นพลาสติกการศึกษาอิทธิพลของการบ่มโดยใช้สารลดแรงตึงผิวในกรณีเงื่อนไขและวิธีการบ่มที่แตกต่างกันต่อคุณสมบัติของคอนกรีต
7. เครื่องทดสอบกำลังอัด



รูปที่ 3.9. อุปกรณ์ทดสอบกำลังอัดคอนกรีต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่3.10. เครื่องทดสอบกำลังอัดคอนกรีต

3.1.9. เครื่องชั่งน้ำหนักความละเอียด 0.01 g

รูปที่ 3.11. เครื่องชั่งน้ำหนักความละเอียด 0.01 g

3.2 ตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบ

3.2.1. สำหรับการทดสอบหาการดูดซึม (Absorption)

ชิ้นตัวอย่างทรงกลมเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร และสูง 5 เซนติเมตร อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ 0.25 จำนวน 72 ตัวอย่าง

3.2.2. สำหรับการทดสอบปฏิกิริยาไฮเดรชั่น (Hydration)

ชิ้นตัวอย่างรูปทรงกระบอก เส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 5 เซนติเมตร และสูง 40 เซนติเมตร

อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ 0.30 จำนวน 27 ตัวอย่าง

อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ 0.44 จำนวน 27 ตัวอย่าง

อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ 0.30 จำนวน 27 ตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3. สำหรับการทดสอบการยืดหดตัว (Autogenious Shrinkage)

ชิ้นตัวอย่างแบบหล่อชิ้นตัวอย่าง ขนาด กว้าง 4 เซนติเมตร สูง 4 เซนติเมตร ยาว 16 เซนติเมตร อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ 0.25 จำนวน 27 ตัวอย่าง

3.2.4. สำหรับการทดสอบกำลังอัดของคอนกรีต

ชิ้นตัวอย่างรูปทรงลูกบาศก์ขนาด 15 เซนติเมตร
ออกแบบกำลังอัดของคอนกรีตที่ 250 ksc จำนวน 108 ตัวอย่าง
ออกแบบกำลังอัดของคอนกรีตที่ 450 ksc จำนวน 108 ตัวอย่าง

3.3. วิธีการทดสอบ

การดำเนินการทดสอบจะแบ่งออกเป็น 3 การทดสอบ คือ

1. การทดสอบหาการดูดซึม (Absorption)
2. การทดสอบปฏิกิริยาไฮเดรชั่น (Hydration)
3. การทดสอบการยืดหดตัว (Autogenious Shrinkage)
4. การทดสอบการหดตัวทางเคมี (Chemical shrinkage)
5. การทดสอบกำลังอัดของคอนกรีต

3.3.1. การทดลองสำหรับการหาความสามารถการดูดซึม (Absorption) ASTM C 1585-04

1. นำแบบหล่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร และสูง 5 เซนติเมตร ทำด้านหนึ่งเป็นระบบปิด โดยการวางลงบนแผ่นไม้กระดานแล้วใช้กาวอีพอกซี่ ทาโดยรอบเส้นรอบวงของแบบหล่อ
2. ผสมซีเมนต์เพสท์ด้วยอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ 0.25 เมื่อผสมคลุกเคล้ากันดีแล้ว นำมาเทลงในแบบที่เตรียมไว้ ทำการกระทุ้ง เมื่อไล่ฟองอากาศให้หมด แล้วจึงปาดผิวหน้าให้เรียบ
3. ทิ้งไว้ 24 ชั่งโมงจึงถอดแบบ และเขียนหมายเลขรหัส
4. เนื่องจากต้องการพิจารณาความสามารถในการดูดซึม ก่อนและหลังจากทำการบ่มมาแล้ว จึงเตรียมชิ้นตัวอย่างโดยทดสอบก่อนทำการบ่ม(หลังจากถอดแบบ)และทดสอบหลังจากบ่มน้ำมาแล้ว เป็นเวลา 1, 3, 7, 14 และ 60 วัน
5. จากนั้นนำเข้าเตาอบ 50±2 °c เป็นเวลา 24 ชั่วโมง
6. หาค่าน้ำหนักตัวอย่าง โดยใช้เครื่องชั่งน้ำหนักมีความละเอียด 0.01 g
7. ทำการวัด เส้นผ่าศูนย์กลางของตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. นำตัวอย่างไปแช่ใน (Pan) ที่มีน้ำและถาดที่มีน้ำผสมสารกักกระจายฟองอากาศความเข้มข้น 1% กัน

10. ทำการชั่งน้ำหนักตัวอย่างที่เปลี่ยนแปลงไป เป็นระยะๆ จนครบ 7 วัน

11. คำนวณหาความสามารถการดูดซึม ได้สมการดังนี้

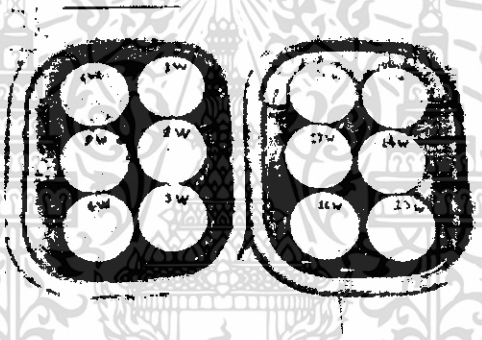
$$I = \frac{(\Delta mass / A)}{D} \qquad (3.1)$$

ซึ่ง I = ระยะทางที่ของเหลวถูกตัวอย่างดูดซึม หน่วยเป็นมิลิเมตร (mm)

Δmass = ความแตกต่างของน้ำหนักที่เปลี่ยนไปจากน้ำหนักเริ่มต้น หน่วยเป็นกรัม (g)

A = พื้นที่หน้าตัดของชิ้นตัวอย่าง หน่วยเป็นตารางมิลลิเมตร (mm^2)

D = ความหนาแน่นของน้ำ หน่วยเป็นกรัมต่อลูกบาศก์มิลิเมตร (g/mm^3)



รูปที่ 3.12 .แสดงชิ้นตัวอย่างในการทดสอบหาความสามารถการดูดซึม

3.3.2. การทดลองสำหรับการหาระดับปฏิกิริยาไฮเดรชันในซีเมนต์เพสท์ (Hydration)

1. ทำหลอดพลาสติกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร และสูง 40 เซนติเมตร ให้ด้านหนึ่งของหลอดพลาสติกเป็นระบบปิด

2. ผสมซีเมนต์เพสท์ด้วยอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ 0.25, 0.30 และ 0.44 บรรจุในหลอดพลาสติก โดยเททีละ 5 เซนติเมตรและทำการกระทุ้ง จนถึงความสูง 30 เซนติเมตร จากนั้นทิ้งไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

3. ทำการบ่มด้วยวิธีต่างๆดังนี้

-น้ำบริสุทธิ์

-น้ำผสมสารกักกระจายฟองอากาศ Darex ความเข้มข้น 1%

4. ระยะเวลาการบ่มชิ้นตัวอย่าง เป็นเวลา 1, 3, 5, 7, 14 และ 28 วัน

5. เมื่อครบกำหนดระยะเวลาการบ่ม นำชิ้นตัวอย่างซีเมนต์เพสท์ออกมาตัดเป็น 6 ส่วน ขนาดเท่าๆกัน ที่ความสูงประมาณ 5 เซนติเมตร ดังรูปที่ 3.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. นำชิ้นตัวอย่างทั้ง 6 ส่วน ไปเข้าเตาอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำไปชั่งน้ำหนัก ($M_{105°C}$)

7 จากนั้นนำไปเข้าเตาอบที่อุณหภูมิ 950 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำไปชั่งน้ำหนัก ($M_{950°C}$)

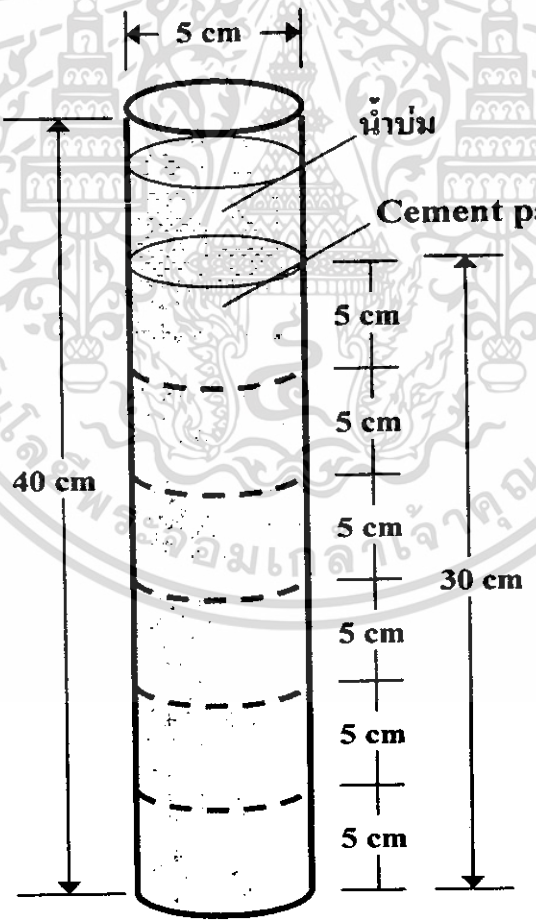
8. คำนวณหาค่าระดับปฏิกิริยาไฮเดรชั่น ได้สมการดังนี้

$$\text{Degree of Hydration} = \frac{M_{105°C} - M_{950°C}}{M_{950°C}} \times \frac{100}{23} \qquad (3.4)$$

ซึ่ง Degree of Hydration = ค่าระดับปฏิกิริยาไฮเดรชั่น หน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ (%)

$M_{105°C}$ = น้ำหนักชิ้นตัวอย่างหลังจากเข้าเตาอบที่ 105 องศาเซลเซียส หน่วยเป็นกรัม (g)

$M_{950°C}$ = น้ำหนักชิ้นตัวอย่างหลังจากเข้าเตาอบที่ 950 องศาเซลเซียส หน่วยเป็นกรัม (g)



รูปที่ 3.13. แสดงชิ้นตัวอย่างในการหาระดับปฏิกิริยาไฮเดรชั่นในซีเมนต์เพสท์แข็งตัว ในแต่ละระดับชั้นความลึกต่างๆ (Penetration)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3. การทดลองการยืดหดตัวในซีเมนต์เพสท์ (Autogenious Shrinkage)

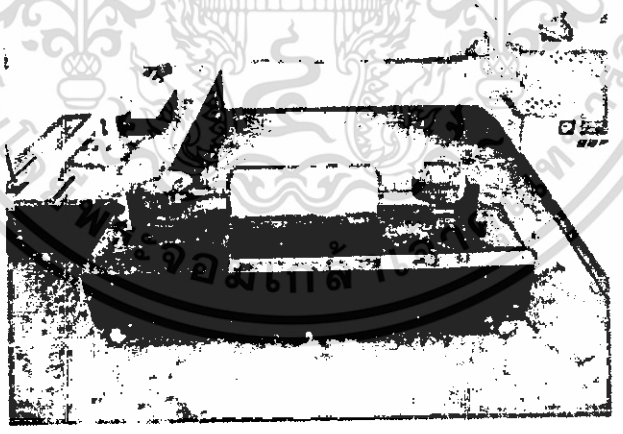
1. ทำความสะอาดแบบหล่อทาน้ำมัน
2. วัดระยะเกสปลั๊กเพื่อเป็นค่าในการคำนวณ
3. ผสมซีเมนต์เพสท์ตาในอัตราส่วนซีเมนต์ต่อน้ำที่กำหนด โดยแบ่งการเทซีเมนต์เพสท์เข้าแบบเป็น 3 ชั้นเท่า ๆ กัน แล้วทำการปาดหน้าซีเมนต์เพสท์ให้เรียบ ทิ้งไว้ 24 ชั่วโมงแล้วถอดแบบ
4. นำชิ้นตัวอย่างมาบ่มตามเงื่อนไขที่กำหนด แล้วเก็บค่าการยืดหดตัวตั้งแต่อายุซีเมนต์เพสท์ 1 วันถึงอายุ 28 วัน
5. นำค่าที่วัดได้ในแต่ละวันมาคำนวณการยืดหดตัวของซีเมนต์เพสที่เกิดจากอิทธิพลของการบ่มตามเงื่อนไข

$$\text{การยืดหดตัว} = \frac{(X_o - X_n)}{L_o} \qquad (3.5)$$

X_0 = ระยะของตัวอย่างซีเมนต์เพสเริ่มต้นที่อายุ 1 วันหลังถอดแบบ มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร

X_n = ระยะของตัวอย่างซีเมนต์เพสท์ที่อายุ 2 วันถึงอายุ 28 วัน มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร

L_0 = ระยะห่างของหัวเกสปั๊กมีหน่วยเป็นมิลลิเมตร



รูปที่ 3.14. แสดงชิ้นตัวอย่างในการทดสอบหาความยืดหดตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.4. การทดสอบกำลังอัดของคอนกรีต

มาตรฐานที่ใช้สำหรับตัวอย่างรูปทรงลูกบาศก์ BS EN 12390 Part 3 Testing hardened concrete

1. ทำความสะอาดแบบหล่อคอนกรีต แล้วทาน้ำมันที่ผิวในทุกด้าน
2. ตักคอนกรีตใส่แบบโดยแบ่งเป็น 3 ชั้น เท่าๆ กัน โดยประมาณ แต่ละชั้นตำด้วยเหล็กตำ 25 ที
3. ตัวอย่างคอนกรีตที่ตำเสร็จปาดผิวหน้าให้เรียบ คลุมด้วยพลาสติกเพื่อป้องกันการระเหยของน้ำ
4. ถอดแบบเมื่ออายุครบ 24 ชั่วโมง เขียนรายละเอียดต่างๆ หน้าก่อนตัวอย่าง
5. นำก่อนตัวอย่างไปบ่มตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ แล้วนำมาทดสอบกำลังอัดที่อายุ 1, 3, 7, และ 28 วัน
6. เปิดเครื่องทดสอบโดยการทดสอบนี้จะต้องควบคุมน้ำหนักที่กด ให้มีอัตราสม่ำเสมอ อัตราที่ใช้คือ 1.4 - 3.5 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที
7. กดก้อนตัวอย่างจนแตก บันทึกค่านำค่าที่ได้มาคำนวณกำลังอัดประลัย

$$\text{การคำนวณกำลังอัดประลัย} = \frac{\text{น้ำหนักกำลังประลัย}}{\text{พื้นที่หน้าตัดของก่อนตัวอย่าง}}$$

หน่วยที่ใช้คือ กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (ksc)

รูปที่ 3.15 การวัดขนาดตัวอย่างทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดสอบ

4.1. กล่าวนำ

ในการศึกษาเพื่อจะได้ทราบพฤติกรรมของสารละลายลดแรงตึงผิวเมื่อใช้ในการบ่มคอนกรีตที่ได้รับการบ่มในสภาวะต่างๆกัน โดยการแบ่งผลการทดสอบออกเป็น 3 การทดสอบ

1. การทดลองสำหรับการหาความสามารถการดูดซึมในซีเมนต์เพสท์ (Absorption)
2. การทดลองสำหรับการหาระดับปฏิกิริยาไฮเดรชั่นในซีเมนต์เพสท์ ในแต่ละระดับชั้นความลึกต่างๆ (Hydration of Penetration)
3. การทดลองสำหรับการหาการยืดหดตัวในซีเมนต์เพสท์ (Autogenious Shrinkage)
4. การทดลองสำหรับการหากำลังรับแรงอัดของคอนกรีต (Compressive Strength of Cube Concrete)

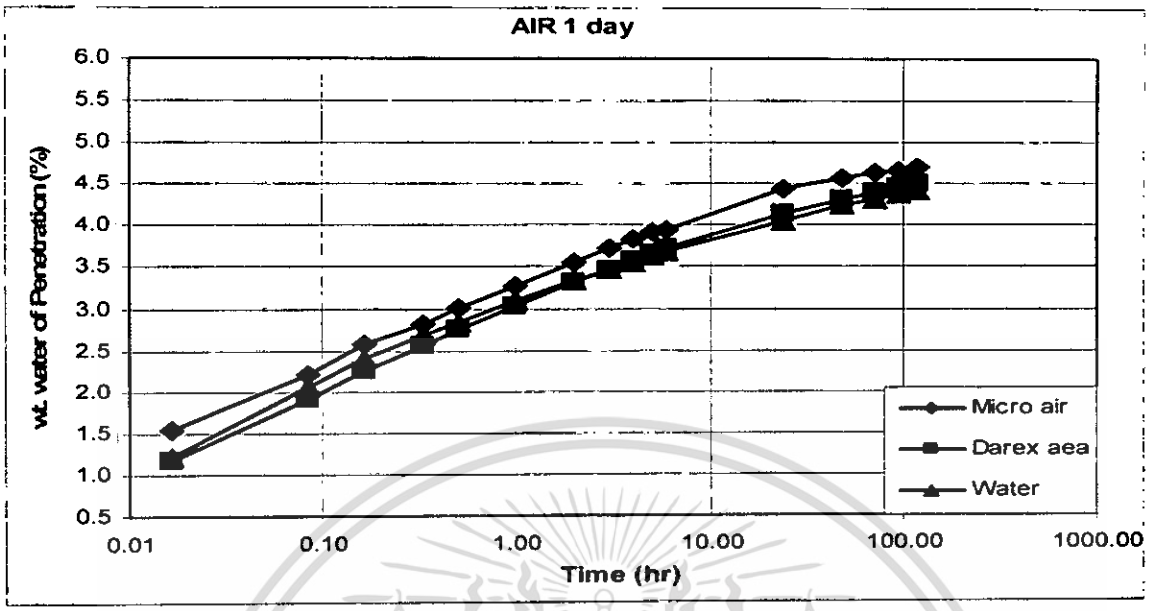
4.2. ผลการทดสอบสำหรับการหาความสามารถการดูดซึมในซีเมนต์เพสท์ (Absorption)

การวัดค่าการดูดซึมของซีเมนต์เพสท์ที่แข็งตัวแล้ว เป็นการวัดน้ำหนักของซีเมนต์เพสท์ที่เพิ่มขึ้นหลังจากชิ้นตัวอย่างได้สัมผัสน้ำแล้ว ซึ่งน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเกิดจากมีน้ำหนักของน้ำบ่มถูกดูดซึมเข้าไป เมื่อทำการบ่มไปเป็นเวลานานๆ น้ำบ่มที่ถูกดูดซึมจะมากขึ้นจนกระทั่งถึงจุดที่ไม่สามารถดูดซึมได้อีก น้ำหนักของชิ้นตัวอย่างก็จะคงที่

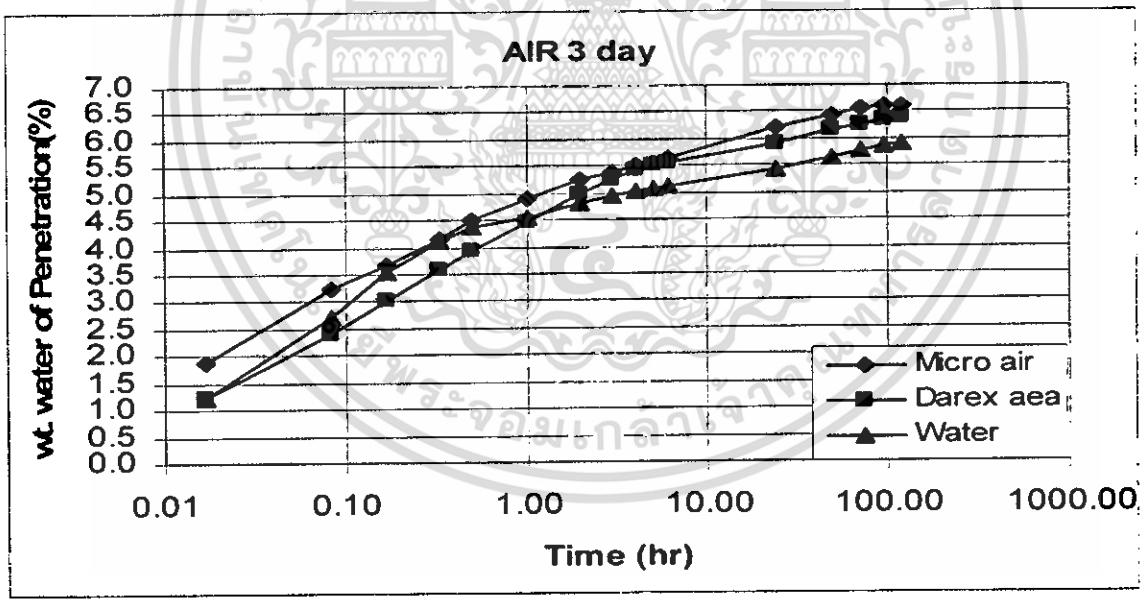
ในการทดสอบจะเป็นการทดสอบให้น้ำบ่มของชิ้นตัวอย่าง ซึ่งค่าการดูดซึมที่จะได้เป็นการคำนวณหาอัตราน้ำบ่มที่ถูกดูดซึมในชิ้นตัวอย่าง ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐาน ASTM C 1585-04 และน้ำบ่มที่ใช้ทดสอบคือ น้ำผสมสารลดแรงตึงผิว Micro air น้ำผสมสารลดแรงตึงผิว Darex aea

สภาพของชิ้นตัวอย่างจะเลือกใช้ชิ้นตัวอย่างที่มีอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ 0.25 ซึ่งมีปริมาณน้ำไม่เพียงพอให้เกิดปฏิกิริยาได้สมบูรณ์ เพื่อแสดงให้เห็นค่าการดูดซึมได้อย่างชัดเจน และก่อนที่ชิ้นตัวอย่างจะนำมาทดสอบ จะนำไปบ่มในน้ำปรกติ เพื่อหาค่าการดูดซึมเปรียบเทียบระหว่างน้ำ น้ำผสมสารลดแรงตึงผิว Micro air น้ำผสมสารลดแรงตึงผิว Darex aea ว่าสารใดที่ยังสามารถดูดซึมเข้าในชิ้นตัวอย่างได้มากกว่ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

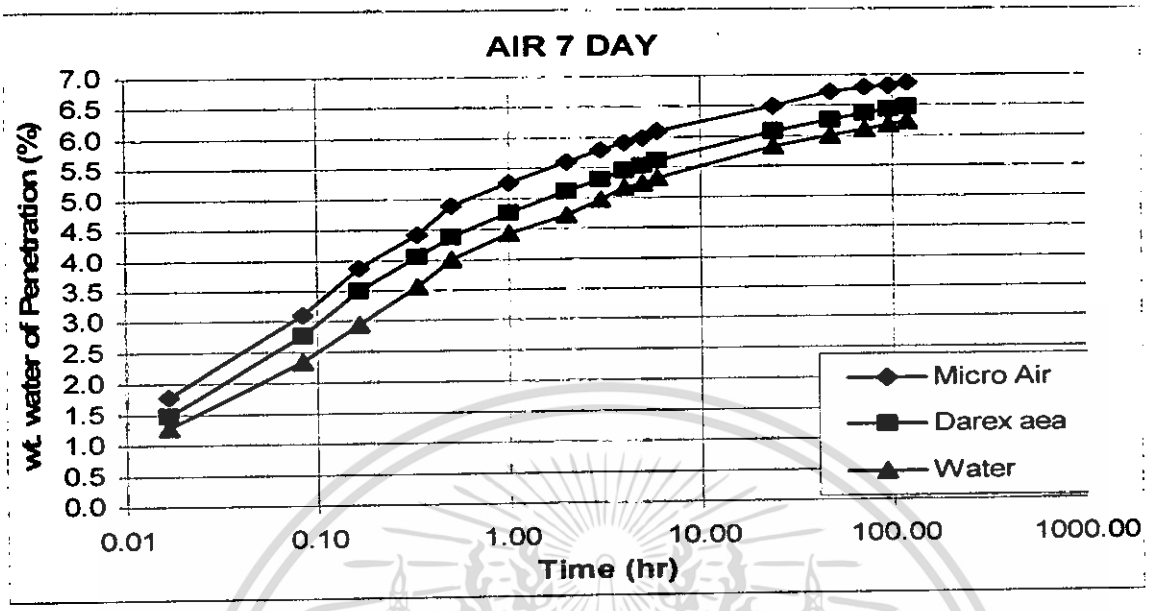


รูปที่ 4.1. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนการดูดซึมสาร Micro air ,Darex aea และ Water กับเวลา จากตัวอย่าง w/c 0.25 บ่มอากาศ 1 วัน

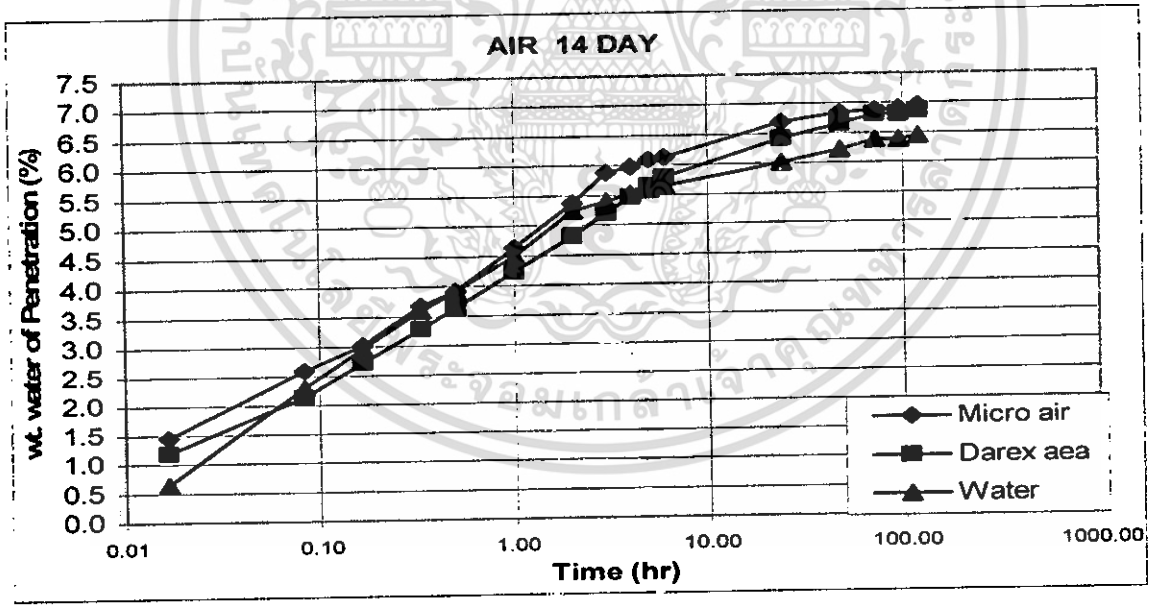


รูปที่ 4.2. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนการดูดซึมสาร Micro air ,Darex aea และ Water กับเวลา จากตัวอย่าง w/c 0.25 บ่มอากาศ 3 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

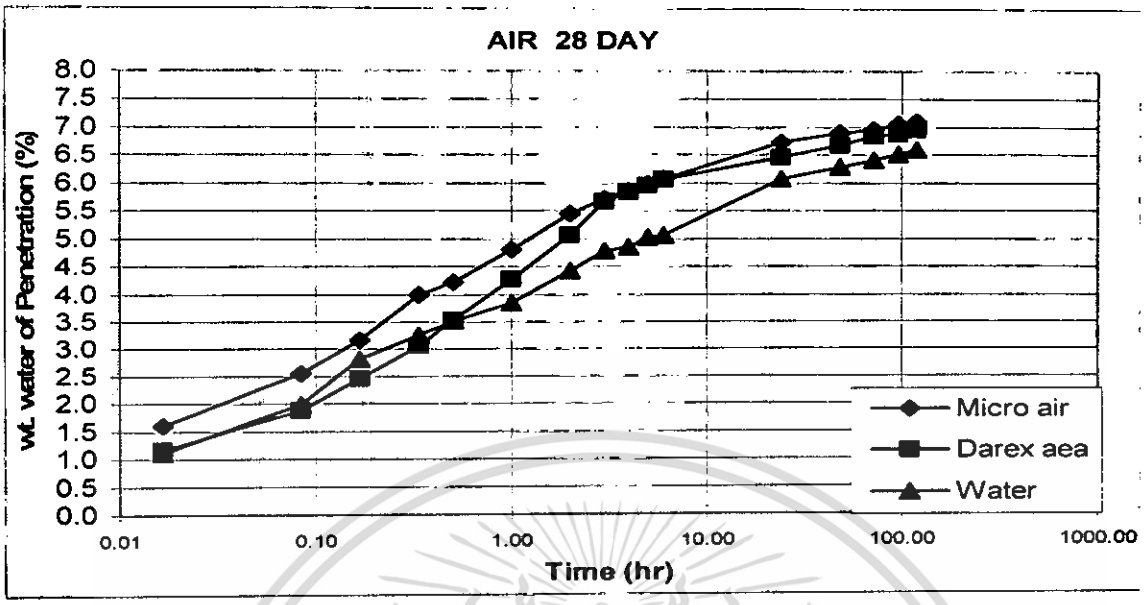


รูปที่ 4.3. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนการดูดซึมสาร Micro air ,Darex aea และ Water กับเวลา จากตัวอย่าง w/c 0.25 บ่มอากาศ 7 วัน



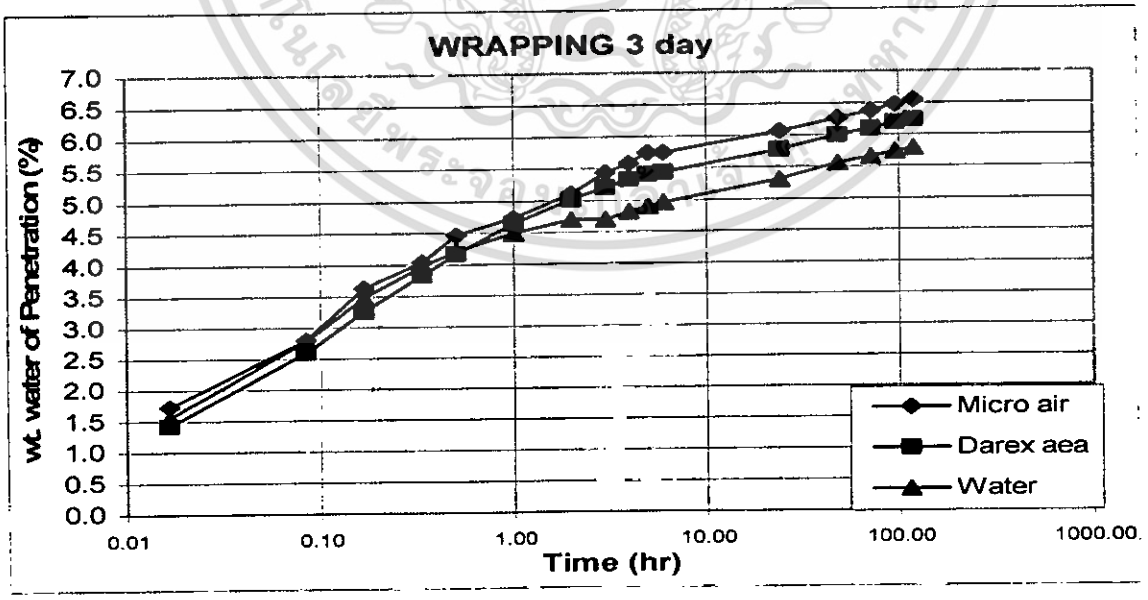
รูปที่ 4.4. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนการดูดซึมสาร Micro air ,Darex aea และ Water กับเวลา จากตัวอย่าง w/c 0.25 บ่มด้วยอากาศ 14 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



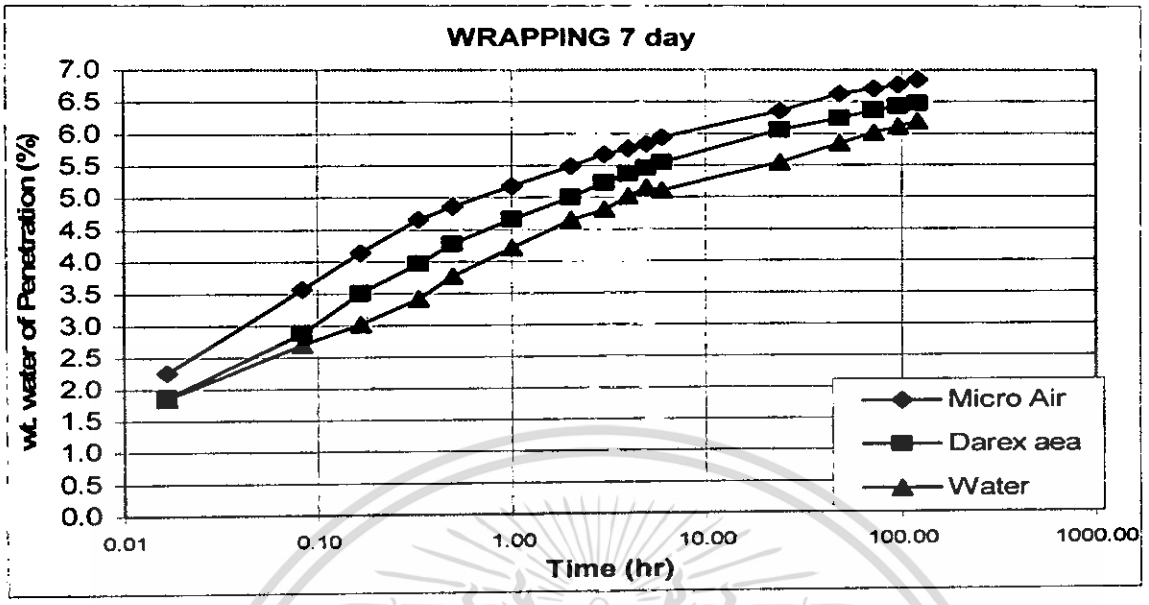
รูปที่ 4.5. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนการดูดซึมสาร Micro air ,Darex aea และ Water กับเวลา จากตัวอย่าง w/c 0.25 บ่มด้วยอากาศ อายุ 28 วัน

จากรูปที่ 4.1-4.5 จะพบว่าการทดสอบกับน้ำเปรียบเทียบกับสารลดแรงตึงผิว ในชิ้นตัวอย่างที่ไม่ผ่านการบ่มมาก่อน(หลังถอดแบบ) จะให้อัตราการดูดซึมที่สูงใกล้เคียงกัน แต่เมื่อชิ้นตัวอย่างผ่านไปที่อายุซีเมนต์เพสท์ 3 , 7 , 14 และ 28 ชิ้นตัวอย่างที่ทดสอบกับสารลดแรงตึงผิว Micro air มีแนวโน้มที่มีอัตราการดูดซึมที่สูงขึ้นกว่า ซึ่งจะเห็นได้ชัดในอายุซีเมนเพสท์ที่ 7 วัน

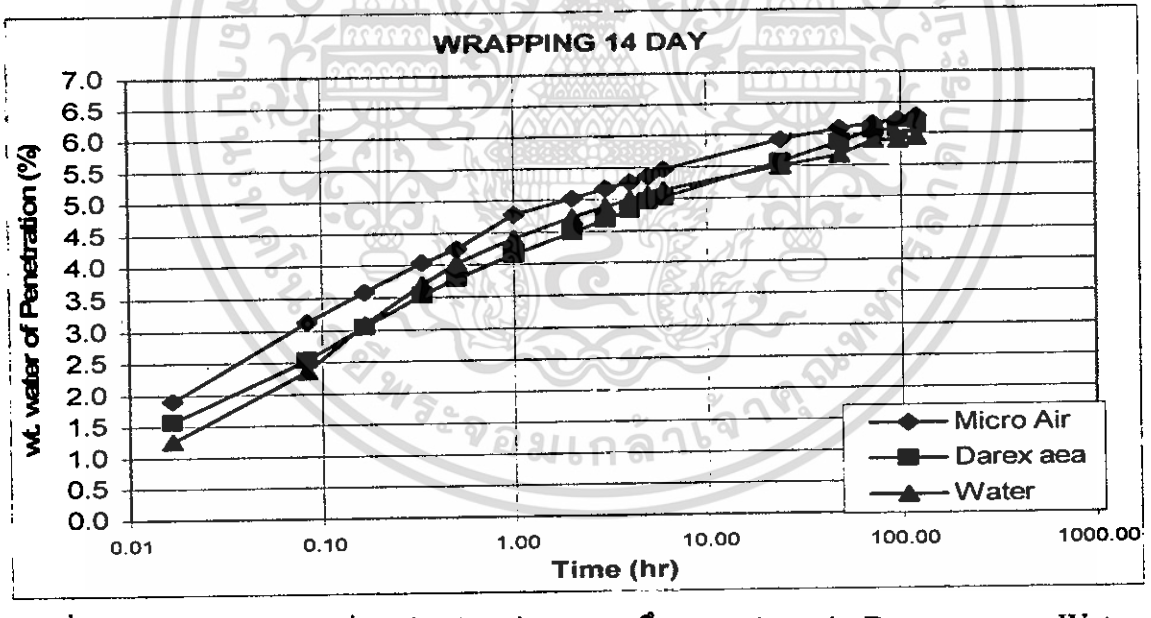


รูปที่ 4.6. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนการดูดซึมสาร Micro air ,Darex aea และ Water กับเวลา จากตัวอย่าง w/c 0.25 บ่มด้วย พลาสติกคลุม 3 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

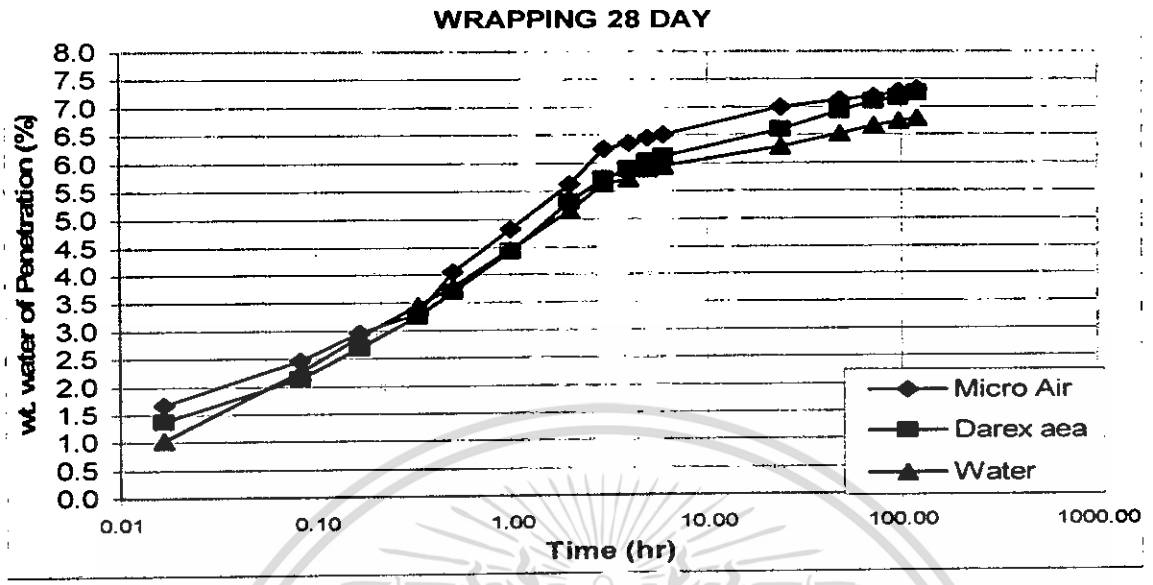


รูปที่ 4.7. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนการดูดซึมสาร Micro air ,Darex aea และ Water กับเวลา จากตัวอย่าง w/c 0.25 บ่มด้วยพลาสติกคลุม 7 วัน



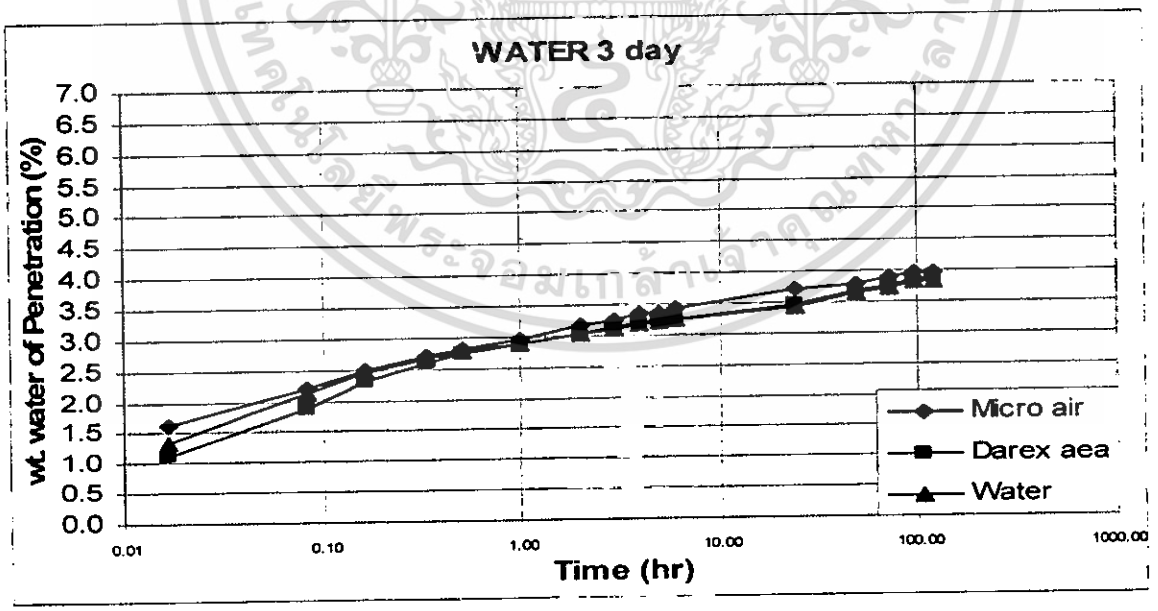
รูปที่ 4.8. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนการดูดซึมสาร Micro air ,Darex aea และ Water กับเวลา จากตัวอย่าง w/c 0.25 บ่มด้วยพลาสติกคลุม 14 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



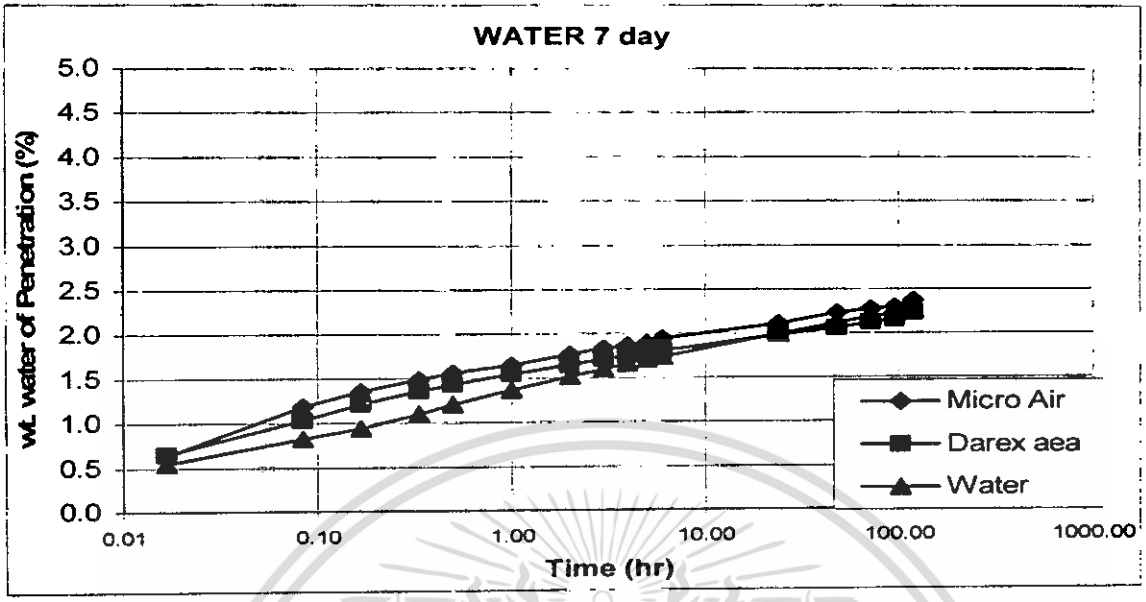
รูปที่ 4.9. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนการดูดซึมสาร Micro air ,Darex aea และ Water กับเวลา จากตัวอย่าง w/c 0.25 บ่มด้วยพลาสติกคลุม อายุ 28 วัน

จากรูปที่ 4.6-4.9 จะพบว่าการทดสอบกับน้ำเปรียบเทียบกับสารลดแรงตึงผิว การบ่มโดย Wrapping ไปที่อายุซีเมนต์เพสท์ 3 , 7 , 14 และ 28 ชิ้นตัวอย่างที่ทดสอบกับสารลดแรงตึงผิว Micro air มีแนวโน้มที่มีอัตราการดูดซึมที่สูงขึ้นกว่าทุกอายุของซีเมนต์เพสท์ซึ่งจะเห็นได้ชัดจากรูปที่ 4.6 และ 4.7

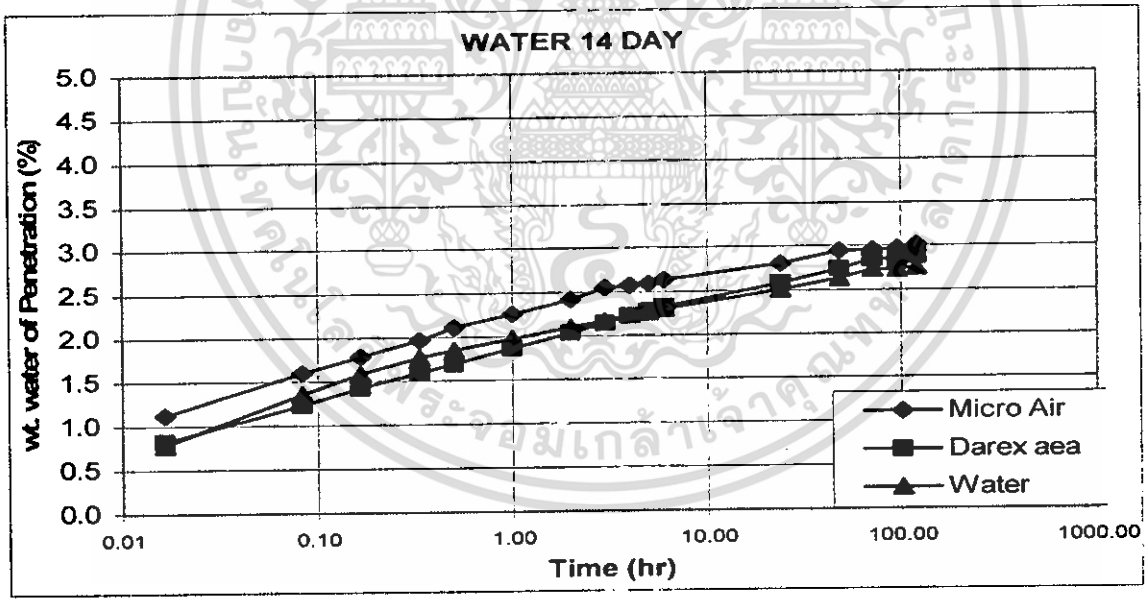


รูปที่ 4.10. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนการดูดซึมสาร Micro air ,Darex aea และ Water กับเวลา จากตัวอย่าง w/c 0.25 บ่มด้วยน้ำ 3 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

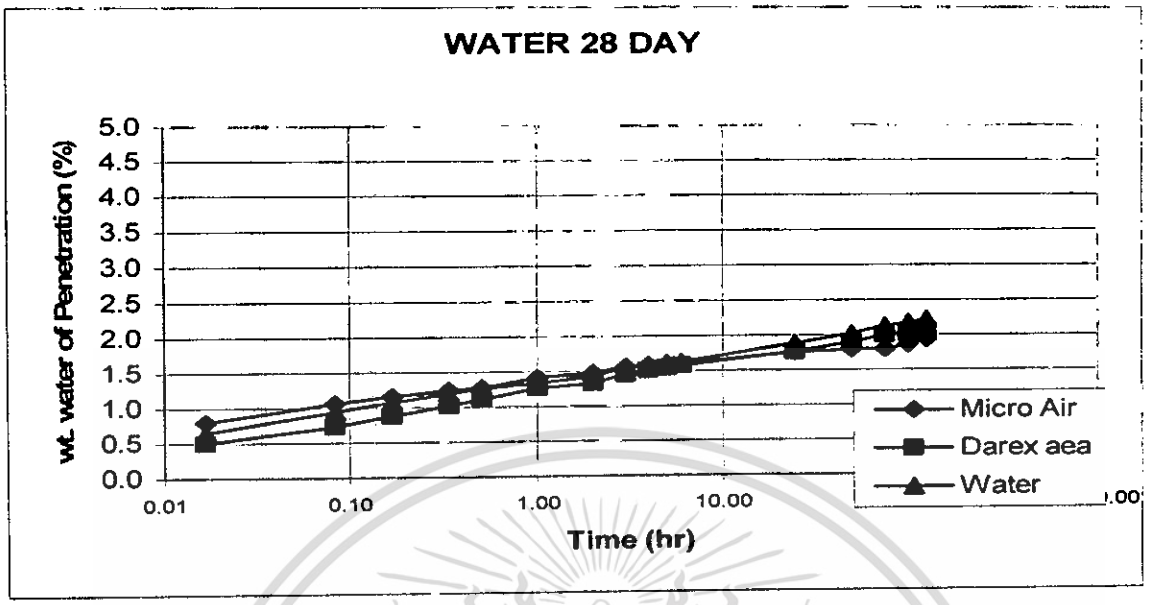


รูปที่ 4.11. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนการดูดซึมสาร Micro air ,Darex aea และ Water กับเวลา จากตัวอย่าง w/c 0.25 บ่มด้วยน้ำ 7 วัน



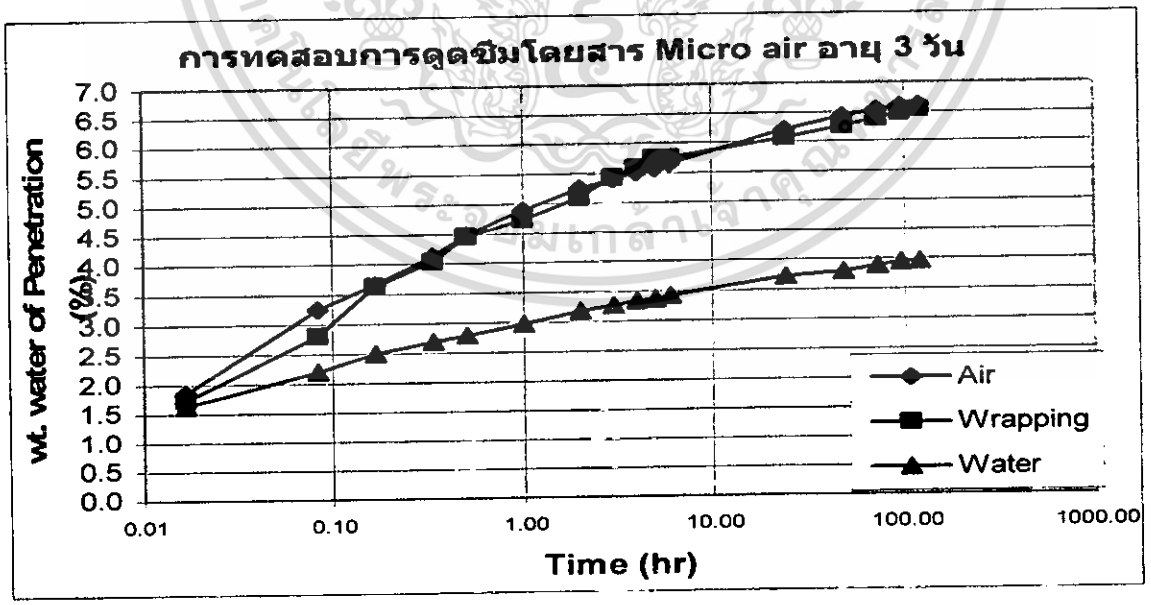
รูปที่ 4.12. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนการดูดซึมสาร Micro air ,Darex aea และ Water กับเวลา จากตัวอย่าง w/c 0.25 บ่มด้วยน้ำ 14 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



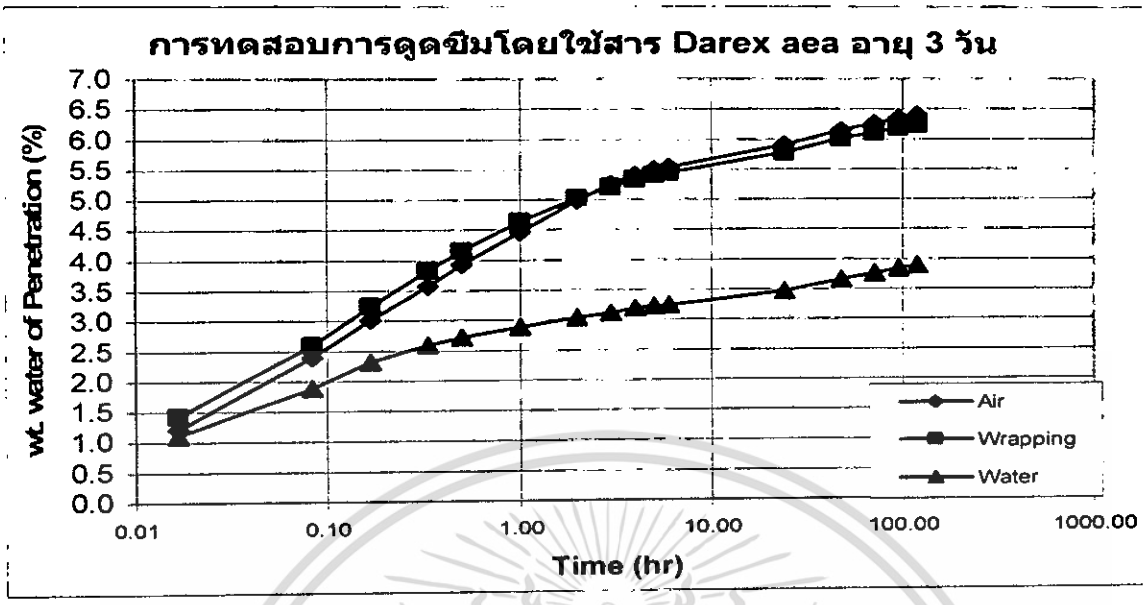
รูปที่ 4.13. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนการดูดซึมสาร Micro air ,Darex aea และ Water กับเวลา จากตัวอย่าง w/c 0.25 บ่มด้วยน้ำ อายุ 28 วัน

จากรูปที่ 4.10 - 4.13 จะพบว่าการทดสอบกับน้ำเปรียบเทียบกับสารลดแรงตึงผิว ในชิ้นตัวอย่างที่ผ่านการบ่มโดย Water ที่อายุซีเมนต์เพสท์ 3 , 7 , 14 และ 28 ชิ้นตัวอย่างที่ทดสอบกับสารลดแรงตึงผิว Micro air มีแนวโน้มที่มีอัตราการดูดซึมที่สูงกว่าสารตัวอื่น

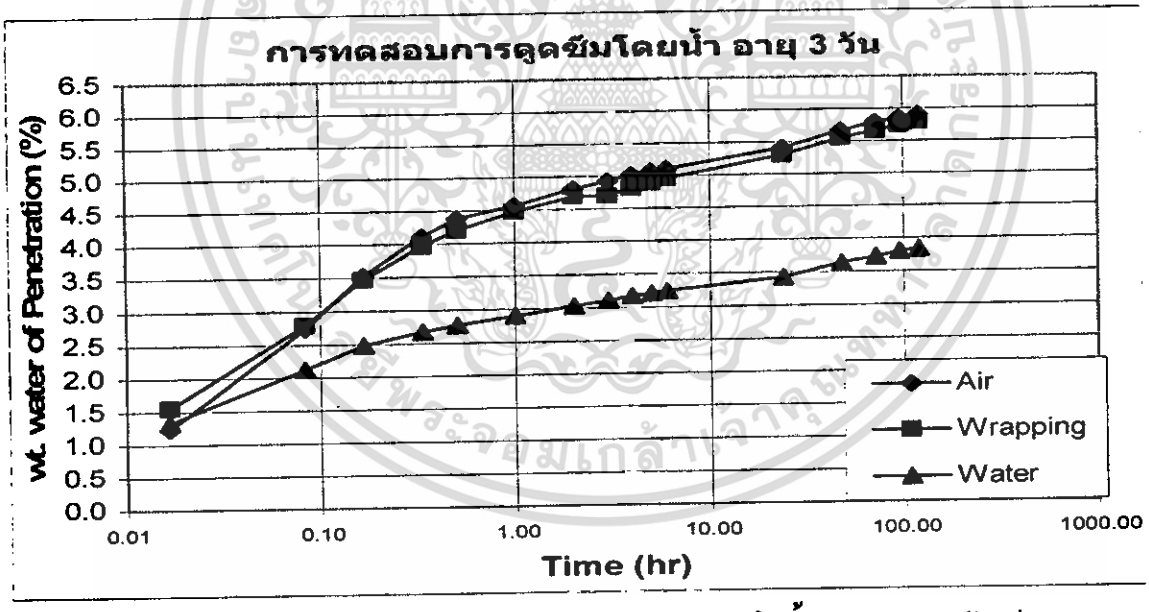


รูปที่ 4.14. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนการดูดซึมสาร Micro air กับเวลา จากตัวอย่าง w/c 0.25 บ่มด้วยน้ำ 3 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

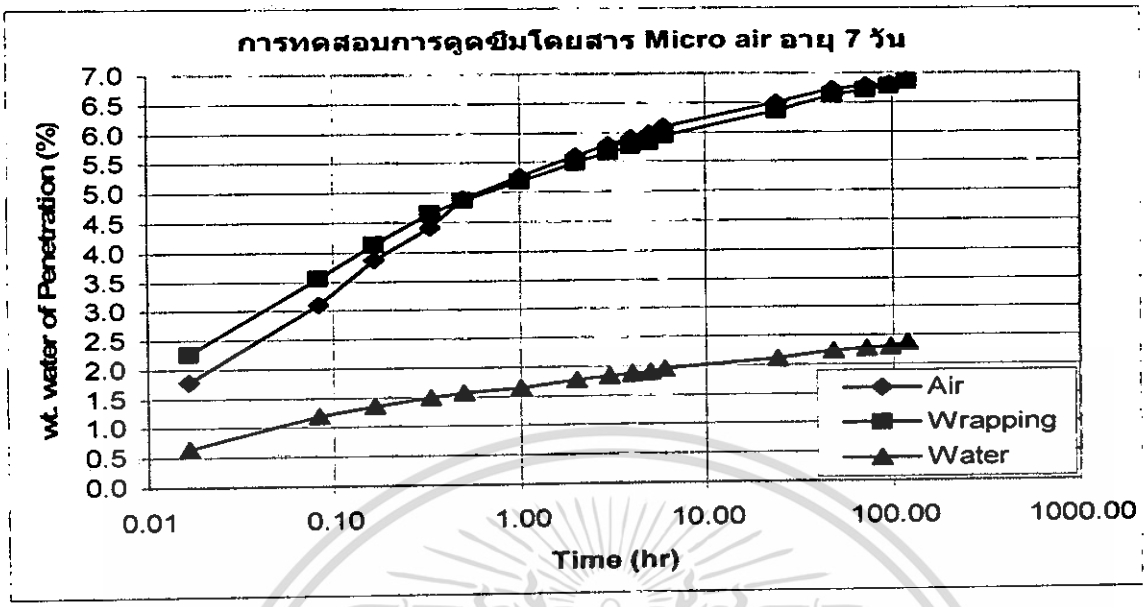


รูปที่ 4.15. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนการดูดซึมสาร Darex aea กับเวลา จากตัวอย่าง w/c 0.25

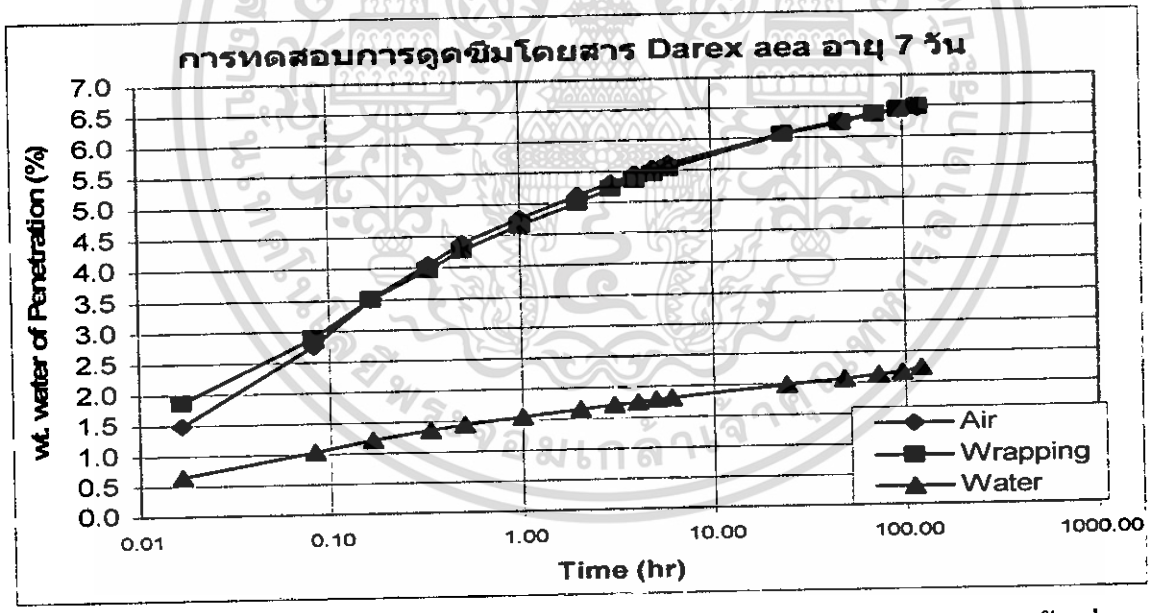


รูปที่ 4.16. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนการดูดซึมน้ำ กับเวลา จากตัวอย่าง w/c 0.25 บ่มด้วยน้ำ 3 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

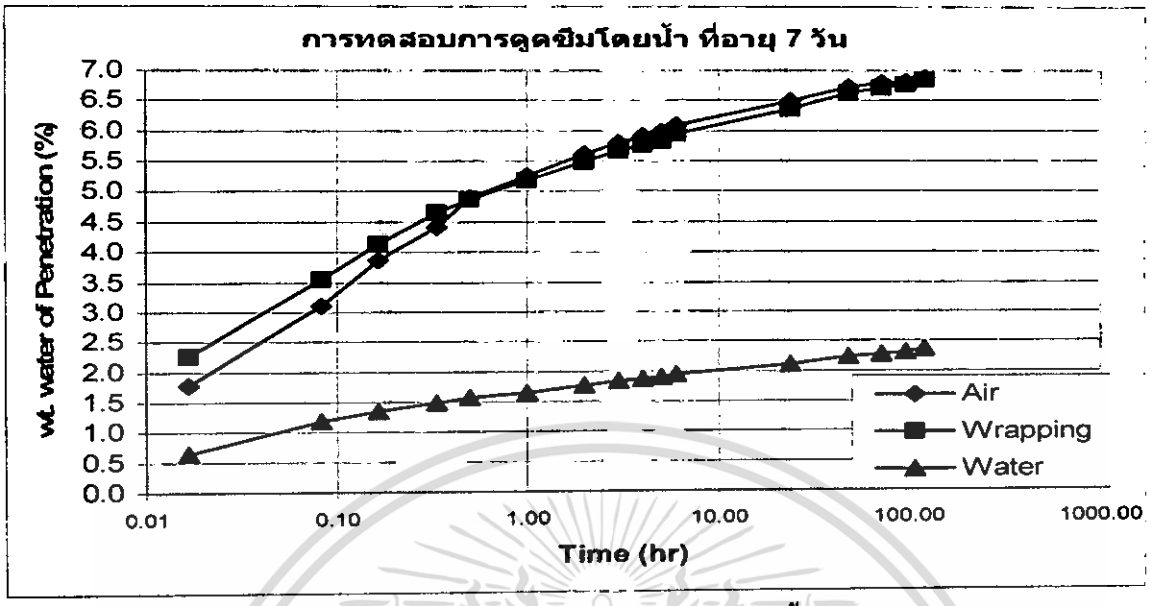


รูปที่ 4.17. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนการดูดซึมสาร Micro air กับเวลา จากตัวอย่าง w/c 0.25 อายุ 7 วัน

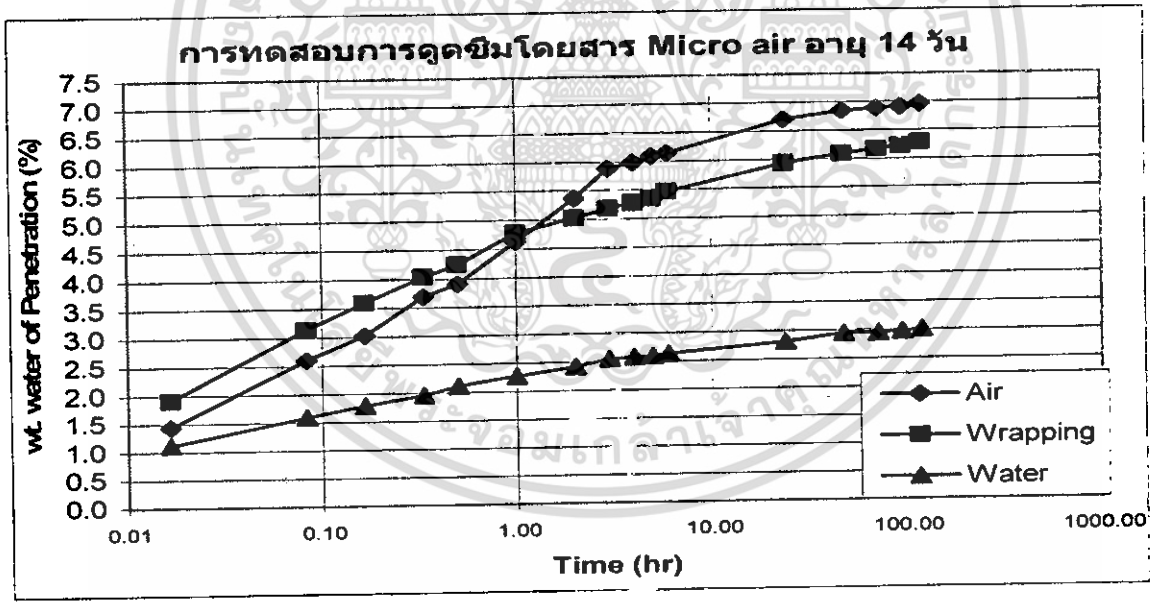


รูปที่ 4.18. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนการดูดซึมสาร Darex aea กับเวลา จากตัวอย่าง w/c 0.25 อายุ 7 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

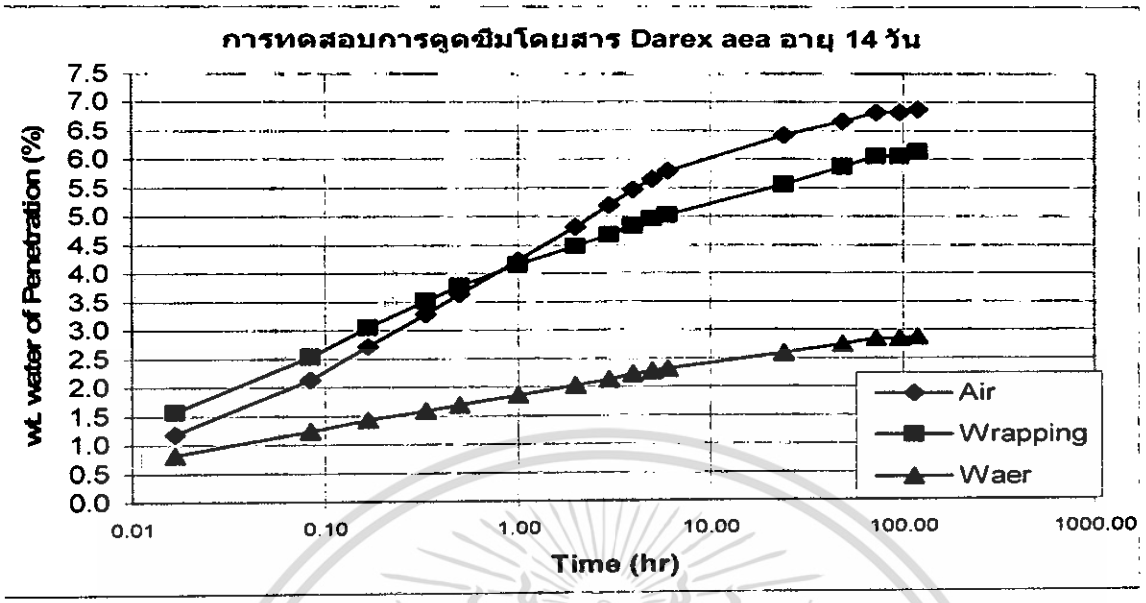


รูปที่ 4.19. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนการดูดซึมน้ำ กับเวลา จากตัวอย่าง w/c 0.25 อายุ 7 วัน

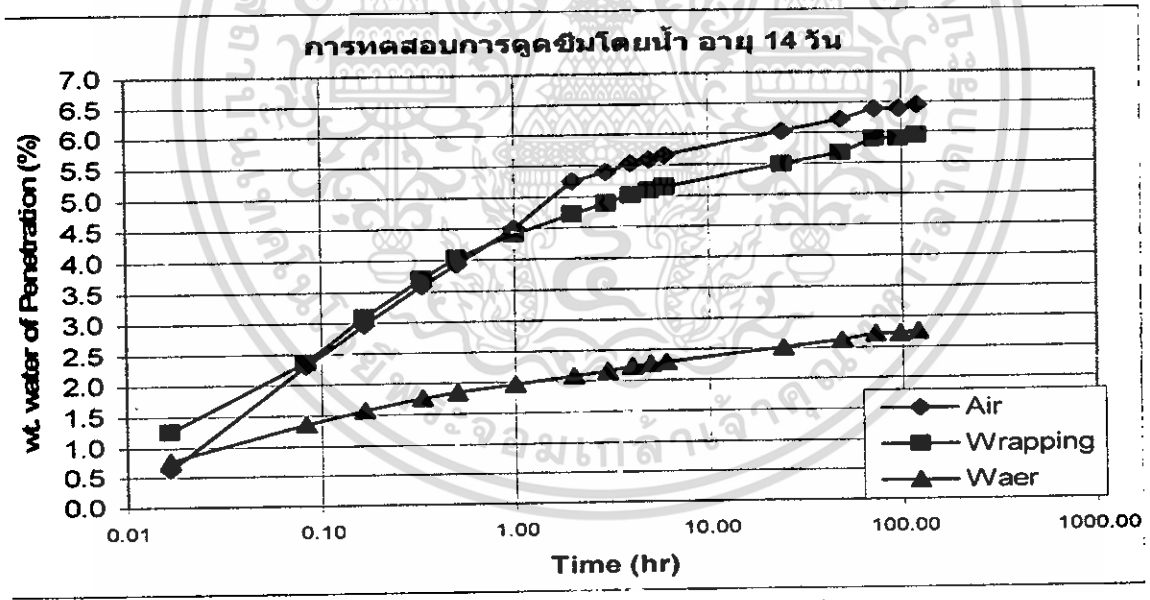


รูปที่ 4.20. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนการดูดซึมสาร Micro air กับเวลา จากตัวอย่าง w/c 0.25 อายุ 14 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

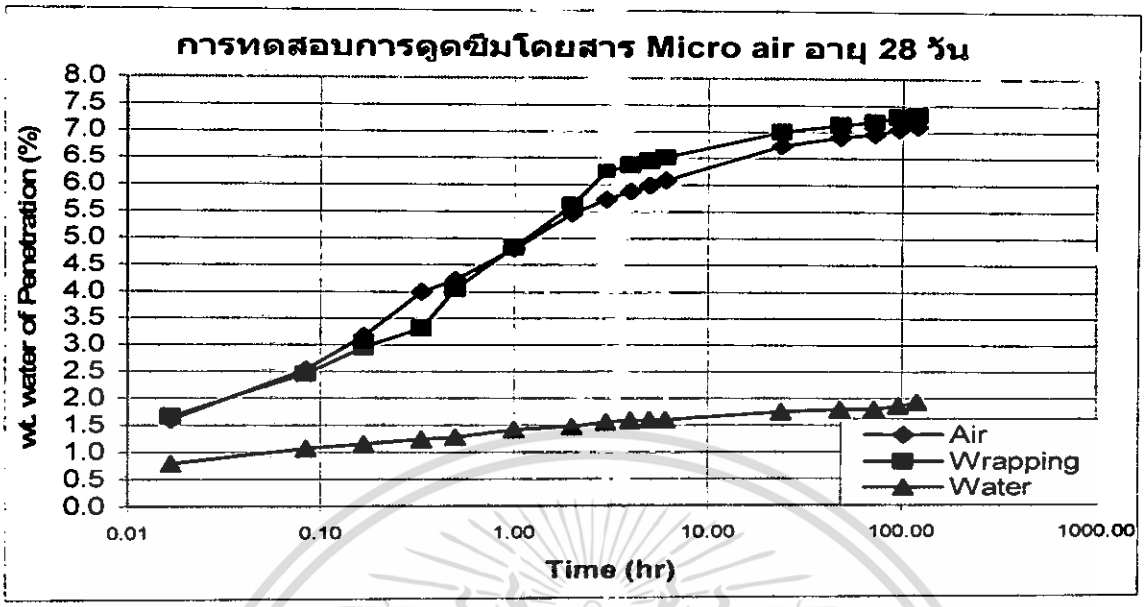


รูปที่ 4.21. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนการดูดซึมสาร Darex aea กับเวลา จากตัวอย่าง w/c 0.25 อายุ 14 วัน

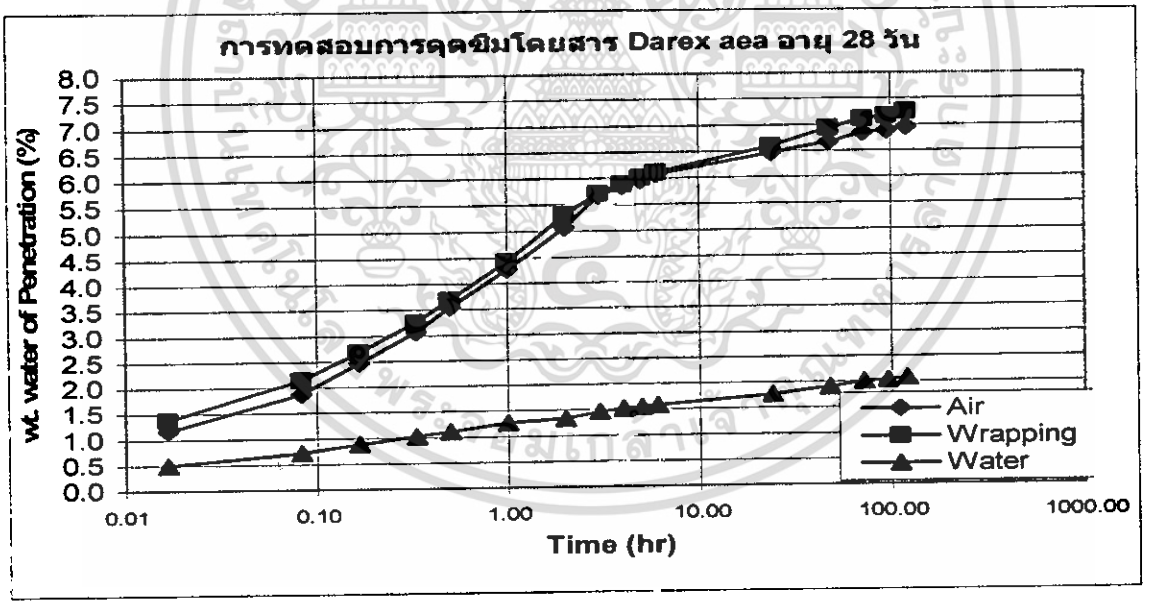


รูปที่ 4.22. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนการดูดซึมโดยน้ำ กับเวลา จากตัวอย่าง w/c 0.25 อายุ 14 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

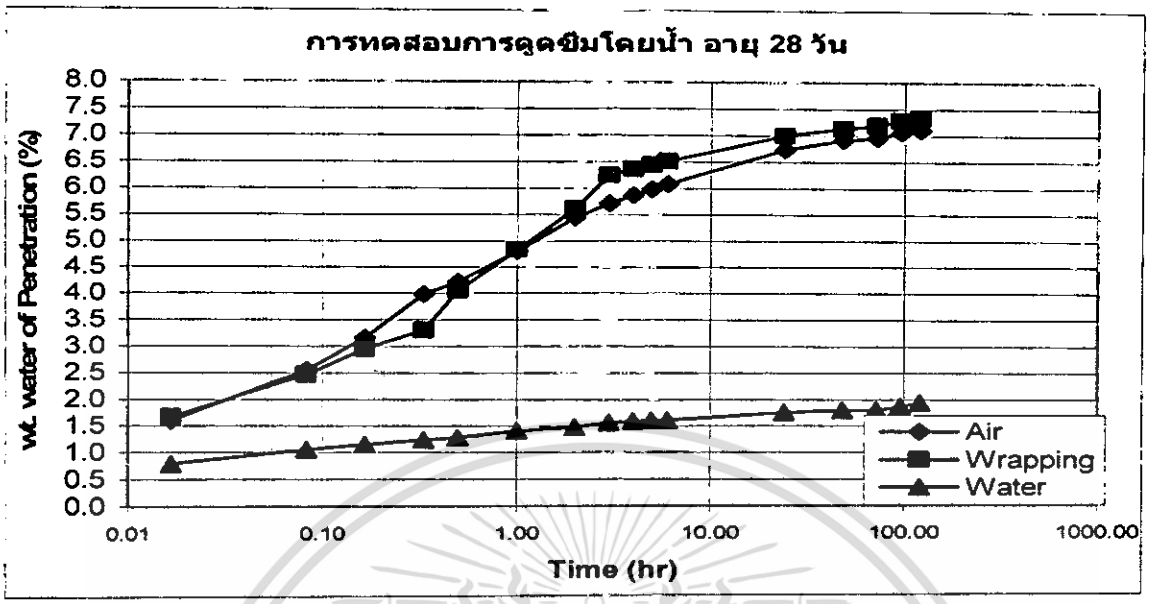


รูปที่ 4.23. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนการดูดซึมสาร Micro air กับเวลา จากตัวอย่าง w/c 0.25 อายุ 28 วัน



รูปที่ 4.24. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนการดูดซึมสาร Darex aea กับเวลา จากตัวอย่าง w/c 0.25 อายุ 28 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.25. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนการดูดซึมน้ำ กับเวลา จากตัวอย่าง w/c 0.25 อายุ 28 วัน

จากรูปที่ 4.14 – 4.25 พบว่าการบ่มด้วย Air และ Wrapping มีค่าการดูดซึมที่ใกล้เคียงกัน ส่วนการบ่มด้วยน้ำ มีค่าการดูดซึมที่ต่ำเนื่องจากชิ้นตัวอย่างที่บ่มด้วยน้ำมีน้ำเพียงพออยู่ในชิ้นตัวอย่างอยู่แล้วจึงมีการดูดซึมน้ำที่ต่ำสุด

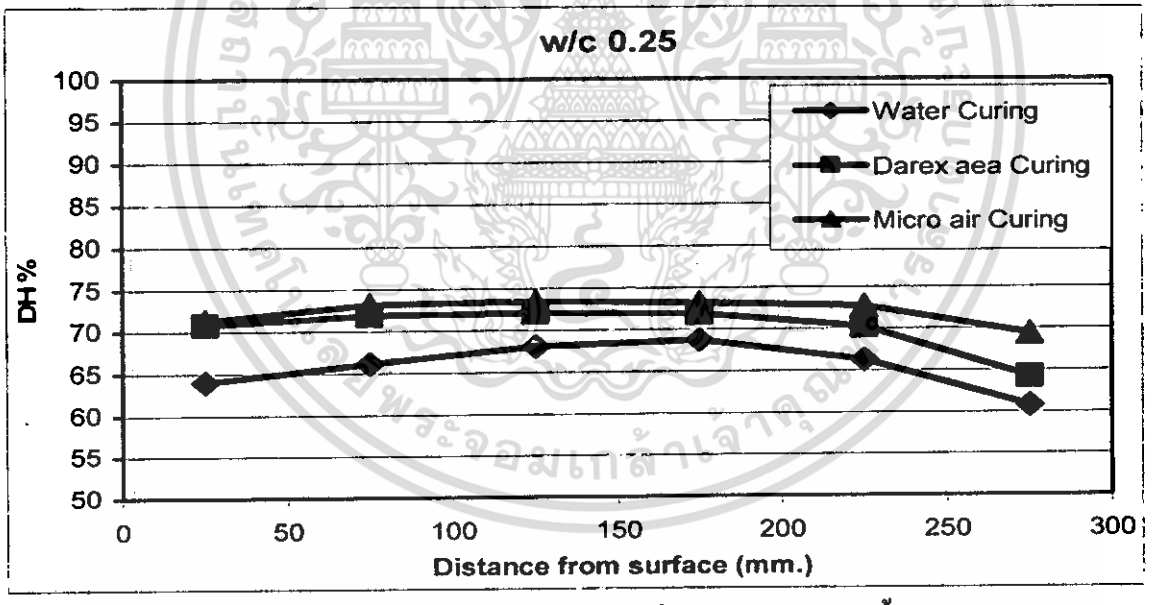
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2. ผลการทดลองปฏิกิริยาไฮเดรชั่นที่ความลึกต่างๆ

การวัดการเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชั่นที่ความลึกต่างๆ เป็นการวัดการแพร่ของน้ำบ่มลงไปในชั้นความลึกต่างๆ ซึ่งการแพร่ของน้ำบ่มนั้นจะมีผลให้เกิดปฏิกิริยาไฮเดรชั่นดำเนินต่อไป หากน้ำบ่มมีคุณสมบัติที่สามารถแพร่ได้ดีแล้วก็จะทำให้ชิ้นตัวอย่างนั้นเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชั่นทั่วทั้งชิ้นตัวอย่าง

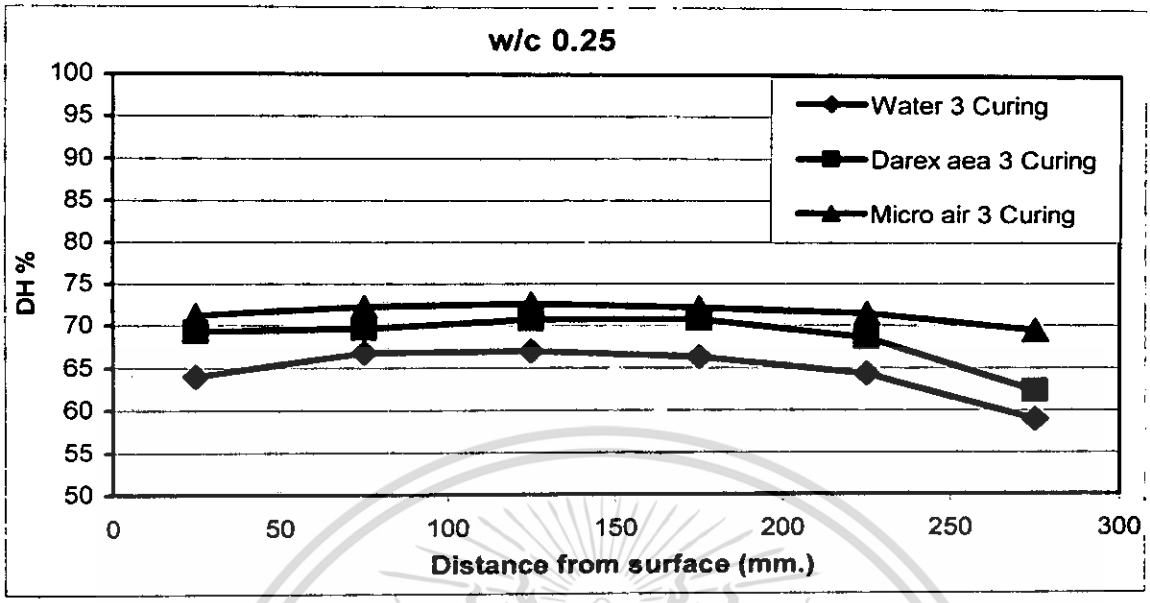
ในการทดสอบจะเป็นการหาน้ำหนักที่หายไปของชิ้นตัวอย่างหลังจากผ่านการอบแล้ว ซึ่งค่าน้ำหนักที่หายไปจะนำไปคำนวณหาการเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชั่นในชิ้นตัวอย่างนั้น โดยมีระยะเวลาในการบ่มที่ 1, 3, 7 และ14 และวิธีที่ใช้บ่มทดสอบคือ บ่มต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่อง โดย น้ำ,สารลดแรงตึงผิว (น้ำผสมสารกักกระจายฟองอากาศ) และผึ่งในอากาศ เพื่อนำมาเปรียบเทียบกัน

สภาพของชิ้นตัวอย่างจะเลือกใช้ชิ้นตัวอย่างที่มีอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ 0.25 และ 0.30 ซึ่งมีปริมาณน้ำไม่เพียงพอให้เกิดปฏิกิริยาได้สมบูรณ์ และ 0.44 เพื่อนำมาเปรียบเทียบกัน

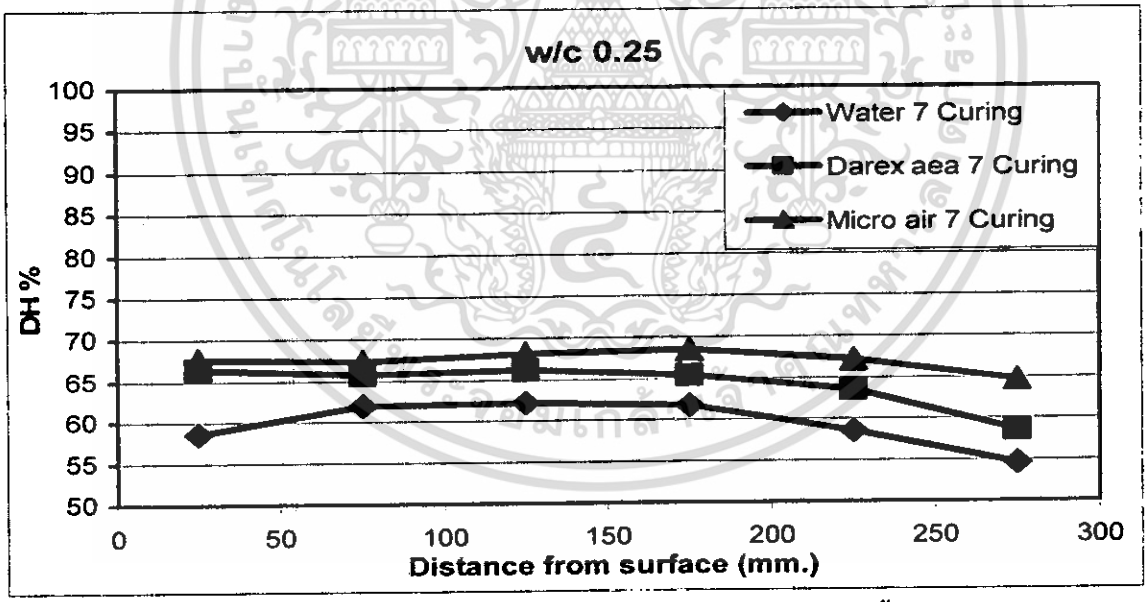


รูปที่ 4.26. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปฏิกิริยาไฮเดรชั่นกับความลึก จากชิ้นตัวอย่าง w/c 0.25 ที่ระยะเวลาการบ่มด้วยสาร Micro air,Darex aea และ Water ตลอดเวลา 28 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

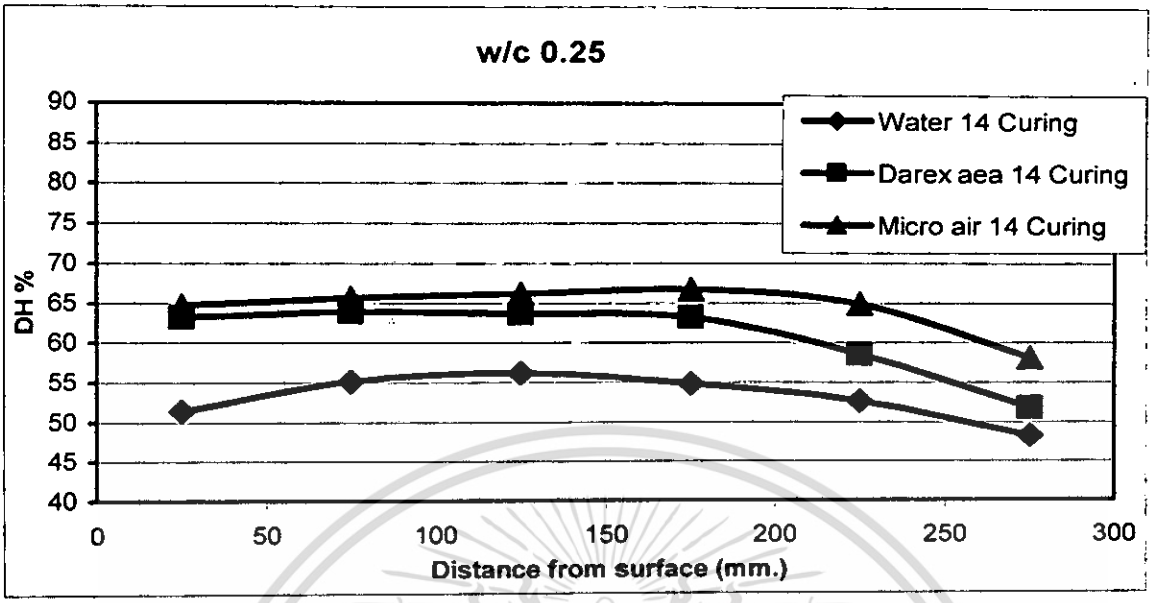


รูปที่ 4.27. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปฏิกิริยาไฮเดรชั่นกับความลึก จากชิ้นตัวอย่าง w/c 0.25 ที่ระยะเวลาการบ่มด้วยสาร Micro air,Darex aea และ Water เมื่ออายุครบ 3 วัน

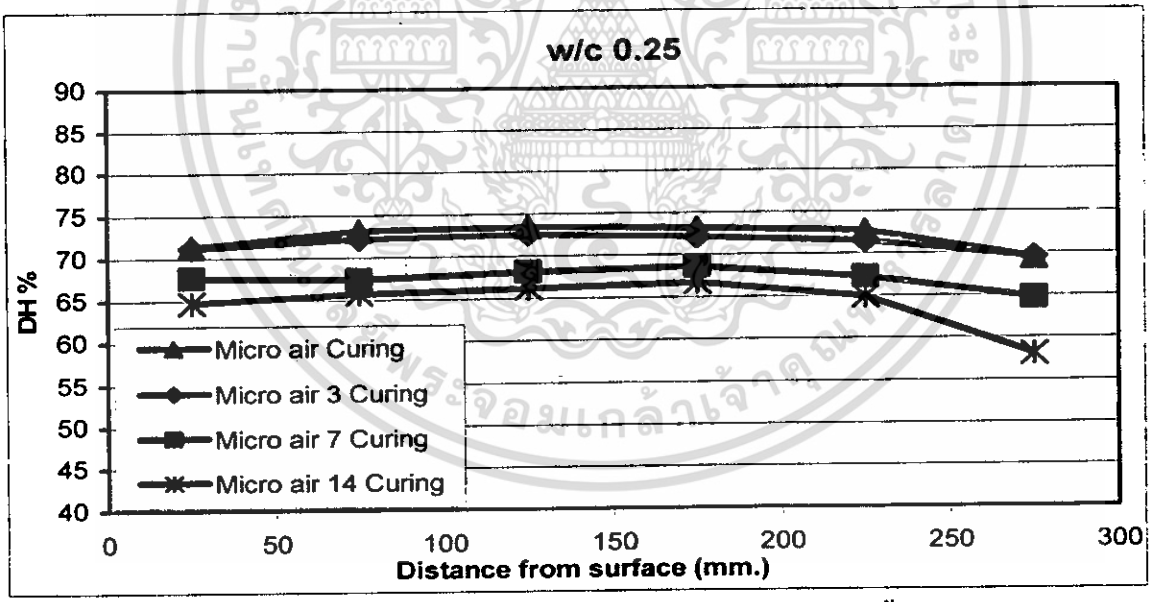


รูปที่ 4.28. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปฏิกิริยาไฮเดรชั่นกับความลึก จากชิ้นตัวอย่าง w/c 0.25 ที่ระยะเวลาการบ่มด้วยสาร Micro air,Darex aea และ Water เมื่ออายุครบ 7 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

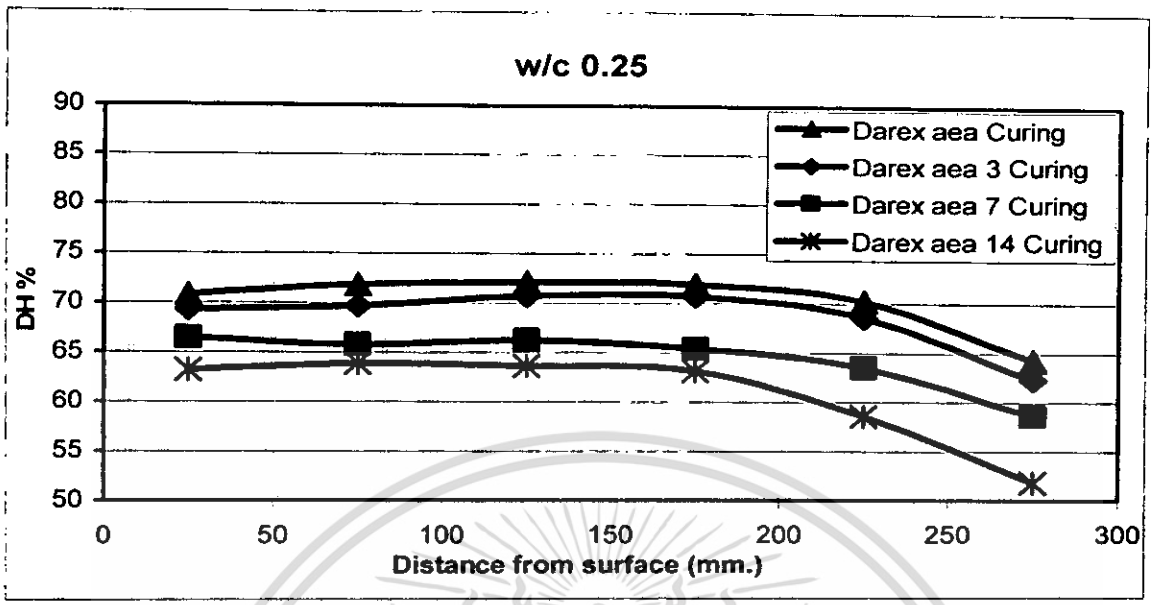


รูปที่ 4.29. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปฏิกิริยาไฮเดรชั่นกับความลึก จากชิ้นตัวอย่าง w/c 0.25 ที่ระยะเวลาการบ่มด้วยสาร Micro air,Darex aea และ Water เมื่ออายุครบ 14 วัน

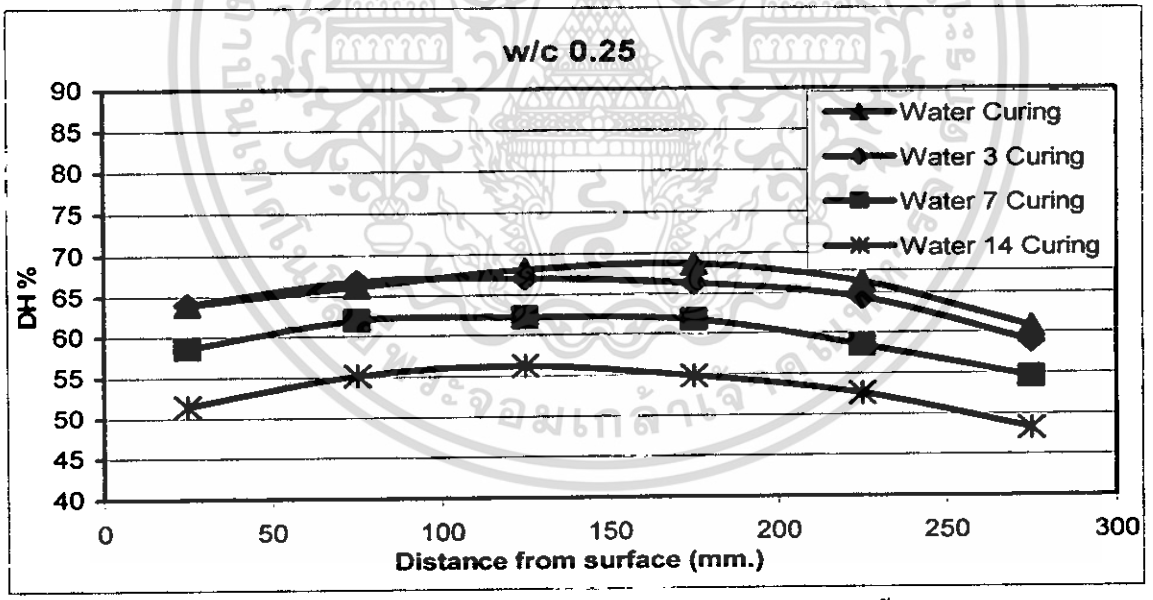


รูปที่ 4.30. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปฏิกิริยาไฮเดรชั่นกับความลึก จากชิ้นตัวอย่าง w/c 0.25 ที่ระยะเวลาการบ่มด้วยสาร Micro air เมื่ออายุครบตามกำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

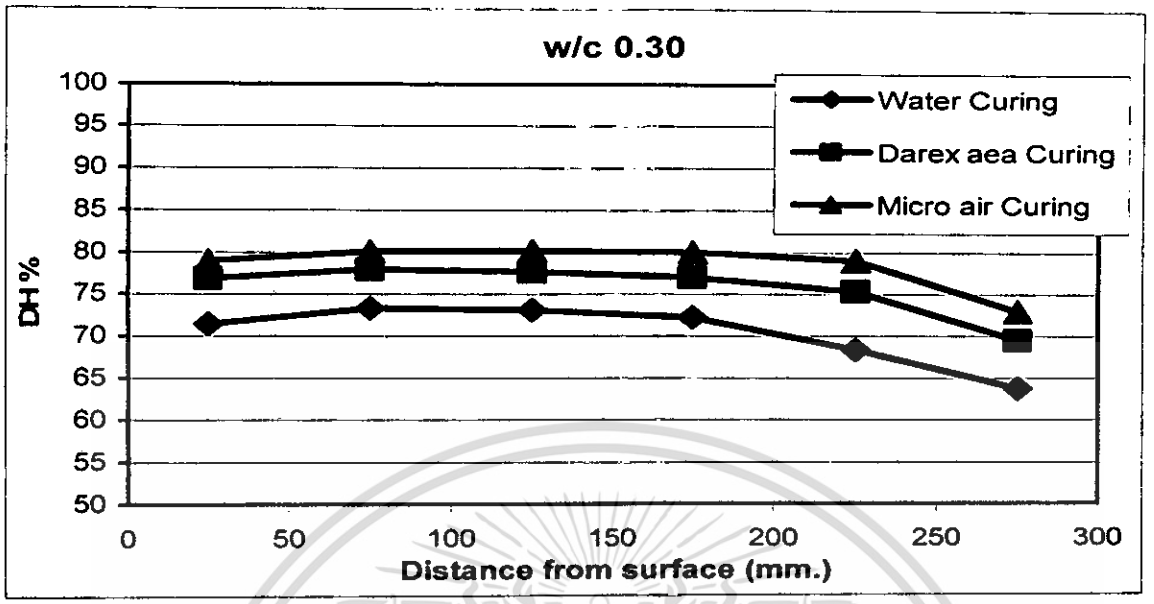


รูปที่ 4.31. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปฏิกิริยาไฮเดรชั่นกับความลึก จากชิ้นตัวอย่าง w/c 0.25 ที่ระยะเวลาการบ่มด้วยสาร Darex aea เมื่ออายุครบตามกำหนด

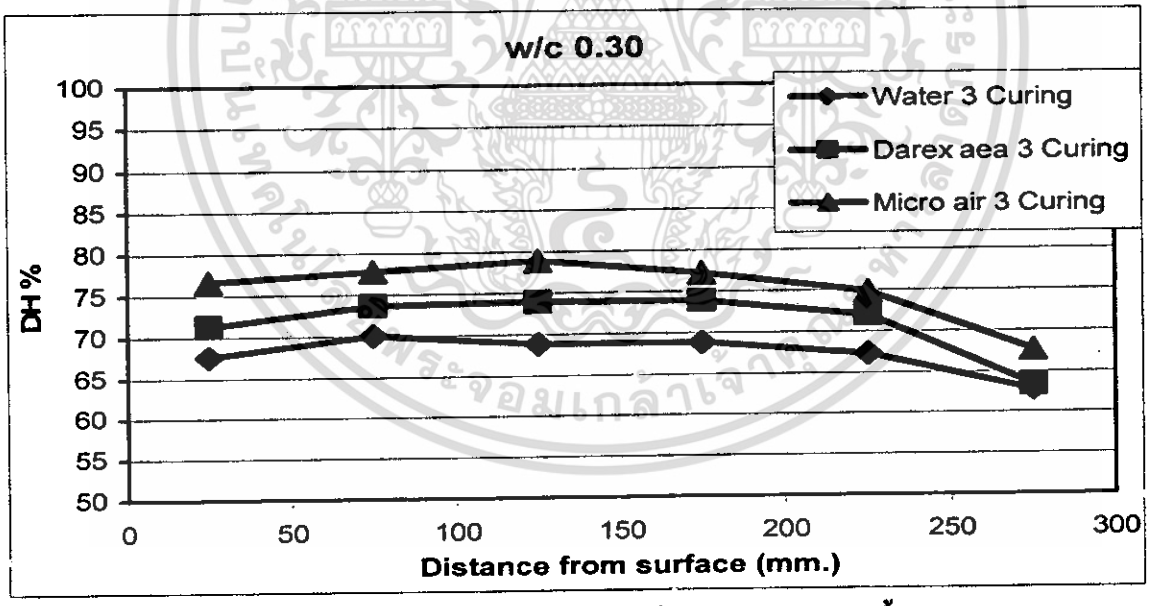


รูปที่ 4.32. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปฏิกิริยาไฮเดรชั่นกับความลึก จากชิ้นตัวอย่าง w/c 0.25 ที่ระยะเวลาการบ่มด้วย Water เมื่ออายุครบตามกำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

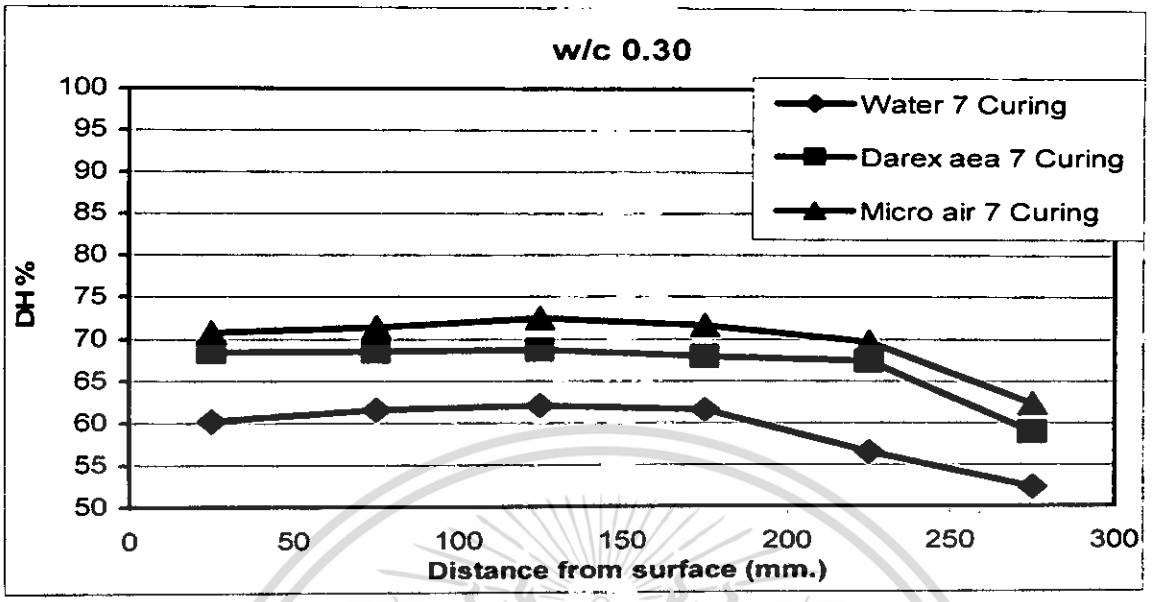


รูปที่ 4.33. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปฏิกิริยาไฮเดรชั่นกับความลึก จากชิ้นตัวอย่าง w/c 0.30 ที่ระยะเวลาการบ่มด้วยสาร Micro air,Darex aea และ Water ตลอดเวลา 28 วัน

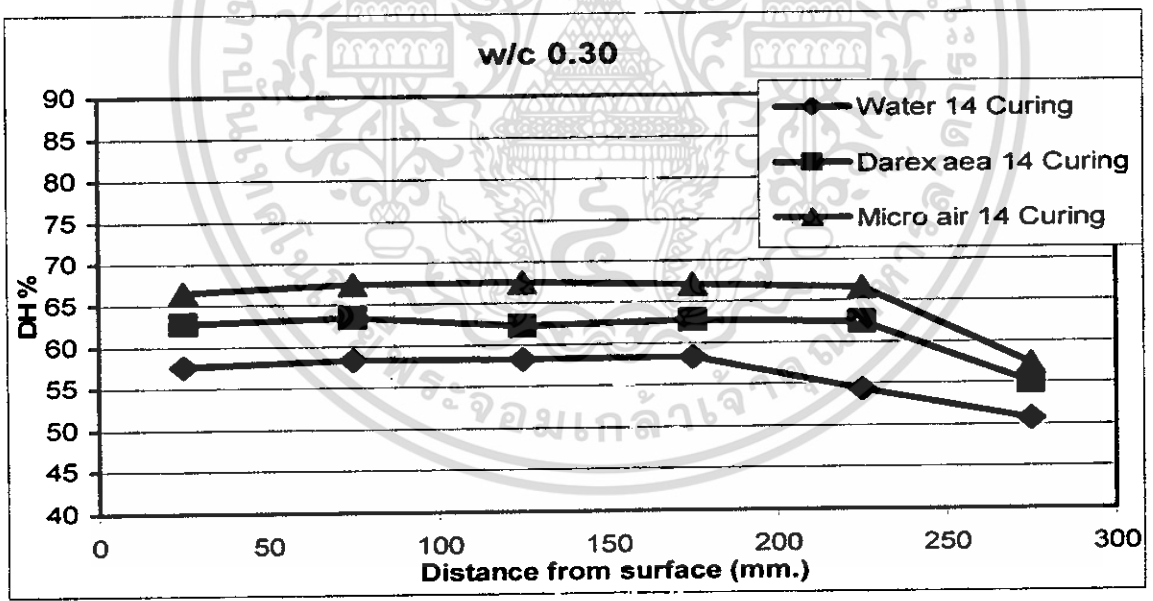


รูปที่ 4.34. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปฏิกิริยาไฮเดรชั่นกับความลึก จากชิ้นตัวอย่าง w/c 0.30 ที่ระยะเวลาการบ่มด้วยสาร Micro air,Darex aea และ Water เมื่ออายุครบ 3 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

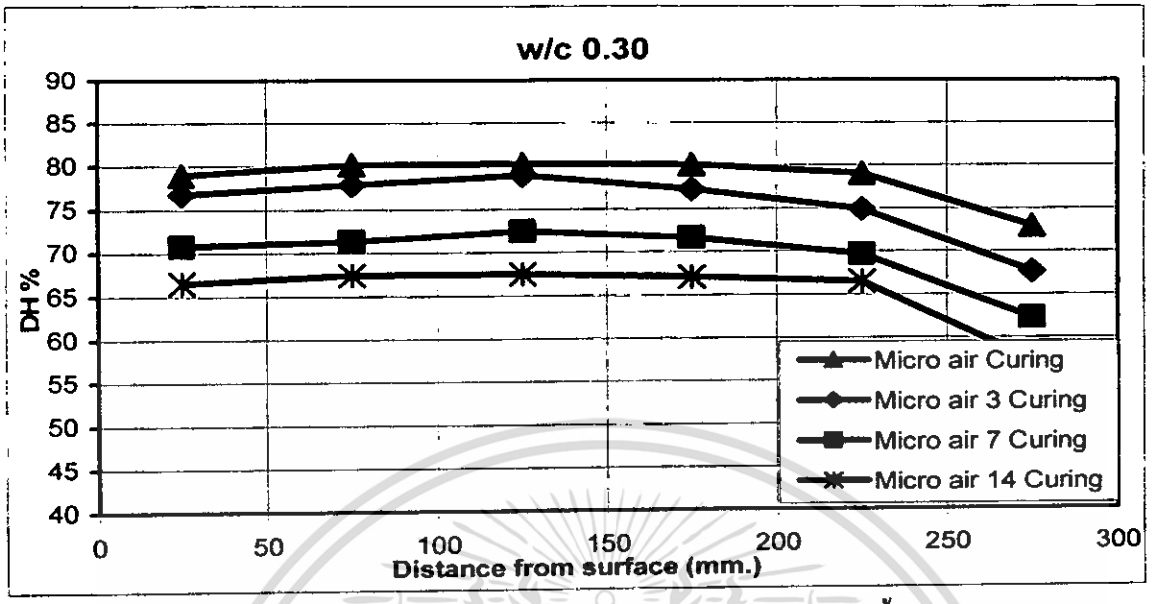


รูปที่ 4.35. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปฏิกิริยาไฮเดรชั่นกับความลึก จากชิ้นตัวอย่าง w/c 0.30 ที่ระยะเวลาการบ่มด้วยสาร Micro air,Darex aea และ Water เมื่ออายุครบ 7 วัน

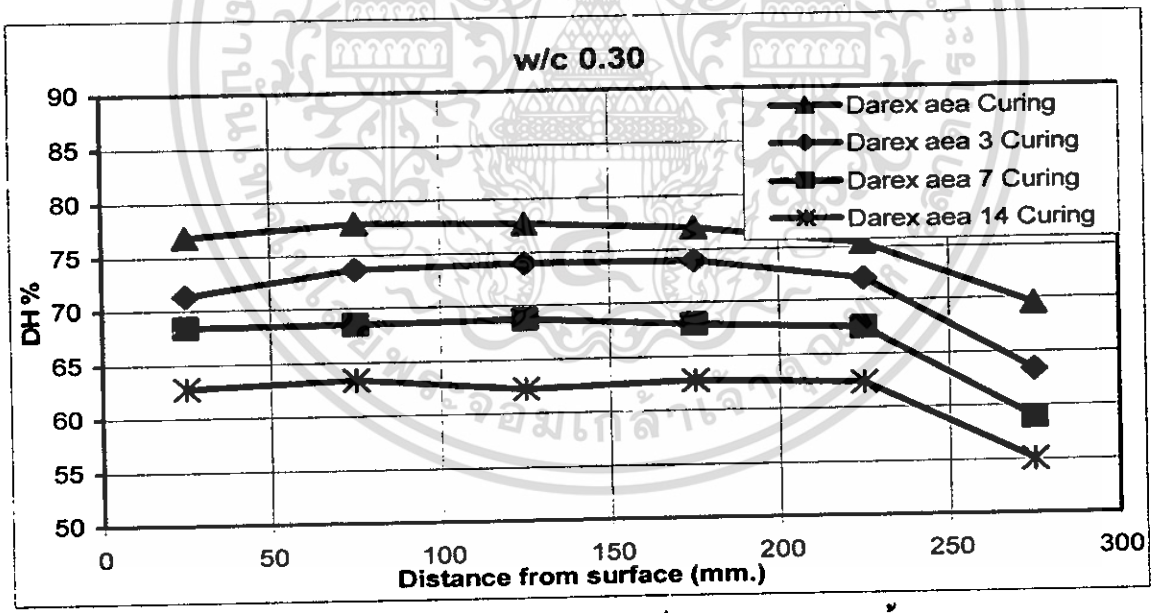


รูปที่ 4.36. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปฏิกิริยาไฮเดรชั่นกับความลึก จากชิ้นตัวอย่าง w/c 0.30 ที่ระยะเวลาการบ่มด้วยสาร Micro air,Darex aea และ Water เมื่ออายุครบ 14 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

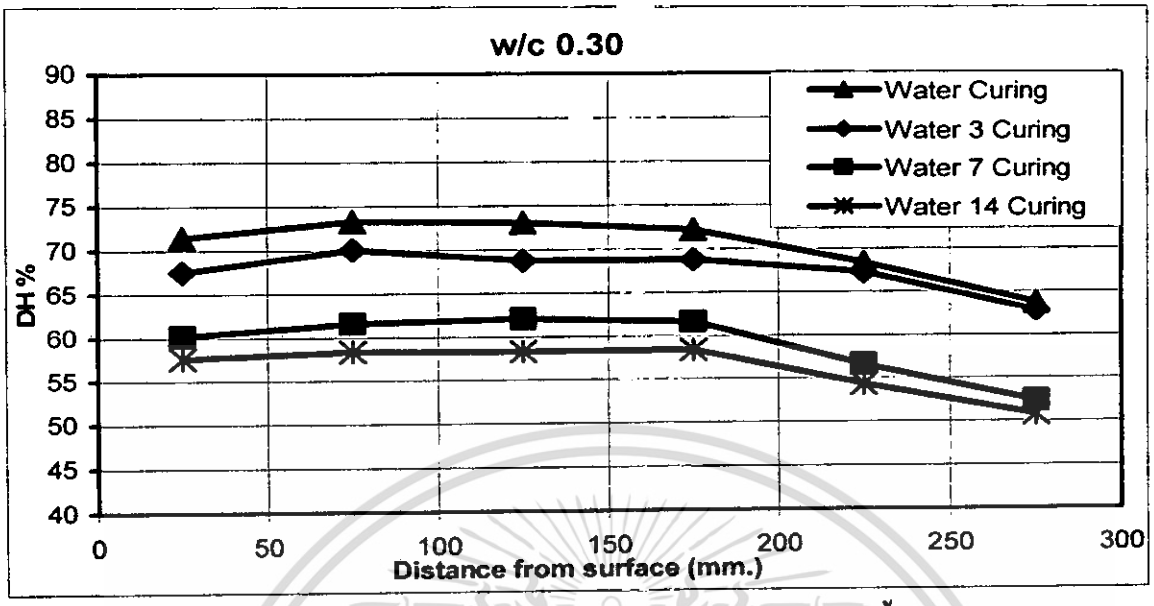


รูปที่ 4.37. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปฏิกิริยาไฮเดรชั่นกับความลึก จากชิ้นตัวอย่าง w/c 0.30 ที่ระยะเวลาการบ่มด้วยสาร Micro air เมื่ออายุครบตามกำหนด

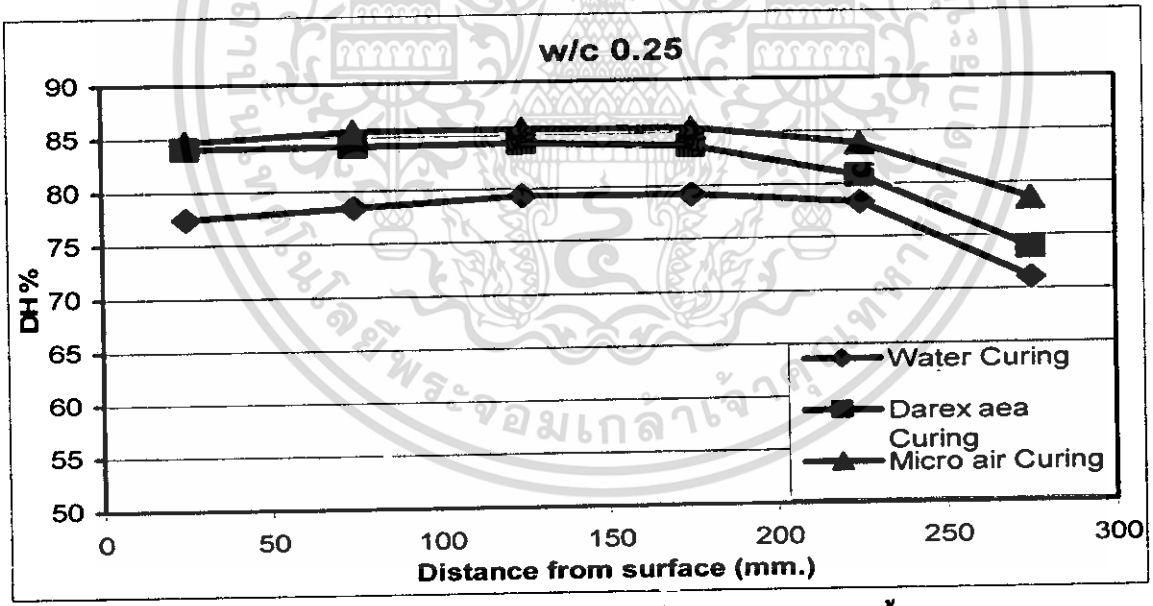


รูปที่ 4.38. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปฏิกิริยาไฮเดรชั่นกับความลึก จากชิ้นตัวอย่าง w/c 0.30 ที่ระยะเวลาการบ่มด้วยสาร Daex aea เมื่ออายุครบตามกำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

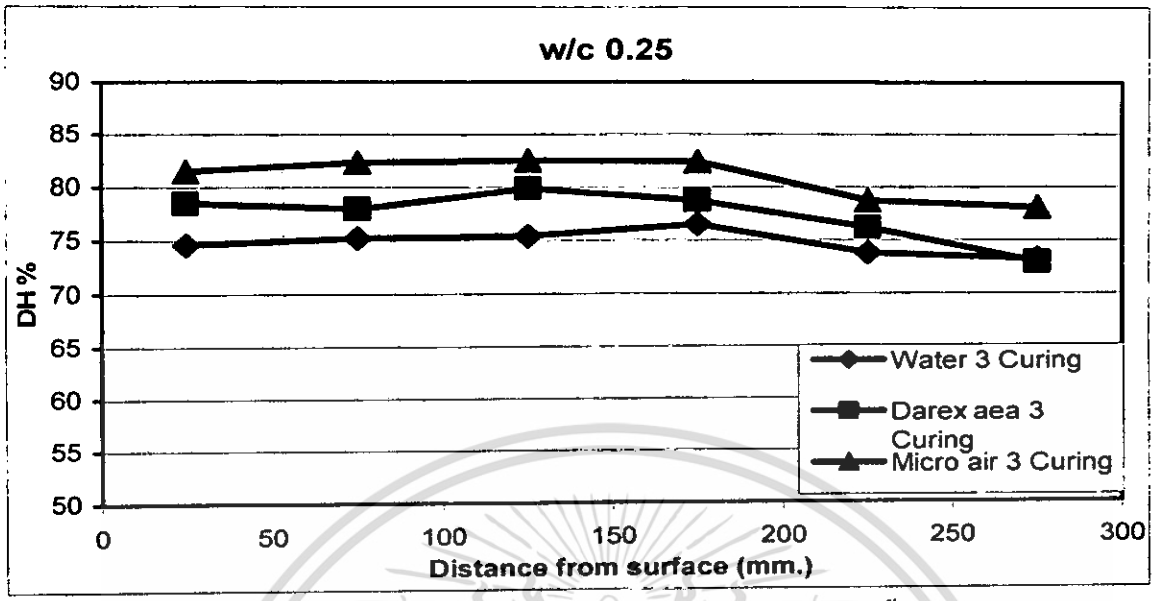


รูปที่ 4.39. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปฏิกิริยาไฮเดรชั่นกับความลึก จากชิ้นตัวอย่าง w/c 0.30 ที่ระยะเวลาการบ่มด้วยสาร Water เมื่ออายุครบตามกำหนด

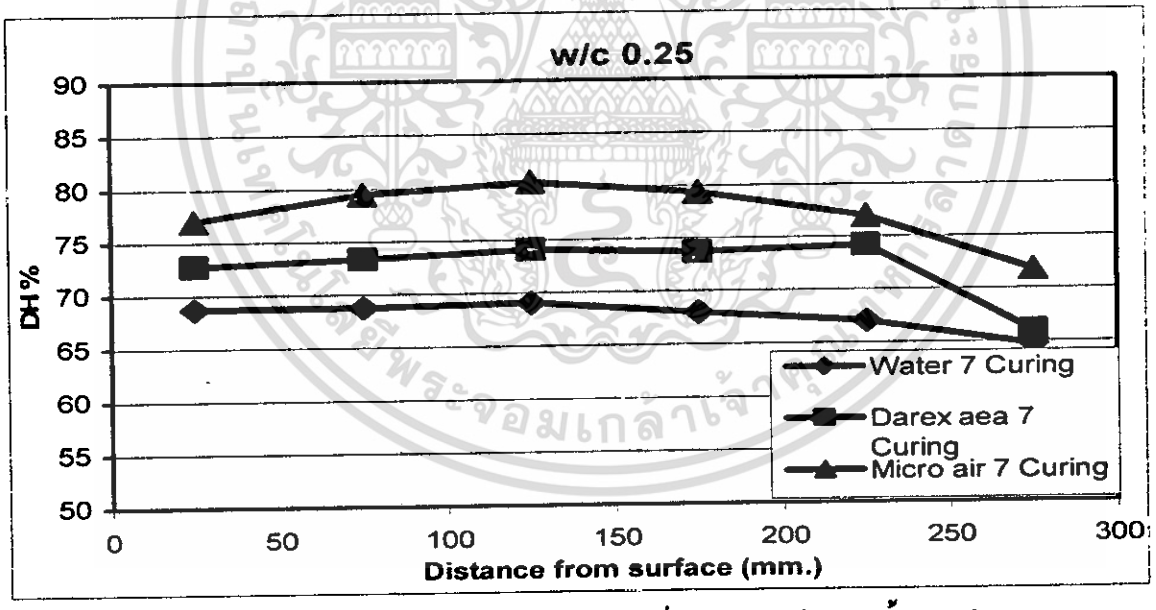


รูปที่ 4.40. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปฏิกิริยาไฮเดรชั่นกับความลึก จากชิ้นตัวอย่าง w/c 0.44 ที่ระยะเวลาการบ่มด้วยสาร Micro air,Darex aea และ Water ตลอดเวลา 28 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

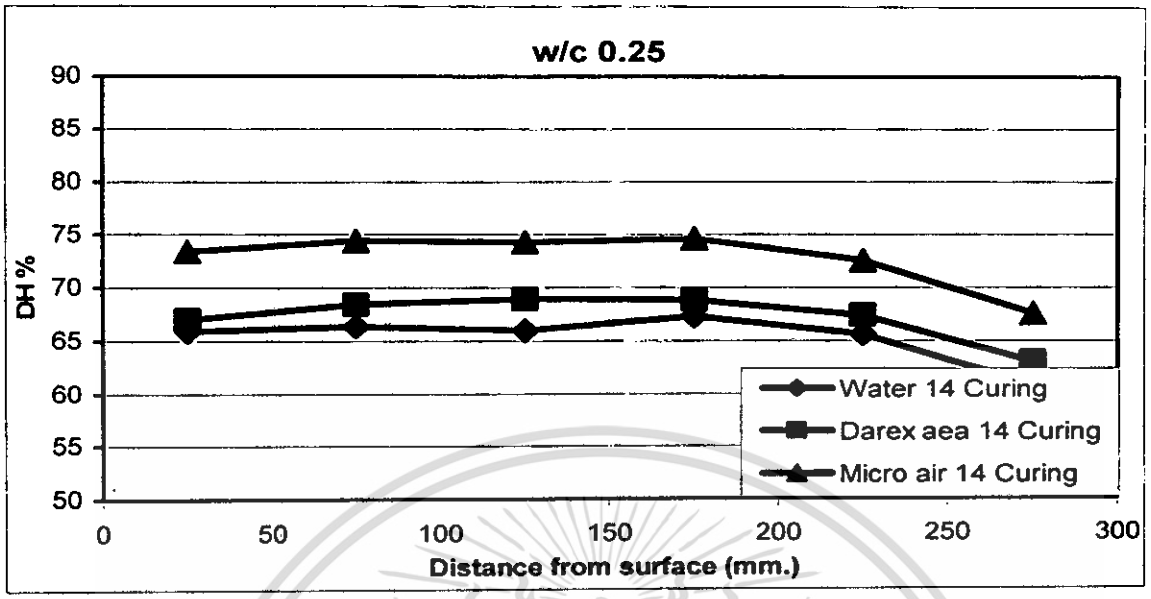


รูปที่ 4.41. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปฏิกิริยาไฮเดรชั่นกับความลึก จากชิ้นตัวอย่าง w/c 0.44 ที่ระยะเวลาการบ่มด้วยสาร Micro air,Darex aea และ Water เมื่ออายุครบ 3 วัน

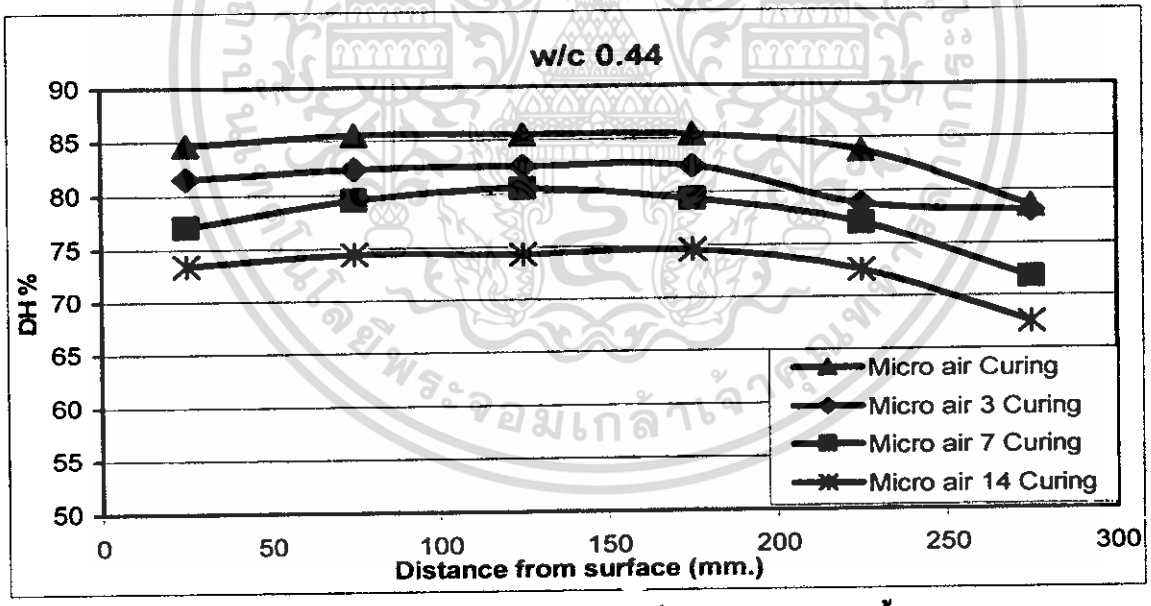


รูปที่ 4.42. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปฏิกิริยาไฮเดรชั่นกับความลึก จากชิ้นตัวอย่าง w/c 0.44 ที่ระยะเวลาการบ่มด้วยสาร Micro air,Darex aea และ Water เมื่ออายุครบ 7 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

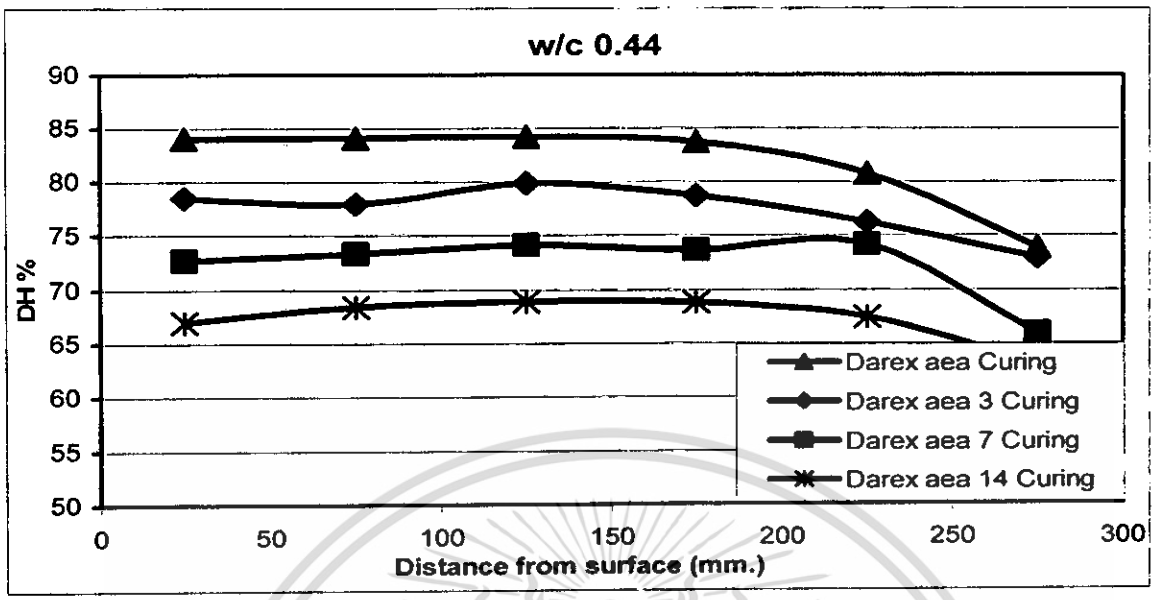


รูปที่ 4.43. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปฏิกิริยาไฮเดรชั่นกับความลึก จากชิ้นตัวอย่าง w/c 0.44 ที่ระยะเวลาการบ่มด้วยสาร Micro air,Darex aea และ Water เมื่ออายุครบ 14 วัน

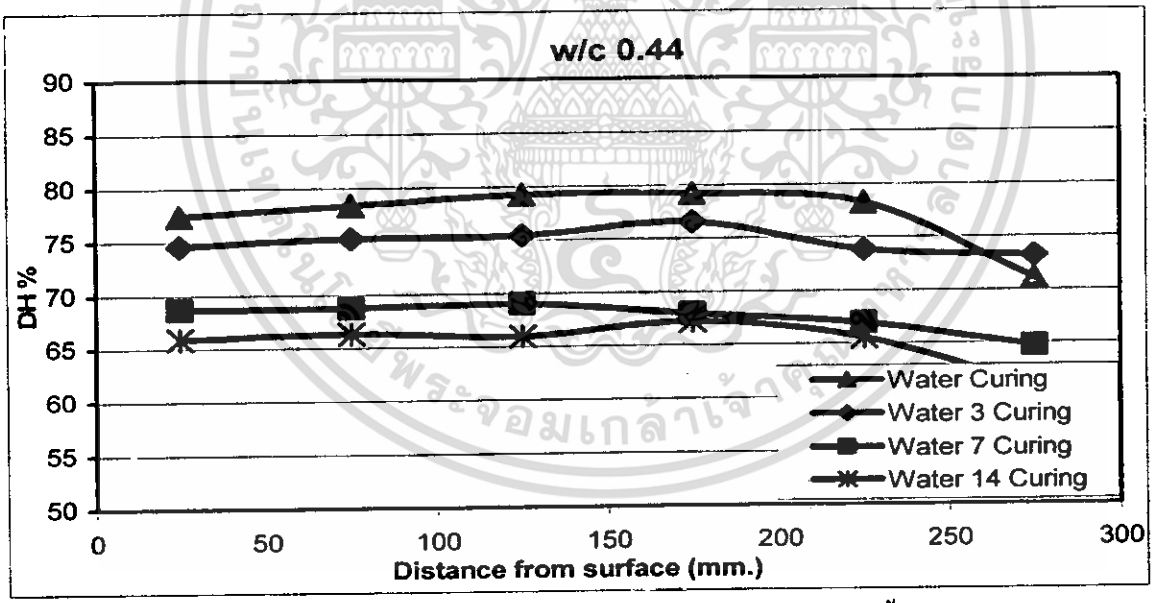


รูปที่ 4.44. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปฏิกิริยาไฮเดรชั่นกับความลึก จากชิ้นตัวอย่าง w/c 0.44 ที่ระยะเวลาการบ่มด้วยสาร Micro air เมื่ออายุครบตามกำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.45. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปฏิกิริยาไฮเดรชั่นกับความลึก จากชิ้นตัวอย่าง w/c 0.44 ที่ระยะเวลาการบ่มด้วยสาร Darex aea เมื่ออายุครบตามกำหนด



รูปที่ 4.46. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปฏิกิริยาไฮเดรชั่นกับความลึก จากชิ้นตัวอย่าง w/c 0.44 ที่ระยะเวลาการบ่มด้วยสาร Water เมื่ออายุครบตามกำหนด

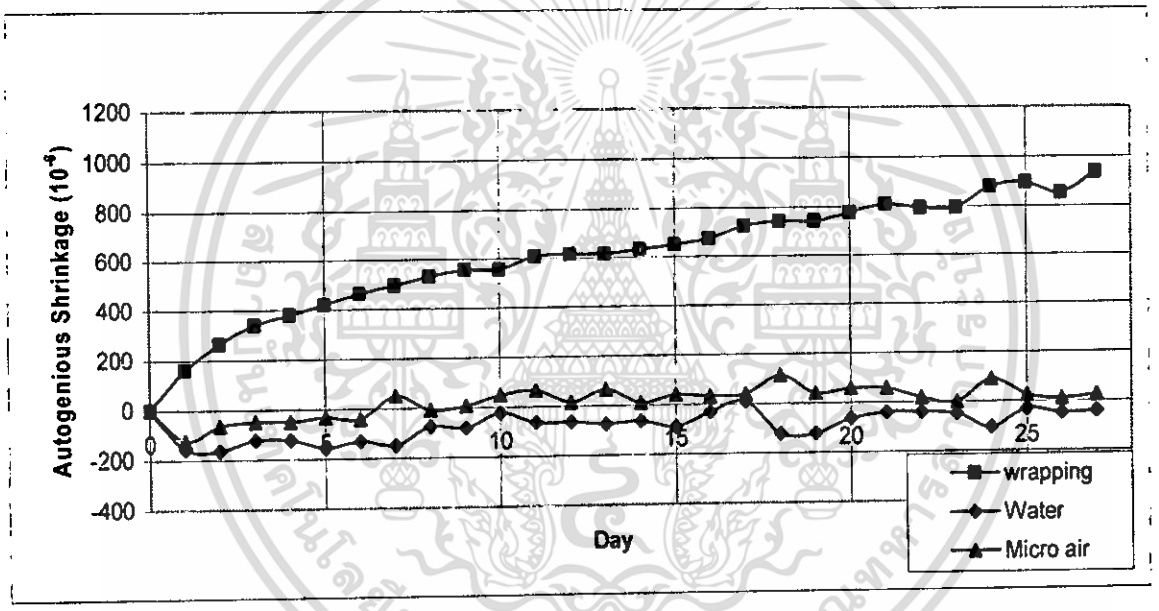
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3. ผลการทดลองยืดหดตัว (Autogenious shrinkage)

การวัดการยืดหดตัวเป็นการศึกษาพฤติกรรรมการหดและขยายตัวของซีเมนต์เพสท์ที่เกิดจากอิทธิพลของการบ่มแบบต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่อง การทดสอบตามมาตรฐาน JIS-A1129

การทดสอบจะเป็นการหาอัตราการยืดและขยายตัวของซีเมนต์เพสท์ที่แปรผันตามอายุของซีเมนต์เพสท์ที่เกิดจากการบ่ม

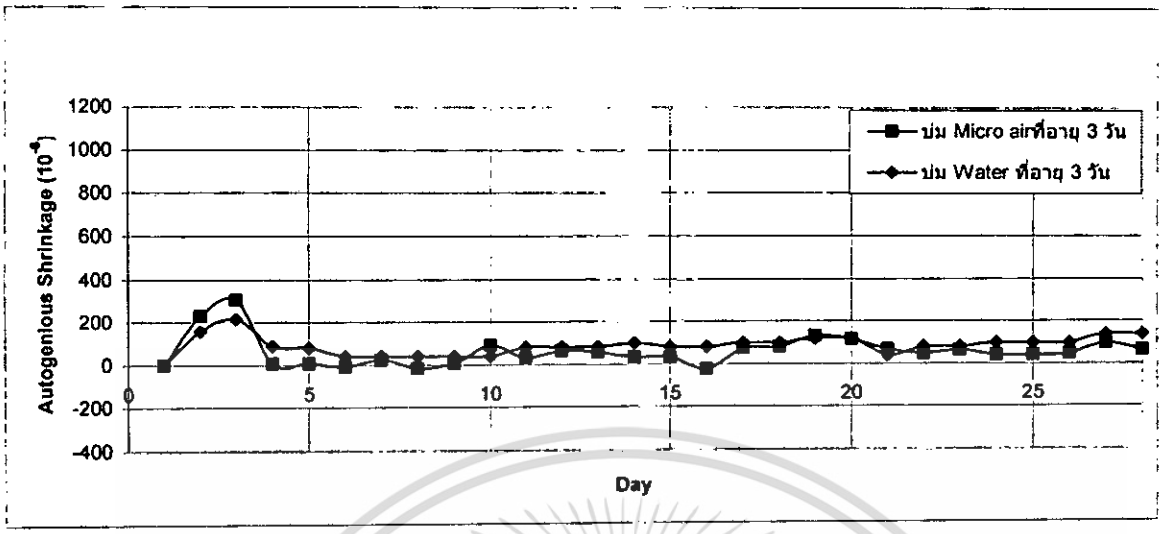
สภาพของชิ้นตัวอย่างจะเลือกใช้ชิ้นตัวอย่างที่มีอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ 0.25 ซึ่งมีปริมาณน้ำไม่เพียงพอให้เกิดปฏิกิริยาได้สมบูรณ์ เพื่อนำมาเปรียบเทียบกัน



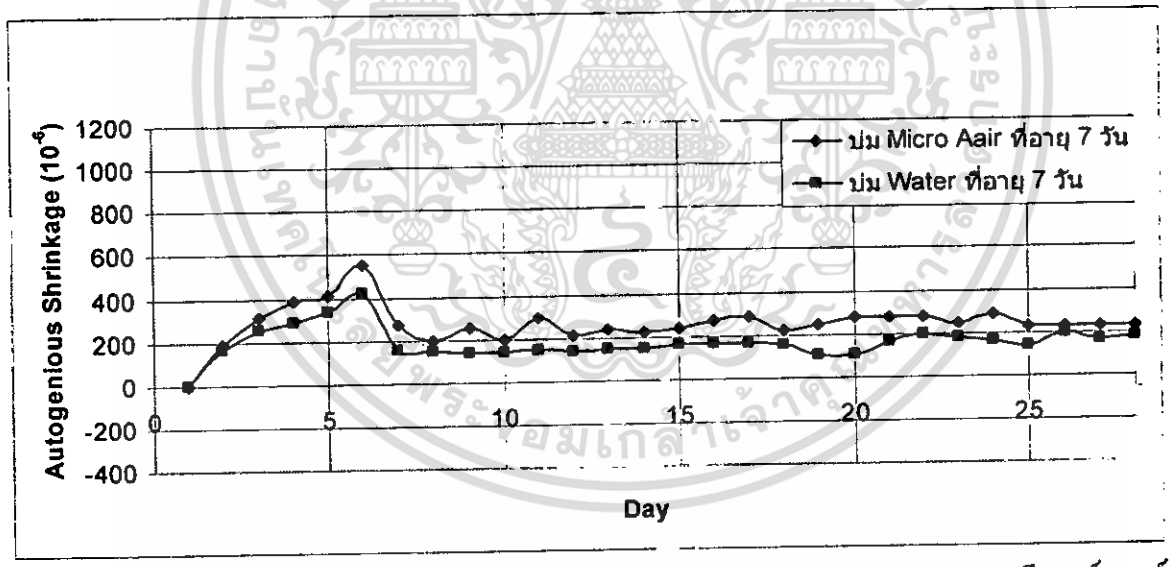
รูปที่ 4.47. แสดงความสัมพันธ์การทดสอบการยืดหดตัว(Autogenious shrinkage)ของซีเมนต์เพสท์บ่มแบบต่อเนื่องโดยการWrapping และสารละลาย Water, Micro air

จากรูปที่ 4.47 พบว่าการบ่มโดยการ Wrapping ซีเมนต์เพสต์มีการหดตัวอย่างต่อเนื่อง ส่วนการบ่มโดย Water และ Micro air มีอัตราการยืดหดตัวที่ใกล้เคียงกัน แต่การ การบ่มโดย Micro Air จะมีการยืดตัวน้อยกว่า การบ่มโดย Water

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

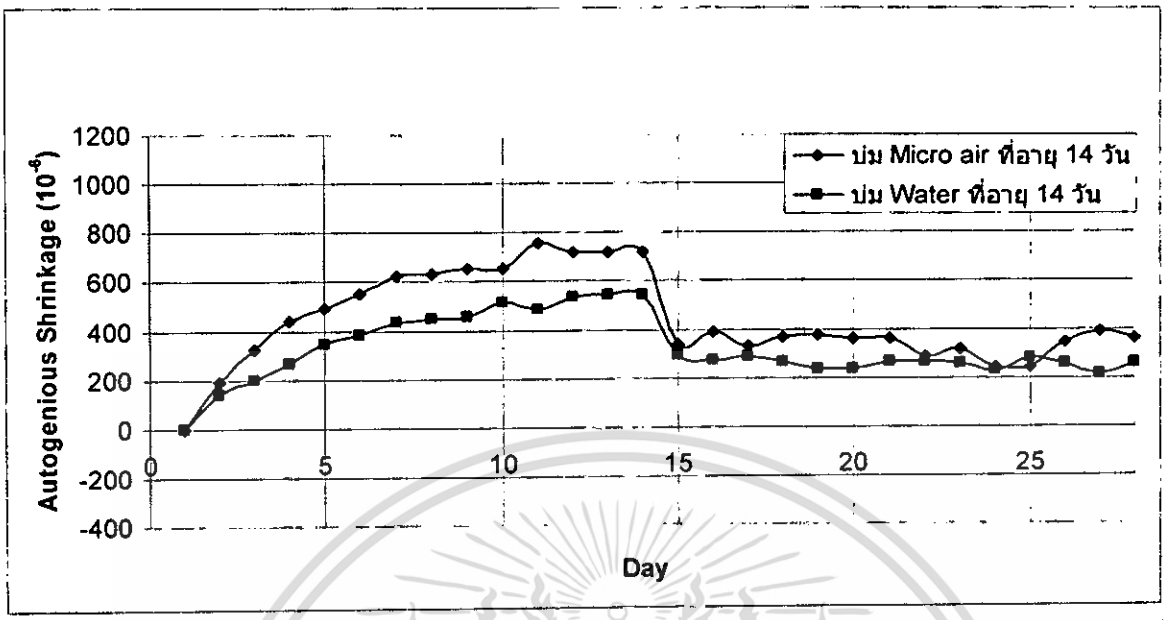


รูปที่ 4.48. แสดงความสัมพันธ์การทดสอบการยืดหดตัว(Autogenious shrinkage)ของซีเมนต์เพสท์ บ่มแบบไม่ต่อเนื่อง ที่อายุครบ 3 วัน โดยสารละลาย Micro air และ Water



รูปที่ 4.49. แสดงความสัมพันธ์การทดสอบการยืดหดตัว(Autogenious shrinkage)ของซีเมนต์เพสท์ บ่มแบบไม่ต่อเนื่อง ที่อายุครบ 7 วัน โดยสารละลาย Micro air และ Water

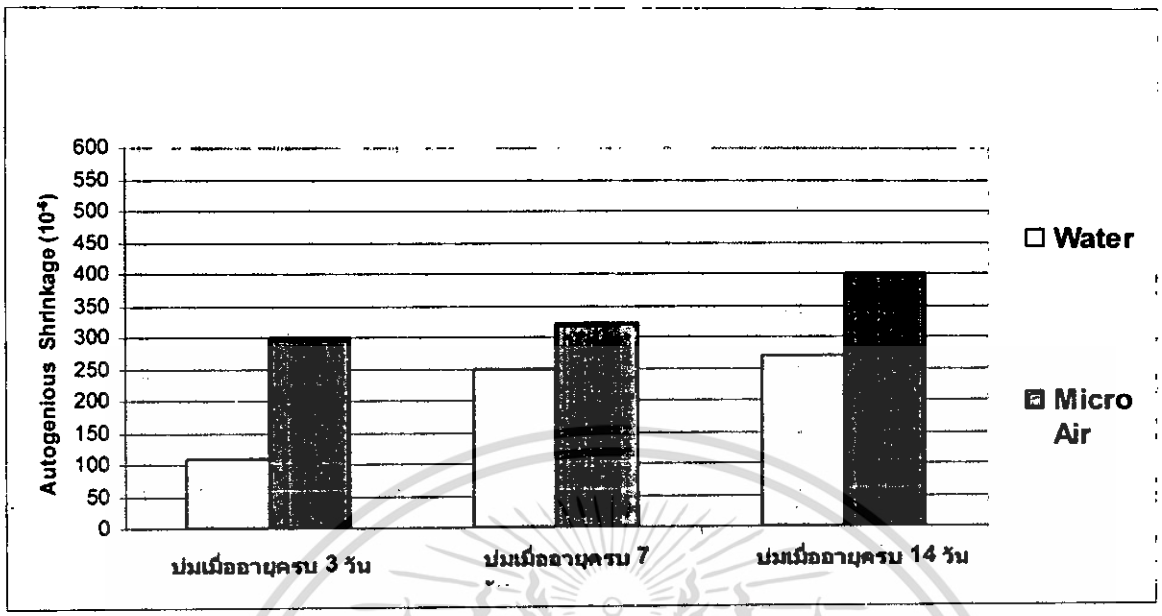
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.50. แสดงความสัมพันธ์การทดสอบการยืดหดตัว(Autogenious shrinkage)ของซีเมนต์เพสท์บ่มแบบไม่ต่อเนื่อง ที่อายุครบ 14 วัน โดยสารละลาย Micro air และ Water

จากรูปที่ 4.48 - 4.50 พบว่าก่อนที่จะทำการบ่มแบบเงื่อนไขที่อายุ 3 , 7 และ 14 วัน ตัวอย่างซีเมนต์เพสท์มีการหดตัวด้วยอัตราส่วนที่ใกล้เคียงกัน นำตัวอย่าซีเมนเพสท์บ่มแบบไม่ต่อเนื่อง พบว่าเกิดการยืดตัวแบบฉับพลันที่เวลาการบ่ม 24 ชั่วโมง ซึ่งมีอัตราส่วนการยืดตัวที่ใกล้เคียงกันระหว่างการบ่มโดย Water และ Micro air

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.51. แสดงการเปรียบเทียบอัตราส่วนการขยายตัวของซีเมนต์เพสท์ระหว่างการบ่มด้วย น้ำ และสารกักกระจายฟองอากาศ Micro air

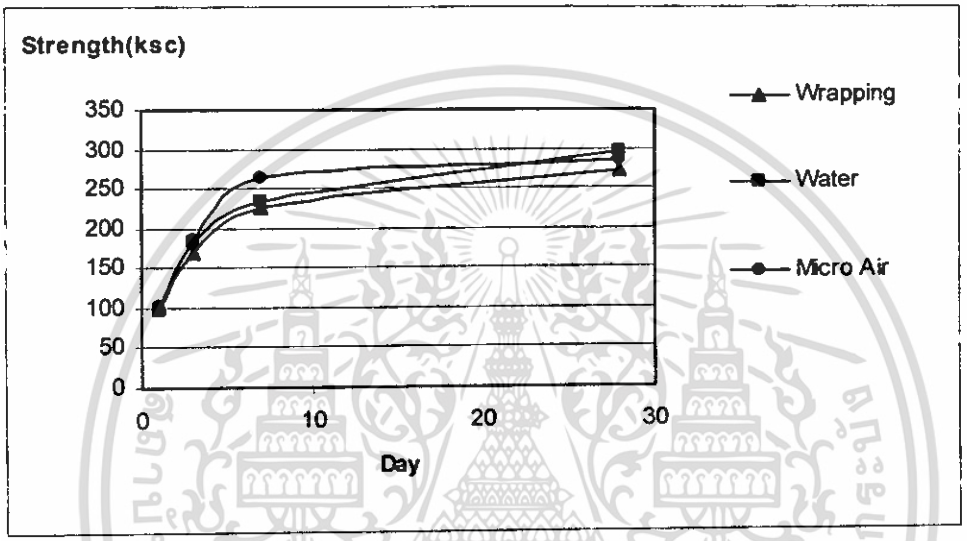
จากที่ 4.15 จะเห็นได้ว่าอัตราการคืนตัวของซีเมนต์เพสต์ที่บ่มด้วยสารกักกระจายฟองอากาศ Micro air จะมีอัตราการคืนตัวของซีเมนเพสท์มากกว่าการบ่มด้วยน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4. การทดลองสำหรับการทดสอบกำลังอัด (Strength)

การทดสอบกำลังอัดของคอนกรีตเพื่อศึกษาพฤติกรรมการพัฒนากำลังอัดของคอนกรีตด้วยการบ่มแบบต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่อง โดยมาตรฐาน BS EN 12390 Part 3

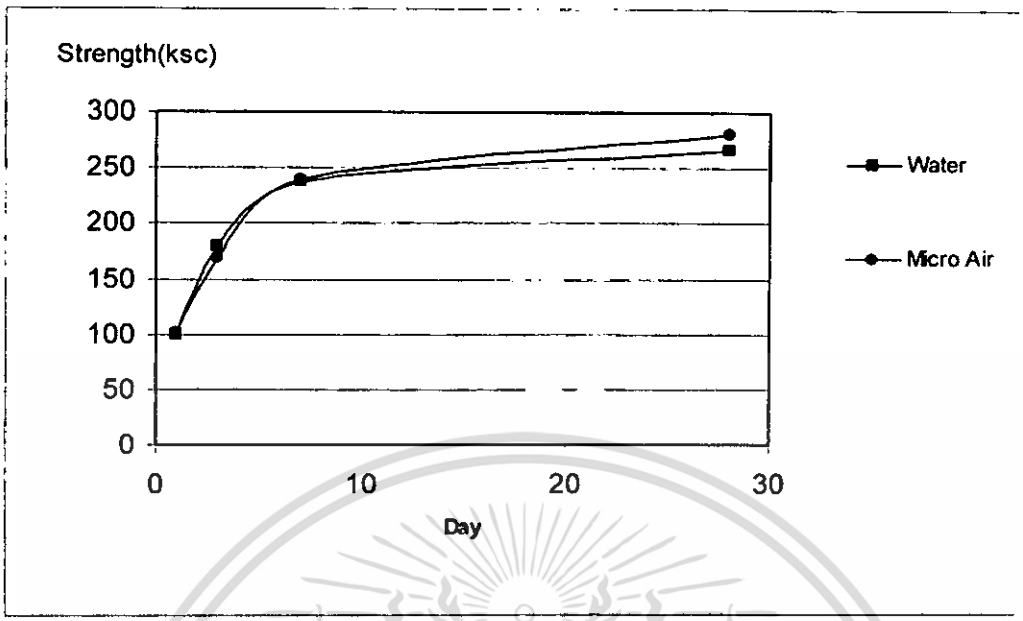
สภาพของชิ้นตัวอย่างจะเลือกใช้ชิ้นตัวอย่างที่มีการออกแบบกำลังอัดที่ 250 ksc และ 450 ksc เพื่อทำการทดสอบกำลังอัดของคอนกรีต



รูปที่ 4.52. แสดงความสัมพันธ์การทดสอบกำลัง (Strength) ออกแบบกำลังอัดที่ 250 ksc. โดยการบ่มแบบต่อเนื่อง Wrapping และสารละลาย Water, Micro air

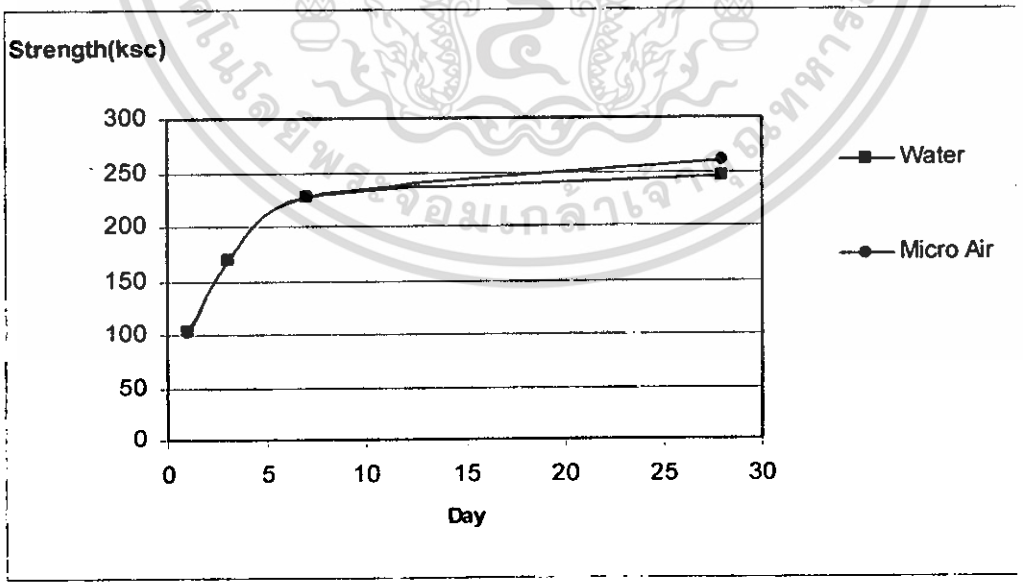
จากรูปที่ 4.51 พบว่าที่กำลังอัดคอนกรีตที่อายุ 3 วัน การบ่มโดย Wrapping, Water และ Mrcro air มีกำลังอัดที่ใกล้เคียงกัน ที่กำลังอัดคอนกรีตอายุ 7 วัน การบ่มโดย Wrapping และ Water มีค่ากำลังอัดที่ใกล้เคียงกัน ส่วน Mrcro air มีค่ากำลังอัดสูงสุด ที่กำลังอัดที่อายุ 28 วัน การบ่มโดย Wrapping, Water และ Mrcro air มีค่ากำลังอัดที่ใกล้เคียงกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.53. แสดงความสัมพันธ์การทดสอบกำลัง (Strength) ออกแบบกำลังอัดที่ 250 ksc. โดยการบ่มแบบเงื่อนไขที่อายุครบ 3 วัน โดยสารละลาย Micro air และ Water

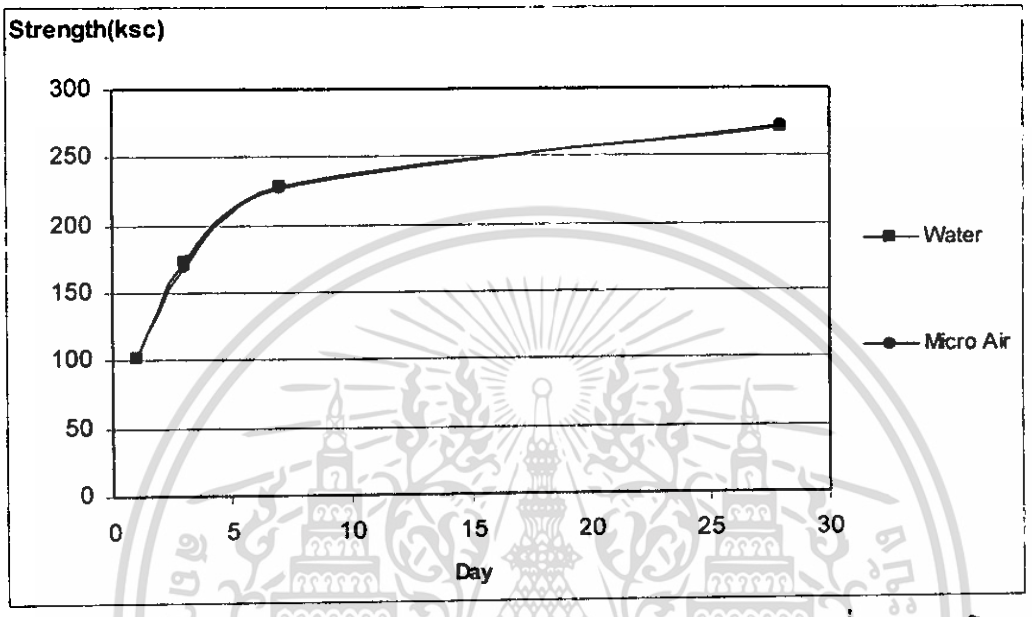
จากรูปที่ 4.52 พบว่าที่กำลังอัดคอนกรีตที่อายุ 3 และ 7 วัน การบ่มโดย Water และ Mrcro air มีกำลังอัดที่ใกล้เคียงกัน และที่กำลังอัดที่อายุ 28 วัน การบ่มโดย Mrcro air มีค่ากำลังอัดมากกว่า การบ่มโดย Water



รูปที่ 4.54. แสดงความสัมพันธ์การทดสอบกำลัง (Strength) ออกแบบกำลังอัดที่ 250 ksc. โดยการบ่มแบบไม่ต่อเนื่อง ที่อายุครบ 7 วัน โดยสารละลาย Micro air และ Water

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

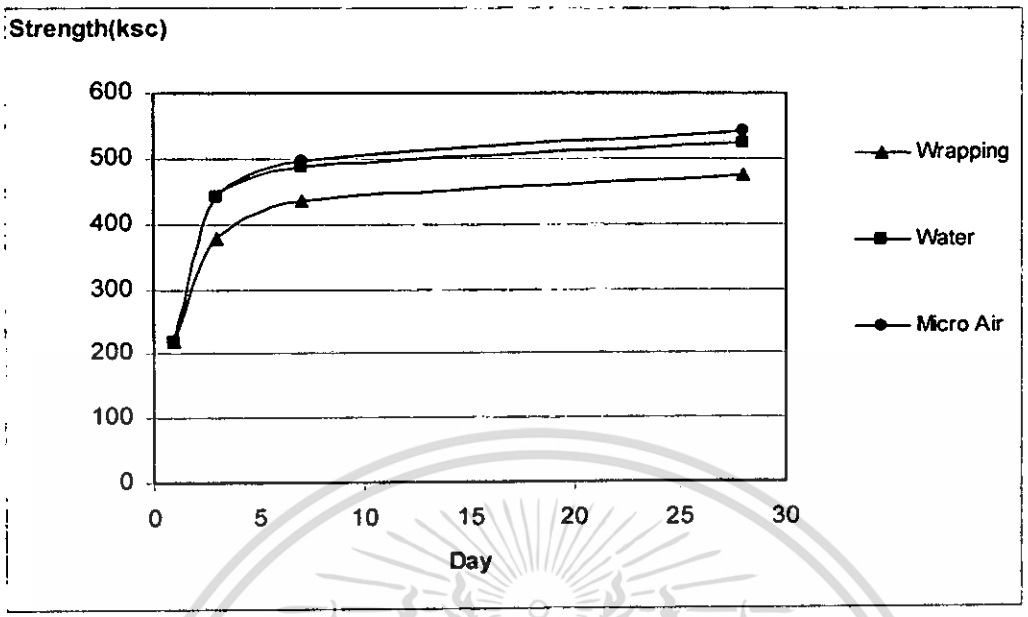
จากรูปที่ 4.53 - 4.54 พบว่าที่กำลังอัดคอนกรีตที่อายุ 3 และ 7 วัน การบ่มโดย Water และ Mrcro air มีกำลังอัดที่ใกล้เคียงกัน และที่กำลังอัดที่อายุ 28 วัน การบ่มโดย Mrcro air มีค่ากำลังอัดมากกว่า การบ่มโดย Water



รูปที่ 4.55. แสดงความสัมพันธ์การทดสอบกำลัง (Strength) ออกแบบกำลังอัดที่ 250 ksc. โดยการบ่มแบบเงื่อนไขที่อายุครบ 14 วัน โดยสารละลาย Micro air และ Water

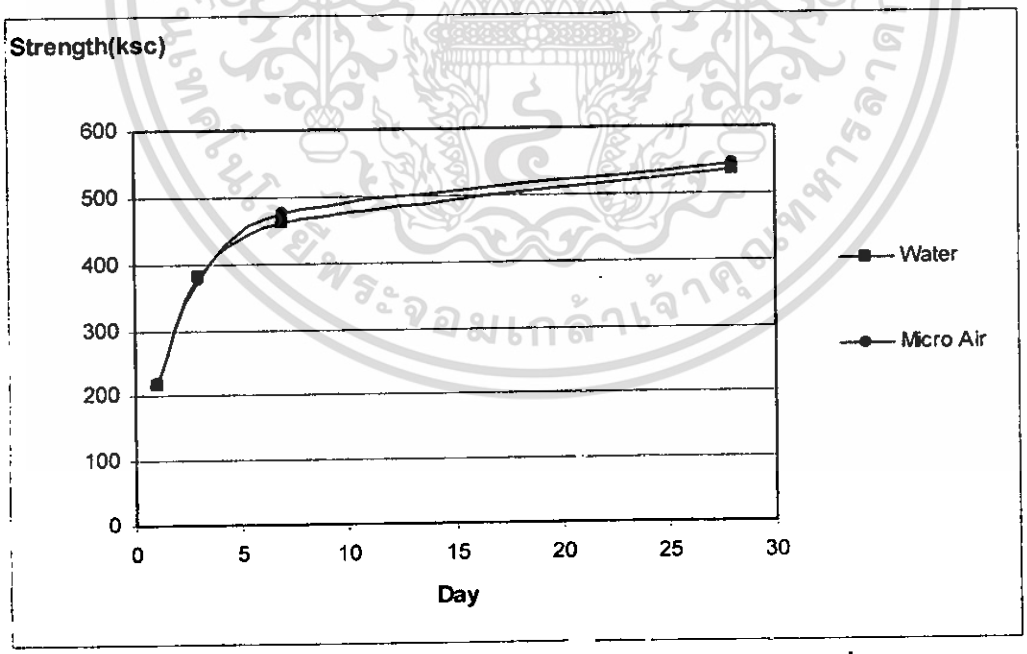
จากรูปที่ 4.55 พบว่าที่กำลังอัดคอนกรีตที่อายุ 3 วัน การบ่มโดย Water และ Mrcro air มีกำลังอัดที่ใกล้เคียงกัน ที่กำลังอัดคอนกรีตอายุ 7 วัน การบ่มโดย Water และ Mrcro air มีค่ากำลังอัดที่ใกล้เคียงกัน ที่กำลังอัดที่อายุ 28 วัน การบ่มโดย Water มีค่ากำลังอัดมากกว่า การบ่มโดย Mrcro air

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



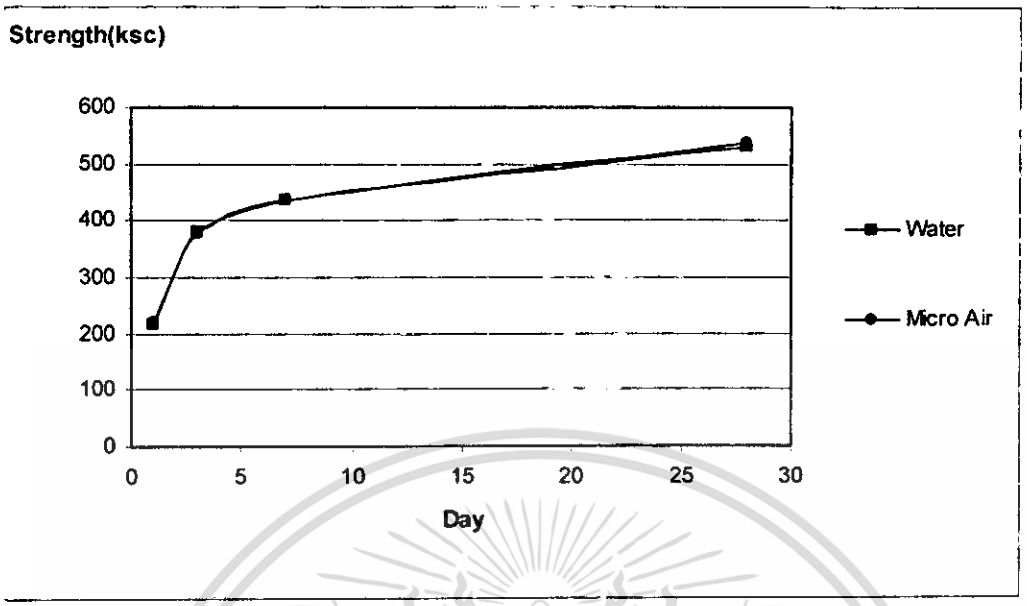
รูปที่ 4.56. แสดงความสัมพันธ์การทดสอบกำลัง (Strength) ออกแบบกำลังอัดที่ 450 ksc. โดยการบ่มต่อเนื่อง Wrapping และสาร Micro air, Water

จากรูปที่ 4.56 พบว่าการบ่มต่อเนื่องโดยสารละลาย Water และ Micro air ให้กำลังอัดที่ใกล้เคียงกันแต่การบ่มโดยการ Wrapping จะให้กำลังอัดต่ำที่สุด

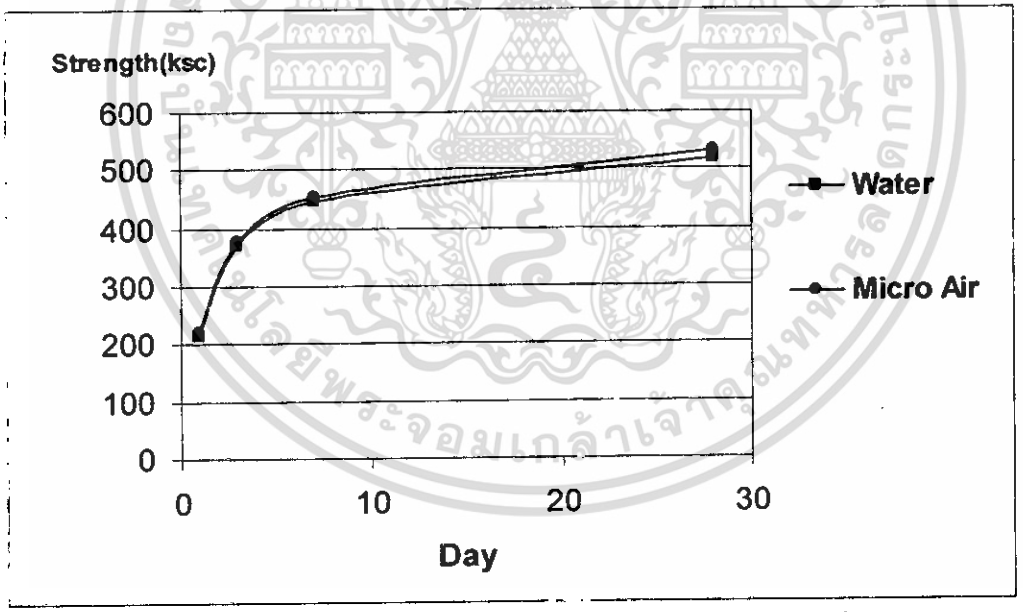


รูปที่ 4.57. แสดงความสัมพันธ์การทดสอบกำลัง (Strength) ออกแบบกำลังอัดที่ 450 ksc. โดยการบ่มแบบเงื่อนไขที่อายุครบ 3 วัน โดยสารละลาย Micro air และ Water

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



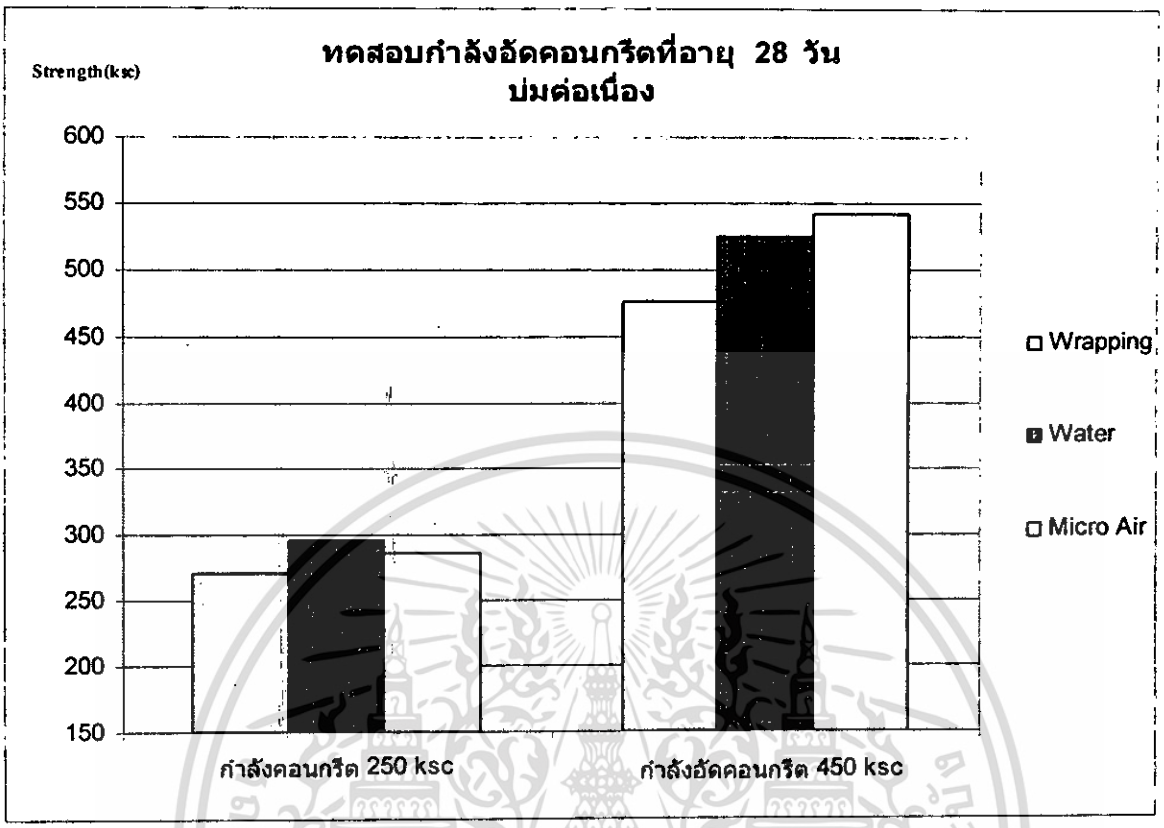
รูปที่ 4.58. แสดงความสัมพันธ์การทดสอบกำลัง (Strength) ออกแบบกำลังอัดที่ 450 ksc. โดยการบ่มแบบเงื่อนไขที่อายุครบ 7 วัน โดยสารละลาย Micro air และ Water



รูปที่ 4.59. แสดงความสัมพันธ์การทดสอบกำลัง (Strength) ออกแบบกำลังอัดที่ 450 ksc. โดยการบ่มแบบเงื่อนไขที่อายุครบ 14 วัน โดยสารละลาย Micro air และ Water

จากรูปที่ 4.56 ถึง 4.58 พบว่าการบ่มต่อเนื่องโดยสาร Micro air และ Water ให้กำลังอัดที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งจะมีความแตกต่างบ้างเล็กน้อย ที่การทดสอบคอนกรีตที่อายุ 28 วัน โดยการบ่มแบบเงื่อนไขที่อายุครบ 14 วัน รูปที่ 4.58

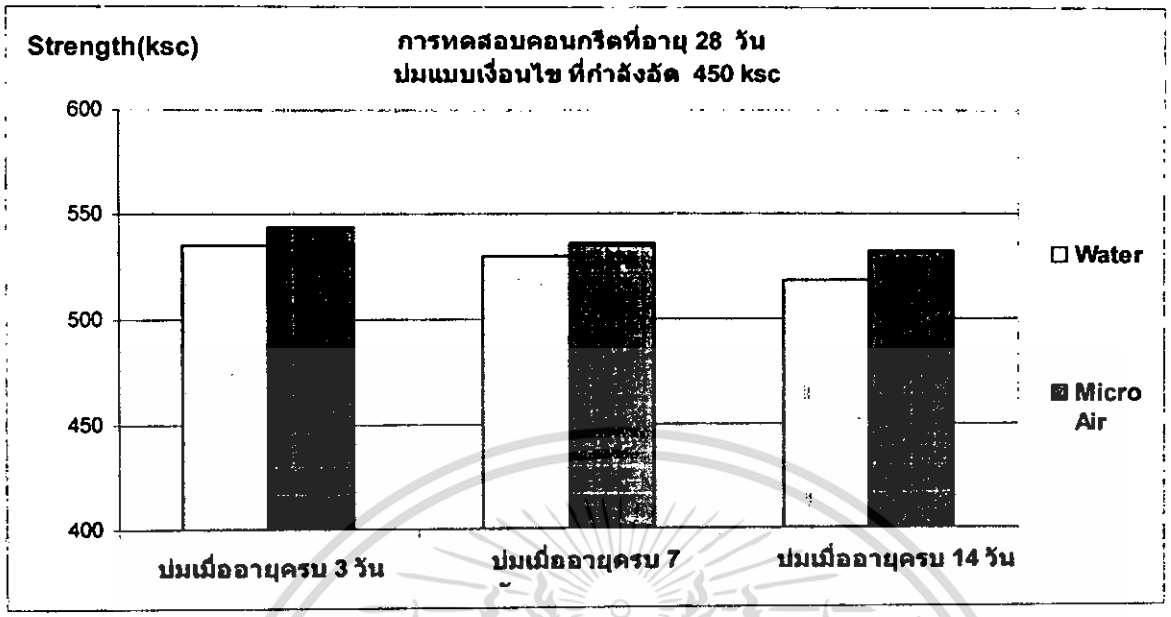
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.60. แสดงความสัมพันธ์การทดสอบกำลัง (Strength) โดยการบ่มต่อเนื่อง Wrapping และสารละลาย Water, Micro Air

จากรูปที่ 4.60 การทดสอบกำลังอัดของคอนกรีตพบว่าที่กำลังอัดคอนกรีตที่ 250 ksc มีค่ากำลังอัดที่ใกล้เคียงกันในการบ่มแบบการบ่มต่อเนื่อง เพราะมีค่าอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ที่สูงทำให้คอนกรีตมีน้ำเพียงพอต่อการทำปฏิกิริยาไฮเดรชั่นทำให้กำลังอัดคอนกรีตใกล้เคียงกัน แต่การทดสอบกำลังอัดคอนกรีตที่ 450 ksc พบว่าการบ่มด้วยสารกักกระจายฟองอากาศให้ค่ากำลังอัดที่สูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.61. แสดงความสัมพันธ์การทดสอบกำลัง (Strength) ออกแบบกำลังอัดที่ 450 ksc. โดยการบ่มแบบไม่ต่อเนื่องโดยสารละลาย Micro Air และ Water

จากรูปที่ 4.61 การบ่มแบบไม่ต่อเนื่อง ที่อายุคอนกรีตครบ 3 , 7 และ 14 วัน การออกแบบกำลังอัดที่ 450 ksc พบว่าการบ่มด้วยสารกักกระจายฟองอากาศจะให้ค่ากำลังอัดของคอนกรีตมากกว่าการบ่มด้วยน้ำแต่จะมีค่าลดลั่นลงมาตามอายุของเงื่อนไขการบ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
วิเคราะห์ผลการทดลอง

5.1 กล่าวนำ

เนื่องจากคุณสมบัติของซีเมนต์เพสท์แข็งตัวขึ้นอยู่กับปฏิกิริยาระหว่างซีเมนต์กับน้ำที่ซึมผ่านมาจากภายนอกเป็นสิ่งสำคัญเพื่อเพิ่มระดับปฏิกิริยาไฮเดรชั่น จากการบ่มด้วยสารลดแรงดึงผิวจะสามารถเข้าไปช่วยเพิ่มปฏิกิริยาไฮเดชั่นได้ เมื่อมีเงื่อนไขการบ่มของซีเมนต์เพสท์จะพบว่าน้ำไม่สามารถซึมผ่านเข้าไปช่วยเพิ่มปฏิกิริยาได้ดีเท่าสารลดแรงดึงผิว เมื่อการทดสอบกำลังอัดกลับพบว่าการบ่มด้วยน้ำและสารลดแรงตึงผิวมีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยเท่านั้นเมื่อเทียบกับการทดสอบอื่นๆ ที่จะเห็นความแตกต่างได้อย่าชัดเจน

5.2 วิเคราะห์ผลการทดสอบ

5.2.1 การทดสอบการหาค่าการดูดซึม (Absorption)

1. การที่อัตราการดูดซึมจะมีมากน้อยนั้น มีผลมาจากปริมาณซีเมนต์ที่ยังไม่ทำปฏิกิริยา มีปริมาณมากน้อยเพียงใด ซึ่งจากการทดสอบชิ้นตัวอย่างอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ 0.25 ที่ไม่ได้ทำการบ่มเลย จะมีอัตราการดูดซึมที่มาก เป็น 5 เท่าของอัตราการดูดซึมของชิ้นตัวอย่างที่ผ่านการบ่มมาแล้ว
2. ชิ้นตัวอย่างที่ทดสอบกับสารลดแรงตึงผิวนั้นมีค่าอัตราการดูดซึมที่สูงกว่าชิ้นตัวอย่างที่ทดสอบกับน้ำ เมื่อทำการบ่มแบบต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่อง เป็นผลมาจาก ช่องว่างเล็กๆที่อยู่ในโครงสร้างซีเมนต์เพสท์ เมื่อทำการบ่มไปเรื่อยๆ ช่องว่างเล็กๆนั้น จะค่อยๆเล็กลงจนน้ำไม่สามารถซึมผ่านเข้าไปในช่องว่างเล็กๆนั้นได้ง่าย แต่สารลดแรงตึงผิวซึ่งมีคุณสมบัติซึมผ่านได้ดี จะสามารถที่จะซึมผ่านเข้าไปในช่องว่างเล็กๆในซีเมนต์เพสท์ได้

5.2.2. การทดสอบสำหรับปฏิกิริยาไฮเดรชั่นสำหรับความลึกต่างๆ

1. การบ่มแบบต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่องด้วยสารลดแรงตึงผิว(น้ำผสมสารกักกระจายฟองอากาศ)จะให้ค่าปฏิกิริยาไฮเดรชั่นที่ดีกว่าการบ่มด้วยน้ำ
2. จากกรณีการบ่มแบบต่อเนื่องและแบบเงื่อนไขพบว่าการบ่มด้วยสารกักกระจายฟองอากาศ Micro Air เกิดค่าดีกรีออฟไฮเดชั้นที่ต่อเนื่องและสม่ำเสมอจนถึงชั้นความลึกของแท่งทดสอบที่ระยะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

22.5 เซนติเมตร และพบว่าการบ่มแบบไม่ต่อเนื่องไม่มีผลต่อการแพร่ของสารกักกระจายฟองอากาศซึ่งได้ค่าการแพร่ใกล้เคียงกันกับการบ่มแบบต่อเนื่อง ส่วนดีกรีออฟไฮเดชั้นจะมีค่าผกผันตามเงื่อนไขการบ่มแบบไม่ต่อเนื่อง

3. การบ่มด้วยน้ำนั้น ระดับปฏิกิริยาไฮเดรชั่นจะมีลักษณะลดลงตามระยะความลึกจากผิวบ่ม ในทุกๆ ระยะเวลาการบ่ม เป็นเพราะน้ำจากการบ่มที่ผิวบนจะซึมเข้าไปในช่องว่างโครงสร้างซีเมนต์เพสท์ไม่มากนัก ซึ่งสันนิษฐานได้ว่า ที่น้ำจากผิวบนจะซึมผ่านซีเมนต์เพสท์ได้ยากเพราะน้ำมีแรงตึงผิวที่มากจึงซึมเข้าไปในช่องว่างโครงสร้างซีเมนต์เพสท์ได้น้อยและใช้เวลานาน
4. สำหรับการบ่มด้วยอากาศหรือไม่ได้บ่ม จะมีระดับปฏิกิริยาไฮเดรชั่นน้อยกว่าการบ่มด้วยวิธีอื่น แต่ถ้าไม่เปรียบเทียบกับวิธีอื่น พบว่าตรงกลางของชิ้นตัวอย่างมีแนวโน้มปฏิกิริยาไฮเดรชั่นค่อนข้างมากเพราะที่ตรงส่วนนี้มีปริมาณน้ำมากกว่าส่วนอื่น เนื่องจากผิวบนเป็นระบบเปิด น้ำที่ใช้ผสมซีเมนต์ก็ต้องเสียปริมาณส่วนหนึ่งไปกับการระเหย ส่วนผิวล่าง ซีเมนต์ซึ่งมีความถ่วงจำเพาะมาก จึงตกลงไปด้านล่าง จึงดันน้ำขึ้นมาตรงบริเวณตรงกลางของระยะชิ้นตัวอย่าง

5.2.3. การทดสอบการยืดหดตัวของซีเมนต์เพสท์ (Autogenious shrinkage)

1. การบ่มแบบไม่ต่อเนื่องมีผลต่อการยืดหดตัวของซีเมนต์เป็นอย่างมากดังจะเห็นได้ชัดจากการบ่มโดยการ Wrapping จะมีการหดตัวของซีเมนต์เพสท์อย่างต่อเนื่อง และการบ่มโดยน้ำและสารลดแรงตึงผิว กลับพบว่ามีการยืดหดตัวคงที่อยู่ในช่วงระยะเริ่มต้น
2. เมื่อมีการบ่มแบบไม่ต่อเนื่องจะพบว่าพฤติกรรมการหดตัวในช่วงเริ่มต้นเมื่อถึงอายุซีเมนต์เพสท์ที่ต้องนำมาบ่มแบบไม่ต่อเนื่องกลับเป็นการขยายตัวอย่างฉับพลัน ในระยะเวลาการบ่ม 24 ชั่วโมง ซีเมนต์เพสท์ เป็นลักษณะเดียวกันทุกเงื่อนไขการบ่ม แต่พบว่าการบ่มด้วยสารกักกระจายฟองอากาศ Micro air มีผลช่วยในการคืนตัวของซีเมนต์เพสท์ได้ดีกว่าน้ำ ประมาณ 150×10^{-6}

5.2.4. การทดสอบกำลังอัดของคอนกรีต

1. การบ่มแบบต่อเนื่องโดยใช้ น้ำ และสารกักกระจายฟองอากาศ Micro Air การทดสอบที่การออกแบบกำลังอัดที่ต่ำจะไม่เห็นค่าความต่างเนื่องจากความหนาแน่นของคอนกรีตต่ำและปริมาณน้ำในการทำปฏิกริยาไฮเดชั้นเพียงพอต่อความต้องการของซีเมนเพสท์ ส่วนการออกแบบกำลังอัดที่สูงการบ่มด้วยสารกักกระจายฟองอากาศจะให้ค่ากำลังอัดที่สูงกว่าการบ่มด้วยน้ำธรรมดาจะเห็นได้ทั้งการบ่มแบบต่อเนื่องและการบ่มแบบเงื่อนไข
2. การบ่มแบบไม่ต่อเนื่อง ที่อายุคอนกรีตครบ 3 , 7 และ 14 วัน พบว่าการบ่มด้วยสารกักกระจายฟองอากาศจะให้ค่ากำลังอัดของคอนกรีตมากกว่าการบ่มด้วยน้ำแต่จะมีค่าลดลั่นลงมาตามอายุของเงื่อนไขการบ่ม

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่า ประสิทธิภาพน้ำซึมผ่านเข้าไปในตัวอย่างมีผลอย่างมากต่อปฏิกิริยาไฮเดรชัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับตัวอย่างที่มีอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ต่ำ ซึ่งผลการทดสอบสามารถสรุปผลการทดสอบได้ดังนี้

6.1. สรุปผลการทดสอบ

จากที่ได้ทำการทดลองข้างต้นการดูดซึมพบว่าการดูดซึมของสารกักกระจายฟองอากาศ Micro air มีค่าการดูดซึมได้ดีกว่าน้ำทั้งการบ่มแบบต่อเนื่องและการแบบไม่ต่อเนื่อง

ส่วนการเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชั่นทั้งการบ่มแบบต่อเนื่องและแบบไม่ต่อเนื่องพบว่าสารกักกระจายฟองอากาศ Micro air เกิดปฏิกิริย่าไฮเดรชั่นที่สม่ำเสมอจนถึงชั้นความลึกของแท่งทดสอบที่ 22.5 ซม. การเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชั่นจะมากกว่าการบ่มด้วยน้ำและการเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชั่นจะลดลงเมื่อมีการบ่มแบบไม่ต่อเนื่อง ที่อายุซีเมนต์เพสท์ 3, 7 และ 14 วัน จะมีค่าลดลงตามลำดับ

การวัดการยืดหดตัวจะพบว่าการบ่มแบบต่อเนื่องด้วยน้ำและ สารกักกระจายฟองอากาศ Micro air จะมีค่าที่ใกล้เคียงกัน กับค่าการยืดหดตัวเริ่มต้นส่วนการบ่มแบบไม่ต่อเนื่องที่ปล่อยให้อายุซีเมนต์เพสท์ครบ 3, 7 และ 14 วัน ตัวอย่างจะหดตัวอย่างต่อเนื่องจนกระทั่งถึงเงื่อนไขการบ่มค่าการหดตัวจะลดลงคล้ายๆกัน

การทดสอบกำลังอัดของคอนกรีตพบว่าที่กำลังอัดคอนกรีตที่ 250 ksc มีค่ากำลังอัดที่ใกล้เคียงกันทั้งแบบการบ่มต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่อง เพราะมีค่า อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ที่สูงทำให้คอนกรีตมีน้ำเพียงพอต่อการทำปฏิกิริยาไฮเดรชั่นทำให้กำลังอัดคอนกรีตใกล้เคียงกัน ส่วนกำลังอัดที่ 450 ksc จะเห็นได้ชัดว่าการบ่มด้วยสารกักกระจายฟองอากาศจะมีค่ากำลังอัดที่สูงกว่าการบ่มด้วยน้ำทั้งการบ่มแบบต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่อง เนื่องจากความหนาแน่นของคอนกรีตมีค่าสูงและอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ที่ใช้ออกแบบกำลังอัดมีค่าที่น้อยจึงทำให้คอนกรีตมีความต้องการน้ำที่จะเข้าไปช่วยเพิ่มปฏิกิริยาไฮเดรชั่น น้ำที่ผสมสารกักกระจายฟองอากาศจึงซึมผ่านเข้าไปช่วยเพิ่มปฏิกิริยาไฮเดรชั่นทำให้ให้กำลังอัดของคอนกรีตสูงกว่าการบ่มด้วยน้ำธรรมดา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2. ข้อเสนอแนะ

1. ในการทดสอบการเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชั่นที่ความลึกต่างๆ จะพบปัญหาเศษผงปูนที่เกาะตามผิวชิ้นตัวอย่างจะหลุดออกจากตัวอย่างขณะอยู่ในเตาอบ 105°c เพราะเมื่อชิ้นตัวอย่างสัมผัสความร้อนทำให้ชิ้นตัวอย่างแห้งและเศษผงปูนก็จะหลุดออก ทำให้น้ำหนักไม่ได้ค่าที่ถูกต้อง ควรใช้ถาดหรือภาชนะสำหรับใส่ชิ้นตัวอย่างขณะอยู่ในเตาอบ 105°c เพื่อไม่ให้เศษผงปูนก็จะหลุดออกไปไหน
2. ในการชั่งน้ำหนักไม่ควรชั่งน้ำหนักขณะที่ชิ้นตัวอย่างมีความร้อนมากเพราะจะทำให้น้ำหนักที่ได้จะไม่ตรงกับน้ำหนักจริงของชิ้นตัวอย่าง
3. การติดตั้ง Gauge plug ต้องระวังการเคลื่อนของ Gauge plug ขณะการเทตัวอย่างซีเมนต์เพสต์
4. การบ่มด้วยสารกักกระจายฟองอากาศ Micro air ต้องทำสัญลักษณ์ให้ชัดเจนเพราะสารกักกระจายฟองอากาศ Micro air จะทำให้สัญลักษณ์ที่เขียนด้วยปากกาเคมีธรรมดาลบหรือเลือนหายไปได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการอ้างอิง

- Maleesee, K., and Kasai, T., 2001. Effect of Penetration of Curing Water on Self-desiccation and Strength of Cementitious Materials.
- Maleesee, K., and Kasai, T., 2002. Effect of Penetrative Conditions of Water for Curing on Strength of Concrete.
- วินิต ช่อวิเชียร, 2539. คอนกรีตเทคโนโลยี. กรุงเทพมหานคร : ป. สัมพันธ์พาณิชย์.
- นายไชยเดช ใยไพโรจน์, นายอานนท์ ปทุมานนท์, 2548 อิทธิพลจากการบ่มคอนกรีตโดยใช้สารลดแรงตึงผิว Influences of Low Surface Tension Curing on Properties of Cementitious Materials

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

- Tazawa, E., 1998. Autogenous Shrinkage of Concrete.
- Neville, A.M., 1963. Properties of Concrete.
- วินิต ช่อวิเชียร, 2539. คอนกรีตเทคโนโลยี. กรุงเทพมหานคร : ป. สัมพันธ์พาณิชย์.
- Taylor, H.F.W., 1997. Cement chemistry 2nd edition.
- Bentz, D.P., 2002. Influence of Curing Condition on Water Loss and Hydration in Cement Pastes with and without Fly Ash Substitution.
- Power, T.C., 1959. Capillary Continuity or Discontinuity in Cement Paste
- Power, T.C., 1974. A Discussion of Cement Hydration in Relation to the Curing of Concrete.
- Bentz, D.P., and Garboczi, E.J., 1991. Percolation of Phases in a Three-Dimensional Cement Paste Microstructure Model.
- Power, T.C., 1935. Absorption of water by Portland cement paste during the hardening process.
- Bentz, D.P., Snyder, K.A., and Stutzman, P.E., 1997. Hydration of Portland cement.
- Maleesee, K., and Kasai, T., 2001. Effect of Penetration of Curing Water on Self-desiccation and Strength of Cementitious Materials.
- Maleesee, K., and Kasai, T., 2002. Effect of Penetrative Conditions of Water for Curing on Strength of Concrete.
- Maleesee, K., Panitkulpong, A., and Kasai, T., 2003. Effect of Penetrative Conditions of Water for Curing on Properties of Hardened Cement Paste.
- Maleesee, K., and Kasai, T., 2004. Influences of Penetrative Curing on Properties of Cementitious Materials, Journal of Materials

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ตารางผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.1 แสดงผลข้อมูลการดูดซึม w/c 0.25 บ่มด้วยอากาศอายุครบ 1 วัน ทดสอบดูดซึม
ด้วยสาร Micro air

Area = 8517.75 mm^2 Density of water = 0.001 g/mm^2

time		time (hr)	Sample		wt. water
day	s		mass(g)	△mass	of Penetration (%)
	0	0.000	898.81	0.000	0.000
	60	0.017	912.57	13.760	1.532
	300	0.083	918.59	19.780	2.203
	600	0.167	921.90	23.087	2.572
	1200	0.333	924.06	25.247	2.814
	1800	0.500	925.77	26.960	3.004
	3600	1.000	928.27	29.457	3.282
	7200	2.000	930.77	31.957	3.560
	10800	3.000	932.18	33.370	3.717
	14400	4.000	933.15	34.340	3.825
	18000	5.000	933.98	35.167	3.916
	21600	6.000	934.30	35.490	3.952
1	85500	23.750	938.70	39.883	4.441
2	181200	50.333	939.89	41.077	4.573
3	242700	67.417	940.37	41.553	4.626
4	328200	91.167	940.60	41.790	4.653
5	418800	116.333	941.04	42.223	4.701

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.2 แสดงผลข้อมูลการดูดซึม w/c 0.25 บ่มด้วยอากาศ อายุครบ 3 วัน ทดสอบดูดซึมด้วยสาร Micro air

Area = 8517.75 mm^2 Density of water = 0.001 g/mm^2

time		time (hr)	Sample		wt. water of Penetration (%)
day	s		mass(g)	△mass	
	0	0.000	899.633	0.000	0.000
	60	0.017	916.417	16.783	1.868
	300	0.083	928.847	29.213	3.250
	600	0.167	932.527	32.893	3.659
	1200	0.333	936.817	37.183	4.137
	1800	0.500	939.957	40.323	4.486
	3600	1.000	943.587	43.953	4.890
	7200	2.000	946.847	47.213	5.253
	10800	3.000	948.103	48.470	5.393
	14400	4.000	949.090	49.457	5.502
	18000	5.000	949.730	50.097	5.574
	21600	6.000	950.420	50.787	5.650
1	85500	23.750	955.457	55.823	6.210
2	181200	50.333	957.493	57.860	6.436
3	242700	67.417	958.437	58.803	6.541
4	328200	91.167	959.037	59.403	6.608
5	418800	116.333	959.153	59.520	6.621

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.3 แสดงผลข้อมูลการดูดซึม w/c 0.25 บ่มด้วยพลาสติกคลุม อายุครบ 3 วัน

ทดสอบดูดซึม ด้วยสาร Micro air

Area = 8517.75 mm^2 Density of water = 0.001 g/mm^2

time		time (hr)	Sample		wt. water
day	s		mass(g)	△mass	of Penetration (%)
	0	0.000	905.950	0.000	0.000
	60	0.017	921.630	15.680	1.733
	300	0.083	931.357	25.407	2.806
	600	0.167	938.803	32.853	3.629
	1200	0.333	942.563	36.613	4.045
	1800	0.500	946.317	40.367	4.460
	3600	1.000	948.743	42.793	4.728
	7200	2.000	952.133	46.183	5.102
	10800	3.000	955.130	49.180	5.433
	14400	4.000	956.463	50.513	5.580
	18000	5.000	957.967	52.017	5.747
	21600	6.000	957.967	52.017	5.747
1	85500	23.750	960.873	54.923	6.070
2	181200	50.333	962.663	56.713	6.267
3	242700	67.417	963.710	57.760	6.383
4	328200	91.167	964.633	58.683	6.485
5	418800	116.333	965.150	59.200	6.542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.4 แสดงผลข้อมูลการดูดซึม w/c 0.25 บ่มด้วยน้ำ อายุครบ 3 วัน ทดสอบดูดซึม ด้วยสาร Micro air

Area = 8517.75 mm^2 Density of water = 0.001 g/mm^2

time		time (hr)	Sample		wt. water of Penetration (%)
day	s		mass(g)	△mass	
	0	0.000	880.940	0.000	0.000
	60	0.017	894.807	13.867	1.631
	300	0.083	899.733	18.793	2.202
	600	0.167	902.327	21.387	2.496
	1200	0.333	903.963	23.023	2.689
	1800	0.500	904.890	23.950	2.798
	3600	1.000	906.357	25.417	2.970
	7200	2.000	908.133	27.193	3.181
	10800	3.000	908.807	27.867	3.262
	14400	4.000	909.460	28.520	3.343
	18000	5.000	909.657	28.717	3.362
	21600	6.000	910.093	29.153	3.413
1	85500	23.750	912.733	31.793	3.720
2	181200	50.333	913.470	32.530	3.805
3	242700	67.417	914.230	33.290	3.895
4	328200	91.167	914.720	33.780	3.952
5	418800	116.333	914.890	33.950	3.971

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.5 แสดงผลข้อมูลการดูดซึม w/c 0.25 บ่มด้วยอากาศ อายุครบ 7 วัน ทดสอบดูดซึมด้วยสาร Micro air

Area = 8517.75 mm^2 Density of water = 0.001 g/mm^2

time		time (hr)	Sample		wt. water
day	s		mass(g)	△mass	of Penetration (%)
	0	0.000	909.687	0.000	0.000
	60	0.017	925.920	16.233	1.783
	300	0.083	937.977	28.290	3.108
	600	0.167	944.950	35.263	3.874
	1200	0.333	949.863	40.177	4.413
	1800	0.500	954.213	44.527	4.892
	3600	1.000	957.580	47.893	5.262
	7200	2.000	960.697	51.010	5.605
	10800	3.000	962.457	52.770	5.798
	14400	4.000	963.480	53.793	5.911
	18000	5.000	964.140	54.453	5.983
	21600	6.000	965.137	55.450	6.093
1	85500	23.750	968.807	59.120	6.496
2	181200	50.333	970.827	61.140	6.718
3	242700	67.417	971.503	61.817	6.792
4	328200	91.167	971.700	62.013	6.814
5	418800	116.333	972.230	62.543	6.873

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.6 แสดงผลข้อมูลการดูดซึม w/c 0.25 บ่มด้วยพลาสติกคลุม อายุครบ 7 วัน ทดสอบดูดซึม ด้วยสาร Micro air

Area = 8517.75 mm^2 Density of water = 0.001 g/mm^2

time		time (hr)	Sample		wt. water
day	s		mass(g)	△mass	of Penetration (%)
	0	0.000	897.110	0.000	0.000
	60	0.017	917.390	20.280	2.260
	300	0.083	929.047	31.937	3.559
	600	0.167	934.247	37.137	4.139
	1200	0.333	938.867	41.757	4.654
	1800	0.500	940.793	43.683	4.869
	3600	1.000	943.613	46.503	5.183
	7200	2.000	946.360	49.250	5.489
	10800	3.000	947.967	50.857	5.668
	14400	4.000	948.880	51.770	5.770
	18000	5.000	949.430	52.320	5.831
	21600	6.000	950.430	53.320	5.943
1	85500	23.750	954.113	57.003	6.353
2	181200	50.333	956.560	59.450	6.626
3	242700	67.417	957.313	60.203	6.710
4	328200	91.167	957.863	60.753	6.771
5	418800	116.333	958.527	61.417	6.845

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.7 แสดงผลข้อมูลการดูดซึม w/c 0.25 บ่มด้วยน้ำ อายุครบ 7 วัน ทดสอบดูดซึม ด้วยสาร Micro air

Area = 8517.75 mm^2 Density of water = 0.001 g/mm^2

time		time (hr)	Sample		wt. water
day	s		mass(g)	△mass	of Penetration (%)
	0	0.000	917.833	0.000	0.000
	60	0.017	923.660	5.827	0.636
	300	0.083	928.733	10.900	1.189
	600	0.167	930.260	12.426	1.355
	1200	0.333	931.493	13.660	1.490
	1800	0.500	932.190	14.356	1.566
	3600	1.000	932.963	15.130	1.650
	7200	2.000	934.073	16.240	1.771
	10800	3.000	934.663	16.830	1.835
	14400	4.000	935.000	17.166	1.872
	18000	5.000	935.206	17.373	1.894
	21600	6.000	935.680	17.846	1.946
1	85500	23.750	937.170	19.336	2.108
2	181200	50.333	938.333	20.500	2.235
3	242700	67.417	938.676	20.843	2.273
4	328200	91.167	938.970	21.137	2.305
5	418800	116.333	939.603	21.770	2.373

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.8 แสดงผลข้อมูลการดูดซึม w/c 0.25 บ่มด้วยอากาศ อายุครบ 14 วัน ทดสอบดูดซึม ด้วยสาร Micro air

Area = 8517.75 mm^2 Density of water = 0.001 g/mm^2

time		time (hr)	Sample		wt. water of Penetration (%)
day	s		mass(g)	△mass	
	0	0.000	920.207	0.000	0.000
	60	0.017	933.467	13.260	1.441
	300	0.083	944.150	23.943	2.600
	600	0.167	947.990	27.783	3.020
	1200	0.333	954.130	33.923	3.687
	1800	0.500	956.223	36.017	3.914
	3600	1.000	962.850	42.643	4.635
	7200	2.000	969.617	49.410	5.370
	10800	3.000	974.307	54.100	5.880
	14400	4.000	975.260	55.053	5.984
	18000	5.000	976.217	56.010	6.088
	21600	6.000	976.643	56.437	6.132
1	85500	23.750	981.860	61.653	6.702
2	181200	50.333	983.133	62.927	6.840
3	242700	67.417	983.470	63.263	6.877
4	328200	91.167	983.753	63.547	6.908
5	418800	116.333	984.197	63.990	6.956

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.9 แสดงผลข้อมูลการดูดซึม w/c 0.25 บ่มด้วยพลาสติกคลุม อายุครบ 28 วัน
ทดสอบดูดซึม ด้วยสาร Micro air

Area = 8517.75 mm^2 Density of water = 0.001 g/mm^2

time		time (hr)	Sample		wt. water
day	s		mass(g)	△mass	of Penetration (%)
	0	0.000	894.98	0.000	0.000
	60	0.017	909.93	14.950	1.670
	300	0.083	917.03	22.047	2.461
	600	0.167	921.49	26.510	2.959
	1200	0.333	924.62	29.640	3.308
	1800	0.500	931.31	36.323	4.055
	3600	1.000	938.27	43.287	4.832
	7200	2.000	945.26	50.273	5.613
	10800	3.000	950.95	55.970	6.250
	14400	4.000	951.92	56.937	6.358
	18000	5.000	952.69	57.710	6.444
	21600	6.000	953.24	58.253	6.505
1	85500	23.750	957.69	62.710	7.002
2	181200	50.333	958.85	63.863	7.131
3	242700	67.417	959.35	64.367	7.187
4	328200	91.167	960.22	65.240	7.284
5	418800	116.333	960.58	65.597	7.324

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.10 แสดงผลข้อมูลการดูดซึม w/c 0.25 บ่มด้วยน้ำ อายุครบ 28 วัน ทดสอบดูดซึม ด้วยสาร Micro air

Area = 8517.75 mm^2 Density of water = 0.001 g/mm^2

time		time (hr)	Sample		wt. water of Penetration (%)
day	s		mass(g)	△mass	
	0	0.000	915.75	0.000	0.000
	60	0.017	923.02	7.267	0.793
	300	0.083	925.50	9.750	1.064
	600	0.167	926.34	10.590	1.156
	1200	0.333	927.13	11.377	1.242
	1800	0.500	927.47	11.723	1.280
	3600	1.000	928.70	12.950	1.414
	7200	2.000	929.32	13.567	1.482
	10800	3.000	930.07	14.317	1.563
	14400	4.000	930.30	14.553	1.589
	18000	5.000	930.41	14.657	1.601
	21600	6.000	930.42	14.670	1.602
1	85500	23.750	931.79	16.040	1.751
2	181200	50.333	932.20	16.450	1.796
3	242700	67.417	932.22	16.467	1.798
4	328200	91.167	932.81	17.063	1.863
5	418800	116.333	933.45	17.697	1.932

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.11 แสดงผลข้อมูลการดูดซึม w/c 0.25 บ่มด้วยอากาศ อายุครบ 1 วัน ทดสอบดูดซึมด้วยสาร Darex aea

Area = 8517.75 mm^2 Density of water = 0.001 g/mm^2

time		time (hr)	Sample		wt. water
day	s		mass(g)	△mass	of Penetration (%)
	0	0.000	902.93	0.000	0.000
	60	0.017	913.52	10.590	1.176
	300	0.083	920.03	17.093	1.898
	600	0.167	923.22	20.283	2.251
	1200	0.333	926.02	23.090	2.561
	1800	0.500	927.71	24.777	2.747
	3600	1.000	930.29	27.357	3.033
	7200	2.000	932.81	29.873	3.310
	10800	3.000	934.27	31.333	3.471
	14400	4.000	935.22	32.290	3.577
	18000	5.000	936.05	33.113	3.667
	21600	6.000	936.59	33.657	3.727
1	85500	23.750	940.36	37.427	4.143
2	181200	50.333	941.94	39.003	4.318
3	242700	67.417	942.64	39.707	4.396
4	328200	91.167	943.17	40.240	4.455
5	418800	116.333	943.55	40.620	4.497

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.12 แสดงผลข้อมูลการดูดซึม w/c 0.25 บ่มด้วยอากาศ อายุครบ 3 วัน ทดสอบดูดซึมด้วยสาร Darex aea

Area = 8517.75 mm^2 Density of water = 0.001 g/mm^2

time		time (hr)	Sample		wt. water
day	s		mass(g)	△mass	of Penetration (%)
	0	0.000	898.220	0.000	0.000
	60	0.017	909.113	10.893	1.213
	300	0.083	919.700	21.480	2.391
	600	0.167	925.370	27.150	3.022
	1200	0.333	930.347	32.127	3.576
	1800	0.500	933.550	35.330	3.933
	3600	1.000	938.317	40.097	4.463
	7200	2.000	943.027	44.807	4.988
	10800	3.000	945.407	47.187	5.253
	14400	4.000	946.763	48.543	5.404
	18000	5.000	947.570	49.350	5.494
	21600	6.000	948.000	49.780	5.542
1	85500	23.750	951.227	53.007	5.901
2	181200	50.333	953.487	55.267	6.153
3	242700	67.417	954.487	56.267	6.264
4	328200	91.167	955.297	57.077	6.354
5	418800	116.333	955.733	57.513	6.403

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.13 แสดงผลข้อมูลการดูดซึม w/c 0.25 บ่มด้วยพลาสติกคลุม อายุครบ 3 วัน ทดสอบ ดูดซึมด้วยสาร Darex aea

Area = 8517.75 mm^2 Density of water = 0.001 g/mm^2

time		time (hr)	Sample		wt. water
day	s		mass(g)	△mass	of Penetration (%)
	0	0.000	903.870	0.000	0.000
	60	0.017	916.717	12.847	1.422
	300	0.083	927.400	23.530	2.601
	600	0.167	933.273	29.403	3.251
	1200	0.333	938.483	34.613	3.827
	1800	0.500	941.513	37.643	4.162
	3600	1.000	945.883	42.013	4.646
	7200	2.000	949.270	45.400	5.022
	10800	3.000	950.890	47.020	5.202
	14400	4.000	952.040	48.170	5.329
	18000	5.000	952.727	48.857	5.406
	21600	6.000	953.067	49.197	5.443
1	85500	23.750	956.133	52.263	5.784
2	181200	50.333	958.133	54.263	6.005
3	242700	67.417	959.050	55.180	6.107
4	328200	91.167	959.777	55.907	6.188
5	418800	116.333	960.170	56.300	6.231

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.14 แสดงผลข้อมูลการดูดซึม w/c 0.25 บ่มด้วยน้ำ อายุครบ 3 วัน ทดสอบดูดซึมด้วย สาร Darex aea

Area = 8517.75 mm^2 Density of water = 0.001 g/mm^2

time		time (hr)	Sample		wt. water
day	s		mass(g)	△mass	of Penetration (%)
	0	0.000	942.190	0.000	0.000
	60	0.017	952.670	10.480	1.112
	300	0.083	959.957	17.767	1.886
	600	0.167	964.013	21.823	2.316
	1200	0.333	966.640	24.450	2.595
	1800	0.500	967.863	25.673	2.725
	3600	1.000	969.370	27.180	2.884
	7200	2.000	970.803	28.613	3.036
	10800	3.000	971.603	29.413	3.121
	14400	4.000	972.327	30.137	3.198
	18000	5.000	972.647	30.457	3.232
	21600	6.000	972.810	30.620	3.249
1	85500	23.750	974.907	32.717	3.472
2	181200	50.333	976.740	34.550	3.666
3	242700	67.417	977.693	35.503	3.768
4	328200	91.167	978.453	36.263	3.848
5	418800	116.333	978.873	36.683	3.893

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.15 แสดงผลข้อมูลการดูดซึม w/c 0.25 บ่มด้วยอากาศ อายุครบ 7 วัน ทดสอบดูดซึมด้วยสาร Darex aea

Area = 8517.75 mm^2 Density of water = 0.001 g/mm^2

time		time (hr)	Sample		wt. water
day	s		mass(g)	△mass	of Penetration (%)
	0	0.000	866.107	0.000	0.000
	60	0.017	878.923	12.817	1.480
	300	0.083	890.027	23.920	2.762
	600	0.167	896.450	30.343	3.502
	1200	0.333	901.227	35.120	4.054
	1800	0.500	904.057	37.950	4.380
	3600	1.000	907.397	41.290	4.766
	7200	2.000	910.433	44.327	5.116
	10800	3.000	912.150	46.043	5.315
	14400	4.000	913.330	47.223	5.451
	18000	5.000	914.040	47.933	5.533
	21600	6.000	914.693	48.587	5.608
1	85500	23.750	918.757	52.650	6.077
2	181200	50.333	920.403	54.297	6.267
3	242700	67.417	921.353	55.247	6.377
4	328200	91.167	921.870	55.763	6.437
5	418800	116.333	922.160	56.053	6.470

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.16 แสดงผลข้อมูลการดูดซึม w/c 0.25 บ่มด้วยพลาสติกคลุม อายุครบ 7 วัน ทดสอบดูดซึมด้วย สาร Darex aea

Area = 8517.75 mm^2 Density of water = 0.001 g/mm^2

time		time (hr)	Sample		wt. water
day	s		mass(g)	△mass	of Penetration (%)
	0	0.000	871.927	0.000	0.000
	60	0.017	888.227	16.300	1.871
	300	0.083	897.050	25.123	2.883
	600	0.167	902.490	30.563	3.508
	1200	0.333	906.533	34.607	3.972
	1800	0.500	909.177	37.250	4.275
	3600	1.000	912.510	40.583	4.657
	7200	2.000	915.520	43.593	5.003
	10800	3.000	917.547	45.620	5.235
	14400	4.000	918.673	46.747	5.364
	18000	5.000	919.453	47.527	5.454
	21600	6.000	920.220	48.293	5.542
1	85500	23.750	924.730	52.803	6.059
2	181200	50.333	926.340	54.413	6.244
3	242700	67.417	927.417	55.490	6.367
4	328200	91.167	928.027	56.100	6.437
5	418800	116.333	928.390	56.463	6.479

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.17 แสดงผลข้อมูลการดูดซึม w/c 0.25 บ่มด้วยน้ำ อายุครบ 7 วัน ทดสอบดูดซึมด้วย สาร Darex aea

Area = 8517.75 mm^2 Density of water = 0.001 g/mm^2

time		time (hr)	Sample		wt. water
day	s		mass(g)	△mass	of Penetration (%)
	0	0.000	931.850	0.000	0.000
	60	0.017	937.943	6.093	0.655
	300	0.083	941.473	9.623	1.035
	600	0.167	943.170	11.320	1.218
	1200	0.333	944.497	12.647	1.361
	1800	0.500	945.193	13.343	1.436
	3600	1.000	946.223	14.373	1.547
	7200	2.000	947.160	15.310	1.648
	10800	3.000	947.743	15.893	1.710
	14400	4.000	948.120	16.270	1.751
	18000	5.000	948.373	16.523	1.778
	21600	6.000	948.643	16.793	1.807
1	85500	23.750	950.303	18.453	1.986
2	181200	50.333	951.013	19.163	2.062
3	242700	67.417	951.607	19.757	2.126
4	328200	91.167	951.943	20.093	2.162
5	418800	116.333	952.580	20.730	2.233

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.18 แสดงผลข้อมูลการดูดซึม w/c 0.25 บ่มด้วยอากาศ อายุครบ 14 วัน ทดสอบดูดซึม ด้วยสาร Darex aea

Area = 8517.75 mm^2 Density of water = 0.001 g/mm^2

time		time (hr)	Sample		wt. water
day	s		mass(g)	△mass	of Penetration (%)
	0	0.000	905.243	0.000	0.000
	60	0.017	915.927	10.683	1.180
	300	0.083	924.593	19.350	2.137
	600	0.167	929.857	24.613	2.719
	1200	0.333	934.963	29.720	3.283
	1800	0.500	938.173	32.930	3.637
	3600	1.000	943.570	38.327	4.234
	7200	2.000	948.880	43.637	4.821
	10800	3.000	952.327	47.083	5.201
	14400	4.000	954.807	49.563	5.475
	18000	5.000	956.400	51.157	5.651
	21600	6.000	957.703	52.460	5.795
1	85500	23.750	963.363	58.120	6.421
2	181200	50.333	965.543	60.300	6.662
3	242700	67.417	966.977	61.733	6.820
4	328200	91.167	966.977	61.733	6.820
5	418800	116.333	967.473	62.230	6.875

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.19 แสดงผลข้อมูลการดูดซึม w/c 0.25 บ่มด้วยพลาสติกคลุม อายุครบ 14 วัน ทดสอบดูดซึมด้วย สาร Darex aea

Area = 8517.75 mm^2 Density of water = 0.001 g/mm^2

time		time (hr)	Sample		wt. water
day	s		mass(g)	△mass	of Penetration (%)
	0	0.000	871.93	0.000	0.000
	60	0.017	888.23	16.300	1.871
	300	0.083	897.05	25.123	2.883
	600	0.167	902.49	30.563	3.508
	1200	0.333	906.53	34.607	3.972
	1800	0.500	909.18	37.250	4.275
	3600	1.000	912.51	40.583	4.657
	7200	2.000	915.52	43.593	5.003
	10800	3.000	917.55	45.620	5.235
	14400	4.000	918.67	46.747	5.364
	18000	5.000	919.45	47.527	5.454
	21600	6.000	920.22	48.293	5.542
1	85500	23.750	924.73	52.803	6.059
2	181200	50.333	926.34	54.413	6.244
3	242700	67.417	927.42	55.490	6.367
4	328200	91.167	928.03	56.100	6.437
5	418800	116.333	928.39	56.463	6.479

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.20 แสดงผลข้อมูลการดูดซึม w/c 0.25 บ่มด้วยน้ำ อายุครบ 14 วัน ทดสอบดูดซึมด้วย สาร Darex aea

Area = 8517.75 mm^2 Density of water = 0.001 g/mm^2

time		time (hr)	Sample		wt. water
day	s		mass(g)	△mass	of Penetration (%)
	0	0.000	931.850	0.000	0.000
	60	0.017	937.943	6.093	0.655
	300	0.083	941.473	9.623	1.035
	600	0.167	943.170	11.320	1.218
	1200	0.333	944.497	12.647	1.361
	1800	0.500	945.193	13.343	1.436
	3600	1.000	946.223	14.373	1.547
	7200	2.000	947.160	15.310	1.648
	10800	3.000	947.743	15.893	1.710
	14400	4.000	948.120	16.270	1.751
	18000	5.000	948.373	16.523	1.778
	21600	6.000	948.643	16.793	1.807
1	85500	23.750	950.303	18.453	1.986
2	181200	50.333	951.013	19.163	2.062
3	242700	67.417	951.607	19.757	2.126
4	328200	91.167	951.943	20.093	2.162
5	418800	116.333	952.580	20.730	2.233

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.21 แสดงผลข้อมูลการดูดซึม w/c 0.25 บ่มด้วยอากาศ อายุครบ 28 วัน ทดสอบดูดซึมด้วยสาร Darex aea

Area = 8517.75 mm^2 Density of water = 0.001 g/mm^2

time		time (hr)	Sample		wt. water of Penetration (%)
day	s		mass(g)	△mass	
	0	0.000	884.88	0.000	0.000
	60	0.017	895.15	10.273	1.162
	300	0.083	901.48	16.600	1.878
	600	0.167	906.64	21.760	2.461
	1200	0.333	911.95	27.070	3.063
	1800	0.500	916.20	31.323	3.544
	3600	1.000	922.66	37.787	4.276
	7200	2.000	929.61	44.737	5.062
	10800	3.000	935.01	50.137	5.673
	14400	4.000	936.47	51.593	5.837
	18000	5.000	937.48	52.603	5.951
	21600	6.000	938.52	53.643	6.068
1	85500	23.750	942.02	57.143	6.463
2	181200	50.333	943.86	58.983	6.671
3	242700	67.417	945.28	60.407	6.832
4	328200	91.167	945.75	60.870	6.885
5	418800	116.333	946.36	61.480	6.954

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.22 แสดงผลข้อมูลการดูดซึม w/c 0.25 บ่มด้วยพลาสติกคลุม อายุครบ 28 วัน ทดสอบ ดูดซึม ด้วยสาร Darex aea

Area = 8517.75 mm^2 Density of water = 0.001 g/mm^2

time		time (hr)	Sample		wt. water of Penetration (%)
day	s		mass(g)	△mass	
	0	0.000	881.60	0.000	0.000
	60	0.017	893.69	12.093	1.373
	300	0.083	900.50	18.907	2.147
	600	0.167	905.25	23.657	2.686
	1200	0.333	910.32	28.723	3.261
	1800	0.500	914.13	32.530	3.694
	3600	1.000	920.55	38.957	4.424
	7200	2.000	928.34	46.740	5.305
	10800	3.000	931.92	50.320	5.712
	14400	4.000	933.49	51.893	5.890
	18000	5.000	934.61	53.013	6.017
	21600	6.000	935.45	53.853	6.113
1	85500	23.750	939.69	58.093	6.594
2	181200	50.333	942.68	61.087	6.931
3	242700	67.417	944.16	62.567	7.099
4	328200	91.167	944.76	63.163	7.167
5	418800	116.333	945.49	63.897	7.250

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.23 แสดงผลข้อมูลการดูดซึม w/c 0.25 บ่มด้วยน้ำ อายุครบ 28 วัน ทดสอบดูดซึม ด้วยสาร Darex aea

Area = 8517.75 mm^2 Density of water = 0.001 g/mm^2

time		time (hr)	Sample		wt. water
day	s		mass(g)	△mass	of Penetration (%)
	0	0.000	939.75	0.000	0.000
	60	0.017	944.45	4.693	0.500
	300	0.083	946.60	6.843	0.730
	600	0.167	948.04	8.287	0.884
	1200	0.333	949.29	9.533	1.017
	1800	0.500	950.11	10.353	1.105
	3600	1.000	951.63	11.873	1.268
	7200	2.000	952.23	12.473	1.332
	10800	3.000	953.46	13.703	1.462
	14400	4.000	953.93	14.180	1.513
	18000	5.000	954.26	14.503	1.547
	21600	6.000	954.47	14.717	1.570
1	85500	23.750	956.28	16.527	1.763
2	181200	50.333	957.51	17.757	1.894
3	242700	67.417	958.49	18.733	1.998
4	328200	91.167	958.73	18.977	2.024
5	418800	116.333	959.12	19.363	2.065

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.24 แสดงผลข้อมูลการดูดซึม w/c 0.25 บ่มด้วยอากาศอายุครบ 1 วัน ทดสอบดูดซึมด้วยน้ำ

Area = 8517.75 mm^2 Density of water = 0.001 g/mm^2

time		time (hr)	Sample		wt. water
day	s		mass(g)	△mass	of Penetration (%)
	0	0.000	907.31	0.000	0.000
	60	0.017	918.35	11.040	1.216
	300	0.083	925.92	18.610	2.051
	600	0.167	929.05	21.737	2.396
	1200	0.333	931.59	24.283	2.677
	1800	0.500	933.08	25.767	2.841
	3600	1.000	935.42	28.113	3.100
	7200	2.000	937.59	30.280	3.339
	10800	3.000	938.73	31.423	3.465
	14400	4.000	939.62	32.310	3.563
	18000	5.000	940.24	32.933	3.631
	21600	6.000	940.69	33.380	3.681
1	85500	23.750	944.02	36.710	4.047
2	181200	50.333	945.73	38.420	4.236
3	242700	67.417	946.44	39.130	4.314
4	328200	91.167	946.97	39.657	4.372
5	418800	116.333	947.36	40.047	4.415

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.25 แสดงผลข้อมูลการดูดซึม w/c 0.25 บ่มด้วยอากาศ อายุครบ 3 วัน ทดสอบดูดซึมด้วยน้ำ

Area = 8517.75 mm^2 Density of water = 0.001 g/mm^2

time		time (hr)	Sample		wt. water of Penetration (%)
day	s		mass(g)	△mass	
	0	0.000	911.940	0.000	0.000
	60	0.017	923.190	11.250	1.235
	300	0.083	936.803	24.863	2.728
	600	0.167	944.043	32.103	3.522
	1200	0.333	949.463	37.523	4.116
	1800	0.500	951.837	39.897	4.376
	3600	1.000	953.623	41.683	4.572
	7200	2.000	955.793	43.853	4.809
	10800	3.000	956.837	44.897	4.924
	14400	4.000	957.743	45.803	5.023
	18000	5.000	958.200	46.260	5.073
	21600	6.000	958.437	46.497	5.099
1	85500	23.750	961.307	49.367	5.414
2	181200	50.333	963.577	51.637	5.663
3	242700	67.417	964.707	52.767	5.787
4	328200	91.167	965.363	53.423	5.859
5	418800	116.333	965.750	53.810	5.901

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.26 แสดงผลข้อมูลการดูดซึม w/c 0.25 บ่มด้วยพลาสติกคลุม ครบ 3 วัน ทดสอบดูดซึมด้วยน้ำ

Area = 8517.75 mm^2 Density of water = 0.001 g/mm^2

time		time (hr)	Sample		wt. water of Penetration (%)
day	s		mass(g)	△mass	
	0	0.000	896.120	0.000	0.000
	60	0.017	902.837	6.717	1.554
	300	0.083	914.440	18.320	2.787
	600	0.167	920.813	24.693	3.476
	1200	0.333	925.420	29.300	3.976
	1800	0.500	927.630	31.510	4.209
	3600	1.000	930.123	34.003	4.483
	7200	2.000	932.070	35.950	4.701
	10800	3.000	932.070	35.950	4.701
	14400	4.000	933.107	36.987	4.817
	18000	5.000	933.870	37.750	4.897
	21600	6.000	934.397	38.277	4.957
1	85500	23.750	937.467	41.347	5.301
2	181200	50.333	939.747	43.627	5.557
3	242700	67.417	940.720	44.600	5.660
4	328200	91.167	941.487	45.367	5.741
5	418800	116.333	941.893	45.773	5.788

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.27 แสดงผลข้อมูลการดูดซึม w/c 0.25 บ่มด้วยน้ำ ครบ 3 วัน ทดสอบดูดซึมด้วยน้ำ

Area = 8517.75 mm^2 Density of water = 0.001 g/mm^2

time		time (hr)	Sample		wt. water of Penetration (%)
day	s		mass(g)	△mass	
	0	0.000	928.097	0.000	0.000
	60	0.017	940.653	12.557	1.334
	300	0.083	948.210	20.113	2.119
	600	0.167	951.503	23.407	2.471
	1200	0.333	953.550	25.453	2.673
	1800	0.500	954.517	26.420	2.766
	3600	1.000	955.777	27.680	2.894
	7200	2.000	957.133	29.037	3.028
	10800	3.000	957.920	29.823	3.106
	14400	4.000	958.477	30.380	3.168
	18000	5.000	958.910	30.813	3.211
	21600	6.000	959.167	31.070	3.238
1	85500	23.750	961.033	32.937	3.429
2	181200	50.333	962.927	34.830	3.638
3	242700	67.417	963.767	35.670	3.727
4	328200	91.167	964.630	36.533	3.807
5	418800	116.333	964.810	36.713	3.837

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.28 แสดงผลข้อมูลการดูดซึม w/c 0.25 บ่มด้วยอากาศ ครบ 7 วัน ทดสอบดูดซึมด้วยน้ำ

Area = 8517.75 mm^2 Density of water = 0.001 g/mm^2

time		time (hr)	Sample		wt. water
day	s		mass(g)	△mass	of Penetration (%)
	0	0.000	869.043	0.000	0.000
	60	0.017	880.147	11.103	1.278
	300	0.083	889.400	20.357	2.343
	600	0.167	894.600	25.557	2.942
	1200	0.333	900.013	30.970	3.565
	1800	0.500	903.867	34.823	4.009
	3600	1.000	907.538	38.495	4.431
	7200	2.000	910.070	41.027	4.723
	10800	3.000	912.237	43.193	4.972
	14400	4.000	913.910	44.867	5.165
	18000	5.000	914.590	45.547	5.243
	21600	6.000	915.323	46.280	5.328
1	85500	23.750	919.630	50.587	5.824
2	181200	50.333	921.300	52.257	6.016
3	242700	67.417	922.117	53.073	6.110
4	328200	91.167	922.763	53.720	6.184
5	418800	116.333	923.267	54.223	6.242

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.29 แสดงผลข้อมูลการดูดซึม w/c 0.25 บ่มด้วยพลาสติกคลุม ครบ 7 วัน ทดสอบดูดซึมด้วยน้ำ

Area = 8517.75 mm^2 Density of water = 0.001 g/mm^2

time		time (hr)	Sample		wt. water
day	s		mass(g)	△mass	of Penetration (%)
	0	0.000	871.927	0.000	0.000
	60	0.017	888.227	16.300	1.871
	300	0.083	897.050	25.123	2.883
	600	0.167	902.490	30.563	3.508
	1200	0.333	906.533	34.607	3.972
	1800	0.500	909.177	37.250	4.275
	3600	1.000	912.510	40.583	4.657
	7200	2.000	915.520	43.593	5.003
	10800	3.000	917.547	45.620	5.235
	14400	4.000	918.673	46.747	5.364
	18000	5.000	919.453	47.527	5.454
	21600	6.000	920.220	48.293	5.542
1	85500	23.750	924.730	52.803	6.059
2	181200	50.333	926.340	54.413	6.244
3	242700	67.417	927.417	55.490	6.367
4	328200	91.167	928.027	56.100	6.437
5	418800	116.333	928.390	56.463	6.479

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.30 แสดงผลข้อมูลการดูดซึม w/c 0.25 บ่มด้วยน้ำ ครบ 7 วัน ทดสอบดูดซึม ด้วยน้ำ

Area = 8517.75 mm^2 Density of water = 0.001 g/mm^2

time		time (hr)	Sample		wt. water
day	s		mass(g)	△mass	of Penetration (%)
	0	0.000	922.893	0.000	0.000
	60	0.017	928.407	5.513	0.546
	300	0.083	931.297	8.403	0.824
	600	0.167	932.523	9.630	0.943
	1200	0.333	934.123	11.230	1.099
	1800	0.500	935.220	12.327	1.207
	3600	1.000	936.723	13.830	1.364
	7200	2.000	938.063	15.170	1.511
	10800	3.000	938.893	16.000	1.601
	14400	4.000	939.420	16.527	1.663
	18000	5.000	939.780	16.887	1.704
	21600	6.000	940.100	17.207	1.738
1	85500	23.750	942.437	19.543	1.996
2	181200	50.333	943.500	20.607	2.115
3	242700	67.417	944.140	21.247	2.183
4	328200	91.167	944.537	21.643	2.224
5	418800	116.333	944.837	21.943	2.260

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.31 แสดงผลข้อมูลการดูดซึม w/c 0.25 บ่มด้วยอากาศ ครบ 14 วัน ทดสอบดูดซึมด้วยน้ำ

Area = 8517.75 mm^2 Density of water = 0.001 g/mm^2

time		time (hr)	Sample		wt. water
day	s		mass(g)	△mass	of Penetration (%)
	0	0.000	895.070	0.000	0.000
	60	0.017	910.777	15.707	1.754
	300	0.083	925.680	30.610	3.420
	600	0.167	933.607	38.537	4.306
	1200	0.333	939.197	44.127	4.931
	1800	0.500	942.153	47.083	5.262
	3600	1.000	945.337	50.267	5.618
	7200	2.000	947.977	52.907	5.913
	10800	3.000	949.330	54.260	6.064
	14400	4.000	950.483	55.413	6.193
	18000	5.000	951.077	56.007	6.259
	21600	6.000	951.650	56.580	6.323
1	85500	23.750	954.953	59.883	6.692
2	181200	50.333	956.763	61.693	6.894
3	242700	67.417	958.213	63.143	7.057
4	328200	91.167	958.213	63.143	7.057
5	418800	116.333	958.750	63.680	7.116

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.32 แสดงผลข้อมูลการดูดซึม w/c 0.25 บ่มด้วยพลาสติกคลุม ครบ 14 วัน ทดสอบดูดซึมด้วยน้ำ

Area = 8517.75 mm^2 Density of water = 0.001 g/mm^2

time		time (hr)	Sample		wt. water of Penetration (%)
day	s		mass(g)	△mass	
	0	0.000	900.623	0.000	0.000
	60	0.017	917.270	16.647	1.849
	300	0.083	924.950	24.327	2.700
	600	0.167	927.793	27.170	3.016
	1200	0.333	931.363	30.740	3.412
	1800	0.500	934.617	33.993	3.774
	3600	1.000	938.503	37.880	4.205
	7200	2.000	942.443	41.820	4.643
	10800	3.000	943.967	43.343	4.812
	14400	4.000	945.830	45.207	5.019
	18000	5.000	947.073	46.450	5.157
	21600	6.000	946.677	46.053	5.113
1	85500	23.750	950.550	49.927	5.543
2	181200	50.333	953.233	52.610	5.842
3	242700	67.417	954.687	54.063	6.003
4	328200	91.167	955.640	55.017	6.109
5	418800	116.333	956.390	55.767	6.192

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.33 แสดงผลข้อมูลการดูดซึม w/c 0.25 บ่มด้วยน้ำ ครบ 14 วัน ทดสอบดูดซึม ด้วยน้ำ

Area = 8517.75 mm^2 Density of water = 0.001 g/mm^2

time		time (hr)	Sample		wt. water of Penetration (%)
day	s		mass(g)	△mass	
	0	0.000	922.893	0.000	0.000
	60	0.017	928.407	5.513	0.546
	300	0.083	931.297	8.403	0.824
	600	0.167	932.523	9.630	0.943
	1200	0.333	934.123	11.230	1.099
	1800	0.500	935.220	12.327	1.207
	3600	1.000	936.723	13.830	1.364
	7200	2.000	938.063	15.170	1.511
	10800	3.000	938.893	16.000	1.601
	14400	4.000	939.420	16.527	1.663
	18000	5.000	939.780	16.887	1.704
	21600	6.000	940.100	17.207	1.738
1	85500	23.750	942.437	19.543	1.996
2	181200	50.333	943.500	20.607	2.115
3	242700	67.417	944.140	21.247	2.183
4	328200	91.167	944.537	21.643	2.224
5	418800	116.333	944.837	21.943	2.260

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.34 แสดงผลข้อมูลการดูดซึม w/c 0.25 บ่มด้วยอากาศ ครบ 28 วัน ทดสอบดูดซึมด้วยน้ำ

Area = 8517.75 mm^2 Density of water = 0.001 g/mm^2

time		time (hr)	Sample		wt. water of Penetration (%)
day	s		mass(g)	△mass	
	0	0.000	862.583	0.000	0.000
	60	0.017	872.133	9.550	1.107
	300	0.083	879.793	17.210	1.997
	600	0.167	886.913	24.330	2.822
	1200	0.333	890.730	28.147	3.264
	1800	0.500	892.873	30.290	3.513
	3600	1.000	895.763	33.180	3.848
	7200	2.000	900.653	38.070	4.415
	10800	3.000	903.867	41.283	4.787
	14400	4.000	904.443	41.860	4.854
	18000	5.000	905.867	43.283	5.019
	21600	6.000	906.267	43.683	5.066
1	85500	23.750	915.013	52.430	6.080
2	181200	50.333	916.777	54.193	6.284
3	242700	67.417	917.863	55.280	6.410
4	328200	91.167	918.833	56.250	6.523
5	418800	116.333	919.440	56.857	6.593

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.35 แสดงผลข้อมูลการดูดซึม w/c 0.25 บ่มด้วยพลาสติกคลุม ครบ 28 วัน ทดสอบดูดซึมด้วยน้ำ

Area = 8517.75 mm^2 Density of water = 0.001 g/mm^2

time		time (hr)	Sample		wt. water of Penetration (%)
day	s		mass(g)	△mass	
	0	0.000	886.45	0.000	0.000
	60	0.017	895.54	9.093	1.026
	300	0.083	906.47	20.023	2.266
	600	0.167	912.02	25.570	2.896
	1200	0.333	916.98	30.533	3.455
	1800	0.500	919.95	33.503	3.790
	3600	1.000	925.86	39.410	4.457
	7200	2.000	931.97	45.520	5.146
	10800	3.000	936.28	49.833	5.633
	14400	4.000	937.01	50.560	5.715
	18000	5.000	938.53	52.077	5.886
	21600	6.000	938.96	52.513	5.935
1	85500	23.750	942.11	55.660	6.289
2	181200	50.333	944.11	57.657	6.515
3	242700	67.417	945.40	58.947	6.660
4	328200	91.167	946.08	59.633	6.738
5	418800	116.333	946.59	60.137	6.795

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.36 แสดงผลข้อมูลการดูดซึม w/c 0.25 บ่มด้วยน้ำ ครบ 28 วัน ทดสอบดูดซึม ด้วยน้ำ

Area = 8517.75 mm^2 Density of water = 0.001 g/mm^2

time		time (hr)	Sample		wt. water
day	s		mass(g)	△mass	of Penetration (%)
	0	0.000	938.14	0.000	0.000
	60	0.017	944.20	6.060	0.652
	300	0.083	946.67	8.530	0.950
	600	0.167	947.80	9.663	1.074
	1200	0.333	948.76	10.620	1.188
	1800	0.500	949.36	11.223	1.261
	3600	1.000	950.08	11.940	1.343
	7200	2.000	950.82	12.677	1.430
	10800	3.000	951.88	13.740	1.550
	14400	4.000	952.23	14.093	1.592
	18000	5.000	952.46	14.320	1.615
	21600	6.000	952.58	14.440	1.626
1	85500	23.750	954.83	16.690	1.883
2	181200	50.333	956.14	18.000	2.026
3	242700	67.417	957.17	19.027	2.131
4	328200	91.167	957.58	19.440	2.179
5	418800	116.333	958.01	19.870	2.223

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.37 แสดงผลข้อมูลของปฏิกิริยาไฮเดรชั่นที่ความลึกต่างๆ w/c 0.25 บ่มด้วย Micro air ตลอดเวลา 28 วัน

ความลึก (มม.)	น้ำหนักเฉลี่ยที่ผ่านการอบอุณภูมิ 105 °c ($M_{105°c,กรัม}$)	น้ำหนักเฉลี่ยที่ผ่านการอบอุณภูมิ 950 °c ($M_{950°c,กรัม}$)	ระดับปฏิกิริยาไฮเดรชั่น (D.H.,%)
0 - 50	295.52	249.60	71.33
50 – 100	304.36	256.12	73.19
100- 150	308.60	259.57	73.42
150 - 200	296.22	249.27	73.19
200 - 250	307.74	259.20	72.73
250 - 300	316.09	268.00	69.40

ตารางที่ ผ.ก.38 แสดงผลข้อมูลของปฏิกิริยาไฮเดรชั่นที่ความลึกต่างๆ w/c 0.25 เมื่ออายุ 3 วัน บ่มด้วยสาร Micro air

ความลึก (มม.)	น้ำหนักเฉลี่ยที่ผ่านการอบอุณภูมิ 105 °c ($M_{105°c,กรัม}$)	น้ำหนักเฉลี่ยที่ผ่านการอบอุณภูมิ 950 °c ($M_{950°c,กรัม}$)	ระดับปฏิกิริยาไฮเดรชั่น (D.H.,%)
0 – 50	302.44	255.50	71.22
50 – 100	295.05	248.75	72.25
100 – 150	300.98	253.56	72.62
150 – 200	292.59	246.75	72.10
200 – 250	301.33	254.42	71.50
250 - 300	314.63	266.72	69.48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.39 แสดงผลข้อมูลของปฏิกิริยาไฮเดรชั่นที่ความลึกต่างๆ w/c 0.25 เมื่ออายุ 7 วัน บ่มด้วยสาร Micro air

ความลึก (มม.)	น้ำหนักเฉลี่ยที่ผ่านการอบอุณภูมิ 105 °c ($M_{105°c,กรัม}$)	น้ำหนักเฉลี่ยที่ผ่านการอบอุณภูมิ 950 °c ($M_{950°c,กรัม}$)	ระดับปฏิกิริยาไฮเดรชั่น (D.H.,%)
0 – 50	268.56	228.50	67.64
50 – 100	293.65	249.97	67.39
100 – 150	301.28	256.09	68.13
150 – 200	290.83	247.00	68.55
200 – 250	304.22	259.04	67.25
250 - 300	318.44	272.54	64.70

ตารางที่ ผ.ก.40 แสดงผลข้อมูลของปฏิกิริยาไฮเดรชั่นที่ความลึกต่างๆ w/c 0.25 เมื่ออายุ 14 วัน บ่มด้วยสาร Micro air

ความลึก (มม.)	น้ำหนักเฉลี่ยที่ผ่านการอบอุณภูมิ 105 °c ($M_{105°c,กรัม}$)	น้ำหนักเฉลี่ยที่ผ่านการอบอุณภูมิ 950 °c ($M_{950°c,กรัม}$)	ระดับปฏิกิริยาไฮเดรชั่น (D.H.,%)
0 – 50	250.48	214.37	64.71
50 – 100	303.65	259.37	65.68
100 – 150	297.48	253.84	66.19
150 – 200	314.25	267.88	66.70
200 – 250	290.49	248.52	64.90
250 - 300	282.57	245.08	58.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.41 แสดงผลข้อมูลของปฏิกิริยาไฮเดรชั่นที่ความลึกต่างๆ w/c 0.30 บ่มด้วยสาร Micro air ตลอดเวลา 28 วัน

ความลึก (มม.)	น้ำหนักเฉลี่ยที่ผ่านการอบอุณภูมิ 105 °c ($M_{105°c,กรัม}$)	น้ำหนักเฉลี่ยที่ผ่านการอบอุณภูมิ 950 °c ($M_{950°c,กรัม}$)	ระดับปฏิกิริยาไฮเดรชั่น (D.H.,%)
0 – 50	259.25	215.71	78.94
50 – 100	301.71	250.46	80.13
100 – 150	276.10	229.17	80.19
150 – 200	293.54	243.71	80.06
200 – 250	291.73	242.69	79.04
250 - 300	282.54	237.87	72.95

ตารางที่ ผ.ก.42 แสดงผลข้อมูลของปฏิกิริยาไฮเดรชั่นที่ความลึกต่างๆ w/c 0.30 เมื่ออายุ 3 วัน บ่มด้วยสาร Micro air

ความลึก (มม.)	น้ำหนักเฉลี่ยที่ผ่านการอบอุณภูมิ 105 °c ($M_{105°c,กรัม}$)	น้ำหนักเฉลี่ยที่ผ่านการอบอุณภูมิ 950 °c ($M_{950°c,กรัม}$)	ระดับปฏิกิริยาไฮเดรชั่น (D.H.,%)
0 – 50	307.92	257.33	76.71
50 – 100	275.96	230.11	77.84
100 – 150	289.64	241.01	78.91
150 – 200	261.67	218.45	77.24
200 – 250	273.09	229.04	74.89
250 - 300	313.48	266.72	67.64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.43 แสดงผลข้อมูลของปฏิกิริยาไฮเดรชั่นที่ความลึกต่างๆ w/c 0.30 เมื่ออายุ 7 วัน บ่มด้วยสาร Micro air

ความลึก (มม.)	น้ำหนักเฉลี่ยที่ผ่านการอบอุณภูมิ 105 °c ($M_{105°c,กรัม}$)	น้ำหนักเฉลี่ยที่ผ่านการอบอุณภูมิ 950 °c ($M_{950°c,กรัม}$)	ระดับปฏิกิริยาไฮเดรชั่น (D.H.,%)
0 – 50	283.37	239.59	70.80
50 – 100	288.07	243.28	71.39
100 – 150	259.52	218.70	72.47
150 – 200	295.83	249.72	71.61
200 – 250	283.34	240.09	69.69
250 - 300	266.72	229.39	62.28

ตารางที่ ผ.ก.44 แสดงผลข้อมูลของปฏิกิริยาไฮเดรชั่นที่ความลึกต่างๆ w/c 0.30 เมื่ออายุ 14 วัน บ่มด้วยสาร Micro air

ความลึก (มม.)	น้ำหนักเฉลี่ยที่ผ่านการอบอุณภูมิ 105 °c ($M_{105°c,กรัม}$)	น้ำหนักเฉลี่ยที่ผ่านการอบอุณภูมิ 950 °c ($M_{950°c,กรัม}$)	ระดับปฏิกิริยาไฮเดรชั่น (D.H.,%)
0 – 50	273.10	232.88	66.53
50 – 100	279.09	237.54	67.47
100 – 150	277.01	235.74	67.53
150 – 200	272.42	232.04	67.09
200 – 250	288.29	245.82	66.55
250 - 300	284.95	247.56	57.29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.45 แสดงผลข้อมูลของปฏิกิริยาไฮเดรชั่นที่ความลึกต่างๆ w/c 0.44 บ่มด้วยสาร Micro air ตลอดเวลา 28 วัน

ความลึก (มม.)	น้ำหนักเฉลี่ยที่ผ่านการอบอุณภูมิ 105 °c ($M_{105°c,กรัม}$)	น้ำหนักเฉลี่ยที่ผ่านการอบอุณภูมิ 950 °c ($M_{950°c,กรัม}$)	ระดับปฏิกิริยาไฮเดรชั่น (D.H.,%)
0 – 50	191.19	157.30	84.65
50 – 100	233.23	191.55	85.57
100 – 150	232.24	190.75	85.53
150 – 200	233.12	191.51	85.43
200 – 250	235.07	193.73	83.78
250 - 300	242.72	202.10	78.49

ตารางที่ ผ.ก.46 แสดงผลข้อมูลของปฏิกิริยาไฮเดรชั่นที่ความลึกต่างๆ w/c 0.44 เมื่ออายุ 3 วัน บ่มด้วยสาร Micro air

ความลึก (มม.)	น้ำหนักเฉลี่ยที่ผ่านการอบอุณภูมิ 105 °c ($M_{105°c,กรัม}$)	น้ำหนักเฉลี่ยที่ผ่านการอบอุณภูมิ 950 °c ($M_{950°c,กรัม}$)	ระดับปฏิกิริยาไฮเดรชั่น (D.H.,%)
0 – 50	222.89	184.50	81.51
50 – 100	238.00	196.68	82.37
100 – 150	229.90	189.93	82.52
150 – 200	243.56	201.25	82.43
200 – 250	230.01	191.41	78.78
250 - 300	242.53	202.10	78.09

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.47 แสดงผลข้อมูลของปฏิกิริยาไฮเดรชั่นที่ความลึกต่างๆ w/c 0.44 เมื่ออายุ 7 วัน บ่มด้วยสาร Micro air

ความลึก (ซม.)	น้ำหนักเฉลี่ยที่ผ่านการอบอุณภูมิ 105 °c ($M_{105°c,กรัม}$)	น้ำหนักเฉลี่ยที่ผ่านการอบอุณภูมิ 950 °c ($M_{950°c,กรัม}$)	ระดับปฏิกิริยาไฮเดรชั่น (D.H.,%)
0 – 50	221.55	185.00	77.04
50 – 100	236.26	196.34	79.49
100 – 150	240.72	199.66	80.48
150 – 200	236.12	196.27	79.37
200 – 250	217.24	181.41	77.01
250 - 300	234.86	198.14	71.82

ตารางที่ ผ.ก.48 แสดงผลข้อมูลของปฏิกิริยาไฮเดรชั่นที่ความลึกต่างๆ w/c 0.44 เมื่ออายุ 14 วัน บ่มด้วยสาร Micro air

ความลึก (ซม.)	น้ำหนักเฉลี่ยที่ผ่านการอบอุณภูมิ 105 °c ($M_{105°c,กรัม}$)	น้ำหนักเฉลี่ยที่ผ่านการอบอุณภูมิ 950 °c ($M_{950°c,กรัม}$)	ระดับปฏิกิริยาไฮเดรชั่น (D.H.,%)
0 – 50	207.61	174.59	73.44
50 – 100	229.10	192.28	74.45
100 – 150	236.12	198.23	74.30
150 – 200	230.16	193.11	74.60
200 – 250	233.55	196.74	72.58
250 - 300	212.58	180.87	67.56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.49 แสดงผลข้อมูลของปฏิกิริยาไฮเดรชั่นที่ความลึกต่างๆ w/c 0.25 บ่มด้วยสาร Darex aea ตลอดเวลา 28 วัน

ความลึก (มม.)	น้ำหนักเฉลี่ยที่ผ่านการอบอุณภูมิ 105 °c ($M_{105°c,กรัม}$)	น้ำหนักเฉลี่ยที่ผ่านการอบอุณภูมิ 950 °c ($M_{950°c,กรัม}$)	ระดับปฏิกิริยาไฮเดรชั่น (D.H.,%)
0 – 50	299.72	253.40	70.83
50 – 100	291.74	246.15	71.86
100 – 150	301.77	254.50	72.08
150 – 200	291.00	245.51	71.89
200 – 250	299.98	253.92	70.23
250 - 300	286.51	245.44	64.24

ตารางที่ ผ.ก.50 แสดงผลข้อมูลของปฏิกิริยาไฮเดรชั่นที่ความลึกต่างๆ w/c 0.25 เมื่ออายุ 3 วัน บ่มด้วยสาร Darex aea

ความลึก (มม.)	น้ำหนักเฉลี่ยที่ผ่านการอบอุณภูมิ 105 °c ($M_{105°c,กรัม}$)	น้ำหนักเฉลี่ยที่ผ่านการอบอุณภูมิ 950 °c ($M_{950°c,กรัม}$)	ระดับปฏิกิริยาไฮเดรชั่น (D.H.,%)
0 – 50	319.80	271.21	69.28
50 – 100	298.07	252.60	69.64
100 – 150	306.33	259.04	70.73
150 – 200	304.34	257.36	70.72
200 – 250	290.48	246.68	68.59
250 - 300	300.59	258.50	62.32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.51 แสดงผลข้อมูลของปฏิกิริยาไฮเดรชั่นที่ความลึกต่างๆ w/c 0.25 เมื่ออายุ 7 วัน บ่มด้วยสาร Darex aea

ความลึก (มม.)	น้ำหนักเฉลี่ยที่ผ่านการอบอุณภูมิ 105 °c ($M_{105°c,กรัม}$)	น้ำหนักเฉลี่ยที่ผ่านการอบอุณภูมิ 950 °c ($M_{950°c,กรัม}$)	ระดับปฏิกิริยาไฮเดรชั่น (D.H.,%)
0 – 50	272.63	232.52	66.44
50 – 100	322.61	275.51	65.78
100 – 150	280.14	239.04	66.20
150 – 200	302.52	258.53	65.44
200 – 250	305.10	261.72	63.56
250 – 300	296.70	257.08	58.61

ตารางที่ ผ.ก.52 แสดงผลข้อมูลของปฏิกิริยาไฮเดรชั่นที่ความลึกต่างๆ w/c 0.25 เมื่ออายุ 14 วัน บ่มด้วยสาร Darex aea

ความลึก (มม.)	น้ำหนักเฉลี่ยที่ผ่านการอบอุณภูมิ 105 °c ($M_{105°c,กรัม}$)	น้ำหนักเฉลี่ยที่ผ่านการอบอุณภูมิ 950 °c ($M_{950°c,กรัม}$)	ระดับปฏิกิริยาไฮเดรชั่น (D.H.,%)
0 – 50	300.68	258.11	63.21
50 – 100	288.63	247.42	63.91
100 – 150	285.85	245.17	63.64
150 – 200	288.16	247.37	63.20
200 – 250	286.03	247.86	58.56
250 – 300	311.10	273.34	51.80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.53 แสดงผลข้อมูลของปฏิกิริยาไฮเดรชั่นที่ความลึกต่างๆ w/c 0.30 บ่มด้วยสาร Darex aea ตลอดเวลา 28 วัน

ความลึก (มม.)	น้ำหนักเฉลี่ยที่ผ่านการอบอุณภูมิ 105 °c ($M_{105°c,กรัม}$)	น้ำหนักเฉลี่ยที่ผ่านการอบอุณภูมิ 950 °c ($M_{950°c,กรัม}$)	ระดับปฏิกิริยาไฮเดรชั่น (D.H.,%)
0 – 50	280.11	234.02	76.86
50 – 100	278.98	232.58	77.94
100 – 150	291.34	243.00	77.70
150 – 200	279.01	233.04	76.99
200 – 250	285.03	238.83	75.36
250 - 300	294.65	249.77	69.50

ตารางที่ ผ.ก.54 แสดงผลข้อมูลของปฏิกิริยาไฮเดรชั่นที่ความลึกต่างๆ w/c 0.30 เมื่ออายุ 3 วัน บ่มด้วยสาร Darex aea

ความลึก (มม.)	น้ำหนักเฉลี่ยที่ผ่านการอบอุณภูมิ 105 °c ($M_{105°c,กรัม}$)	น้ำหนักเฉลี่ยที่ผ่านการอบอุณภูมิ 950 °c ($M_{950°c,กรัม}$)	ระดับปฏิกิริยาไฮเดรชั่น (D.H.,%)
0 – 50	289.15	244.22	71.33
50 – 100	281.29	236.49	73.66
100 – 150	284.86	239.35	73.96
150 – 200	286.64	240.86	73.92
200 – 250	283.40	239.03	72.03
250 - 300	288.45	247.52	63.40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.55 แสดงผลข้อมูลของปฏิกิริยาไฮเดรชั่นที่ความลึกต่างๆ w/c 0.30 เมื่ออายุ 7 วัน บ่มด้วยสาร Darex aea

ความลึก (มม.)	น้ำหนักเฉลี่ยที่ผ่านการอบอุณภูมิ 105 °c ($M_{105°c,กรัม}$)	น้ำหนักเฉลี่ยที่ผ่านการอบอุณภูมิ 950 °c ($M_{950°c,กรัม}$)	ระดับปฏิกิริยาไฮเดรชั่น (D.H.,%)
0 – 50	288.59	245.16	68.42
50 – 100	271.54	230.63	68.52
100 – 150	279.40	237.21	68.72
150 – 200	285.30	242.59	67.96
200 – 250	285.21	242.75	67.47
250 - 300	266.18	230.49	58.92

ตารางที่ ผ.ก.56 แสดงผลข้อมูลของปฏิกิริยาไฮเดรชั่นที่ความลึกต่างๆ w/c 0.30 เมื่ออายุ 14 วัน บ่มด้วยสาร Darex aea

ความลึก (มม.)	น้ำหนักเฉลี่ยที่ผ่านการอบอุณภูมิ 105 °c ($M_{105°c,กรัม}$)	น้ำหนักเฉลี่ยที่ผ่านการอบอุณภูมิ 950 °c ($M_{950°c,กรัม}$)	ระดับปฏิกิริยาไฮเดรชั่น (D.H.,%)
0 – 50	285.28	245.12	62.75
50 – 100	278.84	239.28	63.38
100 – 150	268.12	230.60	62.27
150 – 200	280.00	240.57	62.78
200 – 250	292.00	251.07	62.40
250 - 300	269.67	235.37	55.03

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.57 แสดงผลข้อมูลของปฏิกิริยาไฮเดรชั่นที่ความลึกต่างๆ w/c 0.44 บ่มด้วยสาร Darex aea ตลอดเวลา 28 วัน

ความลึก (มม.)	น้ำหนักเฉลี่ยที่ผ่านการอบอุณภูมิ 105 °c ($M_{105°c,กรัม}$)	น้ำหนักเฉลี่ยที่ผ่านการอบอุณภูมิ 950 °c ($M_{950°c,กรัม}$)	ระดับปฏิกิริยาไฮเดรชั่น (D.H.,%)
0 – 50	228.81	188.47	84.05
50 – 100	238.52	196.44	84.13
100 – 150	239.46	197.17	84.24
150 – 200	240.13	197.91	83.75
200 – 250	223.58	185.34	80.77
250 - 300	251.93	211.67	73.90

ตารางที่ ผ.ก.58 แสดงผลข้อมูลของปฏิกิริยาไฮเดรชั่นที่ความลึกต่างๆ w/c 0.44 เมื่ออายุ 3 วัน บ่มด้วยสาร Darex aea

ความลึก (มม.)	น้ำหนักเฉลี่ยที่ผ่านการอบอุณภูมิ 105 °c ($M_{105°c,กรัม}$)	น้ำหนักเฉลี่ยที่ผ่านการอบอุณภูมิ 950 °c ($M_{950°c,กรัม}$)	ระดับปฏิกิริยาไฮเดรชั่น (D.H.,%)
0 – 50	219.21	182.52	78.51
50 – 100	230.83	192.39	77.99
100 – 150	232.55	193.11	79.88
150 – 200	244.67	203.62	78.75
200 – 250	231.11	193.29	76.23
250 - 300	255.32	214.91	72.97

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.59 แสดงผลข้อมูลของปฏิกิริยาไฮเดรชั่นที่ความลึกต่างๆ w/c 0.44 เมื่ออายุ 7 วัน บ่มด้วยสาร Darex aea

ความลึก (มม.)	น้ำหนักเฉลี่ยที่ผ่านการอบอุณภูมิ 105 °c ($M_{105°c,กรัม}$)	น้ำหนักเฉลี่ยที่ผ่านการอบอุณภูมิ 950 °c ($M_{950°c,กรัม}$)	ระดับปฏิกิริยาไฮเดรชั่น (D.H.,%)
0 – 50	214.21	180.39	72.74
50 – 100	219.44	184.56	73.38
100 – 150	233.67	196.24	74.13
150 – 200	231.05	194.20	73.71
200 – 250	234.67	197.05	74.20
250 - 300	248.68	212.28	65.92

ตารางที่ ผ.ก.60 แสดงผลข้อมูลของปฏิกิริยาไฮเดรชั่นที่ความลึกต่างๆ w/c 0.44 เมื่ออายุ 14 วัน บ่มด้วยสาร Darex aea

ความลึก (มม.)	น้ำหนักเฉลี่ยที่ผ่านการอบอุณภูมิ 105 °c ($M_{105°c,กรัม}$)	น้ำหนักเฉลี่ยที่ผ่านการอบอุณภูมิ 950 °c ($M_{950°c,กรัม}$)	ระดับปฏิกิริยาไฮเดรชั่น (D.H.,%)
0 – 50	226.92	193.30	66.96
50 – 100	235.86	200.33	68.43
100 – 150	231.00	196.02	68.89
150 – 200	246.02	208.80	68.81
200 – 250	243.70	207.41	67.41
250 - 300	243.21	208.81	63.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.61 แสดงผลข้อมูลของปฏิกิริยาไฮเดรชั่นที่ความลึกต่างๆ w/c 0.25 บ่มด้วยน้ำ ตลอดเวลา 28 วัน

ความลึก (มม.)	น้ำหนักเฉลี่ยที่ผ่านการอบอุณภูมิ 105 °c ($M_{105°c,กรัม}$)	น้ำหนักเฉลี่ยที่ผ่านการอบอุณภูมิ 950 °c ($M_{950°c,กรัม}$)	ระดับปฏิกิริยาไฮเดรชั่น (D.H.,%)
0 – 50	292.09	250.36	63.96
50 – 100	299.36	255.47	66.14
100 – 150	289.00	245.68	68.07
150 – 200	295.31	250.73	68.70
200 – 250	299.57	255.56	66.32
250 - 300	299.96	258.77	60.76

ตารางที่ ผ.ก.62 แสดงผลข้อมูลของปฏิกิริยาไฮเดรชั่นที่ความลึกต่างๆ w/c 0.25 เมื่ออายุ 3 วัน บ่มด้วยน้ำ

ความลึก (มม.)	น้ำหนักเฉลี่ยที่ผ่านการอบอุณภูมิ 105 °c ($M_{105°c,กรัม}$)	น้ำหนักเฉลี่ยที่ผ่านการอบอุณภูมิ 950 °c ($M_{950°c,กรัม}$)	ระดับปฏิกิริยาไฮเดรชั่น (D.H.,%)
0 – 50	297.49	254.97	64.00
50 – 100	302.38	257.71	66.79
100 – 150	312.10	265.87	67.03
150 – 200	296.46	252.92	66.29
200 – 250	295.99	253.50	64.36
250 - 300	297.02	257.18	58.95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.63 แสดงผลข้อมูลของปฏิกิริยาไฮเดรชั่นที่ความลึกต่างๆ w/c 0.25 เมื่ออายุ 7 วัน บ่มด้วยน้ำ

ความลึก (มม.)	น้ำหนักเฉลี่ยที่ผ่านการอบอุณภูมิ 105 °c ($M_{105°c,กรัม}$)	น้ำหนักเฉลี่ยที่ผ่านการอบอุณภูมิ 950 °c ($M_{950°c,กรัม}$)	ระดับปฏิกิริยาไฮเดรชั่น (D.H.,%)
0 – 50	294.51	255.20	58.57
50 – 100	301.09	259.10	61.99
100 – 150	287.10	246.96	62.19
150 – 200	301.27	259.39	61.73
200 – 250	283.28	245.51	58.49
250 - 300	292.57	255.59	54.59

ตารางที่ ผ.ก.64 แสดงผลข้อมูลของปฏิกิริยาไฮเดรชั่นที่ความลึกต่างๆ w/c 0.25 เมื่ออายุ 14 วัน บ่มด้วยน้ำ

ความลึก (มม.)	น้ำหนักเฉลี่ยที่ผ่านการอบอุณภูมิ 105 °c ($M_{105°c,กรัม}$)	น้ำหนักเฉลี่ยที่ผ่านการอบอุณภูมิ 950 °c ($M_{950°c,กรัม}$)	ระดับปฏิกิริยาไฮเดรชั่น (D.H.,%)
0 – 50	299.00	262.92	51.41
50 – 100	289.43	252.56	55.14
100 – 150	301.48	262.50	56.21
150 – 200	292.96	255.80	54.84
200 – 250	269.28	236.20	52.61
250 - 300	306.65	271.44	48.21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.65 แสดงผลข้อมูลของปฏิกิริยาไฮเดรชั่นที่ความลึกต่างๆ w/c 0.30 บ่มด้วยน้ำ ตลอดเวลา 28 วัน

ความลึก (มม.)	น้ำหนักเฉลี่ยที่ผ่านการอบอุณภูมิ 105 °c ($M_{105°c,กรัม}$)	น้ำหนักเฉลี่ยที่ผ่านการอบอุณภูมิ 950 °c ($M_{950°c,กรัม}$)	ระดับปฏิกิริยาไฮเดรชั่น (D.H.,%)
0 – 50	285.24	240.86	71.45
50 – 100	288.95	243.09	73.32
100 – 150	249.11	209.66	73.11
150 – 200	290.60	245.00	72.24
200 – 250	254.78	216.46	68.37
250 - 300	305.92	262.33	63.74

ตารางที่ ผ.ก.66 แสดงผลข้อมูลของปฏิกิริยาไฮเดรชั่นที่ความลึกต่างๆ w/c 0.30 เมื่ออายุ 3 วัน บ่มด้วยน้ำ

ความลึก (มม.)	น้ำหนักเฉลี่ยที่ผ่านการอบอุณภูมิ 105 °c ($M_{105°c,กรัม}$)	น้ำหนักเฉลี่ยที่ผ่านการอบอุณภูมิ 950 °c ($M_{950°c,กรัม}$)	ระดับปฏิกิริยาไฮเดรชั่น (D.H.,%)
0 – 50	274.59	233.65	67.60
50 – 100	282.46	239.16	70.08
100 – 150	272.91	231.66	68.81
150 – 200	293.75	249.34	68.83
200 – 250	258.52	220.12	67.27
250 - 300	293.18	251.87	62.82

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.67 แสดงผลข้อมูลของปฏิกิริยาไฮเดรชั่นที่ความลึกต่างๆ w/c 0.30 เมื่ออายุ 7 วัน บ่มด้วยน้ำ

ความลึก (มม.)	น้ำหนักเฉลี่ยที่ผ่านการอบอุณภูมิ 105 °c ($M_{105°c,กรัม}$)	น้ำหนักเฉลี่ยที่ผ่านการอบอุณภูมิ 950 °c ($M_{950°c,กรัม}$)	ระดับปฏิกิริยาไฮเดรชั่น (D.H.,%)
0 – 50	329.09	282.51	60.18
50 – 100	279.04	238.60	61.59
100 – 150	300.40	256.32	62.06
150 – 200	270.40	232.02	61.59
200 – 250	268.79	233.02	56.52
250 – 300	293.76	256.94	52.34

ตารางที่ ผ.ก.68 แสดงผลข้อมูลของปฏิกิริยาไฮเดรชั่นที่ความลึกต่างๆ w/c 0.30 เมื่ออายุ 14 วัน บ่มด้วยน้ำ

ความลึก (มม.)	น้ำหนักเฉลี่ยที่ผ่านการอบอุณภูมิ 105 °c ($M_{105°c,กรัม}$)	น้ำหนักเฉลี่ยที่ผ่านการอบอุณภูมิ 950 °c ($M_{950°c,กรัม}$)	ระดับปฏิกิริยาไฮเดรชั่น (D.H.,%)
0 – 50	263.01	231.83	57.60
50 – 100	291.73	254.65	58.33
100 – 150	277.13	242.04	58.23
150 – 200	288.68	252.02	58.30
200 – 250	246.86	217.54	54.29
250 - 300	288.22	254.60	50.71

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.69 แสดงผลข้อมูลของปฏิกิริยาไฮเดรชั่นที่ความลึกต่างๆ w/c 0.44 บ่มด้วยน้ำ ตลอดเวลา 28 วัน

ความลึก (มม.)	น้ำหนักเฉลี่ยที่ผ่านการอบอุณภูมิ 105 °c ($M_{105°c,กรัม}$)	น้ำหนักเฉลี่ยที่ผ่านการอบอุณภูมิ 950 °c ($M_{950°c,กรัม}$)	ระดับปฏิกิริยาไฮเดรชั่น (D.H.,%)
0 – 50	225.97	184.38	77.41
50 – 100	241.12	196.65	78.38
100 – 150	223.62	182.42	79.28
150 – 200	230.74	187.70	79.21
200 – 250	208.15	169.23	78.26
250 – 300	268.89	221.27	71.08

ตารางที่ ผ.ก.70 แสดงผลข้อมูลของปฏิกิริยาไฮเดรชั่นที่ความลึกต่างๆ w/c 0.44 เมื่ออายุ 3 วัน บ่มด้วยน้ำ

ความลึก (มม.)	น้ำหนักเฉลี่ยที่ผ่านการอบอุณภูมิ 105 °c ($M_{105°c,กรัม}$)	น้ำหนักเฉลี่ยที่ผ่านการอบอุณภูมิ 950 °c ($M_{950°c,กรัม}$)	ระดับปฏิกิริยาไฮเดรชั่น (D.H.,%)
0 – 50	251.58	206.89	74.60
50 – 100	240.29	196.32	75.26
100 – 150	250.50	204.80	75.45
150 – 200	251.36	205.09	76.52
200 – 250	210.32	171.69	73.83
250 - 300	259.77	213.50	73.22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.71 แสดงผลข้อมูลของปฏิกิริยาไฮเดรชั่นที่ความลึกต่างๆ w/c 0.44 เมื่ออายุ 7 วัน บ่มด้วยน้ำ

ความลึก (มม.)	น้ำหนักเฉลี่ยที่ผ่านการอบอุณภูมิ 105 °c ($M_{105°c,กรัม}$)	น้ำหนักเฉลี่ยที่ผ่านการอบอุณภูมิ 950 °c ($M_{950°c,กรัม}$)	ระดับปฏิกิริยาไฮเดรชั่น (D.H.,%)
0 – 50	209.68	174.60	68.70
50 – 100	247.68	203.44	68.76
100 – 150	227.58	187.13	69.02
150 – 200	220.40	181.41	67.99
200 – 250	248.47	204.83	66.99
250 - 300	152.26	127.72	64.72

ตารางที่ ผ.ก.72 แสดงผลข้อมูลของปฏิกิริยาไฮเดรชั่นที่ความลึกต่างๆ w/c 0.44 เมื่ออายุ 14 วัน บ่มด้วยน้ำ

ความลึก (มม.)	น้ำหนักเฉลี่ยที่ผ่านการอบอุณภูมิ 105 °c ($M_{105°c,กรัม}$)	น้ำหนักเฉลี่ยที่ผ่านการอบอุณภูมิ 950 °c ($M_{950°c,กรัม}$)	ระดับปฏิกิริยาไฮเดรชั่น (D.H.,%)
0 – 50	215.88	183.00	65.92
50 – 100	238.56	199.54	66.35
100 – 150	242.78	203.56	65.95
150 – 200	195.04	164.34	67.27
200 – 250	239.02	201.60	65.60
250 - 300	232.06	197.55	60.82

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.73 แสดงผลข้อมูลของการดำเนินไปของการหดตัวของซีเมนต์เพสต์

(Autogeniousshrinkage) w/c = 0.25 curing with : Wrapping

Test No.	Sample Numbers	Average X_n (mm.)	X_o (mm.)	Lo (mm.)	$\Delta L/Lo\ (10^{-6})$
1	1	20.787	20.787	135.713	0.000
	2	13.930	13.930	128.907	0.000
	3	16.307	16.307	131.307	0.000
2	1	20.763	20.787	135.713	171.931
	2	13.920	13.930	128.907	77.576
	3	16.277	16.307	131.307	228.473
3	1	20.760	20.787	135.713	196.493
	2	13.897	13.930	128.907	258.585
	3	16.263	16.307	131.307	330.016
4	1	20.753	20.787	135.713	245.616
	2	13.883	13.930	128.907	362.019
	3	16.253	16.307	131.307	406.174
5	1	20.743	20.787	135.713	319.300
	2	13.883	13.930	128.907	362.019
	3	16.247	16.307	131.307	456.946
6	1	20.737	20.787	135.713	368.424
	2	13.877	13.930	128.907	413.736
	3	16.243	16.307	131.307	482.331
7	1	20.733	20.787	135.713	392.985
	2	13.873	13.930	128.907	439.595
	3	16.233	16.307	131.307	558.489
8	1	20.730	20.787	135.713	417.547
	2	13.867	13.930	128.907	491.312
	3	16.230	16.307	131.307	583.875
9	1	20.727	20.787	135.713	442.108
	2	13.860	13.930	128.907	543.029
	3	16.227	16.307	131.307	609.261
10	1	20.723	20.787	135.713	466.670
	2	13.857	13.930	128.907	568.887
	3	16.223	16.307	131.307	634.647
11	1	20.723	20.787	135.713	466.670
	2	13.857	13.930	128.907	568.887
	3	16.223	16.307	131.307	634.647
12	1	20.720	20.787	135.713	491.232
	2	13.847	13.930	128.907	646.463
	3	16.217	16.307	131.307	685.418
13	1	20.720	20.787	135.713	491.232
	2	13.843	13.930	128.907	672.321
	3	16.217	16.307	131.307	685.418
14	1	20.720	20.787	135.713	491.232
	2	13.847	13.930	128.907	646.463
	3	16.213	16.307	131.307	710.804

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Test No.	Sample Numbers	Average X_n (mm.)	X_o (mm.)	Lo (mm.)	$\Delta L/Lo\ (10^{-6})$
15	1	20.717	20.787	135.713	515.793
	2	13.843	13.930	128.907	672.321
	3	16.213	16.307	131.307	710.804
16	1	20.720	20.787	135.713	491.232
	2	13.840	13.930	128.907	698.180
	3	16.207	16.307	131.307	761.576
17	1	20.707	20.787	135.713	589.478
	2	13.833	13.930	128.907	749.897
	3	16.217	16.307	131.307	685.418
18	1	20.693	20.787	135.713	687.724
	2	13.833	13.930	128.907	749.897
	3	16.210	16.307	131.307	736.190
19	1	20.700	20.787	135.713	638.601
	2	13.833	13.930	128.907	749.897
	3	16.197	16.307	131.307	837.734
20	1	20.700	20.787	135.713	638.601
	2	13.833	13.930	128.907	749.897
	3	20.693	20.787	135.713	687.724
21	1	13.823	13.930	128.907	827.472
	2	16.200	16.307	131.307	812.348
	3	20.687	20.787	135.713	736.847
22	1	13.823	13.930	128.907	827.472
	2	16.193	16.307	131.307	863.119
	3	20.693	20.787	135.713	687.724
23	1	13.823	13.930	128.907	827.472
	2	16.193	16.307	131.307	863.119
	3	20.693	20.787	135.713	687.724
24	1	13.823	13.930	128.907	827.472
	2	16.193	16.307	131.307	863.119
	3	20.680	20.787	135.713	785.970
25	1	13.817	13.930	128.907	879.189
	2	16.180	16.307	131.307	964.663
	3	20.683	20.787	135.713	761.409
26	1	13.810	13.930	128.907	930.906
	2	16.177	16.307	131.307	990.049
	3	20.683	20.787	135.713	761.409
27	1	13.817	13.930	128.907	879.189
	2	16.187	16.307	131.307	913.891
	3	20.673	20.787	135.713	835.094
28	1	13.803	13.930	128.907	982.623
	2	16.177	16.307	131.307	990.049
	3	20.673	20.787	135.713	835.094

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.74 แสดงผลข้อมูลของการดำเนินไปของการหดตัวของซีเมนต์เพสต์

(Autogenious shrinkage) w/c = 0.25 curing with : บ่ม Micro air

Test No.	Sample Numbers	Average X_n (mm.)	X_o (mm.)	Lo (mm.)	$\Delta L/Lo\ (10^{-6})$
1	1	22.823	22.823	137.867	0.000
	2	17.567	17.567	132.527	0.000
	3	20.687	20.687	135.800	0.000
2	1	22.783	22.823	137.867	290.135
	2	17.540	17.567	132.527	201.217
	3	20.660	20.687	135.800	196.367
3	1	22.773	22.823	137.867	362.669
	2	17.523	17.567	132.527	326.978
	3	20.657	20.687	135.800	220.913
4	1	22.813	22.823	137.867	72.534
	2	17.567	17.567	132.527	0.000
	3	20.693	20.687	135.800	-49.092
5	1	22.807	22.823	137.867	120.890
	2	17.573	17.567	132.527	-50.304
	3	20.693	20.687	135.800	-49.092
6	1	20.003	20.093	135.207	665.648
	2	19.027	19.093	134.413	495.983
	3	21.690	21.757	136.827	487.234
7	1	19.990	20.093	135.207	764.262
	2	19.017	19.093	134.413	570.380
	3	21.683	21.757	136.827	535.958
8	1	19.987	20.093	135.207	788.916
	2	19.020	19.093	134.413	545.581
	3	21.680	21.757	136.827	560.320
9	1	19.987	20.093	135.207	788.916
	2	19.017	19.093	134.413	570.380
	3	21.673	21.757	136.827	609.043
10	1	19.980	20.093	135.207	838.223
	2	19.020	19.093	134.413	545.581
	3	21.677	21.757	136.827	584.681
11	1	22.797	22.823	137.867	193.424
	2	17.573	17.567	132.527	-50.304
	3	20.693	20.687	135.800	-49.092
12	1	22.793	22.823	137.867	217.602
	2	17.567	17.567	132.527	0.000
	3	20.690	20.687	135.800	-24.546
13	1	22.793	22.823	137.867	217.602
	2	17.567	17.567	132.527	0.000
	3	20.693	20.687	135.800	-49.092
14	1	22.793	22.823	137.867	217.602
	2	17.567	17.567	132.527	0.000
	3	20.703	20.687	135.800	-122.730

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Test No.	Sample Numbers	Average X_n (mm.)	X_o (mm.)	Lo (mm.)	$\Delta L/Lo\ (10^{-6})$
15	1	22.793	22.823	137.867	217.602
	2	17.567	17.567	132.527	0.000
	3	20.703	20.687	135.800	-122.730
16	1	22.800	22.823	137.867	169.246
	2	17.577	17.567	132.527	-75.457
	3	20.710	20.687	135.800	-171.821
17	1	22.797	22.823	137.867	193.424
	2	17.563	17.567	132.527	25.152
	3	20.687	20.687	135.800	0.000
18	1	22.790	22.823	137.867	241.779
	2	17.563	17.567	132.527	25.152
	3	20.690	20.687	135.800	-24.546
19	1	22.783	22.823	137.867	290.135
	2	17.553	17.567	132.527	100.609
	3	20.687	20.687	135.800	0.000
20	1	22.790	22.823	137.867	241.779
	2	17.553	17.567	132.527	100.609
	3	20.687	20.687	135.800	0.000
21	1	22.800	22.823	137.867	169.246
	2	17.560	17.567	132.527	50.304
	3	20.690	20.687	135.800	-24.546
22	1	22.797	22.823	137.867	193.424
	2	17.567	17.567	132.527	0.000
	3	20.693	20.687	135.800	-49.092
23	1	22.783	22.823	137.867	290.135
	2	17.573	17.567	132.527	-50.304
	3	20.693	20.687	135.800	-49.092
24	1	22.793	22.823	137.867	217.602
	2	17.570	17.567	132.527	-25.152
	3	20.697	20.687	135.800	-73.638
25	1	22.793	22.823	137.867	217.602
	2	17.570	17.567	132.527	-25.152
	3	20.697	20.687	135.800	-73.638
26	1	22.793	22.823	137.867	217.602
	2	17.570	17.567	132.527	-25.152
	3	20.693	20.687	135.800	-49.092
27	1	22.787	22.823	137.867	265.957
	2	17.567	17.567	132.527	0.000
	3	20.683	20.687	135.800	24.546
28	1	22.793	22.823	137.867	217.602
	2	17.563	17.567	132.527	25.152
	3	20.693	20.687	135.800	-49.092

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.75 แสดงผลข้อมูลของการดำเนินไปของการหดตัวของซีเมนต์เพสต์

(Autogenious shrinkage) w/c = 0.25 curing with : บ่ม Micro air เมื่ออายุครบ 3 วัน

Test No.	Sample Numbers	Average X_n (mm.)	X_o (mm.)	Lo (mm.)	$\Delta L/Lo\ (10^{-6})$
1	1	18.467	18.467	133.313	0.000
	2	23.313	23.313	138.360	0.000
	3	20.713	20.713	135.740	0.000
2	1	18.487	18.467	133.313	-150.023
	2	23.327	23.313	138.360	-96.367
	3	20.730	20.713	135.740	-122.784
3	1	18.477	18.467	133.313	-75.011
	2	23.320	23.313	138.360	-48.183
	3	20.723	20.713	135.740	-73.670
4	1	18.477	18.467	133.313	-75.011
	2	23.317	23.313	138.360	-24.092
	3	20.720	20.713	135.740	-49.114
5	1	18.473	18.467	133.313	-50.008
	2	23.317	23.313	138.360	-24.092
	3	20.723	20.713	135.740	-73.670
6	1	18.473	18.467	133.313	-50.008
	2	23.310	23.313	138.360	24.092
	3	20.723	20.713	135.740	-73.670
7	1	18.473	18.467	133.313	-50.008
	2	23.317	23.313	138.360	-24.092
	3	20.720	20.713	135.740	-49.114
8	1	18.463	18.467	133.313	25.004
	2	23.300	23.313	138.360	96.367
	3	20.710	20.713	135.740	24.557
9	1	18.473	18.467	133.313	-50.008
	2	23.307	23.313	138.360	48.183
	3	20.717	20.713	135.740	-24.557
10	1	18.477	18.467	133.313	-75.011
	2	23.300	23.313	138.360	96.367
	3	20.713	20.713	135.740	0.000
11	1	18.473	18.467	133.313	-50.008
	2	23.290	23.313	138.360	168.642
	3	20.710	20.713	135.740	24.557
12	1	18.467	18.467	133.313	0.000
	2	23.297	23.313	138.360	120.459
	3	20.703	20.713	135.740	73.670
13	1	18.477	18.467	133.313	-75.011
	2	23.297	23.313	138.360	120.459
	3	20.713	20.713	135.740	0.000
14	1	18.463	18.467	133.313	25.004
	2	23.297	23.313	138.360	120.459
	3	20.707	20.713	135.740	49.114

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Test No.	Sample Numbers	Average X_n (mm.)	X_o (mm.)	Lo (mm.)	$\Delta L/Lo\ (10^{-6})$
15	1	18.470	18.467	133.313	-25.004
	2	23.307	23.313	138.360	48.183
	3	20.713	20.713	135.740	0.000
16	1	18.467	18.467	133.313	0.000
	2	23.297	23.313	138.360	120.459
	3	20.713	20.713	135.740	0.000
17	1	18.473	18.467	133.313	-50.008
	2	23.300	23.313	138.360	96.367
	3	20.707	20.713	135.740	49.114
18	1	18.470	18.467	133.313	-25.004
	2	23.307	23.313	138.360	48.183
	3	20.700	20.713	135.740	98.227
19	1	18.460	18.467	133.313	50.008
	2	23.290	23.313	138.360	168.642
	3	20.697	20.713	135.740	122.784
20	1	18.483	18.467	133.313	-125.019
	2	23.313	23.313	138.360	0.000
	3	20.703	20.713	135.740	73.670
21	1	18.470	18.467	133.313	-25.004
	2	23.303	23.313	138.360	72.275
	3	20.697	20.713	135.740	122.784
22	1	18.467	18.467	133.313	0.000
	2	23.303	23.313	138.360	72.275
	3	20.700	20.713	135.740	98.227
23	1	18.470	18.467	133.313	-25.004
	2	23.303	23.313	138.360	72.275
	3	20.713	20.713	135.740	0.000
24	1	18.473	18.467	133.313	-50.008
	2	23.317	23.313	138.360	-24.092
	3	20.703	20.713	135.740	73.670
25	1	18.467	18.467	133.313	0.000
	2	23.300	23.313	138.360	96.367
	3	20.690	20.713	135.740	171.897
26	1	18.470	18.467	133.313	-25.004
	2	23.313	23.313	138.360	0.000
	3	20.700	20.713	135.740	98.227
27	1	18.473	18.467	133.313	-50.008
	2	23.310	23.313	138.360	24.092
	3	20.707	20.713	135.740	49.114
28	1	18.470	18.467	133.313	-25.004
	2	23.313	23.313	138.360	0.000
	3	20.700	20.713	135.740	98.227

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.76 แสดงผลข้อมูลของการดำเนินไปของการหดตัวของซีเมนต์เพสต์

(Autogenious shrinkage) w/c = 0.25 curing with : บ่ม Micro air เมื่ออายุครบ 7 วัน

Test No.	Sample Numbers	Average X_n (mm.)	X_o (mm.)	Lo (mm.)	$\Delta L/Lo\ (10^{-6})$
1	1	22.723	22.723	137.813	0.000
	2	15.777	15.777	130.860	0.000
	3	20.787	20.787	135.853	0.000
2	1	22.687	22.723	137.813	266.060
	2	15.760	15.777	130.860	127.363
	3	20.763	20.787	135.853	171.754
3	1	22.660	22.723	137.813	459.559
	2	15.743	15.777	130.860	254.725
	3	20.757	20.787	135.853	220.826
4	1	22.650	22.723	137.813	532.121
	2	15.737	15.777	130.860	305.670
	3	20.743	20.787	135.853	318.971
5	1	22.653	22.723	137.813	507.933
	2	15.733	15.777	130.860	331.143
	3	20.733	20.787	135.853	392.580
6	1	22.630	22.723	137.813	677.245
	2	15.713	15.777	130.860	483.978
	3	20.720	20.787	135.853	490.725
7	1	22.670	22.723	137.813	386.997
	2	15.750	15.777	130.860	203.780
	3	20.757	20.787	135.853	220.826
8	1	22.680	22.723	137.813	314.435
	2	15.760	15.777	130.860	127.363
	3	20.767	20.787	135.853	147.218
9	1	22.670	22.723	137.813	386.997
	2	15.757	15.777	130.860	152.835
	3	20.757	20.787	135.853	220.826
10	1	22.680	22.723	137.813	314.435
	2	15.753	15.777	130.860	178.308
	3	20.773	20.787	135.853	98.145
11	1	22.660	22.723	137.813	459.559
	2	15.743	15.777	130.860	254.725
	3	20.763	20.787	135.853	171.754
12	1	22.677	22.723	137.813	338.622
	2	15.763	15.777	130.860	101.890
	3	20.760	20.787	135.853	196.290
13	1	22.677	22.723	137.813	338.622
	2	15.750	15.777	130.860	203.780
	3	20.763	20.787	135.853	171.754
14	1	22.673	22.723	137.813	362.810
	2	15.760	15.777	130.860	127.363
	3	20.763	20.787	135.853	171.754

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Test No.	Sample Numbers	Average X_n (mm.)	X_o (mm.)	Lo (mm.)	$\Delta L/Lo\ (10^{-6})$
15	1	22.670	22.723	137.813	386.997
	2	15.753	15.777	130.860	178.308
	3	20.767	20.787	135.853	147.218
16	1	22.667	22.723	137.813	411.184
	2	15.747	15.777	130.860	229.253
	3	20.763	20.787	135.853	171.754
17	1	22.663	22.723	137.813	435.372
	2	15.750	15.777	130.860	203.780
	3	20.757	20.787	135.853	220.826
18	1	22.670	22.723	137.813	386.997
	2	15.763	15.777	130.860	101.890
	3	20.763	20.787	135.853	171.754
19	1	22.663	22.723	137.813	435.372
	2	15.763	15.777	130.860	101.890
	3	20.760	20.787	135.853	196.290
20	1	22.660	22.723	137.813	459.559
	2	15.753	15.777	130.860	178.308
	3	20.760	20.787	135.853	196.290
21	1	22.660	22.723	137.813	459.559
	2	15.753	15.777	130.860	178.308
	3	20.760	20.787	135.853	196.290
22	1	22.663	22.723	137.813	435.372
	2	15.753	15.777	130.860	178.308
	3	20.757	20.787	135.853	220.826
23	1	22.663	22.723	137.813	435.372
	2	15.767	15.777	130.860	76.418
	3	20.757	20.787	135.853	220.826
24	1	22.657	22.723	137.813	483.746
	2	15.753	15.777	130.860	178.308
	3	20.760	20.787	135.853	196.290
25	1	22.663	22.723	137.813	435.372
	2	15.767	15.777	130.860	76.418
	3	20.763	20.787	135.853	171.754
26	1	22.673	22.723	137.813	362.810
	2	15.757	15.777	130.860	152.835
	3	20.763	20.787	135.853	171.754
27	1	22.663	22.723	137.813	435.372
	2	15.767	15.777	130.860	76.418
	3	20.763	20.787	135.853	171.754
28	1	22.673	22.723	137.813	362.810
	2	15.757	15.777	130.860	152.835
	3	20.763	20.787	135.853	171.754

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.77 แสดงผลข้อมูลของการดำเนินไปของการหดตัวของซีเมนต์เพสต์

(Autogenious shrinkage) w/c = 0.25 curing with : บ่ม Micro air เมื่ออายุครบ 14 วัน

Test No.	Sample Numbers	Average X_n (mm.)	X_o (mm.)	Lo (mm.)	$\Delta L/Lo\ (10^{-6})$
1	1	20.093	20.093	135.207	0.000
	2	19.093	19.093	134.413	0.000
	3	21.757	21.757	136.827	0.000
2	1	20.050	20.093	135.207	320.497
	2	19.080	19.093	134.413	99.197
	3	21.737	21.757	136.827	146.170
3	1	20.037	20.093	135.207	419.111
	2	19.057	19.093	134.413	272.790
	3	21.720	21.757	136.827	267.979
4	1	20.023	20.093	135.207	517.726
	2	19.037	19.093	134.413	421.585
	3	21.703	21.757	136.827	389.788
5	1	20.013	20.093	135.207	591.687
	2	19.033	19.093	134.413	446.384
	3	21.697	21.757	136.827	438.511
6	1	20.003	20.093	135.207	665.648
	2	19.027	19.093	134.413	495.983
	3	21.690	21.757	136.827	487.234
7	1	19.990	20.093	135.207	764.262
	2	19.017	19.093	134.413	570.380
	3	21.683	21.757	136.827	535.958
8	1	19.987	20.093	135.207	788.916
	2	19.020	19.093	134.413	545.581
	3	21.680	21.757	136.827	560.320
9	1	19.987	20.093	135.207	788.916
	2	19.017	19.093	134.413	570.380
	3	21.673	21.757	136.827	609.043
10	1	19.980	20.093	135.207	838.223
	2	19.020	19.093	134.413	545.581
	3	21.677	21.757	136.827	584.681
11	1	19.970	20.093	135.207	912.184
	2	19.007	19.093	134.413	644.777
	3	21.660	21.757	136.827	706.490
12	1	19.983	20.093	135.207	813.569
	2	18.997	19.093	134.413	719.175
	3	21.670	21.757	136.827	633.405
13	1	19.983	20.093	135.207	813.569
	2	18.997	19.093	134.413	719.175
	3	21.670	21.757	136.827	633.405
14	1	19.983	20.093	135.207	813.569
	2	18.997	19.093	134.413	719.175
	3	21.670	21.757	136.827	633.405

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Test No.	Sample Numbers	Average X_n (mm.)	X_o (mm.)	Lo (mm.)	$\Delta L/Lo\ (10^{-6})$
15	1	20.030	20.093	135.207	468.419
	2	19.057	19.093	134.413	272.790
	3	21.720	21.757	136.827	267.979
16	1	20.023	20.093	135.207	517.726
	2	19.053	19.093	134.413	297.590
	3	21.710	21.757	136.827	341.064
17	1	20.030	20.093	135.207	468.419
	2	19.060	19.093	134.413	247.991
	3	21.720	21.757	136.827	267.979
18	1	20.030	20.093	135.207	468.419
	2	19.057	19.093	134.413	272.790
	3	21.707	21.757	136.827	365.426
19	1	20.027	20.093	135.207	493.072
	2	19.053	19.093	134.413	297.590
	3	21.710	21.757	136.827	341.064
20	1	20.027	20.093	135.207	493.072
	2	19.047	19.093	134.413	347.188
	3	21.723	21.757	136.827	243.617
21	1	20.027	20.093	135.207	493.072
	2	19.047	19.093	134.413	347.188
	3	21.723	21.757	136.827	243.617
22	1	20.043	20.093	135.207	369.804
	2	19.060	19.093	134.413	247.991
	3	21.723	21.757	136.827	243.617
23	1	20.037	20.093	135.207	419.111
	2	19.063	19.093	134.413	223.192
	3	21.717	21.757	136.827	292.341
24	1	20.043	20.093	135.207	369.804
	2	19.073	19.093	134.413	148.795
	3	21.730	21.757	136.827	194.894
25	1	20.043	20.093	135.207	369.804
	2	19.073	19.093	134.413	148.795
	3	21.730	21.757	136.827	194.894
26	1	20.033	20.093	135.207	443.765
	2	19.053	19.093	134.413	297.590
	3	21.717	21.757	136.827	292.341
27	1	20.023	20.093	135.207	517.726
	2	19.047	19.093	134.413	347.188
	3	21.717	21.757	136.827	292.341
28	1	20.033	20.093	135.207	443.765
	2	19.057	19.093	134.413	272.790
	3	21.707	21.757	136.827	365.426

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.78 แสดงผลข้อมูลของการดำเนินไปของการหดตัวของซีเมนต์เพสต์

(Autogenious shrinkage) w/c = 0.25 curing with : Water

Test No.	Sample Numbers	Average X_n (mm.)	X_o (mm.)	Lo (mm.)	$\Delta L/Lo\ (10^{-6})$
1	1	24.137	24.137	187.267	0.000
	2	23.880	23.880	186.987	0.000
	3	22.483	22.483	185.633	0.000
2	1	24.167	24.137	135.207	-221.883
	2	23.890	23.880	134.413	-74.397
	3	22.507	22.483	136.827	-170.532
3	1	24.167	24.137	135.207	-221.883
	2	23.893	23.880	134.413	-99.197
	3	22.507	22.483	136.827	-170.532
4	1	24.157	24.137	135.207	-147.922
	2	23.897	23.880	134.413	-123.996
	3	22.497	22.483	136.827	-97.447
5	1	24.150	24.137	135.207	-98.614
	2	23.897	23.880	134.413	-123.996
	3	22.503	22.483	136.827	-146.170
6	1	24.160	24.137	135.207	-172.575
	2	23.897	23.880	134.413	-123.996
	3	22.507	22.483	136.827	-170.532
7	1	24.167	24.137	135.207	-221.883
	2	23.887	23.880	134.413	-49.598
	3	22.500	22.483	136.827	-121.809
8	1	24.167	24.137	135.207	-221.883
	2	23.900	23.880	134.413	-148.795
	3	22.493	22.483	136.827	-73.085
9	1	24.147	24.137	135.207	-73.961
	2	23.890	23.880	134.413	-74.397
	3	22.493	22.483	136.827	-73.085
10	1	24.153	24.137	135.207	-123.268
	2	23.897	23.880	134.413	-123.996
	3	22.483	22.483	136.827	0.000
11	1	24.147	24.137	135.207	-73.961
	2	23.880	23.880	134.413	0.000
	3	22.483	22.483	136.827	0.000
12	1	24.143	24.137	135.207	-49.307
	2	23.887	23.880	134.413	-49.598
	3	22.497	22.483	136.827	-97.447
13	1	24.143	24.137	135.207	-49.307
	2	23.887	23.880	134.413	-49.598
	3	22.497	22.483	136.827	-97.447
14	1	24.153	24.137	135.207	-123.268
	2	23.893	23.880	134.413	-99.197
	3	22.483	22.483	136.827	0.000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Test No.	Sample Numbers	Average X_n (mm.)	X_o (mm.)	Lo (mm.)	$\Delta L/Lo\ (10^{-6})$
15	1	24.143	24.137	135.207	-49.307
	2	23.890	23.880	134.413	-74.397
	3	22.493	22.483	136.827	-73.085
16	1	24.150	24.137	135.207	-98.614
	2	23.893	23.880	134.413	-99.197
	3	22.493	22.483	136.827	-73.085
17	1	24.150	24.137	135.207	-98.614
	2	23.877	23.880	134.413	24.799
	3	22.487	22.483	136.827	-24.362
18	1	24.147	24.137	135.207	-73.961
	2	23.870	23.880	134.413	74.397
	3	22.480	22.483	136.827	24.362
19	1	24.153	24.137	135.207	-123.268
	2	23.890	23.880	134.413	-74.397
	3	22.507	22.483	136.827	-170.532
20	1	24.153	24.137	135.207	-123.268
	2	23.890	23.880	134.413	-74.397
	3	22.507	22.483	136.827	-170.532
21	1	24.143	24.137	135.207	-49.307
	2	23.887	23.880	134.413	-49.598
	3	22.497	22.483	136.827	-97.447
22	1	24.140	24.137	135.207	-24.654
	2	23.887	23.880	134.413	-49.598
	3	22.490	22.483	136.827	-48.723
23	1	24.140	24.137	135.207	-24.654
	2	23.887	23.880	134.413	-49.598
	3	22.490	22.483	136.827	-48.723
24	1	24.147	24.137	135.207	-73.961
	2	23.883	23.880	134.413	-24.799
	3	22.490	22.483	136.827	-48.723
25	1	24.153	24.137	135.207	-123.268
	2	23.887	23.880	134.413	-49.598
	3	22.503	22.483	136.827	-146.170
26	1	24.140	24.137	135.207	-24.654
	2	23.880	23.880	134.413	0.000
	3	22.493	22.483	136.827	-73.085
27	1	24.143	24.137	135.207	-49.307
	2	23.893	23.880	134.413	-99.197
	3	22.483	22.483	136.827	0.000
28	1	24.140	24.137	135.207	-24.654
	2	23.887	23.880	134.413	-49.598
	3	22.490	22.483	136.827	-48.723

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.79 แสดงผลข้อมูลของการดำเนินไปของการหดตัวของซีเมนต์เพสต์

(Autogenious shrinkage) w/c = 0.25 curing with : บ่ม Water เมื่ออายุครบ 3 วัน

Test No.	Sample Numbers	Average X_n (mm.)	X_o (mm.)	Lo (mm.)	$\Delta L/Lo\ (10^{-6})$
1	1	20.053	20.053	183.060	0.000
	2	20.867	20.867	168.907	0.000
	3	21.430	21.430	184.493	0.000
2	1	20.017	20.053	183.060	200.299
	2	20.840	20.867	168.907	157.878
	3	21.413	21.430	184.493	90.338
3	1	20.000	20.053	183.060	291.343
	2	20.830	20.867	168.907	217.082
	3	21.387	21.430	184.493	234.878
4	1	19.987	20.053	183.060	364.179
	2	20.823	20.867	168.907	256.552
	3	21.377	21.430	184.493	289.080
5	1	20.03	20.05	183.06	145.67
	2	20.85	20.87	168.91	78.94
	3	21.42	21.43	184.49	72.27
6	1	20.030	20.053	183.060	127.463
	2	20.860	20.867	168.907	39.470
	3	21.423	21.430	184.493	36.135
7	1	20.033	20.053	183.060	109.254
	2	20.860	20.867	168.907	39.470
	3	21.430	21.430	184.493	0.000
8	1	20.033	20.053	183.060	109.254
	2	20.860	20.867	168.907	39.470
	3	21.443	21.430	184.493	-72.270
9	1	20.030	20.053	183.060	127.463
	2	20.860	20.867	168.907	39.470
	3	21.433	21.430	184.493	-18.068
10	1	20.017	20.053	183.060	200.299
	2	20.860	20.867	168.907	39.470
	3	21.433	21.430	184.493	-18.068
11	1	20.023	20.053	183.060	163.881
	2	20.853	20.867	168.907	78.939
	3	21.437	21.430	184.493	-36.135
12	1	20.017	20.053	183.060	200.299
	2	20.853	20.867	168.907	78.939
	3	21.430	21.430	184.493	0.000
13	1	20.017	20.053	183.060	200.299
	2	20.853	20.867	168.907	78.939
	3	21.430	21.430	184.493	0.000
14	1	20.017	20.053	183.060	200.299
	2	20.850	20.867	168.907	98.674
	3	21.427	21.430	184.493	18.068

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Test No.	Sample Numbers	Average X_n (mm.)	X_o (mm.)	Lo (mm.)	$\Delta L/Lo\ (10^{-6})$
15	1	20.020	20.053	183.060	182.090
	2	20.853	20.867	168.907	78.939
	3	21.430	21.430	184.493	0.000
16	1	20.017	20.053	183.060	200.299
	2	20.853	20.867	168.907	78.939
	3	21.413	21.430	184.493	90.338
17	1	20.020	20.053	183.060	182.090
	2	20.850	20.867	168.907	98.674
	3	21.423	21.430	184.493	36.135
18	1	20.030	20.053	183.060	127.463
	2	20.850	20.867	168.907	98.674
	3	21.427	21.430	184.493	18.068
19	1	20.023	20.053	183.060	163.881
	2	20.847	20.867	168.907	118.409
	3	21.413	21.430	184.493	90.338
20	1	20.023	20.053	183.060	163.881
	2	20.847	20.867	168.907	118.409
	3	21.413	21.430	184.493	90.338
21	1	20.027	20.053	183.060	145.672
	2	20.860	20.867	168.907	39.470
	3	21.423	21.430	184.493	36.135
22	1	20.007	20.053	183.060	254.926
	2	20.853	20.867	168.907	78.939
	3	21.410	21.430	184.493	108.405
23	1	20.007	20.053	183.060	254.926
	2	20.853	20.867	168.907	78.939
	3	21.410	21.430	184.493	108.405
24	1	20.017	20.053	183.060	200.299
	2	20.850	20.867	168.907	98.674
	3	21.413	21.430	184.493	90.338
25	1	20.023	20.053	183.060	163.881
	2	20.850	20.867	168.907	98.674
	3	21.413	21.430	184.493	90.338
26	1	20.013	20.053	183.060	218.508
	2	20.850	20.867	168.907	98.674
	3	21.417	21.430	184.493	72.270
27	1	20.013	20.053	183.060	218.508
	2	20.843	20.867	168.907	138.143
	3	21.413	21.430	184.493	90.338
28	1	20.013	20.053	183.060	218.508
	2	20.843	20.867	168.907	138.143
	3	21.420	21.430	184.493	54.203

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.80 แสดงผลข้อมูลของการดำเนินไปของการหดตัวของซีเมนต์เพสต์

(Autogenious shrinkage) w/c = 0.25 curing with : บ่ม Water เมื่ออายุครบ 7 วัน

Test No.	Sample Numbers	Average X_n (mm.)	X_o (mm.)	Lo (mm.)	$\Delta L/Lo\ (10^{-6})$
1	1	23.657	23.657	186.707	0.000
	2	22.280	22.280	185.387	0.000
	3	22.837	22.837	185.960	0.000
2	1	23.630	23.657	186.707	142.827
	2	22.247	22.280	185.387	179.804
	3	22.803	22.837	185.960	179.250
3	1	23.603	23.657	186.707	285.653
	2	22.247	22.280	185.387	179.804
	3	22.780	22.837	185.960	304.725
4	1	23.600	23.657	186.707	303.506
	2	22.240	22.280	185.387	215.765
	3	22.773	22.837	185.960	340.575
5	1	23.593	23.657	186.707	339.213
	2	22.223	22.280	185.387	305.667
	3	22.770	22.837	185.960	358.500
6	1	23.587	23.657	186.707	374.920
	2	22.193	22.280	185.387	467.491
	3	22.760	22.837	185.960	412.275
7	1	23.623	23.657	186.707	178.533
	2	22.263	22.280	185.387	89.902
	3	22.800	22.837	185.960	197.175
8	1	23.623	23.657	186.707	178.533
	2	22.263	22.280	185.387	89.902
	3	22.807	22.837	185.960	161.325
9	1	23.617	23.657	186.707	214.240
	2	22.270	22.280	185.387	53.941
	3	22.810	22.837	185.960	143.400
10	1	23.623	23.657	186.707	178.533
	2	22.260	22.280	185.387	107.883
	3	22.813	22.837	185.960	125.475
11	1	23.623	23.657	186.707	178.533
	2	22.263	22.280	185.387	89.902
	3	22.807	22.837	185.960	161.325
12	1	23.620	23.657	186.707	196.386
	2	22.263	22.280	185.387	89.902
	3	22.813	22.837	185.960	125.475
13	1	23.613	23.657	186.707	232.093
	2	22.267	22.280	185.387	71.922
	3	22.810	22.837	185.960	143.400
14	1	23.613	23.657	186.707	232.093
	2	22.267	22.280	185.387	71.922
	3	22.810	22.837	185.960	143.400

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Test No.	Sample Numbers	Average X_n (mm.)	X_o (mm.)	Lo (mm.)	$\Delta L/Lo\ (10^{-6})$
15	1	23.620	23.657	186.707	196.386
	2	22.260	22.280	185.387	107.883
	3	22.803	22.837	185.960	179.250
16	1	20.023	20.093	135.207	517.726
	2	19.053	19.093	134.413	297.590
	3	21.710	21.757	136.827	341.064
17	1	20.030	20.093	135.207	468.419
	2	19.060	19.093	134.413	247.991
	3	21.720	21.757	136.827	267.979
18	1	20.030	20.093	135.207	468.419
	2	19.057	19.093	134.413	272.790
	3	21.707	21.757	136.827	365.426
19	1	20.027	20.093	135.207	493.072
	2	19.053	19.093	134.413	297.590
	3	21.710	21.757	136.827	341.064
20	1	20.027	20.093	135.207	493.072
	2	19.047	19.093	134.413	347.188
	3	21.723	21.757	136.827	243.617
21	1	23.613	23.657	186.707	232.093
	2	22.260	22.280	185.387	107.883
	3	22.810	22.837	185.960	143.400
22	1	23.607	23.657	186.707	267.800
	2	22.260	22.280	185.387	107.883
	3	22.797	22.837	185.960	215.100
23	1	23.607	23.657	186.707	267.800
	2	22.263	22.280	185.387	89.902
	3	22.803	22.837	185.960	179.250
24	1	23.617	23.657	186.707	214.240
	2	22.267	22.280	185.387	71.922
	3	22.800	22.837	185.960	197.175
25	1	23.620	23.657	186.707	196.386
	2	22.270	22.280	185.387	53.941
	3	22.807	22.837	185.960	161.325
26	1	23.603	23.657	186.707	285.653
	2	22.260	22.280	185.387	107.883
	3	22.800	22.837	185.960	197.175
27	1	23.610	23.657	186.707	249.946
	2	22.263	22.280	185.387	89.902
	3	22.807	22.837	185.960	161.325
28	1	23.610	23.657	186.707	249.946
	2	22.260	22.280	185.387	107.883
	3	22.803	22.837	185.960	179.250

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.81 แสดงผลข้อมูลของการคำเนินไปของการหดตัวของซีเมนต์เพสต์

(Autogenious shrinkage) w/c = 0.25 curing with : บ่ม Water เมื่ออายุครบ 14 วัน

Test No.	Sample Numbers	Average X_n (mm.)	X_o (mm.)	Lo (mm.)	$\Delta L/Lo\ (10^{-6})$
1	1	19.417	19.417	182.787	0.000
	2	19.707	19.707	182.780	0.000
	3	23.017	23.017	186.113	0.000
2	1	19.393	19.417	182.787	127.653
	2	19.683	19.707	182.780	127.658
	3	22.987	23.017	186.113	161.192
3	1	19.377	19.417	182.787	218.834
	2	19.680	19.707	182.780	145.895
	3	22.973	23.017	186.113	232.833
4	1	19.363	19.417	182.787	291.779
	2	19.667	19.707	182.780	218.842
	3	22.963	23.017	186.113	286.564
5	1	19.360	19.417	182.787	310.015
	2	19.643	19.707	182.780	346.500
	3	22.947	23.017	186.113	376.115
6	1	19.347	19.417	182.787	382.960
	2	19.643	19.707	182.780	346.500
	3	22.940	23.017	186.113	411.935
7	1	19.327	19.417	182.787	492.377
	2	19.640	19.707	182.780	364.737
	3	22.933	23.017	186.113	447.756
8	1	19.337	19.417	182.787	437.669
	2	19.637	19.707	182.780	382.974
	3	22.920	23.017	186.113	519.397
9	1	19.330	19.417	182.787	474.141
	2	19.630	19.707	182.780	419.448
	3	22.930	23.017	186.113	465.666
10	1	19.327	19.417	182.787	492.377
	2	19.623	19.707	182.780	455.922
	3	22.907	23.017	186.113	591.038
11	1	19.327	19.417	182.787	492.377
	2	19.630	19.707	182.780	419.448
	3	22.917	23.017	186.113	537.307
12	1	19.317	19.417	182.787	547.086
	2	19.620	19.707	182.780	474.158
	3	22.907	23.017	186.113	591.038
13	1	19.317	19.417	182.787	547.086
	2	19.610	19.707	182.780	528.869
	3	22.913	23.017	186.113	555.217
14	1	19.317	19.417	182.787	547.086
	2	19.610	19.707	182.780	528.869
	3	22.913	23.017	186.113	555.217

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Test No.	Sample Numbers	Average X_n (mm.)	X_o (mm.)	Lo (mm.)	$\Delta L/Lo\ (10^{-6})$
15	1	19.363	19.417	182.787	291.779
	2	19.660	19.707	182.780	255.316
	3	22.953	23.017	186.113	340.294
16	1	19.360	19.417	182.787	310.015
	2	19.667	19.707	182.780	218.842
	3	22.963	23.017	186.113	286.564
17	1	19.360	19.417	182.787	310.015
	2	19.657	19.707	182.780	273.553
	3	22.967	23.017	186.113	268.654
18	1	19.363	19.417	182.787	291.779
	2	19.663	19.707	182.780	237.079
	3	22.967	23.017	186.113	268.654
19	1	19.360	19.417	182.787	310.015
	2	19.670	19.707	182.780	200.605
	3	22.980	23.017	186.113	197.013
20	1	19.360	19.417	182.787	310.015
	2	19.670	19.707	182.780	200.605
	3	22.980	23.017	186.113	197.013
21	1	19.353	19.417	182.787	346.488
	2	19.670	19.707	182.780	200.605
	3	22.973	23.017	186.113	232.833
22	1	19.360	19.417	182.787	310.015
	2	19.667	19.707	182.780	218.842
	3	22.967	23.017	186.113	268.654
23	1	19.360	19.417	182.787	310.015
	2	19.670	19.707	182.780	200.605
	3	22.970	23.017	186.113	250.743
24	1	19.370	19.417	182.787	255.307
	2	19.670	19.707	182.780	200.605
	3	22.977	23.017	186.113	214.923
25	1	19.360	19.417	182.787	310.015
	2	19.657	19.707	182.780	273.553
	3	22.970	23.017	186.113	250.743
26	1	19.360	19.417	182.787	310.015
	2	19.670	19.707	182.780	200.605
	3	22.970	23.017	186.113	250.743
27	1	19.367	19.417	182.787	273.543
	2	19.673	19.707	182.780	182.369
	3	22.983	23.017	186.113	179.102
28	1	19.360	19.417	182.787	310.015
	2	19.677	19.707	182.780	164.132
	3	22.963	23.017	186.113	286.564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.82 แสดงข้อมูลของการทดสอบกำลังอัด (Strength) ออกแบบกำลังอัดที่ 250 ksc. โดยการบ่มต่อเนื่องโดยการ Wrapping

Date of Teting (Days)	Spec No.	Cross Sectional Area (cm2)	Height of Specimen (cm)	Weight of Specimen (kg)	Ultimate Load (kN)	Comp. Strength (ksc)	Average strength (ksc)
1	1	226.321	15.00	7.98	230.00	103.59	103.08
	2	224.610	15.08	8.09	226.00	102.57	
	3	225.690	14.98	7.95	219.00	98.92	
3	1	227.646	15.01	8.04	415.40	186.01	168.90
	2	227.922	15.02	7.98	324.40	145.09	
	3	228.553	15.15	8.07	393.70	175.59	
7	1	226.043	15.10	7.95	490.05	220.99	226.71
	2	231.891	15.05	8.00	516.10	226.87	
	3	224.130	15.12	8.08	510.70	232.27	
28	1	226.772	15.14	7.88	594.00	267.01	262.49
	2	229.608	15.09	7.88	568.20	252.26	
	3	228.456	14.94	7.91	601.10	268.21	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.83 แสดงข้อมูลของการทดสอบกำลังอัด (Strength) ออกแบบกำลังอัดที่ 250 ksc. โดยการบ่มต่อเนื่องโดยสารละลาย Water

Date of Teting (Days)	Spec No.	Cross Sectional Area (cm^2)	Height of Specimen (cm)	Weight of Specimen (kg)	Ultimate Load (kN)	Comp. Strength (ksc)	Average strength (ksc)
1	1	230.827	15.25	8.01	218.00	96.27	97.97
	2	229.250	15.07	7.94	225.30	100.18	
	3	225.644	15.24	7.93	215.70	97.44	
3	1	225.540	15.12	8.09	404.00	182.59	183.90
	2	226.947	15.13	7.89	391.90	176.03	
	3	231.307	15.14	7.96	438.10	193.07	
7	1	227.859	14.97	7.91	531.70	237.87	233.70
	2	225.953	15.03	7.96	503.30	227.06	
	3	229.064	14.99	7.93	530.70	236.17	
28	1	223.951	15.00	8.10	700.80	318.99	310.03
	2	224.577	14.98	14.98	663.30	301.08	
	3	230.214	14.85	14.85	610.00	270.10	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.84 แสดงข้อมูลการทดสอบกำลัง (Strength) ออกแบบกำลังอัดที่ 250 ksc. โดยการบ่มแบบเงื่อนไขที่อายุครบ 3 วัน โดยสารละลาย Water

Date of Teting (Days)	Spec No.	Cross Sectional Area (cm^2)	Height of Specimen (cm)	Weight of Specimen (kg)	Ultimate Load (kN)	Comp. Strength (ksc)	Average strength (ksc)
1	1	230.965	15.10	8.01	224.00	98.86	99.77
	2	227.282	15.08	8.10	228.00	102.26	
	3	229.466	15.13	7.98	221.00	98.18	
3	1	225.659	15.02	7.96	418.00	188.82	180.04
	2	227.708	15.28	7.98	380.12	170.17	
	3	229.176	15.24	8.09	407.23	181.13	
7	1	226.081	15.00	8.10	571.30	257.59	238.75
	2	227.822	15.00	8.05	591.00	264.44	
	3	225.279	15.11	8.09	486.00	219.91	
28	1	227.344	15.02	7.98	593.00	265.89	266.43
	2	224.519	15.08	8.06	698.00	316.91	
	3	224.441	14.99	7.81	587.80	266.97	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.85 แสดงข้อมูลการทดสอบกำลัง (Strength) ออกแบบกำลังอัดที่ 250 ksc. โดยการบ่มแบบเงื่อนไขที่อายุครบ 7 วัน โดยสารละลาย Water

Date of Teting (Days)	Spec No.	Cross Sectional Area (cm^2)	Height of Specimen (cm)	Weight of Specimen (kg)	Ultimate Load (kN)	Comp. Strength (ksc)	Average strength (ksc)
1	1	231.466	15.02	7.98	230.00	102.59	102.92
	2	225.989	14.26	8.09	226.00	107.83	
	3	226.558	15.01	7.95	219.00	98.33	
3	1	227.101	15.04	8.04	415.40	186.01	180.81
	2	228.454	15.21	7.98	324.40	142.95	
	3	228.523	15.15	8.07	393.70	175.62	
7	1	227.708	15.13	7.95	490.05	218.94	226.63
	2	227.677	15.20	8.00	516.10	228.85	
	3	226.951	14.94	8.08	510.70	232.09	
28	1	226.980	15.00	7.99	546.30	247.50	245.95
	2	229.038	15.13	8.09	552.90	246.08	
	3	223.798	15.19	7.98	542.20	244.26	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.86 แสดงข้อมูลการทดสอบกำลัง (Strength) ออกแบบกำลังอัดที่ 250 ksc. โดยการบ่มแบบเงื่อนไขที่อายุครบ 14 วัน โดยสารละลาย Water

Date of Teting (Days)	Spec No.	Cross Sectional Area (cm^2)	Height of Specimen (cm)	Weight of Specimen (kg)	Ultimate Load (kN)	Comp. Strength (ksc)	Average strength (ksc)
1	1	228.824	15.00	7.98	231.00	102.91	102.50
	2	228.747	15.08	8.09	224.00	99.82	
	3	227.671	14.98	7.95	234.00	104.77	
3	1	227.192	15.01	8.04	416.00	186.65	173.46
	2	226.588	15.02	7.98	350.00	157.46	
	3	230.152	15.15	8.07	398.00	176.28	
7	1	224.100	15.10	7.95	496.30	225.75	228.86
	2	232.135	15.05	8.00	520.10	228.39	
	3	224.730	15.12	8.08	512.40	232.42	
28	1	211.205	15.04	7.92	548.30	264.63	270.39
	2	226.860	15.07	8.08	598.30	268.84	
	3	223.995	15.02	8.01	610.20	277.69	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.87 แสดงข้อมูลของการทดสอบกำลังอัด (Strength) ออกแบบกำลังอัดที่ 250 ksc. โดยการบ่มต่อเนื่องโดยสารละลาย Micro air

Date of Teting (Days)	Spec No.	Cross Sectional Area (cm^2)	Height of Specimen (cm)	Weight of Specimen (kg)	Ultimate Load (kN)	Comp. Strength (ksc)	Average strength (ksc)
1	1	226.321	15.00	7.98	230.00	103.59	101.69
	2	224.610	15.08	8.09	226.00	102.57	
	3	225.690	14.98	7.95	219.00	98.92	
3	1	228.155	15.10	7.98	390.40	174.43	185.45
	2	225.300	14.99	7.90	483.30	218.67	
	3	225.150	14.98	8.07	360.60	163.26	
7	1	224.692	15.00	7.97	572.40	259.68	263.87
	2	226.381	15.03	8.05	582.20	262.16	
	3	224.909	15.00	7.86	595.20	269.77	
28	1	224.550	15.03	7.98	633.40	287.54	286.19
	2	225.432	15.08	8.10	646.90	292.52	
	3	224.699	15.17	8.08	613.90	278.50	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.88 แสดงข้อมูลการทดสอบกำลัง (Strength) ออกแบบกำลังอัดที่ 250 ksc. โดยการบ่มแบบเงื่อนไขที่อายุครบ 3 วัน โดยสารละลาย Micro sir

Date of Teting (Days)	Spec No.	Cross Sectional Area (cm^2)	Height of Specimen (cm)	Weight of Specimen (kg)	Ultimate Load (kN)	Comp. Strength (ksc)	Average strength (ksc)
1	1	225.630	15.00	7.98	230.00	103.91	101.51
	2	226.441	15.08	8.09	226.00	101.74	
	3	225.750	14.98	7.95	219.00	98.89	
3	1	226.172	15.01	8.04	415.40	187.22	168.75
	2	228.896	15.02	7.98	324.40	144.47	
	3	229.921	15.15	8.07	393.70	174.55	
7	1	225.682	15.20	8.01	579.40	261.70	247.75
	2	227.468	15.10	8.10	521.70	233.79	
	3	228.072	15.03	8.07	489.00	218.56	
28	1	227.874	15.00	8.09	648.90	290.28	295.88
	2	227.527	15.05	8.13	672.90	301.47	
	3	225.570	14.97	8.03	557.30	251.85	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.89 แสดงข้อมูลการทดสอบกำลัง (Strength) ออกแบบกำลังอัดที่ 250 ksc. โดยการบ่มแบบเงื่อนไขที่อายุครบ 7 วัน โดยสารละลาย Micro air

Date of Teting (Days)	Spec No.	Cross Sectional Area (cm^2)	Height of Specimen (cm)	Weight of Specimen (kg)	Ultimate Load (kN)	Comp. Strength (ksc)	Average strength (ksc)
1	1	227.000	15.00	7.98	230.00	103.28	101.39
	2	225.284	15.08	8.09	226.00	102.26	
	3	226.368	14.98	7.95	219.00	98.62	
3	1	228.329	15.01	8.04	415.40	185.45	180.26
	2	228.606	15.02	7.98	324.40	144.65	
	3	229.239	15.15	8.07	393.70	175.07	
7	1	226.721	15.10	7.95	490.05	220.33	226.03
	2	232.587	15.05	8.00	516.10	226.19	
	3	224.803	15.12	8.08	510.70	231.58	
28	1	224.620	15.02	7.91	568.00	257.77	260.05
	2	227.786	15.07	8.09	547.90	245.19	
	3	228.114	15.00	8.03	620.30	277.19	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.90 แสดงข้อมูลการทดสอบกำลัง (Strength) ออกแบบกำลังอัดที่ 250 ksc. โดยการบ่มแบบเงื่อนไขที่อายุครบ 14 วัน โดยสารละลาย Micro air

Date of Teting (Days)	Spec No.	Cross Sectional Area (cm^2)	Height of Specimen (cm)	Weight of Specimen (kg)	Ultimate Load (kN)	Comp. Strength (ksc)	Average strength (ksc)
1	1	228.133	15.00	7.98	230.00	102.77	100.88
	2	226.409	15.08	8.09	226.00	101.75	
	3	227.497	14.98	7.95	219.00	98.13	
3	1	229.468	15.01	8.04	415.40	184.53	179.37
	2	229.747	15.02	7.98	324.40	143.93	
	3	230.383	15.15	8.07	393.70	174.20	
7	1	227.852	15.10	7.95	490.05	219.24	224.55
	2	233.748	15.05	8.00	516.10	225.07	
	3	225.925	15.12	8.08	508.30	229.34	
28	1	226.343	15.18	8.19	609.50	274.50	272.42
	2	229.286	15.03	8.06	608.10	270.35	
	3	229.375	15.15	8.01	526.50	233.98	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.91 แสดงข้อมูลของการทดสอบกำลังอัด (Strength) ออกแบบกำลังอัดที่ 450 ksc. โดยการบ่มต่อเนื่องโดยการ Wrapping

Date of Teting (Days)	Spec No.	Cross Sectional Area (cm^2)	Height of Specimen (cm)	Weight of Specimen (kg)	Ultimate Load (kN)	Comp. Strength (ksc)	Average strength (ksc)
1	1	229.310	15.10	8.18	494.30	219.73	218.27
	2	227.858	15.07	8.11	497.60	222.61	
	3	230.098	14.96	8.17	479.60	212.47	
3	1	229.357	15.07	8.18	823.80	366.13	376.46
	2	230.948	15.02	8.14	860.10	379.63	
	3	227.312	15.13	8.14	855.40	383.60	
7	1	226.623	15.31	8.19	1018.60	458.17	434.63
	2	226.200	15.09	7.99	947.00	426.76	
	3	226.289	15.11	8.05	930.00	418.94	
28	1	226.156	14.99	8.02	1035.80	466.87	475.72
	2	231.709	15.00	8.15	1050.90	462.33	
	3	226.648	15.12	8.20	1107.20	497.97	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.92 แสดงข้อมูลของการทดสอบกำลังอัด (Strength) ออกแบบกำลังอัดที่ 450 ksc. โดยการบ่มต่อเนื่องโดยสารละลาย Water

Date of Teting (Days)	Spec No.	Cross Sectional Area (cm^2)	Height of Specimen (cm)	Weight of Specimen (kg)	Ultimate Load (kN)	Comp. Strength (ksc)	Average strength (ksc)
1	1	227.308	14.986	8.18	490.20	219.83	219.29
	2	228.744	15.068	8.11	492.80	218.24	
	3	230.933	14.956	8.17	490.50	219.79	
3	1	227.848	15.036	8.22	1043.30	466.76	443.11
	2	229.823	15.128	8.32	999.00	443.10	
	3	226.319	15.088	8.13	931.30	419.47	
7	1	229.363	15.180	8.33	1109.50	493.10	487.41
	2	228.262	15.124	8.29	1103.30	492.71	
	3	230.827	14.970	8.38	1078.80	476.41	
28	1	229.490	15.00	8.31	1181.80	524.94	524.65
	2	225.450	15.10	8.33	1242.90	561.97	
	3	228.245	15.20	8.32	1174.10	524.37	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.93 แสดงข้อมูลการทดสอบกำลัง (Strength) ออกแบบกำลังอัดที่ 450 ksc. โดยการบ่มแบบเงื่อนไขที่อายุครบ 3 วัน โดยสารละลาย Water

Date of Teting (Days)	Spec No.	Cross Sectional Area (cm^2)	Height of Specimen (cm)	Weight of Specimen (kg)	Ultimate Load (kN)	Comp. Strength (ksc)	Average strength (ksc)
1	1	227.937	15.02	8.18	490.20	219.22	215.69
	2	228.766	15.07	8.11	481.00	214.33	
	3	228.975	14.96	8.17	479.60	213.51	
3	1	229.357	15.07	8.16	854.30	379.69	381.18
	2	230.948	15.02	8.14	860.10	379.63	
	3	226.948	15.13	8.14	855.40	384.21	
7	1	230.827	14.94	8.35	1063.30	469.57	460.25
	2	228.308	15.05	8.24	1027.60	458.81	
	3	225.630	15.25	8.23	1001.30	452.37	
28	1	228.010	14.97	8.20	1226.00	548.11	535.31
	2	226.858	15.00	8.18	1190.20	534.81	
	3	230.183	15.02	8.23	1181.00	523.01	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.94 แสดงข้อมูลการทดสอบกำลัง (Strength) ออกแบบกำลังอัดที่ 450 ksc. โดยการบ่มแบบเงื่อนไขที่อายุครบ 7 วัน โดยสารละลาย Water

Date of Teting (Days)	Spec No.	Cross Sectional Area (cm^2)	Height of Specimen (cm)	Weight of Specimen (kg)	Ultimate Load (kN)	Comp. Strength (ksc)	Average strength (ksc)
1	1	227.936	15.05	8.19	490.20	219.23	217.78
	2	226.493	15.02	8.13	492.00	221.43	
	3	229.339	14.91	8.17	478.50	212.68	
3	1	229.197	15.02	8.18	830.50	369.37	380.77
	2	229.444	14.97	8.13	850.00	377.64	
	3	225.681	15.08	8.14	875.20	395.31	
7	1	224.427	15.26	8.12	1018.60	462.66	437.54
	2	227.334	15.04	7.99	958.00	429.57	
	3	225.499	15.07	8.05	930.00	420.41	
28	1	227.623	15.16	8.31	1138.00	509.63	529.73
	2	225.568	15.17	8.30	1212.90	548.12	
	3	228.589	15.10	8.36	1191.70	531.42	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.95 แสดงข้อมูลการทดสอบกำลัง (Strength) ออกแบบกำลังอัดที่ 450 ksc. โดยการบ่มแบบเงื่อนไขที่อายุครบ 14 วัน โดยสารละลาย Water

Date of Teting (Days)	Spec No.	Cross Sectional Area (cm^2)	Height of Specimen (cm)	Weight of Specimen (kg)	Ultimate Load (kN)	Comp. Strength (ksc)	Average strength (ksc)
1	1	229.723	15.114	8.20	490.84	217.80	216.35
	2	228.268	15.082	8.11	494.12	220.66	
	3	230.513	14.969	8.17	476.24	210.60	
3	1	229.770	15.084	8.19	818.03	362.92	373.15
	2	231.364	15.030	8.14	854.08	376.30	
	3	227.721	15.142	8.14	849.41	380.23	
7	1	227.031	15.324	8.20	1011.47	454.15	445.19
	2	226.607	15.100	8.00	970.40	436.52	
	3	226.696	15.126	8.06	989.40	444.90	
28	1	228.674	15.16	8.27	1158.00	516.21	518.59
	2	226.617	14.98	8.28	1158.20	520.98	
	3	216.428	15.10	8.17	976.60	459.98	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.96 แสดงข้อมูลของการทดสอบกำลังอัด (Strength) ออกแบบกำลังอัดที่ 450 ksc. โดยการบ่มต่อเนื่องโดยสารละลาย Micro air

Date of Teting (Days)	Spec No.	Cross Sectional Area (cm^2)	Height of Specimen (cm)	Weight of Specimen (kg)	Ultimate Load (kN)	Comp. Strength (ksc)	Average strength (ksc)
1	1	229.310	15.100	8.18	494.30	219.73	218.27
	2	227.858	15.068	8.11	497.60	222.61	
	3	230.098	14.956	8.17	479.60	212.47	
3	1	224.610	15.128	8.20	938.40	425.88	440.82
	2	228.766	14.978	8.17	1085.10	483.52	
	3	230.033	14.988	8.25	932.10	413.05	
7	1	226.649	15.000	8.16	1109.50	499.01	495.49
	2	229.579	15.012	8.20	1111.70	493.61	
	3	232.501	14.920	8.24	1126.40	493.85	
28	1	233.139	14.41	8.41	1181.80	516.73	534.56
	2	227.073	15.04	8.24	1271.10	570.62	
	3	231.049	15.02	8.25	1170.30	516.33	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.97 แสดงข้อมูลการทดสอบกำลัง (Strength) ออกแบบกำลังอัดที่ 450 ksc. โดยการบ่มแบบเงื่อนไขที่อายุครบ 3 วัน โดยสารละลาย Micro air

Date of Teting (Days)	Spec No.	Cross Sectional Area (cm^2)	Height of Specimen (cm)	Weight of Specimen (kg)	Ultimate Load (kN)	Comp. Strength (ksc)	Average strength (ksc)
1	1	229.446	15.17	8.18	494.30	219.60	217.43
	2	229.750	15.18	8.11	497.60	220.78	
	3	230.723	15.21	8.17	479.60	211.89	
3	1	226.723	15.08	8.18	823.80	370.39	375.38
	2	232.614	15.27	8.14	860.10	376.92	
	3	230.175	15.19	8.14	855.40	378.83	
7	1	233.716	15.31	8.30	983.00	428.74	470.97
	2	231.210	15.23	8.22	1098.60	484.35	
	3	229.143	15.16	8.19	1123.50	499.80	
28	1	227.133	15.03	8.20	1168.80	524.55	543.88
	2	230.675	14.93	8.34	1274.50	563.21	
	3	231.884	15.00	8.43	1133.40	498.25	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.98 แสดงข้อมูลการทดสอบกำลัง (Strength) ออกแบบกำลังอัดที่ 450 ksc. โดยการบ่มแบบเงื่อนไขที่อายุครบ 7 วัน โดยสารละลาย Micro air

Date of Teting (Days)	Spec No.	Cross Sectional Area (cm^2)	Height of Specimen (cm)	Weight of Specimen (kg)	Ultimate Load (kN)	Comp. Strength (ksc)	Average strength (ksc)
1	1	229.310	15.10	8.18	494.30	219.73	218.27
	2	227.858	15.07	8.11	497.60	222.61	
	3	230.098	14.96	8.17	479.60	212.47	
3	1	229.357	15.07	8.18	823.80	366.13	376.46
	2	230.948	15.02	8.14	860.10	379.63	
	3	227.312	15.13	8.14	855.40	383.60	
7	1	226.623	15.31	8.19	1018.60	458.17	434.63
	2	226.200	15.09	7.99	947.00	426.76	
	3	226.289	15.11	8.05	930.00	418.94	
28	1	230.120	14.94	8.12	1181.40	523.33	536.40
	2	229.008	15.07	8.43	1201.30	534.73	
	3	227.678	14.97	8.23	1231.00	551.15	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.99 แสดงข้อมูลการทดสอบกำลัง (Strength) ออกแบบกำลังอัดที่ 450 ksc. โดยการบ่มแบบเงื่อนไขที่อายุครบ 14 วัน โดยสารละลาย Micro air

Date of Teting (Days)	Spec No.	Cross Sectional Area (cm^2)	Height of Specimen (cm)	Weight of Specimen (kg)	Ultimate Load (kN)	Comp. Strength (ksc)	Average strength (ksc)
1	1	226.496	15.18	8.20	495.78	223.13	220.05
	2	228.233	15.09	8.13	499.09	222.91	
	3	229.036	14.96	8.19	481.04	214.10	
3	1	227.860	15.07	8.20	826.27	369.65	378.23
	2	228.575	15.10	8.16	862.68	384.73	
	3	229.970	15.21	8.16	857.97	380.30	
7	1	227.163	15.18	8.21	1021.66	458.46	453.16
	2	228.209	15.09	8.17	987.40	441.05	
	3	226.711	15.08	8.07	1023.00	459.98	
28	1	228.535	15.03	8.28	1195.70	533.34	546.60
	2	226.407	15.21	8.22	1116.60	502.73	
	3	228.426	14.88	8.11	1254.60	559.87	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

คุณสมบัติของสารเคมีที่ใช้ผสมเพิ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DAREX AEA

น้ำยาเพื่อเพิ่มอากาศสำหรับคอนกรีต

คุณสมบัติ

DAREX AEA เป็นน้ำยาที่บริสุทธิ์และเปลี่ยนแปลงเกลือของ Suffocated Hydrocarbon มีตัวเร่งที่ช่วยให้ซีเมนต์แห้งสนิทขึ้นและเร็วขึ้น DAREX AEA ถูกคิดค้นขึ้นมาเพื่อใช้ในการเพิ่มอากาศ เป็นตัวน้ำยาผสมเพื่อเพิ่มอากาศ เป็นตัวน้ำยาผสมเพิ่มอากาศสำหรับงานคอนกรีต และถูกผลิตด้วยการถูกควบคุมอย่างดีเพื่อให้มีการใช้งานที่คาดการณ์ได้และเสมอต้นเสมอปลาย

ลักษณะ

ลักษณะรูปร่าง	เป็นน้ำยาสีน้ำตามเข้ม
Specific Gravity (20 Deg.C.)	1.015 ± 0.005
สัดส่วนจำนวนของแข็งทั้งหมด	7.0 – 7.5 %
ผลการขับอากาศ	ดีขึ้น 2 – 8 % ขึ้นอยู่กับจำนวนน้ำยาที่ใช้

วิธีปฏิบัติ

การสร้างฟองอากาศเล็กๆแบบ Semi Microscopic จำทำให้การเพิ่มฟองอากาศสำเร็จ วิธีการดังกล่าวทำโดยผสม โดยปั่นและปล่อยทิ้งไว้ในช่วงการผสมของคอนกรีต ฟองอากาศที่ว่าจะทำหน้าที่เหมือนลูกปืน (ลูกหมาก) เล็กๆ เพื่อเพิ่มความยืดหยุ่นและทำให้คอนกรีตง่ายต่อการใช้งาน, ฉาบ, โบก ฯลฯ การแยกตัว การหด หรือ bleedings ของคอนกรีตจะลดลง DAREX AEA มีตัวเร่งที่ทำให้แห้งเร็วและแห้งสนิทขึ้น ทำให้ซีเมนต์มีแรงดีขึ้นในการผสมที่ค่อนข้างน้อยและสูญเสียความแข็งแรงน้อยที่สุดในการผสมที่เยอะ

การใช้งานโดยทั่วไป

DAREX AEA ใช้ใน Ready – Mix , บล็อก , งานฉาบปูน และผลิตภัณฑ์คอนกรีตผสมทั่วไป ใช้หน้างานกับเครื่องผสมหน้างาน และที่ที่มีการผสมคอนกรีตและต้องการการเพิ่มฟองอากาศ เนื่องจากทำให้คอนกรีตผสมนุ่มและหนาขึ้นจะเป็นผลดีมากถ้าใช้กับส่วนผสมที่เบา, Slag และค่อนข้างจะทำให้เกิดคอนกรีตที่หยาบและทำให้การผสมคอนกรีตที่มีทรายละเอียดน้อยเกิดขึ้นได้

ประโยชน์

การใช้งานมีประสิทธิภาพมากขึ้น คอนกรีตผสมจะเหนียวขึ้น นุ่มขึ้นเนื่องจากมีฟองอากาศเล็กๆ เป็นล้านๆฟอง ช่วยทำหน้าที่หล่อลื่นและเป็นตัวกันชน ทำให้การลดน้ำที่จะใช้ในการผสมเกิดขึ้นได้ โดยไม่สูญเสีย Slum การแบ่งแยกของคอนกรีต, การหดตัว จะลดลงจนแทบไม่มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความทนทานเพิ่มขึ้น

DAREX AEA ถ้าใช้กับคอนกรีตผสมจะทำให้คงทนมาก โดยเฉพาะเวลาที่คอนกรีตต้องเจอกับสภาพหนาวจัดหรือละลายตัว และทำให้คอนกรีตต่อสู้กับเกลือ รวมถึงไอน้ำจากทะเลและน้ำที่ด่างได้ดี

ส่วนผสมของคอนกรีต

เนื่องจากฟองอากาศทำให้คอนกรีตขยายตัว จะทำให้ลดซีเมนต์ที่ใช้ในสัดส่วนของคอนกรีต สภาพนี้จะต้องเปลี่ยนแปลงส่วนผสม โดยสัดส่วนของหินหรือทรายละเอียดและต้องลดสัดส่วนของน้ำ เนื่องจาก DAREX AEA ใช้ได้กับงานคอนกรีตทั่วไป, งานฉาบปูนใช้กับน้ำยาเร่งตัวอื่น, น้ำยาลดน้ำหรือน้ำยาทำให้น้ำระเหยช้า ความต้องการของน้ำในส่วนผสมจะลดลงและจะมีความแข็งแรงและคงทนที่เพิ่มมากขึ้นตามสัดส่วน น้ำยาแต่ละประเภทควรจะผสมในคอนกรีตผสมแยกกัน

อัตราส่วนผสม

50 – 100 ml ต่อ 100 กิโลกรัมของซีเมนต์

วิธีการใช้

DAREX AEA เป็นน้ำยาผสมที่ใช้ได้ทันทีไม่ต้องผสมหรือเปลี่ยนแปลงแต่อย่างใด ใช้คอนกรีตผสมได้ทันทีที่หน้างานในขณะที่ผสมน้ำลงในคอนกรีต แต่ต้องระวังให้การคลุกเคล้าของน้ำยากับส่วนผสมอื่นเข้ากันได้ดี รถบรรทุกผสม Ready – mix จะต้องหมุนอย่างน้อย 75 รอบในการผสม DAREX AEA และควรจะตวงน้ำยาใช้อย่างถูกต้อง

ข้อแนะนำทางวิศวกรรม

อย่าให้แข็งตัวแล้วจะต้องปล่อยให้ละลายอย่างช้าๆ เก็บได้นานอย่างน้อย 12 เดือน ถ้ายังไม่ได้เปิดใช้ แต่ถ้าใช้ตามกฎเกณฑ์ของ BS 5075 : Part 2 : 1982 จะต้องใช้ตามวันหมดอายุข้างถัง

บริษัท ดับบริว อาร์ เกรซ (ประเทศไทย) จำกัด
889 ถนนศรีนครินทร์ – เทพารักษ์ อาคารว่องไววิทย์ ชั้น 2 อ.เมือง จ.สมุทรปราการ 10270 โทร. 399-3944, 393-3445, แฟกซ์. 399-3951

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Hydra air

Hydra air สารกักกระจายฟองอากาศ ที่ใช้กับคอนกรีตและการผสมมอร์ตาร์ เป็นสารจำพวกคลอไรด์อิสระเหลวที่พร้อมใช้ในโมผสมคอนกรีต

จุดประสงค์ของการใช้งาน

- ควรเก็บไว้ในห้องเย็น
- ใช้กับโครงสร้างคอนกรีตหรือใช้สำกรับการหล่อในที่ทุกชนิด
- ใช้กับลานจอดเครื่องบินหรือพื้นที่มีความแข็งมากๆ
- ใช้กับงานเขื่อนและอ่างเก็บน้ำ
- รันเวย์และช่องทางแท็กซี่ในสนามบิน

ประโยชน์

- ในที่ที่มีน้ำแข้งละลายละลาย คอนกรีตจะแข็งตัวได้ดีกว่าปรกติ
- ควรใช้กับโครงสร้างพื้นหรือในสถานที่ที่มีความเย็น
- เพิ่มการเกาะติดและลดความเสี่ยงในการแยกตัวในการผสม
- ใช้กับ w/c ที่มีค่าสลัมพ์ต่ำๆและเพิ่มค่ากำลังรับแรงอัด

มาตรฐาน

Meet - ASTM C260
- BS5075, Part 2

ข้อแนะนำในการใช้งาน

Hydraair จะมีลักษณะสารพร้อมใช้งาน ควรผสมในคอนกรีตหรือมาร์ตาร์ขณะมีการผสมอยู่ในเวลาเดียวกับน้ำหรือสารผสมอื่นๆ ไม่ควรใส่ในซีเมนต์หรือมอร์ตาร์ก่อนจะทำให้สารเกิดประโยชน์ในการใช้งานมากกว่า ไม่ควรปล่อยคอนกรีตที่ผสมแล้วไว้นานๆ

จำนวนของไฮดราแอร์ที่ต้องการขึ้นอยู่กับลักษณะคอนกรีตหรือมอร์ตาร์ที่ผสม รวมถึงระดับของการกักกระจายฟองอากาศที่ต้องการปัจจัยที่มีผลกระทบคือ

- ธรรมชาติและชนิดของมวลรวม โดยเฉพาะมวลรวมละเอียด
- ส่วนประกอบของซีเมนต์และชนิดของซีเมนต์ที่ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ที่ใช้
- อุณหภูมิ
- ชนิดและประสิทธิภาพของอุปกรณ์ที่ทำการผสม

สำหรับการผสมเพื่อการใช้งาน เติมไฮดราแอร์ประมาณ 30 – 45 ml ต่อซีเมนต์ 50 กิโลกรัม ในดอนกรีตปรติมวลรวมต่อซีเมนต์ คือ 6/1 รวมไปถึงปริมาณการกักกระจายฟองอากาศ 3% ถึง 6% การอนุโลมนี้ขึ้นอยู่กับระดับความต้องการ M.O.T สำหรับงานถนนและงานสะพาน

สำหรับการแนะนำและการช่วยในการปรับค่าทางบริษัทแนะให้ปรึกษาที่บริษัทแอ็ก อากาศของการกักกระจายฟองอากาศควรจะมีการเช็ค วิธีที่กว้างที่สุดที่ใช้กันคือวิธีของความดันจะอธิบายใน BS.1881 : 1970 และ ASTM C 231

ข้อควรระวัง

- Hydraair ถูกพัฒนามาจากสารเคมีซึ่งไม่ติดไฟหรือเป็นอันตรายต่อร่างกาย ถ้าเมื่อใดก็ตามเกิดการหกควรจะล้างออกทันทีด้วยน้ำเย็น
- ความเหมาะสมกับซีเมนต์ Hydraair สามารถใช้กับปอร์ตแลนด์ซีเมนต์ทุกชนิด รวมถึงซีเมนต์ต้านซัลเฟลต สำหรับซีเมนต์ชนิดพิเศษ แนะนำให้ปรึกษา บริษัทแอ็ก
- สำหรับกับสารผสมเพิ่มชนิดอื่นๆ Hdraair ไม่ควรผสมสารผสมเพิ่มกับชนิดอื่นก่อน
- สำหรับกรณีใช้กับสารชนิดอื่น อาจจะมีการแสดงออกที่ผิดปกติ ควรปรึกษาแอ็กเป็นกรณีพิเศษ

ลักษณะ

ลักษณะที่แสดงออก	: ของเหลวสีน้ำตาล
ความหนาแน่น	: 1.04 ± 0.01
ความหนืด	: 2.15 cps
จุดเยือกแข็ง	: -5 °C
การติดไฟ	: ไม่ติดไฟ

การบรรจุหีบห่อ

ในถังผสม 210 ลิตร โดยรถบรรทุก

คำเตือน

ไม่มีพิษ ในกรณีเมื่อมีการสัมผัสกับผิวหนัง ล้างออกด้วยน้ำสะอาด ในกรณีเข้าตา ล้างออกด้วยน้ำสะอาดโดยทันที และปรึกษาแพทย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MICRO-AIR 303A

MICRO-AIR 303A เป็นสารกักกระจายฟองอากาศ เหมาะที่จะใช้กับงานก่อสร้างที่สำคัญทั้งหมดที่ใช้เป็นสารลดน้ำ สารเร่งและสารหน่วง

ความแตกต่างของ MICRO-AIR 303A คือสามารถผสมกับพอสโซไลท์โดยปราศจากการทำปฏิกิริยากับสารเคมีที่เป็นอันตรายอื่นๆ ในขณะที่ใช้เป็นสารกักกระจายฟองอากาศ สารผสมชนิดนี้ไม่ควรที่จะผสมแยกกับสารอื่นก่อนการผสมคอนกรีต หากทีมีผสมก่อนจะละลายระบบการทำงานและทำให้เกิดการตกตะกอน และทำให้ระดับการกักกระจายลดลง

สำหรับประโยชน์อื่นๆ ไม่เพียงแต่การควบคุมคุณภาพการใช้ประโยชน์แต่ยังต้องระวังเรื่องการผสม เพียงแค่ผสมหนึ่งถังกับสารผสมเพิ่มอื่นๆ อาจจะทำให้ราคาของอุปกรณ์ลดลง

คำแนะนำทั่วไป

- MICRO-AIR 303A จะต้องเป็นไปตามมาตราฐาน ASTM C-260
- MICRO-AIR 303A สามารถใช้กับของเหลวหรือของเหลวเจือจางอย่างอื่น
- MICRO-AIR 303A สามารถผสมกับสารผสมเพิ่มพอสโซไลท์ชนิดอื่นโดยไม่ทำปฏิกิริยาเคมี

ข้อดีของการใช้งาน

การกักกระจายฟองอากาศที่ได้ผลดีที่สุดช่วยในการเพิ่มคุณภาพคอนกรีตดังนี้

- ช่วยเพิ่มความเหลวและง่ายต่อการทำงาน
- ลดการแยกออกและลดการ Bleeding
- เพิ่มความทนทานโดยเฉพาะเมื่ออยู่ในสภาวะน้ำแข็งหรือน้ำแข็งละลาย
- สารที่มีน้ำเกลืออยู่

ง่ายต่อการใช้

เพียงใช้มือเทขวดสารเข้าไปในเครื่องผสม

ความเหมาะสมในการใช้

MICRO-AIR 303A เหมาะที่จะใช้กับคอนกรีตที่ผสมสารลดน้ำอื่นๆ เช่น สารเร่ง ใช้ควบคู่ไปกับน้ำ เพื่อเพิ่มการกักกระจายฟองอากาศในคอนกรีต

การประยุกต์ใช้

MICRO-AIR 303A ใช้เป็นสารละลายเจือจางเข้าไปโดยสารนี้ โดยไม่ผสมการสารผสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดอื่น ใส่MICRO-AIR 303A เข้าไประหว่างผสมคอนกรีตในเครื่องผสมโดยสารกักกระจายฟองอากาศ โดยใส่ไม่เกิน 3%

ปริมาณสารที่ใส่เข้าไปในคอนกรีต

ไม่มีมาตรฐานของปริมาณที่แน่นอน ปริมาณที่แน่นอนของสารกักกระจายฟองอากาศที่ต้องการไม่สามารถหาค่าได้อย่างแน่นอน เนื่องจากความแตกต่างของวัสดุที่ใช้ทำคอนกรีต ปัจจัยทั่วๆไปที่อาจจะมีอิทธิพลต่อจำนวนของฟองอากาศ คืออุณหภูมิ ซีเมนต์ การให้วัสดุที่ละเอียดเป็นพิเศษ เช่น เถ้าลอย

ปริมาณของ MICRO-AIR 303A ที่จะใช้ขึ้นอยู่กับจำนวนของอากาศที่ต้องการภายใต้สภาวะการใช้งานที่แท้จริง ในการปรับค่าการผสมใช้ 0.006% โดยน้ำหนักของซีเมนต์ ควบคุมสารผสมเพิ่มจำนวนของ MICRO-AIR 303A ที่ต้องการคือน้อยกว่าจำนวนที่ต้องการในคอนกรีต ในการผสมที่ต้องการมากกว่าปริมาณที่ได้รับที่ต้องการอากาศ ปรึกษาหัวหน้างานหรือตัวแทนจำหน่ายก่อนใช้

MICRO-AIR 303A ควรเก็บไว้เครื่องที่อุณหภูมิ 35 F (2°C) หรือสูงกว่า เมื่อแช่แข็งควรจะต้องทำการละลายก่อนเพื่อการประกอบกันใหม่โดยเครื่องปั่นก่อนการใช้งานอย่าใช้เครื่องกวนที่เป็นอากาศอัดความดัน

การบรรจุ

MICRO-AIR 303A เก็บในถังเหล็ก 200 ลิตร

ข้อแนะนำพิเศษ

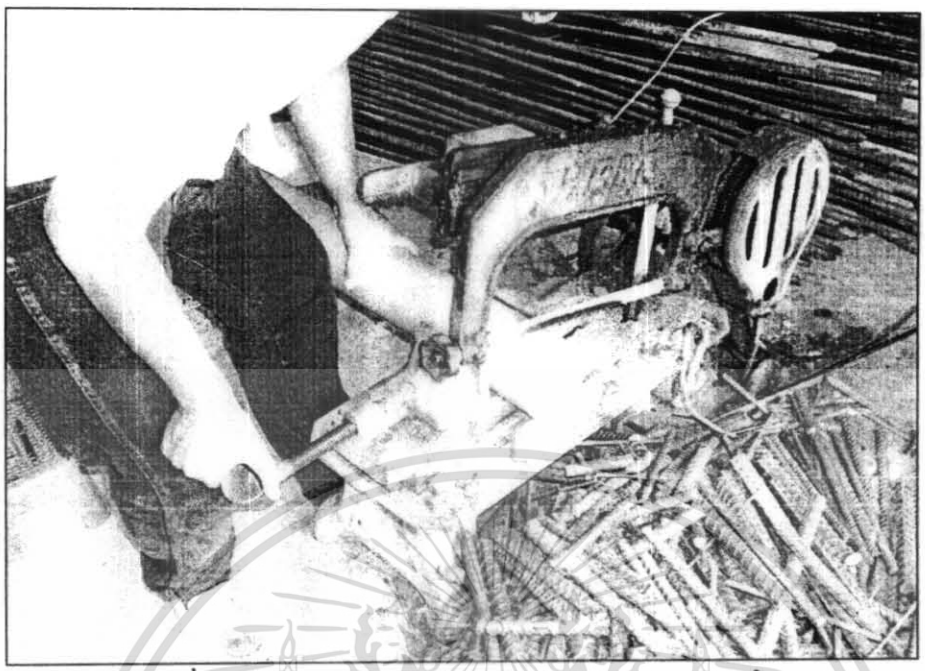
สารผสมเพิ่มชนิดกักกระจายฟองอากาศสามารถใช้กับสิ่งก่อสร้างที่ซับซ้อน MICRO-AIR 303A ตามมาตรฐาน ASTM C-260 และ CRDC-13 สารควรจะแยกออกจากกัน ในการผสมคอนกรีตจำนวนที่ต้องการจะตามปริมาณอากาศ จะทำให้ปริมาณอากาศสูงขึ้นโดยซีเมนต์ มวลรวมและ ส่วนผสมอื่นๆอาจจะต้องพิจารณา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

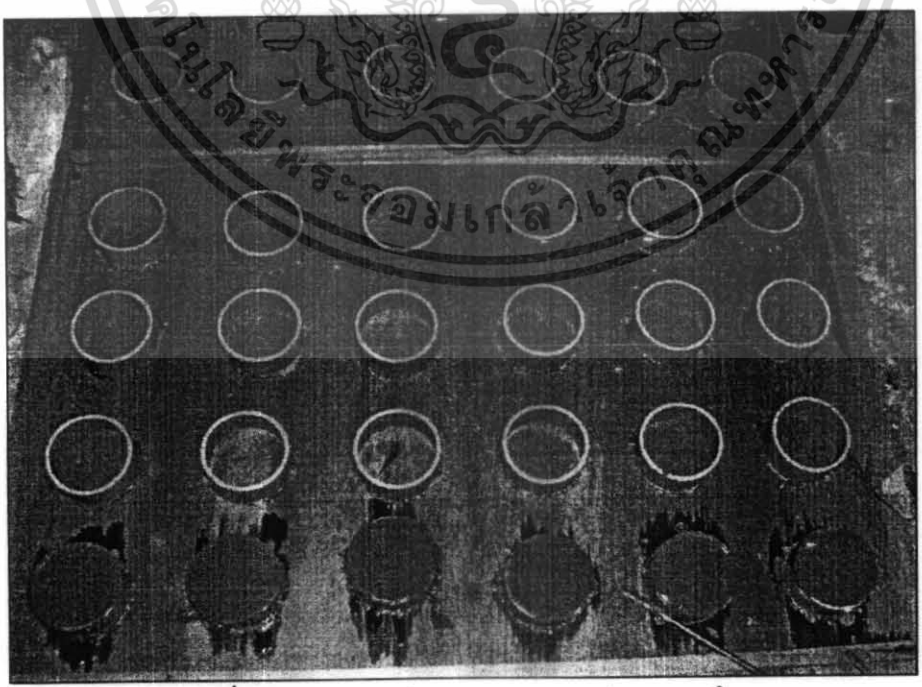
ภาคผนวก ค

รูปการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

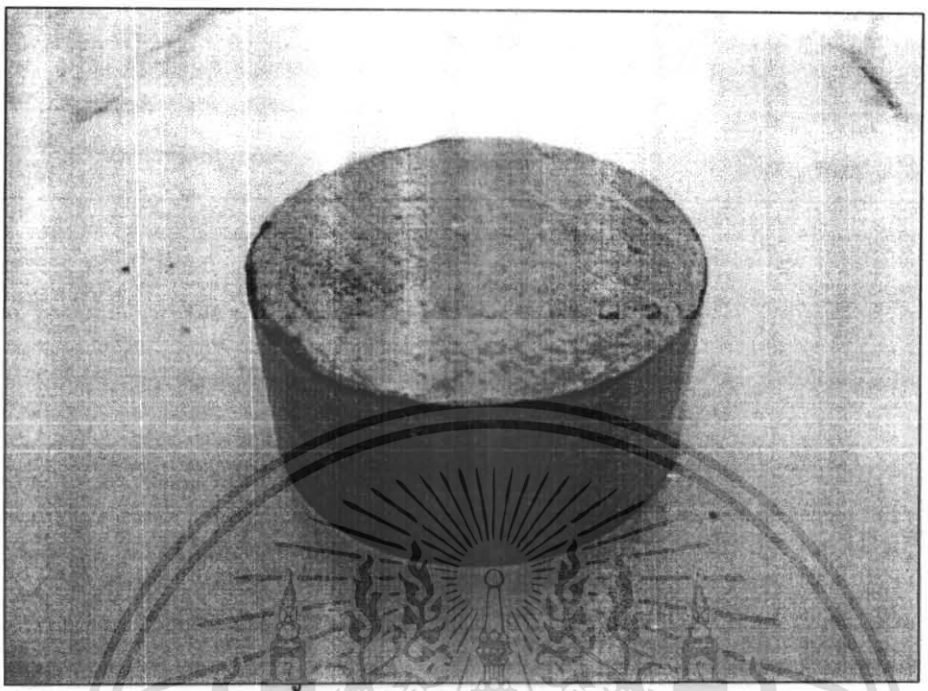


รูปที่ ผ.ค. 1 เตรียมแบบหล่อการทดสอบหาค่าการดูดซึม



รูปที่ ผ.ค. 2 แบบหล่อการทดสอบหาค่าการดูดซึม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป ผ.ค. 3 ชิ้นตัวอย่างสำหรับทดสอบหาค่าการดูดซึม

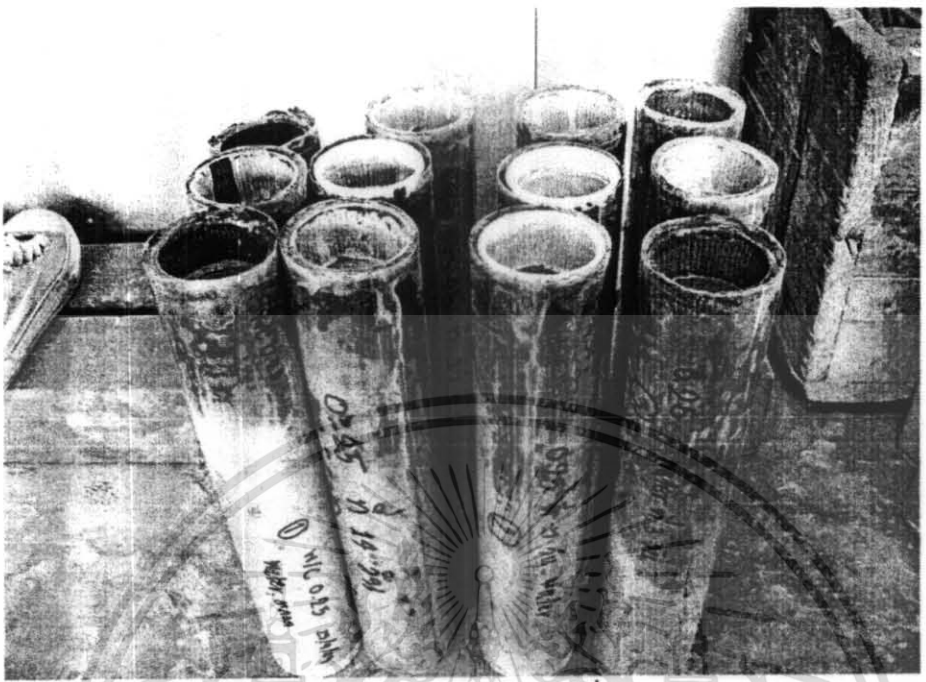
รูป ผ.ค. 4 การทดสอบหาค่าการดูดซึม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ผ.ค. 5 การหล่อตัวอย่างทดสอบไฮเดรชั่น

รูป ผ.ค. 6 การบ่มชิ้นตัวอย่างการทดสอบหาค่าปฏิกิริยาไฮเดรชั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ผ.ค. 7 ตัวอย่างการทดสอบไฮเดรชั่นก่อนทำการตัด

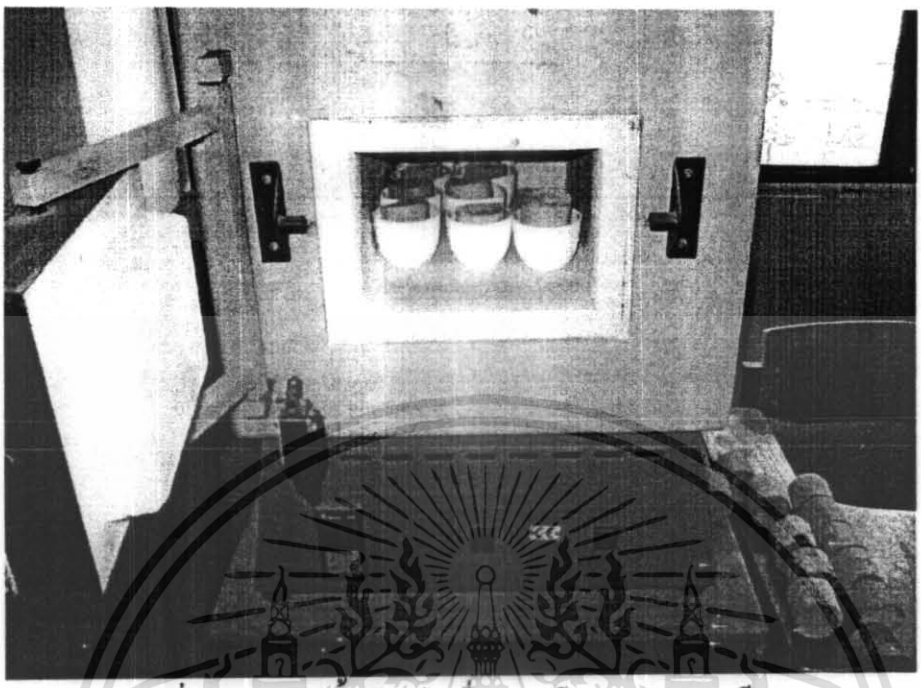
รูปที่ ผ.ค. 8 การตัดชิ้นตัวอย่าง การทดสอบปฏิกิริยาไฮเดรชั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ผ.ค. 9 ชิ้นตัวอย่างที่ทำการตัดแล้ว

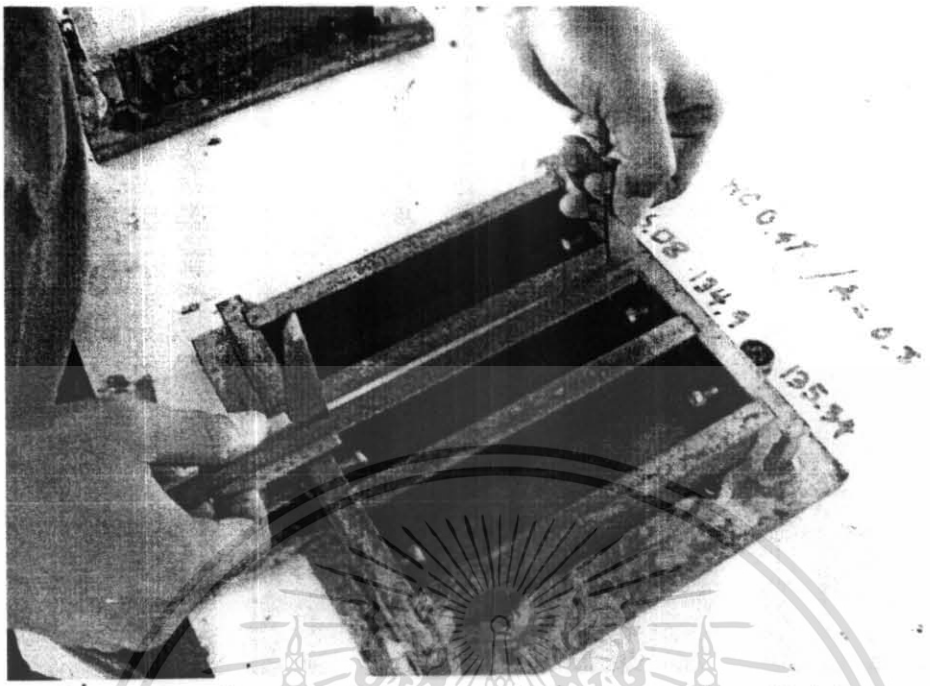
รูปที่ ผ.ค. 10 อบชิ้นตัวอย่าง ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

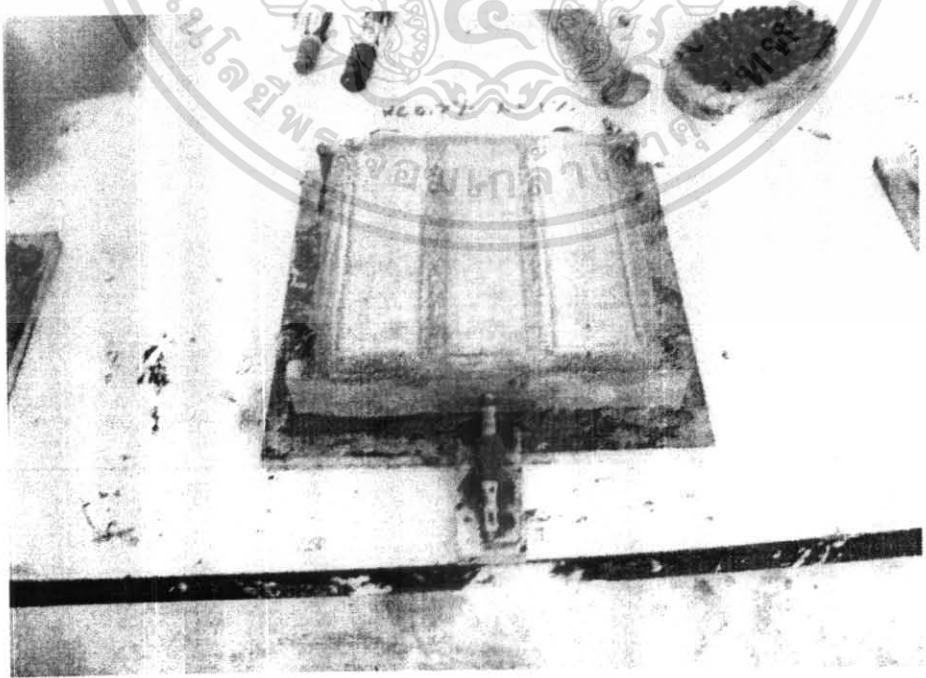


รูปที่ ผ.ค. 11 อบชิ้นตัวอย่างที่อุณหภูมิ 950 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

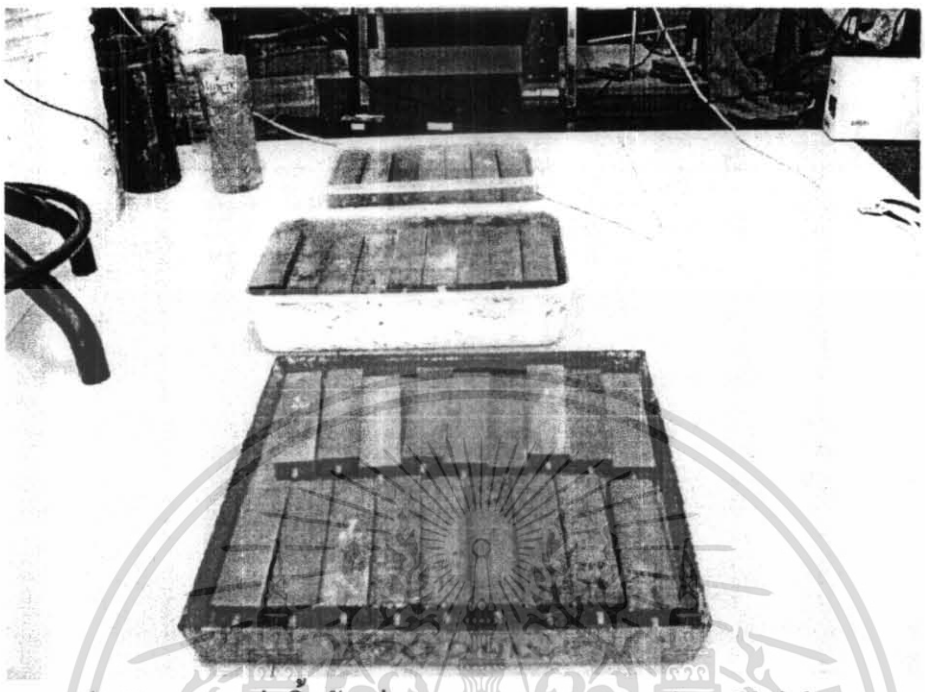


รูปที่ ผ.ค. 12 เตรียมแบบหล่อการทดสอบหาค่า Autogenious Shrinkage

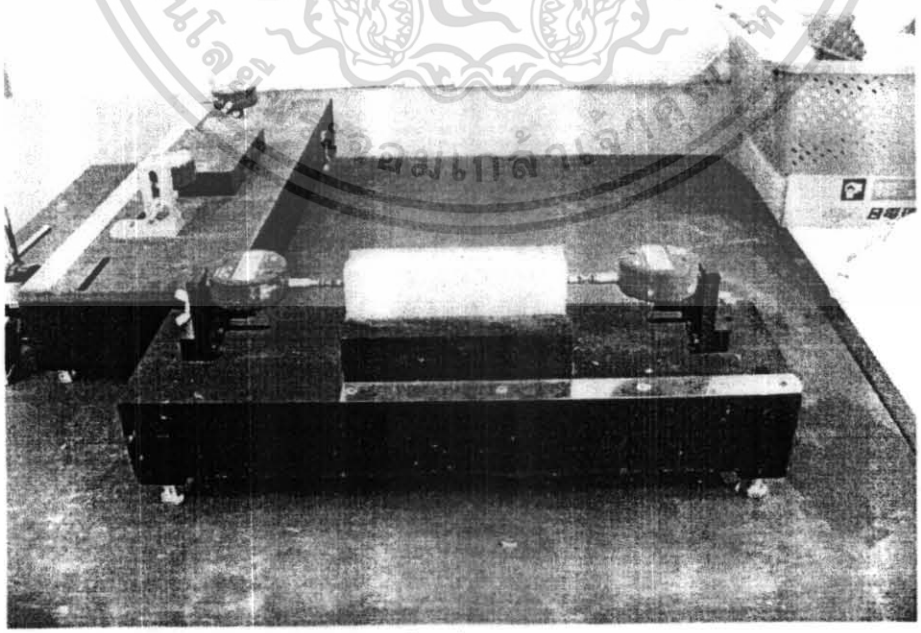


รูปที่ ผ.ค. 13 การหล่อการทดสอบหาค่า Autogenious Shrinkage

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

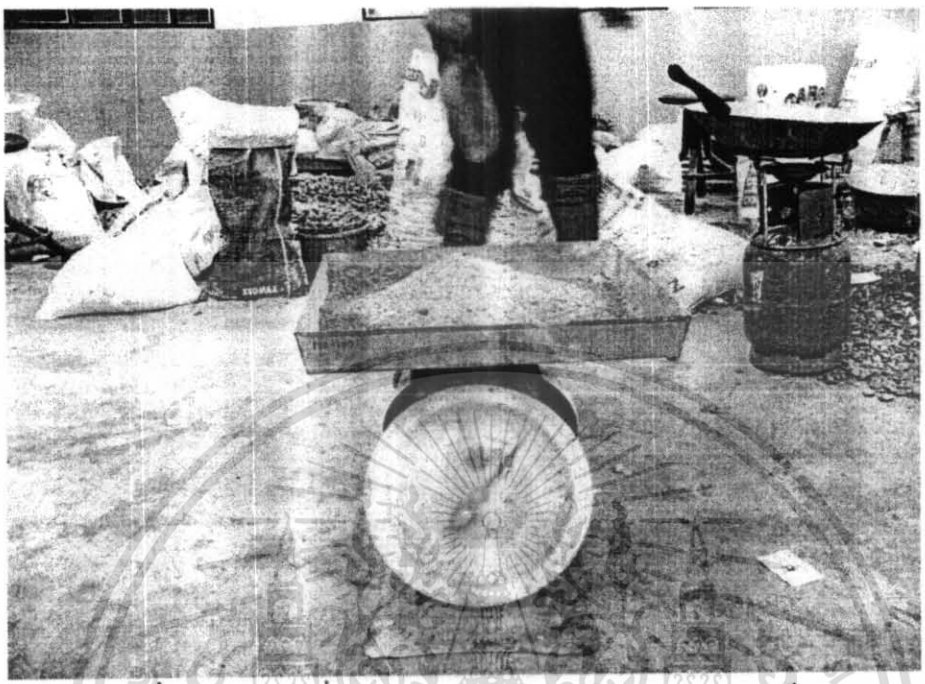


รูป ผ.ค. 14 การบ่มชิ้นตัวอย่างการทดสอบ Autogenious Shrinkage

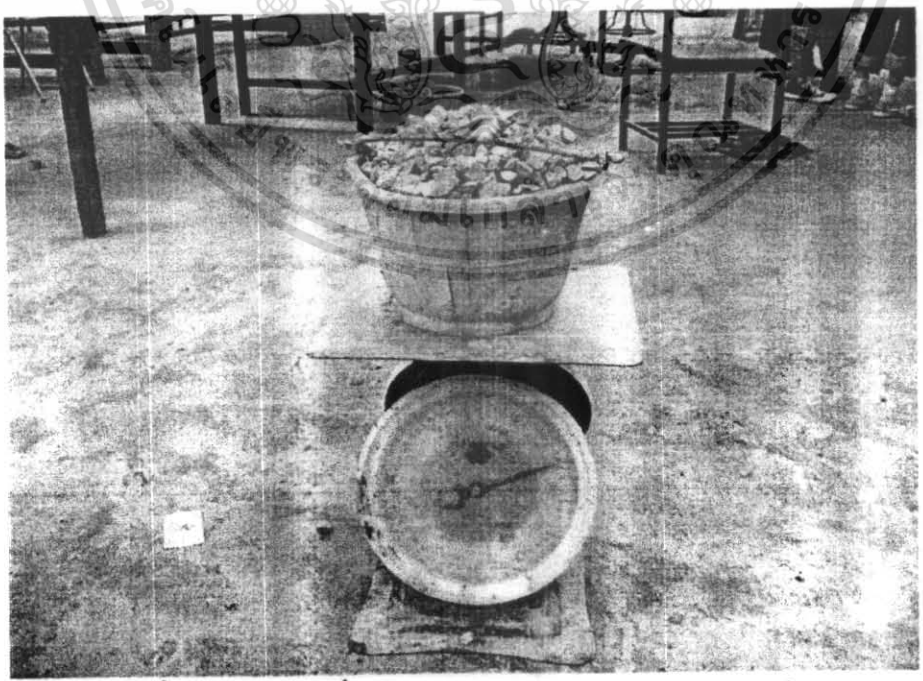


รูป ผ.ค. 15 การทดสอบตัวอย่าง Autogenious Shrinkage

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

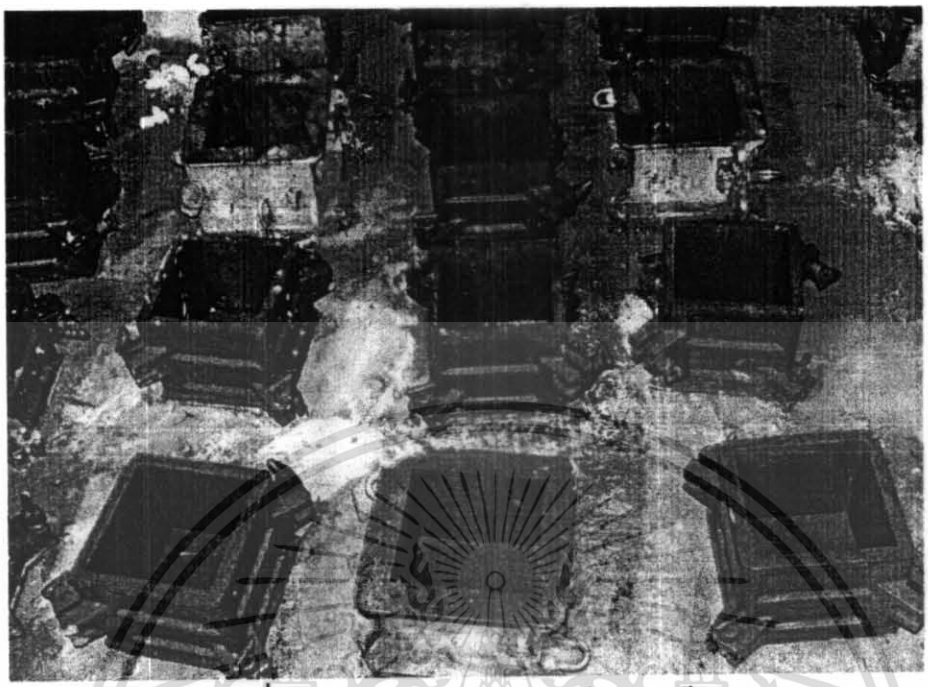


รูปที่ ผ.ค. 16 การชั่งมวลรวมละเอียดก่อนทำการผสมคอนกรีต



รูปที่ ผ.ค. 17 การชั่งมวลรวมหยาบก่อนทำการผสมคอนกรีต

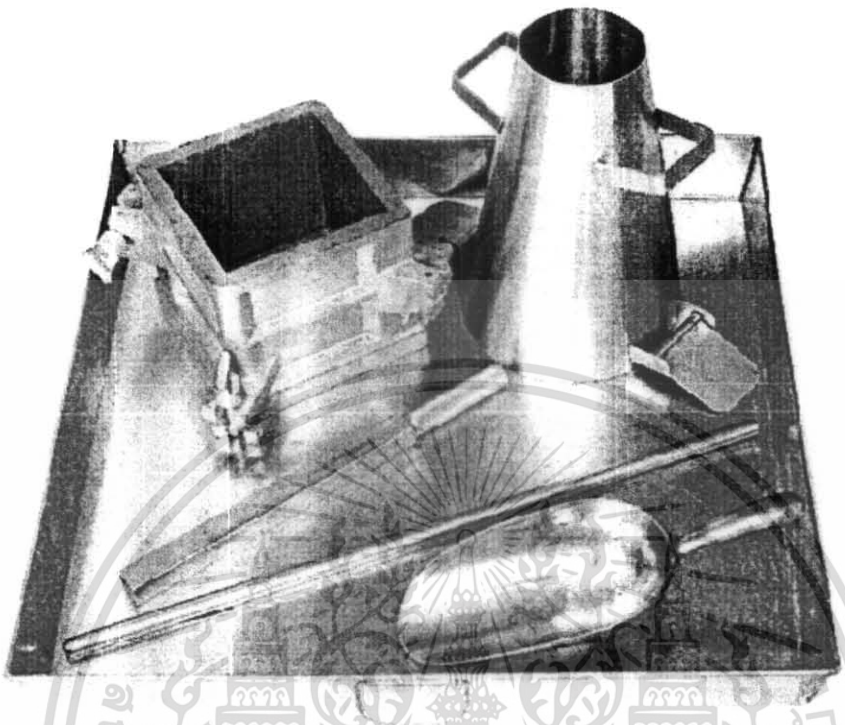
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



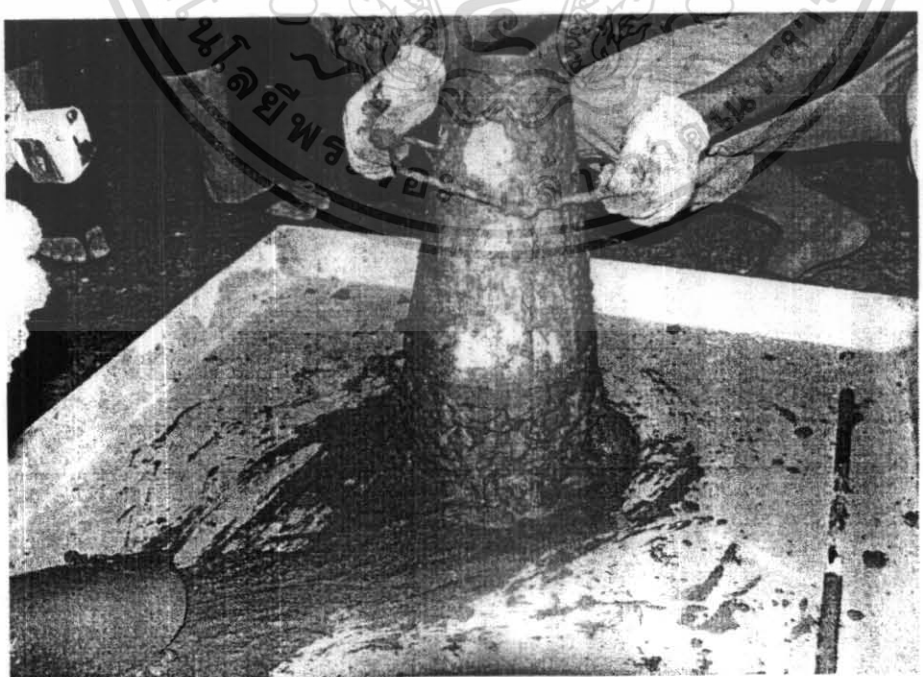
รูปที่ ผ.ค. 18 การเตรียมแบบหล่อคอนกรีต

รูปที่ ผ.ค. 19 การผสมคอนกรีต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

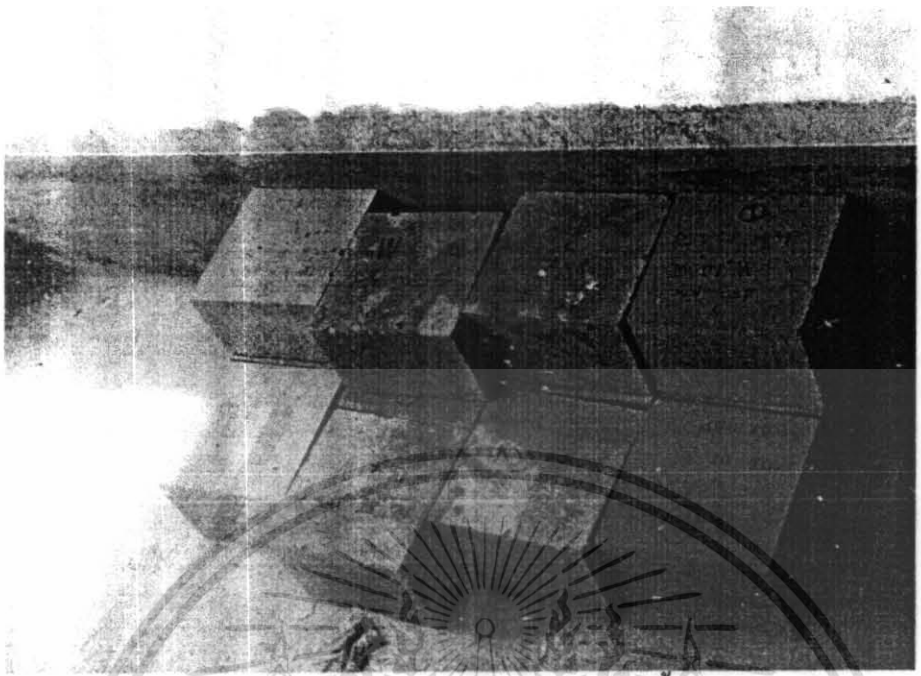


รูปที่ ผ.ค. 20 อุปกรณ์ทดสอบค่าการยุบตัวของคอนกรีต

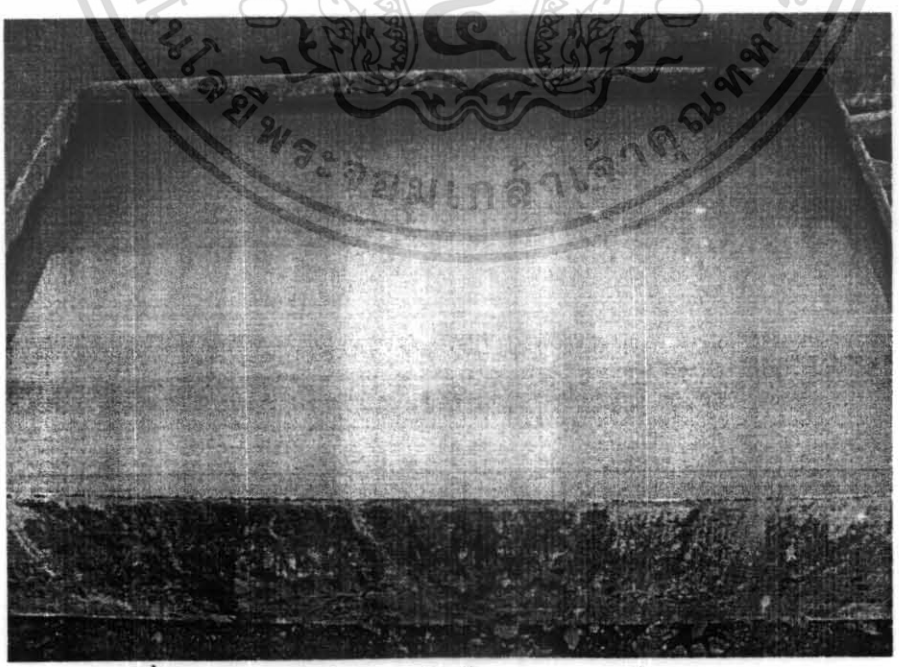


รูปที่ ผ.ค. 21 การทดสอบค่าการยุบตัวของคอนกรีต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

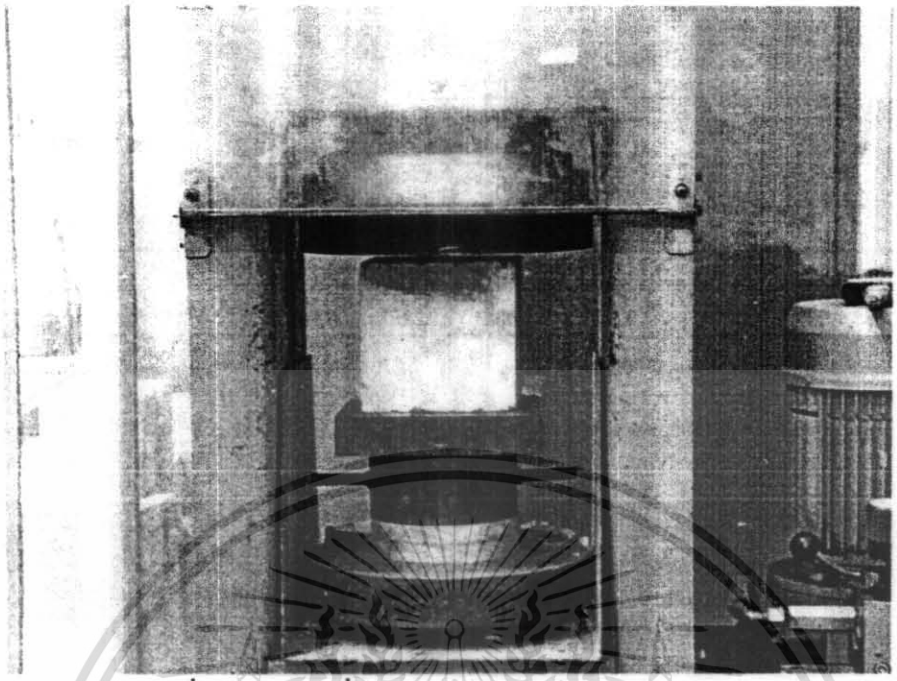


รูปที่ ผ.ค. 22 การบ่มคอนกรีตด้วยน้ำ

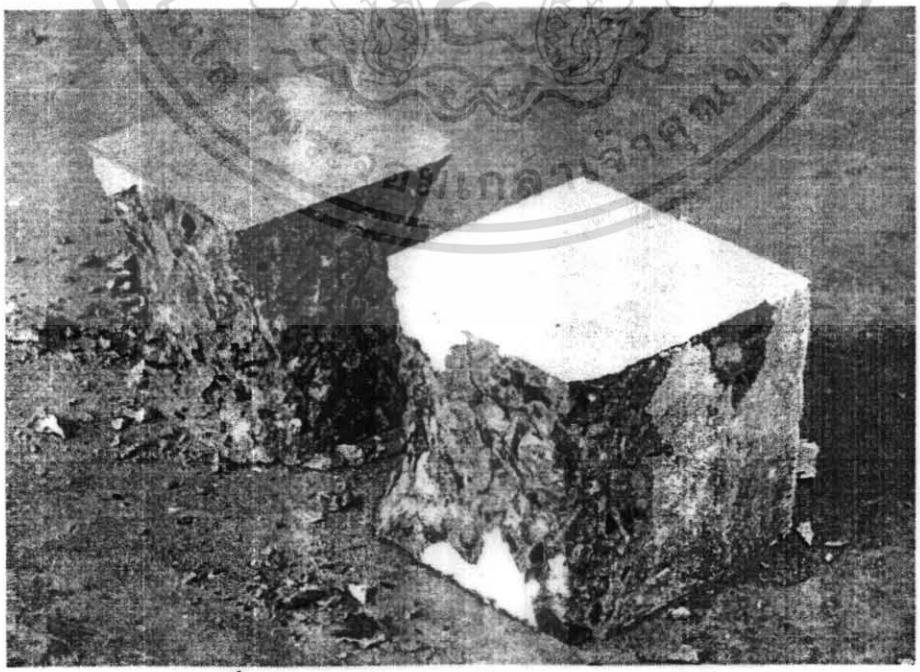


รูปที่ ผ.ค. 23 การบ่มคอนกรีตด้วยสารลดแรงตึง Micro Air

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ผ.ค. 24 เครื่องทดสอบกำลังอัดของคอนกรีต



รูปที่ ผ.ค. 25 ตัวอย่างหลังการทดสอบกำลังอัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้