สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การศึกษาผลกระทบของสารผสมเพิ่มต่อการหดตัวในชิ้นส่วนคอนกรีต

Effects of Admixture on Autogenous Shrinkage of Hardened Concrete

T104093

โดย

นายกฤษณะ โพธิน

นายเชิงปรัชญ์ ตันศิริ

นายปรากรณ์ เกิดเสวียด

วศ.
ก98/ก
2551

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 104093
วัน,เดือน,ปี 28 ต.ค. 2552

b 12109628
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรม
วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต
สาขาวิศวกรรมศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EFFECTS OF ADMIXTURE ON AUTOGENOUS SHRINKAGE OF HARDENED CONCRETE

MR. GRIDSANA POTIN

MR. CHOENGPRACH TANSIRI

MR. PARAGORN GERDSAWIAD

A SPECIAL PROJECT SUMMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQURIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF CIVIL ENGINEER

DAPARTMENT OF CIVIL ENGINEER,FACULTY OF ENGINEER

KING MOMGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2008

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองโครงงานพิเศษ

หัวข้อโครงการพิเศษ	การศึกษาผลกระทบของสารผสมเพิ่มต่อการหดตัวในชิ้นส่วนคอนกรีต			
นักศึกษา	นายกฤษณะ	โพธิน	รหัสประจำตัว	48010027
	นายเชิงปรัชญ	ตันศิริ	รหัสประจำตัว	48010220
	นายปรากรณ์	เกิดเสวียด	รหัสประจำตัว	48012153
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตร์		สาขา	วิศวกรรมโยธา
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา			
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.คมสัน	มาลีสี		
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	นักศึกษาปริญญาโท นางสาวเกวริน ก้อนแก้ว			

คณะกรรมการสอบโครงงานพิเศษ	ลายมือชื่อ
1. ผศ.ศักดิ์ชัย สถานุพงษ์	
2. อ.ทรงกลด แซ่อึ้ง	
3. ผศ.ดร.คมสัน มาลีสี	
4. ผศ.แหลมทอง เหล่าคงถาวร	

ภาควิชาวิศวกรรมโยธารับรองแล้ว

(ผศ.สุพจน์ ศรีนิล)

หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมโยธา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงการพิเศษ	การศึกษาผลกระทบของสารผสมเพิ่มต่อการหดตัวในชิ้นส่วนคอนกรีต		
	Effects of Admixture on Autogenous Shrinkage of Hardened Concrete		
นักศึกษา	นายกฤษณะ โพธิน	รหัสประจำตัว	48010027
	นายเชิงปรัชญ ตันศิริ	รหัสประจำตัว	48010220
	นายปรากรณ์ เกิดเสวียด	รหัสประจำตัว	48012153
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตร์	สาขา	วิศวกรรมโยธา
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา		
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.คมสัน มาลีสี		
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม			
ระดับการศึกษา	วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา		
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์		
ปีการศึกษา	2551		

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาผลกระทบของสารผสมเพิ่มต่อการหดตัวในชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จ ในขั้นต้นทำการศึกษาผลกระทบของสารผสมเพิ่มที่ผสมในซีเมนต์เพสต์กับอัตราการไหล อัตราการเยิ้มน้ำและการหดตัวของซีเมนต์เพสต์ โดยสารที่ใช้ในการวิจัยแบ่งเป็นสองชนิดคือสารสารลดน้ำ (Superplaticizer) ประเภท Polymer และ Naphthalene สารอีกชนิดหนึ่งคือ สารหน่วงการก่อนตัว (Retarder) ในปริมาณต่างๆ ดังนี้ ใช้อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ 0.4,0.5 และ 0.6 และใช้เปอร์เซ็นต์ในการเติมสารผสมเพิ่ม 0.1%, 0.3% และ 0.5% ตามลำดับ ผลที่ได้จากส่วนนี้พบว่าซีเมนต์เพสต์ที่ใส่สารลดน้ำยิ่งมีปริมาณสารลดน้ำที่เพิ่มขึ้นก็ยิ่งทำให้การเยิ้มน้ำเพิ่มขึ้น ทำให้การไหลดีขึ้น และยังพบว่าการหดตัวของชิ้นตัวอย่างก็เพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย โดยสารลดน้ำชนิด Polymer ให้การหดตัวที่มากที่สุด ลองลงมา คือสารลดน้ำชนิด Naphthalene ในขณะที่สารหน่วงการก่อตัวนั้นพบว่าการหดตัวเกิดขึ้นน้อยมากหรือใกล้เคียงกับซีเมนต์เพสที่ไม่ได้เติมสารผสมเพิ่ม หลังจากนั้นทำการทดสอบการหดตัวในชิ้นส่วนของมอร์ต้าและคอนกรีตต่อไป โดยการเติมสารผสมเพิ่มและอัตราส่วนเดียวกันกับซีเมนต์เพสต์ พบว่าการหดตัวในชิ้นส่วนของมอร์ต้าและคอนกรีตนั้นมีทิศทางไปในทางเดียวกันกับซีเมนต์เพสต์ แต่การหดตัวที่ได้นั้น ซีเมนต์เพสต์หดตัวมากที่สุด ลองลงมาเป็นมอร์ต้าและคอนกรีตมีการหดตัวน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Effects of Admixture on Autogenous Shrinkage of Hardened Concrete
Name	Mr.Gridsana Potin
	Mr.Chroengprach Tansiri
	Mr.Paragorn Gerdsawiad
Field	Civil Engineering
Department	Civil Engineering
Faculty	Engineering
Advisor	Asst.Prof; Dr. Komsan Maleesee

ABSTACT

The purpose of this research was to study the effect of admixture toward the shrinkage of hardened concrete. At first it was the study of the effect of admixture mixed in cement paste with workability, the bleeding and the shrinkage of cement paste. The two substances is used in this research are Superplaticizer (Polymer and Naphthalene). Another substance is the various amounts of Retarder as follows: the water cement ratio is 0.4, 0.5 and 0.6, and the percentage of the admixture added is 0.1%, 0.3%, and 0.5% respectively. From this mixture it was found that the more the admixture added with Superplaticizer, the more the bleeding becomes. In addition, the shrinkage of the sample of hardened cement paste increases. From this experiment, Polymer is most shrunk, and Naphthalene is the second. It was also found that it has very little shrinkage of Retarder, or it has the same amount of the original cement paste. After the testing of shrinkage of mortar parts by adding the admixture with the same amount of the cement paste it was found that the shrinkage of mortar parts and hardened concrete are the same result of cement paste. Nevertheless, that shrinkage from the experiment, the cement paste is the most shrunk, mortar is the second, and concrete is the least.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ไม่มีคำกล่าวใดที่สามารถบ่งบอกถึงความกรุณา และการให้ความอนุเคราะห์เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานพิเศษนี้ ของดร.คมสัน มาลีสี ตลอดระยะเวลาของงานศึกษานี้ท่านได้ให้คำแนะนำและการสั่งสอนที่มีค่ามากมายนอกเหนือจากขอบข่ายทางวิศวกรรม ท่านได้เน้นให้ประพฤติตนโดยอุทิศให้กับงานและการปรับปรุงเกี่ยวกับภาษาและการนำเสนองาน ซึ่งถือว่าเป็นสิ่งที่มีค่าที่ผู้ประพันธ์ได้จากการศึกษา ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบังนอกเหนือจากปริญญาบัตรอันสูงส่ง และ ขอกล่าวคำขอบคุณอย่างซาบซึ้งแด่ ดร.คมสัน มาลีสี

ท้ายที่สุดสำหรับคำขอบคุณอันพิเศษที่สุดที่ขอมอบให้แด่สมาชิกทุกคนในกลุ่ม ที่ทุ่มเทความรู้ความตั้งใจ และความอดทนจนสามารถทำโครงการนี้ประสบความสำเร็จและขอขอบคุณห้องสมุด KMITL รวมถึงห้องสมุดภาควิศวกรรมโยธา สำหรับแหล่งข้อมูลอันทรงค่าสำหรับงานศึกษานี้

นาย กฤษณะ โพธิน
นาย เชิงปรัชญ์ ตันศิริ
นาย ปรากรณ์ เกิดเสวียด

ผู้ประพันธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทที่	เรื่อง	หน้า
	ปกใน (ภาษาไทย)	ก
	ปกใน (ภาษาอังกฤษ)	ข
	หน้าอนุมัติ	ค
	บทคัดย่อภาษาไทย	ง
	บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
	กิตติกรรมประกาศ	ฉ
	สารบัญ	ช
	สารบัญตาราง	ฌ
	สารบัญรูป	ฎ
1	**บทนำ**	
	1.1. กล่าวนำ	1
	1.2. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
	1.3. วัตถุประสงค์ของโครงงานพิเศษ	2
	1.4. ขอบเขตของการศึกษา	2
	1.5. วิธีการศึกษา	2
	1.6. ผลที่คาดว่าจะได้รับ	3
2.	**วรรณกรรมปริทัศน์**	
	2.1. กล่าวนำ	5
	2.2. คุณสมบัติของซีเมนต์ที่มีผลต่อคอนกรีต	5
	2.3. คุณสมบัติของวัสดุมวลรวมที่มีผลต่อคอนกรีต	6
	2.4. คุณสมบัติของสารผสมเพิ่มที่มีผลต่อคอนกรีต	6
	2.5. ค่าระยะห่างระหว่างมวลรวมที่มีผลต่อคอนกรีต	8
	2.6. การหดตัว	8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การดำเนินงานวิจัย

3.1. อุปกรณ์การทดลอง 11

3.2. วิธีการทดลอง 12

3.3. วิธีการศึกษา 14

4. ผลการทดลองและวิเคราะห์ผล

4.1 ผลการทดลองและการวิเคราะห์ 17

5. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ 38

บรรณานุกรม 40

ภาคผนวก ก. ผก1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	ชื่อตาราง	หน้า
3.1	แสดงส่วนผสมที่ใช้ในการทดลองซีเมนต์เพสท์	12
3.2	แสดงส่วนผสมที่ใช้ในการทดลองมอร์ต้า	13
3.3	แสดงส่วนผสมที่ใช้ในการทดลองคอนกรีต	14
ผ.ก. 1	แสดงผลการหาค่าการหดตัวของคอนกรีต ที่ w/c 0.4	ผก 1
ผ.ก. 2	แสดงผลการหาค่าการหดตัวของคอนกรีต ที่ w/c 0.4 Naphahalene 0.1%	ผก 2
ผ.ก. 3	แสดงผลการหาค่าการหดตัวของคอนกรีต ที่ w/c 0.4 Naphahalene 0.3%	ผก 3
ผ.ก. 4	แสดงผลการหาค่าการหดตัวของคอนกรีต ที่ w/c 0.4 Naphahalene 0.5%	ผก 4
ผ.ก. 5	แสดงผลการหาค่าการหดตัวของคอนกรีต ที่ w/c 0.5	ผก 5
ผ.ก. 6	แสดงผลการหาค่าการหดตัวของคอนกรีต ที่ w/c 0.5 Naphahalene 0.1%	ผก 6
ผ.ก. 7	แสดงผลการหาค่าการหดตัวของคอนกรีต ที่ w/c 0.5 Naphahalene 0.3%	ผก 7
ผ.ก. 8	แสดงผลการหาค่าการหดตัวของคอนกรีต ที่ w/c 0.5 Naphahalene 0.5%	ผก 8
ผ.ก. 9	แสดงผลการหาค่าการหดตัวของคอนกรีต ที่ w/c 0.6	ผก 9
ผ.ก.10	แสดงผลการหาค่าการหดตัวของคอนกรีต ที่ w/c 0.6 Naphahalene 0.1%	ผก10
ผ.ก.11	แสดงผลการหาค่าการหดตัวของคอนกรีต ที่ w/c 0.6 Naphahalene 0.3%	ผก11
ผ.ก.12	แสดงผลการหาค่าการหดตัวของคอนกรีต ที่ w/c 0.6 Naphahalene 0.5%	ผก12
ผ.ก.13	แสดงผลการหาค่าการหดตัวของคอนกรีต ที่ w/c 0.4	ผก13
ผ.ก.14	แสดงผลการหาค่าการหดตัวของคอนกรีต ที่ w/c 0.4 Polymer 0.1%	ผก14
ผ.ก.15	แสดงผลการหาค่าการหดตัวของคอนกรีต ที่ w/c 0.4 Polymer 0.3%	ผก15
ผ.ก.16	แสดงผลการหาค่าการหดตัวของคอนกรีต ที่ w/c 0.4 Polymer 0.5%	ผก16
ผ.ก.17	แสดงผลการหาค่าการหดตัวของคอนกรีต ที่ w/c 0.5	ผก17
ผ.ก.18	แสดงผลการหาค่าการหดตัวของคอนกรีต ที่ w/c 0.5 Polymer 0.1%	ผก18
ผ.ก.19	แสดงผลการหาค่าการหดตัวของคอนกรีต ที่ w/c 0.5 Polymer 0.3%	ผก19
ผ.ก.20	แสดงผลการหาค่าการหดตัวของคอนกรีต ที่ w/c 0.5 Polymer 0.5%	ผก20
ผ.ก.21	แสดงผลการหาค่าการหดตัวของคอนกรีต ที่ w/c 0.6	ผก21
ผ.ก.22	แสดงผลการหาค่าการหดตัวของคอนกรีต ที่ w/c 0.6 Polymer 0.1%	ผก22
ผ.ก.23	แสดงผลการหาค่าการหดตัวของคอนกรีต ที่ w/c 0.6 Polymer 0.3%	ผก23
ผ.ก.24	แสดงผลการหาค่าการหดตัวของคอนกรีต ที่ w/c 0.6 Polymer 0.5%	ผก24
ผ.ก.25	แสดงผลการหาค่าการหดตัวของคอนกรีต ที่ w/c 0.4	ผก25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผ.ก.26	แสดงผลการหาค่าการหดตัวของคอนกรีต ที่ w/c 0.4 Retarder 0.1%	ผก26
ผ.ก.27	แสดงผลการหาค่าการหดตัวของคอนกรีต ที่ w/c 0.4 Retarder 0.3%	ผก27
ผ.ก.28	แสดงผลการหาค่าการหดตัวของคอนกรีต ที่ w/c 0.4 Retarder 0.5%	ผก28
ผ.ก.29	แสดงผลการหาค่าการหดตัวของคอนกรีต ที่ w/c 0.5	ผก29
ผ.ก.30	แสดงผลการหาค่าการหดตัวของคอนกรีต ที่ w/c 0.5 Retarder 0.1%	ผก30
ผ.ก.31	แสดงผลการหาค่าการหดตัวของคอนกรีต ที่ w/c 0.5 Retarder 0.3%	ผก31
ผ.ก.32	แสดงผลการหาค่าการหดตัวของคอนกรีต ที่ w/c 0.5 Retarder 0.5%	ผก32
ผ.ก.33	แสดงผลการหาค่าการหดตัวของคอนกรีต ที่ w/c 0.6	ผก33
ผ.ก.34	แสดงผลการหาค่าการหดตัวของคอนกรีต ที่ w/c 0.6 Retarder 0.1%	ผก34
ผ.ก.35	แสดงผลการหาค่าการหดตัวของคอนกรีต ที่ w/c 0.6 Retarder 0.3%	ผก35
ผ.ก.36	แสดงผลการหาค่าการหดตัวของคอนกรีต ที่ w/c 0.6 Retarder 0.5%	ผก36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	ชื่อรูป	หน้า
3.1	แสดงอุปกรณ์กรทดลองหาอัตราการเยิ้มน้ำ (Bleeding)	11
3.2	แสดงอุปกรณ์การทดลองหาความสามารถในการไหล (Fluidity)	11
3.3	แสดงอุปกรณ์การทดลองหาการหดตัว (Autogenous Shinkage)	12
3.4	แสดงการทดลองหาอัตราการเยิ้มน้ำ (Bleeding)	15
3.5	แสดงการทดลองหาความสามารถในการไหล (Fluidity) ตามมาตรฐาน JSCE-F531-1993, "Test Method for Fluidity Test by Using F-14 Funnel"	15
3.6	แสดงการทดลองหาการหดตัว (Autogenous Shrinkage) ตามาตรฐาน JIS A 1129 "Test method for length change of mortar and concrete"	16
4.1.1	แสดงค่าการเยิ้มน้ำของสารผสมเพิ่ม ประเภท Naphthalene และ Polymer w/c 0.4	17
4.1.2	แสดงค่าการเยิ้มน้ำของสารผสมเพิ่ม ประเภท Naphthalene และ Polymer w/c 0.5	18
4.1.3	แสดงค่าการเยิ้มน้ำของสารผสมเพิ่ม ประเภท Naphthalene และ Polymer w/c 0.6	18
4.1.4	การทดสอบการไหลของซีเมนต์เพสท์ที่ w/c =0.4 0.5 0.6 ของสาร Naphthalene	19
4.1.5	การทดสอบการไหลของซีเมนต์เพสท์ที่ w/c =0.4 0.5 0.6 ของสาร Polymer	19
4.1.6	คอนกรีตเติมสารลดน้ำชนิด Naphthalene ที่ w/c 0.4	20
4.1.7	ซีเมนต์เพสท์เติมสารลดน้ำชนิด Naphthalene ที่ w/c 0.5	21
4.1.8	ซีเมนต์เพสท์เติมสารลดน้ำชนิด Naphthalene ที่ w/c 0.6	21
4.1.9	ซีเมนต์เพสท์เติมสารลดน้ำชนิด Polymer ที่ w/c 0.4	22
4.1.10	ซีเมนต์เพสท์เติมสารลดน้ำชนิด Polymer ที่ w/c 0.5	23
4.1.11	ซีเมนต์เพสท์เติมสารลดน้ำชนิด Polymer ที่ w/c 0.6	23
4.1.12	ซีเมนต์เพสท์เติมสารRetarder ที่ w/c 0.4	24
4.1.13	ซีเมนต์เพสท์เติมสารRetarder ที่ w/c 0.5	25
4.1.14	ซีเมนต์เพสท์เติมสารRetarder ที่ w/c 0.6	25
4.2.1	มอร์ต้าร์เติมสารลดน้ำชนิด Naphthalene ที่ w/c 0.4	26
4.2.2	มอร์ต้าร์เติมสารลดน้ำชนิด Naphthalene ที่ w/c 0.5	27
4.2.3	มอร์ต้าร์เติมสารลดน้ำชนิด Naphthalene ที่ w/c 0.6	27
4.2.4	มอร์ต้าร์เติมสารลดน้ำชนิด Polymer ที่ w/c 0.4	28
4.2.5	มอร์ต้าร์เติมสารลดน้ำชนิด Polymer ที่ w/c 0.5	29
4.2.6	มอร์ต้าร์เติมสารลดน้ำชนิด Polymer ที่ w/c 0.6	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.7 มอร์ต้าร์เติมสาร Retarder ที่ w/c 0.4 30
4.2.8 มอร์ต้าร์เติมสาร Retarder ที่ w/c 0.5 31
4.2.9 มอร์ต้าร์เติมสาร Retarder ที่ w/c 0.6 31
4.3.1 คอนกรีตเติมสารลดน้ำชนิด Naphthalene ที่ w/c 0.4 32
4.3.2 คอนกรีตเติมสารลดน้ำชนิด Naphthalene ที่ w/c 0.5 33
4.3.3 คอนกรีตเติมสารลดน้ำชนิด Naphthalene ที่ w/c 0.6 33
4.3.4 คอนกรีตเติมสารลดน้ำชนิด Polymer ที่ w/c 0.4 34
4.3.5 คอนกรีตเติมสารลดน้ำชนิด Polymer ที่ w/c 0.5 35
4.3.6 คอนกรีตเติมสารลดน้ำชนิด Polymer ที่ w/c 0.6 35
4.3.7 คอนกรีตเติมสาร Retarder ที่ w/c 0.4 36
4.3.8 คอนกรีตเติมสาร Retarder ที่ w/c 0.5 37
4.3.9 คอนกรีตเติมสาร Retarder ที่ w/c 0.6 37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่1
บทนำ

1.1. กล่าวนำ

คอนกรีตเป็นวัสดุก่อสร้างที่นิยมใช้ในงานก่อสร้างอย่างแพร่หลายทั้งในอดีตมาจนถึงปัจจุบัน ซึ่งอาจจะคิดว่าคอนกรีตนั้นไม่จำเป็นที่จะต้องมีการพัฒนาอีกต่อไปเนื่องจากสามารถใช้เป็นวัสดุก่อสร้างได้อย่างคงทน แต่จริงๆแล้วในด้านของเทคโนโลยีคอนกรีตนั้นกลับวิวัฒนาการคืบหน้าไปอย่างมากในช่วงที่ผ่านมา เริ่มตั้งแต่คอนกรีตกำลังสูง, คอนกรีตไหล, คอนกรีตสมรรถนะสูง, คอนกรีตมวลเบา, และคอนกรีตเพื่องานพิเศษ เป็นต้น

นอกจากที่ทราบกันดีว่าคอนกรีตจะประกอบด้วยส่วนผสมหลัก อันจะนำมาซึ่งสัดส่วนที่เหมาะสมเพื่อให้ได้คอนกรีตที่ดีด้วย ซีเมนต์ (Cement) หิน (Crush Rock ; Coarse Agg.) ทราย (Sand ; Fine Agg.) น้ำ (Water) แล้ว สิ่งที่นิยมนำมาเพิ่มในส่วนผสมของคอนกรีตในปัจจุบัน เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติให้เป็นไปตามที่ต้องการนั้นก็คือ สารผสมเพิ่ม (Admixture) ซึ่งสารผสมเพิ่มนั้นจะเข้าไปทำปฏิกิริยากับส่วนผสมของคอนกรีตและควบคุมคุณสมบัติของคอนกรีตให้เหมาะสมต่อการใช้งาน ไม่ว่าจะเป็นการควบคุมการไหล, ควบคุมกำลัง, ควบคุมความร้อน, ควบคุมการทึบน้ำ, ควบคุมความแกร่ง, ควบคุมการหดตัว, ตลอดจนควบคุมเวลาในการก่อตัวซึ่งจะช่วยยืดเวลาในการขนส่ง

จากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าสารผสมเพิ่มประเภทสารลดน้ำช่วยเร่งกำลังของคอนกรีตให้มีกำลังรับแรงอัดได้ดีกว่าคอนกรีตปกติ โดยงานวิจัยได้ทำการศึกษาถึงคุณสมบัติต่างๆของซีเมนต์เพสต์ และคอนกรีตที่ผสมตามปกติและ นำมาเปรียบเทียบกับคอนกรีตที่ผสมสารลดน้ำเข้าไป ผลการวิจัยพบว่าคอนกรีตที่มีส่วนผสมของสารลดน้ำช่วยเร่งกำลังรับแรงอัดได้ดีกว่าคอนกรีตธรรมดา ดังนั้นการศึกษาวิจัยจึงควรที่จะศึกษาเพื่อให้ครอบคลุมถึงคุณสมบัติต่างๆที่เปลี่ยนแปลงไปหากมีการเปลี่ยนชนิดของสารผสมเพิ่มในส่วนผสมของคอนกรีต

1.2. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

สารผสมเพิ่มได้เข้ามามีบทบาทอย่างมากในวงการก่อสร้าง โดยได้มีการนำสารผสมเพิ่มมาใช้เติมลงไปในส่วนผสมของคอนกรีต นอกเหนือจากส่วนผสมปกติคือ ปูนซีเมนต์ หิน ทราย และน้ำ เพื่อปรับปรุงหรือเพิ่มประสิทธิภาพของคอนกรีต เพื่อให้สอดคล้องกับสภาพการทำงานตามที่ต้องการ เช่น ปรับปรุงความสามารถทำงานได้ การหน่วงหรือเร่งเวลาการก่อตัว ควบคุมการพัฒนากำลังอัดตามการออกแบบ หรือปรับปรุงคุณสมบัติด้านความคงทนต่อสภาวะต่างๆ แต่นอกจากข้อดีที่ได้กล่าวมาแล้วนั้นสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผสมเพิ่มยังก่อให้เกิดข้อเสียขึ้นได้ ไม่ว่าจะเป็นการเยิ้มน้ำที่มากขึ้นกว่าปกติ หรือตลอดจนการหดตัวในชิ้นส่วนของโครงสร้างอาคาร ซึ่งจะส่งผลต่อโครงสร้างของอาคารที่ก่อสร้างด้วยคอนกรีตอาจจะนำไปสู่อันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นได้กับตัวโครงสร้าง

จากที่กล่าวมาข้างต้นนั้นการที่จะใช้สารผสมเพิ่มเพื่อที่จะมาปรับปรุงหรือเพื่อที่จะทำให้ซีเมนต์เพสท์มีคุณสมบัติที่ดียิ่งขึ้นไปนั้นจึงเป็นสิ่งที่สำคัญควรศึกษาและควรให้ความสำคัญไม่ย่อหย่อนไปกว่าปัญหาทางด้านอื่นเช่นกัน ทั้งนี้การศึกษาวิจัยครอบคลุมถึงอิทธิพลของสารลด และสารหน่วงการก่อตัวเพื่อนำไปเป็นมาตรฐานในการกำหนดใช้สารผสมเพิ่มต่อไป

1.3. วัตถุประสงค์ของโครงงานพิเศษ

1. เพื่อศึกษาผลกระทบต่างๆ ที่มีผลต่อคุณสมบัติของคอนกรีตที่ได้จากการเติมสารผสมเพิ่มลงไปในส่วนผสมของคอนกรีต

2. เพื่อศึกษาถึงวิธีการประยุกต์ใช้สารผสมเพิ่มร่วมกับคอนกรีตได้อย่างเหมาะสม

1.4. ขอบเขตของการศึกษา

ขอบเขตของการศึกษาจะทำการศึกษาถึงอิทธิพลของสารผสมเพิ่มประเภท สารลดน้ำ สารหน่วงการก่อตัว ต่อคุณสมบัติของซีเมนต์เพสต์ ด้านการเยิ้มน้ำ, ความสามารถในการไหล, การหดตัว และคุณสมบัติของมอร์ต้าและคอนกรีตด้านการหดตัว โดยการศึกษาทำการเปรียบเทียบกันระหว่างคอนกรีตที่มีส่วนผสมของสารผสมเพิ่มกับคอนกรีตที่ไม่มีสารผสมเพิ่ม

1.5. วิธีการศึกษา

ขั้นตอนดำเนินงานได้แบ่งเป็นขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

1. ขั้นตอนการทบทวนวรรณกรรม
   - ศึกษาทฤษฎีของคอนกรีต
2. ขั้นตอนการศึกษางานวิจัยเดิม
   - ศึกษาฐานข้อมูลของวิศวกรรมโยธาที่มีอยู่
   - ศึกษางานวิจัยของงานคอนกรีตที่มีในประเทศไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ขั้นตอนการปรับปรุงฐานข้อมูลจากที่ศึกษาในข้อ 1 และ ข้อ 2

- ออกแบบส่วนผสมคอนกรีตโดยวิธีของ ACI เพื่อทดสอบส่วนผสมที่เหมาะสมเพื่อนำมาใช้ในงานวิจัย

- ให้สารผสมเพิ่มเป็นตัวที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของคอนกรีตโดยศึกษาจากการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารผสมเพิ่ม

- ทำตัวอย่างการทดสอบ

- ทำการบ่มคอนกรีตโดยนำพลาสติกมาห่อ

- ทดสอบการหดตัวของคอนกรีต

4. ค่าที่ต้องการศึกษาได้แก่

- เวลาการก่อตัวเริ่มต้นและเวลาก่อตัวสุดท้าย (Initial & Final Setting Time)

- ค่าการหดตังของคอนกรีต

5. ตัวแปรที่ทำการศึกษา ได้แก่

- อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ (W/C) 0.30, 0.40 และ 0.60

- ชนิดและปริมาณการใช้สารผสมเพิ่ม

1.6. ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำให้องค์ความรู้ทางด้านการหดตัว (Autogenious Shrinkage) เป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายของวงการก่อสร้างในเมืองไทย เพื่อเป็นพื้นฐานในการช่วยลดการแตกร้าวของโครงสร้างต่างๆ ได้

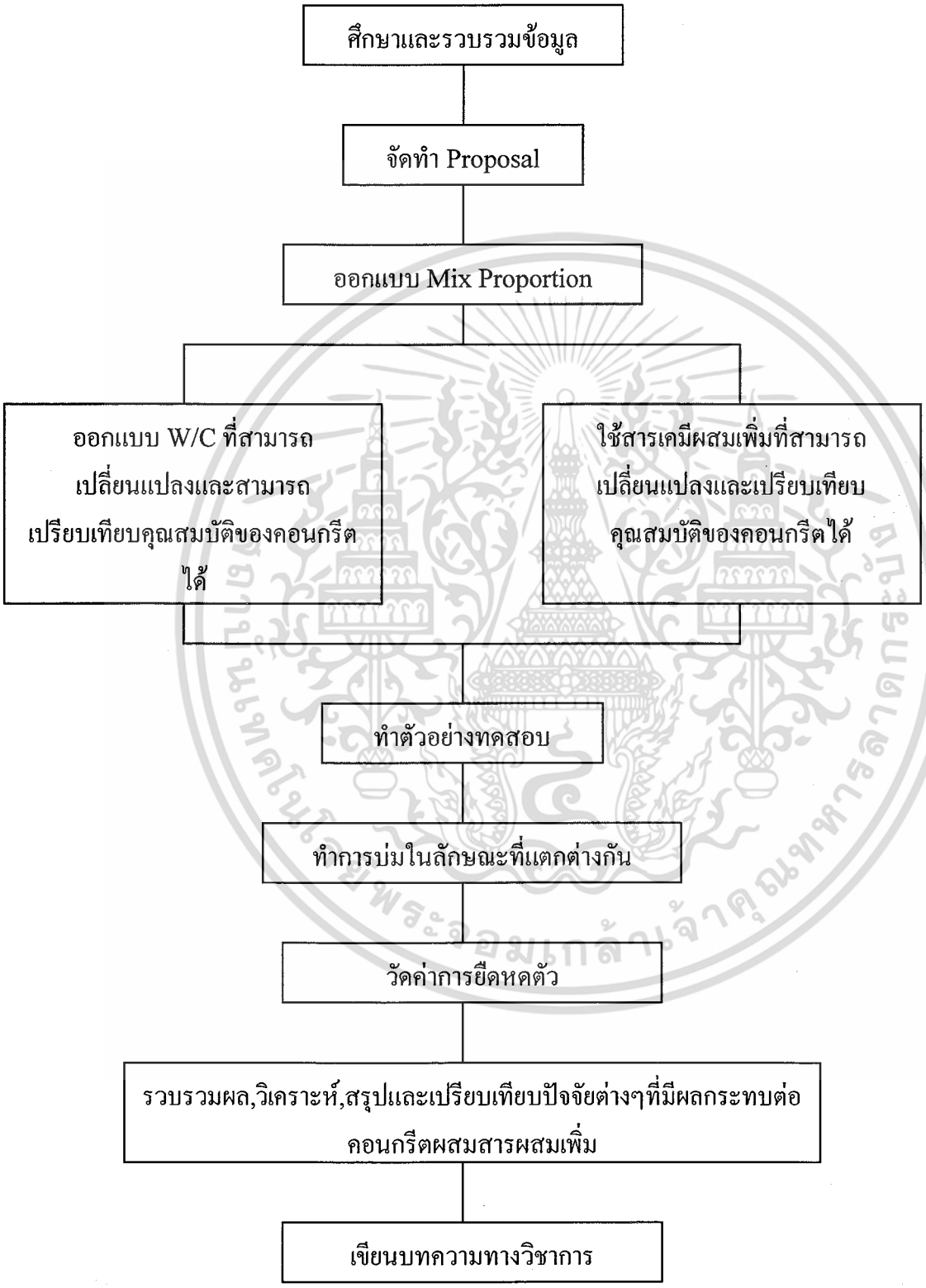
2. ได้พัฒนาส่วนผสมของคอนกรีตให้มีความเหมาะสม และนำไปใช้อย่างมีประสิทธิภาพกับการก่อสร้างในเมืองไทย

3. ได้พัฒนาการก่อสร้างให้มีคุณภาพ มาตรฐานมากขึ้น

4. ช่วยลดความสูญเสียเนื่องจากการซ่อมแซมอาคาร และสิ่งก่อสร้างต่าง ๆ และป้องกันความสูญเสียที่จะเกิดตามมา จากการแตกร้าวของคอนกรีต อาทิ เช่น การแตกร้าวที่ส่งผลกระทบกับชิ้นส่วนโครงสร้าง ทำให้เกิดความเสียหายในขั้นร้ายแรงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนภาพแสดงขั้นตอนการดำเนินงาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
วรรณกรรมปริทัศน์

2.1. กล่าวนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงคำจำกัดความที่เกี่ยวข้องกับโครงงาน มีการรวบรวมประเด็น แนวคิด ทฤษฎี หรือเอกสารสิ่งพิมพ์ต่างๆที่ผ่านมา เพื่อให้ผู้ศึกษาได้เกิดความเข้าใจในเนื้อหาได้ง่ายขึ้น

2.2. คุณสมบัติของซีเมนต์ที่มีผลต่อคอนกรีต

องค์ประกอบของซีเมนต์ สารประกอบทางเคมีที่มีอยู่ในซีเมนต์ซึ่งจะมีผลกระทบต่อคุณสมบัติต่างๆของซีเมนต์เมื่อนำไปผสมกับน้ำเพื่อทำเป็นมอร์ต้าหรือคอนกรีต เช่น อัตราการทำปฏิกิริยา ไฮเดรชั่น กำลังรับแรงอัดในระยะแรก (Early strength) และระยะหลัง (Ultimate strength) ความทนทานต่อการกัดกร่อนของซัลเฟต (Sulfate-resistance) มีดังนี้

ไตรแคลเซียมซิลิเกต (Tricalcium Siligate,C_3S) ทำให้เกิดกำลังรับแรงอัดได้เร็วในระยะแรก ประมาณ 14 วันหลังการผสม มีอัตราการทำปฏิกิริยากับน้ำปานกลาง ก่อตัวภายในเวลาไม่กี่ชั่วโมง ให้ความร้อนปานกลางประมาณ 120 แคลอรี่/กรัม ทนต่อซัลเฟต

ไดแคลเซียมซิลิเกต (Dicalcium Siligate,C_2S) ทำให้เกิดกำลังรับแรงอัดในระยะหลัง ประมาณ 14-28 วันและเรื่อยไปหลังได้รับการบ่มชื้น ทำปฏิกิริยากับน้ำช้าให้ความร้อนน้อยประมาณ 60 แคลอรี่/กรัม เมื่อเกิดปฏิกิริยามีการทนทานสูงต่อการกัดกร่อนของซัลเฟตและมีการหดตัวน้อย

ไตรแคลเซียมอลูมิเนต (Tricalcium Aluminate,C_3A) ทำให้เกิดกำลังรับแรงอัดได้เร็วมากในระยะแรกประมาณ 1 วันหลังการผสมเพราะทำปฏิกิริยากับน้ำทันที ก่อและแข็งตัวเร็วโดยให้ความร้อนมากประมาณ 210 แคลอรี/กรัม เมื่อเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชั่น แต่ไม่ช่วยเพิ่มกำลังรับแรงในระยะหลัง ทำให้เกิดความไม่คงตัว (Unsoundness) และไม่ทนต่อการกัดกร่อนของซัลเฟต

เตตราแคลเซียมอลูมิโนเฟอร์ไรท์ (Tetracalcium Aluminoferrite,C_4AF) ไม่มีส่วนในการพัฒนากำลังรับแรงอัดแต่ให้ความร้อนน้อยในปฏิกิริยาไฮเดรชั่น ประมาณ 100 แคลอรี่/กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ (Water/cement ratio) ส่วนผสมของน้ำที่ผสมในคอนกรีตมีหน้าที่สำคัญ 2 อย่างคือ มีหน้าที่ทำปฏิกิริยาไฮเดรชั่นกับซีเมนต์และช่วยหล่อลื่นระหว่างอนุภาคเพิ่มความสามารถในการเทได้ ปริมาณน้ำที่ผสมจะมีบทบาทมากต่อกำลังของคอนกรีต กำลังของคอนกรีตจะสูงขึ้นเมื่อใช้น้ำผสมลดลง ปฏิกิริยาไฮเดรชั่นจะต้องการน้ำจำนวนหนึ่งเท่านั้น โดยมีค่าอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ประมาณเท่ากับ 0.28

ในการผสมคอนกรีตตามปกติอาจใช้อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์มากกว่า 0.35 ขึ้นไป ซึ่งน้ำส่วนนี้จะทำหน้าที่เคลือบหินและทรายให้เปียกและหล่อลื่นให้คอนกรีตเหลวเข้าแบบได้ง่าย น้ำส่วนนี้เรียกว่า "น้ำส่วนเกิน" (Excess water) ถ้ามีมากจะทำให้เกิดการเยิ้ม (Bleeding) การแยกตัว (Segregation) กำลังรับแรงอัดต่ำลง มีการหดตัว (Shrinkage) มากขึ้นและเกิดช่องว่างในเนื้อคอนกรีตมากขึ้น

2.3. คุณสมบัติของวัสดุมวลรวมที่มีผลต่อคอนกรีต

ขนาดใหญ่สุดของวัสดุมวลรวม (Maximum size of aggregate) ขนาดใหญ่สุดของมวลรวมที่ใช้มีผลโดยตรงกับปริมาณซีเมนต์เพสต์ที่ต้องการและขนาดคละของวัสดุผสม กล่าวคือ มวลรวมที่มีขนาดใหญ่จะมีพื้นที่ผิวโดยรวมน้อยกว่ามวลรวมที่มีขนาดเล็ก ดังนั้น เมื่อพิจารณาให้น้ำหนักของมวลรวมเท่ากัน มวลรวมขนาดใหญ่จึงต้องการปริมาณน้ำและซีเมนต์น้อยกว่า เพื่อให้มีความสามารถเทได้เท่ากัน หรือถ้าพิจารณาให้ปริมาณซีเมนต์และค่าการยุบตัวเท่ากัน กำลังรับแรงอัดของคอนกรีตจะเพิ่มขึ้น เมื่อใช้มวลรวมขนาดใหญ่ขึ้น เพราะสามารถลดปริมาณน้ำหรือลดอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์

ขนาดคละ (Gradation) คือ การกระจายของขนาดต่างๆของอนุภาควัสดุมวลรวม เป็นคุณสมบัติที่สำคัญสำหรับการกำหนดประมาณซีเมนต์เพสต์ที่ต้องการสำหรับคอนกรีตสด(Fresh concrete) คือ ถ้าใช้หินและทรายหลายขนาดที่ลดหลั่นกันมาผสมกันโดยมีขนาดคละที่เหมาะสมแล้วจะทำให้ช่องว่างเหลือน้อยที่สุดทำให้ปริมาณซีเมนต์เพสต์ที่ใช้น้อยสุดตามไปด้วยซึ่งทำให้ประหยัดปูนซีเมนต์ในส่วนผสมได้

2.4. คุณสมบัติของสารผสมเพิ่มที่มีผลต่อคอนกรีต

สารผสมเพิ่ม (Admixtures) หมายถึงสารใดๆนอกเหนือจากน้ำ ปูนซีเมนต์ หินและทรายที่ใช้เติมลงไปในส่วนผสมของคอนกรีตทั้งก่อนผสมหรือขณะผสม เพื่อปรับปรุงหรือเพิ่มประสิทธิภาพของคอนกรีตขณะยังเหลวอยู่หรือคอนกรีตที่แข็งตัวแล้วให้ได้คุณสมบัติตามที่ต้องการเพื่อให้สอดคล้องกับสภาพสิ่งแวดล้อมและสภาพการทำงาน วัตถุประสงค์ทั่วๆไปของการใช้สารผสมเพิ่ม คือ ปรับปรุงความสามารถเทได้ เร่งหรือหน่วงเวลาการก่อตัว ควบคุมหรือพัฒนากำลังรับแรงอัด ปรับปรุงคุณสมบัติด้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การต้านทานการแตกร้าวเนื่องจากความร้อน การทนต่อกรดและซัลเฟต หรือเพื่อลดค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง แต่สารผสมเพิ่มต้องไม่ทำลายคุณภาพของคอนกรีตทั้งในระยะสั้นและระยะยาว รวมทั้งไม่ทำปฏิกิริยาเคมีกับสารประกอบของซีเมนต์และเหล็กเสริมซึ่งจะทำให้คุณสมบัติเด่นของสารผสมเพิ่มแต่ละตัวเสียไป

ประเภทของสารที่ใช้แบ่งออกเป็นกลุ่มใหญ่ๆได้ 4 กลุ่มคือ

1. สารกระจายกักฟองอากาศ (Air-entraining agents) ใช้เพื่อปรับปรุงความสามารถในการเทโดยเพิ่มปริมาณฟองอากาศเล็กๆ แต่จะมีผลต่อกำลังรับแรงอัด ถ้ามีจำนวนฟองอากาศมากเกินไป

2. สารเคมีผสมเพิ่ม (Chemical admixtures) เป็นสารประกอบที่ละลายน้ำเติมลงในส่วนผสมคอนกรีตเพื่อปรับปรุงคุณสมบัติบางประการ

3. สารประกอบแร่ธาตุผสมเพิ่ม (Mineral admixtures) เป็นวัสดุผงละเอียดใช้ปรับปรุงความสามารถในการใช้งาน เพิ่มความคงทนทำให้คอนกรีตมีคุณสมบัติในการก่อตัวดีขึ้น สามารถใช้ทดแทนปริมาณซีเมนต์ได้บางส่วน

4. สารผสมเพิ่มอื่นที่ไม่จัดอยู่ในสามประเภทแรก เช่น สารป้องกันการซึม สารป้องกันเชื้อรา สำหรับสีตกแต่ง เป็นต้น

ในส่วนของสารเคมีผสมเพิ่มนั้น อาจแบ่งได้อีกเป็น 7 ประเภทตามมาตรฐาน ASTM C494 (1996) คือ

- ประเภท A สารลดปริมาณน้ำ (Water reducing)
- ประเภท B สารยืดเวลาการก่อตัว (Retarding)
- ประเภท C สารเร่งเวลาการก่อตัวและการแข็งตัว (Accelerating)
- ประเภท D สารลดปริมาณน้ำและยืดการก่อตัว (Water reducing and retarding)
- ประเภท E สารลดปริมาณน้ำและเร่งการก่อตัว (Water reducing and accelerating)
- ประเภท F สารลดปริมาณน้ำจำนวนมาก (High range water reducing)
- ประเภท G สารลดปริมาณน้ำจำนวนมากและยืดเวลาการก่อตัว (High range water reducing and Retarding)

เนื่องจากในการศึกษานี้ ต้องการคอนกรีตที่มีกำลังสูงเร็วซึ่งในมาตรฐาน ASTM ยังไม่มีสารเคมีผสมเพิ่มประเภทใดทำให้มีคุณสมบัติตามต้องการนี้ ดังนั้นจึงเลือกใช้สารเคมีผสมเพิ่ม 2 ประเภทร่วมกัน คือ สารลดปริมาณน้ำเพื่อลดอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ ทำให้คอนกรีตที่ได้มีกำลังสูงขึ้นและสามารถทำงานได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อยังไม่แข็งตัว และในขณะเดียวกันก็ต้องการให้คอนกรีตรับแรงอัดได้เร็วขึ้นด้วย สารเร่งการก่อตัวจึงถูกนำมาใช้ร่วมด้วยเพื่อช่วยในการเร่งการพัฒนากำลังรับแรงอัดของคอนกรีต ดังนั้น จึงเน้นถึงการศึกษากลไกการทำงานและผลที่จะได้รับจากการผสมสารเคมีผสมเพิ่มทั้ง 2 ชนิดนี้ในคอนกรีต ซึ่งคณะผู้ทดลองจะขออธิบายเกี่ยวกับสารเคมีผสมเพิ่มทั้งสองชนิดดังกล่าวอย่างคร่าวๆ ดังนี้

2.5. ค่าระยะห่างระหว่างมวลรวมที่มีผลต่อคอนกรีต

จากการศึกษาของ Nanayakara et al. พบว่าระยะห่างระหว่างมวลรวมมีผลอย่างมากต่อความสามารถในการไหลของคอนกรีต เมื่อระยะห่างระหว่างมวลรวมมีค่ามากขึ้นจะเป็นการลดแรงเสียดทานเนื่องจากการชนกันของมวลรวม ซึ่งเป็นการเพิ่มความสามารถในการเปลี่ยนรูป (Deformability) ของคอนกรีต ในขณะเดียวกันความสามารถในการเคลื่อนตัวเข้าสู่แบบหล่อ (Filling Ability) ก็สูงขึ้นด้วย ทั้งนี้คอนกรีตต้องไม่เกิดการแยกตัว (Segregation) ขณะเคลื่อนที่

ระยะห่างของมวลรวมที่เกิดขึ้นมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณของเพสต์อิสระ (Free Paste or Excess Paste) ในคอนกรีต ซึ่งปริมาณเพสต์อิสระนี้สามารถนิยามได้ว่า คือปริมาณเพสต์ส่วนที่เหลือจากการเติมเต็มในช่องว่างของมวลรวม (Filling Void) และส่วนที่เคลือบผิวของมวลรวม

2.6. การหดตัว

โดยทั่วไป จะแบ่งการหดตัวออกเป็นสองชนิด ได้แก่ การหดตัวในคอนกรีตสดและการหดตัวในคอนกรีตที่แข็งตัวแล้ว การหดตัวในคอนกรีตสดจะเกิดขึ้นในสองสามชั่วโมงแรกหลังจากเทคอนกรีตสดลงในแบบ ความชื้นในผิวที่สัมผัสกับอากาศแห้งเช่นในบริเวณผิวหน้าของแผ่นพื้น จะระเหยออกอย่างรวดเร็วจนน้ำจากชั้นล่างของคอนกรีตเยิ้มเข้ามาแทนที่ไม่ทัน ในทางตรงกันข้าม การหดตัวในคอนกรีตที่แข็งตัวแล้ว จะเกิดหลังจากเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชั่นส่วนใหญ่ไปแล้ว

การหดตัวหลังจากแข็งตัวแล้ว เป็นการลดปริมาตรของคอนกรีตเนื่องจากการสูญเสียความชื้นโดยการระเหย ในทางตรงข้ามถ้าปริมาตรเพิ่มขึ้น โดยการดูดซึมน้ำจะเรียกว่า การบวมตัว (Swelling) สรุปได้ว่าปรากฏการณ์ทั้งสองเป็น การเคลื่อนที่ของน้ำเข้าออกจากซีเมนต์เจล เนื่องจากความแตกต่างของความชื้นระหว่างองค์อาคารกับสภาวะแวดล้อม โดยไม่ขึ้นอยู่กับน้ำหนักบรรทุกภายนอก

การหดตัวส่วนใหญ่จะไม่สามารถคืนกลับได้ ถ้านำคอนกรีตที่หดตัวเต็มที่แล้วไปแช่ในน้ำมันจะไม่ขยายตัวกลับสู่สภาพเดิม อัตราการเพิ่มจะลดลงตามเวลา เนื่องจากคอนกรีตที่มีอายุมากขึ้นจะมีกำลังต้านหน่วยแรงมากขึ้น ทำให้เกิดการหดตัวน้อยลง จนเกือบไม่มีการหดตัวเลยเมื่อถึงเวลาช่วงหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อขนาดของการหดตัวในคอนกรีตที่แข็งตัวแล้วมีดังต่อไปนี้

1. มวลรวม มวลรวมจะต้านการหดตัวของคอนกรีตสด ดังนั้น คอนกรีตที่มีมวลรวมมากจะเกิดการหดตัวน้อย ปริมาณการต้านจะขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของมวลรวม มวลรวมที่มีโมดูลัสยืดหยุ่นสูงหรือมีผิวที่ผิวขรุขระก็ต้านการหดตัวได้ดี

2. อัตราส่วนระหว่างน้ำกับซีเมนต์ การหดตัวจะเพิ่มขึ้นเมื่ออัตราส่วนระหว่างน้ำกับซีเมนต์มีค่าเพิ่มมากขึ้น

3. ขนาดขององค์อาคาร อัตราการหดตัวและปริมาณการหดตัวทั้งหมดจะแปรผกผันกับปริมาตรขององค์อาคาร อย่างไรก็ตามการหดตัวจะต้องใช้เวลามากสำหรับองค์อาคารที่มีขนาดใหญ่ เพราะจะต้องใช้เวลามากก่อนที่ความชื้นในเนื้อคอนกรีตส่วนในจะเกิดการระเหย เป็นไปได้ว่า อาจจะต้องใช้เวลาถึงหนึ่งปี ก่อนที่การระเหยจะเกิดขึ้นในเนื้อคอนกรีตลึก 25 ซม. จากผิวนอก และที่ลึก 60 ซม. อาจจะต้องใช้เวลาถึง 10 ปี

4. สภาวะแวดล้อม ความชื้นสัมพัทธ์จะมีผลอย่างมากต่อปริมาณของการหดตัว อัตราการหดตัวจะแปรผกผันกับค่าความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่ง โดยที่ การหดตัวจะไม่เกิดที่อุณหภูมิต่ำ

5. ปริมาณเหล็กเสริม คอนกรีตเสริมเหล็กจะหดตัวน้อยกว่าคอนกรีตล้วน ความแตกต่างจะขึ้นอยู่กับปริมาณของเหล็กเสริม

6. สารผสมเพิ่ม ผลกระทบจะขึ้นอยู่กับชนิดของสารผสมเพิ่ม สารเร่งเวลาการก่อตัวและแข็งตัว เช่น แคลเซียมคลอไรด์ ทำให้การหดตัวเพิ่มขึ้น สารปอซโซลานิคจะเพิ่มการหดตัวในคอนกรีตที่แข็งตัวแล้ว ในระหว่างที่สารกักฟองอากาศจะมีผลน้อยมากต่อการหดตัว

7. ชนิดของซีเมนต์ ซีเมนต์ชนิดก่อตัวเร็วจะเกิดการหดตัวมากกว่าชนิดอื่น ชนิดที่ต้านการหดตัวจะเกิดการหดตัวน้อยมาก และยังกำจัดรอยร้าวเนื่องจากการหดตัวเมื่อมีการเสริมเหล็กที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. Carbonation การหดตัวแบบนี้เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศกับแคลเซียมไฮดรอกไซด์ในซีเมนต์เจล ส่งผลให้เกิดการลดของปริมาตรของซีเมนต์เจลและเกิดการหดตัว ปริมาณของการหดตัวทั้งหมดขึ้นอยู่กับขั้นตอนของการเกิดปฏิกิริยา carbonation และขบวนการของการสูญเสียความชื้น ถ้าปรากฏการณ์ทั้งสองเกิดพร้อมกัน จะเกิดการหดตัวน้อย อย่างไรก็ตามปฏิกิริยา Carbonation นี้จะเกิดขึ้นน้อยมากเมื่อความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่า 50%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

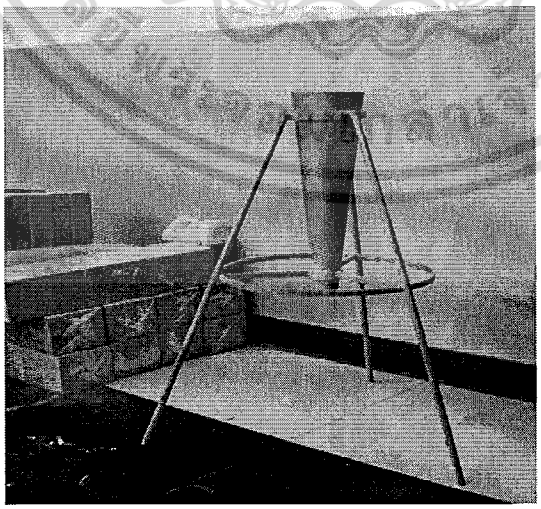
บทที่ 3
การดำเนินการวิจัย

3.1. อุปกรณ์การทดลอง

1. การทดลองหาอัตราการเยิ้มน้ำ (Bleeding)

รูปที่3.1 แสดงอุปกรณ์กรทดลองหาอัตราการเยิ้มน้ำ (Bleeding)

2. การทดลองหาความสามารถในการไหล (Workability)



รูปที่3.2 แสดงอุปกรณ์การทดลองหาความสามารถในการไหล (Workability)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การทดลองหาการหดตัว (Autogenous Shrinkage)

รูปที่3.3 แสดงอุปกรณ์การทดลองหาการหดตัว (Autogenous Shinkage)

3.2 วิธีการทดลอง

การทดลองแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ส่วนแรกจะทำการทดลองในส่วนของซีเมนต์เพสต์ จากนั้นทำการทดลองในส่วนของมอร์ต้า และสุดท้ายส่วนของคอนกรีต โดยใช้สารผสมเพิ่มชนิด สารลดน้ำ และสารหน่วงการก่อตัว

ตารางที่ 3.1 แสดงส่วนผสมที่ใช้ในการทดลองซีเมนต์เพสต์

Cement Paste												
W/C	0.4				0.5				0.6			
ปูน (กรัม)	1,500				1,500				1,500			
น้ำ (กรัม)	600				750				900			
สารผสมเพิ่ม (กรัม)	0.0	1.5	4.5	7.5	0.0	1.5	4.5	7.5	0.0	1.5	4.5	7.5

1. การทดลองซีเมนต์เพสต์ จะดำเนินการเตรียมตัวอย่างตามอัตราส่วนที่ออกแบบไว้ (ตามตารางที่ 3.1) จากนั้นผสมโดยใช้เครื่องโม้ขนาดเล็กเป็นเวลา 3 นาที พร้อมกับเติมสารผสมเพิ่มไปกับน้ำโดยหักปริมาณน้ำในส่วนที่สารลดน้ำเข้าไปทดแทน ทำการคลุกเคล้ากับซีเมนต์ที่ความเร็วในการผสมซีเมนต์ต่ำ จากนั้นนำซีเมนต์เพสต์ตัวอย่างที่ได้ ไปทำการทดสอบหาค่าต่างๆ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การทดลองวัดค่า Bleeding ของน้ำที่ผิวด้านบน โดยนำตัวอย่างซีเมนต์เพสต์เทลงในชุดทดสอบการ Bleeding ระดับปริมาตรซีเมนต์ประมาณ 400 มล. จากนั้นนำแผ่น Scale ที่มีความละเอียดถึง 1 มม. ติดที่ผิวภายนอกของชุดทดสอบ โดยให้ค่าศูนย์อยู่ที่ผิวบนของซีเมนต์หลังจากนั้นทำการแขวนชุดทดสอบ Bleeding ทิ้งไว้แล้วทำการจดบันทึกค่าทุก 30 นาที จนกระทั่งไม่มีการเยิ้มของน้ำมากขึ้น หรือเวลาผ่านไปอย่างน้อย 4-6 ชั่วโมง ทำการบันทึกค่าและนำไปคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การเกิด Bleeding ต่อไป

- การทดลองหาความสามารถในการไหล จะทำการทดสอบตามมาตรฐาน JSCE-F531-1993

- ค่าการหดตัวของซีเมนต์เพสต์ (Autogeneous Shrinkage) เทตัวอย่างที่ทำการทดลองลงในแบบหล่อตัวอย่างและทำการเก็บค่าตามาตรฐาน JIS A 1129 "Test method for length change of mortar and concrete"

2. การทดลองมอร์ต้า จะมีหลักการผสมในลักษณะเดียวกันโดยผสมตามอัตราส่วนตามรายการที่คำนวณที่ได้ออกแบบไว้ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 แสดงส่วนผสมที่ใช้ในการทดลองมอร์ต้า

Cement mortar												
W/C	0.4				0.5				0.6			
ปูน (กรัม)	2,000				2,000				2,000			
น้ำ (กรัม)	800				1,000				1,200			
ทราย (กรัม)	3,500				3,500				3,500			
สารผสมเพิ่ม (กรัม)	0.0	2.0	6.0	10.0	0.0	2.0	6.0	10.0	0.0	2.0	6.0	10.0

หลังจากนั้นนำตัวอย่างไปเทใส่แบบเพื่อนำไปทดสอบหาค่าการหดตัวตามาตรฐานJIS A 1129 "Test method for length change of mortar and concrete" ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การทดลองคอนกรีต จะมีหลักการผสมในลักษณะเดียวกัน โดยผสมตามอัตราส่วนตามรายการที่คำนวณที่ได้ออกแบบไว้ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 แสดงส่วนผสมที่ใช้ในการทดลองคอนกรีต

Concrete												
W/C	0.4				0.5				0.6			
ปูน (กรัม)	2,200				2,200				2,200			
น้ำ (กรัม)	880				1,100				1,320			
ทราย (กรัม)	4,700				4,700				4,700			
หิน (กรัม)	6,200				6,200				6,200			
สารผสมเพิ่ม (กรัม)	0.0	2.2	6.6	11.0	0.0	2.2	6.6	11.0	0.0	2.2	6.6	11.0

ในขั้นตอนของการผสมจะเริ่มจากการใส่หินที่อิ่มตัวผิวแห้งลงไปใน 1 ใน 3 ส่วนของหินที่มีการออกแบบไว้เพื่อต้องการให้ซีเมนต์เพสต์นั้นไม่ติดกับบริเวณรอบๆของเครื่องผสมและเพื่อต้องการให้มีการคลุกเคล้าที่ดี จากนั้นทำการใส่น้ำที่ผสมสารผสมเพิ่มเรียบร้อยแล้วลงไป จากนั้นใส่หินส่วนที่เหลือและทรายตามลำดับ โดยจะใช้เวลาในการผสมเป็นเวลา 5 นาที

หลังจากนั้นนำตัวอย่างไปเทใส่แบบเพื่อนำไปทดสอบหาค่าการหดตัวตามาตรฐานJIS A 1129 “Test method for length change of mortar and concrete” ต่อไป

3.3 วิธีการศึกษา

1. ขั้นตอนการเก็บข้อมูล

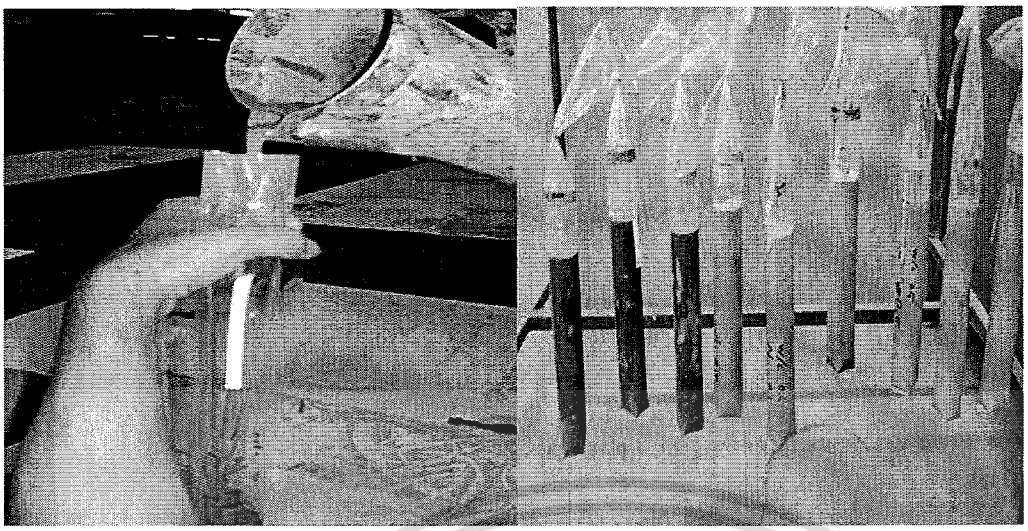
1.1 ทำการศึกษารวบรวมข้อมูลจากเนื้อหาทางทฤษฎีจากหนังสือต่างประเทศ เว็ปไซต์กรมโยธาวิทยานิพนธ์ มาตรฐานการก่อสร้าง (ASTM,JSCE) ข้อมูลจาก เอกสาร ตำราเรียนที่เกี่ยวข้อง

1.2 ทำการจัดหาวัตถุดิบ และอุปกรณ์การทดสอบ

1.3 ทำการทดสอบซีเมนต์เพสต์ที่ได้จากการผสม ที่อัตราส่วน W/C 0.4, 0.5, 0.6 ตามลำดับ

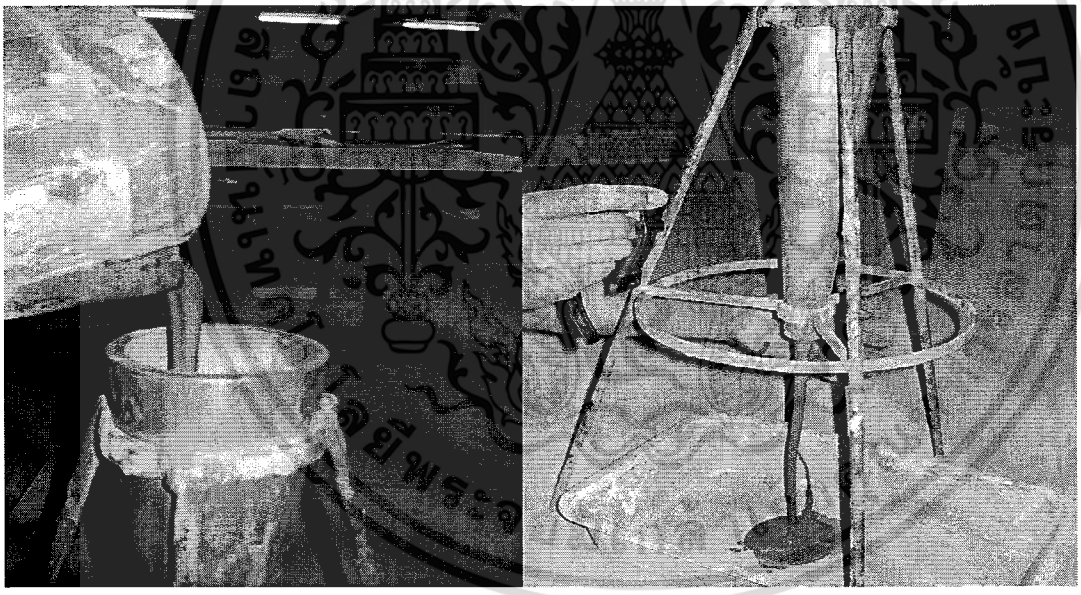
1.4 ทำการทดสอบหาอัตราการเยิ้มน้ำ (Bleeding)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 แสดงการทดลองหาอัตราการเยิ้มน้ำ (Bleeding)

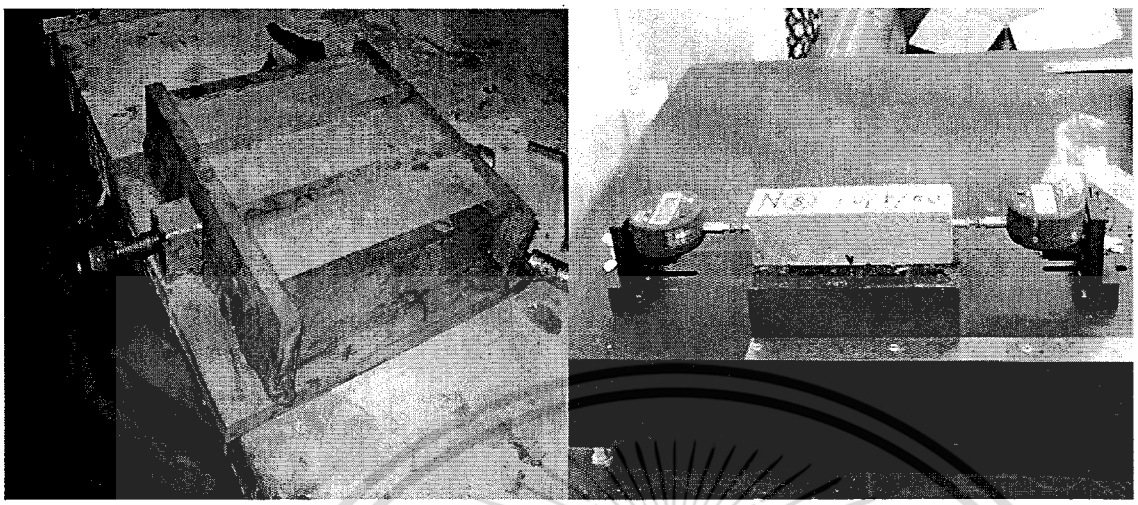
1.5 ทำการทดสอบหาความสามารถในการไหล (Workability)



รูปที่ 3.5 แสดงการทดลองหาความสามารถในการไหล (Workability) ตามมาตรฐาน JSCE-F531-1993, "Test Method for Workability Test by Using F-14 Funnel"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 ทำการทดสอบหาการหดตัว (Autogenous Shrinkage)



รูปที่ 3.6 แสดงการทดลองหาการหดตัว (Autogenous Shrinkage) ตามมาตรฐานJIS A 1129 "Test method for length change of mortar and concrete"

1.7 ทำการตรวจสอบและแก้ไขข้อมูล

2. วิธีวิเคราะห์ข้อมูล

2.1 ทำการรวบรวมข้อมูล

2.2 วิเคราะห์และศึกษาความสัมพันธ์

2.3 ประเมินและสรุปผลการทดลอง

นำผลการทดสอบทำการวิเคราะห์ ประเมินผล และสรุปผล เพื่อเสนอผลการวิจัยที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้ ซึ่งจะเป็นแนวทางในการศึกษาวิจัยในรายละเอียดอื่นๆ ที่น่าสนใจ และเป็นประโยชน์ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

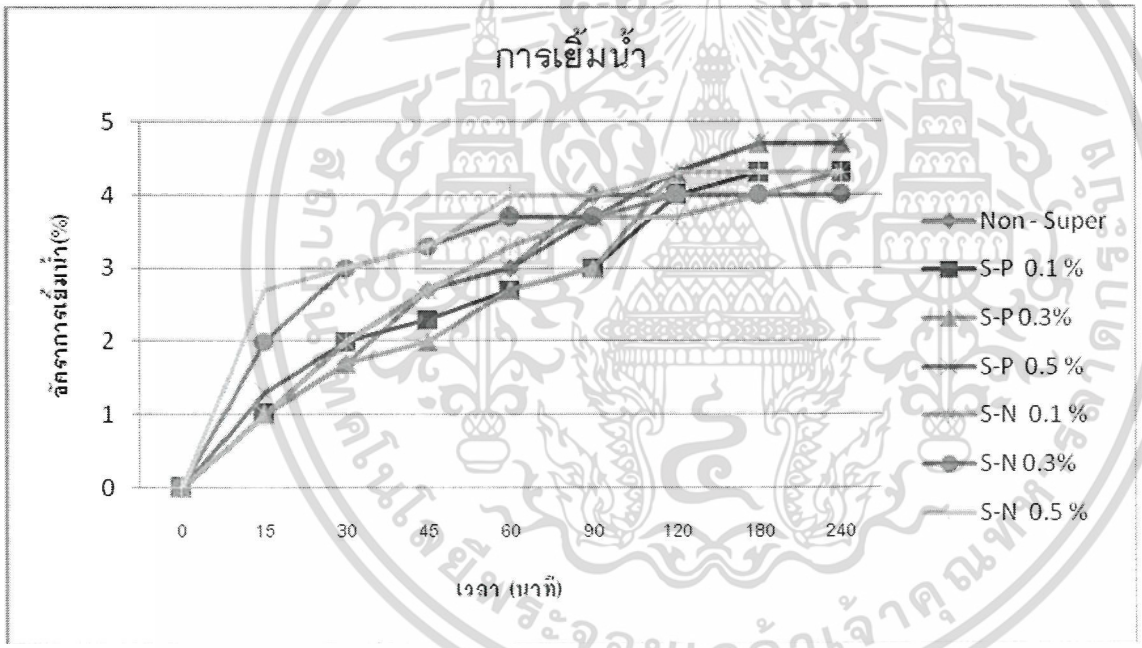
บทที่ 4

ผลการทดลองและการวิเคราะห์ผล

4.1 ผลการทดลองและการวิเคราะห์ผล

1.ผลการทดลองในส่วนของซีเมนต์เพสต์

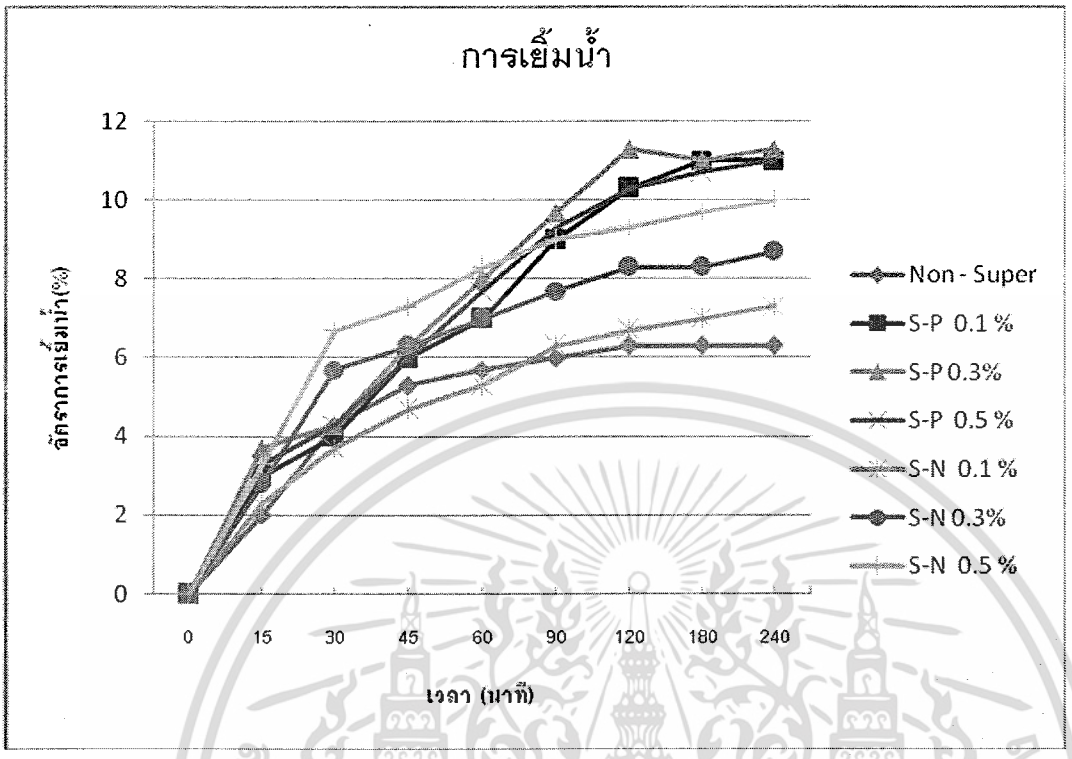
1.1 จากความสัมพันธ์ของการเยิ้มน้ำกับระยะเวลา การเยิ้มน้ำการเยิ้มน้ำจะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในช่วงแรกจนถึงเวลาประมาณ 120นาทีจึงจะเริ่มคงที่ในทั้งสองชนิดสาร โดยการเยิ้มน้ำในส่วนของสารชนิด Polymer จะมีแนวโน้มสูงกว่าสารชนิด Naphthalene



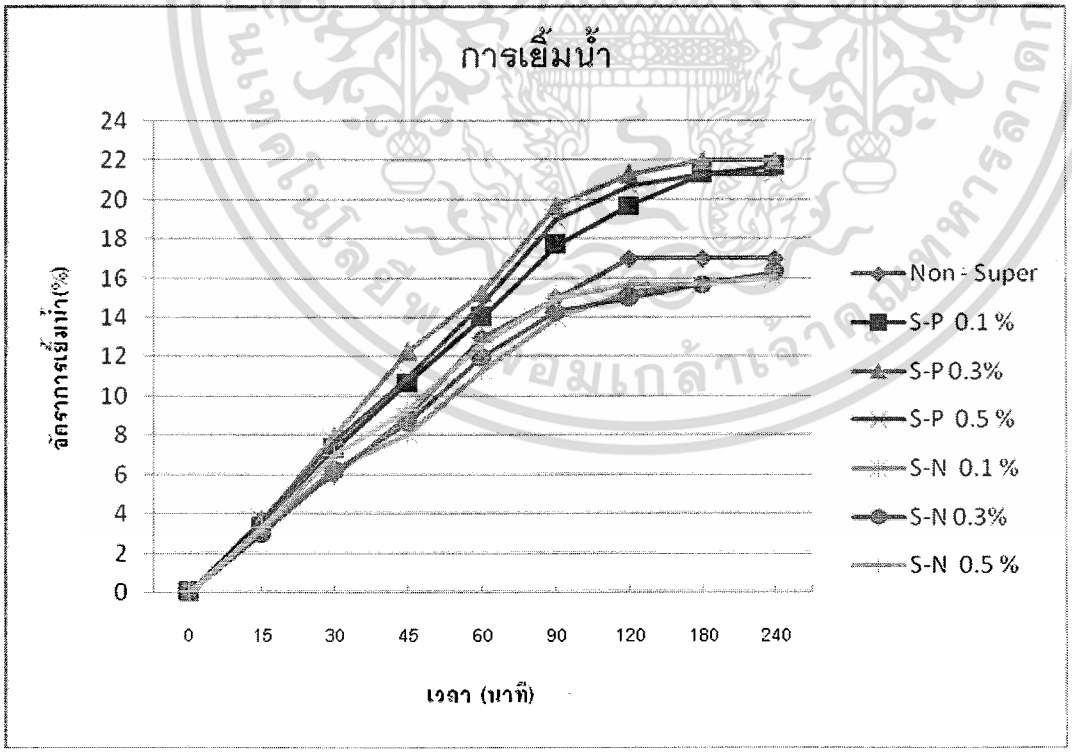
รูปที่4.1.1 แสดงค่าการเยิ้มน้ำของสารผสมเพิ่ม ประเภท Naphthalene และ Polymer w/c 0.4

104093
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเยิ้มน้ำจะเห็นได้ชัดขึ้นเมื่อ w/c เพิ่มขึ้น โดยจะเห็นได้ชัดในรูปที่ 4.2-4.3



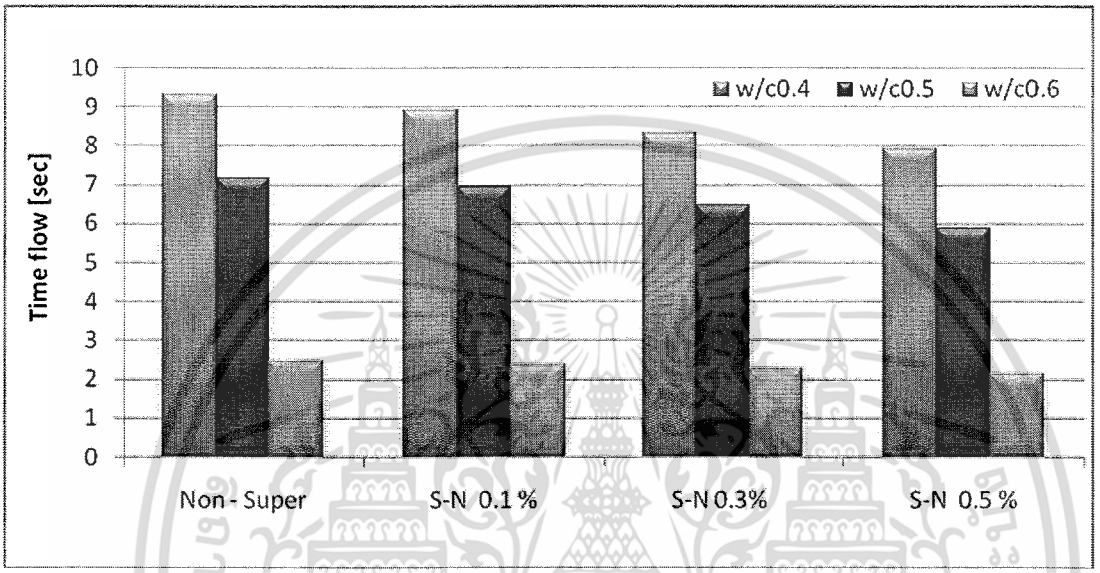
รูปที่ 4.1.2 แสดงค่าการเยิ้มน้ำของสารผสมเพิ่ม ประเภท Naphthalene และ Polymer w/c 0.5



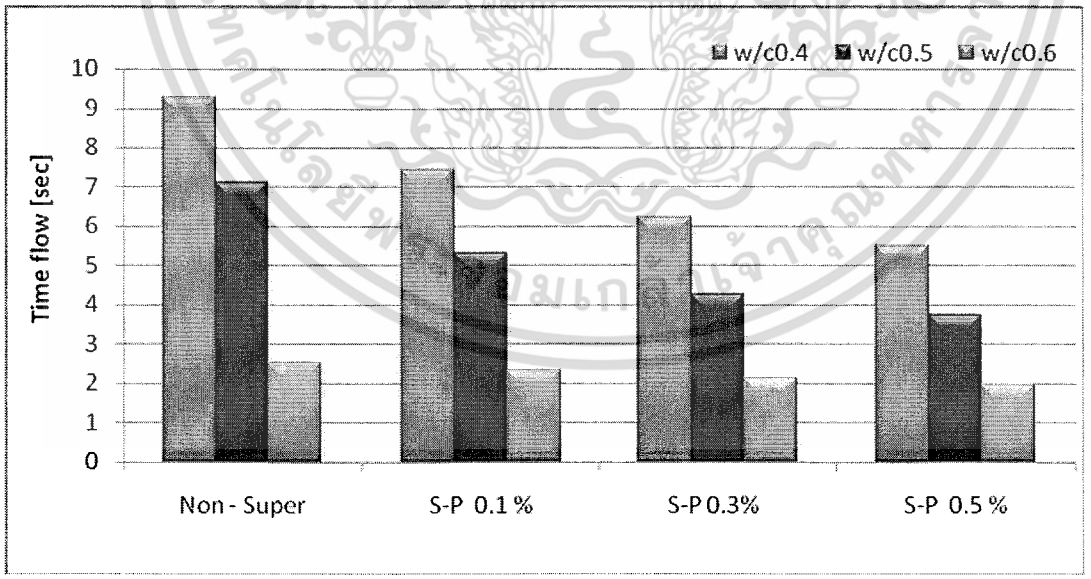
รูปที่ 4.1.3 แสดงค่าการเยิ้มน้ำของสารผสมเพิ่ม ประเภท Naphthalene และ Polymer w/c 0.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 การทดสอบการไหลของซีเมนต์เพสท์ จะเห็นได้ว่าจากรูปที่ 4.4-4.5 เมื่อเปรียบเทียบการไหลของทั้งสองชนิด Polymer จะมีค่าการไหลที่ดีกว่า Naphthalene โดยที่ w/c 0.4 Polymer 0.5%จะมีการไหลลดลงจาก ไม่ใส่สารถึง 35% ในขณะที่ w/c 0.4 Naphthalene 0.5% จะมีการไหลลดลงจากไม่ใส่สารเพียง 13% โดยจากทุกตัวอย่างจะเห็นว่าเป็นไปในแนวทางเดียวกัน จึงสรุปได้ว่า สารประเภท Polymer ช่วยในการไหลของซีเมนต์เพสท์ ได้มากกว่าสารประเภท Naphthalene



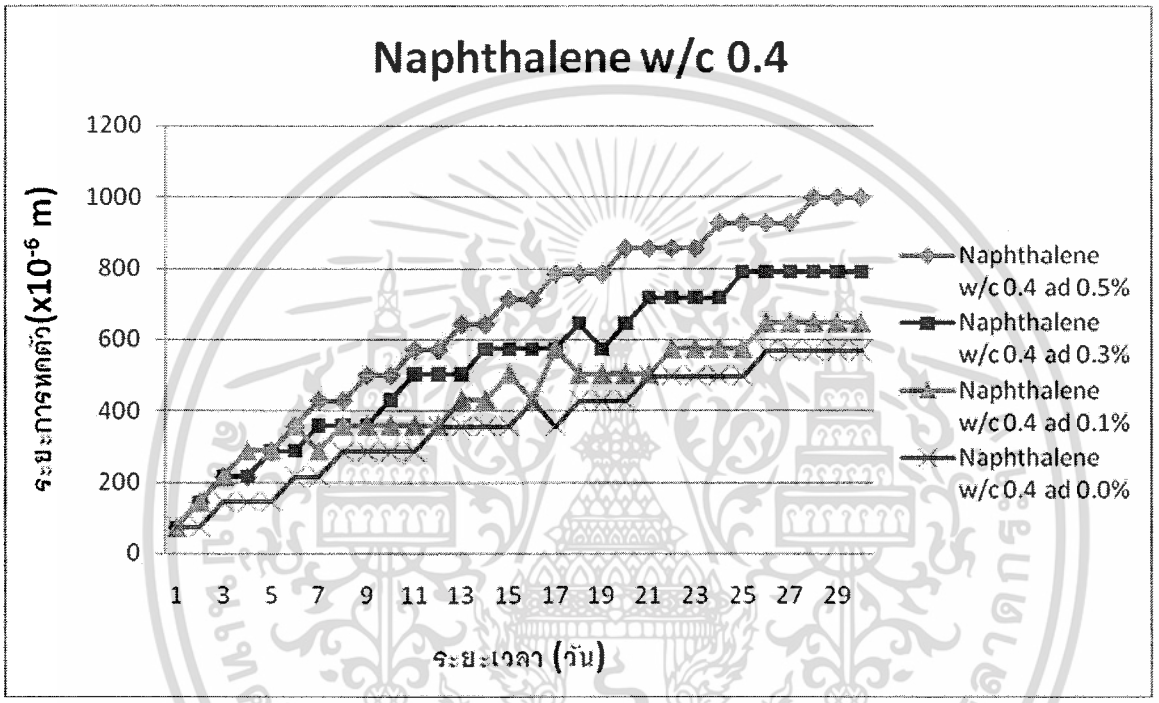
รูปที่ 4.1.4 การทดสอบการไหลของซีเมนต์เพสท์ที่ w/c =0.4 0.5 0.6 ของสาร Naphthalene



รูปที่ 4.1.5 การทดสอบการไหลของซีเมนต์เพสท์ที่ w/c =0.4 0.5 0.6 ของสาร Polymer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

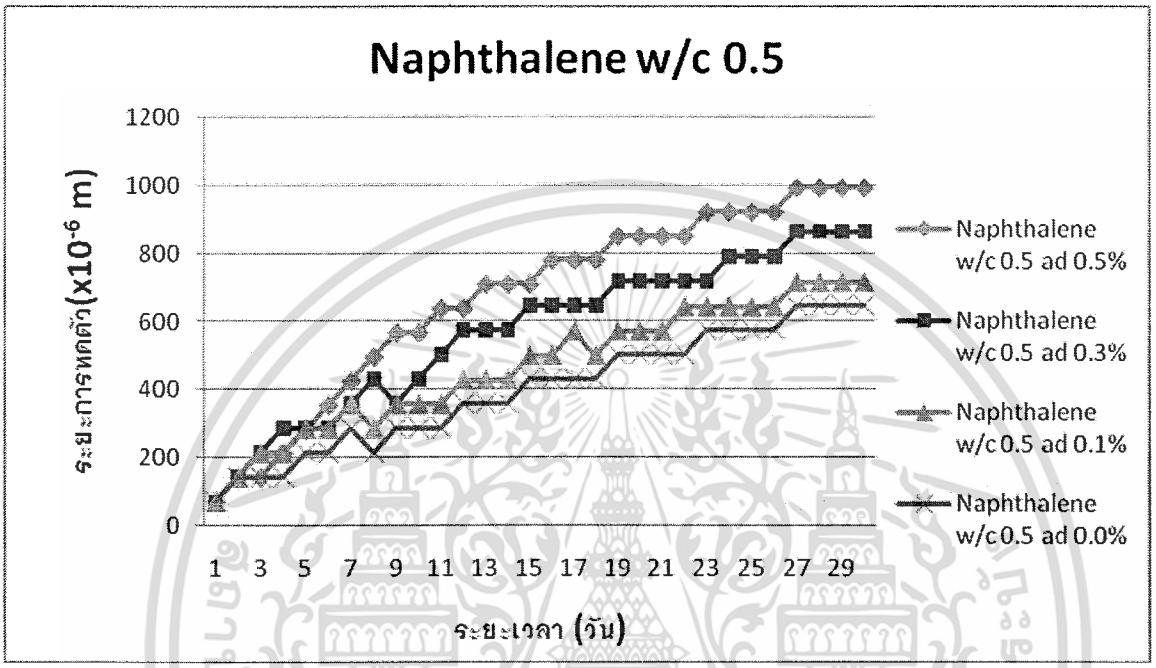
1.3การทดสอบการหดตัวของซีเมนต์เพสท์ จากความสัมพันธ์ของการหดตัวกับระยะเวลา การหดตัวของซีเมนต์เพสท์เมื่อใส่สารลดน้ำประเภท Naphthalene ยิ่งเพิ่มปริมาณสารผสมมากขึ้นการหดตัวก็จะเพิ่มขึ้นด้วย ดังจะเห็นได้จาก รูปที่ 4.1.6 ที่ w/c 0.4 การหดตัวจะสูงสุดเมื่อเติมสารผสมเพิ่ม 0.5%



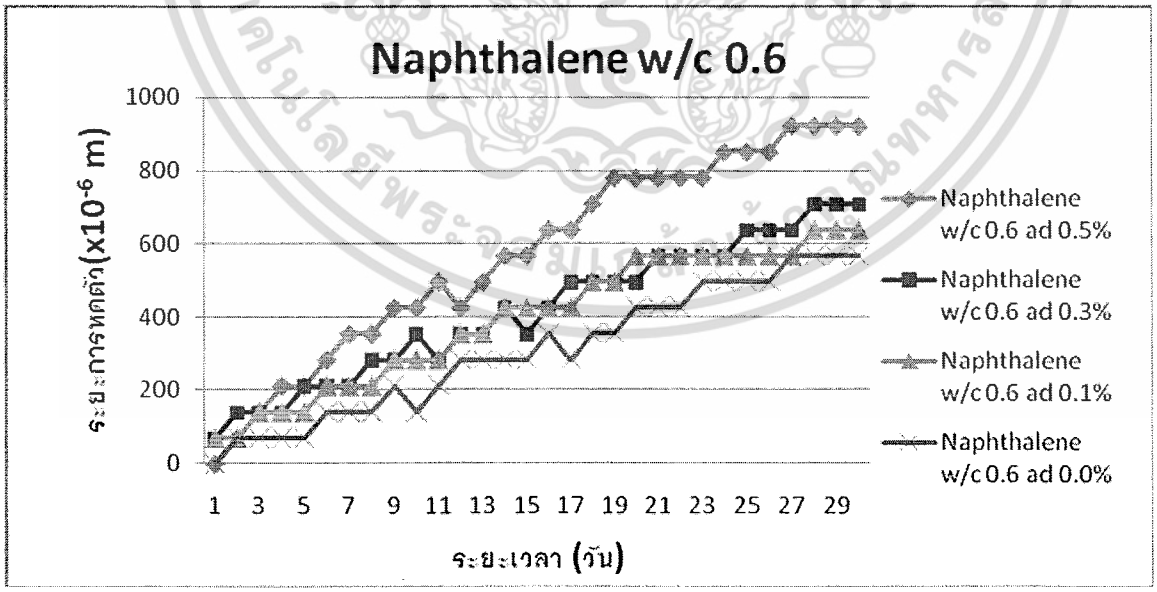
รูป 4.1.6 ซีเมนต์เพสต์เติมสารลดน้ำชนิด Naphthalene ที่ w/c 0.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากความสัมพันธ์ ของการหดตัวกับระยะเวลาจะเห็นว่า การหดตัว เป็นไปในทางเดียวกันทั้ง W/C 0.4, 0.5, 0.6 โดยจะเห็นได้จากการเปรียบเทียบ รูปที่ 4.1.6 (ซีเมนต์เพสต์เติมสาร Naphthalene ที่ w/c 0.4) กับรูป 4.1.7 (ซีเมนต์เพสต์เติมสาร Naphthalene ที่ w/c 0.5) และ 4.1.8 (ซีเมนต์เพสต์เติมสาร Naphthalene ที่ w/c 0.6)



รูป 4.1.7 ซีเมนต์เพสท์เติมสารลดน้ำชนิด Naphthalene ที่ w/c 0.5

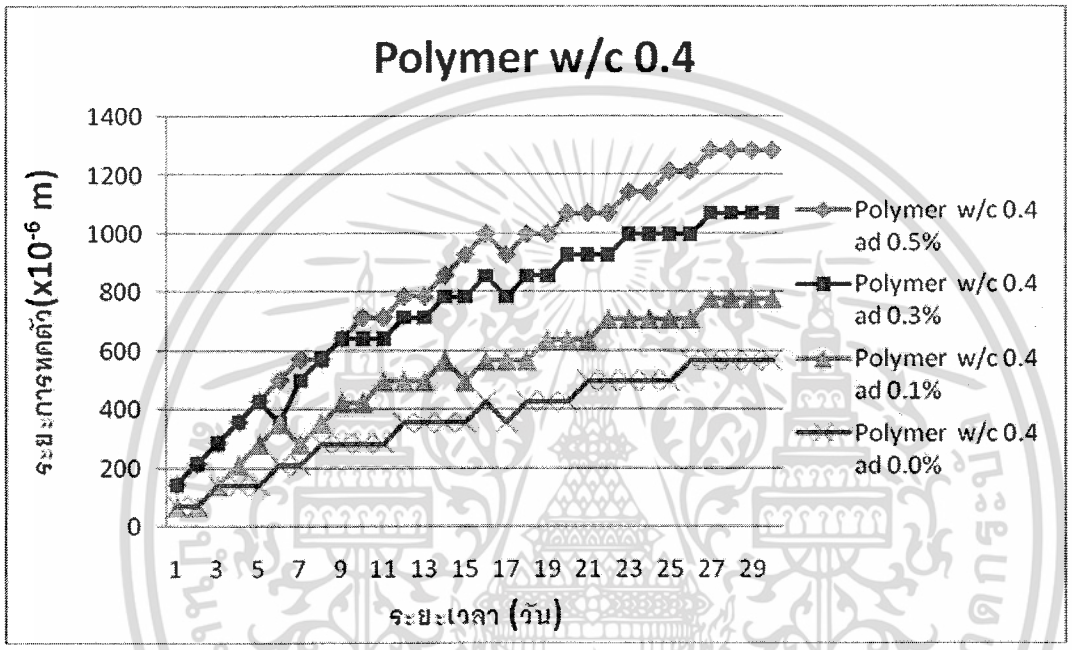


รูป 4.1.8 ซีเมนต์เพสท์เติมสารลดน้ำชนิด Naphthalene ที่ w/c 0.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

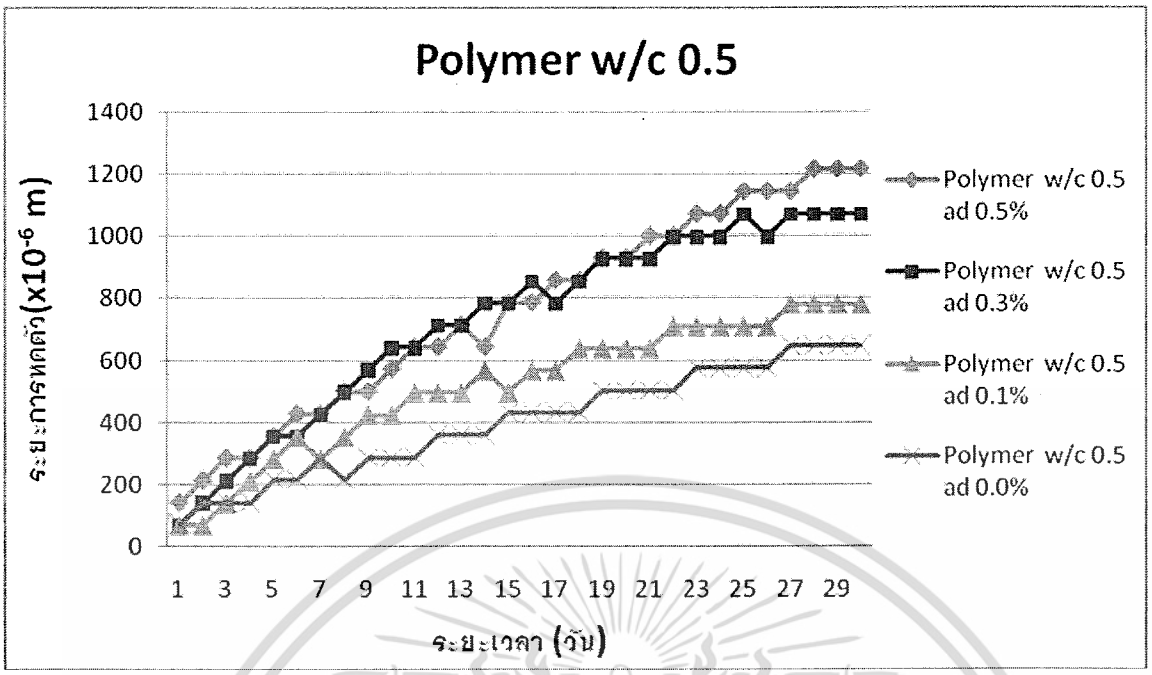
จากความสัมพันธ์ของการหดตัวกับระยะเวลาในรูปที่ 4.1.9 -4.1.11 ลักษณะการหดตัวของซีเมนต์เพสต์เมื่อใส่สารลดน้ำประเภท Polymer เมื่อเพิ่มปริมาณสารผสมมากขึ้นการหดตัวก็จะเพิ่มขึ้นด้วย

เปรียบเทียบการหดตัวของสารทั้งสองชนิด (Naphthalene และ Polymer) ที่ W/C เดียวกัน จะเห็นว่าการหดตัวของสารประเภท Polymer จะหดตัวมากกว่า สารประเภท Naphthalene

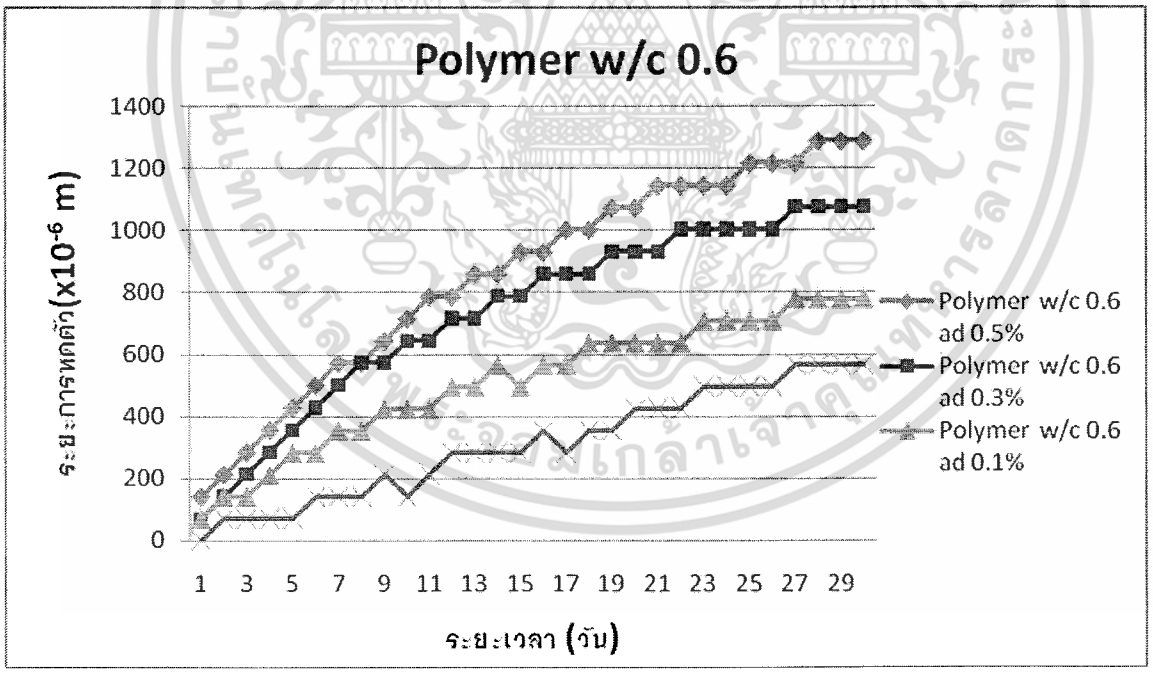


รูป 4.1.9 ซีเมนต์เพสท์เติมสารลดน้ำชนิด Polymer ที่ w/c 0.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



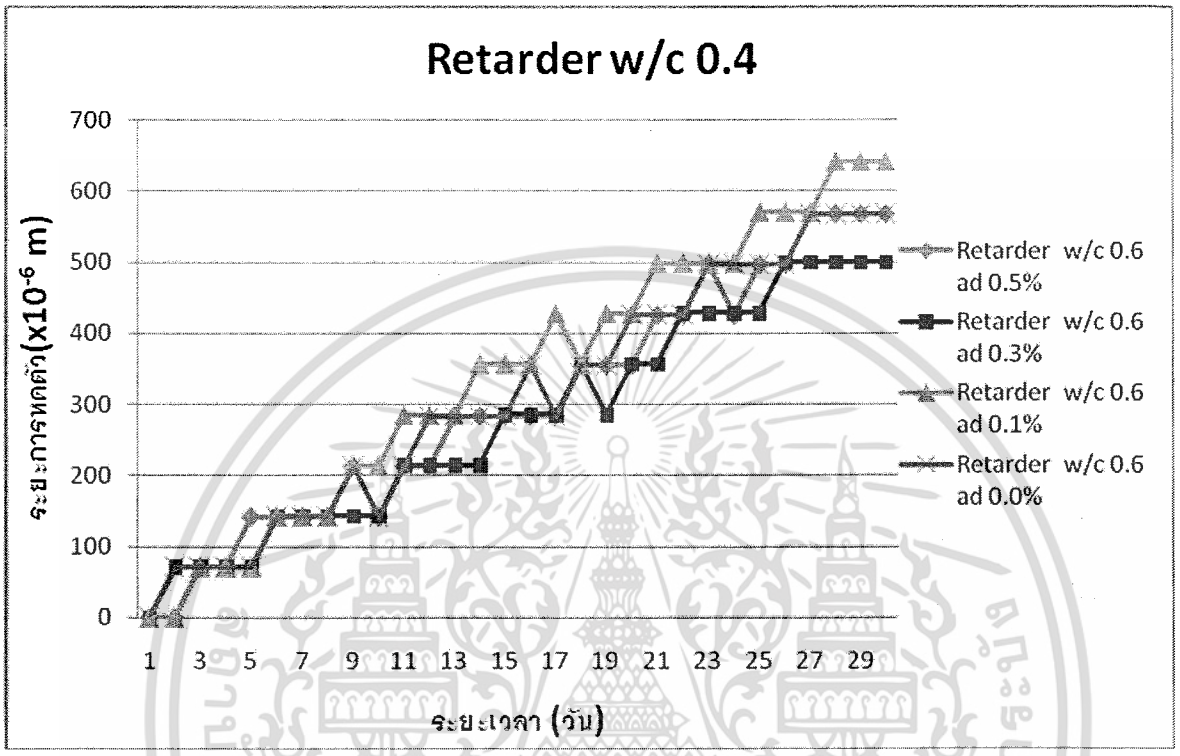
รูป 4.1.10 ซีเมนต์เพสท์เติมสารลดน้ำชนิด Polymer ที่ w/c 0.5



รูป 4.1.11 ซีเมนต์เพสท์เติมสารลดน้ำชนิด Polymer ที่ w/c 0.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

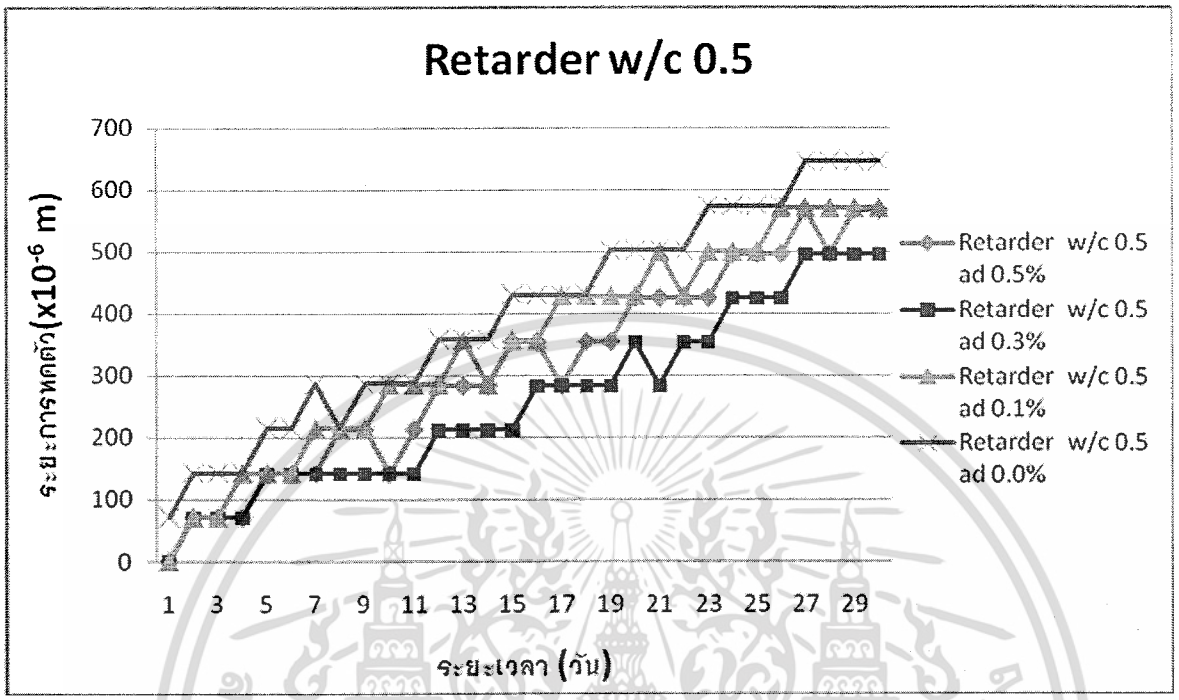
จากความสัมพันธ์ของการหดตัวกับระยะเวลาในรูปที่ 4.1.12 ลักษณะการหดตัวของซีเมนต์เพสท์เมื่อใส่สารหน่วงการก่อตัวที่ w/c 0.4 เมื่อเพิ่มปริมาณสารผสมมากขึ้นการหดตัวใกล้เคียงกับชิ้นงานที่ไม่เติมสารหน่วงการก่อตัว



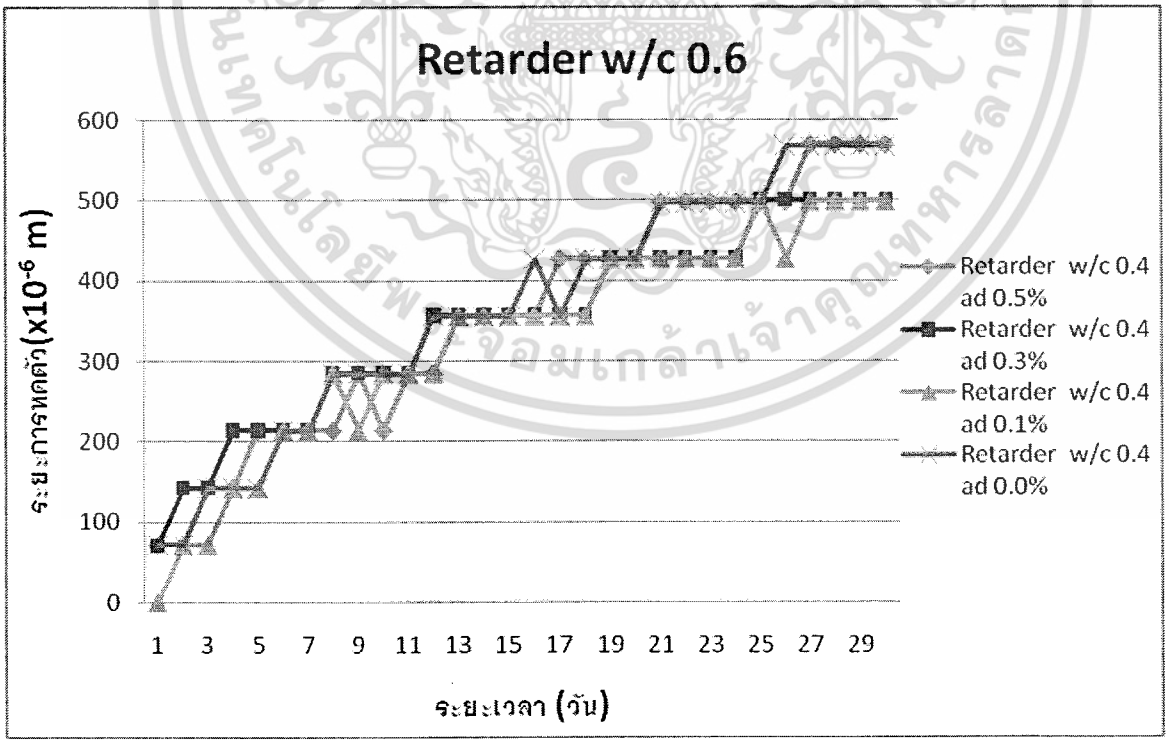
รูป 4.1.12 ซีเมนต์เพสท์เติมสารRetarder ที่ w/c 0.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหดตัวของซีเมนต์เพสต์ที่เติมสาร Retarder ที่ w/c 0.5และ w/c 0.6 เป็นไปในทางเดียวกันกับ w/c 0.4 พิจารณาความสัมพันธ์ของการหดตัวกับระยะเวลาได้ใน รูปที่ 4.1.13 และ 4.1.14



รูป 4.1.13 ซีเมนต์เพสท์เติมสารRetarder ที่ w/c 0.5

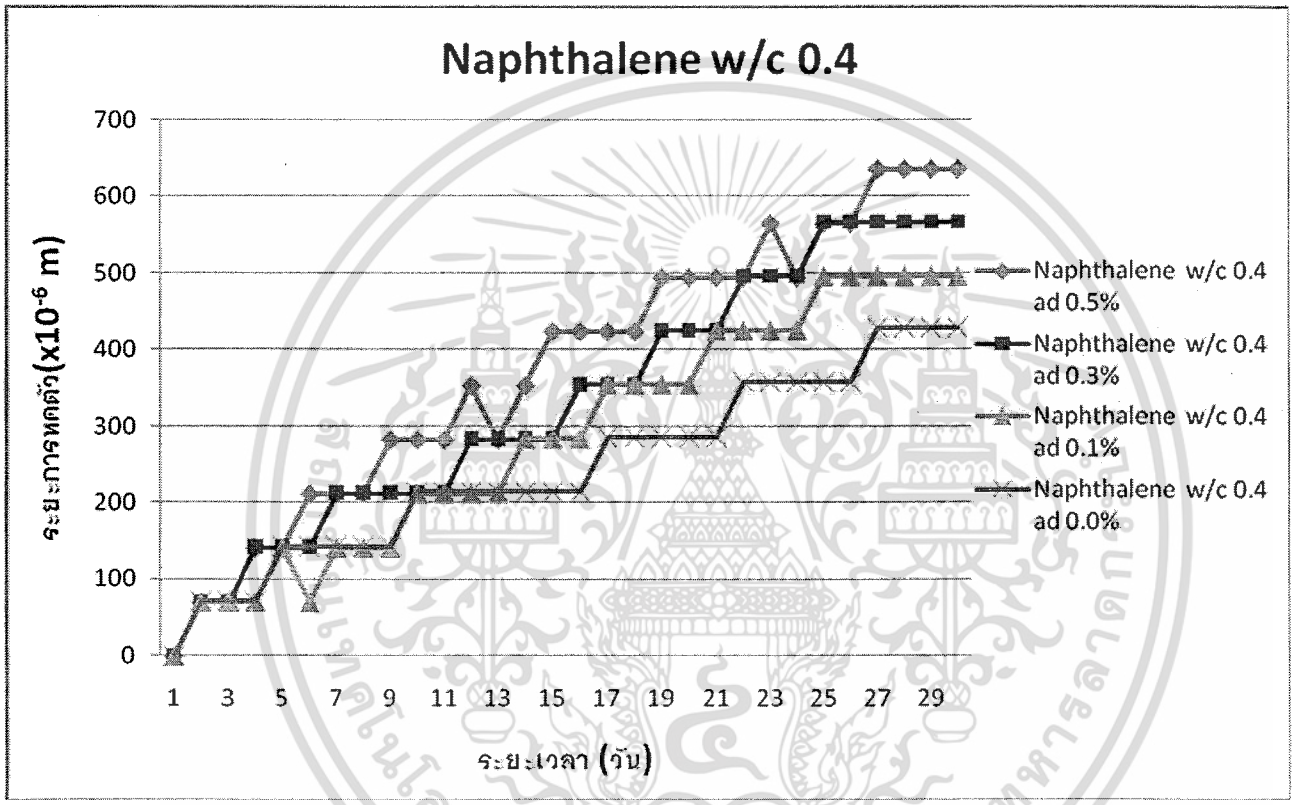


รูป 4.1.14 ซีเมนต์เพสท์เติมสารRetarder ที่ w/c 0.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ผลการทดลองในส่วนมอร์ต้าร์

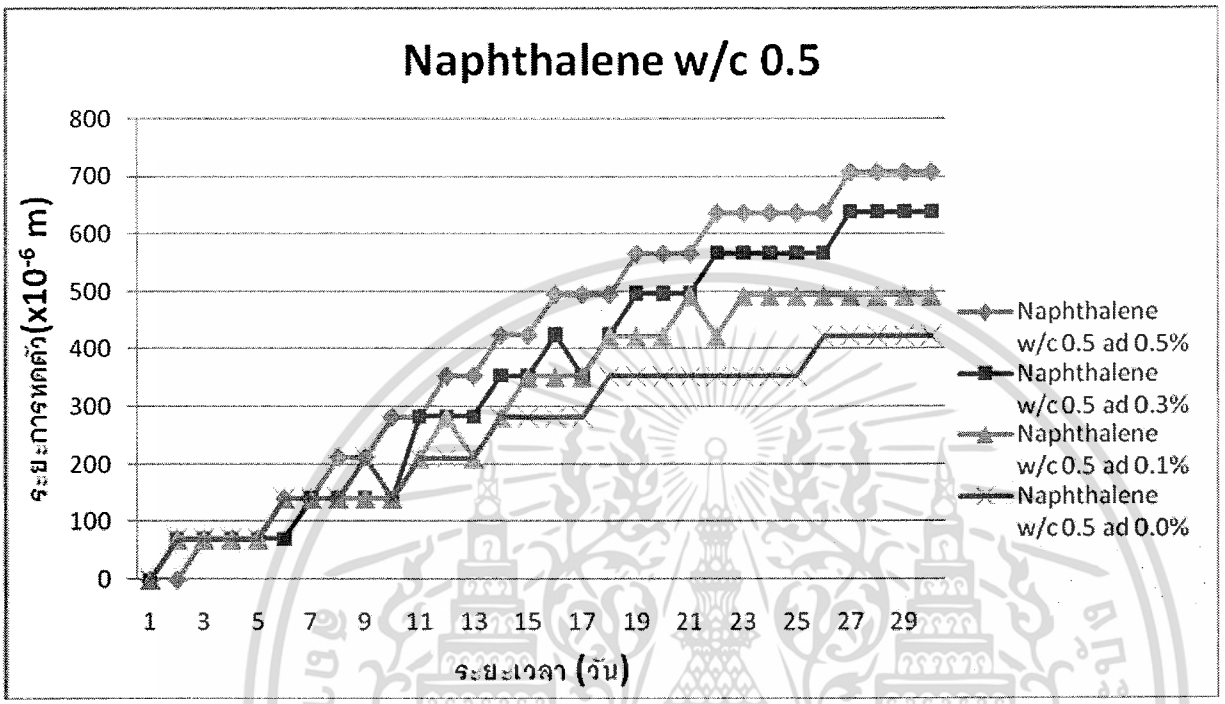
จากความสัมพันธ์ของการหดตัวกับระยะเวลา การหดตัวของคอนกรีตเมื่อใส่สารลดน้ำประเภท Naphthalene ยิ่งเพิ่มปริมาณสารผสมมากขึ้นการหดตัวก็จะเพิ่มขึ้นด้วย ดังจะเห็นได้จาก รูปที่ 4.2.1 ที่ w/c 0.4 การหดตัวจะสูงสุดเมื่อเติมสารผสมเพิ่ม 0.5%



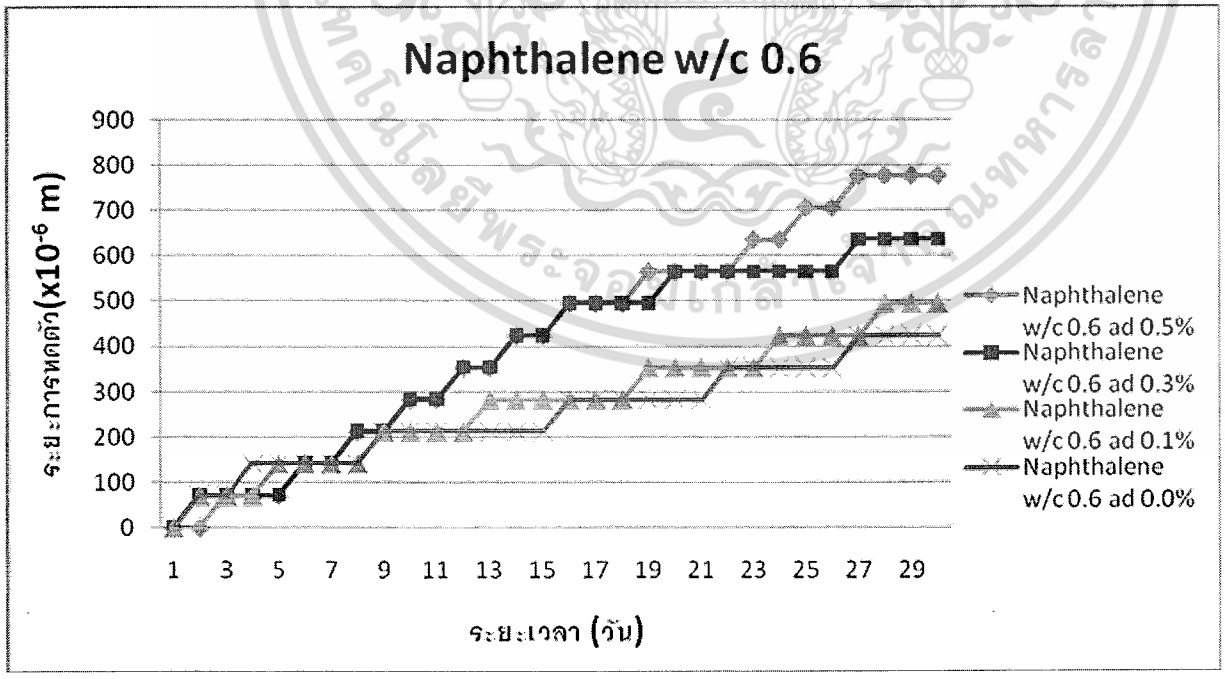
รูปที่ 4.2.1 มอร์ต้าร์เติมสารลดน้ำชนิด Naphthalene ที่ w/c 0.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสัมพันธ์ของการหดตัวกับระยะเวลา ของมอร์ต้าที่เติมสารลดน้ำประเภท Naphthalene ในรูปที่ 4.2.2 – 4.2.3 แสดงให้เห็นว่า w/c 0.5 และ w/c 0.6 เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับ w/c 0.4 คือเมื่อเพิ่มปริมาณสารมากขึ้นการหดตัวก็เพิ่มขึ้นด้วย



รูปที่ 4.2.2 มอร์ต้าร์เติมสารลดน้ำชนิด Naphthalene ที่ w/c 0.5

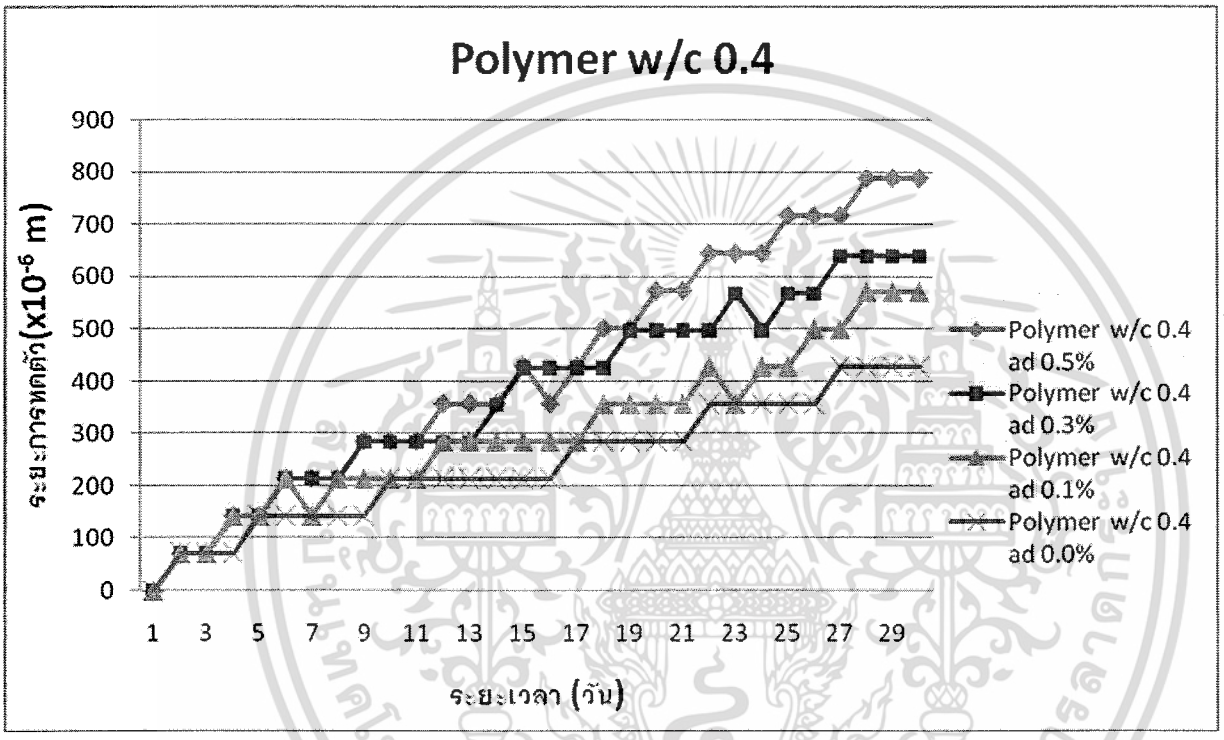


รูปที่ 4.2.3 มอร์ต้าร์เติมสารลดน้ำชนิด Naphthalene ที่ w/c 0.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากความสัมพันธ์ของการหดตัวกับระยะเวลาในรูปที่ 4.2.4 -4.2.6 ลักษณะการหดตัวของมอร์ต้าร์เมื่อใส่สารลดน้ำประเภท Polymer เมื่อเพิ่มปริมาณสารผสมมากขึ้นการหดตัวก็จะเพิ่มขึ้นด้วย

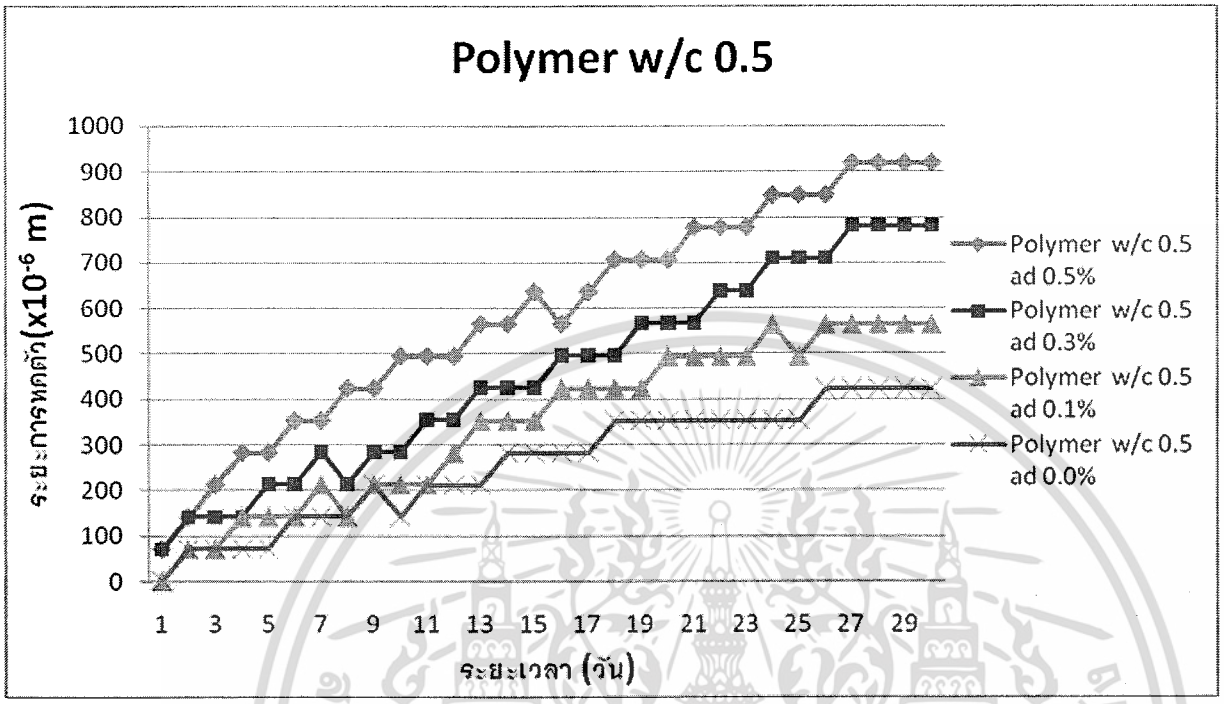
เปรียบเทียบการหดตัวของสารทั้งสองชนิด (Naphthalene และ Polymer) ที่ w/c เดียวกัน จะเห็นว่าการหดตัวของสารประเภท Polymer จะหดตัวมากกว่า สารประเภท Naphthalene



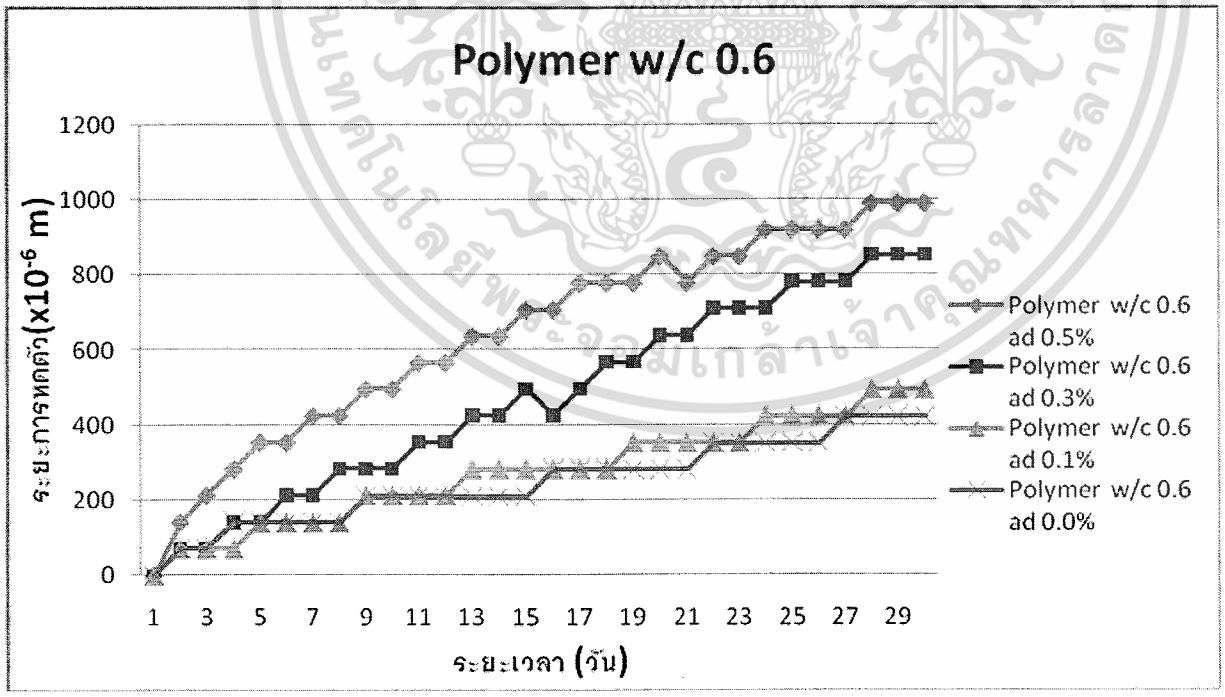
รูปที่ 4.2.4 มอร์ต้าร์เติมสารลดน้ำชนิด Polymer ที่ w/c 0.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหดตัวของมอร์ต้าร์ที่เติมสารลดน้ำชนิด Polymer ที่ w/c 0.5และ w/c 0.6 เป็นไปในทางเดียวกันกับ w/c 0.4 พิจารณาความสัมพันธ์ของการหดตัวกับระยะเวลาได้ใน รูปที่ 4.2.5 และ 4.2.6



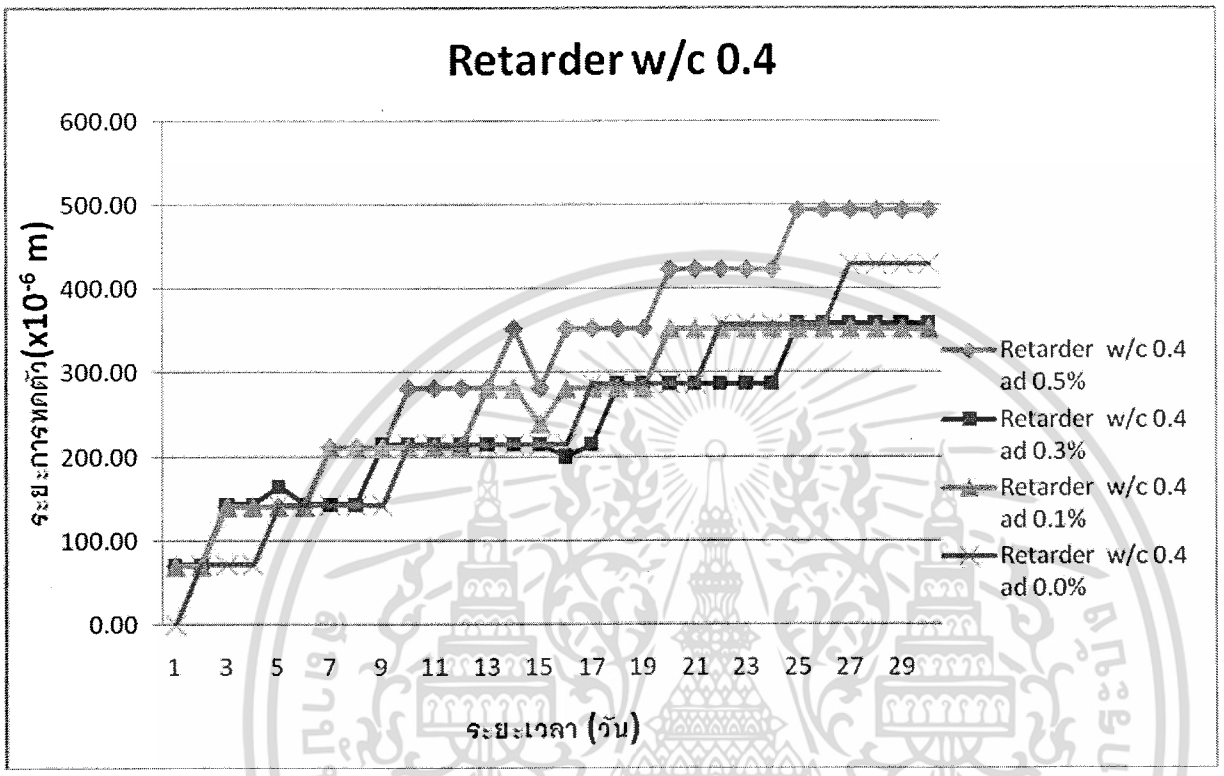
รูปที่ 4.2.5 มอร์ต้าร์เติมสารลดน้ำชนิด Polymer ที่ w/c 0.5



รูปที่ 4.2.6 มอร์ต้าร์เติมสารลดน้ำชนิด Polymer ที่ w/c 0.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

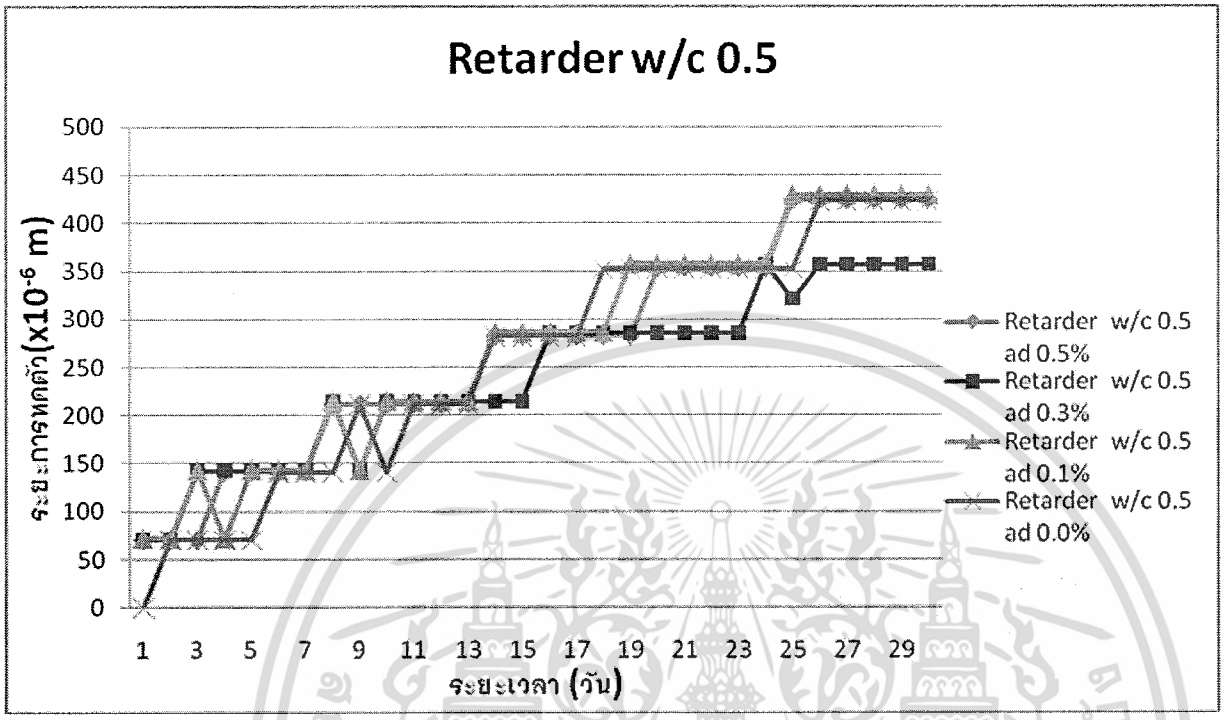
จากความสัมพันธ์ของการหดตัวกับระยะเวลาในรูปที่ 4.2.7 ลักษณะการหดตัวของมอร์ต้าร์เมื่อใส่สารหน่วงการก่อตัวที่ w/c 0.4 เมื่อเพิ่มปริมาณสารผสมมากขึ้นการหดตัวยังคงใกล้เคียงกับชิ้นงานที่ไม่ได้ใส่สารหน่วงการก่อตัว



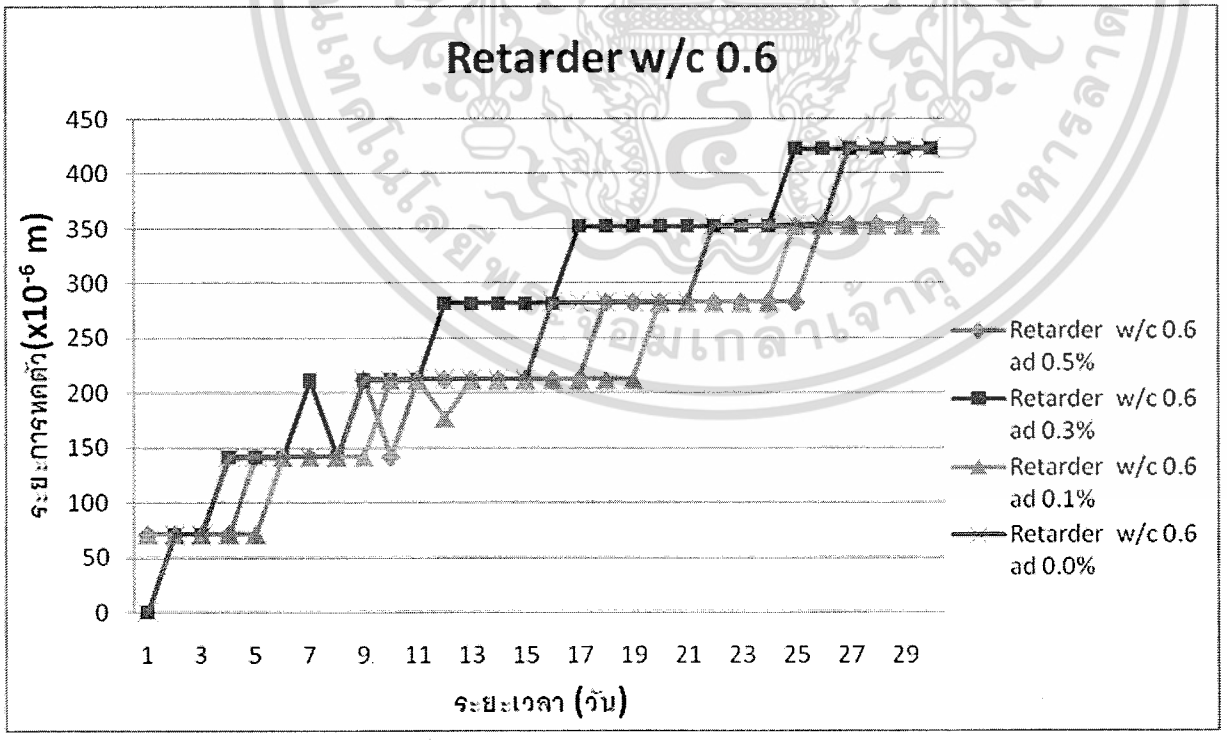
รูปที่ 4.2.7 มอร์ต้าร์เติมสาร Retarder ที่ w/c 0.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหดตัวของคอนกรีตที่เติมสาร Retarder ที่ w/c 0.5และ w/c 0.6 เป็นไปในทางเดียวกันกับ w/c 0.4 พิจารณาความสัมพันธ์ของการหดตัวกับระยะเวลาได้ใน รูปที่ 4.2.8 และ 4.2.9



รูปที่ 4.2.8 มอร์ต้าร์เติมสาร Retarder ที่ w/c 0.5

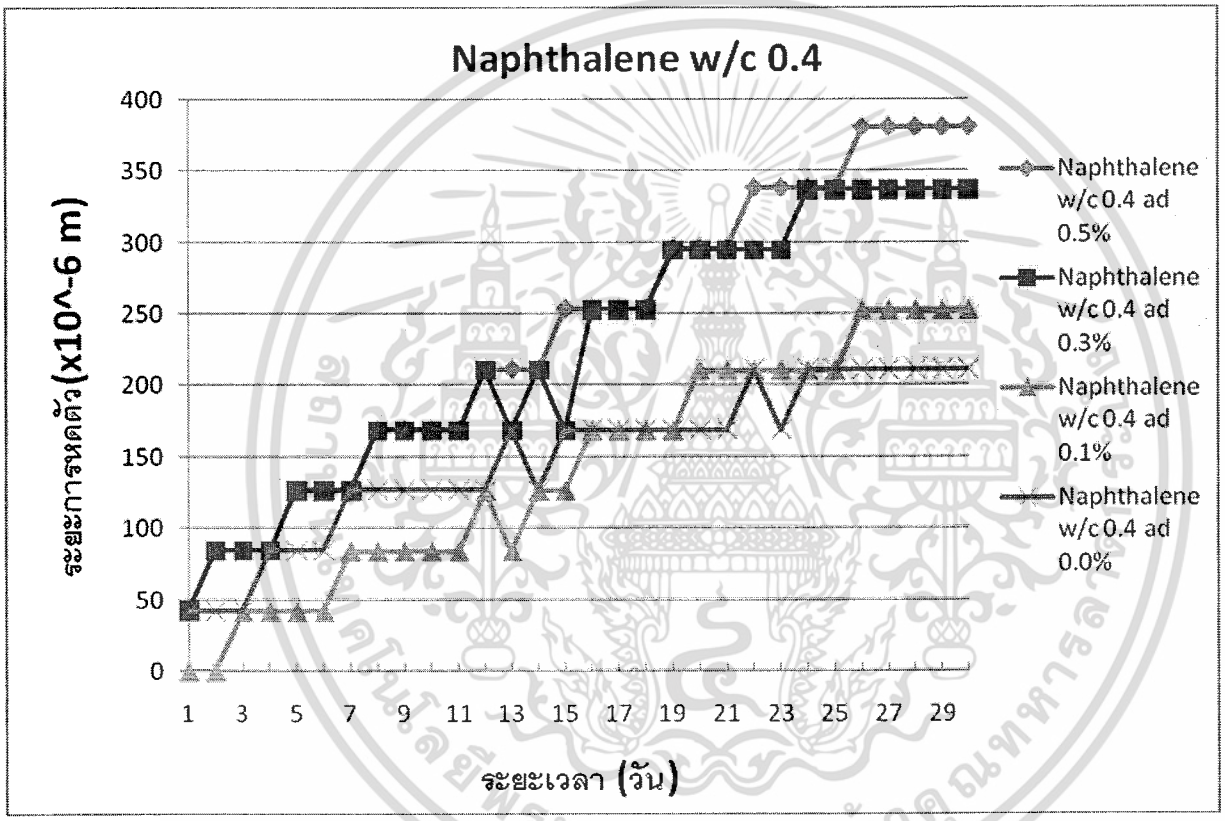


รูปที่ 4.2.9 มอร์ต้าร์เติมสาร Retarder ที่ w/c 0.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ผลการทดลองในส่วนคอนกรีต

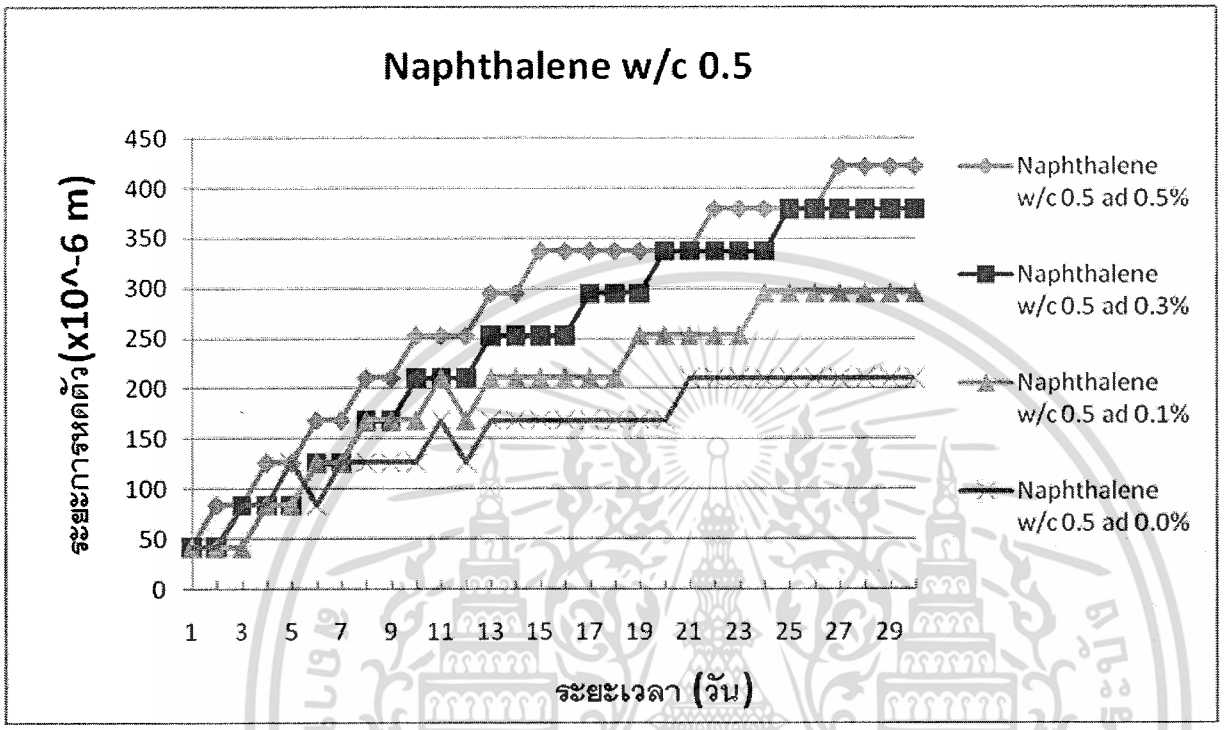
จากความสัมพันธ์ของการหดตัวกับระยะเวลา การหดตัวของคอนกรีตเมื่อใส่สารลดน้ำประเภท Naphthalene ยิ่งเพิ่มปริมาณสารผสมมากขึ้นการหดตัวก็จะเพิ่มขึ้นด้วย โดยการหดตัวจะเกิดขึ้นอย่างเห็นได้ชัดในช่วง 14 วันแรก และจะเริ่มคงที่หลังจากนั้น ดังจะเห็นได้จาก รูปที่ 4.1.1 ที่ w/c 0.4 การหดตัวจะสูงสุดเมื่อเติมสารผสมเพิ่ม 0.5%



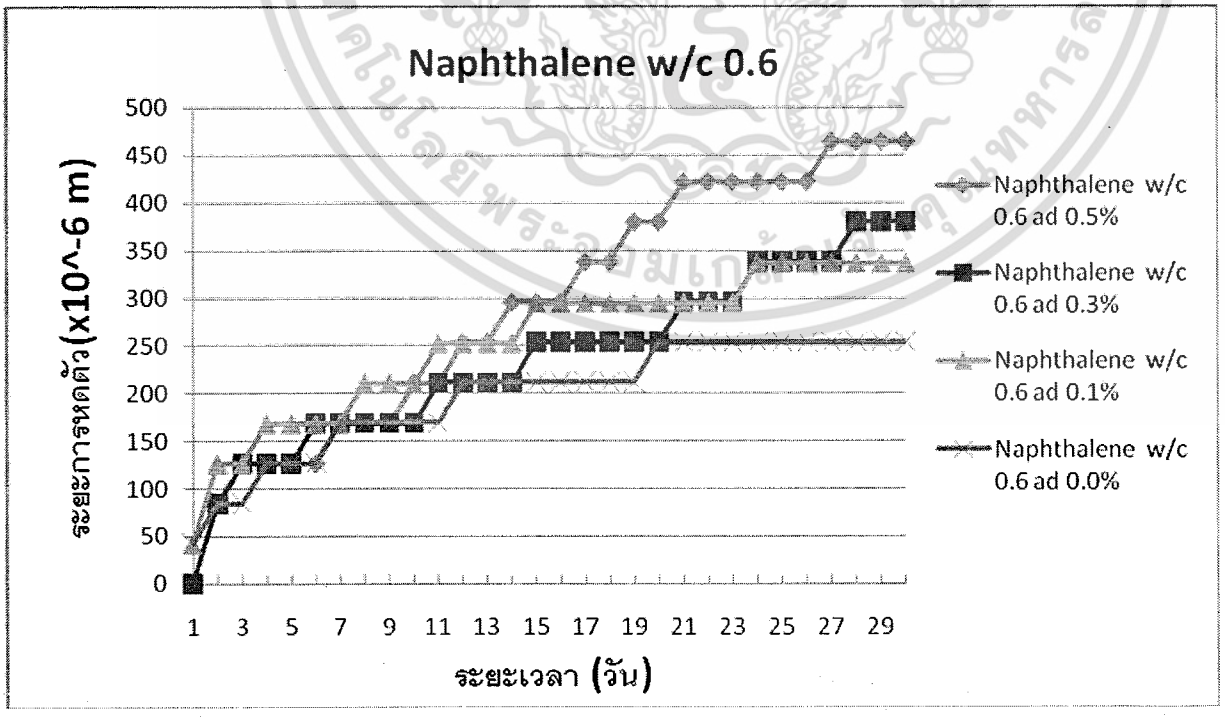
รูป 4.3.1 คอนกรีตเติมสารลดน้ำชนิด Naphthalene ที่ w/c 0.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากความสัมพันธ์ ของการหดตัวกับระยะเวลาจะเห็นว่า เป็นไปในทางเดียวกันทั้ง W/C 0.4, 0.5, 0.6 โดยจะเห็นได้จากการเปรียบเทียบ รูปที่ 4.3.1 (คอนกรีตเติมสาร Naphthalene ที่ w/c 0.4) กับรูป 4.3.2 (คอนกรีตเติมสาร Naphthalene ที่ w/c 0.5) และ 4.3.3 (คอนกรีตเติมสาร Naphthalene ที่ w/c 0.6)



รูปที่ 4.3.2 คอนกรีตเติมสารลดน้ำชนิด Naphthalene ที่ w/c 0.5

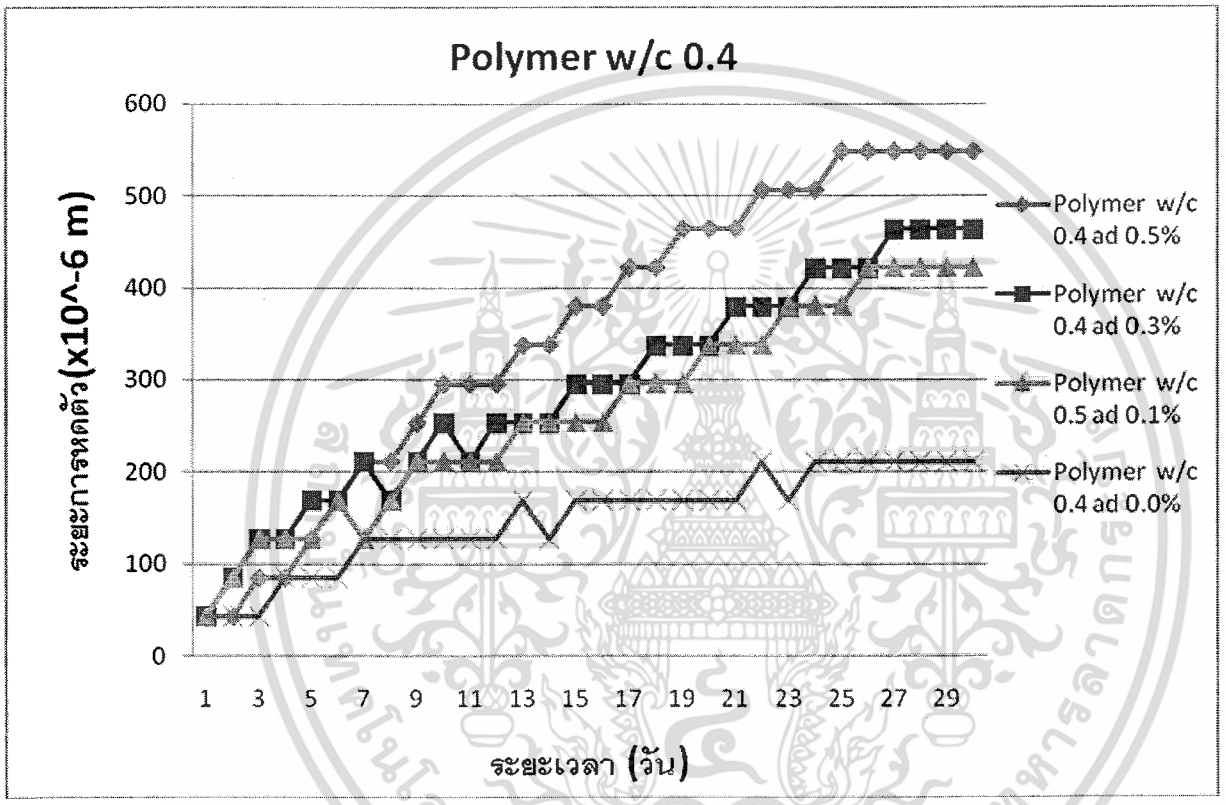


รูปที่ 4.3.3 คอนกรีตเติมสารลดน้ำชนิด Naphthalene ที่ w/c 0.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

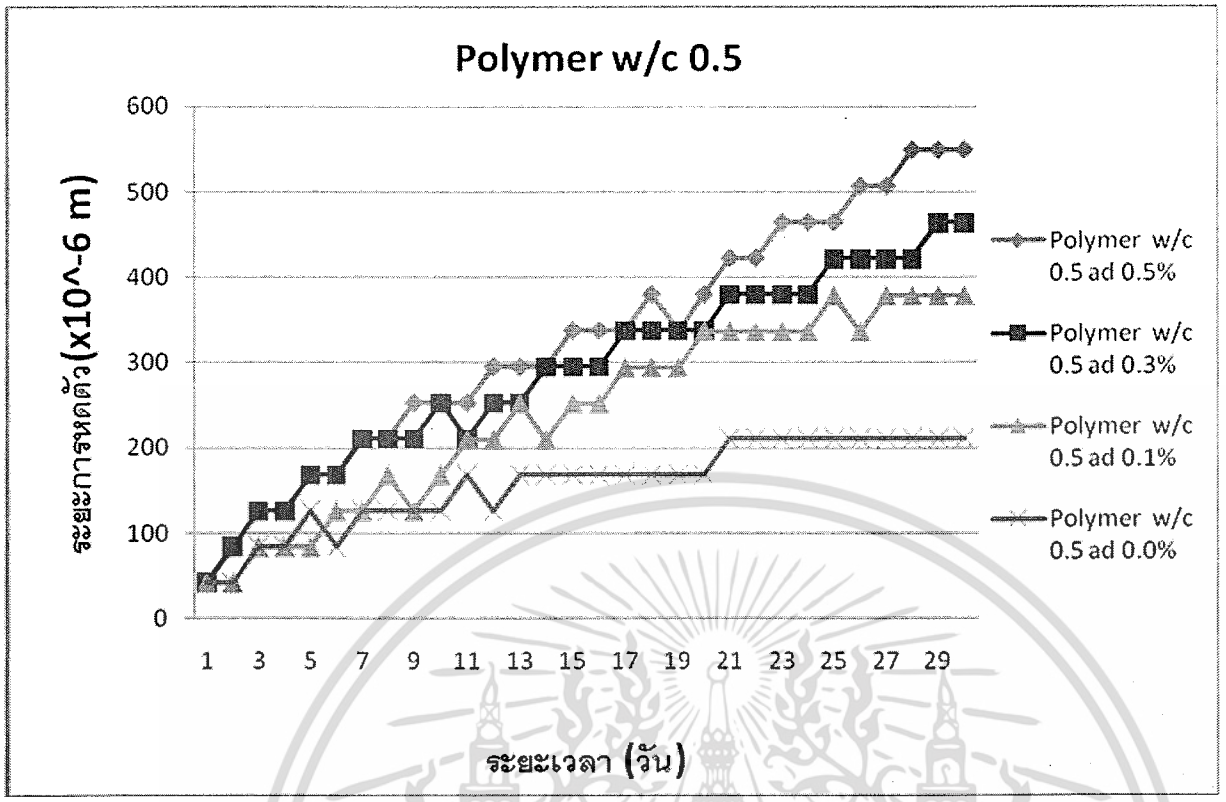
จากความสัมพันธ์ของการหดตัวกับระยะเวลาในรูปที่ 4.3.4 -4.3.6 ลักษณะการหดตัวของคอนกรีตเมื่อใส่สารลดน้ำประเภท Polymer เมื่อเพิ่มปริมาณสารผสมมากขึ้นการหดตัวก็จะเพิ่มขึ้นด้วย

เปรียบเทียบการหดตัวของสารทั้งสองชนิด (Naphthalene และ Polymer) ที่ W/C เดียวกัน จะเห็นว่าการหดตัวของสารประเภท Polymer จะหดตัวมากกว่า สารประเภท Naphthalene

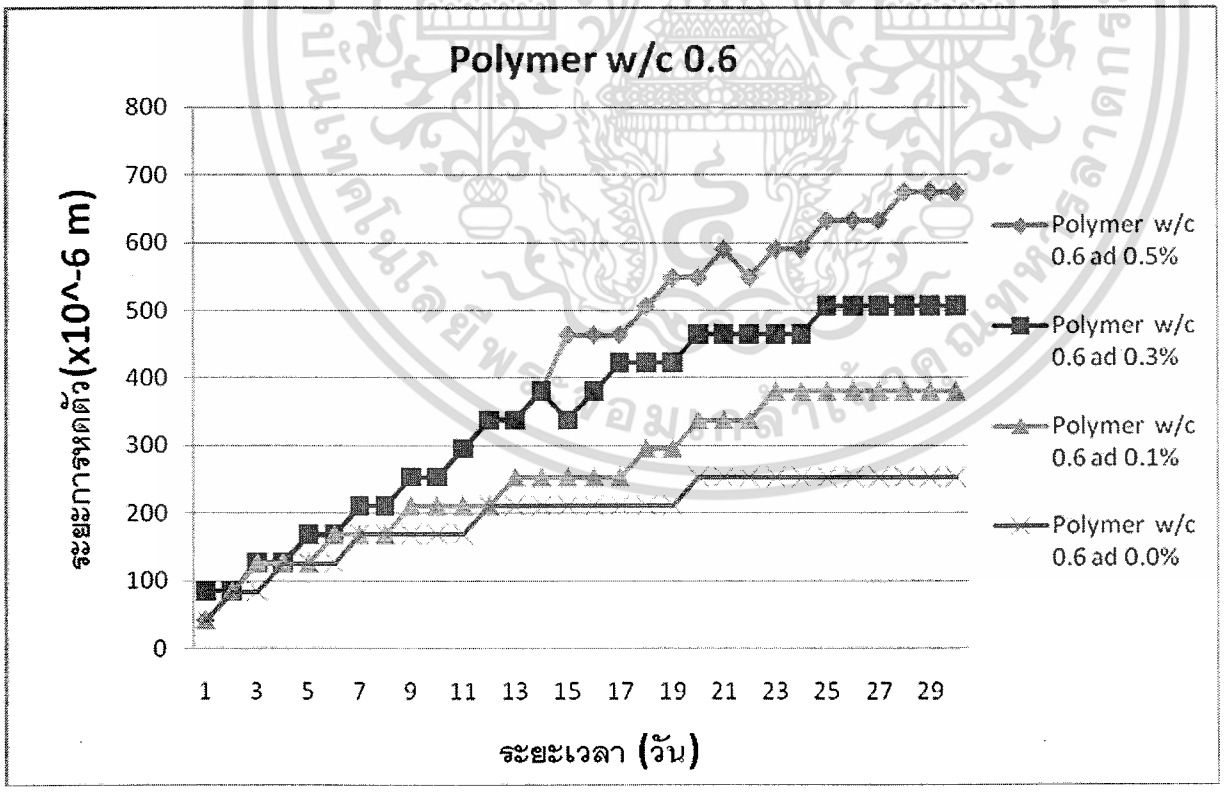


รูปที่ 4.3.4 คอนกรีตเติมสารลดน้ำชนิด Polymer ที่ w/c 0.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



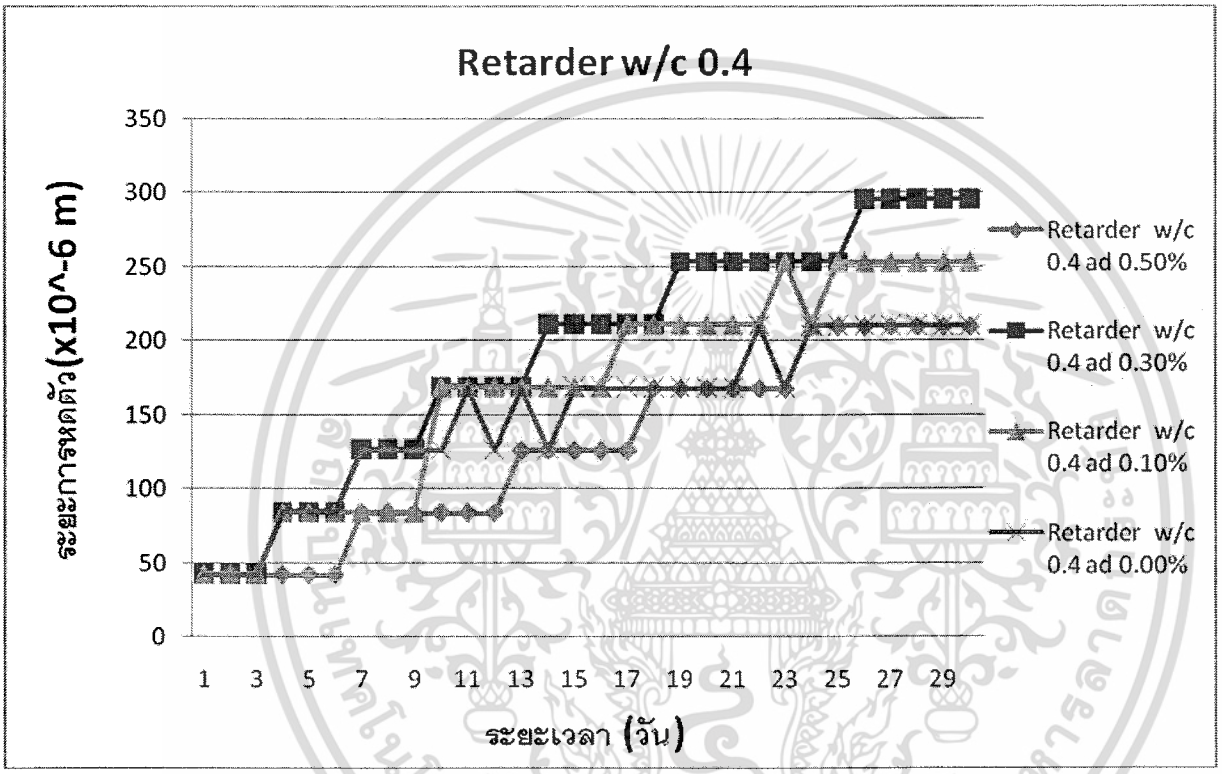
รูปที่ 4.3.5 คอนกรีตเติมสารลดน้ำชนิด Polymer ที่ w/c 0.5



รูปที่ 4.3.6 คอนกรีตเติมสารลดน้ำชนิด Polymer ที่ w/c 0.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

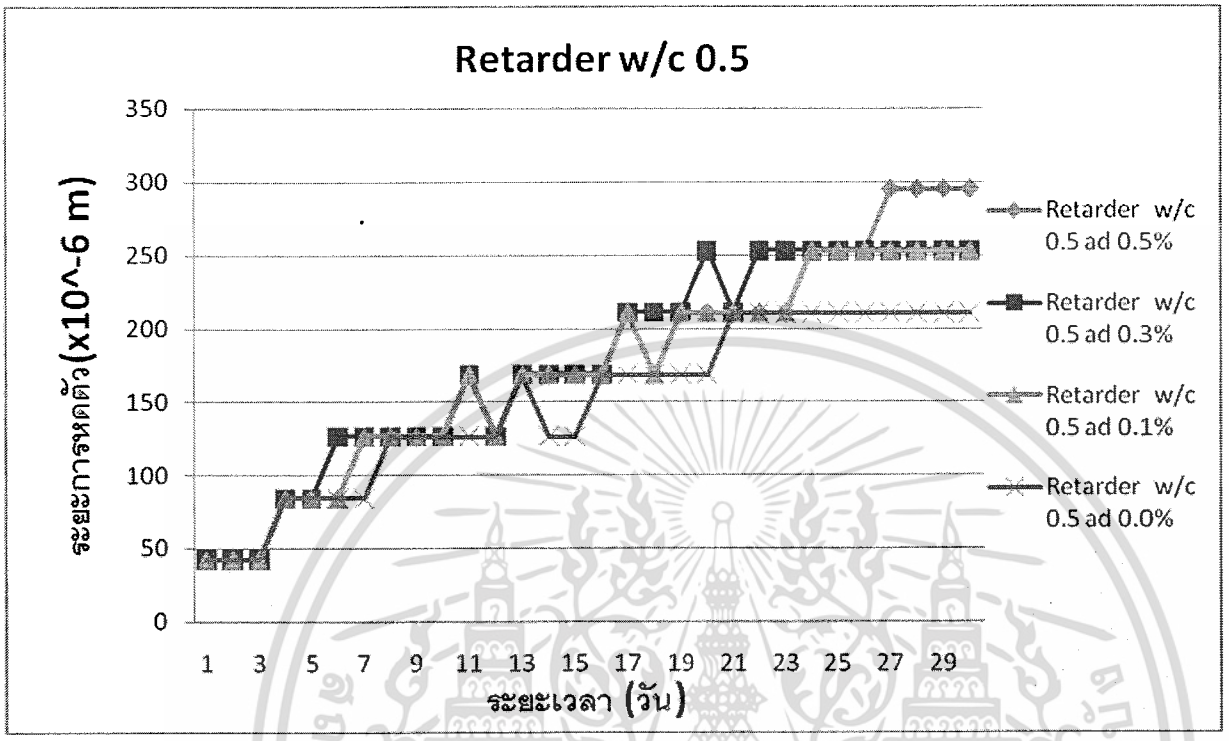
จากความสัมพันธ์ของการหดตัวกับระยะเวลาในรูปที่ 4.3.7 ลักษณะการหดตัวของคอนกรีตเมื่อใส่สารหน่วงการก่อตัว ที่w/c 0.4 เมื่อเพิ่มปริมาณสารผสมมากขึ้นการหดตัวยังคงใกล้เคียงกับชิ้นงานที่ไม่ได้ใส่สารหน่วงการก่อตัว



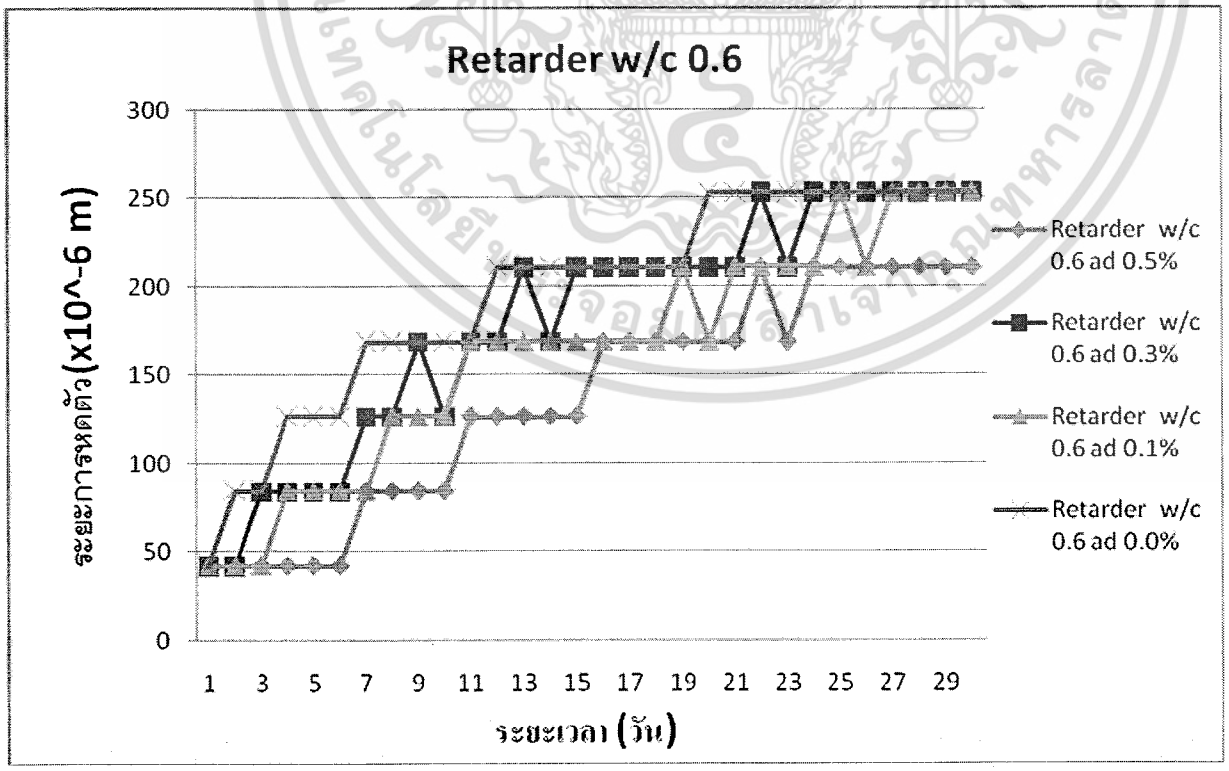
รูปที่ 4.3.7 คอนกรีตเติมสาร Retarder ที่ w/c 0.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหดตัวของคอนกรีตที่เติมสาร Retarder ที่ w/c 0.5และ w/c 0.6 เป็นไปในทางเดียวกันกับ w/c 0.4 พิจารณาความสัมพันธ์ของการหดตัวกับระยะเวลาได้ใน รูปที่ 4.3.8 และ 4.3.9



รูปที่ 4.3.8 คอนกรีตเติมสาร Retarder ที่ w/c 0.5



รูปที่ 4.3.9 คอนกรีตเติมสาร Retarder ที่ w/c 0.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

1. ผลการทดลองหาค่าการทดลองที่ได้มามีผลไปในทางเดียวกัน คือ การใช้สารลดน้ำประเภท naphthalene ทั้งในคอนกรีต มอร์ต้า และ ซีเมนต์เพสต์ จะมีค่าการหดตัวน้อยกว่า สารลดน้ำประเภท Polymer โดยในส่วนของคอนกรีต w/c 0.6 เมื่อไม่ใส่สารผสมเพิ่ม มีค่าการหดตัวอยู่ที่ประมาณ $300x10^{-6}$ m. เมื่อใส่สารลดน้ำประเภทnaphthalene 0.5% ค่าการหดตัวจะอยู่ที่ประมาณ $450x10^{-6}$ m. ในขณะที่ สารลดน้ำประเภท Polymer 0.5% มีค่าการหดตัวอยู่ที่ประมาณ $700x10^{-6}$ m.

2. การทดลองในส่วนของสารหน่วงการก่อตัว การเพิ่มปริมาณสารหน่วงการก่อตัว แทบจะไม่มีผลต่อการหดตัวซึ่งใกล้เคียงกันมาก โดยที่ w/c 0.6 ไม่ใส่สารมีค่าการหดตัวประมาณ $300x10^{-6}$ m. เมื่อใส่สารหน่วงการก่อตัว ที่ 0.5% ค่าการหดตัวจะอยู่ประมาณใกล้เคียงกับ$300x10^{-6}$ m โดยผลการทดลองทั้งในส่วนของซีเมนต์เพสต์ มอร์ต้า และ คอนกรีตเป็นไปทิศทางเดียวกัน สรุปได้ว่า สารหน่วงการก่อตัวไม่ทำให้เกิดผลกระทบด้านการหดตัวของชิ้นส่วนซีเมนต์เพสต์ มอร์ต้า และ คอนกรีต

3. การ Bleeding ที่ทดสอบในส่วนของซีเมนต์เพสต์ จะสังเกตได้ว่าในสารประเภท Polymer นั้นมีการเยิ้มน้ำมาก ชิ้นส่วนที่ได้ไม่เพียงแต่จะเห็นว่าการหดตัวตามแนวยาวจะมากกว่าของ naphthalene แล้ว มีการหดตัวที่ผิวหน้าของชิ้นส่วนสามารถสังเกตเห็นได้ด้วยตา อย่างชัดเจน

4. ลักษณะของการหดตัวของสารผสมเพิ่มประเภทสารลดน้ำ จะมีการหดตัวเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงแรก ทั้งในสารประเภท polymer และ naphthalene ส่วนสารผสมเพิ่มประเภท สารหน่วงการก่อตัวนั้น จะค่อยๆหดตัวเพียงเล็กน้อยไปเรื่อยๆ ใกล้เคียงกัน ใช้เวลามากกว่าสารลดน้ำทั้งสองชนิดกว่าจะคงที่

5. ระยะเวลาในการถอดแบบของสารลดน้ำและสารหน่วงการก่อตัวไม่เท่ากัน โดยหลังจากเทคอนกรีตใส่แบบสารประเภทหน่วงการก่อตัวใช้เวลามากกว่ากว่าจะถอดแบบได้ จึงไม่สามารถวัดค่าการหดตัวในช่วงแรกได้อย่างแม่นยำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. จากผลการทดลองทำให้เห็นว่า การหดตัวของชิ้นงาน จะเกิดเฉพาะในส่วนของซีเมนต์เท่านั้น ซีเมนต์มอร์ต้าและคอนกรีต ที่มีวัสดุมวลรวมผสมเข้ามา จึงหดตัวน้อยกว่าซีเมนต์เพสต์ สังเกตได้ว่า การหดตัวจะมากขึ้นจากคอนกรีต ซีเมนต์มอร์ต้า และซีเมนต์เพสต์ ตามลำดับ

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

1. การทดลองในโครงงานนี้เป็นการทดสอบการหดตัวของชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จในแนวแกน แต่โดยความเป็นจริงแล้วคอนกรีตที่ผสมเสร็จนั้น จะเกิดการหดตัวในทุกทิศทางโดยเฉพาะผิวหน้า ดังนั้น ควรจะมีการศึกษาถึงการหดตัวของชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จในทุกทิศทางของตัวอย่างคอนกรีต
2. การทดลองในโครงการนี้เป็นการทดสอบการหดตัวในชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จเนื่องจากผลกระทบของสารผสมเพิ่ม เพื่อนำไปเป็นแนวทางในการเลือกใช้สารผสมเพิ่มให้ได้คุณสมบัติของคอนกรีตตามความต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

เกวริน ก้อนแก้ว. ผลกระทบของสารผสมเพิ่มต่อการหดตัวในชิ้นส่วนซีเมนต์เพส, 2551

ปิยะ ประสพแสง. อิทธิพลของสารผสมเพิ่มที่มีผลต่อคุณสมบัติของคอนกรีตที่ผสมแบบแบ่งน้ำออกเป็นสองส่วน, 2550

คณะผู้จัดทำ. อิทธิพลของสารลดน้ำที่มีผลต่อคุณสมบัติของคอนกรีตที่ผสมแบบแบ่งน้ำออกเป็นสองส่วน,2549

ร.ศ. ศิริวัฒน์ ไชยชนะ. ปฏิบัติการคอนกรีตเทคโนโลยี

วินิต ช่อวิเชียร. คอนกรีตเทคโนโลยี

E. Vazuez. Admixtures for concrete : improvement of properties

www.vtt.fi. เอกสารความรู้เรื่อง Early age autogenous shrinkage of concrete

www.cpacacademy.com. เอกสารความรู้เรื่อง Control Drying Shrinkage Crack in Concrete

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

KINGMONGUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

FACULTY OF ENGINEERING

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEER

PROJECT : Effects of Admixture on Autogenious Shrinkage of Prefabricated concrete

CLIENT :

DATE OF TEST :

TIME :

TEMPERATURE :

TEST BY :

TEST SPECIMEN :

TEST APPARATUS :

TEST RESULTS :

E.Time	L_0	% Shrinkage
0	237	0
1	237	42.19
2	237	42.19
3	237	42.19
4	237	84.38
5	237	84.38
6	237	84.38
7	237	126.57
9	237	126.57
11	237	126.57
15	237	168.76
17	237	168.76
20	237	168.76
22	237	210.95
25	237	210.95
28	237	210.95

Note :

Dr. KOMSAN MALEESEE

Material Consultant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผ.ก.28 แสดงผลการหาค่าการหดตัวของคอนกรีต ที่ w/c 0.4

KINGMONGUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

FACULTY OF ENGINEERING

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEER

PROJECT : Effects of Admixture on Autogenious Shrinkage of Prefabricated concrete

CLIENT :

DATE OF TEST :

TIME :

TEMPERATURE :

TEST BY :

TEST SPECIMEN :

TEST APPARATUS :

TEST RESULTS :

E.Time	L_0	% Shrinkage
0	237.7	0
1	237.7	0
2	237.7	0
3	237.7	42.06
4	237.7	42.06
5	237.7	42.06
6	237.7	42.06
7	237.7	84.13
9	237.7	84.13
11	237.7	84.13
15	237.7	126.20
17	237.7	168.28
20	237.7	210.34
22	237.7	210.34
25	237.7	210.34
28	237.7	252.41

Note :

Dr. KOMSAN MALEESEE

Material Consultant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผ.ก.29 แสดงผลการหาค่าการหดตัวของคอนกรีต ที่ w/c 0.4 Naphahalene 0.1%

KINGMONGUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

FACULTY OF ENGINEERING

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEER

PROJECT : Effects of Admixture on Autogenious Shrinkage of Prefabricated concrete

CLIENT :

DATE OF TEST :

TIME :

TEMPERATURE :

TEST BY :

TEST SPECIMEN :

TEST APPARATUS :

TEST RESULTS :

E.Time	L_0	% Shrinkage
0	237.2	0
1	237.2	42.15
2	237.2	84.31
3	237.2	84.31
4	237.2	84.31
5	237.2	126.45
6	237.2	126.45
7	237.2	126.45
9	237.2	168.60
11	237.2	168.60
15	237.2	168.60
17	237.2	252.90
20	237.2	295.05
22	237.2	295.05
25	237.2	337.20
28	237.2	337.20

Note :

Dr. KOMSAN MALEESEE

Material Consultant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผ.ก.30 แสดงผลการหาค่าการหดตัวของคอนกรีต ที่ w/c 0.4 Naphahalene 0.3%

KINGMONGUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

FACULTY OF ENGINEERING

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEER

PROJECT : Effects of Admixture on Autogenious Shrinkage of Prefabricated concrete

CLIENT :

DATE OF TEST :

TIME :

TEMPERATURE :

TEST BY :

TEST SPECIMEN :

TEST APPARATUS :

TEST RESULTS :

E.Time	L_0	% Shrinkage
0	236.4	0
1	236.4	42.30
2	236.4	84.60
3	236.4	84.60
4	236.4	84.60
5	236.4	126.90
6	236.4	126.90
7	236.4	126.90
9	236.4	169.20
11	236.4	169.20
15	236.4	253.80
17	236.4	253.80
20	236.4	296.10
22	236.4	338.40
25	236.4	338.40
28	236.4	380.70

Note :

Dr. KOMSAN MALEESEE

Material Consultant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผ.ก.31 แสดงผลการหาค่าการหดตัวของคอนกรีต ที่ w/c 0.4 Naphahalene 0.5%

KINGMONGUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

FACULTY OF ENGINEERING

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEER

PROJECT : Effects of Admixture on Autogenious Shrinkage of Prefabricated concrete

CLIENT :

DATE OF TEST :

TIME :

TEMPERATURE :

TEST BY :

TEST SPECIMEN :

TEST APPARATUS :

TEST RESULTS :

E.Time	L_0	% Shrinkage
0	237	0
1	237	42.19
2	237	42.19
3	237	84.38
4	237	84.38
5	237	126.57
6	237	84.38
7	237	126.57
9	237	126.57
11	237	168.76
15	237	168.76
17	237	168.76
20	237	168.76
22	237	210.95
25	237	210.95
28	237	210.95

Note :

Dr. KOMSAN MALEESEE

Material Consultant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผ.ก.32 แสดงผลการหาค่าการหดตัวของคอนกรีต ที่ w/c 0.5

KINGMONGUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

FACULTY OF ENGINEERING

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEER

PROJECT : Effects of Admixture on Autogenious Shrinkage of Prefabricated concrete

CLIENT :

DATE OF TEST :

TIME :

TEMPERATURE :

TEST BY :

TEST SPECIMEN :

TEST APPARATUS :

TEST RESULTS :

E.Time	L_0	% Shrinkage
0	236.5	0
1	236.5	42.28
2	236.5	42.28
3	236.5	42.28
4	236.5	84.56
5	236.5	84.56
6	236.5	126.84
7	236.5	126.84
9	236.5	169.12
11	236.5	211.40
15	236.5	211.40
17	236.5	211.40
20	236.5	253.68
22	236.5	253.68
25	236.5	295.96
28	236.5	295.96

Note :

Dr. KOMSAN MALEESEE

Material Consultant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผ.ก.33 แสดงผลการหาค่าการหดตัวของคอนกรีต ที่ w/c 0.5 Naphahalene 0.1%

KINGMONGUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

FACULTY OF ENGINEERING

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEER

PROJECT : Effects of Admixture on Autogenious Shrinkage of Prefabricated concrete

CLIENT :

DATE OF TEST :

TIME :

TEMPERATURE :

TEST BY :

TEST SPECIMEN :

TEST APPARATUS :

TEST RESULTS :

E.Time	L_0	% Shrinkage
0	237.7	0
1	237.7	42.06
2	237.7	42.06
3	237.7	84.13
4	237.7	84.13
5	237.7	84.13
6	237.7	126.18
7	237.7	126.18
9	237.7	168.24
11	237.7	210.3
15	237.7	252.36
17	237.7	294.42
20	237.7	336.48
22	237.7	336.48
25	237.7	378.54
28	237.7	378.54

Note :

Dr. KOMSAN MALEESEE

Material Consultant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผ.ก.34 แสดงผลการหาค่าการหดตัวของคอนกรีต ที่ w/c 0.5 Naphahalene 0.3%

KINGMONGUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

FACULTY OF ENGINEERING

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEER

PROJECT : Effects of Admixture on Autogenious Shrinkage of Prefabricated concrete

CLIENT :

DATE OF TEST :

TIME :

TEMPERATURE :

TEST BY :

TEST SPECIMEN :

TEST APPARATUS :

TEST RESULTS :

E.Time	L_0	% Shrinkage
0	237.1	0
1	237.1	42.176
2	237.1	84.35
3	237.1	84.35
4	237.1	126.52
5	237.1	126.52
6	237.1	168.70
7	237.1	168.70
9	237.1	210.88
11	237.1	253.06
15	237.1	337.40
17	237.1	337.40
20	237.1	337.40
22	237.1	379.58
25	237.1	379.58
28	237.1	421.76

Note :

Dr. KOMSAN MALEESEE

Material Consultant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผ.ก.35 แสดงผลการหาค่าการหดตัวของคอนกรีต ที่ w/c 0.5 Naphahalene 0.5%

KINGMONGUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

FACULTY OF ENGINEERING

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEER

PROJECT : Effects of Admixture on Autogenious Shrinkage of Prefabricated concrete

CLIENT :

DATE OF TEST :

TIME :

TEMPERATURE :

TEST BY :

TEST SPECIMEN :

TEST APPARATUS :

TEST RESULTS :

E.Time	L_0	% Shrinkage
0	236.8	0
1	236.8	42.22
2	236.8	84.44
3	236.8	84.44
4	236.8	126.68
5	236.8	126.68
6	236.8	126.68
7	236.8	168.90
9	236.8	168.90
11	236.8	168.90
15	236.8	211.14
17	236.8	211.14
20	236.8	253.37
22	236.8	253.37
25	236.8	253.37
28	236.8	253.37

Note :

Dr. KOMSAN MALEESEE

Material Consultant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผ.ก.36 แสดงผลการหาค่าการหดตัวของคอนกรีต ที่ w/c 0.6

KINGMONGUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

FACULTY OF ENGINEERING

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEER

PROJECT : Effects of Admixture on Autogenious Shrinkage of Prefabricated concrete

CLIENT :

DATE OF TEST :

TIME :

TEMPERATURE :

TEST BY :

TEST SPECIMEN :

TEST APPARATUS :

TEST RESULTS :

E.Time	L_0	% Shrinkage
0	237.5	0
1	237.5	42.105
2	237.5	126.31
3	237.5	126.31
4	237.5	168.42
5	237.5	168.42
6	237.5	168.42
7	237.5	168.42
9	237.5	210.52
11	237.5	252.63
15	237.5	294.73
17	237.5	294.73
20	237.5	294.73
22	237.5	294.73
25	237.5	336.84
28	237.5	336.84

Note :

Dr. KOMSAN MALEESEE

Material Consultant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผ.ก.37 แสดงผลการหาค่าการหดตัวของคอนกรีต ที่ w/c 0.6 Naphahalene 0.1%

KINGMONGUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

FACULTY OF ENGINEERING

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEER

PROJECT : Effects of Admixture on Autogenious Shrinkage of Prefabricated concrete

CLIENT :

DATE OF TEST :

TIME :

TEMPERATURE :

TEST BY :

TEST SPECIMEN :

TEST APPARATUS :

TEST RESULTS :

E.Time	L_0	% Shrinkage
0	237	0
1	237	0
2	237	84.38
3	237	126.58
4	237	126.58
5	237	126.58
6	237	168.77
7	237	168.77
9	237	168.77
11	237	210.97
15	237	253.16
17	237	253.16
20	237	253.16
22	237	295.35
25	237	337.55
28	237	379.74

Note :

Dr. KOMSAN MALEESEE

Material Consultant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผ.ก.38 แสดงผลการหาค่าการหดตัวของคอนกรีต ที่ w/c 0.6 Naphahalene 0.3%

KINGMONGUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

FACULTY OF ENGINEERING

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEER

PROJECT : Effects of Admixture on Autogenious Shrinkage of Prefabricated concrete

CLIENT :

DATE OF TEST :

TIME :

TEMPERATURE :

TEST BY :

TEST SPECIMEN :

TEST APPARATUS :

TEST RESULTS :

E.Time	L_0	% Shrinkage
0	237.3	0
1	237.3	0
2	237.3	84.28
3	237.3	126.42
4	237.3	126.42
5	237.3	126.42
6	237.3	126.42
7	237.3	168.56
9	237.3	168.56
11	237.3	210.70
15	237.3	294.98
17	237.3	337.12
20	237.3	379.26
22	237.3	421.40
25	237.3	421.40
28	237.3	463.54

Note :

Dr. KOMSAN MALEESEE

Material Consultant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผ.ก.39 แสดงผลการหาค่าการหดตัวของคอนกรีต ที่ w/c 0.6 Naphahalene 0.5%

KINGMONGUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

FACULTY OF ENGINEERING

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEER

PROJECT : Effects of Admixture on Autogenious Shrinkage of Prefabricated concrete

CLIENT :

DATE OF TEST :

TIME :

TEMPERATURE :

TEST BY :

TEST SPECIMEN :

TEST APPARATUS :

TEST RESULTS :

E.Time	L_0	% Shrinkage
0	237	0
1	237	42.19
2	237	42.19
3	237	42.19
4	237	84.38
5	237	84.38
6	237	84.38
7	237	126.57
9	237	126.57
11	237	126.57
15	237	168.76
17	237	168.76
20	237	168.76
22	237	210.95
25	237	210.95
28	237	210.95

Note :

Dr. KOMSAN MALEESEE

Material Consultant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผ.ก.40 แสดงผลการหาค่าการหดตัวของคอนกรีต ที่ w/c 0.4

KINGMONGUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

FACULTY OF ENGINEERING

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEER

PROJECT : Effects of Admixture on Autogenious Shrinkage of Prefabricated concrete

CLIENT :

DATE OF TEST :

TIME :

TEMPERATURE :

TEST BY :

TEST SPECIMEN :

TEST APPARATUS :

TEST RESULTS :

E.Time	L_0	% Shrinkage
0	236.8	0
1	236.8	42.22
2	236.8	84.44
3	236.8	126.68
4	236.8	126.68
5	236.8	126.68
6	236.8	168.90
7	236.8	126.68
9	236.8	211.14
11	236.8	211.14
15	236.8	253.37
17	236.8	295.60
20	236.8	337.80
22	236.8	337.80
25	236.8	380.67
28	236.8	422.29

Note :

Dr. KOMSAN MALEESEE

Material Consultant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผ.ก.41 แสดงผลการหาค่าการหดตัวของคอนกรีต ที่ w/c 0.4 Polymer 0.1%

KINGMONGUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

FACULTY OF ENGINEERING

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEER

PROJECT : Effects of Admixture on Autogenious Shrinkage of Prefabricated concrete

CLIENT :

DATE OF TEST :

TIME :

TEMPERATURE :

TEST BY :

TEST SPECIMEN :

TEST APPARATUS :

TEST RESULTS :

E.Time	L_0	% Shrinkage
0	237.1	0
1	237.1	42.176
2	237.1	84.35
3	237.1	126.52
4	237.1	126.52
5	237.1	168.70
6	237.1	168.70
7	237.1	210.88
9	237.1	210.88
11	237.1	210.88
15	237.1	295.23
17	237.1	295.23
20	237.1	337.40
22	237.1	379.58
25	237.1	421.76
28	237.1	463.90

Note :

Dr. KOMSAN MALEESEE

Material Consultant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผ.ก.42 แสดงผลการหาค่าการหดตัวของคอนกรีต ที่ w/c 0.4 Polymer 0.3%

KINGMONGUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

FACULTY OF ENGINEERING

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEER

PROJECT : Effects of Admixture on Autogenious Shrinkage of Prefabricated concrete

CLIENT :

DATE OF TEST :

TIME :

TEMPERATURE :

TEST BY :

TEST SPECIMEN :

TEST APPARATUS :

TEST RESULTS :

E.Time	L_0	% Shrinkage
0	237	0
1	237	42.19
2	237	42.19
3	237	84.38
4	237	84.38
5	237	126.57
6	237	168.76
7	237	210.95
9	237	253.16
11	237	295.35
15	237	379.74
17	237	421.94
20	237	464.13
22	237	506.32
25	237	548.52
28	237	548.52

Note :

Dr. KOMSAN MALEESEE

Material Consultant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผ.ก.43 แสดงผลการหาค่าการหดตัวของคอนกรีต ที่ w/c 0.4 Polymer 0.5%

KINGMONGUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

FACULTY OF ENGINEERING

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEER

PROJECT : Effects of Admixture on Autogenious Shrinkage of Prefabricated concrete

CLIENT :

DATE OF TEST :

TIME :

TEMPERATURE :

TEST BY :

TEST SPECIMEN :

TEST APPARATUS :

TEST RESULTS :

E.Time	L_0	% Shrinkage
0	237	0
1	237	42.19
2	237	42.19
3	237	84.38
4	237	84.38
5	237	126.57
6	237	126.57
7	237	126.57
9	237	126.57
11	237	168.76
15	237	168.76
17	237	168.76
20	237	168.76
22	237	210.95
25	237	210.95
28	237	210.95

Note :

Dr. KOMSAN MALEESEE

Material Consultant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผ.ก.44 แสดงผลการหาค่าการหดตัวของคอนกรีต ที่ w/c 0.5

KINGMONGUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

FACULTY OF ENGINEERING

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEER

PROJECT : Effects of Admixture on Autogenious Shrinkage of Prefabricated concrete

CLIENT :

DATE OF TEST :

TIME :

TEMPERATURE :

TEST BY :

TEST SPECIMEN :

TEST APPARATUS :

TEST RESULTS :

E.Time	L_0	% Shrinkage
0	237.7	0
1	237.7	42.06
2	237.7	42.06
3	237.7	84.13
4	237.7	84.13
5	237.7	84.13
6	237.7	126.18
7	237.7	126.18
9	237.7	126.18
11	237.7	210.30
15	237.7	252.36
17	237.7	294.42
20	237.7	336.48
22	237.7	336.48
25	237.7	378.54
28	237.7	378.54

Note :

Dr. KOMSAN MALEESEE

Material Consultant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผ.ก.45 แสดงผลการหาค่าการหดตัวของคอนกรีต ที่ w/c 0.5 Polymer 0.1%

KINGMONGUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

FACULTY OF ENGINEERING

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEER

PROJECT : Effects of Admixture on Autogenious Shrinkage of Prefabricated concrete

CLIENT :

DATE OF TEST :

TIME :

TEMPERATURE :

TEST BY :

TEST SPECIMEN :

TEST APPARATUS :

TEST RESULTS :

E.Time	L_0	% Shrinkage
0	237.1	0
1	237.1	42.176
2	237.1	84.35
3	237.1	126.52
4	237.1	126.52
5	237.1	168.70
6	237.1	168.70
7	237.1	210.88
9	237.1	210.88
11	237.1	210.88
15	237.1	295.23
17	237.1	337.40
20	237.1	337.40
22	237.1	379.58
25	237.1	421.76
28	237.1	421.76

Note :

Dr. KOMSAN MALEESEE

Material Consultant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผ.ก.46 แสดงผลการหาค่าการหดตัวของคอนกรีต ที่ w/c 0.5 Polymer 0.3%

KINGMONGUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

FACULTY OF ENGINEERING

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEER

PROJECT : Effects of Admixture on Autogenious Shrinkage of Prefabricated concrete

CLIENT :

DATE OF TEST :

TIME :

TEMPERATURE :

TEST BY :

TEST SPECIMEN :

TEST APPARATUS :

TEST RESULTS :

E.Time	L_0	% Shrinkage
0	236.5	0
1	236.5	42.28
2	236.5	84.56
3	236.5	126.84
4	236.5	126.84
5	236.5	169.12
6	236.5	169.12
7	236.5	211.40
9	236.5	253.68
11	236.5	253.68
15	236.5	338.26
17	236.5	338.26
20	236.5	380.50
22	236.5	422.80
25	236.5	465.11
28	236.5	549.68

Note :

Dr. KOMSAN MALEESEE

Material Consultant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผ.ก.47 แสดงผลการหาค่าการหดตัวของคอนกรีต ที่ w/c 0.5 Polymer 0.5%

KINGMONGUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

FACULTY OF ENGINEERING

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEER

PROJECT : Effects of Admixture on Autogenious Shrinkage of Prefabricated concrete

CLIENT :

DATE OF TEST :

TIME :

TEMPERATURE :

TEST BY :

TEST SPECIMEN :

TEST APPARATUS :

TEST RESULTS :

E.Time	L_0	% Shrinkage
0	236.8	0
1	236.8	42.22
2	236.8	84.44
3	236.8	84.44
4	236.8	126.68
5	236.8	126.68
6	236.8	126.68
7	236.8	168.90
9	236.8	168.90
11	236.8	168.90
15	236.8	211.14
17	236.8	211.14
20	236.8	253.37
22	236.8	253.37
25	236.8	253.37
28	236.8	253.37

Note :

Dr. KOMSAN MALEESEE

Material Consultant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผ.ก.48 แสดงผลการหาค่าการหดตัวของคอนกรีต ที่ w/c 0.6

KINGMONGUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

FACULTY OF ENGINEERING

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEER

PROJECT : Effects of Admixture on Autogenious Shrinkage of Prefabricated concrete

CLIENT :

DATE OF TEST :

TIME :

TEMPERATURE :

TEST BY :

TEST SPECIMEN :

TEST APPARATUS :

TEST RESULTS :

E.Time	L_0	% Shrinkage
0	236.8	0
1	236.8	42.22
2	236.8	84.44
3	236.8	126.68
4	236.8	126.68
5	236.8	126.68
6	236.8	168.90
7	236.8	168.90
9	236.8	211.14
11	236.8	211.14
15	236.8	253.37
17	236.8	253.37
20	236.8	337.80
22	236.8	337.80
25	236.8	380.67
28	236.8	380.67

Note :

Dr. KOMSAN MALEESEE

Material Consultant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผ.ก.49 แสดงผลการหาค่าการหดตัวของคอนกรีต ที่ w/c 0.6 Polymer 0.1%

KINGMONGUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

FACULTY OF ENGINEERING

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEER

PROJECT : Effects of Admixture on Autogenious Shrinkage of Prefabricated concrete

CLIENT :

DATE OF TEST :

TIME :

TEMPERATURE :

TEST BY :

TEST SPECIMEN :

TEST APPARATUS :

TEST RESULTS :

E.Time	L_0	% Shrinkage
0	237	0
1	237	84.38
2	237	84.38
3	237	126.58
4	237	126.58
5	237	168.77
6	237	168.77
7	237	210.97
9	237	253.16
11	237	295.35
15	237	337.55
17	237	421.94
20	237	464.13
22	237	464.13
25	237	506.32
28	237	506.32

Note :

Dr. KOMSAN MALEESEE

Material Consultant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผ.ก.50 แสดงผลการหาค่าการหดตัวของคอนกรีต ที่ w/c 0.6 Polymer 0.3%

KINGMONGUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

FACULTY OF ENGINEERING

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEER

PROJECT : Effects of Admixture on Autogenious Shrinkage of Prefabricated concrete

CLIENT :

DATE OF TEST :

TIME :

TEMPERATURE :

TEST BY :

TEST SPECIMEN :

TEST APPARATUS :

TEST RESULTS :

E.Time	L_0	% Shrinkage
0	237.3	0
1	237.3	42.14
2	237.3	84.28
3	237.3	126.42
4	237.3	126.42
5	237.3	168.56
6	237.3	168.56
7	237.3	210.70
9	237.3	252.84
11	237.3	294.98
15	237.3	463.54
17	237.3	463.54
20	237.3	547.80
22	237.3	547.80
25	237.3	632.11
28	237.3	674.25

Note :

Dr. KOMSAN MALEESEE

Material Consultant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผ.ก.51 แสดงผลการหาค่าการหดตัวของคอนกรีต ที่ w/c 0.6 Polymer 0.5%

KINGMONGUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

FACULTY OF ENGINEERING

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEER

PROJECT : Effects of Admixture on Autogenious Shrinkage of Prefabricated concrete

CLIENT :

DATE OF TEST :

TIME :

TEMPERATURE :

TEST BY :

TEST SPECIMEN :

TEST APPARATUS :

TEST RESULTS :

E.Time	L_0	% Shrinkage
0	237.8	0
1	237.8	42.05
2	237.8	42.05
3	237.8	42.05
4	237.8	84.10
5	237.8	84.10
6	237.8	84.10
7	237.8	126.16
9	237.8	126.16
11	237.8	168.21
15	237.8	168.21
17	237.8	168.21
20	237.8	168.21
22	237.8	210.26
25	237.8	210.26
28	237.8	210.26

Note :

Dr. KOMSAN MALEESEE

Material Consultant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผ.ก.52 แสดงผลการหาค่าการหดตัวของคอนกรีต ที่ w/c 0.4

KINGMONGUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

FACULTY OF ENGINEERING

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEER

PROJECT : Effects of Admixture on Autogenious Shrinkage of Prefabricated concrete

CLIENT :

DATE OF TEST :

TIME :

TEMPERATURE :

TEST BY :

TEST SPECIMEN :

TEST APPARATUS :

TEST RESULTS :

E.Time	L_0	% Shrinkage
0	237.2	0
1	237.2	42.16
2	237.2	42.16
3	237.2	42.16
4	237.2	84.32
5	237.2	84.32
6	237.2	84.32
7	237.2	84.32
9	237.2	84.32
11	237.2	168.63
15	237.2	168.63
17	237.2	210.79
20	237.2	210.79
22	237.2	210.79
25	237.2	252.95
28	237.2	252.95

Note :

Dr. KOMSAN MALEESEE

Material Consultant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผ.ก.53 แสดงผลการหาค่าการหดตัวของคอนกรีต ที่ w/c 0.4 Retarder 0.1%

KINGMONGUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

FACULTY OF ENGINEERING

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEER

PROJECT : Effects of Admixture on Autogenious Shrinkage of Prefabricated concrete

CLIENT :

DATE OF TEST :

TIME :

TEMPERATURE :

TEST BY :

TEST SPECIMEN :

TEST APPARATUS :

TEST RESULTS :

E.Time	L_0	% Shrinkage
0	236.8	0
1	236.8	42.23
2	236.8	42.23
3	236.8	42.23
4	236.8	84.46
5	236.8	84.46
6	236.8	84.46
7	236.8	126.69
9	236.8	126.69
11	236.8	168.92
15	236.8	211.15
17	236.8	211.15
20	236.8	253.38
22	236.8	253.38
25	236.8	253.38
28	236.8	295.61

Note :

Dr. KOMSAN MALEESEE

Material Consultant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผ.ก.54 แสดงผลการหาค่าการหดตัวของคอนกรีต ที่ w/c 0.4 Retarder 0.3%

KINGMONGUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

FACULTY OF ENGINEERING

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEER

PROJECT : Effects of Admixture on Autogenious Shrinkage of Prefabricated concrete

CLIENT :

DATE OF TEST :

TIME :

TEMPERATURE :

TEST BY :

TEST SPECIMEN :

TEST APPARATUS :

TEST RESULTS :

E.Time	L_0	% Shrinkage
0	237.9	0
1	237.9	42.03
2	237.9	42.03
3	237.9	42.03
4	237.9	42.03
5	237.9	42.03
6	237.9	42.03
7	237.9	84.07
9	237.9	84.07
11	237.9	84.07
15	237.9	126.10
17	237.9	126.10
20	237.9	168.14
22	237.9	168.14
25	237.9	210.17
28	237.9	210.17

Note :

Dr. KOMSAN MALEESEE

Material Consultant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผ.ก.55 แสดงผลการหาค่าการหดตัวของคอนกรีต ที่ w/c 0.4 Retarder 0.5%

KINGMONGUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

FACULTY OF ENGINEERING

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEER

PROJECT : Effects of Admixture on Autogenious Shrinkage of Prefabricated concrete

CLIENT :

DATE OF TEST :

TIME :

TEMPERATURE :

TEST BY :

TEST SPECIMEN :

TEST APPARATUS :

TEST RESULTS :

E.Time	L_0	% Shrinkage
0	237.3	0
1	237.3	42.14
2	237.3	42.14
3	237.3	42.14
4	237.3	84.28
5	237.3	84.28
6	237.3	84.28
7	237.3	84.28
9	237.3	126.42
11	237.3	126.42
15	237.3	126.42
17	237.3	168.56
20	237.3	168.56
22	237.3	210.70
25	237.3	210.70
28	237.3	210.70

Note :7.49

Dr. KOMSAN MALEESEE

Material Consultant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผ.ก.56 แสดงผลการหาค่าการหดตัวของคอนกรีต ที่ w/c 0.5

KINGMONGUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

FACULTY OF ENGINEERING

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEER

PROJECT : Effects of Admixture on Autogenious Shrinkage of Prefabricated concrete

CLIENT :

DATE OF TEST :

TIME :

TEMPERATURE :

TEST BY :

TEST SPECIMEN :

TEST APPARATUS :

TEST RESULTS :

E.Time	L_0	% Shrinkage
0	237.3	0
1	237.3	42.14
2	237.3	42.14
3	237.3	42.14
4	237.3	84.28
5	237.3	84.28
6	237.3	84.28
7	237.3	126.42
9	237.3	126.42
11	237.3	168.56
15	237.3	168.56
17	237.3	210.70
20	237.3	210.70
22	237.3	210.70
25	237.3	252.84
28	237.3	252.84

Note :

Dr. KOMSAN MALEESEE

Material Consultant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผ.ก.57 แสดงผลการหาค่าการหดตัวของคอนกรีต ที่ w/c 0.5 Retarder 0.1%

KINGMONGUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

FACULTY OF ENGINEERING

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEER

PROJECT : Effects of Admixture on Autogenious Shrinkage of Prefabricated concrete

CLIENT :

DATE OF TEST :

TIME :

TEMPERATURE :

TEST BY :

TEST SPECIMEN :

TEST APPARATUS :

TEST RESULTS :

E.Time	L_0	% Shrinkage
0	237.1	0
1	237.1	42.18
2	237.1	42.18
3	237.1	42.18
4	237.1	84.35
5	237.1	84.35
6	237.1	126.53
7	237.1	126.53
9	237.1	126.53
11	237.1	168.71
15	237.1	168.71
17	237.1	210.88
20	237.1	253.06
22	237.1	253.06
25	237.1	253.06
28	237.1	253.06

Note :

Dr. KOMSAN MALEESEE

Material Consultant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผ.ก.58 แสดงผลการหาค่าการหดตัวของคอนกรีต ที่ w/c 0.5 Retarder 0.3%

KINGMONGUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

FACULTY OF ENGINEERING

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEER

PROJECT : Effects of Admixture on Autogenious Shrinkage of Prefabricated concrete

CLIENT :

DATE OF TEST :

TIME :

TEMPERATURE :

TEST BY :

TEST SPECIMEN :

TEST APPARATUS :

TEST RESULTS :

E.Time	L_0	% Shrinkage
0	237.4	0
1	237.4	42.12
2	237.4	42.12
3	237.4	42.12
4	237.4	84.25
5	237.4	84.25
6	237.4	84.25
7	237.4	126.37
9	237.4	126.37
11	237.4	168.49
15	237.4	168.49
17	237.4	210.61
20	237.4	210.61
22	237.4	210.61
25	237.4	252.74
28	237.4	294.86

Note :

Dr. KOMSAN MALEESEE

Material Consultant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผ.ก.59 แสดงผลการหาค่าการหดตัวของคอนกรีต ที่ w/c 0.5 Retarder 0.5%

KINGMONGUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

FACULTY OF ENGINEERING

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEER

PROJECT : Effects of Admixture on Autogenious Shrinkage of Prefabricated concrete

CLIENT :

DATE OF TEST :

TIME :

TEMPERATURE :

TEST BY :

TEST SPECIMEN :

TEST APPARATUS :

TEST RESULTS :

E.Time	L_0	% Shrinkage
0	236.8	0
1	236.8	42.22
2	236.8	84.44
3	236.8	84.44
4	236.8	126.68
5	236.8	126.68
6	236.8	126.68
7	236.8	168.90
9	236.8	168.90
11	236.8	168.90
15	236.8	211.14
17	236.8	211.14
20	236.8	253.37
22	236.8	253.37
25	236.8	253.37
28	236.8	253.37

Note :

Dr. KOMSAN MALEESEE

Material Consultant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผ.ก.60 แสดงผลการหาค่าการหดตัวของคอนกรีต ที่ w/c 0.6

KINGMONGUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

FACULTY OF ENGINEERING

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEER

PROJECT : Effects of Admixture on Autogenious Shrinkage of Prefabricated concrete

CLIENT :

DATE OF TEST :

TIME :

TEMPERATURE :

TEST BY :

TEST SPECIMEN :

TEST APPARATUS :

TEST RESULTS :

E.Time	L_0	% Shrinkage
0	236.7	0
1	236.7	42.25
2	236.7	42.25
3	236.7	42.25
4	236.7	84.50
5	236.7	84.50
6	236.7	84.50
7	236.7	84.50
9	236.7	126.74
11	236.7	168.99
15	236.7	168.99
17	236.7	168.99
20	236.7	168.99
22	236.7	211.24
25	236.7	253.49
28	236.7	253.49

Note :

Dr. KOMSAN MALEESEE

Material Consultant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผ.ก.61 แสดงผลการหาค่าการหดตัวของคอนกรีต ที่ w/c 0.6 Retarder 0.1%

KINGMONGUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

FACULTY OF ENGINEERING

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEER

PROJECT : Effects of Admixture on Autogenious Shrinkage of Prefabricated concrete

CLIENT :

DATE OF TEST :

TIME :

TEMPERATURE :

TEST BY :

TEST SPECIMEN :

TEST APPARATUS :

TEST RESULTS :

E.Time	L_0	% Shrinkage
0	237.3	0
1	237.3	42.14
2	237.3	42.14
3	237.3	84.28
4	237.3	84.28
5	237.3	84.28
6	237.3	84.28
7	237.3	126.42
9	237.3	168.56
11	237.3	168.56
15	237.3	210.70
17	237.3	210.70
20	237.3	210.70
22	237.3	252.84
25	237.3	252.84
28	237.3	252.84

Note :

Dr. KOMSAN MALEESEE

Material Consultant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผ.ก.62 แสดงผลการหาค่าการหดตัวของคอนกรีต ที่ w/c 0.6 Retarder 0.3%

KINGMONGUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

FACULTY OF ENGINEERING

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEER

PROJECT : Effects of Admixture on Autogenious Shrinkage of Prefabricated concrete

CLIENT :

DATE OF TEST :

TIME :

TEMPERATURE :

TEST BY :

TEST SPECIMEN :

TEST APPARATUS :

TEST RESULTS :

E.Time	L_0	% Shrinkage
0	237.1	0
1	237.1	42.18
2	237.1	42.18
3	237.1	42.18
4	237.1	42.18
5	237.1	42.18
6	237.1	42.18
7	237.1	84.35
9	237.1	84.35
11	237.1	126.53
15	237.1	126.53
17	237.1	168.71
20	237.1	168.71
22	237.1	210.88
25	237.1	210.88
28	237.1	210.88

Note :

Dr. KOMSAN MALEESEE

Material Consultant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผ.ก.63 แสดงผลการหาค่าการหดตัวของคอนกรีต ที่ w/c 0.6 Retarder 0.5%