

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

อิทธิพลของการผสมแบบแบ่งนำออกเป็นสองส่วนต่อคุณสมบัติของคอนกรีต

**INFLUENCE OF DOUBLE MIXING ON
PROPERTIES OF CEMENTITIOUS MATERIAL**

โดย

นายพิเชษฐ์ เป็งโต
นายนันทวัฒน์ ไชยรัตน์
นายภูมิชา มัชฌมภททิญโญ

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... **62925**
วัน,เดือน,ปี..... **23 ส.ค. 2549**

b. **11633694**
i.

ปริญญาบัตรนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**INFLUENCE OF DOUBLE MIXING ON
PROPERTIES OF CEMENTITIOUS MATERIAL**

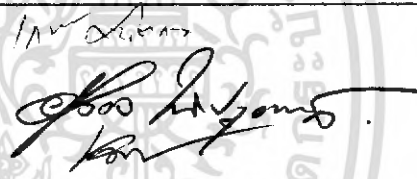


**A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS FOR
THE DEGREE OF BACHELOR OF CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT OF CIVIL
ENGINEERING, FACULTY OF ENGINEERING KING MONGKUT' S INSTITUTE OF
TECHNOLOGY LADKRABANG 2006**

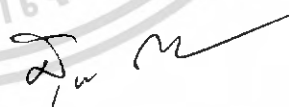
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองโครงการพิเศษ

หัวข้อโครงการพิเศษ อธิทผลของวิธีการผสมแบบแบ่งน้ำออกเป็นสองส่วนต่อคุณสมบัติของคอนกรีต
นักศึกษา นายพิเชษฐ์ เป็งโต รหัสประจำตัว 45010529
นายนันท์วัฒน์ ไชยรัตน์ รหัสประจำตัว 45010394
นายภูมิชาย มัชฌมภักชญโณ รหัสประจำตัว 45010595
หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขา วิศวกรรมโยธา
ภาควิชา วิศวกรรมโยธา
อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.คมสัน มาลีสี
ผศ.อำนวยการ พานิชกุลพงศ์

คณะกรรมการสอบโครงการพิเศษ		ลายมือชื่อ
อ.เกษม	อ.มันตกุล	
ผศ.อำนวยการ	พานิชกุลพงศ์	
ดร.คมสัน	มาลีสี	
ผศ.แหลมทอง	เหล่าคงถาวร	

ภาควิชาวิศวกรรมโยธารับรองแล้ว


(ผศ.สุพจน์ ศรีนิล)

หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมโยธา

วันที่ เดือน มีนาคม พ.ศ.2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงการพิเศษ	อิทธิพลของวิธีการผสมแบบแบ่งน้ำออกเป็นสองส่วนต่อคุณสมบัติคอนกรีต INFLUNCE OF DOUBLE MIXING ON PROPERTIES OF CEMENTITIOUS MATERIAL
นักศึกษา	นายพิเชษฐ์ เป็งโค นายนันทวัฒน์ ไชยรัตน์ นายภูมิชาย มัชฌมภพภิญโญ
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.คมสัน มาลีสี ผศ.อำนาจ พานิชกุลพงศ์
ระดับการศึกษา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
ปีการศึกษา	2548

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาถึงคุณสมบัติของซีเมนต์เพสต์ และคอนกรีตที่ได้จากขบวนการในการผสมซีเมนต์โดยแบ่งน้ำออกเป็นสองส่วนในการผสมซึ่งเรียกวิธีการนี้ว่า (Double mixing method: DM) เปรียบเทียบกับการผสมแบบมาตรฐานทั่วไป (Single mixing method: SM) โดยทำการทดสอบอัตราการยึมน้ำ ความสามารถในการไหล ความสามารถในการเท การหดตัว และความสามารถในการรับกำลังอัดจากการศึกษาจึงพบว่าการผสมแบบ DM สามารถช่วยลดการยึมน้ำให้น้อยลงและยังเพิ่มความสามารถในการไหลของซีเมนต์เพสต์ เนื่องจากเกิดความต่างกันในการจับตัวของน้ำกับซีเมนต์ในการทำปฏิกิริยาเคมี ซึ่งจากการทดลองทำให้ทราบว่า การผสมแบบ DM เมื่อเทียบกับการผสมแบบมาตรฐานทั่วไป (SM) สามารถช่วยลดการคายน้ำให้น้อยลงประมาณ 2 เท่าสำหรับซีเมนต์เพสต์ที่มี W/C 0.60 และสามารถเพิ่มความสามารถในการไหลของซีเมนต์เพสต์ได้มากกว่า 2 เท่าสำหรับซีเมนต์เพสต์ที่มี W/C 0.40 สำหรับคอนกรีตนั้นการผสมแบบ DM สามารถช่วยลดการยึมน้ำ (Bleeding) ซึ่งเป็นแนวโน้มเดียวกับซีเมนต์เพสต์ และยังเพิ่มความสามารถในการรับกำลังอัดได้อีกด้วย

Title : INFLUNCE OF DOUBLE MIXING ON PROPERTIES OF
CEMENTITIOUS MATERIAL

Name : Mr.Pichet Pangto
Mr.Nantawat Chairat
Mr.Poomchai Muttayompobpinyo

Field : CIVIL ENGINEERING

Department : CIVIL ENGINEERING

Faculty : ENGINEERING

Advisor : DR.KOMSON MALEESEE
ASST.PROF. AMNOUY PANITKULPONG

ABSTACT

The research involves the study on the properties of cement paste and concrete from the new cement mixing procedure called Double mixing method (DM). The process requires dividing the water into two portions and mixing both portions with cement in sequence. The DM results are examined against those from the conventional Single mixing method (SM). This investigation consists of the tests for bleeding, workability and compressive strength. In the case of cement paste, it is found that DM can help alleviate the bleeding and achieve higher fluidity. Furthermore, in the case of concrete specimens, the bleeding is alleviated and the compressive strength becomes higher.

กิตติกรรมประกาศ

ไม่มีคำกล่าวใดที่สามารถบ่งบอกถึงความกรุณา และความอนุเคราะห์ของ ดร.กมลสัน มาลีสี และ ศศ.อำนาจ พานิชกุลพงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการพิเศษนี้ได้ ตลอดระยะเวลาของงานศึกษานี้ท่านได้ให้คำแนะนำและการสั่งสอนที่มีค่ามากมายนอกเหนือจากขอบข่ายทางวิศวกรรม ท่านได้เน้นให้ประพุดติคน โดยอุทิศให้กับงานและการปรับปรุงเกี่ยวกับภาษาและการนำเสนองาน ซึ่งถือเป็นสิ่งอันมีค่าที่ผู้ประพุดติคน ได้จากการศึกษา ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง นอกเหนือจากปริญญาอันสูงส่ง ขอกล่าวคำขอบคุณอย่างซาบซึ้งและนับถือแก่ ดร.กมลสัน มาลีสี และ ศศ.อำนาจ พานิชกุลพงศ์

นับถือเป็นเกียรติอันสูงส่งแก่ผู้ประพุดติคนที่ได้รับจาก ศศ.แหลมทอง เหล่าคณาจารย์ในฐานะกรรมการสอบโครงการพิเศษ ด้วยคำแนะนำและข้อคิดเห็นที่กระจ่างชัดของ ท่านถือเป็นปัจจัยสำคัญสำหรับความสำเร็จในงานนี้ ผู้ประพุดติคนได้เรียนรู้สิ่งต่างๆมากมายจากท่านและพึงระลึกถึงท่านเสมอในฐานะอาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิ และขอกล่าวคำขอบคุณอย่างยิ่งแก่อาจารย์เกษม อมันตกุล สำหรับความเข้าใจ ข้อคิดเห็นและ คำชี้แนะที่ท่านมอบให้สำหรับโครงการนี้ในฐานะกรรมการสอบโครงการพิเศษ

ท้ายที่สุดแต่ไม่ใช่น้อยที่สุดสำหรับคำขอบคุณอันพิเศษสุดที่ขอมอบให้แก่สมาชิกครอบครัวทุกคน ที่มอบความรัก ความห่วงใยและให้การช่วยเหลืออย่างต่อเนื่องตลอดการศึกษาของผู้ประพุดติคนและขอขอบคุณห้องสมุด KMITL สำหรับหนังสือและแหล่งข้อมูลอันทรงค่าสำหรับงานศึกษานี้

นายพิเชษฐ์ เบิ่งโต
นายนันท์วัฒน์ ไชยรัตน์
นายภูมิชาย มัชฌมภพภิญโญ
ผู้ประพุดติคน

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. ที่มาของหัวข้อการศึกษา	2
	1.3. วัตถุประสงค์ของการศึกษา	3
	1.4. ขอบเขตของการศึกษา	3
2	วรรณกรรมปริทัศน์	
	2.1. คำนิยาม	4
	2.2. ผลของการศึกษางานวิจัย	6
	2.3. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในงานการศึกษา	8
3	การดำเนินการวิจัย	
	3.1. การออกแบบการทดลอง	10
	3.2. การเตรียมตัวอย่าง	10
	3.3. การวิธีการทดลอง	11

4.	ผลการทดลองและการวิเคราะห์ผล	
4.1.	ผลการทดลองและการวิเคราะห์	17
4.2	สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	45
	บรรณานุกรม	46
	ภาคผนวก ก.	ผก1
	ภาคผนวก ข.	ผข2



สารบัญตาราง

ตารางที่	ชื่อตาราง	หน้า
4.1.	แสดงค่า Slump ที่ผสมด้วยวิธี SM ที่ w/c 0.4,0.5,0.6	44
4.2.	แสดงค่า Slump ที่ผสมด้วยวิธี DM ที่ w/c 0.4,0.5,0.6	44
ผ.ก.1.	ปริมาณน้ำที่ต้องการสำหรับค่าการยุบตัวและวัสดุผสมขนาดต่างๆ	ผก4
ผ.ก.2.	ค่าความยุบตัวของคอนกรีตที่ใช้สำหรับการก่อสร้างประเภทต่างๆ	ผก6
ผ.ก.3.	ปริมาตรของวัสดุผสมหยาบต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรของคอนกรีต	ผก7
ผ.ก.4.	ขนาดโคสดของวัสดุผสมสำหรับงานก่อสร้างประเภทต่าง	ผก7
ผ.ก.5.	แสดงคุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ในประเทศไทย	ผก8
ผ.ก.6.	ตารางแสดงปริมาณน้ำที่ทำให้ค่าการยุบตัวมาตรฐาน	ผก8
ผ.ก.7.	ตารางแสดงปริมาณส่วนละเอียดอันได้แก่ปูนซีเมนต์ และปริมาณทรายที่เหมาะสมที่จะทำให้อ่อนกรีตมีความสามารถเทได้	ผก9
ผ.ก.8.	ตารางแสดงน้ำยาผสมคอนกรีตผสมเข้าไปในส่วนผสมต่อลตปริมาณน้ำ	ผก9
ผ.ข.1.	แสดงผลการหาค่าความด่างจำเพาะของซีเมนต์	ผข1
ผ.ข.2.	แสดงผลการหาค่าความด่างจำเพาะของซีเมนต์	ผข2
ผ.ข.3.	แสดงผลการหาค่าความสามารถในการไหลของ ซีเมนต์เพสต์ผสม โดยวิธี Single Mixing โดยวิธี ASTM และ วิธี JSCE ที่ w/c 0.40	ผข3
ผ.ข.4.	แสดงผลการหาค่าความสามารถในการไหลของ ซีเมนต์เพสต์ผสม โดยวิธี Double Mixing โดยวิธี ASTM และ วิธี JSCE ที่ w/c 0.40 (w1/c 0.27)	ผข4
ผ.ข.5.	แสดงผลการหาค่าความสามารถในการไหลของ ซีเมนต์เพสต์ผสม โดยวิธี Single Mixing โดยวิธี ASTM และ วิธี JSCE ที่ w/c 0.50	ผข5
ผ.ข.6.	แสดงผลการหาค่าความสามารถในการไหลของ ซีเมนต์เพสต์ผสม โดยวิธี Double Mixing โดยวิธี ASTM และ วิธี JSCE ที่ w/c 0.50 (w1/c 0.27)	ผข6
ผ.ข.7.	แสดงผลการหาค่าความสามารถในการไหลของ ซีเมนต์เพสต์ผสม โดยวิธี Single Mixing โดยวิธี ASTM และ วิธี JSCE ที่ w/c 0.60	ผข7
ผ.ข.8.	แสดงผลการหาค่าความสามารถในการไหลของ ซีเมนต์เพสต์ผสม โดยวิธี Double Mixing โดยวิธี ASTM และ วิธี JSCE ที่ w/c 0.60 (w1/c 0.27)	ผข8

ผ.ข.9.	แสดงผลค่าการคายน้ำ Bleeding ของซีเมนต์เพสต์ที่ผสม ด้วยวิธี DM ที่ w/c 0.40 (w1/c 0.27)	ผข9
ผ.ข.10.	แสดงผลค่าการคายน้ำ Bleeding ของซีเมนต์เพสต์ที่ผสม ด้วยวิธี DM ที่ w/c 0.50 (w1/c 0.27)	ผข10
ผ.ข.11.	แสดงผลค่าการคายน้ำ Bleeding ของซีเมนต์เพสต์ที่ผสม ด้วยวิธี DM ที่ w/c 0.60 (w1/c 0.27)	ผข11
ผ.ข.12.	แสดงผลค่าการคายน้ำ Bleeding ของซีเมนต์เพสต์ที่ผสม ด้วยวิธี SM ที่ w/c 0.40	ผข12
ผ.ข.13.	แสดงผลค่าการคายน้ำ Bleeding ของซีเมนต์เพสต์ที่ผสม ด้วยวิธี SM ที่ w/c 0.50	ผข13
ผ.ข.14.	แสดงผลค่าการคายน้ำ Bleeding ของซีเมนต์เพสต์ที่ผสม ด้วยวิธี SM ที่ w/c 0.60	ผข14
ผ.ข.15.	แสดงผลค่าการคายน้ำ Bleeding ของซีเมนต์เพสต์ที่ผสม ด้วยวิธี SM ที่ w/c 0.40	ผข15
ผ.ข.16.	แสดงผลค่าการคายน้ำ Bleeding ของซีเมนต์เพสต์ที่ผสม ด้วยวิธี DM ที่ w/c 0.40 (w1/c 0.03)	ผข16
ผ.ข.17.	แสดงผลค่าการคายน้ำ Bleeding ของซีเมนต์เพสต์ที่ผสม ด้วยวิธี DM ที่ w/c 0.40 (w1/c 0.06)	ผข17
ผ.ข.18.	แสดงผลค่าการคายน้ำ Bleeding ของซีเมนต์เพสต์ที่ผสม ด้วยวิธี DM ที่ w/c 0.40 (w1/c 0.09)	ผข18
ผ.ข.19.	แสดงผลค่าการคายน้ำ Bleeding ของซีเมนต์เพสต์ที่ผสม ด้วยวิธี DM ที่ w/c 0.40 (w1/c 0.12)	ผข19
ผ.ข.20.	แสดงผลค่าการคายน้ำ Bleeding ของซีเมนต์เพสต์ที่ผสม ด้วยวิธี DM ที่ w/c 0.40 (w1/c 0.15)	ผข20
ผ.ข.21.	แสดงผลค่าการคายน้ำ Bleeding ของซีเมนต์เพสต์ที่ผสม ด้วยวิธี DM ที่ w/c 0.40 (w1/c 0.18)	ผข21
ผ.ข.22.	แสดงผลค่าการคายน้ำ Bleeding ของซีเมนต์เพสต์ที่ผสม ด้วยวิธี DM ที่ w/c 0.40 (w1/c 0.21)	ผข22
ผ.ข.23.	แสดงผลค่าการคายน้ำ Bleeding ของซีเมนต์เพสต์ที่ผสม ด้วยวิธี DM ที่ w/c 0.40 (w1/c 0.24)	ผข23

ญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผ.ข.24.	แสดงผลค่าการคายน้ำ Bleeding ของซีเมนต์เพสต์ที่ผสม ด้วยวิธี DM ที่ w/c 0.40 (w1/c 0.27)	ผข24
ผ.ข.25.	แสดงผลค่าการคายน้ำ Bleeding ของซีเมนต์เพสต์ที่ผสม ด้วยวิธี DM ที่ w/c 0.40 (w1/c 0.30)	ผข25
ผ.ข.26.	แสดงผลค่าการคายน้ำ Bleeding ของซีเมนต์เพสต์ที่ผสม ด้วยวิธี DM ที่ w/c 0.60 (w1/c 0.06)	ผข26
ผ.ข.27.	แสดงผลค่าการคายน้ำ Bleeding ของซีเมนต์เพสต์ที่ผสม ด้วยวิธี DM ที่ w/c 0.60 (w1/c 0.09)	ผข27
ผ.ข.28.	แสดงผลค่าการคายน้ำ Bleeding ของซีเมนต์เพสต์ที่ผสม ด้วยวิธี DM ที่ w/c 0.60 (w1/c 0.24)	ผข28
ผ.ข.29.	แสดงผลค่าการคายน้ำ Bleeding ของซีเมนต์เพสต์ที่ผสม ด้วยวิธี DM ที่ w/c 0.60 (w1/c 0.27)	ผข29
ผ.ข.30.	แสดงผลค่าการหดตัวของซีเมนต์เพสต์ที่ w/c 0.4 (w1/c 0.27) เมื่อผสมด้วยวิธี DM	ผข30
ผ.ข.31.	แสดงผลค่าการหดตัวของซีเมนต์เพสต์ที่ w/c 0.5 (w1/c 0.27) เมื่อผสมด้วยวิธี DM	ผข31
ผ.ข.32.	แสดงผลค่าการหดตัวของซีเมนต์เพสต์ที่ w/c 0.6 (w1/c 0.27) เมื่อผสมด้วยวิธี DM	ผข32
ผ.ข.33.	แสดงผลค่าการหดตัวของซีเมนต์เพสต์ที่ w/c 0.4 เมื่อผสมด้วยวิธี SM	ผข33
ผ.ข.34.	แสดงผลค่าการหดตัวของซีเมนต์เพสต์ที่ w/c 0.5 เมื่อผสมด้วยวิธี SM	ผข34
ผ.ข.35.	แสดงผลค่าการหดตัวของซีเมนต์เพสต์ที่ w/c 0.6 เมื่อผสมด้วยวิธี SM	ผข35
ผ.ข.36.	แสดงผลกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตที่ w/c 0.4 เมื่อผสมด้วยวิธี SM	ผข36
ผ.ข.37.	แสดงผลกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตที่ w/c 0.5 เมื่อผสมด้วยวิธี SM	ผข37
ผ.ข.38.	แสดงผลกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตที่ w/c 0.6 เมื่อผสมด้วยวิธี SM	ผข38
ผ.ข.39.	แสดงผลกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตที่ w/c 0.4 (w1/c 0.27) เมื่อผสมด้วยวิธี DM	ผข39
ผ.ข.40.	แสดงผลกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตที่ w/c 0.5 (w1/c 0.27) เมื่อผสมด้วยวิธี DM	ผข40
ผ.ข.41.	แสดงผลกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตที่ w/c 0.6 (w1/c 0.27) เมื่อผสมด้วยวิธี DM	ผข41

ผ.ข.42. แสดงผลค่าการหดตัวของคอนกรีตที่ w/c 0.4 (w1/c 0.27) เมื่อผสมด้วยวิธี DM	ผข42
ผ.ข.43. แสดงผลค่าการหดตัวของคอนกรีตที่ w/c 0.5 (w1/c 0.27) เมื่อผสมด้วยวิธี DM	ผข43
ผ.ข.44. แสดงผลค่าการหดตัวของคอนกรีตที่ w/c 0.6 (w1/c 0.27) เมื่อผสมด้วยวิธี DM	ผข44
ผ.ข.45. แสดงผลค่าการหดตัวของคอนกรีตที่ w/c 0.4 เมื่อผสมด้วยวิธี SM	ผข45
ผ.ข.46. แสดงผลค่าการหดตัวของคอนกรีตที่ w/c 0.5 เมื่อผสมด้วยวิธี SM	ผข46
ผ.ข.47. แสดงผลค่าการหดตัวของคอนกรีตที่ w/c 0.6 เมื่อผสมด้วยวิธี SM	ผข47
ผ.ข.48. แสดงผลค่าการยุบตัวของคอนกรีตที่ w/c 0.4,0.5,0.6 ที่ผสมด้วยวิธี SM	ผข48
ผ.ข.49. แสดงผลค่าการยุบตัวของคอนกรีตที่ w/c 0.4,0.5,0.6 (w1/c 0.27) ที่ผสมด้วยวิธี DM	ผข49



สารบัญรูป

รูปที่	ชื่อรูป	หน้า
2.1.	แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง W1/C และการคายน้ำ	6
2.2.	ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาในการผสมน้ำส่วนแรกและการคายน้ำ	8
2.3.	แสดงวิธีการผสมซีเมนต์เพสต์	9
3.1.	แสดงตัวอย่างการเก็บค่าการเข้มน้ำ (Bleeding)	12
3.2.	แสดงอุปกรณ์การทดลอง (ASTM C939)	13
3.3.	แสดงอุปกรณ์การทดลอง (JSCE-F531-1993)	13
3.4.	แสดงการเก็บตัวอย่างทดสอบการหดตัวของซีเมนต์เพสต์	14
3.5.	แสดงการวัดค่าการหดตัวของซีเมนต์เพสต์	15
3.6.	แสดงการเก็บตัวอย่างทดสอบการหดตัวของคอนกรีต	16
3.7.	แสดงการวัดค่าการหดตัวของคอนกรีต	16
4.1.	แสดงค่าการเข้มน้ำ (Bleeding) ที่ W1/C 0.03 (W/C 0.60) เมื่อเวลาผ่านไป	17
4.2.	แสดงค่าการเข้มน้ำ (Bleeding) ที่ W1/C 0.06 (W/C 0.60) เมื่อเวลาผ่านไป	18
4.3.	แสดงค่าการเข้มน้ำ (Bleeding) ที่ W1/C 0.09 (W/C 0.60) เมื่อเวลาผ่านไป	19
4.4.	แสดงค่าการเข้มน้ำ (Bleeding) ที่ W1/C 0.12 (W/C 0.60) เมื่อเวลาผ่านไป	20
4.5.	แสดงค่าการเข้มน้ำ (Bleeding) ที่ W1/C 0.15 (W/C 0.60) เมื่อเวลาผ่านไป	21
4.6.	แสดงค่าการเข้มน้ำ (Bleeding) ที่ W1/C 0.18 (W/C 0.60) เมื่อเวลาผ่านไป	22
4.7.	แสดงค่าการเข้มน้ำ (Bleeding) ที่ W1/C 0.21 (W/C 0.60) เมื่อเวลาผ่านไป	23
4.8.	แสดงค่าการเข้มน้ำ (Bleeding) ที่ W1/C 0.24 (W/C 0.60) เมื่อเวลาผ่านไป	24
4.9.	แสดงค่าการเข้มน้ำ (Bleeding) ที่ W1/C 0.27 (W/C 0.60) เมื่อเวลาผ่านไป	25
4.10.	ค่าการเข้มน้ำ (Bleeding) ที่ W1/C 0.30 (W/C 0.60) เมื่อเวลาผ่านไป	26
4.11.	แสดงค่าการเข้มน้ำ (Bleeding) ที่ W/C 0.60 เมื่อเวลาผ่านไป	27
4.12.	แสดงค่าการเข้มน้ำ (Bleeding) ที่ W1/C ต่างกัน เมื่อเวลาผ่านไป	28
4.13.	แสดงค่าการเข้มน้ำสูงสุด (Maximum Bleeding) ที่ W1/C ต่างกัน	30
4.14.	แสดงค่าการเข้มน้ำ (Bleeding) ที่เวลาในการผสม y ต่างกัน	31
4.15.	แสดงค่าการเข้มน้ำ (Bleeding) ที่ W/C ต่างกัน	32
4.16.	แสดงค่าการไหลของตัวอย่างเมื่อทดสอบด้วยวิธี ASTM	33

4.17.	แสดงค่าการไหลของค้ำอย่างเมื่อทดสอบด้วยวิธี JSCE	33
4.18.	แสดงค่าระหว่างค่าการหดตัวของซีเมนต์เพสต์ และอายุของซีเมนต์เพสต์ที่ W/C 0.4	35
4.19.	แสดงค่าระหว่างค่าการหดตัวของซีเมนต์เพสต์ และอายุของซีเมนต์เพสต์ที่ W/C 0.5	36
4.20.	แสดงค่าระหว่างค่าการหดตัวของซีเมนต์เพสต์ และอายุของซีเมนต์เพสต์ที่ w/c 0.6	37
4.21.	แสดงค่าการเข้มน้ำ (Bleeding) ของคอนกรีตที่ W/C 0.60	39
4.22.	แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่าง ค่า Compressive Strength และ อายุคอนกรีตที่ W/C 0.40	40
4.23.	แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่าง ค่า Compressive Strength และ อายุคอนกรีตที่ W/C 0.50	40
4.24.	แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่าง ค่า Compressive Strength และ อายุคอนกรีตที่ W/C 0.60	41
4.25.	แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าการหดตัวของคอนกรีต และอายุของคอนกรีตที่ W/C 0.4	42
4.26.	แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าการหดตัวของคอนกรีต และอายุของคอนกรีตที่ W/C 0.5	43
4.27.	แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าการหดตัวของคอนกรีต และอายุของคอนกรีตที่ W/C 0.6	44

บทที่ 1

บทนำ

1.1 กล่าวนำ

ในปัจจุบันเทคโนโลยีการก่อสร้างในประเทศไทยได้มีความก้าวหน้าและมีความสามารถมากขึ้น เพื่อที่จะรองรับความต้องการในงานด้านก่อสร้าง โดยเฉพาะการวิจัยและการพัฒนาด้านคุณสมบัติของคอนกรีตเพื่อเชื่อมโยงความสัมพันธ์กับเทคโนโลยีที่มีการพัฒนามากขึ้น การศึกษาตัวแปรต่างๆเพื่อที่จะดำเนินการได้อย่างไม่ผิดพลาดและไม่สิ้นเปลืองทรัพยากรตามขอบเขตของงานในการวิจัยรวมถึงการพัฒนา มีความสำคัญเป็นอย่างมาก ซึ่งในการศึกษาคุณสมบัติของคอนกรีตจะพบว่าอัตราส่วนผสมของคอนกรีต เป็นปัจจัยหลักต่อคุณสมบัติแต่บางครั้งก็เป็นการยากที่จะเปลี่ยนให้คุณสมบัติไม่เกิดการขัดแย้งซึ่งกันและกัน เช่น ความชื้นเหลือ ความสามารถในการเท หรือกำลังอัดของคอนกรีต เป็นต้น แต่ก็ได้มีการนำสารผสมเพิ่ม เช่น ซีเมนต์ลอย ซิลิกาฟูม สารกระจายกักฟองอากาศ สารหน่วงการก่อตัว สารผสมเพิ่มเพื่อการขยายตัว หรือสารลดปริมาณน้ำ เป็นต้น มาเป็นตัวที่ช่วยในการปรับปรุงคุณสมบัติของคอนกรีตเพิ่มมากขึ้น ส่วนในทางปฏิบัติการผสมคอนกรีตก็จะเป็นปัจจัยหนึ่งที่จะต้องตระหนักถึงอิทธิพลต่อคุณสมบัติของคอนกรีต เช่น รูปแบบของการผสม, ระยะเวลาในการผสม หรือ การจัดลำดับส่วนผสม เป็นต้น

ในปัจจุบันจะพบว่า การผสมคอนกรีตในประเทศไทยจะเปลี่ยนไปตามสภาพของงานในแต่ละงาน โดยที่มีวิธีการที่แตกต่างกันออกไปตามประสบการณ์ แต่วิธีการผสมที่แตกต่างกันออกไปนั้นก็มักจะประสบปัญหาต่อคุณสมบัติของคอนกรีตตามมาเช่นเดียวกัน ซึ่งปัญหาที่พบโดยส่วนใหญ่ เช่น การเข้มน้ำ การเกิดรอยแตกที่ผิวหน้าของคอนกรีต ความสามารถในการเท หรือ กำลังอัดของคอนกรีต ฯลฯ ปกติการผสมส่วนใหญ่ที่พบจะทำการผสมโดยการผสมซีเมนต์กับทรายให้เข้ากันก่อนแล้วจึงค่อยใส่หินและใส่น้ำตามอัตราส่วนที่ได้กำหนด ซึ่งวิธีดังกล่าวจะเป็นวิธีการผสมด้วยมือ แต่วิธีผสมด้วยเครื่องไมก็ก็จะแตกต่างกันออกไป ซึ่งจะพบว่า การผสมดังกล่าวข้างต้นยังไม่ได้เป็นส่วนช่วยในเรื่องของการลดการเข้มน้ำ ความสามารถในการไหล และการเท ที่เป็นปัญหาต่อคุณสมบัติของคอนกรีต จึงได้ทำการศึกษาวิธีการผสมที่แตกต่างออกไปจากเดิม

1.2. ที่มาของหัวข้อการศึกษา

จากปัญหาที่ได้กล่าวมาข้างต้น เนื่องด้วยวิธีการผสมที่แตกต่างกันออกไปตามสภาพของการทำงาน ไม่ได้เป็นส่วนในการช่วยปรับปรุงคุณภาพของคอนกรีตสด อย่างเช่น การเอีมน้ำ(Bleeding) ความสามารถในการเท(Workability) เป็นต้น จึงได้ทำการเลือกประเด็นของการเอีมน้ำ(Bleeding) เป็นหัวใจหลักของการศึกษาอิทธิพลต่อคุณสมบัติของคอนกรีต โดยลักษณะของการเอีมน้ำ(Bleeding) เกิดจากการที่น้ำเป็นองค์ประกอบที่เบาที่สุดในส่วนผสมของคอนกรีตถูกดันลอยตัวขึ้นมาอยู่ที่ผิวหน้าของคอนกรีต เนื่องจากการจมลงของมวลรวมที่หนักกว่าในส่วนผสมและจะหยุดเมื่อซีเมนต์เพสต์มีการแข็งตัว แต่หากสังเกตในองค์ประกอบของคอนกรีตอาจแยกได้ออกเป็นสองส่วนคือ ซีเมนต์เพสต์ (Cement Paste) และวัสดุผสมหรือมวลรวม(Aggregates) โดยซีเมนต์เพสต์ประกอบไปด้วย ปูนซีเมนต์ และน้ำที่มีการผสมตามอัตราส่วนซึ่งเป็นส่วนที่เกิดปฏิกิริยาทางเคมีระหว่างกันหรือที่เรียกว่าปฏิกิริยาไฮเดรชัน (Hydration) ซึ่งน้ำที่ใช้ในการปฏิกิริยาจะอยู่ที่ $28 \pm 1\%$ ของปูนซีเมนต์ แต่ในการผสมคอนกรีตโดยทั่วไปอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์มากกว่า 35% ของปูนซีเมนต์ ซึ่งน้ำในส่วนนี้จะเป็นตัวทำให้คอนกรีตเหลวสามารถเทได้ทำงานได้สะดวก ในทางทฤษฎีเรียกว่าน้ำส่วนเกิน (Exceed water) ซึ่งน้ำส่วนเกินจะไม่เกิดปฏิกิริยาไฮเดรชันจึงเกิดการหลุดหรือการคั่นตัวออกจากซีเมนต์เพสต์ ถ้ามีจำนวนมากจึงก่อให้เกิดผลกระทบต่อคอนกรีตคือ การเอีมน้ำ(Bleeding) ที่ผิวหน้าคอนกรีตและยังส่งผลให้เกิดปัญหาอื่นตามมาเช่น เกิดการหดตัว(Autogenous Shrinkage) และ กำลังอัดคอนกรีต(Compressive Strength)ลดลง เพราะฉะนั้นจึงเป็นอีกสาเหตุหลักที่เกิดการเอีมน้ำ(Bleeding) นอกเหนือจากการจมลงของมวลรวม(Aggregates) ในช่วงแรกของการศึกษาจึงทำการศึกษาในส่วนของซีเมนต์เพสต์ก่อนเพื่อลดขอบเขตของการศึกษาให้น้อยลงและ จะเห็นได้ว่าในซีเมนต์เพสต์ ทำหน้าที่เป็นตัวประสาน โดยจะแทรกไปตามช่องว่างของหินและทราย และเคลือบหรือหุ้มเม็ดทรายและหินทั้งหมดให้เกาะรวมตัวกันเป็นก้อน ทำให้คอนกรีตสดลื่นเหลว และทำให้คอนกรีตที่แข็งตัวมีกำลังรับแรงที่ต้องการ คุณสมบัติของคอนกรีตจึงขึ้นอยู่กับคุณภาพของซีเมนต์เพสต์

จากการที่ได้กำหนดขอบเขตบางส่วนที่ได้ทำการศึกษาจึงได้ทำการศึกษายทความเพิ่มเติมในเรื่องของ วิธีการผสมแบบแบ่งน้ำออกเป็นสองส่วนที่มีผลต่อซีเมนต์เพสต์ (Double Mixing Effects of Fresh Cement Paste) (Ei-chi TAZAWA and Tetsuro KASAI,1988) โดยมีการผสมที่แตกต่างไปจากการผสมแบบปกติ(Single Mixing) แล้วส่งผลทำให้คุณภาพของซีเมนต์เพสต์มีการเอีมน้ำ (Bleeding) ที่ลดน้อยลงจากการที่มีการผสมด้วยอัตราส่วนระหว่างซีเมนต์กับน้ำที่มีค่ามากกว่า $28 \pm 1\%$ ของปูนซีเมนต์ที่จะเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชันได้อย่างสมบูรณ์และยังศึกษาปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อการเอีมน้ำโดยใช้วิธีการผสมแบบแบ่งน้ำออกเป็นสองส่วน(Double Mixing) ซึ่งจากการศึกษายทความที่ได้กล่าวมาข้างต้นจึงเกิดความ

สนใจในวิธีการผสมที่เพิ่มคุณภาพของซีเมนต์เพสต์มาทำการปรับใช้ในสภาพแวดล้อมของประเทศไทย และบทความยังไม่ได้ทำการศึกษาค้นคว้าถึงคอนกรีตเพื่อจะประยุกต์ไปใช้ในสภาพงานต่างๆของงานฉาบ ก่อสร้างในประเทศไทย ดังนั้นหากวิธีการดังกล่าวได้นำมาทำการศึกษาและรวมถึงการพัฒนาจะทำให้ ปัญหาการแตกร้าว (Bleeding) ที่จะส่งผลให้เกิดปัญหาต่างๆตามมวลคอนกรีตซึ่งจะก่อให้เกิดผลคือ คุณสมบัติของคอนกรีต

1.3. วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาวิธีการผสมแบบแบ่งน้ำออกเป็นสองส่วน (Double Mixing) มาทำการปรับใช้ใน สภาพแวดล้อมในประเทศไทย
2. เพื่อศึกษาวิธีการผสมแบบแบ่งน้ำออกเป็นสองส่วน (Double Mixing) มาทำการปรับปรุงและ พัฒนาคุณสมบัติของคอนกรีต
3. เพื่อศึกษาผลกระทบต่างๆทั้งผลดีและผลเสียต่อคุณสมบัติของคอนกรีตด้วยวิธีการผสมแบบแบ่ง น้ำออกเป็นสองส่วน (Double Mixing)
4. เพื่อศึกษาวิธีการผสมแบบแบ่งน้ำออกเป็นสองส่วน (Double Mixing) ที่จะสามารถนำมาใช้งาน ทางด้านวิศวกรรมได้ในประเทศไทย

1.4. ขอบเขตของการศึกษา

ขอบเขตของการศึกษาจะเน้นไปที่อิทธิพลต่อคุณสมบัติที่เปลี่ยนไปของซีเมนต์เพสต์และคอนกรีต ทั้งทางด้านการแตกร้าว (Bleeding) ความสามารถในการไหล (Fluidity) ความสามารถในการเท (Workability) การหดตัว (Autogenous Shrinkage) และความสามารถในการรับกำลังอัด (Compressive Strength) ด้วย วิธีการผสมแบบแบ่งน้ำออกเป็นสองส่วน (Double Mixing) โดยที่ทำการเปรียบเทียบกับวิธีการผสมแบบ ปกติ (Single Mixing)

บทที่ 2

วรรณกรรมปริทัศน์

2.1. คำนิยาม

คอนกรีตสด (Fresh Concrete)

คือคอนกรีตสดที่คงสภาพเหลวอยู่ในช่วงหนึ่งก่อนที่จะแข็งตัวในเวลาต่อมา และมีความข้นเหลวเหมาะที่จะนำไปใช้งานหล่อเป็นคอนกรีตแข็งตัวแล้วที่มีรูปร่างและคุณสมบัติตามต้องการ

ความสามารถทำได้ (Workability)

คือ ปริมาณงานที่ใช้ในการอัดคอนกรีตให้แน่นโดยปราศจากการแยกตัว

การยึดเกาะ (Cohesion)

คือ คุณสมบัติของเนื้อคอนกรีตที่สามารถจับรวมเป็นกลุ่มหรือสลายตัวออกจากกันได้ยาก และเกี่ยวข้องกับแนวโน้มของคอนกรีตที่จะเกิดการซึม หรือการแยกตัว

ความข้นเหลว (Consistency)

คือ สภาพของเหลวของคอนกรีตซึ่งขึ้นกับปริมาณน้ำเป็นส่วนใหญ่ ความข้นเหลวเป็นคุณสมบัติที่สำคัญอย่างหนึ่งของความสามารถในการใช้งาน และสามารถวัดค่าได้ชัดเจนด้วยวิธีการทดสอบ เช่น ค่าการยุบตัว และ ค่าการไหล เป็นต้น

การแยกตัว (Segregation)

คือ การแยกจากกันของวัสดุองค์ประกอบต่างๆ ในเนื้อคอนกรีต ทำให้ส่วนผสมมีเนื้อไม่สม่ำเสมอตลอดทุกส่วน

การเปื้อน (Bleeding)

คือ การแยกตัวชนิดหนึ่ง โดยปรากฏการคายน้ำของคอนกรีต เกิดขึ้นเมื่อส่วนประกอบที่หนักกว่าจมตัวลง แล้วคั้นน้ำซึ่งที่เบาที่สุดขึ้นสู่ผิวหน้าคอนกรีต

การผสมแบบปกติ (Single Mixing)

คือ วิธีการผสม ซีเมนต์เพสต์ ทำการผสมน้ำกับซีเมนต์ตามอัตราส่วนตามที่กำหนดเพียงครั้งเดียว ในการผสม โดยที่มีการควบคุมปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อการผสม เช่น เวลาในการผสม เครื่องผสม ขั้นตอนการ ป้อนวัสดุลงเครื่องผสม เป็นต้น

การผสมแบบแบ่งสัดส่วนน้ำออกเป็นสองครั้ง (Double Mixing)

คือ วิธีการผสม ซีเมนต์เพสต์ ทำการผสมน้ำกับซีเมนต์ตามอัตราส่วนตามที่กำหนดตามการแบ่ง สัดส่วนของน้ำในการผสมสองครั้ง โดยที่มีการควบคุมปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อการผสม เช่น เวลาในการผสม ในสัดส่วนน้ำของแต่ละครั้ง เครื่องผสม ขั้นตอนการป้อนวัสดุลงเครื่องผสม เป็นต้น

การผสมส่วนแรก (Primal Mixing)

คือ การผสมซีเมนต์เพสต์ โดยเป็นการผสมน้ำส่วนแรกกับซีเมนต์จากวิธีการผสมแบบแบ่งน้ำ ออกเป็นสองส่วน (Double Mixing)

การผสมส่วนที่สอง (Secondary Mixing)

คือวิธีการผสมซีเมนต์เพสต์ โดยเป็นการผสมน้ำส่วนสองกับซีเมนต์เพสต์ที่ได้จากการผสมส่วน แรก (Primal Mixing) จากวิธีการผสมแบบแบ่งน้ำออกเป็นสองส่วน (Double Mixing) ซึ่งน้ำในส่วนที่สอง จะทำให้อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์เท่ากับค่าที่ได้กำหนด

เวลาในการผสม (Mixing Time)

คือ ระยะเวลาในการผสมทั้งหมดของวิธีการผสมแบบปกติ (Single Mixing) และวิธีการผสมแบบ แบ่งน้ำออกเป็นสองส่วน (Double Mixing) ในการผสมซีเมนต์กับน้ำหรือที่เรียกว่า ซีเมนต์เพสต์

เวลาในการผสมส่วนแรก (Primal Mixing Time)

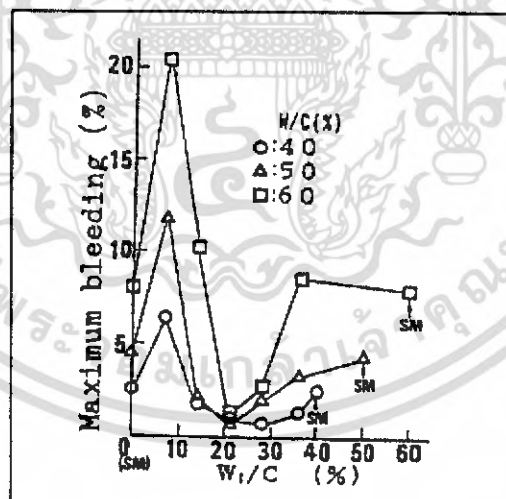
คือ ระยะเวลาในการผสมซีเมนต์กับน้ำส่วนแรกของการผสมในส่วนแรก (Primal Mixing) จาก วิธีการผสมแบบแบ่งน้ำออกเป็นสองส่วน (Double Mixing)

เวลาในการผสมส่วนที่สอง (Secondary Mixing Time)

คือ ระยะเวลาในการผสมซีเมนต์เพสต์กับน้ำส่วนสุดท้ายของวิธีการผสม ซึ่งอยู่ในส่วนที่สอง (Secondary Mixing) จากวิธีการผสมแบบแบ่งน้ำออกเป็นสองส่วน (Double Mixing) โดยระยะเวลาในการผสมส่วนที่สองเมื่อรวมกับส่วนแรกจะเท่ากับเวลาในการผสม (Mixing Time)

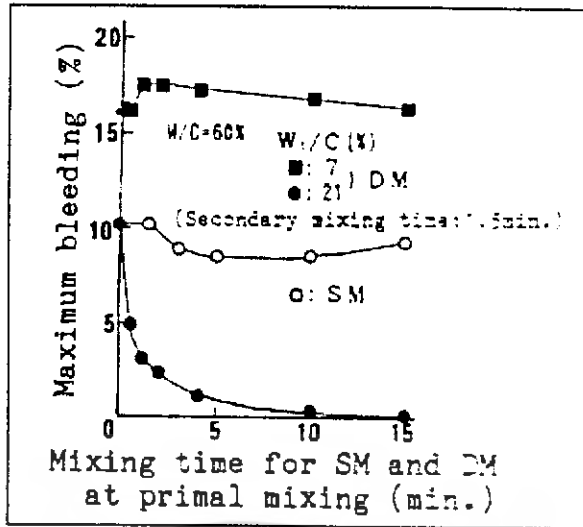
2.2. ผลของการศึกษางานวิจัย

จากการศึกษาบทความงานวิจัย Prof.Eiichi TAZAWA และ Prof.Tetsuro KASAI ในงานวิจัยในอดีตได้ค้นพบวิธีการผสมแบบใหม่ที่เรียกว่า SEC Method (Sand Enveloped with Cement) โดยวิธีการดังกล่าวจะทำการผสมทรายที่มีการปรับแก้ค่าความชื้นที่ผิวแล้ว ด้วยซีเมนต์เพสต์ที่ทำการผสมด้วยน้ำในอัตราส่วนที่น้อยก่อนแล้วทำการเพิ่มน้ำลงไปตามความเหมาะสมสภาพของงานที่ใช้ แต่วิธีการดังกล่าวได้ประสบปัญหาในเรื่องของการคายน้ำ ซึ่งปกติการผสมจะทำการผสมแบบแห้งด้วยซีเมนต์กับทรายก่อนแล้วจึงทำการผสมน้ำลงไปตามอัตราส่วน แต่วิธีการดังกล่าวไม่ได้ช่วยในเรื่องของการเพิ่มหรือลดการคายน้ำ เช่นเดียวกันจึงทำการศึกษาเพิ่มเติมและได้วิธีการผสมซีเมนต์กับน้ำ แบบแบ่งน้ำเป็นสองส่วน (Double Mixing) มาช่วยในเรื่องของการคายน้ำ(Bleeding) ของซีเมนต์เพสต์ และได้ทำการประยุกต์นำไปใช้ในงาน Shortcreting ประเทศญี่ปุ่น โดยผลของการศึกษางานวิจัยมีดังนี้



รูปที่ 2.1. แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง W1/C และการคายน้ำ

จะเห็นได้ว่าในรูปที่ 2.1. เป็นความสัมพันธ์ระหว่าง W1/C กับ การคายน้ำมากที่สุด (Maximum Bleeding) ในแต่ละตัวอย่างของการทดลองด้วยวิธีการผสมแบบแบ่งน้ำออกเป็นสองส่วน (Double Mixing) โดยทำการทดสอบที่อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ที่ต่างกัน คือน้ำที่ใช้ในการผสมมีค่า 40 50 และ 60 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักซีเมนต์ที่ใช้ในการทดสอบการคายน้ำ ซึ่งจะทำการทดสอบเพิ่มน้ำในส่วนแรกของการผสมที่ละ 7% ของน้ำหนักซีเมนต์และน้ำในส่วนที่สองของการผสมจะเพิ่มจนครบตามอัตราส่วนของน้ำต่อซีเมนต์ จะพบว่าน้ำส่วนแรกในการผสมระหว่าง 27-30 % มีการคายน้ำน้อยที่สุด และ น้ำในส่วนแรกในการผสมที่ 7% มีการคายน้ำที่มากที่สุดเมื่อเทียบการผสมแบบปกติ (Single Mixing) ซึ่งผลจากการทดสอบครั้งที่กล่าวข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า การที่น้ำในส่วนแรกของการผสมที่ 27-30 % มีการคายน้ำน้อยนั้นเนื่องจากน้ำในส่วนนั้นได้มีการทำให้ซีเมนต์กับน้ำมีการเข้ากัน ได้ดีก่อน โดยที่มีการเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชันอย่างสมบูรณ์(จากการทดสอบปริมาณน้ำที่เหมาะสมของซีเมนต์เพสต์ มีค่า 28 ± 1) จึงทำให้การจับตัวระหว่างน้ำในซีเมนต์ได้อย่างทั่วถึงเมื่อรวมตัวกันในน้ำส่วนที่สองน้ำจะมีการยึดเกาะส่วนแรกได้ดีขึ้น ส่วนการผสมแบบปกติเป็นการผสมน้ำเพียงครั้งเดียวดังนั้นน้ำที่ผสมลงไปนั้นมีส่วนที่เป็นน้ำส่วนเกิน (Excess Water) อยู่ จึงทำให้การจับตัวระหว่างซีเมนต์กับน้ำมีบางส่วนเป็นการจับตัวระหว่างน้ำกับน้ำเป็นผลทำให้น้ำในส่วนนั้นสามารถที่จะเกิดการดันหรือยกตัวขึ้นมาได้ทำให้มีการคายน้ำมาก ส่วนการคายน้ำที่ 7% มีค่ามากที่สุดเป็นผลเนื่องจากน้ำในส่วนแรกของการผสมทำให้ซีเมนต์มีการจับตัวกันเป็นก้อน เมื่อนำน้ำในส่วนที่สองทำการผสมลงไปทำให้การจับตัวระหว่างน้ำกับซีเมนต์ไม่ดีเนื่องจากอนุภาคของซีเมนต์มีขนาดใหญ่ทำให้การจับตัวกันมีช่องว่างที่ใหญ่และพื้นที่ผิวในการจับตัวระหว่างซีเมนต์มีน้อยจึงทำให้การจับตัวระหว่างน้ำกับน้ำมีมากขึ้น แล้วยังเกิดการดันตัวหรือยกตัวผ่านตามช่องว่างที่มีขนาดใหญ่จึงเกิดการคายน้ำมากที่สุด ซึ่งดังข้อความที่กล่าวมานั้นแสดงให้เห็นว่าซีเมนต์ที่นำมาใช้งานในปัจจุบันถ้ามีความชื้นในซีเมนต์เป็นผลทำให้น้ำในส่วนนั้นเป็นน้ำในส่วนแรกของการผสมซีเมนต์เมื่อนำซีเมนต์ไปใช้งานจึงทำให้การคายน้ำมีมากจนเกินไป

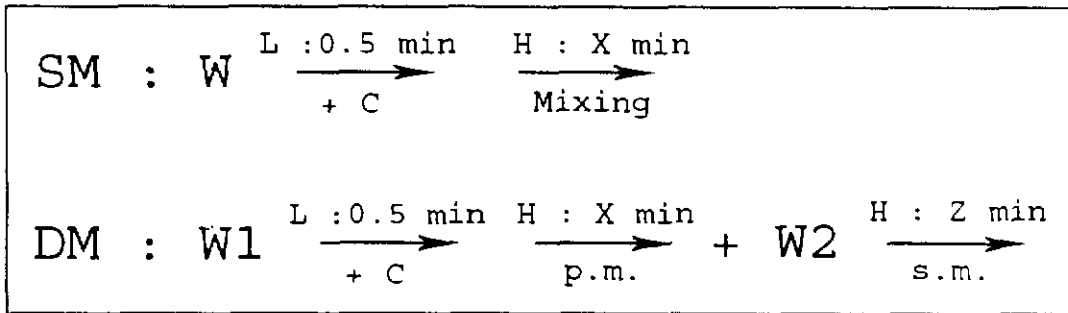


รูปที่ 2.2. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาในการผสมน้ำส่วนแรกและการคายน้ำ

จากรูปที่ 2.2. เป็นความสัมพันธ์ระหว่างเวลาในการผสมน้ำในส่วนแรกกับการคายน้ำมากที่สุดในแต่ละตัวอย่างทำการเปรียบเทียบระหว่างการผสมแบบปกติ (Single Mixing) กับแบบแบ่งน้ำออกเป็นสองส่วน (Double Mixing) เป็นการศึกษาต่อไปอีกว่าหากมีการใช้เวลาในการผสมในช่วงแรกที่มีค่ามากขึ้นจะเป็นอย่างไรพบว่าการคายน้ำที่มีการผสมแบบแบ่งน้ำออกเป็นสองส่วน (Double Mixing) ที่มีการใช้เวลาในการผสมในน้ำส่วนแรกที่มีค่ามากขึ้นพบว่าการคายน้ำจะมีค่าลดลงมากเมื่อเทียบกับการผสมแบบปกติ (Single Mixing)

2.3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในงานการศึกษา

จากการศึกษาบทความงานวิจัย Prof.Eiichi TAZAWA และ Prof.Tetsuro KASAI ทฤษฎีที่จะนำมาใช้ในการศึกษาคือวิธีการผสมซีเมนต์กับน้ำหรือที่เรียกว่า ซีเมนต์เพสต์ที่แตกต่าออกไปจากปกติโดยวิธีการผสมมีดังนี้



รูปที่ 2.3. แสดงวิธีการผสมซีเมนต์เพสต์

จากรูปที่ 2.3. ซึ่งจะใช้ในการเตรียมตัวอย่างในการทดสอบการคายน้ำของการศึกษาการคายน้ำจากการผสมที่แตกต่างกันคือ วิธีการผสมแบบปกติ (Single Mixing) และวิธีการผสมแบบแบ่งสัดส่วนน้ำออกเป็นสองส่วน (Double Mixing)



บทที่ 3

การดำเนินการวิจัย

3.1. การออกแบบการทดลอง

1. การทดลองในขั้นต้นจะเน้นไปที่ตัวของซีเมนต์เพสต์ เพื่อหาคุณสมบัติที่เปลี่ยนไปเมื่อทำการผสมแบบ SM และ แบบ DM ซึ่งคุณสมบัติที่ทำการทดสอบจะแบ่งได้ดังนี้

- 1.1. ปริมาณน้ำที่เหมาะสมที่สุดที่ทำให้เกิดการเข้มน้ำ (Bleeding) น้อยที่สุด
- 1.2. ความสัมพันธ์ระหว่างการเข้มน้ำ (Bleeding) และเวลาที่ใช้ในการผสม
- 1.3. ความสัมพันธ์ระหว่างการเข้มน้ำ (Bleeding) ปริมาณน้ำต่อซีเมนต์ที่เปลี่ยนไป
- 1.4. ความสามารถในการไหลของซีเมนต์เพสต์
- 1.5. ค่าการหดตัวของซีเมนต์เพสต์ (Autogenous Shrinkage)

2. เมื่อได้คุณสมบัติของซีเมนต์เพสต์ ก็จะนำไปใช้อ้างอิงกับการทดลองในส่วนของคอนกรีตต่อซึ่งในส่วนของคอนกรีตจะทำการทดลองในส่วนของ

- 2.1. ความแตกต่างระหว่างการเข้มน้ำของคอนกรีตที่ผสมด้วยวิธี DM และ SM
- 2.2. ความสามารถในการรับแรงอัดของคอนกรีต
- 2.3. ค่าการหดตัวของคอนกรีต (Autogenous Shrinkage)

3.2. การเตรียมตัวอย่าง

1. การเตรียมตัวอย่างการทดลองของซีเมนต์เพสต์ ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างจะเป็นไปตามวิธีการดังรูปที่ 1 ซึ่งในส่วนของ การผสมโดยแบ่งน้ำออกเป็นสองส่วน DM ในช่วงแรกของการผสม น้ำส่วนแรกจะทำการคลุกเคล้ากับซีเมนต์ในเวลา 30 วินาที ที่ความเร็วในการผสมซีเมนต์ต่ำ หลังจากนั้นจะทำการปรับความเร็วแล้วทำการผสมเป็นเวลา y นาที แล้วจึงทำการใส่น้ำในส่วนที่เหลือลงไปทำการผสมเป็นเวลา z นาที ส่วนในการผสมแบบปกติ SM จะทำการผสมน้ำทั้งหมดกับซีเมนต์คลุกเคล้าให้เข้ากัน ใน 30 วินาทีแรกโดย

ใช้ความเร็วในการผสมต่ำ แล้วทำการปรับเป็นระดับความเร็วสูงในการผสมเป็นเวลา x นาที ซึ่งเวลาที่ x , y และ z จะปรับเปลี่ยนตามวัตถุประสงค์ในการทดลอง โดยมีการควบคุมให้เวลา $y + z$ ที่ผสมแบบ DM มีค่าเท่ากับเวลา x ที่ผสมแบบ SM

2. การเตรียมตัวอย่างการทดลองในส่วนของการคอนกรีตจะมีหลักการผสมในลักษณะเดียวกัน โดยหลังจากได้มีการเตรียมวัสดุตามรายการคำนวณ (Mix design) ที่ได้ออกแบบแล้ว การผสมแบบ DM ทำโดยเริ่มจากการแบ่งน้ำส่วนแรกให้อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ที่ 0.24 – 0.27 ซึ่งเป็นอัตราส่วนที่พอให้ซีเมนต์เพสต์กลุกเกล้าในการผสมได้ในเครื่องผสมแบบโม้ และในขั้นต้นของการผสมจะเริ่มจากการใส่หินที่อิมตัวผิวแห้งลงไป 1 ใน 3 ส่วนของหินที่มีการออกแบบไว้เพื่อต้องการให้ซีเมนต์เพสต์นั้นไม่ติดกับบริเวณรอบๆ ของเครื่องผสมและเพื่อต้องการให้มีการกลุกเกล้าที่ดีด้วย หลังจากนั้นจึงทำการใส่น้ำส่วนแรกที่ได้กล่าวข้างต้นกับซีเมนต์ก่อน แล้วจึง ทำการใส่น้ำส่วนที่เหลือลงไป ให้ครบตามอัตราส่วนที่ได้ ออกแบบไว้ หลังจากนั้นก็ใส่หินส่วนที่เหลือและทรายตามลำดับ โดยเวลาการผสมดังกล่าวจะไม่เกินตามหลักการของการผสมแบบซีเมนต์เพสต์ ส่วนการผสมแบบปกติ SM จะทำการผสมตามแบบทั่วไปโดยมีการผสมน้ำกับซีเมนต์ตามอัตราส่วนที่ได้มีการออกแบบเพียงครั้งเดียว

3.3. วิธีการทดลอง

1. วิธีการทดลองในส่วนของซีเมนต์เพสต์

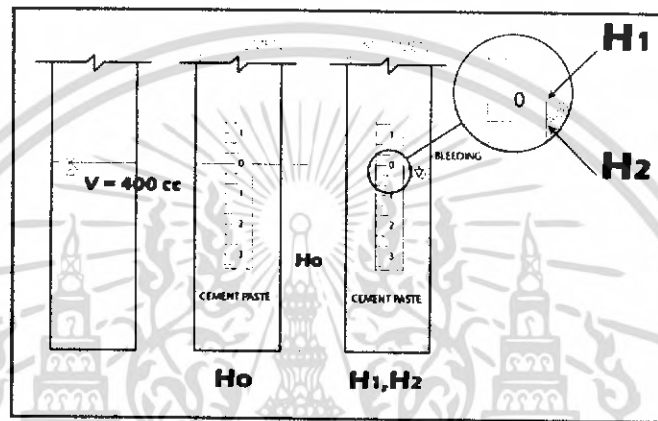
การทดลองวัดค่า Bleeding ของน้ำที่ผิวด้านบนนำตัวอย่างที่เตรียมตามวิธีการข้างต้น ทำการเทลงในชุกทดสอบการ Bleeding ที่ได้เตรียมไว้ ดังในรูปที่ 2 ในชั้น ตอนการเตรียมจะทำเครื่องหมายไว้ที่ชุกทดสอบ ซึ่งระยะที่ทำเครื่องหมายในชุกทดสอบ Bleeding จะอยู่ที่ระดับปริมาตรของซีเมนต์เพสต์ประมาณ 400 มล. หลังจากเทเสร็จให้นำแผ่น Scale ที่มีความละเอียดถึง 1 มม. วัดที่ผิวภายนอกของชุกทดสอบดังแสดงในรูปที่ 3.1. โดยให้ค่า 0 อยู่ที่ผิวบนของซีเมนต์ หลังจากนั้นทำการแขวนชุกทดสอบ Bleeding ทิ้งไว้ แล้วทำการจดบันทึกค่าทุกๆ 30 นาที จนกระทั่งไม่มีการเอี่ยมของน้ำเพิ่มขึ้น หรือเวลาผ่านไปอย่างน้อย 4 – 6 ชั่วโมง ซึ่งในการบันทึกค่าให้อ่านค่าระดับ 2 ตำแหน่ง คือที่ระดับบนของผิวน้ำที่เอี่ยมและที่ระดับผิวหน้าของซีเมนต์เพสต์ แล้วจึงบันทึกค่าให้เป็น H1 และ H2 ตามลำดับ ซึ่งค่าที่จดบันทึกได้ จะนำไปคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การเกิด Bleeding ดังสมการข้างล่าง

$$Bleeding(\%) = \frac{H_1 - H_2}{H_0} \quad (3.1.)$$

H_0 = ความสูงของซีเมนต์เพสต์ที่ปริมาตร 400 มล.

H_1 = ความสูงที่ระดับผิวน้ำของตัวอย่างทดสอบ

H_2 = ความสูงที่ระดับผิวของซีเมนต์เพสต์



รูปที่ 3.1. แสดงตัวอย่างการเก็บค่าการเข้มน้ำ (Bleeding)

1.1. แนวโน้มของการผสมน้ำส่วนแรกด้วยอัตราส่วนที่แตกต่างกันโดยวิธีการผสมแบบ DM

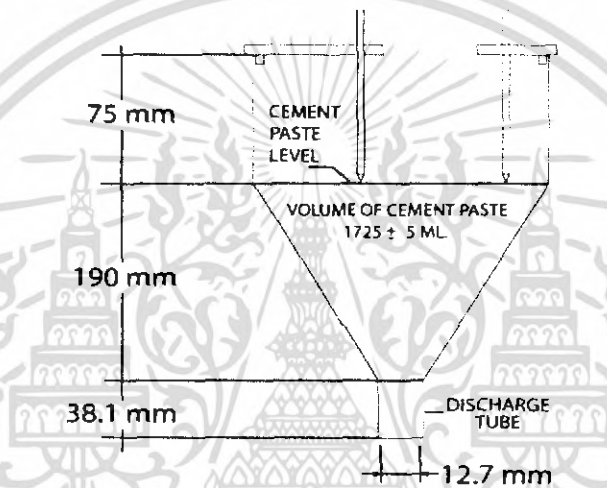
ในการผสมแบบ DM จะมีการทดสอบหาค่าการเข้มน้ำ (Bleeding) โดยจะมีการผสมน้ำในส่วนแรกที่มีค่าที่แตกต่างกันออกไปซึ่งจะมีผลต่อค่าการเข้มน้ำ (Bleeding) ของซีเมนต์เพสต์โดยจะมีการเพิ่มอัตราส่วนของน้ำที่ละ 0.03 ของน้ำหนักของซีเมนต์ตั้งแต่ $W1/C = 0$ (เทียบเท่ากับ SM) จนถึง $W1/C = 0.30$ โดยที่ $x = 3.5$, $y = 1.5$ และ $z = 2$

1.2. ผลกระทบของระยะเวลาในการผสมของน้ำส่วนแรกด้วยวิธีการผสมแบบ DM

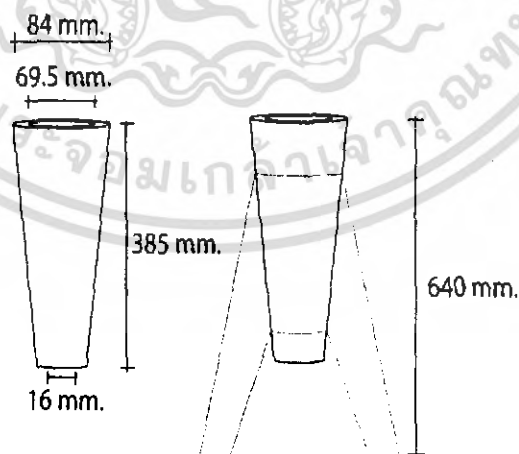
ทำการทดลองโดยใช้เวลาในการผสมซีเมนต์เพสต์ในส่วนของ $W1/C$ โดยค่า y มากขึ้นตั้งแต่เวลา 0 นาที (SM) จนถึงเวลา 6 นาที

1.3. การเข้มน้ำในอัตราส่วนผสมน้ำต่อซีเมนต์ที่มีการผสมที่แตกต่างกัน
 ทดลองหาค่าการเข้มน้ำที่ W/C 0.40, 0.50 และ 0.60 ด้วยวิธีการผสมแบบ SM เปรียบเทียบ
 กับวิธีการผสมแบบ DM

1.4. การทดลองหาความสามารถในการไหล
 การทดลองการไหลของตัวอย่าง จะทำการทดสอบตามมาตรฐาน ASTM C 939 ซึ่ง
 ใช้อุปกรณ์ ดังรูปที่ 3.2. และตาม JSCE-F531-1993 ซึ่งใช้อุปกรณ์ ดังรูปที่ 3.3.



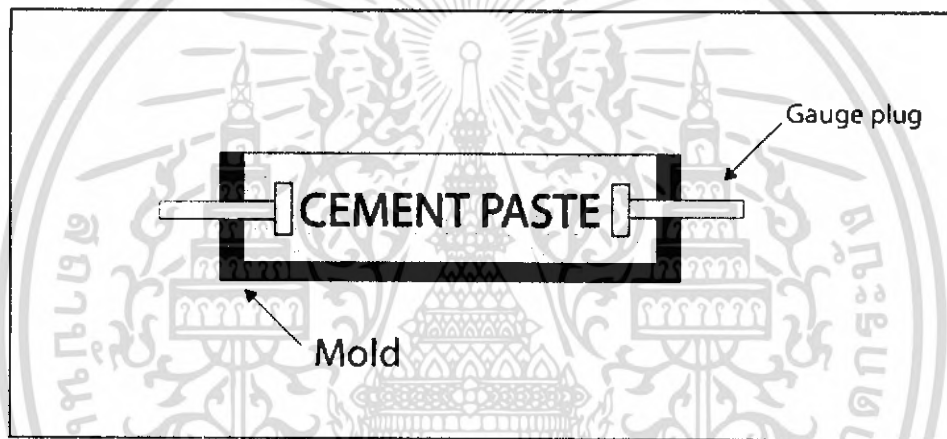
รูปที่ 3.2. แสดงอุปกรณ์การทดลอง (ASTM C939)



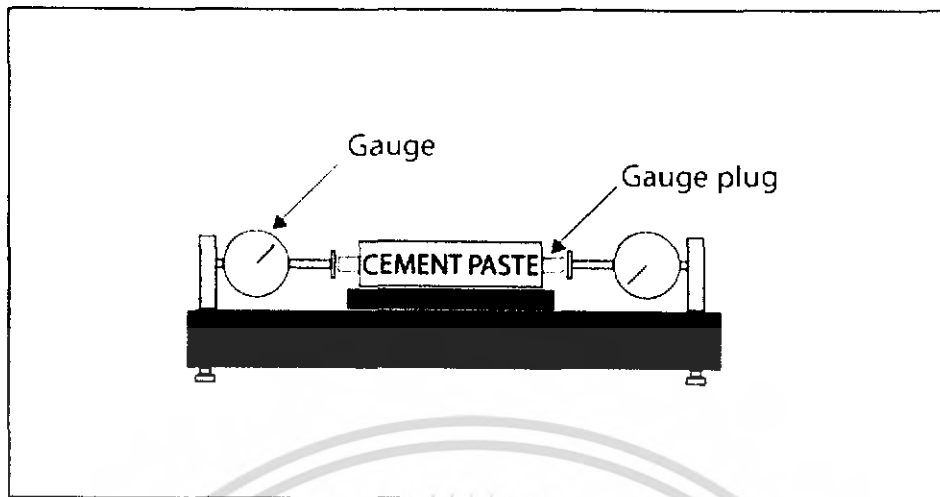
รูปที่ 3.3. แสดงอุปกรณ์การทดลอง (JSCE-F531-1993)

1.5. ความสามารถในการรับแรงอัดของซีเมนต์เพสต์ที่ผสมด้วย SM เทียบกับ DM ในการทดสอบ จะทำการทดสอบตามมาตรฐาน ASTM C109, "Standard Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortar," Annual Book of ASTM Standard, Vol.04.01 โดยจะทำการเก็บตัวอย่าง คอนกรีตทรงลูกบาศก์ขนาด 5x5x5 ซม.ทำการทดสอบ ที่อายุคอนกรีต 1, 3, 7 และ 28 วัน ในการทดสอบ จะเลือกทำการผสมที่ W/C 0.40,0.50,0.60

1.6. ค่าการหดตัวของซีเมนต์เพสต์ (Autogeneous Shrinkage) เก็บตัวอย่างที่ทำการทดลองลงในแบบหล่อตัวอย่างและทำการเก็บค่าเมื่อซีเมนต์ตามมาตรฐาน JIS A 1129, "Test method for length change of mortar and concrete,"



รูปที่ 3.4. แสดงการเก็บตัวอย่างทดสอบการหดตัวของซีเมนต์เพสต์

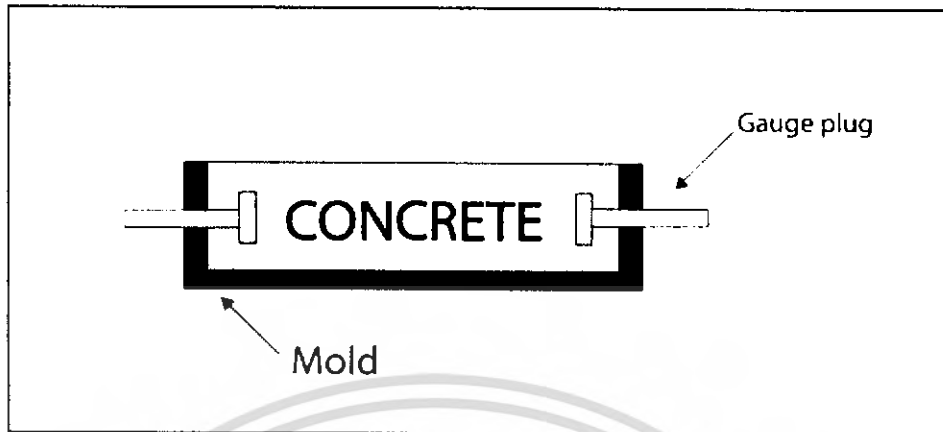


รูปที่ 3.5. แสดงการวัดค่าการหดตัวของซีเมนต์เพสต์

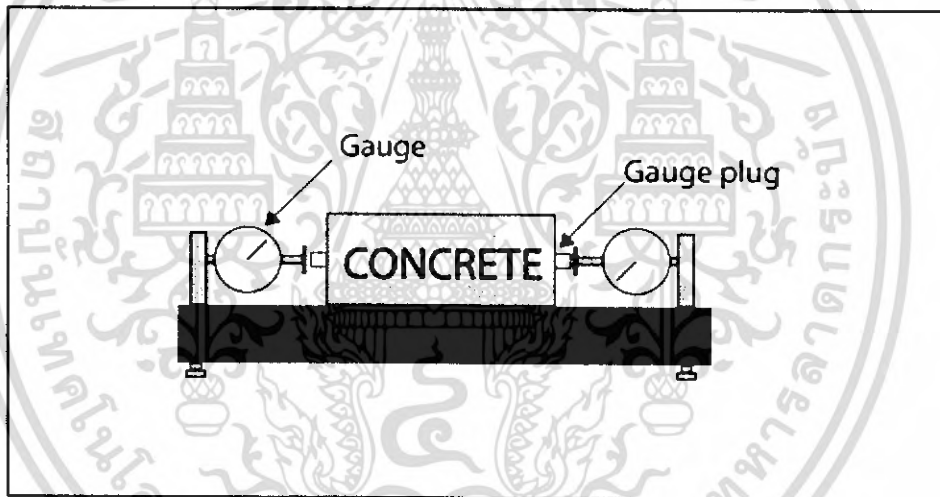
2. วิธีการทดลองในส่วนของคอนกรีต

2.1. การทดสอบความสามารถในการรับกำลังอัด ในการทดสอบจะทำการทดสอบตามมาตรฐาน ASTM C109, "Standard Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortar," Annual Book of ASTM Standard, Vol.04.01 โดยจะทำการเก็บตัวอย่างคอนกรีตทรงลูกบาศก์ขนาด 15x15x15 ซม. ทำการทดสอบ ที่อายุคอนกรีต 1, 3, 7 และ 28 วัน ในการ ทดสอบจะเลือกทำการผสมที่ W/C 0.60 โดยวิธีการผสมแบบ DM จะทำการใช้ W1/C 0.24 – 0.27

2.2. . ค่าการหดตัวของคอนกรีต (Autogenous Shrinkage) เทตัวอย่างที่ทำการทดลองลงในแบบหล่อตัวอย่างและทำการเก็บค่าเมื่อซีเมนต์ตามมาตรฐาน JIS A 1129, "Test method for length change of mortar and concrete,"



รูปที่ 3.6. แสดงการเก็บตัวอย่างทดสอบการหดตัวของคอนกรีต



รูปที่ 3.7. แสดงการวัดค่าการหดตัวของคอนกรีต

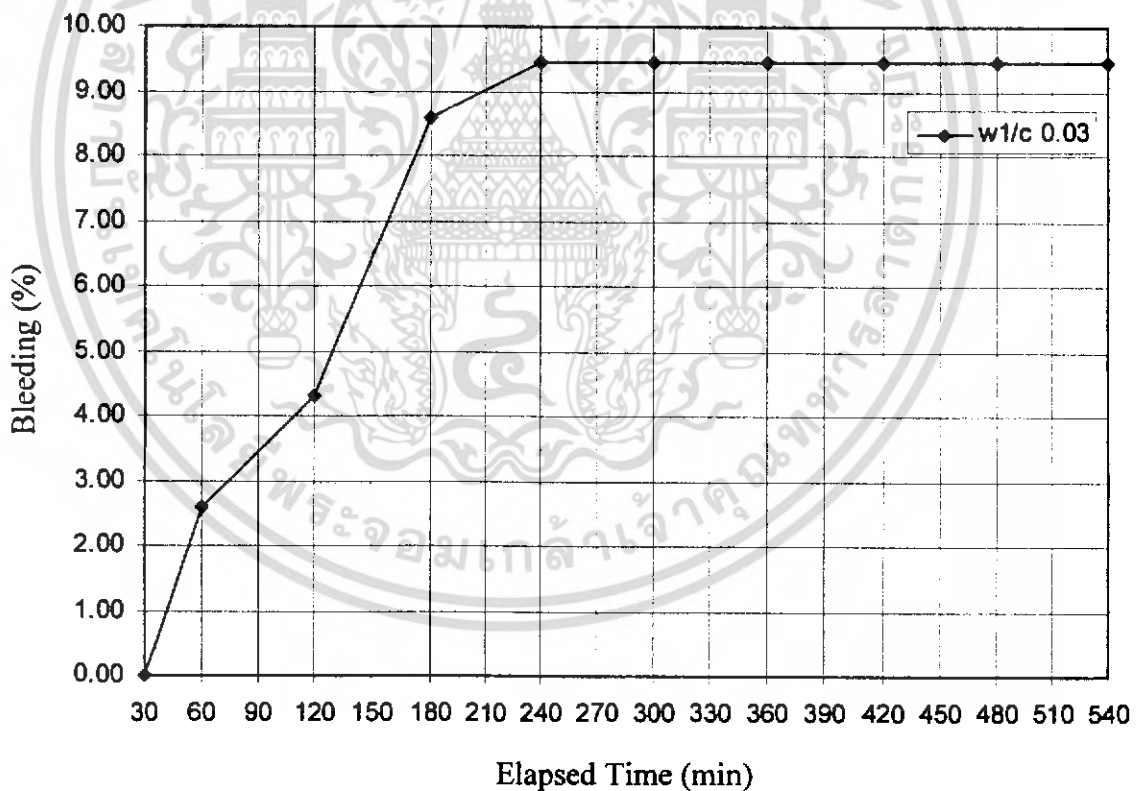
บทที่ 4

ผลการทดลองและการวิเคราะห์ผล

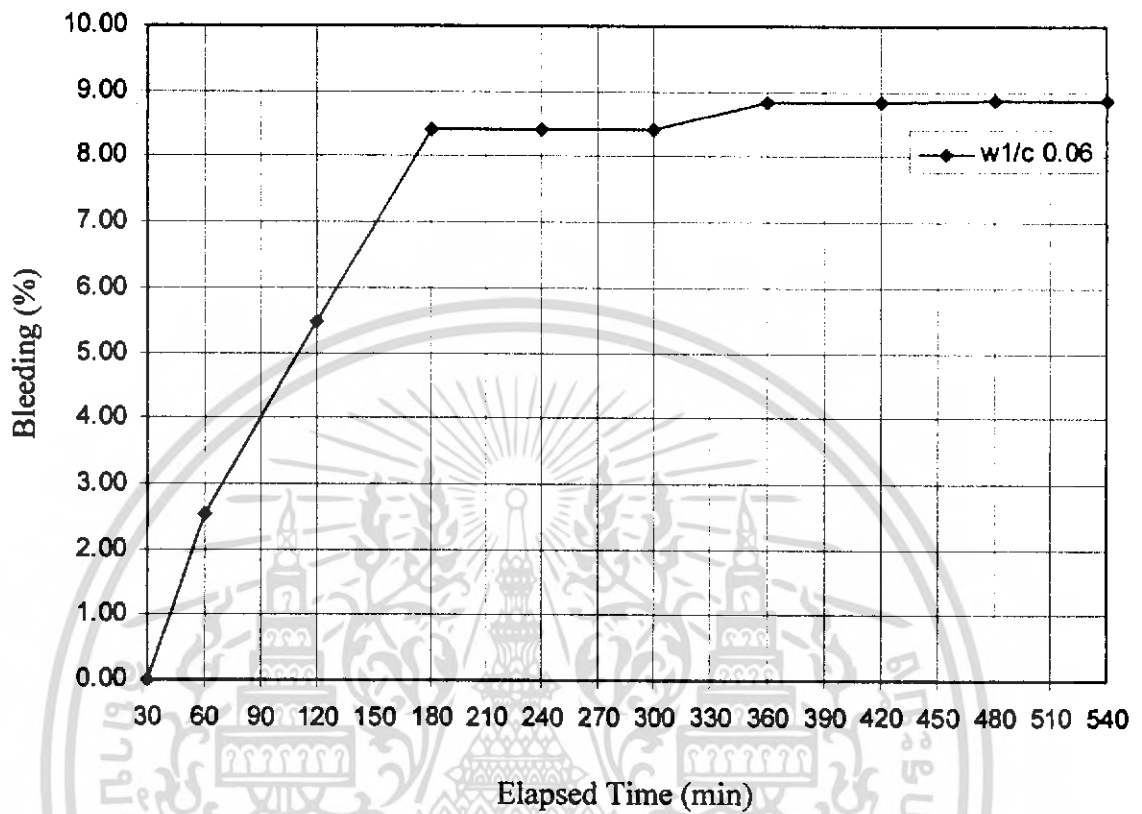
4.1. ผลการทดลองและการวิเคราะห์

1. ผลการทดลองในส่วนของซีเมนต์เพสต์

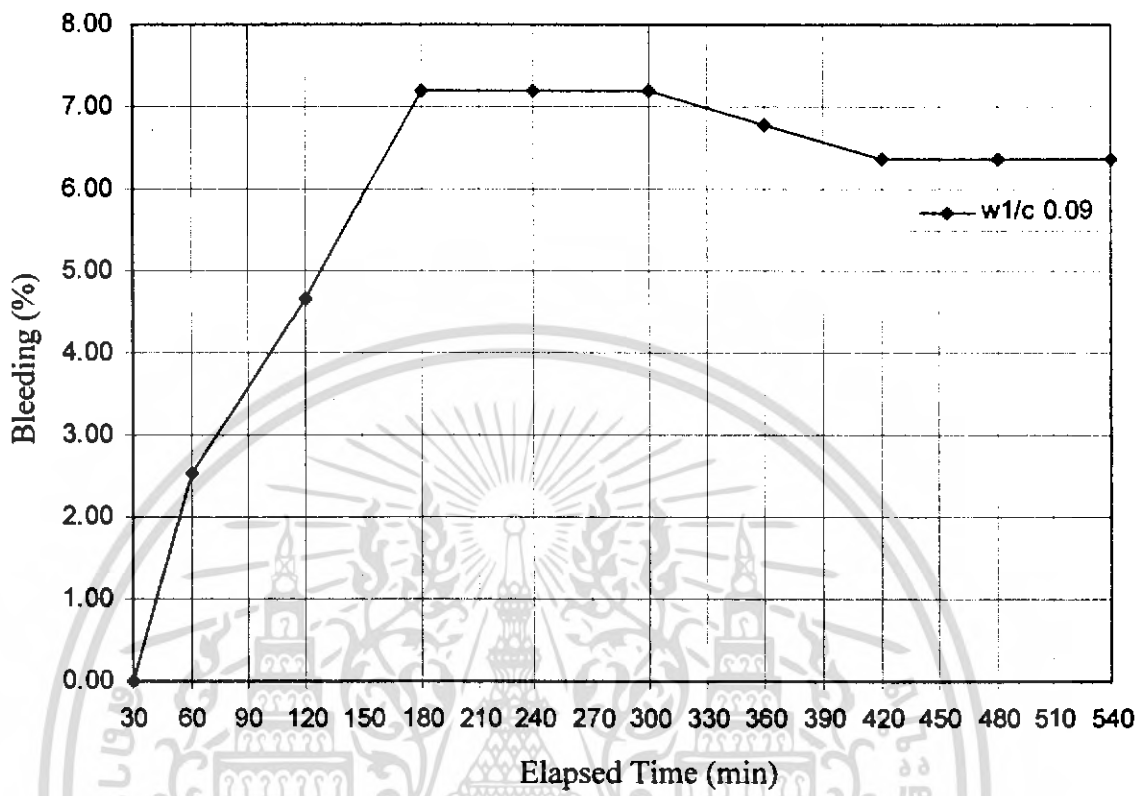
1.1. ลักษณะของการเข้มน้ำด้วยวิธีการผสมแบบ SM และ DM จะมีแนวโน้มการเข้มน้ำที่เหมือนกัน โดยที่เมื่อเวลาผ่านไปตั้งแต่ 30-180 นาทีซีเมนต์เพสต์จะมีการเข้มน้ำที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องมีลักษณะคล้ายเป็นเส้นตรง หลังจากเมื่อเวลาผ่านไป 180 นาทีซีเมนต์เพสต์จะเริ่มมีการเข้มน้ำที่คงที่ ดังแสดงในรูปที่ 4.1-4.12.



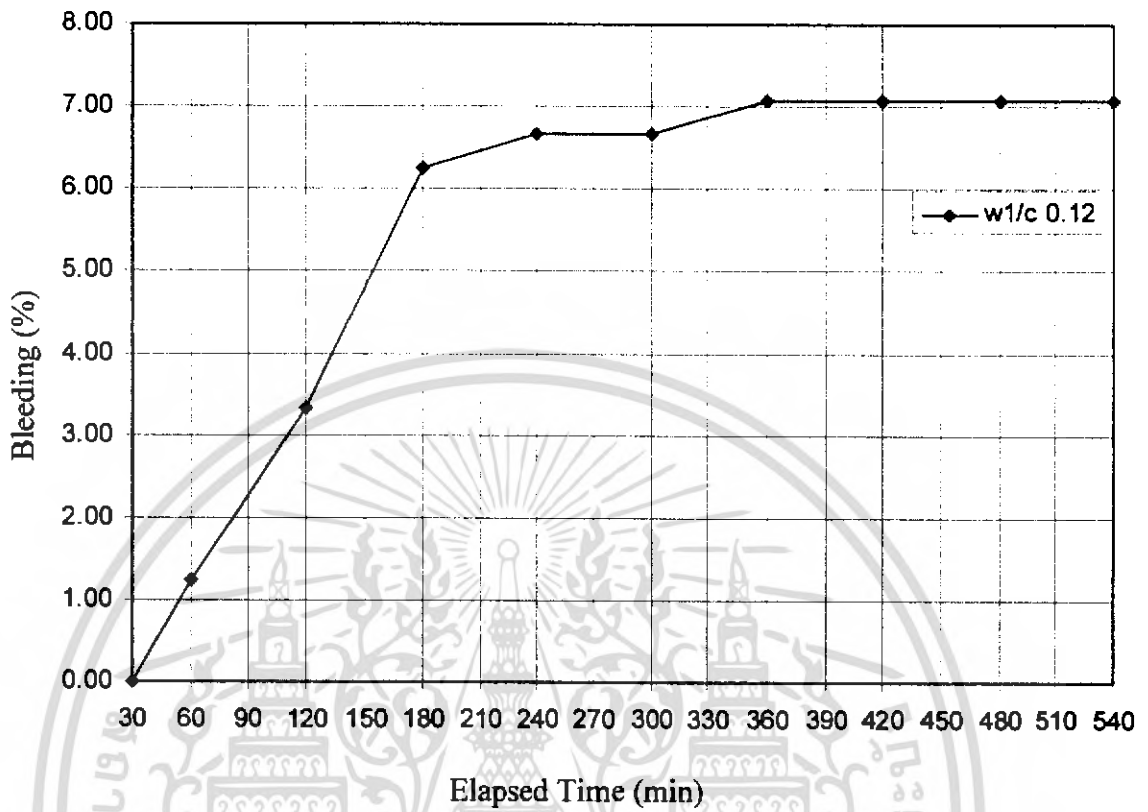
รูปที่ 4.1. แสดงค่าการเข้มน้ำ (Bleeding) ที่ W1/C 0.03 (W/C 0.60) เมื่อเวลาผ่านไป



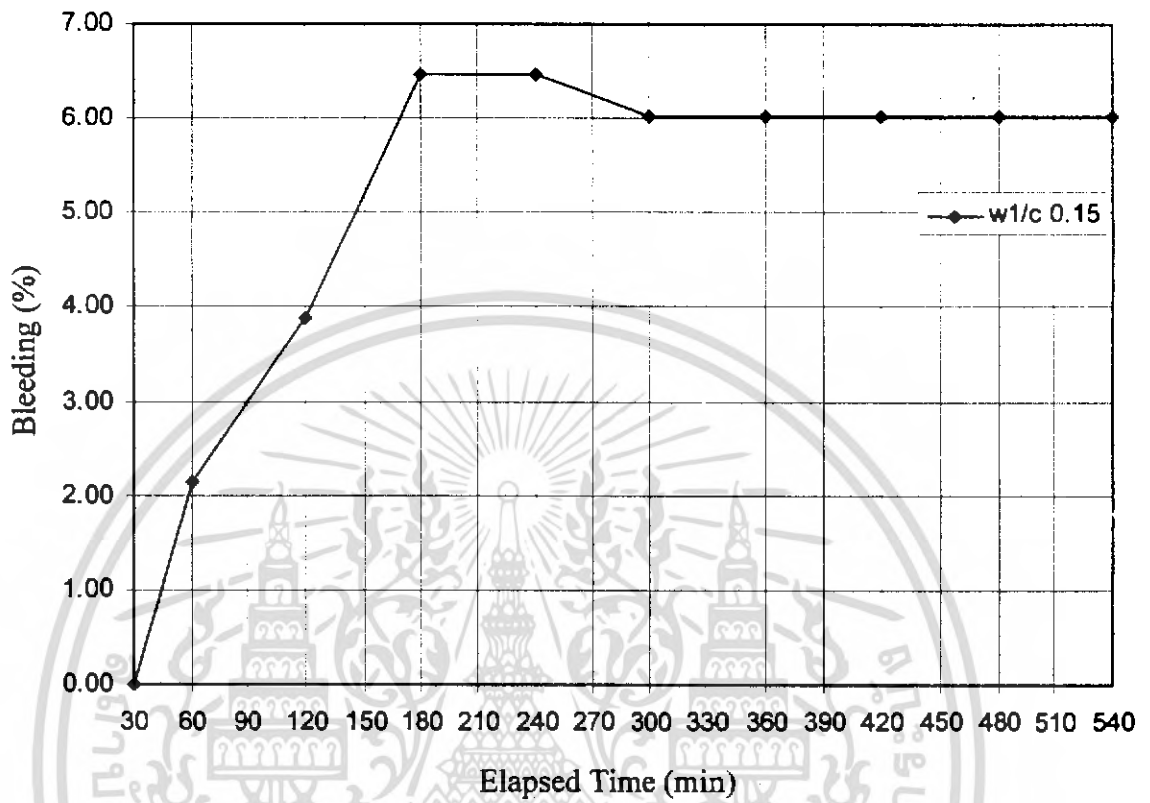
รูปที่ 4.2. แสดงค่าการเข้มน้ำ (Bleeding) ที่ W1/C 0.06 (W/C 0.60) เมื่อเวลาผ่านไป



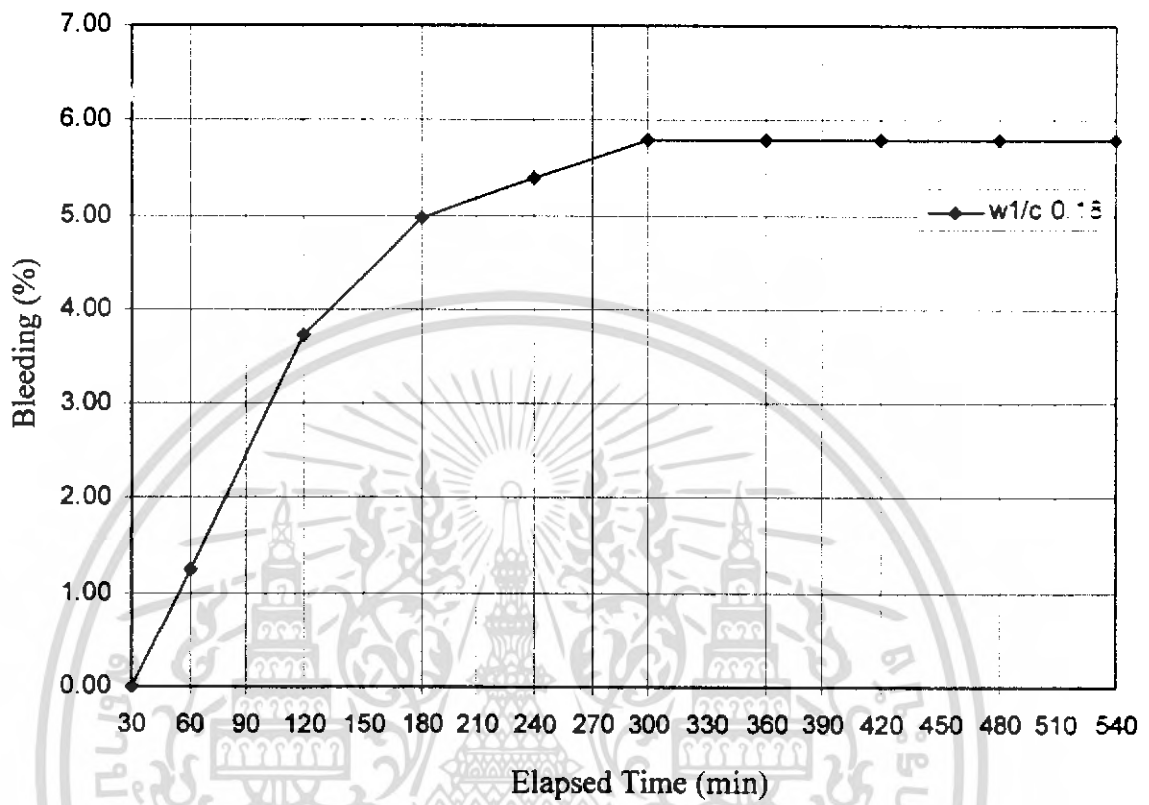
รูปที่ 4.3. แสดงค่าการเข้มน้ำ (Bleeding) ที่ W1/C 0.09 (W/C 0.60) เมื่อเวลาผ่านไป



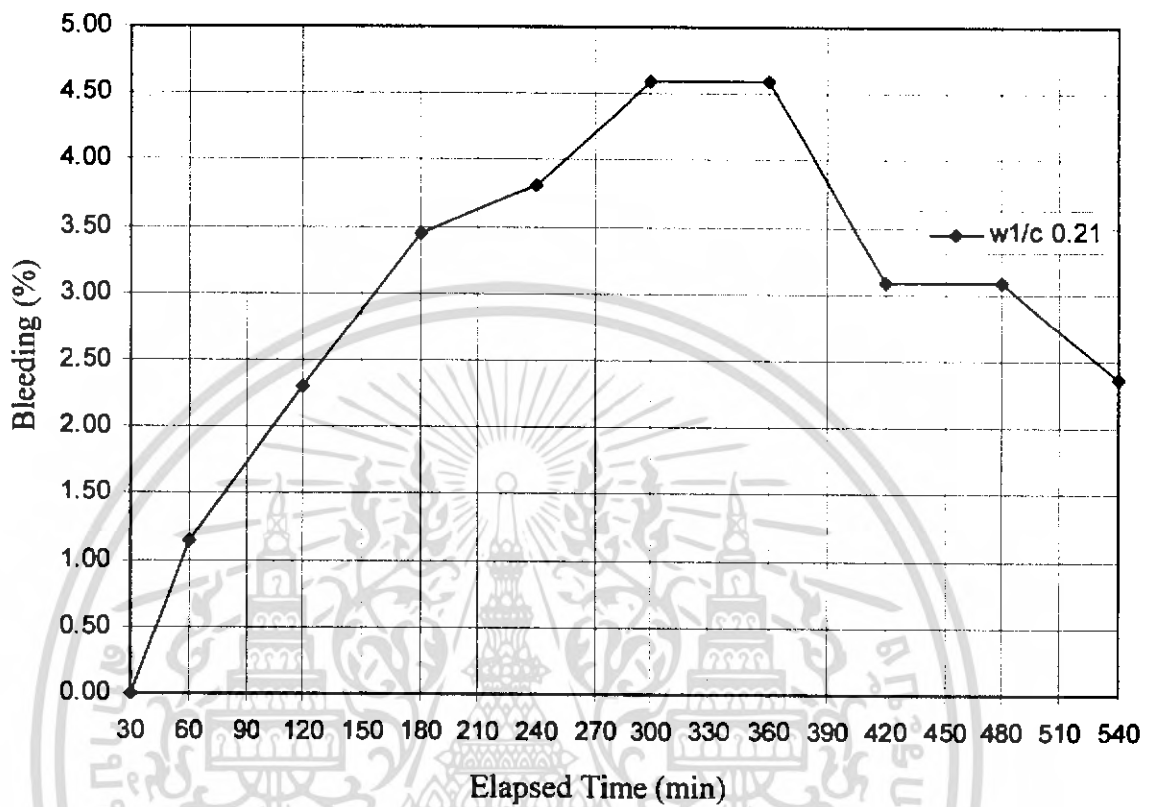
รูปที่ 4.4. แสดงค่าการเข้มน้ำ (Bleeding) ที่ W1/C 0.12 (W/C 0.60) เมื่อเวลาผ่านไป



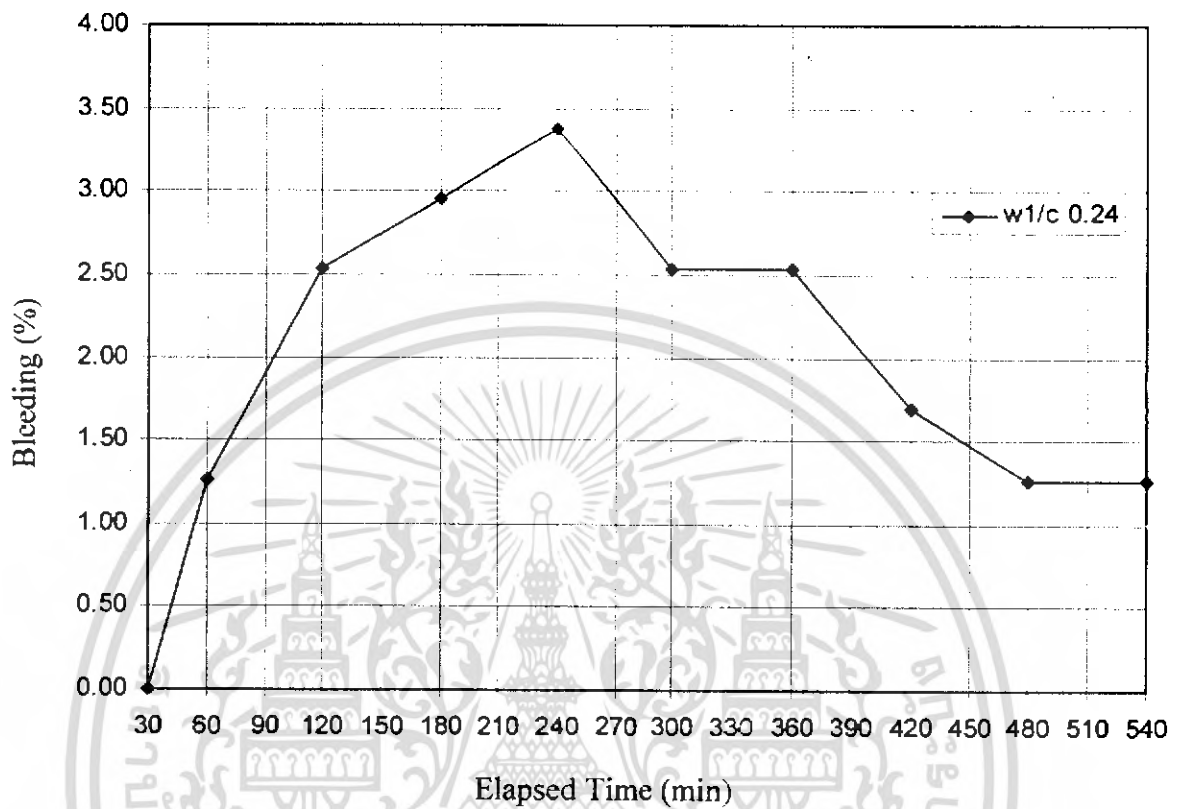
รูปที่ 4.5. แสดงค่าการเข้มน้ำ (Bleeding) ที่ W1/C 0.15 (W/C 0.60) เมื่อเวลาผ่านไป



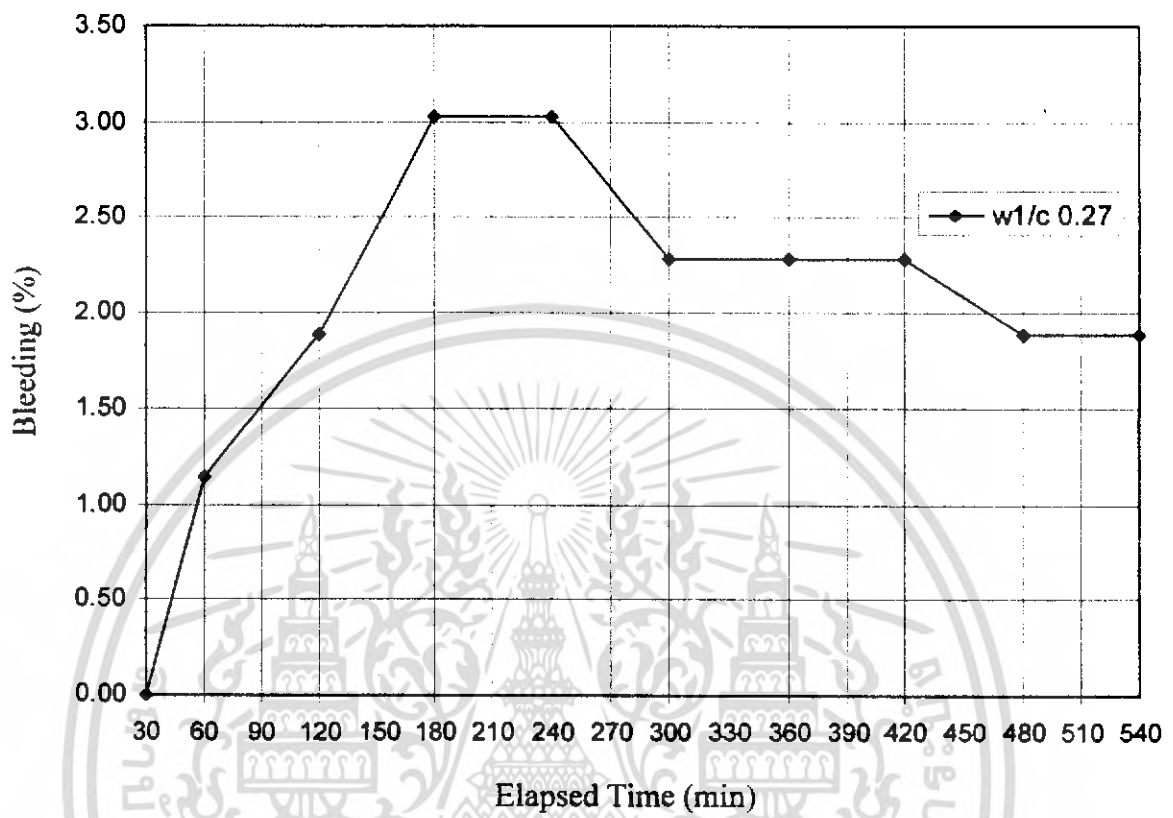
รูปที่ 4.6. แสดงค่าการเข้มน้ำ (Bleeding) ที่ W1/C 0.18 (W/C 0.60) เมื่อเวลาผ่านไป



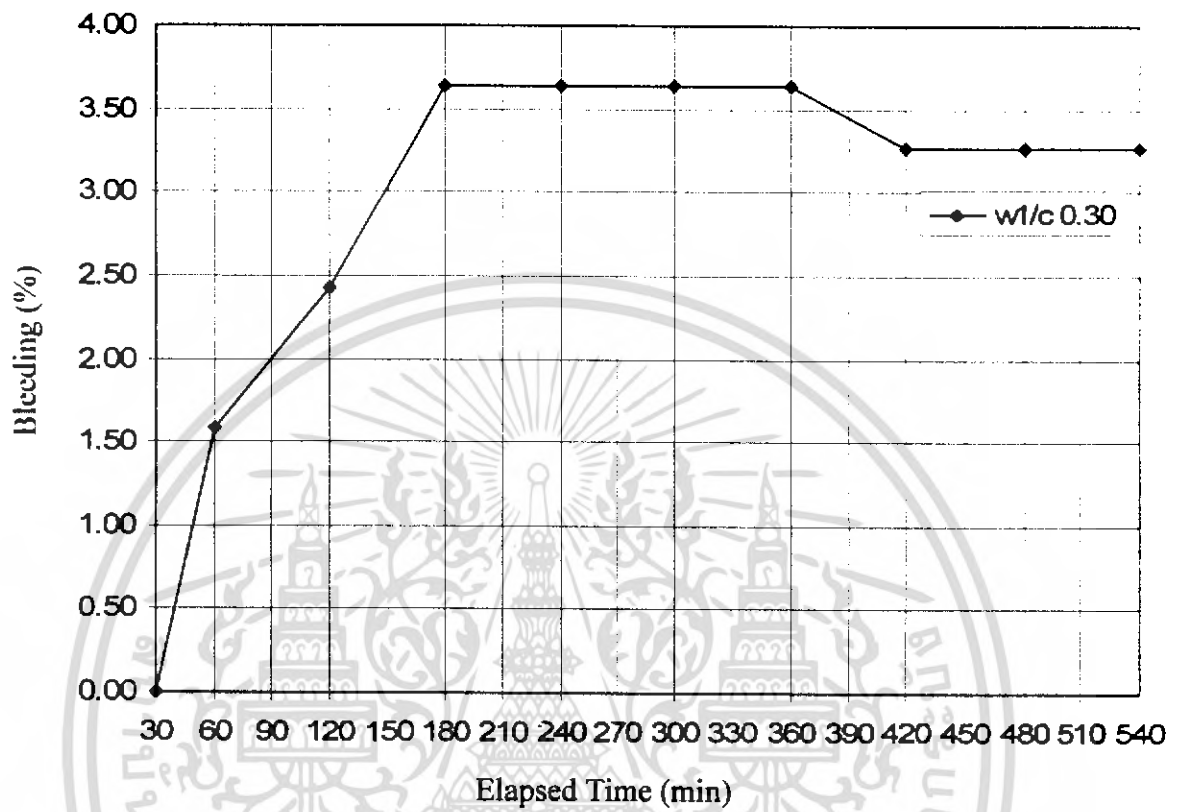
รูปที่ 4.7. แสดงค่าการเข้มน้ำ (Bleeding) ที่ W1/C 0.21 (W.C 0.60) เมื่อเวลาผ่านไป



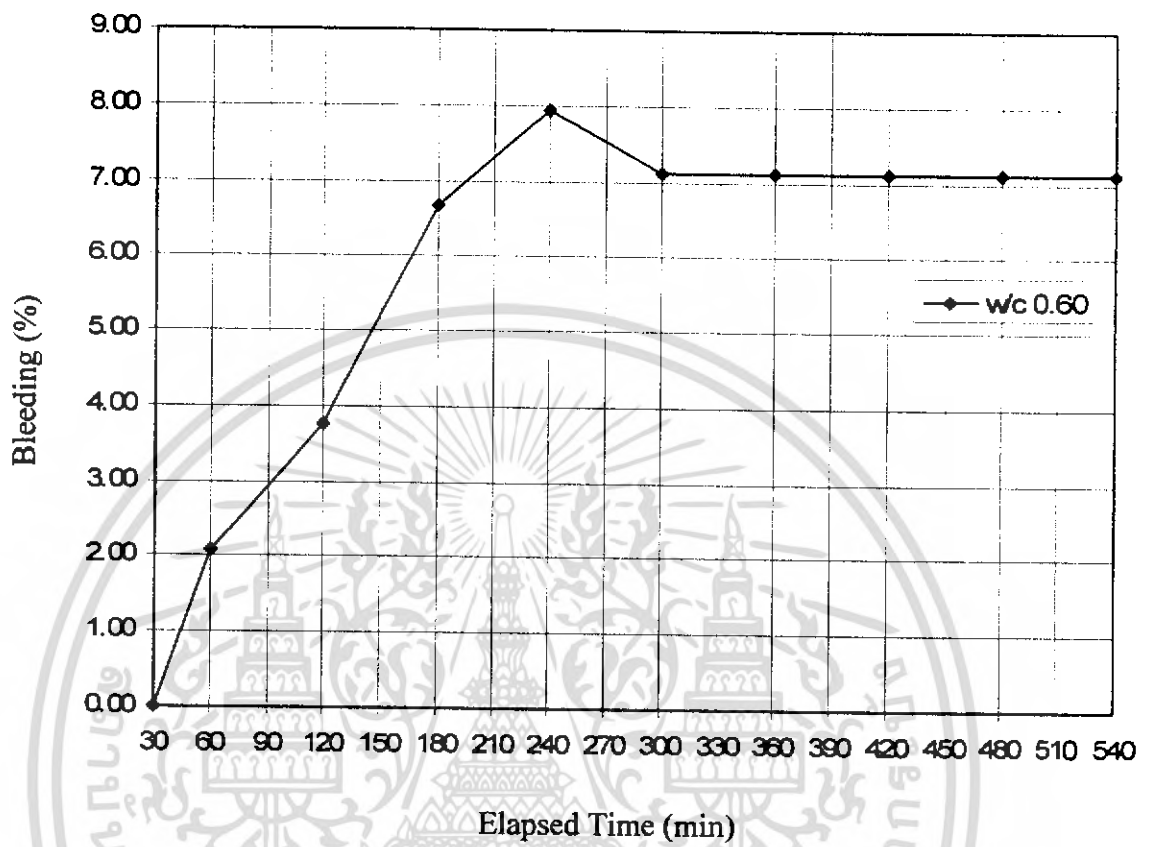
รูปที่ 4.8. แสดงค่าการเข้มน้ำ (Bleeding) ที่ W1/C 0.24 (W/C 0.60) เมื่อเวลาผ่านไป



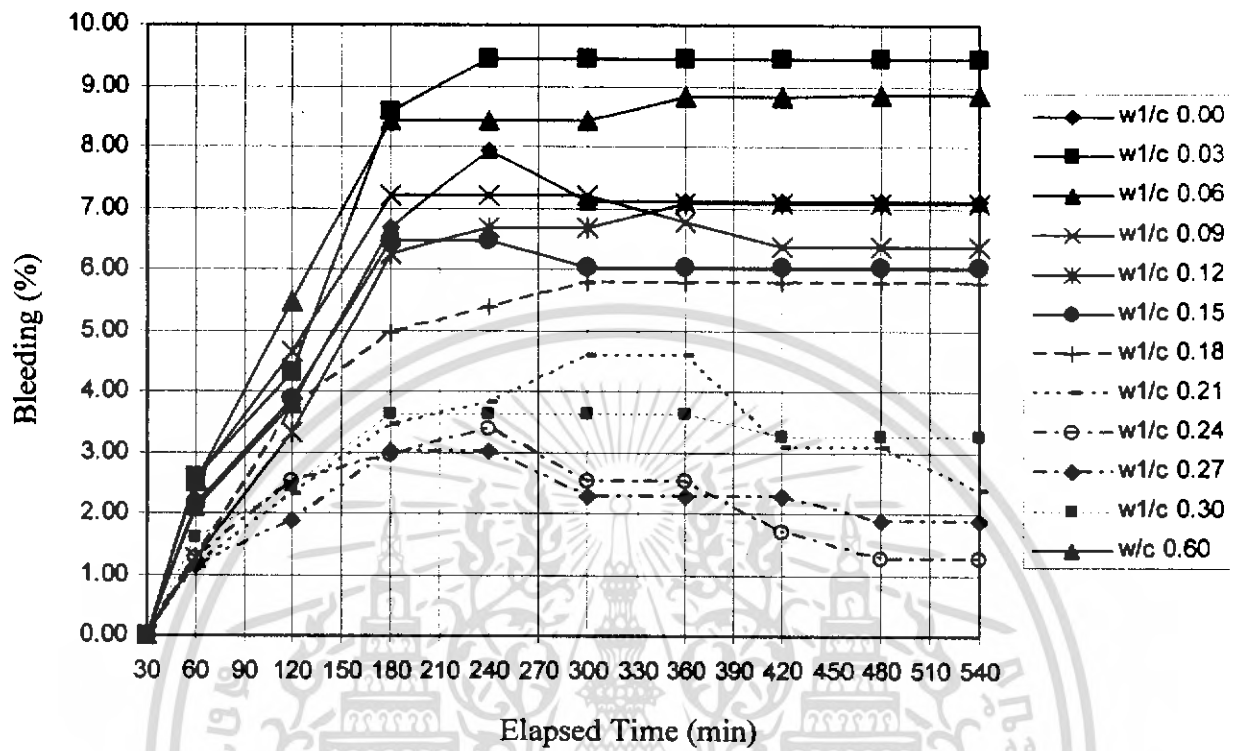
รูปที่ 4.9. แสดงค่าการเข้มน้ำ (Bleeding) ที่ W1/C 0.27 (W/C 0.60) เมื่อเวลาผ่านไป



รูปที่ 4.10. แสดงค่าการเป็นน้ำ (Bleeding) ที่ W1/C 0.30 (W/C 0.60) เมื่อเวลาผ่านไป

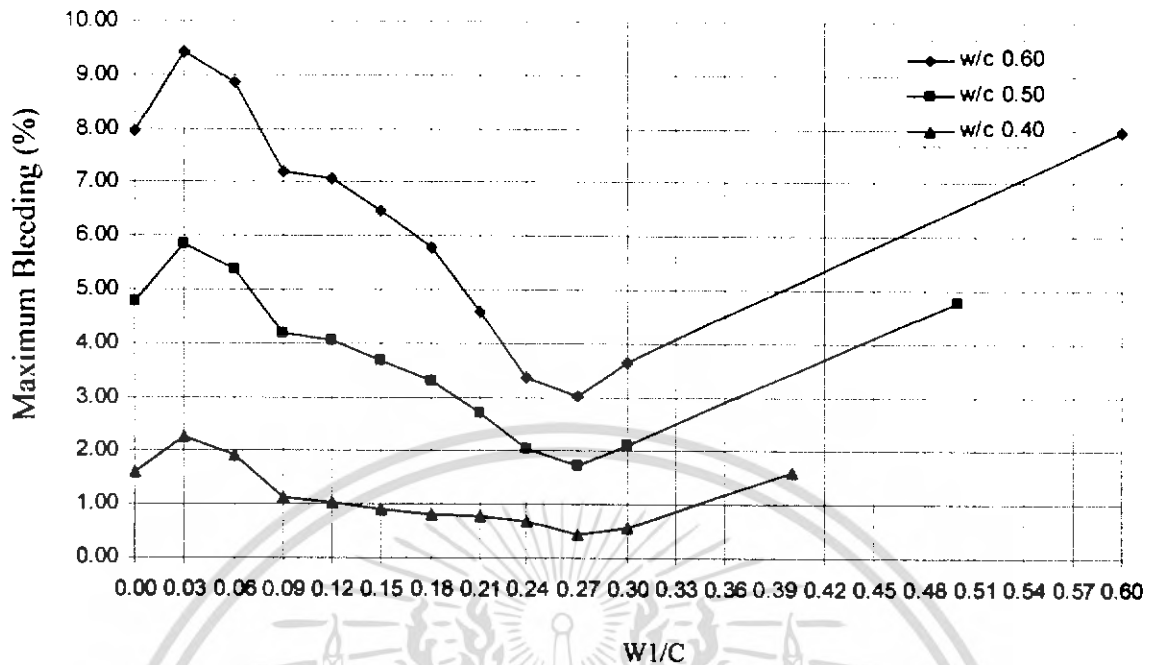


รูปที่ 4.11. แสดงค่าการเข็นน้ำ (Bleeding) ที่ W/C 0.60 เมื่อเวลาผ่านไป



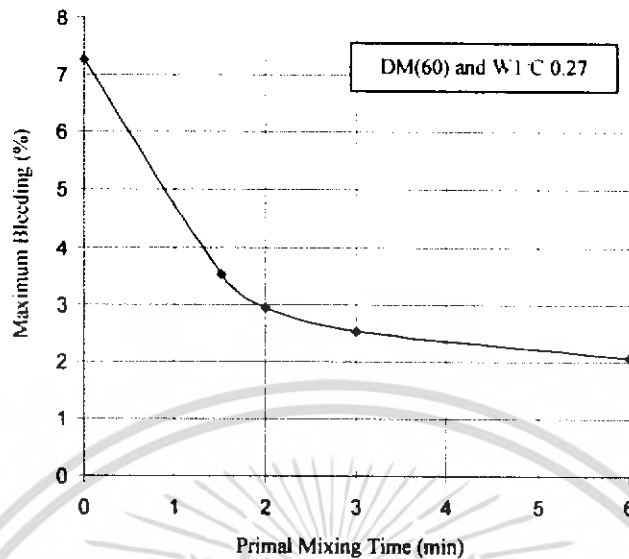
รูปที่ 4.12. แสดงค่าการเข้มน้ำ (Bleeding) ที่ W1/C แตกต่างกัน เมื่อเวลาผ่านไป

1.2. ปริมาณน้ำเริ่มแรกที่ใช้ในการผสม (W1/C) ต่อค่าการเข้มน้ำ (Bleeding) ของซีเมนต์เพสต์จากการทดสอบผสมซีเมนต์เพสต์ที่ W/C 0.60 โดยวิธี DM ซึ่งมีการรับค่า W1/C โดยเพิ่มทีละ 0.03 ตั้งแต่ W1/C = 0 (เทียบเท่ากับ SM) จนถึง W1/C = 0.30 โดยที่ $x = 3.5$, $y = 1.5$ และ $z = 2$ พบว่าเมื่อใช้ W1/C ที่มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 0.13 การ Bleeding มีปริมาณมากกว่าการผสมแบบ SM แต่เมื่อค่า W1/C เพิ่มขึ้นจะทำให้ค่า Bleeding ต่ำๆ ลดลงอย่างมากและลดต่ำสุดที่ W1/C ประมาณ 0.24-0.26 ดังแสดงในรูปที่ 4.13. จากผลการทดลองลักษณะของการเข้มน้ำเมื่อทำการผสมแบบ DM โดยที่มี W1/C ในช่วงที่มีค่าน้อยตั้งแต่ 0 - 0.06 ลักษณะดังกล่าวจะทำให้ซีเมนต์มีการจับตัวกันเป็นมวลขนาดใหญ่; เหมือนลักษณะของการนำซีเมนต์ที่มีความชื้นนำมาใช้ในการทำงานจึงทำให้ค่าการเข้มน้ำ (Bleeding) ที่มาก; เพราะว่ามีอนุภาคที่เบาและการจับตัวระหว่างอนุภาคซีเมนต์มีน้อยเนื่องจากมวลมีขนาดใหญ่จึงทำให้น้ำส่วนเกิน (Excess Water) ที่ไม่ได้มีการนำไปใช้ในการเกิดปฏิกิริยา มีการหลุดจากแรงยึดเหนี่ยวกับอนุภาคของซีเมนต์จึงทำให้อนุภาคของน้ำมีการลอยตัวขึ้นสู่ผิวหน้า จึงเป็นเหตุผลสำคัญอย่างหนึ่งว่าไม่ควรที่จะนำซีเมนต์ขึ้นมาใช้งานเพราะซีเมนต์ได้มีการรับน้ำส่วนแรกก่อนนำออกไปใช้งาน ส่วนการเข้มน้ำที่มีค่าที่น้อยกว่าวิธีการผสมแบบ SM ใน W1/C ระหว่าง 0.24-0.27 ลักษณะดังกล่าวเกิดจากการที่ซีเมนต์มีการผสมกับน้ำส่วนแรกแล้วมีการเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชัน (Hydration) ที่สมบูรณ์ในการผสมก่อนแล้ว เมื่อทำการผสมกับน้ำในส่วนที่สองให้ครบตามอัตราส่วนของ W/C จะทำให้ซีเมนต์เพสต์มีการยึดจับอนุภาคของน้ำได้มากขึ้นหรือมีพื้นที่ในการยึดจับน้ำได้มากขึ้นโดยที่ไม่ได้มีการยึดจับระหว่างอนุภาคน้ำกับน้ำหรือมีการยึดจับกันน้อยจึงทำให้มีการเข้มน้ำ (Bleeding) ที่น้อยลง ในส่วนของการเข้มน้ำ (Bleeding) ของวิธีการผสมแบบ SM ที่มีค่ามากกว่าวิธีการผสมแบบ DM เนื่องจากการผสมมีการใส่น้ำเพียงครั้งเดียวการเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชัน (Hydration) ระหว่างซีเมนต์กับน้ำมีการเกิดปฏิกิริยาที่สมบูรณ์เช่นเดียวกันแต่จะมีน้ำบางส่วนหรือที่เรียกว่าน้ำส่วนเกิน (Excess Water) จะมีการจับตัวหรือยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคน้ำกับน้ำโดยที่ไม่ได้มีการจับตัวระหว่างอนุภาคน้ำกับซีเมนต์ จะทำให้น้ำส่วนเกินนั้นลอยตัวขึ้นสู่ผิวหน้าของซีเมนต์เพสต์จึงทำให้มีค่าการเข้มน้ำ (Bleeding) ของวิธีการผสมแบบ SM มีค่ามากกว่าวิธีการผสมแบบ DM



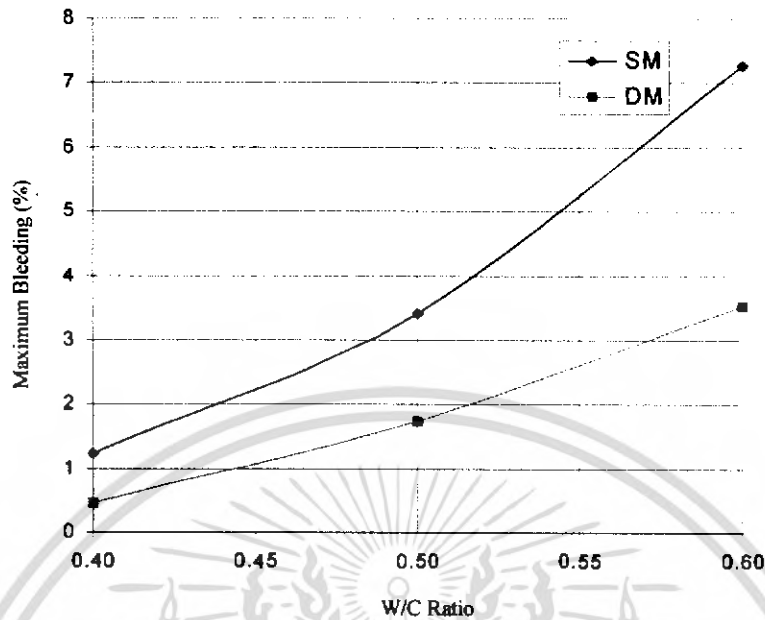
รูปที่ 4.13. แสดงค่าการเข้มน้ำสูงสุด (Maximum Bleeding) ที่ W1/C ต่างกัน

1.3. การเข้มน้ำ (Bleeding) และเวลาในการผสม y (Primal Mixing Time for DM) จากการทดสอบของตัวอย่าง W/C = 0.60 และ W1/C = 0.27 (เนื่องจากทำให้มีค่าการเข้มน้ำน้อยที่สุด) จากผลการทดลองพบว่า เมื่อใช้เวลาในการผสมซีเมนต์พิเศษในส่วนของ W1/C = 0.27 โดยค่า y มากขึ้นจะทำให้การเข้มน้ำลดลงอย่างมาก โดยเฉพาะในช่วงเวลาดังแต่ 0-3 นาที ซึ่งหลังจากใช้เวลา y ในการผสมมากกว่า 3 นาทีไปแล้วอัตราการคายน้ำจะลดต่ำลงไปอีกเล็กน้อยดังแสดงในรูปที่ 4.14. จากผลการทดลองดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าการผสมแบบ DM โดยที่ใช้ระยะเวลา y ในการผสมที่มีค่ามากขึ้นเป็นผลทำให้การเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชัน (Hydration) ระหว่างน้ำกับซีเมนต์เกิดได้อย่างสมบูรณ์ที่สุดโดยที่มีการยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของน้ำกับซีเมนต์เท่านั้นเมื่อมีการนำน้ำส่วนที่สองมาทำการผสมให้ครบตามอัตราส่วนของน้ำต่อซีเมนต์ที่ได้ทำการออกแบบไว้จึงทำให้ซีเมนต์พิเศษมีการยึดจับน้ำเพียงอย่างเดียวหรือมีพื้นที่ที่มีค่ามากขึ้นในการยึดจับน้ำในส่วนที่สองจึงเป็นส่วนที่ทำให้ลดการยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคน้ำกับน้ำ ลักษณะดังกล่าวจึงเป็นส่วนช่วยในการเข้มน้ำของซีเมนต์พิเศษ โดยที่ผลการทดลองค่าที่เหมาะสมของระยะเวลา y ควรอยู่ที่ 0-3 นาที



รูปที่ 4.14. แสดงค่าการเข้มน้ำ (Bleeding) ที่เวลาในการผสม y ต่างกัน

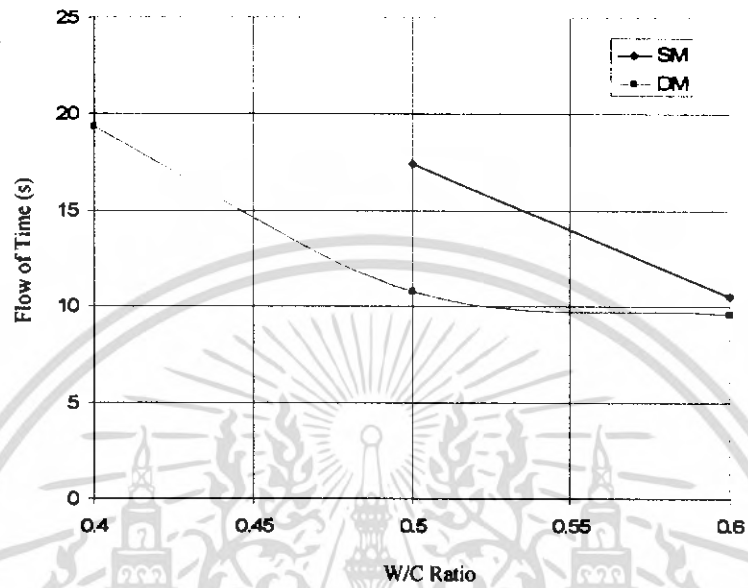
1.4. ค่าการเข้มน้ำ (Bleeding) เมื่อใช้ W/C ที่สูงขึ้นจะเห็นความแตกต่างกันมากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ W/C 0.60 ค่าการเข้มน้ำ (Bleeding) ของ DM จะยิ่งน้อยกว่า SM เป็นสองเท่าดังรูปที่ 4.15. จากผลการทดลองดังกล่าวนี้แสดงให้เห็นว่าการผสมแบบวิธี DM จะมีการยึดจับน้ำได้ดีกว่าวิธีการผสมแบบ SM ซึ่งจะเป็นข้อสรุปที่เห็นได้อย่างชัดเจนจากข้อมูลของการทดลอง W/C 0.60 นั้นหากลองคำนวณดูว่าในส่วน of น้ำที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชัน (Hydration) อยู่ที่ 0.28 ± 0.1 น้ำส่วนเกินที่มีในการผสมตาม W/C 0.60 จะมีถึง 0.32 ซึ่งมีความมากกว่าเป็นหนึ่งเท่าตัว ในการยึดจับระหว่างอนุภาคซีเมนต์กับอนุภาคน้ำอาจจะไม่สามารถยึดจับได้เพียงพอจึงทำให้มีค่าการเข้มน้ำที่มีค่ามาก ซึ่งจากข้อความดังกล่าวข้างต้นจึงทำให้ทราบว่า การผสมแบบ DM มีการยึดจับน้ำได้ดีกว่าซึ่งทำให้มีค่าการเข้มน้ำที่น้อยกว่าวิธีการผสมแบบ SM



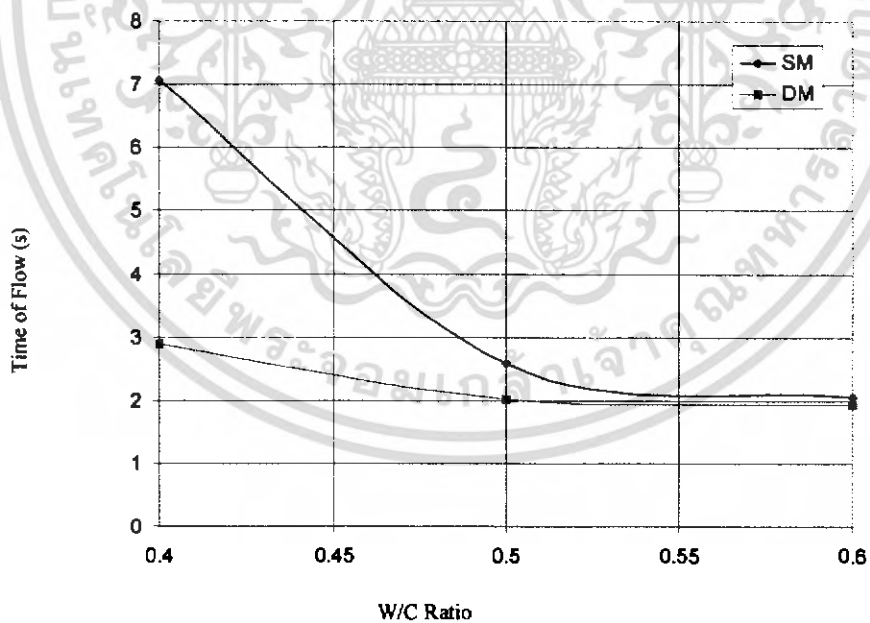
รูปที่ 4.15. แสดงค่าการเข้มน้ำ (Bleeding) ที่ W/C ต่างกัน

1.5. อัตราการไหลของซีเมนต์เพสต์ผ่าน Flow cone จากการทดลองพบว่า อัตราการไหลของซีเมนต์เพสต์ที่ผสมโดยวิธี DM คีขึ้นมากเมื่อเทียบกับการผสมโดยวิธี SM โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อมีอัตราส่วน W/C ค่ำมากเท่าไรก็จะเห็นค่าความต่างมากขึ้น จากการทดลองโดยวิธี ASTM ที่ W/C= 0.40 พบว่าการผสมแบบ SM นั้นซีเมนต์เพสต์สามารถไหลผ่านอุปกรณ์ได้แต่ใช้ระยะเวลาในการผ่านนั้นมีค่ามากจนเกินที่จะสามารถยอมรับค่านั้นได้ จึงให้ค่าการไหลนั้นเป็นค่าที่ไม่สามารถจะทำการจดบันทึกในการวิเคราะห์ผลได้ แต่เมื่อใช้วิธีการผสมแบบ DM พบว่าซีเมนต์เพสต์สามารถไหลผ่านอุปกรณ์การทดลองโดยใช้เวลาในการไหล ผ่านประมาณ 19 วินาที สำหรับ W/C=0.5 กบัการผสมแบบ DM เทียบกับแบบ SM แล้วพบว่าซีเมนต์เพสต์สามารถไหลผ่านอุปกรณ์การทดลอง โดยใช้เวลาในการไหลลดลงถึง 7 วินาที ดังรูปที่ 4.16. สำหรับการทดลองโดยวิธี JSCE ดังรูปที่ 4.17. พบว่าที่ W/C=0.40 ซีเมนต์เพสต์ที่ผสมแบบ SM ให้ค่าการไหลผ่าน Flow cone ที่เวลา 7 วินาทีส่วนซีเมนต์เพสต์ที่ผสมโดยวิธี DM ให้ค่าการไหลผ่านที่เวลา 2.9 วินาที ซึ่งจะเห็นได้ว่าวิธีการผสมแบบ DM สามารถเพิ่มอัตราการไหลของซีเมนต์เพสต์โดยทำให้เวลาในการไหลผ่านอุปกรณ์ทดลองลดลง มากกว่าครึ่งหนึ่งของการผสมแบบ SM จากการทดลองแสดงให้เห็นว่าการผสมแบบ DM นอกจากการที่ให้ค่าการเข้มน้ำที่น้อยลงแล้วแต่สามารถที่จะให้ค่าการไหลนั้นมีค่าที่เพิ่มมากขึ้นด้วยเมื่อทำการเปรียบเทียบกบัวิธีการผสมแบบ SM ซึ่งจากผลการทดลองค่าที่เห็นความ

แตกต่างของการไหลมากที่สุดคืออยู่ที่ W/C 0.40 แต่ในส่วนช่วง W/C 0.60 จะมีผลของการไหลที่ไม่ค่อยแตกต่างกันมากเนื่องจากมีปริมาณน้ำในการผสมตามอัตราส่วน ในวิธีการผสมแบบ DM และ SM มีค่ามากเช่นเดียวกันจึงทำให้ค่าการไหลจึงไม่เห็นความแตกต่างกันมาก



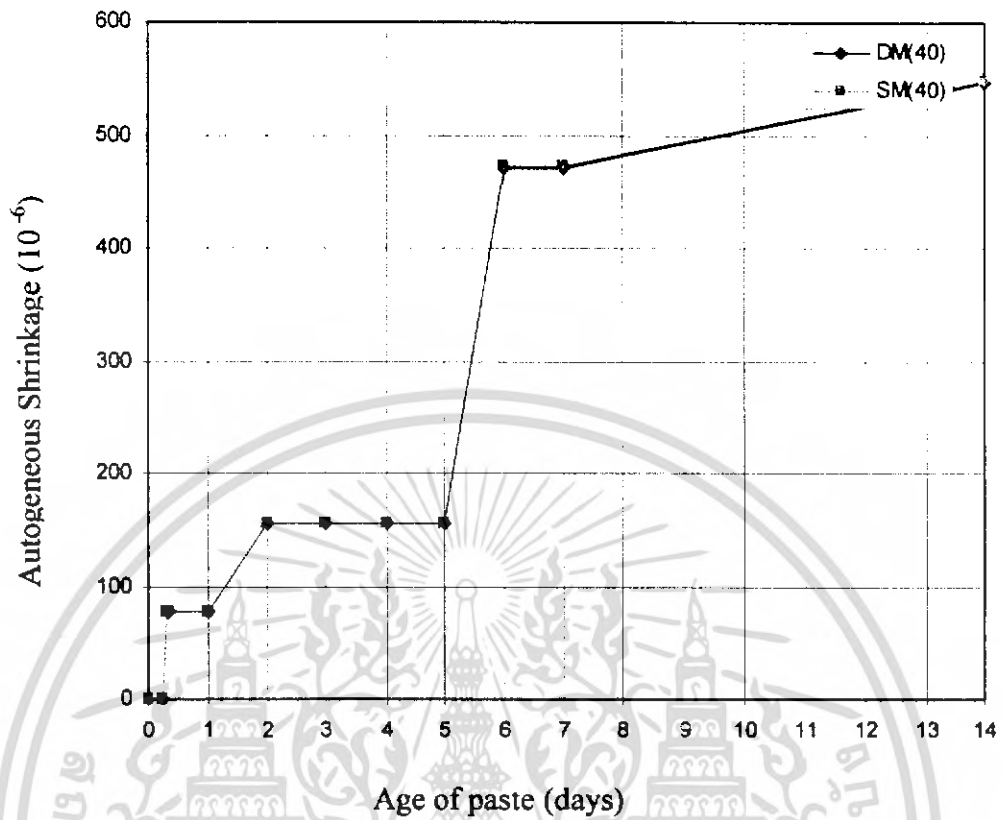
รูปที่ 4.16. แสดงค่าการไหลของตัวอย่างเมื่อทดสอบด้วยวิธี ASTM



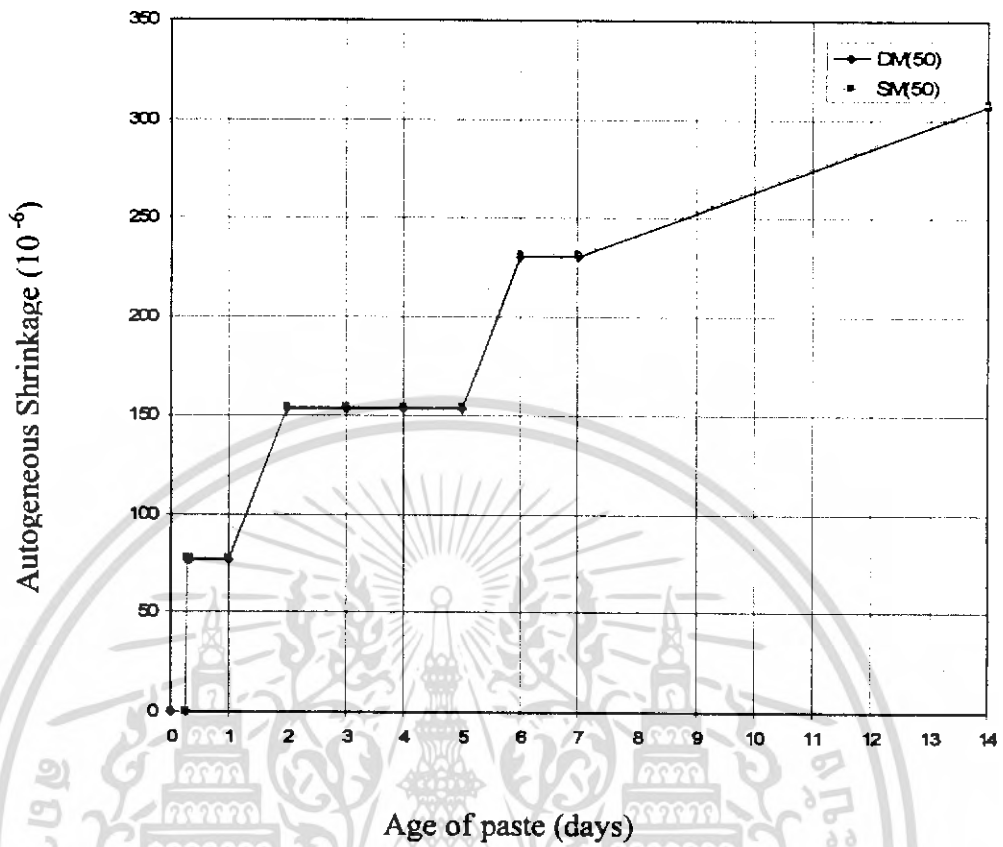
รูปที่ 4.17. แสดงค่าการไหลของตัวอย่างเมื่อทดสอบด้วยวิธี JSCE

1.6. ค่าการหดตัวของซีเมนต์เพสต์ (Autogeneous Shrinkage) จากผลการทดลองแสดงดัง

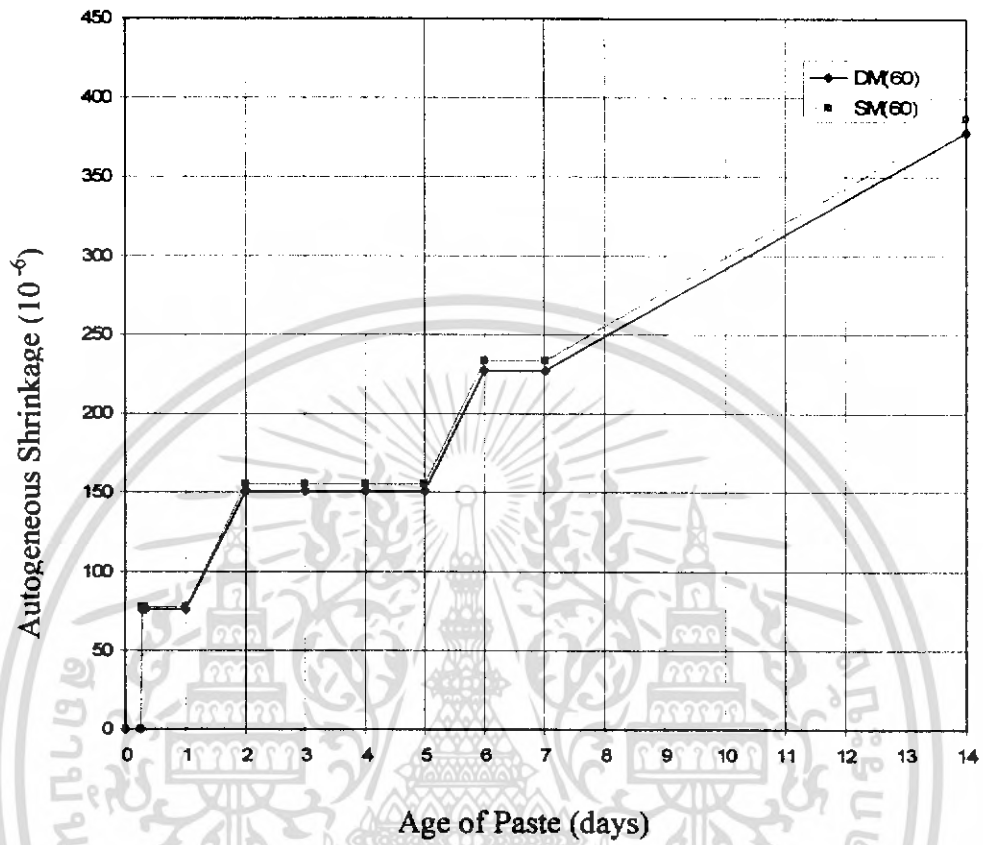
รูปที่ 4.18. , 4.19. และ 4.20. จะเห็นว่าค่าการหดตัวของการผสมแบบ DM และ SM นั้นจะมีค่าการหดตัวเพิ่มขึ้นตามอายุของซีเมนต์เพสต์ ค่าที่ได้มีค่าใกล้เคียงกันแต่จะมีผลบ้างเล็กน้อยที่ W/C มากขึ้น สังเกตได้ว่าที่ W/C 0.60 มี DM มีการหดตัวมากกว่าเพียงเล็กน้อยเท่านั้น จากผลการทดลองดังกล่าวค่าการหดตัว (Autogeneous Shrinkage) นั้นเมื่อทำการเชื่อมโยงตามความสัมพันธ์ของการทดสอบการเข้มน้ำ (Bleeding) จากข้อมูลดังข้างต้นการเข้มน้ำ (Bleeding) ของวิธีการผสมแบบ SM จะมีค่าที่มากกว่าสองเท่าของวิธีการผสมแบบ DM ใน W/C 0.60 แสดงให้เห็นว่าเมื่อการเข้มน้ำขึ้นมาที่ผิวซีเมนต์เพสต์และเมื่อมีอัตราการระเหยเท่ากับอัตราการเข้มน้ำ ปริมาณที่น้ำระเหยออกไปทำให้ปริมาณของซีเมนต์เพสต์ลดลงหรือมีการหดตัว ซึ่งอาจจะเป็นเหตุผลที่ว่าค่าการหดตัวของซีเมนต์เพสต์ของวิธีการผสมแบบ SM อาจจะมีค่าน้อยกว่าวิธีการผสมแบบ DM เมื่ออายุของซีเมนต์เพสต์มากขึ้นแต่จากผลการทดลองของการทดสอบการหดตัว (Autogeneous Shrinkage) แสดงให้เห็นว่าการผสมแบบวิธี DM นั้นถึงแม้จะมีการเข้มน้ำที่คือน้ำน้อยและมีการหดตัวในช่วงแรกน้อยนั้นแต่จะไม่ส่งผลต่อการหดตัว (Autogeneous Shrinkage) เมื่ออายุของซีเมนต์เพสต์มากขึ้นเมื่อทำการเปรียบเทียบกับวิธีการผสมแบบ SM ในส่วนของ W/C 0.60 เมื่อมีอายุของซีเมนต์เพสต์มากขึ้นหรือที่ 14 วันขึ้นตัวอย่างที่มีการผสมแบบ SM มีค่าที่มากกว่าขึ้นตัวอย่างของวิธีการผสมแบบ DM การหดตัวที่มากกว่านั้นเนื่องจากเป็นผลกระทบในช่วงแรกเนื่องจากการเข้มน้ำที่มีค่ามากทำให้ปริมาณของซีเมนต์เพสต์ลดลงไปมากกว่าวิธีการผสมแบบ DM



รูปที่ 4.18. แสดงค่าระหว่างค่าการหดตัวของซีเมนต์เพสต์ และอายุของซีเมนต์เพสต์ที่ W/C 0.4



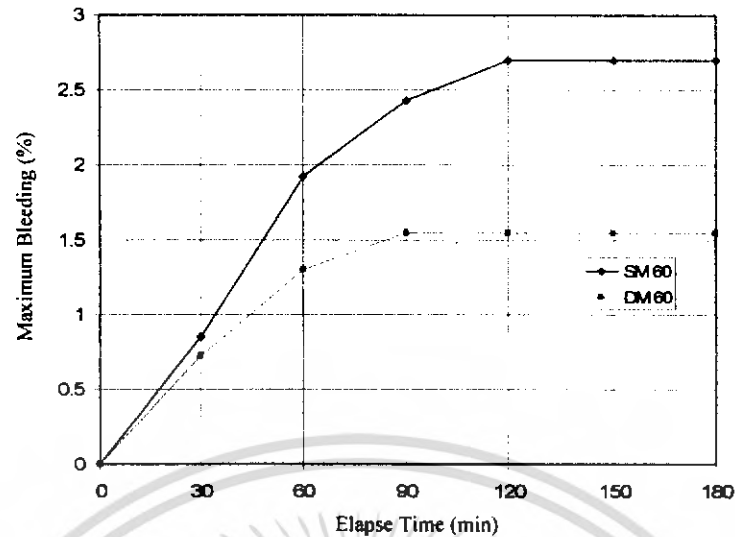
รูปที่ 4.19. แสดงค่าระหว่างค่าการหดตัวของซีเมนต์เพสต์ และอายุของซีเมนต์เพสต์ที่ W/C 0.5



รูปที่ 4.20. แสดงค่าระหว่างค่าการหดตัวของซีเมนต์เพสต์ และอายุของซีเมนต์เพสต์ที่ w/c 0.6

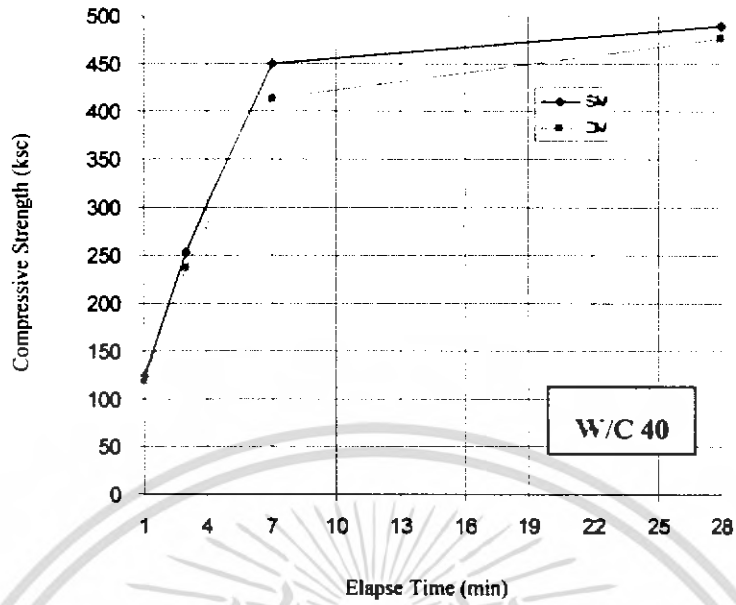
2. ผลการทดลองในส่วนของคอนกรีต

2.1. การทดสอบการซึมน้ำ (Bleeding) ของคอนกรีต จากการทดลองพบว่า คอนกรีตที่ W/C 0.60 จะมีค่าการซึมน้ำ (Bleeding) ของผิวหน้าเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาผ่านไปตั้งแต่ 0 ถึง 120 นาที ดังรูปที่ 4.21. และพบว่าการผสมแบบ DM จะช่วยลดการซึมน้ำ (Bleeding) ได้เช่นเดียวกับการทดสอบการซึมน้ำของซีเมนต์เพสต์ จากข้อมูลข้างต้นในการทดสอบจะพบว่าค่าการซึมน้ำ (Bleeding) ที่ผิวหน้าของคอนกรีตมีค่าน้อยกว่าเมื่อเทียบกับซีเมนต์เพสต์ดังรูปที่ 4.12. ซึ่งเนื่องมาจากในคอนกรีตสามารถแบ่งได้เป็นสองส่วนคือ ส่วนที่เป็นซีเมนต์เพสต์ กับส่วนที่เป็นมวลรวม(ทรายและมวลรวมหยาบ) ซึ่งคอนกรีตจะมีคุณสมบัติที่เปลี่ยนไปนั้นขึ้นอยู่กับซีเมนต์เพสต์ ไม่ว่าจะเป็น ความสามารถในการรับกำลังอัด(Compressive Strength) การซึมน้ำ (Bleeding) หรือ ความสามารถในการเท (Workability) เป็นต้น ดังนั้นการวิเคราะห์จึงควรให้ความสำคัญของซีเมนต์เพสต์เป็นหลัก จากข้อมูลข้างต้นการซึมน้ำของซีเมนต์เพสต์จะมีค่ามากกว่าคอนกรีต เนื่องจากเมื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างซีเมนต์เพสต์กับคอนกรีตในปริมาณเดียวกันนั้นจะพบว่าในปริมาณของซีเมนต์เพสต์เพียงอย่างเดียวจะมีปริมาณที่มากกว่าปริมาณของซีเมนต์เพสต์ในคอนกรีต โดยที่เริ่มมีการศึกษาดังข้างต้นว่าลักษณะของการซึมน้ำเกิดจากซีเมนต์เพสต์เป็นหลัก ดังนั้นในปริมาณของซีเมนต์เพสต์ที่มีในคอนกรีตน้อยเนื่องจากการแทนที่ของมวลรวมทำให้การซึมน้ำ(Bleeding) ของคอนกรีตเกิดขึ้นน้อยกว่าซีเมนต์เพสต์ แต่แนวโน้มของการซึมน้ำโดยวิธีผสมแบบ DM ยังเป็นแนวโน้มเดียวกันคือมีค่าการซึมน้ำ (Bleeding) น้อยกว่าวิธีการผสมแบบ SM ส่วนในการทดลองหาค่าการซึมน้ำจะทำการทดสอบเพียง W/C 0.60 เนื่องจากการทดสอบที่ W/C 0.40 และ 0.50 นั้นจะทำการวัดค่าการซึมน้ำ (Bleeding) ได้ยากเนื่องจากมีค่าน้อยมากไม่สามารถที่จะอ่านค่าได้อย่างถูกต้อง

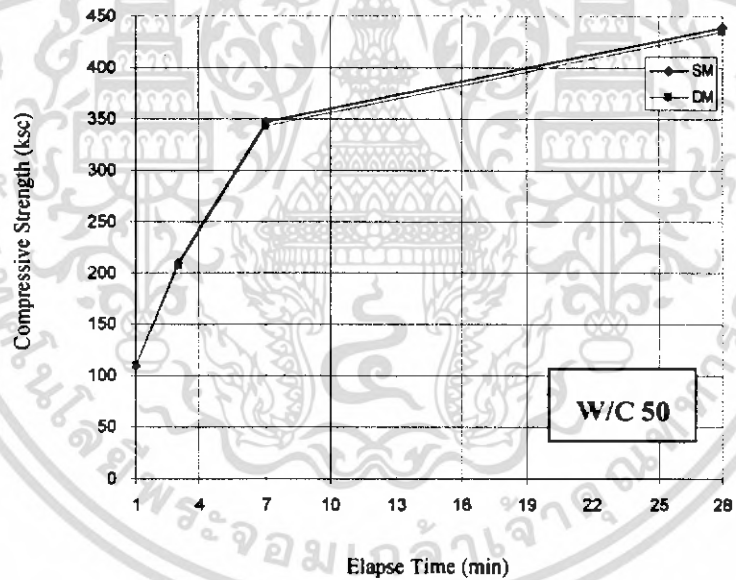


รูปที่ 4.21. แสดงค่าการเข้มน้ำ (Bleeding) ของคอนกรีตที่ W/C 0.60

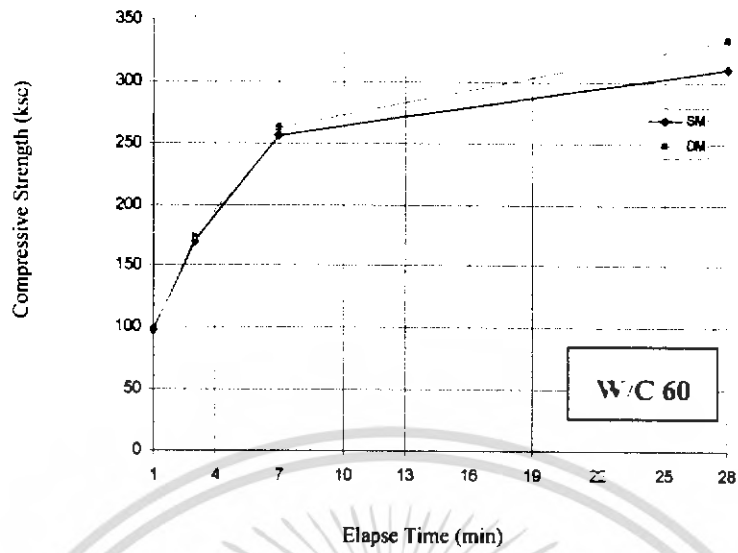
2.2. การทดสอบกำลังอัดของคอนกรีตที่ W/C 0.60 จากการทดลอง พบว่าค่ากำลังอัดของคอนกรีตที่อายุ 1, 3, 7 และ 28 วันในการผสมแบบวิธี DM จะมีค่ากำลังอัดคอนกรีตที่มีค่าไม่แตกต่างกันมากนักกับวิธีการผสมแบบ SM ดังแสดงในรูปที่ 4.22. , 4.23. และ 4.24. ซึ่งในส่วนที่มีค่ากำลังอัดที่น้อยอาจจะ เป็นผลกระทบเนื่องการเข้มน้ำ (Bleeding) ที่มีมากเพราะน้ำที่ลอยตัวสู่ผิวหน้าคอนกรีตหรือน้ำบางส่วน อาจจะอยู่ได้มวกรวมหยาบที่มีขนาดใหญ่เมื่อมีการแข็งตัวน้ำส่วนนั้นอาจจะระเหยแล้วอาจทำให้เกิดเป็นโพรงขึ้นมาได้หรืออาจเนื่องมาจากสัดส่วนของ W/C ที่ผิวหน้ามีค่ามากจึงทำให้ความสามารถในการรับกำลังลดต่ำลงได้



รูปที่ 4.22. แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่าง ค่า Compressive Strength และ อายุคอนกรีตที่ W/C 0.40



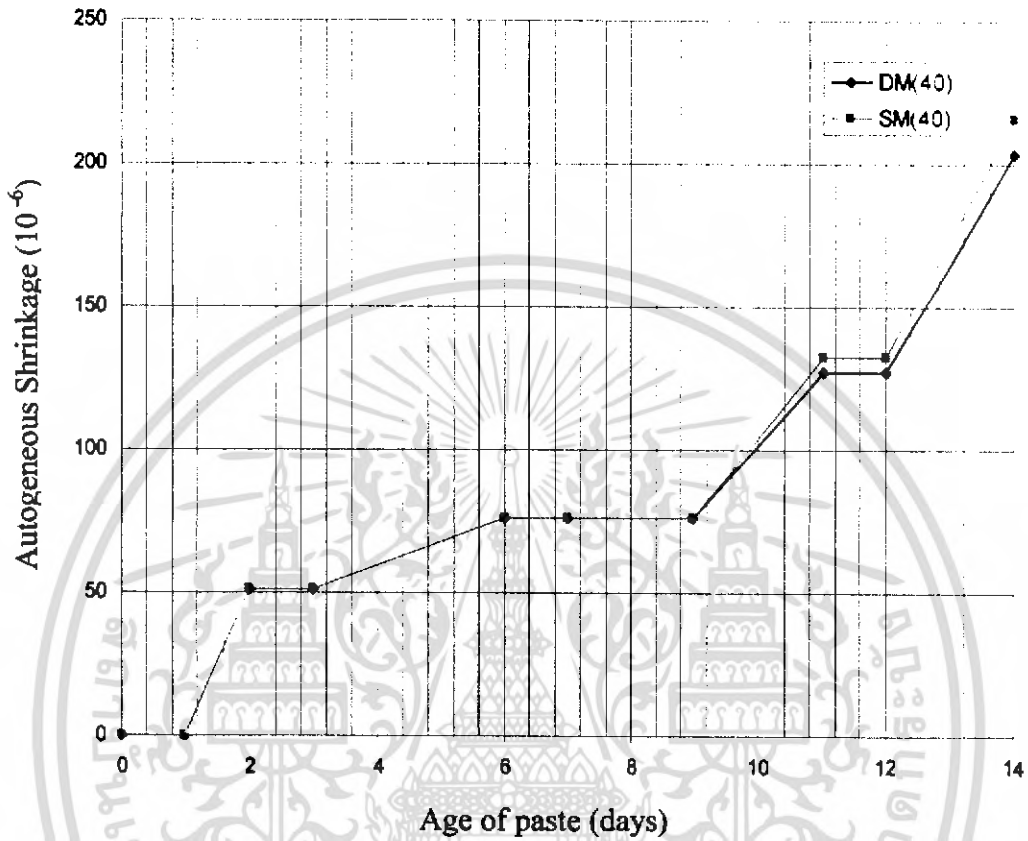
รูปที่ 4.23. แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่าง ค่า Compressive Strength และ อายุคอนกรีตที่ W/C 0.50



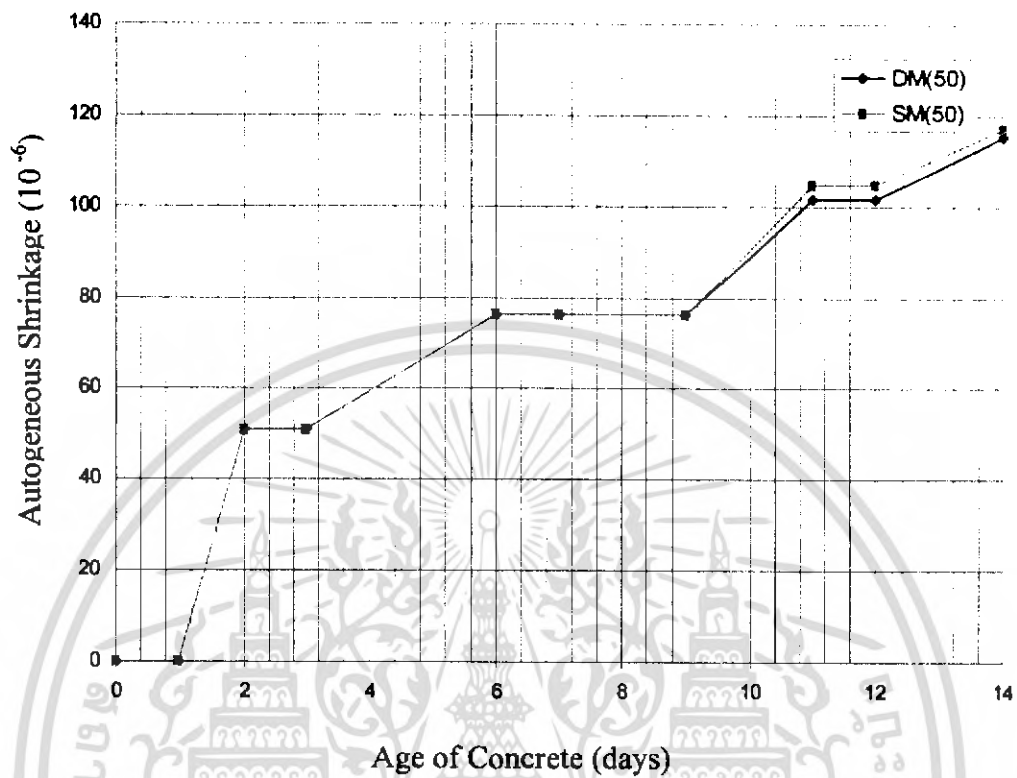
รูปที่ 4.24. แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่าง ค่า Compressive Strength และ อายุคอนกรีตที่ W/C 0.60



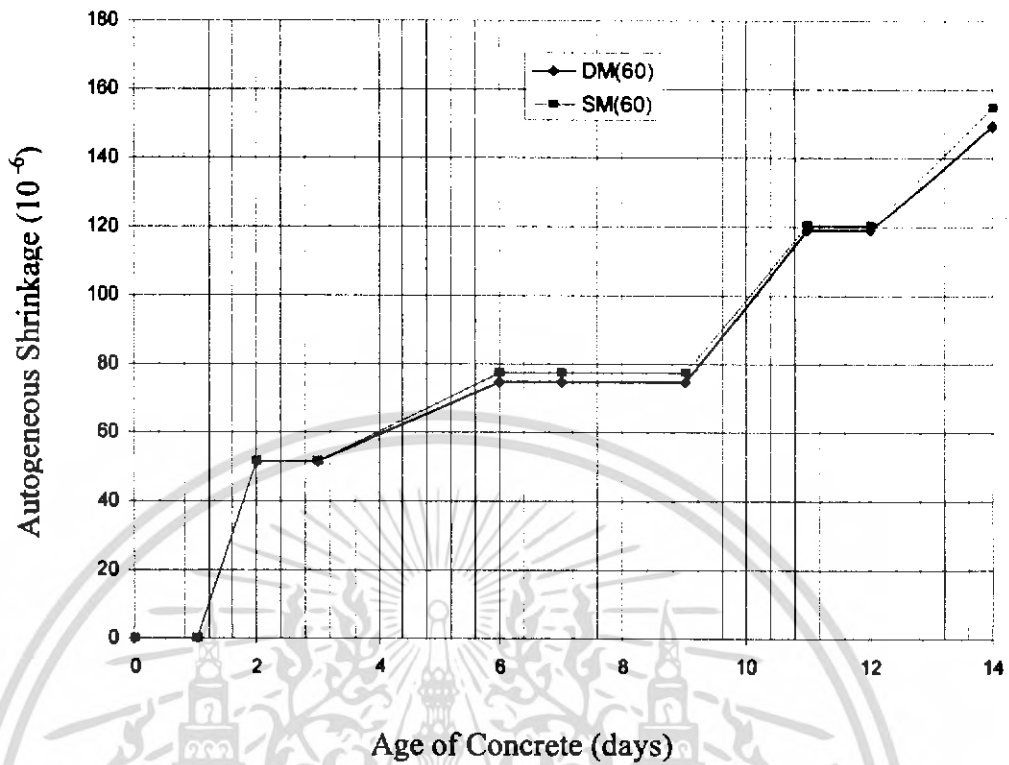
2.3. การทดสอบ Autogeneous Shrinkage ค่าการหดตัวของคอนกรีตที่ผสมด้วยวิธี DM และ SM นั้นค่าที่ได้มาแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย ดังรูปที่ 4.25., 4.26. และ 4.27.



รูปที่ 4.25. แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าการหดตัวของคอนกรีต และอายุของคอนกรีตที่ W/C 0.4



รูปที่ 4.26. แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าการหดตัวของคอนกรีต และอายุของคอนกรีตที่ W/C 0.5



รูปที่ 4.27. แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าการหดตัวของคอนกรีต และอายุของคอนกรีตที่ W/C 0.6

w/c Ratio	Slump (cm.)
0.4	10
0.5	10
0.6	10

ตารางที่ 4.1. แสดงค่า Slump ที่ผสมด้วยวิธี SM ที่ w/c 0.4,0.5,0.6

w/c Ratio	Slump (cm.)
0.4	10.5
0.5	11
0.6	12.5

ตารางที่ 4.2. แสดงค่า Slump ที่ผสมด้วยวิธี DM ที่ w/c 0.4,0.5,0.6

4.2 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

1. จากความสัมพันธ์ของ W/C ของการผสมโดยวิธี DM ต่อค่าการเข้มน้ำ (Bleeding) พบว่า W/C ที่ค่าน้อยกว่า 0.13 จะมีค่าการเข้มน้ำ (Bleeding) มากกว่าการผสมแบบ SM ด้วยเหตุนี้ทำให้สามารถอธิบายได้ว่า ซีเมนต์ที่โดนความชื้นแล้วนำมาผสมจะให้ค่าการเข้มน้ำ (Bleeding) ของน้ำที่ผิวหน้ามากกว่าซีเมนต์ปกติเนื่องจากว่า ซีเมนต์ได้รับปริมาณความชื้นจากน้ำในส่วนของ W/C เบื้องต้นก่อนแล้ว ทำให้มีการจับตัวกันของความชื้นกับซีเมนต์เกิดเป็นผลึกที่มีขนาดใหญ่กว่าสภาพปกติ จึงทำให้ซีเมนต์เพสต์มีค่าการเข้มน้ำ (Bleeding) ที่ปริมาณมาก และด้วยเหตุนี้ทำให้ทราบด้วยว่า การผสมคอนกรีตที่ถูกต้องนั้นควรที่จะต้องผสมน้ำกับซีเมนต์ก่อนที่จะผสมหินและทรายลงไป เพื่อหลีกเลี่ยง W/C ที่จะมากับน้ำที่ผิวของหินและทราย สำหรับค่า W/C ที่ให้ค่าการเข้มน้ำ (Bleeding) น้อยที่สุดอยู่ในช่วง 0.24 – 0.26 ซึ่งสามารถลดค่าการเข้มน้ำ (Bleeding) ได้มากกว่า 2 เท่าของการผสมแบบ SM ที่ W/C= 0.6

2. ค่าการเข้มน้ำ (Bleeding) มีความสัมพันธ์เป็นอย่างมากกับ Primal water W/C รวมทั้งเวลาที่ใช้ y (Primal mixing time) ซึ่งพบว่าเวลาที่ใช้ในการผสมในช่วง y ที่มากขึ้นจะทำให้อัตราการเข้มน้ำ (Bleeding) ลดลงซึ่งจากการทดลองทำให้ทราบเวลา y ที่เหมาะสมควรจะอยู่ในช่วงเวลา 1-3 วินาที เพราะเป็นช่วงเวลาที่ทำให้อัตราการเกิดเข้มน้ำ (Bleeding) ลดลงได้มาก

3. การผสมซีเมนต์เพสต์หรือคอนกรีตที่มีค่า W/C สูง ที่ค่า W/C=0.6 ด้วยวิธี DM สามารถทำให้ค่าการเข้มน้ำ (bleeding) ลดลง ได้กว่าสองเท่าของการผสมแบบ โดยวิธีปกติ

4. ค่าความสามารถในการไหลลื่น Fluidity ของซีเมนต์เพสต์สามารถที่จะพัฒนาขึ้นได้โดยวิธีผสมแบบ DM โดยเฉพาะกรณีที่มีค่า W/C ต่ำ ที่ค่า W/C=0.4 สามารถเพิ่มอัตราการไหลได้มากกว่า 2 เท่าของการผสมโดยวิธีปกติ

5. คอนกรีตที่ผสมด้วยวิธี DM นั้นจะรับกำลังแรงอัดได้ใกล้เคียงกับวิธี ผสมด้วยวิธี SM

6. ค่าความสามารถในการเท (Workability) ของคอนกรีตที่ผสมด้วยวิธี DM นั้นจะช่วยให้มีค่าความสามารถในการเทมากกว่า ผสมด้วยวิธี SM

7. ค่าการหดตัว (Autogeneous Shrinkage) ในทั้งซีเมนต์เพสต์และคอนกรีตนั้นมีค่าใกล้เคียงกันจนสามารถสรุปได้ว่าการผสมแบบ DM ไม่มีผลต่อการทำให้เกิดการหดตัวที่มากกว่าการผสมแบบ SM



ภาคผนวก ก

ปฏิภาคส่วนผสมของคอนกรีต

1.1 การทดสอบคุณสมบัติของมวลรวม

การทดสอบหาคุณสมบัติของวัสดุที่จะนำมาใช้ทำคอนกรีต จะมีการทดสอบในห้องทดลอง เพื่อทราบถึงความเหมาะสมของวัสดุผสมที่จะใช้ในการคำนวณหาสัดส่วนการผสม ตลอดจน เพื่อการควบคุมคุณภาพของคอนกรีต

ตัวอย่างที่จะนำมาทดสอบนั้นควรเป็นตัวแทนของวัสดุทั้งหมดที่จะนำไปใช้ผสมคอนกรีตจริงๆ ซึ่งการเลือกตัวอย่างวัสดุควรจะใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างและปริมาณของตัวอย่างนั้นขึ้นอยู่กับชนิดและจำนวนครั้งของการทดสอบ

ความแข็งแรงของคอนกรีต ส่วนใหญ่เกิดจากความแข็งแรงของวัสดุผสม (ซึ่งปกติหินจะมีความสามารถต้านทานแรงอัดได้ถึง 700 – 3500 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร) ฉะนั้นเมื่อต้องการทราบพฤติกรรมของคอนกรีต จะต้องทราบคุณสมบัติบางประการของวัสดุที่นำมาผสมกันเป็นคอนกรีตเสียก่อน สำหรับการศึกษาในโครงการนี้จะทำการทดสอบคุณสมบัติของมวลรวมดังต่อไปนี้

การทดสอบหาความถ่วงจำเพาะ

ความถ่วงจำเพาะของวัสดุผสมขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของแร่ธาตุที่เป็นส่วนผสมและความพรุนของก้อนวัสดุ ความชื้นอาจทำให้ความถ่วงจำเพาะของวัสดุเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งความถ่วงจำเพาะนี้ ใช้ในการคำนวณหาสัดส่วนการผสมของหินและทรายในคอนกรีตโดยใช้ตัวเปลี่ยนน้ำหนักที่กำหนดให้ของวัสดุผสมเป็นปริมาตรเนื้อแท้หรือเปลี่ยนปริมาตรเนื้อแท้ไปเป็นน้ำหนัก เพื่อหาปริมาณวัสดุสำหรับการผสมนั้น

ตามปกติในการคำนวณหาสัดส่วนการผสมคอนกรีตจะใช้ความถ่วงจำเพาะเนื้อแท้ของวัสดุผสมที่อุณหภูมิแห้ง ซึ่งความถ่วงจำเพาะของวัสดุผสม โดยมากมีค่าระหว่าง 2.4-2.9

การหาหน่วยน้ำหนักและช่องว่าง

หน่วยน้ำหนักของวัสดุผสม หมายถึง น้ำหนักของวัสดุผสม(คิดเป็นกิโลกรัม) ที่เติมลงไปเต็มภาชนะจุ 1 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งเป็นน้ำหนักของวัสดุรวมกับช่องว่างระหว่างเม็ดทราย ในการหาสัดส่วนการผสม หน่วยน้ำหนักเป็นตัวใช้สำหรับหาปริมาณช่องว่างในวัสดุผสมและสำหรับการเปลี่ยนปริมาตรเป็นน้ำหนักหรือเปลี่ยนน้ำหนักเป็นปริมาตร หน่วยน้ำหนักของวัสดุชนิดหนึ่งๆ จะแปรเปลี่ยนไปตามอัตราความแน่นตัวและปริมาณความชื้น โดยปกติจะมีค่าอยู่ระหว่าง 1440 – 1940 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์

การทดสอบหาการคูดซึ่ม

สำหรับวัสดุผสมหยาบอาจทำได้โดย นำตัวอย่างที่ขึ้นมากทำให้อยู่ในสถานะอิ่มตัวและผิวน้ำโดยการเช็ดด้วยผ้าที่ดูดซับน้ำได้ดี หรือทำอย่างคร่าวๆ โดยหึ่งลมให้แห้งจนกระทั่งเปลี่ยนจากสีเข้มเป็นสีอ่อนแล้วชั่ง เสร็จแล้วทำให้แห้งสนิทโดยใช้ความร้อนจึงชั่งอีกครั้งหนึ่งน้ำหนักที่หายไปหลังจากได้รับความร้อน จะแสดงถึงปริมาณความจูดซึ่ม

การทดสอบหาความชื้น

สำหรับวัสดุผสมหยาบและละเอียด อาจหาความชื้นที่ผิวได้โดยการชั่งน้ำหนักของวัสดุตัวอย่างที่ขึ้น แล้วหึ่งลมให้แห้งจนอยู่ในสถานะการอิ่มตัวและผิวน้ำ การทดสอบนี้จะต้องทราบความถ่วงจำเพาะของวัสดุที่อิ่มตัวและผิวน้ำ

ส่วนขนาดกะของวัสดุผสม

การร่อนผ่านตะแกรงมาตรฐานใช้เป็นหลักในการควบคุมส่วนขนาดกะ และในการทดสอบความต้องการของส่วนขนาดกะตามเกณฑ์ อาจใช้การวิเคราะห์วัสดุผสมหยาบด้วยตะแกรง ในการหาอัตราส่วนผสมของวัสดุผสมแต่ละชนิด เพื่อที่จะผสมให้ได้ส่วนขนาดกะใกล้เคียงกับค่าที่ต้องการมากที่สุด ส่วนขนาดกะที่เหมาะสมของวัสดุผสมในสัดส่วนการผสมคอนกรีต จะช่วยให้ได้คอนกรีตมีราคาถูก มีเนื้อแน่นสม่ำเสมอ คุณภาพดีและทำงานง่ายนอกจากนี้ยังมีผลต่อการแยกตัวของคอนกรีต ปริมาณน้ำที่ผสมความสะอาดในการทำงานความยากง่ายในการตกแต่งผิวหน้าคอนกรีต

1.2 องค์ประกอบในการพิจารณาหาปฏิภาคส่วนผสมของคอนกรีต

กำลัง (Strength)

เป็นคุณสมบัติที่สำคัญที่สุดของคอนกรีต ในการพิจารณาเลือกสัดส่วนการผสมคอนกรีต ซึ่งเป็นที่ต้องการและสำคัญที่สุดก็คือ “กำลังรับแรงอัด” ส่วนกำลังรับแรงอัดอย่างอื่น เช่น กำลังรับแรงดึง กำลังรับแรงคด กำลังรับแรงเฉือนและกำลังในการยึดเหนี่ยวเป็นสัดส่วนกำลังรับแรงอัด โดยปกติจะกำหนดค่าเฉลี่ยของกำลังรับแรงอัดที่ระยะเวลาหนึ่ง เช่น เมื่อคอนกรีตมีอายุ 7, 14, 21 และ 28 วันเป็นต้น ซึ่งค่าเฉลี่ยนี้ควรให้มีค่าสูงกว่าที่ใช้ในการคำนวณออกแบบโครงสร้างประมาณ 15 – 25 เปอร์เซ็นต์

ปริมาณที่มีผลต่อกำลังรับแรงอัดของคอนกรีต นั่นก็คือ ปริมาณอัตราส่วนระหว่างน้ำต่อซีเมนต์หรือที่เรียกว่า water-cement ratio ในการผสมคอนกรีตถ้าสามารถรักษาอัตราส่วนนี้ไว้คงที่

แล้ว ถ้าส่วนประกอบอื่นๆมีการเปลี่ยนแปลง กำลังของคอนกรีตก็จะไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก ดังนั้นจึงอาจกำหนดกำลังของคอนกรีตได้จากอัตราส่วนระหว่างน้ำต่อซีเมนต์

ความสามารถเทได้ (Workability)

คอนกรีตที่ผสมเสร็จใหม่ๆควรมีความชื้นเหลวพอเหมาะที่จะเทเข้าแบบหล่อได้สะดวก ความชื้นเหลวที่พอเหมาะนี้ใช้ค่าความยุบตัวของคอนกรีตเป็นเครื่องกำหนด แนวทางที่ใช้เป็นมาตรการในการหาความชื้นเหลวหรือเทียบว่ามีน้ำมากน้ำน้อยแค่ไหนก็ดูได้จากการยุบตัวของคอนกรีตในขณะที่ยังเหลวอยู่ ซึ่งการวัดระยะการยุบตัว ควรทำเสมอสำหรับคอนกรีตที่ใช้ในการก่อสร้าง เพื่อจะได้เนื้อคอนกรีตที่มีคุณภาพดี สม่ำเสมอกันตลอด

ความทนทาน (Durability)

โดยปกติแล้ว คอนกรีตที่กำลังผสมรวม ก็จะมี ความทนทานเป็นที่น่าพอใจอยู่แล้ว แต่ถ้าคอนกรีตอยู่ในสภาวะเปิดเผชิญแรงต่างๆ เช่น โครงอาคารในน้ำทะเลความทนทานจะลดน้อยลงตามอัตราส่วนระหว่างน้ำต่อซีเมนต์ ก็มีผลต่อความทนทานของคอนกรีต ดังนั้นสถาบันคอนกรีตของอเมริกาได้ให้ตารางอัตราส่วนระหว่างน้ำกับซีเมนต์ที่เหมาะสมสำหรับคอนกรีตในสภาวะต่างๆ ดังตาราง ผ.ก.1. และ ผ.ก.2.

ผ.ก.1. ปริมาณน้ำที่ต้องการสำหรับค่าการยุบตัวและวัสดุผสมขนาดต่างๆ

ค่าความ ยุบตัว (ชม.)	ปริมาณน้ำเป็นลิตรต่อคอนกรีต 1 ม ³ สำหรับวัสดุผสมขนาดต่างๆ(มม)							
	10	12.5	20	25	40	50	75	150
คอนกรีตที่ไม่มีสารกระจายกักฟองอากาศ								
3-5	205	200	185	180	160	155	145	125
8-10	225	215	200	195	175	170	160	140
15-18	240	230	210	205	185	180	170	-
ปริมาณ ฟองอากาศ (%) โดย ปริมาตร	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
คอนกรีตที่มีสารกระจายกักฟองอากาศ								
3-5	180	175	165	160	145	140	135	120
8-10	200	190	180	175	160	155	150	135
15-18	215	205	190	185	170	165	160	-
ปริมาณ ฟองอากาศ (%) โดย ปริมาตร	8	7	6	5	4.5	4	3.5	3

ส่วนขนาดคละและลักษณะของวัสดุผสม

ส่วนขนาดคละของหินและทรายมีผลต่อสัดส่วนการผสม ถ้ามีทรายหยาบอยู่มากจะทำให้งานนั้นทำงานลำบาก ถ้ามีทรายละเอียดอยู่มากก็ทำให้ไม่ประหยัด ถ้าสัดส่วนขนาดคละของหินไม่ดี จะต้องใช้ทรายมากขึ้นเพื่อช่วยให้ทำงานได้ง่ายขึ้น ทรายที่เหมาะสมต้องมีคมและสะอาด และหินที่ใช้ควรมีลักษณะผิวขรุขระหินที่เป็นแผ่นบางไม่เหมาะที่จะนำมาใช้ทำคอนกรีต

ปริมาณของวัสดุผสมคอนกรีต

ในการทำคอนกรีต มักเลือกใช้ปริมาณของวัสดุผสมให้สูง แต่จะอยู่ในเกณฑ์ที่จะเทและทำงานง่าย โดยใช้ปริมาณน้ำผสมให้ต่ำและให้ได้กำลังคอนกรีตออกมาตามต้องการหินและทรายที่ใช้ในหนึ่งหน่วยปริมาตรของคอนกรีต จะขึ้นอยู่กับขนาดโศศของวัสดุผสมนั้นและค่าความละเอียดของทราย

อัตราส่วนระหว่างทรายต่อหิน เป็นสิ่งหนึ่งที่ต้องคำนึงถึง ส่วนผสมที่มีทรายมากเกินไป จะช่วยให้ทำงานง่าย แต่จะทำให้คอนกรีตแตกร้าวง่าย ไม่ทนทานและไม่ประหยัดสำหรับส่วนผสมที่มีหินมากเกินไป จะทำให้คอนกรีตเป็นรูโพรง เนื้อไม่แน่น และทำงานยากอัตราส่วนระหว่างทรายต่อหินควรอยู่ระหว่าง 33 – 16 % สำหรับส่วนผสมที่ใช้ปูนซีเมนต์มากเกินไป จะทำให้คอนกรีตแตกร้าวง่าย ไม่ทนทาน และไม่ประหยัด

ขนาดโศศของวัสดุ

โดยทั่วไปจะพยายามใช้วัสดุผสมที่มีขนาดโศศเท่าที่จะยอมให้ได้ ทั้งนี้เพราะการใช้วัสดุผสมขนาดใหญ่จะทำให้ผิวที่สัมผัสกับซีเมนต์ต่อหนึ่งหน่วยน้ำหนักน้อยลง อย่างไรก็ตาม ขนาดโศศของวัสดุผสมไม่ควร โศศว่าสามในสี่ส่วนของระยะห่างระหว่างเหล็กเสริม และจะต้องไม่เกินกว่าหนึ่งกว่าหนึ่งในห้าเท่าของด้านที่แคบที่สุดของโครงสร้างอาคารที่จะเท

1.3 การหาปริมาณส่วนผสมของคอนกรีต

จะเป็นการหาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมระหว่างปริมาณของส่วนประกอบแต่ละอย่างของคอนกรีต สำหรับงานหนึ่งๆ เพื่อให้ได้คอนกรีตที่มีความเข้มข้นเหลวพอเหมาะ และสะดวกในการทำงาน และเมื่อคอนกรีตแข็งตัวแล้ว มีความทนทานและกำลังตามต้องการและได้ราคาที่สุด

การหาปริมาณส่วนผสมของคอนกรีตสำหรับใช้ในงานเล็กๆ ไม่ค่อยมีความสำคัญมากนัก อาจกำหนดได้โดยอาศัยข้อมูลและสถิติต่างๆที่ได้ปฏิบัติมาแล้วเป็นเกณฑ์ เช่น ใช้คอนกรีต 1:2:4 โดยปริมาตรหรือโดยน้ำหนัก แต่สำหรับงานก่อสร้างขนาดใหญ่ที่สำคัญควรออกแบบหาปริมาณส่วนผสมของคอนกรีต ที่จะใช้ตามสภาพของงาน เพื่อจะได้กำลังคอนกรีตตามต้องการและในราคาที่ประหยัด

การหาปริมาณส่วนผสมของคอนกรีต อาจทำได้โดยวิธีการทดลองผสม หรือใช้วิธีของ ACI ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมใช้ แต่ในการผสมคอนกรีตตามอัตราส่วนที่คำนวณได้นั้นจะให้ผลตามความต้องการนั้นเป็นไปได้ทั้งนี้เพราะวัสดุที่ใช้ อาจจะมีการเปลี่ยนแปลงตามความเหมาะสม และคุณสมบัติไม่ตรงตามที่คำนวณ นอกจากนี้การทดลองในห้องปฏิบัติการก็อาจจะให้ผลไม่ตรงกับการ

นำไปผสมใช้ในงานต่างๆ ดังนั้นการหาสัดส่วนผสมที่ดีที่สุด นอกจากการคำนวณอย่างเฉียวแล้ว ยังต้องทำการทดลองผสมจริง เพื่อจะได้ทำการตรวจสอบและปรับสัดส่วนจนกว่าจะได้ผลเป็นที่น่าพอใจ

1.3.1 การหาปฏิภาคส่วนผสมของคอนกรีตโดยวิธีทดลองผสม

วิธีทดลองผสม เป็นการหาส่วนผสมโดยตรง เพื่อให้ได้อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ หรือให้ได้กำลังตามต้องการ ขนาดรูปร่าง ลักษณะผิวและส่วนขนาดกละของวัสดุผสมซึ่งเป็นตัวประกอบสำคัญในการหาสัดส่วน ที่จะให้การทำงานที่ต้องการและใช้ค่าใช้จ่ายต่ำ

ตารางที่ ผ.ก.2. ค่าความขูดตัวของคอนกรีตที่ใช้สำหรับการก่อสร้างประเภทต่างๆ

ประเภทของงาน	ค่าความขูดตัว (ชม.)	
	ค่าสูงสุด*	ค่าต่ำสุด
งานฐานราก กำแพง คอนกรีตเสริมเหล็ก	8.0	2.0
งานฐานรากคอนกรีตเสริมเหล็ก งานก่อสร้างใต้น้ำ	8.0	2.0
งานพื้น คาน และผนังคอนกรีตเสริมเหล็ก	10.0	2.0
งานเสาคอนกรีตเสริมเหล็ก	10.0	2.0
งานพื้นถนนคอนกรีตเสริมเหล็ก	8.0	2.0
งานคอนกรีตขนาดใหญ่	5.0	2.0

* อาจเพิ่มได้อีก 2 ชม. สำหรับการทำคอนกรีตให้แน่นตัวโดยวิธีการอื่น ที่นอกเหนือไปจากการใช้เครื่องสั่น (Vibrator)

ตารางที่ ผ.ก.3. ปริมาตรของวัสดุผสมหยาบต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรของคอนกรีต

ขนาดโคสดของหิน (มม.)	ปริมาตรของวัสดุผสมหยาบในสภาพแห้งและอัดแน่นต่อหน่วยปริมาตรของคอนกรีต สำหรับค่าโมดูลัสความละเอียดของทรายต่างๆกัน			
	2.4	2.6	2.8	3.0
10	0.5	0.48	0.46	0.44
12.55	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	0.76	0.74	0.72	0.70
50	0.78	0.76	0.74	0.72
75	0.81	0.79	0.77	0.75
150	0.87	0.85	0.83	0.81

ตารางที่ ผ.ก.4. ขนาดโคสดของวัสดุผสมสำหรับงานก่อสร้างประเภทต่าง

ขนาดความหนาของโครงสร้าง (ซม.)	ขนาดโคสดของวัสดุผสม			
	คาน ผนัง เสา คสล. (มม.)	ผนังคอนกรีตไม่เสริมเหล็ก (มม.)	พื้นถนน คสล. รับน้ำหนักมาก (มม.)	พื้นคอนกรีตรับน้ำหนักน้อย (มม.)
5.0 – 15.0	12.5 – 20	20	20 – 25	20 – 40
15.0 – 30.0	20 – 40	40	40	40 – 75
30.0 - 75.0	40 – 75	75	40 – 75	75
มากกว่า 75.0	40 - 75	150	40 – 75	75 - 150

1.4 การออกแบบส่วนผสมที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย

การออกแบบส่วนผสมคอนกรีตที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทยนี้ เป็นวิธีการออกแบบที่นำมาตรฐานการออกแบบของประเทศอเมริกา และของประเทศอังกฤษ มาประยุกต์ให้เข้ากับสภาพของวัสดุที่มีในประเทศไทย คุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ในประเทศไทยได้ถูกทดสอบและเก็บรวบรวมหาค่าเฉลี่ยดังค่าในตาราง

ผ.ก.5. ตารางแสดงคุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ในประเทศไทย

วัสดุ	ค่าความถ่วงจำเพาะ	ค่าการดูดซึม
ปูนซีเมนต์	3.15	-
หินย่อย	2.70	0.50
ทรายแม่น้ำ	2.65	0.70

ปริมาณน้ำและค่าการยุบตัว

ปริมาณน้ำที่ทำให้ค่าการยุบตัวมาตรฐานเมื่อใช้หินย่อยและทรายแม่น้ำที่อยู่ในสภาพอิ่มตัวผิวแห้ง แสดงไว้ในตาราง

ผ.ก.6. ตารางแสดงปริมาณน้ำที่ทำให้ค่าการยุบตัวมาตรฐาน

ค่ายุบตัว (ซม.)	ปริมาณน้ำต่อ 1 ลบ.ม. คอนกรีต	
	หินย่อยขนาด 1" - #4	หินย่อยขนาด 3/4" - #4
7.5 ± 2.5	180	190
10.0 ± 2.5	190	200
12.5 ± 2.5	200	210

ปริมาณส่วนละเอียด

จากการประยุกต์การออกแบบส่วนผสมของคอนกรีตตามมาตรฐานต่างๆทำให้สามารถสรุปได้ว่าเมื่อใช้หินย่อย และทรายแม่น้ำ เป็นวัสดุหลักที่ใช้ในประเทศไทย ปริมาณส่วนละเอียดอันได้แก่ปูนซีเมนต์ และปริมาณทรายที่เหมาะสมที่จะทำให้คอนกรีตมีความสามารถเทได้ ไม่แยกตัว และได้กำลังอัดที่ต้องการ มีค่าแสดงดังในตาราง

ผ.ก.7. ตารางแสดงปริมาณส่วนละเอียดอันได้แก่ปูนซีเมนต์ และปริมาณทรายที่เหมาะสมที่จะทำให้คอนกรีตมีความสามารถเทได้

ขนาดหิน	ปริมาณปูนซีเมนต์ + ปริมาณทราย
1" - #4	38 % โดยปริมาตร หรือ 380 ลิตร
3/4" - #4	40 % โดยปริมาตร หรือ 400 ลิตร

สำหรับงานพิเศษบางประเภทเช่น งานคอนกรีตเสาเข็มจะขนาดใหญ่มากกว่า 15 ซม. นั้น ในการออกแบบอาจจำเป็นต้องเพิ่มปริมาณส่วนละเอียดขึ้นไปเป็น 42-45% โดยปริมาตรเพื่อป้องกันปัญหาการแยกตัวของคอนกรีต

ผลของน้ำยาต่อการออกแบบส่วนผสม

น้ำยาผสมคอนกรีตที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในประเทศไทยมีคุณสมบัติที่สำคัญ 2

ประการคือ

1. ลดน้ำในส่วนผสม
2. ยืดเวลาการก่อตัวของคอนกรีต

น้ำยาผสมคอนกรีตประเภทลดน้ำนี้ เมื่อผสมเข้าไปในส่วนผสมจะส่งผลให้ลดปริมาณน้ำที่ได้ 5-10% ซึ่งสามารถสรุปได้ดังตาราง

ผ.ก.8. ตารางแสดงน้ำยาผสมคอนกรีตผสมเข้าไปในส่วนผสมต่อลดปริมาณน้ำ

ค่ายุบตัว (ซม.)	ปริมาณน้ำต่อ 1 ลบ.ม. คอนกรีต เมื่อใส่น้ำยาประเภทนี้	
	หินย่อยขนาด 1" - #4	หินย่อยขนาด 3/4" - #4
7.5 ± 2.5	170	180

10.0 ± 2.5	180	190
12.5 ± 2.5	190	200

นอกจากนี้ในปัจจุบันยังนิยมใช้น้ำยาประเภทลดน้ำจำนวนมาก หรือ น้ำยา Superplasticizer ซึ่งสามารถลดน้ำได้ 15-30% ดังนั้นปริมาณน้ำที่จะใช้เพื่อให้ได้ค่ายุบตัวมาตรฐานลดลงไปด้วย

ขั้นตอนในการออกแบบ

ขั้นตอนที่ (1)

รวบรวมความต้องการของผู้ออกแบบหรือผู้รับเหมา เช่น

- กำลังอัด
- ค่ายุบตัว
- ขนาดใหญ่สุดของหินที่จะใช้
- ใส่น้ำยาผสมคอนกรีตหรือไม่

ขั้นตอนที่ (2)

1. หาปริมาณน้ำที่ใช้เพื่อให้ได้ค่ายุบตัวตามความต้องการ
2. หาค่าอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์เพื่อให้ได้ค่ากำลังอัดตามต้องการ
3. หาค่าน้ำหนักซีเมนต์ = ปริมาณน้ำ/ค่าอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์

ขั้นตอนที่ (3)

ปริมาตรซีเมนต์ = น้ำหนักปูนซีเมนต์/ความถ่วงจำเพาะของซีเมนต์

ขั้นตอนที่ (4)

ปริมาตรทราย = (380 หรือ 400) - ปริมาตรปูนซีเมนต์ (ที่ได้จากขั้นตอนที่ 3)

ขั้นตอนที่(5)

น้ำหนักทราย = ปริมาตรทราย x ความถ่วงจำเพาะของทราย

ขั้นตอนที่(6)

ปริมาตรหิน = 1000 - ปริมาตรซีเมนต์ - ปริมาตรน้ำ - ปริมาตรทราย

ขั้นตอนที่(7)

น้ำหนักหิน = ปริมาตรหิน x ความถ่วงจำเพาะของหิน

ขั้นตอนที่(8)

หาปริมาณน้ำยาที่ใช้

Test method of autogeneous shrinkage and autogeneous expansion of cement paste,
mortar and concrete

1. Scope

This test method covers the determination of autogeneous shrinkage and autogeneous expansion of cement paste, mortar and concrete specimens.

2. The specimens

2.1 Size of test specimens

For cement paste and mortar, specimens shall be 40 x 40 x 160. For concrete, the width and height of test specimens shall be the same, and shall be more than 3 times the maximum size of coarse aggregate. The length of test specimens shall be more than 3.5 times the width or the height, For concrete containing coarse aggregate having maximum size less than 30 mm, the dimensions of the test specimens is 100 x 100 x 400 mm. (or 500 mm)

2.2 The number of test specimens

A minimum of three specimens shall be prepared for each test

3. Apparatus

3.1 Mold

The mold for the specimens shall be made of steel and shall be rigid, The mold shall have a hole 3~5 mm. in diameter at the center of each end plate, so that gauge plugs can be set through the holes.

3.2 Gauge plug

The gauge are used as marking points for length change measurement, which are to be in contact with the spindles of dial gauge. Examples of gauge plugs are shown in Fig. 2.

3.3 Dial gauge *1

The dial gauge shall conform to JIS B 7503 and shall be accurate to 0.001 mm.

*1 Other sensors with the same accuracy as the dial gauge may be used.

3.4 Length comparator

พท11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

For length change measurement after mold removal, comparator method or contact gauge method conforming to JIS A 1129 shall be used.

4. Procedure

4.1 Change in length of specimens until mold removal

(1) A polytetrafluoroethylene (PTFE) sheet (thickness 1 mm) shall be placed on the bottom of the mold and a polystyrene sheet (thickness 3 mm) shall be placed inside each end plate of the mold so that free movement of the specimens is not restrained by the mold. Polyester film (thickness 0.1 mm) shall be placed on the PTFE sheet, on the polystyrene sheet and on the both sides of the mold so that the specimen is not in contact with the mold.

(2) Insert the gauge plugs into the mold through the holes of end plates, where the principal axes of the gauge plugs shall coincide with longitudinal axis of the test specimen. Gauge plugs shall be installed so that they extend into cement paste and mortar specimens 15 ± 5 mm, and into concrete specimens 30 ± 5 mm. Measure the original distance between the innermost ends of the gauge plugs (L) by accuracy of 1 mm.

(3) Place the mixture in the mold and compact it *2, taking care not to move the gauge plugs by vibration

*2 Where compaction by vibration may cause segregation in the mixture, such as high fluidity concrete, place it by the other proper method.

(4) Finish the surface of the mixture, then cover the surface with polyester film (thickness 0.1 mm) and also with wet cloth on order to prevent water evaporation from the mixture. Store the specimens at a temperature of 20 ± 2 °C

(5) At the time of initial setting *3, put spindles of the dial gauges on the gauge plugs so that their principal axes coincide with the principal axis of the specimens, and record the initial reading of dial gauges (X_{0a} and X_{0b})

*3 The time of initial setting shall be determined by Test Method JIS A 6204 for mortar and concrete, and JIS R 5201 for cement paste.

(6) Record the reading of the dial gauge at the age of 24 hours *4 (X_{1a} and X_{1b}). If desired, record readings of the dial gauge at the specified age between the initial setting time and the age of 24 hours. Then remove promptly the test specimens from the molds and the test as shown in 4.2 shall be continuously conducted

HK12

***4** If the specimens cannot be removed from the molds at the age of 24 hour due to delayed setting they will have to be removed at the proper age. In this case, readings of the dial gauges just before mold removal shall be taken as X_{ia} and X_{ib}

(7) Measure the temperature of the mixtures at the center of specimens at every length measurement. Thermal strain should be subtracted from the observed strain assuming that thermal coefficient of expansion is $20 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ for cement paste and $10 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ *5 for concrete.

***5** Coefficient of thermal expansion of mortar should be determined taking the volume fraction of aggregate into account.

4.2 Change in length of specimen after removal from the mold

(1) After the test described in chapter 4.1, remove the specimens promptly, Measure the mass of the specimens and seal all the surfaces of the specimens with aluminum adhesive tape (thickness 0.50 mm) *6

***6** If contact chips are to be put on the surface of the specimens strip the aluminum tape of minimum area, then attach them directly on the specimens,

(2) Measure the length of the specimens.

(3) Put the specimens in vinyl bags and seal them, then store them in a room at a temperature of $20 \pm 2 ^\circ\text{C}$. Change in mass of the specimens shall be 0.05 % or less during the test period after form removal.

(4) Measure changes in length and mass of the specimens at the ages of 3,7,14 and 28 days *8. If desired, the test may be continued until the later ages.

***8** The length change measurements shall be Test by Test Method JIS A 1129, "Test method for length change of mortar and concrete".

5 Calculation

Express autogeneous shrinkage strain and autogeneous expansion strain as the liner strain (ΔL) by the following equations and show the average value of tested specimens. Before mold removal,

$$\Delta L = \Delta L_1$$

After mold removal,

$$\Delta L = \Delta L_1 + \Delta L_2$$

Where

ΔL : Length change :

ΔL_1 : Length change before mold removal

$$\Delta L_1 = \frac{(X_{ia} - X_{0a}) + (X_{ib} + X_{0b})}{L}$$

ΔL_2 : Length change after mold removal, which shall be determined by test Method JIS A 1129 “ Test method for length change of mortar and concrete “ and shall not expressed in percentage.

L : Distance between the innermost ends of gauge plugs measures in 4.1 (2)

X_{0a} , X_{0b} : Initial reading of dial gauge *9

X_{ia} , X_{ib} : Reading of dial gauge at time j *9

*9 Unit of L , X_{0a} , X_{0b} , X_{ib} shall be this same

6 Report,

The report shall include the followings:

- (1) Source and identification of each material used
- (2) Mix proportion
- (3) Preparation of specimen
- (4) Initial setting time
- (5) Age of mixture at from removal*10
- (6) Size of the specimens and effective gauge length
- (7) Ambient temperature at time of measurements
- (8) Ambient temperature at time of measurements
- (9) Length change at each measuring time
- (10) Mass of the specimens at each measurement

*10 In case that the specimens can not be removed at the age of 24 hours.

Reference Documents

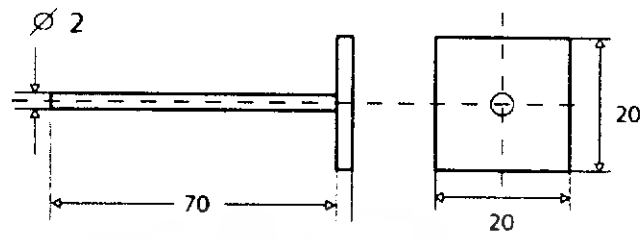
Japan Industrial Standards :

JIS A 1129 Test Method for length change of mortar and concrete

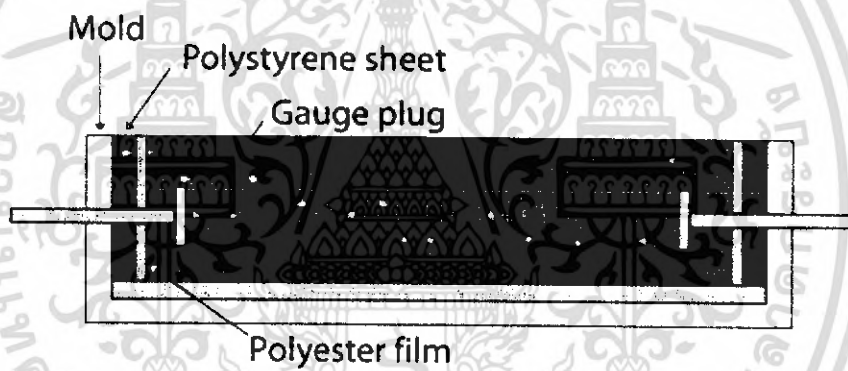
JIS A 6204 Chemical admixture for concrete

JIS B 7503 Dial gauge

JIS R 5201 Tet method for physical properties of cement



CONCRETE




พท16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
 ตารางผลการทดลอง

1. ผลในส่วนคุณสมบัติของทรายและซีเมนต์


 KING MONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG FACULTY OF ENGINEERING DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING CONCRETE TECHNOLOGY LABORATORY Test For Specific Gravity Of Cement ASTM : C150-84				
PROJECT:	DOUBLE MIXING EFFECT OF FRESH CEMENT			
TEST DATE :	8/5/2005			
TIME :	12			
TEMPERATURE :	22 Celsius			
TEST BY :	DM EFFECT GROUP			
SAMPLE NO.	1	2	3	REMARK
TYPE OF CEMENT	1			
ขนาด + แบนชิน(g.) , W1 (1)	360.70			
ปริมาณเบนซิน(cm ³) , N1 (2)	18.00			
น้ำหนักขนาด + แบนชิน + ซีเมนต์(g.) , W2 (3)	369.60			
ปริมาณเบนซิน + ซีเมนต์(cm ³) , N2 (4)	20.82			
น้ำหนักซีเมนต์(g.) , (3) - (2) = (5)	8.90			
ปริมาณของซีเมนต์(cm ³) , (4) - (2) = (6)	2.82			
ความหนาแน่นของซีเมนต์ (5)/(6)	3.16			
ความถ่วงจำเพาะของซีเมนต์	3.16			*
		3.16		

* ความหนาแน่นของน้ำที่ 4°C = 1 g/cm³

ผ.ข.1. แสดงผลการหาค่าความถ่วงจำเพาะของซีเมนต์

ผข 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

 KING MONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG FACULTY OF ENGINEERING DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING			
CONCRETE TECHNOLOGY LABORATORY Test For Specific Gravity Of Sand			
PROJECT: DOUBLE MIXING EFFECT OF FRESH CEMENT			
TEST DATE : 19/06/05			
TIME : 12 00			
TEMPERATURE : 29 Celsius			
TEST BY : DM EFFECT GROUP			
SAMPLE NO.	1	2	REMARK
WT. FLASK	168.97	168.86	
WT. SAND (SAT. SURF. DRY) (B), g.	500.05	500.02	
WT. FLASK + SAND (SAND (SAT. SUFT. DRY)) + WATER (W), g.	972.52	972.01	
WT. BOWL, g.	268.50	127.26	
WT. FLASK + WATER (W _c), g.	664.48	664.48	
WT. DRY SAND + WT. BOWL, g.	765.65	623.68	
WT. DRY SAND (A), g.	497.15	496.42	
BULK SPECIFIC GRAVITY(สภาพแห้ง), $A/(W_c + B - W)$	2.59	2.58	
BULK SPECIFIC GRAVITY(สภาพอิ่มตัวความแห้ง), $B/(W_c + B - W)$	2.60	2.60	
APPARENT SPECIFIC GRAVITY, $A/(W_c + A - W)$	2.63	2.63	
ABSORPTION % $((B - A)/A) \times 100$	0.58	0.73	
AVERAGE BULK SPECIFIC GRAVITY(สภาพแห้ง)	2.58		
AVERAGE BULK SPECIFIC GRAVITY(สภาพอิ่มตัวความแห้ง)	2.60		
AVERAGE APPARENT SPECIFIC GRAVITY	2.63		
AVERAGE ABSORPTION %	0.65		


ผ.ข.2. แสดงผลการหาค่าความถ่วงจำเพาะของทราย

ผข 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ตารางผลในส่วนของซีเมนต์เพสต์

2.1. ตารางผลความสามารถในการไหลของซีเมนต์เพสต์

	KING MONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG FACULTY OF ENGINEERING DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING																														
FLOW OF GROUT (FLOW CONE METHOD) ASTM C 939 - 97, JSCE - F531 - 1993																															
PROJECT : DOUBLE MIXING EFFECT OF FRESH CEMENT PLATE																															
CLIENT :																															
DATE OF TEST : July 4, 2005																															
TIME : 13:00																															
TEMPERATURE : 32° Celsius																															
TEST BY : P.PENGTO, N.CHAIRAT, P.MATTAYOMPORPINYO																															
TEST SPECIMEN : SM(40)																															
TEST APPARATUS : The Flow of Grout Apparatus : The Flow Cone of size 178 mm. in diameter x 265 mm. in height and the discharge tube of size 12.7 mm in diameter x 36.1 mm. in height, receiving container having capacity 2000 mL , Ring Stand and Stop Watch are used for testing.																															
TEST RESULTS : The results of flow of grout of test sample are tabulated below.																															
<table border="1"><thead><tr><th>Test No.</th><th>W/C Ratio</th><th>Observed Time (minutes)</th><th>ASTM Flow cone Flow Time (second)</th><th>J14-Funnel Flow time (second)</th><th>Remark</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>0.40</td><td>0</td><td>-</td><td>7.09</td><td></td></tr><tr><td>2</td><td>0.40</td><td>0</td><td>-</td><td>7.11</td><td></td></tr><tr><td>3</td><td>0.40</td><td>0</td><td>-</td><td>6.99</td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td>7.06</td><td></td></tr></tbody></table>		Test No.	W/C Ratio	Observed Time (minutes)	ASTM Flow cone Flow Time (second)	J14-Funnel Flow time (second)	Remark	1	0.40	0	-	7.09		2	0.40	0	-	7.11		3	0.40	0	-	6.99						7.06	
Test No.	W/C Ratio	Observed Time (minutes)	ASTM Flow cone Flow Time (second)	J14-Funnel Flow time (second)	Remark																										
1	0.40	0	-	7.09																											
2	0.40	0	-	7.11																											
3	0.40	0	-	6.99																											
				7.06																											
Note : The ambient temperature is 32° Celsius, the sample temperature is 32° Celsius and the relative humidity is 51 % RH.																															
Dr.KOMSAN MALEESEE Material Consultant																															

ผ.ข.3. แสดงผลการหาค่าความสามารถในการไหลของ ซีเมนต์เพสต์ผสมโดยวิธี Single Mixing โดยวิธี ASTM และ วิธี JSCE ที่ w/c 0.40

ผข 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



KING MONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
FACULTY OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

FLOW OF GROUT (FLOW CONE METHOD)
ASTM C 939 - 97, JSCE - F531 - 1993

PROJECT : DOUBLE MIXING EFFECT OF FRESH CEMENT PLATE

CLIENT :

DATE OF TEST : July 4, 2005

TIME : 13:00

TEMPERATURE : 30° Celsius

TEST BY : P.PENGTU, N.CHAIRAT, P.MATTAYOMPORPINYO

TEST SPECIMEN : DM(40)

TEST APPARATUS : The Flow of Grout Apparatus : The Flow Cone of size 178 mm. in diameter x 265 mm. in height and the discharge tube of size 12.7 mm in diameter x 38.1 mm. in height, receiving container having capacity 2000 mL , Ring Stand and Stop Watch are used for testing.

TEST RESULTS : The results of flow of grout of test sample are tabulated below.

Test No.	W1/C Ratio	Observed Time (minutes)	ASTM Flow cone Flow Time (second)	J14-Funnel Flow time (second)	Remark
1	0.27	0	19.42	2.82	
2	0.27	0	19.66	2.98	
3	0.27	0	18.93	2.89	
			19.34	2.90	

Note : The ambient temperature is 30° Celsius, the sample temperature is 30.5° Celsius and the relative humidity is 59 % RH.

Dr.KOMSAN MALEESEE
Material Consultant

**ผ.ข.4. แสดงผลการหาค่าความสามารถในการไหลของ ซีเมนต์เพสต์ผสม โดยวิธี Double Mixing
โดยวิธี ASTM และ วิธี JSCE ที่ w/c 0.40 (w1/c 0.27)**

ผข 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



KING MONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
FACULTY OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

FLOW OF GROUT (FLOW CONE METHOD)
ASTM C 939 - 97, JSCE - F531 - 1993

PROJECT : DOUBLE MIXING EFFECT OF FRESH CEMENT PLATE

CLIENT :

DATE OF TEST : July 4, 2005

TIME : 13:00

TEMPERATURE : 32° Celsius

TEST BY : P.PENGTO, N.CHAIRAT, P.MATTAYOMPOBPINYO

TEST SPECIMEN : SM(50)

TEST APPARATUS : The Flow of Grout Apparatus : The Flow Cone of size 178 mm. in diameter x 265 mm. in height and the discharge tube of size 12.7 mm in diameter x 38.1 mm. in height, receiving container having capacity 2000 mL , Ring Stand and Stop Watch are used for testing.

TEST RESULTS : The results of flow of grout of test sample are tabulated below.

Test No.	W/C Ratio	Observed Time (minutes)	ASTM Flow cone Flow Time (second)	J14-Funnel Flow time (second)	Remark
1	0.50	0	15.92	2.44	
2	0.50	0	17.96	2.69	
3	0.50	0	18.40	2.61	
			17.43	2.58	

Note : The ambient temperature is 32° Celsius, the sample temperature is 32° Celsius and the relative humidity is 51 % RH.

Dr.KOMSAN MALEESEE
Material Consultant

ผ.ข.5. แสดงผลการหาค่าความสามารถในการไหลของ ซีเมนต์เพสต์ผสมโดยวิธี Single Mixing
โดยวิธี ASTM และ วิธี JSCE ที่ w/c 0.50

ผข 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



KING MONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
FACULTY OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

FLOW OF GROUT (FLOW CONE METHOD)
ASTM C 939 - 97, JSCE - F531 - 1993

PROJECT : DOUBLE MIXING EFFECT OF FRESH CEMENT PLATE
CLIENT :
DATE OF TEST : July 4, 2005
TIME : 13:00
TEMPERATURE : 30° Celsius
TEST BY : P.PENGTO, N.CHAIRAT, P.MATTAYOMPOBPINYO

TEST SPECIMEN : DM(50)

TEST APPARATUS : The Flow of Grout Apparatus : The Flow Cone of size 178 mm. in diameter x 265 mm. in height and the discharge tube of size 12.7 mm in diameter x 38.1 mm. in height, receiving container having capacity 2000 mL , Ring Stand and Stop Watch are used for testing.

TEST RESULTS : The results of flow of grout of test sample are tabulated below.

Test No.	W/C Ratio	Observed Time (minutes)	ASTM Flow cone Flow Time (second)	J14-Funnel Flow time (second)	Remark
1	0.27	0	10.65	1.96	
2	0.27	0	11.10	2.10	
3	0.27	0	10.59	1.98	
			10.78	2.01	

Note : The ambient temperature is 30° Celsius, the sample temperature is 30.5° Celsius and the relative humidity is 59 % RH.

Dr.KOMSAN MALEESEE
Material Consultant

พ.ช.6. แสดงผลการหาค่าความสามารถในการไหลของ ซีเมนต์เพสต์ผสม โดยวิธี Double Mixing โดยวิธี ASTM และ วิธี JSCE ที่ w/c 0.50 (w1/c 0.27)

พช 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



KING MONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
FACULTY OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

FLOW OF GROUT (FLOW CONE METHOD)
ASTM C 939 - 97, JSCE - F531 - 1993

PROJECT : DOUBLE MIXING EFFECT OF FRESH CEMENT PLATE
CLIENT :
DATE OF TEST : July 4, 2005
TIME : 13:00
TEMPERATURE : 32° Celsius
TEST BY : P.PENGT0, N.CHAIRAT, P.MATTAYOMPOBPINYO

TEST SPECIMEN : SM(60)

TEST APPARATUS : The Flow of Grout Apparatus : The Flow Cone of size 178 mm. in diameter x 265 mm. in height and the discharge tube of size 12.7 mm in diameter x 38.1 mm. in height, receiving container having capacity 2000 mL , Ring Stand and Stop Watch are used for testing.

TEST RESULTS : The results of flow of grout of test sample are tabulated below.

Test No.	W/C Ratio	Observed Time (minutes)	ASTM Flow cone Flow Time (second)	J14-Funnel Flow time (second)	Remark
1	0.60	0	10.28	2.18	
2	0.60	0	10.35	1.92	
3	0.60	0	10.60	2.04	
			10.48	2.05	

Note : The ambient temperature is 32° Celsius, the sample temperature is 32° Celsius and the relative humidity is 51 % RH.

Dr.KOMSAN MALEESEE
Material Consultant

ผ.ข.7. แสดงผลการหาค่าความสามารถในการไหลของ ซีเมนต์เพสต์ผสม โดยวิธี Single Mixing โดยวิธี ASTM และ วิธี JSCE ที่ w/c 0.60

ผข 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



KING MONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
FACULTY OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

FLOW OF GROUT (FLOW CONE METHOD)
ASTM C 939 - 97, JSCE - F531 - 1993

PROJECT : DOUBLE MIXING EFFECT OF FRESH CEMENT PLATE

CLIENT :

DATE OF TEST : July 4, 2005

TIME : 13:00

TEMPERATURE : 30° Celsius

TEST BY : P.PENGTO, M.CHAIRAT, P.MATTAYOMPOBPINYO

TEST SPECIMEN : OM(60)

TEST APPARATUS : The Flow of Grout Apparatus : The Flow Cone of size 178 mm. in diameter x 265 mm. in height and the discharge tube of size 12.7 mm in diameter x 38.1 mm. in height, receiving container having capacity 2000 mL , Ring Stand and Stop Watch are used for testing.

TEST RESULTS : The results of flow of grout of test sample are tabulated below.

Test No.	W/C Ratio	Observed Time (minutes)	ASTM Flow cone Flow Time (second)	J14-Funnel Flow time (second)	Remark
1	0.27	0	9.64	1.96	
2	0.27	0	9.47	1.90	
3	0.27	0	9.53	1.95	
			9.55	1.94	

Note : The ambient temperature is 30° Celsius, the sample temperature is 30.5° Celsius and the relative humidity is 59 % RH.


Dr.KOMSAN MALEESEE
Material Consultant

ผ.ข.8. แสดงผลการหาค่าความสามารถในการไหลของ ซีเมนต์เพสต์ผสม โคบวิธี Double Mixing
โคบวิธี ASTM และ วิธี JSCE ที่ w/c 0.60 (w1/c 0.27)

ผข 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2. ตารางผลค่าการคายน้ำของซีเมนต์เพสต์ที่ w/c 0.4,0.5,0.6 ที่ผสมด้วยวิธี DM , SM

 KING MONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG FACULTY OF ENGINEERING DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING					
Expansion and Bleeding of Freshly Cement Paste ASTM C 940-89					
PROJECT : DOUBLE MIXING EFFECT OF FRESH PASTE CLIENT : DATE OF TEST : TIME : TEMPERATURE : 22° Celsius TEST BY : P.PENGTO, N.CHAIRAT, P.MATTAYOMPOBPINYO					
TEST SPECIMEN : DM Mixing w/c 0.4 TEST APPARATUS : Expansion and Bleeding Apparatus TEST RESULTS : The results of expansion and bleeding of test sample are tabulated below.					
	Observed Time (hr:min)	Elaped Time (hour)	Volume of sample (ml.)	Expansion (%)	Bleeding (%)
	5:13	0.00	400	0.00	0.23
	5:43	0.50	400	0.00	0.45
	6:13	1.00	400	0.00	0.45
	6:43	1.50	400	0.00	0.45
	7:43	2.00	400	0.00	0.23
	8:43	2.50	400	0.00	0.23
	9:43	3.00	400	0.00	0.00
<p>Note : The ambient temperature is 22° Celsius and the relative humidity is 41 % RH.</p> <p style="text-align: right;">Dr.KOMSAN MALEESEE Material Consultant</p>					

ผ.ข.9. แสดงผลค่าการคายน้ำ Bleeding ของซีเมนต์เพสต์ที่ผสมด้วยวิธี DM ที่ w/c 0.40 (w1/c 0.27)

ผข 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



KING MONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
FACULTY OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

**Expansion and Bleeding of Freshly Cement Paste
ASTM C 940-89**

PROJECT : DOUBLE MIXING EFFECT OF FRESH PASTE
CLIENT :
DATE OF TEST :
TIME :
TEMPERATURE : 22° Celsius
TEST BY : P.PENGTO, N.CHAIRAT, P.MATTAYOMPOBPINYO

TEST SPECIMEN : DM Mixing w/c 0.5
TEST APPARATUS : Expansion and Bleeding Apparatus

TEST RESULTS : The results of expansion and bleeding of test sample are tabulated below.

Date	Observed Time (hr:min)	Elaped Time (hour)	Volume of sample (ml.)	Expansion (%)	Bleeding (%)
	6:07	0.00	400	0.00	0.61
	6:37	0.50	400	0.00	1.30
	7:07	1.00	400	0.00	1.74
	7:37	1.50	400	0.00	1.74
	8:37	2.00	400	0.00	1.74
	9:37	2.50	400	0.00	1.74
	10:37	3.00	400	0.00	1.74

Note : The ambient temperature is 22° Celsius and the relative humidity is 41 % RH.

Dr.KOMSAN MALEESEE
Material Consultant

ผ.ข.10. แสดงผลค่าการคายน้ำ Bleeding ของซีเมนต์เพสต์ที่ผสมด้วยวิธี DM ที่ w/c 0.50
(w1/c 0.27)

ผข 10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



KING MONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
FACULTY OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

Expansion and Bleeding of Freshly Cement Paste
ASTM C 940-89

PROJECT : DOUBLE MIXING EFFECT OF FRESH PASTE

CLIENT :

DATE OF TEST :

TIME :

TEMPERATURE : 22° Celsius

TEST BY : P.PENGTO, N.CHAIRAT, P.MATTAYOMPOBPINYO

TEST SPECIMEN : DM Mixing w/c 0.6

TEST APPARATUS : Expansion and Bleeding Apparatus

TEST RESULTS : The results of expansion and bleeding of test sample are tabulated below.

Date	Observed Time (hr.min)	Elaped Time (hour)	Volume of sample (ml.)	Expansion (%)	Bleeding (%)
	6:45	0.00	400	0.00	1.25
	7:15	0.50	400	0.00	2.16
	7:45	1.00	400	0.00	3.18
	8:15	1.50	400	0.00	3.52
	9:15	2.00	400	0.00	3.52
	10:15	2.50	400	0.00	3.52
	11:15	3.00	400	0.00	3.52

Note : The ambient temperature is 22° Celsius and the relative humidity is 41 % RH.

Dr.KOMSAN MALEESEE
Material Consultant

ผ.ข.11. แสดงผลค่าการคายน้ำ Bleeding ของซีเมนต์เฟสท์ที่ผสมด้วยวิธี DM ที่ w/c 0.60
(w1/c 0.27)

ผข 11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



KING MONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
FACULTY OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

Expansion and Bleeding of Freshly Cement Paste
ASTM C 940-89

PROJECT : DOUBLE MIXING EFFECT OF FRESH PASTE
CLIENT :
DATE OF TEST :
TIME :
TEMPERATURE : 22° Celsius
TEST BY : P.PENGTO, N.CHAIRAT, P.MATTAYOMPOBPINYO

TEST SPECIMEN : SM Mixing w/c 0.4
TEST APPARATUS : Expansion and Bleeding Apparatus

TEST RESULTS : The results of expansion and bleeding of test sample are tabulated below.

Date	Observed Time (hr:min)	Elaped Time (hour)	Volume of sample (ml.)	Expansion (%)	Bleeding (%)
	4:00	0.00	400	0.00	0.45
	4:30	0.50	400	0.00	1.20
	5:00	1.00	400	0.00	1.23
	5:30	1.50	400	0.00	1.23
	6:30	2.00	400	0.00	1.23
	7:30	2.50	400	0.00	1.00
	8:30	3.00	400	0.00	1.00

Note : The ambient temperature is 22° Celsius and the relative humidity is 41 % RH.

Dr.KOMSAN MALEESEE
Material Consultant

ผ.ข.12. แสดงผลค่าการคายน้ำ Bleeding ของซีเมนต์เพสต์ที่ผสมด้วยวิธี SM ที่ w/c 0.40

ผข 12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



KING MONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
FACULTY OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

**Expansion and Bleeding of Freshly Cement Paste
ASTM C 940-89**

PROJECT : DOUBLE MIXING EFFECT OF FRESH PASTE

CLIENT :

DATE OF TEST :

TIME :

TEMPERATURE : 22° Celsius

TEST BY : P.PENGTO, N.CHAIRAT, P.MATTAYOMPOBPINYO

TEST SPECIMEN : SM Mixing w/c 0.5

TEST APPARATUS : Expansion and Bleeding Apparatus

TEST RESULTS : The results of expansion and bleeding of test sample are tabulated below.

Date	Observed Time (hr:min)	Elaped Time (hour)	Volume of sample (ml.)	Expansion (%)	Bleeding (%)
	5:44	0.00	400	0.00	1.82
	6:14	0.50	400	0.00	3.07
	6:44	1.00	400	0.00	3.41
	7:14	1.50	400	0.00	3.41
	8:14	2.00	400	0.00	3.41
	9:14	2.50	400	0.00	3.41
	10:14	3.00	400	0.00	3.41

Note : The ambient temperature is 22° Celsius and the relative humidity is 41 % RH.

Dr.KOMSAN MALEESEE
Material Consultant

ผ.ข.13. แสดงผลค่าการคายน้ำ Bleeding ของซีเมนต์เฟสที่ผสมด้วยวิธี SM ที่ w/c 0.50

ผข 13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



KING MONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
FACULTY OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

Expansion and Bleeding of Freshly Cement Paste
ASTM C 940-89

PROJECT : DOUBLE MIXING EFFECT OF FRESH PASTE
CLIENT :
DATE OF TEST :
TIME :
TEMPERATURE : 22° Celsius
TEST BY : P.PENGTO, N.CHAIRAT, P.MATTAYOMPOBPINYO

TEST SPECIMEN : SM Mixing w/c 0.6
TEST APPARATUS : Expansion and Bleeding Apparatus

TEST RESULTS : The results of expansion and bleeding of test sample are tabulated below.

Date	Observed Time (hr:min)	Elaped Time (hour)	Volume of sample (ml.)	Expansion (%)	Bleeding (%)
	5:44	0.00	400	0.00	2.50
	6:14	0.50	400	0.00	5.45
	6:44	1.00	400	0.00	6.82
	7:14	1.50	400	0.00	6.97
	8:14	2.00	400	0.00	7.27
	9:14	2.50	400	0.00	7.27
	10:14	3.00	400	0.00	7.27

Note : The ambient temperature is 22° Celsius and the relative humidity is 41 % RH.


Dr.KOMSAN MALEESEE
Material Consultant

ผ.ข.14. แสดงผลค่าการคายน้ำ Bleeding ของซีเมนต์เพสต์ที่ผสมด้วยวิธี SM ที่ w/c 0.60

ผข 14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3. ผลการหาค่า w/c ที่ให้ค่าการคายน้ำน้อยที่สุด เมื่อใช้ w/c 0.4 , 0.6

 <p>KING MONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG FACULTY OF ENGINEERING DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING</p>	Expansion and Bleeding of Freshly Cement Paste ASTM C 940-89																																				
	PROJECT : DOUBLE MIXING EFFECT OF FRESH PASTE																																				
CLIENT :																																					
DATE OF TEST :																																					
TIME :																																					
TEMPERATURE : 22° Celsius																																					
TEST BY : P.PENGTO, N.CHAIRAT, P.MATTAYOMPOBPINYO																																					
TEST SPECIMEN : Cement paste SM w/c 0.4																																					
TEST APPARATUS : Expansion and Bleeding Apparatus																																					
TEST RESULTS : The results of expansion and bleeding of test sample are tabulated below.																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Date</th> <th>Observed Time (hr.min)</th> <th>Elaped Time (hour)</th> <th>Volume of sample (ml.)</th> <th>Expansion (%)</th> <th>Bleeding (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="5">31/03/06</td> <td>1:00</td> <td>0.00</td> <td>400</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>1:30</td> <td>0.50</td> <td>400</td> <td>0.00</td> <td>0.45</td> </tr> <tr> <td>2:00</td> <td>1.00</td> <td>400</td> <td>0.00</td> <td>0.68</td> </tr> <tr> <td>3:00</td> <td>2.00</td> <td>400</td> <td>0.00</td> <td>1.36</td> </tr> <tr> <td>4:00</td> <td>3.00</td> <td>400</td> <td>0.00</td> <td>1.59</td> </tr> </tbody> </table>						Date	Observed Time (hr.min)	Elaped Time (hour)	Volume of sample (ml.)	Expansion (%)	Bleeding (%)	31/03/06	1:00	0.00	400	0.00	0.00	1:30	0.50	400	0.00	0.45	2:00	1.00	400	0.00	0.68	3:00	2.00	400	0.00	1.36	4:00	3.00	400	0.00	1.59
Date	Observed Time (hr.min)	Elaped Time (hour)	Volume of sample (ml.)	Expansion (%)	Bleeding (%)																																
31/03/06	1:00	0.00	400	0.00	0.00																																
	1:30	0.50	400	0.00	0.45																																
	2:00	1.00	400	0.00	0.68																																
	3:00	2.00	400	0.00	1.36																																
	4:00	3.00	400	0.00	1.59																																
<p>Note : The ambient temperature is 22° Celsius and the relative humidity is 41 % RH.</p>																																					
<p>Dr.KOMSAN MALEESEE Material Consultant</p>																																					

ผ.ข.15. แสดงผลค่าการคายน้ำ Bleeding ของซีเมนต์เพสต์ที่ผสมด้วยวิธี SM ที่ w/c 0.40

ผข 15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



KING MONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
FACULTY OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

Expansion and Bleeding of Freshly Cement Paste
ASTM C 940-89

PROJECT : DOUBLE MIXING EFFECT OF FRESH PASTE

CLIENT :

DATE OF TEST :

TIME :

TEMPERATURE : 22° Celsius

TEST BY : P.PENGTO, N.CHAIRAT, P.MATTAYOMPOBPINYO

TEST SPECIMEN : Cement paste DM w/c D.4 (w1/c 0.03)

TEST APPARATUS : Expansion and Bleeding Apparatus

TEST RESULTS : The results of expansion and bleeding of test sample are tabulated below.

Date	Observed Time (hr:min)	Elaped Time (hour)	Volume of sample (ml.)	Expansion (%)	Bleeding (%)
31/03/06	1:15	0.00	400	0.00	0.00
	1:45	0.50	400	0.00	0.91
	2:15	1.00	400	0.00	1.59
	3:15	2.00	400	0.00	2.05
	4:15	3.00	400	0.00	2.27

Note : The ambient temperature is 22° Celsius and the relative humidity is 41 % RH.

Dr.KOMSAN MALEESEE
Material Consultant

ผ.ข.16. แสดงผลค่าการคายน้ำ Bleeding ของซีเมนต์พิเศษที่ผสมด้วยวิธี DM ที่ w/c 0.40
(w1/c 0.03)

ผข 16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



KING MONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
FACULTY OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

Expansion and Bleeding of Freshly Cement Paste
ASTM C 940-89

PROJECT : DOUBLE MIXING EFFECT OF FRESH PASTE
CLIENT :
DATE OF TEST :
TIME :
TEMPERATURE : 22° Celsius
TEST BY : P.PENGTO, N.CHAIRAT, P.MATTAYOMPOBPINYO

TEST SPECIMEN : Cement paste DM w/c 0.4 (w1/c 0.06)

TEST APPARATUS : Expansion and Bleeding Apparatus

TEST RESULTS : The results of expansion and bleeding of test sample are tabulated below.

Date	Observed Time (hr. min)	Elapsed Time (hour)	Volume of sample (ml.)	Expansion (%)	Bleeding (%)
31/03/06	1:30	0.00	400	0.00	0.00
	2:00	0.50	400	0.00	0.68
	2:30	1.00	400	0.00	1.14
	3:30	2.00	400	0.00	1.82
	4:30	3.00	400	0.00	1.93

Note : The ambient temperature is 22° Celsius and the relative humidity is 41 % RH.

Dr.KOMSAN MALEESEE
Material Consultant

ผ.ข.17. แสดงผลค่าการคายน้ำ Bleeding ของซีเมนต์ทดสอบที่ผสมด้วยวิธี DM ที่ w/c 0.40
(w1/c 0.06)

ผข 17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



KING MONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
FACULTY OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

Expansion and Bleeding of Freshly Cement Paste
ASTM C 940-89

PROJECT : DOUBLE MIXING EFFECT OF FRESH PASTE

CLIENT :

DATE OF TEST :

TIME :

TEMPERATURE : 22° Celsius

TEST BY : P.PENGTO, N.CHAIRAT, P.MATTAYOMPOBPINYO

TEST SPECIMEN : Cement paste DM w/c 0.4 (w1/c 0.09)

TEST APPARATUS : Expansion and Bleeding Apparatus

TEST RESULTS : The results of expansion and bleeding of test sample are tabulated below.

Date	Observed Time (hr.min)	Elapsed Time (hour)	Volume of sample (ml.)	Expansion (%)	Bleeding (%)
31/03/06	1:45	0.00	400	0.00	0.00
	2:15	0.50	400	0.00	0.45
	2:45	1.00	400	0.00	0.68
	3:45	2.00	400	0.00	1.00
	4:45	3.00	400	0.00	1.14

Note : The ambient temperature is 22° Celsius and the relative humidity is 41 % RH.

Dr.KOMSAN MALEESEE
Material Consultant

พ.ช.18. แสดงผลค่าการคายน้ำ Bleeding ของซีเมนต์เฟสที่ผสมด้วยวิธี DM ที่ w/c 0.40
(w1/c 0.09)

พช 18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



KING MONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
FACULTY OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

Expansion and Bleeding of Freshly Cement Paste
ASTM C 940-89

PROJECT : DOUBLE MIXING EFFECT OF FRESH PASTE

CLIENT :

DATE OF TEST :

TIME :

TEMPERATURE : 22° Celsius

TEST BY : P.PENGTO, N.CHAIRAT, P.MATTAYOMPOBPINYO

TEST SPECIMEN : Cement paste DM w/c 0.4 (w1/c 0.12)

TEST APPARATUS : Expansion and Bleeding Apparatus

TEST RESULTS : The results of expansion and bleeding of test sample are tabulated below.

Date	Observed Time (hr.min)	Elapsed Time (hour)	Volume of sample (ml.)	Expansion (%)	Bleeding (%)
31/03/06	2:00	0.00	400	0.00	0.00
	2:30	0.50	400	0.00	0.45
	3:00	1.00	400	0.00	0.55
	3:45	2.00	400	0.00	0.91
	4:45	3.00	400	0.00	1.02

Note : The ambient temperature is 22° Celsius and the relative humidity is 41 % RH.

Dr.KOMSAN MALEESEE
Material Consultant

ผ.ข.19. แสดงผลค่าการคายน้ำ Bleeding ของซีเมนต์เพสต์ที่ผสมด้วยวิธี DM ที่ w/c 0.40
(w1/c 0.12)

ผข 19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



KING MONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
FACULTY OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

Expansion and Bleeding of Freshly Cement Paste
ASTM C 940-89

PROJECT : DOUBLE MIXING EFFECT OF FRESH PASTE

CLIENT :

DATE OF TEST :

TIME :

TEMPERATURE : 22° Celsius

TEST BY : P.PENGTO, H.CHAIRAT, P.MATTAYOMPOBPINYO

TEST SPECIMEN : Cement paste DM w/c 0.4 (w1/c 0.15)

TEST APPARATUS : Expansion and Bleeding Apparatus

TEST RESULTS : The results of expansion and bleeding of test sample are tabulated below.

Date	Observed Time (hr:min)	Elaped Time (hour)	Volume of sample (ml.)	Expansion (%)	Bleeding (%)
31/03/06	2:15	0.00	400	0.00	0.00
	2:45	0.50	400	0.00	0.23
	3:15	1.00	400	0.00	0.45
	4:15	2.00	400	0.00	0.91
	5:15	3.00	400	0.00	0.91

Note : The ambient temperature is 22° Celsius and the relative humidity is 41 % RH.

Dr.KOMSAN MALEESEE
Material Consultant

ห.ข.20. แสดงผลค่าการคายน้ำ Bleeding ของซีเมนต์เพสต์ที่ผสมด้วยวิธี DM ที่ w/c 0.40
(w1/c 0.15)

หข 20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



KING MONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
FACULTY OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

Expansion and Bleeding of Freshly Cement Paste
ASTM C 940-09

PROJECT : DOUBLE MIXING EFFECT OF FRESH PASTE

CLIENT :

DATE OF TEST :

TIME :

TEMPERATURE : 22° Celsius

TEST BY : P.PENGTO, N.CHAIRAT, P.MATTAYOMPOBPINYO

TEST SPECIMEN : Cement paste DM w/c 0.4 (w1/c 0.18)

TEST APPARATUS : Expansion and Bleeding Apparatus

TEST RESULTS : The results of expansion and bleeding of test sample are tabulated below.

Date	Observed Time (hr:min)	Elaped Time (hour)	Volume of sample (ml.)	Expansion (%)	Bleeding (%)
31/03/06	2:30	0.00	400	0.00	0.00
	3:00	0.50	400	0.00	0.23
	3:30	1.00	400	0.00	0.45
	4:30	2.00	400	0.00	0.82
	5:00	3.00	400	0.00	0.82

Note : The ambient temperature is 22° Celsius and the relative humidity is 41 % RH.

Dr.KOMSAN MALEESEE
Material Consultant

ผ.ข.21. แสดงผลค่าการคายน้ำ Bleeding ของซีเมนต์เพสต์ที่ผสมด้วยวิธี DM ที่ w/c 0.40
(w1/c 0.18)

พข 21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



KING MONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
FACULTY OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

Expansion and Bleeding of Freshly Cement Paste
ASTM C 940-89

PROJECT : DOUBLE MIXING EFFECT OF FRESH PASTE
CLIENT :
DATE OF TEST :
TIME :
TEMPERATURE : 22° Celsius
TEST BY : P.PENGTO, N.CHAIRAT, P.MATTAYOMPBPINYO

TEST SPECIMEN : Cement paste DM w/c 0.4 (w1/c 0.21)

TEST APPARATUS : Expansion and Bleeding Apparatus

TEST RESULTS : The results of expansion and bleeding of test sample are tabulated below.

Date	Observed Time (hr. min)	Elaped Time (hour)	Volume of sample (ml.)	Expansion (%)	Bleeding (%)
31/03/06	2:45	0.00	400	0.00	0.00
	3:15	0.50	400	0.00	0.23
	3:45	1.00	400	0.00	0.45
	4:45	2.00	400	0.00	0.80
	5:45	3.00	400	0.00	0.80

Note : The ambient temperature is 22° Celsius and the relative humidity is 41 % RH.

Dr.KOMSAN MALEESEE
Material Consultant

ห.ข.22. แสดงผลค่าการคายน้ำ Bleeding ของซีเมนต์เพสต์ที่ผสมด้วยวิธี DM ที่ w/c 0.40
(w1/c 0.21)

หข 22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



KING MONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
FACULTY OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

Expansion and Bleeding of Freshly Cement Paste
ASTM C 940-89

PROJECT : DOUBLE MIXING EFFECT OF FRESH PASTE
CLIENT :
DATE OF TEST :
TIME :
TEMPERATURE : 22° Celsius
TEST BY : P.PENGTO, N.CHAIRAT, P.MATTAYOMPOBPINYO

TEST SPECIMEN : Cement paste DM w/c 0.4 (w1/c 0.24)

TEST APPARATUS : Expansion and Bleeding Apparatus

TEST RESULTS : The results of expansion and bleeding of test sample are tabulated below.

Date	Observed Time (hr.min)	Elapsed Time (hour)	Volume of sample (ml.)	Expansion (%)	Bleeding (%)
31/03/06	3:00	0.00	400	0.00	0.00
	3:30	0.50	400	0.00	0.09
	4:00	1.00	400	0.00	0.45
	5:00	2.00	400	0.00	0.68
	6:00	3.00	400	0.00	0.68

Note : The ambient temperature is 22° Celsius and the relative humidity is 41 % RH.

Dr.KOMSAN MALEESEE
Material Consultant

ผ.ข.23. แสดงผลค่าการคายน้ำ Bleeding ของซีเมนต์ทดสอบที่ผสมด้วยวิธี DM ที่ w/c 0.40
(w1/c 0.24)

ผข 23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



KING MONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
FACULTY OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

Expansion and Bleeding of Freshly Cement Paste
ASTM C 940-89

PROJECT : DOUBLE MIXING EFFECT OF FRESH PASTE
CLIENT :
DATE OF TEST :
TIME :
TEMPERATURE : 22° Celsius
TEST BY : P.PENGTO, N.CHAIRAT, P.MATTAYOMPOBPINYO

TEST SPECIMEN : Cement paste DM w/c 0.4 (w1/c 0.27)

TEST APPARATUS : Expansion and Bleeding Apparatus

TEST RESULTS : The results of expansion and bleeding of test sample are tabulated below.

Date	Observed Time (hr:min)	Elapsed Time (hour)	Volume of sample (ml.)	Expansion (%)	Bleeding (%)
31/03/06	3:00	0.00	400	0.00	0.00
	3:30	0.50	400	0.00	0.09
	4:00	1.00	400	0.00	0.23
	5:00	2.00	400	0.00	0.45
	6:00	3.00	400	0.00	0.45

Note : The ambient temperature is 22° Celsius and the relative humidity is 41 % RH.

Dr.KOMSAN MALEESEE
Material Consultant

ผ.ข.24. แสดงผลค่าการคายน้ำ Bleeding ของซีเมนต์เพสต์ที่ผสมด้วยวิธี DM ที่ w/c 0.40
(w1/c 0.27)

ผข 24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



KING MONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
FACULTY OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

**Expansion and Bleeding of Freshly Cement Paste
ASTM C 940-89**

PROJECT : DOUBLE MIXING EFFECT OF FRESH PASTE
CLIENT :
DATE OF TEST :
TIME :
TEMPERATURE : 22° Celsius
TEST BY : P.PENGTO, N.CHAIRAT, P.MATTAYOMPOBPINYO

TEST SPECIMEN : Cement paste DM w/c 0.4 (w1/c 0.30)

TEST APPARATUS : Expansion and Bleeding Apparatus

TEST RESULTS : The results of expansion and bleeding of test sample are tabulated below.

Date	Observed Time (hr:min)	Elaped Time (hour)	Volume of sample (ml.)	Expansion (%)	Bleeding (%)
31/03/06	3:00	0.00	400	0.00	0.00
	3:30	0.50	400	0.00	0.23
	4:00	1.00	400	0.00	0.45
	5:00	2.00	400	0.00	0.57
	6:00	3.00	400	0.00	0.57

Note : The ambient temperature is 22° Celsius and the relative humidity is 41 % RH.

Dr.KOMSAN MALEESEE
Material Consultant

พ.จ.25. แสดงผลค่าการคายน้ำ Bleeding ของซีเมนต์เพสต์ที่ผสมด้วยวิธี DM ที่ w/c 0.40
(w1/c 0.30)

พ.จ 25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



KING MONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
FACULTY OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

**Expansion and Bleeding of Freshly Cement Paste
ASTM C 940-89**

PROJECT : DOUBLE MIXING EFFECT OF FRESH PASTE

CLIENT :

DATE OF TEST :

TIME :

TEMPERATURE : 22° Celsius

TEST BY : P.PENGTO, N.CHAJRAT, P.MATTAYOMPOBPINYO

TEST SPECIMEN : Cement paste DM w/c 0.6 (w1/c 0.06)

TEST APPARATUS : Expansion and Bleeding Apparatus

TEST RESULTS : The results of expansion and bleeding of test sample are tabulated below.

Date	Observed Time (hr:min)	Elaped Time (hour)	Volume of sample (ml.)	Expansion (%)	Bleeding (%)
14-07-05	10:00	0.00	400	0.00	1.54
	10:30	0.50	400	0.00	4.32
	11:00	1.00	400	0.00	6.36
	12:00	2.00	400	0.00	7.09
	13:00	3.00	400	0.00	7.36
	14:00	4.00	400	0.00	7.36
	15:00	5.00	400	0.00	7.36

Note : The ambient temperature is 22° Celsius and the relative humidity is 41 % RH.

Dr.KOMSAN MALEESEE
Material Consultant

ผ.ข.26. แสดงผลค่าการคายน้ำ Bleeding ของซีเมนต์เพสต์ที่ผสมด้วยวิธี DM ที่ w/c 0.60
(w1/c 0.06)

ผข 26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



KING MONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
FACULTY OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

Expansion and Bleeding of Freshly Cement Paste
ASTM C 940-89

PROJECT : DOUBLE MIXING EFFECT OF FRESH PASTE

CLIENT :

DATE OF TEST :

TIME :

TEMPERATURE : 22° Celsius

TEST BY : P.PENGTO, N.CHAJRAT, P.MATTAYOMPOBPINYO

TEST SPECIMEN : Cement paste DM w/c 0.6 (w1/c 0.09)

TEST APPARATUS : Expansion and Bleeding Apparatus

TEST RESULTS : The results of expansion and bleeding of test sample are tabulated below.

Date	Observed Time (hr.min)	Elaped Time (hour)	Volume of sample (ml.)	Expansion (%)	Bleeding (%)
14-07-05	10:30	0.00	400	0.00	1.72
	11:00	0.50	400	0.00	4.26
	12:30	1.00	400	0.00	6.97
	13:30	2.00	400	0.00	7.52
	14:30	3.00	400	0.00	7.61
	15:30	4.00	400	0.00	7.61
	16:30	5.00	400	0.00	7.61

Note : The ambient temperature is 22° Celsius and the relative humidity is 41 % RH.

Dr.KOMSAN MALEESEE
Material Consultant

ผ.ข.27. แสดงผลค่าการคายน้ำ Bleeding ของซีเมนต์เพสต์ที่ผสมด้วยวิธี DM ที่ w/c 0.60
(w1/c 0.09)

ผข 27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



KING MONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
FACULTY OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

Expansion and Bleeding of Freshly Cement Paste
ASTM C 940-89

PROJECT : DOUBLE MIXING EFFECT OF FRESH PASTE

CLIENT :

DATE OF TEST :

TIME :

TEMPERATURE : 22° Celsius

TEST BY : P.PENGTO, N.CHAIRAT, P.MATTAYOMPOBPINYO

TEST SPECIMEN : Cement paste DM w/c 0.6 (w1/c 0.24)

TEST APPARATUS : Expansion and Bleeding Apparatus

TEST RESULTS : The results of expansion and bleeding of test sample are tabulated below.

Date	Observed Time (hr.min)	Elaped Time (hour)	Volume of sample (ml.)	Expansion (%)	Blaeding (%)
14-07-05	11:00	0.00	400	0.00	0.91
	12:30	0.50	400	0.00	1.76
	13:00	1.00	400	0.00	2.58
	14:00	2.00	400	0.00	2.58
	15:00	3.00	400	0.00	2.58
	16:00	4.00	400	0.00	2.58
	17:00	5.00	400	0.00	2.58

Note : The ambient temperature is 22° Celsius and the relative humidity is 41 % RH.

Dr.KOMSAN MALEESEE
Material Consultant

ผ.ช.28. แสดงผลค่าการคายน้ำ Bleeding ของซีเมนต์เพสต์ที่ผสมด้วยวิธี DM ที่ w/c 0.60
(w1/c 0.24)

ผช 28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



KING MONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
FACULTY OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

Expansion and Bleeding of Freshly Cement Paste
ASTM C 940-89

PROJECT : DOUBLE MIXING EFFECT OF FRESH PASTE

CLIENT :

DATE OF TEST :

TIME :

TEMPERATURE : 22° Celsius

TEST BY : P.PENGTO, N.CHAIRAT, P.MATTAYOMPOBINYO

TEST SPECIMEN : Cement paste DM w/c 0.6 (w1/c 0.27)

TEST APPARATUS : Expansion and Bleeding Apparatus

TEST RESULTS : The results of expansion and bleeding of test sample are tabulated below.

Date	Observed Time (hr:min)	Elaped Time (hour)	Volume of sample (ml.)	Expansion (%)	Bleeding (%)
14-07-05	11:30	0.00	400	0.00	0.91
	12:00	0.50	400	0.00	2.27
	13:30	1.00	400	0.00	3.00
	14:30	2.00	400	0.00	3.13
	15:30	3.00	400	0.00	3.13
	16:30	4.00	400	0.00	3.13
	17:30	5.00	400	0.00	3.13

Note : The ambient temperature is 22° Celsius and the relative humidity is 41 % RH.


Dr.KOMSAN MALEESEE
Material Consultant

ผ.ข.29. แสดงผลค่าการคายน้ำ Bleeding ของซีเมนต์เพสต์ที่ผสมด้วยวิธี DM ที่ w/c 0.60
(w1/c 0.27)

หน้า 29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4. ตารางผลค่าการหดตัวของซีเมนต์เพสต์

 KING MONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG FACULTY OF ENGINEERING DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING																																									
Autogeneous Shrinkage JIS A 1129																																									
PROJECT :	DOUBLE MIXING EFFECT OF FRESH PASTE																																								
CLIENT :																																									
DATE OF TEST :																																									
TIME :																																									
TEMPERATURE :	22° Celsius																																								
TEST BY :	P.PENGTO, N.CHAIRAT, P.MATTAYOMPOBPINYO																																								
TEST SPECIMEN :	Cement paste DM w/c 0.4 (w1/c 0.27)																																								
TEST APPARATUS :																																									
TEST RESULTS :	<table border="1"> <thead> <tr> <th>E.Time</th> <th>L_0</th> <th>%Shrinkage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>12.976</td><td>0.00</td></tr> <tr><td>0.25</td><td>12.976</td><td>0.00</td></tr> <tr><td>0.29</td><td>12.976</td><td>78.13</td></tr> <tr><td>0.33</td><td>12.976</td><td>78.13</td></tr> <tr><td>1</td><td>12.976</td><td>78.13</td></tr> <tr><td>2</td><td>12.976</td><td>156.25</td></tr> <tr><td>3</td><td>12.976</td><td>156.25</td></tr> <tr><td>4</td><td>12.976</td><td>156.25</td></tr> <tr><td>5</td><td>12.976</td><td>156.25</td></tr> <tr><td>6</td><td>12.976</td><td>470.22</td></tr> <tr><td>7</td><td>12.976</td><td>470.22</td></tr> <tr><td>14</td><td>12.976</td><td>546.88</td></tr> </tbody> </table>		E.Time	L_0	%Shrinkage	0	12.976	0.00	0.25	12.976	0.00	0.29	12.976	78.13	0.33	12.976	78.13	1	12.976	78.13	2	12.976	156.25	3	12.976	156.25	4	12.976	156.25	5	12.976	156.25	6	12.976	470.22	7	12.976	470.22	14	12.976	546.88
E.Time	L_0	%Shrinkage																																							
0	12.976	0.00																																							
0.25	12.976	0.00																																							
0.29	12.976	78.13																																							
0.33	12.976	78.13																																							
1	12.976	78.13																																							
2	12.976	156.25																																							
3	12.976	156.25																																							
4	12.976	156.25																																							
5	12.976	156.25																																							
6	12.976	470.22																																							
7	12.976	470.22																																							
14	12.976	546.88																																							
Note :																																									
<hr/> Dr.KOMSAN MALEESEE Material Consultant																																									

ผ.ข.30. แสดงผลค่าการหดตัวของซีเมนต์เพสต์ที่ w/c 0.4 (w1/c 0.27) เมื่อผสมด้วยวิธี DM

ผข 30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



KING MONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
FACULTY OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

Autogeneous Shrinkage
JIS A 1129

PROJECT : DOUBLE MIXING EFFECT OF FRESH PASTE

CLIENT :

DATE OF TEST :

TIME :

TEMPERATURE : 22° Celsius

TEST BY : P.PENGTO, N.CHAIRAT, P.MATTAYOMPOBPINYO

TEST SPECIMEN : Cement paste DM w/c 0.5 (w/c 0.27)

TEST APPARATUS :

TEST RESULTS :

E.Time	L_0	%Shrinkage
0	12.976	0.00
0.25	12.976	0.00
0.29	12.976	76.90
0.33	12.976	76.90
1	12.976	76.90
2	12.976	153.79
3	12.976	153.79
4	12.976	153.79
5	12.976	153.79
6	12.976	230.69
7	12.976	230.69
14	12.976	307.35

Note :

Dr.KOMSAN MALEESEE
Material Consultant

ผ.ข.31. แสดงผลค่าการหดตัวของซีเมนต์เพสต์ที่ w/c 0.5 (w/c 0.27) เมื่อผสมด้วยวิธี DM

ผข 31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



KING MONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
FACULTY OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

Autogeneous Shrinkage
JIS A 1129

PROJECT : DOUBLE MIXING EFFECT OF FRESH PASTE

CLIENT :

DATE OF TEST :

TIME :

TEMPERATURE : 22° Celsius

TEST BY : P.PENGTO, N.CHAIRAT, P.MATTAYOMPOBPINYO

TEST SPECIMEN : Cement paste DM w/c 0.6 (w1/c 0.27)

TEST APPARATUS :

TEST RESULTS :

E.Time	L_p	%Shrinkage
0	12.976	0.00
0.25	12.976	0.00
0.29	12.976	75.67
0.33	12.976	75.67
1	12.976	75.67
2	12.976	151.34
3	12.976	151.34
4	12.976	151.34
5	12.976	151.34
6	12.976	227.02
7	12.976	227.02
14	12.976	378.36

Note :

Dr.KOMSAN MALEESEE
Material Consultant

ผ.ข.32. แสดงผลค่าการหดตัวของซีเมนต์เพสต์ที่ w/c 0.6 (w1/c 0.27) เมื่อผสมด้วยวิธี DM

ผข 32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



KING MONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
FACULTY OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

Autogeneous Shrinkage
JIS A 1129

PROJECT : DOUBLE MIXING EFFECT OF FRESH PASTE

CLIENT :

DATE OF TEST :

TIME :

TEMPERATURE : 22° Celsius

TEST BY : P.PENGTO, N.CHAIRAT, P.MATTAYOMPOBPINYO

TEST SPECIMEN : Cement paste SM w/c 0.4

TEST APPARATUS :

TEST RESULTS :

E.Time	L ₀	%Shrinkage
0	12.976	0.00
0.25	12.976	0.00
0.29	12.976	77.77
0.33	12.976	77.77
1	12.976	77.77
2	12.976	155.54
3	12.976	155.54
4	12.976	155.54
5	12.976	155.54
6	12.976	472.12
7	12.976	472.12
14	12.976	548.76

Note :

Dr.KOMSAN MALEESEE
Material Consultant

ผ.ข.33. แสดงผลค่าการหดตัวของซีเมนต์เพสต์ที่ w/c 0.4 เมื่อผสมด้วยวิธี SM

ผข 33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



KING MONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
FACULTY OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

Autogeneous Shrinkage
JIS A 1129

PROJECT : DOUBLE MIXING EFFECT OF FRESH PASTE

CLIENT :

DATE OF TEST :

TIME :

TEMPERATURE : 22° Celsius

TEST BY : P.PENGTO, N.CHAIRAT, P.MATTAYOMPOBPINYO

TEST SPECIMEN : Cement paste SM w/c 0.5

TEST APPARATUS :

TEST RESULTS :

E.Time	L_0	%Shrinkage
0	12.976	0.00
0.25	12.976	0.00
0.29	12.976	77.20
0.33	12.976	77.20
1	12.976	77.20
2	12.976	154.40
3	12.976	154.40
4	12.976	154.40
5	12.976	154.40
6	12.976	231.61
7	12.976	231.61
14	12.976	308.81

Note :

Dr.KOMSAN MALEESEE
Material Consultant

ผ.ข.34. แสดงผลค่าการหดตัวของซีเมนต์เพสต์ที่ w/c 0.5 เมื่อผสมด้วยวิธี SM

ผข 34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



KING MONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
FACULTY OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

Autogeneous Shrinkage
JIS A 1129

PROJECT : DOUBLE MIXING EFFECT OF FRESH PASTE

CLIENT :

DATE OF TEST :

TIME :

TEMPERATURE : 22° Celsius

TEST BY : P.PENGTO, N.CHAIRAT, P.MATTAYOMPOBPINYO

TEST SPECIMEN : Cement paste DM w/c 0.6

TEST APPARATUS :

TEST RESULTS :

E.Time	L ₀	%Shrinkage
0	12.976	0.00
0.25	12.976	0.00
0.29	12.976	77.78
0.33	12.976	77.78
1	12.976	77.78
2	12.976	155.71
3	12.976	155.71
4	12.976	155.71
5	12.976	155.71
6	12.976	233.57
7	12.976	233.57
14	12.976	366.67

Note :

Dr.KOMSAN MALEESEE
Material Consultant


ผ.ข.35. แสดงผลค่าการหดตัวของซีเมนต์เพสต์ที่ w/c 0.6 เมื่อผสมด้วยวิธี SM

ผข 35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ผลในส่วนของคอนกรีต

3.1. ตารางผลกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตที่ w/c 0.4, 0.5, 0.6 เมื่อผสมด้วยวิธี DM , SM

 KING MONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG FACULTY OF ENGINEERING DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING																																																				
COMPRESSIVE STRENGTH OF MORTAR ASTM C 109.95																																																				
PROJECT : DOUBLE MIXING EFFECT OF FRESH PASTE CLIENT : DATE OF TEST : Feb 03,2006 TIME : TEMPERATURE : 22° Celsius TEST BY : P.PENGTO, N.CHAIRAT, P.MATTAYOMPOBPINYO																																																				
TEST SPECIMEN : Concrete SM w/c 0.4 TEST APPARATUS : TEST RESULTS : The results of compressive strength of test sample are tabulated below.																																																				
<table border="1"><thead><tr><th rowspan="2">Specimen No.</th><th colspan="4">Compressive strength of 50-mm. mortar cubes at different ages.(ksc.)</th><th rowspan="2">Remark</th></tr><tr><th>24hr.</th><th>3 days</th><th>7 days</th><th>28 days</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>118.20</td><td>254.65</td><td>420.36</td><td>458.90</td><td></td></tr><tr><td>2</td><td>119.25</td><td>245.36</td><td>412.50</td><td>480.69</td><td></td></tr><tr><td>3</td><td>130.20</td><td>225.65</td><td>415.56</td><td>485.65</td><td></td></tr><tr><td>4</td><td>127.56</td><td>236.56</td><td>406.65</td><td>435.65</td><td></td></tr><tr><td>5</td><td>125.68</td><td>218.56</td><td>404.65</td><td>492.65</td><td></td></tr><tr><td>6</td><td>100.98</td><td>236.94</td><td>412.56</td><td>498.56</td><td></td></tr><tr><td>Average</td><td>118.98</td><td>236.94</td><td>412.87</td><td>475.94</td><td></td></tr></tbody></table>	Specimen No.	Compressive strength of 50-mm. mortar cubes at different ages.(ksc.)				Remark	24hr.	3 days	7 days	28 days	1	118.20	254.65	420.36	458.90		2	119.25	245.36	412.50	480.69		3	130.20	225.65	415.56	485.65		4	127.56	236.56	406.65	435.65		5	125.68	218.56	404.65	492.65		6	100.98	236.94	412.56	498.56		Average	118.98	236.94	412.87	475.94	
Specimen No.		Compressive strength of 50-mm. mortar cubes at different ages.(ksc.)					Remark																																													
	24hr.	3 days	7 days	28 days																																																
1	118.20	254.65	420.36	458.90																																																
2	119.25	245.36	412.50	480.69																																																
3	130.20	225.65	415.56	485.65																																																
4	127.56	236.56	406.65	435.65																																																
5	125.68	218.56	404.65	492.65																																																
6	100.98	236.94	412.56	498.56																																																
Average	118.98	236.94	412.87	475.94																																																
Note : The ambient temperature is 22° Celsius and the relative humidity is 45 % RH.																																																				
Dr.KOMSAN MALEESEE Material Consultant																																																				

ผ.ข.36. แสดงผลกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตที่ w/c 0.4 เมื่อผสมด้วยวิธี SM

ผข 36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



KING MONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
FACULTY OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

COMPRESSIVE STRENGTH OF CONCRETE
ASTM C 109.95

PROJECT : DOUBLE MIXING EFFECT OF FRESH PASTE

CLIENT :

DATE OF TEST : Feb 03,2006

TIME :

TEMPERATURE : 22° Celsius

TEST BY : P.PENGTO, N.CHAIRAT, P.MATTAYOMPOBPIHYO

TEST SPECIMEN : Concrete SM w/c 0.5

TEST APPARATUS :

TEST RESULTS : The results of compressive strength of test sample are tabulated below.

Specimen No.	Compressive strength of 50-mm mortar cubes at different ages,(ksc.)				Remark
	24hr.	3 days	7 days	28 days	
1	106.90	207.65	331.12	464.17	
2	112.36	200.36	324.70	456.00	
3	115.65	210.50	337.49	423.21	
4	116.36	200.36	342.17	402.40	
5	103.65	212.36	341.78	446.85	
6	108.90	206.36	349.51	398.61	
7	105.65	204.63	367.42	442.85	
8	102.36	215.63	347.21	444.12	
Average	108.95	206.86	342.67	434.78	

Note : The ambient temperature is 22° Celsius and the relative humidity is 45 % RH.

Dr.KOMSAN MALEESEE
Material Consultant

ผ.ข.37. แสดงผลกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตที่ w/c 0.5 เมื่อผสมด้วยวิธี SM

ผข 37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



KING MONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
FACULTY OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

COMPRESSIVE STRENGTH OF CONCRETE
ASTM C 109-95

PROJECT : DOUBLE MIXING EFFECT OF FRESH PASTE

CLIENT :

DATE OF TEST : Feb 03, 2006

TIME :

TEMPERATURE : 22° Celsius

TEST BY : P.PENGTO, N.CHAIRAT, P.MATTAYOMPOBPINYO

TEST SPECIMEN : Concrete SM w/c 0.6

TEST APPARATUS :

TEST RESULTS : The results of compressive strength of test sample are tabulated below.

Specimen No.	Compressive strength of 50-mm. mortar cubes at different ages, (ksc.)				Remark
	24hr.	3 days	7 days	28 days	
1	78.65	185.65	240.07	327.72	
2	98.75	180.65	239.75	320.79	
3	105.65	165.85	230.70	328.88	
4	102.65	170.65	272.01	285.61	
5	99.54	180.56	281.58	310.49	
6	105.63	176.36	275.33	287.05	
Average	98.0	170.0	256.57	310.09	

Note : The ambient temperature is 22° Celsius and the relative humidity is 45 % RH.

Dr.KOMSAN MALEESEE
Material Consultant

ผ.ข.38. แสดงผลกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตที่ w/c 0.6 เมื่อผสมด้วยวิธี SM

ผข 38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



KING MONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
FACULTY OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

COMPRESSIVE STRENGTH OF CONCRETE
ASTM C 109-95

PROJECT : DOUBLE MIXING EFFECT OF FRESH PASTE

CLIENT :

DATE OF TEST : Feb 03, 2006

TIME :

TEMPERATURE : 22° Celsius

TEST BY : P.PENGTO, N.CHAIRAT, P.MATTAYOMPORPINO

TEST SPECIMEN : Concrete DM w/c 0.4

TEST APPARATUS :

TEST RESULTS : The results of compressive strength of test sample are tabulated below.

Specimen No.	Compressive strength of 50-mm. mortar cubes at different ages, (ksc.)				Remark
	24hr.	3 days	7 days	28 days	
1	150.63	252.98	450.63	486.96	
2	125.68	250.46	500.63	490.60	
3	100.56	236.58	400.36	490.36	
4	124.65	268.36	445.63	486.36	
5					
6					
Average	124.21	252.65	449.51	489.43	

Note : The ambient temperature is 22° Celsius and the relative humidity is 45 % RH.

Dr.KOMSAN MALEESEE
Material Consultant

ผ.ข.39. แสดงผลกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตที่ w/c 0.4 (w1/c 0.27) เมื่อผสมด้วยวิธี DM

ผข 39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



KING MONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
FACULTY OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

COMPRESSIVE STRENGTH OF CONCRETE
ASTM C 109-95

PROJECT : DOUBLE MIXING EFFECT OF FRESH PASTE

CLIENT :

DATE OF TEST : Feb 03, 2006

TIME :

TEMPERATURE : 22° Celsius

TEST BY : P.PENGTO, N.CHAIRAT, P.MATTAYOMPOBPINYO

TEST SPECIMEN : Concrete DM w/c 0.5

TEST APPARATUS :

TEST RESULTS : The results of compressive strength of test sample are tabulated below.

Specimen No.	Compressive strength of 50-mm. mortar cubes at different ages (ksc.)				Remark
	24hr.	3 days	7 days	28 days	
1	100.32	230.26	334.85	431.36	
2	120.36	250.36	358.85	462.25	
3	120.36	180.69	344.93	446.93	
4	125.36	190.26	338.98	487.25	
5	100.36	240.32	336.15	410.92	
6	90.36	200.33	359.21	398.14	
7	100.36	205.36	356.15	417.20	
8	120.36	180.23	349.67	463.20	
Average	109.62	208.66	347.35	439.66	

Note : The ambient temperature is 22° Celsius and the relative humidity is 45 % RH.

Dr.KOMSAN MALEESEE
Material Consultant

ผ.ข.40. แสดงผลกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตที่ w/c 0.5 (w1/c 0.27) เมื่อผสมด้วยวิธี DM

ผข 40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



KING MONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
FACULTY OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

COMPRESSIVE STRENGTH OF CONCRETE
ASTM C 109-95

PROJECT : DOUBLE MIXING EFFECT OF FRESH PASTE

CLIENT :

DATE OF TEST : Feb 03, 2006

TIME :

TEMPERATURE : 22° Celsius

TEST BY : P.PENGTO, N.CHAIRAT, P.MATTAYOMPOBPINYO

TEST SPECIMEN : Concrete DM w/c 0.6

TEST APPARATUS :

TEST RESULTS : The results of compressive strength of test sample are tabulated below.

Specimen No.	Compressive strength of 50-mm. mortar cubes at different ages, (ksc.)				Remark
	24hr.	3 days	7 days	28 days	
1	115.25	175.55	306.60	351.50	
2	80.59	180.25	299.07	366.29	
3	90.25	160.25	303.40	351.52	
4	100.25	180.25	253.81	305.36	
5	130.57	190.25	255.59	328.31	
6	75.25	150.25		299.20	
Average	97.51	172.53	262.56	333.70	

Nota : The ambient temperature is 22° Celsius and the relative humidity is 45 % RH.


Dr.KOMSAN MALEESEE
 Material Consultant

ผ.ข.41. แสดงผลกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตที่ w/c 0.6 (w1/c 0.27) เมื่อผสมด้วยวิธี DM

ผข 41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2. ตารางผลค่าการหดตัวของคอนกรีต

 KING MONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG FACULTY OF ENGINEERING DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING																																			
Autogeneous Shrinkage JIS A 1129																																			
PROJECT :	DOUBLE MIXING EFFECT OF FRESH PASTE																																		
CLIENT :																																			
DATE OF TEST :																																			
TIME :																																			
TEMPERATURE :	22° Celsius																																		
TEST BY :	P.PENGTO, N.CHAIRAT, P.MATTAYOMPOBPINYO																																		
TEST SPECIMEN :	Concrete DM w/c 0.4 (w1/c 0.27)																																		
TEST APPARATUS :																																			
TEST RESULTS :	<table border="1"> <thead> <tr> <th>E.Time</th> <th>L₀</th> <th>%Shrinkage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>39.000</td><td>0.0000</td></tr> <tr><td>1</td><td>39.000</td><td>0.0000</td></tr> <tr><td>2</td><td>39.000</td><td>50.6906</td></tr> <tr><td>3</td><td>39.000</td><td>50.6906</td></tr> <tr><td>6</td><td>39.000</td><td>76.3359</td></tr> <tr><td>7</td><td>39.000</td><td>76.3359</td></tr> <tr><td>9</td><td>39.000</td><td>76.3359</td></tr> <tr><td>11</td><td>39.000</td><td>127.2265</td></tr> <tr><td>12</td><td>39.000</td><td>127.2265</td></tr> <tr><td>14</td><td>39.000</td><td>203.5623</td></tr> </tbody> </table>		E.Time	L ₀	%Shrinkage	0	39.000	0.0000	1	39.000	0.0000	2	39.000	50.6906	3	39.000	50.6906	6	39.000	76.3359	7	39.000	76.3359	9	39.000	76.3359	11	39.000	127.2265	12	39.000	127.2265	14	39.000	203.5623
E.Time	L ₀	%Shrinkage																																	
0	39.000	0.0000																																	
1	39.000	0.0000																																	
2	39.000	50.6906																																	
3	39.000	50.6906																																	
6	39.000	76.3359																																	
7	39.000	76.3359																																	
9	39.000	76.3359																																	
11	39.000	127.2265																																	
12	39.000	127.2265																																	
14	39.000	203.5623																																	
Note :																																			
<hr/> Dr.KOMSAN MALEESEE Material Consultant																																			

ผ.ข.42. แสดงผลค่าการหดตัวของคอนกรีตที่ w/c 0.4 (w1/c 0.27) เมื่อผสมด้วยวิธี DM

ผข 42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



KING MONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
FACULTY OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

Autogeneous Shrinkage
JIS A 1129

PROJECT : DOUBLE MIXING EFFECT OF FRESH PASTE

CLIENT :

DATE OF TEST :

TIME :

TEMPERATURE : 22° Celsius

TEST BY : P.PENGTO, N.CHAIRAT, P.MATTAYOMPOBPINYO

TEST SPECIMEN : Concrete DM w/c 0.5 (w1/c 0.27)

TEST APPARATUS :

TEST RESULTS :

E.Time	L ₀	%Shrinkage
0	39.000	0.0000
1	39.000	0.0000
2	39.000	50.8906
3	39.000	50.8906
6	39.000	76.3359
7	39.000	76.3359
9	39.000	76.3359
11	39.000	101.7812
12	39.000	101.7812
14	39.000	115.3600

Note :

Dr.KOMSAN MALEESEE
Material Consultant

ผ.ข.43. แสดงผลค่าการหดตัวของคอนกรีตที่ w/c 0.5 (w1/c 0.27) เมื่อผสมด้วยวิธี DM

ผข 43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



KING MONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
FACULTY OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

Autogeneous Shrinkage
JIS A 1129

PROJECT : DOUBLE MIXING EFFECT OF FRESH PASTE

CLIENT :

DATE OF TEST :

TIME :

TEMPERATURE : 22° Celsius

TEST BY : P.PENGTO, N.CHAIRAT, P.MATTAYOMPOBPINYO

TEST SPECIMEN : Concrete DM w/c 0.6 (w1/c 0.27)

TEST APPARATUS :

TEST RESULTS :

E. Time	L ₀	%Shrinkage
0	39.000	0.0000
1	39.000	0.0000
2	39.000	51.5467
3	39.000	51.5467
6	39.000	74.6269
7	39.000	74.6269
9	39.000	74.6269
11	39.000	118.9875
12	39.000	118.9875
14	39.000	149.2637

Note :

Dr.KOMSAN MALEESEE
Material Consultant

ผ.ข.44. แสดงผลค่าการหดตัวของคอนกรีตที่ w/c 0.6 (w1/c 0.27) เมื่อผสมด้วยวิธี DM

ผข 44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



KING MONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
FACULTY OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

Autogeneous Shrinkage
JIS A 1129

PROJECT : DOUBLE MIXING EFFECT OF FRESH PASTE

CLIENT :

DATE OF TEST :

TIME :

TEMPERATURE : 22° Celsius

TEST BY : P.PENGTU, N.CHAIRAT, P.MATTAYOMPOBPINYO

TEST SPECIMEN : Concrete SM w/c 0.4

TEST APPARATUS :

TEST RESULTS :

E. Time	L ₀	%Shrinkage
0	39.000	0.0000
1	39.000	0.0000
2	39.000	60.8906
3	39.000	60.8906
6	39.000	76.3359
7	39.000	76.3359
9	39.000	76.3359
11	39.000	132.6718
12	39.000	132.6718
14	39.000	215.5638

Note :

Dr.KOMSAN MALEESEE
Material Consultant

ผ.ข.45. แสดงผลค่าการหดตัวของคอนกรีตที่ w/c 0.4 เมื่อผสมด้วยวิธี SM

ผข 45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



KING MONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
FACULTY OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

Autogeneous Shrinkage
JIS A 1129

PROJECT : DOUBLE MIXING EFFECT OF FRESH PASTE

CLIENT :

DATE OF TEST :

TIME :

TEMPERATURE : 22° Celsius

TEST BY : P.PENGTO, N.CHAIRAT, P.MATTAYOMPOBPINYO

TEST SPECIMEN : Concrete SM w/c 0.5

TEST APPARATUS :

TEST RESULTS :

E.Time	L_0	%Shrinkage
0	39.000	0.0000
1	39.000	0.0000
2	39.000	50.8906
3	39.000	50.8906
6	39.000	76.3359
7	39.000	76.3359
9	39.000	76.3359
11	39.000	104.8520
12	39.000	104.8520
14	39.000	117.2265

Note :

Dr.KOMSAN MALEESEE
Material Consultant

พ.จ.46. แสดงผลค่าการหดตัวของคอนกรีตที่ w/c 0.5 เมื่อผสมด้วยวิธี SM

พจ 46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



KING MONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
FACULTY OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

Autogeneous Shrinkage
JIS A 1129

PROJECT : DOUBLE MIXING EFFECT OF FRESH PASTE

CLIENT :

DATE OF TEST :

TIME :

TEMPERATURE : 22° Celsius

TEST BY : P.PENGTO, N.CHAIRAT, P.MATTAYOMPOBPINYO

TEST SPECIMEN : Concrete SM w/c 0.6

TEST APPARATUS :

TEST RESULTS :

E.Time	L ₀	%Shrinkage
0	39.000	0.0000
1	39.000	0.0000
2	39.000	51.5467
3	39.000	51.5467
6	39.000	77.3994
7	39.000	77.3994
9	39.000	77.3994
11	39.000	120.5674
12	39.000	120.5674
14	39.000	154.7988

Note :


Dr.KOMSAN MALEESEE
Material Consultant

ผ.ข.47. แสดงผลค่าการหดตัวของคอนกรีตที่ w/c 0.6 เมื่อผสมด้วยวิธี SM

ผข 47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3. ตารางผลค่าการยุบตัวของคอนกรีต

 KING MONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG FACULTY OF ENGINEERING DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING								
SLUM CONCRETE								
PROJECT : DOUBLE MIXING EFFECT OF FRESH PASTE CLIENT : DATE OF TEST : TIME : TEMPERATURE : 22° Celsius TEST BY : P.PENGTU, N.CHAIRAT, P.MATTAYOMPOBPINYO								
TEST SPECIMEN : Concrete w/c 0.4,0.5,0.6 (SM) TEST APPARATUS : TEST RESULTS :								
<table border="1"><thead><tr><th>w/c Ratio</th><th>Slum (cm.)</th></tr></thead><tbody><tr><td>0.4</td><td>10</td></tr><tr><td>0.5</td><td>10</td></tr><tr><td>0.6</td><td>10</td></tr></tbody></table>	w/c Ratio	Slum (cm.)	0.4	10	0.5	10	0.6	10
w/c Ratio	Slum (cm.)							
0.4	10							
0.5	10							
0.6	10							
Note :								
Dr.KOMSAN MALEESEE Material Consultant								

ผ.ข.48. แสดงผลค่าการยุบตัวของคอนกรีตที่ w/c 0.4,0.5,0.6 ที่ผสมด้วยวิธี SM

ผข 48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



KING MONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
FACULTY OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

SLUMP CONCRETE

PROJECT : DOUBLE MIXING EFFECT OF FRESH PASTE

CLIENT :

DATE OF TEST :

TIME :

TEMPERATURE : 22° Celsius

TEST BY : P.PENGTO, N.CHAIRAT, P.MATTAYOMPOBPINYO

TEST SPECIMEN : Concrete w/c 0.4,0.5,0.6 (DM)

TEST APPARATUS :

TEST RESULTS :

w/c Ratio	Slum (cm.)
0.4	10.5
0.5	11
0.6	12.5

Note :

Dr.KOMSAN MALEESEE
Material Consultant

พ.ช.49. แสดงผลค่าการยุบตัวของคอนกรีตที่ w/c 0.4,0.5,0.6 (w1/c 0.27) ที่ผสมด้วยวิธี DM

พช 49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้