



การประยุกต์ใช้กระดาษหนังสือพิมพ์ที่ใช้แล้วแทนที่ทรายเพื่อ  
ลดการแตกร้าวจากการหดตัวของปูนฉาบ

โดย

ณิชาภา มินาบุลย์

สนธยา กงกอกแก้ว

วรัญญู เหลลาโชติ

สนับสนุนงบประมาณโดย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

ประจำปีงบประมาณ 2559



Application used Newspaper replace Sand to Reduce  
Crack of Shrinkage to Plastering Mortar

By

Nichapha Minaboon

Sonthaya Kongkongkaew

Waranyoo Louchot

Granted by

Rajamangala University of Technology Rattanakosin

Fiscal year 2016





## บทคัดย่อ

รหัสโครงการ : A 66/2559

ชื่อโครงการ : การประยุกต์ใช้กระดาษหนังสือพิมพ์ที่ใช้แล้วแทนที่ทรายเพื่อลดการแตกร้าวจากการหดตัวของปูนฉาบ

ชื่อนักวิจัย : นางสาวณิชภา มินาบุลย์ , นายสนธยา กงกองแก้ว และ นายวรัญญู เหลาโชติ

การประยุกต์ใช้กระดาษหนังสือพิมพ์ที่ใช้แล้วแทนที่ทรายเพื่อลดการแตกร้าวจากการหดตัวของปูนฉาบ เพื่อการศึกษาความเป็นไปได้ในการนำกระดาษที่เหลือใช้มาผสมในปูนซีเมนต์ ซึ่งการศึกษาแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ การศึกษาหาการหดตัวของปูนฉาบผสมกระดาษหนังสือพิมพ์ และน้ำหนักการหดตัวของปูนฉาบผสมกระดาษหนังสือพิมพ์ ใช้อัตราส่วนปูนซีเมนต์ต่อทรายของปูนฉาบที่ 1:3 โดยแทนที่กระดาษด้วยทราย ร้อยละ 0, 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 ของน้ำหนัก ซึ่งในแต่ละสัดส่วนการแทนที่ทรายด้วยกระดาษหนังสือพิมพ์ จากนั้นหล่อเป็นตัวอย่างขนาด 5x5x5 เซนติเมตร แล้วนำไปทดสอบหาการหดตัว ที่อายุการบ่ม 1, 7, 14, 21 และ 28 จากการศึกษาพบว่า เมื่อสัดส่วนปริมาณกระดาษมากขึ้น การหดตัวจะมากขึ้น และน้ำหนักจะน้อยลงตามปริมาณของกระดาษหนังสือพิมพ์ที่เพิ่มขึ้น การทดสอบเป็นไปตาม มาตรฐาน ASTM C 596-96

คำสำคัญ : หนังสือพิมพ์, การหดตัว และปูนฉาบ

E-mail Address : nichapha.min@rmutr.ac.th

ระยะเวลาโครงการ : ตุลาคม 2558 - กันยายน 2559



## Abstract

**Code of project** : A 66/2559

**Project name** : Application used Newspaper replace Sand to Reduce Crack of Shrinkage to Plastering Mortar.

**Researcher** : Ms.Nichapha Minaboon,Mr.Sonthaya Kongkongkaew and Mr.Waranyoo Louchot

Application used Newspaper replace Sand to Reduce Crack of Shrinkage to Plastering Mortar to study the feasibility of the waste newspaper mix in mortar. The study of the shrinkage of cement mix as newspaper. The ratio of cement to sand at 1:3,by replacing newspaper with 5, 10, 15, 20, 25 and 30 percent of the weight to be compared with the shrinkage of general mortar. By casting it as a sample size of 5x5x5 cm. in size, then the measure of size at the age of 7, 14, 21 and 28 days. compared with at the age of 1 day. On the study when the ratio is even more paper the shrinkage of the samples is accordingly. And the weight of the samples is less inversely proportional to the amount of newspaper increased. The test is based on standard ASTM C 596-96

**Keywords** : Newspaper, Shrinkage and Plastering Mortar

**E-mail Address** : nichapha.min@rmutr.ac.th

**Period of Project** : September 2015- October 2016



## สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
<b>บทที่ 1 บทนำ</b>	
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย	2
1.4 วิธีการดำเนินการวิจัย	2
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ	3
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
<b>บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</b>	
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับวัสดุทดสอบ	5
2.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับปูนฉาบหรือมอร์ตาร์	8
2.3 สมมุติฐานการวิจัย	15
2.4 กรอบระเบียบการศึกษาคูณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติของปูนฉาบ	16
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	16
<b>บทที่ 3 การดำเนินงานวิจัย</b>	
3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้	19
3.2 การออกแบบส่วนผสม	20
3.3 วิธีการทดลอง	20
<b>บทที่ 4 ผลการศึกษาวิจัย</b>	26
4.1 ผลการศึกษาคูณสมบัติทางด้านวิศวกรรมพื้นฐานของวัสดุที่ใช้	26
4.2 ผลการทดสอบการหดตัวของปูนฉาบ	27
4.3 ผลการทดสอบการหดตัวของปูนฉาบผสมกระดาษหนังสือพิมพ์แทนที่ทราย 5%	28

4.4 ผลการทดสอบการหดตัวของปูนฉาบผสมกระดาษหนังสือพิมพ์แทนที่ทราย 10%	29
4.5 ผลการทดสอบการหดตัวของปูนฉาบผสมกระดาษหนังสือพิมพ์แทนที่ทราย 15%	30
4.6 ผลการทดสอบการหดตัวของปูนฉาบผสมกระดาษหนังสือพิมพ์แทนที่ทราย 20%	31
4.7 ผลการทดสอบการหดตัวของปูนฉาบผสมกระดาษหนังสือพิมพ์แทนที่ทราย 25%	32
4.8 ผลการทดสอบการหดตัวของปูนฉาบผสมกระดาษหนังสือพิมพ์แทนที่ทราย 30%	33

## บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย	35
5.2 ข้อเสนอแนะ	36
เอกสารอ้างอิง	37
ภาคผนวก	39
ภาคผนวก ก	40
ภาคผนวก ข	41
ประวัตินักวิจัยและคณะ	



# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ทุกวันนี้ คนส่วนใหญ่ในสังคมไทยบริโภคข้าวผ่านทางหนังสือพิมพ์ หลายคนมีรูปแบบในการใช้ชีวิตตอนเช้าที่เหมือนกันคือ ตื่นนอน รับประทานอาหารเช้า แล้วก็ดับท้ายด้วยการอ่านหนังสือพิมพ์ ปัจจุบันพบว่าปัญหาใหญ่ของขยะประเภทหนึ่งคือ ขยะจากผลิตภัณฑ์ในรูปกระดาษที่ผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก และในจำนวนที่ผลิตออกมาอย่างมหาศาลนี้มีเพียงไม่ถึง 30 % ที่ได้มีการนำกระดาษที่ใช้แล้วไปทำผลิตภัณฑ์ใหม่อีกครั้ง หนังสือพิมพ์เป็นผลิตภัณฑ์จากกระดาษที่มีการผลิตขึ้น เพื่อการให้ข้อมูลข่าวสาร ซึ่งปัจจุบันมีจำนวนมากมายมหาศาล ซึ่งหลังจากอ่านแล้วทิ้งไปกลายเป็นขยะ ไม่ก่อให้เกิดประโยชน์และสร้างปัญหาให้กับสิ่งแวดล้อม มีเพียง 3 % ของกระดาษหนังสือพิมพ์เท่านั้นที่สามารถนำไปผลิตเป็นสิ่งพิมพ์ได้ใหม่ จำนวนหนังสือพิมพ์ที่ใช้แล้วที่เหลือจึงกลายเป็นขยะอยู่ในแหล่งทิ้งขยะ ซึ่งนับว่าเป็นการใช้ทรัพยากรที่สิ้นเปลืองที่สุด เนื่องจากวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตกระดาษส่วนใหญ่ คือ เส้นใยที่ได้จากต้นไม้

ปัจจุบันการก่อสร้างผนังอาคารโดยการก่อและฉาบด้วยปูนกำลังเป็นที่นิยมในงานก่อสร้างบ้านพักอาศัยทั่วไป เนื่องจากเป็นที่นิยมกันอย่างแพร่หลายในอดีต แต่ปัจจุบันผนังมักเกิดการแตกร้าวได้ง่ายหลังจากการก่อฉาบเสร็จ นอกจากนี้ปูนก่อและฉาบ มักจะมีปัญหาเกี่ยวกับการยึดเกาะกับผนังซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้ผนังเกิดการแตกร้าวได้ง่าย การก่อสร้างผนังไม่ให้เกิดการแตกร้าวจำเป็นต้องมีหนวดกึ่ง ( Metal Strap ) อย่างน้อยทุกๆ 2 ชั้นเพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้กับผนัง ปัญหาการแตกร้าวของผนังสามารถพบเห็นได้ทั่วไป โดยเฉพาะบ้านพักอาศัยที่ไม่มีวิศวกรควบคุมงานอย่างใกล้ชิด สาเหตุอาจเกิดจากการใช้ปูนฉาบและวัสดุผสมที่ไม่ได้มาตรฐานเพื่อลดค่าใช้จ่ายจึงทำให้เกิดรอยร้าว โดยตัวอย่างของการเกิดการแตกร้าวของผนังอาคารทั้งภายในและภายนอก ดังนี้



รูปที่ 1.1 รอยร้าวในผนังที่ไม่มีช่องปิด





รูปที่ 1.2 รอยร้าวบริเวณผนังด้านนอกของอาคาร

จากปัญหาดังกล่าวข้างต้น ผู้ทำการวิจัยจึงมีแนวคิดที่จะการประยุกต์ใช้กระดาษหนังสือพิมพ์ที่ใช้แล้วแทนที่ทรายเพื่อลดการแตกร้าวจากการหดตัวของปูนฉาบ เนื่องจากมีความสนใจที่จะนำกระดาษหนังสือพิมพ์ที่ส่วนใหญ่ทำมาจากเยื่อไม้บด ซึ่งมีทั้งเส้นใยสั้นและเส้นใยยาวนำมาแทนที่ทรายในการผสมปูนฉาบ เพื่อเสริมประสิทธิภาพให้กับปูนฉาบในด้านลดการแตกร้าวจากการหดตัว เนื่องจากกระดาษหนังสือพิมพ์ที่ใช้แล้วเป็นวัสดุส่วนที่แข็งทำหน้าที่เป็นสารตัวเติมเมื่อใส่เข้าไปในปูนฉาบแทนทราย และเส้นใยจากหนังสือพิมพ์ที่ใช้แล้วมีองค์ประกอบเป็นเส้นใยประเภทเซลลูโลสที่มีหมู่ไฮดรอกซิล ซึ่งชอบน้ำจึงทำให้ดูดซึมน้ำได้มากกว่าทราย เพิ่มความชุ่มชื้นให้กับสภาพแวดล้อมในการใช้ผนัง อีกทั้งลักษณะทางสัณฐานวิทยา ขนาดของกระดาษหนังสือพิมพ์ มีผลต่อคุณสมบัติเชิงกลของปูนฉาบค่อนข้างมาก ขนาดอนุภาคที่เล็กสามารถแทรกตัวเข้ากับซีเมนต์ได้ดีทำให้เกิดช่องว่างระหว่างซีเมนต์กับกระดาษหนังสือพิมพ์น้อยลง และการนำกระดาษหนังสือพิมพ์ที่ใช้แล้วมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมก่อสร้าง สามารถลดต้นทุนการผลิตโดยการเพิ่มมูลค่าให้กับกระดาษหนังสือพิมพ์ที่ใช้แล้ว อีกทั้งยังลดปัญหาสิ่งแวดล้อม ซึ่งนับได้ว่าเป็นการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าที่สุด

## 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในด้านปริมาณของหนังสือพิมพ์ที่ใช้แล้วแทนที่ทราย ในการผลิตปูน

1.2.2 เพื่อศึกษาคุณสมบัติของหนังสือพิมพ์ที่ใช้แล้วในการทดแทนทราย ตามข้อกำหนดมาตรฐาน มอก.1776-2542

1.2.3 เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของปูนฉาบที่ใช้หนังสือพิมพ์ที่ใช้แล้วในการทดแทนทรายเปรียบเทียบกับมอร์ตาร์ควบคุม โดยเน้นศึกษาเรื่องการหดตัว-ขยายตัว เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงความชื้น

1.2.3 เพื่อศึกษาการหดตัวของปูนฉาบผสมกระดาษหนังสือพิมพ์ที่ใช้แล้ว ในอัตราส่วนของหนังสือพิมพ์ใช้แล้วแทนที่ทราย ดังนี้ 100 : 0 , 95 : 5 , 90 : 10 , 85 : 15 , 80 : 20 , 75 : 25 และ 70 : 30

1.2.5 เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบคุณสมบัติทางด้านวิศวกรรมของปูนซีเมนต์ผสมกระดาษหนังสือพิมพ์ใช้แล้วแทนที่ทราย กับผนังทั่วไปโดยเน้นด้านน้ำหนักและความหนาแน่น

### 1.3 ขอบเขตการวิจัย

ในการศึกษา ได้ใช้กระดาษหนังสือพิมพ์แทนที่ทราย ในอัตราส่วนต่างๆ กัน โดยส่วนผสมเพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของปูนฉาบที่ใช้หนังสือพิมพ์ที่ใช้แล้วในการทดแทนทรายเปรียบเทียบกับมอร์ตาร์ควบคุม แบ่งออกดังนี้

1.3.1 การทดสอบการหดตัวแบบแห้งของแท่งมอร์ตาร์ซีเมนต์ผสมกระดาษหนังสือพิมพ์ ในอัตราส่วนของกระดาษหนังสือพิมพ์แทนที่ทรายดังนี้ 100 : 0, 95 : 5, 90 : 10 , 85 : 15, 80:20, 75:25, 70:30 ตามลำดับ ตัวอย่างละ 24 ตัวอย่าง เลือกนำมาทดสอบตัวอย่างละ 20 ตัวอย่าง/อัตราส่วนผสม รวม 140 ตัวอย่างทดสอบ

1.3.2 ทำการทดสอบและเปรียบเทียบคุณสมบัติทางด้านวิศวกรรมของปูนซีเมนต์ผสมกระดาษหนังสือพิมพ์ ในด้านอื่น ๆ ได้แก่ น้ำหนักและความหนาแน่น โดยเน้นศึกษาเรื่องการหดตัว-ขยายตัว เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงความชื้น

โดยวัสดุเหลือใช้คือหนังสือพิมพ์ใช้แล้ว , วัสดุประสานที่ใช้ในการผลิตปูนฉาบ คือ ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภทที่ 1 พร้อมน้ำประปา และวัสดุมวลรวมละเอียดที่ใช้สำหรับการผลิตปูนฉาบ คือ ทรายละเอียดตามมาตรฐาน มอก.1776-2542

### 1.4 นิยามศัพท์

1.4.1 หนังสือพิมพ์ (Newspaper) หมายถึง สิ่งพิมพ์ที่เสนอข่าว การเคลื่อนไหวใหม่ๆ ทั้งภายในและภายนอกประเทศ มีกำหนดการออกที่แน่นอนตายตัว โดยส่วนใหญ่จะออกเป็นรายวัน นอกจากนี้แล้วยังมีหนังสือพิมพ์รายสามวัน รายสัปดาห์ รายปักษ์ และรายเดือน หนังสือพิมพ์มักจะพิมพ์ลงในกระดาษสำหรับพิมพ์หนังสือพิมพ์โดยเฉพาะ ซึ่งมีราคาถูก เนื้อหาหลักของหนังสือพิมพ์คือ ข่าวสารบ้านเมืองและเหตุการณ์ปัจจุบันในด้านต่างๆ อาทิ ข่าวการเมือง ข่าวอาชญากรรม ข่าวเศรษฐกิจ ข่าวกีฬา และข่าวบันเทิง มีการใช้รูปภาพประกอบเนื้อหา ทำให้เนื้อหาชัดเจนมากขึ้น นอกจากนี้แล้วอาจมีส่วนต่างๆ เพิ่มเติมเป็นพิเศษ เช่น พยากรณ์อากาศ และ การ์ตูน ซึ่งโดยทั่วไปเป็นการตลกขบขันล้อเลียนการเมือง

1.4.2 การหดตัว (Shrinkage) หมายถึง การหดตัวจากการสูญเสียน้ำในขณะที่คอนกรีตยังไม่แข็งตัวหรือยังอยู่ในสภาพพลาสติก การทำปฏิกิริยาระหว่างปูนซีเมนต์และน้ำทำให้ปริมาตรของคอนกรีตลดลงและเกิดการหดตัว เนื่องจากปฏิกิริยาของปูนซีเมนต์ส่วนใหญ่เกิดขึ้นภายหลังการก่อตัว ดังนั้นการหดตัวในช่วงนี้จึงเกิดขึ้นค่อนข้างสูง แต่ภายหลังจากการที่ซีเมนต์เพสต์เริ่มแข็งตัวและการหดตัวจะเกิดได้ยากขึ้นเพราะซีเมนต์เพสต์เริ่มมีกำลังสูงขึ้น นอกจากนี้คอนกรีตยังสูญเสียน้ำโดยการระเหยที่ผิวหน้าและการดูดน้ำออกจากคอนกรีตหรือการที่พื้นดินที่แห้งข้างใต้คอนกรีตดูดน้ำออกจาก

คอนกรีตจึงทำให้คอนกรีตเกิดการหดตัวมากขึ้น การหดตัวพลาสติกของซีเมนต์เพสต์มีค่ามากกว่ามอร์ตาร์และคอนกรีต

1.4.3 ปูนฉาบ (Plastering Mortar) หมายถึง คือส่วนผสมของปูนซีเมนต์ ทราย และน้ำ โดยมีปูนขาวใสในส่วนผสมตามต้องการ เพื่อช่วยให้เหลวสั่นง่ายต่อการ ฉาบ แต่ไม่ควรใช้มาก เพราะจะเกิดการแตกร้าวได้ เนื่องจากปูนขาวยี้หดตัวได้มาก ใช้ส่วนผสมของปูนซีเมนต์:ปูนขาว:ทราย ในอัตราส่วน 1:1:3 กับน้ำที่พอเหมาะในการฉาบครั้งแรก และ 1:2:6, 1:1:6 กับน้ำที่พอเหมาะในการฉาบครั้งที่ 2 หรือครั้งที่ 3 ตามลำดับ โดยทั่วไปนิยมตวงปูนขาวและทรายที่ร่อนแล้วในอัตราส่วน 1:3 นำไปคลุกกันให้เข้ากันดี แล้วหมักไว้น้อยกว่า 24 ชั่วโมง การฉาบปูนควรฉาบอย่างน้อย 2 ชั้น ชั้นแรกควรฉาบทิ้งไว้ 1 วันแล้วจึง เริ่มฉาบชั้นที่ 2 โดยมีความหนาแต่ละชั้นไม่เกิน 1.5 เซนติเมตร และรวม 2 ชั้นประมาณ 2.5 เซนติเมตรก่อนที่จะเริ่มลงมือฉาบ ต้องมีการเตรียมพื้นที่ผิวที่จะฉาบ โดยทำความสะอาดและทำให้ชุ่มน้ำพอสมควร เพื่อไม่ให้ดูดน้ำจากส่วนผสมเร็วเกินไปพื้นที่ผิวควร เป็นระนาบเดียวกัน ถ้าเป็นผิวคอนกรีตที่เรียบมากควรทำให้หยาบเสียก่อน เพื่อให้ปูนฉาบยึดติดได้ดีและก่อนฉาบครั้งที่ 2 หรือชั้น สุดท้าย ในกรณีนี้ควรทำผิวให้ชุ่มน้ำก่อนเช่นเดียวกัน และอาจต้องใช้น้ำพรมตลอดเวลาในการแต่งปูนเมื่อแต่งเสร็จแล้วก็ควร พรมน้ำต่อไป เพื่อเป็นการบ่มไม่ให้ปูนฉาบแห้งเร็ว ซึ่งจะทำให้ปูนฉาบแข็งแรงทนทานและไม่แตกร้าว

## 1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ

1.5.1 ทราบถึงส่วนผสมที่เหมาะสม ของปูนฉาบผสมกระดาษหนังสือพิมพ์ ด้านการหดตัว เพื่อจะได้นำไปศึกษาต่อไป

1.5.2 สร้างจิตสำนึกให้กับประชาชนในการบริหารสิ่งเหลือใช้ให้เกิดประโยชน์ สร้างความสมดุลให้กับสังคมและสิ่งแวดล้อม ลดปริมาณขยะ ลดสภาวะโลกร้อน



## บทที่ 2

### ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยเรื่อง การประยุกต์ใช้กระดาษหนังสือพิมพ์ที่ใช้แล้วแทนที่ทรายเพื่อลดการแตกร้าวจากการหดตัวของปูนฉาบ โดยดำเนินการศึกษาเกี่ยวกับใช้กระดาษหนังสือพิมพ์แทนที่ทราย ในอัตราส่วนต่างๆ กัน โดยส่วนผสมเพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของปูนฉาบที่ใช้หนังสือพิมพ์ที่ใช้แล้วในการทดแทนทรายเปรียบเทียบกับมอร์ตาร์ควบคุม ผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทำได้ดังต่อไปนี้

#### 2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับวัสดุทดสอบ

2.1.1 กระดาษ หมายถึง วัตถุแผ่นบาง ๆ โดยทำมาจากใยเปลือกไม้ ฟาง เศษผ้าและอาจมีส่วนผสมอย่างอื่นเพื่อช่วยให้คุณสมบัติของกระดาษดีขึ้น กระดาษเป็นแผ่นวัสดุซึ่งได้จากการนำวัสดุหลาย ๆ ชนิดมาผสมให้เข้ากันดีแล้วนำไปทำเป็นแผ่น วัสดุที่ไม่ใช่เป็นสวนผสมเหล่านี้ ได้แก่ เส้นใยสั้น เส้นใยยาว และสารเคมี วัสดุ ที่ใช้ผสมเหล่านี้สามารถแบ่งได้เป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นองค์ประกอบหลักของกระดาษ ได้แก่ ส่วนที่เป็นเส้นใย (Fibrous material) ซึ่งเป็นโครงสร้างของแผ่นกระดาษ และส่วนที่ไม่ใช่เส้นใย ซึ่งเป็นสารเติมแต่งใช้เติมผสมลงไปในส่วนเส้นใยเพื่อปรับปรุงสมบัติกระดาษให้ได้ตามวัตถุประสงค์การใช้งานในกระดาษโดยทั่วไปจะมีส่วนเส้นใยผสมอยู่ในปริมาณร้อยละ 70-95 ของน้ำหนักกระดาษประมาณส่วนเส้นใยจะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิดของกระดาษที่ต้องการผลิต ส่วนเส้นใยนี้ จะได้จากพืชชนิดต่าง ๆ เช่น ไม้เนื้ออ่อน ไม้เนื้อแข็ง และพืชล้มลุก ส่วนเส้นใยหรือที่เรียกทั่วไปว่า เยื่อ เยื่อที่ใช้ทำกระดาษส่วนมากจะเป็นเยื่อผสมของเยื่อใยยาวและเยื่อใยสั้นเยื่อใยยาวได้จากไม้เนื้ออ่อน (softwood) ซึ่งเป็นไม้ที่ขึ้นบริเวณที่สูง อากาศเย็น โตช้า ใบมีลักษณะแคบเรียวยาว (needle) เส้นใยมีลักษณะหยาบ มีความแข็งแรงสูง มีความยาวประมาณ 3 มิลลิเมตร กว้างประมาณ 20-40 ไมครอน (1 ไมครอนเท่ากับ 0.001 มิลลิเมตร) ไม้ในกลุ่มนี้ได้แก่ สน(Pine)และ สปรูซ (Spruce) เป็นต้น เยื่อใยสั้นได้จากไม้เนื้อแข็ง(Hardwood) ซึ่งเป็นไม้ที่ขึ้นในบริเวณเขตร้อน โตเร็ว ใบมีลักษณะกว้าง(Leaf) เส้นใยมีลักษณะเล็ก ละเอียด ความแข็งแรงต่ำ มีความยาวประมาณ 1 มิลลิเมตร กว้างประมาณ 10-20 ไมครอน ไม้ในกลุ่มนี้ได้แก่ ยูคาลิปตัส (Eucalyptus) กระถินเทพา (Acacia) เบิร์ช (Birch)และ แอสเพน (Aspen)

2.1.2 หนังสือพิมพ์ หมายถึง สิ่งพิมพ์ที่เสนอข่าว การเคลื่อนไหวใหม่ๆ ทั้งภายในและภายนอกประเทศ มีกำหนดการออกที่แน่นอนตายตัว โดยส่วนใหญ่จะออกเป็นรายวัน นอกจากนี้แล้วยังมีหนังสือพิมพ์รายสามวัน รายสัปดาห์ รายปักษ์ และรายเดือน หนังสือพิมพ์มักจะพิมพ์ลงในกระดาษสำหรับพิมพ์หนังสือพิมพ์โดยเฉพาะ ซึ่งมีราคาถูก

2.1.3 กระดาษที่ใช้แล้วหรือกระดาษรีไซเคิล หมายถึง กระดาษที่ผลิตมาจากกระดาษที่ใช้แล้วนำกลับมาใช้ใหม่ ปัญหาใหญ่ของขยะประเภทหนึ่งคือ ผลิตภัณฑ์ในรูปกระดาษที่ผลิต ออกมาเป็น

จำนวนมากและในจำนวน ที่ผลิตออกมาอย่างมหาศาลนี้มีเพียงไม่ถึง 30% ที่ได้มีการนำกระดาษที่ใช้แล้วไป ทำผลิตภัณฑ์ใหม่อีกครั้ง จำนวนที่เหลือจึงกลายเป็นขยะอยู่ในแหล่งทิ้งขยะในปีหนึ่ง ๆ ปรากฏว่าด้วยจำนวนนับล้านๆของใบปลิวโฆษณาทางไปรษณีย์ คุปอง ใบขอบริจาคแคตตาล็อกต่าง ๆ และหน้าโฆษณาในหน้าหนังสือพิมพ์ จะมีเพียงประมาณนับพันแผ่นเท่านั้นที่ได้ผ่านการอ่านและที่เหลือนอกจากนั้นได้กลายเป็นขยะในถังขยะโดยไม่ผ่านการอ่านเลย จึงเป็นการใช้ทรัพยากรที่สิ้นเปลืองที่สุด กระดาษทุกชนิดที่เราใช้ทุกวันนี้ส่วนใหญ่ผลิตจากเนื้อเยื่อของต้นไม้ และมีกระดาษหลายชนิดที่เมื่อใช้แล้วสามารถนำมาผลิตใช้ได้อีก เช่น กระดาษหนังสือพิมพ์ กระดาษบันทึก กระดาษสำเนา กระดาษพิมพ์ดีด กระดาษคอมพิวเตอร์ บัตรรายการ และซองจดหมายสีขาว สำหรับกระดาษที่ไม่สามารถนำกลับมาผลิตใหม่ เช่น กระดาษที่ติดกาวหรืออาบมัน เนื่องจากความร้อนจะทำให้สารเคลือบกระดาษละลายแล้วไปอุดตันเครื่องจักรทำให้เกิดความเสียหายได้ การรีไซเคิล กระดาษเริ่มต้นด้วยกระบวนการใช้น้ำและสารเคมีกำจัดหมึกที่ปนเปื้อนออกไป ทำให้กระดาษเหล่านั้นกลายเป็นเนื้อเยื่อ จากนั้นจึงทำความสะอาดเนื้อเยื่อ เพื่อนำเข้าสู่กระบวนการผลิตเส้นใยที่สามารถนำไปผลิตเป็นกระดาษต่อไป กระดาษที่ใช้แล้วเมื่อนำมาผลิตขึ้นใช้ใหม่มีกระบวนการที่ค่อนข้างซับซ้อน โดยเฉพาะ จะต้องกำจัดสีที่ปนเปื้อนออกให้หมดเพราะการเจือปนแม้เพียงเล็กน้อยก็อาจทำให้กระดาษที่ผลิตใหม่ใช้ประโยชน์ไม่ได้ ไฟเบอร์ในเนื้อเยื่อกระดาษจะลดน้อยลงทุกชั้นตอนของกระบวนการรีไซเคิล กระดาษที่ผลิตขึ้นใหม่จึงมีคุณภาพด้อยลง มีเพียงร้อยละ 3 ของกระดาษหนังสือพิมพ์เท่านั้นที่สามารถนำไปผลิตเป็นสิ่งพิมพ์ได้ใหม่ กระดาษรีไซเคิลส่วนใหญ่จึงเหมาะสำหรับทำเป็นกล่องบรรจุสินค้าทำเป็นผ้าเปาดานหรือฉนวนกันความร้อนการแปรรูปของใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่หรือกระบวนการที่เรียกว่า "รีไซเคิล" คือ การนำเอาของเสียที่ ผ่านการใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่ที่อาจเหมือนเดิม หรือไม่เหมือนเดิมก็ได้ ของใช้แล้วจากภาคอุตสาหกรรม นำกลับมาใช้ใหม่ ได้แก่ กระดาษ แก้ว กระจก อะลูมิเนียม และพลาสติก "การรีไซเคิล" เป็นหนึ่งในวิธีการลดขยะ ลดมลพิษให้กับสภาพแวดล้อม ลดการใช้พลังงานและลดการใช้ทรัพยากรธรรมชาติของโลกไม่ให้ถูกนำมาใช้สิ้นเปลืองมากเกินไป การแปรรูปของใช้แล้ว วกกลับมาใช้ใหม่มีกระบวนการอยู่ 4 ขั้นตอน ได้แก่

- การเก็บรวบรวม
- การแยกประเภทวัสดุแต่ละชนิดออกจากกัน
- การผลิตหรือปรับปรุง
- การนำมาใช้

ประโยชน์ในขั้นตอนการผลิตหรือปรับปรุงนั้น วัสดุที่แตกต่างกัน จะมีกรรมวิธีในการผลิต แตกต่างกัน เช่น ขวด แก้วที่ต่างสี พลาสติกที่ต่างชนิด หรือกระดาษที่เนื้อกระดาษ และสีที่ต่างต่างกัน ต้องแยกประเภทออกจากกัน เมื่อผ่านขั้นตอนการผลิตแล้วของเสียที่ใช้แล้วเหล่านี้จะกลายมาอยู่ในรูปของผลิตภัณฑ์ใหม่จากนั้นจึงเข้าสู่ขั้นตอนในการนำมาใช้ประโยชน์ ผลิตภัณฑ์รีไซเคิลจึงสามารถสังเกตได้จากเครื่องหมายที่ประทับไว้ บนผลิตภัณฑ์ที่ผลิตทุกครั้ง

2.1.4 การรีไซเคิล ทำให้โลกมีจำนวนขยะลดน้อยลง และช่วยลดปริมาณการนำทรัพยากรธรรมชาติ มาใช้เป็นวัตถุดิบในโรงงานอุตสาหกรรมให้น้อยลง ลดการถูกรบกวนบริสุทธ์ และลดปริมาณการโค่นทำลายป่าไม้ลงด้วย การหมุนเวียนนำมาผลิตใหม่ยังเป็นการลดการใช้พลังงานจากใต้พิภพ ลดปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ขึ้นสู่อากาศและลดสภาวะการเกิดฝนกรด สำหรับ

ประเทศไทยนั้น จากการศึกษาของกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและ สิ่งแวดล้อม พบว่า ศักยภาพของวัสดุเหลือใช้ที่สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้จากมูลฝอยที่เก็บขน ได้ในกรุงเทพมหานครและจังหวัดต่าง ๆ ทั่วประเทศมีประมาณร้อยละ 16-34 ของปริมาณมูลฝอยที่ เก็บได้ แต่มีเพียงร้อยละ 7 หรือประมาณ 2,360 ตันต่อวันเท่านั้น ที่มีการนำกลับมาใช้ประโยชน์ การ นำกลับมาใช้ใหม่ จึงเป็นวิธีการหนึ่งที่จะช่วยเพิ่มคุณภาพให้ กับชีวิตเพิ่มคุณค่าให้กับสิ่งแวดล้อมและช่วย ถนอมรักษาทรัพยากรธรรมชาติของโลกไว้ได้ดีที่สุดในหนทางหนึ่ง

2.1.5 การจัดทำจัดวัสดุเหลือใช้ที่กำลังจะเป็นขยะ โดยนำไปผ่านกระบวนการแปรสภาพ โดยเฉพาะการหลอม เพื่อให้เป็นวัสดุใหม่แล้วนำกลับมาใช้ได้ อีก ซึ่งวัสดุที่ผ่านการแปรสภาพนั้น อาจจะเป็นผลิตภัณฑ์เดิมหรือผลิตภัณฑ์ใหม่ก็ได้ รีไซเคิลมีความหมายต่างจาก รีユス (Reuse) ซึ่ง หมายถึง การนำกลับมาใช้ใหม่โดยไม่ผ่านกระบวนการแปรสภาพใดๆทั้งสิ้น ในความเข้าใจของคนบาง กลุ่มนั้น การรีไซเคิลยังหมายถึง การนำวัสดุเหลือใช้กลับมาปรับเปลี่ยนรูปแบบ หรือพัฒนารูปร่างใหม่ ให้สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในรูปแบบอื่นๆ เช่น ขวดน้ำพลาสติก หากนำมาใช้ใส่น้ำอีกครั้งเป็น การ รีユส (reuse) แต่ถ้านำเอาขวดน้ำพลาสติกมาตัดให้เป็นกระป๋อง แล้วนำไปใช้ตัดดินบรรจุในถุง หรือ นำขวดพลาสติกมาตัดครึ่ง เป็นแจกันใส่ดอกไม้ หรือเป็นที่ใส่ปากกา มักถูกเรียกว่าเป็นการรีไซเคิล ขวดน้ำพลาสติก

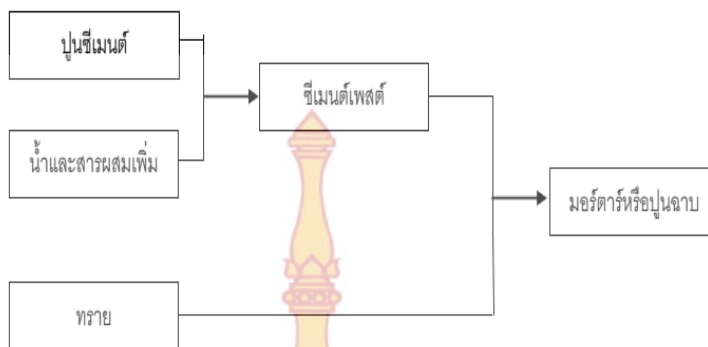
## 2.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับปูนฉาบหรือมอร์ตาร์

2.2.1 ปูนฉาบ หมายถึง ของผสมที่ได้จากการผสมวัสดุประสานและทรายละเอียดเข้าด้วยกัน และอาจมีสารผสมเพิ่มหรือสีด้วยก็ได้เมื่อใช้งานต้องนำไปผสมน้ำให้ข้นเหลวตามที่ต้องการใช้ในปูน ฉาบผนังก่อหรือผิวคอนกรีตด้วยการฉาบตามการใช้งานกับพื้นผิวที่จะฉาบออกเป็น 2 ประเภทคือ

2.2.1.1 ประเภทฉาบผนังก่อ ที่ก่อด้วยอิฐก่อสร้างสามัญหรือคอนกรีตบล็อกหรืออิฐ ก่อสร้างสามัญหรือคอนกรีตบล็อกหรืออิฐบล็อกแบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือชนิดทั่วไป สัญลักษณ์ MA - I ใช้สำหรับฉาบผนังที่ใช้งานผิวหยาบ และชนิดละเอียด สัญลักษณ์ MA - II ใช้สำหรับฉาบผนังที่ใช้งาน ผิวละเอียด

2.2.1.2 ประเภทฉาบผิวคอนกรีต สัญลักษณ์ CO ใช้สำหรับงานตกแต่งพื้นผิว คอนกรีต

2.2.2 องค์ประกอบของปูนฉาบหรือมอร์ตาร์



รูปที่ 2.1 ชื่อเรียกองค์ประกอบของวัสดุผสม

วัสดุที่ใช้ในงานปูนฉาบประกอบด้วย 3 ชนิด คือ ปูนซีเมนต์หรือปูนซีเมนต์ผสม น้ำสารผสมเพิ่มและทราย โดยความหมายของวัสดุผสมในงานปูนฉาบมีดังต่อไปนี้

2.2.2.1 ปูนซีเมนต์ (Cement) หมายถึง สารที่ประสานหรือยึดเกาะของแข็ง หรือมวลรวม เช่น หิน กรวด ทราย ให้แข็งติดกัน

2.2.2.2 ซีเมนต์เพสต์ (Mortar Paste) หมายถึง ส่วนผสมของปูนซีเมนต์กับน้ำ หรืออาจมีสารผสมเพิ่มมอร์ตาร์ (Mortar) หมายถึง ส่วนผสมของซีเมนต์เพสต์ทราย (ปูนฉาบ) หรืออาจมีสารผสมเพิ่ม

### 2.2.3 ปูนซีเมนต์ (Cement)

ปูนซีเมนต์ที่ใช้ในงานก่อสร้างหรืองานฉาบเป็นปูนซีเมนต์ที่มีปริมาณของวัสดุเนื้ออ่อน เช่น ทรายหรือหินปูนที่น้อยต่อการทำปฏิกิริยาร้อยละ 20 ถึง 30 โดยน้ำหนักทำให้ปูนซีเมนต์มีระยะเวลาการก่อตัวนานขึ้น การย้มน้ำต่ำและการหดตัวเมื่อแห้งน้อยลง สามารถแบ่งประเภทของปูนซีเมนต์ที่ใช้ในงานฉาบหรืองานก่อ ออกเป็น 3 ชนิดได้แก่

2.2.3.1 ปูนซีเมนต์ผสม (Mixed Cement) คือ ปูนซีเมนต์ที่ผลิตโดยการเติม หินปูนประมาณร้อยละ 25 – 30 ในระหว่างการบดปูนเม็ดของปูนซีเมนต์พอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ทำให้มีคุณสมบัติเหนียวลื่นยึดเกาะผนังได้ดี แห้งตัวพอเหมาะไม่ขยายตัวหรือหดตัวมาก ช่วยลดการแตกร้าวของผนังได้แต่จะทำให้กำลังต่ำกว่าปูนซีเมนต์พอร์ตแลนด์ธรรมดา เหมาะสำหรับงานก่อและฉาบ หรือใช้ในงานคอนกรีตขนาดเล็กที่ไม่ต้องการกำลังมาก

2.2.3.2 ปูนซีเมนต์ Masonry (Masonry Cement) คือ ปูนซีเมนต์ที่ได้จากปูนซีเมนต์พอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 หรือปูนซีเมนต์ไฮดรอลิกผสมกับวัสดุเหนียว (Plasticizing Materials) เช่น หินปูน (Limestone) ปูนขาว (Hydrated Lime) หรือปูนโลมไฮดรอลิก (Hydraulic Lime) ร่วมกับสารผสมเพิ่มอื่น ๆ ปูนซีเมนต์ประเภทนี้มีคุณสมบัติพิเศษที่เหมาะสมสำหรับงานฉาบปูนโดยเฉพาะ ดังนี้

- ผนังเรียบเนียน เนื่องจากเนื้อปูนมีความละเอียดสูงมากกว่าปูนซีเมนต์ผสมทั่วไป ทำให้ได้ผนังเรียบเนียนมากกว่า เพราะเนื้อปูนฉาบสามารถแทรกตัวเข้าประสานกับเม็ดทรายได้ดีเหนียวและยึดเกาะกับผนังก่ออิฐได้ดี เนื้อปูนฉาบจึงร่วงหล่นน้อยเวลาขึ้นปูนฉาบ

- เหนียวลื่น ฉาบง่าย เพราะมี Micro Air Bubble ซึ่งเป็นฟองอากาศขนาดเล็กจำนวนมากกระจายอยู่ทั่วส่วนผสมทำให้เนื้อปูนฉาบง่ายและลื่นขณะฉาบ

- ใช้งานได้นาน เพราะมีสารอุ้มน้ำพิเศษ เนื้อปูนฉาบจึงอุ้มน้ำได้นานขึ้น และคงสภาพอยู่ได้นานกว่าปกติทำให้ไม่ต้องผสมซ้ำ มีเวลาปรับแต่งผิวหน้าผนังฉาบปูนได้นานขึ้น นอกจากนี้คุณสมบัติของเนื้อปูนฉาบที่อุ้มน้ำได้ดีนี้ยังช่วยลดการสูญเสียจากการดูดซึมของผนังก่ออิฐ และการระเหยของน้ำจากสภาพอากาศทำให้เนื้อปูนสามารถทำปฏิกิริยาได้อย่างสมบูรณ์ยิ่งขึ้นผนังจึงหดตัวน้อยส่งผลให้การแตกร้าวลดลงและประสานยึดเกาะกันได้ดี

2.2.3.3 ปูนซีเมนต์ Stucco (Stucco Cement หรือ Plastic Cement) เป็นปูนซีเมนต์ตามมาตรฐาน ASTM C 1328 ที่ได้จากปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 หรือปูนซีเมนต์ไฮดรอลิกผสมกับวัสดุเหนียว (Plasticizing Materials) เช่น หินปูน (Limestone) ปูนขาว (Hydraulic Lime) ร่วมกับสารผสมเพิ่มอื่น ๆ ที่ช่วยเพิ่มคุณสมบัติทางการก่อตัว ความสามารถในการไหล การอุ้มน้ำและความทนทาน

#### 2.2.4 น้ำ (Water)

น้ำเป็นส่วนประกอบสำคัญในงานปูนซีเมนต์และปูนฉาบ โดยมีหน้าที่หลักในการผสมกับปูนซีเมนต์เพื่อให้เกิดปฏิกิริยาไฮเดรชัน อันนี้มีผลต่อความสามารถในการใช้งานของปูนฉาบและความทนทานของปูนฉาบเมื่อแข็งตัวแล้วสามารถนำมาใช้ในการบ่มผนังปูนฉาบเพื่อป้องกันปัญหาการแตกร้าวเนื่องจากการสูญเสียน้ำ นอกจากนี้น้ำยังถูกนำมาใช้ในการล้างสิ่งสกปรกที่ติดอยู่ในมวลรวมให้มวลรวมมีความสะอาดเพื่อนำมาใช้ในงานปูนฉาบ

คุณภาพและปริมาณของน้ำที่ใช้ผสมปูนฉาบนับเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่มีอิทธิพลอย่างมากต่อความแข็งแรงและความคงทนของปูนฉาบ น้ำที่ใช้จึงควรเป็นน้ำที่สะอาด ใส ไม่มีกลิ่น ไม่มีรสและผ่านข้อกำหนดคุณภาพของน้ำที่ใช้สำหรับผสมกับปูนซีเมนต์ เพราะน้ำมีส่วนในการส่งผลกระทบต่อคุณภาพของปูนฉาบ เช่น ระยะเวลาการก่อตัว การแข็งตัวและการเปลี่ยนแปลงปริมาตร เป็นต้น ในส่วนของปริมาณน้ำที่เหมาะสมในส่วนผสมของปูนฉาบนั้นนอกจากจะมีผลต่อความชื้นเหลวแล้วยังส่งผลกระทบต่อความแข็งแรงและความคงทนของปูนฉาบด้วย

#### 2.2.5 สารผสมเพิ่มหรือสารเคมีผสมเพิ่ม (Chemical Admixtures)

เป็นสารเคมีที่เติมลงในส่วนผสมของมอร์ตาร์หรือปูนฉาบก่อนผสมหรือขณะผสมเพื่อปรับปรุงคุณสมบัติบางประการของมอร์ตาร์ เช่น หน่วงการก่อตัวและปรับปรุงความสามารถในการทำงานของมอร์ตาร์ เป็นต้น สารเคมีที่ใช้ในการปรับปรุงคุณภาพของปูนฉาบมีทั้งแบบชนิดผงและแบบของเหลว ยกตัวอย่างเช่น

2.2.5.1 สารหน่วงการก่อตัว เป็นสารเคมีผสมเพิ่มประเภทที่หน่วงอัตราการเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชัน ซึ่งส่งผลหน่วงการก่อตัวของปูนฉาบ ทำให้มีความสามารถในการทำงานหรือแต่งหน้าปูนฉาบได้นานขึ้นแต่จะมีแนวโน้มในการเพิ่มการหดตัวเพราะปูนฉาบจะอยู่ในสภาวะเหลวนานกว่าปกติจึงจำเป็นต้องใช้อย่างถูกวิธีและในปริมาณที่เหมาะสมเพื่อป้องกันการแตกร้าวของปูนฉาบ

2.2.5.2 สารเพิ่มการยึดเหนียว สารจำพวกนี้เป็นสารที่ทำให้กำลังยึดเหนียวแรงดึงและแรงดันของปูนฉาบที่ดีขึ้น โดยกำลังอัดอาจสูงหรือต่ำกว่าในกรณีที่ไม่ผสมสารเพิ่มการยึด



เหนียวซึ่งทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของสารเคมีที่นำมาใช้ สารยึดเหนียวบางชนิดจะทำให้กำลังความต้านทานของปูนฉาบดีขึ้นและมีความทึบน้ำมากขึ้น

2.2.5.3 สารป้องกันการเกิดเชื้อรา เป็นสารที่ใช้เพื่อการยับยั้งและควบคุมการเจริญเติบโตของแบคทีเรียและเชื้อราในพื้นที่ผิวปูนฉาบเพราะในงานปูนฉาบมีความจำเป็นอย่างมากที่จะต้องป้องกันการเกิดเชื้อราก่อนการตกแต่งพื้นผิวด้วยการทาสี

## 2.2.6 มวลรวม (Aggregates)

มวลรวมที่นำมาใช้ผสมในงานมอร์ตาร์หรือปูนฉาบคือมวลรวมละเอียด (Fine Aggregates) หรือทรายละเอียดเป็นมวลรวมที่ร่อนผ่านตะแกรงคัดขนาดแล้ว มีขนาดเม็ดทราย 0.5 – 1.5 มิลลิเมตร โดยการร่อนผ่านตะแกรงที่มีขนาด 1.18 มิลลิเมตร ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 และผ่านตะแกรงขนาด 75 ไมโครเมตร ไม่มากกว่าร้อยละ 10 ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 2.1 ขนาดของทรายละเอียด

ขนาดตะแกรง	ร้อยละที่ผ่านตะแกรงโดยน้ำหนัก	
	ส่วนหยาบ	ส่วนละเอียด
6.3 มิลลิเมตร	100	100
4.75 มิลลิเมตร	95 - 100	95 - 100
2.36 มิลลิเมตร	60 - 100	80 - 100
1.18 มิลลิเมตร	30 - 100	70 - 100
600 ไมโครเมตร	15 - 80	55 - 100
300 ไมโครเมตร	5 - 50	5 - 75
150 ไมโครเมตร	0 - 15	0 - 20
75 ไมโครเมตร	ไม่มากกว่า 10	ไม่มากกว่า 10

ที่มา : ปูนซีเมนต์และการประยุกต์ใช้งาน , 2548 , หน้า 100

ในบางงานที่ต้องการผนังเรียบมาก ๆ อาจใช้ทรายละเอียดที่มีขนาดเล็กกว่า 0.6 มิลลิเมตร แต่ต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 0.07 มิลลิเมตร ทรายละเอียดที่นิยมใช้กันโดยทั่วไปเป็นทรายธรรมชาติที่มาจากแหล่งต่างกัน แต่ทรายที่มีความเหมาะสมกับการนำมาใช้ควรเป็นทรายน้ำจืดและจะต้องเป็นทรายที่สะอาด มีขนาดกลางตั้งแต่ประมาณ 1 – 3 มิลลิเมตร ก่อนนำทรายไปใช้ควรร่อนผ่านตะแกรงมาตรฐานที่กำหนด เพื่อให้ได้เม็ดทรายที่มีขนาดสม่ำเสมอมีส่วนคละที่ดีและมีความแข็งแรง แน่นทนทาน เป็นแ่ง มีเหลี่ยมมุม เพื่อช่วยในการยึดเกาะและทำให้ได้กำลังที่ดีเพราะทรายที่มีความสกปรกมากอาจส่งผลให้ปูนฉาบเกิดการแตกร้าวได้ นอกจากนี้ทรายที่ดีควรมีขนาดส่วนคละที่เหมาะสมด้วย

## 2.2.7 ฝุ่นหินปูน (Limestone Powder)

ฝุ่นหินปูน ได้จากการย่อยหินเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตปูนซีเมนต์และอุตสาหกรรมการผลิตคอนกรีตผสมเสร็จ โดยฝุ่นหินปูนประกอบด้วยสารประกอบของแคลเซียม

ออกไซด์ แมกนีเซียมคาร์บอเนต และแคลเซียมคาร์บอเนตเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งมีทั้งที่อยู่ในรูปสารประกอบที่มีคุณสมบัติเป็นวัสดุเฉื่อยที่ว่องไวต่อการทำปฏิกิริยาและวัสดุที่ไม่ว่องไวต่อการทำปฏิกิริยา คือ

2.2.7.1 วัสดุที่ว่องไวต่อการทำปฏิกิริยาเคมี โดยการนำส่วนของวัสดุที่ว่องไวต่อการทำปฏิกิริยาเคมีมาใช้ผสมทดแทนปูนซีเมนต์ โดยที่สารประกอบแคลเซียมออกไซด์มาทำปฏิกิริยาจะรวมตัวกับน้ำ ซึ่งแคลเซียมไฮดรอกไซด์ สามารถเป็นสารตั้งต้นในการทำปฏิกิริยาปอซโซลานิกเช่นเดียวกับแคลเซียมไฮดรอกไซด์ได้จากปฏิกิริยาไฮเดรชัน

2.2.7.2 วัสดุเฉื่อยที่ไม่ว่องไวต่อการทำปฏิกิริยาเคมี โดยการนำส่วนของวัสดุเฉื่อยมาใช้ทดแทนปูนซีเมนต์จะช่วยให้ลดการหดตัวของปูนซีเมนต์เนื่องจากคุณสมบัติของวัสดุที่ไม่ว่องไวต่อการทำปฏิกิริยาเคมีจึงทำให้เสถียรภาพในเชิงปริมาตรดีขึ้นและยังช่วยเพิ่มความต้านทานการกัดกร่อนจากซัลเฟต แต่อาจส่งผลกระทบต่อความสามารถในการรับแรงอัดของซีเมนต์เพสต์โดยสารประกอบแมกนีเซียมคาร์บอเนตและแคลเซียมคาร์บอเนตจัดเป็นสารประกอบที่ไม่ว่องไวต่อการทำปฏิกิริยาเคมี โดยสารประกอบทั้งแมกนีเซียมคาร์บอเนตและแคลเซียมคาร์บอเนตสามารถทำปฏิกิริยาเคมีได้ ถ้าหากมีความละเอียดมากเพียงพอหรือให้พลังงานความร้อนในการเร่งปฏิกิริยาเคมีแมกนีเซียมคาร์บอเนต

## 2.2.8 คุณสมบัติของส่วนผสม

การสูญเสียน้ำเนื่องจากการเผา (Loss on Ignition) เป็นการสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากการเผาของปูนซีเมนต์โดยการนำตัวอย่างปูนซีเมนต์ที่รู้น้ำหนักแน่นอนมาทำการเผาที่อุณหภูมิประมาณ 900 – 1000 องศาเซลเซียส จนกระทั่งน้ำหนักที่ได้คงที่ กากที่ไม่ละลายในกรดและด่าง (Insoluble Residue) คือ กากในปูนซีเมนต์ที่ไม่ละลายในกรดและสารละลายด่าง เป็นการทดสอบว่าปูนซีเมนต์มีสิ่งปนเปื้อนที่ไม่ละลายในกรดต่างมากน้อยเพียงใด

## 2.2.9 คุณสมบัติทางกายภาพ

ขนาดอนุภาคความละเอียด (Particle Size and Fineness) ความละเอียดของปูนซีเมนต์จะมีผลต่อความร้อนและอัตราการเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชันโดยปูนซีเมนต์ที่มีความละเอียดสูงกว่าหรือมีขนาดเล็กกว่า จะมีอัตราการเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชันสูงกว่าและมีการพัฒนากำลังอัดที่สูงกว่า

2.2.9.1 ความอยู่ตัว (Soundness) คือ ความสามารถของปูนซีเมนต์ที่แข็งตัวแล้วยังรักษาปริมาตรไว้ได้ ความไม่อยู่ตัวของปูนซีเมนต์หรือการขยายตัว เกิดจากมีแมกนีเซียมออกไซด์ในรูปผลึก Paricase หรือแมกนีเซีย และหรือ Free Lime มากเกินไป ทำให้เกิดการขยายตัวจนแตกร้าวได้

2.2.9.2 ความชื้นเหลว (Consistency) แสดงถึงความสามารถในการเคลื่อนที่หรือการไหลของของซีเมนต์เพสต์หรือมอร์ตาร์ที่ผสมเสร็จใหม่ ๆ โดยปกติแล้วถ้าซีเมนต์เพสต์ที่ทำการผสมมีความชื้นเหลวปกติจะมีระยะจมของเข็มจากเครื่อง Vicat Plunger เท่ากับ  $10 \pm 1$  มิลลิเมตร

## 2.2.10 คุณสมบัติของซีเมนต์เพสต์

ซีเมนต์เพสต์เป็นส่วนผสมที่ได้จากการผสมปูนซีเมนต์กับน้ำ คุณสมบัติหลาย ๆ อย่างของซีเมนต์เพสต์จะสะท้อนถึงคุณสมบัติของปูนซีเมนต์ที่นำไปใช้ทำมอร์ตาร์คุณสมบัติของซีเมนต์เพสต์ที่สำคัญได้แก่

2.2.10.1 ความชื้นเหลือปกติ โดยการทดสอบกับเครื่องมือไวแคต (Vicat Apparatus) ซีเมนต์เพสต์จะถือว่าอยู่ในเกณฑ์ความชื้นเหลือปกติเมื่อเข็มไวแคตสามารถจมลงในเนื้อซีเมนต์เพสต์ 10 มิลลิเมตร ในเวลา 30 วินาที

2.2.10.2 ระยะเวลาการก่อตัว ระยะเวลาการก่อตัวเริ่มต้นของซีเมนต์เพสต์ต้องไม่น้อยกว่า 45 นาทีโดยการทดสอบแบบวิธีไวแคต ส่วนระยะเวลาการก่อตัวสุดท้ายจะต้องไม่เกิน 375 นาที (มอก. 15 – 2518)

2.2.10.3 การไม่คงตัว ปฏิกริยาอย่างช้า ๆ ของปูนขาวอิสระและแมกนีเซียมอิสระกับน้ำจะทำให้เกิดการขยายตัว ปฏิกริยาที่เกิดขึ้นอาจกินเวลานานหลายเดือนหรือเป็นปี ซีเมนต์เพสต์ที่ดีเมื่อแข็งตัวแล้วต้องมีการเปลี่ยนแปลงปริมาตรที่น้อย เพราะการขยายตัวมากทำให้เกิดการแตกร้าวได้

2.2.10.4 ความร้อนเนื่องจากปฏิกิริยาไฮเดรชัน คือ ปริมาณความร้อนที่ปูนซีเมนต์คายออกมาในการทำปฏิกิริยากับน้ำ มาตรฐานกำหนดให้ทดสอบหาความร้อนเนื่องจากปฏิกิริยาไฮเดรชันที่อายุ 7 และ 28 วัน และกำหนดเฉพาะปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 2 และ 4 เท่านั้น

#### 2.2.11 คุณสมบัติของปูนฉาบหรือมอร์ตาร์

งานฉาบเป็นงานที่มีปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพของงานอยู่มากมาย คุณภาพของปูนฉาบจึงเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อคุณภาพของงานฉาบ ดังนั้นปูนฉาบที่ดีจะต้องประกอบด้วยคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- มีความชื้นเหลือพอเหมาะ เหนียวนุ่ม สลัดไหลดี ยึดเกาะผนังก่ออิฐได้ดีอุ้มน้ำได้ดี
  - มีระยะเวลาการแห้งตัวพอเหมาะ
  - เมื่อแข็งตัวแล้วจะต้องไม่ยัดหรือหดตัวมากจนเกิดการแตกร้าวขึ้นในปูนฉาบ
- เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิหรือความชื้น
- กำลังของมอร์ตาร์ที่ขึ้นอยู่กับความพรุนภายในเนื้อของมอร์ตาร์อัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์และระดับการทำปฏิกิริยาไฮเดรชันระหว่างปูนซีเมนต์กับน้ำ โดยอัตราส่วนของน้ำต่อปูนซีเมนต์มีผลต่อกำลังของมอร์ตาร์
  - ต้องมีแรงยึดเหนี่ยวที่ดีพอในการยึดเกาะผนังสามารถรับแรงอัดแรงเฉือน แรงดึงได้ดีพอสมควร

#### 2.2.12 การทดสอบคุณสมบัติของปูนฉาบ

##### 2.2.12.1 ทราชมมาตรฐาน

คุณสมบัติบางอย่างของปูนซีเมนต์มีข้อกำหนดให้วัดด้วยการทดสอบมอร์ตาร์ ซึ่งคุณสมบัติของมอร์ตาร์จะขึ้นอยู่กับทรายที่ใช้ผสม ดังนั้นจึงให้ใช้ทรายมาตรฐานคละขนาด (Drstded Standard Sand) ดังแสดงในตารางที่ 2.2 ทรายมาตรฐานเป็นทรายซิลิกาตามธรรมชาติมาจากออตตาวา (Ottawa) มลรัฐอิลลินอยส์ (Illinois) หรือเทียบได้กับทรายดังกล่าวเม็ดทรายควรมีลักษณะกลม ไม่มีเหลี่ยม ใสคล้ายกับน้ำตาลขาว

**ตารางที่ 2.2** ขนาดคละของทรายมาตรฐานตาม มอก. 15 เล่ม 12

ขนาดของตะแกรง	ร้อยละที่ผ่านตะแกรง
เบอร์ 100 ( 150 ไมโครเมตร)	2 ± 2
เบอร์ 50 ( 300 ไมโครเมตร)	25 ± 5
เบอร์ 40 ( 425 ไมโครเมตร)	70 ± 5
เบอร์ 30 ( 600 ไมโครเมตร)	98 ± 2
เบอร์ 16 ( 1.18 มิลลิเมตร)	100

ที่มา : มอก. 15 เล่ม 12 , 2532 , หน้า 8

#### 2.2.12.2 การไหลผ่าน

คุณสมบัติหลายอย่างของมอร์ตาร์ขึ้นอยู่กับความชื้นเหลว (Consistency) หรืออัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์ ในการทดสอบมอร์ตาร์จึงระบุที่ความชื้นเหลวหรือที่อัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์ ความชื้นเหลวของมอร์ตาร์วัดด้วยการไหลผ่านของมอร์ตาร์ มอร์ตาร์ที่ทำจากปูนซีเมนต์ 1 ส่วน ทรายมาตรฐาน 2.75 ส่วนน้ำหนักโดยปกติค่าการไหลผ่านที่ต้องการจะเท่ากับร้อยละ  $110 \pm 5$

#### 2.2.12.3 การทดสอบกำลังของมอร์ตาร์

การทดสอบกำลังของมอร์ตาร์จะทำที่อายุมอร์ตาร์เท่ากับ 1 , 3 , 7 และ 28 วัน โดยการทดสอบอาจทดสอบกำลังอัด กำลังดึงกำลังคัต ก็ได้แต่การทดสอบที่นิยมที่สุดคือกำลังอัด รองลงมาคือกำลังคัต ส่วนการทดสอบกำลังดึงมาตรฐานได้ยกเลิกการนำไปแล้ว

#### 2.2.13 มาตรฐานควบคุมคุณสมบัติของปูนฉาบ

มอร์ตาร์สำหรับฉาบ ซึ่งในมาตรฐานจะใช้คำเรียกว่า ปูนฉาบ หมายถึงของผสมที่ได้จากการผสมวัสดุประสานปละมวลผสมละเอียดเข้าด้วยกัน และอาจมีสารผสมเพิ่มหรือสีด้วยก็ได้เมื่อใช้งานต้องนำไปผสมน้ำให้ชื้นเหลวตามต้องการ ใช้สำหรับฉาบผนังก่อหรือฉาบคอนกรีตด้วยการฉาบชั้นเดียวหรือหลายชั้นก็ได้ เพื่อให้ได้ความหนาตามที่กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอร์ตาร์สำหรับฉาบ มอก.1776 – 2542 คุณสมบัติที่ต้องการ

2.2.13.1 ลักษณะทั่วไปปูนฉาบต้องเป็นผงและแห้ง ถ้าจับเป็นก้อน ต้องสามารถใช้นิ้วมือบี้ให้แตกได้ง่าย การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

2.2.13.2 ความต้านทานแรงอัดของก้อนลูกบาศก์ตัวอย่างที่มีอายุ 28 วัน ขนาด 50 มิลลิเมตร 3 ก้อนเฉลี่ยต้องไม่น้อยกว่าเกณฑ์ที่กำหนดในตารางการทดสอบให้ปฏิบัติตาม มอก.15 เล่ม 12 ดังแสดงในตารางที่ 3 โดยผสมปูนฉาบให้มีค่าการไหลผ่านเบื้องต้น ร้อยละ  $110 \pm 5$   
ตารางที่ 2.3 การทดสอบความต้านทานแรงอัดตาม มอก.1776-2542 โดยผสมปูนฉาบให้มีค่าการไหลผ่านเบื้องต้นร้อยละ  $110 \pm 5$

ประเภท	เกณฑ์ความต้านทานแรงอัดที่กำหนด (เมกะพาสคัล)
ฉาบผนังก่อ	2.5
ฉาบผิวคอนกรีต	5

ที่มา : มอก.1776 , 2542 , หน้า3

2.2.13.3 ความอุ้มน้ำ (Water Retention) ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 75 โดยกำหนดให้

มีการแผ่ไหลเบื้องต้นร้อยละ  $110 \pm 5$  (ASTM C91)

2.2.13.4 ระยะเวลาก่อตัวการทดสอบระยะต้นของปูนฉาบต้องไม่น้อยกว่า 60 นาที (ASTM C 807)

## 2.3 สมมติฐานการวิจัย

2.3.1 การใช้กระดาษหนังสือพิมพ์ใช้แล้วผสมทดแทนทรายในอัตราส่วนที่เหมาะสม ทำให้ปูนฉาบสามารถผ่านข้อกำหนดตามมาตรฐาน มอก.1776-2542

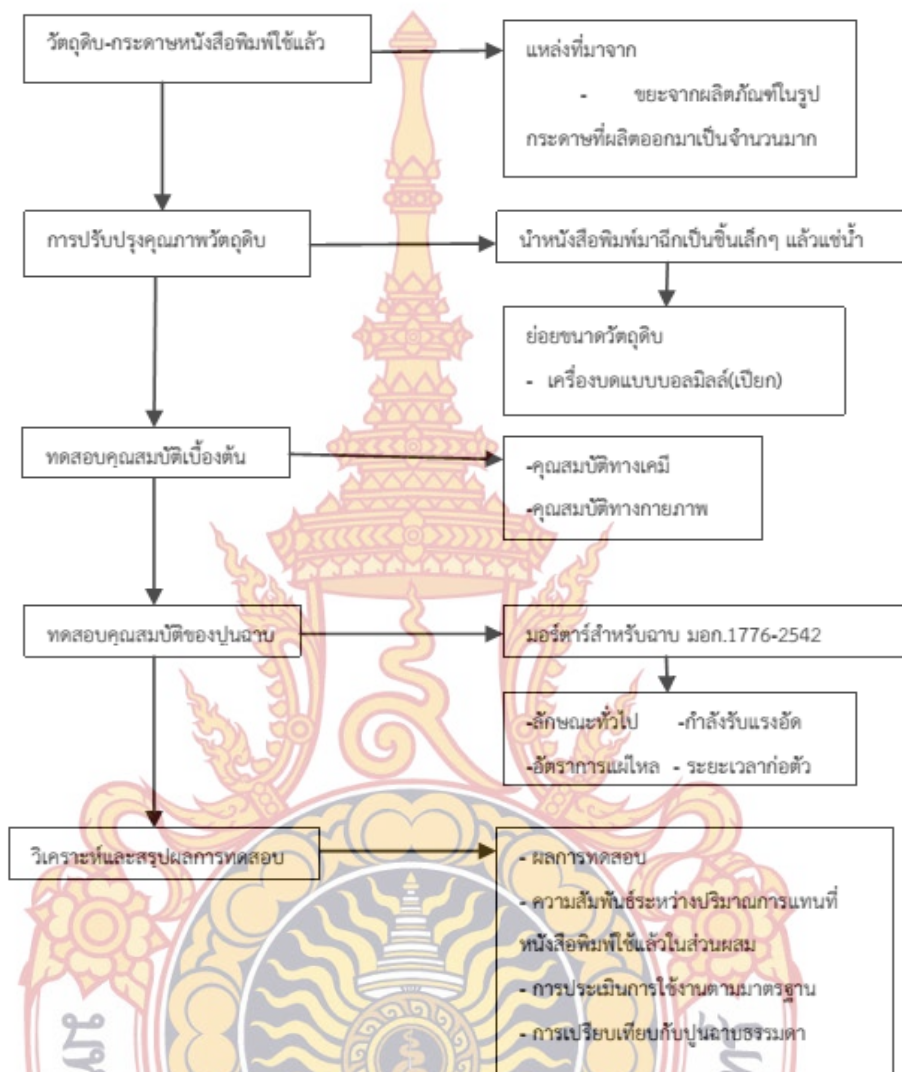
2.3.2 การใช้กระดาษหนังสือพิมพ์ใช้แล้วผสมทดแทนทรายในอัตราส่วนที่เหมาะสม ทำให้ปูนฉาบมีคุณสมบัติในด้านการหดตัวแบบแห้งลดลง

2.3.3 การใช้กระดาษหนังสือพิมพ์ใช้แล้วผสมทดแทนทรายในอัตราส่วนที่เหมาะสม ทำให้ปูนฉาบมีคุณสมบัติในการกันความร้อนได้ดีขึ้น

2.3.4 การใช้กระดาษหนังสือพิมพ์ใช้แล้วผสมทดแทนทรายในอัตราส่วนที่เหมาะสม ทำให้ช่วยลดปริมาณขยะจากผลิตภัณฑ์ในรูปกระดาษได้มากขึ้น



## 2.4 กรอบระเบียบการศึกษาคูสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติของปูนฉาบ



รูปที่ 2.2 กรอบระเบียบการศึกษาคูสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติของปูนฉาบ

## 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กิตติภูมิ รอดสิน (2553) ได้ทำการศึกษาเรื่องกรณีศึกษาปัญหาและแนวทางแก้ไขการแตกร้าวของผนังอิฐมวลเบา ผลการศึกษาพบว่าสาเหตุหลักของการแตกร้าวของผนังอิฐมวลเบาในอาคารเกิดจากเทคนิคการก่อสร้างและคุณภาพวัสดุที่ใช้ในงานก่อสร้าง การก่อสร้างผนังอิฐมวลเบาโดยไม่เสริมเสาเอ็น หรือคานทับหลังในจุดที่เหมาะสมจะทำให้ผนังเกิดการแตกร้าวได้นอกจากนั้นการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างจากคอนกรีตเสริมเหล็กเป็นโครงสร้างเหล็กโดยค้ำอิงถึงเพียงกำลังรับน้ำหนักของเสาและคาน โดยไม่ได้ค้ำอิงถึงความแข็งแรงและความสามารถในการต้านทานการเคลื่อนตัวของโครงสร้างในการรับแรงด้านข้างทำให้โครงสร้างหลักสามารถเคลื่อนตัวด้านข้างได้ และถ่ายแรงไปยัง

ผนังอิฐมวลเบาจนทำให้ผนังเกิดการแตกร้าวได้ การแก้ไขปัญหาการแตกร้าวโดยรวมสามารถทำได้ โดยการแก้ไขที่สาเหตุของปัญหา และทำการซ่อมแซมผนังส่วนที่แตกร้าวด้วยวิธีการที่เหมาะสม

วีระศักดิ์ ละอองจันทร์ และคณะ (2553) การพัฒนาบล็อกแก้วคอนกรีตมวลเบาโดยการผสมจากเตาปูนขาว-ผลพลอยได้จากกากอุตสาหกรรมผลิตกระดาษ.ในปัจจุบันกระบวนการผลิตกระดาษก่อให้เกิดกากอุตสาหกรรมจำนวนมากจึงเป็นที่มาของการจัดทำงานวิจัยนี้ขึ้นมาโดยวัตถุประสงค์เพื่อศึกษานำกากปูนขาวจาก โรงงานผลิตกระดาษมาใช้ในงานบล็อกคอนกรีตและนำบล็อกแก้วมาแทนที่ในเนื้อบล็อก คอนกรีตมวลเบา ซึ่งในส่วนการออกแบบส่วนผสมนี้จะใช้กากปูนขาวแทนที่ปูนซีเมนต์ร้อยละ 0, 10, 20, 30, 40 และ 50 โดยน้ำหนักปูนซีเมนต์ตามลำดับ โดยมีอัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์ (w/c) เท่ากับ 0.5 และ 0.6 ใช้ปริมาณผงอลูมิเนียมร้อยละ 1 จากนั้นทำการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของบล็อกมวลเบา ซึ่งทำการทดสอบหาค่าความหนาแน่น การทดสอบการดูดซึมน้ำ การทดสอบกำลังรับแรงอัด โดยใช้มอร์ตาร์ดขนาด 5×5×5 ลูกบาศก์เซนติเมตร และกำลังรับแรงดัดโดยใช้มอร์ตาร์ดขนาด 4×4×4 ลูกบาศก์เซนติเมตร จากการทดสอบพบว่าเมื่อผสมกากปูนขาวร้อยละ 10 จะมีกำลังรับแรงอัดและกำลังรับแรงดัดสูงที่สุด ส่วนค่าความหนาแน่นมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นตามปริมาณกากปูนขาวและพบว่าค่าการ ดูดซึมน้ำมีแนวโน้มลดลงตามปริมาณกากปูนขาวที่เพิ่มมากขึ้น จากการทดสอบต่างๆจะมีค่าเทียบเท่ากับมาตรฐานตาม มอก.1505-2541 ชั้นคุณภาพที่ 4 โดยในส่วนการนำบล็อกแก้วแทนที่ในเนื้อบล็อกคอนกรีตมวลเบาจะแทนที่ ร้อยละ 0 , 25 , 50 , 75 และ 100 โดยพื้นที่คอนกรีตมวลเบา ตามลำดับ จากการทดสอบหาค่าคุณสมบัติสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (k) JIS R 2618 และค่าการทนไฟพบว่าเมื่อผสมปริมาณกากปูนขาวร้อยละ 10 จะมีกำลังรับแรงอัดที่สูงสุด ส่วนค่าความหนาแน่นมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นตามปริมาณกากปูนขาวและพบว่าค่าการ ดูดซึมน้ำมีแนวโน้มลดลงตามปริมาณกากปูนขาวที่เพิ่มขึ้น จากการทดสอบต่างๆ จะมีค่าเทียบเท่ากับมาตรฐานตาม มอก. 1505-2541 ชั้นคุณภาพที่ 2 รวมทั้งการเสริมบล็อกแก้วในส่วนร้อยละ 75 จะเป็นการเสริมที่เหมาะสมที่สุดเนื่องจากมีความเป็นฉนวนของเนื้อคอนกรีตมวล เบารวมอยู่ด้วยและตรงตามมาตรฐาน แสงส่องผ่านบล็อกแก้ว

เพ็ชรพร เชาวกิจเจริญ และ นรารัตน์พร นวลสุวรรณ (2555) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การนำของเสียประเภทผลากกระดาษมาใช้ประโยชน์ในการทำคอนกรีตบล็อกประสานปูพื้นโดยใช้ผงหินปูน-ปูนซีเมนต์เป็นวัสดุประสาน ผลการศึกษาพบว่า การนำของเสียประเภทผลากกระดาษมาใช้ประโยชน์เป็นวัสดุแทนที่ในทรายบางส่วนที่ร้อยละ 3 โดยน้ำหนัก โดยใช้ผงหินปูนร่วมกับปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์เป็นวัสดุประสานในการทำ คอนกรีตบล็อกประสานปูพื้น ตลอดจนศึกษาลักษณะทางกายภาพและสมบัติทางเคมี เช่น การกระจายขนาดคละของมวลรวม ความสามารถในการชะละลาย กำลังรับแรงอัด ความหนาแน่น และการดูดซึมน้ำโดยเปลี่ยนอัตราส่วนผสมในทรายโดยใช้ของเสียประเภทผลากกระดาษเป็นร้อยละ 0, 1, 1.5, 2, 2.5, 3, 3.5, 4, 4.5, 5, 7.5, 10 และ 20 โดยน้ำหนักของทราย และแปรผันอัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9 และ 1 ในงานวิจัยครั้งนี้ใช้ผงหินปูนแทนที่ปูนซีเมนต์ที่ร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก ใช้สัดส่วนต่อทรายต่อหินเกล็ดในการผลิตคอนกรีตบล็อกประสานปูพื้น คือ 1 : 1.2 : 1.8 โดยน้ำหนัก ระยะเวลาบ่มที่ 7 วัน และ 28 วัน ผลการศึกษาพบว่า สัดส่วนวัสดุของของเสียประเภทผลากกระดาษที่ร้อยละ 3.0 โดยน้ำหนักของทราย อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสานที่ 0.5 ระยะเวลาบ่มที่ 28 วัน ทำให้คอนกรีตบล็อกประสานการนำของเสีย





### บทที่ 3

#### วิธีดำเนินการวิจัย

ในการศึกษา การประยุกต์ใช้กระดาษหนังสือพิมพ์ที่ใช้แล้วแทนที่ทรายเพื่อลดการแตกร้าวจากการหดตัวของปูนฉาบ โดยดำเนินการศึกษาเกี่ยวกับใช้กระดาษหนังสือพิมพ์แทนที่ทราย ในอัตราส่วนต่างๆ กัน โดยส่วนผสมเพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของปูนฉาบที่ใช้หนังสือพิมพ์ที่ใช้แล้วในการทดแทนทรายเปรียบเทียบกับมอร์ตาร์ควบคุม มีวิธีดำเนินการวิจัย ดังต่อไปนี้

#### 3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้

##### 3.1.1 เครื่องมือ

- 1) แบบหล่อขนาด 5x5x5x ซม.แบบหล่อทดสอบจะต้องประกบกันได้สนิทแน่น
- 2) แท่งกระทุ้ง จะต้องทำด้วยวัสดุที่ไม่ดูดซึมน้ำ
- 3) เครื่องผสมมาตรฐาน เป็นชนิดขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า
- 4) เครื่องชั่ง อ่านได้ละเอียด 0.1 กรัม
- 5) กระจกบดทวง มีขนาดใหญ่พอเพียงที่จะตวงน้ำสำหรับผสม
- 6) เวอร์เนียร์ ขนาดวัดระยะได้ 8-10 นิ้ว

##### 3.1.2 วัสดุ

- 1) วัสดุต่างๆ ดังต่อไปนี้จะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดและเกณฑ์กำหนดอื่นๆ ดังนี้คือ ปูนซีเมนต์ (CEMENT)
- 2) จะต้องเป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่ มอก. 15-2514 ชนิดที่เหมาะสมกับงาน และต้องเป็นซีเมนต์ที่แห้งไม่จับเป็นก้อน
- 3) น้ำ (WATER) น้ำที่ใช้ผสมคอนกรีตจะต้องสะอาดใช้ได้ดื่มได้
- 4) มวลรวม (AGGREGATES) มวลรวมที่ใช้สำหรับคอนกรีต จะต้องสะอาด ปราศจากวัสดุอื่นเจือปนมีความแกร่งและไม่ทำปฏิกิริยากับต่างในปูนซีเมนต์
- 5) มวลรวมหยาบและมวลรวมละเอียด ให้ถือเป็นวัสดุคนละอย่าง มวลรวมหยาบ แต่ละขนาดหรือหลายขนาดผสมกัน จะต้องมีส่วนขนาดคละตรงตามเกณฑ์ กำหนดของข้อกำหนด ASTM ที่เหมาะสม
- 6) กระดาษหนังสือพิมพ์

#### 3.2 การออกแบบส่วนผสม

ส่วนผสม น้ำ:ปูนซีเมนต์:ทรายละเอียด:กระดาษแทนที่ทรายโดนน้ำหนัก ที่ 0% 5% 10% 15% 20% 25% 30% ตามลำดับ

- 1) สูตรที่ 1 = 0.6 : 0.6 : 1.8 : 0
- 2) สูตรที่ 2 = 0.6 : 0.6 : 1.71 : 0.09

- 3) สูตรที่ 3 = 0.6 : 0.6 : 1.62 : 0.18  
 4) สูตรที่ 4 = 0.6 : 0.6 : 1.53 : 0.27  
 5) สูตรที่ 5 = 0.6 : 0.6 : 1.44 : 0.36  
 6) สูตรที่ 6 = 0.6 : 0.6 : 1.35 : 0.45  
 7) สูตรที่ 7 = 0.6 : 0.6 : 1.26 : 0.54

### 3.2 วิธีการทดลอง

3.2.1 เตรียมชุดทดลอง 7 ชุดๆ 24 ตัวอย่าง เลื่อนนำมาทดสอบ 20 ตัวอย่าง โดยการเตรียมเครื่องมือและวัสดุต่างๆที่จะทำการทดลอง ร่อนทรายผ่านตะแกรงเบอร์ 30 ให้ละเอียดแล้วนำไปตากแดดให้แห้ง เนื่องจากทรายที่จะใช้ในการทดลองมีความชื้นจากกรรมวิธีการขนส่ง และเคลื่อนย้ายกองวัสดุรวมรวมหยาบและละเอียด



รูปที่ 3.1 ร่อนทรายให้ละเอียด

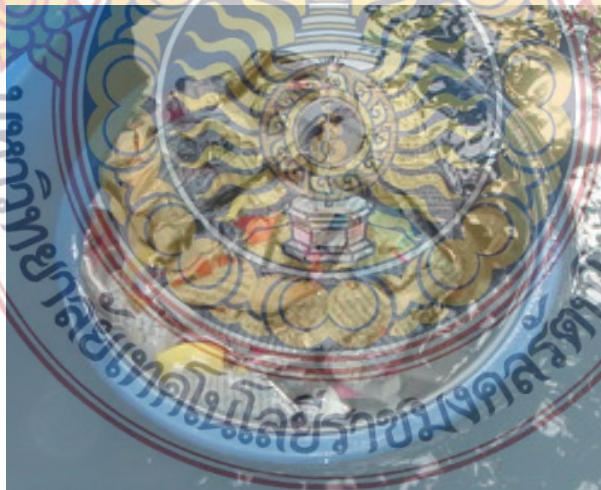


รูปที่ 3.2 นำทรายละเอียดไปตากแดด

3.2.2 นำกระดาษหนังสือพิมพ์ที่เตรียมไว้มาฉีกออกเป็นชิ้นเล็กๆแล้วนำมาชั่งน้ำหนักเพื่อให้ได้ตามที่ออกแบบอัตราส่วนผสม แล้วนำกระดาษหนังสือพิมพ์ที่เตรียมไว้ไปแช่น้ำเพื่อให้กระดาษหนังสือพิมพ์ดูดซึมน้ำนานเป็นเวลาประมาณ 30 นาที หลังจากนั้นจึงนำกระดาษหนังสือพิมพ์ขึ้นมาเข้าเครื่องปั่นให้ละเอียด แล้วนำกระดาษหนังสือพิมพ์ที่ปั่นละเอียดแล้วใส่ในผ้าขาวบางที่เตรียมไว้แล้วบิดเอาน้ำออกให้พอหมาด แล้วนำไปชั่งอีกครั้งเพื่อให้ได้ปริมาณที่ออกแบบไว้



รูปที่ 3.3 ชั่งน้ำหนักกระดาษหนังสือพิมพ์



รูปที่ 3.4 กระดาษหนังสือพิมพ์แช่น้ำ



รูปที่ 3.5 กระดาษหนังสือพิมพ์ปั่นละเอียด



รูปที่ 3.6 ปิดกระดาษหนังสือพิมพ์

3.2.3 ชั่งน้ำหนักปูนซีเมนต์ให้ได้ตามที่ออกแบบส่วนผสมไว้ แล้วนำปูนซีเมนต์ไปผสมกับกระดาษที่เตรียมไว้ แล้วจึงนำเข้าเครื่องปั่นจนให้เข้ากันแล้วจึงค่อยๆเติมน้ำลงไปเพื่อให้ส่วนผสมเข้ากันโดยทั่วแล้วปั่นให้เข้ากันเป็นเวลา 5 นาที หรือวัสดุมวลรวมที่เราต้องการผสมเข้ากันด้วยดีแล้วจึงนำวัสดุมวลรวมเข้าแบบหล่อก่อนตัวอย่างที่เตรียมไว้ แล้วกระทุ้งด้วยไม้กระทุ้ง 25 ครั้งต่อชั้น รวมทั้งหมด 3 ชั้นในแบบหล่อก่อนตัวอย่าง



รูปที่ 3.7 ปูนซีเมนต์ตราเสือ



รูปที่ 3.8 กวนส่วนผสมให้เข้ากัน



รูปที่ 3.9 วัสดุรวมเข้าแบบหล่อเรียบร้อยแล้ว

3.2.4 ทำการแกะแบบหล่อก้อนตัวอย่าง และวัดขนาดการหดตัวของตัวอย่างก้อนมอร์ตาร์ที่อายุ 1 วัน 7 วัน 14 วัน 21 วัน และ 28 วัน ตามลำดับ เพื่อหาค่าการหดตัวของก้อนตัวอย่างปูนฉาบผสมกระดาษหนังสือพิมพ์ เพื่อนำค่าที่ได้จากการทดลองไปศึกษาต่อไป



รูปที่ 3.10 ก้อนวัสดุมวลรวมที่แกะแบบแล้ว



รูปที่ 3.11 วัดขนาดก้อนตัวอย่างแล้วบันทึกค่าผลการหดตัว

## บทที่ 4 วิเคราะห์ผลการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับ การประยุกต์ใช้กระดาษหนังสือพิมพ์ที่ใช้แล้วแทนที่ทราย เพื่อลดการ แตะร้าวจากการหดตัวของปูนฉาบ โดยเป็นการวิจัยเชิงการทดลองในห้องปฏิบัติการ สามารถวิเคราะห์ผลการวิจัยได้ดังต่อไปนี้

### 4.1 ผลการศึกษาคุณสมบัติทางด้านวิศวกรรมพื้นฐานของวัสดุที่ใช้ในการผลิตตัวอย่างปูนฉาบผสมกระดาษหนังสือพิมพ์

จากการศึกษาคุณสมบัติทางด้านวิศวกรรมของวัสดุผสมชนิดต่างๆ และปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภท 2 สำหรับใช้ในการเก็บตัวอย่างการทดสอบหาคุณสมบัติต่างๆดังต่อไปนี้

ผลการหาค่าการหดตัวของปูนฉาบผสมกระดาษหนังสือพิมพ์ ได้ค่าเฉลี่ยจากการทดสอบ 7 อัตราส่วน โดยมีรายละเอียดดังนี้

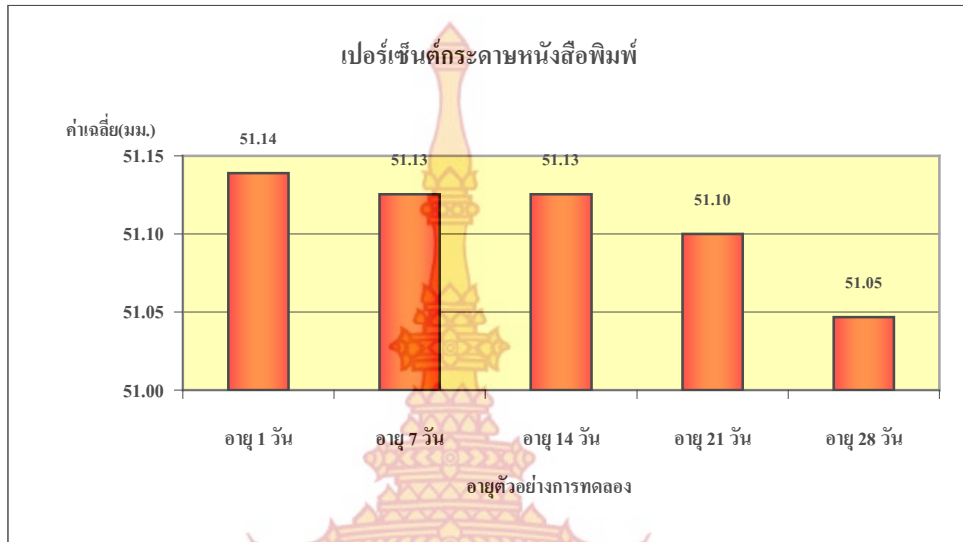
ตาราง 4.1 แสดงการหดตัวของปูนฉาบผสมกระดาษหนังสือพิมพ์แทนที่ทรายในส่วนผสมต่างๆ

อายุปูนฉาบ	เปอร์เซ็นต์กระดาษหนังสือพิมพ์แทนที่ทราย						
	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
อายุ 1 วัน	51.139	51.434	51.519	50.956	51.342	51.319	51.464
อายุ 28 วัน	51.047	51.323	51.373	50.816	51.146	51.139	51.193
ค่าเฉลี่ย	0.18%	0.22%	0.28%	0.27%	0.38%	0.35%	0.53%

ตาราง 4.2 แสดงน้ำหนักของปูนฉาบผสมกระดาษหนังสือพิมพ์แทนที่ทรายในส่วนผสมต่างๆ

อายุปูนฉาบ	เปอร์เซ็นต์กระดาษหนังสือพิมพ์แทนที่ทราย						
	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
อายุ 1 วัน	0.271	0.268	0.263	0.263	0.260	0.261	0.256
อายุ 28 วัน	0.228	0.200	0.182	0.159	0.142	0.133	0.123
ค่าเฉลี่ย	16%	26%	31%	40%	45%	49%	52%

### ผลการทดสอบการหดตัวของปูนฉาบ



รูปที่ 4.1 กราฟเปรียบเทียบการหดตัวของปูนฉาบ

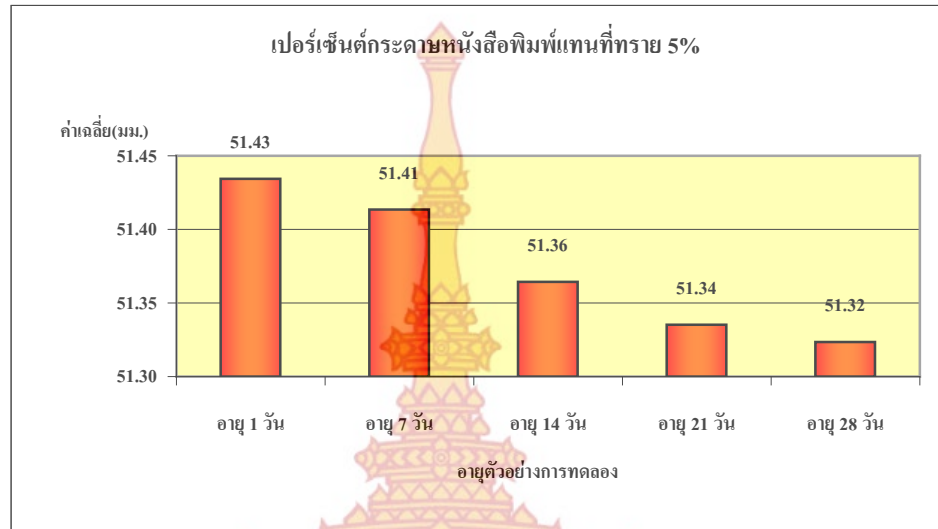
### ภาพการอัตราส่วนผสมของปูนฉาบ



รูปที่ 4.2 รูปตัวอย่างของปูนฉาบ

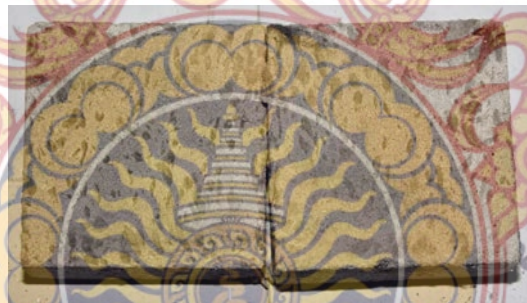


ผลการทดสอบการหดตัวของปูนฉาบผสมกระดาษหนังสือพิมพ์แทนที่ทราย 5%



รูปที่ 4.3 กราฟเปรียบเทียบการหดตัวของปูนฉาบผสมกระดาษหนังสือพิมพ์แทนที่ทราย 5%

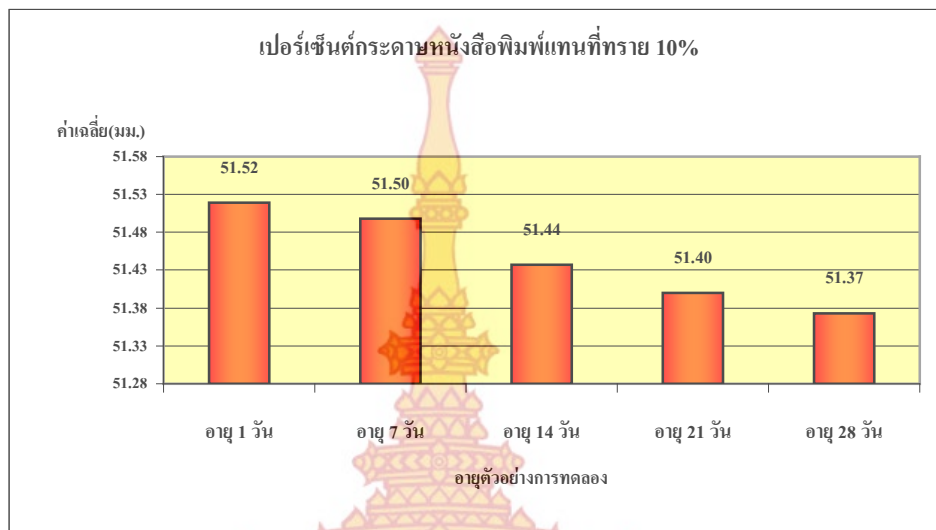
ภาพรูปตัดของปูนฉาบผสมกระดาษหนังสือพิมพ์อัตราส่วนแทนที่ทราย 5%



รูปที่ 4.4 รูปตัวอย่างของปูนฉาบผสมกระดาษหนังสือพิมพ์แทนที่ทราย 5%

ข้อมูลจากกราฟบอกได้ว่าปริมาณการหดตัวของตัวอย่างทดสอบปูนฉาบผสมกระดาษหนังสือพิมพ์แทนที่ทราย 5% จะมีปริมาตรการหดตัวเพิ่มขึ้น 0.22% และได้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักลดลง 26% เมื่อเทียบจากตัวอย่างทดสอบปูนฉาบที่ไม่ได้ผสมกระดาษหนังสือพิมพ์

ผลการทดสอบการหดตัวของปูนฉาบผสมกระดาษหนังสือพิมพ์แทนที่ทราย 10%



รูปที่ 4.5 กราฟเปรียบเทียบการหดตัวของปูนฉาบผสมกระดาษหนังสือพิมพ์แทนที่ทราย 10%

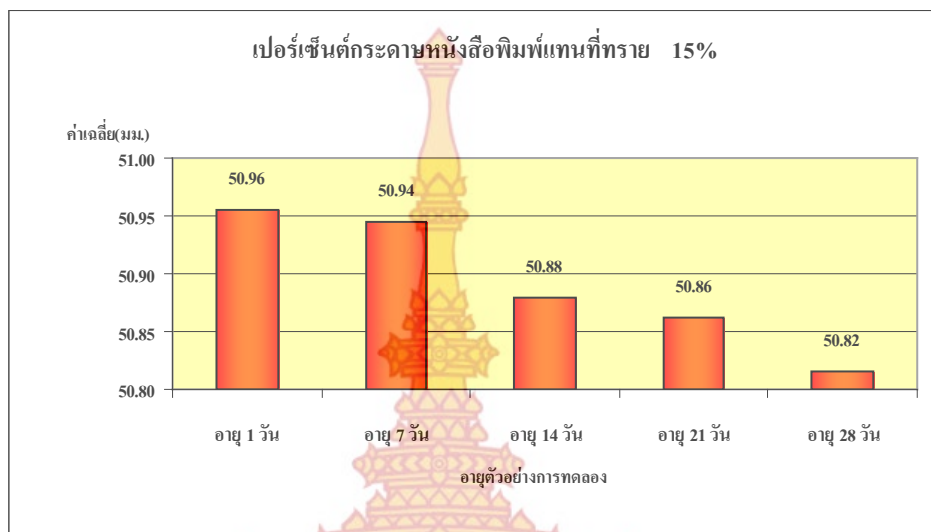
ภาพรูปตัดของปูนฉาบผสมกระดาษหนังสือพิมพ์อัตราส่วนแทนที่ทราย 10%



รูปที่ 4.6 รูปตัวอย่างของปูนฉาบผสมกระดาษหนังสือพิมพ์แทนที่ทราย 10%

ข้อมูลจากกราฟบอกได้ว่าปริมาณการหดตัวของตัวอย่างทดสอบปูนฉาบผสมกระดาษหนังสือพิมพ์แทนที่ทราย 10% จะมีปริมาตรการหดตัวเพิ่มขึ้น 0.28% และได้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักลดลง 31% เมื่อเทียบจากตัวอย่างทดสอบปูนฉาบที่ไม่ได้ผสมกระดาษหนังสือพิมพ์

ผลการทดสอบการหดตัวของปูนฉาบผสมกระดาษหนังสือพิมพ์แทนที่ทราย 15%



รูปที่ 4.7 กราฟเปรียบเทียบการหดตัวของปูนฉาบผสมกระดาษหนังสือพิมพ์แทนที่ทราย 15%

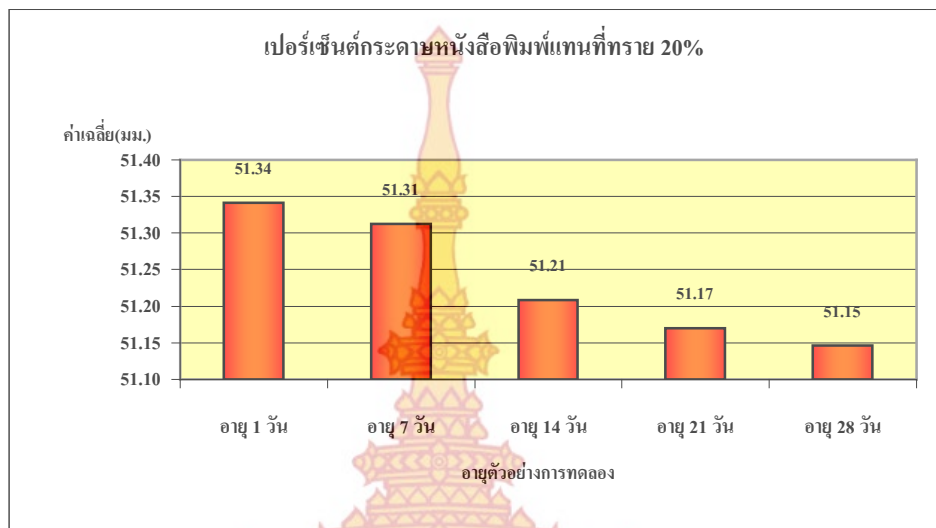
ภาพรูปตัดของปูนฉาบผสมกระดาษหนังสือพิมพ์อัตราส่วนแทนที่ทราย 15%



รูปที่ 4.8 รูปตัวอย่างของปูนฉาบผสมกระดาษหนังสือพิมพ์แทนที่ทราย 15%

ข้อมูลจากกราฟบอกได้ว่าปริมาณการหดตัวของตัวอย่างทดสอบปูนฉาบผสมกระดาษหนังสือพิมพ์แทนที่ทราย 15% จะมีปริมาตรการหดตัวเพิ่มขึ้น 0.27% และได้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักลดลง 40% เมื่อเทียบจากตัวอย่างทดสอบที่ไม่ได้ผสมกระดาษหนังสือพิมพ์

ผลการทดสอบการหดตัวของปูนฉาบผสมกระดาษหนังสือพิมพ์แทนที่ทราย 20%



รูปที่ 4.9 กราฟเปรียบเทียบการหดตัวของปูนฉาบผสมกระดาษหนังสือพิมพ์แทนที่ทราย 20%

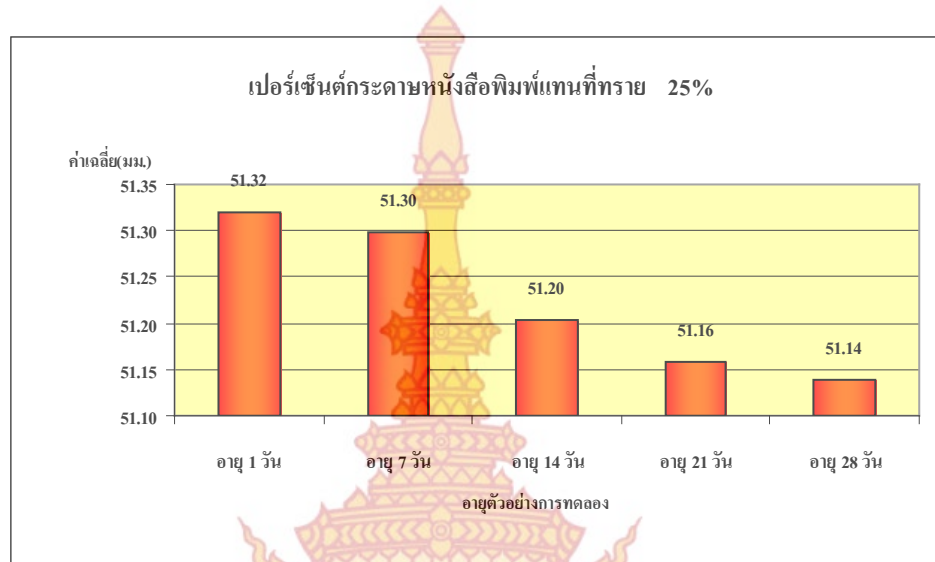
ภาพรูปตัดของปูนฉาบผสมกระดาษหนังสือพิมพ์อัตราส่วนแทนที่ทราย 20%



รูปที่ 4.10 รูปตัวอย่างของปูนฉาบผสมกระดาษหนังสือพิมพ์แทนที่ทราย 20%

ข้อมูลจากกราฟบอกได้ว่าปริมาณการหดตัวของตัวอย่างทดสอบปูนฉาบผสมกระดาษหนังสือพิมพ์แทนที่ทราย 20% จะมีปริมาตรการหดตัวเพิ่มขึ้น 0.38% และได้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักลดลง 45% เมื่อเทียบจากตัวอย่างทดสอบปูนฉาบที่ไม่ได้ผสมกระดาษหนังสือพิมพ์

ผลการทดสอบการหดตัวของปูนฉาบผสมกระดาษหนังสือพิมพ์แทนที่ทราย 25%



รูปที่ 4.11 กราฟเปรียบเทียบการหดตัวของปูนฉาบผสมกระดาษหนังสือพิมพ์แทนที่ทราย 25%

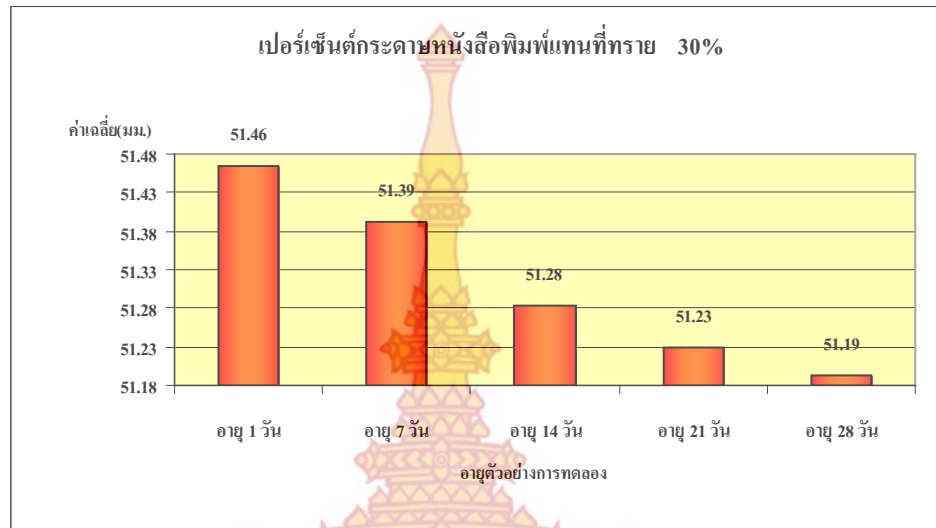
ภาพรูปตัดของปูนฉาบผสมกระดาษหนังสือพิมพ์อัตราส่วนแทนที่ทราย 25%



รูปที่ 4.12 รูปตัวอย่างของปูนฉาบผสมกระดาษหนังสือพิมพ์แทนที่ทราย 25%

ข้อมูลจากกราฟบอกได้ว่าปริมาณการหดตัวของตัวอย่างทดสอบปูนฉาบผสมกระดาษหนังสือพิมพ์แทนที่ทราย 25% จะมีปริมาตรการหดตัวเพิ่มขึ้น 0.35% และได้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักลดลง 49% เมื่อเทียบจากตัวอย่างทดสอบปูนฉาบที่ไม่ได้ผสมกระดาษหนังสือพิมพ์

ผลการทดสอบการหดตัวของปูนฉาบผสมกระดาษหนังสือพิมพ์แทนที่ทราย 30%



รูปที่ 4.13 กราฟเปรียบเทียบการหดตัวของปูนฉาบผสมกระดาษหนังสือพิมพ์แทนที่ทราย 30%

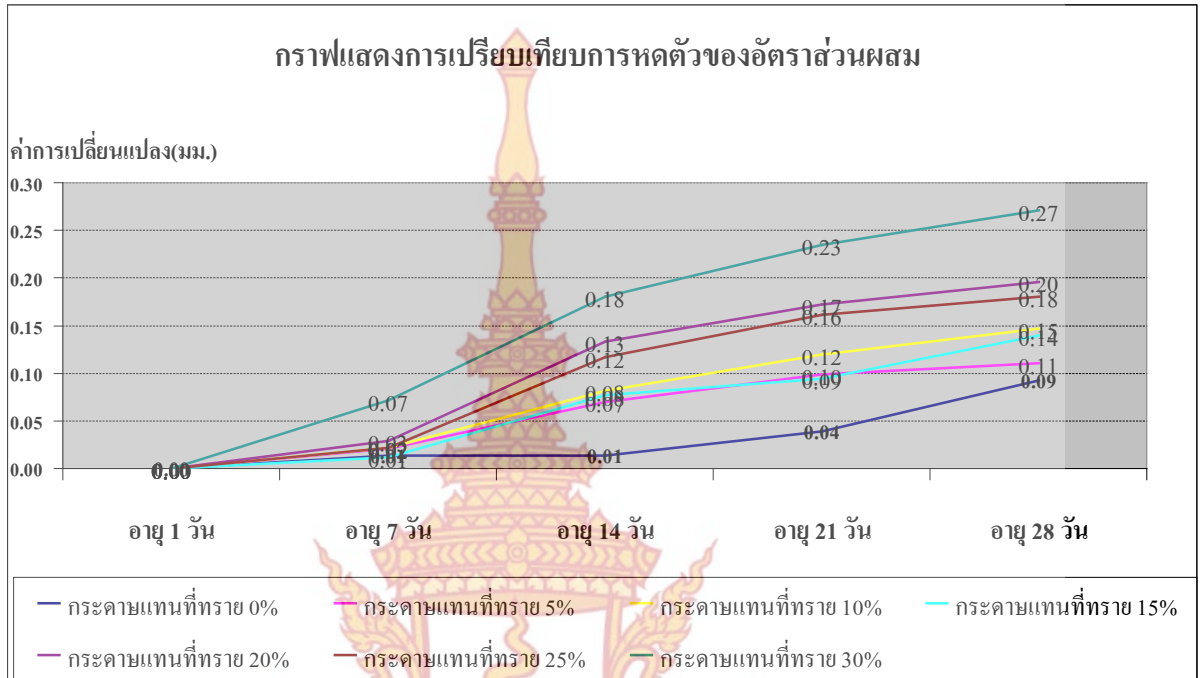
ภาพรูปตัดของปูนฉาบผสมกระดาษหนังสือพิมพ์อัตราส่วนแทนที่ทราย 30%



รูปที่ 4.14 รูปตัวอย่างของปูนฉาบผสมกระดาษหนังสือพิมพ์แทนที่ทราย 30%

ข้อมูลจากกราฟบอกได้ว่าปริมาณการหดตัวของตัวอย่างทดสอบปูนฉาบผสมกระดาษหนังสือพิมพ์แทนที่ทราย 30% จะมีปริมาตรการหดตัวเพิ่มขึ้น 0.53% และได้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักลดลง 52% เมื่อเทียบจากตัวอย่างทดสอบปูนฉาบที่ไม่ได้ผสมกระดาษหนังสือพิมพ์

ผลการทดสอบการหดตัวของปูนฉาบผสมกระดาษหนังสือพิมพ์ของอัตราส่วนผสมต่างๆ



รูปที่ 4.15 กราฟเปรียบเทียบการหดตัวของปูนฉาบผสมกระดาษหนังสือพิมพ์

จากกราฟแสดงการเปรียบเทียบการหดตัวของตัวอย่างทดสอบทั้ง 7 อัตราส่วนผสม จะเห็นได้ว่า ตัวอย่างทดสอบอัตราส่วนผสมกระดาษหนังสือพิมพ์แทนที่ทราย 30% มีค่าการหดตัวมากที่สุดคือ 0.27 มม. และอัตราส่วนผสมกระดาษหนังสือพิมพ์แทนที่ทราย 5% ,มีค่าน้อยที่สุดคือ 0.11 มม. และตัวอย่างทดสอบที่ไม่ผสมกระดาษหนังสือพิมพ์ มีค่าการหดตัวเท่ากับ 0.09 มม.ที่เป็นเช่นนี้เพราะว่ากระดาษหนังสือพิมพ์มีค่าการดูดซึมน้ำมากกว่าทราย เมื่อผสมกระดาษหนังสือพิมพ์ มากย่อมดูดซึมน้ำมาก และเมื่อทิ้งให้แห้งน้ำหนักก็จะเหลือน้อยกว่าที่ไม่ผสมกระดาษหนังสือพิมพ์ และเกิดการหดตัวของก้อนตัวอย่างทดสอบที่มากกว่านั่นเอง

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ในการทำโครงการวิจัยเรื่อง “การประยุกต์ใช้กระดาษหนังสือพิมพ์ที่ใช้แล้วแทนที่ทรายเพื่อลดการแตกร้าวจากการหดตัวของปูนฉาบ” โดยได้ดำเนินการเก็บตัวอย่างการทดลอง 7 อัตราส่วน ตัวอย่างละ 20 ตัวอย่าง แล้วจึงทำการศึกษาในส่วนคุณสมบัติทางด้านวิศวกรรมของตัวอย่าง การศึกษาการหดของปูนฉาบผสมกระดาษหนังสือพิมพ์แทนที่ทราย สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

#### 5.1 สรุปผลการศึกษาวิจัย

5.1.1 ปูนฉาบผสมกระดาษหนังสือพิมพ์ทำได้จริง เนื่องจากการป่นกระดาษจนละเอียดมีลักษณะเนื้อละเอียดเหมือนแป้ง จึงทำให้ปูนฉาบเป็นเนื้อเดียวกัน จากการสังเกตด้วยตา มีสีเป็นสีปูนซีเมนต์

5.1.2 ปูนฉาบผสมกระดาษหนังสือพิมพ์มีการหดตัวน้อยมาก ดังนี้

- 1) ปูนฉาบไม่ผสมกระดาษได้ค่าเฉลี่ย 0.18%
- 2) กระดาษแทนที่ทราย 5% ได้ค่าเฉลี่ยหดตัวลดลง 0.22%
- 3) กระดาษแทนที่ทราย 10% ได้ค่าเฉลี่ยหดตัวลดลง 0.28%
- 4) กระดาษแทนที่ทราย 15% ได้ค่าเฉลี่ยหดตัวลดลง 0.27%
- 5) กระดาษแทนที่ทราย 20% ได้ค่าเฉลี่ยหดตัวลดลง 0.38%
- 6) กระดาษแทนที่ทราย 25% ได้ค่าเฉลี่ยหดตัวลดลง 0.35%
- 7) กระดาษแทนที่ทราย 30% ได้ค่าเฉลี่ยหดตัวลดลง 0.53%

5.1.3 ปูนฉาบผสมกระดาษหนังสือพิมพ์เมื่อเปอร์เซ็นต์กระดาษแทนที่ทรายมากขึ้น จะทำให้น้ำหนักของตัวอย่างการทดสอบ จะน้อยลง ดังนี้

- 1) ปูนฉาบไม่ผสมกระดาษได้ค่าเฉลี่ยน้ำหนัก 16%
- 2) กระดาษแทนที่ทราย 5% ได้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักลดลง 26%
- 3) กระดาษแทนที่ทราย 10% ได้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักลดลง 31%
- 4) กระดาษแทนที่ทราย 15% ได้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักลดลง 40%
- 5) กระดาษแทนที่ทราย 20% ได้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักลดลง 45%
- 6) กระดาษแทนที่ทราย 25% ได้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักลดลง 49%
- 7) กระดาษแทนที่ทราย 30% ได้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักลดลง 52%

#### 5.2 ข้อเสนอแนะ

ในการทำโครงการวิจัยเรื่อง “การประยุกต์ใช้กระดาษหนังสือพิมพ์ที่ใช้แล้วแทนที่ทรายเพื่อลดการแตกร้าวจากการหดตัวของปูนฉาบ” สามารถสรุปข้อเสนอแนะที่ได้จากการทำโครงการดังต่อไปนี้

5.2.1 ควรทำการศึกษาคูณสมบัติทางเคมีของปูนฉาบผสมกระดาษหนังสือพิมพ์เพื่อการผสมกับปูนซีเมนต์ให้เป็นเนื้อเดียวกัน

5.2.2 ควรศึกษาด้านการพัฒนาคุณสมบัติทางด้านวิศวกรรมในส่วนการรับกำลังแรงดึง



5.2.3 ควรศึกษาความเป็นไปได้ในการนำวัสดุตัวอย่างมาใช้ชั้นรายละเอียดต่างๆ อาทิ เช่น ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ ต้นทุนการผลิต อายุการใช้งาน เป็นต้น

5.2.4 จากงานวิจัยปูนฉาบผสมกระดาษหนังสือพิมพ์เป็นกรณีศึกษาสำหรับงานฉาบภายในเท่านั้น ไม่เหมาะฉาบภายนอก เนื่องจากผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า ตัวอย่างที่ผสมกระดาษในปริมาณมาก จะมีการดูดซึมน้ำมากกว่าไม่ผสม อาจเกิดการแตกร้าวของปูนฉาบ



## เอกสารอ้างอิง

กิตติภูมิ รอดสิน .2553.กรณีศึกษาปัญหาและแนวทางแก้ไขการแตกร้าวของผนังอิฐมวลเบา.วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ปีที่ 6, ฉบับที่ 1 (ม.ค. - มิ.ย. 2553), หน้า 28-32  
กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม  
การรีไซเคิล.[ออนไลน์ ].เข้าถึงได้จาก <http://th.wikipedia.org/wiki> (วันที่ค้นข้อมูล : 2 กันยายน 2557).

ความหมายหนังสือพิมพ์ .[ออนไลน์ ].เข้าถึงได้จาก <http://th.wikipedia.org/> (วันที่ค้นข้อมูล : 2 กันยายน 2557).

คันธนา สุขะพล, ปรีชา แก้วสุวรรณ, การกิจ ละอองทอง .การศึกษาหาปริมาณกระดาศและอัตราส่วนน้ำที่เหมาะสมในมอร์ต้า และอิฐประดับ ตามมาตรฐาน มอก.168-2531

ชัชวาลย์ เศรษฐบุตร, “คอนกรีตเทคโนโลยี(Concrete Technology)”, คอนกรีตผสมเสร็จจีซีแพค, บริษัทผลิตภัณฑ์และวัสดุก่อสร้างจำกัด, พิมพ์ครั้งที่1 ปี2537.

บริษัทปูนซีเมนต์ไทยอุตสาหกรรมจำกัด, “Cement and Applications ปูนซีเมนต์และการประยุกต์ใช้งาน”, พิมพ์ครั้งที่ 2, 2548.

เพ็ชรพร เขาวงกตเจริญ และ นรารัตน์พร นวลสุวรรณ .2555.การนำของเสียประเภทผลากกระดาศมาใช้ประโยชน์ในการทำคอนกรีตบล็อกประสานปูพื้นโดยใช้ผงหินปูน-ปูนซีเมนต์เป็นวัสดุประสาน.วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.ปีที่ 22 ฉบับที่ 1 ม.ค-เม.ย.2555:99

มอก. 80-2550 “มาตรฐานผลิตภัณฑ์ปูนซีเมนต์ผสม”

มอก. 1776-2542 “มาตรฐานการทดสอบมอร์ต้าสำหรับฉาบ”

วีระศักดิ์ ละอองจันทร์ และคณะ.2553.การพัฒนาบล็อกแก้วคอนกรีตมวลเบาโดยการผสมจากเตาปูนขาว-ผลพลอยได้จากกากอุตสาหกรรมผลิตกระดาศ.คณะวิศวกรรมศาสตร์.มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

วชิระ แสงรัศมี.2555.การพัฒนาบล็อกประสานน้ำหนักเบาจากเยื่อกระดาษเหลือทิ้ง.โครงการประชุมวิชาการประจำปี 2555. Built Environment Research Associates Conference, BERAC 3, 2012 หน้า 12-20

วสันต์ ธีระเจตกุล. การศึกษาคูณสมบัติเบื้องต้นของซีเมนต์โลมมอร์ต้า. ปริญญาโท สาขาวิศวกรรม โครงสร้าง. คณะวิศวกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2532.

สุชาติ ภาคภูมิเกียรติคุณ, อิทธิพร ศิริสวัสดิ์. การศึกษาคูณสมบัติต่างๆของมอร์ต้าซีเมนต์. ภาควิชาวิศวกรรมโยธา. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (องครักษ์) นครนายก

เสาวนีย์ ก่อวุฒิกุลรังษี.การนำกระดาศหนังสือพิมพ์ผสมยางธรรมชาติทำผลิตภัณฑ์อย่างใหม่. ภาควิชาช่างและพอลิเมอร์.คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

องค์ประกอบของกระดาศ.[ออนไลน์ ].เข้าถึงได้จาก <http://www.supremeprngk,.net> (วันที่ค้นข้อมูล :2 กันยายน 2557).

ASTM C 596-96 ด้วยเครื่องวัดความยาว (length comparator)

ภาคผนวก ก

ผลการทดสอบคุณสมบัติทางด้านวิศวกรรมพื้นฐาน

ของปูนฉาบผสมการดาษหนังสือพิมพ์



ตารางแสดงการหดตัวของปูนฉาบผสมกระดาษหนังสือพิมพ์แทนที่ทรายในส่วนผสมต่างๆ

อายุปูนฉาบ	เปอร์เซ็นต์กระดาษหนังสือพิมพ์แทนที่ทราย						
	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
อายุ 1 วัน	51.139	51.434	51.519	50.956	51.342	51.319	51.464
อายุ 28 วัน	51.047	51.323	51.373	50.816	51.146	51.139	51.193
ค่าเฉลี่ย	0.18%	0.22%	0.28%	0.27%	0.38%	0.35%	0.53%

ตารางแสดงน้ำหนักของปูนฉาบผสมกระดาษหนังสือพิมพ์แทนที่ทรายในส่วนผสมต่างๆ

อายุปูนฉาบ	เปอร์เซ็นต์กระดาษหนังสือพิมพ์แทนที่ทราย						
	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
อายุ 1 วัน	0.271	0.268	0.263	0.263	0.260	0.261	0.256
อายุ 28 วัน	0.228	0.200	0.182	0.159	0.142	0.133	0.123
ค่าเฉลี่ย	16%	26%	31%	40%	45%	49%	52%





ภาคผนวก ข

การศึกษาและการเปรียบเทียบด้านวิศวกรรมของตัวอย่าง  
ของปูนฉาบผสมการดาษหนังสือพิมพ์



ตารางการทดสอบ การหดตัวของปูนฉาบผสมกระดาษหนังสือพิมพ์

ตารางบันทึกผลการทดลอง

วันที่ 5 มีนาคม 2559 ก่อนตัวอย่าง อายุ 1 วัน

ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ กระดาษฯ	น้ำหนัก กก.	ด้าน 1 มม.	ด้าน 2 มม.	ด้าน 3 มม.	ด้าน 4 มม.	ด้าน 5 มม.	ด้าน 6 มม.	เฉลี่ย มม.
1	0%	0.263	51.19	51.14	51.12	51.17	51.22	51.28	51.19
2		0.270	51.50	51.13	51.17	51.29	51.17	51.30	51.26
3		0.275	51.18	51.17	51.20	51.16	51.24	51.33	51.21
4		0.269	51.18	51.12	50.83	51.11	50.79	50.85	50.98
5		0.271	51.09	51.07	50.87	51.06	50.87	51.05	51.00
6		0.273	51.36	51.18	51.04	51.33	50.95	51.05	51.15
7		0.269	51.08	51.07	50.88	51.07	50.87	51.03	51.00
8		0.268	51.17	51.13	50.85	51.10	50.81	50.88	50.99
9		0.272	51.37	51.16	51.06	51.32	50.96	51.06	51.16
10		0.271	51.52	51.14	51.19	51.28	51.16	51.31	51.27
11		0.273	51.20	51.17	51.21	51.16	51.23	51.31	51.21
12		0.277	51.35	51.19	51.07	51.32	50.97	51.03	51.16
13		0.265	51.20	51.12	50.84	51.11	50.79	50.85	50.99
14		0.270	51.17	51.14	51.13	51.17	51.24	51.27	51.19
15		0.272	51.34	51.17	51.04	51.35	50.95	51.05	51.15
16		0.278	51.51	51.14	51.17	51.29	51.17	51.30	51.26
17		0.269	51.17	51.11	50.83	51.12	50.80	50.84	50.98
18		0.266	51.35	51.18	51.04	51.32	50.95	51.05	51.15
19		0.271	51.20	51.19	51.22	51.16	51.24	51.32	51.22
20		0.274	51.51	51.15	51.16	51.29	51.19	51.33	51.27

ตารางการทดสอบ การหดตัวของปูนฉาบผสมกระดาษหนังสือพิมพ์

ตารางบันทึกผลการทดลอง

วันที่ 5 มีนาคม 2559 ก่อนตัวอย่าง อายุ 1 วัน

ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ กระดาษฯ	น้ำหนัก กก.	ด้าน 1 มม.	ด้าน 2 มม.	ด้าน 3 มม.	ด้าน 4 มม.	ด้าน 5 มม.	ด้าน 6 มม.	เฉลี่ย มม.
1	5%	0.265	51.33	51.35	51.10	51.31	50.98	51.16	51.21
2		0.263	51.19	51.40	51.73	51.29	51.25	51.24	51.35
3		0.269	51.57	51.44	51.09	51.47	51.28	51.29	51.36
4		0.270	51.35	51.39	51.73	51.29	51.54	51.62	51.49
5		0.271	51.20	51.15	51.45	51.28	51.60	51.65	51.39
6		0.266	51.68	52.02	51.69	51.47	51.48	51.71	51.68
7		0.268	51.17	51.42	51.72	51.28	51.24	51.26	51.35
8		0.270	51.57	51.45	51.08	51.49	51.27	51.28	51.36
9		0.272	51.31	51.36	51.12	51.33	51.97	51.15	51.37
10		0.271	51.35	51.38	51.74	51.30	51.54	51.64	51.49
11		0.272	51.55	51.42	51.10	51.48	51.30	51.31	51.36
12		0.268	51.67	52.01	50.68	51.46	51.49	51.72	51.51
13		0.267	51.20	51.39	51.71	51.30	51.23	51.23	51.34
14		0.270	51.69	52.03	50.67	51.48	51.50	51.69	51.51
15		0.275	51.51	51.46	51.07	51.46	51.29	51.27	51.34
16		0.272	51.34	51.39	51.74	51.31	51.56	51.60	51.49
17		0.268	51.30	51.37	51.11	51.33	50.97	51.18	51.21
18		0.271	51.70	52.04	50.67	51.49	51.50	51.70	51.52
19		0.268	51.54	51.45	51.08	51.47	51.31	51.30	51.36
20		0.250	51.18	51.41	51.72	51.30	51.26	51.25	51.35

ตารางการทดสอบ การหดตัวของปูนฉาบผสมกระดาษหนังสือพิมพ์

ตารางบันทึกผลการทดลอง

วันที่ 5 มีนาคม 2559 ก้อนตัวอย่าง อายุ 1 วัน

ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ กระดาษฯ	น้ำหนัก กก.	ด้าน 1 มม.	ด้าน 2 มม.	ด้าน 3 มม.	ด้าน 4 มม.	ด้าน 5 มม.	ด้าน 6 มม.	เฉลี่ย มม.
1	10%	0.260	51.30	51.31	51.39	51.30	51.19	51.47	51.33
2		0.267	51.17	51.33	51.95	51.17	51.92	51.97	51.59
3		0.260	51.35	51.42	52.29	51.51	52.27	52.52	51.89
4		0.270	51.45	51.39	51.17	51.52	51.07	51.18	51.30
5		0.256	51.38	51.18	51.42	51.35	51.33	51.37	51.34
6		0.259	51.79	51.36	51.55	51.40	51.47	51.55	51.52
7		0.266	51.16	51.32	51.94	51.18	51.91	51.96	51.58
8		0.258	51.37	51.17	51.43	51.34	51.32	51.38	51.34
9		0.262	51.36	51.42	52.30	51.52	52.28	52.51	51.90
10		0.273	51.46	51.40	51.18	51.51	51.08	51.17	51.30
11		0.264	51.32	51.30	51.38	51.31	51.20	51.48	51.33
12		0.262	51.77	51.37	51.54	51.41	51.45	51.54	51.51
13		0.263	51.33	51.44	52.29	51.52	52.26	52.53	51.90
14		0.259	51.36	51.18	51.41	51.39	51.30	51.39	51.34
15		0.265	51.33	51.32	51.37	51.32	51.17	51.46	51.33
16		0.269	51.15	51.33	51.97	51.16	51.90	51.98	51.58
17		0.260	51.37	51.17	51.41	51.35	51.36	51.35	51.34
18		0.266	51.32	51.45	52.28	51.53	52.25	52.50	51.89
19		0.258	51.77	51.35	51.56	51.42	51.48	51.55	51.52
20		0.270	51.19	51.31	51.94	51.18	51.91	51.96	51.58



ตารางการทดสอบ การหดตัวของปูนฉาบผสมกระดาษหนังสือพิมพ์

ตารางบันทึกผลการทดลอง

วันที่ 5 มีนาคม 2559 ก้อนตัวอย่าง อายุ 1 วัน

ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ กระดาษฯ	น้ำหนัก กก.	ด้าน 1 มม.	ด้าน 2 มม.	ด้าน 3 มม.	ด้าน 4 มม.	ด้าน 5 มม.	ด้าน 6 มม.	เฉลี่ย มม.
1	15%	0.262	51.05	50.97	51.02	51.18	50.87	50.98	51.01
2		0.265	50.61	50.39	50.98	50.45	50.92	50.94	50.72
3		0.259	50.85	50.80	50.90	50.81	50.85	50.98	50.87
4		0.260	51.20	51.15	51.18	51.13	51.07	51.09	51.14
5		0.257	50.45	50.48	51.27	50.48	51.17	51.15	50.83
6		0.266	50.96	50.94	51.08	51.03	51.06	51.05	51.02
7		0.268	50.62	50.38	50.99	50.46	50.93	50.95	50.72
8		0.261	51.07	50.96	51.03	51.17	50.86	50.99	51.01
9		0.265	51.22	51.16	51.17	51.14	51.05	51.10	51.14
10		0.268	50.95	50.95	51.07	51.04	51.06	51.07	51.02
11		0.261	50.86	50.82	50.92	50.80	50.84	50.96	50.87
12		0.259	50.44	50.49	51.29	50.50	51.16	51.17	50.84
13		0.263	51.21	51.14	51.19	51.15	51.08	51.08	51.14
14		0.264	51.08	50.98	51.04	51.19	50.88	50.97	51.02
15		0.267	50.94	50.96	51.09	51.05	51.05	51.06	51.03
16		0.263	51.19	51.17	51.17	51.16	51.09	51.06	51.14
17		0.263	50.63	50.40	51.00	50.46	50.94	50.95	50.73
18		0.261	50.47	50.47	51.28	50.49	51.15	51.16	50.84
19		0.266	51.03	50.99	51.03	51.16	50.89	50.96	51.01
20		0.269	50.94	50.94	51.09	51.03	51.07	51.07	51.02

ตารางการทดสอบ การหัดตัวของปูนฉาบผสมกระดาษหนังสือพิมพ์

ตารางบันทึกผลการทดลอง

วันที่ 5 มีนาคม 2559 ก้อนตัวอย่าง อายุ 1 วัน

ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ กระดาษฯ	น้ำหนัก กก.	ด้าน 1 มม.	ด้าน 2 มม.	ด้าน 3 มม.	ด้าน 4 มม.	ด้าน 5 มม.	ด้าน 6 มม.	เฉลี่ย มม.
1	20%	0.260	51.40	51.46	51.00	51.42	51.10	51.03	51.24
2		0.263	51.12	51.08	51.02	51.12	50.97	51.00	51.05
3		0.258	51.54	51.47	51.10	51.47	51.05	51.03	51.28
4		0.257	51.79	51.39	51.37	51.40	51.45	51.35	51.46
5		0.256	51.29	51.21	51.55	51.23	51.48	51.56	51.39
6		0.261	51.65	51.50	51.38	51.46	51.51	51.42	51.49
7		0.261	51.78	51.38	51.39	51.41	51.44	51.36	51.46
8		0.262	51.41	51.45	51.02	51.44	51.12	51.04	51.25
9		0.259	51.28	51.22	51.57	51.24	51.49	51.55	51.39
10		0.260	51.55	51.46	51.11	51.48	51.06	51.02	51.28
11		0.262	51.66	51.52	51.37	51.45	51.52	51.44	51.49
12		0.265	51.11	51.07	51.03	51.15	50.98	51.02	51.06
13		0.258	51.77	51.40	51.39	51.43	51.47	51.34	51.47
14		0.259	51.56	51.46	51.10	51.46	51.07	51.04	51.28
15		0.257	51.27	51.23	51.56	51.25	51.47	51.54	51.39
16		0.261	51.41	51.48	51.01	51.40	51.11	51.04	51.24
17		0.263	51.64	51.52	51.36	51.45	51.53	51.45	51.49
18		0.260	51.53	51.46	51.12	51.44	51.08	51.05	51.28
19		0.256	51.77	51.41	51.40	51.42	51.43	51.37	51.47
20		0.258	51.30	51.23	51.54	51.24	51.47	51.57	51.39

ตารางการทดสอบ การหดตัวของปูนฉาบผสมกระดาษหนังสือพิมพ์

ตารางบันทึกผลการทดลอง

วันที่ 5 มีนาคม 2559 ก่อนตัวอย่าง อายุ 1 วัน

ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ กระดาษฯ	น้ำหนัก กก.	ด้าน 1 มม.	ด้าน 2 มม.	ด้าน 3 มม.	ด้าน 4 มม.	ด้าน 5 มม.	ด้าน 6 มม.	เฉลี่ย มม.
1	25%	0.258	51.27	51.30	51.36	51.26	51.35	51.30	51.31
2		0.263	51.23	51.18	51.49	51.23	51.59	51.47	51.37
3		0.264	51.45	51.43	51.29	51.48	51.36	51.29	51.38
4		0.253	51.44	51.44	51.17	51.35	51.24	51.27	51.32
5		0.255	51.16	51.15	51.22	51.14	51.15	51.25	51.18
6		0.258	51.52	51.49	51.13	51.47	51.12	51.22	51.33
7		0.266	51.46	51.45	51.27	51.47	51.37	51.28	51.38
8		0.258	51.18	51.16	51.23	51.14	51.14	51.26	51.19
9		0.265	51.24	51.19	51.51	51.22	51.58	51.46	51.37
10		0.259	51.28	51.32	51.35	51.24	51.34	51.32	51.31
11		0.261	51.53	51.50	51.15	51.48	51.11	51.21	51.33
12		0.267	51.46	51.42	51.28	51.49	51.37	51.30	51.39
13		0.264	51.22	51.17	51.47	51.22	51.60	51.48	51.36
14		0.257	51.50	51.47	51.14	51.49	51.14	51.24	51.33
15		0.260	51.29	51.33	51.35	51.25	51.36	51.31	51.32
16		0.258	51.17	51.14	51.21	51.13	51.14	51.26	51.18
17		0.267	51.44	51.44	51.28	51.47	51.37	51.27	51.38
18		0.256	51.26	51.30	51.35	51.24	51.35	51.32	51.30
19		0.265	51.25	51.20	51.48	51.21	51.58	51.46	51.36
20		0.256	51.53	51.47	51.11	51.46	51.11	51.23	51.32

ตารางการทดสอบ การหดตัวของปูนฉาบผสมกระดาษหนังสือพิมพ์

ตารางบันทึกผลการทดลอง

วันที่ 5 มีนาคม 2555 ก่อนตัวอย่าง อายุ 1 วัน

ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ กระดาษฯ	น้ำหนัก กก.	ด้าน 1 มม.	ด้าน 2 มม.	ด้าน 3 มม.	ด้าน 4 มม.	ด้าน 5 มม.	ด้าน 6 มม.	เฉลี่ย มม.
1	30%	0.253	51.69	51.49	51.35	51.59	51.42	51.49	51.51
2		0.257	51.32	51.37	51.48	51.37	51.37	51.46	51.40
3		0.252	51.86	51.74	51.42	51.56	51.32	51.60	51.58
4		0.250	51.76	51.62	51.05	51.69	51.18	51.11	51.40
5		0.256	51.48	51.39	51.55	51.35	51.26	51.10	51.36
6		0.260	51.55	51.85	51.18	51.97	51.08	51.29	51.49
7		0.254	51.87	51.75	51.43	51.57	51.32	51.62	51.59
8		0.253	51.75	51.61	51.06	51.68	51.19	51.13	51.40
9		0.262	51.56	51.87	51.17	51.96	51.07	51.28	51.49
10		0.258	51.31	51.36	51.47	51.38	51.38	51.47	51.40
11		0.255	51.70	51.50	51.36	51.58	51.43	51.48	51.51
12		0.258	51.47	51.38	51.54	51.36	51.27	51.12	51.36
13		0.253	51.86	51.73	51.44	51.55	51.33	51.61	51.59
14		0.261	51.54	51.84	51.19	51.97	51.09	51.27	51.48
15		0.254	51.68	51.48	51.37	51.59	51.41	51.47	51.50
16		0.256	51.31	51.38	51.49	51.35	51.35	51.45	51.39
17		0.255	51.88	51.74	51.44	51.57	51.34	51.63	51.60
18		0.259	51.49	51.37	51.56	51.35	51.28	51.11	51.36
19		0.258	51.34	51.39	51.46	51.38	51.39	51.48	51.41
20		0.262	51.55	51.84	51.17	51.98	51.07	51.30	51.49

ตารางการทดสอบ การหดตัวของปูนฉาบผสมกระดาษหนังสือพิมพ์

ตารางบันทึกผลการทดลอง

วันที่ 11 มีนาคม 2559 ก้อนตัวอย่าง อายุ 7 วัน

ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ กระดาษฯ	น้ำหนัก กก.	ด้าน 1 มม.	ด้าน 2 มม.	ด้าน 3 มม.	ด้าน 4 มม.	ด้าน 5 มม.	ด้าน 6 มม.	เฉลี่ย มม.
1	0%	0.231	51.18	51.13	51.11	51.17	51.20	51.25	51.17
2		0.236	51.50	51.11	51.15	51.29	51.15	51.27	51.25
3		0.234	51.16	51.16	51.18	51.15	51.22	51.31	51.20
4		0.237	51.17	51.12	50.82	51.10	50.77	50.84	50.97
5		0.236	51.07	51.06	50.87	51.04	50.87	50.99	50.98
6		0.241	51.35	51.17	51.03	51.31	50.93	51.00	51.13
7		0.237	51.07	51.06	50.87	51.05	50.87	51.00	50.99
8		0.236	51.17	51.12	50.83	51.10	50.79	50.85	50.98
9		0.240	51.34	51.16	51.05	51.31	50.94	51.03	51.14
10		0.235	51.51	51.12	51.17	51.28	51.15	51.29	51.25
11		0.235	51.17	51.16	51.19	51.15	51.22	51.31	51.20
12		0.242	51.35	51.18	51.05	51.31	50.95	51.02	51.14
13		0.236	51.18	51.12	50.83	51.10	50.78	50.84	50.98
14		0.230	51.17	51.13	51.12	51.17	51.22	51.26	51.18
15		0.242	51.34	51.17	51.03	51.32	50.93	51.02	51.14
16		0.234	51.50	51.12	51.15	51.29	51.16	51.28	51.25
17		0.235	51.17	51.11	50.82	51.11	50.79	50.84	50.97
18		0.242	51.35	51.17	51.03	51.32	50.94	51.02	51.14
19		0.235	51.18	51.17	51.19	51.15	51.22	51.31	51.20
20		0.237	51.50	51.13	51.15	51.29	51.17	51.29	51.26

ตารางการทดสอบ การหดตัวของปูนฉาบผสมกระดาษหนังสือพิมพ์

ตารางบันทึกผลการทดลอง

วันที่ 11 มีนาคม 2559 ก่อนตัวอย่าง อายุ 7 วัน

ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ กระดาษฯ	น้ำหนัก กก.	ด้าน 1 มม.	ด้าน 2 มม.	ด้าน 3 มม.	ด้าน 4 มม.	ด้าน 5 มม.	ด้าน 6 มม.	เฉลี่ย มม.
1	5%	0.199	51.31	51.31	51.04	51.28	50.96	51.14	51.17
2		0.204	51.19	51.38	51.72	51.26	51.24	51.23	51.34
3		0.203	51.54	51.44	51.07	51.46	51.26	51.23	51.33
4		0.201	51.32	51.36	51.70	51.26	51.53	51.59	51.46
5		0.198	51.17	51.11	51.45	51.28	51.57	51.59	51.36
6		0.199	51.67	51.99	51.68	51.46	51.43	51.70	51.66
7		0.203	51.17	51.39	51.72	51.26	51.24	51.24	51.34
8		0.204	51.55	51.44	51.07	51.47	51.26	51.24	51.34
9		0.200	51.31	51.32	51.06	51.29	51.96	51.14	51.35
10		0.202	51.33	51.36	51.71	51.27	51.53	51.60	51.47
11		0.201	51.54	51.43	51.08	51.47	51.27	51.25	51.34
12		0.198	51.66	51.99	50.68	51.45	51.44	51.70	51.49
13		0.203	51.19	51.38	51.71	51.27	51.23	51.22	51.33
14		0.201	51.68	52.00	50.67	51.46	51.45	51.68	51.49
15		0.202	51.51	51.45	51.07	51.45	51.26	51.24	51.33
16		0.202	51.32	51.37	51.71	51.28	51.54	51.59	51.47
17		0.198	51.30	51.32	51.06	51.29	50.96	51.15	51.18
18		0.199	51.68	52.01	50.67	51.47	51.45	51.70	51.50
19		0.202	51.53	51.44	51.07	51.45	51.27	51.22	51.33
20		0.203	51.17	51.39	51.71	51.28	51.25	51.24	51.34

## ตารางการทดสอบ การหดตัวของปูนฉาบผสมกระดาษหนังสือพิมพ์

### ตารางบันทึกผลการทดลอง

วันที่ 11 มีนาคม 2559 ก่อนตัวอย่าง อายุ 7 วัน

ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ กระดาษฯ	น้ำหนัก กก.	ด้าน 1 มม.	ด้าน 2 มม.	ด้าน 3 มม.	ด้าน 4 มม.	ด้าน 5 มม.	ด้าน 6 มม.	เฉลี่ย มม.
1	10%	0.181	51.30	51.27	51.37	51.28	51.18	51.45	51.31
2		0.187	51.16	51.28	51.90	51.15	51.89	51.97	51.56
3		0.189	51.33	51.40	52.26	51.50	52.24	52.48	51.87
4		0.182	51.42	51.39	51.17	51.48	51.07	51.15	51.28
5		0.187	51.33	51.18	51.39	51.33	51.33	51.35	51.32
6		0.188	51.76	51.35	51.51	51.38	51.47	51.50	51.50
7		0.189	51.16	51.29	51.91	51.15	51.89	51.96	51.56
8		0.188	51.34	51.17	51.40	51.33	51.32	51.36	51.32
9		0.188	51.34	51.40	52.28	51.50	52.25	52.49	51.88
10		0.184	51.43	51.39	51.17	51.49	51.07	51.14	51.28
11		0.183	51.31	51.28	51.37	51.28	51.17	51.46	51.31
12		0.187	51.76	51.35	51.52	51.40	51.45	51.51	51.50
13		0.188	51.32	51.41	52.27	51.50	52.24	52.49	51.87
14		0.186	51.35	51.18	51.38	51.32	51.30	51.36	51.32
15		0.183	51.31	51.28	51.36	51.27	51.17	51.45	51.31
16		0.189	51.14	51.27	51.91	51.15	51.88	51.96	51.55
17		0.189	51.34	51.17	51.38	51.34	51.34	51.34	51.32
18		0.187	51.32	51.41	52.26	51.51	52.23	52.47	51.87
19		0.189	51.76	51.34	51.52	51.39	51.46	51.51	51.50
20		0.186	51.17	51.27	51.91	51.15	51.88	51.95	51.56

ตารางการทดสอบ การหัดตัวของปูนฉาบผสมกระดาษหนังสือพิมพ์

ตารางบันทึกผลการทดลอง

วันที่ 11 มีนาคม 2559 ก่อนตัวอย่าง อายุ 7 วัน

ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ กระดาษฯ	น้ำหนัก กก.	ด้าน 1 มม.	ด้าน 2 มม.	ด้าน 3 มม.	ด้าน 4 มม.	ด้าน 5 มม.	ด้าน 6 มม.	เฉลี่ย มม.
1	15%	0.163	51.05	50.96	50.99	51.16	50.87	50.96	51.00
2		0.167	50.58	50.38	50.98	50.42	50.90	50.93	50.70
3		0.164	50.83	50.78	50.88	50.80	50.83	50.97	50.85
4		0.168	51.19	51.13	51.16	51.12	51.07	51.08	51.13
5		0.171	50.43	50.47	51.27	50.48	51.15	51.14	50.82
6		0.166	50.95	50.94	51.08	51.02	51.05	51.05	51.02
7		0.166	50.59	50.38	50.98	50.43	50.91	50.93	50.70
8		0.164	51.06	50.96	51.00	51.16	50.86	50.97	51.00
9		0.167	51.20	51.14	51.16	51.12	51.05	51.09	51.13
10		0.167	50.95	50.94	51.07	51.04	51.05	51.06	51.02
11		0.166	50.84	50.79	50.90	50.80	50.83	50.96	50.85
12		0.17	50.43	50.48	51.27	50.49	51.15	51.16	50.83
13		0.167	51.19	51.14	51.17	51.14	51.07	51.08	51.13
14		0.164	51.06	50.97	51.01	51.17	50.87	50.96	51.01
15		0.167	50.94	50.95	51.08	51.03	51.05	51.06	51.02
16		0.169	51.19	51.15	51.16	51.14	51.08	51.06	51.13
17		0.169	50.60	50.39	50.98	50.44	50.92	50.94	50.71
18		0.17	50.45	50.47	51.27	50.48	51.15	51.15	50.83
19		0.162	51.03	50.97	51.00	51.16	50.88	50.96	51.00
20		0.165	50.94	50.93	51.08	51.02	51.06	51.07	51.02



ตารางการทดสอบ การหดตัวของปูนฉาบผสมกระดาษหนังสือพิมพ์

ตารางบันทึกผลการทดลอง

วันที่ 11 มีนาคม 2559 ก่อนตัวอย่าง อายุ 7 วัน

ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ กระดาษฯ	น้ำหนัก กก.	ด้าน 1 มม.	ด้าน 2 มม.	ด้าน 3 มม.	ด้าน 4 มม.	ด้าน 5 มม.	ด้าน 6 มม.	เฉลี่ย มม.
1	20%	0.152	51.40	51.44	50.98	51.39	51.02	50.99	51.20
2		0.156	51.10	51.08	51.00	51.09	50.93	50.98	51.03
3		0.148	51.54	51.44	51.01	51.45	50.99	50.98	51.24
4		0.154	51.78	51.36	51.34	51.37	51.41	51.30	51.43
5		0.162	51.26	51.19	51.53	51.20	51.46	51.53	51.36
6		0.156	51.63	51.44	51.35	51.42	51.47	51.39	51.45
7		0.153	51.78	51.37	51.35	51.38	51.42	51.32	51.44
8		0.154	51.40	51.45	50.99	51.41	51.04	51.01	51.22
9		0.163	51.27	51.20	51.54	51.22	51.48	51.53	51.37
10		0.149	51.54	51.45	51.03	51.46	51.03	50.99	51.25
11		0.157	51.64	51.46	51.35	51.43	51.49	51.40	51.46
12		0.154	51.10	51.07	51.01	51.11	50.95	50.99	51.04
13		0.152	51.77	51.38	51.36	51.39	51.43	51.31	51.44
14		0.149	51.54	51.45	51.03	51.45	50.98	51.00	51.24
15		0.164	51.26	51.20	51.54	51.21	51.46	51.53	51.37
16		0.153	51.40	51.45	50.99	51.39	51.04	51.01	51.21
17		0.155	51.63	51.45	51.35	51.43	51.48	51.40	51.46
18		0.147	51.53	51.44	51.03	51.44	51.02	50.99	51.24
19		0.155	51.77	51.38	51.35	51.38	51.41	51.32	51.44
20		0.163	51.27	51.20	51.53	51.21	51.46	51.54	51.37

ตารางการทดสอบ การหัดตัวของปูนฉาบผสมกระดาษหนังสือพิมพ์

ตารางบันทึกผลการทดลอง

วันที่ 11 มีนาคม 2559 ก่อนตัวอย่าง อายุ 7 วัน

ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ กระดาษฯ	น้ำหนัก กก.	ด้าน 1 มม.	ด้าน 2 มม.	ด้าน 3 มม.	ด้าน 4 มม.	ด้าน 5 มม.	ด้าน 6 มม.	เฉลี่ย มม.
1	25%	0.139	51.24	51.28	51.34	51.25	51.31	51.27	51.28
2		0.143	51.17	51.17	51.48	51.23	51.53	51.46	51.34
3		0.137	51.43	51.43	51.26	51.44	51.35	51.27	51.36
4		0.142	51.42	51.42	51.14	51.33	51.22	51.26	51.30
5		0.143	51.12	51.12	51.19	51.10	51.15	51.22	51.15
6		0.142	51.48	51.48	51.10	51.43	51.10	51.22	51.30
7		0.1387	51.44	51.44	51.26	51.45	51.35	51.28	51.37
8		0.142	51.14	51.13	51.20	51.11	51.12	51.24	51.16
9		0.141	51.19	51.17	51.47	51.22	51.54	51.46	51.34
10		0.138	51.25	51.29	51.34	51.24	51.32	51.29	51.29
11		0.143	51.49	51.48	51.11	51.44	51.10	51.21	51.31
12		0.136	51.44	51.42	51.26	51.45	51.35	51.28	51.37
13		0.142	51.19	51.17	51.47	51.22	51.55	51.46	51.34
14		0.143	51.48	51.47	51.11	51.44	51.11	51.23	51.31
15		0.138	51.26	51.29	51.34	51.24	51.32	51.28	51.29
16		0.144	51.14	51.12	51.18	51.11	51.14	51.23	51.15
17		0.138	51.42	51.42	51.26	51.45	51.35	51.26	51.36
18		0.137	51.25	51.28	51.34	51.24	51.32	51.29	51.29
19		0.144	51.19	51.18	51.48	51.21	51.54	51.45	51.34
20		0.141	51.49	51.47	51.10	51.44	51.10	51.22	51.30

## ตารางการทดสอบ การหัดตัวของปูนฉาบผสมกระดาษหนังสือพิมพ์

### ตารางบันทึกผลการทดลอง

วันที่ 11 มีนาคม 2559 ก่อนตัวอย่าง อายุ 7 วัน

ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ กระดาษฯ	น้ำหนัก กก.	ด้าน 1 มม.	ด้าน 2 มม.	ด้าน 3 มม.	ด้าน 4 มม.	ด้าน 5 มม.	ด้าน 6 มม.	เฉลี่ย มม.
1	30%	0.137	51.63	51.43	51.23	51.48	51.30	51.42	51.42
2		0.138	51.28	51.27	51.38	51.33	51.35	51.43	51.34
3		0.133	51.76	51.63	51.34	51.49	51.29	51.53	51.51
4		0.139	51.69	51.55	50.96	51.61	51.13	51.07	51.34
5		0.142	51.40	51.33	51.46	51.28	51.16	51.04	51.28
6		0.130	51.48	51.72	51.06	51.91	51.05	51.25	51.41
7		0.132	51.78	51.65	51.35	51.51	51.29	51.54	51.52
8		0.138	51.70	51.54	50.95	51.62	51.14	51.08	51.34
9		0.131	51.49	51.74	51.08	51.90	51.05	51.26	51.42
10		0.137	51.27	51.27	51.39	51.34	51.36	51.42	51.34
11		0.136	51.64	51.45	51.25	51.47	51.32	51.43	51.43
12		0.143	51.42	51.34	51.48	51.29	51.15	51.05	51.29
13		0.134	51.75	51.64	51.35	51.50	51.30	51.52	51.51
14		0.131	51.49	51.73	51.07	51.92	51.06	51.24	51.42
15		0.138	51.64	51.42	51.24	51.47	51.32	51.41	51.42
16		0.137	51.27	51.28	51.37	51.32	51.35	51.42	51.34
17		0.132	51.74	51.62	51.33	51.50	51.28	51.54	51.50
18		0.141	51.42	51.35	51.47	51.29	51.17	51.05	51.29
19		0.139	51.27	51.28	51.39	51.34	51.34	51.42	51.34
20		0.131	51.47	51.73	51.08	51.93	51.04	51.24	51.42

## ตารางการทดสอบ การหดตัวของปูนฉาบผสมกระดาษหนังสือพิมพ์

ตารางบันทึกผลการทดลอง

วันที่ 18 มีนาคม 2559 ก่อนตัวอย่าง อายุ 14 วัน

ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ กระดาษฯ	น้ำหนัก กก.	ด้าน 1 มม.	ด้าน 2 มม.	ด้าน 3 มม.	ด้าน 4 มม.	ด้าน 5 มม.	ด้าน 6 มม.	เฉลี่ย มม.
1	0%	0.229	51.17	51.12	51.10	51.17	51.15	51.20	51.15
2		0.234	51.35	51.07	51.14	51.27	51.14	51.25	51.20
3		0.233	51.14	51.11	51.16	51.13	51.22	51.31	51.18
4		0.235	51.15	51.08	50.82	51.10	50.77	50.80	50.95
5		0.23	51.05	51.05	51.86	51.04	51.77	50.97	51.29
6		0.238	51.34	51.15	51.00	51.27	50.90	50.97	51.11
7		0.231	51.06	51.05	51.86	51.04	51.78	50.98	51.30
8		0.234	51.15	51.09	50.82	51.09	50.77	50.81	50.96
9		0.237	51.33	51.15	51.01	51.28	50.91	50.98	51.11
10		0.235	51.38	51.08	51.15	51.27	51.14	51.26	51.21
11		0.232	51.15	51.13	51.17	51.14	51.21	51.31	51.19
12		0.236	51.34	51.16	51.02	51.28	50.91	50.98	51.12
13		0.234	51.17	51.09	50.82	51.10	50.76	50.82	50.96
14		0.227	51.17	51.12	51.11	51.16	51.17	51.21	51.16
15		0.239	51.33	51.15	51.01	51.28	50.91	50.98	51.11
16		0.235	51.37	51.09	51.14	51.27	51.15	51.26	51.21
17		0.234	51.16	51.09	50.81	51.10	50.77	50.82	50.96
18		0.237	51.34	51.16	51.00	51.28	50.92	50.99	51.12
19		0.234	51.16	51.13	51.18	51.13	51.21	51.30	51.19
20		0.235	51.38	51.09	51.14	51.26	51.13	51.27	51.21

## ตารางการทดสอบ การหัดตัวของปูนฉาบผสมกระดาษหนังสือพิมพ์

ตารางบันทึกผลการทดลอง

วันที่ 18 มีนาคม 2559 ก้อนตัวอย่าง อายุ 14 วัน

ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ กระดาษฯ	น้ำหนัก กก.	ด้าน 1 มม.	ด้าน 2 มม.	ด้าน 3 มม.	ด้าน 4 มม.	ด้าน 5 มม.	ด้าน 6 มม.	เฉลี่ย มม.
1	5%	0.199	51.31	51.29	51.04	51.21	50.97	51.12	51.16
2		0.202	51.18	51.25	51.59	51.25	51.17	51.15	51.27
3		0.202	51.50	51.39	51.04	51.45	51.11	51.18	51.28
4		0.199	51.26	51.22	51.64	51.14	51.45	51.57	51.38
5		0.197	51.16	51.09	51.42	51.22	51.54	51.58	51.34
6		0.198	51.65	51.94	51.64	51.45	51.41	51.65	51.62
7		0.201	51.17	51.26	51.62	51.25	51.19	51.17	51.28
8		0.200	51.51	51.41	51.05	51.46	51.13	51.19	51.29
9		0.198	51.30	51.30	51.04	51.22	51.96	51.12	51.32
10		0.198	51.28	51.24	51.66	51.16	51.47	51.56	51.40
11		0.204	51.51	51.40	51.05	51.44	51.12	51.19	51.29
12		0.199	51.64	51.95	51.63	51.44	51.40	51.66	51.62
13		0.201	51.17	51.28	51.61	51.24	51.18	51.17	51.28
14		0.199	51.66	51.95	51.63	51.45	51.42	51.64	51.63
15		0.203	51.49	51.41	51.05	51.44	51.13	51.19	51.29
16		0.200	51.27	51.23	51.63	51.16	51.47	51.56	51.39
17		0.198	51.30	51.28	51.05	51.22	51.95	51.11	51.32
18		0.197	51.64	51.96	51.63	51.44	51.40	51.66	51.62
19		0.203	51.50	51.40	51.03	51.45	51.12	51.17	51.28
20		0.201	51.16	51.26	51.61	51.26	51.18	51.14	51.27

## ตารางการทดสอบ การหัดตัวของปูนฉาบผสมกระดาษหนังสือพิมพ์

ตารางบันทึกผลการทดลอง

วันที่ 18 มีนาคม 2559 ก่อนตัวอย่าง อายุ 14 วัน

ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ กระดาษฯ	น้ำหนัก กก.	ด้าน 1 มม.	ด้าน 2 มม.	ด้าน 3 มม.	ด้าน 4 มม.	ด้าน 5 มม.	ด้าน 6 มม.	เฉลี่ย มม.
1	10%	0.180	51.28	51.24	51.35	51.26	51.14	51.42	51.28
2		0.185	51.14	51.20	51.87	51.14	51.72	51.94	51.50
3		0.186	51.35	51.34	52.24	51.48	52.15	52.45	51.84
4		0.180	51.35	51.32	51.14	51.39	51.06	51.13	51.23
5		0.183	51.14	51.14	51.32	51.13	51.32	51.28	51.22
6		0.186	51.56	51.33	51.42	51.34	51.32	51.42	51.40
7		0.187	51.13	51.22	51.88	51.14	51.74	51.93	51.51
8		0.184	51.16	51.15	51.30	51.15	51.31	51.29	51.23
9		0.185	51.34	51.35	52.25	51.47	52.16	52.46	51.84
10		0.181	51.36	51.34	51.13	51.40	51.05	51.13	51.24
11		0.181	51.27	51.25	51.34	51.25	51.15	51.41	51.28
12		0.187	51.58	51.33	51.44	51.35	51.31	51.41	51.40
13		0.187	51.31	51.33	52.23	51.47	52.17	52.44	51.83
14		0.184	51.16	51.15	51.33	51.15	51.29	51.27	51.23
15		0.181	51.26	51.23	51.34	51.26	51.13	51.43	51.28
16		0.184	51.13	51.21	51.88	51.13	51.73	51.93	51.50
17		0.182	51.16	51.13	51.33	51.15	51.30	51.26	51.22
18		0.185	51.32	51.36	52.23	51.49	52.17	52.44	51.84
19		0.185	51.58	51.31	51.44	51.35	51.34	51.41	51.41
20		0.184	51.15	51.22	51.88	51.13	51.70	51.93	51.50

## ตารางการทดสอบ การหดตัวของปูนฉาบผสมกระดาษหนังสือพิมพ์

ตารางบันทึกผลการทดลอง

วันที่ 18 มีนาคม 2559 ก่อนตัวอย่าง อายุ 14 วัน

ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ กระดาษฯ	น้ำหนัก กก.	ด้าน 1 มม.	ด้าน 2 มม.	ด้าน 3 มม.	ด้าน 4 มม.	ด้าน 5 มม.	ด้าน 6 มม.	เฉลี่ย มม.
1	15%	0.160	51.02	50.94	50.94	51.11	50.80	50.92	50.96
2		0.164	50.43	50.35	50.96	50.45	50.85	50.81	50.64
3		0.162	50.75	50.75	50.81	50.79	50.79	50.75	50.77
4		0.165	51.11	51.08	51.11	51.11	51.03	51.05	51.08
5		0.177	50.45	50.38	51.12	50.38	51.10	51.08	50.75
6		0.163	50.88	50.88	50.95	50.97	50.97	50.96	50.94
7		0.165	50.44	50.34	50.95	50.43	50.86	50.82	50.64
8		0.161	51.03	50.93	50.95	51.12	50.81	50.94	50.96
9		0.164	51.13	51.09	51.13	51.10	51.02	51.04	51.09
10		0.162	50.86	50.85	50.96	50.96	50.98	50.97	50.93
11		0.163	50.77	50.74	50.82	50.78	50.78	50.74	50.77
12		0.176	50.42	50.39	51.13	50.37	51.11	51.07	50.75
13		0.164	51.12	51.07	51.12	51.10	51.02	51.04	51.08
14		0.165	51.01	50.93	50.92	51.12	50.81	50.93	50.95
15		0.164	50.85	50.87	50.97	50.95	50.98	50.95	50.93
16		0.163	51.13	51.07	51.12	51.10	51.02	51.04	51.08
17		0.165	50.44	50.34	50.95	50.43	50.83	50.83	50.64
18		0.175	50.44	50.39	51.13	50.39	51.11	51.07	50.76
19		0.162	51.01	50.93	50.95	51.10	50.82	50.93	50.96
20		0.164	50.86	50.85	50.93	50.96	50.95	50.95	50.92

## ตารางการทดสอบ การหดตัวของปูนฉาบผสมกระดาษหนังสือพิมพ์

ตารางบันทึกผลการทดลอง

วันที่ 18 มีนาคม 2559 ก้อนตัวอย่าง อายุ 14 วัน

ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ กระดาษฯ	น้ำหนัก กก.	ด้าน 1 มม.	ด้าน 2 มม.	ด้าน 3 มม.	ด้าน 4 มม.	ด้าน 5 มม.	ด้าน 6 มม.	เฉลี่ย มม.
1	20%	0.149	51.31	51.32	50.83	51.22	50.97	50.93	51.10
2		0.152	51.03	51.04	50.90	51.00	50.89	50.90	50.96
3		0.143	51.51	51.38	50.95	51.38	50.92	50.83	51.16
4		0.150	51.63	51.25	51.28	51.28	51.31	51.17	51.32
5		0.153	51.17	51.11	51.45	51.12	51.38	51.35	51.26
6		0.150	51.32	51.33	51.26	51.40	51.37	51.26	51.32
7		0.152	51.65	51.24	51.29	51.27	51.33	51.19	51.33
8		0.148	51.33	51.31	50.84	51.23	50.98	50.95	51.11
9		0.154	51.19	51.12	51.43	51.11	51.36	51.36	51.26
10		0.144	51.50	51.37	50.93	51.37	50.93	50.84	51.16
11		0.152	51.34	51.32	51.25	51.41	51.36	51.27	51.33
12		0.153	51.05	51.04	50.92	51.02	50.89	50.91	50.97
13		0.151	51.65	51.27	51.29	51.27	51.30	51.16	51.32
14		0.144	51.50	51.39	50.94	51.37	50.93	50.85	51.16
15		0.154	51.16	51.13	51.44	51.10	51.37	51.37	51.26
16		0.148	51.30	51.33	50.81	51.24	50.96	50.92	51.09
17		0.152	51.31	51.33	51.27	51.40	51.35	51.25	51.32
18		0.145	51.50	51.37	50.96	51.37	50.93	50.82	51.16
19		0.152	51.62	51.26	51.27	51.26	51.32	51.16	51.32
20		0.154	51.16	51.10	51.44	51.13	51.37	51.37	51.26



## ตารางการทดสอบ การหดตัวของปูนฉาบผสมกระดาษหนังสือพิมพ์

ตารางบันทึกผลการทดลอง

วันที่ 18 มีนาคม 2559 ก่อนตัวอย่าง อายุ 14 วัน

ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ กระดาษฯ	น้ำหนัก กก.	ด้าน 1 มม.	ด้าน 2 มม.	ด้าน 3 มม.	ด้าน 4 มม.	ด้าน 5 มม.	ด้าน 6 มม.	เฉลี่ย มม.
1	25%	0.136	51.18	51.25	51.28	51.20	51.28	51.22	51.24
2		0.14	51.12	51.05	51.30	51.12	51.37	51.33	51.22
3		0.135	51.35	51.35	51.17	51.35	51.22	51.15	51.27
4		0.135	51.24	51.15	51.00	51.30	51.05	51.08	51.14
5		0.136	51.07	51.01	51.09	51.05	51.04	51.13	51.07
6		0.137	51.39	51.34	51.07	51.37	51.08	51.14	51.23
7		0.134	51.34	51.36	51.18	51.36	51.21	51.16	51.27
8		0.135	51.09	51.02	51.08	51.04	51.03	51.14	51.07
9		0.14	51.11	51.04	51.31	51.13	51.38	51.35	51.22
10		0.137	51.17	51.24	51.29	51.19	51.27	51.21	51.23
11		0.138	51.37	51.33	51.08	51.36	51.07	51.12	51.22
12		0.133	51.36	51.34	51.16	51.33	51.21	51.13	51.26
13		0.139	51.11	51.03	51.32	51.12	51.36	51.31	51.21
14		0.135	51.38	51.33	51.06	51.36	51.06	51.12	51.22
15		0.137	51.16	51.23	51.27	51.21	51.27	51.21	51.23
16		0.138	51.05	51.02	51.07	51.06	51.05	51.11	51.06
17		0.134	51.34	51.33	51.15	51.34	51.21	51.16	51.26
18		0.135	51.19	51.24	51.29	51.21	51.26	51.21	51.23
19		0.141	51.11	51.07	51.33	51.13	51.36	51.34	51.22
20		0.136	51.37	51.33	51.06	51.36	51.07	51.11	51.22

## ตารางการทดสอบ การหัดตัวของปูนฉาบผสมกระดาษหนังสือพิมพ์

ตารางบันทึกผลการทดลอง

วันที่ 18 มีนาคม 2559 ก้อนตัวอย่าง อายุ 14 วัน

ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ กระดาษฯ	น้ำหนัก กก.	ด้าน 1 มม.	ด้าน 2 มม.	ด้าน 3 มม.	ด้าน 4 มม.	ด้าน 5 มม.	ด้าน 6 มม.	เฉลี่ย มม.
1	30%	0.132	51.57	51.36	51.18	51.42	51.18	51.33	51.34
2		0.133	51.26	51.18	51.27	51.27	51.22	51.34	51.26
3		0.129	51.69	51.57	51.27	51.43	51.19	51.32	51.41
4		0.128	51.45	51.42	50.95	51.59	50.93	50.99	51.22
5		0.136	51.27	51.30	51.20	51.22	51.03	50.98	51.17
6		0.127	51.46	51.55	50.92	51.66	50.97	50.96	51.25
7		0.128	51.70	51.56	51.28	51.44	51.18	51.31	51.41
8		0.129	51.46	51.43	50.94	51.58	50.94	50.98	51.22
9		0.126	51.45	51.56	50.93	51.65	50.98	50.97	51.26
10		0.135	51.25	51.19	51.29	51.26	51.23	51.35	51.26
11		0.131	51.56	51.37	51.19	51.40	51.19	51.34	51.34
12		0.135	51.28	51.31	51.23	51.21	51.05	50.97	51.18
13		0.128	51.68	51.56	51.28	51.44	51.18	51.34	51.41
14		0.125	51.47	51.56	50.93	51.65	50.96	50.95	51.25
15		0.133	51.58	51.37	51.16	51.40	51.17	51.32	51.33
16		0.131	51.25	51.19	51.26	51.29	51.21	51.33	51.26
17		0.128	51.68	51.55	51.29	51.44	51.17	51.34	51.41
18		0.137	51.29	51.31	51.22	51.23	51.05	50.97	51.18
19		0.134	51.25	51.16	51.25	51.26	51.23	51.33	51.25
20		0.128	51.45	51.57	50.93	51.67	50.96	50.97	51.26

## ตารางการทดสอบ การหดตัวของปูนฉาบผสมกระดาษหนังสือพิมพ์

ตารางบันทึกผลการทดลอง

วันที่ 25 มีนาคม 2559 ก่อนตัวอย่าง อายุ 21 วัน

ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ กระดาษฯ	น้ำหนัก กก.	ด้าน 1 มม.	ด้าน 2 มม.	ด้าน 3 มม.	ด้าน 4 มม.	ด้าน 5 มม.	ด้าน 6 มม.	เฉลี่ย มม.
1	0%	0.228	51.15	51.12	51.08	51.16	51.14	51.18	51.14
2		0.230	51.15	51.04	51.14	51.26	51.12	51.20	51.15
3		0.229	51.12	51.05	51.15	51.11	51.21	51.30	51.16
4		0.233	51.14	51.06	51.82	51.07	50.68	50.78	51.09
5		0.228	51.04	51.02	51.83	51.03	51.71	51.96	51.43
6		0.232	51.33	51.14	50.97	51.26	50.90	50.94	51.09
7		0.225	51.03	51.03	51.84	51.02	51.72	51.95	51.43
8		0.233	51.13	51.04	51.81	51.07	50.69	50.77	51.09
9		0.231	51.32	51.14	50.98	51.25	50.90	50.95	51.09
10		0.231	51.14	51.05	51.13	51.26	51.11	51.21	51.15
11		0.228	51.13	51.06	51.14	51.12	51.20	51.29	51.16
12		0.233	51.31	51.13	50.96	51.25	50.89	50.93	51.08
13		0.232	51.15	51.07	51.81	51.06	50.67	50.79	51.09
14		0.223	51.16	51.11	51.07	51.15	51.15	51.17	51.14
15		0.234	51.32	51.13	50.96	51.25	50.90	50.95	51.09
16		0.232	51.17	51.06	51.13	51.25	51.13	51.21	51.16
17		0.230	51.13	51.05	51.80	51.06	50.69	50.79	51.09
18		0.231	51.32	51.14	50.95	51.27	50.89	50.96	51.09
19		0.227	51.11	51.04	51.13	51.09	51.20	51.29	51.14
20		0.233	51.17	51.05	51.13	51.25	51.11	51.21	51.15

## ตารางการทดสอบ การหดตัวของปูนฉาบผสมกระดาษหนังสือพิมพ์

### ตารางบันทึกผลการทดลอง

วันที่ 25 มีนาคม 2559 ก่อนตัวอย่าง อายุ 21 วัน

ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ กระดาษฯ	น้ำหนัก กก.	ด้าน 1 มม.	ด้าน 2 มม.	ด้าน 3 มม.	ด้าน 4 มม.	ด้าน 5 มม.	ด้าน 6 มม.	เฉลี่ย มม.
1	5%	0.197	51.29	51.27	51.04	51.17	50.92	51.09	51.13
2		0.200	51.16	51.17	51.54	51.22	51.16	51.14	51.23
3		0.201	51.50	51.36	51.03	51.42	51.10	51.17	51.26
4		0.197	51.25	51.19	51.62	51.14	51.44	51.56	51.37
5		0.196	51.14	51.08	51.40	51.20	51.51	51.56	51.32
6		0.197	51.62	51.94	51.63	51.42	51.35	51.65	51.60
7		0.201	51.15	51.18	51.55	51.21	51.15	51.13	51.23
8		0.202	51.50	51.35	51.02	51.41	51.11	51.15	51.26
9		0.196	51.27	51.26	51.02	51.18	51.93	51.10	51.29
10		0.198	51.24	51.18	51.61	51.13	51.45	51.55	51.36
11		0.200	51.48	51.35	51.02	51.41	51.09	51.16	51.25
12		0.199	51.61	51.93	51.62	51.41	51.35	51.64	51.59
13		0.203	51.15	51.18	51.56	51.21	51.15	51.13	51.23
14		0.198	51.61	51.93	51.62	51.41	51.36	51.62	51.59
15		0.203	51.48	51.37	51.02	51.41	51.11	51.16	51.26
16		0.195	51.24	51.18	51.60	51.13	51.43	51.54	51.35
17		0.196	51.28	51.26	51.03	51.18	51.93	51.08	51.29
18		0.198	51.61	51.93	51.62	51.43	51.37	51.63	51.60
19		0.199	51.49	51.37	51.01	51.43	51.11	51.15	51.26
20		0.202	51.15	51.18	51.56	51.23	51.15	51.12	51.23

## ตารางการทดสอบ การหดตัวของปูนฉาบผสมกระดาษหนังสือพิมพ์

ตารางบันทึกผลการทดลอง

วันที่ 25 มีนาคม 2559 ก่อนตัวอย่าง อายุ 21 วัน

ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ กระดาษฯ	น้ำหนัก กก.	ด้าน 1 มม.	ด้าน 2 มม.	ด้าน 3 มม.	ด้าน 4 มม.	ด้าน 5 มม.	ด้าน 6 มม.	เฉลี่ย มม.
1	10%	0.180	51.27	51.20	51.33	51.25	51.13	51.41	51.27
2		0.184	51.13	51.13	51.87	51.11	51.62	51.92	51.46
3		0.186	51.25	51.32	51.23	51.47	51.05	51.44	51.29
4		0.178	51.34	51.29	51.12	51.34	51.03	51.10	51.20
5		0.182	51.10	51.12	51.28	51.06	51.28	51.18	51.17
6		0.184	51.46	51.31	51.40	51.33	51.27	51.37	51.36
7		0.186	51.12	51.14	51.86	51.10	51.61	51.90	51.46
8		0.181	51.12	51.11	51.26	51.07	51.27	51.16	51.17
9		0.185	51.24	51.30	51.21	51.45	51.06	51.43	51.28
10		0.179	51.32	51.27	51.10	51.36	51.02	51.11	51.20
11		0.181	51.25	51.21	51.31	51.23	51.12	51.39	51.25
12		0.185	51.44	51.30	51.39	51.32	51.26	51.38	51.35
13		0.185	51.23	51.30	51.21	51.45	51.04	51.41	51.27
14		0.183	51.12	51.11	51.26	51.08	51.26	51.17	51.17
15		0.183	51.25	51.19	51.32	51.24	51.12	51.40	51.25
16		0.185	51.12	51.14	51.86	51.10	51.63	51.91	51.46
17		0.185	51.12	51.11	51.27	51.08	51.26	51.17	51.17
18		0.184	51.27	51.30	51.22	51.46	51.04	51.42	51.29
19		0.181	51.48	51.30	51.41	51.32	51.26	51.36	51.36
20		0.183	51.12	51.11	51.86	51.10	51.61	51.90	51.45

ตารางการทดสอบ การหดตัวของปูนฉาบผสมกระดาษหนังสือพิมพ์

ตารางบันทึกผลการทดลอง

วันที่ 25 มีนาคม 2559 ก่อนตัวอย่าง อายุ 21 วัน

ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ กระดาษฯ	น้ำหนัก กก.	ด้าน 1 มม.	ด้าน 2 มม.	ด้าน 3 มม.	ด้าน 4 มม.	ด้าน 5 มม.	ด้าน 6 มม.	เฉลี่ย มม.
1	20%	0.145	51.25	51.27	50.77	51.18	50.97	50.87	51.05
2		0.146	50.98	51.03	50.86	50.98	50.86	50.84	50.93
3		0.139	51.48	51.37	50.90	51.35	50.86	50.79	51.13
4		0.147	51.62	51.22	51.27	51.26	51.27	51.15	51.30
5		0.147	51.13	51.10	51.41	51.08	51.33	51.32	51.23
6		0.144	51.24	51.28	51.18	51.39	51.33	51.25	51.28
7		0.148	51.61	51.20	51.26	51.25	51.28	51.16	51.29
8		0.144	51.32	51.28	50.76	51.16	50.95	50.86	51.06
9		0.146	51.12	51.11	51.40	51.06	51.31	51.31	51.22
10		0.138	51.46	51.38	50.89	51.34	50.88	50.76	51.12
11		0.146	51.26	51.27	51.19	51.38	51.34	51.24	51.28
12		0.147	50.97	51.03	50.86	50.94	50.87	50.83	50.92
13		0.147	51.61	51.21	51.26	51.25	51.28	51.14	51.29
14		0.139	51.47	51.38	50.91	51.34	50.85	50.78	51.12
15		0.147	51.12	51.11	51.40	51.07	51.32	51.33	51.23
16		0.145	51.26	51.28	50.79	51.17	50.95	50.90	51.06
17		0.144	51.25	51.27	51.18	51.38	51.32	51.22	51.27
18		0.139	51.47	51.35	50.91	51.32	50.88	50.77	51.12
19		0.147	51.60	51.23	51.25	51.25	51.29	51.17	51.30
20		0.147	51.15	51.11	51.40	51.06	51.32	51.31	51.23

ตารางการทดสอบ การหดตัวของปูนฉาบผสมกระดาษหนังสือพิมพ์

ตารางบันทึกผลการทดลอง

วันที่ 25 มีนาคม 2559 ก่อนตัวอย่าง อายุ 21 วัน

ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ กระดาษฯ	น้ำหนัก กก.	ด้าน 1 มม.	ด้าน 2 มม.	ด้าน 3 มม.	ด้าน 4 มม.	ด้าน 5 มม.	ด้าน 6 มม.	เฉลี่ย มม.
1	25%	0.136	51.16	51.24	51.25	51.19	51.26	51.18	51.21
2		0.135	51.11	51.04	51.25	51.06	51.31	51.30	51.18
3		0.134	51.28	51.30	51.12	51.34	51.16	51.12	51.22
4		0.132	51.20	51.09	50.96	51.29	51.01	51.05	51.10
5		0.133	51.03	50.99	51.02	51.03	50.95	51.12	51.02
6		0.134	51.38	51.32	51.04	51.33	50.00	51.11	51.03
7		0.133	51.27	51.28	51.13	51.33	51.17	51.11	51.22
8		0.135	51.04	50.97	51.04	51.02	50.96	51.10	51.02
9		0.134	51.10	51.02	51.24	51.07	51.33	51.32	51.18
10		0.135	51.15	51.23	51.24	51.18	51.24	51.17	51.20
11		0.133	51.36	51.31	51.05	51.32	51.01	51.10	51.19
12		0.133	51.24	51.31	51.11	51.32	51.17	51.10	51.21
13		0.136	51.09	51.02	51.26	51.07	51.32	51.29	51.18
14		0.134	51.37	51.31	51.02	51.32	51.02	51.08	51.19
15		0.137	51.14	51.20	51.23	51.18	51.25	51.17	51.20
16		0.132	51.02	50.97	51.03	51.04	50.96	51.10	51.02
17		0.134	51.28	51.30	51.11	51.32	51.17	51.11	51.22
18		0.135	51.14	51.22	51.24	51.18	51.24	51.17	51.20
19		0.133	51.09	51.05	51.26	51.08	51.32	51.31	51.19
20		0.132	51.36	51.33	51.03	51.32	51.02	51.08	51.19

## ตารางการทดสอบ การหัดตัวของปูนฉาบผสมกระดาษหนังสือพิมพ์

### ตารางบันทึกผลการทดลอง

วันที่ 25 มีนาคม 2559 ก้อนตัวอย่าง อายุ 21 วัน

ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ กระดาษฯ	น้ำหนัก กก.	ด้าน 1 มม.	ด้าน 2 มม.	ด้าน 3 มม.	ด้าน 4 มม.	ด้าน 5 มม.	ด้าน 6 มม.	เฉลี่ย มม.
1	30%	0.129	51.52	51.32	51.14	51.38	51.14	51.30	51.30
2		0.128	51.22	51.17	51.24	51.23	51.18	51.30	51.22
3		0.125	51.68	51.46	51.21	51.40	51.13	51.29	51.36
4		0.125	51.35	51.31	50.93	51.58	50.91	50.96	51.17
5		0.127	51.16	51.28	51.07	51.14	50.95	50.93	51.09
6		0.124	51.42	51.51	50.85	51.53	50.93	50.91	51.19
7		0.124	51.67	51.47	51.20	51.41	51.12	51.28	51.36
8		0.123	51.36	51.32	50.92	51.56	50.90	50.95	51.17
9		0.125	51.41	51.50	50.86	51.55	50.94	50.93	51.20
10		0.127	51.21	51.16	51.25	51.24	51.17	51.32	51.23
11		0.128	51.51	51.33	51.15	51.39	51.13	51.31	51.30
12		0.126	51.14	51.27	51.09	51.15	50.94	50.92	51.09
13		0.123	51.67	51.45	51.22	51.42	51.14	51.28	51.36
14		0.125	51.43	51.52	50.84	51.55	50.92	50.92	51.20
15		0.128	51.51	51.33	51.12	51.37	51.13	51.29	51.29
16		0.130	51.23	51.16	51.22	51.21	51.17	51.29	51.21
17		0.131	51.66	51.44	51.20	51.41	51.12	51.27	51.35
18		0.129	51.15	51.26	51.09	51.15	50.97	50.92	51.09
19		0.127	51.23	51.15	51.23	51.22	51.17	51.28	51.21
20		0.125	51.41	51.50	50.84	51.52	50.91	50.93	51.19



ตารางการทดสอบ การหดตัวของปูนฉาบผสมกระดาษหนังสือพิมพ์

ตารางบันทึกผลการทดลอง

วันที่ 1 เมษายน 2559 ก้อนตัวอย่าง อายุ 28 วัน

ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ กระดาษฯ	น้ำหนัก กก.	ด้าน 1 มม.	ด้าน 2 มม.	ด้าน 3 มม.	ด้าน 4 มม.	ด้าน 5 มม.	ด้าน 6 มม.	เฉลี่ย มม.
1	0%	0.228	51.15	51.11	51.07	51.14	51.12	51.15	51.12
2		0.228	51.12	51.02	51.12	51.25	51.12	51.19	51.14
3		0.228	51.11	51.03	51.15	51.10	51.20	51.29	51.15
4		0.230	51.14	51.05	50.81	51.05	50.66	50.78	50.92
5		0.226	51.03	51.01	50.81	51.02	50.68	50.95	50.92
6		0.229	51.32	51.14	50.96	51.25	50.88	50.93	51.08
7		0.227	51.01	51.00	50.82	51.00	50.66	50.93	50.90
8		0.231	51.12	51.02	50.80	51.04	50.65	50.76	50.90
9		0.227	51.30	51.11	50.95	51.24	50.87	50.92	51.07
10		0.227	51.11	51.00	51.11	51.24	51.10	51.18	51.12
11		0.225	51.12	51.04	51.13	51.11	51.18	51.27	51.14
12		0.226	51.30	51.12	50.94	51.23	50.87	50.92	51.06
13		0.232	51.12	51.04	50.79	51.04	50.63	50.77	50.90
14		0.227	51.14	51.10	51.05	51.13	51.13	51.14	51.12
15		0.228	51.30	51.12	50.94	51.24	50.87	50.94	51.07
16		0.226	51.14	51.03	51.11	51.23	51.11	51.18	51.13
17		0.231	51.12	51.03	50.78	51.03	50.64	50.77	50.90
18		0.228	51.29	51.11	50.93	51.24	50.88	50.95	51.07
19		0.227	51.09	51.02	51.12	51.07	51.18	51.27	51.13
20		0.227	51.13	51.03	51.10	51.22	51.09	51.17	51.12

ตารางการทดสอบ การหดตัวของปูนฉาบผสมกระดาษหนังสือพิมพ์

ตารางบันทึกผลการทดลอง

วันที่ 1 เมษายน 2559 ก่อนตัวอย่าง อายุ 28 วัน

ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ กระดาษฯ	น้ำหนัก กก.	ด้าน 1 มม.	ด้าน 2 มม.	ด้าน 3 มม.	ด้าน 4 มม.	ด้าน 5 มม.	ด้าน 6 มม.	เฉลี่ย มม.
1	5%	0.197	51.29	51.27	51.04	51.17	50.92	51.09	51.13
2		0.200	51.16	51.17	51.54	51.22	51.16	51.14	51.23
3		0.201	51.50	51.36	51.03	51.42	51.10	51.17	51.26
4		0.197	51.25	51.19	51.62	51.14	51.44	51.56	51.37
5		0.196	51.14	51.08	51.40	51.20	51.51	51.56	51.32
6		0.197	51.62	51.94	51.63	51.42	51.35	51.65	51.60
7		0.203	51.14	51.16	51.53	51.20	51.14	51.12	51.22
8		0.200	51.48	51.33	51.01	51.39	51.08	51.13	51.24
9		0.196	51.26	51.24	51.01	51.16	51.91	51.07	51.28
10		0.198	51.23	51.16	51.60	51.11	51.42	51.53	51.34
11		0.202	51.46	51.33	51.01	51.41	51.09	51.15	51.24
12		0.198	51.60	51.92	51.60	51.40	51.33	51.61	51.58
13		0.204	51.14	51.16	51.52	51.19	51.13	51.11	51.21
14		0.198	51.60	51.91	51.60	51.40	51.32	51.60	51.57
15		0.202	51.47	51.35	51.01	51.39	51.08	51.15	51.24
16		0.199	51.23	51.17	51.58	51.11	51.42	51.52	51.34
17		0.198	51.27	51.24	51.02	51.16	51.91	51.06	51.28
18		0.199	51.60	51.92	51.60	51.41	51.34	51.60	51.58
19		0.203	51.47	51.37	51.00	51.40	51.09	51.14	51.25
20		0.202	51.13	51.15	51.52	51.23	51.14	51.11	51.21

ตารางการทดสอบ การหดตัวของปูนฉาบผสมกระดาษหนังสือพิมพ์

ตารางบันทึกผลการทดลอง

วันที่ 1 เมษายน 2559 ก้อนตัวอย่าง อายุ 28 วัน

ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ กระดาษฯ	น้ำหนัก กก.	ด้าน 1 มม.	ด้าน 2 มม.	ด้าน 3 มม.	ด้าน 4 มม.	ด้าน 5 มม.	ด้าน 6 มม.	เฉลี่ย มม.
1	10%	0.178	51.26	51.19	51.33	51.24	51.11	51.40	51.26
2		0.184	51.10	51.09	51.85	51.10	51.58	51.90	51.44
3		0.185	51.22	51.29	52.22	51.46	52.02	52.43	51.77
4		0.178	51.32	51.28	51.09	51.32	51.02	51.08	51.19
5		0.182	51.08	51.09	51.27	51.03	51.27	51.15	51.15
6		0.183	51.42	51.28	51.39	51.32	51.25	51.35	51.34
7		0.181	51.09	51.11	51.84	51.08	51.59	51.89	51.43
8		0.183	51.09	51.08	51.24	51.04	51.25	51.14	51.14
9		0.187	51.21	51.28	52.20	51.43	52.03	52.41	51.76
10		0.179	51.31	51.24	51.08	51.33	51.00	51.07	51.17
11		0.181	51.24	51.18	51.30	51.20	51.11	51.38	51.24
12		0.184	51.41	51.29	51.36	51.31	51.26	51.37	51.33
13		0.184	51.21	51.28	52.20	51.44	52.01	52.40	51.76
14		0.181	51.09	51.08	51.25	51.04	51.25	51.14	51.14
15		0.179	51.24	51.17	51.31	51.23	51.10	51.38	51.24
16		0.182	51.11	51.10	51.84	51.08	51.57	51.89	51.43
17		0.183	51.09	51.08	51.26	51.05	51.25	51.16	51.15
18		0.184	51.25	51.28	52.21	51.45	52.03	52.42	51.77
19		0.182	51.44	51.27	51.38	51.30	51.24	51.34	51.33
20		0.185	51.10	51.08	51.83	51.08	51.59	51.88	51.43

ตารางการทดสอบ การหดตัวของปูนฉาบผสมกระดาษหนังสือพิมพ์

ตารางบันทึกผลการทดลอง

วันที่ 1 เมษายน 2559 ก้อนตัวอย่าง อายุ 28 วัน

ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ กระดาษฯ	น้ำหนัก กก.	ด้าน 1 มม.	ด้าน 2 มม.	ด้าน 3 มม.	ด้าน 4 มม.	ด้าน 5 มม.	ด้าน 6 มม.	เฉลี่ย มม.
1	15%	0.156	50.92	50.87	50.92	51.05	50.74	50.89	50.90
2		0.157	50.37	50.31	50.94	50.32	50.79	50.73	50.58
3		0.158	50.68	50.71	50.77	50.76	50.74	50.68	50.72
4		0.161	51.03	51.05	51.06	51.09	51.02	51.01	51.04
5		0.160	50.31	50.32	51.09	50.33	51.05	51.04	50.69
6		0.157	50.84	50.82	50.87	50.84	50.91	50.93	50.87
7		0.156	50.36	50.30	50.92	50.34	50.78	50.71	50.57
8		0.157	50.94	50.86	50.91	51.06	50.73	50.88	50.90
9		0.16	51.02	51.03	51.04	51.07	50.98	51.00	51.02
10		0.158	50.82	50.80	50.88	50.82	50.89	50.92	50.86
11		0.159	50.66	50.70	50.74	50.73	50.73	50.67	50.71
12		0.162	50.32	50.33	51.08	50.31	51.02	51.02	50.68
13		0.163	51.04	51.03	51.05	51.04	50.97	50.98	51.02
14		0.157	50.93	50.86	50.90	51.04	50.75	50.87	50.89
15		0.158	50.82	50.83	50.88	50.83	50.89	50.90	50.86
16		0.162	51.02	51.03	51.04	51.06	51.00	50.98	51.02
17		0.158	50.35	50.30	50.92	50.33	50.78	50.74	50.57
18		0.161	50.34	50.33	51.08	50.31	51.02	51.02	50.68
19		0.157	50.93	50.89	50.90	51.03	50.73	50.88	50.89
20		0.158	50.82	50.81	50.88	50.85	50.88	50.91	50.86

ตารางการทดสอบ การหดตัวของปูนฉาบผสมกระดาษหนังสือพิมพ์

ตารางบันทึกผลการทดลอง

วันที่ 1 เมษายน 2559 ก้อนตัวอย่าง อายุ 28 วัน

ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ กระดาษฯ	น้ำหนัก กก.	ด้าน 1 มม.	ด้าน 2 มม.	ด้าน 3 มม.	ด้าน 4 มม.	ด้าน 5 มม.	ด้าน 6 มม.	เฉลี่ย มม.
1	20%	0.143	51.22	51.25	50.73	51.17	50.95	50.86	51.03
2		0.141	50.96	51.01	50.84	50.95	50.85	50.82	50.91
3		0.137	51.47	51.34	50.87	51.34	50.84	50.77	51.11
4		0.145	51.58	51.21	51.25	51.25	51.26	51.10	51.28
5		0.146	51.10	51.09	51.35	51.07	51.31	51.29	51.20
6		0.141	51.21	51.26	51.16	51.39	51.31	51.23	51.26
7		0.144	51.59	51.18	51.24	51.23	51.25	51.12	51.27
8		0.145	51.24	51.26	50.74	51.14	50.93	50.84	51.03
9		0.145	51.09	51.09	51.37	51.04	51.28	51.28	51.19
10		0.139	51.45	51.35	50.88	51.32	50.85	50.75	51.10
11		0.14	51.20	51.25	51.15	51.37	51.33	51.22	51.25
12		0.142	50.95	51.02	50.83	50.93	50.86	50.81	50.90
13		0.144	51.59	51.20	51.24	51.23	51.27	51.11	51.27
14		0.138	51.46	51.36	50.88	51.32	50.83	50.75	51.10
15		0.145	51.10	51.07	51.36	51.05	51.29	51.28	51.19
16		0.144	51.23	51.26	50.75	51.15	50.92	50.87	51.03
17		0.142	51.20	51.25	51.15	51.37	51.30	51.20	51.25
18		0.139	51.45	51.33	50.88	51.31	50.85	50.76	51.10
19		0.143	51.57	51.20	51.24	51.23	51.26	51.13	51.27
20		0.145	51.12	51.08	51.37	51.05	51.29	51.28	51.20

ตารางการทดสอบ การหัดตัวของปูนฉาบผสมกระดาษหนังสือพิมพ์

ตารางบันทึกผลการทดลอง

วันที่ 1 เมษายน 2559 ก้อนตัวอย่าง อายุ 28 วัน

ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ กระดาษฯ	น้ำหนัก กก.	ด้าน 1 มม.	ด้าน 2 มม.	ด้าน 3 มม.	ด้าน 4 มม.	ด้าน 5 มม.	ด้าน 6 มม.	เฉลี่ย มม.
1	25%	0.135	51.14	51.22	51.20	51.17	51.25	51.17	51.19
2		0.131	51.08	51.03	51.23	51.03	51.27	51.29	51.16
3		0.134	51.25	51.28	51.09	51.34	51.14	51.08	51.20
4		0.131	51.15	51.06	50.93	51.27	50.96	51.01	51.06
5		0.132	51.01	50.96	50.97	50.98	50.93	51.09	50.99
6		0.132	51.35	51.29	51.02	51.32	50.96	51.10	51.17
7		0.133	51.24	51.26	51.10	51.31	51.15	51.09	51.19
8		0.133	51.02	50.95	50.98	50.98	50.94	51.07	50.99
9		0.132	51.07	51.00	51.21	51.04	51.28	51.28	51.15
10		0.134	51.13	51.21	51.21	51.16	51.22	51.14	51.18
11		0.133	51.33	51.28	51.03	51.30	50.96	51.08	51.16
12		0.133	51.23	51.27	51.08	51.31	51.15	51.07	51.19
13		0.132	51.07	51.05	51.24	51.04	51.26	51.27	51.16
14		0.131	51.34	51.30	51.01	51.31	50.98	51.06	51.17
15		0.133	51.12	51.18	51.21	51.16	51.23	51.15	51.18
16		0.131	50.99	50.95	50.96	50.98	50.94	51.08	50.98
17		0.134	51.24	51.27	51.07	51.31	51.15	51.07	51.19
18		0.134	51.12	51.21	51.21	51.15	51.23	51.15	51.18
19		0.132	51.06	51.04	51.22	51.04	51.28	51.28	51.15
20		0.131	51.34	51.27	51.01	51.30	50.97	51.06	51.16

## ตารางการทดสอบ การหัตถ์ของปูนฉาบผสมกระดาษหนังสือพิมพ์

ตารางบันทึกผลการทดลอง

วันที่ 1 เมษายน 2559 ก้อนตัวอย่าง อายุ 28 วัน

ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ กระดาษฯ	น้ำหนัก กก.	ด้าน 1 มม.	ด้าน 2 มม.	ด้าน 3 มม.	ด้าน 4 มม.	ด้าน 5 มม.	ด้าน 6 มม.	เฉลี่ย มม.
1	30%	0.127	51.49	51.30	51.12	51.35	51.12	51.29	51.28
2		0.126	51.20	51.13	51.20	51.21	51.16	51.28	51.20
3		0.121	51.65	51.40	51.18	51.35	51.11	51.27	51.33
4		0.123	51.32	51.26	50.90	51.57	50.87	50.94	51.14
5		0.120	51.12	51.28	50.91	51.12	50.90	50.91	51.04
6		0.121	51.40	51.47	50.80	51.45	50.90	50.88	51.15
7		0.120	51.64	51.42	51.17	51.36	51.10	51.25	51.32
8		0.121	51.33	51.27	50.91	51.54	50.86	50.93	51.14
9		0.122	51.39	51.48	50.85	51.46	50.91	50.89	51.16
10		0.125	51.19	51.14	51.21	51.22	51.14	51.27	51.20
11		0.124	51.48	51.31	51.11	51.37	51.11	51.28	51.28
12		0.121	51.10	51.25	50.92	51.11	50.92	50.90	51.03
13		0.123	51.66	51.43	51.17	51.36	51.10	51.26	51.33
14		0.122	51.41	51.46	50.78	51.46	50.88	50.89	51.15
15		0.126	51.47	51.28	51.08	51.34	51.11	51.26	51.26
16		0.127	51.18	51.12	51.17	51.18	51.15	51.27	51.18
17		0.122	51.64	51.41	51.15	51.36	51.09	51.24	51.32
18		0.121	51.11	51.25	50.93	51.13	50.93	50.90	51.04
19		0.127	51.21	51.12	51.12	51.20	51.15	51.26	51.18
20		0.122	51.38	51.46	50.78	51.46	50.89	50.89	51.14

ประวัตินักวิจัย





## 1. หัวหน้าโครงการ/ผู้วิจัยหลัก

- |   |                        |
|---|------------------------|
| 1.1 ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย)  | นางสาวนิชาภา มินาบุญย์ |
| ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ)   | Miss.Nichapha Minaboon |
| 1.2 เลขหมายประจำตัวประชาชน  | 3 7303 00125 59 1      |
| 1.3 ตำแหน่งปัจจุบัน   | อาจารย์                |
| 1.4 หน่วยงานที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และ e-mail |                        |

สาขาวิชาการจัดการทรัพยากรอาคาร คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ กระทรวงศึกษาธิการ เลขที่ 96 หมู่ที่ 3 ตำบลศาลายา อำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม 73170 โทรศัพท์ 0 2889 4585 โทรสาร 0 2889 2621 Email : nichapha.min@rmutr.ac.th.com

### 1.5 ประวัติการศึกษา

- ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ประเภทช่างอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างก่อสร้าง วิทยาลัยเทคนิคนครปฐม
- ปริญญาตรีบริหารธุรกิจ สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
- ปริญญาโทวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีและการจัดการพลังงานและสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน วิทยาลัยพลังงานและสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืนรัตนโกสินทร์

### 1.6 สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

- ด้านการนำวัสดุเหลือใช้มาพัฒนาทางวิศวกรรม

1.7 งานวิจัยที่กำลังทำ : ชื่อข้อเสนอการวิจัย แหล่งทุน และสถานภาพในการทำวิจัยว่าได้ทำการวิจัยลุล่วงแล้วประมาณร้อยละเท่าใด

- ชยะพลาสติกผสมดินบดอัด งบประมาณเงินรายได้ประจำปี 2554 มทร.รัตนโกสินทร์ ดำเนินการเสร็จแล้ว : ผู้ร่วมวิจัย
- ถ่านอัดแท่งจากฟางข้าวผสมวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร แหล่งทุนงบประมาณผลประโยชน์ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2555 ดำเนินการเสร็จแล้ว : ผู้ร่วมวิจัย
- การผลิตถ่านชีวมวลจากวัสดุเหลือใช้ในการเกษตรกรรม เพื่อชุมชน ตามแนวปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง แหล่งทุนงบประมาณ โครงการส่งเสริมวิจัยในอุดมศึกษา (สกอ.) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2555 ดำเนินการเสร็จแล้ว : ผู้ร่วมวิจัย
- การผลิตกระเบื้องมุงหลังคาจากขุยมะพร้าวผสมเศษกล่องเครื่องดื่มที่ใช้แล้วทิ้ง แหล่งทุนงบประมาณ ผลประโยชน์ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2556 ดำเนินการเสร็จแล้ว : หัวหน้าโครงการวิจัย
- การศึกษาอิทธิพลของจุลินทรีย์ในการบ่มเปลือกประสานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการรับแรงอัด แหล่งทุนงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2557 ดำเนินการเสร็จแล้ว : หัวหน้าโครงการวิจัย

- การประยุกต์ใช้เส้นใยทะเลลายปาล์มเปล่าเสริมกำลังของแผ่นหลังคาชิงเกิ้ล  
ทดแทนเส้นใยแก้ว แหล่งทุนงบประมาณจากภายนอก สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (สวก.)  
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2557 กำลังดำเนินการ : ผู้ร่วมโครงการวิจัย

- เชื้อเพลิงอัดเม็ดจากทะเลลายปาล์มเปล่าเพื่อเป็นพลังงานชีว แหล่งทุน  
งบประมาณจากภายนอก สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (สวก.) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.  
2557 กำลังดำเนินการ : ผู้ร่วมโครงการวิจัย

- ชั้นผิวทางแอสฟัลต์ผสมเศษยางรถยนต์ที่หมดสภาพเพื่อลดมลภาวะ  
สิ่งแวดล้อม แหล่งทุนงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2558 รอดำเนินการทำสัญญา :  
หัวหน้าโครงการวิจัย

#### การประชุมวิชาการนานาชาติ

- Nichapa Minaboon , Ratthasak Prommas , Withaya  
Puangsombot and Joseph Khedari .A study of Asphalt Recycling Process of  
Microwave Pre-Heating. The 3<sup>rd</sup> International Conferences (SEGA-03 ) Sustainable  
Energy and Green Architecture, March ,14-16 ,2012, Thailand

#### การประชุมวิชาการระดับชาติ

- ณิชภา มินาบูลย์, การศึกษาอิทธิพลของจุลินทรีย์ในการบ่มบล็อก  
ประสานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการรับแรงอัด.การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งประเทศไทย  
ครั้งที่ 19 (NCCE 19) มหาวิทยาลัยขอนแก่น, กรุงเทพฯ ,14-16 พฤษภาคม 2543



## 2. ผู้ร่วมวิจัย

2.1. ชื่อ-สกุล (ภาษาไทย) นายสนธยา กงกองแก้ว

ชื่อ-สกุล (ภาษาอังกฤษ) Mr. Sonthaya Kongkongkaew

2.2. เลขประจำตัวประชาชน 3 1021 00190 06 1

2.3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์

2.4. หน่วยงานและที่อยู่ติดต่อได้สะดวก

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตอุเทนถวาย

225 ถ.พญาไท แขวงปทุมวัน เขตปทุมวัน

กรุงเทพมหานคร 10330

โทรศัพท์ 0-2252-2738, 0-2252-7036 โทรสาร 0-2252-7580

โทรศัพท์ติดตามตัว 089-440-9208

E-mail : sonthaya\_1@hotmail.com

2.5. ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2543 ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะ  
วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

พ.ศ. 2545 ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะ  
วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

2.6. สาขาวิชาที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

- พ.ศ. 2549 ได้ใบอนุญาตประกอบวิชาชีพระดับสามัญวิศวกร สาขาวิศวกรรมโยธา

- ความชำนาญพิเศษ ออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กและโครงสร้างเหล็ก

ออกแบบฐานราก

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ

7.1 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว

-

7.2 งานวิจัยที่กำลังทำ

-

8. ผลงานที่พิมพ์

ผลงานตีพิมพ์ในวารสารระดับชาติ

### 3. ผู้ร่วมวิจัย

- 3.1 ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นายวรัญญู เหลาโชติ  
ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mr. Waranyoo Louchot
- 3.2 เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3700501152651
- 3.3 ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ สาขาการจัดการงานก่อสร้าง คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ
- 3.4 หน่วยงานและสถานที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail)  
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ 02-889-4585 ภายใน 2781  
Email : Waranyoo\_hope@hotmail.com
- 3.5 ประวัติการศึกษา  
**พ.ศ. 2544 -2547** ปริญญาตรี วศ.บ วิศวกรรมโยธา  
สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขต ศาลายา  
**พ.ศ. 2549- 2553** ปริญญาโท วศ.ม วิศวกรรมโยธา  
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต
- 3.6 สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ-ระบบความปลอดภัยและการใช้เครื่องจักรกลในงานก่อสร้าง
- 3.7 ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละผลงานวิจัย

