

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ



250303



อิทธิพลของกระบวนการบ่มหมักต่อกำลังรับแรงดัดและคุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุ  
ซีเมนต์เยื่อกระดาษ

นายพิทยา โพธิ์กล้า

โครงการวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญาโท สาขา วัสดุศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา  
คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

พ.ศ. 2554



อิทธิพลของกระบวนการบ่มที่มีต่อกำลังรับแรงอัดและคุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุซีเมนต์  
เยื่อกระดาษ

นายพิทยา โพธิ์หล้า วท.บ. (ก่อสร้าง)



โครงการวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา  
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี  
พ.ศ. 2554

คณะกรรมการสอบโครงการวิจัย

.....  
(ผศ.ดร.ชูชัย สุจิรวาทกุล)

.....  
(ดร.ธีระวุฒิ มุฮัมมัด)

.....  
(ดร.รุ่งโรจน์ ปิยะภาณุวัฒน์)

.....  
(ดร.มงคล นามลักษณ์)

ประธานกรรมการสอบโครงการวิจัย

กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิจัย

กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิจัย (ร่วม)

กรรมการ

หัวข้อโครงการวิจัย	อิทธิพลของกระบวนการบ่มที่มีต่อกำลังรับแรงอัดและคุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุซีเมนต์เยื่อกระดาษ
หน่วยกิต	6
ผู้เขียน	นายพิทยา โพธิ์หล้า
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร. ธีระวุฒิ มุอำหมัด ดร. รุ่งโรจน์ ปิยะภาณุวัฒน์
ระดับการศึกษา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมโยธา
ภาควิชา	ครุศาสตร์โยธา
คณะ	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
พ.ศ.	2554

บทคัดย่อ

250303

กระดาษเป็นวัสดุเหลือใช้จากสำนักงาน ซึ่งสามารถนำกลับมาใช้โดยผสมกับปูนซีเมนต์เพื่อให้ได้เป็นวัสดุซีเมนต์เยื่อกระดาษ อย่างไรก็ตามงานวิจัยที่ผ่านมา พบว่าอิฐซีเมนต์เยื่อกระดาษยังมีกำลังรับแรงอัดที่ต่ำ งานวิจัยครั้งนี้จึงได้ทำการศึกษาหาวิธีพัฒนากำลังอิฐซีเมนต์เยื่อกระดาษ เพื่อให้มีการรับแรงอัดได้สูงและเร็วขึ้น โดยศึกษาอิทธิพลกระบวนการบ่มลักษณะต่างๆที่มีผลต่อกำลังรับแรงอัดและคุณสมบัติทางกายภาพของอิฐซีเมนต์เยื่อกระดาษ ตัวแปรที่ทำการศึกษาคือ อัตราส่วนผสมของ เยื่อกระดาษ : ปูนซีเมนต์ (1:2 และ 1:3) ลักษณะในการบ่ม (บ่มในอากาศ บ่มโดยรักษาความชื้น บ่มด้วยพลังงานไมโครเวฟในช่วงต้น และบ่มแบบสลับระหว่างในอากาศกับรักษาความชื้น) และระยะเวลาในการบ่มด้วยพลังงานไมโครเวฟ ตัวอย่างที่ศึกษามีขนาด 5 x 5 x 5 เซนติเมตร และอัดขึ้นรูปโดยใช้แรงดัน 10 ksc ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณปูนซีเมนต์ที่มากส่งผลให้ตัวอย่างมีกำลังรับแรงอัดและความหนาแน่นเพิ่มขึ้น และลดการดูดซึมน้ำลงตามคาด การบ่มที่ให้ตัวอย่างมีคุณสมบัติทุกด้านดีที่สุดได้แก่ การบ่มในอากาศ การบ่มด้วยพลังงานไมโครเวฟ การบ่มแบบสลับ และการบ่มโดยรักษาความชื้น ไม่ช่วยทำให้ตัวอย่างมีการปรับปรุงคุณสมบัติด้านต่างๆ ดีขึ้น

คำสำคัญ : อิฐซีเมนต์เยื่อกระดาษ / การบ่มในอากาศ / การบ่มแบบรักษาความชื้น / การบ่มด้วยพลังงานไมโครเวฟ / กำลังรับแรงอัด

Research Project Title	The Influence of Ripening Process to Compressive Force and Physical Properties of Paper Tissue Cement Material
Credits	6
Candidate	Mr. Pittaya Pholar
Research Project Advisor	Dr. Teerawut Mohummud
Program	Master of Science in Industrial Education
Field of Study	Civil Engineering
Department	Civil Technology Education
Faculty	Industrial Education and Technology.
B.E.	2554

### Abstract

250303

Papers are abundant material of the office which can be reused by mixing with cement to get paper tissue cement. However, from previous work, it found that paper tissue cement had a low compressive force. Therefore, this present work studied to find out the development method for paper tissue cement to have a higher compressive force. The influence of various types of ripening to the compressive force and paper tissue cement physical properties were studied. The studied variables were ratio of paper tissue : cement(1:2 and 1:3), types of ripening (air ripening, humidified ripening, microwave energy ripening and air mixed with humidity ripening) and duration of microwave ripening. The studied sampling was  $5*5*5 \text{ cm}^3$  cement which was molded with 10 ksc pressure. The results showed that the greater quantity of cement gave a higher compressive force and density and reduced water absorption as expected. The best ripening were air ripening, microwave ripening, air mixed with humidity ripening respectively. The humidified ripening did not make the sampling to get any better properties.

Keywords : Paper Tissue Cement / Air Ripening / Humidified Ripening / Microwave Ripening  
/ Compressive Force

## กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี โดยได้รับการอนุเคราะห์จากหลายฝ่าย ที่ให้ความกรุณาทั้งด้านวิชาการ คำแนะนำ วัสดุคิบ ตลอดจนเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบซึ่งเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่องานวิจัย ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการงานวิจัย ดร.ธีระวุฒิ มุฮำหมัด และอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ดร.รุ่งโรจน์ ปิยะพานูวัฒน์ ที่ได้ให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ในการค้นคว้า ชี้แนะแนวทางในการทำ วิจัยการเรียบเรียงรายงานและการเตรียมตัวในการนำเสนอ อาจารย์ในภาควิชาครุศาสตร์โยธา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ช่วยเหลือมาโดยตลอด รวมทั้งคณะกรรมการ ดร.มงคล นามลักษณ์ และผศ.ดร.ชูชัย สุจิวิรกุล ขอขอบพระคุณอาจารย์และเจ้าหน้าที่วิทยาลัยการอาชีพสว่างแดนดิน จังหวัดสกลนคร ที่ให้ความอนุเคราะห์ห้องปฏิบัติการ เครื่องมือทดสอบ อุปกรณ์ที่จำเป็นต่อการวิจัย ขอขอบพระคุณเทศบาลกวางพานพั่นคอน ตำบลพั่นคอน อำเภอกุมภวาปี จังหวัดอุดรธานี ที่ให้การเอื้อเฟื้อวัสดุคิบที่ใช้ประกอบในงานวิจัย ขอขอบพระคุณ คณะกรรมการที่กรุณาให้เกียรติมาเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และได้กรุณาให้คำแนะนำแก่งานวิจัยให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

สุดท้ายนี้ ขอขอบคุณสมาชิกในครอบครัว และเพื่อนๆ ทุกคนที่เป็นกำลังใจให้การทำโครงการงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ความดีและประโยชน์อันใดที่เกิดจากงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยขอมอบความดีทั้งหมด ทั้งปวงให้แก่บุคคลเหล่านี้ตลอดจนคณาจารย์และผู้มีพระคุณทุกท่าน

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
รายการตาราง	ช
รายการรูปประกอบ	ฉ
<b>บทที่</b>	
<b>1. บทนำ</b>	<b>1</b>
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	1
1.3 ขอบเขตงานวิจัย	2
<b>2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</b>	<b>3</b>
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	3
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
<b>3. วิธีการดำเนินการวิจัย</b>	<b>14</b>
3.1 วัสดุที่ใช้ในการทดสอบ	14
3.2 ส่วนผสม	14
3.3 ลักษณะและขนาดของตัวอย่าง	16
3.4 การเตรียมตัวอย่าง	17
3.5 การทดสอบตัวอย่าง	26

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
<b>4. ผลการศึกษาวิจัย</b>	<b>29</b>
4.1 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัด	29
4.2 ผลการทดสอบความหนาแน่น	40
4.3 ผลการทดสอบการดูดซึมน้ำ	50
4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัด ความหนาแน่น และการดูดซึมน้ำ	61
<b>5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ</b>	<b>63</b>
5.1 สรุปผลการศึกษาวิจัย	63
5.2 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต	64
<b>เอกสารอ้างอิง</b>	<b>65</b>
<b>ภาคผนวก</b>	
ก. ตารางแสดงผลการทดลองกำลังรับแรงอัดของอิฐซีเมนต์เยื่อกระดาษ อัตราส่วน เยื่อกระดาษ : ปูนซีเมนต์ 1:2 และ 1:3 แรงอัดอัดขึ้นรูป 10 ksc ขนาด 5 x 5 x 5 เซนติเมตร	67
ข. ตารางแสดงผลการทดลองความหนาแน่นของอิฐซีเมนต์เยื่อกระดาษ อัตราส่วน เยื่อกระดาษ : ปูนซีเมนต์ 1:2 และ 1:3 แรงอัดอัดขึ้นรูป 10 ksc ขนาด 5 x 5 x 5 เซนติเมตร	79
ค. ตารางแสดงผลการทดลองการดูดซึมน้ำของอิฐซีเมนต์เยื่อกระดาษ อัตราส่วน เยื่อกระดาษ : ปูนซีเมนต์ 1:2 และ 1:3 แรงอัดอัดขึ้นรูป 10 ksc ขนาด 5 x 5 x 5 เซนติเมตร	91
<b>ประวัติผู้วิจัย</b>	<b>103</b>

## รายการตาราง

ตาราง		หน้า
2.1	อัตราเพิ่มแรงอัดในการทดสอบคอนกรีตมวลเบา	3
2.2	ตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติอิฐซีเมนต์เยื่อกระดาษอัตราส่วน 1: 1.25 ที่ขึ้นรูปด้วยแรงอัด 15 ksc. กับอิฐทั่วไป	10
3.1	ส่วนผสมและลักษณะการบ่มในการเตรียมตัวอย่าง	15
4.1	กำลังรับแรงอัดของตัวอย่างที่อายุต่างๆ	30
4.2	กำลังรับแรงอัดของตัวอย่างอายุ 28 วันที่มีอัตราส่วนผสมของ กระดาษ : ปูนซีเมนต์แตกต่างกัน	36
4.3	กำลังรับแรงอัดของตัวอย่างอายุ 28 วันที่มีลักษณะการบ่มแตกต่างกัน	38
4.4	กำลังรับแรงอัดของตัวอย่างอายุ 28 วันที่มีลักษณะการบ่มแบบสลับ	38
4.5	ความหนาแน่นของตัวอย่างอายุต่างๆที่มีระยะเวลาในการบ่มด้วยพลังงานไมโครเวฟแตกต่างกัน	41
4.6	ความหนาแน่นของตัวอย่างอายุต่างๆที่มีระยะเวลาในการบ่มด้วยพลังงานไมโครเวฟแตกต่างกัน	46
4.7	ความหนาแน่นของตัวอย่างอายุ 28 วันที่มีลักษณะการบ่มแตกต่างกัน	48
4.8	ความหนาแน่นของตัวอย่างอายุ 28 วันที่มีลักษณะการบ่มแบบสลับ	48
4.9	การดูดซึมน้ำของตัวอย่างที่อายุต่างๆ	51
4.10	การดูดซึมน้ำของตัวอย่างอายุ 28 วันที่มีอัตราส่วนของ กระดาษ : ปูนซีเมนต์แตกต่างกัน	56
4.11	การดูดซึมน้ำของตัวอย่างอายุ 28 วันที่มีลักษณะการบ่มแตกต่างกัน	58
4.12	การดูดซึมน้ำของตัวอย่างอายุ 28 วันที่มีลักษณะการบ่มแบบสลับ	59
ค.1	ผลการทดลองการดูดซึมน้ำของอิฐซีเมนต์เยื่อกระดาษบ่มในอากาศ 7 วัน	92
ค.2	ผลการทดลองการดูดซึมน้ำของอิฐซีเมนต์เยื่อกระดาษบ่มรักษาความชื้น 7 วัน	93
ค.3	ผลการทดลองการดูดซึมน้ำของอิฐซีเมนต์เยื่อกระดาษบ่มในอากาศ 14 วัน	94
ค.4	ผลการทดลองการดูดซึมน้ำของอิฐซีเมนต์เยื่อกระดาษบ่มรักษาความชื้น 14 วัน	95
ค.5	ผลการทดลองการดูดซึมน้ำของอิฐซีเมนต์เยื่อกระดาษบ่มในอากาศ 21 วัน	96

## รายการตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
ค.6	ผลการทดลองการดูดซึมน้ำของอิฐซีเมนต์เยื่อกระดาษบ่มรักษาความชื้น 21 วัน	97
ค.7	ผลการทดลองการดูดซึมน้ำของอิฐซีเมนต์เยื่อกระดาษบ่มในอากาศ 28 วัน	98
ค.8	ผลการทดลองการดูดซึมน้ำของอิฐซีเมนต์เยื่อกระดาษบ่มรักษาความชื้น 28 วัน	99
ค.9	ผลการทดลองการดูดซึมน้ำของอิฐซีเมนต์เยื่อกระดาษบ่มในอากาศ 56 วัน	100
ค.10	ผลการทดลองการดูดซึมน้ำของอิฐซีเมนต์เยื่อกระดาษบ่มรักษาความชื้น 56 วัน	101
ค.11	ผลการทดลองการดูดซึมน้ำของอิฐซีเมนต์เยื่อกระดาษบ่มแบบสลับ 28 วัน	102

## รายการรูปประกอบ

รูป		หน้า
2.1	ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นดัดเทียบเท่ากับระยะการโก่งตัวของแผ่นซีเมนต์เยื่อกระดาษที่มีการใช้เส้นใยธรรมชาติชนิดต่างๆในการเสริมกำลัง	6
2.2	ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นดัดเทียบเท่ากับระยะการโก่งตัวของแผ่นซีเมนต์เยื่อกระดาษที่มีอัตราส่วนซีเมนต์ต่อเยื่อกระดาษแตกต่างกัน	7
2.3	ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยกำลังอัดในแนวนานกับแรงอัดขึ้นรูปกับระยะการยุบตัว (Deformation) ของตัวอย่างขนาด 10 x 10 x 10 เซนติเมตร ใช้แรงอัดขึ้นรูป 15 ksc. บ่มอุณหภูมิห้อง	9
2.4	การเปรียบเทียบหน่วยแรงอัด ขนานแรงขึ้นรูป กับหน่วยแรงอัดตั้งฉากแรงขึ้นรูปของตัวอย่างที่ใช้อัตราส่วนน้ำหนัก เยื่อกระดาษ : ซีเมนต์ = 1 : 1.25 ใช้แรงอัด 15 กิโลกรัม ต่อตารางเซนติเมตร ในการขึ้นรูป	10
2.5	ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัด (Strength) กับความหนาแน่น (Density) และกำลังรับแรงอัด (Strength) กับการดูดซึมน้ำ (Absorption) (บ่มในอากาศ) จำแนกตามอัตราส่วนผสมของ กระดาษ : วัสดุประสาน (Paper : Binder)	12
2.6	ความสัมพันธ์ระหว่างการดูดซึมน้ำ (Absorption) กับความหนาแน่น (Density) (บ่มในอากาศ)	13
3.1	ลักษณะตัวอย่างอิฐซีเมนต์เยื่อกระดาษ	16
3.2	กระดาษที่เหลือใช้จากสำนักงาน	17
3.3	การแช่เศษกระดาษในน้ำ	18
3.4	ปั่นกระดาษเพื่อให้ได้เยื่อกระดาษ	18
3.5	เยื่อกระดาษที่ได้จากการปั่นกระดาษที่ผ่านการแช่น้ำตามระยะเวลาที่กำหนดไว้	19
3.6	เยื่อกระดาษที่ผึ่งแดดบนตะแกรง	19
3.7	เยื่อกระดาษที่เตรียมผสมทำอิฐซีเมนต์เยื่อกระดาษ	20
3.8	ลักษณะการผสมส่วนผสมต่างๆ ให้เข้ากัน	21
3.9	นำกระดาษชานอ้อยวางรองพื้นแบบ	22

## รายการรูปประกอบ (ต่อ)

รูป	หน้า
3.10 นำส่วนผสมลงในแบบ	22
3.11 อัดขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดระบบไฮดรอลิกส์	23
3.12 อิฐซีเมนต์เยื่อกระดาษเมื่อนำออกจากแบบ	23
3.13 นำอิฐซีเมนต์เยื่อกระดาษนำมาตัดให้ได้ขนาด 5 x 5 x 5 เซนติเมตร	24
3.14 เขียนหมายเลขและสัญลักษณ์ต่าง ๆ กำกับบนตัวอย่าง	24
3.15 การบ่มในอากาศ ณ อุณหภูมิห้อง	25
3.16 การบ่มรักษาความชื้น	25
3.17 การบ่มด้วยไมโครเวฟ	26
3.18 การทดสอบกำลังรับแรงอัด	26
3.19 การอบตัวอย่าง	28
3.20 การแช่ตัวอย่าง	28
4.1 การพัฒนากำลังรับแรงอัดของตัวอย่างที่บ่มด้วยพลังงานไมโครเวฟแล้วบ่มในอากาศและอัตราส่วนกระดาษต่อปูนซีเมนต์ ก) 1:2 และ ข) 1:3	32
4.2 การพัฒนากำลังรับแรงอัดของตัวอย่างที่บ่มด้วยพลังงานไมโครเวฟแล้วบ่มโดยรักษาความชื้น และมีอัตราส่วน กระดาษ : ปูนซีเมนต์ ก) 1:2 และ ข) 1:3	33
4.3 การเปรียบเทียบกำลังรับแรงอัดของตัวอย่างที่บ่มด้วยพลังงานไมโครเวฟโดยใช้ระยะเวลาแตกต่างกัน ก) บ่มในอากาศ และ ข) บ่มรักษาความชื้น	34
4.4 การเปรียบเทียบกำลังรับแรงอัดของตัวอย่างอายุ 28 วันที่มีอัตราส่วนผสมของกระดาษ : ปูนซีเมนต์ ที่แตกต่างกัน	36
4.5 การเปรียบเทียบกำลังรับแรงอัดของตัวอย่างอายุ 28 วันที่มีลักษณะการบ่มแตกต่างกัน และมีอัตราส่วนกระดาษต่อปูนซีเมนต์ ก) 1:2 และ ข) 1:3	39
4.6 การเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นของตัวอย่างที่บ่มด้วยพลังงานไมโครเวฟแล้วบ่มในอากาศและมีอัตราส่วนของ กระดาษ : ปูนซีเมนต์ ก) 1:2 และ ข) 1:3	42
4.7 การเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นของตัวอย่างที่บ่มด้วยพลังงานไมโครเวฟแล้วบ่มโดยรักษาความชื้น และมีอัตราส่วนผสมของ กระดาษ : ปูนซีเมนต์ ก) 1:2 และ ข) 1:3	43
4.8 การเปรียบเทียบความหนาแน่นของตัวอย่างอายุต่างๆที่บ่มด้วยพลังงานไมโครเวฟโดยใช้ระยะเวลาที่แตกต่างกัน ก) บ่มในอากาศ ข) บ่มรักษาความชื้น	44

## รายการรูปประกอบ (ต่อ)

รูป	หน้า
4.9 การเปรียบเทียบความหนาแน่นของตัวอย่างอายุ 28 วันที่มีอัตราส่วน กระจาย : ปูนซีเมนต์ แตกต่างกัน	46
4.10 การเปรียบเทียบความหนาแน่นของตัวอย่างอายุ 28 วันที่มีลักษณะการบ่มแตกต่างกัน และมีอัตราส่วนกระจายต่อปูนซีเมนต์ ก) 1:2 และ ข) 1:3	49
4.11 การดูดซึมน้ำของตัวอย่างที่บ่มด้วยพลังงานไมโครเวฟแล้วบ่มในอากาศที่อัตราส่วน กระจาย : ปูนซีเมนต์ ก) 1:2 และ ข) 1:3	52
4.12 การดูดซึมน้ำของตัวอย่างที่บ่มด้วยพลังงานไมโครเวฟแล้วบ่มโดยรักษาความชื้นที่ อัตราส่วนกระจาย : ปูนซีเมนต์ ก) 1:2 และ ข) 1:3	53
4.13 การเปรียบเทียบการดูดซึมน้ำของตัวอย่างที่บ่มด้วยพลังงานไมโครเวฟ โดยใช้ระยะเวลา แตกต่างกัน ก) บ่มอากาศ และ ข) บ่มรักษาความชื้น	54
4.14 การเปรียบเทียบการดูดซึมน้ำของตัวอย่างอายุ 28 วันของอัตราส่วน กระจาย : ปูนซีเมนต์ ที่แตกต่างกัน	57
4.15 การเปรียบเทียบการดูดซึมน้ำของตัวอย่างอายุ 28 วันที่มีลักษณะการบ่มแตกต่างกันและมี อัตราส่วนกระจายต่อปูนซีเมนต์ ก) 1:2 และ ข) 1:3	60
4.16 ความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติต่างๆของตัวอย่าง ก) กำลังรับแรงอัด (Strength) กับความหนาแน่น (Density) ข) กำลังรับแรงอัด (Strength) กับการดูดซึมน้ำ (Absorption) และ ค) การดูดซึมน้ำ (Absorption) กับ ความหนาแน่น (Density)	62