บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้ จะอธิบายถึงทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการผลิตอิฐซีเมนต์เยื่อกระดาษมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 การทดสอบความต้านแรงอัด

การทดสอบความต้านทานแรงอัด โดยการนำตัวอย่างมีอายุบ่มได้ตามกำหนด โดยมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน ± 1 มิลลิเมตร โดยทำการควบคุมปริมาณความชื้นร้อยละ 10 ± ร้อยละ 2 โดยใช้อัตราการเพิ่มของแรงอัดตามชั้นคุณภาพของคอนกรีตมวลเบาดังแสดงในตารางที่ 2.1 โดยการทดสอบการรับแรงอัดของตัวอย่าง จะเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 2505-2541 คุณภาพชั้น 4 [11]

ตารางที่ 2.1 อัตราเพิ่มแรงอัดในการทดสอบคอนกรีตมวลเบา [12]

ชั้นคุณภาพ	อัตราเพิ่มแรงอัด นิวตันต่อตารางมิลลิเมตรต่อวินาที
2	0.05
4	0.10
6	0.15
8	0.20

ในการคำนวณกำลังต้านแรงอัดของแต่ละตัวอย่างทดสอบ สามารถหาได้จากสมการ [11]

$$\sigma = \frac{P}{A} \tag{2.1}$$

เมื่อ

σ = หน่วยแรงอัดของตัวอย่างทดสอบ (MPa)

P = แรงอัด (N)

A = พื้นที่หน้าตัดของตัวอย่างทดสอบ (mm^2)

2.1.2 การทดสอบความหนาแน่นเชิงปริมาตรในสภาพแห้ง (มอก. 2505-2541) [12]

การหาความหนาแน่นทำได้โดยการนำตัวอย่าง มีอายุบ่มได้ตามกำหนด ทำการชั่งน้ำหนักและวัดขนาดตัวอย่าง หลังผ่านการอบในตู้อบเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 105 C° ± 5 C° และนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณหาค่าความหนาแน่นเชิงปริมาตรในสภาพแห้ง

ในการคำนวณความหนาแน่นเชิงปริมาตรในสภาพแห้ง สามารถหาได้จากสมการ[11]

$$\gamma = \frac{M}{V} \tag{2.2}$$

เมื่อ

γ = ความหนาแน่นเชิงปริมาตรในสภาพแห้ง (kg/m^3)

M = มวลของตัวอย่างทดสอบหลังอบ (kg)

V = ปริมาตรของตัวอย่างทดสอบ (m^3)

2.1.3 ค่าการดูดซึมน้ำ

การหาค่าการดูดซึมน้ำทำได้โดยนำตัวอย่างที่มีอายุบ่มได้ตามกำหนด นำไปอบให้แห้งจนน้ำหนักคงที่เป็นเวลาไม่ต่ำกว่า 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 105 C° ± 5 C° ปล่อยให้เย็นลงที่อุณหภูมิห้อง ไม่น้อยกว่า 4 ชั่วโมง จากนั้น ชั่งน้ำหนักตัวอย่างแล้วนำไปแช่ในน้ำเป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากนำขึ้นจากน้ำใช้ผ้าชุ่มน้ำเช็ดที่ผิวและชั่งน้ำหนักให้เสร็จภายใน 3 นาที น้ำหนักที่ชั่งได้นี้ถือเป็นน้ำหนักอิ่มตัว การคำนวณหาค่าการดูดซึมน้ำ (Water Absorption) ของตัวอย่าง ทดสอบโดยการเปรียบเทียบน้ำหนักของตัวอย่างที่แช่ในน้ำ 24 ชั่วโมง กับน้ำหนักของตัวอย่างที่อบในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ระยะเวลาเท่ากัน โดยใช้สมการ [12]

$$\text{การดูดซึมน้ำ} \quad (\%) = \frac{w_2 - w_1}{w_1} \times 100 \tag{2.3}$$

เมื่อ

w_1 = น้ำหนักแห้ง

w_2 = น้ำหนักเปียก

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

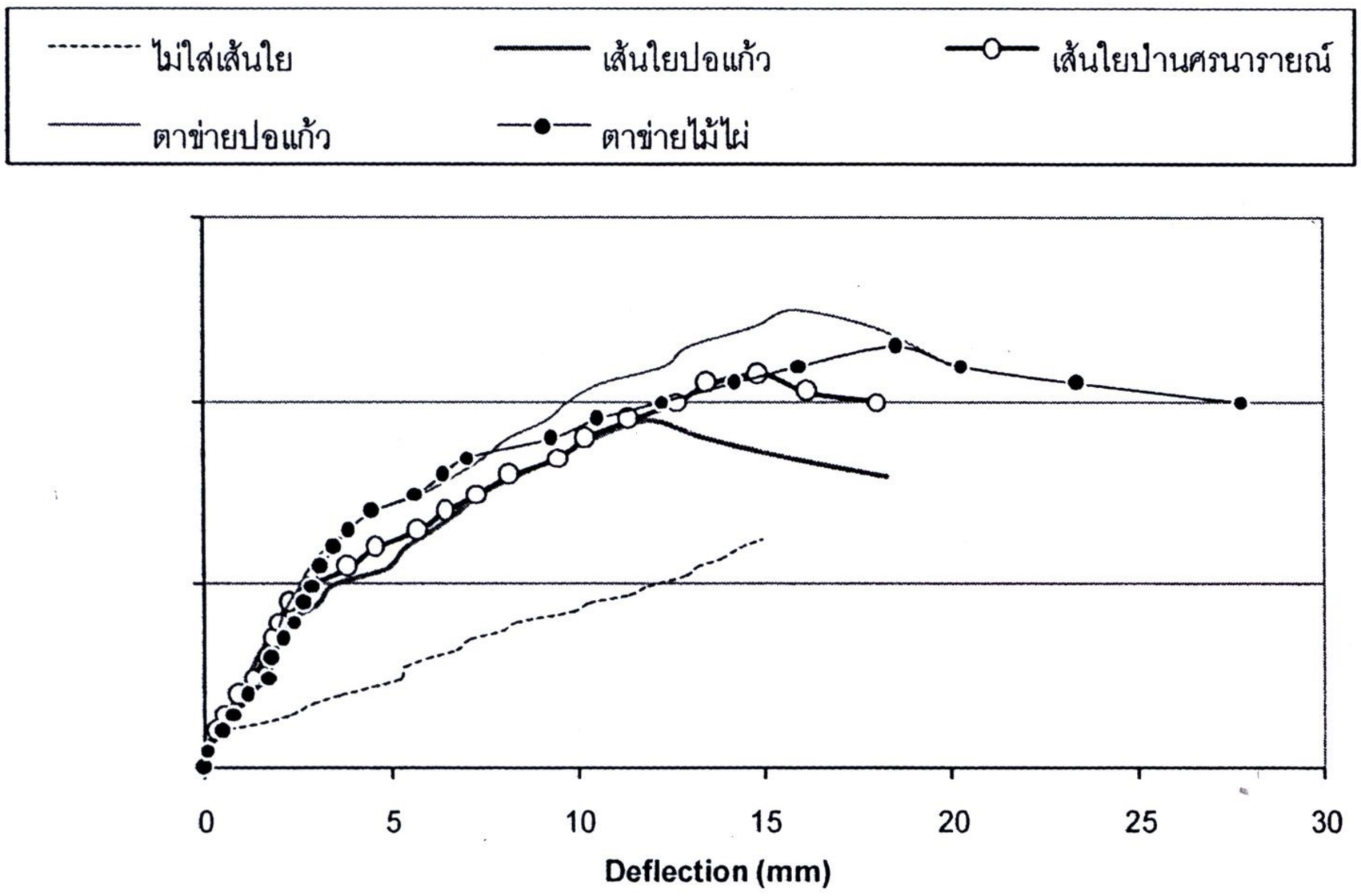
การศึกษาเรื่องคอนกรีตเบา มีมากว่า 50 ปี ในต่างประเทศในระยะแรกจะเป็นคอนกรีตเบาประเภท Lightweight Aggregate Concrete คือ คอนกรีตที่มีมวลรวมเป็นวัสดุมวลเบา สามารถนำไปใช้ในงานก่อสร้างทั่วไป เช่น หล่อเป็นก้อนสี่เหลี่ยมสำหรับนำไปทำกำแพงหรือหล่อเป็นผนัง เป็นต้น สำหรับคอนกรีตประเภท Aerated Concrete คือ คอนกรีตที่มีการกักขังฟองอากาศขนาดเล็กให้กระจายอยู่ในเนื้อคอนกรีต ก็ได้มีการพัฒนาควบคู่กันมาอย่างต่อเนื่องโดยในปี 1976 C. Bagon และ S. Frondista-Yonas ได้ศึกษาและประดิษฐ์คอนกรีตเบาประเภท Aerated Concrete ขึ้น โดยใช้ส่วนผสมระหว่างปูนซีเมนต์ประเภทสาม น้ำ ทรายละเอียดและสารทำให้เกิดฟอง คอนกรีตที่ได้มีค่าหน่วยน้ำหนัก 845 kg/m^3 ค่ากำลังต้านทานแรงอัดสูงสุด 4.8 MPa และค่า Modulus of Elasticity 5.9 x 104 ksc. ต่อมา Aerated Concrete ได้ถูกพัฒนาในประเทศสวีเดน ให้เป็น Autoclave Aerated Concrete โดยอาศัยหลักการของการเกิดปฏิกิริยาเคมีของผงอลูมิเนียมกับแคลเซียมทำให้เกิดก๊าซไฮโดรเจนขึ้นในส่วนผสม ทำให้เกิดการเร่งการแข็งตัวและไล่ก๊าซออกจากเนื้อคอนกรีตโดยการอบไอน้ำภายใต้แรงดันสูง ซึ่งเรียกว่า “Autoclave Concrete” คอนกรีตเบาประเภทนี้มีหน่วยน้ำหนัก 300 ถึง 600 kg/m^3 สามารถใช้ทำวัสดุไม่รับแรง เช่น ผนังกั้นห้อง ซึ่งมีประสิทธิภาพในการกันความร้อนและดูดซับเสียงได้อย่างดีแต่วิธีการนี้ไม่เป็นที่แพร่หลาย เนื่องจากใช้ต้นทุนในการผลิตสูงมาก

คันธนา สุยะพล และคณะ [2] ได้ศึกษาปริมาณกระดาษและอัตราส่วนน้ำที่เหมาะสมในอิฐประดับโดยใช้กระดาษแทนที่ทรายร้อยละ 10, 15 และ 20 โดยน้ำหนัก โดยใช้อัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์ 0.9 , 1.0 และ 1.1 จากการศึกษาพบว่า อัตราส่วนที่ใช้ปริมาณกระดาษแทนที่ทรายร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก ใช้อัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์ 1.1 ได้ผลที่เหมาะสมที่สุด โดยมีกำลังรับแรงอัด 2.78 เมกกะปาสคาล ค่าการดูดกลืนน้ำ 26.71 เปอร์เซ็นต์ หน่วยน้ำหนัก 1,459 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของคอนกรีตเบา

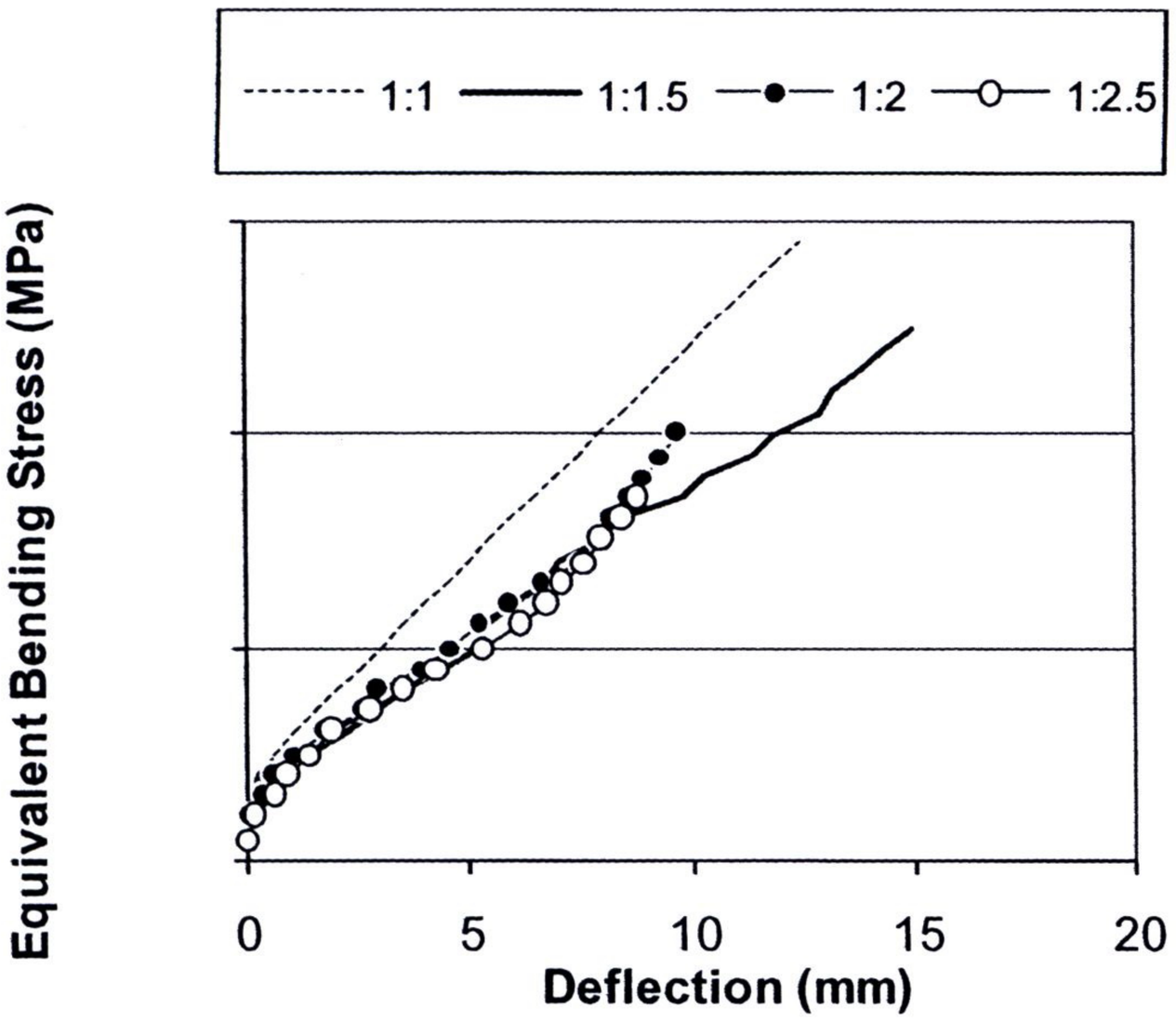
มงคล จิรวัชรเดช [3] ได้ศึกษาทดลองนำกระดาษมาแช่น้ำ แล้วปั่นให้แตกตัวเป็นเยื่อกระดาษ แล้วนำมาผสมกับปูนซีเมนต์ในอัตราส่วน 1:1 และอัดขึ้นรูปด้วยแรงดันต่ำๆเป็นเวลาหนึ่งคืนจึงนำแผ่นซีเมนต์เยื่อกระดาษไปทดสอบกำลังรับแรงดัดเปรียบเทียบกับวัสดุทดแทนไม้เนื้ออ่อนประเภทอื่นๆ พบว่ามีคุณสมบัติด้านการรับแรงดัดใกล้เคียงกัน

วิชาญ ยอดน้ำ [4] ได้ศึกษาแผ่นซีเมนต์ผสมเยื่อกระดาษ ตัวแปรที่ทำการศึกษา คือระยะเวลาการแช่กระดาษ อัตราส่วนผสมระหว่างซีเมนต์กับเยื่อกระดาษและอิทธิพลของเส้นใยธรรมชาติต่อกำลังรับแรงดัด จากการศึกษาพบว่า การแช่กระดาษในน้ำเป็นเวลา 30 วัน และการใส่เส้นใยธรรมชาติลงในแผ่นซีเมนต์เยื่อกระดาษ ทำให้แผ่นตัวอย่างมีกำลังรับแรงดัดสูงสุด ดูรูปที่ (2.6 และ 2.7) โดยพบว่า

การใส่เส้นใยธรรมชาติแบบตาข่ายจะให้ผลดีกว่าการใส่แบบกระจาย นอกจากนี้ปริมาณเยื่อกระดาษที่เพิ่มมากขึ้นจะทำให้กำลังรับแรงดัดลดลง เมื่อพิจารณาถึงการนำไปใช้งาน อัตราส่วนผสมซีเมนต์ต่อเยื่อกระดาษ 1:1.5 และการแช่กระดาษในน้ำเป็นเวลา 30 วัน ให้ผลดีที่สุดในแง่การรับกำลังรับแรงดัดและพลังงานสะสม



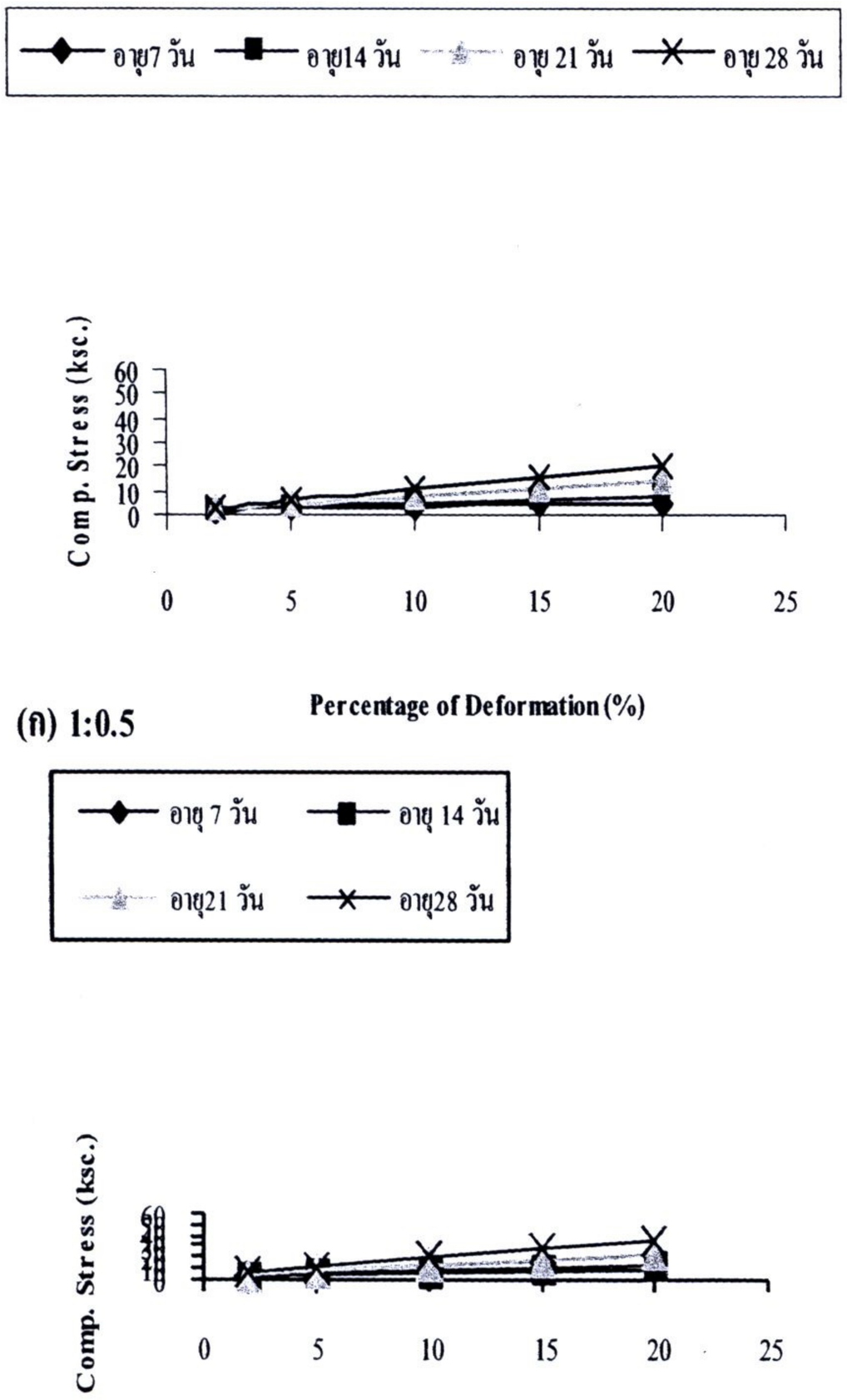
รูปที่ 2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นดัดเทียบเท่ากับระยะการโก่งตัวของแผ่นซีเมนต์เยื่อกระดาษที่มีการใช้เส้นใยธรรมชาติชนิดต่างๆในการเสริมกำลัง



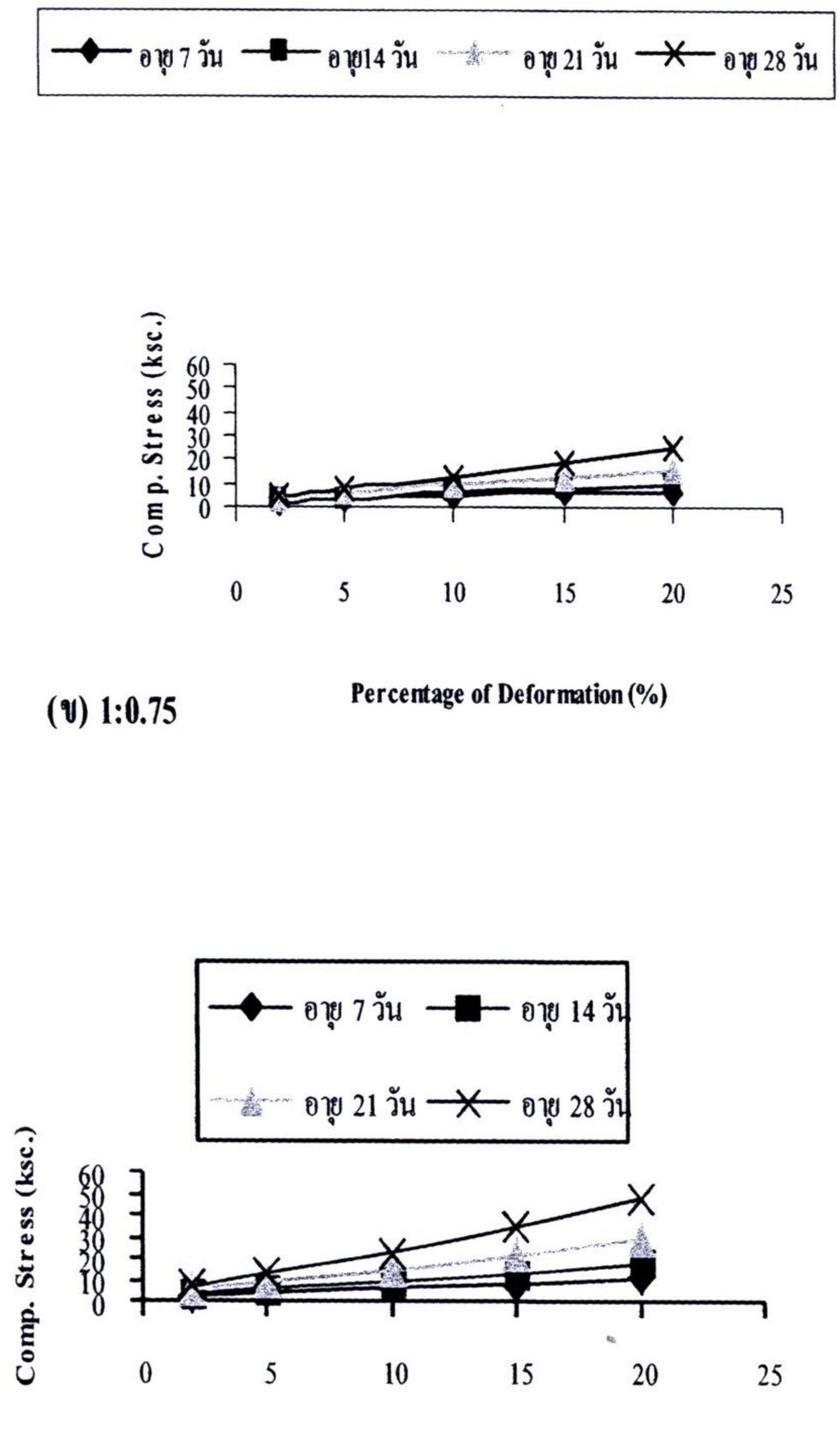
รูปที่ 2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นดัดเทียบเท่ากับระยะการโก่งตัวของแผ่นซีเมนต์เยื่อกระดาษที่มีอัตราส่วนซีเมนต์ต่อเยื่อกระดาษแตกต่างกัน

ณัฐวุฒิ สุวรรณภูมิ [5] ได้ทำการศึกษาการบ่มซีเมนต์ด้วยพลังงานไมโครเวฟโดยใช้เตาไมโครเวฟชนิดสายพานลำเลียงแบบต่อเนื่อง(โครงสร้างภายในตัวเครื่องประกอบด้วยแมกนีตรอนซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดคลื่นไมโครเวฟที่ระดับความถี่ 2.45 กิกะเฮิร์ต (GHz) ขนาด 800 วัตต์ จำนวน 14 ตัว ติดตั้งไว้บริเวณโดยรอบผนังอุโมงค์ และเครื่องไมโครเวฟชนิดท่อนำคลื่นแบบสี่เหลี่ยม โครงสร้างประกอบด้วยแมกนีตรอนซึ่งเป็นเป็นแหล่งกำเนิดคลื่นไมโครเวฟที่ระดับความถี่ 2.45 กิกะเฮิร์ต(GHz) ปรับกำลังวัตต์ได้ 0 – 1.5 กิโลวัตต์ โดยศึกษาทั้งในส่วนการสำรวจเชิงทดลองและการคำนวณเชิงตัวเลข จากนั้นวิเคราะห์การถ่ายเทความร้อนและการถ่ายเทมวลสารที่เกิดขึ้นระหว่างการบ่มซีเมนต์เพสต์ รวมไปถึงการพัฒนากำลังอัดของซีเมนต์เพสต์เมื่อผ่านการบ่มในช่วงต้นด้วยพลังงานไมโครเวฟ ผลที่ได้นำไปเปรียบเทียบกับกำลังอัดของซีเมนต์เพสต์ซึ่งผ่านการบ่มด้วยน้ำและอากาศ และตรวจสอบโครงสร้างภายในของซีเมนต์เพสต์เพื่อหาความสัมพันธ์กับคุณสมบัติเชิงกลหลังจากผ่านการบ่ม ตัวแปรสำหรับการศึกษาครั้นนี้เน้นถึงอิทธิพลทางความร้อนจากการบ่มด้วยพลังงานไมโครเวฟ คุณสมบัติของซีเมนต์เพสต์และเวลาที่ใช้ในการบ่ม จากผลการศึกษาสรุปได้ว่าความสามารถในการผลิตปริมาณความร้อนของซีเมนต์เพสต์ด้วยไมโครเวฟ ขึ้นกับปัจจัยหลายชนิด เช่น ปริมาณความเข้มสนามไฟฟ้า ปริมาณความชื้นหรือคุณสมบัติซีเมนต์เพสต์ ขนาดซีเมนต์เพสต์ และความถี่ไมโครเวฟที่ใช้) และเมื่อศึกษาคุณสมบัติทางกลพบว่า พลังงานไมโครเวฟสามารถช่วยเร่งกำลังอัดในช่วงต้นของซีเมนต์เพสต์โดยไม่ส่งผลกระทบต่อค่ากำลังอัดที่อายุ 28 วัน อีกทั้งยังประหยัดการใช้พลังงานและลดระยะเวลาในการบ่มนอกจากนั้นผลการคำนวณเชิงตัวเลขสามารถอธิบายพฤติกรรมทางความร้องและคุณสมบัติของซีเมนต์เพสต์ได้สอดคล้องกับการสำรวจเชิงทดลอง

รณฤทธิ์ ฤทธิมนตรี [8] ได้ทำการศึกษาอิฐซีเมนต์ผสมเยื่อกระดาษ ในอัตราส่วนผสมของเยื่อกระดาษต่อปูนซีเมนต์ 1 : 1.5, 1 : 1.25, 1 : 1, 1 : 0.75 และ 1 : 0.50 โดยน้ำหนัก สำหรับการศึกษาพฤติกรรมการรับแรงอัด ทำการทดสอบหาคุณสมบัติต่างๆ ผลการศึกษานี้สัดส่วนผสมซีเมนต์ 1 ส่วน เยื่อกระดาษ 1.25 ส่วน แรงอัดขึ้นรูป 15 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร เหมาะที่จะนำมาทำอิฐซีเมนต์เยื่อกระดาษที่สุด ซึ่งมีค่าความหนาแน่น 796.33 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าความต้านทานแรงอัดตั้งฉากกับแรงขึ้นรูป 27.44 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ค่าการดูดซึมน้ำ 466 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จากผลการทดลอง อิฐซีเมนต์เยื่อกระดาษที่ได้ให้ผลดีในแง่ของทั้งค่าความหนาแน่นและค่าการดูดซึมน้ำ ซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐาน มอก. 2505-2541 ชั้นคุณภาพ 4 ส่วนค่าความต้านทานแรงอัดไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน มอก. 2505 - 2541 ดูรูปที่ (2.4 ถึง 2.5)



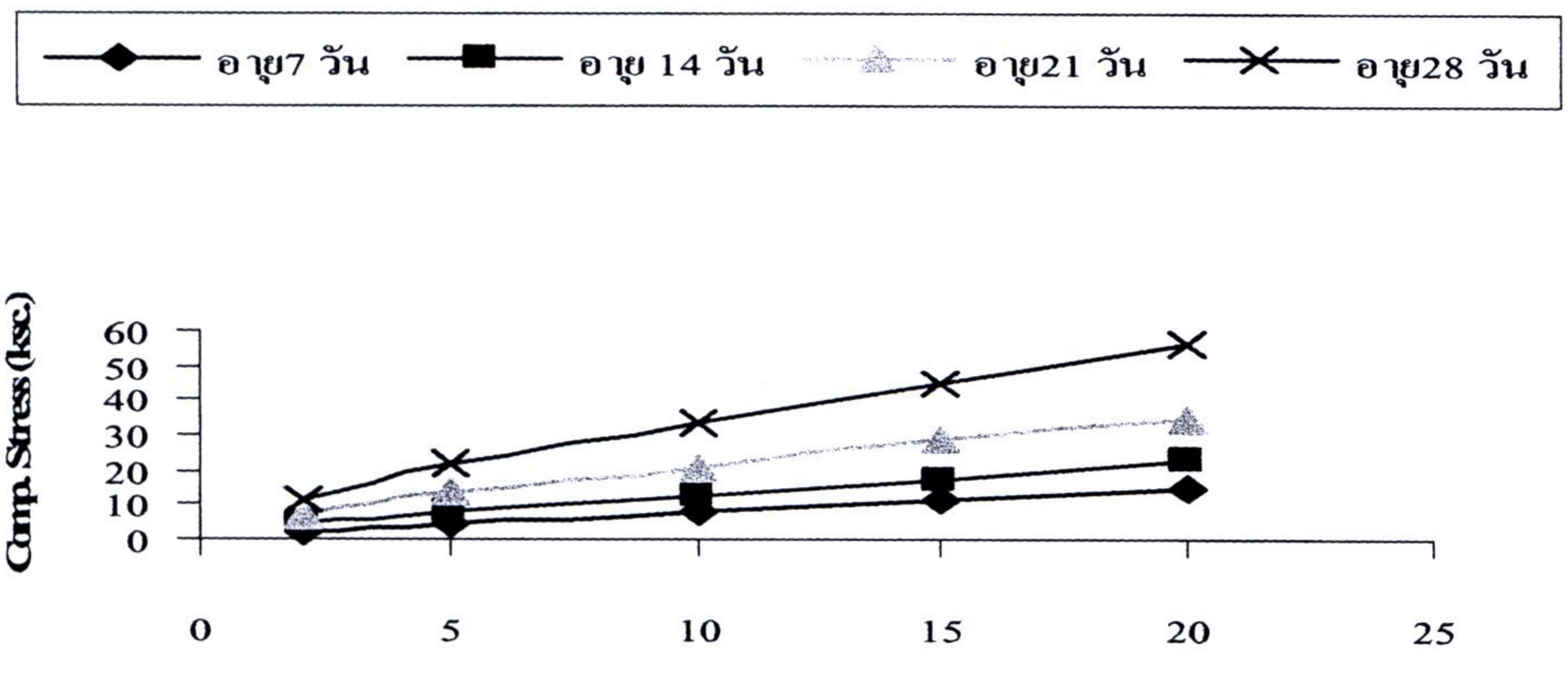
(ก) 1:0.5



(ข) 1:0.75

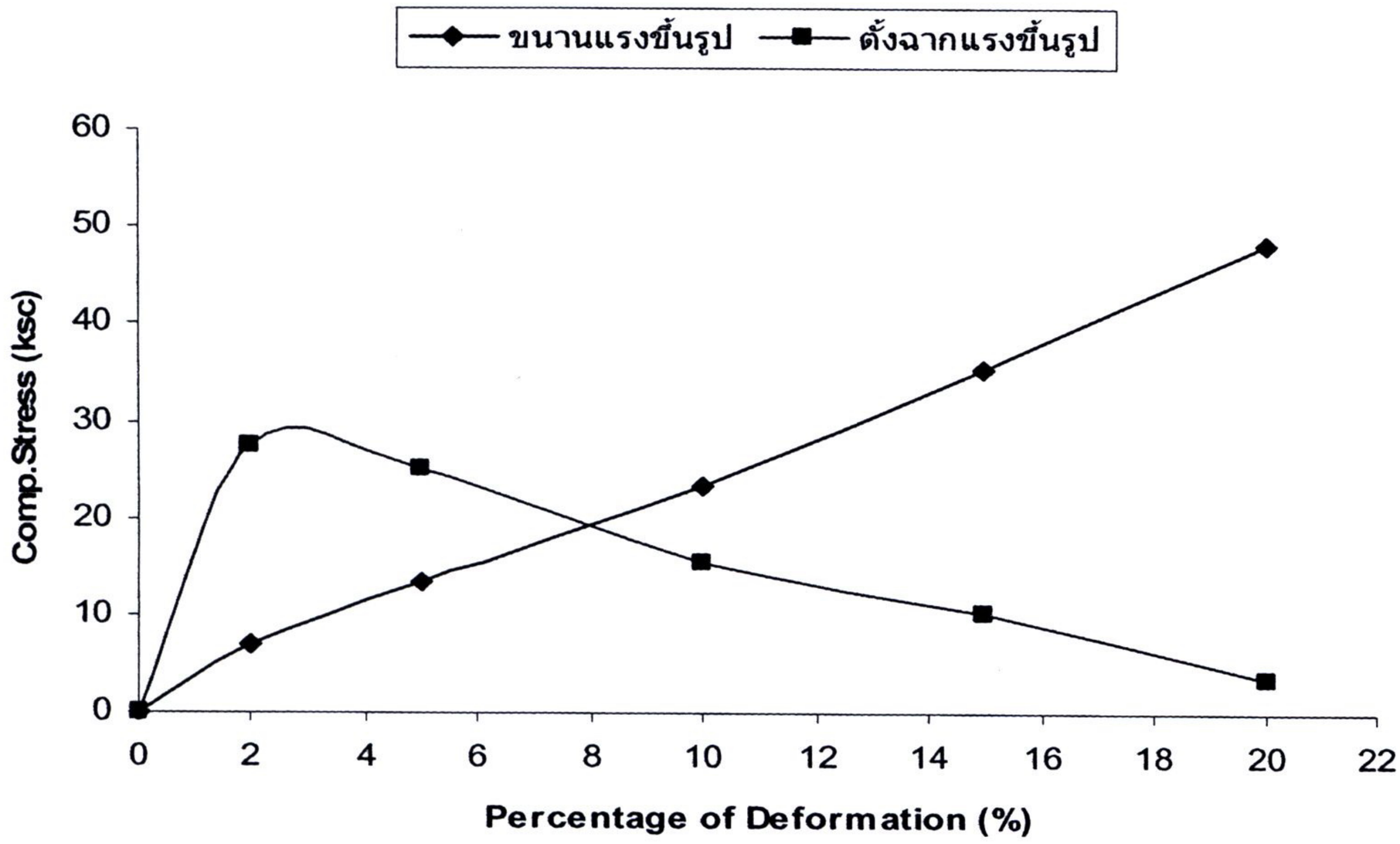
(ค) 1:1

(ง) 1:1.25



(จ) 1:1.5

รูปที่ 2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยกำลังอัดในแนวขนานกับแรงอัดขึ้นรูปกับระยะการยุบตัว (Deformation) ของตัวอย่างขนาด 10 x 10 x 10 เซนติเมตร ใช้แรงอัดขึ้นรูป 15 ksc. บ่มอุณหภูมิห้อง



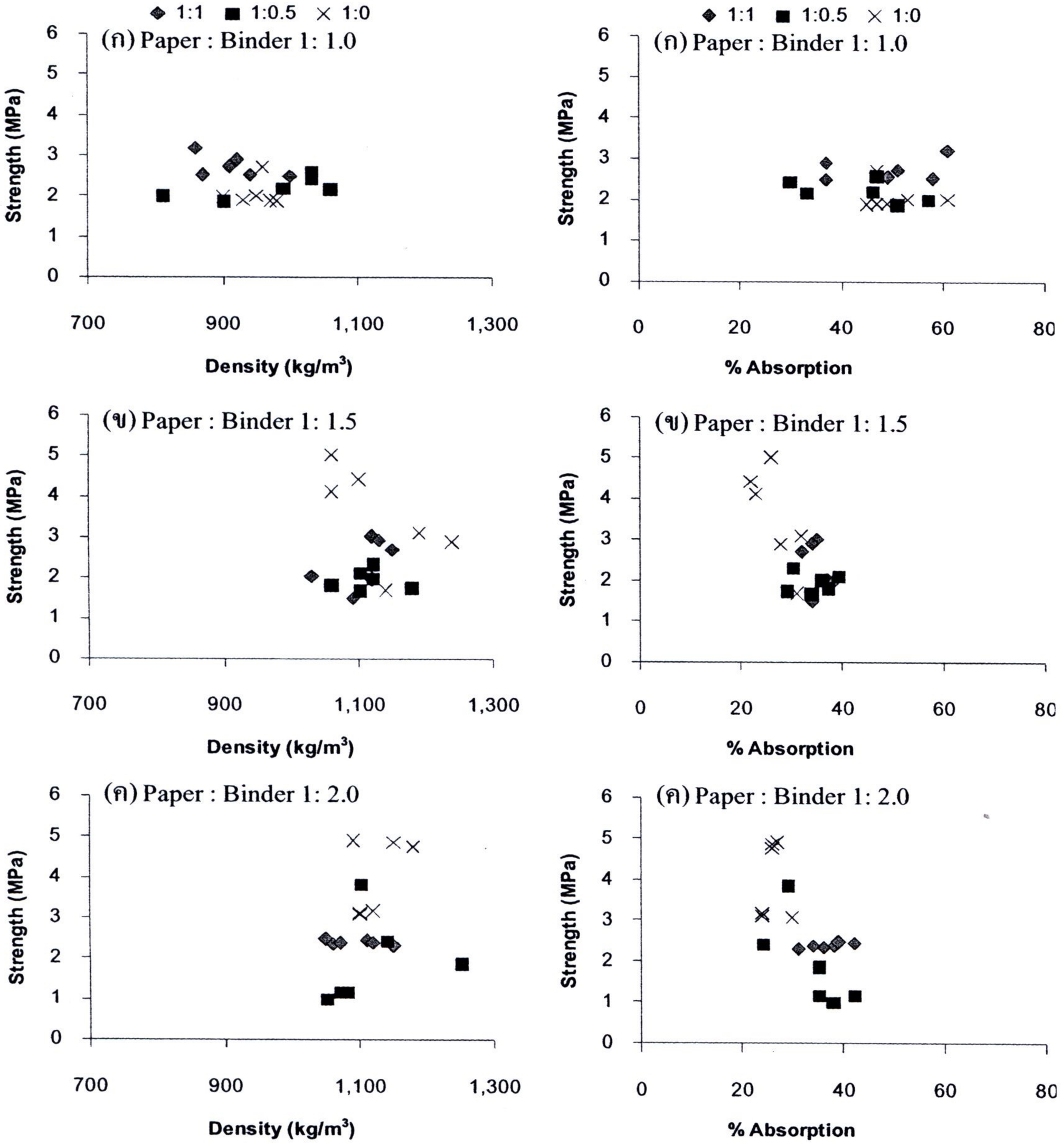
รูปที่ 2.4 การเปรียบเทียบหน่วยแรงอัด ขนานแรงขึ้นรูป กับหน่วยแรงอัดตั้งฉากแรงขึ้นรูปของตัวอย่างที่ใช้อัตราส่วนน้ำหนัก เยื่อกระดาษ : ซีเมนต์ = 1 : 1.25 ใช้แรงอัด 15 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ในการขึ้นรูป

ตารางที่ 2.2 ตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติอิฐซีเมนต์เยื่อกระดาษอัตราส่วน 1: 1.25 ที่ขึ้นรูปด้วยแรงอัด 15 ksc. กับอิฐทั่วไป

รายการวัสดุ	อิฐมอญ	Q-CON	มาตรฐาน มอก. 2505-2541 ชั้นคุณภาพ 4	อิฐซีเมนต์เยื่อกระดาษ
1. น้ำหนักวัสดุ.....(กก. / ตร.ม)	130	67	-	79.63
2. ความหนาแน่น.....(กก. / ลบ.ม)	-	670	800	796.33
3. จำนวนก้อนต่อตารางเมตร	135	8.33	-	10
4. ค่ากำลังรับแรงอัด (กก. / ตร.ซม)	30	76.6	50.97	27.6
5. ค่าความดูดซึมน้ำ % โดยปริมาตร	40%	30.23%	62.50%	55.02%
6. ราคาวัสดุ.....(บาท / ตร.ม)	95	167	-	110

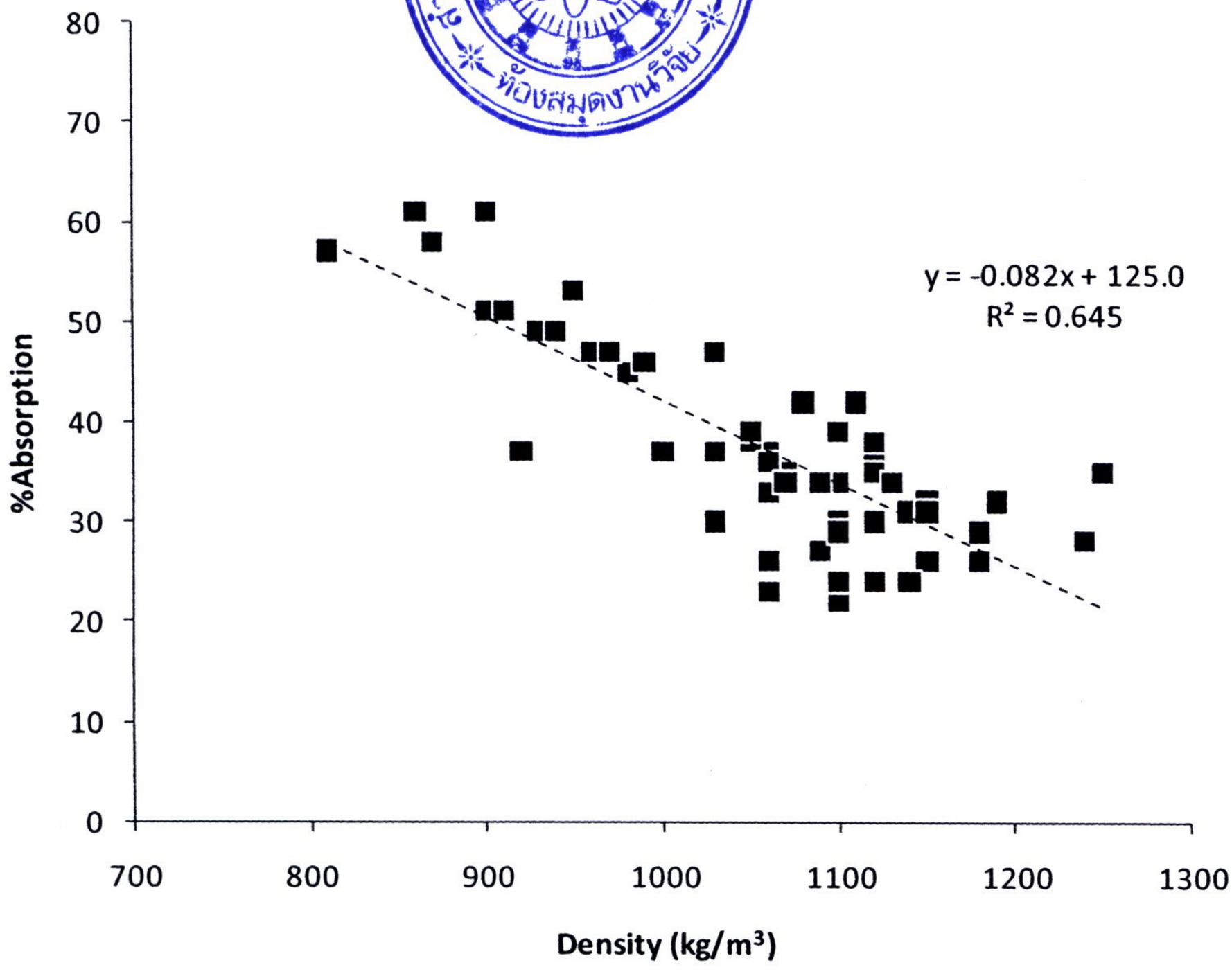
ทรงกรด อาจหาญ [10] ได้ทำการศึกษารอยแตกร้าวที่เกิดขึ้นจากฉาบปูนบนผนังอิฐซีเมนต์เยื่อกระดาษ ที่มีอัตราส่วนผสมกระดาษแตกต่างกัน ผนังก่ออิฐฉาบปูนที่ใช้ในการทดลองมีขนาด 100 x 100 x 100 ซม.จำนวน 9 ผนัง โดยทำการทดลองในที่เปิดที่มีอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 27 – 41 ^{o}C และความชื้นสัมพัทธ์อยู่ระหว่าง 33 – 70 % และใช้แรงลมจาก พัดลมตั้งพื้นเพื่อที่จะเร่งการระเหยของน้ำในปูนฉาบ ในการทดลองจะทำการบันทึกพื้นที่การแตกร้าวทุกๆ ชั่วโมง จนกระทั่งถึงชั่วโมงที่ 8 ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษานี้คือ (1) ชนิดของผนัง เป็นผนังอิฐซีเมนต์เยื่อกระดาษ (2) อัตราส่วนผสมในการขึ้นรูปอิฐซีเมนต์ คือ 1:0.5 1:1 และ 1:1.5 (3) เทคนิคในการเตรียมผนังก่อนทำการฉาบจากผลการศึกษาพบว่า อิฐซีเมนต์เยื่อกระดาษที่มีปริมาณเยื่อกระดาษน้อยกว่าปริมาณวัสดุประสานจะเกิดรอยแตกร้าวมากกว่าส่วนผสมอื่นๆ 1:1.5 และรองลงมาคือ 1:1และ 1:0.5 ตามลำดับ เทคนิคการเตรียมพื้นที่ก่อนทำการฉาบ พรมน้ำก่อนทำการฉาบ 1,500 มิลลิลิตรและใช้น้ำยาแทนปูนขาวมาผสมกับปูนฉาบในปริมาณ 2,000 มิลลิลิตร:ปูนซีเมนต์ 50 กิโลกรัม เป็นการควบคุมรอยแตกร้าวที่เกิดขึ้น บนผนังอิฐซีเมนต์เยื่อกระดาษ ได้เป็นอย่างดี

สุพล สมบูรณ์พร้อม [11] ได้ทำการศึกษาหาส่วนผสมที่เหมาะสมในการผลิตอิฐซีเมนต์เยื่อกระดาษ โดยนำเยื่อกระดาษนำไปผสมกับวัสดุประสาน (ปูน : ทราย)ในอัตราส่วนผสมของเยื่อกระดาษต่อวัสดุประสาน 1:1 1:1.5 และ 1.2 โดยอัตราส่วนผสมของวัสดุประสาน 1:0 1:0.5 1:1 โดยน้ำหนัก เพื่ออัดขึ้นรูปเป็นก้อนอิฐซีเมนต์ผสมทรายและเยื่อกระดาษ โดยใช้แรงขึ้นรูปขนาด 1 MPa และ 2 MPa ใส่ในบล็อกขนาด 10 x 10 x 10 เซนติเมตร สำหรับการศึกษาพฤติกรรมการรับกำลังรับแรงอัด ทำการทดสอบหาคุณสมบัติต่างๆ ผลการศึกษานี้อัตราส่วนกระดาษ : วัสดุประสาน 1 : 1.5 ที่มีอัตราส่วนวัสดุประสาน 1 : 0 แรงอัดขึ้นรูป 10 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร บ่มในอากาศ เหมาะที่จะนำมาทำอิฐซีเมนต์เยื่อกระดาษที่สุด ซึ่งมีค่าความหนาแน่น ค่าความต้านทานแรงอัดตั้งฉากกับแรงขึ้นรูป ค่าการดูดซึมจากผลการทดลองอิฐซีเมนต์เยื่อกระดาษที่ได้ ให้ผลดีในแง่ของค่าการดูดซึ่งน้ำซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐาน มอก. 2505-2541



รูปที่ 2.5 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัด (Strength) กับความหนาแน่น (Density) และกำลังรับแรงอัด (Strength) กับการดูดซึมน้ำ (Absorption) (บ่มในอากาศ) จำแนกตามอัตราส่วนผสมของ กระดาษ : วัสดุประสาน (Paper : Binder)

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย



รูปที่ 2.6 ความสัมพันธ์ระหว่างการดูดซึมน้ำ (Absorption) กับความหนาแน่น (Density) (บ่มในอากาศ)

เดชา นามสมบัติ [12] ได้ศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติในการป้องกันความร้อนระหว่างอิฐซีเมนต์เยื่อกระดาษกับอิฐบล็อกซีเมนต์ โดยการสร้างห้องทดลองขนาด 0.60 x 0.60 x 0.60 เมตร ขึ้นจำนวน 8 ห้องทดลองเพื่อจำลองผนังของบ้านพักอาศัย พื้นที่ภายในห้องทดลองมีปริมาตร 0.216 ลูกบาศก์เมตร ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วย 1) ประเภทของอิฐที่ใช้ก่อผนังห้องทดลอง ได้แก่ อิฐบล็อกซีเมนต์ อิฐซีเมนต์เยื่อกระดาษที่มีอัตราส่วนผสมของกระดาษ : ซีเมนต์ 1 : 0.5 1:1.0 และ 1:1.5 และ 2) การฉาบและไม่ฉาบผนังห้องทดลอง ภายในห้องทดลองมีการติดตั้งอุปกรณ์วัดอุณหภูมิ 3 ตำแหน่ง ทำการเก็บข้อมูลอุณหภูมิแวดล้อมภายนอกและอุณหภูมิภายในห้องทดลองพร้อม ๆ กันไป ทุก 2 ชั่วโมงตั้งแต่เวลา 06.00 ถึง 20.00น. เป็นเวลา 7 วัน ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า ช่วงเวลาที่อิฐชนิดต่างๆ มีประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนอยู่ระหว่างเวลา 08.00 น. ถึงเวลา 16.00 น. ผนังห้องทดลองที่ก่อด้วยอิฐต่างชนิดกันมีความสามารถในการป้องกันความร้อนต่างกัน โดยผนังที่ก่อด้วยอิฐบล็อกมีความสามารถในการป้องกันความร้อนดีกว่าอิฐซีเมนต์เยื่อกระดาษ เมื่อพิจารณาปริมาณกระดาษในส่วนผสมของอิฐซีเมนต์เยื่อกระดาษ พบว่า ความสามารถในการป้องกันความร้อนเพิ่มขึ้นตามปริมาณกระดาษที่เพิ่มขึ้น ส่วนการฉาบมีผลทำให้ความสามารถในการป้องกันความร้อนของอิฐทุกประเภทลดลง

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ห้องสมุดงานวิจัย
วันที่ 15 ต.ค. 2555
เลขทะเบียน 250303