

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย และสถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล

สำหรับวิธีการดำเนินการวิจัย และสถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูลนั้น สามารถแบ่งได้เป็นขั้นตอนต่างๆ ต่อไปนี้

3.1 แบบการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงออกแบบ ปฏิบัติการทดลอง ประดิษฐ์คิดค้น โดยทำการศึกษาผลของการใส่ยางพาราลงในคอนกรีตบล็อกและคอนกรีตมวลเบา เพื่อเป็นการพัฒนาสมบัติในด้านต่างๆ

3.2 การเตรียมวัสดุและอุปกรณ์

วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย แบ่งได้ออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของอิฐมวลเบา และส่วนของคอนกรีตบล็อก

3.2.1 การเตรียมวัสดุและอุปกรณ์ของคอนกรีตบล็อก

1) การเตรียมน้ำยางพาราโดยการผสมสารรักษาสภาพน้ำยาง (Preservative) ซึ่งในการวิจัยนี้เลือกใช้สารแอมโมเนียเหลวเข้มข้น 15% ในสัดส่วน 3% ของน้ำหนักยาง ซึ่งหาได้ง่ายและราคาไม่แพง [10]

2) การใช้น้ำยางพาราสดนั้น การคำนวณเพื่อแปรปริมาณจะอยู่บนฐานของค่า % TSC (Total Solid Content) เป็นหลัก ดังสมการที่ (1) เนื่องจากมีความสะดวกในการทดสอบมากกว่าค่า % DRC (Dry Rubber Content) [42]

$$\% \text{ TSC} = \{1 - [(W_1 - W_2) / (W_1)]\} \times 100 \quad \text{-----(1)}$$

เมื่อ %TSC คือ ร้อยละของสารที่เป็นของแข็งทั้งหมด

W_1 คือ น้ำหนักของยางธรรมชาติสดก่อนอบ (กรัม)

W_2 คือ น้ำหนักของยางธรรมชาติหลังอบ (กรัม)

3) ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1

4) ใช้ทรายแม่น้ำสะอาด ในสถานะอิ่มตัวผิวแห้ง

5) ใช้หินฝุ่นจากโรงไม้หิน ที่ตำบลหน้าพระลาน อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสระบุรี ในสถานะอิ่มตัวผิวแห้ง

6) ใช้แบบเหล็กขนาด $9 \times 19 \times 39$ เซนติเมตร

3.2.2 การเตรียมวัสดุและอุปกรณ์ของคอนกรีตมวลเบา-อบไอน้ำ

1) การเตรียมน้ำยางพาราโดยการผสมสารรักษาสภาพน้ำยาง (Preservative) ซึ่งในการวิจัยนี้เลือกใช้สารแอมโมเนียเหลวเข้มข้น 15% ในสัดส่วน 3% ของน้ำหนักยาง ซึ่งหาได้ง่ายและราคาไม่แพง [10] และใส่สารเพิ่มปริมาณฟองอากาศในน้ำยางพารา เพื่อเพิ่มคุณสมบัติด้านการเป็นฉนวนความร้อนมากขึ้น

2) การใช้ยางพาราสดนั้น การคำนวณเพื่อแปรปริมาณจะอยู่บนฐานของค่า % TSC (Total Solid Content) เป็นหลัก ดังสมการที่ (1) เนื่องจากมีความสะดวกในการทดสอบมากกว่าค่า % DRC (Dry Rubber Content) [42]

$$\% \text{ TSC} = \{1 - [(W_1 - W_2) / (W_1)]\} \times 100 \quad \text{-----}(2)$$

เมื่อ %TSC คือ ร้อยละของสารที่เป็นของแข็งทั้งหมด

W_1 คือ น้ำหนักของยางธรรมชาติสดก่อนอบ (กรัม)

W_2 คือ น้ำหนักของยางธรรมชาติหลังอบ (กรัม)

3) ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ตาม มอก. 15 เล่ม 1 [7]

4) ใช้ปูนขาวต้องเป็นไปตาม มอก. 319 [8]

5) มวลผสมต้องเป็นวัสดุซิกิกา หรือทรายควอตซ์ หรือตะกรันจากเตาถลุงแบบพ่นลม หรือเถ้าถ่านหิน หรือวัสดุอื่นใดที่ไม่มีสาร เช่น โคลน ผุ่น สารอินทรีย์ ในจำนวนที่อาจเป็นผลเสีย นำมาบดละเอียดโดยให้มีขนาดไม่ใหญ่กว่า 500 ไมโครเมตร

6) สารก่อฟองและสารผสมเพิ่ม ต้องเป็นวัสดุทำให้เกิดฟองอากาศมีเสถียรภาพ และคงเวลาแข็งตัว โดยต้องไม่ก่อให้เกิดผลเสียใดๆ ต่อคุณภาพของคอนกรีตมวลเบา

3.3 การเตรียมตัวอย่างทดสอบ

ตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบสมบัติทางกายภาพและทางกลของคอนกรีตบล็อกและคอนกรีตมวลเบาที่มียางพาราเป็นส่วนผสมนั้น สามารถสรุปได้ ดังนี้

3.3.1 การเตรียมตัวอย่างคอนกรีตบล็อก

1) ผสมคอนกรีตโดยใช้อัตราส่วน ซีเมนต์: ทราย: หินผุ่น เท่ากับ 1: 1: 7 โดยน้ำหนัก

2) ใช้ปริมาณน้ำต่อซีเมนต์ (W/C) = 0.40 และปริมาณโพลิเมอร์ต่อซีเมนต์ (P/C) = 0.10, 0.15, 0.20 และ 0.25 [10]

3) คอนกรีตต้องผสมสารลดแรงดึงผิวชนิดไม่มีประจุ (Nonionic Surfactants) ในปริมาณ 4% ของน้ำหนักซีเมนต์ที่ใช้เพื่อไม่ให้น้ำยางจับตัวกันเร็วเกินไป สารที่เลือกใช้คือ Lutensol® XL80 [10]

4) เลือกใช้วิธีการผสม โดยการผสมซีเมนต์กับทรายก่อน แล้วจึงใส่หินฟูน จากนั้นจึงใส่น้ำที่ผสมสารลดแรงตึงผิวแล้ว เมื่อคอนกรีตเข้ากันได้ดีแล้ว จึงใส่น้ำอย่างเป็นลำดับสุดท้าย

5) วัดความสามารถในการเทได้ของคอนกรีตโดยวัดค่าการยุบตัว ตามมาตรฐาน ASTM C143 [43]

6) ทำการเทหล่อคอนกรีตลงในแบบเหล็กที่เตรียมไว้ และบ่มความชื้นเป็นเวลา 7 วัน จากนั้นจึงบ่มแห้งในอากาศต่อ เป็นเวลา 3, 7, 14 และ 28 วัน โดยให้มีก้อนตัวอย่างคอนกรีตบล็อกอัตราส่วนละ 5 ก้อน

3.3.2 การเตรียมตัวอย่างคอนกรีตมวลเบา [22]

1) คอนกรีตมวลเบาต้องทำโดยผสม ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ปูนขาว และมวลผสม เข้าด้วยกันอย่างสม่ำเสมอ

2) ใส่น้ำที่ผสมสารลดแรงตึงผิวแล้วในปริมาณที่เหมาะสม

3) ใส่สารก่อฟอง สารผสมเพิ่ม และน้ำขางพารา ให้มีฟองอากาศกระจายอย่างสม่ำเสมอ

4) เทส่วนผสมทั้งหมดลงในแบบ นำไปบ่มจนแข็งพอที่จะแกะแบบ เพื่อทำการตัดตามขนาดที่ต้องการ

5) นำไปอบด้วยไอน้ำ เพื่อให้ได้ค่าความต้านทานแรงอัดตามที่กำหนดที่ความดันไม่ต่ำกว่า 1.0 เมกะพาสคัล และอุณหภูมิประมาณ 180 องศาเซลเซียส

หมายเหตุ - คอนกรีตต้องผสมสารลดแรงตึงผิวชนิดไม่มีประจุ (Nonionic Surfactants) ในปริมาณ 4% ของน้ำหนักซีเมนต์ที่ใช้เพื่อไม่ให้น้ำขางจับตัวกันเร็วเกินไป สารที่เลือกใช้คือ Lutensol® XL80 [10]

- ให้ตัดคอนกรีตมวลเบาในแนวที่ทำให้ด้านยาวขนานกับทิศทางการเคลื่อนที่ของฟองอากาศ

3.4 การทดสอบชิ้นวัสดุตัวอย่าง

เมื่อได้ชิ้นตัวอย่างตามต้องการแล้ว ให้ทำการทดสอบสมบัติทั้งกายภาพ และทางกล ตามที่สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรมกำหนด หรือก็คือ มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) โดยทดสอบทั้งคอนกรีตบล็อก และคอนกรีตมวลเบา

3.4.1 การทดสอบตัวอย่างคอนกรีตบล็อก

1) ทำการทดสอบหาความหนาแน่น ความชื้น และการดูดซึมน้ำของคอนกรีตบล็อกตามมาตรฐาน มอก. 109-2517 [44] โดยมีวิธีการทดสอบโดยย่อดังนี้

1.1) เลือกคอนกรีตบล็อกที่อยู่ในสภาพเรียบร้อย มาวัดขนาด และชั่งน้ำหนักให้ละเอียด

1.2) นำคอนกรีตบล็อกตัวอย่างเข้าเตาอบที่อุณหภูมิ 110 ± 5 องศาเซลเซียส ไม่น้อยกว่า 48 ชั่วโมง แล้วปล่อยให้เย็นที่อุณหภูมิห้องไม่น้อยกว่า 4 ชั่วโมง

1.3) นำคอนกรีตบล็อกตัวอย่างซึ่งน้ำหนักให้ละเอียด และถือว่าเป็นตัวอย่างคอนกรีต
บล็อกแห้ง

1.4) นำคอนกรีตบล็อกตัวอย่างที่ซังแล้วไปแช่ลงในน้ำกลั่นจนท่วมเป็นเวลา 1/2 ชั่วโมง
ยกคอนกรีตบล็อกออกใช้ผ้าเปียกซับน้ำบนผิวให้แห้งแล้วนำไปซังใหม่ให้เสร็จภายในเวลา 3 นาที

1.5) นำคอนกรีตบล็อกตัวอย่างที่ซังแล้วตามข้อ 3 ไปแช่ในน้ำกลั่นต่ออีกจนครบ 24
ชั่วโมง แล้วปฏิบัติเช่นเดียวกับข้อ 3. โดยให้ถือว่าตัวอย่างที่แช่น้ำแล้วนี้เป็นตัวอย่างที่ดูดซึมน้ำแล้ว

2) ทำการทดสอบกำลังอัดของคอนกรีตบล็อกตามมาตรฐาน ASTM C 62-69 [45] โดยมีวิธีการ
ทดสอบโดยย่อดังนี้

2.1) วัดขนาดมิติต่างๆ ของตัวอย่างให้ละเอียดถึง 0.1 ซม. โดยแบ่งการทดสอบประเภท
ละ 2 ตัวอย่าง

2.2) จัดวางตัวอย่างคอนกรีตบล็อกเข้าสู่เครื่องมือทดสอบให้อยู่ในตำแหน่งที่ต้องการ
ทดสอบ (กรณีที่น่าคอนกรีตบล็อกด้านไม่เรียบมารับแรงอัด ต้องฉาบผิวให้เรียบก่อนด้วยปูนปลาสเตอร์
แล้วนำเหล็กที่มีความหนาพอประมาณวางทับด้านบนอีกชั้นหนึ่ง)

2.3) ให้น้ำหนักจนผิวหน้าหัวกดสัมผัสกับ Cover plate พอดี ปรับเพิ่มน้ำหนักให้อ่านค่า
ศูนย์

2.4) เริ่มทำการทดสอบโดยให้อัตราเร็วของหัวกดไม่เกิน 1,000 kg/mm หรือ 0.6
mm/min ให้น้ำหนักกระทำต่อเนื่องจนคอนกรีตบล็อกแตก

2.5) อ่านค่าน้ำหนักที่กระทำสูงสุด ทำการบันทึกค่า พร้อมทั้งวาดรูปลักษณะการ
แตกหักของชิ้นคอนกรีตบล็อกตัวอย่าง

2.6) ทำซ้ำขั้นตอนที่ 1-5 กับชิ้นคอนกรีตบล็อกตัวอย่างที่เหลือ โดยทดสอบทั้งแบบ
Edge-wise และ แบบ Flat-wise ตามที่ได้กำหนดไว้

3) ทำการทดสอบกำลังค้ำของคอนกรีตบล็อกตามมาตรฐาน ASTM C 62-69 [45] โดยมีวิธีการ
ทดสอบโดยย่อดังนี้

3.1) แบ่งคอนกรีตบล็อกตัวอย่าง เพื่อทำการทดสอบด้านแบน (Flat-wise) และด้าน
ขอบ (Edge-wise) อย่างละ 2 ก้อน

3.2) ทำเครื่องหมายที่คอนกรีตบล็อกตัวอย่าง วัดขนาดมิติต่างๆ ให้ละเอียด แล้วชั่ง
น้ำหนักโดยอ่านให้ละเอียดถึง 0.5 กรัม

3.3) ตั้งฐานรองรับใช้ Span length 150 มม. แล้ววางตัวอย่างคอนกรีตบล็อกทดสอบ
ด้านแบน

3.4) ให้น้ำหนักกระทำตรงกึ่งกลาง Span length พอดี ปรับเพิ่มน้ำหนักที่หน้าปัดให้มี
ที่ศูนย์

3.5) เริ่มให้น้ำหนักกระทำอย่างสม่ำเสมอ ในอัตราไม่เกิน 10,000 N/min หรือใช้ความเร็วไม่เกิน 1.0 mm/min

3.6) ให้น้ำหนักกระทำจนกระทั่งคอนกรีตบล็อกหัก แล้วบันทึกค่าแรงกระทำสูงสุด

4) ทำการทดสอบการหดตัวแบบแห้งของคอนกรีตบล็อกตามมาตรฐาน มอก. 110-2517 [46] โดยมีวิธีการทดสอบดังนี้

4.1) แช่ก้อนตัวอย่างที่จะหาการหดแห้งในน้ำที่อุณหภูมิ 23.0 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

4.2) วัดความยาวเบื้องต้นของก้อนตัวอย่างเพื่อทดสอบให้อ่านความยาวเบื้องต้นของก้อนตัวอย่างในลักษณะที่อมน้ำ โดยให้ก้อนตัวอย่างวางอยู่ในถังน้ำ ให้แนวเส้นสำหรับวัดอยู่ในระดับเดียวกับผิวน้ำโดยประมาณ ทั้งนี้เพื่อหลีกเลี่ยงความผิดพลาดเนื่องจากการที่ก้อนตัวอย่างเย็นลงเพราะการระเหย การอ่านความยาวของก้อนตัวอย่างเพื่อทดสอบจะต้องทำพร้อมกับการอ่านความยาวของแท่งมาตรฐาน

4.3) หาน้ำหนักอมน้ำผิวแห้งของก้อนตัวอย่างเพื่อทดสอบสภาพอมน้ำผิวแห้งได้โดยการระบายน้ำจากก้อนตัวอย่างเป็นเวลา 1 นาที บนตะแกรงตา 9 มิลลิเมตร หรือใหญ่กว่า และซับน้ำที่ติดตามผิวหน้าด้วยผ้าหมาด

4.4) เก็บก้อนตัวอย่างเพื่อทดสอบในตู้อบแห้ง เพื่ออบให้แห้ง ในบางกรณีมีข้อยกเว้น โดยยอมให้ทำก้อนตัวอย่างให้ผิวแห้งด้วยอากาศภายในห้องทดลองก่อนนำเข้าตู้อบ เพื่อให้แน่ใจว่าการอบแห้งเป็นไปอย่างสม่ำเสมอควรหมุนเวียนก้อนตัวอย่างแต่ละก้อนไปอยู่ตามตำแหน่งต่างๆ ในตู้อบแห้งทุกครั้งที่ทำกรอ่าน

4.5) เมื่อทำการอบแห้งครบห้าวัน รวมช่วงเวลากำหนดทำให้แห้งในอากาศระยะแรกถึง 48 ชั่วโมง จึงนำตัวอย่างทดสอบการหดแห้งออกจากตู้อบ และทำให้เย็นลงถึง 23.0 ± 1 องศาเซลเซียส หลังจากเย็นลงแล้ววัดความยาว ชั่งน้ำหนักของก้อนตัวอย่าง และอ่านความยาวแท่งมาตรฐานด้วย

4.6) นำก้อนตัวอย่างเพื่อทดสอบกลับเข้าตู้อบแห้ง เพื่อทำการอบแห้งในรอบที่สอง ช่วงเวลาการอบแห้งสำหรับรอบที่สองและรอบต่อไป เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ต่อจากการอบแห้งในรอบที่สอง ทำให้เย็นซ้ำอีก อ่านความยาวและวัดน้ำหนักดังกล่าวในข้อ 5.

4.7) อบแห้งเป็นเวลา 48 ชั่วโมง ในตู้อบต่อไป แล้วอ่านความยาวและวัดน้ำหนัก หลังจากทำให้เย็นภายใต้ภาวะที่กำหนด จนกระทั่งถึงภาวะสมดุลของการหดตัวของก้อนตัวอย่าง ภาวะสมดุลเกิดเมื่อผลเฉลี่ยความยาวของก้อนตัวอย่างที่เปลี่ยนเท่ากับร้อยละ 0.002 หรือ ต่ำกว่าในช่วงเวลาการอบแห้ง 6 วัน และเมื่อการสูญเสียน้ำหนักเฉลี่ยใน 48 ชั่วโมง ของการอบแห้งเป็น ร้อยละ 0.2 หรือ ต่ำกว่า เมื่อเทียบกับน้ำหนักที่หาได้ในครั้งสุดท้าย

5) ทำการทดสอบการเป็นฉนวนกันความร้อน [47] โดยมีวิธีการทดสอบโดยย่อดังนี้

5.1) จัดเตรียมหน่วยทดลอง (Test unit) รูปทรงลูกบาศก์ ภายในมีขนาด $0.50 \times 0.50 \times 0.50$ ลูกบาศก์เมตร ทำด้วยโพลีสไตรีนโฟม ความหนาแน่น 1.25 ปอนด์ต่อลูกบาศก์ หนา 4 นิ้ว ($R=16$) ห้าด้าน

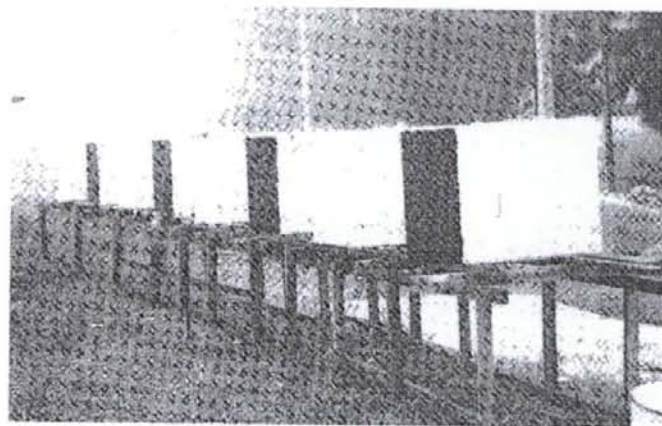
5.2) ใช้ผนังคอนกรีตบล็อกติดตั้งที่ด้านหนึ่งของหน่วยทดลอง (รูปที่ 3.1)

5.3) ติดตั้งเครื่องมือ Data logger สำหรับใช้เก็บค่าอุณหภูมิต่างๆ โดยต่อสายวัดจากเครื่องมือติดกับผนังคอนกรีตบล็อก

5.4) ตั้งหน่วยทดลองที่มีผนังคอนกรีตบล็อกติดอยู่ไว้กลางแจ้ง (รูปที่ 3.2 และรูปที่ 3.3)

5.5) ทำการวัดค่าอุณหภูมิจากเครื่องมือ Data logger (รูปที่ 3.4) ทั้งกลางวันและกลางคืน

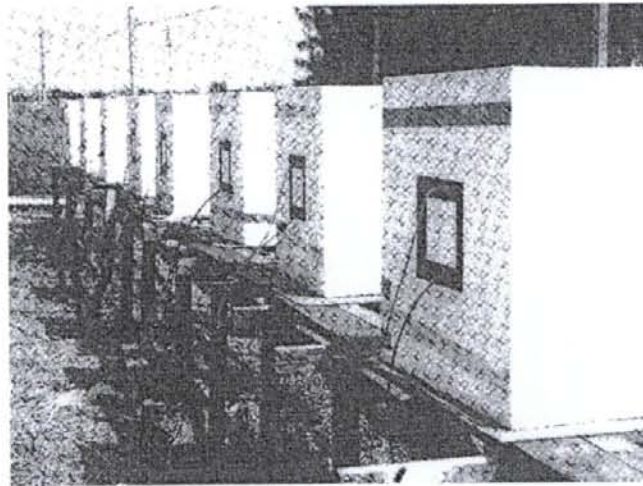
5.6) เปรียบเทียบค่าความเป็นจนวนความร้อนระหว่างคอนกรีตบล็อกปกติและคอนกรีตบล็อกผสมน้ำยางพารา



รูปที่ 3.1 ติดตั้งผนังคอนกรีตบล็อกที่ด้านหนึ่งของหน่วยทดลอง [47]



รูปที่ 3.2 ตั้งหน่วยทดลองไว้กลางแจ้ง [47]



รูปที่ 3.3 ต่อสายเครื่องมือ Data logger กับผนังคอนกรีตบล็อกที่ติดกับหน่วยทดลอง [47]



รูปที่ 3.4 เครื่องมือ Data logger สำหรับใช้เก็บค่าอุณหภูมิ [47]

3.4.2 การทดสอบตัวอย่างคอนกรีตมวลเบา

1) ทำการทดสอบหาความหนาแน่นเชิงปริมาตรของคอนกรีตมวลเบาตามมาตรฐาน มอก. 1505-2541 [22] โดยมีวิธีการทดสอบโดยย่อดังนี้

1.1) ตัดชิ้นทดสอบที่กึ่งกลางความยาวของตัวอย่างให้มีขนาด 100 มิลลิเมตร × 100 มิลลิเมตร × 100 มิลลิเมตร โดยมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน ± 1 มิลลิเมตร กรณีชิ้นทดสอบมีความหนาน้อยกว่าค่าที่กำหนดให้อนุญาตให้ใช้รูปทรงลูกบาศก์ที่มีมิติเท่ากับความหนา

1.2) นำตัวอย่างคอนกรีตเข้าเตาอบที่อุณหภูมิ 105 ± 5 องศาเซลเซียส ไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง แล้วปล่อยให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง

1.3) นำตัวอย่างคอนกรีตมวลเบามาทำการวัดปริมาตรและมวลให้ละเอียด

1.4) รายงานค่าความหนาแน่นเชิงปริมาตรในสภาพแห้งของชั้นทดสอบแต่ละค่าและค่าเฉลี่ย จากสมการที่ 2

$$\text{ค่าความหนาแน่นเชิงปริมาตรในสภาพแห้ง} = \frac{\text{มวลของชั้นทดสอบหลังอบในตู้อบ}}{\text{ปริมาตรของชั้นทดสอบ}} \text{ ----(3)}$$

2) ทำการทดสอบกำลังอัดของคอนกรีตมวลเบาตามมาตรฐาน มอก. 1505-2541 [22] โดยมีวิธีการทดสอบโดยย่อดังนี้

2.1) ตัดชั้นทดสอบที่ตำแหน่ง ตอนบน ตอนกลาง และตอนล่างของคอนกรีตมวลเบาให้มีขนาด 100 มิลลิเมตร × 100 มิลลิเมตร × 100 มิลลิเมตร โดยมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน ± 1 มิลลิเมตร

2.2) ทำเครื่องหมายแสดงด้านยาวของตัวอย่างทำการทดสอบเมื่อชั้นทดสอบมีปริมาตรความชื้นร้อยละ 10 ± ร้อยละ 2

2.3) กรณีชั้นทดสอบมีความชื้นมากกว่าที่กำหนด ให้อบชั้นทดสอบในตู้อบที่มีอุณหภูมิไม่เกิน 75 องศาเซลเซียส จนได้ความชื้นตามที่ต้องการ

2.4) กรณีชั้นทดสอบมีความหนาน้อยกว่าค่าที่กำหนด ให้อนุโลมใช้รูปทรงลูกบาศก์ที่มีมิติเท่ากับความหนา

2.5) กดชั้นทดสอบด้วยวิธีตามที่ระบุใน มอก. 109 โดยใช้อัตราเพิ่มแรงอัดตามตารางที่ 3.1 ในแนวดิ่งฉากกับด้านยาวของชั้นตัวอย่าง จนได้ค่าแรงอัดสูงสุดเมื่อชั้นทดสอบแตกเสียหาย

2.6) วัดปริมาณความชื้นของชั้นทดสอบ

2.7) รายงานผลปริมาณความชื้น และค่าความต้านทานแรงอัดของชั้นทดสอบแต่ละค่าและค่าเฉลี่ย

ตารางที่ 3.1 อัตราเพิ่มแรงอัดตัวอย่างคอนกรีตมวลเบา [22]

ชั้นคุณภาพ	อัตราเพิ่มแรงอัด นิวตันต่อตารางมิลลิเมตรต่อวินาที
2	0.05
4	0.10
6	0.15
8	0.20

3) ทำการทดสอบกำลังค้ำของคอนกรีตมวลเบาตามมาตรฐาน ASTM C 62-69 [45] โดยมีวิธีการทดสอบโดยย่อดังนี้

3.1) แบ่งคอนกรีตมวลเบาตัวอย่าง เพื่อทำการทดสอบด้านแบน (Flat-wise) และด้านขอบ (Edge-wise) อย่างละ 2 ก้อน

3.2) ทำเครื่องหมายที่คอนกรีตมวลเบาตัวอย่าง วัดขนาดมิติต่างๆ ให้ละเอียด แล้วชั่งน้ำหนักโดยอ่านให้ละเอียดถึง 0.5 กรัม

3.3) ตั้งฐานรองรับใช้ Span length 150 มม. แล้ววางตัวอย่างคอนกรีตมวลเบาทดสอบด้านแบน

3.4) ให้น้ำหนักกระทำตรงกึ่งกลาง Span length พอดี ปรับเพิ่มน้ำหนักที่หน้าปัทม์ให้ซึ่งที่ศูนย์

3.5) เริ่มให้น้ำหนักกระทำอย่างสม่ำเสมอ ในอัตราไม่เกิน 10,000 N/min หรือใช้ความเร็วไม่เกิน 1.0 mm/min

3.6) ให้น้ำหนักกระทำจนกระทั่งคอนกรีตมวลเบาหัก แล้วบันทึกค่าแรงกระทำสูงสุด

4) ทำการทดสอบอัตราการเปลี่ยนแปลงความยาวของคอนกรีตมวลเบาตามมาตรฐาน มอก. 1505-2541 [22] โดยมีวิธีการทดสอบโดยย่อดังนี้

4.1) ตัดชิ้นทดสอบที่กึ่งกลางความยาวของตัวอย่างให้มีขนาด 40 มิลลิเมตร × 40 มิลลิเมตร × 160 มิลลิเมตร โดยมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน ± 1 มิลลิเมตร และให้ด้านยาวของชิ้นทดสอบขนานกับด้านยาวของตัวอย่าง

4.2) นำชิ้นทดสอบเข้าอบในตู้อบเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง จากนั้นทิ้งให้เย็น ชั่งมวลและวัดความยาวของชิ้นทดสอบถือเป็นมวลในสภาพแห้ง คำนวณหาค่ามวลที่ปริมาณความชื้นร้อยละ 40

4.3) นำชิ้นทดสอบไปแช่ในอ่างน้ำ โดยผิวบนของชิ้นทดสอบอยู่ต่ำกว่าผิวน้ำ 3 เซนติเมตร เป็นเวลา 3 วัน

4.4) เก็บรักษาที่ห้องหรือภาชนะปิด ชั่งมวลและวัดความยาวทุกวัน จนมวลของชิ้นทดสอบมีค่าต่ำกว่าค่ามวลที่ปริมาณความชื้นร้อยละ 40 ซึ่งคำนวณได้จากข้อ 2.

4.5) วัดความยาวและชั่งมวลของชิ้นทดสอบทุก 3 วัน จนความยาวเข้าสู่สภาพสมดุล โดยชิ้นทดสอบมีการเปลี่ยนแปลงความยาวน้อยกว่าร้อยละ 0.003 ต่อ 3 วัน

4.6) รายงานอัตราการเปลี่ยนแปลงความยาวจากสูตร

$$\text{อัตราการเปลี่ยนแปลงความยาวร้อยละ (R)} = \frac{(L_1 - L_2)}{L_1} \times 100 \quad \text{-----(4)}$$

- เมื่อ L_1 คือ ความยาวของชั้นทดสอบที่ปริมาณความชื้นร้อยละ 40 เป็น ม.ม.
 L_2 คือ ความยาวของชั้นทดสอบเมื่อเข้าสู่สภาพสมดุล เป็น ม.ม.

หมายเหตุ ความยาวของชั้นทดสอบที่ปริมาณความชื้นร้อยละ 40หาโดยการประมาณค่าจากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นกับความยาวที่ได้จากการทดสอบข้อ 2. และข้อ 4.

5) ทำการทดสอบอัตราการดูดกลืนน้ำของคอนกรีตมวลเบาตามมาตรฐาน มอก. 1505-2541 [14] โดยมีวิธีการทดสอบโดยย่อดังนี้

5.1) ตัดชั้นทดสอบที่กึ่งกลางความยาวของตัวอย่างให้มีขนาด 100 มิลลิเมตร $\times$ 100 มิลลิเมตร $\times$ 100 มิลลิเมตร โดยมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน ± 1 มิลลิเมตร กรณีชั้นทดสอบมีความหนาน้อยกว่าค่าที่กำหนดให้อนุโลมใช้รูปทรงลูกบาศก์ที่มีมิติเท่ากับความหนา

5.2) อบชั้นทดสอบในตู้อบให้แห้งจนได้น้ำหนักคงที่ เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ± 5 องศาเซลเซียส ปล่อยให้เย็นที่อุณหภูมิห้องไม่น้อยกว่า 4 ชั่วโมง

5.3) ทำการวัดมวลและมิติของแต่ละก้อน แล้วบันทึกค่าที่ได้

5.4) แช่ชั้นทดสอบในน้ำสะอาดให้ท่วมเป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วยกออก ใช้ผ้าชุบน้ำเช็ดที่ผิวที่ละก้อน แล้วชั่งใหม่ให้เสร็จภายใน 3 นาที น้ำหนักที่ชั่งได้นี้ถือเป็นน้ำหนักคอนกรีตมวลเบาที่ดูดกลืนน้ำ

5.5) กรณีตัวอย่างไม่ผ่านการทดสอบ ให้ทำการทดสอบซ้ำใหม่ โดยใช้ตัวอย่างเดิมกับน้ำกลั่นอีก 1 ครั้ง

5.6) รายงานค่าเฉลี่ยการดูดกลืนน้ำของคอนกรีตมวลเบา โดยคำนวณจากสัดส่วนน้ำหนักของน้ำที่ดูดกลืนต่อปริมาตรชั้นทดสอบซึ่งคำนวณจากมิติ

6) ทำการทดสอบการเป็นฉนวนกันความร้อน [47] โดยมีวิธีการทดสอบโดยย่อดังนี้

6.1) จัดเตรียมหน่วยทดลอง (Test unit) รูปทรงลูกบาศก์ ภายในมีขนาด $0.50 \times 0.50 \times 0.50$ ลูกบาศก์เมตร ทำด้วยโพลีสไตรีนโฟม ความหนาแน่น 1.25 ปอนด์ต่อลูกบาศก์ หนา 4 นิ้ว ($R=16$) ห้าด้าน

6.2) ใช้ผนังคอนกรีตมวลเบาดัดตั้งที่ด้านหนึ่งของหน่วยทดลอง

6.3) ติดตั้งเครื่องมือ Data logger สำหรับใช้เก็บค่าอุณหภูมิต่างๆ โดยต่อสายวัดจากเครื่องมือติดกับผนังคอนกรีตมวลเบา

6.4) ตั้งหน่วยทดลองที่มีผนังคอนกรีตมวลเบาดัดอยู่ไว้กลางแจ้ง

6.5) ทำการวัดค่าอุณหภูมิจากเครื่องมือ Data logger ทั้งกลางวันและกลางคืน

6.6) เปรียบเทียบค่าความเป็นฉนวนความร้อนระหว่างคอนกรีตมวลเบาปกติและคอนกรีตมวลเบาผสมน้ำยางพารา

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบ

เมื่อทำการทดสอบสมบัติทางกายภาพและทางกลของชิ้นตัวอย่างที่หล่อขึ้นแล้ว จากนั้นจึงนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการวิเคราะห์เป็นผลที่เกิดขึ้นภายหลังจากการผสมน้ำยาง โดยแบ่งตามชนิดของวัสดุได้ ดังต่อไปนี้

3.5.1 การวิเคราะห์ข้อมูลทดสอบคอนกรีตบล็อก

1) ทำการเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าต่างๆ ที่ได้จากการทดสอบ เช่น ระยะเวลาการบ่มคอนกรีตบล็อก, กำลังอัดและคัดของคอนกรีตบล็อก, ปริมาณอัตราส่วนของค่า P/C และ W/C ที่ใช้ในการผสม, อัตราการดูดซึมน้ำของคอนกรีตบล็อก, การเป็นฉนวนความร้อน ฯลฯ

2) วิเคราะห์ เปรียบเทียบระหว่างค่าสมบัติต่างๆ ที่ได้จากการทดสอบคอนกรีตบล็อกผสมยางพารากับคอนกรีตบล็อกปกติทั่วไป เช่น ค่าความต้านทานแรงอัด ค่าความชื้น เป็นต้น

ตารางที่ 3.2 ความต้านทานแรงอัดของคอนกรีตบล็อกตามมาตรฐาน มอก. [24]

ความต้านทานแรงอัดต่ำสุด, เมกะพาสคัล (เฉลี่ยจากพื้นที่รวม)	
เฉลี่ยจากคอนกรีตบล็อก 5 ก้อน	คอนกรีตบล็อกแต่ละก้อน
2.5	2.0

ตารางที่ 3.3 ความชื้น (เฉพาะคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักประเภทควบคุมความชื้น) [24]

การทดสอบทางยาว ร้อยละ	ความชื้น สูงสุด ร้อยละของการดูดกลืนน้ำทั้งหมด (เฉลี่ยจากคอนกรีตบล็อก 5 ก้อน)		
	ความชื้นสัมพัทธ์รายปีเฉลี่ย ร้อยละ		
	น้อยกว่า 50	50 ถึง 75	มากกว่า 75
0.03 และน้อยกว่า	35	40	45
มากกว่า 0.03 ถึง 0.045	30	35	40
มากกว่า 0.045	25	30	35

3) วิเคราะห์ปัญหา สาเหตุ การแก้ไข และข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับการทดสอบในครั้งต่อไป

3.5.2 การวิเคราะห์ข้อมูลทดสอบคอนกรีตมวลเบา

1) โดยการเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าต่างๆ ที่ได้จากการทดสอบ เช่น ระยะเวลาการบ่มคอนกรีตมวลเบา, ความหนาแน่นเชิงปริมาตร, กำลังอัดและคัดของคอนกรีตมวลเบา, อัตราการดูดกลืนน้ำของคอนกรีตมวลเบา, การเป็นฉนวนความร้อน ฯลฯ

2) วิเคราะห์ เปรียบเทียบระหว่างค่าสมบัติต่างๆ ที่ได้จากการทดสอบคอนกรีตมวลเบาผสมยางพารากับคอนกรีตมวลเบาปกติทั่วไป เช่น ค่าความต้านทานแรงอัด ค่าการดูดกลืนน้ำ เป็นต้น อีกทั้งทำการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ เมื่อนำคอนกรีตมวลเบาผสมยางพาราไปใช้งานจริง

3) วิเคราะห์ปัญหา สาเหตุ การแก้ไข และข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับการทดสอบในครั้งต่อไป