บทที่ 4

ผลการทดสอบและการวิเคราะห์ผล

การดำเนินงานวิจัยการศึกษาคอนกรีตบล็อกมวลเบาหรืออิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบเสริมแผ่นยางพารา ได้ทำการวิจัยโดยแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ หลัก ๆ ด้วยกันคือ ส่วนที่ 1 การทดสอบสมบัติของอิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบเพื่อเลือกอัตราส่วนที่เหมาะสม และส่วนที่ 2 คือ นำอัตราส่วนที่เหมาะสมในส่วนที่ 1 มาทำการทดสอบเปรียบเทียบสมบัติต่าง ๆ ระหว่างอิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบปกติ คือ อิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบที่ไม่เสริมแผ่นยางพาราและอิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบที่เสริมแผ่นยางพารา

4.1 ผลการทดสอบสมบัติเบื้องต้นของอิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบ

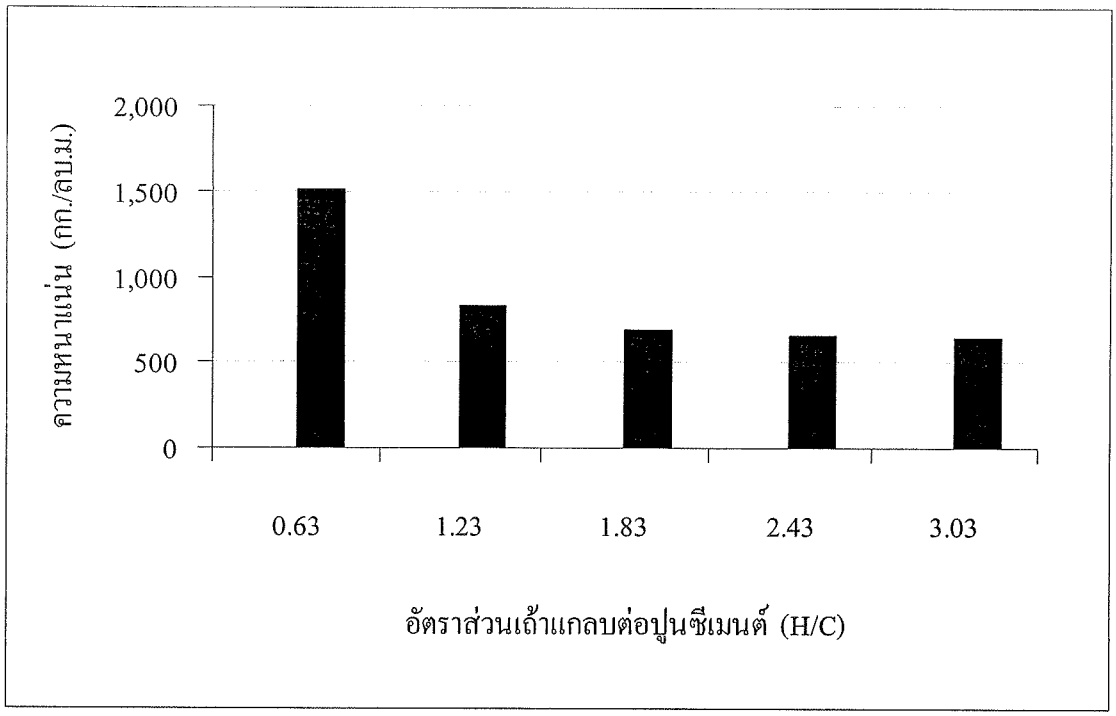
จากการดำเนินงานทดสอบตัวอย่างอิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบ เพื่อทำการเลือกอัตราส่วนที่เหมาะสมในการนำไปขึ้นรูปเป็นตัวอย่างของอิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบเสริมแผ่นยางพารา โดยทำการทดสอบความหนาแน่น การดูดซึมน้ำ การเปลี่ยนแปลงความยาว และความต้านทานแรงอัด ตาม มอก.58-2530 คอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก ได้ผลการทดสอบดังต่อไปนี้

4.1.1 ผลการทดสอบความหนาแน่นของอิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบ

จากการทดสอบความหนาแน่นของอิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบ สามารถสรุปเป็นผลการทดสอบได้ ดังตารางที่ 4.1 และ รูปที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ความหนาแน่นของอิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบอัตราส่วนต่างๆ

อัตราส่วนการผสม (ปูนซีเมนต์ : ทราย : น้ำ : แกลบ)	ความหนาแน่น (กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)
1 : 0.5 : 1 : 0.63	1,506
1 : 0.5 : 1 : 1.23	829
1 : 0.5 : 1 : 1.83	690
1 : 0.5 : 1 : 2.43	653
1 : 0.5 : 1 : 3.03	642



รูปที่ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นกับอัตราส่วนเถ้าแกลบต่อปูนซีเมนต์ ที่อายุ 28 วัน

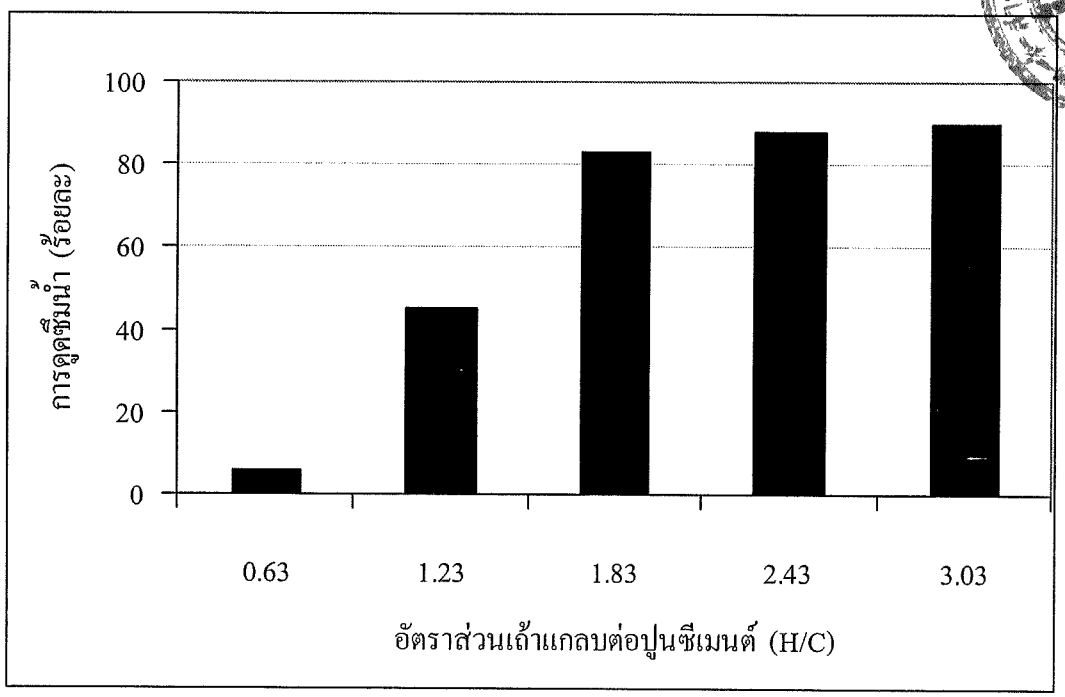
จากตารางที่ 4.1 และ รูปที่ 4.1 พบว่า การใช้เถ้าแกลบเป็นส่วนผสมในปูนซีเมนต์ปริมาณมาก อัตราส่วนเถ้าแกลบต่อปูนซีเมนต์ เท่ากับ 3.03 จะทำให้แนวโน้มของความหนาแน่นของอิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบมีค่าน้อยลง เนื่องจากเถ้าแกลบที่อยู่ในอิฐบล็อก มีลักษณะผิวขรุขระและมีรูพรุน ดังนั้น อากาศจึงเข้าไปแทนที่ในรูพรุนของเถ้าแกลบที่ผสมอยู่ในอิฐบล็อก จึงทำให้ความหนาแน่นในอิฐบล็อกที่ผสมเถ้าแกลบมีค่าน้อยลง [14] อีกทั้งเถ้าแกลบมีความความหนาแน่นน้อยกว่าทราย และปูนซีเมนต์ ดังนั้นอัตราส่วนระหว่างเถ้าแกลบต่อทรายต่อปูนซีเมนต์ที่เพิ่มขึ้น จะทำให้ความหนาแน่นลดลง

4.1.2 ผลการทดสอบการดูดซึมน้ำของอิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบ

จากการทดสอบการดูดซึมน้ำของอิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบ สามารถสรุปเป็นผลการทดสอบได้ดังตารางที่ 4.2 และ รูปที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบการดูดซึมน้ำของอิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบอัตราส่วนต่าง ๆ ที่อายุ 28 วัน

อัตราส่วนการผสม (ปูนซีเมนต์ : ทราย : น้ำ : แกลบ)	การดูดซึมน้ำ (ร้อยละ)
1:0.5:1:0.63	6
1:0.5:1:1.23	45
1:0.5:1:1.83	83
1:0.5:1:2.43	88
1:0.5:1:3.03	90



รูปที่ 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างการดูดซึมน้ำกับอัตราส่วนเถ้าแกลบต่อปูนซีเมนต์ที่อายุ 28 วัน

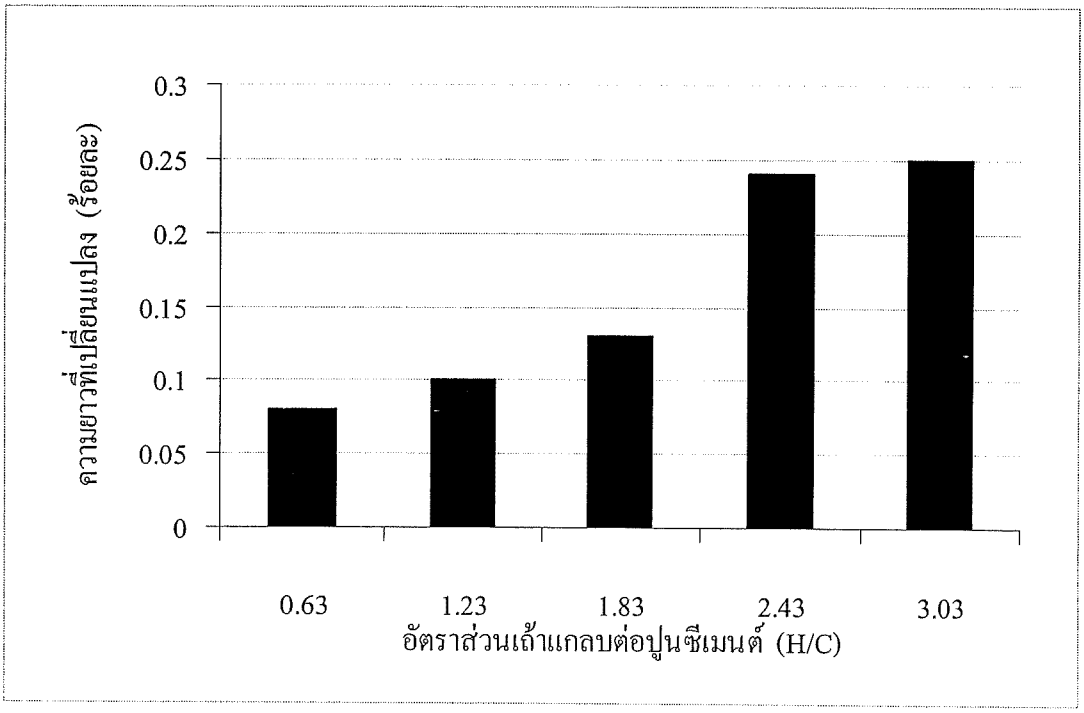
จากตารางที่ 4.2 และ รูปที่ 4.2 พบว่า การใช้เถ้าแกลบเป็นส่วนผสมในปูนซีเมนต์ปริมาณมาก อัตราส่วนเถ้าแกลบต่อปูนซีเมนต์เท่ากับ 3.03 จะทำให้แนวโน้มการดูดซึมน้ำสูง เนื่องจากเถ้าแกลบมีลักษณะทางกายภาพที่มีรูพรุนสูง และมีรูปร่างที่ไม่แน่นอน [15] ดังนั้นเมื่อใส่เถ้าแกลบเพิ่มขึ้นช่องว่างอากาศภายในอิฐบล็อกมากขึ้น ทำให้อิฐบล็อกที่ผสมเถ้าแกลบจะดูดซึมน้ำไว้ได้มากขึ้นด้วย

4.1.3 ผลทดสอบการเปลี่ยนแปลงความยาวของอิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบ

จากการทดสอบการเปลี่ยนแปลงความยาวของอิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบ สามารถสรุปเป็นผลการทดสอบได้ ดังตารางที่ 4.3 และ รูปที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบอัตราการเปลี่ยนแปลงความยาวของอิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบอัตราส่วนต่าง ๆ ที่อายุ 28 วัน

อัตราส่วนผสม (ปูนซีเมนต์ : ทราย : น้ำ : แกลบ)	ความยาวที่เปลี่ยนแปลง (มิลลิเมตร)	ความยาวที่เปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)
1 : 0.5 : 1 : 0.63	0.332	0.08
1 : 0.5 : 1 : 1.23	0.388	0.1
1 : 0.5 : 1 : 1.83	0.534	0.13
1 : 0.5 : 1 : 2.43	0.966	0.24
1 : 0.5 : 1 : 3.03	0.99	0.25



รูปที่ 4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวที่เปลี่ยนแปลงกับอัตราส่วนเถ้าแกลบต่อปูนซีเมนต์ ที่อายุ 28 วัน

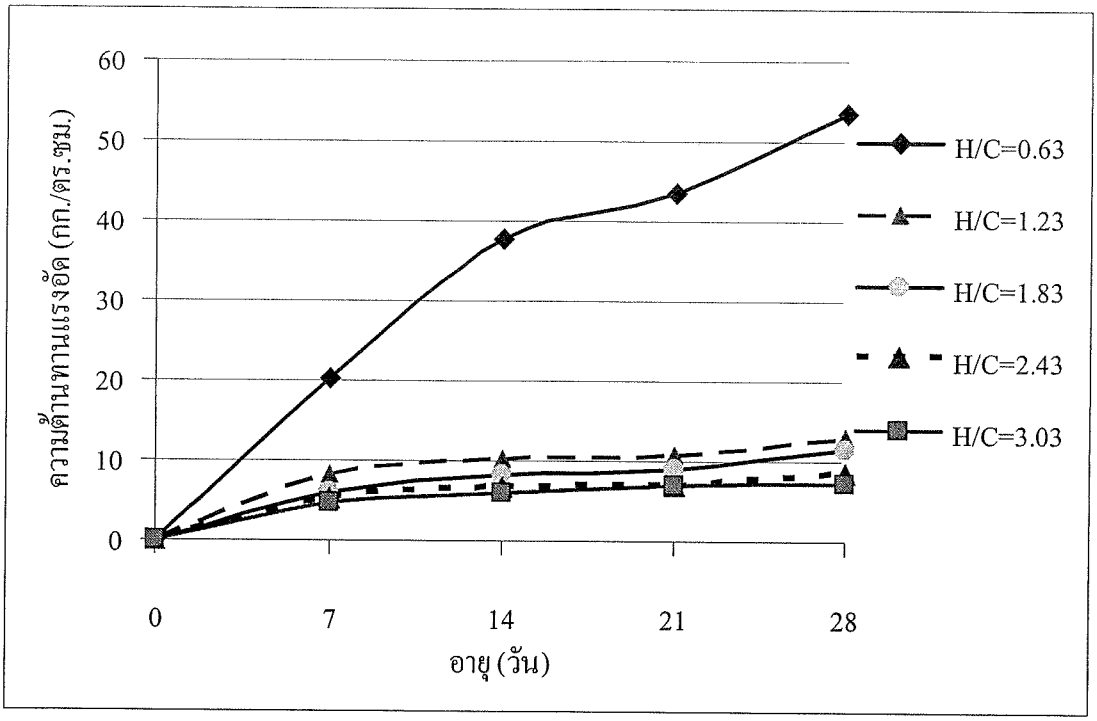
จากตารางที่ 4.3 และ รูปที่ 4.3 พบว่า การเปลี่ยนแปลงความยาวของอิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบที่อายุ 28 วัน ขึ้นอยู่กับปริมาณของเถ้าแกลบ เมื่อใส่เถ้าแกลบปริมาณมากแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความยาวก็จะเพิ่มขึ้น เนื่องจากเถ้าแกลบมีลักษณะเป็นรูพรุน และมีรูปร่างที่ไม่แน่นอน [15] เมื่อใส่เถ้าแกลบปริมาณมากรูพรุนในอิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบก็จะมากตามไปด้วย จึงทำให้เกิดการยืด-หดตัว เพิ่มมากขึ้น

4.1.4 ผลการทดสอบความต้านทานแรงอัดของอิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบ

จากการทดสอบความต้านทานแรงอัดของอิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบ สามารถสรุปเป็นผลการทดสอบได้ ดังตารางที่ 4.4 และ รูปที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ความต้านทานแรงอัดของอิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบที่อัตราส่วนต่าง ๆ

อัตราส่วนการผสม (ปูนซีเมนต์ : ทราย : น้ำ : แกลบ)	ความต้านทานแรงอัด (กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร)			
	7 วัน	14 วัน	21 วัน	28 วัน
1 : 0.5 : 1 : 0.63	20.32	37.87	43.58	53.50
1 : 0.5 : 1 : 1.23	8.17	10.30	10.76	13.00
1 : 0.5 : 1 : 1.83	5.92	8.24	9.05	11.52
1 : 0.5 : 1 : 2.43	5.33	6.75	7.07	8.47
1 : 0.5 : 1 : 3.03	4.73	6.00	6.94	7.23



รูปที่ 4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานแรงอัดกับอายุของอิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบที่อัตราส่วนต่าง ๆ

จากตารางที่ 4.2 และ รูปที่ 4.2 พบว่า การใช้เถ้าแกลบเป็นส่วนผสมในปูนซีเมนต์ปริมาณมาก อัตราส่วนเถ้าแกลบต่อปูนซีเมนต์ เท่ากับ 3.03 จะทำให้แนวโน้มความต้านทานแรงอัดของอิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบลดลง เนื่องมาจากปริมาณแกลบที่แทนเข้าไปแทนที่ของปูนซีเมนต์จึงทำให้ความสามารถในการยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลของปูนซีเมนต์ลดน้อยลง อีกทั้งเถ้าแกลบมีความหนาแน่นน้อย ดังนั้น เมื่ออัตราส่วนผสมปริมาณเถ้าแกลบเพิ่มมากขึ้นค่าความต้านทานแรงอัดจะมีค่าลดลงดังกล่าว เมื่อเปรียบเทียบอัตราส่วนผสมของเถ้าแกลบพบว่า อัตราส่วน 1 : 0.5 : 1 : 0.63 มีค่าความต้านทานแรงอัด 53.50 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ที่อายุ 28 วัน และผ่านมาตรฐาน มอก.58-2530 เรื่อง คอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก ที่กำหนดค่ามาตรฐานต่ำสุดไว้ที่ 20 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

จากผลการทดสอบสมบัติเบื้องต้นของอิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบ สามารถเลือกอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุด คือ อัตราส่วน (ปูนซีเมนต์ : ทราย : น้ำ : แกลบ) เท่ากับ 1 : 0.5 : 1 : 1.83 เนื่องจากค่าความต้านทานแรงอัด, ความหนาแน่น, การดูดซึมน้ำ และ การเปลี่ยนแปลงความยาว มีอัตราการเปลี่ยนแปลงความยาวที่ผ่านมาตรฐาน มอก.58-2530 เรื่อง คอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก และมีความหนาแน่นใกล้เคียงกับอิฐบล็อกมวลเบา อีกทั้งยังสามารถลอยน้ำได้ ส่วนความต้านทานแรงอัดก็มีค่าใกล้เคียงกับมาตรฐาน มอก.58-2530 ดังนั้น จึงเลือกนำอัตราส่วนนี้มาทำการเสริมแผ่นยางพาราเพื่อนำไปทดสอบการเป็นฉนวนกันความร้อนและทดสอบสมบัติทางกายภาพและทางกลต่อไป

4.2 ผลการทดสอบสมบัติของอิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบเสริมแผ่นยางพารา

การทดสอบสมบัติของอิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบที่เสริมแผ่นยางพาราในอิฐบล็อกที่มีอัตราส่วนปูนซีเมนต์ต่อทรายต่อน้ำต่อแกลบที่เหมาะสมที่สุด สามารถสรุปเป็นผลการทดสอบได้ดังนี้

4.2.1 ผลการทดสอบความหนาแน่น, อัตราการดูดซึมน้ำ, อัตราการเปลี่ยนแปลงความยาว และ ความต้านทานแรงอัด ของอิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบเสริมแผ่นยางพารา

จากการทดสอบความหนาแน่น, อัตราการดูดซึมน้ำ, อัตราการเปลี่ยนแปลงความยาว, และความต้านทานแรงอัด ของอิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบที่ไม่เสริมแผ่นยางพาราและอิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบที่เสริมแผ่นยางพาราและไม่เสริมแผ่นยางพารา สามารถสรุปเป็นผลการทดสอบได้ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบความหนาแน่น, อัตราการดูดซึมน้ำ, อัตราการเปลี่ยนแปลงความยาว และ ความต้านทานแรงอัด ของอิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบที่ไม่เสริมแผ่นยางพารา และอิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบที่เสริมแผ่นยางพารา ที่อายุ 28 วัน

ผลการทดสอบ	อิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบ	
	ไม่เสริมแผ่นยางพารา	เสริมแผ่นยางพารา
ความหนาแน่น (กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร)	690.00	690.46
การดูดซึมน้ำ (ร้อยละ)	83.96	83.57
อัตราการเปลี่ยนแปลงความยาว (ร้อยละ)	0.04	0.01
ความต้านทานแรงอัด (กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร)	11.52	11.00

จากตารางที่ 4.5 การทดสอบความหนาแน่น พบว่า อิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบเมื่อเสริมแผ่นยางพาราจะมีแนวโน้มความหนาแน่นเพิ่มมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับอิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบที่ไม่เสริมแผ่นยางพารา เนื่องจากแผ่นยางพารามีลักษณะเป็นแผ่นหนา 0.5-1 เซนติเมตร มีลักษณะตัน เมื่อไปแทนที่เถ้าแกลบซึ่งมีลักษณะเป็นรูพรุน มีรูปร่างที่ไม่แน่นอน [15] จึงทำให้ความหนาแน่นของอิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบที่เสริมแผ่นยางพาราเพิ่มขึ้น

การทดสอบอัตราการดูดซึมน้ำ พบว่า อิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบที่เสริมแผ่นยางพารามีแนวโน้มการดูดซึมน้ำน้อยกว่าอิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบที่ไม่เสริมแผ่นยางพารา เนื่องจากแผ่นยางพารามีความสามารถในการต้านทานการซึมผ่านของน้ำและอากาศสูง เมื่อนำแผ่นยางพาราไปแทนที่เถ้าแกลบ ซึ่งเถ้าแกลบมีลักษณะรูปร่างไม่แน่นอนและมีรูพรุนเมื่อถูกแทนที่จึงทำให้พื้นผิวของเถ้าแกลบลดลงจึงทำให้การดูดซึมน้ำลดลงตามไปด้วย

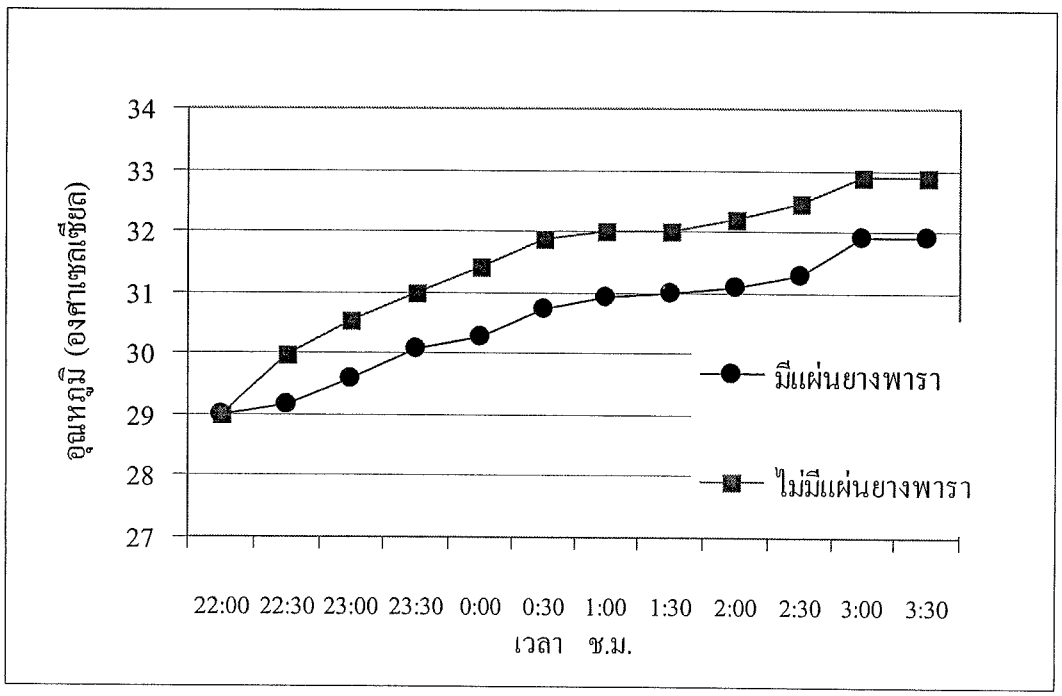
การทดสอบการเปลี่ยนแปลงความยาว พบว่า อิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบที่เสริมแผ่นยางพารามีแนวโน้มอัตราการเปลี่ยนแปลงความยาวน้อยกว่าอิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบที่ไม่เสริมแผ่นยางพารา เนื่องจากอิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบที่เสริมแผ่นยางพารามีปริมาณของเถ้าแกลบน้อยกว่าอิฐบล็อกผสม

เถ้าแกลบที่ไม่เสริมแผ่นยางพารา เพราะปริมาณของแกลบถูกแทนที่ด้วยแผ่นยางพารา ซึ่งเถ้าแกลบมีลักษณะเป็นรูพรุน มีรูปร่างที่ไม่แน่นอน [15] เมื่อถูกแทนที่ด้วยแผ่นยางพาราที่มีรูปร่างที่แน่นอนกว่า และสามารถยึดรั้งโมเลกุลภายในอิฐบล็อกได้ส่วนหนึ่ง จึงทำให้การเปลี่ยนแปลงความยาวมีค่าลดลง เช่นเดียวกับการดูดซึมน้ำ

การทดสอบความต้านทานแรงอัด พบว่า อิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบที่ไม่เสริมแผ่นยางพารา สามารถรับความต้านทานแรงอัดได้มากกว่าอิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบที่เสริมแผ่นยางพาราเล็กน้อย เนื่องจากแผ่นยางพาราที่ใช้ในการทดสอบมีขนาดใกล้เคียงกับขนาดของก้อนอิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบ โดยเมื่อวัดจากขอบของก้อนอิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบแผ่นยางพาราจะเล็กกว่าด้านละประมาณ 2 เซนติเมตร เมื่อนำไปเสริมในก้อนอิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบ จะทำให้อิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบที่เสริมแผ่นยางพาราเกิดการแยกตัวได้ง่าย จึงรับแรงอัดได้น้อย

4.2.2 การทดสอบการเป็นฉนวนกันความร้อนของอิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบที่เสริมแผ่นยางพารา

จากการทดสอบการเป็นฉนวนกันร้อนของอิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบที่ไม่เสริมแผ่นยางพารา และอิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบที่เสริมแผ่นยางพารา สามารถสรุปเป็นผลการทดสอบได้ ดังรูปที่ 4.5 และ ตารางที่ 4.6



รูปที่ 4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาของอิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบที่ไม่เสริมแผ่นยางพารากับอิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบที่เสริมแผ่นยางพารา ที่อายุ 28 วัน (อัตราส่วน ปูนซีเมนต์ : ทราย : น้ำ : แกลบ เท่ากับ 1 : 0.5 : 1 : 1.83)

ตารางที่ 4.6 ผลการทดสอบการเป็นฉนวนกันความร้อนของอิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบที่เสริมแผ่นยางพาราและอิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบที่ไม่เสริมแผ่นยางพารา ที่อายุ 28 วัน

เวลา	อุณหภูมิภายในห้องทดสอบ (องศาเซลเซียส)		อุณหภูมิภายนอกห้องทดสอบ (องศาเซลเซียส)
	เสริมแผ่นยางพารา	ไม่เสริมแผ่นยางพารา	
22:00	29	29	28
22:30	29.15	29.98	28.8
23:00	29.6	30.52	29
23:30	30.06	31	29.4
0:00	30.26	31.4	29.2
0:30	30.74	31.86	29.6
1:00	30.94	32	28
1:30	31	32	28.6
2:00	31.1	32.2	30.6
2:30	31.28	32.46	31.2
3:00	31.9	32.9	31.4
3:30	31.9	32.9	31.2

หมายเหตุ ทดสอบเมื่อ วันที่ 2 มีนาคม พ.ศ. 2554 ณ บริเวณลานเอนกประสงค์ข้างสระน้ำ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

จากรูปที่ 4.5 และ ตารางที่ 4.7 พบว่า อิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบที่เสริมแผ่นยางพาราจะมีแนวโน้มที่สามารถลดอุณหภูมิภายในห้องได้ต่ำกว่าอิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบที่ไม่เสริมแผ่นยางพาราอยู่ 1 องศาเซลเซียส เนื่องจากยางพารามีสมบัติเป็นฉนวนป้องกันความร้อน ดังนั้นความร้อนจึงไม่สามารถที่จะทะลุผ่านเข้ามาในผนังที่ก่อด้วยอิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบที่เสริมแผ่นยางพาราหรือทะลุผ่านน้อย จึงทำให้อุณหภูมิภายในห้องที่ก่อผนังด้วยอิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบที่เสริมแผ่นยางพาราน้อยกว่าอุณหภูมิในห้องที่ก่อผนังด้วยอิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบที่ไม่เสริมแผ่นยางพารา