

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิเคราะห์ผล

4.1 ผลการทดลองการรับแรงกดของชั้นทดสอบ

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการทดลองที่อัตราส่วนผสม 2:1

ส่วนผสมของวัสดุ 2:1	แรงกดสูงสุดที่ชั้นทดสอบรับได้ก่อนพัง(kN)						
	ชั้นที่ 1	ชั้นที่ 2	ชั้นที่ 3	ชั้นที่ 4	ชั้นที่ 5	เฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน เฉลี่ย
ดินเหนียว+แกลบ	10.27	9.26	8.43	10.56	9.32	9.57	0.68
ดินเหนียว+ทรายกัมพูชา(ทราย ภูเขา)	21.07	19.41	24.79	14.81	25.53	21.12	3.23
ดินเหนียว+ดินเชื้อ	10.08	10.49	9.72	8.54	9.42	9.65	0.54

การหาค่าเฉลี่ย

$$\text{จากสูตร } \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^N Xi}{N} \quad (4.1)$$

แสดงตัวอย่างการคำนวณ

อัตราส่วนผสม 2:1

ดินเหนียว+แกลบ

$$\bar{X} = \frac{10.27 + 9.26 + 8.43 + 10.56 + 9.32}{5} = 9.57$$

การหาค่าเบี่ยงเบนเฉลี่ย

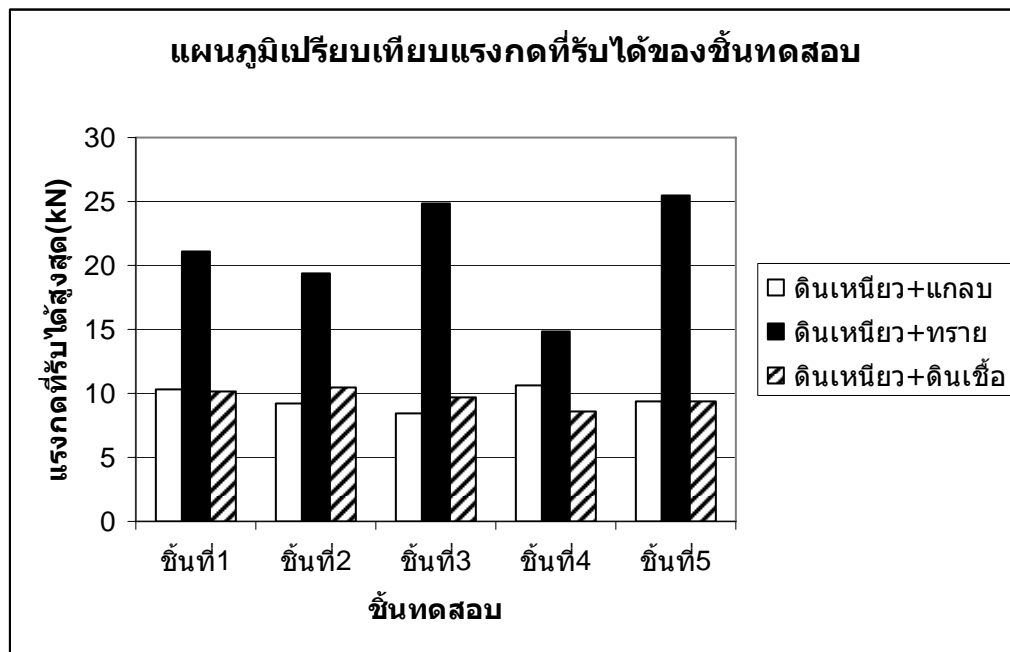
$$\text{จากสูตร } M.D. = \sum_{i=1}^N \frac{|Xi - \bar{X}|}{N} \quad (4.2)$$

แสดงตัวอย่างการคำนวณ

อัตราส่วนผสม 2:1

ดินเหนียว+แกลบ

$$M.D. = \frac{|10.27 - 9.57| + |9.26 - 9.57| + |8.43 - 9.57| + |10.56 - 9.57| + |9.32 - 9.57|}{5} = 0.68$$



รูปที่ 4.1 แผนภูมิเปรียบเทียบแรงกดที่รับได้ของส่วนชั้นทดสอบ

สรุปผลการทดลอง

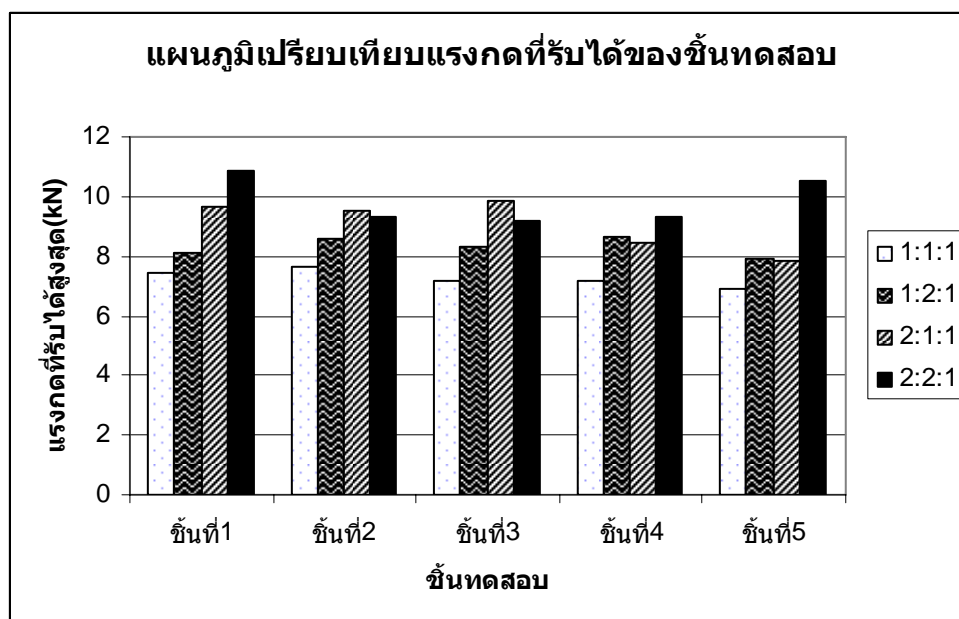
จากการทดสอบทดสอบ ขนาด 6X6 ซม. กับเครื่องทดสอบแรงกดAUTOCOMP 2 พบว่าดินเหนียวซึ่งผสมกับทราายนั้น มีความแข็งแรงมากที่สุด สามารถรับแรงกดเฉลี่ยได้ 21.12 kN รองลงมาคือดินเหนียวผสมดินเชื้อ สามารถรับแรงกดเฉลี่ยได้ 9.65 kN สุดท้ายดินเหนียวผสมแกลบดำ สามารถรับแรงกดเฉลี่ยได้ 9.57 kN

เนื่องจากทราายที่นำมาเป็นส่วนผสมเป็นทราายภูเขาจากกัมพูชา ซึ่งในท้องถิ่นในจังหวัดอุบลฯ ไม่มี แต่ทราายเป็นส่วนผสมที่ทำให้แข็งแรงขึ้น ดังนั้นในการทดลองแบบต่อไปจะทำชั้นทดสอบที่มีส่วนผสมระหว่าง ดินเหนียวกับทราายแม่น้ำที่หาได้ในท้องถิ่นและแกลบ

4.2 ผลการทดลองการรับแรงกดของชั้นทดสอบ (ดินเหนียว:ทราย:แกลบ)

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการทดลองการรับแรงกดของชั้นทดสอบ (ดินเหนียว:ทราย:แกลบ)

อัตราส่วน	แรงกดสูงสุดที่ชั้นทดสอบรับได้ก่อนพัง(kN)						
	ชั้นที่1	ชั้นที่2	ชั้นที่3	ชั้นที่4	ชั้นที่5	เฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนเฉลี่ย
1:1:1	7.41	7.61	7.15	7.19	6.88	7.25	0.21
1:2:1	8.10	8.58	8.33	8.64	7.94	8.32	0.24
2:1:1	9.66	9.51	9.83	8.48	7.83	9.06	0.73
2:2:1	10.86	9.29	9.20	9.33	10.53	9.84	0.68



รูปที่ 4.2 แผนภูมิเปรียบเทียบแรงกดที่รับได้ของส่วนชั้นทดสอบ

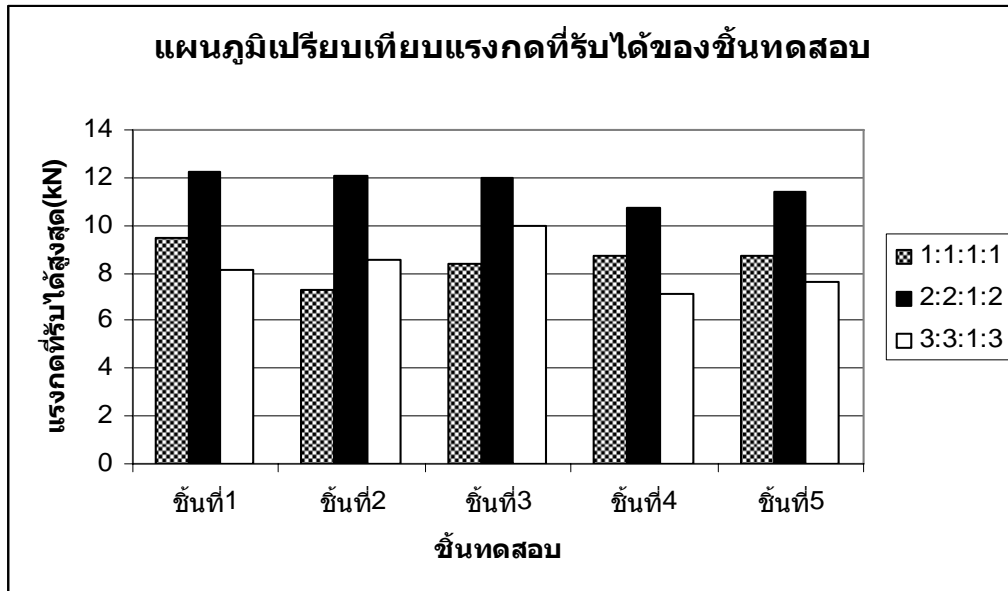
สรุปผลการทดลอง

จากการทดสอบทดสอบ ขนาด 6X6 ซม. กับเครื่องทดสอบแรงกดAUTOCOMP 2 พบว่า ชั้นทดสอบที่มีอัตราส่วนผสมระหว่างดินเหนียวกับทรายและแกลบ ในอัตราส่วน 2:2:1 มีความแข็งแรงมากที่สุด สามารถรับแรงกดเฉลี่ยได้ 9.84 kN ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับผลการทดลองในตาราง 4.1 จะเห็นว่า มีความแข็งแรงใกล้เคียง กับ ส่วนผสม ระหว่าง ดินเหนียวกับดินเชื้อ ซึ่งรับแรงกดเฉลี่ยได้ 9.65 kN ดังนั้น ในการทดลองแบบต่อไปจะทำชั้นทดสอบที่มีส่วนผสมระหว่าง ดินเหนียวกับดินเชื้อกับทราย และแกลบเพื่อทดสอบว่าจะมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นมากน้อยเพียงใด

4.3 ผลการทดลองการรับแรงกดของชั้นทดสอบ (ดินเหนียว: ดินเชื้อ: ทราย: แกลบ)

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการทดลองการรับแรงกดของชั้นทดสอบ (ดินเหนียว:ดินเชื้อ:ทราย:แกลบ)

อัตราส่วน	แรงกดสูงสุดที่ชั้นทดสอบรับได้ก่อนพัง(kN)						
	ชั้นที่1	ชั้นที่2	ชั้นที่3	ชั้นที่4	ชั้นที่5	เฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนเฉลี่ย
1:1:1:1	9.51	7.26	8.41	8.68	8.76	8.52	0.55
2:2:1:2	12.28	12.10	12.00	10.75	11.36	11.70	0.51
3:3:1:3	8.13	8.58	9.97	7.11	7.67	8.30	0.80



รูปที่ 4.3 แผนภูมิเปรียบเทียบแรงกดที่รับได้ของส่วนชั้นทดสอบ

สรุปผลการทดลอง

จากการทดสอบชั้นทดสอบ ขนาด 6X6 ซม. กับเครื่องทดสอบแรงกดAUTOCOMP 2 พบว่า ชั้นทดสอบที่มีอัตราส่วนผสมระหว่างดินเหนียวกับดินเชื่อมกับทรายและแกลบ ในอัตราส่วน 2:2:1:2 มีความแข็งแรงมากที่สุด สามารถรับแรงกดเฉลี่ยได้ 11.70 kN ซึ่งน่าจะนำไปป็นเป็นเตาที่มีความแข็งแรงได้ แต่เมื่อลองนำไปป็นขึ้นรูปแล้ว พบว่า ทำการป็นขึ้นรูปได้ยาก ไม่คุ้มต่อค่าแรงและการลงทุน

ดังนั้นการทดลองแบบต่อไปจะทำการป็นเตาโดยใช้วัสดุที่มีอยู่ในปัจจุบัน โดยวัสดุนั้นมีความเหมาะสมอยู่แล้วสำหรับผสมกับดินเหนียวแล้วป็นขึ้นรูปเป็นเตา คือ ดินเชื่อม และ แกลบ แล้วนำไปทดสอบกดด้วยเครื่องเพื่อเปรียบเทียบความแข็งแรงระหว่างเตาแต่ละแบบ

4.4 ผลการทดลองการรับแรงกดของเตารูปรางเดิมและไม่ใส่ถังสังกะสี



รูปที่ 4.4 แสดงการกดเตารูปรางเดิมและไม่ใส่ถังสังกะสีด้วยเครื่อง Tokyo Testing Machine



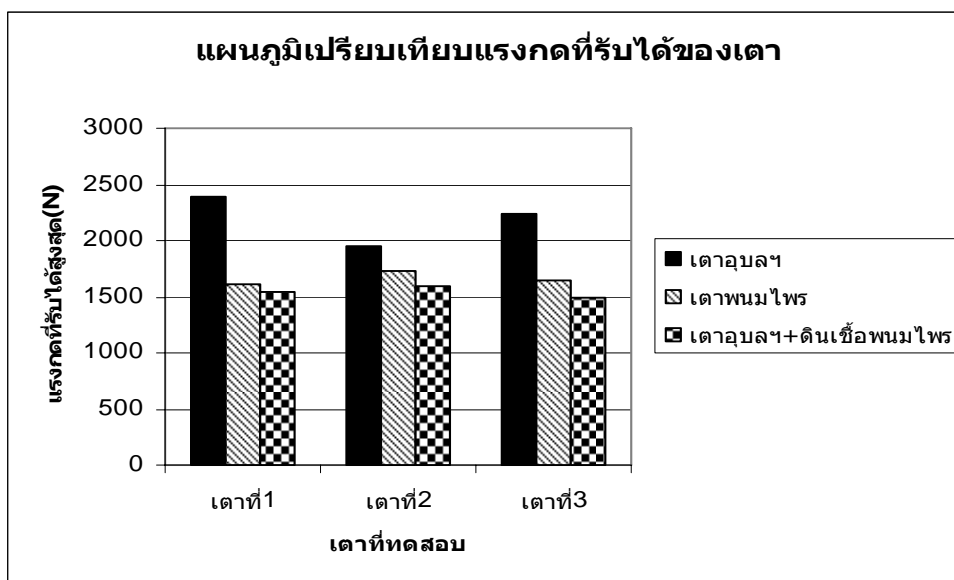
รูปที่ 4.5 แสดงสภาพเตารูปรางเดิมและไม่ใส่ถังสังกะสีหลังกดด้วยเครื่อง Tokyo Testing Machine

จากรูปการทดลองการรับแรงกดของเตารูปรางเดิมและไม่ใส่ถังสังกะสีดังแสดงในรูปที่ 4.4 และรูปที่ 4.5 ใช้เวลาในการกดไม่นานมากนักเนื่องจากเตามีขนาดบางและไม่ใส่ถังสังกะสีด้วย

โดยเฉพาะส่วนตัวเตาตรงกลางของจนถึงฐานเตาจะมีความบางกว่าส่วนอื่นๆ ทำให้เตารับแรงกดได้ไม่นานก็เกิดการแตกร้าว

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการทดลองการรับแรงกดของเตารูปรางเดิมและไม่ใส่ตั้งงะตี

เตาที่นำมาทดสอบ	แรงกดที่รับได้ก่อนพัง (N)			
	เตาที่1	เตาที่2	เตาที่3	เฉลี่ย
เตาอุบลฯ (ดินเหนียว+แกลบ) (2:1)	2,394.92	1,942.16	2,243.42	2,193.50
เตาพนมไพร (ดินเหนียว+ดินเชื้อ+แกลบ) (2:2:1)	1,610.12	1,720.46	1,650.84	1,660.47
เตาอุบลฯ+ดินเชื้อพนมไพร (ดินเหนียว+ดินเชื้อ+แกลบ) (2:2:1)	1,550.12	1,586.12	1,496.96	1,544.4



รูปที่ 4.6 แผนภูมิเปรียบเทียบแรงกดที่รับได้ของส่วนเตาแบบต่างๆ

สรุปผลการทดลอง

จากการทดสอบการรับแรงกดของเตา ด้วยเครื่อง Tokyo Testing Machine พบว่าเตาอบลฯที่มี ส่วนผสมระหว่าง ดินเหนียวและแกลบในอัตราส่วน 2:1 มีความแข็งแรงมากที่สุด สามารถรับแรงกด เฉลี่ยได้ 2,193.50 N

ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเตาอบลฯที่มีอยู่ในท้องถิ่นที่ศึกษา และมีอัตราส่วนผสม 2:1 ซึ่งเป็น อัตราส่วนที่ใช้ในการปั้นเตาในปัจจุบัน มีความแข็งแรงและดีอยู่แล้วในปัจจุบัน

ดังนั้น ในการที่จะทำให้เตาแข็งแรงมากขึ้นกว่าเดิม ในการทดลองต่อไปจะทำการพัฒนา ปรับเปลี่ยนรูปร่างเตาอบลฯนี้ โดยเพิ่มความหนาของขอบเตาและบริเวณผนังของเตาแล้วนำไปทดสอบ กดด้วยเครื่องเพื่อเปรียบเทียบความแข็งแรงกับเตาอบลฯแบบเดิม

4.5 ผลการทดลองการรับแรงกดของเตาอบลฯเมื่อทำการเปลี่ยนรูปร่างและไม่ใส่ถังสังกะสี



รูปที่ 4.7 แสดงการกดเตาอบลฯเมื่อทำการเปลี่ยนรูปร่างและไม่ใส่ถังสังกะสีด้วยเครื่อง Tokyo Testing Machine



รูปที่ 4.8 แสดงสภาพเตาอบฯเมื่อทำการเปลี่ยนรูปร่างและไม้ใส่ถึงสังกะสีด้วยเครื่อง Tokyo Testing Machine

จากรูปการทดลองการรับแรงกดของเตาอบฯเมื่อทำการเปลี่ยนรูปร่างและไม้ใส่ถึงสังกะสีดังแสดงในรูปที่ 4.7 และรูปที่ 4.8 ใช้เวลาในการกดนานกว่าการทดลองที่ 4.4 เนื่องจากการเปลี่ยนรูปร่างให้เตามีความหนาขึ้นทั้ง ขอบเตา ตัวเตาตรงกลางและฐานเตา ทำให้เตามีความแข็งแรงมากขึ้นทำให้เตาสามารถรับแรงกดได้นานมากขึ้นกว่าจะแตกร้าว

ตารางที่ 4.5 แสดงผลการทดลองการรับแรงกดของเตาอบฯเมื่อทำการเปลี่ยนรูปร่างและไม้ใส่ถึงสังกะสี

เตาที่นำมาทดสอบ	แรงกดที่รับได้ก่อนพัง (N)		
	เตาที่1	เตาที่2	เฉลี่ย
เตาอบฯที่เปลี่ยนแปลงรูปร่าง (ดินเหนียว + แกลบ) (2:1)	3,329.42	3,241.96	3,285.69

สรุปผลการทดลอง

จากการทดสอบการรับแรงกดของเตาของเตาอบบลู ที่มีอัตราส่วนผสมระหว่าง ดินเหนียวกับ แกลบ ในอัตราส่วน 2:1 ด้วยเครื่อง Tokyo Testing Machine พบว่าเตาอบบลูที่ทำการเปลี่ยนรูปร่าง โดยเพิ่มความหนาของขอบเตาและบริเวณผนังของเตา ทำให้สามารถรับแรงกดเฉลี่ยได้ถึง 3,285.69 N ซึ่งจากเดิมที่ยังไม่ทำเปลี่ยนรูปร่างสามารถรับแรงกดเฉลี่ยได้ 2,193.50 N

ทำให้พบว่า เตาอบบลูเมื่อทำการเปลี่ยนรูปร่าง โดยเพิ่มความหนาของขอบเตาและบริเวณผนังของเตา ทำให้เตามีความแข็งแรงขึ้นจากเดิมที่ยังไม่เปลี่ยนรูปร่างและไม่ใส่ถังสังกะสีมากขึ้น ประมาณ 33.24 %

จึงได้ผลสรุปว่า เตาอบบลูเมื่อทำการเปลี่ยนรูปร่าง โดยเพิ่มความหนาของขอบเตาและบริเวณผนังของเตา ทำให้ความแข็งแรงของเตาเพิ่มมากขึ้นกว่าเตารูปร่างเดิมและไม่ใส่ถังสังกะสี

4.6 ผลการทดลองการรับแรงกดของเตาอบบลูที่มีรูปร่างแบบเดิมและใส่ถังสังกะสี



รูปที่ 4.9 แสดงการกดเตาอบบลูที่มีรูปร่างแบบเดิมและใส่ถังสังกะสีด้วยเครื่อง Tokyo

Testing Machine



รูปที่ 4.10 แสดงสภาพเตาอบฯที่มีรูปร่างแบบเดิมและใส่ถั่งสังกะสีหลังกดด้วยเครื่อง Tokyo Testing Machine

จากรูปการทดลองการรับแรงกดของเตาอบฯที่มีรูปร่างแบบเดิมและใส่ถั่งสังกะสี ดังแสดงในรูปที่ 4.9 และรูปที่ 4.10 ใช้เวลาในการกดนานกว่าการทดลองที่ 4.4 และ การทดลองที่ 4.5 เป็นอย่างมาก เนื่องจากเตามีการใส่ถั่งสังกะสีซึ่งมีปูนซีเมนต์ซึ่งเป็นตัวเพิ่มความแข็งแรงหุ้มเตาอยู่ด้วย ทำให้เตามีความแข็งแรงเป็นอย่างมากแม้รูปร่างจะเป็นแบบเดิมก็ตาม ซึ่งทำให้เตาสามารถรับแรงกดได้นานมากพอสมควร กว่าที่จะเกิดการแตกร้าว

ตารางที่ 4.6 แสดงผลการทดลองการรับแรงกดของเตาอบฯที่มีรูปร่างแบบเดิมและใส่ถั่งสังกะสี

เตาที่นำมาทดสอบ	แรงกดที่รับได้ก่อนพัง (N)			
	เตาที่1	เตาที่2	เตาที่3	เฉลี่ย
เตาอบฯที่หุ้มถั่งสังกะสี (ดินเหนียว + แกลบ) (2:1)	3,355.02	3,678.75	3,433.50	3,489.09

สรุปผลการทดลอง

จากการทดสอบการรับแรงกดของเตาของเตาอบลวที่หุ้มถังสังกะสีที่มีอัตราส่วนผสมระหว่างดินเหนียวกับ แกลบ ในอัตราส่วน 2:1 ด้วยเครื่อง Tokyo Testing Machine พบว่า เตาอบลวที่ใส่ถังสังกะสีนี้ สามารถรับแรงกดเฉลี่ยได้ 3,489.09 N

ซึ่งเมื่อนำผลการทดลองการรับแรงกดของเตาอบลวเมื่อทำการเปลี่ยนรูปร่าง จากตารางที่ 4.5 มาเปรียบเทียบ โดยเตาอบลวที่ทำการเปลี่ยนรูปร่างรับแรงกดเฉลี่ยได้ 3,285.69 N

แน่นอนว่าเตาอบลวที่ใส่ถังสังกะสีย่อมมีความแข็งแรงมากกว่าอยู่แล้วเพราะมีปูนซีเมนต์อยู่ระหว่างผนังเตากับถังสังกะสีด้วย แต่เมื่อเปรียบเทียบความแข็งแรงแตกต่างกันแล้วจะเห็นว่า ความแข็งแรงแตกต่างกันเพียงแค่ 5.82%

ซึ่งทำให้ทราบว่า การใช้ถังสังกะสีแต่เปลี่ยนรูปร่างเตาให้หนาขึ้น ทำให้มีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นใกล้เคียงกับเตาเมื่อใส่ถังสังกะสีซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ และทำให้สามารถลดต้นทุนถังสังกะสีลงได้

4.7 ประสิทธิภาพเชิงความร้อน

เมื่อนำเตาที่ปรับเปลี่ยนรูปร่างและไม้ใส่ถังสังกะสีให้มีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น มาทดลองหาประสิทธิภาพเชิงความร้อนได้ผลดังตารางข้างล่าง

ตารางที่ 4.7 แสดงประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาที่เปลี่ยนรูปร่างและไม้ใส่ถังสังกะสี

การทดลอง	ประสิทธิภาพของเตา (%)		
	เตา 54 รู	เตา 57 รู	เตา 61 รู
การทดลองครั้งที่ 1	31.20	32.23	30.27
การทดลองครั้งที่ 2	27.67	27.30	26.29
เฉลี่ย	29.43	29.77	28.28

และประสิทธิภาพเชิงความร้อนเดิมของเตาที่ยังไม่เปลี่ยนรูปร่างและไม้ใส่ถังสังกะสี แสดงดังตารางข้างล่าง

ตารางที่ 4.8 แสดงประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาที่ยังไม่เปลี่ยนรูปร่างและใส่ถังสังกะสี

การทดลอง	ประสิทธิภาพของเตา (%)					
	เตา 47 ฐ	เตา 52 ฐ	เตา 57 ฐ	เตา 61 ฐ	เตา 14 ฐใหญ่อยู่กลาง 41 ฐเล็กอยู่ขอบ	เตา 15 ฐเล็กอยู่กลาง 32 ฐใหญ่อยู่ขอบ
การทดลอง ครั้งที่ 1	27.86	29.30	28.89	28.72	27.10	25.64
การทดลอง ครั้งที่ 2	30.16	33.02	25.86	26.29	23.12	25.20
การทดลอง ครั้งที่ 3	27.14	28.08	29.92	25.86	29.34	24.22
เฉลี่ย	28.39	30.13	28.22	26.96	26.52	25.02

จากตารางทั้งสอง จะเห็นได้ว่า เตาที่ปรับเปลี่ยนรูปร่างและไม่ใส่ถังสังกะสี เมื่อนำไปทดสอบหาประสิทธิภาพเชิงความร้อน โดยมีรูรั้งฝิ่ง 57 ฐ ให้ประสิทธิภาพเชิงความร้อนเฉลี่ย คือ 29.77 % เมื่อเปรียบเทียบกับเตาที่ยังไม่เปลี่ยนรูปร่างและใส่ถังสังกะสีที่มีรูรั้งฝิ่ง 57 ฐ ที่มีประสิทธิภาพเชิงความร้อนเฉลี่ย 28.22 % แสดงให้เห็นว่า เตาที่ปรับเปลี่ยนรูปร่างและไม่ใส่ถังสังกะสีให้ประสิทธิภาพเชิงความร้อนดีกว่า และเปรียบเทียบกับเตาที่ยังไม่เปลี่ยนรูปร่างและใส่ถังสังกะสีที่มีรูรั้งฝิ่ง 52 ฐ ซึ่งมีประสิทธิภาพเชิงความร้อนเฉลี่ย คือ 30.13 % ซึ่งแตกต่างกันไม่มาก

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า เตาที่ปรับเปลี่ยนรูปร่างและไม่ใส่ถังสังกะสีให้ประสิทธิภาพเชิงความร้อนอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้