

บทที่ 4

ผลการทดลอง

ผลการวิเคราะห์ที่เค้ขถ่านหินจากเหมืองแม่ตึบ ตามการวิเคราะห์แบบประมาณ ค่าความร้อนและร้อยละกำมะถันแสดงในตารางที่ 4.1 จะเห็นว่าเค้ขถ่านหินนี้มีปริมาณสารระเหยสูงถึงร้อยละ 32.59 ปริมาณเถ้าร้อยละ 29.76 และค่าความร้อนค่อนข้างต่ำคือ 3,652 แคลอรี/กรัม ซึ่งต่ำกว่าถ่านไม้เกือบครึ่งหนึ่ง และยู่วงขนาดเค้ขถ่านหิน ดังแสดงในตารางที่ 4.2

การนำเค้ขถ่านหินมาอัดก้อนในแบบอัด เพื่อนำไปศึกษาดังได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ถ่านอัดก้อนที่ได้มีขนาดและรูปร่างดังรูปที่ 4.1 เมื่อทำการอัดก้อนแล้ว ก่อนนำถ่านอัดก้อนไปศึกษาคุณสมบัติต่าง ๆ จำเป็นต้องตากแห้งถ่านอัดก้อนประมาณ 5-7 วัน ก็พอเพียง ดังแสดงในรูปที่ 4.2

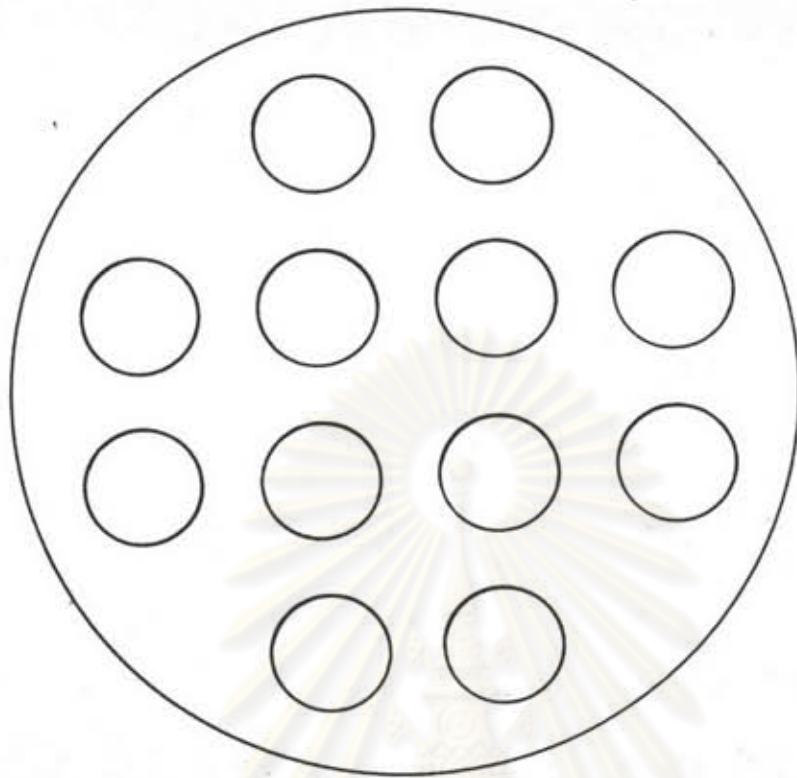
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.1 คุณสมบัติของเศษถ่านหินที่ใช้ในการวิจัย (แหล่งแม่ตึบ อ.จาง จ.ลำปาง)

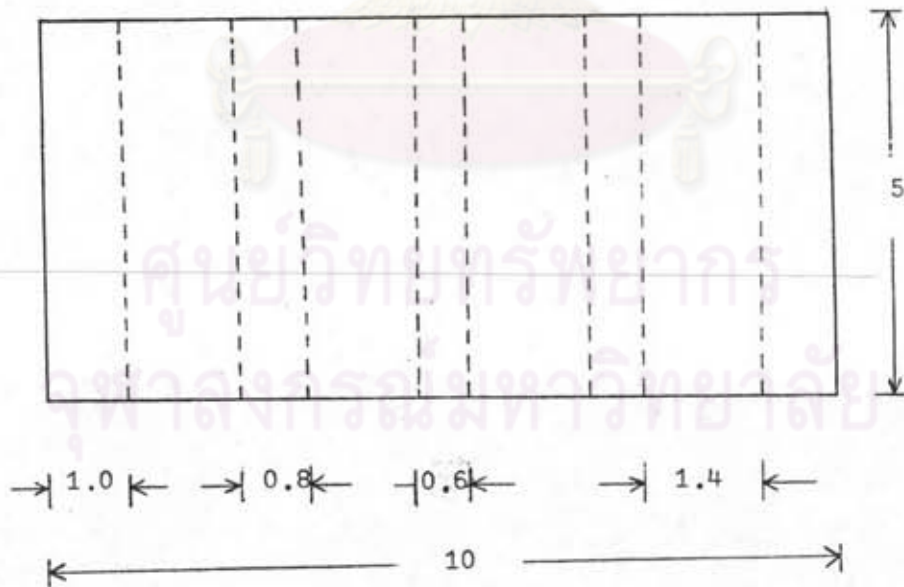
คุณสมบัติการวิเคราะห์แบบประมาณ	ร้อยละ
ความชื้น	13.48
เถ้า	29.76
สารระเหย	32.59
คาร์บอนคงตัว	24.17
ร้อยละกำมะถัน	1.207
ค่าความร้อน, แคลอรี/กรัม	
ตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์	3,652
ตัวอย่างไม่รวมความชื้น	4,221

ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์ขนาด (sieve analysis) ของเศษถ่านหินที่ใช้ในการวิจัย

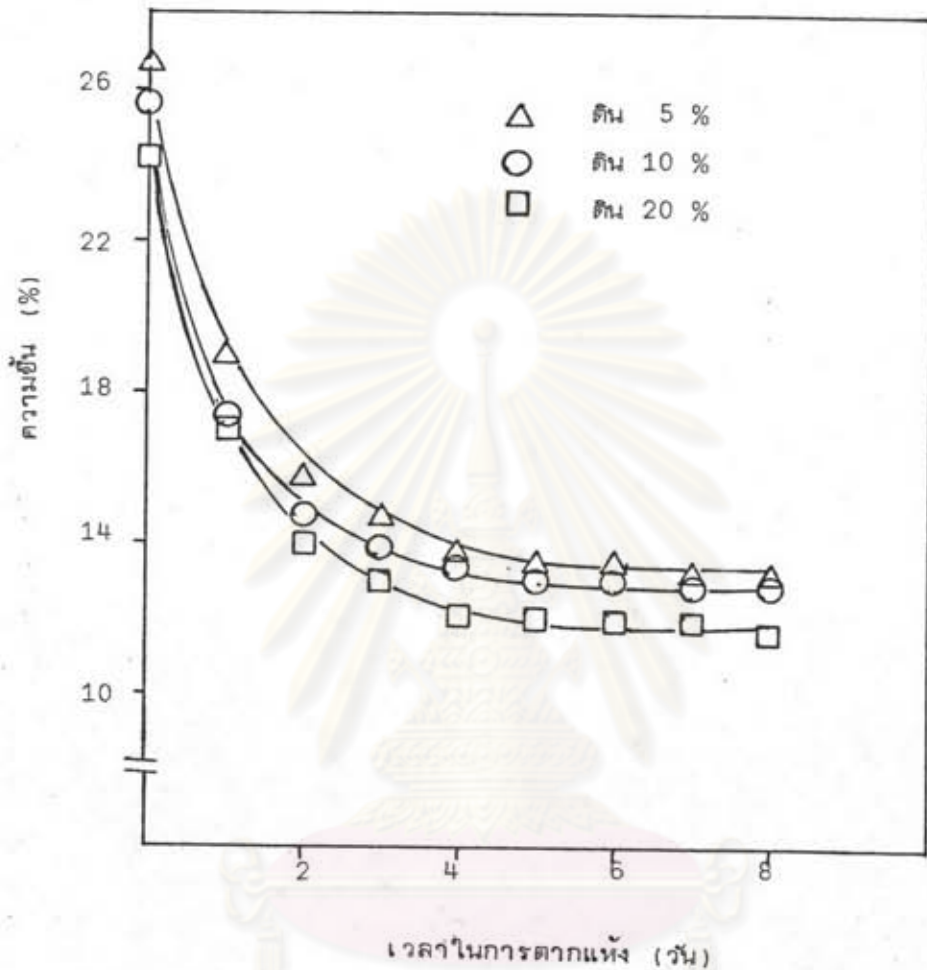
ขนาดถ่านหิน (มม)	ร้อยละ
$2 < x < 9.525$	26.77
$1 < x < 2$	40.24
$0.5 < x < 1$	10.49
$0.355 < x < 0.5$	6.16
$0.25 < x < 0.355$	4.28
$0.15 < x < 0.25$	4.69
$0.106 < x < 0.15$	2.17
$0.09 < x < 0.106$	0.57
$0.75 < x < 0.09$	0.71
$0.063 < x < 0.075$	0.20
$0.053 < x < 0.063$	0.91
$x < 0.053$	2.81



หน่วย เซนติเมตร



รูปที่ 4.1 ถ่านอัดก้อนแบบที่ 1 ด้าน Top View และ Side View



รูปที่ 4.2 ร้อยละความชื้นของถ่านอัดก้อนแบบที่ 1 เมื่อตากแห้งในอากาศ
 (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของถ่านอัดก้อน 10 ซม. สูง 5 ซม.
 ปูนขาว 4 % NaNO_3 3 % น้ำ 25 % อัดด้วยความดัน
 1300 ปอนด์/ตร.นิ้ว เป็นเวลา 10 วินาที อากาศมีความชื้น
 สัมพัทธ์เฉลี่ย 65 %)

4.1 ผลการทดลองศึกษาคุณสมบัติของถ่านอัดก้อนเพื่อหาส่วนผสมต่าง ๆ

4.1.1 ผลของตัวประสานชนิดต่าง ๆ พบว่า แป้งเปียก ยางมะตอย แบลคคลิกเคอร์ mixed pitch และ coconut pitch ให้ผลการเผาไหม้ใกล้เคียงกัน คือ ก้อนถ่านไม่แข็งแรง ในขณะที่เผาไหม้ จุดติดไฟยากมีควันและกลิ่นเหม็นมาก ซึ่งไม่เหมาะสม ส่วนกากน้ำตาลและขี้ผึ้ง จากโรงกลั่นน้ำมัน (wax from refinery) ให้ผลดีกว่าตัวประสาน 5 ตัวแรก คือ จุดติดไฟง่าย แต่ถ่านอัดก้อนไม่แข็งแรงขณะเผาไหม้ ซึ่งไม่ใช่ตัวประสานที่ดีเช่นเดียวกัน พบว่าดินเหนียว เป็นตัวประสานที่เหมาะสมที่สุด คือ ให้ถ่านอัดก้อนที่แข็งแรงจุดติดไฟไม่ยากนัก ควันน้อย และมีกลิ่นเล็กน้อยเท่านั้น ดังแสดงผลสรุปในตารางที่ 4.3

4.1.2 ผลของช่วงขนาดถ่าน จากการนำเศษถ่านหิน 4 ช่วงขนาด คือ เล็กกว่า 1 มม., ใหญ่กว่า 1 มม. แต่เล็กกว่า 2 มม., ใหญ่กว่า 2 มม. และขนาดรวมทุกช่วงขนาด มาอัดก้อน โดยใช้ดินเหนียวเป็นตัวประสานในอัตราส่วน ร้อยละ 10 พบว่าเมื่อช่วงขนาดถ่านโตขึ้น จะให้ถ่านอัดก้อนที่มีความแข็งแรงมากขึ้น คือ ถ่านอัดก้อนจะมีความแข็งแรงเพิ่มจาก 4.18 กก./ตร.ซม. สำหรับช่วงขนาดถ่านเล็กกว่า 1 มม. เป็น 6.30 และ 8.27 กก./ตร.ซม. เมื่อช่วงขนาดถ่านโตขึ้น และถ้าใช้เศษถ่านรวมทุกช่วงขนาดจะให้ถ่านอัดก้อนที่มีความแข็งแรงที่สุด คือ สูงถึง 8.74 กก./ตร.ซม. ดังรายละเอียดแสดงในตารางที่ 4.4 ดังนั้นช่วงขนาดถ่านที่เหมาะสม คือ ขนาดรวมทุกช่วงขนาด

4.1.3 ผลของการใช้ปูนขาวเพื่อปรับค่า pH พบว่าปริมาณค่า pH ในถ่านเพิ่มขึ้นมาก เมื่อเพิ่มปริมาณปูนขาวถึงร้อยละ 4 ของน้ำหนักถ่านหินแห้ง โดยได้ปริมาณสูงถึงร้อยละ 71.26 ของปริมาณค่า pH ทั้งหมด และปริมาณค่า pH ในถ่านค่อนข้างคงที่เมื่อเพิ่มปริมาณปูนขาวเป็น ร้อยละ 5 และ 6 คือได้ปริมาณค่า pH ในถ่านร้อยละ 69.71 ดังตารางที่ 4.5 และ รูปที่ 4.3 ดังนั้นปริมาณปูนขาวที่เหมาะสมคือ ร้อยละ 4

4.1.4 ผลของโซเดียมไนเตรตต่อการติดไฟ ในการเติมโซเดียมไนเตรต เพื่อช่วยให้ถ่านอัดก้อนติดไฟง่ายขึ้น พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณโซเดียมไนเตรตถ่านอัดก้อนติดไฟเร็วขึ้น ควันน้อยลงและหมดเร็วขึ้น แต่เมื่อเพิ่มปริมาณโซเดียมไนเตรตจากร้อยละ 3 เป็นร้อยละ 5 และ 7 ให้ผลไม่แตกต่างกันมากนัก ดังตารางที่ 4.6 ดังนั้นปริมาณโซเดียมไนเตรตร้อยละ 3 เป็นปริมาณที่เหมาะสม

ตารางที่ 4.3 ผลของตัวประสานชนิดต่าง ๆ (ตัวประสาน 5-30 % วัดด้วยความดัน 1300 ปอนด์/ตร.นิ้ว เป็นเวลา 10 วินาที)

ตัวประสาน	ลักษณะการติดไฟ		สภาพหลังการติดไฟ					
	ง่าย	ยาก	ครว็น		กลิ่น		ความแข็งแรง	
			น้อย	มาก	น้อย	มาก	ดี	ไม่ดี
1. แป้งเปียก		✓		✓		✓		✓
2. บางมะตอย		✓		✓		✓		✓
3. แบลคคลิกเคอร์		✓		✓		✓		✓
4. mixed pitch		✓		✓		✓		✓
5. coconut pitch		✓		✓		✓		✓
6. กากน้ำตาล	✓	✓		✓		✓		✓
7. ซีเมนต์จากโรงกลั่นน้ำมัน	✓	✓		✓		✓		✓
8. ดินเหนียว	✓		✓		✓		✓	

ตารางที่ 4.4 ผลของช่วงขนาดด้านหิน (ดินเหนียว 10 % น้ำ 25 % วัดด้วยความดัน 1,300 ปอนด์/ตร.นิ้ว เป็นเวลา 10 วินาที)

ช่วงขนาด (มม.)	น้ำหนักที่กด (กิโลกรัม)	ความแข็งแรง (compressive strength) (กิโลกรัม/ตร.ซม.)
$x < 1$	251.0	4.18
$1 < x < 2$	378.5	6.30
$2 < x$	497.0	8.27
รวมทุกช่วงขนาด	525.0	8.74

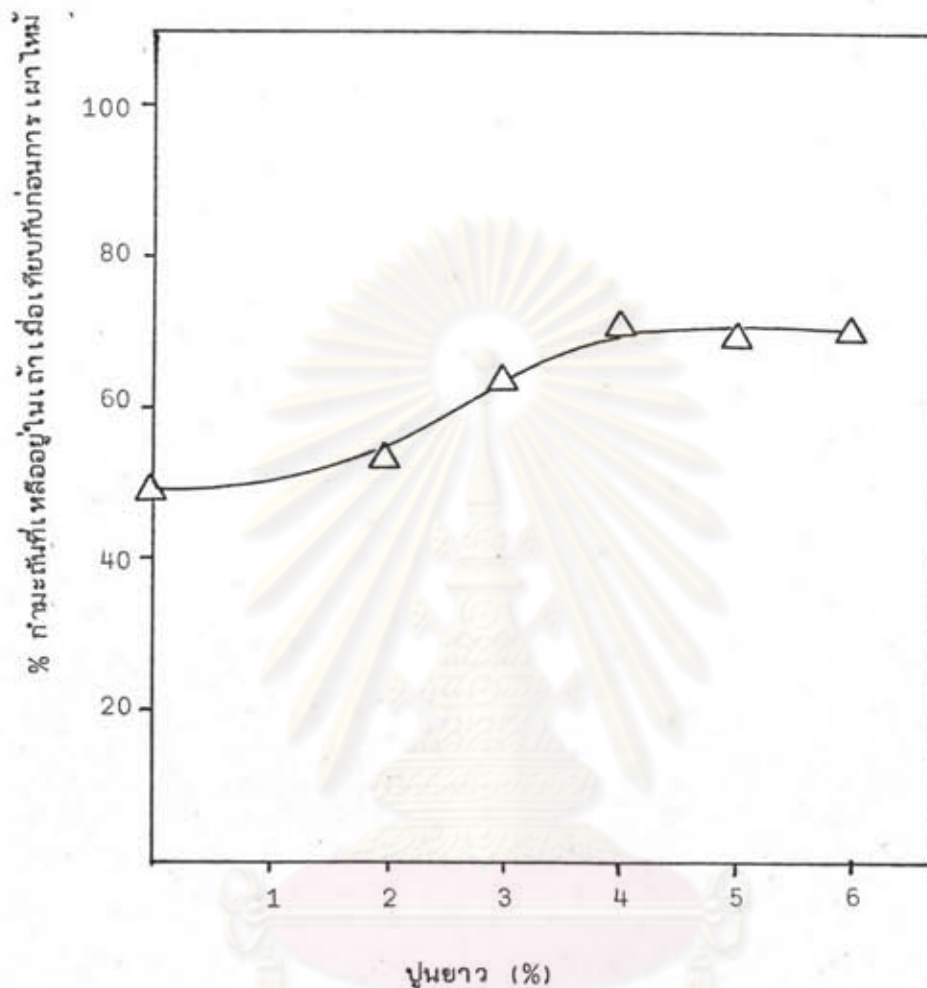
ตารางที่ 4.5 % กำมะถันที่เหลืออยู่ในเต้าเมื่อเทียบกับ ก่อนการเผาไหม้เมื่อใช้ปูนขาว
(ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของถ่านอัดก้อน 10 ซม. ดินเหนียว 10% น้ำ 25%
อัดด้วยความดัน 1,300 ปอนด์/ตร.นิ้ว เป็นเวลา 10 วินาที)

% ปูนขาว	% กำมะถันในเต้า ก่อนการเผาไหม้	% กำมะถันในเต้า หลังการเผาไหม้	% กำมะถันที่เหลืออยู่ ในเต้า เมื่อเทียบกับ ก่อนการเผาไหม้
0	2.51	1.240	49.40
2	2.49	1.326	53.25
3	2.48	1.585	63.91
4	2.46	1.753	71.26
5	2.45	1.703	69.51
6	2.42	1.703	70.37

ตารางที่ 4.6 ผลของปริมาณโซเดียมไนเตรตต่อการติดไฟ (ดินเหนียว 10% ปูนขาว 4%
น้ำ 25% อัดด้วยความดัน 1,300 ปอนด์/ตร.นิ้ว เป็นเวลา 10 วินาที
จุดถ่านครั้งละ 2 ก้อน)

% NaNO_3	เวลาในการจุดติด (นาที)	เวลาดังแต่จุดจนคว้นหมด (นาที)
0	14	20
3	11	18
5	11	17
7	9	17

หมายเหตุ ถ่านไม้ใช้ เวลาในการจุดติดประมาณ 2-3 นาที และเวลาดังแต่
จุดจนคว้นหมดประมาณ 4-5 นาที



รูปที่ 4.3 % กะมะถันที่เหลืออยู่ในเปลือกเมื่อเทียบกับ ก่อนการเผาไหม้เมื่อใช้ปูนขาว
(ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ถ่านอัดก้อน 10 ซม. ดินเหนียว 10% น้ำ 25%
อัดด้วยความดัน 1,300 ปอนด์/ตร.นิ้ว เป็นเวลา 10 วินาที)

4.2 ผลการทดลองศึกษาคุณสมบัติของถ่านอัดก้อนแบบที่ 1 ในการนำไปใช้งาน

4.2.1 ความแข็งแรงของถ่านอัดก้อนแบบที่ 1 พบว่าถ่านอัดก้อนมีความแข็งแรงค่อนข้างคงที่เมื่อเปลี่ยนปริมาณดินเหนียวร้อยละ 5 เป็น 10 และ 20 มีความแข็งแรงประมาณ 8 กก./ตร.ซม. ดังตารางที่ 4.7

4.2.2 ประสิทธิภาพในการนำถ่านอัดก้อนแบบที่ 1 ไปใช้งาน ประสิทธิภาพมีแนวโน้มลดลงเมื่อลดถ่านอัดก้อน จำนวนเพิ่มขึ้นจาก 1 ก้อน เป็น 2 ก้อน และแบบต่อเนื่อง ที่ปริมาณดินเหนียวร้อยละ 5, 10 และ 20 ให้การเปลี่ยนแปลงเช่นเดียวกัน แต่ถ้าเปรียบเทียบที่การใช้งานประเภทเดียวกัน เช่น เมื่อใช้ถ่านอัดก้อน 1 ก้อน พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณดินเหนียวจากร้อยละ 5 เป็นร้อยละ 10 ประสิทธิภาพมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่เมื่อเพิ่มปริมาณดินเหนียวจากร้อยละ 10 เป็นร้อยละ 20 ประสิทธิภาพมีแนวโน้มลดลงของการใช้งานทุกประเภท ดังในตารางที่ 4.8 และรูปที่ 4.3

4.2.3 การเปลี่ยนแปลงของความชื้น/หน่วยพื้นที่ เวลาและอุณหภูมิ กับเวลาของถ่านอัดก้อนแบบที่ 1 ผลการทดลองดังแสดงในรูปที่ 4.4-4.7 ในการวัดอุณหภูมิและความชื้น/หน่วยพื้นที่ เวลา ที่ปากเตาในระดับเดียวกันกับความสูงของเชิงเทียนหรือระดับเดียวกันกับกันภาชนะเมื่อใช้งาน ซึ่งรับความร้อนจากการเผาไหม้ถ่านอัดก้อนเพื่อเปรียบเทียบกับ เตาอังโล่เมื่อใช้กับถ่านไม้ ผลการทดลองพบว่าลักษณะการเปลี่ยนแปลงเป็นไปในทำนองเดียวกับที่ปริมาณดินเหนียวร้อยละ 5, 10 และ 20 รวมทั้งเป็นไปในทำนองเดียวกับเตาอังโล่ เมื่อใช้กับถ่านไม้ ถ้าเปรียบเทียบที่ปริมาณดินเหนียวต่าง ๆ กัน พบว่าเมื่อปริมาณดินเหนียวเพิ่มขึ้น อุณหภูมิและความชื้น/หน่วยพื้นที่.เวลา มีแนวโน้มลดลง

ศูนย์วิทยาศาสตร์พยากรณ์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.7 ผลของปริมาณตัวประสานต่อความแข็งแรงของถ่านอัดก้อน (compressive strength) (ปูนขาว 4% NaNO_3 3 % น้ำ 25 % อัดด้วยความดัน 1,300 ปอนด์/ตร.นิ้ว เป็นเวลา 10 วินาที)

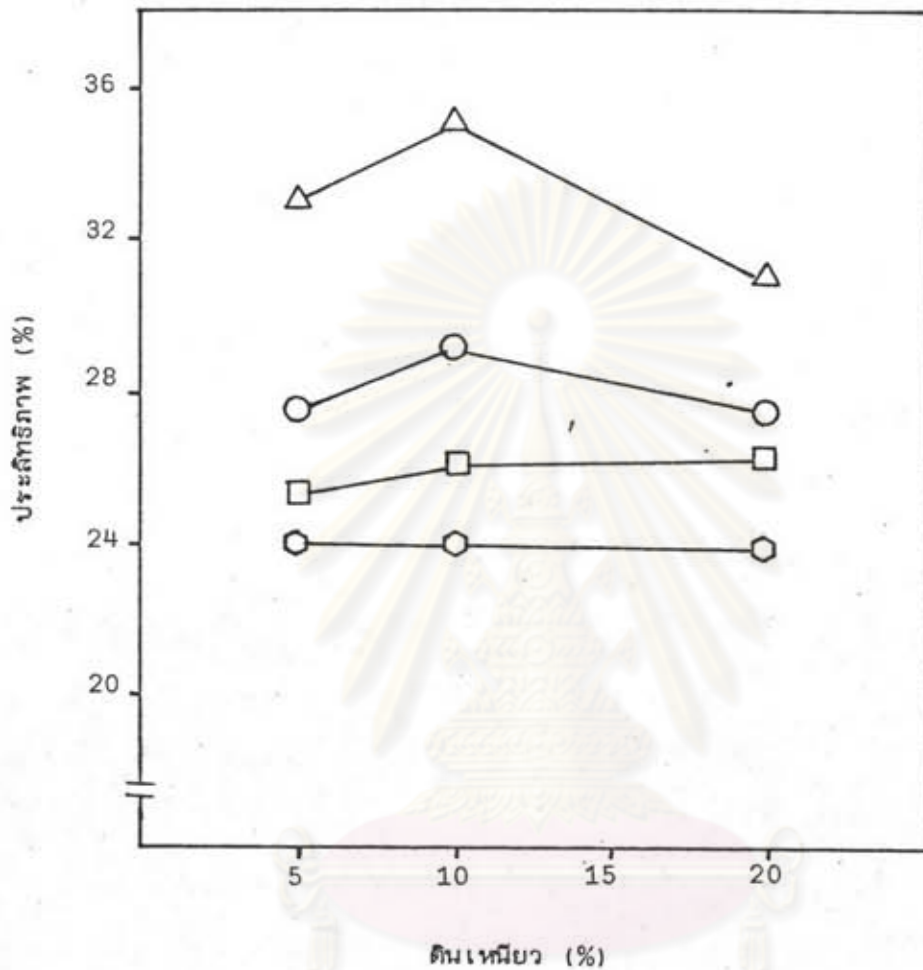
% ดินเหนียว	น้ำหนักที่กด (กิโลกรัม)	พื้นที่ที่รับน้ำหนัก (ตร.ซม.)	ความแข็งแรง (compressive strength) (กิโลกรัม/ตร.ซม.)
5	530	60.07	8.82
10	525	60.07	8.74
20	530	60.07	8.82

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.8 ประสิทธิภาพการไถ้งาน (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของถ่านอัดก้อน 10 ซม. ปูนขาว 4 % NaNO_3 3 % น้ำ 25 %
อัดก้อนด้วยความดัน 1300 ปอนด์/ตร.นิ้ว เป็นเวลา 10 วินาที)

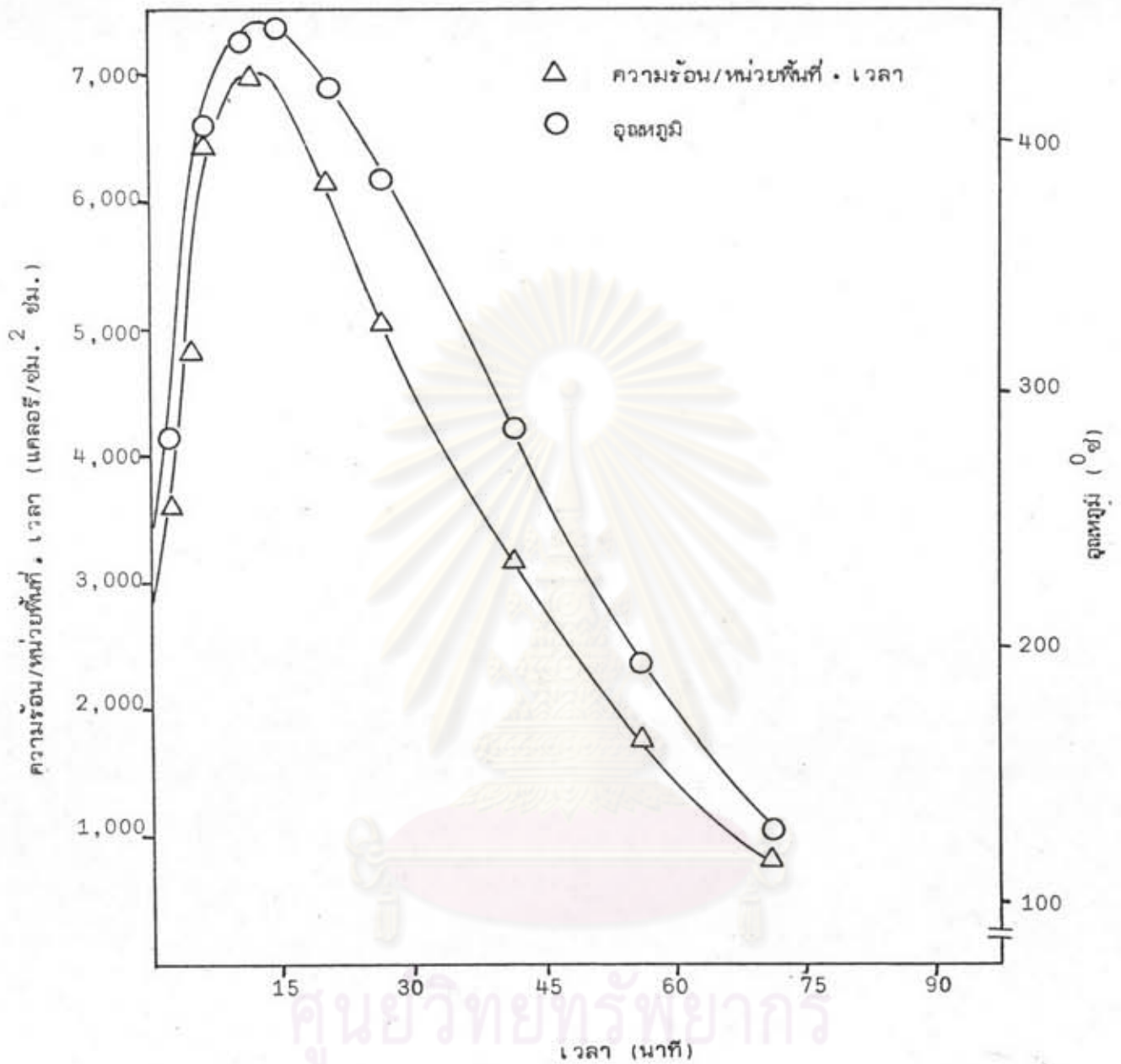
% ดินเหนียว	จำนวนถ่านที่จุด ครั้งละ (ก้อน)	เวลาที่ติดไฟ (นาที)	เวลาที่ควันทหมด (นาที)	ประสิทธิภาพ (%)	ปริมาณความร้อนที่ใช้ประโยชน์ (แคลอรี)
5	1	9	12	33.07	3.618×10^5
	2	12	25	27.51	5.838×10^5
	3	14	31	25.28	8.298×10^5
	3 (ต่อเนื่อง)	-	-	23.96	7.861×10^5
10	1	9	13	35.01	3.711×10^5
	2	11	17	29.14	6.181×10^5
	3	15	35	26.02	8.283×10^5
	3 (ต่อเนื่อง)	-	-	23.71	7.537×10^5
20	1	8	15	30.90	3.090×10^5
	2	12	24	27.41	5.435×10^5
	3	16	27	26.32	7.799×10^5
	3 (ต่อเนื่อง)	-	-	22.81	7.105×10^5

หมายเหตุ การหาประสิทธิภาพแบบต่อเนื่อง ทำโดยเริ่มจุดถ่านอัดก้อน 1 ก้อน เมื่อควันทหมด เริ่มตั้งน้ำ เติมถ่านอัดก้อนทุก 30 นาที นับตั้งแต่
เริ่มจุด ถ้ามีควันทหมดเมื่อเติมถ่าน ยกน้ำออกแล้วเปิดพัดลมจนควันทหมดจึงตั้งน้ำต่อไป

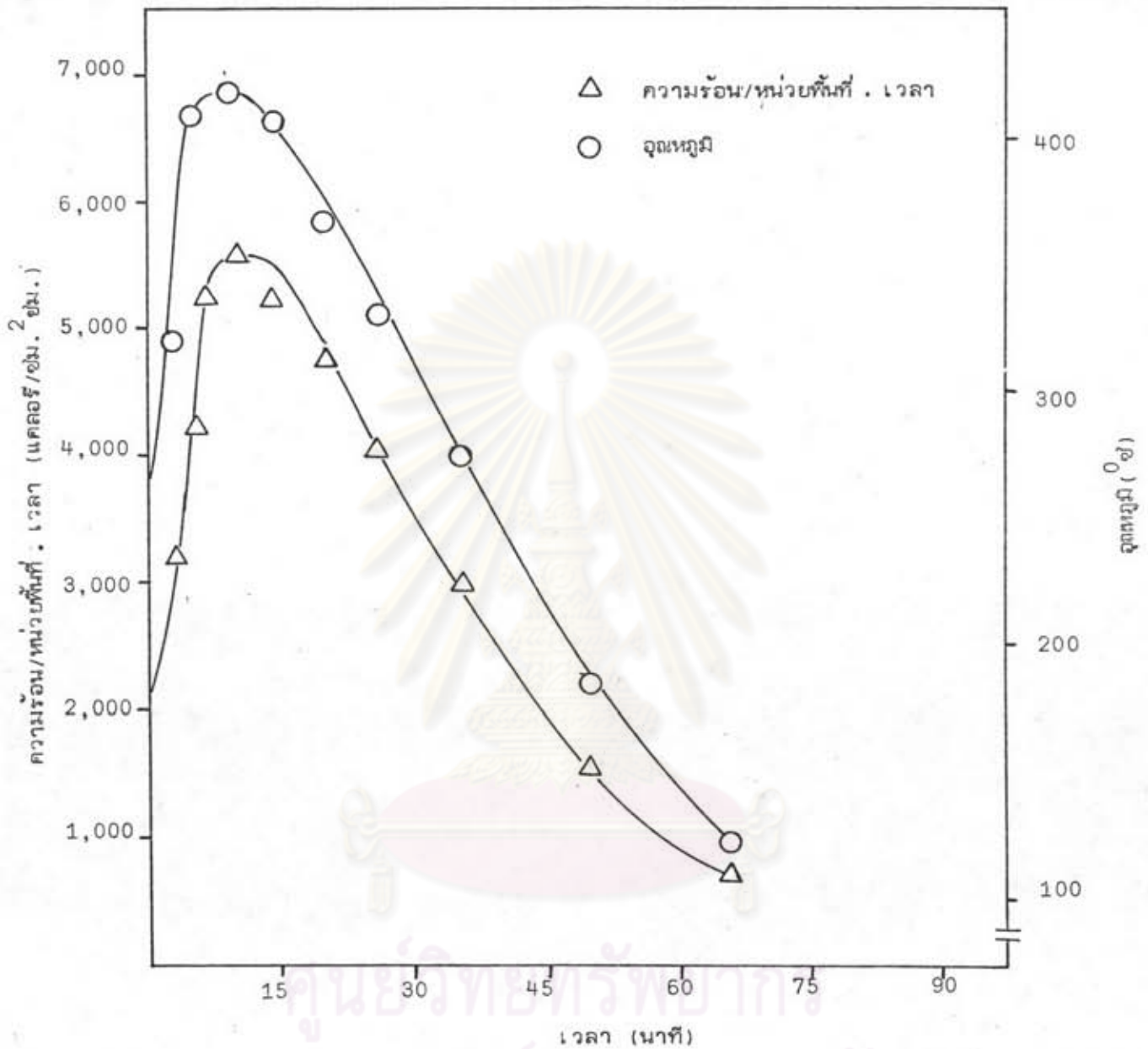


รูปที่ 4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพกับปริมาณดินเหนียว (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของถ่านอัดก้อน 10 ซม. ปุ๋ยขาว 4 % ดินเหนียว 5, 10, 20 % NaNO_3 3 % น้ำ 25 % อัดก้อนด้วยความดัน 1,300 ปอนด์/ตร.นิ้ว เป็นเวลา 10 วินาที)

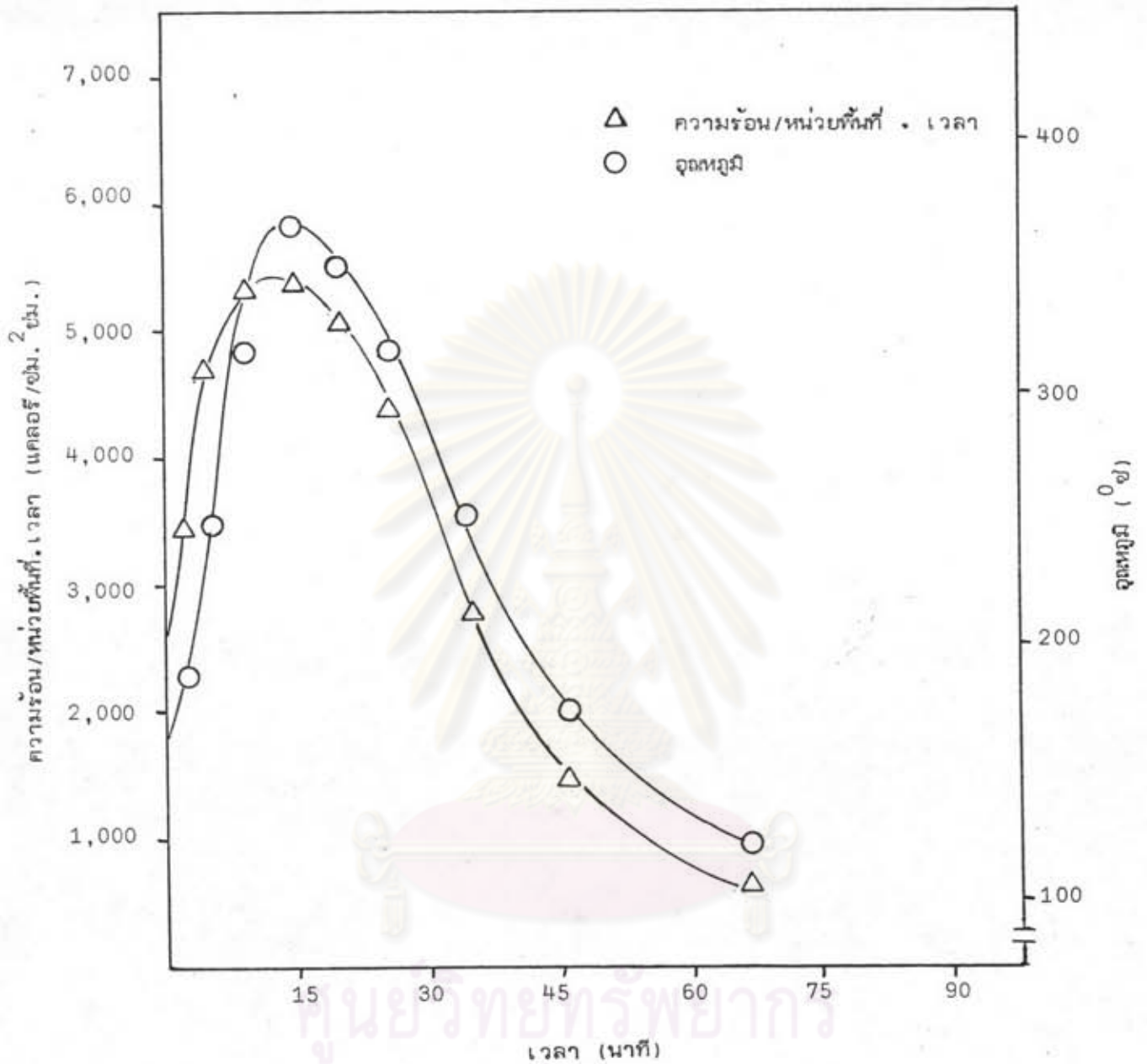
- △ จุดถ่านอัดก้อนครั้งละ 1 ก้อน
- จุดถ่านอัดก้อนครั้งละ 2 ก้อน
- จุดถ่านอัดก้อนครั้งละ 3 ก้อน
- ◇ จุดถ่านอัดก้อน 3 ก้อนแบบต่อเนื่อง



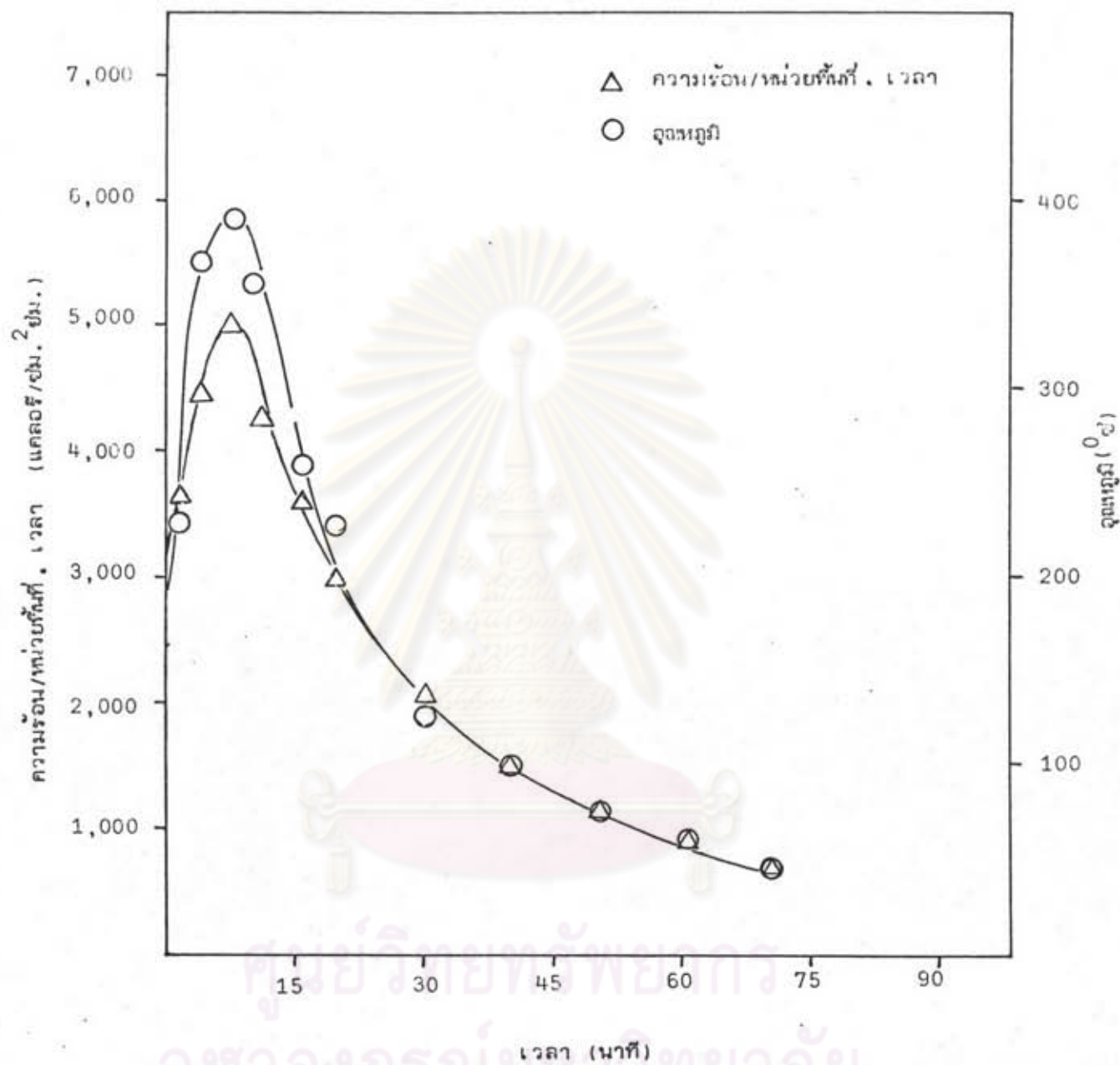
รูปที่ 4.5 การเปลี่ยนแปลงความร้อน/หน่วยพื้นที่ · เวลาและอุณหภูมิกับเวลาเมื่อใช้ดินเหนียว 5% (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของถ่านอัดก้อน 10 ซม. ปูนขาว 4 % ดินเหนียว 5 % NaNO_3 3 % น้ำ 25 % อัดก้อนด้วยความดัน 1,300 ปอนด์/ตร.นิ้ว เป็นเวลา 10 วินาที รูดถ่านอัดก้อนครั้งละ 2 ก้อน)



รูปที่ 4.6 การเปลี่ยนแปลงความร้อน/หน่วยพื้นที่ . เวลาและจุดหลุมกับเวลา เมื่อใช้ดินเหนียว 10% (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของถ่านอัดก้อน 10 ซม. ปูนขาว 4 % ดินเหนียว 10 % NaNO_3 3 % น้ำ 25 % อัดก้อนด้วยความดัน 1,300 ปอนด์/ตร.นิ้ว เป็นเวลา 10 วินาที รูดถ่านอัดก้อนครั้งละ 2 ก้อน)



รูปที่ 4.7 การเปลี่ยนแปลงความร้อน/หน่วยพื้นที่ · เวลาและอุณหภูมิกับเวลา เมื่อใช้ดินเหนียว 20% (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของถ่านอัดก้อน 10 ซม. ปูนขาว 4 % ดินเหนียว 20 % NaNO_3 3 % น้ำ 25 % อัดก้อนด้วยความดัน 1,300 ปอนด์/ตร.นิ้ว เป็นเวลา 10 วินาที รูดถ่านอัดก้อนครั้งละ 2 ก้อน)



รูปที่ 4.8 การเปลี่ยนแปลงความร้อน/หน่วยพื้นที่ . เวลา และอุณหภูมิกับเวลาของถ่านไม้ (ถ่านไม้ 500 กรัม ไข้กับเตาอั้งโล่)

4.3 ผลการทดลองศึกษาคุณสมบัติของถ่านอัดก้อนแบบที่ 2 และ 3 ในการนำไปใช้งาน

จากการสร้างแบบอัดแบบที่ 2 และ 3 ถ่านอัดก้อนที่ได้จะมีขนาดและรูปร่าง ดังรูปที่ 4.9 - 4.11 และตารางที่ 4.9 เช่นเดียวกับ ถ่านอัดก้อนแบบที่ 1 ก่อนนำถ่านอัดก้อนแบบที่ 2 และ 3 ศึกษาคุณสมบัติต่าง ๆ ต้องตากแห้งประมาณ 5-7 วัน ดังแสดงในรูปที่ 4.12 และ 4.13 และเมื่อนำไปศึกษาคุณสมบัติต่าง ๆ ได้ผลดังนี้คือ

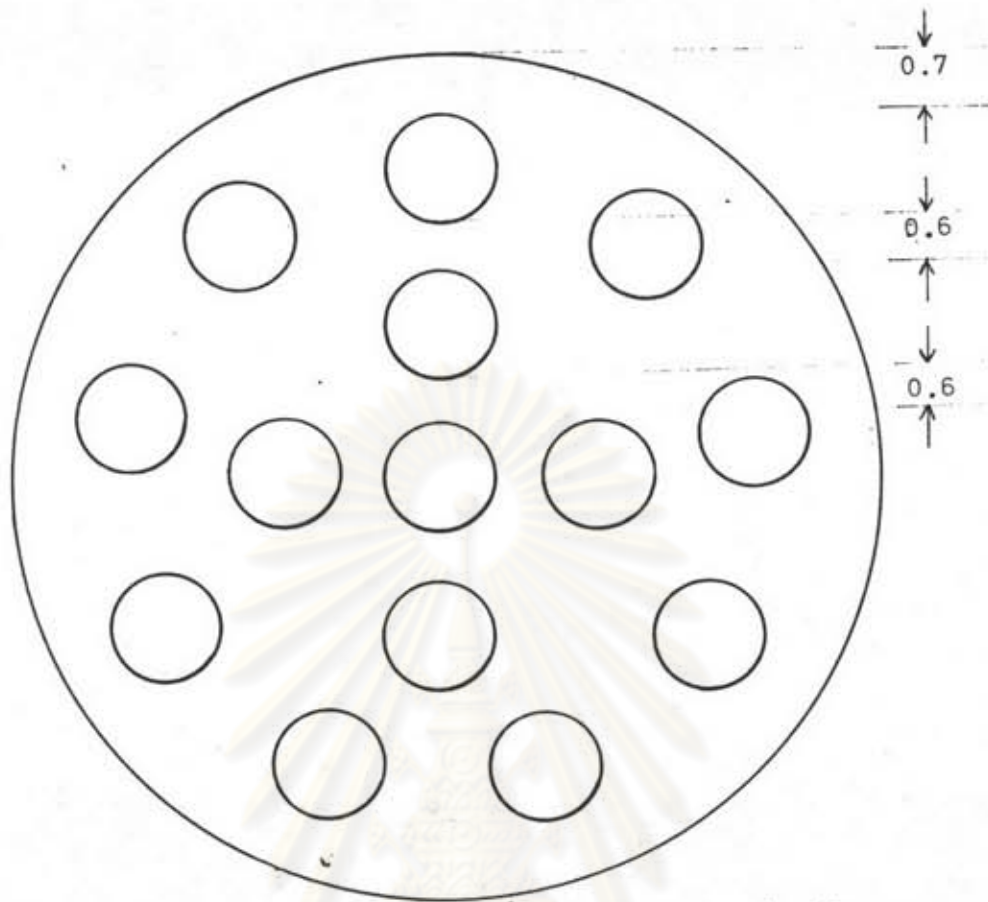
4.3.1 ความแข็งแรงของถ่านอัดก้อนแบบที่ 2 และ 3 พบว่าถ่านอัดก้อนมีความแข็งแรงค่อนข้างคงที่เมื่อเปลี่ยนปริมาณดินเหนียวร้อยละ 5, 10, 20 ทั้งถ่านอัดก้อนแบบที่ 2 และ 3 โดยถ่านอัดก้อนแบบที่ 2 มีความแข็งแรงประมาณ 16 กก./ตร.ซม. และถ่านอัดก้อนแบบที่ 3 มีความแข็งแรงประมาณ 11 กก./ตร.ซม. ดังตารางที่ 4.10

4.3.2 ประสิทธิภาพในการนำถ่านอัดก้อนแบบที่ 2 และ 3 ไปใช้งาน ประสิทธิภาพมีแนวโน้มลดลงเมื่อใช้ถ่านอัดก้อน จำนวนเพิ่มขึ้นจาก 1 ก้อนเป็น 2 ก้อน แต่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อใช้งานแบบต่อเนื่อง ที่ปริมาณดินเหนียวร้อยละ 5, 10, 20 ให้การเปลี่ยนแปลงเช่นเดียวกัน แต่ถ้าเปรียบเทียบที่การใช้งานประเภทเดียวกัน เช่น เมื่อใช้ถ่านอัดก้อน 1 ก้อน พบว่าเมื่อปริมาณดินเหนียวเพิ่มจากร้อยละ 5 เป็นร้อยละ 10 ประสิทธิภาพมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่เมื่อเพิ่มปริมาณดินเหนียวจากร้อยละ 10 เป็นร้อยละ 20 ประสิทธิภาพมีแนวโน้มลดลงของการใช้งานทุกประเภท (เมื่อใช้ถ่านอัดก้อน 1, 2 ก้อนและแบบต่อเนื่อง) ถ่านอัดก้อนแบบที่ 2 และ 3 ให้การเปลี่ยนแปลงเช่นเดียวกัน ดังตารางที่ 4.11 และ 4.12

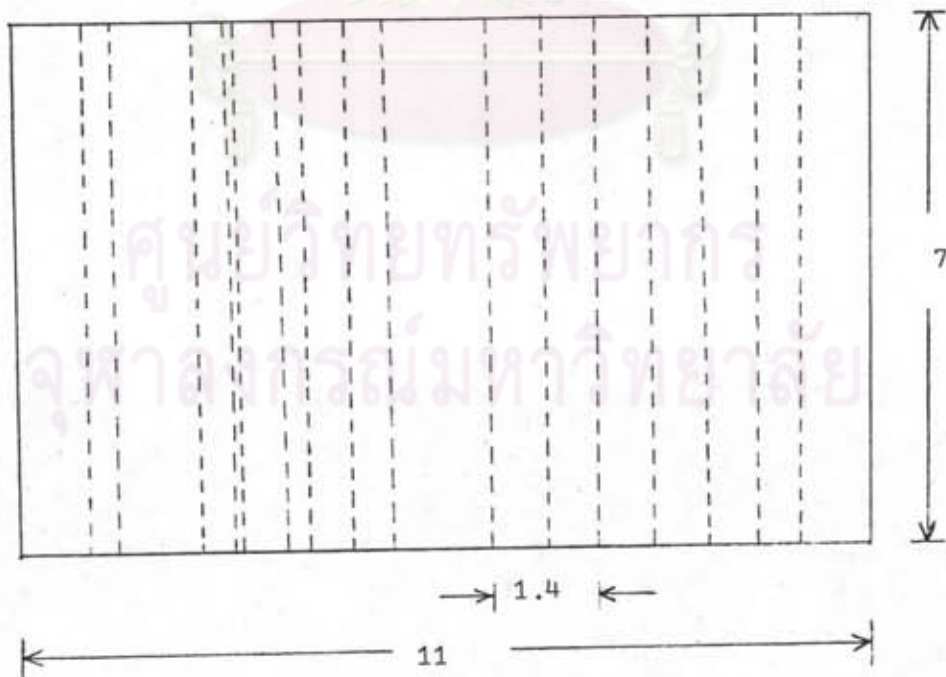
4.3.3 การเปลี่ยนแปลงของความร้อน/หน่วยพื้นที่-เวลา และอุณหภูมิ กับเวลาของถ่านอัดก้อนแบบที่ 2 และ 3 พบว่าถ่านอัดก้อนแบบที่ 2 และ 3 ให้ลักษณะการเปลี่ยนแปลงคล้ายกับถ่านอัดก้อน แบบที่ 1 ดังรูปที่ 4.14 และ 4.15

4.4 ผลการทดลองศึกษาการนำถ่านอัดก้อนแบบที่ 1 ไปใช้งานในสภาวะอื่น ๆ

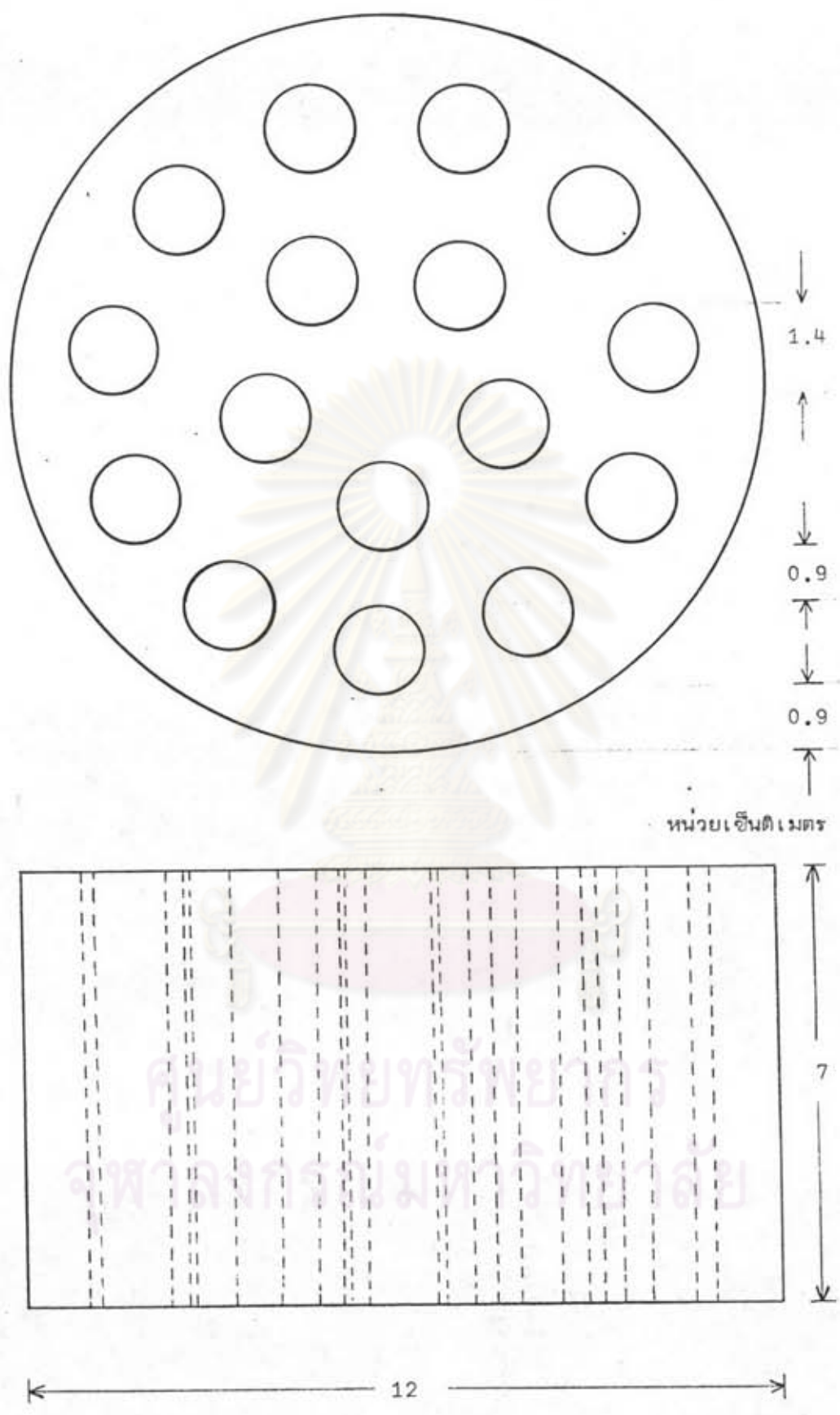
เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการนำถ่านอัดก้อนแบบที่ 1 ไปใช้งานที่สภาวะอื่นกับสภาวะเดิม พบว่า ที่สภาวะใหม่ได้ประสิทธิภาพสูงขึ้นเป็น 36.46 % และ 37.82 % ขณะที่สภาวะเดิมมีประสิทธิภาพ 29.14 % และ 23.71 % ดังตารางที่ 4.13 หรือกล่าวได้ว่า ถ้าการใช้งานเร็วขึ้นจะได้ประสิทธิภาพสูงขึ้น



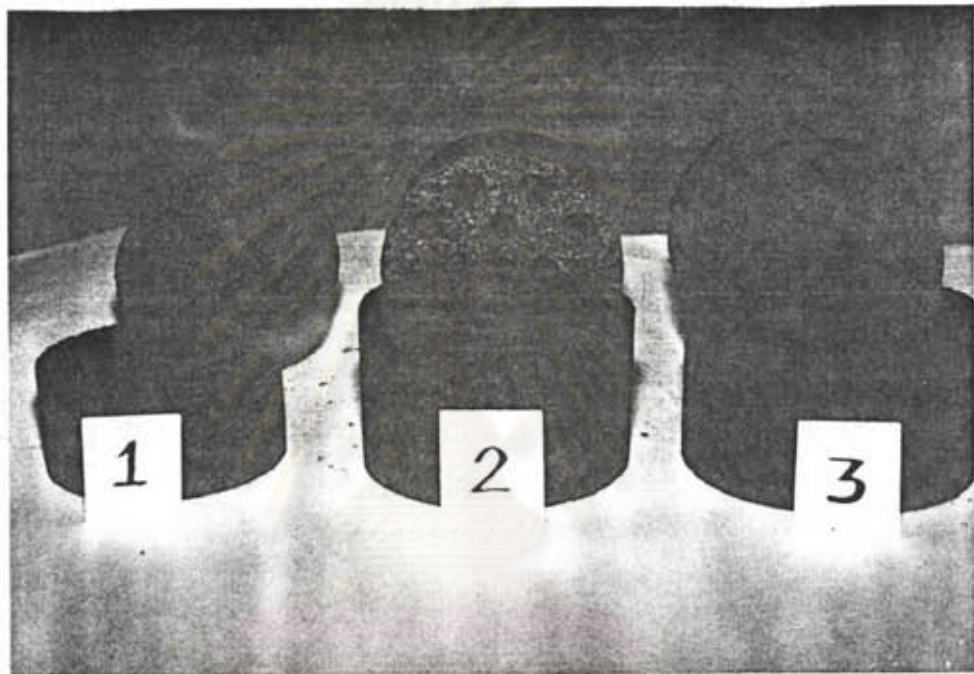
หน่วยเซนต์เมตร



รูปที่ 4.9 ถ่านอัดก้อนแบบที่ 2 ตัน Top View และ Side View

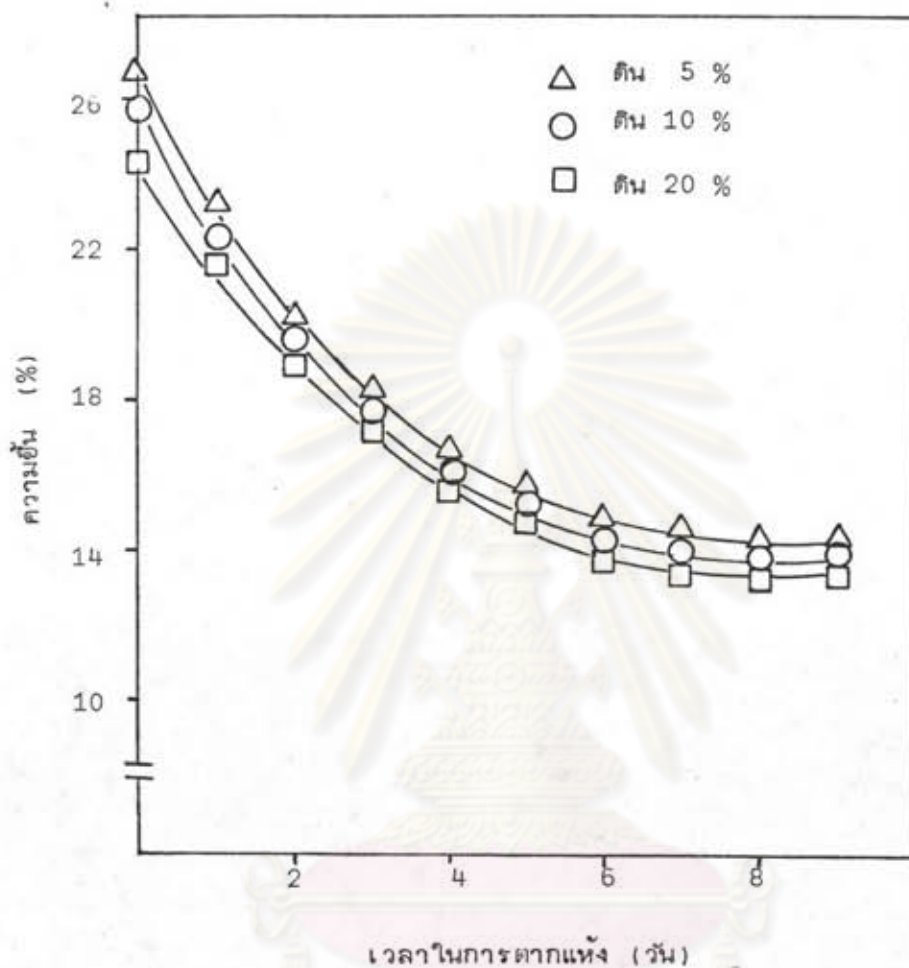


รูปที่ 4.10 ต่ำนัดก๊อนแบบที่ 3 ต่ำน Top View และ Side View

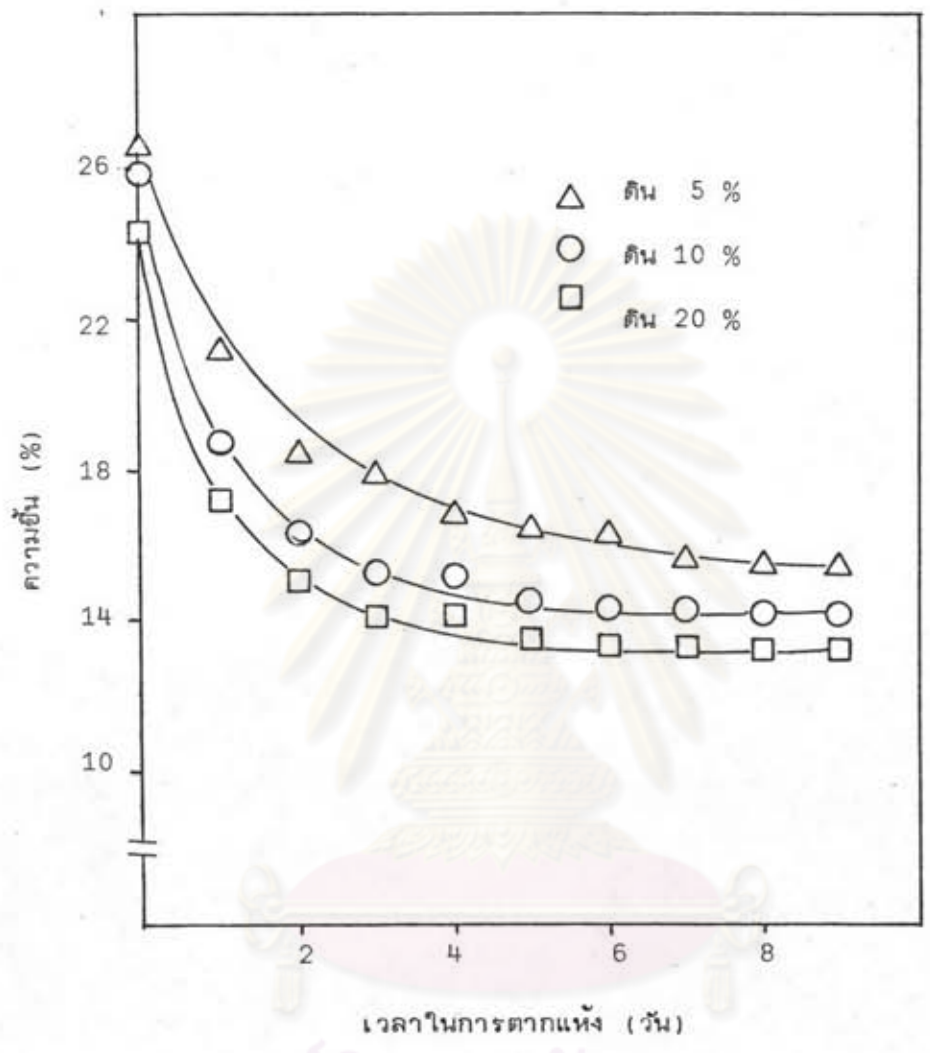


รูปที่ 4.11 ถ่านอัดก้อนทั้ง 3 แบบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.12 ร้อยละความชื้นของถ่านอัดก้อนแบบที่ 2 เมื่อตากแห้งในอากาศ
 (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของถ่านอัดก้อน 11 ซม. สูง 7 ซม.
 ปูนขาว 4 % NaNO_3 3 % น้ำ 25 % อัดด้วยความดัน
 1,300 ปอนด์/ตร.นิ้ว เป็นเวลา 10 วินาที อากาศมีความชื้น
 สัมพัทธ์เฉลี่ย 65 %)



รูปที่ 4.13 ร้อยละความชื้นของถ่านอัดก้อนแบบที่ 3 เมื่อตากแห้งในอากาศ (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของถ่านอัดก้อน 12 ซม. สูง 7 ซม. ปูนขาว 4 % NaNO_3 3 % น้ำ 25 % อัดด้วยความดัน 1,300 ปอนด์/ตร.นิ้ว เป็นเวลา 10 วินาที อากาศมีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 65 %)

ตารางที่ 4.9 รายละเอียดด้านอัดก้อนทั้ง 3 แบบ

	แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3
ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (ซม.)	10	11	12
ความสูง (ซม.)	5	7	7
จำนวนช่อง	12	14	16
ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางช่อง (ซม.)	1.4	1.4	1.4
พื้นที่รับแรงกด (ตร.ซม.)	60.07	73.48	88.47
ความดันในการอัดก้อน (ปอนด์/ตร.นิ้ว)	1300	1300	1300
ปริมาตรด้านอัดก้อน (ลบ.ซม.)	300.35	514.36	619.29
น้ำหนักโดยประมาณ (กรัม)	400	750	850
พื้นที่ผิวทั้งหมด (ตร.ซม.)	541.11	819.89	933.42
พื้นที่ผิว/น้ำหนัก (ตร.ซม./กรัม)	1.35	1.09	1.10
น้ำหนัก/ปริมาตร (กรัม/ลบ.ซม.)	1.33	1.47	1.37

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.10 ผลของปริมาณตัวประสานต่อความแข็งแรงของถ่านอัดก้อน (compressive strength) (ปูนขาว 4 % NaNO_3 3 % น้ำ 25 % อัดด้วยความดัน 1,300 ปอนด์/ตร.นิ้ว เป็นเวลา 10 วินาที)

ถ่านอัดก้อน แบบที่	% ดินเหนียว	น้ำหนักที่กด (กิโลกรัม)	พื้นที่ที่รับน้ำหนัก (ตร.ซม.)	ความแข็งแรง (compressive strength) (กิโลกรัม/ตร.ซม.)
2	5	1,185	73.48	16.13
	10	1,310	73.48	17.83
	20	1,220	73.48	16.60
3	5	1,040	88.47	11.76
	10	1,025	88.47	11.59
	20	1,010	88.47	11.42

ถ่านอัดก้อนแบบที่ 2 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 11 ซม. สูง 7 ซม.

ถ่านอัดก้อนแบบที่ 3 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 ซม. สูง 7 ซม.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.11 ประสิทธิภาพการไถ้งานของถ่านอัดก้อนแบบที่ 2 (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของถ่านอัดก้อน 11 ซม. ปูนขาว 4 % NaNO_3 3 % น้ำ 25 % อัดด้วยความดัน 1,300 ปอนด์/ตร.นิ้ว เป็นเวลา 10 วินาที)

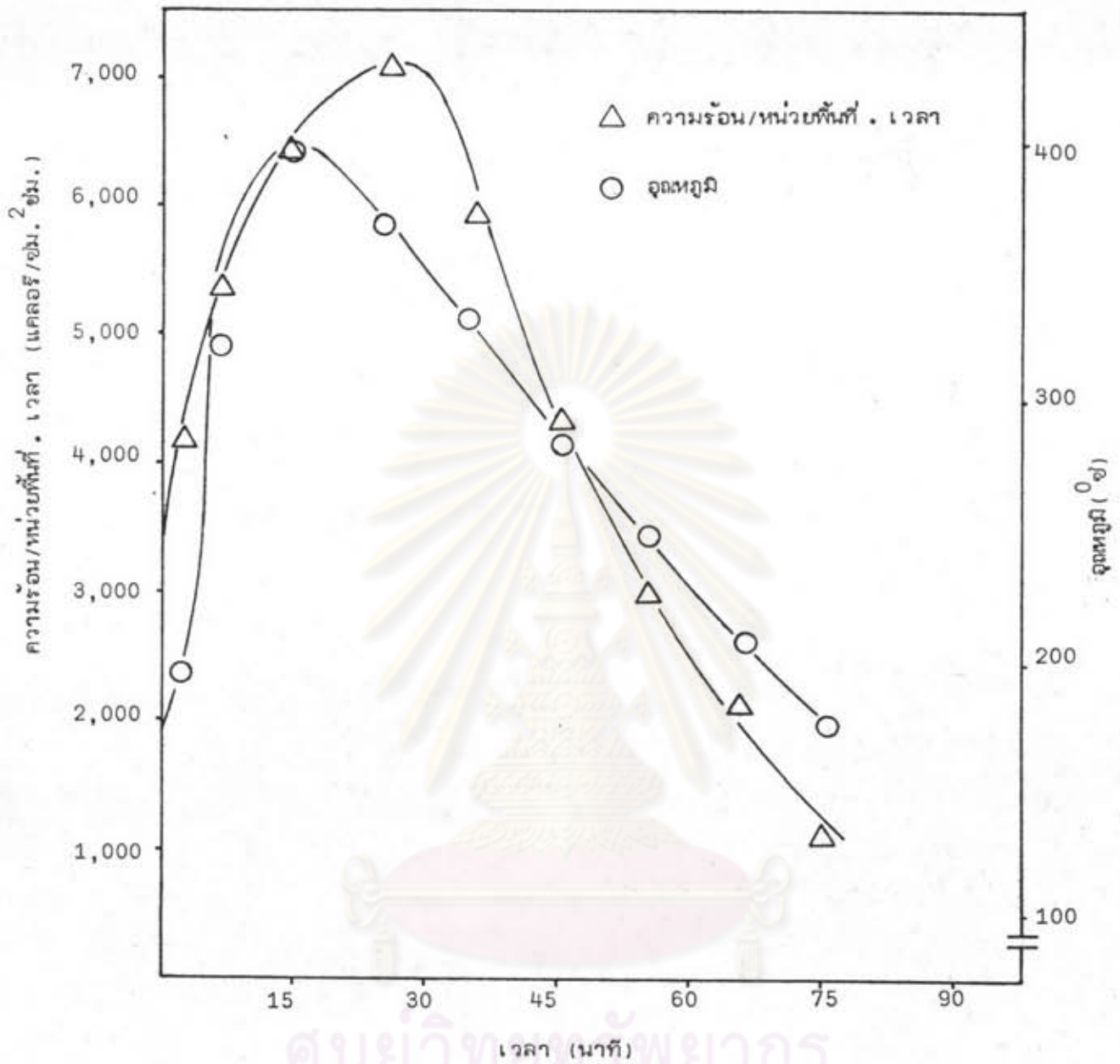
% ดินเหนียว	จำนวนก้อนถ่าน ที่จุดครั้งละ (ก้อน)	เวลาที่ติดไฟ (นาที)	เวลาที่คว้นหมด (นาที)	ประสิทธิภาพ (%)	ปริมาณความร้อน ที่ไถ้ประโยชน์ (แคลอรี)
5	1	11	26	26.51	5.422×10^5
	2	18	54	20.26	8.339×10^5
	2 (ต่อเนื่อง)	-	-	26.90	11.930×10^5
10	1	11	20	28.60	5.679×10^5
	2	17	44	26.76	10.668×10^5
	2 (ต่อเนื่อง)	-	-	28.56	11.391×10^5
20	1	12	26	25.21	4.726×10^5
	2	18	54	24.94	9.366×10^5
	2 (ต่อเนื่อง)	-	-	24.96	9.372×10^5

หมายเหตุ การหาประสิทธิภาพแบบต่อเนื่อง ทำโดยเริ่มจุดถ่านอัดก้อน 1 ก้อน เมื่อคว้นหมดเริ่มตั้งน้ำ เติมถ่านอัดก้อนทุก 45 นาที นับตั้งแต่เริ่มจุด ถ้ามีคว้นเมื่อเติมถ่าน ยกน้ำออกแล้วเปิดพัดลมจนคว้นหมดจึงตั้งน้ำต่อไป

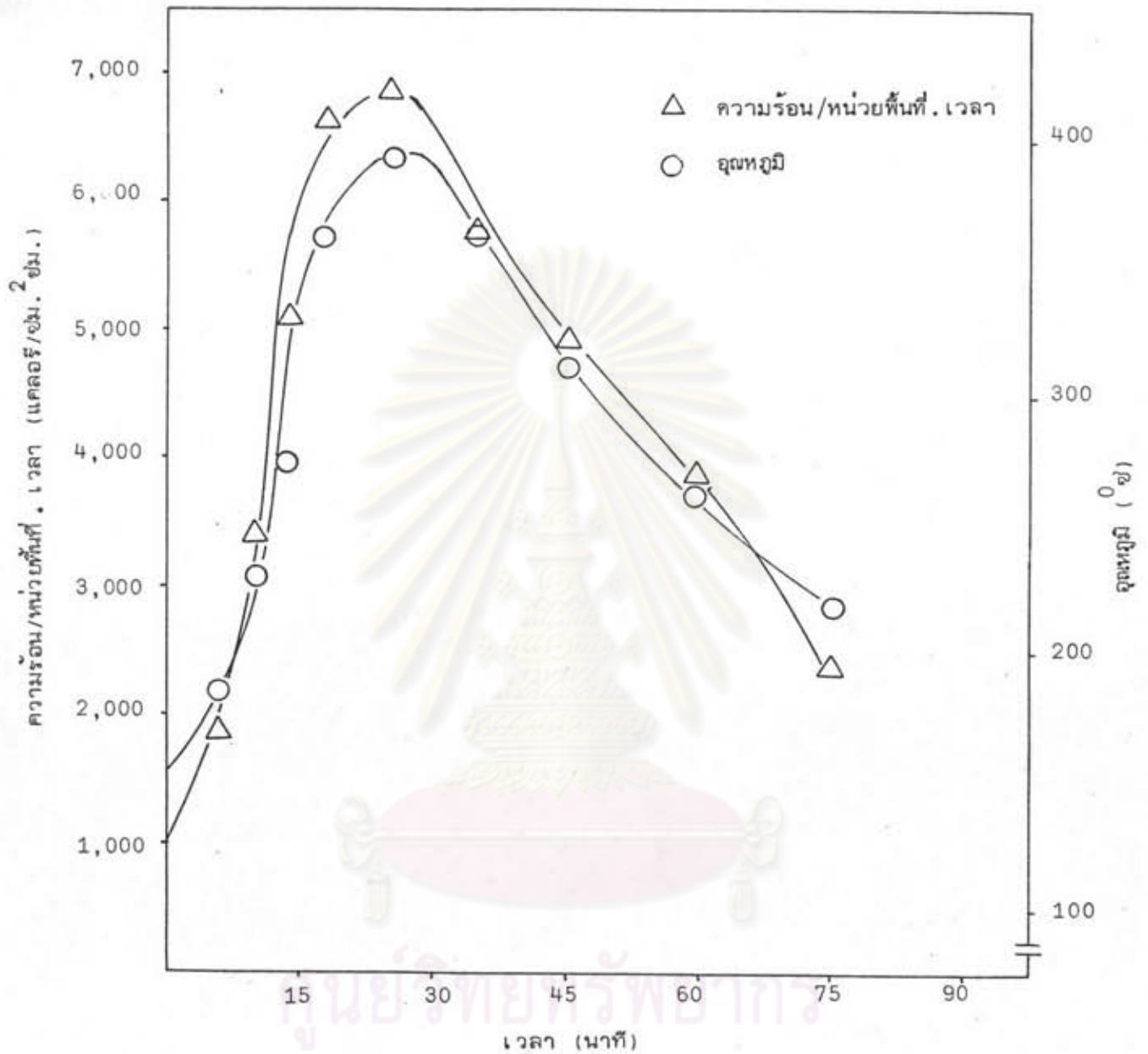
ตารางที่ 4.12 ประสิทธิภาพการไถ้งานของถ่านอัดก้อนแบบที่ 3 (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของถ่านอัดก้อน 12 ซม. ปูนขาว 4 % NaNO_3 3 % น้ำ 25 % ด้วยความดัน 1,300 ปอนด์/ตร.นิ้ว เป็นเวลา 10 วินาที)

% ดินเหนียว	จำนวนก้อนถ่านที่จุดครั้งละ (ก้อน)	เวลาที่ติดไฟ (นาที)	เวลาที่ควันทหมด (นาที)	ประสิทธิภาพ (%)	ปริมาณความร้อนที่ไถ้ประโยชน์ (แคลอรี)
5	1	12	20	28.70	6.691×10^5
	2	17	46	20.74	9.675×10^5
	2 (ต่อเนื่อง)	-	-	29.16	13.615×10^5
10	1	12	15	32.49	7.435×10^5
	2	18	40	29.68	13.408×10^5
	2 (ต่อเนื่อง)	-	-	34.51	15.603×10^5
20	1	13	18	30.51	6.416×10^5
	2	19	49	21.18	9.007×10^5
	2 (ต่อเนื่อง)	-	-	25.31	10.740×10^5

หมายเหตุ การหาประสิทธิภาพแบบต่อเนื่อง ทำโดยเริ่มจุดถ่านอัดก้อน 1 ก้อน เมื่อควันทหมดเริ่มตั้งน้ำ เติมถ่านอัดก้อนทุก 45 นาที นับตั้งแต่เริ่มจุด ถ้ามีควันเมื่อเติมถ่าน ควันออกแล้ว เปิดพัดลมจนควันทหมดถึงตั้งน้ำต่อไป



รูปที่ 4.14 การเปลี่ยนแปลงความร้อน/หน่วยพื้นที่ . เวลาและอุณหภูมิกับเวลาของ
 ถ่านแบบที่ 2 (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของถ่านอัดก้อน 11 ซม. ปูนขาว 4%
 NaNO_3 3 % ดิน 10% น้ำ 25% อัดด้วยความดัน 1,300 ปอนด์/ตร.นิ้ว
 เป็นเวลา 10 วินาที รูดถ่านครั้งละ 2 ก้อน)



รูปที่ 4.15 การเปลี่ยนแปลงความร้อน/หน่วยพื้นที่ . เวลาและอุณหภูมิกับเวลาของถ่านแบบที่ 3
 (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของถ่านอัดก้อน 12 ซม. ปูนขาว 4 %
 NaNO_3 3 % ดิน 10.% น้ำ 25 % อัดด้วยความดัน
 1,300 ปอนด์/ตร.นิ้ว เป็นเวลา 10 วินาที รูดถ่านครั้งละ 2 ก้อน)

ตารางที่ 4.13 ผลการศึกษาการนำถ่านอัดก้อนไปใช้งาน ในสภาวะอื่น ๆ (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของถ่านอัดก้อน 10 ซม. ปูนขาว 4 % NaNO_3 3 % น้ำ 25 % ดินเหนียว 10 % อัดด้วยความดัน 1,300 ปอนด์/ตร.นิ้ว เป็นเวลา 10 วินาที)

สภาวะการทดลอง ที่	ประสิทธิภาพ (%)	ปริมาณความร้อนที่ไปประโยชน์ (แคลอรี)
1	29.14	6.181×10^5
2	36.46	7.746×10^5
3	23.71	7.537×10^5
4	37.82	12.054×10^5

สภาวะการทดลองที่ 1. การหาประสิทธิภาพเมื่อใช้ถ่านอัดก้อน 2 ก้อน โดยเริ่มตั้งน้ำเมื่อครบวันหมด

สภาวะการทดลองที่ 2. การหาประสิทธิภาพเมื่อใช้ถ่านอัดก้อน 2 ก้อน โดยเริ่มตั้งน้ำ เมื่อถ่านอัดก้อนติดไฟ

สภาวะการทดลองที่ 3. การหาประสิทธิภาพโดยเริ่มจุดถ่านอัดก้อน 1 ก้อน และตั้งน้ำเมื่อครบวันหมด หากการเติมถ่านอัดก้อนครั้งละ 1 ก้อน 2 ครั้งทุก 30 นาที นับตั้งแต่จุดถ่านอัดก้อน ถ้ามีควันเมื่อเติมถ่านอัดก้อนให้ยกหน้าออก แล้วเปิดพัดลมจนครบวันหมดจึงปิดพัดลมและตั้งน้ำต่อไป

สภาวะการทดลองที่ 4. การหาประสิทธิภาพคล้ายสภาวะที่ 3 ต่างกันที่เริ่มตั้งน้ำ เมื่อถ่านอัดก้อนติดไฟ ถ้ามีควันเมื่อเติมถ่านอัดก้อนไม่ต้องยกหน้าออก แต่ให้เปิดพัดลมจนครบวันหมดจึงปิด