ภาคผนวก

(1) **ตาราง ก** สูตรต่างๆ ที่ใช้เตรียมอิฐบล็อกในการวิจัย ชิ้นทดสอบขนาด 7×19×39 cm

(2) **ตาราง ข** ค่ามวลเฉลี่ยของชิ้นทดสอบอิฐบล็อก (kg)

(3) **ตาราง ค** ค่ากำลังอัดเฉลี่ยของชิ้นทดสอบอิฐบล็อก (kg/cm^2)

(4) ผลงานที่นำเสนอในการประชุมวิชาการเพื่อนำเสนอผลงานวิจัย มหาวิยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี วันที่ 5 กรกฎาคม 2551

Prince of Songkla University Pattani Campus

(1) ตาราง ก สูตรต่างๆ ที่ใช้เตรียมอิฐบล็อกในการวิจัย ชิ้นทดสอบขนาด 7×19×39 cm

การทดลอง	สูตร	ส่วนผสม				สูตรการผสม (ปูน : วัสดุผสม) โดยปริมาตร	อัตราส่วนการผสม (%)			
		ทราย	แกลบ(%)	[NaOH]	เวลาแช่ (hr)		ปูน	วัสดุผสม	แกลบ	น้ำ
ระยะที่ 1	Cx	หินคลุก	0%	0%	0 ชม.	1 ต่อ 11	8	88.00	0.00	4
	C	หินคลุก	0%	0%	0 ชม.	1 ต่อ 5	15	75.00	0.00	10
	C35	หินคลุก	ไม่ขัด 35%	0%	0 ชม.	1 ต่อ 5	15	48.75	26.25	10
	Cx35	หินคลุก	บด 35%	0%	0 ชม.	1 ต่อ 5	15	48.75	26.25	10
ระยะที่ 2	A50	ละเอียด	ไม่ขัด 50%	0%	0 ชม.	1 ต่อ 5	15	37.50	37.50	10
	B50	หยาบ	ไม่ขัด 50%	0%	0 ชม.	1 ต่อ 5	15	37.50	37.50	10
	C50	หินคลุก	ไม่ขัด 50%	0%	0 ชม.	1 ต่อ 5	15	37.50	37.50	10
	Cx50	หินคลุก	ไม่ขัด 50%	0%	0 ชม.	1 ต่อ 11	8	44.00	44.00	4
	C75	หินคลุก	ไม่ขัด 75%	0%	0 ชม.	1 ต่อ 5	15	18.75	56.25	10
ระยะที่ 3	A	ละเอียด	0%	0%	0 ชม.	1 ต่อ 5	15	75.00	0.00	10
	B	หยาบ	0%	0%	0 ชม.	1 ต่อ 5	15	75.00	0.00	10
	A75	ละเอียด	ไม่ขัด 75%	0%	0 ชม.	1 ต่อ 5	15	18.75	56.25	10
	B75	หยาบ	ไม่ขัด 75%	0%	0 ชม.	1 ต่อ 5	15	18.75	56.25	10
	A75P	ละเอียด	ขัด 75%	0%	0 ชม.	1 ต่อ 5	15	18.75	56.25	10
	B75P	หยาบ	ขัด 75%	0%	0 ชม.	1 ต่อ 5	15	18.75	56.25	10
	A75T6	ละเอียด	ไม่ขัด 75%	0.3%	6 ชม.	1 ต่อ 5	15	18.75	56.25	10
	A75PT6	ละเอียด	ขัด 75%	0.3%	6 ชม.	1 ต่อ 5	15	18.75	56.25	10
	A75PT12	ละเอียด	ขัด 75%	0.3%	12 ชม.	1 ต่อ 5	15	18.75	56.25	10
	A75PT24	ละเอียด	ขัด 75%	0.3%	24 ชม.	1 ต่อ 5	15	18.75	56.25	10
	B75T6	หยาบ	ไม่ขัด 75%	0.3%	6 ชม.	1 ต่อ 5	15	18.75	56.25	10
	B75PT6	หยาบ	ขัด 75%	0.3%	6 ชม.	1 ต่อ 5	15	18.75	56.25	10
	B75PT12	หยาบ	ขัด 75%	0.3%	12 ชม.	1 ต่อ 5	15	18.75	56.25	10
	B75PT24	หยาบ	ขัด 75%	0.3%	24 ชม.	1 ต่อ 5	15	18.75	56.25	10
	A75PS6	ละเอียด	ขัด 75%	0.6%	6 ชม.	1 ต่อ 5	15	18.75	56.25	10
	A75PS12	ละเอียด	ขัด 75%	0.6%	12 ชม.	1 ต่อ 5	15	18.75	56.25	10
	A75PS24	ละเอียด	ขัด 75%	0.6%	24 ชม.	1 ต่อ 5	15	18.75	56.25	10
	B75PS6	หยาบ	ขัด 75%	0.6%	6 ชม.	1 ต่อ 5	15	18.75	56.25	10
	B75PS12	หยาบ	ขัด 75%	0.6%	12 ชม.	1 ต่อ 5	15	18.75	56.25	10
	B75PS24	หยาบ	ขัด 75%	0.6%	24 ชม.	1 ต่อ 5	15	18.75	56.25	10
ระยะที่ 4	B75PS6(7)	หยาบ	ขัด 75%	0.6%	6 ชม.	1 ต่อ 5	15	18.75	56.25	10
	B75PS6(14)	หยาบ	ขัด 75%	0.6%	6 ชม.	1 ต่อ 5	15	18.75	56.25	10
	B75PS6(21)	หยาบ	ขัด 75%	0.6%	6 ชม.	1 ต่อ 5	15	18.75	56.25	10
	B75PS6	หยาบ	ขัด 75%	0.6%	6 ชม.	1 ต่อ 5	15	18.75	56.25	10
	B75PS6(S20%)	หยาบ	ขัด 75%	0.6%	6 ชม.	1 ต่อ 3.5	20	17.50	52.50	10
	B75PS6(Bd)	หยาบ	ขัด 75%	0.6%	6 ชม.	1 ต่อ 5	15	18.75	56.25	*

* สวนผสมน้ำ 5% ต่อ น้ำยา 5%

หมายเหตุ

สัญลักษณ์	ความหมาย
A	ทรายละเอียด
B	ทรายหยาบ
C	หินคลุก
x	(ปูน : วัสดุผสม) เท่ากับ (1:11)
(S20%)	ปริมาณปูน เท่ากับ 20%
(Bd)	(น้ำยาประสาน : น้ำ) เท่ากับ (1:1)

สัญลักษณ์	ความหมาย
p	แกลบขัดผิว
75	แทนที่วัสดุผสมด้วยแกลบ 75%
50	แทนที่วัสดุผสมด้วยแกลบ 50%
T	แช่แกลบใน สลล.NaOH 0.3%
S	แช่แกลบใน สลล.NaOH 0.6%
6	เวลาในการแช่แกลบ 6 ชม.

สัญลักษณ์	ความหมาย
12	เวลาในการแช่แกลบ 12 ชม.
24	เวลาในการแช่แกลบ 24 ชม.
(7)	เวลาในการบ่มคอนกรีต 7 วัน
(14)	เวลาในการบ่มคอนกรีต 14 วัน
(21)	เวลาในการบ่มคอนกรีต 21 วัน
(28)	เวลาในการบ่มคอนกรีต 28 วัน

Prince of Songkla University
Pattani Campus

(2) ตาราง ข ค่ามวลเฉลี่ยของชิ้นทดสอบอิฐบล็อก (kg)

การทดลอง	สูตร	ส่วนผสม				ค่ามวลชิ้นทดสอบ (kg)					ค่ามวลเฉลี่ย	sd
		ทราย	แกลบ(%)	[NaOH]	เวลาแช่ (hr)	ชิ้นที่ 1	ชิ้นที่ 2	ชิ้นที่ 3	ชิ้นที่ 4	ชิ้นที่ 5	(kg)	
ระยะที่ 1	Cx	หินคลุก	0%	0%	0 ชม.	7.18	6.95	6.73	6.89	6.92	6.93	0.16
	C	หินคลุก	0%	0%	0 ชม.	7.18	6.95	6.73	6.89	6.92	6.93	0.16
	C35	หินคลุก	ไม่ขัด 35%	0%	0 ชม.	6.39	6.73	6.30	6.50	6.47	6.48	0.16
	Cx35	หินคลุก	บด 35%	0%	0 ชม.	6.23	6.42	6.20	6.25	6.33	6.29	0.09
ระยะที่ 2	A50	ละเอียด	ไม่ขัด 50%	0%	0 ชม.	5.35	5.32	5.50	5.49	5.49	5.43	0.09
	B50	หยาบ	ไม่ขัด 50%	0%	0 ชม.	6.15	6.18	6.16	6.20	6.15	6.17	0.02
	C50	หินคลุก	ไม่ขัด 50%	0%	0 ชม.	5.60	5.50	5.52	5.54	5.50	5.53	0.04
	Cx50	หินคลุก	ไม่ขัด 50%	0%	0 ชม.	5.20	5.22	5.20	5.18	5.20	5.20	0.01
	C75	หินคลุก	ไม่ขัด 75%	0%	0 ชม.	4.30	4.30	4.34	4.25	4.28	4.29	0.03
ระยะที่ 3	A	ละเอียด	0%	0%	0 ชม.	6.40	6.45	6.35	6.42	6.48	6.42	0.05
	B	หยาบ	0%	0%	0 ชม.	6.91	6.95	6.95	6.90	6.92	6.93	0.02
	A75	ละเอียด	ไม่ขัด 75%	0%	0 ชม.	4.08	3.98	3.63	3.85	3.74	3.86	0.18
	B75	หยาบ	ไม่ขัด 75%	0%	0 ชม.	3.84	3.85	3.98	4.00	3.88	3.91	0.07
	A75P	ละเอียด	ขัด 75%	0%	0 ชม.	3.95	3.70	3.88	3.92	4.05	3.90	0.13
	B75P	หยาบ	ขัด 75%	0%	0 ชม.	4.12	3.93	3.89	3.91	3.86	3.94	0.10
	A75T6	ละเอียด	ไม่ขัด 75%	0.3%	6 ชม.	4.75	4.82	4.88	4.79	4.74	4.80	0.06
	A75PT6	ละเอียด	ขัด 75%	0.3%	6 ชม.	4.90	4.61	4.87	4.80	4.75	4.79	0.11
	A75PT12	ละเอียด	ขัด 75%	0.3%	12 ชม.	4.85	4.74	4.68	4.70	4.80	4.75	0.07
	A75PT24	ละเอียด	ขัด 75%	0.3%	24 ชม.	4.04	4.28	4.05	4.10	4.18	4.13	0.10
	B75T6	หยาบ	ไม่ขัด 75%	0.3%	6 ชม.	4.68	4.55	4.63	4.72	4.60	4.64	0.07
	B75PT6	หยาบ	ขัด 75%	0.3%	6 ชม.	4.60	4.65	4.48	4.56	4.65	4.59	0.07
	B75PT12	หยาบ	ขัด 75%	0.3%	12 ชม.	4.68	4.55	4.60	4.48	4.36	4.53	0.12
	B75PT24	หยาบ	ขัด 75%	0.3%	24 ชม.	4.92	5.00	4.83	4.95	5.11	4.96	0.10
	A75PS6	ละเอียด	ขัด 75%	0.6%	6 ชม.	3.78	4.20	4.00	3.82	3.95	3.95	0.17
	A75PS12	ละเอียด	ขัด 75%	0.6%	12 ชม.	3.80	4.15	3.90	3.85	3.95	3.93	0.14
	A75PS24	ละเอียด	ขัด 75%	0.6%	24 ชม.	3.62	4.14	3.80	3.70	3.92	3.84	0.20
	B75PS6	หยาบ	ขัด 75%	0.6%	6 ชม.	3.78	3.60	3.80	3.64	3.70	3.70	0.09
	B75PS12	หยาบ	ขัด 75%	0.6%	12 ชม.	3.85	3.67	3.60	3.75	3.45	3.66	0.15
	B75PS24	หยาบ	ขัด 75%	0.6%	24 ชม.	3.42	3.35	3.20	3.60	3.45	3.40	0.15
ระยะที่ 4	B75PS6(7)	หยาบ	ขัด 75%	0.6%	6 ชม.	3.86	3.95	3.78	4.00	4.20	3.96	0.16
	B75PS6(14)	หยาบ	ขัด 75%	0.6%	6 ชม.	3.85	3.74	4.00	3.98	3.60	3.83	0.17
	B75PS6(21)	หยาบ	ขัด 75%	0.6%	6 ชม.	3.75	3.70	3.75	3.90	3.80	3.78	0.08
	B75PS6	หยาบ	ขัด 75%	0.6%	6 ชม.	3.70	3.65	3.55	3.63	3.72	3.65	0.07
	B75PS6(S20%)	หยาบ	ขัด 75%	0.6%	6 ชม.	3.72	3.90	4.20	4.00	3.80	3.92	0.19
	B75PS6(Bd)	หยาบ	ขัด 75%	0.6%	6 ชม.	4.28	4.00	4.10	4.30	4.00	4.14	0.15

(3) ตาราง ค ค่าความต้านการอัดเฉลี่ยของชิ้นทดสอบอิฐบล็อก (kg/cm^2)

การทดลอง	สูตร	ส่วนผสม				ค่าความต้านการอัด (kg/cm^2)					ค่าComp. เฉลี่ย (kg/cm^2)	sd
		ทราย	แกลบ(%)	[NaOH]	เวลาแช่ (hr)	ชิ้นที่ 1	ชิ้นที่ 2	ชิ้นที่ 3	ชิ้นที่ 4	ชิ้นที่ 5		
ระยะที่ 1	Cx	หินคลุก	0%	0%	0 ชม.	58	55	52	56	54	55	2.24
	C	หินคลุก	0%	0%	0 ชม.	70	67	71	69	70	70	1.52
	C35	หินคลุก	ไม่ขัด 35%	0%	0 ชม.	64	66	61	62	62	63	2.00
	Cx35	หินคลุก	บด 35%	0%	0 ชม.	43	43	42	45	44	43	1.14
ระยะที่ 2	A50	ละเอียด	ไม่ขัด 50%	0%	0 ชม.	38	39	42	42	40	40	1.60
	B50	หยาบ	ไม่ขัด 50%	0%	0 ชม.	64	61	65	65	64	64	1.52
	C50	หินคลุก	ไม่ขัด 50%	0%	0 ชม.	48	38	47	40	44	43	4.12
	Cx50	หินคลุก	ไม่ขัด 50%	0%	0 ชม.	17	18	21	16	16	18	2.24
	C75	หินคลุก	ไม่ขัด 75%	0%	0 ชม.	14	17	16	16	14	15	1.34
ระยะที่ 3	A	ละเอียด	0%	0%	0 ชม.	61	64	69	58	64	63	3.89
	B	หยาบ	0%	0%	0 ชม.	78	76	72	78	75	76	2.60
	A75	ละเอียด	ไม่ขัด 75%	0%	0 ชม.	8	9	7	7	9	8	0.61
	B75	หยาบ	ไม่ขัด 75%	0%	0 ชม.	12	11	10	9	11	11	1.01
	A75P	ละเอียด	ขัด 75%	0%	0 ชม.	10	10	12	10	11	11	1.10
	B75P	หยาบ	ขัด 75%	0%	0 ชม.	14	15	12	14	15	14	1.01
	A75T6	ละเอียด	ไม่ขัด 75%	0.3%	6 ชม.	18	17	18	16	16	17	1.10
	A75PT6	ละเอียด	ขัด 75%	0.3%	6 ชม.	20	20	18	20	16	19	1.60
	A75PT12	ละเอียด	ขัด 75%	0.3%	12 ชม.	18	16	17	17	16	17	1.02
	A75PT24	ละเอียด	ขัด 75%	0.3%	24 ชม.	15	16	13	15	15	15	0.91
	B75T6	หยาบ	ไม่ขัด 75%	0.3%	6 ชม.	17	17	20	16	17	17	1.34
	B75PT6	หยาบ	ขัด 75%	0.3%	6 ชม.	24	23	20	23	21	22	1.64
	B75PT12	หยาบ	ขัด 75%	0.3%	12 ชม.	16	20	18	17	17	18	1.40
	B75PT24	หยาบ	ขัด 75%	0.3%	24 ชม.	17	18	17	18	17	18	0.67
	A75PS6	ละเอียด	ขัด 75%	0.6%	6 ชม.	15	13	15	15	14	14	0.55
	A75PS12	ละเอียด	ขัด 75%	0.6%	12 ชม.	15	11	12	13	13	13	1.40
	A75PS24	ละเอียด	ขัด 75%	0.6%	24 ชม.	10	10	12	11	11	11	0.91
	B75PS6	หยาบ	ขัด 75%	0.6%	6 ชม.	13	15	16	13	16	15	1.22
	B75PS12	หยาบ	ขัด 75%	0.6%	12 ชม.	13	12	13	12	11	12	1.02
	B75PS24	หยาบ	ขัด 75%	0.6%	24 ชม.	12	11	12	11	11	12	0.67
ระยะที่ 4	B75PS6(7)	หยาบ	ขัด 75%	0.6%	6 ชม.	11	12	11	11	13	12	1.10
	B75PS6(14)	หยาบ	ขัด 75%	0.6%	6 ชม.	13	15	15	16	12	14	1.40
	B75PS6(21)	หยาบ	ขัด 75%	0.6%	6 ชม.	15	15	16	13	15	15	0.91
	B75PS6	หยาบ	ขัด 75%	0.6%	6 ชม.	17	15	17	16	15	16	1.22
	B75PS6(S20%)	หยาบ	ขัด 75%	0.6%	6 ชม.	17	18	17	17	18	18	0.61
	B75PS6(Bd)	หยาบ	ขัด 75%	0.6%	6 ชม.	18	16	16	17	17	17	0.88

มาตราฐาน ACI. DESIGNATION : 213R-87

จำแนกประเภทตามการใช้งาน	ความต้านการอัด (kg/cm^2)	หน่วยมวลต่อปริมาตร (kg/m^3)	หน่วยมวลต่อก้อน (kg/ก้อน)
1) คอนกรีตมวลเบาสำหรับงานโครงสร้าง (Structural Lightweight Concrete)	180 – 480	1,400 – 1,800	7.26 – 9.34
2) คอนกรีตมวลเบาสำหรับงานก่อ (Masonry Lightweight Concrete)	100 – 180	500 – 800	2.59 – 4.14
3) คอนกรีตมวลเบาสำหรับงานฉนวนความร้อน (Insulating Lightweight Concrete)	10 – 100	น้อยกว่า 800	น้อยกว่า 4.14
คอนกรีตมวลเบาปานกลาง (Moderate lightweigth concrete)	70.25 - 175.79 kg/cm^2	800 – 1,400	4.14 – 7.26

<u>มอก.58-2533</u> มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก

อ้างถึง (ASTM C129-80 Standard Specification for Hollow None Load Bearing Concrete Masonry Units)

ประเภท	ความต้านการอัด		หน่วยมวลต่อก้อน (kg/ก้อน)
	เฉลี่ยจาก 5 ก้อน	แต่ละก้อน	
1) คอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก	25 kg/cm^2	20 kg/cm^2	–

<u>มอก.1505-2541</u> มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คอนกรีตมวลเบาแบบมีฟองอากาศ-อบไอน้ำ

อ้างถึง (DIN 4165-1986 Autoclaved aerated concrete blocks and flat element)

ประเภทคอนกรีตมวลเบา	ความต้านการอัด		ความหนาแน่นเชิงปริมาตรเฉลี่ย (kg/dm^3)	
	ค่าเฉลี่ย	ค่าต่ำสุด		
ชั้นคุณภาพที่ 2	25 kg/cm^2	20 kg/cm^2	ชนิด 0.4	เท่ากับ 0.31 ถึง 0.40
			ชนิด 0.5	เท่ากับ 0.41 ถึง 0.50
ชั้นคุณภาพที่ 4	50 kg/cm^2	40 kg/cm^2	ชนิด 0.6	เท่ากับ 0.51 ถึง 0.60
			ชนิด 0.7	เท่ากับ 0.61 ถึง 0.70
			ชนิด 0.8	เท่ากับ 0.71 ถึง 0.80
ชั้นคุณภาพที่ 6	75 kg/cm^2	60 kg/cm^2	ชนิด 0.7	เท่ากับ 0.61 ถึง 0.70
			ชนิด 0.8	เท่ากับ 0.71 ถึง 0.80
ชั้นคุณภาพที่ 8	100 kg/cm^2	80 kg/cm^2	ชนิด 0.8	เท่ากับ 0.71 ถึง 0.80
			ชนิด 0.9	เท่ากับ 0.81 ถึง 0.90
			ชนิด 1.0	เท่ากับ 0.91 ถึง 1.00

Prince of Songkla University Pattani Campus

(4) ผลงานที่นำเสนอในการประชุมวิชาการเพื่อนำเสนอผลงานวิจัย มหาวิยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี วันที่ 5 กรกฎาคม 2551

การเตรียมอิฐบล็อกจากแกลบ

Preparation of concrete block from rice husk

ภานุ คะนอง[1] ธรณิศ นาวารัตน์[1] และ แวอาแซ แวหามะ[1] *

Panu Kanong [1], Thoranit Navarut [1] and Wae-Asae Waehamad [1] *

บทคัดย่อ

การศึกษาการนำแกลบมาใช้เป็นส่วนประกอบในการผลิตอิฐบล็อก โดยศึกษาวัสดุผสมที่เหมาะสมได้แก่ ทรายละเอียด ทรายหยาบ และหินคลุก เพื่อเป็นแนวทางในการนำแกลบซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรไปใช้ประโยชน์ การผสมจะใช้เครื่องผสมคอนกรีตขนาดเล็ก นำไปอัดบล็อกขนาด 7×19×39 เซนติเมตร ด้วยเครื่องอัดบล็อกคอนกรีต เมื่อเปรียบเทียบอิฐบล็อกที่แทนที่วัสดุผสมด้วยแกลบในปริมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ พบว่าอิฐบล็อกที่เตรียมจากทรายละเอียดมีมวลเฉลี่ยน้อยที่สุด รองลงมาคือ หินคลุกและทรายหยาบ ซึ่งมีมวล 5.43, 5.53 และ 6.17 กิโลกรัม ตามลำดับ โดยอิฐบล็อกที่เตรียมจากทรายหยาบจะมีค่าความต้านการอัดสูงที่สุด รองลงมาคือ หินคลุกและทรายละเอียด นั้นคือ 64, 43 และ 40 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าเมื่อแทนที่วัสดุผสม(หินคลุก) ด้วยแกลบในปริมาณ 75 เปอร์เซ็นต์ อิฐบล็อกมีแนวโน้มของมวลเฉลี่ยที่ลดลง เมื่อปริมาณแกลบเพิ่มขึ้นนั้นคือ มีมวลเฉลี่ย 4.29 กิโลกรัม แม้ว่าอิฐบล็อกที่ผสมแกลบจะมีค่าความต้านการอัดต่ำกว่าอิฐบล็อกธรรมดา แต่ยังคงผ่านเกณฑ์มาตรฐานค่าความต้านการอัดต่ำสุดของชิ้นทดสอบ สำหรับอิฐบล็อกที่ไม่รับน้ำหนักและอิฐบล็อกมวลเบาชั้นคุณภาพ 2 ซึ่งเท่ากับ 20 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรต่อก้อน ตาม มอก.58-2533 และ มอก.1505-2541 ตามลำดับ เมื่อพิจารณามวลชิ้นทดสอบในกรณีที่ใช้แกลบปริมาณมากกว่า 75 เปอร์เซ็นต์แทนที่วัสดุผสม จะได้ชิ้นทดสอบที่มีคุณสมบัติเป็นอิฐบล็อกมวลเบาด้วยอิฐบล็อกผสมแกลบจึงน่าจะเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการก่อสร้างที่ไม่ต้องการรับน้ำหนักสูงได้

Abstract

This research is to study the use of rice husk as the components in concrete blocks by mixing with an appropriate aggregate for example, fine sand, rough sand or stone mixes. Rice husk is an agriculture waste product. It is beneficial if it could be used as a concrete component. Brick samples were prepared by mixing in small-size concrete mixer and compressed in to the block of 7×19×39 cm sizes. The comparison of concrete blocks was made when using rice husk 50 percent in quantities in replace of the aggregate. It was found that concrete blocks produced from the fine sand and rice husk had the least average mass, followed by stone mixes and rough sand that were 5.43, 5.53 and 6.17

kilogram, respectively. The concrete block that produced from rough sand and rice husk had the highest average compressive strength, followed by stone mixes and rough sand which the average compressive strength were 64, 43 and 40 kilogram per square centimeter, respectively. When stone mixes were partly replaced by the rice husk, the mass of concrete blocks tended to decrease when rice husk quantity increased. The mass of concrete block with 75% rice husk mixed with stone mixes was 4.29 kilogram. Although the concrete blocks that consisted of rice husk had compressive strength lower than ordinary concrete block, it still met standard values for Hollow non load bearing concrete masonry units and Autoclaved aerated lightweight concrete elements, quality level 2. Minimum compressive strength of both standards was 20 kilogram per square centimeter (Thai Industrial Standards Institutes No. 58-2533 and 1505-2541, respectively). When rice husk was used in the amount of more than 75 percent, the concrete blocks could be considered as a lightweight concrete. The concrete block that consisted of rice husk is expected to be a new product that can be used for non load construction.

[1] ภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี อ.เมือง จ.ปัตตานี

[1] Department of Science, Faculty of Science and Technology, Prince of Songkla University, Pattani, 94000, Thailand. * Corresponding author, E-mail: Whasan@bunga.pn.psu.ac.th.

Prince of Songkla University Pattani Campus

บทนำ

อิฐบล็อกเป็นวัสดุก่อสร้างที่มีความสำคัญและเป็นประโยชน์อย่างมากต่องานก่อสร้างเกือบทุกประเภท อิฐบล็อกได้จากการผสมซีเมนต์ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวประสานกับวัสดุผสม ซึ่งได้แก่ ทราย หิน หรือกรวดและน้ำ เนื่องจากในปัจจุบันประเทศไทยประสบปัญหาสินค้าราคาแพง ส่งผลทำให้ค่าครองชีพ ตลอดจนค่าวัสดุก่อสร้างต่างๆ มีราคาที่สูงขึ้นมาก จากปัญหาราคาวัสดุก่อสร้างที่มีราคาที่สูงขึ้นประกอบกับประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมที่มีการปลูกข้าวและส่งออกข้าวถึงประมาณ 6.5 ล้านต้นต่อปี (นลินรัตน์, 2544) ทำให้มีแกลบมากตามไปด้วย ในแต่ละปีจะมีปริมาณแกลบสูงถึงประมาณ 5,800 พันตัน แม้ว่าจะมีการนำแกลบไปใช้ประโยชน์บ้างแต่ยังถือว่ามีปริมาณน้อย แกลบส่วนที่เหลือจะถูกกำจัดโดยการเผาทิ้ง มีนักวิจัยหลายท่านได้ให้ความสนใจโดยนำขี้เถ้าแกลบมาใช้เป็นส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์ซิเมนต์(ชุมพล จันทรสม. 2549, บุรฉัตร ฉัตรวีระ และพิชัย นิมิตรยงสกุล. 2538ก.,2538ข,2538ค, วรชัย จิรานุไชยวัฒนา และ อานุภาพ สุภาพันธ์. 2529, Rahman M.A. 1987) หากสามารถนำแกลบเหล่านี้มาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้จะทำให้มีคุณค่ามากยิ่งขึ้น(บุรฉัตร ฉัตรวีระ และพิชัย นิมิตรยงสกุล. 2537ก,ฌานิกา จันทสระ และ มนตรี ระยับศรี. 2543)

งานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาการเตรียมอิฐบล็อกโดยการนำแกลบมาแทนที่วัสดุผสมได้แก่ ทรายละเอียด ทรายหยาบ และหินคลุก เนื่องจากแกลบมีปริมาณซิลิกาสูง (วรชัยและ อานุภาพ, 2529) อีกทั้งยังมีความหนาแน่นและมวลน้อยกว่าทรายหรือวัสดุผสมต่างๆ มาก จึงมีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ใน

การเตรียมอิฐบล็อก นอกจากจะช่วยลดน้ำหนักและต้นทุนในการผลิตแล้วยังช่วยลดปัญหาสิ่งแวดล้อมอีกด้วย ซึ่งจะเป็นแนวทางในการเตรียมอิฐบล็อกต้นทุนต่ำและเป็นการนำแกลบซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่มีอยู่มากมาใช้ให้เกิดประโยชน์มากที่สุด

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

1. สารเคมีและวัสดุที่ใช้ในการวิจัย

1.1 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ (Portland cement) ประเภทที่ 1 ตราช้าง จัดจำหน่ายโดยบริษัทปูนซีเมนต์ไทยอุตสาหกรรม จำกัด กทม.

1.2 แกลบ เป็นแกลบสด จากโรงสีบ้านยะลูตง อ.บาเจาะ จ.นราธิวาส

1.3 ทรายละเอียด เป็นทรายละเอียดแม่น้ำ จากท่าทราย ต. ท่าธง อ.รามัน จ.ยะลา

1.4 ทรายหยาบ เป็นทรายหยาบแม่น้ำ จากท่าทราย ต. ท่าธง อ.รามัน จ.ยะลา

1.5 หินคลุก เป็นหินคลุกจากท่าทราย ต. เปาะเส้ง อ.เมือง จ.ยะลา

2. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

2.1 เครื่องผสมคอนกรีตขนาดเล็ก

2.2 เครื่องอัดอิฐบล็อกคอนกรีต ใช้สำหรับอัดอิฐบล็อกขนาด 7×19×39 เซนติเมตร

2.3 เครื่องมือทดสอบความต้านการอัดของคอนกรีต (Compressive strength tester)ใช้สำหรับทดสอบความต้านการอัดของคอนกรีตบล็อก

3. วิธีการวิจัย

3.1 ศึกษาอิทธิพลของชนิดวัสดุผสมที่เหมาะสมได้แก่ ทรายหยาบ ทรายละเอียดและหินคลุกที่มีต่อมวลและค่าความต้านทานต่อแรงอัดของอิฐบล็อก โดยเตรียมอิฐบล็อกมาตรฐานจากส่วนผสมระหว่าง ปูน วัสดุผสม (ทรายละเอียด ทรายหยาบ และหินคลุก) และน้ำ โดยใช้ปูน ต่อ วัสดุผสม ในสัดส่วน 1 ต่อ 5 (วันชัย, 2531) และเตรียมอิฐบล็อกโดยใช้แกลบเป็นส่วนผสมแทนที่วัสดุผสม โดยใช้อัตราส่วนการผสมดังตาราง ที่ 1 ทำการบ่มอิฐบล็อกโดยการแช่น้ำเป็นเวลา 28 วัน และทดสอบสมบัติต่างๆ ตามหัวข้อ 3.3.2

Prince of Songkla University Pattani Campus

ตารางที่ 1 อัตราส่วนการผสมของอิฐบล็อกมวลเบาสูตรต่างๆ

สูตร	ส่วนผสม	สูตรการผสม (ปูน : วัสดุผสม) โดยปริมาตร	อัตราส่วนการผสม (%)			
			ปูน	วัสดุผสม	แกลบ	น้ำ
1	ทรายละเอียด	1 ต่อ 5	15	75	-	10
2	ทรายหยาบ	1 ต่อ 5	15	75	-	10
3	หินคลุก	1 ต่อ 5	15	75	-	10
4	ทรายละเอียดผสมแกลบ 50%	1 ต่อ 5	15	37.5	37.5	10
5	ทรายหยาบผสมแกลบ 50%	1 ต่อ 5	15	37.5	37.5	10
6	หินคลุกผสมแกลบ 50%	1 ต่อ 5	15	37.5	37.5	10
7	หินคลุกผสมแกลบ 75%	1 ต่อ 5	15	18.8	56.3	10

3.2 ทดสอบสมบัติของอิฐบล็อกจากแกลบ ดังนี้

3.2.1 การทดสอบหามวลชิ้นทดสอบแห้ง โดยทำการชั่งมวลชิ้นทดสอบแห้งจำนวน 5 ก้อน หาค่าเฉลี่ย

3.2.2 การทดสอบหาค่าความต้านการอัดโดยการกดชิ้นทดสอบในแนวตั้งฉากกับด้านยาวของชิ้นทดสอบจนได้แรงอัดสูงสุด เมื่อชิ้นทดสอบแตกหัก นำมาหาค่าความต้านการอัด ซึ่งมีหน่วยเป็นกิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

Prince of Songkla University Pattani Campus

ผลการวิจัยและวิจารณ์

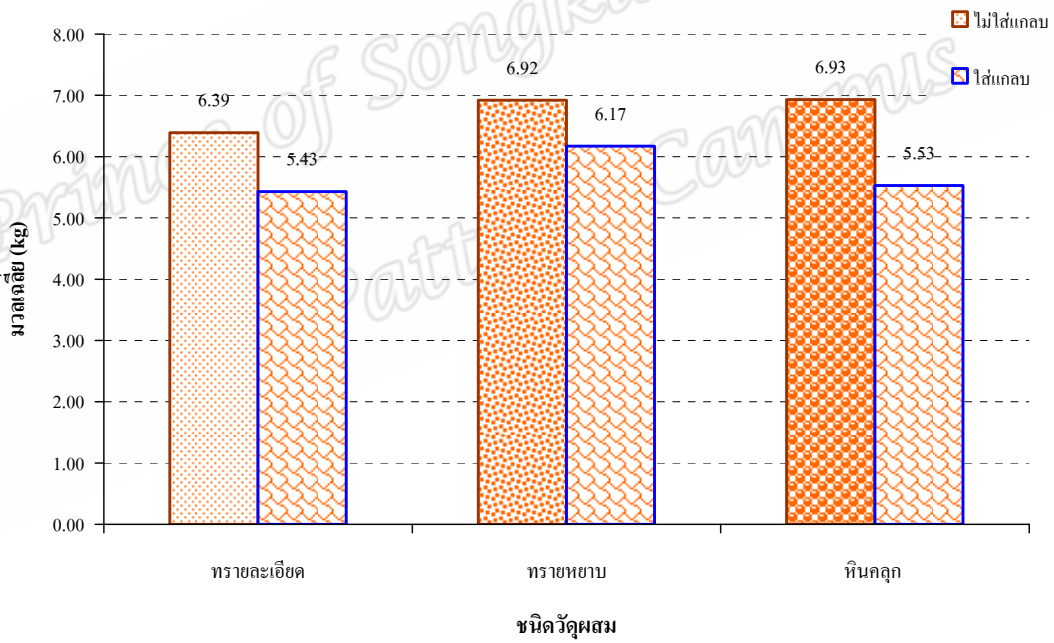
1. การทดสอบหามวลชิ้นทดสอบแห้ง

นำอิฐบล็อกที่เตรียมได้จากการทดลองตามหัวข้อ 3.3.1 มาชั่งมวลชิ้นทดสอบแห้งจำนวน 5 ก้อน ได้ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 มวลชิ้นทดสอบแห้งของอิฐบล็อกสูตรต่างๆ

สูตร	ส่วนผสม	ค่ามวลของชิ้นทดสอบที่ (kg)					ค่ามวลเฉลี่ย (kg)
		ชิ้นที่ 1	ชิ้นที่ 2	ชิ้นที่ 3	ชิ้นที่ 4	ชิ้นที่ 5	
1	ทรายละเอียด	6.40	6.40	6.35	6.42	6.38	6.39 ± 0.04
2	ทรายหยาบ	6.91	6.95	6.90	6.90	6.92	6.92 ± 0.03
3	หินคลุก	7.18	6.95	6.73	6.89	6.92	6.93 ± 0.25
4	ทรายละเอียดผสมแกลบ 50%	5.35	5.32	5.50	5.49	5.49	5.43 ± 0.11
5	ทรายหยาบผสมแกลบ 50%	6.15	6.18	6.16	6.20	6.15	6.17 ± 0.03
6	หินคลุกผสมแกลบ 50%	5.60	5.50	5.52	5.54	5.50	5.53 ± 0.07
7	หินคลุกผสมแกลบ 75%	4.30	4.30	4.34	4.25	4.28	4.29 ± 0.05

หมายเหตุ : ค่ามวลสูงสุดของชิ้นทดสอบแห้งสำหรับอิฐบล็อกมวลเบา เท่ากับ 3.50 กิโลกรัมต่อก้อน
(อ้างอิง มอก.1505-2541)



รูปที่ 1 กราฟเปรียบเทียบมวลชิ้นทดสอบแห้งของอิฐบล็อกสูตรต่างๆ

จากตารางที่ 2 และรูปที่ 1 การเปรียบเทียบอิฐบล็อกกรณีไม่ใส่แกลบพบว่าอิฐบล็อกที่ผลิตจากทรายละเอียดซึ่งใช้อัตราส่วนของปูนต่อวัสดุผสม(ทรายละเอียด) 1 ต่อ 5 จะมีมวลเฉลี่ยน้อยที่สุด รองลงมาคือ ทรายหยาบและหินคลุก ซึ่งมีมวลเฉลี่ย 6.39, 6.92 และ 6.93 กิโลกรัม ตามลำดับ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากหินคลุกและทรายหยาบมีขนาดอนุภาคที่เป็นหินและกรวดอยู่มากจึงมีผลทำให้มวลของชิ้น

Prince of Songkla University Pattani Campus

ทดสอบมีค่ามากกว่าทรายละเอียด และสำหรับการเปรียบเทียบอิฐบล็อกกรณีที่ใส่แกลบแทนที่วัสดุผสมในปริมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ พบว่าอิฐบล็อกที่ผลิตจากวัสดุผสมทั้ง 3 ชนิด(ทรายละเอียด ทรายหยาบและหินคลุก) มีมวลที่ลดลง อันเนื่องมาจากการเพิ่มแกลบเข้าไปในส่วนผสมจะทำให้ชิ้นทดสอบอิฐบล็อกเกิดช่องว่างภายในมากขึ้น และเนื่องมาจากมวลของแกลบที่เบากว่ามวลของวัสดุผสมต่างๆ ส่งผลทำให้ชิ้นทดสอบมีมวลที่ลดลง โดยอิฐบล็อกที่ผลิตจากทรายละเอียดผสมแกลบในปริมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ จะมีมวลเฉลี่ยน้อยที่สุด รองลงมาคือ หินคลุกและทรายหยาบ ซึ่งมีมวล 5.43, 5.53 และ 6.17 กิโลกรัม ตามลำดับ และยังพบว่าอิฐบล็อกจะมีแนวโน้มของมวลเฉลี่ยที่ลดลงเมื่อปริมาณแกลบเพิ่มขึ้น นั้นคือ มีมวลเฉลี่ย 4.29 กิโลกรัม เมื่อแทนที่วัสดุผสม(หินคลุก)ด้วยแกลบในปริมาณ 75 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตาม คาดว่าการใช้แกลบในปริมาณที่มากกว่า 75 เปอร์เซ็นต์จะทำให้อิฐบล็อกสามารถผ่านเกณฑ์มาตรฐานค่ามวลเฉลี่ยที่ต่ำที่สุดของชิ้นทดสอบอิฐบล็อกมวลเบา คือ 3.5 กิโลกรัมได้ตาม มอก.1505-2541

2. การทดสอบหาค่าความต้านการอัด

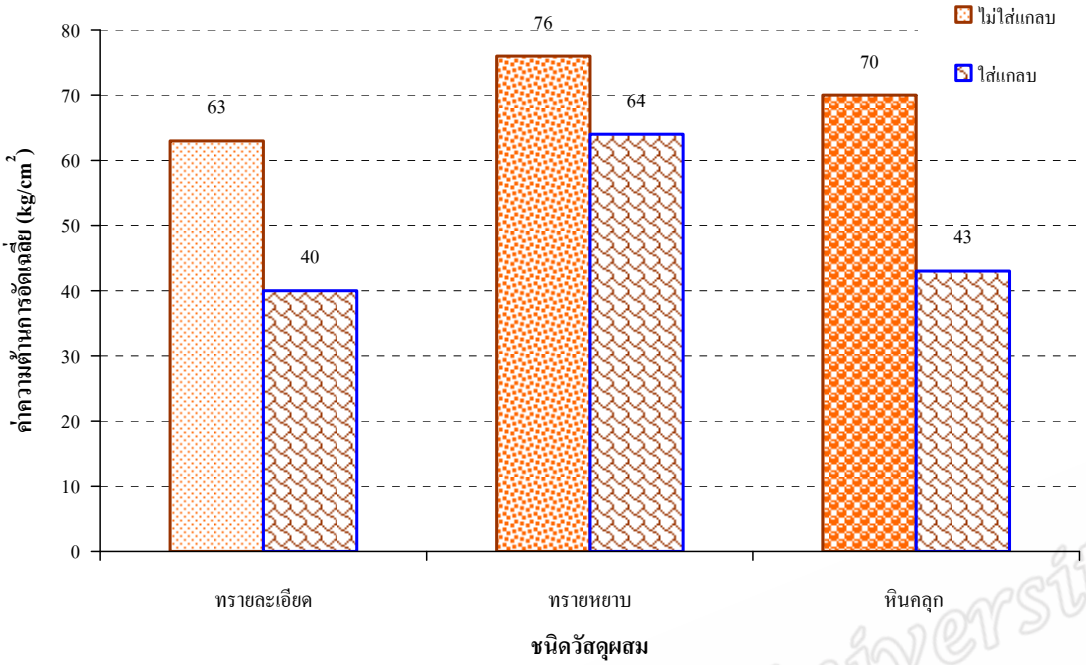
นำอิฐบล็อกที่เตรียมได้จากการทดลองในหัวข้อที่ 3.3.1 มาทดสอบหาค่าความต้านการอัดโดยใช้เครื่องมือทดสอบหาความต้านการอัดของคอนกรีต ได้ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าความต้านการอัดของอิฐบล็อกสูตรต่างๆ

สูตร	ส่วนผสม	ค่าความต้านการอัด (kg/cm^2)					ค่าเฉลี่ย
		ชิ้นที่ 1	ชิ้นที่ 2	ชิ้นที่ 3	ชิ้นที่ 4	ชิ้นที่ 5	(kg/cm^2)
1	ทรายละเอียด	61	64	69	58	64	63 ± 6
2	ทรายหยาบ	78	76	72	78	75	76 ± 4
3	หินคลุก	70	67	71	69	70	70 ± 3
4	ทรายละเอียดผสมแกลบ 50%	38	39	42	42	40	40 ± 2
5	ทรายหยาบผสมแกลบ 50%	64	61	65	65	64	64 ± 3
6	หินคลุกผสมแกลบ 50%	48	38	47	40	44	43 ± 5
7	หินคลุกผสมแกลบ 75%	20	21	20	20	18	20 ± 2

หมายเหตุ : ค่าความต้านการอัดต่ำสุดของชิ้นทดสอบสำหรับอิฐบล็อกที่ไม่รับน้ำหนักและอิฐบล็อกมวลเบา เท่ากับ 20 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรต่อก้อน (อ้างอิง มอก.58-2533 และ มอก.1505-2541 ตามลำดับ)

Prince of Songkla University Pattani Campus



<u>รูปที่ 2</u> กราฟเปรียบเทียบค่าความต้านการอัดของอิฐบล็อกสูตรต่างๆ

จากตารางที่ 3 และรูปที่ 2 การเปรียบเทียบอิฐบล็อกกรณีที่ไม่ใส่แกลบพบว่าอิฐบล็อกที่ผลิตจากทรายหยาบซึ่งใช้อัตราส่วนของปูนต่อวัสดุผสม(ทรายหยาบ) 1 ต่อ 5 มีค่าความต้านการอัดมากที่สุด รองลงมาคือ หินคลุกและทรายละเอียด นั้นคือ 76, 70 และ 63 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากทรายหยาบและหินคลุกมีขนาดอนุภาคที่เป็นหินและกรวดอยู่มากจึงส่งผลทำให้เกิดความแข็งแรงและทำให้ค่าความต้านการอัดของชิ้นทดสอบมีค่ามากกว่าของอิฐบล็อกที่ผสมทรายละเอียด สำหรับการเปรียบเทียบอิฐบล็อกในกรณีที่แทนที่วัสดุผสมด้วยแกลบในปริมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ พบว่าอิฐบล็อกที่ผลิตจากทรายหยาบจะมีค่าค่าความต้านการอัดมากที่สุด รองลงมาคือ หินคลุกและทรายละเอียด ซึ่งมีค่า 64, 43 และ 40 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากทรายหยาบยังมีส่วนผสมที่เป็นทรายละเอียดอยู่ด้วย ทรายละเอียดส่วนนี้จะเข้าไปอยู่ในระหว่างช่องว่างของแกลบ ส่งผลช่วยเสริมทำให้ค่าความต้านการอัดของทรายหยาบและหินคลุกมีค่ามากกว่าอิฐบล็อกที่มีส่วนผสมที่เป็นทรายละเอียดเพียงอย่างเดียว สำหรับอิฐบล็อกที่ผลิตจากหินคลุกที่ผสมแกลบมีค่าความต้านการอัดต่ำกว่าอิฐบล็อกที่ผลิตจากทรายหยาบที่ผสมแกลบ เนื่องหินคลุกมีขนาดอนุภาคที่เป็นดินละเอียดอยู่ด้วยบางส่วน จึงมีผลทำให้เป็นบริเวณนี้มีความแข็งแรงต่ำเมื่อนำไปทดสอบ การทดลองยังพบว่าอิฐบล็อกที่ผสมแกลบมีแนวโน้มของค่าความต้านการอัดเฉลี่ยที่ลดลงเมื่อปริมาณแกลบเพิ่มขึ้นที่ 75 เปอร์เซ็นต์ แต่ยังคงผ่านเกณฑ์มาตรฐานค่าความต้านการอัดที่ต่ำที่สุดคือ 20 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร สำหรับอิฐบล็อกที่ไม่รับน้ำหนักและอิฐบล็อกมวลเบา ชั้นคุณภาพ 2 ตาม มอก.58-2533 และ มอก.1505-2541 ตามลำดับ

Prince of Songkla University Pattani Campus

การใช้แกลบธรรมดาเป็นส่วนผสมยังมีข้อจำกัดเกี่ยวกับสมบัติบางประการ เช่น ค่าความต้านการอัดค่อนข้างต่ำ สาเหตุอาจเนื่องมาจากแกลบมีลักษณะพื้นผิวที่มีขน ส่งผลทำให้ส่วนผสมต่างๆ ของคอนกรีตในชิ้นทดสอบมีช่องว่างเกิดขึ้นมาก มีผลทำให้ได้ค่าความต้านการอัดที่ต่ำ จึงคาดว่าถ้าสามารถปรับปรุงพื้นผิวแกลบโดยการกำจัดขนบริเวณผิวแกลบให้เหลือน้อยที่สุด จะช่วยทำให้การยึดเกาะระหว่างแกลบกับคอนกรีตดีขึ้นได้และจะส่งผลทำให้มีสมบัติและค่าความต้านการอัดของอิฐบล็อกจากแกลบขัดผิวมีค่าที่สูงขึ้น

สรุปผลการวิจัย

การเปรียบเทียบอิฐบล็อกกรณีไม่ใส่แกลบพบว่าอิฐบล็อกที่ผลิตจากทรายละเอียดซึ่งใช้อัตราส่วนของปูนต่อวัสดุผสม(ทรายละเอียด) 1 ต่อ 5 จะมีมวลเฉลี่ยน้อยที่สุด รองลงมาคือ ทรายหยาบและหินคลุกตามลำดับ โดยอิฐบล็อกที่ผลิตจากทรายหยาบมีค่าความต้านการอัดมากที่สุด รองลงมาคือ หินคลุกและทรายละเอียดตามลำดับ สำหรับการเปรียบเทียบอิฐบล็อกกรณีแทนที่วัสดุผสมด้วยแกลบในปริมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ พบว่าอิฐบล็อกที่ผลิตจากวัสดุผสมที่เป็นทรายละเอียดมีมวลเฉลี่ยน้อยที่สุด รองลงมาคือ ทรายหยาบและหินคลุกตามลำดับ โดยอิฐบล็อกที่ผลิตจากทรายหยาบจะมีค่าความต้านการอัดมากที่สุด รองลงมาคือ หินคลุกและทรายละเอียดตามลำดับ และยังพบว่าอิฐบล็อกที่ผสมแกลบมีแนวโน้มของมวลเฉลี่ยและค่าความต้านการอัดเฉลี่ยที่ลดลงเมื่อปริมาณแกลบเพิ่มขึ้นถึง 75 เปอร์เซ็นต์

เอกสารอ้างอิง

ชุมพล จันทรสม. 2549. การศึกษาคุณสมบัติของปูนซิเมนต์ปอร์ตแลนด์ผสมขี้เถ้าแกลบและขี้เถ้าลอย. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต. ภาควิชาวิศวกรรมโครงสร้าง มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ฌานิกา จันทสระ และ มนตรี ระยับศรี. 2543. การศึกษาคอนกรีตมวลเบาโดยใช้แกลบเป็นวัสดุผสม. รายงานการวิจัยระดับปริญญาตรี ภาควิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

นลินรัตน์ ศุภวันต์. 2544. ภาวะเศรษฐกิจการเกษตร. ข่าวเศรษฐกิจการเกษตร, 47(530):16-17.

บุรฉัตร ฉัตรวีระ และพิชัย นิมิตรยงสกุล. 2537ก. คอนกรีตผสมแกลบ. วิศวกรรมสาร, 47(6):77-79.

บุรฉัตร ฉัตรวีระ และพิชัย นิมิตรยงสกุล. 2538ก. การประยุกต์ใช้ขี้เถ้าแกลบที่ถูกปรับปรุงขึ้นในคอนกรีตกำลังสูง. ว.วิทยาศาสตร์, 49(1):54-66.

บุรฉัตร ฉัตรวีระ และพิชัย นิมิตรยงสกุล. 2538ข. การผลิตขี้เถ้าแกลบที่ไวต่อการทำปฏิกิริยาและการประยุกต์ใช้ในบล็อกซีเมนต์ผสมดินแบบอัดแน่น. ว.วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 3(2) ซ 6-23.

Prince of Songkla University Pattani Campus

บุรฉัตร ฉัตรวีระ และพิชัย นิมิตรยงสกุล. 2538ค. ผลิตภัณฑ์ซีเมนต์ผสมขี้เถ้าแกลบเสริมเส้นใยปาล์ม. ข่าวช่าง, 281:53-72.

วรชัย จิรานุไชยวัฒนา และ อานุภาพ สุภาพันธ์. 2529. คุณสมบัติบางประการของซีเมนต์เถ้าแกลบ. รายงานการวิจัยระดับปริญญาตรี ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

วันชัย พิพัฒน์สมุทร. 2531. “ซีเมนต์บล็อก”. เชียงใหม่ : ฝ่ายบริการข้อมูลอุตสาหกรรม ศูนย์ส่งเสริมอุตสาหกรรมภาคเหนือ. (สำเนา)

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2541. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคอนกรีตมวลเบาแบบมีฟองอากาศ-อบไอน้ำ (มอก. 1505-2541)

Rahman M.A. 1987. **Use of Rice Husk Ash in Sandcrete Blocks for Masonry Units.** *Materials and Structures.* 20, 361-366.

Prince of Songkla University Pattani Campus