

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การทดสอบสมบัติทางกายภาพ ทางกล ความเป็นฉนวนป้องกันความร้อน และการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของผลิตภัณฑ์บล็อกประสานผสมกากดินขาวจากจังหวัดระนอง นั้น สามารถสรุปผลโดยแบ่งเป็นการทดสอบต่าง ๆ ได้ ดังต่อไปนี้

4.1 ผลการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ

ตารางที่ 4.1 สมบัติทางกายภาพของหน้าดินขาวจังหวัดระนองและจังหวัดลำปาง

คุณสมบัติ	หน้าดินขาวระนอง	หน้าดินขาวลำปาง
สีดิน	สีขาวเหลือง	สีขาวนวล
เนื้อดิน	ร่วนซุย มีเม็ดหินเม็ดเล็กปะปน	เนื้อแน่น
ความถ่วงจำเพาะ	2.49	2.62
ขีดจำกัดเหลว (LL)	39.59	30.87
ขีดจำกัดความเหนียว (PL)	23.08	21.98
ขีดจำกัดการหดตัว (SL)	18.7	12.85
ดัชนีความเหนียว (PI)	16.51	8.89
ประเภทดินตามระบบ Unified soil Classification	SW; well graded sands, gravelly sands, little or fines.	SW; well graded sands, gravelly sands, little or fines.
ประเภทดินตามระบบ AASHTO	กลุ่ม A-2-4 silty or clay gravel and sand	กลุ่ม A-2-4 silty or clay gravel and sand

4.2 ผลการทดสอบองค์ประกอบทางเคมี

ตารางที่ 4.2 องค์ประกอบทางเคมีของปูนและหน้าดินขาวจังหวัดระนองและจังหวัดลำปาง

วัสดุ องค์ประกอบเคมี	ปูนซีเมนต์ (ร้อยละ)	หน้าดินขาวลำปาง (ร้อยละ)	หน้าดินขาวระนอง (ร้อยละ)
SiO ₂	17-25	54.6	43.1
Al ₂ O ₃	3-8	22.3	32.1
Fe ₂ O ₃	0.5-6.0	1.12	2.55
K ₂ O	-	3.92	1.6
CaO	60-67	0.0814	0.55
TiO ₂	0.1-0.4	0.102	0.194
MgO	0.1-5.5	0.210	0.115

ตารางที่ 4.2 องค์ประกอบทางเคมีของปูนและหน้าดินขาวจังหวัดระนองและจังหวัดลำปาง (ต่อ)

วัสดุ องค์ประกอบเคมี	ปูนซีเมนต์ (ร้อยละ)	หน้าดินขาวลำปาง (ร้อยละ)	หน้าดินขาวระนอง (ร้อยละ)
SnO ₂	-	-	0.109
MnO	-	0.134	0.105
SO ₃	1-3	0.0270	0.0769
Rb ₂ O	-	0.0737	0.0608
Na ₂ O	-	0.683	0.0363
WO ₃	-	0.0338	0.0321
CuO	-	0.0141	0.0230
P ₂ O ₅	0.1-0.2	0.0111	0.0155
ZrO ₂	-	0.00946	0.0138
SiO ₂	17-25	54.6	43.1
Al ₂ O ₃	3-8	22.3	32.1
Fe ₂ O ₃	0.5-6.0	1.12	2.55
K ₂ O	-	3.92	1.6
CaO	60-67	0.0814	0.55
TiO ₂	0.1-0.4	0.102	0.194
MgO	0.1-5.5	0.210	0.115
SnO ₂	-	-	0.109
MnO	-	0.134	0.105

4.3 ผลการทดสอบคุณสมบัติทางกล

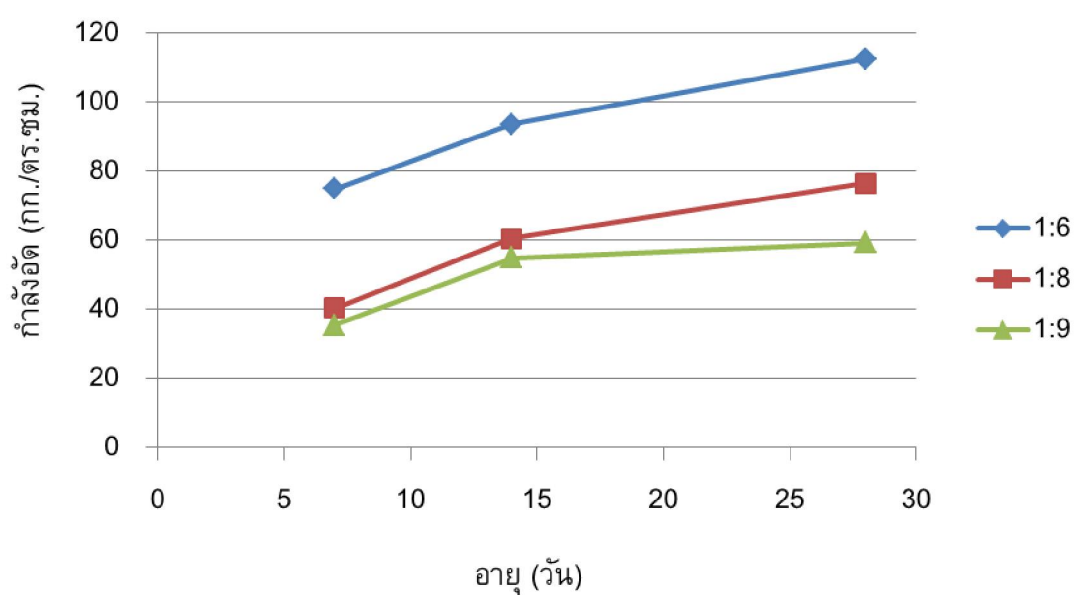
ผลการทดสอบกำลังอัดบล็อกประสาน

การทดสอบกำลังการรับแรงอัดเป็นไปตามมาตรฐาน ASTM C 62-69 โดยทำการทดสอบในแนวตั้ง และใช้พื้นที่เฉลี่ยรวมทั้งบล็อกประสานในการคำนวณกำลังการรับแรงอัดของบล็อกประสานขนาด 10 × 10 × 20 ลบ.ซม.

ตารางที่ 4.3 ค่ากำลังอัดบล็อกประสานที่ผสมหน้าดินขาวจังหวัดลำปาง

อัตราส่วนผสม	อัตราส่วนผสม (ปูนซีเมนต์: หน้าดินขาว)	อายุ (วัน)	กำลังอัด (กก./ตร.ซม.)
1 : 6	14.3 : 85.7	7	74.8
		14	93.6
		28	112.5
		28 เคลือบสี	113.7
1 : 8	11.1 : 88.9	7	40.3
		14	60.5
		28	76.5
		28 เคลือบสี	74.1
1 : 9	10.0 : 90.0	7	35.4
		14	54.9
		28	59.2
		28 เคลือบสี	54.3

หมายเหตุ ทุกอัตราส่วนมีน้ำ ร้อยละ 10 โดยน้ำหนักของปูนซีเมนต์ผสมหน้าดินขาว

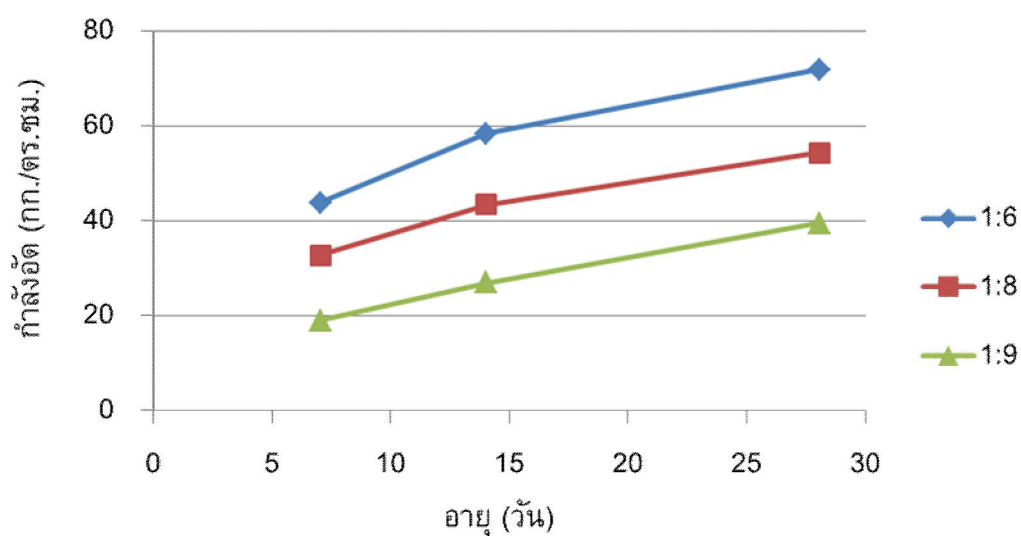


รูปที่ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่ากำลังอัดและอายุของบล็อกประสานที่ผสมหน้าดินขาวจังหวัดลำปางทุกอัตราส่วนผสม

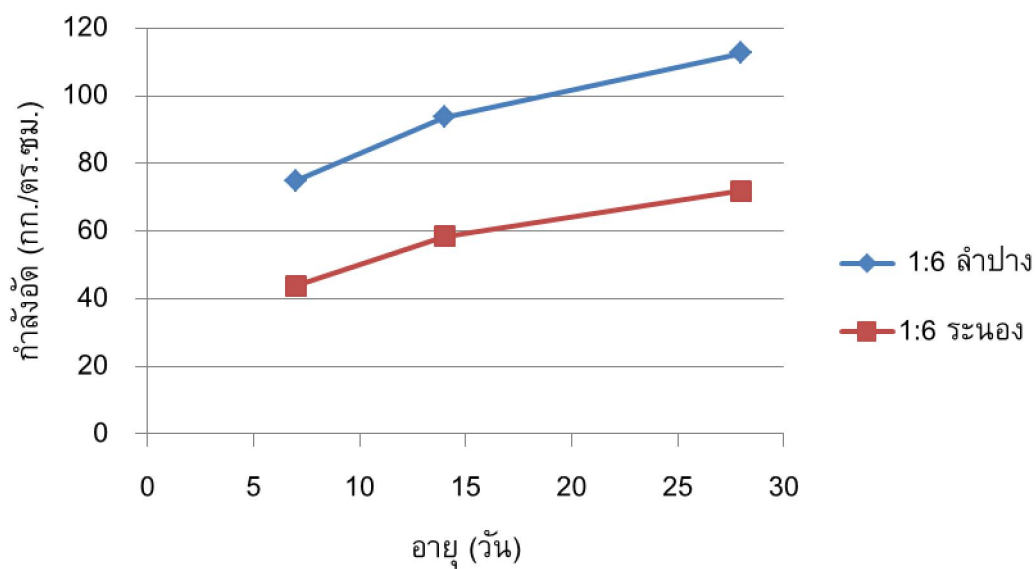
ตารางที่ 4.4 ค่ากำลังอัดบล็อกประสานที่ผสมหน้าดินขาวจังหวัดระนอง

อัตราส่วนผสม	อัตราส่วนผสม (ปูนซีเมนต์: หน้าดินขาว)	อายุ (วัน)	กำลังอัด (กก./ตร.ซม.)
1 : 6	14.3 : 85.7	7	43.8
		14	58.4
		28	71.8
		28 เคลือบสี	71.3
1 : 8	11.1 : 88.9	7	32.8
		14	43.4
		28	54.4
		28 เคลือบสี	53.1
1 : 9	10.0 : 90.0	7	19.0
		14	27.0
		28	39.5
		28 เคลือบสี	36.7

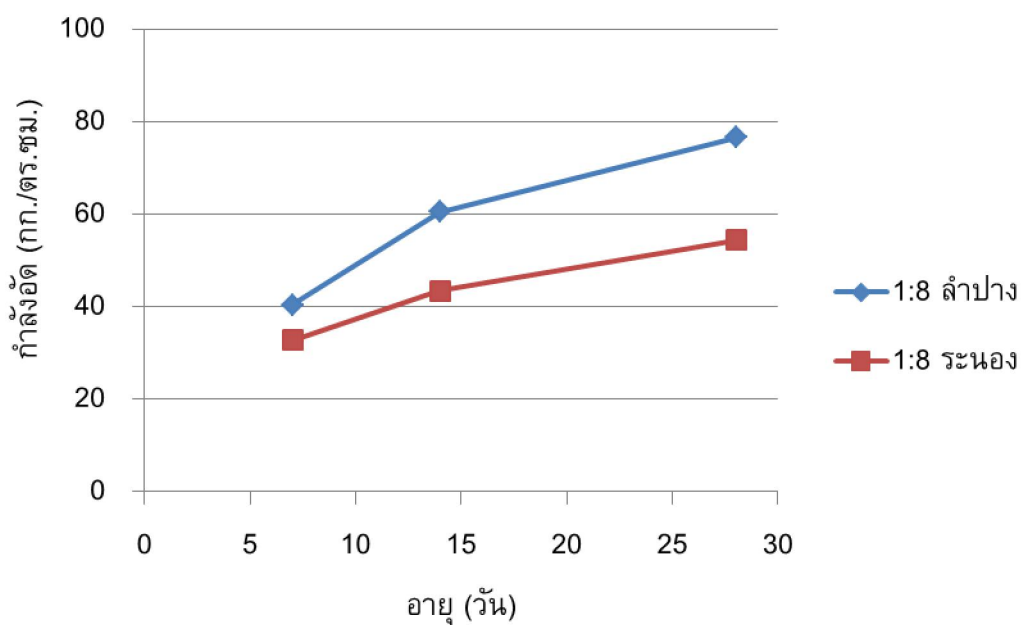
หมายเหตุ ทุกอัตราส่วนมีน้ำ ร้อยละ 10 โดยน้ำหนักของปูนซีเมนต์ผสมหน้าดินขาว



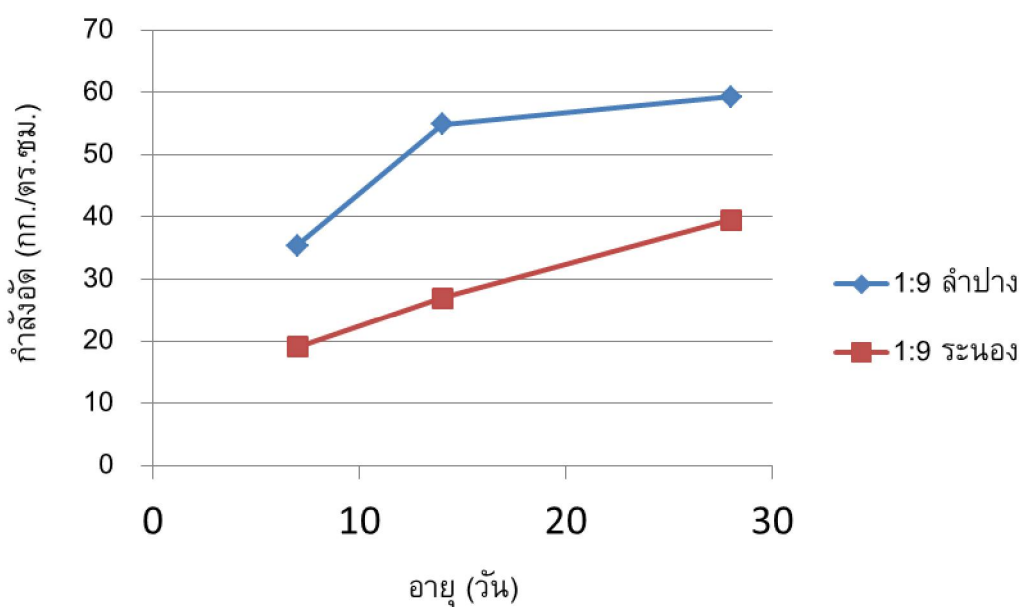
รูปที่ 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างค่ากำลังอัดและอายุของบล็อกประสานที่ผสมหน้าดินขาวจังหวัดระนอง ทุกอัตราส่วนผสม



รูปที่ 4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างค่ากำลังอัดและอายุของบล็อกประสาน
ที่ผสมหน้าดินขาวแต่ละจังหวัด อัตราส่วนผสม 1:6



รูปที่ 4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างค่ากำลังอัดและอายุของบล็อกประสาน
ที่ผสมหน้าดินขาวแต่ละจังหวัด อัตราส่วนผสม 1:8



รูปที่ 4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างค่ากำลังอัดและอายุของบล็อกประสาน
ที่ผสมหน้าดินขาวแต่ละจังหวัด อัตราส่วนผสม 1:9

ตารางที่ 4.5 ค่ากำลังอัดที่อายุ 28 วัน ไม่เคลื่อนสีกามากไปหาน้อยทั้ง 2 จังหวัด

ลำดับที่	หน้าดินขาวจังหวัดลำปาง		หน้าดินขาวจังหวัดระนอง	
	อัตราส่วนผสม	กำลังอัด (กก./ตร.ซม.)	อัตราส่วนผสม	กำลังอัด (กก./ตร.ซม.)
1	1 : 6	112.5	1 : 6	71.8
2	1 : 8	76.5	1 : 8	54.4
3	1 : 9	59.2	1 : 9	39.5

หมายเหตุ 1 : 6 คืออัตราส่วนระหว่างปูนซีเมนต์ : หน้าดินขาว

ตารางที่ 4.6 ค่ากำลังอัดที่อายุ 28 วัน เคลื่อนสีกามากไปหาน้อยทั้ง 2 จังหวัด

ลำดับที่	หน้าดินขาวจังหวัดลำปาง		หน้าดินขาวจังหวัดระนอง	
	อัตราส่วนผสม	กำลังอัด (กก./ตร.ซม.)	อัตราส่วนผสม	กำลังอัด (กก./ตร.ซม.)
1	1 : 6	113.7	1 : 6	71.3
2	1 : 8	74.1	1 : 8	53.1
3	1 : 9	54.3	1 : 9	36.7

หมายเหตุ 1 : 6 คืออัตราส่วนระหว่างปูนซีเมนต์ : หน้าดินขาว

ตารางที่ 4.7 เปรียบเทียบค่ากำลังอัดไม่เคลือบสีกับเคลือบสี ที่อายุ 28 วัน ทั้ง 2 จังหวัด

หน้าดินขาวจังหวัดลำปาง			หน้าดินขาวจังหวัดระนอง		
อัตราส่วนผสม	กำลังอัด (กก./ตร.ซม.)		อัตราส่วนผสม	กำลังอัด (กก./ตร.ซม.)	
	ไม่เคลือบสี	เคลือบสี		ไม่เคลือบสี	เคลือบสี
1 : 6	112.5	113.7	1 : 6	71.3	71.3
1 : 8	76.5	74.1	1 : 8	53.1	53.1
1 : 9	59.2	54.3	1 : 9	36.7	36.7

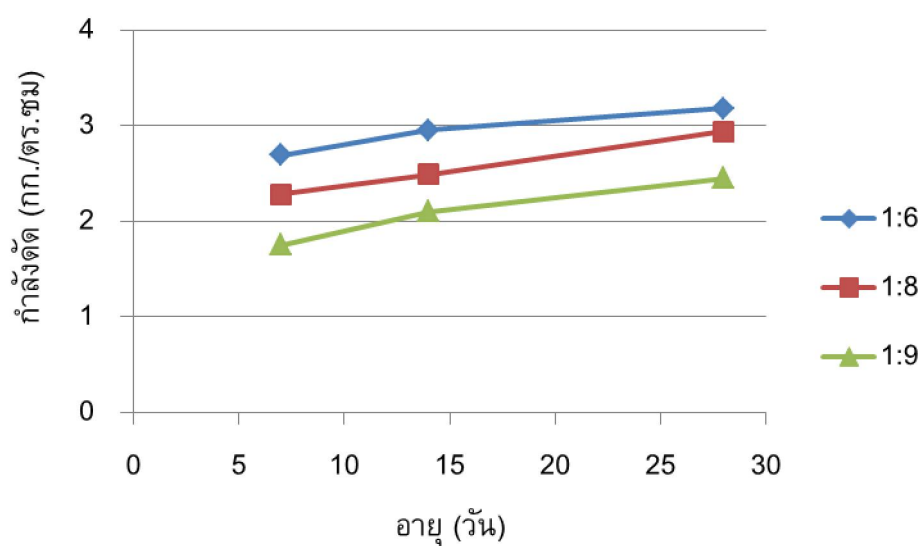
หมายเหตุ 1 : 6 คืออัตราส่วนระหว่างปูนซีเมนต์ : หน้าดินขาว

ผลการทดสอบกำลังดัดของบล็อกประสาน

ตารางที่ 4.8 ค่ากำลังดัดบล็อกประสานที่ผสมหน้าดินขาวจังหวัดลำปาง

อัตราส่วน	อัตราส่วนผสม (ปูนซีเมนต์: หน้าดินขาว)	อายุ (วัน)	กำลังดัด (กก./ตร.ซม.)
1 : 6	14.3 : 85.7	7	2.69
		14	2.95
		28	3.18
		28 เคลือบสี	3.22
1 : 8	11.1 : 88.9	7	2.28
		14	2.49
		28	2.94
		28 เคลือบสี	2.98
1 : 9	10.0 : 90.0	7	1.75
		14	2.10
		28	2.45
		28 เคลือบสี	2.44

หมายเหตุ ทุกอัตราส่วนมีน้ำ ร้อยละ 10 โดยน้ำหนักของปูนซีเมนต์ผสมหน้าดินขาว

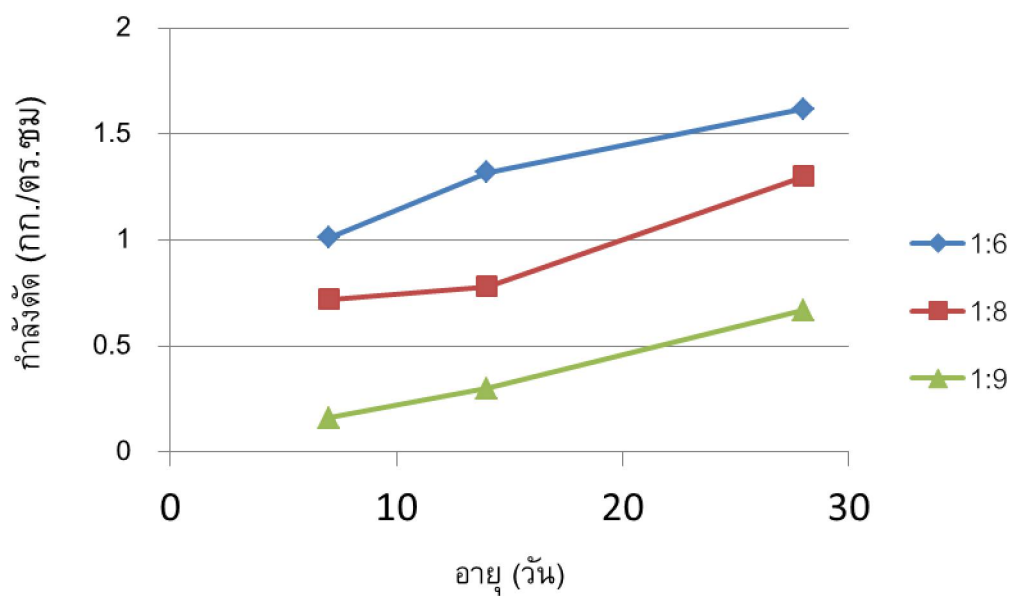


รูปที่ 4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างค่ากำลังอัดและอายุของบล็อกประสาณ
ที่ผสมหน้าดินขาวจังหวัดลำปาง ทุกอัตราส่วนผสม

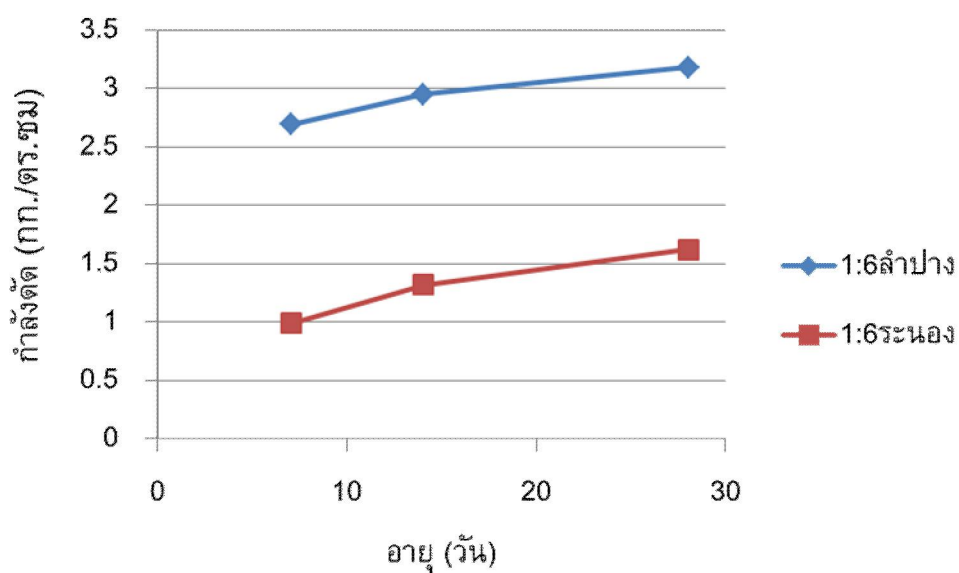
ตารางที่ 4.9 ค่ากำลังดัดบล็อกประสาณที่ผสมหน้าดินขาวจังหวัดระนอง

อัตราส่วน	อัตราส่วนผสม (ปูนซีเมนต์: หน้าดินขาว)	อายุ (วัน)	กำลังดัด (กก./ตร.ซม.)
1 : 6	14.3 : 85.7	7	0.99
		14	1.32
		28	1.62
		28 เคลือบสี	1.61
1 : 8	11.1 : 88.9	7	0.72
		14	0.78
		28	1.30
		28 เคลือบสี	1.25
1 : 9	10.0 : 90.0	7	0.16
		14	0.30
		28	0.67
		28 เคลือบสี	0.70

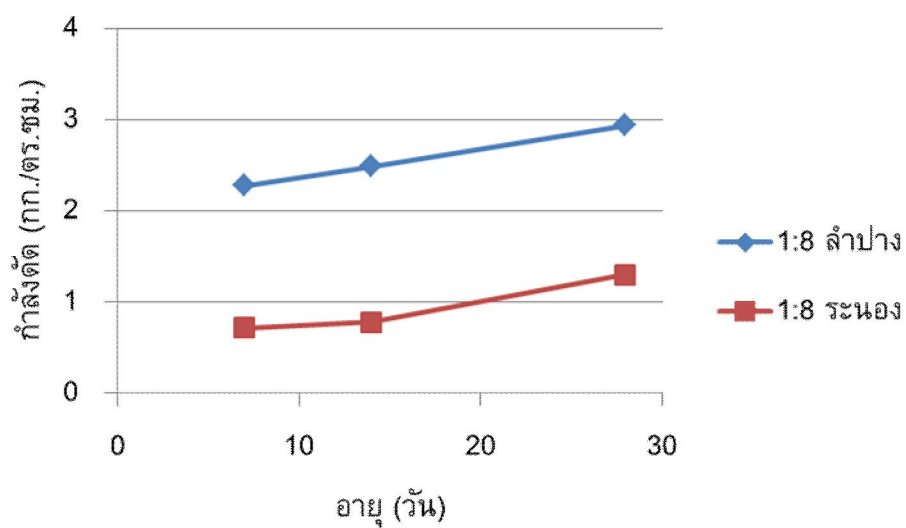
หมายเหตุ ทุกอัตราส่วนมีน้ำ ร้อยละ 10 โดยน้ำหนักของปูนซีเมนต์ผสมหน้าดินขาว



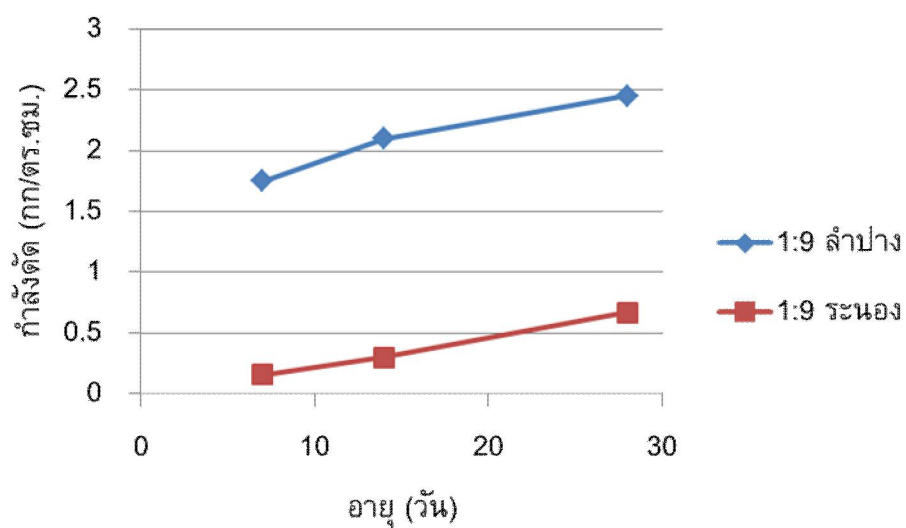
รูปที่ 4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างค่ากำลังตัดและอายุของบล็อกประสาน
ที่ผสมหน้าดินขาวจังหวัดระนอง ทุกอัตราส่วนผสม



รูปที่ 4.8 ความสัมพันธ์ระหว่างค่ากำลังตัดและอายุของบล็อกประสาน
ที่ผสมหน้าดินขาวแต่ละจังหวัด อัตราส่วนผสม 1:6



รูปที่ 4.9 ความสัมพันธ์ระหว่างค่ากำลังตัดและอายุของบล็อกประสาณ
ที่ผสมหน้าดินขาวแต่ละจังหวัด อัตราส่วนผสม 1:8



รูปที่ 4.10 ความสัมพันธ์ระหว่างค่ากำลังตัดและอายุของบล็อกประสาณ
ที่ผสมหน้าดินขาวแต่ละจังหวัด อัตราส่วนผสม 1:9

ตารางที่ 4.10 ค่ากำลังดัดบล็อกประสานที่อายุ 28 วัน ไม่เคลือบสี จากมากไปหาน้อยทั้ง 2 จังหวัด

ลำดับที่	หน้าดินขาวจังหวัดลำปาง		หน้าดินขาวจังหวัดระนอง	
	อัตราส่วนผสม	กำลังดัด (กก./ตร.ชม.)	อัตราส่วนผสม	กำลังดัด (กก./ตร.ชม.)
1	1 : 6	3.18	1 : 6	1.62
2	1 : 8	2.94	1 : 8	1.30
3	1 : 9	2.45	1 : 9	0.67

หมายเหตุ 1 : 6 คืออัตราส่วนระหว่างปูนซีเมนต์ : หน้าดินขาว

ตารางที่ 4.11 ค่ากำลังดัดบล็อกประสานที่อายุ 28 วัน เคลือบสี จากมากไปหาน้อยทั้ง 2 จังหวัด

ลำดับที่	หน้าดินขาวจังหวัดลำปาง		หน้าดินขาวจังหวัดระนอง	
	อัตราส่วนผสม	กำลังดัด (กก./ตร.ชม.)	อัตราส่วนผสม	กำลังดัด (กก./ตร.ชม.)
1	1 : 6	3.22	1 : 6	1.61
2	1 : 8	2.98	1 : 8	1.25
3	1 : 9	2.44	1 : 9	0.70

หมายเหตุ 1 : 6 คืออัตราส่วนระหว่างปูนซีเมนต์ : หน้าดินขาว

ตารางที่ 4.12 เปรียบเทียบค่ากำลังดัดไม่เคลือบสีกับเคลือบสี ที่อายุ 28 วัน ทั้ง 2 จังหวัด

หน้าดินขาวจังหวัดลำปาง			หน้าดินขาวจังหวัดระนอง		
อัตราส่วนผสม	กำลังดัด (กก./ตร.ชม.)		อัตราส่วนผสม	กำลังดัด (กก./ตร.ชม.)	
	ไม่เคลือบสี	เคลือบสี		ไม่เคลือบสี	เคลือบสี
1 : 6	3.18	3.22	1 : 6	1.62	1.61
1 : 8	2.94	2.98	1 : 8	1.30	1.25
1 : 9	2.45	2.44	1 : 9	0.67	0.70

หมายเหตุ 1 : 6 คืออัตราส่วนระหว่างปูนซีเมนต์ : หน้าดินขาว

ผลการทดสอบการหดตัวแห้งทางยาวของบล็อกประสาน

ตารางที่ 4.13 การหดตัวแห้งของบล็อกประสานจากหน้าดินขาว ที่ไม่เคลือบสีที่อายุ 28 วัน (ร้อยละ)

อัตราส่วนผสม	หน้าดินขาวจังหวัดลำปาง	หน้าดินขาวจังหวัดระนอง
1 : 6	0.20	1.51
1 : 8	0.25	2.30
1 : 9	0.40	2.39

หมายเหตุ 1 : 6 คืออัตราส่วนระหว่างปูนซีเมนต์ : หน้าดินขาว

ตารางที่ 4.14 การหัตถ์แห่งของบล็อกประสานจากหน้าดินขาว ที่เคลือบสีที่อายุ 28 วัน (ร้อยละ)

อัตราส่วนผสม	หน้าดินขาวจังหวัดลำปาง	หน้าดินขาวจังหวัดระนอง
1 : 6	0.21	1.82
1 : 8	0.28	2.23
1 : 9	0.40	2.35

หมายเหตุ 1 : 6 คืออัตราส่วนระหว่างปูนซีเมนต์ : หน้าดินขาว

จากตารางที่ 4.13 พบว่าบล็อกประสานจากหน้าดินขาวแต่ละอัตราส่วนที่นำมาทำการทดสอบมีค่าร้อยละการหัตถ์แห่งที่แตกต่างกันไปกล่าวคือ บล็อกประสานที่มีอัตราส่วนหน้าดินขาวมาก ส่งผลให้ร้อยละการหัตถ์แห่งของบล็อกประสานต่ำ โดยอัตราส่วนที่มีค่าร้อยละการหัตถ์แห่งน้อยที่สุดของจังหวัดลำปางคืออัตราส่วน 1:6 มีร้อยละการหัตถ์แห่ง 0.21 ส่วนของจังหวัดระนองมีค่าร้อยละการหัตถ์แห่งน้อยที่สุดมากคืออัตราส่วน 1:6 เช่นเดียวกัน มีร้อยละการหัตถ์แห่ง 1.82 เมื่อเปรียบเทียบ 2 จังหวัดพบว่าร้อยละการหัตถ์แห่ง บล็อกประสานจากหน้าดินขาวของจังหวัดลำปางมีค่าน้อยกว่าบล็อกประสานจากหน้าดินขาวของจังหวัดระนอง และตารางที่ 4.14 พบว่าการเคลือบสีบล็อกประสานส่งผลน้อยมากต่อร้อยละการหัตถ์แห่งต่อบล็อกประสาน

ผลการทดสอบปริมาณความชื้นและการดูดกลืนน้ำ

ตารางที่ 4.15 ผลการดูดกลืนน้ำของบล็อกประสานจากดินขาว ที่ไม่เคลือบสีที่อายุ 28 วัน

อัตราส่วนผสม	การดูดกลืนน้ำ		ปริมาณความชื้น	
	ลำปาง	ระนอง	ลำปาง	ระนอง
	กก./ลบ.ม.	กก./ลบ.ม.	ร้อยละ	ร้อยละ
1 : 6	158.71	214.80	7.84	32.89
1 : 8	177.09	221.19	9.05	35.28
1 : 9	199.56	234.80	9.73	39.08

หมายเหตุ 1 : 6 คืออัตราส่วนระหว่างปูนซีเมนต์ : หน้าดินขาว

ตารางที่ 4.16 ผลการดูดกลืนน้ำของบล็อกประสานจากดินขาว ที่เคลือบสีที่อายุ 28 วัน

อัตราส่วนผสม	การดูดกลืนน้ำ		ปริมาณความชื้น	
	ลำปาง	ระนอง	ลำปาง	ระนอง
	กก./ลบ.ม.	กก./ลบ.ม.	ร้อยละ	ร้อยละ
1 : 6	150.03	211.92	6.52	30.85
1 : 8	161.65	219.60	8.30	32.82
1 : 9	194.16	228.53	9.42	37.77

หมายเหตุ 1 : 6 คืออัตราส่วนระหว่างปูนซีเมนต์ : หน้าดินขาว

จากตารางที่ 4.15 พบว่าค่าการดูดกลืนน้ำของบล็อกประสานจากหน้าดินขาวในอัตราส่วนที่มากจะมีค่าการดูดกลืนน้ำมากกว่าบล็อกประสานที่มีอัตราผสมของหน้าดินขาวในปริมาณที่น้อย และปริมาณหน้าดินขาวที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้การดูดกลืนน้ำมากขึ้นด้วย โดยบล็อกประสานที่ผสมดินขาวจังหวัดระนองมีค่าการดูดกลืนน้ำมากกว่าบล็อกประสานผสมดินขาวจังหวัดลำปาง และจากตารางที่ 4.16 บล็อกประสานที่นำไปเคลือบสีส่งผลให้ค่าการดูดกลืนน้ำลดลง เนื่องจากการเคลือบสีช่วยป้องกันน้ำซึมผ่านเข้าไปในเนื้อของบล็อกประสานได้ดี

ผลการทดสอบสัมประสิทธิ์การนำความร้อน

ตารางที่ 4.17 ผลการทดสอบสัมประสิทธิ์การนำความร้อน

อัตราส่วน	หน้าดินขาวจังหวัด	การนำความร้อน (k) (วัตต์/เมตร.เคลวิน)
1 : 8 ไม่เคลือบสี	ลำปาง	0.253
1 : 8 เคลือบสี	ลำปาง	0.241
1 : 6 ไม่เคลือบสี	ระนอง	0.372
1 : 6 เคลือบสี	ระนอง	0.285

หมายเหตุ 1 : 6 คืออัตราส่วนระหว่างปูนซีเมนต์ : หน้าดินขาว

ในการส่งตัวอย่างเพื่อทดสอบหาค่าการนำความร้อนนั้นได้ทำตามวิธีทดสอบ ASTM C177-97 ซึ่งใช้ตัวอย่างที่มีลักษณะเป็นแผ่นคอนกรีต ขนาด 30 x 30 x 2.5 ลบ.ซม. ในการทดสอบ ดังนั้นจึงนำค่าการนำความร้อนที่ได้จากแผ่นคอนกรีต มาคำนวณหาค่าการต้านทานความร้อนของบล็อกประสานตามความกว้างของโพรงและเปลือกของบล็อกประสาน ซึ่งพิจารณาช่วงความหนาของบล็อกประสาน ดังนั้นจะได้ค่าการต้านทานความร้อนรวม ($R_{รวม}$) ของบล็อกประสานแต่ละอัตราส่วนผสมมีค่าดังตารางที่ 4.18

ตารางที่ 4.18 ค่าการต้านทานความร้อนรวม ($R_{รวม}$)

อัตราส่วน	หน้าดินขาว จังหวัด	$R_{เปลือกทั้ง 2 ด้าน}$ (ตารางเมตร. เคลวิน/วัตต์)	$R_{โพรงอากาศ}$ (ตารางเมตร. เคลวิน/วัตต์)	$R_{รวม}$ (ตารางเมตร. เคลวิน/วัตต์)
1 : 8 ไม่เคลือบสี	ลำปาง	0.316	0.769	1.085
1 : 8 เคลือบสี	ลำปาง	0.332	0.769	1.101
1 : 6 ไม่เคลือบสี	ระนอง	0.215	0.769	0.984
1 : 6 เคลือบสี	ระนอง	0.281	0.769	1.050

หมายเหตุ 1 : 6 คืออัตราส่วนระหว่างปูนซีเมนต์ : หน้าดินขาว

- ตัวอย่างการคำนวณการต้านทานความร้อนของบล็อกประสาน อัตราส่วน 1:8 ไม่เคลือบสี
- การต้านทานความร้อนของโพรงอากาศ จากสมการที่ (13)

$$R = \frac{x}{k}$$

$$R_{\text{โพรง}} = \frac{0.020}{0.026} = 0.769 \text{ (ตารางเมตร.เคลวิน/วัตต์)}$$

เมื่อ R คือ ค่าการต้านทานความร้อนของโพรง (ตารางเมตร.เคลวิน/วัตต์)
 x คือ ความกว้างของโพรง = 0.02 (เมตร)
 k คือ ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนในอากาศ = 0.026 (วัตต์/เมตร.เคลวิน)

- การต้านทานความร้อนของเปลือกทั้ง 2 ข้าง จากสมการที่ (13)

$$R = \frac{x_1}{k_1}$$

$$R_{\text{เปลือกทั้งสองข้าง}} = \frac{0.040}{0.253} \times 2 = 0.316 \text{ (ตารางเมตร.เคลวิน/วัตต์)}$$

เมื่อ R คือ ค่าการต้านทานความร้อนของเปลือกทั้ง 2 ข้าง (ตารางเมตร.เคลวิน/วัตต์)
 x คือ ความกว้างของเปลือก = 0.04 (เมตร)
 k คือ ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของบล็อกประสาน = 0.253 (วัตต์/เมตร.เคลวิน)
 จากสมการที่ (14)

$$\begin{aligned} R_{\text{รวม}} &= R_{\text{โพรง}} + R_{\text{เปลือกทั้งสองข้าง}} \\ R_{\text{รวม}} &= 0.769 + 0.316 \\ R_{\text{รวม}} &= 1.085 \text{ (ตารางเมตร.เคลวิน/วัตต์)} \end{aligned}$$

4.4 ราคาบล็อกประสานจากหน้าดินขาว

ตารางที่ 4.19 ราคาวัสดุในการทำวิจัย

วัสดุ	ราคา
1. ปูนปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 (ตราช้าง)	135 (บาท/ถุง)
2. ค่าจ้างอัด	2 (บาท/ก้อน)
3. ค่าหน้าดินขาว	1 (บาท/กิโลกรัม)

หมายเหตุ 1) ในการผลิตจริงไม่รวมค่าหน้าดินขาว ซึ่งเป็นราคาส่ง
 2) ราคาในการจ้างอัดบล็อกประสานเป็นการเหมาจ่าย

ตัวอย่างการคำนวณราคาล็อกประสานจากหน้าดินขาวในแต่ละอัตราส่วน คำนวณราคาตามราคาวัสดุจากการทำวิจัย

การคำนวณราคาล็อกประสานจากหน้าดินขาวจังหวัดลำปาง ที่อัตราส่วนผสม 1:8 ต่อ 1 ก้อน

1. หน้าดินขาวจังหวัดลำปาง	2.69	กก.	ราคา	2.69	บาท
2. ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1	0.37	กก.	ราคา	1	บาท
3. ค่าจ้างอัดบล็อกประสาน	1	ก้อน	ราคา	2	บาท
รวม ราคา					5.69 บาท

ในการผลิตเพื่อออกจำหน่ายจะผลิตในท้องที่ โดยมีหน้าดินขาววัตถุดิบอยู่แล้วจึงหักต้นทุนหน้าดินขาวเหลือต้นทุนในการผลิต ก้อนละ 3 บาท

ตารางที่ 4.20 ต้นทุนการผลิตบล็อกประสานเพื่อออกจำหน่าย

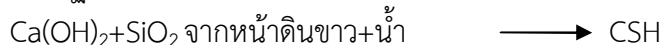
อัตราส่วนผสมที่	ผสมหน้าดินขาว (บาท / ก้อน)	ผสมดินลูกรัง (บาท / ก้อน)
1 : 6	3.21	3.50
1 : 8	3.00	3.21
1 : 9	3.01	3.23

หมายเหตุ 1 : 6 คืออัตราส่วนระหว่างปูนซีเมนต์ : หน้าดินขาว

หมายเหตุ ดินลูกรังราคาโรงงาน 1 กิโลกรัม = 0.07 บาท

4.5 อภิปราย/วิจารณ์

1. จากตารางที่ 4.2 พบว่าหน้าดินขาวของทั้ง 2 จังหวัด มีองค์ประกอบทางเคมีของ SiO_2 ในปริมาณมาก จึงสามารถใช้หน้าดินขาวในการแทนที่ปูนซีเมนต์ได้ โดยจะส่งผลในการเกิดปฏิกิริยาของเหลืจากปฏิกิริยาไฮเดรชัน คือ



หมายเหตุ CSH = Calcium Silicate Hydrate ($3\text{CaO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$)

ซึ่งทำให้มีผลต่อการพัฒนากำลังของคอนกรีตบล็อกหน้าดินขาว

2. จากตารางที่ 4.3-4.4 พบว่าบล็อกประสานที่ผสมหน้าดินขาวในปริมาณมาก ส่งผลให้มีค่ากำลังอัดน้อยกว่าบล็อกประสานที่ผสมดินขาวในปริมาณที่น้อยกว่า เนื่องจากการแทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยหน้าดินขาวในปริมาณมาก ทำให้จำนวนปูนซีเมนต์ต่อก้อนน้อยลง ส่งผลให้การเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชันลดลงตามไปด้วย

3. จากตารางที่ 4.5-4.6 พบว่าบล็อกประสานจากหน้าดินขาว ที่แทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยหน้าดินขาวจังหวัดลำปาง ให้ผลกำลังอัดเฉลี่ยที่อายุ 28 วัน สูงกว่ากำลังอัดเฉลี่ยของบล็อกประสานจากหน้าดินขาวจังหวัดระนอง เนื่องจากว่าหน้าดินขาวจากจังหวัดลำปางมี SiO_2 ในปริมาณที่มากกว่าหน้าดินขาวจากจังหวัดระนอง ซึ่งส่งผลต่อการพัฒนากำลังของบล็อกประสานจากหน้าดินขาว

4. จากตารางที่ 4.8-4.9 พบว่าบล็อกประสานที่ผสมหน้าดินขาวในปริมาณมาก ส่งผลให้มีค่ากำลังดัดน้อยกว่า บล็อกประสานที่ผสมดินขาวในปริมาณที่น้อยกว่า เนื่องจากการแทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยหน้าดินขาวในปริมาณมาก จะทำให้จำนวนปูนซีเมนต์ต่อก้อนน้อยลงส่งผลให้การเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชันลดลงด้วย

5. จากตารางที่ 4.10-4.11 พบว่าบล็อกประสานจากหน้าดินขาวที่แทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยหน้าดินขาวจังหวัดลำปาง ให้ผลกำลังดัดเฉลี่ยที่อายุ 28 วัน สูงกว่ากำลังดัดเฉลี่ยของบล็อกประสานจากหน้าดินขาวจังหวัดระนอง เนื่องจากว่าหน้าดินขาวจากจังหวัดลำปางมี SiO_2 ในปริมาณที่มากกว่าหน้าดินขาวจากจังหวัดระนอง ซึ่งส่งผลต่อการพัฒนากำลังของบล็อกประสานจากหน้าดินขาว

6. จากตารางที่ 4.13-4.14 พบว่าบล็อกประสานที่มีอัตราส่วนหน้าดินขาวมาก ส่งผลให้ร้อยละการหดตัวแห้งของบล็อกประสานต่ำ และเมื่อเปรียบเทียบ 2 จังหวัดพบว่าร้อยละการหดตัวแห้งของบล็อกประสานจากหน้าดินขาวของจังหวัดลำปางมีค่าน้อยกว่าบล็อกประสานจากหน้าดินขาวของจังหวัดระนอง ทั้งนี้เนื่องมาจากคุณสมบัติทางเคมีของแหล่งดินขาวที่ต่างกัน และการนำบล็อกประสานไปเคลือบสีไม่ส่งผลต่อการหดตัวแห้งต่อบล็อกประสาน

7. จากตารางที่ 4.15-4.16 พบว่าการแทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยหน้าดินขาวในอัตราส่วนที่มาก ส่งผลให้ค่าการดูดกลืนน้ำสูงขึ้น เนื่องจากหน้าดินขาวมีความถ่วงจำเพาะที่น้อยกว่าปูนซีเมนต์จึงทำให้การเกิดช่องว่างในเนื้อคอนกรีตมีมากขึ้น มีการดูดกลืนน้ำที่มากขึ้น และเมื่อนำบล็อกประสานไปเคลือบสีจะช่วยลดค่าการดูดกลืนน้ำได้

8. จากตารางที่ 4.17-4.18 พบว่าบล็อกประสานแต่ละอัตราส่วนที่ทำการทดสอบมีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนใกล้เคียงกัน และค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน $R_{\text{รวม}}$ ใกล้เคียงกับ 1 จึงยังไม่ แสดงเห็นถึงสมบัติการเป็นฉนวนป้องกันความร้อนเท่าใดนัก

9. บล็อกประสานที่แทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยหน้าดินขาวในปริมาณมาก ส่งผลให้มีราคาต่อก้อนที่ถูกกว่าบล็อกประสานที่แทนที่ด้วยหน้าดินขาวในปริมาณน้อยกว่า เนื่องจากการแทนที่หน้าดินขาวลงไปนั้น เป็นการลดปริมาณปูนซีเมนต์ลง จึงเป็นการลดต้นทุนทางด้านราคาของปูนซีเมนต์ลง ทั้งนี้หน้าดินขาวนั้นเป็นวัสดุเหลือทิ้ง จึงไม่มีราคาต้นทุนในการผลิตบล็อกประสาน