บทที่ 4

ผลการทำโครงงานวิศวกรรม

4.1 ผลการทดลองหาค่าความถ่วงจำเพาะ และการดูดซึม

ตารางที่ 4.1 แสดงผลค่าความถ่วงจำเพาะของมวลรวมละเอียดและการดูดซึมของวัสดุ

รายการ	การทดสอบ
1..ปริมาตรของกระบอกตวง, มล.	1000.00
2.น้ำหนักของกระบอกตวง, กรัม	200.50
3.น้ำหนักของมวลรวมในสภาวะอิ่มตัวผิวแห้ง, กรัม	500.00
4.น้ำหนักกระบอกตวงที่ใส่น้ำและมวลรวม, กรัม(C)	991.20
5.น้ำหนักกระบอกตวงที่ใส่น้ำและมวลรวม, กรัม(B)	678.50
6.น้ำหนักของมวลรวมในสภาวะแห้งด้วยเตาอบ, กรัม(A)	511.60
7.ความถ่วงจำเพาะทั้งหมดในสภาวะแห้งด้วยเตาอบ	2.73
8.ความถ่วงจำเพาะทั้งหมดในสภาวะอิ่มตัวผิวแห้ง	2.67
9.ความถ่วงจำเพาะปรากฏ	2.57
10.ร้อยละของการดูดซึม	2.28

ตารางที่ 4.2 แสดงผลค่าความถ่วงจำเพาะและการดูดซึมของมวลรวมหยาบวัสดุ

รายการ	การทดสอบ
1. น้ำหนักของมวลรวมในสภาวะอิ่มตัวผิวแห้ง,กก. (B)	3.00
2. น้ำหนักของตะกร้าลวดเหล็กในน้ำ, กก.	2.45
3. น้ำหนักของตะกร้าลวดเหล็กรวมมวลรวมในน้ำ, กก.	4.30
4. น้ำหนักของมวลรวมอิ่มตัวในน้ำ, กก. (C)	1.89
5. น้ำหนักของมวลรวมในสภาวะแห้งด้วยเตาอบ, กรัม (A)	2.98
6. ความถ่วงจำเพาะทั้งหมดในสภาวะแห้งด้วยเตาอบ	2.68
7. ความถ่วงจำเพาะทั้งหมดในสภาวะอิ่มตัวผิวแห้ง	2.70
8. ความถ่วงจำเพาะปรากฏ	2.73
9. ร้อยละของการดูดซึม	0.67

4.2 ผลการทดสอบอินทรีย์สารที่ปนอยู่ในทราย

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการทดสอบอินทรีย์สารที่ปนอยู่ในทราย

การทดลองที่	ลักษณะสีของสารละลายที่เห็น	สีของสารละลายเทียบกับสีของกระจกสารอินทรีย์	สีของสารละลายเทียบกับสีมาตรฐานการ์ดเนอร์
1	ส้ม	3	11

4.3 ผลการทดสอบขนาดคละของมวลรวม

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการทดสอบขนาดคละของมวลรวมละเอียด

ขนาดของตะแกรงมาตราฐาน	น้ำหนักตะแกรง	น้ำหนักทราย +ตะแกรง	น้ำหนักทรายที่ค้าง	ร้อยละที่ค้าง	ร้อยละสะสม	ร้อยละสะสมที่ผ่าน
No .4	0.510	0.525	0.015	3	3	97
No. 8	0.490	0.505	0.015	3	6	94
No. 16	0.445	0.480	0.035	7	13	87
No. 30	0.420	0.525	0.105	21	34	66
No. 50	0.395	0.580	0.185	37	71	29
No. 100	0.385	0.510	0.125	25	96	4
Pan	0.315	0.335	0.020	4	100	0
รวม			0.500			

ค่าโมดูลัสความละเอียด = 2.23

มาตรฐานทรายที่ใช้ในงานคอนกรีต (2.20 - 3.20)

ตารางที่ 4.5 แสดงผลการทดสอบขนาดคละของมวลรวมหยาบ

ขนาดของตะแกรงมาตราฐาน	น้ำหนักตะแกรง	น้ำหนักทราย +ตะแกรง	น้ำหนักทรายที่ค้าง	ร้อยละที่ค้าง	ร้อยละสะสม	ร้อยละสะสมที่ผ่าน
3 in	0.510	0.510	0	0	0	100
1 ½ in	0.545	0.545	0	0	0	100
¾ in	0.560	0.675	0.110	11	11	89
3/8 in	0.530	1.420	0.890	89	100	0
No. 4	0.510	0.510	0	0	0	100

Normal Maximum size = ¾ in

4.4 การหาค่าความถ่วงจำเพาะของซีเมนต์

ตารางที่ 4.6 แสดงผลการหาค่าความถ่วงจำเพาะของซีเมนต์

รายการ	ผลการทดลอง
1.ขีดปริมาตรของน้ำมันก๊าดครั้งแรก, มล.	0.7
2. อุณหภูมิในอ่างครั้งแรก, ^{0}C	20.0
3. น้ำหนักซีเมนต์และถาดครั้งแรก, กรัม	106.4
4. ขีดปริมาตรของน้ำมันก๊าดครั้งหลัง, มล.	19.5
5. อุณหภูมิในอ่างครั้งหลัง, ^{0}C	20.0
6. น้ำหนักซีเมนต์และถาดครั้งหลัง, กรัม	47.2
7. น้ำหนักซีเมนต์ที่ใช้, กรัม, (3) - (6)	59.2
8. ปริมาตรของน้ำมันก๊าดที่ถูกแทนที่, มล. , (4) - (1)	18.8
9. ความถ่วงจำเพาะ, (7) / (8)	3.15

4.5 ผลการทดสอบค่าการยุบตัวของคอนกรีตสด

ตารางที่ 4.7 แสดงผลการทดสอบค่าการยุบตัวของคอนกรีตสดที่ควบคุมอัตราส่วนน้ำกับซีเมนต์และวัสดุมวลรวมละเอียด

กำลังอัดที่ออกแบบ 175 ksc ที่หิน 100 %

การทดสอบครั้งที่	ค่าการยุบตัว (เซนติเมตร)	ค่าการยุบตัวเฉลี่ย (เซนติเมตร)
1	10.1	10.47
2	10.5	
3	10.8	

กำลังอัดที่ออกแบบ 175 ksc ที่หิน 50 %

การทดสอบครั้งที่	ค่าการยุบตัว (เซนติเมตร)	ค่าการยุบตัวเฉลี่ย (เซนติเมตร)
1	11.2	11.03
2	11.0	
3	10.9	

กำลังอัดที่ออกแบบ 175 ksc ที่หิน 0 %

การทดสอบครั้งที่	ค่าการยุบตัว (เซนติเมตร)	ค่าการยุบตัวเฉลี่ย (เซนติเมตร)
1	10.5	10.53
2	10.3	
3	10.8	

4.6 ผลการทดสอบขนาดคละของมวลรวมผสม

ตารางที่ 4.8 แสดงผลการทดสอบขนาดคละของวัสดุมวลรวมผสม

ขนาดของตะแกรงมาตราฐาน	น้ำหนักตะแกรง	น้ำหนักทราย +ตะแกรง	น้ำหนักทรายที่ค้าง	ร้อยละที่ค้าง	ร้อยละสะสม	ร้อยละสะสมที่ผ่าน
3 in	0.510	0.510	0	0	0	100
1 ½ in	0.545	0.545	0	0	0	100
¾ in	0.560	0.675	0.110	7	0	100
3/8 in	0.530	1.420	0.890	59	7	93
No. 4	0.510	0.525	0.015	1	66	34
No.8	0.490	0.505	0.015	1	67	33
No.16	0.445	0.480	0.035	3	68	32
No. 30	0.420	0.525	0.105	7	71	29
No.50	0.395	0.580	0.185	13	78	22
No.100	0.385	0.510	0.125	8	91	9
Pan	0.315	0.335	0.020	1	99	1
รวม			1.500		100	0

4.7 ผลการหาค่าความถ่วงจำเพาะของวัสดุเหลือใช้

ตารางที่ 4.1 แสดงผลค่าความถ่วงจำเพาะของมวลรวมละเอียดและการดูดซึมของวัสดุ

รายการ	การทดสอบ	
1..ปริมาตรของกระบอกตวง, มล.	1000.00	1000.00
2.น้ำหนักของกระบอกตวง, กรัม	200.50	200.50
3.น้ำหนักของมวลรวมในสภาวะอิ่มตัวผิวแห้ง, กรัม	500.00	500
4.น้ำหนักกระบอกตวงที่ใส่น้ำและมวลรวม, กรัม(C)	997.3	976.1
5.น้ำหนักกระบอกตวงที่ใส่น้ำและมวลรวม, กรัม(B)	619.3	600.1
6.น้ำหนักของมวลรวมในสภาวะแห้งด้วยเตาอบ, กรัม(A)	501.3	505.7
7.ความถ่วงจำเพาะทั้งหมดในสภาวะแห้งด้วยเตาอบ	4.11	4.08
8.ความถ่วงจำเพาะทั้งหมดในสภาวะอิ่มตัวผิวแห้ง	4.10	4.03
9.ความถ่วงจำเพาะปรากฏ	4.06	3.90
10.ร้อยละของการดูดซึม	0.259	1.127

4.8 ผลการออกแบบส่วนผสมคอนกรีต

ตารางแสดงข้อมูล รายการคำนวณและส่วนผสมคอนกรีต ที่ออกแบบ

ข้อกำหนดในการออกแบบ คอนกรีต

ขั้นตอนที่ 1

- กำลังอัดที่ออกแบบ 175 กก./ ตร.ซม.
- ค่าการยุบตัว 12.5 ± 2.5 ซม.
- ขนาดหิน # ¾ - # 4
- ไม่ใส่น้ำยาลดน้ำและยืดเวลาการแข็งตัว

ขั้นตอนที่ 2 ปริมาณน้ำที่ใช้และน้ำหนักซีเมนต์

- หาปริมาณน้ำจากตารางที่ 3.1 ค่าการยุบตัว 12.5 ± 2.5 ซม. ใช้หิน ขนาดหิน # ¾ - # 4 ไม่ใส่น้ำยา

ปริมาณน้ำที่ใช้ 210 ลิตร/ลบ.ม. คอนกรีต

- หาอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ จากรูปที่ 3.1 ซึ่งได้ค่า W/C = 0.82 ที่ 28 วัน
- น้ำหนักซีเมนต์ 210/0.82 = 256 กก.

ขั้นตอนที่ 3 หาปริมาณซีเมนต์

ปริมาตรซีเมนต์ = น้ำหนักซีเมนต์ / ความถ่วงจำเพาะของซีเมนต์

ป TA
439
ป622ก
2547

สำนักหอสมุด
10 มิ.ย. 2548
4840089

= 256/3.15

= 81 ลิตร

ขั้นตอนที่ 4 หาปริมาณทราย

เนื่องจากที่ใช้เป็น ¾ - # 4

ปริมาณซีเมนต์ + ปริมาณทราย = 40 % หรือ 400 ลิตร จากตารางที่ 3.3

ปริมาณทราย = 400 - 81

= 319 ลิตร

ขั้นตอนที่ 5 หาน้ำหนักทราย

น้ำหนักทราย = ปริมาตรทราย * ความถ่วงจำเพาะของทราย

= 319*2.65

= 845 กก.

ขั้นตอนที่ 6 หาปริมาณหิน

ปริมาณหิน = 1000 - ปริมาตรซีเมนต์ - ปริมาตรน้ำ - ปริมาตรทราย

= 1000 - 81 - 210 - 319

= 390 ลิตร

ขั้นตอนที่ 7 หาน้ำหนักของหิน

น้ำหนักของหิน = ปริมาตรหิน * ความถ่วงจำเพาะของหิน

= 390 * 2.70

= 1053 กก.

สรุป ส่วนผสม 1 ลบ.ม. คอนกรีต ดังนี้

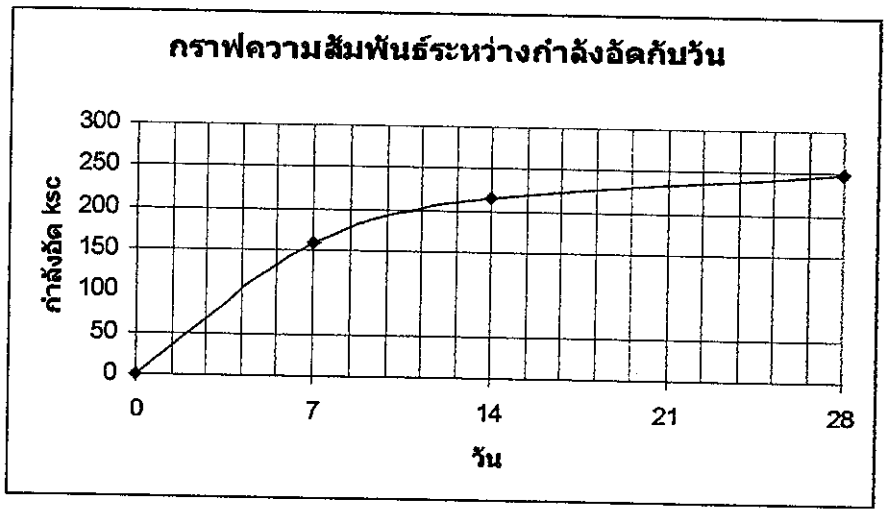
ซีเมนต์	256	กก.
น้ำ	210	ลิตร
ทราย	845	กก.
หิน	1053	กก.

ผลการทดลอง

ผลการทดสอบกำลังอัด

ส่วนผสมที่หิน 100 %

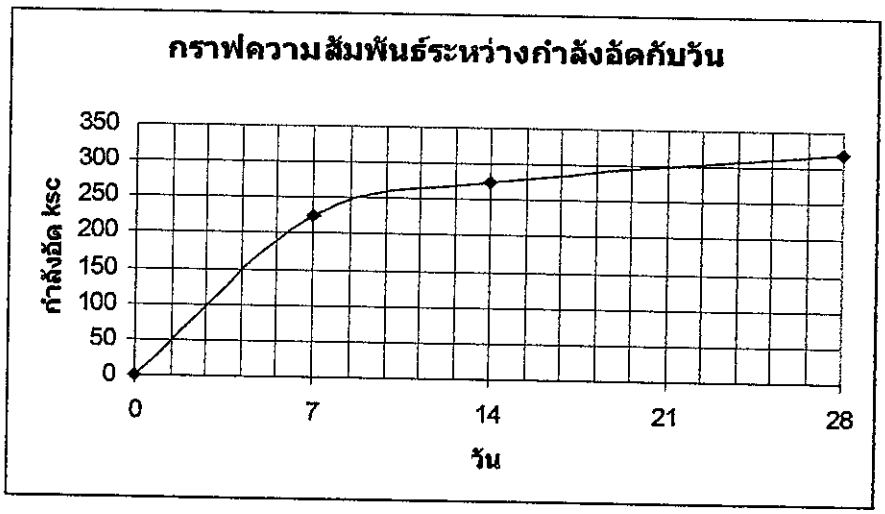
วันที่บ่ม	Specimen data prism				Raw density	Test face	Fact Load	Compr. Strcn.	กำลังอัดเฉลี่ย
	l	W	h	mass					
	mm	Mm	mm	kg	Kg / dm^3	mm^2	kN	N/mm^2	ksc
7	150	150	150	7.89	2.430	22500	281	14	159.70
7	150	150	150	8.13	2.409	22500	328	15	
7	150	150	150	8.14	2.412	22500	345	18	
14	150	150	150	8.08	2.394	22500	462	20	214.07
14	150	150	150	8.29	2.456	22500	469	21	
14	150	150	150	8.2	2.43	22500	470	22	
28	150	150	150	8.44	2.501	22500	538	24	248.05
28	150	150	150	8.14	2.412	22500	559	25	
28	150	150	150	8.02	2.376	22500	530	24	



รูปที่ 4.1 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอัดกับวัน

ส่วนผสมที่หิน 0 %

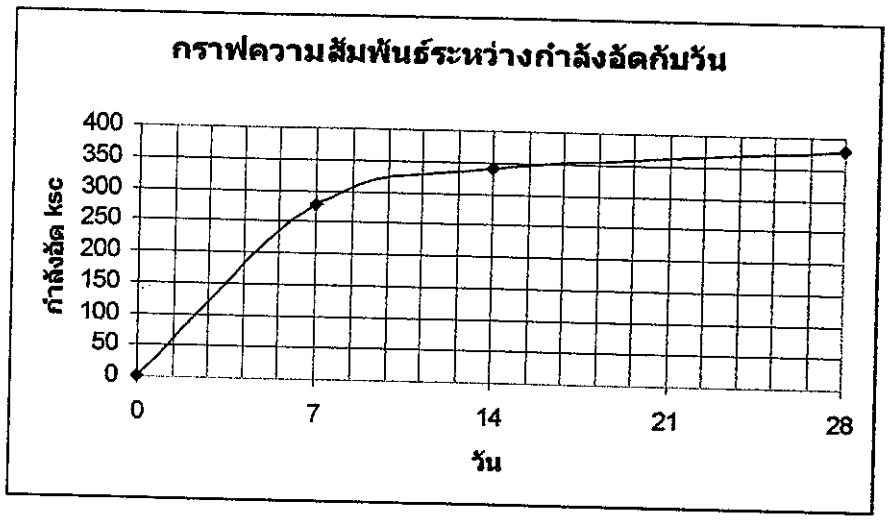
วันที่บ่ม	Specimen data prism				Raw density	Test Face	Fact load	Compr. Stren.	กำลังอัดเฉลี่ย
	l	W	h	mass					
	mm	Mm	mm	kg	Kg / dm^3	mm^2	kN	N/mm^2	ksc
7	150	150	150	7.9	2.361	22500	432	19	224.26
7	150	150	150	8.2	2.431	22500	503	23	
7	150	150	150	7.89	2.521	22500	468	24	
14	150	150	150	8.08	2.394	22500	569	25	275.23
14	150	150	150	7.99	2.367	22500	598	27	
14	150	150	150	8.2	2.43	22500	644	29	
28	150	150	150	7.94	2.353	22500	739	33	319.40
28	150	150	150	7.93	2.353	22500	681	30	
28	150	150	150	7.95	2.356	22500	698	31	



รูปที่ 4.2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอัดกับวัน

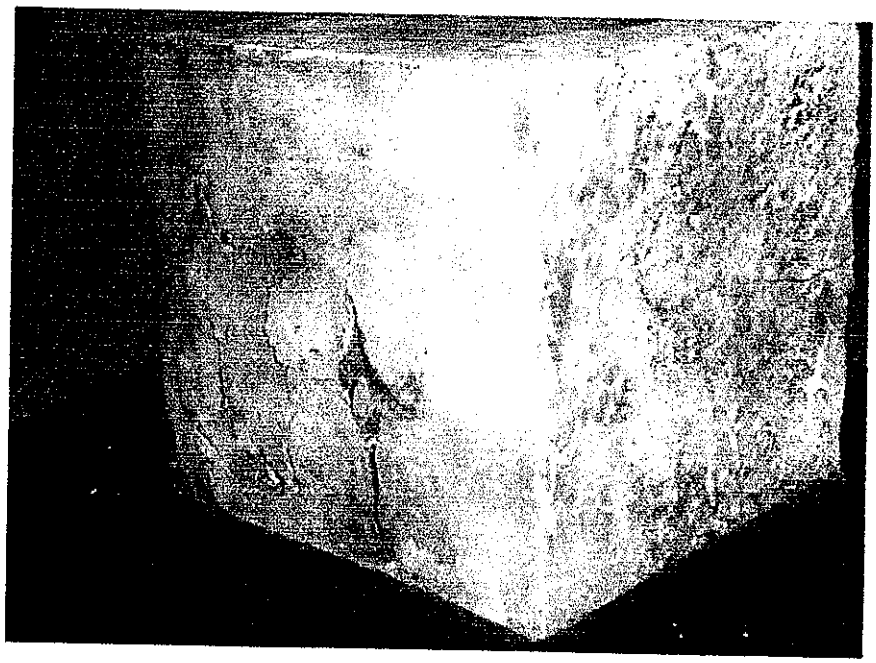
ส่วนผสมที่หิน 50 %

วันที่บ่ม	Specimen data prism				Raw density Kg / dm^3	Test face mm^2	Fact load kN	Compr. Stren. N/mm^2	กำลังอัดเฉลี่ย ksc
	l	W	h	Mass					
	mm	Mm	mm	Kg					
7	150	150	150	7.93	2.35	22500	527	26	278.63
7	150	150	150	7.89	2.338	22500	664	29	
7	150	150	150	7.93	2.35	22500	611	27	
14	150	150	150	7.93	2.35	22500	718	32	339.79
14	150	150	150	7.89	2.338	22500	753	34	
14	150	150	150	7.93	2.35	22500	774	34	
28	150	150	150	8.04	2.382	22500	911	41	380.56
28	150	150	150	7.96	2.359	22500	782	35	
28	150	150	150	8.05	2.385	22500	818	36	

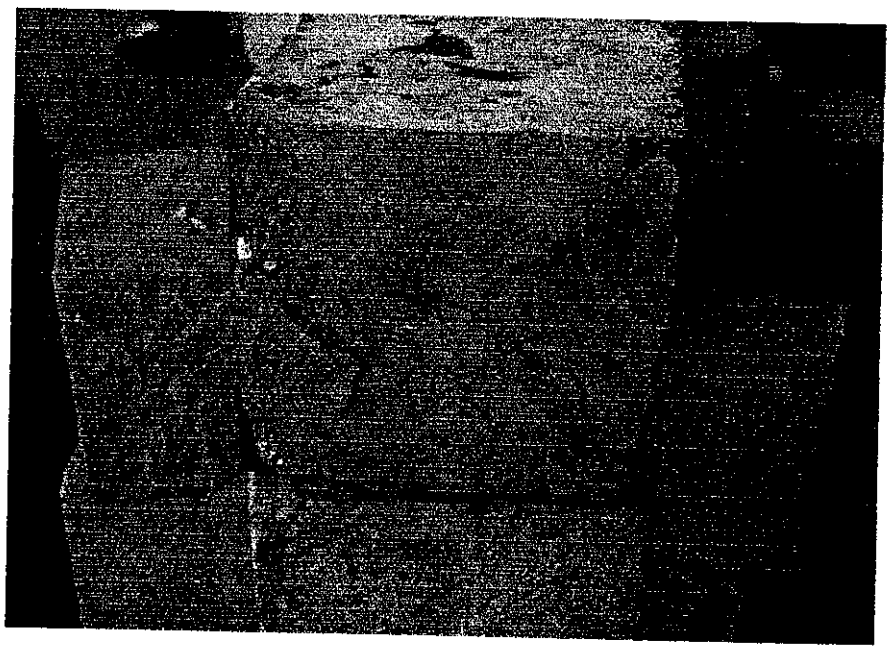


รูปที่ 4.3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอัดกับวัน

ลักษณะการวิบัติของการทดสอบกำลังอัด



รูปที่ 4.4 ลักษณะการวิบัติเนื่องจากกำลังอัด



รูปที่ 4.5 ลักษณะการวิบัติเนื่องจากกำลังอัด

ผลการ Test Splitting Tensile Strength of Concrete

ส่วนผสมที่หิน 100 %

ตัวอย่างที่	เส้นผ่าศูนย์กลาง ซม.	น้ำหนัก กก	ความยาว ซม.	แรงกด P กก.	กำลังดึงแยก กก/ ซม.^{2}
1	15	12.22	30	149.0	21.10
2	15	12.45	30	130.6	18.50

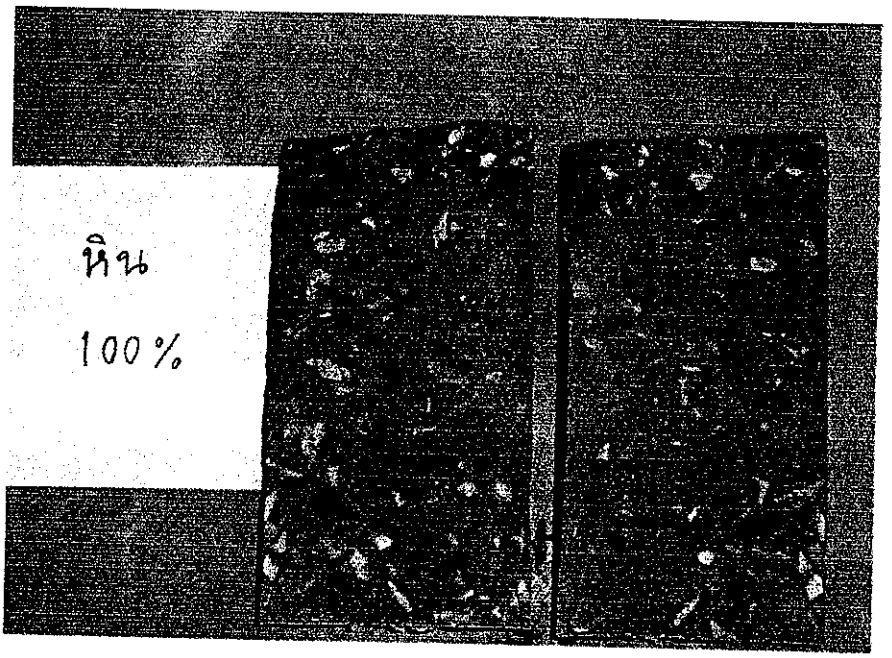
ส่วนผสมที่หิน 0%

ตัวอย่างที่	เส้นผ่าศูนย์กลาง ซม.	น้ำหนัก กก	ความยาว ซม.	แรงกด P กก.	กำลังดึงแยก กก/ ซม.^{2}
1	15	12.15	30	157.8	22.30
2	15	12.31	30	161.2	22.80

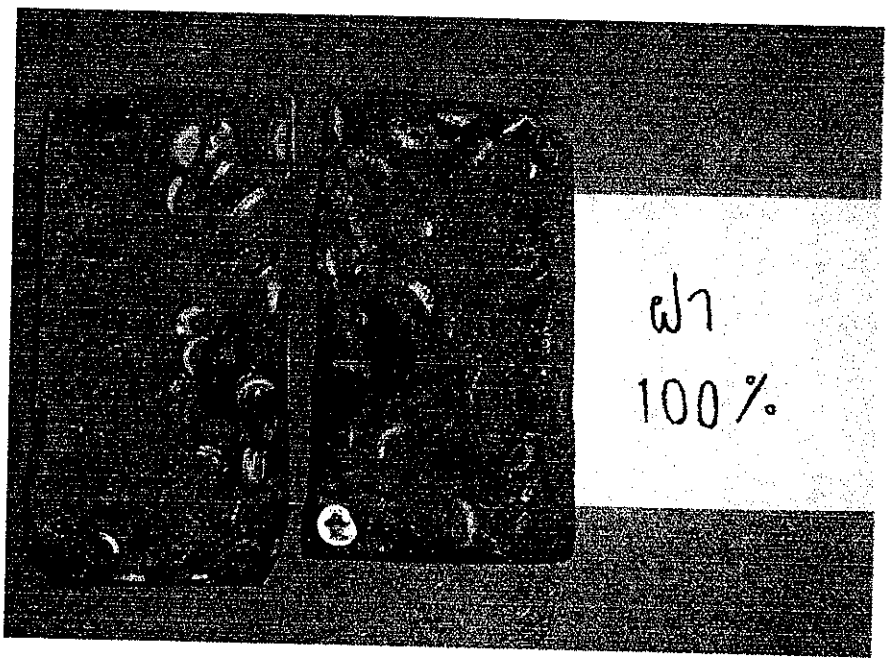
ส่วนผสมที่หิน 50%

ตัวอย่างที่	เส้นผ่าศูนย์กลาง ซม.	น้ำหนัก กก	ความยาว ซม.	แรงกด P กก.	กำลังดึงแยก กก/ ซม.^{2}
1	15	11.94	30	187.0	26.40
2	15	12.37	30	191.4	27.10

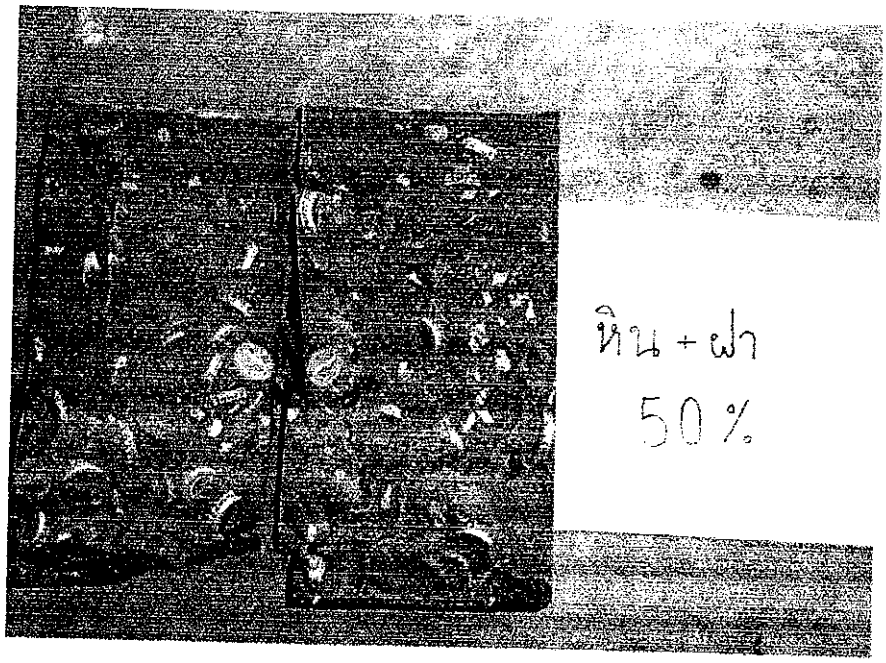
ลักษณะการวิบัติของ Test Splitting Tensile Strength of Concrete



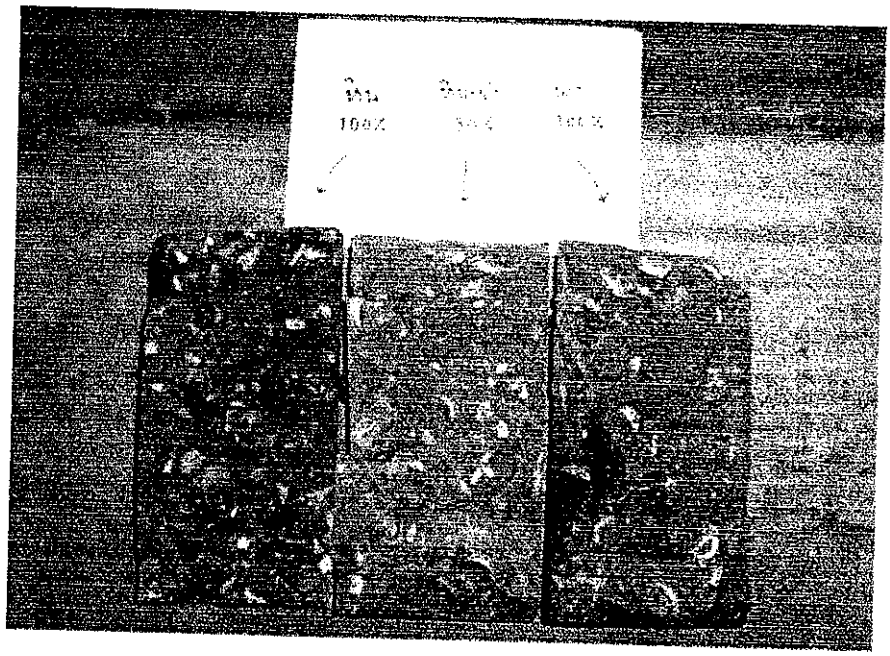
รูปที่ 4.6 ลักษณะการวิบัติที่ หิน 100 %



รูปที่ 4.7 ลักษณะการวิบัติที่ หิน 0 %



รูปที่ 4.7 ลักษณะการวิบัติที่ หิน+ ฝา 50 %



รูปที่ 4.8 เปรียบเทียบลักษณะการวิบัติของตัวอย่าง