

บทที่ 4

ผลการทำโครงการวิศวกรรม

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	2.65
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. น้ำหนักของน้ำหนักของตะกร้าลวดเหล็กรวมมวลในน้ำ, 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

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการหาค่าความถ่วงจำเพาะของซีเมนต์

รายการ	ผลการทดลอง
1. จีคปริมาตรของน้ำมันก๊าดครั้งแรก, มล.	0.7
2. อุณหภูมิในอ่างครั้งแรก, °C	20.0
3. น้ำหนักซีเมนต์และถาดครั้งแรก, กรัม	106.4
4. จีคปริมาตรของน้ำมันก๊าดครั้งหลัง, มล.	19.5
5. อุณหภูมิในอ่างครั้งหลัง, °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

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการทดสอบอินทรีย์สารที่ปนอยู่ในทราย

การทดลองที่	ลักษณะสีของ สารละลายที่เห็น	สีของสารละลายเทียบกับ สีของกระจก สารอินทรีย์	สีของสารละลายเทียบกับ สีมาตรฐาน
1	ส้ม	3	11

ตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบค่าการยุบตัวของคอนกรีตสด

กำลังอัด 240 ksc ที่ เศษเหล็ก 0 % ของ น้ำหนักทราย

การทดสอบครั้งที่	ค่าการยุบตัว (เซนติเมตร)	ค่าการยุบตัวเฉลี่ย (เซนติเมตร)
1	8.20	8.18
2	8.15	
3	8.20	

กำลังอัด 240 ksc ที่ เศษเหล็ก 1 % ของ น้ำหนักทราย

การทดสอบครั้งที่	ค่าการยุบตัว (เซนติเมตร)	ค่าการยุบตัวเฉลี่ย (เซนติเมตร)
1	9.10	9.07
2	9.00	
3	9.10	

กำลังอัด 240 ksc ที่ เศษเหล็ก 2 % ของ น้ำหนักทราย

การทดสอบครั้งที่	ค่าการยุบตัว (เซนติเมตร)	ค่าการยุบตัวเฉลี่ย (เซนติเมตร)
1	9.80	9.76
2	9.70	
3	9.80	

กำลังอัด 240 ksc ที่ เศษเหล็ก 3 % ของ น้ำหนักทราย

การทดสอบครั้งที่	ค่าการยุบตัว (เซนติเมตร)	ค่าการยุบตัวเฉลี่ย (เซนติเมตร)
1	10.10	10.15
2	10.20	
3	10.15	



ผลการออกแบบส่วนผสมคอนกรีต

ตารางแสดงข้อมูล รายการคำนวณและส่วนผสมคอนกรีต ที่ออกแบบ

ข้อกำหนดในการออกแบบ คอนกรีต

ขั้นตอนที่ 1

- กำลังอัดที่ออกแบบ 240 กก./ ตร.ซม.
- ค่าการยุบตัว 7.5 ± 2.5 ซม.
- ขนาดหิน 1" - # 4
- ไม่ใส่น้ำยาลดน้ำและยืเวลาการแข็งตัว

ขั้นตอนที่ 2 ปริมาณน้ำที่ใช้และน้ำหนักซีเมนต์

- หาปริมาณน้ำจากตารางที่ 3.1 ค่าการยุบตัว 7.5 ± 2.5 ซม. ใช้หิน ขนาดหิน 1" - # 4 ไม่ใส่น้ำยา

ปริมาณน้ำที่ใช้ 180 ลิตร/ ลบ.ม. คอนกรีต

- หาอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ จากรูปที่ 3.1 ซึ่งได้ค่า $W/C = 0.62$ ที่ 28 วัน
- น้ำหนักซีเมนต์ $180/0.62 = 291$ กก.

ขั้นตอนที่ 3 หาปริมาณซีเมนต์

ปริมาตรซีเมนต์ = น้ำหนักซีเมนต์ / ความถ่วงจำเพาะของซีเมนต์

$$= 291/3.15$$

$$= 93 \text{ ลิตร}$$

ขั้นตอนที่ 4 หาปริมาณทราย

เนื่องจากที่ใช้เป็น 1" - # 4

ปริมาณซีเมนต์ + ปริมาณทราย = 38% หรือ 380 ลิตร จากตารางที่ 3.3

$$\text{ปริมาณทราย} = 380 - 93$$

$$= 287 \text{ ลิตร}$$

ขั้นตอนที่ 5 หาน้ำหนักทราย

น้ำหนักทราย = ปริมาตรทราย * ความถ่วงจำเพาะของทราย

$$= 287 * 2.65$$

$$= 760.55 \text{ กก.}$$

ขั้นตอนที่ 6 หาปริมาณหิน

ปริมาณหิน = 1000 – ปริมาตรซีเมนต์ – ปริมาตรน้ำ – ปริมาตรทราย

$$= 1000 - 93 - 180 - 287$$

$$= 440 \text{ ลิตร}$$

ตอนที่ 7 หาน้ำหนักของหิน

น้ำหนักของหิน = ปริมาตรหิน * ความถ่วงจำเพาะของหิน

$$= 440 * 2.70$$

$$= 1188 \text{ กก.}$$

สรุป ส่วนผสม 1 ลบ.ม.คอนกรีต ดังนี้

ซีเมนต์	291	กก.
น้ำ	180	ลิตร
ทราย	760.55	กก.
หิน	1188	กก.

ตารางที่ 4.6 ส่วนผสม 1 ทรงกระบอก (ปริมาตร 0.0053 ลบ.ม.) ดังนี้

% เหล็กต่อ น้ำหนักทราย	ปูนซีเมนต์ (กก.)	น้ำ (ลิตร)	ทราย (กก.)	หิน (กก.)	น้ำหนักเหล็ก (ก.)
0%	1.54	0.95	4.03	6.30	0
1%	1.54	0.95	3.99	6.30	40
2%	1.54	0.95	3.95	6.30	80
3%	1.54	0.95	3.91	6.30	120

ตารางที่ 4.7 ส่วนผสมใน 9 ตัวอย่างบริเคท (จากภาคผนวก ข) มีดังนี้

% เหล็กต่อ น้ำหนักทราย	ปูนซีเมนต์ (ก.)	น้ำ (ก.)	ทราย (ก.)	น้ำหนักเหล็ก (ก.)
0%	450	198	1350.0	0
1%	450	198	1336.5	13.5
2%	450	198	1323.0	27.0
3%	450	198	1309.5	40.5





ผลการทดสอบกำลังดึงของมอร์ต้า

ตารางที่ 4.8 ผลการดึงมอร์ต้าผสมเศษเหล็ก 0%

ตัวอย่าง ที่	วันที่ ทดสอบ	อายุ (วัน)	พื้นที่หน้าตัด (ซม. ²)	แรงดึง ประลัย (กก.)	กำลังดึง (กก./ ซม. ²)	กำลังดึงเฉลี่ย (กก./ ซม. ²)
1	08/09/06	7	6.45	64.52	10.00	8.44
2	08/09/06	7	6.45	55.59	8.77	
3	08/09/06	7	6.45	42.24	6.55	
4	15/09/06	14	6.45	68.31	10.59	11.17
5	15/09/06	14	6.45	70.47	10.59	
6	15/09/06	14	6.45	77.49	12.01	
7	29/09/06	28	6.45	75.05	11.63	12.29
8	29/09/06	28	6.45	80.84	12.53	
9	29/09/06	28	6.45	81.94	12.07	

ตารางที่ 4.9 ผลการดิงมอร์ต่ำผสมเศษเหล็ก 1%

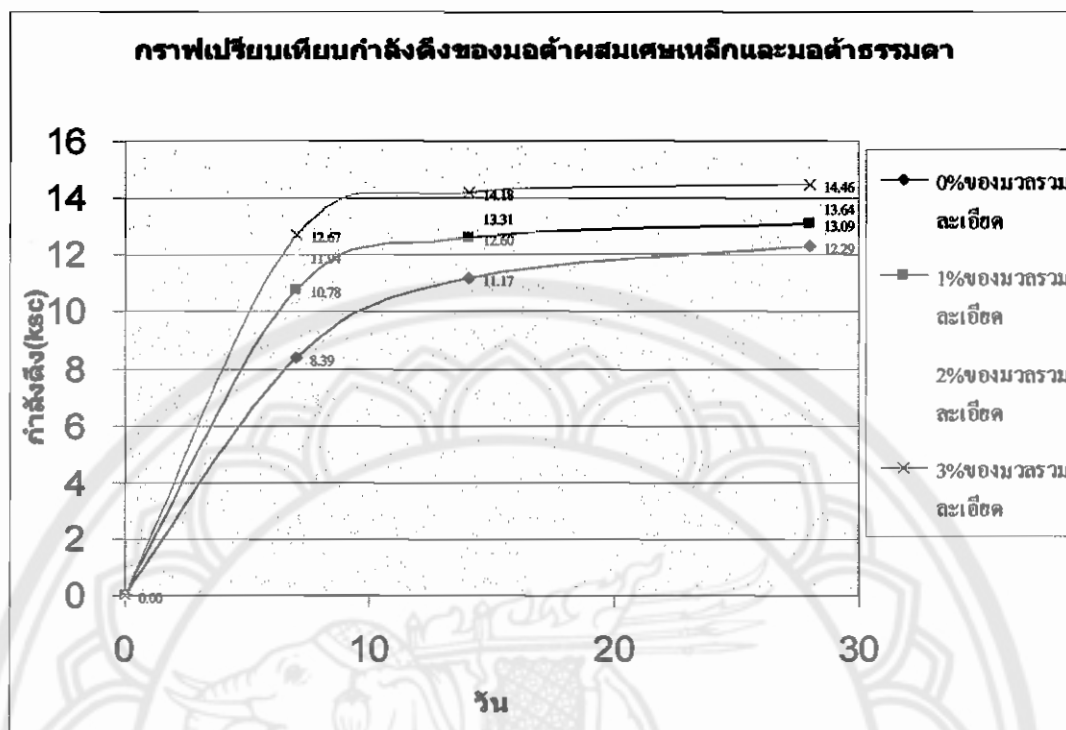
ตัวอย่าง ที่	วันที่ ทดสอบ	อายุ (วัน)	พื้นที่หน้าตัด (ซม. ²)	แรงดึง เฉลี่ย (กก.)	กำลังดึง (กก./ ซม. ²)	กำลังดึงเฉลี่ย (กก./ ซม. ²)
1	15/08/06	7	6.45	68.20	10.57	10.78
2	15/08/06	7	6.45	72.53	11.24	
3	15/08/06	7	6.45	67.90	10.52	
4	22/08/06	14	6.45	85.37	13.23	12.60
5	22/08/06	14	6.45	79.08	12.26	
6	22/08/06	14	6.45	79.35	12.30	
7	04/09/06	28	6.45	84.35	13.07	13.09
8	04/09/06	28	6.45	82.45	12.78	
9	04/09/06	28	6.45	86.53	13.41	

ตารางที่ 4.10 ผลการดิงมอร์ต่ำผสมเศษเหล็ก 2%

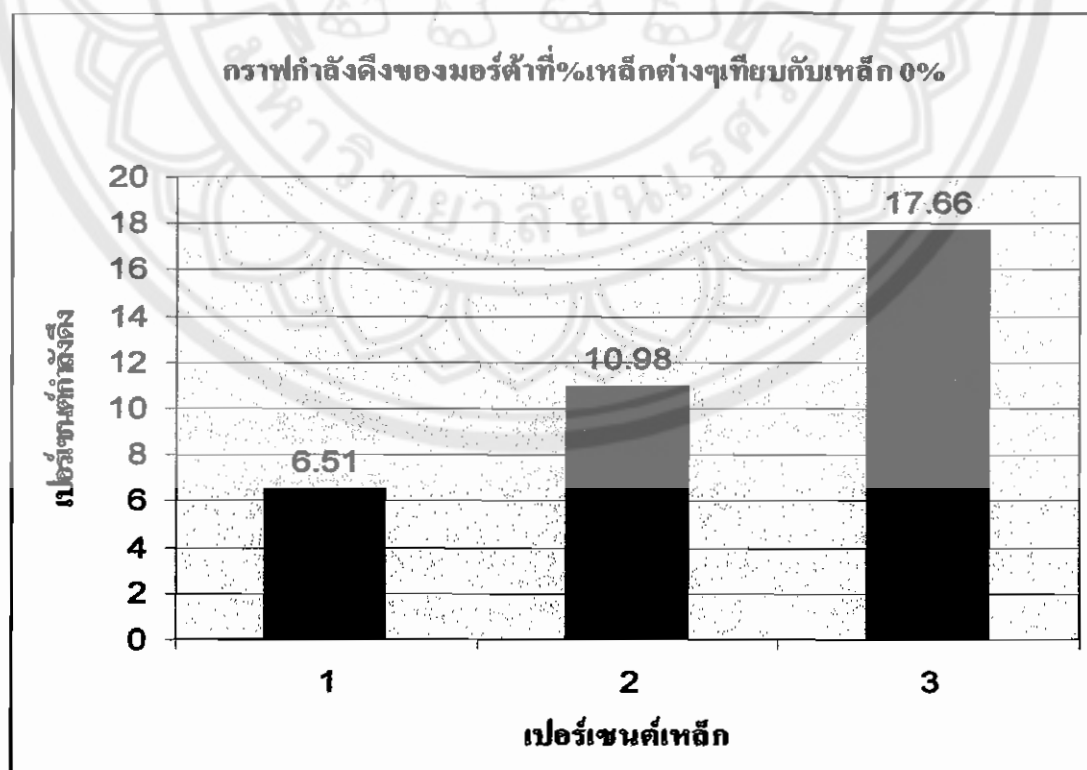
ตัวอย่าง ที่	วันที่ ทดสอบ	อายุ (วัน)	พื้นที่หน้าตัด (ซม. ²)	แรงดึง เฉลี่ย (กก.)	กำลังดึง (กก./ ซม. ²)	กำลังดึงเฉลี่ย (กก./ ซม. ²)
1	15/08/06	7	6.45	77.01	11.94	11.94
2	15/08/06	7	6.45	79.28	12.29	
3	15/08/06	7	6.45	74.75	11.59	
4	22/08/06	14	6.45	85.42	13.24	13.31
5	22/08/06	14	6.45	90.04	13.96	
6	22/08/06	14	6.45	82.24	12.75	
7	04/09/06	28	6.45	88.54	13.72	13.64
8	04/09/06	28	6.45	86.53	13.41	
9	04/09/06	28	6.45	89.00	13.79	

ตารางที่ 4.11 ผลการคั่งมอร์ดำผสมเศษเหล็ก 3%

ตัวอย่าง ที่	วันที่ ทดสอบ	อายุ (วัน)	พื้นที่หน้าตัด (ซม^2)	แรงคั่ง ประลัย (กก.)	กำลังคั่ง (กก./ ซม^2)	กำลังคั่งเฉลี่ย (กก./ ซม^2)
1	22/08/06	7	6.45	82.24	12.75	12.67
2	22/08/06	7	6.45	81.75	12.67	
3	22/08/06	7	6.45	81.29	12.60	
4	04/09/06	14	6.45	85.88	13.11	14.18
5	04/09/06	14	6.45	90.10	13.97	
6	04/09/06	14	6.45	98.55	15.28	
7	18/09/06	28	6.45	98.31	15.24	14.46
8	18/09/06	28	6.45	89.90	13.93	
9	18/09/06	28	6.45	91.64	14.20	



รูปที่ 4.1 กราฟเปรียบเทียบกำลังดึงมอด้ผสมเศษเหล็กและมอด้ธรรมดา

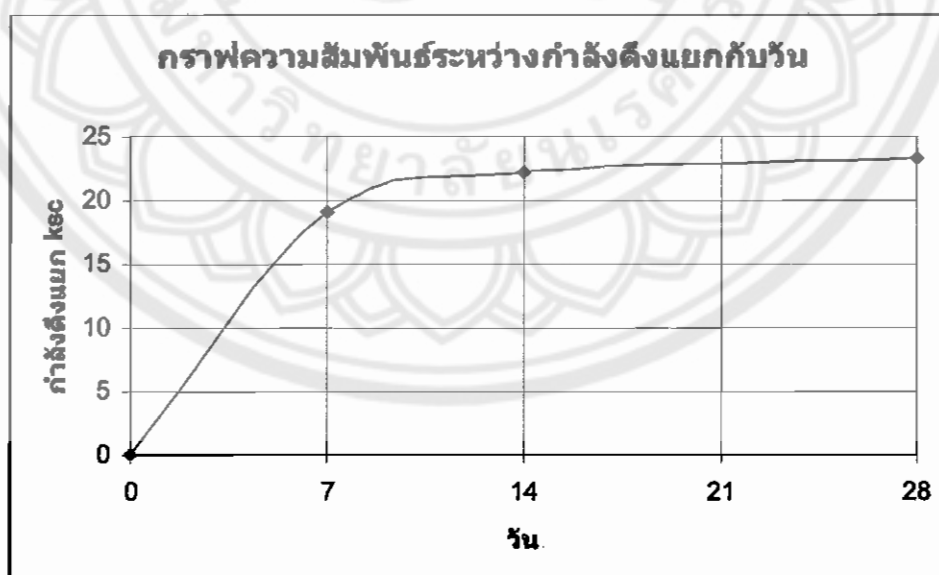


รูปที่ 4.2 กราฟกำลังดึงมอด้ที่เปอร์เซ็นต์ต่างๆเทียบกับเหล็ก 0 %

ผลการทดสอบกำลังดึงแยกของคอนกรีต

ตารางที่ 4.12 ผลกำลังดึงแยกของคอนกรีตผสมเศษเหล็ก 0 %

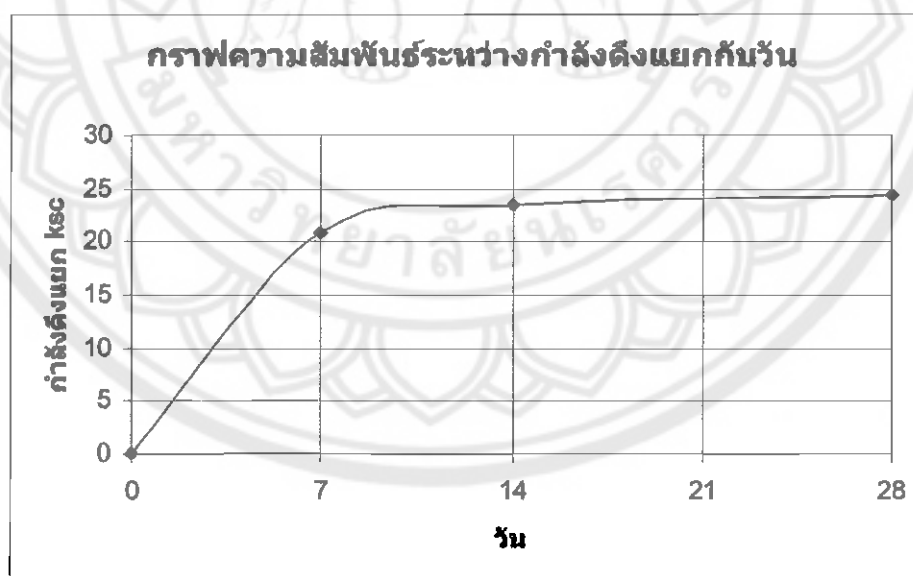
วันที่ป่ม	Specimen data prism			Raw	Test	Fact	Compr.	กำลังดึง แยกเฉลี่ย ksc
	d	h	mass	density	face	load	Stren.	
	mm	mm	kg	kg/dm ³	mm ²	kN	N/mm ²	
7	300	150	12.875	1.214	70686	140	2	19.132
7	300	150	12.775	1.205	70686	124	2	
7	300	150	12.705	1.198	70686	134	2	
14	300	150	12.890	1.216	70686	137	2	22.209
14	300	150	12.820	1.209	70686	160	2	
14	300	150	12.945	1.221	70686	165	2	
28	300	150	12.990	1.225	70686	169	2	23.266
28	300	150	12.700	1.198	70686	170	2	
28	300	150	13.065	1.232	70686	145	2	



รูปที่ 4.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังดึงแยกกับวัน ที่ 0%

ตารางที่ 4.13 ผลกำลังดึงแยกของคอนกรีตผสมเศษเหล็ก 1 %

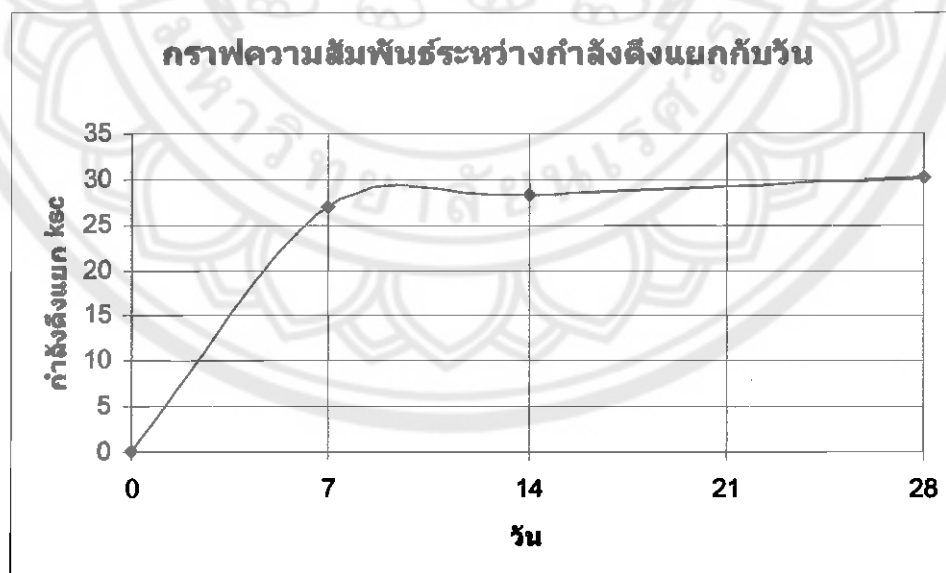
วันที่บ่ม	Specimen data prism			Raw	Test	Fact	Compr.	กำลังดึง แยกเฉลี่ย ksc
	d	h	mass	density	face	load	Stren.	
	mm	mm	kg	kg/dm ³	mm ²	kN	N/mm ²	
7	300	150	12.755	1.203	70686	131	2	20.766
7	300	150	12.860	1.213	70686	157	2	
7	300	150	12.835	1.211	70686	144	2	
14	300	150	13.012	1.240	70686	141	3	23.362
14	300	150	13.145	1.240	70686	168	4	
14	300	150	13.105	1.236	70686	177	4	
28	300	150	12.690	1.197	70686	167	3	24.335
28	300	150	13.135	1.239	70686	169	3	
28	300	150	12.765	1.204	70686	170	2	



รูปที่ 4.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังดึงแยกกับวัน ที่ 1%

ตารางที่ 4.14 ผลกำลังดึงแยกของคอนกรีตผสมเศษเหล็ก 2 %

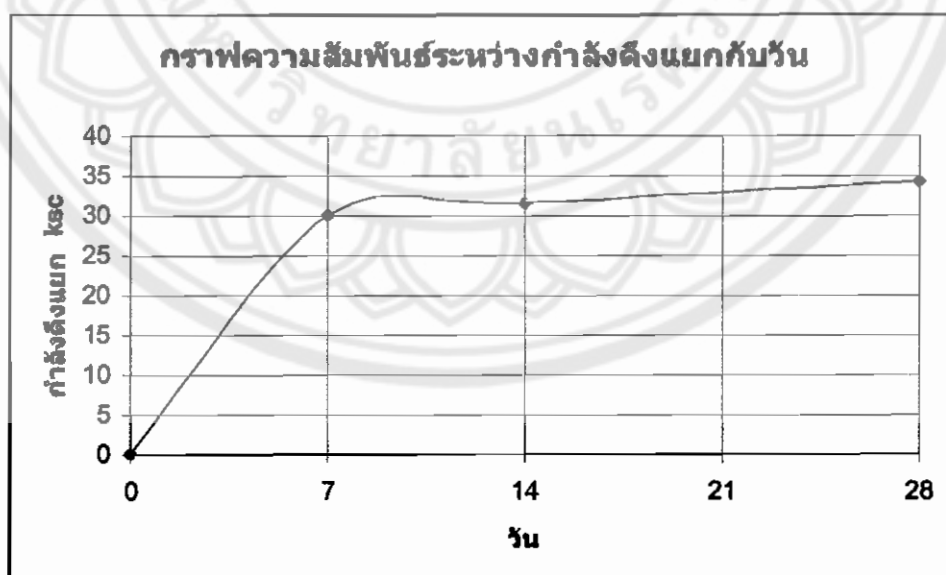
วันที่บ่ม	Specimen data prism			Raw density kg/dm ³	Test face mm ²	Fact load kN	Compr. Stren. N/mm ²	กำลังดึง แยกเฉลี่ย ksc
	d	h	mass					
	mm	mm	kg					
7	300	150	12.860	1.213	70686	182	3	26.967
7	300	150	12.995	1.226	70686	187	3	
7	300	150	12.815	1.209	70686	192	3	
14	300	150	13.075	1.233	70686	198	3	28.313
14	300	150	13.000	1.226	70686	202	3	
14	300	150	12.915	1.216	70686	189	3	
28	300	150	13.235	1.248	70686	253	4	30.140
28	300	150	12.800	1.207	70686	194	3	
28	300	150	12.785	1.206	70686	180	2	



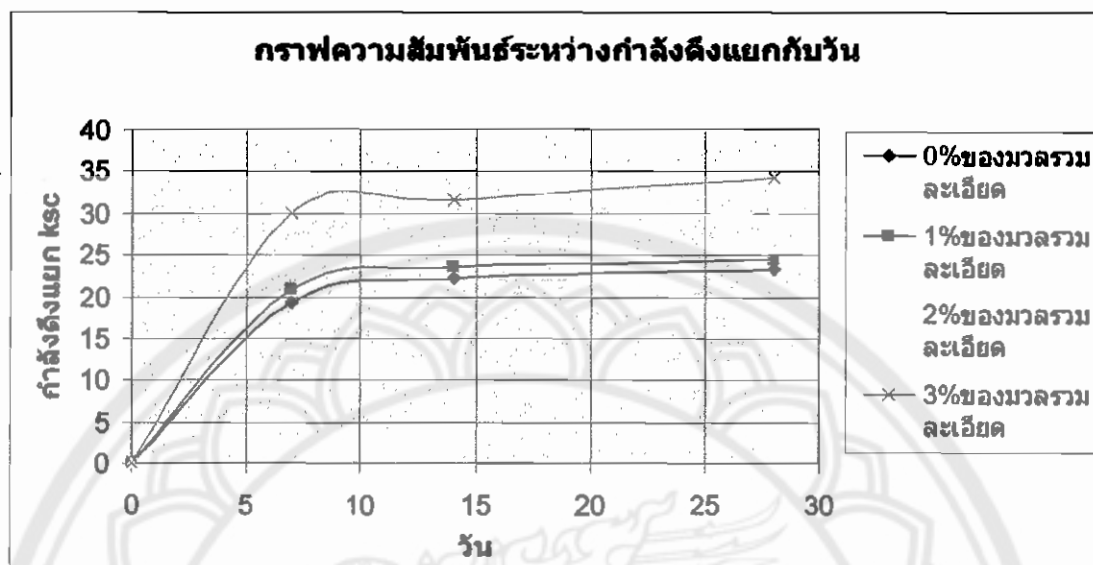
รูปที่ 4.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังดึงแยกกับวัน ที่ 2%

ตารางที่ 4.15 ผลกำลังดึงแยกของคอนกรีตผสมเศษเหล็ก 3 %

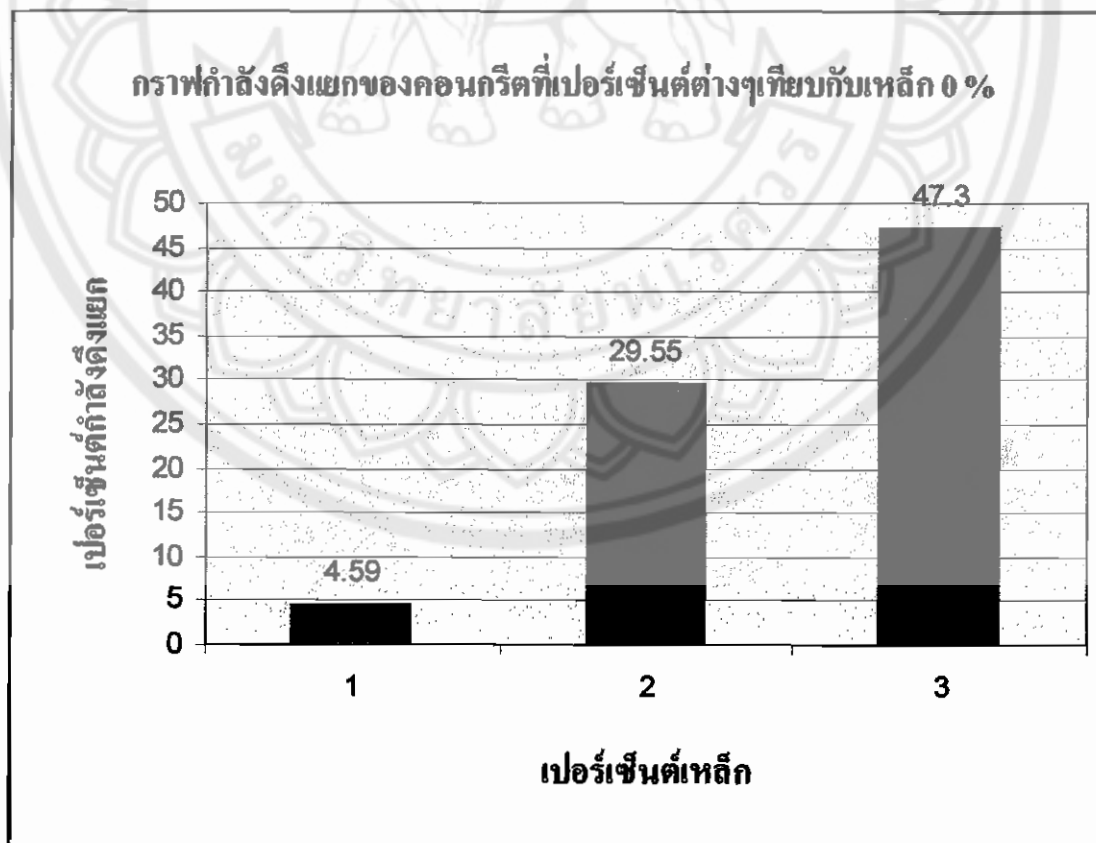
วันที่บ่ม	Specimen data prism			Raw density kg/dm ³	Test face mm ²	Fact load kN	Compr. Stren. N/mm ²	กำลังดึง แยกเฉลี่ย ksc
	d	h	mass					
	mm	mm	kg					
7	300	150	12.870	1.214	70686	200	3	29.899
7	300	150	12.900	1.217	70686	207	3	
7	300	150	12.950	1.221	70686	215	4	
14	300	150	12.835	1.210	70686	209	4	31.438
14	300	150	13.025	1.228	70686	220	4	
14	300	150	12.951	1.221	70686	225	4	
28	300	150	13.025	1.228	70686	218	4	34.274
28	300	150	12.959	1.222	70686	235	4	
28	300	150	13.015	1.228	70686	260	5	



รูปที่ 4.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังดึงแยกกับวัน ที่ 3%



รูปที่ 4.7 กราฟเปรียบเทียบกำลังดึงแยกของคอนกรีตที่ผสมเศษเหล็กและคอนกรีตธรรมดา



รูปที่ 4.8 กราฟกำลังดึงแยกของคอนกรีตที่เปอร์เซ็นต์ต่างๆเทียบกับเหล็ก 0 %