

บทที่ 4

ผลการทดสอบและวิเคราะห์ผล

ผลการทดสอบจะแบ่งเป็น 2 ส่วนดังนี้

4.1 ผลการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของเถ้าตะกอนน้ำประปา

จากการทดลองการเก็บเถ้าตะกอนน้ำประปาในวันที่ 21 ธันวาคม 2545 มีค่าความถ่วงจำเพาะเท่ากับ 2.4

4.2 ผลการทดสอบการหาค่ากำลังอัด

จากการทดลองการหาค่ากำลังอัดของลูกปูนมอร์ต้า ได้ผลการทดสอบการหาค่ากำลังอัดของลูกปูนมอร์ต้าที่ไม่ผสมเถ้าตะกอนน้ำประปา ดังแสดงในตารางที่ 4.1 และ ได้ผลการทดสอบการหาค่ากำลังอัดของลูกปูนมอร์ต้าที่แทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยเถ้าตะกอนน้ำประปาในปริมาณต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 4.2 ถึง 4.6



ตารางที่ 4.1 แสดงผลการทดสอบการหาค่าดึงอัดของลูกปูนเมอร์ดำที่ไม่ผสมเถ้าตะกอนน้ำประปา

ปริมาณเถ้าตะกอน น้ำประปา	อายุ (วัน)	น้ำหนัก (g)	กำลังอัด (kN/mm ²)	ค่าตัวแทนค่า กำลังอัด (kN/mm ²)	ส่วนต่อร้อย กำลังอัด (ksc)
0%	3	268.3	27.722	27.201	277.27
	3	267.6	26.680		
	3	250.8	10.229		
	7	260.1	12.622	30.366	309.54
	7	278.6	28.812		
	7	288.0	31.920		
	14	254.6	37.155	36.545	372.53
	14	263.7	36.568		
	14	255.5	35.912		
	28	266.0	37.721	38.000	387.36
	28	271.7	37.933		
	28	271.6	38.348		
	56	271.9	41.318	40.969	417.63
	56	282.6	40.621		
	56	265.5	34.318		

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการทดสอบการหาค่าลึงอัดของลูกปูนมอร์ต้าที่ผสมเถ้าตะกอนน้ำประปา 10%

ปริมาณเถ้าตะกอน น้ำประปา	อายุ (วัน)	น้ำหนัก (g)	ค่าลึงอัด (kN/mm ²)	ค่าตัวแทนค่า ค่าลึงอัด (kN/mm ²)	ค่าลึงอัด (ksc)
10%	3	274.0	21.899		
	3	273.2	26.517		
	3	269.1	25.425	25.971	264.74
	7	273.6	23.587		
	7	288.2	32.725		
	7	275.2	31.930	32.327	329.54
	14	274.6	33.478		
	14	273.8	30.731		
	14	273.1	33.858	33.668	343.20
	28	271.7	32.923		
	28	277.1	37.210		
	28	277.2	36.482	36.846	375.60
	56	282.4	38.171		
	56	278.2	37.754		
	56	276.1	21.849	38.462	392.07

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการทดสอบการหาค่าลึงอัดของลูกปูนมอร์ต้าที่ผสมเถ้าตะกอนน้ำประปา 20%

ปริมาณเถ้าตะกอน น้ำประปา	อายุ (วัน)	น้ำหนัก (g)	ค่าลึงอัด (kN/mm ²)	ค่าตัวแทนค่า ค่าลึงอัด (kN/mm ²)	ค่าลึงอัด (ksc)
20%	3	269.1	24.223		
	3	263.3	25.481		
	3	276.6	25.230	24.978	254.62
	7	285.0	28.355		
	7	276.8	23.637		
	7	266.9	26.765	27.550	280.84
	14	272.9	27.163		
	14	277.2	31.831		
	14	285.1	33.817	32.824	334.60
	28	288.5	35.921		
	28	290.1	36.928		
	28	290.1	36.499	36.499	372.06
	56	291.2	39.379		
	56	280.1	39.230		
	56	284.4	36.846	39.304	400.66

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการทดสอบการหาค่าดึงอัดของลูกปูนมอร์ต้าที่ผสมเถ้าตะกอนน้ำประปา 30%

ปริมาณเถ้าตะกอน น้ำประปา	อายุ (วัน)	น้ำหนัก (g)	กำลังอัด (kN/mm ²)	ค่าตัวแทนค่า กำลังอัด (kN/mm ²)	กำลังอัด (ksc)
30%	3	271.9	17.628		
	3	269.9	19.565		
	3	273.2	23.985	18.596	189.57
	7	282.6	26.517		
	7	272.4	24.928		
	7	281.1	21.154	25.722	262.21
	14	278.9	31.905		
	14	288.1	31.577		
	14	270.3	28.742	31.731	323.46
	28	283.0	35.764		
	28	278.0	33.758		
	28	274.1	30.048	34.761	354.34
	56	278.1	30.391		
	56	278.9	38.363		
	56	273.8	40.372	39.367	401.30

ตารางที่ 4.5 แสดงผลการทดสอบการหาค่าลึงอัดของคอนกรีตที่ผสมเถ้าตะกอนน้ำประปา 40%

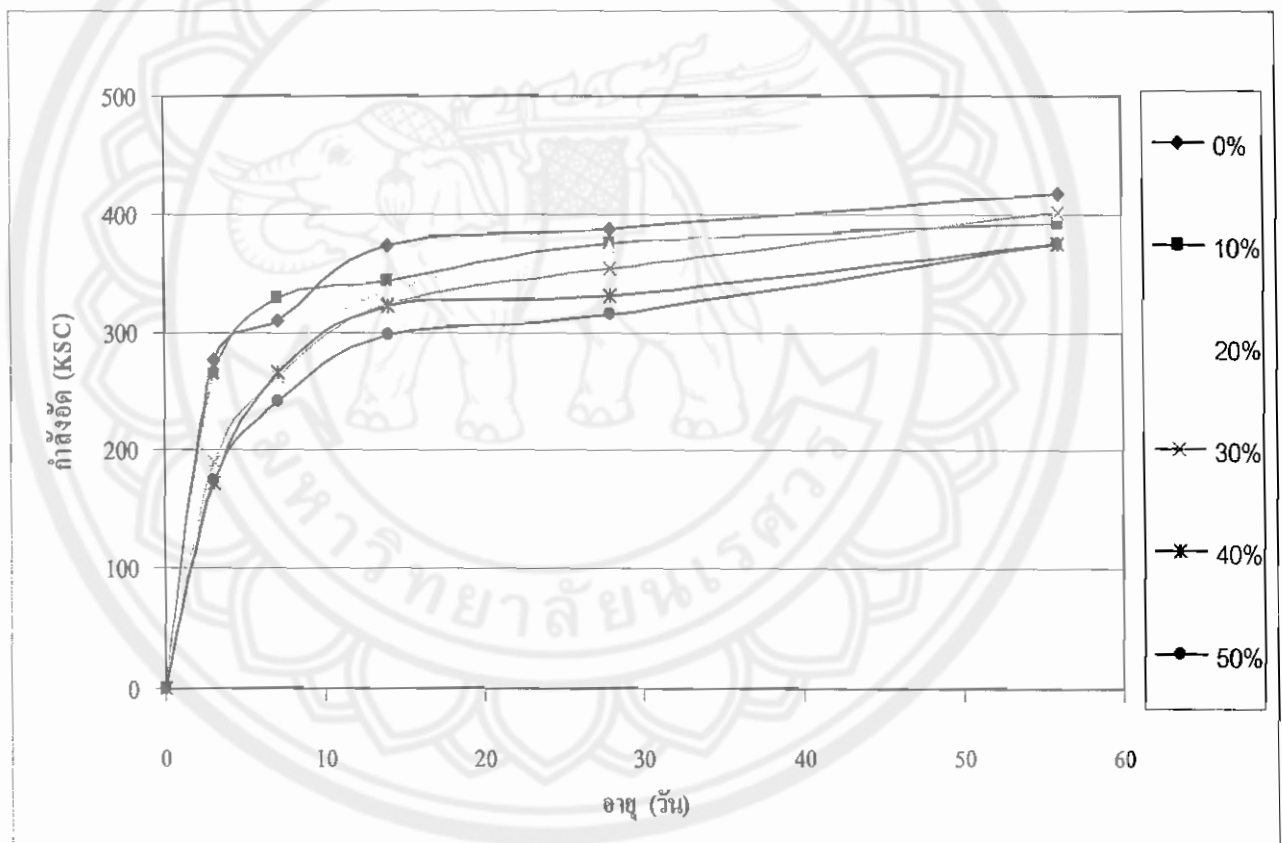
ปริมาณเถ้าตะกอน น้ำประปา	อายุ (วัน)	น้ำหนัก (g)	ค่าลึงอัด (kN/mm ²)	ค่าตัวแทนค่า ค่าลึงอัด (kN/mm ²)	ค่าลึงอัด (ksc)
40%	3	269.8	17.032		
	3	269.0	15.443		
	3	273.5	16.933	16.982	173.11
	7	284.9	25.425		
	7	284.5	26.815		
	7	282.3	28.206	26.120	266.26
	14	287.6	30.540		
	14	282.0	32.576		
	14	276.7	25.027	31.558	321.69
	28	287.1	37.094		
	28	289.9	33.618		
	28	288.8	31.384	32.501	331.30
	56	286.2	36.207		
	56	283.3	37.273		
	56	-	-	36.740	374.52

ตารางที่ 4.6 แสดงผลการทดสอบการหาค่าลึงอัดของลูกปูนมอร์ต้าที่ผสมเถ้าตะกอนน้ำประปา 50%

ปริมาณเถ้าตะกอน น้ำประปา	อายุ (วัน)	น้ำหนัก (g)	ค่าลึงอัด (kN/mm ²)	ค่าตัวแทนค่า ค่าลึงอัด (kN/mm ²)	ค่าลึงอัด (ksc)
50%	3	272.6	17.118		
	3	267.6	19.913		
	3	272.2	17.244	17.181	175.14
	7	270.1	23.041		
	7	272.6	24.332		
	7	276.1	21.154	23.686	241.45
	14	282.7	30.142		
	14	281.2	28.355		
	14	273.6	25.772	29.248	298.15
	28	273.8	26.617		
	28	280.1	29.795		
	28	282.6	31.930	30.862	314.60
	56	278.7	37.541		
	56	277.5	36.052		
	56	283.3	18.870	36.796	375.09

4.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

จากกราฟที่ 4.1 จะพบว่ากำลังอัดของลูกปูนมอร์ต้าจะลดลงเมื่อมีการผสมเถ้าจากตะกอนน้ำประปาเข้าไปในช่วงต้น การพัฒนากำลังจะเพิ่มขึ้นค่อนข้างช้า โดยเฉพาะเมื่ออัตราการผสมเถ้าจากตะกอนน้ำประปาเพิ่มขึ้นมาก สังเกตได้จากกราฟในช่วงต้น ถ้าผสมเถ้าจากตะกอนน้ำประปาน้อย ความชันของกราฟในช่วงแรกจะมีมาก แต่ก็มีแนวโน้มที่ลูกปูนมอร์ต้าที่ผสมเถ้าจากตะกอนน้ำประปาในอัตราที่สูง (40%, 50%) จะมีแนวโน้มการพัฒนากำลังเพิ่มขึ้นไปได้ในระยะยาวหลังจาก 56 วัน สังเกตได้จากแนวโน้มความชันจากกราฟช่วงปลายซึ่งจะมากกว่ากราฟของที่ใช้อัตราส่วนผสมของเถ้าตะกอนน้ำประปาน้อย



กราฟที่ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอัดกับอายุของก้อนตัวอย่างทดสอบที่แทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยเถ้าตะกอนน้ำประปาที่ปริมาณต่างๆ

เมื่อพิจารณาข้อมูลกำลังอัด โดยคิดเป็นอัตราส่วนเทียบกับที่ไม่ได้วัสดุผสมดังตารางที่ 4.8 กำลังอัดที่อายุ 3 วันจะลดลงเมื่อเพิ่มอัตราส่วนผสมของเถ้าตะกอนน้ำประปาโดยเฉพาะเมื่อผสมถึง 30% กำลังอัดจะลดเหลือเพียง 68.37% เมื่อเทียบกับการไม่ผสมเลย แต่จะมีการพัฒนากำลังเพิ่มขึ้นไปเรื่อยๆ เปอร์เซ็นต์ของกำลังอัดเทียบกับไม่ผสมเลยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

ส่วนการผสมเถ้าตะกอนน้ำประปาที่ 10% และ 20% ให้กำลังอัดใกล้เคียงกับที่ไม่ผสม และการพัฒนากำลังของ 20% มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับที่ 30% แม้จะให้กำลังอัดในช่วงต้นต่ำ แต่ให้กำลังอัดที่ 56 วันสูง (96.09% ของกำลังอัดของลูกปูนมอร์ต้าที่ไม่ผสมเถ้าจากตะกอนน้ำประปาเลย)

ตารางที่ 4.7 แสดงผลการรับกำลังอัดของลูกปูนมอร์ต้าต่ออายุเป็นจำนวนวัน และอัตราส่วนของการผสมเถ้าที่ได้จากการเผาตะกอนน้ำประปา

	0 วัน	3 วัน	7 วัน	14 วัน	28 วัน	56 วัน
0%	0	277.27	309.89	372.53	387.36	417.63
10%	0	264.74	329.54	343.20	375.60	392.07
20%	0	254.62	280.84	334.60	372.06	400.66
30%	0	189.57	262.21	323.46	354.34	401.30
40%	0	173.11	266.26	321.69	331.30	374.52
50%	0	175.14	241.45	298.15	314.60	375.09

ตารางที่ 4.8 แสดงกำลังแรงอัดของลูกปูนมอร์ต้า ในแต่ละช่วงอายุวัน โดยเปรียบเทียบอัตราส่วนผสมของเถ้าของการเผาตะกอนน้ำประปา กับที่ไม่ใส่เลยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์

	3 วัน	7 วัน	14 วัน	28 วัน	56 วัน
0%	100%	100%	100%	100%	100%
10%	95.48%	106.34%	92.13%	96.96%	93.88%
20%	91.83%	90.62%	89.82%	96.05%	95.93%
30%	68.37%	84.61%	86.83%	91.48%	96.09%
40%	62.43%	85.92%	86.35%	85.53%	89.68%
50%	63.16%	77.91%	80.03%	81.21%	89.81%

เมื่อพิจารณากำลั่งอัดของลูกปุ่นมอร์ต้าที่ไม่ผสมเถ้าจากตะกอนน้ำประปา ดังตารางที่ 4.9 กำลั่งอัดจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงต้น คือที่ 3 วัน ได้กำลั่งอัดคิดเป็น 71.58% ของกำลั่งอัดที่ 28 วัน แต่กำลั่งอัดที่อายุ 3 วันจะลดลงเมื่อเพิ่มอัตราส่วนผสมของเถ้าตะกอนน้ำประปาโดยเฉพาะเมื่อผสมถึง 30% กำลั่งอัดที่ได้ไม่ถึง 65% ของกำลั่งอัดที่อายุ 28 วัน เมื่อลูกปุ่นมอร์ต้าอายุครบ 14 วัน อัตราส่วนคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ระหว่างกำลั่งอัดที่ได้กับกำลั่งที่ 28 วันค่อนข้างใกล้เคียงกัน แต่พบว่าเมื่อครบ 56 วัน ลูกปุ่นมอร์ต้าที่ผสมเถ้าตะกอนน้ำประปา ตั้งแต่ 30% ขึ้นไป ซึ่งให้กำลั่งเมื่ออายุ 3 วัน ได้น้อยนั้น ได้มีการพัฒนาการรับกำลั่งอัดได้อีกค่อนข้างมาก

ตารางที่ 4.9 แสดงกำลั่งรับแรงอัดของลูกปุ่นมอร์ต้า ในแต่ละค่าส่วนผสมของเถ้าจากตะกอนน้ำประปา โดยเปรียบเทียบกำลั่งรับแรงอัด ในแต่ละช่วงอายุวันเทียบกับที่ 28 วัน คิดเป็นเปอร์เซ็นต์

	3 วัน	7 วัน	14 วัน	28 วัน	56 วัน
0%	71.58%	80%	96.17%	100%	107.81%
10%	70.48%	87.74%	91.37%	100%	104.38%
20%	68.44%	75.48%	89.93%	100%	107.69%
30%	53.50%	74.00%	91.28%	100%	113.25%
40%	52.25%	80.37%	97.10%	100%	113.04%
50%	55.67%	76.75%	94.77%	100%	119.23%