

ตารางที่ 4.3.2.5 ความสัมพันธ์ของค่ากำลังอัดของคอนกรีตผสมเถ้าลอย จากการบ่มแรงกับระดับอุณหภูมิ W/B และปริมาณการแทนที่
($y=a+bx+cx^2+dx^3$)

fa	coefficient				p values				R^2
	a	b	c	d	p for a	p for b	p for c	p for d	
Prompt	192.5004	2.22943	-390.823	-1.95E+00	1.80E-20	7.05E-27	4.23E-38	2.69E-26	0.909932
24 hr after	17.94576	0.163448	20.01815	1.46E-01	2.97E-29	3.51E-12	1.51E-36	1.10E-24	0.883109

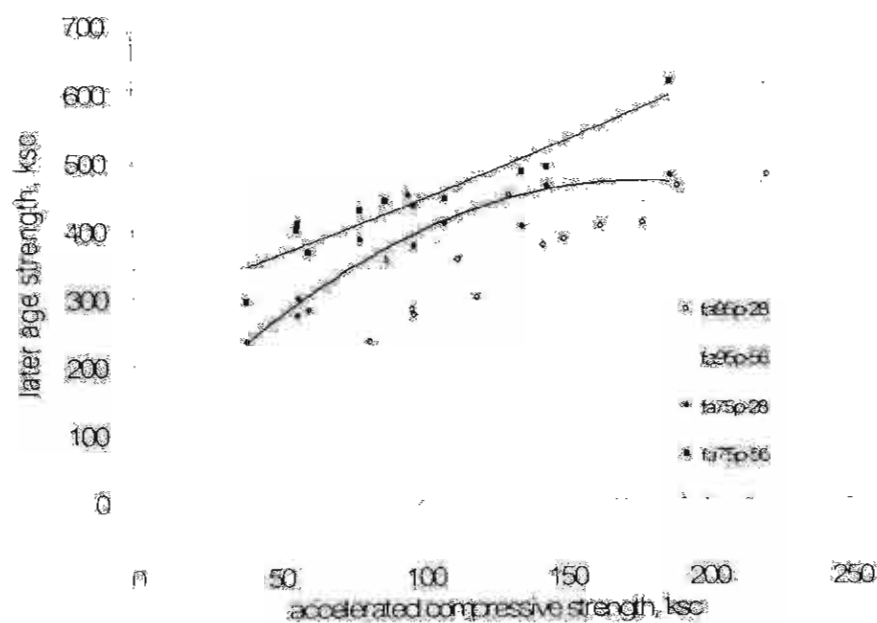
ค่ากำลังอัดของคอนกรีตผสมเถ้าลอย จากการบ่มแรงทันทีที่อุณหภูมิ 75°C , 95°C และบ่มหลังยัดเวลาไปแล้ว 24 ชั่วโมงเมื่อนำมาเขียนความสัมพันธ์กับกำลังอัดระยะยาว 28 และ 56 วัน โดยไม่พิจารณาความสำคัญของของ W/B และปริมาณการแทนที่ด้วยเถ้าลอย ความสัมพันธ์ดังกล่าวแสดงในรูป 4.3.2.8 และ 4.3.2.9 โดยมีรูปสมการและค่า R^2 ดังแสดงในตาราง 4.3.2.6

ตาราง 4.3.2.6 ความสัมพันธ์ของกำลังอัดของคอนกรีตผสมเถ้าลอยจากการบ่มแรงสภาวะต่างๆกับกำลังอัดระยะยาว
 $Y=ax^2+bx+c$

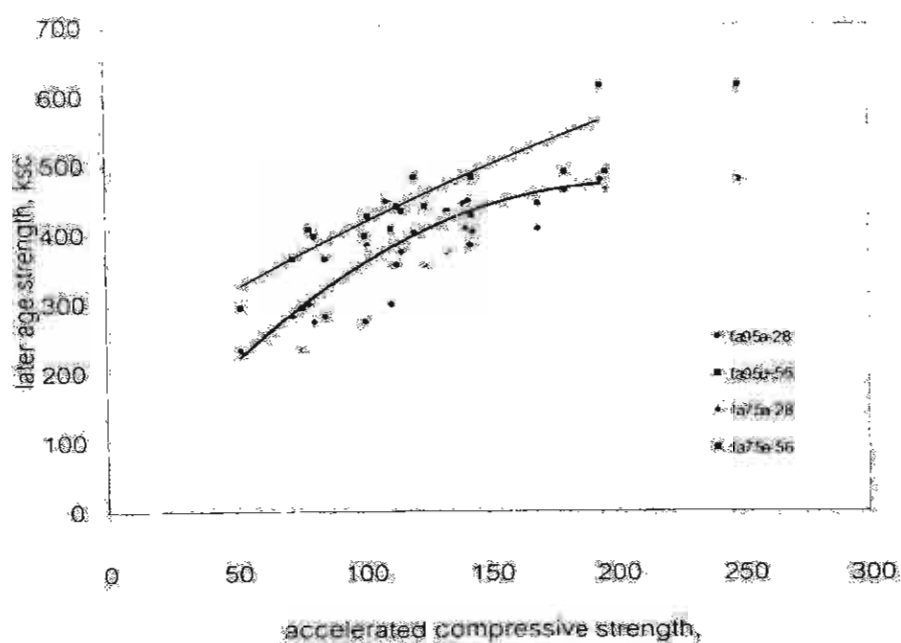
condition	equation	R^2
fa 75p-28	$y = -0.0124x^2 + 4.3906x + 81.05$	$R^2 = 0.8818$
fa 75p-56	$y = 0.0011x^2 + 1.4344x + 285.93$	$R^2 = 0.893$
fa 95p-28	$y = -0.0096x^2 + 4.5287x - 64.885$	$R^2 = 0.8319$
fa 95p-56	$y = 0.0042x^2 + 0.4129x + 287.21$	$R^2 = 0.8213$
fa 75a-28	$y = -0.0108x^2 + 4.4287x + 20.24$	$R^2 = 0.8752$
fa 75a-56	$y = -0.0021x^2 + 2.1933x + 216.0$	$R^2 = 0.8399$
fa 95a-28	$y = -0.0094x^2 + 4.4765x - 57.327$	$R^2 = 0.9121$
fa 95a-56	$y = -0.0007x^2 + 1.7172x + 210.7$	$R^2 = 0.8768$

ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอัดกับปริมาณการแทนที่เถ้าลอยของคอนกรีตผสมเถ้าลอยในสภาวะการบ่มแรงทันทีและหลังการยัดเวลาเป็น 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 75°C และ 95°C ที่อัตราส่วน W/B 0.4, 0.5 และ 0.6 แสดงในภาพที่ 4.3.2.10, 4.3.2.11, 4.3.2.12 ซึ่งกำลังอัดลดลง เมื่อปริมาณการแทนที่เพิ่มขึ้นในทุกกรณี และการบ่ม 95°C ทันที ให้ค่ากำลังอัดสูงกว่ากรณีอื่น

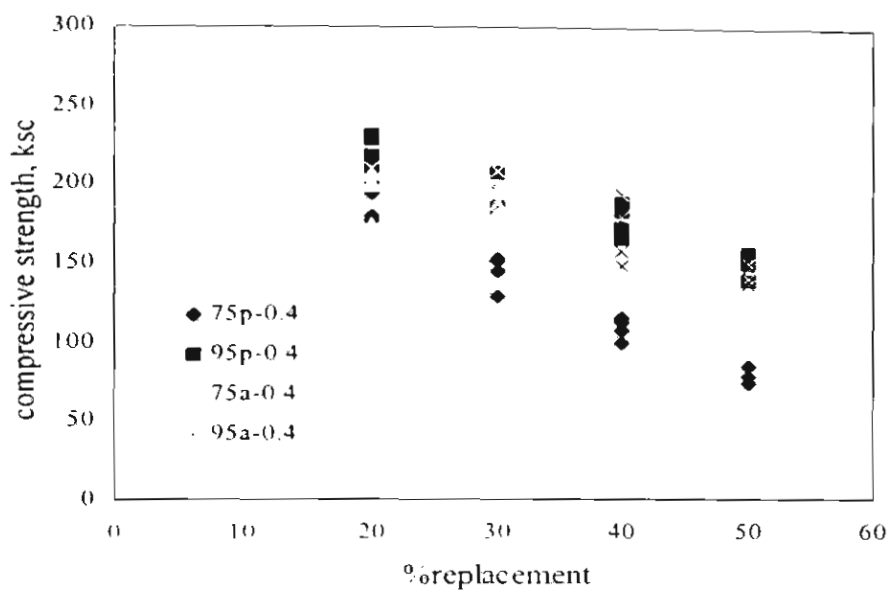
การพัฒนากำลังอัดของของคอนกรีตทั้งที่ผสมและไม่ผสมเถ้าลอยที่อายุต่างๆเปรียบเทียบกับกำลังอัดจากสภาวะการบ่มแรง 75°C แรงทันทีและหลังการยัดเวลาเป็น 24 ชั่วโมงแสดงในภาพที่ 4.3.2.13, 4.3.2.14 และ 4.3.2.15



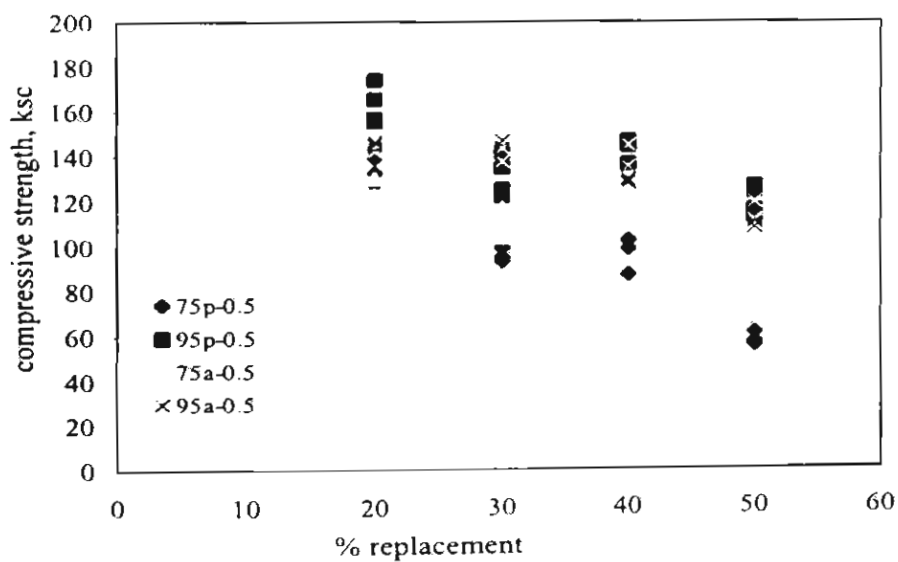
ภาพที่ 4.3.2.8 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอัดจากกรุปมแรงต่อกำลังอัดที่ 28 วันและ 56 วันจากการบ่มแรงทันทีของคอนกรีตผสมเถ้าลอยที่มีค่า w/b ต่างกัน



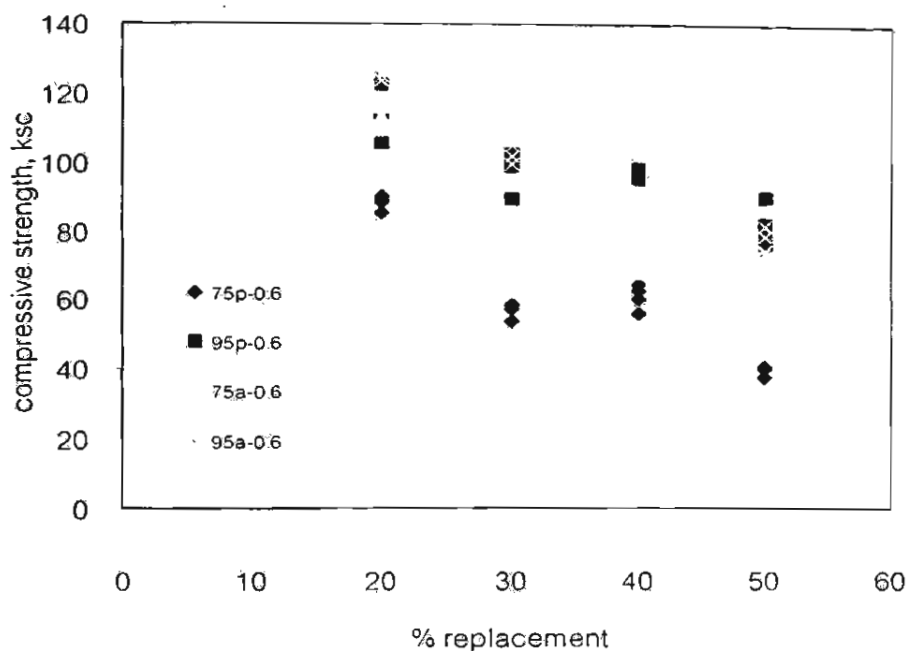
ภาพที่ 4.3.2.9 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอัดจากการบ่มแรงต่อกำลังอัดที่ 28 วันและ 56 วันจากการบ่มแรงหลังการบ่มเวลาเป็น 24 ชั่วโมง ของคอนกรีตผสมเถ้าลอยที่มีค่า w/b ต่างกัน



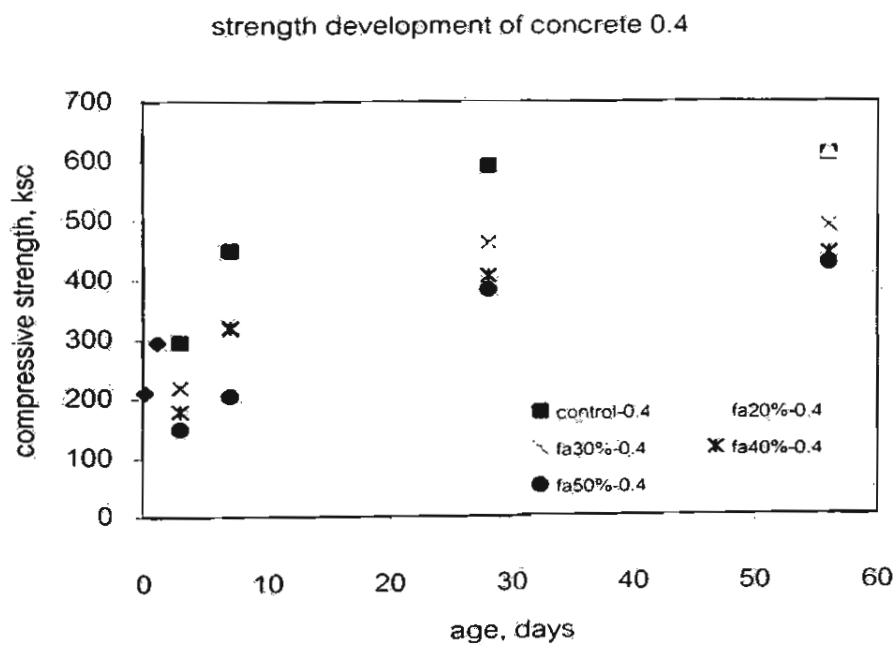
ภาพที่ 4.3.2.10 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอัดจากการบ่มแรงทันทีและการบ่มแรงหลังการยึดเวลาเป็น 24 ชั่วโมงและปริมาณการแทนที่เถ้าลอยของคอนกรีตที่มีค่า w/b 0.4



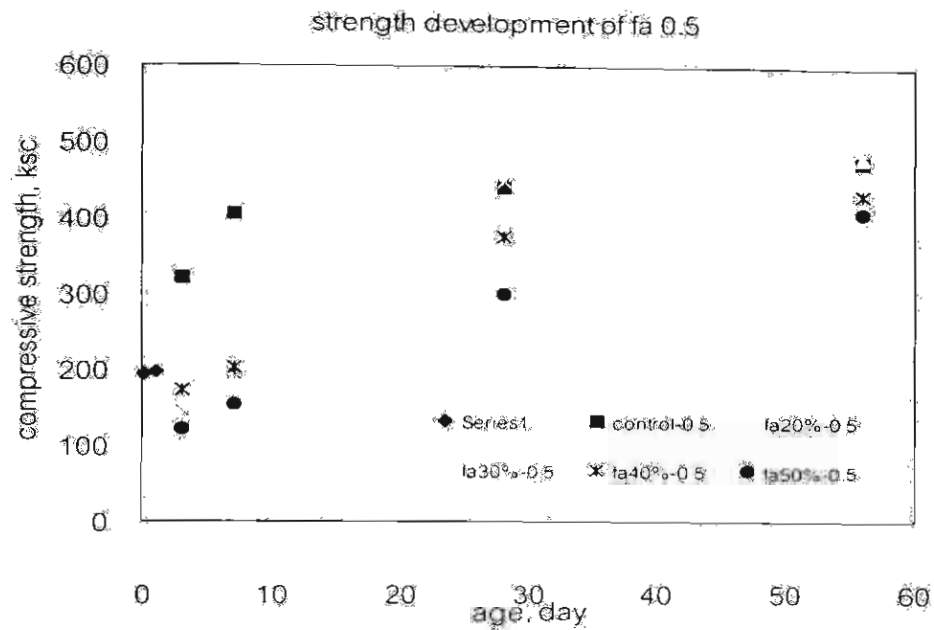
ภาพที่ 4.3.2.11 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอัดจากการบ่มแรงทันทีและการบ่มแรงหลังการยึดเวลาเป็น 24 ชั่วโมงและปริมาณการแทนที่เถ้าลอยของคอนกรีตที่มีค่า w/b 0.5



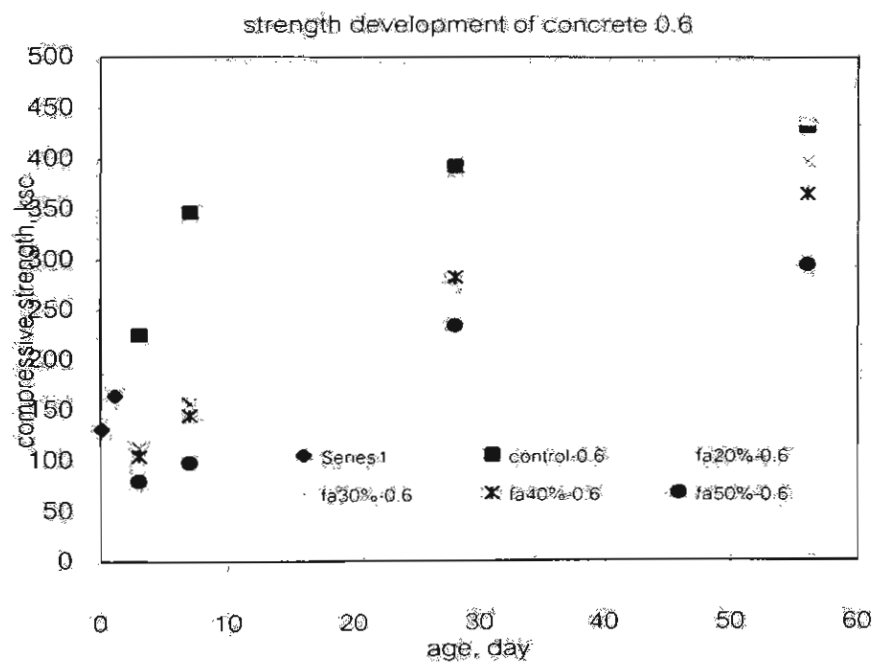
ภาพที่ 4.3.2.12 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอัดจากการบ่มแรงดันที่และการบ่มแรงสูงที่ระยะเวลาเป็น 24 ชั่วโมง และปริมาณการแทนที่เถ้าลอยของคอนกรีตที่มีค่า w/b 0.6



ภาพที่ 4.3.2.13 การพัฒนากำลังอัดจากการบ่มปกติของคอนกรีตทั้งที่ผสมและไม่ผสมเถ้าลอยที่อายุต่างๆและ กำลังอัดจากการบ่มแรง 75 °C ของคอนกรีตที่ไม่ผสมเถ้าลอย w/b 0.4



ภาพที่ 4.3.2.14 การพัฒนากำลังอัดจากการบ่มปกติของคอนกรีตทั้งที่ผสมและไม่ผสมเส้นใยที่อายุต่างๆและกำลังอัดจากการบ่มแรง 75 °C ของคอนกรีตที่ไม่ผสมเส้นใย w/b 0.5

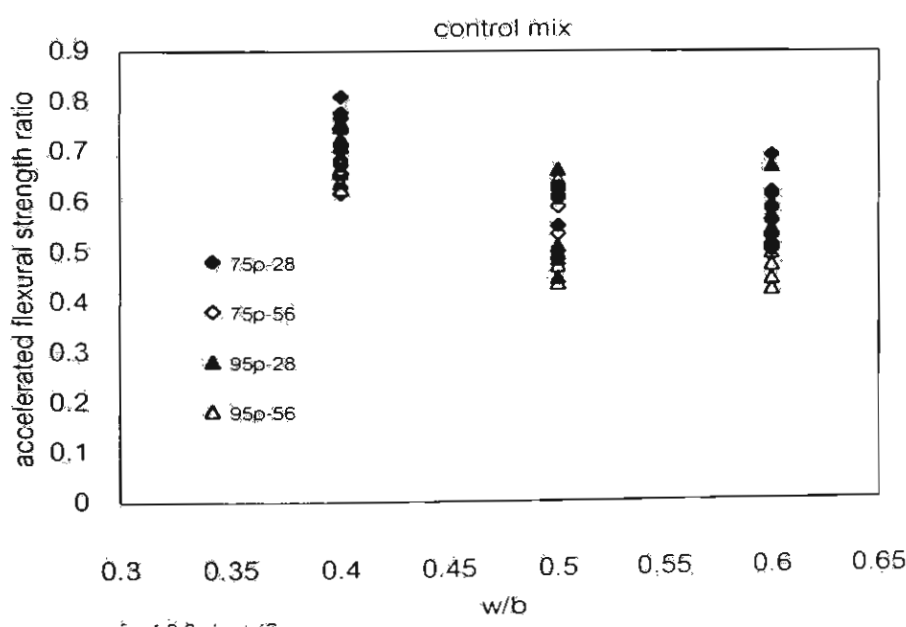


ภาพที่ 4.3.2.15 การพัฒนากำลังอัดจากการบ่มปกติของคอนกรีตทั้งที่ผสมและไม่ผสมเส้นใยที่อายุต่างๆและกำลังอัดจากการบ่มแรง 75 °C ของคอนกรีตที่ไม่ผสมเส้นใย w/b 0.6

เมื่อพิจารณาผลกระทบของอุณหภูมิ ต่อการพัฒนากำลังอัดของคอนกรีตทั้งที่ใช้และไม่ใช้เถ้าลอยขึ้น อาจกล่าวได้ว่าการบ่มด้วยอุณหภูมิสูง 3.5 ซม. มีผลต่อคอนกรีตทั้งที่ไม่ผสมและผสมเถ้าลอยทุกระดับการแทนที่อย่างชัดเจน ค่ากำลังอัดของคอนกรีตปกติ จากการบ่มแรงดันที่ 75 °C และ 95 °C มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ไม่มีแนวโน้มที่ชัดเจนสำหรับ ค่าเฉลี่ยของการบ่มแรงดันหลังจากหล่อคอนกรีตไปแล้ว 24 ชั่วโมง ซึ่งแสดงว่าอุณหภูมิมีผลต่อการพัฒนาโครงสร้างภายในของคอนกรีตปกติ ในช่วงต้นมากกว่ากรณีที่คอนกรีตมีการพัฒนาโครงสร้างไปส่วนหนึ่งแล้ว แต่การบ่มอุณหภูมิสูงมีผลกระทบต่อการพัฒนากำลังของคอนกรีตผสมเถ้าลอย มาก และปัจจัยที่มีผลต่อการเร่งกำลังได้แก่ปริมาณการแทนที่ w/b และระดับอุณหภูมิที่ใช้บ่ม

4.3.3 ค่ากำลังรับแรงดัด

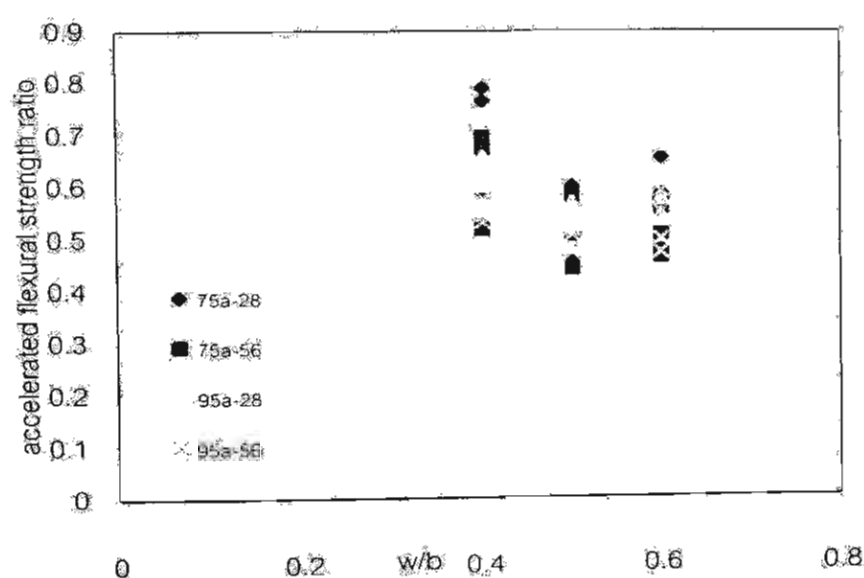
ค่ากำลังรับแรงดัดของคอนกรีตควบคุมเมื่อนำมาพิจารณาในลักษณะอัตราส่วนกำลังรับแรงดัดจากการบ่มแรงดันที่ในภาวะต่างๆ ต่อกำลังรับแรงดัดที่อายุ 28 และ 56 วัน ดังภาพ 4.3.3.1 พบว่าแนวโน้มของผลกระทบจากอัตราส่วน W/B ไม่ชัดเจน ผลกระทบจากระดับอุณหภูมิที่ศึกษา 75 °C และ 95 °C ไม่ต่างกันมากนัก และสภาวะการบ่มพื้นที่ให้ค่าอัตราส่วนกำลังสูงกว่ากรณียี่สิบเวลาการบ่ม 24 ชั่วโมงเสมอ ความสัมพันธ์ของอัตราส่วนกำลังรับแรงดัดจากการบ่มแรงดันหลังอายุ 24 ชั่วโมงในภาวะต่างๆ ต่อกำลังรับแรงดัดที่อายุ 28 และ 56 วัน ดังภาพ 4.3.3.2 มีแนวโน้มเช่นเดียวกัน ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนกำลังรับแรงดัดจากการบ่มแรงดันในภาวะต่างๆ และกำลังดัดจากการบ่มปกติคืออุณหภูมิที่ศึกษาและอัตราส่วน W/B อยู่ในรูปสมการ $y = ax_1 + bx_2 + c$ เมื่อ $y = \text{strength ratio}$, $x_1 = \text{temp } 75-95$, $x_2 = w/b$ ดังแสดงในตารางที่ 4.3.3.1 จากค่า p แสดงว่าการบ่มแรงดันหลังอายุ 24 ชั่วโมงผลกระทบจากความแตกต่างของระดับอุณหภูมิมีน้อยเมื่อเทียบกับการบ่มแรงดันที่ อาจกล่าวได้ว่าผลกระทบจากและความแตกต่างของผลกระทบจากระดับอุณหภูมิต่อค่าอัตราส่วนกำลังมีน้อยกว่าเมื่อเทียบกับกรณีของกำลังอัด



ภาพที่ 4.3.3.1 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนกำลังดัดจากการบ่มแรงดันต่อจากการบ่มปกติและ w/b ของคอนกรีตควบคุมจากการบ่มแรง 75°C, 95°C จากการบ่มพื้นที่

ตารางที่ 4.3.3.1 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนกำลังรับแรงดัดจากการบ่มแรงในภาวะต่างๆคือกำลังดัดจากการบ่มปกติ และอุณหภูมิและอัตราส่วน W/B

condition	c	coefficient		p values			R2
		a (temp)	b (w/b)	p for c	p for a	p for b	
f75p/f28	1.220614	-0.00226	-0.79687	1.39E-08	0.131713	0.000123	0.454
f75p/f56	1.145221	-0.00205	-0.81366	4.76E-12	0.036775	1.18E-07	0.673
f75a/f28	0.770705	-0.0002	-0.29012	0.000422	0.906205	0.189611	0.089
f75a/f56	0.751399	-0.00018	-0.37418	2.51E-05	0.888084	0.030821	0.223

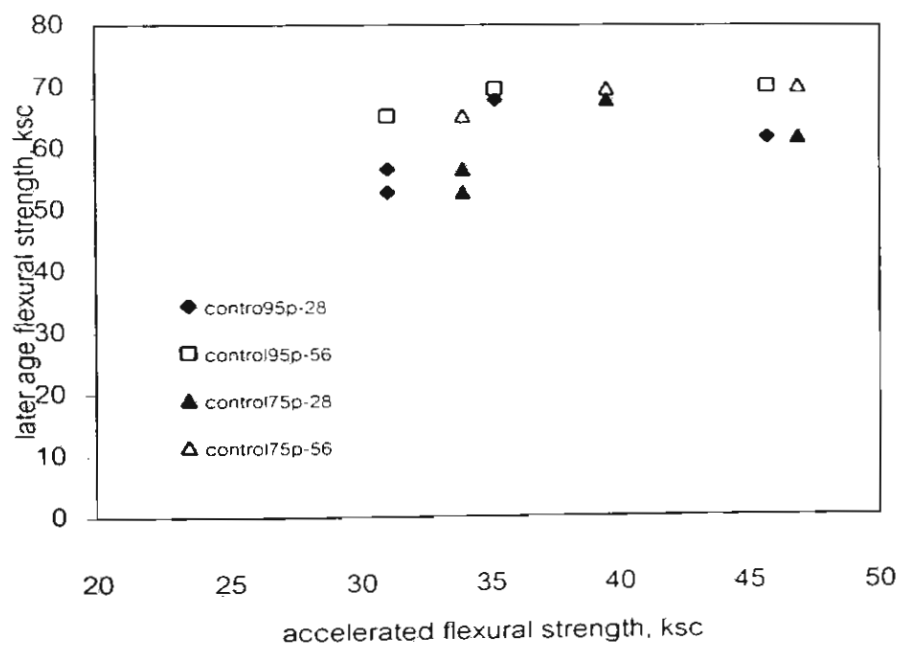


ภาพที่ 4.3.3.2 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนกำลังดัดจากการบ่มแรงค้ำจากการบ่มปกติและw/bของคอนกรีตควบคุมจากการบ่มแรง 75°C, 95°C จากการบ่มยัดเวลา 24 ชั่วโมง

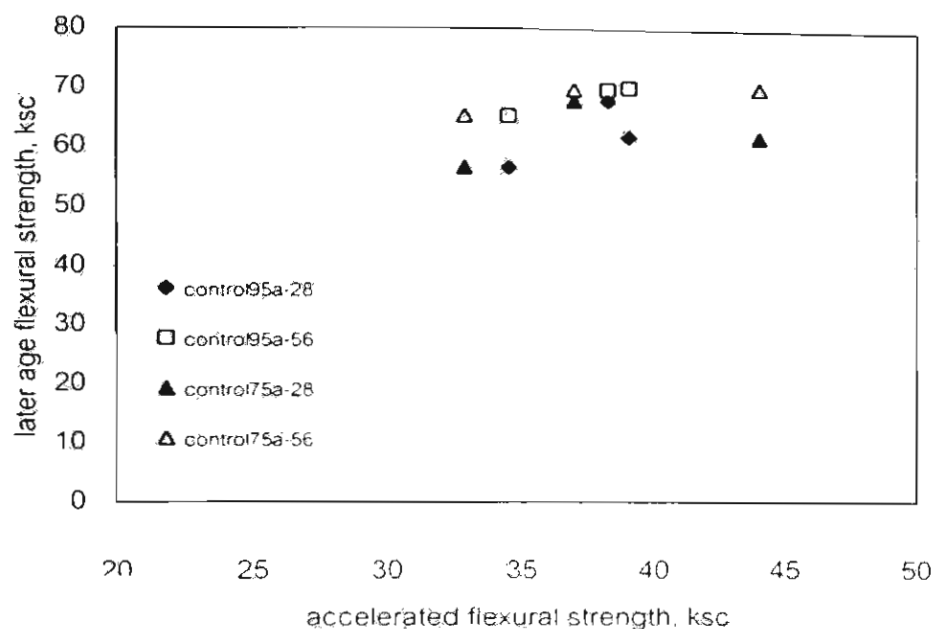
ความสัมพันธ์กำลังรับแรงดัดจากการบ่มแรงในภาวะต่างๆและกำลังดัดจากการบ่มปกติมีลักษณะอยู่ในรูปสมการ polynomial ดังตารางที่ 4.3.3.2 ค่า R²อยู่ในช่วง 0.96-1 เมื่อนำมาเขียนความสัมพันธ์ดังแสดงในรูปที่ 4.3.3.3 และ 4.3.3.4 การบ่มแรง 75°C, 95°C จากการบ่มยัดเวลา 24 ชั่วโมง มีลักษณะสม่ำเสมอมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับความสัมพันธ์ของการบ่มแรงทันทีแม้ว่าเมื่อพิจารณาผลกระทบของระดับอุณหภูมิต่อค่าเฉลี่ยกำลังดัดของคอนกรีตควบคุมพบว่าที่ W/B 0.4 ทั้งกรณีบ่มทันทีมีค่าไม่ต่างกัน (ค่าเฉลี่ย = 46.85, 45.65 กก/ซม² ตามลำดับ) โดย p-value มีค่า 0.3577 และกรณียัดเวลาการบ่ม 24 ชั่วโมง (ค่าเฉลี่ย = 44.01, 39.05 กก/ซม² และ p-Value มีค่า 0.2823)

ตารางที่ 4.3.3.2 ความสัมพันธ์กำลังรับแรงดัดจากการบ่มแรงในภาวะต่างๆและกำลังดัดจากการบ่มปกติ

condition	equation	R^2
f75p/f28	$y = -0.2424x^2 + 20.091x - 347.52$	$R^2 = 0.9616$
f75p/f56	$y = -0.0585x^2 + 5.095x - 40.266$	$R^2 = 1$
f95p/f28	$y = -0.2503x^2 + 19.642x - 313.35$	$R^2 = 0.9616$
f95p/f56	$y = -0.071x^2 + 5.7689x - 45.389$	$R^2 = 1$
f75a/f28	$y = -0.3254x^2 + 25.481x - 429.5$	$R^2 = 1$
f75a/f56	$y = -0.0928x^2 + 7.5653x - 83.17$	$R^2 = 1$
f95a/f28	$y = -2.3815x^2 + 176.27x - 3190.2$	$R^2 = 1$
f95a/f56	$y = -0.1599x^2 + 12.821x - 186.74$	$R^2 = 1$

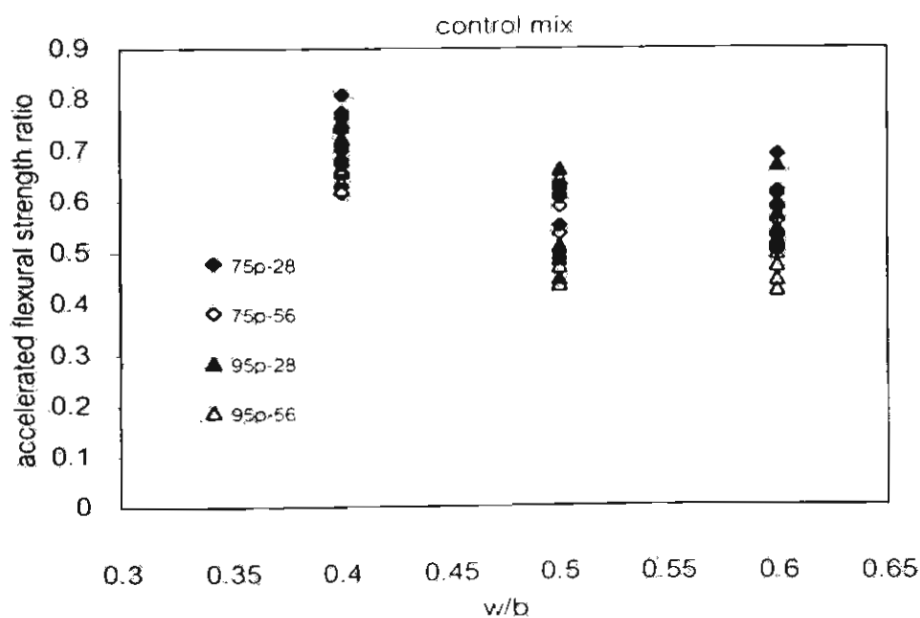


ภาพที่ 4.3.3.3 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังดัดจากการบ่มแรงและกำลังดัดจากการบ่มปกติ ของคอนกรีตควบคุมจากการบ่มแรง 75°C, 95°C ทันที

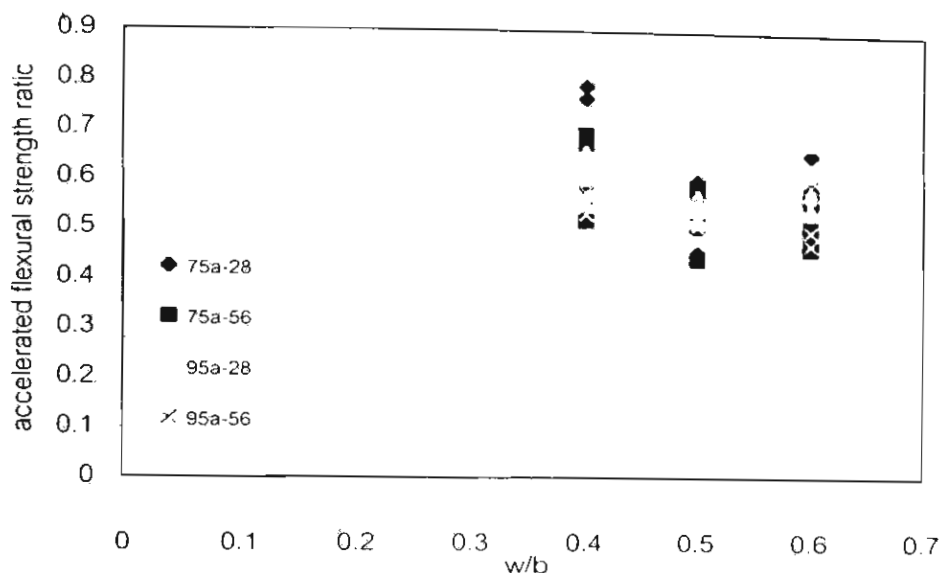


ภาพที่ 4.3.3.4 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังดัดจากการบ่มเร่งและกำลังดัดจากการบ่มบ่มปกติ ของคอนกรีตควบคุมจากการบ่มเร่ง 75°C , 95°C หลังยี่ดเวลาการบ่ม 24 ชั่วโมง

ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนกำลังดัดจากการบ่มเร่งต่อจากการบ่มปกติและ w/b ของคอนกรีตควบคุมทั้งกรณีการบ่มเร่งทันทีและจากการบ่มยี่ดเวลาไม่มีแนวโน้มที่ชัดเจนทั้งสองอายุ 28 และ 56 วันดังแสดงในภาพที่ 4.3.3.5 และภาพที่ 4.3.3.6



ภาพที่ 4.3.3.5 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนกำลังดัดจากการบ่มเร่งต่อจากการบ่มปกติและ w/b ของคอนกรีตควบคุมจากการบ่มเร่ง 75°C , 95°C จากการบ่มทันที



ภาพที่ 4.3.3.6 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนกำลังคัดจากการบ่มแรงค่อจากการบ่มปกติและw/bของคอนกรีตควบคุมจากการบ่มแรง 75°C, 95°C จากการบ่มยัดเวลา24ชั่วโมง

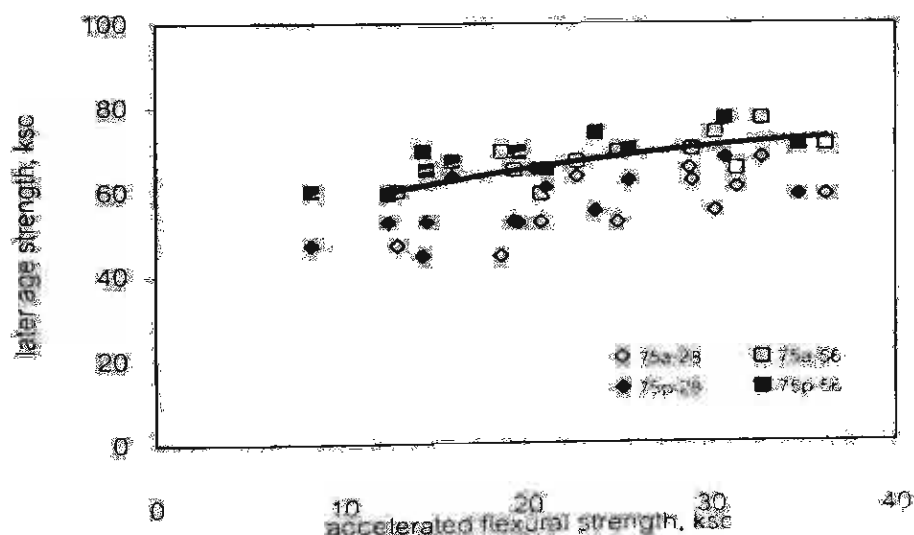
สำหรับคอนกรีตผสมเถ้าลอยค่าเฉลี่ยกำลังรับแรงคัดจากการบ่มแรงในภาวะต่างๆ และกำลังคัดจากการบ่มปกติแสดงรายละเอียดดังตารางที่ 4.3.3.3 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยกำลังรับแรงคัดจากการบ่มแรงในภาวะต่างๆ และกำลังคัดจากการบ่มปกติดังในภาพ 4.3.3.7 และ 4.3.3.8 เมื่อเขียนความสัมพันธ์กำลังรับแรงคัดจากการบ่มแรงในภาวะต่างๆและกำลังคัดจากการบ่มปกติมีลักษณะอยู่ในรูปสมการ polynomial ดังตารางที่ 4.3.3.4 และการพัฒนากำลังคัดจากการบ่มแรงทั้ง 2 ระดับอุณหภูมิและทั้งสองสภาวะการบ่ม (บ่มทันทีและยัดเวลา 24 ชั่วโมง) มีแนวโน้มลดลงตามปริมาณการแทนที่เพิ่มขึ้น ทั้งสามอัตราส่วน W/B ดังแสดงในภาพ 4.3.3.9 สำหรับ W/B = 0.4 และ ภาพ 4.3.3.10 และ 4.3.3.11 สำหรับ W/B = 0.5 และ 0.6

เมื่อพิจารณาผลกระทบของระดับอุณหภูมิต่อค่าเฉลี่ยกำลังคัดของคอนกรีตผสมเถ้าลอยพบว่าที่ W/B ทุกระดับทั้งกรณีบ่มทันทีและกรณียัดเวลาการบ่ม 24 ชั่วโมง มีค่าต่างกัน ดังแสดงในตาราง 4.3.3.3 จากการวิเคราะห์ทางสถิติระดับอุณหภูมิที่ใช้บ่มแรงกำลังทันที 75°C และ 95°C มีผลต่อการพัฒนากำลังคัด ทุกระดับการแทนที่ด้วยเถ้าลอย แม้ว่าที่ระดับ 20% ความแตกต่างไม่ชัดเจน (p value = .03634) แต่เมื่อปริมาณการแทนที่เพิ่มขึ้น ค่ากำลังคัดจากการบ่มแรงกำลังทันที ทั้งสองอุณหภูมิมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน (p value อยู่ในช่วง .00126 - .0053) ซึ่งแนวโน้มเช่นเดียวกันพบในกรณีการยัดเวลาการบ่ม 24 ชั่วโมงเช่นกัน

ตารางที่ 4.3.3.3 ค่าเฉลี่ยกำลังคดของคอนกรีตผสมเถ้าลอยทุกระดับ W/B ทุกการบ่มและทุกลำ

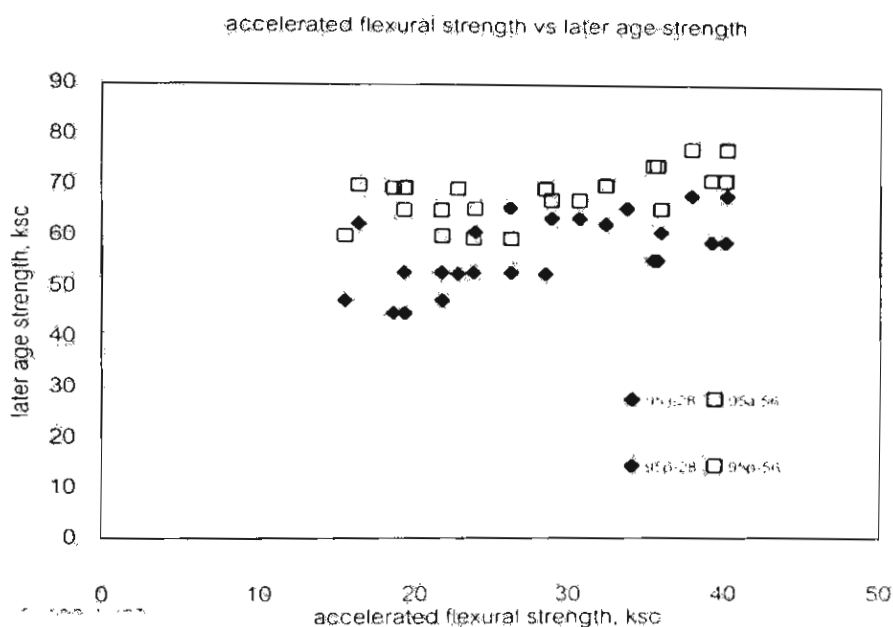
flexural of fa mixes.		24hr 75c		24hr 95c					
w/b	%replace	75prompt	95prompt	heat3.5hr	heat3.5hr				
		av	av	75 av	95	3day av.	7day av.	28 day	40 day
0.4	20	34.8	39.1	36.2	40.0	48.4	59.1	59.0	65.8
0.4	30	30.7	37.8	32.8	40.1	50.0	53.9	55.0	61.1
0.4	40	23.7	35.3	30.3	35.6	43.8	44.0	56.3	57.4
0.4	50	15.9	30.6	22.7	28.8	39.6	34.2	53.6	57.7
0.5	20	25.5	16.3	29.0	32.3	45.0	50.5	62.5	72.1
0.5	30	20.3	26.1	28.8	33.6	38.6	52.2	65.5	
0.5	40	21.0	23.8	31.4	35.8	41.9	51.0	60.9	65.4
0.5	50	12.4	23.7	20.7	26.2	30.5	38.4	52.8	53.6
0.6	20	19.5	22.7	24.9	28.4	41.5	51.0	52.7	63.4
0.6	30	14.3	18.5	18.5	19.2	35.8	29.4	44.8	64.5
0.6	40	14.5	19.2	19.3	21.6	32.9	38.6	52.9	65.1
0.6	50	8.3	15.4	12.9	21.6	25.7	26.9	47.3	60.1

accelerated flexural strength vs later age strength of fly ash concrete



ภาพที่ 4.3.3.7 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังคดจากการบ่มเร็วและกำลังคดจากการบ่มปกติของคอนกรีตผสมเถ้าลอยจากการบ่มเร่ง 75C จากการบ่มทันทีและอีกระยะ 24 ชั่วโมง

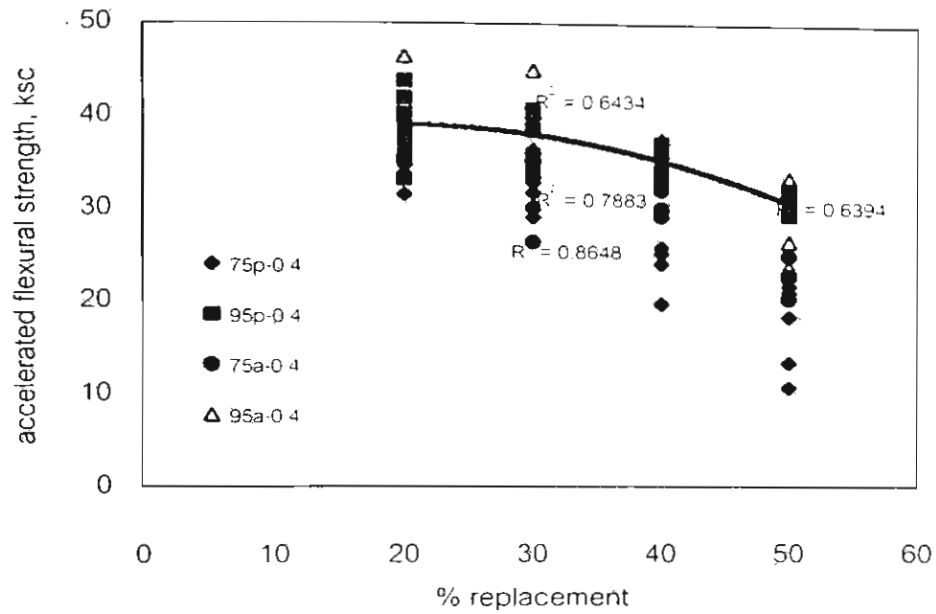
ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนกำลังรับแรงดัดจากการบ่มแรงในภาวะต่างๆ และกำลังดัดจากการบ่มปกติของคอนกรีตที่ศึกษาและอัตราส่วน W/B และปริมาณการแทนที่เถ้าลอย อยู่ในรูปสมการ $y=ax_1+bx_2+cx_3+c$ เมื่อ $y=\text{strength ratio}$, $x_1=\text{temp } 75-95$, $x_2=w/b$ $x_3=\%$ replacement ดังแสดงในตารางที่ 4.3.3.5 จากค่า p ซึ่งมีค่าน้อยมาก แสดงว่าการบ่มแรงทั้งทันทีและหลังอายุ 24 ชั่วโมง ผลกระทบจากความแตกต่างของระดับอุณหภูมิ w/b และ $\%$ replacement ต่ออัตราส่วนกำลังรับแรงดัดจากการบ่ม และกำลังดัดจากการบ่มปกติมีมาก เมื่อเทียบกับการบ่มแรงของคอนกรีตควบคุม



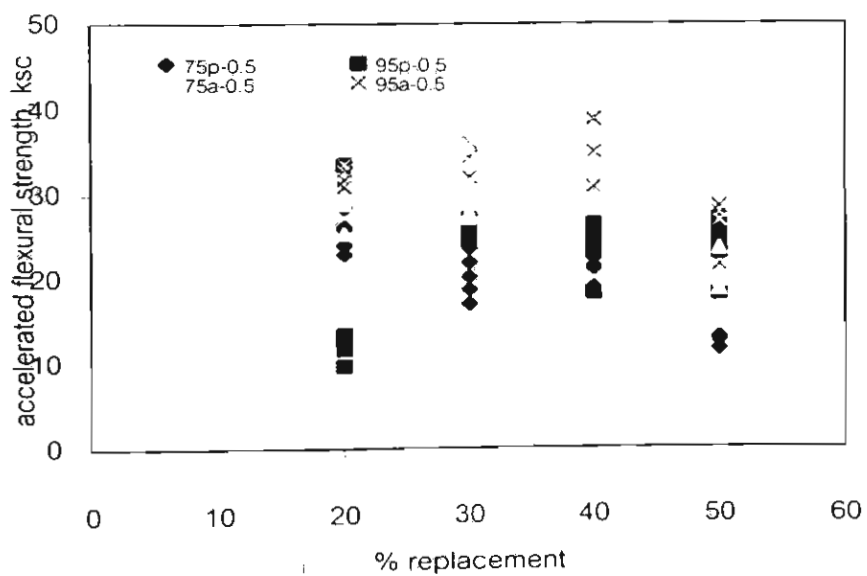
ภาพที่ 4.3.3.8 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังดัดจากการบ่มแรงและกำลังดัดจากการบ่มปกติของคอนกรีตที่ผสมเถ้าลอยจากการบ่มแรง 95C จากการบ่มทันทีและยืดเวลา 24 ชั่วโมง

ตารางที่ 4.3.3.4 ความสัมพันธ์กำลังรับแรงดัดจากการบ่มแรงในภาวะต่างๆ และกำลังดัดจากการบ่มปกติ

condition	equation	R^2
f75a-28	$y = -0.0318x^2 + 2.3371x + 19.496$	$R^2 = 0.5609$
f75p-28	$y = -0.0345x^2 + 2.0952x + 30.847$	$R^2 = 0.4874$
f75a-56	$y = -0.0117x^2 + 1.1049x + 48.114$	$R^2 = 0.4994$
f75p-56	$y = -0.0226x^2 + 1.5021x + 48.341$	$R^2 = 0.6926$
f95a-28	$y = -0.0413x^2 + 3.2682x - 2.0474$	$R^2 = 0.6727$
f95a-56	$y = 0.0352x^2 - 1.6504x + 84.119$	$R^2 = 0.4829$
f95p-28	$y = -0.0232x^2 + 1.7464x + 28.996$	$R^2 = 0.3161$
f95p-56	$y = 0.0244x^2 - 0.9463x + 74.594$	$R^2 = 0.4579$



ภาพที่ 4.3.3.9 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังคัดจากการบ่มเร่งและปริมาณการแทนที่ของคอนกรีตที่ผสมเถ้าลอย w/b0.4 จากการบ่มเร่ง 75, 95C จากการบ่มทันทีและยัดเวลา 24 ชั่วโมง



ภาพที่ 4.3.3.10 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังคัดจากการบ่มเร่งและปริมาณการแทนที่ของคอนกรีตที่ผสมเถ้าลอย w/b0.5 จากการบ่มเร่ง 75, 95C จากการบ่มทันทีและยัดเวลา 24 ชั่วโมง

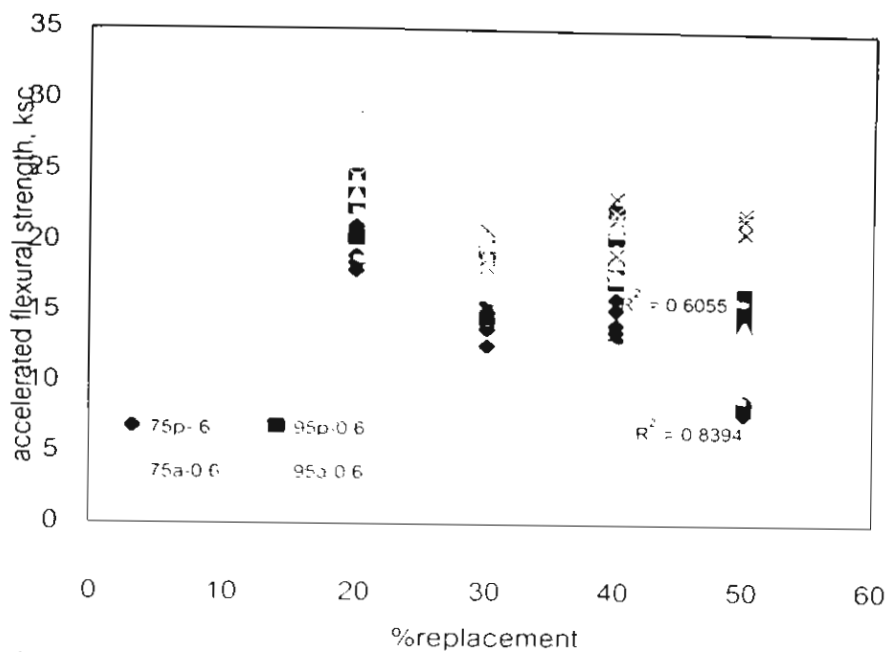


fig 4.3.3.11 chart40

ภาพที่ 4.3.3.11 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังดัดจากการบ่มแรงและปริมาณการแทนที่ของคอนกรีตที่ผสมเถ้าลอย w/b0.6 จากการบ่มแรง 75, 95C จากการบ่มทันทีและยึดเวลา 24 ชั่วโมง

ตารางที่ 4.3.3.5 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนกำลังรับแรงดัดต่ออุณหภูมิ อัตราส่วน W/B และปริมาณการแทนที่เถ้าลอย

condition	c	coefficient			p values				R2
		a	B	d	p-for c	p-for a	p-for b	p-for d	
f75p/f28	0.5679	0.0049	-0.9053	-0.0038	2.84E-09	1.88E-08	1.55E-15	7.56E-07	0.570
f75p/f56	0.5418	0.004	-0.908	-0.0027	2.53E-11	3.52E-08	1.76E-20	1.33E-05	0.651
f75a/f28	0.6054	0.0041	-0.6664	-0.0039	3.98E-12	6.52E-08	6.55E-12	1.35E-08	0.596
f75a/f56	0.5712	0.0034	-0.7303	-0.0026	2.40E-11	2.78E-06	2.90E-14	2.60E-05	0.610

เมื่อพิจารณาผลกระทบของอุณหภูมิต่อการพัฒนากำลังดัดของคอนกรีตไม่ใช้เถ้าลอย อาจกล่าวได้ว่าผลกระทบจากระดับอุณหภูมิที่ศึกษา 75 °C และ 95 °C ไม่ต่างกันมากนัก ผลกระทบจากระดับอุณหภูมิต่อค่าอัตราส่วนกำลัง และความแตกต่างของผลกระทบมีน้อยกว่าเมื่อเทียบกับกรณีของกำลังอัด สำหรับคอนกรีตผสมเถ้าลอย การพัฒนากำลังดัดจากการบ่มแรงทั้ง 2 ระดับอุณหภูมิและทั้งสภาวะการบ่มทันทีและยึดเวลา 24 ชั่วโมงมีแนวโน้มลดลงตามปริมาณการแทนที่เพิ่มขึ้น และค่าเฉลี่ยกำลังดัดขึ้นกับระดับอุณหภูมิอย่างชัดเจนเมื่อปริมาณการแทนที่เพิ่มขึ้น ผลกระทบจากความแตกต่างของระดับอุณหภูมิ w/b และ % replacement ต่ออัตราส่วนกำลังรับแรงดัดจากการบ่ม และกำลังดัดจากการบ่มปกติมีมาก เมื่อเทียบกับการบ่มแรงของคอนกรีตควบคุม

4.3.4 การศึกษาผลกระทบจากอุณหภูมิต่อความต้านทานการขยายตัวจากเกลือซัลเฟต

ผลการศึกษาความต้านทานการขยายตัวจากเกลือซัลเฟตของคอนกรีตที่ผ่านการบ่มในสภาวะต่างๆมีรายละเอียดในภาคผนวก ง ตารางที่ ง1-ง15 คอนกรีตควบคุมที่ไม่ผสมเถ้าลอยมีแนวโน้มการขยายตัวเพิ่มขึ้นเมื่อการแช่สารละลายซัลเฟตเพิ่มขึ้น แต่ทั้งนี้ขึ้นกับค่าอัตราส่วน W/B ด้วย และที่ W/B สูง 0.6 แนวโน้มไม่ชัดเจน สำหรับกรณีบ่มที่ 75 °C และ 95 °C การขยายตัวเพิ่มมีแนวโน้มลดลงจากการบ่มปกติ ที่อุณหภูมิ 95 °C มีแนวโน้มการขยายตัวและอัตรา การขยายตัวเพิ่มต่ำกว่าการบ่ม ที่อุณหภูมิ 75 °C สำหรับการยึดเวลาการบ่ม 24 ชั่วโมง ไม่มีผลกระทบจากระดับอุณหภูมิที่เห็นได้ชัดเจน

สำหรับคอนกรีตผสมเถ้าลอยมีพฤติกรรมค่อนข้างแตกต่างกัน ที่สภาวะการบ่มปกติมีแนวโน้มการขยายตัวเพิ่มต่ำกว่าคอนกรีตปกติที่สภาวะการบ่มแบบเดียวกัน สำหรับกรณีบ่มเร่งที่ระดับอุณหภูมิมีผลกระทบ ต่อค่าการเปลี่ยนแปลงความยาวที่วัดได้แม้ว่าจะยังไม่อาจบอกแนวโน้มที่ชัดเจนจากข้อมูลการแช่ระยะสั้นที่มีอยู่ได้ซึ่งมีความผันแปรมาก อย่างไรก็ตามสำหรับการยึดเวลาการบ่ม 24 ชั่วโมง ไม่มีผลกระทบจากระดับอุณหภูมิที่เห็นได้ชัดเจน

4.3.5 การศึกษาความต้านทานการซึมได้ของคลอไรด์

ผลการศึกษาความต้านทานการซึมได้ของคลอไรด์โดยวิธี Rapid Chloride Permeability พบว่าทั้งคอนกรีตควบคุมและคอนกรีตผสมเถ้าลอยทุกระดับการแทนที่ ที่บ่มด้วยอุณหภูมิสูง 3.5 ซม. มีค่าความต้านทานการซึมได้ของคลอไรด์ต่ำ จนไม่อาจวัดได้ แต่เมื่อนำไปบ่มในน้ำต่อจนมีอายุครบ 28 วัน พบว่า charge passed ที่วัดได้มีแนวโน้มลดลงตามปริมาณการแทนที่เถ้าลอยที่เพิ่มขึ้น ความแตกต่างของผลกระทบจากอุณหภูมิสูง 75 °C และ 95 °C ไม่ชัดเจน แต่ ที่ปริมาณการแทนที่สูง (50%) การบ่ม 95 °C ให้ค่าต่ำกว่า 75 °C ทุกค่าของ w/b ในขณะที่คอนกรีตควบคุมและคอนกรีตผสมเถ้าลอยทุกระดับที่บ่มขึ้นในอุณหภูมิห้องมีค่า charge passed เพิ่มขึ้นเมื่อ w/b เพิ่มขึ้นและลดลงเมื่อปริมาณการแทนที่เถ้าลอยที่เพิ่มขึ้นแต่ผลกระทบในเชิงบวกจากปริมาณการแทนที่เถ้าลอยไม่ชัดเจนเท่าการบ่มด้วยอุณหภูมิสูง 3.5 ซม. และบ่มในน้ำต่อจนมีอายุครบ 28 วันเท่ากันซึ่งแสดงถึงผลกระทบของการพัฒนาโครงสร้างภายในและ microcrack จากการบ่มอุณหภูมิสูง และ healing effect จากการบ่มต่อและผลกระทบของการพัฒนาโครงสร้างภายในต่อแม้เมื่อเอาความร้อนออกแล้ว

ตารางที่ 4.3.4.1 ผลการทดสอบ Rapid Chloride Permeability

w/b	%fa	charge passed			
		3.5hr/28d	3.5hr/28d	28d	28d
		75C	95C	normal	normal
0.4	0			3425	3511
	20			3564	3623
	30	3268	3090	2307	2427
	40	1211	1916	1815	1723
	50	1277	395	1190	1201
0.5	0			4241	4211
	20	5398	การละลายเร็ว	3770	3886
	30	3546	5110	2756	2687
	40	2439	1983	1947	2066
	50	1661	1523	2076	2016
0.6	0	7379	10592	4133	4145
	20	3837	8803	3870	3886
	30	3291	7778	3054	3206
	40	2510	5515	2695	2708
	50	1744	1549	2484	2512

4.6 ผลการศึกษาด้าน microstructure

ภาพถ่ายโครงสร้างภายในของเพสต์ทั้งที่ผสมและไม่ผสมเถ้าลอย แสดงดังรูปที่ 4.6.1, 4.6.2 และ 4.6.3 จากการตรวจสอบ microstructure ของเพสต์ที่ใช้ความร้อนในการบ่มและบ่มในน้ำที่อุณหภูมิห้องตามปกติ ที่ 7 วัน, 1 เดือน และ 8 เดือน โดย SEM พบว่าเพสต์ที่ใช้การบ่มในน้ำตามปกติ ที่อายุ 7 วันก็มี ettringite ในรูปของ needle-like-formation อยู่ทั่วไปในตัวอย่างปูนซีเมนต์ (เถ้าลอย 0%) ในขณะที่ตัวอย่างที่มีเถ้าลอย 35% นั้น ไม่มี ettringite ปรากฏให้เห็นทั้ง 7 วัน, 1 เดือน และ 8 เดือน ที่มีวอนูภาคเถ้าลอยที่ 7 วัน ส่วนที่ไม่ได้ถูกจับยึดไว้จะเป็นผิวเกลี้ยง หรือค่อนข้างเกลี้ยง ที่อายุ 1 และ 8 เดือน จะปรากฏที่ผลึกเล็กๆ โค้งบนผิวของบางวอนูภาค

การเกิดผลึกในลักษณะเดียวกันนี้ อาจพบทั้งในระบบ C_3S -pozzolan และระบบ C_3A -pozzolan ซึ่งอาจเกิดจากการเกิด Amorphous film โดยรวบวอนูภาคเถ้าลอยกลายเป็นบริเวณที่ยอมให้ Hydration product เข้าตกตะกอนอยู่ได้ [75]

ในคอนกรีตปกติ อุณหภูมิสูงมีผลต่อการพัฒนาโครงสร้างภายในอย่างชัดเจน การก่อตัวของ outer hydration product อย่างเร็วทำให้เกิดโครงสร้างค่อนข้างหลวมและมีปริมาณช่องว่างสูงกว่าการบ่มในน้ำที่อุณหภูมิปกติที่อายุ 28

วันดังรูปที่ 4.6.4 และ 4.6.5 แม้ว่าจะมีบางบริเวณที่เห็นแน่นจากผลิตภัณฑ์ hydration ที่พัฒนาขึ้น มีการพัฒนา inner hydration product บ้าง

จากภาพถ่าย SEM ของซีเมนต์เพสต์ที่บ่มอุณหภูมิสูง 75 °C ดังภาพ 4.6.4 พบผลึก $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ซึ่งมีลักษณะผลึกขนาดใหญ่ รูปหกเหลี่ยมซ้อนกัน ดังในภาพ ก. และค. และพบ Ettringite ซึ่งมักพบในช่วงต้นๆของปฏิกิริยา hydration มีลักษณะเป็นผลึกขนาดเล็กยาวคล้ายเข็ม ดังในภาพ ข. นอกจากนั้น การพัฒนาแคลเซียมซิลิเกตไฮเดรต ซึ่งไม่มีลักษณะเป็นผลึกแน่นอน แต่เป็น small fibrous crystal ดังภาพในกรอบวงกลม ของภาพ ค. พบรอยแตกร้าวขนาดเล็กกว้างประมาณ 0.3-0.5 ไมครอนดังในภาพ ง.

ภาพถ่าย SEM ซีเมนต์เพสต์ที่บ่มอุณหภูมิสูง 95 °C ดังภาพ 4.6.5 พบฟองอากาศกระจัดกระจายทั่วไปมากขึ้น ดังภาพที่ 5 ก. รอยแตกร้าวขนาดกลางกว้างประมาณ 1 ไมครอนดังในภาพ ข. ปรากฏมากขึ้น พบผลึก $\text{Ca}(\text{OH})_2$ และแคลเซียมซิลิเกตไฮเดรต ดังในภาพ ค. และง. การก่อตัวของโครงสร้างค่อนข้างหลวมเมื่อเทียบกับ การบ่มที่อุณหภูมิ 75 °C

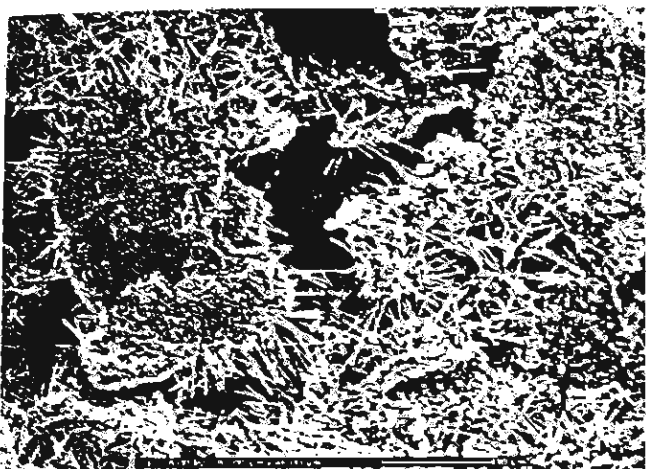
ภาพถ่าย SEM ของซีเมนต์เพสต์ที่ใช้เถ้าลอย 35 % บ่มอุณหภูมิสูง 75 °C ดังภาพ 4.6.6 ผิวอนุภาคเถ้าลอยปรากฏผลึกเล็กๆ บนผิวของอนุภาคบางส่วน เมื่อเทียบกับซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าลอยที่อายุ 7 วัน ซึ่งยังมีผิวอนุภาคเถ้าลอยค่อนข้างเกลี้ยง และที่อายุ 1 และ 8 เดือน วัน ซึ่งผิวอนุภาคเถ้าลอยปรากฏผลึกมากขึ้นตามลำดับ ดังในภาพ 4.6.1 4.6.2 4.6.3 โครงสร้างภายในที่บ่มแน่นมากขึ้น เมื่อเทียบกับ ซีเมนต์เพสต์ที่บ่มอุณหภูมิ 75 °C ผลึก $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ยังปรากฏให้เห็นบ้างแต่ไม่มากนัก ดังในภาพ ก. และค. และจากการสังเกตภาพถ่าย SEM หลายตำแหน่งไม่พบผลึก Ettringite มากนัก พบการพัฒนาแคลเซียมซิลิเกตไฮเดรต ในลักษณะเป็น small fibrous crystal ดังภาพในกรอบวงกลม และการพัฒนา inner product ดังภาพในกรอบสี่เหลี่ยมของภาพ ง. รอยแตกร้าวขนาดเล็กกว้างประมาณ 0.5 ไมครอนยังคงพบบ้างดังในภาพ ง.

เมื่ออุณหภูมิบ่มสูงขึ้นเป็น 95 °C ภาพถ่าย SEM ของซีเมนต์เพสต์ที่ใช้เถ้าลอย 35 % ดังภาพ 4.6.7 ผิวอนุภาคเถ้าลอยมีผลึกเล็กๆ ครอบคลุมผิวของอนุภาคมากขึ้น เมื่อเทียบกับซีเมนต์เพสต์ผสมเถ้าลอยในภาพ 4.6.6 ก และ ข. แม้ว่าผิวอนุภาคเถ้าลอยขนาดใหญ่บางอนุภาคยังไม่ปรากฏผลิตภัณฑ์ จากปฏิกิริยามากนัก แต่โครงสร้างภายในมีช่องว่างมากขึ้นบ้างขึ้น เมื่อเทียบกับ ภาพ 4.6.6 ค. และ ง. ที่ อุณหภูมิ 75 °C ผลึก $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ยังปรากฏให้เห็นบ้างแต่ค่อนข้างน้อย เช่นเดียวกับการบ่มที่อุณหภูมิ 75 °C จากการสังเกตภาพถ่าย SEM หลายตำแหน่งไม่พบผลึก Ettringite มากนัก แต่พบการพัฒนาแคลเซียมซิลิเกตไฮเดรต ดังภาพในกรอบวงกลม และรอยร้าวขนาดกลาง ดังภาพ

การตรวจสอบชิ้นตัวอย่างชุดอายุเดียวกันที่บ่มในน้ำที่อุณหภูมิห้องตามปกติ โดยวิธี X-ray Diffraction พบว่าที่อายุเท่ากัน ตัวอย่างที่มีเถ้าลอยผสมอยู่ จะมี peaks ที่ความยาวคลื่นต่างๆ ของ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ต่ำกว่าของปูนซีเมนต์ตัวควบคุมในทุกกรณี และเมื่อเทียบตัวอย่างที่มีอายุ ต่างกันพบว่าตัวอย่างที่มีเถ้าลอยผสมที่อายุมากขึ้นจะมี peaks ของ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ต่ำลง ดังแสดงในรูปที่ 4.6.8 4.6.9 และ 4.6.10

ทั้งนี้อาจอธิบายได้ว่าปฏิกิริยา pozzolanic reaction อาจช่วยลดปริมาณของ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ในตัวอย่างลง ทำให้ peak ต่ำลง peaks ที่ความยาวคลื่นต่างๆ ของ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ที่ลดลงแสดงแนวโน้มของการลดปริมาณผลึกที่ตรวจจับได้ ซึ่งแสดงถึงอิทธิพลของอุณหภูมิสูงต่อการเกิดปฏิกิริยา pozzolanic ที่แตกต่างกัน แม้ว่าวิธี X-ray Diffraction ไม่อาจระบุ

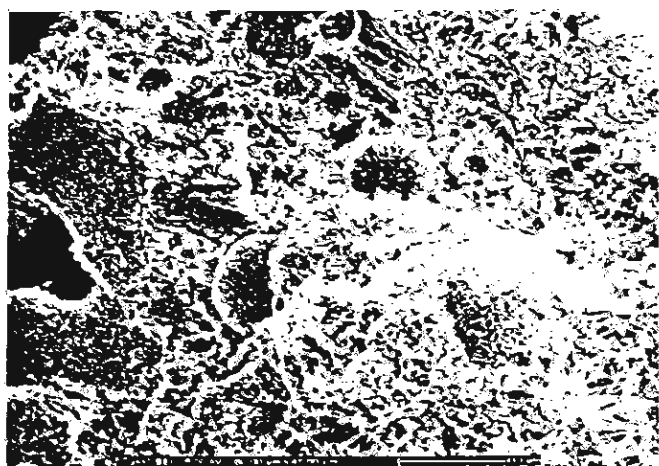
การเปรียบเทียบในเชิงปริมาณ ระหว่างเชื้อจุลินทรีย์ที่แยกได้จากดินของพื้นที่ต่างๆ ทั้งที่ผสมและ ไม่ผสมน้ำลอย ที่
 ผ่านอุณหภูมิสูง 75 °C และ 95 °C แสดงในรูปที่ 4.6.11, 4.6.12, 4.6.13, 4.6.14 และ 4.6.15



ก. $w/b = 0.5$, Fly Ash = 0%



ข. $w/b = 0.5$, Fly Ash = 0 %

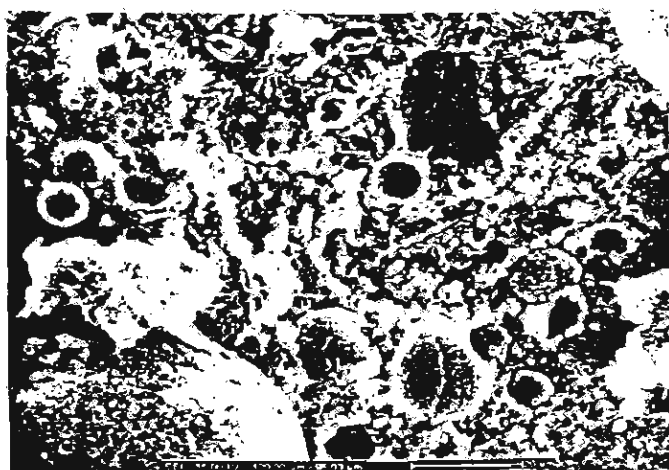


ค. $w/b = 0.5$, Fly Ash = 35%

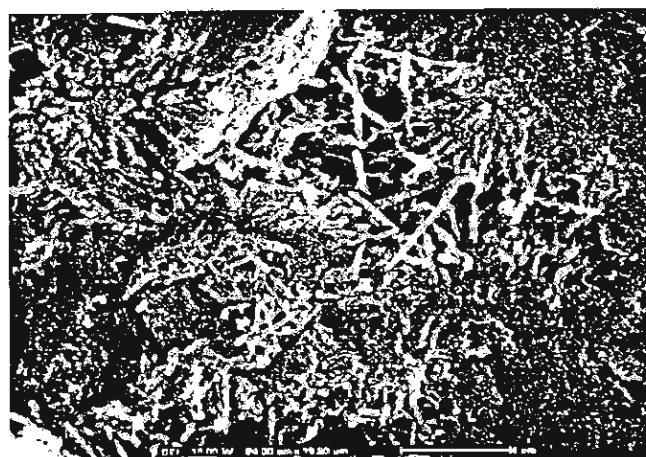


ง. $w/b = 0.5$, Fly Ash = 35%

ภาพที่ 4.6.1 การเปรียบเทียบโครงสร้างภายในของซีเมนต์เพสต์ที่ใช้และไม่ใช้เถ้าลอยสภาวะบ่มในน้ำ (7 วัน.)

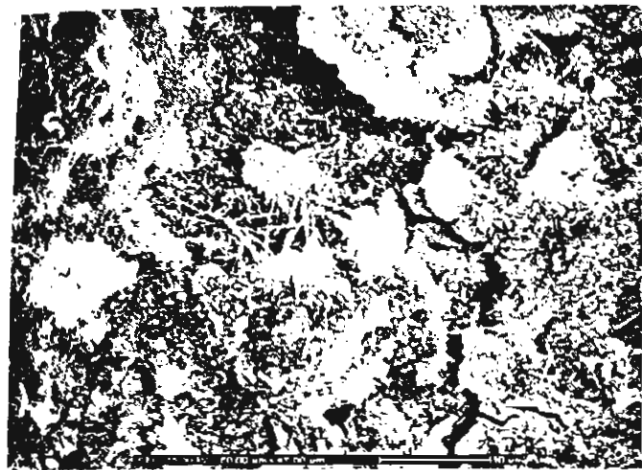


ก. $w/b = 0.5$, Fly Ash = 35%



ข. $w/b = 0.5$, Fly Ash = 35%

ภาพที่ 4.6.2 การเปรียบเทียบโครงสร้างภายในของซีเมนต์เพสต์ที่ใช้เถ้าลอยในสภาวะบ่มในน้ำ (อายุ 1 เดือน)



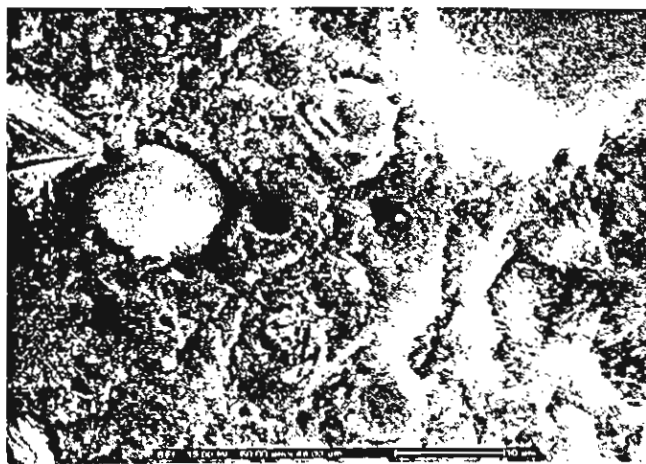
ก. $w/b = 0.5$, Fly Ash = 0%



ข. $w/b = 0.5$, Fly Ash = 35%



ค. $w/b = 0.65$, Fly Ash = 0%



ง. $w/b = 0.65$, Fly Ash = 35%

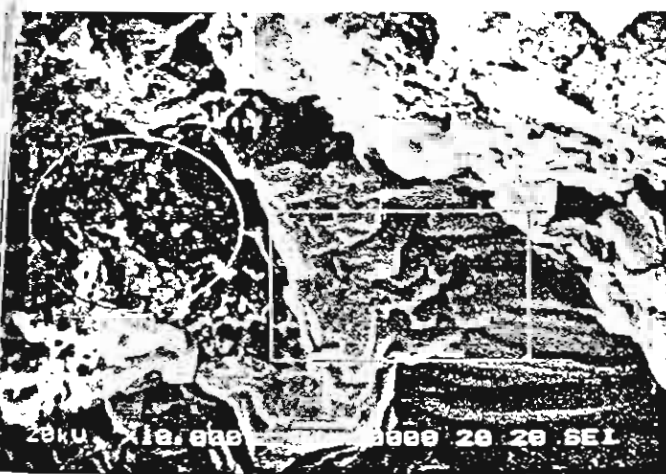
ภาพที่ 4.6.3 การเปรียบเทียบโครงสร้างภายในของซีเมนต์เพสต์ที่ใช้และไม่ใช้เถ้าลอยสภาวะบ่มในน้ำ(อายุ 8 เดือน)



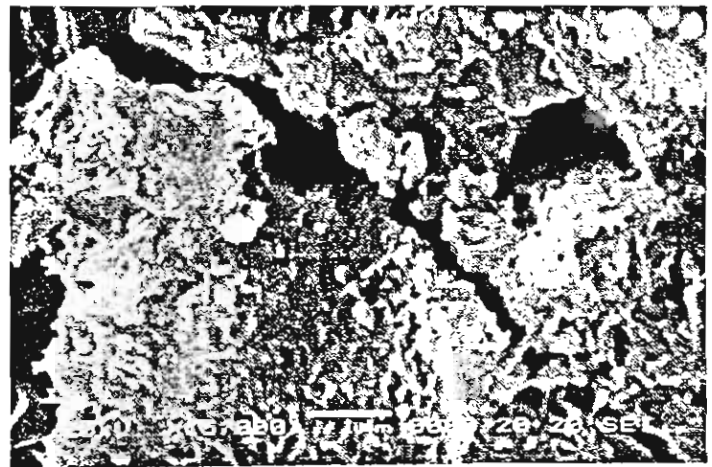
ก. ผลึก Ca(OH)_2 ลักษณะผลึก รูปหกเหลี่ยมซ้อนกันขนาดใหญ่



ข. ผลึกขนาดเล็กยาวคล้ายเข็มของ Ettringite

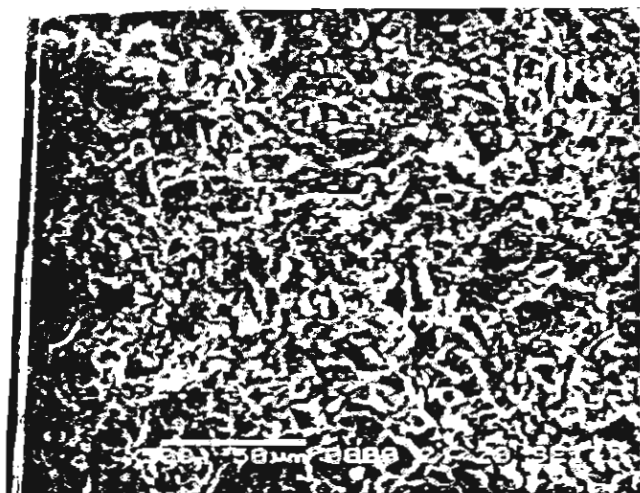


ค. small fibrous crystal



ง. รอยแตกร้าวขนาดเล็ก

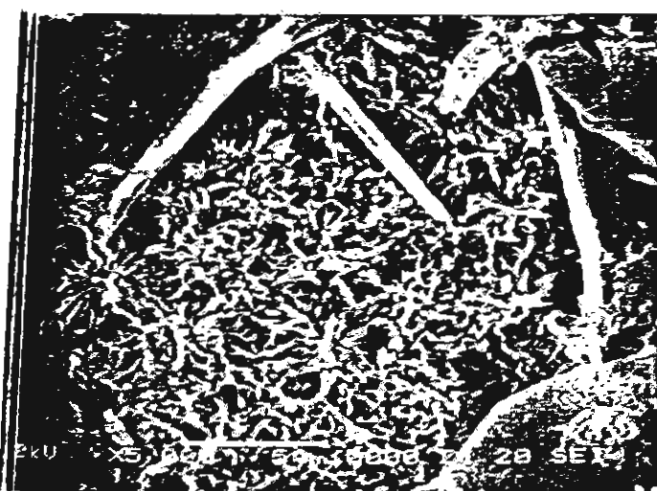
ภาพที่ 4.6.4 การเปรียบเทียบโครงสร้างภายในของซีเมนต์เพสต์ที่ไม่ใช้เถ้าลอยสภาวะบ่มอุณหภูมิสูง 75°C 3.5 ชั่วโมง
(w/b = 0.5 , Fly Ash = 0%)



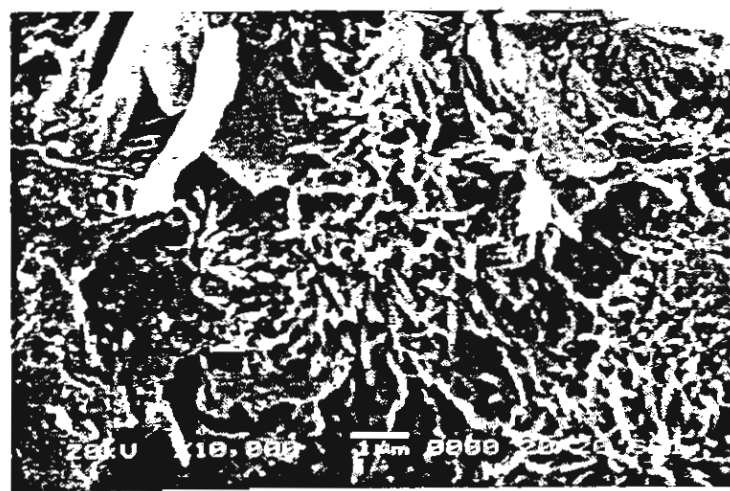
ก. ฟองอากาศที่พบกระจายทั่วไป



ข. รอยแตกร้าวขนาดกลาง



ค. ผลึก Ca(OH)_2 และแคลเซียมซิลิเกตไฮดรอกไซด์

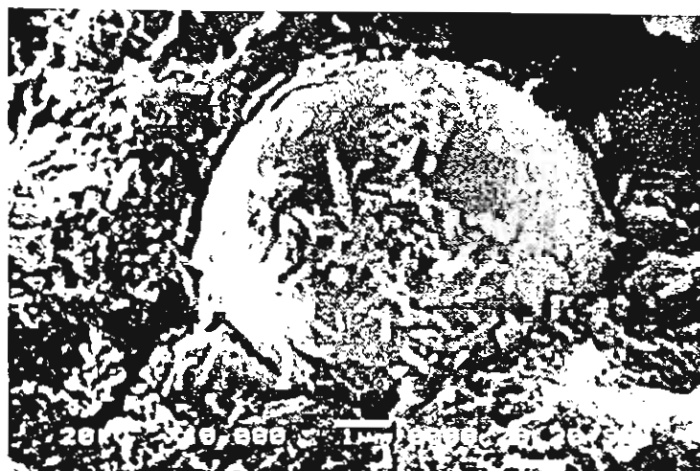


ง. ลักษณะโครงสร้างที่ค่อนข้างหลวม

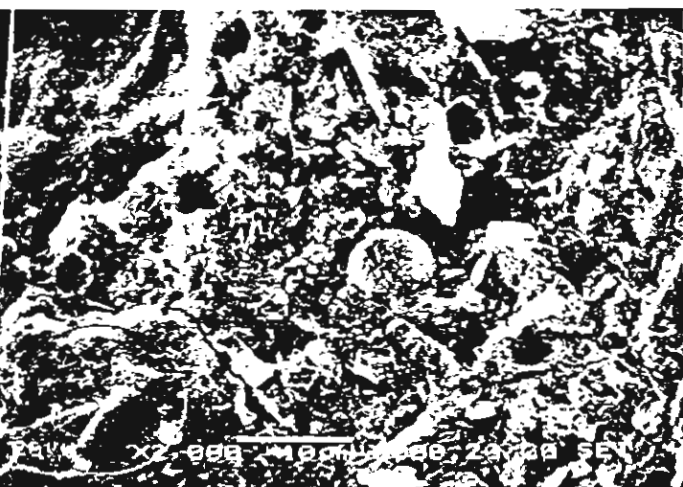
ภาพที่ 4.6.5 การเปรียบเทียบโครงสร้างภายในของซีเมนต์เพสต์ที่ไม่ใช้เถ้าลอยสภาวะบ่มอุณหภูมิสูง 95°C 3.5 ชั่วโมง ($w/b = 0.5$, Fly Ash = 0%)



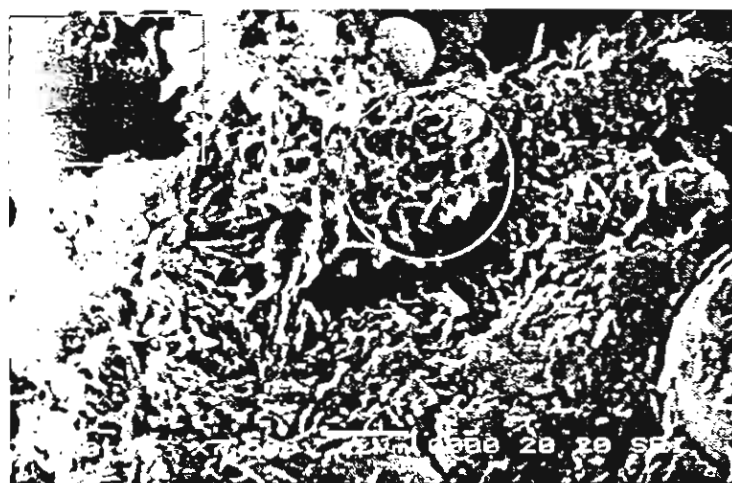
ก. ผลึกเล็กๆ บนผิวของอนุภาคเถ้าลอยบางส่วน



ข. การเริ่มเกิดปฏิกิริยา บนผิวของอนุภาคเถ้าลอยบางส่วน

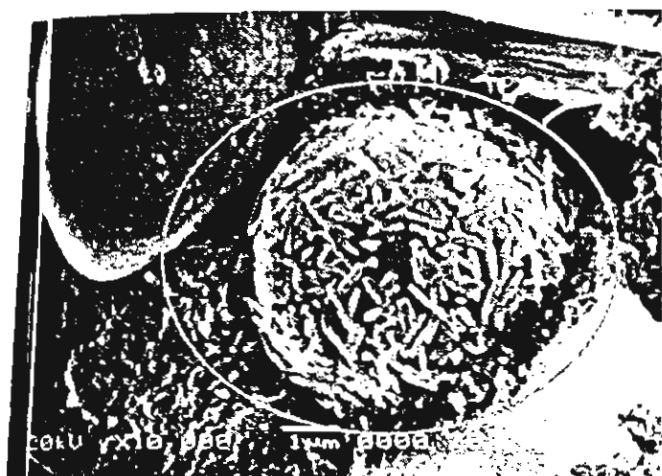


ค. รอยแตกร้าว และผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น

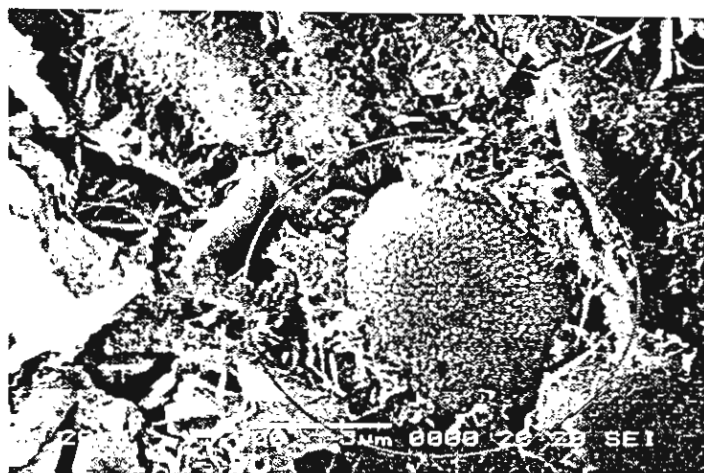


ง. การพัฒนา inner product และแคลเซียมซิลิเกตไฮเดรต ในลักษณะเป็น small fibrous crystal

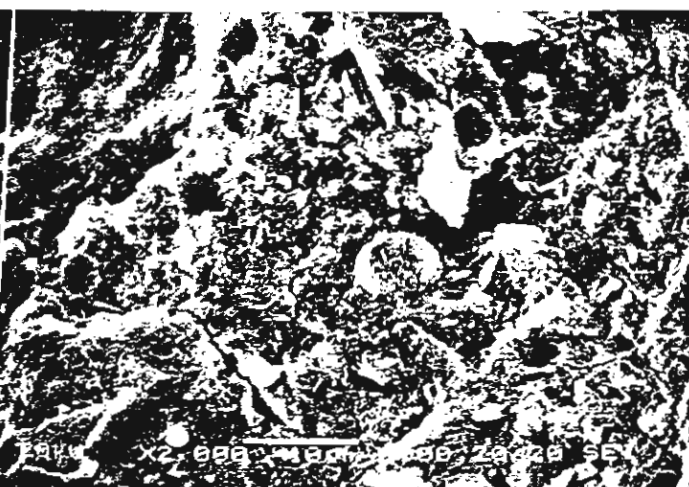
ภาพที่ 4.6.6 การเปรียบเทียบโครงสร้างภายในของซีเมนต์เพสต์ที่ใช้เถ้าลอย 35 % สภาวะบ่มอุณหภูมิสูง 75°C 3.5 ชั่วโมง ($w/b = 0.5$, Fly Ash = 35%)



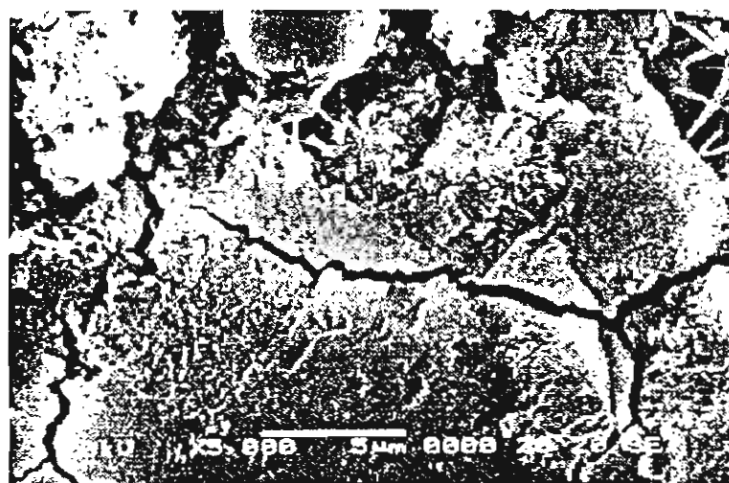
การเริ่มเกิดปฏิกิริยา บนผิวของอนุภาคเถ้าลอยบางส่วน



ข. ผลึกเล็กๆ บนผิวของอนุภาคเถ้าลอยบางส่วน

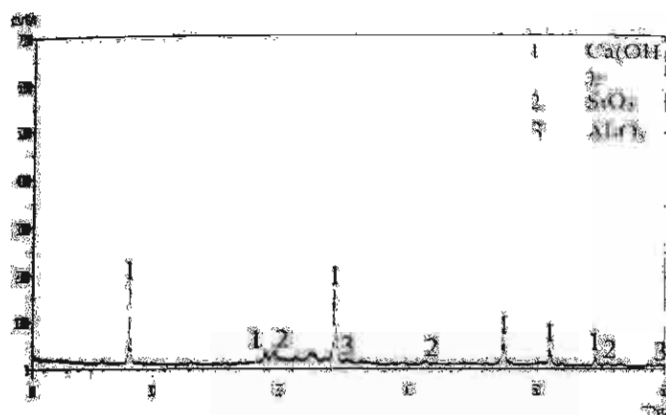


ค. รอยแตกร้าว และผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น

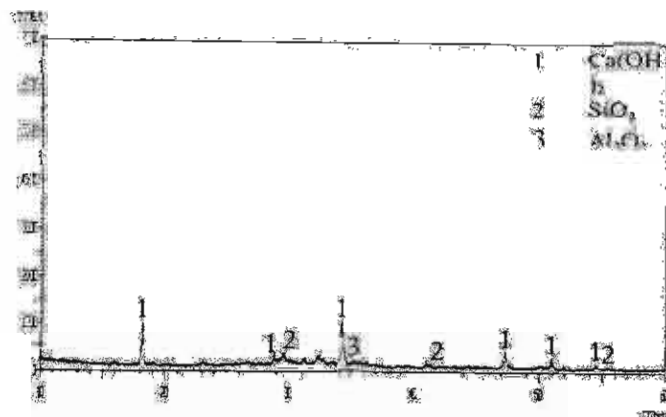


ง. รอยแตกร้าว

ภาพที่ 4.6.7 การเปรียบเทียบโครงสร้างภายในของซีเมนต์โพสต์ที่ใช้เถ้าลอย 35 % สภาวะบ่มอุณหภูมิสูง 95 °C 3.5 ชั่วโมง (w/b = 0.5 , Fly Ash = 35%)

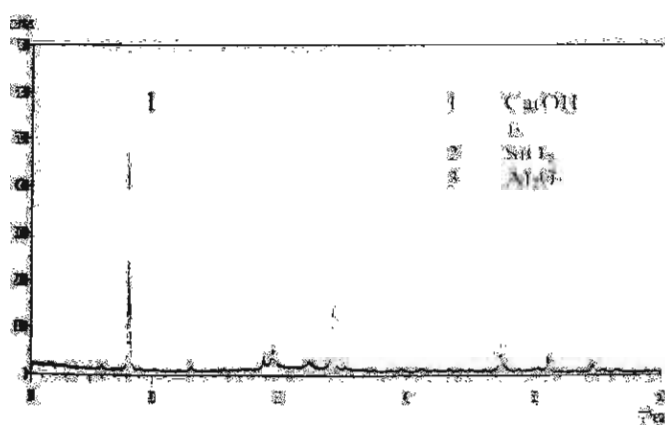


w/b = 0.5 , fly ash = 0%

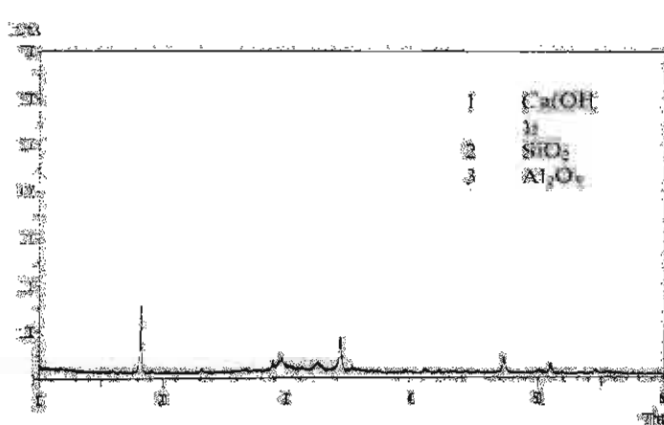


w/b = 0.5 , fly ash = 35%

ภาพที่ 4.6.8 X-ray Diffractogram (ที่ อายุ 7 วัน)

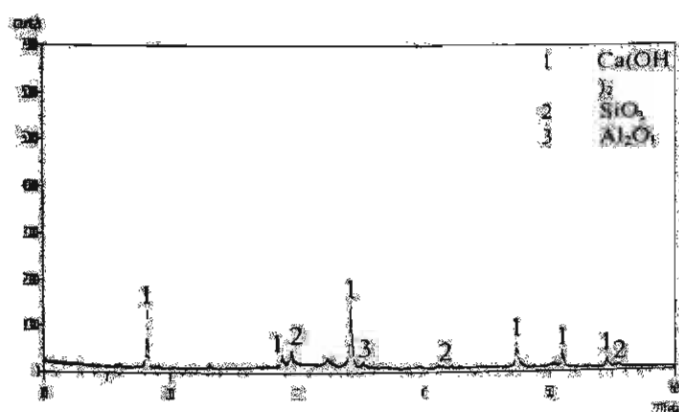


w/b = 0.5 , fly ash = 0%

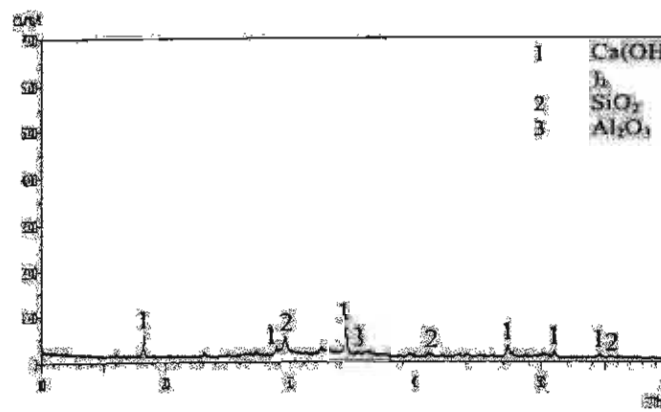


w/b = 0.5 , fly ash = 35%

ภาพที่ 4.6.9 X-ray Diffractogram (ที่ อายุ 1 เดือน)

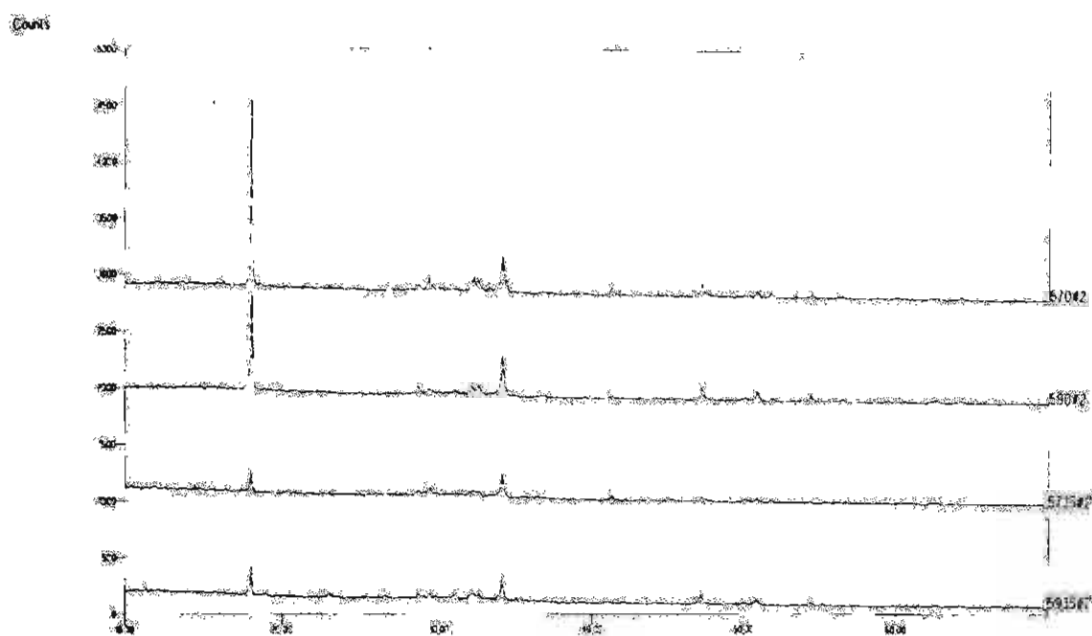


w/b = 0.5 , fly ash = 0%



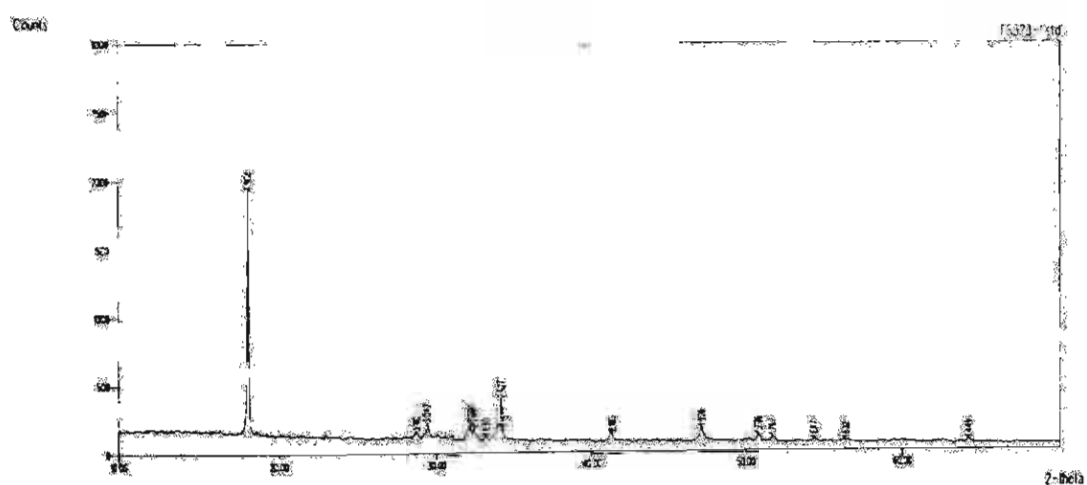
w/b = 0.5 , fly ash = 35%

ภาพที่ 4.6.10 X-ray Diffractogram (ที่ อายุ 8 เดือน)



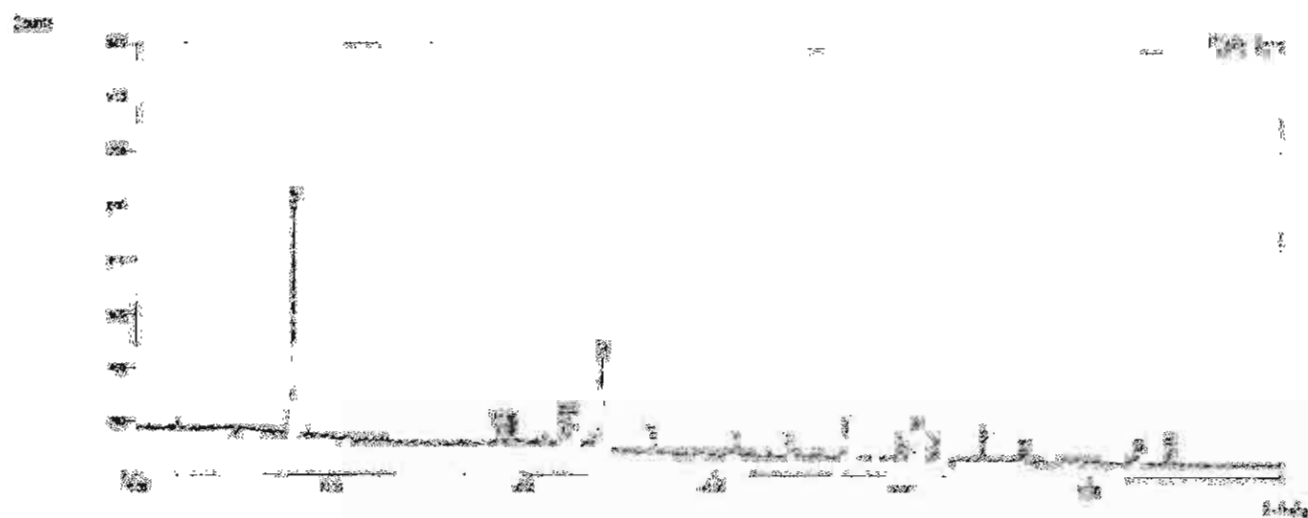
ภาพที่ 4.6.11 X-ray Diffractogram ที่บ่มอุณหภูมิสูง 75°C และสูง 95°C ที่ อายุ 3.5 ชั่วโมง

โมร)



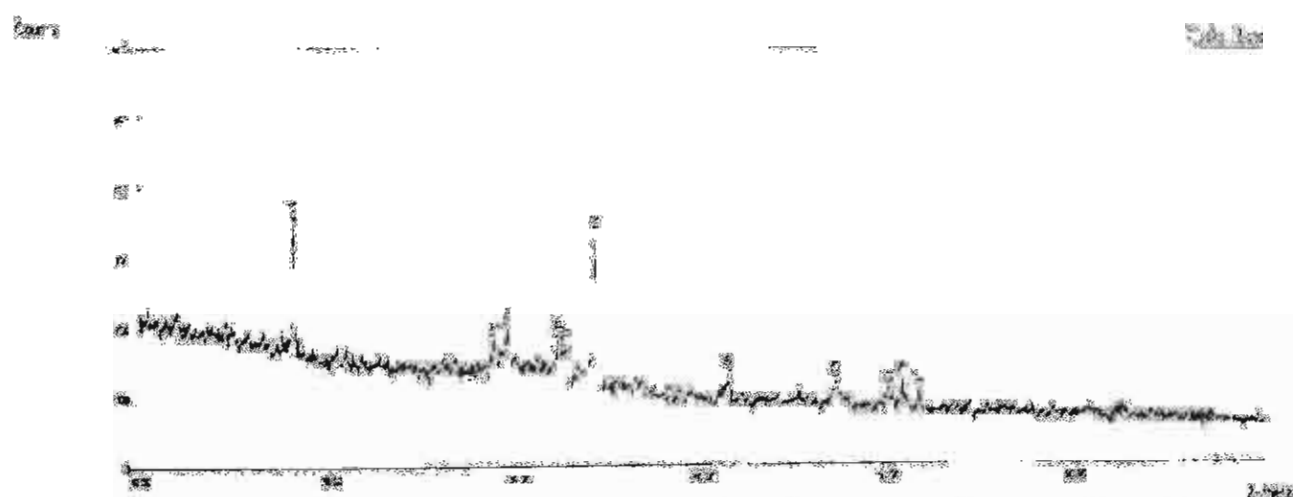
ภาพที่ 4.6.12 X-ray Diffractogram ของซีเมนต์เฟสที่ บ่มอุณหภูมิสูง 75°C (ที่ อายุ 3.5 ชั่วโมง)

โมร)



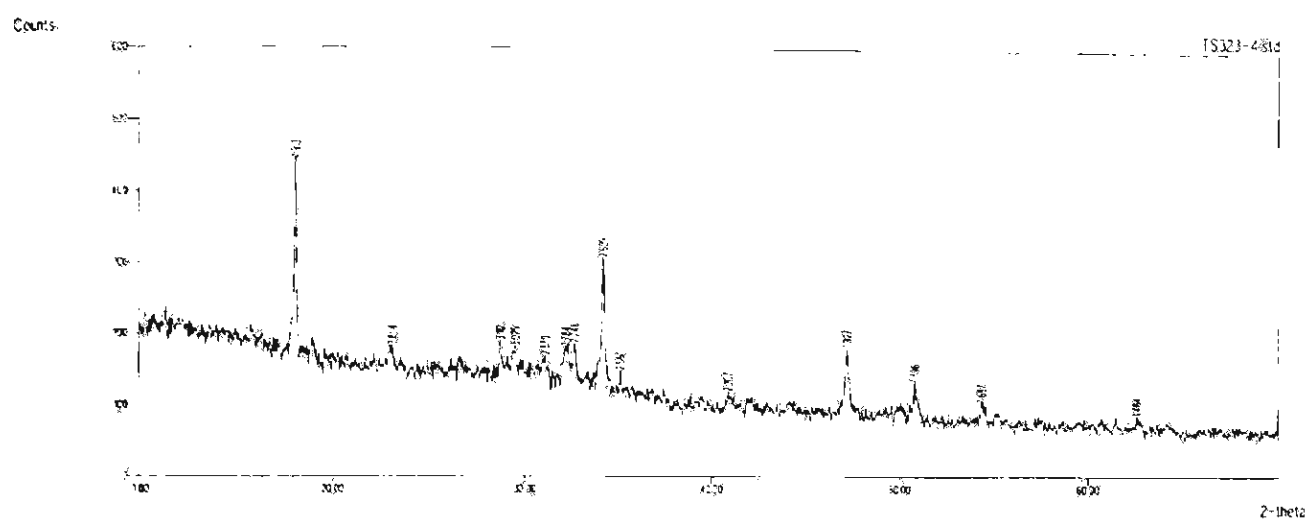
ภาพที่ 4.6.13 X-ray Diffractogram ของซีเมนต์ทดสอบ ที่มีความบริสุทธิ์ 95 % ที่อุณหภูมิ 25 °C ที่อายุ 3.5

ชั่วโมง)



ภาพที่ 4.6.14 X-ray Diffractogram ของซีเมนต์ทดสอบ ที่มีความบริสุทธิ์ 35 % ที่อุณหภูมิ 75

°C ที่อายุ 3.5 ชั่วโมง)



ภาพที่ 4.6.15 X-ray Diffractogram ของซีเมนต์เพสต์ที่ผสมเถ้าลอย 35 % ที่บ่มอุณหภูมิสูง 95 °C (ที่อายุ 3.5 ชั่วโมง)

บทที่ 5

บทสรุปงานวิจัย

จากการศึกษาคุณสมบัติ และพฤติกรรมของมอร์ตาร์ และ คอนกรีตทั้งที่ผสมและไม่ผสมเถ้าลอย โดยผันแปร อัตราส่วน น้ำต่อวัสดุประสาน ปริมาณการแทนที่เถ้าลอยภายใต้ภาวะการบ่มปกติและการบ่มเร่งด้วยความร้อนลักษณะต่างๆ อาจสรุปผลได้ดังนี้

การศึกษาเถ้าลอย

5.1 เถ้าลอยจากต่างแหล่งมาจากวัตถุดิบและกระบวนการผลิตต่างกัน มีองค์ประกอบทางเคมีและคุณสมบัติทางกายภาพค่อนข้างแตกต่างกัน เถ้าลอยลิกไนต์จากแม่เมาะ ซึ่งเป็นแหล่งใหญ่ของประเทศ มีลักษณะอนุภาคกลม ขนาดอนุภาคอยู่ในช่วง 0.1-600 ไมครอน มีปริมาณรวมของ SiO_2 , Al_2O_3 และ Fe_2O_3 86%, ปริมาณ CaO 6 %

การศึกษามอร์ตาร์

5.2 การบ่มโดยใช้อุณหภูมิ ต่ำ (35°C) เป็นเวลา 24 ชม. ให้ผลไม่แตกต่างจากการบ่มอุณหภูมิห้องมากนักที่อายุเดียวกัน

5.2 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าอัตราส่วนกำลังจากการบ่มเร่งต่อกำลังจากการบ่มปกติที่อายุ 28 วัน และปริมาณการแทนที่ของเถ้าลอยจากแหล่งต่าง ๆ อยู่ในช่วง 0.2 – 0.60 ขึ้นอยู่กับแหล่งเถ้าลอย ปริมาณการแทนที่ และระดับอุณหภูมิ

5.3 แหล่งของเถ้าลอยมีผลกระทบต่อการพัฒนาำลังรับแรงอัด แต่ไม่มีผลกระทบชัดเจนต่ออัตราส่วนของกำลังจากวิธีการบ่มเร่งต่อกำลังจากการบ่มปกติ เมื่อพิจารณาผลกระทบจากแหล่ง การบ่มทันทีที่อุณหภูมิสูง ทั้ง 75°C และ 95°C ให้ค่าความผันแปรน้อยกว่าการบ่มชืดเวลาและเถ้าลอยจากแหล่งแม่เมาะมีความผันแปรจากอุณหภูมิการบ่มน้อยกว่าจากแหล่งอื่น

5.4 การบ่มอุณหภูมิสูง มีผลต่อการพัฒนาำลังอัดในระยะต้น โดยขึ้นกับปริมาณการแทนที่ และการยืดระยะเวลาการบ่มเร่ง มีผลต่อการลดความผันแปรของค่าอัตราส่วนกำลัง

5.5 กำลังอัดจากการบ่มอุณหภูมิสูง 95°C มีค่าสูงกว่ากำลังจากการบ่มที่ 75°C เสมอ

5.6 ค่ากำลังอัดจากการบ่มเร่งมีความสัมพันธ์ของกำลังอัดจากการบ่มปกติค่อนข้างดี มีค่า R^2 0.96-0.98

5.7 ทั้งอัตราส่วนกำลังคัดและกำลังดึงมีค่าลดลงเมื่อปริมาณการแทนที่เพิ่มขึ้น

การศึกษาคอนกรีต

คอนกรีตควบคุม

5.8 ความสัมพันธ์ของกำลังอัดของตัวอย่างรูปลูกบาศก์และรูปทรงกระบอกมีลักษณะเป็นเส้นตรง และไม่ขึ้นกับปัจจัยใด นอกจากกำลัง $y = 0.9258x + 3.7552$ $R^2 = 0.9606$

5.9 การบ่มด้วยอุณหภูมิสูง 3.5 ชม มีผลต่อทั้งคอนกรีตควบคุมและคอนกรีตผสมเถ้าลอยทุกระดับการแทนที่

5.10 สำหรับคอนกรีตปกติ ค่าเฉลี่ยกำลังอัดจากการบ่มเร่งกำลังอุณหภูมิสูงในแต่ละกรณีมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแต่ค่าเฉลี่ยของการบ่มเร่งหลังจากชืดเวลา 24 ชั่วโมงไม่แสดงแนวโน้มชัดเจน

5.11 ความสัมพันธ์ของค่ากำลังอัดของคอนกรีตควบคุมจากการบ่มเร่งหลังชืดเวลาไปแล้ว 24 ชั่วโมงกับกำลังอัดระยะยาว 28 และ 56 วันมีความผันแปรน้อยกว่ากรณีการบ่มเร่งทันที

คอนกรีตผสมเถ้าลอย

5.12 ว่าการบ่มด้วยอุณหภูมิสูง 95°C และการบ่มที่ 28 วันในน้ำมีแนวโน้มการใช้ปริมาณแคลเซียมไฮดรอกไซด์ใกล้เคียงกัน ขณะที่ปริมาณแคลเซียมไฮดรอกไซด์จากการบ่มด้วยอุณหภูมิต่ำกว่า (75°C) มีค่าสูงกว่า ซึ่งอาจบ่งถึงการพัฒนาปริมาณแคลเซียมซิลิเกตไฮเดรตที่มีมากกว่าจากการบ่มด้วยอุณหภูมิสูงและที่ 28 วัน

- 5.13 การบ่มอุณหภูมิสูงมีผลต่อการพัฒนากำลังสำหรับคอนกรีตผสมเถ้าลอยมาก และทั้งปริมาณการแทนที่และระดับอุณหภูมิที่ใช้บ่มมีผลต่อการเร่งกำลัง
- 5.14 ผลกระทบจากระดับอุณหภูมิและความแตกต่างจากระดับอุณหภูมิต่อค่าอัตราส่วนกำลังมีน้อยกว่าเมื่อเทียบกับกรณีของกำลังอัด
- 5.15 ค่ากำลังอัดจากการบ่มเร่งมีความสัมพันธ์กับระดับอุณหภูมิ W/B และปริมาณการแทนที่ในลักษณะเชิงเส้น
- 5.16 การบ่มเร่งทันที และบ่มหลังยืดเวลาไปแล้ว 24 ชั่วโมงมีความสัมพันธ์กับ กำลังอัดระยะยาวมาก ปัจจัยทั้งสามคือระดับอุณหภูมิ W/B และปริมาณการแทนที่ มีผลต่อการทำนายกำลังอัดระยะยาว

จากผลของสภาวะการบ่มต่อการพัฒนากำลังอัดของคอนกรีต การบ่มด้วยอุณหภูมิสูง 3.5 ชม.มีผลต่อคอนกรีตทั้งที่ไม่ผสมและผสมเถ้าลอยทุกระดับการแทนที่อย่างชัดเจนและอุณหภูมิมีผลต่อการพัฒนาโครงสร้างภายในของคอนกรีตปกติในช่วงต้นมากกว่ากรณีที่คอนกรีตมีการพัฒนาโครงสร้างไปส่วนหนึ่งแล้ว แต่การบ่มอุณหภูมิสูงมีผลกระทบต่อการพัฒนากำลังของคอนกรีตผสมเถ้าลอยมาก และความสัมพันธ์ของกำลังจากการบ่มเร่งกับ กำลังอัดระยะยาวที่มีความน่าเชื่อถือได้ทางสถิติทั้งอุณหภูมิ 75 °C และ 95 °C โดยปัจจัยที่มีผลต่อการเร่งกำลังได้แก่ปริมาณการแทนที่ w/b และระดับอุณหภูมิที่ใช้บ่ม เมื่อพิจารณาถึงความผันแปรของผลทางสถิติตลอดจนความเหมาะสมหรือความสะดวกในการใช้งานแล้ว การบ่มด้วยอุณหภูมิสูง 3.5 ชม.ทันทีมีความเหมาะสมในการใช้ทำนายกำลังในระยะเวลาสั้นๆ ทั้งอุณหภูมิ 75 °C และ 95 °C

- 5.17 ผลกระทบจากระดับอุณหภูมิที่ศึกษา 75 °C และ 95 °C ต่อการพัฒนากำลังอัดของคอนกรีตปกติไม่ต่างกันมากนัก และผลกระทบต่อค่าอัตราส่วนกำลังอัดและความแตกต่างของผลกระทบมีน้อยกว่าเมื่อเทียบกับกรณีของกำลังอัดสำหรับคอนกรีตผสมเถ้าลอย การพัฒนากำลังอัดจากการบ่มเร่งทั้ง 2 ระดับอุณหภูมิและทั้งสภาวะการบ่มทันทีและยืดเวลา 24 ชั่วโมงมีแนวโน้มลดลงตามปริมาณการแทนที่เพิ่มขึ้น และค่าเฉลี่ยกำลังอัดขึ้นกับระดับอุณหภูมิอย่างชัดเจนเมื่อปริมาณการแทนที่เพิ่มขึ้น ผลกระทบจากความแตกต่างของระดับอุณหภูมิ w/b และปริมาณการแทนที่ต่ออัตราส่วนกำลังรับแรงอัดจากการบ่ม และกำลังอัดจากการบ่มปกติมีมาก เมื่อเทียบกับการบ่มเร่งของคอนกรีตควบคุม
- 5.18 ผลกระทบจากอุณหภูมิต่อความต้านทานการขยายตัวจากเกลือซัลเฟตของคอนกรีตผสมเถ้าลอยมีพฤติกรรมค่อนข้างแตกต่างจากคอนกรีตปกติ แต่ข้อมูลการแพร่ระยะสั้นที่มีอยู่ได้มีความผันแปรมากไม่อาจสรุปได้ชัดเจน
- 5.19 คอนกรีตควบคุมและคอนกรีตผสมเถ้าลอยทุกระดับการแทนที่ ที่บ่มด้วยอุณหภูมิสูง 3.5 ชม.มีค่าความต้านทานการซึมได้ของคลอไรด์ต่ำ จนไม่อาจวัดได้ แต่อุณหภูมิสูงยังคงมีผลต่อความต้านทานการซึมได้แม้เมื่อบ่มต่อที่อุณหภูมิปกติ การบ่ม 95 °C ให้ค่าต่ำกว่า 75 °C ทุกค่าของ w/b ในขณะที่คอนกรีตควบคุมและคอนกรีตผสมเถ้าลอยทุกระดับที่บ่มขึ้นในอุณหภูมิห้องมีค่า ความต้านทานต่ำลงเมื่อ w/b เพิ่มขึ้นหรือเมื่อเถ้าลอยลดลง
- 5.20 ทั้งในคอนกรีตปกติ และคอนกรีตผสมเถ้าลอย อุณหภูมิสูงมีผลต่อการพัฒนาโครงสร้างภายในอย่างชัดเจนและมีอิทธิพลต่อการเกิดปฏิกิริยา pozzolanic ในระดับที่แตกต่างกัน

จากการศึกษานี้เมื่อพิจารณาถึงผลกระทบของอุณหภูมิสูงจากทุกสภาวะการบ่มต่อการพัฒนากำลัง ทั้งกำลังอัด กำลังอัด และกำลังดึงของทั้งมอร์ตาร์และคอนกรีต ตลอดจนความเหมาะสมและความสะดวกในการใช้งาน อาจสรุปได้ การบ่มด้วยอุณหภูมิสูงมีผลให้กำลังของทั้งมอร์ตาร์และคอนกรีตสูงขึ้น การบ่มด้วยอุณหภูมิสูง 3.5 ชม.ทันทีที่มีความเหมาะสมในการประยุกต์ใช้เป็นวิธีตรวจสอบและควบคุมคุณภาพในระยะเวลาสั้นๆ ทั้งอุณหภูมิ 75 °C และ 95 °C และให้ความสัมพันธ์กับกำลังอัดระยะยาวที่มีความน่าเชื่อถือได้ทางสถิติ อย่างไรก็ตาม การนำไปใช้ควรมีการสร้างควมสัมพันธ์เฉพาะสำหรับเถ้าลอยนั้นๆก่อน

เอกสารอ้างอิง

1. A.M.Neville, Properties of concrete, 4 th ed. John Wiley & Sons Inc., Newyork, 1997.
2. Mindess S. and Young J.Francis, Concrete,Prentice Hall Inc., N.J., 1981.
3. I.Jawed and J.Skalny, Fly Ash in Concrete:Properties and performance, Report of Technical Committee 67-FAB: Use of Fly ash in Building RILEM, Edited by k.Wesche, E& FN SPON, 1991.
4. Takemoto K. and Uchikawa H., Hydration of Pozolanic Cement proceedings, 7th International Congress on the Chemistry of Cement, Paris France, 1980, Editions Septima, Paris France, Sub-Theme IV-2 pp1-28, 1980.
5. P.C.Aitcin, High Performance Concrete, Modern Concrete Technology 5, E&FN Spon, 1998.
6. Larbi J.A. and J.Bijen, Evolution of Lime and Microstructure Development of Paste Aggregate interfacial zone in flyash portland cement system, Material Research Society, Boston, 1989.
7. A.M.Neville, Properties of concrete, 4 th ed. John Wiley & Sons Inc., Newyork, 1997.
8. Fraay A., J.Bijen and Y.De Haan, The reaction of Flyash in concrete : a critical examination, Cement and Concrete Research Vol.19, 1989.
9. GHOSE A., PRATT P.L., Studies of the Hydration Reactions and Microstructure of Cement Fly-Ash Paste, Boston, Material Research Society-in Effects of Fly ash Incorporation in Cement and Concrete, Proceedings Symposium N Annual Meeting (Diamond.S.(ED), Boston Nov.16-18 1981.
10. Kasai Y.Matsui I. Fukishima U. and Kamahara H., Air permeability and carbonation of blended cement mortar, Proceedings 1st International conference on the use of flyash, silica fume, slag and other mineral by-products in concrete, July31-Aug5 1983 m, Edited by V.M.Malhotra ACI SP-79 p435-451, 1983.
11. Thomas M.D.A. Mathews J.D. and Haynes C.A., The effect of curing on the strength and permeability of flyash concrete, Proceedings 3rd. Canmet/ACI International conference on the use of flyash, silica fume, slag and natural pozzolans in concrete, June 18-23 1989, edited by V.M.Malhotra, ACI SP-114 p191-217, 1989.
12. สุวิมล สัจจาภิรักษ์ และ ประเสริฐ สุวรรณวิทยา, คุณสมบัติระยะยาวของคอนกรีตผสมเถ้าลอย, รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการวิจัยเสนอต่อการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, พฤศจิกายน 2545.
13. T.C.Hansen, Long term strength of flyash concrete, Cement and Concrete Research 20 No.2 p193-196, 1990.
14. B.Mather, A discussion of the paper "Long term strength of flyash concrete" by T.C.Hansen, Cement and Concrete Research 20 No.5 p833-7, 1990.

15. ACI 226.3R-87. Use of Flyash in concrete. ACI Manual of Concrete Practice Part I: Material and General Properties of concrete. 29p Detroit, 1994.
16. Odler. Final report of Task group 1 68-MMH Technical Committee on Strength of Cement: Material and Structures 24 No.140 pp143-157. 1991.
17. Flyash addition to concrete. CUR. A.A.Balkema. 1992.
18. S.H.Gebler and P.Kleiger, Effect of flyash on physical properties of concrete: Flyash, Silica fume, Slag and Natural Pozzolan in Concrete Vol.1 ed.V.M.Maihoira, ACI SP-91 p1-50, Detroit, 1986.
19. Davis R.E., R.W. Carlson, Kelly, J.W. and Davis H.E., Properties of cement and concrete containing flyash, Journal of American Concrete Institute 33 : p577-612, 1937.
20. Dikeou J.T., Flyash increase resistance of sulphate to sulphate attack, Bureau of Reclamation, Water resources Technical Publication Research Report 23, 1970.
21. ACI 226.3R-87. Use of flyash in concrete, ACI Manual of concrete practice, part 1 Materials and general properties of concrete-29 p, Detroit, 1994.
22. K.Wesche (Ed.), Flyash in concrete, Rilem report of technical committee 67-FAB section 3.2.5 by J.Bijst, E.& FN Spon, London, 1991.
23. Dunstan E.R., Performance of lignite and subbituminous flyash in concrete. A progress report, Bureau of Reclamation, Denver Co., Report REC-ERC-76-1, 1976.
24. Bureau of Reclamation, Concrete manual. 8th ed., Bureau of Reclamation, Denver Co., 1981.
25. Tikalsky P.J., Reed B.F. and Carrasquillo R.L., Recommendation for the use of flyash in sulphate resistant concrete, CANMET International Workshop in Flyash concrete, Calgary Oct 3-5 1990, CANMET, Energy, Mines and Resources Canada, 1990.
26. Crow R.D., Dunstan E.R., Properties of Flyash Concrete: Boston: Materials Research Society. In Effect of fly-ash incorporation in Cement and Concrete: Proceedings Symposium Annual Meeting Diamond S.(Ed.) Boston. Nov.16-18 s.214-224. 1981.
27. Dunstan E.R. Jr. A Spec. Odyssey-Sulfate Resistant Concrete for the 1980's., Detroit: American Concrete Institute 1982 in Symposium on Sulfate Resistant of Concrete, ACI sp-77 (Verbeck G. Ed.) s. 41-62. 1980.
28. Fraay A., Flyash a Pozzolan in Concrete. Thesis Delft university of Technology, March 1990.
29. Bing T. and Menashi D.Cohen, Expansion of Aite paste caused by Gypsum Formation during sulphate attack, ACI Material Journal Vol.12 No.1, American concrete institute: 24-25, 2000.
30. Khatri R.P. and V.Sirivivatnanon, Role of permeability in sulfate attack, Cement and Concrete Research Vol.27 No.87 : 1179-1189, 1997.

31. Mather K., Current research in sulfate resistance at the Waterway Experiment Station, Proceeding at the George Verbeck, Symposium on sulfate resistance of concrete, ACI Detroit-SP-77 p63-74, 1982.
32. Swangkit S., Siripanichkorn A., Jaturapitakkul C., Woranisalakul J., and Wecharatana M., Corrosion resistance of flyash concrete, Proceeding of the Annual Conference of the EIT, Bangkok Thailand, 1992.
33. การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, รายงานการวิจัย : การจำแนกค่าสอยสิทธิ์ที่เหมะสมจากแม่แบบมาใช้ในงานคอนกรีต, รายงานการวิจัย เลขที่ 60-63, กรุงเทพฯ, มกราคม 2542.
34. P.Chairattanawan, The effect of flyash on sulfate resistance of concrete, Thesis, Kasetsart University, Thailand, 2000
35. Funahashi M., Predicting corrosion-free service life of a concrete structure in a chloride environment, ACI Mat J87(6) 584-587, 1990.
36. Brown R.D., Mechanism of corrosion of steel in concrete in relation to design, inspection and repair of offshore and coastal structures, In Performance of concrete in marine environment ed by V.M.Mahotra, ACI SP-65 pp169-204, 1980.
37. Dhir R.K., M.A.K. El-Mohr and T.D. Dyer, Developing chloride resisting concrete using PFA, Cement and Concrete Research 27(11) : 1633-1939, 1997.
38. Hague M.N and O.A. Kayyal, 1995, Free and Water Soluble Chloride in Concrete, Cement and Concrete Research 25(3) : 532-542.
39. Arya C. and Y.Xa, 1995. Effect of Cement Type on Chloride Binding and Corrosion of Steel in Concrete, Cement and Concrete Research, 25(4) : 839-902.
40. Dhir R.K., M.R. Jones and A.M.G.Senewiratne, Diffusion of chlorides into Concrete Influence of PFA Quality, Cement and Concrete Research 21:1092-1102, 1991.
41. Dhir R.K., M.R.Jones and A.E.Elghaly, PFA Concrete: Exposure temperature effect on chloride diffusion, Cement and Concrete Research 23:1105-1114, 1993.
42. Arya C.,N.R.Buenfeld and J.B.Newman, Factors influencing Chloride Binding in Concrete, Cement and Concrete Research 20:291-300, 1990.
43. Ampadu K.O., K.Torii and M.Kawamura, Beneficial effect of flyash on chloride diffusivity of hardened cement paste, Cement and Concrete Research 29(40): 585-590, 1999.
44. Ozyildirim C and Halstead W, J., IMPROVED CONCRETE QUALITY WITH COMBINATIONS OF FLY ASH AND SILICA FUME, ACI Materials Journal, Nov-Dec 1994, Vol. 91, No. 6, pp 587-594.
45. R.Wangjeeraphat, Effect of Flyash on chloride ingress, Master Thesis, Kasetsart University Thailand, 2002.

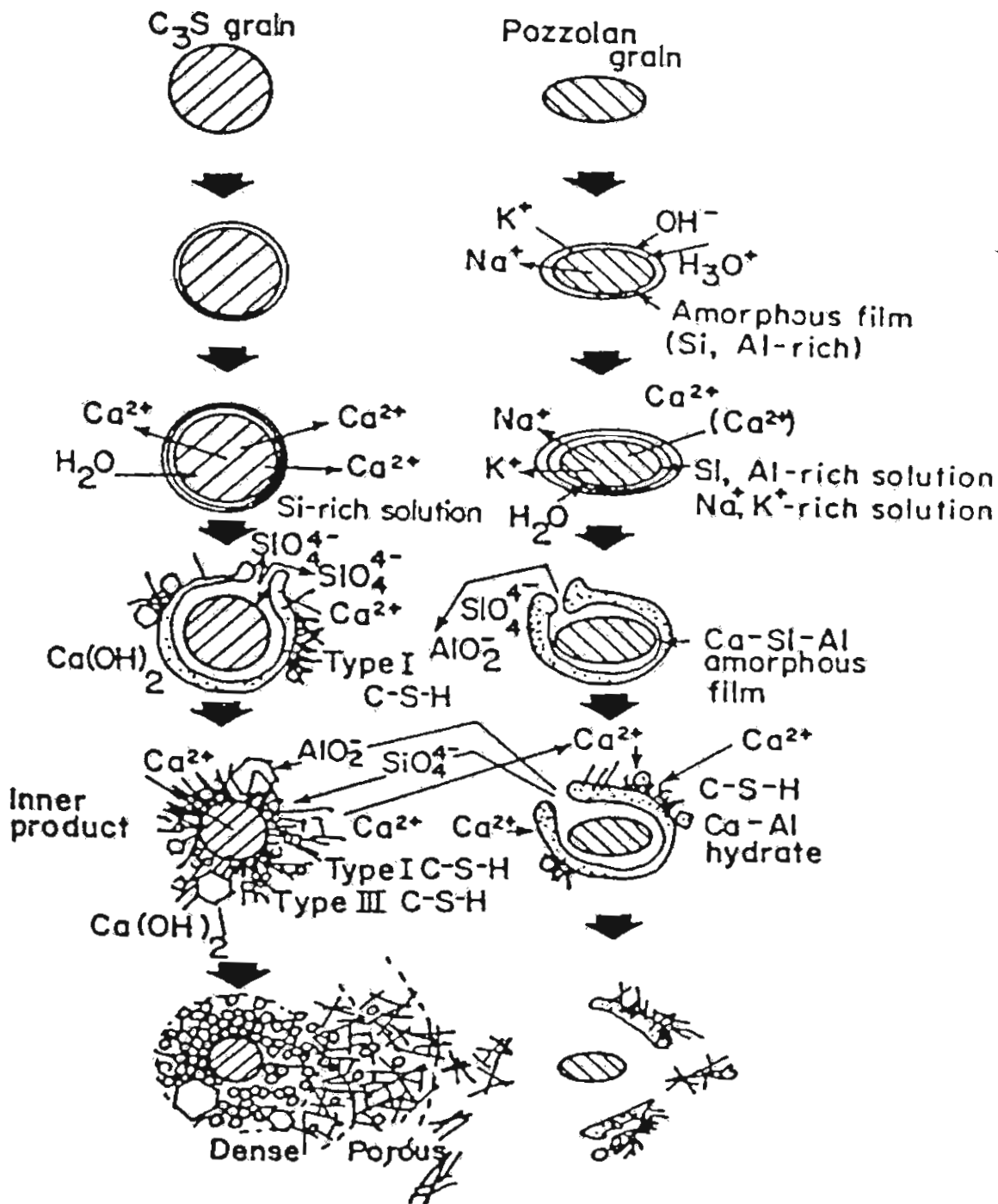
46. Gerend M.S., Steam Cured Cylinder Give 28-day Concrete Strength in 48 Hour, Engineering News Record, Vol 98 No 7, Feb 17, 1927 pp 282-283
47. Patch D.G., An 8 Hour Accelerates Strength Test for Field Concrete Control, Journal of ACI Vol.4-5, 1933
48. King J.W H et al. An Accelerated Test for Concrete, (A report of the Accelerated Testing Committee 1959-1967), Inst of Civil Eng (London), Proceedings, V.40, 1968 pp125-129.
49. RILEM, "Accelerated Hardening of Concrete with a View to Rapid Control Tests, Rilem Bulletin (New Series) No. 31, 1966 pp.156-209
50. Philleo, Robert. E. Inplace Heresy-President's Message, ACI Journal Proc. Vol. 71 No3, P.NI, March 1974
51. R A Layinas Accelerated Concrete Strength Testing by Modified Boiling Method: Concrete Producer's view, in Accelerated Strength Testing Publication SP-56 Malhotra V.M.Editor, Detroit, 1978
52. Ramakrishnan V and Dietz J. Accelerated Methods of Estimating the Strength of Concrete, Transportation Research Record 558 Transportation Research Board, Washington DC., 1975
53. McGhee, K.H., Water Bath accelerated Curing of Concrete, VHRC 70-R8, Virginia Highway Research Council, September, 1970.
54. American Society of Testing and Materials Concrete and Mineral Aggregate: Book of ASTM Standard Part 10, Annual, Annual C684-71T Philadelphia, Pa.1972 P.400-406
55. E.A.Abdun-Nur, Accelerated, Early, and Immediate Evaluation of Concrete Quality, Accelerated Strength Testing, ACI SP-56, American Concrete Institute, Detroit, 1978.
56. R. Sanchez-Trejo and L.Flore-Castro, Experience in the Use of Accelerated Testing Procedure for the Control of Concrete During the Construction of Tunnel "Emisor Central" in Mexico City, Accelerated Strength Testing, ACI SP-56, American Concrete Institute, Detroit, 1978.
57. Trejo R.S. and L.F. Castro 1996. Experience in the Use of the Accelerated Testing Procedure for the Control of Concrete during the construction of Tunnel Emisor Central in Mexico City, PP.15-28 in V.M. Malhotra ed. Accelerated Strength Testing, Publication SP-56 Detroit.
58. Naik T.T. 1976 Adaptation of Accelerated Strength Testing Methods for Concrete Quality Control and Quality Assurance, PP.39-50 in V.M. Malhotra ed. Accelerated Strength Testing, Publication SP-56 Detroit.

59. Ferrer M.M. 1976 Quality Control of Concrete by Means of Short-Term Tests at La Angstrura Hydroelectric Project, State of Chiapas, Mexico, PP.51-74 in V.M. Malhotra ed Accelerated Strength Testing, Publication SP-56 Detroit.
60. V.M.Malhotra, An Accelerated Method of Estimating the 28-Day Splitting Tensile and Flexural Strengths of Concrete, SP56-10, ACI SP-56, American Concrete Institute, Detroit, 1978.
61. R.K.Ghosh, M.R.Chatterjee and Ram Lal, Accelerated Strength Tests for Quality Control of Paving Concrete, SP56-11, ACI SP-56, American Concrete Institute, Detroit, 1978.
62. K. Mather, Effect of Accelerated Curing Procedures of Cement and Cement-Flyash Pastes, in Properties of Concrete at Early Ages, SP-95, pp 155-71, Michigan, 1986.
63. S.Goto and D.M.Roy, The Effect of W/C and Curing Temperature on the Permeability of Hardened Cement Paste, Cement and Concrete Research, 11 No.4 pp575-9, 1981.
64. William J.T. and Owen P.L., The Implications of a Selected Grade of United Kingdom Pulverized Fuel Ash on the Engineering Design and Use in Structural Concrete, in Proceeding, International Symposium on the Use of PFA in Concrete, University of Leeds, Leeds, UK, Apr.14-16,1982, Edit by J.G.Cabrera and A.R.Cusens, pp 301-313, 1982.
65. Dalziel J.A., The Effect of Curing Temperature on the Development of Strength of Mortar containing Fly Ash, Proceeding, 7th International Congress on the Chemistry of Cement, Paris-France, 1980, Editions Septima, Paris France, Vol.III pp93-97, 1980.
66. Mortureux B, Hornain H., Gautier E, and Regourd M., Comparison of the reactivity of different pozzolans, Proceeding, 7th International Congress on the Chemistry of Cement, Paris France, 1980, Editions Septima, Paris France, Vol.III pp66-71, 1980.
67. Malhotra, V.M. editor, 1991, Proceedings, 2nd International Conference on Durability of Concrete, American Concrete Institute Detroit, SP-126. Two Volumes, Montreal PO, Aug 4-9, 1991.
68. Thorne D.J.and Watt J.D., Composition and Pozzolanic properties of Pulverized fuel ashes III; Pozzolanic properties of flyashes as determine by chemical methods, Journal of Applied Chemistry, 16:33-39 1966.
69. K.Kohno, Y.Mitsuiwa and K.Ishimaru, Effect of Steam Curing on Compressive Strength of Fly ash Concrete, Sixth CANMET, ACI International Conference: Flyash Silica Fume, Slag and Natural Pozzolan in Concrete, Thailand, 1998.
70. Hanson, J.A "Optimum Steam curing Procedure in Pre-casting Plant" Proceedings, American Concrete Institute Vol.60 No.1, Jan. 1963.
71. Ravina, D.Efficient Utilization of Coarse and Fine Flyash in Precast Concrete by incorporating thermal curing, Journal of the American Concrete Institute 78: 194-200, 1981

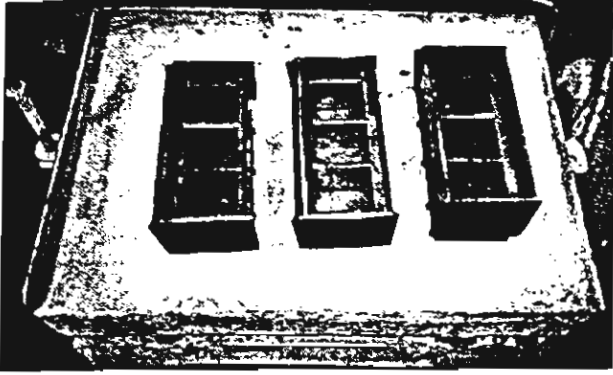
72. Nasser K.W. and Marzouk, H.M. Properties of mass concrete containing fly ash at high temperatures, *Journal of the ACI* 50(1979) ,S.537-550.
73. L.A.F.Bauer and L.J.Olivan, Use of Accelerated Tests of Concrete Made with Slag Cement, in *Accelerated Strength Testing* Publication SP-56 Malhotra V.M,Editor, Detroit, 1978.
74. Wangwichit, K., Otsuki, N., Hisada M. and Suwanvitaya, P. (1998), "Comparative Study on Concrete Containing Fly Ash from Thailand and Japan under Different Climatic Conditions", *Bulletin of INCOCSAT*, Tokyo Institute of Technology, Mar. 1998, Tokyo.
75. Takemoto, K., and Uchikawa, H., Hydration of pozzolanic cement, *Proceedings, 7th Int Congress on the Chemistry of Cement*, Paris, France, pp 1-28, 1980.

ภาคผนวก ก

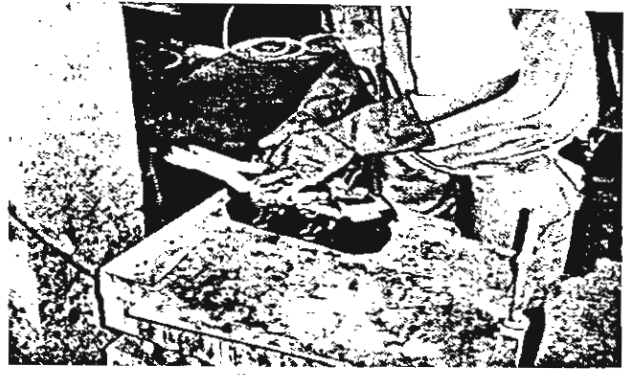
ภาพแสดงการทดสอบ



ภาพที่ ก1 แผนภูมิแสดงการเกิดปฏิกิริยาปอซโซลานิกเพิ่มเติมจากการเกิดปฏิกิริยาhydrationปกติ (Takemoto และ Uchikawa [4])



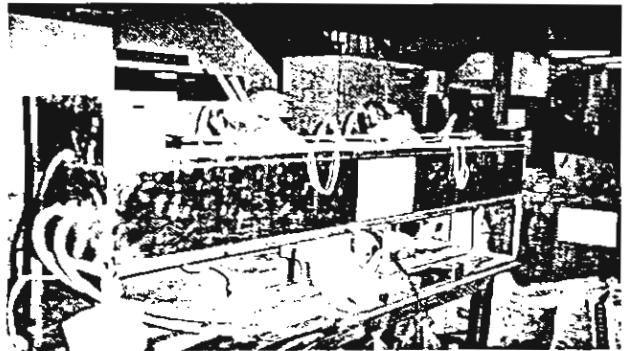
ภาพที่ ก2 แบบหล่อที่ใช้สำหรับการทดสอบกำลังอัด



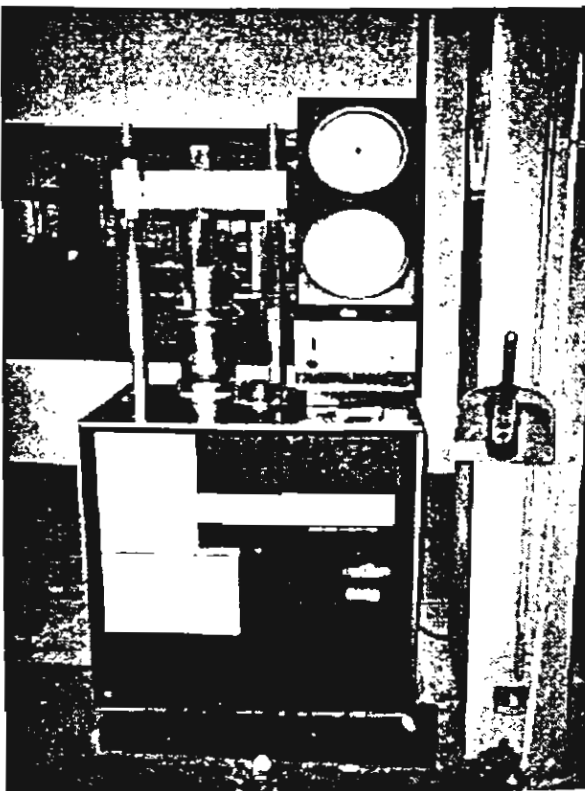
ภาพที่ ก3 การอัดแน่นชิ้นตัวอย่างด้วยโต๊ะเขย่า



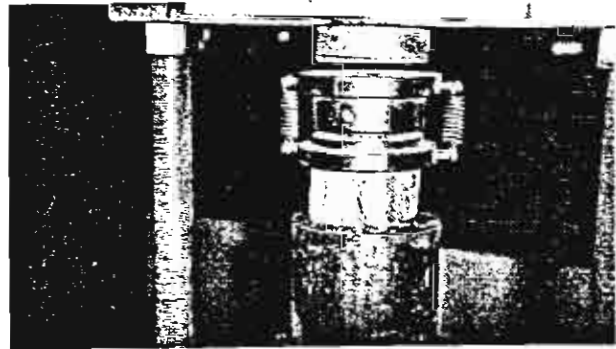
ภาพที่ ก4 ตัวอย่างมอร์ตาร์ที่บ่มในน้ำที่อุณหภูมิห้อง



ภาพที่ ก5 ตัวอย่างมอร์ตาร์ขณะบ่มอุณหภูมิสูง



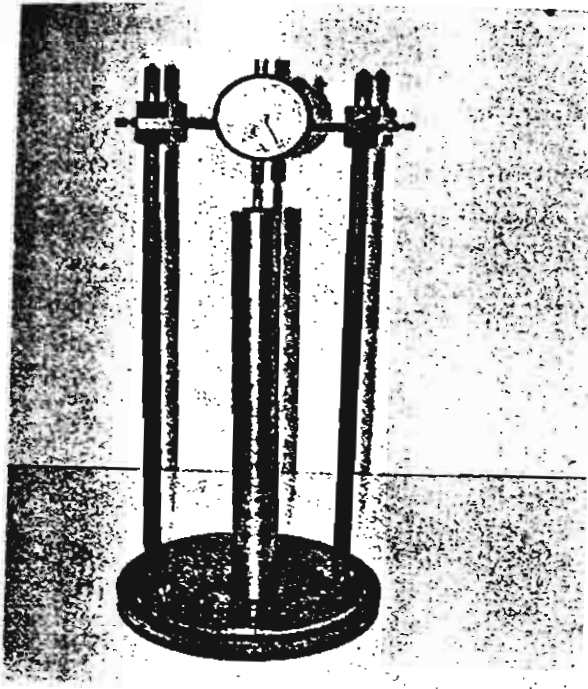
ภาพที่ ก6 การทดสอบกำลังอัดของตัวอย่างมอร์ตาร์



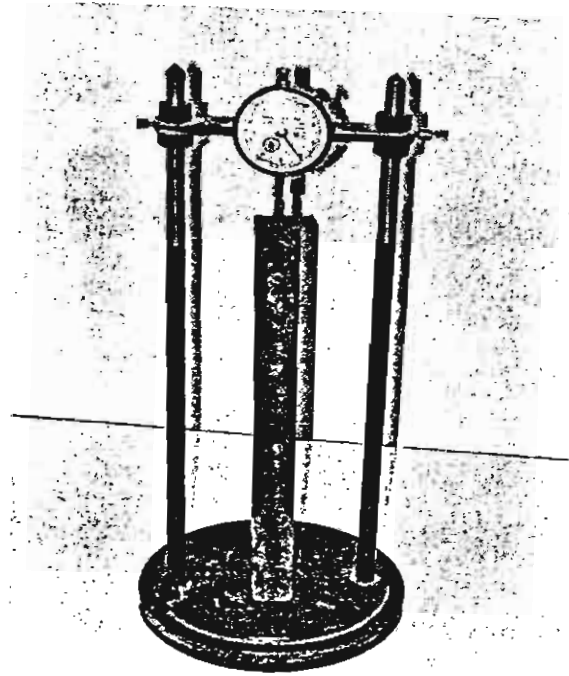
ภาพที่ ก7 ตัวอย่างมอร์ตาร์หลังทดสอบการรับกำลังอัด



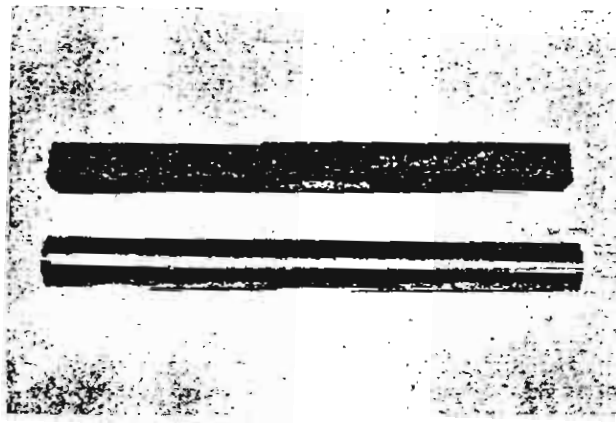
ภาพที่ ก8 ลักษณะตัวอย่างมอร์ตาร์หลังการทดสอบกำลังอัด



ภาพที่ ก9 การเปรียบเทียบก่อนทดสอบชิ้นตัวอย่าง



ภาพที่ ก10 การวัดการขยายตัวของแท่งคอนกรีต



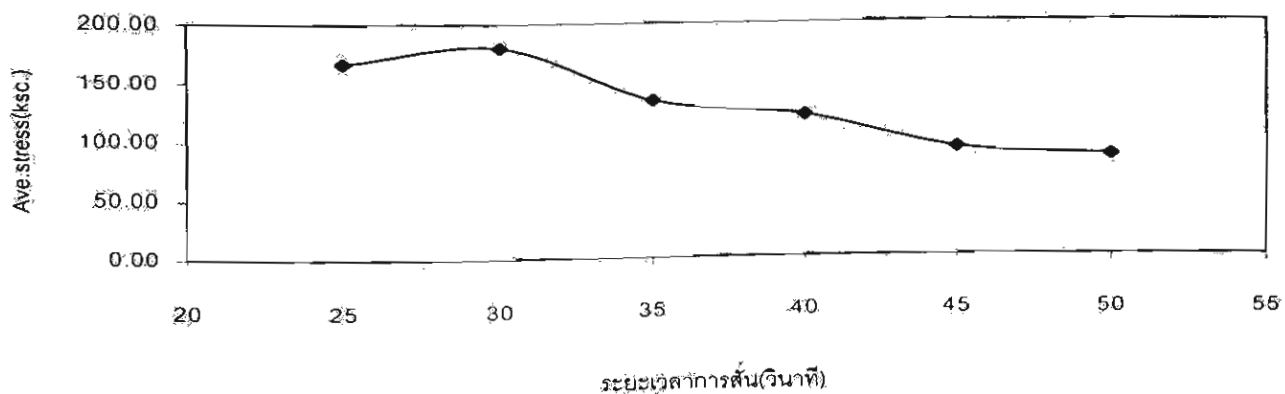
ภาพที่ ก11 ชิ้นตัวอย่างการขยายตัวและแท่งวัดความยาวเปรียบเทียบ

ภาคผนวก ข

ข้อมูลการทดสอบมอร์ตาร์

ตาราง ข1 การหาระยะเวลาการสั้นที่เหมาะสมของมอร์ตาร์ซีเมนต์ W/B=0.3

ระยะเวลาการสั้น (วินาที)	ตัวอย่างที่	ขนาด	พื้นที่ (cm ²)	Load (kg)	Stress (ksc)	Stress เฉลี่ย (ksc)	หมายเหตุ
25	1	4.96X5.0 5	25.05	4,050.00	161.69	166.60	ด้านล่างแห้ว
	2	5.05X4.97	25.10	3,375.00	134.47		หายไปและเป็น
	3	4.96X5.00	24.80	5,050.00	203.63		โพรง
30	1	4.97X5.00	24.85	4,875.00	196.18	179.39	เกิดโพรงในทุก
	2	5.00X5.00	25.00	4,375.00	175.00		ก้อนตัวอย่าง
	3	5.00X5.00	25.00	4,175.00	167.00		
35	1	4.92X4.97	24.45	3,575.00	146.20	133.80	บางก้อนมีโพรง
	2	5.00X5.05	25.25	2,900.00	114.85		
	3	5.10X5.03	25.65	3,600.00	140.33		
40	1	4.95X4.94	24.45	3,125.00	127.80	120.47	ด้านล่างก้อน
	2	4.98X4.99	24.85	3,250.00	130.78		ตัวอย่างไม่แน่น
	3	4.95X5.02	24.85	2,555.00	102.82		
45	1	4.95X5.05	25.00	2,550.00	102.01	93.17 ไม่คิดก้อน2	บางก้อนมีโพรง
	2	4.99X4.97	24.80	1,250.00	50.40		
	3	5.10X5.08	25.08	2,115.00	84.33		
50	1	5.02X4.90	24.60	2,115.00	85.98	84.76 ไม่คิดก้อน2	บางก้อนมีโพรง
	2	5.00X4.91	24.55	1,685.00	68.64		
	3	5.00X5.10	25.50	2,130.00	83.53		



ภาพ ข1. กราฟกำลังอัดของมอร์ตาร์ซีเมนต์ W/B=0.3 ที่ทำการสั้นด้วยระยะเวลาต่างๆ

ตารางที่ 2 ผลการทดลองกำลังอัดมวลอัตราความสูง/W/B=0.5

เวลา	ชนิดการบ่ม	ตัวอย่าง	ขนาด	พื้นที่(cm ²)	น้ำหนัก(g)	Load(kg)	Stress(ksc)	ผลเฉลี่ย(ksc)	หมายเหตุ
3.5 ชม. 24/11/2543 11:30	มาตรฐาน	1	3,070x5,160	26,1612	291.44	875.00	33.45	28.40	ไม่คิดก่อน
		2	3,065x5,200	26,3380	290.56	615.00	23.35		
		3	3,050x5,080	25,6540	273.33	325.00	12.67		
	Autogenous	1	3,155x5,150	26,5483	283.05	855.00	32.21	33.32	ผิวด้านหน้า
		2	3,125x5,115	26,2144	263.41	665.00	25.37		
		3	3,185x5,050	26,1843	288.15	1,110.00	42.39		
	75°C	1	3,200x5,075	26,3900	284.23	2,725.00	103.26	108.68	
		2	3,135x5,175	26,5736	283.96	3,325.00	125.12		
		3	3,220x5,150	26,8930	287.10	2,625.00	97.65		
	95°C	1	3,200x5,050	26,2600	281.48	2,750.00	104.72	142.21	มุมแนวทแยง
		2	3,225x5,035	26,3079	285.59	3,775.00	143.49		
		3	3,140x5,180	26,6252	273.50	4,750.00	178.40		
27.5 ชม. 25/11/2543	มาตรฐาน	1	3,010x5,000	25,0500	289.50	7,125.00	284.43	238.56	
		2	2,980x5,040	25,0992	284.24	4,987.50	198.71		
		3	3,020x5,140	25,8028	294.98	6,000.00	232.53		
	Autogenous	1	3,060x4,980	25,1988	289.32	6,062.50	240.59	237.25	ไม่คิดก่อน
		2	3,040x5,120	25,6512	292.12	6,000.00	233.91		
		3	3,000x5,050	25,2500	283.25	4,375.00	173.27		
	75°C	1	3,020x5,110	25,6522	290.48	5,200.00	202.71	259.34	มีรุกราน
		2	3,060x5,010	25,3506	294.24	6,875.00	271.20		
		3	3,090x5,140	26,1626	293.28	6,475.00	247.49		
	95°C	1	3,100x5,010	25,5510	288.32	8,300.00	246.57	266.72	มีรุกราน
		2	3,050x5,020	25,3510	299.64	6,637.50	261.82		
		3	3,060x5,080	25,7048	293.06	7,500.00	291.77		
7 วัน 1/12/2543	มาตรฐาน	1	3,920x4,910	24,1572	285.72	7,075.00	292.87	147.51	แตกแบบเฉื่อย
		2	3,010x4,980	24,4488	282.89	3,425.00	140.09		
		3	2,980x4,860	24,2028	289.30	3,750.00	154.94		
28 วัน 22/12/2543	มาตรฐาน	1	3,010x4,970	24,8997	292.12	7,125.00	286.15	281.13	ไม่คิดก่อน
		2	3,010x4,970	24,8997	286.03	6,875.00	276.11		
		3	2,910x5,010	24,5991	281.11	4,225.00	171.75		
91 วัน 16/2/2544	มาตรฐาน	1	3,000x5,100	25,5000	300.03	8,850.00	347.06	315.55	รุกรานถึงกลาง
		2	3,060x5,080	25,6540	298.26	7,500.00	292.35		
		3	2,980x5,000	24,9000	285.50	7,650.00	307.23		

ตาราง 3.3 ผลการทดสอบกำลังอัดมอร์ต้าร้กับปูน W/B=0.6

เวลา	ชนิดการบ่ม	ตัวอย่าง	ขนาด	พื้นที่ (cm ²)	น้ำหนัก (g)	Load (kg)	Stress (ksc)	Stress เฉลี่ย (ks)	หมายเหตุ
3.5 ชม. 14/1/2544	มาตรฐาน	1	5.040x5.030	25.4016	295.59	45	1.77	1.44	ก่อนทดสอบมีลักษณะเย็น
		2	5.030x5.080	25.5524	294.85	35	1.37		
		3	5.030x5.000	25.1500	291.99	30	1.19		
	Autogenous	1	5.060x5.090	25.7554	299.90	40	1.55	2.17	ก่อนทดสอบมีลักษณะเย็น
		2	5.020x5.010	25.1502	296.52	65	2.58		
		3	4.980x5.060	25.1988	290.30	60	2.38		
	75 c	1	5.080x5.060	25.7048	301.50	2,650	103.09	97.89	
		2	5.000x5.250	26.2500	297.75	2,740	104.38		
		3	5.070x5.490	27.3780	297.73	2,360	86.20		
	95 c	1	5.060x5.500	27.8300	294.24	2,550	91.63	99.33	
		2	5.140x5.370	27.6018	297.61	2,630	95.28		
		3	5.010x5.480	27.4548	299.04	3,050	111.09		
27.5 ชม. 15/1/2544	มาตรฐาน	1	5.000x5.020	25.1000	293.38	3,800	151.39	151.74	
		2	5.070x5.120	25.9584	296.15	4,175	160.83		
		3	5.010x5.060	25.3506	290.12	3,625	142.99		
	Autogenous	1	4.990x4.960	24.7504	281.54	3,750	151.51	159.05	
		2	5.060x4.980	25.1988	289.36	3,775	149.81		
		3	5.050x5.040	25.4520	296.22	4,475	175.82		
	75 C	1	4.970x5.080	25.2476	287.20	4,225	167.34	163.08	
		2	5.060x5.080	25.7048	287.56	4,375	170.20		
		3	5.020x4.990	25.0498	287.21	3,800	151.70		
	95 C	1	4.980x4.980	24.8004	281.96	3,900	157.26	172.93	
		2	4.950x5.020	24.8490	279.54	4,825	194.17		
		3	5.020x4.910	24.6482	280.71	4,125	167.36		
7 วัน 21/1/1944	มาตรฐาน	1	4.960x5.010	24.8496	289.41	6,800	273.65	283.99	
		2	5.040x5.010	25.2504	292.03	6,650	263.36		
		3	4.800x5.060	24.2880	286.74	7,650	314.97		
28 วัน 11/2/1944	มาตรฐาน	1	4.860x5.060	24.5916	289.96	8,350.00	339.55	363.29	
		2	4.940x5.000	24.7000	291.51	8,700.00	352.23		
		3	4.990x4.900	24.4510	289.77	9,000.00	368.08		
91 วัน 15/4/2544	มาตรฐาน	1	5.000x5.060	25.3000	287.43	7,875.00	311.26	320.10	ทดสอบวันที่ 18/4/2544
		2	5.070x5.050	25.6035	287.32	8,375.00	327.10		
		3	5.000x4.970	24.8500	293.27	8,000.00	321.93		

ตาราง ข 4 ผลการทดสอบกำลังอัดของมอร์ตาร์แบบที่ซีเมนต์ดี Fly ash 20% จากตาราง ข 3 W/B=0.5

เวลา	ชนิดการบ่ม	ตัวอย่าง	ขนาด	พื้นที่ (cm ²)	น้ำหนัก (g)	Load (kg)	Stress	Stress เฉลี่ย (kg)	หมายเหตุ
3.5 ชม. 8/12/2543 11:15	มาตรฐาน	1	5.080x5.200	26.4160	297.60	115.00	4.35	4.41	
		2	5.080x5.100	25.9080	301.65	115.00	4.44		
		3	5.100x5.080	25.9080	299.19	115.00	4.44		
	Autogenous	1	5.275x5.040	26.5860	300.50	210.00	7.90	7.22	มีเส้นใยหลุดออก
		2	5.170x5.200	26.8840	293.28	190.00	7.07		
		3	5.040x5.185	26.1324	282.41	175.00	6.70		
	75 C	1	5.095x5.345	27.2328	290.08	3.125.00	114.75	108.84	
		2	5.450x5.040	27.4680	295.37	2.937.50	106.94		
		3	5.055x5.425	27.4234	292.56	2.875.00	104.84		
	95 C	1	5.100x5.300	27.0300	297.69	4.025.00	148.91	138.66	ลดน้ำหนัก
		2	5.090x5.450	27.7405	293.40	3.725.00	134.28		
		3	5.090x5.400	27.4860	295.40	3.650.00	132.79		
27.5 ชม. 9/12/2543	มาตรฐาน	1	5.000x5.050	25.2500	299.00	4.300.00	170.30	168.17	
		2	5.050x5.000	25.2500	297.50	4.100.00	162.38		
		3	5.150x5.000	25.7500	303.50	4.435.00	171.84		
	Autogenous	1	5.000x5.050	25.2500	288.00	4.675.00	185.15	174.75	ไม่ติดก้อน2
		2	5.000x5.150	25.7500	294.00	3.975.00	154.37		
		3	5.000x5.050	25.2500	288.00	4.150.00	164.36		
	75 C	1	5.020x5.080	25.5016	297.50	5.950.00	233.32	227.28	
		2	5.080x5.100	25.9080	302.00	5.575.00	215.18		
		3	5.000x5.100	25.5000	301.00	5.950.00	233.33		
	95 C	1	4.950x5.050	24.9975	295.00	4.450.00	178.02	183.61	ไม่ติดก้อน2
		2	5.050x5.000	25.2500	298.50	6.225.00	246.53		
		3	5.050x5.050	25.5025	297.50	4.825.00	189.20		
7 วัน 15/12/2543	มาตรฐาน	1	5.240x5.010	26.2524	302.22	7.525.00	286.64	283.34	
2		5.020x5.050	25.3510	299.18	7.325.00	288.94			
3		5.000x5.010	25.0500	299.87	6.875.00	274.45			
28 วัน 5/1/2544	มาตรฐาน	1	5.010x5.140	25.7514	291.92	10.525.00	408.72	407.83	ไม่ติดก้อน3
2		5.160x5.060	26.1096	299.36	10.625.00	406.94			
3		5.150x4.980	25.6470	289.52	8.750.00	341.17			
91 วัน 2/3/2544	มาตรฐาน	1	5.090x5.070	25.8063	298.43	9.525.00	369.10	333.67	
2		5.140x5.040	25.9056	298.76	8.025.00	309.78			
3		5.000x5.060	25.3000	297.18	8.150.00	322.13			

ตาราง 1.5 ผลการทดสอบกำลังอัดของมวลอิฐทำแบบเต็มตัวด้วย Fly ash 20 % และมวลน้ำ W/B=0.5

เวลา	ชนิดการบ่ม	ตัวอย่าง	ขนาด	พื้นที่ (cm ²)	น้ำหนัก (g)	Load (kg)	Stress (ksc)	Stress (psi)(ks)	หมายเหตุ
3.5 ชม. 9/12/2543 10.45	มาตรฐาน	1	5.150x5.150	26.5225	308.00	165.00	6.22	6.16	
		2	5.050x5.150	26.0075	305.00	125.00	4.81		
		3	5.000x5.100	25.5000	311.50	190.00	7.45		
	Autogenous	1	4.980x5.080	25.2984	297.50	180.00	7.12	8.02	
		2	5.080x5.050	25.6540	299.00	225.00	8.77		
		3	4.980x5.150	25.6470	300.90	210.00	8.19		
	75°C	1	5.050x5.080	26.6540	307.50	3,075.00	131.56	120.43	
		2	5.120x5.100	26.4120	304.50	3,250.00	124.46		
		3	5.050x5.100	25.7550	305.50	3,175.00	123.28		
	95°C	1	5.120x5.080	26.0226	297.00	4,500.00	173.01	172.53	
		2	5.080x5.050	25.6540	297.00	4,200.00	163.72		
		3	5.100x5.150	26.2500	302.00	4,750.00	180.85		
27.5 ชม. 10/12/2543	มาตรฐาน	1	5.000x5.100	25.5000	301.91	4,325.00	169.61	170.07	
		2	5.100x5.080	25.3080	304.35	4,075.00	157.29		
		3	5.050x5.050	25.5025	302.45	4,875.00	183.32		
	Autogenous	1	5.150x5.080	26.1620	303.90	4,325.00	165.32	165.51	
		2	5.020x5.050	25.3510	304.02	4,925.00	194.27		
		3	5.000x5.100	25.5000	302.83	5,500.00	213.25		
	75°C	1	5.100x5.050	25.7550	294.51	5,150.00	199.96	198.53	
		2	5.150x5.100	26.2650	293.98	5,775.00	219.87		
		3	5.050x5.070	25.6035	294.16	4,500.00	175.76		
	95°C	1	5.050x5.100	25.7550	300.02	4,825.00	187.34	192.51	
		2	5.000x5.120	25.6000	295.92	4,550.00	177.73		
		3	5.100x5.130	25.8530	297.34	5,450.00	212.45		
7 วัน 16/12/2543	มาตรฐาน	1	5.140x5.080	26.1712	305.35	9,275.00	355.21	340.04	ไม่คิดก่อน2
		2	5.120x5.080	26.0096	298.49	7,100.00	272.98		
		3	5.120x5.050	25.8560	303.47	8,400.00	324.88		
28 วัน 6/1/2544	มาตรฐาน	1	5.000x5.180	25.9000	305.00	9,750.00	376.45	378.09	
		2	5.000x5.060	25.3000	302.00	9,350.00	369.57		
		3	5.120x4.930	25.2416	298.50	9,800.00	388.26		
91 วัน 1/3/2544	มาตรฐาน	1	5.180x5.000	25.8000	303.21	10,800.00	418.60	410.57	คิดจก3 2/3/2543
		2	5.040x5.040	25.4016	306.75	10,225.00	402.53		
		3	5.000x5.060	25.3000	302.42	11,500.00	435.97		

ตาราง ข 6 ผลการทดสอบกำลังอัดของมอร์ตาร์แทนที่ซีเมนต์ด้วย Fly ash 20 % จากกราชนูรี WB=0.6

เวลา	ชนิดการบ่ม	ตัวอย่าง	ขนาด	พื้นที่(cm^2)	น้ำหนัก(g)	Load(kg)	Stress(ks/cm^2)	Stress เฉลี่ย(ks)	หมายเหตุ
3.5 ชม. 22/1/2544 10:30	มาตรฐาน	1	5.060x5.020	25.4012	284.09	25.00	0.98	1.23	ก่อนทดสอบมี
		2	5.010x4.910	24.5991	288.39	24.00	0.98		ลักษณะเดิม
		3	4.970x5.230	25.9931	289.44	45.00	1.73		
	Autogenous	1	5.110x5.020	25.6522	301.32	45.00	1.75	1.53	ก่อนทดสอบมี
		2	5.030x5.160	25.9548	294.76	35.00	1.35		ลักษณะเดิม
		3	5.180x5.160	26.7288	299.77	40.00	1.50		
	75 C	1	5.000x5.260	26.3000	292.34	2,400.00	91.25	88.50	
		2	5.180x5.020	26.0036	292.40	2,260.00	86.91		
		3	5.180x5.040	26.1072	289.35	2,280.00	87.33		
	95 C	1	5.260x5.040	26.5104	288.99	2,695.00	101.66	92.74	
		2	5.040x5.300	26.7120	291.02	2,420.00	90.60		
		3	5.460x5.060	27.6276	290.11	2,375.00	85.96		
27.5 ชม. 23/1/2544	มาตรฐาน	1	4.980x5.040	25.0992	290.45	3,450.00	137.45	148.13	เฉียง
		2	4.980x5.070	25.2486	286.55	3,550.00	140.60		เฉียง
		3	4.930x5.000	24.6500	291.04	4,100.00	166.33		เฉียง
	Autogenous	1	5.020x5.040	25.3008	295.11	3,425.00	135.37	139.58	
		2	5.080x4.950	25.1460	287.79	3,425.00	136.20		
		3	5.050x5.080	25.6540	297.18	3,775.00	147.15		
	75 C	1	4.970x5.110	25.3967	299.93	4,300.00	169.31	167.98	
		2	5.070x5.090	25.5021	289.23	4,225.00	165.67		
		3	5.050x5.040	25.4520	293.92	4,300.00	168.95		
	95 C	1	5.000x5.180	25.9000	293.78	4,225.00	163.13	190.02	
		2	5.060x4.980	25.1988	294.95	5,300.00	210.33		
		3	4.970x5.040	25.0488	290.80	4,925.00	196.62		
7 วัน 29/1/1944	มาตรฐาน	1	5.020x5.170	25.9534	306.15	6,550.00	252.38	251.28	
		2	5.020x4.980	24.9996	307.58	6,300.00	252.00		
		3	5.090x5.080	25.8572	300.65	6,450.00	249.45		
28 วัน 19/2/1944	มาตรฐาน	1	4.970x5.030	24.9991	293.40	6,250.00	250.01	287.38	
		2	4.990x5.020	25.0498	296.60	6,375.00	334.33		
		3	5.060x4.980	25.1988	296.30	7,000.00	277.79		
91 วัน 23/4/1944	มาตรฐาน	1	5.060x5.160	26.1096	299.46	7,500.00	287.25	299.11	
		2	5.080x5.080	25.8064	299.97	8,025.00	310.97		
		3	5.080x5.200	26.4160	299.17	6,000.00	227.14		ไม่คิดก่อน3

ตาราง ข 7 ผลการทดสอบกำลังอัดของมอร์ตาร์แทนที่ซีเมนต์ด้วย Flyash 20% และอัตราน้ำ/WB=0.6

เวลา	ชนิดการบ่ม	ตัวอย่าง	ขนาด	พื้นที่(cm ²)	น้ำหนัก(g)	Load(kg)	Stress(ksc)	ress. เฉลี่ย(ksc)	หมายเหตุ
3.5 ชม 19/1/2544 10:30	มาตรฐาน	1	5.120x5.105	26.1376	285.59	23.00	0.88	0.88	
		2	5.175x5.190	26.8583	290.36	23.00	0.86		
		3	5.100x5.295	27.0045	298.09	24.00	0.89		
	Autogenous	1	5.065x5.300	26.8445	294.31	45.00	1.68	1.81	
		2	5.110x5.100	26.0610	294.80	60.00	2.30		
		3	5.270x5.235	27.5885	296.15	40.00	1.45		
	75 C	1	5.330x5.150	27.4495	292.76	2,635.00	95.99	92.07	เอียง
		2	5.160x5.350	27.6060	296.14	2,545.00	92.19		
		3	5.080x5.345	27.1528	295.62	2,390.00	88.02		
	95 C	1	5.415x5.180	28.0497	292.53	2,690.00	95.90	98.74	แตกร่อนที่ผิวหน้า
		2	5.170x5.435	28.0990	289.72	2,825.00	100.54		แตกร่อนที่ผิวหน้า
		3	5.100x5.385	27.4835	286.99	2,740.00	99.77		แตกร่อนที่ผิวหน้า
27.5 ชม. 20/1/2544	มาตรฐาน	1	4.940x5.040	24.8976	301.30	3,175.00	127.52	139.29	
		2	5.000x5.080	25.4000	301.71	3,550.00	139.76		
		3	4.940x4.940	24.4036	296.73	3,675.00	150.59		
	Autogenous	1	5.000x4.940	24.7000	293.16	3,450.00	139.68	154.19	
		2	4.930x5.020	24.7486	295.78	3,750.00	151.52		
		3	4.920x5.100	25.0920	295.07	4,300.00	171.37		
	75 C	1	4.990x5.020	25.0498	290.41	4,875.00	194.61	190.84	
		2	5.020x5.020	25.2004	294.05	4,900.00	194.44		
		3	5.020x4.940	24.7988	292.73	4,550.00	183.48		
	95 C	1	5.100x4.900	24.9900	286.67	4,950.00	198.08	214.00	
		2	5.060x5.030	25.4518	292.38	5,600.00	220.02		
		3	4.970x5.100	25.3470	289.05	5,875.00	223.89		
7 วัน 27/1/2544	มาตรฐาน	1	5.040x5.100	25.7040	293.20	6,425.00	249.96	246.43	
		2	5.010x5.030	25.2003	291.45	6,025.00	239.08		
		3	5.090x5.280	26.8752	301.93	6,725.00	250.23		
28 วัน 16/2/2544	มาตรฐาน	1	5.240x5.090	26.6716	305.55	5,950.00	223.08	226.12	
		2	5.180x5.100	26.4180	306.90	4,875.00	184.53		
		3	5.240x5.080	26.6192	310.02	6,100.00	229.16		ไม่คิดก่อน2
91 วัน 20/4/2544	มาตรฐาน	1	5.050x4.840	24.4420	293.86	7,525.00	307.87	286.20	
		2	5.020x4.970	24.9494	295.63	6,600.00	264.54		
		3	5.000x4.970	24.8500	299.56	9,775.00	393.36		ไม่คิดก่อน3

ตาราง ข.8 ผลการทดลองกำลังอัดของมอร์ตาร์แทนที่ด้วย Flyash40% จากกราชบุรี W/B=0.5

เวลา	ชนิดการบ่ม	ตัวอย่าง	ขนาด	พื้นที่(cm ²)	น้ำหนัก(g)	Load(kg)	Stress(ksc)	ress เฉลี่ย(ks)	หมายเหตุ
3.5 ชม. 29/12/2543 11:30	มาตรฐาน	1	5.020x5.110	25.6522	290.28	185.00	7.21	7.45	
		2	5.120x5.030	25.7536	293.49	185.00	7.18		
		3	5.140x5.010	25.7514	293.77	205.00	7.96		
	Autogenous	1	5.080x5.020	25.5016	293.84	330.00	12.94	12.16	
		2	5.100x5.000	25.5000	296.07	305.00	11.96		
		3	5.050x5.040	25.4520	292.86	295.00	11.59		
	75 C	1	5.200x5.000	26.0000	298.34	4,175.00	160.58	165.95	
		2	5.180x5.080	26.3144	295.06	4,300.00	163.41		
		3	5.040x5.050	25.4520	292.71	4,425.00	173.86		
	95 C	1	5.260x4.980	26.1948	297.28	4,800.00	183.24	180.67	
		2	5.240x5.020	26.3048	294.60	4,400.00	167.27		
		3	5.170x5.000	25.8500	294.87	4,950.00	191.49		
27.5 ชม. 30/12/2543	มาตรฐาน	1	4.940x5.090	25.1446	294.23	3,325.00	132.24	143.16	
		2	5.020x5.040	25.3008	297.61	3,800.00	150.19		
		3	5.000x5.100	25.5000	290.44	3,750.00	147.06		
	Autogenous	1	5.000x5.100	25.5000	293.35	4,000.00	156.86	154.19	
		2	5.040x5.120	25.8048	293.81	4,000.00	155.01		
		3	4.960x5.050	25.0480	292.30	3,775.00	150.71		
	75 C	1	4.950x5.080	25.1460	295.94	6,500.00	258.49	268.21	
		2	5.030x5.040	25.3512	296.77	6,775.00	267.25		
		3	5.050x5.130	25.9065	307.19	7,225.00	278.89		
	95 C	1	5.040x5.160	26.0064	295.40	5,850.00	224.94	233.78	
		2	5.060x5.220	26.4132	294.23	5,900.00	223.37		
		3	4.940x5.100	25.1940	286.48	6,375.00	253.04		
7 วัน 5/1/2544	มาตรฐาน	1	4.950x5.140	25.4430	297.73	8,775.00	344.89	328.89	
		2	5.020x4.950	24.8490	297.13	7,425.00	298.80		
		3	4.970x5.060	25.1482	289.94	8,625.00	342.97		
28 วัน 26/1/2544	มาตรฐาน	1	4.980x5.340	26.5932	293.07	8,725.00	328.09	374.88	
		2	5.010x5.180	25.9518	302.42	9,500.00	366.06		
		3	5.020x5.090	25.5518	303.79	11,000.00	430.50		
91 วัน 30/3/2544	มาตรฐาน	1	5.160x5.170	26.68	296.76	8,475.00	317.69	382.07	กดจริงวันที่ 4/4/2544
		2	5.080x5.120	26.01	295.86	10,000.00	384.47		
		3	5.020x5.050	25.35	292.94	9,625.00	379.67		

ตาราง ข.9 ผลการทดลองกำลังอัดของมอร์ตาร์แทนทราย Flyash 40% จากบริเวณ W/B=0.5

เวลา	ชนิดการบ่ม	ตัวอย่าง	ขนาด	พื้นที่(cm ²)	น้ำหนัก(g)	Load(kg)	Stress(ksc)	Stress เฉลี่ย(ksc)	หมายเหตุ
3.5 ชม. 29/12/2543 13:00	มาตรฐาน	1	5.040x5.140	25.9056	296.97	130.00	5.02	5.07	
		2	5.170x4.980	25.7466	291.71	130.00	5.05		
		3	5.220x5.030	26.2566	295.21	135.00	5.14		
	Autogenous	1	5.140x4.980	25.5972	296.43	200.00	7.81	8.95	
		2	4.980x5.200	25.8960	301.62	240.00	9.27		
		3	5.060x5.160	26.1096	298.40	285.00	9.77		
	75 C	1	4.970x5.120	25.4464	286.96	3,875.00	152.28	155.12	
		2	5.030x5.060	25.4518	287.25	3,900.00	153.23		
		3	4.960x5.140	25.4944	285.50	4,075.00	159.84		
	95 C	1	5.220x5.140	26.8308	291.54	5,450.00	203.12	206.27	
		2	5.000x5.240	26.2000	293.61	5,800.00	221.37		
		3	4.960x5.240	25.9904	288.93	5,050.00	194.30		
27.5 ชม. 30/12/2543	มาตรฐาน	1	4.960x5.160	25.5936	294.37	3,725.00	145.54	131.99	
		2	5.080x5.000	25.4000	293.14	2,900.00	114.17		
		3	5.190x5.020	26.0538	296.15	3,550.00	136.26		
	Autogenous	1	5.060x4.980	25.1988	296.35	3,875.00	153.78	153.66	
		2	5.060x4.950	25.0470	292.25	3,775.00	150.72		
		3	5.000x5.080	25.4000	291.14	3,975.00	156.50		
	75 C	1	5.180x5.020	26.0036	295.80	6,325.00	243.24	248.07	
		2	5.060x5.940	24.9964	282.24	6,000.00	240.03		
		3	4.950x5.110	25.2945	286.12	6,600.00	260.93		
	95 C	1	5.070x5.010	25.4007	290.79	7,125.00	280.50	282.21	
		2	5.090x5.080	25.8572	291.37	7,675.00	296.82		
		3	5.080x5.080	25.8064	289.89	6,950.00	269.31		
7 วัน 5/1/2544	มาตรฐาน	1	5.050x5.020	25.3510	295.89	8,050.00	317.54	318.62	
		2	5.080x4.970	25.2476	297.75	8,950.00	354.49		
		3	4.950x5.000	24.7500	295.88	7,025.00	283.84		
28 วัน 26/1/2544	มาตรฐาน	1	5.010x5.160	25.8516	295.10	10,100.00	390.69	392.35	
		2	5.020x4.980	24.9996	285.90	9,850.00	394.01		
		3	5.020x5.170	25.9534	294.36	6,825.00	262.97		
91 วัน 30/3/2544	มาตรฐาน	1	5.000x5.050	25.2500	303.95	9,800.00	388.12	392.56	กดจริงวันที่ 4/4/2544
		2	5.020x4.930	24.7486	297.77	9,825.00	396.99		
		3	4.910x5.150	25.2865	301.45	7,150.00	282.76		