

ภาคผนวก

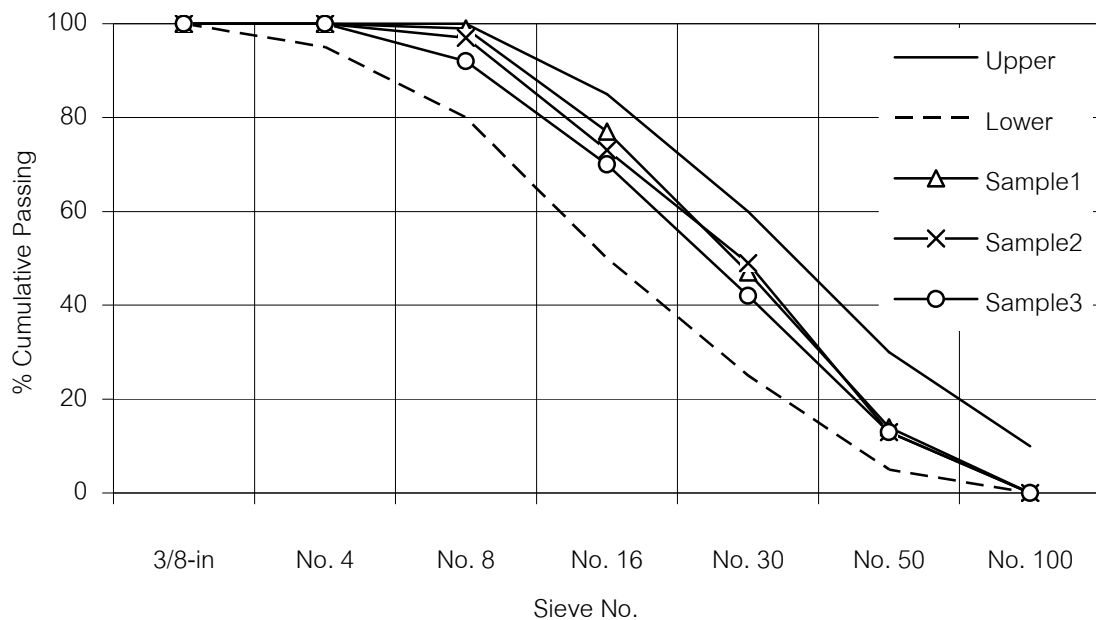
ภาคผนวก ก

ผลทดสอบขนาดคละของทราย

ตารางที่ ก.1

ผลวิเคราะห์ขนาดคละของทรายด้วยตะแกรงร่อนตามมาตรฐาน ASTM C 33

Sieve No.	ASTM C 33 Specification (% Cumulative Passing)		Sample 1	Sample 2	Sample 3
	Minimum	Maximum			
3/8-in (9.5-mm)	100	100	100	100	100
No. 4 (4.75-mm)	95	100	100	100	100
No. 8 (2.36-mm)	80	100	99	97	92
No. 16 (1.18-mm)	50	85	77	73	70
No. 30 (600- μ m)	25	60	47	49	42
No. 50 (300- μ m)	5	30	14	13	13
No. 100 (150- μ m)	0	10	0	0	0



ภาพที่ ก.1

การกระจายขนาดคละของทราย

ภาคผนวก ข

ผลทดสอบการกระจายขนาดคละของอนุภาคผง

ตารางที่ ข.1

การกระจายขนาดคละของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 เก็บแกลบบด 4 ชั่วโมง และผงหินปูน

Sample Name	RHA#1	RHA#2	RHA#3	OPC#1	OPC#2	OPC#3	LS1#1	LS1#2	LS1#3	LS2#1	LS2#2	LS2#3
Particle refractive index	1.53	1.53	1.53	1.68	1.68	1.68	1.575	1.575	1.575	1.575	1.575	1.575
Start result channel size	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Last result channel size	878.675	878.675	878.675	878.675	878.675	878.675	878.675	878.675	878.675	878.675	878.675	878.675
Span	2.259	2.268	2.267	3.569	3.593	3.542	8.908	8.483	8.426	3.374	3.018	2.96
D [4, 3] - Volume weighted mean	29.365	29.236	29.417	13.948	13.927	13.909	11.404	11.467	11.443	126.994	128.381	128.025
D [3, 2] - Surface weighted mean	2.935	2.929	2.924	1.494	1.436	1.502	0.974	1.024	1.026	1.716	1.767	1.859
d (0.1)	2.001	1.984	1.972	0.446	0.433	0.449	0.321	0.336	0.337	0.478	0.492	0.51
d (0.5)	27.461	27.375	27.348	9.49	9.438	9.507	3.77	3.914	3.937	95.792	105.34	106.69
d (0.9)	64.041	64.066	63.966	34.318	34.341	34.12	33.904	33.536	33.506	323.633	318.428	316.273

ตารางที่ ข.1 (ต่อ)

การกระจายขนาดคละของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 เข้าแกลบบด 4 ชั่วโมง และผงหินปูน

ขนาดอนุภาค (ไมโครเมตร)	ร้อยละโดยปริมาตรของอนุภาค											
	RHA#1	RHA#2	RHA#3	OPC#1	OPC#2	OPC#3	LS1#1	LS1#2	LS1#3	LS2#1	LS2#2	LS2#3
0.045709	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
0.052481	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
0.060256	0.022578	0.022630	0.022390	0.011427	0.016937	0.011447	0.006893	0.000000	0.000000	0.007251	0.006912	0.000000
0.069183	0.034930	0.035007	0.034684	0.022786	0.033806	0.022784	0.014257	0.011131	0.010962	0.014281	0.013620	0.010911
0.079433	0.052842	0.052953	0.052558	0.044486	0.060648	0.044400	0.030513	0.016922	0.016682	0.028578	0.027275	0.015459
0.091201	0.074995	0.075142	0.074730	0.078771	0.103783	0.078499	0.060549	0.035941	0.035465	0.053067	0.050690	0.030818
0.104713	0.101550	0.101735	0.101382	0.127057	0.162971	0.126466	0.111373	0.074711	0.073797	0.091326	0.087318	0.059653
0.120226	0.136976	0.137204	0.137038	0.199813	0.243055	0.198686	0.202654	0.136159	0.134606	0.154937	0.148310	0.102560
0.138038	0.181850	0.182128	0.182257	0.294574	0.346957	0.292723	0.340766	0.252727	0.250086	0.244232	0.234092	0.178375
0.158489	0.239237	0.239573	0.240150	0.420694	0.477315	0.417877	0.545053	0.426305	0.422256	0.367499	0.352777	0.283648
0.181970	0.312274	0.312681	0.313851	0.585314	0.641438	0.581273	0.830603	0.689751	0.683887	0.528918	0.508620	0.434029
0.208930	0.402769	0.403262	0.405175	0.796876	0.844076	0.791334	1.214480	1.064854	1.056955	0.733185	0.706483	0.635771
0.239883	0.503085	0.503672	0.506412	1.042007	1.070339	1.034839	1.682575	1.550764	1.541133	0.968089	0.935050	0.882861

ตารางที่ ข.1 (ต่อ)

การกระจายขนาดคละของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 เข้าแกลบบด 4 ชั่วโมง และผงหินปูน

ขนาดอนุภาค (ไมโครเมตร)	ร้อยละโดยปริมาตรของอนุภาค											
	RHA#1	RHA#2	RHA#3	OPC#1	OPC#2	OPC#3	LS1#1	LS1#2	LS1#3	LS2#1	LS2#2	LS2#3
0.275423	0.594306	0.594977	0.598466	1.274662	1.279540	1.266122	2.161980	2.074661	2.064576	1.197281	1.159576	1.137089
0.316228	0.648595	0.649319	0.653245	1.429268	1.417446	1.420076	2.525338	2.490694	2.482429	1.364417	1.325627	1.331715
0.363078	0.646405	0.647138	0.651014	1.469802	1.455020	1.460833	2.660524	2.659756	2.655501	1.422933	1.387346	1.407127
0.416869	0.611554	0.612288	0.615772	1.466120	1.453615	1.457701	2.659374	2.676589	2.677425	1.418651	1.388526	1.411219
0.478630	0.577066	0.577835	0.580800	1.496658	1.479771	1.488580	2.673227	2.715172	2.721486	1.420154	1.395498	1.423774
0.549541	0.545659	0.546520	0.548845	1.510039	1.489104	1.502313	2.697595	2.770759	2.782806	1.425615	1.406094	1.442427
0.630957	0.504786	0.505779	0.507332	1.463841	1.446786	1.456550	2.617777	2.698865	2.715149	1.387209	1.371936	1.404957
0.724436	0.475204	0.476406	0.477152	1.430315	1.414832	1.423107	2.566113	2.654589	2.674176	1.365361	1.352364	1.382316
0.831764	0.465974	0.467473	0.467546	1.375215	1.360522	1.367655	2.499668	2.581529	2.599345	1.338909	1.322734	1.347520
0.954993	0.465891	0.467715	0.467255	1.280863	1.269861	1.272823	2.383472	2.441739	2.453442	1.289809	1.266637	1.282165
1.096478	0.466769	0.468911	0.467952	1.198782	1.189394	1.190264	2.290374	2.332563	2.338070	1.247987	1.217762	1.228354
1.258925	0.464158	0.466580	0.465242	1.116398	1.107669	1.107491	2.164269	2.186521	2.184209	1.185498	1.147705	1.153718
1.445440	0.456012	0.458650	0.457062	1.035845	1.028780	1.026830	2.011029	2.010638	2.000113	1.104435	1.059917	1.061408
1.659587	0.439804	0.442562	0.440859	0.969558	0.965664	0.960786	1.835232	1.809721	1.792186	1.007660	0.958649	0.954602

ตารางที่ ข.1 (ต่อ)

การกระจายขนาดคละของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 เถ้าแกลบบด 4 ชั่วโมง และผงหินปูน

ขนาดอนุภาค (ไมโครเมตร)	ร้อยละโดยปริมาตรของอนุภาค											
	RHA#1	RHA#2	RHA#3	OPC#1	OPC#2	OPC#3	LS1#1	LS1#2	LS1#3	LS2#1	LS2#2	LS2#3
1.905461	0.424359	0.427164	0.425468	0.941661	0.941392	0.933365	1.685185	1.638686	1.616730	0.919402	0.868581	0.860074
2.187762	0.427723	0.430582	0.428984	0.984835	0.986639	0.977063	1.619297	1.560563	1.536746	0.868579	0.817835	0.807962
2.511886	0.458978	0.461926	0.460452	1.101396	1.104831	1.094351	1.660315	1.597135	1.573878	0.868463	0.819339	0.810186
2.884031	0.529610	0.532752	0.531319	1.301093	1.304653	1.295151	1.830257	1.771442	1.750688	0.928424	0.881786	0.876140
3.311311	0.643516	0.646942	0.645357	1.575256	1.576730	1.571050	2.113671	2.067839	2.051063	1.039762	0.996332	0.996619
3.801894	0.794528	0.798317	0.796232	1.905646	1.902649	1.904205	2.465413	2.439705	2.428069	1.178970	1.139681	1.147290
4.365158	0.969400	0.973615	0.970573	2.258856	2.250221	2.261527	2.828041	2.827676	2.821783	1.317016	1.282832	1.298168
5.011872	1.150357	1.155020	1.150601	2.589230	2.576625	2.597215	3.130398	3.155402	3.155015	1.420620	1.392391	1.413814
5.754399	1.327617	1.332793	1.326662	2.881198	2.867288	2.895303	3.322306	3.368056	3.372552	1.467270	1.445577	1.469955
6.606934	1.491146	1.496927	1.489070	3.125988	3.112899	3.146369	3.383371	3.443384	3.451570	1.450731	1.435304	1.459892
7.585776	1.653661	1.660264	1.651005	3.348837	3.336619	3.375382	3.334626	3.403238	3.415388	1.381595	1.371680	1.395341
8.709636	1.817981	1.825661	1.815864	3.547644	3.537300	3.579537	3.185088	3.253364	3.276913	1.270694	1.265083	1.286717
10.000000	2.000599	2.009422	2.000501	3.735192	3.727356	3.771052	2.988183	3.022041	3.049883	1.136359	1.133772	1.153218
11.481536	2.231768	2.241648	2.235363	3.928982	3.922403	3.967190	2.694833	2.751983	2.769644	0.999576	0.998904	1.017291

ตารางที่ ข.1 (ต่อ)

การกระจายขนาดคละของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 เข้าแกลบบด 4 ชั่วโมง และผงหินปูน

ขนาดอนุภาค (ไมโครเมตร)	ร้อยละโดยปริมาตรของอนุภาค											
	RHA#1	RHA#2	RHA#3	OPC#1	OPC#2	OPC#3	LS1#1	LS1#2	LS1#3	LS2#1	LS2#2	LS2#3
13.182567	2.529810	2.540419	2.538529	4.124954	4.118626	4.163752	2.393759	2.467652	2.479800	0.875622	0.876217	0.894792
15.135612	2.922081	2.932659	2.936831	4.317130	4.309788	4.354262	2.149454	2.212729	2.224738	0.770855	0.772646	0.792388
17.378008	3.409959	3.419455	3.430521	4.514961	4.505986	4.549562	1.965691	2.029395	2.038487	0.692541	0.695867	0.717112
19.952623	3.998571	4.005655	4.023552	4.669945	4.656952	4.699497	1.841359	1.904893	1.910867	0.637254	0.642618	0.664479
22.908677	4.653021	4.656186	4.679448	4.678322	4.656549	4.697479	1.768337	1.833227	1.835734	0.601774	0.609276	0.629378
26.302680	5.335753	5.333767	5.359540	4.546787	4.516725	4.554390	1.730627	1.795448	1.795081	0.580080	0.588909	0.603477
30.199517	6.002622	5.994347	6.018914	4.249844	4.213842	4.244569	1.709775	1.770823	1.768974	0.567676	0.575499	0.579923
34.673685	6.601470	6.586060	6.605660	3.797977	3.761383	3.779965	1.685704	1.737332	1.735900	0.563031	0.565732	0.555831
39.810717	7.220806	7.197549	7.210105	3.205657	3.175939	3.176741	1.637485	1.672867	1.673801	0.569039	0.560671	0.533514
45.708819	7.236283	7.207182	7.206656	2.537891	2.521232	2.502069	1.551826	1.565455	1.570388	0.594447	0.568439	0.524588
52.480746	6.711493	6.680322	6.667537	1.852723	1.853585	1.816761	1.421700	1.410306	1.420188	0.654403	0.604421	0.548042
60.255959	5.823183	5.794421	5.775914	1.201288	1.216183	1.172496	1.251454	1.216565	1.230408	0.767299	0.689728	0.629061
69.183097	4.656310	4.634516	4.615698	0.718529	0.750862	0.703470	1.054589	1.002557	1.017027	0.954556	0.850052	0.796039
79.432823	3.407756	3.397265	3.381106	0.217005	0.235414	0.214769	0.850647	0.792064	0.802165	1.237479	1.112695	1.077334

ตารางที่ ข.1 (ต่อ)

การกระจายขนาดคละของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 เข้าแกลบบด 4 ชั่วโมง และผงหินปูน

ขนาดอนุภาค (ไมโครเมตร)	ร้อยละโดยปริมาตรของอนุภาค											
	RHA#1	RHA#2	RHA#3	OPC#1	OPC#2	OPC#3	LS1#1	LS1#2	LS1#3	LS2#1	LS2#2	LS2#3
91.201084	2.241906	2.243427	2.230722	0.000000	0.000000	0.000000	0.661079	0.607332	0.607915	1.625040	1.493574	1.487640
104.712855	1.297795	1.311641	1.302739	0.000000	0.000000	0.000000	0.492704	0.454560	0.442466	2.130711	2.012852	2.045811
120.226443	0.604668	0.623956	0.619910	0.000000	0.000000	0.000000	0.358403	0.339435	0.314348	2.730252	2.651601	2.729774
138.038426	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.257629	0.254459	0.218486	3.416791	3.407886	3.536504
158.489319	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.147822	0.175701	0.158344	4.149976	4.242422	4.418932
181.970086	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.043285	0.078345	0.090219	4.947333	5.168586	5.400501
208.929613	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.015280	0.028000	5.555231	5.935185	6.115750
239.883292	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	5.849776	6.357408	6.397201
275.422870	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	5.787577	6.322037	6.202922
316.227766	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	5.312308	5.750695	5.518582
363.078055	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	4.459593	4.685096	4.422656
416.869383	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	3.322422	3.334325	3.132885
478.630092	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	2.079984	1.858833	1.862180
549.540874	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.934119	0.386117	0.579765
630.957344	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.018088	0.000000	0.007798
724.435960	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000

ภาคผนวก ค

ผลการทดสอบความต้องการน้ำของมอร์ตาร์

ตารางที่ ค.1

อัตราส่วนน้ำที่ให้ค่าการไหลแผ่ร้อยละ 110 ± 5

ส่วนผสม	อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุผง (W/B)
C100	0.514
C80R20	0.562
C80R15LS1#5	0.554
C80R10LS1#10	0.544
C80R5LS1#15	0.534
C80R15LS2#5	0.558
C80R10LS2#10	0.552
C80R5LS2#15	0.546
C70R30	0.586
C70R25LS1#5	0.582
C70R20LS1#10	0.570
C70R15LS1#15	0.558
C70R25LS2#5	0.590
C70R20LS2#10	0.580
C70R15LS2#15	0.568
C60R40	0.608
C60R35LS1#5	0.600
C60R30LS1#10	0.582
C60R25LS1#15	0.570
C60R35LS2#5	0.606
C60R30LS2#10	0.594
C60R25LS2#15	0.586

ภาคผนวก ง

ผลการทดสอบระยะเวลาบ่มมอร์ต้าร์ในน้ำปูนใสอิมด้ว

ตารางที่ ง.1

เวลาบ่มในน้ำปูนใสอิมด้วของมอร์ต้าร์ที่ทำให้กำลังอัดเท่ากับ 20 ± 1 MPa

ส่วนผสม	เวลาบ่มในน้ำปูนใสอิมด้ว(ชั่วโมง)
C100	72
C80R20	120
C80R15LS1#5	111
C80R10LS1#10	108
C80R5LS1#15	96
C80R15LS2#5	144
C80R10LS2#10	132
C80R5LS2#15	132
C70R30	228
C70R25LS1#5	216
C70R20LS1#10	204
C70R15LS1#15	192
C70R25LS2#5	252
C70R20LS2#10	255
C70R15LS2#15	240
C60R40	360
C60R35LS1#5	336
C60R30LS1#10	324
C60R25LS1#15	312
C60R35LS2#5	420
C60R30LS2#10	408
C60R25LS2#15	404

ภาคผนวก จ

ผลการทดสอบกำลังอัด

ตารางที่ จ.1

กำลังอัดของมอร์ตาร์แทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1

ด้วยเถ้าแกลบบดและผงหินปูน

สัดส่วนผสม	กำลังอัด (MPa)							
	3 วัน	7 วัน	28 วัน	56 วัน	90 วัน	120 วัน	150 วัน	180 วัน
C100	19.62	30.61	37.28	41.20	43.16	45.13	46.30	49.72
C80R20	16.28	25.40	32.43	35.85	38.85	41.06	43.06	47.23
C80R15LS1#5	16.68	25.40	32.43	36.67	38.85	41.52	43.06	47.23
C80R10LS1#10	16.87	25.71	33.92	37.91	39.71	41.52	43.53	47.73
C80R5LS1#15	16.48	25.71	32.06	37.08	39.28	40.61	42.60	46.24
C80R15LS2#5	15.30	22.96	29.82	34.20	35.83	37.91	40.28	44.25
C80R10LS2#10	14.91	23.26	30.94	34.61	37.12	38.81	40.75	45.25
C80R5LS2#15	14.32	23.11	29.45	33.79	35.39	37.45	39.82	43.75
C70R30	12.95	18.36	24.60	25.96	31.08	32.94	35.19	39.28
C70R25LS1#5	12.56	18.36	24.60	25.55	30.65	33.39	35.65	40.27
C70R20LS1#10	12.56	18.98	25.35	26.78	31.51	33.84	35.19	39.78
C70R15LS1#15	12.75	19.28	23.86	26.37	30.21	33.39	34.73	38.28
C70R25LS2#5	11.58	18.06	23.49	26.37	28.92	30.69	34.26	37.79
C70R20LS2#10	11.38	17.75	24.23	27.19	29.78	31.14	34.73	38.28
C70R15LS2#15	11.77	18.36	23.49	25.96	28.06	29.78	33.80	36.79
C60R40	10.99	15.30	23.49	24.31	25.90	27.53	29.63	35.30
C60R35LS1#5	11.38	15.61	22.74	24.31	26.76	27.98	29.17	33.31
C60R30LS1#10	11.18	15.92	24.23	25.96	27.62	29.33	30.56	33.81
C60R25LS1#15	10.59	15.30	23.11	24.72	27.19	28.43	29.63	32.82
C60R35LS2#5	8.63	14.39	21.62	22.66	24.60	27.08	28.71	31.32
C60R30LS2#10	9.03	13.77	22.37	23.49	25.47	27.53	28.71	31.82
C60R25LS2#15	9.22	14.08	21.25	23.07	25.04	26.62	27.78	30.83

ภาคผนวก จ

ผลการทดสอบการหดตัวแบบแห้ง (ร้อยละ)

ตารางที่ จ.1

การหดตัวแบบแห้งของมอร์ตาร์แทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1

ด้วยแก้วเกลบบดและผงหินปูน

ส่วนผสม	อายุ (วัน)											
	1	3	7	14	21	28	42	56	90	120	150	180
C100	-0.0035	-0.0070	-0.0130	-0.0200	-0.0270	-0.0320	-0.0370	-0.0390	-0.0410	-0.0427	-0.0435	-0.0440
C80R20	-0.0017	-0.0042	-0.0095	-0.0160	-0.0210	-0.0235	-0.0260	-0.0280	-0.0298	-0.0306	-0.0310	-0.0317
C70R30	-0.0020	-0.0050	-0.0120	-0.0200	-0.0240	-0.0270	-0.0300	-0.0320	-0.0351	-0.0363	-0.0369	-0.0371
C60R40	-0.0030	-0.0060	-0.0135	-0.0220	-0.0264	-0.0300	-0.0330	-0.0345	-0.0372	-0.0385	-0.0395	-0.0400
C80R15LS1#5	-0.0020	-0.0044	-0.0090	-0.0150	-0.0200	-0.0231	-0.0260	-0.0275	-0.0295	-0.0300	-0.0305	-0.0310
C80R10LS1#10	-0.0018	-0.0040	-0.0080	-0.0130	-0.0180	-0.0210	-0.0240	-0.0255	-0.0273	-0.0283	-0.0285	-0.0290
C80R5LS1#15	-0.0016	-0.0036	-0.0072	-0.0117	-0.0162	-0.0189	-0.0220	-0.0235	-0.0255	-0.0264	-0.0271	-0.0273
C80R15LS2#5	-0.0013	-0.0045	-0.0096	-0.0165	-0.0215	-0.0237	-0.0265	-0.0290	-0.0314	-0.0325	-0.0330	-0.0335
C80R10LS2#10	-0.0020	-0.0052	-0.0100	-0.0170	-0.0220	-0.0245	-0.0275	-0.0300	-0.0327	-0.0339	-0.0344	-0.0350
C80R5LS2#15	-0.0026	-0.0060	-0.0110	-0.0180	-0.0230	-0.0260	-0.0290	-0.0310	-0.0343	-0.0356	-0.0361	-0.0370

ตารางที่ ๑.1 (ต่อ)
การหดตัวของแบบแห้งของมอร์ตาร์แทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1
ด้วยเถ้าแกลบบดและผงหินปูน

ส่วนผสม	อายุ (วัน)											
	1	3	7	14	21	28	42	56	90	120	150	180
C70R25LS1#5	-0.0015	-0.0053	-0.0110	-0.0170	-0.0220	-0.0260	-0.0298	-0.0310	-0.0343	-0.0349	-0.0353	-0.0359
C70R20LS1#10	-0.0011	-0.0045	-0.0096	-0.0157	-0.0210	-0.0245	-0.0280	-0.0300	-0.0330	-0.0336	-0.0339	-0.0343
C70R15LS1#15	-0.0010	-0.0039	-0.0088	-0.0143	-0.0190	-0.0230	-0.0270	-0.0285	-0.0310	-0.0319	-0.0322	-0.0325
C70R25LS2#5	-0.0025	-0.0060	-0.0130	-0.0205	-0.0245	-0.0280	-0.0310	-0.0335	-0.0356	-0.0372	-0.0376	-0.0380
C70R20LS2#10	-0.0030	-0.0070	-0.0140	-0.0213	-0.0260	-0.0290	-0.0330	-0.0350	-0.0367	-0.0384	-0.0388	-0.0390
C70R15LS2#15	-0.0035	-0.0080	-0.0145	-0.0230	-0.0270	-0.0300	-0.0345	-0.0360	-0.0382	-0.0399	-0.0404	-0.0410
C60R35LS1#5	-0.0028	-0.0057	-0.0120	-0.0205	-0.0250	-0.0285	-0.0315	-0.0329	-0.0362	-0.0373	-0.0382	-0.0390
C60R30LS1#10	-0.0025	-0.0052	-0.0110	-0.0190	-0.0235	-0.0270	-0.0298	-0.0313	-0.0344	-0.0356	-0.0366	-0.0373
C60R25LS1#15	-0.0020	-0.0045	-0.0100	-0.0170	-0.0210	-0.0250	-0.0280	-0.0296	-0.0324	-0.0338	-0.0346	-0.0355
C60R35LS2#5	-0.0035	-0.0065	-0.0130	-0.0210	-0.0259	-0.0297	-0.0340	-0.0358	-0.0370	-0.0385	-0.0391	-0.0395
C60R30LS2#10	-0.0038	-0.0070	-0.0140	-0.0227	-0.0275	-0.0310	-0.0350	-0.0374	-0.0393	-0.0403	-0.0411	-0.0412
C60R25LS2#15	-0.0045	-0.0082	-0.0154	-0.0240	-0.0285	-0.0330	-0.0360	-0.0390	-0.0415	-0.0421	-0.0430	-0.0431

ภาคผนวก ข

ผลการทดสอบการหดตัวของแบบอโตจีเนียส (ร้อยละ)

ตารางที่ ข.1

การหดตัวของแบบอโตจีเนียสของมอร์ตาร์แทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1

ด้วยแก้วเกลบดและผงหินปูน

ส่วนผสม	อายุ (วัน)											
	1	3	7	14	21	28	42	56	90	120	150	180
C100	-0.0032	-0.0058	-0.0093	-0.0138	-0.0166	-0.0190	-0.0222	-0.0241	-0.0256	-0.0263	-0.0269	-0.0270
C80R20	-0.0021	-0.0046	-0.0078	-0.0113	-0.0141	-0.0165	-0.0198	-0.0218	-0.0233	-0.0238	-0.0240	-0.0244
C70R30	-0.0020	-0.0037	-0.0065	-0.0098	-0.0124	-0.0148	-0.0180	-0.0197	-0.0208	-0.0213	-0.0215	-0.0220
C60R40	-0.0014	-0.0030	-0.0055	-0.0086	-0.0110	-0.0130	-0.0160	-0.0178	-0.0192	-0.0194	-0.0198	-0.0200
C80R15LS1#5	-0.0016	-0.0043	-0.0077	-0.0115	-0.0143	-0.0166	-0.0198	-0.0216	-0.0235	-0.0240	-0.0246	-0.0250
C80R10LS1#10	-0.0023	-0.0051	-0.0085	-0.0123	-0.0154	-0.0180	-0.0210	-0.0228	-0.0245	-0.0251	-0.0258	-0.0260
C80R5LS1#15	-0.0019	-0.0049	-0.0081	-0.0118	-0.0148	-0.0171	-0.0202	-0.0221	-0.0239	-0.0246	-0.0251	-0.0255
C80R15LS2#5	-0.0019	-0.0041	-0.0071	-0.0106	-0.0135	-0.0156	-0.0186	-0.0206	-0.0225	-0.0227	-0.0230	-0.0233
C80R10LS2#10	-0.0018	-0.0037	-0.0066	-0.0102	-0.0128	-0.0151	-0.0178	-0.0199	-0.0216	-0.0219	-0.0221	-0.0223
C80R5LS2#15	-0.0014	-0.0033	-0.0059	-0.0096	-0.0121	-0.0141	-0.0168	-0.0189	-0.0200	-0.0203	-0.0207	-0.0210

ตารางที่ ข.1 (ต่อ)
การหดตัวของบ่อคอคิวเนียงของมอร์ตาร์แทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1
ด้วยเถ้าแกลบบดและผงหินปูน

ส่วนผสม	อายุ (วัน)											
	1	3	7	14	21	28	42	56	90	120	150	180
C70R25LS1#5	-0.0020	-0.0039	-0.0067	-0.0100	-0.0130	-0.0154	-0.0183	-0.0205	-0.0221	-0.0227	-0.0229	-0.0230
C70R20LS1#10	-0.0029	-0.0048	-0.0075	-0.0110	-0.0140	-0.0163	-0.0196	-0.0217	-0.0237	-0.0243	-0.0245	-0.0247
C70R15LS1#15	-0.0024	-0.0043	-0.0071	-0.0104	-0.0136	-0.0159	-0.0189	-0.0211	-0.0229	-0.0234	-0.0237	-0.0239
C70R25LS2#5	-0.0018	-0.0033	-0.0060	-0.0091	-0.0116	-0.0142	-0.0174	-0.0193	-0.0204	-0.0209	-0.0210	-0.0214
C70R20LS2#10	-0.0012	-0.0027	-0.0051	-0.0084	-0.0109	-0.0132	-0.0165	-0.0183	-0.0195	-0.0195	-0.0197	-0.0201
C70R15LS2#15	-0.0008	-0.0024	-0.0047	-0.0079	-0.0101	-0.0126	-0.0156	-0.0169	-0.0181	-0.0185	-0.0187	-0.0189
C60R35LS1#5	-0.0015	-0.0034	-0.0058	-0.0092	-0.0117	-0.0137	-0.0171	-0.0188	-0.0205	-0.0210	-0.0212	-0.0212
C60R30LS1#10	-0.0017	-0.0044	-0.0072	-0.0109	-0.0139	-0.0164	-0.0193	-0.0207	-0.0226	-0.0230	-0.0235	-0.0237
C60R25LS1#15	-0.0016	-0.0036	-0.0066	-0.0101	-0.0128	-0.0149	-0.0181	-0.0196	-0.0216	-0.0220	-0.0222	-0.0226
C60R35LS2#5	-0.0013	-0.0028	-0.0050	-0.0078	-0.0103	-0.0126	-0.0156	-0.0169	-0.0183	-0.0186	-0.0189	-0.0190
C60R30LS2#10	-0.0012	-0.0023	-0.0043	-0.0070	-0.0093	-0.0115	-0.0144	-0.0163	-0.0174	-0.0178	-0.0181	-0.0180
C60R25LS2#15	-0.0009	-0.0020	-0.0039	-0.0062	-0.0087	-0.0109	-0.0139	-0.0151	-0.0162	-0.0166	-0.0169	-0.0172

ภาคผนวก ก

ผลการทดสอบการขยายตัวเนื่องจากสารละลายซัลเฟต (ร้อยละ)

ตารางที่ ก.1

การขยายตัวเนื่องจากสารละลายโซเดียมซัลเฟตของมอร์ตาร์
แทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ด้วยเถ้าแกลบบดและผงหินปูน

ส่วนผสม	อายุ (วัน)										
	7	14	28	42	56	70	90	106	120	150	180
C100	0.0050	0.0100	0.0170	0.0230	0.0290	0.0391	0.0574	0.0691	0.0770	0.0893	0.0960
C80R20	0.0016	0.0031	0.0060	0.0086	0.0115	0.0142	0.0195	0.0224	0.0247	0.0277	0.0320
C70R30	0.0012	0.0022	0.0043	0.0063	0.0086	0.0112	0.0158	0.0178	0.0195	0.0211	0.0237
C60R40	0.0028	0.0070	0.0113	0.0150	0.0190	0.0270	0.0340	0.0380	0.0410	0.0457	0.0496
C80R15LS1#5	0.0018	0.0034	0.0062	0.0088	0.0123	0.0171	0.0224	0.0250	0.0274	0.0300	0.0333
C80R10LS1#10	0.0025	0.0039	0.0068	0.0114	0.0156	0.0206	0.0268	0.0296	0.0320	0.0340	0.0373
C80R5LS1#15	0.0028	0.0042	0.0072	0.0132	0.0171	0.0221	0.0280	0.0316	0.0353	0.0389	0.0419
C80R15LS2#5	0.0018	0.0034	0.0074	0.0102	0.0158	0.0220	0.0279	0.0318	0.0341	0.0382	0.0410
C80R10LS2#10	0.0023	0.0040	0.0080	0.0110	0.0170	0.0249	0.0315	0.0361	0.0387	0.0433	0.0466
C80R5LS2#15	0.0026	0.0044	0.0088	0.0121	0.0187	0.0275	0.0348	0.0394	0.0423	0.0482	0.0512

ตารางที่ ญ.1 (ต่อ)
 การขยายตัวเนื่องจากสารละลายโซเดียมซัลเฟตของมอร์ตาร์
 แทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ด้วยเถ้าแกลบบดและผงหินปูน

ส่วนผสม	อายุ (วัน)										
	7	14	28	42	56	70	90	106	120	150	180
C70R25LS1#5	0.0009	0.0014	0.0036	0.0054	0.0081	0.0108	0.0130	0.0160	0.0180	0.0196	0.0216
C70R20LS1#10	0.0010	0.0017	0.0040	0.0060	0.0090	0.0120	0.0160	0.0186	0.0212	0.0248	0.0270
C70R15LS1#15	0.0011	0.0020	0.0044	0.0066	0.0099	0.0132	0.0180	0.0219	0.0253	0.0291	0.0314
C70R25LS2#5	0.0017	0.0026	0.0061	0.0098	0.0130	0.0166	0.0205	0.0238	0.0252	0.0296	0.0325
C70R20LS2#10	0.0020	0.0032	0.0070	0.0111	0.0153	0.0197	0.0241	0.0273	0.0290	0.0340	0.0381
C70R15LS2#15	0.0022	0.0037	0.0082	0.0130	0.0172	0.0217	0.0273	0.0306	0.0332	0.0387	0.0446
C60R35LS1#5	0.0026	0.0043	0.0077	0.0095	0.0120	0.0181	0.0232	0.0258	0.0275	0.0314	0.0343
C60R30LS1#10	0.0030	0.0050	0.0090	0.0110	0.0140	0.0210	0.0270	0.0300	0.0320	0.0360	0.0400
C60R25LS1#15	0.0033	0.0055	0.0099	0.0121	0.0154	0.0231	0.0297	0.0330	0.0352	0.0395	0.0441
C60R35LS2#5	0.0036	0.0081	0.0135	0.0171	0.0207	0.0288	0.0387	0.0441	0.0486	0.0531	0.0557
C60R30LS2#10	0.0040	0.0090	0.0150	0.0190	0.0230	0.0320	0.0430	0.0490	0.0540	0.0583	0.0635
C60R25LS2#15	0.0044	0.0099	0.0165	0.0209	0.0253	0.0352	0.0473	0.0539	0.0594	0.0655	0.0721

ตารางที่ ๓.๒

การขยายตัวเนื่องจากสารละลายแมกนีเซียมซัลเฟตของมอร์ตาร์
แทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ด้วยเถ้าแกลบบดและผงหินปูน

ส่วนผสม	อายุ (วัน)										
	7	14	28	42	56	70	90	106	120	150	180
C100	0.0030	0.0060	0.0130	0.0204	0.0263	0.0309	0.0359	0.0398	0.0428	0.0480	0.0507
C80R20	0.0010	0.0020	0.0039	0.0080	0.0110	0.0130	0.0150	0.0165	0.0170	0.0190	0.0200
C70R30	0.0013	0.0026	0.0058	0.0112	0.0138	0.0168	0.0191	0.0204	0.0211	0.0234	0.0240
C60R40	0.0021	0.0040	0.0089	0.0151	0.0191	0.0227	0.0253	0.0273	0.0286	0.0303	0.0310
C80R15LS1#5	0.0013	0.0027	0.0052	0.0098	0.0135	0.0162	0.0189	0.0204	0.0212	0.0225	0.0243
C80R10LS1#10	0.0017	0.0033	0.0060	0.0109	0.0150	0.0180	0.0210	0.0227	0.0235	0.0259	0.0272
C80R5LS1#15	0.0020	0.0038	0.0071	0.0118	0.0165	0.0198	0.0231	0.0250	0.0259	0.0286	0.0305
C80R15LS2#5	0.0026	0.0045	0.0090	0.0126	0.0162	0.0198	0.0225	0.0248	0.0261	0.0279	0.0295
C80R10LS2#10	0.0030	0.0050	0.0100	0.0140	0.0180	0.0220	0.0250	0.0276	0.0290	0.0310	0.0334
C80R5LS2#15	0.0033	0.0055	0.0110	0.0154	0.0198	0.0242	0.0275	0.0304	0.0319	0.0341	0.0364

ตารางที่ ญ.2 (ต่อ)

การขยายตัวเนื่องจากสารละลายแมกนีเซียมซัลเฟตของมอร์ต้าร์
แทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ด้วยเถ้าแกลบบดและผงหินปูน

ส่วนผสม	อายุ (วัน)										
	7	14	28	42	56	70	90	106	120	150	180
C70R25LS1#5	0.0009	0.0018	0.0041	0.0059	0.0072	0.0090	0.0108	0.0117	0.0122	0.0135	0.0152
C70R20LS1#10	0.0010	0.0020	0.0047	0.0065	0.0080	0.0113	0.0126	0.0146	0.0149	0.0168	0.0185
C70R15LS1#15	0.0011	0.0022	0.0053	0.0091	0.0110	0.0139	0.0152	0.0172	0.0185	0.0207	0.0224
C70R25LS2#5	0.0018	0.0036	0.0070	0.0099	0.0126	0.0153	0.0180	0.0203	0.0216	0.0225	0.0235
C70R20LS2#10	0.0020	0.0040	0.0078	0.0110	0.0140	0.0170	0.0200	0.0225	0.0240	0.0250	0.0274
C70R15LS2#15	0.0022	0.0044	0.0086	0.0121	0.0154	0.0187	0.0220	0.0248	0.0264	0.0275	0.0303
C60R35LS1#5	0.0027	0.0054	0.0099	0.0135	0.0158	0.0171	0.0180	0.0189	0.0198	0.0207	0.0228
C60R30LS1#10	0.0030	0.0060	0.0110	0.0150	0.0175	0.0190	0.0200	0.0210	0.0220	0.0230	0.0253
C60R25LS1#15	0.0033	0.0066	0.0121	0.0165	0.0193	0.0209	0.0220	0.0231	0.0242	0.0269	0.0285
C60R35LS2#5	0.0036	0.0068	0.0144	0.0180	0.0211	0.0234	0.0261	0.0288	0.0302	0.0324	0.0345
C60R30LS2#10	0.0045	0.0084	0.0160	0.0200	0.0234	0.0260	0.0290	0.0320	0.0335	0.0360	0.0393
C60R25LS2#15	0.0053	0.0099	0.0176	0.0220	0.0257	0.0300	0.0345	0.0393	0.0409	0.0448	0.0483

ภาคผนวก ก

ผลการทดสอบการสูญเสียกำลังอัดเนื่องจากสารละลายซัลเฟต (ร้อยละ)

ตารางที่ ก.1

การสูญเสียกำลังอัดเนื่องจากสารละลายโซเดียมซัลเฟตของมอร์ต้าร์
แทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ด้วยเถ้าแกลบบดและผงหินปูน

ส่วนผสม	อายุ (วัน)										
	7	14	28	42	56	70	90	106	120	150	180
C100	3.48	5.00	7.00	9.00	12.00	17.00	23.00	28.00	31.00	38.00	41.00
C80R20	1.33	2.50	3.90	5.30	7.00	10.00	14.50	17.00	18.50	21.80	25.00
C70R30	1.07	2.25	3.51	4.77	6.30	9.00	13.05	15.30	16.65	19.80	23.00
C60R40	1.56	3.00	4.50	5.80	7.80	12.00	17.00	21.00	24.00	28.00	31.00
C80R15LS1#5	1.61	2.85	4.28	5.70	7.60	11.40	16.15	18.53	20.43	22.80	25.00
C80R10LS1#10	1.91	3.20	4.50	6.00	8.00	12.00	17.00	19.50	21.50	24.00	27.30
C80R5LS1#15	2.22	4.00	5.50	7.00	9.00	13.20	18.70	21.45	23.65	26.40	29.30
C80R15LS2#5	2.32	3.60	5.40	7.20	9.00	12.60	16.20	18.90	20.70	24.30	27.70
C80R10LS2#10	2.84	4.00	6.00	8.00	10.00	14.00	18.00	21.00	23.00	26.00	29.90
C80R5LS2#15	3.10	4.40	6.60	8.80	11.00	15.40	19.80	22.60	24.50	28.40	32.20

ตารางที่ ฎ.1 (ต่อ)

การสูญเสียกำลังอัดเนื่องจากสารละลายโซเดียมซัลเฟตของมอร์ตาร์
แทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ด้วยเถ้าแกลบบดและผงหินปูน

ส่วนผสม	อายุ (วัน)										
	7	14	28	42	56	70	90	106	120	150	180
C70R25LS1#5	1.58	2.77	3.85	5.13	6.84	10.26	14.54	16.67	18.38	20.52	23.40
C70R20LS1#10	2.02	3.02	4.05	5.40	7.20	10.80	15.30	17.55	19.35	21.60	25.30
C70R15LS1#15	2.36	3.65	4.66	6.21	7.92	11.88	16.83	19.31	21.29	23.76	27.10
C70R25LS2#5	1.85	3.35	5.02	6.70	8.37	11.72	15.07	17.58	19.25	21.76	25.20
C70R20LS2#10	2.29	3.60	5.40	7.20	9.00	12.60	16.20	18.90	20.70	23.40	26.90
C70R15LS2#15	2.59	3.96	5.94	7.92	9.90	13.86	17.82	20.79	22.77	25.74	29.20
C60R35LS1#5	1.51	2.90	4.35	5.76	7.75	11.59	16.42	20.29	23.18	27.05	29.70
C60R30LS1#10	1.85	3.15	4.73	6.26	8.42	12.60	17.85	22.05	25.20	29.40	32.10
C60R25LS1#15	2.19	3.78	5.67	7.20	9.35	13.23	18.74	23.15	26.46	30.87	34.40
C60R35LS2#5	1.63	3.14	4.70	6.06	8.15	12.54	17.77	21.95	25.08	29.26	32.20
C60R30LS2#10	2.07	3.30	4.95	6.38	8.58	13.20	18.70	23.10	26.40	30.80	34.80
C60R25LS2#15	2.39	3.63	5.45	7.02	9.44	14.52	20.57	25.41	29.04	33.88	37.50

ตารางที่ ๒.2

การสูญเสียกำลังอัดเนื่องจากสารละลายแมกนีเซียมซัลเฟตของมอร์ตาร์
แทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ด้วยเถ้าแกลบบดและผงหินปูน

ส่วนผสม	อายุ (วัน)										
	7	14	28	42	56	70	90	106	120	150	180
C100	5.80	7.25	10.15	13.05	17.40	24.65	32.20	37.00	40.00	45.00	49.00
C80R20	2.86	5.47	8.50	11.40	15.05	21.50	30.45	35.70	38.85	43.50	47.00
C70R30	3.46	6.23	9.35	12.53	16.56	23.65	33.50	39.27	42.74	47.85	51.00
C60R40	4.12	6.93	11.00	15.00	19.00	26.00	34.71	40.70	44.29	50.46	53.90
C80R15LS1#5	4.29	6.50	8.30	10.82	13.78	20.39	29.07	33.78	37.93	42.35	45.00
C80R10LS1#10	4.00	6.20	8.00	10.50	13.12	19.80	28.22	32.18	36.12	41.52	44.00
C80R5LS1#15	3.55	5.60	7.50	10.08	12.33	19.01	27.09	30.89	34.68	39.86	43.00
C80R15LS2#5	4.07	6.52	9.41	15.40	19.25	26.95	34.65	40.43	44.28	50.05	54.70
C80R10LS2#10	5.00	7.50	10.50	14.00	17.50	24.50	31.50	36.75	40.25	45.50	49.00
C80R5LS2#15	3.72	7.00	11.03	14.70	18.38	25.73	33.08	38.59	42.26	47.78	52.10

ตารางที่ ฎ.2 (ต่อ)

การสูญเสียกำลังอัดเนื่องจากสารละลายแมกนีเซียมซัลเฟตของมอร์ตาร์
แทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ด้วยเถ้าแกลบบดและผงหินปูน

ส่วนผสม	อายุ (วัน)										
	7	14	28	42	56	70	90	106	120	150	180
C70R25LS1#5	4.18	6.77	8.98	11.47	15.42	22.24	31.70	36.14	40.57	46.64	50.20
C70R20LS1#10	3.78	6.51	8.40	11.03	14.83	21.38	30.48	34.75	39.01	44.84	46.00
C70R15LS1#15	3.15	5.83	7.95	10.58	14.23	20.53	29.26	33.36	37.45	43.05	47.00
C70R25LS2#5	5.26	8.39	11.94	16.03	20.04	28.05	36.06	41.00	44.90	50.90	54.90
C70R20LS2#10	5.03	8.03	11.24	14.98	18.73	26.22	33.71	39.32	43.07	49.60	53.00
C70R15LS2#15	5.61	8.83	12.40	17.20	21.10	28.80	37.70	43.30	46.70	53.80	57.20
C60R35LS1#5	3.45	6.51	9.39	12.33	16.22	23.25	33.14	39.50	43.80	50.10	53.40
C60R30LS1#10	3.08	6.16	9.12	11.10	14.20	20.50	30.10	35.60	39.60	46.70	50.00
C60R25LS1#15	3.85	6.79	9.59	12.10	15.30	22.50	31.80	37.90	41.40	47.50	51.60
C60R35LS2#5	4.94	8.49	12.70	16.93	21.17	29.64	38.10	44.45	48.69	54.40	59.00
C60R30LS2#10	4.59	7.88	11.76	15.68	19.60	27.44	35.28	41.16	45.08	51.40	55.50
C60R25LS2#15	5.20	8.65	12.11	16.15	20.19	28.26	36.34	42.39	46.43	53.00	57.10

ภาคผนวก ฐ

ภาพประกอบการทำวิจัย



ภาพที่ ฐ.1

วัสดุผงประกอบด้วยเถ้าแกลบบด และผงหินปูน



ภาพที่ ฐ.2
เครื่องทดสอบหาขนาดคละของทราย



ภาพที่ ฐ.3
เครื่องทดสอบการไหลแผ่



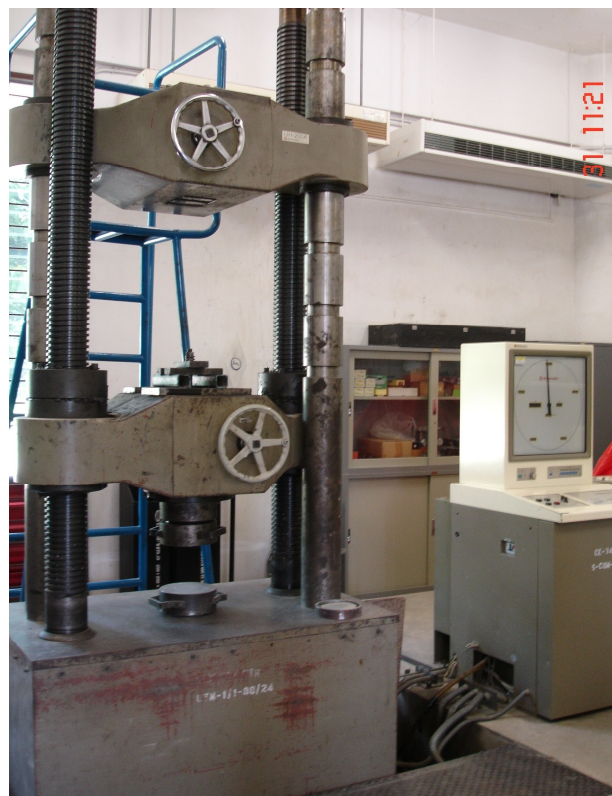
ภาพที่ ฐ.4
เครื่องผสมมอร์ต้าร์



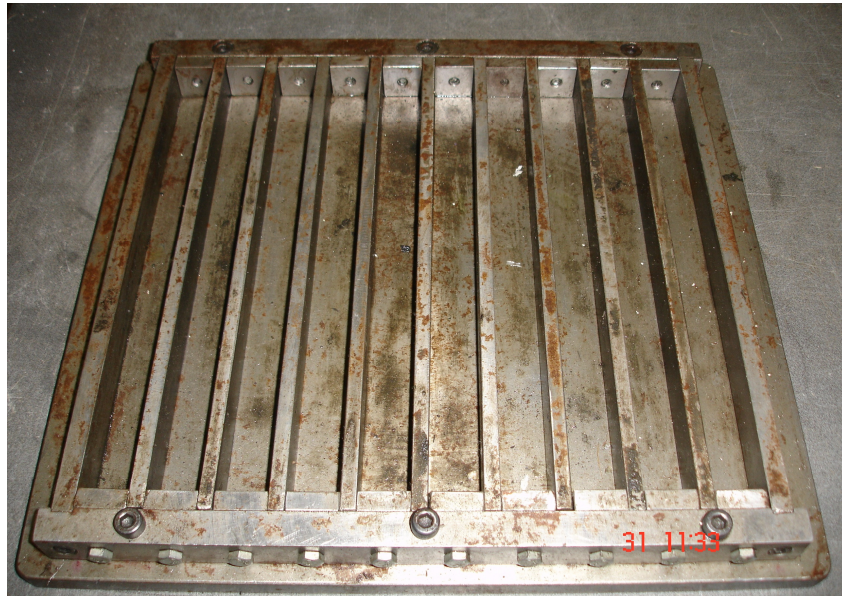
ภาพที่ ฐ.4
เครื่องชั่งน้ำหนัก



ภาพที่ 5
เครื่องปั๊มความชื้น



ภาพที่ 6
เครื่องทดสอบแรงดึงและแรงกด UTM (Universal Testing Machine)



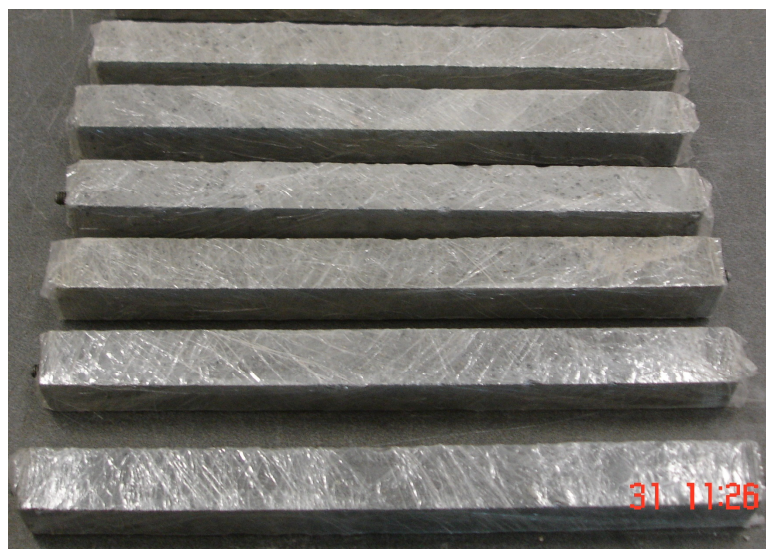
ภาพที่ ๗.๗
แบบหล่อการยัดหัดตัวขนาด 25x25x285 mm.



ภาพที่ ๗.๘
แบบหล่อมอร์ตี่ำรขนาด 50x50x50 mm.



ภาพที่ ส.9
ตัวอย่างมอร์ต้าร์ทดสอบการหดตัวแบบแห้ง



ภาพที่ ส.10
ตัวอย่างมอร์ต้าร์ทดสอบการหดตัวแบบอโดจีเนียส



ภาพที่ ฐ.11

ถังป่มตัวอย่างมอร์ต้าร์ในสารละลายซัลเฟต