

## รายการอ้างอิง

### ภาษาไทย

- ชยรัตน์ พรหมสร. 2541. การวิเคราะห์หาคุณสมบัติพื้นฐานทางวิศวกรรมของวัสดุงานทางโดยวิธี INDIRECT TENSILE TEST เพื่อใช้ออกแบบโครงสร้างถนนเชิงวิเคราะห์. รายงานฉบับที่ วพ. 167 ศูนย์วิจัยและพัฒนางานทาง กรมทางหลวง.
- ชยรัตน์ พรหมสร. 2542. Superpave Gyrotory Compactor : ทางเลือกใหม่ในการออกแบบส่วนผสม และควบคุมคุณภาพในระหว่างการก่อสร้างผิวถนนแอสฟัลต์คอนกรีตที่ต้องการคุณภาพในการใช้งาน. บทความทางวิชาการ การสัมมนาเจ้าหน้าที่วิเคราะห์และวิจัย กรมทางหลวง ประจำปีงบประมาณ 2543 : 91-100.

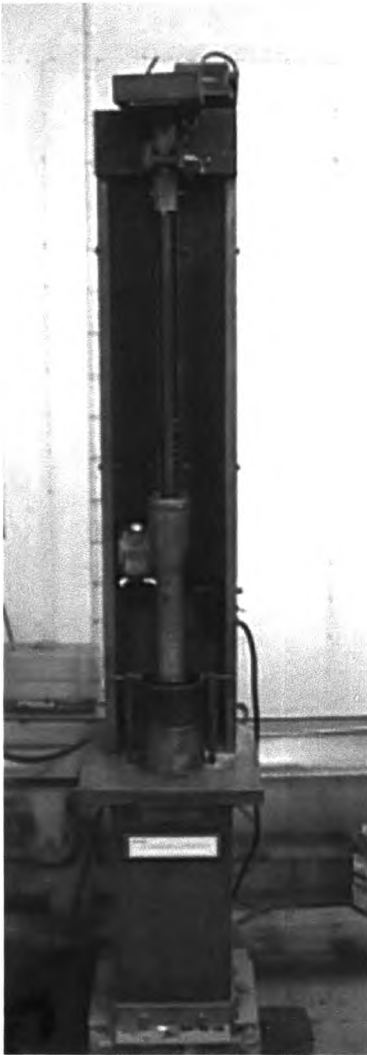
### ภาษาอังกฤษ

- Anderson,R.M., Bosley,R.D., and Creamer,P.A. 1995. Quality Management of HMA Construction Using Superpave Equipment : A Case Study. Transportation Research Record Vol.1513 : 18-24.
- Asphalt Institute. 1996. Superpave Mix Design. Superpave Series No.2(SP-2). U.S.A.
- Atkins,N.H. 1997. Highway Materials,Soils and Concretes. 3<sup>rd</sup> ed. U.S.A.: A Prentice-Hall.
- Barksdale,R.D., Alba,J., Khosla,N.P., Kim,R., Lambe,P.C., and Rahman,M.S. 1997. Laboratory Determination of Resilient Modulus for Flexible Pavement Design : Final Report. NCHRP Web Document 14.
- Butcher,M. 1998. Determining Gyrotory Compaction Characteristics Using Servopac Gyrotory Compactor. Transportation Research Record Vol.1630 : 89-97.
- Habib,A., Hossain,M., Kaldate,R., and Fager,G.A. 1998. Comparison of Superpave and Marshall mixtures for low-volume roads and shoulders. Transportation Research Record Vol.1609 : 44-50.
- Hafez,I.H.,and Witzcak,M.W. 1995. Comparison of Marshall and Superpave Level I Mix Design for Asphalt Mixes. Transportation Research Record Vol.1492 : 161-175.
- Harman,T.P., Angelo,J.D., and Bukowski,J.R. 1995. Evaluation of SUPERPAVE Gyrotory Compactor in the Field Management of Asphalt Mixes : Four Simulation Studies. Transportation Research Record Vol.1513 : 1-8.

- Kuennen,T. 1998. Superpave 'restricted zone' now enters 'twilight zone'.  
[http://www.expresswaysonline.com/news\\_superpave.htm](http://www.expresswaysonline.com/news_superpave.htm)
- Livneh,M., 1990,June. Asphalt Mix Design for Hot Climate Regions. Australian Road Research  
Vol.20 No.2 :54-76.
- Roberts,F.L., Kandhal,P.S., Brown,E.R., Lee,D., and Kennedy,T.W.1996. Hot Mix Asphalt  
Materials,Mixture Design,and Construction. 2<sup>nd</sup> ed. U.S.A.
- Sebaaly,P.E., Ridolfi,D., Gangavaram,R.S., and Epps,J.A. 1997. Selecting Most Desirable Hot-  
Mix Asphalt Mixtures. Transportation Research Record Vol.1590 : 99-107.
- Solaimanian, M. 1996. Superpave Mix Design. [http://www.utexas.edu/research/superpave/mix/  
index.html](http://www.utexas.edu/research/superpave/mix/index.html)
- Solaimanian, M. 1996. The Superpave Gyrotory Compactor. [http://www.utexas.edu/research/  
superpave/mix/gyrate.html](http://www.utexas.edu/research/superpave/mix/gyrate.html)
- Sousa,J.B., Way,G., Harvey,J.T., and Hines,M. 1995. Comparison of Mix Design Concept.  
Transportation Research Record Vol.1492 : 151-160.
- Thailand. Ministry of Transportation and Communications. Department of Highways. 2000.  
UTM-5P Universal Testing Machine : General Manual.
- Vavrik,W.R., and Carpenter,S.H. 1998. Calculating Air Voids at Specified Number of Gyration  
in Superpave Gyrotory Compactor. Transportation Research Record Vol.1630 : 117-125.
- Watson,D.E., Johnson,A., and Jared,D. 1997. The Superpave Gradation Restricted Zone and  
Performance Testing with the Georgia Loaded Wheel Tester. Transportation Research  
Record Vol.1583 : 106-111.

ภาคผนวก

## ภาคผนวก ก



รูปที่ ก-1 เครื่องบดอัด



รูปที่ ก-2 เครื่องผสมส่วนผสม



รูปที่ ก-3 แบบหล่อและตัวอย่างที่ได้



รูปที่ ก-4 เครื่องทดสอบเสถียรภาพและการไหล

รูปที่ ก เครื่องมือ อุปกรณ์และตัวอย่าง ในการออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตตามวิธีมาร์แชล

Chulalongkorn University, Department of Civil Engineering

Hot-Mix Design Data by Marshall Method

Project description: ขนาดกะหล่น Restricted zone (Gradation # 1)

Pen Grade AC: AC 60-70

Specific Gravity AC (Gac) : 1.031

Design Traffic: Medium

Avg Bulk Sp. Gr. Total Agg (Gag): 2.62

Avg Effective Sp. Gr. Total Agg (Gse):2.64

Maximum Specific Gravity of Mixture@6%AC :2.428

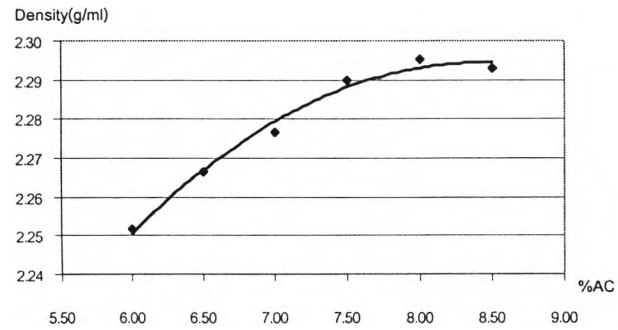
%Asphalt absorption (x) :0.34

No.	%AC by wgt of Agg	%AC by wgt of Mix	%eff AC by wgt of mix	Spec. Height (cm)	Mass (grams)			Bulk Vol. CC.	Density (g/ml)	%Volume AC	%Volume aggregate	%VMA	%Air Void	%VFB	Max sp.gr	Stability (N)				Flow	
					In Air	Sat.Surface Dry in Air	In water									Read (ขีด)	Measured	factor	Adjusted	Reading	ค่าที่ได้ (0.25mm)
1	6.00	5.66	5.02	6.78	1259.3	1261.2	702.2	559.0	2.25	10.97	81.12	19.18	7.22	62.37	2.428	70	9000	0.91	8190	95	9.5
2	6.00	5.66	5.02	6.75	1258.9	1260.7	701.2	559.5	2.25	10.95	81.02	19.27	7.33	61.97		70	9000	0.91	8190	80	8.0
3	6.00	5.66	5.02	6.66	1257.2	1259.2	701.0	558.2	2.25	10.96	81.10	19.19	7.24	62.29		66	8000	0.93	7440	102	10.2
Avg	6.00								2.25				7.26	62.21					7940		9.2
4	6.50	6.10	5.41	6.91	1271.0	1273.0	712.4	560.6	2.27	11.90	81.25	19.09	6.03	68.42	2.413	75	10000	0.87	8700	115	11.5
5	6.50	6.10	5.41	6.87	1268.5	1270.2	710.4	559.8	2.27	11.89	81.21	19.13	6.08	68.23		70	9000	0.88	7920	120	12.0
6	6.50	6.10	5.41	6.88	1268.7	1270.4	710.5	559.9	2.27	11.89	81.21	19.14	6.08	68.22		80	10000	0.88	8800	100	10.0
Avg	6.50								2.27				6.06	68.29					8473		11.2
7	7.00	6.54	5.80	6.87	1273.6	1275.1	715.7	559.4	2.28	12.80	81.21	19.18	5.04	73.72	2.398	75	10000	0.88	8800	120	12.0
8	7.00	6.54	5.80	6.91	1275.9	1277.4	717.2	560.2	2.28	12.80	81.24	19.15	5.01	73.86		65	8000	0.87	6960	140	14.0
9	7.00	6.54	5.80	6.79	1272.8	1274.6	715.4	559.2	2.28	12.80	81.19	19.21	5.07	73.61		85	11000	0.91	10010	131	13.1
Avg	7.00								2.28				5.04	73.73					8590		13.0

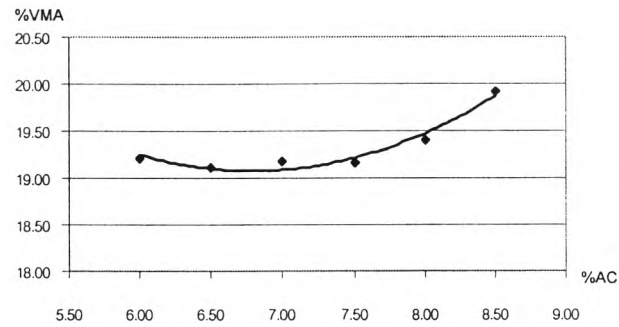
(ต่อ)

No.	%AC by wgt of Agg	%AC by wgt of Mix	%eff AC by wgt of mix	Spec. Height (cm)	Mass (grams)			Bulk Vol. CC.	Density (g/ml)	%Volume AC	%Volume aggregate	%VMA	%Air Void	%VFB	Max sp.gr	Stability (N)				Flow	
					In Air	Sat.Surface Dry in Air	In water									Read (ซีค)	Measured	factor	Adjusted	Reading	ค่าที่ได้ (0.25mm)
10	7.50	6.98	6.17	6.83	1282.6	1283.7	724.0	559.7	2.29	13.72	81.36	19.09	3.83	79.92	2.383	78	10000	0.89	8900	175	17.5
11	7.50	6.98	6.17	6.78	1280.2	1281.5	722.3	559.2	2.29	13.71	81.28	19.17	3.93	79.52		80	10000	0.91	9100	150	15.0
12	7.50	6.98	6.17	6.75	1280.0	1281.2	721.9	559.3	2.29	13.70	81.26	19.20	3.96	79.38		70	9000	0.91	8190	153	15.3
Avg	7.50								2.29			19.16	3.91	79.61					8730		15.9
13	8.00	7.41	6.54	6.85	1286.6	1287.5	726.6	560.9	2.29	14.56	81.06	19.45	3.16	83.78	2.369	68	8000	0.89	7120	160	16.0
14	8.00	7.41	6.54	6.88	1288.6	1289.6	728.4	561.2	2.30	14.57	81.15	19.37	3.06	84.22		70	9000	0.88	7920	140	14.0
15	8.00	7.41	6.54	6.92	1288.8	1289.7	728.3	561.4	2.30	14.57	81.13	19.39	3.08	84.13		72	9500	0.87	8265	168	16.8
Avg	8.00								2.30			19.40	3.10	84.04					7768		15.6
16	8.50	7.83	6.91	7.00	1294.9	1295.8	731.0	564.8	2.29	15.36	80.65	19.93	2.63	86.83	2.354	65	8000	0.86	6880	185	18.5
17	8.50	7.83	6.91	6.98	1295.2	1296.0	731.5	564.5	2.29	15.37	80.71	19.87	2.55	87.16		70	9000	0.86	7740	165	16.5
18	8.50	7.83	6.91	6.97	1294.8	1295.8	730.8	565.0	2.29	15.35	80.62	19.97	2.67	86.64		60	7500	0.86	6450	192	19.2
Avg	8.50								2.29			19.92	2.61	86.88					7023		18.1

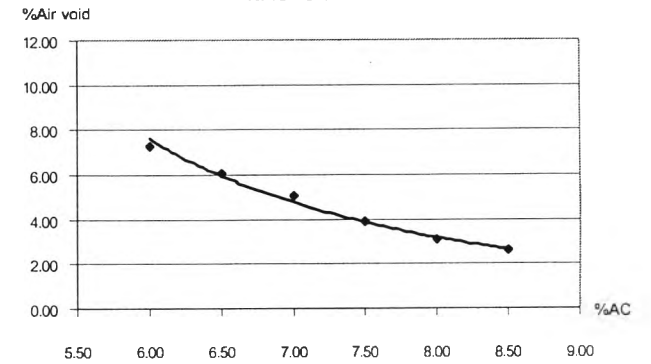
%AC vs Density



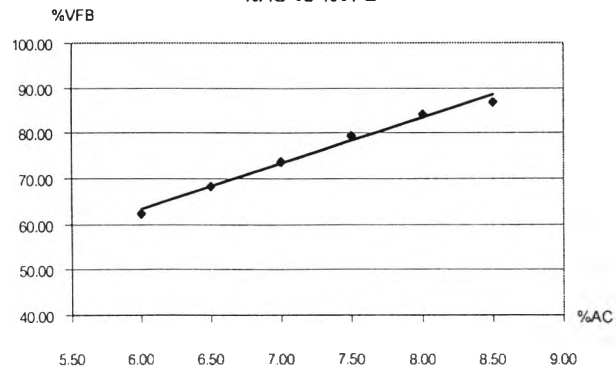
%AC vs %VMA



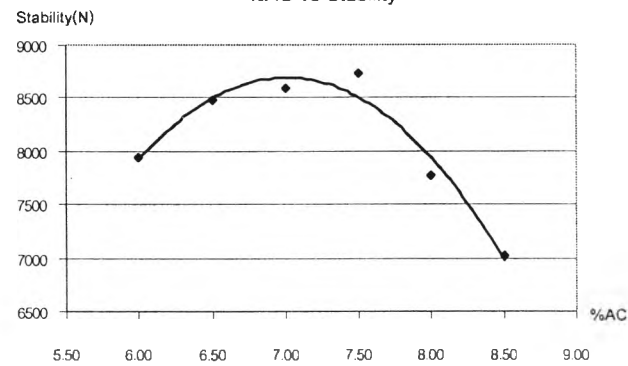
%AC vs %Air void



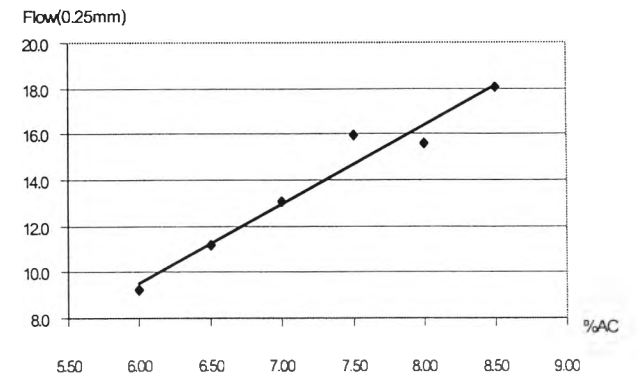
%AC vs %VFB



%AC vs Stability



%AC vs Flow



หมายเหตุ : %AC ที่แสดงเป็นปริมาณแอสฟัลต์ซีเมนต์ร้อยละ โดยน้ำหนักมวลรวม



Chulalongkorn University, Department of Civil Engineering

Hot-Mix Design Data by Marshall Method

Project description: ขนาดกะหล่น Restricted zone (Gradation # 1)

Pen Grade AC: AC 60-70

Specific Gravity AC (Gac) : 1.031

Design Traffic: Heavy

Avg Bulk Sp. Gr. Total Agg (Gag): 2.62

Avg Effective Sp. Gr. Total Agg (Gse):2.64

Maximum Specific Gravity of Mixture@6%AC :2.428

%Asphalt absorption (x) :0.34

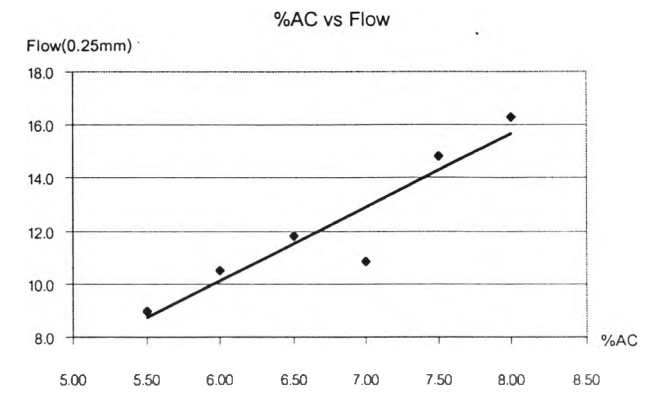
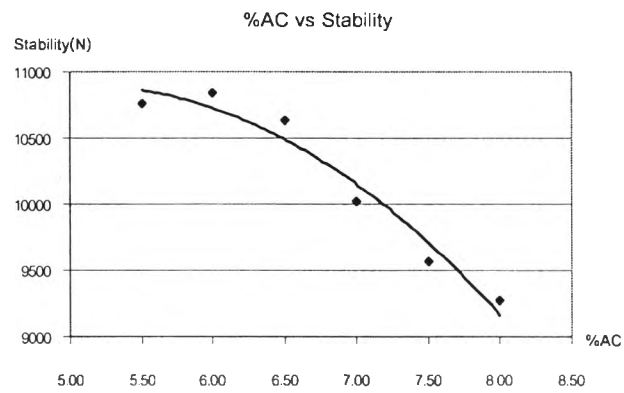
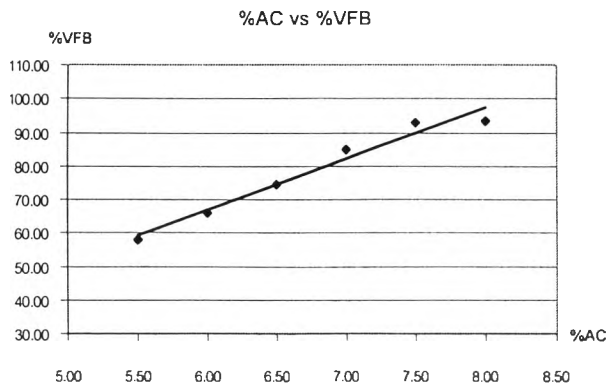
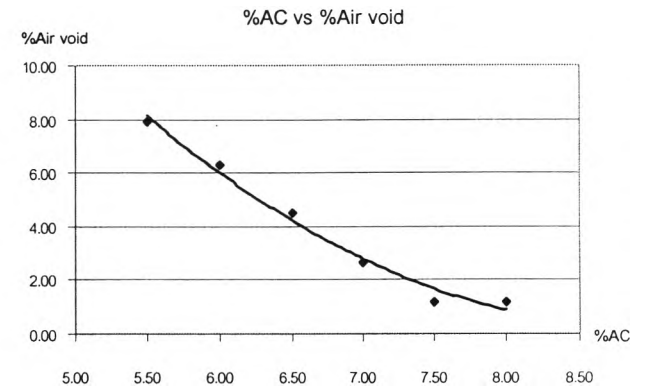
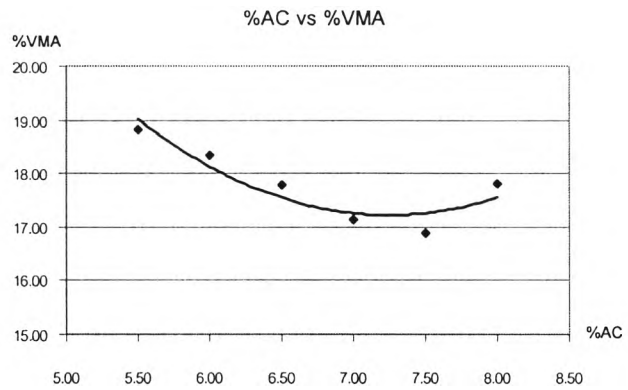
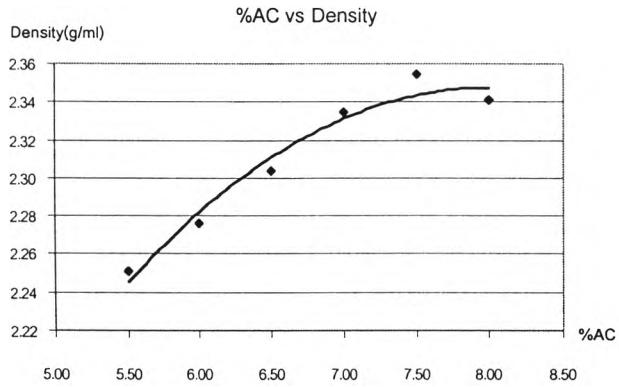
No.	%AC by wgt of Agg	%AC by wgt of Mix	%eff AC by wgt of mix	Spec. Height (cm)	Mass (grams)			Bulk Vol. CC.	Density (g/ml)	%Volume AC	%Volume aggregate	%VMA	%Air Void	%VFB	Max sp.gr	Stability (N)				Flow	
					In Air	Sat.Surface Dry in Air	In water									Read (ขีด)	Measured	factor	Adjusted	Reading	ค่าที่ได้ (0.25mm)
1	5.50	5.21	4.62	6.96	1257.5	1260.3	703.2	557.1	2.26	10.11	81.66	18.58	7.63	58.94	2.444	105	12500	0.86	10750	90	9.0
2	5.50	5.21	4.62	6.85	1250.3	1253.1	697.0	556.1	2.25	10.07	81.34	18.91	7.99	57.72		100	12000	0.89	10680	85	8.5
3	5.50	5.21	4.62	6.83	1250.2	1253.1	697.2	555.9	2.25	10.08	81.36	18.88	7.97	57.80		98	12000	0.89	10680	92	9.2
4	5.50	5.21	4.62	6.90	1255.7	1258.0	700.0	558.0	2.25	10.08	81.41	18.83	7.91	57.99		103	12000	0.88	10560	100	10.0
5	5.50	5.21	4.62	6.67	1249.6	1252.7	696.8	555.9	2.25	10.07	81.32	18.92	8.01	57.66		100	12000	0.93	11160	81	8.1
Avg	5.50								2.25			18.83	7.90	58.02						10766	
6	6.00	5.66	5.02	7.01	1263.3	1265.6	710.4	555.2	2.28	11.08	81.93	18.36	6.28	65.78	2.428	105	12500	0.86	10750	105	10.5
7	6.00	5.66	5.02	6.95	1262.1	1264.5	709.6	554.9	2.27	11.07	81.90	18.40	6.32	65.63		110	13500	0.86	11610	101	10.1
8	6.00	5.66	5.02	6.98	1263.2	1265.5	710.5	555.0	2.28	11.08	81.95	18.34	6.26	65.88		108	13000	0.86	11180	110	11.0
9	6.00	5.66	5.02	7.00	1265.4	1267.5	711.6	555.9	2.28	11.08	81.96	18.33	6.25	65.92		98	12000	0.86	10320	95	9.5
10	6.00	5.66	5.02	6.95	1261.8	1263.6	709.4	554.2	2.28	11.08	81.98	18.31	6.23	66.00		100	12000	0.86	10320	113	11.3
Avg	6.00								2.28			18.35	6.27	65.84						10836	

(ต่อ)

No.	%AC by wgt of Agg	%AC by wgt of Mix	%eff AC by wgt of mix	Spec. Height (cm)	Mass (grams)			Bulk Vol. CC.	Density (g/ml)	%Volume AC	%Volume aggregate	%VMA	%Air Void	%VFB	Max sp.gr	Stability (N)				Flow	
					In Air	Sat.Surface Dry in Air	In water									Read (ขีด)	Measured	factor	Adjusted	Reading	ค่าที่ได้ (0.25mm)
11	6.50	6.10	5.41	6.89	1271.2	1272.5	720.6	551.9	2.30	12.09	82.55	17.80	4.53	74.55	2.413	100	12000	0.88	10560	120	12.0
12	6.50	6.10	5.41	6.96	1273.5	1274.8	722.2	552.6	2.30	12.10	82.59	17.76	4.48	74.77		97	12000	0.86	10320	100	10.0
13	6.50	6.10	5.41	7.02	1274.6	1275.9	722.9	553.0	2.30	12.10	82.60	17.75	4.47	74.83		100	12000	0.86	10320	122	12.2
14	6.50	6.10	5.41	6.89	1272.4	1273.6	721.5	552.1	2.30	12.10	82.60	17.75	4.48	74.79		105	12500	0.88	11000	118	11.8
15	6.50	6.10	5.41	6.90	1272.8	1274.0	721.5	552.5	2.30	12.09	82.56	17.79	4.51	74.62		107	12500	0.88	11000	130	13.0
Avg	6.50								2.30			17.77	4.49	74.71					10640		11.8
16	7.00	6.54	5.80	6.76	1272.9	1273.9	728.4	545.5	2.33	13.12	83.24	17.17	2.68	84.41	2.398	90	11000	0.91	10010	100	10.0
17	7.00	6.54	5.80	6.83	1274.1	1275.0	729.6	545.4	2.34	13.13	83.33	17.08	2.57	84.97		85	10500	0.89	9345	120	12.0
18	7.00	6.54	5.80	6.88	1274.6	1275.4	729.6	545.8	2.34	13.13	83.30	17.11	2.60	84.80		90	11000	0.88	9680	105	10.5
19	7.00	6.54	5.80	6.96	1275.6	1276.5	730.0	546.5	2.33	13.12	83.26	17.15	2.65	84.56		100	12000	0.86	10320	113	11.3
20	7.00	6.54	5.80	6.96	1275.5	1276.6	730.1	546.5	2.33	13.12	83.25	17.15	2.66	84.52		105	12500	0.86	10750	104	10.4
Avg	7.00								2.33			17.13	2.63	84.65					10021		10.8
21	7.50	6.98	6.17	6.72	1281.2	1281.9	737.3	544.6	2.35	14.09	83.53	16.94	1.27	92.47	2.383	90	11000	0.92	10120	150	15.0
22	7.50	6.98	6.17	6.98	1289.5	1290.2	741.6	548.6	2.35	14.08	83.46	17.01	1.36	92.01		100	12000	0.86	10320	138	13.8
23	7.50	6.98	6.17	7.04	1290.4	1291.2	743.7	547.5	2.36	14.11	83.68	16.79	1.09	93.49		85	10500	0.85	8925	162	16.2
24	7.50	6.98	6.17	6.99	1290.2	1291.0	743.5	547.5	2.36	14.11	83.67	16.80	1.11	93.41		85	10500	0.86	9030	151	15.1
25	7.50	6.98	6.17	7.00	1289.8	1290.5	742.8	547.7	2.35	14.10	83.61	16.86	1.17	93.03		89	11000	0.86	9460	140	14.0
Avg	7.50								2.35			16.88	1.20	92.88					9571		14.8

(ต่อ)

No.	%AC by wgt of Agg	%AC by wgt of Mix	%eff AC by wgt of mix	Spec. Height (cm)	Mass (grams)			Bulk Vol. CC.	Density (g/ml)	%Volume AC	%Volume aggregate	%VMA	%Air Void	%VFB	Max sp.gr	Stability (N)				Flow	
					In Air	Sat.Surface Dry in Air	In water									Read (ขีด)	Measured	factor	Adjusted	Reading	ค่าที่ได้ (0.25mm)
26	8.00	7.41	6.54	6.75	1284.0	1284.8	736.3	548.5	2.34	14.86	82.73	17.80	1.17	93.45	2.369	90	11000	0.91	10010	160	16.0
27	8.00	7.41	6.54	6.82	1286.6	1287.4	737.6	549.8	2.34	14.85	82.70	17.83	1.20	93.27		80	10000	0.89	8900	161	16.1
28	8.00	7.41	6.54	6.95	1288.1	1288.9	738.9	550.0	2.34	14.86	82.77	17.76	1.12	93.69		80	10000	0.86	8600	150	15.0
29	8.00	7.41	6.54	6.70	1283.7	1284.5	736.1	548.4	2.34	14.86	82.73	17.80	1.17	93.42		90	11000	0.93	10230	174	17.4
30	8.00	7.41	6.54	6.99	1289.2	1290.0	739.2	550.8	2.34	14.86	82.72	17.81	1.18	93.37		82	10000	0.86	8600	170	17.0
Avg	8.00								2.34			17.80	1.17	93.44					9268		16.3



หมายเหตุ : %AC ที่แสดงเป็นปริมาณแอสฟัลต์ซีเมนต์ร้อยละ โดยน้ำหนักมวลรวม

Chulalongkorn University, Department of Civil Engineering

Hot-Mix Design Data by Marshall Method

Project description: ขนาดถนนผ่าน Restricted zone (Gradation # 2)

Pen Grade AC: AC 60-70

Specific Gravity AC (Gac) : 1.031

Design Traffic: Medium

Avg Bulk Sp. Gr. Total Agg (Gag): 2.62

Avg Effective Sp. Gr. Total Agg (Gse):2.65

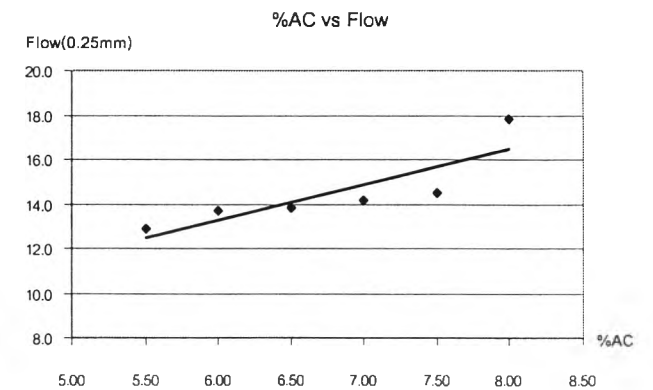
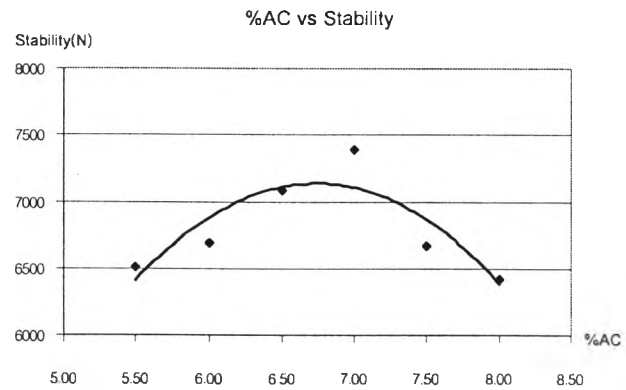
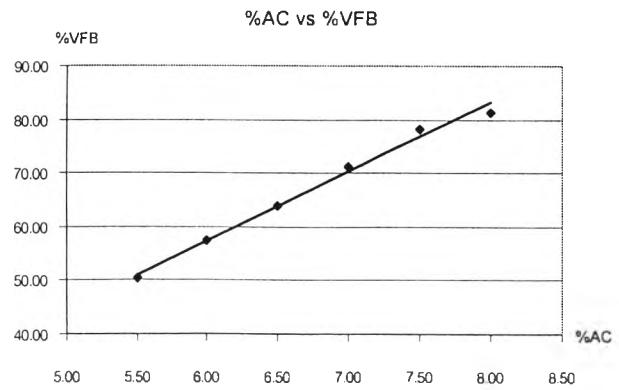
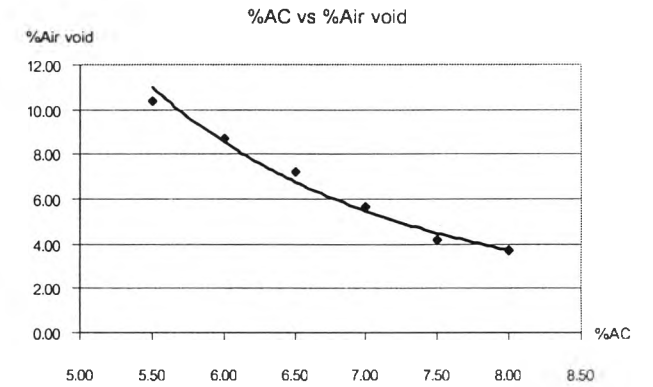
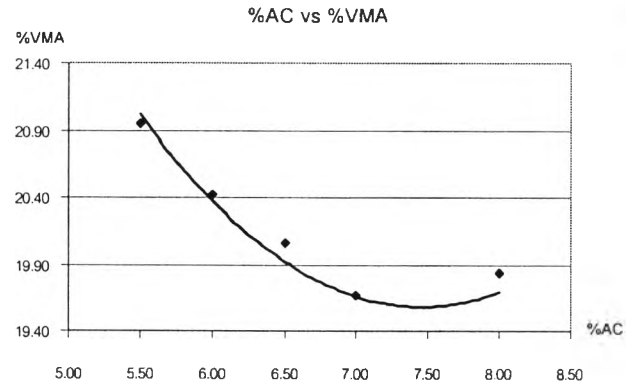
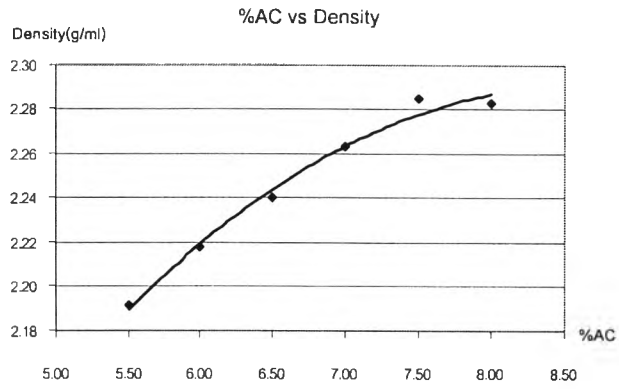
Maximum Specific Gravity of Mixture@6%AC :2.462

%Asphalt absorption (x) :0.38

No.	%AC by wgt of Agg	%AC by wgt of Mix	%eff AC by wgt of mix	Spec. Height (cm)	Mass (grams)			Bulk Vol. CC.	Density (g/ml)	%Volume AC	%Volume aggregate	%VMA	%Air Void	%VFB	Max sp.gr	Stability (N)				Flow	
					In Air	Sat.Surface Dry in Air	In water									Read (ขีด)	Measured	factor	Adjusted	Reading	ค่าที่ได้อ (0.25mm)
1	5.50	5.21	4.58	7.26	1257.0	1264.5	692.7	571.8	2.20	9.77	79.53	20.71	10.12	51.13	2.446	62	8000	0.82	6560	128	12.8
2	5.50	5.21	4.58	7.16	1255.5	1263.2	690.3	572.9	2.19	9.74	79.28	20.96	10.40	50.37		55	7000	0.83	5810	120	12
3	5.50	5.21	4.58	7.08	1248.6	1256.5	685.2	571.3	2.19	9.71	79.07	21.17	10.64	49.73		67	8500	0.84	7140	138	13.8
Avg	5.50								2.19			20.95	10.39	50.41					6503		12.9
4	6.00	5.66	4.98	7.14	1261.1	1267.6	699.8	567.8	2.22	10.73	79.97	20.31	8.60	57.65	2.430	63	8000	0.83	6640	135	13.5
5	6.00	5.66	4.98	7.00	1255.3	1261.8	694.5	567.3	2.21	10.69	79.68	20.61	8.94	56.61		60	8000	0.86	6880	130	13
6	6.00	5.66	4.98	7.19	1263.5	1270.2	701.2	569.0	2.22	10.73	79.96	20.33	8.62	57.59		59	8000	0.82	6560	145	14.5
Avg	6.00								2.22			20.42	8.72	57.28					6693		13.7
7	6.50	6.10	5.37	7.14	1270.7	1275.1	707.9	567.2	2.24	11.68	80.29	20.05	7.22	63.97	2.415	67	9000	0.83	7470	145	14.5
8	6.50	6.10	5.37	7.08	1260.3	1265.2	702.4	562.8	2.24	11.67	80.25	20.08	7.26	63.84		60	8000	0.84	6720	120	12
9	6.50	6.10	5.37	7.12	1268.8	1273.2	706.9	566.3	2.24	11.68	80.30	20.04	7.21	64.00		66	8500	0.83	7055	150	15
Avg	6.50								2.24			20.06	7.23	63.94					7082		13.8

(ต่อ)

No.	%AC by wgt of Agg	%AC by wgt of Mix	%eff AC by wgt of mix	Spec. Height (cm)	Mass (grams)			Bulk Vol. CC.	Density (g/ml)	%Volume AC	%Volume aggregate	%VMA	%Air Void	%VFB	Max sp.gr	Stability (N)				Flow	
					In Air	Sat.Surface Dry in Air	In water									Read (ขีด)	Measured	factor	Adjusted	Reading	ค่าที่ได้ (0.25mm)
10	7.00	6.54	5.76	7.17	1273.3	1275.6	713.3	562.3	2.26	12.65	80.78	19.62	5.64	71.28	2.400	69	9000	0.83	7470	135	13.5
11	7.00	6.54	5.76	7.09	1270.3	1272.5	711.5	561.0	2.26	12.65	80.77	19.62	5.64	71.26		77	10000	0.84	8400	160	16
12	7.00	6.54	5.76	7.08	1270.1	1272.0	710.2	561.8	2.26	12.63	80.64	19.75	5.79	70.69		55	7500	0.84	6300	130	13
Avg	7.00								2.26			19.67	5.69	71.08					7390		14.2
13	7.50	6.98	6.14	7.11	1273.4	1274.8	717.6	557.2	2.29	13.60	81.14	19.31	4.18	78.38	2.385	62	8000	0.83	6640	140	14
14	7.50	6.98	6.14	7.06	1270.1	1271.8	715.4	556.4	2.28	13.59	81.05	19.41	4.29	77.91		60	8000	0.84	6720	150	15
15	7.50	6.98	6.14	7.15	1275.2	1276.3	718.8	557.5	2.29	13.61	81.21	19.24	4.09	78.74		63	8000	0.83	6640	145	14.5
Avg	7.50								2.29			19.32	4.19	78.34					6667		14.5
16	8.00	7.41	6.51	7.24	1280.2	1281.5	721.1	560.4	2.28	14.42	80.73	19.78	3.63	81.64	2.371	63	8000	0.82	6560	175	17.5
17	8.00	7.41	6.51	7.21	1278.5	1279.6	718.6	561.0	2.28	14.38	80.54	19.98	3.86	80.66		65	8500	0.82	6970	200	20
18	8.00	7.41	6.51	7.22	1279.8	1280.4	720.4	560.0	2.29	14.42	80.77	19.75	3.59	81.81		53	7000	0.82	5740	160	16
Avg	8.00								2.28			19.84	3.70	81.37					6423		17.8



หมายเหตุ : %AC ที่แสดงเป็นปริมาณแอสฟัลต์ซีเมนต์ร้อยละ โดยน้ำหนักมวลรวม

Chulalongkorn University, Department of Civil Engineering

Hot-Mix Design Data by Marshall Method

Project description: ขนาดถนนผ่าน Restricted zone (Gradation # 2)

Pen Grade AC: AC 60-70

Specific Gravity AC (Gac) : 1.031

Design Traffic: Heavy

Avg Bulk Sp. Gr. Total Agg (Gag): 2.62

Avg Effective Sp. Gr. Total Agg (Gse):2.65

Maximum Specific Gravity of Mixture@6%AC :2.462

%Asphalt absorption (x) :0.38

No.	%AC by wgt of Agg	%AC by wgt of Mix	%eff AC by wgt of mix	Spec. Height (cm)	Mass (grams)			Bulk Vol. CC.	Density (g/ml)	%Volume AC	%Volume aggregate	%VMA	%Air Void	%VFB	Max sp.gr	Stability (N)				Flow	
					In Air	Sat.Surface Dry in Air	In water									Read (ขีด)	Measured	factor	Adjusted	Reading	ค่าที่ได้ (0.25mm)
1	4.50	4.31	3.76	7.09	1256.3	1263.2	694.2	569.0	2.21	8.05	80.64	19.52	10.91	44.09	2.478	58	7500	0.84	6300	105	10.5
2	4.50	4.31	3.76	7.03	1255.9	1262.5	698.4	564.1	2.23	8.11	81.32	18.85	10.17	46.05		62	8000	0.85	6800	107	10.7
3	4.50	4.31	3.76	7.15	1258.4	1265.1	698.2	566.9	2.22	8.09	81.08	19.09	10.43	45.34		60	8000	0.83	6640	100	10
4	4.50	4.31	3.76	7.13	1258.3	1265.7	697.8	567.9	2.22	8.07	80.93	19.24	10.60	44.90		66	8500	0.83	7055	102	10.2
5	4.50	4.31	3.76	7.06	1256.7	1263.5	696.4	567.1	2.22	8.08	80.94	19.23	10.59	44.93		51	7000	0.85	5950	120	12
Avg	4.50								2.22			19.18	10.54	45.06						6549	
6	5.00	4.76	4.17	7.28	1301.8	1311.4	726.6	584.8	2.23	9.01	80.92	19.28	9.58	50.32	2.462	61	8000	0.81	6480	116	11.6
7	5.00	4.76	4.17	7.00	1262.7	1269.7	707.7	562.0	2.25	9.09	81.67	18.53	8.74	52.85		71	9500	0.86	8170	125	12.5
8	5.00	4.76	4.17	7.10	1254.9	1259.6	696.3	563.3	2.23	9.02	80.98	19.22	9.51	50.52		68	9000	0.83	7470	105	10.5
9	5.00	4.76	4.17	7.07	1252.0	1257.5	694.1	563.4	2.22	9.00	80.78	19.42	9.74	49.87		90	11000	0.85	9350	100	10
10	5.00	4.76	4.17	7.06	1252.3	1257.9	694.7	563.2	2.22	9.00	80.83	19.38	9.68	50.02		69	9500	0.85	8075	130	13
Avg	5.00								2.23			19.17	9.45	50.72						7909	

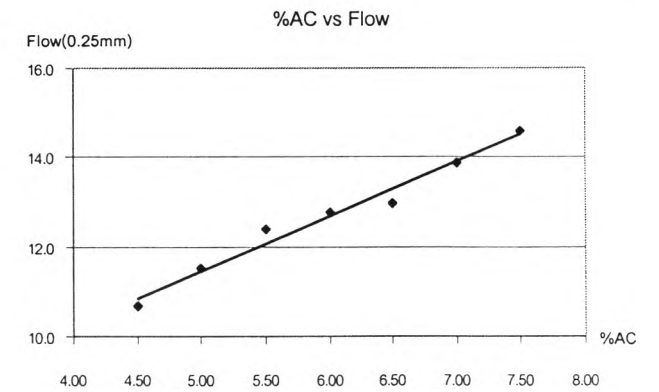
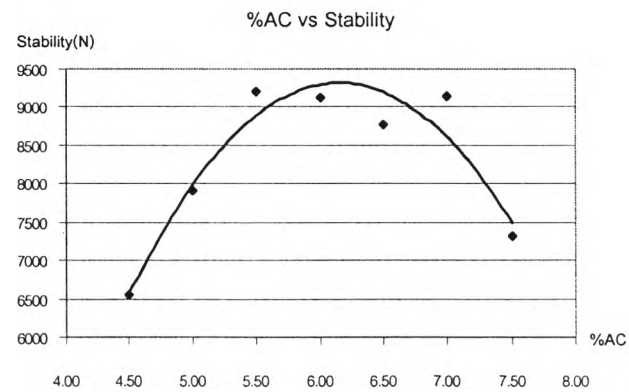
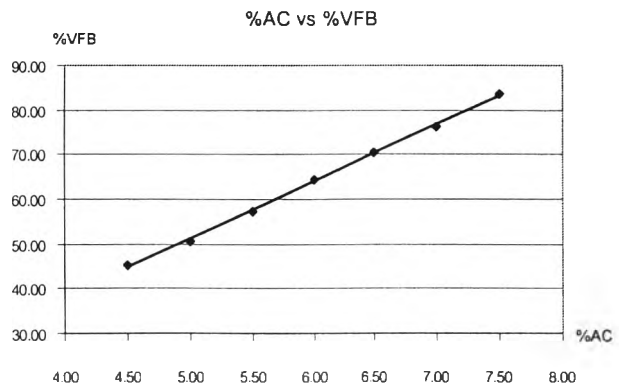
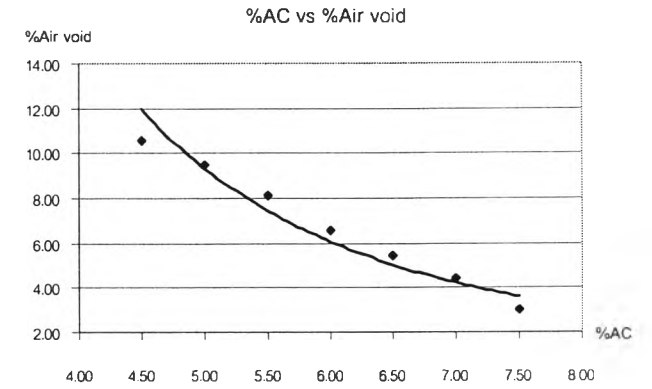
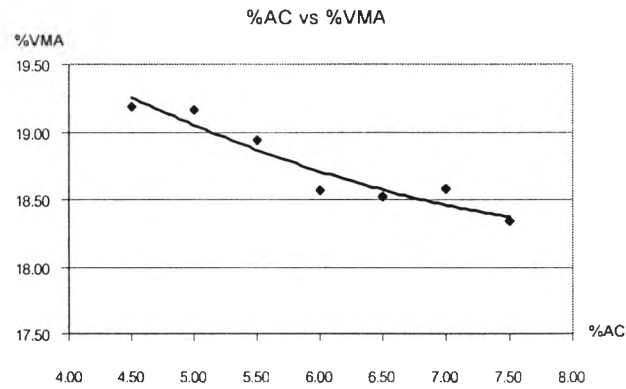
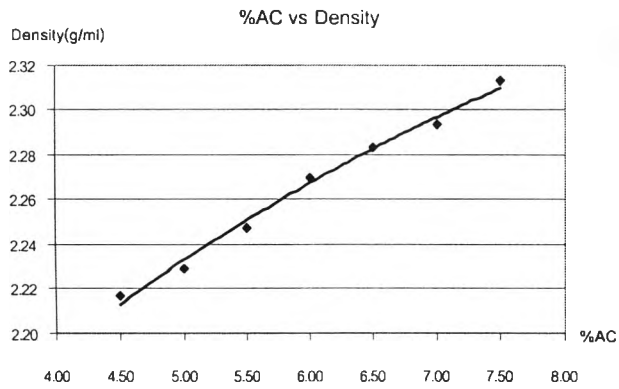


(ต่อ)

No.	%AC by wgt of Agg	%AC by wgt of Mix	%eff AC by wgt of mix	Spec. Height (cm)	Mass (grams)			Bulk Vol. CC.	Density (g/ml)	%Volume AC	%Volume aggregate	%VMA	%Air Void	%VFB	Max sp.gr	Stability (N)				Flow	
					In Air	Sat.Surface Dry in Air	In water									Read (ขีด)	Measured	factor	Adjusted	Reading	ค่าที่ได้ (0.25mm)
11	5.50	5.21	4.58	7.04	1268.3	1273.1	708.5	564.6	2.25	9.98	81.27	18.98	8.16	57.02	2.446	88	11000	0.85	9350	128	12.8
12	5.50	5.21	4.58	7.05	1270.9	1277.1	711.8	565.3	2.25	9.99	81.34	18.91	8.08	57.27		78	10000	0.85	8500	113	11.3
13	5.50	5.21	4.58	7.09	1256.9	1261.4	700.4	561.0	2.24	9.96	81.06	19.19	8.40	56.24		93	11500	0.84	9660	127	12.7
14	5.50	5.21	4.58	7.04	1257.4	1260.5	702.1	558.4	2.25	10.01	81.47	18.78	7.93	57.75		89	11000	0.85	9350	115	11.5
15	5.50	5.21	4.58	7.10	1258.2	1261.4	702.4	559.0	2.25	10.00	81.43	18.82	7.97	57.62		90	11000	0.83	9130	136	13.6
Avg	5.50								2.25			18.93	8.11	57.18					9198		12.4
16	6.00	5.66	4.98	7.05	1271.5	1275.5	714.6	560.9	2.27	10.95	81.63	18.67	6.72	64.02	2.430	90	11000	0.85	9350	126	12.6
17	6.00	5.66	4.98	6.98	1273.5	1276.4	715.0	561.4	2.27	10.96	81.68	18.61	6.65	64.26		83	10500	0.86	9030	142	14.2
18	6.00	5.66	4.98	7.00	1264.1	1266.1	710.5	555.6	2.28	10.99	81.92	18.37	6.37	65.30		88	11000	0.86	9460	130	13
19	6.00	5.66	4.98	7.09	1265.3	1268.0	710.8	557.2	2.27	10.97	81.77	18.53	6.56	64.62		90	11000	0.84	9240	130	13
20	6.00	5.66	4.98	7.02	1264.8	1268.4	710.6	557.8	2.27	10.96	81.65	18.65	6.69	64.11		75	10000	0.86	8600	110	11
Avg	6.00								2.27			18.57	6.60	64.46					9136		12.8
21	6.50	6.10	5.37	6.98	1279.3	1281.3	720.8	560.5	2.28	11.90	81.80	18.55	5.48	70.46	2.415	70	9000	0.86	7740	115	11.5
22	6.50	6.10	5.37	6.97	1279.3	1280.6	720.3	560.3	2.28	11.90	81.83	18.52	5.45	70.59		91	11000	0.86	9460	135	13.5
23	6.50	6.10	5.37	7.00	1280.1	1281.8	721.5	560.3	2.28	11.91	81.88	18.47	5.39	70.83		72	9500	0.86	8170	117	11.7
24	6.50	6.10	5.37	7.02	1281.6	1283.1	722.1	561.0	2.28	11.91	81.87	18.47	5.39	70.80		90	11000	0.86	9460	160	16
25	6.50	6.10	5.37	7.00	1281.0	1283.3	721.8	561.5	2.28	11.89	81.76	18.58	5.52	70.29		86	10500	0.86	9030	122	12.2
Avg	6.50								2.28			18.52	5.45	70.60					8772		13.0

(ต่อ)

No.	%AC by wgt of Agg	%AC by wgt of Mix	%eff AC by wgt of mix	Spec. Height (cm)	Mass (grams)			Bulk Vol. CC.	Density (g/ml)	%Volume AC	%Volume aggregate	%VMA	%Air Void	%VFB	Max sp.gr	Stability (N)				Flow	
					In Air	Sat.Surface Dry in Air	In water									Read (ขีด)	Measured	factor	Adjusted	Reading	ค่าที่ได้ (0.25mm)
26	7.00	6.54	5.76	6.93	1274.2	1276.8	721.6	555.2	2.30	12.82	81.87	18.54	4.36	76.47	2.400	85	10500	0.87	9135	170	17
27	7.00	6.54	5.76	6.94	1275.5	1277.5	720.1	557.4	2.29	12.78	81.63	18.77	4.64	75.28		76	10000	0.87	8700	120	12
28	7.00	6.54	5.76	6.90	1273.8	1275.3	720.5	554.8	2.30	12.82	81.90	18.50	4.32	76.64		91	11000	0.87	9570	152	15.2
29	7.00	6.54	5.76	6.74	1268.4	1270.7	717.6	553.1	2.29	12.81	81.80	18.60	4.43	76.15		91	11000	0.91	10010	130	13
30	7.00	6.54	5.76	6.89	1269.4	1271.2	718.5	552.7	2.30	12.83	81.93	18.48	4.29	76.78		70	9500	0.88	8360	121	12.1
Avg	7.00								2.29			18.58	4.41	76.26					9155		13.9
31	7.50	6.98	6.14	6.95	1282.6	1284.0	727.4	556.6	2.30	13.72	81.82	18.64	3.38	81.87	2.385	70	9000	0.86	7740	135	13.5
32	7.50	6.98	6.14	6.90	1277.7	1279.3	726.4	552.9	2.31	13.75	82.05	18.41	3.10	83.14		60	8000	0.87	6960	142	14.2
33	7.50	6.98	6.14	6.78	1270.2	1271.5	724.6	546.9	2.32	13.82	82.46	18.00	2.62	85.46		62	8000	0.91	7280	166	16.6
34	7.50	6.98	6.14	6.95	1283.4	1284.9	727.3	557.6	2.30	13.70	81.72	18.74	3.49	81.36		59	8000	0.86	6880	150	15
35	7.50	6.98	6.14	6.75	1269.3	1270.5	724.6	545.9	2.33	13.84	82.55	17.91	2.51	86.00		60	8500	0.91	7735	137	13.7
Avg	7.50								2.31			18.34	3.02	83.57					7319		14.6



หมายเหตุ : %AC ที่แสดงเป็นปริมาณแอสฟัลต์ซีเมนต์ร้อยละ โดยน้ำหนักมวลรวม

Chulalongkorn University, Department of Civil Engineering

Hot-Mix Design Data by Marshall Method

Project description: ขนาดคกละใต้ Restricted zone (Gradation # 3)

Pen Grade AC: AC 60-70

Specific Gravity AC (Gac) : 1.031

Design Traffic: Medium

Avg Bulk Sp. Gr. Total Agg (Gag): 2.62

Avg Effective Sp. Gr. Total Agg (Gse):2.65

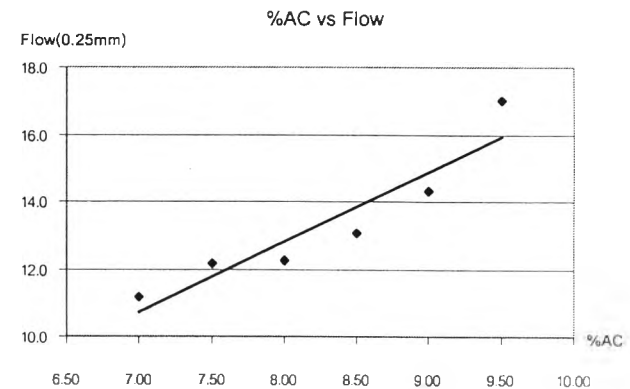
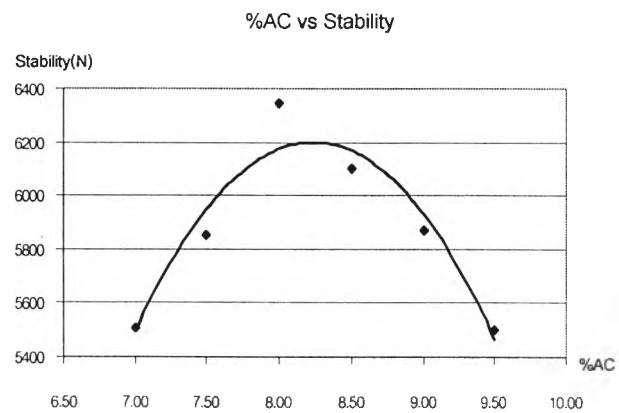
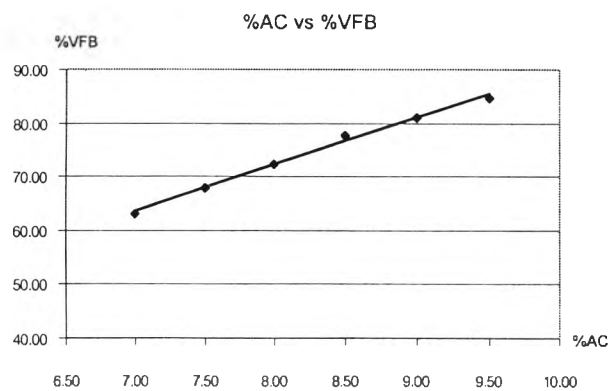
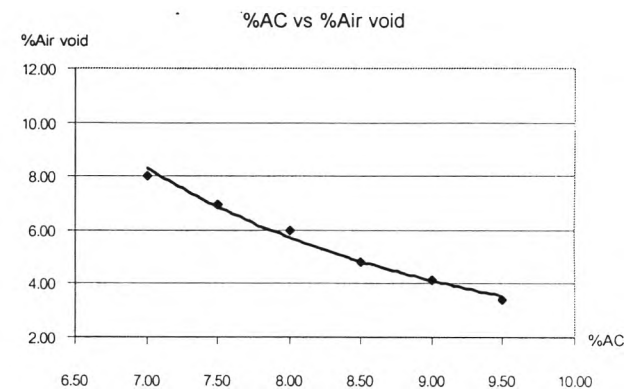
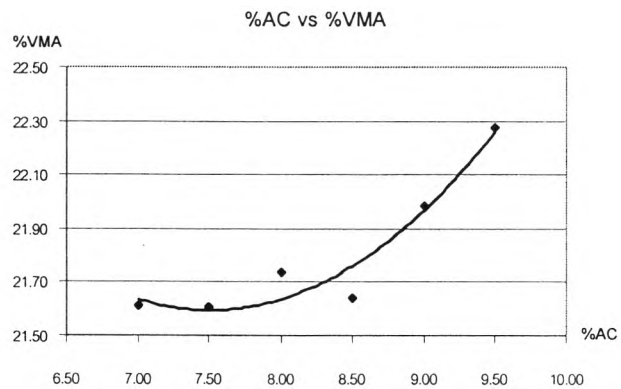
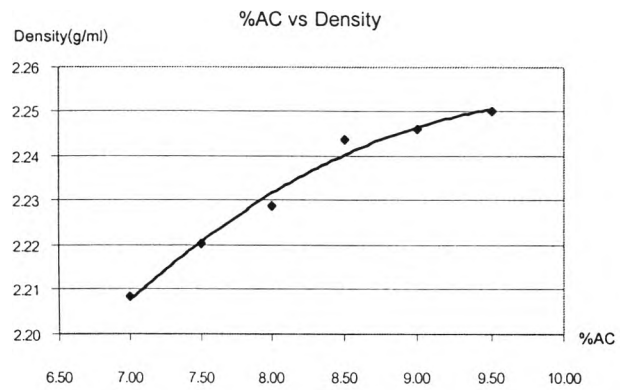
Maximum Specific Gravity of Mixture@6%AC :2.463

%Asphalt absorption (x) :0.39

No.	%AC by wgt of Agg	%AC by wgt of Mix	%eff AC by wgt of mix	Spec. Height (cm)	Mass (grams)			Bulk Vol. CC.	Density (g/ml)	%Volume AC	%Volume aggregate	%VMA	%Air Void	%VFB	Max sp.gr	Stability (N)				Flow	
					In Air	Sat.Surface Dry in Air	In water									Read (ขีด)	Measured	factor	Adjusted	Reading	ค่าที่ได้ (0.25mm)
1	7.00	6.54	5.75	7.37	1270.4	1283.7	708.6	575.1	2.21	12.32	78.80	21.59	7.98	63.03	2.401	53	7000	0.79	5530	120	12
2	7.00	6.54	5.75	7.23	1265.7	1278.9	705.4	573.5	2.21	12.31	78.72	21.66	8.07	62.76		48	6500	0.82	5330	110	11
3	7.00	6.54	5.75	7.25	1266.5	1280.2	706.9	573.3	2.21	12.32	78.80	21.58	7.98	63.05		52	7000	0.81	5670	105	10.5
Avg	7.00								2.21			21.61	8.01	62.95					5510		11.2
4	7.50	6.98	6.13	7.30	1271.0	1275.6	702.7	572.9	2.22	13.18	78.77	21.67	7.01	67.64	2.386	50	7000	0.81	5670	125	12.5
5	7.50	6.98	6.13	7.29	1269.8	1275.1	702.3	572.8	2.22	13.17	78.71	21.73	7.09	67.40		60	7500	0.81	6075	130	13
6	7.50	6.98	6.13	7.18	1260.3	1265.7	699.5	566.2	2.23	13.23	79.03	21.41	6.71	68.69		51	7000	0.83	5810	110	11
Avg	7.50								2.22			21.61	6.93	67.91					5852		12.2
7	8.00	7.41	6.50	7.38	1287.2	1289.7	711.5	578.2	2.23	14.03	78.68	21.83	6.12	71.94	2.371	62	7500	0.79	5925	120	12
8	8.00	7.41	6.50	7.10	1271.4	1272.8	703.2	569.6	2.23	14.07	78.88	21.62	5.88	72.82		65	8000	0.83	6640	129	12.9
9	8.00	7.41	6.50	7.25	1280.4	1283.1	708.5	574.6	2.23	14.04	78.75	21.75	6.03	72.26		66	8000	0.81	6480	119	11.9
Avg	8.00								2.23			21.73	6.01	72.34					6348		12.3

(ต่อ)

No.	%AC by wgt of Agg	%AC by wgt of Mix	%eff AC by wgt of mix	Spec. Height (cm)	Mass (grams)			Bulk Vol. CC.	Density (g/ml)	%Volume AC	%Volume aggregate	%VMA	%Air Void	%VFB	Max sp.gr	Stability (N)				Flow	
					In Air	Sat.Surface Dry in Air	In water									Read (ขีด)	Measured	factor	Adjusted	Reading	ค่าที่ได้ (0.25mm)
10	8.50	7.83	6.86	7.34	1287.9	1289.2	714.1	575.1	2.24	14.90	78.78	21.79	5.00	77.05	2.357	60	7500	0.80	6000	135	13.5
11	8.50	7.83	6.86	7.35	1288.5	1290.0	715.2	574.8	2.24	14.92	78.86	21.71	4.91	77.40		72	9000	0.80	7200	130	13
12	8.50	7.83	6.86	7.06	1271.2	1272.9	707.9	565.0	2.25	14.97	79.15	21.42	4.56	78.73		45	6000	0.85	5100	127	12.7
Avg	8.50								2.24			21.64	4.82	77.73					6100		13.1
13	9.00	8.26	7.22	7.24	1287.7	1288.2	714.3	573.9	2.24	15.71	78.57	22.07	4.26	80.72	2.343	53	7000	0.82	5740	150	15
14	9.00	8.26	7.22	7.18	1275.4	1276.9	710.7	566.2	2.25	15.77	78.88	21.76	3.88	82.17		50	6500	0.83	5395	142	14.2
15	9.00	8.26	7.22	7.29	1290.1	1291.8	716.4	575.4	2.24	15.70	78.51	22.13	4.33	80.44		65	8000	0.81	6480	138	13.8
Avg	9.00								2.25			21.99	4.15	81.11					5872		14.3
16	9.50	8.68	7.57	7.43	1302.6	1303.1	723.9	579.2	2.25	16.51	78.39	22.32	3.48	84.43	2.330	52	7000	0.78	5460	160	16
17	9.50	8.68	7.57	7.06	1281.2	1281.6	712.8	568.8	2.25	16.53	78.51	22.20	3.33	85.02		49	6500	0.85	5525	180	18
18	9.50	8.68	7.57	7.05	1280.1	1280.7	711.5	569.2	2.25	16.51	78.39	22.32	3.48	84.42		50	6500	0.85	5525	170	17
Avg	9.50								2.25			22.28	3.43	84.62					5503		17.0



หมายเหตุ : %AC ที่แสดงเป็นปริมาณแอสฟัลต์ซีเมนต์ร้อยละ โดยน้ำหนักมวลรวม

Chulalongkorn University, Department of Civil Engineering

Hot-Mix Design Data by Marshall Method

Project description: ขนาดคกละได้ Restricted zone (Gradation # 3)

Pen Grade AC: AC 60-70

Specific Gravity AC (Gac) : 1.031

Design Traffic: Heavy

Avg Bulk Sp. Gr. Total Agg (Gag): 2.62

Avg Effective Sp. Gr. Total Agg (Gse):2.65

Maximum Specific Gravity of Mixture@6%AC :2.463

%Asphalt absorption (x) :0.39

No.	%AC by wgt of Agg	%AC by wgt of Mix	%eff AC by wgt of mix	Spec. Height (cm)	Mass (grams)			Bulk Vol. CC.	Density (g/ml)	%Volume AC	%Volume aggregate	%VMA	%Air Void	%VFB	Max sp.gr	Stability (N)				Flow	
					In Air	Sat. Surface Dry in Air	In water									Read (ขีด)	Measured	factor	Adjusted	Reading	ค่าที่ได้ (0.25mm)
1	4.50	4.31	3.75	7.37	1257.0	1286.0	699.2	586.8	2.14	7.79	78.24	21.92	13.60	37.94	2.479	53	7000	0.80	5600	95	9.5
2	4.50	4.31	3.75	7.29	1258.0	1279.8	695.4	584.4	2.15	7.82	78.62	21.54	13.18	38.80		58	8000	0.81	6480	86	8.6
3	4.50	4.31	3.75	7.25	1255.9	1279.4	696.4	583.0	2.15	7.83	78.68	21.48	13.12	38.93		64	8500	0.81	6885	85	8.5
4	4.50	4.31	3.75	7.31	1259.2	1282.2	699.5	582.7	2.16	7.85	78.93	21.23	12.84	39.51		60	8000	0.81	6480	80	8
5	4.50	4.31	3.75	7.28	1257.9	1280.5	697.4	583.1	2.16	7.84	78.79	21.37	12.99	39.19		70	9000	0.81	7290	99	9.9
Avg	4.50								2.15			21.51	13.15	38.87					6547		8.9
6	5.00	4.76	4.16	7.27	1262.8	1282.2	699.8	582.4	2.17	8.76	78.82	21.38	11.96	44.04	2.463	58	7500	0.81	6075	93	9.3
7	5.00	4.76	4.16	7.59	1291.3	1326.0	718.5	607.5	2.13	8.58	77.27	22.93	13.70	40.26		70	9000	0.76	6840	100	10
8	5.00	4.76	4.16	7.37	1255.8	1270.4	695.0	575.4	2.18	8.81	79.33	20.86	11.39	45.42		65	8000	0.80	6400	105	10.5
9	5.00	4.76	4.16	7.22	1254.7	1268.4	696.2	572.2	2.19	8.86	79.71	20.49	10.97	46.47		69	9000	0.82	7380	95	9.5
10	5.00	4.76	4.16	7.35	1255.2	1272.6	694.8	577.8	2.17	8.77	78.97	21.23	11.80	44.43		60	8000	0.80	6400	91	9.1
Avg	5.00								2.17			21.38	11.96	44.13					6619		9.7

(ต่อ)

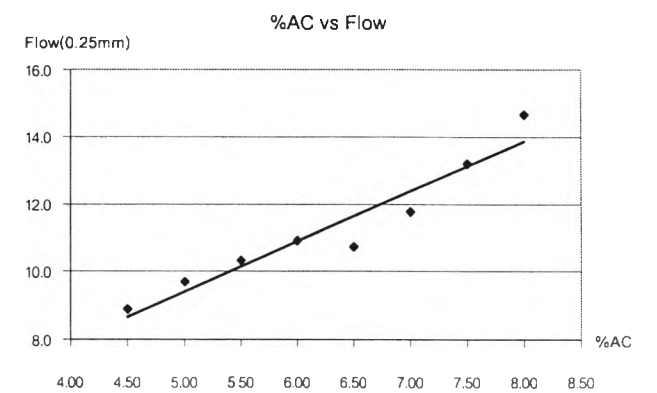
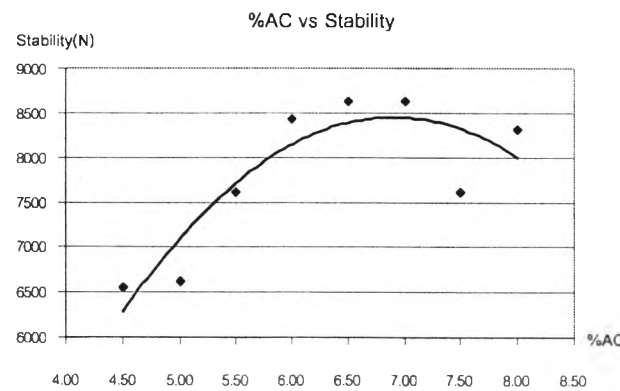
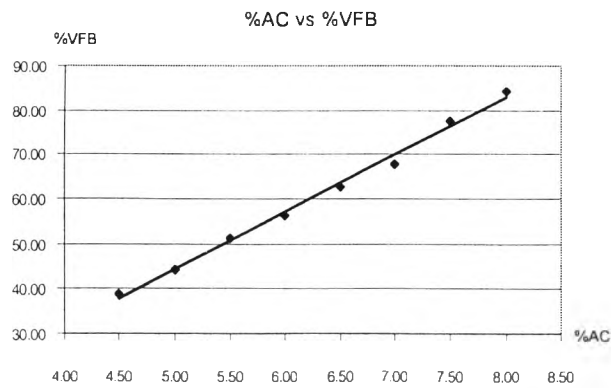
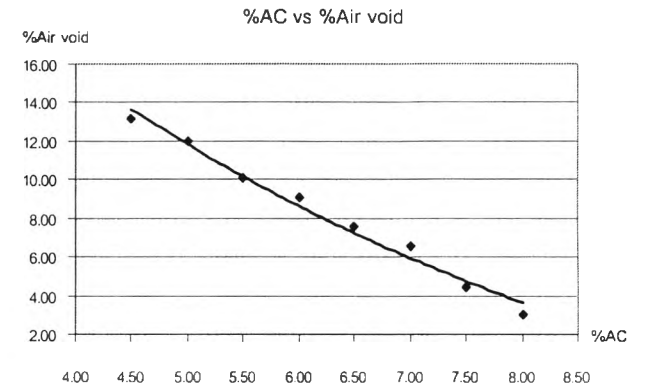
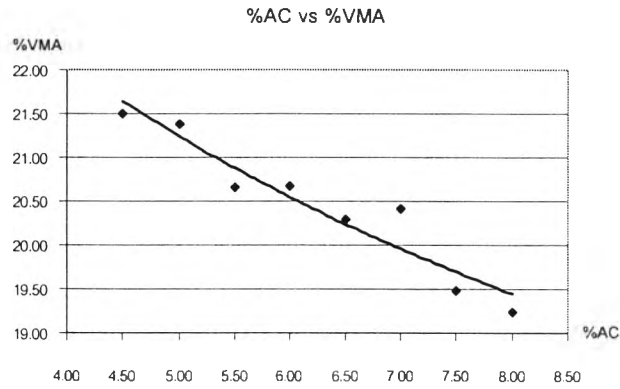
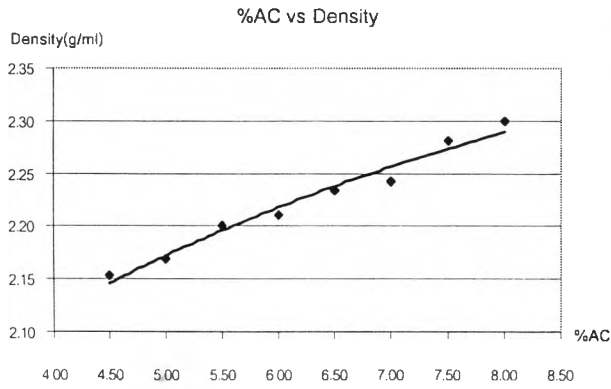
No.	%AC by wgt of Agg	%AC by wgt of Mix	%eff AC by wgt of mix	Spec. Height (cm)	Mass (grams)			Bulk Vol. CC.	Density (g/ml)	%Volume AC	%Volume aggregate	%VMA	%Air Void	%VFB	Max sp.gr	Stability (N)				Flow	
					In Air	Sat.Surface Dry in Air	In water									Read (ขีด)	Measured	factor	Adjusted	Reading	ค่าที่ได้ (0.25mm)
11	5.50	5.21	4.57	7.22	1272.3	1289.7	710.5	579.2	2.20	9.74	79.47	20.77	10.22	50.77	2.447	78	10000	0.82	8200	94	9.4
12	5.50	5.21	4.57	7.23	1271.0	1288.3	709.0	579.3	2.19	9.73	79.38	20.86	10.33	50.48		71	9000	0.82	7380	89	8.9
13	5.50	5.21	4.57	7.27	1257.2	1270.4	697.0	573.4	2.19	9.72	79.32	20.92	10.39	50.32		61	8000	0.81	6480	115	11.5
14	5.50	5.21	4.57	7.16	1262.6	1272.1	702.3	569.8	2.22	9.83	80.17	20.08	9.44	52.98		75	9500	0.83	7885	120	12
15	5.50	5.21	4.57	7.25	1259.6	1272.8	700.5	572.3	2.20	9.76	79.63	20.61	10.05	51.25		80	10000	0.81	8100	99	9.9
Avg	5.50								2.20			20.65	10.09	51.16					7609		10.3
16	6.00	5.66	4.97	7.27	1275.2	1290.7	708.3	582.4	2.19	10.56	78.84	21.44	9.93	53.67	2.431	79	10000	0.81	8100	93	9.3
17	6.00	5.66	4.97	7.25	1276.7	1292.1	711.5	580.6	2.20	10.60	79.18	21.11	9.55	54.76		70	9000	0.81	7290	108	10.8
18	6.00	5.66	4.97	7.22	1268.7	1278.0	706.5	571.5	2.22	10.71	79.93	20.35	8.68	57.33		95	11500	0.82	9430	108	10.8
19	6.00	5.66	4.97	7.12	1267.5	1275.1	705.1	570.0	2.22	10.72	80.07	20.22	8.53	57.81		90	11000	0.83	9130	122	12.2
20	6.00	5.66	4.97	7.20	1269.0	1277.9	707.2	570.7	2.22	10.72	80.07	20.22	8.54	57.79		80	10000	0.82	8200	114	11.4
Avg	6.00								2.21			20.67	9.05	56.27					8430		10.9
21	6.50	6.10	5.36	7.19	1276.4	1287.7	710.9	576.8	2.21	11.51	79.31	21.03	8.39	60.08	2.416	91	11000	0.82	9020	103	10.3
22	6.50	6.10	5.36	7.22	1278.7	1288.8	710.5	578.3	2.21	11.51	79.24	21.09	8.47	59.85		90	11000	0.82	9020	108	10.8
23	6.50	6.10	5.36	7.12	1270.3	1275.4	710.7	564.7	2.25	11.70	80.62	19.72	6.88	65.12		82	10500	0.83	8715	110	11
24	6.50	6.10	5.36	7.05	1267.7	1272.5	708.3	564.2	2.25	11.69	80.53	19.81	6.99	64.74		70	9500	0.85	8075	90	9
25	6.50	6.10	5.36	7.17	1275.6	1280.4	712.5	567.9	2.25	11.69	80.50	19.84	7.02	64.63		75	10000	0.83	8300	126	12.6
Avg	6.50								2.23			20.30	7.55	62.81					8626		10.7





(ต่อ)

No.	%AC by wgt of Agg	%AC by wgt of Mix	%eff AC by wgt of mix	Spec. Height (cm)	Mass (grams)			Bulk Vol. CC.	Density (g/ml)	%Volume AC	%Volume aggregate	%VMA	%Air Void	%VFB	Max sp.gr	Stability (N)				Flow	
					In Air	Sat.Surface Dry in Air	In water									Read (ขีด)	Measured	factor	Adjusted	Reading	ค่าที่ได้ (0.25mm)
26	7.00	6.54	5.75	7.15	1272.2	1279.4	712.2	567.2	2.24	12.51	80.01	20.38	6.57	67.78	2.401	81	10500	0.83	8715	132	13.2
27	7.00	6.54	5.75	7.14	1274.9	1280.0	711.5	568.5	2.24	12.51	79.99	20.40	6.58	67.72		81	10500	0.83	8715	124	12.4
28	7.00	6.54	5.75	7.11	1272.3	1279.3	711.5	567.8	2.24	12.50	79.93	20.46	6.66	67.46		92	11500	0.83	9545	105	10.5
29	7.00	6.54	5.75	7.17	1275.2	1281.8	712.6	569.2	2.24	12.49	79.92	20.48	6.68	67.40		78	10000	0.83	8300	126	12.6
30	7.00	6.54	5.75	7.15	1274.6	1280.2	712.3	567.9	2.24	12.52	80.06	20.33	6.51	68.00		73	9500	0.83	7885	100	10
Avg	7.00								2.24			20.41	6.60	67.67					8632		11.7
31	7.50	6.98	6.13	7.19	1278.3	1279.5	718.6	560.9	2.28	13.54	80.92	19.54	4.48	77.08	2.386	70	9000	0.82	7380	137	13.7
32	7.50	6.98	6.13	6.94	1279.9	1281.6	719.4	562.2	2.28	13.53	80.83	19.62	4.58	76.66		66	8500	0.86	7310	136	13.6
33	7.50	6.98	6.13	7.00	1279.5	1280.8	720.2	560.6	2.28	13.56	81.04	19.42	4.34	77.66		73	9500	0.85	8075	100	10
34	7.50	6.98	6.13	7.02	1280.2	1282.2	721.2	561.0	2.28	13.56	81.02	19.43	4.35	77.60		80	10000	0.85	8500	160	16
35	7.50	6.98	6.13	7.02	1281.4	1283.1	721.9	561.2	2.28	13.57	81.07	19.39	4.30	77.83		67	8000	0.85	6800	127	12.7
Avg	7.50								2.28			19.48	4.41	77.36					7613		13.2
36	8.00	7.41	6.50	7.09	1281.2	1282.8	725.6	557.2	2.30	14.49	81.26	19.26	3.04	84.22	2.371	79	10000	0.84	8400	145	14.5
37	8.00	7.41	6.50	7.13	1293.7	1294.7	731.6	563.1	2.30	14.48	81.19	19.33	3.12	83.86		72	9500	0.83	7885	177	17.7
38	8.00	7.41	6.50	6.95	1280.6	1281.4	725.5	555.9	2.30	14.52	81.41	19.11	2.86	85.04		90	11000	0.86	9460	132	13.2
39	8.00	7.41	6.50	6.99	1280.7	1281.8	724.1	557.7	2.30	14.47	81.16	19.36	3.16	83.66		69	9000	0.86	7740	120	12
40	8.00	7.41	6.50	7.00	1281.3	1282.5	725.9	556.6	2.30	14.51	81.35	19.17	2.93	84.72		72	9500	0.85	8075	158	15.8
Avg	8.00								2.30			19.24	3.02	84.30					8312		14.6



หมายเหตุ : %AC ที่แสดงเป็นปริมาณแอสฟัลต์ซีเมนต์ร้อยละ โดยน้ำหนักมวลรวม

## ภาคผนวก ข



รูปที่ ข-1 เครื่องมือที่ใช้ในการบดอัด



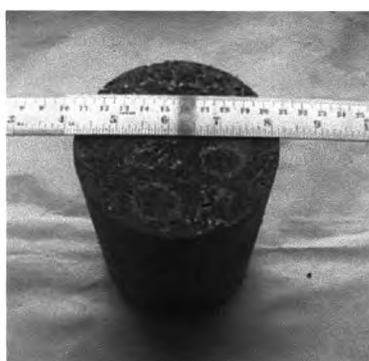
รูปที่ ข-2 ชุดเครื่องมือในการบดอัด



รูปที่ ข-3 แบบหล่อและก้อนตัวอย่างที่ได้



รูปที่ ข-4 ตัวอย่างที่คั่นออกจากแบบหล่อหลังจากบดอัดเสร็จแล้ว



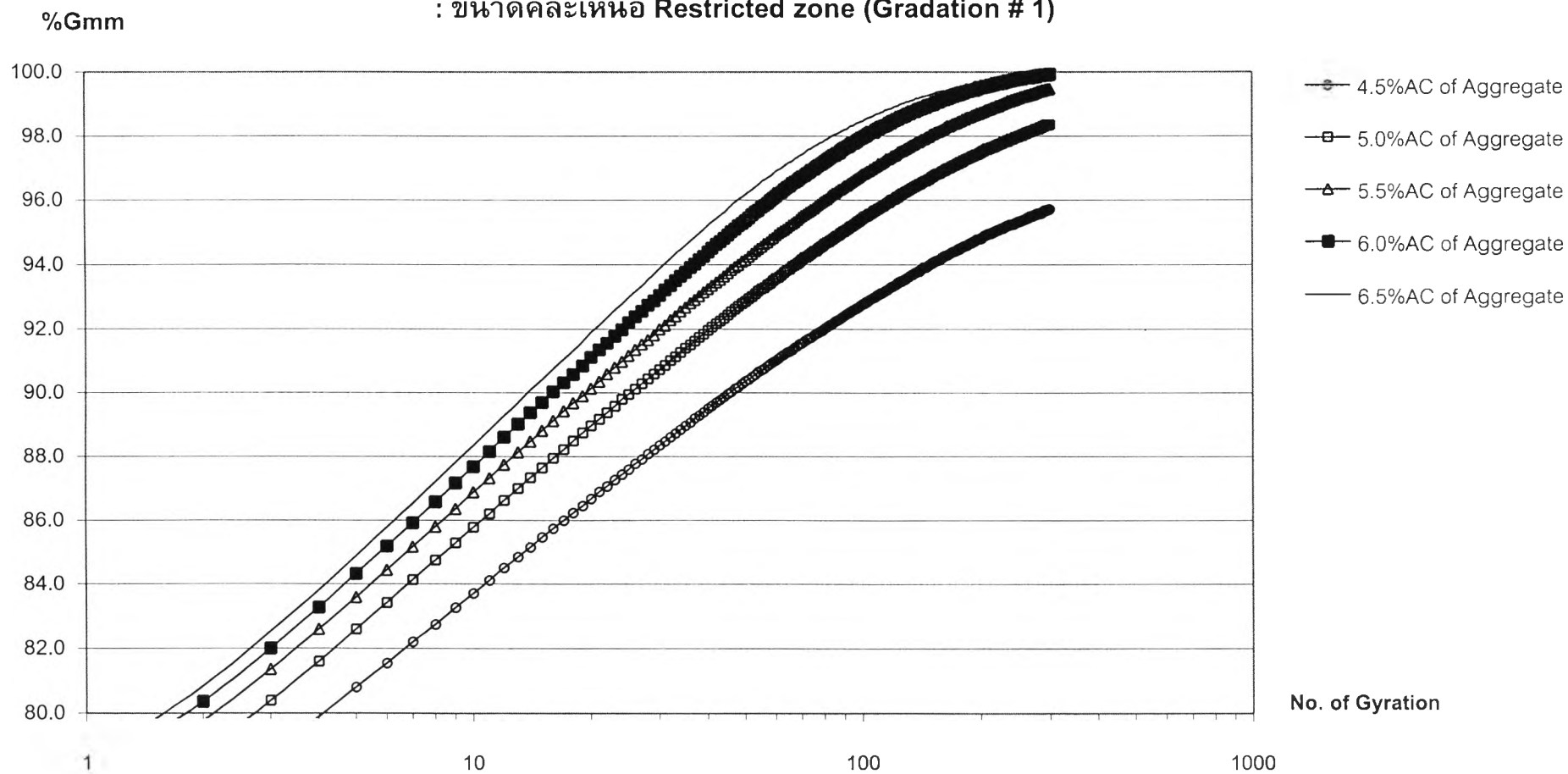
รูปที่ ข-5 ตัวอย่างที่ได้จากแบบหล่อขนาด 4 นิ้ว



รูปที่ ข-6 ตัวอย่างที่ได้จากแบบหล่อขนาด 6 นิ้ว

รูปที่ ข เครื่องมือ อุปกรณ์และตัวอย่าง ในการออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตตามวิธีซูเปอร์เพฟ ระดับ 1

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง %Gmm และจำนวนรอบการบดอัด  
: ขนาดคละเหนือ Restricted zone (Gradation # 1)



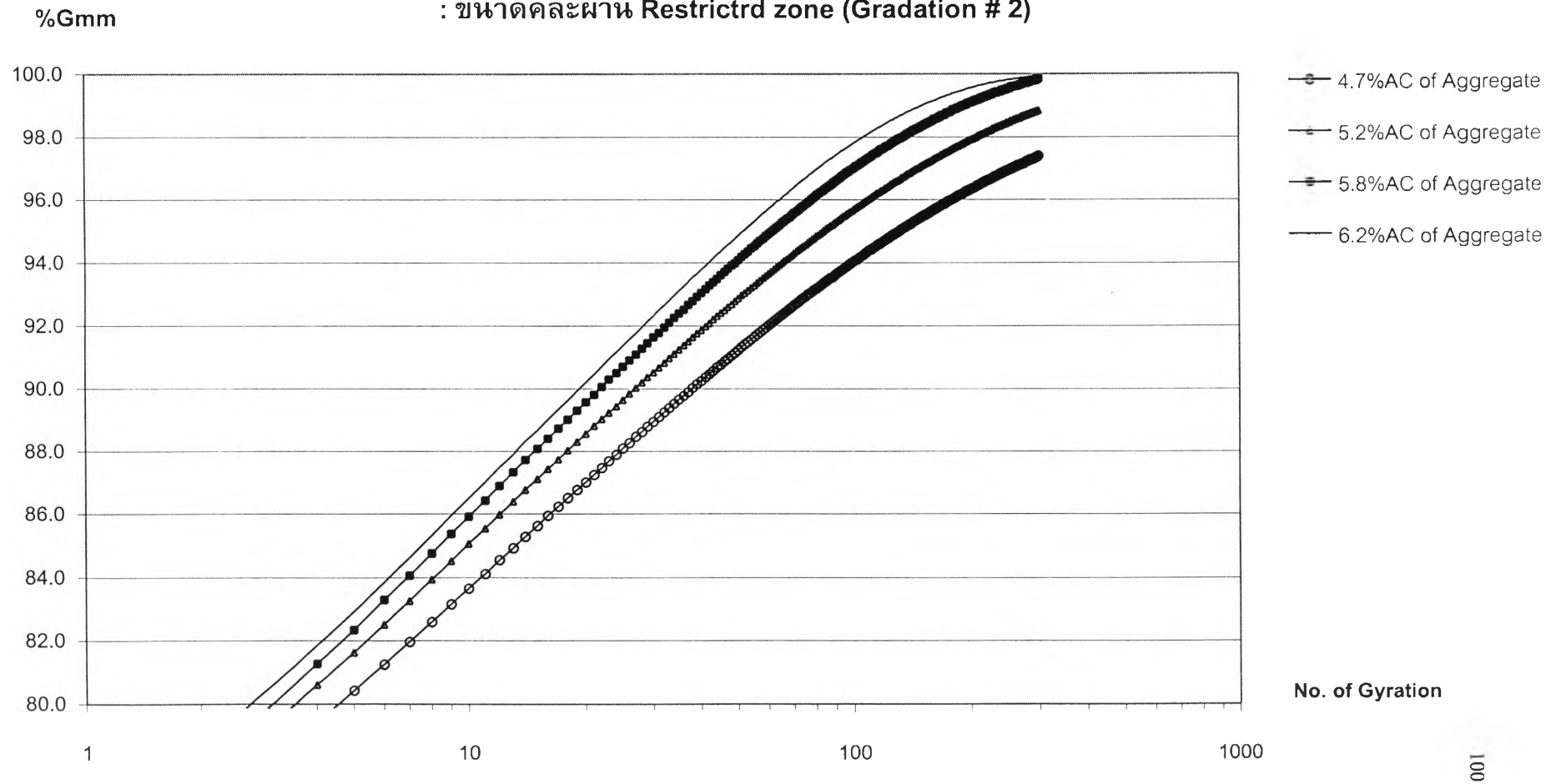
**ผลการออกแบบโดยวิธีซูเปอร์เพฟ ระดับ 1**  
**ขนาดคละเหนือ Restricted zone (Gradation # 1)**

Design ESALs millions)	Average Design High Air Temperature																																															
	< 39 c						39 - 40 c						41 - 42 c						43 - 44 c																													
	Pb,by mass of Aggregate	%Gmm @ Nini	%Gmm @ Nmax	VMA	VFA	Dust Proportion	Pb,by mass of Aggregate	%Gmm @ Nini	%Gmm @ Nmax	VMA	VFA	Dust Proportion	Pb,by mass of Aggregate	%Gmm @ Nini	%Gmm @ Nmax	VMA	VFA	Dust Proportion	Pb,by mass of Aggregate	%Gmm @ Nini	%Gmm @ Nmax	VMA	VFA	Dust Proportion																								
< 0.3	5.6	85.0	97.0	15.3	73.9	0.6	5.6	85.0	97.5	15.3	73.9	0.6	5.5	85.0	97.5	15.1	73.6	0.6	5.5	85.0	97.7	15.1	73.6	0.6	criteria	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	criteria	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	criteria	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	criteria	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT
0.3 - 1.0	5.5	85.0	97.5	15.1	73.6	0.6	5.5	85.0	97.7	15.1	73.6	0.6	5.4	85.0	97.5	14.9	73.2	0.6	5.3	85.5	97.5	14.7	72.9	0.6	criteria	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	criteria	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	criteria	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	criteria	ACCEPT	ACCEPT	NO	ACCEPT	ACCEPT
1.0 - 3.0	5.4	85.0	97.5	14.9	73.2	0.6	5.3	85.5	97.5	14.7	72.9	0.6	5.2	85.5	97.0	14.6	72.5	0.6	5.1	84.7	97.0	14.4	72.1	0.7	criteria	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	criteria	ACCEPT	ACCEPT	NO	ACCEPT	ACCEPT	criteria	ACCEPT	ACCEPT	NO	ACCEPT	ACCEPT	criteria	ACCEPT	ACCEPT	NO	ACCEPT	ACCEPT
3.0 - 10.0	5.3	85.5	97.5	14.7	72.9	0.6	5.1	84.7	97.0	14.4	72.1	0.7	5.0	84.7	97.3	14.2	71.8	0.7	5.0	85.5	97.3	14.2	71.8	0.7	criteria	ACCEPT	ACCEPT	NO	ACCEPT	ACCEPT	criteria	ACCEPT	ACCEPT	NO	ACCEPT	ACCEPT	criteria	ACCEPT	ACCEPT	NO	ACCEPT	ACCEPT	criteria	ACCEPT	ACCEPT	NO	ACCEPT	ACCEPT
10.0 - 30.0	5.1	84.7	97.0	14.4	72.1	0.7	5.0	85.5	97.3	14.2	71.8	0.7	5.0	85.5	97.5	14.2	71.8	0.7	4.8	84.5	97.0	13.8	71.0	0.7	criteria	ACCEPT	ACCEPT	NO	ACCEPT	ACCEPT	criteria	ACCEPT	ACCEPT	NO	ACCEPT	ACCEPT	criteria	ACCEPT	ACCEPT	NO	ACCEPT	ACCEPT	criteria	ACCEPT	ACCEPT	NO	ACCEPT	ACCEPT
30.0 - 100.0	5.0	85.0	97.5	14.2	71.8	0.7	4.8	84.5	97.0	13.8	71.0	0.7	4.8	84.5	97.0	13.8	71.0	0.7	4.8	85.0	97.5	13.8	71.0	0.7	criteria	ACCEPT	ACCEPT	NO	ACCEPT	ACCEPT	criteria	ACCEPT	ACCEPT	NO	ACCEPT	ACCEPT	criteria	ACCEPT	ACCEPT	NO	ACCEPT	ACCEPT	criteria	ACCEPT	ACCEPT	NO	ACCEPT	ACCEPT
> 100.0	4.8	84.5	97.0	13.8	71.0	0.7	4.8	85.0	97.5	13.8	71.0	0.7	4.8	85.0	97.8	13.8	71.0	0.7	4.8	85.0	97.8	13.8	71.0	0.7	criteria	ACCEPT	ACCEPT	NO	ACCEPT	ACCEPT	criteria	ACCEPT	ACCEPT	NO	ACCEPT	ACCEPT	criteria	ACCEPT	ACCEPT	NO	ACCEPT	ACCEPT	criteria	ACCEPT	ACCEPT	NO	ACCEPT	ACCEPT

ข้อกำหนดในการพิจารณา :

- Air voids 4.00%
- %Gmm @ Nini < or = 89%      %Gmm @ Nmax < or = 98%
- Dust Proportion 0.6 - 1.2
- VMA > 15.0 %      Depend on Nominal Maximum Aggregate Size
- VFA Depend on Traffic Level

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง %Gmm และจำนวนรอบการบดอัด  
: ขนาดคละผ่าน Restrictrd zone (Gradation # 2)



**ผลการออกแบบโดยวิธีซูเปอร์เพฟ ระดับ 1**  
**ขนาดคละผ่าน Restricted zone (Gradation # 2)**

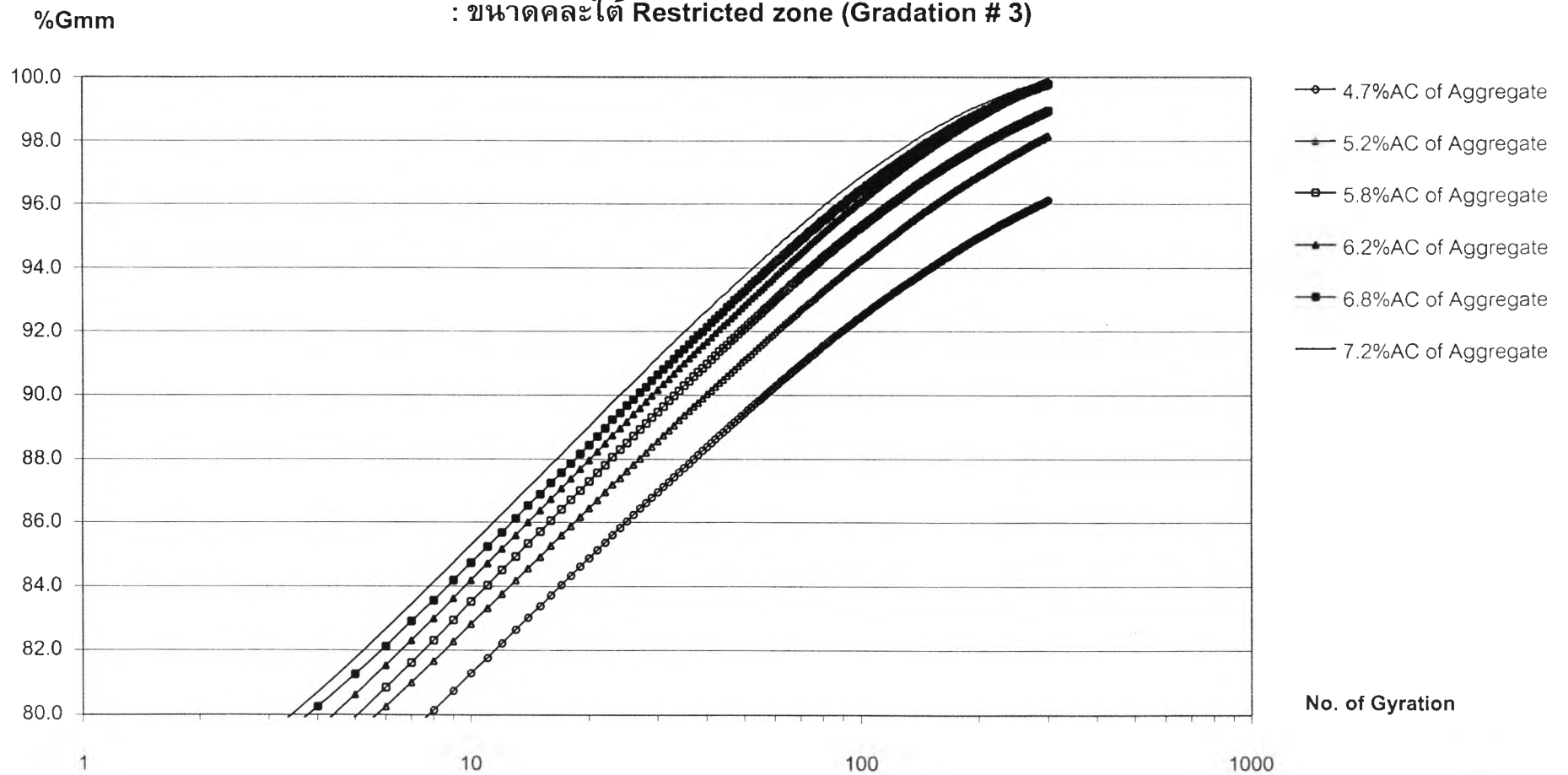
Design ESALs (millions)	Average Design High Air Temperature																																																					
	< 39 c						39 - 40 c						41 - 42 c						43 - 44 c																																			
	Pb,by mass of Aggregate	%Gmm @ Nini	%Gmm @ Nmax	VMA	VFA	Dust Proportion	Pb,by mass of Aggregate	%Gmm @ Nini	%Gmm @ Nmax	VMA	VFA	Dust Proportion	Pb,by mass of Aggregate	%Gmm @ Nini	%Gmm @ Nmax	VMA	VFA	Dust Proportion	Pb,by mass of Aggregate	%Gmm @ Nini	%Gmm @ Nmax	VMA	VFA	Dust Proportion																														
< 0.3	5.9	84.0	97.5	15.8	74.7	0.6	5.9	84.0	97.8	15.8	74.7	0.6	5.8	84.0	97.8	15.6	74.4	0.6	5.7	84.0	98.0	15.4	74.1	0.6	criteria	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	NO	criteria	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	NO	criteria	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	criteria	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT						
	5.8	84.0	97.5	15.6	74.4	0.6	5.7	84.0	97.8	15.4	74.1	0.6	5.6	83.8	97.8	15.3	73.8	0.6	5.5	84.2	97.8	15.1	73.4	0.6	criteria	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	criteria	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	criteria	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	criteria	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT						
0.3 - 1.0	5.6	83.8	97.5	15.3	73.8	0.6	5.4	84.2	97.8	14.9	73.1	0.6	5.3	84.2	97.5	14.7	72.7	0.6	5.2	84.0	97.5	14.5	72.4	0.7	criteria	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	criteria	ACCEPT	ACCEPT	NO	ACCEPT	ACCEPT	criteria	ACCEPT	ACCEPT	NO	ACCEPT	ACCEPT	criteria	ACCEPT	ACCEPT	NO	ACCEPT	ACCEPT	criteria	ACCEPT	ACCEPT	NO	ACCEPT	ACCEPT
	5.4	84.0	97.5	14.9	73.1	0.6	5.2	84.0	97.5	14.5	72.4	0.7	5.2	84.0	97.8	14.5	72.4	0.7	5.1	84.2	97.5	14.3	72.0	0.7	criteria	ACCEPT	ACCEPT	NO	ACCEPT	ACCEPT	criteria	ACCEPT	ACCEPT	NO	ACCEPT	ACCEPT	criteria	ACCEPT	ACCEPT	NO	ACCEPT	ACCEPT	criteria	ACCEPT	ACCEPT	NO	ACCEPT	ACCEPT						
3.0 - 10.0	5.2	84.0	97.5	14.5	72.4	0.7	5.1	84.2	97.5	14.3	72.0	0.7	5.0	84.0	97.5	14.1	71.6	0.7	4.9	84.0	97.5	13.9	71.2	0.7	criteria	ACCEPT	ACCEPT	NO	ACCEPT	ACCEPT	criteria	ACCEPT	ACCEPT	NO	ACCEPT	ACCEPT	criteria	ACCEPT	ACCEPT	NO	ACCEPT	ACCEPT	criteria	ACCEPT	ACCEPT	NO	ACCEPT	ACCEPT						
	5.0	84.0	97.5	14.1	71.6	0.7	4.9	83.8	97.3	13.9	71.2	0.7	4.9	83.8	97.5	13.9	71.2	0.7	4.8	84.2	97.5	13.7	70.8	0.7	criteria	ACCEPT	ACCEPT	NO	ACCEPT	ACCEPT	criteria	ACCEPT	ACCEPT	NO	ACCEPT	ACCEPT	criteria	ACCEPT	ACCEPT	NO	ACCEPT	ACCEPT	criteria	ACCEPT	ACCEPT	NO	ACCEPT	ACCEPT						
30.0 - 100.0	4.9	84.0	97.5	13.9	71.2	0.7	4.8	84.2	97.3	13.7	70.8	0.7	4.7	84.0	97.5	13.5	70.4	0.7	4.7	84.0	97.5	13.5	70.4	0.7	criteria	ACCEPT	ACCEPT	NO	ACCEPT	ACCEPT	criteria	ACCEPT	ACCEPT	NO	ACCEPT	ACCEPT	criteria	ACCEPT	ACCEPT	NO	ACCEPT	ACCEPT	criteria	ACCEPT	ACCEPT	NO	ACCEPT	ACCEPT						
	4.9	84.0	97.5	13.9	71.2	0.7	4.8	84.2	97.3	13.7	70.8	0.7	4.7	84.0	97.5	13.5	70.4	0.7	4.7	84.0	97.5	13.5	70.4	0.7	criteria	ACCEPT	ACCEPT	NO	ACCEPT	ACCEPT	criteria	ACCEPT	ACCEPT	NO	ACCEPT	ACCEPT	criteria	ACCEPT	ACCEPT	NO	ACCEPT	ACCEPT	criteria	ACCEPT	ACCEPT	NO	ACCEPT	ACCEPT						

ข้อกำหนดในการพิจารณา :  
 Air voids 4.00%  
 %Gmm @ Nini < or = 89%      %Gmm @ Nmax < or = 98%  
 Dust Proportion 0.6 - 1.2  
 VMA > 15.0 %      Depend on Nominal Maximum Aggregate Size  
 VFA Depend on Traffic Level



### กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง %Gmm และจำนวนรอบการบดอัด

: ขนาดคละได้ Restricted zone (Gradation # 3)



**ผลการออกแบบโดยวิธีซูเปอร์เพฟ ระดับ 1**  
**ขนาดคละได้ Restricted zone (Gradation #3)**

Design ESALs (millions)	Average Design High Air Temperature																								
	< 39 c						39 - 40 c						41 - 42 c						43 - 44 c						
	Pb,by mass of Aggregate	%Gmm @ Nini	%Gmm @ Nmax	VMA	VFA	Dust Proportion	Pb,by mass of Aggregate	%Gmm @ Nini	%Gmm @ Nmax	VMA	VFA	Dust Proportion	Pb,by mass of Aggregate	%Gmm @ Nini	%Gmm @ Nmax	VMA	VFA	Dust Proportion	Pb,by mass of Aggregate	%Gmm @ Nini	%Gmm @ Nmax	VMA	VFA	Dust Proportion	
< 0.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.2	83.5	98.0	18.2	78.0	0.5	
0.3 - 1.0	criteria	-	-	-	-	-	criteria	-	-	-	-	-	criteria	-	-	-	-	-	criteria	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	NO
1.0 - 3.0	7.0	83.0	97.8	17.8	77.5	0.5	6.2	83.0	97.8	16.3	75.5	0.5	6.2	83.0	97.8	16.3	75.5	0.5	6.0	82.5	97.8	16.0	75.0	0.6	
3.0 - 10.0	criteria	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	NO	criteria	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	NO	criteria	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	NO	criteria	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	NO
10.0 - 30.0	6.2	83.0	97.8	16.3	75.5	0.5	6.0	82.5	97.8	16.0	75.0	0.6	5.9	82.5	98.0	15.8	74.7	0.6	5.8	83.0	97.8	15.6	74.4	0.6	
30.0 - 100.0	criteria	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	NO	NO	criteria	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	NO	criteria	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	NO	criteria	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT
> 100.0	6.0	82.5	97.8	16.0	75.0	0.6	5.8	83.0	97.8	15.6	74.4	0.6	5.6	82.5	97.8	15.2	73.7	0.6	5.4	82.5	97.5	14.8	73.0	0.6	
	criteria	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	NO	criteria	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	criteria	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	criteria	ACCEPT	ACCEPT	NO	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT
	5.6	82.5	97.8	15.2	73.7	0.6	5.4	82.5	97.8	14.8	73.0	0.6	5.4	82.5	97.8	14.8	73.0	0.6	5.2	83.0	97.8	14.5	72.3	0.7	
	criteria	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	criteria	ACCEPT	ACCEPT	NO	ACCEPT	ACCEPT	criteria	ACCEPT	ACCEPT	NO	ACCEPT	ACCEPT	criteria	ACCEPT	ACCEPT	NO	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT
	5.4	82.5	97.8	14.8	73.0	0.6	5.2	83.0	97.8	14.5	72.3	0.7	5.1	82.5	97.5	14.3	71.9	0.7	5.1	82.5	97.5	14.3	71.9	0.7	
	criteria	ACCEPT	ACCEPT	NO	ACCEPT	ACCEPT	criteria	ACCEPT	ACCEPT	NO	ACCEPT	ACCEPT	criteria	ACCEPT	ACCEPT	NO	ACCEPT	ACCEPT	criteria	ACCEPT	ACCEPT	NO	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT

ข้อกำหนดในการพิจารณา :

- Air voids 4.00%
- %Gmm @ Nini < or = 89%      %Gmm @ Nmax < or = 98%
- Dust Proportion 0.6 - 1.2
- VMA > 15.0 %      Depend on Nominal Maximum Aggregate Size
- VFA Depend on Traffic Level

ภาคผนวก ค

ผลการบดอัดตัวอย่างเพื่อหาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน : ขนาดกละ 1

การบดอัดโดยวิธีมาร์แชล

No.	%AC by wgt of Agg	%AC by wgt of Mix	Mass (grams)			Bulk Vol. CC.	Density (g/ml)	Average Density (g/ml)	Standard Deviation
			In Air	SSD	In water				
1	5.00	4.76	1245.3	1246.6	696.2	550.4	2.263	2.278	0.0193
2			1244.1	1244.8	702.3	542.5	2.293		
3			1244.6	1246.1	695.2	550.9	2.259		
4			1245.5	1246.8	704.1	542.7	2.295		
5	6.00	5.66	1260.5	1261.2	721.6	539.6	2.336	2.328	0.0358
6			1262.0	1262.5	727.8	534.7	2.360		
7			1259.0	1259.7	721.4	538.3	2.339		
8			1261.8	1263.6	709.4	554.2	2.277		
9	7.00	6.54	1270.6	1270.8	735.0	535.8	2.371	2.362	0.0172
10			1268.8	1269.2	734.3	534.9	2.372		
11			1273.4	1273.8	735.9	537.9	2.367		
12			1274.1	1275.0	729.6	545.4	2.336		

การบดอัดโดย Gyrotory Compactor ในวิธีซูเปอร์เพพ

No.	%AC by wgt of Agg	%AC by wgt of Mix	Mass (grams)			Bulk Vol. CC.	Density (g/ml)	Average Density (g/ml)	Standard Deviation
			In Air	SSD	In water				
1	5.00	4.76	1254.4	1255.4	736.7	518.7	2.418	2.421	0.0024
2			1260.7	1261.8	741.4	520.4	2.423		
3			1252.1	1253.3	736.7	516.6	2.424		
4			1268.7	1269.8	745.6	524.2	2.420		
5	6.00	5.66	1267.9	1268.6	747.5	521.1	2.433	2.434	0.0018
6			1271.8	1272.4	749.9	522.5	2.434		
7			1272.2	1272.9	750.9	522.0	2.437		
8			1272.7	1273.4	750.4	523.0	2.433		
9	7.00	6.54	1277.1	1277.6	749.3	528.3	2.417	2.418	0.0018
10			1283.6	1284.0	753.3	530.7	2.419		
11			1277.6	1278.4	749.6	528.8	2.416		
12			1280.5	1281.1	752.0	529.1	2.420		

ผลการทดสอบสมมติฐานการเปรียบเทียบค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน : ขนาดคณะ 1

%AC by wgt of Agg	%AC by wgt of Mix	Standard Deviation		$F_c = (S.D._{\text{Marshall}}^2) / (S.D._{\text{Gyratory}}^2)$	$F_{95,3,3} = 9.28$	
		From Gyratory Compactor				From Marshall Method
		Gyration No.	S.D. at each Gyration			
5.00	4.76	300	0.0024	0.0193	64.6	Reject
		172	0.0034		31.7	Reject
		128	0.0033		33.6	Reject
		95	0.0034		31.6	Reject
		68	0.0036		28.0	Reject
6.00	5.66	300	0.0018	0.0358	374.4	Reject
		172	0.0024		224.9	Reject
		128	0.0028		159.0	Reject
		95	0.0032		123.3	Reject
		68	0.0037		94.1	Reject
7.00	6.54	300	0.0018	0.0172	95.4	Reject
		172	0.0020		74.3	Reject
		128	0.0017		104.0	Reject
		95	0.0016		115.0	Reject
		68	0.0032		29.3	Reject

การบดอัดโดยวิธีมาร์แชล

No.	%AC by wgt of Agg	%AC by wgt of Mix	Mass (grams)			Bulk Vol. CC.	Density (g/ml)	Average Density (g/ml)	Standard Deviation
			In Air	SSD	In water				
1	5.00	4.76	1251.8	1255.0	706.9	548.1	2.284	2.293	0.0092
2			1250.5	1253.3	707.6	545.7	2.292		
3			1248.4	1251.4	706.1	545.3	2.289		
4			1250.0	1252.5	710.3	542.2	2.305		
5	6.00	5.66	1259.5	1260.2	721.6	538.6	2.338	2.329	0.0154
6			1264.6	1265.6	721.9	543.7	2.326		
7			1261.6	1263.5	717.0	546.5	2.309		
8			1262.8	1263.5	724.5	539.0	2.343		
9	7.00	6.54	1273.5	1274.0	731.9	542.1	2.349	2.354	0.0121
10			1274.3	1274.7	734.5	540.2	2.359		
11			1274.6	1275.0	730.2	544.8	2.340		
12			1269.0	1269.5	733.5	536.0	2.368		

การบดอัดโดย Gyrotory Compactor ในวิธีซูเปอร์เพพ

No.	%AC by wgt of Agg	%AC by wgt of Mix	Mass (grams)			Bulk Vol. CC.	Density (g/ml)	Average Density (g/ml)	Standard Deviation
			In Air	SSD	In water				
1	5.00	4.76	1252.2	1253.4	738.6	514.8	2.432	2.432	0.0054
2			1259.9	1260.8	744.4	516.4	2.440		
3			1253.5	1254.5	738.4	516.1	2.429		
4			1268.6	1269.8	747.3	522.5	2.428		
5	6.00	5.66	1254.4	1255.0	743.7	511.3	2.453	2.449	0.0045
6			1271.5	1272.3	752.4	519.9	2.446		
7			1254.2	1255.2	742.0	513.2	2.444		
8			1288.2	1288.9	763.4	525.5	2.451		
9	7.00	6.54	1274.1	1274.8	750.9	523.9	2.432	2.432	0.0020
10			1280.1	1280.8	754.8	526.0	2.434		
11			1279.8	1280.3	753.4	526.9	2.429		
12			1279.4	1279.9	753.9	526.0	2.432		

ผลการทดสอบสมมติฐานการเปรียบเทียบค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน : ขนาดคณะ 2

%AC by wgt of Agg	%AC by wgt of Mix	Standard Deviation		$F_c = (S.D._{\text{Marshall}}^2) / (S.D._{\text{Gyratory}}^2)$	$F_{95,3,3} = 9.28$	
		From Gyratory Compactor				From Marshall Method
		Gyration No.	S.D. at each Gyration			
5.00	4.76	300	0.0054	0.0092	2.9	Accept
		172	0.0043		4.4	Accept
		128	0.0038		5.8	Accept
		95	0.0026		12.8	Reject
		68	0.0021		19.6	Reject
6.00	5.66	300	0.0045	0.0154	11.6	Reject
		172	0.0041		14.3	Reject
		128	0.0033		21.4	Reject
		95	0.0041		14.4	Reject
		68	0.0043		13.1	Reject
7.00	6.54	300	0.0020	0.0121	36.7	Reject
		172	0.0028		19.0	Reject
		128	0.0039		9.8	Reject
		95	0.0047		6.5	Accept
		68	0.0039		9.5	Reject

การบดอัดโดยวิธีมาร์แชล

No.	%AC by wgt of Agg	%AC by wgt of Mix	Mass (grams)			Bulk Vol. CC.	Density (g/ml)	Average Density (g/ml)	Standard Deviation
			In Air	SSD	In water				
1	5.00	4.76	1253.7	1272.5	702.1	570.4	2.198	2.237	0.0268
2			1252.7	1263.1	704.0	559.1	2.241		
3			1248.9	1260.0	704.8	555.2	2.249		
4			1252.9	1261.7	706.9	554.8	2.258		
5	6.00	5.66	1266.4	1281.7	701.8	579.9	2.184	2.199	0.0121
6			1269.8	1280.4	702.0	578.4	2.195		
7			1264.8	1276.7	703.6	573.1	2.207		
8			1263.6	1274.9	703.3	571.6	2.211		
9	7.00	6.54	1276.7	1279.7	712.2	567.5	2.250	2.257	0.0081
10			1276.3	1277.5	714.5	563.0	2.267		
11			1274.2	1276.2	712.6	563.6	2.261		
12			1275.8	1277.8	711.2	566.6	2.252		

การบดอัดโดย Gyrotory Compactor ในวิธีซูเปอร์เพฟ

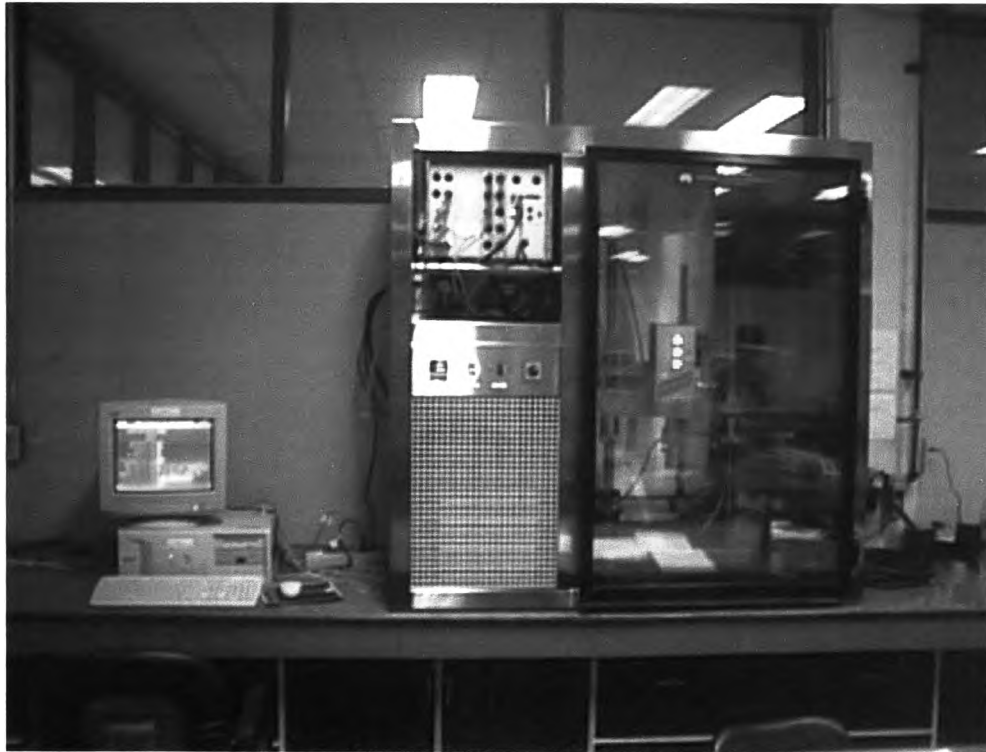
No.	%AC by wgt of Agg	%AC by wgt of Mix	Mass (grams)			Bulk Vol. CC.	Density (g/ml)	Average Density (g/ml)	Standard Deviation
			In Air	SSD	In water				
1	5.00	4.76	1254.6	1258.6	731.2	527.4	2.379	2.375	0.0040
2			1254.4	1257.8	728.8	529.0	2.371		
3			1262.3	1266.4	735.7	530.7	2.379		
4			1260.2	1264.1	732.9	531.2	2.372		
5	6.00	5.66	1259.8	1262.0	737.8	524.2	2.403	2.411	0.0115
6			1271.6	1273.6	743.6	530.0	2.399		
7			1267.3	1268.8	745.8	523.0	2.423		
8			1268.9	1270.2	745.5	524.7	2.418		
9	7.00	6.54	1275.2	1276.0	749.7	526.3	2.423	2.426	0.0034
10			1270.3	1270.9	746.9	524.0	2.424		
11			1269.7	1270.4	747.6	522.8	2.429		
12			1274.6	1275.1	750.6	524.5	2.430		



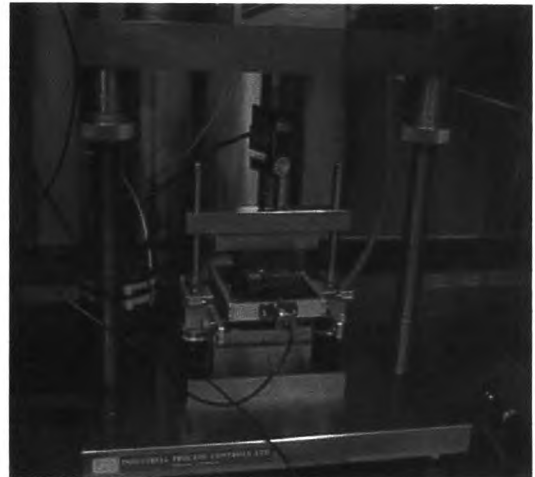
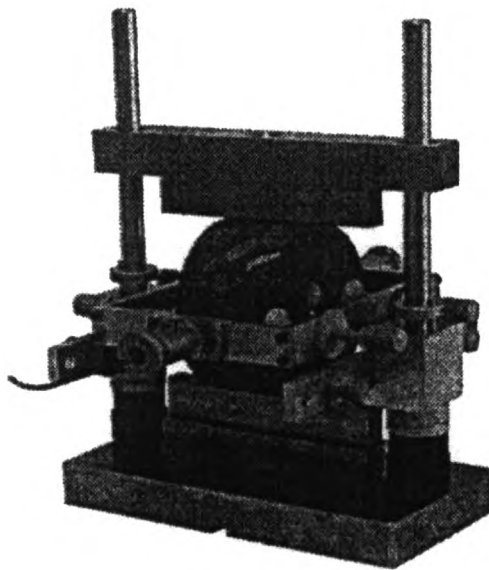
ผลการทดสอบสมมติฐานการเปรียบเทียบค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน : ขนาดคณะ 3

%AC by wgt of Agg	%AC by wgt of Mix	Standard Deviation		$F_c = (S.D._{\text{Marshall}}^2) / (S.D._{\text{Gyratory}}^2)$	$F_{95,3,3} = 9.28$	
		From Gyratory Compactor				From Marshall Method
		Gyration No.	S.D. at each Gyration			
5.00	4.76	300	0.0040	0.0268	44.7	Reject
		172	0.0044		37.0	Reject
		128	0.0046		33.6	Reject
		95	0.0049		29.3	Reject
		68	0.0051		27.2	Reject
6.00	5.66	300	0.0115	0.0121	1.1	Accept
		172	0.0106		1.3	Accept
		128	0.0097		1.6	Accept
		95	0.0088		1.9	Accept
		68	0.0081		2.2	Accept
7.00	6.54	300	0.0034	0.0081	5.5	Accept
		172	0.0042		3.7	Accept
		128	0.0043		3.6	Accept
		95	0.0045		3.2	Accept
		68	0.0044		3.3	Accept

**ภาคผนวก ง**



รูปที่ ง-1 ชุดเครื่องมือที่ใช้ทดสอบ



รูปที่ ง-2 การจัดเตรียมก้อนตัวอย่างเพื่อทดสอบ

รูปที่ ง เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบโมดูลัสคืนตัวและความล้า

ขนาดคละเหนือ Restricted zone ( Gradation # 1)

ชื่อก้อนตัวอย่าง	เส้นผ่านศูนย์กลาง (ม.ม.)		ความหนา (ม.ม.)		น้ำหนัก (กรัม)			ความหนาแน่น (ก.ก./ม <sup>3</sup> )	ปริมาณช่องว่างของอากาศ (ร้อยละ)
	แต่ละทิศทาง	เฉลี่ย	แต่ละจุด	เฉลี่ย	ชั่งในอากาศ	ชั่งในน้ำ	อิมควิวแห้ง		
G1-6.5-T	99.65	99.70	73.10	73.18	1272.7	710.4	1275.4	2252.6	6.64
			73.10						
	99.75		73.30						
	73.20								
G1-5.0-1	99.90	99.90	66.65	66.79	1241.9	703.1	1243.5	2298.1	6.6
			66.80						
	99.90		66.85						
			66.85						
G1-5.0-2	99.90	99.90	67.45	67.39	1261.2	712.3	1262.3	2293.1	6.77
			67.35						
	99.90		67.30						
			67.45						
G1-6.5-1	99.90	99.95	69.35	69.28	1273.6	711.6	1274.9	2261.0	6.29
			69.15						
	100.00		69.20						
			69.40						
G1-6.5-2	99.90	99.90	69.10	69.24	1277.8	713.5	1279.0	2259.6	6.35
			69.20						
	99.90		69.40						
			69.25						
G1-8.0-1	99.85	99.88	71.90	71.81	1296.6	712.7	1297.5	2217.2	6.39
			71.80						
	99.90		71.75						
			71.80						
G1-8.0-2	99.85	99.90	72.05	71.98	1291.8	710.4	1292.8	2218.1	6.36
			72.00						
	99.95		71.85						
			72.00						

ขนาดคละผ่าน Restricted zone ( Gradation # 2)

ชื่อก้อนตัวอย่าง	เห็นผ่านศูนย์กลาง (ม.ม.)		ความหนา (ม.ม.)		น้ำหนัก (กรัม)			ความหนาแน่น (ก.ก./ม <sup>3</sup> )	ปริมาณช่องว่างของอากาศ (ร้อยละ)
	แต่ละทิศทาง	เฉลี่ย	แต่ละจุด	เฉลี่ย	ชั่งในอากาศ	ชั่งในน้ำ	อิมตัวผิวแห้ง		
G2-6.5-T	99.90	99.93	72.60	72.70	1264.2	709.8	1269.4	2259.1	6.43
			72.60						
	99.95		72.90						
	72.70								
G2-5.0-1	99.95	99.98	67.30	67.23	1257.0	715.2	1262.0	2298.8	6.62
			67.20						
	100.00		67.20						
	67.20								
G2-5.0-2	100.00	99.98	67.10	67.16	1252.6	709.8	1253.8	2302.6	6.46
			67.15						
	99.95		67.10						
	67.30								
G2-6.5-1	99.90	99.80	69.00	68.93	1276.1	710.5	1277.4	2251.0	6.77
			68.70						
	99.70		68.90						
	69.10								
G2-6.5-2	99.90	99.95	69.05	69.01	1275.9	709.8	1276.7	2250.7	6.79
			69.00						
	100.00		69.00						
	69.00								
G2-8.0-1	99.80	99.75	73.00	72.86	1292.7	710.5	1294.2	2214.7	6.57
			72.65						
	99.70		72.80						
	73.00								
G2-8.0-2	99.90	99.85	73.25	73.16	1296.4	712.3	1298.3	2212.3	6.67
			73.10						
	99.80		73.10						
	73.20								

ขนาดกะได้ Restricted zone ( Gradation # 3)

ชื่อก้อนตัวอย่าง	เส้นผ่านศูนย์กลาง (ม.ม.)		ความหนา (ม.ม.)		น้ำหนัก (กรัม)			ความหนาแน่น (ก.ก./ม <sup>3</sup> )	ปริมาณช่องว่างของอากาศ (ร้อยละ)
	แต่ละทิศทาง	เฉลี่ย	แต่ละจุด	เฉลี่ย	ชั่งในอากาศ	ชั่งในน้ำ	อิมตัวผิวแห้ง		
G3-6.5-T	100.00	99.85	73.60	73.66	1277.7	718.5	1284.7	2256.6	6.57
			73.80						
	99.70		73.60						
	73.65								
G3-5.0-1	100.00	100.00	67.20	67.25	1267.7	718.2	1270.2	2296.6	6.74
			67.20						
	100.00		67.20						
	67.40								
G3-5.0-2	99.85	99.93	66.60	66.55	1255.3	713.2	1257.2	2307.5	6.30
			66.60						
	100.00		66.50						
			66.50						
G3-6.5-1	99.90	99.98	68.55	68.60	1271.2	710.3	1272.9	2259.5	6.45
			68.60						
	100.05		68.55						
			68.70						
G3-6.5-2	99.90	99.90	68.80	68.80	1275.9	711.3	1276.9	2255.8	6.61
			68.90						
	99.90		68.80						
			68.70						
G3-8.0-1	99.90	99.90	73.25	73.19	1286.4	708.5	1288.2	2219.1	6.41
			73.00						
	99.90		73.20						
			73.30						
G3-8.0-2	99.90	99.95	73.85	73.90	1289.5	710.1	1291.6	2217.5	6.48
			73.80						
	100.00		73.95						
			74.00						

ผลการทดสอบค่าความต้านทานต่อแรงดึงทางอ้อม (Indirect Tensile Test) ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

ชื่อก้อนตัวอย่าง	เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย (D) (ม.ม.)	ความหนาเฉลี่ย (T) (ม.ม.)	พื้นที่ = $\frac{\pi D^2 T}{4}$ (ม.ม. <sup>2</sup> )	น้ำหนักกระทำสูงสุด (kN)	ค่าความต้านทานต่อแรงดึงทางอ้อม (MPa)
G1-6.5-T	99.70	73.18	11465.22	5.20	0.454
G2-6.5-T	99.93	72.70	11416.29	5.09	0.446
G3-6.5-T	99.85	73.66	11557.78	5.14	0.445

ผลการทดสอบโมดูลัสคืนตัว (Resilient Modulus) ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความถี่ 1 Hz  
ขนาดกะเทาะเนื้อ Restricted zone ( Gradation # 1 )

ชื่อคอนกรีต	ทิศทาง	ค่าโมดูลัสคืนตัว (Resilient Modulus) (MPa)			ค่าการคืนตัว (Resilient Strain) (Micro strain)		
		ค่าจาก 5 รอบสุดท้าย	เฉลี่ยแต่ละทิศทาง	เฉลี่ยทั้งหมด	ค่าจาก 5 รอบสุดท้าย	เฉลี่ยแต่ละทิศทาง	เฉลี่ยทั้งหมด
G1-5.0-1	1	5671	5608.00	5707.30	5.280	5.34	5.25
		5807			5.133		
		5373			5.573		
		5671			5.280		
		5518			5.426		
	2	6005	5806.60		4.987	5.16	
		6005			4.987		
		5518			5.427		
		5671			5.280		
		5834			5.133		
G1-5.0-2	1	6410	6404.20	6878.20	4.693	4.69	4.40
		6410			4.693		
		6381			4.693		
		6410			4.693		
		6410			4.693		
	2	7359	7352.20		4.106	4.11	
		7326			4.106		
		7326			4.106		
		7359			4.106		
		7391			4.106		
G1-6.5-1	1	4453	4513.40	4909.10	6.746	6.69	6.20
		4492			6.746		
		4473			6.746		
		4473			6.746		
		4676			6.453		
	2	5299	5304.80		5.720	5.72	
		5299			5.720		
		5438			5.573		
		5189			5.867		
		5299			5.720		
G1-6.5-2	1	4187	4177.40	4505.20	7.187	7.22	6.75
		4187			7.187		
		4205			7.187		
		4121			7.333		
		4187			7.187		
	2	4703	4833.00		6.453	6.28	
		4792			6.307		
		4833			6.307		
		5174			5.867		
		4663			6.453		
G1-8.0-1	1	3087	3071.80	3218.00	9.681	9.74	9.34
		3041			9.827		
		3135			9.534		
		3087			9.681		
		3009			9.974		
	2	3248	3364.20		9.241	8.95	
		3425			8.801		
		3425			8.801		
		3369			8.948		
		3354			8.948		
G1-8.0-2	1	2870	2910.80	3014.90	10.560	10.41	10.08
		2952			10.260		
		2898			10.410		
		2858			10.560		
		2976			10.260		
	2	3039	3119.00		9.975	9.74	
		3131			9.681		
		3039			9.975		
		3242			9.388		
		3144			9.681		



ผลการทดสอบโมดูลัสคืนตัว (Resilient Modulus) ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ความถี่ 1 Hz  
ขนาดกะเทาะหิน Restricted zone ( Gradation # 1)

ชื่อก้อนตัวอย่าง	ทิศทาง	ค่าโมดูลัสคืนตัว (Resilient Modulus) (MPa)			ค่าการคืนตัว (Resilient Strain) (Micro strain)		
		ค่าจาก 5 รอบสุกดท้าย	เฉลี่ยต่อทิศทาง	เฉลี่ยทั้งหมด	ค่าจาก 5 รอบสุกดท้าย	เฉลี่ยต่อทิศทาง	เฉลี่ยทั้งหมด
G1-5.0-1	1	2109	2114.20	1954.90	4840	4.87	5.34
		2074			4987		
		2047			4987		
		2204			4694		
		2137			4840		
	2	1720	1795.60		6014	5.81	
		1808			5721		
		1832			5721		
		1832			5721		
		1786			5867		
G1-5.0-2	1	2722	2661.00	2439.10	3666	3.75	4.14
		2722			3666		
		2722			3666		
		2618			3813		
		2521			3960		
	2	2098	2217.20		4694	4.52	
		2330			4400		
		2225			4547		
		2195			4547		
		2238			4400		
G1-6.5-1	1	1491	1461.00	1395.10	7041	7.04	7.35
		1472			7041		
		1405			7188		
		1453			7041		
		1484			6895		
	2	1341	1329.20		7629	7.66	
		1341			7629		
		1316			7776		
		1324			7629		
		1324			7629		
G1-6.5-2	1	1247	1234.20	1188.40	8215	8.39	8.67
		1184			8655		
		1226			8361		
		1241			8361		
		1273			8361		
	2	1112	1142.60		9096	8.95	
		1164			8803		
		1112			9096		
		1169			8656		
		1156			9096		
G1-8.0-1	1	931	915.38	847.81	11290	11.26	12.16
		920			11150		
		933			11000		
		897			11440		
		897			11440		
	2	795	780.24		12910	13.05	
		758			13200		
		758			13200		
		787			13200		
		804			12760		
G1-8.0-2	1	969	952.38	852.49	10560	10.85	12.29
		929			11150		
		918			11150		
		966			10850		
		981			10560		
	2	743	752.60		13940	13.73	
		743			13940		
		750			13640		
		759			13640		
		768			13500		

ผลการทดสอบโมดูลัสคืนตัว (Resilient Modulus) ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส ความถี่ 1 Hz  
ขนาดกะเทาะเนื้อ Restricted zone ( Gradation # 1)

ชื่อก้อนตัวอย่าง	ทิศทาง	ค่าโมดูลัสคืนตัว (Resilient Modulus) (MPa)			ค่าการคืนตัว (Resilient Strain) (Micro strain)		
		ค่าจาก 5 รอบสุดท้าย	เฉลี่ยแต่ละทิศทาง	เฉลี่ยทั้งหมด	ค่าจาก 5 รอบสุดท้าย	เฉลี่ยแต่ละทิศทาง	เฉลี่ยทั้งหมด
G1-5.0-1	1	981	957.36	894.38	6.748	6.95	7.25
		903			7.334		
		961			7.041		
		981			6.601		
		961			7.041		
	2	863	831.40		7.334	7.54	
		826			7.481		
		826			7.481		
		833			7.774		
		810			7.628		
G1-5.0-2	1	1208	1227.60	1143.20	5.427	5.28	5.78
		1242			5.280		
		1278			5.134		
		1286			4.987		
		1124			5.574		
	2	1065	1058.80		6.161	6.28	
		1040			6.307		
		1109			6.307		
		1040			6.307		
		1040			6.307		
G1-6.5-1	1	706	664.76	576.24	9.241	9.48	11.19
		645			9.681		
		654			9.535		
		654			9.535		
		665			9.388		
	2	494	487.72		12.900	12.90	
		494			12.900		
		478			12.760		
		494			12.900		
		478			13.050		
G1-6.5-2	1	563	570.98	486.10	10.850	10.94	13.01
		568			11.000		
		570			10.700		
		578			11.290		
		576			10.850		
	2	395	401.22		15.110	15.08	
		399			14.960		
		418			14.960		
		400			15.250		
		395			15.110		
G1-8.0-1	1	328	333.18	313.67	18.330	18.48	19.76
		338			18.630		
		333			18.480		
		333			18.480		
		333			18.480		
	2	288	294.16		21.420	21.03	
		296			21.270		
		298			20.680		
		298			20.680		
		292			21.120		
G1-8.0-2	1	251	256.34	241.49	23.910	23.85	25.59
		254			23.610		
		263			23.910		
		258			23.760		
		255			24.050		
	2	230	226.64		27.280	27.34	
		223			27.570		
		229			26.840		
		229			27.420		
		223			27.570		

ผลการทดสอบโมดูลัสคืนตัว (Resilient Modulus) ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความถี่ 1 Hz  
ขนาดกะทัดรัด Restricted zone ( Gradation # 2)

ชื่อถนนตัวอย่าง	ทิศทาง	ค่าโมดูลัสคืนตัว (Resilient Modulus) (MPa)			ค่าการคืนตัว (Resilient Strain) (Micro strain)		
		ค่าจาก 5 รอบสุดท้าย	เฉลี่ยแต่ละทิศทาง	เฉลี่ยทั้งหมด	ค่าจาก 5 รอบสุดท้าย	เฉลี่ยแต่ละทิศทาง	เฉลี่ยทั้งหมด
G2-5.0-1	1	5414	5689.00	5963.00	5.568	5.30	5.08
		5560			5.421		
		5878			5.128		
		5715			5.275		
		5878			5.128		
	2	6458	6237.00		4.688	4.86	
		6458			4.688		
		5878			5.128		
		6487			4.688		
		5904			5.128		
G2-5.0-2	1	5390	5490.00	6332.00	5.567	5.48	4.85
		5535			5.421		
		5275			5.714		
		5715			5.274		
		5535			5.421		
	2	7380	7174.00		4.102	4.22	
		6858			4.395		
		7126			4.249		
		7380			4.102		
		7126			4.249		
G2-6.5-1	1	4863	4637.40	5004.50	6.166	6.46	6.02
		4750			6.313		
		4326			6.900		
		4519			6.607		
		4729			6.313		
	2	5237	5371.60		5.726	5.58	
		5520			5.432		
		5351			5.579		
		5375			5.579		
		5375			5.579		
G2-6.5-2	1	4115	4004.40	4348.10	7.334	7.54	7.01
		4034			7.480		
		3882			7.774		
		3957			7.627		
		4034			7.480		
	2	4696	4691.80		6.454	6.48	
		4942			6.160		
		4717			6.454		
		4592			6.600		
		4512			6.747		
G2-8.0-1	1	2685	2685.60	2676.10	11.160	11.16	11.19
		2685			11.160		
		2758			10.860		
		2650			11.300		
		2650			11.300		
	2	2685	2666.60		11.160	11.22	
		2639			11.310		
		2639			11.310		
		2685			11.160		
		2685			11.160		
G2-8.0-2	1	2940	2994.00	2991.50	10.260	10.09	10.09
		2982			10.120		
		2982			10.120		
		2982			10.120		
		3084			9.828		
	2	2928	2989.00		10.260	10.09	
		2995			10.120		
		3026			9.976		
		3026			9.976		
		2970			10.120		

ผลการทดสอบโมดูลัสคืบตัว (Resilient Modulus) ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ความถี่ 1 Hz  
ขนาดกะทัดรัด Restricted zone ( Gradation # 2)

ชื่อคอนกรีตตัวอย่าง	ทิศทาง	ค่าโมดูลัสคืบตัว (Resilient Modulus) (MPa)			ค่าการคืบตัว (Resilient Strain) (Micro strain)		
		ค่าจาก 5 รอบสุดท้าย	เฉลี่ยแต่ละทิศทาง	เฉลี่ยทั้งหมด	ค่าจาก 5 รอบสุดท้าย	เฉลี่ยแต่ละทิศทาง	เฉลี่ยทั้งหมด
G2-5.0-1	1	1625	1581.40	1478.00	6.154	6.45	6.93
		1593			6.447		
		1524			6.740		
		1578			6.594		
		1587			6.301		
	2	1356	1374.60		7.475	7.42	
		1348			7.622		
		1412			7.182		
		1374			7.475		
		1383			7.329		
G2-5.0-2	1	1947	1872.80	1644.10	5.276	5.45	6.35
		1752			5.862		
		1947			5.276		
		1922			5.276		
		1796			5.569		
	2	1412	1415.40		7.182	7.24	
		1383			7.328		
		1431			7.182		
		1431			7.182		
		1420			7.328		
G2-6.5-1	1	1204	1210.60	1165.40	8.664	8.66	9.00
		1220			8.664		
		1199			8.811		
		1241			8.517		
		1189			8.664		
	2	1114	1120.20		9.253	9.34	
		1110			9.400		
		1156			9.253		
		1128			9.253		
		1093			9.547		
G2-6.5-2	1	1028	1011.88	927.83	10.120	10.21	11.35
		1028			10.120		
		1001			10.270		
		988			10.270		
		1014			10.270		
	2	846	843.78		12.470	12.50	
		845			12.320		
		856			12.470		
		856			12.470		
		816			12.760		
G2-8.0-1	1	662	666.90	576.99	15.270	15.24	18.14
		664			15.420		
		671			15.270		
		675			14.980		
		662			15.270		
	2	491	487.08		20.860	21.04	
		495			20.710		
		497			20.860		
		478			21.450		
		475			21.300		
G2-8.0-2	1	622	622.92	610.26	15.980	16.07	16.46
		641			15.690		
		616			16.130		
		618			16.280		
		618			16.280		
	2	617	597.60		16.720	16.84	
		594			16.720		
		597			16.870		
		597			16.870		
		584			17.020		

ผลการทดสอบโมดูลัสคืนตัว (Resilient Modulus) ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส ความถี่ 1 Hz  
 ขบวนการคั่นผ่าน Restricted zone ( Gradation # 2)

ชื่อคอนกรีตย่อย	ทิศทาง	ค่าโมดูลัสคืนตัว (Resilient Modulus) (MPa)			ค่าการคืนตัว (Resilient Strain) (Micro strain)		
		ค่าจาก 5 รอบสุดท้าย	เฉลี่ยแต่ละทิศทาง	เฉลี่ยทั้งหมด	ค่าจาก 5 รอบสุดท้าย	เฉลี่ยแต่ละทิศทาง	เฉลี่ยทั้งหมด
G2-5.0-1	1	974	904.74	832.57	6.448	6.89	7.52
		872			7.034		
		891			6.888		
		893			7.034		
		893			7.034		
	2	761	760.40		8.060	8.15	
		775			7.914		
		748			8.207		
		756			8.500		
		761			8.060		
G2-5.0-2	1	1099	1100.40	976.12	5.715	5.63	6.42
		1075			5.569		
		1154			5.569		
		1101			5.569		
		1073			5.715		
	2	838	851.84		7.327	7.21	
		821			7.474		
		872			7.034		
		838			7.327		
		891			6.888		
G2-6.5-1	1	712	711.04	645.36	8.223	8.19	9.22
		712			8.223		
		725			8.077		
		699			8.370		
		707			8.077		
	2	581	579.68		10.570	10.25	
		583			10.280		
		595			9.840		
		578			10.130		
		562			10.420		
G2-6.5-2	1	544	555.62	555.45	11.000	10.77	10.69
		559			10.710		
		559			10.710		
		559			10.710		
		559			10.710		
	2	545	555.28		10.700	10.62	
		553			10.560		
		561			10.410		
		566			10.560		
		551			10.850		
G2-8.0-1	1	327	330.92	336.67	17.330	17.21	17.08
		327			17.330		
		338			17.180		
		336			16.890		
		327			17.330		
	2	344	342.42		16.880	16.94	
		347			16.730		
		341			17.030		
		333			17.030		
		349			17.030		
G2-8.0-2	1	398	391.46	370.22	14.520	14.61	15.46
		398			14.520		
		394			14.670		
		384			14.670		
		384			14.670		
	2	343	348.98		16.430	16.31	
		346			16.280		
		351			16.430		
		358			16.130		
		346			16.280		

ผลการทดสอบโมดูลัสคืนตัว (Resilient Modulus) ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความถี่ 1 Hz  
ขนาดกะทัดรัด Restricted zone ( Gradation # 3)

ชื่อก่อนบดตัวอย่าง	ทิศทาง	ค่าโมดูลัสคืนตัว (Resilient Modulus) (MPa)			ค่าการคืนตัว (Resilient Strain) (Micro strain)		
		ค่าจาก 5 รอบสุกดท้าย	เฉลี่ยแต่ละทิศทาง	เฉลี่ยทั้งหมด	ค่าจาก 5 รอบสุกดท้าย	เฉลี่ยแต่ละทิศทาง	เฉลี่ยทั้งหมด
G3-5.0-1	1	5390	5553.60	5834.20	5568	5.42	5.19
		5414			5568		
		5715			5275		
		5689			5275		
		5560			5421		
	2	6051	6114.80		4982	4.95	
		6105			4982		
		6078			4982		
		6078			4982		
		6262			4836		
G3-5.0-2	1	5543	5589.40	6050.90	5426	5.37	5.00
		5697			5280		
		5671			5280		
		5518			5426		
		5518			5426		
	2	6676	6512.40		4546	4.63	
		6409			4693		
		6646			4546		
		6215			4840		
		6616			4546		
G3-6.5-1	1	4729	4613.40	4977.60	6300	6.51	6.08
		4683			6447		
		4345			6886		
		4539			6593		
		4771			6300		
	2	5398	5341.80		5568	5.66	
		5129			5861		
		5283			5714		
		5306			5714		
		5593			5421		
G3-6.5-2	1	4091	3969.80	4298.70	7334	7.54	7.03
		3993			7480		
		3916			7627		
		3916			7627		
		3933			7627		
	2	4565	4627.60		6601	6.51	
		4669			6454		
		4690			6454		
		4545			6601		
		4669			6454		
G3-8.0-1	1	2572	2572.40	2740.20	11730	11.73	11.07
		2562			11730		
		2551			11880		
		2594			11580		
		2583			11730		
	2	2858	2908.00		10560	10.41	
		2910			10410		
		2898			10410		
		2910			10410		
		2964			10270		
G3-8.0-2	1	2516	2556.20	2700.00	12020	11.88	11.29
		2623			11580		
		2568			11880		
		2558			11880		
		2516			12030		
	2	2800	2843.80		10850	10.70	
		2930			10410		
		2800			10850		
		2889			10560		
		2800			10850		

ผลการทดสอบโมดูลัสคืนตัว (Resilient Modulus) ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ความถี่ 1 Hz  
ขนาดกะทัดรัด Restricted zone ( Gradation # 3)

ชื่อพื้นผิว	ทิศทาง	ค่าโมดูลัสคืนตัว (Resilient Modulus) (MPa)			ค่าการคืนตัว (Resilient Strain) (Micro strain)		
		ค่าจาก 5 รอบสุกทำ	เฉลี่ยแต่ละทิศทาง	เฉลี่ยทั้งหมด	ค่าจาก 5 รอบสุกทำ	เฉลี่ยแต่ละทิศทาง	เฉลี่ยทั้งหมด
G3-5.0-1	1	1235	1241.20	1308.10	8.207	8.15	7.78
		1202			8.207		
		1298			7.914		
		1252			8.207		
		1219			8.207		
	2	1412	1375.00		7.181	7.42	
		1330			7.621		
		1402			7.328		
		1348			7.621		
		1383			7.327		
G3-5.0-2	1	1840	1781.40	1691.80	5.721	5.84	6.15
		1771			5.867		
		1664			6.161		
		1816			5.721		
		1816			5.721		
	2	1589	1602.20		6.455	6.46	
		1595			6.602		
		1647			6.308		
		1647			6.308		
		1533			6.602		
G3-6.5-1	1	1155	1188.60	1140.00	8.941	8.85	9.23
		1252			8.355		
		1185			8.941		
		1166			9.087		
		1185			8.941		
	2	1129	1091.40		9.379	9.61	
		1084			9.525		
		1129			9.379		
		1081			9.672		
		1034			10.110		
G3-6.5-2	1	950	957.32	850.00	10.850	10.82	12.33
		975			10.710		
		950			10.850		
		962			10.850		
		950			10.850		
	2	748	742.68		13.790	13.85	
		748			13.790		
		748			13.790		
		740			13.930		
		730			13.930		
G3-8.0-1	1	558	554.66	514.90	18.040	18.19	19.56
		551			18.490		
		558			18.040		
		562			17.900		
		544			18.490		
	2	474	475.14		20.980	20.92	
		474			20.980		
		474			20.980		
		474			20.980		
		481			20.680		
G3-8.0-2	1	587	580.80	533.74	17.610	17.93	19.59
		587			18.050		
		571			17.900		
		585			17.900		
		575			18.190		
	2	486	486.68		21.280	21.25	
		486			21.280		
		486			21.280		
		486			21.280		
		489			21.120		

ผลการทดสอบโมดูลัสคืนตัว (Resilient Modulus) ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส ความถี่ 1 Hz  
ขนาดกะทัดรัด Restricted zone ( Gradation # 3)

ชื่อก้อนตัวอย่าง	ทิศทาง	ค่าโมดูลัสคืนตัว (Resilient Modulus) (MPa)			ค่าการคืนตัว (Resilient Strain) (Micro strain)		
		ค่าจาก 5 รอบสุดท้าย	เฉลี่ยแต่ละทิศทาง	เฉลี่ยทั้งหมด	ค่าจาก 5 รอบสุดท้าย	เฉลี่ยแต่ละทิศทาง	เฉลี่ยทั้งหมด
G3-5.0-1	1	739	772.82	695.36	8.501	8.06	8.81
		809			7.768		
		779			8.061		
		775			7.915		
		761			8.061		
	2	619	617.90		9.672	9.55	
		629			9.525		
		623			9.379		
		623			9.379		
		595			9.819		
G3-5.0-2	1	694	708.80	651.53	8.947	8.80	9.62
		734			8.654		
		717			8.654		
		705			8.800		
		694			8.947		
	2	596	594.26		10.410	10.44	
		596			10.410		
		596			10.410		
		588			10.560		
		596			10.410		
G3-6.5-1	1	646	635.46	531.76	9.527	9.73	11.99
		627			9.820		
		641			9.820		
		627			9.820		
		636			9.673		
	2	423	428.06		14.220	14.25	
		419			14.360		
		437			14.070		
		424			14.510		
		437			14.070		
G3-6.5-2	1	566	537.74	529.47	10.850	11.32	11.50
		531			11.290		
		518			11.590		
		518			11.590		
		556			11.290		
	2	517	521.20		11.880	11.67	
		517			11.880		
		537			11.440		
		519			11.290		
		517			11.880		
G3-8.0-1	1	458	469.52	469.52	13.200	13.11	13.11
		479			12.610		
		495			12.470		
		473			13.350		
		443			13.930		
	2	-	-		-	-	
		-			-		
		-			-		
		-			-		
		-			-		
G3-8.0-2	1	448	453.32	414.28	13.640	13.49	15.00
		458			13.640		
		448			13.640		
		473			13.200		
		438			13.350		
	2	379	375.24		16.130	16.51	
		376			16.280		
		380			16.430		
		374			16.720		
		367			17.010		





## ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายพรชัย ศีลารมย์ เกิดวันที่ 24 พฤษภาคม พ.ศ. 2520 มีพี่น้องรวม 3 คน สำเร็จการศึกษา ระดับประถมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนวัดปากน้ำ(พิบูลสงคราม) สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษา ตอนปลายจากโรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย นนทบุรี สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตร์ บัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2541 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2541