

ผลการทดลอง และวิเคราะห์ผล

5.1 ผลการทดลอง

5.1.1 ผลการทดลองคุณสมบัติมวลรวม จาก 2 แหล่งใช้ชื่อย่อว่าแหล่งซบ-1 และแหล่ง ซบ-2 ที่เก็บแยก 4 ขนาด คือหินฝุ่น, 3/8", 1/2" และ 3/4" ทดลองหาขนาดคละ ดรรชนีความแบน ดรรชนีความยาว ความถ่วงจำเพาะอัตราการดูดซึมน้ำ ความลึกหรือ Soundness และ Sand Equivalent สรุปไว้ในตารางที่ 5.1 และ 5.2 พบว่าแหล่ง ซบ-2 มีค่าดรรชนีความแบนและดรรชนีความยาวน้อยกว่าแหล่ง ซบ-1 ทำให้มีขนาดเม็ดหยาบค่อนข้าง กลมกว่าและความถ่วงจำเพาะแหล่ง ซบ-2 มีค่าสูงกว่าแหล่ง ซบ-1 เล็กน้อย ส่วนคุณสมบัติด้าน อื่นไม่แตกต่างกันมากนัก ได้ตามเกณฑ์มาตรฐานกรมทางหลวง

5.1.2 ผลการออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต ได้ทำการผสมมวลรวมแต่ละ ขนาดโดยน้ำหนัก เพื่อให้ได้ขนาดคละแบบแน่น (Dense Graded) ตารางที่ 4.1 อัตราส่วน ระหว่างมวลรวม ฝุ่น : 3/8" : 1/2" : 3/4" สำหรับแหล่ง ซบ-1 ใช้อัตราส่วน 56 : 10 : 15 : 19 ตารางที่ 5.3 และแหล่ง ซบ-2 ใช้อัตราส่วน 55 : 12 : 15 : 18 ตารางที่ 5.4 เมื่อนำอัตราส่วนมาคำนวณหาความถ่วงจำเพาะ ดรรชนีความยาว และดรรชนี ความแบน ของมวลรวมผสม พบว่าความถ่วงจำเพาะมวลรวม ผสมแหล่ง ซบ-1 = 2.671 แหล่ง ซบ-2 = 2.687 ดรรชนีความยาวและดรรชนีความแบนน้อยกว่า 30 % ได้ตามเกณฑ์มาตรฐาน กรมทางหลวง และ ทดลองผสมแอสฟัลต์ที่ปริมาณสูง 6 % เพื่อคำนวณหาอัตราการดูดซึมน้ำแอสฟัลต์ พบว่าแหล่ง ซบ-1 ให้ค่าอัตราการดูดซึมน้ำแอสฟัลต์ 0.25 % และแหล่ง ซบ-2 = 0.24 % ผลการ เตรียมตัวอย่างมวลรวมผสม 1,200 กรัม กับแอสฟัลต์ที่ปริมาณ 4.0, 4.5, 5.0, 5.5, 6.0, 6.5 % โดยน้ำหนักมวลรวมผสม บดอัด และทดลองตามวิธีมาร์แชล

ตารางที่ 5.1 ผลการทดลองคุณสมบัติมวลรวมแห้ง ชั้น-1

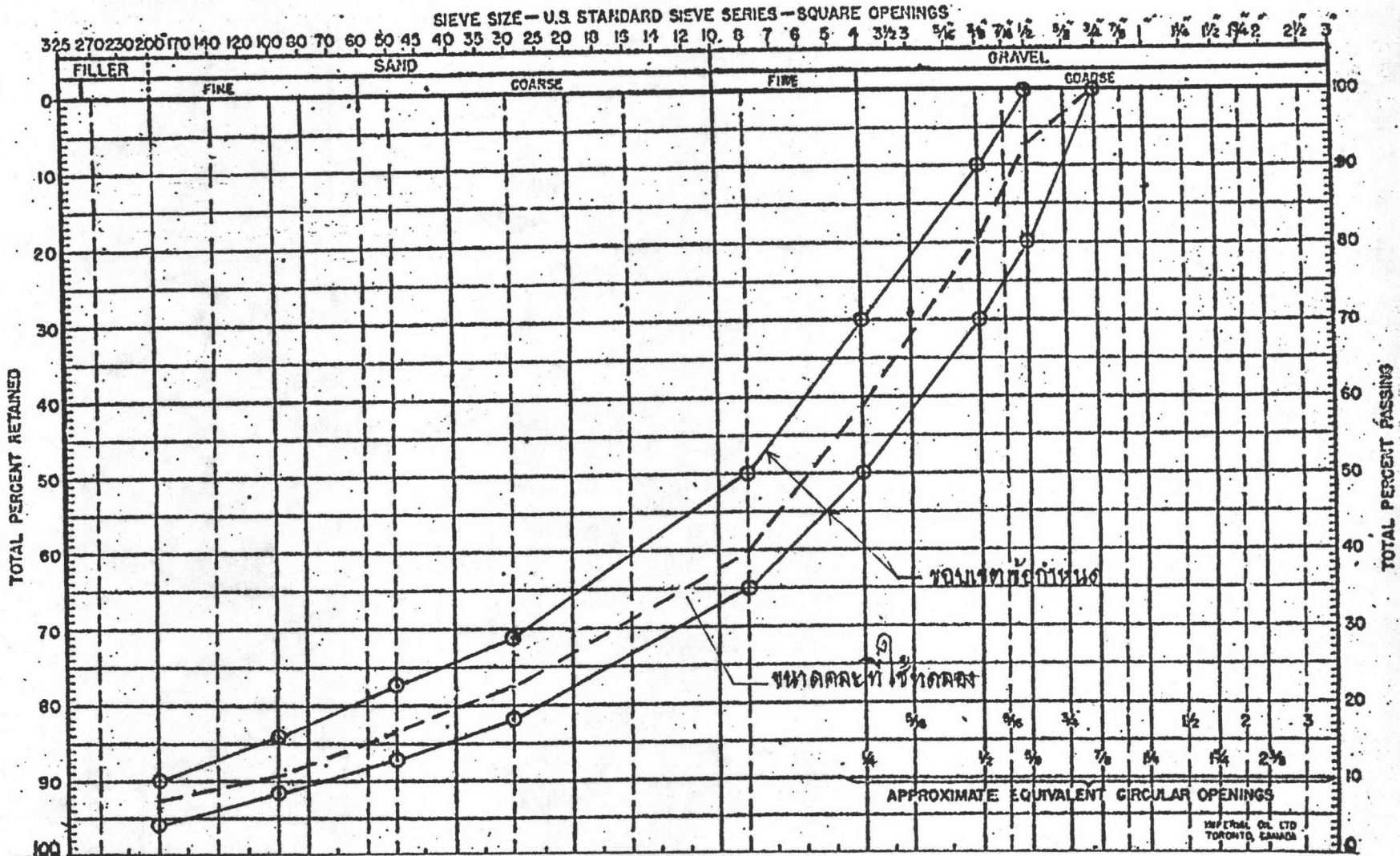
ขนาดตะแกรง	% ผ่านตะแกรง				
	ฝุ่น	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	
$\frac{3}{4}$ "				100	
$\frac{1}{2}$ "			100	59.5	
$\frac{3}{8}$ "		100	57.9	30.4	
#4	100	19.1	2.1	1.5	
#8	69.2	7.6	1.0		
#30	38.9	4.5			
#50	29.2				
#100	19.3				
#200	13.7				
ดรรชนีความแบน	%	-	27.0	25.7	24.1
ดรรชนีความยาว	%	-	17.0	19.1	25.0
ความถ่วงจำเพาะแบบรวม		2.661	2.673	2.675	2.678
ความถ่วงจำเพาะแบบปรากฏ		2.703	2.703	2.703	2.704
การดูดซึมน้ำ	%	0.64	0.42	0.39	0.36
ความลึกทรอย	%	30.7	31.1	33.4	34.1
Soundness	%	0.65	0.64	0.63	0.63
Sand Equivalent	%	75	-	-	-

ตารางที่ 5.2 ผลการทดลองคุณสมบัติมวลรวมแห้ง ชบ-2

ขนาดตะแกรง	% ผ่านตะแกรง				
	ฝุ่น	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	
$\frac{3}{4}$				100	
$\frac{1}{2}$			100	55.7	
$\frac{3}{8}$		100	69.3	17.1	
#4	100	24.1	7.2	4.0	
#8	75.2	5.3	1.5		
#30	45.0	1.9			
#50	33.6				
#100	22.3				
#200	12.9				
ดรรชนีความแบน	%	—	15.2	14.9	14.8
ดรรชนีความยาว	%	—	14.2	16.5	19.2
ความถ่วงจำเพาะแบบรวม		2.674	2.687	2.695	2.705
ความถ่วงจำเพาะแบบปรากฏ		2.716	2.719	2.723	2.728
การดูดซึมน้ำ	%	0.66	0.43	0.38	0.31
ความลึกทรอย	%	28.6	29.1	29.3	29.3
Soundness	%	0.63	0.63	0.62	0.62
Sand Equivalent	%	73	—	—	—

ตารางที่ 5.3 ผลการจัดขนาดคละแบบเน้น มวลรวม ชบ-1

ขนาดตะแกรง	% ผ่านตะแกรง				มวลรวม ผล้ม	ขอบเขต กำหนด
	ฝุ่น	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$		
$\frac{3}{4}$				100	100	100
$\frac{1}{2}$			100	59.5	92.3	80-100
$\frac{3}{8}$		100	57.9	30.4	80.5	70-90
#4	100	19.1	2.1	1.5	58.5	50-70
#8	69.2	7.6	1.0		39.7	35-50
#30	38.9	4.5			22.2	18-29
#50	29.2				16.4	13-23
#100	19.3				10.8	8-16
#200	13.7				7.7	4-10
อัตราส่วนผล้ม %	56	10	15	19	100	
ความถ่วงจำเพาะ	2.667	2.673	2.675	2.678	2.671	
ดรรชนีความแบน	-	27.0	25.7	24.1	25.2	
ดรรชนีความยาว	-	17.0	19.1	25.0	21.4	
% ดูดซิมแอสฟัลต์	-	-	-	-	0.25	

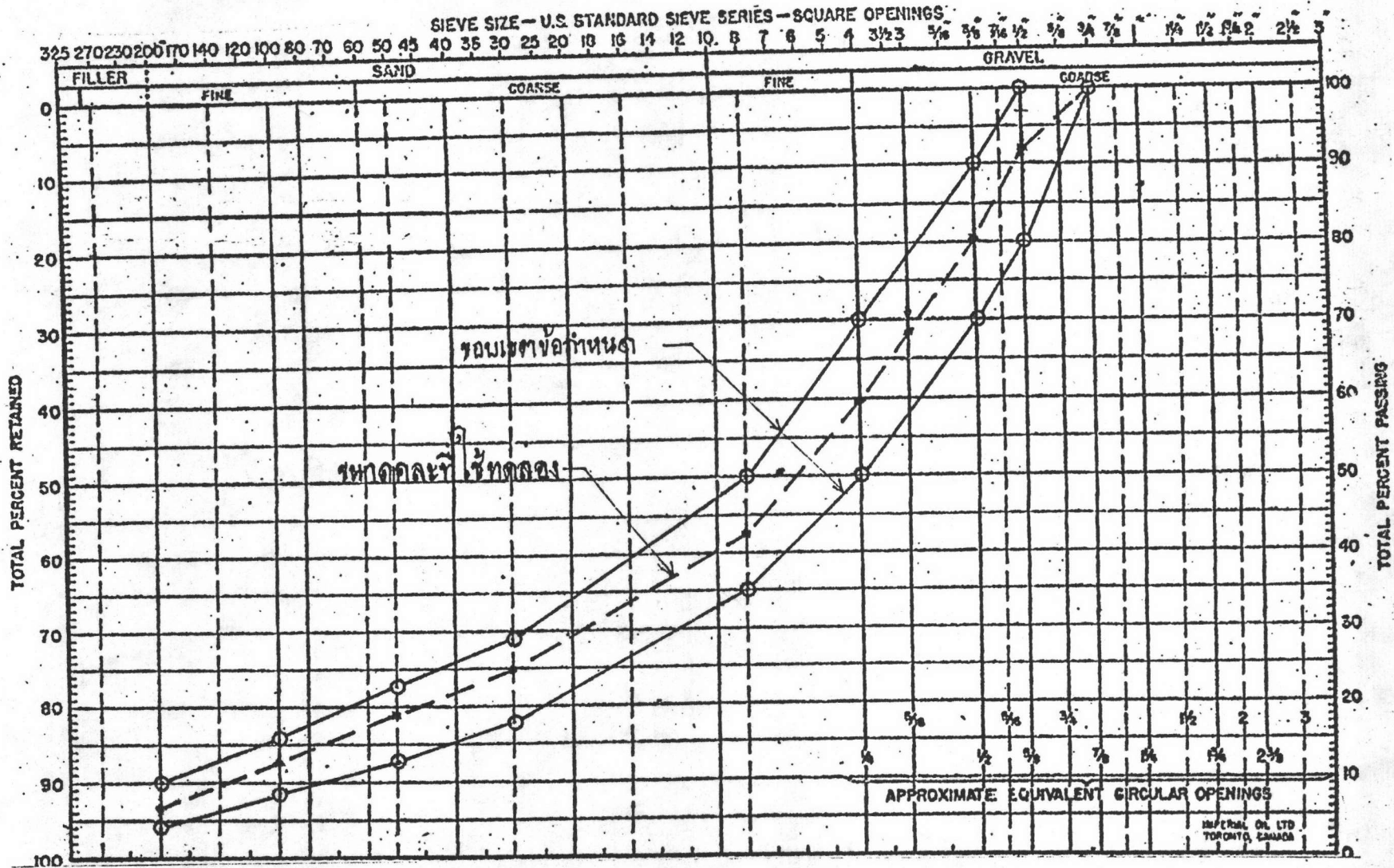


รูปที่ 5.1 ผลการจัดขนาดละเอียดแบบแน่น (Dense Graded) มวลรวมแห้ง ชป-1



ตารางที่ 5.4 ผลการจัดขนาดคละแบบแน่น มวลรวม ชบ-2

ขนาดตะแกรง	% ผ่านตะแกรง				มวลรวม ผล้ม	ขอบเขต กำหนด
	ฝุ่น	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$		
$\frac{3}{4}$				100	100	100
$\frac{1}{2}$			100	55.7	92.0	80 - 100
$\frac{3}{8}$		100	69.3	17.1	80.5	70 - 90
#4	100	24.1	7.2	4.0	59.7	50 - 70
#8	75.2	5.3	1.5		42.2	35 - 50
#30	45.0	1.9			25.0	18 - 29
#50	33.6				18.5	13 - 23
#100	22.3				12.3	8 - 16
#200	12.9				7.1	4 - 10
อัตราส่วนผล้ม%	55	12	15	18	100	
ความถ่วงจำเพาะ	2.679	2.687	2.695	2.705	2.687	
ครรชนีความแบน	—	15.2	14.9	14.8	14.9	
ครรชนีความยาว	—	14.2	16.5	19.2	17.1	
% ดูดซิมแอสฟัลต์	—	—	—	—	0.24	



รูปที่ 5.2 ผลการจัดขนาดคละแบบแน่น (Dense Graded)

มวลรวมแห้ง ชบ-2

ได้ผลการทดลองในตารางที่ 5.5 และ 5.6 นำผลมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของความหนาแน่น (Density) เสถียรภาพ (Stability) การไหลตัว (Flow) เปอร์เซ็นต์ช่องว่างระหว่างมวลรวม (% VMA) เปอร์เซ็นต์ช่องว่างระหว่างมวลรวมที่มีแอสฟัลต์ประสาน (% VFB) และเปอร์เซ็นต์ช่องว่างอากาศ (% Air Voids) กับเปอร์เซ็นต์แอสฟัลต์โดยน้ำหนักมวลรวม (% AC) พิจารณาควบคุมปริมาณช่องว่างอากาศที่ใกล้เคียง 4 % ทั้ง 2 แหล่ง เพื่อสะดวกในการเปรียบเทียบ ได้เปอร์เซ็นต์แอสฟัลต์ 4.9 % ที่ให้คุณสมบัติต่าง ๆ อยู่ในเกณฑ์การออกแบบ ส่วนผสมร้อนโดยวิธีมาร์แชล สำหรับการจราจรหนักมาก ตารางที่ 4.2 และผลการออกแบบเปอร์เซ็นต์แอสฟัลต์ ตารางที่ 5.3 และ 5.4 พบว่าแหล่ง ชบ-1 ได้ค่า Density 2.401 กรัมต่อ ลบ. ซม. Stability = 2,310 ปอนด์ Flow = 9.8 (0.01 นิ้ว) Air Voids = 3.9 %, VFB = 73 % และ VMA = 14.3 % และแหล่ง ชบ-2 ได้ค่า Density = 2.401 กรัมต่อ ลบ. ซม. Stability = 2,230 ปอนด์, Flow = 9.7 (0.01 นิ้ว), Air Voids = 4.3 % VFB = 70 % และ VMA = 14.8 % จะเห็นว่าที่เปอร์เซ็นต์แอสฟัลต์เท่ากัน 4.9 % นี้ แหล่ง ชบ-2 ให้ค่า เสถียรภาพการไหลตัว เปอร์เซ็นต์ VFB ต่ำกว่า แต่เปอร์เซ็นต์ VMA, เปอร์เซ็นต์ Air Voids สูงกว่าแหล่ง ชบ-1 ส่วนความหนาแน่นเท่ากัน

5.1.3 ผลการทดลองคุณสมบัติแอสฟัลต์ซีเมนต์ และเมื่อใส่สารผสมช่วยการเกาะยึด
ดูในตารางที่ 5.7 สรุปได้ดังนี้

5.1.3.1 ผลการทดลอง Penetration แอสฟัลต์ซีเมนต์มีค่า 81 และภายหลังที่ทดลอง Thin Film Oven นำแอสฟัลต์มาทดลองหา Penetration อีกครั้งได้ 52 คิดเป็น Retained Penetration $= (52/81) * 100 = 64.2$ % ซึ่งได้ตามเกณฑ์มาตรฐาน ASTM D 946 ที่กำหนดให้มากกว่า 47 % และเมื่อใส่สารผสมช่วยการเกาะยึดในแอสฟัลต์ ที่ปริมาณ 0.5, 1.0, 1.5 % โดยน้ำหนักแอสฟัลต์ พบว่าสารผสมทุกชนิดให้ค่า Penetration สูงขึ้นทั้งก่อนและภายหลังทดลอง Thin Film Oven อยู่ระหว่าง 83 - 97 และ 53 - 68 ตามลำดับ

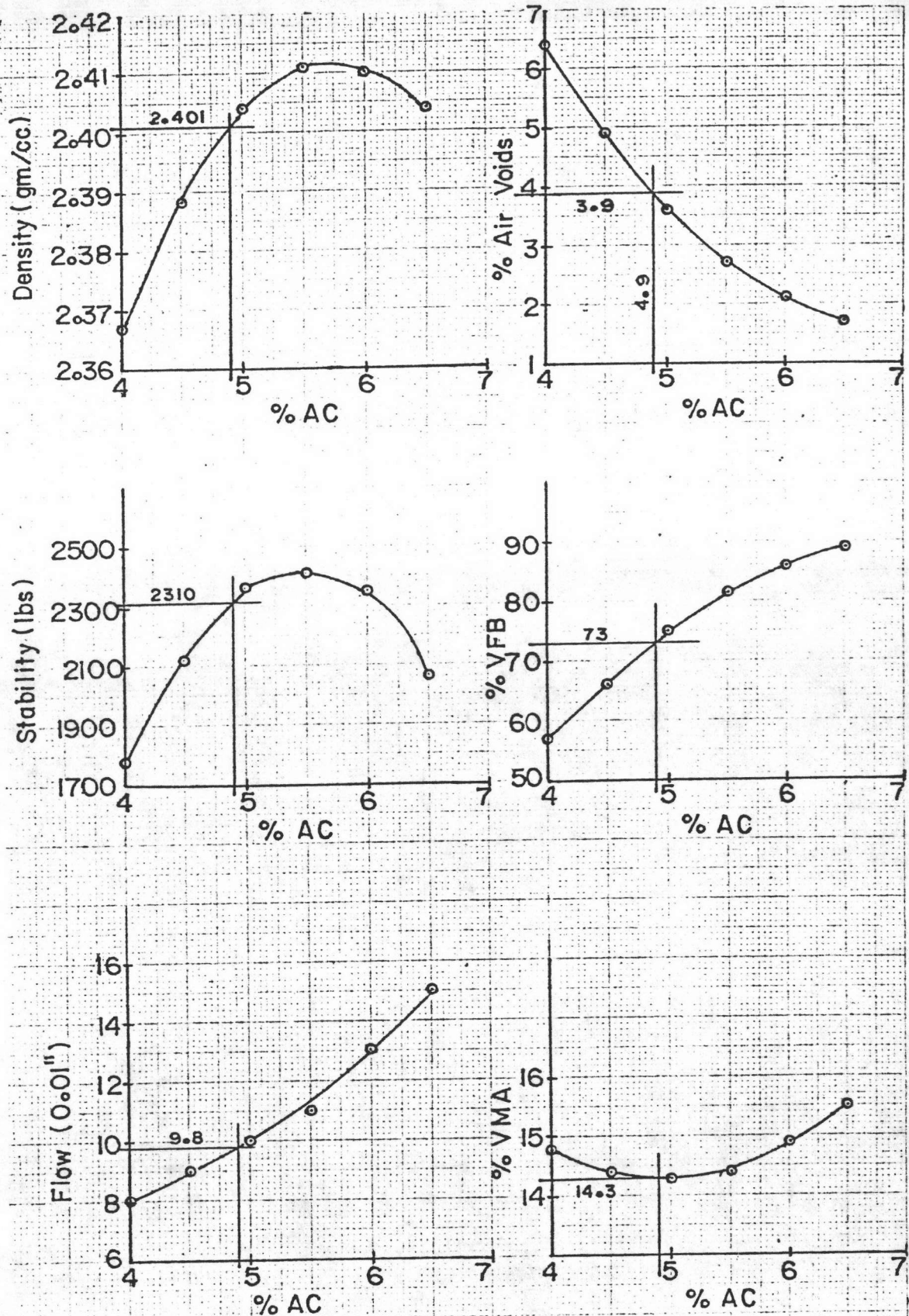
5.1.3.2 ผลการทดลอง Ductility แอสฟัลต์ซีเมนต์มีค่า 114 ซม. ซึ่งได้ตามเกณฑ์มาตรฐาน ASTM D 946 ที่กำหนดให้ค่ามากกว่า 100 ซม. และภายหลังที่ทดลอง

ตารางที่ 5.5 ผลการออกแบบส่วนผสมร้อน โดยวิธีมาร์แชล มวลรวม ชบ-1

Mix Proportion		56 : 10 : 15 : 19		By Weight		Pen. Grade AC		80-100		Sp. Gr. AC (Gac)		1.02					
Compaction, number of blows each end		75		Avg. Sp. Gr. Agg. and Filler (Gag)		2.671		Bitumen Absorption (x)		0.25 %							
% AC by Wgt. of Agg.	% AC by Wgt. of Mix	% Eff. AC by Wgt. of Mix $b - \frac{x(100-b)}{100}$	Spec. Hgt. in.	Weight-Grams			Bulk Vol. ml f-g	Bulk Density gm/ml $\frac{c}{h}$	Volume-% Total		VMA % 100-k	Air Voids % l-j	VFB % $\frac{100j}{l}$	Stability-Lbs		Flow 1/100 q	
				in air e	sat, sur. dry f	in water g			AC $\frac{c.i}{Gac}$	Agg. $\frac{(100-b)i}{Gag}$				Meas. o	Adjust p		
a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	
4.0	3.85	3.61	2.6	1238.4	1241.8	717.9	523.9	2.364						1800	1728	8	
			2.6	1239.1	1242.3	718.6	523.7	2.366							1920	1843	9
			2.5	1238.5	1243.8	721.4	522.4	2.371							1840	1766	7
									2.367	8.4	85.2	14.8	6.4	56.8		1779	8
4.5	4.31	4.07	2.5	1244.6	1247.0	726.0	521.0	2.389						2150	2150	9	
			2.5	1243.4	1245.6	725.6	520.0	2.391							2270	2270	9
			2.5	1244.5	1246.9	724.9	522.0	2.384							1940	1940	8
									2.388	9.5	85.6	14.4	4.9	66.0		2120	9
5.0	4.76	4.52	2.5	1247.9	1249.3	730.9	518.4	2.407						2410	2410	11	
			2.5	1249.1	1250.6	730.8	519.8	2.403							2350	2350	10
			2.5	1248.3	1249.8	730.3	519.5	2.403							2320	2320	10
									2.404	10.7	85.7	14.3	3.6	74.8		2360	10

ตารางที่ 5.5 (ต่อ)

Mix Proportion: <u>56 8 10 8 15 8 19</u> By Weight Pen. Grade AC <u>80 -- 100</u> Sp. Gr. AC (Gac) <u>1.02</u> Compaction, number of blows each end <u>75</u> Avg. Sp. Gr. Agg. and Filler (Gag) <u>2.671</u> Bitumen Absorption (x) <u>0.25</u> %																	
% AC by Wgt. of Agg.	% AC by Wgt. of Mix	% Eff. AC by Wgt. of Mix $b = \frac{x(100-b)}{100}$	Spec. Hgt. in. d	Weight-Grams			Bulk Vol. ml f-g	Bulk Density gm/ml $\frac{e}{h}$	Volume-% Total		VMA % 100-k	Air Voids % 1-j	VFB % $\frac{100j}{l}$	Stability-Lbs		Flow 1/100" q	
				in air c	sat, sur. dry f	in water g			AC $\frac{c.i}{Gac}$ j	Agg. $\frac{(100-b)i}{Gag}$ k				Meas. o	Adjust p		
5.5	5.21	4.97	2.5	1253.8	1254.1	734.3	519.8	2.412						2450	2450	11	
			2.5	1253.2	1254.3	733.9	520.4	2.408							2520	2520	11
			2.5	1252.9	1254.0	734.8	519.2	2.413							2260	2260	12
									2.411	11.7	85.6	14.4	2.7	81.3		2410	11
6.0	5.66	5.42	2.5	1255.7	1256.8	735.5	521.3	2.409						2360	2360	14	
			2.5	1257.3	1258.1	737.0	521.1	2.413							2410	2410	13
			2.5	1256.6	1257.4	735.6	521.8	2.408							2280	2280	13
									2.410	12.8	85.1	14.9	2.1	85.9		2350	13
6.5	6.10	5.87	2.6	1259.1	1259.6	736.3	523.3	2.406						2140	2054	15	
			2.6	1259.7	1260.2	736.4	523.8	2.405							2210	2122	15
			2.6	1259.3	1259.9	735.6	524.3	2.402							2100	2016	14
									2.404	13.8	84.5	15.5	1.7	89.0		2064	15



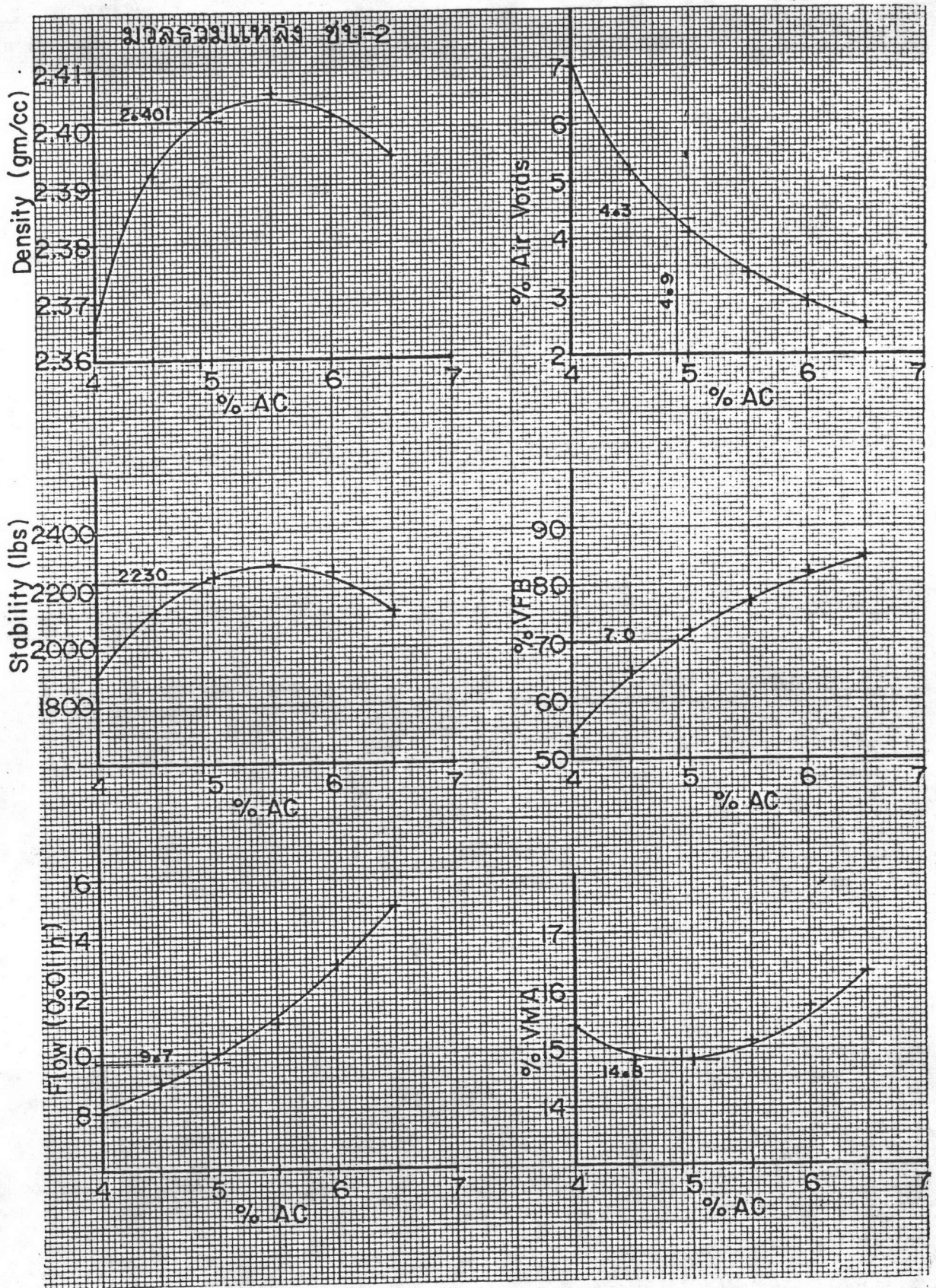
รูปที่ 5.3 ผลการออกแบบเปอร์เซ็นต์แอสฟัลต์
มวลรวมแห้ง ชบ-1

ตารางที่ 5.6 ผลการออกแบบส่วนผสมร้อนโดยวิธีมาร์แชล มวลรวม ชบ-2

Mix Proportion			By Weight			Pen. Grade AC		Sp. Gr. AC (Gac)		Avg. Sp. Gr. Agg. and Filler (Gag)		Bitumen Absorption (x)		Compaction, number of blows each end			
55 : 12 : 15 : 18						80 - 100		1.02		2.687		0.24 %		75			
% AC by Wgt. of Agg.	% AC by Wgt. of Mix	% Eff. AC by Wgt. of Mix $b - \frac{x(100-b)}{100}$	Spec. Hgt. in.	Weight-Grams			Bulk Voi. ml f-g	Bulk Density gm/ml $\frac{c}{h}$	Volume-% Total		VMA % 100-k	Air Voids % l-j	VFB % $\frac{100j}{l}$	Stability-Lbs		Flow !/100"	
				in air e	sat. dry f	in water g			AC $\frac{c.i}{Gac}$ j	Agg. $\frac{(100-b)i}{Gag}$ k				Meas. o	Adjust p		
a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	
4.0	3.85	3.62	2.6	1237.8	1241.4	717.6	523.8	2.363						2020	1939	8	
			2.6	1239.9	1242.8	719.2	523.6	2.368							1960	1882	8
			2.6	1238.8	1242.1	718.1	524.0	2.364							1940	1862	8
								2.365	8.4	84.6	15.4	7.0	54.5		1894	8	
4.5	4.31	4.08	2.5	1243.6	1246.4	726.9	519.5	2.394						2130	2130	8	
			2.5	1242.8	1245.9	726.6	519.3	2.393							2100	2100	9
			2.5	1244.9	1248.1	727.2	520.9	2.390							2130	2130	10
								2.392	9.6	85.2	14.8	5.2	64.9		2120	9	
5.0	4.76	4.53	2.5	1247.6	1250.5	732.4	518.1	2.408						2280	2280	9	
			2.5	1248.0	1250.2	730.0	520.2	2.399							2310	2310	9
			2.5	1249.7	1251.7	731.4	520.3	2.402							2160	2160	10
								2.403	10.7	85.2	14.8	4.1	72.3		2250	10	

ตารางที่ 5.6 (ต่อ)

Mix Proportion		By Weight		Pen. Grade AC		Sp. Gr. AC (Gac)											
55 % 12 % 15 % 18				80 - 100		1.02											
Compaction, number of blows each end		75		Avg. Sp. Gr. Agg. and Filler (Gag)		2.687		Bitumen Absorption (x)		0.24 %							
% AC by Wgt. of Agg.	% AC by Wgt. of Mix	% Eff. AC by Wgt. of Mix $b - \frac{x(100-b)}{100}$	Spec. Hgt. in.	Weight-Grams			Bulk Vol. ml f-g	Bulk Density gm/ml $\frac{c}{h}$	Volume-% Total		VMA % 100-k	Air Voids % l-j	VFB % $\frac{100j}{l}$	Stability-Lbs		Flow 1/100"	
				in air	sat, sur. dry	in water			AC $\frac{c.i}{Gac}$	Agg. $\frac{(100-b)i}{Gag}$				Meas.	Adjust.		
a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	
5.5	5.21	4.98	2.5	1253.7	1254.9	733.4	521.5	2.404						2310	2310	11	
			2.5	1252.3	1253.8	734.0	519.8	2.409							2280	2280	12
			2.5	1252.9	1254.1	733.1	521.0	2.405							2280	2280	11
			2.5						2.406	11.7	84.9	15.1	3.4	77.5		2290	11
6.0	5.66	5.43	2.5	1252.1	1253.3	731.8	521.5	2.401						2310	2310	14	
			2.5	1254.3	1255.4	733.0	522.4	2.401							2330	2330	13
			2.5	1253.4	1254.7	733.3	521.4	2.404							2140	2140	12
			2.5						2.402	12.8	84.3	15.7	2.9	81.5		2260	13
6.5	6.10	5.87	2.6	1256.9	1257.9	733.3	524.6	2.396						2180	2093	14	
			2.6	1257.7	1258.6	733.2	525.4	2.394							2230	2141	15
			2.6	1257.2	1258.3	733.6	524.7	2.396							2250	2160	15
			2.6						2.395	13.8	83.7	16.3	2.5	84.7		2131	15



รูปที่ 5.4 ผลการออกแบบเปอร์เซ็นต์แอสฟัลต์
มวลรวมแห้ง ชป-2

Thin Film Oven นำแอสฟัลต์มาทดลองหา Ductility อีกครั้งได้ 102 ซม. ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดให้มากกว่า 75 ซม. และเมื่อใส่สารผสมช่วยการเกาะยึดในแอสฟัลต์ที่ปริมาณ 0.5, 1.0, 1.5 % โดยน้ำหนักแอสฟัลต์ พบว่าสารผสมทุกชนิดให้ค่า Ductility สูงขึ้นทั้งก่อนและภายหลังทดลอง Thin Film Oven อยู่ระหว่าง 114 - 139 และ 103 - 120 ซม. ตามลำดับ

5.1.3.3 ผลการทดลอง Viscosity ที่ 135 °C แอสฟัลต์ซีเมนต์มีค่า 410 Cst และภายหลังที่ทดลอง Thin Film Oven นำแอสฟัลต์มาทดลองหาค่า Viscosity อีกครั้งได้ 442.1 Cst และเมื่อใส่สารผสมช่วยการเกาะยึดในแอสฟัลต์ซีเมนต์ ที่ปริมาณ 0.5, 1.0, 1.5 % โดยน้ำหนักแอสฟัลต์ พบว่าสารผสมช่วยทำให้ค่า Viscosity ลดลงทั้งก่อนและหลัง Thin Film Oven อยู่ระหว่าง 240.6 - 362.1 และ 352.2 - 441.0 Cst ตามลำดับ

5.1.3.4 ผลการทดลอง Softening Point แอสฟัลต์ซีเมนต์มีค่า 47 °C และภายหลังที่ทดลอง Thin Film Oven นำแอสฟัลต์มาทดลองหา Softening Point อีกครั้งได้ 51 °C เมื่อใส่สารผสมช่วยการเกาะยึดในแอสฟัลต์ซีเมนต์ ที่ปริมาณ 0.5, 1.0, 1.5 % โดยน้ำหนักแอสฟัลต์ พบว่าสารผสมทุกชนิดให้ค่า Softening Point สูงขึ้นจากเดิมเล็กน้อย อยู่ระหว่าง 47 - 49 °C และ 51 - 52 °C ก่อนและหลัง Thin Film Oven Test ตามลำดับ

5.1.3.5 ผลการทดลอง Thin Film Oven แอสฟัลต์ซีเมนต์มีการสูญเสียน้ำหนักจากเดิม 0.3 % ซึ่งไม่เกินมาตรฐาน AASHTO T 20 - 54 ที่กำหนดไม่เกิน 1.0 % และเมื่อใส่สารผสมช่วยการเกาะยึดในแอสฟัลต์ซีเมนต์ ที่ปริมาณ 0.5, 1.0, 1.5 % โดยน้ำหนักแอสฟัลต์ พบว่าสารผสมทุกชนิดให้ค่าการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเป็น 0.4 %

5.1.3.6 ผลการทดลอง Solubility แอสฟัลต์ซีเมนต์มีค่า 99.5 % ซึ่งได้ตามเกณฑ์มาตรฐาน ASTM D 946 ที่กำหนดไม่ต่ำกว่า 99 % และ เมื่อใส่สารผสมช่วยการเกาะยึดในแอสฟัลต์ ที่ปริมาณ 0.5, 1.0, 1.5 % โดยน้ำหนักแอสฟัลต์ พบว่าสารผสมทุกชนิดให้ค่า Solubility ไม่เปลี่ยนแปลง

5.1.3.7 ผลการทดลอง Flash Point แอสฟัลต์ซีเมนต์มีค่า จุดวาบไฟ 312 °C ซึ่งได้ตามเกณฑ์มาตรฐาน ASTM D 946 ที่กำหนดไม่ต่ำกว่า 232 °C และ เมื่อใส่สารผสมช่วยการเกาะยึดในแอสฟัลต์ ที่ปริมาณ 0.5, 1.0, 1.5 % โดยน้ำหนักแอสฟัลต์ พบว่าสารผสมทุกชนิดให้ค่า Flash Point แตกต่างกันเล็กน้อย อยู่ระหว่าง 301 - 316 °C

5.1.3.8 ผลการทดลองหาความถ่วงจำเพาะ แอสฟัลต์ซีเมนต์มีค่า 1.016 และเมื่อใส่สารผสมช่วยการเกาะยึดในแอสฟัลต์ ที่ปริมาณ 0.5, 1.0, 1.5 % โดยน้ำหนักแอสฟัลต์ พบว่าสารผสมทุกชนิดให้ค่าความถ่วงจำเพาะ ของแอสฟัลต์ไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก อยู่ระหว่าง 1.012 - 1.014

5.1.4 ผลการทดลองการเคลือบ (Coating) และการหลุดลอก (Stripping)

5.1.4.1 ผลการทดลอง Plate Test เมื่อใช้แอสฟัลต์ซีเมนต์มวลรวม แห้ง ชบ-1 มีการหลุดลอก 28.0 % ซึ่งมากกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ไม่เกิน 20 % ส่วนมวลรวมแห้ง ชบ-2 มีการหลุดลอกเพียง 8.5 % ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐาน เมื่อเพิ่มระยะเวลาการบ่มตัวเป็น 14, 30 วัน ก่อนการแช่น้ำการหลุดลอกลดลงเล็กน้อยเป็น 25.5 และ 7.5% เมื่อใส่สารผสมช่วยการเกาะยึดในแอสฟัลต์ซีเมนต์ ที่ปริมาณ 0.5, 1.0 และ 1.5 % โดยน้ำหนักแอสฟัลต์ ให้การหลุดลอก อยู่ระหว่าง 0-26 % ดูตารางที่ 5.8

5.1.4.2 ผลการทดลอง Tray Test เมื่อใช้แอสฟัลต์ซีเมนต์มวลรวม แห้ง ชบ-1 และ ชบ-2 มีการหลุดลอก 100 % ซึ่งมากกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ไม่เกิน 20 % เมื่อใส่สารผสมช่วยการเกาะยึดในแอสฟัลต์ซีเมนต์ ที่ปริมาณ 0.5, 1.0 และ 1.5 % โดยน้ำหนักแอสฟัลต์ มวลรวมทั้ง 2 แห้งการหลุดลอกลดลงแต่ยังสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานมาก อยู่ระหว่าง 59 - 100 % ดูตารางที่ 5.9

5.1.4.3 ผลการทดลองแช่น้ำนิ่ง (Static Immersion Test) ตามวิธี ASTM D 1664 เมื่อใช้แอสฟัลต์ซีเมนต์เคลือบมวลรวม และแช่น้ำนิ่ง 18 ชั่วโมง มวลรวมแห้ง ชบ-1 มีอัตราการเคลือบ 92 % ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดให้ มีการเคลือบมาก

ตารางที่ 5.8 ผลทดลองการหลุดลอกโดยวิธี Plate Test

ตัวอย่าง	มวลรวม ชบ-1			มวลรวม ชบ-2		
	บ่ม 1 วัน	14 วัน	30 วัน	1 วัน	14 วัน	30 วัน
AC	28.0	26.0	25.5	8.5	8.0	7.5
+Wetfix C 0.5%	11.5	9.5	8.0	1.0	0.5	0
1.0%	6.0	3.0	1.0	0.5	0	0
1.5%	0	0	0	0	0	0
+Nostrip 0.5%	10.5	8.5	7.0	1.0	0.5	0
1.0%	2.0	0	0	0.5	0	0
1.5%	2.0	0	0	0	0	0
+CPG 0.5%	26.0	23.0	21.0	7.5	7.0	6.5
1.0%	24.5	22.0	20.5	6.5	5.5	5.0
1.5%	19.0	16.0	14.5	6.0	5.0	4.5
+FPG 0.5%	24.5	19.5	18.0	5.0	3.0	1.0
1.0%	24.0	17.5	16.0	4.5	2.0	0
1.5%	19.0	16.0	15.0	2.0	0	0

ตารางที่ 5.9 ผลทดลองการหลุดลอกโดยวิธี Tray Test

ตัวอย่าง	ชบ-1	ชบ-2
AC	100	100
+Wetfix C 0.5%	81.0	75.5
1.0%	81.0	75.5
1.5%	75.5	70.0
+Nostrip 0.5%	81.0	75.5
1.0%	75.5	69.0
1.5%	62.0	59.5
+CPG 0.5%	100	100
1.0%	100	94.5
1.5%	100	85.5
+FPG 0.5%	100	100
1.0%	94.5	87.5
1.5%	85.5	81.0

กว่า 95 % แต่มวลรวมแห้ง ชบ-2 มีอัตราการเคลือบ 98 % สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน และเมื่อทดลองเพิ่มระยะเวลาการแช่น้ำนิ่งเป็น 7, 14, 30 วัน พบว่าอัตราการเคลือบมวลรวมทั้ง 2 แหล่งลดลงจากเดิมเป็น 90, 88, 86 % และ 96, 94, 92 % ตามลำดับ และเมื่อใช้สารผสมช่วยการเกาะยึดในแอสฟัลต์ซีเมนต์ ที่ปริมาณ 0.5, 1.0, 1.5 % โดยน้ำหนักแอสฟัลต์ มวลรวมทั้ง 2 แหล่ง มีอัตราการเคลือบ 99 - 100 % และ 97 - 100 % ตามลำดับ ดูตารางที่ 5.10

5.1.4.4 ผลการทดลองต้มในน้ำเดือด (Boiling Test) ตามวิธี ASTM D 3625 เมื่อใช้แอสฟัลต์ซีเมนต์เคลือบมวลรวม และต้มในน้ำเดือด 1 นาที มวลรวมแห้ง ชบ-1 มีอัตราการเคลือบเพียง 75 % ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดให้ มีการเคลือบมากกว่า 95 % แต่มวลรวมแห้ง ชบ-2 มีอัตราการเคลือบ 97 % สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน และเมื่อทดลองแช่น้ำนิ่งต่อเป็นเวลา 18 ชั่วโมง 7, 14, 30 วัน พบว่าอัตราการเคลือบของมวลรวมทั้ง 2 แหล่งลดลงจากเดิมเป็น 74 - 73 % และ 97 - 96 % ตามลำดับ และเมื่อใส่สารผสมช่วยการเกาะยึดในแอสฟัลต์ซีเมนต์ ที่ปริมาณ 0.5, 1.0, 1.5 % โดยน้ำหนักแอสฟัลต์ สารผสมทุกชนิดช่วยให้มีการเคลือบสูงขึ้น ในมวลรวมทั้ง 2 แหล่ง เป็น 85 - 100 % และ 97 - 100 % ตามลำดับ ดูตารางที่ 5.11

5.1.5 ผลการเตรียมตัวอย่างแอสฟัลต์คอนกรีต

5.1.5.1 ผลการควบคุมปริมาณช่องว่างอากาศ (% Air Voids) ให้ได้ 7 % โดยการลดจำนวนครั้งในการบดอัดตามวิธีมาร์แชล ของส่วนผสมร้อนที่ใช้แอสฟัลต์ซีเมนต์ กับมวลรวมแห้ง ชบ-1 ได้จำนวนครั้งในการบดอัด 38 ครั้ง ให้เปอร์เซ็นต์ช่องว่างอากาศ 7 % และมวลรวมแห้ง ชบ-2 ได้จำนวนครั้งในการบดอัด 39 ครั้ง จากรูปที่ 5.5 เพื่อสะดวกในการบดอัดจึงเลือกใช้การบดอัดเท่ากัน 38 ครั้ง และเมื่อใส่สารผสมในแอสฟัลต์ซีเมนต์ ที่ปริมาณ 0.5, 1.0, 1.5 % โดยน้ำหนักแอสฟัลต์เตรียมตัวอย่างชุดละ 12 ก้อน ผลมบดอัดตามวิธีมาร์แชล พบว่ามวลรวมแห้ง ชบ-1 ให้เปอร์เซ็นต์ช่องว่างอากาศ 7.0 % มวลรวมแห้ง ชบ-2 = 7.2 % เมื่อใส่สารผสมทำให้ตัวอย่างบดอัด มีปริมาณช่องว่างอากาศลดลง อยู่ระหว่าง 6.3 - 7.0 % และ 6.4 - 7.2 % ตามลำดับ ดูตารางที่ 5.12 - 5.13

ตารางที่ 5.10 ผลทดลอง การเคลือบและการหลุดลอก ASTM D 1664

ก) มวลรวม ชป-1

เวลาการแช่น้ำ	18 ชม	7 วัน	14 วัน	30 วัน
AC	92	90	88	86
+Wetfix C 0.5%	100	99	99	99
1.0%	100	100	99	99
1.5%	100	100	100	100
+Nostrip 0.5%	100	99	99	99
1.0%	100	100	99	99
1.5%	100	100	100	99
+CPG 0.5%	97	97	95	95
1.0%	99	99	99	98
1.5%	100	100	100	99
+FPG 0.5%	100	99	99	99
1.0%	100	100	99	99
1.5%	100	100	100	100

ข) มวลรวม ชป-2

เวลาการแช่น้ำ	18 ชม	7 วัน	14 วัน	30 วัน
AC	98	96	94	92
+Wetfix C 0.5%	100	100	100	99
1.0%	100	100	100	99
1.5%	100	100	100	100
+Nostrip 0.5%	99	98	98	98
1.0%	100	100	100	99
1.5%	100	100	100	100
+CPG 0.5%	99	98	97	97
1.0%	100	100	99	99
1.5%	100	100	100	99
+FPG 0.5%	100	100	99	99
1.0%	100	100	100	99
1.5%	100	100	100	100

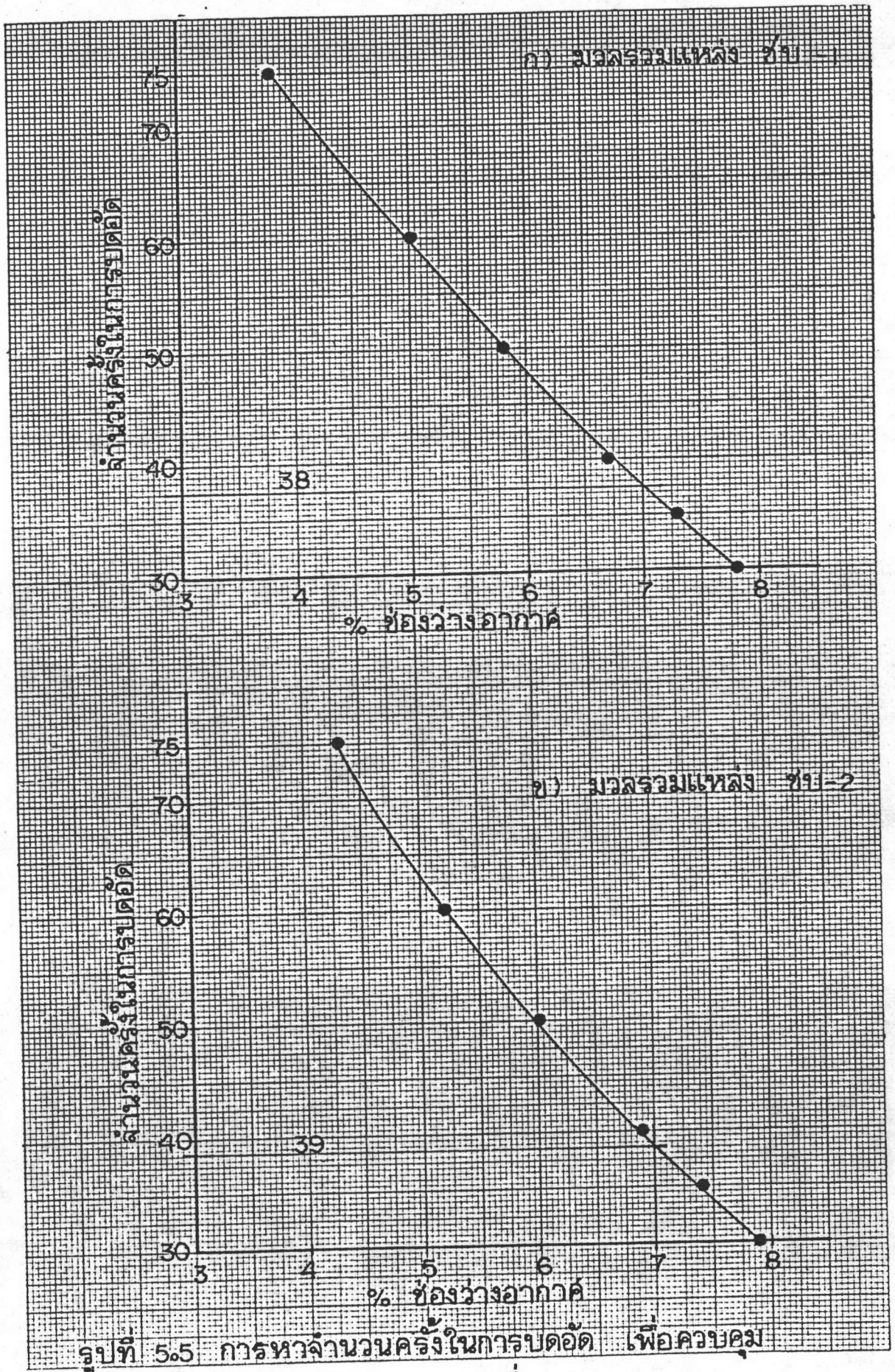
ตารางที่ 5.11 ผลทดลองการเคลือบ และการหลุดลอก ASTM D 3625

ก) มวลรวม ชป-1

เวลา	1 นาที	18 ชม.	7 วัน	14 วัน	30 วัน
AC	75	74	74	73	73
Wetfix C 0.5%	100	100	99	99	99
1.0%	100	100	100	99	99
1.5%	100	100	100	100	100
Nostrip 0.5%	97	97	96	96	95
1.0%	99	99	98	98	97
1.5%	99	99	99	98	98
CPG 0.5%	86	86	85	85	85
1.0%	94	94	94	94	94
1.5%	96	96	96	96	95
FPG 0.5%	92	92	91	91	91
1.0%	99	99	99	99	98
1.5%	100	100	100	99	99

ข) มวลรวม ชป-2

1 นาที	18 ชม.	7 วัน	14 วัน	30 วัน
97	97	97	96	96
99	99	99	99	99
100	100	100	100	99
100	100	100	100	100
99	99	99	98	97
100	100	99	99	99
100	100	100	100	99
98	98	98	97	97
99	99	99	99	98
99	99	99	99	99
98	98	98	98	98
99	99	99	99	99
100	100	100	100	100



5.1.5.2 ผลการควบคุมปริมาณการอิ่มตัวด้วยน้ำ (% Saturation)

ของตัวอย่างแอสฟัลต์ติกคอนกรีต แบ่งกลุ่มตัวอย่างที่ต้องควบคุมการอิ่มตัวด้วยน้ำ และอุณหภูมิที่ 20 นิ้ว ปรอท ให้ได้การอิ่มตัว 55 - 80 % และตามด้วยการแช่น้ำที่ 60 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ให้ได้การอิ่มตัวมากกว่า 100 % ผลการทดลองอุณหภูมิตัวอย่างแอสฟัลต์ติกคอนกรีต ต้องใช้ระยะเวลา 3 นาที จึงได้การอิ่มตัวใกล้เคียง 67.5 % จากรูปที่ 5.6 เมื่อนำตัวอย่างแอสฟัลต์ติกคอนกรีต ที่เตรียมโดยแอสฟัลต์ซีเมนต์ และใส่สารผสมช่วยการเกาะยึดแต่ละชนิด ที่ปริมาณ 0.5, 1.0, 1.5 % พบว่าภายหลังการดูดอากาศ ตัวอย่างที่มีสารผสมจะให้เปอร์เซ็นต์การอิ่มตัวในมวลรวมแห้ง ชบ-1 และชบ-2 อยู่ระหว่าง 65.5 - 78.3 % และ 66.1 - 78.4 % ตามลำดับ และตัวอย่างที่ไม่ใส่สารผสม 70.1 และ 68.5 % ตามลำดับ ภายหลังการแช่น้ำที่ 60 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบว่าตัวอย่างที่ไม่ใส่สารผสม ให้เปอร์เซ็นต์การอิ่มตัวสูงสุด 127.2 และ 124.7 % ตัวอย่างที่ใส่สารผสมจะมีเปอร์เซ็นต์อิ่มตัวต่ำกว่าอยู่ระหว่าง 101.5 - 120.9 % และ 100.7 - 122.0 % ตามลำดับ ดูตารางที่ 5.12 - 5.13

5.1.6 ผลการทดลองหาค่าเสถียรภาพ (Stability) ค่าการไหลตัว (Flow) และค่าดัชนีความแข็งแรง (Strength Index : SI) มวลรวมแห้ง ชบ-1 ตัวอย่างในสภาพแห้ง ที่ไม่ใส่สารผสมมีค่าเสถียรภาพเฉลี่ย 4,980 ปอนด์ และค่าการไหลตัว 25 ตัวอย่างในสภาพอิ่มตัว มีค่าเสถียรภาพเฉลี่ย 2,640 ปอนด์และค่าการไหลตัว 39 ดัชนีความแข็งแรง = $(2,640/4,980) * 100 = 53 %$ ส่วนมวลรวมแห้ง ชบ-2 ตัวอย่างในสภาพแห้งที่ไม่ใส่สารผสมมีค่าเสถียรภาพเฉลี่ย 4,930 ปอนด์ ซึ่งต่ำกว่าแห้ง ชบ-1 เล็กน้อย และค่าการไหลตัว 19 ตัวอย่างในสภาพอิ่มตัวมีค่าเสถียรภาพเฉลี่ย 3,160 ปอนด์ ซึ่งสูงกว่าแห้ง ชบ-1 ค่าการไหลตัว 30 และค่าดัชนีความแข็งแรง 64 % สูงกว่าแห้ง ชบ-1 แต่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานกรมทางหลวงที่ใช้ค่ามากกว่า 75 % ค่าเสถียรภาพเฉลี่ยของตัวอย่างในสภาพแห้งและอิ่มตัว รวมทั้งค่าดัชนีความแข็งแรง ของตัวอย่างที่ใส่สารผสมจะสูงกว่าตัวอย่างที่ไม่ใส่สารผสมในมวลรวมแห้ง ชบ-1 ดูตารางที่ 5.14 สภาพแห้ง ค่าเสถียรภาพ 5,240 - 6,620 ปอนด์ ค่าการไหลตัว 9 - 20 สภาพอิ่มตัว ค่าเสถียรภาพ 3,230 - 6,030 ปอนด์ ค่าการไหลตัว 17 - 32 ดัชนีความแข็งแรง 56 - 93 % ในมวลรวมแห้ง ชบ-2 สภาพแห้ง ค่าเสถียรภาพ 5,200 - 6,110 ปอนด์ ค่าการไหลตัว 8 - 16 สภาพอิ่มตัว ค่าเสถียรภาพ 3,670 - 5,810 ปอนด์ ค่าการไหลตัว 10 - 29 ดัชนีความแข็งแรง 70 - 97 % ดูตารางที่ 5.15

ตารางที่ 5.12 ผลการเตรียมตัวอย่างส่วนผสมร้อน มวลรวม ชบ-1

ตัวอย่าง	ความหนาแน่น g/cc ^(a)	% ช่องว่าง อากาศ	% การอัดตัว ^(b)		% การบวมตัว ^(c)
			หลังการดูด อากาศ	หลังการ แช่น้ำ	
AC	2.323	7.0	70.1	127.2	1.75
+Wetfix C 0.5%	2.323	7.0	76.1	115.5	0.35
1.0%	2.325	6.9	77.2	111.0	0.35
1.5%	2.328	6.8	68.0	106.9	0.35
+Nostrip 0.5%	2.338	6.4	76.4	114.7	0.35
1.0%	2.339	6.3	74.4	108.7	0.35
1.5%	2.340	6.3	74.9	102.6	0.35
+CPG 0.5%	2.328	6.8	74.8	120.9	1.25
1.0%	2.331	6.7	78.3	114.6	1.25
1.5%	2.337	6.5	73.0	111.4	1.25
+FPG 0.5%	2.338	6.4	70.8	112.5	0.35
1.0%	2.339	6.3	72.9	106.7	0.35
1.5%	2.339	6.3	74.0	103.3	0.35
Agg.+Cement 1.5%	2.340	6.3	65.5	101.5	0
Agg.+Lime 3%	2.325	6.9	71.5	102.1	0

(a) ค่าเฉลี่ยจากตัวอย่าง 12 ก้อน

(b) ค่าเฉลี่ยจากตัวอย่าง 6 ก้อน

(c) ปริมาตรที่เปลี่ยนแปลงหลังการแช่น้ำ

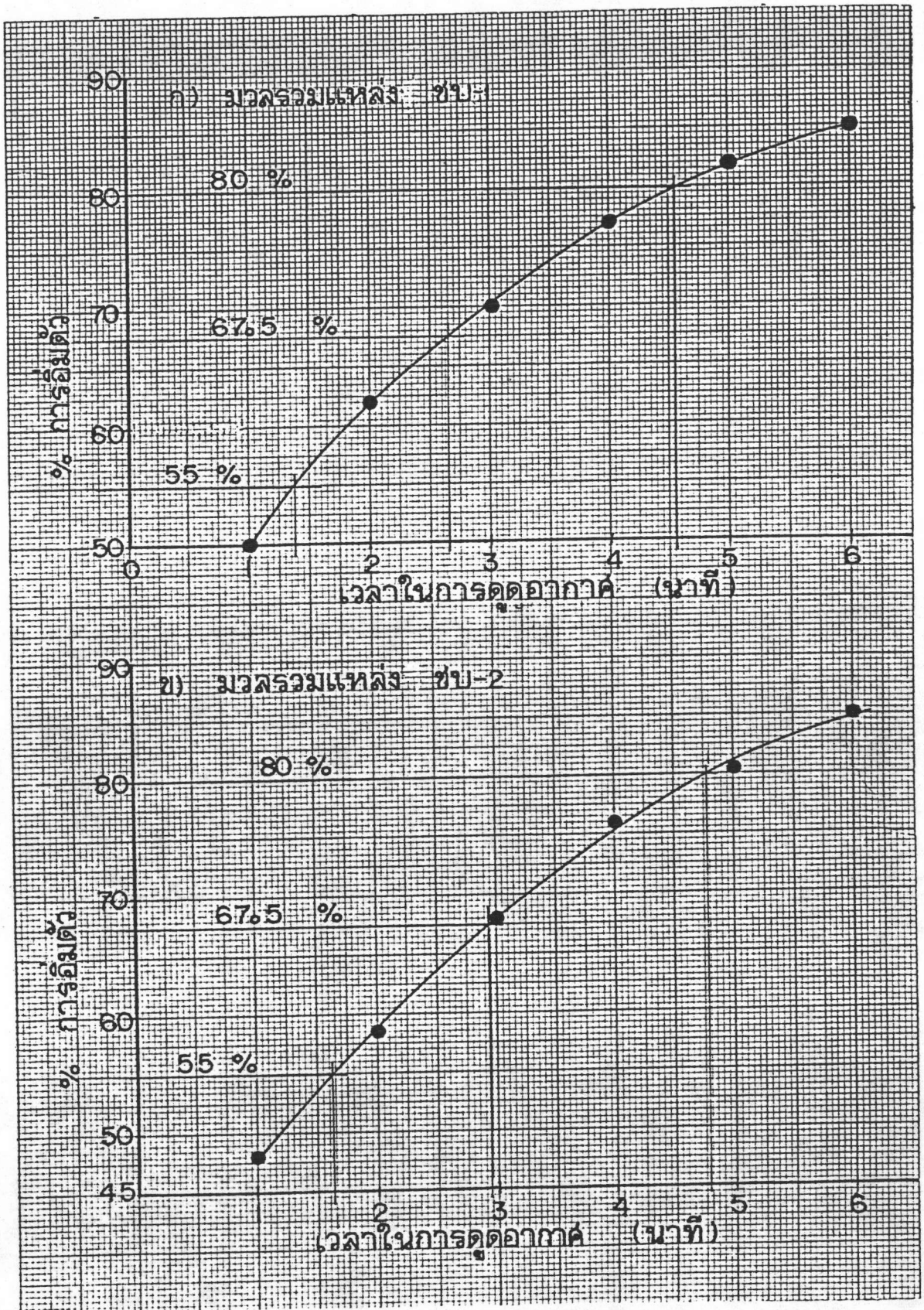
ตารางที่ 5.13 ผลการเตรียมตัวอย่าง ส่วนผสมร้อน มวลรวม ชป-2

ตัวอย่าง	ความหนาแน่น ^(a) g/cc	% ช่องว่างอากาศ	% การอัดตัว ^(b)		% การบวมตัว ^(c)
			หลังการตดอากาศ	หลังการแช่น้ำ	
AC	2.330	7.2	68.5	124.7	1.50
+Wetfix C 0.5%	2.330	7.2	73.3	116.4	0
1.0%	2.331	7.1	74.7	111.9	0
1.5%	2.334	7.0	75.5	108.5	0
+Nostrip 0.5%	2.330	7.2	76.7	113.7	0.25
1.0%	2.332	7.1	72.5	108.2	0.25
1.5%	2.334	7.0	66.1	106.8	0.25
+CPG 0.5%	2.330	7.2	78.4	122.0	1.10
1.0%	2.331	7.1	71.2	120.0	1.10
1.5%	2.332	7.1	69.0	118.0	1.10
+FPG 0.5%	2.334	7.0	66.1	118.7	0.25
1.0%	2.336	6.9	70.7	112.1	0.25
1.5%	2.342	6.7	74.8	109.0	0.25
Agg Cement 1.5%	2.350	6.4	66.2	101.8	0
Agg Lime 3%	2.337	6.9	66.7	100.7	0

(a) ค่าเฉลี่ยจากตัวอย่าง 12 ก้อน

(b) ค่าเฉลี่ยจากตัวอย่าง 6 ก้อน

(c) ปริมาตรที่เปลี่ยนแปลง หลังการแช่น้ำ



รูปที่ 5.6 การหาระยะเวลาในการดูดอากาศ เพื่อควบคุม การอิมตัว ที่ 55-80%

ตารางที่ 5.14 ผลการทดลองหาค่าเสถียรภาพ (Stability) การไหลตัว (Flow) และ ดัชนีความแข็งแรง (Strength Index) มวลรวม ชบ-1

ตัวอย่าง	สภาพแห้ง		สภาพอิ่มตัว		Strength Index
	Stability	Flow	Stability	Flow	
AC	4980	25	2640	39	53
AC+Wetfix C 0.5%	5240	20	4030	28	77
1.0%	5450	19	4630	27	85
1.5%	5560	19	4840	25	87
AC+Nostrip 0.5%	5250	18	3830	27	73
1.0%	5410	11	4380	20	81
1.5%	5480	12	4550	19	83
AC+CPG 0.5%	5760	13	3230	31	56
1.0%	6190	10	3590	28	58
1.5%	6400	9	3840	29	60
AC+FPG 0.5%	5580	20	3650	32	65
1.0%	5890	19	4300	26	73
1.5%	6090	17	4690	23	77
AGG+Cement 1.5%	6620	11	6030	17	91
AGG+Lime 3%	5910	15	5500	20	93

ตารางที่ 5.15 ผลการทดลองหาค่าเสถียรภาพ (Stability) การไหลตัว (Flow) และ ดัชนีความแข็งแรง (Strength Index) มวลรวม ชบ-2

ตัวอย่าง	สภาพแห้ง		สภาพอิมิตัว		Strength Index
	Stability	Flow	Stability	Flow	
AC	4930	19	3160	30	64
AC+Wetfix C 0.5%	5200	15	4210	24	81
1.0 %	5360	15	4660	18	87
1.5 %	5450	12	4850	17	89
AC+Nostrip 0.5%	5450	12	4200	16	77
1.0 %	5790	9	4810	12	83
1.5 %	5950	8	5020	10	84
AC+CPG 0.5%	5240	16	3670	29	70
1.0 %	5420	15	3960	26	73
1.5 %	5540	13	4100	24	74
AC+FPG 0.5%	5320	12	3780	25	71
1.0 %	5510	11	4080	22	74
1.5 %	5590	11	4360	20	78
AGG + Cement 1.5%	6110	11	5690	13	93
AGG + Lime 3%	5990	10	5810	12	97

5.1.7 ผลการทดลองหาค่าแรงดึงทางอ้อม (Indirect Tensile Strength) และอัตราส่วนแรงดึง (Tensile Strength Ratio : TSR) ตัวอย่างที่ไม่ใส่สารผสมของมวลรวมแห้ง ชบ-1 ในสภาพแห้ง มีค่าแรงดึง 67.3 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และในสภาพอิมิตัว มีค่าแรงดึง 33.0 ปอนด์ ต่อตารางนิ้ว อัตราส่วนแรงดึง = $33.0/67.3 = 0.49$ ซึ่งจะน้อยกว่ามวลรวมแห้ง ชบ-2 ที่มีค่าแรงดึงในสภาพแห้ง 75.6 ปอนด์ ต่อตารางนิ้ว และในสภาพอิมิตัว มีค่าแรงดึง 43.1 ปอนด์ ต่อตารางนิ้ว อัตราส่วนแรงดึง = 0.57 ซึ่งค่าอัตราส่วนแรงดึงของมวลรวมทั้ง 2 แห้ง ต่ำกว่าเกณฑ์ที่ต้องการคือ 0.70 เมื่อใส่สารผสมในมวลรวมแห้ง ชบ-1 ดูตารางที่ 5.16 สภาพแห้ง ค่าแรงดึงอยู่ระหว่าง 70.6 - 99.2 ปอนด์ ต่อตารางนิ้ว สภาพอิมิตัว ค่าแรงดึงอยู่ระหว่าง 46.5 - 79.1 ปอนด์ ต่อตารางนิ้ว และอัตราส่วนแรงดึงอยู่ระหว่าง 0.50 - 0.88 ในมวลรวมแห้ง ชบ-2 ดูตารางที่ 5.17 สภาพแห้ง ค่าแรงดึงอยู่ระหว่าง 77.6 - 106.2 ปอนด์ ต่อตารางนิ้ว สภาพอิมิตัว ค่าแรงดึงอยู่ระหว่าง 50.5 - 89.7 ปอนด์ ต่อตารางนิ้ว และอัตราส่วนแรงดึงอยู่ระหว่าง 0.65 - 0.92 สารผสมช่วยให้ค่าแรงดึงในสภาพแห้ง และสภาพอิมิตัวตลอดจนอัตราส่วนแรงดึง สูงกว่าตัวอย่างที่ไม่ใส่สารผสม ในมวลรวม ชบ-2 จะสูงกว่าในมวลรวม ชบ-1

5.1.8 ผลการประมาณพื้นที่การหลุดลอก ในตัวอย่างที่ทดลองหาค่าแรงดึงทางอ้อมทั้งในสภาพแห้ง และสภาพอิมิตัว เมื่อกัดตัวอย่างแยกเป็น 2 ส่วน คัดเปอร์เซ็นต์การหลุดลอกพบว่าตัวอย่างในสภาพแห้ง ไม่มีการหลุดลอก แต่ในสภาพอิมิตัวมวลรวมแห้ง ชบ-1 มีการหลุดลอก 50 % และในมวลรวมแห้ง ชบ-2 มีการหลุดลอก 40 % และเมื่อใส่สารผสมจะช่วยลดอัตราการหลุดลอกลง อยู่ระหว่าง 10 - 50 % และ 10 - 35 % ตามลำดับ รายละเอียดดูตารางที่ 5.18, 5.19

5.1.9 ผลการทดลองค่าแรงดึง และอัตราส่วนแรงดึง ต่อระยะเวลาการบ่มตัวอย่างมวลรวมแห้ง ชบ-1 กับแอสฟัลต์ที่ไม่ใส่สารผสม ที่เวลาการบ่มตัว 14 วัน ให้ค่าแรงดึงสภาพแห้ง 80.1 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ค่าแรงดึงสภาพอิมิตัว 43.3 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว คิดเป็นอัตราส่วนแรงดึง 0.54 และที่เวลาการบ่มตัว 30 วัน ให้ค่าแรงดึง 85.5 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ค่าแรงดึงสภาพอิมิตัว 47.0 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว คิดเป็นอัตราส่วนแรงดึง 0.55 ส่วนมวลรวมแห้ง ชบ-2 แอสฟัลต์ที่ไม่ใส่สารผสมที่เวลาการบ่มตัว 14 วัน ให้ค่าแรงดึงสภาพแห้ง 83.9 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

ตารางที่ 5.16 ผลการทดลองหาค่าแรงดึงทางอ้อม (Indirect Tensile Strength) และ อัตราส่วนแรงดึง (Tensile Strength Ratio) มวลรวม ชป-1

ตัวอย่าง	สภาพแห้ง	สภาพอิ่มตัว	Tensile Strength Ratio
AC	67.3	33.0	0.49
AC+ Wetfix C 0.5%	70.6	50.8	0.72
1.0 %	74.0	58.5	0.79
1.5 %	77.2	63.3	0.82
AC+Nostrip 0.5%	80.9	55.0	0.68
1.0 %	91.5	68.6	0.75
1.5 %	93.7	71.2	0.76
AC + CPG 0.5%	92.9	46.5	0.50
1.0 %	96.7	49.3	0.51
1.5 %	99.2	51.6	0.52
AC + FPG 0.5%	77.0	47.0	0.61
1.0 %	83.6	56.8	0.68
1.5 %	87.0	61.8	0.71
AGG + Cement 1.5%	91.6	79.1	0.86
AGG + Lime 3%	86.2	75.9	0.88

ตารางที่ 5.17 ผลการทดลองหาค่าแรงดึงทางอ้อม (Indirect Tensile Strength) และ อัตราส่วนแรงดึง (Tensile Strength Ratio) มวลรวม ชั้น-2

ตัวอย่าง	สภาพแห้ง	สภาพอิ่มตัว	Tensile Strength Ratio
AC	75.6	43.1	0.57
AC + Wetfix C 0.5%	78.3	59.5	0.76
1.0 %	82.1	69.8	0.85
1.5 %	85.8	73.8	0.86
AC + Nostrip 0.5%	88.8	63.1	0.71
1.0 %	102.5	77.9	0.76
1.5 %	106.2	82.8	0.78
AC + CPG 0.5 %	77.6	50.5	0.65
1.0 %	81.1	54.3	0.67
1.5 %	82.2	55.9	0.68
AC + FPG 0.5 %	80.3	53.0	0.66
1.0 %	84.9	60.3	0.71
1.5 %	90.1	66.7	0.74
AGG + Cement 1.5%	93.8	83.5	0.89
AGG + Lime 3 %	97.5	89.7	0.92

ตารางที่ 5.18 การคำนวณหาผลการเปลี่ยนแปลงการเกาะยึด (Adhesion Change) และ การเปลี่ยนแปลงแรงยึดเหนี่ยว (Cohesion Change) มวลรวม ชป-1

Sample	TS ₀	TS ₁	S ₀	S ₁	$Cl_0 = \frac{TS_0}{1-S_0}$	$\Delta TS_{1-0} = TS_1 - TS_0$	$\Delta S_{0-1} = \frac{S_0 - S_1}{100}$	$Cl_0(\Delta S_{0-1})$	$\Delta Cl_{1-0}(1-S_1) = \Delta TS_{1-0} - Cl_0 \Delta S_{0-1}$	% Adhesion Change $\frac{Cl_0(\Delta S_{0-1})}{TS_0}$	% Cohesion Change $\frac{\Delta Cl_{1-0}(1-S_1)}{TS_0}$
AC	67.3	33.0	0	50	67.3	-34.3	-0.50	-33.7	-0.6	-50	-0.9
+Wetfix C 0.5%	70.6	50.8	0	30	70.6	-19.8	-0.30	-21.2	+1.4	-30	+2.0
1.0%	74.0	58.5	0	25	74.0	-15.5	-0.25	-18.5	+3.0	-25	+4.1
1.5%	77.2	63.3	0	20	77.2	-13.9	-0.20	-15.4	+1.5	-20	+1.9
+Nosfrip 0.5%	80.9	55.0	0	35	80.9	-25.9	-0.35	-28.3	+2.4	-35	+3.0
1.0%	91.5	68.6	0	25	91.5	-22.9	-0.25	-22.9	0	-25	0
1.5%	93.7	71.2	0	25	93.7	-22.5	-0.25	-23.4	+0.9	-30	+1.0
+CPG 0.5%	92.9	46.5	0	50	92.9	-46.4	-0.50	-46.5	+0.1	-50	+0.1
1.0%	96.7	49.3	0	50	96.7	-47.4	-0.50	-48.4	+1.0	-50	+1.0
1.5%	99.2	51.6	0	50	99.2	-47.6	-0.50	-49.6	+2.0	-50	+2.0
+FPG 0.5%	77.0	47.0	0	40	77.0	-30.0	-0.40	-30.8	+0.8	-40	+1.0
1.0%	83.6	56.8	0	35	83.6	-26.8	-0.35	-29.3	+2.5	-35	+3.0
1.5%	87.0	61.8	0	30	87.0	-25.2	-0.30	-26.1	+0.9	-30	+1.0
Agg+Cement 1.5%	91.6	79.1	0	15	91.6	-12.5	-0.15	-13.7	+1.2	-15	+1.3
Agg+Lime 3%	86.2	75.9	0	10	86.2	-10.3	-0.10	-8.6	-1.7	-10	+2.0

ตารางที่ 5.19 การคำนวณหาผลการเปลี่ยนแปลงการเกาะยึด (Adhesion Change)

และการเปลี่ยนแปลงแรงยึดเหนี่ยว (Cohesion Change) มวลรวม ชป-2

Sample	TS ₀	TS ₁	S ₀	S ₁	$C_{10} = \frac{TS_0}{1-S_0}$	$\Delta TS_{1-0} = TS_1 - TS_0$	$\Delta S_{0-1} = \frac{S_0 - S_1}{100}$	$C_{10}(\Delta S_{0-1})$	$\Delta C_{1-0}(1-S_1) = \Delta TS_{1-0} - C_{10}\Delta S_{0-1}$	% Adhesion Change $\frac{C_{10}(\Delta S_{0-1})}{TS_0}$	% Cohesion Change $\frac{\Delta C_{10}(1-S_1)}{TS_0}$
AC	75.6	43.1	0	40	75.6	-32.5	-0.40	-30.2	-2.3	-40	-3.0
+Wetfix C 0.5%	78.3	59.5	0	25	78.3	-18.8	-0.25	-19.6	+0.8	-25	+1.0
1.0%	82.1	69.8	0	15	82.1	-12.3	-0.15	-12.3	0	-15	0
1.5%	85.8	73.8	0	15	85.8	-12.0	-0.15	-12.9	+0.9	-15	+1.0
+Nostrip 0.5%	88.8	63.1	0	30	88.8	-25.7	-0.30	-26.6	+0.9	-30	+1.0
1.0%	102.5	77.9	0	25	102.5	-24.6	-0.25	-25.6	+1.0	-25	+1.0
1.5%	106.2	82.8	0	25	106.2	-23.4	-0.25	-26.6	+3.2	-25	+3.0
+CPG 0.5%	77.6	50.5	0	35	77.6	-27.1	-0.35	-27.2	+0.1	-35	+0.1
1.0%	81.1	54.3	0	30	81.1	-26.8	-0.30	-24.3	-2.5	-30	-3.1
1.5%	82.2	55.9	0	30	82.2	-26.3	-0.30	-24.7	-1.6	-30	-1.9
+FPG 0.5%	80.3	53.0	0	35	80.3	-27.3	-0.35	-28.1	+0.8	-35	+1.0
1.0%	84.9	60.3	0	30	84.9	-24.6	-0.30	-25.5	+0.9	-30	+1.1
1.5%	90.1	66.7	0	25	90.1	-23.4	-0.25	-22.5	-0.9	-25	-1.0
Agg+Cement 1.5%	93.8	83.5	0	10	93.8	-10.3	-0.10	-9.4	-0.9	-10	-1.0
Agg+Lime 3%	97.5	89.7	0	10	97.5	-7.8	-0.10	-9.8	+2.0	-10	+2.0

ค่าแรงดึงสภาพอิมิตัว 51.2 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว คิดเป็นอัตราส่วนแรงดึง 0.61 และที่เวลาการบ่มตัว 30 วัน ให้ค่าแรงดึงสภาพแห้ง 86.5 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และค่าแรงดึงสภาพอิมิตัว 53.6 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อัตราส่วนแรงดึง 0.62 เมื่อใส่สารผสมต่าง ๆ ทำให้ค่าแรงดึงและอัตราส่วนแรงดึงสูงขึ้น ในมวลรวมแห้ง ชบ-1 ที่เวลาการบ่มตัว 14 วัน ค่าแรงดึงสภาพแห้งอยู่ระหว่าง 95.7 - 134.9 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว สภาพอิมิตัว 69.5 - 125.5 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อัตราส่วนแรงดึง 0.61 - 0.95 ที่เวลาการบ่มตัว 30 วัน ค่าแรงดึงสภาพแห้งอยู่ระหว่าง 105.1 - 142.6 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว สภาพอิมิตัว 72.0 - 136.9 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อัตราส่วนแรงดึง 0.62 - 0.97 และในมวลรวมแห้ง ชบ-2 ที่เวลาการบ่มตัว 14 วันค่าแรงดึงสภาพแห้งอยู่ระหว่าง 91.3 - 143.5 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว สภาพอิมิตัว 64.8 - 136.7 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อัตราส่วนแรงดึง 0.71 - 0.97 ที่เวลาการบ่มตัว 30 วัน ค่าแรงดึงสภาพแห้งอยู่ระหว่าง 93.9 - 151.3 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว สภาพอิมิตัว 67.6 - 145.4 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อัตราส่วนแรงดึง 0.72 - 0.99 รายละเอียดดูตารางที่ 5.20

5.1.10 ผลการทดลองหาค่าแรงดึงทางอ้อม ที่อุณหภูมิ 15, 25, 40, 60 °C ในมวลรวมแห้ง ชบ-1 แอสฟัลต์ที่ไม่ใส่สารผสมให้ค่าแรงดึงที่อุณหภูมิ 15, 25, 40, 60 °C คือ 178.1, 100.7, 49.5, 21.8 ปอนด์ ต่อตารางนิ้ว ในมวลรวมแห้ง ชบ-2 แอสฟัลต์ที่ไม่ใส่สารผสมให้ค่าแรงดึง 183.2, 103.4, 53.8, 25.5 ปอนด์ต่อตารางนิ้วตามลำดับ และเมื่อใส่สารผสมค่าแรงดึงที่อุณหภูมิต่าง ๆ ไม่แตกต่างจากตัวอย่างที่ไม่ใส่สารผสม ในมวลรวมแห้ง ชบ-1 และชบ-2 ที่ 15 °C อยู่ระหว่าง 168.3 - 177.1 และ 169.1 - 183.0 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ที่ 25 °C อยู่ระหว่าง 105.6 - 108.6 และ 107.3 - 115.3 ปอนด์ ต่อตารางนิ้ว ที่ 40 °C อยู่ระหว่าง 50.3 - 52.5 และ 55.3 - 56.2 ปอนด์ ต่อตารางนิ้ว ที่ 60 °C อยู่ระหว่าง 23.2 - 23.6 และ 25.9 - 26.7 ปอนด์ ต่อตารางนิ้ว ตามลำดับ รายละเอียดดูตารางที่ 5.21

5.2 การวิเคราะห์ผล

5.2.1 ความสัมพันธ์ของค่าความชื้นเหลว (Consistency) ของแอสฟัลต์กับ
เปอร์เซ็นต์สารผสม สารผสมทั้ง 4 ชนิดช่วยให้แอสฟัลต์ซีเมนต์เหลวขึ้น โดยเปอร์เซ็นต์สารผสม

ตารางที่ 5.20 ผลการทดลองหาค่าแรงดึงทางอ้อม (Indirect Tensile Strength) และค่าอัตราส่วนแรงดึง (Tensile Strength Ratio) ที่บ่มตัว

ตัวอย่าง	14 วัน			30 วัน		
	สภาพ แห้ง	สภาพ อิ่มตัว	อัตราส่วน แรงดึง	สภาพ แห้ง	สภาพ อิ่มตัว	อัตราส่วน แรงดึง
มวลรวมแห้ง	ซบ-1					
AC	80.1	43.3	0.54	85.5	47.0	0.55
Wetfix C 1.5%	95.7	86.1	0.90	105.1	97.7	0.93
Nostrip 1.5%	116.6	97.9	0.84	125.5	107.9	0.86
CPG 1.5%	113.9	69.5	0.61	116.1	72.0	0.62
FPG 1.5%	108.9	84.7	0.78	119.6	94.5	0.79
Agg Cement 1.5%	134.9	125.5	0.93	142.6	136.9	0.96
Agg Lime 3%	126.3	120.1	0.95	135.4	131.3	0.97
มวลรวมแห้ง	ซบ-2					
AC	83.9	51.2	0.61	86.5	53.6	0.62
Wetfix C 1.5%	93.4	85.0	0.91	97.2	90.4	0.93
Nostrip 1.5%	116.2	95.3	0.82	121.9	101.2	0.83
CPG 1.5%	91.3	64.8	0.71	93.9	67.6	0.72
FPG 1.5%	102.5	81.0	0.79	105.7	85.6	0.81
Agg Cement 1.5%	143.5	134.9	0.94	151.3	146.8	0.97
Agg Lime 3%	140.9	136.7	0.97	146.9	145.4	0.99

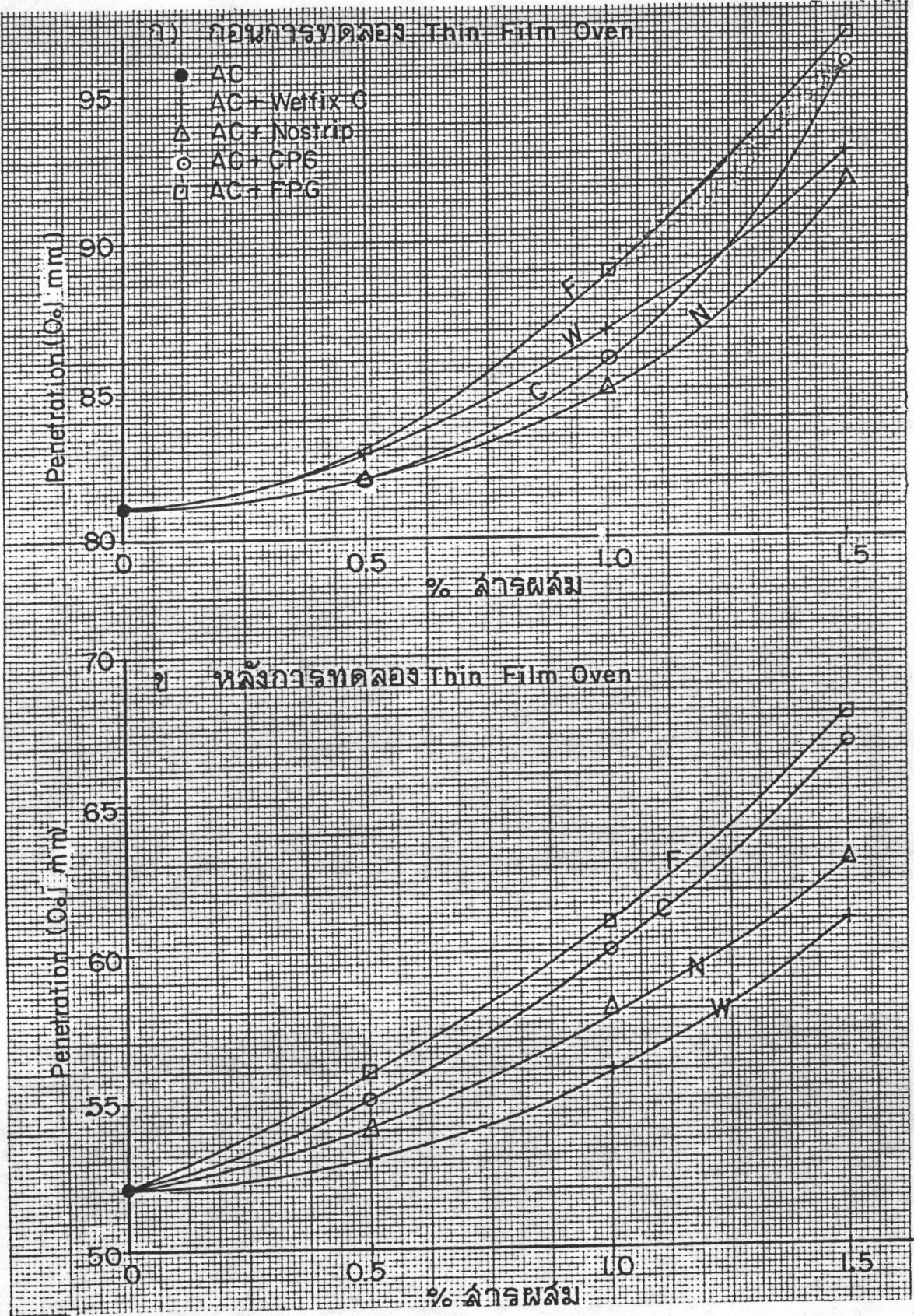
ตารางที่ 5.21 ผลการทดลองหาค่าแรงดึงทางอ้อม (Indirect Tensile Strength) ที่อุณหภูมิ 15, 25, 40, 60 °C

ตัวอย่าง	ความหนาแน่น	%ช่องว่างอากาศ	อุณหภูมิทดลอง °C			
			15	25	40	60
มวลรวมแห้ง		ชป-1				
AC	2.404	3.8	178.1	100.7	49.5	21.8
Wetfix C 1.5%	2.406	3.7	177.1	105.6	50.3	23.2
Nostrip 1.5%	2.416	3.3	175.0	107.2	51.6	23.3
CPG 1.5%	2.414	3.4	168.3	108.6	52.1	23.6
FPG 1.5%	2.415	3.3	173.5	106.3	52.5	23.5
มวลรวมแห้ง		ชป-2				
AC	2.408	4.1	183.2	103.4	53.8	25.5
Wetfix C 1.5%	2.411	4.0	183.0	107.3	56.2	26.7
Nostrip 1.5%	2.412	3.9	180.4	113.7	56.0	26.6
CPG 1.5%	2.410	4.0	169.1	108.2	55.3	25.9
FPG 1.5%	2.415	3.8	175.7	115.3	56.0	26.1

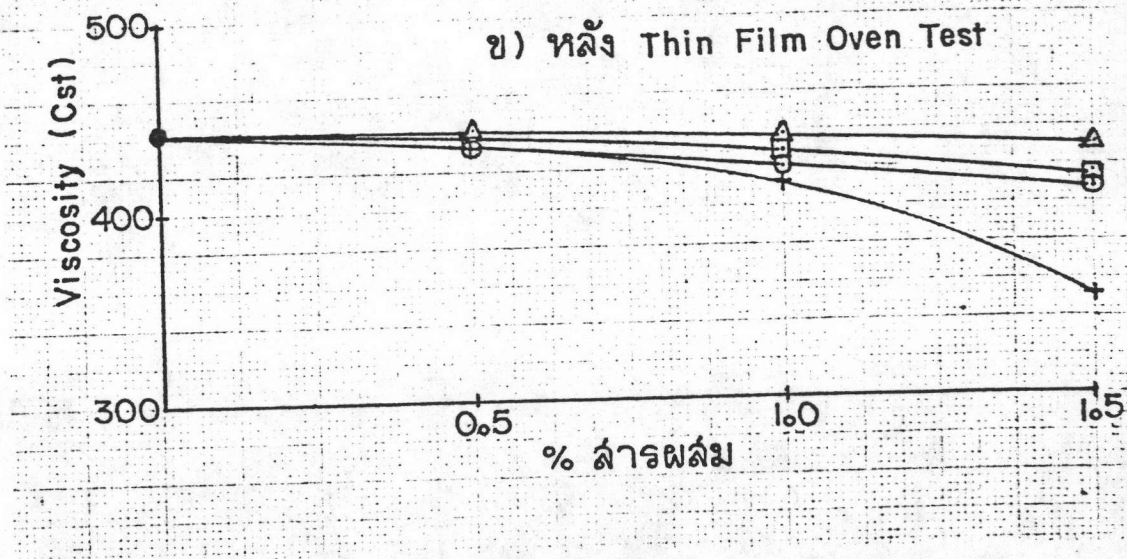
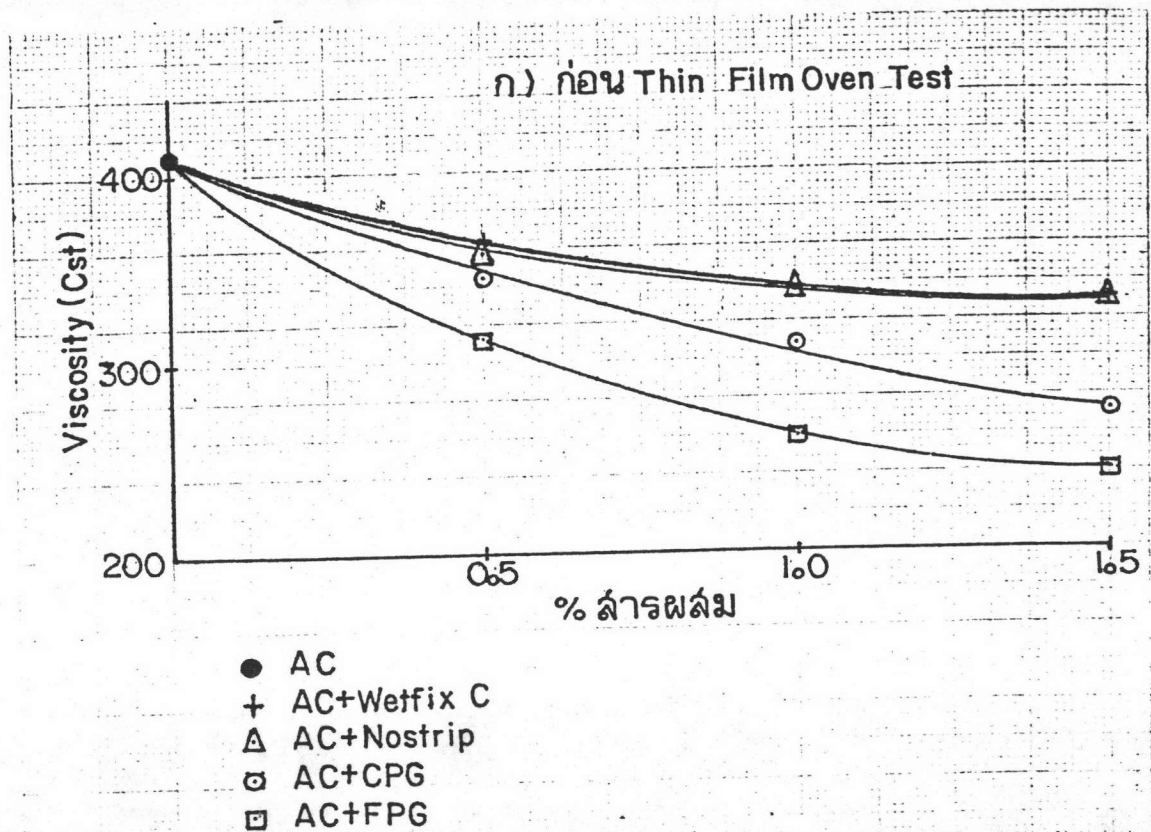
สูงขึ้นทำให้แอสฟัลต์เหลวมากขึ้น เมื่อพิจารณาค่า Penetration จากรูปที่ 5.7 (ก) สารผสม FPG ให้ค่า Penetration สูงสุด รองลงมาเป็น Wetfix C, CPG และ Nostrip แต่ที่ปริมาณ 1.5 % สารผสม CPG กลับให้ค่า Penetration สูงกว่า Wetfix C แต่ยังไม่ต่ำกว่า FPG เมื่อพิจารณาค่าความหนืด (Viscosity) จากรูปที่ 5.8 (ก) สารผสม Wetfix C ให้ค่าความหนืดสูงสุด รองลงมา Nostrip, CPG และ FPG โดยเฉพาะที่ปริมาณ 1.0 - 1.5 % สารผสม FPG และ CPG จะให้ค่าความหนืดลดต่ำลงมาก พิจารณาค่า Ductility จากรูปที่ 5.9 (ก) สารผสม FPG ให้ค่าการยืดตัวสูงสุด รองลงมา CPG, Nostrip และ Wetfix C ที่ให้ค่าไม่แตกต่างกันมากนัก ยกเว้นที่ 1.5 % FPG และ CPG ให้ค่าการยืดตัวสูงกว่า แสดงว่าในช่วงอุณหภูมิผสม สารผสม FPG ที่ปริมาณ 1.5 % จะมีคุณสมบัติการไหลตัวดี สามารถเคลือบมวลรวม หรือซิมส์ผิวมวลรวมได้ง่ายกว่า ช่วยเพิ่มพื้นที่การเกาะยึดมากกว่าสารผสมประเภทอื่น ซึ่งถ้าสารผสม FPG มีประสิทธิภาพช่วยในการเกาะยึด จะทำให้การเกาะยึดของแอสฟัลต์ กับมวลรวมดีขึ้น

5.2.2 ความสัมพันธ์ของความอ่อนไหวต่ออุณหภูมิ (Temperature Susceptibility) ของแอสฟัลต์กับเปอร์เซ็นต์สารผสม พิจารณาค่า Softening Point ในตารางที่ 5.7 สารผสมทั้ง 4 ชนิดให้อุณหภูมิในการอ่อนตัวไม่แตกต่างจากแอสฟัลต์ที่ไม่ใส่สารผสม เมื่อพิจารณาค่า Penetration - Viscosity Number (PVN) ที่คำนวณจากค่า pen 25 °C และ Viscosity ที่ 135 °C พบว่าค่า PVN ตัวอย่างที่ไม่ใส่สารผสม และใส่สารผสมมีค่าอยู่ระหว่าง 0.04-0.10 จากรูปที่ 5.22 ทั้งก่อนและหลัง Thin Film Oven Test ซึ่งไม่แตกต่างกันมากนัก แสดงว่าสารผสมทั้ง 4 ชนิดไม่ปรับปรุงความอ่อนไหวต่ออุณหภูมิให้ดีขึ้น หรือมีคุณสมบัติในการเปลี่ยนรูปร่าง (Deformation) ไม่แตกต่างจากแอสฟัลต์ที่ไม่ใส่สารผสม

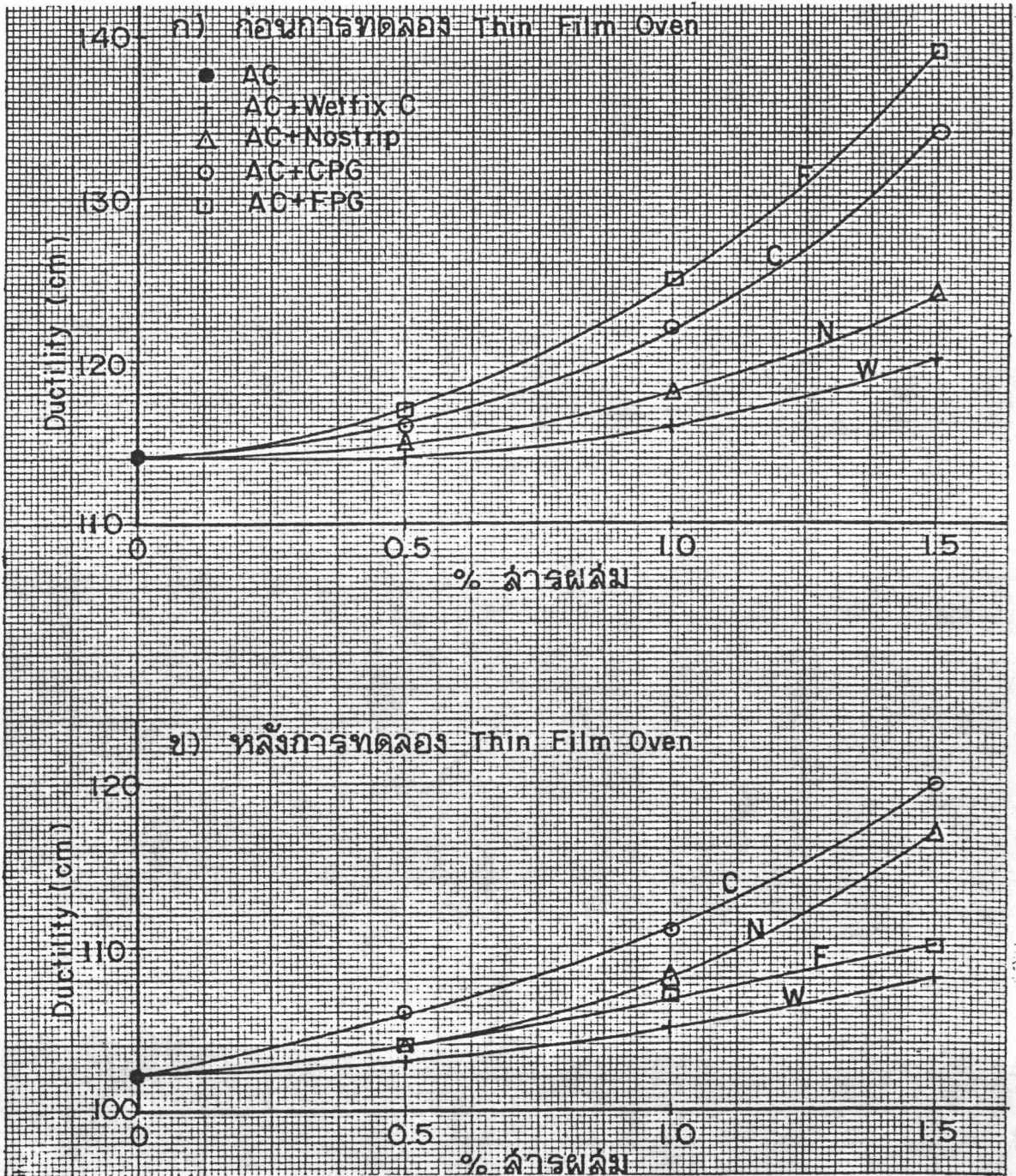
5.2.3 ความสัมพันธ์ของการแข็งตัว (Hardening) ของแอสฟัลต์กับเปอร์เซ็นต์สารผสม หลังจากการทดลอง Thin Film Oven สารผสมทั้ง 4 ชนิด ยังให้ค่า Penetration จากรูปที่ 5.7 (ข) สูงกว่า และค่า Viscosity จากรูปที่ 5.8 (ข) ต่ำกว่า และค่า Ductility จากรูปที่ 5.9 (ข) มากกว่าแอสฟัลต์ที่ไม่ใส่สารผสม ส่วนค่า Softening Point และน้ำหนักที่หายไป (จากรูปที่ 5.7) ไม่แตกต่างจากแอสฟัลต์ที่ไม่ใส่สารผสม แสดงว่าสารผสมทั้ง 4 ชนิด มีความทนทานต่อการเสื่อมสภาพ มีเสถียรภาพทางความร้อนไม่สูญเสียประสิทธิภาพ และรักษาความ



รูปที่ 5.7 ความสัมพันธ์ของค่า Penetration กับเปอร์เซ็นต์สารผสม



รูปที่ 5.8 ความสัมพันธ์ของ ค่าความหนืด
กับเปอร์เซ็นต์สารผสม



รูปที่ 5.9 ความสัมพันธ์ของ ค่า Ductility กับเปอร์เซ็นต์สารผสม

ตารางที่ 5.22 ความอ่อนไหวต่ออุณหภูมิ กับ เปอร์เซนต์สารผสม

ตัวอย่าง	Penetration ₂₅		Viscosity 135°C		PVN ₀	
	before TFOT	after	before TFOT	after	before TFOT	after
AC	81	52	410.0	442.1	-0.04	-0.08
AC+Wetfix C 0.5%	83	53	362.1	433.5	-0.06	-0.08
1.0%	87	56	337.6	412.3	-0.06	-0.08
1.5%	93	61	330.3	352.2	-0.06	-0.09
AC+Nostrip 0.5%	82	54	358.0	441.0	-0.06	-0.07
1.0%	85	58	335.1	437.9	-0.07	-0.07
1.5%	92	63	332.5	431.0	-0.06	-0.06
AC+CPG 0.5%	82	55	343.1	433.5	-0.07	-0.07
1.0%	86	60	304.3	421.1	-0.08	-0.07
1.5%	96	67	272.1	410.0	-0.09	-0.06
AC+FPG 0.5%	83	56	312.1	434.9	-0.08	-0.07
1.0%	89	61	259.8	428.9	-0.10	-0.07
1.5%	97	68	240.6	415.5	-0.10	-0.06

$$PVN_0 = \left(\frac{L-X}{L-M} \right) (-0.15)$$

PVN₀ = Penetration—Viscosity Number

$$L = 4.25800 - 0.79674 \text{ Log Pen } 25^\circ\text{C}$$

(from McLeod)

$$M = 3.46289 - 0.61094 \text{ Log Pen } 25^\circ\text{C}$$

$$X = \text{Log Viscosity } 135^\circ\text{C}$$

TFOT = Thin Film Oven Test

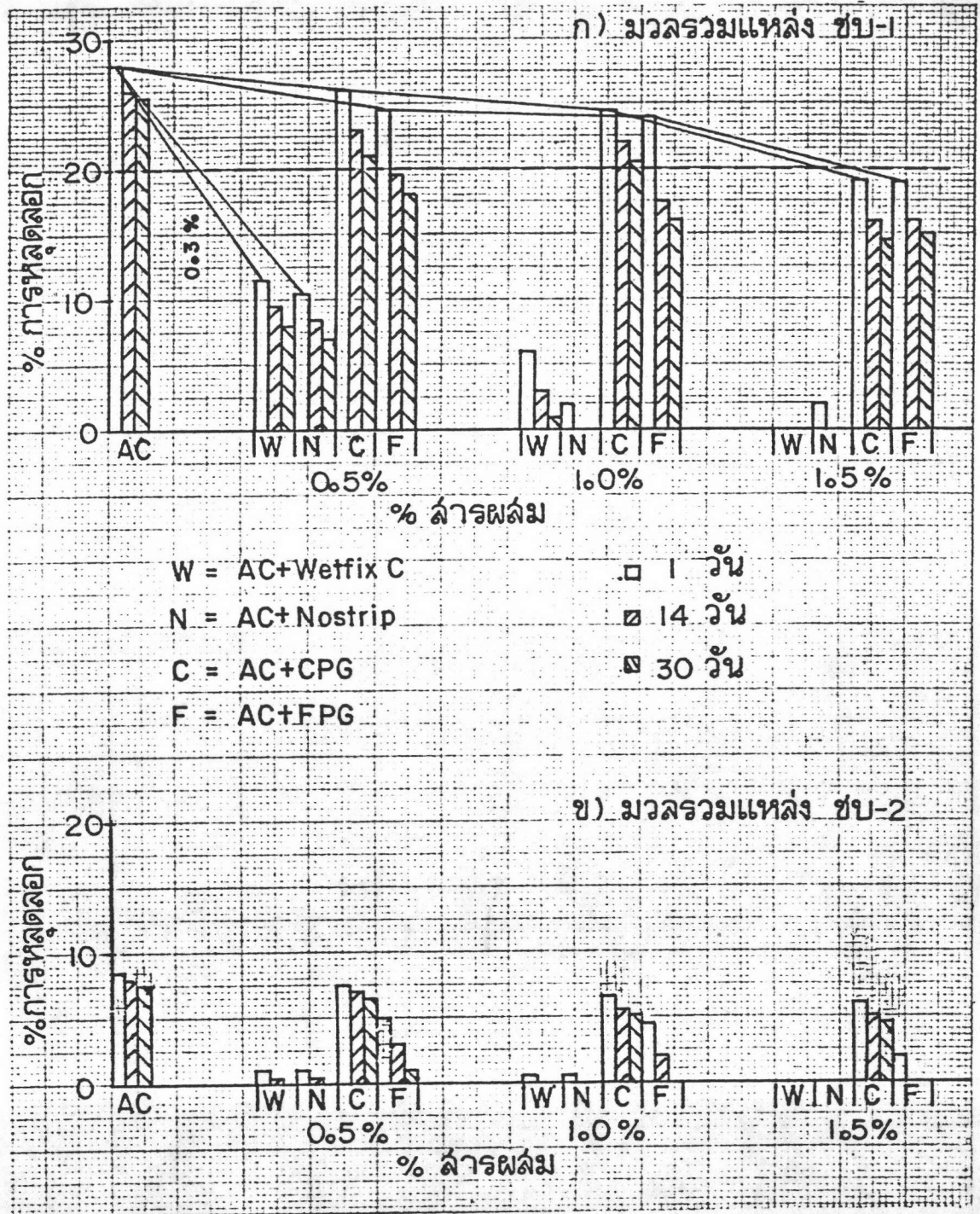
ชั้นเหลวให้สูงกว่าแอสฟัลต์ที่ไม่ใส่สารผสม

5.2.4 ความสัมพันธ์ของคุณสมบัติแอสฟัลต์ด้านอื่น ๆ กับเปอร์เซ็นต์สารผสม พบว่า สารผสมทั้ง 4 ชนิดให้ค่าความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity) ของแอสฟัลต์และการละลายตัว (Solubility) ของแอสฟัลต์ และจุดวาบไฟ (Flash Point) ของแอสฟัลต์ ไม่แตกต่างจากแอสฟัลต์ที่ไม่ใส่สารผสมแสดงว่าสารผสมไม่ได้ทำให้ส่วนประกอบของแอสฟัลต์เปลี่ยนแปลงไปมากนัก

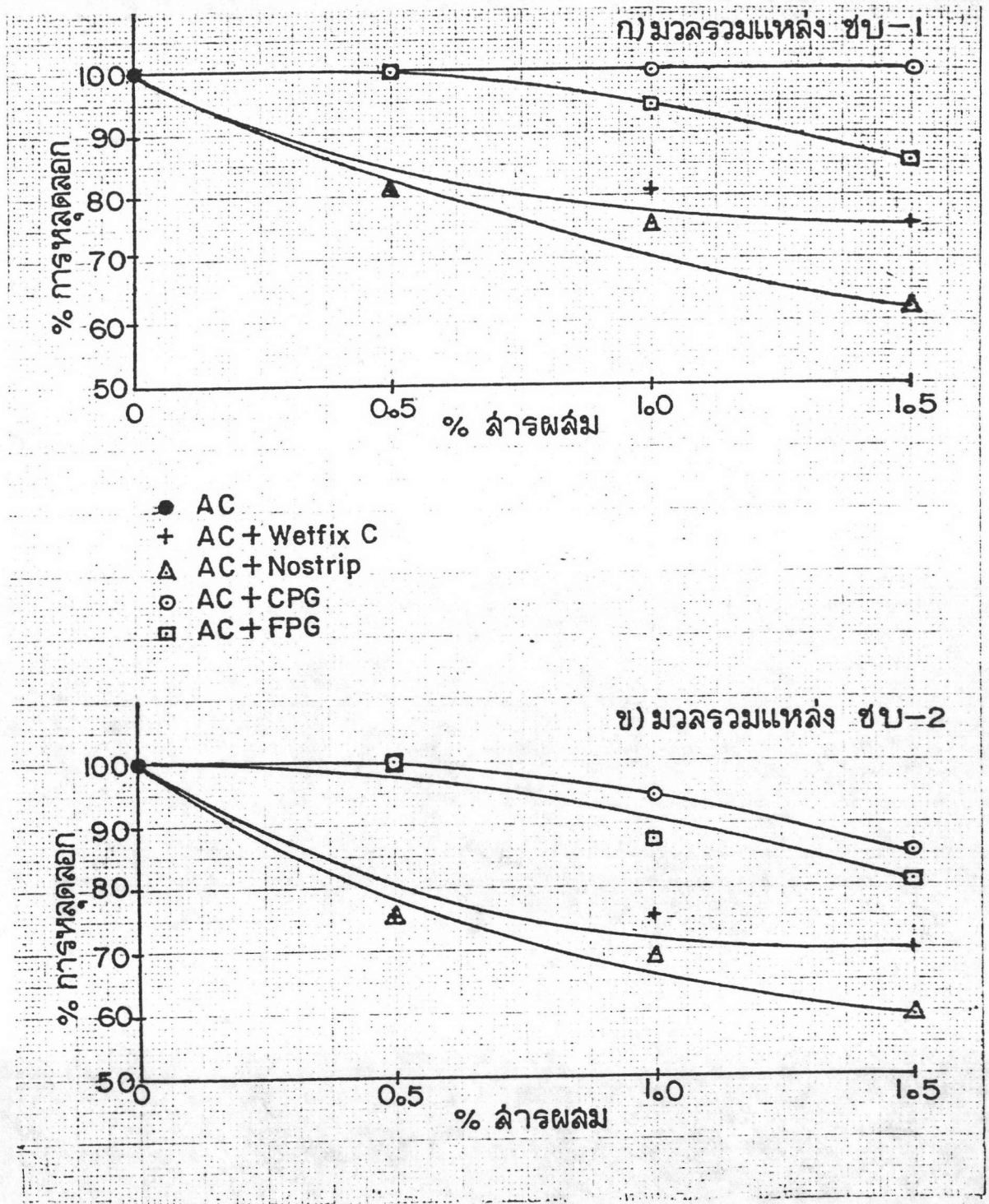
5.2.5 ความสัมพันธ์ของเปอร์เซ็นต์การหลุดลอก (Stripping) กับเปอร์เซ็นต์สารผสม

5.2.5.1 วิเคราะห์ผลทดลอง Plate Test ทาผลด้าน Passive Adhesion คือ ความสามารถของแอสฟัลต์ที่เกาะยึดมวลรวมแห้ง สะอาด และต้านทานการหลุดลอกโดยการกระทำของน้ำได้ เกณฑ์มาตรฐานการหลุดลอกไม่เกิน 20 % พบว่ามวลรวมแห้ง ชบ-2 คูรูปที่ 5.10 (ข) แอสฟัลต์ซีเมนต์ให้การเกาะยึดดี มีการหลุดลอกเพียง 8.5 % อยู่ในเกณฑ์ จึงไม่จำเป็นต้องใช้สารผสม แต่เมื่อทดลองใช้สารผสม Wetfix C, Nostrip ช่วยลดการหลุดลอกลงได้โดยมีอัตราการลดลงมากที่ปริมาณเปอร์เซ็นต์สารผสมต่ำ สารผสม CPG, FPG ช่วยลดการหลุดลอกลงได้น้อยมากถึงแม้จะใช้ปริมาณสารผสมสูง มวลรวมแห้ง ชบ-1 คูรูปที่ 5.10 (ก) แอสฟัลต์ซีเมนต์ให้การเกาะยึดไม่ดี มีการหลุดลอก 28 % เกินกว่าเกณฑ์จำเป็นต้องใช้สารผสม และสารผสม Wetfix C, Nostrip ช่วยลดการหลุดลอกลงได้มาก โดยมีอัตราการลดลงมากที่เปอร์เซ็นต์สารผสมต่ำ ๆ และจะค่อย ๆ ลดลงไม่มากแม้จะเพิ่มเปอร์เซ็นต์สารผสม แต่สารผสม CAVCO MOD FPG และ CPG ช่วยลดการหลุดลอกน้อยมีอัตราการลดค่อนข้างสม่ำเสมอ เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์ที่ต้องใช้ที่ให้การหลุดลอกอยู่ในเกณฑ์ไม่เกิน 20 % สารผสม Nostrip และ Wetfix C จะใช้ประมาณ 0.3 % ส่วน CAVCO MOD FPG และ CPG ต้องใช้ถึง 1.5 %

5.2.5.2 วิเคราะห์ผลทดลอง Tray Test ทาผลด้าน Active Adhesion คือความสามารถของแอสฟัลต์ในการเกาะยึดมวลรวมเปียกชื้นได้ โดยเกิดการหลุดลอกไม่เกิน 20 % พบว่ามวลรวมทั้ง 2 แห่ง คูรูปที่ 5.11 แอสฟัลต์ซีเมนต์ไม่สามารถเกาะยึด



รูปที่ 5.10 ความสัมพันธ์ ของเปอร์เซ็นต์การหลุดลอก ที่ระยะเวลาการบ่มตัว 1, 14, 30 วัน กับเปอร์เซ็นต์สสารผสม ทดลองตามวิธี Plate Test (Passive Adhesion)



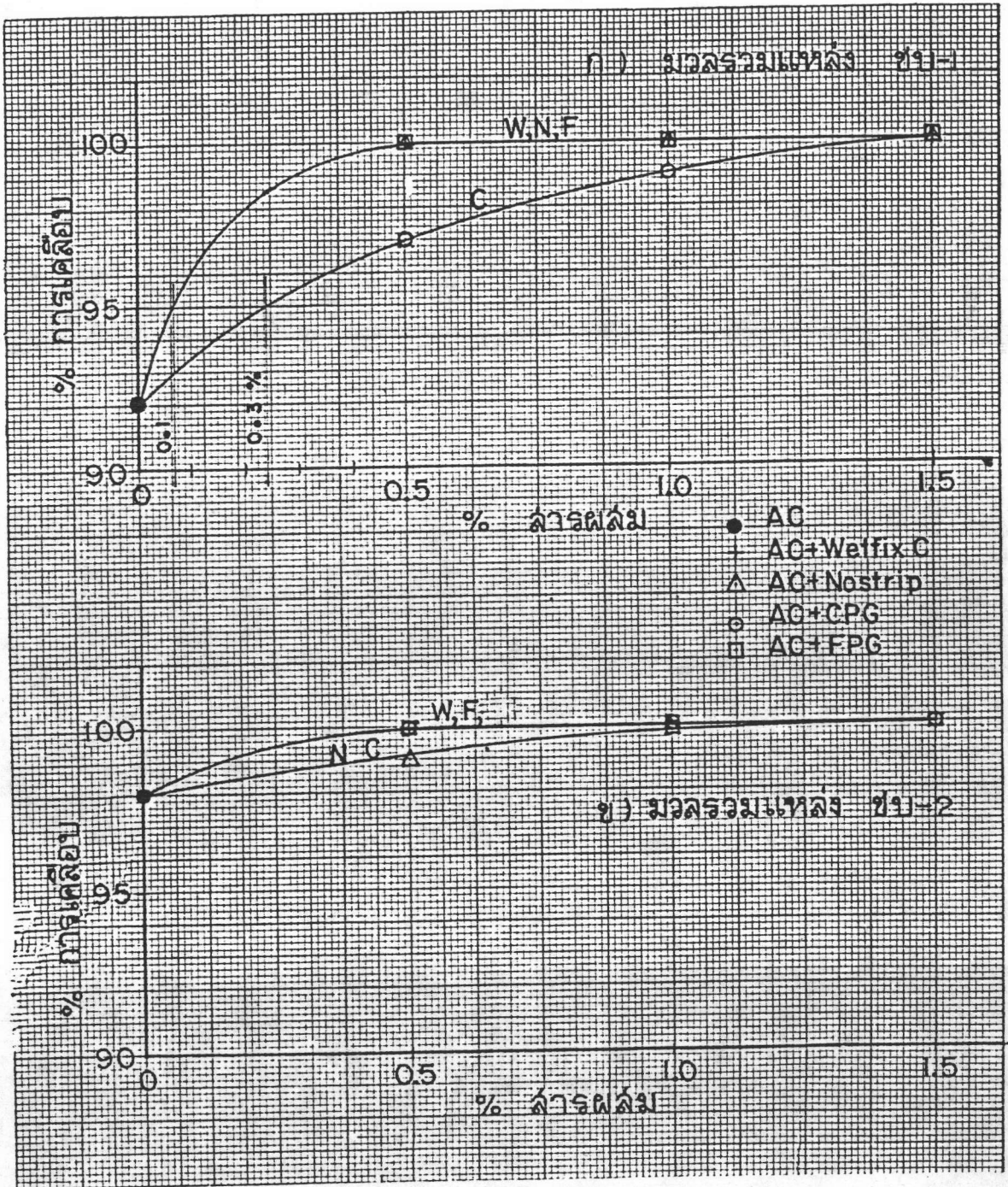
รูปที่ 5.11 ความสัมพันธ์ของเปอร์เซ็นต์การหลุดลอก กับเปอร์เซ็นต์สารผสม ที่ทดลองโดย Troy Test (Active Adhesion)

มวลรวมเปียกขึ้นได้ จึงต้องใช้สารผสมช่วย แต่ไม่มีสารผสมชนิดใดให้การเกาะยึดมีการหลุดลอก อยู่ในเกณฑ์กำหนดได้ โดย Wetfix C และ Nostrip ลดเปอร์เซ็นต์การหลุดลอกได้มาก แต่ที่ปริมาณสารผสมสูงมีแนวโน้มลดอัตราการหลุดลอกเพิ่มไม่มาก และ CAVCO MOD CPG และ FPG มีอัตราการลดการหลุดลอกไม่มาก แสดงว่าสารผสมทั้ง 4 ชนิดไม่มีคุณสมบัติในการเกาะยึด รวดเร็ว กับมวลรวมเปียกขึ้นได้

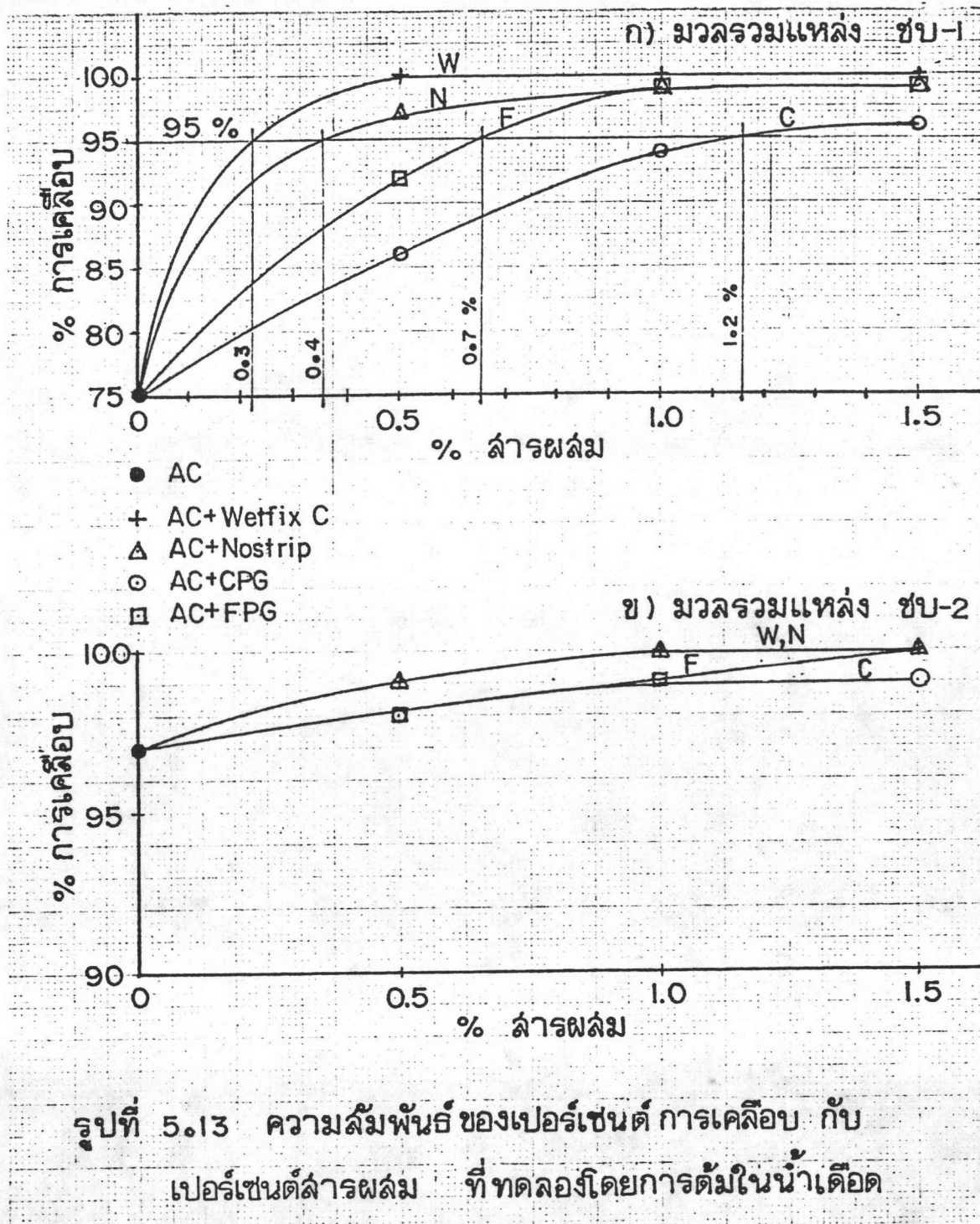
นั่นผิวเซอร์เฟสทรีตเมนต์ สารผสม Nostrip และ Wetfix C ช่วยลดอัตราการหลุดลอกได้ดีในมวลรวมหินปูนที่แห้งสะอาดเท่านั้น โดยใช้ปริมาณเพียงเล็กน้อยไม่ควรเกิน 1 % เพราะสารผสมทั้ง 2 จะให้ประสิทธิภาพเพิ่มอีกไม่มากนักเมื่อเพิ่มเปอร์เซ็นต์การใช้ ส่วนสารผสม CAVCO MOD CPG และ FPG มีประสิทธิภาพช่วยลดอัตราการหลุดลอกน้อยมาก ต้องใช้ปริมาณสารผสมไม่ต่ำกว่า 1.5% โดยน้ำหนักแอลฟัลต์

5.2.6 ความสัมพันธ์ของเปอร์เซ็นต์การเคลือบ (Coating) กับเปอร์เซ็นต์สารผสม
มวลรวมแห้ง ชบ-2 ทดลองโดยวิธีการตาม ASTM D 1664 และ ASTM D 3625 เมื่อใช้ แอลฟัลต์ซีเมนต์มีการเคลือบเกิน 95 % จึงไม่จำเป็นต้องใช้สารผสม แต่เมื่อทดลองใช้สารผสม ทุกชนิด ก็ให้เปอร์เซ็นต์การเคลือบขึ้นเป็น 100 % มวลรวมแห้ง ชบ-1 เมื่อใช้แอลฟัลต์ซีเมนต์ ทดลองแช่น้ำนิ่งตาม ASTM D 1664 มีการเคลือบ 92 % จากรูปที่ 5.12 (ก) แต่เมื่อใช้วิธีการ ต้มในน้ำเดือด (Boiling Test) ตาม ASTM D 3625 มีการเคลือบ 75 % จากรูปที่ 5.13 (ก) ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานจำเป็นต้องใช้สารผสม ทดลองตาม ASTM D 1664 สารผสมทุกชนิดใช้ ปริมาณไม่เกิน 0.5 % แต่เมื่อทดลองโดยวิธี ASTM D 3625 สารผสม CAVCO MOD FPG และ CPG ต้องใช้ปริมาณเพิ่มขึ้นเป็น 0.7 % และ 1.2 % ตามลำดับ

จะเห็นว่าวิธีการต้มในน้ำเดือดตาม ASTM D 3625 ให้ผลความแตกต่างระหว่าง ประสิทธิภาพของสารผสมแต่ละชนิดได้ชัดเจน และเป็นวิธีการสะดวกง่ายและรวดเร็ว แต่ให้ เปอร์เซ็นต์สารผสมสูงกว่าเล็กน้อย เมื่อเทียบกับวิธีการแช่น้ำนิ่ง ฉะนั้นวิธี ASTM D 3625 จึง เหมาะในการใช้งานในสนาม พิจารณาเปรียบเทียบมวลรวมแต่ละแหล่งกับแอลฟัลต์ที่ใช้ เพื่อ ตัดสินใจเลือกแหล่งมวลรวมที่เหมาะสมที่สุดที่จะใช้กับเส้นทาง และใช้พิจารณาเบื้องต้นในการเลือก ชนิดสารผสมและปริมาณเปอร์เซ็นต์ที่ให้ประสิทธิภาพและเหมาะสมกับมวลรวมที่เลือกใช้งานเป็น



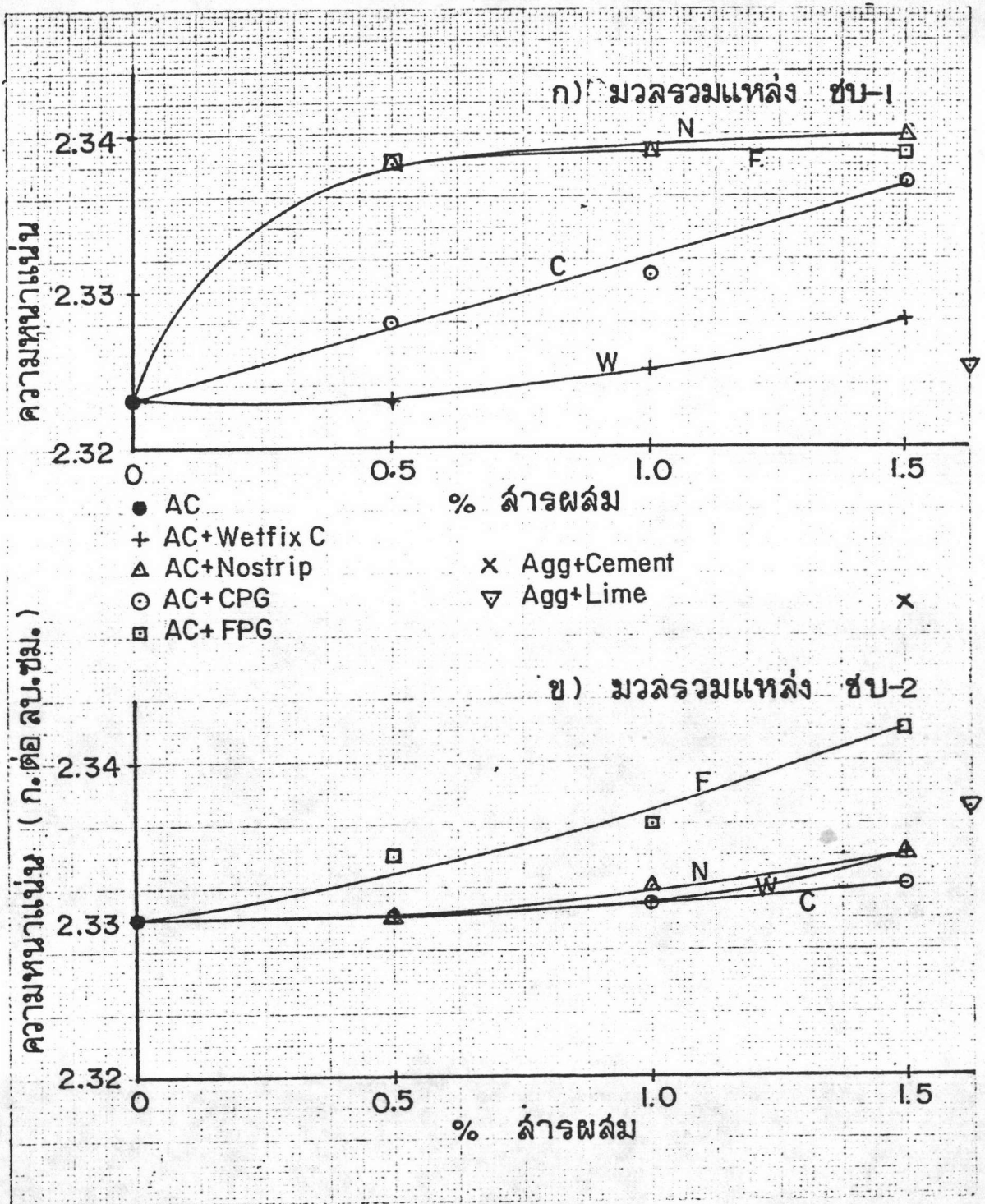
รูปที่ 5.12 ความสัมพันธ์ ของเปอร์เซ็นต์การเคลือบ กับเปอร์เซ็นต์
 สารผสม ที่ทดลองโดยการแช่น้ำนึ่ง ASTM D1664



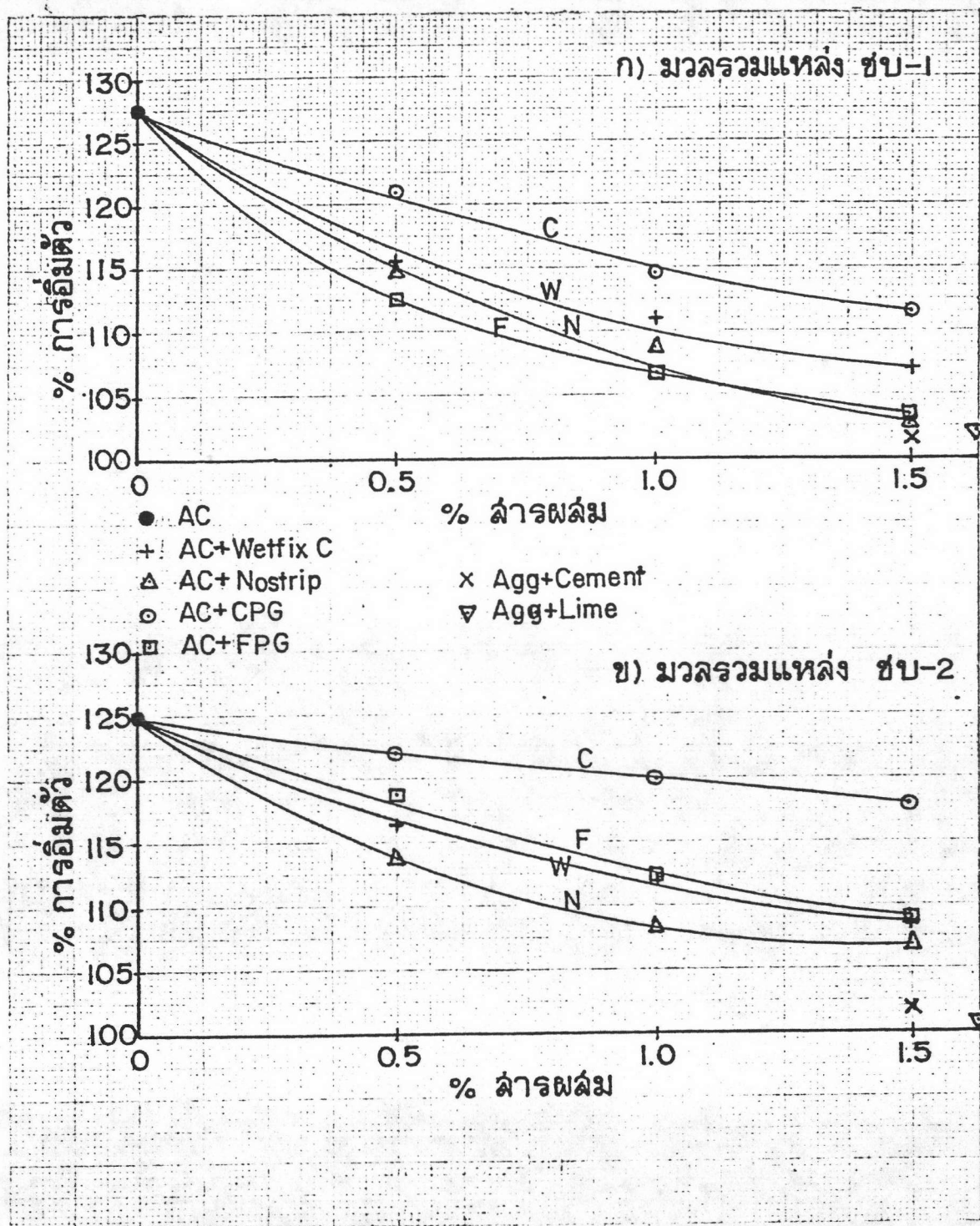
แนวทางก่อนที่จะเก็บตัวอย่างมาออกแบบส่วนผสมในห้องทดลอง และทดลองตามวิธีการอื่น ๆ หาเปอร์เซ็นต์ที่แน่นอนอีกครั้ง เมื่อทดลองเพิ่มระยะเวลาในการแช่ในน้ำนิ่ง เป็น 7, 14, 30 วัน มีการเคลือบลดลง 1 - 2 % ในแต่ละช่วงเวลาที่สังเกตซึ่งไม่แตกต่างกันมาก และเมื่อลองสะกิดแอสฟัลต์ที่เคลือบ พบว่าบางส่วนมีการหลุดลอกได้ง่าย บางส่วนปกติผิวรวมไว้ แต่ไม่มีการเกาะยึด แสดงว่าวิธีการแช่ในน้ำนิ่ง ไม่ให้ผลที่น่าเชื่อถือนักในการหาเปอร์เซ็นต์การเคลือบและการหลุดลอกเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพสารผสม เพราะผลที่ได้จากการประเมินด้วยตาอาจไม่สอดคล้องกับความแข็งแรงของส่วนผสม วิธีการแช่ในน้ำนิ่งจึงเหมาะเพียงการใช้เปรียบเทียบระหว่างชนิดของมวลรวม และสารผสมที่มีการเคลือบและการหลุดลอกแตกต่างกันมาก ๆ

5.2.7 ความสัมพันธ์ของค่าความหนาแน่น (Density) ของตัวอย่างกับเปอร์เซ็นต์สารผสม รูปที่ 5.14 ตัวอย่างแอสฟัลต์คอนกรีตเมื่อใส่สารผสมทำให้ความหนาแน่นตัวอย่างสูงขึ้น แตกต่างกันตามชนิดมวลรวมและสารผสมที่ใช้ ในมวลรวมแหล่ง ชบ-1 สารผสม Wetfix C และ บุนขาว ให้ความหนาแน่นสูงขึ้นเล็กน้อย หรือเกือบไม่แตกต่างจากตัวอย่างที่ไม่ใส่สารผสม ส่วนสารผสมอื่นมีแนวโน้มให้ความหนาแน่นสูงขึ้นมาก แต่ในมวลรวมแหล่ง ชบ-2 สารผสม FPG, บุนซีเมนต์ ให้แนวโน้มความหนาแน่นสูงกว่า แต่สารผสมอื่นให้ความหนาแน่นสูงขึ้นเล็กน้อยหรือเกือบไม่แตกต่างจากตัวอย่างที่ไม่ใส่สารผสม ซึ่งแสดงว่าสารผสม CAVCO MOD CPG, Nostrip ให้แนวโน้มความหนาแน่นสูงขึ้นแตกต่างกันตามแหล่งของมวลรวม ส่วน CAVCO MOD FPG ให้แนวโน้มความหนาแน่นสูงขึ้นในมวลรวมหินปูนทั้ง 2 แหล่ง และ Wetfix C ให้แนวโน้มความหนาแน่นในมวลรวมหินปูนทั้ง 2 แหล่งคล้ายกัน คือ สูงขึ้นเล็กน้อยหรือเกือบไม่แตกต่างจากตัวอย่างที่ไม่ใส่สารผสม

5.2.8 ความสัมพันธ์ของค่าเปอร์เซ็นต์การอิ่มตัว (% Saturation) ของตัวอย่างกับเปอร์เซ็นต์สารผสม รูปที่ 5.15 พบว่าสารผสมช่วยลดเปอร์เซ็นต์การอิ่มตัวจากตัวอย่างที่ไม่ใส่สารผสมแตกต่างกัน โดยสารผสม CAVCO MOD CPG ช่วยลดเปอร์เซ็นต์การอิ่มตัวได้น้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับบุนซีเมนต์ บุนขาว Wetfix C, Nostrip และ CAVCO MOD FPG ทั้งในมวลรวมทั้ง 2 แหล่ง โดยสารผสมทุกชนิดให้แนวโน้มการลดคล้ายคลึงกัน คือเปอร์เซ็นต์สารผสมสูงขึ้นช่วยลดเปอร์เซ็นต์การอิ่มตัวให้ลดลงแต่อัตราการลดลงต่างกันตามชนิดมวลรวม มวลรวมแหล่ง ชบ-1 สารผสมให้อัตราการลดเปอร์เซ็นต์การอิ่มตัว มากกว่ามวลรวมแหล่ง ชบ-2



รูปที่ 5.14 ความสัมพันธ์ ของความหนาแน่น กับเปอร์เซ็นต์สสารผสม

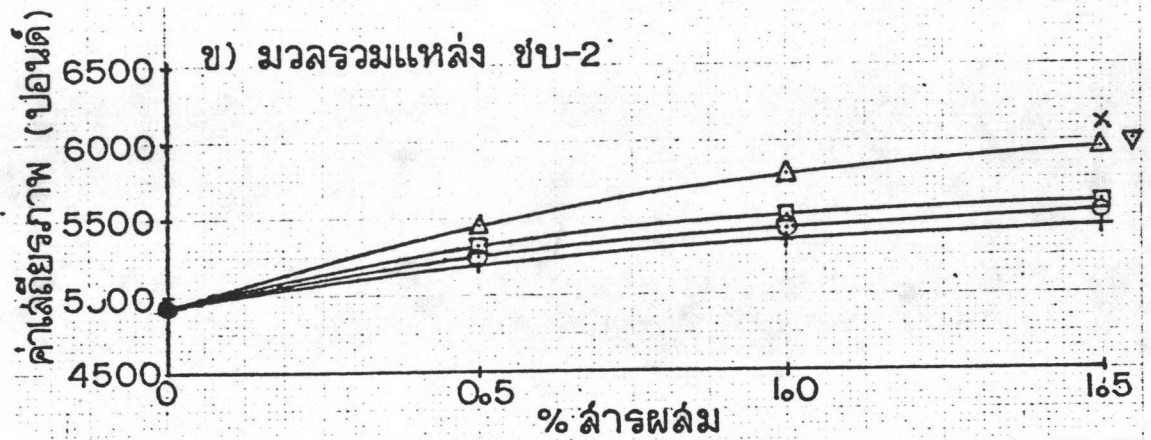
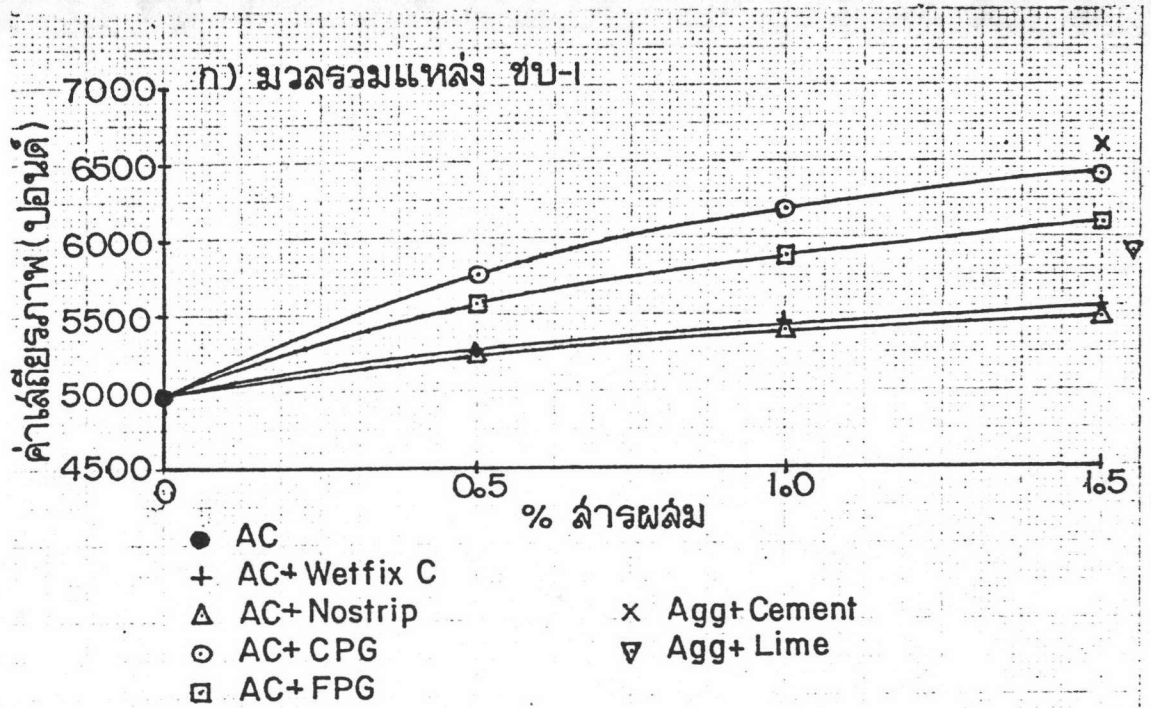


รูปที่ 5.15 ความสัมพันธ์ของเปอร์เซ็นต์การอัดตัวของตัวอย่าง กับเปอร์เซ็นต์สสารผสม

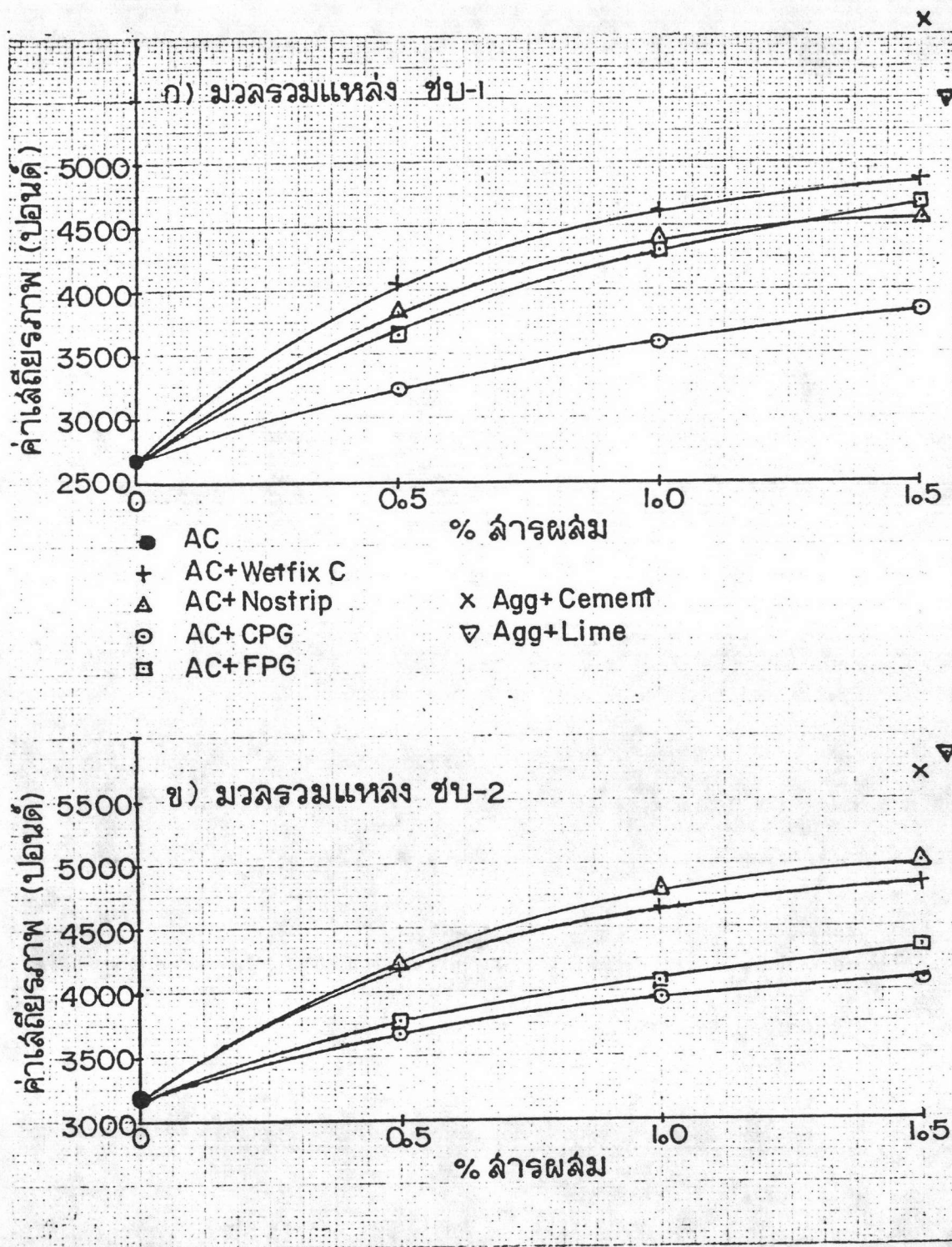
5.2.9 ความล้มพันธ์ของค่าเสถียรภาพ (Stability) ของตัวอย่าง สภาพแห้ง (Dry Condition) กับเปอร์เซ็นต์สารผสม จากรูปที่ 5.16 พบว่าปูนซีเมนต์, ปูนขาว สารผสม ช่วยให้ค่าเสถียรภาพของตัวอย่างสภาพแห้งสูงขึ้นจากตัวอย่างที่ไม่ใส่สารผสมในมวลรวมทั้ง 2 แหล่ง สำหรับมวลรวมแหล่ง ชบ-1 ปูนซีเมนต์ให้ค่าเสถียรภาพสูงสุดในสารผสมทุกประเภท รองลงมาได้แก่ CPG, FPG, ปูนขาว, Wetfix C และ Nostrip ให้ค่าเสถียรภาพต่ำสุด มวลรวม แหล่ง ชบ-2 ปูนซีเมนต์ยังให้ค่าเสถียรภาพสูงสุด รองลงมาได้แก่ ปูนขาว, Nostrip, CAVCO MOD FPG, CPG และ Wetfix C เมื่อเปรียบเทียบมวลรวมทั้ง 2 แหล่ง สารผสม Wetfix C ให้ค่าเสถียรภาพเพิ่มขึ้นใกล้เคียงกัน แต่สารผสมอื่นเพิ่มขึ้นแตกต่างกันตามแหล่งมวลรวม

5.2.10 ความล้มพันธ์ของค่าเสถียรภาพ (Stability) ของตัวอย่าง สภาพอิมตัว (Wet Condition) กับเปอร์เซ็นต์สารผสม จากรูปที่ 5.17 พบว่าปูนซีเมนต์ ปูนขาว สารผสม ช่วยให้ค่าเสถียรภาพของตัวอย่างสภาพอิมตัวสูงขึ้น จากตัวอย่างที่ไม่ใส่สารผสม โดยมวลรวมแหล่ง ชบ-1 ปูนซีเมนต์ให้ค่าสูงสุดแสดงว่าต้านทานการกระทำของน้ำได้ดี รองลงมาปูนขาว , Wetfix C, Nostrip, FPG และ CPG ตามลำดับ , ในมวลรวมแหล่ง ชบ-2 ปูนขาว, ปูนซีเมนต์ ให้ค่าสูงสุด รองลงมา Nostrip, Wetfix C, CAVCO MOD FPG, CPG ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบมวลรวมทั้ง 2 แหล่ง สารผสม Wetfix C ให้ค่าเสถียรภาพเพิ่มขึ้นใกล้เคียงกัน แต่สารผสมอื่น ให้ค่าเสถียรภาพเพิ่มขึ้นแตกต่างกัน

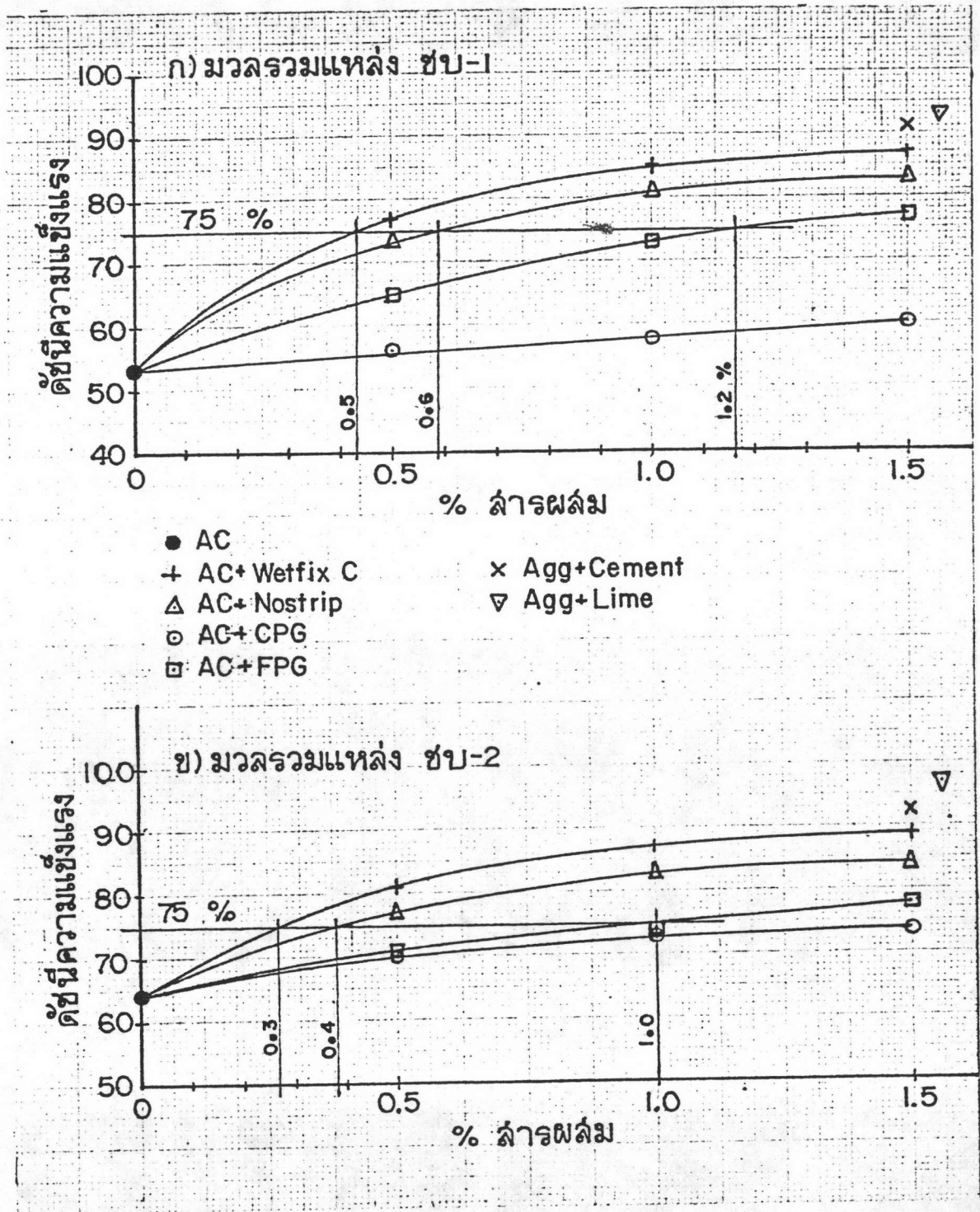
5.2.11 ความล้มพันธ์ของค่าดัชนีความแข็งแรง (Strength Index) กับเปอร์เซ็นต์ สารผสม จากรูปที่ 5.18 พบว่าในมวลรวมทั้ง 2 แหล่ง สารผสมทุกชนิด ปูนซีเมนต์ และปูนขาว ให้ค่าดัชนีความแข็งแรงสูงขึ้นจากตัวอย่างที่ไม่ใส่สารผสม โดยปูนซีเมนต์ และปูนขาวให้ค่าดัชนี ความแข็งแรงสูงสุด รองลงมาเป็นสารผสม Wetfix C, Nostrip, CAVCO MOD FPG และ CPG เมื่อพิจารณาเกณฑ์ดัชนีความแข็งแรงที่ 0.75 หรือ 75 % ตามมาตรฐานกรมทางหลวงแล้ว ในมวลรวมแหล่ง ชบ-1 ต้องใช้สารผสม Wetfix C = 0.5 %, Nostrip = 0.6 %, CAVCO MOD FPG = 1.2 % แต่ CPG ให้ค่าดัชนีความแข็งแรงต่ำกว่า 75 % ในมวลรวมแหล่ง ชบ-2 ต้องใช้สารผสม Wetfix C = 0.3 %, Nostrip = 0.4 %, CAVCO MOD FPG = 1.0 % และ CPG ให้ค่าดัชนีความแข็งแรงต่ำกว่า 75 % แสดงว่า CAVCO MOD CPG ไม่เหมาะในการ ใช้เป็นสารผสมแอสฟัลต์ ทั้งนี้เป็นเพราะไม่สามารถเกาะยึดกับมวลรวมต้านทานการกระทำของ



รูปที่ 5.16 ความสัมพันธ์ ของค่าเสถียรภาพ ตัวอย่างสภาพแห้ง กับเปอร์เซ็นต์สสารผลลัม



รูปที่ 5.17 ความสัมพันธ์ ของค่าเสถียรภาพ ตัวอย่างสภาวะอิมิตัว กับเปอร์เซ็นต์สารผสม



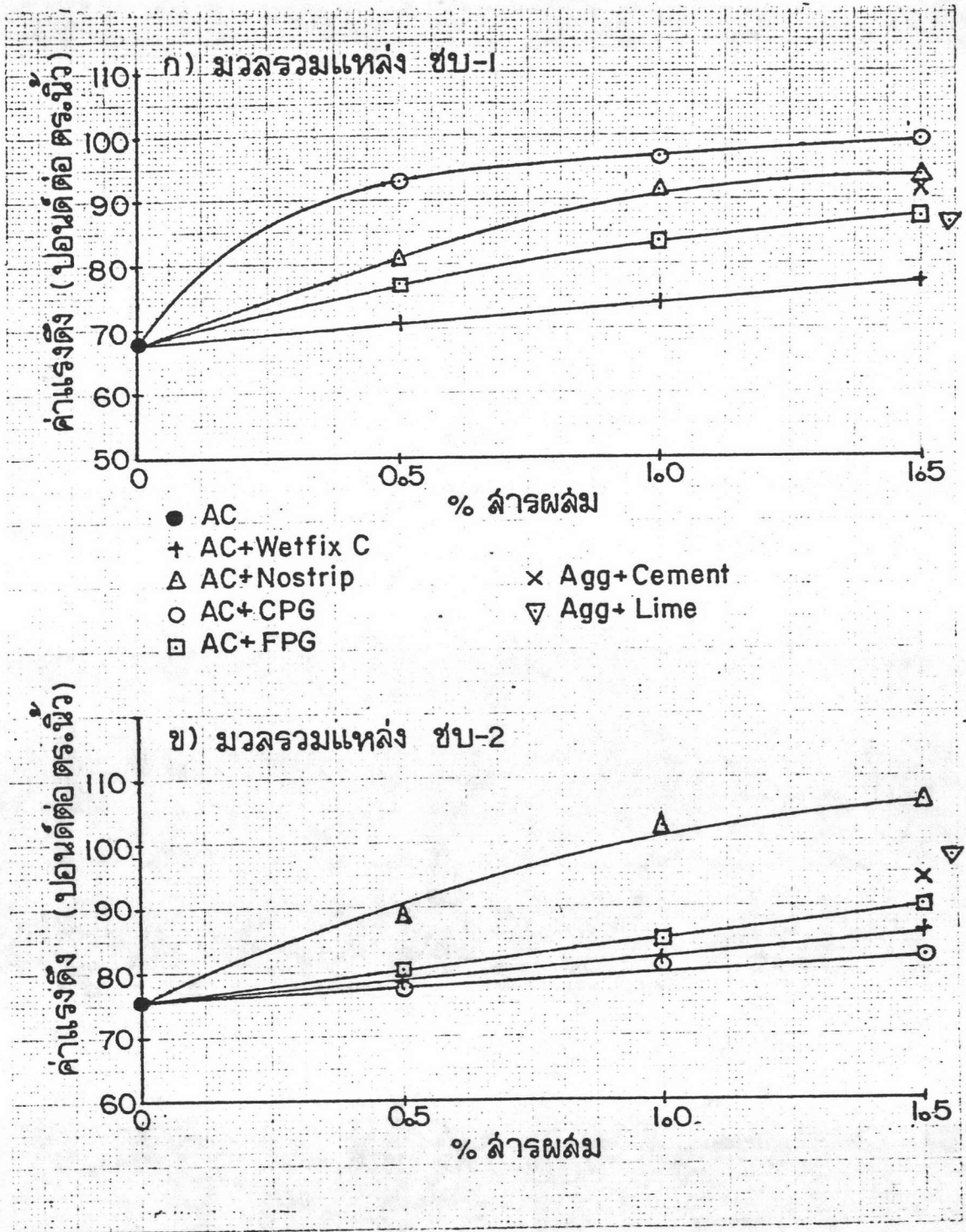
รูปที่ 5.18 ความสัมพันธ์ของ ดัชนีความแข็งแรง กับเปอร์เซ็นต์สารผสม

น้ำได้ โดยวิเคราะห์จากค่าเสถียรภาพตัวอย่างในสภาพอ้อมตัวที่ลดลงอย่างมาก ในขณะที่เสถียรภาพตัวอย่างในสภาพแห้งสูง เมื่อใส่สารผสมสูงขึ้นอัตราการเพิ่มของค่าดัชนีความแข็งแรงค่อย ๆ ลดลงหรือคงที่ ฉะนั้นการใช้สารผสมไม่ควรเกิน 1.5 % เพราะจะไม่เป็นการประหยัดและผลที่ได้อาจจะไม่ปรับปรุงประสิทธิภาพให้ดีขึ้นมากนัก

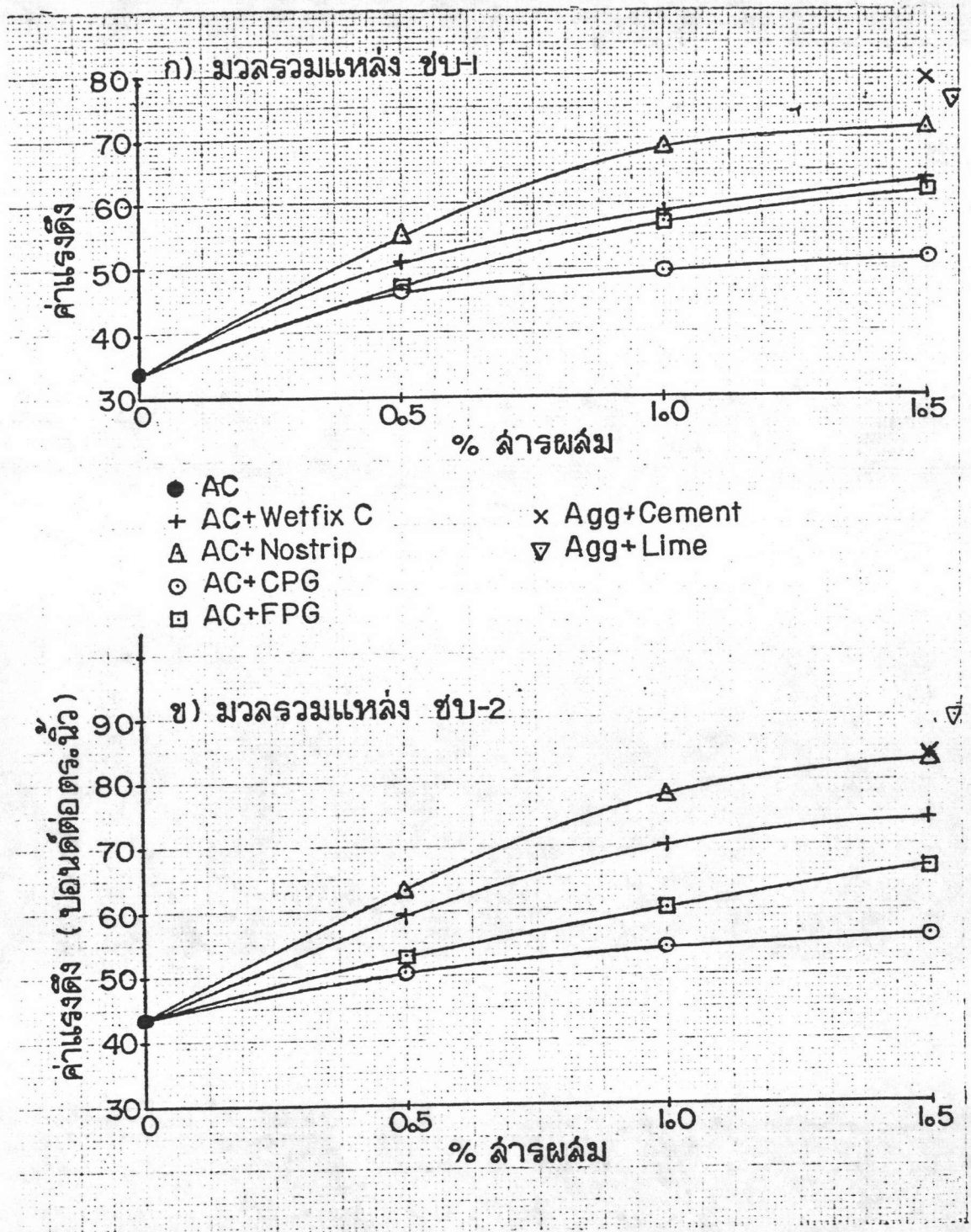
5.2.12 ความสัมพันธ์ของค่าแรงดึงทางอ้อม (Indirect Tensile Strength) ของตัวอย่างสภาพแห้ง (Dry Condition) กับเปอร์เซ็นต์สารผสม รูปที่ 5.19 ในมวลรวมทั้ง 2 แหล่ง สารผสมทุกชนิด ปูนซีเมนต์ และปูนขาว ให้ค่าแรงดึงทางอ้อมสูงขึ้นจากตัวอย่างที่ไม่ใส่สารผสม โดยในมวลรวมแหล่ง ชบ-1 สารผสม CAVCO MOD CPG ให้ค่าแรงดึงทางอ้อมสูงสุด รองลงมาเป็น Nostrip, ปูนซีเมนต์, ปูนขาว, CAVCO MOD FPG และ Wetfix C ตามลำดับ และในมวลรวมแหล่ง ชบ-2 สารผสม Nostrip ให้ค่าแรงดึงทางอ้อมสูงสุด รองลงมาเป็น ปูนขาว ปูนซีเมนต์ CAVCO MOD FPG, Wetfix C และ CPG ตามลำดับ จะเห็นว่า CPG ให้ผลแตกต่างกันมากในมวลรวมหินปูน 2 แหล่ง

5.2.13 ความสัมพันธ์ของค่าแรงดึงทางอ้อม (Indirect Tensile Strength) ของตัวอย่างสภาพอ้อมตัว (Wet Condition) กับเปอร์เซ็นต์สารผสม รูปที่ 5.20 ในมวลรวมทั้ง 2 แหล่ง ปูนซีเมนต์ ปูนขาว และสารผสมทุกชนิดให้ค่าแรงดึงทางอ้อมสูงขึ้นจากตัวอย่างที่ไม่ใส่สารผสม โดยปูนซีเมนต์ ปูนขาวให้ค่าแรงดึงสูงสุด แสดงว่ามีความต้านทานต่อการทำลายของน้ำได้ดี ส่วนสารผสม Nostrip, Wetfix C, FPG และ CPG ให้ค่าแรงดึงรองลงมาตามลำดับ

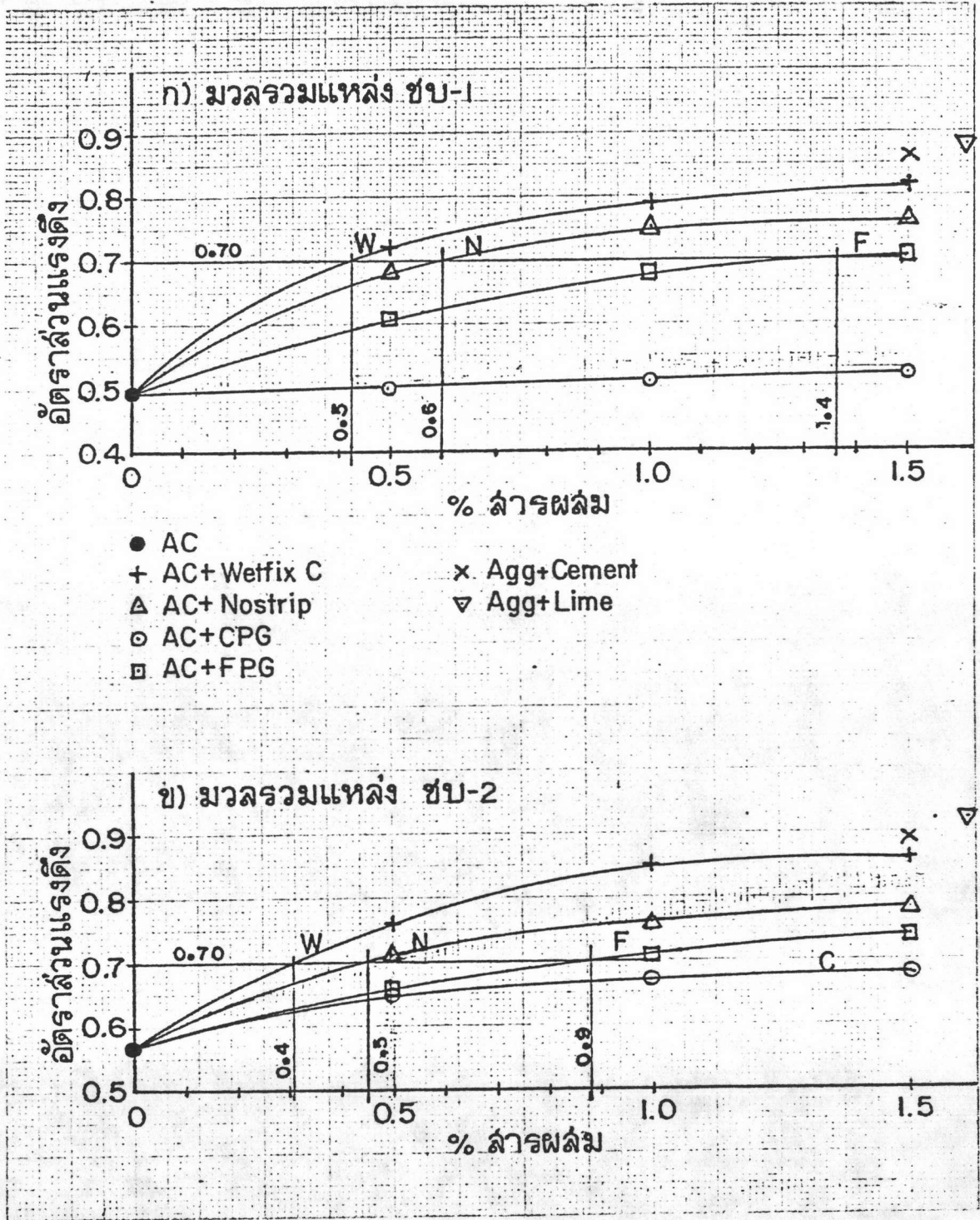
5.2.14 ความสัมพันธ์ของค่าอัตราส่วนแรงดึง (Tensile Strength Ratio) กับเปอร์เซ็นต์สารผสม รูปที่ 5.21 ในมวลรวมทั้ง 2 แหล่ง ปูนซีเมนต์ ปูนขาว และสารผสมทุกชนิดให้ค่าอัตราส่วนแรงดึงสูงกว่าตัวอย่างที่ไม่ใส่สารผสม โดยปูนขาว ปูนซีเมนต์ ให้ค่าสูงสุด รองลงมาเป็นสารผสม Wetfix C, Nostrip, FPG และ CPG ตามลำดับ เมื่อพิจารณาเกณฑ์ค่าอัตราส่วนแรงดึง = 0.70 ตัดสินผลการทำลายของน้ำแล้ว ในมวลรวมแหล่ง ชบ-1 ต้องใช้สารผสม Wetfix C = 0.5 %, Nostrip = 0.6 %, FPG = 1.4 % ส่วน CPG ให้ค่าอัตราส่วนแรงดึงสูงสุด 0.55 ต่ำกว่าเกณฑ์ ในมวลรวมแหล่ง ชบ-2 ต้องใช้สารผสม Wetfix C



รูปที่ 5.19 ความสัมพันธ์ ของ ค่าแรงดึงทางอ้อม
ตัวอย่างสภาพแห้ง กับเปอร์เซ็นต์สารผสม



รูปที่ 5.20 ความสัมพันธ์ ของค่าแรงดึงทางอ้อม ตัวอย่างสภาพอิมิตัว กับเปอร์เซนต์สารผสม

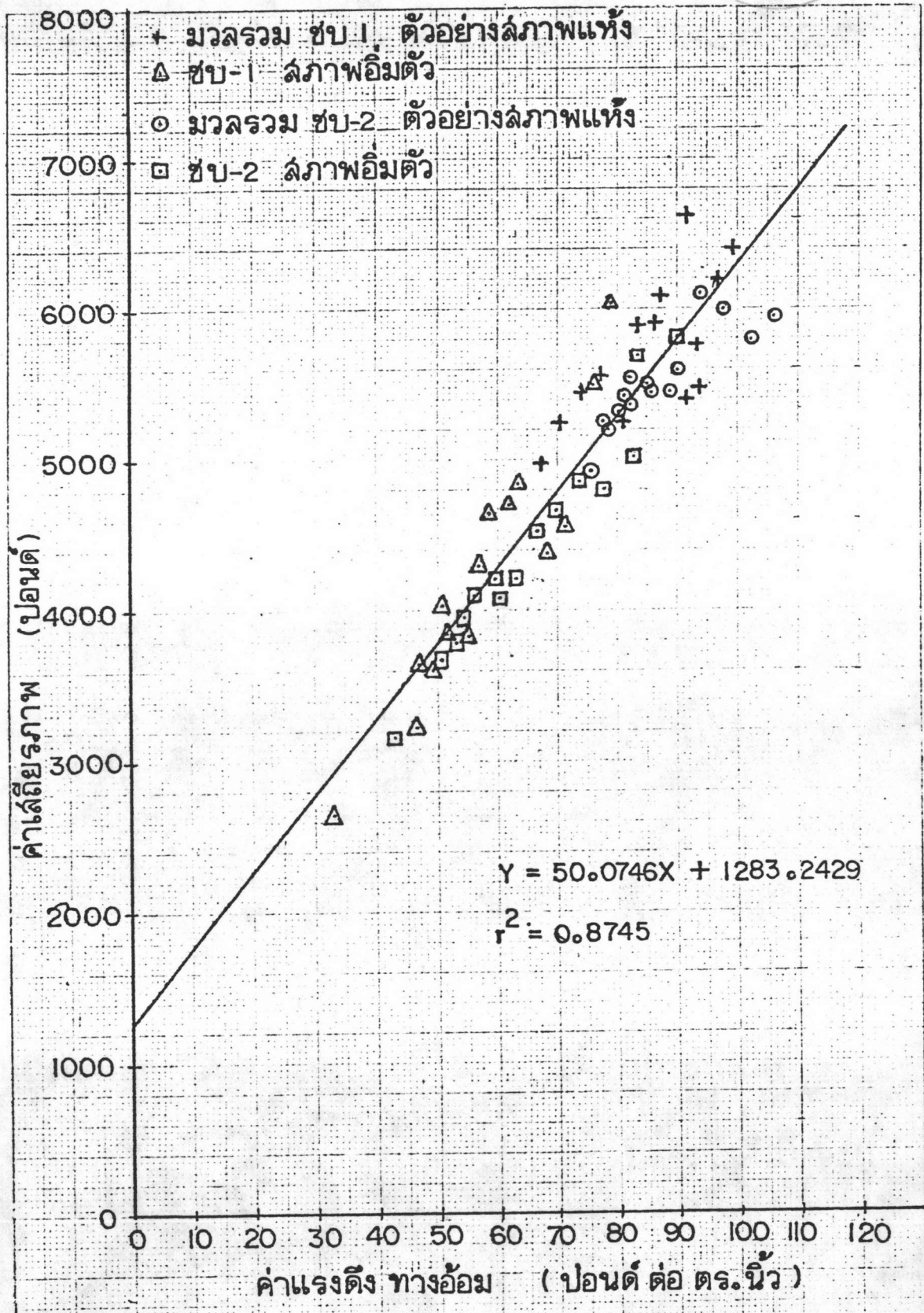


รูปที่ 5.21 ความสัมพันธ์ของ ค่าอัตราส่วนแรงดึง กับเปอร์เซ็นต์สารผสม

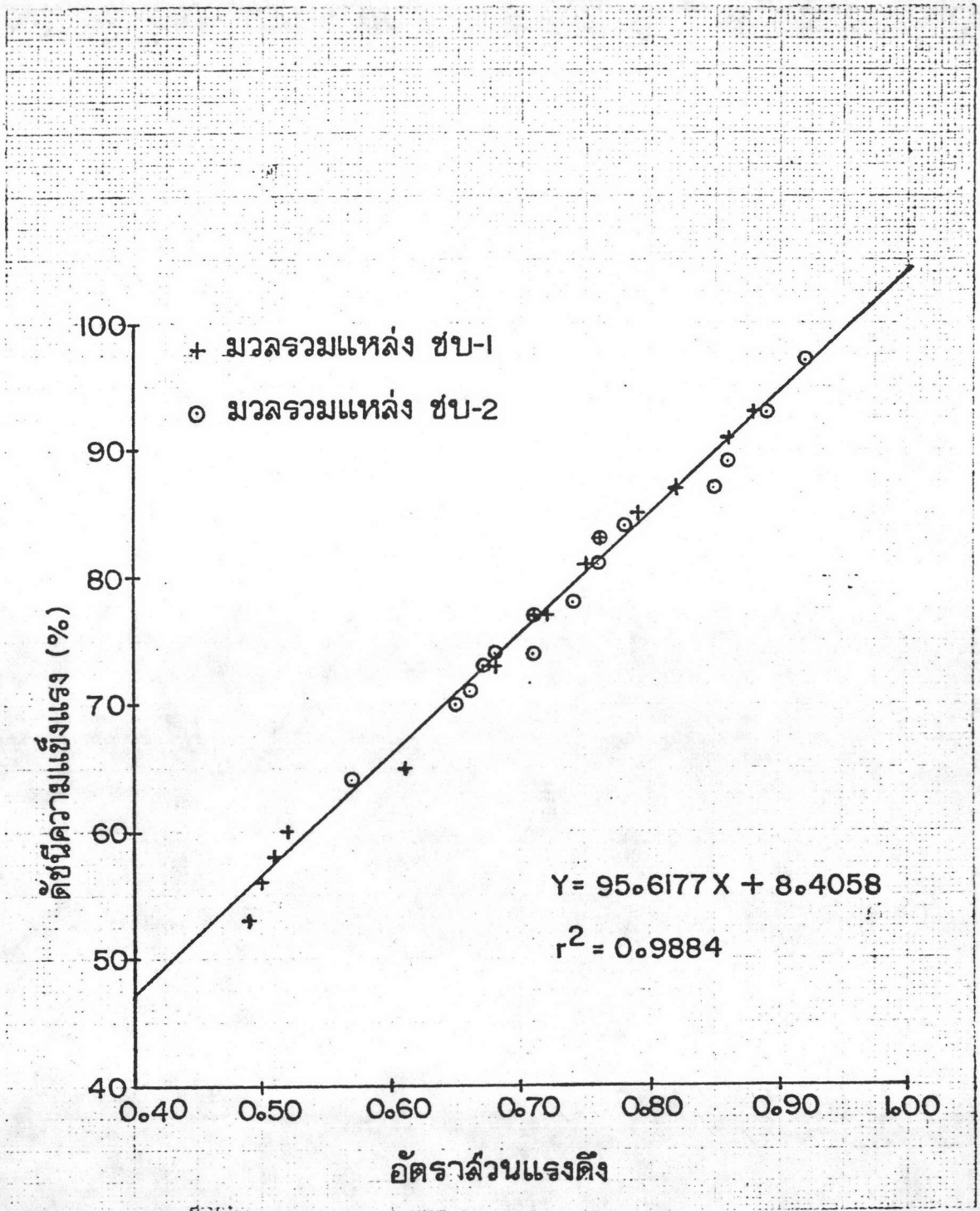
= 0.4 %, Nostrip = 0.5%, FPG = 0.9 % ส่วน CPG ให้ค่าอัตราส่วนแรงดึงสูงสุด 0.68 ต่ำกว่าเกณฑ์ จะเห็นว่าสารผสม CPG ไม่เหมาะในการนำมาใช้เป็นสารผสม แอสฟัลต์ และการใส่สารผสมสูงขึ้น อัตราการเพิ่มของอัตราส่วนความแข็งแรงค่อย ๆ ลดลง หรือคงที่ ฉะนั้นการใช้สารผสมไม่ควรเกิน 1.5 %

5.2.15 ความสัมพันธ์ของค่าเสถียรภาพ (Stability) กับค่าแรงดึงทางอ้อม (Indirect Tensile Strength) จากการวิเคราะห์ในหัวข้อ 5.2.9, 5.2.10, 5.2.12, 5.2.13 จะพบว่าในมวลรวมทั้ง 2 แหล่ง สารผสมทุกชนิด บุนซีเมนต์ บุนขาว ให้ค่าเสถียรภาพ และแรงดึงสูงขึ้นจากตัวอย่างที่ไม่ใส่สารผสม ในตัวอย่างสภาพแห้งของมวลรวมแหล่ง ชบ-1 สารผสม CPG ให้ค่าเสถียรภาพและแรงดึงสูงสุด และในมวลรวมแหล่ง ชบ-2 สารผสม Nostrip ให้ค่าเสถียรภาพและแรงดึงสูงสุด ในตัวอย่างสภาพอ้อมมวลรวมทั้ง 2 แหล่ง บุนซีเมนต์ บุนขาว ให้ค่าเสถียรภาพและแรงดึงสูงสุด ส่วนประเภทสารผสมคือ Nostrip ที่ให้ค่าเสถียรภาพและแรงดึงสูงสุด แสดงว่าค่าเสถียรภาพและแรงดึงย่อมมีความสัมพันธ์ต่อกัน เมื่อนำค่าเสถียรภาพและแรงดึงของมวลรวมทั้ง 2 แหล่งทั้งที่ใส่สารผสมและไม่ใส่สารผสมมาสร้างเป็นกราฟวิเคราะห์ การถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression Analysis) ก็จะได้ความสัมพันธ์ต่อกันโดยมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient) $r^2 = 0.8745$ ดูรูปที่ 5.22

5.2.16 ความสัมพันธ์ของค่าดัชนีความแข็งแรง (Strength Index) กับค่าอัตราส่วนแรงดึง (Tensile Strength Ratio) จากการวิเคราะห์ในหัวข้อ 5.2.11 และ 5.2.14 จะพบว่าในมวลรวมทั้ง 2 แหล่ง สารผสมทุกชนิด บุนซีเมนต์ บุนขาว ช่วยให้ค่าดัชนีความแข็งแรง และอัตราส่วนแรงดึงสูงขึ้นจากตัวอย่างที่ไม่ใส่สารผสม โดยบุนซีเมนต์ บุนขาว ให้ค่าดัชนีความแข็งแรงและอัตราส่วนแรงดึงสูงสุด ส่วนประเภทสารผสม คือ Wetfix C ให้ค่าดัชนีความแข็งแรงและอัตราส่วนแรงดึงสูงสุด รองลงมาเป็น Nostrip, FPG และ CPG ตามลำดับ โดยมีสารผสม CPG ประเภทเดียวที่ให้ค่าดัชนีความแข็งแรง และอัตราส่วนแรงดึงต่ำกว่าเกณฑ์ที่ต้องการ แสดงว่าค่าดัชนีความแข็งแรง และอัตราส่วนแรงดึงย่อมมีความสัมพันธ์ต่อกัน เมื่อนำค่าดัชนีความแข็งแรงและอัตราส่วนแรงดึงของตัวอย่างมวลรวมทั้ง 2 แหล่ง ทั้งที่ใส่สารผสมและไม่ใส่สารผสม มาสร้างกราฟวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression Analysis) ก็จะได้ความสัมพันธ์ต่อกัน โดยมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient) $r^2 = 0.9884$



รูปที่ 5.22 ความสัมพันธ์ของ ค่าแรงดึงทางอ้อม กับ ค่าเฉลี่ยสุภาพ มาร์แชล



รูปที่ 5.23 ความสัมพันธ์ของ ค่าดัชนีความแข็งแรง กับ อัตราส่วนแรงดึง

รูปที่ 5.23

5.2.17 วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการเกาะยึด และการเปลี่ยนแปลงแรงยึดเหนี่ยว

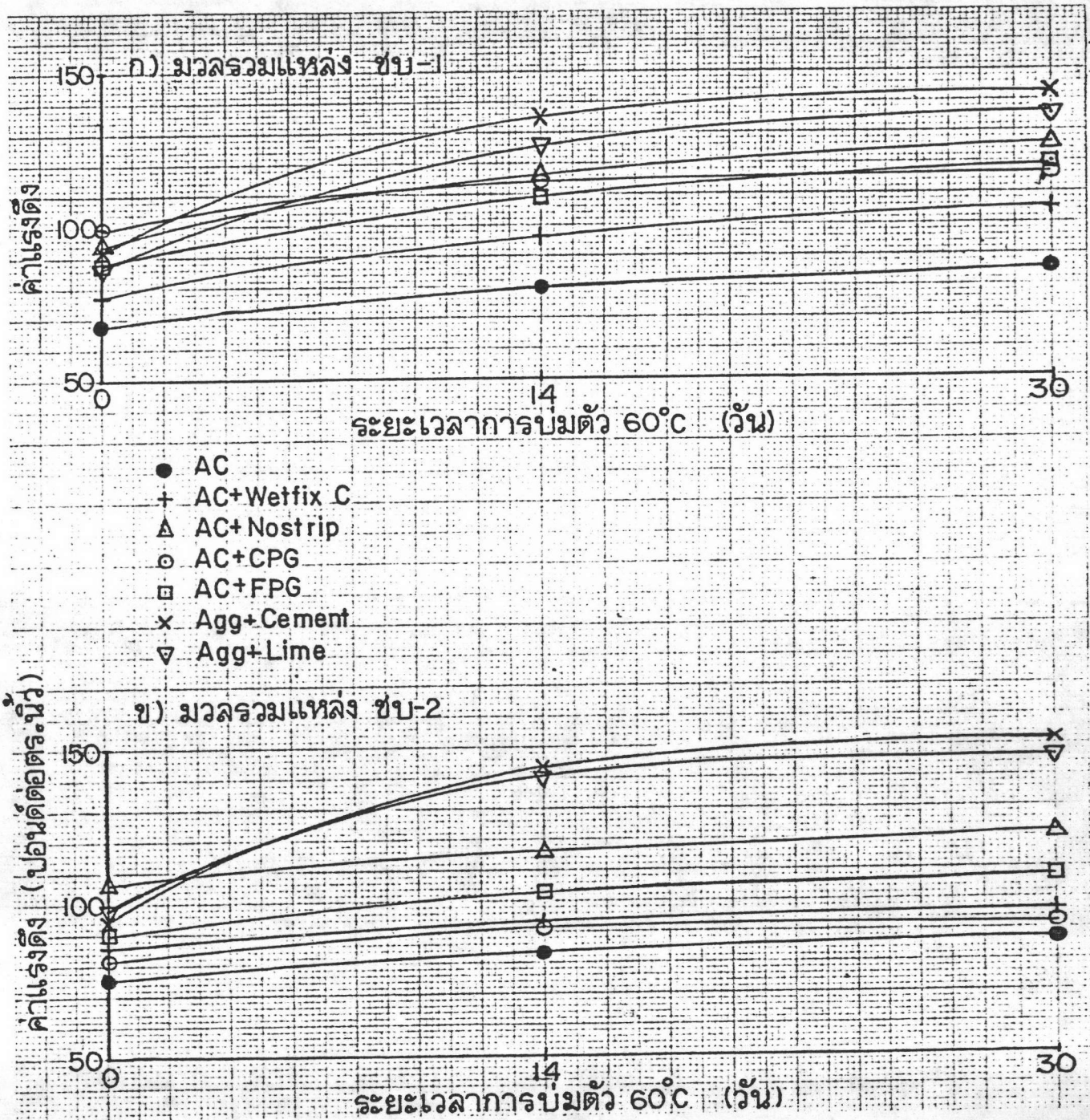
จากผลการประเมินพื้นที่การหลุดลอกพบว่า มีความสอดคล้องกับค่าอัตราส่วนแรงดึง โดยปูนขาวและปูนซีเมนต์ ให้ค่าอัตราส่วนแรงดึงสูงสุด มีเปอร์เซ็นต์การหลุดลอกน้อยที่สุด รองลงมา Wetfix C, Nostrip, FPG, CPG และ ตัวอย่างที่ไม่ใส่สารผสมมีอัตราส่วนแรงดึงต่ำสุด มีเปอร์เซ็นต์การหลุดลอกมากที่สุด เมื่อทำการคำนวณตามวิธีของ Gilmore et al (36) ตามสมการ 3.20 โดยใช้ข้อมูลค่าแรงดึง เปอร์เซ็นต์การหลุดลอกในสภาพแห้งและอิมตัวได้ตามตารางที่ 5.18, 5.19 พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงการเกาะยึดมาก แต่ในแรงยึดเหนี่ยวน้อยมาก แสดงว่าน้ำไม่มีผลต่อแรงยึดเหนี่ยวของแอสฟัลต์ แต่มีผลต่อการเกาะยึดมากทำให้สูญเสียแรงดึงในสภาพอิมตัวมาก สารผสมช่วยให้มีการเกาะยึดดีขึ้นแตกต่างกันตามชนิดสารผสมและมวลรวม

5.2.18 ความสัมพันธ์ของค่าแรงดึง และอัตราส่วนแรงดึง กับผลของระยะเวลาการบ่มตัวอย่าง

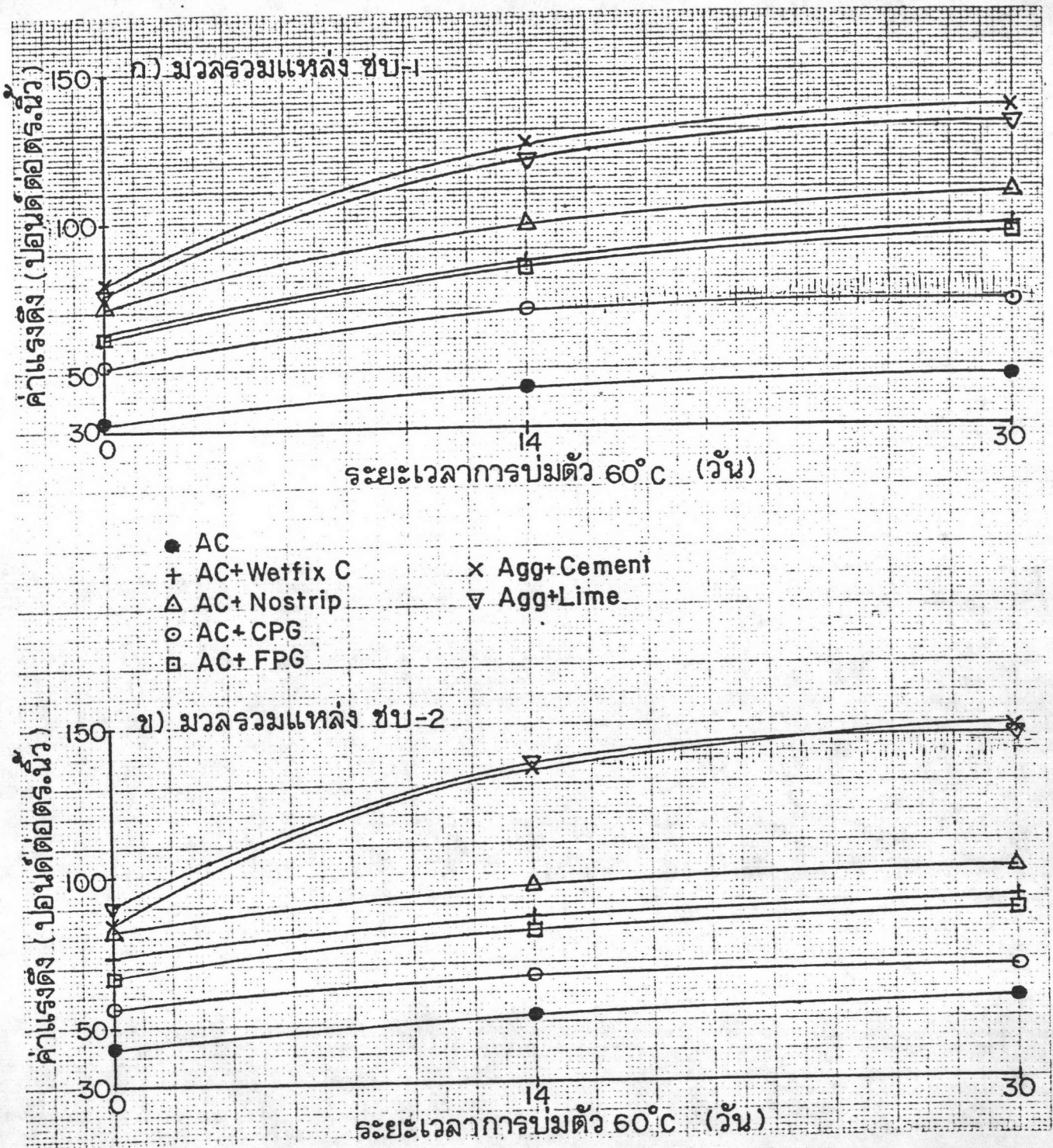
ในมวลรวมทั้ง 2 แหล่งทั้งที่ใส่และไม่ใส่สารผสม ให้ค่าแรงดึงในสภาพแห้ง สภาพอิมตัวสูงขึ้นตามระยะเวลาการบ่มเล็กน้อย โดยมีแนวโน้มอัตราการเพิ่มคล้ายคลึงกัน ยกเว้นปูนซีเมนต์และปูนขาว ที่ให้ความแข็งแรงสูงขึ้นมากในช่วงระยะเวลาแรก 0 ถึง 14 วัน รูปที่ 5.24, 5.25 แต่เมื่อพิจารณาอัตราส่วนแรงดึงแล้ว สารผสมทุกชนิดรวมทั้งปูนซีเมนต์ ปูนขาว มีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นคล้ายคลึงกัน รูปที่ 5.26 แสดงให้เห็นว่าระยะเวลาการบ่มไม่ทำให้สารผสมมีความต้านทานต่อน้ำสูงขึ้นมากนัก ถึงแม้จะช่วยให้ความแข็งแรงในสภาพแห้งสูงขึ้นมากก็ตาม

5.2.19 ความสัมพันธ์ของค่าแรงดึง กับอุณหภูมิการทดลอง

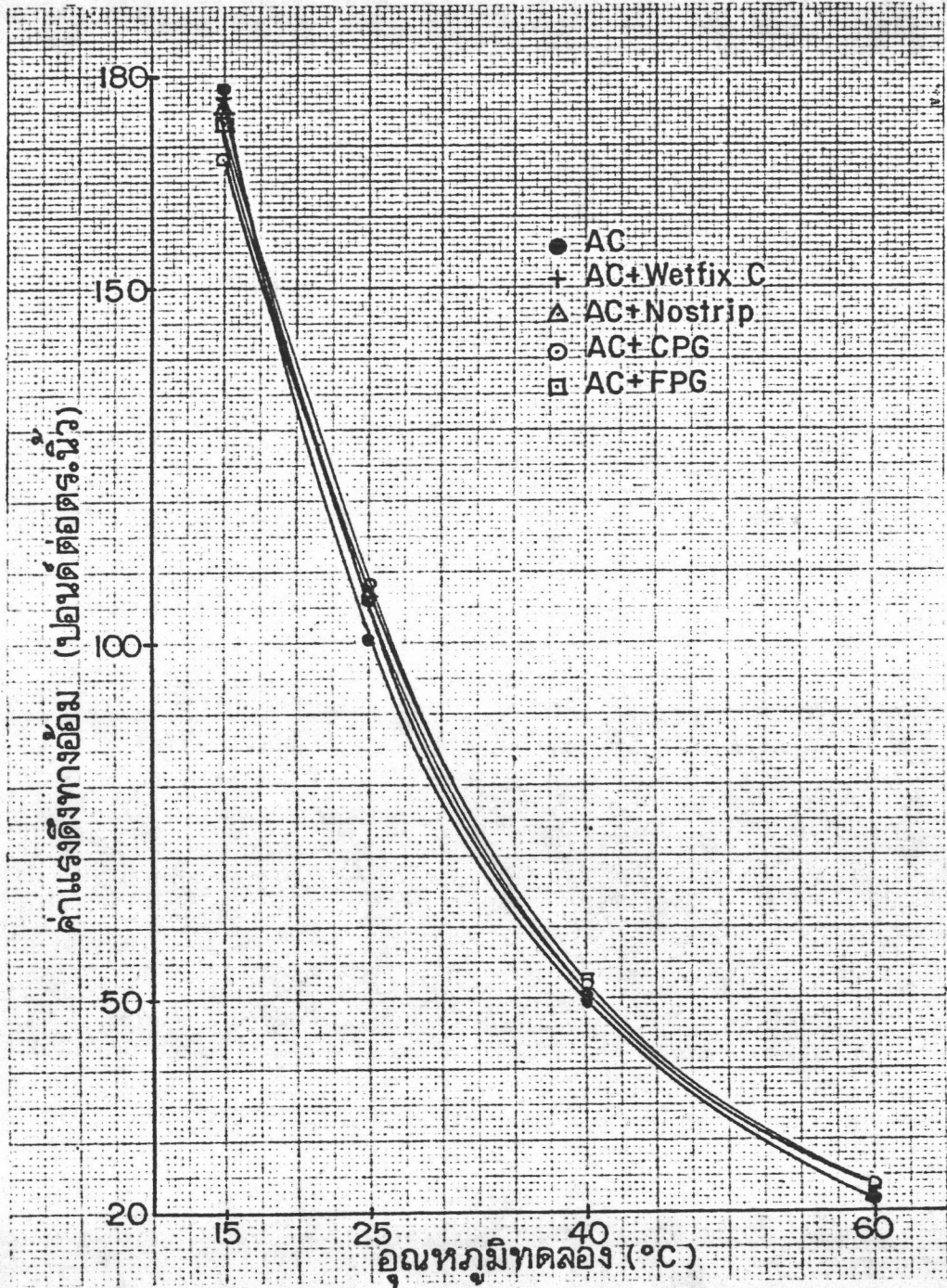
ในมวลรวมทั้ง 2 แหล่ง ตัวอย่างที่ใส่และไม่ใส่สารผสมให้ค่าแรงดึงที่อุณหภูมิต่าง ๆ ไม่แตกต่างกันมากนัก รูปที่ 5.27, 5.28 แสดงให้เห็นว่าสารผสมที่ทดลองไม่ช่วยปรับปรุงความอ่อนไหวต่ออุณหภูมิของแอสฟัลต์ให้ดีขึ้นสอดคล้องกับการวิเคราะห์คุณสมบัติแอสฟัลต์ในหัวข้อ 5.2.2



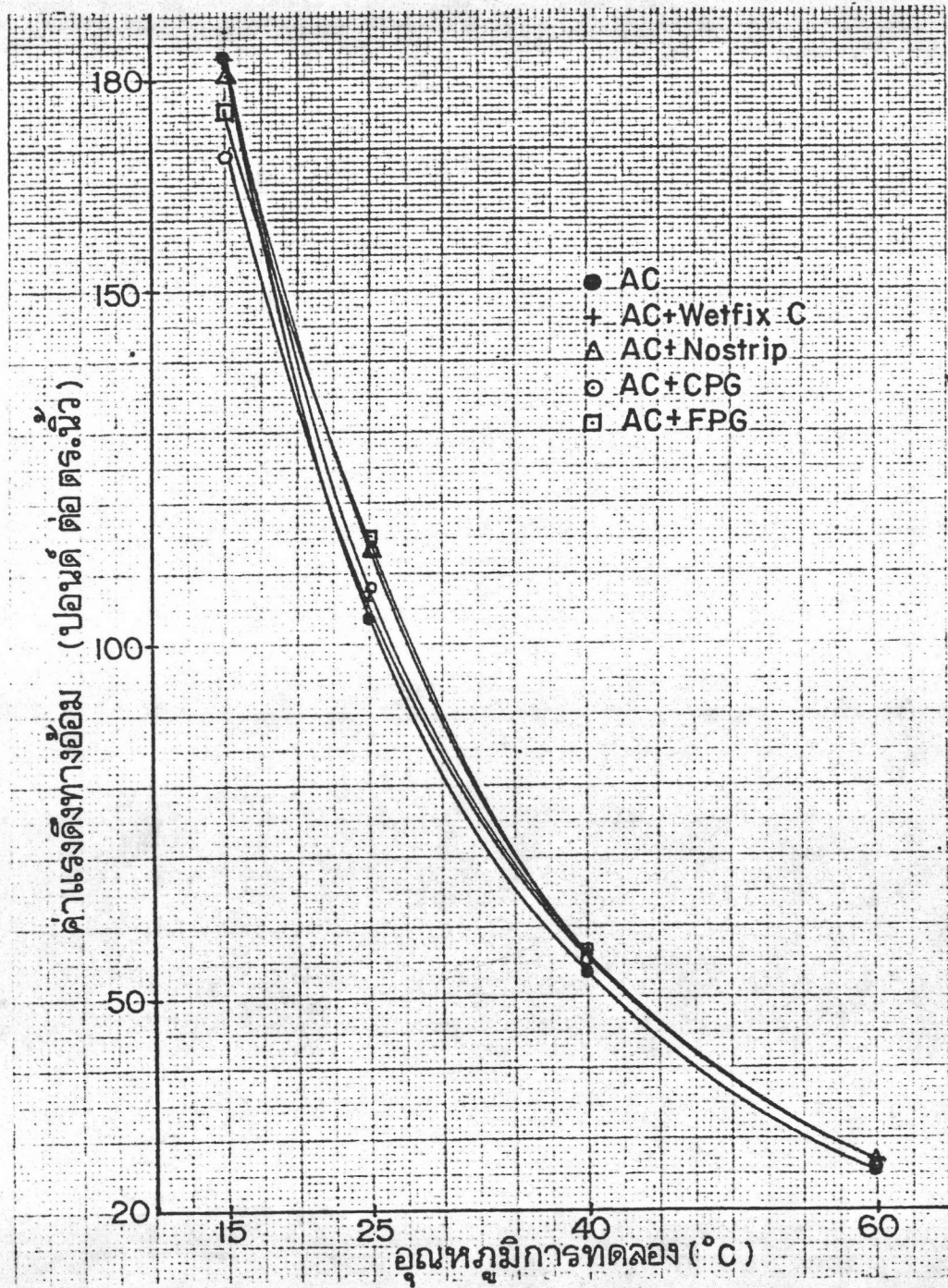
รูปที่ 5.24 ความสัมพันธ์ของค่าแรงดึงทางอ้อม ตัวอย่างสภาพแห้ง กับ ระยะเวลาการบ่มตัว



รูปที่ 5.25 ความสัมพันธ์ ของ ค่าแรงดึงทางอ้อมตัวอย่างสภาพอิมมัตว์ กับ ระยะเวลาการบ่มตัว



รูปที่ 5.27 ความสัมพันธ์ของ ค่าแรงดึงทางอ้อม กับ อุณหภูมิอากาศลดลง มวลรวมแห้ง ชบ-1



รูปที่ 5.28 ความสัมพันธ์ของค่าแรงดึงทางอ้อม กับ
อุณหภูมิการทดลอง มวลรวมแห้ง ชบ-2