

## บทที่ 4

### ผลการทดสอบและการวิเคราะห์ผล

ในบทนี้เป็นการแสดงผลที่ได้จากการทดลองตามที่ได้กล่าวไว้แล้วในบทที่ 3 ซึ่งผลดังกล่าวจะถูกนำมาวิเคราะห์เพื่อศึกษาถึง คุณสมบัติและความเป็นไปได้ในการพัฒนาชั้นผิวทาง โดยใช้เถ้าหนักเป็นวัสดุผสมรวมละเอียด ในอัตราส่วนและปริมาณยางแอสฟัลต์ AC (60/70) ที่ต่างกันไป

#### 4.1 ค่าความถ่วงจำเพาะ และการดูดซึมน้ำของเถ้าหนัก (Bottom Ash)

ค่าความถ่วงจำเพาะ และการดูดซึมน้ำของเถ้าหนัก (Bottom Ash) ที่นำมาทดสอบได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.1 ซึ่งรายละเอียดของการคำนวณได้ให้ไว้ในภาคผนวก

คุณสมบัติของเถ้าหนัก(Bottom Ash) ผ่านตระแกรงเบอร์ 4	เถ้าหนัก(Bottom Ash) ผ่านตระแกรงเบอร์ 4
ค่าความถ่วงจำเพาะ	2.571
เปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำ	1.42 %

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าความถ่วงจำเพาะ และการดูดซึมน้ำของเถ้าหนัก (Bottom Ash)

#### 4.2 ค่าความถ่วงจำเพาะ และการดูดซึมน้ำของวัสดุผสมรวม (Aggregates)

ค่าความถ่วงจำเพาะ และการดูดซึมน้ำของวัสดุผสมรวม (Aggregates) ที่นำมาทดสอบได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.2 ซึ่งรายละเอียดของการคำนวณได้ให้ไว้ในภาคผนวก

ขนาดหิน คุณสมบัติของหิน	ขนาดหิน			
	$\frac{3}{4}$ นิ้ว	$\frac{1}{2}$ นิ้ว	$\frac{3}{8}$ นิ้ว	หินฝุ่น
ค่าความถ่วงจำเพาะ	2.726	2.728	2.734	2.680
เปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำ	0.72 %	0.35 %	0.57 %	0.46 %

**ตารางที่ 4.2** แสดงค่าความถ่วงจำเพาะ และการดูดซึมน้ำของวัสดุผสมรวม (Aggregates) ขนาด  $\frac{3}{4}$  นิ้ว,  $\frac{1}{2}$  นิ้ว,  $\frac{3}{8}$  นิ้ว และหินฝุ่น

#### 4.3 ค่าความถ่วงจำเพาะ และการดูดซึมน้ำของยางแอสฟัลต์ AC (60/70)

ค่าความถ่วงจำเพาะ และการดูดซึมน้ำของยางแอสฟัลต์ AC (60/70) ที่กำหนดมาพร้อมกับยางแอสฟัลต์ AC (60/70) จากบริษัททีพีโก้แอสฟัลต์ อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.3

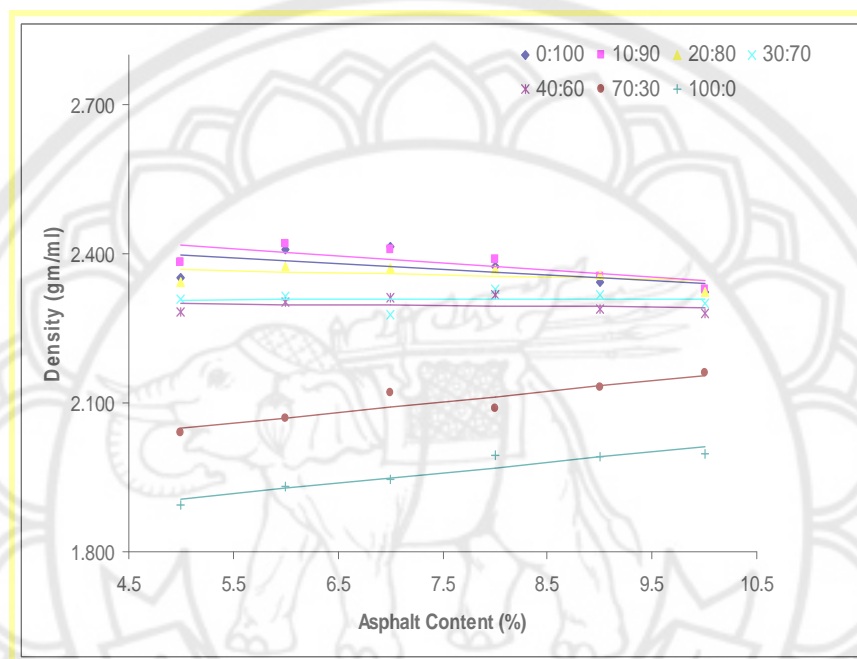
คุณสมบัติของยางแอสฟัลต์ AC (60/70)	ยางแอสฟัลต์ AC (60/70)
ค่าความถ่วงจำเพาะ	1.02
เปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำ	0.25 %

**ตารางที่ 4.3** แสดงค่าความถ่วงจำเพาะ และการดูดซึมน้ำของยางแอสฟัลต์ AC (60/70)

#### 4.4 การทดสอบความหนาแน่น

ผลที่ได้จากการทดสอบความหนาแน่นของแอสฟัลต์คอนกรีต สามารถนำมาใช้แสดงความสัมพันธ์ของค่าความหนาแน่นของแอสฟัลต์คอนกรีตที่มีค่าของเปอร์เซ็นต์ยางแอสฟัลต์ AC (60/70) ที่เปลี่ยนไป คือที่ 5, 6, 7, 8, 9 และ 10% กับค่าเปอร์เซ็นต์เถ้าหนัก (Bottom Ash) ต่อวัสดุผสมรวมละเอียดที่เปลี่ยนไป คือที่ 0:100, 10:90, 20:80, 30:70, 40:60, 70:30 และ 100:0

#### 4.4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความหนาแน่นกับค่าปริมาณยางแอสฟัลต์ AC (60/70) โดยน้ำหนัก



รูปที่ 4.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความหนาแน่นกับค่าปริมาณยางแอสฟัลต์ AC (60/70) โดยน้ำหนัก

จากรูปที่ 4.1 นั้นแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความหนาแน่นกับค่าปริมาณยางแอสฟัลต์โดยน้ำหนักในแต่ละกรณีของแอสฟัลต์คอนกรีตที่ทดสอบโดยเปรียบเทียบระหว่างค่าของปริมาณแอสฟัลต์ 0, 10, 20, 30, 40, 70 และ 100% โดยเทียบเป็นร้อยละของวัสดุรวมละเอียด ยาง AC (60/70) เท่ากับ 5, 6, 7, 8, 9 และ 10% ตามลำดับ ก่อนตัวอย่างที่มีอายุการเย็นตัวที่ 24 ชั่วโมง จากกราฟสามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้ดังนี้

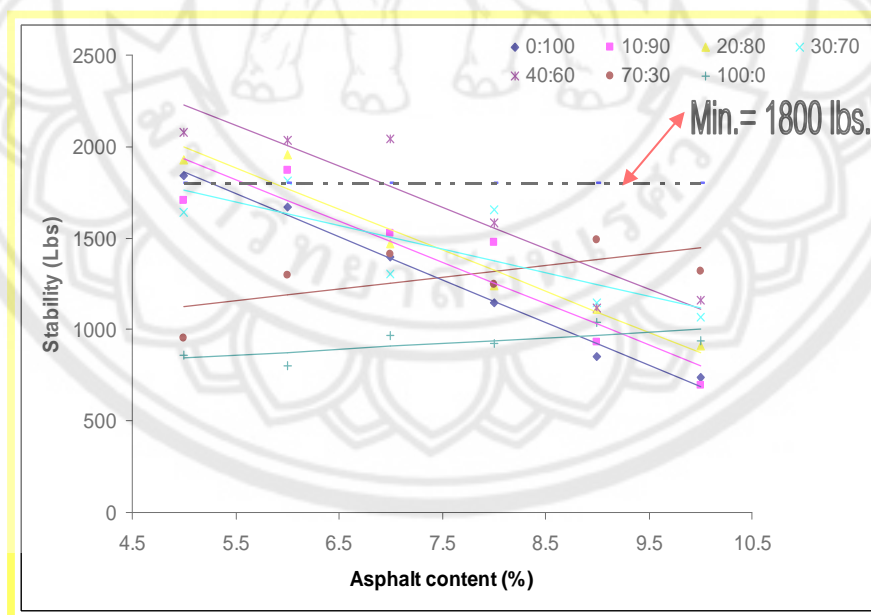
จากกราฟพบว่าปริมาณยางและร้อยละของแอสฟัลต์มีผลต่อค่าความหนาแน่นของแอสฟัลต์คอนกรีต คือ ถ้าปริมาณแอสฟัลต์มีสัดส่วนมากกว่าร้อยละ 50 ของปริมาณวัสดุรวม

ละเอียดจะมีผลกระทบต่อความหนาแน่นของแอสฟัลต์คอนกรีตเมื่อเพิ่มปริมาณยางแอสฟัลต์จะทำให้ค่าความหนาแน่นลดลงตามลำดับ และในทางตรงกันข้ามเมื่อปริมาณสัดส่วนของเถ้าหนักน้อยกว่าร้อยละ 50 ปริมาณวัสดุรวมละเอียดค่าความหนาแน่นจะเพิ่มขึ้นถ้าเพิ่มปริมาณยางแอสฟัลต์

#### 4.5 การทดสอบความเสถียรภาพของแอสฟัลต์คอนกรีต

ผลที่ได้จากการทดสอบความเสถียรภาพของแอสฟัลต์คอนกรีต สามารถนำมาใช้แสดงความสัมพันธ์ของค่าความเสถียรภาพของแอสฟัลต์คอนกรีตที่มีค่าของเปอร์เซ็นต์ยางแอสฟัลต์ AC (60/70) ที่เปลี่ยนไป คือที่ 5, 6, 7, 8, 9 และ 10% กับค่าเปอร์เซ็นต์เถ้าหนัก (Bottom Ash) ต่อวัสดุรวมละเอียดที่เปลี่ยนไป คือที่ 0:100, 10:90, 20:80, 30:70, 40:60, 70:30 และ 100:0

##### 4.5.1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเสถียรภาพกับค่าปริมาณยางแอสฟัลต์(AC60/70)โดยน้ำหนัก



รูปที่ 4.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเสถียรภาพกับค่าปริมาณยางแอสฟัลต์(AC60/70)โดยน้ำหนัก

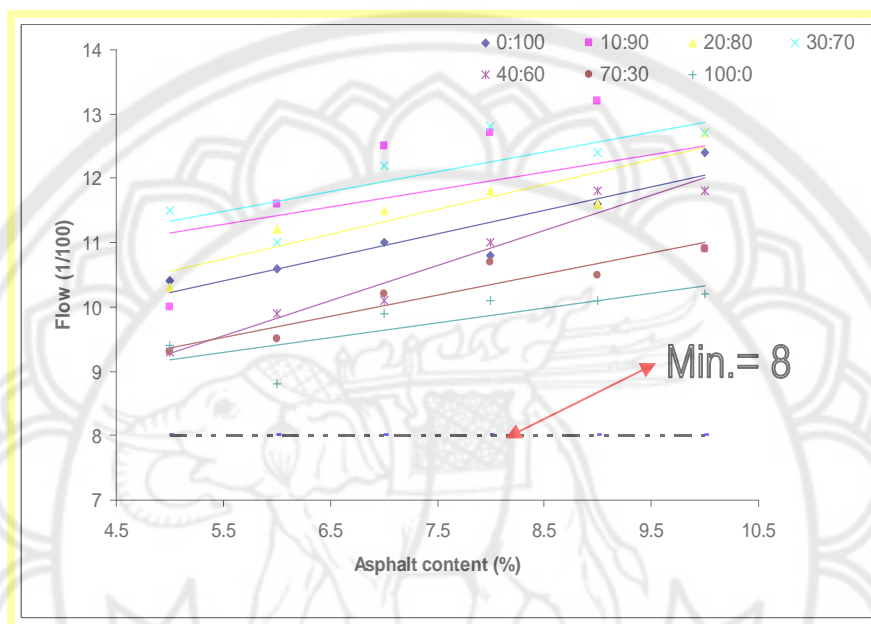
จากรูปที่ 4.2 นั้นแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเสถียรภาพกับค่าปริมาณยางแอสฟัลต์โดยน้ำหนักในแต่ละกรณีของแอสฟัลต์คอนกรีตที่ทดสอบโดยเปรียบเทียบระหว่างค่าของปริมาณเถ้าหนัก 0, 10, 20, 30, 40, 70 และ 100% โดยเทียบเป็นร้อยละของวัสดุผสมรวมละเอียด ยาง AC (60/70) เท่ากับ 5, 6, 7, 8, 9 และ 10% ตามลำดับ ก่อนตัวอย่างที่มีอายุการเย็นตัวที่ 24 ชั่วโมง จากกราฟสามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้ดังนี้

จากกราฟพบว่าปริมาณยางและร้อยละของเถ้าหนักมีผลต่อค่าความเสถียรภาพของแอสฟัลต์คอนกรีต คือ ถ้าปริมาณเถ้าหนักมีสัดส่วนมากกว่าร้อยละ 50 ของปริมาณวัสดุผสมรวมละเอียดจะมีผลกระทบต่อความเสถียรภาพของแอสฟัลต์คอนกรีตเมื่อเพิ่มปริมาณยางแอสฟัลต์จะทำให้ค่าความเสถียรภาพเพิ่มขึ้น และในทางตรงกันข้ามเมื่อปริมาณสัดส่วนของเถ้าหนักน้อยกว่าร้อยละ 50 ของปริมาณวัสดุผสมรวมละเอียดค่าความเสถียรภาพจะต่ำลงถ้าเพิ่มปริมาณยางแอสฟัลต์

#### **4.6 การทดสอบค่าการไหลของแอสฟัลต์คอนกรีต**

ผลที่ได้จากการทดสอบค่าการไหลของแอสฟัลต์คอนกรีต สามารถนำมาใช้แสดงความสัมพันธ์ของค่าการไหลของแอสฟัลต์คอนกรีตที่มีค่าของเปอร์เซ็นต์ยางแอสฟัลต์ AC (60/70) ที่เปลี่ยนไป คือที่ 5, 6, 7, 8, 9 และ 10% กับค่าเปอร์เซ็นต์เถ้าหนัก (Bottom Ash) ต่อวัสดุผสมรวมละเอียดที่เปลี่ยนไป คือที่ 0:100, 10:90, 20:80, 30:70, 40:60, 70:30 และ 100:0

#### 4.6.1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการไหลกับค่าปริมาณยางแอสฟัลต์ AC (60/70)โดยน้ำหนักร



รูปที่ 4.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการไหลกับค่าปริมาณยางแอสฟัลต์ AC (60/70)โดยน้ำหนักร

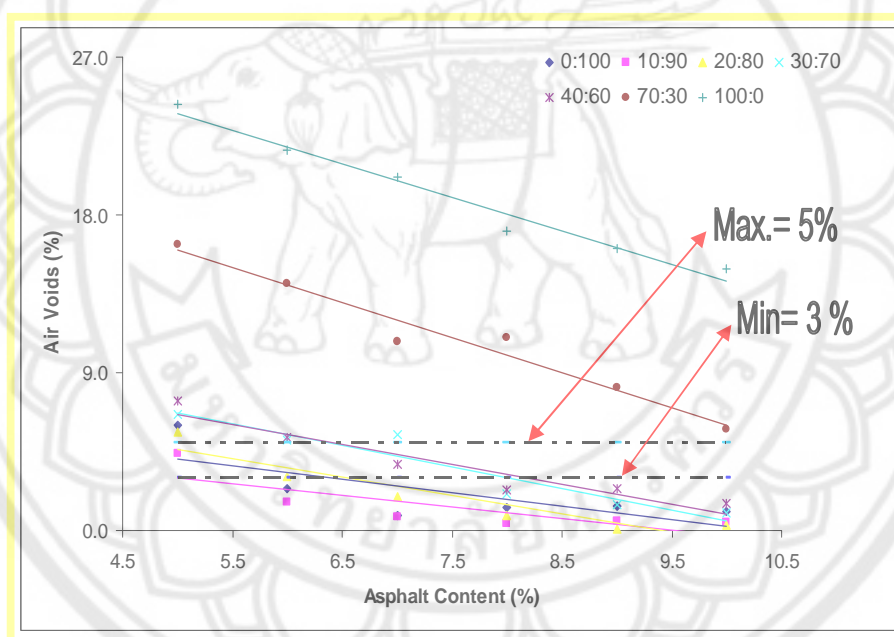
จากรูปที่ 4.3 นั้นแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการไหลกับค่าปริมาณยางแอสฟัลต์โดยน้ำหนักรในแต่ละกรณีของแอสฟัลต์คอนกรีตที่ทดสอบโดยเปรียบเทียบระหว่างค่าของปริมาณแอสฟัลต์ 0, 10, 20, 30, 40, 70 และ 100% โดยเทียบเป็นร้อยละของวัสดุรวมละเอียด ยาง AC (60/70) เท่ากับ 5, 6, 7, 8, 9 และ 10% ตามลำดับ ก่อนตัวอย่างที่มีอายุการเย็นตัวที่ 24 ชั่วโมง และแช่ก่อนตัวอย่างลงในน้ำที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 30 นาที จากกราฟสามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้ดังนี้

จากกราฟพบว่าปริมาณยาง AC (60/70) และร้อยละของแอสฟัลต์จะแปรผันตรงกับค่าการไหลคือถ้าปริมาณแอสฟัลต์และปริมาณยาง AC (60/70) มีปริมาณเพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าการไหล

เพิ่มขึ้นตามลำดับ และถ้าลดปริมาณเถ้าหนักและปริมาณยาง AC (60/70) ลง ค่าการไหลก็จะลดลงตามลำดับด้วยเช่นกัน

#### 4.7 ผลการทดสอบแอสฟัลต์คอนกรีตที่ได้จากการคำนวณ

##### 4.7.1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าร้อยละของช่องว่างอากาศกับค่าปริมาณยางแอสฟัลต์ AC (60/70) โดยน้ำหนัก



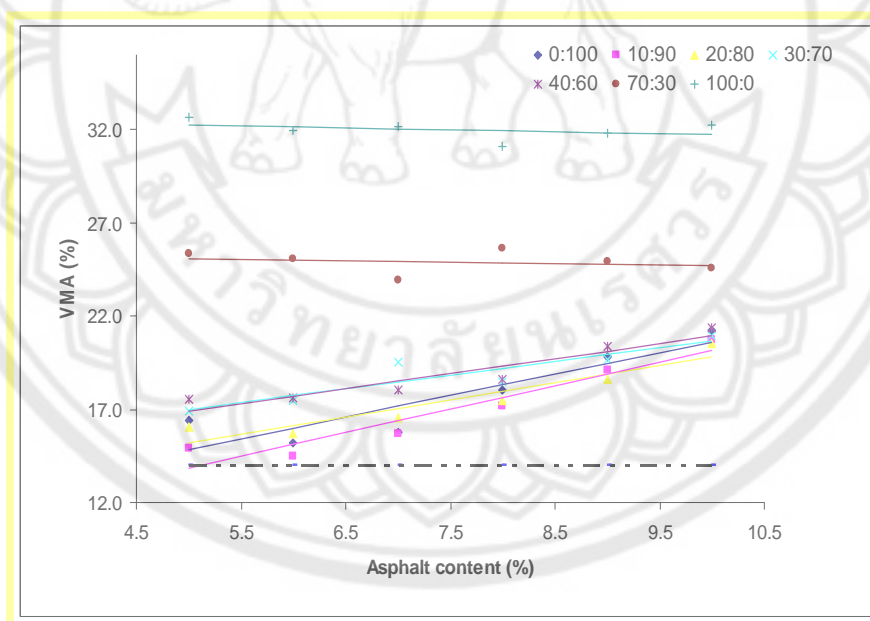
รูปที่ 4.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าร้อยละของช่องว่างอากาศกับค่าปริมาณยางแอสฟัลต์ AC (60/70) โดยน้ำหนัก

จากรูปที่ 4.4 นั้นแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างค่าร้อยละของช่องว่างอากาศกับค่าปริมาณยางแอสฟัลต์โดยน้ำหนักในแต่ละกรณีของแอสฟัลต์คอนกรีตที่ทดสอบโดยเปรียบเทียบ

ระหว่างค่าของปริมาณเถ้าหนัก 0, 10, 20, 30, 40, 70 และ 100% โดยเทียบเป็นร้อยละของวัสดุผสมรวมละเอียด ยาง AC (60/70) เท่ากับ 5, 6, 7, 8, 9 และ 10% ตามลำดับ ก่อนตัวอย่างที่มีอายุการเย็นตัวที่ 24 ชั่วโมง จากกราฟสามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้ดังนี้

จากกราฟพบว่าเมื่อปริมาณเถ้าหนักและปริมาณยาง AC (60/70) จะแปรผกผันกับค่าร้อยละของช่องว่างอากาศ ดังนี้ ถ้าเถ้าหนักมีปริมาณมากและยาง AC (60/70) มีปริมาณน้อยจะทำให้ค่าร้อยละของช่องว่างอากาศมากขึ้นตามลำดับ แต่ถ้าปริมาณเถ้าหนักน้อยและยาง AC (60/70) มีปริมาณมากจะทำให้ค่าร้อยละของช่องว่างอากาศลดลงตามลำดับ

#### 4.7.2 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าร้อยละของช่องว่างระหว่างอนุภาคของมวลรวมกับค่าปริมาณยางแอสฟัลต์ AC (60/70) โดยน้ำหนัก



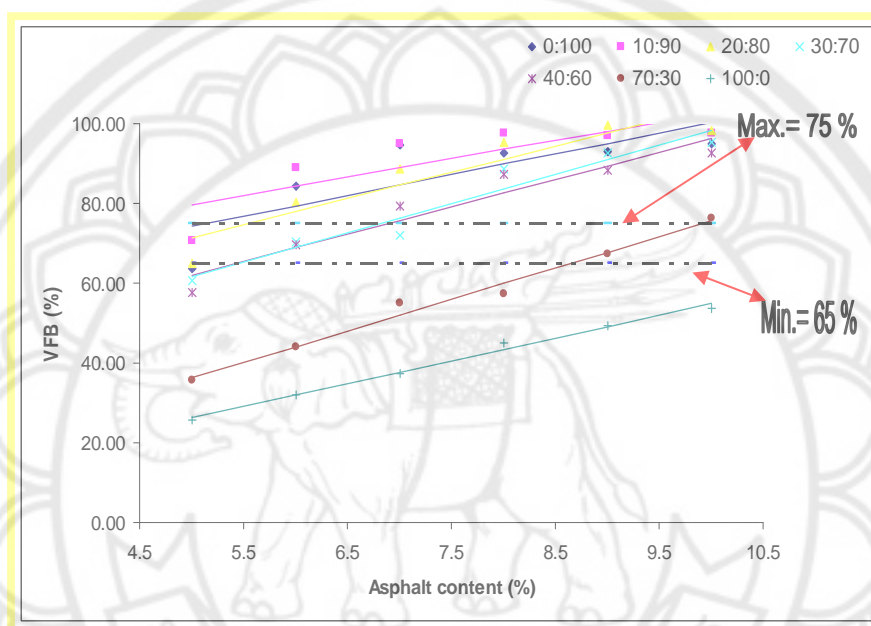
รูปที่ 4.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าร้อยละของช่องว่างระหว่างอนุภาคของมวลรวมกับค่าปริมาณยางแอสฟัลต์ AC (60/70) โดยน้ำหนัก



จากรูปที่ 4.5 นั้นแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างค่าร้อยละของช่องว่างระหว่างอนุภาคของมวลรวมกับค่าปริมาณยางแอสฟัลต์โดยน้ำหนักในแต่ละกรณีของแอสฟัลต์คอนกรีตที่ทดสอบโดยเปรียบเทียบระหว่างค่าของปริมาณแฉำหนัก 0, 10, 20, 30, 40, 70 และ 100% โดยเทียบเป็นร้อยละของวัสดุมวลรวมละเอียด ยาง AC (60/70) เท่ากับ 5, 6, 7, 8, 9 และ 10% ตามลำดับ ก่อนตัวอย่างที่มีอายุการเย็นตัวที่ 24 ชั่วโมง จากกราฟสามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้ดังนี้

จากกราฟพบว่าปริมาณยาง AC (60/70) และร้อยละของแฉำหนักมีผลต่อค่าของช่องว่างระหว่างอนุภาคของมวลรวมของแอสฟัลต์คอนกรีต คือ ถ้าปริมาณแฉำหนักมีสัดส่วนมากกว่าร้อยละ 50 ของปริมาณวัสดุมวลรวมละเอียดจะมีผลกระทบต่อค่าร้อยละของช่องว่างระหว่างอนุภาคของมวลรวมของแอสฟัลต์คอนกรีตเมื่อเพิ่มปริมาณยาง AC (60/70) จะทำให้ค่าร้อยละของช่องว่างระหว่างอนุภาคของมวลรวมลดลงตามลำดับ และในทางตรงกันข้ามเมื่อปริมาณสัดส่วนของแฉำหนักน้อยกว่าร้อยละ 50 ปริมาณวัสดุมวลรวมละเอียดค่าร้อยละของช่องว่างระหว่างอนุภาคของมวลรวมจะเพิ่มขึ้นถ้าเพิ่มปริมาณยาง AC (60/70) และค่าร้อยละของช่องว่างระหว่างอนุภาคของมวลรวมเป็นตัวบ่งชี้ถึงคุณภาพของชั้นผิวทาง

#### 4.7.3 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าร้อยละของช่องว่างที่ถูกแทนที่ด้วยยาง AC (60/70) กับค่าปริมาณยางแอสฟัลต์ AC (60/70) โดยน้ำหนัก



รูปที่ 4.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าร้อยละของช่องว่างที่ถูกแทนที่ด้วยยาง AC (60/70) กับค่าปริมาณยางแอสฟัลต์ AC (60/70) โดยน้ำหนัก

จากรูปที่ 4.6 นั้นแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างค่าร้อยละของช่องว่างที่ถูกแทนที่ด้วยยาง AC (60/70) กับค่าปริมาณยางแอสฟัลต์โดยน้ำหนักในแต่ละกรณีของแอสฟัลต์คอนกรีตที่ทดสอบ โดยเปรียบเทียบระหว่างค่าของปริมาณแฉ้าน้ำหนัก 0, 10, 20, 30, 40, 70 และ 100% โดยเทียบเป็น ร้อยละของวัสดุรวมรวมละเอียด ยาง AC (60/70) เท่ากับ 5, 6, 7, 8, 9 และ 10% ตามลำดับ ก่อนตัวอย่างที่มีอายุการเย็นตัวที่ 24 ชั่วโมง จากกราฟสามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้ดังนี้

จากกราฟพบว่าปริมาณยาง AC (60/70) และร้อยละของแฉ้าน้ำหนักเมื่อมีปริมาณมากจะทำให้ค่าร้อยละของช่องว่างที่ถูกแทนที่ด้วยแอสฟัลต์ต่ำกว่าอัตราส่วนผสมที่มีปริมาณแฉ้าน้ำหนักน้อย

แต่เมื่อเพิ่มปริมาณยาง AC (60/70) จะได้ค่าร้อยละของช่องว่างที่ถูกแทนที่ด้วยยาง AC (60/70)เพิ่มขึ้นตามลำดับ

