สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การประยุกต์ใช้ก้อนแอสฟัลต์สำเร็จสำหรับคันกั้นน้ำป้องกันน้ำท่วม

APPLICATION OF PREFABRICATED ASPHALT BLOCK FOR FLOODING RIDGE PROTECTION

โดย

นาย ชานนทร์ กลับอำไพ

นาย ดำรงค์ศักดิ์ หนูฤทธิ์

นาย เสถียรพงษ์ สุบงกช

เลขหมู่... 82922
วัน,เดือน,ปี... 29 ก.ค. 2551
b. 11957189
i.

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต
สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

APPLICATION OF PREFABRICATED ASPHALT BLOCK FOR FLOODING RIDGE PROTECTION

BY

MR. CHANON KLABAMPAI

MR. DAMRONGSAK NOORIT

MR. SATIANPONG SUBONGKOCH

A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF CIVIL ENGINEERING

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING, FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT 'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2007

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองโครงงานพิเศษ

หัวข้อโครงงานพิเศษ การประยุกต์ใช้ก้อนแอสฟัลต์สำเร็จสำหรับคันกั้นน้ำป้องกันน้ำท่วม

APPLICATION OF PREFABRICATED ASPHALT BLOCK FOR FLOODING RIDGE PROTECTION

นักศึกษา 1. นาย ชานนทร์ กลับอำไพ รหัส 48015467 ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

2. นาย ดำรงค์ศักดิ์ หนูฤทธิ์ รหัส 48015468 ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

3. นาย เสถียรพงษ์ สุบงกช รหัส 48015501 ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา

ภาควิชา วิศวกรรมโยธา

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.อำนวย พานิชกุลพงศ์

อ.ศักดิ์ชัย สกานุพงษ์

คณะกรรมการสอบโครงงานพิเศษ		ลายมือชื่อ
รศ.อำนวย	พานิชกุลพงศ์	
อ.ศิลป์ชัย	จานสุวรรณ	
ผศ.ศักดิ์ชัย	สกานุพงษ์	
ผศ.ดร.ดมสัน	มาลีสี	

ภาควิชาวิศวกรรมโยธารับรองแล้ว

.....

(รศ.อำนวย พานิชกุลพงศ์)

หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมโยธา

วันที่ ..... เดือน..... พ.ศ. .....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ	การประยุกต์ใช้ก้อนแอสฟัลต์สำเร็จสำหรับคันกั้นน้ำป้องกันน้ำท่วม APPLICATION OF PREFABRICATED ASPHALT BLOCK FOR FLOODING RIDGE PROTECTION
นักศึกษา	นาย ชานนทร์ กลับอำไพ นาย คำรงค์ศักดิ์ หนูฤทธิ์ นาย เสถียรพงษ์ สุบงกช
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.อำนวย พานิชกุลพงศ์ ผศ.ศักดิ์ชัย สกานุพงษ์
ระดับการศึกษา	วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
ปีการศึกษา	2550

บทคัดย่อ

ปัญหาน้ำท่วมเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นเป็นประจำในช่วงหน้าฝน วิธีป้องกันน้ำท่วมก็คือใช้กระสอบทรายในการป้องกันปัญหาน้ำท่วม ซึ่งกระสอบทรายก็สามารถป้องกันน้ำท่วมได้ดี แต่กระสอบทรายนั้นมีหน้าที่ในการใช้งานได้น้อยโดยเฉพาะเมื่อหลังน้ำลดก็จะต้องทิ้งหรือไม่ก็เป็นขยะซึ่งไม่สมารถนำไปใช้ทำอย่างอื่นได้และถือว่าเป็นวัสดุสิ้นเปลือง จึงคิดหาวัสดุอื่นมาทดแทน ที่สามารถนำมาใช้งานได้

การศึกษานี้เป็นแนวทางในการหาวัสดุทดแทน แทนการใช้กระสอบทรายสำหรับป้องกันน้ำท่วมที่สามารถใช้ป้องกันน้ำท่วมภายในบ้านและสามารถประยุกต์การใช้งานสามารถนำไปใช้ทำอย่างอื่นได้ มากกว่าการป้องกันน้ำท่วมอย่างเดียวโดยใช้วัสดุผลิตจากมวลรวม (หินเกร็ด) ผสมกับแอสฟัลต์ซึ่งมีคุณสมบัติในการป้องกันน้ำท่วม และสามารถใช้ประโยชน์อย่างอื่นทั้งเช่น นำไปก่อเป็นกระถางต้นไม้ ปูทางเท้า จัดสวนเพื่อความสวยงาม ทั้งยังสามารถนำกลับมาใช้ใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title : APPLICATION OF PREFABRICATED ASPHALT BLOCK FOR FLOODING RIDGE PROTECTION

Name : MR. CHANON KLABAMPAI
MR. DAMRONGSAK NOORIT
MR. SATIANPONG SUBONGKOCH

Field : CIVIL ENGINEERING
Department : CIVIL ENGINEERING
Faculty : ENGINEERING
Advisor : ASST. AMNOUY PANITKULPONG
MS. SAKCHAI SAKANUPONG

ABSTRACT

Flood problem is the problem that happen in every rainy season. The way to protect this problem is using sand bag. The sand bag can protect flood problem well. However, the sand bag there is a few function because when the water decrease we must to throw away of them. And all of them we can call the " the useless garbage". Therefore, we think to find other kind of material that can substitute the sand bag.

This education is the way to find other kind of material that can substitute the sand bag for protect flood problem inside the house. And also it can apply for using other not only protecting the flood problem. We can use the aggregate product (Grad No. 3/8", 4", and 8") mix and asphalt Syn. There are more useful and quality to protecting flood problem. For example, it can build a flowerpot, pave for footpath, arrange for park and recycle.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ในการทำโครงงานพิเศษนี้ผู้เขียนขอขอบพระคุณ รศ.อำนวย พานิชกุลพงศ์ และ ผศ. ศักดิ์ชัย สกานุพงษ์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานพิเศษนี้ ที่ได้ให้ความรู้และคำปรึกษาอันดี ที่เป็นประโยชน์ต่อการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ตลอดจนทำการตรวจสอบและแก้ไขโครงงานพิเศษจนแล้วเสร็จด้วยดี

ขอขอบคุณบริษัท ทิปโก้แอสฟัลต์ จำกัด ที่ได้อนุเคราะห์น้ำยางแอสฟัลต์ส่วนหนึ่งในการวิจัยและทดสอบ

ขอขอบคุณหน่วยงานต้นสังกัดของข้าพเจ้า ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ได้ให้การสนับสนุนอุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆสำหรับการทำงานวิจัยครั้งนี้

ขอบคุณเพื่อนๆภาควิชาวิศวกรรมโยธา ทุกๆคนที่ช่วยแนะนำในการนำเสนอโครงงานพิเศษชิ้นนี้จนสามารถทำงานได้เสร็จสมบูรณ์

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดามารดาและผู้มีพระคุณที่มิสามารถกล่าวนามได้หมดที่ได้ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจแก่ผู้เขียนมาโดยตลอดจนทำให้โครงงานพิเศษนี้สำเร็จสมบูรณ์ด้วยดี

ผู้จัดทำโครงงานพิเศษ

นาย ชานนทร์ กลับอำไพ
นาย ดำรงค์ศักดิ์ หนูฤทธิ์
นาย เสถียรพงษ์ สุบงกช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทที่	เรื่อง	หน้า
	ปกใน (ภาษาไทย)	ก
	ปกใน (ภาษาอังกฤษ)	ข
	หน้าอนุมัติ	ค
	บทคัดย่อภาษาไทย	ง
	บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
	กิตติกรรมประกาศ	ฉ
	สารบัญ	ช
	สารบัญรูป	ญ
	สารบัญตาราง	ฏ
1.	**บทนำ**	
	1.1. กล่าวนำ	1
	1.2. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
	1.3. วัตถุประสงค์ของการศึกษา	1
	1.4. ขอบเขตของการศึกษา	2
	1.5 การทบทวน เอกสารที่เกี่ยวข้อง	2
	1.6. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
	1.6.1. ประโยชน์เชิงเศรษฐศาสตร์	2
	1.6.2. ประโยชน์ทางสังคม	2
2.	**วรรณกรรมปริทัศน์**	
	2.1. นิยามและความหมาย	4
	2.2. การทบทวน เอกสารที่เกี่ยวข้อง	5
	2.3. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	5
	2.3.1. สัดส่วนในการผสมแอสฟัลต์กับมวลรวม	5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2. การทำให้แอสฟัลต์เหลว 5
2.3.3. แอสฟัลต์คอนกรีตแบบผสมร้อน 6
2.3.4. คุณสมบัติที่ต้องการในการออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต 6
2.3.5. คุณลักษณะของส่วนผสมและข้อกำหนดแอสฟัลต์คอนกรีต 9
2.3.6. แหล่งกำเนิดขอแอสฟัลต์ 10
2.3.7 ความรู้เกี่ยวกับก้อนแอสฟัลต์ 12

3. แผนงานและขั้นตอนการดำเนินงาน

3.1. แผนงานการดำเนินการ 13
3.1.1. การศึกษาข้อมูลจำเป็นในการทำโครงการ 13
3.1.2. จัดเตรียมวัสดุในการทดลอง 13
3.1.3. ทำการทดสอบคุณภาพของแอสฟัลต์ เกรด 60/70 13
3.1.4. ทำการวิเคราะห์ผล (ในช่วงแรก) 13
3.1.5. ทำการทดสอบมวลรวมที่จะใช้ผสม 13
3.1.6 ทำการทดสอบหากำลังต่างๆของก้อนแอสฟัลต์ 14
3.1.7 การทดสอบความซึมน้ำของวัสดุป้องกัน 14
3.1.8 นำก้อนแอสฟัลต์ไปประยุกต์ใช้ 14
3.1.9. ทำการจัดทำรูปเล่มรายงาน 14
3.2. ขั้นตอนการดำเนินงาน
3.2.1 การทดลองหาค่าความถ่วงจำเพาะและความหนาแน่นของแอสฟัลต์ซีเมนต์ 16
3.2.2 การทดลองหาค่าเพนิเตรชัน 19
3.2.3 การทดลองหาค่าการยืดตัว 24
3.2.4. การทดลองหาค่าจุดอ่อนตัว 27
3.2.5. การทดลองหาจุดวาบไฟ และจุดติดไฟ โดยใช้ถ้วยคลีฟแลนด์โอเพน 31
3.2.6 การหาคุณสมบัติของมวลรวม 34
3.2.6.1 การทดสอบหาความถ่วงจำเพาะของมวลรวมละเอียด 34
3.2.6.2 การทดสอบคุณสมบัติของวัสดุมวลรวม 38
3.2.6.3 การทดลองหาค่าความสึกหรอของมวลรวมหยาบ โดยใช้เครื่องขัดสีลอสแองเจลีส 42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.7. การทดสอบหากำลังของก้อนแอสฟัลต์ 45
3.2.7.1 การทดสอบหากำลังรับแรงดึงของก้อนแอสฟัลต์ 45
3.2.7.2 การทดสอบกำลังรับแรงอัดของก้อนแอสฟัลต์ 47
3.2.7.3 การทดสอบกำลังดัดของก้อนแอสฟัลต์ 49
3.2.8. รายละเอียดการทดสอบการป้องกันน้ำท่วมโดยใช้วัสดุแอสฟัลต์สำเร็จ 51
3.2.9 ขั้นตอนการทำก้อนแอสฟัลต์สำเร็จ 52
3.2.10 การทดสอบความซึมน้ำของวัสดุป้องกัน 54
4. ผลการทดสอบและการวิเคราะห์ 57
4.1 การทดสอบการป้องกันการซึมของน้ำในบ่อทดสอบ 57
4.2 การประยุกต์ใช้ก้อนแอสฟัลต์ 67
5. การประมาณราคา 69
6. สรุปผลการทดสอบและการประยุกต์ใช้ก้อนแอสฟัลต์ 70
ภาคผนวก 73
บรรณานุกรม 89

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	ชื่อรูป	หน้า
3.1.	แสดงขนาดของขวด Pycnometer	17
3.2.	แสดงขนาดของเข็มหาค่าการทะลวง	20
3.3.	แสดงรายละเอียดของแบบมาตรฐานที่ใช้ในการหาค่าการยืดตัว (Ductility)	24
3.4.	อุปกรณ์ที่ใช้ในการหาจุดอ่อนตัว (Softening Point)	28
3.5	แสดงรูปแบบการออกแบบก้อนแอสฟัลต์สำเร็จเบื้องต้น	51
3.6	การเตรียมตัวอย่างหินตามอัตราส่วนที่กำหนดไว้	52
3.7	การผสมต้องให้ความร้อนตลอดเวลา	52
3.8	แอสฟัลต์ที่ผสมเข้ากันแล้ว	52
3.9	นำแอสฟัลต์เทลงแบบหล่อแล้วกระทุ้ง 5 ชั้นชั้นละ 35 ครั้ง	53
3.10	ปาดหน้าด้วยเกรียงเหล็กให้เรียบ	53
3.11	วางไว้ประมาณ 24 ชั่วโมงแล้วจึงถอดแบบ	53
3.12	แสดงการทดสอบการหาอัตราการไหลของน้ำซึมผ่านก้อนแอสฟัลต์สำเร็จหรือกระสอบทราย	54
3.13	แสดงการทดสอบการซึมน้ำผ่านของกระสอบทราย (1 ชั้น) ในบ่อทดสอบ	55
3.14	แสดงการทดสอบการซึมน้ำผ่านของกระสอบทราย (2 ชั้น) ในบ่อทดสอบ	55
3.15	แสดงการทดสอบการซึมน้ำผ่านของก้อนแอสฟัลต์ (1 ชั้น) ในบ่อทดสอบ	55
3.16	แสดงการทดสอบการซึมน้ำผ่านของก้อนแอสฟัลต์ (1 ชั้น) (มีโฟมอุดช่วงข้อต่อ) ในบ่อทดสอบ	56
3.17	แสดงการทดสอบการซึมน้ำผ่านของก้อนแอสฟัลต์ (2 ชั้น) ในบ่อทดสอบ	56
3.18	แสดงการทดสอบการซึมน้ำผ่านของก้อนแอสฟัลต์ (2 ชั้น) (มีโฟมอุดช่วงข้อต่อ) ในบ่อทดสอบ	56
4.1	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลา กับ ระดับน้ำ ของกระสอบทราย 1 ชั้น	61
4.2	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลา กับ ระดับน้ำ ของกระสอบทราย 2 ชั้น	61
4.3	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลา กับ ระดับน้ำ ของก้อนแอสฟัลต์ 1 ชั้น	62
4.4	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลา กับ ระดับน้ำ ของก้อนแอสฟัลต์ 1 ชั้น (มีโฟมอุดช่วงข้อต่อ)	62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลา กับ ระดับน้ำ ของก้อนแอสฟัลต์ 2 ชั้น	63
4.6	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลา กับ ระดับน้ำ ของก้อนแอสฟัลต์ 2 ชั้น (มีโฟมอุดช่วงข้อต่อ)	63
4.7	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลา กับ ระดับน้ำ ของกระสอบทราย 1 ชั้น กับก้อนแอสฟัลต์ 1 ชั้น มีโฟมและไม่มีโฟม	64
4.8	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลา กับ ระดับน้ำ ของกระสอบทราย 2 ชั้น กับก้อนแอสฟัลต์ 2 ชั้น มีโฟมและไม่มีโฟม	64
4.9	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลา กับ ระดับน้ำ (รวมทุกรูปแบบ)	65
4.10	แสดงการทดสอบกำลังรับแรงอัดของก้อนแอสฟัลต์	65
4.11	แสดงการทดสอบกำลังรับแรงดึงของก้อนแอสฟัลต์	66
4.12	แสดงการทดสอบกำลังรับแรงดึงของก้อนแอสฟัลต์	66
4.13	การประยุกต์ใช้ก้อนแอสฟัลต์ใช้ทำกระถางต้นไม้	67
4.14	การประยุกต์ใช้ก้อนแอสฟัลต์ใช้ทำกระถางต้นไม้	67
4.15	การประยุกต์ใช้ก้อนแอสฟัลต์ใช้ทำที่กั้นสำหรับจอดรถ	67
4.16	การประยุกต์ใช้ก้อนแอสฟัลต์ใช้ทำทางเดินภายในสวน	68
4.17	การประยุกต์ใช้ก้อนแอสฟัลต์ใช้ทำทางเดินภายในสวน	68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	ชื่อตาราง	หน้า
3.1	ข้อกำหนดค่าเพนิเตรชัน	23
3.2	ขนาดคละของมวลรวมที่ยอมให้ตามมาตรฐาน ASTM	40
3.3	จำนวนลูกเหล็กทรงกลมที่ใช้ในการทดลองแต่ละเกรด	42
3.4	ขนาดเกรดและจำนวนรอบ	44
4.1	ผลการทดสอบกระสอบทราย (L= 38 cm.) หนาชั้นเดียว	57
4.2	ผลการทดสอบกระสอบทราย (L= 76 cm.) หนา 2 ชั้น	57
4.3	ผลการทดสอบก้อนแอสฟัลต์ (L= 15 cm.) หนาชั้นเดียว	58
4.4	ผลการทดสอบก้อนแอสฟัลต์ (L= 15cm.) หนา 1 ชั้น (มีโฟมอุดช่วงข้อต่อ)	58
4.5	ผลการทดสอบก้อนแอสฟัลต์ (L= 30 cm.) หนา 2 ชั้น	59
4.6	ผลการทดสอบก้อนแอสฟัลต์ (L= 30cm.) หนา 2 ชั้น(มีโฟมอุดช่วงข้อต่อ)	59
4.7	แสดงผลการทดสอบการซึมน้ำผ่านวัสดุกั้นในบ่อทดสอบลักษณะวัสดุทดสอบ	60
	ผลการทดลองหาค่าความถ่วงจำเพาะและความหนาแน่น	74
	ผลการทดลองหาค่าการทะลวง	75
	ผลการทดลองหาค่าการยืดตัว	76
	ผลการทดลองหาค่าจุดอ่อนตัว	77
	ผลการทดลองหาจุดวาบไฟและจุดติดไฟ โดยใช้ถ้วยคลีฟแลนด์โอเพน	78
	ผลการทดสอบหาคุณสมบัติของ AC 60-70 t)	79
	ผลความถ่วงจำเพาะ(Specific Gravity)ของวัสดุเม็ดละเอียด	80
	การทดลองหาค่าความถ่วงจำเพาะของมวลรวมหยาบ	82
	ผลการทดสอบหาขนาดอนุภาคของมวลรวม	83
	ผลการทดลองหาค่าความสึกหรอของมวลรวมหยาบ	85
	ผลการทดสอบหากำลังรับแรงดึงของก้อนแอสฟัลต์	86
	ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของก้อนแอสฟัลต์หยาบ	86
	ผลการทดสอบกำลังดัดของก้อนแอสฟัลต์	87
	มาตรฐาน ASTM D 2434-68	88

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 กล่าวนำ

ปัจจุบันปัญหาน้ำท่วมเป็นปัญหาที่สำคัญ และ เร่งด่วนในแต่ละปีรัฐบาลต้องเสียงบประมาณมูลค่าสูง เพื่อทำการป้องกันน้ำท่วม ซึ่งโดยปกติจะใช้ระบบคันกั้นน้ำตามแนว คูคลอง ต่าง ๆ โดยการก่อกระสอบทรายเป็นคันกั้นน้ำชั่วคราว ซึ่งเป็นวัสดุสิ้นเปลือง ทำให้เสียงบประมาณแผ่นดินในแต่ละปีเป็นมูลค่าสูง

การศึกษานี้นำเสนอแนวทางในการป้องกันน้ำท่วมโดยใช้วัสดุผลิตมาจากมวลรวม (หินเกร็ด) ผสมกับน้ำยางแอสฟัลต์ซึ่งมีคุณสมบัติในการป้องกันน้ำได้มีน้ำหนักพอเหมาะในการกดทับ ประกอบติดตั้งได้สะดวกและรวดเร็ว มีการเข้าเดือยระหว่างก้อน ทั้งยังสามารถนำมาใช้ซ้ำได้

งานวิจัยนี้ครอบคลุมถึงการศึกษา ส่วนผสมของวัสดุรูปแบบ รูปร่างของวัสดุ การติดตั้งในสนามตลอดจนการเปรียบเทียบในเชิงเศรษฐศาสตร์เพื่อใช้เป็นแนวทางในการผลิตในระบบอุตสาหกรรมและการนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

1.2 ความสำคัญและที่มาของปัญหา (Problem Identification)

ปัญหาน้ำท่วมเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นเป็นประจำในช่วงหน้าฝน ซึ่งมักจะเกิดน้ำท่วมเป็นประจำและวิธีป้องกันน้ำท่วมก็คือใช้กระสอบทรายในการป้องกันปัญหาน้ำท่วม ซึ่งกระสอบทรายก็สามารถป้องกันน้ำท่วมได้ดี แต่กระสอบทรายนั้นมีฟังก์ชั่นในการใช้งานได้น้อยโดยเฉพาะเมื่อหลังน้ำลดก็จะต้องทิ้งหรือไม่ก็เป็นขยะซึ่งไม่สามารถนำไปใช้ทำอย่างอื่นได้และถือว่าเป็นวัสดุสิ้นเปลือง จึงคิดหาวัสดุอื่นมาทดแทน ที่สามารถนำมาใช้งานได้หลายอย่างนอกเหนือจากการป้องกันน้ำท่วมและที่สำคัญก็คือสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้

1.3 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

การศึกษานี้เป็นแนวทางในการหาวัสดุทดแทนๆกระสอบทรายสำหรับป้องกันน้ำท่วมที่สามารถใช้ป้องกันน้ำท่วมภายในบ้านและสามารถประยุกต์การใช้งานสามารถนำไปใช้ทำอย่างอื่นได้มากกว่าการป้องกันน้ำท่วมอย่างเดียวโดยใช้วัสดุผลิตจากมวลรวม (หินเกร็ด) ผสมกับแอสฟัลต์ซึ่งมีคุณสมบัติในการป้องกันน้ำท่วม และสามารถใช้ประโยชน์อย่างอื่นทั้งเช่น นำไปก่อเป็นกระถางต้นไม้ ปูทางเท้า จัดสวนเพื่อความสวยงาม ทั้งยังสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ วัตถุประสงค์ของงานวิจัยครั้งนี้สามารถแบ่งเป็น 3 ส่วนได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ศึกษาหารูปแบบการป้องกันน้ำท่วมโดยใช้ระบบกำแพงกันน้ำแบบประกอบในที่โดยใช้วัสดุแอสฟัลต์ผสมหินเกร็ด

2. ศึกษาคุณสมบัติของมวลรวมผสมและแอสฟัลต์ เพื่อนำมาใช้เป็นวัตถุดิบผลิตก้อนแอสฟัลต์สำเร็จเพื่อใช้เป็นระบบกำแพงกันน้ำก่อในที่

3. ศึกษาความสามารถในการใช้งานด้านอื่นๆของก้อนแอสฟัลต์

1.4 ขอบเขตของโครงการวิจัย

งานวิจัยนี้ครอบคลุมถึงการศึกษา ส่วนผสมของวัสดุ รูปร่างของวัสดุ การติดตั้งในสนาม การทดสอบคุณสมบัติต่างๆ ตลอดจนการเปรียบเทียบเกี่ยวกับฟังก์ชั่นการใช้งานของก้อนแอสฟัลต์สำหรับป้องกันน้ำท่วมภายในครัวเรือนและทำการศึกษาถึงการนำไปประยุกต์ใช้ทำประโยชน์อย่างอื่นอีกต่อไป

1.5 การทบทวน เอกสารที่เกี่ยวข้อง (Literature Review)

- นาย นิคม ขันทะพงษ์ , นาย พัฒนบุษย์ คณะเทศ และ นาย สราวุธ บุญวงศ์ การศึกษาคุณสมบัติส่วนผสมของแอสฟัลต์ซีเมนต์ เปรียบเทียบกับโพลิเมอร์ โมดิฟายด์แอสฟัลต์โดยวิธีมาร์แชลล์ ปีการศึกษา 2549
- ดร.ชยธันว์ พรหมศร การศึกษาคุณสมบัติทางวิศวกรรมของยางแอสฟัลต์และวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตที่ปรับปรุงคุณภาพด้วยสารโพลีเมอร์
- ผศ.อำนวย พานิชกุลพงศ์ ปฏิบัติการทดสอบแอสฟัลต์
- รศ.ศิริวัฒน์ ไชยชนะ ปฏิบัติการคอนกรีตเทคโนโลยี

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 ประโยชน์เชิงเศรษฐศาสตร์

งานวิจัยนี้มีผลโดยตรงกับทางเศรษฐศาสตร์คือ สามารถลดการสูญเสียงบประมาณแผ่นดินของประเทศ เนื่องจาก ระบบป้องกันน้ำท่วมที่ได้ศึกษาวิจัยครั้งนี้คาดว่าจะมีประสิทธิภาพสูง สามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายในการทำคันป้องกันน้ำท่วมโดยใช้กระสอบทรายทั้งนี้เพราะวัสดุที่ใช้สามารถทำการติดตั้งได้อย่างสะดวกรวดเร็ว และยังสามารถรื้อถอนได้ง่าย นอกจากนี้ยังสามารถนำกลับมาใช้ซ้ำใหม่ได้หลายครั้ง

1.6.2 ประโยชน์ทางสังคม

ประโยชน์ทางด้านสังคมสามารถแบ่งได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. มีผลโดยตรงทางด้านสิ่งแวดล้อม ในการช่วยลดการใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างสิ้นเปลือง เพราะก้อนแอสฟัลต์สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้

2. มีผลทางอ้อมทางด้านสุขภาพจิต เนื่องจากระบบป้องกันน้ำโดยวิธีกำแพงกันน้ำประกอบในที่ โดยใช้วัสดุสำเร็จรูปอาจมีประสิทธิภาพสูงจะทำให้ลดความตึงเครียดของประชาชน จากปัญหาน้ำท่วม ทั้งยังมีทัศนียภาพที่สวยงาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
วรรณกรรมปริทัศน์

2.1 นิยามและความหมาย

"แอสฟัลต์"

แอสฟัลต์เป็นส่วนประกอบของปิโตรเลียมส่วนมากปิโตรเลียมที่ยังไม่ได้กลั่น(Crude Petroleum) จะมีแอสฟัลต์บรรจุอยู่ และบางครั้งน้ำมันดิบ (Crude oil) อาจจะเป็นแอสฟัลต์เกือบทั้งหมด และน้ำมันดิบบางชนิดไม่มีแอสฟัลต์อยู่ขบวนการกลั่นน้ำมันจะกลั่นเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ตามข้อกำหนดที่ระบุไว้ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการกลั่นน้ำมัน ได้แก่ น้ำมันเบนซิน น้ำมันก๊าด น้ำมันดีเซล น้ำมันเตา น้ำมันหล่อลื่น ส่วนที่เหลือเป็นผลพลอยได้จากการกลั่นน้ำมัน คือ แอสฟัลต์

แอสฟัลต์เป็นวัสดุประสาน (Binder) สีน้ำตาลเข้มถึงดำ มีสภาพกึ่งแข็งถึงแข็งที่อุณหภูมิบรรยากาศปกติสามารถยึดเกาะมวลรวมได้ดีจึงนำมาใช้ในงานก่อสร้างผิวทางหลายชนิด แอสฟัลต์มีสารประกอบส่วนใหญ่ คือ บิทูเมน (Bitumen) ชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า วัสดุบิทูมินัส (Bituminous Materail) บิทูเมนมีคุณสมบัติที่สามารถละลายได้หมดใน คาร์บอนไดซัลไฟด์ (CS_2) คาร์บอนเตตราคลอไรด์ (CCl_4) และ ไตรคลอโรเอทลีน (C_2HCl_3)

"แอสฟัลต์ซีเมนต์"

แอสฟัลต์ซีเมนต์เป็นแอสฟัลต์ที่มีสภาพแข็งหรือกึ่งแข็งในอุณหภูมิบรรยากาศจะค่อยๆ เหลวเมื่อได้รับความร้อนมีส่วนประกอบใหญ่เป็นสารบิทูเมน (Bitumen or Asphaltenes) เรซิน(Resins) และน้ำมัน (Oils) ซึ่งส่วนประกอบทั้งสามชนิดเป็นสารไฮโดรคาร์บอนทั้งหมด แต่มีส่วนของคาร์บอนต่อไฮโดรเจนต่างกัน คือ มากกว่า 0.8 ระหว่าง 0.6 ถึง 0.8 และน้อยกว่า 0.4 ตามลำดับ

ในโครงสร้างของแอสฟัลต์บิทูเมนจะอยู่ในลักษณะของสารแขวนลอย (Colloid) อยู่ในน้ำมันซึ่งเป็นตัวกลาง (Media) โดยมีเรซินเป็นตัวช่วยไม่ให้บิทูเมนจับตัวกันเป็นก้อน คุณสมบัติของแอสฟัลต์ซีเมนต์ทางด้านการยึดเกาะ (Adhesion) และการยืดตัว (Ductility) จะขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของเรซิน ส่วนความหนืด (Viscosity) และการไหล (Flow) จะขึ้นอยู่กับน้ำมัน

แอสฟัลต์ซีเมนต์แบ่งเกรดตามช่วงมาตรฐานของความข้นเหลว โดยใช้การทดสอบการทะลวง (Penetration Test) เป็นมาตรฐานของการวัด แบ่งออกเป็นเกรดมาตรฐาน 5 เกรดดังนี้ 40-50 60-70 80-100 120-150 และ 200-300 ตัวเลขของเกรดบ่งบอกถึงช่วงของอุณหภูมิห้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกรดความหนืด (Viscoity Grades) ของแอสฟัลต์ซีเมนต์มีอยู่ 2 ชุด ชุดที่หนึ่งประกอบด้วย AC-2.5 AC-10 AC-20 และ AC-40 ค่าตัวเลขบอกถึงความหนืดเป็นร้อยของพอยส์ (Dynes/cm^2) ที่อุณหภูมิ 60°C อีกชุดหนึ่งประกอบด้วยเกรด AR-1000 AR-2000 AR-8000 และ AR-16000 ตัวเลขบอกถึงค่าความหนืดในหน่วยพอยส์แต่เป็นความหนืดที่วัดหลังจากผ่านการทดสอบโรลลิงธินฟิล์มโอเวน

แอสฟัลต์คอนกรีต (Asphalt Concrete)

แอสฟัลต์คอนกรีต (Asphalt Concrete) หมายถึงวัสดุทำผิวทาง หรือพื้นบทอัดแน่น ซึ่งได้จากการผสมกันระหว่างมวลรวม (Aggregate) กับวัสดุเชื่อมประสาน (Binder) ซึ่งอาจจะเป็นแอสฟัลต์ซีเมนต์ (Asphalt Cement) ตามอัตราส่วนที่ได้ออกแบบไว้แล้ว ในขณะที่วัสดุทั้งสองยังอยู่ในสภาพตามอุณหภูมิกำหนด

2.2 การทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้อง

1. ดร.ชยธันว์ พรหมศร ,2541: การศึกษาคุณสมบัติทางวิศวกรรมของยางแอสฟัลต์และวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตที่ปรับปรุงคุณภาพด้วยสารโพลีเมอร์ ,โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์, 68 หน้า
2. ผศ.อำนวย พานิชกุลพงศ์ ,2547: ปฏิบัติการทดสอบแอสฟัลต์ , 215 หน้า
3. รศ.ศิริวัฒน์ ไชยชนะ ,2542: ปฏิบัติการคอนกรีตเทคโนโลยี , หจก. วี.เจ. พริ้นติ้ง จำกัด , 161 หน้า

2.3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.3.1 สัดส่วนในการผสมแอสฟัลต์กับมวลรวม

จุดประสงค์ในการออกแบบวัสดุผสมของแอสฟัลต์กับมวลรวม ก็เพื่อหาอัตราส่วนที่แน่นอนระหว่างแอสฟัลต์ต่อมวลรวมให้ได้วัสดุผสมที่มีเสถียรภาพเพียงพอ และความคงทนสูงสุด การใช้สัดส่วนอย่างถูกต้องของแอสฟัลต์กับมวลรวม และการควบคุมส่วนคละ (Gradation) ของมวลรวมเป็นสิ่งสำคัญอย่างมากในการก่อสร้างเพื่อให้ได้โครงสร้างถนนที่ดีถ้าใช้ปริมาณของแอสฟัลต์มาเกินไปจะมีผลให้โครงสร้างถนนขาดเสถียรภาพถ้าใช้แอสฟัลต์ปริมาณน้อยเกินไปโครงสร้างถนนจะมีแนวโน้มที่จะหลุดร่อนได้ง่าย ทั้งยังขาดคุณสมบัติในการกันน้ำ และขาดความคงทน

2.3.2 การทำให้แอสฟัลต์เหลว

การที่จะนำแอสฟัลต์ที่อยู่ในสภาพแข็งหรือกึ่งแข็งมาใช้งานจะต้องทำให้อยู่ในสภาพเหลวชั่วคราวเสียก่อน ทำได้ 3 วิธี คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. หลอมด้วยความร้อน (Melting)ทำได้โดยการต้มแอสฟัลต์ซีเมนต์ในอุณหภูมิที่กำหนดเมื่อเสร็จงานแล้วอุณหภูมิจะลดลงแอสฟัลต์ที่เหลวอยู่จะกลับคืนสู่สภาพปกติ
2. ละลายในปิโตรเลียม การจะทำให้แอสฟัลต์เหลวโดยกรรมวิธีนี้เรียกว่า คัททิงแบก เรียกแอสฟัลต์ชนิดนี้ว่า คัทแบกแอสฟัลต์ (cutback asphalt) หรือเรียกทั่วไปว่า คัทแบก เมื่อนำแอสฟัลต์ชนิดนี้ไปลาดเสร็จเรียบร้อยแล้วตัวทำละลายจะระเหยออกไปเหลือแต่แอสฟัลต์ซีเมนต์
3. ผสมกับน้ำ ปกติแอสฟัลต์ซึ่งเป็นสารที่ได้จากปิโตรเลียม จะไม่ผสมหรือรวมตัวกันกับน้ำ แต่ถ้าทำการปั่นและเติมสารซึ่งทำให้แอสฟัลต์ซีเมนต์แตกตัวเป็นอนุภาคเล็กๆ (Emulsifying Agent) ซึ่งสามารถแขวนลอยอยู่ในน้ำได้ เรียกแอสฟัลต์ชนิดนี้ว่า อิมัลซิ ไฟด์แอสฟัลต์(Emulsified Asphalt) หรือเรียกทั่วไปว่า อิมัลชัน หรือยางน้ำ

2.3.3 แอสฟัลต์คอนกรีตแบบผสมร้อน

วัสดุลาดยางผสมร้อน ประกอบด้วยการรวมของมวลรวมอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งผสมและเคลือบด้วยยางแอสฟัลต์ซีเมนต์ ทั้งมวลรวมและแอสฟัลต์ต้องได้รับความร้อนก่อนการผสมเพื่อให้มวลรวมแห้งและแอสฟัลต์เหลวเพียงพอสำหรับการผสมและการทำงานได้อย่างเหมาะสมที่อุณหภูมิสูง 325° F + 15 °F จึงเรียกว่า การผสมร้อน

การผสมมวลรวมกับแอสฟัลต์กระทำในเครื่องผสมซึ่งองค์ประกอบของวัสดุจะได้รับความร้อน การจัดสัดส่วนและการผสม เพื่อผลิตวัสดุผสมของผิวทางลาดยางที่ต้องการ หลังจากเสร็จสิ้นการผสมก็ขนส่งวัสดุผสมร้อนไปยังที่ก่อสร้าง และปูลาดด้วยเครื่องจักร จากนั้นก็บดอัดให้แน่นตามมาตรฐานที่กำหนด ผิวทางประเภทนี้เรียกว่า ผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีต

2.3.4 คุณสมบัติที่ต้องการในการออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต

1. เสถียรภาพ (Stability) เสถียรภาพของผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีต คือ ความสามารถในการรับน้ำหนักการจราจรโดยไม่เกิดร่องล้อ เป็นคลื่น หรือการเปลี่ยนรูปร่าง(Deformation) จากน้ำหนักบรรทุกที่มากระทำ เสถียรภาพของผิวทางขึ้นอยู่กับความเสียดทานภายใน (Internal Friction) และแรงยึดเกาะ (Cohesion) ระหว่างเม็ดของวัสดุมวลรวมกับแอสฟัลต์ ความเสียดทานภายในขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของวัสดุมวลรวม ซึ่งได้แก่รูปร่างของเม็ดวัสดุ ลักษณะความเรียบ หยาบหรือขรุขระของผิว ส่วนแรงยึดเกาะเป็นผลมาจากคุณสมบัติของแอสฟัลต์ แอสฟัลต์ช่วยให้อนุภาคของมวลรวมสัมผัสกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างแน่น ผลของความเสียดทานและแรงยึดเกาะระหว่างเม็ดวัสดุมวลรวม จะช่วยป้องกันไม่ให้เม็ดวัสดุเกิดการเคลื่อนที่ผ่านซึ่งกันและกันเมื่อถูกน้ำหนักรถยนต์กระทำ

มวลรวมที่มีลักษณะเป็นเหลี่ยม ผิวหยาบขรุขระ จะให้ค่าเสถียรภาพสูง ส่วนแรงยึดเกาะจะมีมากถ้าแอสฟัลต์มีความหนืดสูง หรือในขณะที่แอสฟัลต์มีอุณหภูมิต่ำ การเพิ่มปริมาณแอสฟัลต์ในส่วนผสมจะทำให้ค่าแรงยึดเกาะเพิ่มขึ้นแต่พอถึงจุดหนึ่งจะทำให้แอสฟัลต์ที่เคลือบวัสดุมวลรวมหนาเกินไป ซึ่งจะมีผลทำให้ความเสียดทานระหว่างเม็ดวัสดุมวลรวมลดลง ทำให้เสถียรภาพลดลงด้วย

2. ความคงทน (Durability) คือ ความต้านทานต่อการเสื่อมสภาพของแอสฟัลต์อันเป็นสาเหตุของการแตกร้าวของผิวทางภายใต้น้ำหนักจากการจราจร ปัจจัยที่ทำให้แอสฟัลต์คอนกรีตเสื่อมสภาพอาจเป็นผลมาจากสภาพภูมิอากาศ สภาพการจราจร ซึ่งปัจจัยเหล่านี้ทำให้แอสฟัลต์ที่ใช้เสื่อมสภาพ เนื่องจากขบวนการกลายเป็นออกไซด์ (Oxidation) การระเหยกลายเป็นไอ (Volatilization) วัสดุมวลรวมเสื่อมสภาพจนเกิดการแตกกระจาย (Disintegration) และฟิล์มแอสฟัลต์ที่เคลือบวัสดุมวลรวมหลุดออก (Stripping) การกระทำของน้ำก็มีผลต่อความคงทนของถนน ถ้าในช่องว่างของชั้นโครงสร้างแอสฟัลต์คอนกรีต มีปริมาณน้ำมากจะทำให้สามารถเข้าไปแทรกอยู่ระหว่างชั้นของแอสฟัลต์ที่เคลือบเม็ดของวัสดุมวลรวมอยู่ จะมีผลทำให้เกิดการหลุดออกของแอสฟัลต์ เมื่อน้ำหนักอันเนื่องมาจากการจราจรมากระทำ นอกจากนี้เมื่อรถยนต์เคลื่อนที่ไปบนถนนด้วยความเร็วสูงจะทำให้เกิดแรงเค้นแตกต่างกันในแต่ละเม็ดวัสดุมวลรวม และถ้าแอสฟัลต์แข็งเกินไปก็จะทำให้เกิดรอยแตกและเม็ดวัสดุมวลรวมก็จะหลุดล่อนออกได้ ในอีกกรณีหนึ่งน้ำหนักเนื่องจากการบดทับของล้อรถลงบนผิวถนน จะทำให้เกิดการโค้งงอและเกิดแรงเค้นดึงในส่วนของชั้น ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญทำให้เกิดรอยแตกขึ้นได้ แต่ถ้าแอสฟัลต์อ่อนเกินไปจะทำให้แอสฟัลต์คอนกรีตมีเสถียรภาพค่อนข้างต่ำไม่สามารถรับน้ำหนักได้ดี ทำให้เกิดรอยร่องล้อและผิวทางลื่น เนื่องจากเม็ดหินจมลงไปในเนื้อยางได้เร็วเกินไป

3. ความสามารถในการหยุ่นตัวได้ (Flexibility) หมายถึง ความสามารถทรุดตัวและแอ่นตัวของโครงสร้างถนนชั้นผิวทางโดยปราศจากการแตกร้าวการหยุ่นตัวในแอสฟัลต์คอนกรีตเกิดขึ้นเมื่อน้ำหนักการจราจรที่เคลื่อนไปตามถนน ผิวทางที่ถูกกดชั่วขณะหนึ่งภายใต้น้ำหนักแต่ละล้อ ชั้นผิวทางจะเกิดแรงอัดและแรงดึงซ้ำๆสลับกันไปที่ด้านบนและด้านล่างของชั้นนี้ความเค้นดึงจะเกิดที่ด้านล่างมากกว่าที่จะเกิดด้านบน ดังนั้นแอสฟัลต์คอนกรีตที่ดีจะต้องมีความสามารถในการหยุ่นตัวได้สูง ซึ่งเมื่อเกิดการแอ่นตัวแล้วจะไม่ทำให้แอสฟัลต์คอนกรีตเสียรูปร่างอย่างถาวรเพราะฉะนั้นความแข็งแรงของแอสฟัลต์คอนกรีตจึงขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของแอสฟัลต์ และอุณหภูมิภายนอกในขณะที่เกิดความเค้น

ในการออกแบบโครงสร้างชั้นต่างๆ จะต้องพิจารณาถึงองค์ประกอบที่สำคัญ คือ การแอ่นตัวของชั้นดินเดิมภายใต้น้ำหนักบรรทุก เมื่อแอสฟัลต์คอนกรีตมีความแข็งลดลง เนื่องจากอุณหภูมิสูงทำให้ชั้นดินเดิมแอ่นตัวได้มาก และความเค้นดึง ภายใต้น้ำหนักล้อรถความเค้นดึงจะเกิดขึ้นที่ด้านล่างของชั้นผิวทางมากที่สุด ในขณะผิวทางมีสภาพแข็งที่สุด เมื่ออุณหภูมิต่ำ ถ้าชั้นโครงสร้างถนนไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แข็งแรงพอ อาจทำให้ชั้นทางเกิดการแอ่นตัวสูง และถ้าแอสฟัลต์คอนกรีตอยู่ในสภาพแข็งเปราะขณะอุณหภูมิต่ำ จะทำให้ผิวทางเกิดการแตกร้าวภายหลังที่รับปริมาณการจราจรเพียงเล็กน้อย

โดยทั่วไปส่วนผสมที่มีเสถียรภาพสูง และปริมาณแอสฟัลต์สูงจะเป็นส่วนผสมที่มีความต้านทานต่อการเสียหายที่สูงมาก มวลรวมคละที่มีหินหยาบชนิด Open Graded จะทำให้ส่วนผสมที่มีช่องว่างสูงทำให้ต้องใช้แอสฟัลต์ในปริมาณที่สูง เพื่อลดช่องว่างภายในลงได้ และจะสามารถแอ่นตัวได้ดีกว่าชนิด Dense Graded

4. ความต้านทานต่อการล้า (Fatigue Resistance) คือความสามารถในการต้านทานการดัดโค้งแบบซ้ำซาก (Repeated Bending) ของผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่เกิดจากน้ำหนักล้อกระทำ ปริมาณช่องว่างอากาศ และความหนืดของแอสฟัลต์มีผลความตานทานต่อการล้อ กล่าวคือ แอสฟัลต์คอนกรีตที่มีปริมาตรช่องว่างอากาศมากไม่ว่าจะเป็นผลจากการออกแบบ หรือจากการบดอัดไม่เพียงพอ จะทำให้ความทานต่อการล้าลดลงเช่นกัน นอกจากนี้ความหนาและความแข็งแรงของชั้นผิวทาง ตลอดจนความแข็งแรงชั้นโครงสร้างที่รองรับผิวทางก็จะมีผลต่ออายุและความสามารถในการรับน้ำหนักของผิวทางโดยไม่เกิดรอยแตก กล่าวคือ ผิวทางที่หนารวมทั้งชั้นโครงสร้างที่รองรับผิวทางแข็งแรง จะทำให้ไม่เกิดการแอ่นตัวมาก จึงมีอายุรับน้ำหนักล้อซึ่งกระทำซ้ำได้นานกว่า

5. ความต้านทานต่อการลื่นไถล (Skid Resistance) ความต้านทานต่อการลื่นไถลของผิวถนนขึ้นอยู่กับลักษณะพื้นผิวถนน ซึ่งมีความสามารถระบายน้ำออกไปได้อย่างรวดเร็วเพียงพอที่จะให้ยางล้อรถสามารถสัมผัสกับส่วนของเม็ดวัสดุมารวมบนผิวถนน ความสามารถในการต้านทานต่อการลื่นไถลจะเสียไปเมื่อแอสฟัลต์ทะลักขึ้นมาบนผิวถนน และเมื่อเม็ดวัสดุมวลรวมจมลงไปในแอสฟัลต์หรือเมื่อวัสดุมวลรวมถูกขัดสีจนเรียบ แอสฟัลต์ที่มีความแข็งต่ำจะมีผลทำให้เกิดการทะลักหรือไหลเยิ้มขึ้นด้านบนได้เมื่ออุณหภูมิในผิวทางสูงอันจะทำให้ผิวทางลื่นไถลได้

6. ความสามารถในการทำงานได้ (Workability) คือความง่ายในการเทและบดทับวัสดุผสมจากการออกแบบที่เหมาะสม และใช้เครื่องจักรที่สมควรในการปูลาด ก็จะไม่มีปัญหาเกี่ยวกับความสามารถในการทำงานได้ มวลรวมซึ่งมีคุณสมบัติช่วยส่งเสริมให้วัสดุผสมมีเสถียรภาพดี จะทำให้เทและบดอัดวัสดุผสมยากขึ้น สามารถปรับปรุงแก้ไขให้ดีได้โดยการเปลี่ยนแปลงส่วนผสม เปลี่ยนแปลงแหล่งวัสดุมวลรวมและหรือเปลี่ยนแปลงการจัดการเรียงขนาด

ส่วนผสมที่ทำงานได้ยากคือส่วนผสมที่มีปริมาณมวลรวมหยาบมาก มีแนวโน้มที่จะเกิดการแยกตัวของเม็ดวัสดุมวลรวมในระหว่างการขนส่งและการปูและอาจบดอัดได้ยาก รวมถึงความสะดวกในการทดลองผสมในห้องทดลอง ถ้าการเตรียมตัวอย่างไม่ดีพอ จะทำให้ได้ตัวอย่างที่มีคุณสมบัติไม่แน่นอน

ปริมาณฝุ่นละเอียดถ้ามีสูงมากเกินไป ก็อาจมีผลกระทบต่อความสามารถในการทำงานได้ ปริมาณฝุ่นละเอียดที่สูงมากเกินไปอาจทำให้ส่วนผสมมีลักษณะเป็นกาวยางทำให้บดอัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้ยาก ส่วนผสมที่ขาดฝุ่นละเอียดแต่มีทรายขนาดกลางที่มีลักษณะกลมและมีผิวเรียบในอัตราส่วนที่สูงมาก แม้ว่าจะสามารถทำการปูได้ง่าย แต่การบดอัดจะมีความแน่นต่ำและบดอัดให้ความแน่นยาก

ชนิดของแอสฟัลต์อาจมีปัญหากับความสามารถในการทำงานได้ เนื่องจากอุณหภูมิและความหนืดในขณะผสม การบดอัดที่อุณหภูมิต่ำจะทำให้แอสฟัลต์คอนกรีตมีความสามารถ ในการทำงานได้ไม่ดี แต่ถ้าอุณหภูมิสูงเกินไป จะทำให้แอสฟัลต์คอนกรีตเป็นวัสดุผสมที่มีลักษณะอ่อนเหลวเกินไป ชนิดและปริมาณของแอสฟัลต์จึงมีอิทธิพลต่อความสามารถในการทำงานได้

2.3.5 คุณลักษณะของส่วนผสมและข้อกำหนดแอสฟัลต์คอนกรีต

การออกแบบโครงสร้างของถนนชั้นผิวทางที่เป็นแอสฟัลต์คอนกรีต ตามวิธีของมาร์แชลล์มีมาตรฐานและข้อกำหนดดังนี้

1. ความแน่น (Density) หมายถึงปริมาณมวลรวมของแอสฟัลต์คอนกรีตต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่มีความแน่นมากพอจะทำให้มีอายุการใช้งานยืนยาวและมีคุณภาพดี ความแน่นเป็นสิ่งสำคัญที่จะต้องมีการควบคุมภายหลังการก่อสร้าง เพราะว่าผิวถนนที่บดอัดเสร็จแล้วจะต้องมีความแน่นสูงมากพอที่จะรับปริมาณการจราจร ในการทดลองออกแบบส่วนผสมและวิเคราะห์ความแน่นของตัวอย่างที่บดอัดโดยทั่วๆ ไป มีหน่วยเป็นปอนด์ต่อลูกบาศก์ฟุต หรือกิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ความแน่นที่ทดลองได้ในห้องปฏิบัติการทดลองจะนำมาเป็นค่ามาตรฐานสำหรับความแน่นที่บดอัดในสนาม โดยจะคิดเป็นร้อยละของความแน่นที่บดอัดได้ในห้องทดลอง

2. ช่องว่างอากาศ (Air Voids) แอสฟัลต์คอนกรีตประกอบด้วยเม็ดวัสดุมวลรวมซึ่งถูกเคลือบด้วยฟิล์มของแอสฟัลต์ ระหว่างเม็ดวัสดุมวลรวมที่ถูกเคลือบด้วยแอสฟัลต์เหล่านี้จะมีช่องว่างเล็กๆ เรียกว่า ช่องว่างอากาศ (Air Voids) ผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่บดอัดแล้ว จำเป็นที่จะต้องมีปริมาตรช่องว่างอากาศที่เพียงพอแต่ไม่มากเกินไป เนื่องจากเมื่อเปิดการจราจรแล้ว รถที่แล่นบนผิวทางจะทำให้แอสฟัลต์คอนกรีตแน่นขึ้นจากเดิม ทำให้ปริมาตรช่องว่างอากาศลดลง ถ้าปริมาตรช่องว่างอากาศขณะก่อสร้างเสร็จใหม่ๆ มีไม่เพียงพอ จะทำให้แอสฟัลต์ทะลักขึ้นมาบนผิว เกิด Bleeding นอกจากนี้ช่องว่างอากาศยังเป็นที่รองรับยางที่ขยายตัวเมื่ออากาศร้อนด้วย

ปริมาตรช่องว่างอากาศมีผลต่อความคงทน (Durability) ของผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีต ปริมาตรช่องว่างอากาศยิ่งน้อยเท่าใด น้ำและอากาศจะซึมผ่านเข้าไปทำลายแอสฟัลต์และการยึดเกาะระหว่างมวลรวมกับแอสฟัลต์ได้ยากเท่านั้น จะทำให้ผิวทางมีอายุยืนยาว

ความแน่นและปริมาตรช่องว่างอากาศ มีความสัมพันธ์กันโดยตรง กล่าวคือ ความแน่นยิ่งมากปริมาตรช่องว่างอากาศจะยิ่งน้อยและเป็นจริงในทางกลับกัน การกำหนดค่าความแน่นต่ำสุดของผิวทางจะต้องคำนึงถึงปริมาตรช่องว่างอากาศด้วย โดยปกติผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่บดอัดเสร็จใหม่ๆ มักจะกำหนดค่าความแน่นต่ำสุดซึ่งทำให้ปริมาตรช่องว่างอากาศน้อยกว่าร้อยละ 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ช่องว่างระหว่างมวลรวม (Voids in Mineral Aggregate หรือ VMA) คือ ปริมาตรช่องว่างทั้งหมดที่มีอยู่ระหว่างเม็ดวัสดุมวลรวมในแอสฟัลต์คอนกรีตที่บดอัดแล้ว ซึ่งรวมช่องว่างที่ถูกแทนที่ด้วยแอสฟัลต์(Voids Filled with Bitumen หรือ VFB) ด้วย

โดยที่ VMA คือ ปริมาตรช่องว่างสำหรับรับปริมาตรของแอสฟัลต์ประสิทธิผล (Effective Asphalt ซึ่งหมายถึงปริมาตรแอสฟัลต์ทั้งหมดที่ใส่ลงไปผสม หักด้วยปริมาตรแอสฟัลต์ส่วนที่ถูกดูดซึมเข้าไปในเม็ดของวัสดุมวลรวม) ปริมาตรช่องว่างที่เหลือจากการแทนที่ของแอสฟัลต์ประสิทธิผลคือปริมาตรช่องว่างอากาศ ดังนั้นถ้าหากออกแบบส่วนผสมให้แอสฟัลต์คอนกรีตมีปริมาตรช่องว่างเท่ากันแล้วแอสฟัลต์คอนกรีตที่มีค่า VMA สูงกว่า จะมีความคงทนต่อการใช้งานนานกว่าแอสฟัลต์คอนกรีตที่มีค่า VMA ต่ำกว่า ซึ่งอธิบายได้โดยอาศัยหลักความจริงว่าการที่วัสดุมวลรวมมีค่า VMA สูง ย่อมหมายถึงปริมาตรช่องว่างสำหรับใส่แอสฟัลต์มาก ทำให้ได้ฟิล์มแอสฟัลต์ที่ห่อหุ้มผิววัสดุมวลรวมหนา ซึ่งทำให้แอสฟัลต์คอนกรีตมีความคงทนอายุการใช้งานยืนยาว

4. ค่าการไหล (Flow) มาตรฐานกรมทางหลวงที่ ทล.ม. – 408/2532 ค่าการไหลมีหน่วยเป็น (0.01 นิ้ว) จะมีค่าระหว่าง 8-16

5. ปริมาณแอสฟัลต์ (Asphalt Content) เนื่องจากปริมาณแอสฟัลต์ที่ใส่ลงไปผสมในแอสฟัลต์คอนกรีตมีผลต่อคุณสมบัติของแอสฟัลต์คอนกรีตเป็นอย่างมาก ดังนั้นปริมาณแอสฟัลต์ที่ใช้จะต้องถูกต้องและแน่นอน ไม่ว่าจะเป็นการผสมในห้องทดลองหรือที่โรงงานผสม (Mixing Plant)

ในการออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต

ปริมาณแอสฟัลต์ที่เหมาะสมสำหรับคอนกรีตจะเป็นเท่าใดนั้นขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของวัสดุมวลรวมได้แก่ขนาดคละ และคุณสมบัติในการดูดซึมแอสฟัลต์ วัสดุมวลรวมซึ่งมีขนาดคละที่ประกอบด้วยเม็ดขนาดใหญ่กว่า เหตุผลก็คือวัสดุมวลรวมเม็ดเล็กมีพื้นที่ผิวมากกว่าวัสดุมวลรวมเม็ดใหญ่ (ถ้าปริมาตรเท่ากัน) จึงต้องใช้แอสฟัลต์มากกว่าเพื่อเคลือบผิวเม็ดวัสดุมวลรวม

2.3.6 แหล่งกำเนิดของแอสฟัลต์

1. เบอร์มูเดซแอสฟัลต์ (Bermudez Asphalt) เป็นแอสฟัลต์ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติมีลักษณะเป็นบึงอยู่บริเวณชายฝั่งด้านเหนือของเวเนซูเอลา (Venezuela)

2. ชนิดของน้ำมันดิบ (Petroleum Crude Oil) น้ำมันดิบที่ใช้กลั่นเอาน้ำมันเชื้อเพลิงกากที่เหลือหลังจากการกลั่นอาจไม่ใช่แอสฟัลต์ก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลัก และชนิดของน้ำมันดิบนั้นๆ ซึ่งพอแยกได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก. ชนิดที่มีส่วนประกอบหลักเป็น พาราฟิน (Paraffinic Base) ส่วนที่เหลือจากการกลั่นจะได้พาราฟิน

ข. ชนิดที่มีส่วนประกอบหลักเป็น แอสฟัลต์ (Asphaltio Best) ส่วนที่เหลือจากการกลั่นจะได้แอสฟัลต์

ค. ชนิดผสม (Mixcd Base) เป็นน้ำมันปิโตรเลี่ยมที่กลั่นแล้วจะได้กากจากการกลั่นเป็นพาราฟินละแอสฟัลต์

3. ขบวนการผลิตแอสฟัลต์

วิธีการผลิตเริ่มจาก การป้อนน้ำมันดิบจากังเก็บเข้าสู่ท่อที่ให้ความร้อนซึ่งจะทำให้อุณหภูมิของน้ำมันดิบเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว จากนั้นจะไหลผ่านท่อเข้าสู่หอกลั่น และความดันภายในหอกลั่นจะถูกทำให้ลดลงเป็นสุญญากาศ เพื่อที่จะแยกส่วนประกอบที่เบาและระเหยได้ง่ายกว่าออกจากกันเป็นชั้น ๆ ตามความหนักเบา ส่วนที่เหลือจากการกลั่นเป็นส่วนที่หนักข้นและระเหยได้ยาก มีลักษณะค่อนข้างเหลว เรียกว่า "Topped Crude" และจะนำส่วนนี้มาผลิตแอสฟัลต์ซึ่งมีวิธีใหญ่ ๆ อยู่ 2 วิธี คือ

ก. ขบวนการผลิตแบบ Vacuum Reduction ขบวนการนี้จะให้แอสฟัลต์ซีเมนต์ที่มีความข้นที่ต้องการ

ข. ขบวนการผลิตแบบ Oxidation ทำโดยการนำแอสฟัลต์ซีเมนต์ที่ต้องการบรรจุลงในถังรูปทรงกระบอก และให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 500°ฟ. และพ่นอากาศเข้าไปทางด้านล่าง อ็อกซิเจนในอากาศจะทำปฏิกิริยากับน้ำมันให้เปลี่ยนมาเป็น แอสฟัลติกเรซิน (Asphaltio Resins) แล้วก็เปลี่ยนมาเป็นแอสฟัลทีน (Asphaltenes) ซึ่งเรียกกันว่า Blown Asphalt

4. ส่วนประกอบทางเคมีของแอสฟัลต์

แอสฟัลต์ประกอบด้วย โมเลกุลของไฮโดรคาร์บอนที่ค่อนข้างใหญ่และซับซ้อน และสารประกอบไฮโดรคาร์บอนอื่น ๆ ในการแยกส่วยประกอบของแอสฟัลต์จะต้องใช้ทำละลายต่าง ๆ และวิธีการดังเช่น Chemical Precipitation, Thermal Diffusion

การแยกส่วนโดยใช้ตัวทำละลาย (Solvent Fractions) เป็นวิธีในการตรวจสอบหาส่วนประกอบของแอสฟัลต์ที่นิยมเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งจะแยกส่วนประกอบได้เป็น 4 ส่วน คือ Carbenes (ไม่ละลายในคาร์บอนไดซัลไฟด์), Carbenes (ละลายในคาร์บอนไดซัลไฟด์แต่ไม่ลายในคาร์บอนเตตราคลอไรด์) , Asphaltenes (ละลายในคาร์บอนเต็ดตระคลอไรด์ แต่ไม่ลายในไฮโรคาร์บอนอิ่มตัว เช่น ปิโตรเลี่ยมอีเธอร์ที่มีจุดเดือดต่ำ) และ Maltenes, Resins และ Oils

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ระบบการกำหนดชั้นและเกรดของแอสฟัลต์

ก. เกรดเพนิเตรชั่น (Penetration Grading)

เป็นวิธีการที่ใช้กันอย่างแพร่หลายโดยจะแบ่งเกรดตามความแข็งของแอสฟัลต์เอง เช่น 40/50(แข็ง), 60/70 (ปานกลาง), 80/100 หรือ 100/120(อ่อน), 150/200(อ่อนมาก) เป็นต้น

ข. เกรดค่าความหนืด (Viscosity Grading)

6. ความคงทนของแอสฟัลต์ (Durability of Asphalt)

ก. Oxidation เป็นสาเหตุใหญ่ที่ทำให้แอสฟัลต์แข็งตัวและเสื่อมสภาพการเกิด Oxidation ช้าหรือเร็วนั้นจะขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม เช่น ดินฟ้าอากาศ อุณหภูมิและปริมาณการเกิดอ็อกซิเจน แต่อัตราการเกิด Oxidation จะช้าลงและน้อยลงเมื่อลึกลงไปจากผิวแอสฟัลต์การเกิด Oxidation จะสูงเมื่อแอสฟัลต์ที่ใช้งานอยู่ในอุณภูมิที่สูงและถูกอากาศเต็มที่

ข. Volatilization

เป็นขบวนการระเหยตัวของสารที่สามารถระเหยได้ในส่วนผสมของแอสฟัลต์ ขบวนการนี้จำไม่เกิดที่อุณหภูมิปกติ แต่จะเกิดเฉพาะที่อุณภูมิสูง ๆ เท่านั้น

ค. Microbiological Deterioration

เป็นการเสียตามธรรมชาติ

2.3.7 ความรู้เกี่ยวกับก้อนแอสฟัลต์

เป็นการศึกษาเพื่อจะหาวัสดุที่สามารถมาทดแทนกระสอบทราย โดยวัสดุที่ใช้สามารถป้องกันน้ำท่วมและสามารถเพิ่มฟังก์ชั่นการใช้งานในการประยุกต์ใช้กับชีวิตประจำวันทั่วไปได้มากว่ากระสอบทราย ซึ่งในการเปรียบเทียบจะเปรียบเทียบการใช้งานภายในครัวเรือนเป็นส่วนสำคัญ กับกระสอบทราย ซึ่งจากการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นความน่าจะเป็นของก้อนแอสฟัลต์สำเร็จ น่าจะมีความเหมาะสมมาก

ข้อดี

ใช้งานได้ง่าย ไม่ต้องใช้ช่างฝีมือในการก่อ มีความสามารถในการป้องกันน้ำได้เหมือนกระสอบทรายอีกทั้งยังสามารถรื้อถอนได้สะดวกและไม่เป็นขยะ ไม่อุดตันท่อ หลังน้ำลด และยังสามารถนำกลับมาใช้ใหม่เมื่อมีน้ำท่วมครั้งต่อไป แต่หากไม่อยากกองเอาไว้เฉยๆก็ยังสามารถนำไปใช้ก่อทำกระถางต้นไม้ ทำทางเดิน ตกแต่งสวนแล้วแต่ความต้องการที่ใช้ โดยที่ไม่จำเป็นต้องกองก้อนแอสฟัลต์โดยเปล่าประโยชน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
แผนงานและขั้นตอนการดำเนินงาน

3.1 แผนงานการดำเนินงาน

การประยุกต์ใช้ก้อนแอสฟัลต์สำเร็จสำหรับคันกั้นน้ำป้องกันน้ำท่วม จะนำแอสฟัลต์เกรด 60/70 สำหรับ เป็นวัสดุเชื่อมประสานกับมวลรวมหิน แล้วนำไปหล่อเป็นก้อนแอสฟัลต์ เพื่อนำไปก่อเป็นคันกั้นน้ำป้องกันน้ำท่วม จะดำเนินการตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2549 จนถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 ใช้เวลาทั้งหมด 32 สัปดาห์ โดยแบ่งการทำงานเป็นขั้นตอนต่างๆดังนี้

3.1.1 การศึกษาข้อมูลจำเป็นในการทำโครงการ

ในการหาข้อมูลของการศึกษาในโครงการอื่นๆ ศึกษาวิธีการทดลองและมาตรฐานของกรมทางหลวง ใช้เวลา 3 สัปดาห์

3.1.2 จัดเตรียมวัสดุในการทดลอง

ในการจัดเตรียมวัสดุในการทดลองนั้นต้องทำการตรวจดูอุปกรณ์และ จัดหาวัสดุตัวอย่างทดสอบ ทั้งยาง AC. 60/70 และมวลรวม ใช้เวลา 2 สัปดาห์

3.1.3 ทำการทดสอบคุณภาพของแอสฟัลต์ เกรด 60/70 โดยการทดสอบดังนี้

- การทดสอบหาค่าความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity Test)
- การทดสอบหาค่าการยืดตัว (Ductility Test)
- การทดสอบหาค่าจุดอ่อนตัว (Softening Point Test)
- การทดสอบหาค่าการทะลวง (Penetration Test)
- การทดสอบหาค่าจุดวาบไฟ (Flash Point Test)

ใช้เวลา 1 สัปดาห์

3.1.4 ทำการวิเคราะห์ผล (ในช่วงแรก)

วิเคราะห์ผลการทดสอบคุณภาพของแอสฟัลต์ เกรด 60/70

3.1.5 ทำการทดสอบมวลรวมที่จะใช้ผสม ซึ่งมีการทดสอบดังนี้

- การทดสอบหาความถ่วงจำเพาะของมวลรวมละเอียด(Calibration of Pycnometer)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ขนาดคละของมวลรวม (Gradation Test)

- การทดสอบหาขนาดคละของมวลรวม (Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates)

- การทดสอบหาความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity Test)

- การทดสอบหาค่าความสึกหรอ (Abrasion Test)

ใช้เวลา 2 สัปดาห์

3.1.6 ทำการทดสอบหากำลังต่างๆของก้อนแอสฟัลต์

- การทดสอบหากำลังรับแรงดึงของก้อนแอสฟัลต์ (TENSILE STRENGTH OF PREFABRICATED ASPHALT)

- การทดสอบกำลังรับแรงอัดของก้อนแอสฟัลต์(Test for Compressive Strength of Cylindrical Prefabricated Asphalt)

- การทดสอบกำลังดัดของก้อนแอสฟัลต์ (Test for Flexural Strength of Prefabricated Asphalt)

ใช้เวลา 5 สัปดาห์

3.1.7 การทดสอบความซึมน้ำของวัสดุป้องกัน

- การทดสอบการหาอัตราการไหลของน้ำซึมผ่านของกระสอบทราย

- การทดสอบการหาอัตราการไหลของน้ำซึมผ่านของก้อนแอสฟัลต์สำเร็จ

วิเคราะห์ผลการทดสอบ โดยเปรียบเทียบระหว่าง การทดสอบการหาอัตราการไหลของน้ำซึมผ่านของกระสอบทราย กับ การทดสอบการหาอัตราการไหลของน้ำซึมผ่านของก้อนแอสฟัลต์สำเร็จ ใช้เวลา 7 สัปดาห์

3.1.8 นำก้อนแอสฟัลต์ไปประยุกต์ใช้มีดังนี้

นำไปก่อเป็นกระถางต้นไม้ ปูทางเท้า จัดสวนเพื่อความสวยงาม

3.1.9 ทำการจัดทำรูปเล่มรายงาน

การประยุกต์ใช้ก้อนแอสฟัลต์สำเร็จสำหรับคันกั้นน้ำป้องกันน้ำท่วม (APPLICATION OF PREFABRICATED ASPHALT BLOCK FOR FLOODING RIDGE PROTECTION)

ใช้เวลา 2 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ทำการทดสอบคุณภาพของแอสฟัลต์ เกรด 60/70 โดยวิธีทดสอบดังนี้

1.1 การทดสอบหาค่าความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity Test)

1.2 การทดสอบหาค่าการยืดตัว (Ductility Test)

1.3 การทดสอบหาค่าจุดอ่อนตัว (Softening Point Test)

1.4 การทดสอบหาค่าการทะลวง (Penetration Test)

1.5 การทดสอบหาค่าจุดวาบไฟ (Flash Point Test)

2. ทำการทดสอบมวลรวมที่จะใช้ผสม ซึ่งมีการทดสอบดังนี้

2.1 การทดสอบหาความถ่วงจำเพาะของมวลรวมละเอียด(Calibration of Pycnometer)

2.2 ขนาดคละของมวลรวม (Gradation Test)

2.3 การทดสอบหาขนาดคละของมวลรวม (Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates)

2.4 การทดสอบหาความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity Test)

2.5 การทดสอบหาค่าความสึกหรอ (Abrasion Test)

3. ทำการทดสอบหากำลังต่างๆของก้อนแอสฟัลต์

3.1 การทดสอบหากำลังรับแรงดึงของก้อนแอสฟัลต์ (TENSILE STRENGTH OF PREFABRICATED ASPHALT)

3.2 การทดสอบกำลังรับแรงอัดของก้อนแอสฟัลต์(Test for Compressive Strength of Cylindrical Prefabricated Asphalt)

3.3การทดสอบกำลังดัดของก้อนแอสฟัลต์ (Test for Flexural Strength of Prefabricated Asphalt)

4. วิเคราะห์ผลการทดสอบ โดยเปรียบเทียบระหว่าง การทดสอบการหาอัตราการไหลของน้ำซึมผ่านของกระสอบทราย กับ การทดสอบการหาอัตราการไหลของน้ำซึมผ่านของก้อนแอสฟัลต์สำเร็จ

4.1 การทดสอบการหาอัตราการไหลของน้ำซึมผ่านของกระสอบทราย

4.2 การทดสอบการหาอัตราการไหลของน้ำซึมผ่านของก้อนแอสฟัลต์สำเร็จ

5. นำก้อนแอสฟัลต์ไปประยุกต์ใช้มีดังนี้

นำไปก่อเป็นกระถางต้นไม้ ปูทางเท้า จัดสวนเพื่อความสวยงาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1 วิธีการทดลองหาค่าความถ่วงจำเพาะและความหนาแน่นของแอสฟัลต์ซีเมนต์

(Specific Gravity and Density of Asphalt Cement Test) (ASTM D70-97)

ขอบข่าย

เพื่อหาความถ่วงจำเพาะและความหนาแน่นของวัสดุบิทูเมนที่มีสภาพกึ่งของแข็ง, แอสฟัลต์ซีเมนต์ และทาร์พิทซ์อ่อน (soft tar pitch) โดยการใช้ Pycnometer

ความถ่วงจำเพาะของแอสฟัลต์ซีเมนต์ คือ อัตราส่วนของมวลแอสฟัลต์ซีเมนต์ที่มีปริมาตรหนึ่งที่อุณหภูมิ 25° C (77° F) ต่อมวลของน้ำที่มีปริมาตรเท่ากันและที่อุณหภูมิเดียวกัน

ในการทดลองแอสฟัลต์ซีเมนต์ตัวอย่างจะถูกเทลงในขวด Pycnometer ซึ่งทำด้วยแก้วและมีฝาจุกไว้สำหรับปิดขวด Pycnometer โดยที่ความจำเพาะของแอสฟัลต์ซีเมนต์ สามารถหาได้โดยการชั่งน้ำหนักตามขั้นตอนแล้วเข้าสูตรคำนวณ คือ น้ำหนักของขวด Pycnometer และฝาจุก (ขวดเปล่า), น้ำหนักของขวด Pycnometer ที่บรรจุน้ำกลั่น พร้อมฝาจุก, น้ำหนักของขวด Pycnometer ที่มีแอสฟัลต์ซีเมนต์บรรจุอยู่ประมาณ 3 ใน 4 ของความจุ พร้อมฝาจุกและน้ำหนักของขวด Pycnometer ที่มีแอสฟัลต์ซีเมนต์และน้ำบรรจุอยู่ พร้อมฝาจุก

อุปกรณ์

1. Pycnometer ทำด้วยแก้วรูปทรงกระบอกหรือรูปกรวยพร้อมฝาจุกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 22-26 มิลลิเมตร โดยที่กึ่งกลางฝาจุกมีรูตามแนวดิ่ง เส้นผ่านศูนย์กลาง 1.0 ถึง 2.0 มิลลิเมตร ผิวด้านบนของฝาจุกราบเรียบ ผิวด้านใต้โค้งเข้าเพื่อให้อากาศลอยออกไปได้ Pycnometer มีความจุ 24-30 มิลลิเมตร และน้ำหนักของ Pycnometer พร้อมฝาจุกไม่ควรเกิน 40 กรัม

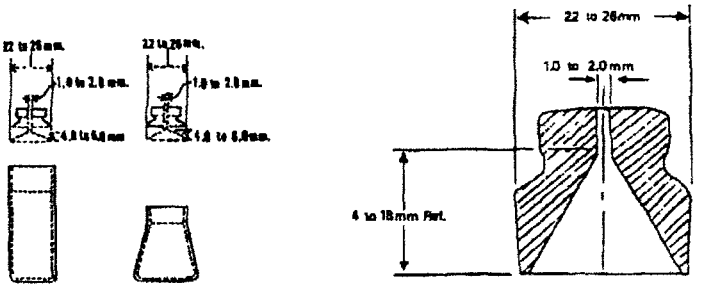
2. อ่างน้ำปรับอุณหภูมิ (Water Bath) สามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ โดยอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงได้ไม่เกิน 0.1° C (0.2° F) จากอุณหภูมิที่ทำการทดลอง

3. เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometers) อ่านละเอียด 0.1° C (0.2° F) ความคลาดเคลื่อนสูงสุด 0.1° C (0.2° F)

4. เครื่องชั่งน้ำหนัก อ่านละเอียด 0.001 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



รูปที่ 3.1 แสดงขนาดของขวด Pycnometer

วิธีการทดลอง

1.ปรับอุณหภูมิของอ่างปรับอุณหภูมิไว้ที่อุณหภูมิที่ต้องการทดลองคือ ที่ 25± 0.1° C

2.ทำความสะอาด Pycnometer พร้อมฝาจุกให้แห้ง จากนั้นทำการชั่งน้ำหนัก บันทึกผลเป็นค่า A

3. เติมน้ำกลั่นลงใน Pycnometer ปิดฝาจุก จากนั้นนำ Pycnometer วางไว้ในอ่างน้ำปรับอุณหภูมิโดยทำการแช่ในอ่างปรับอุณหภูมิไม่น้อยกว่า 30 นาที แล้วจึงนำขึ้นมาเช็ดผิวนอกของ Pycnometer และฝากจุกให้แห้ง ทำการชั่งน้ำหนักทันที บันทึกผลเป็นค่า B

4. ทำความสะอาด Pycnometer ให้แห้ง จากนั้นให้ความร้อนแก่ตัวอย่างจนตัวอย่างเหลวพอที่จะเทคนตัวอย่างให้สม่ำเสมอเพื่อไม่ให้เกิดความร้อนที่จุดหนึ่งจุดใดมากเกินไปไม่ควรให้อุณหภูมิของตัวอย่างสูงมากกว่า 111° C (200° F) เหนือจุดอ่อนตัว (softening point) ของแอสฟัลต์ซีเมนต์และความร้อนที่ให้ไม่ควรเกิน 30 นาที หากมีฟองอากาศภายในตัวอย่าง ควรไล่ฟองอากาศออกให้หมดโดยใช้เปลวไฟจากตะเกียงผ่านผิวหน้าของตัวอย่าง จากนั้นเทตัวอย่างลงใน Pycnometer ประมาณ 3 ใน 4 ของความจุ ระวังอย่าให้เลอะเทอะด้านนอกของ Pycnometer
(หากเลอะด้านนอก ต้องทำความสะอาดให้เรียบร้อย)

5. ปล่อยให้ Pycnometer และวัสดุเย็นลงจนถึงอุณหภูมิที่ทดลองไม่น้อยกว่า 40 นาที ปิดฝาจุกจากนั้นนำไปชั่งน้ำหนัก บันทึกผลเป็นค่า C

6. เติมน้ำกลั่นลงใน Pycnometer ปิดฝาจุกและนำไปแช่ในอ่างปรับอุณหภูมิไม่น้อยกว่า 30 นาที นำขึ้นจากอ่างปรับอุณหภูมิ เช็ดผิวนอกของ Pycnometer ให้แห้งและชั่งน้ำหนัก บันทึกผลเป็นค่า D

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
82922

การคำนวณ

1.คำนวณหาค่าความถ่วงจำเพาะ (G_A) = (C-A)/[(B-A)-(D-C)]

โดยที่ A = น้ำหนักของ Pycnometer (รวมฝาจุก)

B = น้ำหนักของ Pycnometer เติมน้ำเต็ม

C = น้ำหนักของ Pycnometer ที่บรรจุแอสฟัลต์ซีเมนต์บางส่วน

D = น้ำหนักของ Pycnometer ที่บรรจุแอสฟัลต์ซีเมนต์และเติมน้ำเต็ม

2. คำนวณค่าความหนาแน่นให้มีความละเอียด 0.001

ค่าความหนาแน่น = ค่าความถ่วงจำเพาะ (G_A) x W_T

โดยที่ W_T = ความหนาแน่นของน้ำที่อุณหภูมิที่ทำการทดลอง (จาก CRC Handbook of Chemistry Physics กำหนดความหนาแน่นของน้ำที่อุณหภูมิ 25° C มีค่าเท่ากับ 997.0 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)

การรายงาน

รายงานค่าความถ่วงจำเพาะและความหนาแน่นพร้อมระบุอุณหภูมิที่ทดลองคือที่ 25° C ค่าความหนาแน่นจากการทดลอง 2 ครั้ง โดยที่ผู้ทดลองคนเดียว ค่าที่ได้ควรแตกต่างกันไม่มากกว่า 0.002 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และสำหรับผู้ทดลอง2 คน ในห้องทดลองต่างกันค่าที่ได้ควรแตกต่างกันไม่มากกว่า 0.005 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 วิธีการทดลองหาค่าเพนิเตรชัน (Penetration) (ASTM D5-83)

บทนิยาม

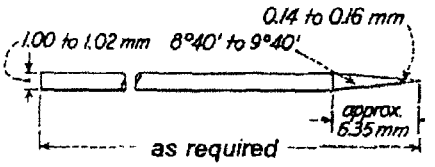
ค่าเพนิเตรชัน (Penetration) หมายถึง ระยะทางที่เข็มมาตรฐานแทงจมลงในเนื้อวัสดุแอสฟัลต์ตามแนวดิ่ง ภายใต้ภาวะของน้ำหนักบรรทุก เวลา และอุณหภูมิที่กำหนดโดยระยะทางที่เข็มจมในหน่วยของ 0.1 มิลลิเมตร ค่าเพนิเตรชันจะเป็นค่าบอกความข้นหนืด (consistency) ของวัสดุแอสฟัลต์ ถ้ามีค่ามากแสดงว่ามีความข้นหนืดน้อย ถ้ามีค่าน้อยแสดงว่ามีความข้นหนืดมาก

เครื่องมือ

1.เครื่องทดลองเพนิเตรชัน (Penetration Apparatus) ประกอบด้วยแกนซึ่งเคลื่อนขึ้นลงตามแนวดิ่งมีความเสียดทานน้อยที่สุด และสามารถวัดความลึกของการทะลวงได้ละเอียดถึง 0.1 มม. น้ำหนักของแกนมีค่า 47.5 $\pm$ 0.05 กรัม ที่แกนจะมีปากจับเข็มมาตรฐาน น้ำหนักรวมเมื่อประกอบเข็มมาตรฐานเข้ากับแกนมีค่า 50.0+ 0.05 กรัม เครื่องทดลองจะต้องมีน้ำหนักถ่วงขนาด 50 + 0.05 กรัม และ 100 + 0.05 กรัม เพื่อให้ได้น้ำหนักกด 100 กรัม และ 200 กรัม ตามกำหนดของสภาพการทดลอง ผิวสำหรับวางภาชนะบรรจุตัวอย่างจะต้องราบ และแกนกดจะต้องตั้งฉากกับผิวนี้ แกนที่ใช้สามารถออกตรวจสอบน้ำหนักได้

2. เข็มทะลวง (Penetration Needle) เข็มที่ใช้ทำจากเหล็กกล้าไร้สนิมชุบแข็งเกรด 440-C หรือเทียบเท่า HRC 54 ถึง 60 ยาวประมาณ 50 มม. (2 นิ้ว) เส้นผ่าศูนย์กลางขนาด1.00 ถึง 1.02 มม. (0.0394 ถึง 0.0402 นิ้ว) ปลายข้างหนึ่งเสี้ยมแหลมเป็นรูปกรวยมีมุมแหลมอยู่ระหว่าง 8.7 ถึง 9.7° ปลายกรวยตัดในแนวตั้งฉากกับแกนของเข็มคลาดเคลื่อนไม่เกิน 2° ปลายกรวยที่ตัดนี้มีขนาดศูนย์กลางอยู่ในช่วง 0.14 กับ 0.16 มม. (0.0055 ถึง 0.0063 นิ้ว) ตลอดขอบของปลายตัดจะต้องคมปราศจากเสี้ยน ปลายอีกข้างเข็มจะสวมอยู่ในปลอกโลหะทองเหลือง หรือเหล็กกล้าไร้สนิม ส่วนของเข็มที่ยาวโผล่จากปลอกอยู่ในช่วง 40 ถึง 45 มม. (1.57 ถึง 1.77 นิ้ว) ปลอกมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3.2 $\pm$ 0.05 มม. (0.12 $\pm$ 0.003 นิ้ว) และยาว 38 $\pm$ 1 มม. (1.50 $\pm$ 0.05 นิ้ว) น้ำหนักรวมของปลอกกับเข็มเท่ากับ 2.50 $\pm$ 0.05 กรัม (อาจเจาะรูปลายของปลอกเพื่อควบคุมน้ำหนักให้ได้ตามระบุ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 แสดงขนาดของเข็มหาค่าการทะลวง

3. ภาชนะบรรจุตัวอย่าง (Sample Container) มีลักษณะเป็นรูปทรงกระบอกก้นแบน ทำด้วยโลหะ หรือแก้ว มีขนาดดังนี้

สำหรับค่าทะลวงต่ำกว่า 200

เส้นผ่าศูนย์กลาง	55	มม.
ความลึกภายใน	35	มม.

สำหรับค่าทะลวง ระหว่าง 200 กับ 350

เส้นผ่าศูนย์กลาง	70	มม.
ความลึกภายใน	45	มม.

4. อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Water Bath) เป็นอ่างน้ำที่มีความจุไม่น้อยกว่า 10 ลิตร สามารถปรับและควบคุมอุณหภูมิให้ได้ 25 $\pm$ 0.1° C หรือที่อุณหภูมิใดๆ มีชั้นโปร่งวางอยู่เหนือก้นอ่างไม่น้อยกว่า 50 มม. และต้องอยู่ต่ำกว่าระดับของเหลวในอ่างไม่น้อยกว่า 100 มม. ถ้าการทดลองหาค่าเพนิเตรชันที่มั่นคงแข็งแรงพอ น้ำที่ใช้ในอ่างอาจใช้น้ำเกลือสำหรับการทดลองที่อุณหภูมิต่ำ

5. ภาชนะย้ายตัวอย่าง (Transfer Dish) เป็นภาชนะที่มีความจุไม่ต่ำกว่า 350 มล. และมีความลึกเพียงพอให้น้ำคลุมทั่วภาชนะบรรจุตัวอย่างขนาดใหญ่ และมีที่รองรับภาชนะบรรจุตัวอย่างรูปร่างสามขาที่มีหน้าสัมผัสสามจุดกับภาชนะบรรจุตัวอย่างเพื่อป้องกันภาชนะบรรจุตัวอย่างขับเคลื่อนในเวลาทดลอง

6. เครื่องจับเวลา (Timing Device) ใช้สำหรับการทดลองที่ใช้เครื่องทดลองแบบคุมด้วยมือ เครื่องจับเวลามักเป็นนาฬิกาจับเวลา (Stop Water) หรือแบบอื่นที่สามารถให้ความละเอียดถึง 0.1 วินาที หรือละเอียดกว่า และมีความถูกต้องภายใน $\pm$ 0.1 วินาที สำหรับช่อง 60 วินาที อาจใช้เครื่องนับเวลาที่ให้เสียงสัญญาณทุกๆ 0.5 วินาทีก็ได้ หรืออาจใช้เครื่องจับเวลาอัตโนมัติประกอบเข้ากับเครื่องทดลอง ก็ได้แต่ต้องปรับเทียบความถูกต้องให้อยู่ภายใน $\pm$ 0.1 วินาที ตามช่วงการทดลองที่ระบุ

7. เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometers) เทอร์โมมิเตอร์ที่เหมาะสมกับการใช้ทั่วๆ ไป มีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเลข ASTM	ช่วง
17 C หรือ 17 F	19 ถึง 27° C (66 ถึง 80° F)
63 C หรือ 63 F	-8 ถึง +32° C (18 ถึง 89° F)
64 C หรือ 64 F	25 ถึง 55° C (77 ถึง 131°F)

เทอร์โมมิเตอร์ที่ใช้ต้องอ่านได้ละเอียดถึง 0.1°C และตัวเทอร์โมมิเตอร์ต้องจุ่มลงในน้ำ 150 $\pm$ 15 มม. เนื่องจากอุณหภูมิมีผลต่อค่าเพนิเตรชันอย่างมาก ดังนั้นเทอร์โมมิเตอร์จะต้องได้รับการปรับเทียบอย่างถูกต้องก่อนการนำมาใช้งาน

การเตรียมตัวอย่าง

1.ให้เกิดความร้อนแก่ตัวอย่างด้วยความระมัดระวัง กวนตัวอย่างเท่าที่จะทำได้เพื่อป้องกันไม่ให้จุดใดจุดหนึ่งร้อนมากเกินไป จนกระทั่งตัวอย่างเหลวพอเทได้ สำหรับ วัสดุ ทาร์พิทซ์ (tar pitch) ไม่ควรให้อุณหภูมิสูงกว่าจุดอ่อนตัวมากกว่า 60° C ตามวิธีการทดลอง D 2398 สำหรับวัสดุแอสฟัลต์ไม่ควรให้อุณหภูมิสูงกว่าจุดอ่อนตัวมากกว่า 90° C การให้ความร้อนแก่ตัวอย่างต้องไม่นานเกิน 30 นาที หลีกเลี่ยงไม่ให้เกิดฟองอากาศในตัวอย่าง

2. เทตัวอย่างลงในภาชนะบรรจุตัวอย่างให้ได้ความหนาเพียงพอ ควรหนามากกว่าระยะที่คาดว่าเข็มจะจมลงในเนื้อวัสดุแอสฟัลต์เป็นระยะมากกว่าอย่างน้อยที่สุด 10 มม.

3. ปิดภาชนะบรรจุตัวอย่างเพื่อป้องกันฝุ่น ปล่อยให้เย็นลงในบรรยากาศที่อุณหภูมิระหว่าง 15 กับ 30° C เป็นเวลา 1 ถึง 1 $^1/_2$ ชั่วโมง ส่วนตัวอย่างวางในภาชนะบรรจุตัวอย่างขนาดเล็ก และเป็นเวลา 1 $^1/_2$ ถึง 2 ชั่วโมง สำหรับขนาดใหญ่ นำตัวอย่างวางในภาชนะย้ายตัวอย่าง (ถ้าจำเป็นต้องใช้) แล้วเอาไปแช่ในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิซึ่งมีอุณหภูมิคงที่ตามข้อกำหนดของการทดลอง ตัวอย่างในภาชนะบรรจุขนาดเล็ก (3 ออนซ์) ให้แช่เป็นเวลา 1 ถึง 1 $^1/_2$ ชั่วโมง ส่วนตัวอย่างในภาชนะบรรจุขนาดใหญ่ (6 ออนซ์) ให้แช่เป็นเวลา 1 $^1/_2$ ถึง 2 ชั่วโมง

เงื่อนไขการทดลอง

การทดลองที่ไม่ได้กำหนดเงื่อนไขใดๆ ไว้ให้ใช้อุณหภูมิการทดลองที่ 25°C (77°F) น้ำหนักกด 100 กรัม และเวลา 5 วินาที เงื่อนไขที่กำหนดเป็นอย่างอื่นสำหรับการทดลองพิเศษอาจกำหนดไว้ดังนี้

อุณหภูมิ, °C (°F)	น้ำหนักกด, กรัม	เวลา, วินาที
0 (32)	200	60
4 (39.2)	200	60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

46.1 (115) 50 5

ในกรณีดังกล่าวนี้ ต้องรายงานเงื่อนไขการทดลองอย่างชัดเจน

วิธีการทดลอง

1.ตรวจสอบแกนปากจับเข็มให้ปราศจากน้ำและวัตถุไม่พึงประสงค์ ทำความสะอาดเข็มด้วย (toluene) หรือสารละลายอื่นที่เหมาะสมแล้วเช็ดให้แห้งด้วยผ้าสะอาด สอดเข็มเข้ากับเครื่องทดลองเพนิเตรชัน ถ้าไม่ได้กำหนดเงื่อนไขการทดลองไว้ให้ใช้น้ำหนักถ่วง 50 กรัม ถ่วงบนแกนเพื่อให้ได้น้ำหนักกดรวมเท่ากับ 100 + 0.1 กรัม ถ้าการทดลองกระทำโดยตั้งเครื่องทดลองเพนิเตรชันในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ ให้วางภาชนะบรรจุตัวอย่างลงบนที่ตั้งของเครื่องทดลองที่จมอยู่ในน้ำ และต้องให้น้ำในอ่างท่วมภาชนะบรรจุตัวอย่าง ถ้าการทดลองกระทำโดยตั้งเครื่องทดลองกระทำโดยตั้งเครื่องทดลองเพนิเตรชันนอกอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ ให้วางภาชนะบรรจุตัวอย่างซึ่งมีน้ำที่อุณหภูมิคงที่จากอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิท่วมภาชนะบรรจุตัวอย่าง แล้วจึงวางภาชนะย้ายตัวอย่างลงบนที่ตั้งของเครื่องทดลองเพนิเตรชันในแต่ละกรณีต้องปรับเครื่องมือให้เข็มมาตรฐานที่มีน้ำหนักกดตามระบุสัมผัสกับเงาของตัวอย่างพอดี ซึ่งทำได้โดยค่อยๆ เลื่อนเข็มลงแล้วสังเกตให้ปลายเข็มสัมผัสกับเงาของตัวเข็มที่เกิดจากการสะท้อนมาจากผิวหน้าของตัวอย่างที่มีการตั้งเครื่องมือให้ได้รับแสงสว่างที่พอเหมาะ ตั้งหน้าปัดให้อ่านค่าศูนย์เมื่อเข็มสัมผัสผิวหน้าของตัวอย่างแล้วปล่อยเข็มให้ทะลวงลงไปในตัวอย่างตามระยะเวลาที่กำหนด จากนั้นวัดหาค่าระยะทางที่เข็มจมลงไปในตัวอย่างด้วยการปรับหน้าปัด ระยะทางที่วัดได้เป็นค่าของการทะลวงที่วัดในหน่วย 0.1 มม. ถ้าภาชนะบรรจุตัวอย่างมีการเคลื่อนที่ในระหว่างการปล่อยเข็มทะลวงตัวอย่างให้ถือว่าการทดลองนั้นใช้ไม่ได้

2. แต่ละตัวอย่างให้ทำการทดลองอย่างน้อย 3 ครั้ง ตรงจุดที่อยู่ห่างจากขอบภาชนะบรรจุตัวอย่างไม่น้อยกว่า 10 มม. และแต่ละจุดต้องอยู่ห่างกันไม่น้อยกว่า 10 มม. ถ้าการทดลองต้องใช้ภาชนะย้ายตัวอย่างจะต้องนำภาชนะย้ายตัวอย่างที่มีตัวอย่างอยู่กลับไปแช่ในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิทุกครั้งก่อนที่จะทดลองจุดต่อไป เพื่อรักษาอุณหภูมิให้คงที่ตามกำหนดต้องทำความสะอาดเข็มทุกครั้งก่อนการทดลองแต่ละจุด ถ้าวัสดุตัวอย่างมีค่าเพนิเตรชันมากกว่า 200 ให้ใช้เข็มอย่างน้อย 3 อัน โดยทิ้งเข็มไว้ในการทดลองแต่ละจุด แล้วเริ่มทดลองด้วยเข็มอันใหม่จนกว่าจะเสร็จการทดลองทุกจุด

3. เข็ม, ภาชนะบรรจุตัวอย่างและเงื่อนไขต่างๆ ตามวิธีนี้ใช้สำหรับการหาค่าเพนิเตรชันที่มีค่าสูงถึง 350 อย่างไรก็ตามวิธีนี้อาจใช้กับค่าเพนิเตรชันสูงถึง 500 โดยใช้ภาชนะบรรจุตัวอย่างแบบพิเศษและ เข็มชนิดพิเศษโดยใช้ภาชนะบรรจุตัวอย่างควรลึกอย่างน้อยที่สุด 60 มม. ปริมาตรตัวอย่างทั้งหมดในภาชนะบรรจุตัวอย่างไม่ควรเกิน 125 มล. เพื่อให้สามารถปรับอุณหภูมิตัวอย่างได้อย่างเหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 เข็มพิเศษจะต้องมีขนาด และน้ำหนักได้ตามที่ระบุในหัวข้อเข็มมาตรฐาน และจะต้องให้ส่วนของเข็มที่ยาวโผล่จากปลอกมีความยาว 50 มม.

3.2 ตัวอย่างที่มีค่าเพนิเตรชันสูงอาจทดลองโดยใช้เข็มมาตรฐาน และภาชนะบรรจุตัวอย่างขนาด 6 ออนซ์ แต่ใช้น้ำหนักกด 50 กรัม ค่าเพนิเตรชันหาได้จากการคูณผลการทดลองของน้ำหนักกด 50 กรัม ด้วยค่ารากกำลังสองของ 2 (square root of 2) นั่นคือ

ค่าเพนิเตรชันภายใต้น้ำหนักกด 100 กรัม = ค่าเพนิเตรชันภายใต้น้ำหนักกด 50 กรัม X 1.414

การรายงาน

รายงานค่าเฉลี่ยการทดลองอย่างน้อย 3 ครั้ง ความแตกต่างของการทดลองจะต้องไม่เกินข้อกำหนดดังนี้

ตารางที่ 3.1 ข้อกำหนดค่าเพนิเตรชัน

ค่าเพนิเตรชัน	0 - 49	50 - 149	150 - 249
ค่าแตกต่างระหว่างค่าทดลองสูงสุด และต่ำสุด	2	4	6

หลักการพิจารณาผลการทดลอง

1.ผลการทดลอง โดยผู้ทดลองคนเดียวกัน ห้องทดลอง และเครื่องทดลองอันเดียวกันในเวลาต่างกัน (repeatability) จะเชื่อถือได้ต่อเมื่อผลการทดลองนั้นแตกต่างกันไม่มากกว่ากำหนดดังนี้

2. ผลการทดลองที่ทำโดยผู้ทดลอง 2 คน จากห้องทดลองคนละห้อง (reproducibility)

ข้อควรระวัง

1.ในการเตรียมตัวอย่าง โดยการให้ความร้อนก่อนที่จะเทลงสู่ภาชนะบรรจุตัวอย่างจะต้องให้ความร้อนสม่ำเสมอ เมื่อเทลงสู่ภาชนะบรรจุตัวอย่างแล้วต้องสังเกตดู ถ้ายังมีฟองอากาศปะปนอยู่ควรให้ความร้อนอีกเล็กน้อยแล้วคนไล่ฟองอากาศให้หมด

2. ตรวจสอบน้ำหนักของแกนเข็ม และน้ำหนักถ่วง ต้องรวมกันให้ได้ครบตามข้อกำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 วิธีการทดลองหาค่าการยืดตัว (Ductility)(ASTM D113-85)

ขอบข่าย

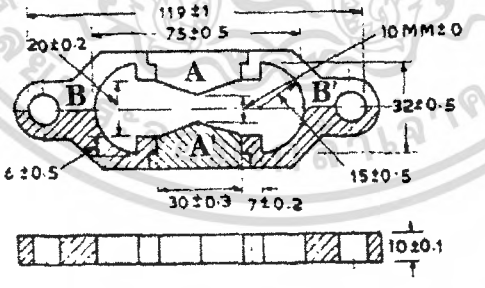
การยืดตัวของวัสดุบิทูเมน คือ ระยะทางที่วัสดุตัวอย่างยืดออกก่อนขาดจากกันซึ่งวัดได้จากการดึงปลายทั้งสองข้างของตัวอย่างรูปบริเคท ซึ่งอยู่ในแบบมาตรฐาน ด้วยอัตราความเร็ว และอุณหภูมิที่กำหนด ถ้าการทดลองไม่ได้กำหนดเป็นอย่างอื่น ให้ใช้อุณหภูมิการทดลองที่ 25 $\pm$ 0.5° C (77 $\pm$ 0.9° F) และใช้อัตราความเร็ว 5 ซม. / นาที $\pm$ 5.0% ถ้าใช้อุณหภูมิอื่นควรกำหนดอัตราความเร็วด้วย

วิธีการทดลองนี้จะใช้วัดคุณสมบัติรับแรงดึงของวัสดุบิทูเมน และใช้วัดการยืดตัวตามข้อกำหนด

เครื่องมือ

1. แบบ (Mold) แบบที่ใช้มีรูปร่าง และขนาดดังแสดงในรูปที่ 2.1 ทำด้วยทองเหลือง ส่วนปลาย b และ b เรียกว่าตัวยึด (clips) ส่วน a และ a' เรียกว่า ส่วนข้างของแบบ ขนาดของแบบเมื่อประกอบแล้วจะต้องให้ได้ตัวอย่างรูปบริเคทซึ่งมีขนาดดังนี้

ความยาวทั้งหมด	7.45	ถึง	7.55	ซม.
ระยะทางระหว่างตัวยึด	2.97	ถึง	3.03	ซม.
ความกว้างที่ปากตัวยึด	1.98	ถึง	2.02	ซม.
ความกว้างของส่วนแคบที่สุด	0.99	ถึง	1.01	ซม.



รูปที่ 3.3 แสดงรายละเอียดของแบบมาตรฐานที่ใช้ในการหาค่าการยืดตัว (Ductility)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Water Bath) เป็นอ่างน้ำที่สามารถปรับ และควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ได้ตามกำหนด เปลี่ยนแปลงได้ไม่มากกว่า 0.1° C (0.18° F) ปริมาตรของน้ำไม่น้อยกว่า 10 ลิตร มีชั้นโปร่งสูงจากก้นอ่างไม่น้อยกว่า 5 ซม. สำหรับวางตัวอย่าง และน้ำท่วมตัวอย่างไม่น้อยกว่า 10 ซม.

3. เครื่องดึง (Testing Machine) เป็นเครื่องสำหรับดึงตัวอย่างที่หล่อแล้วให้แยกออกจากกัน อาจจะใช้เครื่องมือแบบใดก็ได้ที่สามารถดึงตัวยุดทั้งสองให้ตัวยืด ออกด้วยอัตราความเร็วสม่ำเสมอตามที่กำหนด ไม่สั่นสะเทือน และขณะทดลองตัวอย่างจะต้องจมอยู่ใต้น้ำตลอดเวลาตามที่กำหนดไว้ในวิธีการทดลอง เครื่องดึงอาจมีลักษณะดังแสดงในรูปที่ 2.2

4. แผ่นทองเหลือง (Brass Plate) แผ่นทองเหลืองที่ใช้จะต้องมีผิวหน้าราบเรียบเมื่อวางแบบบนแผ่นทองเหลือง ผิวด้านล่างของแบบจะสัมผัสแผ่นทองเหลืองโดยตลอด

5. เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer)

ช่วงอุณหภูมิ	หมายเลขเทอร์โมมิเตอร์
-8 ถึง 32° C	63 C
18 ถึง 89° C	63 F

6. ตะแกรงเบอร์ 50 (300-μM)

วิธีการทดลอง

1.ใช้วัสดุผสมของกลีเซอริน (glycerin) และเด็กซ์ตริน (dextrin), แท็ลค์ (talc), หรือ คาโอลิน (kaolin) อย่างบางๆ ฉาบลงบนแผ่นทองเหลือง และส่วนข้างของแบบทางด้านใน (ส่วน a และ a') ถ้าไม่มีวัสดุผสมดังกล่าวอาจใช้สบู่ทาก็ได้ เพื่อไม่ให้ตัวอย่างยึดติดกับแผ่นทองเหลือง และส่วนข้างของแบบ จากนั้นประกอบแบบทั้งหมดลงบนแผ่นทองเหลือง

2. ให้ความร้อนแก่ตัวอย่างคนให้สม่ำเสมอด้วยความระมัดระวัง ไม่ให้เกิดความร้อนที่จุดใดจุดหนึ่งมากเกินไป จนกระทั่งตัวอย่างเหลวพอที่จะเทได้

3. กรองตัวอย่างผ่านตะแกรงเบอร์ 50 คนตัวอย่างให้ทั่วอีกครั้ง

4. เทตัวอย่างลงในแบบที่ประกอบไว้แล้ว การเทตัวอย่างเทลงเป็นสายเล็กๆ เทไปมาจากปลายข้างหนึ่งไปถึงอีกปลายข้างหนึ่งของแบบ จนกระทั่งตัวอย่างล้นออกจากแบบเล็กน้อย ปล่อยให้ตัวอย่างที่หล่อในแบบเย็นลงตามอุณหภูมิห้องทดลองเป็นเวลา 30 ถึง 40 นาที จากนั้นนำไปแช่ในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิที่กำหนดเป็นเวลา 30 นาที นำส่วนทั้งหมดขึ้นจากน้ำ ใช้มีดบางๆ หรือใบพายสำหรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปาด (spatula) ซึ่งอังไฟให้ร้อนพอประมาณ ตัดปาดตัวอย่างส่วนที่เกินออกจากแบบให้ผิวหน้าของตัวอย่างในแบบมีระดับ เรียบเต็มแบบพอดี

5. นำแผ่นทองเหลือง และแบบพร้อมตัวอย่างจากข้อ 4 วางลงในอ่างนี้ควบคุมอุณหภูมิ ตามอุณหภูมิที่กำหนดเป็นเวลา 85 ถึง 95 นาที ยกขึ้นจากอ่างเอาแผ่นทองเหลืองและส่วนข้างทั้งสองของแบบออก แล้วนำไปทดลองดึงทันที

6. การดึงตัวอย่าง ให้เอาห่วงที่ปลายของตัวยึดทั้งสองข้าง ใส่ลงในขอเกี่ยวของเครื่องแล้วเดินเครื่องดึงตัวยึด ให้แยกจากกันด้วยอัตราเร็วสม่ำเสมอตามกำหนด (50 ซม. / นาที) เปลี่ยนแปลงได้ไม่เกิน $\pm$ 5% จนกระทั่งตัวอย่างที่ยืดเป็นเส้นขาดออกจากกัน วัดระยะที่ยืดออกจนขาดจากกันในหน่วยเซนติเมตร ในขณะทดลองน้ำในอ่างของเครื่องดึงจะต้องคลุมตัวอย่างทั้งด้านบน และด้านล่างอย่างน้อย 2.5 ซม. (77° F) ภายในช่วง $\pm$ 0.5° C (0.9° F)

การรายงาน

1.การทดลองปกติ วัสดุจะต้องยืดออกจากการดึงจนเป็นเส้นเล็กมากก่อนขาดจากกันตรงจุดที่วัดพื้นที่หน้าตัดไม่ได้ การรายงานให้ใช้ค่าเฉลี่ยของผลการทดลอง 3 ครั้ง

2. ถ้าเส้นตัวอย่างของวัสดุบิทูเมนลอยขึ้นมาสัมผัสผิวของน้ำ หรือจมลงแตะก้นของอ่างในระหว่างดึงถือว่าการทดลองไม่ปกติ ให้ปรับความถ่วงจำเพาะภายในอ่างโดยเติม เมธิลแอลกอฮอล์ (methylalcohol) หรือ โซเดียมคลอไรด์ เพื่อไม่ให้วัสดุบิทูเมนลอยสัมผัสกับผิวของน้ำ หรือจมลงแตะก้นอ่างในระหว่างการทดลอง

3. ถ้าการทดลองไม่ปกติจากการทดลองสามครั้ง ให้รายงานการยืดตัวว่าทดลองไม่ได้พร้อมกับสภาวะทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 วิธีการทดลองหาค่าจุดอ่อนตัว (Softening Point)(ASTM D36-84)

ขอบข่าย

วิธีการทดลองนี้เป็นวิธีหาจุดอ่อนตัวของบิทูเมนในช่วง 30° หรือ 157° C (86° ถึง 315° F) โดยใช้เครื่องมือวงแหวน และลูกกลม (ring – and – ball apparatus) แช่จมลงในน้ำกลั่น (31° ถึง 80°C) หรือ UPS กลีเซอรีน (สูงกว่า 80° C ถึง 157° C) หรือ เอทิลีน (30° C ถึง 110° C)

วิธีการโดยย่อ

หล่อตัวอย่างลงในวงแหวนทองเหลือง แล้ววางลูกกลมบนตัวอย่างในวงแหวน ประกอบเครื่องมือแล้วนำไปแช่ลงในกระบอกแก้วซึ่งบรรจุของเหลว และได้รับความร้อนตามอัตราที่กำหนด ของเหลวที่ร้อนจะทำให้วัสดุตัวอย่างอ่อนตัวลง จนในที่สุดไม่สามารถรองรับลูกกลมได้อีกต่อไป อุณหภูมิของของเหลวเมื่อตกจากวงแหวนเป็นระยะ 25 มิลลิเมตร เป็นจุดอ่อนตัวของวัสดุตัวอย่าง

วัสดุบิทูเมนจะอ่อนตัวมากขึ้นและหนืดน้อยลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น จุดอ่อนตัวนี้มีประโยชน์ในการจำแนก วัสดุบิทูเมนซึ่งเป็นค่าหนึ่งที่บ่งบอกถึงความสม่ำเสมอของเนื้อวัสดุ ที่ขนส่งจากแหล่งผลิต และยังเป็นค่าที่ชี้ให้เห็นถึงแนวโน้มที่วัสดุจะไหลเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น

เครื่องมือ

1.วงแหวน (Rings) วงแหวนทองเหลืองสองวงมีขนาดและรูปร่างดังรูป

2. แผ่นรอง (Pouring Plate) แผ่นทองเหลืองแบนเรียบขนาดประมาณ 50 X 75 มม. (2X3 นิ้ว) ใช้รองรับในขณะที่เทตัวอย่าง

3. ลูกกลม (Balls) ลูกเหล็กกลมสองลูก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 9.5 มม. (3/6 นิ้ว) น้ำหนักแต่ละลูก 3.5 $\pm$ 0.05 กรัม

4. เครื่องจัดให้ลูกกลมอยู่ตรงกลาง (Ball – Centering Guides) ทำด้วยทองเหลืองใช้สำหรับจัดลูกเหล็กกลมให้วางอยู่ตรงกลางวงแหวน

5. กระบอกแก้ว (Bath) ทำด้วยแก้วทนความร้อนสูง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายในไม่น้อยกว่า 85 มิลลิเมตร อาจใช้บีกเกอร์ทนความร้อนสูง ขนาดจุ 800 มิลิลิตร ก็ได้

6. แท่นยึดวงแหวนและส่วนประกอบ (Ring Holder and Assembly) แท่นยึดทำด้วยทองเหลืองใช้รองรับวงแหวน ให้วางตัวอยู่ในแนวราบ มีลักษณะดังแสดงในรูป ส่วนประกอบของเครื่องมือมีลักษณะดังแสดงในรูป บ่าด้านล่างของวงแหวนเมื่อวางบนแท่นยึด จะต้องอยู่สูงกว่าผิวบนแผ่นรองอันล่างเป็นระยะ 16 $\pm$ 3 มิลลิเมตร (5/8 $\pm$ 1/8 นิ้ว)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

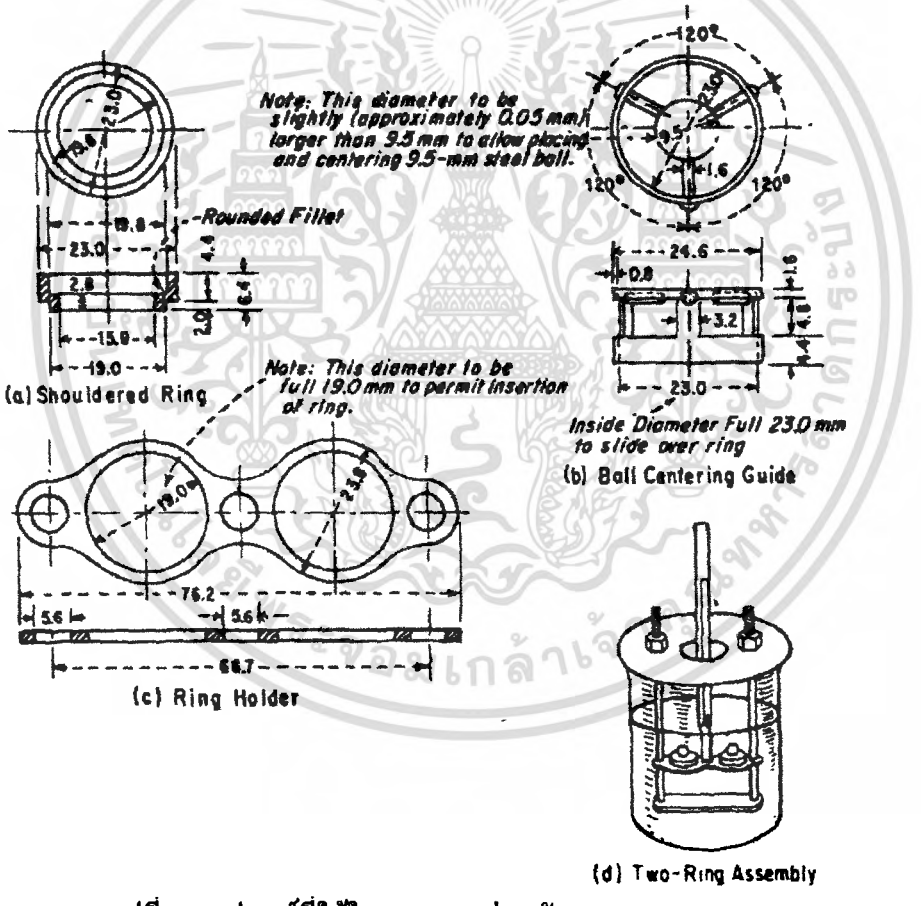
7. เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer)

7.1 สำหรับจุดอ่อนตัวต่ำ ใช้เทอร์โมมิเตอร์ที่มีช่วงวัดจาก -2° C ถึง ± 80° C หรือ 30° F ถึง 180° F และตรงตามข้อกำหนดของเทอร์โมมิเตอร์ 15° C หรือ 15° F ดังระบุใน Specification E1 ของ ASTM

7.2 สำหรับจุดอ่อนตัวสูงใช้เทอร์โมมิเตอร์ที่ช่วงวัดจาก 30° C ถึง 200° C หรือ 85° F ถึง 395° F และตรงตามข้อกำหนดของเทอร์โมมิเตอร์ 16C หรือ 16F Specification E1 ของ ASTM

7.3 เทอร์โมมิเตอร์ 113C หรือ 113F สำหรับวัดจุดอ่อนตัวของวัสดุบิทูเมนจากช่วง -1° C ถึง ± 175° C หรือ 30° F ถึง 350°F

7.4 เมื่อประกอบเครื่องมือ ก้นกระเปาะของเทอร์โมมิเตอร์ จะต้องได้รับวงแหวน อยู่ห่างจากวงแหวน 13 มิลลิเมตร ไม่สัมผัสกับวงแหวนและที่ยึดวงแหวน



รูปที่ 3.4 อุปกรณ์ที่ใช้ในการหาจุดอ่อนตัว (Softening Point)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างสำหรับการทดลอง

1.การเตรียมตัวอย่างและทดลองวัสดุแอสฟัลต์จะต้องเสร็จสมบูรณ์ภายใน 6 ชั่วโมง ถ้าเป็นพวกโคลทาร์ จะต้องเสร็จสมบูรณ์ภายใน $4^{1}/_{2}$ ชั่วโมง ให้ความร้อนแก่วัสดุบิทูเมน ด้วยความระมัดระวังคนให้ทั่วอย่าให้จุดหนึ่งจุดใดร้อนจนเกินไป จนกระทั่งเหลวพอที่จะเทได้ง่าย และต้องระมัดระวังอย่าให้เกิดฟองอากาศ การให้ความร้อนตัวอย่างโคลทาร์ ไม่ควรเกิน 2 ชั่วโมง และอุณหภูมิสูงกว่าจุดอ่อนตัวที่คาดไว้ไม่เกิน 110° C (200° F) สำหรับตัวอย่างโคลทาร์ให้ความร้อนไม่เกิน 30 นาทีและอุณหภูมิสูงกว่าจุดอ่อนตัวที่คาดไว้ไม่เกิน 55° C (100° F) ถ้าการทดลองต้องปฏิบัติซ้ำห้ามให้ความร้อนซ้ำกับตัวอย่างเดิมให้ใช้วัสดุสำหรับตัวอย่างใหม่

2. ให้ความร้อนกับวงแหวนทองเหลืองทั้งสองวง (แต่ไม่ให้ความร้อนกับแผ่นรอง) ที่อุณหภูมิเท่าๆ กับอุณหภูมิของวัสดุขณะเท แล้วนำวงแหวนทองเหลืองไปวางบนแผ่นรอง ซึ่งฉาบด้วยวัสดุผสมของกลีเซอรีน และเด็กซ์ตริน, แท็ลค์ หรือคาโอลิน เพื่อกันไม่ให้ตัวอย่างเกาะติดแผ่นรอง

3. เทตัวอย่างในแหวนให้ล้นเล็กน้อย แล้วปล่อยให้เย็นลงตามอุณหภูมิแวดล้อมเป็นเวลาอย่างน้อย 30 นาที สำหรับวัสดุที่มีคุณสมบัติอ่อนตัวตามอุณหภูมิห้องให้ปล่อยวัสดุเย็นลงที่อุณหภูมิซึ่งต่ำกว่าจุดอ่อนตัวที่คาดไว้อย่างน้อย 10° C (18° F) เป็นเวลาอย่างน้อยที่สุด 30 นาที เวลาตั้งแต่เริ่มต้นเทวัสดุตัวอย่างจนถึงเวลาเริ่มทดลองไม่ควรเกิน 240 นาที

4. เมื่อตัวอย่างเย็นลงให้ใช้มีดบางๆ สะอาดซึ่งอังไฟให้ร้อนแล้วตัดตัวอย่างส่วนเกินออกจนเรียบเสมอปากขอบวงแหวน

วิธีการทดลอง

1.เลือกของเหลวที่จะใส่ในกระบอกแก้ว และเทอร์โมมิเตอร์ให้เหมาะสมกับจุดอ่อนตัวที่คาดไว้ดังนี้

1.1 น้ำกลั่นสำหรับค่าจุดอ่อนตัวระหว่าง 30° กับ 80° C (86° กับ 176° F) ใช้เทอร์โมมิเตอร์ 15° C หรือ 15° F เทอร์โมมิเตอร์ 113C หรือ 113F อุณหภูมิเริ่มต้นในกระบอกแก้ว $5 \pm 1°$ C ($41 + 2°$ F)

1.2 UPS กลีเซอรีน หรับจุดอ่อนตัวเกินกว่า 80° C (176° F) ถึง 157° C (315° F) ใช้เทอร์โมมิเตอร์ 16C หรือ 16F, หรือเทอร์โมมิเตอร์ 113C หรือ 113F อุณหภูมิเริ่มต้นในกระบอกแก้ว 30 $\pm 1°$ C ($86 \pm 2°$ F)

1.3 เอธิลีนไกลโคล สำหรับจุดอ่อนตัวระหว่าง 30° กับ 110° C (86 กับ 230° F) ใช้เทอร์โมมิเตอร์ 113C หรือ 113F อุณหภูมิเริ่มต้นในกระบอกแก้ว $5 \pm 1°$ C ($41 \pm 2°$ F)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ประกอบเครื่องมือพร้อมด้วยวงแหวนบรรจุตัวอย่าง เครื่องจัดลูกกลมให้ตรงศูนย์กลาง และเทอร์โมมิเตอร์ในตู้ดูดควัน เติมของเหลวลงในกระบอกแก้วจนได้ความลึก 105 ± 3 มม. (41/8 ± 1/8 นิ้ว) ถ้าใช้เอทธิลีนไกลโคลต้องแน่ใจว่าพัดลมดูดอากาศของตู้ดูดควันปฏิบัติงานอย่างเหมาะสมเพื่อขจัดควันพิษให้ปากคีบจับวางลูกกลมลงในกระบอกแก้ว เพื่อจะให้มีอุณหภูมิเท่ากับเครื่องทดลอง

3. วางกระบอกแก้วที่ประกอบเครื่องมือแล้วลงในน้ำที่มีน้ำแข็ง หรือให้ความร้อนเล็กน้อยตามอุณหภูมิเริ่มต้นตามที่กำหนดเวลา 15 นาที แล้วยกออก

4. ใช้ปากคีบจับลูกกลมวางลงในเครื่องจัดศูนย์กลาง

5. ให้ความร้อนที่ก้นกระบอกแก้ว โดยอุณหภูมิเพิ่มขึ้นอัตราสม่ำเสมอ 5° C / นาที (9° F / นาที) ป้องกันลมไม่ให้รบกวนอาจใช้ที่กำบังถ้าจำเป็น ในช่วง 1 นาที หลัง 3 นาทีแรก ยอมให้อุณหภูมิมีความเปลี่ยนแปลงอัตราเพิ่มไม่เกิน ± 0.5° C (± 1.0° F) การทดลองใดที่ควบคุมอัตราเพิ่มอุณหภูมิไม่อยู่ในช่วงกำหนดถือว่าใช้ไม่ได้

6. บันทึกอุณหภูมิที่อ่านจากเทอร์โมมิเตอร์ เมื่อลูกกลมตกกระทบแผ่นล่าง (bottom plate) ถ้าอุณหภูมิที่ลูกกลมทั้งสองกระทบแผ่นล่างต่างกันเกิน 1° C (2° F) ให้ปฏิบัติการทดลองใหม่

การคำนวณ

จุดอ่อนตัวในกระบอกแก้วที่บรรจุน้ำจะมีค่าต่ำกว่าจุดอ่อนตัวในกระบอกแก้วที่บรรจุ กลีเซอรีนในการแปลงค่าของจุดอ่อนตัว ซึ่งหาในน้ำ และมีค่าสูงกว่า 80° C (176° F) เล็กน้อย เป็นค่าจุดอ่อนตัวในกลีเซอรีน ให้ใช้ค่าปรับแก้ ± 4.2° C (± 7.6° F) สำหรับ แอสฟัลท์ และใช้ ± 1.7° C (± 3.0 ° F) สำหรับวัสดุพวกโคลทาร์ (coal tar)

ผลการทดลองที่ใช้เอทธิลีนไกลโคลบรรจุในกระบอกแก้วจะมีค่าแตกต่างจากผลการใช้น้ำหรือกลีเซอรีน ซึ่งการแปลงค่าใช้สูตรดังต่อไปนี้

แอสฟัลท์ :

จุดอ่อนตัว (ใช้กลีเซอรีน) = 1.026583 (ใช้เอทธิลีนไกลโคล) - 1.334968° C

จุดอ่อนตัว (ใช้น้ำ) = 0.974118 (ใช้เอทธิลีนไกลโคล) - 1.44459° C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.5วิธีการทดลองหาจุดวาบไฟ และจุดติดไฟ โดยใช้ถ้วยคลีฟแลนด์โอเพน

(Flash Point Test by Cleveland Open-Cup) (ASTM D92)

ขอบข่าย

เพื่อหาอุณหภูมิวิกฤตของแอสฟัลต์ เพื่อใช้ป้องกันอันตรายในขณะทำการเผาหรือหลอมละลายแอสฟัลต์ จุดวาบไฟ (Flash Point) เป็นจุดที่บ่งบอกอุณหภูมิต่ำสุดที่แอสฟัลต์จะเริ่มระเหยกลายเป็นไอ โดยแอสฟัลต์จะเกิดวาบไฟเมื่อมีเปลวไฟกระทบถูก และอีกจุดหนึ่งที่เป็นอันตรายเช่นเดียวกันก็คือ จุดติดไฟ (Fire Point) ซึ่งเป็นจุดที่แอสฟัลต์เริ่มติดไฟเมื่อมีเปลวไฟมากระทบถูก โดยอุณหภูมิของจุดติดไฟจะสูงกว่าจุดวาบไฟ ดังนั้นการนำแอสฟัลต์ไปใช้งานโดยการให้ความร้อนจึงจำเป็นจะต้องคำนึงถึงจุดวาบไฟ และจุดติดไฟทั้งสองจุดนี้

อุปกรณ์

1.เครื่องมือทำการทดลองจุดวาบไฟโดยใช้ถ้วยคลีฟแลนด์โอเพน (Cleveland Open-Cup) ประกอบด้วย

ก. ถ้วยทดลองมีที่จับ (Test Cup)

ข. ที่รองรับถ้วยทดลอง (Heating Plate)

ค. ที่จุดเปลวไฟทดลอง (Test Flame Applicator) โดยที่ปลายมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1.6 มิลลิเมตร มีรูกลวงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของรูในที่จุดเปลวไฟจะต้องอยู่สูงจากขอบถ้วยทดลองไม่เกิน 2 มิลลิเมตร ควรมีปุ่มโลหะขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3.2-4.8 มิลลิเมตร ติดตั้งไว้ในตำแหน่งที่เหมาะสมเพื่อเปรียบเทียบขนาดของเปลวไฟ

ง. เครื่องให้ความร้อน (Heater) ควรใช้เตาไฟฟ้าที่ควบคุมอุณหภูมิได้ อาจใช้เตาแก๊สหรือตะเกียงแอลกอฮอล์อื่นได้ แต่จะต้องไม่ลุกไหม้หรือไม่มีเปลวไฟเกิดขึ้นรอบๆ ถ้วยทดลอง

จ. ที่จับเทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer Support)

ฉ. ขาตั้งของที่รองรับถ้วยทดลอง (Heating Plate Support)

2. ที่บังแสงและลม (Shield) เป็นแผ่นสี่เหลี่ยมจัตุรัส 460 มิลลิเมตร สูง 610 มิลลิเมตร เปิดด้านหน้าไว้

3. เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer) วัดได้ละเอียด 1° C และวัดได้สูงถึง 400° C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการทดลอง

1.ตั้งเครื่องมือบนโต๊ะที่มั่นคงและไม่มีลมพัดผ่าน บังส่วนบนเครื่องมือด้วยที่บังแสงและลม เพื่อให้สามารถสังเกตแสงวาบไฟได้ชัดเจน

2. ล้างถ้วยทดลองให้สะอาดด้วยตัวทำลายที่เหมาะสม เช่น น้ำมันเบนซินหรือไตรคลอโรเอทธีลีน เป็นต้น ใช้ฝอยโลหะขัดคาร์บอนที่ติดอยู่ และนำไปให้ความร้อนเพื่อให้น้ำและตัวทำละลายระเหยให้หมด ปล่อยให้ถ้วยทดลองเย็นตัวลงอย่างน้อย 60 °C ให้ต่ำกว่าจุดวาบไฟที่คาดไว้จากนั้นนำมาติดตั้งบนที่รองรับถ้วยทดลอง

3. ตั้งเทอร์โมมิเตอร์ไว้ให้กระเปาะอยู่เหนือก้นถ้วย 6.3 มิลลิเมตร และห่างจากขอบถ้วยประมาณ 1ใน 4ของเส้นผ่าศูนย์กลางถ้วย

4. ถ้าตัวอย่างที่ใช้ทำการทดลองเหนียวมาก ต้องอุ่นให้เหลวพอที่จะเทได้สะดวกสะดวก อุณหภูมิที่ใช้ในการอุ่นจะต้องต่ำกว่าจุดวาบไฟที่คาดไว้ไม่น้อยกว่า 60° C

5. เทตัวอย่างลงในถ้วยทดลองจนถึงขีดกำหนด ถ้ามากเกินไปต้องนำออกโดยไม่ให้เลอะเทอะด้วยนอกของถ้วย ไล่ฟองอากาศที่ผิวหน้าตัวอย่างโดยใช้เปลวไฟจากตะเกียงบนเสนผ่านผิวหน้าตัวอย่างจนหมด

6. ติดไฟที่จุดเปลวทดลองปรับให้เปลวไฟมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3.2 ถึง 4.8 มิลลิเมตร

7. ให้ความร้อนแก่ตัวอย่างโดยให้อัตราการเพิ่มอุณหภูมิของตัวอย่าง 14 ถึง 17° C (25 ถึง 30° F) ต่อนาทีจนอุณหภูมิของตัวอย่างต่ำจากจุดวาบไฟที่คาดไว้ประมาณ 60 (100° F) จึงลดอัตราการเพิ่มความร้อนลงเรื่อยๆจนอัตรา 5 ถึง 6° C (9 ถึง 11° F) ต่อนาที

8. เมื่ออุณหภูมิของตัวอย่างต่ำกว่าจุดวาบที่คาดไว้ประมาณ 28° C (50° F) ให้ใช้เปลวไฟเคลื่อนที่ผ่านถ้วยทดลองทุก ๆ อุณหภูมิเพิ่มขึ้น 2° C (5° F) การผ่านเปลวไฟให้ผ่านจุดศูนย์กลางของถ้วยทดลองด้วยความเร็วสม่ำเสมอ เป็นแนวเส้นตรงหรือเส้นรัศมีไม่น้อยกว่า 150 มิลลิเมตร ระยะเวลาที่เปลวไฟผ่านถ้วยทดลองประมาณ 1 วินาที

9. เมื่อเกิดการวาบไฟขึ้นบนผิวหน้าของตัวตัวอย่าง ให้บันทึกอุณหภูมิที่อ่านจากเทอร์โมมิเตอร์เป็นจุดวาบไฟ

10. หากต้องการหาจุดติดไฟก็ทำตามขั้นตอนที่ 8. ต่อแล้วสังเกตหากมีเปลววาบขึ้นที่ผิวตัวอย่างเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 5 วินาที ให้บันทึกอุณหภูมิที่อ่านจากเทอร์ไมมิเตอร์เป็นจุดติดไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การรายงาน

บันทึกอุณหภูมิที่เกิดการวาบไฟบนผิวหน้าตัวอย่าง และอุณหภูมิที่เกิดการวาบไฟบนผิวหน้าตัวอย่างไม่น้อยกว่า 5 วินาทีเป็นจุดวาบไฟ และจุดติดไฟ ตามลำดับ จุดวาบไฟ และจุดติดไฟของการทดลอง 2 ครั้ง โดยผู้ทดลองคนเดียวกันต้องแตกต่างกันไม่เกิน 8 °C (15° F) และผลการทดลองจากผู้ทดลองที่ต่างห้องทดลองกัน ต้องมีค่าแตกต่างกันไม่เกิน 17° C (30° F)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.6 การหาคุณสมบัติของมวลรวม

3.2.6.1 การทดสอบหาความถ่วงจำเพาะของมวลรวมละเอียด

วัตถุประสงค์

ในมวลรวมละเอียดจะมีส่วนประกอบของแร่ธาตุสารต่างๆอาจจะชนิดเดียวกันหลายอย่าง ดังนั้นความถ่วงจำเพาะในมวลรวมละเอียด คือค่าเฉลี่ยของความถ่วงจำเพาะของแร่ธาตุและโดยทั่วไป ค่าความถ่วงจำเพาะของมวลรวมละเอียดจะมีค่าประมาณ 2.6 -2.8 แล้วแต่แร่ธาตุที่เป็นส่วนประกอบ

ค่าความถ่วงจำเพาะของมวลรวมละเอียดที่ได้จะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ถ้าอุณหภูมิสูงจะทำให้น้ำเกิดการขยายตัว ดังนั้นปริมาตรน้ำในขวดจะสูงขึ้นและจะลดลงเมื่ออุณหภูมิต่ำลง เราต้องทำการปรับแก้ค่าปริมาตรน้ำที่ขึ้นกับอุณหภูมิตามสภาวะที่ทำการทดลองเนื่องจากน้ำหนักที่ล้นออกมานั้นเป็นการทดลองที่อุณหภูมิในห้องปฏิบัติการเราจึงต้องมีการปรับแก้ค่าปริมาตรที่ขึ้นกับอุณหภูมิตามสภาวะที่ทำงานทดลองนั้น

อุปกรณ์

1.Pycnometer แบบขวดคอยาวก้นป่อง ปริมาตร 250 หรอ 500 มม.
2.เตาแผ่นร้อน หรือ หม้อต้ม
3.Thermometer 0 – 100 C อ่านละเอียด 0.5 – 1.0 C
4.เครื่องชั่งละเอียด 0.1 กรัม
5.น้ำกลั่น
6.ภาชนะ
7.เครื่องกวนดิน
8.ตู้อบ
9.อ่างแก้วดูดความชื้น

วิธีการทดลอง

Calibration of Pycnometer

จุดประสงค์เพื่อหาค่ากราฟความสำคัญระหว่างน้ำหนักของขวด Pycnometer ที่มีน้ำเต็มถึงขีดที่กำหนด ที่อุณหภูมิต่างๆระหว่าง 20 – 40 C เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับหาค่า ถ.พ.ของมวลรวมละเอียดต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.เติมน้ำกลั่นลงในขวด Pycnometer

2.นำขวดไปต้มเพื่อไล่ฟองอากาศในน้ำโดยต้มน้ำให้เดือดบน แผ่นร้อน หรือ ใส่ในหม้อต้มน้ำ ประมาณ 10 นาที

3.ปล่อยให้เย็นลงจนกระทั้งอุณหภูมิ 40 C

4.ปรับระดับท้องน้ำให้อยู่ที่ขีดบอกปริมาตร 250 – 500 มล.โดยการเติมน้ำกลั่นเพื่อไล่ฟองอากาศที่เตรียมไว้ในขวดแก้ว

5.เช็ดภายนอกขวดให้แห้ง พร้อมชั่งน้ำหนักและวัดอุณหภูมิน้ำขณะนั้น โดยต้องทำให้อุณหภูมิคงที่โดยการเอียงขอดกลิ้งไปมา

6.ปล่อยทิ้งไว้ที่อุณหภูมิน้ำลดลง แล้วทำเช่นเดียวกับข้อ 4 – 5 ประมาณ 3 – 4 ครั้ง ช่วงอุณหภูมิประมาณ 40 C

7.เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าน้ำหนักและอุณหภูมิ

การหาค่าความถ่วงจำเพาะของมวลรวมละเอียด

1.นำตัวอย่างมวลรวมละเอียดที่แห้งประมาณ50 กรัม ไปใส่น้ำกลั่นแล้วนำไปปั่นด้วยเครื่องปั่นดินประมาณ 10 นาที

2.เทส่วนผสมของมวลรวมละเอียดและน้ำลงในขวด Pycnometer ปริมาณ $^3/_4$ ของคอขวด ดดยใช้กรวยก้านยาว และฉีดน้ำกลั่นล้างดินให้หมด

3.ไล่ฟองอากาศเช่นเดียวกับวิธีการสอบเทียบขอดแก้วด้วยการต้มให้เดือดบนแผ่นร้อน ประมาณ 10 นาที แล้วนำขวดแก้วปล่อยให้เย็นลงที่อุณหภูมิห้องทดลอง

4.ปรับระดับน้ำในดินให้เท่ากับขีดบอกปริมาตร 250 หรือ 500 มล. วัดอุณหภูมิน้ำมวลรวมละเอียดในขวด เช็ดขวดให้แห้งแล้วไปชั่งน้ำหนัก

5.เทแล้วล้างส่วนผสมในขวด ลงในถาดเพื่อทำการอบให้แห้ง 24 ชั่วโมง แล้วชั่งน้ำหนักมวลรวมละเอียดแห้ง W_s

การคำนวณ

$$G_S = G_T \left[\frac{W_S}{W_{BW} + W_S - W_{BWS}} \right]$$

G_S = ความถ่วงจำเพาะมวลรวมละเอียดที่อุณหภูมิห้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

G_T = ความถ่วงจำเพาะของน้ำที่อุณหภูมิห้อง

W_S = น้ำหนักมวลรวมละเอียดแห้ง

W_{BWS} = น้ำหนักขวด + มวลรวมละเอียด + น้ำ

W_{BW} = น้ำหนักขวด + น้ำกลั่น

การทดสอบหาค่าความถ่วงจำเพาะของมวลรวมหยาบ

วิธีการทดลองนี้เป็นการหาค่าความถ่วงจำเพาะของมวลรวมขนาดเม็ดโตกว่าขนาดตะแกรงเบอร์4

วัสดุและอุปกรณ์

1. เครื่องชั่งละเอียด
2. ตะกร้าลวดตาข่ายไว้ สำหรับใส่หินเพื่อชั่งน้ำหนักในน้ำ
3. ถังใส่น้ำ
4. ภาชนะสำหรับแช่มวลรวม
5. ผ้าซับน้ำ
6. เตาอบ
7. มวลรวมที่ร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 3/8" แล้วนำส่วนที่ค้างตะแกรงประมาน 5000 กรัม

ขั้นตอนการทดลอง

1.นำหินมาร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 3/8" แล้วนำส่วนที่ค้างตะแกรงประมาน 5000 กรัม

2.นำหินที่เตรียมไว้มาอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 110 + 5 องศาเซลเซียส ทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง แล้วจึงแช่น้ำเป็นเวลา24 ชั่งโมง

3.นำวัสดุขึ้นจากน้ำเมื่อครบเวลา เทลงผ้าที่สามารถซับน้ำได้ กลิ้งวัสดุไปมาเพื่อให้ผ้าซับน้ำจนสังเกตด้วยตาเปล่าจนไม่เห็นน้ำอยู่ที่ผิววัสดุ แม้ว่าที่จริงยังชื้นอยู่ (วัสดุอิ่มตัวผิวแห้ง)

4.นำตัวอย่างวัสดุไปชั่งน้ำหนักเพื่อบันทึกค่า แล้วรีบใส่ลงในตะกร้าลวดและทำการชั่งน้ำหนักวัสดุในน้ำทีนทีและบันทึกค่า

5.หลังจากนั้นอบวัสดุด้วยอุณหภูมิระหว่าง 110 + 5 องศา ประมาณ 1 ชม. แล้วจึงนำมาใส่ในโถแก้วกันความชื้น เพื่อทิ้งให้วัสดุเย็นตัวลงตามปกติอีกประมาณ 1 – 3 ชม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.นำค่าต่างๆมาคำนวณหาตามวัตถุประสงค์ต่างๆดังนี้

ค่าความถ่วงจำเพาะของมวลรวม (ขณะวัสดุมีความชื้นอากาศ) $= \frac{A}{B-C}$

ความถ่วงจำเพาะของมวลรวม (ภายใต้สภาวะอิ่มตัวผิวแห้ง) $= \frac{B}{B-C}$

ความถ่วงจำเพาะของมวลรวม (เมื่อวัสดุแห้งสนิท) $= \frac{A}{A-C}$

อัตราการดูดซึม % $= \frac{B-A}{A} \times 100\%$

เมื่อ A คือ น้ำหนักของมวลรวมอบแห้งในอากาศ

B คือ น้ำหนักของมวลรวม อิ่มตัวผิวแห้ง

C คือ น้ำหนักของมวลรวมในน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.6.2 การทดสอบหาขนาดคละของมวลรวม

(Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates)

1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานการทดสอบนี้ใช้สำหรับการทดสอบมวลรวม

1.2 มาตรฐานการทดสอบนี้ครอบคลุมถึงการหาการกระจายของขนาด (Particle Size Distribution) ของมวลรวมทั้งมวลรวมโดยการร่อนด้วยตะแกรงขนาดมาตรฐาน

1.3 มาตรฐานการทดสอบนี้ใช้หน่วย SI (International System Units) เป็นหลัก

2. นิยาม

"การกระจายของขนาดวัสดุมวลรวม (Particle Size Distribution)" หมายถึง การที่มวลรวมประกอบด้วยเม็ดวัสดุหลายขนาดต่างๆ กัน ซึ่งคุณสมบัติทางกายภาพของมวลรวมจะขึ้นอยู่กับขนาดของเม็ดวัสดุ โดยการกระจายของขนาดเม็ดวัสดุมวลรวมจะแสดงด้วยกราฟความสัมพันธ์ระหว่างขนาดตะแกรงมาตรฐานในสเกลลอการิทึม (Logarithm Scale) เป็นแกนนอนกับร้อยละโดยมวลของมวลรวมที่ผ่านตะแกรงเป็นแกนตั้ง ซึ่งเรียกว่า กราฟการกระจายของขนาดวัสดุมวลรวม

"ขนาดระบุใหญ่สุด (Nominal Maximum Size)" หมายถึง ขนาดช่องผ่านของตะแกรงเล็กที่สุดที่มวลรวมสามารถผ่านได้ทั้งหมด หรือมีสัดส่วนการผ่านตะแกรงเป็นไปตามที่กำหนด

"มวลรวมละเอียด (Fine Aggregate)" หมายถึง วัสดุที่ใช้ในส่วนผสมของคอนกรีตที่มีขนาดเม็ดตั้งแต่ 0.075 มิลลิเมตร ถึง 4.75 มิลลิเมตร

"มวลรวมหยาบ (Coarse Aggregate)" หมายถึง วัสดุที่ใช้ในส่วนผสมของคอนกรีตที่มีขนาดเม็ดตั้งแต่ 4.75มิลลิเมตร ขึ้นไป

4. เครื่องมือ

4.1 ตะแกรงช่องผ่านเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีขนาดช่องผ่านต่างๆ ตามต้องการพร้อมเครื่องมือเขย่าตะแกรง โดยตะแกรงต้องสามารถป้องกันไม่ให้ตัวอย่างมวลรวมที่ทดสอบสูญหายจากตะแกรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 เครื่องชั่งสำหรับชั่งตัวอย่างมวลรวมละเอียด ให้ใช้เครื่องชั่งที่สามารถอ่านได้ถึง 0.1 กรัม และมีความถูกต้องอยู่ในช่วง 0.1 กรัม หรือร้อยละ 0.1 ของมวลตัวอย่างที่ใช้ทดสอบ โดยให้ใช้ค่าที่มากกว่าเป็นเกณฑ์

4.3 ตู้อบที่สามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ได้ที่ 110 ± 5 องศาเซลเซียส

4.4 เครื่องมือแบ่งตัวอย่าง (Sample Splitter)

4.5 แปรงทำความสะอาดตะแกรงชนิดลวดทองเหลือง และแปรงขนหรือแปรงพลาสติก

5. การเตรียมตัวอย่าง

เตรียมตัวอย่างมวลรวมโดยการสุ่มตัวอย่างที่เก็บมาจากสนามด้วยวิธีแบ่งสี่ (Quartering) หรือเครื่องมือแบ่งตัวอย่าง (Sample Splitter) นำไปอบที่อุณหภูมิ 110 ± 5 องศาเซลเซียส จนมีมวลคงที่ แล้วชั่งตัวอย่างมวลรวมหลังอบแห้งให้ได้ไม่น้อยกว่า 300 กรัม

6. การทดสอบ

6.1 สำหรับมวลรวม ให้เตรียมตะแกรงขนาดต่างๆ ที่จะใช้ทดสอบ ดังนี้ ขนาด 9.50 มิลลิเมตร (3/8 นิ้ว) ขนาด 4.75 มิลลิเมตร (เบอร์ 4) ขนาด 2.36 มิลลิเมตร (เบอร์ 8) ขนาด 1.18 มิลลิเมตร (เบอร์ 16) ขนาด 0.60 มิลลิเมตร (เบอร์ 30) ขนาด 0.30 มิลลิเมตร (เบอร์ 50) และขนาด 0.15 มิลลิเมตร (เบอร์ 100) แล้วบันทึกขนาดตะแกรงลงในแบบฟอร์ม

6.2 ชั่งมวลตะแกรงและถาดรอง แล้วบันทึกข้อมูลลงในแบบฟอร์ม

6.3 นำตะแกรงขนาดต่างๆ และถาดรองมาวางซ้อนกันเป็นชุดโดยเรียงให้ตะแกรงขนาดใหญ่ที่สุดอยู่ข้างบนวางเรียงกันลงมาตามลำดับจนถึงขนาดเล็กสุด

6.4 เทตัวอย่างลงบนตะแกรงที่อยู่ข้างบนสุด ปิดฝาให้แน่นแล้วเขย่าด้วยมือหรือเครื่องเขย่าจนตัวอย่างที่ค้างบนตะแกรงไม่ผ่านไปยังตะแกรงชั้นถัดไป (ใช้เวลาเขย่าประมาณ 10 นาที)

6.5 ชั่งมวลตะแกรงกับตัวอย่างที่ค้างและถาดรองกับตัวอย่างที่ค้าง แล้วบันทึกข้อมูลลงในแบบฟอร์ม

6.6 สำหรับตะแกรงที่มีขนาดช่องผ่านเล็กกว่า 4.75 มม. (เบอร์ 4) ปริมาณตัวอย่างที่ค้างบนตะแกรงดังกล่าว ต้องไม่เกิน 7 กิโลกรัมต่อตารางเมตร (ประมาณ 200 กรัม สำหรับตะแกรงที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 203.2 มม. หรือ 8 นิ้ว)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.7 ทำการเปรียบเทียบมวลตัวอย่างทั้งหมดหลังการทดสอบกับมวลตัวอย่างมวลรวมอบแห้งทั้งหมดก่อนการทดสอบ หากพบว่ามีค่าแตกต่างกันเกินร้อยละ 0.3 ไม่ควรนำผลการทดสอบนั้นมาพิจารณา

6.8 มวลของตัวอย่างมวลรวมที่หายไปเนื่องจากการร่อนผ่านตะแกรงจนแตกเป็นเม็ดละเอียดหรือผงฝุ่น ให้ถือเป็นมวลที่ค้างบนถาดรอง

ตารางที่ 3.2 **ขนาดคละของมวลรวมที่ยอมให้ตามมาตรฐาน ASTM**

ขนาดตะแกรง	ค่าอัตราส่วนร้อยละของน้ำหนักที่ผ่านตะแกรง
3/8 "	100
No. 4	95-100
No 8	80-100
No 16	50-85
No 30	26-60
No 50	10-30
No 100	2-10

7. เกณฑ์การตัดสินและความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้

สำหรับมวลรวม จะต้องมีขนาดคละเป็นไปตามที่แสดงไว้ใน ตารางขนาดคละของมวลรวมที่ยอมให้ตามมาตรฐาน ASTM C33 โดยจะต้องมีค่าร้อยละโดยมวลที่ค้างบนตะแกรงระหว่างตะแกรงเบอร์ใดๆ ที่ติดกันได้ไม่เกินร้อยละ 45

8. ข้อควรระวัง

8.1 การแบ่งตัวอย่างด้วยเครื่องแบ่งตัวอย่าง ต้องใช้เครื่องมือขนาดช่องกว้างประมาณ 1.5 เท่าของขนาดเม็ดวัสดุที่มีขนาดใหญ่ที่สุด

8.2 ตรวจดูตะแกรงให้อยู่ในสภาพสมบูรณ์ก่อนใช้งาน

8.3 ไม่ควรใส่ตัวอย่างที่ยังร้อนอยู่ลงในตะแกรง

8.4 การเขย่าไม่ควรเขย่านานจนตัวอย่างกระแทกแตกเป็นผง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. การคำนวณ

ค่าร้อยละผ่านตะแกรงของมวลรวม (%) = (R/T) *100

R = น้ำหนักของตัวอย่างที่ผ่านตะแกรงแต่ละขนาด

T = น้ำหนักของตัวอย่างทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.6.3 การทดลองหาค่าความสึกหรอของมวลรวมหยาบ โดยใช้เครื่องขัดสึลอสแองเจลีส

ขอบข่าย

การทดลองหาค่าความสึกหรอของมวลรวมหยาบ เป็นการหาค่าความสึกหรอของหินย่อย กรวดและมวลรวมหยาบชนิดอื่นๆ โดยใช้เครื่องขัดสึลอสแองเจลีส (Los Angeles Abrasion)

เครื่องมือ

1. เครื่องขัดสึลอสแองเจลีส (Los Angeles Abrasion)
2. ตระแกรงสำหรับขนาดของมวลหยาบ ขนาด 3นิ้ว , 2 ½ นิ้ว , 2 นิ้ว , 1 ½ นิ้ว , 1 นิ้ว , ¾ นิ้ว , ½ นิ้ว , 3/8 นิ้ว , ¼ นิ้ว , เบอร์4 , เบอร์8 , เบอร์12
3. ลูกเหล็กทรงกลม เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 46.8 มิลลิเมตร แต่ลูกตุ้มมีน้ำหนักระหว่าง 390 - 445 กรัม จำนวนของลูกเหล็กขึ้นอยู่กับการจัดเกรดของตัวอย่างที่ได้กำหนดไว้
4. เครื่องชั่ง มีความละเอียด 0.01กรัม

ตารางที่ 3.3 จำนวนลูกเหล็กทรงกลมที่ใช้ในการทดลองแต่ละเกรด

เกรด	จำนวนลูกเหล็กทรงกรม	มวลรวม (กรัม)
A	12	5000±25
B	11	4584±25
C	8	3330±20
D	6	2500±15
E	12	5000±25
F	12	5000±25
G	12	5000±25

การเตรียมตัวอย่าง

1. ถ้าตัวอย่างไม่มีดินเหนียวปนเช่น กรวดปนทราย หินโม่ ให้ตากตัวอย่างจนแห้งหรืออบจนแห้งที่อุณหภูมิ 105-110 องศาเซลเซียสแล้วทำตามข้อ3.

2. ถ้าตัวอย่างมีดินเหนียวปน หรือมีส่วนละเอียดคติดก้อนดินเป็นก้อนใหญ่แน่น ให้นำตัวอย่างไปล้างเอาส่วนที่ผ่านตระแกรงเบอร์ 8 ออก แล้วนำส่วนที่ค้างตระแกรงเบอร์ 8 มาอบจนแห้งที่อุณหภูมิ 105-110 องศาเซลเซียสแล้วทำตามข้อ3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. นำตัวอย่างไปแยกขนาดตามเกรดในตารางถ้าเข้าได้หลายเกรดให้เลือกใช้ตัวที่ใกล้เคียงกับขนาดที่ต้องการใช้งานมากที่สุด

การทดลอง

นำตัวอย่างที่เตรียม และลูกเหล็กทรงกลมตามจำนวนลูกในตาราง ใส่ไปในเครื่องขัดสี ลอสแองเจลีส หมุนเครื่องด้วยความเร็วที่ 30-33รอบต่อนาที ให้ได้จำนวนรอบตามตาราง เมื่อหมุนได้ครบกำหนดแล้ว ให้เอาตัวอย่างออกจากเครื่องล้างส่วนที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 12 มาอบที่อุณหภูมิ 105 - 110 องศาเซลเซียส จนได้น้ำหนักคงที่ จึงชั่งหาค่าน้ำหนักของตัวอย่างที่เหลือ

การคำนวณ

ค่าร้อยละของการสึกหรอ = (W1- W2)/W1 *100

เมื่อ W1 คือ น้ำหนักตัวอย่างทั้งหมดที่ใช้ทดลอง

W2 คือ น้ำหนักตัวอย่างหลังจากทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.4 ขนาดเกรดและจำนวนรอบ

ขนาดตะแกรง (มิลลิเมตร)		น้ำหนัก (กรัม) และเกรดของตัวอย่าง						
ผ่าน	ค้าง	A	B	C	D	E	F	G
75.0	63.0	-	-	-	-	2500±50	-	-
63.0	50.0	-	-	-	-	2500±50	-	-
50.0	37.5	-	-	-	-	5000±50	5000±50	-
37.5	25.0	1250±25	-	-	-	-	5000±50	5000±50
25.0	19.0	1250±25	-	-	-	-	-	5000±50
19.0	12.5	1250±10	2500±10	-	-	-	-	-
12.5	9.5	1250±10	2500±10	-	-	-	-	-
9.5	6.3	-	-	2500±10	-	-	-	-
6.3	เบอร์ 4	-	-	2500±10	-	-	-	-
เบอร์ 4	เบอร์ 8	-	-	-	5000±10		-	-
น้ำหนักรวม		5000±10	5000±10	5000±10	5000±10	10000±10	10000±75	10000±50
จำนวนรอบ		500				1000		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.7 การทดสอบหากำลังของก้อนแอสฟัลต์

3.2.7.1 การทดสอบหากำลังรับแรงดึงของก้อนแอสฟัลต์

(TENSILE STRENGTH OF PREFABRICATED ASPHALT)

วัตถุประสงค์

เพื่อหากำลังรับแรงดึงของก้อนแอสฟัลต์ เพื่อเปรียบเทียบกับกำลังรับแรงดึงมาตรฐาน

วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

1. น้ำยางแอสฟัลต์ซีเมนต์เกรด 60 – 70 สำหรับการทดลอง 3 ตัวอย่าง
2. หินเกร็ด ขนาดผ่านตะแกรงเบอร์ 3/4" แต่คงค้างเบอร์ 3/8"
   ขนาดผ่านตะแกรงเบอร์ 3/8" แต่คงค้างเบอร์ 4
   ขนาดผ่านตะแกรงเบอร์ 4 แต่คงค้างเบอร์ 8
   ขนาดผ่านตะแกรงเบอร์ 8 แต่คงค้างเบอร์ 50
   โดยใช้อัตราส่วนที่เท่ากัน
3. ตาชั่ง
4. Briquet Gang Molds คือแบบหล่อแท่งตัวอย่างทำด้วยวัสดุที่ซีเมนต์ไม่ยึดเกาะ เช่น ทองเหลือง ภายในมีช่องสำหรับบรรจุแอสฟัลต์ผสมหินเกร็ดรูปโค้งรีและคอดเล็กตรงกลาง
5. เครื่องผสมแอสฟัลต์
6. เครื่องทดสอบกำลังดึง
7. ถุงมือยาง

ขั้นตอนการทดสอบ

1. ทำการผสมแอสฟัลต์กับหินเกร็ดโดยการให้ความร้อนตามมาตรฐาน ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้
   - ให้ความร้อนน้ำยางแอสฟัลต์แอสฟัลต์เกรด 60 – 70 ที่อุณหภูมิประมาณ180 -200 องศา
   - ในขณะเดียวกันก็ให้ความร้อนหินเกร็ดที่เตรียมไว้ โดยการคั่วบนเตาให้ร้อน
   - นำแอสฟัลต์ที่ได้อุณหภูมิที่เหมาะสมมาผสมกับหินเกร็ดบนเตาโดยจะให้ความร้อนอยู่ตลอดเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เมื่อผสมแอสฟัลต์เสร็จแล้วให้บรรจุแอสฟัลต์ลงในแบบ โดยก่อนเทให้ทาน้ำมันหรือสบู่ที่แบบก่อน
3. นำแผ่นกระจกที่ทาน้ำมันแล้วมาปิดประกบปากแบบไว้
4. จากนั้น ตั้งทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง แล้วจึงแกะแบบออก
5. นำแท่งตัวอย่างไปวางในที่ ที่อากาศถ่ายเทได้สะดวกตามระยะเวลาอายุตามต้องการ
6. เมื่อครบตามอายุตามที่ต้องการจึงนำตัวอย่างไปเข้าเครื่องทดสอบแรงดึง

รายการคำนวณ

ค่ากำลังรับแรงดึง (Tensile Strength) ของแอสฟัลต์ผสมหินเกร็ด หาได้จากสมการ

$$ft = P/A$$

โดย

ft = กำลังรับแรงดึงประลัย มีหน่วยเป็น กก./ตร.ซม. หรือ ปอนด์ / ตร.นิ้ว

P = แรงดึง มีหน่วยเป็น กก. หรือ ปอนด์

A = พื้นที่หน้าตัดของแท่งตัวอย่าง วัดที่ลอยขาดตั้งฉากกับแรงดึง มีหน่วยเป็น ตร.ซม หรือ ตร.นิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.7.2 การทดสอบกำลังรับแรงอัดของก้อนแอสฟัลต์

(Test for Compressive Strength of Cylindrical Prefabricated Asphalt)

วัตถุประสงค์

เพื่อทดสอบกำลังอัดของก้อนแอสฟัลต์ที่อายุต่างๆ กัน โดยการใส่แรงอัดโดยตรงกับแบบหล่อคอนกรีตรูปลูกบาศก์ตามมาตรฐาน ASTM

วัสดุและอุปกรณ์การทดสอบ

1. แอสฟัลต์ตัวอย่างทดสอบ
2. เครื่องมือทดสอบกำลังอัด
3. แบบหล่อคอนกรีตทรงลูกบาศก์ ขนาด 150 x 150 x 150 มม.
4. เครื่องชั่งขนาดใหญ่

ขั้นตอนการทดสอบ

1. นำแอสฟัลต์ที่ผสมเสร็จแล้วบรรจุลงแบบที่เตรียมไว้ โดยแบบต้องทำการทาน้ำมันหรือสบู่ก่อน
2. โดยการบรรจุแอสฟัลต์ลงไปให้แบ่งเป็น 3 ชั้น โดยแต่ละชั้นใช้เหล็กกระทุ้งชั้นละ 25 ครั้ง
3. เมื่อครบ 3 ชั้นแล้วปาดผิวหน้าให้เรียบและวางไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง
4. เมื่อครบ 24 ชม. แล้วทำการแกะแบบ และนำไปวางในที่ ที่อากาศถ่ายเทได้สะดวกตามอายุตามที่ต้องการ
5. เมื่อครบอายุการบ่มแล้วนำมาทดสอบกำลังอัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการคำนวณ

ค่ากำลังรับแรงอัด (Compressive Strength) ของแท่งแอสฟัลต์หาได้จากสมการ

$$fc = P/A$$

โดย

fc = กำลังรับแรงอัดประลัย มีหน่วยเป็น กก./ตร.ซม.

P = แรงอัด มีหน่วยเป็น กก.

A = พื้นที่หน้าตัดของแท่งตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.7.3 การทดสอบกำลังดัดของก้อนแอสฟัลต์(โดยการทดสอบแรงกระทำสองจุด)

(Test for Flexural Strength of Prefabricated Asphalt) (Using Simple Beam with third – Point Loading)

วัตถุประสงค์

เพื่อทดสอบกำลังดัดของก้อนแอสฟัลต์ สำหรับหาค่าโมดูลัสแตกร้าว ซึ่งเป็นอีกวิธีหนึ่งของการหากำลังดึงของก้อนแอสฟัลต์ โดยอ้อม

วัสดุและอุปกรณ์การทดสอบ

1. ก้อนแอสฟัลต์ ตัวอย่างสำหรับทดสอบ
2. เครื่องมือทดสอบกำลังอัด (Universal Testing Machine)
3. แบบหล่อแท่งคานขนาด 15 x 15 ซม. ยาว 60 ซม.
4. อุปกรณ์ประกอบสำหรับทดสอบกำลังดัด

ขั้นตอนการทดสอบ

1. การเตรียมแบบหล่อและการเตรียมแท่งตัวอย่าง เหมือนทดสอบแรงอัด
2. การทดสอบกำลังดึง

จัดตัวอย่างคานที่จะทดสอบวางบนจุดที่รองรับและแรงกระทำผ่านบล็อค 2 จุด ตรงตามตำแหน่ง จากนั้นจึงเดินเครื่องทดสอบเพิ่มแรงกระทำบนคานอย่างสม่ำเสมอจนกระทั่งคานทดสอบหัก

การวัดขนาดหน้าตัด ให้คิดเฉลี่ยจากการวัด 3 ค่า คือที่ปลายทั้ง 2 และที่กึ่งกลางของแท่งคานทดสอบ

3. การคำนวณ

ถ้าจุดเริ่มรอยหักที่ผิวรับแรงดึงเกิดภายในช่วงกลางคานซึ่งเป็นช่วงที่เกิดการดัดสุทธิจะได้ค่าโมดูลัสแตกร้าวคือ

$$R = PL/bd^2$$

3.2 ถ้ารอยหักที่ผิวรับแรงดึงเกิดอยู่นอกช่วงกลางแต่ไม่เบี่ยงเบนไปเกินกว่า 5 % ของความยาวช่วงคาน ค่าโมดูลัสแตกร้าว คือ

$$R = 3Pa/bd^2$$

โดยทั้งสองสมการดังกล่าว

R = โมดูลัสแตกร้าว,กก./ซม^2

P = แรงกระทำสูงสุดต่อแท่งตัวอย่าง,กก.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

L = ความยาวเฉลี่ยของแท่งตัวอย่าง,ซม.

a = ระยะเฉลี่ยของรอยหักที่วัดตรงผิวแรงดึงถึงจุดรองรับด้านใกล้,ซม.

b = ความยาวเฉลี่ยของคานที่จุดแตกหัก,ซม.

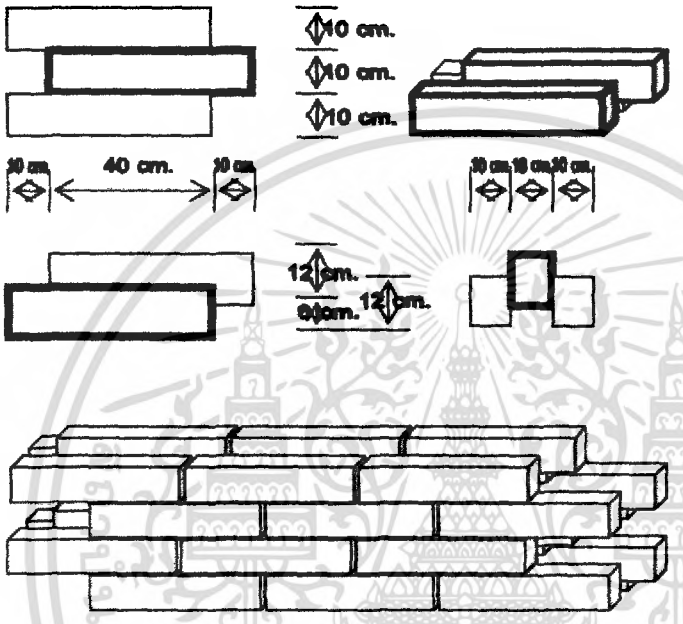
d = ความลึกเฉลี่ยของคานที่จุดแตกหัก,ซม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.8 รายละเอียดการทดสอบการป้องกันน้ำท่วมโดยใช้วัสดุแอสฟัลต์สำเร็จ

รูปแบบการป้องกันน้ำท่วมโดยใช้วัสดุแอสฟัลต์สำเร็จ

โดยการออกแบบเบื้องต้นจะพิจารณาเลือกวัสดุที่มีคุณสมบัติ ที่น้ำซึมผ่านได้ยาก และลักษณะรูปทรงที่สามารถประกอบกันเป็นแบบกำแพงที่สามารถติดตั้งได้สะดวก และขนย้ายได้ง่าย โดยมีน้ำหนักไม่มากนัก ดังเช่นรูปแสดง



รูปที่ 3.5 แสดงรูปแบบการออกแบบก้อนแอสฟัลต์สำเร็จเบื้องต้น

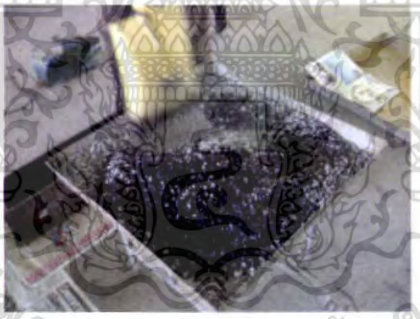
จากการปฏิบัติการและทดสอบในระยะแรกพบว่าปัญหาของการกำหนดลักษณะรูปทรง ในเบื้องต้นไม่สามารถทำให้การคงรูปของวัสดุแอสฟัลต์เป็นไปตามรูปทรงที่ต้องการได้ จึงได้ศึกษาและพัฒนาลักษณะรูปทรงใหม่ โดยออกแบบให้เป็นก้อนทรงสี่เหลี่ยมแท่งยาวขนาด 15 x 15 x 50 ซม. และทำการปฏิบัติและทดสอบต่อไป โดยกำหนดแนวทางที่จะทำให้การไหลของน้ำซึมผ่านได้ยาก ซึ่งจะจัดวางก้อนแอสฟัลต์ให้สลับการวางกันช่องว่างระหว่างก้อน และลดรอยต่อของระบบกำแพงป้องกัน ซึ่งคำนึงถึงน้ำหนักของการขนย้ายด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

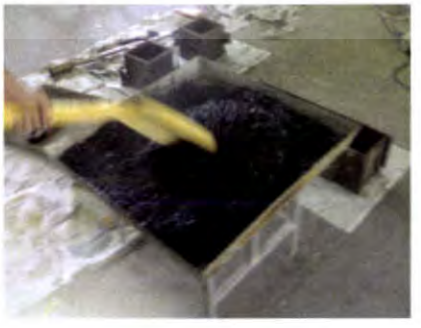
3.2.9 ขั้นตอนการทำก้อนแอสฟัลต์สำเร็จ

1. ให้ความร้อนแก่น้ำยางแอสฟัลต์จนหลอมละลายเหลวแล้วจึงผสมมวลรวมที่เตรียมไว้
2. คลุกเคล้าผสมมวลรวมและน้ำยางแอสฟัลต์ให้เข้ากัน โดยให้ความร้อนตลอดเวลา
3. นำส่วนผสมของหินและน้ำยางแอสฟัลต์ที่ผสมเข้ากันแล้วเทลงแบบหล่อขนาด 15*15*50 ซม.
4. บดอัดส่วนผสมให้อัดแน่นอย่างสม่ำเสมอ แล้วปล่อยทิ้งให้แห้งตามอายุ 7 วัน และ 28

รูปที่ 3.6 การเตรียมตัวอย่างหินตามอัตราส่วนที่กำหนดไว้



รูปที่ 3.7 การผสมต้องให้ความร้อนตลอดเวลา



รูปที่ 3.8 แอสฟัลต์ที่ผสมเข้ากันแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.9 นำแอสฟัลต์เทลงแบบหล่อแล้วกระทุ้ง 5 ชั้นชั้นละ 35 ครั้ง

รูปที่ 3.10 ปาดหน้าด้วยเกรียงเหล็กให้เรียบ

รูปที่ 3.11 วางไว้ประมาณ 24 ชั่วโมงแล้วจึงถอดแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.10 การทดสอบความซึมน้ำของวัสดุป้องกัน

เปรียบเทียบตามมาตรฐาน ASTM D 2434-68

โดยวิธีใช้ความดันเปลี่ยน ดังนั้น ค่าความซึมน้ำของตัวกลาง

$k = 2.3 (aL/AT) \log (h1/h2)$ (ซม./วินาที)

โดยที่ a = พื้นที่ของน้ำที่ทำให้เกิดความดันเปลี่ยน (ตร.ซม.)

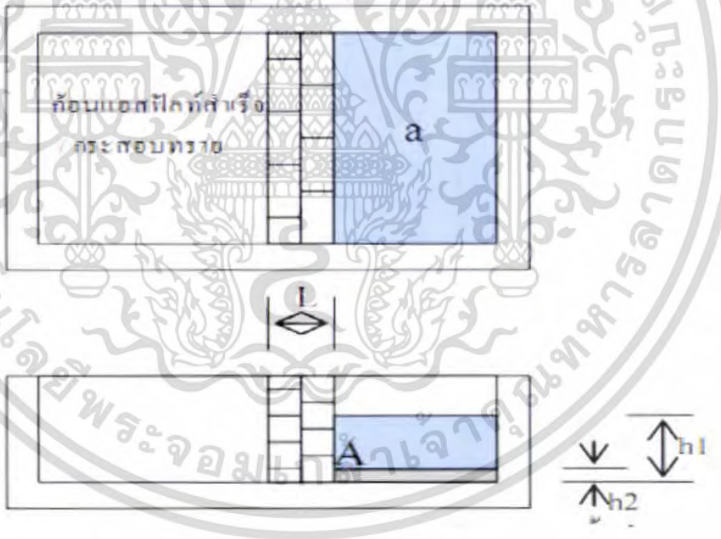
A = พื้นที่ของหน้าตัดวัสดุตัวกลางกั้นน้ำซึมผ่าน (ตร.ซม.)

L = ระยะความยาวของช่วงวัสดุตัวกลางกั้นน้ำไหลผ่าน (ซม.)

h1 = ระดับน้ำเมื่อเริ่มจับเวลา (ซม.)

h2 = ระดับน้ำเมื่อเวลาผ่านไป (ซม.)

T = ช่วงเวลาของการซึมผ่านของน้ำผ่านวัสดุกั้น (วินาที)



รูปที่ 3.12 แสดงการทดสอบการหาอัตราการไหลของน้ำซึมผ่าน
ก้อนแอสฟัลต์สำเร็จ หรือกระสอบทราย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดสอบ การซึมผ่านน้ำของกระสอบทราย จะซึมไหลผ่านระหว่างรอยต่อระหว่างกระสอบทรายด้วยกันเองได้มาก ที่บริเวณพื้นก็จะมีน้ำไหลออกอยู่เหมือนกัน และเมื่อเพิ่มชั้นน้ำก็จะซึมผ่านได้น้อยกว่าเดิม

รูปที่ 3.13 แสดงการทดสอบการซึมน้ำผ่านของกระสอบทราย (1 ชั้น) ในบ่อทดสอบ

รูปที่ 3.14 แสดงการทดสอบการซึมน้ำผ่านของกระสอบทราย (2 ชั้น) ในบ่อทดสอบ

รูปที่ 3.15 แสดงการทดสอบการซึมน้ำผ่านของก้อนแอสฟัลต์ (1 ชั้น) ในบ่อทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.16 แสดงการทดสอบการซึมน้ำผ่านของก้อนแอสฟัลต์ (1 ชั้น) (มีโฟมอุดช่วงข้อต่อ)ในบ่อทดสอบ

รูปที่ 3.17 แสดงการทดสอบการซึมน้ำผ่านของก้อนแอสฟัลต์ (2 ชั้น) ในบ่อทดสอบ

รูปที่ 3.18 แสดงการทดสอบการซึมน้ำผ่านของก้อนแอสฟัลต์ (2 ชั้น) (มีโฟมอุดช่วงข้อต่อ)ในบ่อทดสอบ

ระยะเวลาในการทำวิจัย

เริ่มงานวิจัย เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2550 สิ้นสุด เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดสอบและการวิเคราะห์

4.1 การทดสอบการป้องกันการซึมของน้ำในบ่อทดสอบ

รายการคำนวณ

k = 2.3 (aL/AT) log (h1/h2) (ซม./วินาที) จากการทดสอบได้ค่าดังนี้

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบกระสอบทราย (L= 38 cm.) หนาชั้นเดียว

เวลา (นาที)	ระดับน้ำ (เซนติเมตร)
0	35
10	19
20	13.5
30	8.2
40	4.3

a = 16000 cm^2 , A = 7000 cm^2 , L = 38 cm

h1 = 35 cm , h2 = 19 cm , T = 600 วินาที

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบกระสอบทราย (L= 76 cm.) หนา 2 ชั้น

เวลา (นาที)	ระดับน้ำ (เซนติเมตร)
0	35
10	27.7
20	21.2
30	15.6
40	11.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

a = 16000 cm^2 , A = 7000 cm^2 , L = 76 cm

h1 = 35cm , h2 = 27.7 cm , T = 600 วินาที

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบก้อนแอสฟัลต์ (L= 15 cm.) หนาชั้นเดียว

เวลา (นาที)	ระดับน้ำ (เซนติเมตร)
0	35
10	19.3
20	14.2
30	9.5
40	5.7

a = 16000 cm^2 , A = 7000 cm^2 , L = 15 cm

h1 = 35 cm , h2 = 19.3 cm , T = 600 วินาที

ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบก้อนแอสฟัลต์ (L= 15cm.) หนา 1 ชั้น (มีโฟมอุดช่วงข้อต่อ)

เวลา (นาที)	ระดับน้ำ (เซนติเมตร)
0	35
10	20.6
20	15.2
30	10.1
40	6.8

a = 16000 cm^2 , A = 7000 cm^2 , L = 15 cm

h1 = 35 cm , h2 = 20.6 cm , T = 600 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบก้อนแอสฟัลต์ (L= 30 cm.) หนา 2 ชั้น

เวลา (นาที)	ระดับน้ำ (เซนติเมตร)
0	35
10	29.2
20	22.5
30	16.9
40	12.6

a = 16000 cm^2 , A = 7000 cm^2 , L = 30 cm

h1 = 35 cm , h2 = 29.2 cm , T = 600 วินาที

ตารางที่ 4.6 ผลการทดสอบก้อนแอสฟัลต์ (L= 30cm.) หนา 2 ชั้น(มีโฟมอุดช่วงข้อต่อ)

เวลา (นาที)	ระดับน้ำ (เซนติเมตร)
0	35
10	30.6
20	24
30	18.8
40	14.2

a = 16000 cm^2 , A = 7000 cm^2 , L = 30 cm

h1 = 35 cm , h2 = 30.6 cm , T = 600 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 แสดงผลการทดสอบการซึมน้ำผ่านวัสดุกั้นในบ่อทดสอบลักษณะวัสดุทดสอบ

รูปแบบของวัสดุ	อัตราความซึมน้ำของตัวกลาง โดยวิธีใช้ความดันความดันเปลี่ยน (ซม./วินาที)
กระสอบทราย (L= 38cm.) หนาชั้นเดียว	0.088
กระสอบทราย (L= 76cm.) หนา 2 ชั้น	0.068
ก้อนแอสฟัลต์ (L= 15cm.) หนาชั้นเดียว	0.034
ก้อนแอสฟัลต์ (L= 15cm.) หนาชั้นเดียว (มีโฟม)	0.030
ก้อนแอสฟัลต์ (L= 30cm.) หนา 2 ชั้น	0.021
ก้อนแอสฟัลต์ (L= 30cm.) หนา 2 ชั้น (มีโฟม)	0.015

ตัวอย่างการคำนวณ

กระสอบทราย (L= 38cm.) หนาชั้นเดียว

k = 2.3((16000 x 38)/(7000 x 600)) log (35/19)

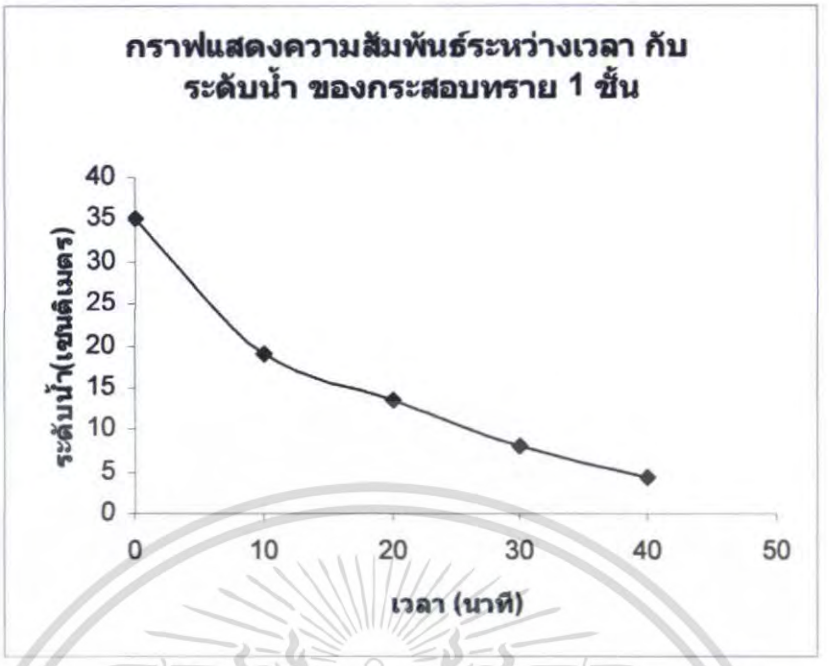
k = 0.088 ซม./วินาที

ก้อนแอสฟัลต์ (L= 15cm.) หนาชั้นเดียว

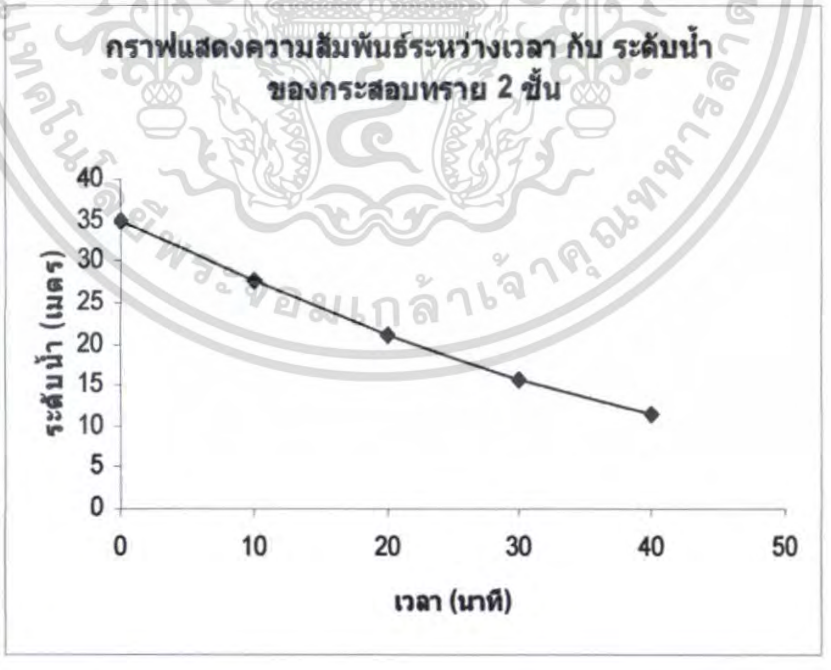
k = 2.3((16000 x 15)/(7000 x 600)) log (35/19.3)

k = 0.034 ซม./วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

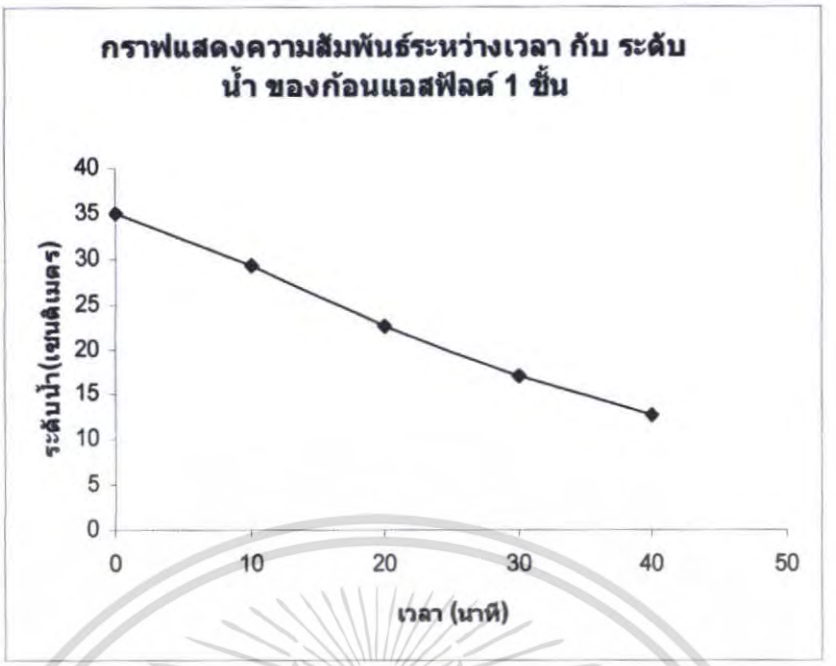


รูปที่ 4.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลา กับ ระดับน้ำ ของกระสอบทราย 1 ชั้น

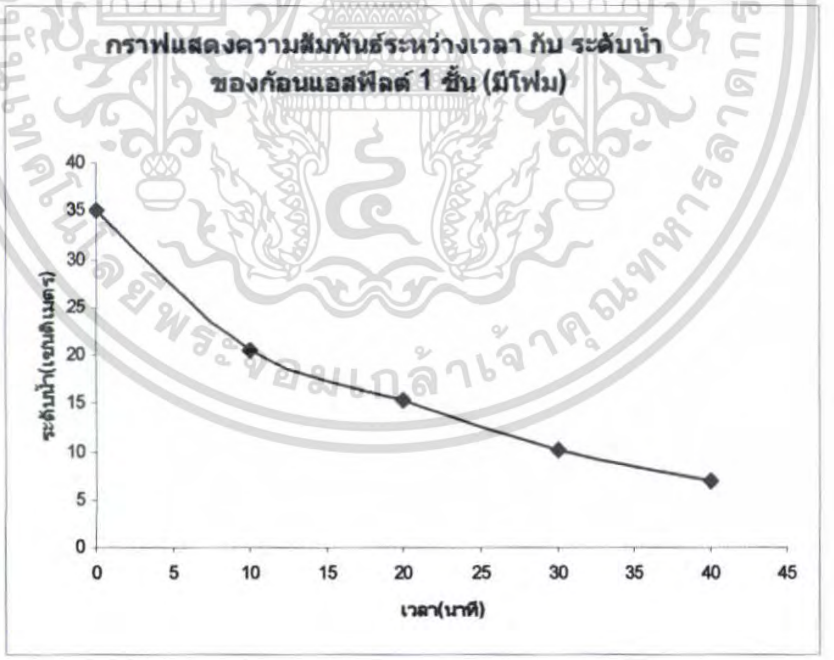


รูปที่ 4.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลา กับ ระดับน้ำ ของกระสอบทราย 2 ชั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

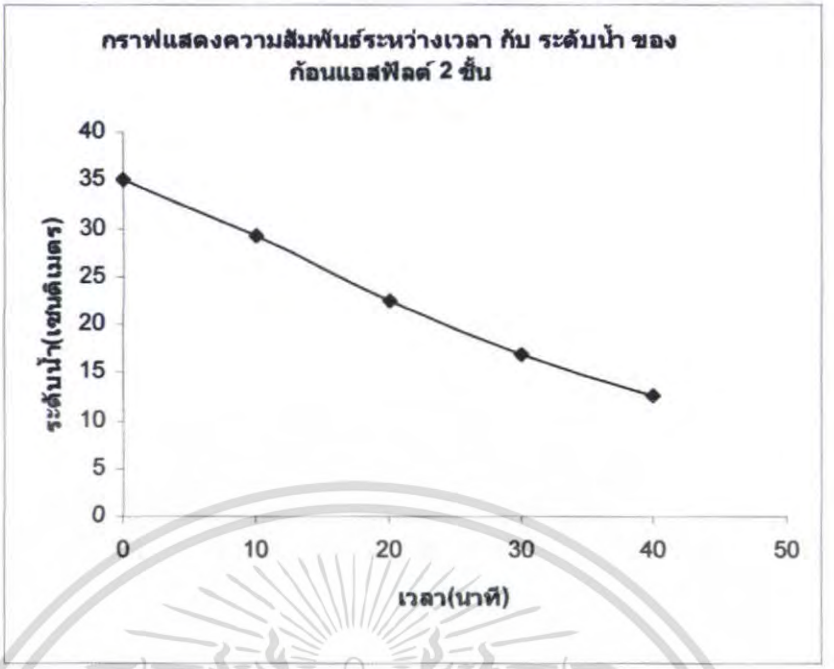


รูปที่ 4.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลา กับ ระดับน้ำ ของก้อนแอสฟิลต์ 1 ชั้น

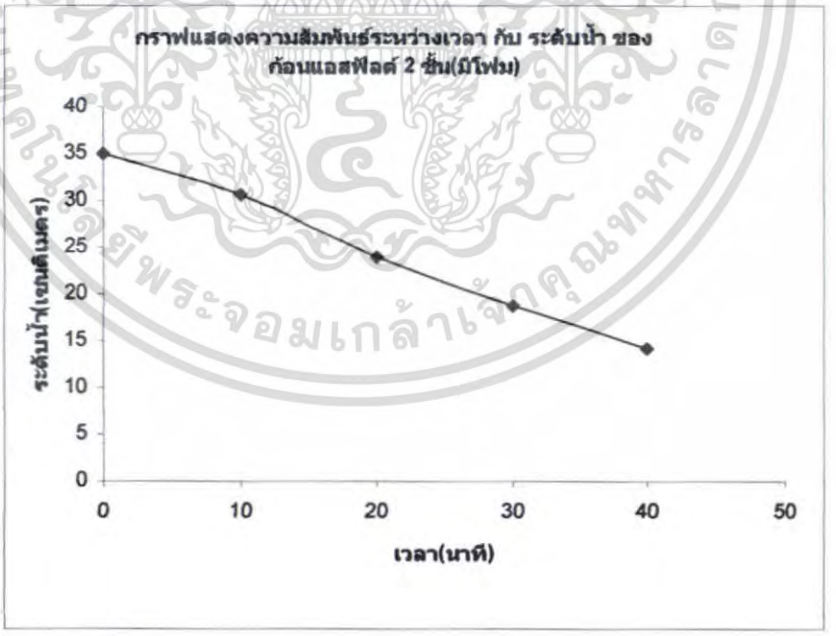


รูปที่ 4.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลา กับ ระดับน้ำ ของก้อนแอสฟิลต์ 1 ชั้น(มีโฟมอุดช่วงข้อต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

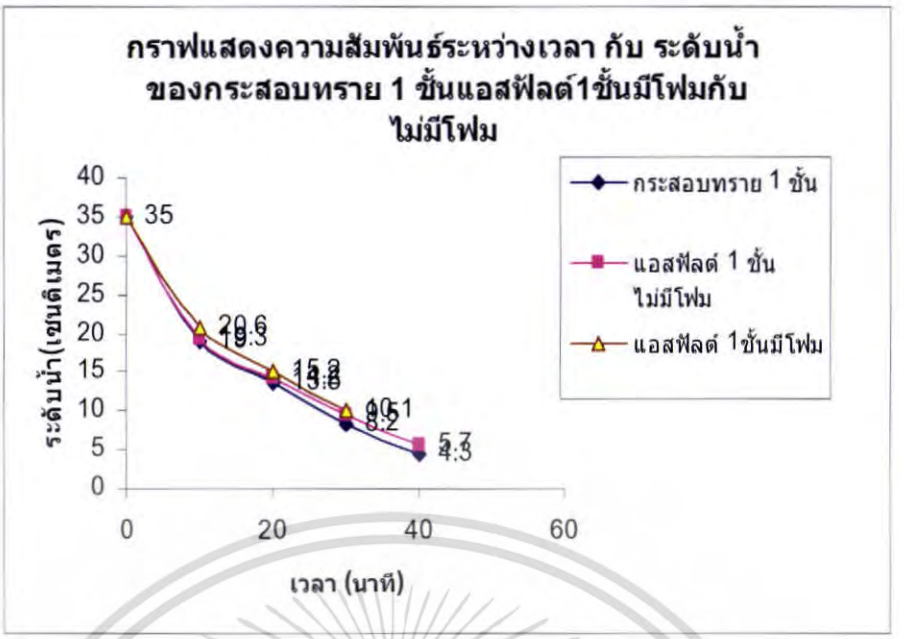


รูปที่ 4.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลา กับ ระดับน้ำ ของก้อนแอสฟัลต์ 2 ชั้น

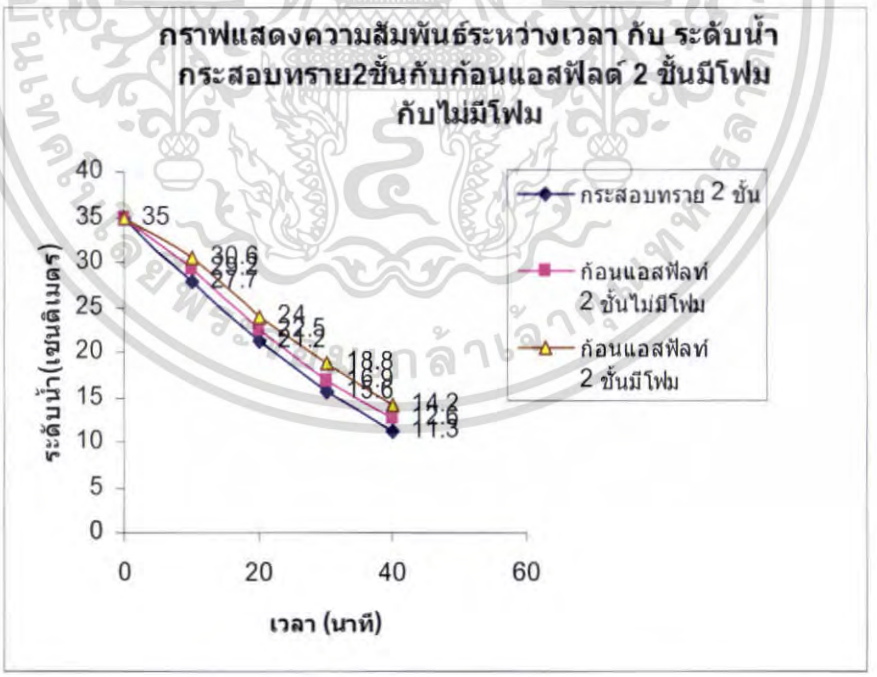


รูปที่ 4.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลา กับ ระดับน้ำ ของก้อนแอสฟัลต์ 2 ชั้น(มีโฟมอุดช่วงข้อต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

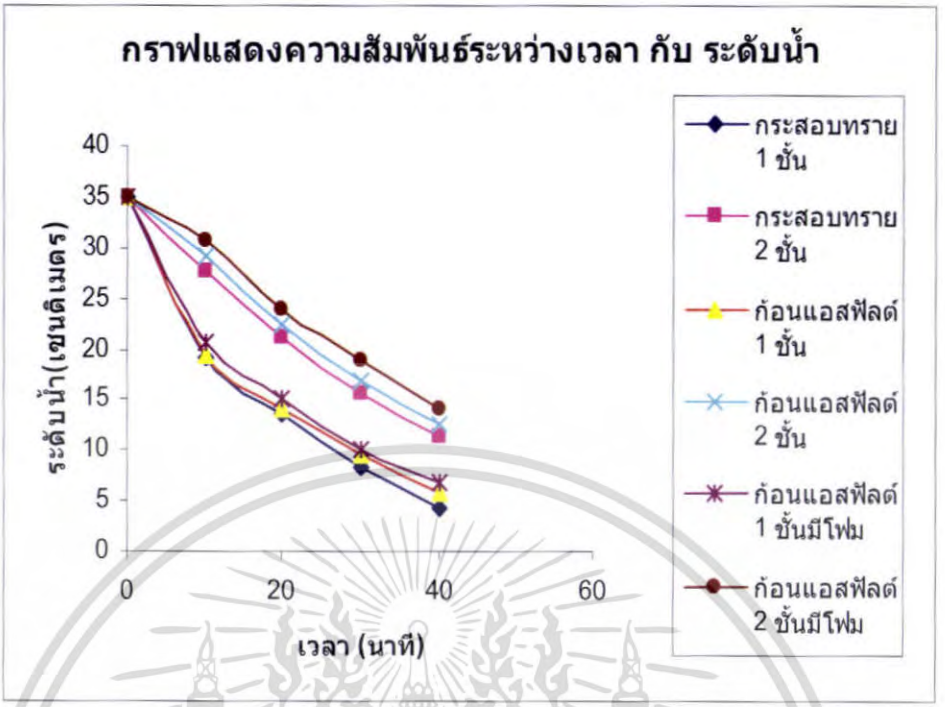


รูปที่ 4.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลา กับ ระดับน้ำ ของกระสอบทราย 1 กับ แอสฟัลต์ 1 ชั้น แบบมีโฟมและไม่มีโฟม



รูปที่ 4.8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลา กับ ระดับน้ำ ของกระสอบทราย 2 กับ แอสฟัลต์ 2 ชั้น แบบมีโฟมและไม่มีโฟม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลา กับ ระดับน้ำ (รวมทุกรูปแบบ)

รูปที่ 4.10 แสดงการทดสอบกำลังรับแรงอัดของก้อนแอสฟัลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.11 แสดงการทดสอบกำลังรับแรงดึงของก้อนแอสฟัลต์

รูปที่ 4.12 แสดงการทดสอบกำลังรับแรงดึงของก้อนแอสฟัลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การประยุกต์ใช้ก้อนแอสฟัลต์

การประยุกต์ใช้ก้อนแอสฟัลต์ใช้ทำกระถางต้นไม้

รูปที่ 4.13 การประยุกต์ใช้ก้อนแอสฟัลต์ใช้ทำกระถางต้นไม้

รูปที่ 4.14 การประยุกต์ใช้ก้อนแอสฟัลต์ใช้ทำกระถางต้นไม้

รูปที่ 4.15 การประยุกต์ใช้ก้อนแอสฟัลต์ใช้ทำที่กั้นสำหรับจอดรถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.16 การประยุกต์ใช้ก้อนแอสฟัลต์ใช้ทำทางเดินภายในสวน

รูปที่ 4.17 การประยุกต์ใช้ก้อนแอสฟัลต์ใช้ทำทางเดินภายในสวน

การประยุกต์ใช้ของก้อนแอสฟัลต์สามารถที่จะทำเป็นสิ่งอำนวยความสะดวกประเภทอื่นได้อีกมากมายหลายอย่าง เช่น การประยุกต์ใช้โดยประกอบเป็นโต๊ะ เก้าอี้ วางในสวน การประยุกต์ใช้โดยการปูเป็นพื้นแทนอิฐตัวหนอน ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
การประเมินราคา

ราคาต่อพื้นที่1 ตารางเมตรของก้อนแอสฟัลต์สำเร็จ

ราคาหินเกร็ด(ลบ.ม. 335 บาท)	= 3.50	บาท/ก้อน
ราคาน้ำยางแอสฟัลต์ AC 60-70(ตันละ 13750 บาท)	= 10.9	บาท/ก้อน
ราคาการทำก้อนแอสฟัลต์สำเร็จ (คิด 20 % ของราคาวัสดุ)	= 2.88	บาท/ก้อน
รวมราคาโดยเฉลี่ย	= 17.28	บาท/ก้อน
1 ตารางเมตรใช้จำนวนก้อนแอสฟัลต์ 13.33 ก้อน	= 230	บาท

ราคาต่อพื้นที่1 ตารางเมตรของก้อนแอสฟัลต์สำเร็จ (แบบมีโฟมอุดช่วงข้อต่อ)

ราคาหินเกร็ด(ลบ.ม. 335 บาท)	= 3.50	บาท/ก้อน
ราคาน้ำยางแอสฟัลต์ AC 60-70(ตันละ 13750 บาท)	= 10.9	บาท/ก้อน
ราคาการทำก้อนแอสฟัลต์สำเร็จ (คิด 20 % ของราคาวัสดุ)	= 2.88	บาท/ก้อน
รวมราคาโดยเฉลี่ย	= 17.28	บาท/ก้อน
1 ตารางเมตรใช้จำนวนก้อนแอสฟัลต์ 13.33 ก้อน	= 230	บาท
1 ตารางเมตร ใช้โฟมเท่ากับ 0.5325 ตารางเมตร(ต.ร.ม. ละ 17 บาท)	= 9.053	บาท
1 ตารางเมตร รวมเป็นเงิน	= 239	บาท

ราคาต่อพื้นที่ 1ตารางเมตรของกระสอบทราย

ราคาต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตรของกระสอบทราย

ราคากระสอบทราย = 22 บาท/กระสอบ

1 ตารางเมตรใช้จำนวนกระสอบทราย 9 กระสอบ = 198 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
สรุปผลการทดสอบและการประยุกต์ใช้ก้อนแอสฟัลต์

จากการศึกษาลักษณะทางกายภาพของแอสฟัลต์คอนกรีตทำให้ทราบว่า แอสฟัลต์คอนกรีตสามารถอัดเป็นแท่งได้จึงทำการหล่อแท่งแอสฟัลต์คอนกรีตขนาด 15*15*50 เซนติเมตร และนำก้อนแอสฟัลต์มาประยุกต์ใช้โดยทดสอบดูความสามารถและความเหมาะสมในการใช้งานรวมถึงราคาได้ดังนี้

1. ลักษณะทางกายภาพ ก้อนแอสฟัลต์มีขนาด 15*15*50 เซนติเมตร มีด้วยกัน 2 รูปแบบแรกเป็นฐานรองด้านล่างมีน้ำหนักก้อนละ18 กิโลกรัม ส่วนแบบที่สองเป็นแบบที่ต่อจากฐานด้านล่างมีน้ำหนักก้อนละ 20 กิโลกรัม 1 ตารางเมตรมีน้ำหนักประมาณ 263 กิโลกรัม และมีจำนวนทั้งหมด 13.33 ก้อนต่อตารางเมตร

2. การนำก้อนแอสฟัลต์มาใช้แทนกระสอบทรายเพื่อป้องกันน้ำท่วม โดยมีวัตถุประสงค์หลักก็จะเน้นการประยุกต์การใช้งานก้อนแอสฟัลต์ที่มีไว้สำหรับใช้ในบ้านเรือน จากการทดสอบก้อนแอสฟัลต์สามารถป้องกันน้ำได้ดีกว่ากระสอบทราย โดยก้อนแอสฟัลต์มีอัตราการไหลซึมผ่านของน้ำ 0.034 เซนติเมตร/วินาที ส่วนกระสอบทรายมีอัตราการไหลซึมผ่านของน้ำ 0.088 เซนติเมตร/วินาที

3. ความคุ้มค่าในการใช้งานของก้อนแอสฟัลต์ เมื่อนำมาใช้งานแล้วสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ถึงแม้ว่าจะผ่านการแช่น้ำมาเป็นระยะเวลานานก็ตามและไม่ก่อให้เกิดปัญหาขยะที่จะตามมาภายหลัง ส่วนกระสอบทรายนั้นเมื่อนำมาใช้งานแล้ว จะไม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ยิ่งถ้าผ่านการแช่น้ำมาเป็นระยะเวลานานก็จะทำให้กระสอบที่ใช้บรรจุทรายผุ และยังเป็นสาเหตุทำให้เกิดขยะและการอุดตันของท่อระบายน้ำตามมาในภายหลัง

4. การประยุกต์ใช้ก้อนแอสฟัลต์ในงานประเภทอื่น ทั้งนี้เนื่องจากก้อนแอสฟัลต์มีความสะดวกละง่ายต่อการใช้งาน ไม่จำเป็นต้องใช้ช่างฝีมือในการก่อเพียงแค่นำก้อนแอสฟัลต์มาวางซ้อนกันก็สามารถใช้งานได้ จึงสามารถเปลี่ยนรูปแบบการใช้งานในลักษณะต่างๆได้ เช่น การนำก้อนแอสฟัลต์มาเรียงกันทำเป็นกระถางต้นไม้ ทำทางเท้า จัดสวน ใช้เป็นที่กันคล้ายกับทางเท้า หรือเรียงกันเป็นก้อนใช้ทำเป็นโต๊ะ ที่นั่ง ในสวนบริเวณบ้าน และหากไม่นำมาใช้ประโยชน์ต่างๆเหล่านี้ก็สามารถจัดเก็บโดยการนำมาเรียงกันซึ่งก้อนแอสฟัลต์สามารถจัดเก็บได้อย่างเป็นระเบียบดูไม่เกะกะสายตาผู้พบเห็นและเมื่อเกิดน้ำท่วมก็นำกลับมาใช้ใหม่

5. ทางด้านราคาของก้อนแอสฟัลต์ มีราคาสูงเมื่อเปรียบเทียบกับกระสอบทราย แต่หากนำมาเปรียบเทียบกับจำนวนครั้งในการใช้งานนั้นราคาของก้อนแอสฟัลต์มีราคาใกล้เคียงหรือถูกกว่ากระสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทรายซึ่งขึ้นอยู่กับผู้ใช้งานว่ามีความระมัดระวังมากน้อยเพียงใดหากโยนหรือเกิดการกระแทกความสมารถในการใช้งานของก้อนแอสฟัลต์ก็จะลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะ

1. รูปทรงของก้อนแอสฟัลต์ ควรมีขนาดที่ได้มาตรฐานเท่ากันทุกก้อน น้ำหนักในการกดทับ มีผิวเรียบ และผ่านการบดอัดแน่น โดยไม่มีการเสียรูปทรง

2. การป้องกันการซึมน้ำเพื่อให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นควรจัดวางกระสอบทรายในชั้นพื้นดินในส่วนที่ไม่เรียบ แล้วจึงวางก้อนแอสฟัลต์สำเร็จซ้อนเรียงวางกันเป็นกำแพง เพื่อมิให้การซึมน้ำไหลผ่านได้สะดวกในชั้นวางบนพื้นดิน

3. การป้องกันการซึมน้ำจะสามารถป้องกันได้ดีขึ้น โดยการเพิ่มจำนวนแนวกั้นน้ำให้มากขึ้นตามระดับความสูงของการกั้นน้ำ เพื่อเป็นการป้องกันการแรงดันของน้ำที่อาจจะทำให้แนวกั้นของก้อนแอสฟัลต์สำเร็จล้มลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1. อำนวย พานิชกุลพงศ์, 2548 นัฐพร นวกิจรังสรรค์, วิศวกรรมการทาง Highway Engineering,
   แผนกตำราคณะวิศวกรรมศาสตร์,สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง,
2. ผศ.อำนวย พานิชกุลพงศ์ 2547 ปฏิบัติการทดสอบแอสฟัลต์ , แผนกตำราคณะวิศวกรรมศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 215 น.
3. อำนวย พานิชกุลพงศ์, เอกสารประกอบการสอนวิชาการออกแบบผิวทาง,ภาควิชาวิศวกรรมโยธา , คณะวิศวกรรมศาสตร์ , สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
4. ดร.ชยธันว์ พรหมศร ,2541 การศึกษาคุณสมบัติทางวิศวกรรมของยางแอสฟัลต์และวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตที่ปรับปรุงคุณภาพด้วยสารโพลีเมอร์_,โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์, 68 น.
5. รศ.ศิริวัฒน์ ไชยชนะ 2542: ปฏิบัติการคอนกรีตเทคโนโลยี , หจก. วี.เจ. พริ้นติ้ง จำกัด , 161 น.
6. ชรินทร์ วิทยกุล ,2543 แอสฟัลต์เทคโนโลยีสำหรับถนนลาดยาง,สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,224 น.
7. วรากร ไม้เรียง,2525 ปฐพีกลศาสตร์ทฤษฎีและปฏิบัติการ,สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,180 น.
8. ศิริชัย ขำสุวรรณ,2549 การใช้ก้อนแอสฟัลต์สำเร็จเพื่อป้องกันน้ำท่วม,สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสยาม,6 น.
9. ชูศักดิ์ คีรีรัตน์, 2548 การทดสอบหาค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่าน,วิทยาเขตวังไกลกังวล 21 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองหาค่าความถ่วงจำเพาะและความหนาแน่น

ASPHALT CONCRETE TESTING LABORATORY

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING, FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

SPECIFIC GRAVITY AND DENSITY OF ASPHALT CEMENT

PROJECT *Special Project 1* TESTED DATE *5 – 09 – 2550*

CLIENT *KMITL* TESTED BY *MAT - 1*

SAMPLEDESCRIPTION *Asphalt Cement Grade 60-70*

TEST NO.		1	2	3
PYCNOMETER NO.		611	631	866
TEST TEMPERATURE	°C	25	25	25
MASS OF PYCNOMETER PLUS STOPPER (A)	g	33.18	33.67	33.99
MASS OF PYCNOMETER WITH WATER (B)	g	59.11	59.64	58.26
MASS OF PYCNOMETER PARTIALLY FILLED WITH ASPHALT (C)	g	52.24	51.95	51.58
MASS OF PYCNOMETER PLUS ASPHALT PLUS WATER (D)	g	58.94	59.67	59.12
SPECIFIC GRAVITY (GA)=(C-A)/[(B-A)-(D-C)]		0.991	1.002	1.049
AVERAGE SPECIFIC GRAVITY		1.014		
DENSITY OF WATER (W)	kg/m^3	997.00	997.00	997.00
DENSITY = G x W	kg/m^3	988.0	998.9	1046
AVERAGE DENSITY	kg/m^3	1011		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองหาค่าการทะลวง

ASPHALT CONCRETE TESTING LABORATORY

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING, FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

PENETRATION TEST

PROJECT *Special Project 1* TESTED DATE *5 – 09 – 2550*

CLIENT *KMITL* TESTED BY *MAT - 1*

SAMPLEDESCRIPTION *Asphalt Cement Grade 60-70*

TOTAL LOAD *100 g.*

TIME *5 second*

TEMPERATURE *25 °C*

SAMPLE NO.	PENETRATION NO.			AVERAGE PENETRATION	REMARK
	1	2	3		
1	67	67	69	67.66	
2	67	70	68	68.33	
3	68	70	69	69.00	
AVERAGE TOTAL				68.33	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองหาค่าการยืดตัว

ASPHALT CONCRETE TESTING LABORATORY

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING, FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

DUCTILITY TEST

PROJECT *Special Project I* TESTED DATE *5 – 09 – 2550*

CLIENT *KMITL* TESTED BY *MAT - 1*

SAMPLEDESCRIPTION *Asphalt Cement Grade 60-70*

TEMPERATURE *25* $^{\circ}C$

SAMPLE NO.	DUCTILITY NO.			AVERAGE DUCTILITY (cm)	REMARK
	1	2	3		
1	141.05	140.14	141.23	140.81	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองหาค่าจุดอ่อนตัว

ASPHALT CONCRETE TESTING LABORATORY

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING, FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

SOFTENING TEST

PROJECT *Special Project 1* TESTED DATE *5 – 09 – 2550*

CLIENT *KMITL* TESTED BY *MAT - 1*

SAMPLEDESCRIPTION *Asphalt Cement Grade 60-70*

TEST NO.		1		2		3	
SOFTENING POINT	°C	45.1	45.0	45.2	46.0	44.8	45.8
AVERAGE SOFTENING POINT	°C	45.05		45.6		45.3	
TOTAL SOFTENING POINT	°C	45.31					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองหาจุดวาบไฟและจุดติดไฟ โดยใช้ถ้วยคลีฟแลนด์โอเพน

ASPHALT CONCRETE TESTING LABORATORY

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING, FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

FLASH POINT TEST BY CLEVELAND OPEN-CUP

PROJECT *Special Project 1* TESTED DATE *5 – 09 – 2550*

CLIENT *KMITL* TESTED BY *MAT - 1*

SAMPLEDESCRIPTION *Asphalt Cement Grade 60-70*

FLASH POINT

SAMPLE NO.	FLASH POINT (°C)			AVERAGE FLASH POINT (°C)	REMARKS
	1	2	3		
1	331	334	332	332.33	

FIRE POINT

SAMPLE NO.	FIRE POINT (°C)			AVERAGE FIRE FLASH POINT (°C)	REMARKS
	1	2	3		
1	350	358	354	351	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบหาคุณสมบัติของ AC 60-70

ชนิดการตรวจสอบ	หน่วย	AC 60-70	มาตรฐาน AC 60-70
1. Specific Gravity		1.014	
Density	kg/m^3	1011	
2. Penetration at 25 °c,100 gm, 5 sec	0.1 mm	68.33	60 to 70
3. Ductility at 25 °c, 5 cm/min	cm	140.81	100 Min
4. Softening Point, Ring and Ball	°C	45.31	
5. Flash Point Test By Cleveland Open-Cup	°C	332.33	232 Min
Fire Point Test By Cleveland Open-Cup	°C	351	

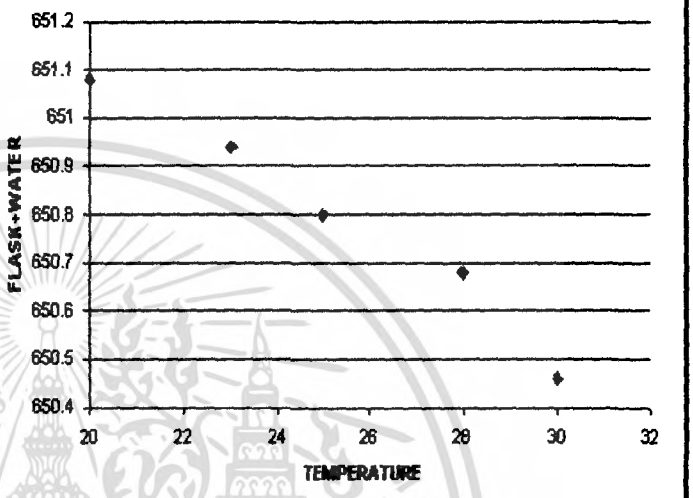
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลความถ่วงจำเพาะ(Specific Gravity)ของวัสดุเม็ดละเอียด (ขนาดผ่านตะแกรงเบอร์ 200)

PROJECT *Special Project 1* TESTED DATE *13 / 09 / 2550*

CLIENT *Project1 Group 3 HN* TESTED BY *Project1 Group 3 HN*

PYCNOMETER CALIBRATION		
No.	FLASK+WATER (g)	TEMPERATURE (C•)
1	650.46	30
2	650.68	28
3	650.8	25
4	650.94	23
5	651.08	20



Depth	
Determination No.	
1. Temperature ,t(C)	28
2. Weight of Flask + Water + fine Aggegate ,W1(g)	682.93
3. Weight of Flask + Water ,W2(g)	650.68
4. Container No.	6
5. Weight of Dry fine Aggegate + Container (g)	318.04
6. Weight of Container (g)	268.05
7. Weight of Dry fine Aggegate (g)	49.99
8. Specific Gravity of Water at T , Gt	0.9963
9. Specific Gravity of fine Aggegate	2.81

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างรายการคำนวณ

$$G_S = G_T \left[\frac{W_S}{W_{BW} + W_S - W_{BWS}} \right]$$

$$G_S = 0.9963 \times \left[\frac{49.99}{650.68 + 49.99 - 682.93} \right] = 2.81$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองหาค่าความถ่วงจำเพาะของมวลรวมหยาบ

ตัวอย่าง	น้ำหนักของตัวอย่าง			G_B	G_A	% ดูดซึมน้ำ
	สภาพอบแห้ง	สภาพอิ่มตัวผิวแห้ง	แช่จมในน้ำ	$\frac{A}{B-C}$	$\frac{A}{A-C}$	$\frac{(B-A)}{A} \times 100\%$
ตัวอย่างที่ 1	916.6	920.1	586.7	2.749	2.778	0.38
ตัวอย่างที่ 2	918.8	922.4	588.2	2.749	2.779	0.39
ตัวอย่างที่ 3	920.5	923.9	589.4	2.752	2.780	0.37
ตัวอย่างที่ 4	921.4	924.7	589.7	2.750	2.778	0.36
รวม	3677.3	3691.1	2354.0	2.750	2.779	0.38

ตัวอย่างการคำนวณ

ความถ่วงจำเพาะของมวลรวม , $G_B = \frac{A}{B-C} = \frac{916.6}{920.1 - 586.7} = 2.749$

(ขณะวัสดุมีความชื้นอากาศ)

ความถ่วงจำเพาะของมวลรวม , $G_A = \frac{A}{A-C} = \frac{916.6}{916.6 - 586.7} = 2.778$

(เมื่อวัสดุแห้งสนิท)

% การดูดซึมน้ำ $= \frac{(B-A)}{A} \times 100\% = \frac{(920.1 - 916.6)}{916.6} \times 100\% = 0.38$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบหาขนาดอนุภาคของมวลรวม

SIEVE ANALYSIS

PROJECT Special Project 1 OWNER Project1 Group 3 HN

LOCATION Ladkrabang - Bangna Road BORING NO. --

Aggegate DESCRIPTION หินฝุ่น SAMPLE DEPTH --

TEST NO. 1 SAMPLE NO. 1

TEST BY Project1 Group 3 HN DATE 18 / 09 / 2549

Specific Gravity of Aggegate ,Gs	2.731
Tray No.	
Weight of Tray ,g	255.11
Weight of Tray + Dry Aggegate ,g	1755.11
Weight of Dry Aggegate ,g	1500
Sieves Standard	ASTM. C136-76

REMARK:

Sieve No.	Sieve Opening mm	Weight of Sieve g	Weight of Sieve + Aggegate ,g	Weight of Aggegate Retained ,g	Cumulative Retained ,g	Cumulative Retained ,%	Percent Finer ,%
3/8"	9.50	796.80	796.80	0.00	0.00	0.00	100.00
4	4.75	486.79	486.79	0.00	0.00	0.00	100.00
8	2.36	476.22	761.72	285.50	285.50	19.03	80.97
16	1.18	655.55	1070.55	415.00	700.50	46.97	53.03
30	0.60	599.71	920.21	320.50	1021.00	68.34	31.66
50	0.30	573.87	742.37	186.50	1189.50	80.77	19.23
100	0.15	523.31	709.81	186.50	1376.00	91.73	8.27
200	0.075	509.51	595.51	86.00	1462.00	97.47	2.53
Pan	-	375.97	413.97	38	1500.00	100.00	0.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการคำนวณ

Weight of Soil Retained = (Weight of Sieve + Aggegate) - Weight of Sieve

(ตะแกรงเบอร์ 8)

= 761.72 - 476.22

= 285.50 g

Cumulative Retained

= Weight of Aggegate Retained (3/4") + Weight of Aggegate Retained (เบอร์ 4) + Weight of Aggegate Retained (เบอร์ (8)

= 0 + 0 + 285.50

= 285.50 g

% Cumulative Retained = $\frac{\text{Cumulative Retained}}{\text{Weight of Dry Aggegate}} \times 100$

= $\frac{285.50}{1500} \times 100$

= 19.03 %

Percent Finer = 100 - % Cumulative Retained

= 100 - 19.03

= 80.97 %

สรุปค่า Percent Finer

ตะแกรง 3/8" ค่าร้อยละผ่านตะแกรงของมวลรวม = 100 %

ตะแกรงเบอร์ 4 ค่าร้อยละผ่านตะแกรงของมวลรวม = 100 %

ตะแกรงเบอร์ 8 ค่าร้อยละผ่านตะแกรงของมวลรวม = 80.97 %

ตะแกรงเบอร์ 16 ค่าร้อยละผ่านตะแกรงของมวลรวม = 53.03 %

ตะแกรงเบอร์ 30 ค่าร้อยละผ่านตะแกรงของมวลรวม = 31.66 %

ตะแกรงเบอร์ 50 ค่าร้อยละผ่านตะแกรงของมวลรวม = 19.23 %

ตะแกรงเบอร์ 100 ค่าร้อยละผ่านตะแกรงของมวลรวม = 8.27 %

ตะแกรงเบอร์ 200 ค่าร้อยละผ่านตะแกรงของมวลรวม = 2.53 %

Pan ค่าร้อยละผ่านตะแกรงของมวลรวม = 0 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองหาค่าความสึกหรอของมวลรวมหยาบ

วัสดุ .....หิน.3..... เกรด .....B.....

จำนวนรอบของการหมุน.....500..... จำนวนลูกทุ่มเหล็ก.....11.....

น้ำหนักตัวอย่าง.....4584..... วันที่ทำการทดสอบ....14/09/2550.....

ขนาดตะแกรง		น้ำหนักของตัวอย่าง
ส่วนที่ผ่าน	ส่วนที่ค้าง	ค่าสะสม
3/4"	1/2"	2503
1/2"	3/8"	2503
น้ำหนักเดิม (w1)		5001 g
น้ำหนักคงเหลือ(W2)		3510 g
น้ำหนักสูญหาย		1491 g
ค่าร้อยละของการสึกหรอ ((W1 - W2)/W1) x 100		29.81 %

ตัวอย่างการคำนวณ

ค่าร้อยละของการสึกหรอ = ((W1 - W2)/W1) x 100%

$$= \frac{5000-3514}{5001} \times 100\ \%$$

$$= 29.81\ \%$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบหากำลังรับแรงดึงของก้อนแอสฟัลต์

SPECIMEN NO.	CROSS – SECTION (CM^2)	WEIGHT (gm)	AGE (days)	ULTMATE LOAD (kg.)	TENSILE STRENGTH (ksc)	AVERAGE TENSILE STRENGTH (ksc)
1	14.822	156.92	3	12.32	0.83	
2	14.835	155.49	3	11.33	0.76	0.76
3	14.752	156.52	3	10.43	0.70	
4	14.440	155.44	7	15.89	1.10	
5	14.457	155.95	7	16.54	1.14	1.13
6	14.605	154.54	7	16.63	1.14	
7	14.363	158.23	28	19.65	1.37	
8	14.351	157.41	28	19.60	1.37	1.37
9	14.451	156.35	28	19.95	1.38	

ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของก้อนแอสฟัลต์

SPECIMEN NO.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
AREA , (cm^2.)	225	224	227	229.7	229.5	229	226	225	228
WEIGHT (kg)	8.20	8.21	8.22	8.20	8.24	8.25	8.19	2.23	8.20
AGE (days)	3	3	3	7	7	7	28	28	28
ULTIMATE LOAD (kg.)	1121	1220	1170	2548	2450	2555	2752	2680	2812
COMPRESSIVE STRENGTH(ksc)	4.98	5.45	5.15	11.09	10.68	11.2	12.18	11.9	12.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบกำลังดัดของก้อนแอสฟัลต์ (โดยการทดสอบแรงกระทำสองจุด)

SPECIMEN NO.	COSS SECTION (cm× cm)	LENGTH (cm)	WEIGTH (kg)	AGE (days)	ULTIMATE LOAD (kg)	MODULUS OF RUPTURE (ksc)	REMARK
1	224.25	59.99	32.90	7	651	23.15	24.18
2	223.75	60.00	32.87	7	702	24.96	
3	224.61	59.80	33.07	7	687	24.42	
4	222.76	60.00	32.44	28	978	34.77	35.41
5	221.22	59.70	33.01	28	960	34.13	
6	224.90	59.80	32.98	28	1050	37.33	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาตรฐาน ASTM D 2434-68

ค่าสัมประสิทธิ์ความซึมผ่านได้ของดินเป็นคุณสมบัติอย่างหนึ่งของดินในด้านการยอมให้น้ำไหลผ่านมวลดิน ถ้าน้ำไหลผ่านมวลดินได้ง่ายค่าสัมประสิทธิ์จะมีมาก นั่นคือดินจะมีช่องว่างมาก หรือดินอยู่ในสภาพหลวม และถ้าค่าสัมประสิทธิ์มีค่าน้อยเท่าใดก็แสดงว่าดินนั้นมีความหนาแน่นมาก ดังนั้นค่าสัมประสิทธิ์ของการซึมได้นี้สามารถวัดความหนาแน่นของดินได้อีกวิธีหนึ่งในการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความซึมผ่านได้ของดิน จะใช้ความสัมพันธ์จากสมการของดาร์ซี เป็นทฤษฎีพื้นฐานในการทดสอบ โดยผู้ค้นพบทฤษฎีนี้คือ ดาร์ซี (Darcy) ได้พบว่าอัตราการไหลของน้ำผ่านทรายจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความลาดชันทางชลศาสตร์ (Hydraulic Gradient) ดังแสดงในสมการ

จาก $v \propto i$

หรือ เขียนเป็นสมการได้ $v = k\,i$

การทดสอบในห้องปฏิบัติการจะมีอยู่ 2 วิธีการ คือ การทดสอบแบบความดันคงที่ สำหรับทดสอบกับดินเม็ดหยาบ และการทดสอบแบบความดันเปลี่ยน สำหรับทดสอบกับดินเม็ดละเอียด ถ้าหากสภาพดินที่แตกต่างกันหลายชั้นก็สามารถจะหาค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านของน้ำโดยการนำค่าดังกล่าวของแต่ละชั้นมาใช้ในการแทนค่าสมการซึ่งพิจารณาได้ 2 ทิศทางคือ ทิศทางตั้งฉากกับชั้นดินและทิศทางขนานกับชั้นดินนอกจากนี้แล้วยังสามารถหาค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านของน้ำได้จากการทดสอบในสนามอีกด้วย

1. รายละเอียดของตัวอย่างดิน (Soil Sample Data)

1.1 ค่าความหนาแน่นแห้ง

$$\rho_d = \frac{W_S}{V}$$

เมื่อ ρ_d = Dry Density

W_S = น้ำหนักดินแห้ง

V = ปริมาตรของตัวอย่าง

1.2 ค่าความหนาแน่นเปียก (Wet density)

$$\rho_w = \frac{W}{V}$$

เมื่อ ρ_w = Wet density

W = น้ำหนักดินเปียก

V = ปริมาตรของตัวอย่าง

1.3 อัตราส่วนช่องว่างระหว่างเม็ดดิน (Void Ratio)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$e = (GS.\rho W) / \rho d$$

เมื่อ

e = Void Ratio

GS = ความถ่วงจำเพาะของเม็ดดิน

ρw = Wet density

ρd = Dry Density

2. ผลการทดสอบแบบความดันคงที่ Constant-Head

ค่าสัมประสิทธิ์ความซึมผ่านแบบความดันคงที่ (Constant-Head) ที่อุณหภูมิทดลอง kt

$$Kt = Q.L / hAt$$

เมื่อ

Kt = ค่าสัมประสิทธิ์ในการซึมผ่านที่อุณหภูมิทดลอง

Q = ปริมาณการไหลของน้ำผ่านมวลดิน (Quantity of fluid flow) , ซ.ม.3

L = ความยาวของตัวอย่างดินใน Cell, ซม.

t = เวลาที่น้ำไหลผ่านดิน Time, วินาที

A = พื้นที่หน้าตัดของดินที่น้ำไหลผ่าน Cross- Section Area, ซ.ม.2

h = ผลรวมของความต่างของระดับน้ำที่ไหลผ่านตัวอย่างดิน (Total Head)

3. ผลการทดสอบแบบความดันเปลี่ยน (Variable Head or Falling Head)

ค่าสัมประสิทธิ์ความซึมผ่าน ที่อุณหภูมิทดลอง kt

$$Kt = (2.3aL)/A\Delta t) \times \log(h0/h1)$$

เมื่อ

k = ค่าสัมประสิทธิ์ในการซึมผ่านที่อุณหภูมิทดลอง

a = ขนาดพื้นที่หน้าตัดของหลอด Manometer

L = ความยาวของตัวอย่างดินใน Cell, ซม

A = พื้นที่หน้าตัดของดินที่น้ำไหลผ่าน Cross- Section Area, ซ.ม.2

Δt = เวลาที่น้ำลดระดับลงจาก h0 ถึง h1

h0 = ขีดระดับน้ำใน (Sand Pipe) ขณะเริ่มทดสอบ

h1 = ขีดระดับน้ำใน (Sand Pipe) เมื่อสิ้นสุดการทดสอบ

ปรับค่าสัมประสิทธิ์ความซึมผ่าน อุณหภูมิที่ทดลอง เป็นอุณหภูมิมาตรฐาน 20 องศาเซลเซียส

$$k20 = kt.(\mu t / \mu 20)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้