

การศึกษาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมในวิธีการทำแอสฟัลต์คอนกรีตแบบผสมอุ่นโดยใช้

สาร Advera

The appropriate ratio of warm mix asphalt by Advera

ศุภเดช วราดุล, นายกานต์ สุমনาวดี, นายวิจักขณ์ มาติลโกวิท

นิสิตคณะวิศวกรรมโยธาชั้นปีที่4 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

saruwatari4@hotmail.com

นิสิตคณะวิศวกรรมโยธาชั้นปีที่4 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

karn_sum@hotmail.com

นิสิตคณะวิศวกรรมโยธาชั้นปีที่4 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

up_3002@hotmail.com

บทคัดย่อ: สารผสมที่ทำให้ลดการใช้พลังงาน ความร้อนสำหรับทำแอสฟัลต์คอนกรีตเรียก วิธีการผสมนี้ว่า การผสมอุ่น Warm Mix Asphalt (WMA) แต่การเติมสารผสมเพิ่มต้องคำนึงถึง ปัจจัยหลายอย่าง เช่น ชนิดของแอสฟัลต์, ชนิดของสารผสมเพิ่ม, ปริมาณของสารที่ใช้ผสมเพิ่ม, อุณหภูมิในการผสม, สภาวะแวดล้อมขณะปู เป็นต้น โครงการงานนี้จึงศึกษาอัตราส่วนผสมของสาร Advera ที่เป็นสารผสมเพิ่มชนิดหนึ่งของการผสมอุ่น กับแอสฟัลต์คอนกรีตโดยใช้วิธีการผสมแบบ การผสมอุ่น Warm Mix Asphalt (WMA) และ นำมาทดสอบคุณสมบัติของแอสฟัลต์คอนกรีต ด้วยวิธีมาร์แชลล์ ตามมาตรฐานของกรมทางหลวงแห่งประเทศไทย โดยคาดการณ์ว่าโครงการงานนี้จะเป็นจุดเริ่มต้นให้สามารถหาอัตราส่วนผสมที่ดีที่สุดของ Advera กับ แอสฟัลต์คอนกรีต ตาม มาตรฐานกรมทางหลวงแห่งประเทศไทย

Abstract: There is the invention to reduce the heat to mix asphalt concrete called Warm Mix Asphalt (WMA). However, addition of the admixtures must consider many factors such as types of asphalt, types of admixture, quantity of admixture, temperature of mixture, environment from paving. Therefore, the purpose of this research is finding the best ratio of Advera, one of the admixture of warm mix asphalt method, and asphalt concrete by using Warm-mix asphalt (WMA) method, then bring to properties test by using Marshall Method according to standard of Thailand Department of Highways. We are expected that this project will discover the best ratio of Advera and asphalt concrete according to the standard of Thailand Department of Highways.

1. บทนำ

การใช้คุณสมบัติที่ต่ำลงในการผสมแอสฟัลต์คอนกรีตนั้น ไม่ใช่เรื่องใหม่ โดยการพยายามผลิต แอสฟัลต์ด้วยยางบิทูเมนที่ถูกเป่าให้เป็นฟอง ครั้งแรกเกิดขึ้นเมื่อปี 1956 โดย Prof. LadisCsanyi แห่ง Iowa State University USA ตั้งแต่นั้นมา เทคนิคการเป่าฟองก็ได้แพร่หลายไปในหลายๆประเทศเช่น ในออสเตรเลียและยุโรป หลังจากนั้น 20ปี จีซีก็ถูกนำมาใช้ในเยอรมันซึ่งแรกเริ่มนั้น จีซี ไม่ได้นำมาใช้เพื่อลดอุณหภูมิ แต่ใช้เพื่อเพิ่มค่า workability แต่หลังจากนั้นอีก 15ปี คุณสมบัติการลดอุณหภูมิของมันก็ได้รับความสนใจขึ้นมา ต่อมาจีซี Fischer-Tropsch หรือกรดเอไมน่อิ่มตัว และ จีซี Montan ถูกใช้เป็นสารผสมเพิ่มเพื่อเพิ่มความหนืด และ ขณะเดียวกัน เทคโนโลยีการเป่าฟองสมัยใหม่ก็ถูกคิดค้นขึ้นมา คือการทดลองเกี่ยวกับ zeolite โดยเริ่มขึ้นที่ประเทศเยอรมัน ซึ่งต่อมา บริษัทปิโตรเคมีของ Shell ก็ได้จดสิทธิบัตร เทคโนโลยีการเป่าฟองนี้ ซึ่งพัฒนาต่อมาในชื่อของ WAM-Foam ตั้งแต่นั้นมา จึงมีการคิดค้นทฤษฎีการทำให้เกิดฟองใหม่ๆออกสู่ตลาด ในการลดอุณหภูมิแอสฟัลต์ให้ต่ำกว่าจุดเดือดของน้ำ

เทคโนโลยี Warm Mix Asphalt (WMA) ที่ใหม่ที่สุด นั้นจะเกี่ยวข้องกับสารเคมี ซึ่งถูกพัฒนาขึ้นใน USA มีชื่อว่า Evotherm จึงเป็นเหตุให้มีการคิดค้นสารเคมีใหม่ๆขึ้นมาใช้ใน

เทคโนโลยีเดียวกันนี้ ตัวอย่างเช่น สารAdvera โครงการนี้จึงได้มีการศึกษาคุณสมบัติของแอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้สารผสมเพิ่ม Advera ด้วยวิธี Marshall เพื่อเป็นการแสดงให้เห็นถึงอัตราส่วนที่ดีที่สุด ที่เหมาะแก่การนำมาใช้งานกับพื้นถนนจริง

2. วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 2.1 เพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารผสมเพิ่มให้กับแอสฟัลต์ซีเมนต์สำหรับการผลิตแอสฟัลต์คอนกรีตด้วยวิธีการผสมอุ่น Warm Mix Asphalt (WMA)
- 2.2 เพื่อลดอุณหภูมิในการผลิตแอสฟัลต์คอนกรีต
- 2.3 เพื่อลดต้นทุนในการผลิต เนื่องจากพลังงานที่ใช้ในขั้นตอนการผลิตลดน้อยลง
- 2.4 เพื่อลดระยะเวลาในการก่อสร้างถนนซึ่งทำให้อุณหภูมิของถนนบดอัดได้ง่ายขึ้น

3. วิธีการดำเนินโครงการ

แบ่งออกออกเป็น 2 ส่วนด้วยกันคือ หาปริมาณแอสฟัลต์ที่เหมาะสมและหาปริมาณ Advera ที่เหมาะสม

การหาปริมาณแอสฟัลต์ที่เหมาะสม (Optimum Asphalt Content) หรือหาส่วนขนาดของมวลรวมจะแบ่งชุดตัวอย่างทดสอบออกเป็นหลายๆชุด โดยแต่ละชุดตัวอย่างที่ทดสอบจะมีปริมาณแอสฟัลท์แตกต่างกันเมื่อนำผลทดสอบไปเขียนความสัมพันธ์จะสามารถหาปริมาณแอสฟัลท์ที่เหมาะสมได้สำหรับการทดสอบจะจัดให้ชุดตัวอย่างทดสอบมีปริมาณแอสฟัลท์แตกต่างกัน โดยแต่ละครั้งเพิ่มปริมาณร้อยละ 0.5 และผลที่จะนำไปเขียนความสัมพันธ์

นั้นควรมีค่าปริมาณแอสฟัลต์ไม่น้อยกว่า 2 ค่า ก่อนถึงค่าจุดเหมาะสม (Optimum) และมีอย่างน้อย 2 ค่าที่เลยค่าจุดเหมาะสมไปแล้ว

การหาปริมาณ Advera ที่เหมาะสม (Optimum Advera Content) จะทำการทดสอบเหมือนการหาปริมาณแอสฟัลต์ที่เหมาะสม โดยการนำค่าแอสฟัลต์ที่เหมาะสมมาใช้และใช้ปริมาณ Advera ในแต่ละชุดตัวอย่างแตกต่างกัน

จำนวนตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบควรมีอย่างน้อย 3 ตัวอย่างต่อปริมาณแอสฟัลต์ค่าหนึ่งๆ ดังนั้นในการศึกษาการออกแบบส่วนผสมร้อนโดยทั่วไปซึ่งใช้ปริมาณแอสฟัลต์แตกต่างกัน 6 ค่าจะต้องการตัวอย่างทดสอบ 18 ตัวอย่าง โดยที่แต่ละตัวอย่างจะต้องใช้มวลรวม (Aggregate) ประมาณ 1.2 กิโลกรัม แสดงว่าต้องการปริมาณมวลรวมไม่น้อยกว่า 23 กิโลกรัม และต้องใช้แอสฟัลต์ซีเมนต์อย่างน้อย 4 ลิตร ขึ้นตอนการเตรียมตัวอย่างเพื่อใช้ในการทดลองมีดังต่อไปนี้

1. เตรียมมวลรวมทำมวลรวมให้แห้งเพื่อให้มีน้ำหนักคงที่ โดยอบที่อุณหภูมิ 105 ถึง 110 °C แล้วแยกมวลรวมออกเป็นขนาดต่างๆ โดยร่อนผ่านตะแกรงให้ได้ตามสัดส่วนขนาด (Size Fraction) ที่ต้องการ ทั้งนี้ Size Fraction จะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับวัสดุประสงค์ในการใช้งานของผิวจราจร เช่น ใช้เป็นผิวจราจรของถนนที่มีปริมาณการจราจรน้อยปานกลางหรือมาก (light, medium, or heavy traffic) เป็นต้น) และมีปริมาณเพียงพอทำให้แต่ละตัวอย่างมีความสูง 63.5 ± 1.3 มิลลิเมตร หลังจากบดอัดแล้ว (ประมาณ 1,200 กรัม ต่อหนึ่งตัวอย่าง)

ตัวอย่างสัดส่วนขนาดสำหรับการทดสอบแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 : ตัวอย่างสัดส่วนขนาดของมวลรวม

ขนาดร่อนเปิดตะแกรง	ร้อยละที่ผ่านตะแกรง โดยน้ำหนัก
3/4 in.	100
1/2 in.	80 – 90
3/8 in.	68 – 78
No. 4	50 – 60
No. 8	34 – 42
No. 16	21 – 29
No. 30	13 – 21
No. 50	8 – 16
No. 100	6 – 12
No. 200	6 – 8

ที่มา: ทางหลวงหมายเลข 2046 ตอนกม. 3+000 ต่อเขตแขวงชายโสธร-โพหนอง

ระหว่างกม.13+000-กม.53+500

2. เลือกยางที่ใช้ให้เหมาะสมกับสภาพอากาศสำหรับประเทศไทยซึ่งมีอากาศร้อน ควรใช้ยางชนิด Penetration เกรด 60 70 เช่นเดียวกับสัดส่วนขนาดของมวลรวม ปริมาณยางที่ใช้ในการทดสอบก็จะแตกต่างกันตามจุดประสงค์ในการนำไปใช้งาน หลังจากนั้นนำยางที่จะใช้ไปให้ความร้อนอุณหภูมิที่ทำให้ยางมีความหนืด 170 ± 20 ตารางมิลลิเมตรต่อวินาที (หรือ Centi-stoke, cSt)
3. นำมวลรวมไปอบในเตาอบอุณหภูมิที่สูงกว่าของอุณหภูมิที่ทำให้ความร้อนแก่ยาง (ในข้อ 2) ไม่น้อยกว่า 28 °C
4. เทมวลรวมลงในภาชนะผสมจากนั้นก่อมวลรวมส่วนผสมให้พูนสูงและเป็นบัวตรงกลางเทียง แอสฟัลต์ร้อนที่ชั่งน้ำหนักเตรียมพร้อมแล้วลงในเบ้ามวลรวมแล้วผสมแอสฟัลต์กับมวลรวมอย่างรวดเร็วจนกระทั่งแอสฟัลต์เคลือบผิวมวลรวมอย่างทั่วถึงอุณหภูมิระหว่างผสมจะต้องอยู่ในช่วงของอุณหภูมิที่กำหนดในข้อ (2)

5.เตรียมแบบหล่อและหม้อนบอัดแบบหล่อตัวอย่างทดสอบและผิวของก้อนบดอัดจะต้องสะอาดนำไปทำให้ร้อนโดยการอบหรือวางบนแผ่นร้อน (Hot Plate) จนมีอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 93°C ถึง 149°C อนึ่งก่อนเทส่วนผสมลงในแบบหล่อให้วางกระดาษชุบไขที่ตัดได้ขนาดลงที่ก้นแบบหล่ออาจใช้กระดาษกรองแทนได้

6.เทส่วนผสมทั้งหมดลงในแบบหล่อใช้พายหรือเกรียงร้อนขูดเศษส่วนผสมอย่างรวดเร็ว 15 ครั้ง

รอบๆบริเวณขอบของแบบหล่อและตรงกลางภายในอีก 10 ครั้งนำปลอกต่อต้านบนออกปรับแต่งผิวให้มีลักษณะโค้งมนเล็กน้อย

7.สวมปลอกต่อเข้ากับแบบอย่างเดิมจากนั้นนำแบบหล่อไปวางลงบนแท่นรองการบดอัดทำการบดอัดด้วยหม้อนบอัดที่มีน้ำหนัก 4,536 กรัมระยะตกกระทบ 457.2 มิลลิเมตรจำนวนครั้งที่บดอัดขึ้นอยู่กับปริมาณจรรยาของผิวทาง (35 , 50 , หรือ 75 ครั้งสำหรับปริมาณจรรยาที่น้อยปานกลางหรือมากตามลำดับ) หลังจากบดอัดได้ครบตามจำนวนที่ต้องการแล้วให้ถอดฐานรองและปลอกต่อออกจากนั้นประกอบแบบหล่อเข้าไปใหม่โดยกลับแบบเอาด้านล่างขึ้นมาแล้วบดอัดแท่งตัวอย่างด้วยจำนวนครั้งที่เท่ากัน (บนด้านที่กลับขึ้นมา) จากนั้นถอดฐานรองและปลอกต่อออกแล้วปล่อยตัวอย่างทดสอบ

ให้เย็นลงในอากาศจนกระทั่งไม่มีการเปลี่ยนรูปร่างโดยอาจใช้พัดลมเป่าให้อุณหภูมิตกลงเร็วขึ้น

8.เอาตัวอย่างทดสอบออกจากแบบหล่ออย่างระมัดระวังโดยใช้เครื่องดันก้อนตัวอย่างแล้วนำไปวางบนผิวที่เรียบและได้ระดับปล่อยให้ตัวอย่างเย็นที่อุณหภูมิห้อง

การทดสอบ

กระบวนการทดสอบมีดังนี้

1. การหาปริมาตรและความหนาแน่นรวมของก้อนตัวอย่าง

การทดสอบหาค่าปริมาตรและความหนาแน่นรวมของก้อนตัวอย่างมีลำดับขั้นตอนดังนี้

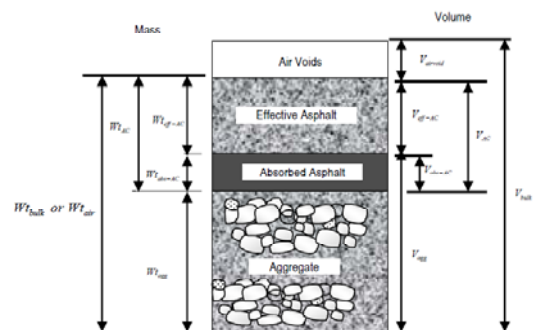
- 1.1 ภายหลังจากบดอัดตัวอย่างแล้วเสร็จไม่นานนักโดยทิ้งตัวอย่างให้เย็นภายใต้อุณหภูมิห้อง $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$ จากนั้นให้ชั่งน้ำหนักตัวอย่างน้ำหนักที่ได้จะเป็นน้ำหนักแห้ง (Weight of Sample in Air)
- 1.2 นำตัวอย่างไปแช่ในน้ำที่อุณหภูมิ $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$ เป็นเวลา 4 ± 1 นาทีจากนั้นชั่งน้ำหนักตัวอย่างในน้ำน้ำหนักที่ได้จะเป็นน้ำหนักที่ชั่งในน้ำ (Weight of Sample in Water)
- 1.3 นำตัวอย่างขึ้นจากน้ำเช็ดผิวตัวอย่างให้แห้งอย่างรวดเร็วชั่งน้ำหนักตัวอย่างจะได้ น้ำหนักผิวแห้ง (Weight of Saturated Sample and Dry Surface)

2. การทดสอบเสถียรภาพและการทดสอบการไหล

- 2.1 ติดตั้งอุปกรณ์วัดค่าการไหลให้อ่านค่าศูนย์โดยสอดโลหะทรงกระบอกที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 101.6 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) เข้าไปในหัวทดสอบนำอุปกรณ์วัดค่าการไหลติดตั้งเหนือ Guide rod แล้วจึงปรับให้อ่านค่าเป็นศูนย์
- 2.2 แช่ตัวอย่างในอ่างน้ำที่มีอุณหภูมิ 60 ± 1 °C เป็นเวลา 30 - 40 นาทีก่อนนำตัวอย่างไปทดสอบ
- 2.3 ทำความสะอาดผิวด้านในของหัวทดสอบให้ทั่วควรรักษาอุณหภูมิของหัวทดสอบให้อยู่ระหว่าง 21.1 - 37.8 °C อาจใช้อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิหยอดน้ำมันหล่อลื่นทาง Guide rod ให้นำน้ำมันไหลอย่างเป็นอิสระเป็นฟิล์มบางๆ หากใช้ Proving ring ในการวัดแรงให้ตรวจสอบว่าเข็มชี้ที่หน้าปัดนิ่งและอ่านค่าเป็นศูนย์เมื่อไม่มีแรงกระทำ (กรณีเครื่องมือทดสอบแสดงค่าเป็นตัวเลขให้ปรับค่าเริ่มต้นให้อ่านค่าได้ศูนย์)
- 2.4 เมื่อเครื่องมือพร้อมให้นำตัวอย่างทดสอบขึ้นจากอ่างควบคุมอุณหภูมิเช็ดผิวให้แห้งอย่างระมัดระวังวางตัวอย่างทดสอบในหัวทดสอบอันล่าง (Lower Testing Head) จากนั้นเลื่อนหัวทดสอบอันบนลงมาประกบกันให้สมบูรณ์เป็นชุดเครื่องมือที่ให้แรงกระทำพร้อมทั้งติดตั้ง

เครื่องวัดค่าการไหลบนก้านนำเหนือตำแหน่งที่ทำเครื่องหมายไว้

- 2.5 ให้แรงกระทำต่อตัวอย่างทดสอบโดยควบคุมอัตราการยุบตัวของตัวอย่างคงที่เท่ากับ 50.8 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) ต่อนาที จนกระทั่งตัวอย่างวิบัติค่าแรงสูงสุด (นิวตันหรือปอนด์) ที่ทำให้ตัวอย่างวิบัติที่อุณหภูมิ 60 °C จะเป็นค่าเสถียรภาพของมาร์แชลล์หนึ่งระหว่างทดสอบเสถียรภาพจะต้องยึดอุปกรณ์วัดค่าการไหลให้มั่นคงในตำแหน่งเหนือ Guide rod และยกออกเมื่อแรงเริ่มลดลงให้อ่านและบันทึกค่าที่อ่านได้นี้เป็นค่าการไหล (Flow Rate) สำหรับตัวอย่างทดสอบ โดยหนึ่งหน่วยของการไหลเป็นค่าการยุบตัว 0.254 มิลลิเมตร (1/100 นิ้ว) ตัวอย่างเช่น หากตัวอย่างยุบตัว 3 มิลลิเมตร หรือ 0.12 นิ้ว ค่าการไหลเท่ากับ 12 เป็นต้น
- 2.6 ทั้งการทดสอบเสถียรภาพและทดสอบการไหลจะต้องทำให้เสร็จสิ้นภายใน 30 วินาทีนับตั้งแต่เริ่มนำตัวอย่างทดสอบออกจากอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ



รูปความสัมพันธ์ของน้ำหนักและปริมาตรของแอสฟัลท์คอนกรีต

5.ผลการดำเนินโครงการ

อัตราส่วนที่เหมาะสมของแอสฟัลต์ในการผลิตแอสฟัลต์คอนกรีตคือ 5.1 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักของมวลรวม

อัตราส่วนที่เหมาะสมของสารผสมเพิ่ม Advera ในการผลิตแอสฟัลต์คอนกรีตโดยวิธีผสมอุ่นคือ 0.เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักของ 25 ส่วนผสม

6.สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการดำเนินงาน

จากการศึกษาวิธีการทดลอง พบว่า อุณหภูมิที่ร้อนของการผสมแอสฟัลต์คอนกรีตเป็นสาเหตุที่ทำให้การก่อสร้างถนนล่าช้า การเติม Advera จะช่วยลดอุณหภูมิ ทำให้การก่อสร้างถนนเร็วขึ้น ซึ่งควรใช้อัตราส่วนผสมของแอสฟัลต์กับมวลรวมคือ 5.1 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักของมวลรวมที่ใส่ Advera ในปริมาณ 0.25 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักของส่วนผสม

7.บรรณานุกรม

รศ.วัชรินทร์ วิทยกุล. เทคโนโลยีถนนยางมะตอย

รศ.จิรพัฒน์ โชติกไกร.การออกแบบทาง

แหล่งที่มา:<http://www.doh.go.th/>

แหล่งที่มา:*Animesh Das. Warm mix*

asphalt.home.iitk.ac.in/~adas/article12.pdf

Martins ZAUMANIS. WARM MIX ASPHALT INVESTIGATION. Master of Science Thesis.

Kgs. Lyngby, Denmark. TECHNICAL

UNIVERSITY OF DENMARK 2010

นายสมักร สันทอง, นายวุฒิพงษ์ คำภูแสน.

การศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติของแอสฟัลต์

คอนกรีตที่เป็น แอสฟัลต์คอนกรีตธรรมดา กับ

แอสฟัลต์คอนกรีตที่ผสม Gilsonite. ส่วน

ออกแบบและตรวจสอบผิว ทางแอสฟัลต์

สำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ กรมทางหลวง

Tebid Joshua Atud and Kunnawee

Kanitpong. Laboratory Evaluation of Hydrated

Lime Application Process in Asphalt Mixture

for Moisture Damage and Rutting Resistance.

Asian Institute of Technology.

Department of Highways, Thailand

นายอนันต์ ตริวัชรระนุกูล, นายสิทธิศักดิ์ อัสว

พรหมธาดา. การศึกษาเปรียบเทียบการออกแบบ

แอสฟัลต์ คอนกรีต โดยวิธีมาร์แชลล์กับวิธี

ซูเปอร์เพพ ระดับ 1