บทที่ 5
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 บทสรุป

จากการศึกษาคุณสมบัติทางวิศวกรรมของผิวทางระบายน้ำที่ใช้ขนาดคละของมวลรวมในการผลิตที่ต่างกันสามารถสรุปผลการศึกษาได้ดังรายละเอียดต่อไปนี้

5.1.1 แอสฟัลต์คอนกรีต

- <u>การออกแบบเพื่อหาปริมาณของแอสฟัลต์ซีเมนต์ที่เหมาะสม</u>

1. แอสฟัลต์คอนกรีตระบายน้ำที่ใช้ขนาดคละของมวลรวมที่มีปริมาณของมวลรวมละเอียดที่มากกว่าจะส่งผลให้มีค่าการหลุดลอกของวัสดุเชื่อมประสานน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับ แอสฟัลต์คอนกรีตระบายน้ำ ที่ใช้ขนาดคละของมวลรวมที่มีปริมาณของมวลรวมละเอียดที่น้อยกว่า เมื่อทำการทดสอบความต้านทานการหลุดลอกตามการจราจร ด้วยวิธี Running Off

2. ขนาดคละของมวลรวมที่มีปริมาณของมวลรวมละเอียดอยู่มาก จะส่งผลทำให้ความสามารถในการรับแรงขัดสีของวัสดุมวลรวม มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับ แอสฟัลต์คอนกรีตระบายน้ำที่ใช้ขนาดคละมวลรวมที่มีปริมาณของมวลรวมละเอียดอยู่น้อย

3. ในกรณีของการทดสอบ Marshall จะพบว่าแอสฟัลต์คอนกรีตระบายน้ำที่ใช้ขนาดคละมวลรวมที่มีปริมาณมวลรวมละเอียดอยู่มาก จะส่งผลให้หน่วยน้ำหนักของแอสฟัลต์คอนกรีตระบายน้ำมีค่าเพิ่มมากขึ้น รวมถึงยังเป็นการเพิ่มความสามารถในการรับแรงของแอสฟัลต์คอนกรีตระบายน้ำ โดยจะเห็นได้ว่า ค่าของ Marshall Stability จะมีค่าเพิ่มมากขึ้นตามปริมาณของมวลรวมละเอียดที่เพิ่มมากขึ้นในแต่ละขนาดคละมวลรวมที่ใช้ นอกจากนี้ขนาดคละมวลรวมที่มีปริมาณของมวลรวมละเอียดอยู่มาก ยังส่งผลต่อความสามารถในการยืดหยุ่นของแอสฟัลต์คอนกรีตระบายน้ำอีกด้วย โดยจะส่งผลทำให้แอสฟัลต์คอนกรีตระบายน้ำ สามารถรับแรงกระแทกได้มากขึ้น ซึ่งจะเห็นได้จาก ค่าของการไหล (Flow) จะมีค่าเพิ่มมากขึ้น เมื่อใช้ขนาดคละมวลรวมที่มีปริมาณของมวลรวมละเอียดสูงขึ้น

- <u>การทดสอบประสิทธิภาพในการใช้งานของส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต</u>

1. แอสฟัลต์คอนกรีตระบายน้ำที่ขนาดคละของมวลรวมมีปริมาณของมวลรวมละเอียดผสมอยู่มาก จะใช้ปริมาณของวัสดุเชื่อมประสานที่มากกว่าแอสฟัลต์คอนกรีตระบายน้ำ ที่ขนาดคละของมวลรวมมีปริมาณของมวลรวมละเอียดผสมอยู่น้อย เพื่อที่จะทำให้แอสฟัลต์คอนกรีตระบายน้ำมีความต้านทานการยุบตัวที่ดี ซึ่งจะพบว่า ที่ปริมาณของวัสดุเชื่อมประสานที่เท่ากัน แอสฟัลต์คอนกรีตระบายน้ำ ที่ขนาดคละของมวลรวมมีปริมาณของมวลรวมละเอียดผสมอยู่มาก จะมีความต้านทานการยุบตัวแบบถาวรที่ดีกว่าแอสฟัลต์คอนกรีตระบายน้ำ ที่ขนาดคละของมวลรวมมีปริมาณของมวลรวมละเอียดผสมอยู่น้อย โดยความต้านทานการยุบตัวแบบถาวรที่เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับปริมาณของมวลรวมละเอียดในขนาดคละที่สูงขึ้น มีลักษณะคล้ายเส้นโค้งรูปตัว S นั่นคือ ปริมาณมวลรวมละเอียดนั้นจะมีค่าอยู่ช่วงหนึ่งที่ทำให้ความต้านทานการยุบตัวแบบถาวรเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว

2. ขนาดคละของมวลรวม ที่มีปริมาณของมวลรวมละเอียดอยู่มาก จะส่งผลทำให้แอสฟัลต์คอนกรีตระบายน้ำมีค่าของ Splitting Strength Ratio ที่สูงกว่า แอสฟัลต์คอนกรีตระบายน้ำที่ขนาดคละของมวลรวมมีปริมาณของมวลรวมละเอียดอยู่น้อยกว่า

3. ความต้านทานแรงเสียดทานของแอสฟัลต์คอนกรีตระบายน้ำที่มีการใช้ขนาดคละของมวลรวมที่แตกต่างกัน นั้นมีค่าที่ใกล้เคียงกัน ทั้งในสภาพแห้งและเปียก โดยความต้านทานแรงเสียดทานของแอสฟัลต์คอนกรีตระบายน้ำในสภาพแห้ง นั้นจะมีค่ามากกว่าความต้านทานแรงเสียดทานในสภาพเปียกอยู่เล็กน้อย และนอกจากนี้จะเห็นได้ว่าปริมาณของมวลรวมละเอียด ที่มีอยู่ในขนาดคละมวลรวมแต่ละรูปแบบจะไม่ส่งผลต่อความต้านทานแรงเสียดทานของผิวแอสฟัลต์คอนกรีตระบายน้ำ

4. ความสามารถในการระบายน้ำของแอสฟัลต์คอนกรีต ที่ขนาดคละของส่วนผสมประกอบด้วยมวลรวมละเอียดอยู่มากกว่า จะมีค่าน้อยกว่าความสามารถในการระบายน้ำของแอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้ขนาดคละที่ประกอบด้วย มวลรวมละเอียดที่น้อยกว่า

- <u>การทดสอบเพื่อหาความหนาที่เหมาะสมของแอสฟัลต์คอนกรีตระบายน้ำ ในการปูทับบนแอสฟัลต์คอนกรีตที่มีความหนาแน่นสูง</u>

1. ความหนาของแอสฟัลต์คอนกรีตระบายน้ำ ที่ปูทับลงบนแอสฟัลต์คอนกรีตที่มีความหนาแน่นสูงนั้นจะส่งผลต่อความสามารถในการระบายน้ำของแอสฟัลต์คอนกรีต โดย

แอสฟัลต์คอนกรีตที่มีชั้นของแอสฟัลต์คอนกรีตระบายน้ำที่มากกว่า จะมีความสามารถในการระบายน้ำที่ดีกว่า แต่เมื่อนำมาพิจารณาเกี่ยวกับความต้านทานการยุบตัวแบบถาวรของแอสฟัลต์คอนกรีต จะได้ว่าแอสฟัลต์คอนกรีตที่มีชั้นของแอสฟัลต์คอนกรีตระบายน้ำที่มีความหนาน้อยกว่า จะมีความต้านทานการยุบตัวแบบถาวรที่สูงกว่าแอสฟัลต์คอนกรีตที่มีชั้นของแอสฟัลต์คอนกรีตระบายน้ำที่มีความหนามากกว่า

โดยจากผลการศึกษาจะสามารถกล่าวโดยรวมถึงคุณสมบัติทางด้านวิศวกรรมของผิวทางระบายน้ำ ผลของขนาดคละมวลรวมที่มีต่อคุณสมบัติของแอสฟัลต์คอนกรีตระบายน้ำ รวมไปถึงการประยุกต์ใช้ผิวทางระบายน้ำได้ดังนี้

- แอสฟัลต์คอนกรีตระบายน้ำมีความสามารถในการระบายน้ำลงสู่ใต้พื้นผิวได้ดี ช่วยลดปัญหาการเอ่อนองของน้ำบนผิวทาง ส่งผลดีในเรื่องของการลดการกระเด็นของละอองน้ำด้านหลังยานพาหนะ เมื่อยานพาหนะแล่นผ่าน และลดแสงสะท้อนจากผิวทางทั้งในเวลากลางวันและ กลางคืน ช่วยเพิ่มทัศนวิสัยในการขับขี่ที่ดีขึ้น นอกจากนี้ แอสฟัลต์คอนกรีตระบายน้ำมีความต้านทานแรงเสียดทานที่ดีทั้งในสภาพแห้งและเปียก ซึ่งช่วยเพิ่มการสัมผัสระหว่างล้อของยานพาหนะกับผิวทางให้ดีขึ้นในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ โดยเฉพาะในสภาพที่ผิวถนนเปียก ส่งผลให้มีความปลอดภัยในการขับขี่ที่มากขึ้น
- เนื่องจาก การผลิตแอสฟัลต์คอนกรีตระบายน้ำซึ่งใช้ขนาดคละมวลรวมที่มีปริมาณของมวลรวมละเอียดอยู่มาก จะมีค่าปริมาณวัสดุเชื่อมประสานที่เหมาะสม (Optimum binder content) ในการผลิตแอสฟัลต์คอนกรีตระบายน้ำที่สูงกว่าแอสฟัลต์คอนกรีตระบายน้ำซึ่งใช้ขนดคละมวลรวมที่มีปริมาณของมวลรวมละเอียดอยู่น้อยกว่า ดังนั้นการเลือกใช้ขนาดคละที่มีปริมาณของมวลรวมละเอียดที่มากกว่าจะทำให้สามารถผสมวัสดุเชื่อมประสานในปริมาณที่มากขึ้น ซึ่งทำให้ผิวทางเกิด การออกซิเดชันช้าลง ทำวัสดุเชื่อมประสานเกิดการ Aging ช้าลงไปด้วย นอกจากนี้ ขนาดคละมวลรวมที่มีปริมาณของมวลรวมละเอียดที่มากยังช่วยเพิ่มความสามารถในการต้านทานการยุบตัวแบบถาวรของแอสฟัลต์คอนกรีตระบายน้ำ ส่งผลให้ช่วงเวลาในการใช้งานผิวทางยาวนานขึ้น
- ปริมาณของมวลรวมละเอียดในขนาดคละที่เพิ่มขึ้น ส่งผลทำให้แอสฟัลต์คอนกรีตระบายน้ำมีความต้านทานการยุบตัวแบบถาวรที่ดีขึ้น โดยความต้านทานการยุบตัวแบบถาวรที่เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับปริมาณของมวลรวมละเอียดในขนาดคละที่สูงขึ้น มีลักษณะคล้ายเส้นโค้งรูปตัว S นั่นคือ ปริมาณมวลรวมละเอียดนั้นจะมีค่าอยู่ช่วงหนึ่งที่ทำให้ความต้านทานการยุบตัวแบบถาวรเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว

- ความหนาของแอสฟัลต์คอนกรีตระบายน้ำที่ปูทับบนแอสฟัลต์คอนกรีตที่มีความหนาแน่นสูงมีผลต่อความต้านทานการยุบตัวของแอสฟัลต์คอนกรีต โดยแปรผกผันซึ่งกันและกัน

กล่าวโดยสรุป จะพบว่า ผิวทางระบายน้ำสามารถช่วยลดปัญหาการกระเด็นของละอองน้ำขึ้นมาเมื่อมียวดยานพาหนะผ่าน และแสงสะท้านจากพื้นถนนที่เปียก รวมทั้งมีความต้านทานแรงเสียดทานระหว่างผิวทางกับล้อรถที่ดี ซึ่งส่งผลช่วยเพิ่มความปลอดภัยในการขับขี่

และจากการศึกษาพบว่าความหนาของชั้นผิวทางระบายน้ำที่เหมาะสมในการปูทับบนผิวทางที่มีความหนาแน่นสูง เท่ากับ 2 เซนติเมตร ซึ่งเป็นการประหยัดการใช้วัสดุอีกด้วย

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ข้อเสนอแนะของการศึกษา

- ผิวทางระบายน้ำช่วยลดปัญหามลภาวะทางเสียงได้ จึงควรจะทำการศึกษาเพิ่มเติมในส่วนนี้ด้วย
- ส่วนผสมที่ใช้ขนาดคละของมวลรวมที่มีปริมาณของมวลรวมละเอียดผสมอยู่มาก แม้ว่าจะมีคุณสมบัติในการต้านทานการยุบตัวแบบถาวรที่มากกว่า แต่ความสามารถในการระบายน้ำนั้นจะต่ำกว่า ดังนั้นในการเลือกใช้ขนาดคละใดๆนั้น จะต้องเปรียบเทียบว่าผิวทางที่จะทำการก่อสร้างนั้นต้องการที่จะนำไปใช้งานในรูปแบบใด เพื่อที่จะเลือกใช้ขนาดคละมวลรวมได้เหมาะสมกับความต้องการ
- การศึกษานี้เป็นเพียงการทดสอบในห้องปฏิบัติการเท่านั้น จึงควรที่จะนำไปประยุกต์ใช้จริง เพื่อศึกษาคุณสมบัติของผิวทางระบายน้ำในสภาพจริง

5.2.2 ข้อเสนอแนะในการใช้งานผิวทางระบายน้ำ

<u>บริเวณที่ไม่เหมาะสมในการใช้ผิวทางระบายน้ำ</u> ได้แก่

- บริเวณที่มีขยะที่ละลายน้ำได้อยู่เป็นจำนวนมาก เพราะจะทำให้เกิดมลพิษทางน้ำ เช่น เขตปศุสัตว์ เป็นต้น
- บริเวณที่มีบริเวณที่มีปริมาณการจราจรน้อย หรือมีการการเคลื่อนตัวของการจราจรช้า เพราะฝุ่นที่ตกค้างอยู่บนผิวทางจะไม่ถูกพัดพาไปกับการจราจร ทำให้ฝุ่นจะเข้าไปอุดในช่องว่าง

- ผิวทางระบายน้ำไม่เหมาะในการปูผิวทางบริเวณที่รับ tangential load เช่น ทางโค้ง บริเวณทางแยก เป็นต้น เพราะผิวทางชนิดนี้มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างวัสดุมวลรวมน้อย จึงรับแรงตามเส้นสัมผัส (tangential load) ได้น้อย ในการป้องกันไม่ให้ผิวทางหลุดออกอาจจะใช้วัสดุเติม (Filler) โรยผิวหน้าของผิวทางประมาณ 50 กรัม/ตารางเมตร ก่อนที่จะเปิดใช้งาน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย