บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ได้นำเอาวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตที่ผ่านการออกแบบโดยวิธีมาร์แซล เพื่อใช้ในโครงการก่อสร้างถนนแอสฟัลต์คอนกรีตจริงของกรมทางหลวง มาทำการทดสอบหาคุณสมบัติเชิงปริมาตรและเชิงวิศวกรรม โดยวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตทั้งหมดที่ใช้ในการวิจัยนี้แบ่งออกเป็นวัสดุผสมชั้น Binder Course จำนวน 15 สายทาง และชั้น Wearing Course จำนวน 19 สายทาง จากโครงการก่อสร้างทางหลวงสายต่างๆ จำนวนทั้งสิ้น 23 สายทาง ซึ่งเมื่อนำคุณสมบัติเชิงปริมาตรของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตแต่ละสายทางมาพิจารณาเปรียบเทียบกับข้อกำหนดของซูเปอร์เพฟ พบว่าวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตแต่ละสายทางมีคุณสมบัติเชิงปริมาตรคือความแข็งแรงของโครงสร้างมวลรวมและความสามารถในการใช้งานเพื่อรองรับน้ำหนักบรรทุกจากการจราจรแตกต่างกันมาก วัสดุผสมบางสายทางเหมาะสมแก่การใช้งานที่ระดับปริมาณการจราจรหนาแน่น แต่วัสดุผสมบางสายทางเหมาะสมแก่การใช้งานที่ระดับปริมาณการจราจรปานกลางหรือเบาบางเท่านั้น ซึ่งสอดคล้องกับคุณสมบัติเชิงวิศวกรรมคือความต้านทานต่อการยุบตัวถาวรของวัสดุผสม กล่าวคือ วัสดุผสมที่เหมาะสมแก่การใช้งานที่ระดับปริมาณการจราจรหนาแน่นจะมีความต้านทานต่อการยุบตัวถาวรสูง ส่วนวัสดุผสมที่เหมาะสมแก่การใช้งานที่ระดับปริมาณการจราจรปานกลางและเบาบางจะมีความต้านทานต่อการยุบตัวถาวรต่ำลงตามลำดับ ดังนั้นผลจากการศึกษาแสดงให้เห็นว่าวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตแต่ละสายทางที่ผ่านการออกแบบโดยวิธีมาร์แซล และมีคุณสมบัติผ่านข้อกำหนดของมาร์แซลทุกประการยังมีความแปรปรวนในเรื่องของความแข็งแรงและคุณภาพในการใช้งานอยู่มาก หรืออาจกล่าวได้ว่าวิธีการออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตโดยวิธีมาร์แซลไม่สามารถคัดแยกส่วนผสมที่ดีออกจากส่วนผสมที่ไม่ดีได้ และข้อกำหนดตามวิธีมาร์แซลไม่สามารถตรวจสอบความสามารถในการใช้งานของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตได้ ซึ่งผลการศึกษาทั้งหมดสามารถสรุปได้ดังนี้

1. ค่าเสถียรภาพกับค่าความต้านทานต่อการยุบตัวถาวรไม่มีความสัมพันธ์ที่ชัดเจนแน่นอนอย่างใดต่อกัน หรืออาจกล่าวได้ว่าค่าเสถียรภาพไม่มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงบ่งบอกถึงคุณภาพการใช้งานของผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตในสนามได้

2. การออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตโดยวิธีมาร์แชลมีปัญหาที่ไม่สามารถแยกวัสดุผสมที่ไม่มีคุณภาพออกจากวัสดุผสมที่มีคุณภาพได้ จึงเป็นสาเหตุให้เกิดความเสียหายของผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตขึ้น จึงจำเป็นต้องรีบเร่งแก้ไขโดยเร็ว
3. ความแข็งแรงของโครงสร้างมวลรวม ซึ่งสามารถทราบได้ Densification Curve จะสามารถบ่งบอกถึงความต้านทานต่อการยุบตัวถาวรได้ กล่าวคือ เมื่อวัสดุผสมมีความแข็งแรงของโครงสร้างมวลรวมมาก ก็จะมีความต้านทานต่อการยุบตัวถาวรสูง และในทางตรงข้ามหากวัสดุผสมมีความแข็งแรงของโครงสร้างมวลรวมน้อย ก็จะมีความต้านทานต่อการยุบตัวถาวรต่ำ ดังนั้นจึงควรที่จะนำแนวความคิดเบื้องต้นของวิธีซูเปอร์เพฟโดยการใช้เครื่อง Superpave Gyratory Compactor(SGC) มาช่วยในการทดสอบหาคุณสมบัติทางวิศวกรรมในเบื้องต้นและการควบคุมคุณภาพของแอสฟัลต์คอนกรีตในสนาม ซึ่งให้ผลการทดสอบที่รวดเร็วและเชื่อถือได้
4. วัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตที่มีคุณสมบัติเชิงปริมาตรผ่านข้อกำหนดของซูเปอร์เพฟในระดับปริมาณการจราจรที่สูงกว่า จะมีความต้านทานต่อการยุบตัวถาวรมากกว่า ดังนั้นจึงสามารถนำข้อกำหนดของซูเปอร์เพฟมาใช้ตรวจสอบคุณสมบัติเชิงปริมาตรของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีต เพื่อใช้บ่งบอกถึงคุณภาพในการใช้งานของวัสดุผสมได้
5. วัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตที่ประกอบด้วยมวลรวมที่มีขนาดคละหยาบหรือขนาดคละกันดี จะมีความแข็งแรงของโครงสร้างมวลรวมมาก มีความสามารถในการใช้งานเพื่อรองรับน้ำหนักบรรทุกจากการจราจรดี ตลอดจนความต้านทานต่อการยุบตัวถาวรสูง และการที่ขนาดคละของมวลรวมในวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตผ่านเข้าไปในพื้นที่ถูกจำกัด(Restricted Zone) จะไม่มีผลต่อความต้านทานต่อการยุบตัวถาวรหรือคุณภาพการใช้งานในสนามของวัสดุผสม เนื่องจากในประเทศไทยใช้มวลรวมที่ไม่ได้เป็นหินจากธรรมชาติ แต่เป็นหินที่ได้จากการผลิตจากโรงโม่ซึ่งมีเหลี่ยมมุม จึงสามารถนำวัสดุผสมดังกล่าวมาใช้ในการออกแบบและก่อสร้างได้

5.2 ข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาต่อไปในอนาคตเพื่อประเมินคุณภาพของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตสำหรับใช้ก่อสร้างผิวทางที่ผ่านการออกแบบโดยวิธีมาร์แชล ซึ่งปัจจุบันยังคงใช้งานอยู่ในประเทศไทย ตามความเห็นของผู้วิจัยควรได้มีการพิจารณาและทำการศึกษาเพิ่มเติมในประเด็นต่างๆ ดังนี้

1. ควรทำการศึกษาเพิ่มเติมโดยใช้วัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตจากโครงการก่อสร้างต่างๆ ให้ครอบคลุมทุกภูมิภาคของประเทศไทย รวมทั้งให้มีขนาดคละของมวลรวมในวัสดุผสมครอบคลุมทั้ง 3 ขนาดคละ คือ ขนาดคละที่อยู่เหนือพื้นที่ถูกจำกัด ขนาดคละที่ผ่านเข้าไปในพื้นที่ถูกจำกัด และขนาดคละที่อยู่ใต้พื้นที่ถูกจำกัด เพื่อพิจารณาถึงผลของขนาดคละที่มีต่อคุณสมบัติของวัสดุผสมได้มากขึ้น
2. ควรทดสอบหาค่าความต้านทานต่อการยุบตัวถาวรของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตด้วยวิธีการทดสอบแบบ Repeated Uniaxial Loading Strain Test(Dynamic Creep Test) ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสเพิ่มเติม เนื่องจากการทดสอบที่อุณหภูมิ 40 และ 60 องศาเซลเซียสเพียง 2 อุณหภูมิ อาจมีช่วงห่างของอุณหภูมิมากเกินไป นอกจากนั้นยังสามารถนำผลการทดสอบที่อุณหภูมิ 40 , 50 และ 60 องศาเซลเซียสมาเขียนกราฟ เพื่อพิจารณาแนวโน้มของค่าความต้านทานต่อการยุบตัวถาวรในช่วงอุณหภูมิดังกล่าวได้
3. ควรทำการทดสอบคุณสมบัติเชิงวิศวกรรมอื่นๆของวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตเพิ่มเติม เช่น การทดสอบหาค่าโมดูลัสคืนตัว(Resilient Modulus) และคุณสมบัติทางด้านความล้า(Fatigue Properties) ด้วยวิธี Repeated Load Indirect Tensile Test เพื่อนำค่าโมดูลัสคืนตัวและคุณสมบัติทางด้านความล้าไปใช้ประกอบการพิจารณาร่วมกับค่าความต้านทานต่อการยุบตัวถาวรในการวิเคราะห์เปรียบเทียบกับคุณสมบัติเชิงปริมาตร และการประเมินคุณภาพในการใช้งานในสนามของวัสดุผสมได้ถูกต้องเหมาะสมยิ่งขึ้น
4. ติดตามสภาพการใช้งานของถนนสายต่างๆที่เก็บตัวอย่างมาใช้ในการศึกษานี้ เพื่อให้ทราบถึงความสามารถในการใช้งานในการรองรับปริมาณจราจรจริงในสนาม ว่าจะมีความต้านทานต่อการเสียหายของถนนอย่างไร ภายหลังเปิดใช้งานได้ 1 ถึง 5 ปี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย