ถาวร ตะไก่แก้ว : การประเมินสมรรถนะของผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตเสริมกำลังด้วยเส้นใยในห้องปฏิบัติการและในสนามเพื่อประยุกต์ใช้ในงานผิวทางอย่างยั่งยืน (LABORATORY AND FIELD PERFORMANCE EVALUATION OF FIBER-REINFORCED ASPHALT CONCRETE FOR SUSTAINABLE PAVEMENT APPLICATION) อาจารย์ที่ปรึกษา : ศาสตราจารย์ ดร.สุขสันติ์ หอพิบูลสุข, 138 หน้า.

วิทยานิพนธ์นี้ศึกษาความเป็นไปได้ของการประยุกต์ใช้เส้นใยเพื่อเสริมกำลังแอสฟัลต์คอนกรีตและใช้เป็นแนวทางการปรับปรุงคุณสมบัติของแอสฟัลต์คอนกรีตแบบดั้งเดิมที่ใช้แอสฟัลต์ซีเมนต์ที่มีในประเทศไทย ซึ่งการศึกษานี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลัก ดังนี้ คือ

ส่วนที่ 1 จะศึกษาและนำเสนอเกี่ยวกับการประเมินคุณภาพและสมรรถนะของแอสฟัลต์คอนกรีตที่เสริมกำลังด้วยเส้นใย โดยการประยุกต์ใช้กับแอสฟัลต์ซีเมนต์ที่มีใช้ในประเทศไทย ซึ่งในปัจจุบันแอสฟัลต์ซีเมนต์ที่มีใช้ในประเทศ ประกอบไปด้วย แอสฟัลต์ซีเมนต์ เพนิเตรชั่นเกรด 60/70 (Penetration grade AC60/70) แอสฟัลต์ซีเมนต์ปรับปรุงคุณภาพด้วยยางธรรมชาติ (Natural Rubber–Modified Asphalt : NRMA) และแอสฟัลต์ซีเมนต์ปรับปรุงคุณภาพด้วยโพลิเมอร์ (Polymer-Modified Asphalt : PMA) การประเมินผลที่ได้จากการเสริมกำลังแอสฟัลต์คอนกรีตด้วยเส้นใย ดำเนินการโดยการนำส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตที่เสริมกำลังด้วยเส้นใย เตรียมตัวอย่างและทดสอบคุณสมบัติทางวิศวกรรมในห้องปฏิบัติการ ประกอบด้วย การทดสอบค่าความเสถียรภาพด้วยวิธีมาร์แซล (Marshall stability) การทดสอบความต้านทานการรับแรงดึงทางอ้อม (Indirect Tensile Strength Test : ITS) การทดสอบค่าโมดูลัสยืดหยุ่น (Resilient Modulus Test : MR) การทดสอบค่าสติฟเนสโมดูลัสโดยใช้แรงดึงทางอ้อม (Indirect Tensile Stiffness Modulus : ITSM) การทดสอบค่าความคืบทางไดนามิกส์ (Dynamic Creep) การทดสอบค่าความต้านทานการแตกร้าวเนื่องจากความล้า (Diametrical Indirect Tensile Fatigue Test) และการทดสอบความต้านทานการเกิดร่องล้อ (Rutting Resistance Tests) การประเมินคุณสมบัติทางด้านวิศวกรรมของส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตที่เสริมกำลังด้วยเส้นใย จะเปรียบเทียบระหว่างแอสฟัลต์ซีเมนต์ชนิด AC60/70 NRMA และ PMA ที่เสริมกำลังด้วยเส้นใยกับแอสฟัลต์ซีเมนต์แบบดั้งเดิม (ไม่มีเส้นใย) การเติมเส้นใยในส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต จะเติมเส้นใยในอัตราร้อยละ 0.05 โดยน้ำหนักของส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต จากผลการทดสอบ พบว่า การเติมเส้นใยในส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตเพื่อปรับปรุงคุณสมบัติ สามารถเพิ่มกำลังและคุณสมบัติทางวิศวกรรมของแอสฟัลต์คอนกรีตได้เป็นอย่างดี โดยแอสฟัลต์คอนกรีตที่เสริมกำลังด้วยเส้นใยจะสามารถเพิ่มความต้านทานการเกิดร่องล้อ ช่วยเพิ่มคุณสมบัติความต้านทานความแตกร้าวเนื่องจากความล้า เพิ่มค่าโมดูลัส

ยืดหยุ่น ในทุกชนิดของแอสฟัลต์ซีเมนต์ ผลจากการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าการเสริมกำลังแอสฟัลต์คอนกรีตด้วยเส้นใย สามารถเพิ่มความสามารถการรับน้ำหนักและคุณสมบัติทางด้านวิศวกรรม ในผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่เสริมกำลังด้วยเส้นใย สามารถเพิ่มอายุการใช้งานของถนน และลดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตอีกด้วย

ส่วนที่ 2 แสดงผลการศึกษาการเปรียบเทียบผลจากการทดสอบการเสริมกำลังแอสฟัลต์คอนกรีตด้วยเส้นใยในห้องปฏิบัติการและการทดสอบในสนาม โดยการใช้แอสฟัลต์ซีเมนต์ชนิด AC60/70 และ PMA การผสมและเตรียมตัวอย่างจะดำเนินการโดยการเตรียมตัวอย่างแอสฟัลต์คอนกรีตที่เติมและไม่เติมเส้นใย ในห้องปฏิบัติการและการผสมส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตที่ได้จากโรงงานผสมแอสฟัลต์คอนกรีต ดำเนินการทดสอบคุณสมบัติทางวิศวกรรม ดังนี้ การทดสอบความต้านทานการรับแรงดึงทางอ้อม (Indirect Tensile Strength Test : ITS) การทดสอบค่าโมดูลัสยืดหยุ่นด้วยแรงดึงทางอ้อม (Indirect Tensile Resilient Modulus Test : MR) การทดสอบค่าความคืบทางไดนามิกส์ (Dynamic Creep Test) การทดสอบค่าความต้านทานการแตกร้าวเนื่องจากความล้า (Indirect Tensile Fatigue Test) และการทดสอบความต้านทานการเกิดร่องล้อ (Rutting Resistance Tests) ส่วนการทดสอบในสนาม ประกอบด้วย การทดสอบหาค่าดัชนีความเรียบ (International Roughness Index : IRI) ค่า texture depth และวัดค่าการเกิดร่องล้อบนผิวถนนแอสฟัลต์คอนกรีต (Rutting) ผลการทดสอบ พบว่า การเสริมกำลังแอสฟัลต์คอนกรีตด้วยเส้นใยที่ใช้แอสฟัลต์ซีเมนต์ชนิด PMA มีคุณสมบัติด้านวิศวกรรมดีที่สุด การเสริมกำลังด้วยเส้นใยสามารถเพิ่มประสิทธิภาพด้านความต้านทานการแตกร้าวเนื่องจากความล้า และช่วยต้านทานการเกิดร่องล้อได้เป็นอย่างดี ผลที่ได้จากงานวิจัยนี้สามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาการเสริมกำลังด้วยเส้นใยในผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตของกรมทางหลวง ประเทศไทย และประเทศอื่น ๆ ที่มีลักษณะการใช้งานที่ใกล้เคียงกัน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ลายมือชื่อนักศึกษา _____

ปีการศึกษา 2562 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา _____

THAWORN TAKAIKAEW : LABORATORY AND FIELD PERFORMANCE EVALUATION OF FIBER-REINFORCED ASPHALT CONCRETE FOR SUSTAINABLE PAVEMENT APPLICATION. THESIS ADVISOR : PROF. SUKSUN HORPIBULSUK, Ph.D., 138 PP.

FIBERS/FIBER-REINFORCED ASPHALT CONCRETE/PERFORMANCE TEST/NATURAL RUBBER AND POLYMER MODIFIED ASPHALT BINDERS/RUTTING AND FATIGUE

This thesis studies the feasibility of using fiber-reinforced asphalt as an alternative for enhancing the quality of conventional asphalt binder used in Thailand . The investigation consists of two main parts.

First part presents performance of fiber-reinforced asphalt concrete with various asphalt binders in Thailand. Three commercially available asphalt binders were used :asphalt cement penetration grade AC60/70, natural rubber–modified asphalt NRMA (and polymer-modified asphalt) PMA. (The effect of fiber reinforcement in those asphalt mixtures was evaluated by a detailed laboratory experimental program, which included Marshall stability, indirect tensile strength) ITS (resilient modulus) MR (indirect tensile stiffness modulus) ITSM (dynamic creep, diametrical indirect tensile fatigue, and rutting resistance tests. The performance evaluation was performed by comparing the results between asphalt mixtures with and without fiber reinforcement for the AC60/70, NRMA, and PMA. The laboratory results indicate that without fiber reinforcement, the PMA exhibited better performance than NRMA and AC60/70, respectively. The addition of fibers 0.05 %by mass of the total mixture to asphalt concrete mixtures notably improved the rutting resistance, fatigue life, and resilient

modulus, regardless of asphalt binder type .This research confirms that fiber reinforced asphalt pavements exhibit superior performance to traditional asphalt concrete pavement, hence resulting in longer service life.

Second part reported on both laboratory and field performance and cost analysis of FR-AC pavement using AC60/70 and polymer modified asphalt (PMA) as binders. The mixing quality of FR-AC from laboratory and plant was also investigated. The performance test included indirect tensile resilient modulus, indirect tensile strength modulus, and indirect tensile fatigue life and dynamic creep and wheel-tracking. The field trials of AC60/70 and PMA mixtures with and without fibers were constructed and the International Roughness Index, texture depth, and rutting were measured over time. The PMA + Fiber mixture exhibited the best performance and the performance of AC60/70 + Fiber mixture were comparable to PMA mixture. For AC60/70, the fiber reinforcement improved both fatigue cracking and rutting almost equally while it is more effective to improve fatigue cracking than rutting for PMA. The outcome of this research will be a guidance for establishing the specification of fiber-reinforced asphalt pavement for Department of Highways in Thailand and other countries using similar mix design.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

School of Civil Engineering

Academic Year 2019

Student's Signature _____

Advisor's Signature _____