หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 คำนำ

ในสภาพปัจจุบันนี้ การก่อสร้างถนนไม่ว่าจะเป็นชั้นพื้นทาง (Base Course) หรือชั้นผิวทาง (Surface Course หรือ Binder Course) ในลักษณะของผิวจราจรแบบยืดหยุ่น (Flexible Pavement) แล้ว วัสดุที่นำมาใช้ในการก่อสร้างถนนจะเป็นพวกวัสดุมวลรวม (Aggregate) และวัสดุที่ใช้ในการเชื่อมประสานวัสดุมวลรวมทั้งหลายให้เข้าด้วยกัน ได้แก่ ยางมะตอย (Asphalt) ซึ่งจะมีการผสมทั้งแบบผสมร้อน (Hot mix) และแบบผสมเย็น (Cold mix)

ยางมะตอยที่ใช้กันอยู่โดยทั่วไปจะมี 2 ชนิดคือ แอสฟัลท์ซีเมนต์ (Asphalt Cement) และ แอสฟัลท์เหลว (Liquid Asphalt) แต่ในสถานะการณ์ปัจจุบันเกิดการขาดแคลนน้ำมัน-ปิโตรเลียม ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากน้ำมันปิโตรเลียมมีราคาแพง และหายากมากขึ้น โดยเฉพาะกากสุดท้ายที่จะมาเป็นแอสฟัลท์ก็น้อยลงสำหรับผิวจราจรแบบยืดหยุ่นแล้ว ยางมะตอยเป็นส่วนสำคัญในการเชื่อมประสาน จึงได้มีการพิจารณาใช้ยางที่มีคุณสมบัติดีและราคาถูก ยางมะตอยน้ำ (Emulsified Asphalt) ซึ่งเป็นชนิดหนึ่งของแอสฟัลท์เหลว มีส่วนประกอบของแอสฟัลท์ซีเมนต์, น้ำ และอีมัลซิไฟด์เอเจนต์ (Emulsified Agent) สามารถใช้ผสมกับวัสดุมวลรวมได้ทั้งแบบผสมร้อนและแบบผสมเย็น แต่ส่วนใหญ่แล้วจะใช้วิธีแบบผสมเย็น (Cold mix) ซึ่งจะเป็นผลดีในการก่อสร้าง โดยจะทำงานได้ง่าย ลดอากาศเป็นพิษ และทำให้ค่าใช้จ่ายในการลงทุนต่ำด้วย

ตามปกติแล้ว ยางมะตอยน้ำที่ใช้กันอยู่มี 3 ชนิด มีประเภทแตกตัวเร็ว ประเภทแตกตัวเร็วปานกลาง และประเภทแตกตัวช้า แต่ละชนิดก็จะมีคุณสมบัติแตกต่างกันออกไป ซึ่งโดยทั่วไปแล้วยางมะตอยจะมีการเปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิ เมื่อนำเอาไปทำชั้นผิวจราจรแล้วจะได้รับการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากอุณหภูมิ และจากล้อของยวดยานอยู่ตลอดเวลา จะทำให้เนื้อยางจะเกิดการเปราะ (Brittle) ในขณะที่อุณหภูมิต่ำ จะเกิดรอยแตกร้าวขึ้น และขยายตัวใหญ่ขึ้นเมื่อ

ได้รับน้ำหนักกระทำจากล้อของยวดยาน จะทำให้น้ำสามารถไหลลอดลงไปในชั้นพื้นทาง (Base Course) ได้ เกิดการอ่อนตัวของชั้นนี้ และเสียหายต่อโครงสร้างของถนนได้ แต่ถ้าในอุณหภูมิสูงแล้วเนื้อยางจะเกิดการอ่อนตัว หรือเกิดการเยิ้มตัว (Bleeding) ขึ้น นอกจากจะเป็นอันตรายต่อการขับขี่ยวดยานเนื่องจากลื่นแล้ว จะยิ่งเป็นการเร่งอัตราการเกิด oxidation (เนื้อยางมะตอยสัมผัสกับออกซิเจนในอากาศ ทำให้ผิวเป็นเปลือกแข็งและแตกออก) หรือเร่งการระเหยของน้ำมันที่มีอยู่ในยางมะตอยออกมาโดยเร็ว ทำให้ตัวยางมะตอยมีความยืดหยุ่นน้อยลง ด้วยสาเหตุเหล่านี้ จะทำให้ผิวจราจรที่ได้ก่อสร้างไว้ จะมีสภาพไม่คงทนตลอดอายุการออกแบบ

ดังนั้นจึงได้มีการศึกษาและค้นคว้า เพื่อที่จะหาทางแก้ปัญหา เหล่านี้โดยผลิตยางมะตอยน้ำประเภทไฮโฟลต (High Float Emulsified Asphalt, HFMS) เป็นชนิดหนึ่งของยางมะตอยน้ำ ซึ่งได้มีการปรับปรุงส่วนผสมเพื่อที่จะให้มีความสามารถในการเคลือบกับวัสดุมวลรวมได้เป็นฟิล์มที่หนาป้องกันการหลุดร่อนได้ดี และที่สำคัญได้มีการเล่นอว่ายางมะตอยน้ำประเภทไฮโฟลตจะมีการเปลี่ยนแปลงต่ออุณหภูมิน้อย กล่าวคือ เวลาอุณหภูมิต่ำจะไม่แข็งตัวเกินไปหรือเปราะง่าย และจะมีการอ่อนตัวน้อยในขณะอุณหภูมิสูง จากคุณสมบัติดังกล่าวเมื่อนำเอายางมะตอยน้ำประเภทไฮโฟลต ไปทำผิวจราจรแล้วซึ่งจะต้องได้รับน้ำหนักกระทำจากล้อของยวดยาน ยางชนิดนี้ควรจะมีความแข็งแรงและทนทานต่อสภาพดินฟ้าอากาศที่อุณหภูมิต่าง ๆ ได้ดี สำหรับการวิจัยนี้จะทำการเปรียบเทียบคุณสมบัติไดนามิก (Dynamic หรือ Repeated load) ของยางมะตอยน้ำประเภทไฮโฟลต (High Float Emulsified Asphalt) และยางมะตอยน้ำประเภทมีเดียมเซตติง (Medium Setting Emulsified Asphalt) ซึ่งเป็นยางประเภทแตกตัวเร็วปานกลาง ชนิดประจุลบแบบผสมเย็น เพื่อที่จะตรวจสอบความสามารถและความแข็งแรงของยางไฮโฟลต-อีมัลซิไฟด์แอสฟัลท์ ในการที่จะนำไปใช้ในทางปฏิบัติจริง และเป็นประโยชน์ในการเลือกใช้วัสดุผิวทางประเภทใหม่ ๆ ขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ในการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้

1.2.1 เพื่อศึกษาคุณสมบัติของยางมะตอยน้ำประเภทไฮโฟลตกับยางมะตอยน้ำประเภทมีเดียมเซตติง รวมทั้งวัสดุมวลรวม

1.2.2 เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางไดนามิกของส่วนผสมวัสดุมวลรวมกับยางมะตอยน้ำประเภทไอโฟลต และยางมะตอยน้ำประเภทมีเดียมเซ็ตติง แบบผสมเย็น

1.2.3 เพื่อเป็นแนวทางการนำเอายางมะตอยน้ำประเภทไอโฟลตไปใช้งานจริงในทางปฏิบัติ

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

ขอบเขตที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.3.1 ทดสอบหาคุณสมบัติของยางมะตอยน้ำประเภทไอโฟลต และยางมะตอยน้ำประเภทมีเดียมเซ็ตติง ตามมาตรฐาน ASTM D 977

1.3.2 หาอัตราส่วนผสมของยางมะตอยน้ำ (Emulsified Asphalt) ทั้ง 2 ชนิด กับวัสดุมวลรวม โดยใช้วิธีมาร์แชล (Marshall Test) เพื่อที่จะหาปริมาณน้ำและปริมาณเนื้อยางที่เหมาะสม แบบวิธีผสมเย็น

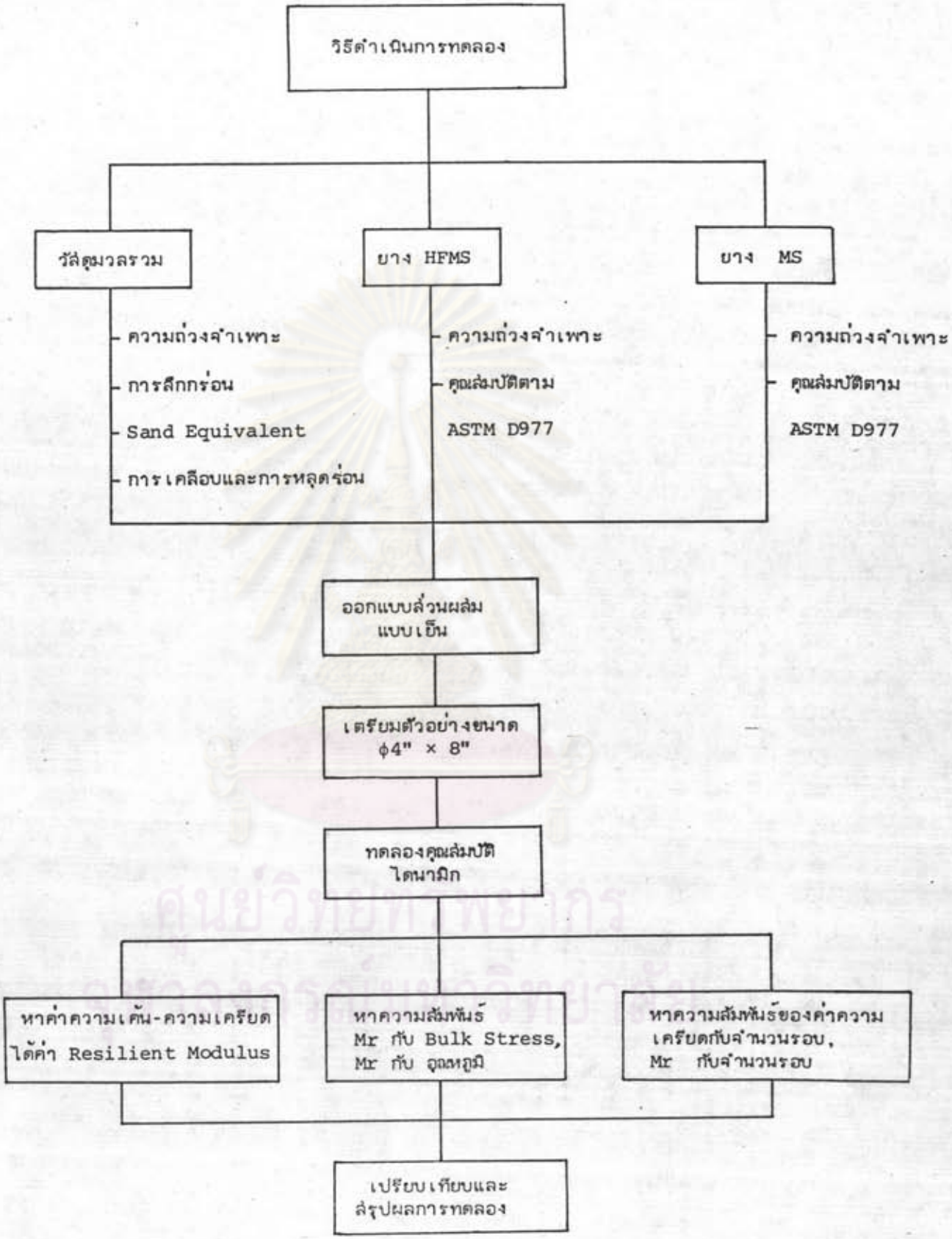
1.3.3 ทำการทดสอบน้ำหนักกระทำซ้ำ (Dynamic หรือ Repeated Load) แก่ตัวอย่างทดลองเพื่อที่หาคุณสมบัติทางไดนามิก ค่าที่ทดลองหาคือค่า Resilient Modulus ทดลองที่อุณหภูมิต่าง ๆ และจำนวนรอบในการกระทำซ้ำ จึงนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกัน

1.4 ขั้นตอน และวิธีดำเนินการวิจัย

เพื่อที่จะให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ ดังนั้นขั้นตอนในการดำเนินงานมีดังต่อไปนี้

1.4.1 ศึกษาค้นคว้า และรวบรวมทฤษฎี วิธีการ แนวทางปฏิบัติเกี่ยวกับการทดสอบน้ำหนักกระทำซ้ำ เพื่อเป็นแนวทางในการดำเนินงานได้อย่างเหมาะสม รายละเอียดข้อมูลเหล่านี้ได้จาก หนังสือ วารสาร และรายงานการประชุมความก้าวหน้า รวมทั้งงานวิจัยต่าง ๆ แหล่งที่มาของข้อมูลได้จาก ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ห้องสมุดสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (AIT) และศูนย์เอกสารทางหลวงเอเชียของกรมทางหลวง

1.4.2 ทดสอบหาคุณสมบัติของวัสดุมวลรวม (Aggregate) โดยจะทำการหาค่าความถ่วงจำเพาะ ค่าความสึกกร่อน Sand Equivalent (ปริมาณดินเหนียวในวัสดุมวลรวม) การหลุดร่อน (Stripping) ตามมาตรฐาน ASTM



รูปที่ 1.1 Flow Chart วิธีดำเนินการทดลอง

1.4.3 ทดลอบหาคุณสมบัติของยางมะตอยน้ำประเภทไอโฟลต และยางมะตอยน้ำประเภทมีเดียมเซ็ตติง โดยทำการหาค่าความหนืดด้วยวิธี Saybolt Furol กลั่นเพื่อที่จะหาปริมาณเนื้อยางและปริมาณน้ำที่ผสมอยู่ Penetration การดึงยืดเป็นเส้น การละลายในคาร์บอนเตตระคลอไรด์ ตาม ASTM D977

1.4.4 ทำการหาอัตราส่วนผสมระหว่างยางมะตอยน้ำ กับวัสดุมวลรวม โดยทำการเตรียมตัวอย่าง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 นิ้ว (10.16 ซม.) สูง 2.5 นิ้ว (6.35 ซม.) ตามวิธีการทดลอบมาร์แชล (Marshall Test) เพื่อที่จะหาปริมาณน้ำและปริมาณเนื้อยางที่เหมาะสม

1.4.5 เมื่อได้ปริมาณเนื้อยางที่เหมาะสมสำหรับยางมะตอยน้ำแต่ละชนิดแล้ว ก็ทำการเตรียมตัวอย่างขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 นิ้ว (10.16 ซม.) สูง 8.0 นิ้ว (20.32 ซม.) เพื่อที่จะนำเอาตัวอย่างไปทดลอบน้ำหนักกระทำซ้ำ (Repeated load) ในการเตรียมตัวอย่างจะใช้ลูกสูบ 2 อัน อัดตัวอย่างภายในแบบ (Mold) ด้วยความดัน 2,500 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 1 นาที แล้วทิ้งตัวอย่างไว้ในแบบเป็นเวลา 1 วัน แล้วจึงดันตัวอย่างที่อยู่ในแบบออกและนำไปทดลองต่อไป

1.4.6 ทดลอบตัวอย่างด้วยน้ำหนักกระทำซ้ำ โดยทำการแปรค่าน้ำหนักที่ใช้กดไปที่อุณหภูมิ 20°C, 40°C และ 60°C รวมทั้งจำนวนรอบในการกระทำน้ำหนักซ้ำ ในระหว่างนี้ก็ทำการวัดการยืดหดตามแนวแกนไปด้วย การทดลอบจะใช้เครื่อง Servopulser ของห้องปฏิบัติการภาควิชาวิศวกรรมโยธา การจัดเตรียมเครื่องมือที่จะนำมาใช้ทดลอบ มีดังนี้

ก. Triaxial Cell ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 นิ้ว (15.24 ซม.) สูง 12 นิ้ว (30.5 ซม.) ใช้สำหรับใส่ตัวอย่างในการทดลอบน้ำหนักกระทำซ้ำ ที่ตัวเซลจะมีฐานสำหรับรองตัวอย่างขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 นิ้ว ซึ่งมีช่องสามารถระบายน้ำออกนอกตัวเซลได้ ด้านบนมีแกนสำหรับให้น้ำหนักมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 นิ้ว (2.54 ซม.)

ข. Porous Stone มีไว้ปิดด้านบนและด้านล่างของตัวอย่าง เพื่อที่จะเป็นตัวกรองน้ำให้ระบายจากตัวอย่างได้ นอกจากนี้ยังมี Rubber Membrane เอาไว้หุ้มตัวอย่าง รวมทั้ง O-rings สำหรับรัดที่ปลายของตัวอย่าง

ค. เครื่อง Servopulser เป็นเครื่องมือที่สามารถให้น้ำหนักกระทำซ้ำ

ได้ ทั้งสามารถกำหนดขนาด, ลักษณะของน้ำหนักที่กระทำ, ความถี่ และจำนวนรอบในการทดลองได้

ง) เครื่องวัดอ่านค่า Vertical Deformation แบบ Linear Variables Displacement Transducers (LVDT's) สามารถอ่านค่าได้ละเอียดถึง 0.001 นิ้ว

จ) ในการทดสอบจะให้น้ำหนักอยู่ในรูป Constant Amplitude Sinusoidal ซึ่งจะใช้ความถี่ 1 รอบต่อวินาที

1.4.7 ทดลองคุณสมบัติไดนามิก ซึ่งจะแสดงความสัมพันธ์ในรูปของ

ก) ค่าความเค้น - ความเครียด ซึ่งจะให้ค่า Resilient Modulus (Mr)

ข) ความสัมพันธ์ของ Mr กับ bulk Stress, Mr กับอุณหภูมิ

ค) ความสัมพันธ์ของความเครียดกับจำนวนรอบ, Mr กับจำนวนรอบ นำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกัน

1.4.8 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1.5.1 ทำให้ทราบถึงคุณสมบัติของยางมะตอยน้ำประเภทไอโฟลด และยางมะตอยประเภทมีเดียมเซ็ตติง ในการผสมกับวัสดุมวลรวมแบบผสมเย็น

1.5.2 เป็นแนวทางในการเลือกใช้วัสดุในการออกแบบผิวจราจร เพื่อที่จะได้มีความคงทน ตลอดอายุในการออกแบบ และการนำไปใช้งานในทางปฏิบัติจริง ๆ

1.5.3 ทำให้ทราบถึงคุณสมบัติต่าง ๆ เมื่อได้รับน้ำหนักกระทำซ้ำ ในอุณหภูมิต่าง ๆ กัน รวมทั้งสามารถเลือกค่าที่เหมาะสมไปใช้งานได้

1.5.4 การนำเอายางมะตอยน้ำประเภทไอโฟลดไปใช้งานจริงในทางปฏิบัติ