หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 คำนำ

การคมนาคมขนส่งที่สะดวกและเป็นที่นิยมที่สุด เห็นจะได้แก่การคมนาคมขนส่งทางถนน จึงเป็นเหตุให้ทางรัฐบาลต้องจัดให้มีการสร้างถนนหนทางอย่างมากมาย เพื่อติดต่อกันเป็นเครือข่ายติดต่อถึงกันทั้งประเทศ แต่เดิมนั้นการสร้างถนนมักที่จะต้องขนส่งวัสดุก่อสร้างในที่ซึ่งไม่ไกลนัก เนื่องจากวัสดุที่ต้องการหาได้ไม่ยากนัก โดยเฉพาะวัสดุหินคลุก (Crushed Rock) ซึ่งเป็นวัสดุที่สำคัญมากในการก่อสร้างถนนหนทาง นำมาเป็นวัสดุหลักในการสร้างชั้นพื้นทางและผิวทางของถนน ในขณะนี้ได้เริ่มมีหลายฝ่ายที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างถนนได้คาดการณ์กันว่าจากสภาพในปัจจุบันที่มีการก่อสร้างถนนหนทางอย่างมากมาย อีกทั้งทรัพยากรธรรมชาติประเภทป่าไม้และภูเขาต่างถูกทำลายไปมากแล้ว ดังนั้นจึงควรที่จะทำการลดปริมาณการใช้วัสดุหินคลุกที่ได้จากการระเบิดภูเขา พร้อมทั้งทำการหาวัสดุทดแทน หรือปรับปรุงวัสดุในท้องถิ่นเพื่อนำมาใช้เป็นวัสดุก่อสร้างแทนวัสดุหินคลุก โดยเฉพาะการนำมาก่อสร้างพื้นทาง ซึ่งในประเทศไทยก็ได้มีการนำประเภทดินลูกรังมาทำการปรับปรุงด้วยปูนซีเมนต์ (Cement-Stabilization) เพื่อนำมาใช้เป็นวัสดุก่อสร้างชั้นพื้นทาง (Soil-Cement Base Course) ซึ่งเป็นที่นิยมแพร่หลายกันทั่วไป ดังนั้นแหล่งวัสดุลูกรังจึงได้ลดน้อยลงอีกทั้งในบางพื้นที่อาจขาดแคลนวัสดุประเภทหินคลุก (Crushed Rock) หรือวัสดุดิน-ซีเมนต์ (Soil Cement) และจากการทบทวนและศึกษาการค้นคว้าที่เคยมีมา ทำให้คาดได้ว่าดินประเภท Silty Sand และ Silty Clay มีแนวโน้มที่จะนำมาปรับปรุงเพื่อใช้เป็นวัสดุทำชั้นพื้นทาง (Base Course) ของถนนได้ โดยสังเกตุได้จากคุณสมบัติพื้นฐานที่มีการยึดเหนี่ยวกัน (Cohesion) การกันน้ำซึมและความแข็งในการรับน้ำหนัก (Strength) เมื่อแห้งเป็นต้น

การปรับปรุงดิน (Soil Stabilization) ที่นิยมอย่างแพร่หลายมีด้วยกันหลายวิธีได้แก่

1. Mechanical Stabilization

2. Chemical Stabilization

   2.1 Lime Stabilization

   2.2 Cement Stabilization

3. Bituminous Stabilization

การปรับปรุงดินในแต่ละวิธีต่างก็มีวัตถุประสงค์ และความเหมาะสมกับดินแต่ละประเภทแตกต่างกันไป โดยทั่วไปการปรับปรุงดินต่างก็มีวัตถุประสงค์ที่จะทำให้ได้ความแข็งแรงนั้นเอง ในการทำการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการเลือกการปรับปรุงดิน (Soil Stabilization) ประกอบกัน 2 วิธีด้วยกันซึ่งเป็นวิธีที่ง่ายและสะดวกในการหาวัสดุ ได้แก่การปรับปรุงทางกลศาสตร์ (Mechanic Stabilization) และการปรับปรุงดินด้วยแอสฟัลต์ซีเมนต์ (Asphalt Cement Stabilization) โดยทำการผสมวัสดุหินคลุกเพื่อช่วยการรับน้ำหนักแล้วทำการบดอัดโดยวิธีการนวด (Kneading) เพื่อให้สภาพการบดอัดใกล้เคียงกับสภาพจริงในสนาม ดังนั้นในการทดลองทำแอสฟัลต์คอนกรีตจึงเลือกวิธีของฮวีม (Hveem Method) ทั้งนี้ในการปรับปรุงด้วยแอสฟัลต์ซีเมนต์จึงช่วยให้ดินมีความสามารถในการรับแรงดึง มีการยึดเหนี่ยวและรับน้ำหนักได้ดีขึ้น อีกทั้งยังช่วยป้องกันการซึมของน้ำและป้องกันการบวมตัว (Swell) ได้อีกด้วย

จากการที่ชั้นพื้นทางมีวัตถุประสงค์ในการรับน้ำหนักโดยเฉพาะ ดังนั้นเกณฑ์ในการนำมาทำการเปรียบเทียบคุณสมบัติพื้นฐานครั้งนี้ จึงประกอบด้วยคุณสมบัติของความแข็งแรงอันได้แก่การเปรียบเทียบค่าเสถียรภาพ (Stability) และค่าการยึดเหนี่ยว (Cohesion) ซึ่งเป็นการวัดความสามารถการรับแรงดึง (Tensile Strength) อีกทั้งเนื่องจากสภาพภูมิอากาศของประเทศที่มักมีฝนตก ดังนั้นจึงต้องทำการวัดค่าการบวมตัว (Swell) ประกอบด้วย ทั้งนี้เพื่อศึกษาถึงสภาพการทนทานต่อน้ำ

ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการศึกษาคุณสมบัติของแอสฟัลต์ซีเมนต์ ผสมกับสารอีวีเอโคโพลีเมอร์ (EVA - Ethylene vinyl acetate) ซึ่งถือเป็นการปรับปรุงคุณสมบัติของแอสฟัลต์ซีเมนต์ (Modified Asphalt) เปรียบเทียบกับแอสฟัลต์ซีเมนต์ที่ควบคุม เนื่องจากสารประเภทนี้เป็นที่นิยมใช้กันมากในต่างประเทศช่วยปรับปรุงคุณสมบัติการไหล (Reological Properties), ความยืดหยุ่น (Flexibility) และความแข็งแรง (Strength) อีกทั้ง

Properties), ความยืดหยุ่น (Flexibility) และความแข็งแรง (Strength) อีกทั้งสารประเภทนี้เริ่มเข้ามามีบทบาทในการก่อสร้างถนนในประเทศไทย

ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้ก็เพื่อประโยชน์ในการหาวัสดุทดแทนที่จะนำมาใช้เป็นวัสดุชั้นพื้นทาง (Base Course) แทนวัสดุหินคลุก (Crushed Rock) และวัสดุดินลูกรัง (Soil Aggregate) อีกทั้งเป็นการนำวัสดุในท้องถิ่นมาใช้ให้เป็นประโยชน์ และเป็นการพัฒนาแนวทางการใช้สารผสม (Additive) ในแอสฟัลต์ซีเมนต์

1.2 <u>วัตถุประสงค์</u>

ก. เพื่อศึกษาวิธีการออกแบบถนนโดยวิธีฮวีม (Hveem Method)

ข. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติแอสฟัลท์ซีเมนต์ เมื่อมีสารผสมเพิ่มอีวีเอโคโพลีเมอร์และไม่มีสารผสมเพิ่ม

ค. เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำวัสดุดิน Silty Clay และ Silty Sand ปรับปรุงด้วยวัสดุหินคลุก และแอสฟัลต์ซีเมนต์ทั้งที่ผสมสารอีวีเอโคโพลีเมอร์ และไม่ผสมเพื่อนำมาใช้เป็นวัสดุทำพื้นทาง

ง. ศึกษาเปรียบเทียบค่าการยึดเหนี่ยว (Cohesiometer Valve) ของแอสฟัลต์ซีเมนต์ทั้งที่มีสารผสมเพิ่มอีวีเอโคโพลีเมอร์และไม่ผสม

1.3 <u>ขอบเขตของการวิจัย</u>

ศึกษาความเป็นไปได้ในการนำวัสดุดินประเภท Silty Clay และ Silty Sand ที่มีค่า PI ต่ำ มาใช้เป็นวัสดุพื้นทาง โดยวิธีฮวีม (Hveem Test) และศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติของแอสฟัลต์ซีเมนต์ AC 80 - 100 ทั้งที่มีสารผสมเพิ่มอีวีเอโคโพลีเมอร์ ที่ปริมาณต่างๆ และที่ไม่มีสารผสมเพิ่ม พร้อมศึกษาการพองตัวเมื่อมีน้ำมากระทำ และความสามารถในการยึดเหนี่ยว (Cohesion) ของวัสดุ

1.4 <u>วิธีการดำเนินการวิจัย</u>

ตัวอย่างวัสดุที่ใช้

- วัสดุหินปูน จาก จ.ชลบุรี
- วัสดุดิน Silty Clay จาก จ.สิงห์บุรี

- วัสดุแอสฟัลต์ซีเมนต์ AC 80 - 100 ตามมาตรฐานกรมทางหลวงฯ
- สารอีวีเอโคโพลีเมอร์ (EVA-Ethylene vinyl acetate)

ทำการทดลองศึกษาวิจัย โดยใช้มาตรฐานของกรมทางหลวง, AASHTO, ASTM และ California Test ดังต่อไปนี้

1.4.1 <u>เปรียบเทียบการทดลองหาค่าเสถียรภาพ (Stability) ค่าของการยึดเหนี่ยว Cohesiometer Valve และค่าการพองตัว (Swell) โดยวิธีฮวีม (Hveem Method)</u>

1.4.1.1 Dense Grade มีขั้นตอนการทดสอบดังนี้

- ทำการหาค่าปริมาณแอสฟัลต์ซีเมนต์ที่เหมาะสม เพื่อใช้ออกแบบแอสฟัลต์คอนกรีต
- ทำการศึกษาความเปลี่ยนแปลงเมื่อปรับปรุง (0-5% โดยน้ำหนักของแอสฟัลต์) โดยผสมสารอีวีเอโคโพลีเมอร์ ในแอสฟัลต์ซีเมนต์ ที่ปริมาณต่างกัน ทั้งนี้ยังคงใช้ปริมาณแอสฟัลต์ซีเมนต์ที่ปรับปรุงเท่ากับปริมาณแอสฟัลต์ซีเมนต์ที่ออกแบบใช้ ในการทำแอสฟัลต์คอนกรีต
- ทำการทดสอบค่าต่างๆ ที่อุณหภูมิ 25 ° ซ และ 60 ° ซ
- บ่มที่อุณหภูมิ 60 ° ซ เป็นเวลา 7, 14 และ 28 วัน แล้วจึงทำการทดสอบหาค่าต่างๆ
- ทำการทดสอบหาค่าการพองตัวที่อุณหภูมิห้อง

1.4.1.2 ดิน SILTY CLAY ผสมกับหินร้อยละ 20 ของดิน และร้อยละ 30 ของดินเปรียบเทียบเพื่อหาความเหมาะสมแล้วทำการทดสอบตามขั้นตอนต่อไปนี้

- ทำการหาค่าปริมาณแอสฟัลต์ซีเมนต์ที่เหมาะสม เพื่อใช้ออกแบบแอสฟัลต์คอนกรีต
- ทำการศึกษาความเปลี่ยนแปลงเมื่อปรับปรุงโดยผสมสาร (0-5% โดยน้ำหนักของแอสฟัลต์) อีวีเอโคโพลีเมอร์ในแอสฟัลต์ซีเมนต์ ที่ปริมาณต่างกัน ทั้งนี้ยังคงใช้ปริมาณแอสฟัลต์ซีเมนต์ที่ปรับปรุงเท่ากับปริมาณแอสฟัลต์ซีเมนต์ที่ออกแบบใช้ในการทำแอสฟัลต์คอนกรีต

- ทำการทดสอบค่าต่างๆ ที่อุณหภูมิ 25° ซ และ 60° ซ
- บ่มที่อุณหภูมิ 60° ซ เป็นเวลา 7, 14 และ 28 วัน

แล้วจึงทำการทดสอบหาค่าต่างๆ

- ทำการทดสอบหาค่าการพองตัวที่อุณหภูมิห้อง

1.4.1.3 ปรับขนาดคละดินให้ได้ขนาดคละของดิน Silty Sand ผสมหินคลุกร้อยละ 30 ของน้ำหนักดิน แล้วทำการทดสอบตามขั้นตอนต่อไปนี้

- ทำการหาค่าปริมาณแอสฟัลต์ซีเมนต์ที่เหมาะสม เพื่อใช้ออกแบบแอสฟัลต์คอนกรีต
- ทำการศึกษาความเปลี่ยนแปลงเมื่อปรับปรุงโดยผสมสาร (0-5% โดยน้ำหนักแอสฟัลต์) อีวีเอโคโพลีเมอร์ในแอสฟัลต์ซีเมนต์ที่ปริมาณต่างกัน ทั้งนี้ยังคงใช้ปริมาณแอสฟัลต์ซีเมนต์ที่ปรับปรุงเท่ากับปริมาณแอฟัลต์ซีเมนต์ที่ออกแบบใช้ในการทำแอสฟัลต์คอนกรีต
- ทำการทดสอบค่าต่างๆ ที่อุณหภูมิ 25° ซ และ 60° ซ
- บ่มที่อุณหภูมิ 60° ซ เป็นเวลา 7, 14 และ 28 วัน

แล้วจึงทำการทดสอบหาค่าต่างๆ

- ทำการทดสอบหาค่าการพองตัวที่อุณหภูมิห้อง

1.4.2 <u>เปรียบเทียบคุณสมบัติที่ควบคุมกับแอสฟัลต์ซีเมนต์ที่ปรับปรุงด้วยสารอีวีเอโคโพลีเมอร์</u>

- การทดสอบหาการทะลวง (Penetration) การทดลองที่ ทล. - ท. 403/2518 หรือ AASHTO T 49 - 78 หรือ ASTM D 5 - 83
- การทดสอบหาการยืดตัว (Ductility) ทล. - ท.405/2519 หรือ AASHTO T 51 - 74 หรือ ASTM 113 - 85
- การทดสอบจุดวาบไฟ (Flash Point) การทดลองที่ ทล.- ท. 406/2519 หรือ AASHTO T 48 หรือ ASTM D 92 - 48
- การทดสอบหาค่าจุดอ่อนตัว (Softening Point) การทดลองที่ ASTM D 36 - 84

- การทดสอบหาค่าความหนืดแบบคิเนมาติค (Kinematic Viscosity) การทดลองที่ AASHTO T 201 หรือ ASTM D 2170 - 83

- การทดสอบธินฟิล์มโอเวน (Thin Film Oven) การทดลองที่ AASHTO T หรือ 179 ASTM D 1754

- การทดสอบหาค่าความถ่วงจำเพาะ การทดลองที่ AASHTO T 43 หรือ ASTM D 70 - 82

- การทดสอบความคงทนและความเหนียว (Toughness and Tenacity) โดย Jewell R. Benson in Road and Street, April, 1955

- การทดสอบค่าการบิดตัวกลับ (Torsional Recovery) การทดลองที่ California test 332

1.4.3 <u>หาคุณสมบัติของมวลรวม</u>

1.4.3.1 วัสดุมวลรวมหยาบ

- วิธีการทดสอบหาความสึกหรอของวัสดุมวลรวมหยาบโดยเครื่อง Los Angles Abrasion การทดลองที่ ทล. - ท. 202/2515

- วิธีการทดลองหาขนาดเม็ดวัสดุโดยผ่านตะแกรงแบบไม่ล้าง การทดลองที่ 204/2516

- วิธีการหาค่าความถ่วงจำเพาะของวัสดุชนิดเม็ดหยาบ (Specific Gravity) การทดลองที่ ทล. - ท. 207/2517

- วิธีการทดลองหาค่าดรรชนีความแบน (Flakiness Index) การทดลองที่ ทล. - ท. 210/2518

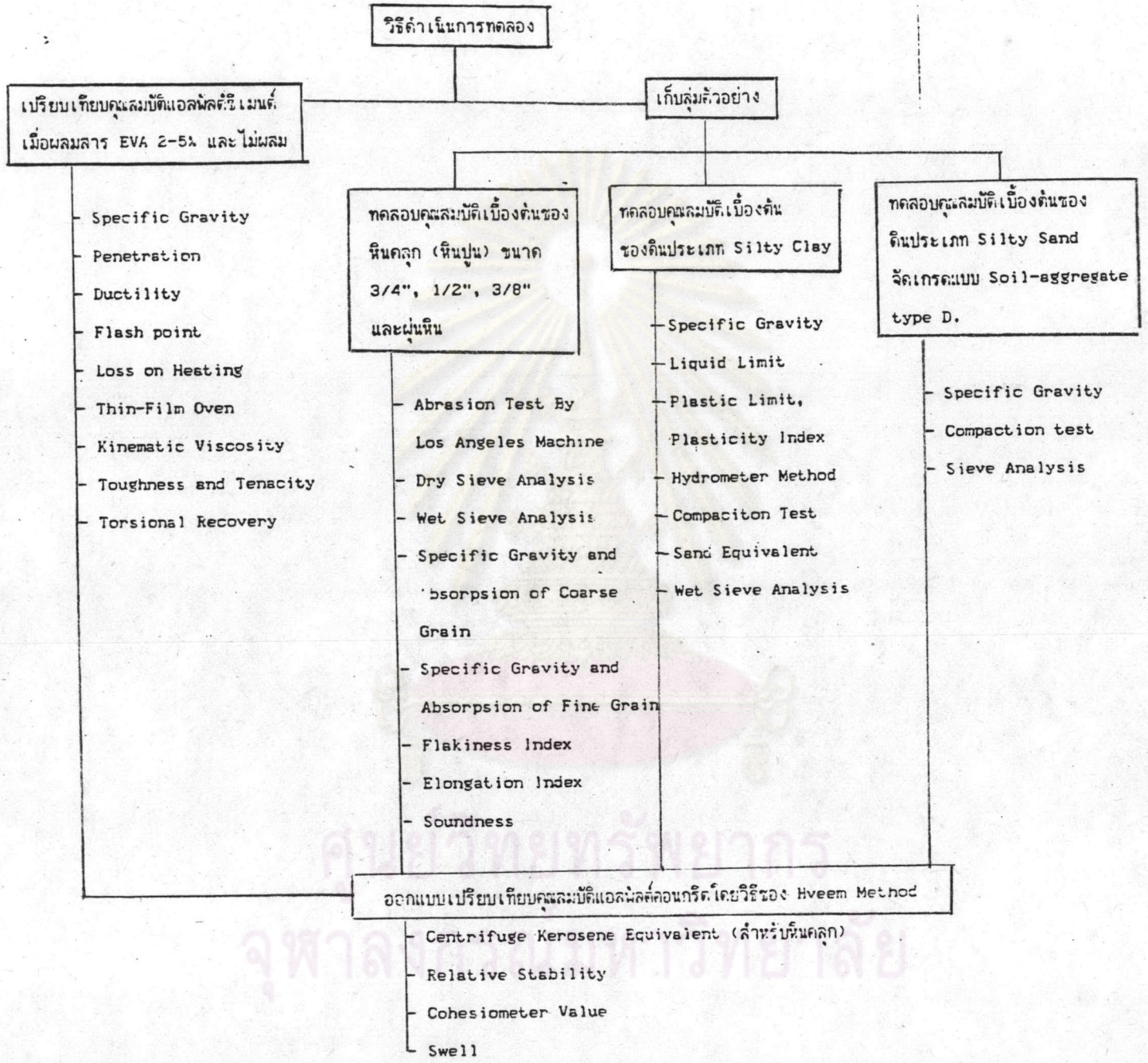
- วิธีการทดลองหาค่าดรรชนีความยาว (Elongation Index) การทดลองที่ ทล. - ท. 211/2518

1.4.3.2 วัสดุมวลรวมละเอียด

- วิธีการทดลองหาค่าความถ่วงจำเพาะของดิน (Specific Gravity) การทดลองที่ ทล. - ท. 201/2515

- วิธีการทดลองหาค่า Liquid Limit (LL) ของดิน การทดลองที่ ทล. - ท 102/2515

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 1.1 แผนผังวิธีดำเนินการทดลอง

- วิธีการทดลองหาค่า Plastic Limit และ Plasticity Index การทดลองที่ ทล. - ท. 103/2515

- วิธีการทดลองหาค่า Sand Equivalent การทดลองที่ 203/2515

- วิธีการทดลองหาขนาดเม็ดวัสดุโดยผ่านตะแกรงแบบล้าง การทดลองที่ ทล. - ท. 205/2517

1.5 <u>ความสำคัญหรือประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย</u>

1.5.1 ความเป็นไปได้ในการนำวัสดุประเภทดิน Silty Clay และ Silty Sand ปรับปรุงด้วยหินคลุกและแอสฟัลต์ซีเมนต์มาก่อสร้างเป็นพื้นทางถนน

1.5.2 เปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพของแอสฟัลต์ซีเมนต์ กับแอสฟัลต์ซีเมนต์ที่ปรับปรุงด้วยสารอีวีเอ

1.5.3 เปรียบเทียบความเหมาะสมของการนำสารผสมเพิ่มประเภทอีวีเอ (EVA-Ethylene Vinyl Acetate) มาใช้ในการเพิ่มความแข็งแรงของถนน

1.5.4 ทบทวนงานวิจัยที่ทำในต่างประเทศ เกี่ยวกับการผสมเพิ่ม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย