บทที่ ๑

บทนำ

๑.๑ ความเป็นมาของปัญหา

ปริมาณการใช้และค่าขนส่งวัสดุที่นำมาใช้เป็นวัสดุชั้นพื้นทางเพื่อรองรับผิวจราจรของทางหลวงในบางภาคของประเทศ ได้ประสบปัญหาในด้านค่าใช้จ่ายในการผลิตและการขนส่ง ซึ่งทำให้วิศวกรพยายามอย่างยิ่งที่จะนำวัสดุที่ค้นพบในบริเวณใกล้เคียงกับสถานที่ก่อสร้างมาปรับปรุงคุณภาพให้สูงขึ้น เพื่อสามารถที่จะนำมาใช้ประโยชน์เกี่ยวกับงานด้านนี้ ในงานก่อสร้างทางหลวงของภาคใต้และภาคตะวันออกของประเทศ ซึ่งมีเส้นทางหลายตอนขนานไปกับชายฝั่งทะเลของอ่าวไทยมีทรายอยู่ตามชายฝั่งทะเลเป็นจำนวนมาก ทรายเหล่านี้คาดว่า สามารถจะนำมาใช้เป็นประโยชน์ได้ดี ถ้าหากมีการปรับปรุงคุณภาพให้เหมาะสมทรายเหล่านี้ตามธรรมชาติเป็นวัสดุที่เกือบจะไม่มีแรงยึดเกาะกันระหว่างเมล็ดทราย (Cohesion) เลย ดังนั้นความสามารถในการรับน้ำหนักในสภาพที่ขาดแรงพยุงทางด้านข้างจึงน้อย การเพิ่มสารผสมชนิดที่จะทำให้เกิดการยึดเกาะเมล็ดทราย เช่นใช้ยางมะตอยน้ำจะช่วยเพิ่มแรงยึดเกาะให้กับวัสดุผสม เนื่องจากชายฝั่งทะเลเหล่านี้ประกอบด้วยสารจำพวก Silica เป็นส่วนใหญ่และมีประจุลบที่ผิวของเมล็ดทรายอยู่บ้างจึงเหมาะที่จะใช้ยางมะตอยน้ำแบบ Cationic Emulsion ในการปรับปรุงคุณภาพของทรายเหล่านี้ (๘) ยางมะตอยน้ำแบบ Cationic Emulsion นี้ เป็นยางมะตอยน้ำที่มีประจุบวกที่ผิวหน้าของเม็ดยาง(Emulsion Droplets) จึงเกาะตัวได้กับสารจำพวก Siliceous Material (๑๗) (๑๘) จากการศึกษาในระยะเริ่มต้นของหน่วยงานหลายแห่งพบว่า การเพิ่มสารผสมอย่างอื่น เช่นปูนขาว หรือปูนซีเมนต์จะช่วยให้วัสดุผสมเกาะตัวกันดีขึ้นซึ่งอาจจะช่วยเพิ่มค่า C และ ∅ ให้กับวัสดุผสม การเพิ่มค่า C และ ∅ ดังวิธีการดังกล่าวจะมีผลทำให้กำลังรับน้ำหนักของวัสดุผสมเพิ่มขึ้น

นอกจากจะคำนึงถึงสารที่ใช้ผสม เมื่อปรับปรุงคุณภาพของส่วนผสมแล้วจำเป็นจะต้องนำกรรมวิธีในการผสม การนำส่วนผสมไปใช้งานและชนิดของเครื่องจักรที่จะใช้ในการก่อสร้างเมื่อนำวัสดุผสมของทรายชายฝั่งทะเลเหล่านี้มาประกอบการพิจารณา

ในการที่จะศึกษาเพื่อปรับปรุงคุณภาพของชายฝั่งทะเลด้วย เพราะในทางทฤษฎีในด้านการปรับปรุงคุณภาพของวัสดุเพื่อใช้ในการก่อสร้างทางให้ได้ประโยชน์โดยสมบูรณ์จริงๆแล้ว จะต้องคำนึงถึงคุณสมบัติที่จะปรับปรุงขึ้น ซึ่งเป็นผลจากการทดลองส่วนใหญ่ในห้องทดลอง และวิธีการที่จะนำวัสดุผสมนี้ออกใช้งานจริง และรวมไปถึงอายุการใช้งานของวัสดุผสมด้วย สำหรับวัสดุผสมระหว่างทรายชายฝั่งทะเลกับยางมะตอยน้ำนี้มีกรรมวิธีผสมที่ง่าย ๆ เครื่องมือและเครื่องจักรที่จะใช้ผสม ขนย้าย และก่อสร้างวัสดุผสมชนิดนี้ก็ไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องมือเฉพาะ เราสามารถที่จะใช้เครื่องมือที่มีใช้อยู่ในงานก่อสร้างทั่วไปและในการทำงานด้านนี้ก็สามารถที่จะทำได้ที่อุณหภูมิธรรมดา

ดังนั้นจากเค้าโครงที่ปรากฏจะเห็นได้ว่า การศึกษาและค้นคว้าเพื่อปรับปรุงคุณสมบัติทางวิศวกรรมของทรายชายฝั่งทะเลนั้นสามารถจะนำผลที่ได้มาใช้ประโยชน์ในการก่อสร้างทางหลวงได้ทันทีและเป็นทางที่จะช่วยให้มีวัสดุทางวิศวกรรมที่จะใช้กับงานด้านนี้เกิดขึ้นอีกชนิดหนึ่ง ซึ่งนับได้ว่าผลที่จะได้รับจากการศึกษาเรื่องนี้มีอยู่เพียงพอทีเดียว

๑.๒ <u>การเรียบเรียงงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาเรื่องนี้</u>

ในปี ๑๙๕๙,Mertons และ Wright (๑๙) ได้อธิบายลักษณะการแตกตัวของยางมะตอยน้ำและการรวมตัวของยางมะตอยน้ำกับวัสดุที่เปียกชื้น เป็นการรวมตัวกันทางเคมีด้วยแรงดูดหรือแรงผลักของประจุไฟฟ้า และลักษณะการจับตัวได้เร็วพอสมควรของยางมะตอยน้ำกับผิววัสดุที่เปียกชื้นจึงมีคุณสมบัติต่อต้านการชะล้างของน้ำ ทำให้สามารถก่อสร้างได้แม้ในสภาพภูมิอากาศที่มีฝนตกชุกและอุณหภูมิต่ำ

ปี ๑๙๖๑.Highway Research Board (๑๑) ได้รายงานผลการปรับปรุงคุณภาพวัสดุในประเทศอังกฤษ โดยใช้ยางมะตอยน้ำ ๕ % - ๗.๕ % และปูนซีเมนต์ ๓ % - ๕ % เพื่อปรับปรุงคุณภาพของดินเหนียว ปูนซีเมนต์ที่ผสมในวัสดุผสมจะช่วยให้ยางมะตอยน้ำแตกตัวดีขึ้น ทำให้ยางมะตอยน้ำแผ่กระจายออกไปได้ทั่ว ๆ ในวัสดุผสมและปูนซีเมนต์ยังช่วยดูดซึมความชื้นที่หลงเหลืออยู่ พร้อมกันนี้ยังเป็นส่วนสำคัญในการเพิ่มกำลังรับน้ำหนักของวัสดุผสมภายหลังการบดอัดเรียบร้อย วัสดุผสมที่ได้จากการผสมของปูนซีเมนต์และยางมะตอยน้ำจะมีคุณสมบัติอยู่ระหว่างดินผสมปูนซีเมนต์และดินผสมยางมะตอยน้ำ

เกี่ยวกับคุณสมบัติของดินผสมปูนขาวและยางมะตอยน้ำ พบว่ายางมะตอยน้ำเป็นส่วนสำคัญที่ช่วยลดปริมาณการดูดซึมความชื้นของวัสดุผสม แต่ยางมะตอยน้ำมิได้ช่วยให้กำลังรับน้ำหนักของสารประกอบนี้ดีขึ้น

ปี ๑๙๖๒, Borgfeldt และ Ferm (๔) ได้เรียบเรียงคุณสมบัติของยางมะตอยน้ำชนิดต่าง ๆ ที่ใช้ในงานก่อสร้างทางไว้ว่า ยางมะตอยน้ำชนิด SM-K มีคุณสมบัติต้านทานการเกิดการหลุดลอกและถูกน้ำชะออกได้ดี ยางมะตอยน้ำชนิด SS-K จะปรับตัวให้มีกำลังรับแรงดึงได้รวดเร็วกว่ายางมะตอยน้ำชนิดอื่น ๆ ยางมะตอยน้ำชนิด SM และ DM จะช่วยในการเก็บรักษาและช่วยในการขนส่งวัสดุผสมดีมากับยางมะตอยน้ำได้ดียางมะตอยน้ำชนิด CM มีคุณสมบัติต่อต้านการทำลายของน้ำฝน และในปีเดียวกันที่ Road Research Laboratory (๒๔) ใช้ปูนขาวหรือปูนซีเมนต์เป็น Filler Material ในสารประกอบของทรายและยางมะตอยน้ำ จากรายงานพบว่าปูนขาวและปูนซีเมนต์จะทำปฏิกริยาทางเคมีกับทรายและยางมะตอยน้ำทำให้ยางมะตอยน้ำจับตัวกับทรายได้ดีขึ้น และช่วยให้มีคุณสมบัติต้านทานการเกิด Stripping หรือ การหลุดลอกได้ดี

ปี ๑๙๖๔, Bohm (๓) ได้อธิบายถึงคุณสมบัติการแตกตัวของยางมะตอยน้ำในสารละลายชนิดต่างๆ พบว่ายางมะตอยน้ำที่มีสภาพความเป็นด่างสูง ยางมะตอยน้ำจะผลักตัวออกจากผิวหิน ดังนั้น Ca^{+}ion ที่ถูกแทนที่จะทำปฏิกริยากับ Fatty Acid เกิดเป็น Insoluble Ca Soup ซึ่งจะไม่ถูกดูดกับผิวของเม็ดยางมะตอยน้ำ แต่จะมีโมเลกุลกระจายอยู่ทั่วไปในสารละลาย ทำให้การยึดเกาะของยางมะตอยน้ำที่ผิววัสดุลดลง เมื่อสภาพความเป็นด่างเพิ่มขึ้นเนื่องจาก Ca^{+}ion exchange ลดลงเมื่อ PH เพิ่มขึ้น ในยางมะตอยน้ำที่มีสภาพความเป็นด่างน้อยCa^{+}ion ที่ถูกแทนที่จะทำปฏิกริยากับ Fatty Acidใน Emulsifierเกิดเป็นSoluble Ca Soap ซึ่งจะถูกดูดอยู่ที่ผิวเม็ดยางมะตอยน้ำทำให้ยางมะตอยน้ำยึดเกาะกับผิววัสดุดีขึ้น

ปี ๑๙๖๗, Chevron Asphalt (๘) ได้อธิบายถึงคุณสมบัติของยางมะตอยน้ำที่ใช้ในการปรับปรุงคุณภาพของวัสดุก่อสร้างทาง ยางมะตอยน้ำจะช่วยเพิ่มแรงยึดเกาะระหว่างเม็ดวัสดุ ทำให้ความแข็งแรงของวัสดุผสมดีขึ้น และยางมะตอยยังมีคุณสมบัติในการป้องกันการไหลซึมของน้ำและความชื้นในวัสดุสร้างทาง (Water Proof) ได้ดีด้วย

ปี ๑๙๖๙ Rao, Gupta และ Vaswani (๒๒) พบว่าในวัสดุผสมของดินผสมปูนขาวและยางมะตอยน้ำ ปูนขาวจะช่วยเพิ่มแรงยึดเกาะและช่วยเพิ่มความต้านทานต่อการหลุดลอกของยางมะตอยน้ำที่ผิวของเมล็ดวัสดุและยังช่วยให้ยางมะตอยน้ำจับตัวกับวัสดุที่เปียกชื้นได้เร็วขึ้น

ปี ๑๙๖๙, Robnett และ Thompson (๒๕), (๒๖) ได้รวบรวมผลงานวิจัยการปรับปรุงคุณภาพของวัสดุโดยใช้ยางมะตอยน้ำ ซึ่งพอจะสรุปได้ว่า ยางมะตอยน้ำจะช่วยเพิ่มแรงยึดเกาะระหว่างเมล็ดวัสดุ และช่วยรักษาปริมาณความชื้นภายหลังการบดอัดด้วยการปิดกั้นทางเดินของน้ำ (Flow Channels) ทำให้วัสดุผสมมีคุณสมบัติป้องกันน้ำซึมเข้าและระเหยออกได้ดี และในกรณีของดินเหนียวซึ่งทำการผสมกับยางมะตอยได้ยาก เมื่อใช้ปูนขาวผสมกับดินเหนียวก่อนจะทำให้ดินเหนียวร่วนขึ้นและสามารถผสมกับยางมะตอยได้สดวกขึ้น ปูนขาวที่ผสมเข้าไปนี้จะช่วยให้การแตกตัวของยางมะตอยน้ำดีขึ้น และเนื่องจากปฏิกริยาทางเคมีของปูนขาวกับวัสดุจะทำให้วัสดุผสมมีกำลังรับน้ำหนักดีขึ้น

ในปี ๑๙๗๑, Dunn และ Salem (๑๐) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการใช้ยางมะตอยน้ำปรับปรุงคุณภาพของทราย จากการวิจัยพบว่า เมื่อใช้ยางมะตอยน้ำประมาณ ๗ % - ๑๐ % จะทำให้การยึดเกาะระหว่างเมล็ดวัสดุมีค่าสูงสุด แต่ค่ามุมของความเสียดทานภายใน (Angle of Internal Friction) จะมีค่าลดลงตามปริมาณยางมะตอยน้ำที่เพิ่มขึ้น และปริมาณค่าของความเสียดทานภายในที่ลดลงไม่ขึ้นอยู่กับความหนืด (Viscosity) ของยางมะตอย ในกรณีที่เพิ่มสารพวก Filler Material เช่น ปูนขาว หรือปูนซีเมนต์ จะทำให้กำลังรับน้ำหนักของวัสดุผสมเพิ่มมากขึ้น

ในปี ๑๙๗๑, นิพนธ์ รณะนันท์ และ ประวิตร ปุษยนาวิน (๒๑) ได้ทำการวิจัย วัสดุพวก Sandy Silt เพื่อใช้ในการก่อสร้างทางชั้นรองพื้นทางและชั้นพื้นทางโดยใช้ยางมะตอยน้ำ และมีสารผสมเพิ่มพวกปูนขาวหรือปูนซีเมนต์ จากผลการวิจัยพบว่าวิธีการทั้ง ๒ อย่างนี้นำมาใช้งานได้ดี แต่การใช้ปูนขาวและยางมะตอยน้ำในการปรับปรุงคุณภาพของ Sandy Silt นั้นเหมาะสมกว่าเพราะปูนซีเมนต์จะมีปัญหาในการก่อสร้างเนื่องจากการSet ตัวของปูนซีเมนต์มีเวลาจำกัด การผสมและการบดอัดต้องทำให้เสร็จก่อนการ Set ตัวของปูนซีเมนต์ และถ้าใช้ยางมะตอยน้ำในวัสดุผสมเพียงอย่างเดียว

จะทำการก่อสร้างได้ง่ายกว่าส่วนผสมชนิดอื่น แต่กำลังรับน้ำหนักยังน้อยกว่าส่วนผสมชนิดอื่น

ปี ๑๙๗๓, ประวิตร ปุษยนาวิน (๑๙) ได้วิจัยวัสดุพวก Silty Sand เพื่อใช้ในงานก่อสร้างชั้นพื้นทาง จากการวิจัยพบว่า ถ้าใช้ยางมะตอยน้ำ ๕ % ผสมกับ Silty Sand จะทำให้วัสดุผสมที่กำลังรับน้ำหนักเพียงพอสำหรับชั้นพื้นทางในสภาพการจราจร ที่มีปริมาณยวดยานน้อยและปานกลาง แต่ในวัสดุผสมที่มียางมะตอยน้ำ ๓ % ถ้ามีปริมาณปูนซีเมนต์ ๓ % หรือปูนขาว ๓ % ผสมอยู่ด้วยจะช่วยให้กำลังรับน้ำหนักของวัสดุผสมดีขึ้นและสามารถใช้เป็นวัสดุชั้นพื้นทางในสภาพการจราจรที่มีปริมาณยวดยานสูง และปริมาณยางมะตอยน้ำ, ปูนขาว และปูนซีเมนต์ ในวัสดุผสมไม่ช่วยให้ Linear Shrinkage หรือ การหดตัวตามเส้นลดลง แต่ถ้าวัสดุผสมเหล่านี้มีวิธีการบ่มที่เหมาะสมจะช่วยให้การเกิดรอยแตกร้าวลดน้อยลง

๑.๓ วัตถุประสงค์ของการวิจัย

จากการที่ได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยเรื่องนี้มีผลให้วัตถุประสงค์ของการวิจัยเรื่องนี้มีดังนี้

๑. เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางด้านวิศวกรรมของวัสดุผสมระหว่างทรายชายฝั่งทะเล และยางมะตอยน้ำ

๒. เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของยางมะตอยน้ำ, ปูนขาวและปูนซีเมนต์ เพื่อใช้เป็นสารผสมของทรายชายฝั่งทะเล เป็นต้น

ก. ปริมาณยางมะตอยน้ำ

ข. ปริมาณของปูนขาวหรือปูนซีเมนต์

ค. ลักษณะและเวลาในการบ่ม

๓. เพื่อใช้ผลของการศึกษานี้ เป็นแนวทางในการปรับปรุงคุณภาพของทรายชายฝั่งทะเลให้สามารถใช้งานก่อสร้างทางหลวงในภาคใต้ และภาคตะวันออกของประเทศไทย

๑.๔ วิธีที่จะดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบการผสมวัสดุ ๓ แบบคือ

๑. ทรายชายฝั่งทะเลผสมยางมะตอยน้ำ โดยใช้ปริมาณยางมะตอยน้ำ

๒. ทรายชายฝั่งทะเลผสมปูนขาวและยางมะตอยน้ำ โดยใช้ปริมาณยางมะตอยน้ำ ๑ - ๓ % และปูนขาว ๓ % และ ๔ %

๓. ทรายชายฝั่งทะเลผสมปูนซีเมนต์และยางมะตอยน้ำ โดยใช้ปริมาณยางมะตอยน้ำ ๑ - ๓ % และปูนซีเมนต์ ๓ และ ๔ %

การจำกัดปริมาณวัสดุเหล่านี้เพื่อเหตุผลในการประหยัดปริมาณที่สุดเท่านั้น ซึ่งปริมาณวัสดุนี้ได้ข้อมูลและแนวทางมาจากงานวิจัยของกองวิเคราะห์และวิจัย กรมทางหลวง (๑๔), (๒๑)

การทดลองแบ่งออกเป็น ๒ ตอน

ตอนที่ ๑ เป็นการทดลองเพื่อหาอัตราส่วนผสมของส่วนผสมแต่ละชนิด โดยทดลอง Hveem Stabilometer และ Cohesiometer ตามวิธี Standard Method ของ Chevron Asphalt Company (๔) พร้อมกันนี้ยังได้ทดลองหาคุณสมบัติทั่วไปของทรายและยางมะตอยน้ำ และยังได้ทดลองหาปริมาณน้ำที่เหมาะสม ในการผสมและความดันที่จะใช้ในการบดอัดส่วนผสมชนิดต่างๆ อีกด้วย

ตอนที่ ๒ นำอัตราส่วนผสมที่คัดเลือกแล้วจากตอนที่ ๑ นำไปทดลอง Direct Shear Test เพื่อหาผลของการเปลี่ยนแปลงลักษณะความสัมพันธ์ของ Stress และ Strain และการเปลี่ยนแปลง C และ ø ทดลอง Hveem Stabilometer และ Cohesiometer ภายหลังอบไอน้ำ ตามวิธีการของ Chevron Asphalt Company(๔) เพื่อหากำลังรับน้ำหนักของวัสดุผสมในสภาพที่เลวที่สุด และ เพื่อหาปริมาณการคูคซึมความชื้นของวัสดุผสมทดลองหาผลของการบม โดยใช้วิธีการทดลองแบบ CBR, Hveem Stabilometer และ Cohesiometer ภายหลังการบมที่อายุต่าง ๆ กัน และลักษณะการบมแตกต่างกัน