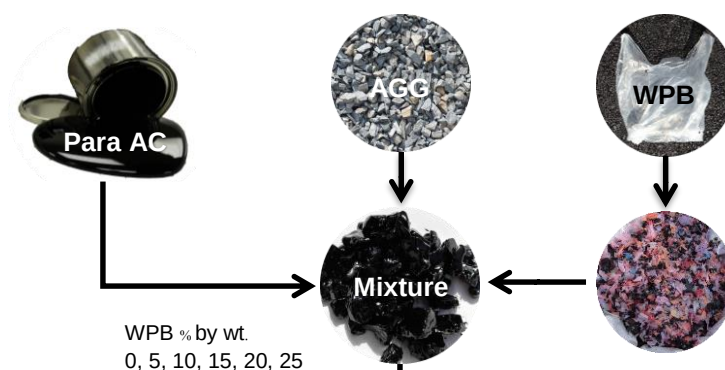


บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

โครงการวิจัยนี้เน้นการเผยแพร่องค์ความรู้เกี่ยวกับการสร้างถนนยางพาราผสมขยะถุงพลาสติกโดยนำขยะถุงพลาสติกที่ได้มาจากการบริหารจัดการคัดแยกของชาวบ้านในพื้นที่ชุมชนเป้าหมายคือหมู่ที่ 5 บ้านทุ่ง ต.อ่าวนาง อ.เมืองกระบี่ จ.กระบี่ และนำยางพาราจากผลผลิตทางการเกษตรทั่วไป มาเป็นส่วนผสมในการผลิตถนนแอสฟัลต์คอนกรีตผสมขยะถุงพลาสติก โดยมีแปลงสาธิตภายในพื้นที่ชุมชนเป้าหมายที่มีความสามารถในการรับน้ำหนักได้ตามมาตรฐานของวิศวกรรมทาง และให้ชาวบ้านในพื้นที่ชุมชนลงมือปฏิบัติร่วมกับคณะนักวิจัย ตลอดจนถึงการนำความรู้ที่ได้ไปเผยแพร่ในระดับชุมชนจนถึงระดับสากลจนเกิดการยอมรับและสามารถนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เริ่มต้นจากการศึกษาปริมาณขยะที่เกิดขึ้นจริงภายในชุมชนเป้าหมายใช้ระยะเวลาประมาณ 4 เดือน และ ศึกษาข้อมูลในการออกแบบและการสร้างถนนยางพาราผสมขยะถุงพลาสติก ในขณะเดียวกันก็ได้ออกแบบส่วนผสมของพาราแอสฟัลติกคอนกรีตผสมขยะถุงพลาสติก โดยใช้ขยะถุงพลาสติกที่เตรียมไว้มาผสมลงในวัสดุมวลรวมคละเรียงขนาด และยางแอสฟัลต์ซีเมนต์ (PARA AC 60 – 70) มาทำเป็นก้อนตัวอย่างพาราแอสฟัลติกคอนกรีตผสมขยะถุงพลาสติก แล้วทดสอบคุณสมบัติทางวิศวกรรมในห้องปฏิบัติการเพื่อหาส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุดตามเกณฑ์มาตรฐานของกรมทางหลวง จากนั้นนำส่วนผสมนั้นไปใช้ในการก่อสร้างถนนต้นแบบจริงภายใน อบต.อ่าวนาง อ.เมืองกระบี่ จ.กระบี่ โดยพิจารณาปัจจัยอื่นเป็นองค์ประกอบร่วม แล้วเปิดใช้งานถนนจริงตามปกติ ตรวจสอบหลังจากที่มีการเปิดใช้งานแล้วโดยตรวจสอบหาความเสียหายในรูปแบบต่าง ๆ ตลอดจนถึงการลดปัญหาขยะถุงพลาสติกที่เกิดขึ้นในชุมชนที่เกิดขึ้น ซึ่งวิธีการดำเนินการวิจัยได้กำหนดไว้ในรูปที่ 3.1





รูปที่ 3.1 แสดงลำดับขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

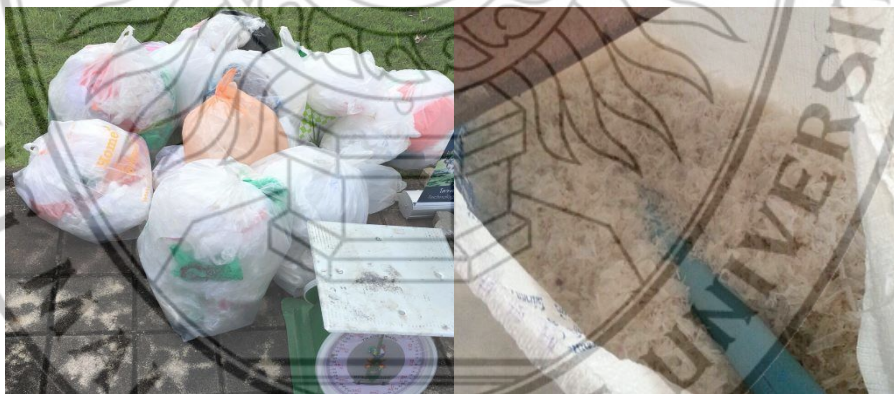
3.1 วัสดุที่ใช้ในการวิจัย

3.1.1 ขยะถุงพลาสติก

ศึกษาข้อมูลปริมาณขยะทั้งหมดหมู่ที่ 5 บ้านทุ่ง ต.อ่าวนาง อ.เมืองกระบี่ จ.กระบี่ และพื้นที่ใกล้เคียง เพื่อทำการจำแนกประเภทขยะแต่ละชนิดที่มีอยู่ ก่อนมีการคัดแยกเอาขยะถุงพลาสติกออกจากขยะทั้งหมด จากนั้นดำเนินการรณรงค์และประชาสัมพันธ์ให้ชุมชนเริ่มคัดแยกขยะถุงพลาสติกออกจากขยะมูลฝอยทั่วไป รวมถึงทำกิจกรรมจัดเก็บและทำความสะอาดภายในชุมชนและพื้นที่ข้างเคียง ดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.2 เพื่อคัดแยกเอาเฉพาะขยะถุงพลาสติกมาเก็บสะสมไว้ที่ อบต.อ่าวนาง อ.เมืองกระบี่ จ.กระบี่ เพื่อแล้วนำไปตัดให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ ประมาณ 0.30 – 0.50 เซนติเมตร เตรียมไว้เป็นส่วนผสมเพิ่มในถนนยางพาราผสมขยะถุงพลาสติกแสดงไว้ในรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.2 กิจกรรมรณรงค์คัดแยกขยะ



รูปที่ 3.3 ขยะถุงพลาสติกที่ถูกรวบรวมและตัดให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ

3.1.2 วัสดุมวลรวมละเอียดเรียงขนาด

วัสดุมวลรวมละเอียดเรียงขนาดที่ใช้ในการออกแบบพาราเอสฟลติกคอนกรีตผสมขยะถุงพลาสติกในงานวิจัยนี้ คือหินแกรนิตจากโรงโม่หินภายใน จ.กระบี่ ซึ่งเป็นวัสดุมวลรวมที่มีแหล่งอยู่ใกล้ชุมชนพื้นที่เป้าหมายที่สุด เพื่อง่ายในการลำเลียงจัดส่ง ดังรูปที่ 3.4 ได้แก่

หินส่วนหยาบ (Coarse Aggregate) ขนาด 3/4"

หินส่วนหยาบ (Coarse Aggregate) ขนาด 1/2"

หินส่วนละเอียด (Fine Aggregate) ขนาด 3/8"

หินฝุ่น (Mineral Filler) คือฝุ่นที่ขนาดผ่านตะแกรงเบอร์ 200 (0.075 มม.)



รูปที่ 3.4 วัสดุรวมคละเรียงขนาด

3.1.3 ยางพาราแอสฟัลต์ซีเมนต์ (Para AC)

ยางที่ใช้ในงานวิจัยนี้เป็นยางพาราแอสฟัลต์ซีเมนต์ ตามข้อกำหนดแอสฟัลต์ซีเมนต์ปรับปรุงคุณภาพด้วยยางธรรมชาติ (ทล.ก.409/2556) และมาตรฐานแอสฟัลต์คอนกรีตปรับปรุงคุณภาพด้วยยางพาราธรรมชาติสำหรับงานทาง (ทล.ม.416/2556) ซึ่งเป็นยางพาราแอสฟัลต์ซีเมนต์ ที่เหมาะสมสำหรับภูมิอากาศเขตร้อนชื้นแบบประเทศไทย และใช้ในงานทางของกรมทางหลวงแห่งประเทศไทย ดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 พาราแอสฟัลต์ซีเมนต์ (Para AC)

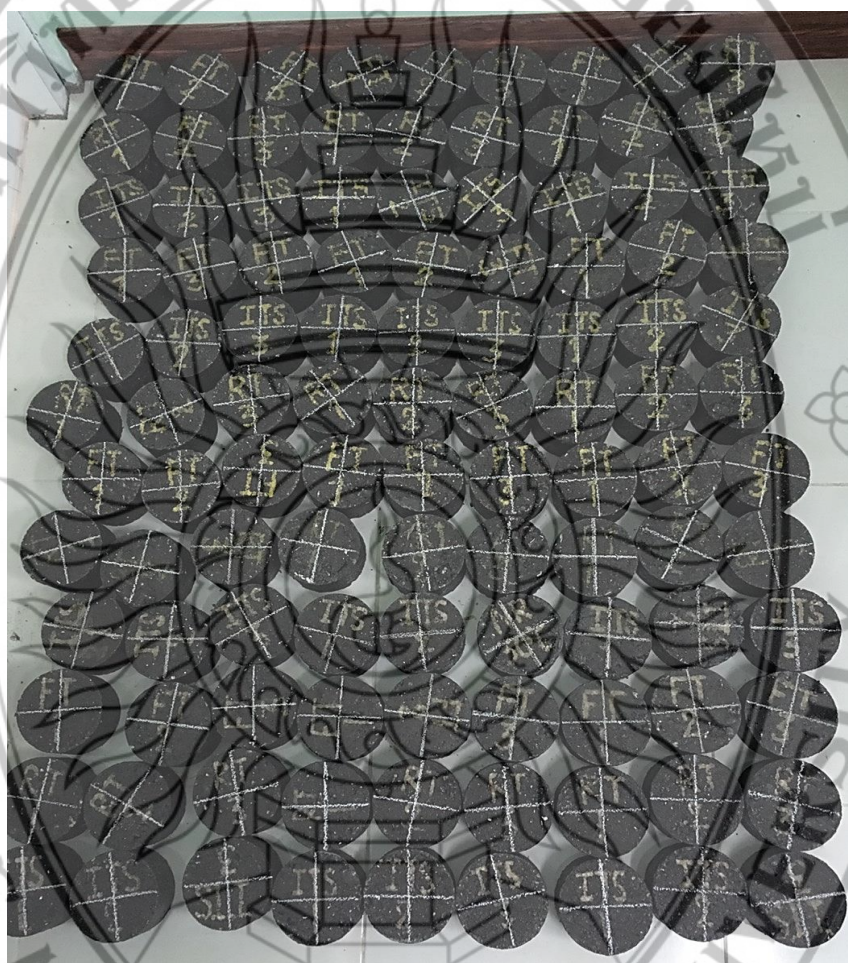
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

โครงการวิจัยได้ออกแบบอัตราส่วนผสมพาราแอสฟัลต์คอนกรีตของสูตรส่วนผสมเฉพาะงาน (Job Mix Formula) โดยวิธีมาร์แชลล์ (Mashall Test) ตามมาตรฐานแอสฟัลต์คอนกรีตปรับปรุงคุณภาพด้วยยางธรรมชาติ (Natural Rubber Modified Asphalt Concrete) ที่ ทล.ม.-604/2556 และใช้เกณฑ์กำหนดสำหรับชั้น Wearing Course ขนาด 9.5 มิลลิเมตร โดยขั้นตอนการออกแบบเริ่มจากส่วนผสมของแอสฟัลต์คอนกรีตปรับปรุงคุณภาพด้วยยางธรรมชาติแบบธรรมดา ก่อนเพื่อหาอัตราส่วนระหว่างวัสดุรวมคละเรียงขนาดกบยางพาราแอสฟัลต์ซีเมนต์ที่เหมาะสม จากนั้นขั้นตอนที่สองจึงนำอัตราส่วนที่ได้ไปผสมกับขยะพลาสติกที่เตรียมไว้แล้วสร้างตัวอย่างทดสอบเพื่อนำไปทดสอบคุณสมบัติทางวิศวกรรมต่อไป

3.2.1 ออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตปรับปรุงคุณภาพด้วยยางธรรมชาติแบบธรรมดา การออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตปรับปรุงคุณภาพด้วยยางธรรมชาติก็เช่นเดียวกับการออกแบบการใช้วัสดุอื่นๆ ในทางวิศวกรรม ซึ่งส่วนใหญ่ต้องคำนึงถึงการเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมตามอัตราส่วนที่พอเหมาะที่เมื่อได้ทำการก่อสร้างไปแล้วจะได้ผลงานที่มีคุณภาพและมีคุณสมบัติตามต้องการวัตถุประสงค์ของการออกแบบนี้เพื่อหาอัตราส่วนการใช้หินที่มีขนาดถูกต้องตามข้อกำหนดและประหยัดยางพาราแอสฟัลต์ซีเมนต์

วัตถุประสงค์ของการออกแบบโดยวิธีมาร์แชลล์ก็เพื่อทดสอบหาอัตราส่วนผสมของพาราแอสฟัลต์ซีเมนต์สูงสุดที่ใช้ผสมกับวัสดุรวมคละ (หิน) ในส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุด ที่ยังคงแสดงคุณสมบัติต่าง ๆ ของส่วนผสมพาราแอสฟัลต์คอนกรีตที่ดีไว้ เมื่อนำไปใช้งานและต้องกำหนดความแน่นสูงสุดและปริมาณช่องว่างอากาศไว้ด้วย โดยปกติการออกแบบโดยวิธีมาร์แชลล์ใช้ได้กับส่วนผสมที่ประกอบด้วยพาราแอสฟัลต์ซีเมนต์และหินที่ใช้มีขนาดใหญ่สุดไม่เกิน 1 นิ้ว

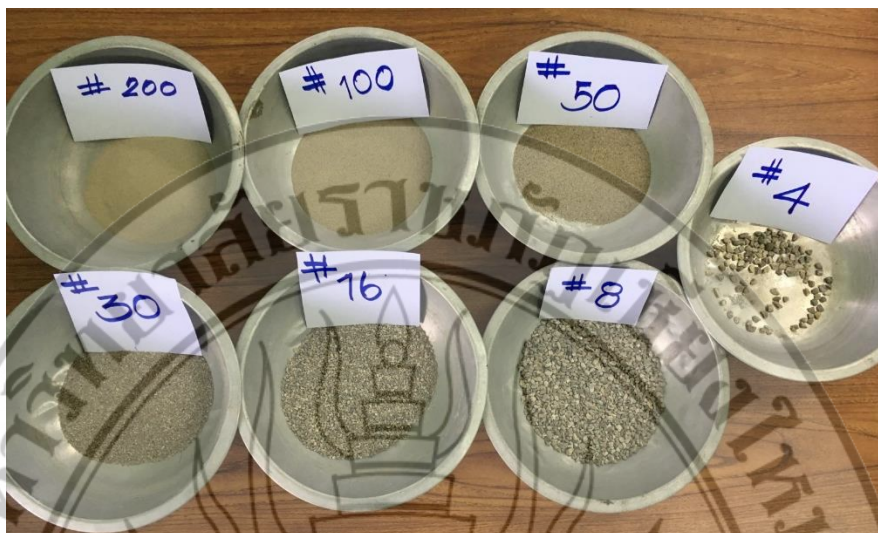
การออกแบบวัสดุผสมพาราแอสฟัลต์คอนกรีต โดยวิธีมาร์แชลล์ ใช้ก้อนตัวอย่างทดสอบ ขนาดสูง 2.5 นิ้ว เส้นผ่าศูนย์กลาง 4 นิ้ว ก้อนตัวอย่างจำนวน 5 ชุด ๆ ละ 3 ก้อน รวมทั้งหมด 15 ก้อน ดังรูปที่ 3.6 แต่ละชุดประกอบด้วยวัสดุมวลรวมคละที่ได้จากการผสมหินขนาดต่างๆตาม อัตราส่วนที่กำหนดไว้ แต่มีปริมาณพาราแอสฟัลต์ซีเมนต์ในอัตราส่วนที่ต่างกันไปในแต่ละชุด คือ 4.5, 5.0, 5.5, 6.0, 6.5% โดยน้ำหนักของหิน การเตรียมตัวอย่างและการทดสอบต้องดำเนินการตาม มาตรฐานที่กำหนดตาม ทล.ม.-604/2556



รูปที่ 3.6 ก้อนตัวอย่างทดสอบพาราแอสฟัลต์คอนกรีต

โดยมีขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างเพื่อใช้ในการทดสอบมีดังต่อไปนี้

- 1) เตรียมวัสดุมวลรวมคละโดยทำให้แห้งเพื่อให้มีน้ำหนักคงที่ โดยอบที่อุณหภูมิ 105 ถึง 110 °C ดังรูปที่ 3.7 แล้วแยกมวลรวมออกเป็นขนาดต่าง ๆ โดยร่อนผ่านตะแกรงให้ได้ตามสัดส่วนขนาด (Size Fraction) ที่ต้องการ และมีปริมาณเพียงพอที่จะทำให้แต่ละตัวอย่างทดสอบมีความสูง 63.5 ± 1.3 มิลลิเมตร หลังจากบดอัดแล้ว (ประมาณ 1,200 กรัมต่อหนึ่งตัวอย่าง)



รูปที่ 3.7 เตรียมวัสดุมวลรวมละเอียด

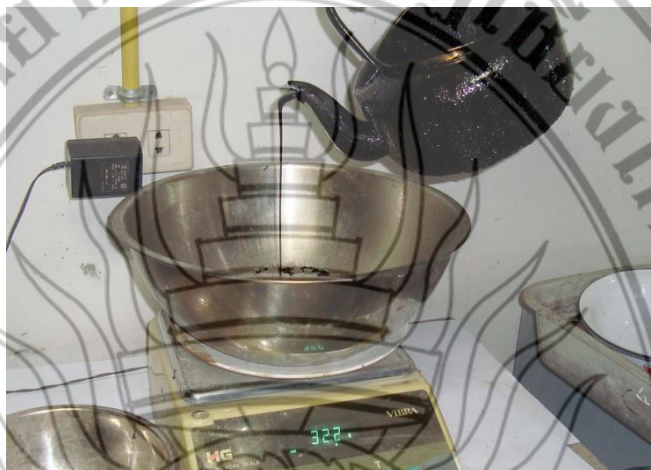
2) เลือกพาราแอสฟัลต์ซีเมนต์ที่ใช้ให้เหมาะสมกับสภาพอากาศสำหรับประเทศไทยซึ่งมีอากาศร้อนควรใช้ยางชนิด Penetration เกรด 50 - 70 จะใช้ปริมาณระหว่างร้อยละ 4 - 6 (โดยแต่ละคราวเพิ่มร้อยละ 0.5) หลังจากนั้นนำยางที่จะใช้ไปให้ความร้อน ณ อุณหภูมิที่ทำให้ยางมีความหนืด 170 ± 20 ตารางมิลลิเมตร ต่อวินาที (หรือ Centi-Stoke, cst) ต้องไม่มีฟอง ดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 ให้อุณหภูมิความร้อนแก่ยางพาราแอสฟัลต์ซีเมนต์

3) นำวัสดุมวลรวมละเอียดไปอบในเตาอบ ณ อุณหภูมิที่สูงกว่าของอุณหภูมิที่ให้ความร้อนแก่ยาง (ในข้อ 2) ไม่น้อยกว่า 28°C

4) เทวัสดุรวมคละลงในภาชนะผสม จากนั้นก่อมวลรวมส่วนผสมให้พูนสูงและเป็นบ้ำตรงกลาง เทยางพาราแอสฟัลต์ซีเมนต์ร้อนที่ซึ่งน้ำหนักเตรียมพร้อมแล้วลงในบ้ำมวลรวม จากนั้นผสมยางพาราแอสฟัลต์ซีเมนต์กับวัสดุรวมคละรวดเร็วจนกระทั่งยางพาราแอสฟัลต์ซีเมนต์เคลือบผิวมวลรวมอย่างทั่วถึง อุณหภูมิระหว่างผสมจะต้องอยู่ในช่วงของอุณหภูมิที่กำหนด ดังรูปที่ 3.9 และ 3.10



รูปที่ 3.9 เทวัสดุรวมคละและยางพาราแอสฟัลต์ร้อนลงในภาชนะผสม

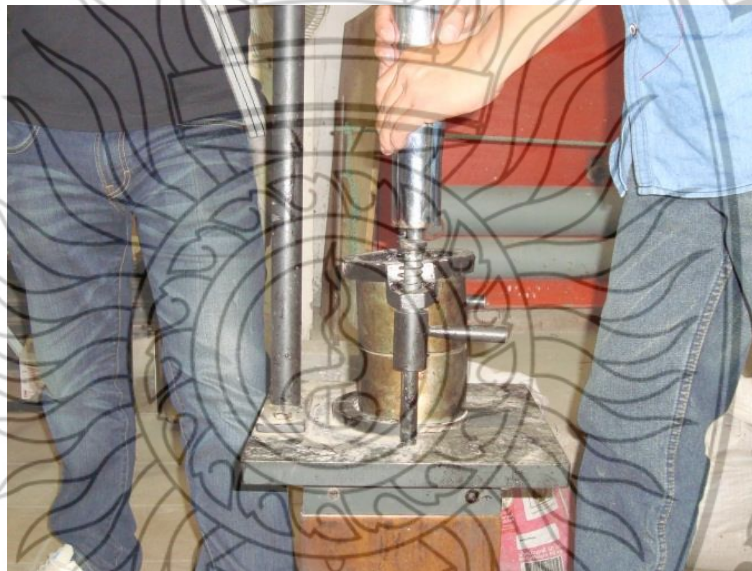


รูปที่ 3.10 ผสมวัสดุรวมคละกับยางพาราแอสฟัลต์ซีเมนต์ในภาชนะผสม

5) เตรียมแบบหล่อ และขึ้นบดอัด แบบหล่อตัวอย่างทดสอบและผิวของค้อนบดอัดจะต้องสะอาด นำไปทำให้ร้อนโดยการอบหรือวางบนแผ่นร้อน (Hot Plate) จนมีอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 93°C ถึง 149°C อนึ่ง ก่อนเทส่วนผสมลงในแบบหล่อ ให้วางกระดาษชุบไขที่ตัดได้ขนาดลงที่ก้นแบบหล่อ อาจใช้กระดาษกรองแทนได้

6) เทส่วนผสมทั้งหมดลงในแบบหล่อ ใช้พายหรือเกรียงร้อนขูดเศษส่วนผสมอย่างรวดเร็ว 15 ครั้ง รอบ ๆ บริเวณขอบของแบบหล่อและตรงกลางภายในอีก 10 ครั้ง นำปลอกต่อต้านบนออก ปรับแต่งผิวให้มีลักษณะโค้งมนเล็กน้อย

7) สวมปลอกต่อเข้ากับแบบอย่างเดิมจากนั้นนำ แบบหล่อไปวางลงบนแท่นรองการบดอัด ทำการบดอัดด้วยฉ้อนบดอัดที่มีน้ำหนัก 4,536 กรัม ระยะตกกระทบ 457.2 มิลลิเมตร จำนวน 75 ครั้ง หลังจากบดอัดได้ครบตามจำนวนที่ต้องการแล้ว ให้ถอดฐานรองและปลอกต่อออก จากนั้นประกอบแบบหล่อเข้าไปใหม่โดยกลับแบบเอาด้านล่างขึ้นมา แล้วบดอัดแท่งตัวอย่างด้วยจำนวนครั้งที่เท่ากัน ดังรูปที่ 3.11 จากนั้นถอดฐานรองและปลอกต่อออกแล้วปล่อยตัวอย่างทดสอบให้เย็นลงในอากาศจนกระทั่งไม่มีการเปลี่ยนรูปร่าง โดยอาจใช้พัดลมเป่าให้อุณหภูมิลดลงเร็วขึ้น



รูปที่ 3.11 บดอัดก้อนตัวอย่างทดสอบ

8) เอาตัวอย่างทดสอบออกจากแบบหล่ออย่างระมัดระวังโดยใช้เครื่องดันก้อนตัวอย่าง แล้วนำไปวางบนผิวที่เรียบและได้ระดับ ปล่อยให้ตัวอย่างเย็นที่อุณหภูมิห้อง ดังรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 วางก้อนตัวอย่างให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง

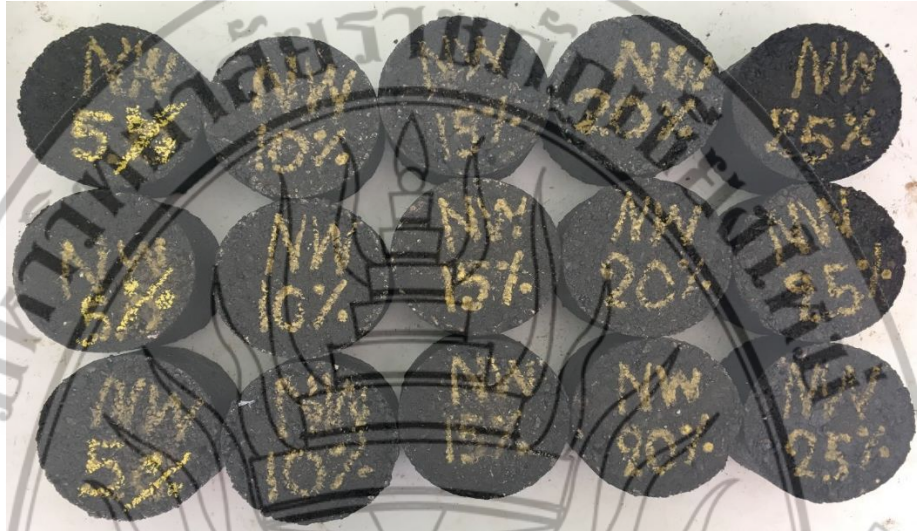
3.2.2 ออกแบบส่วนผสมสำหรับพาราเอสฟัลต์คอนกรีตผสมขยะพลาสติก

นำอัตราส่วนของวัสดุรวมคละกับปริมาณพาราเอสฟัลต์ซีเมนต์ที่เหมาะสมจากการทดสอบโดยวิธีมาร์แชลล์ ตามหัวข้อที่ 3.2.1 มาออกแบบส่วนผสมสำหรับพาราเอสฟัลต์คอนกรีตผสมขยะพลาสติก โดยนำเอาขยะพลาสติกมาผสมเพิ่มลงไปในยางพาราเอสฟัลต์คอนกรีตโดยมีปริมาณยางพาราเอสฟัลต์ซีเมนต์คงที่เท่ากัน แต่จะมีปริมาณขยะพลาสติกต่างกันไปในแต่ละชุดก้อนตัวอย่าง คือ 0, 5, 10, 15, 20 และ 25% โดยน้ำหนักของยางพาราเอสฟัลต์ซีเมนต์ จำนวน 6 ชุด ๆ ละ 3 ก้อน จากนั้นผสมขยะพลาสติกลงไปในยางพาราเอสฟัลต์คอนกรีตซึ่งทำหลังจากที่มีการผสมยางพาราเอสฟัลต์ซีเมนต์กับวัสดุรวมคละร้อนจนเข้ากันเป็นเนื้อเดียวแล้ว รวมระยะเวลาทั้งหมดประมาณ 60 ± 10 วินาที แล้วนำไปสร้างก้อนตัวอย่างทดสอบ ดังรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 ผสมขยะพลาสติกลงไปในยางพาราเอสฟัลต์คอนกรีต

จากนั้นนำก้อนตัวอย่างทดสอบพาราแอสฟัลต์คอนกรีตผสมขยะพลาสติกไปทดสอบหาความถ่วงจำเพาะ ความคงตัวและการเคลื่อนตัว คำนวณหาความแน่นและช่องว่างอากาศ ทุก ๆ ชุดตัวอย่างเพื่อหาอัตราส่วนของขยะพลาสติกที่เหมาะสม



รูปที่ 3.14 ก้อนตัวอย่างทดสอบพาราแอสฟัลต์คอนกรีตผสมขยะพลาสติก

3.2.3 การทดสอบก้อนตัวอย่าง

นำก้อนตัวอย่าง ที่ได้จากการเตรียมในข้อที่ 3.2.2 ไปทดสอบหาความถ่วงจำเพาะ ความคงตัวและการเคลื่อนตัว คำนวณหาความแน่นและช่องว่างอากาศ ทุก ๆ ชุดตัวอย่างเพื่อหาอัตราส่วนของขยะพลาสติกที่เหมาะสมโดยเริ่มจาก

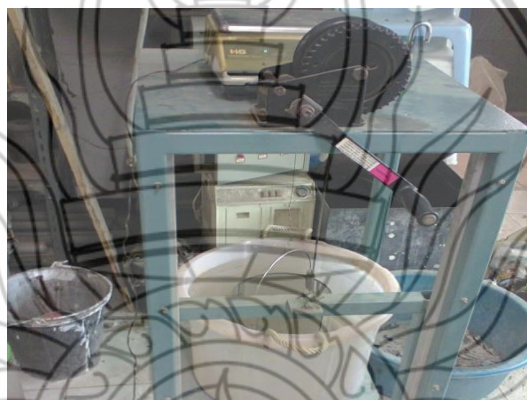
3.2.3.1 การหาปริมาตรและความหนาแน่นรวมของก้อนตัวอย่างโดยทิ้งตัวอย่างให้เย็นภายใต้อุณหภูมิห้อง $25 \pm 1^\circ\text{C}$ จากนั้นให้ชั่งน้ำหนักก้อนตัวอย่าง น้ำหนักที่ได้จะเป็นน้ำหนักแห้ง (Weight of Sample in Air) แล้วนำก้อนตัวอย่างไปแช่ในน้ำที่อุณหภูมิ $25 \pm 1^\circ\text{C}$ เป็นเวลา 4 ± 1 นาที จากนั้นชั่งน้ำหนักก้อนตัวอย่างในน้ำ น้ำหนักที่ได้จะเป็นน้ำหนักที่ชั่งในน้ำ (Weight of Sample in Water) จากนั้นนำตัวอย่างขึ้นจากน้ำ เช็ดผิวตัวอย่างให้แห้งอย่างรวดเร็ว ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง จะได้น้ำหนักผิวแห้ง (Weight of Saturated Sample and Dry Surface) ดังรูปที่ 3.15 และ 3.16

รูปที่ 3.15 ชั่งน้ำหนัก



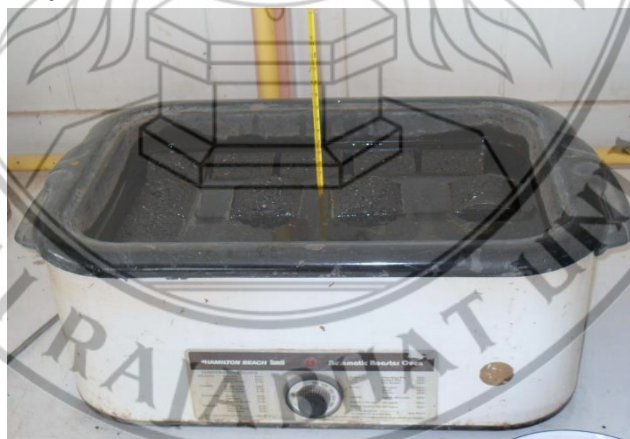
ก้อนตัวอย่างในอากาศ

รูปที่ 3.16 ชั่งน้ำหนัก



ก้อนตัวอย่างในน้ำ

3.2.3.2 ค่าความเสถียรภาพและการเคลื่อนตัว (Stability and Flow) การทดสอบหาความคงตัวก็คือ การวัดความต้านทานของก้อนตัวอย่างต่อการยุบตัวเมื่อมีแรงอัดมากระทำ ความคงตัวเป็นค่าแรงกดสูงสุดที่ทำให้ก้อนตัวอย่างแตกทำลาย ส่วนการเคลื่อนตัวเป็นการยุบตัวของก้อนตัวอย่างเมื่อมีแรงกดมากระทำ โดยแช่ก้อนตัวอย่างในอ่างน้ำที่มีอุณหภูมิ $60 \pm 1^\circ\text{C}$ เป็นเวลา 30 - 40 นาที ก่อนนำ ตัวอย่างไปทดสอบดังรูปที่ 3.17

รูปที่ 3.17 การแช่ก้อนตัวอย่างในอ่างน้ำที่มีอุณหภูมิ $60 \pm 1^\circ\text{C}$

แล้ววางก้อนตัวอย่างทดสอบในชุดอุปกรณ์ทดสอบมาร์แชลล์ (Marshall Testing Machine) ให้แรงกระทำ ต่อตัวอย่างทดสอบโดยควบคุมอัตราการยุบตัวของตัวอย่างคงที่เท่ากับ 50.8 มิลลิเมตร

(2 นิ้ว) ต่อหน้าที่ จนกระทั่งตัวอย่างมีค่าแรงสูงสุด (นิวตัน หรือปอนด์) ที่ทำให้ตัวอย่างวิบัติที่อุณหภูมิ 60 °C จะเป็นค่าเสถียรภาพของมาร์แชลล์ ดังรูปที่ 3.18 การทดสอบเสถียรภาพ และทดสอบการไหลจะต้องทำให้เสร็จสิ้นภายใน 30 วินาที นับตั้งแต่เริ่มนำ ตัวอย่างทดสอบออกจากอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ



รูปที่ 3.18 ทดสอบก้อนตัวอย่างในเครื่องทดสอบมาร์แชลล์

นอกเหนือจากการคำนวณดังกล่าวข้างต้นแล้ว อาจจำเป็นต้องปรับแก้ค่าเสถียรภาพที่ตรวจวัดได้จากการทดสอบหากตัวอย่างทดสอบมีความสูงผิดไปจากค่ามาตรฐาน (63.5 มิลลิเมตร) เพื่อแปลงเป็นค่าเทียบเท่าค่าเสถียรภาพที่มีความสูงมาตรฐาน โดยใช้อัตราส่วนเทียบค่า (Stability correlation ratio) ตามมาตรฐานกำหนด เมื่อทดสอบคุณสมบัติทางวิศวกรรมในห้องปฏิบัติการเพื่อหาส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุดตามเกณฑ์มาตรฐานของกรมทางหลวง แล้วนำส่วนผสมนั้นไปใช้ในการก่อสร้างถนนต้นแบบจริงภายใน ม.ราชภัฏเชียงใหม่ โดยคำนึงถึงความสามารถในการสร้างถนนได้จริงเป็นสำคัญ

3.3 การก่อสร้างถนนพาราเอสฟัลต์คอนกรีตผสมขยะพลาสติก

ในลำดับการก่อสร้างถนนพาราเอสฟัลต์คอนกรีตผสมขยะพลาสติกจริงนั้น มีขั้นตอนเหมือนกับการก่อสร้างถนนแบบปกติทุกอย่าง โดยเริ่มตั้งแต่งานปรับระดับและบดอัดชั้นดินเดิม งานชั้นพื้นทาง งานรองผิวทาง จนถึงงานไพรม์โคท (Prime Coat) แต่จะแตกต่างกันที่ขั้นตอนงานผิวทาง ซึ่งต้องผสมขยะพลาสติกที่ตัดเป็นชิ้นเล็กๆ ประมาณ 5 mm. ลงไปในปริมาณที่ออกแบบทดลองไว้ในห้องปฏิบัติการเท่านั้น

3.3.1 ลำดับขั้นตอนการก่อสร้าง

3.3.1.1 รองพื้นทาง พื้นทาง หรือไหล่ทาง จะต้องเรียบสม่ำเสมอ ได้ระดับและความลาดตามรูปแบบก่อนทำชั้นทางพาราเอสฟัลต์คอนกรีตทับ กรณีที่รองพื้นทางหรือพื้นทางหรือไหล่ทางมีความเสียหายเป็นคลื่น เป็นหลุมบ่อ หรือมีจุดอ่อนตัว ต้องแก้ไขให้ถูกต้องตามมาตรฐานวิศวกรรมทางก่อน ดังรูปที่ 3.19



รูปที่ 3.19 การก่อสร้างชั้นพื้นทาง ปรับระดับ รองผิวทาง

3.3.1.2 ทำการก่อสร้างชั้นPrime Coat ไม่ให้หลุดร่อนเสียหายทิ้งไว้จนครบกำหนดเวลาบ่มตัวเอง ก่อนทำการก่อสร้างชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตผสมขยะถุงพลาสติกหีบ ดังรูปที่ 3.20



รูปที่ 3.20 การก่อสร้างชั้นPrime Coat

3.3.1.3 นำพาราแอสฟัลต์คอนกรีตผสมขยะถุงพลาสติกปูทับบนชั้นPrime Coat ด้วยความสม่ำเสมอโดยมีอุณหภูมิระหว่าง 140-160 องศาเซลเซียส และควบคุมคุณภาพส่วนผสมพาราแอสฟัลต์คอนกรีต กับ ขยะถุงพลาสติก ให้ตรงตามผลในข้อ 3.2 ที่ได้กำหนดขึ้น ดังรูปที่ 3.21



รูปที่ 3.21 นำพาราแอสฟัลต์คอนกรีตผสมขยะถุงพลาสติกปูทับบนชั้นPrime Coat

3.3.1.4 บดทับชั้นพาราแอสฟัลต์คอนกรีตผสมขยะถุงพลาสติกด้วยเครื่องจักรบดทับที่ถูกต้องตามที่กำหนด โดยการบดทับจะต้องกระทำทันทีหลังจากการปูส่วนผสมพาราแอสฟัลต์คอนกรีต และเริ่มบดทับขณะที่ส่วนผสมพาราแอสฟัลต์คอนกรีตยังร้อนอยู่ โดยมีอุณหภูมิระหว่าง 120-150 องศาเซลเซียส เมื่อบดทับแล้วจะต้องได้ชั้นทางพาราแอสฟัลต์คอนกรีตที่มีความหนาแน่น ความเรียบสม่ำเสมอได้ระดับและความลาดแบบ ไม่มีรอยแตก รอยเคลื่อนตัวเป็นแอ่ง รอยคลื่น รอยล้อรถบด หรือความเสียหายของผิวชั้นทางพาราแอสฟัลต์คอนกรีตอื่นๆ ดังรูปที่ 3.22



รูปที่ 3.22 บดทับชั้นพาราแอสฟัลต์คอนกรีตผสมขยะถุงพลาสติก

3.3.1.5 การสำรวจและประเมินความเสียหายหลังการใช้งาน

หลังจากก่อสร้างถนนพาราแอสฟัลต์ค้อนกรีตผสมขยะถุงพลาสติกแล้วเสร็จและเปิดการจราจรมาระยะหนึ่ง จะสำรวจและประเมินความเสียหายหลังการใช้งาน ด้วยสายตา (Visual Inspection) ตามมาตรฐานของสำนักวิศวกรและตรวจสอบกรมทางหลวง ซึ่ง ได้แบ่งประเภทความเสียหาย 4 ประเภทหลักคือ รอยแตก (Crack) การเสียรูปร่าง หรือการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง (Distortion or Deformation) รอยตำหนิบนผิวทาง (Surface Defects) และ ความเสียหายอื่น ๆ (Miscellaneous Distress) โดยจะตรวจสอบตั้งแต่จุดเริ่มต้นสายทางจนถึงปลายทาง เพื่อตรวจสอบความเสียหายที่เกิดขึ้นจริงจากการใช้งาน โดยใช้เครื่องมือประกอบ เช่น เทปวัดระยะทาง ไม้บรรทัดยาว 2 เมตร (Straight Edge) ลิ้มวัดความลึก (Wedge) เป็นต้น การวัดปริมาณให้ทำการวัดปริมาณตามบริเวณครอบคลุมพื้นที่ความเสียหายเช่น

- 1) ความยาว (เมตร)
- 2) พื้นที่ (ตารางเมตร)
- 3) เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ความเสียหายต่อพื้นที่ที่สำรวจ
- 4) ปริมาณเปรียบเทียบ เช่น น้อย ปานกลาง มาก
- 5) นับเป็นจำนวน จุด แห่ง แผ่นพื้นที่เสียหาย

การวัดระดับความรุนแรง เป็นการวัดปริมาตรหรือปริมาณการขยายตัวของความเสียหาย ความลึก การหลุดตัว ความกว้างของรอยแตกหรือรอยต่อ การบิ่นกะเทาะ คุณภาพในการขับเคลื่อน ความเสียหายที่เกิดขึ้น ซึ่งระดับความรุนแรงนี้จะเป็นตัวชี้ถึงการลุกลามความเสียหายที่พัฒนาขึ้นเรื่อย ๆ เกณฑ์ระดับความรุนแรงได้แก่ เล็กน้อย (Low) ปานกลาง (Medium) และสูง (High)

3.4 วิเคราะห์และสรุปผลการดำเนินโครงการวิจัย

ในการวิเคราะห์และสรุปผลการดำเนินงานโครงการวิจัยสามารถแยกออกเป็น 3 ส่วนด้วยกัน คือ ผลที่ได้จากการรณรงค์คัดแยกขยะถุงพลาสติกในช่วงเวลาศึกษาวิจัย ผลจากการออกแบบส่วนผสมพาราแอสฟัลต์ค้อนกรีตผสมขยะถุงพลาสติกจากห้องปฏิบัติการเปรียบเทียบกับมาตรฐานกรมทางหลวงแห่งประเทศไทย และผลจากการดำเนินการก่อสร้างถนนต้นแบบพาราแอสฟัลต์ค้อนกรีตผสมขยะถุงพลาสติก โดยรายงานผลในรูปแบบพรรณนาวิเคราะห์ (Analytical Description) แล้วทำการสรุปผลในรูปแบบของการบรรยายเชิงพรรณนา นอกจากนี้ได้ดำเนินการให้ผู้เข้าร่วมโครงการได้ทดลองปฏิบัติงานจริงในการก่อสร้างถนนพาราแอสฟัลต์ค้อนกรีตผสมขยะถุงพลาสติก ในแปลงทดลองสาธิต ภายในชุมชนเป้าหมาย