

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันประชากรมีอัตราเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วความต้องการในสิ่งอำนวยความสะดวกของสาธารณูปโภคทุกๆด้าน โดยเฉพาะด้านการคมนาคม ที่สำคัญคือถนน ถนนหรือทางหลวงมีบทบาทที่สำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ ข้อมูลจากกระทรวงคมนาคม ปี 2567 ระบุว่ามีความยาวของถนนภายในประเทศทั้งหมด ร้อยละ 93.90 เป็นถนนลาดยางหรือแอสฟัลต์คอนกรีต จะเห็นได้ว่าเป็นที่นิยมในการก่อสร้างในปัจจุบัน ข้อดีของถนนประเภทนี้คือใช้งบประมาณในการก่อสร้างน้อยการบำรุงรักษาที่ง่าย และมีความราบเรียบไม่มีรอยต่อ ซึ่งผิวแอสฟัลต์คอนกรีตมีหลายประเภทสามารถเลือกใช้ให้เหมาะสม ทั้งน้ำหนักบรรทุกและปริมาณจราจรตลอดจนความเร็วในการขับขี่ โดยการเลือกใช้ผิวทางที่มีความต้านทาน ต่อการเกิดความเสียหายจากการรับน้ำหนักบรรทุกของยานพาหนะ การเสื่อมสภาพของวัสดุเอง การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ การหลุดร่อน (Scaling) การเกิดร่องล้อ (Rutting) การเกิดรอยแตกแบบต่างๆ (Cracking) ได้ดี จะช่วยให้ผู้ใช้บริการได้รับความสะดวกและปลอดภัยในการคมนาคมขนส่ง

ผิวถนนแบบลาดยางหรือแบบแอสฟัลต์คอนกรีต แบ่งเป็น 2 ประเภท 1) แบบใช้อุณหภูมิปกติหรือเรียกว่าแบบเย็น (Cold mix) จะประกอบด้วย มวลรวม แอสฟัลต์ซีเมนต์ และน้ำ 2) แบบใช้อุณหภูมิสูง (Hot mix) จะประกอบด้วย มวลรวม แอสฟัลต์ซีเมนต์ และกระบวนการผลิตที่อาศัยความร้อนระหว่างมวลรวม (Aggregate) กับแอสฟัลต์ซีเมนต์ (Asphalt cement) ที่โรงงานผสม โดยการควบคุมอัตราส่วนผสมและอุณหภูมิให้ได้มาตรฐาน (กรมทางหลวง, 2532) แล้วบดอัดบนชั้นทางจนได้ความแน่นตามมาตรฐาน โดยในปัจจุบันแอสฟัลต์คอนกรีตแบบร้อน (Hot mix) นิยมใช้ในทางก่อสร้างที่ต้องใช้ปริมาณมาก เช่น งานผิวจราจร เมื่อถนนแอสฟัลต์คอนกรีตรองรับน้ำหนักบรรทุกจากล้อยานพาหนะจะเกิดความเสียหาย โดยสาเหตุที่ทำให้ถนนแอสฟัลต์คอนกรีตเกิดความเสียหายก่อนระยะเวลาที่ออกแบบไว้ส่วนใหญ่มาจากรถบรรทุกน้ำหนักเกินตามที่กฎหมายกำหนด ส่งผลให้ต้องมีการขุดรื้อและซ่อมแซมถนนที่หมดสภาพการใช้งาน ทำให้ต้องใช้ทรัพยากร ที่มีจำกัด และสูญเสียงบประมาณในการก่อสร้างผิวทางใหม่ ด้วยเหตุนี้ หน่วยงานที่รับผิดชอบถนนแอสฟัลต์คอนกรีตจึงพยายามที่จะพัฒนาความแข็งแรงของส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต เพื่อยืดอายุการใช้งานของผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีต

การปรับปรุงส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตถูกศึกษาอย่างยาวนาน โดยงานวิจัยส่วนใหญ่ใช้สารผสมเพิ่มเนื่องจากเป็นวิธีที่ง่ายและมีประสิทธิภาพมากที่สุดเมื่อเทียบกับวิธีอื่น เนื่องจากแอสฟัลต์ซีเมนต์มีสมบัติทางกายภาพคล้ายกับพอลิเมอร์สารผสมเพิ่มส่วนใหญ่ที่นิยมใช้ปรับปรุงแอสฟัลต์คอนกรีตจึงเป็นสารจำพวก พอลิเมอร์ ได้แก่ ยางธรรมชาติ ยางรีไซเคิล พลาสติก และเส้นใยสังเคราะห์ เป็นต้น งานวิจัยทั้งในและต่างประเทศได้มีการศึกษา การทดสอบแอสฟัลต์คอนกรีตที่มี

PET เป็นส่วนผสมในห้อยปฏิบัติการในเชิงวิศวกรรม พบว่า แอสฟัลต์คอนกรีตที่มีส่วนผสมของ PET ช่วยเพิ่มเสถียรภาพ (Stability), กำลังรับแรงดึงทางอ้อม (Indirect Tensile Strength), โมดูลัสการคืนตัว (Resilient Modulus), การต้านทานการล้า (Fatigue) และการเกิดร่องล้อ (Rutting) อีกด้วย เช่น การศึกษาแอสฟัลต์คอนกรีตชนิดผสมร้อน โดยมีวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีตรีไซเคิล RAP และเศษคอนกรีตรีไซเคิล RCA ทดแทนมวลรวมธรรมชาติ ปรับปรุงคุณสมบัติแอสฟัลต์คอนกรีตด้วยเศษขวดพลาสติก PET (อภิชาติ สุดดีพงษ์ และคณะ, 2567) การศึกษาโดยการนำแอสฟัลต์ชนิด AC 60/70 ผสมกับพลาสติก PET และ PP (สุทธิชัย เจริญกิจ และคณะ, 2548) การศึกษาพฤติกรรมการยุบตัวถาวรของแอสฟัลต์คอนกรีต ที่ปรับปรุง ด้วย PET (Moghaddam et al, 2013) เป็นต้น ซึ่งแสดงให้เห็นว่า การใช้ขวดพลาสติก PET สามารถปรับปรุงสมรรถนะของแอสฟัลต์คอนกรีต และยังเป็นการลดปริมาณของขยะพลาสติกที่เป็นปัญหาหลักต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นตัวการในการเกิดปัญหาโลกร้อนอันเนื่องมาจากการรีไซเคิล

พลาสติก Polyethylene Terephthalate หรือ PET เป็นพลาสติกชนิดหนึ่งที่มีความโปร่งใส และแข็งแรงทนทานนิยมใช้ผลิตเป็นบรรจุภัณฑ์และขวดบรรจุเครื่องดื่มอย่างแพร่หลาย โดยปกติแล้ว จะใช้งานเพียงครั้งเดียวแล้วทิ้ง ขวด PET เป็นพลาสติกที่มีความทนทานสูงและไม่สามารถย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติ ขวด PET สามารถนำไปรีไซเคิลได้ ร้อยละ 100 ในภาคธุรกิจรีไซเคิลขยะพลาสติกชนิดนี้ จะมีกระบวนการเปลี่ยนรูปพลาสติกหรือย่อยขนาดพลาสติกจากขนาดรูปร่างเดิม ให้ได้ขนาดตามที่ต้องการก่อนจะนำไปสู่ขั้นตอนอื่นต่อไป ในขั้นตอนนี้จะเกิดเศษพลาสติกขนาดเล็กติดอยู่ในเครื่องจักร จึงต้องนำเศษพลาสติกดังกล่าวออก ซึ่งเศษพลาสติกเหล่านี้จะถูกมองเป็นขยะของกระบวนการ และจะถูกนำไปกำจัดทั้งปริมาณขยะพลาสติกจากกระบวนการนี้จะเกิดขึ้นประมาณ 40 กิโลกรัมต่อวัน หรือประมาณ 14.6 ตันต่อปี ขยะจากขบวนการรีไซเคิลพลาสติก PET ดังกล่าว มีลักษณะทางกายภาพโดยทั่วไป มีขนาดเล็ก มีความคล้ายคลึงกับทรายชนิดหยาบ และหากมองด้วยตาเปล่าอาจมีวัสดุอื่นเจือปนอยู่บ้างเล็กน้อย (บ.พีทีที โกลบอลเคมีคอล จำกัด มหาชน, 2565)

งานวิจัยนี้ศึกษาความเป็นไปได้ของผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่มีเศษขยะพลาสติกเหลือทิ้งจากกระบวนการบดย่อยขวดประเภทโพลีเอทิลีนเทเรฟทาเลต (PET) คุณสมบัติทางวิศวกรรมของแอสฟัลต์คอนกรีตที่ปรับปรุงด้วยเศษขวดพลาสติก PET การดำเนินการแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 ใช้เศษขวด PET เป็นวัสดุผสมเพิ่มในส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตด้วยวิธีแบบแห้ง และส่วนที่ 2 ใช้เศษขวด PET แทนที่มวลรวมละเอียดบางส่วนในส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต เศษขวด PET ที่ใช้ศึกษามีขนาดเล็กกว่า 2.36 มิลลิเมตร และศึกษาในปริมาณร้อยละ 0.0 0.2 0.4 0.6 0.8 และ 1.0 ของน้ำหนักมวลรวมทั้งหมด การออกแบบและทดสอบส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตดำเนินการด้วยวิธีมาร์แชล ตามมาตรฐานกรมทางหลวง เกณฑ์ชั้น Wearing Course ขนาดมวลรวมใหญ่สุด 12.5 มิลลิเมตร (กรมทางหลวง, 2532) ท่อสมรรถนะภายใต้แรงกระทำแบบสถิตและพลวัตของแอสฟัลต์คอนกรีต การทดสอบสมรรถนะภายใต้แรงกระทำสถิตประกอบด้วย การทดสอบเสถียรภาพและการไหล (Stability and flow) ดัชนีความแข็งแรง (Strength Index) และกำลังดึงทางอ้อม (Indirect Tensile Strength) การทดสอบสมรรถนะภายใต้แรงกระทำพลวัตประกอบด้วย การทดสอบโมดูลัสคืนตัวเนื่องจากแรงดึงทางอ้อม (Indirect Tensile Resilient Modulus) ความต้านทานการล้าเนื่องจากแรงดึงทางอ้อม (Indirect Tensile Fatigue) ความต้านทานการเกิด

ร่องล้อ (Rutting Resistance) และความต้านทานการลื่นไถล (Skid Resistance) ผลการทดสอบจะถูกวิเคราะห์บนพื้นฐานของผลทดสอบในห้องปฏิบัติการ ซึ่งสามารถลดปริมาณขยะพลาสติกดังกล่าวได้ และนำไปประยุกต์ใช้เป็นมาตรฐานการก่อสร้างถนนผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและมีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ต่อไป

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาอิทธิพลของอัตราส่วนของแอสฟัลต์คอนกรีตที่มีเศษขวดพลาสติก PET ผสมเพิ่มและแอสฟัลต์คอนกรีตที่มีเศษขวดพลาสติก PET ทดแทนบางส่วนในมวลรวมละเอียดต่อคุณสมบัติมาร์แชลของแอสฟัลต์คอนกรีตตามมาตรฐานกรมทางหลวง

1.2.2 เพื่อศึกษาสมรรถนะเชิงกลภายใต้แรงกระทำแบบสถิตและแบบพลวัต ของแอสฟัลต์คอนกรีตที่มีเศษขวดพลาสติก PET ผสมเพิ่ม และแอสฟัลต์คอนกรีตที่มีเศษขวดพลาสติก PET ทดแทนบางส่วนในมวลรวมละเอียดเปรียบเทียบกับแอสฟัลต์คอนกรีตที่ไม่ได้ปรับปรุง

## 1.3 ขอบเขตการวิจัย

1.3.1 เพื่อศึกษาอิทธิพลของอัตราส่วน ปริมาณเศษขยะพลาสติกเหลือทิ้งจากกระบวนการบดย่อยขวดประเภทโพลิเอทิลีนเทรฟทาเลต ต่อสมรรถนะทางวิศวกรรมของแอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้เศษขยะพลาสติกเหลือทิ้งจากกระบวนการบดย่อยขวดประเภทโพลิเอทิลีนเทรฟทาเลต เป็นมวลรวมส่วนละเอียด อัตราส่วน ปริมาณของเศษขยะพลาสติกเหลือทิ้งจากกระบวนการบดย่อยขวดประเภทโพลิเอทิลีนเทรฟทาเลต ที่ ศึกษาเท่ากับร้อยละ 0.0 0.2 0.4 0.6 0.8 และ 1.0 โดยทดแทนน้ำหนักมวลรวมละเอียด

1.3.2 ใช้เศษขยะพลาสติกเหลือทิ้งจากกระบวนการบดย่อยขวดประเภทโพลิเอทิลีนเทรฟทาเลต ขนาดน้อยกว่า 2.36 มิลลิเมตร (ตั้งแต่ตะแกรงเบอร์ 8 ถึง ตะแกรงเบอร์ 200)

1.3.3 แอสฟัลต์ซีเมนต์ใช้เกรด AC 60/70 ตามข้อกำหนดที่ ทล. -ก. 401/2531 “Specification for Asphalt Cement”

1.3.4 การทดสอบวัสดุที่ใช้เป็นส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตดำเนินการตามมาตรฐานกรมทางหลวง ทล.-ม.408/2532 ประกอบด้วย 1) การทดสอบสมบัติของมวลรวม และ 2) การทดสอบสมบัติของแอสฟัลต์ซีเมนต์

1.3.5 การออกแบบส่วนผสมและทดสอบส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตดำเนินการตามมาตรฐานกรมทางหลวง ทล.-ท. 604/2517 “การออกแบบและทดสอบส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตด้วยวิธีมาร์แชล”

## 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย

1.4.1 ทราบอิทธิพลของอัตราส่วนของแอสฟัลต์คอนกรีตที่มีเศษขวดพลาสติก PET ผสมเพิ่มและแอสฟัลต์คอนกรีตที่มีเศษขวดพลาสติก PET ทดแทนบางส่วนในมวลรวมละเอียด ต่อคุณสมบัติมาร์แชลของแอสฟัลต์คอนกรีตตามมาตรฐานกรมทางหลวง

1.4.2 ทราบถึงสมรรถนะเชิงกลภายใต้แรงกระทำแบบสถิตและแบบพลวัต ของแอสฟัลต์คอนกรีตที่มีเศษขวดพลาสติก PET ผสมเพิ่ม และแอสฟัลต์คอนกรีตที่มีเศษขวดพลาสติก PET ทดแทนบางส่วนในมวลรวมละเอียดเปรียบเทียบกับแอสฟัลต์คอนกรีตที่ไม่ได้ปรับปรุงในพจน์ของอัตราส่วนผสม