บทที่ 1 บทนำ

ในบทนี้กล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาที่ทำการวิจัย วัตถุประสงค์ของการศึกษา ขอบเขตของวิทยานิพนธ์ และแนวทางในการศึกษาครั้งนี้

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

วัสดุจีโอโพลิเมอร์ (Geopolymer) เป็นวัสดุเชื่อมประสานเพื่อทดแทนซีเมนต์ที่มีการค้นคว้าวิจัยทั้งในและต่างประเทศมาเป็นระยะเวลาหนึ่งแล้ว [1-4] เป็นวัสดุที่ไม่มีซีเมนต์และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม (Green material) จากการศึกษาในอดีตพบว่าวัสดุประเภทนี้มีกำลังอัดค่อนข้างสูง พัฒนากำลังได้เร็ว ทนความร้อนสูงและสภาวะกัดกร่อนจากสารเคมี [2-4]

จีโอโพลิเมอร์ ใช้หลักของการทำปฏิกิริยาระหว่างสารที่มีซิลิกอนไดออกไซด์ (SiO_2) และอลูมิเนียมออกไซด์ (Al_2O_3) กับสารละลายซิลิเกตและด่างความเข้มข้นสูง เรียกว่าปฏิกิริยาโพลิคอนเดนเซชัน (Polycondensation) ทำให้ได้สารประกอบอะลูมิโนซิลิเกต (Aluminosilicate) ปฏิกิริยาดังกล่าวให้ผลผลิตเป็นวัสดุแข็งมีคุณสมบัติคล้ายผลผลิตที่ได้จากปูนซีเมนต์และเกิดปฏิกิริยาเป็นแบบโพลิเมอร์

ในปัจจุบันจะพบว่ามีสิ่งก่อสร้างมากมายส่วนใหญ่เป็นคอนกรีตเสริมเหล็กและมักจะเกิดความเสียหายหรือความไม่สมบูรณ์ขึ้นในระหว่างการก่อสร้างหรือจะเกิดขึ้นเมื่อคอนกรีตเสริมเหล็กผ่านการใช้งานแล้วเป็นเวลานาน ความเสียหายเหล่านี้ต้องได้รับการซ่อมแซม หรือแก้ไขให้ถูกต้องเพื่อให้สามารถใช้งานตามที่ได้ออกแบบไว้ วัสดุยึดประสานระหว่างคอนกรีตและเหล็กเสริม จัดเป็นวัสดุที่สำคัญอย่างหนึ่งในงานซ่อมแซมและบำรุงรักษาโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยทำหน้าที่เชื่อมยึดวัสดุ 2 ประเภทให้อยู่ด้วยกัน ซึ่งวัสดุเชื่อมประสานที่ดีจะต้องมีกำลังยึดเกาะหรือแรงยึดเหนี่ยวสูง ทนต่อแรงกระแทก การเสียดสี ทนต่อความร้อนและการกัดกร่อนของสารเคมีได้ดีและมีความแข็งแรง ข้อสำคัญอีกประการคือ วัสดุยึดประสานต้องใช้งานได้สะดวกรวดเร็วและง่ายต่อการใช้งาน ในปัจจุบันได้มีการผลิตวัสดุเชื่อมประสานเพื่อใช้เชื่อมยึดเหล็กเสริมและคอนกรีตออกมาจำหน่ายในท้องตลาดหลายประเภทด้วยกัน อย่างไรก็ตามวัสดุดังกล่าว มีราคาค่อนข้างสูง ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงสนใจที่จะพัฒนาวัสดุยึดประสานที่มีราคาถูกกว่ามาทดแทนวัสดุยึดประสานที่มีจำหน่ายในท้องตลาด ซึ่งวัสดุที่น่าสนใจ ได้แก่ จีโอโพลิเมอร์ที่ได้กล่าวข้างต้นแล้ว ด้วยสมบัติที่ดีกว่าคอนกรีตในแง่ของกำลังอัดและความทนทานจึงคาดว่าจะนำมาใช้เป็นวัสดุยึดประสานได้เป็นอย่างดี โดยเน้นที่การนำจีโอโพลิเมอร์เพื่อยึดประสานเหล็กเสริมข้ออ้อยกับคอนกรีตที่แข็งตัวแล้ว และเพื่อให้มั่นใจว่าวัสดุประเภทนี้จะทำหน้าที่ยึดประสานได้เป็นอย่างดี งานวิจัยครั้งนี้จะทำการศึกษาใช้ส่วนผสมจีโอโพลิเมอร์เพสต์จาก

งานวิจัยที่ผ่านมา[35] นำมาทดสอบคุณสมบัติเชิงกลที่อาจส่งผลต่อกำลังยึดเหนี่ยวซึ่งได้แก่ การทดสอบความคงทนของกำลังยึดเหนี่ยวต่อแรงกระทำคงค้างและความคงทนของกำลังยึดเหนี่ยวต่อแรงกระทำซ้ำไปซ้ำมา

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษากำลังยึดเหนี่ยวระหว่างคอนกรีตกับเหล็กเสริมข้ออ้อยโดยใช้จีโอโพลิเมอร์เพสต์เป็นวัสดุเชื่อมประสาน

2. เพื่อศึกษาความคงทนของกำลังยึดเหนี่ยวต่อแรงกระทำคงค้างและแรงกระทำซ้ำไปซ้ำมาระหว่างคอนกรีตกับเหล็กเสริมข้ออ้อยโดยใช้จีโอโพลิเมอร์เพสต์เป็นวัสดุเชื่อมประสาน

1.3 ขอบเขตการศึกษา

ขอบเขตการศึกษาได้ใช้เถ้าถ่านหินจากโรงไฟฟ้าแม่เมาะจังหวัดลำปางโดยไม่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพด้วยการบด (OFA), เถ้าแกลบ-เปลือกไม้ (Rice Husk –Bark Ash; RHBA) โดยนำมาปรับปรุงคุณภาพด้วยการบดจนกระทั่งมีอนุภาคของวัสดุค้างตะแกรงมาตรฐานเบอร์ 325 ไม่มากกว่าร้อยละ 2 และซิลิกาฟูม 10000 D (SF) สำหรับสารละลายที่ใช้ในการกระตุ้นให้เกิดปฏิกิริยาโพลิเมอร์ไรเซชั่นประกอบด้วยโซเดียมซิลิเกต (Na_2OSiO_2) และโซเดียมไฮดรอกไซด์ (98%NaOH) ที่ความเข้มข้น 18 โมลาร์ โดยใช้อัตราส่วนเถ้าถ่านหินต่อซิลิกาฟูมเท่ากับ 60:40 อัตราส่วนเถ้าถ่านหินต่อเถ้าแกลบ-เปลือกไม้เท่ากับ 60:40 และใช้อัตราส่วนเถ้าถ่านหินล้วน 100:0 อัตราส่วนโซเดียมซิลิเกตต่อโซเดียมไฮดรอกไซด์เท่ากับ 2.5:1 โดยน้ำหนัก

ในส่วนของการเตรียมตัวอย่างสำหรับทดสอบจะทำการหล่อคอนกรีตทรงลูกบาศก์ขนาด 15x15x15 ซม.^{3} ออกแบบกำลังรับแรงอัดเท่ากับ 28 MPa ที่อายุ 28 วัน นำมาเจาะรูให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 มิลลิเมตร จากนั้นใช้เหล็กข้ออ้อย(เหล็กบั้ง) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระบุ 10 มิลลิเมตร ฝังลงไปในเนื้อคอนกรีตเป็นระยะ 8 เซนติเมตร โดยใช้จีโอโพลิเมอร์เพสต์เป็นตัวเชื่อมประสาน และนำตัวอย่างดังกล่าวไปทดสอบดังนี้

1. ทดสอบหาค่ากำลังยึดเหนี่ยวประลัย (Ultimate Bonding Strength) ของวัสดุจีโอโพลิเมอร์เพสต์ที่อายุ 1 3 7 28 และ 90 วันตามลำดับ และผลของขนาดเหล็กเสริมที่มีต่อกำลังยึดเหนี่ยว

2. การทดสอบความคงทนของกำลังยึดเหนี่ยวต่อแรงกระทำคงค้าง (Creep Load) ของวัสดุยึดประสานจีโอโพลิเมอร์เพสต์โดยใช้น้ำหนักทดสอบคงค้างร้อยละ 30 40 และ 50 ของค่ากำลังยึดเหนี่ยวประลัยที่ 28 วัน และทำการวัดระยะเลื่อนหลุดของเหล็กข้ออ้อยที่ฝังในคอนกรีต (Bond Slip) เป็นระยะเวลา 1,000 ชั่วโมง โดยจะเริ่มทำการทดสอบที่อายุจีโอโพลิเมอร์เพสต์ 28 วัน นับจากวันที่ผสม

3. ทดสอบความคงทนของกำลังยึดเหนี่ยวต่อแรงกระทำซ้ำไปซ้ำมา (Cyclic Load) ของวัสดุยึดประสานจีโอโพลิเมอร์เพสต์ในระนาบเดียวกับการทดสอบกำลังยึดเหนี่ยวประลัยโดยใช้ความถี่ในการทดสอบเท่ากับ 1.0 และ 1.5 Hz. ที่ระยะเลื่อนหลุดของเหล็กข้ออ้อยหรือแอมปลิจูดการสั่น (Amplitude) 0.50 0.75 และ 1.0 มิลลิเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 20 30 และ 40 ของระยะเลื่อนหลุดของเหล็กข้ออ้อยสูงสุดที่ยอมให้คือ 2.5 มิลลิเมตร (ASTM C234) โดยจะเริ่มทดสอบที่อายุจีโอโพลิเมอร์เพสต์ 28 วัน นับจากวันที่ผสม

1.4 เนื้อหาของวิทยานิพนธ์

บทที่ 2 ของวิทยานิพนธ์นี้กล่าวถึง ข้อมูลพื้นฐานเบื้องต้นสำหรับการศึกษาและพัฒนาจีโอโพลิเมอร์ ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ

บทที่ 3 ของวิทยานิพนธ์นี้กล่าวถึงวัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษาวิจัยวิธีการเตรียมตัวอย่าง และลำดับขั้นตอนในการศึกษาวิจัย

บทที่ 4 ของวิทยานิพนธ์นี้กล่าวถึงส่วนของผลการทดลองและการวิเคราะห์ผลที่ได้จากการทดลอง ได้แก่ คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของซิลิกาฟูม, เถ้าถ่านหินและเถ้าแกลบ-เปลือกไม้ กำลังรับแรงยึดเหนี่ยวของคอนกรีตกับเหล็กเสริมโดยใช้จีโอโพลิเมอร์เพสต์เป็นตัวเชื่อมประสาน ความคงทนของกำลังยึดเหนี่ยวต่อน้ำหนักบรรทุกคงค้าง และความคงทนของกำลังยึดเหนี่ยวต่อน้ำหนักบรรทุกแบบซ้ำไปซ้ำมา

บทที่ 5 ของวิทยานิพนธ์นี้กล่าวถึงบทสรุปผลที่ได้จากการทดลอง และข้อเสนอแนะที่ควรศึกษาเพิ่มเติมต่อไป รวมทั้งปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นในงานวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง แสดงถึงงานวิจัยหรือบทความที่ได้อ้างถึงในงานวิจัย

ภาคผนวก ซึ่งแสดงถึงข้อมูลของการทดสอบในวิทยานิพนธ์