

คอนกรีตผสมดินขาวและเถ้าลอยสำหรับงานซ่อมชนิดเทบาง

Concrete Incorporating Metakaolin and Fly Ash for Repair Work

คำนำ

ในปัจจุบันประเทศไทยมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการใช้เถ้าลอยในงานคอนกรีตกันอย่างแพร่หลาย แต่ยังคงอยู่ในแวดวงจำกัดเมื่อเปรียบเทียบกับต่างประเทศ เช่น ในแถบยุโรป ญี่ปุ่น หรือสหรัฐอเมริกา ซึ่งพัฒนาการใช้เถ้าลอยมานานตั้งแต่ปี พ.ศ. 2478 จากการศึกษาพบว่าเถ้าลอยจากแหล่งในประเทศไทยโดยทั่วไปโดยเฉพาะแหล่งใหญ่ มีคุณลักษณะเป็นสารปอซโซลานและช่วยเพิ่มคุณสมบัติของคอนกรีตในด้านต่าง ๆ ให้ดีขึ้นได้ เช่น ช่วยเพิ่มความสามารถในการทำงานได้ คอนกรีตสามารถเทเข้าแบบได้ง่าย ลดการเยิ้มน้ำและการแยกตัวของส่วนผสม ในขณะที่ก่อตัวและแข็งตัวจะช่วยลดการสะสมความร้อนที่ทำให้เกิดการแตกร้าวในคอนกรีตได้ และเพิ่มกำลังอัดในระยะยาว คอนกรีตที่แข็งตัวแล้วจะมีความต้านทานการกัดกร่อนเนื่องจากซัลเฟตและความต้านทานการซึมผ่านของคลอไรด์ดีขึ้น เพิ่มความสามารถต้านทานการเปลี่ยนแปลงปริมาตรและยังช่วยลดการขยายตัวของคอนกรีตเนื่องจากปฏิกิริยาระหว่างด่างแอลคาไลกับมวลรวมบางประเภทที่ไวต่อปฏิกิริยาอีกด้วย อย่างไรก็ตามการใช้เถ้าลอยในงานคอนกรีตมีข้อด้อยบางประการคือ กำลังรับแรงอัดในช่วงอายุต้นต่ำ และยิ่งต่ำมากหากใช้เถ้าลอยแทนที่ปูนซีเมนต์ในปริมาณสูงขึ้น (คณะอนุกรรมการคอนกรีตและวัสดุ, 2544)

ดินขาว เป็นวัสดุปอซโซลานอีกชนิดหนึ่งได้จากการนำดินขาวดิบ (Kaolin) ซึ่งเป็นวัสดุธรรมชาติที่มีองค์ประกอบทางเคมีที่เหมาะสม มาปรับปรุงคุณสมบัติด้วยการเผาและบดที่อุณหภูมิและช่วงเวลาที่เหมาะสมทำให้ได้ดินขาวอนุภาคละเอียดและมีรูปร่างไม่แน่นอน เมื่ออยู่ในสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมสามารถทำปฏิกิริยาปอซโซลานิกกับแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ได้จากปฏิกิริยาไฮเดรชันได้ และในปัจจุบันมีการใช้ดินขาวดิบที่มีอยู่หลายแหล่งภายในประเทศไทยซึ่งโดยส่วนใหญ่จะใช้ในอุตสาหกรรมเซรามิก แต่ในต่างประเทศมีรายงานการวิจัยเกี่ยวกับคุณสมบัติปอซโซลานที่ดีของดินขาวที่ผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพแล้วมากมาย (Murat, 1983; Murat and Comel, 1983; Wild *et al.*, 1996-1997)

แม้ว่าการศึกษาและวิจัยภายในประเทศเกี่ยวกับการใช้ดินขาวในงานคอนกรีตยังมีจำกัดเมื่อเปรียบเทียบกับเถาหลอยที่มีการศึกษากันอย่างแพร่หลาย (ประจิต, 2523; ปริญญา และ อินทรชัย 2528; กรกฎ, 2530; สุวิมล และ ประเสริฐ, 2545) แต่จากผลรายงานการศึกษาส่วนใหญ่แสดงว่าดินขาวมีผลต่อการพัฒนาคุณสมบัติของคอนกรีตในด้านต่าง ๆ ที่ดีขึ้น เช่น กำลังรับแรงอัดในช่วงอายุต้น ความต้านทานการซึมผ่านของคลอไรด์เพิ่มขึ้น ความต้านทานการกัดกร่อนต่อกรดเพิ่มขึ้น ค่าการซึมผ่านของน้ำลดลง และยังช่วยลดการหดตัวของคอนกรีตอีกด้วย แต่การใช้ดินขาวในงานคอนกรีตยังมีข้อเสียบางประการ เช่น ความสามารถในการทำงานได้ของคอนกรีตลดลงเนื่องจากดินขาวมีการดูดซึมน้ำสูง ต้องการปริมาณน้ำเพิ่มขึ้นเพื่อให้ได้ค่ายุบตัวใกล้เคียงหรือเท่ากับคอนกรีตควบคุม ค่าการยุบตัวจะลดลงเมื่อปริมาณการแทนที่ซีเมนต์ด้วยดินขาวเพิ่มขึ้น ระยะเวลาการก่อตัวเร็วขึ้น และมีผลต่ออุณหภูมิและความร้อนในคอนกรีตเพิ่มขึ้นซึ่งอาจนำไปสู่ปัญหาการแตกร้าวได้ ปัญหาเหล่านี้เป็นผลมาจากดินขาวมีอนุภาคขนาดเล็กมีพื้นที่ผิวจำเพาะสูงสามารถทำปฏิกิริยาปอซโซลานิกได้เร็วและเร่งการเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชันด้วย

ดังนั้นในงานวิจัยครั้งนี้จึงมีแนวคิดที่จะนำจุดเด่นของสารปอซโซลานทั้งสองชนิดดังกล่าวมาใช้ร่วมกัน เพื่อช่วยปรับปรุงคุณสมบัติในด้านต่างๆของคอนกรีตให้ดีขึ้น เช่นความสามารถทนต่อการสูญเสียน้ำ การสูญเสียค่ายุบตัว กำลังอัดในช่วงต้น โดยงานวิจัยมุ่งเน้นในด้านความทนทานของคอนกรีต โดยเฉพาะความต้านทานการขัดสี ความต้านทานการซึมผ่านของคลอไรด์ และความต้านทานการเกิดสนิมของเหล็กเสริมในคอนกรีต คุณสมบัติดังกล่าวมีความจำเป็นสำหรับงานซ่อมชนิดเททางซึ่งในปัจจุบันมีการใช้งานกันอย่างแพร่หลาย

ผลจากงานวิจัยนี้ให้ข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการพัฒนาส่วนผสมดินขาวและเถาหลอยจากแหล่งในประเทศให้เหมาะสมสำหรับงานก่อสร้าง และแนวทางการพัฒนากระบวนการผลิตโดยพิจารณาจากประสิทธิภาพการบดทั้งในลักษณะบดแยกและบดรวม ตลอดจนประสิทธิภาพของการใช้สารปอซโซลานราคาต่ำสองชนิดดังกล่าวที่มีจุดด้อยและจุดเด่นต่างกันเพื่อพัฒนาคุณสมบัติคอนกรีตในด้านต่างๆให้เหมาะสมสำหรับงานซ่อมแซมชนิดเททางที่มีความคงทนดีขึ้น และอาจนำไปสู่การพัฒนาในเชิงพาณิชย์ได้โครงการนี้นอกจากจะเป็นการใช้ทรัพยากรธรรมชาติให้มีประสิทธิภาพและคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์แล้วยังอาจมีผลกระทบในทางบวกจากการลดการใช้ปริมาณปูนซีเมนต์โดยใช้เท่าที่จำเป็นอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งมีผลถึงการลดการทำลายสภาวะแวดล้อมเพื่อนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตซีเมนต์ และยังอาจทดแทนการนำเข้าวัสดุราคาแพงจากต่างประเทศได้อีกด้วย

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ และคุณสมบัติทางเคมีของดินขาวและเถ้าลอยจากแหล่งในประเทศทั้งในลักษณะบดแยกและบดรวม
2. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลของการใช้ดินขาวผสมเถ้าลอยที่บดทั้งสองลักษณะต่อคุณสมบัติค่าการไหลและกำลังอัดของมอร์ต้าที่ใช้อัตราส่วนของดินขาวต่อเถ้าลอยที่แตกต่างกัน แทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์บางส่วน
3. เพื่อศึกษาผลของการใช้ดินขาวผสมเถ้าลอย ต่อคุณสมบัติของคอนกรีตสดในด้านค่ายุบตัวและการสูญเสียค่ายุบตัว และต่อคุณสมบัติของคอนกรีตที่แข็งตัวแล้วในด้านการพัฒนากำลัง โดยใช้อัตราส่วนของดินขาวต่อเถ้าลอยที่แตกต่างกันแทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์บางส่วน
4. เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำไปใช้สำหรับงานซ่อมชนิดเททาง โดยพิจารณาในด้านการต้านทานการขัดสี การซึมผ่านของคลอไรด์ และการเกิดสนิมของเหล็กเสริมในคอนกรีต

ขอบเขตการศึกษา

ในการศึกษานี้มีขอบเขตดังนี้คือ ใช้ดินขาวดิบจากแหล่งเฉพาะ จ.ระนอง นำมาปรับปรุงคุณภาพด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง และใช้เถ้าลอยจากแหล่งใหญ่ที่ อ. แม่เมาะ จ. ลำปาง นำวัสดุดังกล่าวมาบดให้มีความละเอียดระหว่าง 10,000-11,000 ตร.ซม./ก. โดยศึกษาผลการบด 2 ลักษณะคือ การแยกบดเฉพาะดินขาวหรือเถ้าลอย และ การบดดินขาวร่วมกับเถ้าลอย โดยผันแปรส่วนผสมดินขาวต่อเถ้าลอย 5 ระดับคือ 20:0, 15:5, 10:10, 5:15, 0:20 และใช้ส่วนผสมดังกล่าวแทนที่ปูนซีเมนต์ร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก เพื่อศึกษาค่ายุบตัวและการสูญเสียค่ายุบตัวของคอนกรีตสด และศึกษาการพัฒนากำลังอัด กำลังดัด ความต้านทานการขัดสี การซึมผ่านของคลอไรด์ และการเกิดสนิมของเหล็กเสริมในคอนกรีตที่แข็งตัวแล้ว โดยคอนกรีตควบคุมมีกำลังอัดเป้าหมายที่อายุ 28 วัน อยู่ในช่วง 300-350 กก./ตร.ซม. มีค่ายุบตัว 7.5 ± 2.5 ซม.