บทที่ 1 บทนำ

ในบทนี้กล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาที่ทำการวิจัย วัตถุประสงค์ของการศึกษา ขอบเขตวิธีการดำเนินงาน และประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ในสภาวะปัจจุบันปัญหาสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะสภาวะโลกร้อนนั้นเป็นที่ยอมรับกันทั่วโลกว่ามีสาเหตุสำคัญมาจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่ชั้นบรรยากาศโลก ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon dioxide) และเมื่อกล่าวถึงอุตสาหกรรมคอนกรีต ซึ่งถือว่าคอนกรีตเป็นวัสดุที่ใช้กันมากที่สุดในงานก่อสร้าง เนื่องจากหาได้ง่าย ราคาถูก และมีความทนทานแข็งแรง ในปัจจุบันมีการใช้งานกันอย่างแพร่หลาย เช่น งานถนน ที่พักอาศัย และสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ อย่างไรก็ตาม การผลิตคอนกรีตเป็นกระบวนการสร้างผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม โดยการผลิตคอนกรีตต้องใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างมากมาย เช่น ปูนซีเมนต์ หิน ทราย โดยเฉพาะกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์ซึ่งมีปริมาณประมาณ 7% ของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon dioxide) ที่ถูกปล่อยสู่ชั้นบรรยากาศโลกทั้งหมด ซึ่งการผลิตปูนซีเมนต์ต้องใช้พลังงานที่สูงในการเผาวัตถุดิบให้กลายเป็นปูนเม็ด โดยการผลิตปูนซีเมนต์ 1 เมตริกตัน จะมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon dioxide) ถูกปล่อยออกมา 1 เมตริกตันเช่นกัน ทำให้เกิดมลภาวะเรือนกระจก และเกิดสภาวะโลกร้อน การควบคุมหรือลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon dioxide) ที่เกิดจากการผลิตปูนซีเมนต์ จึงเป็นการลดสภาวะโลกร้อนได้โดยตรง และเพื่อลดค่าใช้จ่ายในกระบวนการผลิตและเพื่อรักษาสภาพแวดล้อมให้คงไว้ จึงได้มีการนำเอาทรัพยากรจากธรรมชาติมาแปรรูปและใช้งาน ซึ่งทรัพยากรธรรมชาติแต่ละประเภทนั้นจะมีอัตราการใช้งานและการเกิดขึ้นใหม่มาทดแทนวัตถุดิบนั้นจะแตกต่างกัน ซึ่งวัสดุที่ใช้ผลิตคอนกรีตนั้นเมื่อนำมาใช้หมดแล้ว ก็ไม่สามารถเกิดขึ้นมาแทนที่ใหม่ได้อีก จากปัญหาดังกล่าวข้างต้นทำให้มีการประยุกต์ใช้วัสดุที่เหลือใช้จากอุตสาหกรรมเพื่อแทนที่ปูนซีเมนต์บางส่วน ซึ่งการพัฒนากำลังอัดของคอนกรีต ให้มีกำลังที่สูงขึ้นมีความเป็นเนื้อเดียวกัน จะช่วยป้องกันการเสื่อมสภาพและยืดอายุการทำงานของอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กได้เป็นอย่างดี วิธีที่นิยมอย่างหนึ่ง ได้แก่ การใช้วัสดุปอซโซลานที่ได้จากการสังเคราะห์และธรรมชาติ เช่น เถ้าลอย ซิลิกาฟูม และเถ้าแกลบเปลือกไม้ [1] ใช้กันอย่างแพร่หลายเนื่องจากให้ผลที่ชัดเจนทั้งในด้านของกำลังอัดและความทนทานของคอนกรีต เช่น ซิลิกาฟูมมีขนาดเฉลี่ยประมาณ 0.1 ไมโครเมตรซึ่งที่มีขนาดที่เล็กกว่าปูนซีเมนต์ 150-400 ไมคอน จึงสามารถเข้าไปแทรกในช่องว่างทำให้ซีเมนต์เพสต์มีความทึบน้ำได้มากขึ้น และซิลิกาฟูมมีปริมาณ SiO_2 เป็นองค์ประกอบมากกว่าร้อยละ 90 สามารถทำให้เกิดปฏิกิริยาปอซโซลานได้อย่างรวดเร็วเพิ่ม

ปริมาณแคลเซียมซิลิเกตไฮเดรตได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพสต์ที่ผสมซิลิกาฟูมจะมีคุณภาพดีกว่าเพสต์ธรรมดา โดยปกติเมื่อเติมซิลิกาฟูมร้อยละ 10 จะช่วยเพิ่มกำลังอัดได้ประมาณร้อยละ 30 [1]

จากกการศึกษางานวิจัยในอดีตพบว่า ในปัจจุบันสามารถใช้วัสดุที่มีขนาดอนุภาคเล็กกว่าซิลิกาฟูม ได้แก่ อนุภาคของ nano-SiO_2 nano-Fe_2O_3 nano-TiO_2 และ Carbon nanotube เพื่อพัฒนากำลังอัดของมอร์ต้าร์และคอนกรีตกำลังสูงพิเศษได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง นาโนซิลิกาจะถูกนำมาใช้มากที่สุด เช่น งานวิจัยของ Li และคณะ [2,3] ซึ่งชี้ให้เห็น คุณสมบัติทางกล และกำลังอัดของมอร์ต้าร์ที่ใส่อนุภาคระดับนาโน จากการทดสอบชี้ให้เห็นว่าค่ากำลังของมอร์ต้าร์ ที่ใส่อนุภาคระดับนาโน (อนุภาคระดับนาโนที่ใช้ในการทดสอบ คือ Nano-Fe_2O_3) ซึ่งจะมีค่ากำลังอัดที่เพิ่มขึ้น เมื่อมอร์ต้าร์มีการพัฒนาและการบ่มที่อายุมากขึ้น โดยทำการพิจารณาที่อายุ 7 และ 28 วัน จะมีค่ากำลังอัดมากกว่ามอร์ต้าร์ ปกติที่อัตราส่วน w/b เท่ากัน และยังพบว่านาโนซิลิกาช่วยทำให้คอนกรีตต้านทานต่อการขัดสีและเพิ่มความสามารถในการต้านแรงกระทำแบบซ้ำไปซ้ำมาได้เป็นอย่างดี [4,5] งานวิจัยของ Senff และคณะ [6] นำเสนอผลของนาโนซิลิกาต่อคุณสมบัติของคอนกรีตสด ได้แก่ความสามารถต่อการไหล ระยะเวลาในการก่อตัว และความร้อนจากปฏิกิริยาไฮเดรชั่น จากงานวิจัยของ Joและคณะ[7] ได้ศึกษาคุณสมบัติของมอร์ต้าที่ใช้นาโนซิลิกาขนาดอนุภาค 40 นาโนเมตร แสดงให้เห็นว่าการพัฒนากำลังอัดของมอร์ต้าร์ที่ผสมนาโนซิลิกาขนาดอนุภาค 40 นาโนเมตร โดยทำการพิจารณาที่อายุ 7 และ 28 วันในทุกๆตัวอย่างการทดสอบจะมีค่ากำลังอัดที่สูงกว่ามอร์ต้าร์ปกติ โดยมีอัตราส่วน W/C เท่ากับ 0.5 และอัตราส่วนของนาโนซิลิกาที่ผสมลงในมอร์ต้าร์ คือ 3% 6% 10% และ 12% โดยน้ำหนักของมอร์ต้าร์ งานวิจัยของ Lin และคณะ [8]ได้ศึกษาเกี่ยวกับการใช้นาโนซิลิกามาผสมร่วมกับกากตะกอนของเถ้าลอย โดยจะวัดค่ากำลังอัด และดูผลทางด้านโครงสร้างภายใน (Microstructure) โดยใช้กล้อง SEM โดยจะใช้กากตะกอนของเถ้าลอยแทนที่ 0% 10% 20% และ 30% และใช้นาโนซิลิกาผสมร่วม 0% 1% 2% และ 3% ตามลำดับ โดยทดสอบที่อายุ 3 7 และ 28 วัน จะพบว่านาโนซิลิกานั้นจะช่วยเพิ่มการเป็นผลึกคริสตัลมากขึ้น เมื่อดูทางกล้อง SEM และยังช่วยส่งผลให้เกิดปฏิกิริยาไฮเดรชั่นได้ดี ซึ่งจะสามารถพัฒนากำลังอัดให้ได้ค่าที่สูงขึ้น

งานวิจัยในครั้งนี้ได้แนวคิดมาจากงานวิจัยในอดีตซึ่งชี้ให้เห็นว่ามีการประยุกต์ใช้นาโนซิลิการ่วมกับเถ้าลอยเพื่อพัฒนากำลังอัดมอร์ต้าร์ให้ได้ค่ากำลังอัดที่สูงขึ้น จึงนำมาใช้เป็นแนวทางในการศึกษาและทดสอบเพื่อพัฒนาคอนกรีตให้มีกำลังอัดสูง และเพื่อช่วยลดปริมาณในการใช้ปูนซีเมนต์ลงซึ่งเป็นสิ่งที่น่าสนใจ จึงนำเอาเถ้าลอย และนาโนซิลิกาซึ่งเป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่มีแนวโน้มที่จะนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายและจะเพิ่มมากขึ้นในงานคอนกรีตเช่นเดียวกับซิลิกาฟูมประกอบกับราคาของนาโนซิลิกาไม่แพงมากในปัจจุบัน (กิโลกรัมละ 300 บาท) และมีแนวโน้มที่ลดลงเรื่อยๆ งานวิจัยครั้งนี้จึงมีแนวคิดที่จะใช้นาโนซิลิการ่วมกับเถ้าลอยมาพัฒนากำลังของคอนกรีต ซึ่งจากงานวิจัยในอดีต [2, 3 และ 7] พบว่าปริมาณในการแทนที่อย่างเหมาะสมจะเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญ และทำให้

ได้ผลโดยตรงต่อการใช้คอนกรีตที่ผสมนาโนซิลิกา ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงคำนึงถึงปริมาณที่เหมาะสมในการแทนที่ของนาโนซิลิกา นอกจากนี้ในงานวิจัยจึงได้คำนึงถึงความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ในการผลิตคอนกรีต ที่ประยุกต์ใช้นาโนซิลิการ่วมกับเถ้าลอยและทำการนำเสนอในสัดส่วนที่เหมาะสม

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. ศึกษาการพัฒนากำลังอัดของคอนกรีต ผสมเถ้าลอย และ คอนกรีต ที่ใช้เถ้าลอยในปริมาณสู ง ร่วมกับนาโนซิลิกา
2. สามารถลดปริมาณการใช้ปูนซีเมนต์ และเพิ่มปริมาณการใช้เถ้าลอย เพื่อลดปัญหาโลกร้อน
3. ศึกษาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของคอนกรีตผสมเถ้าลอย และคอนกรีตผสมเถ้าลอยในปริมาณสูงร่วมกับนาโนซิลิกา
4. นำเสนอสัดส่วนที่เหมาะสมระหว่างปูนซีเมนต์ เถ้าลอย และนาโนซิกา ซึ่งสามารถนำไปใช้เพื่อการพัฒนากำลังอัดของคอนกรีตได้อย่างเหมาะสม

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1. ใช้เถ้าลอยแทนที่ในปูนซีเมนต์ประเภทที่ 1 ในอัตราส่วนร้อยละ 40 50 และ 60
2. ใช้นาโนซิลิกาแทนที่ในปูนซีเมนต์ประเภทที่ 1 ในอัตราส่วนร้อยละ 4 7 และ 10
3. ใช้นาโนซิลิกาในอัตราส่วนร้อยละ 4 7 และ 10 ผสมร่วมกับเถ้าลอยในอัตราส่วนร้อยละ 40 50 แล 60 แทนที่ในปูนซีเมนต์ประเภทที่ 1

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากการศึกษา

ประโยชน์ที่ได้รับจาการศึกษามีดังนี้

1. สามารถลดการใช้ปูนซีเมนต์ได้โดยใช้วัสดุประสานร่วมผสมในคอนกรีต
2. ได้อัตราส่วนระหว่างเถ้าลอย และนาโนซิลิกาที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการพัฒนาคอนกรีตกำลังสูง
3. ได้ผลการทดสอบกำลังอัดเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการนำไปศึกษาเพื่อออกแบบส่วนผสมคอนกรีตให้เหมาะสมกับลักษณะของงานก่อสร้าง