บทที่ 6
สรุปผลงานวิจัยและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลงานวิจัย

จากผลการวิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้

6.1.1 จากผลการวิจัย ทำให้ได้ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วน w/b ที่ผสมเถ้าลอยร้อยละ 0 15 25 และ 35 กับกำลังอัดสำหรับใช้ในการออกแบบส่วนผสมคอนกรีตตามวิธีการของเอซีไอ ตามรูปที่ 5.19 5.20 5.21 และ 5.22 หรือตามตารางที่ 5.4 ในบทที่ 5

6.1.2 คอนกรีตที่ผสมเถ้าลอยแม่เมาะในปริมาณที่มากขึ้น ความต้องการน้ำสำหรับค่าการยุบตัวเป็นศูนย์จะลดลง โดยที่คอนกรีตที่มีการแทนที่ด้วยเถ้าลอยร้อยละ 15 25 และ 35 และเมื่ออัตราส่วน w/b เพิ่มขึ้นความต้องการน้ำจะลดลงดังแสดงในตารางที่ 5.1 แสดงว่า คอนกรีตที่มีการแทนที่ด้วยเถ้าลอยแม่เมาะจะทำให้ความสามารถเทได้ดีขึ้น

6.1.3 จากผลการวิเคราะห์กำลังอัดของคอนกรีตผสมเถ้าลอยแม่เมาะในปริมาณร้อยละ 15 25 และ 35 โดยการแทนที่ปูนซีเมนต์ ตามวิธีการของเอซีไอ ให้ผลการทดสอบกำลังอัดเปรียบเทียบกับคอนกรีตที่ไม่ผสมเถ้าลอยพบว่า คอนกรีตที่มีการแทนที่ด้วยเถ้าลอยร้อยละ 15 ให้กำลังอัดดีที่สุดในทุกอัตราส่วน w/b และคอนกรีตที่มีอัตราส่วน w/b ต่ำกว่าจะให้กำลังอัดสูงกว่าคอนกรีตที่มีอัตราส่วน w/b สูงกว่าในช่วงอายุ 7-56 วัน

6.1.4 ความหนาแน่นของคอนกรีตจะลดลงเมื่อปริมาณการแทนที่ด้วยเถ้าลอยเพิ่มขึ้น และความสัมพันธ์ของอัตราส่วนน้ำต่อวัสดุเชื่อมประสานกับความหนาแน่นของคอนกรีตผสมเถ้าลอย พบว่าอัตราส่วนน้ำต่อวัสดุเชื่อมประสานที่ 0.38 ให้ความหนาแน่นของคอนกรีตผสมเถ้าลอยมากที่สุด

6.2 ข้อเสนอปรับปรุงวิธีการออกแบบส่วนผสมของเอซีไอสำหรับคอนกรีตผสมเถ้าลอยแม่เมาะที่มีการยุบตัวเป็นศูนย์

การศึกษาการแทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยเถ้าลอยที่ร้อยละ 0 15 25 และ 35 ที่มีผลต่อความต้องการน้ำในส่วนผสมได้ผลดังแสดงในตารางที่ 5.1

ส่วนผลที่ได้จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนน้ำต่อวัสดุเชื่อมประสานและร้อยละการแทนที่ปูนซีเมนต์ของเถ้าลอย กับกำลังอัด สามารถนำมาแสดงในรูปแบบกราฟ ดังรูปที่ 5.18 5.19 5.20 และ 5.21 และรูปแบบตาราง ดังตารางที่ 5.4

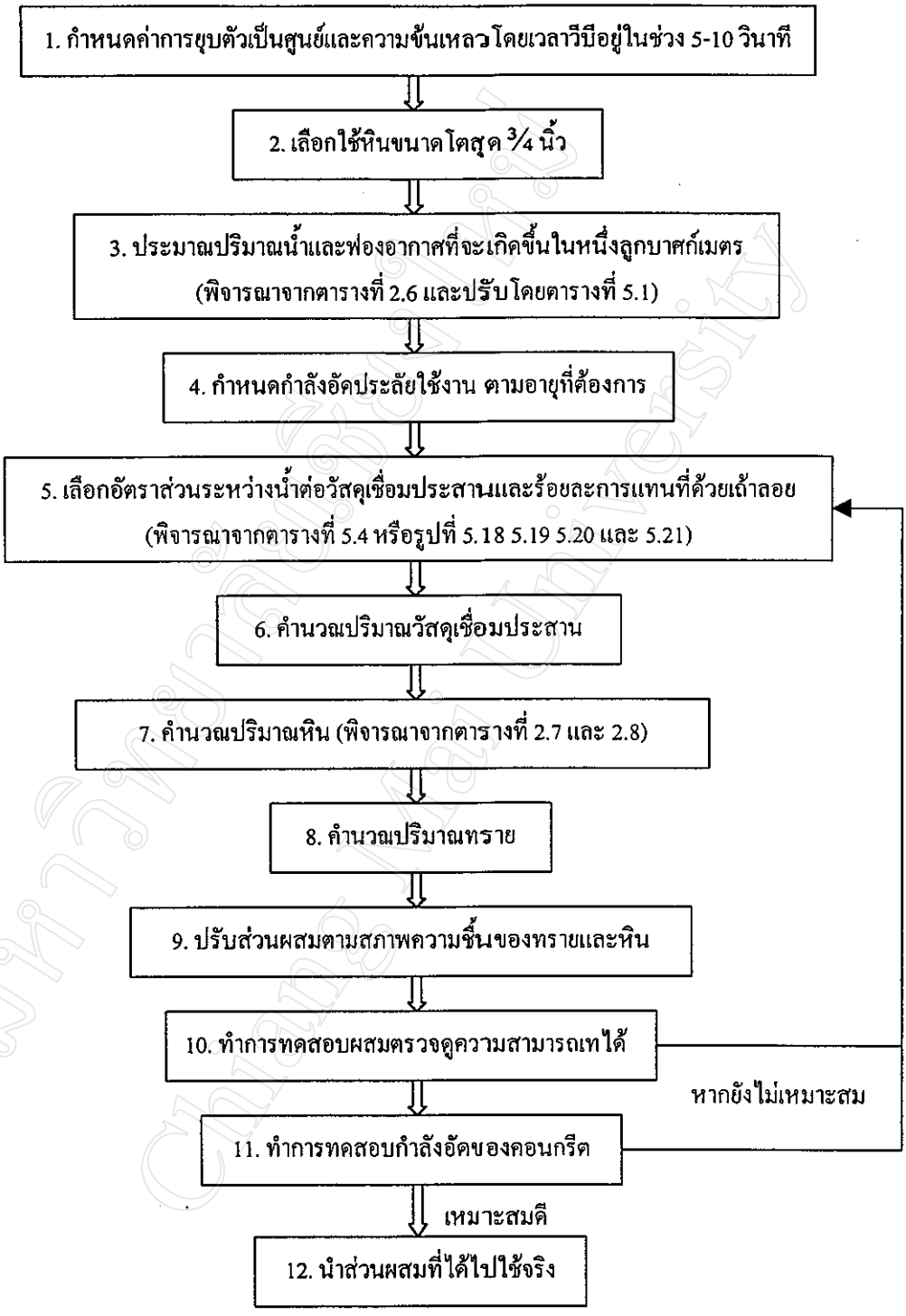
สำหรับวิธีการนำไปใช้ ขั้นตอนการออกแบบส่วนผสมที่เกี่ยวข้องกับเถ้าลอยจะมีอยู่ 2 ขั้นตอนดังนี้

6. 2.1 ขั้นตอนของการเลือกน้ำสำหรับค่าการยุบตัว ให้ใช้ตารางที่ 5.1 ในการคำนวณหาปริมาณน้ำที่ลดลงในส่วนผสม เพื่อให้ได้คอนกรีตที่มีการยุบตัวเป็นศูนย์

6.2.2 ขั้นตอนของการเลือกอัตราส่วนอัตราส่วนน้ำต่อวัสดุเชื่อมประสานสำหรับกำลังอัดประลัยที่ต้องการ ให้ใช้รูปที่ 5.18 5.19 5.20 และ 5.21 หรือ ตารางที่ 5.4 ส่วนขั้นตอนอื่นๆ ให้ปฏิบัติตามแผนภาพแสดงขั้นตอนการออกแบบส่วนผสมสำหรับคอนกรีตผสมเถ้าลอยแม่เมาะที่มีการยุบตัวเป็นศูนย์ โดยเป็นวิธีการที่ปรับปรุงจากวิธีการของเอซีไอ ดังแสดงในรูปที่ 6.1

6.3 ข้อเสนอแนะ

6.3.1 ในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาข้อเสนอปรับปรุงวิธีการออกแบบส่วนผสมคอนกรีตผสมเถ้าลอยตามวิธีการของเอซีไอ โดยใช้เถ้าลอยแม่เมาะที่ได้จากการผลิตกระแสไฟฟ้าโดยตรง โดยมิได้นำเถ้าลอยมาทำการคัดเลือกขนาดแต่อย่างใด ซึ่งจากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า การแทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยเถ้าลอยแม่เมาะสามารถเพิ่มกำลังอัดให้กับคอนกรีตได้ โดยเฉพาะการแทนที่ด้วยเถ้าลอยไม่เกินร้อยละ 35 และให้ผลดีกว่าคอนกรีตควบคุมอย่างเด่นชัดที่ร้อยละ 15 แต่อย่างไรก็ตาม เนื่องจากอนุภาคของเถ้าลอยแม่เมาะยังคงมีขนาดใหญ่ การเพิ่มกำลังอัดจึงต้องใช้เวลานานมากกว่า 28 วันจึงจะได้กำลังอัดสูงกว่าคอนกรีตที่ไม่ผสมเถ้าลอย ซึ่งถ้าต้องการให้เถ้าลอยมีประสิทธิภาพช่วยให้คอนกรีตเพิ่มกำลังอัดได้เร็วกว่านี้ ควรมีวิธีการปรับปรุงกระบวนการเก็บเถ้าลอย เพื่อให้สามารถแยกเถ้าลอยขนาดละเอียดออกมาใช้งานกับคอนกรีตได้โดยตรง ดังนั้นถ้านำไปใช้งานจริงควรใช้ที่มีการสั่นเข้าแบบด้วยพลังงานที่พอเหมาะและมีความสม่ำเสมอด้วย



รูปที่ 6.1 แผนภาพแสดงขั้นตอนการออกแบบส่วนผสมสำหรับคอนกรีตผสมเถ้าลอยแม่เมาะที่มีการยุบตัวเป็นศูนย์

6.3.2 หากต้องการให้กำลังอัดของคอนกรีตผสมเถ้าลอยที่มีค่าการยุบตัวเป็นศูนย์ดีขึ้นควรเพิ่มพลังงานในการสั่นเข้าแบบให้มากเพียงพอ เพื่อให้คอนกรีตไม่มีโพรงอากาศและมีความหนาแน่นที่ดี เพราะจากงานวิจัยนี้พบว่าคอนกรีตที่มีการยุบเป็นศูนย์จะมีกำลังอัดสูงขึ้นเมื่อมีความหนาแน่นมากขึ้น

6.3.3 ข้อเสนอที่ได้จากการวิจัยนี้เป็นเพียงแนวทางในการนำไปใช้เพื่อการออกแบบส่วนผสมคอนกรีตผสมเถ้าลอยจากแม่เมาะเท่านั้น หากใช้เถ้าลอยจากแหล่งอื่น อาจนำมาใช้เป็นแนวทางอย่างคร่าวๆ แต่ทั้งนี้ต้องตรวจสอบคุณสมบัติของเถ้าลอยจากแหล่งนั้นๆ ด้วยว่ามีคุณสมบัติได้มาตรฐานของวัสดุปอซโซลานมากน้อยเพียงใด

6.3.4 เนื่องจากการศึกษานี้มุ่งเน้นหาผลกระทบของปริมาณเถ้าลอยแม่เมาะที่มีต่อกำลังอัดของคอนกรีตผสมเถ้าลอยที่ออกแบบโดยมาตรฐานเอซีไอ จึงมีขอบเขตจำกัดในการใช้วัสดุ เช่น ใช้หิน ¾ นิ้ว เป็นต้น เพื่อให้สามารถใช้งานได้กว้างขวางมากขึ้น ควรทำการศึกษาผลของกำลังอัดของคอนกรีตผสมเถ้าลอยเมื่อคุณสมบัติของวัสดุผสมเปลี่ยนไปด้วย

6.3.5 จากการวิจัยพบว่าคอนกรีตที่มีค่าการยุบตัวเป็นศูนย์นั้นจะให้ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานที่สูง ในการศึกษาขั้นต่อไปควรให้ความสำคัญกับพลังงานในการบดอัด และระมัดระวังในขั้นตอนการจัดเตรียมวัสดุ และการทดสอบกำลังอัด