

บทที่ 6

สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาคุณสมบัติพื้นฐานและคุณสมบัติทางกลของปูนฉาบที่มีการแทนที่เถ้าขาน้อยในมวลรวมละเอียดประเภทฝุ่นหินปูนและทราย พบว่าปูนฉาบที่มีอัตราส่วนผสมโดยการแทนที่เถ้าขาน้อยในมวลรวมละเอียดที่เพิ่มขึ้นมีค่าความต้องการน้ำมากขึ้นปูนฉาบมีความพรุนสูงและระยะเวลาก่อตัวสุดท้ายของปูนฉาบที่มีการแทนที่เถ้าขาน้อยในทรายลดลง กำลังต้านทานแรงอัด แรงดัด แรงดึงและกำลังยึดเหนี่ยวที่อายุ 28 วัน ลดลง การหดตัวแบบแห้งของปูนฉาบมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อแทนที่เถ้าขาน้อยในมวลรวมละเอียดมากขึ้น และเมื่อความพรุนของปูนฉาบสูงจากการแทนที่มวลรวมละเอียดด้วยเถ้าขาน้อยเพิ่มขึ้นทำให้ปูนฉาบมีค่าการนำความร้อนต่ำและความจุความร้อนสูง ส่วนค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงจะมีค่ามากเมื่อปูนฉาบถูกแทนที่ด้วยเถ้าขาน้อยในอัตราส่วนผสมที่เพิ่มขึ้นซึ่งสอดคล้องกับค่าความพรุนที่วัดได้ และเมื่อนำคุณสมบัติของปูนฉาบที่มีส่วนผสมของเถ้าขาน้อยมาเปรียบเทียบกับมาตรฐานอุตสาหกรรมของปูนฉาบ พบว่าปูนฉาบที่มีการแทนที่ฝุ่นหินปูนด้วยเถ้าขาน้อยมีคุณสมบัติเทียบเคียงกับมาตรฐาน

6.2 อภิปรายผลการศึกษา

จากการศึกษาคุณสมบัติพื้นฐานของปูนฉาบโดยการแทนที่เถ้าขาน้อยในมวลรวมละเอียด ทำให้ทราบว่า การใช้เถ้าขาน้อยแทนที่ในมวลรวมละเอียดของปูนฉาบจะส่งผลให้ปูนฉาบมีคุณสมบัติเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งสามารถอภิปรายผลการศึกษาดังต่อไปนี้

ปูนฉาบสูตรที่ 1 ประกอบด้วยปูนซีเมนต์ร้อยละ 20 และฝุ่นหินปูนร้อยละ 80 โดยน้ำหนัก พบว่ามีปริมาณความต้องการน้ำเท่ากับ 187.0 กรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักปูนฉาบ ระยะเวลาก่อตัวเริ่มต้นเท่ากับ 164 นาที ระยะเวลาก่อตัวสุดท้ายเท่ากับ 285 นาที กำลังต้านทานแรงอัดที่อายุ 28 วัน เท่ากับ 7.31 เมกะปาสคาล กำลังต้านทานการดัดที่อายุ 28 วัน เท่ากับ 2.04 เมกะปาสคาล กำลังต้านทานแรงดึงที่อายุ 28 วัน เท่ากับ 0.98 เมกะปาสคาล กำลังยึดเหนี่ยวที่

อายุ 28 วัน เท่ากับ 0.20 เมกกะปาสคาล การสูญเสียน้ำหนักที่อายุ 28 วัน ร้อยละ 10.75 การหดตัวแบบแห้งที่อายุ 28 วัน ร้อยละ 0.012 ความพูนตัวร้อยละ 36.56 สัมประสิทธิ์การนำความร้อน เท่ากับ 0.80 และสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง (NRC) เท่ากับ 0.09

ปูนฉาบสูตรที่ 2 ประกอบด้วยปูนซีเมนต์ร้อยละ 20 ฝุ่นหินปูนร้อยละ 70 เถ้าขาน้อยร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก พบว่ามีปริมาณความต้องการน้ำ เท่ากับ 291.3 กรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักปูนฉาบ ระยะเวลาก่อตัวเริ่มต้นเท่ากับ 108 นาที ระยะเวลาก่อตัวสุดท้าย เท่ากับ 180 นาที กำลังต้านทานแรงอัดที่อายุ 28 วัน เท่ากับ 3.16 เมกกะปาสคาล กำลังต้านทานแรงดัดที่อายุ 28 วัน เท่ากับ 1.24 เมกกะปาสคาล กำลังต้านทานแรงดึงที่อายุ 28 วัน เท่ากับ 0.49 เมกกะปาสคาล กำลังยึดเหนี่ยวที่อายุ 28 วัน เท่ากับ 0.14 เมกกะปาสคาล การสูญเสียน้ำหนักที่อายุ 28 วัน ร้อยละ 10.98 การหดตัวแบบแห้งที่อายุ 28 วัน ร้อยละ 0.014 ความพูนตัวร้อยละ 39.21 สัมประสิทธิ์การนำความร้อน เท่ากับ 0.72 และสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง (NRC) เท่ากับ 0.09

ปูนฉาบสูตรที่ 3 ประกอบด้วยปูนซีเมนต์ร้อยละ 20 ฝุ่นหินปูนร้อยละ 65 เถ้าขาน้อยร้อยละ 15 โดยน้ำหนัก พบว่ามีปริมาณความต้องการน้ำ เท่ากับ 342.5 กรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักปูนฉาบ ระยะเวลาก่อตัวเริ่มต้นเท่ากับ 115 นาที ระยะเวลาก่อตัวสุดท้าย เท่ากับ 210 นาที กำลังต้านทานแรงอัดที่อายุ 28 วัน เท่ากับ 2.74 เมกกะปาสคาล กำลังต้านทานแรงดัดที่อายุ 28 วัน เท่ากับ 1.14 เมกกะปาสคาล กำลังต้านทานแรงดึงที่อายุ 28 วัน เท่ากับ 0.43 เมกกะปาสคาล กำลังยึดเหนี่ยวที่อายุ 28 วัน เท่ากับ 0.12 เมกกะปาสคาล การสูญเสียน้ำหนักที่อายุ 28 วัน ร้อยละ 11.48 การหดตัวแบบแห้งที่อายุ 28 วัน ร้อยละ 0.015 ความพูนตัวร้อยละ 41.35 สัมประสิทธิ์การนำความร้อน เท่ากับ 0.69 และสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง (NRC) เท่ากับ 0.09

ปูนฉาบสูตรที่ 4 ประกอบด้วยปูนซีเมนต์ร้อยละ 20 ฝุ่นหินปูนร้อยละ 60 เถ้าขาน้อยร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก พบว่ามีปริมาณความต้องการน้ำเท่ากับ 410.3 กรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักปูนฉาบ ระยะเวลาก่อตัวเริ่มต้นเท่ากับ 143 นาที ระยะเวลาก่อตัวสุดท้าย เท่ากับ 270 นาที กำลังต้านทานแรงอัดที่อายุ 28 วัน เท่ากับ 2.49 เมกกะปาสคาล กำลังต้านทานแรงดัดที่อายุ 28 วัน เท่ากับ 1.07 เมกกะปาสคาล กำลังต้านทานแรงดึงที่อายุ 28 วัน เท่ากับ 0.41

เมกกะปาสคาล กำลังยึดเหนี่ยวที่อายุ 28 วัน เท่ากับ 0.11 เมกกะปาสคาล การสูญเสียน้ำหนักที่อายุ 28 วัน ร้อยละ 13.15 การหดตัวแบบแห้งที่อายุ 28 วัน ร้อยละ 0.020 ความพรุนตัวร้อยละ 42.38 สัมประสิทธิ์การนำความร้อน เท่ากับ 0.62 และสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง (NRC) เท่ากับ 0.10

ปูนฉาบสูตรที่ 5 ประกอบด้วยปูนซีเมนต์ร้อยละ 20 และทรายละเอียดร้อยละ 80 โดยน้ำหนัก พบว่ามีปริมาณความต้องการน้ำเท่ากับ 176.8 กรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักปูนฉาบ ระยะเวลาก่อตัวเริ่มต้นเท่ากับ 216 นาที ระยะเวลาก่อตัวสุดท้ายเท่ากับ 435 นาที กำลังต้านทานแรงอัดที่อายุ 28 วัน เท่ากับ 3.66 เมกกะปาสคาล กำลังต้านทานแรงดัดที่อายุ 28 วัน เท่ากับ 1.14 เมกกะปาสคาล กำลังต้านทานแรงดึงที่อายุ 28 วัน เท่ากับ 0.45 เมกกะปาสคาล กำลังยึดเหนี่ยวที่อายุ 28 วัน เท่ากับ 0.20 เมกกะปาสคาล การสูญเสียน้ำหนักที่อายุ 28 วัน ร้อยละ 5.41 การหดตัวแบบแห้งที่อายุ 28 วัน ร้อยละ 0.011 ความพรุนตัวร้อยละ 36.59 สัมประสิทธิ์การนำความร้อน เท่ากับ 0.81 และสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง (NRC) เท่ากับ 0.10

ปูนฉาบสูตรที่ 6 ประกอบด้วยปูนซีเมนต์ร้อยละ 20 ทรายละเอียดร้อยละ 70 เถ้าขาน้อยร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก พบว่ามีปริมาณความต้องการน้ำเท่ากับ 314.5 กรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักปูนฉาบ ระยะเวลาก่อตัวเริ่มต้นเท่ากับ 195 นาที ระยะเวลาก่อตัวสุดท้ายเท่ากับ 345 นาที กำลังต้านทานแรงอัดที่อายุ 28 วัน เท่ากับ 2.22 เมกกะปาสคาล กำลังต้านทานแรงดัดที่อายุ 28 วัน เท่ากับ 0.96 เมกกะปาสคาล กำลังต้านทานแรงดึงที่อายุ 28 วัน เท่ากับ 0.41 เมกกะปาสคาล กำลังยึดเหนี่ยวที่อายุ 28 วัน เท่ากับ 0.19 เมกกะปาสคาล การสูญเสียน้ำหนักที่อายุ 28 วัน ร้อยละ 10.95 การหดตัวแบบแห้งที่อายุ 28 วัน ร้อยละ 0.012 ความพรุนตัวร้อยละ 39.76 สัมประสิทธิ์การนำความร้อน เท่ากับ 0.47 และสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง (NRC) เท่ากับ 0.10

ปูนฉาบสูตรที่ 7 ประกอบด้วยปูนซีเมนต์ร้อยละ 20 ทรายละเอียดร้อยละ 65 เถ้าขาน้อยร้อยละ 15 โดยน้ำหนัก พบว่ามีปริมาณความต้องการน้ำเท่ากับ 365.9 กรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักปูนฉาบ ระยะเวลาก่อตัวเริ่มต้นเท่ากับ 180 นาที ระยะเวลาก่อตัวสุดท้ายเท่ากับ 285 นาที กำลังต้านทานแรงอัดที่อายุ 28 วัน เท่ากับ 2.13 เมกกะปาสคาล กำลังต้านทานแรงดัดที่อายุ 28 วัน เท่ากับ 0.76 เมกกะปาสคาล กำลังต้านทานแรงดึงที่อายุ 28 วัน เท่ากับ

0.34 เมกกะปาสคาล กำลังยึดเหนี่ยวที่อายุ 28 วัน เท่ากับ 0.09 เมกกะปาสคาล การสูญเสีย น้ำหนักที่อายุ 28 วัน ร้อยละ 11.33 การหดตัวแบบแห้งที่อายุ 28 วัน ร้อยละ 0.013 ความพรุนตัว ร้อยละ 45.21 สัมประสิทธิ์การนำความร้อน เท่ากับ 0.43 และสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง (NRC) เท่ากับ 0.11

ปูนฉาบสูตรที่ 8 ประกอบด้วยปูนซีเมนต์ร้อยละ 20 หยาวยละเอียดร้อยละ 60 เถ้าขาน้อยร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก พบว่ามีปริมาณความต้องการน้ำเท่ากับ 396.7 กรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักปูนฉาบ ระยะเวลาก่อตัวเริ่มต้นเท่ากับ 163 นาที ระยะเวลาก่อตัวสุดท้าย เท่ากับ 270 นาที กำลังต้านทานแรงอัดที่อายุ 28 วัน เท่ากับ 1.83 เมกกะปาสคาล กำลังต้านทานแรงดัดที่อายุ 28 วัน เท่ากับ 0.77 เมกกะปาสคาล กำลังต้านทานแรงดึงที่อายุ 28 วัน เท่ากับ 0.27 เมกกะปาสคาล กำลังยึดเหนี่ยวที่อายุ 28 เท่ากับ 0.08 การสูญเสีย น้ำหนักที่อายุ 28 วัน ร้อยละ 12.80 การหดตัวแบบแห้งที่อายุ 28 วัน ร้อยละ 0.014 ความพรุนตัวร้อยละ 49.76 สัมประสิทธิ์การนำความร้อน เท่ากับ 0.31 และสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง (NRC) เท่ากับ 0.12

จากผลการทดสอบคุณสมบัติของปูนฉาบทั้ง 8 ส่วนผสมพบว่าในส่วนผสมที่ 2, 3 และ 4 มีความต้องการน้ำ ความพรุนตัวและสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงเพิ่มขึ้นแต่จะมีกำลังต้านทานแรงอัด แรงดัด แรงดึงและกำลังยึดเหนี่ยวลดลงตามลำดับ เช่นเดียวกับในส่วนผสมที่ 6, 7 และ 8 และเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับส่วนผสมที่ 1 และ 4 ซึ่งเป็นสูตรควบคุมพบว่าเมื่อแทนที่เถ้าขาน้อยในมวลรวมละเอียดเพิ่มขึ้นทำให้ความสามารถในการต้านทานกำลังรับแรงอัด แรงดัด แรงดึงและกำลังยึดเหนี่ยวลดลงแต่จะมีประสิทธิภาพในการดูดซับเสียงและมีความเป็นฉนวนเพิ่มขึ้นทั้งนี้เนื่องจากลักษณะทางกายภาพของปูนฉาบซึ่งสังเกตุดูลักษณะเบื้องต้นได้จากค่าความพรุนที่เพิ่มขึ้นของส่วนผสมที่ 2, 3, 4, 6, 7 และ 8 ตามลำดับ สำหรับการเปรียบเทียบผลที่ได้จากการทดสอบกับข้อกำหนดตามมาตรฐานอุตสาหกรรม 1776-2542 และปูนฉาบสูตรควบคุมที่ไม่มีการแทนที่ด้วยเถ้าขาน้อยสรุปได้ว่าส่วนผสมที่ 2, 3 และ 4 ที่มีการแทนที่เถ้าขาน้อยในปูนหิнопูนมีคุณสมบัติเทียบเคียงกับมาตรฐานสำหรับงานฉาบผนังก่ออิฐ ส่วนการแทนที่เถ้าขาน้อยในหยาวยละเอียดของส่วนผสมที่ 6, 7 และ 8 พบว่ากำลังต้านทานแรงอัดมีค่าต่ำกว่า 2.5 เมกกะปาสคาล ซึ่งมีเกณฑ์ต่ำกว่ามาตรฐานสำหรับงานฉาบผนังก่ออิฐ แต่มีคุณสมบัติอื่นเทียบเคียงกับมาตรฐานในลักษณะงานประเภทเดียวกัน ดังแสดงในตารางที่ จ-1

6.3 ข้อจำกัดของการศึกษา

การศึกษาในครั้งนี้จะบอกถึงคุณสมบัติของปูนฉาบที่มีส่วนผสมของปูนซีเมนต์ในมวลรวมละเอียดได้แก่ ผุ่นหินปูนและทราย ในอัตราส่วนการแทนที่ร้อยละ 0,10,15 และ20 ของส่วนผสมทั้งหมดโดยน้ำหนัก และจากผลที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้เพื่อเป็นแนวทางการผลิตปูนฉาบที่มีส่วนผสมของปูนซีเมนต์ในมวลรวมละเอียดให้มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับความต้องการของผู้ใช้งานและเพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางในการศึกษาวิจัยต่อไปในอนาคต

6.4 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาในครั้งนี้ผู้ทำการศึกษามีความประสงค์ที่จะให้ผู้ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาเกี่ยวกับปูนฉาบได้นำส่วนผสมของปูนซีเมนต์มาปรับปรุงคุณภาพก่อนการผสมแทนที่ในมวลรวมละเอียดและประยุกต์ใช้เพื่อผสมแทนที่ปูนซีเมนต์หรือทำการทดสอบคุณสมบัติของปูนชนิดอื่นๆมาแทนที่ในมวลรวมละเอียดเพื่อนำมาปรับปรุงคุณสมบัติของปูนฉาบให้มีคุณสมบัติเทียบเคียงกับมาตรฐานอุตสาหกรรมและตรงตามความต้องการในการใช้งานมากยิ่งขึ้น