

## สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยนี้เป็นการศึกษาพัฒนาต่อจากงานวิจัยที่ผ่านมา ซึ่งส่วนใหญ่เป็นงานวิจัยที่ศึกษาการนำเถ้าลอยมาใช้ในลักษณะแทนที่ปูนซีเมนต์และการใช้เป็นสารปอซโซลาน แต่การวิจัยนี้จะทำการศึกษาความเป็นไปได้ในการนำเถ้าลอยเส้นใยปาล์มมาใช้ประโยชน์ โดยการนำมาใช้เป็นวัสดุแทนที่ทรายหรือใช้เป็นมวลรวม (Aggregate) เนื่องจากที่ผ่านมาเถ้าลอยเส้นใยปาล์มนั้นยังไม่มีนำไปใช้ประโยชน์อย่างจริงจังตลอดจนในแต่ละปีมีเถ้าลอยชนิดนี้เหลือเป็นจำนวนมาก การวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาสมบัติทางกายภาพ ส่วนประกอบทางเคมี และส่วนประกอบเชิงแร่ของเถ้าลอยเส้นใยปาล์มเปรียบเทียบกับเถ้าลอยลิกไนต์ ศึกษาสมบัติของมอร์ตาร์เมื่อมีการแทนที่ทรายด้วยเถ้าลอยเส้นใยปาล์ม และเถ้าลอยลิกไนต์ในด้านกำลังรับแรงอัด และความหนาแน่นแห้งตลอดจนสมบัติของ มอร์ตาร์ที่มีส่วนผสมของเถ้าลอยเส้นใยปาล์ม และเถ้าลอยลิกไนต์แบบมีฟองอากาศ เพื่อเป็นแนวทางในการวิจัยและพัฒนาการนำเถ้าลอยเส้นใยปาล์มไปใช้ประโยชน์ต่อไป

### 5.1 สรุปผลการวิจัย

สมบัติพื้นฐานของเถ้าลอย

1. การเพิ่มร้อยละการแทนที่ทรายด้วยเถ้าลอยเส้นใยปาล์ม เถ้าลอยเส้นใยปาล์มบด และเถ้าลอยเส้นใยปาล์มเผาในส่วนผสมมอร์ตาร์ทำให้กำลังรับแรงอัด และความหนาแน่นแห้งของมอร์ตาลดต่ำลง

2. เนื่องจากส่วนประกอบทางเคมีของเถ้าลอยเส้นใยปาล์มหลัก คือ ออกไซด์ของซิลิกา ( $\text{SiO}_2$ ) ออกไซด์ของอลูมินา ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) ออกไซด์ของเหล็ก ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) และออกไซด์ของแคลเซียม ( $\text{CaO}$ ) มีในสัดส่วนที่ไม่เหมาะสม และมีค่าการสูญเสียเนื่องจากการเผาสูงจึงไม่ช่วยเพิ่มกำลังรับแรงอัดเมื่อนำไปผสมกับปูนซีเมนต์ แต่เมื่อมีการนำเถ้าลอยเส้นใยปาล์มไปทำการเผาอีกครั้งปรากฏว่าสามารถช่วยให้กำลังรับแรงอัดดีขึ้นโดยเฉพาะเมื่อนำไปใช้ในการหลอมมอร์ตาร์แบบมีฟองอากาศ เนื่องจากเถ้าลอยเส้นใยปาล์มเผานั้นอนุภาคมีขนาดเล็ก และมีค่าการสูญเสียเนื่องจากการเผาที่ค่อนข้างต่ำ ส่วนประกอบทางแร่ที่เปลี่ยนไปเนื่องจากการเผาทำให้มีส่วนประกอบในรูปอสัณฐาน (Amorphous Phase) เพิ่มขึ้นทำให้มีโอกาสเกิดปฏิกิริยาได้ดีขึ้น

3. แก้วลอยเส้นใยปาล์มสามารถนำมาใช้ผสมกับปูนซีเมนต์ โดยการแทนที่ทรายเพื่อทำการหล่อมอร์ต้า โดยที่อัตราการแทนที่ร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก ได้มอร์ต้ามีกำลังรับแรงอัดดีที่สุด คือ 240 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

4. แก้วลอยเส้นใยปาล์มบดสามารถนำมาใช้ผสมกับปูนซีเมนต์ โดยการแทนที่ทรายเพื่อทำการหล่อมอร์ต้า โดยที่อัตราการแทนที่ร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก ได้มอร์ต้ามีกำลังรับแรงอัดดีที่สุด คือ 254 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

5. แก้วลอยเส้นใยปาล์มเผาสามารถนำมาใช้ผสมกับปูนซีเมนต์ โดยการแทนที่ทรายเพื่อทำการหล่อมอร์ต้า โดยที่อัตราการแทนที่ร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก ได้มอร์ต้ามีกำลังรับแรงอัดดีที่สุด คือ 279 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

6. สำหรับแก้วลอยเส้นใยปาล์มทั้ง 3 ประเภท นั้นเมื่อนำไปใช้เป็นส่วนผสมเพื่อหล่อมอร์ต้าโดยการแทนที่ทรายนั้น แก้วลอยเส้นใยปาล์มเผาจะให้กำลังรับแรงอัดดีที่สุด

7. แก้วลอยเส้นใยปาล์มเผาสามารถนำมาใช้ผสมกับปูนซีเมนต์ โดยการแทนที่ทรายเพื่อทำการหล่อมอร์ต้าแบบมีฟองอากาศ โดยที่อัตราการแทนที่ร้อยละ 10 โดยน้ำหนักได้มอร์ต้ามีกำลังรับแรงอัดที่ดีที่สุด คือ 76 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ซึ่งใกล้เคียงกับมอร์ต้าธรรมดาแบบมีฟองอากาศ

8. เมื่อพิจารณาเฉพาะในด้านกำลังรับแรงอัด พบว่า แก้วลอยเส้นใยปาล์มทั้ง 3 ประเภท คือ แก้วลอยเส้นใยปาล์ม แก้วลอยเส้นใยปาล์มบด และแก้วลอยเส้นใยปาล์มเผาสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้โดยนำไปใช้เป็นส่วนผสมในการทำคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก และรับน้ำหนักได้ ซึ่งได้กำลังรับแรงอัดผ่านมาตรฐาน มอก. 57 และ มอก. 58 โดยตามมาตรฐาน มอก. 57 คอนกรีตบล็อกรับน้ำหนักกำหนดกำลังรับแรงอัดไว้ไม่น้อยกว่า 70 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ส่วนมาตรฐาน มอก. 58 คอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักนั้น กำหนดกำลังรับแรงอัดไว้ไม่น้อยกว่า 25 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

9. กำลังรับแรงอัดของมอร์ต้าผสมแก้วลอยเส้นใยปาล์มเผา โดยการแทนที่ทรายที่อัตราร้อยละ 0 ถึง 20 โดยน้ำหนัก ที่อายุการบ่ม 28 วัน อัตราส่วนการแทนที่ทรายด้วยแก้วลอยเส้นใยปาล์มที่ร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก ให้กำลังรับแรงอัดสูงสุด คือ 279 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรหรือคิดเป็นร้อยละ 98.6 ของมอร์ต้าธรรมดา และมีกำลังรับแรงอัดสูงกว่ากำลังรับแรงอัดของมอร์ต้าผสมแก้วลอยเส้นใยปาล์มและแก้วลอยเส้นใยปาล์มบดเมื่อแทนที่ที่อัตราเดียวกัน

10. สำหรับค่าใช้จ่ายในการเตรียมแก้วลอยเส้นใยปาล์มบด และแก้วลอยเส้นใยปาล์มเผา นั้นค่อนข้างสูง คือ แก้วลอยเส้นใยปาล์มบดเสียค่าใช้จ่าย 40 บาทต่อกิโลกรัม และแก้วลอยเส้นใยปาล์มเผาเสียค่าใช้จ่าย 25 บาทต่อกิโลกรัม

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ควรศึกษาส่วนประกอบทางเคมีของเถ้าลอยเส้นใยปาล์ม เพื่อดูว่าส่วนประกอบชนิดไหนที่เป็นสาเหตุทำให้สมบัติกำลังรับกำลังที่ไม่ดี จะได้หาวิธีการแก้ไขปรับปรุงให้ดีขึ้น
2. จากการศึกษาครั้งนี้ได้ข้อสรุปว่า การนำเถ้าลอยเส้นใยปาล์มมาใช้ในงานคอนกรีตนั้น ควรใช้ร่วมกับสารผสมเพิ่ม (Admixture) หรือสารปอซโซลานเพื่อทำให้ได้มอร์ตาร์หรือคอนกรีตที่มีสมบัติที่ดี มีกำลังรับแรงอัดที่ดี มีน้ำหนักเบา และราคาถูก
3. จากสมบัติของเถ้าลอยเส้นใยปาล์มที่เด่นในเรื่องมีความหนาแน่นต่ำ และเมื่อนำไปผสมกับปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์เพื่อหล่อเป็นก้อนมอร์ตาร์ก็ทำให้มอร์ตาร์มีความหนาแน่นต่ำลงด้วย ควรมีการพัฒนาเถ้าลอยชนิดนี้ในด้านใช้เป็นมวลรวมน้ำหนักเบา (Light weight aggregate) ซึ่งอาจใช้ทำเป็นฉนวนกันความร้อนได้ หากมีการพัฒนาในด้านกำลังรับแรงอัดให้ดีขึ้นร่วมด้วย
4. ควรมีการศึกษาถึงปริมาณน้ำที่เหมาะสมในการหล่อมอร์ตาร์ผสมเถ้าลอยเส้นใยปาล์ม และหล่อมอร์ตาร์ผสมเถ้าลอยเส้นใยปาล์มเผาแบบมีฟองอากาศ
5. ควรหาตัวประสานชนิดอื่นนอกเหนือจากปูนซีเมนต์ เพื่อจะได้นำเถ้าลอยเส้นใยปาล์มไปใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น เช่น นำไปผสมกับดินเหนียวใช้ในการทำอิฐดินเผา นำไปใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตเซรามิกโดยผสมกับดินขาว (kaolin) ฯลฯ
6. ควรมีการเพิ่มปริมาณการใช้ผงอลูมิเนียมในส่วนผสมมอร์ตาร์จากเดิมที่ใช้ร้อยละ 0.2 โดยน้ำหนักปูนซีเมนต์ไปเป็นร้อยละ 0.2-0.6 โดยน้ำหนักปูนซีเมนต์ซึ่งอาจทำให้ได้มอร์ตาร์ผสมเถ้าลอยเส้นใยปาล์มที่มีสมบัติดีขึ้น มีน้ำหนักเบายิ่งขึ้น