บทที่ 5

สรุปการวิจัย และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปการวิจัย

จากผลการทดลอง เพื่อหาคุณสมบัติของคอนกรีตเบา โดยใช้กรวดดินเผาจากดินแหล่งต่างๆมาใช้แทนมวลรวมหยาบนั้น พอจะสรุปผลได้ดังนี้

5.1.1 กรวดดินเผาหนองงูเห่า กรวดดินเผาหนองงูเห่าจะใช้ขนาดโตสุดไม่เกิน 1/2 นิ้ว ส่วนใหญ่จะใช้ขนาดที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 3/8 นิ้ว(9.53 มม.) และค้างตะแกรงเบอร์ 4(6.35 มม.) โดยใช้ถึง 75 % ของมวลรวมหยาบทั้งหมดที่นำมาผสม กำลังรับแรงอัดของคอนกรีตที่ได้สูงสุด 306 กก./ซม.^{2} เมื่อมีหน่วยน้ำหนัก 1885 กก./ม.^{3} หน่วยน้ำหนักของคอนกรีตที่ได้ต่ำสุด 1833 กก./ม.^{3} เมื่อมีกำลังรับแรงอัด 198 กก./ซม.^{2} โมดูลัสยืดหยุ่นมีค่าตั้งแต่ 6.4 ถึง 8.6 กก./ซม.^{2} ค่ากำลังรับแรงดัดสูงสุด50 กก./ซม.^{2} ค่ากำลังรับแรงดึงสูงสุด 34 กก./ซม.^{2} การดูดซึมน้ำเมื่อเทียบกับน้ำหนักของคอนกรีตที่แห้งในอากาศมีค่าตั้งแต่ 2.8 ถึง 4.0 % และค่าสัมประสิทธิ์ตัวนำความร้อนมีค่า 0.15 กิโลแคลอรี/เมตร/องศาเซลเซียส/ชั่วโมง

5.1.2 กรวดดินเผาบางเชน กรวดดินเผาบางเชนจะใช้ขนาดโตสุดไม่เกิน 1/2 นิ้ว โดยมีขนาดระหว่างเบอร์ 4 ถึง 3/8 นิ้วเป็นส่วนใหญ่ โดยใช้ถึง 75 % ของมวลรวมหยาบทั้งหมดที่นำมาผสม กำลังรับแรงอัดของคอนกรีตที่ได้สูงสุด 362 กก./ซม.^{2} เมื่อมีหน่วยน้ำหนัก 2083 กก./ม.^{3} หน่วยน้ำหนักของคอนกรีตที่ได้ต่ำสุด 2020 กก./ม.^{3} เมื่อมีกำลังรับแรงอัด 173 กก./ซม.^{2} โมดูลัสยืดหยุ่นมีค่าตั้งแต่ 6.7 ถึง 10.6 กก./ซม.^{2} ค่ากำลังรับแรงดัดสูงสุด 58 กก./ซม.^{2} ค่ากำลังรับแรงดึงสูงสุด 37 กก./ซม.^{2} สัมประสิทธิ์การนำความร้อนมีค่า 0.21 กิโลแคลอรี/เมตร/องศาเซลเซียส/ชั่วโมง และการดูดซึมน้ำมีค่าตั้งแต่ 2.6 ถึง 3.2 %

5.1.3 <u>กรวดดินเผาบางมด</u> ขนาดที่ใช้ก็เหมือนกับกรวดดินเผาหนองงูเห่า และบางเชน กำลังรับแรงอัดของคอนกรีตที่ได้สูงสุด 200 กก./ซม.^{2} เมื่อมีหน่วยน้ำหนัก 1934 กก./ม.^{3} หน่วยน้ำหนักของคอนกรีตที่ได้ต่ำสุด 1770 กก./ม.^{3} เมื่อมีกำลังรับแรงอัด 125 กก./ซม.^{2} โมดูลัสยืดหยุ่นมีค่าตั้งแต่ 4.0 ถึง 5.4 กก./ซม.^{2} ค่ากำลังรับแรงดัดสูงสุด 44 กก./ซม.^{2} ค่ากำลังรับแรงดึงสูงสุด 28 กก./ซม.^{2} สัมประสิทธิ์การนำความร้อนมีค่า 0.28 กิโลแคลอรี/เมตร/°ซ./ชั่วโมง และการดูดซึมน้ำของคอนกรีตมีค่าตั้งแต่ 4.6 ถึง 6.8 %

5.2 <u>เปรียบเทียบความเหมาะสมในการนำกรวดดินเผาทั้ง 3 ชนิด ที่อุณหภูมิต่างๆกัน มาใช้เป็นมวลรวมหยาบในงานคอนกรีตต่อไปในอนาคต</u>

จากผลการทดลองคุณสมบัติทางวิศวกรรมของกรวดดินเผา บางเชน บางมด และหนองงูเห่า ที่อุณหภูมิ 800 ถึง 1200° ซ. สำหรับใช้เป็นมวลรวมหยาบของคอนกรีตเบา พอจะสรุปได้ว่า กรวดดินเผาหนองงูเห่าที่อุณหภูมิ 1100 ถึง 1200° ซ. มีคุณสมบัติเหมาะสมที่จะนำมาใช้ทำคอนกรีตเบาได้ เพราะมีน้ำหนักเบา กำลังรับแรงอัดสูง มีการดูดซึมน้ำต่ำ และมีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนต่ำกว่าคอนกรีตเบาซึ่งใช้กรวดดินเผาบางเชน และบางมด กรวดดินเผาบางเชนที่อุณหภูมิ 1100° ซ. แม้จะให้กำลังรับแรงอัดสูง (Compressive Strength) แต่ยังให้หน่วยน้ำหนักสูงอยู่ และกรวดดินเผาบางมดที่อุณหภูมิ 1000° ซ. แม้จะให้หน่วยน้ำหนักต่ำ แต่ยังให้กำลังรับแรงอัดต่ำอยู่ ซึ่งพอจะอธิบายได้ตาม F. H. Norton (9) ที่อธิบายไว้ว่า กรวดดินเผาเมื่อถูกความร้อนจะทำให้น้ำที่ถูกดูดซึมเข้าไปเกิดการสูญเสีย ทำให้กำลังรับแรงอัดลดลงเล็กน้อย เนื่องจากแรงดึงดูดระหว่างอนุภาคลดลง น้ำอีกส่วนหนึ่งที่ประกอบอยู่ภายในโครงสร้างของดินจะถูกขับออกไปอีกเมื่อได้รับความร้อน จึงไปทำลายโครงสร้างในกรวดดินเผา ทำให้ความแข็งแรงของกรวดดินเผาลดลงอีก จนกระทั่งกรวดดินถูกเผาถึงอุณหภูมิหนึ่ง กำลังรับแรงอัดก็จะเริ่มเพิ่มขึ้น เนื่องจากส่วนประกอบภายในกรวดดินเผาเริ่มรวมตัวกันเป็นโครงสร้างผลึกขึ้นมาใหม่ ยังผลให้กำลังรับแรงอัดของดินเพิ่มขึ้น ซึ่งจะได้แยกอธิบายตามชนิดของกรวดดินเผาดังต่อไปนี้

5.2.1 <u>กรวดดินเผาหนองงูเห่า</u> ที่อุณหภูมิ 800 และ 900 °ซ. นั้น น้ำถูกขับออกจากกรวดดินเผา กำลังรับแรงอัดจึงน้อย ส่วนที่อุณหภูมิ 1000 ถึง 1200 °ซ. กรวดดินเผาเริ่มรวมตัวกันเป็นโครงสร้างผลึกขึ้นมาใหม่ กำลังรับแรงอัดจึงสูงขึ้น

5.2.2 <u>กรวดดินเผาบางเขน</u> กำลังรับแรงอัดจะดีขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นตามลำดับตั้งแต่ 800 ถึง 1100 °ซ. โดยมีกำลังรับแรงอัดตั้งแต่ 180 ถึง 350 กก./ซม.^{2} ซึ่งนับว่าเป็นหอนกรีตที่มีกำลังรับแรงอัดสูง พอจะนำมาอธิบายได้ว่าที่อุณหภูมิ 800 ถึง 1100 °ซ. น้ำถูกขับออกจากกรวดดินเผาหมดแล้ว และกรวดดินเผาก็เริ่มรวมตัวกันเป็นโครงสร้างผลึกที่มีความแข็งแรง ทำให้กำลังรับแรงอัดสูงขึ้นเรื่อยๆ แต่ที่อุณหภูมิ 1200 °ซ. กำลังรับแรงอัดจะลดลงเล็กน้อย อธิบายได้ว่ากรวดดินเผาเริ่มถึงจุดอ่อนตัวทำให้เกิดรูพรุนชนิดปิดมากขึ้น โดยเปรียบเทียบได้จากการดูดซึมดังตารางที่แสดงไว้ในภาคผนวก ซึ่งการดูดซึมจะลดลงอย่างมาก ทำให้มอร์ตาร์แทรกเข้าไปในรูพรุนได้น้อยกว่า เป็นผลให้กรวดดินเผาในตัวอย่างคอนกรีตรับกำลังอัดได้น้อยลง

5.2.3 <u>กรวดดินเผาบางมด</u> กำลังรับแรงอัดจะดีขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นตามลำดับตั้งแต่ 800 ถึง 1000 °ซ. โดยมีกำลังรับแรงอัดตั้งแต่ 130 ถึง 160 กก./ซม.^{2} จึงอธิบายได้เช่นเดียวกันกับกรวดบางเขน และที่อุณหภูมิ 1100 °ซ. กรวดดินเผามีรูพรุนมากขึ้น มีน้ำหนักเบาขึ้น ทำให้กำลังรับแรงอัดลดลง

จะเห็นว่าในกรวดดินเผาทั้ง 3 ชนิดนี้ กรวดดินเผาบางเขนสามารถรับแรงอัดได้สูงสุดถึง 350 กก./ซม.^{2} กรวดดินเผาหนองงูเห่ารับแรงอัดได้สูงถึง 280 กก./ซม.^{2} กรวดดินเผาบางมดรับแรงอัดได้สูงถึง 160 กก./ซม.^{2} อธิบายได้ตามเหตุผลที่ว่า กรวดดินเผาที่มีหน่วยน้ำหนักมากเพราะมีโครงสร้างที่มีรูพรุนน้อย โครงสร้างจึงแข็งแรงสามารถรับแรงอัดได้สูง[4] กรวดดินเผาบางเขน กรวดดินเผาหนองงูเห่า และกรวดดินเผาบางมด เมื่อผสมเป็นคอนกรีตจะมีหน่วยน้ำหนักมากน้อยเรียงมาตามลำดับ จึงมีกำลังรับแรงอัดมากน้อยเรียงมาตามลำดับเช่นเดียวกันด้วย และคุณสมบัติในการรับแรงอัดยังขึ้นอยู่กับโครงสร้างภายในของมวลรวมแต่ละชนิด ทำให้มีความสามารถในการรับแรงอัดไม่เท่ากัน ถึงแม้จะมีหน่วยน้ำหนักใกล้เคียงกัน

5.3 ข้อเสนอแนะเพื่อศึกษาเพิ่มเติมต่อไป

5.3.1 ทดลองใส่สารผสมกระจายกักฟองอากาศ เพื่อลดการแยกตัว และช่วยให้การเทคอนกรีตสะดวกยิ่งขึ้นและยังช่วยลดน้ำหนักของคอนกรีตลงไปได้อีก

5.3.2 ศึกษาค่า n ของคอนกรีตเบา ที่จะนำไปใช้ในการคำนวณคอนกรีตเสริมเหล็ก เพราะค่า n หรือ $\frac{E_s}{E_c}$ ของคอนกรีตเบามีค่าประมาณ 20 ถึง 25 ซึ่งมากกว่าค่า n ของคอนกรีตธรรมดา ประมาณ 2 เท่า

5.3.3 ศึกษาการเผาดินที่มีจุดหลอมเหลวต่ำ เช่นดินบางมด โดยการหา Refactory Material (สารเม็ดละเอียดที่มีจุดหลอมเหลวสูง) มาเคลือบผิวดินไว้ก่อนเผา เมื่อถึงจุดหลอมเหลวดินจะบวมตัวได้ และไม่เยิ้มติดเตาเผา

5.3.4 ศึกษาแรงยึดเหนี่ยวต่อเหล็กเสริมเมื่อใช้คอนกรีตเบาเสริมเหล็ก

5.3.5 ศึกษาแนวโน้มในการเกิดการแตกในแผ่นพื้นคอนกรีตเบา

5.3.6 ศึกษาส่วนขนาดคละที่เหมาะสม สำหรับมวลรวมเบาชนิดต่างๆกัน และมี Shape Factor ต่างๆกัน

5.3.7 ทดลองเสริมเหล็กในคานคอนกรีตเบา เพื่อหาหน่วยกำลังรับแรงดัด