บทที่ 4 ผลการวิจัย

ในบทนี้กล่าวถึงผลและการวิเคราะห์ผลการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของเถ้าชานอ้อย ผลกระทบเนื่องจากการใช้เถ้าชานอ้อยแทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ต์แลนด์ประเภทที่ 1 ต่อกำลังอัด กำลังดึง โมดูลัสยืดหยุ่น กำลังยึดเหนี่ยวประลัยระหว่างคอนกรีตและเหล็กเสริม และการซึมของน้ำผ่านคอนกรีต

4.1 คุณสมบัติทางกายภาพของเถ้าขยะ

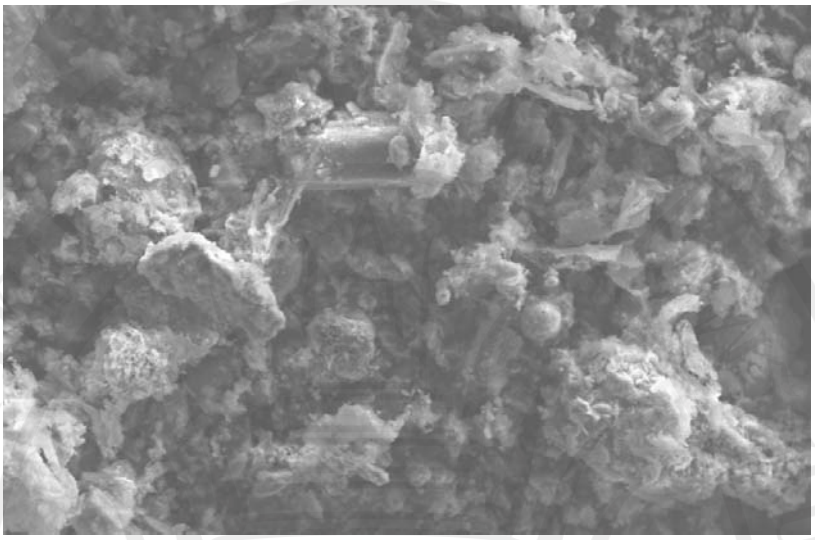
4.1.1 รูปร่างของอนุภาคเถ้าขยะ

รูปที่ 4.1 และรูปที่ 4.2 เป็นภาพถ่ายเถ้าขยะ โดยภาพถ่ายขยายด้วยเครื่อง Scanning Electron Microscope ที่ไม่บด และเถ้าขยะที่ผ่านการบด พบว่าเถ้าขยะที่ไม่บดมีรูปร่างไม่แน่นอน เป็นเหลี่ยมมุม มีผิวขรุขระ และมีความพรุนสูง ส่วนเถ้าขยะที่นำไปบดจนมีขนาดอนุภาคค้างบนตะแกรงมาตรฐานเบอร์ 325 ร้อยละ 2.80 โดยน้ำหนัก พบว่าเถ้าขยะมีลักษณะเป็นเหลี่ยมมุม รูปร่างไม่แน่นอน ผิวหยาบ อนุภาคมีขนาดและความพรุนลดลงเมื่อเทียบกับเถ้าขยะที่ไม่บด ทั้งนี้เนื่องมาจากการบดเป็นการลดขนาดอนุภาคและยังสามารถลดความพรุนได้อีกด้วย

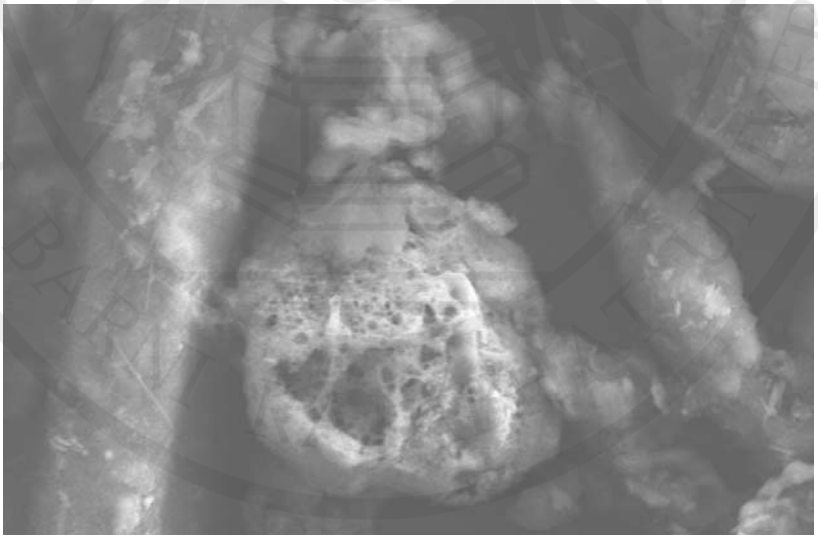
4.1.2 ความถ่วงจำเพาะ

เถ้าขยะก่อนบด มีค่าความถ่วงจำเพาะเท่ากับ 2.20 และเมื่อนำเถ้าขยะมาปรับปรุงคุณภาพโดยการบดให้มีอนุภาคค้างตะแกรงเบอร์ 325 ร้อยละ 2.33 พบว่าเถ้าขยะมีความถ่วงจำเพาะเพิ่มขึ้นเป็น 2.20 ทั้งนี้เพราะว่าผิวที่ขรุขระและเป็นรูโพรงอากาศของเถ้าขยะถูกทำลายลงทำให้เถ้าขยะมีรูโพรงน้อยลงและมีพื้นที่ผิวมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมาของ Jaturapitakkul และ Cheerarot (2003) ที่พบว่าการบดไม่เพียงแต่ลดขนาดอนุภาคของวัสดุ แต่ยังสามารถลดความพรุนได้ด้วย

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



รูปที่ 4.1 ภาพถ่ายขยายของเถ้าขยะที่ไม่บด กำลังขยาย 150 เท่า



รูปที่ 4.2 ภาพถ่ายขยายของเถ้าขยะที่บดค้างตะแกรงมาตรฐานเบอร์ 325 ไม่เกินร้อยละ 5 กำลังขยาย 750 เท่า

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

4.1.3 องค์ประกอบทางเคมีของเถ้าขยะ

ตารางที่ 4.1 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของเถ้าขยะ พบว่าเถ้าขยะที่ไม่บด มีองค์ประกอบทางเคมีที่จัดอยู่ในวัสดุปอซโซลาน Class N ส่วนเถ้าขยะที่ผ่านการบด มีองค์ประกอบทางเคมีที่ต่างจากเถ้าขยะที่ไม่บดเล็กน้อย คือ $SiO_2 + Al_2O_3 + Fe_2O_3$ ของเถ้าขยะที่ไม่ผ่านการบดมีค่าเท่ากับร้อยละ 69.26 ซึ่งน้อยกว่าเถ้าขยะที่ผ่านการบดที่มีค่าร้อยละ 73.26 โดยที่ผลการทดสอบต่างกันอาจเป็นผลจากการสุ่มตัวอย่างที่มีจำนวนมาก ดังนั้นค่าที่ได้อาจคลาดเคลื่อนได้ แต่จากค่าที่ได้ทั้งสองค่านี้ แสดงให้เห็นว่ามีคุณสมบัติใกล้เคียงกับคุณสมบัติตามมาตรฐาน ASTM C618 ซึ่งกำหนดให้ผลรวมของ $SiO_2 + Al_2O_3 + Fe_2O_3$ ต้องมากกว่าร้อยละ 70

ตารางที่ 4.1 องค์ประกอบเคมีของเถ้าชานอ้อย

องค์ประกอบทางเคมี	เถ้าขยะบดละเอียด (%)	เถ้าขยะที่ไม่บด (%)
CaO	10.69	14.79
SiO_2	64.88	59.32
Al_2O_3	6.40	6.53
Fe_2O_3	2.63	3.41
MgO	1.55	1.75
K_2O	3.22	2.72
SO_3	1.56	1.55
P_2O_5	0.37	0.19
TiO_2	0.42	0.47
MnO	0.11	0.14
LOI	8.16	9.11
Total	100	100

4.2 กำลังอัดของมอร์ต้า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

รูปที่ 4.3 และตารางที่ 4.2 แสดงตัวอย่างมอร์ต้าที่ใช้ในงานวิจัยและผลการทดสอบกำลังอัดของมอร์ต้าร์ โดยมอร์ต้าร์ที่ใช้ในการทดสอบประกอบด้วยมอร์ต้าร์ควบคุมและมอร์ต้าร์ที่แทนที่ขี้เถ้าจากเตาเผาขยะร้อยละ 10, 20, 30 และ 40 โดยน้ำหนักวัสดุประสาน และผลการทดสอบกำลังอัดของ

มอร์ต้าร์ประกอบด้วยมอร์ต้าร์ควบคุม (Control) และมอร์ต้าร์ที่ผสมขี้เถ้าจากเตาเผาขยะ โดยแทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ในอัตราส่วนร้อยละ 10, 20, 30 และ 40 โดยน้ำหนักวัสดุประสาน โดยควบคุมค่าการไหลแผ่เท่ากับ 110±5 มม.

รูปที่ 4.3 แสดงตัวอย่างมอร์ต้าร์ที่ใช้ในงานวิจัย

ตารางที่ 4.2 กำลังอัดและร้อยละกำลังอัดของมอร์ต้าร์ที่ผสมขี้เถ้าจากเตาเผาขยะ

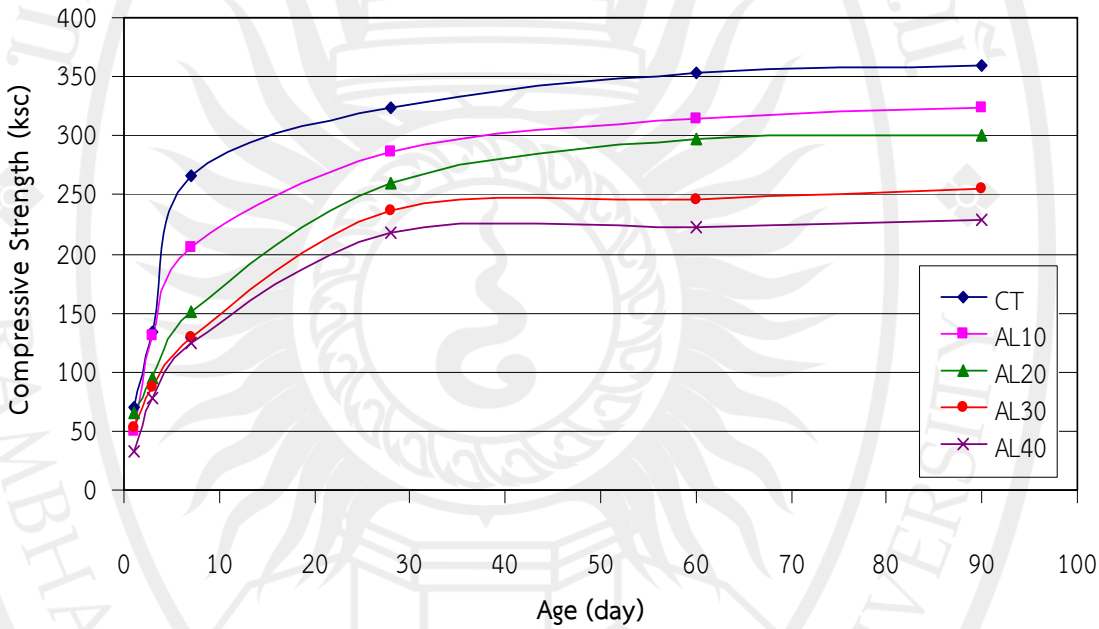
Symbol	Compressive Strength (ksc) - **NormaliZed Compressive Strength (%)**											
	1 day		3 day		7 day		28 day		60 day		90 day	
CT	70	**-100**	134	**-100**	267	**-100**	324	**-100**	353	**-100**	360	**-100**
AL10	50	**-71**	131	**-98**	206	**-77**	287	**-86**	314	**-89**	323	**-90**
AL20	65	**-93**	95	**-71**	151	**-57**	260	**-80**	297	**-84**	300	**-83**
AL30	53	**-76**	87	**-65**	129	**-48**	237	**-73**	246	**-70**	255	**-71**
AL40	32	**-46**	78	**-58**	124	**-46**	217	**-67**	222	**-63**	228	**-63**

4.3 กำลังอัดของมอร์ต้าที่ผสมขี้เถ้าจากเตาเผาขยะ

ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอัดและอายุการบ่มของมอร์ต้าร์ที่ผสมขี้เถ้าจากเตาเผาขยะ แทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ในอัตราส่วนร้อยละ 10, 20, 30 และ 40 โดยน้ำหนักวัสดุประสาน และควบคุมค่าการไหลแผ่เท่ากับ 110±5 มม. แสดงดังรูปที่ 4.4 พบว่ากำลังของมอร์ต้าร์ที่แทนที่

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ร้อยละ 10 โดยน้ำหนักวัสดุประสาน มีกำลังอัดใกล้เคียงกับมอร์ต้าร์ควบคุมที่อายุ 1 วัน ขึ้นไป โดยกำลังอัดไม่สามารถพัฒนาให้มีค่าสูงกว่ามอร์ต้าร์ควบคุมได้จนถึงอายุ 90 วัน คิดเป็นร้อยละ 71, 98, 77, 86, 89 และ 90 ของมอร์ต้าร์ควบคุม ที่อายุ 1, 3, 7, 28, 60 และ 90 วัน ตามลำดับ ส่วนการแทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ด้วยขี้เถ้าจากเตาเผาขยะร้อยละ 20, 30 และ 40 มีกำลังอัดต่ำกว่ามอร์ต้าร์ควมคุมตั้งแต่อายุ 1 วันขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 93, 76 และ 46 ของมอร์ต้าร์ควบคุม ที่อายุ 1 วัน ร้อยละ 80, 73 และ 67 ของมอร์ต้าร์ควบคุม ที่อายุ 28 วัน และร้อยละ 83, 71 และ 63 ของมอร์ต้าร์ควบคุม ที่อายุ 90 วัน

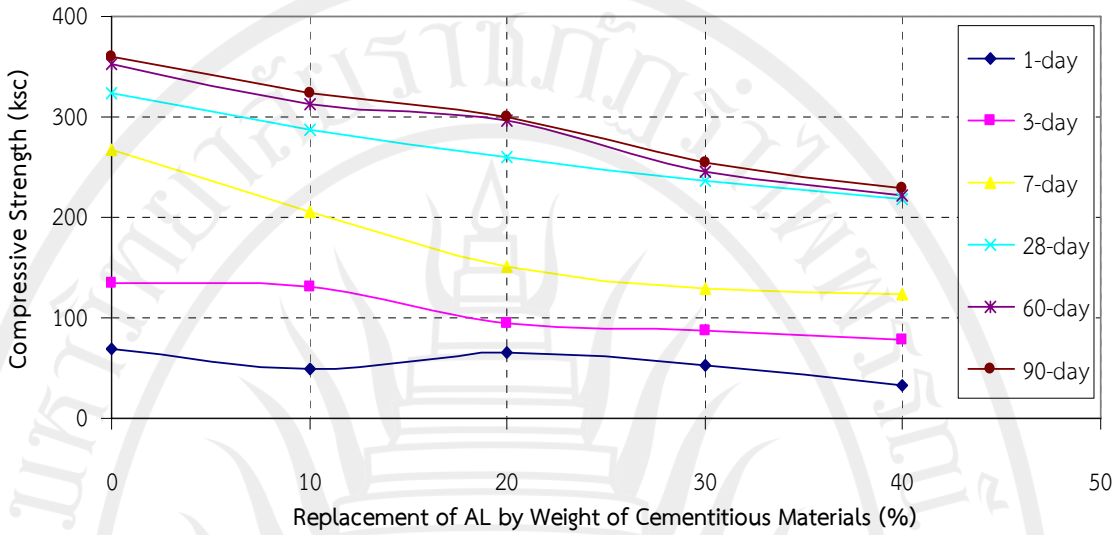


รูปที่ 4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอัดของมอร์ต้าร์กับอายุการบ่ม

4.4 ร้อยละการแทนที่ของขี้เถ้าจากเตาเผาขยะกับกำลังอัด

จากรูปที่ 4.5 เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละการแทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ด้วยขี้เถ้าจากเตาเผาขยะกับกำลังอัดที่อายุต่างๆ ของมอร์ต้าร์ ในอัตราส่วนร้อยละ 10, 20, 30 และ 40 โดยน้ำหนักวัสดุประสาน พบว่ามอร์ต้าร์ที่ผสมขี้เถ้าจากเตาเผาขยะมีค่ากำลังอัดลดลงเมื่ออัตราการแทนที่ที่เพิ่มขึ้น

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



รูปที่ 4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละการแทนที่ของขี้เถ้าจากเตาเผาขยะกับกำลังอัดของมอร์ต้าร์

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี