เทคโนโลยี

การทำกระเบื้องประดับตกแต่งจากเศษแก้ว

วรรณา ต.แสงจันทร์

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยนี้เป็นการทำกระเบื้องจากเศษแก้ว โดยนำเศษแก้วใส สีเขียว และสีชามาทำการบดและคัดขนาด ขึ้นรูปเป็นแผ่นกระเบื้องในแบบพิมพ์ดินเผา เผาที่อุณหภูมิ 750 - 850 องศาเซลเซียส ยืนไฟ 30 - 90 นาที ศึกษาสมบัติการหดตัว การดูดซึมน้ำ ความหนาแน่น ความแข็งแรง และลักษณะผิวหน้า

1. บทนำ

ปัจจุบันประเทศไทยมีเศษแก้วทิ้งเป็นขยะอยู่ประมาณปีละ 40,000 ตัน ซึ่งไม่ได้นำกลับไปใช้ในกระบวนการผลิตแก้ว และนับวันจะมีปริมาณเศษแก้วเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากปริมาณความต้องการแก้วบรรจุภัณฑ์ที่เพิ่มมากขึ้น อันเป็นผลจากการขยายตัวของสินค้าประเภทเครื่องดื่มชูกำลังและน้ำอัดลม ทำให้โรงงานผลิตแก้วบรรจุภัณฑ์เพิ่มกำลังการผลิต เพื่อให้เพียงพอกับความต้องการของผู้บริโภค ขวดแก้วเหล่านี้เมื่อผ่านการใช้งานแล้วส่วนหนึ่งจะมีการนำกลับมาหลอมทำเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ แต่บางส่วนเป็นเศษแก้วที่ยังไม่มีการนำมาใช้ประโยชน์ใหม่ ส่วนเศษกระจกก็มีปริมาณมากขึ้นตามภาวะการเจริญเติบโตของอสังหริมทรัพย์ ทำให้ปริมาณการใช้กระจกเป็นวัสดุก่อสร้างมีมาก เป็นผลให้มีเศษกระจกเหลือทิ้งเป็นจำนวนมาก การนำเศษแก้วกลับมาใช้เป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิตแก้วและกระจกจะช่วยประหยัดพลังงานในการหลอมแก้วได้ โดยทั่วไปโรงงานแก้วและกระจกจะใช้เศษแก้วจากกระบวนการผลิตของแต่ละโรงงานเอง เพื่อป้องกันการเกิดปัญหาในกระบวนการผลิตนับตั้งแต่ขั้นตอนการหลอม การขึ้นรูปและสมบัติของแก้วที่ได้ เนื่องจากสูตรการผลิตแก้วของแต่ละโรงงานจะไม่เหมือนกัน เช่น แก้วบรรจุภัณฑ์ ภาชนะแก้วบนโต๊ะอาหาร กระจกแผ่น กระจกรถยนต์ เป็นต้น ถึงแม้แก้วแต่ละประเภทจะเป็นแก้วโซดาไลม์ ซึ่งมีซิลิกา (SiO_2),โซเดียมออกไซด์ (Na_2O) และแคลเซียมออกไซด์(CaO) เป็นส่วนประกอบหลักก็ตาม นอกจากนั้นแล้วเศษแก้วจากภายนอกอาจมีสิ่งปนเปื้อน เช่น โลหะ เซรามิก พลาสติก ฯลฯ ซึ่งจะก่อให้เกิดปัญหาในกระบวนการผลิตแก้วได้

ในต่างประเทศมีการนำเศษแก้วไปใช้ประโยชน์หลายด้าน อาทิเช่น ใช้เป็นตัวกรอง (filtration medium) ใช้ผสมในคอนกรีต ใช้เป็นวัสดุขัดสี (abrasive) ใช้เป็นตัวช่วยลดอุณหภูมิในเซรามิก (fluxing agent) ใช้เป็นตัวเติมในสี (filler) ใช้ทำโฟมกลาส (foam glass) และฉนวนกันความร้อน เป็นต้น การใช้เศษแก้วสำหรับทำผลิตภัณฑ์ต่างๆ เป็นการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ เช่น ทราย หินปูน ดินขาว ฯลฯ ซึ่งนับวันมีแต่จะใช้หมดไป และยังเป็นการช่วยรักษาสิ่งแวดล้อมมิให้มีปริมาณของทิ้งกองอยู่เป็นจำนวนมาก ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในระยะยาวได้

แก้วโซดาไลม์เป็นแก้วที่มีจุดอ่อนตัวอยู่ที่อุณหภูมิประมาณ 700 - 800 องศาเซลเซียส ที่อุณหภูมินี้ แก้วจะมีความหนืดลดลงและไหลตัวได้ ดังนั้นหากนำเศษแก้วมาบดให้ละเอียด นำไปขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์แล้วให้ความร้อน ประมาณ 700 - 900 °C จะทำให้อนุภาคของแก้วเกิดการเยิ้มตัวและเชื่อมต่อกัน (sintering) ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อแน่น การดูดซึมน้ำต่ำ ความแข็งแรงสูง เปรียบเทียบกับการเผาผลิตภัณฑ์เซรามิกให้มีความแข็งแรงเช่นนี้จะต้องใช้พลังงานความร้อนมากเป็น 2 เท่าของการเผาผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว เพราะการเผาผลิตภัณฑ์เซรามิกให้มีเนื้อแกร่งจะต้องเผาที่อุณหภูมิ 1200 °C ขึ้นไป

ในประเทศไทยยังไม่มีข้อมูลและงานวิจัยการนำเศษแก้วไปใช้ประโยชน์ด้านต่างๆ นอกจากการนำกลับไปหลอมเป็นแก้วใหม่ โครงการวิจัยนี้จึงเป็นการศึกษาวิจัยเพื่อหาเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการทำผลิตภัณฑ์กระเบื้องจากเศษแก้ว เพื่อใช้สำหรับประดับตกแต่งทั้งภายนอกและภายในอาคารบ้านเรือน ซึ่งจะเป็นทางเลือกใหม่สำหรับวงการก่อสร้างของประเทศไทย

2. วิธีการทดลอง

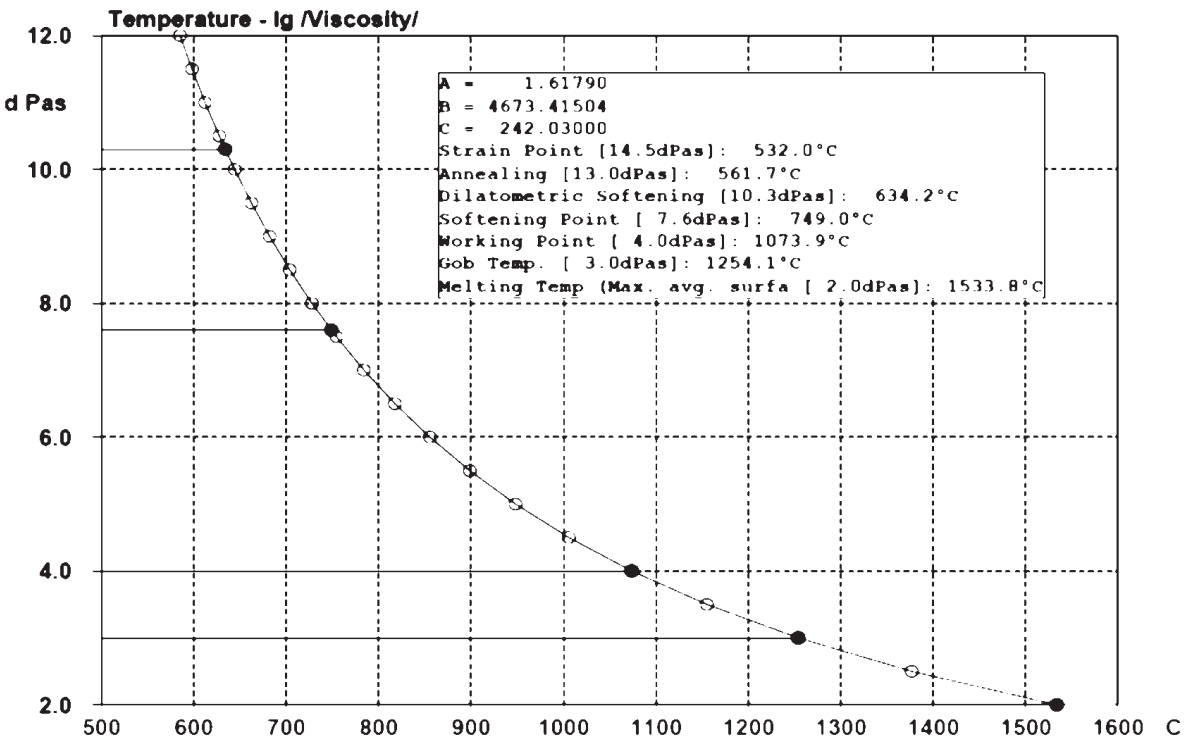
2.1 ขอบเขตการทดลอง

การทดลองนี้เป็นการทดลองเพื่อศึกษาผลของขนาดเศษแก้วใส สีเขียว และสีชา อุณหภูมิการเผาและเวลาที่ใช้ยืนไฟ ต่อสมบัติการหดตัว การดูดซึมน้ำ ความหนาแน่น ความแข็งแรง และลักษณะผิวหน้า

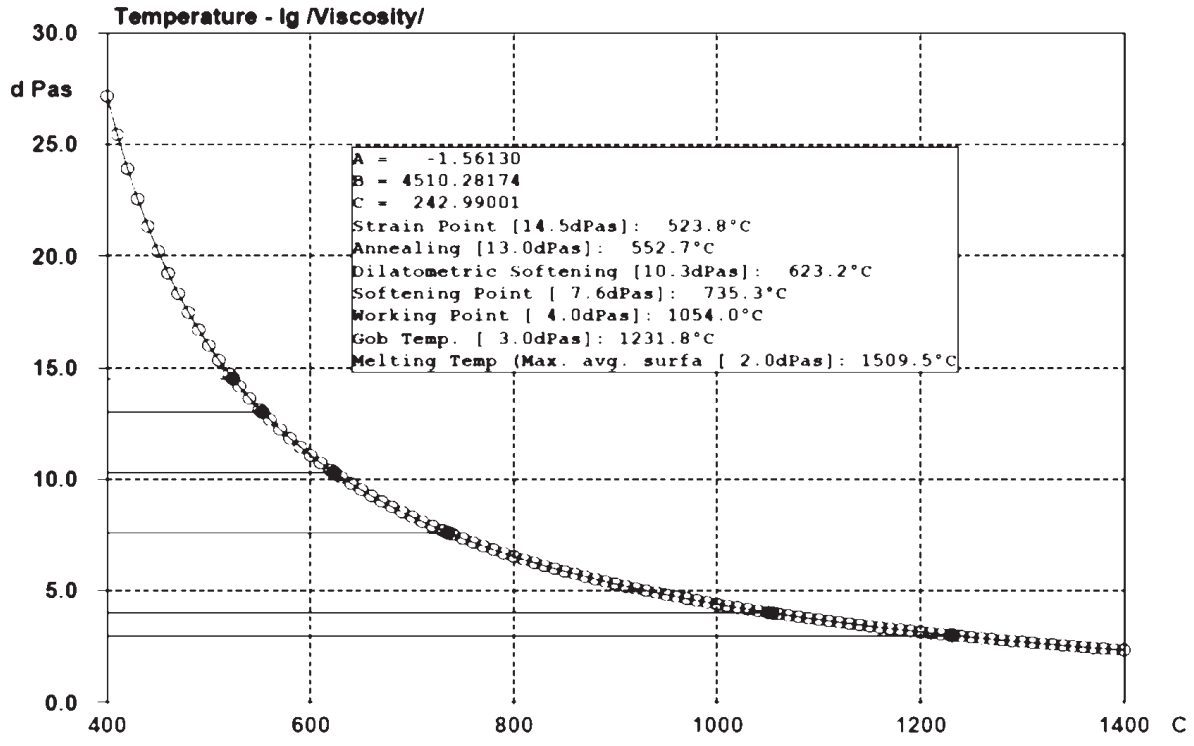
2.2 วัตถุดิบ ใช้เศษแก้วใส สีเขียว และสีชา จากบริษัทแก้วกรุงไทยจำกัด องค์ประกอบเคมีของแก้วทั้ง 3 ชนิดแสดงในตารางที่ 1 และสมบัติความหนืดแสดงในภาพที่ 1 2 และ3 ตามลำดับ

ตารางที่ 1 แสดงองค์ประกอบเคมีของเศษแก้วใส สีเขียว และสีชา

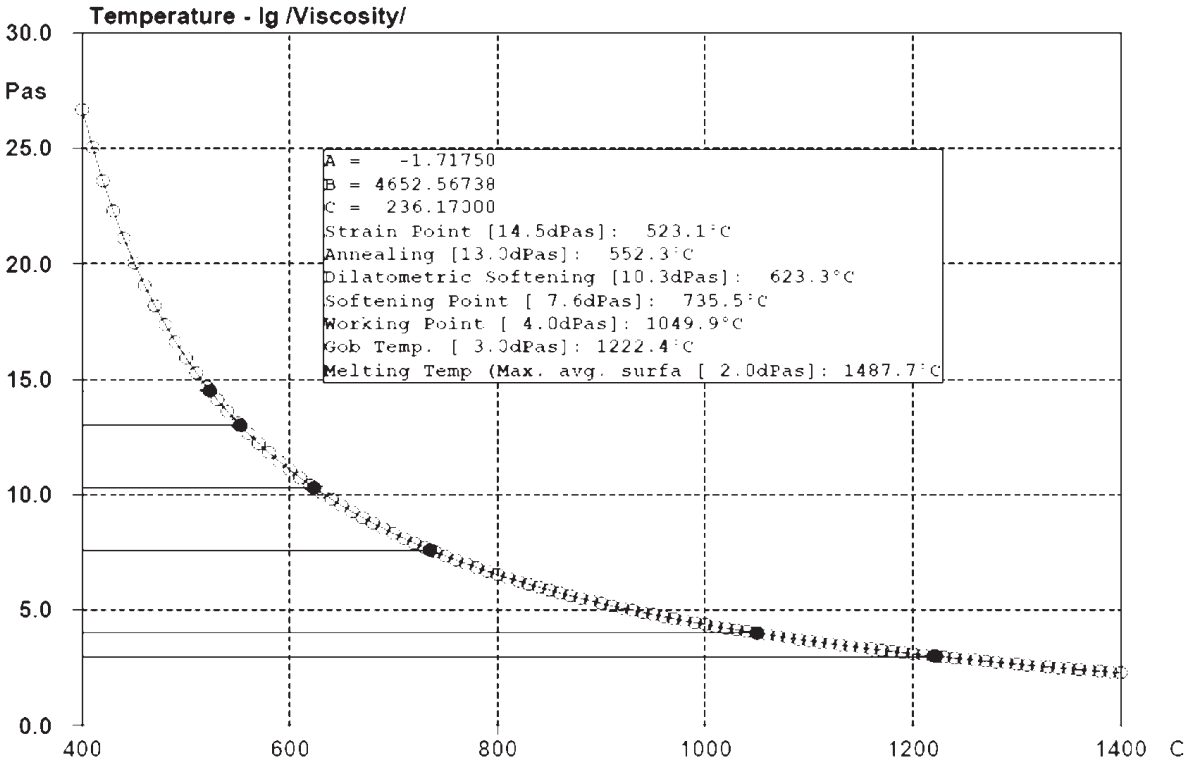
วัตถุดิบ	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	Na_2O	K_2O	Cr_2O_3
เศษแก้วใส	71.7	1.8	0.1	11.2	1.4	13.5	0.2	-
เศษแก้วสีเขียว	70.5	1.9	0.3	11.3	1.0	14.4	0.2	0.3
เศษแก้วสีชา	70.6	2.1	0.3	11.5	1.9	13.4	0.1	-



ภาพที่ 1 กราฟแสดงค่าความหนืด - อุณหภูมิของแก้วใส



ภาพที่ 2 กราฟแสดงค่าความหนืด - อุณหภูมิของแก้วสีเขียว



ภาพที่ 3 กราฟแสดงค่าความหนืด - อุณหภูมิของแก้วสีชา

2.3 การเตรียมเศษแก้ว

- ล้างเศษแก้วให้สะอาด โดยแช่น้ำทิ้งไว้และทำการคัดเลือกสิ่งต่างๆที่ปะปนมาออกให้หมด ล้างทำความสะอาดด้วยน้ำเปล่าอีกครั้ง นำไปทำให้แห้ง และบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบดจอร์ครัชเชอร์ (jaw crusher) จากนั้นร่อนผ่านตะแกรงขนาด 12 35 และ 80 เมช ตามลำดับ นำเศษแก้วที่มีขนาดหยาบ คือผ่านตะแกรง 12 เมช ค้าง 35 เมช (- 12+35) ขนาดกลางคือผ่านตะแกรง 35 เมช ค้าง 80 เมช (- 35+80) และขนาดละเอียด คือผ่านตะแกรง 80 เมช (- 80) เก็บใส่ถุงพลาสติกเพื่อใช้ในการเตรียมชิ้นตัวอย่าง

2.4 การเตรียมชิ้นตัวอย่าง

- นำเศษแก้วขนาดหยาบ(-12+35) ขนาดกลาง(-35+80) และขนาดละเอียด(-80) ใส่ลงในแบบพิมพ์ดินเผาที่มีหลุมขนาด 5×5 ซม. จำนวน 6 ช่อง (ภาพที่ 4) ใส่ให้เต็มทุกหลุม และเกลี่ยให้ผิวหน้าเรียบ

- นำแบบพิมพ์ดินเผาที่ใส่เศษแก้วแล้ว ไปเผาในเตาไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 750 800 และ 850 องศาเซลเซียส ยืนไฟที่อุณหภูมิสูงสุด 30 60 และ 90 นาที

2.5 การทดสอบ

นำชิ้นตัวอย่างที่เผาแล้วมาทดสอบสมบัติต่างๆ ได้แก่ การหดตัว การดูดซึมน้ำ ความหนาแน่น ความแข็งแรง (modulus of rupture) และลักษณะผิวหน้า

3. ผลการทดลอง

ผลทดสอบการหดตัว การดูดซึมน้ำ ความหนาแน่น ความแข็งแรง และลักษณะผิวหน้า ของตัวอย่างที่เตรียมจากเศษแก้วใส สีเขียว และสีชาแสดงในตารางที่ 2 - 4 และ ภาพที่ 5 - 19 ตามลำดับ

ภาพที่ 4 แบบพิมพ์ดินเผาที่ใช้เตรียมชิ้นตัวอย่าง

ตารางที่ 2 แสดงสมบัติและลักษณะผิวหน้าที่ได้ของตัวอย่างที่เตรียมจากเศษแก้วใสขนาด -12+35 -35+80 และ -80 เมช เผาที่อุณหภูมิ 750 800 และ 850 องศาเซลเซียส ยืนไฟ 30 60 และ 90 นาที

ขนาดเศษแก้ว	สมบัติที่ทดสอบ	750 °C			800°C			850°C		
		30 นาที	60 นาที	90 นาที	30 นาที	60 นาที	90 นาที	30 นาที	60 นาที	90 นาที
- 12+35	การหดตัว (ร้อยละ)	8.08	7.41	7.05	9.67	8.92	6.74	6.44	5.93	5.09
	การดูดซึมน้ำ (ร้อยละ)	8.00	4.74	3.00	0.56	0.76	0.42	0.33	0.24	0.27
	ความหนาแน่น (g/cm^3)	2.09	2.24	2.34	2.49	2.52	2.47	2.47	2.48	2.46
	ความแข็งแรง (MPa)	5.36	7.25	7.78	9.05	9.58	11.40	12.76	17.85	22.28
	ลักษณะผิวหน้า	ผิวขรุขระเป็นเม็ดแก้ว	ผิวขรุขระเป็นเม็ดแก้ว	ผิวขรุขระเป็นเม็ดแก้ว	ผิวขุรขระ	ผิวขรุขระ	ผิวขรุขระ	ผิวขรุขระ	ผิวเรียบ	ผิวเรียบ
- 35+80	การหดตัว (ร้อยละ)	14.94	16.28	16.56	14.74	11.25	12.03	12.42	8.37	7.07
	การดูดซึมน้ำ (ร้อยละ)	6.76	2.50	1.39	0.20	0.19	0.16	0.17	0.13	0.16
	ความหนาแน่น (g/cm^3)	2.14	2.37	2.42	2.46	2.48	2.46	2.42	2.43	2.42
	ความแข็งแรง (MPa)	6.45	11.63	11.71	14.63	14.90	21.98	22.25	31.11	34.51
	ลักษณะผิวหน้า	ผิวขรุขระเป็นเนื้อทราย	ผิวขรุขระเป็นแม็ดทราย	ผิวขรุขระเป็นเม็ดทราย	ผิวหยาบ	ผิวหยาบ	ผิวหยาบ	ผิวหยาบ	ผิวเรียบ	ผิวเรียบ
- 80	การหดตัว (ร้อยละ)	25.35	23.85	23.22	20.12	17.73	18.68	17.28	14.82	18.26
	การดูดซึมน้ำ (ร้อยละ)	0.13	0.14	0.15	0.09	0.1	0.1	0.1	0.12	0.16
	ความหนาแน่น (g/cm^3)	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44	2.43	2.4	2.38	2.38
	ความแข็งแรง (MPa)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ลักษณะผิวหน้า	ผิวเรียบ มัน ยุบตัว	ผิวเรียบ มัน ยุบตัว	ผิวเรียบ มัน ยุบตัว	ผิวเรียบ มัน ยุบตัว	ผิวเรียบ ยุบตัว	ผิวเรียบ ยุบตัว	ผิวเรียบ บวม	ผิวเรียบ ยุบตัว	ผิวเรียบ บวม

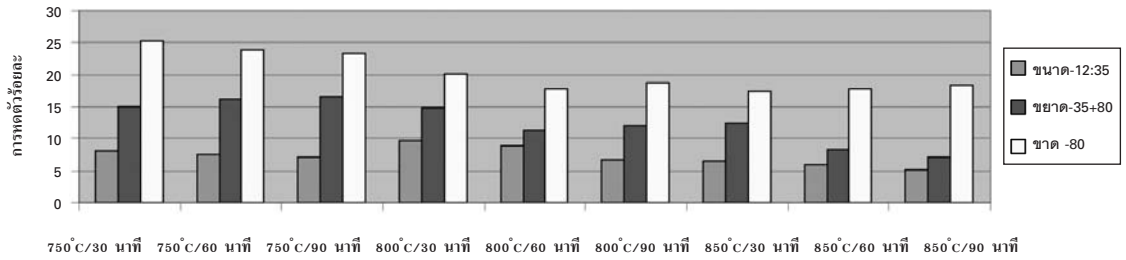
ตารางที่ 3 แสดงสมบัติและลักษณะผิวหน้าที่ได้ของตัวอย่างที่เตรียมจากเศษแก้วสีเขียวขนาด - 12+35, - 35+80 และ - 80 เมช เผาที่อุณหภูมิ 750 800 และ 850 องศาเซลเซียส ยืนไฟ 30 60 และ 90 นาที

ขนาดเศษแก้ว	สมบัติที่ทดสอบ	750 °C			800 °C			850 °C		
		30 นาที	60 นาที	90 นาที	30 นาที	60 นาที	90 นาที	30 นาที	60 นาที	90 นาที
- 12+35	การหดตัว (ร้อยละ)	9.41	8.02	8.33	8.76	9.26	7.14	7.78	5.45	8.06
	การดูดซึมน้ำ (ร้อยละ)	5.13	2.87	2.6	0.41	0.75	0.43	0.56	0.22	0.92
	ความหนาแน่น (g/cm^3)	2.35	2.23	2.36	2.48	2.46	2.47	2.46	2.48	2.43
	ความแข็งแรง (MPa)	7.36	8.22	8.20	9.33	11.82	14.13	15.57	18.93	18.97
	ลักษณะผิวหน้า	ผิวขรุขระเป็นเม็ดแก้ว	ผิวขรุขระเป็นเม็ดแก้ว	ผิวขรุขระเป็นเม็ดแก้ว	ผิวขรุขระ	ผิวขรุขระ	ผิวขรุขระ	ผิวหยาบ	ผิวหยาบ	ผิวหยาบ
- 35+80	การหดตัว (ร้อยละ)	14.76	16.29	16.06	13.11	11.19	10.15	8.46	7.19	5.84
	การดูดซึมน้ำ (ร้อยละ)	5.01	1.73	1.18	0.15	0.15	0.11	0.11	0.11	0.17
	ความหนาแน่น (g/cm^3)	2.23	2.41	2.44	2.47	2.47	2.47	2.25	2.44	2.44
	ความแข็งแรง (MPa)	8.08	10.80	10.86	18.32	19.40	21.07	27.20	34.26	36.55
	ลักษณะผิวหน้า	ผิวขรุขระเป็นเม็ดทราย	ผิวขรุขระเป็นเม็ดทราย	ผิวขรุขระเป็นเม็ดทราย	ผิวหยาบ	ผิวหยาบ	ผิวหยาบ	ผิวหยาบ	ผิวเรียบ	ผิวเรียบ
- 80	การหดตัว (ร้อยละ)	25.65	23.83	23.17	19.95	18.68	18.34	12.69	16.03	16.94
	การดูดซึมน้ำ (ร้อยละ)	0.09	0.13	0.16	0.09	0.11	0.13	0.14	0.10	0.20
	ความหนาแน่น (g/cm^3)	2.44	2.46	2.44	2.44	2.43	2.40	2.38	2.35	2.35
	ความแข็งแรง (MPa)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ลักษณะผิวหน้า	ผิวเรียบ มัน ยุบตัว	ผิวเรียบ มัน ยุบตัว	ผิวเรียบ มัน ยุบตัว	ผิวเรียบ มัน ยุบตัว	ผิวเรียบ ยุบตัว	ผิวเรียบ ยุบตัว	ผิวเรียบ บวม	ผิวเรียบ บวม	ผิวเรียบ บวม

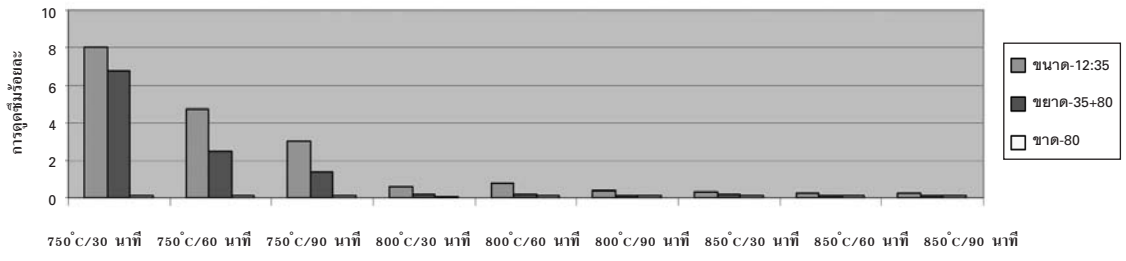
ตารางที่ 4 แสดงสมบัติและลักษณะผิวหน้าที่ได้ของตัวอย่างที่เตรียมจากเศษแก้วสีชาขนาด - 12+35, - 35+80 และ - 80 เมช เผาที่อุณหภูมิ 750 800 และ 850 องศาเซลเซียส ยืนไฟ 30 60 และ 90 นาที

ขนาดเศษแก้ว	สมบัติที่ทดสอบ	750 °C			800 °C			850 °C		
		30 นาที	60 นาที	90 นาที	30 นาที	60 นาที	90 นาที	30 นาที	60 นาที	90 นาที
- 12+35	การหดตัว (ร้อยละ)	9.07	10.35	10.30	8.95	8.10	5.70	5.09	5.39	4.99
	การดูดซึมน้ำ (ร้อยละ)	4.94	2.76	0.94	0.21	0.18	0.10	0.15	0.19	0.15
	ความหนาแน่น (g/cm^3)	2.24	2.35	2.46	2.48	2.49	2.49	2.49	2.48	2.47
	ความแข็งแรง (MPa)	6.69	11.06	11.47	8.64	11.60	13.49	15.86	19.96	26.20
	ลักษณะผิวหน้า	ผิวขรุขระเป็นเม็ดแก้ว	ผิวขรุขระเป็นเม็ดแก้ว	ผิวขรุขระเป็นเม็ดแก้ว	ผิวหยาบ	ผิวหยาบ	ผิวหยาบ	ผิวเรียบ	ผิวเรียบ	ผิวเรียบ
- 35+80	การหดตัว (ร้อยละ)	15.49	16.79	16.78	13.84	11.12	9.49	4.87	5.35	3.83
	การดูดซึมน้ำ (ร้อยละ)	4.30	0.25	0.11	0.12	0.14	0.12	0.11	0.13	0.15
	ความหนาแน่น (g/cm^3)	2.26	2.46	2.50	2.52	2.43	2.46	2.46	2.45	2.43
	ความแข็งแรง (MPa)	10.05	15.28	17.77	18.09	17.89	18.40	22.96	26.08	26.59
	ลักษณะผิวหน้า	ผิวขรุขระเป็นเนื้อทราย	ผิวขรุขระเป็นเนื้อทราย	ผิวขรุขระเป็นเนื้อทราย	ผิวเรียบ มัน	ผิวเรียบ	ผิวเรียบ	ผิวเรียบ	ผิวเรียบ	ผิวเรียบ
- 80	การหดตัว (ร้อยละ)	25.53	22.99	22.28	18.81	18.39	18.77	17.24	13.85	15.21
	การดูดซึมน้ำ (ร้อยละ)	0.12	0.13	0.12	0.07	0.13	0.07	0.07	0.21	0.26
	ความหนาแน่น (g/cm^3)	2.45	2.46	2.45	2.45	2.43	2.40	2.39	2.37	2.33
	ความแข็งแรง (MPa)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ลักษณะผิวหน้า	ผิวเรียบ มัน ยุบตัว	ผิวเรียบ มัน ยุบตัว	ผิวเรียบ มัน ยุบตัว	ผิวเรียบ มัน ยุบตัว	ผิวเรียบ ยุบตัว	ผิวเรียบ ยุบตัว	ผิวเรียบ บวม	ผิวเรียบ บวม	ผิวเรียบ บวม

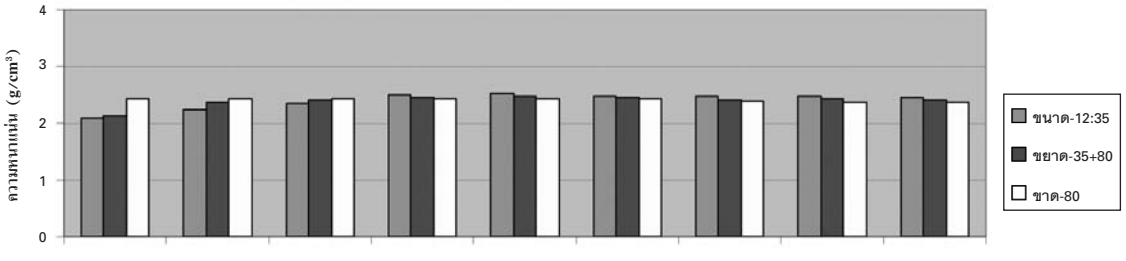
ภาพที่ 5 แสดงค่าการหดตัวของชิ้นตัวอย่างที่เตรียมจากแก้วใสขนาดต่าง ๆ ที่ อุณหภูมิ 750-800°C ยืนไฟที่ 30-90 นาที



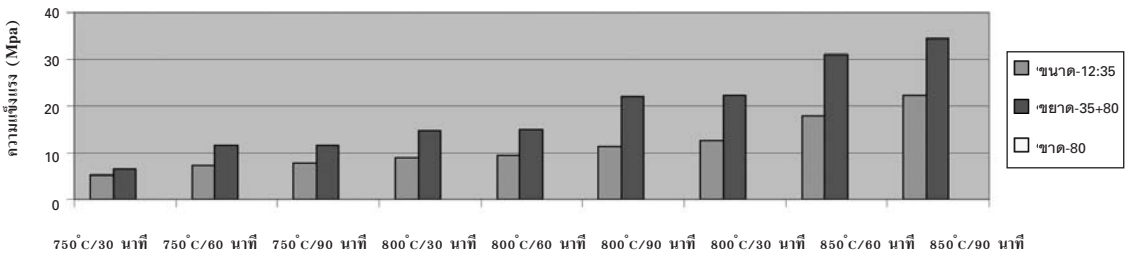
ภาพที่ 6 แสดงค่าการดูดซึมน้ำของชิ้นตัวอย่างที่เตรียมจากแก้วใสขนาดต่าง ๆ ที่ อุณหภูมิ 750-800°C ยืนไฟที่ 30-90 นาที



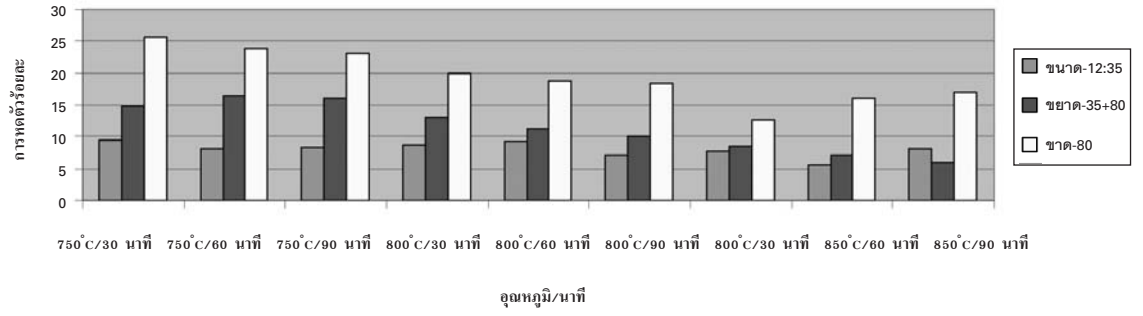
ภาพที่ 7 แสดงค่าความหนาแน่นของชิ้นตัวอย่างที่เตรียมจากแก้วใสขนาดต่าง ๆ ที่ อุณหภูมิ 750-800°C ยืนไฟที่ 30-90 นาที



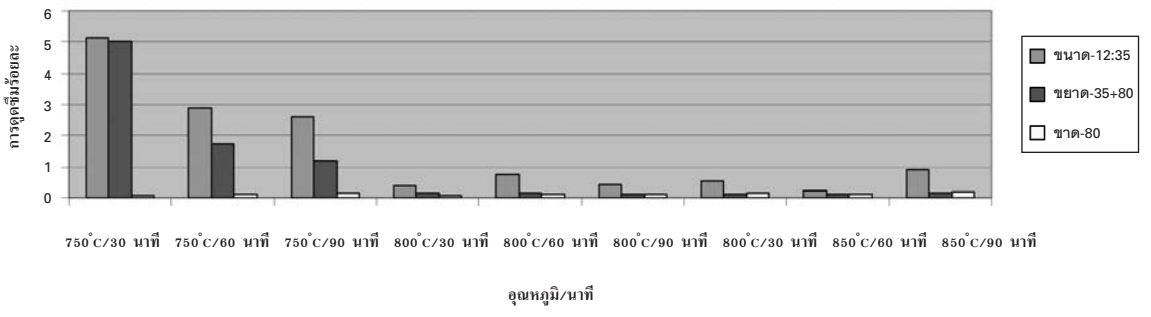
ภาพที่ 8 แสดงค่าความแข็งแรงของชิ้นตัวอย่างที่เตรียมจากแก้วใสขนาดต่าง ๆ ที่ อุณหภูมิ 750-800°C ยืนไฟที่ 30-90 นาที



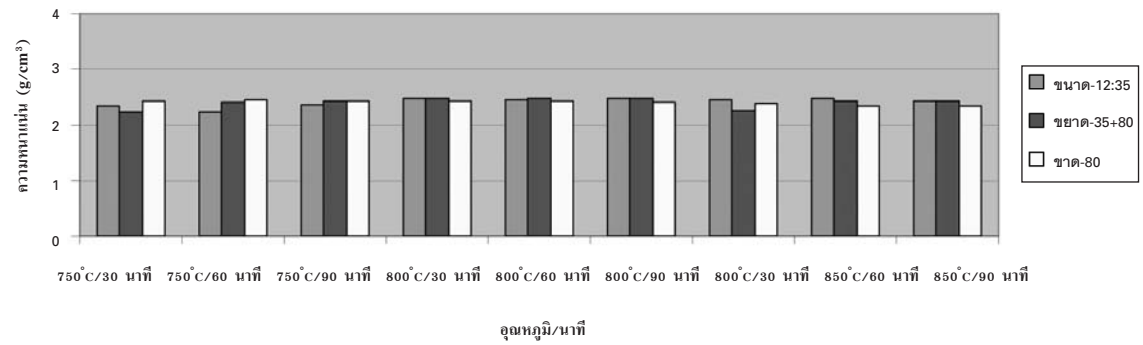
ภาพที่ 9 แสดงค่าการหดตัวของชิ้นตัวอย่างที่เตรียมจากแก้วสีเขียวขนาดต่าง ๆ ที่ อุณหภูมิ 750-800˚C ยืนไฟที่ 30-90 นาที



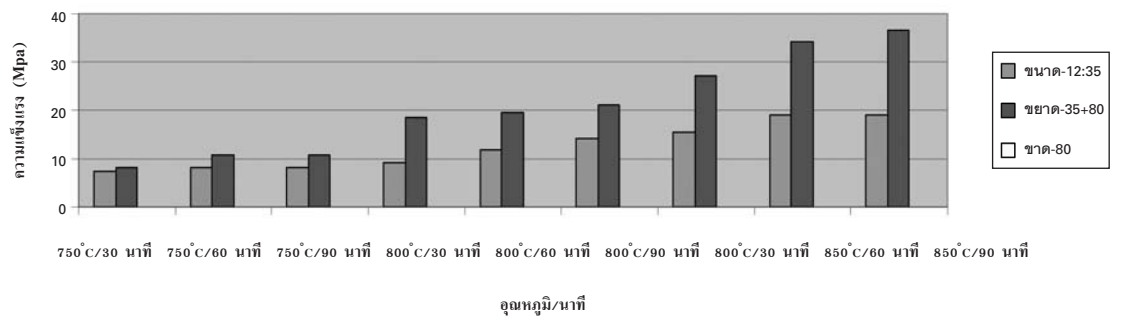
ภาพที่ 10 แสดงค่าการดูดซึมน้ำของชิ้นตัวอย่างที่เตรียมจากแก้วสีเขียวขนาดต่าง ๆ ที่ อุณหภูมิ 750-800˚C ยืนไฟที่ 30-90 นาที



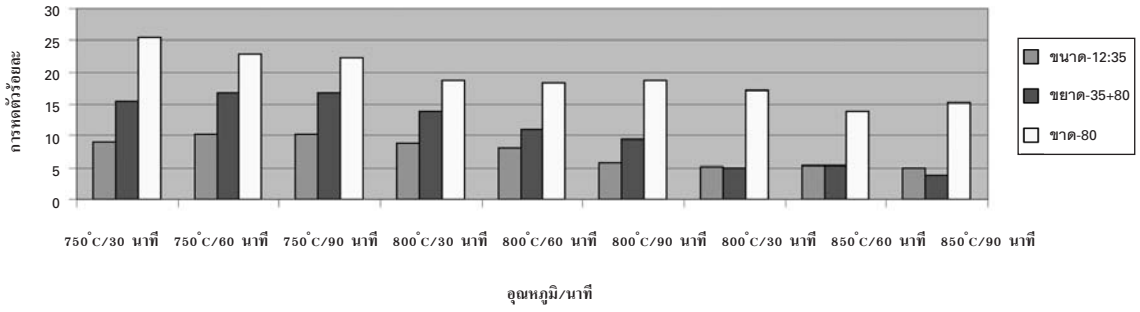
ภาพที่ 11 แสดงค่าความหนาแน่นของชิ้นตัวอย่างที่เตรียมจากแก้วสีเขียวขนาดต่าง ๆ ที่ อุณหภูมิ 750-800˚C ยืนไฟที่ 30-90 นาที



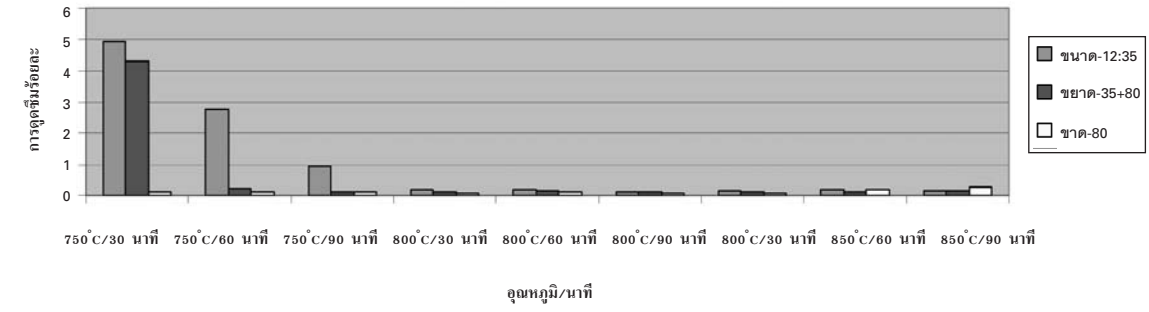
ภาพที่ 12 แสดงค่าแข็งแรงของชิ้นตัวอย่างที่เตรียมจากแก้วสีเขียวขนาดต่าง ๆ ที่ อุณหภูมิ 750-800˚C ยืนไฟที่ 30-90 นาที



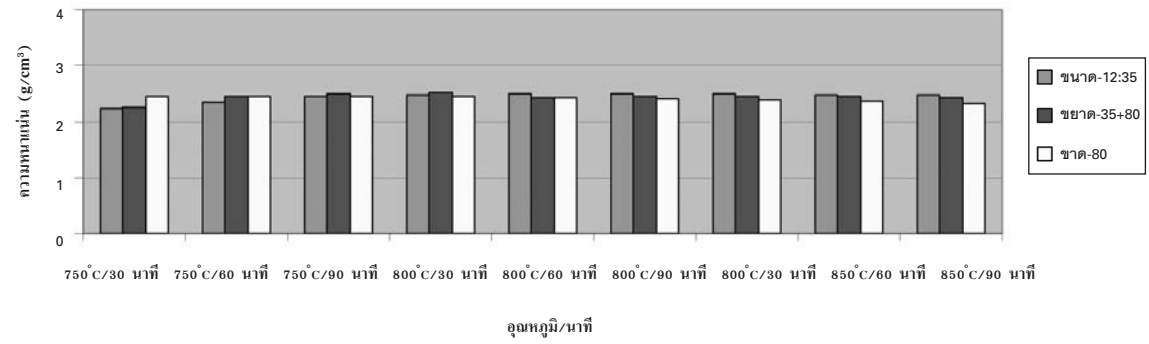
ภาพที่ 13 แสดงค่าการหดตัวของชิ้นตัวอย่างที่เตรียมจากแก้วใสขนาดต่าง ๆ ที่ อุณหภูมิ 750-800°C ยืนไฟที่ 30-90 นาที



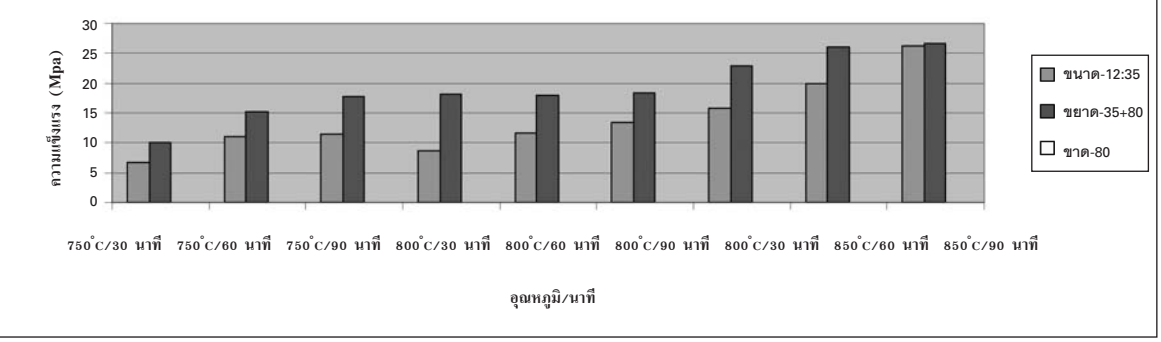
ภาพที่ 14 แสดงค่าการดูดซึมน้ำของชิ้นตัวอย่างที่เตรียมจากแก้วใสขนาดต่าง ๆ ที่ อุณหภูมิ 750-800°C ยืนไฟที่ 30-90 นาที



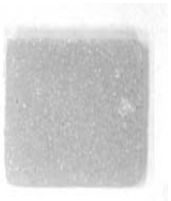
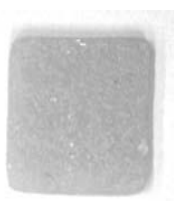
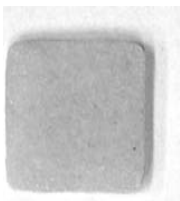
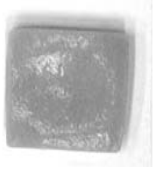
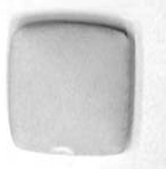
ภาพที่ 15 แสดงค่าความหนาแน่นของชิ้นตัวอย่างที่เตรียมจากแก้วใสขนาดต่าง ๆ ที่ อุณหภูมิ 750-800°C ยืนไฟที่ 30-90 นาที



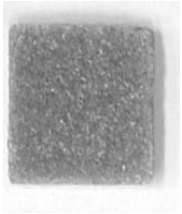
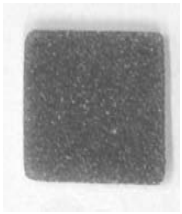
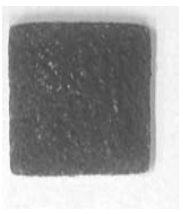
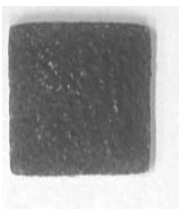
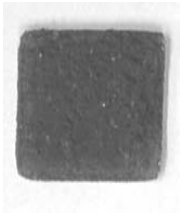
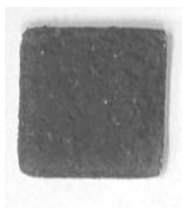
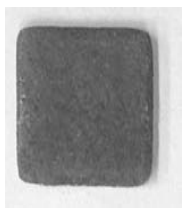
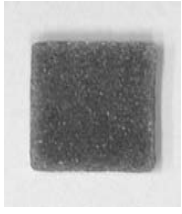
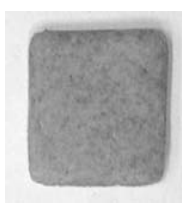
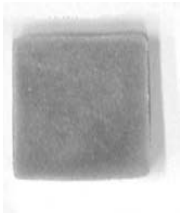
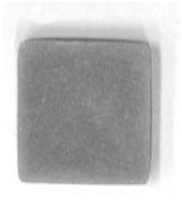
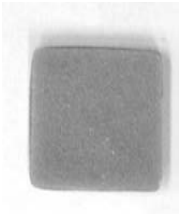
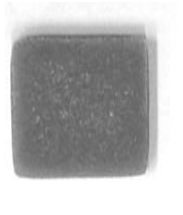
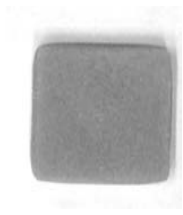
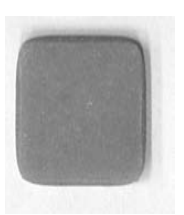
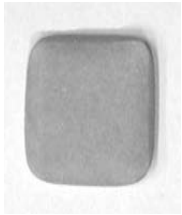
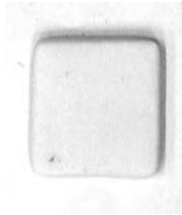
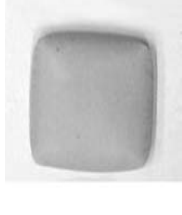
ภาพที่ 16 แสดงค่าความหนาแน่นของชิ้นตัวอย่างที่เตรียมจากแก้วใสขนาดต่าง ๆ ที่ อุณหภูมิ 750-800°C ยืนไฟที่ 30-90 นาที



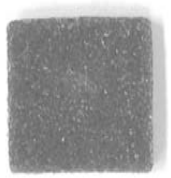
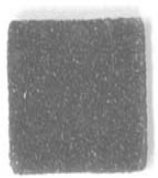
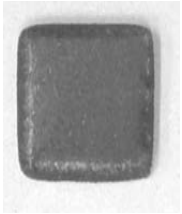
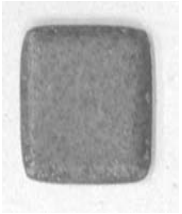
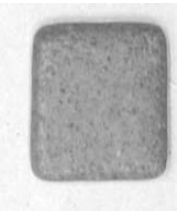
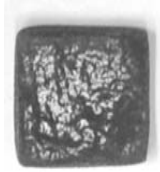
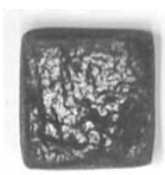
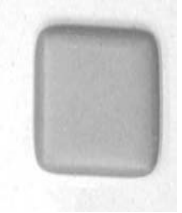
ภาพที่ 17 แสดงลักษณะผิวหน้าของชิ้นตัวอย่างที่เตรียมจากแก้วใสขนาด -12+35, -35+80 และ -80 เผาที่อุณหภูมิ 750 - 850 ˚C ยืนไฟ 30 - 90 นาที

อุณหภูมิ	750 ˚C			800 ˚C			850 ˚C		
เวลายืนไฟ	30 นาที	60 นาที	90 นาที	30 นาที	60 นาที	90 นาที	30 นาที	60 นาที	90 นาที
-12+35									
- 35+80									
- 80									

ภาพที่ 18 แสดงลักษณะผิวหน้าของชิ้นตัวอย่างที่เตรียมจากแก้วสีเขียวขนาด -12+35 , -35+80 และ -80 เผาที่อุณหภูมิ 750 - 850˚C ยืนไฟ 30 - 90 นาที

อุณหภูมิ	750 ˚C			800 ˚C			850 ˚C		
เวลายืนไฟ	30 นาที	60 นาที	90 นาที	30 นาที	60 นาที	90 นาที	30 นาที	60 นาที	90 นาที
-12+35									
- 35+80									
- 80									

ภาพที่ 19 แสดงลักษณะผิวหน้าของชิ้นตัวอย่างที่เตรียมจากแก้วสีชาขนาด -12+35 , -35+80 และ -80 เผาที่อุณหภูมิ 750 - 850˚C ยืนไฟ 30 - 90 นาที

อุณหภูมิ	750 ˚C			800 ˚C			850 ˚C		
เวลายืนไฟ	30 นาที	60 นาที	90 นาที	30 นาที	60 นาที	90 นาที	30 นาที	60 นาที	90 นาที
-12+35									
- 35+80									
- 80									

4. วิจารณ์ผลการทดลอง

1. ตัวอย่างที่เตรียมจากเศษแก้วใส สีเขียว และสีชา ขนาด -12+35 -35+80 และ -80 การหดตัวมีแนวโน้มลดลง เมื่ออุณหภูมิเผาสูงขึ้นและยืนไฟนานขึ้น เนื่องจากแก้วเป็นวัสดุที่สามารถไหลตัวได้เมื่อได้รับความร้อนจนถึงอุณหภูมิที่แก้วอ่อนตัว(softening point) จากภาพที่ 1 - 3 จะเห็นได้ว่า แก้วใส มีอุณหภูมิอ่อนตัวที่ 749 องศาเซลเซียส ส่วนแก้วสีเขียวและแก้วสีชามีอุณหภูมิอ่อนตัวที่ 735.3 และ 735.5 องศาเซลเซียส ตามลำดับ การดูดซึมน้ำก็เช่นเดียวกัน จะมีค่าลดลง ส่วนความหนาแน่น และความแข็งแรง มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิเผาสูงขึ้นและยืนไฟนานขึ้น เนื่องจากมีการผนึกตัว (sinter) มากขึ้น

2. ตัวอย่างที่เตรียมจากเศษแก้วใส สีเขียว และสีชา ขนาดหยาบ (-12+35) เผาที่อุณหภูมิ 750 องศาเซลเซียส ลักษณะผิวหน้าที่ได้จะขรุขระ เม็ดแก้วเพียงยึดเกาะกัน แต่เมื่ออุณหภูมิเผาสูงขึ้นและยืนไฟนานขึ้น แก้วมีการหลอมตัวมากขึ้น ทำให้ผิวหน้าขรุขระน้อยลง ส่วนตัวอย่างที่เตรียมจากเศษแก้วขนาดกลาง(-35+80) เผาที่อุณหภูมิ 750 องศาเซลเซียส ลักษณะผิวหน้าที่ได้จะขรุขระเหมือนเม็ดทราย แต่เมื่ออุณหภูมิเผาสูงขึ้นและยืนไฟนานขึ้น ผิวหน้าจะเรียบมากขึ้น เนื่องจากแก้วมีการหลอมตัวมากขึ้น ส่วนตัวอย่างที่เตรียมจากเศษแก้วละเอียด (-80) 750 องศาเซลเซียส ลักษณะผิวหน้าที่ได้จะเรียบ มีผิวมัน และเกิดการยุบตัว แสดงว่าแก้วมีการหลอมตัวมาก เมื่ออุณหภูมิเผาสูงขึ้น ความมันจะลดลง และเกิดการบวมตัว จึงทำให้ไม่สามารถหาค่าความแข็งแรงของตัวอย่างที่เตรียมจากเศษแก้วละเอียด (-80) ได้

3. ตัวอย่างที่ใช้เศษแก้วขนาดละเอียดมากขึ้น จะมีค่าการหดตัวมากขึ้น การดูดซึมน้ำลดลง ส่วนค่าความหนาแน่น และค่าความแข็งแรงจะเพิ่มขึ้นที่อุณหภูมิเผาเดียวกัน เนื่องจากเศษแก้วที่มีขนาดยิ่งเล็กก็จะยิ่งมีความสามารถไหลตัวได้มาก ทำให้เกิดการผนึกตัวได้ดีที่อุณหภูมิต่ำ

5. สรุปผลการทดลอง

เศษแก้วใส สีเขียว และสีชา สามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับทำกระเบื้องประดับตกแต่งได้ โดยสามารถเลือกใช้ขนาด -12+35 และขนาด -35+80 นำมาขึ้นรูปเป็นแผ่นกระเบื้องในแบบพิมพ์ดินเผา เผาที่อุณหภูมิ 800 - 850 องศาเซลเซียส ยืนไฟ 30 - 90 นาที จะได้กระเบื้องที่มีเนื้อแกร่ง มีการดูดซึมน้ำต่ำ และให้ลักษณะผิวหน้าขรุขระ หรือหยาบ หรือเรียบ ซึ่งขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้นำไปใช้งาน

เอกสารอ้างอิง

C/O Caledonian Shanks Center for Waste Management. **Glass recycling handbook, remade Scotland.** n.p : Glasgow, 2003.

Fusing recycled glass. **[Online].** [cited 30 July 2004] Available from Internet : http://www.cwc.org/gl bp/gbp3-0401.htm

Greene, Charles H. ; and Scholes, Samuel R. **Modern glass practice.** 7th rev. ed. Boston : Cahners Publishing, 1975.

Recyeled glass helps to make bricks that don't cost The earch, **[Online]** [cited 25 September 2004] Available from Internet : http://www.wrap.org.uk/nesw dctail.asp?NewsID=427

Testing of recycled glass and inorganic binder paving tiles. **Final Report,** Seattle, WA,:CWC, 1999.