

บทที่ 4
ผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบของกากตะกอนและวัตถุดิบ

ผลการวิเคราะห์ธาตุที่เป็นองค์ประกอบที่มีอยู่ในกากตะกอน สถานที่วิเคราะห์ คือ ห้องปฏิบัติการเอกซเรย์ดิฟแฟรกชันและเอกซเรย์ฟลูออเรสเซนส์ ศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์คือเครื่อง X-ray fluorescence spectrometer, Philips PW -2404 เทคนิคที่ใช้วิเคราะห์ X-ray fluorescence spectrometry ได้ผลดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์ธาตุที่มีอยู่ในกากตะกอนและวัตถุดิบ

ธาตุ	ปริมาณของธาตุในตัวอย่าง (ร้อยละโดยน้ำหนัก)				
	ดินจังหวัด พระนครศรีอยุธยา	ดินจังหวัด อุดรธานี	กากตะกอนโรง ประปาสามเสน	กากตะกอนโรง ประปาจังหวัด อุดรธานี	กาก ตะกอน โรงงาน อาหาร
SiO ₂	67.88	62.13	46.59	25.36	0.83
Al ₂ O ₃	12.97	15.79	21.93	24.36	4.91
Fe ₂ O ₃	4.97	5.94	8.36	8.46	0.39
K ₂ O	3.42	3.08	2.35	0.69	0.27
MgO	0.93	1.06	1.27	0.35	0.32
TiO ₂	0.88	0.96	0.89	0.45	0.04
CaO	0.96	0.85	1.31	1.12	1.56
Na ₂ O	0.53	0.47	0.35	0.41	0.66
MnO ₂	0.11	0.11	0.33	0.22	0.01
P ₂ O ₅	0.11	0.13	0.85	0.60	6.09
BaO	0.06	0.08	0.07	0.01	0.01
SO ₃	0.03	0.10	0.48	2.05	0.23

ผลการวิเคราะห์พบว่า วัตถุดิบหลักคือ ดินที่ได้จากแหล่งผลิตทั้งสองแหล่งผลิตคือ จังหวัดอุดรธานี และจังหวัดพระนครศรีอยุธยามีปริมาณของแร่ธาตุที่อยู่ในวัตถุดิบมีค่าที่ใกล้เคียงกันโดยพบว่าแร่ธาตุที่พบเป็นส่วนใหญ่ คือซิลิกอนไดออกไซด์ ซึ่งเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในการทำให้ดินเผาสุกตัวได้เร็วและเกิดความแข็งแรงหลังการเผา แร่ธาตุที่พบรองลงมา คือ อะลูมิเนียมไดออกไซด์ที่ส่งผลให้ดินมีความสามารถในการทนไฟได้ดี และออกไซด์หลักที่ทำให้ดินเผาที่ผ่านการเผาแล้วเป็นสีแดง และเมื่อวิเคราะห์

องค์ประกอบของกากตะกอนพบว่ากากตะกอนจากโรงผลิตน้ำประปามีองค์ประกอบของแร่ธาตุที่มีค่าใกล้เคียงกับดิน คือประกอบไปด้วยซิลิกอนไดออกไซด์ เป็นส่วนประกอบหลัก รองลงมาคืออะลูมิเนียมออกไซด์ และออกไซด์ของเหล็ก ส่วนกากตะกอนจากโรงงานผลิตอาหารมีองค์ประกอบของธาตุที่แตกต่างจากดินเป็นอย่างมาก ดังนั้นกากตะกอนที่เหมาะสมสำหรับนำมาใช้เป็นส่วนประกอบของเครื่องปั้นดินเผา คือกากตะกอนจากโรงผลิตน้ำประปานั้นเอง

การศึกษาผลของกากตะกอนต่อสมบัติของดินเผา

การศึกษาผลของกากตะกอนต่อสมบัติดินเผามีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงส่วนผสมที่ทำให้ชิ้นงานมีคุณสมบัติที่ดีที่สุด คือความหนาแน่น ความสามารถในการรับแรงอัด ค่าร้อยละของการดูดซึมน้ำ และร้อยละของความพรุนตัว รวมทั้งค่าน้ำหนักสูญหายและค่าการหดตัวของชิ้นงาน โดยเลือกดินจากผู้ผลิตในจังหวัดอุดรธานีเป็นตัวแทนดินจากแหล่งผลิตเนื่องจากดินที่นำมาใช้เป็นวัตถุดิบของแต่ละแหล่งผลิต มีส่วนประกอบของธาตุแต่ละชนิดที่ใกล้เคียงกัน

1 ผลการวิเคราะห์ค่าการหดตัว

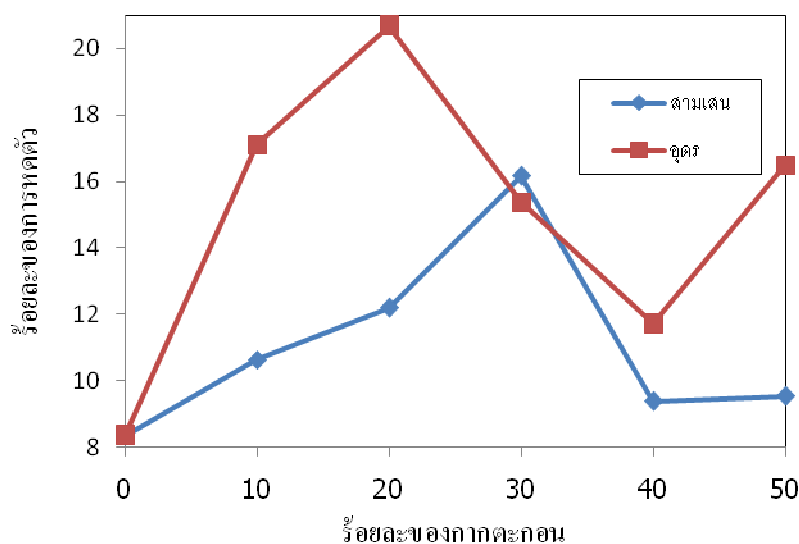
ผลการวิเคราะห์ค่าการหดตัวของชิ้นงานตัวอย่าง ได้ผลดังตารางที่ 4.2 เมื่อนำค่าที่ได้มาเขียนกราฟหาความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละของการหดตัวกับกากตะกอนแสดงผลดังภาพที่ 4.1

ตารางที่ 4.2 ค่าการหดตัวของชิ้นงานตัวอย่างที่ผสมกับกากตะกอนโรงประปาสามเสน

ร้อยละของกาก ตะกอนโรงประปา สามเสน	ร้อยละการหดตัว	ร้อยละของกาก ตะกอนโรงประปา อุดรธานี	ร้อยละการหดตัว
0	8.34	0	8.34
10	10.64	10	17.11
20	12.19	20	20.67
30	16.07	30	15.38
40	9.38	40	11.71
50	9.55	50	16.50

ผลการวิเคราะห์ค่าการหดตัวของชิ้นงาน พบว่าค่าการหดตัวของชิ้นงานที่มีการเติมกากตะกอนจากโรงผลิตน้ำประปามีค่าความหดตัวเพิ่มขึ้นจากที่ไม่เติมอย่างไรก็ตามเมื่อเพิ่มปริมาณกากตะกอนขึ้นไปถึงร้อยละ 40 โดยน้ำหนัก ปริมาณร้อยละของการหดตัวจะลดลงและเพิ่มขึ้นอีกครั้งเมื่อเติมมากกว่านั้น เมื่อ

เปรียบเทียบระหว่างกากตะกอนจากโรงผลิตน้ำประปาสามเสนกับโรงผลิตน้ำประปาจังหวัดอุดรธานีพบว่า การเติมกากตะกอนจากโรงผลิตน้ำประปาจังหวัดอุดรธานีจะทำให้เกิดการหดตัวหลังเผามากกว่ากากตะกอนจากโรงผลิตน้ำประปาสามเสน ยกเว้นที่กากตะกอนร้อยละ 30 ที่ร้อยละของการหดตัวมีค่าใกล้เคียงกัน



ภาพที่ 4.1 ร้อยละของการหดตัว

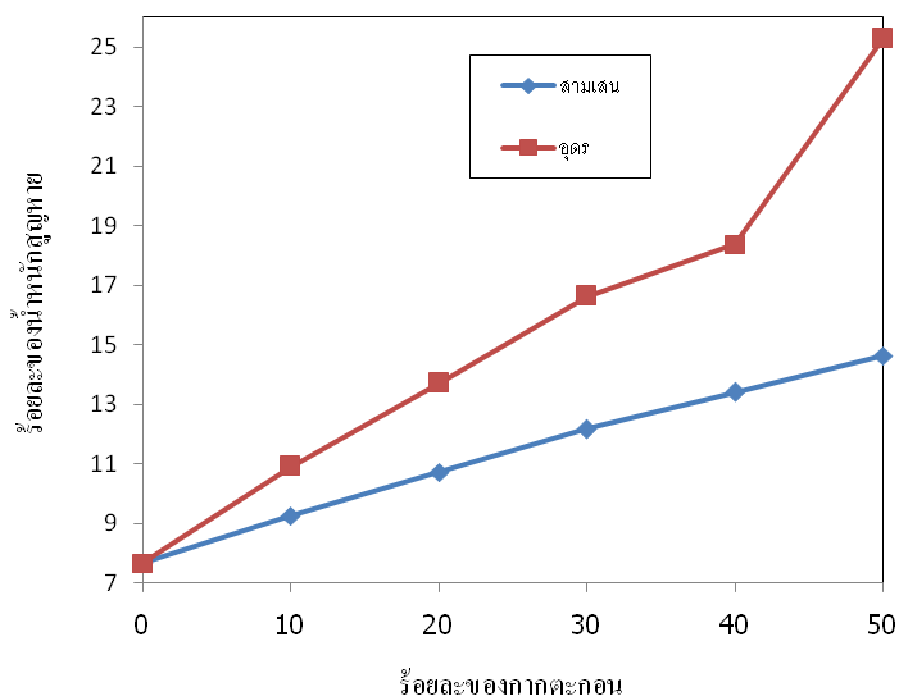
2 ผลการวิเคราะห์ค่าน้ำหนักสูญหาย

จากการวัดค่าน้ำหนักสูญหายของชิ้นงานโดยเปรียบเทียบน้ำหนักของชิ้นงานก่อนและหลังการเผา ได้ผลดังตารางที่ 4.3 เมื่อนำค่าที่ได้มาเขียนกราฟหาความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละของน้ำหนักสูญหายกับกากตะกอนแสดงผลดังภาพที่ 4.2

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าน้ำหนักสูญหายของชิ้นงานตัวอย่าง

ร้อยละของกาก ตะกอนโรงประปา สามเสน	ร้อยละน้ำหนัก สูญหาย	ร้อยละของกาก ตะกอนโรงประปา อุดรธานี	ร้อยละน้ำหนัก สูญหาย
0	7.67	0	7.67
10	9.25	10	10.91
20	10.71	20	13.70
30	12.17	30	16.64
40	13.40	40	18.38
50	14.64	50	25.29

ผลการวิเคราะห์ค่าร้อยละของการสูญเสียน้ำหนักหลังเผาของชิ้นงาน พบว่าการเติมกากตะกอนจากโรงผลิตน้ำประปาส่งผลให้ค่าร้อยละของการสูญเสียน้ำหนักหลังเผาของชิ้นงานเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับที่ไม่เติม เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกากตะกอนจากโรงผลิตน้ำประปาสามเสนกับโรงผลิตน้ำประปาจังหวัดอุดรธานีพบว่า การเติมกากตะกอนจากโรงผลิตน้ำประปาจังหวัดอุดรจะทำให้ค่าร้อยละของการสูญเสียน้ำหนักหลังเผาของชิ้นงานมีค่ามากกว่ากากตะกอนจากโรงผลิตน้ำประปาสามเสน



ภาพที่ 4.2 ร้อยละของน้ำหนักสูญหายหลังเผา

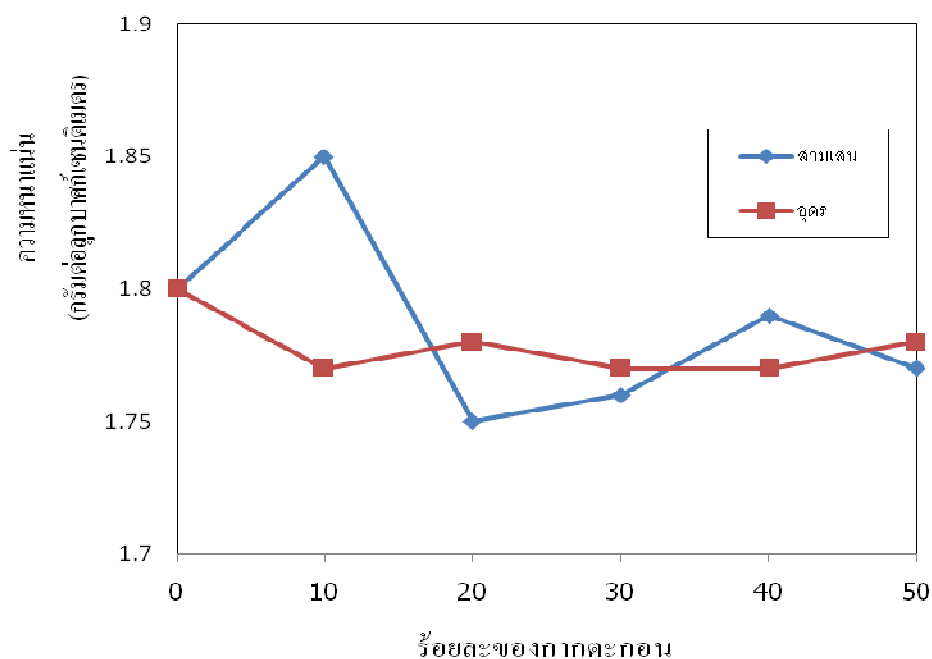
3 ผลการวิเคราะห์ความหนาแน่น

ผลการวิเคราะห์ค่าความหนาแน่นของชิ้นงานทดสอบโดยวิธีอาเคมีดิส คือ ชั่งน้ำหนักเปียกน้ำหนักแห้งและน้ำหนักแขวนลอยของชิ้นงานได้ผลดังตารางที่ 4.4 เมื่อนำค่าที่ได้มาพล็อตกราฟหาความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นกับกากตะกอนแสดงผลดังภาพที่ 4.3

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าความหนาแน่นของชิ้นงานทดสอบ

ร้อยละของกาก ตะกอนโรงประปา สามเสน	ความหนาแน่น (กรัมต่อตาราง เซนติเมตร)	ร้อยละของกาก ตะกอนโรงประปา อุดรธานี	ความหนาแน่น (กรัมต่อตาราง เซนติเมตร)
0	1.80	0	1.80
10	1.85	10	1.77
20	1.75	20	1.78
30	1.76	30	1.77
40	1.78	40	1.77
50	1.77	50	1.78

ผลการวิเคราะห์ค่าความหนาแน่นของชิ้นงาน พบว่าการเติมกากตะกอนจากโรงผลิตน้ำประปาส่งผลให้ค่าความหนาแน่นของชิ้นงานลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับที่ไม่เติมอย่างใดก็ตามเมื่อเพิ่มปริมาณกากตะกอนร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก ค่าความหนาแน่นชิ้นงานที่เติมกากตะกอนจากโรงผลิตน้ำสามเสนจะเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับระหว่างกากตะกอนจากโรงผลิตน้ำประปาสามเสนกับโรงผลิตน้ำประปาจังหวัดอุดรธานีพบว่า การเติมกากตะกอนจากโรงผลิตน้ำประปาจังหวัดอุดรธานีทำให้ค่าความหนาแน่นของชิ้นงาน มีค่าน้อยกว่ากากตะกอนจากโรงผลิตน้ำประปาสามเสน



ภาพที่ 4.3 ค่าความหนาแน่นของชิ้นงาน

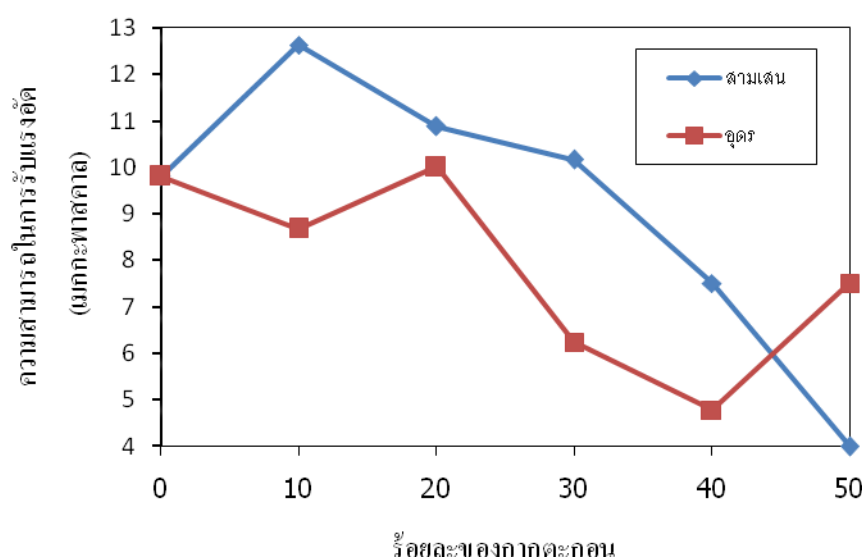
4 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการรับแรงอัด

ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการต้านทานแรงอัดของชิ้นงานตัวอย่างโดยใช้ห้องปฏิบัติการของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ได้ผลดังตารางที่ 4.5

และเมื่อนำค่าที่ได้มาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนผสมของวัสดุกับค่าความสามารถในการรับแรงอัดได้ผลดังภาพที่ 4.4

ตารางที่ 4.5 แสดงผลการวิเคราะห์ค่ากำลังต้านทานแรงอัดของชิ้นงานตัวอย่าง

ร้อยละของกาก ตะกอนโรงประปา สามเสน	กำลังต้านแรงอัด (เมกะปาสคาล)	ร้อยละของกาก ตะกอนโรงประปา อุดรธานี	กำลังต้านแรงอัด (เมกะปาสคาล)
0	9.81	0	9.81
10	12.63	10	8.68
20	10.88	20	10.01
30	10.17	30	6.24
40	7.51	40	4.78
50	4.00	50	7.51



ภาพที่ 4.4 ความสามารถในการรับแรงอัด

ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการรับแรงอัดของชิ้นงาน พบว่าการเติมกากตะกอนจากโรงผลิตน้ำประปาส่งผลให้ค่าความสามารถในการรับแรงอัดของชิ้นงานลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับที่ไม่เติมอย่างไก็ตามเมื่อเติมกากตะกอนลงประปาจากโรงผลิตน้ำสามเสนร้อยละ 10 และกากตะกอนจากโรงประปาอุดร ร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก ความสามารถในการรับแรงอัดของชิ้นงานจะสูงขึ้นกว่าที่ไม่ได้เติม เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกากตะกอนจากโรงผลิตน้ำประปาสามเสนกับโรงผลิตน้ำประปาจังหวัดอุดรธานีพบว่า การเติมกากตะกอนจากโรงผลิตน้ำประปาจังหวัดอุดรธานีจะทำให้ความสามารถในการรับแรงอัดของชิ้นงาน น้อยกว่าการเติมกากตะกอนจากโรงผลิตน้ำประปาสามเสน

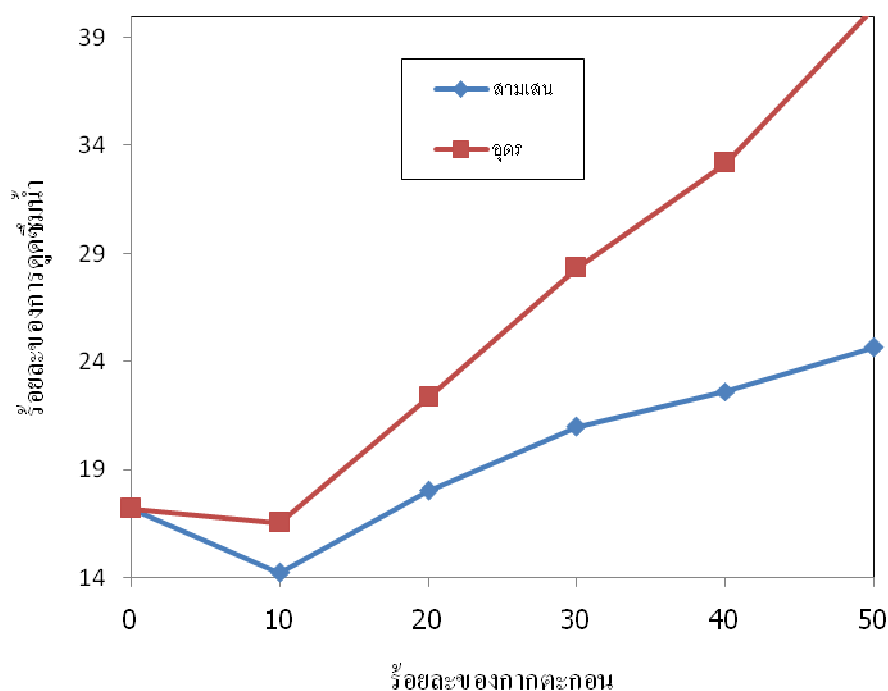
5 ผลการวิเคราะห์ค่าการดูดซึมน้ำ

ผลการวิเคราะห์ค่าการดูดซึมน้ำตามมาตรฐาน ASTM C373-88 ของชิ้นงานตัวอย่างโดยใช้ห้องปฏิบัติการของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทยได้ผลดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 แสดงค่าผลการวิเคราะห์ค่าร้อยละของการดูดซึมน้ำ

ร้อยละของกาก ตะกอนโรงประปา สามเสน	ร้อยละของการ ดูดซึมน้ำ	ร้อยละของกาก ตะกอนโรงประปา อุดรธานี	ร้อยละของการ ดูดซึมน้ำ
0	17.19	0	17.19
10	14.23	10	16.54
20	18.03	20	22.34
30	20.98	30	28.34
40	22.63	40	33.21
50	24.66	50	40.33

เมื่อนำค่าที่ได้มาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนผสมของวัตถุดิบแต่ละชนิดกับค่าการดูดซึมน้ำได้ผลดังภาพที่ 4.5



ภาพที่ 4.5 ร้อยละการดูดซึมน้ำ

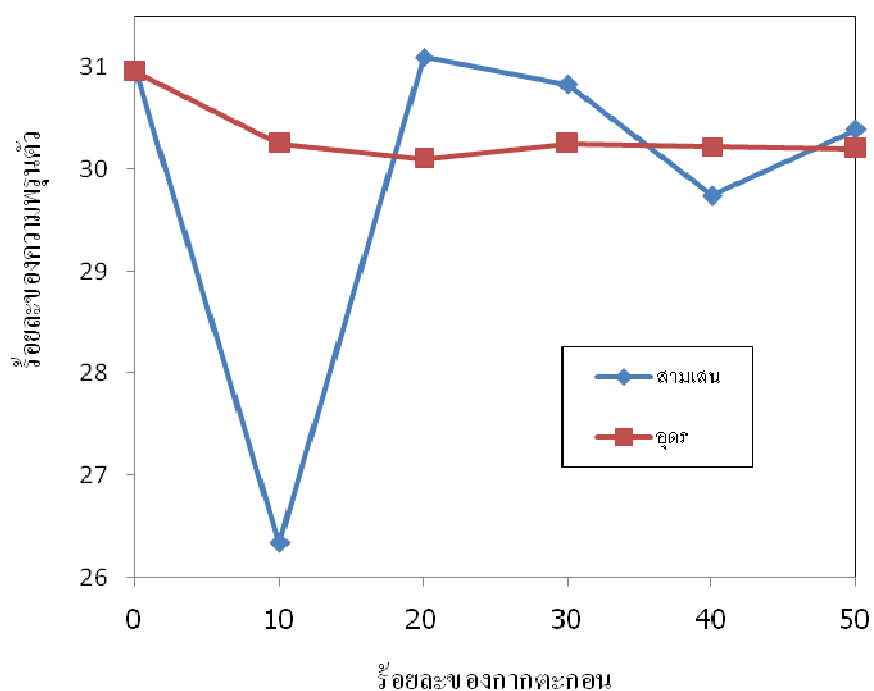
ผลการวิเคราะห์ค่าร้อยละของการดูดซึมน้ำของชิ้นงาน พบว่าการเติมกากตะกอนจากโรงผลิตน้ำประปาส่งผลให้ค่าร้อยละของการดูดซึมน้ำของชิ้นงานเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับที่ไม่เติม อย่างไรก็ตาม เมื่อเติมปริมาณกากตะกอนร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก ปริมาณค่าร้อยละของการดูดซึมน้ำหลังเผาของชิ้นงานจะลดลงและเพิ่มขึ้นอีกครั้งเมื่อเติมมากกว่านั้น เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกากตะกอนจากโรงผลิตน้ำประปาสามเสนกับโรงผลิตน้ำประปาจังหวัดอุดรธานีพบว่า การเติมกากตะกอนจากโรงผลิตน้ำประปาจังหวัดอุดรจะทำให้ค่าร้อยละของการดูดซึมน้ำมีค่ามากกว่ากากตะกอนจากโรงผลิตน้ำประปาสามเสน

6 การวิเคราะห์ค่าความพรุนตัว

ผลการวิเคราะห์ค่าร้อยละของความพรุนตัวของชิ้นงานได้ผลดังตารางที่ 4.7 เมื่อนำค่าที่ได้มาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนผสมของวัตถุดิบแต่ละชนิดกับค่าความพรุนตัวได้ผลดังภาพที่ 4.6

ตารางที่ 4.7 แสดงค่าร้อยละของความพรุนตัวขึ้นงาน

ร้อยละของกาก ตะกอนโรงประปา สามเสน	ร้อยละของรูปพรุน	ร้อยละของกาก ตะกอนโรงประปา อุดรธานี	ร้อยละของรูปพรุน
0	30.95	0	30.95
10	26.34	10	30.25
20	31.10	20	30.13
30	30.84	30	30.25
40	29.74	40	30.22
50	30.39	50	30.20



ภาพที่ 4.6 ค่าความพรุนตัว

ผลการวิเคราะห์ค่าร้อยละของความพรุนตัวขึ้นงาน พบว่าการเติมกากตะกอนจากโรงผลิตน้ำประปา ส่งผลให้ค่าร้อยละของความพรุนตัวของขึ้นงานมีค่าใกล้เคียงกับที่ไม่เติม อย่างไรก็ตามเมื่อเพิ่มปริมาณกากตะกอนขึ้นไปถึงร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก ปริมาณค่าร้อยละของความพรุนตัวขึ้นงานจะลดลงและเพิ่มขึ้นอีกครั้งเมื่อเติมมากกว่านั้น เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกากตะกอนจากโรงผลิตน้ำประปาสามเสนกับโรง

ผลิตน้ำประปาจังหวัดอุดรธานีพบว่า การเติมกากตะกอนจากโรงผลิตน้ำประปาจังหวัดอุดรจะทำให้ค่าร้อยละของของความพรุนตัวมีค่ามากกว่ากากตะกอนจากโรงผลิตน้ำประปาสามเสน