

บทที่ 5

ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

ลักษณะของตะกอนโลหะหนัก

1. ตะกอนที่ได้จากการบำบัดน้ำเสียซีโอติ

1.1. องค์ประกอบของโลหะหนัก

ตะกอนโลหะหนักที่ใช้ในการทดลองนี้ได้มาจากการตกตะกอนน้ำเสียซีโอติที่ได้จากห้องปฏิบัติการน้ำเสีย ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ ตะกอนโลหะหนักที่ได้มีลักษณะเป็นตะกอนสีดำ น้ำเสียซีโอติ 1 ลิตรจะได้ตะกอนประมาณ 179 กรัม ปริมาณโลหะหนักในตะกอนที่ตรวจวัดในตะกอนโลหะหนักพบว่าประกอบด้วยปรอท โครเมียมและเหล็กมีค่าเท่ากับ 9.68, 1.79 และ 3.59 mg/g ตามลำดับ จากตารางที่ 5.1 จะพบว่าปริมาณโลหะหนักในตะกอนจะมีค่าใกล้เคียงกับปริมาณโลหะหนักในตะกอนที่ได้จากการศึกษาของ นฤมิต คินีมาน และ อนุวัฒน์ ปูนพันธ์ฉาย

ตารางที่ 5.1 ปริมาณโลหะหนักในตะกอนที่ได้จากการตกตะกอนไฮดรอกไซด์ของน้ำเสียซีโอติ

โลหะที่พบ	ปริมาณโลหะในตะกอน (mg/g)		
	ค่าที่วัดได้	นฤมิต (2538)	อนุวัฒน์ (2539)
ปรอท(Hg)	9.68	4.31	9.93
โครเมียม (Cr)	1.79	4.15	3.91
เหล็ก (Fe)	3.59	5.00	4.50
อาร์เซนิก (As)	ND	ND	ND
แคดเมียม (Cd)	ND	ND	ND
ตะกั่ว (Pb)	ND	0.35	ND
จำนวนตัวอย่าง	5	3	3

1.2. การทดสอบการชะละลาย

ผลการทดสอบการชะละลายของตะกอนโลหะหนักตามเกณฑ์มาตรฐานของกรมโรงงานอุตสาหกรรมแสดงไว้ในตารางที่ 5.2 ซึ่งจะพบว่าปรอทและโครเมียมมีค่าสูงเกินกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ส่วนโลหะหนักอื่นๆ เช่น ตะกั่วและแคดเมียมถูกตรวจพบในปริมาณที่น้อยมาก ดังนั้นตะกอนโลหะหนักที่เตรียมจากน้ำเสียซีโอดีจึงจัดอยู่ในประเภทสารมีพิษซึ่งจำเป็นต้องนำไปทำลายฤทธิ์โดยกระบวนการทำให้เป็นก้อนต่อไป

2. กากหลอตฟลูออเรสเซนซ์

กากหลอตฟลูออเรสเซนซ์ที่ใช้ทดลองนำมาจากศูนย์กำจัดกากอุตสาหกรรมเสมดำ

2.1 องค์ประกอบของโลหะหนัก

ลักษณะของกากหลอตฟลูออเรสเซนซ์มีอยู่ 2 ลักษณะคือเศษแก้วและผงโลหะหนักสีขาวขุ่นซึ่งมีปริมาณเท่ากับ 0.802 และ 0.198 กรัมต่อกรัมของตะกอนโลหะหนักตามลำดับ(ภาคผนวก ก.) เมื่อนำไปย่อยด้วยกรดไนตริกแล้วนำมาวิเคราะห์หาความเข้มข้นของโลหะหนักพบว่ากากหลอตฟลูออเรสเซนซ์ 1 กรัมประกอบด้วย ปรอทและเหล็กเท่ากับ 5.201 และ 17.41 มิลลิกรัมต่อกรัมตามลำดับ ส่วนโลหะหนักอื่น ๆ เช่น ตะกั่ว แคดเมียม ถูกตรวจพบในปริมาณต่ำมาก

ตารางที่ 5.2 สมบัติของน้ำสกัดจากการทดสอบการชะละลาย

	ตะกอนโลหะหนัก จากน้ำเสียซีโอดี	กากหลอต ฟลูออเรสเซนซ์	เกณฑ์มาตรฐาน สารมีพิษ*
พีเอช	9.26	9.75	
สภาพนำไฟฟ้า (มิลลิซีเมนต์/เซนติเมตร)	67.97	0.31	
ความเป็นต่าง (มก./ล.ของหินปูน)	112	167	
ปรอท (มก./ล.)	17.90	2.279	> 0.2
โครเมียม (มก./ล.)	23.10	-	> 5.0
เหล็ก (มก./ล.)	0.43	0.65	-

* กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม

2.2 การทดสอบการชะละลาย

ผลการวิเคราะห์การชะละลายกากหลอดฟลูออเรสเซนต์แสดงดังตารางที่ 5.2 พบว่า น้ำสกัดมีค่าพีเอชประมาณ 9.75 สภาพการนำไฟฟ้า 0.31 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ความเป็นด่าง 167 มิลลิกรัมต่อลิตรของหินปูน มีค่าความเข้มข้นของปรอทและเหล็กเท่ากับ 2.279 และ 0.65 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ ส่วนโลหะหนักอื่นๆ เช่น ตะกั่ว โครเมียมและแคดเมียมถูกตรวจพบในปริมาณที่น้อยมาก เมื่อเปรียบเทียบความเข้มข้นของปรอทที่ถูกชะละลายตามเกณฑ์มาตรฐานสารมีพิษของกระทรวงอุตสาหกรรมพบว่าปรอทมีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานดังนั้นจึงต้องทำกากหลอดฟลูออเรสเซนต์ให้คงตัวโดยการทำให้เป็นก้อนต่อไป

การศึกษาความสามารถในการทำของเสียให้คงตัวโดยการทำให้เป็นก้อน

การทดลองนี้ได้ทำการศึกษาการทำของเสียให้คงตัวโดยการทำให้เป็นก้อนโดยศึกษาผลของอัตราส่วนผสมตะกอนโลหะหนักต่อวัสดุประสาน ใช้เวลาบ่มตัวอย่าง 7 วันนำตะกอนโลหะหนักที่ทำให้เป็นก้อนแล้วไปทดสอบกำลังรับแรงอัดและทดสอบการชะละลาย เปรียบเทียบผลการทดลองกับเกณฑ์มาตรฐานของเสียที่ผ่านการทำให้เป็นก้อนและมาตรฐานสารมีพิษของกรมโรงงานอุตสาหกรรม เลือกอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมในการทำของเสียให้เป็นก้อน ผลการทดลองสรุปได้ดังนี้

1. การทำตะกอนที่ได้จากการบำบัดน้ำเสียซีโอติให้เป็นก้อนโดยใช้ปูนซีเมนต์ผสมซิลิกาฟูม

1.1 กำลังรับแรงอัด

จากตารางที่ 5.3 และรูปที่ 5.1 แสดงให้เห็นว่าเมื่อเพิ่มอัตราส่วนผสมตะกอนโลหะหนักต่อวัสดุประสานจะมีผลทำให้ค่ากำลังรับแรงอัดที่ระยะเวลาบ่ม 7 วันลดลงตามลำดับ เมื่อผสมตะกอนโลหะหนักพบว่าการผสมซิลิกาฟูม 10 % จะทำให้กำลังรับแรงอัดมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับส่วนผสมที่ไม่ได้เติมซิลิกาฟูมที่อัตราส่วนผสมตะกอนโลหะหนักต่อวัสดุประสานเดียวกัน

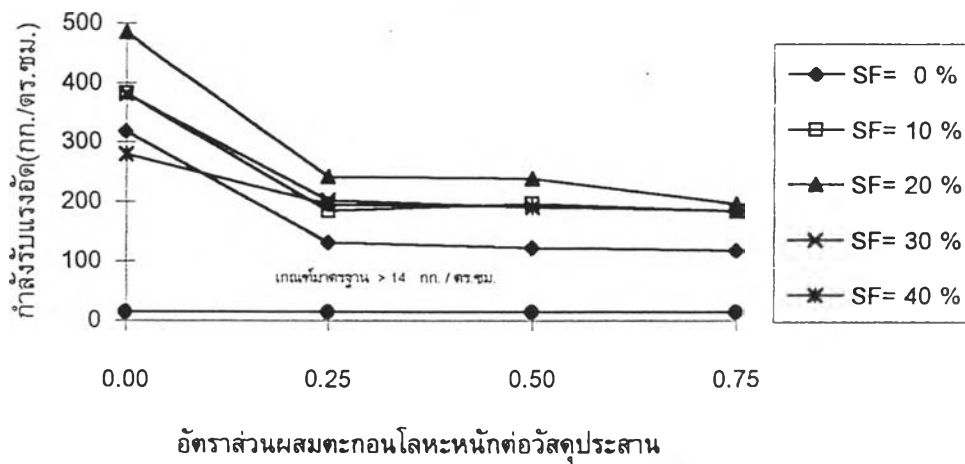
ค่ากำลังรับแรงอัดจากการทดลองในทุกอัตราส่วนผสมมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของเสียที่ผ่านการทำให้เป็นก้อนกล่าวคือมีค่าสูงกว่า 14 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

ตารางที่ 5.3 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของตะกอนโลหะหนักที่ผ่านการทำให้เป็นก้อน

เปอร์เซ็นต์ของ ซีลีกาฟุ้ง	กำลังรับแรงอัด (กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร)			
	อัตราส่วนผสมตะกอนโลหะหนัก/วัสดุประสาน			
	0	0.25	0.50	0.75
0	318	131	122	117
10	382	184	196	184
20	485	242	238	197
30	381	202	191	185
40	279	196	191	185

เกณฑ์มาตรฐาน * > 14 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

*กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม



SF = ซีลีกาฟุ้ง

รูปที่ 5.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัดกับอัตราส่วนผสมตะกอนโลหะหนัก

1.2 ความหนาแน่น

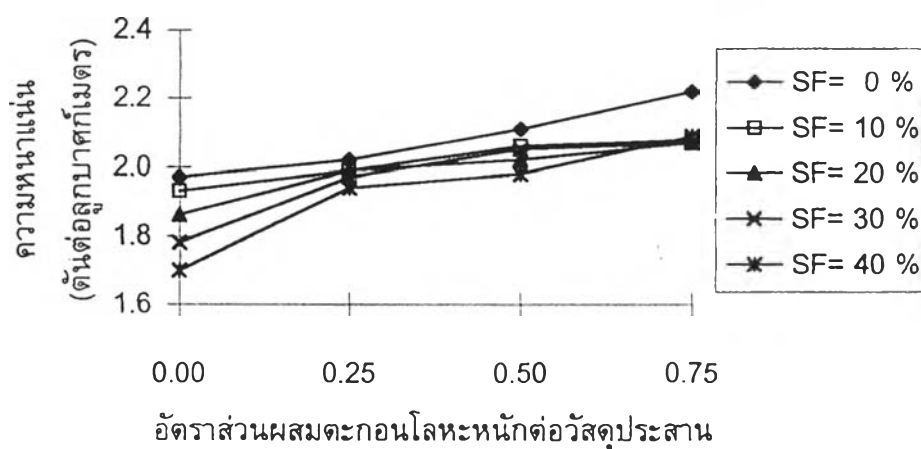
จากตารางที่ 5.4 และรูปที่ 5.2 แสดงให้เห็นว่าการเพิ่มอัตราส่วนผสมตะกอนโลหะหนักต่อวัสดุประสานจะมีผลทำให้ค่าความหนาแน่นของตะกอนโลหะหนักที่ผ่านการทำให้เป็นก้อนมีค่าสูง เมื่อเปรียบเทียบความหนาแน่นกับเกณฑ์มาตรฐานของเสียที่ผ่านการทำให้เป็นก้อนพบว่าทุกอัตราส่วนผสมมีค่าสูงกว่า 1.04 ตันต่อลูกบาศก์เมตรซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานดังกล่าว

ตารางที่ 5.4 ผลการทดสอบค่าความหนาแน่นของตะกอนโลหะหนักที่ผ่านการทำให้เป็นก้อน

เปอร์เซ็นต์ ซิลิกาฟูม	ความหนาแน่น(ตัน/ลูกบาศก์เมตร)			
	อัตราส่วนผสมตะกอนโลหะหนัก/วัสดุประสาน			
	0	0.25	0.50	0.75
0	1.97	2.02	2.11	2.22
10	1.93	1.99	2.06	2.08
20	1.86	1.99	2.02	2.07
30	1.78	1.97	2.05	2.07
40	1.70	1.94	1.98	2.09

เกณฑ์มาตรฐาน* > 1.04 ตันต่อลูกบาศก์เมตร

*กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม



SF = ซิลิกาฟูม

รูปที่ 5.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นกับอัตราส่วนผสมตะกอนโลหะหนัก

1.3 การทดสอบการชะละลาย

พีเอช

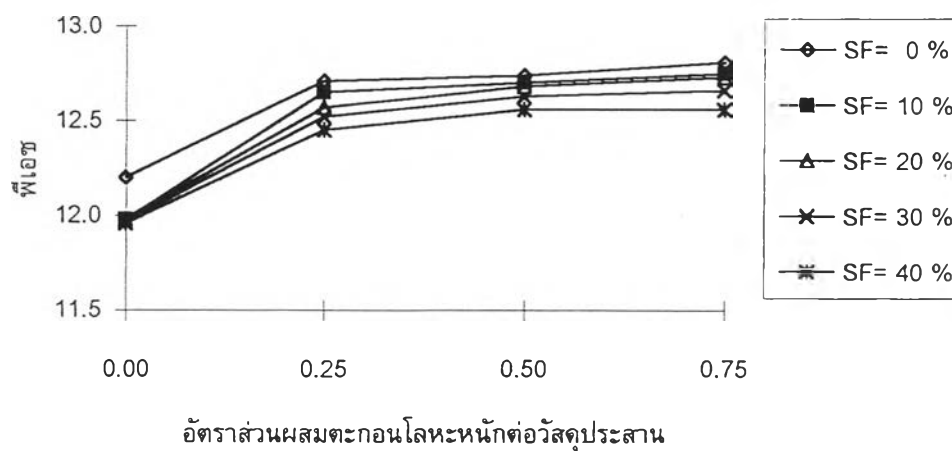
ค่าของพีเอชของน้ำสกัดที่แสดงในตารางที่ 5.5 จะเห็นว่าค่าพีเอชของน้ำสกัดมีค่าค่อนข้างสูง เนื่องจากการละลายของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เกิดจากปฏิกิริยาการแข็งตัวของซีเมนต์ รูปที่ 5.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพีเอชของน้ำสกัดกับอัตราส่วนผสมตะกอนโลหะหนักต่อวัสดุประสาน เมื่อเพิ่มอัตราส่วนผสมของตะกอนโลหะหนักพบว่าค่าพีเอชของน้ำสกัดมีค่าเพิ่มขึ้น สาเหตุอาจมาจากการละลายของไฮดรอกไซด์จากตะกอนโลหะหนักที่เพิ่มขึ้น

ตารางที่ 5.5 ผลการวิเคราะห์พีเอชของน้ำสกัด

เปอร์เซ็นต์ ซิลิกาฟุ่ม	พีเอชของน้ำสกัด			
	อัตราส่วนผสมตะกอนโลหะหนัก/วัสดุประสาน			
	0	0.25	0.50	0.75
0	12.21	12.71	12.74	12.81
10	11.98	12.65	12.70	12.75
20	11.98	12.57	12.68	12.73
30	11.97	12.52	12.63	12.66
40	11.96	12.45	12.56	12.56

สภาพนำไฟฟ้า

จากตารางที่ 5.6 และรูปที่ 5.4 แสดงให้เห็นว่าเมื่อเพิ่มอัตราส่วนผสมตะกอนโลหะหนัก สภาพนำไฟฟ้าจะมีค่าสูงขึ้นตามปริมาณตะกอนโลหะหนักที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากปริมาณไฮดรอกไซด์จากตะกอนโลหะหนักมีค่าเพิ่มขึ้น (ค่า ionic conductivity ของไฮดรอกไซด์มีค่าสูง) การเพิ่มเปอร์เซ็นต์ของซิลิกาฟุ่มจะมีผลทำให้สภาพนำไฟฟ้าลดลงเนื่องจากปริมาณปูนซีเมนต์มีค่าลดลงทำให้ไฮดรอกไซด์ของตัวอย่างมีค่าลดลง



SF = ซิลิกาฟูม

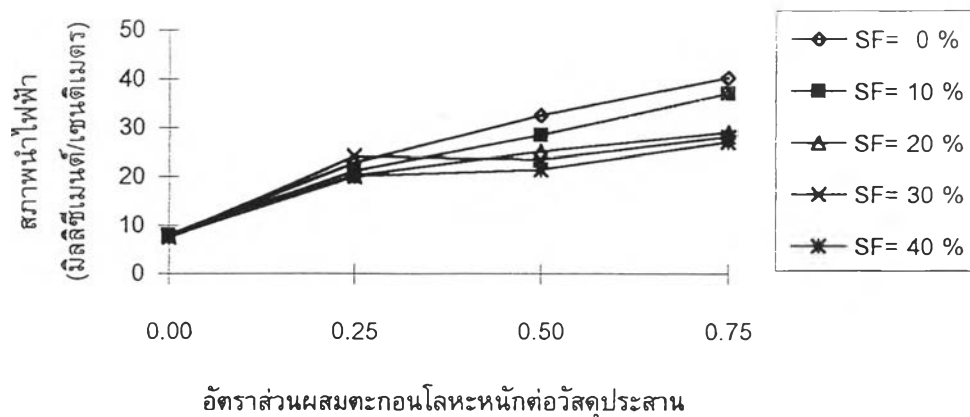
รูปที่ 5.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพีเอชของน้ำสกัดกับอัตราส่วนผสมตะกอนโลหะหนัก

ตารางที่ 5.6 ผลการวิเคราะห์สภาพนำไฟฟ้าของน้ำสกัด

เปอร์เซ็นต์ ซิลิกาฟูม	สภาพนำไฟฟ้า			
	อัตราส่วนผสมตะกอนโลหะหนัก/วัสดุประสาน			
	0	0.25	0.50	0.75
0	8.00	22.83	32.60	40.33
10	7.97	21.27	28.57	37.07
20	7.89	20.33	25.13	29.07
30	7.57	24.17	23.50	28.10
40	7.52	20.17	21.43	27.03

ความเป็นด่าง

จากตารางที่ 5.7 และรูปที่ 5.5 แสดงให้เห็นว่าความเป็นด่างมีค่าสูงขึ้นตามอัตราส่วนของตะกอนโลหะหนักที่เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าการเพิ่มเปอร์เซ็นต์ซิลิกาฟูมในวัสดุประสานทำให้ความเป็นด่างลดลง



SF = ซิลิกาฟุ่ม

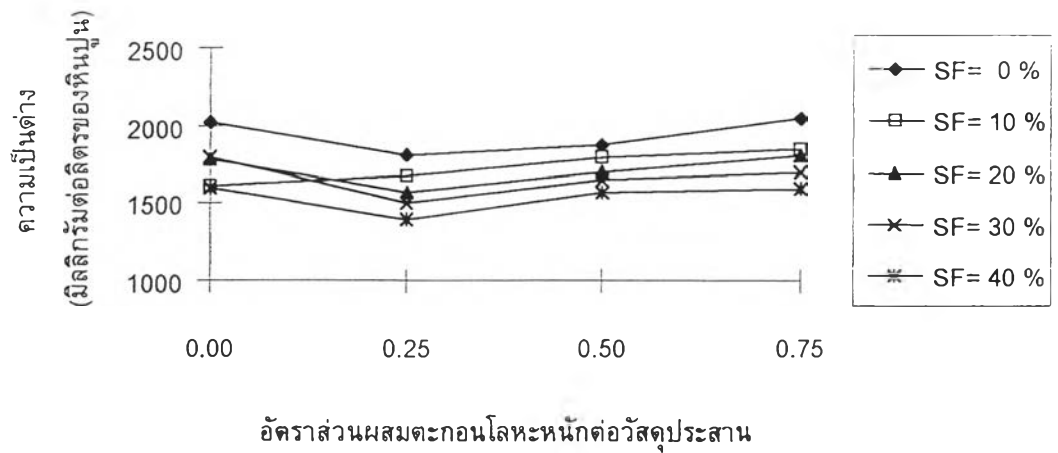
รูปที่ 5.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสภาพนำไฟฟ้าและอัตราส่วนตะกอนโลหะหนัก

ตารางที่ 5.7 ผลการวิเคราะห์ความเป็นต่างของน้ำสกัด

เปอร์เซ็นต์ ซิลิกาฟุ่ม	ความเป็นต่าง(มก./ล. ของหินปูน)			
	อัตราส่วนผสมตะกอนโลหะหนัก/วัสดุประสาน			
	0	0.25	0.50	0.75
0	2025	1804	1870	2021
10	1607	1681	1790	1855
20	1783	1572	1703	1812
30	1801	1507	1645	1703
40	1601	1399	1572	1594

ปริมาณโครเมียมในน้ำสกัด

จากตารางที่ 5.8 และรูปที่ 5.6 พบว่าการเพิ่มอัตราส่วนผสมตะกอนโลหะหนักในส่วนผสมจะมีผลทำให้ความเข้มข้นของโครเมียมสูงขึ้นเนื่องจากตะกอนโลหะหนักมากขึ้นมีผลทำให้โครเมียมถูกชะละลายมากขึ้นเมื่อเพิ่มเปอร์เซ็นต์ซิลิกาฟุ่มในวัสดุประสานจะมีผลทำให้ปริมาณโครเมียมในน้ำสกัดลดลง



SF = ซิลิกาฟุ่ม

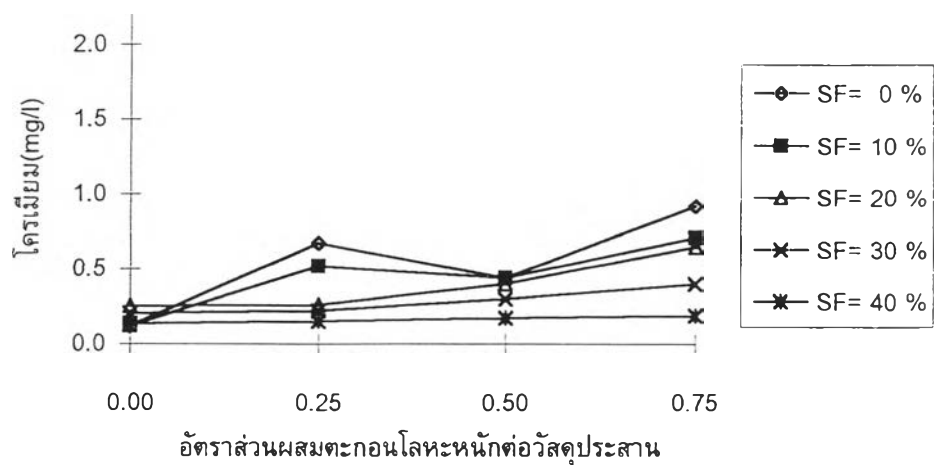
รูปที่ 5.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความแตกต่างและอัตราส่วนตะกอนโลหะหนัก

ตารางที่ 5.8 ผลการวิเคราะห์ปริมาณโครเมียมในน้ำสกัด

เปอร์เซ็นต์ ซิลิกาฟุ่ม	ปริมาณโครเมียม (mg/l)			
	อัตราส่วนตะกอนโลหะหนัก/วัสดุประสาน			
	0	0.25	0.50	0.75
0	0.12	0.67	0.44	0.92
10	0.12	0.52	0.44	0.71
20	0.25	0.26	0.40	0.65
30	0.20	0.22	0.30	0.40
40	0.13	0.15	0.17	0.19

เกณฑ์มาตรฐาน * < 5 mg/l

*กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม



SF = ซิลิกาฟุ้ง

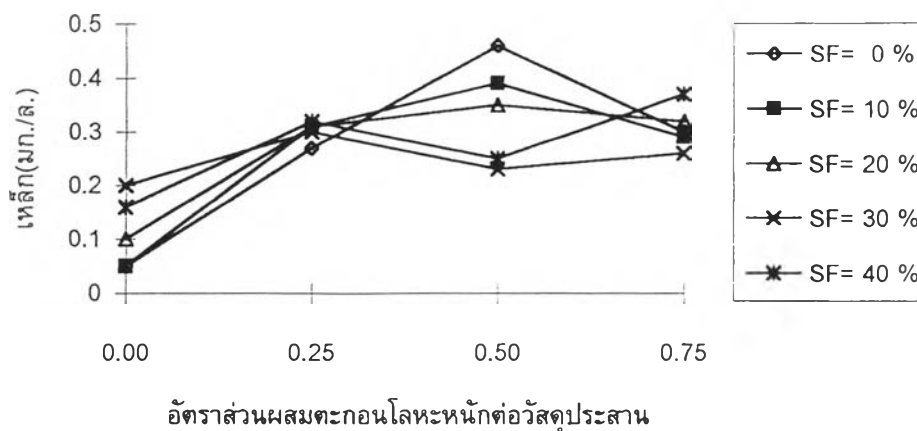
รูปที่ 5.6 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโครเมียมในน้ำสกัดกับอัตราส่วนผสมตะกอนโลหะหนัก

ปริมาณเหล็กในน้ำสกัด

ปริมาณเหล็กที่ถูกชะละลายออกมามีค่าค่อนข้างต่ำเนื่องจากคุณสมบัติการละลายของเหล็กมีค่าต่ำมากในสภาพพีเอชของน้ำที่เป็นด่าง จากตารางที่ 5.9 และรูปที่ 5.7 พบว่าการเพิ่มอัตราส่วนผสมตะกอนโลหะหนักต่อวัสดุประสานและการเพิ่มซิลิกาฟุ้งไม่ได้แสดงให้เห็นแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงแต่อย่างใด

ตารางที่ 5.9 ผลการวิเคราะห์ปริมาณเหล็กในน้ำสกัด

เปอร์เซ็นต์ ซิลิกาฟุ้ง	ปริมาณเหล็ก (มก./ล.)			
	อัตราส่วนตะกอนโลหะหนัก/วัสดุประสาน			
	0	0.25	0.50	0.75
0	0.05	0.27	0.46	0.30
10	0.05	0.31	0.39	0.29
20	0.10	0.31	0.35	0.32
30	0.20	0.30	0.23	0.26
40	0.16	0.32	0.25	0.37



SF = ซิลิกาฟุ่ม

รูปที่ 5.7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเหล็กในน้ำสกัดกับอัตราส่วนผสมตะกอนโลหะหนัก

ปริมาณปรอทในน้ำสกัด

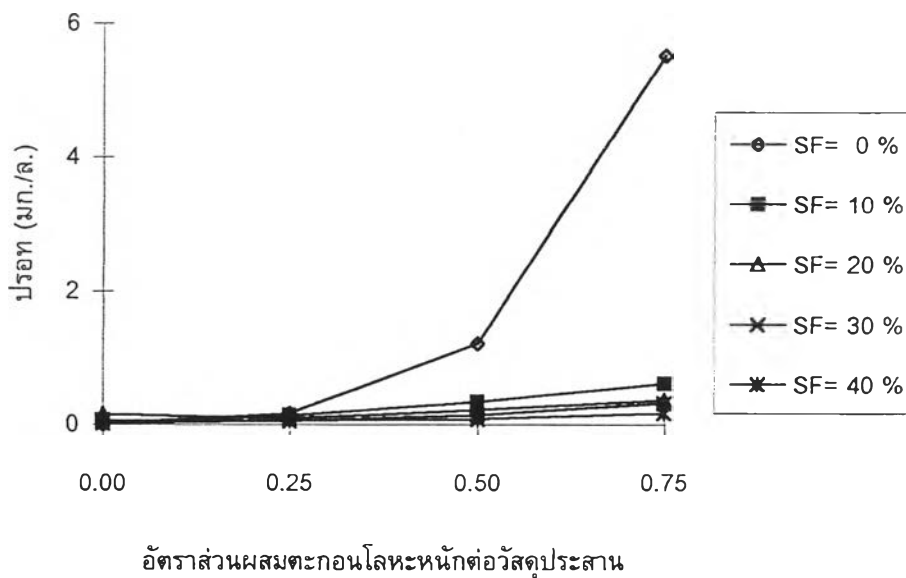
จากตารางที่ 5.10 และรูปที่ 5.8 แสดงให้เห็นว่าการเพิ่มอัตราส่วนผสมตะกอนโลหะหนักลงในส่วนผสมจะทำให้ปริมาณปรอทในน้ำสกัดมีค่าสูงขึ้น

ตารางที่ 5.10 ผลการวิเคราะห์ปริมาณปรอทในน้ำสกัด

เปอร์เซ็นต์ ซิลิกาฟุ่ม	ปริมาณปรอทในน้ำสกัด (มก./ล.)			
	อัตราส่วนผสมตะกอนโลหะหนัก/วัสดุประสาน			
	0	0.25	0.50	0.75
0	0.009	0.166	1.207	5.510
10	0.034	0.136	0.331	0.612
20	0.160	0.090	0.212	0.364
30	0.070	0.054	0.140	0.313
40	0.020	0.058	0.075	0.167

เกณฑ์มาตรฐาน* < 0.20 มก./ล.

*กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม



SF = ซิลิกาฟูม

รูปที่ 5.8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณปรอทในน้ำสกัดกับอัตราส่วนผสมตะกอนโลหะหนัก

2. การทำกากหลอตฟลูออเรสเซนซ์ให้เป็นก้อนโดยใช้ปูนซีเมนต์ผสมซิลิกาฟูม

2.1. กำลังรับแรงอัด

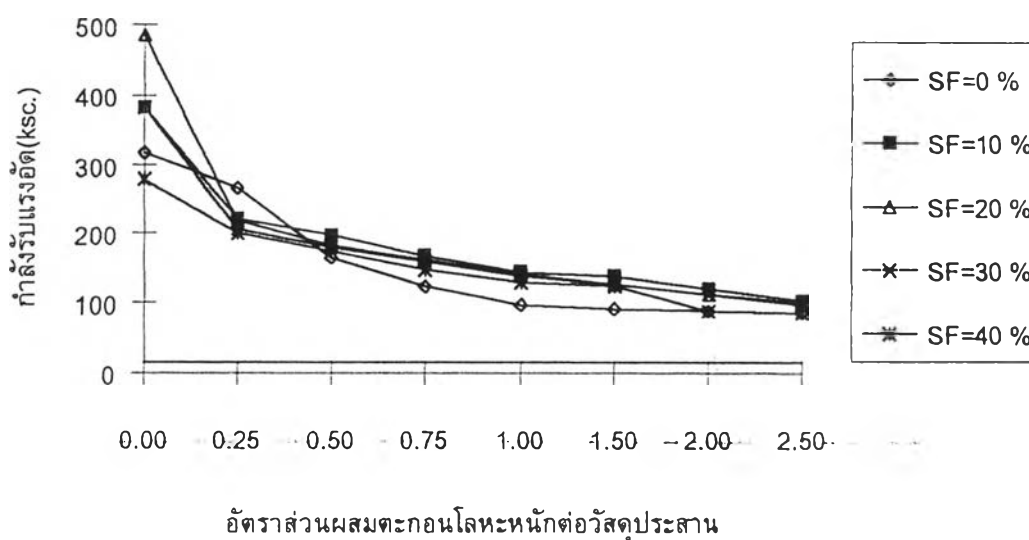
จากตารางที่ 5.11 และรูปที่ 5.9 แสดงให้เห็นว่าการเพิ่มอัตราส่วนตะกอนโลหะหนักต่อวัสดุประสานจะทำให้กำลังรับแรงอัดที่ระยะเวลาบ่ม 7 วันลดลงตามลำดับ ค่ากำลังรับแรงอัดจากการทดลองในทุกอัตราส่วนผสมมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของเสียที่ผ่านการทำให้เป็นก้อนกล่าวคือมีค่าสูงกว่า 14 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

ตารางที่ 5.11 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของกากหลอตฟูลออเรสเซนต์ที่ผ่านการทำให้เป็นก้อน

ซีลีกาฟุ่ม (%)	อัตราส่วนตะกอนโลหะหนักต่อวัสดุประสาน							
	0	0.25	0.50	0.75	1.00	1.50	2.00	2.50
0	318	267	164	125	98	91	88	85
10	382	222	200	168	144	138	121	104
20	485	220	183	162	143	127	113	101
30	381	207	180	161	139	126	111	98
40	279	201	176	148	130	123	89	86

2.2 ความหนาแน่น

จากตารางที่ 5.12 และรูปที่ 5.10 การเพิ่มเปอร์เซ็นต์ซีลีกาฟุ่มจะมีผลทำให้ความหนาแน่นมีค่าลดลง การเพิ่มอัตราส่วนตะกอนโลหะหนักต่อวัสดุประสานจะทำให้ค่าความหนาแน่นมีค่าเพิ่มขึ้น ทุกอัตราส่วนผสมมีค่าความหนาแน่นมากกว่า 1.04 ดันต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของเสียที่ผ่านการทำให้เป็นก้อน



SF = ซีลีกาฟุ่ม

รูปที่ 5.9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัดและอัตราส่วนผสมตะกอนโลหะหนัก

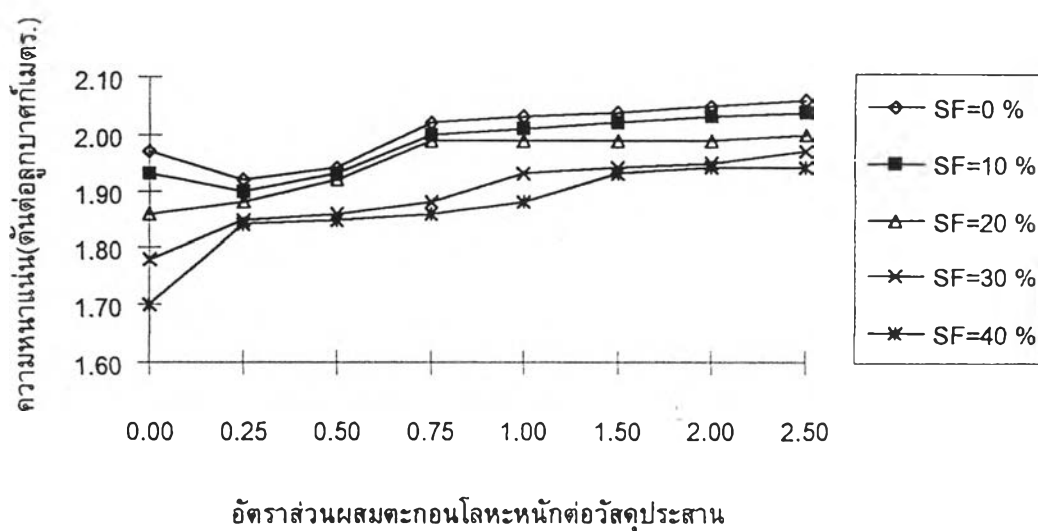
ตารางที่ 5.12 ผลการทดสอบความหนาแน่นของกากหลอมฟูออเรสเซนซ์ที่ผ่านการทำให้เป็นก้อน

ซิลิกาฟูม (%)	อัตราส่วนตะกอนโลหะหนักต่อวัสดุประสาน							
	0	0.25	0.50	0.75	1.00	1.50	2.00	2.50
0	1.97	1.92	1.94	2.02	2.03	2.04	2.05	2.06
10	1.93	1.90	1.93	2.00	2.01	2.02	2.03	2.04
20	1.86	1.88	1.92	1.99	1.99	1.99	1.99	2.00
30	1.78	1.85	1.86	1.88	1.93	1.94	1.95	1.97
40	1.70	1.84	1.85	1.86	1.88	1.93	1.94	1.94

2.3. การทดสอบการชะละลาย

พีเอช

ค่าพีเอชของน้ำสกัดแสดงในตารางที่ 5.13 และรูปที่ 5.11 พีเอชของน้ำสกัดมีค่าค่อนข้างสูงเนื่องจากการละลายของแคลเซียมไฮดรอกไซด์เมื่อเพิ่มอัตราส่วนตะกอนโลหะหนักต่อวัสดุประสานพบว่า ค่าพีเอชของน้ำสกัดมีค่าลดลง สาเหตุอาจมาจากส่วนผสมมีปูนซีเมนต์ลดลง แคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ชะละลายได้มีค่าลดลงพีเอชจึงลดลง

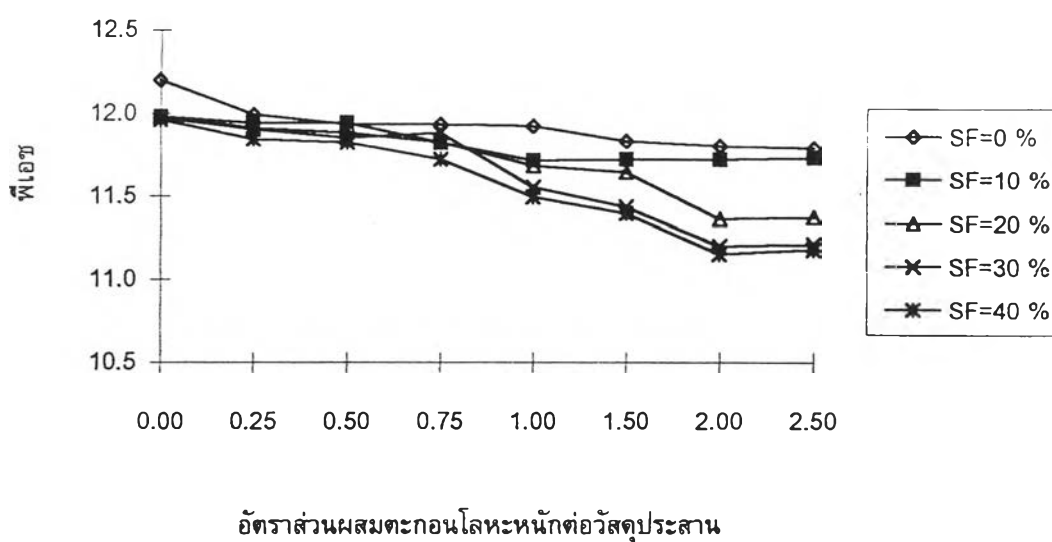


SF = ซิลิกาฟูม

รูปที่ 5.10 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นและอัตราส่วนตะกอนโลหะหนัก

ตารางที่ 5.13 ผลการทดสอบพีเอชของน้ำสกัด

ซิลิกาฟูม (%)	อัตราส่วนตะกอนโลหะหนักต่อวัสดุประสาน							
	0	0.25	0.50	0.75	1.00	1.50	2.00	2.50
0	12.21	11.99	11.93	11.93	11.92	11.83	11.80	11.79
10	11.98	11.94	11.94	11.86	11.71	11.72	11.70	11.72
20	11.98	11.91	11.88	11.82	11.68	11.64	11.38	11.36
30	11.97	11.90	11.88	11.88	11.55	11.43	11.20	11.20
40	11.96	11.84	11.82	11.72	11.49	11.39	11.18	11.18



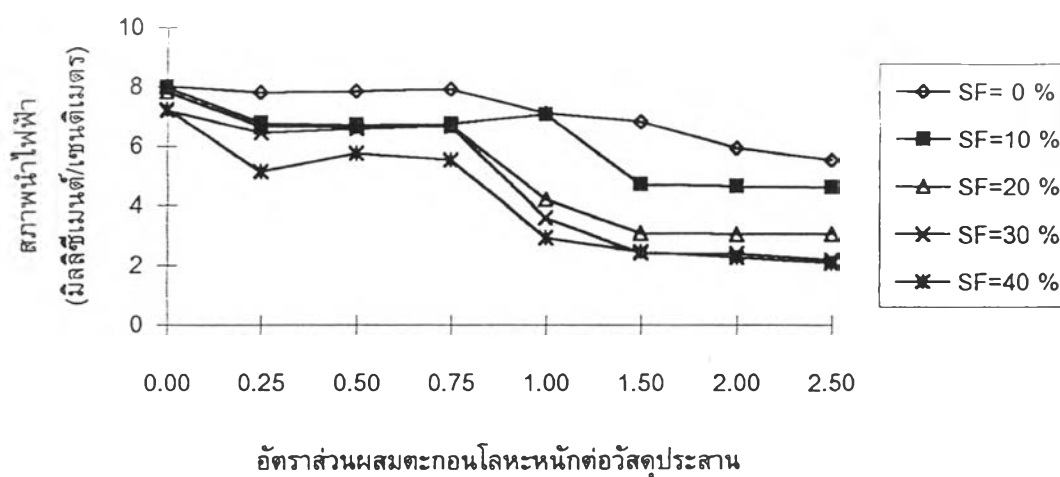
รูปที่ 5.11 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างพีเอชและอัตราส่วนผสมตะกอนโลหะหนัก

สภาพนำไฟฟ้า

จากตารางที่ 5.14 และรูปที่ 5.12 แสดงให้เห็นว่าการเพิ่มอัตราส่วนผสมตะกอนโลหะหนักต่อวัสดุประสานจะทำให้สภาพการนำไฟฟ้าลดลง สาเหตุอาจเนื่องมาจากปริมาณกากหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่เดิมประกอบไปด้วยเศษแก้วประมาณ 80% และปริมาณปูนซีเมนต์ของก้อนซีเมนต์ที่ลดลง

ตารางที่ 5.14 ผลการวิเคราะห์สภาพนำไฟฟ้าในน้ำสกัด

ซิลิกาฟูม (%)	อัตราส่วนตะกอนโลหะหนักต่อวัสดุประสาน							
	0	0.25	0.50	0.75	1.00	1.50	2.00	2.50
0	8.00	7.81	7.85	7.91	7.10	6.82	5.92	5.51
10	7.98	6.76	6.71	6.74	7.05	4.72	4.64	4.60
20	7.83	6.64	6.65	6.68	4.21	3.08	3.04	3.03
30	7.57	6.44	6.56	6.66	3.59	2.42	2.39	2.17
40	7.52	5.14	5.75	5.53	2.91	2.46	2.25	2.05



SF = ซิลิกาฟูม

รูปที่ 5.12 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสภาพนำไฟฟ้าและอัตราส่วนผสมตะกอนโลหะหนัก

ความเป็นต่าง

จากตารางที่ 5.15 และรูปที่ 5.13 แสดงให้เห็นว่าค่าความเป็นต่างมีค่าลดลงเมื่ออัตราส่วนของตะกอนโลหะหนักต่อวัสดุประสานมีค่าเพิ่มขึ้น การเพิ่มซิลิกาฟูมในวัสดุประสานทำให้ค่าความเป็นต่างลดลง สาเหตุอาจเนื่องมาจากส่วนผสมมีปูนซีเมนต์ลดลงและแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ชะละลายได้มีค่าลดลง ค่าความเป็นต่างจึงลดลง

ตารางที่ 5.15 ผลการวิเคราะห์ความเป็นต่างของน้ำสกัด

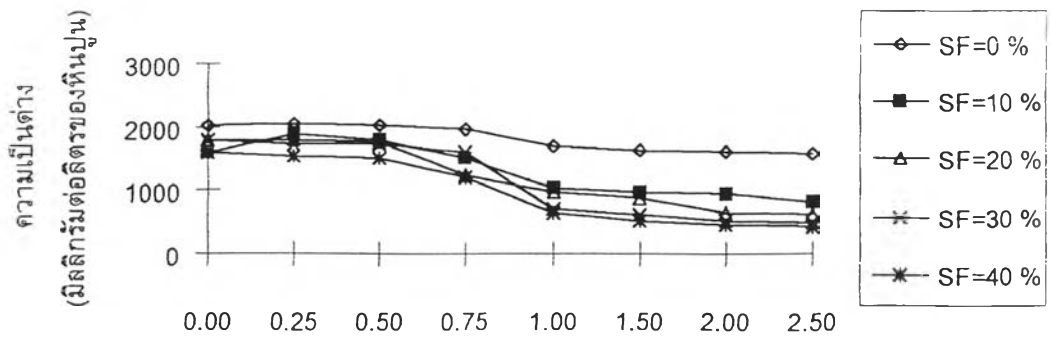
ซิลิกาฟุ่ม (%)	อัตราส่วนตะกอนโลหะหนักต่อวัสดุประสาน							
	0	0.25	0.50	0.75	1.00	1.50	2.00	2.50
0	2025	2065	2036	1957	1696	1638	1609	1565
10	1607	1884	1723	1500	1043	971	942	826
20	1783	1790	1775	1232	986	884	652	623
30	1801	1739	1609	1609	710	623	522	478
40	1601	1522	1514	1196	652	507	464	435

ปรอท

จากตารางที่ 5.16 และรูปที่ 5.14 แสดงให้เห็นว่าการเพิ่มอัตราส่วนผสมตะกอนโลหะหนักต่อวัสดุประสานทำให้ความเข้มข้นของปรอทสูงขึ้นเนื่องจากตะกอนโลหะหนักมากขึ้น มีผลทำให้ปรอทถูกชะละลายมากขึ้น เมื่อเพิ่มเปอร์เซ็นต์ซิลิกาฟุ่มในวัสดุประสานจะมีผลทำให้ปริมาณปรอทในน้ำสกัดลดลง

ตารางที่ 5.16 ปริมาณปรอทในน้ำสกัด

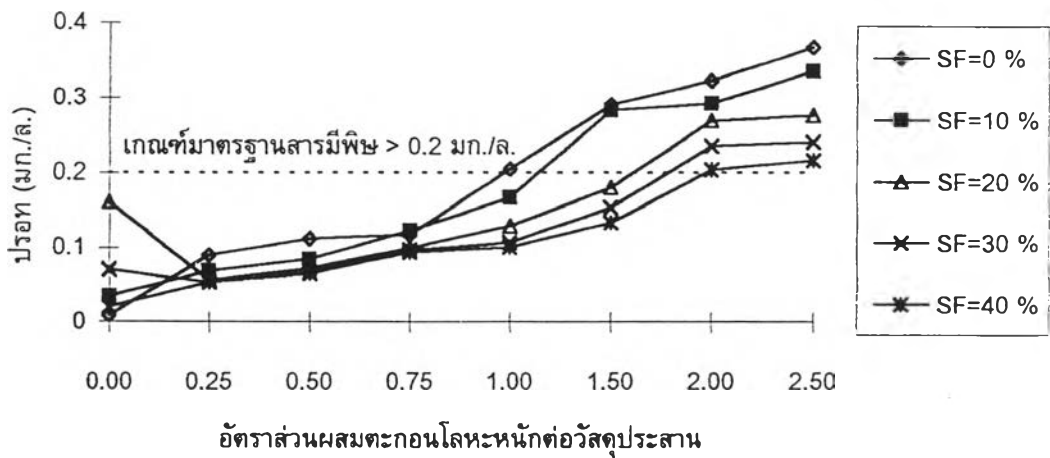
ซิลิกาฟุ่ม (%)	อัตราส่วนตะกอนโลหะหนักต่อวัสดุประสาน							
	0	0.25	0.50	0.75	1.00	1.50	2.00	2.50
0	0.009	0.090	0.112	0.150	0.204	0.290	0.323	0.334
10	0.034	0.069	0.084	0.122	0.166	0.283	0.292	0.335
20	0.160	0.056	0.072	0.099	0.128	0.179	0.269	0.276
30	0.070	0.053	0.067	0.096	0.106	0.153	0.235	0.240
40	0.020	0.053	0.065	0.093	0.100	0.133	0.203	0.215



อัตราส่วนผสมตะกอนโลหะหนักต่อวัสดุประสาน

SF = ซิลิกาฟูม

รูปที่ 5.13 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเป็นต่างและอัตราส่วนผสมตะกอนโลหะหนัก



SF = ซิลิกาฟูม

รูปที่ 5.14 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปรอทในน้ำสกัดและอัตราส่วนตะกอนโลหะหนัก

โลหะหนักอื่น ๆ

ผลการวิเคราะห์โลหะหนักในน้ำสกัด เช่น เหล็ก ตะกั่วพบว่ามียังมีปริมาณน้อยกว่า

1 mg/l

3. การทำกากหลอตฟลูออเรสเซนต์ให้เป็นก้อนโดยใช้ปูนซีเมนต์ผสมเถ้าลอยลิกไนต์

3.1 กำลังรับแรงอัด

เนื่องจากการชะละลายกากหลอตฟลูออเรสเซนต์ที่ถูกทำให้เป็นก้อนโดยมีการแปรค่าตะกอนโลหะหนักต่อวัสดุประสานเท่ากับ 0, 0.25 , 0.50, 0.75 นั้น ผลการทดลอง(ตารางที่ 5.22) พบว่าปริมาณปรอทในน้ำสกัดต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานซึ่งคาดว่าจะสามารถเพิ่มอัตราส่วนตะกอนโลหะหนักต่อวัสดุประสานได้จึงทำการทดลองแปรค่าอัตราส่วนตะกอนโลหะหนักต่อวัสดุประสานเท่ากับ 1, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0 เพิ่มเติม

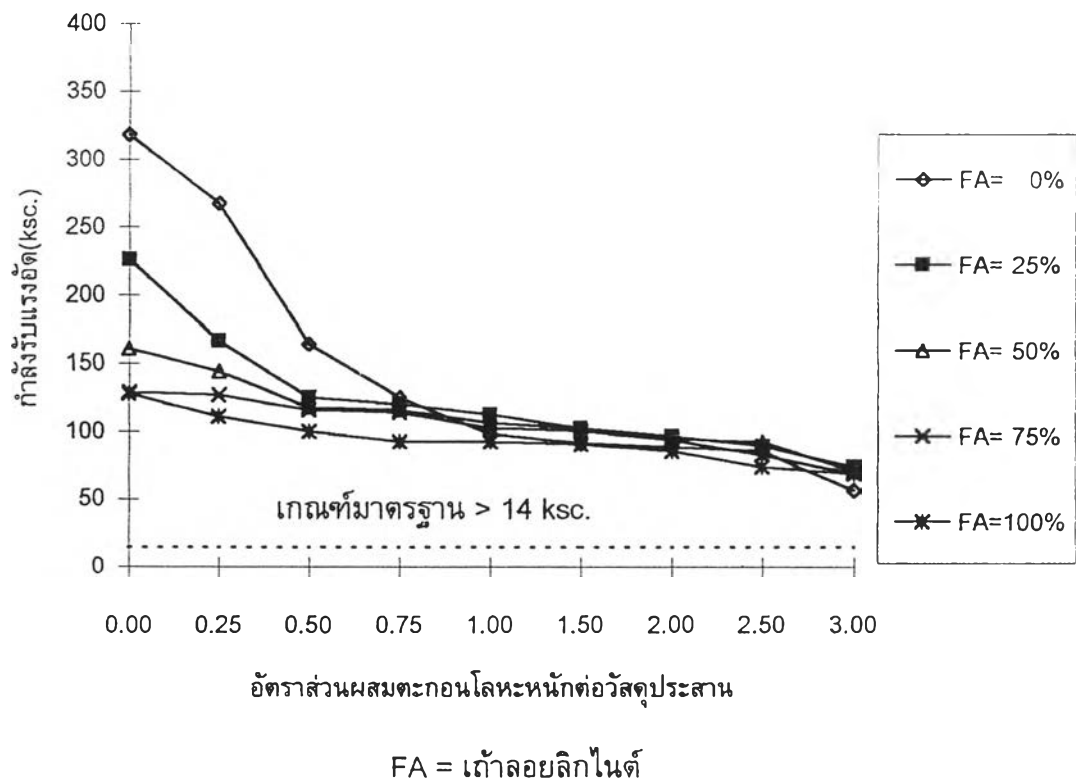
จากตารางที่ 5.17 และรูปที่ 5.15 แสดงให้เห็นว่าการเพิ่มอัตราส่วนตะกอนโลหะหนักต่อวัสดุประสานจะทำให้กำลังรับแรงอัดที่ระยะเวลาบ่ม 7 วันลดลงตามลำดับ ค่ากำลังรับแรงอัดจากการทดลองในทุกอัตราส่วนผสมมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของเสียที่ผ่านการทำให้เป็นก้อนกล่าวคือมีค่าสูงกว่า 14 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

ตารางที่ 5.17 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของกากหลอตฟลูออเรสเซนต์ที่ผ่านการทำให้เป็นก้อน

เถ้าลอยลิกไนต์ (%)	อัตราส่วนตะกอนโลหะหนักต่อวัสดุประสาน								
	0	0.25	0.50	0.75	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00
0	318	267	164	125	98	91	88	85	56
25	226	167	125	120	112	102	96	89	73
50	161	144	118	116	106	102	94	92	71
75	129	127	116	114	102	100	93	83	69
100	128	111	100	92	92	90	85	73	68

2.2 ความหนาแน่น

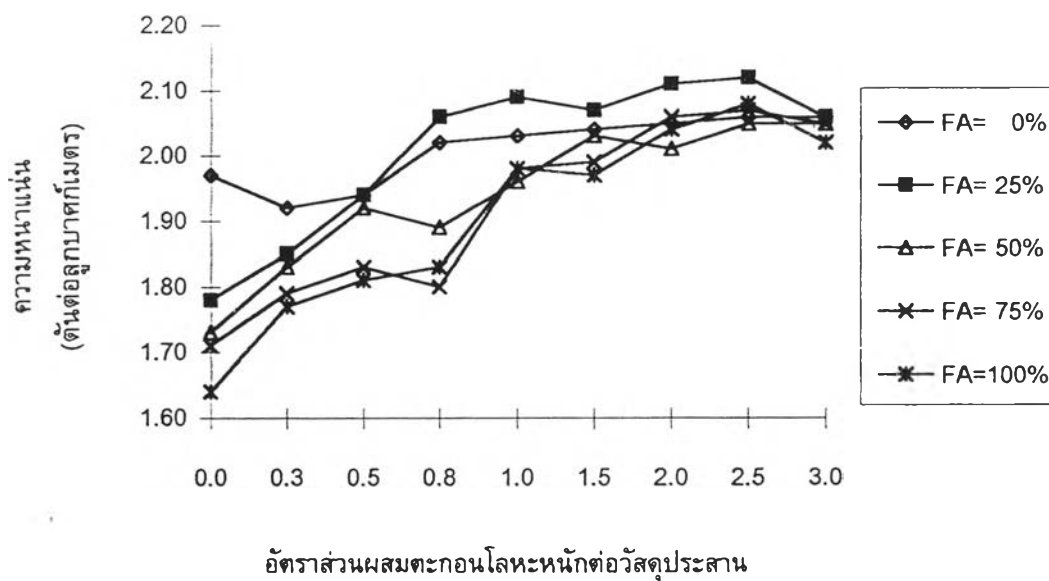
จากตารางที่ 5.18 และรูปที่ 5.16 พบว่าการเพิ่มเปอร์เซ็นต์แก้วลอยลิกไนต์จะมีผลทำให้ความหนาแน่นมีค่าลดลง การเพิ่มอัตราส่วนตะกอนโลหะหนักต่อวัสดุประสานจะทำให้ความหนาแน่นมีค่าเพิ่มขึ้น ทุกอัตราส่วนผสมมีค่าความหนาแน่นมากกว่า 1.04 ตันต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของเสียที่ผ่านการทำให้เป็นก้อน



รูปที่ 5.15 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัดและอัตราส่วนตะกอนโลหะหนัก

ตารางที่ 5.18 ผลการทดสอบความหนาแน่นของกากหลอตฟูลอเวสเซนส์ที่ผ่านการทำให้เป็นก้อน

แก๊สลอยลิกไนต์ (%)	อัตราส่วนตะกอนโลหะหนักต่อวัสดุประสาน								
	0	0.25	0.50	0.75	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00
0	1.97	1.92	1.94	2.02	2.03	2.04	2.05	2.06	2.06
25	1.78	1.85	1.94	2.06	2.09	2.07	2.11	2.12	2.06
50	1.73	1.83	1.92	1.89	1.96	2.03	2.01	2.05	2.05
75	1.71	1.79	1.83	1.80	1.98	1.99	2.06	2.07	2.05
100	1.64	1.77	1.81	1.83	1.98	1.97	2.04	2.08	2.02



รูปที่ 5.16 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นและอัตราส่วนผสมตะกอนโลหะหนัก

3.3 การทดสอบการชะละลาย

พีเอช

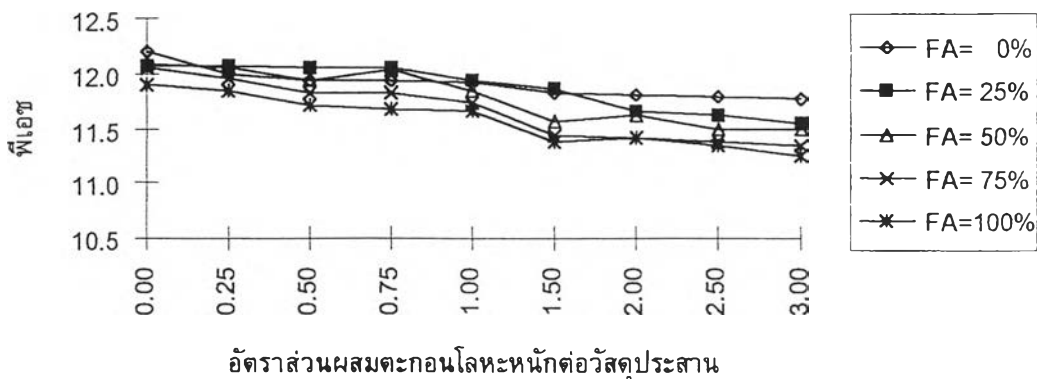
ค่าพีเอชของน้ำสกัดแสดงในตารางที่ 5.19 และ รูปที่ 5.17 แสดงให้เห็นว่าค่าพีเอชของน้ำสกัดของก้อนซีเมนต์มีค่าค่อนข้างสูงอาจเกิดจากการละลายของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เกิดจากปฏิกิริยาการแข็งตัวของซีเมนต์เมื่อเพิ่มอัตราส่วนตะกอนโลหะหนักต่อวัสดุประสานพบว่าค่าพีเอชของน้ำสกัดมีค่าลดลง สาเหตุอาจมาจากส่วนผสมปูนซีเมนต์ลดลง แคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ชะละลายได้มีค่าลดลง พีเอชจึงลดลง

ตารางที่ 5.19 ผลการวิเคราะห์พีเอชของน้ำสกัด

ถั่วลอยลิกันไนต์ (%)	อัตราส่วนตะกอนโลหะหนักต่อวัสดุประสาน								
	0	0.25	0.50	0.75	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00
0	12.20	11.99	11.93	11.93	11.92	11.83	11.80	11.79	11.77
25	12.07	12.07	12.06	12.06	11.94	11.87	11.65	11.63	11.54
50	12.08	12.06	11.93	12.04	11.84	11.56	11.63	11.50	11.49
75	12.05	11.95	11.83	11.82	11.74	11.44	11.42	11.37	11.35
100	11.91	11.85	11.72	11.67	11.66	11.38	11.42	11.35	11.25

สภาพนำไฟฟ้า

จากตารางที่ 5.20 และรูปที่ 5.18 แสดงให้เห็นว่าการเพิ่มอัตราส่วนผสมตะกอนโลหะหนักต่อวัสดุประสานจะทำให้สภาพการนำไฟฟ้าลดลง สาเหตุอาจเนื่องมาจากปริมาณกากหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่เดิมประกอบไปด้วยเศษแก้วประมาณ 80%และปริมาณปูนซีเมนต์ของก้อนซีเมนต์ที่ลดลง



FA = แก้วลอยลิกไนต์

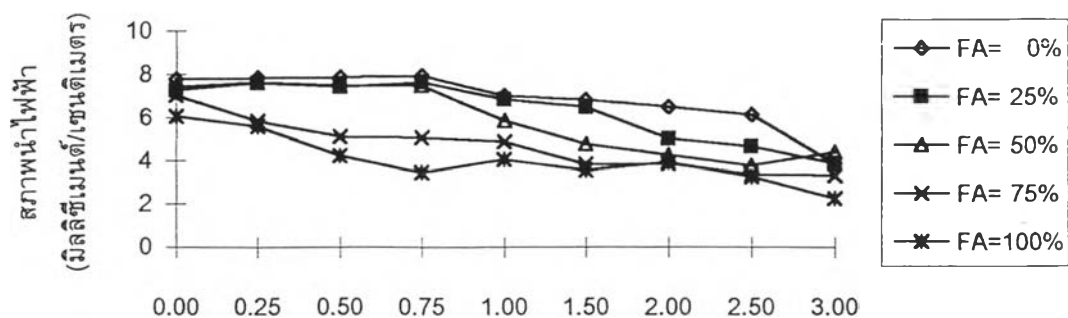
รูปที่ 5.17 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพีเอชของน้ำสกัดและอัตราส่วนผสมตะกอนโลหะหนัก

ตารางที่ 5.20 แสดงค่าสภาพนำไฟฟ้าของน้ำสกัด

แก้วลอยลิกไนต์ (%)	อัตราส่วนตะกอนโลหะหนักต่อวัสดุประสาน								
	0	0.25	0.50	0.75	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00
0	7.78	7.80	7.85	7.89	6.99	6.80	6.46	6.11	3.85
25	7.25	7.58	7.40	7.61	6.82	6.46	5.03	4.64	3.85
50	7.43	7.60	7.46	7.46	5.83	4.78	4.26	3.76	4.38
75	7.03	5.81	5.11	5.06	4.85	3.84	3.87	3.37	3.32
100	6.05	5.57	4.21	3.43	4.03	3.57	3.92	3.26	2.26

ความเป็นต่าง

จากตารางที่ 5.21 และรูปที่ 5.19 แสดงให้เห็นว่าค่าความเป็นต่างมีค่าลดลงเมื่ออัตราส่วนของตะกอนโลหะหนักต่อวัสดุประสานมีค่าเพิ่มขึ้น ผลการเพิ่มเปอร์เซ็นต์แก้วลอยลิกไนต์ในวัสดุประสานทำให้ค่าความเป็นต่างลดลงเนื่องจากส่วนผสมมีปูนซีเมนต์ลดลง แคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ชะละลายได้มีค่าลดลง ค่าความเป็นต่างจึงลดลง



อัตราส่วนผสมตะกอนโลหะหนักต่อวัสดุประสาน

FA = แก้วลอยลิกไนต์

รูปที่ 5.18 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสภาพน้ำไฟฟ้าของน้ำสกัดและอัตราส่วนผสมตะกอนโลหะหนัก

ตารางที่ 5.21 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของน้ำสกัด

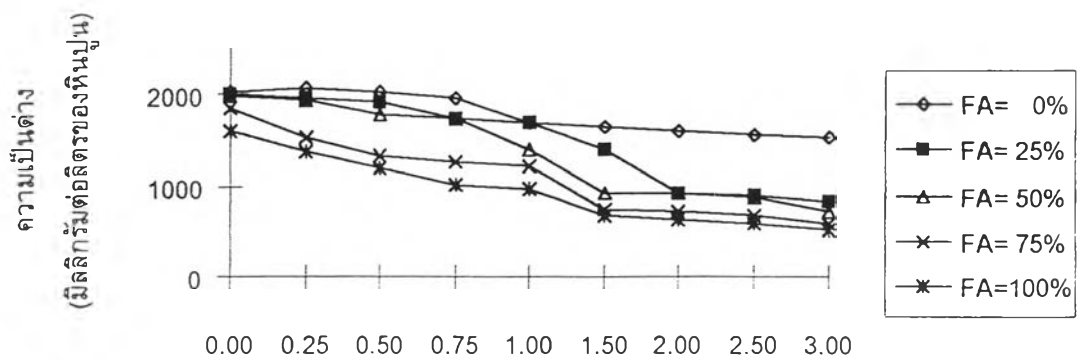
แก้วลอยลิกไนต์ (%)	อัตราส่วนตะกอนโลหะหนักต่อวัสดุประสาน								
	0	0.25	0.50	0.75	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00
0	2025	2065	2036	1957	1696	1638	1609	1565	1522
25	2014	1957	1913	1761	1681	1406	928	899	826
50	1978	1942	1783	1732	1391	928	913	870	725
75	1841	1522	1319	1261	1217	739	710	667	580
100	1609	1370	1180	1014	964	667	638	594	507

ปรอท

จากตารางที่ 5.22 และรูปที่ 5.20 พบว่าการเพิ่มอัตราส่วนผสมตะกอนโลหะหนักต่อวัสดุประสานทำให้ความเข้มข้นของปรอทสูงขึ้นสาเหตุอาจเกิดขึ้นเนื่องจากตะกอนโลหะหนักมากขึ้นมีผลทำให้ปรอทถูกชะละลายมากขึ้น เมื่อเพิ่มเปอร์เซ็นต์แก้วลอยลิกไนต์ในวัสดุประสานจะมีผลทำให้ปริมาณปรอทในน้ำสกัดลดลง

โลหะหนักอื่น ๆ

ผลการวิเคราะห์โลหะหนักในน้ำสกัด เช่น เหล็ก ตะกั่วพบว่ามียุทธยาน้อยกว่า 1 mg/l



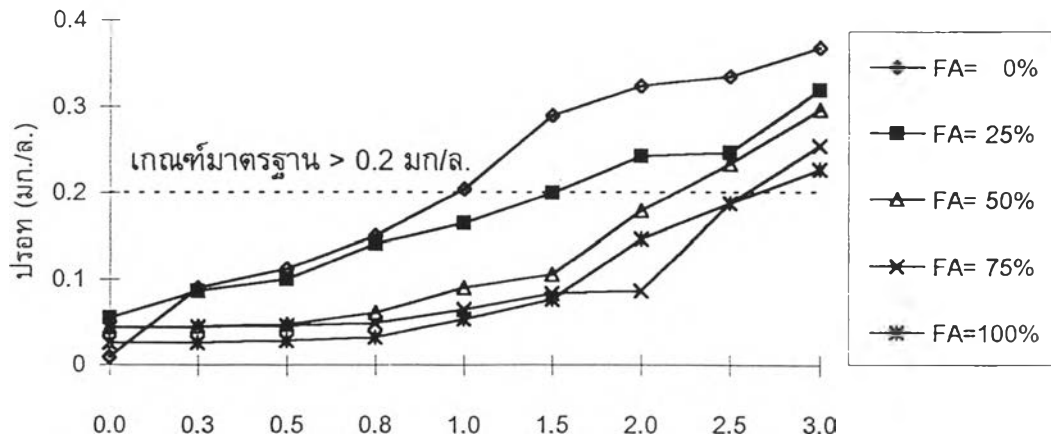
อัตราส่วนผสมตะกอนโลหะหนักต่อวัสดุประสาน

FA = แก้วลอยลิกไนต์

รูปที่ 5.19 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเป็นด่างของน้ำสกัดและอัตราส่วนผสมตะกอนโลหะหนัก

ตารางที่ 5.22 ปริมาณปรอทในน้ำสกัด

แก้วลอยลิกไนต์ (%)	อัตราส่วนตะกอนโลหะหนักต่อวัสดุประสาน								
	0	0.25	0.50	0.75	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00
0	0.009	0.090	0.112	0.150	0.204	0.289	0.323	0.334	0.367
25	0.055	0.086	0.100	0.141	0.164	0.200	0.242	0.246	0.318
50	0.044	0.045	0.047	0.061	0.090	0.105	0.179	0.233	0.295
75	0.043	0.044	0.046	0.049	0.065	0.083	0.086	0.187	0.253
100	0.026	0.026	0.028	0.032	0.053	0.076	0.146	0.187	0.226



อัตราส่วนผสมตะกอนโลหะหนักต่อวัสดุประสาน

FA = ฝ้าลอยลิกไนต์

รูปที่ 5.20 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปรอทในน้ำสกัดและอัตราส่วนผสมตะกอนโลหะหนัก

การพิจารณาเลือกอัตราส่วนที่เหมาะสมในขั้นต้น

การพิจารณาเลือกอัตราส่วนที่เหมาะสมในการทำของเสียให้เป็นก้อนโดยใช้ปูนซีเมนต์ผสมวัสดุประสานจะพิจารณาจากเกณฑ์มาตรฐานของเสียที่ผ่านการทำให้เป็นก้อนซึ่งกำหนดให้มีกำลังรับแรงอัดไม่น้อยกว่า 14 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ความหนาแน่นไม่ต่ำกว่า 1.04 ดันต่อลูกบาศก์เมตร.และเกณฑ์มาตรฐานสารมีพิษของกระทรวงอุตสาหกรรมโดยพิจารณาโลหะหนักเฉพาะปรอทและโครเมียม คุณสมบัติของสารมีพิษจะต้องมีปริมาณปรอทในน้ำสกัดมากกว่า 0.2 mg/l และมีปริมาณโครเมียมในน้ำสกัดมากกว่า 5 mg/l

1. การทำตะกอนที่ได้จากการบำบัดน้ำเสียซีโอติให้เป็นก้อนโดยใช้ปูนซีเมนต์ผสมซิลิกาฟูม

จากการพิจารณากำลังรับแรงอัดและความหนาแน่นพบว่าที่ทุกอัตราส่วนผสมตะกอนโลหะหนักต่อวัสดุประสานและเปอร์เซ็นต์ซิลิกาฟูม 0,10,20,30,40 สามารถผ่านเกณฑ์มาตรฐานข้างต้น

เมื่อพิจารณาผลการทดสอบการชะละลายของโครเมียมและปรอทพบว่าอัตราส่วนที่สามารถทำให้ปรอทและโครเมียมคงตัวและอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานมี 3 อัตราส่วนได้แก่

1. อัตราส่วนผสมของตะกอนโลหะหนักต่อวัสดุประสาน	0.25
เปอร์เซ็นต์ซิลิกาฟุ่ม	20
2. อัตราส่วนผสมของตะกอนโลหะหนักต่อวัสดุประสาน	0.50
เปอร์เซ็นต์ซิลิกาฟุ่ม	30
3. อัตราส่วนผสมของตะกอนโลหะหนักต่อวัสดุประสาน	0.75
เปอร์เซ็นต์ซิลิกาฟุ่ม	40

ปริมาณและค่าใช้จ่ายของวัสดุประสานที่ใช้ของทั้ง 3 อัตราส่วนแสดงดังตารางที่ 5.23 จากตารางจะเห็นว่าที่อัตราส่วนผสมตะกอนโลหะหนักต่อวัสดุประสาน 0.75 และเปอร์เซ็นต์ของซิลิกาฟุ่ม 40 เปอร์เซ็นต์ มีค่าใช้จ่ายต่ำสุด(ไม่รวมค่าน้ำและโซเดียมซัลไฟด์เนื่องจากทั้ง 3 อัตราส่วนมีค่าใช้จ่ายในส่วนนี้เท่ากัน) คือประมาณ 7500 บาท ดังนั้นอัตราส่วนที่เหมาะสมในการทำปรอทซัลไฟด์ที่ได้จากตะกอนโลหะหนักที่มาจากการบำบัดน้ำเสียซีโอดี คือ อัตราส่วนผสมของตะกอนโลหะหนักต่อวัสดุประสาน 0.75 และเปอร์เซ็นต์ซิลิกาฟุ่ม 40 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักของปูนซีเมนต์

ตารางที่ 5.23 ผลการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายของวัสดุประสาน

วัสดุที่ใช้	ราคา (บาท/กก.)	A		B		C	
		ปริมาณ	ราคา	ปริมาณ	ราคา	ปริมาณ	ราคา
		(กก.)	(บาท)	(กก.)	(บาท)	(กก.)	(บาท)
ปูนซีเมนต์	1.9	3333	6333	1538	2922	952	1809
ซิลิกาฟุ่ม	15	667	10005	462	6930	381	5715
รวม			16338		9852		7524

A หมายถึง อัตราส่วนผสมตะกอนโลหะหนักต่อวัสดุประสาน 0.25 ซิลิกาฟุ่ม 20 เปอร์เซ็นต์

B หมายถึง อัตราส่วนผสมตะกอนโลหะหนักต่อวัสดุประสาน 0.50 ซิลิกาฟุ่ม 30 เปอร์เซ็นต์

C หมายถึง อัตราส่วนผสมตะกอนโลหะหนักต่อวัสดุประสาน 0.75 ซิลิกาฟุ่ม 40 เปอร์เซ็นต์

2 การทำกากหลอตฟลูออเรสเซนซ์ให้เป็นก้อนโดยใช้ปูนซีเมนต์ผสมซิลิกาฟุ่ม

จากการพิจารณากำลังรับแรงอัดและความหนาแน่นพบว่าที่ทุกอัตราส่วนผสมตะกอนโลหะหนักต่อวัสดุประสานและเปอร์เซ็นต์ซิลิกาฟุ่ม สามารถผ่านเกณฑ์มาตรฐานข้างต้น

เมื่อพิจารณาผลการทดสอบการชะละลายของปรอทพบว่าอัตราส่วนที่สามารถทำให้ปรอทและโครเมียมคงตัวและอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน คือ

อัตราส่วนของตะกอนโลหะหนักต่อวัสดุประสานเท่ากับ 1.5
เปอร์เซ็นต์ของซิลิกาฟุ่ม เท่ากับ 20 %

3. การทำกากหลอตฟลูออเรสเซนซ์ให้เป็นก้อนโดยใช้ปูนซีเมนต์ผสมเถ้าลอยลิกไนต์

จากการพิจารณากำลังรับแรงอัดและความหนาแน่นพบว่าที่ทุกอัตราส่วนผสมตะกอนโลหะหนักต่อวัสดุประสานและเปอร์เซ็นต์เถ้าลอยลิกไนต์สามารถผ่านเกณฑ์มาตรฐานข้างต้น เมื่อพิจารณาผลการทดสอบการชะละลายของปรอทพบว่าอัตราส่วนที่สามารถทำให้ปรอทและโครเมียมคงตัวและอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน คือ

อัตราส่วนของตะกอนโลหะหนักต่อวัสดุประสานเท่ากับ 2.5
เปอร์เซ็นต์ของเถ้าลอยลิกไนต์ เท่ากับ 100 %

การศึกษาอัตราส่วนการเติมสารโซเดียมซัลไฟด์

การทดลองนี้ได้ศึกษาการทำของเสียให้คงตัวโดยการทำให้เป็นก้อนโดยใช้ปูนซีเมนต์และวัสดุประสาน โดยศึกษาผลของอัตราส่วนการเติมสารโซเดียมซัลไฟด์ลงไปในตะกอนโลหะหนักที่ได้จากการบำบัดน้ำเสียซีโอดีและกากหลอตฟลูออเรสเซนซ์ก่อนที่จะนำไปผสมกับปูนซีเมนต์และวัสดุประสานด้วยอัตราส่วนที่เลือกไว้ดังกล่าวข้างต้น ระยะเวลาบ่มที่ใช้ในการทดลองนี้คือ 7 วัน หลังจากนั้นนำตะกอนโลหะหนักที่ถูกทำให้เป็นก้อนไปทดสอบกำลังรับแรงอัด ความหนาแน่นและการชะละลาย นำผลที่ได้ไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานของเสียที่ผ่านการทำให้เป็นก้อนและมาตรฐานสารมีพิษของกรมโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อนำไปเลือกอัตราส่วนผสมของโซเดียมซัลไฟด์ที่เหมาะสมเพื่อใช้เป็นตัวแทนในการทดลองต่อไป สามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

1. การทำตะกอนที่ได้จากการบำบัดน้ำเสียซีโอติให้เป็นก้อนโดยใช้ปูนซีเมนต์ผสมซิลิกาฟูม

1.1 กำลังรับแรงอัด

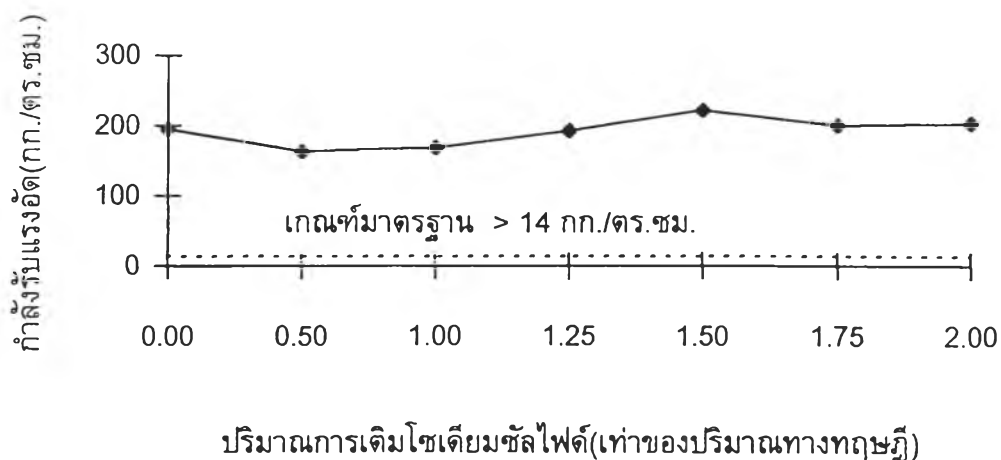
จากตารางที่ 5.24 และรูปที่ 5.21 พบว่าการเปลี่ยนแปลงปริมาณการเติมโซเดียมซัลไฟด์ไม่ได้แสดงให้เห็นถึงแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงแต่อย่างใด นอกจากนี้พบว่ากำลังรับแรงอัดของทุกอัตราส่วนการเติมสารโซเดียมซัลไฟด์มีค่ากำลังรับแรงอัดสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานของเสียที่ผ่านการทำให้เป็นก้อนกล่าวคือ มีค่าสูงกว่า 14 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

1.2 ความหนาแน่น

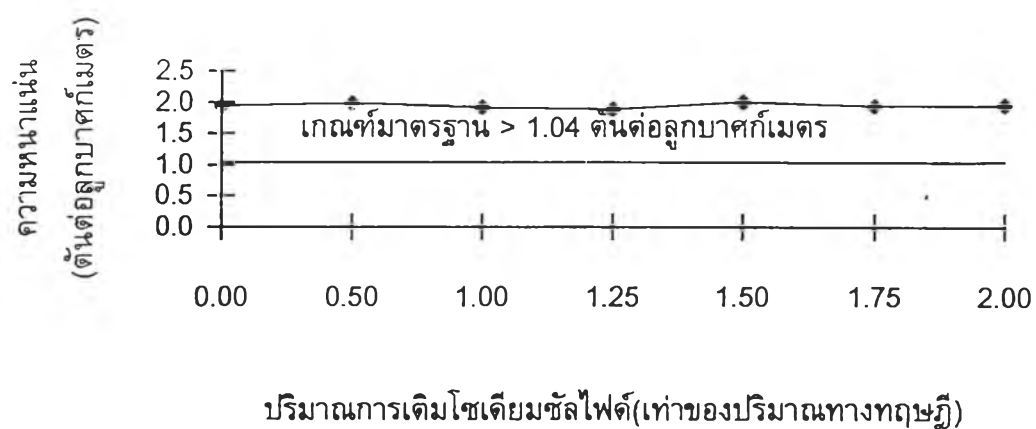
การเปลี่ยนแปลงปริมาณการเติมโซเดียมซัลไฟด์ไม่ได้แสดงให้เห็นถึงแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงของความหนาแน่นแต่อย่างใด ดังแสดงในตารางที่ 5.24 และรูปที่ 5.22 นอกจากนี้พบว่าความหนาแน่นของทุกอัตราส่วนการเติมสารโซเดียมซัลไฟด์มีค่าความหนาแน่นสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานของเสียที่ผ่านการทำให้เป็นก้อนกล่าวคือมีค่าสูงกว่า 1.04 ตันต่อลูกบาศก์เมตร

ตารางที่ 5.24 แสดงค่ากำลังรับแรงอัดและความหนาแน่นของก้อนซีเมนต์ในการเปลี่ยนแปลงปริมาณโซเดียมซัลไฟด์

ปริมาณโซเดียมซัลไฟด์ (จำนวนเท่าของปริมาณทางทฤษฎี)	กำลังรับแรงอัด (กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร)	ความหนาแน่น (ตัน/ลูกบาศก์เมตร)
0.00	195.35	1.94
0.50	163.96	1.99
1.00	169.33	1.92
1.25	193.20	1.89
1.50	221.99	2.01
1.75	200.87	1.94
2.00	203.32	1.95



รูปที่ 5.21 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัดและปริมาณการเติมโซเดียมซัลไฟด์



รูปที่ 5.22 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นและปริมาณการเติมโซเดียมซัลไฟด์

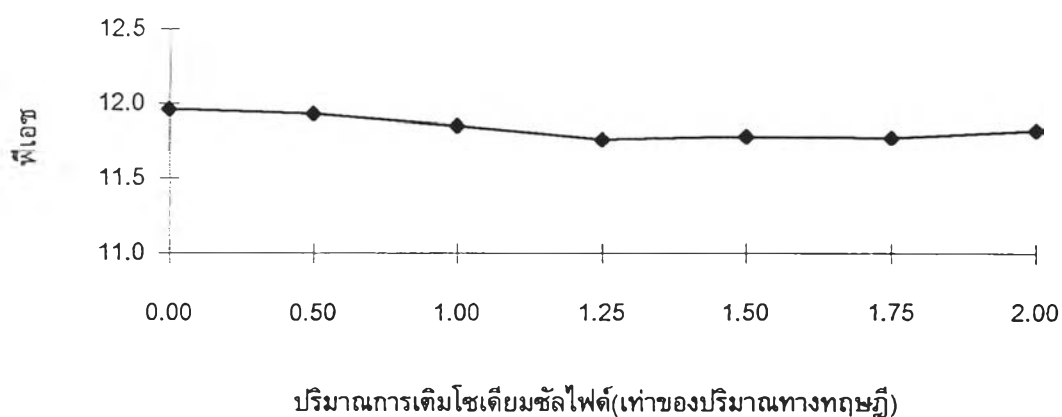
1.3 การทดสอบการชะละลาย

พีเอช

จากตารางที่ 5.25 และรูปที่ 5.23 ค่าพีเอชของน้ำสกัดมีค่าค่อนข้างสูง แต่การเปลี่ยนแปลงปริมาณการเติมโซเดียมซัลไฟด์ไม่ได้แสดงให้เห็นถึงแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงพีเอชแต่อย่างใด

ตารางที่ 5.25 แสดงผลการวิเคราะห์ห้้น้ำสกัดที่ได้จากการทดสอบการชะละลาย

โซเดียมซัลไฟด์ (เท่าของปริมาณทางทฤษฎี)	พีเอช	สภาพนำไฟฟ้า (มิลลิซีเมนต์/ซม.)	ความเป็นต่าง (มก./ล.ของหินปูน)	ปรอท (มก./ล.)	โครเมียม (มก./ล.)
0.00	11.96	21.47	1855.06	0.334	0.48
0.50	11.93	19.74	1768.10	0.181	0.44
1.00	11.85	26.04	1144.92	0.175	0.39
1.25	11.76	25.78	963.76	0.163	0.34
1.50	11.78	27.40	992.75	0.187	0.30
1.75	11.77	26.94	840.57	0.173	0.20
2.00	11.82	26.07	1079.70	0.162	0.21



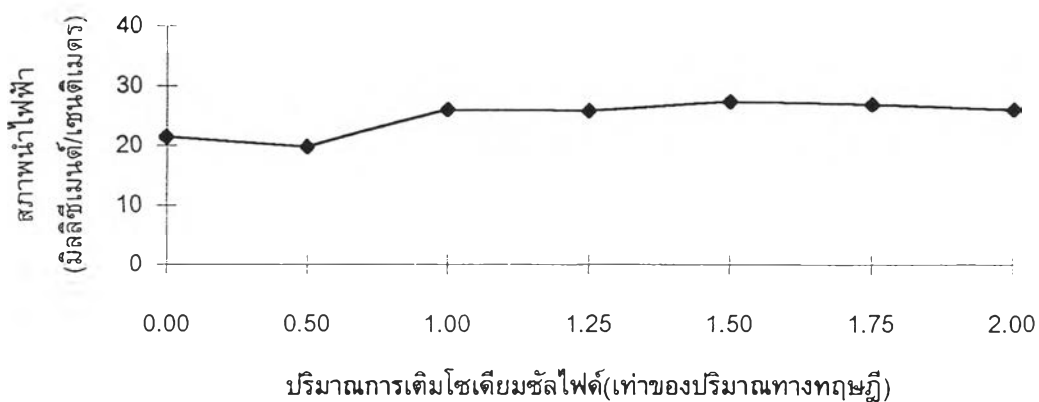
รูปที่ 5.23 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพีเอชของน้ำสกัดและปริมาณการเติมโซเดียมซัลไฟด์

สภาพการนำไฟฟ้า

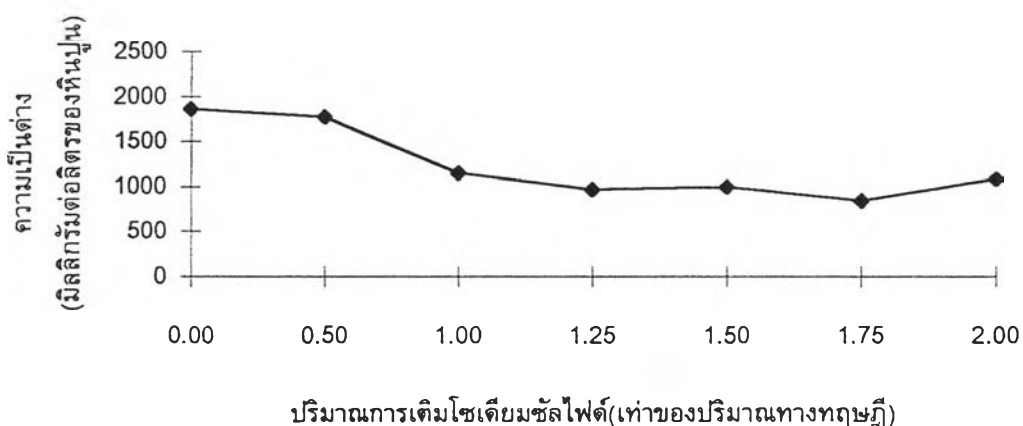
จากตารางที่ 5.25 และรูปที่ 5.24 พบว่าการเปลี่ยนแปลงปริมาณการเติมโซเดียมซัลไฟด์ไม่ได้แสดงให้เห็นถึงแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงแต่อย่างใด

ค่าความเป็นต่าง

จากตารางที่ 5.25 และรูปที่ 5.25 พบว่าเมื่อปริมาณการเติมโซเดียมซัลไฟด์เพิ่มมากขึ้น ค่าความเป็นต่างจะมีค่าลดลง นอกจากนี้พบว่าค่าความเป็นต่างมีค่าสูงอาจเนื่องมาจากปริมาณไฮดรอกไซด์ในตะกอนโลหะหนัก



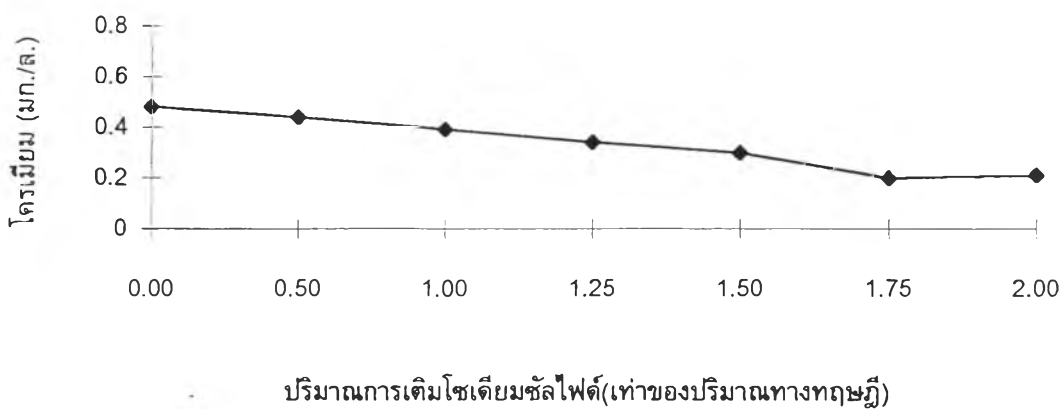
รูปที่ 5.24 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสภาพนำไฟฟ้าและปริมาณการเติมโซเดียมซัลไฟด์



รูปที่ 5.25 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเป็นต่างและปริมาณการเติมโซเดียมซัลไฟด์

โครเมียม

จากตารางที่ 5.25 และรูปที่ 5.26 พบว่าเมื่อเติมโซเดียมซัลไฟด์เพิ่มมากขึ้น ปริมาณโครเมียมในน้ำสกัดจะลดลง



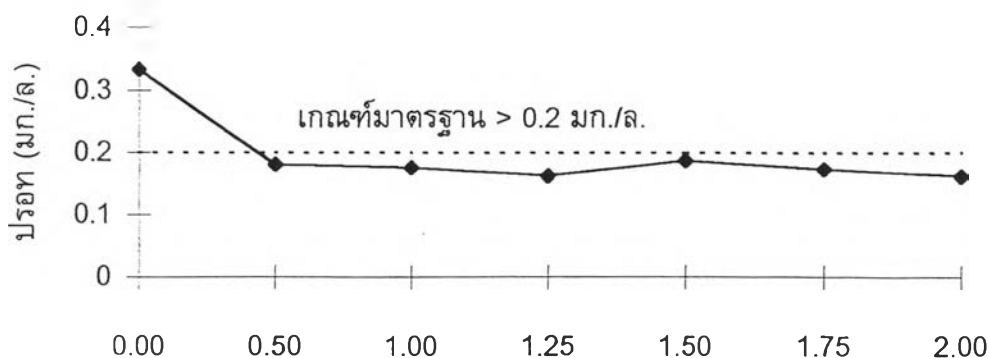
รูปที่ 5.26 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโครเมียมในน้ำสกัดและปริมาณการเติมโซเดียมซัลไฟด์

เหล็ก

ปริมาณเหล็กในน้ำสกัดถูกตรวจพบในปริมาณน้อยมากคือ น้อยกว่า 0.15

ปรอท

จากตารางที่ 5.25 และรูปที่ 5.27 พบว่าเมื่อเติมโซเดียมซัลไฟด์เพิ่มมากขึ้น ปริมาณปรอทในน้ำสกัดจะลดลง



ปริมาณการเติมโซเดียมซัลไฟด์(เท่าของปริมาณทางทฤษฎี)

รูปที่ 5.27 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณปรอทในน้ำสกัดและปริมาณการเติมโซเดียมซัลไฟด์

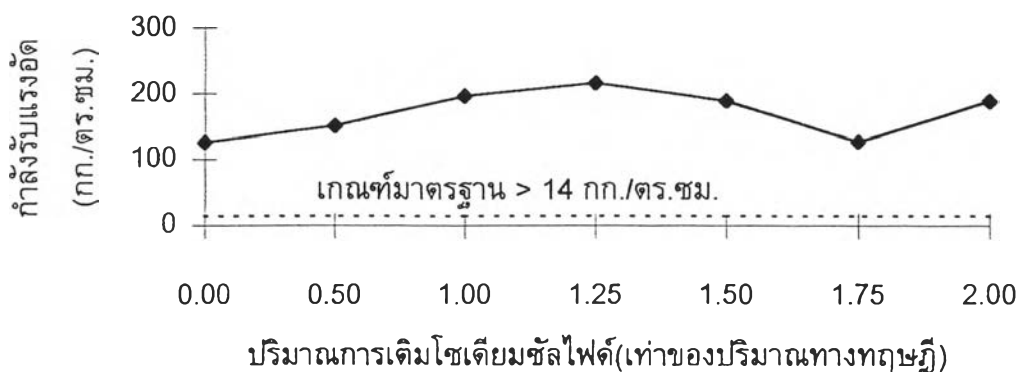
2. การทำกากหลุดฟลูออเรสเซนซ์ให้เป็นก้อนโดยใช้ปูนซีเมนต์ผสมซิลิกาฟูม

2.1. กำลังรับแรงอัด

จากตารางที่ 5.26 และรูปที่ 5.28 พบว่าการเปลี่ยนแปลงปริมาณการเติมโซเดียมซัลไฟด์ไม่ได้แสดงให้เห็นถึงแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงแต่อย่างใด นอกจากนี้พบว่ากำลังรับแรงอัดของทุกอัตราส่วนการเติมสารโซเดียมซัลไฟด์มีค่ากำลังรับแรงอัดสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานของเสียที่ผ่านการทำให้เป็นก้อนกล่าวคือ มีค่าสูงกว่า 14 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

2.2. ความหนาแน่น

การเปลี่ยนแปลงปริมาณการเติมโซเดียมซัลไฟด์ไม่มีผลกระทบต่อค่าความหนาแน่นมากนักดังแสดงในตารางที่ 5.26 และรูปที่ 5.29 นอกจากนี้พบว่าความหนาแน่นของทุกอัตราส่วนการเติมสารโซเดียมซัลไฟด์มีค่าความหนาแน่นสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานของเสียที่ผ่านการทำให้เป็นก้อนกล่าวคือมีค่าสูงกว่า 1.04 ตันต่อลูกบาศก์เมตร



รูปที่ 5.28 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัดและปริมาณการเติมโซเดียมซัลไฟด์

ตารางที่ 5.26 แสดงค่ากำลังรับแรงอัดและความหนาแน่นของก้อนซีเมนต์ในการเปลี่ยนแปลงปริมาณโซเดียมซัลไฟด์

ปริมาณโซเดียมซัลไฟด์ (จำนวนเท่าของปริมาณทางทฤษฎี)	กำลังรับแรงอัด (กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร)	ความหนาแน่น (ตัน/ลูกบาศก์เมตร)
0.00	126.29	1.89
0.50	151.27	2.02
1.00	196.22	2.00
1.25	216.31	2.08
1.50	188.91	2.01
1.75	126.69	2.02
2.00	187.86	2.07

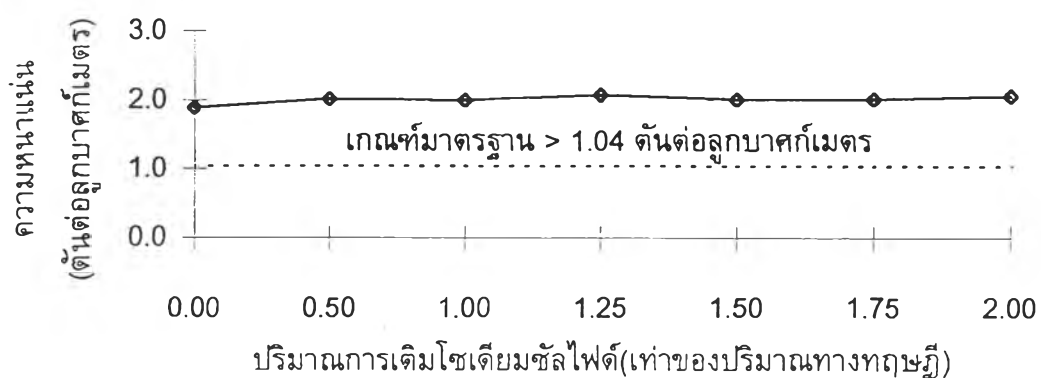
2.3. การทดสอบการชะละลาย

พีเอช

จากตารางที่ 5.27 และรูปที่ 5.30 พบว่าการเปลี่ยนแปลงปริมาณการเติมโซเดียมซัลไฟด์ไม่ได้แสดงให้เห็นถึงแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงแต่อย่างใด

สภาพการนำไฟฟ้า

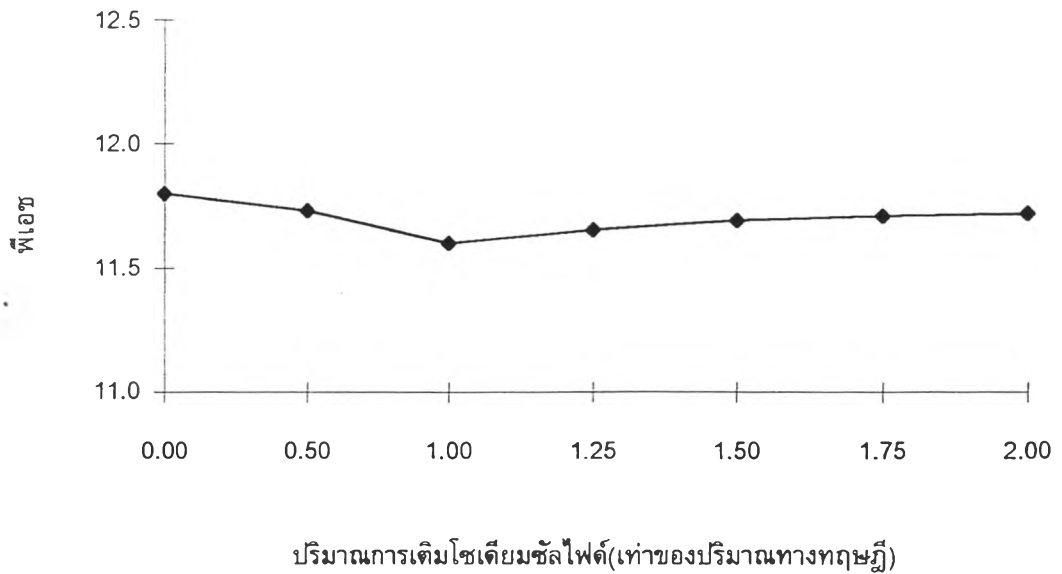
จากตารางที่ 5.27 และรูปที่ 5.31 พบว่าเมื่อปริมาณการเติมโซเดียมซัลไฟด์เพิ่มมากขึ้น ค่าการนำไฟฟ้าจะมีค่าลดลง



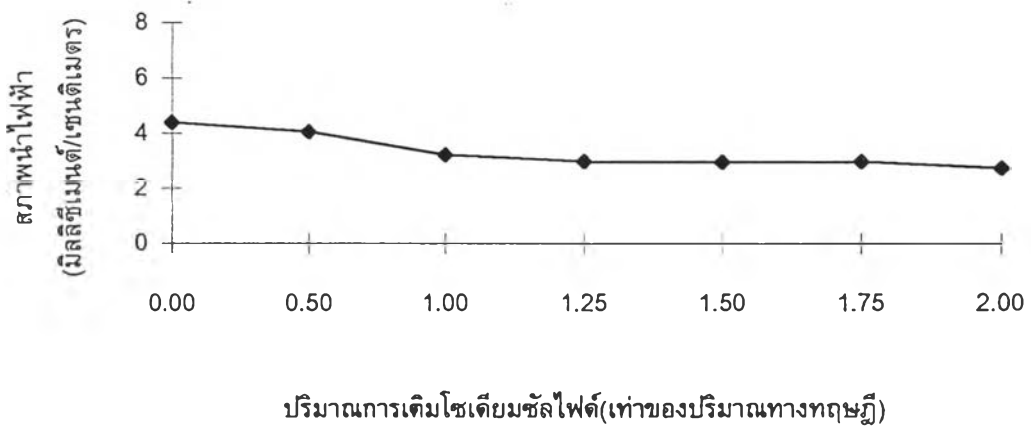
รูปที่ 5.29 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นและปริมาณการเติมโซเดียมซัลไฟด์

ตารางที่ 5.27 แสดงผลการวิเคราะห์น้ำสกัดที่ได้จากการทดสอบการชะละลาย

โซเดียมซัลไฟด์ (เท่าของปริมาณทางทฤษฎี)	พีเอช	สภาพนำไฟฟ้า (มิลลิซีเมนต์/ซม.)	ความเป็นด่าง (มก./ล.ของหินปูน)	ปรอท (มก./ล.)
0.00	11.80	4.38	971.01	0.553
0.50	11.73	4.04	905.79	0.411
1.00	11.60	3.21	666.66	0.353
1.25	11.65	2.97	724.64	0.290
1.50	11.69	2.96	797.09	0.215
1.75	11.71	2.98	847.82	0.175
2.00	11.72	2.75	920.29	0.142



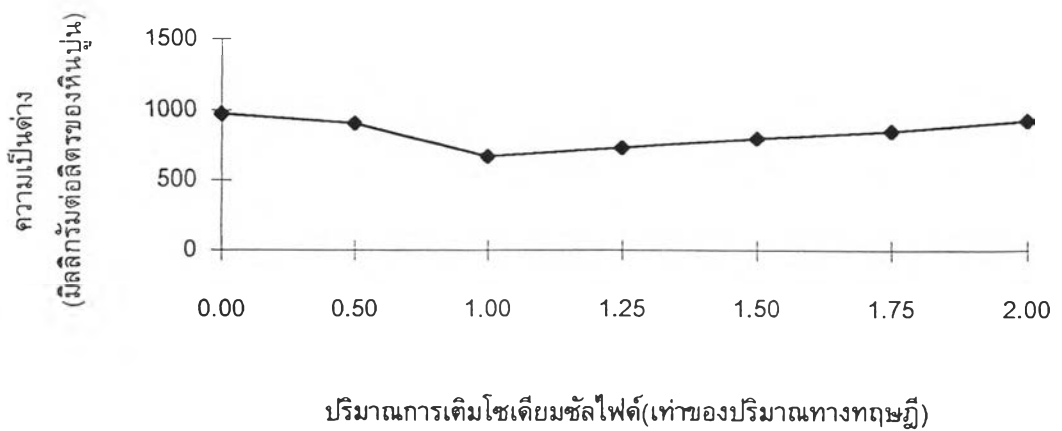
รูปที่ 5.30 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพีเอชของน้ำสกัดและปริมาณการเติมโซเดียมคลอไรด์



รูปที่ 5.31 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสภาพนำไฟฟ้าและปริมาณการเติมโซเดียมคลอไรด์

ค่าความแตกต่าง

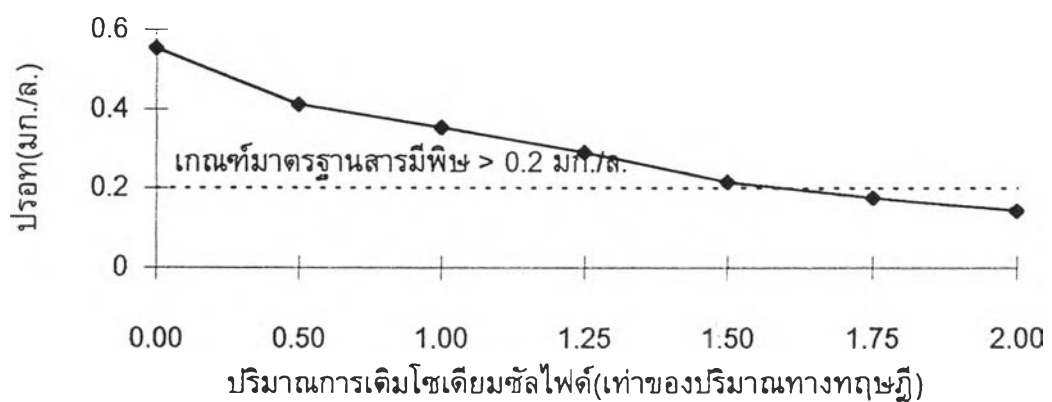
จากตารางที่ 5.27 และรูปที่ 5.32 พบว่าการเปลี่ยนแปลงปริมาณการเติมโซเดียมคลอไรด์ไม่ได้แสดงให้เห็นถึงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงแต่อย่างใด



รูปที่ 5.32 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเป็นต่างของน้ำสกัดและปริมาณการเติมโซเดียมซัลไฟด์

ปรอทในน้ำสกัด

จากตารางที่ 5.27 และรูปที่ 5.33 พบว่าเมื่อเติมโซเดียมซัลไฟด์เพิ่มมากขึ้น ปริมาณปรอทในน้ำสกัดจะลดลง



รูปที่ 5.33 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปรอทในน้ำสกัดและปริมาณการเติมโซเดียมซัลไฟด์

โลหะอื่น ๆ

ปริมาณโลหะหนักอื่นๆ ในน้ำสกัด เช่น ตะกั่ว เหล็กถูกตรวจพบในปริมาณน้อยมาก

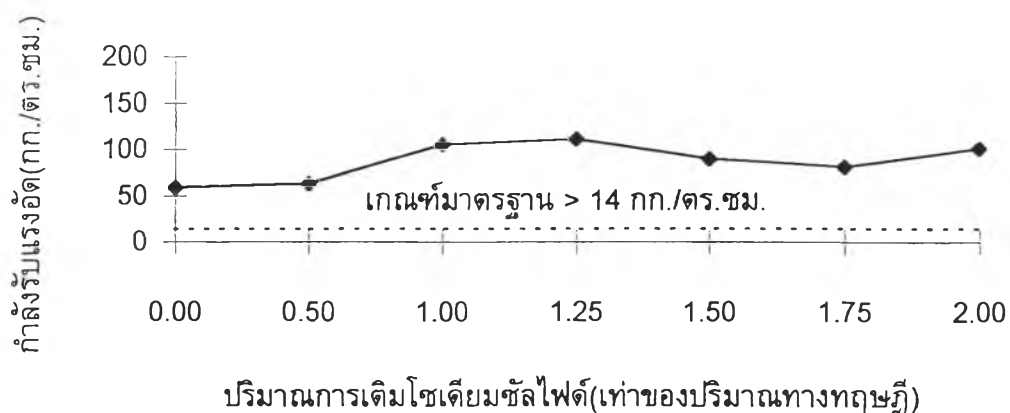
3. การทำกากหลอตฟลูออเรสเซนซ์ให้เป็นก้อนโดยใช้ปูนซีเมนต์ผสมแก้ลยลิกไนต์

ตารางที่ 5.28 แสดงค่ากำลังรับแรงอัดและความหนาแน่นของก้อนซีเมนต์ในการเปลี่ยนแปลงปริมาณโซเดียมซัลไฟด์

ปริมาณโซเดียมซัลไฟด์ (จำนวนเท่าของปริมาณทางทฤษฎี)	กำลังรับแรงอัด (กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร)	ความหนาแน่น (ตัน/ลูกบาศก์เมตร)
0.00	58.79	1.99
0.50	63.31	2.01
1.00	104.99	2.05
1.25	111.64	2.09
1.50	89.25	2.10
1.75	80.67	2.11
2.00	101.05	2.12

3.1 กำลังรับแรงอัด

จากตารางที่ 5.28 และรูปที่ 5.34 พบว่าการเปลี่ยนแปลงปริมาณการเติมโซเดียมซัลไฟด์ไม่ได้แสดงให้เห็นถึงแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงแต่อย่างใด นอกจากนี้พบว่ากำลังรับแรงอัดของทุกอัตราส่วนการเติมสารโซเดียมซัลไฟด์มีค่ากำลังรับแรงอัดสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานของเสียที่ผ่านการทำให้เป็นก้อนแล้ว คือ มีค่าสูงกว่า 14 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร



รูปที่ 5.34 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัดและปริมาณการเติมโซเดียมคลอไรด์

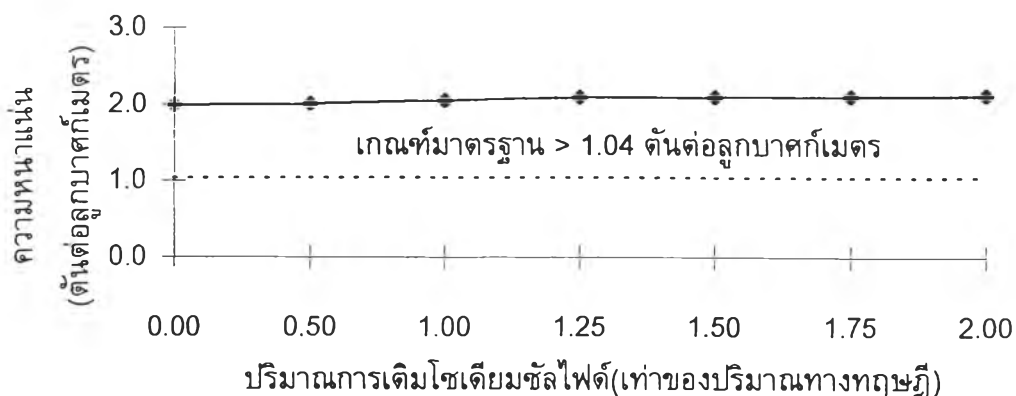
3.2. ความหนาแน่น

จากตารางที่ 5.28 และรูปที่ 5.35 พบว่าการเพิ่มปริมาณการเติมโซเดียมคลอไรด์ จะไม่มีผลต่อความหนาแน่นมากนัก นอกจากนี้พบว่าความหนาแน่นของทุกอัตราส่วนการเติมสารโซเดียมคลอไรด์มีค่าความหนาแน่นสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานของเสียที่ผ่านการทำให้เป็นก้อนกล่าวคือมีค่าสูงกว่า 1.04 ดันต่อลูกบาศก์เมตร

3.3. การทดสอบการชะละลาย

พีเอช

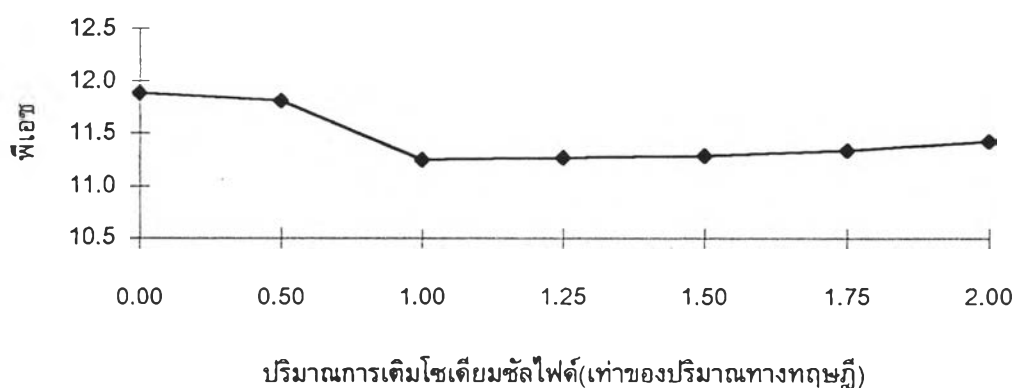
จากตารางที่ 5.29 และรูปที่ 5.36 พบว่าการเปลี่ยนแปลงปริมาณการเติมโซเดียมคลอไรด์ไม่ได้แสดงให้เห็นถึงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงแต่อย่างใด



รูปที่ 5.35 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นและปริมาณการเติมโซเดียมคลอไรด์

ตารางที่ 5.29 แสดงผลการวิเคราะห์น้ำสกัดที่ได้จากการทดสอบการชะละลาย

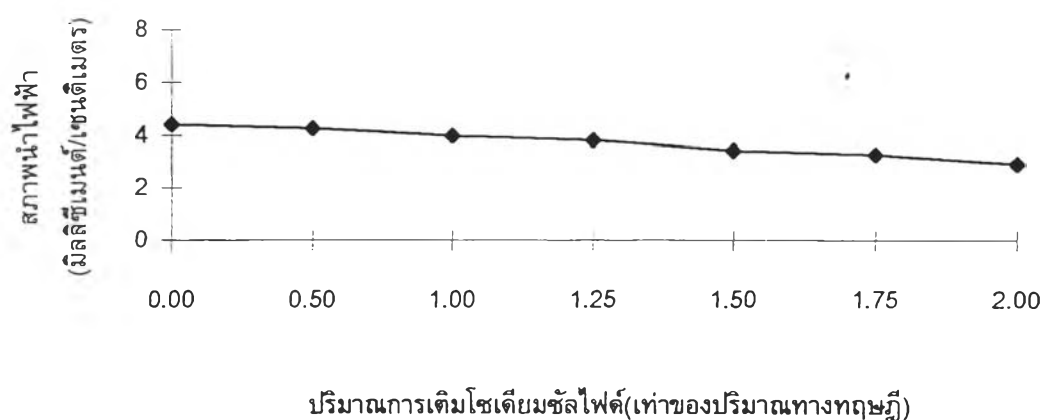
โซเดียมคลอไรด์ (เท่าของปริมาณทางทฤษฎี)	พีเอช	สภาพนำไฟฟ้า (มิลลิซีเมนต์/ซม.)	ความเป็นด่าง (มก./ล ของหินปูน)	ปรอท (มก./ล.)
0.00	11.88	4.40	876.81	0.518
0.50	11.80	4.25	826.08	0.493
1.00	11.24	3.98	521.74	0.488
1.25	11.26	3.82	536.23	0.405
1.50	11.28	3.44	557.97	0.245
1.75	11.33	3.31	586.95	0.183
2.00	11.42	2.94	615.94	0.162



รูปที่ 5.36 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพีเอชของน้ำสกัดและปริมาณการเติมโซเดียมคลอไรด์

สภาพการนำไฟฟ้า

จากตารางที่ 5.29 และรูปที่ 5.37 พบว่าเมื่อปริมาณการเติมโซเดียมซัลไฟด์เพิ่มมากขึ้น ค่าการนำไฟฟ้าจะมีค่าลดลง



รูปที่ 5.37 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสภาพนำไฟฟ้าและปริมาณการเติมโซเดียมซัลไฟด์

ค่าความเป็นด่าง

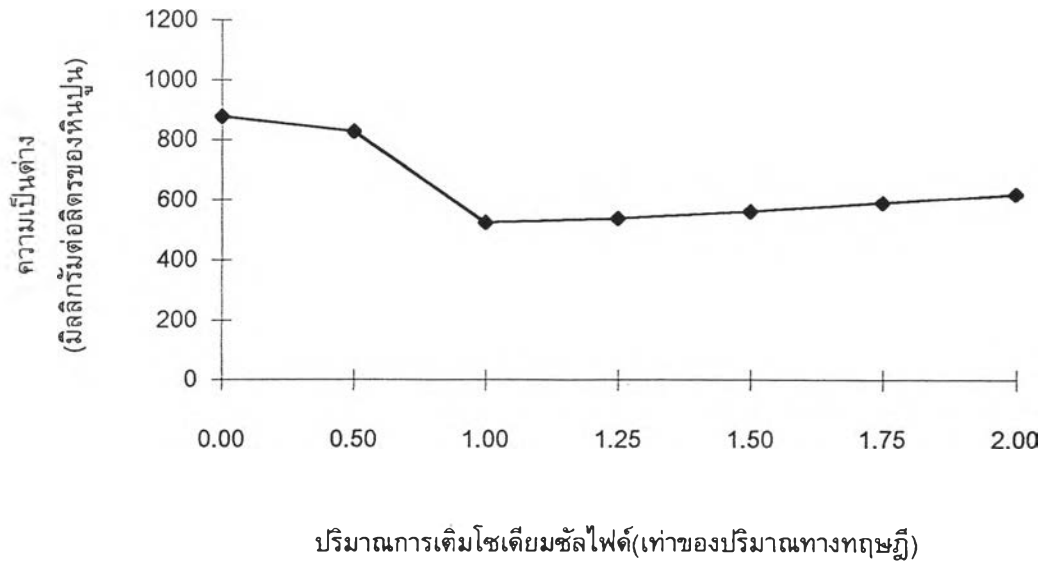
จากตารางที่ 5.29 และรูปที่ 5.38 พบว่าการเปลี่ยนแปลงปริมาณการเติมโซเดียมซัลไฟด์ไม่ได้แสดงให้เห็นถึงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงแต่อย่างใด

ปรอท

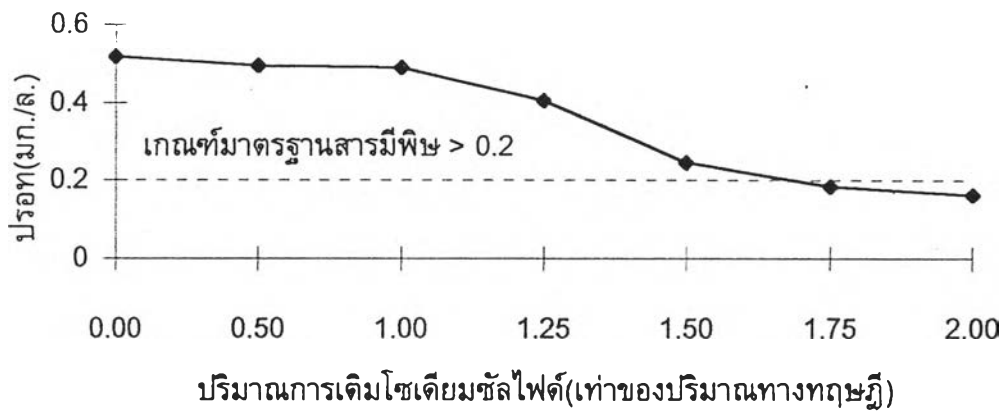
จากตารางที่ 5.29 และรูปที่ 5.39 พบว่าเมื่อเติมโซเดียมซัลไฟด์เพิ่มมากขึ้น ปริมาณปรอทในน้ำสกัดจะลดลง

โลหะหนักอื่น ๆ

ปริมาณโลหะหนักอื่น ๆ ในน้ำสกัด เช่น ตะกั่ว เหล็กถูกตรวจพบในปริมาณน้อยมาก



รูปที่ 5.38 กราฟแสดงความแตกต่างของน้ำสกัดและปริมาณการเติมโซเดียมซัลไฟด์



รูปที่ 5.39 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปรอทในน้ำสกัดและปริมาณการเติมโซเดียมซัลไฟด์

การพิจารณาเลือกสัดส่วนการเติมสารโซเดียมซัลไฟด์ที่เหมาะสม

การพิจารณาเลือกสัดส่วนการเติมสารโซเดียมซัลไฟด์ที่เหมาะสมนั้นจะพิจารณาจากเกณฑ์มาตรฐานของเสียที่ผ่านการทำให้เป็นก้อน ตามที่กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรมกำหนดไว้ กล่าวคือ ตะกอนที่ผ่านการทำให้เป็นก้อนนั้นต้องมีคุณสมบัติดังนี้

1. ความสามารถในการรับแรงอัดได้ไม่น้อยกว่า 14 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
2. ความหนาแน่นไม่ต่ำกว่า 1.04 ตันต่อลูกบาศก์เมตร
3. ค่าการซึมน้ำได้ต้องต่ำกว่า 1×10^{-6} เซนติเมตรต่อวินาที

นอกจากนี้ได้ใช้เกณฑ์มาตรฐานสารมีพิษของกระทรวงอุตสาหกรรมเพื่อใช้ตรวจสอบความเข้มข้นของโลหะหนักซึ่งได้แก่ โครเมียมม โปรทในน้ำสกัดที่ผ่านการทดสอบการชะละลายซึ่งเกณฑ์มาตรฐานดังกล่าวกำหนดไว้ว่ามาตรฐานสารมีพิษต้องมีความเข้มข้นของปรอทสูงกว่า 0.20 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเข้มข้นของโครเมียมสูงกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากการพิจารณาค่ากำลังรับแรงอัด ความหนาแน่นพบว่าค่าการเพิ่มสัดส่วนการเติมโซเดียมซัลไฟด์ในทุกสัดส่วนทำให้ค่าดังกล่าวมีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานของเสียที่ผ่านการทำให้เป็นก้อน

สำหรับการทดสอบค่าการซึมน้ำจะใช้ตัวอย่างซึ่งผ่านการพิจารณาข้างต้น กล่าวคือ มีความสามารถในการรับแรงอัดได้ไม่น้อยกว่า 14 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ความหนาแน่นไม่ต่ำกว่า 1.04 ตันต่อลูกบาศก์เมตรและน้ำสกัดไม่เป็นสารมีพิษตามเกณฑ์มาตรฐานสารมีพิษของกระทรวงอุตสาหกรรมมาทดสอบค่าการซึมน้ำได้ ผลการทดลองสรุปผลได้ดังนี้

1. การทำตะกอนที่ได้จากการบำบัดน้ำเสียซีโอติให้เป็นก้อนโดยใช้ปูนซีเมนต์ผสมซิลิกาฟูม

เมื่อพิจารณาถึงผลการวิเคราะห์น้ำสกัดพบว่าความเข้มข้นของโครเมียมในน้ำสกัดมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานทั้งหมดในทุกสัดส่วน ส่วนความเข้มข้นของปรอทในน้ำสกัดมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานเมื่อเติมโซเดียมซัลไฟด์ 0.5 เท่าของปริมาณทางทฤษฎี น้ำตะกอนที่ได้จากการบำบัดน้ำเสียซีโอติมาทำให้เป็นก้อนโดยใช้อัตราส่วนตะกอนโลหะหนักต่อวัสดุประสานเท่ากับ 0.75 และปริมาณการเติมโซเดียมซัลไฟด์เท่ากับ 0.5 เท่าของปริมาณทางทฤษฎี มาทดสอบค่าการซึมน้ำได้พบว่าก้อนซีเมนต์ที่มีส่วนผสมดังกล่าวเป็นวัสดุที่บดน้ำซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐานดังนั้นจึงพิจารณาเลือกสัดส่วนการเติมโซเดียมซัลไฟด์ที่ 0.5 เท่าทางปริมาณทางทฤษฎี

2. การทำกากหลอดฟลูออเรสเซนต์ให้เป็นก้อนโดยใช้ปูนซีเมนต์ผสมซิลิกาฟูม

เมื่อพิจารณาถึงผลการวิเคราะห์น้ำสกัดพบว่าความเข้มข้นของปรอทในน้ำสกัดมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานเมื่อเติมโซเดียมซัลไฟด์ตั้งแต่ 1.75 เท่าทางทฤษฎี นํากากหลอดฟลูออเรสเซนต์มาทำให้เป็นก้อนโดยใช้อัตราส่วนตะกอนโลหะหนักต่อวัสดุประสานเท่ากับ 1.5 และปริมาณการเติมโซเดียมซัลไฟด์เท่ากับ 1.75 เท่าของปริมาณทางทฤษฎีมาทดสอบค่าการซึมน้ำได้พบว่าก้อนซีเมนต์ดังกล่าวเป็นวัสดุที่บ้น้ำซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ดังนั้นจึงพิจารณาเลือกสัดส่วนการเติมโซเดียมซัลไฟด์ที่ 1.75 เท่าทางทฤษฎี

3. การทำกากหลอดฟลูออเรสเซนต์ให้เป็นก้อนโดยใช้ปูนซีเมนต์ผสมแก้วลอยลิกไนต์

เมื่อพิจารณาถึงผลการวิเคราะห์น้ำสกัดพบว่าความเข้มข้นของปรอทในน้ำสกัดมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานเมื่อเติมโซเดียมซัลไฟด์ตั้งแต่ 1.75 เท่าทางทฤษฎี นํากากหลอดฟลูออเรสเซนต์มาทำให้เป็นก้อนโดยใช้อัตราส่วนตะกอนโลหะหนักต่อวัสดุประสานเท่ากับ 2.5 และปริมาณการเติมโซเดียมซัลไฟด์เท่ากับ 1.75 เท่าของปริมาณทางทฤษฎีมาทดสอบค่าการซึมน้ำได้พบว่าก้อนซีเมนต์ดังกล่าวมีค่าเท่ากับ 2.95×10^{-8} เซนติเมตรต่อวินาทีซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ดังนั้นจึงพิจารณาเลือกสัดส่วนการเติมโซเดียมซัลไฟด์ที่ 1.75 เท่าทางทฤษฎีเช่นเดียวกับการทำกากหลอดฟลูออเรสเซนต์ให้เป็นก้อนโดยใช้ปูนซีเมนต์ผสมซิลิกาฟูม

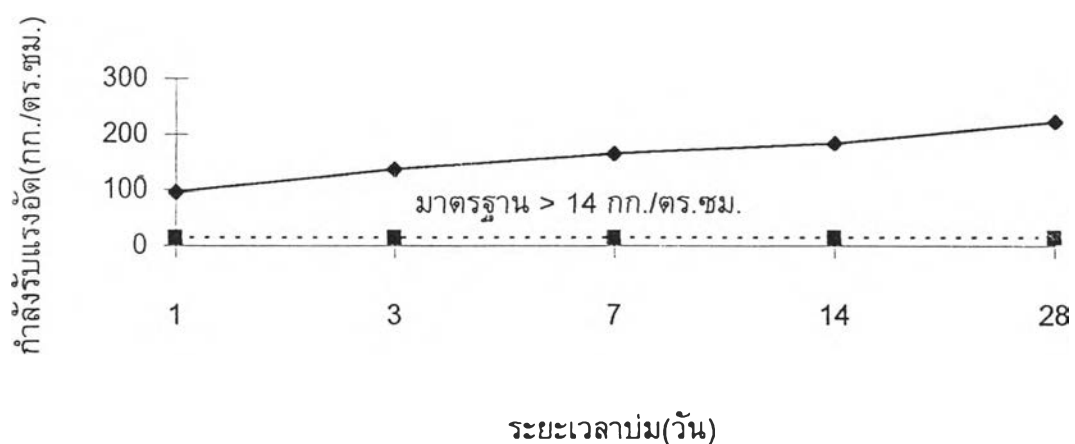
การศึกษาระยะเวลาดบ่มของคอนกรีต

การทดลองนี้ได้ศึกษาการทำตะกอนโลหะหนักให้คงตัวโดยการทำให้เป็นก้อนโดยใช้ปูนซีเมนต์และวัสดุประสาน โดยศึกษาระยะเวลาดบ่มของก้อนซีเมนต์ ก้อนซีเมนต์ที่ใช้ในการทดลองนี้ใช้อัตราส่วนผสมตะกอนโลหะหนักต่อวัสดุประสานและอัตราส่วนการเติมสารโซเดียมซัลไฟด์ที่เลือกไว้ดังกล่าวข้างต้น แปรผันระยะเวลาดบ่มเป็น 1, 3, 7, 14, 28 วัน หลังจากนั้นนำไปหาค่ากำลังรับแรงอัด ความหนาแน่น และทดสอบการชะละลาย สามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

1. การทำตะกอนที่ได้จากการบำบัดน้ำเสียซีโอติให้เป็นก้อนโดยใช้ปูนซีเมนต์ผสมซิลิกาฟูม

1.1 กำลังรับแรงอัด

จากตารางที่ 5.30 และรูปที่ 5.40 แสดงให้เห็นว่าเมื่อระยะเวลาบ่มเพิ่มขึ้น กำลังรับแรงอัดจะเพิ่มขึ้น แต่อย่างไรก็ตามกำลังรับแรงอัดที่เวลาบ่มทุกค่ามีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของเสียที่ผ่านการทำให้เป็นก้อน



รูปที่ 5.40 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัดและระยะเวลาบ่ม

ตารางที่ 5.30 แสดงค่ากำลังรับแรงอัดและความหนาแน่นของก้อนซีเมนต์ในการเปลี่ยนแปลงระยะเวลาบ่ม

ระยะเวลาบ่ม (วัน)	กำลังรับแรงอัด (กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร)	ความหนาแน่น (ตัน/ลูกบาศก์เมตร)
1	95.85	1.94
3	135.82	1.92
7	163.92	1.99
14	183.54	1.91
28	222.06	2.02

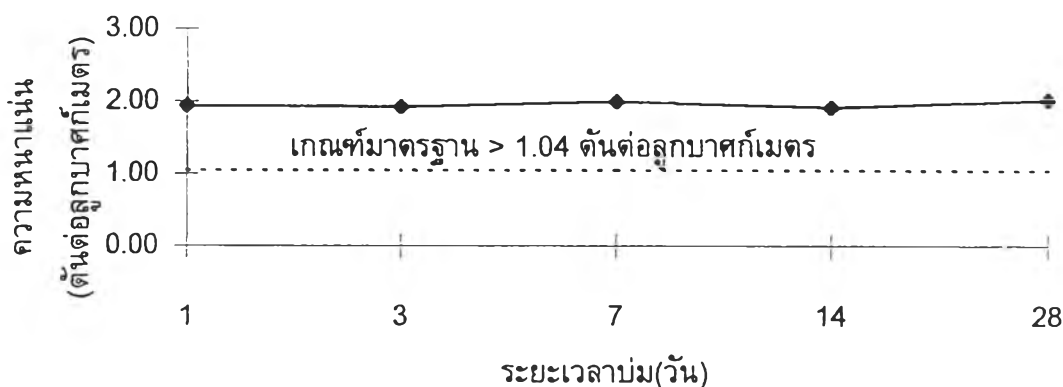
1.2 ความหนาแน่น

จากตารางที่ 5.30 และรูปที่ 5.41 พบว่าระยะเวลาบ่มเพิ่มขึ้น ความหนาแน่นมีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก เมื่อนำตัวอย่างทั้งหมดไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานของเสียที่ผ่านการทำให้เป็นก้อนของกรมโรงงานอุตสาหกรรมแล้วพบว่าตัวอย่างทั้งหมดมีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานทั้งหมด

1.3. การทดสอบการชะละลาย

พีเอช

จากตารางที่ 5.31 และรูปที่ 5.42 แสดงให้เห็นว่าพีเอชของน้ำสกัดมีค่าลดลงเมื่อระยะเวลาบ่มนานขึ้น สาเหตุอาจเนื่องมาจากปฏิกิริยาปอซโซลานของซิลิกาฟูมซึ่งจะทำให้แคลเซียมไฮดรอกไซด์ในน้ำสกัดลดลงจึงทำให้ค่าพีเอชลดต่ำลงเมื่อระยะเวลาบ่มนานขึ้น



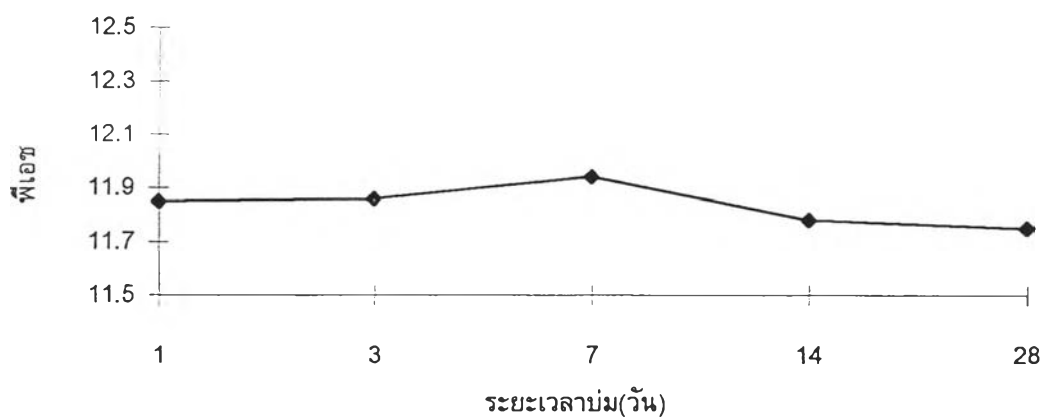
รูปที่ 5.41 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นและระยะเวลาบ่ม

สภาพน้ำไฟฟ้า

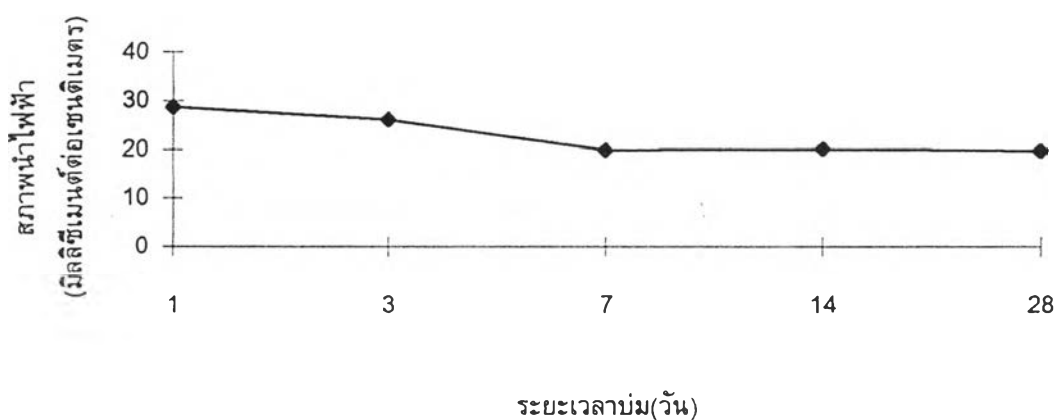
จากตารางที่ 5.31 และรูปที่ 5.43 พบว่าระยะเวลาบ่มที่เพิ่มขึ้นสภาพน้ำไฟฟ้าจะมีแนวโน้มลดลง อาจสันนิษฐานได้ว่าที่ระยะเวลาบ่มสูงปฏิกิริยาการแข็งตัวของวัสดุประสานจะเกิดได้ดีขึ้นทำให้สามารถยึดจับตะกอนโลหะหนักได้ดีขึ้นเป็นผลให้การชะละลายของสารต่างๆ ออกมาน้อยลงสภาพน้ำไฟฟ้าจึงลดลง (นฤมิตร,2538)

ตารางที่ 5.31 แสดงผลการวิเคราะห์น้ำสกัดที่ได้จากการทดสอบการชะละลาย

เวลาบ่ม (วัน)	พีเอช	สภาพน้ำไฟฟ้า (มิลลิซีเมนต์/ซม.)	ความเป็นด่าง (มก./ล. ของหินปูน)	ปรอท (มก./ล.)	โครเมียม (มก./ล.)	เหล็ก (มก./ล.)
1	11.85	28.67	1127.23	0.805	7.77	0.09
3	11.86	25.97	1287.31	0.643	6.47	0.09
7	11.94	19.74	1782.03	0.183	0.44	0.09
14	11.78	20.10	947.14	0.183	0.42	0.20
28	11.75	19.65	840.42	0.184	0.42	0.12



รูปที่ 5.41 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพีเอชของน้ำสกัดและระยะเวลาบ่ม



รูปที่ 5.43 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสภาพน้ำไฟฟ้าของน้ำสกัดและระยะเวลาบ่ม

ความเป็นต่าง

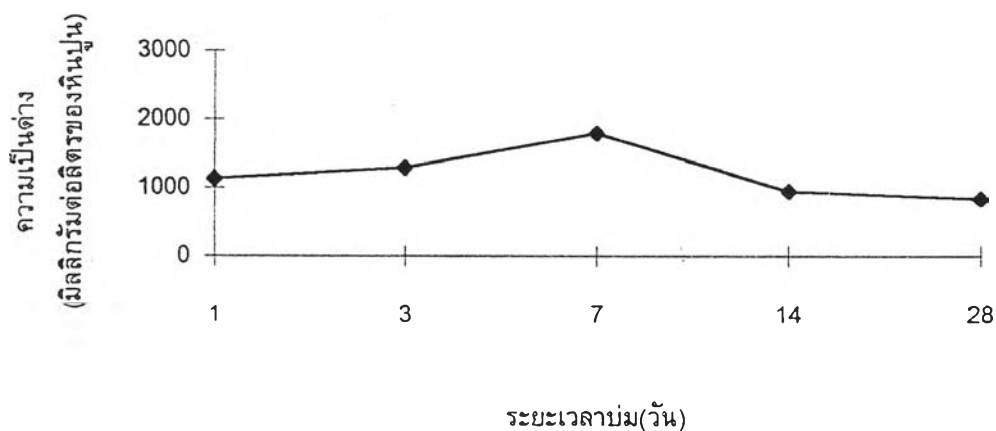
จากตารางที่ 5.31 รูปที่ 5.44 พบว่าค่าความเป็นต่างของน้ำสกัดมีค่าเพิ่มขึ้นที่ระยะเวลาบ่ม 3 วันและจะมีค่าสูงที่ระยะเวลาบ่ม 7 วัน นอกจากนี้ยังพบว่าที่ระยะเวลาบ่มมากกว่า 7 วัน ค่าความเป็นต่างจะมีค่าลดลงที่เป็นเช่นนี้อาจสันนิษฐานได้ว่าอาจเกิดจากการที่ปฏิกิริยาไฮเดรชันเกิดได้ไม่เต็มที่ที่ทำให้แคลเซียมไฮดรอกไซด์เกิดขึ้นไม่มากแต่เมื่อระยะเวลาบ่มเพิ่มขึ้นเป็น 7 วัน ปฏิกิริยาไฮเดรชันก็เกิดได้มากขึ้นและในขณะเดียวกันก็จะเกิดปฏิกิริยาปอซโซลานด้วย เมื่อระยะเวลาบ่มมากกว่า 7 วันบทบาทของปฏิกิริยาปอซโซลานซึ่งทำปฏิกิริยากับแคลเซียมไฮดรอกไซด์มีมากขึ้นจึงทำให้ค่าความเป็นต่างลดลง

โครเมียม

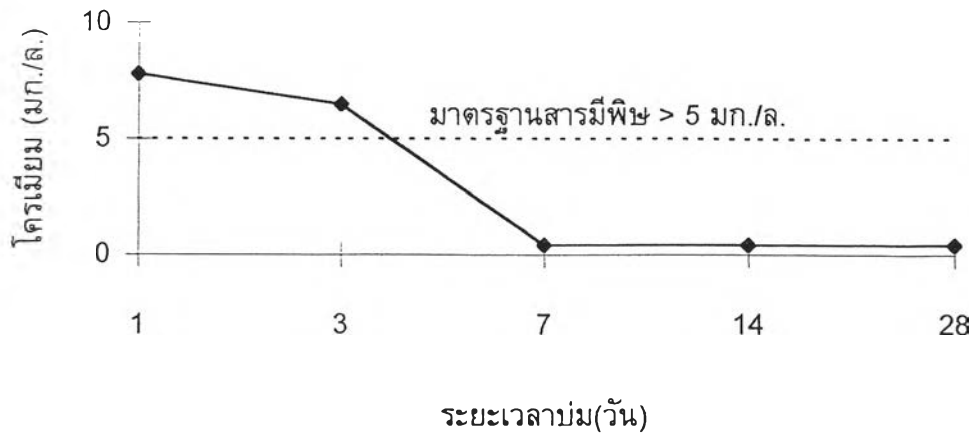
จากตารางที่ 5.31 และรูปที่ 5.45 พบว่าเมื่อระยะเวลาบ่มเพิ่มขึ้น โครเมียมจะถูกชะละลายได้น้อยลงและมีแนวโน้มที่จะคงที่เมื่อเพิ่มระยะเวลาบ่ม

ปรอท

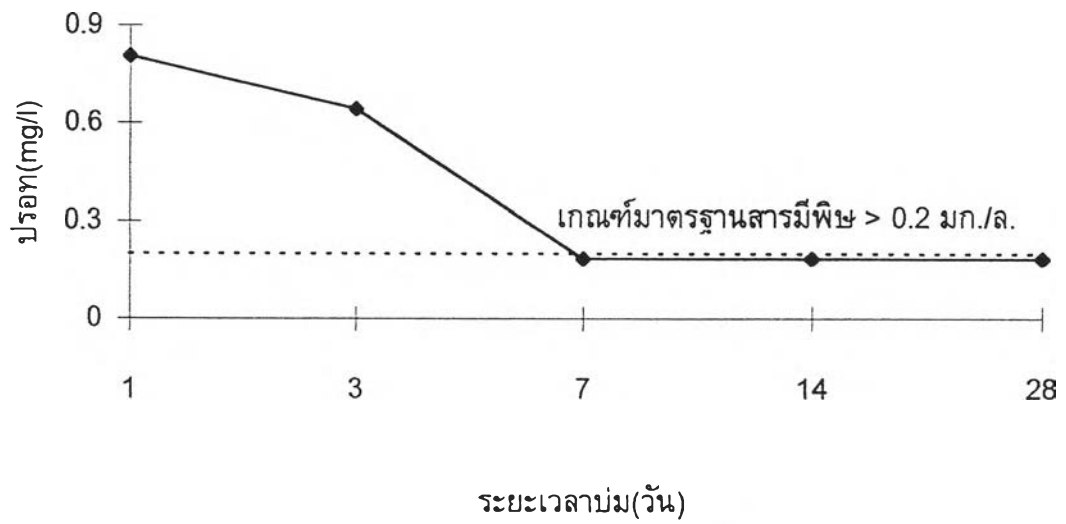
จากตารางที่ 5.31 และรูปที่ 5.46 พบว่าเมื่อระยะเวลาบ่มเพิ่มขึ้น ปรอทจะถูกชะละลายได้น้อยลงและมีแนวโน้มที่จะคงที่



รูปที่ 5.44 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นต่างของน้ำสกัดและระยะเวลาบ่ม



รูปที่ 5.45 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโครเมียมในน้ำสกัดและระยะเวลาบ่ม

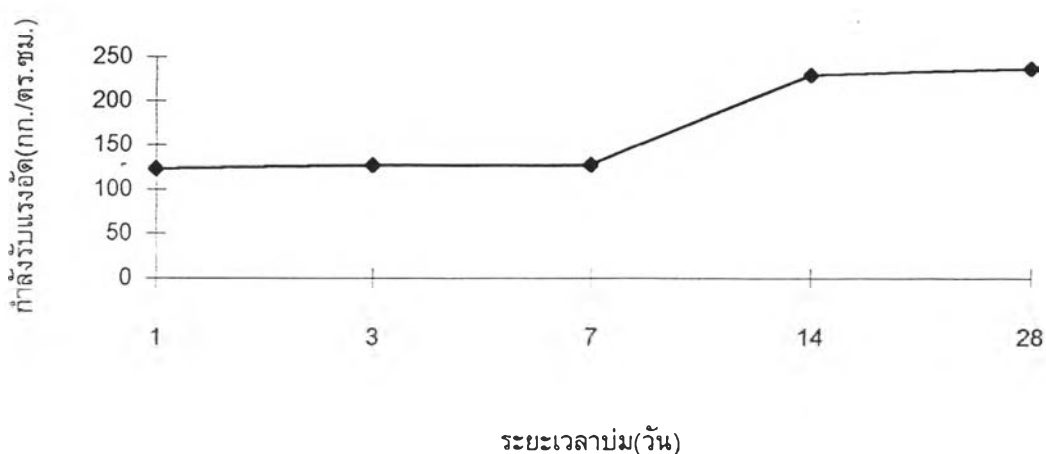


รูปที่ 5.46 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณปรอทในน้ำสกัดและระยะเวลาบ่ม

2. การทำกาหกหลุดฟลูออเรสเซนดีให้เป็นก้อนโดยใช้ปูนซีเมนต์ผสมซิลิกาฟูม

2.1. กำลังรับแรงอัด

จากตารางที่ 5.32 และรูปที่ 5.47 แสดงให้เห็นว่าเมื่อระยะเวลาบ่มเพิ่มขึ้น กำลังรับแรงอัดจะเพิ่มขึ้น แต่อย่างไรก็ตามกำลังรับแรงอัดที่เวลาบ่มทุกค่ามีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของเสียที่ผ่านการทำให้เป็นก้อน



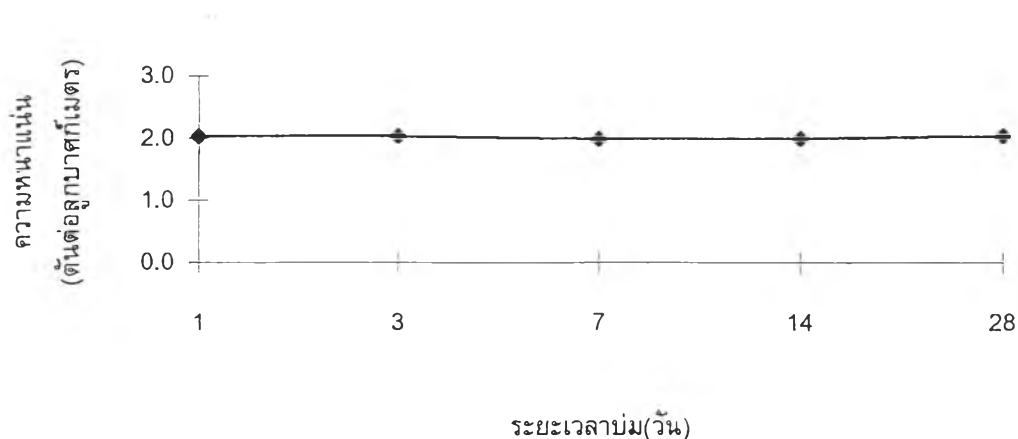
รูปที่ 5.47 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัดและระยะเวลาบ่ม

ตารางที่ 5.32 แสดงค่ากำลังรับแรงอัดและความหนาแน่นของก้อนซีเมนต์ในการเปลี่ยนแปลงระยะเวลาบ่ม

ระยะเวลาบ่ม (วัน)	กำลังรับแรงอัด (กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร)	ความหนาแน่น (ตัน/ลูกบาศก์เมตร)
1	123.28	2.03
3	126.92	2.03
7	127.88	1.98
14	229.51	1.98
28	237.30	2.02

2.2. ความหนาแน่น

จากตารางที่ 5.32 และรูปที่ 5.48 พบว่าการเปลี่ยนแปลงระยะเวลาบ่มไม่ได้แสดงให้เห็นถึงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่าความหนาแน่นแต่อย่างใด



รูปที่ 5.48 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นและระยะเวลาบ่ม

2.3. การทดสอบการชะละลาย

ตารางที่ 5.33 แสดงผลการวิเคราะห์น้ำสกัดที่ได้จากการทดสอบการชะละลาย

เวลาบ่ม (วัน)	พีเอช	สภาพน้ำไฟฟ้า (มิลลิซีเมนต์/ซม.)	ความเป็นด่าง. (มก./ล. ของหินปูน)	ปรอท (มก./ล.)
1	11.58	3.79	713.69	0.176
3	11.70	3.95	813.74	0.108
7	11.71	2.98	880.44	0.179
14	11.53	3.22	606.97	0.065
28	11.49	2.16	520.26	0.026

พีเอช

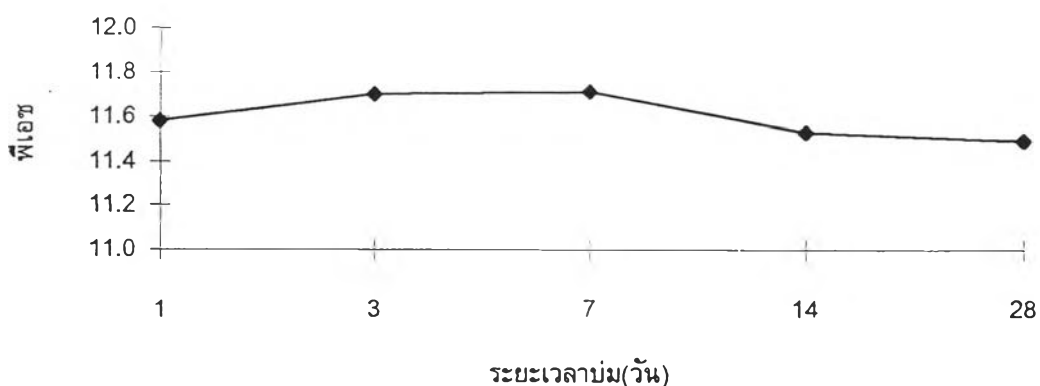
จากตารางที่ 5.33 และรูปที่ 5.49 แสดงให้เห็นว่าเมื่อระยะเวลาบ่มเพิ่มขึ้นพีเอชมีแนวโน้มที่จะลดลงเนื่องจากปฏิกิริยาปอซโซลานของซิลิกาฟุ่มซึ่งจะทำให้แคลเซียมไฮดรอกไซด์ในน้ำสกัดลดลงจึงทำให้พีเอชลดต่ำลงเมื่อระยะเวลาบ่มนานขึ้น

สภาพน้ำไฟฟ้า

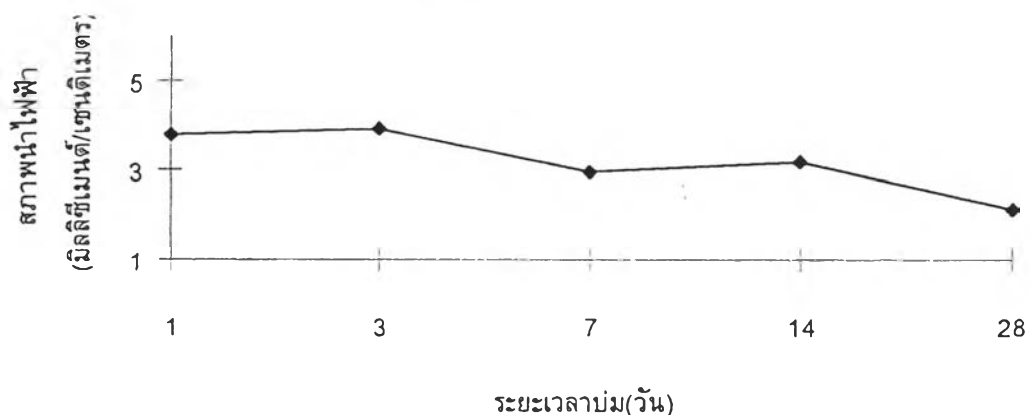
จากตารางที่ 5.33 และรูปที่ 5.50 พบว่าระยะเวลาบ่มที่เพิ่มขึ้น สภาพน้ำไฟฟ้าจะมีแนวโน้มลดลง อาจสันนิษฐานได้ว่าที่ระยะเวลาบ่มสูงปฏิกิริยาการแข็งตัวของวัสดุประสานจะเกิดได้ดีขึ้นทำให้สามารถยึดจับตะกอนโลหะหนักได้ดีขึ้นเป็นผลให้การชะละลายของสารต่างๆ ออกมาน้อยลงสภาพน้ำไฟฟ้าจึงลดลง (นฤมิต,2538)

ความเป็นด่าง

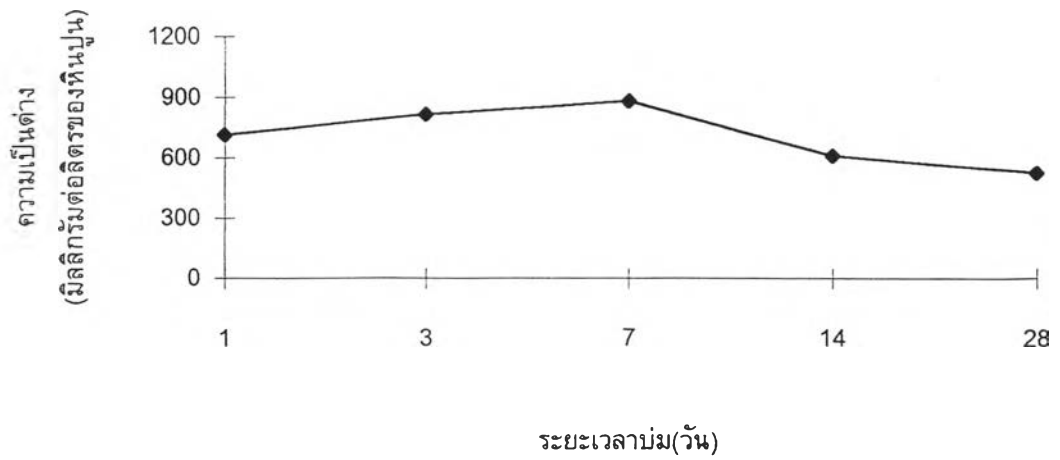
ระยะเวลาบ่มเพิ่มขึ้นค่าความเป็นด่างจะลดลงดังแสดงในตารางที่ 5.33 และรูปที่ 5.51



รูปที่ 5.49 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพีเอชของน้ำสกัดและระยะเวลาบ่ม



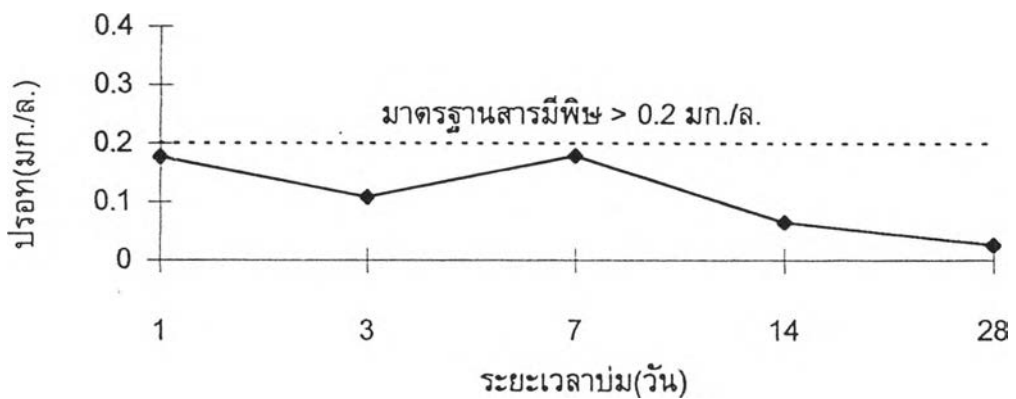
รูปที่ 5.50 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสภาพน้ำไฟฟ้าของน้ำสกัดและระยะเวลาบ่ม



รูปที่ 5.51 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นต่างของน้ำสกัดและระยะเวลาบ่ม

ปรอท

จากตารางที่ 5.33 และรูปที่ 5.52 พบว่าที่ระยะเวลาบ่มตั้งแต่ 7 วันขึ้นไปปรอทจะถูกชะละลายได้น้อยลงและมีแนวโน้มที่จะคงที่

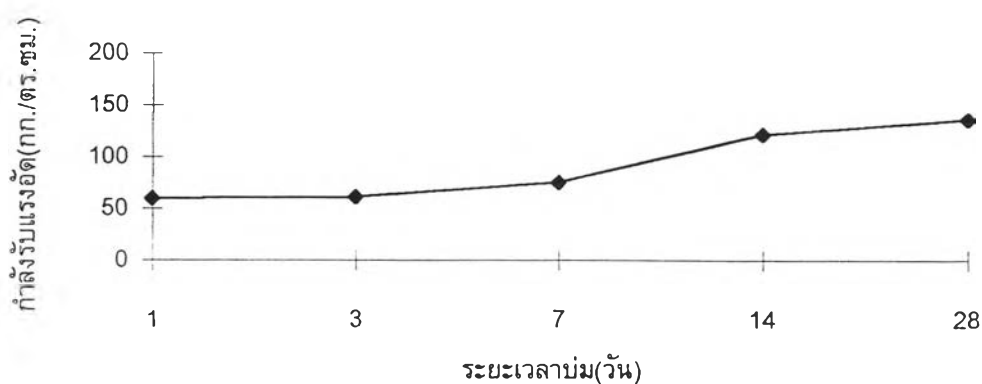


รูปที่ 5.52 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณปรอทในน้ำสกัดและระยะเวลาบ่ม

3. การทำกากหลอจฟลูออเรสเซนตีให้เป็นก้อนโดยใช้ปูนซีเมนต์ผสมเถ้าลอยลิกไนต์

3.1. กำลังรับแรงอัด

จากตารางที่ 5.34 และรูปที่ 5.53 แสดงให้เห็นว่าเมื่อระยะเวลาบ่มเพิ่มขึ้น กำลังรับแรงอัดจะเพิ่มขึ้น แต่อย่างไรก็ตามกำลังรับแรงอัดที่เวลาบ่มทุกค่ามีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของเสียที่ผ่านการทำให้เป็นก้อน



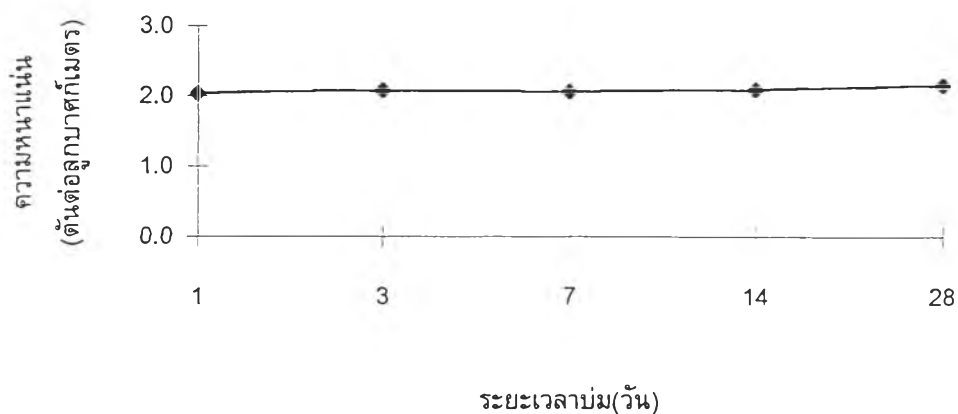
รูปที่ 5.53 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัดและระยะเวลาบ่ม

ตารางที่ 5.34 แสดงค่ากำลังรับแรงอัดและความหนาแน่นของก้อนซีเมนต์ในการเปลี่ยนแปลงระยะเวลาบ่ม

ระยะเวลาบ่ม (วัน)	กำลังรับแรงอัด (กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร)	ความหนาแน่น (ตัน/ลูกบาศก์เมตร)
1	59.61	2.04
3	60.54	2.08
7	74.57	2.06
14	121.07	2.09
28	135.35	2.15

3.2. ความหนาแน่น

จากตารางที่ 5.34 และรูปที่ 5.54 พบว่าการเปลี่ยนแปลงระยะเวลาบ่มไม่ได้แสดงให้เห็นถึงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่าความหนาแน่นแต่อย่างใด



รูปที่ 5.54 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นและระยะเวลาบ่ม

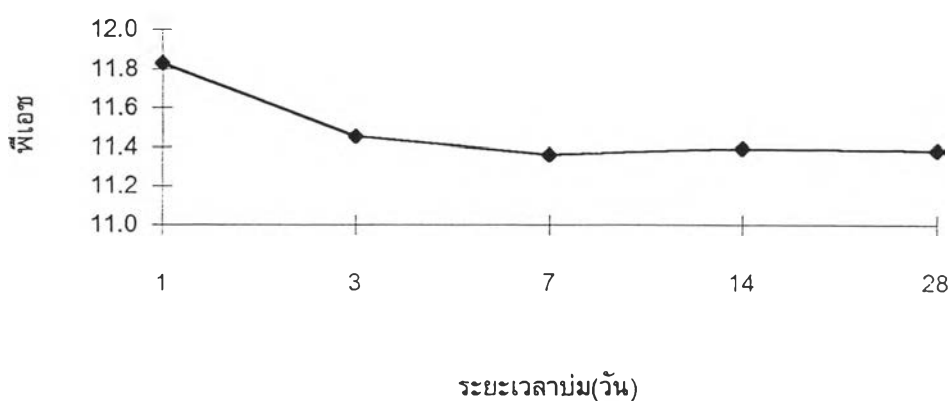
3.3 การทดสอบการชะละลาย

ตารางที่ 5.35 แสดงผลการวิเคราะห์น้ำสกัดที่ได้จากการทดสอบการชะละลาย

เวลาบ่ม (วัน)	พีเอช	สภาพน้ำไฟฟ้า (มิลลิซีเมนต์/ซม.)	ความเป็นด่าง (มก./ล. ของหินปูน)	ปรอท (มก./ล.)
1	11.83	6.48	1454.06	0.176
3	11.45	5.43	793.73	0.099
7	11.36	3.25	660.33	0.189
14	11.37	3.11	707.02	0.055
28	11.38	2.99	693.68	0.032

พีเอช

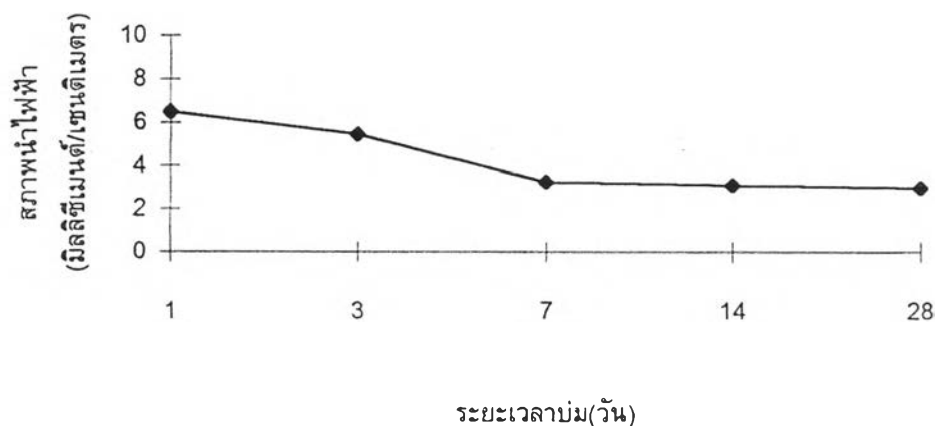
จากตารางที่ 5.35 และรูปที่ 5.55 แสดงให้เห็นว่าเมื่อระยะเวลาบ่มเพิ่มขึ้นพีเอชมีแนวโน้มที่จะลดลงเนื่องจากปฏิกิริยาปอซโซลานของแก้วลอยลิกไนต์ซึ่งจะทำให้แคลเซียมไฮดรอกไซด์ในน้ำสกัดลดลงจึงทำให้พีเอชลดต่ำลงเมื่อระยะเวลาบ่มนานขึ้น



รูปที่ 5.55 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพีเอชของน้ำสกัดและระยะเวลาบ่ม

สภาพน้ำไฟฟ้า

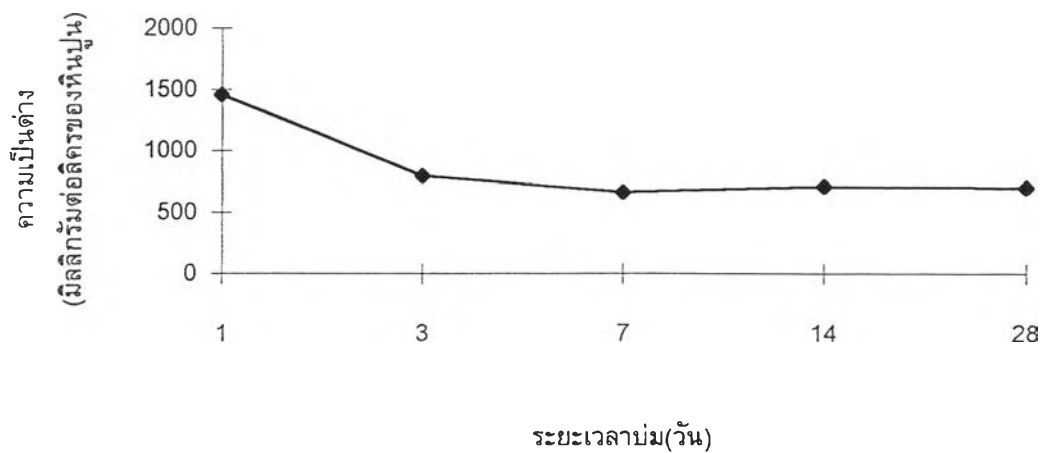
จากตารางที่ 5.35 และรูปที่ 5.56 พบว่าระยะเวลาบ่มที่เพิ่มขึ้น สภาพน้ำไฟฟ้าจะมีแนวโน้มลดลง



รูปที่ 5.56 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสภาพน้ำไฟฟ้าของน้ำสกัดและระยะเวลาบ่ม

ความเป็นด่าง

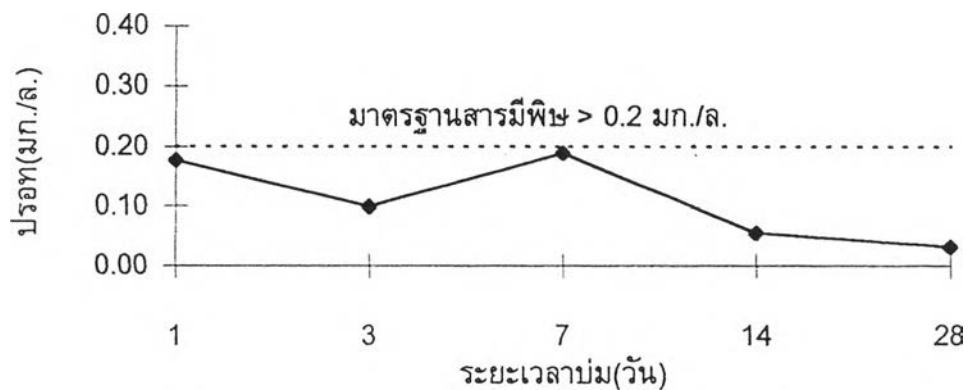
จากตารางที่ 5.35 และรูปที่ 5.57 พบว่าเมื่อระยะเวลาบ่มเพิ่มขึ้นค่าความเป็นด่างมีแนวโน้มที่จะลดลง



รูปที่ 5.57 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นด่างของน้ำสกัดและระยะเวลาบ่ม

ปรอท

จากตารางที่ 5.35 และรูปที่ 5.58 พบว่าที่ระยะเวลาบ่มตั้งแต่ 7 วันขึ้นไปปรอทจะถูกชะละลายได้น้อยลงและมีแนวโน้มที่จะคงที่



รูปที่ 5.58 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณปรอทของน้ำสกัดและระยะเวลาบ่ม

การพิจารณาเลือกระยะเวลาบ่มที่เหมาะสม

การพิจารณาเลือกระยะเวลาบ่มที่เหมาะสมนั้นจะพิจารณาจากเกณฑ์มาตรฐานของเสียที่ผ่านการทำให้เป็นก้อนตามที่กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรมกำหนดไว้ กล่าวคือ ตะกอนที่ผ่านการทำให้เป็นก้อนนั้นต้องมีคุณสมบัติดังนี้

1. ความสามารถในการรับแรงอัดได้ไม่น้อยกว่า 14 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
2. ความหนาแน่นไม่ต่ำกว่า 1.04 ตันต่อลูกบาศก์เมตร
3. ค่าการซึมน้ำได้ต้องต่ำกว่า $1 \cdot 10^{-6}$ เซนติเมตรต่อวินาที

นอกจากนี้ได้ใช้เกณฑ์มาตรฐานสารมีพิษของกระทรวงอุตสาหกรรมเพื่อใช้ตรวจสอบความเข้มข้นของโลหะหนักซึ่งได้แก่ โครเมียม โปรทในน้ำสกัดที่ผ่านการทดสอบการชะละลาย ซึ่งเกณฑ์มาตรฐานดังกล่าวกำหนดไว้ว่ามาตรฐานสารมีพิษต้องมีความเข้มข้นของปรอทสูงกว่า 0.20 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเข้มข้นของโครเมียมสูงกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากการพิจารณาค่ากำลังรับแรงอัด ความหนาแน่นพบว่าที่ระยะเวลาบ่ม 1, 3, 7, 14 และ 28 วันทำให้ค่าดังกล่าวมีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานของเสียที่ผ่านการทำให้เป็นก้อน นอกจากนี้ยังพบว่าการเพิ่มระยะเวลาบ่มจะทำให้ปรอทและโครเมียมถูกชะละลายได้น้อยลง

1. การทำตะกอนที่ได้จากการบำบัดน้ำเสียซีโอติให้เป็นก้อนโดยใช้ปูนซีเมนต์ผสมซิลิกาฟูม

จากตารางที่ 5.31 จะพบว่าที่ระยะเวลาบ่ม 7 วัน ปรอทและโครเมียมที่ถูกชะละลายมีค่าน้อยและค่อนข้างคงที่ เมื่อนำตะกอนที่ได้จากการบำบัดน้ำเสียซีโอติไปทำให้เป็นก้อนโดยใช้อัตราส่วนตะกอนโลหะหนักต่อวัสดุประสานเท่ากับ 0.75 ซิลิกาฟูม 40 % โซโซเดียมซัลไฟด์ เท่ากับ 0.5 เท่าของปริมาณทางทฤษฎีที่ระยะเวลาบ่ม 7 วันมาทดสอบค่าการซึมน้ำได้พบว่าเป็นวัสดุที่บ่มน้ำซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ดังนั้นระยะเวลาบ่มที่เหมาะสมในการทำตะกอนที่ได้จากการบำบัดน้ำเสียซีโอติให้เป็นก้อนคือ 7 วัน

2. การทำกากหลอตฟูลออเรสเซนต์ให้เป็นก้อนโดยมิใช่ปูนซีเมนต์ผสมซิลิกาฟูม

จากตารางที่ 5.33 พบว่าปรอทจะถูกชะละลายออกมาได้น้อยที่สุดที่ระยะเวลาบ่ม 28 วัน นำกากหลอตฟูลออเรสเซนต์ไปทำให้เป็นก้อนโดยใช้อัตราส่วนตะกอนโลหะหนักต่อวัสดุประสานเท่ากับ 1.5 ซิลิกาฟูม 20 % โซเดียมซัลไฟด์เท่ากับ 1.75 เท่าของปริมาณทางทฤษฎีที่ระยะเวลาบ่ม 28 วันมาทดสอบค่าการซึมน้ำได้พบว่าเป็นวัสดุที่บ่มน้ำซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ดังนั้นระยะเวลาบ่มที่เหมาะสมคือ 28 วัน

3. การทำกากหลอตฟูลออเรสเซนต์ให้เป็นก้อนโดยมิใช่ปูนซีเมนต์ผสมแกลลอลิกไนต์

จากตารางที่ 5.35 พบว่าปรอทจะถูกชะละลายออกมาได้น้อยที่สุดที่ระยะเวลาบ่ม 28 วัน นำกากหลอตฟูลออเรสเซนต์ไปทำให้เป็นก้อนโดยใช้อัตราส่วนตะกอนโลหะหนักต่อวัสดุประสานเท่ากับ 2.5 ปูนซีเมนต์แกลลอลิกไนต์เท่ากับ 1:1 โซเดียมซัลไฟด์เท่ากับ 1.75 เท่าของปริมาณทางทฤษฎีที่ระยะเวลาบ่ม 28 วันมาทดสอบค่าการซึมน้ำได้พบว่าการซึมน้ำมีค่าเท่ากับ 6.22×10^{-9} cm/s ซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ดังนั้นระยะเวลาบ่มที่เหมาะสมคือ 28 วัน

ประสิทธิภาพในการทำให้โลหะหนักคงตัว

การหาประสิทธิภาพในการทำให้โลหะหนักคงตัว สำหรับการทดสอบนี้ใช้ค่าความสามารถในการถูกชะละลาย(Leachability) ที่มีนิยามว่า อัตราส่วนของปริมาณความเข้มข้นของโลหะหนักที่ถูกชะละลายในน้ำสกัดต่อปริมาณความเข้มข้นของปริมาณโลหะหนักทั้งหมดในตัวอย่างซึ่งมีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อกรัมของตะกอน โดยการเปรียบเทียบค่าความสามารถในการถูกชะละลายของตะกอนโลหะหนักก่อนและหลังการทำให้คงตัว

1. การทำตะกอนที่ได้จากการบำบัดน้ำเสียซีโอติให้เป็นก้อนโดยมิใช่ปูนซีเมนต์ผสมซิลิกาฟูม

1.1. ประสิทธิภาพในการทำให้ปรอทคงตัว

ค่าความสามารถในการถูกชะละลายของปรอทในตะกอนโลหะหนักก่อนผ่านการทำให้เป็นก้อนมีค่าเท่ากับ 18.49 มิลลิกรัมต่อกรัมของตะกอน ผลการทดลองสำหรับสัดส่วนการเติมสารโซเดียมซัลไฟด์เท่ากับ 0.5 เท่าของปริมาณทางทฤษฎี อัตราส่วนผสมตะกอนโลหะหนัก

ต่อวัสดุประสานเท่ากับ 0.75 ระยะเวลาบ่ม 7 และ 14 วันพบว่ามีประสิทธิภาพในการทำให้ปรอทคงตัวเท่ากับ 96.89 % เท่ากัน จากการศึกษาของอนุวัฒน์(2539) ซึ่งทำการศึกษการทำตะกอนที่ได้จากการบำบัดน้ำเสียซีโอไซด์ให้เป็นก้อนโดยใช้ถ้ำลอยลิกไนต์เป็นวัสดุประสานโดยมีอัตราส่วนตะกอนโลหะหนักต่อวัสดุประสานเท่ากับ 0.25 อัตราส่วนปูนซีเมนต์:ถ้ำลอยลิกไนต์เท่ากับ 1:1 ที่ระยะเวลาบ่ม 7 วันพบว่ามีประสิทธิภาพในการทำให้ปรอทคงตัวเท่ากับ 91.40 % ซึ่งแสดงว่าการทำตะกอนดังกล่าวให้คงตัวโดยใช้ซิลิกาฟูมเป็นวัสดุประสานจะมีประสิทธิภาพในการทำให้ปรอทคงตัวมากกว่าการใช้ถ้ำลอยลิกไนต์เป็นวัสดุประสาน

1.2. ประสิทธิภาพในการทำให้โครเมียมคงตัว

ค่าความสามารถในการถูกชะละลายของโครเมียมในตะกอนโลหะหนักก่อนผ่านการทำให้เป็นก้อนมีค่าเท่ากับ 129.05 มิลลิกรัมต่อกรัมของตะกอน ผลการทดลองสำหรับสัดส่วนการเติมสารโซเดียมซัลไฟด์เท่ากับ 0.50 เท่าของปริมาณทางทฤษฎี อัตราส่วนผสมตะกอนโลหะหนักต่อวัสดุประสานเท่ากับ 0.75 ระยะเวลาบ่ม 7 และ 14 วันพบว่ามีประสิทธิภาพในการทำให้ปรอทคงตัวเท่ากับ 94.32 และ 94.58 % ตามลำดับ จากการศึกษาของอนุวัฒน์ (2539) ซึ่งทำการศึกษการทำตะกอนที่ได้จากการบำบัดน้ำเสียซีโอไซด์ให้เป็นก้อนโดยใช้ถ้ำลอยลิกไนต์เป็นวัสดุประสานโดยมีอัตราส่วนตะกอนโลหะหนักต่อวัสดุประสานเท่ากับ 0.25 อัตราส่วนปูนซีเมนต์:ถ้ำลอยลิกไนต์เท่ากับ 1:1 ที่ระยะเวลาบ่ม 7 วันพบว่าประสิทธิภาพในการทำให้โครเมียมคงตัวเท่ากับ 60.01 % ซึ่งแสดงว่าการทำตะกอนดังกล่าวให้คงตัวโดยใช้ซิลิกาฟูมเป็นวัสดุประสานจะมีประสิทธิภาพในการทำให้โครเมียมคงตัวมากกว่าการใช้ถ้ำลอยลิกไนต์เป็นวัสดุประสาน

2. การทำกากหลอมดฟลูออเรสเซนดีให้เป็นก้อนโดยใช้ปูนซีเมนต์ผสมซิลิกาฟูม

2.1. ประสิทธิภาพในการทำให้ปรอทคงตัว

ค่าความสามารถในการถูกชะละลายของปรอทในตะกอนโลหะหนักก่อนผ่านการทำให้เป็นก้อนมีค่าเท่ากับ 4.385 มิลลิกรัมต่อกรัมของตะกอน ผลการทดลองสำหรับสัดส่วนการเติมสารโซเดียมซัลไฟด์เท่ากับ 1.75 เท่าของปริมาณทางทฤษฎี อัตราส่วนผสมตะกอนโลหะหนักต่อวัสดุประสานเท่ากับ 1.50 ระยะเวลาบ่ม 28 วันพบว่าประสิทธิภาพในการทำให้ปรอทคงตัวเท่ากับ 97.72 %

การทำกากหลออดฟลูออเรสเซนต์ให้เป็นก้อนโดยใช้ปูนซีเมนต์ผสมเถ้าลอยลิกไนต์

3.1. ประสิทธิภาพในการทำให้ปรอทคงตัว

ผลการทดลองสำหรับสัดส่วนการเติมสารโซเดียมซัลไฟด์เท่ากับ 1.75 เท่าของปริมาณทางทฤษฎี อัตราส่วนผสมตะกอนโลหะหนักต่อวัสดุประสานเท่ากับ 2.50 ระยะเวลาบ่ม 28 วันพบว่ามีประสิทธิภาพในการทำให้ปรอทคงตัวเท่ากับ 97.77 % แสดงให้เห็นว่ามีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับเมื่อวัสดุประสานเป็นซิลิกาฟูม

การประมาณค่าใช้จ่ายในการทำของเสียให้เป็นก้อน

ตารางที่ 5.36 แสดงรายละเอียดของค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการทำตะกอนที่ได้จากการบำบัดน้ำเสียซีโอติให้เป็นก้อนโดยใช้ปูนซีเมนต์ผสมซิลิกาฟูม ราคาวัสดุประสานจะใช้ราคาท้องตลาด ณ. เดือนมกราคม 2541 สำหรับเถ้าลอยลิกไนต์ปัจจุบันอยู่ในระหว่างการวิจัยเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยซึ่งยังไม่มียุทธศาสตร์ที่จะนำไปจัดจำหน่าย อย่างไรก็ตามในการวิจัยนี้จะกำหนดราคาขั้นต่ำของเถ้าลอยลิกไนต์ไว้ในราคาตันละ 75 บาทตามรายงานการวิจัยเรื่อง “การศึกษาศักยภาพการนำเถ้าลอยลิกไนต์มาใช้ประโยชน์” โดยกรมไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

จากตารางที่ 5.36 แสดงให้เห็นว่าค่าใช้จ่ายในการทำตะกอนที่ได้จากการบำบัดน้ำเสียซีโอติให้เป็นก้อนโดยใช้ซิลิกาฟูมเป็นวัสดุประสานมีค่าเท่ากับ 7.77 บาทต่อกิโลกรัมของตะกอนโลหะหนัก(7770 บาทต่อตันของตะกอนโลหะหนัก) จากการศึกษาของอนุวัฒน์(2539)พบว่าในการทำตะกอนที่ได้จากการบำบัดน้ำเสียซีโอติโดยใช้ปูนซีเมนต์ผสมเถ้าลอยลิกไนต์จะเสียค่าใช้จ่ายประมาณ 4,250 บาทต่อตันของตะกอนโลหะหนัก(เมื่อเทียบจากฐานราคาเดียวกัน)ซึ่งจะเห็นว่าการใช้ปูนซีเมนต์ผสมเถ้าลอยลิกไนต์จะเสียค่าใช้จ่ายถูกกว่าการศึกษาของอนุวัฒน์(2539) ประมาณ 3520 บาทต่อกิโลกรัมของตะกอนโลหะหนัก

ตารางที่ 5.37 แสดงการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายต่อกิโลกรัมของกากหลออดฟลูออเรสเซนต์ในการทำให้เป็นก้อนเปรียบเทียบระหว่างวัสดุประสาน 2 ชนิดคือ ซิลิกาฟูมและเถ้าลอยลิกไนต์ จากตารางจะพบว่าค่าใช้จ่ายสำหรับวัสดุประสานโดยใช้ปูนซีเมนต์ผสมซิลิกาฟูมและปูนซีเมนต์ผสมเถ้าลอยลิกไนต์เป็นวัสดุประสานมีค่าเท่ากับ 4930 บาทและ 2610 บาทต่อตันของ

กากหลอตฟลูออเรสเซนซ์ตามลำดับซึ่งแสดงให้เห็นว่าการใช้ปูนซีเมนต์ผสมเถ้าลอยลิกไนต์เป็นวัสดุประสานมีค่าใช้จ่ายถูกกว่า

ตารางที่ 5.36 แสดงค่าใช้จ่ายต่อกิโลกรัมของตะกอนในการทำตะกอนที่ได้จากการบำบัดน้ำเสียซีโอดีให้เป็นก้อน

วัสดุที่ใช้	ราคา (บาท/กิโลกรัม)	น้ำหนักที่ใช้ กิโลกรัม	ค่าใช้จ่าย (บาท)
ปูนซีเมนต์	1.900	0.950	1.81
เถ้าลอยลิกไนต์	0.075	-	-
โซเดียมซัลไฟด์	33.00	0.008	0.26
ซิลิกาฟูม	15.00	0.380	5.70
รวม			7.77

ตารางที่ 5.37 แสดงการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายต่อกิโลกรัมของกากหลอตฟลูออเรสเซนซ์ในการทำให้เป็นก้อน

วัสดุที่ใช้	ราคา (บาท/กก.)	ซิลิกาฟูมเป็นวัสดุประสาน		เถ้าลอยลิกไนต์เป็นวัสดุประสาน	
		น้ำหนัก(กก.)	ค่าใช้จ่าย(บาท)	น้ำหนัก(กก.)	ค่าใช้จ่าย(บาท)
ปูนซีเมนต์	1.900	0.556	1.06	0.200	0.38
เถ้าลอยลิกไนต์	0.075	-	-	0.200	0.02
โซเดียมซัลไฟด์	33.00	0.067	2.21	0.067	2.21
ซิลิกาฟูม	15.00	0.111	1.67	-	-
รวม			4.93		2.61

ตารางที่ 5.38 แสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการทำให้โลหะหนักคงตัวและอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมสำหรับการทำตะกอนที่ได้จากการบำบัดน้ำเสียซีโอดีให้เป็นก้อน จากตารางจะพบว่าประสิทธิภาพในการทำให้โลหะหนักคงตัวและอัตราส่วนโลหะหนักต่อวัสดุประสานโดยใช้ปูนซีเมนต์และซิลิกาฟูมเป็นวัสดุประสานจะมีค่ามากกว่าการใช้ปูนซีเมนต์และเถ้าลอยลิกไนต์เป็นวัสดุประสาน

ตารางที่ 5.38 แสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการทำให้โลหะหนักคงตัวและอัตราส่วนที่เหมาะสมสำหรับการทำตะกอนที่ได้จากการบำบัดน้ำเสียซีโอติให้เป็นก้อน

อัตราส่วนวัสดุประสาน	โลหะหนัก:วัสดุประสาน	ประสิทธิภาพในการทำให้โลหะหนักคงตัว(%)	
		ปรอท	โครเมียม
ปูนซีเมนต์:ซิลิกาฟูม 1:0.4	0.75	96.89	94.58
ปูนซีเมนต์:เถ้าลอยลิกไนต์ 1:1*	0.25	91.40	60.01

*จากการศึกษาของอนุวัฒน์ (2539)

ตารางที่ 5.39 แสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการทำให้ปรอทคงตัวและอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมสำหรับการทำกากหลอตฟลูออเรสเซนดีให้เป็นก้อน จากตารางจะพบว่าประสิทธิภาพในการทำให้โลหะหนักคงตัวโดยใช้วัสดุประสานทั้งสองชนิดมีค่าใกล้เคียงกัน แต่อัตราส่วนโลหะหนักต่อวัสดุประสานโดยใช้ปูนซีเมนต์และซิลิกาฟูมเป็นวัสดุประสานจะมีค่าน้อยกว่าการใช้ปูนซีเมนต์และเถ้าลอยลิกไนต์เป็นวัสดุประสาน

ตารางที่ 5.39 แสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการทำให้ปรอทคงตัวและอัตราส่วนที่เหมาะสมสำหรับการทำกากหลอตฟลูออเรสเซนดีให้เป็นก้อน

อัตราส่วนวัสดุประสาน	โลหะหนัก:วัสดุประสาน	ประสิทธิภาพในการทำให้ปรอทคงตัว(%)
ปูนซีเมนต์:ซิลิกาฟูม 1:0.2	1.5	97.72
ปูนซีเมนต์:เถ้าลอยลิกไนต์ 1:1	2.5	97.77