รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กฤษณ์ จารุฑะวัย. 2545. การใช้เถ้าลอยเส้นใยปาล์มและเถ้าลอยชานอ้อยแทนที่ซีเมนต์บางส่วน. วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. 2544. รายงานประจำปี 2544. การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย.

จันทร์นา สงวนรุ่งวงศ์. 2539. การกำจัดโลหะหนักในน้ำโดยใช้ขี้เถ้าลอย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สหสาขาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชาญวิทย์ ศุภรานนท์รัตน์. 2543. ผลของฟลูออไรด์ในน้ำเสียต่อการดูดติดผิวของตะกั่วบนทรายเคลือบด้วยเหล็กออกไซด์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรม สิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ชัชวาลย์ เศรษฐบุตร. 2539. คอนกรีตเทคโนโลยี. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : บริษัทผลิตภัณฑ์และวัสดุก่อสร้างจำกัด (ซีแพค).

ทางหลวง, กรม. 2545. คุณสมบัติทางฟิสิกส์และเคมีของคอนกรีตผสมเถ้าลอยลิกไนต์สำหรับงานคอนกรีตบดอัด. กรุงเทพมหานคร: กรมทางหลวง. (อัดสำเนา)

วินิต ช่อวิเชียร. 2539. คอนกรีตเทคโนโลยี. พิมพ์ครั้งที่ 8. ภาควิชาวิศวกรรมโยธา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ปริญญา จินดาประเสริฐ และ อินทรชัย หอวิจิตร. 2528. ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ผสมขี้เถ้าแม่เมาะ. สำนักงานเทคโนโลยีเพื่อพัฒนาชนบท คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

แรงงาน, กระทรวง. 2546. ประกาศกระทรวงแรงงาน เรื่อง อัตราค่าจ้างแรงงานขั้นต่ำ ฉบับที่ 3. กระทรวงแรงงาน.

โรงงานอุตสาหกรรม, กรม. 2540. ประกาศกรมโรงงานอุตสาหกรรม ฉบับที่ 6 (พ.ศ.2540) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ.2532 เรื่อง การกำจัดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว. กระทรวงอุตสาหกรรม.

สถาบันวิจัยพลังงาน. 2541. รายงานการศึกษาเรื่องการใช้และประหยัดพลังงานในโรงงานน้ำตาล. กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อารีย์ ชาญบัณฑิตนันท์. 2536. การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ขี้เถ้าถ่านลิกไนต์กำจัดสารตะกั่วในน้ำ. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต คณะสาธารณะสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

อุดม หงษ์ประธานพร. 2532. การพัฒนากำลังของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ผสมขี้เถ้าลอยและขี้เถ้าแกลบ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อุบลรัตน์ วาริชวัฒนะ. 2544. การกำจัดโลหะหนักในน้ำเสียโดยใช้ถ่านกระดูก. วิทยานิพนธ์ ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาอังกฤษ

American Society for Testing and Materials. 1996. Standard Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars (Using 2-in. or [50-mm] Cube Specimens). C 109-95, Annual Book of ASTM Standards. 04.02 Section 4 : 69-73.

American Society for Testing and Materials. 1996. Standard Test Method for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolans for Use as a Mineral Admixture in Concrete. C 618-96, Annual Book of ASTM Standards. 04.02 Section 4 : 293-295.

Broughton, C.W. 1981. Principle of liquid – phase adsorption. International Conference on Application of Adsoption to Wastewater Treatment Proceeding. Feb. 16-19, pp. 29-66.

Charles, P. G., Katherine, S. Z., Kenneth, C. H., and Sagar, M. G. 1985. Adsorption of Viruses to Charge-Modified Silica. Applied and Environmental Microbiology. 49 (1) : 91-95.

Fergusson, J. E. 1991. The Heavy Elements : Chemistry Environmental Impac and Health Effects. Great Britain: Pergamon Press.

Harison, R.M., and Laxen, D.P.H.1983. Lead Pollution Caused and Control. London : Chapman and Hall.

Inthasaro, P. 2002. Utilization of municipal solid waste incinerator fly ash as a partial cement replacement. Master's Thesis, Inter-Departmental Program in Environmental Management, Graduate School, Chulalongkorn University.

Metcalf & Eddy, Inc. 1991. Wastewater Engineering. 3rd ed. Singapore : McGraw-Hill Book Co.

Rao, M., Parwate, A.V., and Bhole, A.G. 2002. Removal of Cr^{6+} and Ni^{2+} from aqueous solution using bagasse and fly ash. Waste Management 22 : 824-830.

Shively, W., Bishop, P., Gress, D., and Brown,T. 1986. Leaching test of heavy metals stabilized with portland cement. J.WPCF. 58 : 234-241.

Singh, N. B., Singh, V. D., and Rai, S. 2000. Hydration of bagasse ash-blended Portland cement. Cement and Concrete Research 30: 1485-1488

Vinod, K. G., and Ali, I. 2000a. Removal of DDD and DDE from wastewater using bagasse fly ash, a sugar industry waste. Water Research 35 (1) : 33-40.

Vinod, K. G., and Ali, I. 2000b. Utilisation of bagasse fly ash (a sugar industry waste) for the removal of copper and zinc from wastewater. Separation and Purification Technology18 : 131-140.

Vinod, K. G., Jain, C.K., Ali, I., Chandra, S. and Agarwal, S. 2002. Removal of lindane and malathion from wastewater using bagasse fly ash, a sugar industry waste. Water Research 36 : 2483-2490.

Weber, W. J. 1972. Physico-chemical Processes for Water Quality Control. Michigan: John Wiley & Sons.

Weng, C.H., and Haung C.P. 1994. Treatment of metal industrial waste water by fly ash and cement fixation. J. of Envi. Eng-ASCE 120 (6) : 1470-1487.

Wesche, K. 1991. Fly Ash in Concrete : Properties and Performance. Great Britain : Chapman & Hall.

Yavada, K.P., Tyagi, B.S. and Singh, V.N. 1989. Fly-ash for the treatment of water enriched in lead (II). J. Envi. Sci . and Health 7 : 783-808.

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

คณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, สำนักงาน. 2520. รายงานข้อศึกษาเรื่องน้ำตาล. กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ.

ธงชัย พรรณสวัสดิ์. 2525. คู่มือวิเคราะห์น้ำทิ้ง. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : สถาบันวิจัย สภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ปรีชา สุริยพันธ์ และ สมเกียรติ พัฒนาเมธีกูร. 2523. การผลิตน้ำตาลจากอ้อย. หน้า 211 – 228. กรุงเทพฯ : งานทะเบียนและประมวลสถิติ กองแผนงานกรมวิชาการเกษตร.

มั่นสิน ตัณฑุลเวศน์. 2527. วิศวการประปาเล่ม 2. พิมพ์ครั้งที่1. กรุงเทพมหานคร : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อัสวิทย์ ปัทมะเวณุ. 2540. ตามรอยน้ำตาล. กรุงเทพฯ : ที.พี.พริ้นท์.

ภาษาอังกฤษ

Garreis, R.M., and Christ, C.L.1965. Solution, Minerals, and Equilibria. USA : Harper.

Helmuth, R. 1987. Fly Ash in Cement and Concrete. Illinois : Portland Cement Association.

Hernandez J.F. Martirena, Middendorf, B., Gehrke, M. and Budelmann, H.1998. Use of Waste of the sugar industry as pozzolana in lime-pozzolana binders:study of the reaction.Cement and Concrete Research. 28 : 1525-1536.

Osman, M.A., and Samuel D. F. 1987. Adsorption Process for Water Treatment. USA : Bullerworth Publishers.

Stum, W., and J.J. Morgan. 1970. Chemical equilibria and rates in natural water. Aquatic Chemistry. 3rd ed. (n. p.) :Wiley-Interscience.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.
ข้อมูลการทดลอง

ตารางที่ ก1 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดตะกั่วในน้ำเสียตะกั่วสังเคราะห์ที่ความเข้มข้น 10(10.015)* มก./ล. พีเอช 4 โดยใช้เถ้าลอยชานอ้อยปริมาณ 10 ก./ล. ที่เวลาต่างๆ

เวลาที่ใช้ในการเขย่า (นาที)	ลักษณะของน้ำเสียหลังการทดลอง								ร้อยละการกำจัด	
	ไม่เติมเถ้าลอยชานอ้อย		เติมเถ้าลอยชานอ้อย							
	ความเข้มข้นของโลหะหนัก (มก./ล.)	พีเอช	ความเข้มข้นของโลหะหนัก (มก./ล.)				ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	พีเอช	การดูดซับ	การดูดซับร่วมกับการตกตะกอน
			NO.1	NO.2	NO.3	เฉลี่ย				
3	10.001	4.02	1.240	1.176	1.125	1.108	0.058	4.15	88.07	88.21
6	9.989	4.02	0.875	0.723	0.958	0.852	0.119	4.14	91.23	91.49
9	9.987	4.03	0.751	0.896	0.839	0.829	0.073	4.15	91.45	91.73
12	9.975	4.05	0.521	0.608	0.816	0.648	0.152	4.15	93.13	93.53
15	9.942	4.05	0.755	0.697	0.786	0.746	0.045	4.16	92.06	92.78
30	9.973	4.05	0.570	0.616	0.855	0.680	0.153	4.19	92.79	93.21
45	9.985	4.06	0.391	0.284	0.316	0.330	0.055	4.21	96.40	96.70
60	9.967	4.05	0.426	0.316	0.555	0.432	0.120	4.22	95.20	95.68
90	9.926	4.06	0.465	0.493	0.204	0.387	0.159	4.22	95.24	96.13
120	9.937	4.07	0.334	0.368	0.370	0.357	0.020	4.23	95.65	96.43
150	9.897	4.07	0.479	0.234	0.245	0.386	0.138	4.22	94.97	96.15
180	9.913	4.08	0.349	0.437	0.283	0.356	0.077	4.24	95.42	96.44
240	9.903	4.08	0.374	0.292	0.392	0.353	0.053	4.25	95.36	96.48
300	9.888	4.09	0.259	0.321	0.308	0.296	0.033	4.24	95.78	97.04
360	9.849	4.08	0.331	0.363	0.510	0.401	0.095	4.27	94.34	95.99

หมายเหตุ : ค่าใน (_)* คือค่าความเข้มข้นของน้ำเสียสังเคราะห์เริ่มต้นที่เตรียมได้จริงจากห้องปฏิบัติการ

ตารางที่ ก2 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดและความสามารถในการดูดซับของเถ้าลอยชานอ้อยปริมาณ 10 ก./ล. ในการกำจัดตะกั่วในน้ำเสียตะกั่วสังเคราะห์ที่ความเข้มข้นและพีเอชเริ่มต้นต่างๆ

ลักษณะน้ำเสียก่อนการทดลอง		ลักษณะของน้ำเสียหลังการทดลอง								ร้อยละการกำจัด		ความสามารถการดูดซับ (มก./ก.เถ้าลอยชานอ้อย)
ความเข้มข้นโลหะหนัก (มก./ล.)	พีเอช	ไม่เติมเถ้าลอยชานอ้อย		เติมเถ้าลอยชานอ้อย						การดูดซับ	การดูดซับร่วมกับการตกตะกอน	
		ความเข้มข้นของโลหะหนัก (มก./ล.)	พีเอช	ความเข้มข้นของโลหะหนัก (มก./ล.)				ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	พีเอช			
				NO.1	NO.2	NO.3	เฉลี่ย					
5(5.448)*	2	5.441	2.02	0.286	0.299	0.239	0.275	0.032	2.09	94.83	94.96	0.517
	3	5.438	3.01	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	3.17	N.D.	N.D.	N.D.
	4	5.433	4.02	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	4.14	N.D.	N.D.	N.D.
	5	5.408	5.01	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	5.13	N.D.	N.D.	N.D.
	6	5.387	6.00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	6.18	N.D.	N.D.	N.D.
10(11.980)*	2	11.960	2.00	1.622	1.704	1.096	1.474	0.330	2.16	87.53	87.80	1.051
	3	11.952	3.00	0.762	0.770	0.810	0.781	0.025	3.15	93.25	93.48	1.120
	4	11.968	4.03	0.200	0.234	0.331	0.255	0.068	4.12	97.77	97.87	1.173
	5	11.909	5.02	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	5.17	N.D	N.D.	N.D.
	6	11.866	6.02	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	6.10	.N.D.	N.D.	N.D.

หมายเหตุ : ค่าใน (_)* คือค่าความเข้มข้นของน้ำเสียสังเคราะห์เริ่มต้นที่เตรียมได้จริงจากห้องปฏิบัติการ

หมายเหตุ : N.D. = มีค่าน้อยมากจนไม่สามารถวัดได้ค่าแน่นอน

ตารางที่ ก2 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดและความสามารถในการดูดซับของเถ้าลอยชานอ้อยปริมาณ 10 ก./ล. ในการกำจัดตะกั่วในน้ำเสียตะกั่วสังเคราะห์ที่ความเข้มข้นและพีเอชเริ่มต้นต่างๆ (ต่อ)

ลักษณะน้ำเสียก่อนการทดลอง		ลักษณะของน้ำเสียหลังการทดลอง								ร้อยละการกำจัด		ความสามารถการดูดซับ (มก./ก.เถ้าลอยชานอ้อย)
ความเข้มข้นโลหะหนัก (มก./ล.)	พีเอช	ไม่เติมเถ้าลอยชานอ้อย		เติมเถ้าลอยชานอ้อย						การดูดซับ	การดูดซับร่วมกับการตกตะกอน	
		ความเข้มข้นของโลหะหนัก (มก./ล.)	พีเอช	ความเข้มข้นของโลหะหนัก (มก./ล.)				ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	พีเอช			
				NO.1	NO.2	NO.3	เฉลี่ย					
20(20.030)*	2	19.997	2.01	4.778	4.840	4.654	4.757	0.095	2.12	76.08	76.25	1.528
	3	20.003	3.00	1.623	1.021	1.597	1.414	0.340	3.18	92.81	92.94	1.862
	4	19.989	4.01	0.618	0.590	0.792	0.667	0.109	4.16	96.47	96.67	1.936
	5	19.860	5.03	0.312	0.287	0.217	0.272	0.049	5.17	97.79	98.64	1.976
	6	19.810	6.01	0.084	0.083	0.110	0.092	0.015	6.13	98.44	99.54	1.994
40(43.130)*	2	43.024	2.02	17.290	17.010	17.130	17.143	0.140	2.08	60.01	60.25	2.603
	3	43.069	3.02	4.397	4.282	4.420	4.366	0.074	3.11	89.73	89.88	3.877
	4	43.036	4.03	1.928	1.875	1.874	1.892	0.031	4.09	95.39	95.61	4.124
	5	42.785	5.00	0.914	1.154	1.065	1.044	0.121	5.15	96.78	97.58	4.209
	6	42.537	6.01	0.395	0.526	0.476	0.466	0.066	6.18	97.55.	98.92	4.267

หมายเหตุ : ค่าใน (_)* คือค่าความเข้มข้นของน้ำเสียสังเคราะห์เริ่มต้นที่เตรียมได้จริงจากห้องปฏิบัติการ

ตารางที่ ก2 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดและความสามารถในการดูดซับของเถ้าลอยชานอ้อยปริมาณ 10 ก./ล. ในการกำจัดตะกั่วในน้ำเสียตะกั่วสังเคราะห์ที่ความเข้มข้นและพีเอชเริ่มต้นต่างๆ (ต่อ)

ลักษณะน้ำเสียก่อนการทดลอง		ลักษณะของน้ำเสียหลังการทดลอง								ร้อยละการกำจัด		ความสามารถการดูดซับ (มก./ก.เถ้าลอยชานอ้อย)
ความเข้มข้นโลหะหนัก (มก./ล.)	พีเอช	ไม่เติมเถ้าลอยชานอ้อย		เติมเถ้าลอยชานอ้อย						การดูดซับ	การดูดซับร่วมกับการตกตะกอน	
		ความเข้มข้นของโลหะหนัก (มก./ล.)	พีเอช	ความเข้มข้นของโลหะหนัก (มก./ล.)				ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	พีเอช			
				NO.1	NO.2	NO.3	เฉลี่ย					
80(80.620)*	2	80.480	2.02	58.060	58.160	57.750	57.990	0.214	2.14	27.90	28.07	2.273
	3	80.392	3.01	13.220	13.230	13.500	13.317	0.159	3.14	83.20	83.48	6.734
	4	80.424	4.00	8.608	8.691	8.529	8.609	0.081	4.12	89.08	89.32	7.203
	5	79.985	5.04	3.193	3.247	3.401	3.280	0.108	5.17	95.14	95.93	7.737
	6	79.586	6.03	0.417	0.483	0.411	0.437	0.040	6.11	98.18	99.46	8.019

หมายเหตุ : ค่าใน (_)* คือค่าความเข้มข้นของน้ำเสียสังเคราะห์เริ่มต้นที่เตรียมได้จริงจากห้องปฏิบัติการ

ตารางที่ ก3 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดตะกั่วในน้ำเสียตะกั่วสังเคราะห์ที่ความเข้มข้น 80(79.413)* มก./ล. พีเอช 6 โดยใช้เถ้าลอยชานอ้อยปริมาณ 10 ก./ล. ที่เวลาต่างๆ

เวลาที่ใช้ในการเขย่า (นาที)	ลักษณะของน้ำเสียหลังการทดลอง								ร้อยละการกำจัด	
	ไม่เติมเถ้าลอยชานอ้อย		เติมเถ้าลอยชานอ้อย							
	ความเข้มข้นของโลหะหนัก (มก./ล.)	พีเอช	ความเข้มข้นของโลหะหนัก (มก./ล.)				ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	พีเอช	การดูดซับ	การดูดซับร่วมกับการตกตะกอน
			NO.1	NO.2	NO.3	เฉลี่ย				
3	78.459	6.03	0.478	0.527	0.507	0.504	0.025	6.08	98.16	99.37
6	78.360	6.03	0.573	0.450	0.338	0.454	0.118	6.09	98.10	99.43
9	78.515	6.03	0.334	0.417	0.518	0.423	0.092	6.08	98.34	99.47
12	78.410	6.04	0.431	0.502	0.534	0.489	0.053	6.10	98.12	99.38
15	78.474	6.03	0.544	0.485	0.456	0.495	0.045	6.11	98.19	99.38
30	78.444	6.03	0.355	0.541	0.476	0.457	0.094	6.10	98.20	99.42
45	78.380	6.03	0.432	0.514	0.422	0.456	0.050	6.12	98.12	99.43
60	78.407	6.04	0.566	0.532	0.389	0.496	0.094	6.14	98.11	99.38
90	78.389	6.05	0.385	0.512	0.385	0.427	0.073	6.14	98.17	99.46
120	78.350	6.05	0.584	0.414	0.478	0.492	0.086	6.15	98.04	99.38
150	78.283	6.05	0.450	0.507	0.430	0.462	0.040	6.16	97.99	99.42
180	78.318	6.06	0.500	0.363	0.408	0.424	0.070	6.17	98.09	99.47
240	78.174	6.07	0.524	0.521	0.341	0.462	0.105	6.17	97.86	99.42
300	78.129	6.07	0.527	0.463	0.406	0.465	0.061	6.19	97.80	99.41
360	77.921	6.09	0.422	0.383	0.481	0.429	0.049	6.17	97.58	99.46

หมายเหตุ : ค่าใน (_)* คือค่าความเข้มข้นของน้ำเสียสังเคราะห์เริ่มต้นที่เตรียมได้จริงจากห้องปฏิบัติการ

ตารางที่ ก4 ผลการศึกษาไอโซเทอมการดูดซับของเถ้าลอยชานอ้อยในการกำจัดตะกั่วในน้ำเสียตะกั่วสังเคราะห์ความเข้มข้นเริ่มต้น 80 มก./ล. พีเอช 6 โดยใช้เถ้าลอยชานอ้อยในปริมาณต่างๆ

ความเข้มข้นของโลหะหนักในน้ำเสีย (มก./ล.)		ปริมาณตะกั่วที่ถูกกำจัด; x (มก./ล.)	ปริมาณเถ้าลอยชานอ้อยที่ใช้; m (ก./ล.น้ำตัวอย่าง)	x/m; X	log Ce	log x/m	1/X	1/Ce
ก่อนการทดลอง;Co	หลังการทดลอง;Ce							
78.887	53.637	25.250	0.1	252.50	1.729	2.402	0.004	0.019
78.887	32.716	46.171	0.2	230.85	1.515	2.363	0.004	0.031
78.887	23.137	55.416	0.3	184.72	1.371	2.267	0.005	0.043
78.887	19.377	59.510	0.4	148.78	1.287	2.173	0.007	0.052
78.887	16.943	61.944	0.5	123.89	1.229	2.093	0.008	0.059
78.887	10.484	68.402	1	68.40	1.021	1.835	0.015	0.095
78.887	1.951	76.935	5	15.39	0.290	1.187	0.065	0.512
78.887	0.549	78.337	10	7.83	-0.260	0.894	0.128	1.820
78.887	0.413	78.474	15	5.23	-0.384	0.719	0.191	2.421
78.887	0.346	78.541	20	3.93	-0.461	0.594	0.255	2.893

ตารางที่ ก5 ค่ากำลังรับแรงอัดของมอร์ตาธรรมดา ที่ระยะเวลาบ่ม 7 วัน ที่อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ต่างๆ

อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ (W/C)	ค่ากำลังรับแรงอัด (กิโลนิวตัน)				10 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ย
	ก้อนที่ 1	ก้อนที่ 2	ก้อนที่ 3	ค่าเฉลี่ย	
0.4	72	69	66	69	6.9
0.5	67	70	65	67	6.7
0.6	57	60	55	57	5.7
0.7	50	46	46	47	4.7

อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ (W/C)	ค่ากำลังรับแรงอัด (กก./ตร.ซม.)				10 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ย
	ก้อนที่ 1	ก้อนที่ 2	ก้อนที่ 3	ค่าเฉลี่ย	
0.4	271	260	254	262	26.2
0.5	268	274	260	267	26.7
0.6	232	240	207	226	22.6
0.7	196	180	180	186	18.6

ตารางที่ ก6 ค่ากำลังรับแรงอัดของมอร์ตาผสมเถ้าลอยชานอ้อยที่ผ่านการดูดซับตะกั่วร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก ที่ระยะเวลาบ่ม 7 วัน ที่อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ต่างๆ

อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ (W/C)	ค่ากำลังรับแรงอัด (กิโลนิวตัน)				10 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ย
	ก้อนที่ 1	ก้อนที่ 2	ก้อนที่ 3	ค่าเฉลี่ย	
0.4	38	41	38	39	3.9
0.5	43	43	41	42	4.2
0.6	30	33	34	32	3.2
0.7	22*	26	25	24	2.4

อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ (W/C)	ค่ากำลังรับแรงอัด (กก./ตร.ซม.)				10 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ย
	ก้อนที่ 1	ก้อนที่ 2	ก้อนที่ 3	ค่าเฉลี่ย	
0.4	149	161	149	153	15.3
0.5	168	162	158	163	16.3
0.6	133	124	113	124	12.4
0.7	84*	100	98	94	9.4

หมายเหตุ * คือ กำลังรับแรงอัดของก้อนตัวอย่างมีค่าไม่อยู่ในช่วงเบี่ยงเบนที่ 10 เปอร์เซ็นต์ของค่าเฉลี่ย (3 ตัวอย่าง) จึงไม่นำมาคิดค่าเฉลี่ย

ตารางที่ ก7 ค่ากำลังรับแรงอัดของมอร์ตาผสมเถ้าลอยชานอ้อยที่ผ่านการดูดซับตะกั่วร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก ที่ระยะเวลาบ่ม 7 วัน ที่อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ต่างๆ

อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ (W/C)	ค่ากำลังรับแรงอัด (กิโลนิวตัน)				10 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ย
	ก้อนที่ 1	ก้อนที่ 2	ก้อนที่ 3	ค่าเฉลี่ย	
0.4	34	33	32	33	3.3
0.5	34	37	36	36	3.6
0.6	26	26	25	26	2.6
0.7	17.5	18	18	18	1.8

อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ (W/C)	ค่ากำลังรับแรงอัด (กก./ตร.ซม.)				10 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ย
	ก้อนที่ 1	ก้อนที่ 2	ก้อนที่ 3	ค่าเฉลี่ย	
0.4	131	127	123	127	12.6
0.5	130	139	143	138	13.8
0.6	98	98	98	98	9.8
0.7	64	68	70	67	6.7

ตารางที่ ก8 ค่ากำลังรับแรงอัดของมอร์ตาผสมเถ้าลอยชานอ้อยที่ผ่านการดูดซับตะกั่วร้อยละ 30 โดยน้ำหนัก ที่ระยะเวลาบ่ม 7 วัน ที่อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ต่างๆ

อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ (W/C)	ค่ากำลังรับแรงอัด (กิโลนิวตัน)				10 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ย
	ก้อนที่ 1	ก้อนที่ 2	ก้อนที่ 3	ค่าเฉลี่ย	
0.4	24	28	26	26	2.6
0.5	31	30	33	32	3.2
0.6	18	18	20	19	1.9
0.7	17	14	16	16	1.6

อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ (W/C)	ค่ากำลังรับแรงอัด (กก./ตร.ซม.)				10 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ย
	ก้อนที่ 1	ก้อนที่ 2	ก้อนที่ 3	ค่าเฉลี่ย	
0.4	90	106	103	99	9.9
0.5	119	113	124	119	11.9
0.6	72	70	79	74	7.4
0.7	64	55	63	60	6.1

ตารางที่ ก9 ค่าความเข้มข้นของตะกั่วในน้ำสกัดของมอร์ตาผสมเถ้าลอยชานอ้อยที่ผ่านการดูดซับตะกั่วร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก ที่ระยะเวลาบ่ม 7 วันที่อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ต่างๆ

อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ (W/C)	พีเอชของน้ำสกัด				ความเข้มข้นของตะกั่วในน้ำสกัดของมอร์ตาร์ผสมเถ้าลอยชานอ้อย				
	ก้อนที่ 1	ก้อนที่ 2	ก้อนที่ 3	ค่าเฉลี่ย	ก้อนที่ 1	ก้อนที่ 2	ก้อนที่ 3	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
0.4	12.14	12.12	12.12	12.13	0.097	0.096	0.066	0.086	0.018
0.5	12.11	12.09	12.05	12.08	0.114	0.125	0.101	0.113	0.012
0.6	12.13	12.11	12.11	12.12	0.132	0.142	0.108	0.127	0.017
0.7	12.15	12.12	12.15	12.14	0.109	0.124	0.141	0.125	0.016

ตารางที่ ก10 ค่าความเข้มข้นของตะกั่วในน้ำสกัดของมอร์ตาผสมเถ้าลอยชานอ้อยที่ผ่านการดูดซับตะกั่วร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก ที่ระยะเวลาบ่ม 7 วันที่อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ต่างๆ

อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ (W/C)	พีเอชของน้ำสกัด				ความเข้มข้นของตะกั่วในน้ำสกัดของมอร์ตาร์ผสมเถ้าลอยชานอ้อย				
	ก้อนที่ 1	ก้อนที่ 2	ก้อนที่ 3	ค่าเฉลี่ย	ก้อนที่ 1	ก้อนที่ 2	ก้อนที่ 3	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
0.4	12.01	12.00	11.98	12.00	0.042	0.066	0.070	0.059	0.015
0.5	11.96	11.90	11.91	11.92	0.076	0.069	0.095	0.080	0.013
0.6	12.05	12.03	12.05	12.04	0.108	0.103	0.098	0.103	0.005
0.7	12.08	12.06	12.07	12.07	0.098	0.094	0.084	0.092	0.007

ตารางที่ ก 11 ค่าความเข้มข้นของตะกั่วในน้ำสกัดของมอร์ตาผสมเถ้าลอยชานอ้อยที่ผ่านการดูดซับตะกั่วร้อยละ 30 โดยน้ำหนัก ที่ระยะเวลาบ่ม 7 วันที่อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ต่างๆ

อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ (W/C)	พีเอชของน้ำสกัด				ความเข้มข้นของตะกั่วในน้ำสกัดของมอร์ตาร์ผสมเถ้าลอยชานอ้อย				
	ก้อนที่ 1	ก้อนที่ 2	ก้อนที่ 3	ค่าเฉลี่ย	ก้อนที่ 1	ก้อนที่ 2	ก้อนที่ 3	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
0.4	11.85	11.88	11.86	11.86	0.041	0.033	0.041	0.038	0.005
0.5	11.86	11.84	11.81	11.84	0.012	0.040	0.045	0.032	0.018
0.6	11.88	11.85	11.80	11.84	0.052	0.032	0.047	0.044	0.010
0.7	11.94	11.88	11.90	11.91	0.059	0.048	0.043	0.050	0.008

ตารางที่ ก12 ค่ากำลังรับแรงอัดของมอร์ตาธรรมดา โดยอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์เท่ากับ 0.5 ที่ระยะเวลาบ่มต่างกัน

ระยะเวลาบ่ม (วัน)	ค่ากำลังรับแรงอัด (กิโลนิวตัน)				10 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ย
	ก้อนที่ 1	ก้อนที่ 2	ก้อนที่ 3	ค่าเฉลี่ย	
3	46	46	44	45	4.5
7	67	70	65	67	6.7
14	71	75	69	72	7.2
28	77	76	78	77	7.7
60	85	85	87	86	8.6

ระยะเวลาบ่ม (วัน)	ค่ากำลังรับแรงอัด (กก./ตร.ซม.)				10 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ย
	ก้อนที่ 1	ก้อนที่ 2	ก้อนที่ 3	ค่าเฉลี่ย	
3	180	180	176	179	17.9
7	268	274	260	267	26.7
14	278	294	270	281	28.1
28	290	298	306	298	29.8
60	340	333	341	338	33.8

ตารางที่ ก13 ค่ากำลังรับแรงอัดของมอร์ตาผสมเถ้าลอยชานอ้อยที่ผ่านการดูดซับตะกั่วร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก โดยอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์เท่ากับ 0.5 ที่ระยะเวลาบ่มต่างกัน

ระยะเวลาบ่ม (วัน)	ค่ากำลังรับแรงอัด (กิโลนิวตัน)				10 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ย
	ก้อนที่ 1	ก้อนที่ 2	ก้อนที่ 3	ค่าเฉลี่ย	
3	34	36	36	35	3.5
7	43	43	41	42	4.2
14	48	47	43	46	4.6
28	50	52	50	51	5.1
60	57	50	57	55	5.5

ระยะเวลาบ่ม (วัน)	ค่ากำลังรับแรงอัด (กก./ตร.ซม.)				10 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ย
	ก้อนที่ 1	ก้อนที่ 2	ก้อนที่ 3	ค่าเฉลี่ย	
3	128	136	141	135	13.5
7	168	162	158	163	16.3
14	181	181	162	174	17.5
28	196	208	196	200	20.0
60	219	200	228	216	21.6

ตารางที่ ก14 ค่าความเข้มข้นของตะกั่วในน้ำสกัดของมอร์ตาผสมเถ้าลอยชานอ้อยที่ผ่านการดูดซับตะกั่วร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก ที่อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์เท่ากับ 0.5 ที่ระยะเวลาบ่มต่าง

ระยะเวลาบ่ม (วัน)	พีเอชของน้ำสกัด				ความเข้มข้นของตะกั่วในน้ำสกัดของมอร์ตาร์ผสมเถ้าลอยชานอ้อย				
	ก้อนที่ 1	ก้อนที่ 2	ก้อนที่ 3	ค่าเฉลี่ย	ก้อนที่ 1	ก้อนที่ 2	ก้อนที่ 3	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
3	12.27	12.28	12.25	12.27	0.117	0.134	0.155	0.135	0.019
7	12.11	12.09	12.05	12.08	0.114	0.125	0.101	0.113	0.012
14	12.09	12.06	12.15	12.10	0.043	0.044	0.029	0.039	0.008
28	12.05	12.05	12.08	12.06	0.036	0.027	0.021	0.028	0.008
60	12.01	12.02	12.01	12.01	0.022	0.031	0.022	0.025	0.005

ภาคผนวก ข.

มาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม และนิคมอุตสาหกรรม

มาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม

"น้ำเสีย" หมายความว่า ของเสียที่อยู่ในสภาพของเหลว รวมทั้งมลสารที่ปะปนหรือปนเปื้อนอยู่ในของเหลวนั้น

"น้ำทิ้ง" หมายความว่า น้ำเสียที่เกิดจากการประกอบกิจการโรงงานอุตสาหกรรม หรือนิคมอุสาหกรรม ที่จะระบายลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ หรือออกสู่สิ่งแวดล้อม และให้หมายความรวมถึงน้ำเสียจากการใช้น้ำของคนงานรวมทั้งจากกิจกรรมอื่นในโรงงานอุตสาหกกรมหรือในนิคมอุตสาหกรรมด้วย โดยน้ำทิ้งต้องเป็นไปตามมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งที่กำหนดไว้ในประกาศนี้

"การบำบัดน้ำเสีย" หมายความว่า กระบวนการทำหรือปรับปรุงน้ำเสียเพื่อให้เป็นไปตามมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งที่กำหนดไว้ในประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมฉบับที่ 3 (พ.ศ. 2535) เรื่องกำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากแหล่งกำเนิดประเภทโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม แต่ทั้งนี้ห้ามมิให้ใช้วิธีการทำให้เจือจาง มาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรมดังตารางที่ ข1

ตารางที่ ข1 มาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม

พารามิเตอร์	ค่ามาตรฐาน	วิธีวิเคราะห์
1. ค่าความเป็นกรดและด่าง (pH value)	- 5.5-9.0	- pH Meter
2. ค่าทีดีเอส (TDS หรือ Total Dissolved Solid)	- ไม่เกิน 3,000 มก./ล. หรืออาจแตกต่างแล้วแต่ประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรมตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นสมควรแต่ไม่เกิน 5,000 มก./ล.	- ระเหยแห้งที่อุณหภูมิ 103-105 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง
3. สารแขวนลอย (Suspended Solid)	- ไม่เกิน 50 มก./ล. หรืออาจแตกต่างแล้วแต่ประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้งหรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรมตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นสมควรแต่ไม่เกิน 150 มก./ล.	- กรองผ่านกระดาษกรองใยแก้ว (Glass Fiber Filter Disc)
4. อุณหภูมิ (Temperature)	- ไม่เกิน 40 °C	- เครื่องวัดอุณหภูมิวัดขณะทำการเก็บตัวอย่าง

ตารางที่ ข1 มาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม (ต่อ)

พารามิเตอร์	ค่ามาตรฐาน	วิธีวิเคราะห์
5.สีหรือกลิ่น	- ไม่เป็นที่พึงรังเกียจ	-ไม่ได้กำหนด
6.ซัลไฟด์ (Sulfide as H_2S)	- ไม่เกิน 0.1 มก./ล.	- Titrate
7. ไซยาไนด์ (Cyanide as HCN)	- ไม่เกิน 0.2 มก./ล.	- กลั่นและตามด้วยวิธี Pyridine Barbituric Acid
8. น้ำมันและไขมัน (Fat, Oil and Grease)	- ไม่เกิน 5.0 มก./ล. หรืออาจแตกต่างแล้วแต่ประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้งหรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรมตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นสมควรแต่ไม่เกิน 15 มก./ล.	- สกัดด้วยตัวทำละลายแล้วแยกหาน้ำหนักของน้ำมันและไขมัน
9. ฟอร์มาลดีไฮด์ (Formaldehyde)	-ไม่เกิน 1.0 มก./ล.	-Spectrophotometry
10.สารประกอบฟีนอล (Phenols)	-ไม่เกิน 1.0 มก./ล.	-กลั่นและตามด้วยวิธี 4-Amino-antipyrine
11.คลอรีนอิสระ (Free Chlorine)	- ไม่เกิน 1.0 มก./ล.	- Iodometric Methode
12. สารที่ใช้ป้องกันหรือกำจัดศัตรูพืช หรือสัตว์ (Pesticide)	- ต้องไม่ตรวจพบตามวิธีตรวจสอบที่กำหนด	- Gas-Chromatography
13. ค่าบีโอดี (Biochemical Oxygen Demand:BOD)	- ไม่เกิน 20 มก./ล. หรืออาจแตกต่างแล้วแต่ประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้งหรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรมแต่ไม่เกิน 60 มก./ล.	- Azide Modificationที่อุณหภูมิ 20 °C เป็นเวลา 5 วัน

ตารางที่ ข1 มาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม (ต่อ)

พารามิเตอร์	ค่ามาตรฐาน	วิธีวิเคราะห์
14. ค่าทีเคเอ็น (TKN หรือ Total Kjeidahl Nitrogen)	- ไม่เกิน 100 มก./ล. หรืออาจแตกต่างแล้วแต่ประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้งหรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรมตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นสมควรแต่ไม่เกิน 200 มก./ล.	- Kjeidahl
15. ค่าซีโอดี (Chemical Oxygen Demand:COD)	- ไม่เกิน 120 มก./ล. หรืออาจแตกต่างแล้วแต่ประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรมตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นสมควรแต่ไม่เกิน 400 มก./ล.	- Potassium Dichromate Digestion
16. โลหะหนัก (Heavy metal) 1. สังกะสี 2. โครเมียมชนิดเฮกซาวาเล้นท์ (Hexavalent Chromium) 3. โครเมียมชนิดไตรวาเล้นท์ (Trivalent Chromium) 4. ทองแดง (Cu) 5. แคดเมียม (Cd) 6. แบเรียม (Ba) 7. ตะกั่ว (Pb)	 - ไม่เกิน 5.0 มก./ล. - ไม่เกิน 0.25 มก./ล. - ไม่เกิน 0.75 มก./ล. - ไม่เกิน 2.0 มก./ล. - ไม่เกิน 0.03 มก./ล. - ไม่เกิน 1.0 มก./ล. - ไม่เกิน 0.2มก./ล.	- Atomic Absorbtion Spectrometry ชนิด Direct Aspiration หรือวิธี Plasma Emission Spectroscopy ชนิด Inductive Coupled Plasma : ICP

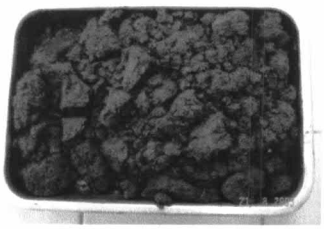
ตารางที่ ข1 มาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม (ต่อ)

พารามิเตอร์	ค่ามาตรฐาน	วิธีวิเคราะห์
8. นิกเกิล (Ni) 9. แมงกานีส (Mn) 10. อาร์เซนิก (Ar) 11. เซเลเนียม (Se) 12. ปรอท (Hg)	- ไม่เกิน 1.0 มก./ล. - ไม่เกิน 5.0 มก./ล. - ไม่เกิน 0.25 มก./ล. - ไม่เกิน 0.02 มก./ล. - ไม่เกิน 0.005 มก./ล.	- Atomic Absorbtion Spectrometry ชนิด Direct Aspiration หรือ วิธี Plasma Emission Spectroscopy ชนิด Inductive Coupled Plasma : ICP Kjeidahl

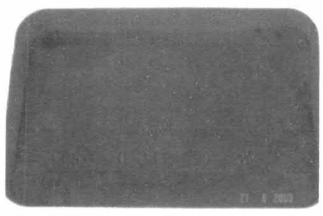
ที่มา : ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ฉบับที่ 3 (พ.ศ.2539) วันที่ 3 มกราคม 2539 เรื่องกำหนดมาตรฐานการระบายน้ำทิ้ง จากแหล่งกำเนิดประเภทโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรมตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 113 ตอนที่ 13 ง ลงวันที่ 13 กุมภาพันธ์ 2539

ภาคผนวก ค.

ภาพถ่ายลักษณะเถ้าลอยชานอ้อยและก้อนมอร์ตา

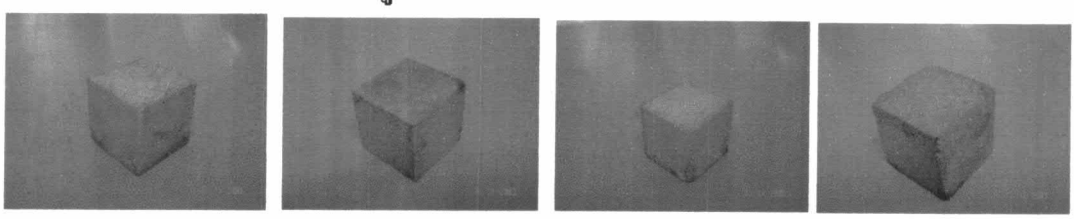


ก) เถ้าลอยชานอ้อยก่อนร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 100



ข) เถ้าลอยชานอ้อยหลังร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 100

รูปที่ ค1 ลักษณะเถ้าลอยชานอ้อย



(ก) (ข) (ค) (ง)

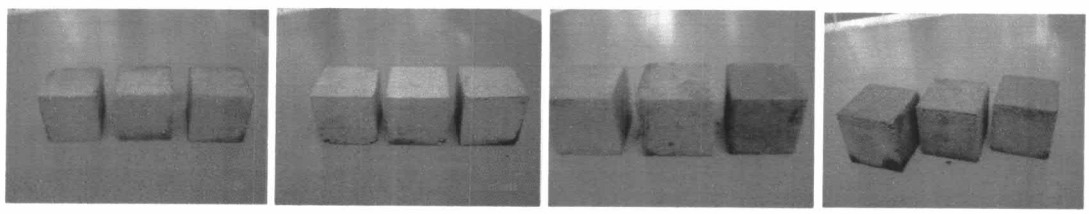
ก) ก้อนมอร์ตาธรรมดาที่ w/c = 0.5 ระยะเวลาบ่ม 7วัน

ข) ก้อนมอร์ตาผสมเถ้าลอยชานอ้อยที่ผ่านการดูดซับตะกั่วโดยแทนที่ซีเมนต์ร้อยละ10 โดยน้ำหนัก ที่ w/c = 0.5 ระยะเวลาบ่ม 7 วัน

ค) ก้อนมอร์ตาผสมเถ้าลอยชานอ้อยที่ผ่านการดูดซับตะกั่วโดยแทนที่ซีเมนต์ร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก ที่ w/c= 0.5 ระยะเวลาบ่ม 7 วัน

ง) ก้อนมอร์ตาผสมเถ้าลอยชานอ้อยที่ผ่านการดูดซับตะกั่วโดยแทนที่ซีเมนต์ร้อยละ 30 โดยน้ำหนัก ที่ w/c= 0.5 ระยะเวลาบ่ม 7 วัน

รูปที่ ค2 ก้อนมอร์ตาผสมเถ้าลอยชานอ้อยที่ผ่านการดูดซับตะกั่วโดยแทนที่ซีเมนต์ด้วยปริมาณต่างกัน ที่ w/c= 0.5 ระยะเวลาบ่ม 7 วัน



(ก) (ข) (ค) (ง)

ก) ก้อนมอร์ตาผสมเถ้าลอยชานอ้อยที่ผ่านการดูดซับตะกั่วโดยแทนที่ซีเมนต์ร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก ที่ w/c = 0.4 ระยะเวลาบ่ม 7 วัน

ข) ก้อนมอร์ตาผสมเถ้าลอยชานอ้อยที่ผ่านการดูดซับตะกั่วโดยแทนที่ซีเมนต์ร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก ที่ w/c = 0.5 ระยะเวลาบ่ม 7 วัน

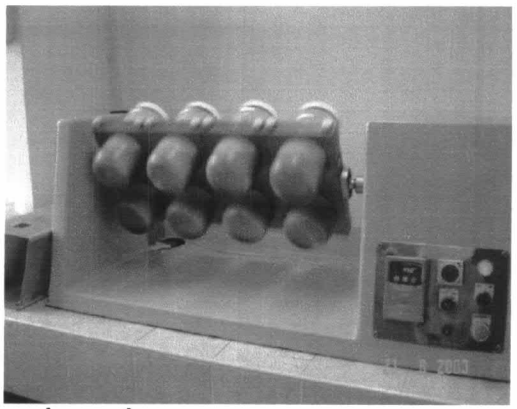
ค) ก้อนมอร์ตาผสมเถ้าลอยชานอ้อยที่ผ่านการดูดซับตะกั่วโดยแทนที่ซีเมนต์ร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก ที่ w/c = 0.6 ระยะเวลาบ่ม 7 วัน

ง) ก้อนมอร์ตาผสมเถ้าลอยชานอ้อยที่ผ่านการดูดซับตะกั่วโดยแทนที่ซีเมนต์ร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก ที่ w/c = 0.7 ระยะเวลาบ่ม 7 วัน

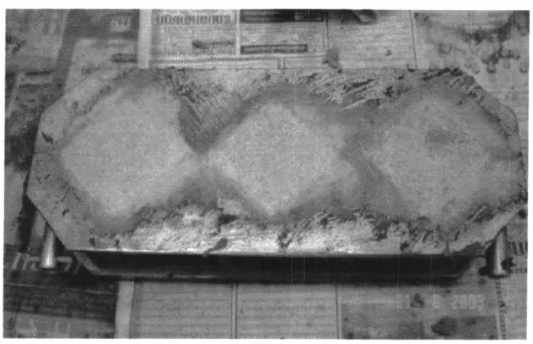
รูปที่ ค3 ก้อนมอร์ตาผสมเถ้าลอยชานอ้อยที่ผ่านการดูดซับตะกั่วโดยแทนที่ซีเมนต์ร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก ที่อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ต่างๆ ระยะวลาบ่ม 7 วัน

ภาคผนวก ง.
ภาพอุปกรณ์และเครื่องมือ

รูปที่ ง1 เครื่องเขย่า (Shaking machine) และตัวอย่างที่ใช้ทดลอง

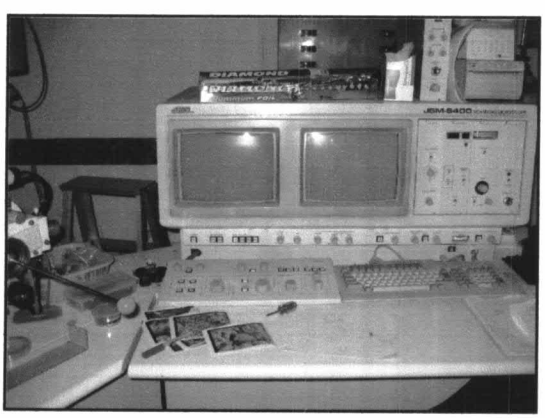


รูปที่ ง2 เครื่องกวนเขย่าแบบหมุน (Rotary Agitator) และตัวอย่าง



รูปที่ ง3 แบบหล่อก้อนมอร์ตาและตัวอย่างที่ใช้ทดลอง

ง4 เครื่องอะตอมมิกแอบซอร์ปชันสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ (Atomicabsorption Spectrophotometer)



รูปที่ ง5 กล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบสแกน (Scaning Electron Microscope)

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายภาณุพงษ์ สถิตวัฒนาพร เกิดวันที่ 18 มกราคม 2522 ที่จังหวัดภูเก็ต สำเร็จการศึกษาปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเคมี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ในปี พ.ศ. 2543 เข้าศึกษาในหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปี พ.ศ. 2544