

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, สถาบันวิจัยโลหะและวัสดุ. รายงานการศึกษาวิจัยโครงการกำจัดกากแร่สังกะสี. คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2512.
- นฤมิตร คินีมาน. การทำตะกอนโลหะหนักจากกระบวนการบำบัดน้ำเสียซีโอไซด์ให้เป็นก้อนด้วยปูนซีเมนต์และ เถ้าลอยลิกไนต์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2538.
- บุญยง โล่ห้วงศ์วัฒน์. การจัดการของเสียอันตราย. เอกสารประกอบการเรียนวิชา ENV. IND. TOXIC. ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ภูพิงค์ ทวีทรัพย์. การทำเสถียรโลหะหนักในเศษสีด้วยวิธีทำให้เป็นก้อนด้วยปูนซีเมนต์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.
- รักษพล ชูชาติ. การทำเสถียรกากตะกอนจาโรไซด์ โดยการทำให้เป็นก้อน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2538.
- โรงงานอุตสาหกรรม, กรม. ประกาศกรมโรงงานอุตสาหกรรม เรื่อง กำหนดวิธีการเก็บทำลายฤทธิ์ กำจัด ผัง ทิ้งเคลื่อนย้าย และการขนส่งสิ่งปฏิกูล หรือวัสดุหรือวัสดุที่ไม่ใช่แล้ว (ฉบับที่1) พ.ศ.2531.. กระทรวงอุตสาหกรรม, 2531.
- โรงงานอุตสาหกรรม, กรม. โรงงานเหล็กประเภท45 (2). กรุงเทพมหานคร : กรมโรงงานอุตสาหกรรม. 2537. (อัดสำเนา)
- วินิจ ช่อวิเชียร. คอนกรีตเทคโนโลยี. ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2529.
- ศักดิ์ดา วรพิพัฒน์. การทำเสถียรตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสียโรงย่างแร่สังกะสี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2538.
- กระทรวงอุตสาหกรรม. ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 25 (พ.ศ.2531) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2512 เรื่อง หน้าที่ของผู้รับใบอนุญาตประกอบกิจกรรมโรงงาน. กระทรวงอุตสาหกรรม, 2531.
- พีเชรพร เขาวกิจเจริญ, การกำจัดของเสียอันตราย. เอกสารประกอบการอบรมด้านการศึกษาภิบาล และสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม รุ่นที่ 7, 2536
- เอกสารประกอบการอบรม. การจัดการของเสียอันตราย (Hazardous Waste Management), (19-20 ธันวาคม 2538)

ภาษาอังกฤษ

- Alan, J., and Andrew, P. Hazardous Waste Leachate Management Manual, Noyes Data Corporation Mill Road, New Jersey, United States, 1982.

- American Public Health Association, American Water Works Association and Water Pollution Control Federation. Standard Method or the Examination of Water and Wastewater, 14th ED., N.Y, 1975.
- American Society for testing and Materials. Standard Method of Testing for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars (Using 2 - in or 50- mm Cube Specimens). C 109-86, Anual Book of ASTM Standards, Section 4, Vol. 04.02, pp. 74-79, 1986.
- American Society for Testing and Materials. Standard Specification for Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan For use as a Mineral Admixture in Portland Cement Concrete. C618-85, Anual Book of ASTM Standards, Section 4, Vol 4, pp. 389- 392, 1987.
- Anderson, M.A., Ham , R.K., Stekmann, R., and Stanforth, R. Stabilization/ Solidification : Toxic and Hazardous Waste Disposal, Vol. 2, Ann Arbor Science, Ann Arbor, Mich., pp. 145-168, 1979.
- API Method 5-3 Oil-Water Separator Process Design, API Manual on Disposal of Refinery Wastes, Liquid Waste, Am. Petrol. Inst., New York.
- Baker, R.A. and Weston, R.F. "Biological Treatment of Petroleum Wastes", Sewage and Ind. Wastes. Vol. 28, No. 1, pp. 58-69, 1956.
- Barbosa D. and TesanG. Degradation of Oil by Land Disposal. Wat. Sci. Tech., Vol.19, No. 8 pp. 99-105, 1987.
- Beychok, M.R. A Queous Wastes from Petroleum and Petrochemical Plants, John Willey and Sons, London, 1967.
- Bishop, P.L. Leaching of Inorganic Hazardous Wastes. Hazardous Waste & Hazardous Materials, Vol. 5, pp. 129-143, 1988.
- Brunner, C.R. Hazardous Waste Incineration. McGraw-Hill, Inc. 2nd. Ed. pp. 249-261. 1993.
- Bush B.L. and Levine G. The Generation and Management of Wastes and Secondary Materials in the Petroleum Refining Industry :1987-1988. Hazardous Waste & Hazardous Materials, Vol.9, 1992.
- Cassell. E.A. and Walker, T.W." Solidification of Sludges with Portland Cement " Journal of the Sanitary Enginerring Division, ASCE, Vol. 96, No. SA1, pp.15-26, 1970.
- Cheng K.Y. & Bishop, P. Metal Distribution in Solidified/Stabilized Waste Forms after Leaching. Hazardous Waste & Hazardous Materials. Vol. 9, pp. 163-171, 1992.
- Claudio, J.R. "Solidification of Metal Finishing Slurry with Cement" Wat. Sci. Tech., Vol.24 No. 12 pp. 193-200, 1991.

- Cote, P.L. and Hamilton, D.P. Leachability Comparison of four Hazardous Waste Solidification Processes. Proceedings of the 38th Industrial Waste Conference. Purdue University, pp. 221-230, 1983.
- Davis, R.W., Biehl, J.A. and Smith, R.M. "Pollution Control and Waste Treatment at an Inland Refinery", Proc. 19th Ind. Waste Conf. Purdue Uni. Ext. Ser. 117, 126, 1965.
- Diehl, D.S. (1971), "Effluent Quality Control at a Large Oil Refinery", JWPCE, pp. 43, 2254, 1971.
- Engineering-Science Co. Ltd., Thai DCI Co., Ltd. and Systems Engineering Co., Ltd. National Hazardous Waste Management Plan, Office of the National Environment Board, Ministry of Science, Technology and Energy, Kingdom of Thailand, 1989.
- Freeman, H.M. Innovative Hazardous Waste Treatment Technology Series. Vol. I, Thermal Processes. Technomic Publishing Co. Inc. pp. 9, 115, 1990.
- Fuessle, R.W. and Taylor. M.A. Comparison of Fly ash Versus Silica Fume Stabilization : Short-Term Results. Hazardous Waste & Hazardous Materials. Vol. 9 pp. 355-368, 1992.
- Galil N. and Rebhun M. Waste Management Solutions at an Integrated. Oil Refinery Based on Recycling of Water, Oil and Sludge, Wat. Sci. Tech, Vol 25, No. 3 pp. 101-106, 1992.
- Gilliam, A.S., and Anderegg, F.C. "Biological Disposal of Refinery Wastes", Proc.14th Ind. Waste Conf., Purdue Univ. Ext. Ser. 104, p.145, 1960.
- Harwars, P.J., Treatment and Disposal of Industrial Waste By Solidification, Management of Hazardous and Toxic Wastes in the Process Industries, pp. 392-404. Elsevier Applied Science, London and New York, pp. 392-404, 1987.
- Hokgkinson, C.F. " Oil Refinery Waste Treatment in Kansas", Sewage and Ind. Works, pp. 31, 11, 1304, 1959.
- Holcomb, W.P., An Overview Available Methods of Solidification for Low-Level Radioactive Wastes: TOXIC and Hazardous Waste Disposal. Ann Arbor Science, Ann Arbor, Mich., Vol. 2, pp. 23-64, 1976.
- Huang J. nd Hardie, M.G. "Treatment of Refinery Wastes by Physiochemical Processes", J. of Sanitary Engg. Div., ASCE, SA4, p. 467-78, 1971.
- Huber, L. "Disposal of Effluent from Petroleum Refineries and Petrochemical Plants", Proc. 22nd Ind. Waste. Conf., Purdue Univ. Ext. Ser. 129, 1009, 1968.
- Jaggi, N. Solidification of Hazardous Wastes Using Cementitious Binders. Thesis No. EV-88-18. Asian Institute of Technology, Bangkok, Thailand, 1988.

- Jurgen, H., Using Solidification as a Waste Detoxication Process, Detoxication of Hazardous Waste, Ann Arbor Science Publishers Inc., 1982.
- Jones, H.R., Pollution Control In the Petroleum Industry, Park Ridge, H.J., Noyes Data Corp. 1973.
- Kalichevsky V.A. and Stagner B.A. Composition of Petroleum. Chemical Refining of Petroleum. Reinhold Publishing, New York, pp. 14-42, 1942.
- Krofchak, D., Solidification of Wastes : Toxic and Hazardous Waste Disposal, Ann Arbor Science, Ann Arbor, Mich. Vol. 2, pp. 349-361, 1978.
- Lea, F. and Desch, D. The Chemistry of Cement and Concrete St. Martin Press, New York, 1956.
- Lewis, A.W. "TIDE WATER'S Delaware Refinery Waste Control and Treatment", Sew. and Ind. Wks., Vol. 31, No. 4, p. 424, 1959.
- Lobowitz, H.R., and Wiles, C.C., Encapsulation Technique for Control of Hazardous Wastes, Toxic and Hazardous Waste Disposal. Ann Arbor Science, Ann Arbor, Mich. Vol. 2, pp. 23-64, 1979.
- Lowenbach, W. Compilation and Evaluation of Leaching Test Method, U.S. Environmental Protection Agency. EPA-600/2-78-095, 1978.
- National Research Council, Management of Hazardous Industrial Wastes: Research and Development Needs. NMAB-398, National Academy Press, Washington, 1983.
- Neville, AM. Properties of Concrete. The English Language Book Society and Pitman Publishing, 3rd. Ed., 1981.
- Orchard, D.F. Concrete Technology, Vol.1, Properties of Materials, Constuctors Record Ltd., London, Great Britain, Vol. 1, 1979.
- Peters, R.W. and Ferg, J. "The Dissolution/Leaching Behaviour of Metal Hydroxide/Metal Sulfide Sludge from Plating Wastewater" Hazardous Waste and Hazardous Materials, Vol. 4, No. 4, pp 325-355, 1987.
- Pojasek, R.B. Solid-Waste Disposal Solidification. Industrial Waste Water and Solid Waste Engineering. Mc Graw-Hill Publications Co. New York. pp. 307-311, 1980.
- Perket, C.L. and Webster, W.C. The Dissolution/Leaching Behavior of Metal Hydroxide/Metal Sulfide Sludges from plating Waste Water. Hazardous Waste and Hazardous Materials. pp. 325-355, 1981.
- Pursell, W.L. and Miller, R.B. "Waste Treatment of Skelly Oil Co. EL Dorado Kansas Refinery", Proc. 16th Ind. Waste Conf., Purdue Univ. Ext. Ser. 109-292, 1962.
- Rijal, S.P. Solidification of Laboratory Wastes Using Cementitious Binders, Thesis No. EV-90-20. Asian Institute of Technology. Bangkok Thailand, 1990.

- Rosenberg, D.G., Lofy, R.J., Cruse, H., Weisberg, E. And Beutler, B. (Jacobs Engineering Co.), Assessment of Hazardous Waste Practices in the Petroleum Refining Industry, Report PB-259, 097, Springfield, Va., Nat. Tech. Information Service 1976.
- Rubel, F.N. Incineration of Solid Waste. Noyes Data Corporation, London. pp. 56-57, 76-77, 178-191, 1974.
- Ruchhoft, C.C. et al. "Waste Disposal in Petroleum Industry", Ind. and Engg. Chemistry, Vol. 46, No. 2, p. 283, 1954.
- Sheets, W.D., Handly, M.K and Weiser, H.H. Microbiological Studies on the Treatment of Petroleum Refinery Phenolic Wastes", Sewage and Ind. Wastes, v.26, 7, 862, 1954.
- Shin, H.S. Koo, J.K., Kim, J.O. and Yoon, S.P. Leaching Characteristics of Heavy Metal from Solidified Sludge Under Seawater Conditions. Hazardous Waste and Hazardous Materials. Vol. 7, pp. 261-271, 1990.
- Shin, H.S. and Sujiwatthana, P. Factors Affecting Solidification of Hazardous Materials. Hazardous Waste Detection, Control, Treatment. pp. 1549-1560, 1988.
- Shively, W., Bishop, P., Gress, P., and Brown, T. Leaching Tests of Heavy Metals Stabilized with Portland Cement, WPCF, Vol. 58, No. 3, pp. 234-241, 1986.
- Shukrow, A.J., Pajak, A.P. and Tauhil, C.J. Hazardous Waste Leachate Management Manual. Noyes Data Corporation, Park Ridge, N.J., U.S.A., 1982.
- Sittig M. Solid Waste Treatment and Disposal. Petroleum Refining Industry. Park Ridge, N.J., Noyes Data Corp. pp. 260-290, 1978.
- Sollars, C.J. and Perry, R. Cement-based Stabilization of Wastes : Practical and Theoretical Considerations. Journal of the Institution of Water and Environment, Management. Vol. 3, pp. 125-131, 1989.
- Soroka, I. Portland Cement Paste and Concrete, The Macmillian Press Ltd, 1979.
- Spearman M.K. and Zagula S.J. The Development of a Waste Minimization Program at Amoco Oil Company. Wat. Sci. Tech., Vol. 25, No. 3 pp 107-116, 1992.
- Sujiwatthana, P. Factors Affecting Solidification of Hazardous Waste Materials. Thesis No. EV-8, 7-5, Asean Institute of Technology, Bangkok, Thailand, 1987.
- Tillman, D.A. et al. Incineration of Municipal and Hazardous Solid Wastes. Academic Press, Inc. pp. 194-195. 1989.
- Tsai, C.E. HSU, C.P. Hazardous Waste Management Technologies. Ou-Ya Inc., Taiwan, ROC, 1985.

Walsh, M.B., Eaton, H.C., Tittlebaum, M.E., Cartledge, F.K., and Chalasani, D. The Effect of Two Organic Compounds on a Portland Cement Base Stabilized Matrix, Hazardous Waste and Hazardous Materials, Vol. 3, No. 1, pp.111-123, 1986.

ภาคผนวก ก
ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 25
(พ.ศ. 2531)
และ
ประกาศกรมโรงงานอุตสาหกรรม
(พ.ศ. 2531)



ประกาศกระทรวงอุดมศึกษาฯ

ฉบับที่ ๒๕ (พ.ศ. ๒๕๓๑)

ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. ๒๕๑๒
เรื่อง หน้าที่ของผู้รับใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงาน

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๓๑ (๖) และ (๑๖) แห่งพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. ๒๕๑๒ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุดมศึกษาฯ ออกประกาศกำหนดหลักเกณฑ์และวิธีการที่ผู้รับใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงานมีหน้าที่ต้องกระทำการดังต่อไปนี้

ให้ยกเลิกความในข้อ ๒๑ แห่งประกาศกระทรวงอุดมศึกษาฯ ฉบับที่ ๒ (พ.ศ. ๒๕๑๑) ลงวันที่ ๒๔ กรกฎาคม ๒๕๑๓ และให้ใช้ความต่อไปนี้แทน

ข้อ ๒๐ ผู้รับใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงานมีหน้าที่ปฏิบัติดังต่อไปนี้

(๑) ต้องดูแลเก็บสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว ซึ่งมีวิฤทธิปะปนอยู่ด้วยหรือสารละลายหรือเศษค้ำอที่เบื้อนวัสดุไว้ที่ไว้เก็บหรือรับค้ำอหากที่เหมาะสมและมีฝาปิดมิดชิด และต้องจัดให้มีการกำจัดสิ่งดังกล่าวโดยเฉพาะด้วยวิธีการที่ปลอดภัยและไม่ก่อให้เกิดความเดือดร้อนรำคาญ

(๒) ให้ผู้รับใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงานที่มีสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วซึ่งมีลักษณะและคุณสมบัติตามที่ระบุไว้ในวรรคใดหมวดหนึ่งของบัญชีท้ายประกาศฉบับนี้ดำเนินการจัดการกำจัดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วดังต่อไปนี้

๒.๑ ห้ามมิให้นำสิ่งปฏิกูล หรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วออกนอกอาณาเขตโรงงาน เว้นแต่จะได้รับอนุญาตจากกรมโรงงานอุตสาหกรรมให้นำออกไปเพื่อการกำจัดอย่างถูกวิธี กำจัด ทิ้ง หรือสิ่งด้วยวิธีการ และ ๒.๒ สถานที่ซึ่งกรมโรงงานอุตสาหกรรมกำหนด

๒.๒ ต้องแจ้งรายละเอียดเกี่ยวกับชนิด ปริมาณ ลักษณะ คุณสมบัติ และสถานที่เก็บสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วนั้น ๆ พร้อมทั้งวิธีการเก็บ ทำลายถูกวิธี กำจัด ทิ้ง ผึ่ง เกือบย้าและรวบรวมส่งตามหลักเกณฑ์แนวทางปฏิบัติและวิธีการที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมกำหนด

ทั้งนี้ ตั้งแต่วันถัดจากวันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ ๖ สิงหาคม ๒๕๓๑

(นายประสาร อวราช)

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุดมศึกษาฯ

บัญชีลักษณะและคุณสมบัติของสิ่งปฏิภูล หรือวัสดุที่ไม่ใช่แก้ว
ท้ายประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 25 (พ.ศ. 2531)

หมวด 1) สิ่งปฏิภูล หรือวัสดุที่ไม่ใช่แก้วที่มีคุณสมบัติ ดังต่อไปนี้

ลักษณะ	คุณสมบัติ	วิธีการทดสอบหรือวิธีวิเคราะห์
1.1 สารไวไฟ	<p>1.1.1 เป็นขอมเหลวที่มีจุดวาบ (lash point) ต่ำกว่า 60 องศาเซลเซียส แต่ไม่รวมถึงสารละลายในน้ำ (aqueous solution) ที่มีปริมาณของแอลกอฮอล์ผสมอยู่น้อยกว่าร้อยละ 21 โดยปริมาตร</p> <p>1.1.2 เป็นสารที่ไม่ใช่ขอมเหลว แต่สามารถลุกเป็นไฟได้ภายใต้อุณหภูมิและความดันมาตรฐานเมื่อมีการเสียดสี เมื่อมีการถูคลาามขึ้น หรือเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีขึ้นเองภายในสารนั้นและเมื่อเกิดลุกเป็นไฟจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วและต่อเนื่องที่ก่อให้เกิดอันตรายร้ายแรงได้</p> <p>1.1.3 เป็นก๊าซอัดที่จุดระเบิดได้ (ignitable compressed gas) ซึ่งก๊าซอัดนี้ให้หมายถึง วัสดุหรือขอมผสมใด ๆ ที่บรรจุอยู่ในถังบรรจุที่มีความดันสัมบูรณ์ (absolute pressure) มากกว่า 2.81 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (10 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) ที่อุณหภูมิ 21 องศาเซลเซียส (70 องศาฟาเรนไฮท์) หรือมีความดันสัมบูรณ์มากกว่า 7.31 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (104 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส (130 องศาฟาเรนไฮท์)</p> <p>1.1.4 เป็นสารออกซิไดเซอร์ (oxidizer) ซึ่งให้ออกซิเจนได้อย่างรวดเร็วที่จะไปกระตุ้นให้เกิดการเผาไหม้ของสารอินทรีย์ขึ้น ดังต่อไปนี้คือสารประกอบจำพวก chlorate, permanganate, inorganic peroxide และ nitrate</p>	<ul style="list-style-type: none"> - วัดด้วยเครื่องมือ Pensky-Martens Closed Cup Tester ตามวิธีการทดสอบมาตรฐาน ASTM D- 93- 79 หรือ D- 93- 80 หรือ - วัดด้วยเครื่องมือ Setalash Closed Cup Tester ตามวิธีการทดสอบมาตรฐาน ASTM D- 3278- 78 - วิเคราะห์วิธีการทดสอบมาตรฐาน ASTM Test D- 323

ลักษณะ	คุณสมบัติ	วิธีการทดสอบหรือวิธีวิเคราะห์
<p>1.2 สารกัดกร่อน</p> <p>1.3 สารเกิดปฏิกิริยาได้ง่าย</p>	<p>1.2.1 เป็นสารที่มีน้ำเป็นส่วนประกอบ (aqueous) ที่มีค่าพีเอช (pH) 2 หรือต่ำกว่า และค่าพีเอช (pH) 12.5 หรือสูงกว่า</p> <p>1.2.2 เป็นของเหลวที่กัดกร่อนเหล็กกล้าชั้น SAE 1020 ได้ในอัตราสูงกว่า 6.35 มิลลิเมตร (0.250 นิ้ว) ต่อปี ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส (130 องศาฟาเรนไฮต์)</p> <p>1.3.1 เป็นสารที่มีสภาพไม่ลวกตัว สามารถทำปฏิกิริยาได้อย่างรวดเร็วและอย่างรุนแรง โดยไม่มีการระเบิดเกิดขึ้น</p> <p>1.3.2 เป็นสารที่ทำปฏิกิริยาอย่างรุนแรงกับน้ำ</p> <p>1.3.3 เป็นสารซึ่งเมื่อรวมกับแก๊สจะได้ของผสมที่จะระเบิดได้</p> <p>1.3.4 เป็นสารซึ่งเมื่อผสมกับน้ำ จะทำให้เกิดมีก๊าซพิษ ไอพิษ หรือควันพิษขึ้นในปริมาณที่อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพมนุษย์และสิ่งแวดล้อมได้</p> <p>1.3.5 เป็นสารที่ประกอบด้วยไซยาไนด์หรือซิลไฟด์ที่มีค่าพีเอช (pH) ระหว่าง 2 ถึง 12.5 จะทำให้เกิดมีก๊าซพิษ ไดพิษ หรือควันพิษขึ้นในปริมาณที่อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพมนุษย์และสิ่งแวดล้อมได้</p> <p>1.3.6 เป็นสารซึ่งเมื่อถูกทำให้ร้อนขึ้นในที่จำกัด จะมีปฏิกิริยาระเบิดรุนแรง หรือเมื่ออยู่ในที่ที่มีอุณหภูมิและความดันมาตรฐานจะมีปฏิกิริยา รุนแรงและรวดเร็วและอาจระเบิดได้</p>	<p>- วัดด้วย pH-meter ตามวิธีการทดสอบของ USEPA</p> <p>- ใช้วิธีการทดสอบของ NACE (National Association of Corrosion Engineers) Standard TM- 01- 69</p>
<p>1.1 สารมีพิษอื่น ๆ</p>	<p>เป็นสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วซึ่งเมื่อนำมาทำการสกัดสารด้วยวิธีการมาตรฐาน และมีปริมาณโลหะหนักในน้ำสกัด ค่าโลหะหนักนี้ดังต่อไปนี้</p> <p>อาร์เซนิก มากกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร แลด์เมียม มากกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร โครเมียม มากกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร ตะกั่ว มากกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร ปรอท มากกว่า 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร</p>	<p>- วิธีการสกัดสาร (Extraction Procedure) และวิธีการวิเคราะห์น้ำสกัดให้เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ในประกาศกรมโรงงานอุตสาหกรรม</p>

หมวด 2) ตัวทำละลาย (Solvents) ที่เสื่อมคุณภาพหรือไมใช่แล้ว ดังต่อไปนี้

ลำดับที่	ชื่อสารตัวทำละลาย (Solvents)	สูตรเคมี
2.1	คลอโรมีเทน (CHLOROMETHANE) หรือเมทิลคลอไรด์ (METHYL CHLORIDE)	CH_3Cl
2.2	โมนอกลอรอบেনซีน (MONOCHLOROBENZENE) หรือกลอรอบেনซีน (CHLOROBENZENE)	$\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl}$
2.3	ไดคลอโรมีเทน (DICHLOROMETHANE) หรือเมทิลีนคลอไรด์ (METHYLENE CHLORIDE)	CH_2Cl_2
2.4	1,2-ไดคลอโรอีทีลีน (1,2- DICHLOROETHYLENE) หรืออะเซทิลีนไดคลอไรด์ (ACETYLENE DICHLORIDE)	ClCHCHCl
2.5	ไตรคลอโรมีเทน (TRICHLOROMETHANE) หรือกลอโรฟอร์ม (CHLOROFORM)	CHCl_3
2.6	1,1,1- ไตรคลอโรอีเทน (1,1,1- TRICHLOROETHANE) หรือเมทิลกลอโรฟอร์ม (METHYLCHLOROFORM)	CH_3CCl_3
2.7	1,1,2- ไตรคลอโรอีเทน (1,1,2- TRICHLOROETHANE) หรือไวนิลไตรคลอไรด์ (VINYL TRICHLORIDE)	$\text{Cl}_2\text{CHCH}_2\text{Cl}$
2.8	1,1,2- ไตรคลอโรอีทีลีน (1,1,2- TRICHLOROETHYLENE)	ClCHCCl_2
2.9	1,1,2,2- เตตราคลอโรอีทีลีน (1,1,2,2- TETRACHLOROETHYLENE) หรือเปอร์คลอโรอีทีลีน (PERCHLOROETHYLENE)	Cl_2CCCl_2
2.10	1,1,2,2- เตตราคลอโรอีเทน (1,1,2,2- TETRACHLOROETHANE) หรืออะเซทิลีนเตตราคลอไรด์ (ACETYLENE TETRACHLORIDE)	$\text{Cl}_2\text{CHCHCl}_2$
2.11	เอทิล คลอไรด์ (ETHYL CHLORIDE)	$\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$
2.12	2- บิวทีแนล (2- BUTENAL) หรือโครโตนแอลดีไฮด์ (CROTONALDEHYDE)	$\text{CH}_3\text{CHCHCHO}$
2.13	คาร์บอนไดซัลไฟด์ (CARBON DISULFIDE)	CS_2
2.14	1- กลอโร- 2, 3- อีโปซีโพรเพน (1- CHLORO 2, 3- EPOXYPROPANE) หรืออีพิกลอรไฮดริน (EPICHLOROHYDRIN)	$\text{CH}_2\text{OCHCH}_2\text{Cl}$
2.15	3,5- ไดเมทิลฟีนอล (3,5- DIMETHYLPHENOL) หรือไซลีนอล (XYLENOL)	$(\text{CH}_3)_2\text{C}_6\text{H}_3\text{OH}$
2.16	ไฮดรอกซี เบนซีน (HYDROXY BENZENE) หรือฟีนอล (PHENOL)	$\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$
2.17	ไนโตรเบนซีน (NITROBENZENE) หรือไนโตรเบนโซล (NITROBENZOL)	$\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$
2.18	1,1- ออกซีบีส (2- กลอโรอีเทน) (1,1- OXYBIS (2- CHLOROETHANE)) หรือไดคลอโรเอทิล อีเทอร์ (DICHLOROETHYL ETHER)	$\text{O}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Cl})_2$
2.19	เพนตาคลอโรอีเทน (PENTACHLOROETHANE) หรือเพนตาลิน (PENTALIN)	$\text{CHCl}_2\text{CCL}_3$
2.20	เมทิลแอลกอฮอล์ (METHYL ALCOHOL) หรือเมทานอล (METHANOL)	CH_3OH

หมวด 3) สิ่งปลูกสร้างหรือวัสดุที่ไม่ใช่แล้วจากการประกอบกิจการโรงงานเฉพาะประเภทหรือชนิด ดังต่อไปนี้

ลำดับที่	สิ่งปลูกสร้างหรือวัสดุที่ไม่ใช่แล้ว	ประเภทหรือชนิดโรงงาน (ตามบัญชีท้ายกฎกระทรวง ฉบับที่ 1 (พ.ศ. 2512) และฉบับที่ 7 (พ.ศ. 2520) ออกตามความใน พรบ.โรงงาน พ.ศ. 2512)
3.1	<ul style="list-style-type: none"> - กากตะกอนจากการละลายเกลือ - กากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำทิ้ง 	โรงงานผลิตโซดาไฟ ตามประเภทหรือชนิดโรงงาน ลำดับที่ 42 และโรงงานตามประเภทหรือชนิดโรงงาน ลำดับที่ 13 (2) เฉพาะโรงงานที่มีส่วนผลิตโซดาไฟ ด้วยวิธีใช้เซลล์ปรอท
3.2	<ul style="list-style-type: none"> - กากวัตถุดิบพิษตามรายชื่อที่ระบุไว้ใน พรบ.วัตถุพิษ พ.ศ. 2510 ที่ไม่ใช่แล้วหรือเสื่อมคุณภาพ 	โรงงานผลิตและบรรจุยาฆ่าแมลง ตามประเภทหรือชนิด โรงงานลำดับที่ 43
3.3	<ul style="list-style-type: none"> - กากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำทิ้ง 	โรงงานผลิตและผสมสี ตามประเภทหรือชนิดโรงงาน ลำดับที่ 45 (1)
3.4	<ul style="list-style-type: none"> - ผุ่นจากระบบกำจัดละอองน้ำในอากาศ - กากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำทิ้ง 	โรงงานหลอมตะกั่วที่ใช้แล้วตามประเภทหรือชนิด โรงงาน ลำดับที่ 60 และโรงงานผลิตแบตเตอรี่ตามประเภทหรือชนิดโรงงาน ลำดับที่ 74 (1)
3.5	<ul style="list-style-type: none"> - ชิ้นส่วนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่เสื่อมหรือไม่ดีคุณภาพ 	โรงงานผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ตามประเภทหรือชนิดโรงงาน ลำดับที่ 72
3.6	<ul style="list-style-type: none"> - กากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำทิ้ง - น้ำยาเคมีจากถังซูไซยาไนด์ นิเกิล ทองแดง โครเมียมและสังกะสีที่ใช้แล้วและเสื่อมคุณภาพ - กากที่เหลือกันถังซูไซยาไนด์ นิเกิล ทองแดง โครเมียม และสังกะสี 	โรงงานทุกประเภทที่มีประกอบกิจการชุบโลหะด้วยไฟฟ้า
3.7	<ul style="list-style-type: none"> - กากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำทิ้งของโรงงานผลิต, ซ่อมแซมและตัดแปลงวัตถุระเบิด 	โรงงานผลิตวัตถุระเบิดตามประเภทหรือชนิดโรงงาน ลำดับที่ 99
3.8	<ul style="list-style-type: none"> - ปลายขั้วหลอด (exhaust tube) ที่ตัดทิ้ง - หลอดที่ผลิตไม่ได้คุณภาพและปนเปื้อนด้วยสารปรอท 	โรงงานผลิตหลอดฟลูออเรสเซนต์ ตามประเภทหรือชนิดโรงงาน ลำดับที่ 74 (1)
3.9	<ul style="list-style-type: none"> - กากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำทิ้ง - ถ่านไฟฉายที่ผลิตไม่ได้คุณภาพ - ผุ่นจากระบบกำจัดอากาศบริเวณคหรงอากาศเมกานีส 	โรงงานผลิตถ่านไฟฉาย ตามประเภทหรือชนิดโรงงาน ลำดับที่ 74 (5)
3.10	<ul style="list-style-type: none"> - กากสีจากห้องพ่นสี 	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับรถยนต์หรือรถหุ้มตามประเภทหรือชนิดโรงงาน ลำดับที่ 77 (1) และ (2) และโรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับจักรยานยนต์ จักรยานสามล้อ หรือจักรยานสองล้อ ตามประเภทหรือชนิดโรงงาน ลำดับที่ 78 (1) และ (2)

ประกาศกรมโรงงานอุตสาหกรรม
เรื่อง กำหนดวิธีการเก็บ ทำลายดุกฤติ
กำจัด ผึ่ง ทิ้ง เคลื่อนย้ายและการขนส่งสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช่แล้ว
(ฉบับที่ 1) พ.ศ. 2531

ความความในประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 25 (พ.ศ. 2531) ลงวันที่ 3 สิงหาคม 2531 ออกสาม-
 คำว่าในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2512 เรื่อง หน้าที่ของผู้รับใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงาน ซึ่งกำหนด
 ให้ผู้รับใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงานดำเนินการเกี่ยวกับการกำจัดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช่แล้ว โดยต้องแจ้ง
 รายละเอียดเกี่ยวกับชนิด ปริมาณ ลักษณะ คุณสมบัติ และสถานที่เก็บสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช่แล้วนั้น ๆ พร้อม-
 ทั้งวิธีการเก็บทำดุกฤติ กำจัด ผึ่ง ทิ้ง เคลื่อนย้ายและการขนส่งตามหลักเกณฑ์แนวทางการปฏิบัติและวิธีการ ที่กรม
 โรงงานอุตสาหกรรมกำหนด)

ดังนั้น เพื่อให้สอดคล้องกับประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมดังกล่าว กรมโรงงานอุตสาหกรรมจึงวาง
 ระเบียบและวิธีการแจ้งรายละเอียดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช่แล้วไว้ดังต่อไปนี้

ข้อ 1 ให้ผู้รับใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงานที่มีสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช่แล้ว เก็บสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุ
 ที่ไม่ใช่แล้วดังกล่าวภายในหรือภายนอกโรงงานให้ห่างจากที่ชุมชนหรือแหล่งน้ำสาธารณะ โดยใช้วิธีการเก็บที่
 มีดชิด ปลดคอกซ์ และไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสาธารณสุขหรือผู้อยู่อาศัยใกล้เคียง

ข้อ 2 ให้ผู้รับใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงานตามข้อ 1 ทำลายดุกฤติและ/หรือทำสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่
 ไม่ใช่แล้วให้เป็นก้อนก่อนนำไปทิ้งหรือผึ่งด้วยวิธีการดังต่อไปนี้

2.1 วิธีการทำลายสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช่แล้วเฉพาะประเภท

ประเภทสิ่งปฏิกูล	วิธีการทำลายดุกฤติ
2.1.1 กากตะกอนที่มีสารปรอทปนเปื้อน	นำกากตะกอนมาผสมกับสารละลายโซเดียมซัลไฟด์ (Na ₂ S) เพื่อให้เกิดปฏิกิริยาเคมีได้เป็นปรอทซัลไฟด์ (HgS) แล้วจึงทำให้เป็นก้อน (Solidification) ด้วยการผสมกับปูนซีเมนต์ ในกรณีที่ต้องการเพิ่มประสิทธิภาพหรือลดอัตราการซึมของสารพิษให้ใช้สารควัดเติม (additives) ผสมลงไปด้วย
2.1.2 กากจากการผลิตโลหะดีฟลูออเรสเซนต์ที่มีสารปรอทปนเปื้อน	นำกากที่อาจต้องผ่านการบดให้มีขนาดเล็กลงก่อนเพื่อช่วยให้ทำปฏิกิริยาทางเคมีได้ทั่วถึงมาผสมกับสารละลายโซเดียมซัลไฟด์ (Na ₂ S) เพื่อให้เกิดปฏิกิริยาเคมีได้เป็นปรอทซัลไฟด์ (HgS) แล้วจึงทำให้เป็นก้อน (Solidification) ด้วยการผสมกับปูนซีเมนต์ ในกรณีที่ต้องการเพิ่มประสิทธิภาพหรือลดอัตราการซึมของสารพิษให้ใช้สารควัดเติม (additives) ผสมลงไปด้วย

ประเภทสิ่งปลูก	วิธีการกำจัดฤทธิ์
2.1.3 กากตะกอน หรือฝุ่นที่มีองค์ประกอบของโลหะหนัก เช่น แคดเมียม, โครเมียม, ตะกั่ว, แมงกานีส เป็นต้น	ใช้สารละลายด่าง เช่น ปูนขาว หรือโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ผสมกับกากตะกอนให้ทั่วกันจนสารโลหะหนักเปลี่ยนรูปไปเป็นสารประกอบของเกลือไฮดรอกไซด์ที่มีค่าพีเอช (pH) ของของผสมประมาณ 11 แล้วทิ้งไว้ให้แห้ง ในกรณีที่เป็นกากตะกอนหรือฝุ่นที่เป็นด้วยแคดเมียม (Cd) จะต้องทำให้เป็นก้อนด้วยวิธีการผสมกับปูนซีเมนต์
2.1.4 กากตะกอนหรือวัสดุที่ไม่ใช่แล้วที่มีขามาแมลง, ยากำจัดศัตรูพืช หรือยากำจัดเชื้อราปนเปื้อน	เติมสารละลายด่าง เช่น ปูนขาว หรือโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ในปริมาณที่สามารถจะทำลายพิษของตัวยาแต่ละชนิดได้หมด

2.2 สิ่งปลูกที่ผ่านการทำให้เป็นก้อน (Solidification) จะต้องมิลักษณะดังต่อไปนี้

2.2.1 น้ำซึมผ่านได้ในอัตราต่ำกว่า 1×10^{-6} ซม./วินาที

2.2.2 รับแรงอัด (compressive strength) ได้ไม่น้อยกว่า 14 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

2.2.3 มีความหนาแน่นไม่ต่ำกว่า 1.04 คิวต่อลูกบาศก์เมตร

2.2.4 มีลักษณะแข็งคล้ายหิน ไม้ไผ่ไม้ไฟ ไม้มีกลิ่น

2.3 ในกรณีที่ผู้รับใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงานตามข้อ 1 ประสงค์จะใช้วิธีการกำจัดฤทธิ์และ/หรือทำให้เป็นก้อนด้วยวิธีอื่นนอกเหนือจากที่กำหนดไว้ในประกาศฉบับนี้ จะต้องแจ้งรายละเอียดพร้อมด้วยเหตุผลให้กรมโรงงานอุตสาหกรรมพิจารณาอนุญาตเป็นราย ๆ ไป

ข้อ 3 ให้ผู้รับใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงานตามข้อ 1 ซึ่งตั้งโรงงานอยู่ในจังหวัดกรุงเทพมหานคร, สมุทรปราการ, ปทุมธานี, นนทบุรี, นครปฐม, ราชบุรี และสมุทรสาคร ทั้งสิ่งปลูกหรือวัสดุที่ไม่ใช่แล้วตามวิธีการและ ณ สถานที่ซึ่งกำหนดไว้ดังต่อไปนี้

3.1 ลักษณะที่ฝังของสถานที่ฝัง (landfill)

3.1.1 สถานที่ฝังดินจะต้องมีลักษณะทางธรณีวิทยาที่เหมาะสม โดยต้องเป็นพื้นที่ที่ไม่มีแก๊สหรืออยู่ข้างใต้ ไม่มีรอยแตก หรือเป็นโพรงของหินชั้นล่าง มีความหนาของชั้นดินระหว่างฐานของสถานที่ฝังกับระดับน้ำใต้ดินพอสมควร และมีระดับน้ำใต้ดินต่ำ

3.1.2 ไม่เป็นพื้นที่ลุ่มหรือมีน้ำท่วมถึง ไม่มีปัญหาเรื่องน้ำท่วม และไม่ติดคลองหรืออยู่ใกล้กับแม่น้ำ ลำคลอง หรือแหล่งน้ำที่ใช้ประโยชน์ได้

3.1.3 อยู่ห่างจากพื้นที่ใช้ประโยชน์ของราษฎรและชุมชน ทั้งนี้เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาการตกหล่นฟุ้งกระจาย ปัญหาการจราจรระหว่างการขนส่งสิ่งปลูกหรือวัสดุที่ไม่ใช่แล้วรวมทั้งปัญหาเรื่องฝุ่น และเสียงที่อาจจะเกิดขึ้นในระหว่างการทำงาน

3.1.4 มีเนื้อที่กว้างขวางพอที่จะใช้ฝังได้แนบตั้งแต่ 5 ปีขึ้นไป

3.2 การออกแบบสถานที่ฝังสิ่งปลูกหรือวัสดุที่ไม่ใช่แล้ว

หลุมที่จะใช้ฝัง ต้องได้รับการเตรียมการไว้ดังต่อไปนี้คือ

3.2.1 ต้องทำการบุด้านล่างและด้านข้างโดยรอบของหลุมที่จะใช้ฝัง (landfill) ด้วยวัสดุกันซึม (liner) เพื่อป้องกันการซึมผ่านของสิ่งปลูกหรือวัสดุที่ไม่ใช่แล้วออกสู่ระดับน้ำใต้ดินหรือที่ผิวดินที่อยู่ใกล้เคียง โดย

วัสดุกันซึมนี้ต้องมี ความแข็งแรง และหนาเพียงพอที่จะทนต่อการรับน้ำหนักและแรงดันที่จะเกิดขึ้นทั้งหมด ซึ่งวัสดุกันซึมดังกล่าวอาจจะเป็นวัสดุที่สังเคราะห์ขึ้นเพื่อใช้งานโดยเฉพาะหรือเป็นวัสดุที่มีอยู่เองตามธรรมชาติ เช่น ดินเหนียว ที่ยอมให้อัตราการซึมผ่านของน้ำ (permeability) ได้ไม่เกินกว่า 1×10^{-7} เซนติเมตรต่อวินาที (ประมาณ 0.1 ฟุตต่อปี) หรืออาจจะใช้วัสดุกันซึมทั้งสองประเภทประกอบกันก็ได้

3.2.2 ระดับกันหลุมของสถานที่ฝังสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช่แล้วจะต้องอยู่สูงจากระดับน้ำใต้ดินไม่น้อยกว่า 5 ฟุต

3.2.3 ต้องมีระบบรวบรวมน้ำเสียที่เกิดขึ้นภายในหลุมที่ใช้ฝังและมีระบบบำบัดน้ำเสียหรือนำน้ำเสีย (leachate) ที่เกิดขึ้นออกไปบำบัดที่อื่น

3.2.4 เมื่อเลิกใช้หลุมที่ฝังแล้ว ให้ทำการปิดหลุมชั้นสุดท้ายด้วยวัสดุกันซึมเพื่อป้องกันการซึมของน้ำหรือของเหลวอื่น ๆ เข้าสู่หลุมฝัง แล้วปูทับด้วยดินดีอีกชั้นหนึ่ง พร้อมทั้งปลูกพืชคลุมดิน เพื่อลดความรุนแรงของการพังทลายของดินอื่นเนื่องจากฝนและลม พร้อมทั้งจัดให้มีระบบระบายน้ำฝนหรือน้ำที่จะไหลผ่านให้ออกจากบริเวณหลุมฝังได้อย่างรวดเร็วและเหมาะสม

3.2.5 ในกรณีที่ใช้ดินเหนียวปูเป็นวัสดุกันซึม ดินเหนียวควรมีความหนาไม่ต่ำกว่า 60 เซนติเมตร โดยทำการบดอัดดินเหนียวให้แน่นที่ระดับความหนา 30 เซนติเมตร และ 60 เซนติเมตรตามลำดับ สำหรับกรณีที่ใช้วัสดุอื่นเป็นวัสดุกันซึม หรือจะต้องมีการจัดการเป็นพิเศษจะต้องได้รับความเห็นชอบจากกรมโรงงานอุตสาหกรรมเป็นกรณี ๆ ไป

3.2.6 วัสดุกันซึมที่ใช้ปิดหลุมฝังจะต้องเป็นวัสดุชนิดและความหนาเดียวกับวัสดุกันซึมชั้นล่าง ส่วนชั้นดินปลูกพืชคอนบนต้องมีความหนาไม่น้อยกว่า 150 เซนติเมตร และระหว่างชั้นทั้งสองนี้อาจจะจัดให้มีชั้นทรายเพื่อเป็นมาตรการเสริมในการระบายน้ำออกจากส่วนบนของบริเวณที่ใช้ฝังกากให้เร็วยิ่งขึ้นก็ได้

3.2.7 พืชที่ปลูกคลุมดินจะต้องเป็นพืชประเภทรากสั้น หรือมีเอกสารที่พิสูจน์ได้ว่าความยาวที่สูงสุดของรากจะชาน้อยกว่า 150 เซนติเมตร

3.2.8 ต้องจัดสร้างบ่อสังเกตการณ์เพื่อตรวจสอบคุณลักษณะของน้ำใต้ดินในบริเวณใกล้เคียงตามขนาดและจำนวนที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมเห็นชอบ เพื่อตรวจสอบติดตามผลการดำเนินงานสถานที่ฝัง ลดลงช่วงเวลาที่ใช้มาอยู่ และน้ำใต้ดินจะต้องมีคุณลักษณะไม่เกินกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ดังต่อไปนี้ คือ

ชนิดของสาร	ปริมาณสูงสุดที่ยอมให้มีได้ (มิลลิกรัมต่อลิตร)
อาร์เซนิก	0.05
แคดเมียม	0.01
โครเมียม	0.05
ตะกั่ว	0.05
ปรอท	0.001
นิกเกิล	0.05
แมงกานีส	0.3
ทองแดง	1.0
สังกะสี	5.0

3.3 การดำเนินงานฝัง ค้องดำเนินการดังต่อไปนี้

3.3.1 จัดบันทึกและรายงานเกี่ยวกับรายละเอียดในการดำเนินการโดยแจ้งชนิด/ประเภท ปริมาณ และวิธีการฝัง รวมทั้งผังการจัดแบ่งการทิ้งสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช่แล้วในแต่ละบริเวณ (cell) ของหลุมเก็บไว้เป็นหลักฐานพร้อมที่จะให้กรมโรงงานอุตสาหกรรมตรวจสอบได้ทุกเมื่อ

3.3.2 ต้องแจ้งให้กรมโรงงานอุตสาหกรรมทราบทันทีในกรณีเกิดเหตุฉุกเฉินหรืออุบัติเหตุ
เกี่ยวกับการรั่วไหลของสิ่งปนื้อหรือวัสดุที่ไม่ใช่แล้ว และจะต้องแก้ไขเหตุฉุกเฉินหรืออุบัติเหตุให้พ้นจากภาวะ
อันตรายตามวิธีการและภายในระยะเวลาที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมกำหนด

3.3.3 เมื่อเลิกใช้บริเวณฝังสิ่งปนื้อหรือวัสดุที่ไม่ใช่แล้วในบางส่วน (cell) เป็นการชั่วคราว
ต้องจัดให้มีการปิดคลุมด้วยดินเหนียว หรือปิดคลุมด้วยดินแล้วปลูกหญ้ากันการฟุ้งกระจายหรือปิดคลุมด้วยวัสดุ
กันซึมอื่น ๆ และจัดระบบระบายน้ำออกจากพื้นที่นั้นให้เพียงพอ

3.3.4 การฝังสิ่งปนื้อหรือวัสดุที่ไม่ใช่แล้วประเภทที่อาจทำปฏิกิริยาเคมีรุนแรงต่อกัน (in-
compatible wastes) ไว้ในสถานที่แห่งเดียวกัน จะต้องจัดให้มีมาตรการป้องกันมิให้เกิดการสัมผัสหรือการผสม
รวมตัวกันซึ่งอาจทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีรุนแรงขึ้นได้

3.3.5 ในกรณีที่จำเป็นต้องฝังสิ่งปนื้อหรือวัสดุที่ไม่ใช่แล้วที่เป็นของเหลวจะลือ บรรจุลงใน
ภาชนะไว้ภาชนะที่ทนต่อการกัดกร่อน และมีฝาปิดมิดชิด และจะต้องบุนอบ ๆ ภาชนะบรรจุด้วยสารดูด-
ซับ (absorbent) อีกชั้นหนึ่ง

3.4 การตรวจสอบติดตามผลและบำบัด

3.4.1 ให้ตรวจสอบคุณภาพน้ำใต้ดินที่เก็บจากบ่อสังเกตการณ์อย่างต่อเนื่องตั้งแต่ก่อนเริ่ม
ดำเนินการฝัง ระหว่างดำเนินการฝังและหลังจากเปิดการฝังชั้นสุดท้ายโดยเก็บตัวอย่างน้ำก่อนทำการฝังอย่างน้อย
2 ครั้ง เพื่อจุดบันทึกสำรับใช้เปรียบเทียบ และถ้าหากผลการตรวจสอบพบว่าคุณลักษณะของน้ำใต้ดินผิดปกติ
ตามที่กำหนดไว้ จะต้องทำการแก้ไขโดยทันที พร้อมทั้งแจ้งให้กรมโรงงานอุตสาหกรรมทราบ

3.4.2 ให้ตรวจสอบคุณลักษณะของน้ำเสียในบ่อรวบรวมทุกลำก่อนปล่อยทิ้งไป ถ้าพบว่า
มีค่ามลพิษปนื้อเกินค่ามาตรฐานน้ำทิ้งตามประเภทระดมโรงงานอุตสาหกรรมจะลือ ให้การบำบัดจนมีคุณลักษณะ
เป็นไปตามมาตรฐานน้ำเสียก่อน

ข้อ 1 ให้ผู้รับใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงานตามข้อ 1 ที่มีโรงงานอยู่ในเขตลือเนกเนกหรือจากลือลือ
ไว้ในข้อ 3 ทำการฝังสิ่งปนื้อหรือวัสดุที่ไม่ใช่แล้วด้วยวิธีการและ ๒ สถานที่ที่เหมาะสมและปลอดภัยขึ้นไป
ตามหลักเกณฑ์และเงื่อนไขตามวิธีการ ทั้งนี้ให้แจ้งรายละเอียดวิธีการและ สถานที่ที่ฝังลือลือให้กรมโรงงาน-
อุตสาหกรรมพิจารณาความเหมาะสมเป็นราย ๆ ไป

ข้อ 5 ให้ผู้รับใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงาน ตามข้อ 1 ทำการเคลื่อนย้ายและขนส่งสิ่งปนื้อหรือวัสดุ-
ที่ไม่ใช่แล้วด้วยวิธีการลือลือไปนี้

5.1 ยานพาหนะที่ใช้ในการเคลื่อนย้ายและขนส่ง ลือลือบรรทุกสิ่งปนื้อหรือวัสดุที่ไม่ใช่แล้วให้
อย่างมิดชิด ไม่มีการรั่วไหล ลกหล่นหรือฟุ้งกระจายได้

5.2 ห้ามมิให้เคลื่อนย้ายและขนส่งสิ่งปนื้อหรือวัสดุที่ไม่ใช่แล้วประเภทที่อาจทำปฏิกิริยาเคมีรุนแรง
ต่อกัน รวมไว้ในยานพาหนะเดียวกัน โดยไม่มีมาตรการป้องกันการเกิดปฏิกิริยาเคมีรุนแรงลือลือ

5.3 ชนิดของภาชนะบรรจุสิ่งปนื้อหรือวัสดุที่ไม่ใช่แล้วสำหรับการเคลื่อนย้ายและขนส่ง จะลือ
เหมาะสมกับสิ่งปนื้อหรือวัสดุที่ไม่ใช่แล้วนั้น ๆ

5.4 จัดให้มีมาตรการเพื่อความปลอดภัยในการขนส่ง รวมทั้งมาตรการแก้ไขเหตุฉุกเฉินในกรณี
เกิดอุบัติเหตุหรือเหตุลือลือในระหว่างการเคลื่อนย้ายและขนส่งอย่างเพียงพอ

ข้อ 6 วิธีการสกัดสาร (Extraction Procedure) และการวิเคราะห์หาปริมาณความเข้มข้นของสารมลพิษ
ในน้ำสกัด ให้ใช้วิธีลือลือไปนี้

6.1 บดตัวอย่างสิ่งปนื้อให้เป็นผงแล้วร่อนผ่านตะแกรงให้ได้ขนาดของสิ่งปนื้อระหว่าง 0.5
มิลลิเมตร ถึง 9 มิลลิเมตร

6.2 นำตัวอย่างที่ได้จากข้อ 6.1-หนัก 50 กรัม ใส่ในเต้าหือลือลือซึ่งประกอบด้วย น้ำลือลือผสม
กับกรดไฮโดรคลอริก จนมีความเข้มข้นลือลือระหว่าง 5.8 ถึง 6.3 ในอัตราส่วนปริมาตรของสารลือลือเป็น 10 เท่า
(มิลลิลิตร) ของน้ำหนัก (กรัม) ของตัวอย่างสิ่งปนื้อ

6.3 เซย่าบนเครื่องเซย่า (Agitator) เป็นเวลา 6 ชั่วโมง โดยใช้เครื่องเซย่าชนิด 200 รอบ/นาที ที่ช่วงกว้างของการเซย่า 5 เซนติเมตร

6.4 กรองสารละลายโดยใช้กระดาษกรองใยแก้ว ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรู 1 ไมครอน

6.5 นำของเหลวที่ได้ ไปวิเคราะห์หาค่าสารมลพิษต่าง ๆ ตามวิธีมาตรฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์น้ำทิ้ง

ข้อ 7 การแจ้งรายละเอียดมาตรการกำจัดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว

7.1 ให้ผู้รับใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงานตามข้อ 1 ส่งเอกสารดังต่อไปนี้แนบมาพร้อมแบบแจ้งรายละเอียดมาตรการกำจัดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วของโรงงาน

- แผนที่แสดงที่ตั้งโรงงาน บริเวณกำจัดสิ่งปฏิกูลและสถานที่ทิ้ง ผังภาพ

- แผนการดำเนินงาน เช่น วิธีการเก็บ วิธีการและเส้นทางการขนส่ง วิธีการทำลายฤทธิ์ วิธีการทิ้งหรือฝัง ตลอดจนการจစ်บำบัดและติดตามผล

- แผนการแก้ไขเหตุฉุกเฉินและมาตรการรักษาความปลอดภัยในการขนส่ง

7.2 ให้แจ้งรายละเอียดตามข้อ 7.1 ภายใน 90 วัน หลังจากประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 25 (พ.ศ. 2531) มีผลใช้บังคับ และทุกครั้งเมื่อมีการยื่นคำขอต่ออายุใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงาน ตามมาตรา 17 หรือเมื่อยื่นคำขอรับใบอนุญาตขยายโรงงานตามมาตรา 21 แห่งพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2512

7.3 การแจ้งรายละเอียดดังกล่าว ให้ใช้แบบตามที่กำหนดไว้ท้ายประกาศนี้

ประกาศ ณ วันที่ 30 กันยายน พ.ศ. 2531

(นายทิสาด ลงสารานุก)

อธิบดีกรมโรงงานอุตสาหกรรม

ภาคผนวก ข.
ข้อมูลผลการทดลอง

ตารางที่ 2 ผลวิเคราะห์เปรียบเทียบสมบัติทางเคมีของน้ำชะละลายกากตะกอนน้ำมันดิบและซีเมนต์
เผาที่อุณหภูมิต่างๆ

คุณสมบัติ	กากตะกอน น้ำมันดิบ		ซีเมนต์การ เผาที่ 400°ซ		ซีเมนต์การ เผาที่ 800°ซ		ซีเมนต์การ เผาที่ 1200°ซ		เกณฑ์มาตรฐาน กรมโรงงาน อุตสาหกรรม
พีเอช	6.1	6.3	8.1	8.3	8.5	8.7	8.9	8.9	-
อาร์เซนิค(มก./ล.)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<5
แคดเมียม(มก./ล.)	2.63	2.65	2.19	2.21	1.80	1.84	1.40	1.44	<1
โครเมียม(มก./ล.)	4.78	4.82	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<5
ปรอท(มก./ล.)	10.94	10.96	0.14	0.18	0.13	0.15	0.09	0.11	<0.2
ตะกั่ว(มก./ล.)	10.24	10.30	6.19	6.21	3.39	3.41	2.78	2.82	<5

ตารางที่ 3 (ต่อ) ผลวิเคราะห์ลักษณะสมบัติของกากตะกอนน้ำมันดิบที่ทำการเป็นก้อนแข็งด้วยวิธีดัดประสาน ชนิดต่างๆในขั้นตอนทดสอบหาสัดส่วนผสมเบื้องต้น

สัดส่วนผสมของ วัสดุประสาน	กำลังรับแรงอัด (กก./ตร.ซม.)	ความเข้มข้นของโลหะหนักในน้ำชะละลาย (มก./ล.)									
		ฟิเชช	อาร์เซนิก	แคดเมียม	โครเมียม	ปรอท	ตะกั่ว				
ปูนขาวดิบ											
ร้อยละ 10	ไม่แข็งตัว	9.60	<0.01	2.58	4.45	4.49	10.27	10.25	10.22	10.22	
ร้อยละ 20	ไม่แข็งตัว	9.60	<0.01	2.56	4.75	4.81	10.28	10.20	10.24	10.24	
ร้อยละ 30	ไม่แข็งตัว	9.60	<0.01	2.57	4.72	4.80	10.18	10.22	10.20	10.24	
ร้อยละ 40	ไม่แข็งตัว	9.70	<0.01	2.54	4.70	4.84	10.18	10.18	10.22	10.24	
ร้อยละ 50	ไม่แข็งตัว	9.60	<0.01	2.55	4.78	4.78	10.14	10.16	10.20	10.20	
ร้อยละ 60	ไม่แข็งตัว	9.70	<0.01	2.55	4.70	4.90	10.12	10.10	10.16	10.20	
ร้อยละ 70	ไม่แข็งตัว	9.80	<0.01	2.52	4.74	4.82	10.06	10.10	10.20	10.20	
ร้อยละ 80	ไม่แข็งตัว	9.70	<0.01	2.52	4.75	4.83	10.07	10.05	10.20	10.20	
ร้อยละ 90	ไม่แข็งตัว	9.60	<0.01	2.50	4.75	4.77	10.03	10.03	10.20	10.22	
ร้อยละ 100	ไม่แข็งตัว	9.70	<0.01	2.52	4.76	4.76	10.00	10.00	10.22	10.22	
ร้อยละ 110	ไม่แข็งตัว	10.00	<0.01	2.50	4.72	4.82	10.01	9.95	10.20	10.20	
ร้อยละ 120	ไม่แข็งตัว	10.00	<0.01	2.48	4.75	4.79	9.98	9.98	10.20	10.16	
ร้อยละ 130	ไม่แข็งตัว	10.00	<0.01	2.50	4.78	4.78	9.99	9.95	10.20	10.16	
ร้อยละ 140	ไม่แข็งตัว	10.10	<0.01	2.46	4.74	4.84	9.97	9.97	10.18	10.18	
ร้อยละ 150	ไม่แข็งตัว	10.00	<0.01	2.48	4.75	4.79	9.99	9.95	10.20	10.20	
เกณฑ์มาตรฐาน	14.00	-	<5	<1	<5	<5	<0.2	<0.2	<5	<5	

ตารางที่ 4 ผลวิเคราะห์ลักษณะสมบัติของซีเมนต์สังเคราะห์จากเถ้าถ่านหินที่อุณหภูมิ 400° ซ ที่ทำให้เป็นก้อนแข็งด้วยวัสดุประสานชนิดต่างๆในขั้นตอนทดสอบหาสัดส่วนผสมเบื้องต้น

สัดส่วนผสมของวัสดุประสาน	กำลังรับแรงอัด (กก./ตร.ซม.)	ความเข้มข้นของโลหะหนักในน้ำชะละลาย (มก./ล.)								
		พีเอส	อาร์ซีดี	แคดเมียม	โครเนียม	ปรอท	ตะกั่ว			
ปูนซีเมนต์										
ร้อยละ 10	2.30	9.40	<0.01	2.14	<0.02	0.13	<0.02	0.15	5.30	5.26
ร้อยละ 20	3.70	9.80	<0.01	1.85	<0.02	0.15	<0.02	0.13	4.90	4.70
ร้อยละ 30	5.70	10.00	<0.01	1.33	<0.02	0.11	<0.02	0.11	3.90	4.00
ร้อยละ 40	11.50	10.40	<0.01	0.90	<0.02	0.11	<0.02	0.09	3.30	3.40
ร้อยละ 50	22.80	10.50	<0.01	0.60	<0.02	0.08	<0.02	0.08	2.00	2.20
ปูนขาวดิบ										
ร้อยละ 10	ไม่แข็งตัว	10.20	<0.01	2.05	<0.02	0.15	<0.02	0.17	6.12	6.12
ร้อยละ 20	ไม่แข็งตัว	10.50	<0.01	1.74	<0.02	0.15	<0.02	0.15	6.13	6.15
ร้อยละ 30	ไม่แข็งตัว	10.20	<0.01	1.20	<0.02	0.17	<0.02	0.15	6.11	6.13
ร้อยละ 40	ไม่แข็งตัว	10.70	<0.01	0.79	<0.02	0.15	<0.02	0.15	6.12	6.08
ร้อยละ 50	ไม่แข็งตัว	10.60	<0.01	0.63	<0.02	0.14	<0.02	0.16	6.10	6.10
ปูนขาวดิบผสมปูนซีเมนต์										
ร้อยละ 10	2.00	10.30	<0.01	1.98	<0.02	0.12	<0.02	0.12	5.23	5.17
ร้อยละ 20	3.30	10.30	<0.01	1.59	<0.02	0.06	<0.02	0.14	4.70	4.62
ร้อยละ 30	4.30	10.50	<0.01	1.22	<0.02	0.06	<0.02	0.12	3.70	3.70
ร้อยละ 40	9.00	10.50	<0.01	0.77	<0.02	0.09	<0.02	0.07	2.84	2.76
ร้อยละ 50	16.40	10.80	<0.01	0.50	<0.02	0.06	<0.02	0.06	1.82	1.78
เกณฑ์มาตรฐาน	14.00	-	<5	<1	<5	<0.2	<5	<0.2	<5	<5

ตารางที่ 5 ผลวิเคราะห์ลักษณะสมบัติของซีเมนต์สังเคราะห์เกรดสูงที่อุณหภูมิ 800 °ซ ที่ทำให้เป็นก้อนแข็งด้วยวัสดุประสานชนิดต่างๆในขั้นตอนทดสอบหาสัดส่วนผสมเบื้องต้น

สัดส่วนผสมของวัสดุประสาน	กำลังรับแรงอัด (กก./ตร.ซม.)	ความเข้มข้นของโลหะหนักในน้ำชะละลาย (มก./ล.)								
		ฟิเอย	อาร์เซนิก	แคดเมียม	โครเมียม	ปรอท	ตะกั่ว			
ปูนซีเมนต์										
ร้อยละ 10	6.80	9.70	<0.01	1.50	<0.02	0.12	<0.02	0.12	3.20	3.32
ร้อยละ 20	8.50	9.90	<0.01	1.12	<0.02	0.10	<0.02	0.10	2.86	2.90
ร้อยละ 30	12.20	10.30	<0.01	0.80	<0.02	0.10	<0.02	0.10	1.60	1.68
ร้อยละ 40	18.70	10.70	<0.01	0.50	<0.02	0.09	<0.02	0.11	1.54	1.50
ร้อยละ 50	34.00	10.80	<0.01	0.34	<0.02	0.10	<0.02	0.10	1.40	1.40
ปูนขาวดิบ										
ร้อยละ 10	ไม่แข็งตัว	10.20	<0.01	1.50	<0.02	0.11	<0.02	0.13	3.38	3.38
ร้อยละ 20	ไม่แข็งตัว	10.20	<0.01	1.28	<0.02	0.09	<0.02	0.15	3.37	3.35
ร้อยละ 30	ไม่แข็งตัว	10.80	<0.01	0.95	<0.02	0.13	<0.02	0.13	3.40	3.04
ร้อยละ 40	ไม่แข็งตัว	11.20	<0.01	0.86	<0.02	0.09	<0.02	0.17	3.37	3.35
ร้อยละ 50	ไม่แข็งตัว	11.20	<0.01	0.80	<0.02	0.14	<0.02	0.12	3.39	3.37
ปูนขาวดิบผสมปูนซีเมนต์										
ร้อยละ 10	3.20	10.00	<0.01	1.25	<0.02	0.95	<0.02	0.15	3.10	2.90
ร้อยละ 20	4.85	10.40	<0.01	1.00	<0.02	0.08	<0.02	0.08	2.72	2.60
ร้อยละ 30	6.75	10.60	<0.01	0.60	<0.02	0.08	<0.02	0.06	1.50	1.56
ร้อยละ 40	13.25	11.35	<0.01	0.34	<0.02	0.07	<0.02	0.07	1.06	0.90
ร้อยละ 50	28.20	11.50	<0.01	0.11	<0.02	0.07	<0.02	0.05	0.80	0.78
เกณฑ์มาตรฐาน	14.00	-	<5	<1	<5	<0.2	<5	<0.2	<5	<5

ตารางที่ 7 ผลวิเคราะห์ลักษณะสมบัติของซีเมนต์หลังการเผาที่อุณหภูมิ 400 °ซ ที่ทำให้เป็นก้อนแข็งด้วย
ปูนซีเมนต์ในขั้นตอนทดสอบหาสัดส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุด

สัดส่วนผสมของ ปูนซีเมนต์ต่อซีเมนต์ หลังการเผา	กำลังรับแรงอัด (กก./ตร.ซม.)	ความหนาแน่น (ตัน/ลบ.ม.)	ความเข้มข้นของโลหะหนักในน้ำสกัด(มก./ล)													
			พีเอช		อาร์เซนิก		แคดเมียม		โครเมียม		ปรอท		ตะกั่ว			
ร้อยละ 40	11.42	11.58	1.25	1.55	10.26	10.34	<0.01	<0.01	0.83	0.97	<0.02	<0.02	0.08	0.12	3.14	3.26
ร้อยละ 42	12.83	12.57	1.27	1.57	10.48	10.32	<0.01	<0.01	0.82	0.82	<0.02	<0.02	0.09	0.09	3.18	3.02
ร้อยละ 44	14.10	14.30	1.48	1.40	10.44	10.36	<0.01	<0.01	0.72	0.78	<0.02	<0.02	0.07	0.11	2.87	2.93
ร้อยละ 46	16.95	16.65	1.52	1.38	10.50	10.50	<0.01	<0.01	0.70	0.64	<0.02	<0.02	0.10	0.08	2.80	2.40
ร้อยละ 48	19.20	19.80	1.47	1.47	10.52	10.48	<0.01	<0.01	0.64	0.64	<0.02	<0.02	0.09	0.09	2.40	2.40
ร้อยละ 50	22.43	22.77	1.47	1.49	10.56	10.64	<0.01	<0.01	0.58	0.62	<0.02	<0.02	0.09	0.07	2.00	2.20
เกณฑ์มาตรฐาน	14.00	14.00	1.04	1.04	-	-	<5	<5	<1	<1	<5	<5	<0.2	<0.2	<5	<5

ตารางที่ 8 ผลวิเคราะห์ลักษณะสมบัติของซีเมนต์การเผาที่อุณหภูมิ 800 °C ที่ทำให้เป็นก้อนแข็งด้วย
ปูนซีเมนต์ในขั้นตอนทดสอบหาสัดส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุด

สัดส่วนผสมของ ปูนซีเมนต์ซีเมนต์ หลังการเผา	กำลังรับแรงอัด (กก./ตร.ซม.)		ความหนาแน่น (ตัน/ลบ.ม.)		ความเข้มข้นของโลหะหนักในน้ำสกัด(มก./ล)											
					ฟิเจอร์		อาร์ซีนิค		แคดเมียม		โครเมียม		ปรอท		ตะกั่ว	
	12.22	12.38	1.36	1.44	10.15	10.25	<0.01	<0.01	0.75	0.77	<0.02	<0.02	0.10	0.10	1.62	1.66
ร้อยละ 30	12.22	12.38	1.36	1.44	10.15	10.25	<0.01	<0.01	0.75	0.77	<0.02	<0.02	0.10	0.10	1.62	1.66
ร้อยละ 32	13.20	13.20	1.44	1.38	10.40	10.20	<0.01	<0.01	0.72	0.66	<0.02	<0.02	0.11	0.09	1.61	1.61
ร้อยละ 34	14.28	14.52	1.42	1.44	10.40	10.40	<0.01	<0.01	0.60	0.66	<0.02	<0.02	0.10	0.10	1.55	1.63
ร้อยละ 36	15.50	15.70	1.47	1.43	10.50	10.30	<0.01	<0.01	0.58	0.56	<0.02	<0.02	0.11	0.09	1.59	1.55
ร้อยละ 38	17.02	17.18	1.45	1.47	10.50	10.50	<0.01	<0.01	0.52	0.54	<0.02	<0.02	0.10	0.10	1.54	1.54
ร้อยละ 40	18.80	18.40	1.47	1.47	10.70	10.50	<0.01	<0.01	0.50	0.50	<0.02	<0.02	0.10	0.10	1.53	1.51
เกณฑ์มาตรฐาน	14.00	14.00	1.04	1.04	-	-	<5	<5	<1	<1	<5	<5	<0.2	<0.2	<5	<5

ตารางที่ 9 ผลวิเคราะห์ลักษณะสมบัติของซีเมนต์การเผาที่อุณหภูมิ 1200 °C ที่ทำให้เป็นก้อนแข็งด้วย
ปูนซีเมนต์ในขั้นตอนทดสอบหาสัดส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุด

สัดส่วนผสมของ ปูนซีเมนต์ต่อซีเมนต์ หลักการเผา	กำลังรับแรงอัด (กก./ตร.ซม.)		ความหนาแน่น (ตันลบ.ม.)		ความเข้มข้นของโลหะหนักในน้ำสกัด(มก./ล)											
	6.12	6.28	1.24	1.32	พีเอส		อาร์ซีเมนต์		แคดเมียม		โครเมียม		ปรอท		ตะกั่ว	
					10.50	10.90	<0.01	<0.01	1.01	1.14	<0.02	<0.02	0.10	0.10	2.43	2.49
ร้อยละ 10	6.12	6.28	1.24	1.32	10.50	10.90	<0.01	<0.01	1.01	1.14	<0.02	<0.02	0.10	0.10	2.43	2.49
ร้อยละ 12	9.60	9.40	1.35	1.23	10.70	10.90	<0.01	<0.01	1.08	1.04	<0.02	<0.02	0.10	0.08	2.38	2.32
ร้อยละ 14	12.32	12.48	1.28	1.32	10.70	10.90	<0.01	<0.01	1.00	1.02	<0.02	<0.02	0.09	0.09	2.27	2.23
ร้อยละ 16	14.70	14.50	1.30	1.32	10.94	10.86	<0.01	<0.01	0.97	0.95	<0.02	<0.02	0.08	0.08	2.10	2.22
ร้อยละ 18	16.45	16.75	1.34	1.32	10.90	11.30	<0.01	<0.01	0.90	0.94	<0.02	<0.02	0.07	0.09	2.13	2.01
ร้อยละ 20	18.56	18.64	1.35	1.35	11.00	11.40	<0.01	<0.01	0.88	0.88	<0.02	<0.02	0.08	0.08	2.00	2.00
เกณฑ์มาตรฐาน	14.00	14.00	1.04	1.04	-	-	<5	<5	<1	<1	<5	<5	<0.2	<0.2	<5	<5

(ฝ่ายปฏิบัติการ กองปฏิบัติการ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย)

SOIL ENGINEERING SECTION
GEOLOGY & SOIL ENGINEERING DIVISION
SURVEY & LAND DEPARTMENT
EGAT.

VARIOUS CONSTANT HEAD PERMEABILITY TEST

PROJECT Solidified Waste No.1

INITIAL WATER CONTENT _____ %

FINAL WT. OF COMPACTED SOIL _____ KG.

LOCATION % Ash

INITIAL WET DENSITY _____ T/m³

FINAL WATER CONTENT _____ %

BORING / PIT No. 3 days

COMPACTED DRY DENSITY _____ T/m³

SATURATION (S) _____ %

SAMPLE DEPTH _____ m.

MOLD No. _____ LENGTH (L) 2.340 Cm.

SOIL SAMPLE _____

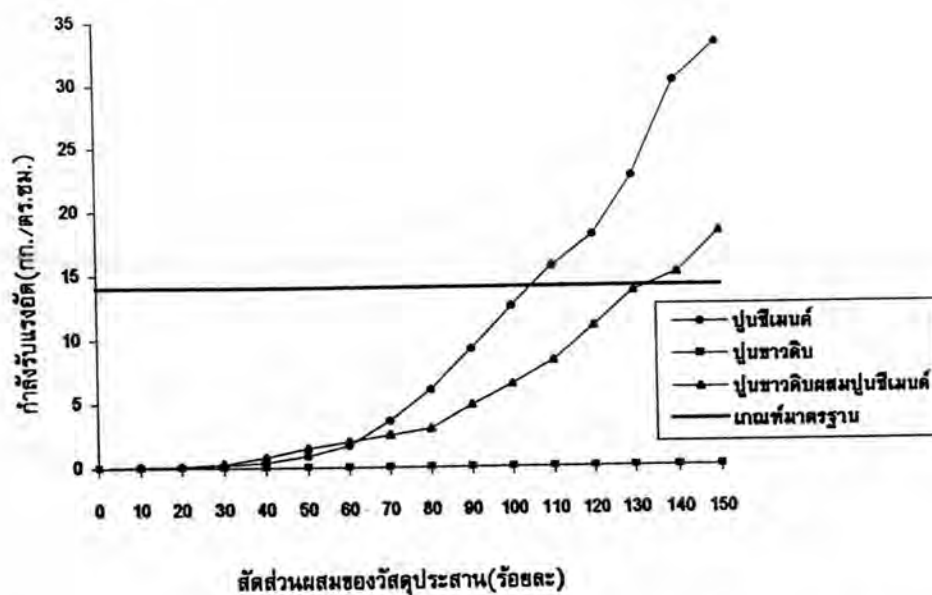
DIA. (D) 6.49 Cm. AREA (A) 33.09 Cm²

STAND PIPE No. _____

$H = d.39, 2.335, 2.28$

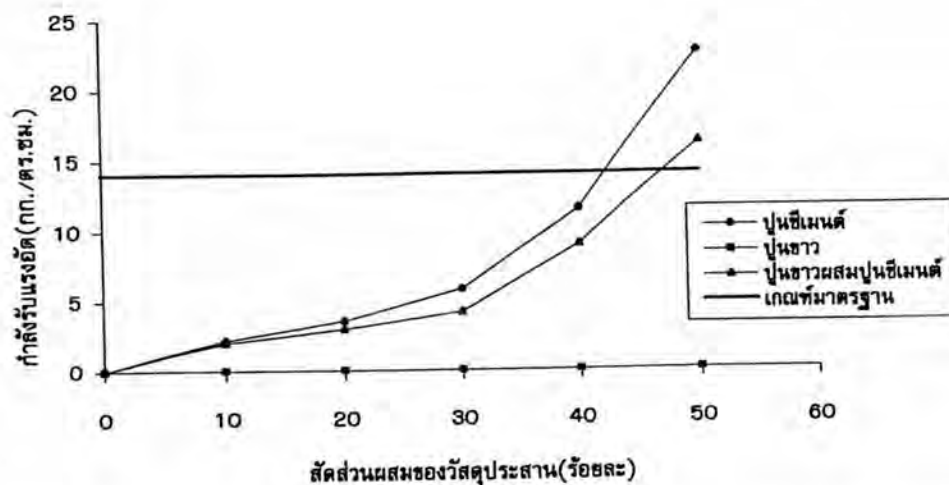
$\phi = 6.49, 6.49, 6.49$

DATE	TIME (E) (sec.)	AIR PRESSURE (B) kg/cm ²	WATER HEAD (C) (cm.)	MEAN READING (D) (cm.)	HYDRAULIC GRADIENT $\Delta H/L$	FLOW READING (cc.)	INTERVAL FLOW (F) (cc.)	TIME/FLOW (E/F)	VELOCITY $V = q/A \Delta t$ (cm./sec)	kt (cm./sec)	TEMP. (C)
19/8/40	7.55						530.26	26.26	26.26×2.340	$= 2.876 \times 10^{-7}$	
	9.15	CP=1.3					556.52	68.67	$33.09 \times 1000 \times 4800$		
	9.16	BP=1.0					625.19		68.67×2.340	$= 4.872 \times 10^{-7}$	
	12.02						531.14		$33.09 \times 1000 \times 9960$		
19/8/40	12.06						608.67	77.53	77.53×2.340	$= 5.911 \times 10^{-7}$	
	13.49	CP=1.8					608.67		$23.09 \times 1500 \times 6180$		
	13.50	BP=1.5					608.67	66.11	66.11×2.340	$= 5.523 \times 10^{-7}$	
	18.24						674.78		$23.09 \times 1500 \times 5640$		
20/8/40	8.26	CP=2.3					530.15	80.23	80.23×2.340	$= 3.940 \times 10^{-7}$	
	10.26	BP=2.0					610.38		$33.09 \times 2000 \times 7200$		



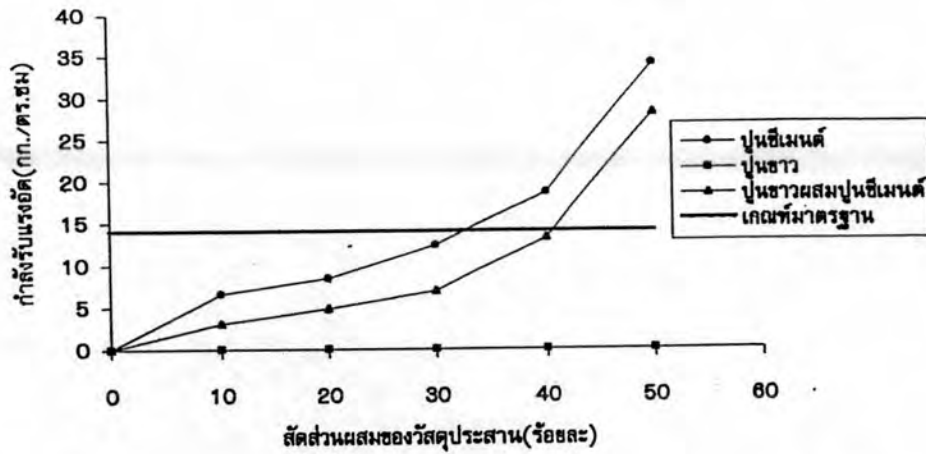
รูปที่ ช-1 ค่ากำลังรับแรงอัดของก้อนตัวอย่างกากตะกอนน้ำมันดิบหลังผ่านการทำให้เป็นก้อนแข็งโดยผสมกับวัสดุประสานชนิดต่างๆ

เผาที่อุณหภูมิ 400 °ซ



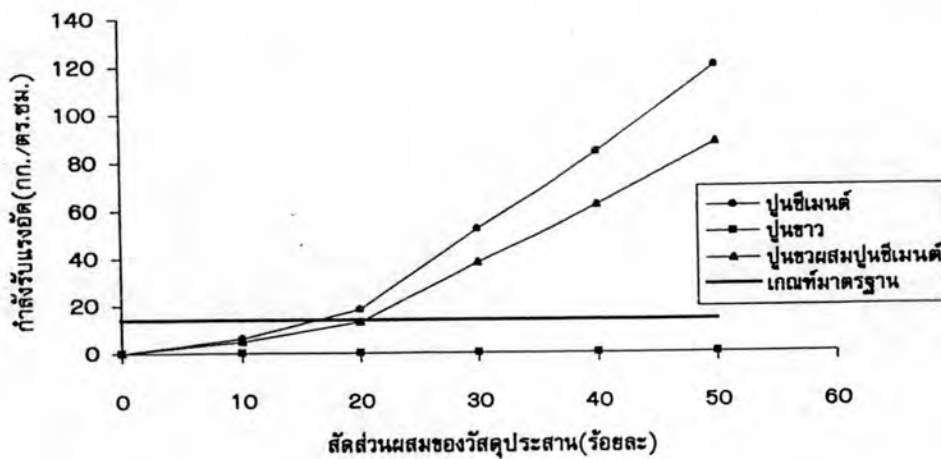
รูปที่ ช-2 ค่ากำลังรับแรงอัดของก้อนตัวอย่างซีเมนต์หลังการเผาที่อุณหภูมิ 400 °ซ หลังผ่านการทำให้เป็นก้อนแข็งโดยผสมกับวัสดุประสานชนิดต่างๆ

อุณหภูมิ 800°ซ

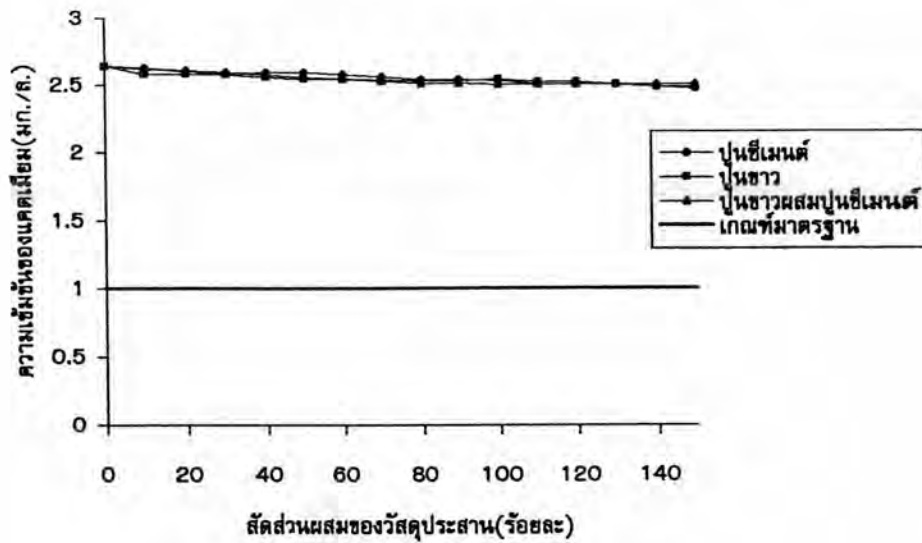


รูปที่ ช-3 ค่ากำลังรับแรงอัดของก้อนตัวอย่างซีเมนต์หลังการเผาที่อุณหภูมิ 800°ซ หลังผ่านการทำให้เป็นก้อนแข็งโดยผสมกับวัสดุประสานชนิดต่างๆ

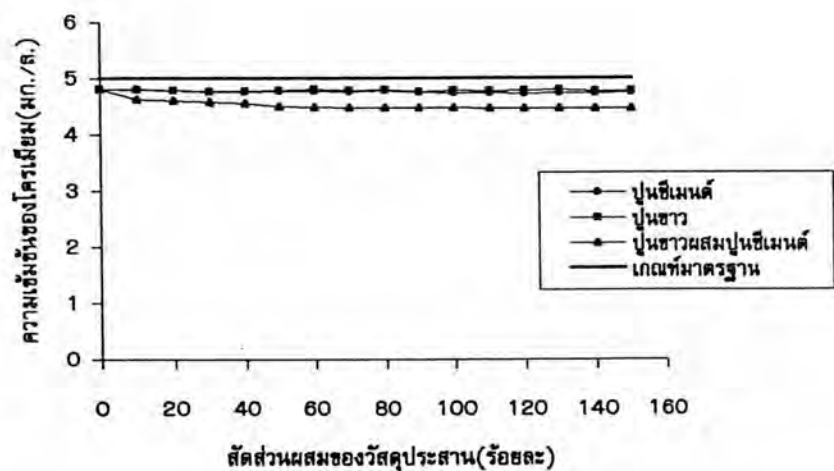
เผาที่อุณหภูมิ 1200°ซ



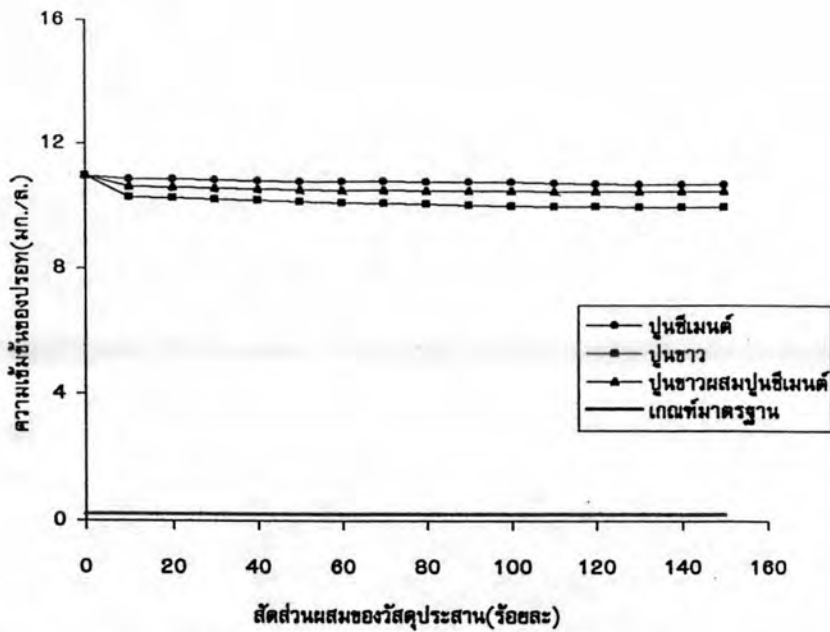
รูปที่ ช-4 ค่ากำลังรับแรงอัดของก้อนตัวอย่างซีเมนต์หลังการเผาที่อุณหภูมิ 1,200°ซ หลังผ่านการทำให้เป็นก้อนแข็งโดยผสมกับวัสดุประสานชนิดต่างๆ



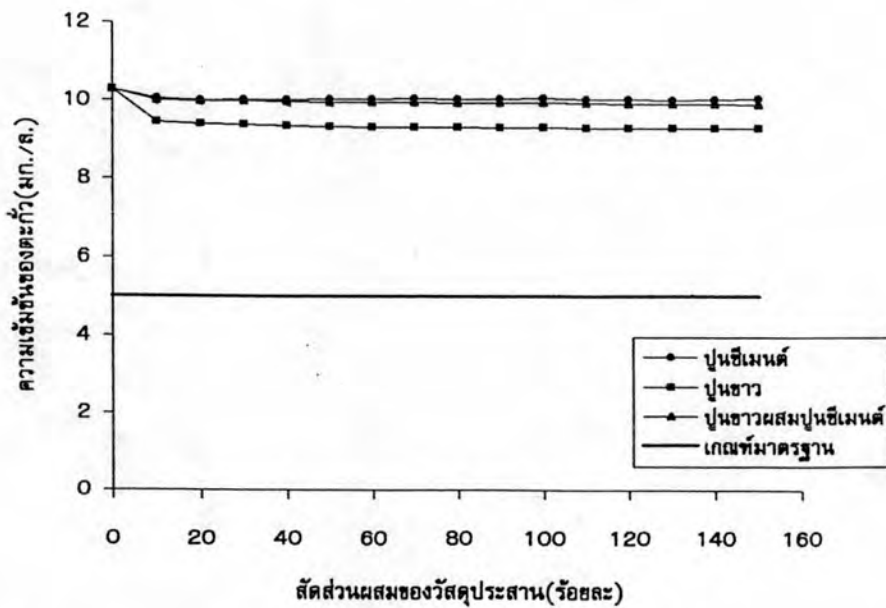
รูปที่ ข-5 ค่าความเข้มข้นของแคดเมียมในน้ำชะละลายก้อนตัวอย่างของกากตะกอนน้ำมันดิบ หลังผ่านการทำให้เป็นก้อนแข็งโดยผสมกับวัสดุประสานชนิดต่างๆ



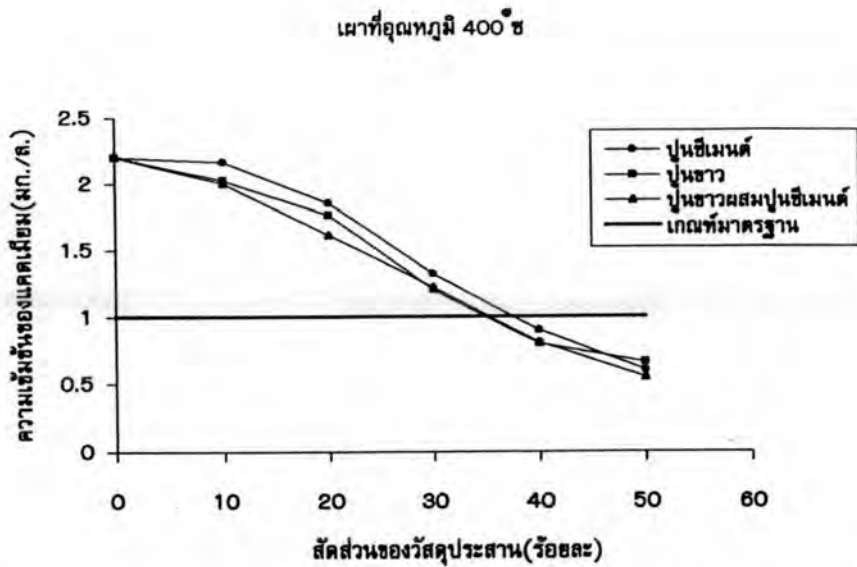
รูปที่ ข-6 ค่าความเข้มข้นของโครเมียมในน้ำชะละลายก้อนตัวอย่างของกากตะกอนน้ำมันดิบ หลังผ่านการทำให้เป็นก้อนแข็งโดยผสมกับวัสดุประสานชนิดต่างๆ



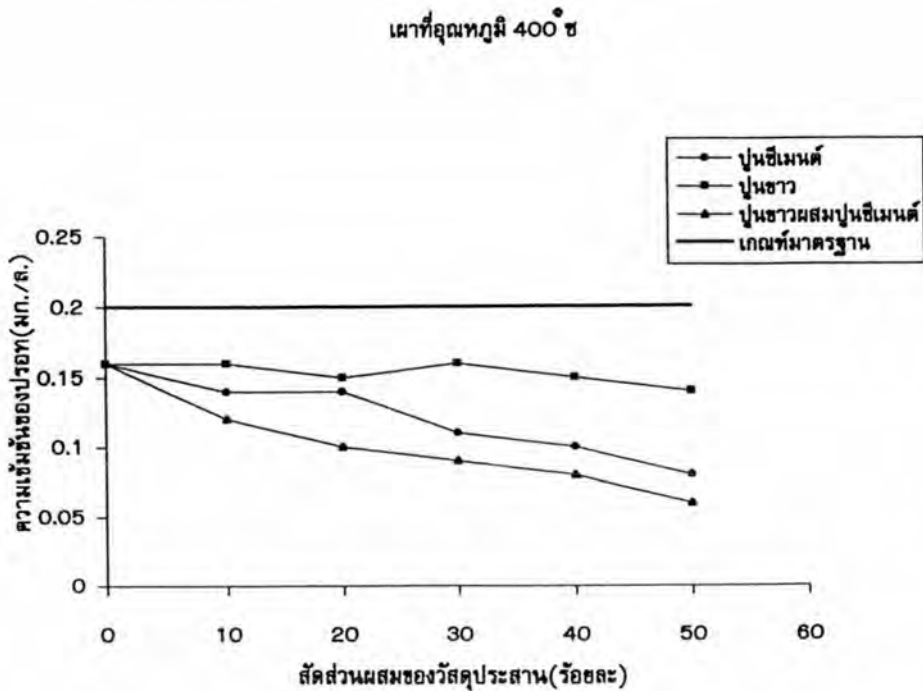
รูปที่ ข-7 ค่าความเข้มข้นของปรอทในน้ำชะละลายก้อนตัวอย่างของกากตะกอนน้ำมันดิบ หลังผ่านการทำให้เป็นก้อนแข็งโดยผสมกับวัสดุประสานชนิดต่างๆ



รูปที่ ข-8 ค่าความเข้มข้นของตะกั่วในน้ำชะละลายก้อนตัวอย่างของกากตะกอนน้ำมันดิบ หลังผ่านการทำให้เป็นก้อนแข็งโดยผสมกับวัสดุประสานชนิดต่างๆ

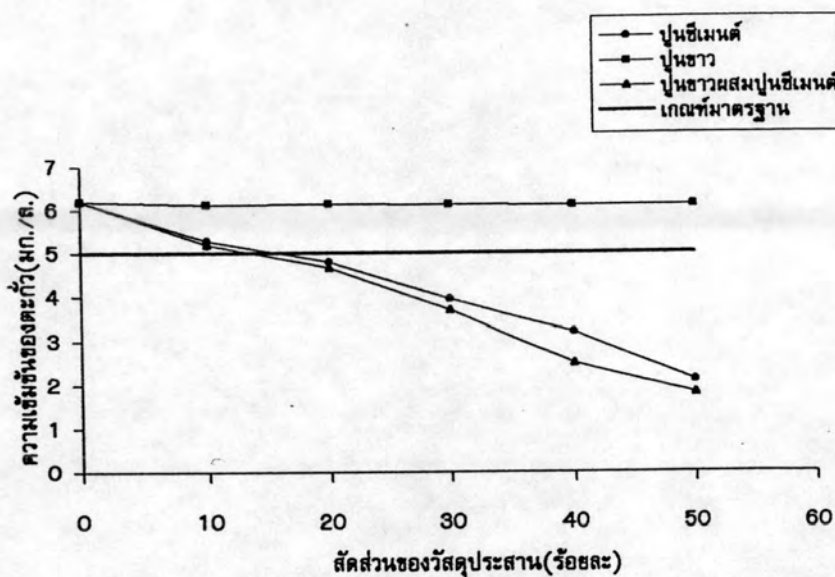


รูปที่ ช-9 ค่าความเข้มข้นของแคลเซียมในน้ำชะละลายก่อนตัวอย่างของซีเมนต์ หลังการเผาที่อุณหภูมิ 400°ซ หลังผ่านการทำให้เป็นก้อนแข็งโดยผสมกับวัสดุประสานชนิดต่างๆ



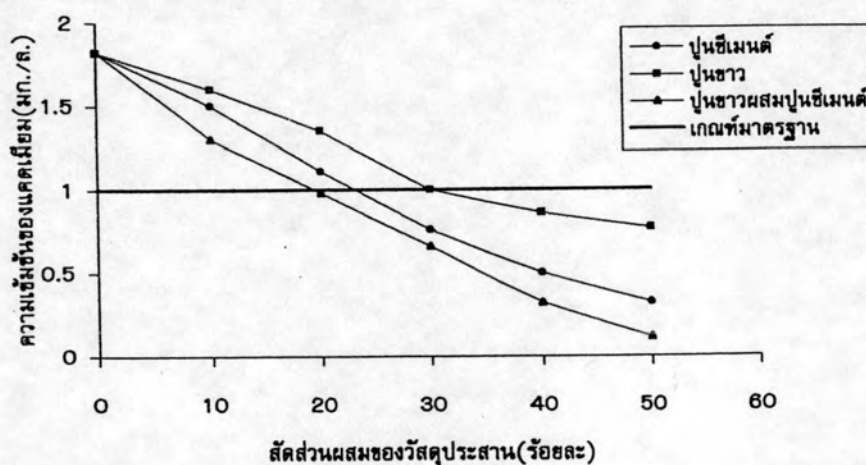
รูปที่ ช-10 ค่าความเข้มข้นของปรอทในน้ำชะละลายก่อนตัวอย่างซีเมนต์หลังการเผาที่อุณหภูมิ 400°ซ หลังผ่านการทำให้เป็นก้อนแข็งโดยผสมกับวัสดุประสานชนิดต่างๆ

เผาที่อุณหภูมิ 400°ซ



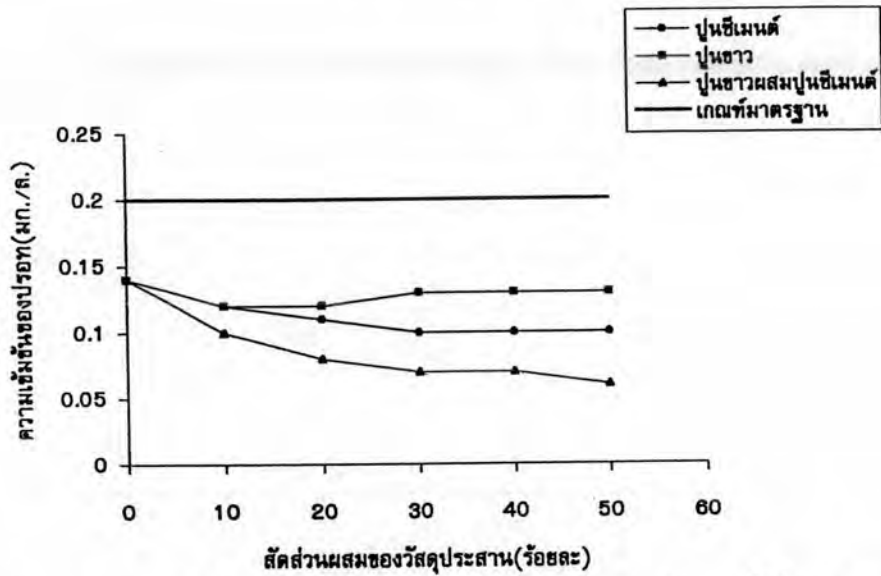
รูปที่ ข-11 ค่าความเข้มข้นของตะกั่วในน้ำชะละลายก่อนตัวอย่างของซีเมนต์หลังการเผาที่อุณหภูมิ 400°ซ หลังผ่านการทำให้เป็นก้อนแข็งโดยผสมกับวัสดุประสานชนิดต่างๆ

เผาที่อุณหภูมิ 800°ซ



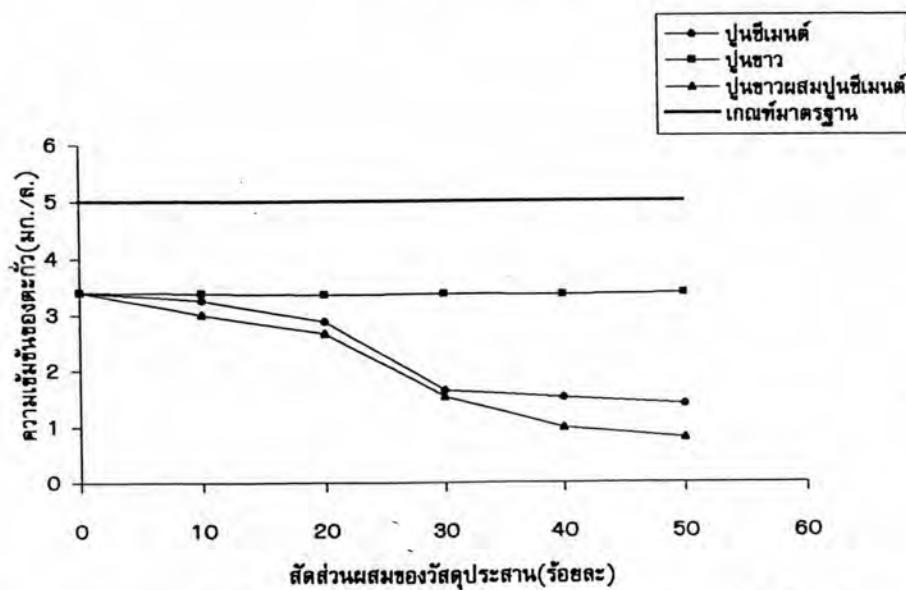
รูปที่ ข-12 ค่าความเข้มข้นของแคดเมียมในน้ำชะละลายก่อนตัวอย่างของซีเมนต์หลังการเผาที่อุณหภูมิ 800°ซ หลังผ่านการทำให้เป็นก้อนแข็งโดยผสมกับวัสดุประสานชนิดต่างๆ

เผาที่อุณหภูมิ 800° ซ

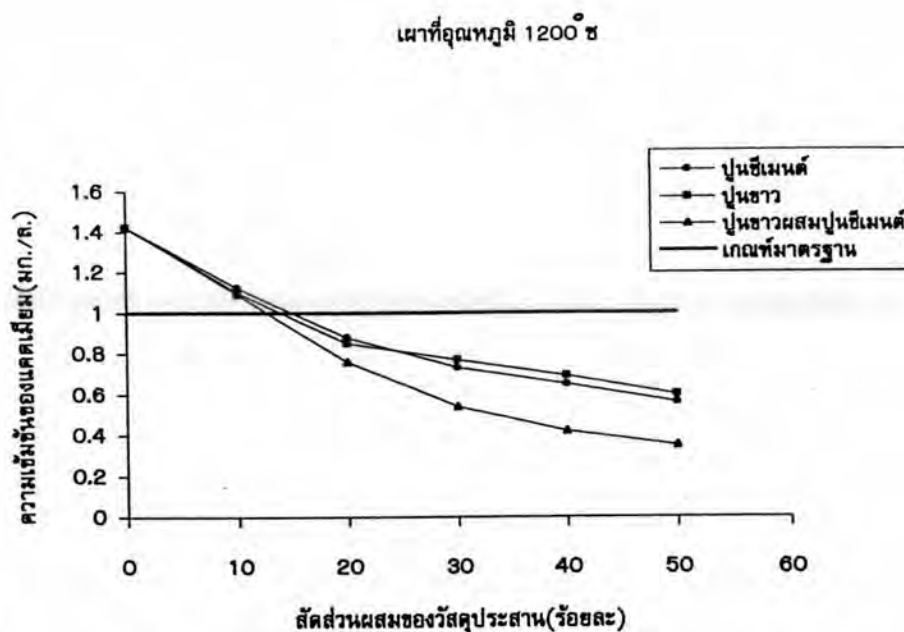


รูปที่ ข-13 ค่าความเข้มข้นของพรอทในน้ำชะละลายก่อนตัวอย่างของซีเมนต์้าหลังการเผาที่อุณหภูมิ 800° ซ หลังผ่านการทำให้เป็นก้อนแข็งโดยผสมกับวัสดุประสานชนิดต่างๆ

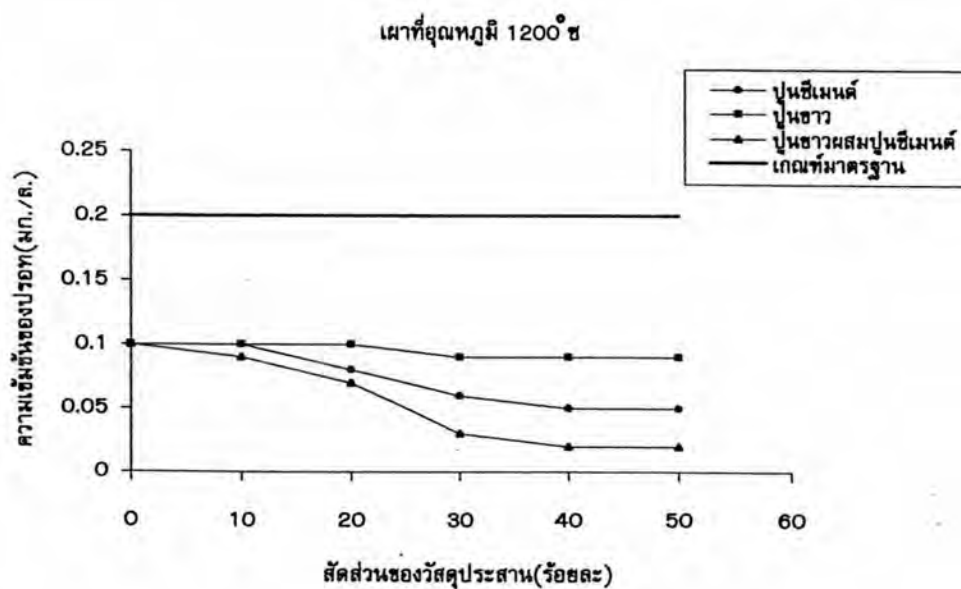
เผาที่อุณหภูมิ 800° ซ



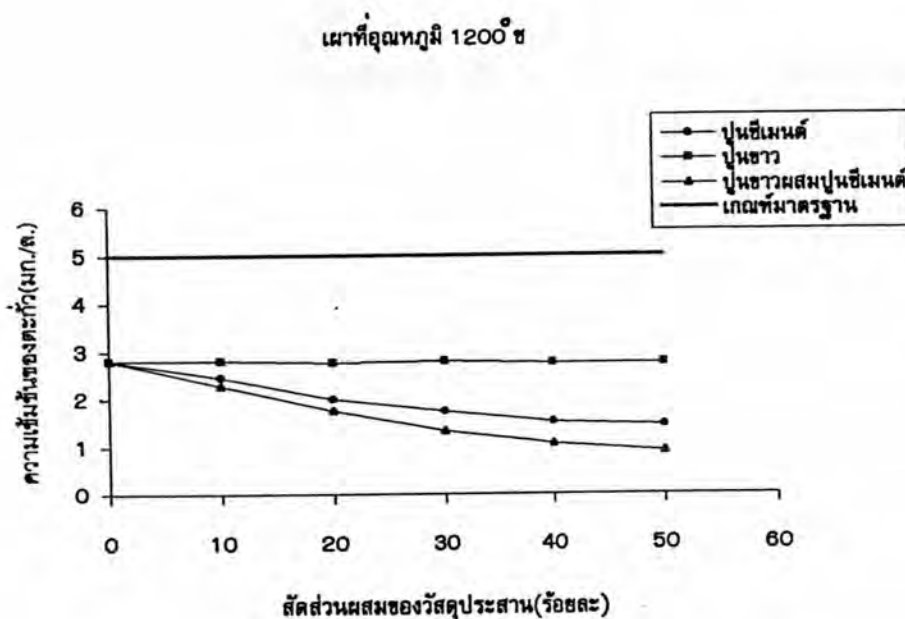
รูปที่ ข-14 ค่าความเข้มข้นของตะกั่วในน้ำชะละลายก่อนตัวอย่างของซีเมนต์้าหลังการเผาที่อุณหภูมิ 800° ซ หลังผ่านการทำให้เป็นก้อนแข็ง โดยผสมกับวัสดุประสานชนิดต่างๆ



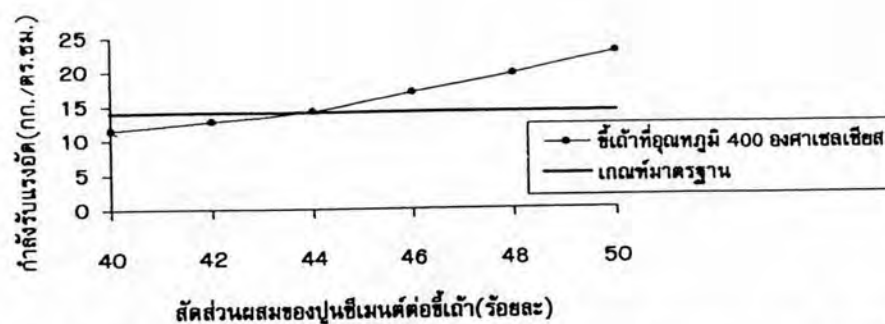
รูปที่ ข-15 ค่าความเข้มข้นของแคลเซียมในน้ำชะละลายก่อนตัวอย่างของซีเมนต์หลังการเผาที่อุณหภูมิ 1,200°ซ หลังผ่านการทำให้เป็นก้อนแข็ง โดยผสมกับวัสดุประสานชนิดต่างๆ



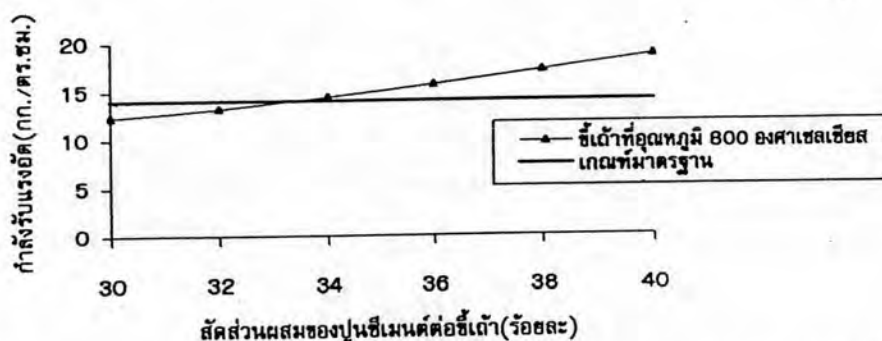
รูปที่ ข-16 ค่าความเข้มข้นของปรอทในน้ำชะละลายก่อนตัวอย่างของซีเมนต์หลังการเผาที่อุณหภูมิ 1,200°ซ หลังผ่านการทำให้เป็นก้อนแข็ง โดยผสมกับวัสดุประสานชนิดต่างๆ



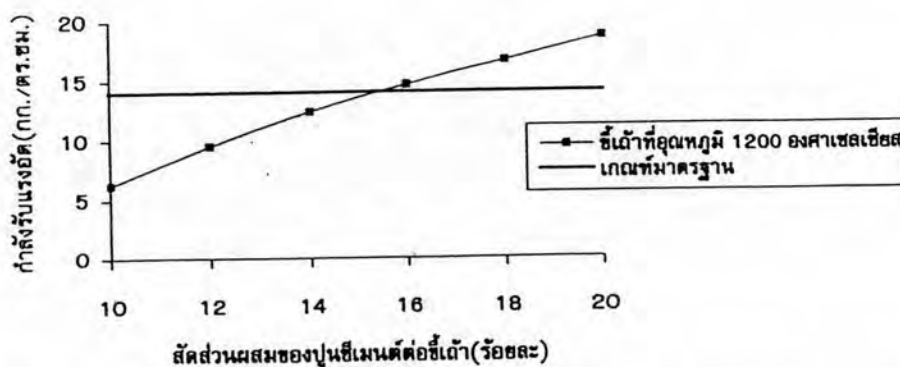
รูปที่ ช-17 ค่าความเข้มข้นของตะกั่วในน้ำชะละลายก่อนตัวอย่างของซีเมนต์หลังการเผาที่อุณหภูมิ 1,200°ซ หลังผ่านการทำให้เป็นก้อนแข็ง โดยผสมกับวัสดุประสานชนิดต่างๆ



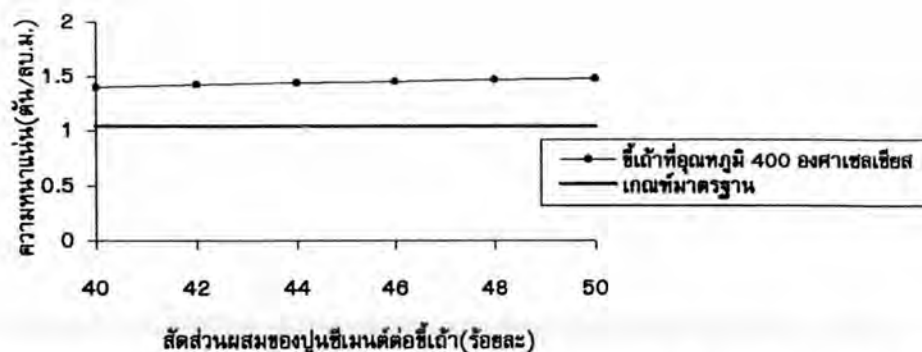
รูปที่ ข-18 ค่ากำลังรับแรงอัดของกอนตัวอย่างซีเถ้าหลังการเผาที่อุณหภูมิ 400°ซ ที่ผ่านการทำให้เป็นกอนแข็งโดยใช้ปูนซีเมนต์เป็นวัสดุประสาน ในขั้นตอนการทดสอบการหาสัดส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุด



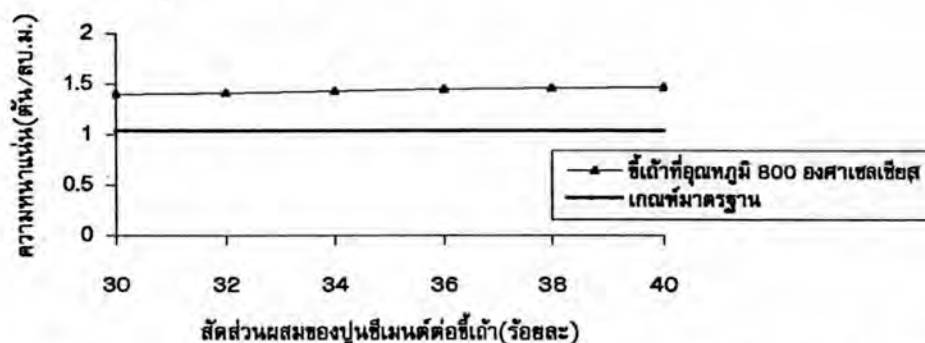
รูปที่ ข-19 ค่ากำลังรับแรงอัดของกอนตัวอย่างซีเถ้าหลังการเผาที่อุณหภูมิ 800°ซ ที่ผ่านการทำให้เป็นกอนแข็งโดยใช้ปูนซีเมนต์เป็นวัสดุประสาน ในขั้นตอนการทดสอบการหาสัดส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุด



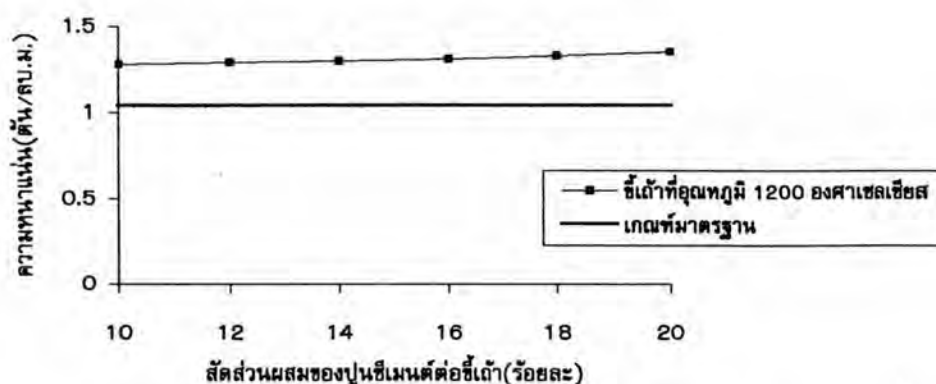
รูปที่ ข-20 ค่ากำลังรับแรงอัดของกอนตัวอย่างซีเถ้าหลังการเผาที่อุณหภูมิ 1,200°ซ ที่ผ่านการทำให้เป็นกอนแข็งโดยใช้ปูนซีเมนต์เป็นวัสดุประสาน ในขั้นตอนการทดสอบการหาสัดส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุด



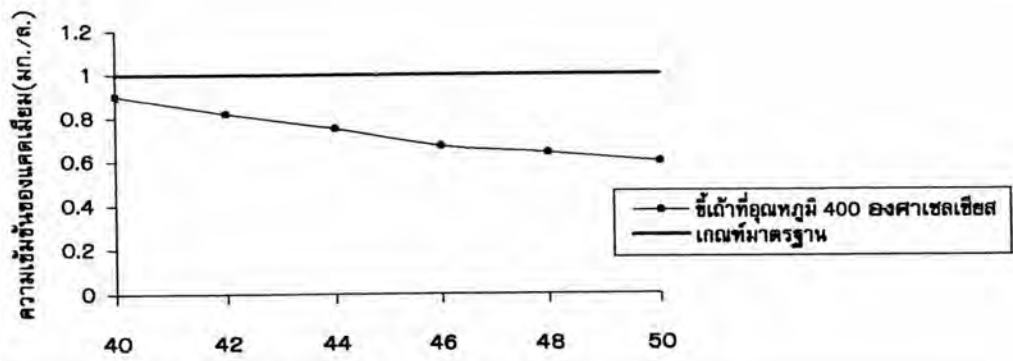
รูปที่ ข-21 ค่าความหนาแน่นของก้อนตัวอย่างซีเมนต์หลังการเผาที่อุณหภูมิ 400°ซ ที่ผ่านการทำให้เป็นก้อนแข็งโดยใช้ปูนซีเมนต์เป็นวัสดุประสาน ในขั้นตอนการทดสอบการหาสัดส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุด



รูปที่ ข-22 ค่าความหนาแน่นของก้อนตัวอย่างซีเมนต์หลังการเผาที่อุณหภูมิ 800°ซ ที่ผ่านการทำให้เป็นก้อนแข็งโดยใช้ปูนซีเมนต์เป็นวัสดุประสาน ในขั้นตอนการทดสอบการหาสัดส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุด

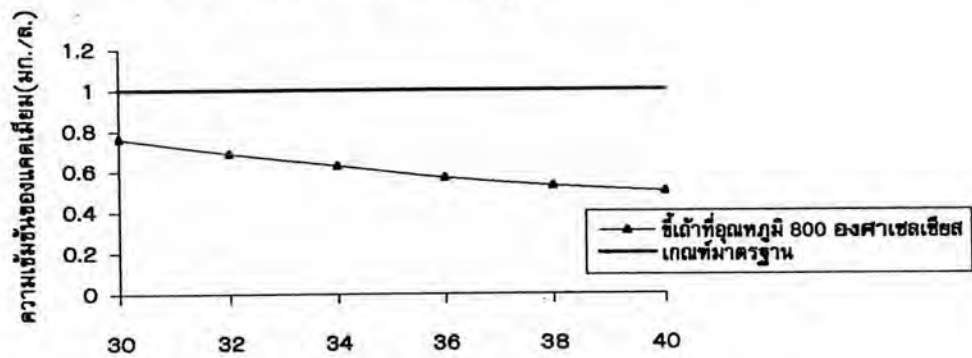


รูปที่ ข-23 ค่าความหนาแน่นของก้อนตัวอย่างซีเมนต์หลังการเผาที่อุณหภูมิ 1,200°ซ ที่ผ่านการทำให้เป็นก้อนแข็งโดยใช้ปูนซีเมนต์เป็นวัสดุประสาน ในขั้นตอนการทดสอบการหาสัดส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุด



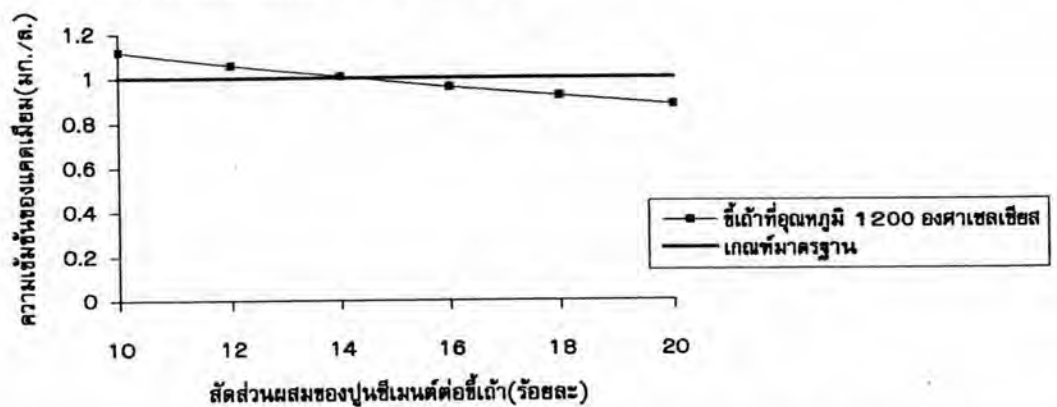
สัดส่วนผสมของปูนซีเมนต์ต่อซีเมนต์ (ร้อยละ)

รูปที่ ข-24 ค่าความเข้มข้นของแคลเซียมหลังการเผาที่อุณหภูมิ 400°ซ ที่ผ่าน การทำให้เป็นก้อนแข็งโดยใช้ปูนซีเมนต์เป็นวัสดุประสาน ในขั้นตอนการทดสอบ การหาสัดส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุด

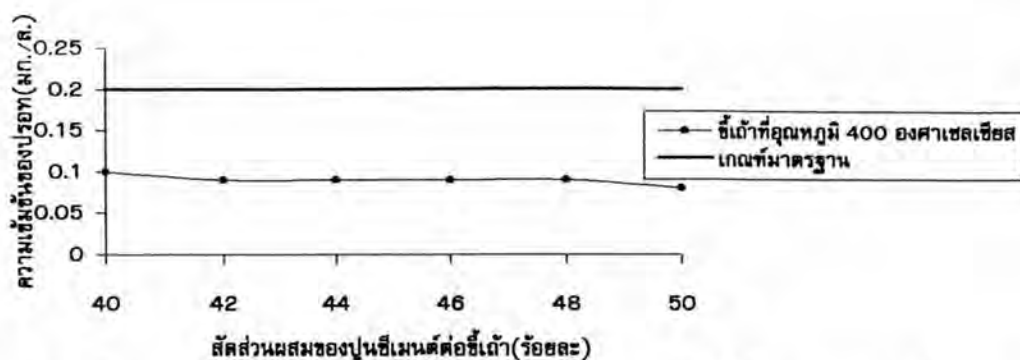


สัดส่วนผสมของปูนซีเมนต์ต่อซีเมนต์ (ร้อยละ)

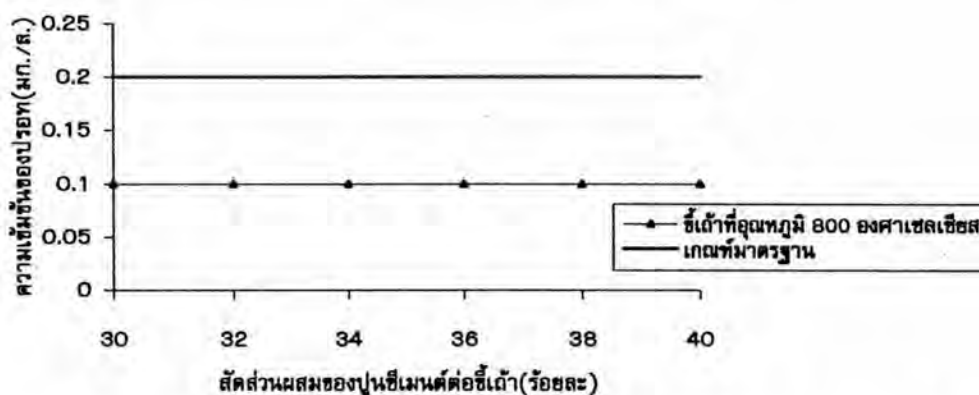
รูปที่ ข-25 ค่าความเข้มข้นของแคลเซียมหลังการเผาที่อุณหภูมิ 800°ซ ที่ผ่าน การทำให้เป็นก้อนแข็งโดยใช้ปูนซีเมนต์เป็นวัสดุประสาน ในขั้นตอนการทดสอบ การหาสัดส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุด



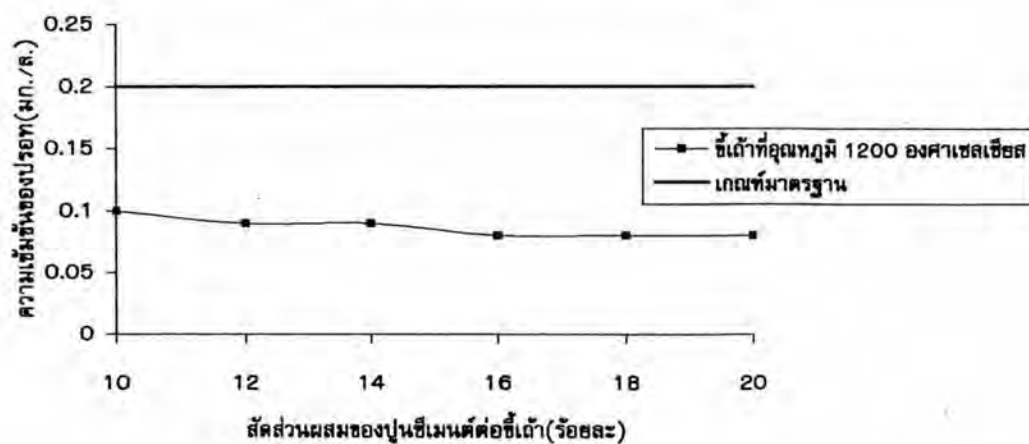
รูปที่ ข-26 ค่าความเข้มข้นของแคลเซียมหลังการเผาที่อุณหภูมิ 1,200°ซ ที่ผ่าน การทำให้เป็นก้อนแข็งโดยใช้ปูนซีเมนต์เป็นวัสดุประสาน ในขั้นตอนการทดสอบ การหาสัดส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุด



รูปที่ ข-27 ค่าความเข้มข้นของปรอทในน้ำชะละลายก่อนตัวอย่างซีเมนต์หลังการเผาที่อุณหภูมิ 400°ซ ที่ผ่านการทำให้เป็นก้อนแข็งโดยใช้ปูนซีเมนต์เป็นวัสดุประสาน ในขั้นตอนการทดสอบการหาสัดส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุด



รูปที่ ข-28 ค่าความเข้มข้นของปรอทในน้ำชะละลายก่อนตัวอย่างซีเมนต์หลังการเผาที่อุณหภูมิ 800°ซ ที่ผ่านการทำให้เป็นก้อนแข็งโดยใช้ปูนซีเมนต์เป็นวัสดุประสาน ในขั้นตอนการทดสอบการหาสัดส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุด



รูปที่ ข-29 ค่าความเข้มข้นของปรอทในน้ำชะละลายก่อนตัวอย่างซีเมนต์หลังการเผาที่อุณหภูมิ 1,200°ซ ที่ผ่านการทำให้เป็นก้อนแข็งโดยใช้ปูนซีเมนต์เป็นวัสดุประสาน ในขั้นตอนการทดสอบการหาสัดส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุด

ภาคผนวก ค.
รายการคำนวณ

ค. 1 การคำนวณปริมาณกากตะกอนน้ำมันดิบ

จากข้อมูลของโรงกลั่นน้ำมัน พบว่า ปริมาณกากตะกอนน้ำมันดิบ จะเกิดขึ้นประมาณ ร้อยละ 0.012 ของปริมาณน้ำมันดิบทั้งหมด ดังนั้นสามารถคำนวณหาปริมาณกากตะกอนน้ำมันดิบที่เกิดขึ้นต่อปีได้ดังนี้

ปี พ.ศ. 2535	เกิดขึ้นประมาณ		$17,632 \times 0.012/100$	ล้านลิตร
		=	2.1	ล้านลิตร
ปี พ.ศ. 2536	เกิดขึ้นประมาณ		$20,243 \times 0.012/100$	ล้านลิตร
		=	2.4	ล้านลิตร
ปี พ.ศ. 2537	เกิดขึ้นประมาณ		$23,181 \times 0.012/100$	ล้านลิตร
		=	2.8	ล้านลิตร
ปี พ.ศ. 2538	เกิดขึ้นประมาณ		$27,617 \times 0.012/100$	ล้านลิตร
		=	3.3	ล้านลิตร
ปี พ.ศ. 2539	เกิดขึ้นประมาณ		$38,197 \times 0.012/100$	ล้านลิตร
		=	4.6	ล้านลิตร
ปี พ.ศ. 2540	เกิดขึ้นประมาณ		$42,242 \times 0.012/100$	ล้านลิตร
(เดือนมกราคม-สิงหาคม)		=	5.1	ล้านลิตร

ค. 2 การคำนวณหาประสิทธิภาพในการกำจัดโลหะหนัก

จากการวิเคราะห์หาปริมาณความเข้มข้นของโลหะหนักในกากตะกอนน้ำมันดิบ พบความเข้มข้นของ อาร์เซนิก น้อยกว่า 0.01 มก./ล., แคดเมียม 2.64 มก./ล., โครเมียม 4.80 มก./ล. โปรท 10.95 มก./ล. และตะกั่ว 10.28 มก./ล.

ดังนั้นสามารถคำนวณหาประสิทธิภาพในการกำจัดโลหะหนักของกากตะกอนน้ำมันดิบ ทั้ง 4 ตัว คือ แคดเมียม, โครเมียม, โปรท และตะกั่ว (ค่าความเข้มข้นของอาร์เซนิกนั้นไม่พบในกากตะกอนน้ำมันดิบ) หลังจากนำกากตะกอนน้ำมันดิบมาเผาเป็นซีเถ้าที่อุณหภูมิ 400, 800 และ 1,200 °C จากนั้นทำเสถียรด้วยวัสดุประสานที่คัดเลือกแล้วว่าเหมาะสมที่สุดจากขั้นตอนการทดสอบหาสัดส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุด

$$\text{จากสูตร : ประสิทธิภาพของการกำจัดโลหะหนัก} = \frac{\text{Co} - \text{Cs} \times 100}{\text{Co}}$$

Cs = ความเข้มข้นของโลหะหนักในน้ำชะละลายซีเถ้า หลังจากการเผาแล้ว นำมาผ่านการทำให้เป็นก้อนแข็งโดยวัสดุประสาน (มก./ล.)

Co = ความเข้มข้นของโลหะหนักในน้ำชะละลายของกากตะกอนน้ำมันดิบ (มก./ล.)

1. ซีเถ้าหลังการเผาที่อุณหภูมิ 400 °C

ในน้ำชะละลายก่อนตัวอย่างที่ใช้สัดส่วนปูนซีเมนต์ต่อซีเถ้าร้อยละ 44 พบปริมาณแคดเมียม 0.75 มก./ล., โครเมียม น้อยกว่า 0.2 มก./ล., โปรท 0.09 มก./ล. และตะกั่ว 2.90 มก./ล. ดังนั้นสามารถคำนวณหาประสิทธิภาพของการกำจัดโลหะหนักได้ดังนี้ (ร้อยละ)

$$\text{: แคดเมียม} = \frac{2.64 - 0.75 \times 100}{2.64}$$

$$= 71.6$$

$$\text{: โครเมียม} = \frac{4.80 - 0.20 \times 100}{4.80}$$

$$= 95.8$$

$$\text{: โปรท} = \frac{10.95 - 0.09 \times 100}{10.95}$$

$$= 99.2$$

$$\begin{aligned} \text{: ตะกั่ว} &= \frac{10.28 - 2.90}{10.28} \times 100 \\ &= 71.8 \end{aligned}$$

2. ซีเมนต์หลังการเผาที่อุณหภูมิ 800°ซ

ในน้ำชะละลายก่อนตัวอย่างที่ใช้สัดส่วนปูนซีเมนต์ต่อซีเมนต์ ร้อยละ 34 พบ ปริมาณแคลเซียม 0.63 มก./ล.,โครเมียม น้อยกว่า 0.2 มก./ล.,ปรอท 0.10 มก./ล. และ ตะกั่ว 1.59 มก./ล. ดังนั้นสามารถคำนวณประสิทธิภาพของการกำจัด โลหะหนักได้ดังนี้ (ร้อยละ)

$$\begin{aligned} \text{: แคลเซียม} &= \frac{2.64 - 0.63}{2.64} \times 100 \\ &= 76.1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{: โครเมียม} &= \frac{4.80 - 0.20}{4.80} \times 100 \\ &= 95.8 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{: ปรอท} &= \frac{10.95 - 0.10}{10.95} \times 100 \\ &= 99.1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{: ตะกั่ว} &= \frac{10.28 - 1.59}{10.28} \times 100 \\ &= 84.5 \end{aligned}$$

3. ซีเมนต์หลังการเผาที่อุณหภูมิ 1200°ซ

ในน้ำชะละลายก่อนตัวอย่างที่ใช้สัดส่วนปูนซีเมนต์ต่อซีเมนต์ ร้อยละ 16 พบ ปริมาณแคลเซียม 0.96 มก./ล.,โครเมียม น้อยกว่า 0.2 มก./ล.,ปรอท 0.08 มก./ล. และ ตะกั่ว 2.16 มก./ล. ดังนั้นสามารถคำนวณประสิทธิภาพของการกำจัด โลหะหนักได้ดังนี้ (ร้อยละ)

$$\begin{aligned} \text{: แคลเซียม} &= \frac{2.64 - 0.96}{2.64} \times 100 \\ &= 63.6 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{: โครเมียม} &= \frac{4.80 - 0.20}{4.80} \times 100 \\ &= 95.8 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{: ปรอท} &= \frac{10.95 - 0.08}{10.95} \times 100 \\ &= 99.3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{: ตะกั่ว} &= \frac{10.28 - 2.16}{10.28} \times 100 \\ &= 78.9 \end{aligned}$$

ค. 3 การประมาณค่าใช้จ่ายในการกำจัดกากตะกอนน้ำมันดิบ

ค่าใช้จ่ายในการกำจัดกากตะกอนน้ำมันดิบ จำแนกออกได้ดังนี้

1. ค่าบริการขนส่งกากตะกอนน้ำมันดิบจากโรงกลั่นน้ำมัน
2. ค่าใช้จ่ายในการเผากากตะกอนน้ำมันดิบ
3. ค่าใช้จ่ายในการทำให้เป็นก้อนตะกอนแข็ง
4. ค่าขนส่งและขนย้ายไปยังหลุมฝังกลบ
5. ค่าฝังกลบ

1. ค่าบริการขนส่งกากตะกอนน้ำมันดิบจากโรงกลั่น

อัตราขนส่งเท่ากับ 2.5 บาท/ตัน/กิโลเมตร (ใช้อัตราของศูนย์กำจัดกากอุตสาหกรรมฯ สมุดดำ)
ระยะทางจากโรงกลั่นน้ำมันถึงสมุดดำ เท่ากับ 50 กิโลเมตร
ค่าขนส่งไป-กลับ เท่ากับ $2.5 \times 50 \times 2 = 250$ บาทต่อตัน

2. ค่าใช้จ่ายในการเผากากตะกอนน้ำมันดิบ

เผาที่อุณหภูมิ 400°C = 3,800 บาทต่อตันกากตะกอนน้ำมันดิบ

เผาที่อุณหภูมิ 800°C = 4,500 บาทต่อตันกากตะกอนน้ำมันดิบ

เผาที่อุณหภูมิ $1,200^{\circ}\text{C}$ = 6,000 บาทต่อตันกากตะกอนน้ำมันดิบ

(อัตราการเผาของนิคมอุตสาหกรรมบางพลี)

3. ค่าใช้จ่ายในการทำให้เป็นก้อนตะกอนแข็ง

แบ่งออกเป็น

- ค่าวัสดุที่ใช้
- ค่าแรงงาน

3.1 ซีเมนต์หลังการเผาที่อุณหภูมิ 400°C

ปริมาณปูนซีเมนต์ที่ใช้เท่ากับ ร้อยละ 44 ต่อน้ำหนักซีเมนต์

ปริมาณกากตะกอนน้ำมันดิบ 1 ตัน หลังเผาที่อุณหภูมิ 400°C เกิดซีเมนต์ประมาณ 0.50 ตัน

ราคาปูนซีเมนต์ตามท้องตลาดเท่ากับ 2,000 บาทต่อตัน

ปริมาณปูนซีเมนต์ที่ใช้ = 0.5×0.44

= 0.22 ตันต่อกากตะกอนน้ำมันดิบ

ค่าใช้จ่ายสำหรับปูนซีเมนต์ = $0.22 \times 2,000$

= 440 บาทต่อตันกากตะกอนน้ำมันดิบ

ค่าแรงร้อยละ 20 ของราคาวัสดุ = 0.2×440

= 88 บาทต่อตันกากตะกอนน้ำมันดิบ

รวมค่าใช้จ่ายในการทำให้เป็นก้อนแข็ง = $440 + 88$

= 528 บาทต่อตันกากตะกอนน้ำมันดิบ

3.2 ซีเมนต์หลังการเผาที่อุณหภูมิ 800°ซ

ปริมาณปูนซีเมนต์ที่ใช้ เท่ากับร้อยละ 34 ต่อน้ำหนักซีเมนต์
 กากตะกอนน้ำมันดิบ 1 ตัน หลังการเผาที่อุณหภูมิ 800°ซ เกิดซีเมนต์ประมาณ 0.45 ตัน

$$\begin{aligned} \text{ปริมาณปูนซีเมนต์ที่ใช้} &= 0.45 \times 0.34 \\ &= 0.153 \text{ ตันต่อตันกากตะกอนน้ำมันดิบ} \\ \text{ราคาปูนซีเมนต์ตามท้องตลาดเท่ากับ} & 2,000 \text{ บาทต่อตัน} \\ \text{ค่าใช้จ่ายสำหรับปูนซีเมนต์} &= 0.153 \times 2,000 \\ &= 306 \text{ บาทต่อตันกากตะกอนน้ำมันดิบ} \\ \text{ค่าแรงร้อยละ 20 ของราคาวัสดุ} &= 0.2 \times 306 \\ &= 61.2 \text{ บาทต่อตันกากตะกอนน้ำมันดิบ} \\ \text{รวมค่าใช้จ่ายในการทำให้เป็นก้อนแข็ง} &= 306 + 61.2 \\ &= 367.2 \text{ บาทต่อตันกากตะกอนน้ำมันดิบ} \end{aligned}$$

3.3 ซีเมนต์หลังการเผาที่อุณหภูมิ 1,200°ซ

ปริมาณปูนซีเมนต์ที่ใช้เท่ากับ ร้อยละ 16 ต่อน้ำหนักซีเมนต์
 ปริมาณกากตะกอนน้ำมันดิบ 1 ตัน หลังเผาที่อุณหภูมิ 1,200°ซ เกิดซีเมนต์ประมาณ 0.40 ตัน

ราคาปูนซีเมนต์ตามท้องตลาดเท่ากับ 2,000 บาทต่อตัน

$$\begin{aligned} \text{ปริมาณปูนซีเมนต์ที่ใช้} &= 0.40 \times 0.16 \\ &= 0.064 \text{ ตันต่อตันกากตะกอนน้ำมันดิบ} \\ \text{ค่าใช้จ่ายสำหรับปูนซีเมนต์} &= 0.064 \times 2,000 \\ &= 128 \text{ บาทต่อตันกากตะกอนน้ำมันดิบ} \\ \text{ค่าแรงร้อยละ 20 ของราคาวัสดุ} &= 0.2 \times 128 \\ &= 25.6 \text{ บาทต่อตันกากตะกอนน้ำมันดิบ} \\ \text{รวมค่าใช้จ่ายในการทำให้เป็นก้อนแข็ง} &= 128 + 25.6 \\ &= 153.6 \text{ บาทต่อตันกากตะกอนน้ำมันดิบ} \end{aligned}$$

4. ค่าขนส่งและขนย้ายไปยังหลุมฝังกลบ

อัตราขนส่งและขนย้ายซึ่งทางศูนย์กำจัดกากอุตสาหกรรมฯ แสมดำ

อัตราขนส่งเท่ากับ 140 บาทต่อตันบรรทุก

อัตราขนย้ายเท่ากับ 250 บาทต่อตันบรรทุก

4.1 ซีเมนต์หลังการเผาที่อุณหภูมิ 400°ซ

กากตะกอนน้ำมันดิบ 1 ตัน หลังเผาได้ซีเมนต์ประมาณ 0.50 ตัน และเมื่อทำการผสมปูนซีเมนต์ 0.22 ตัน

$$\begin{aligned} \text{ได้ก้อนแข็งหนัก} &= 0.50 + 0.22 \\ &= 0.72 \text{ ตัน} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้นค่าขนส่งและขนย้าย} &= 0.72 (140+250) \\ &= 280.8 \text{ บาทต่อตันกากตะกอนน้ำมันดิบ} \end{aligned}$$

4.2 ซีเมนต์หลังการเผาที่อุณหภูมิ 800°ซ
 กากตะกอนน้ำมันดิบ 1 ตัน หลังเผาได้ซีเมนต์ประมาณ 0.45 ตัน และผสมกับปูนขาว
 ปูนปูนซีเมนต์หนัก 0.153 ตัน

$$\begin{aligned} \text{ได้ก้อนแข็งหนัก} &= 0.45 + 0.153 \\ &= 0.60 \quad \text{ตัน} \\ \text{ดังนั้นค่าขนส่งและขนย้าย} &= 0.6 (140+250) \\ &= 235 \text{ บาทต่อตันกากตะกอนน้ำมันดิบ} \end{aligned}$$

4.3 ซีเมนต์หลังการเผาที่อุณหภูมิ 1,200°ซ
 กากตะกอนน้ำมันดิบ 1 ตัน หลังเผาได้ซีเมนต์ 0.40 ตัน และเมื่อทำการผสมปูนซีเมนต์
 0.064 ตัน

$$\begin{aligned} \text{ได้ก้อนแข็งหนัก} &= 0.40 + 0.064 \\ &= 0.464 \quad \text{ตัน} \\ \text{ดังนั้นค่าขนส่งและขนย้าย} &= 0.464 (140+250) \\ &= 180 \text{ บาทต่อตันกากตะกอนน้ำมันดิบ} \end{aligned}$$

5. ค่าฝังกลบ

ในส่วนนี้ทางศูนย์กำจัดกากอุตสาหกรรมฯ แสมดำ จะคิดเฉพาะค่าฝังกลบเท่ากับ 450 บาท/
 ตันบรรจุทุก (ไม่คิดค่าพื้นที่)

5.1 ซีเมนต์หลังการเผาที่อุณหภูมิ 400°ซ

$$\begin{aligned} \text{น้ำหนักรวม} &= 0.72 \quad \text{ตัน} \\ \text{ดังนั้นค่าฝังกลบ} &= 0.72 \times 450 \text{ บาทต่อตันกากตะกอนน้ำมันดิบ} \\ &= 324 \text{ บาทต่อตันกากตะกอนน้ำมันดิบ} \end{aligned}$$

5.2 ซีเมนต์หลังการเผาที่อุณหภูมิ 800°ซ

$$\begin{aligned} \text{น้ำหนักรวม} &= 0.60 \quad \text{ตัน} \\ \text{ดังนั้นค่าฝังกลบ} &= 0.60 \times 450 \text{ บาทต่อตันกากตะกอนน้ำมันดิบ} \\ &= 270 \text{ บาทต่อตันกากตะกอนน้ำมันดิบ} \end{aligned}$$

5.1 ซีเมนต์หลังการเผาที่อุณหภูมิ 1,200°ซ

$$\begin{aligned} \text{น้ำหนักรวม} &= 0.464 \quad \text{ตัน} \\ \text{ดังนั้นค่าฝังกลบ} &= 0.464 \times 450 \text{ บาทต่อตันกากตะกอนน้ำมันดิบ} \\ &= 208.8 \text{ บาทต่อตันกากตะกอนน้ำมันดิบ} \end{aligned}$$

ภาคผนวก ง
วิธีมาตรฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์

ง. 1 Compressive Strength of Hydraulic Cement มอร์ตาร์ (Using 2 In or 50 mm cube specimens) ASTM C 109-86

วัตถุประสงค์

เพื่อหาค่ากำลังรับแรงอัดของมอร์ตาร์โดยใช้แบบหล่อแท่งตัวอย่างขนาดลูกบาศก์ 2 นิ้ว หรือ 50 มม.

อุปกรณ์

1. เครื่องชั่ง 2000 กรัม อ่านได้ละเอียด 0.2 กรัม
2. กระบอกตวง 500 มิลลิลิตร อ่านได้ละเอียด 10 มิลลิลิตร และ 500 มิลลิลิตร อ่านได้ละเอียด 25 มิลลิลิตร
3. แบบหล่อตัวอย่างขนาดลูกบาศก์ 2 นิ้ว หรือ 50 มม.
4. Tamper ทำด้วยยางแข็ง หรือไม้โอ๊ก(OAK)ที่แช่ในพาราฟินประมาณ 15 นาที ที่อุณหภูมิ 200°ซ มีขนาดหน้าตัด 1/2 x 1 นิ้ว มีความยาว 5-6 นิ้ว ปลายตัดเรียบตั้งฉากกับแกนจับ
5. เกรียงเหล็กมีหน้ากว้างของใบ 4-6 นิ้ว
6. Testing Machine มีความถูกต้องในการอ่านค่าแรงที่กดได้ $\pm 1\%$ ของค่าแรงสูงสุด

อุณหภูมิและความชื้น

1. อุณหภูมิของอุปกรณ์และบริเวณที่จะทำการทดสอบอยู่ในช่วง 20-27.5 °ซ
2. อุณหภูมิของน้ำใช้ในการผสมมอร์ตาร์ 23 ± 1.7 °ซ
3. ความชื้นสัมพัทธ์ในขณะเตรียมตัวอย่างต้องไม่น้อยกว่า 50 %
4. ความชื้นสัมพัทธ์ของที่บ่มตัวอย่างไม่น้อยกว่า 95 %

การเตรียมแบบหล่อตัวอย่าง

1. ทาน้ำมันบางๆที่ผิวด้านในของแบบหล่อกับฐาน
2. ทาน้ำมันชนิดข้นหรือจารบีระหว่างตัวแบบหล่อกับฐาน
3. เช็ดน้ำมันส่วนเกินออกจากแบบหล่อ
4. ใช้จารบีทารอยต่อระหว่างแบบหล่อกับฐานที่ด้านนอก

หมายเหตุ ในงานวิจัยนี้ ก่อนตัวอย่างจะต้องนำไปหาค่าปริมาณโลหะหนักในน้ำชะละลาย ดังนั้น ในขั้นตอนการเตรียมแบบหล่อตัวอย่างจึงไม่ทาน้ำมันเคลือบผิวด้านในของแบบหล่อ

วิธีการทดสอบ

1. การหล่อตัวอย่าง

การหล่อตัวอย่างต้องหล่อให้เสร็จภายในเวลาไม่เกิน 2 นาที และ 30 วินาที หลังจากผสมเสร็จ การหล่อจะแบ่งเป็น 2 ชั้น โดยชั้นแรกจะหนาประมาณ 1 นิ้ว หรือ 25 มม. แล้วใช้ Tamper กระทุ้งชั้นละ 16 ครั้ง โดย 8 ครั้งแรกจะมีทิศทางตั้งฉากกับ 8 ครั้งหลัง ให้ใช้แรงกระทุ้งพอประมาณและเท่ากันตลอด การเติมส่วนผสมครั้งที่ 2 ให้เลยขอบแบบหล่อเล็กน้อยและใช้มือป้อนขณะกระทุ้งเช่นเดียวกับชั้นแรก เมื่อเสร็จแล้วให้ใช้เกรียงปาดส่วนเกินออกในลักษณะคล้ายเลื่อย

2. การบ่มตัวอย่าง

หลังจากหล่อเสร็จให้นำตัวอย่างพร้อมแบบหล่อเก็บไว้ในที่ชื้นทันที และถอดแบบในเวลา 20-24 ชม. หลังจาก 24 ชม. แล้ว ให้แช่ตัวอย่างในสารละลาย Saturated lime water ยกเว้นในกรณีจะทดสอบที่ 24 ชม. และการควบคุมอุณหภูมิของสารละลายให้อยู่ระหว่าง $23 \pm 1.7^{\circ}\text{C}$

3. การหาค่ากำลังรับแรงอัด

ให้กระทำในช่วงเวลาคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้

เวลาที่ทดสอบ	ช่วงเวลาคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้
1 วัน	$\pm 1/2$ ชม.
3 วัน	± 1 ชม.
7 วัน	± 3 ชม.
28 วัน	± 12 ชม.

นำก้อนตัวอย่างที่จะทดสอบ วัดพื้นที่หน้าตัดที่จะให้แรงกด โดยใช้ด้านที่สัมผัสกับแบบหล่อ เชิดผิวหน้าทั้ง 2 ด้าน ให้สะอาดปราศจากเม็ดทราย การให้แรงกดผิวหน้าของเครื่องมือทั้ง 2 ด้านที่สัมผัสกับก้อนตัวอย่างจะต้องเรียบและมี ball ติดตั้งอยู่ด้านบนของ Top Plate ในการให้แรงกดกับแท่งตัวอย่าง จะต้องอยู่ในแนวศูนย์กลางของเครื่องโดยเวลาที่ใช้ในการทดสอบควรอยู่ในเวลา 20-80 วินาที

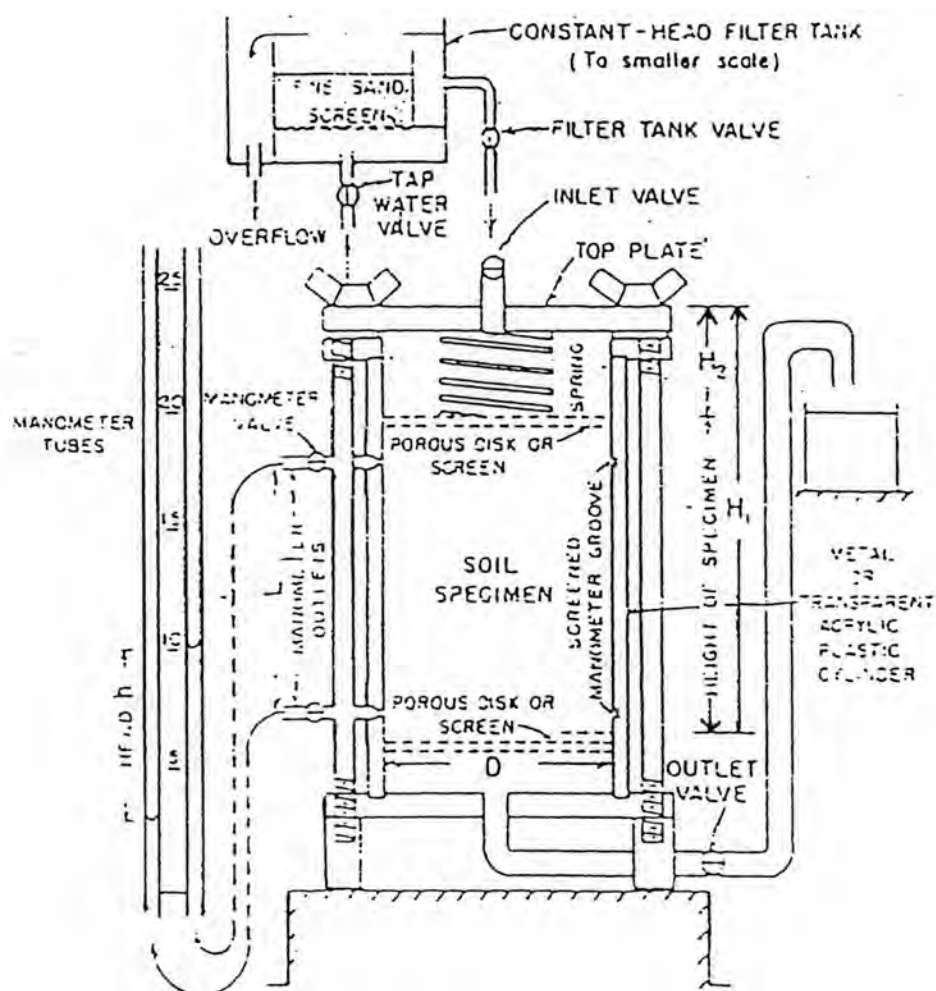
4. การคำนวณ

บันทึกค่าแรงกดสูงสุดจากเครื่องกดและคำนวณในค่าของ กก./ตร.ซม. โดยให้คำนวณความละเอียดถึง 0.1 กก./ตร.ซม. หรือ kpa โดยคำนวณความละเอียดถึง 10 kpa
ก้อนตัวอย่างที่ไม่สมบูรณ์ในการทดสอบแต่ละครั้ง หากมีผลการทดสอบของแท่งตัวอย่างใดที่มีค่าเบี่ยงเบนเกินกว่า 10 % ของค่าเฉลี่ย ควรตัดผลการทดสอบนั้นออกและนำก้อนใหม่มาวัดแทน

ง. 2 Permeability of granular soils (constant head) ASTM D2434-68

อุปกรณ์

เครื่องมือแสดงดังรูป



อุปกรณ์ทดสอบความให้ซึมได้

วิธีการทดลอง

1. เตรียมก้อนตัวอย่างใส่ในแบบสำหรับทดสอบ วัดเส้นผ่าศูนย์กลางและความยาวของตัวอย่างพร้อมทั้งชั่งน้ำหนัก
2. นำก้อนตัวอย่างมาติดตั้งท่อน้ำเข้าและออก และปล่อยน้ำเข้าในขณะเดียวกันก็ระบายอากาศออกทางตอนบนของก้อนตัวอย่าง น้ำเริ่มระบายออกโดยไม่มีฟองอากาศ แล้วปิดวาล์วระบาย
3. เปิดวาล์วทางน้ำออกจนไม่มีฟองอากาศแล้วปิด ปล่อยตัวอย่างให้ชุ่มน้ำอย่างน้อย 12 ชม. สำหรับดินเหนียว แต่สำหรับตัวอย่างทรายให้ทำการทดสอบได้ทันที
4. เริ่มทำการทดสอบโดยเปิดวาล์วทางน้ำออก แล้วจับเวลาเป็นวินาที เมื่อปริมาตรน้ำที่วัดจากกระบอกตรงได้ 100 ลบ.ซม. จดบันทึกเวลาและอุณหภูมิ น้ำ ทำซ้ำกันอย่างน้อย 5 ครั้ง

การคำนวณผลการทดลอง

นำข้อมูลเฉลี่ยที่ได้ แทนลงในสมการดังนี้

$$k = QL/Ah$$

k = ความให้ซึมได้ (ซม./วินาที)

Q = อัตราไหล (ลบ.ซม./วินาที)

A = พื้นที่หน้าตัดของตัวอย่าง (ตร.ซม)

h/L = ไฮโดรลิกเกรเดียน

ง.๓ การเตรียมตัวอย่างเพื่อหาโลหะหนักในน้ำชะละลาย

หลังจากทำการชะละลายก่อนแข็งที่ได้จากการทดลอง นำตัวอย่างน้ำที่ได้มาทำให้เป็นกรดโดยเติมกรดไนตริกเข้มข้น จำนวน 5 ลบ.ซม./ลบ.ดม. แบ่งตัวอย่างน้ำซึ่งเขย่าให้เข้ากันดีแล้วจำนวน 100 ลบ.ซม. ถ่ายลงในบีกเกอร์ เติมกรดไฮโดรคลอริก (1+1) จำนวน 5 ลบ.ซม. นำไปอุ่นให้ร้อนที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส บนเครื่องอังน้ำหรือเตาไฟฟ้าขนาดประมาณ 15 นาที หลังจากนั้นกรองตัวอย่างน้ำแล้วปรับปริมาตรสุดท้ายให้เท่ากับ 100 ลบ.ซม. ตัวอย่างน้ำที่เตรียมได้นี้พร้อมที่จะนำไปทำการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักในน้ำชะละลายต่อไปโดยใช้เครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์

เครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์แบบเปลวเพลิง

ยี่ห้อ VARIAN รุ่น Spectr AA - 10 PLUS

	ความยาวคลื่น (nm)	ช่วงการทำงานที่เหมาะสม (มก./ล)
แคดเมียม	228.8	0.02 - 3
โครเมียม	357.9	0.06 - 15
ตะกั่ว	217.0	0.1 - 30
สังกะสี	213.9	0.01 - 2

สำหรับวิธี Vapor Generation

อาร์ซีนิก	ช่วงการทำงานที่เหมาะสม = 0.01 - 0.02 มก./ล
ปรอท	ช่วงการทำงานที่เหมาะสม = 0.02 - 0.04 มก./ล

ภาคผนวก จ
ตารางแสดงข้อมูลอ้างอิง

กระบวนการทำให้แข็งตัว(solification techniques)							
ชนิดของกาก ของเสีย	Cement based	Lime based	Thermoplastic	Organic polymer	Glassifica- tion	Encapsula- tion	Self Cementing Technique
สารอินทรีย์ ตัวทำละลาย อินทรีย์และน้ำ มัน	-หน่วยงานแข็ง ตัว -สารพิษจะ ระเหยออกไป ได้	-หน่วยงาน แข็งตัว -สารพิษจะ ระเหยออก ไปได้	สารอินทรีย์จะ ระเหยเมื่อถูก ความร้อน	จะหน่วยงาน แข็งตัวของ polymer	กากของเสีย จะละลายตัวที่ อุณหภูมิสูง	-	-
สารอินทรีย์ที่ เป็นของแข็งเช่น พลาสติก เรซิน	ได้ผลดีมักจะมี ความทนทาน มากขึ้น	ได้ผลดีมัก จะมีความ ทนทานมาก ขึ้น	สามารถใช้เป็น วัสดุประสาน ได้	จะหน่วยงาน แข็งตัวของ polymer	กากของเสีย จะละลายตัวที่ อุณหภูมิสูง	มีความ เหมาะสม ใช้ได้ดี	-
สารอนินทรีย์ ของเสียที่เป็น กรด	ซีเมนต์จะทำ กรดเป็น กลาง	มีความ เหมาะสมใช้ ได้ดี	จะต้องทำให้ เป็นกลางก่อน ใช้วิธีนี้	มีความเหมาะ สมกับ urea formade- hyde rasins	สามารถทำ ให้เป็นกลาง และรวมตัว เป็นก้อน	สามารถ ทำให้เป็น กลางก่อน การรวมตัว กัน	จะถูกทำให้ เป็นกลาง และเปลี่ยน ให้อยู่ในรูป ของเกลือ ซัลเฟต
ของเสียที่เป็น oxidizers	เหมาะสม	เหมาะสม	-จะทำให้โครง สร้างเสียรูป -อาจติดไฟ	จะทำให้โครง สร้างเสียรูป	ที่อุณหภูมิ สูงๆอาจเกิด ปฏิกิริยาที่ไม่ ต้องการขึ้น	จะ ทำให้ วัสดุอ่อนนุ่ม ละลายตัว เล็กน้อย สภาพ	ใช้ได้ถ้า มีซัลเฟตอยู่ ด้วย

ตารางที่ 1 วิธีการทำให้เป็นก้อนแข็งกับของเสียชนิดต่างๆ
(Shuckrow และคณะ, 1982)

ชนิดของกาบ ของเสี้ยน	Cement based	Lime based	Thermoplastic	Organic polymer	Glassifica- tion	Encapsula- tion
ของเสี้ยนประเภท Halids	-ถูกชะละลายได้ง่าย -อาจหน่วงการ แข็งตัว	-อาจหน่วง การแข็งตัว -ส่วนมากจะ ถูกชะละลายได้ ง่าย	จะเกิดการคาย น้ำ	มีความเหมาะสมกับ urea formaldehyde rasins	เหมาะสม	เหมาะสม
ของเสี้ยนประเภท โลหะหนัก	มีความเหมาะสม	เหมาะสม	เหมาะสม	โลหะไฮดรอกไซด์ ละลายที่สภาวะเป็นกรด	เหมาะสมเป็นส่วนใหญ่	เหมาะสม
ของเสี้ยนกัมมันตภาพรังสี	เหมาะสม	เหมาะสม	เหมาะสม	เหมาะสม	เหมาะสม	เหมาะสม
กาบของเสี้ยนที่มีซิลเฟต	จะหน่วงการ แข็งตัวของซีเมนต์	เหมาะสม	จะมีการคายน้ำและคุดน้ำทำให้เกิดการแตกร้าว	เหมาะสม	เหมาะสม	เหมาะสม

ตารางที่ 1 (ต่อ) วิธีการทำให้เป็นก้อนแข็งกับของเสี้ยนชนิดต่างๆ
(Shuckrow และคณะ, 1982)

ประเภทของกระบวนการ	กระบวนการ	ประเภทของเสีย	ข้อดี	ข้อเสีย
1 Cement Based	Chemical Fixation/Solidification	น้ำหรือเบี่ยง (โดยทั่วไปเหมาะสมกับของเสียที่เป็นสารอินทรีย์)	<ul style="list-style-type: none"> - วัสดุที่ใช้ราคาถูก - มีความยืดหยุ่นต่อสภาพการเปลี่ยนแปลงทางเคมี - กำจัดของเสียจากพวกโลหะหนักได้ดีมาก - เป็นเทคโนโลยีที่ได้มีการพัฒนาอย่างดีแล้ว 	<ul style="list-style-type: none"> - สารอินทรีย์บางชนิดจะทำลายการก่อตัวของคอนกรีต - ส่วนผสมของซีเมนต์ และกากของเสียที่ไม่ได้ช่วยเสริมสามารถถูกย่อยสลาย และถูกชะละลายได้ ภายใต้ภาวะที่มีพีเอชต่ำ - เพิ่มน้ำหนักและปริมาณของเสียทำให้ค่าใช้จ่ายในการขนส่งและฝังกลบเพิ่มขึ้น
2 Lime Based	Chemical Fixation/Solidification	น้ำหรือเบี่ยง (เหมาะสำหรับของเสียที่เป็นสารอินทรีย์)	<ul style="list-style-type: none"> - วัสดุที่ใช้ราคาถูก - เป็นเทคโนโลยีที่พัฒนาอย่างดีแล้ว - การใช้เข้าสลายมาเป็นส่วนผสมในการกำจัดของเสีย 2 ชนิด โดยกระบวนการเดียวกัน 	<ul style="list-style-type: none"> - เหมือนกับกระบวนการประเภท Cement Based
3 Thermoplastic Based	Physical Fixation	แบบแห้ง (เหมาะกับการบำบัดอินทรีย์)	<ul style="list-style-type: none"> - สามารถลดการรั่วไหลของสารเคมีได้เป็นอย่างดี - สารละลายที่ชะล้างมีผลต่อผลิตภัณฑ์น้อยมาก 	<ul style="list-style-type: none"> - ต้องการเครื่องมือที่มีราคาแพง และใช้แรงงานหนัก - ความเชี่ยวชาญ - ของเสียชนิดเป็กลดประสิทธิภาพของกระบวนการ - ไม่สามารถใช้กำจัดสารพวก Strong Oxidants, dehydrated salts
4 Organic Polymer Process	Physical Fixation	แบบแห้งหรือเบี่ยง (สารอินทรีย์ที่เป็นพิษ)	<ul style="list-style-type: none"> - ใช้สารปริมาณน้อยในการทำให้เกิดโครงสร้างของโพลิเมอร์ - ผลิตภัณฑ์มีความหนาแน่นต่ำลดค่าใช้จ่ายในการขนส่ง 	<ul style="list-style-type: none"> - ของเสียถูกยึดไว้ในโพลิเมอร์อย่างหลวมๆ - สารที่มีพีเอชต่ำจะทำให้โลหะละลายออกมา - การย่อยสลายทางชีวภาพของสารโพลิเมอร์บางชนิดทำให้เกิดปัญหาในการฝังกลบ

ตารางที่ 2 ข้อดี-ข้อเสียของการทำให้เป็นก้อนแข็งด้วยวิธีต่างๆ

ประเภทของกระบวนการ	กระบวนการ	ประเภทของเสีย	ข้อดี	ข้อเสีย
5. Encapsulation	Chemical Containment	แข็งหรือเปื่อยก	<ul style="list-style-type: none"> - ผลิตภัณฑ์ที่ได้สามารถป้องกันน้ำได้ - ไม่มีภาวะละลายของเสียออกมา เมื่อสารที่หุ้มห้อยไม่ถูกทำลาย - ค่าใช้จ่ายในกระบวนการใช้งานต่ำกว่าวิธีการอื่น ๆ 	<ul style="list-style-type: none"> - การชะล้างของเสียจะเกิดขึ้นหากสารที่หุ้มถูกทำลาย - ไม่เหมาะสมในกรณีที่ต้องกำจัดของเสียจำนวนมาก
6. Self Cementing Techniques	Chemical Fixation /Solidification	แข็งหรือเปื่อยก	<ul style="list-style-type: none"> - ใช้วัสดุเติมเพิ่มประสิทธิภาพ (additive) น้อย - ส่วนผสมของซีเมนต์ก่อตัวเร็วมาก 	<ul style="list-style-type: none"> - สารอินทรีย์บางชนิดจะทำลายการก่อตัวของคอนกรีต - ส่วนผสมของซีเมนต์และของเสียที่ไม่ได้มีการห่อหุ้มสามารถย่อยสลายและถูกชะล้างได้ภายใต้ภาวะที่มีเอชต่ำ
7. Glassification (Vitrification)	Physical Fixation	แบบแข็ง	<ul style="list-style-type: none"> - ของเสียที่ถูกหลอมด้วยแก้วจะถูกชะละลายได้น้อยมาก - การบรรจุอยู่ในแกนซีดี - ใช้วัสดุที่มีราคาถูก 	<ul style="list-style-type: none"> - อุณหภูมิสูงอาจทำให้องค์ประกอบของเสียระเหยออกมาก่อนที่จะถูกตรึงไว้ - ต้องเสียค่าใช้จ่ายมากสำหรับการให้ความร้อน อุปกรณ์มีราคาแพงและต้องการผู้เชี่ยวชาญเฉพาะ - ค่าใช้จ่ายสูงมากสำหรับการกำจัดของเสียทุกชนิด ยกเว้นสารที่มีมันตรังสี และสารที่มีพิษมาก ๆ

ตารางที่ 2 (ต่อ) ข้อดี-ข้อเสียของการทำให้เป็นก้อนแข็งด้วยวิธีต่างๆ

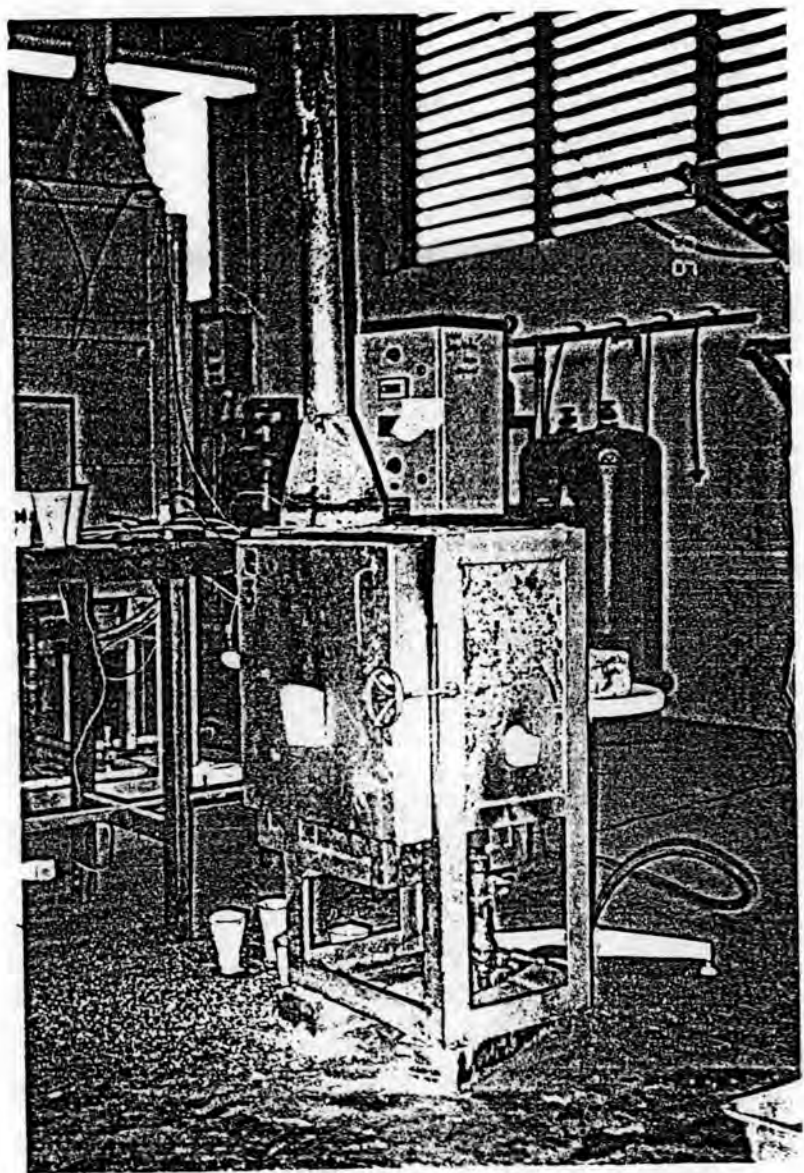
การทดสอบการชะละลาย	Standard Leach Test	Toxicant Extraction Procedure	ASTM Method A	Extraction Procedure
1. ปริมาณตัวอย่างสาร	28.6 กรัมตัวอย่างสาร (ส่วนที่เป็นของแข็ง)	ไม่ระบุน้ำหนักต่ำสุด	350 กรัม	น้ำหนักอย่างน้อย 100 กรัม (0.5% ของแข็ง)
2. การเตรียมตัวอย่างสาร	แยกของเหลว โดยใช้ 0.45 m pressure filtration	แยกของเหลวโดยวิธี centrifugation หรือ filtration	-	บดให้มีขนาด 9.5 มม
3. อัตราส่วนของเหลวต่อ ของแข็ง	10 : 1 ถึง 7 : 1	10 : 1 (เริ่มต้น 8 : 1)	4 : 1	20 : 1 (เริ่มต้น 16 : 1)
4. สารที่ใช้สกัด (Extraction Solution)	Buffered acetic acid หรือ น้ำกลั่น	acetic acid หรือ Sodium hydroxide	ASTM Type IV water	0.5 N acetic acid; 4 มล/ก ของตัวอย่างสาร
5. การควบคุม pH	แปรเปลี่ยน	4.9 - 5.2	ไม่กำหนด	4.8 - 5.2
6. ภาชนะที่ใช้ทดสอบ	ภาชนะปิด	ไม่กำหนด	ขวดปากกว้าง (เปิดฝา)	เครื่องกวนหรือเครื่องมือที่เทียบเท่า
7. วิธีการผสมและระยะเวลาการทดสอบ	rotating shaker 24 ชม.	mechanical stirring 24 ชม.	reciprocating shaker 48 ชม.	เครื่องกวนต่อเนื่อง 24 ชม.
8. การแยกของเหลวและของแข็ง	กรองผ่านกระดาษกรอง ขนาด 0.45 μ	กรองผ่านกระดาษกรองขนาด 0.45 μ	กรองผ่านกระดาษกรองขนาด 0.45 μ โดยใช้เครื่องกรองแบบความดันหรือแบบ สูญญากาศ	กรองผ่านกระดาษกรองขนาด 0.45 μ

ตารางที่ 3 สรุปวิธีการทดสอบการชะละลายแบบต่างๆ

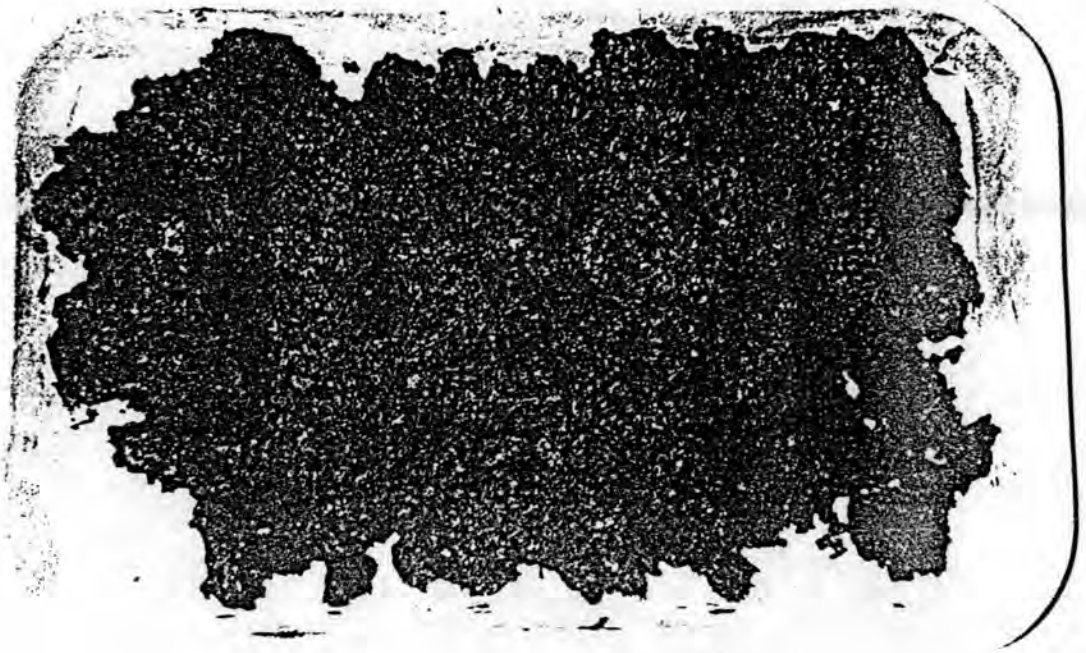
Hazardous Waste Number	Contaminant	CAS No.	Regulatory Level Note (mg/l)
D004	Arsenic	7440-38-2	5.0
D005	Barium	7440-39-3	100.0
D018	Benzene	71-43-2	0.5
D006	Cadmium	7440-43-9	1.0
D019	Carbon tetra-chloride	56-23-5	0.5
D020	Chlordane	57-74-9	0.03
D021	Chlorobenzene	108-90-7	100.0
D022	Chloroform	67-66-3	6.0
D007	Chromium	7440-47-3	5.0
D023	o-Cresol	95-48-7	4 200.0
D024	m-Cresol	108-39-4	4 200.0
D025	p-Cresol	106-44-5	4 200.0
D026	Cresol		4 200.0
D016	2,4-D	94-75-7	10.0
D027	1,4-Dichloro-benzene	106-46-7	7.5
D028	1,2-Dichloro-ethane	107-06-2	0.5
D029	1,1-Dichloro-ethylene	75-35-4	0.7
D030	2,4-Dinitrotoluene	121-14-2	3 0.13
D012	Endrin	72-20-8	0.02
D031	Heptachlor (and its epoxide)	76-44-8	0.008
D032	Hexachloro-benzene	118-74-1	3 0.13
D033	Hexachloro-butadiene	87-68-3	0.5
D034	Hexachloro-ethane	67-72-1	3.0
D008	Lead	7439-92-1	5.0
D013	Lindane	58-89-9	0.4
D009	Mercury	7439-97-6	0.2
D014	Methoxychlor	72-43-5	10.0
D035	Methyl ethyl ketone	78-93-3	200.0
D036	Nitrobenzene	98-95-3	2.0
D037	Pentachloro-phenol	87-86-5	100.0
D038	Pyridine	110-86-1	3 5.0
D010	Selenium	7782-49-2	1.0
D011	Silver	7440-22-4	5.0
D039	Tetrachloroethylene	127-18-4	0.7
D015	Toxaphene	8001-35-2	0.5
D040	Trichloroethylene	79-01-6	0.5
D041	2,4,5-Trichlorophenol	95-95-4	400.0
D042	2,4,6-Trichlorophenol	88-06-2	2.0
D017	2,4,5-TP (Silvex)	93-72-1	1.0
D043	Vinyl chloride	75-01-4	0.2

ตารางที่ 4 มาตรฐานของสารพิษที่ US.EPA กำหนดไว้

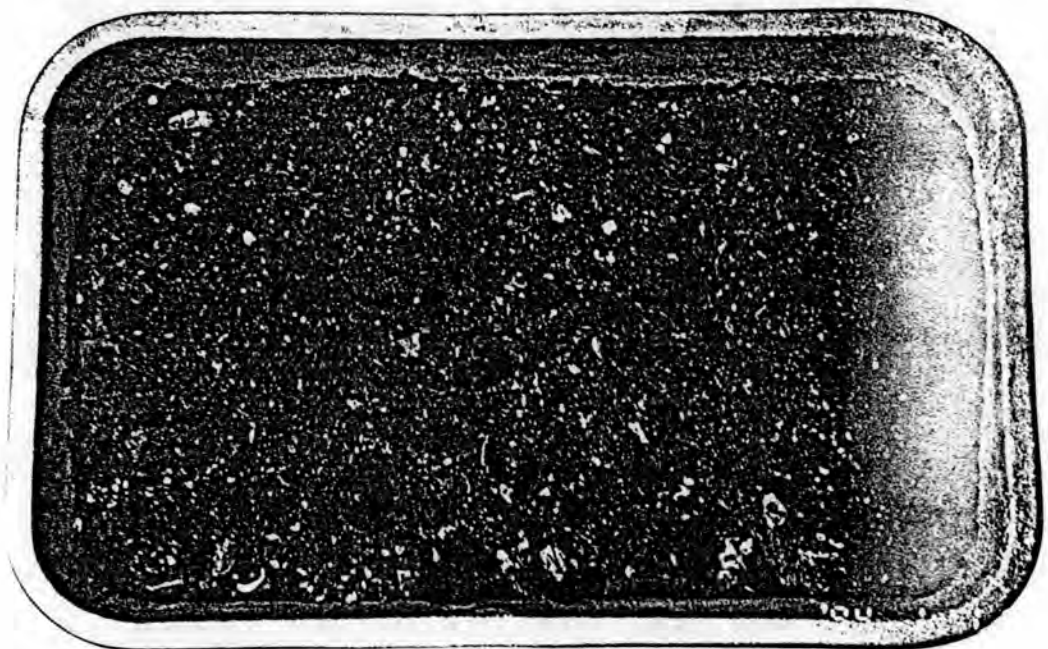
ภาคผนวก ฉ
ภาพถ่ายจากการทดลอง



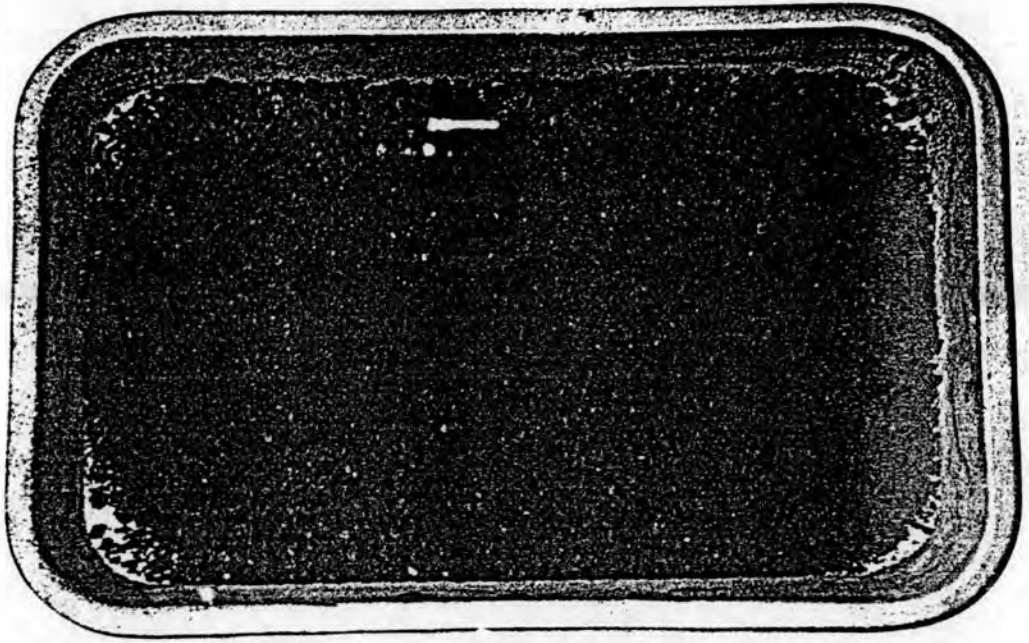
รูปที่ ฉ-1 เต้าเผา



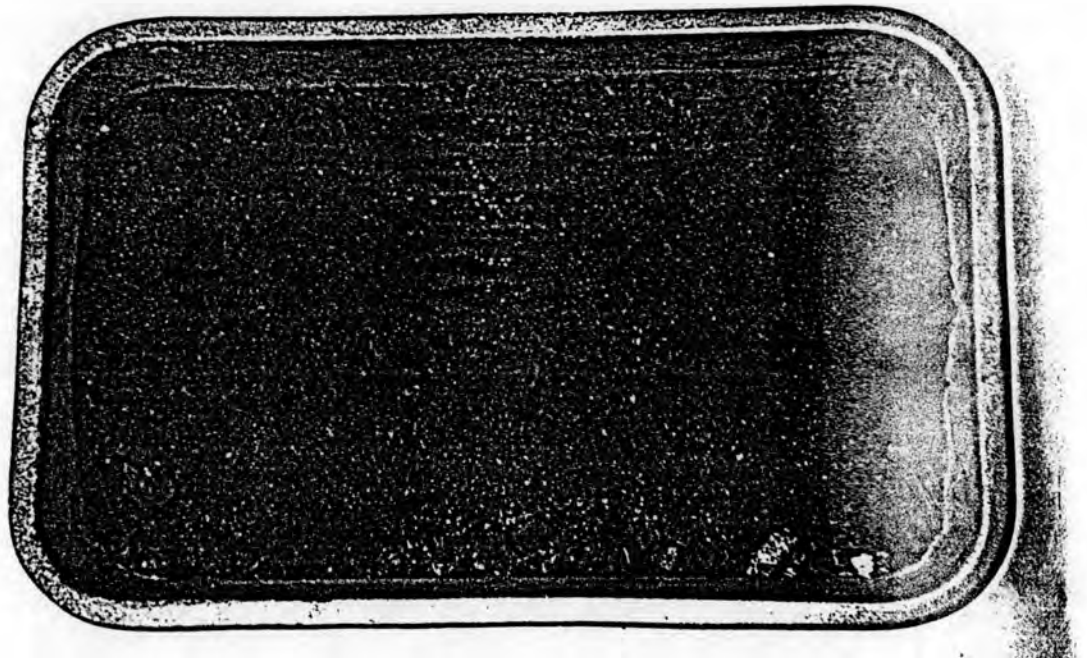
รูปที่ ฉ-2 กากตะกอนน้ำมันดิบ



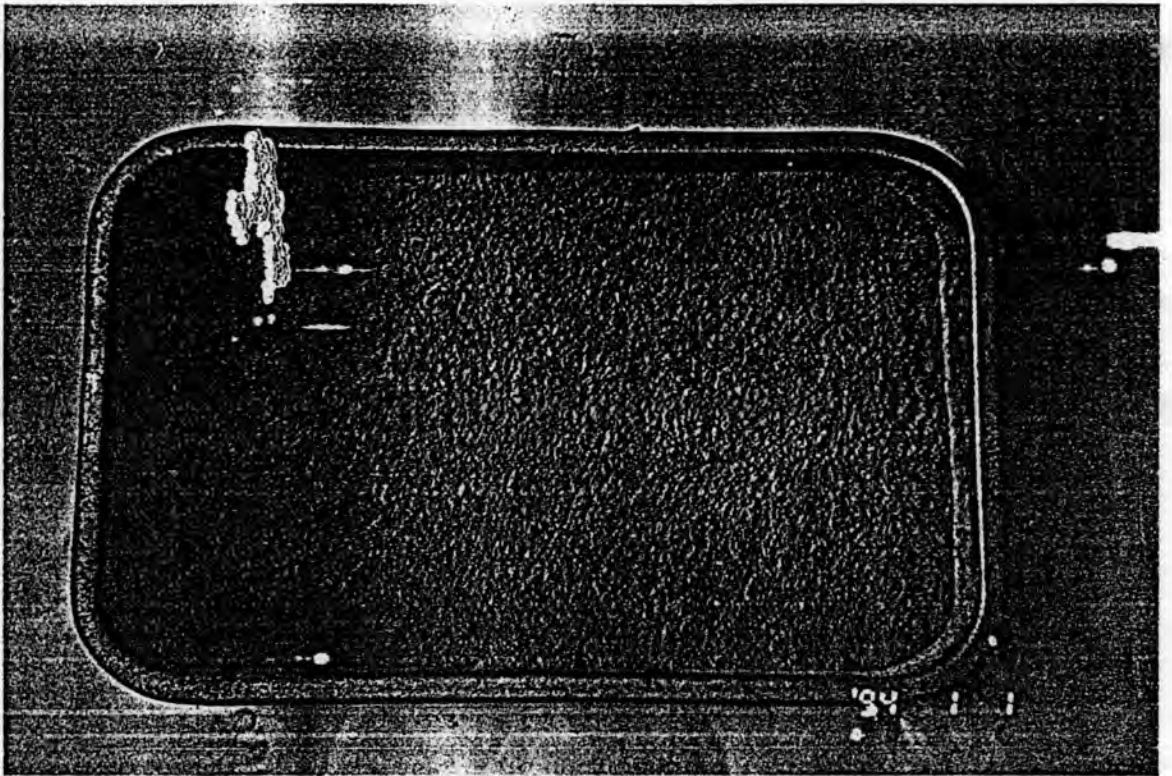
รูปที่ ฉ-3 ที่เก็บหลังการเผาที่อุณหภูมิ 400° ซ



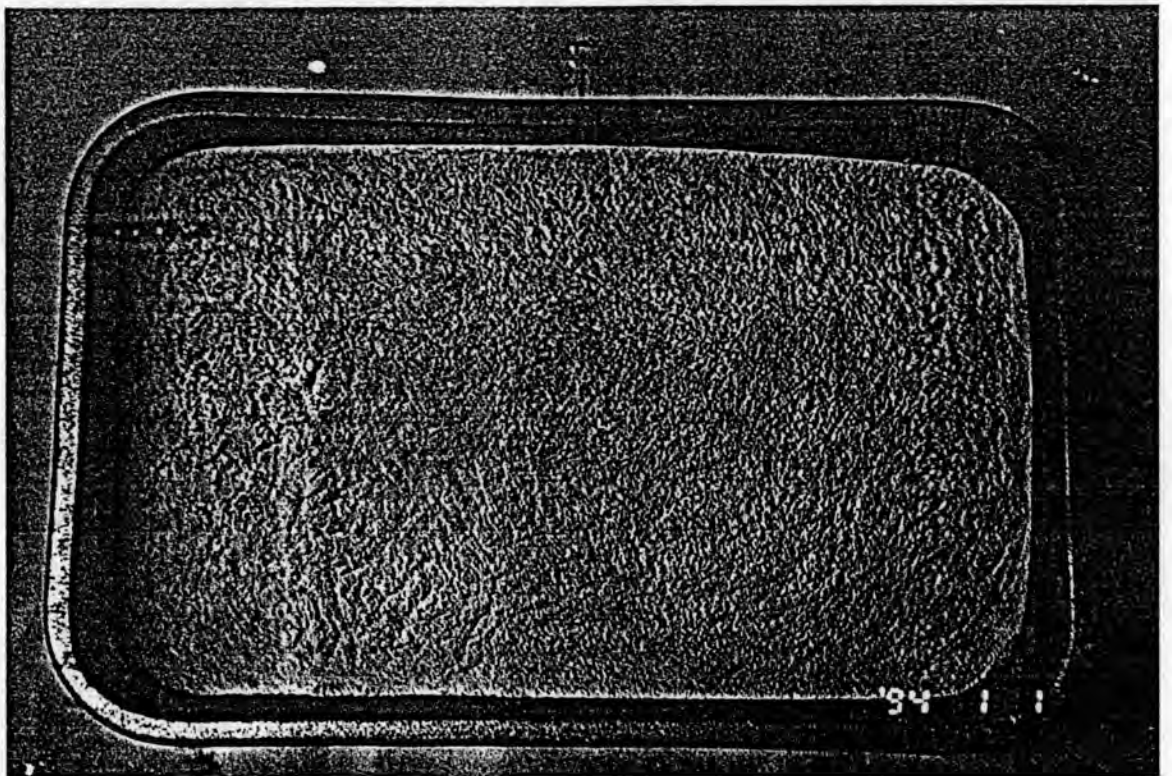
รูปที่ ฉ-4 ซีเมนต์หลังการเผาที่อุณหภูมิ 800° ซ



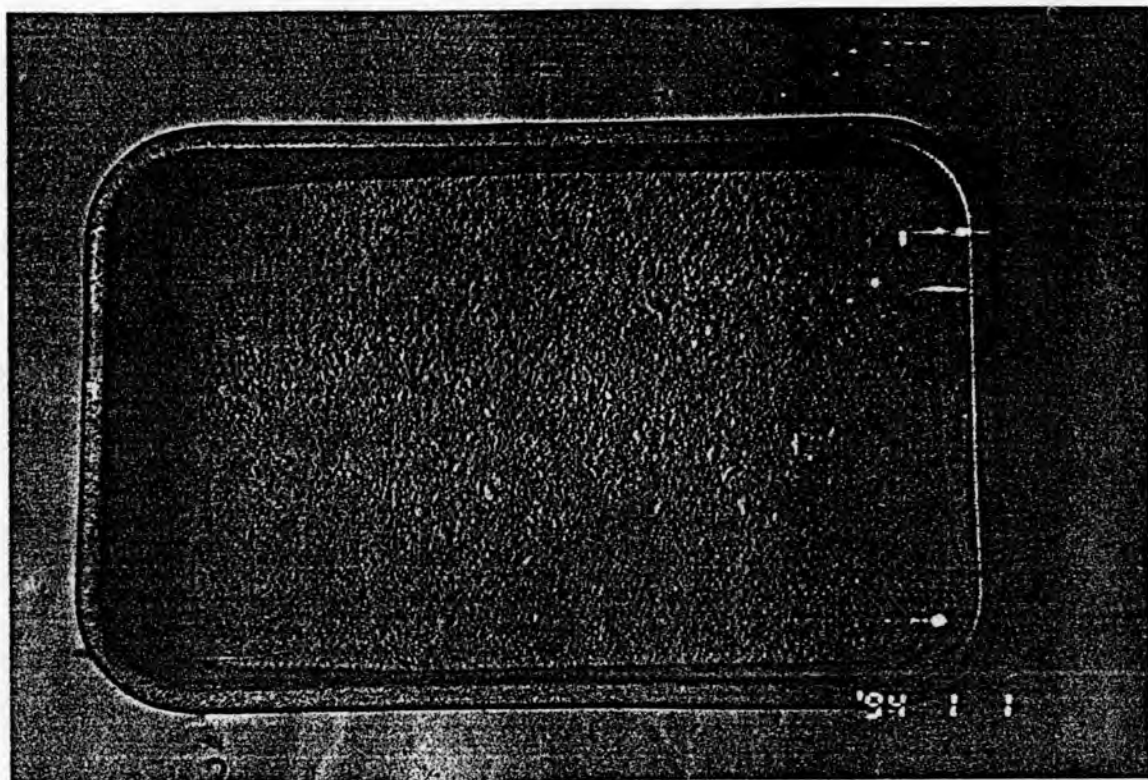
รูปที่ ฉ-5 ซีเมนต์หลังการเผาที่อุณหภูมิ 1,200° ซ



รูปที่ ฉ-6 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1



รูปที่ ฉ-7 ปูนขาวดิบ



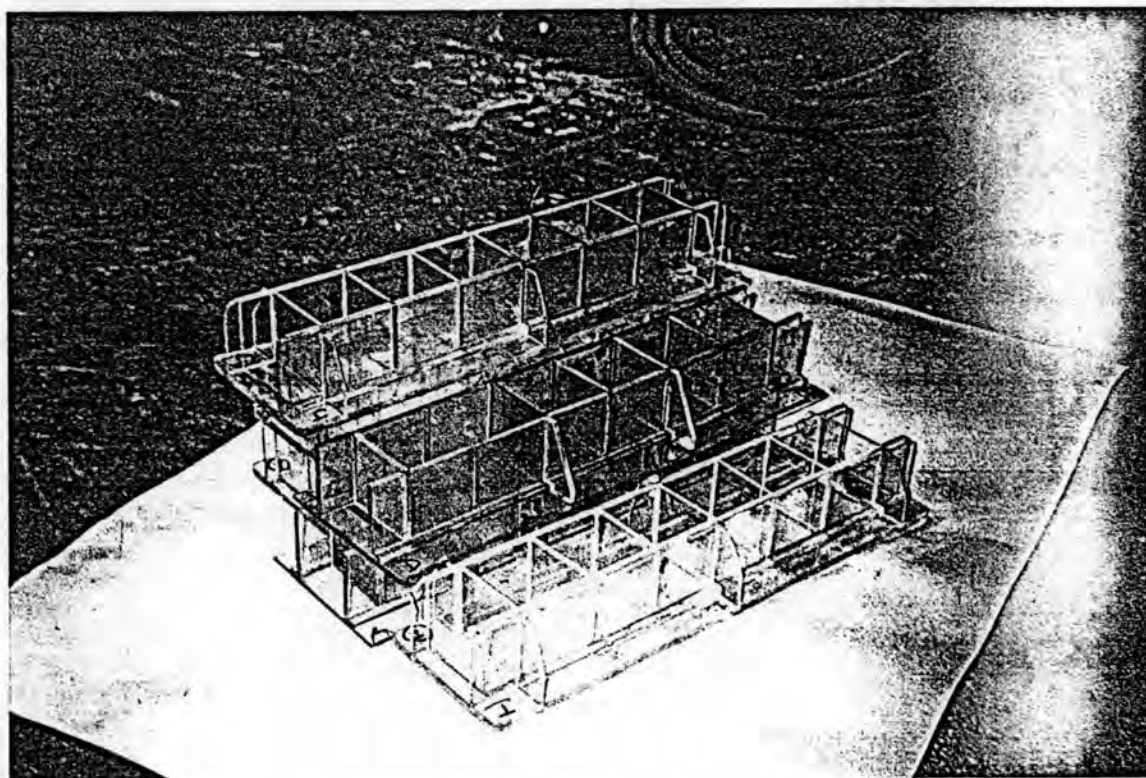
รูปที่ ฉ-8 ปูนขาวดิบผสมปูนซีเมนต์ อัตราส่วนผสม 1:1 โดยน้ำหนัก



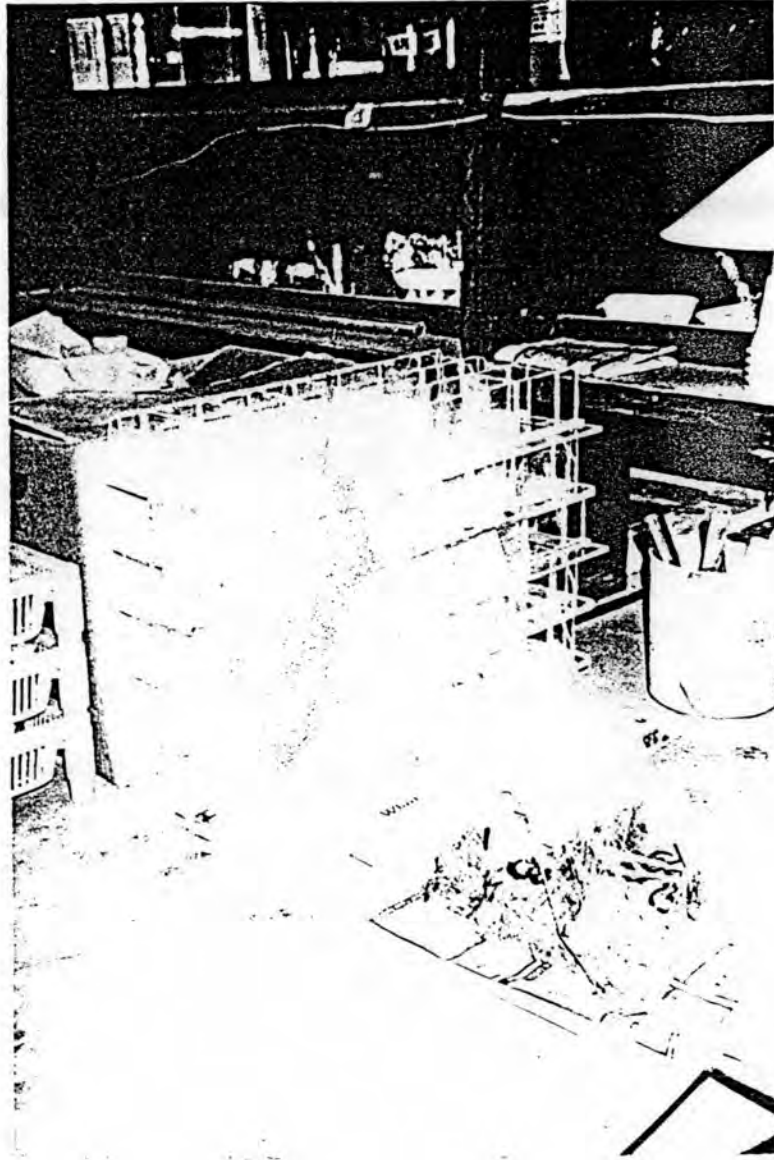
รูปที่ ฉ-9 การผสมภาคตะกอนกับวัสดุประสาน



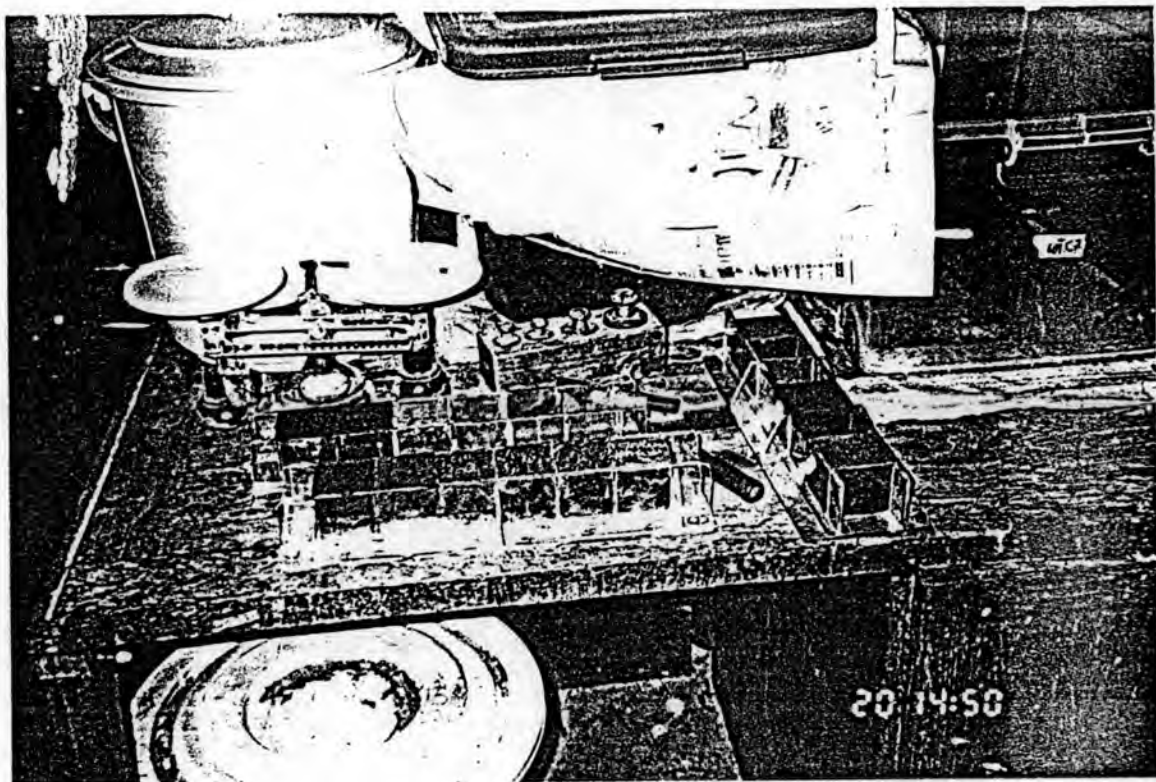
รูปที่ ฉ-10 วัสดุประสานและกากตะกอนที่ผสมเป็นเนื้อเดียวกันแล้ว
ก่อนเทลงแบบหล่อ



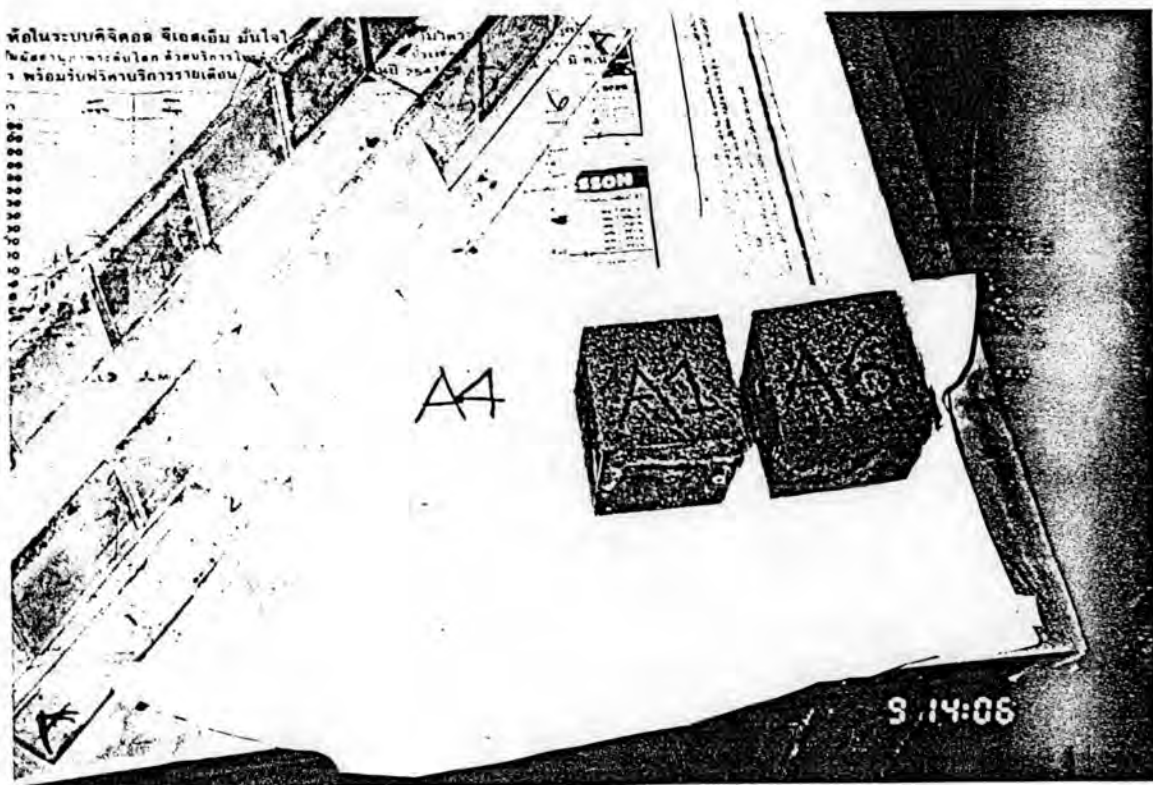
รูปที่ ฉ-11 แบบหล่อพลาสติกขนาด 5 x 5 x 5 เซนติเมตร



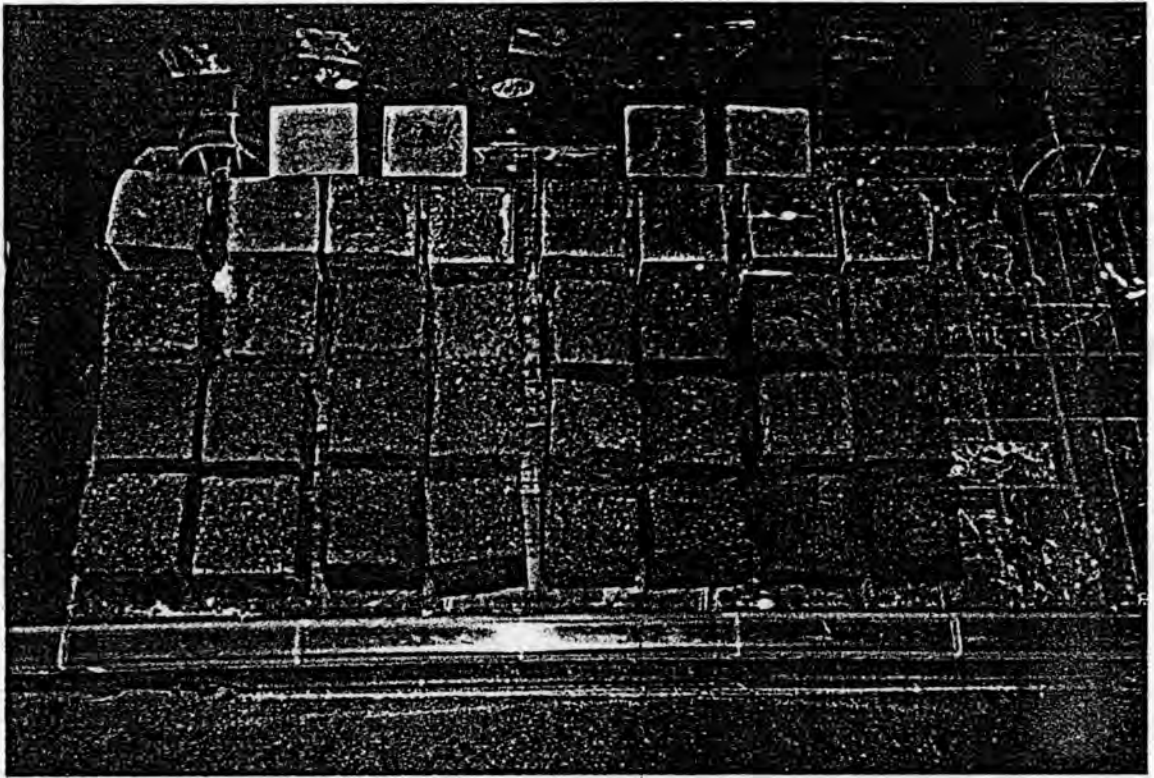
รูปที่ ฉ-12 แบบหล่อพลาสติกขนาด 5 x 5 x 5 เซนติเมตร



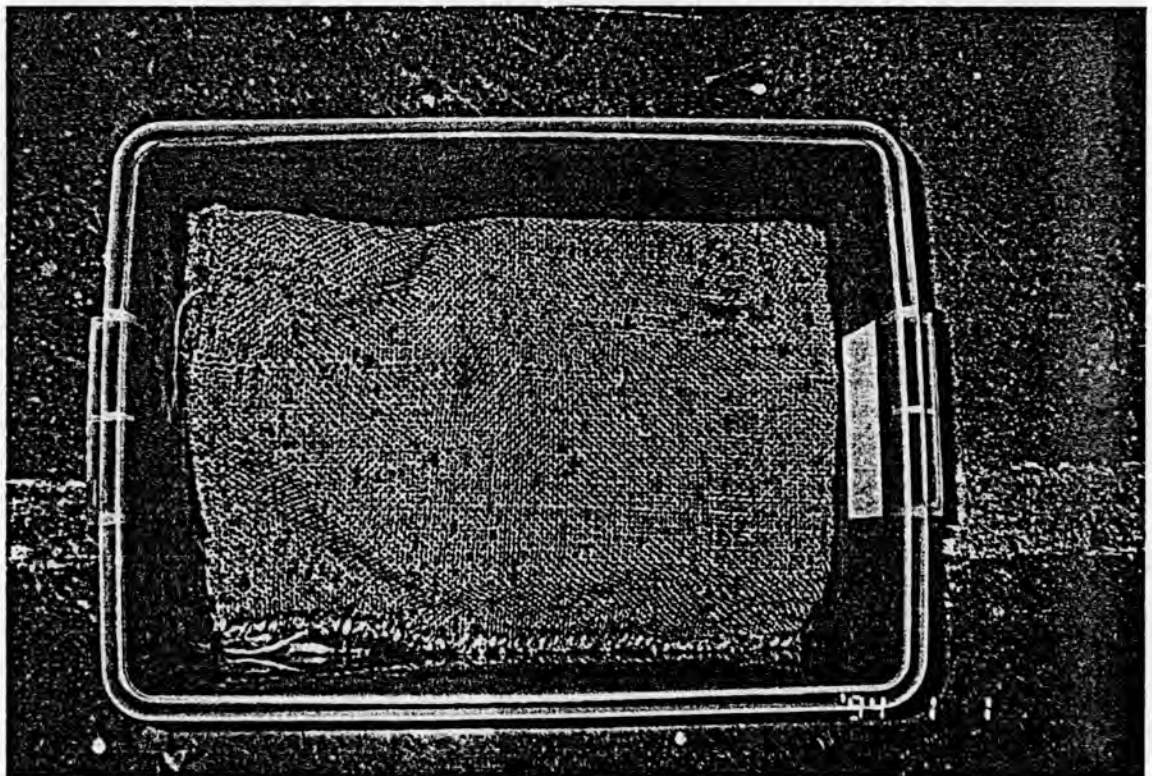
รูปที่ ฉ-13 ส่วนผสมระหว่างวัสดุประสานกับกากตะกอนหลังจากเทลงแบบหล่อ



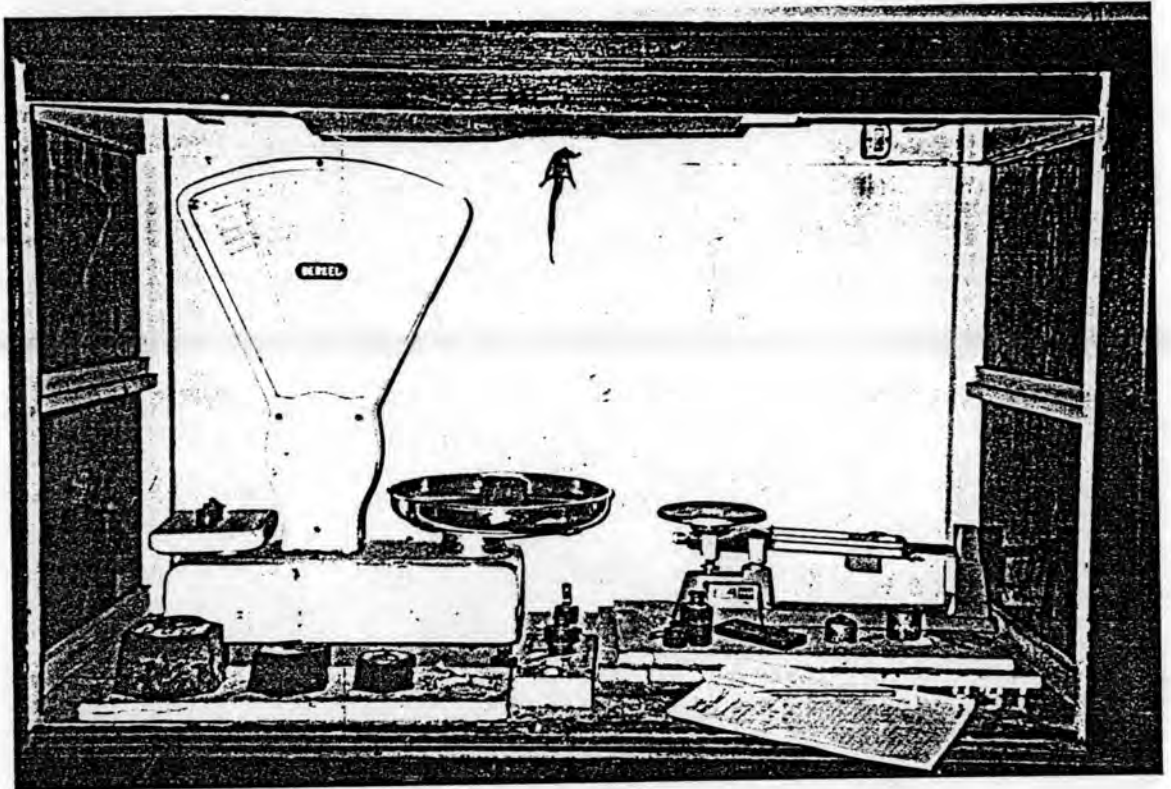
รูปที่ ฉ-14 ก่อนเคียวอย่างหลังจากถอดแบบเมื่อครบ 24 ชั่วโมง



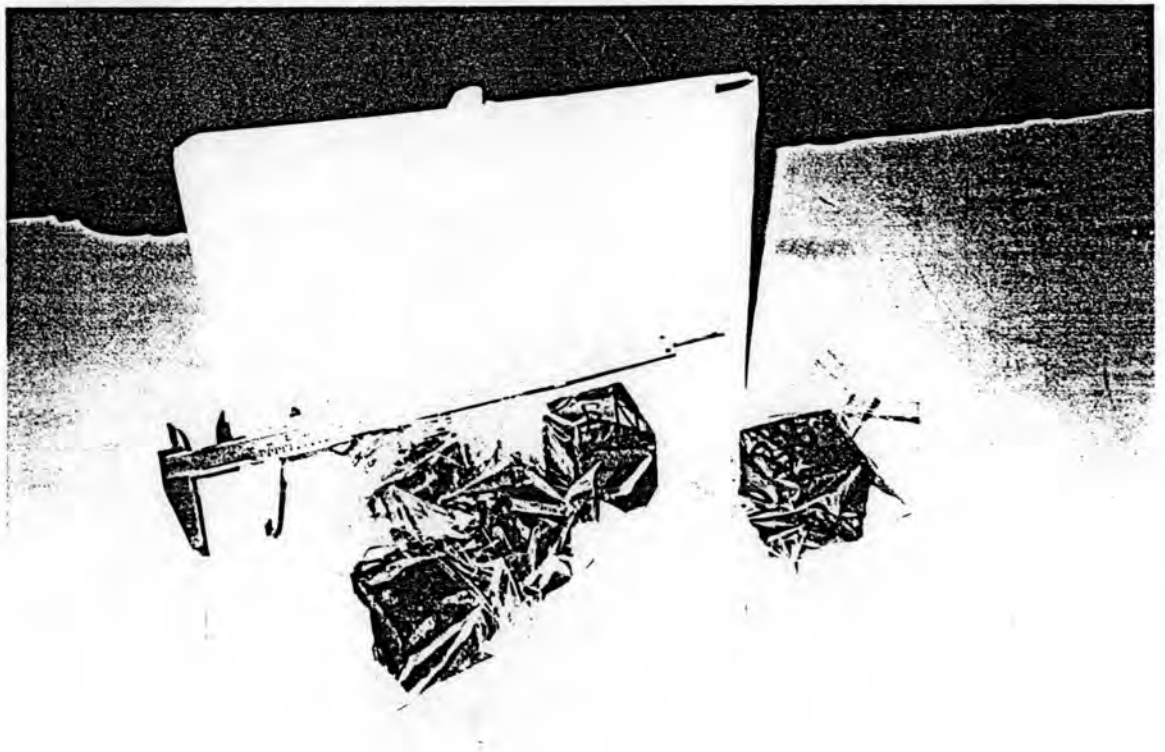
รูปที่ จ-15 ก่อนตัวอย่างหลังจากถอดแบบเมื่อแข็งตัวแล้ว



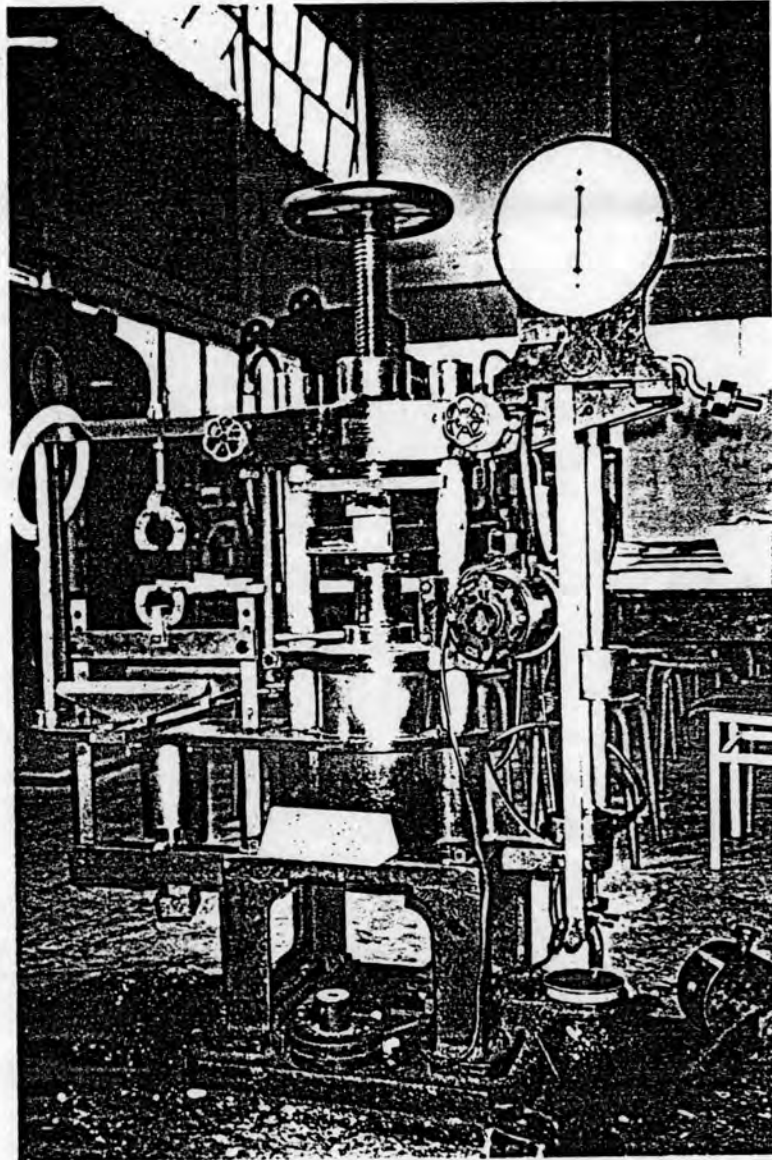
รูปที่ จ-16 การบ่มก้อนตัวอย่างเป็นเวลา 28 วัน



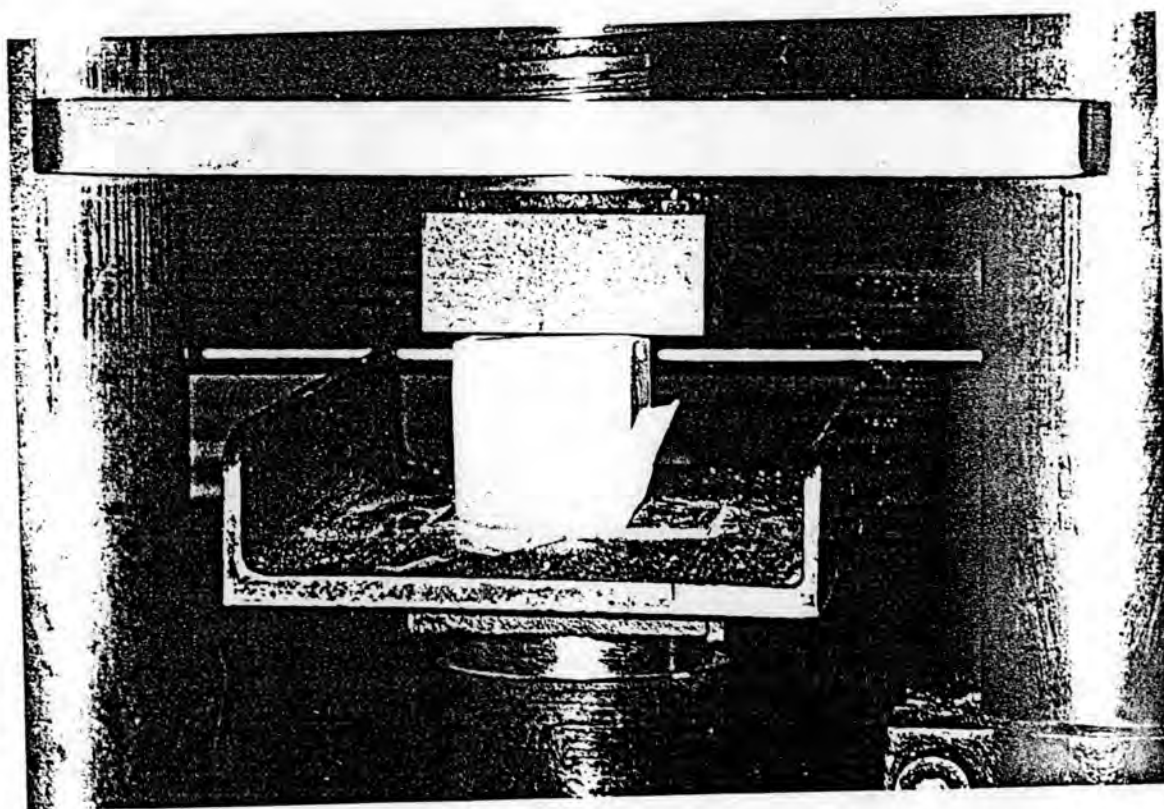
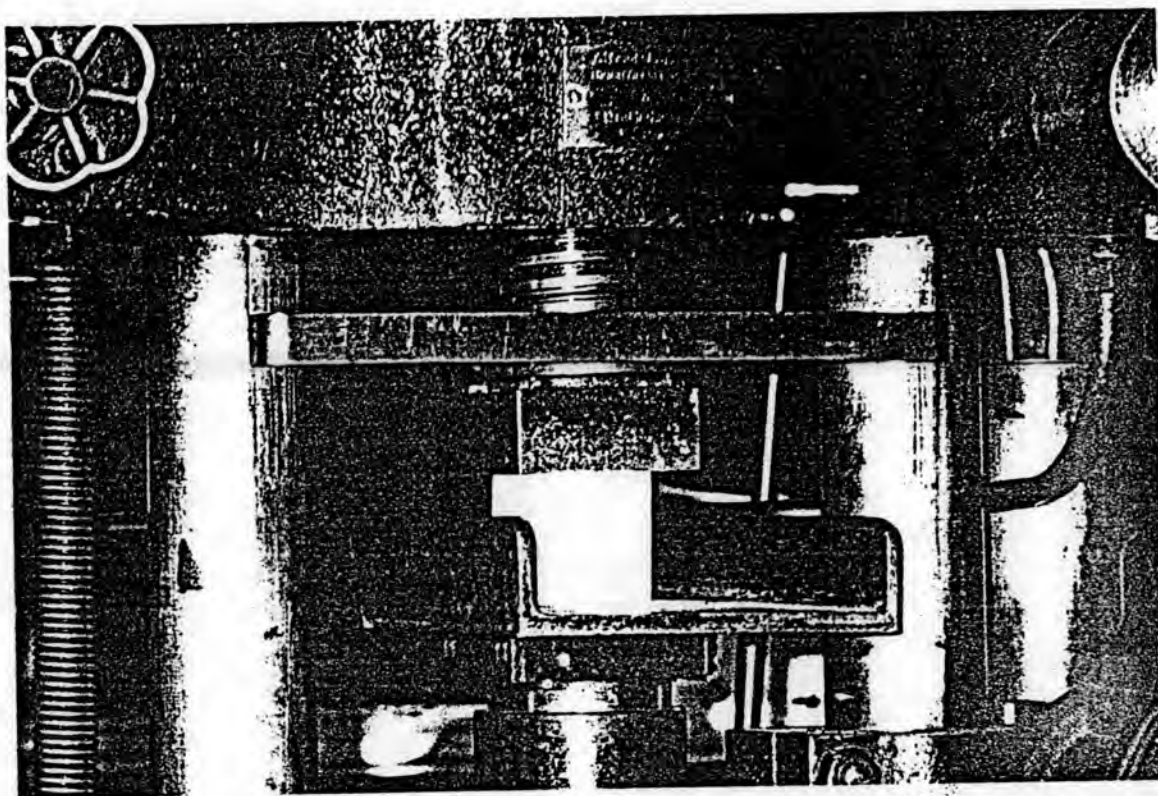
รูปที่ ฉ-17 เครื่องชั่งน้ำหนักสำหรับหาน้ำหนักของก้อนตัวอย่าง



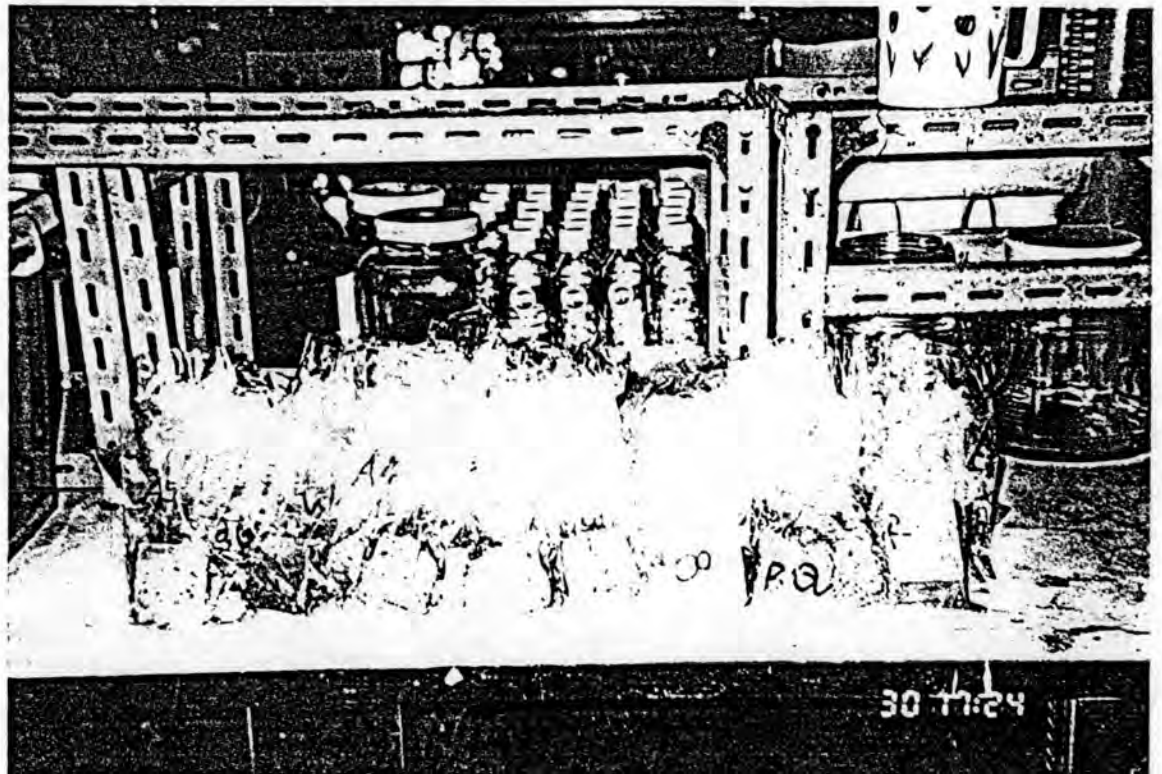
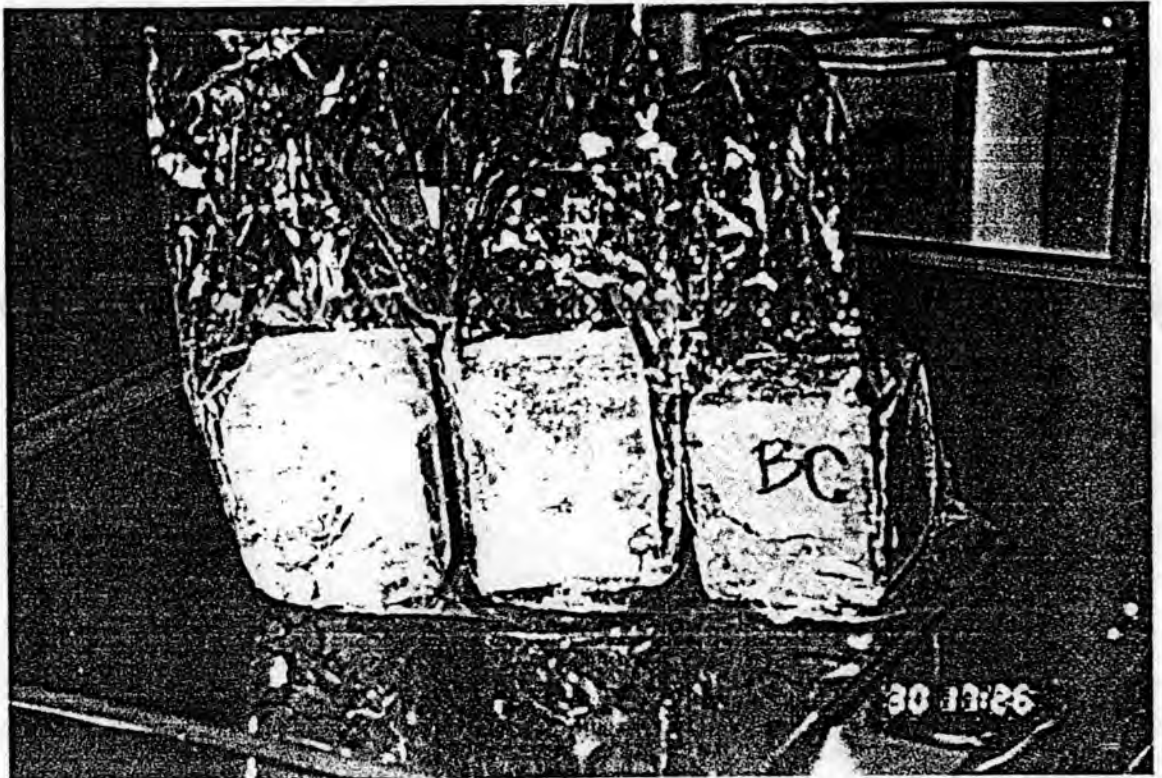
รูปที่ ฉ-18 การวัดขนาดเพื่อหาปริมาตรของก้อนตัวอย่าง



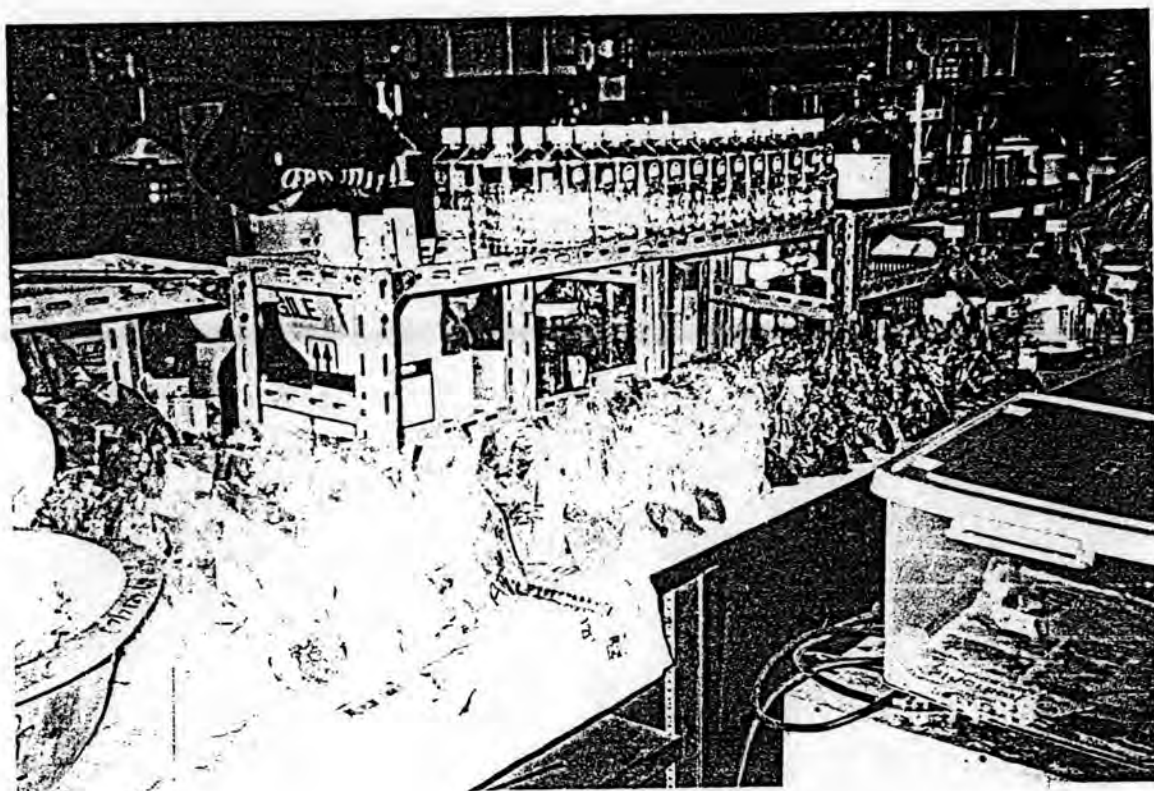
รูปที่ ฉ-19 เครื่องทดสอบกำลังรับแรงอัด



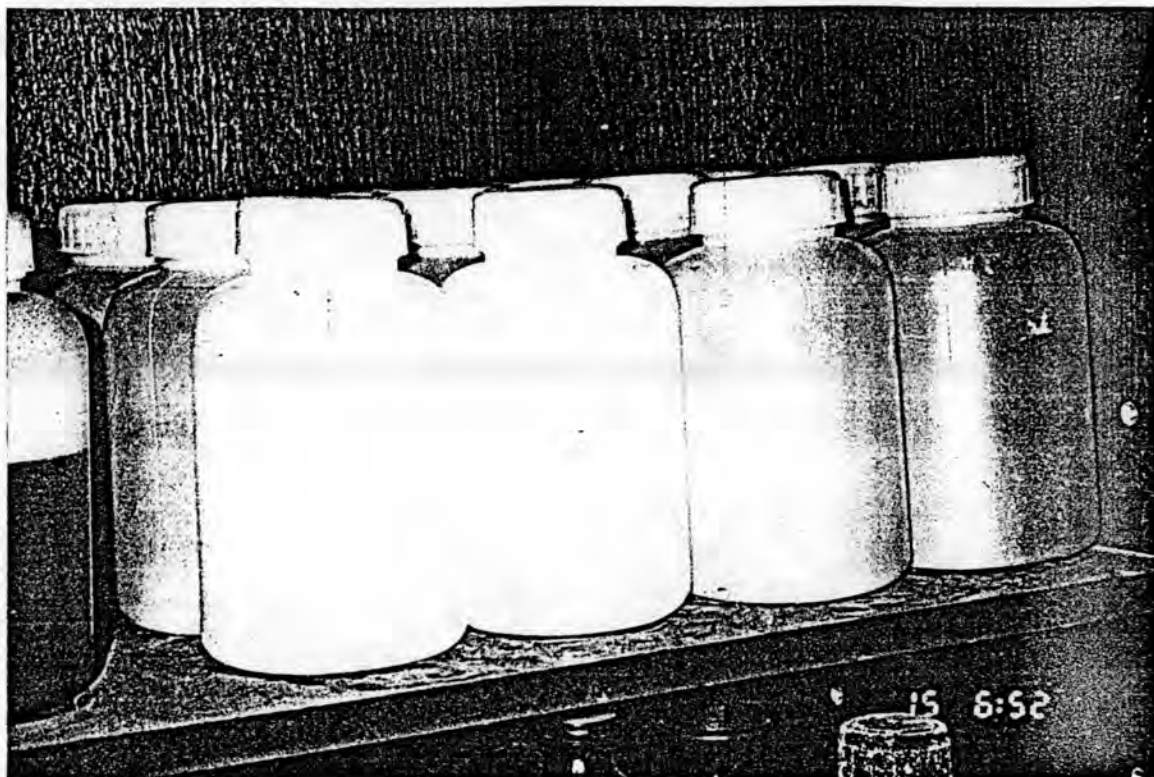
รูปที่ จ-20 การทดสอบกำลังรับแรงอัดของก๊อแก้วอย่าง



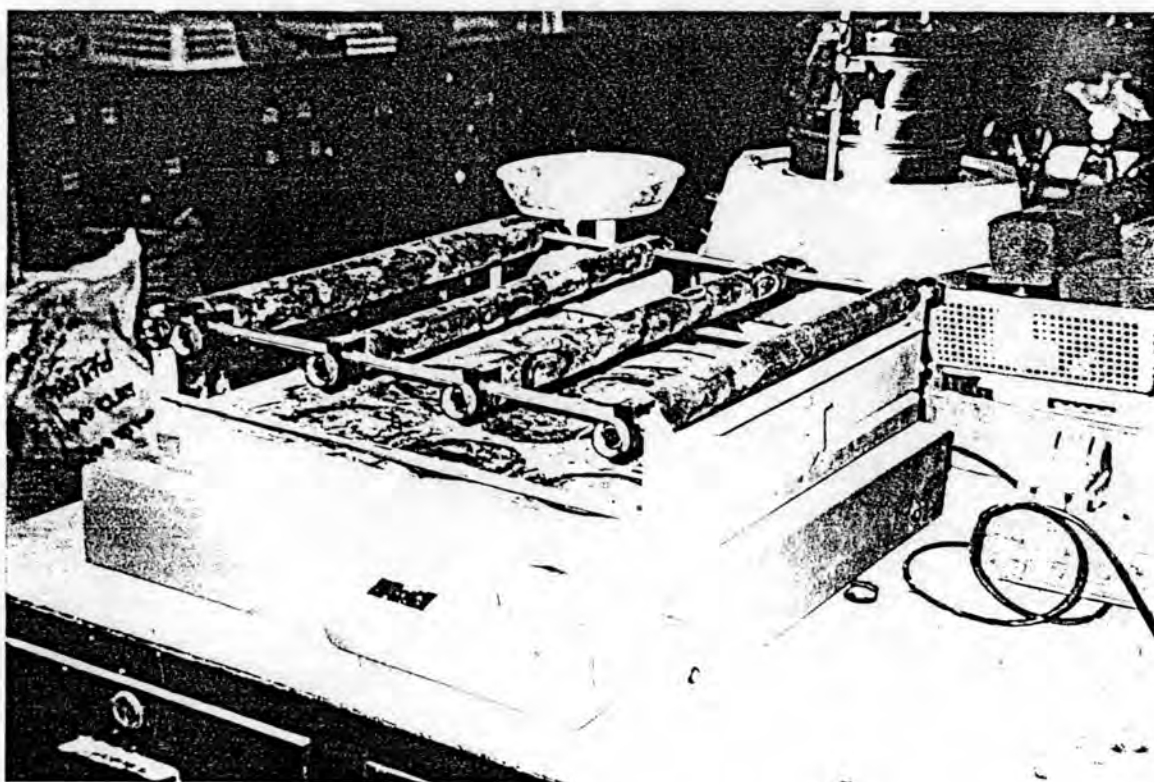
รูปที่ ฉ-21 ก่อนตัวอย่างหลังจากทำการทดสอบกำลังรับแรงอัดแล้ว



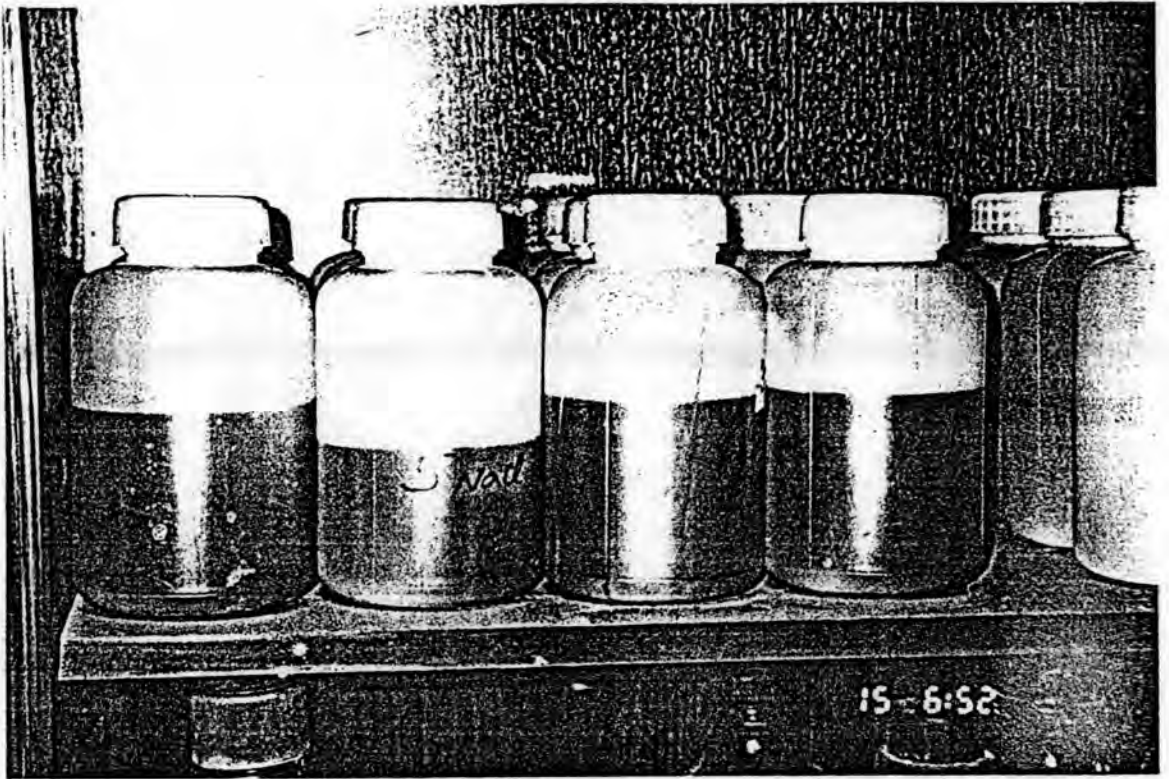
รูปที่ จ-22 ตัวอย่างที่ผ่านการบดเพื่อเตรียมทดสอบการชะละลายโลหะหนัก



รูปที่ ฉ-23 ภาชนะสำหรับใช้ทดสอบการชะละลายโลหะหนัก



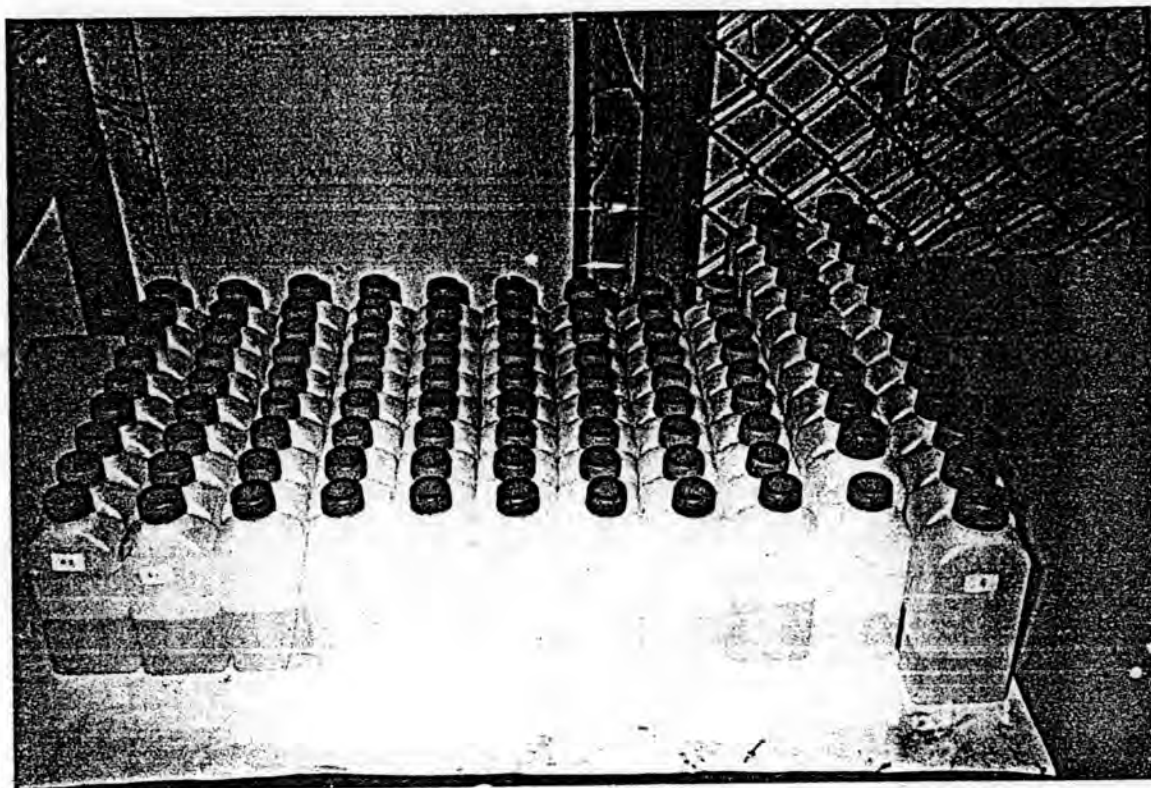
รูปที่ ฉ-24 เครื่องเขย่าแนวราบ 200 รอบต่อนาที



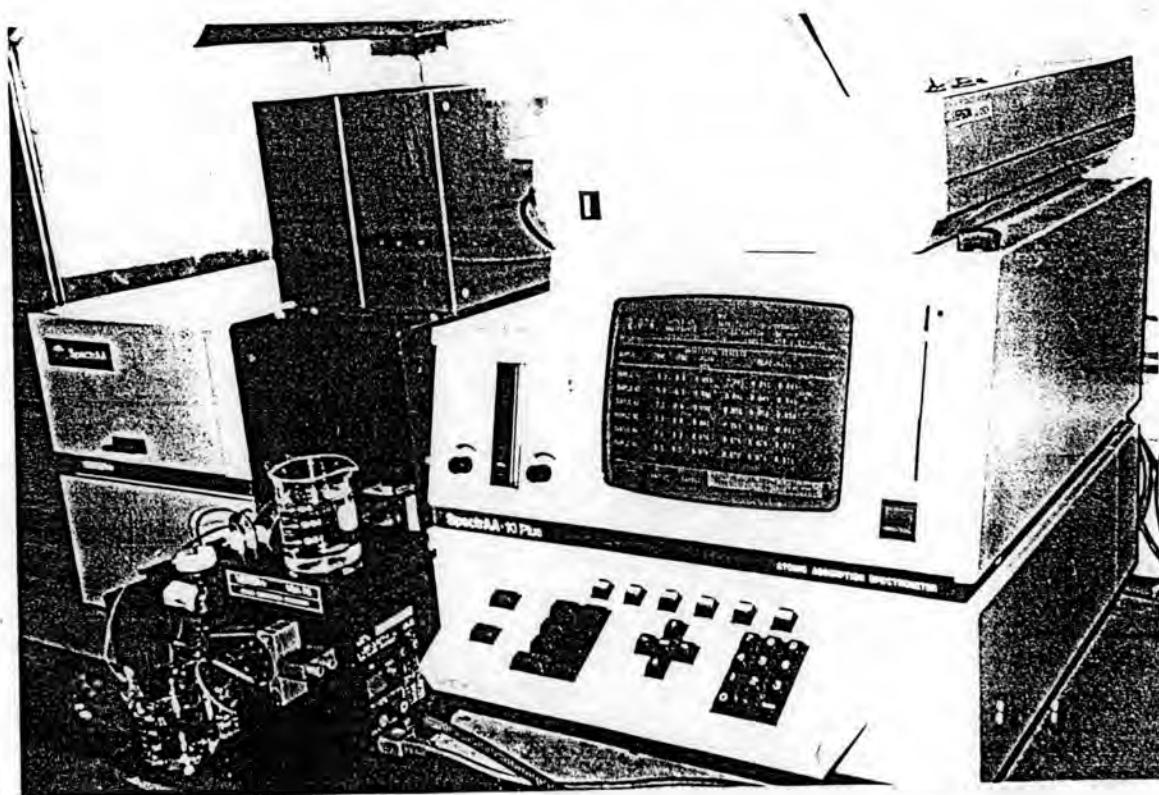
รูปที่ จ-25 ของเหลวตัวอย่างที่ผ่านการแช่ 200 รอบต่อนาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมง



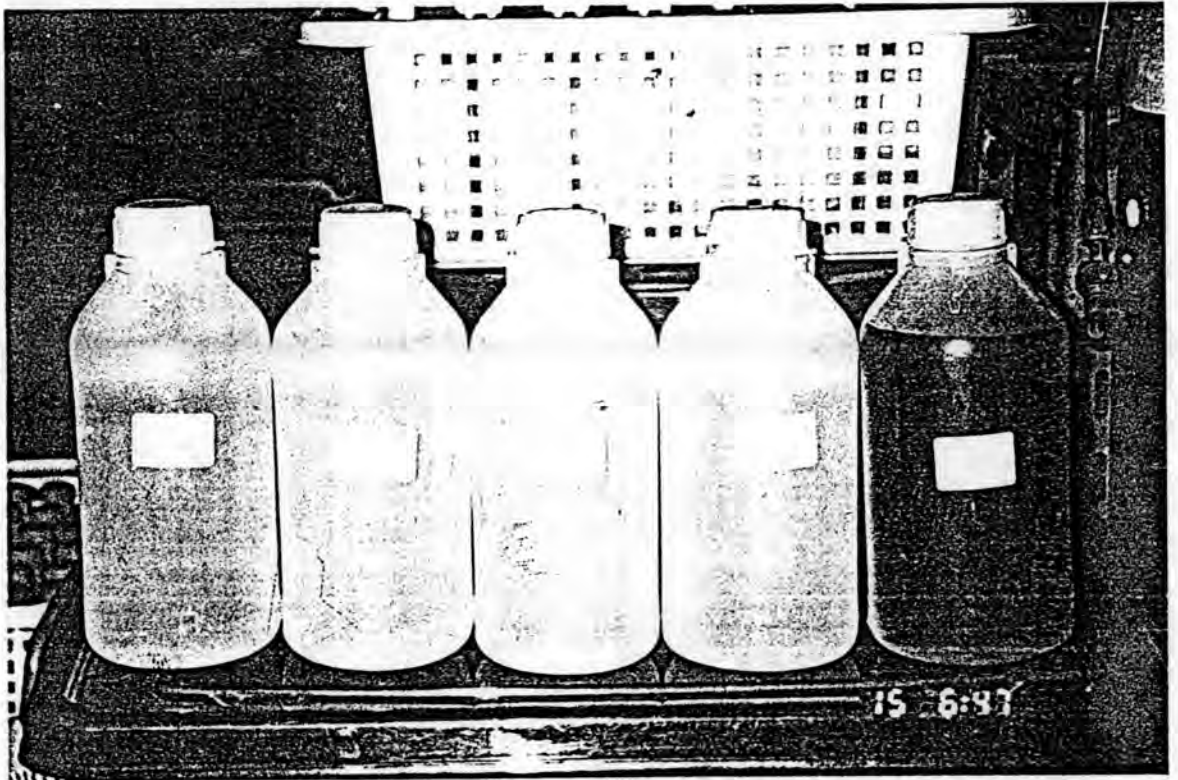
รูปที่ จ-26 เครื่องกรองระบบสุญญากาศ เพื่อเตรียมของเหลวสำหรับนำไป
วัดโลหะหนัก



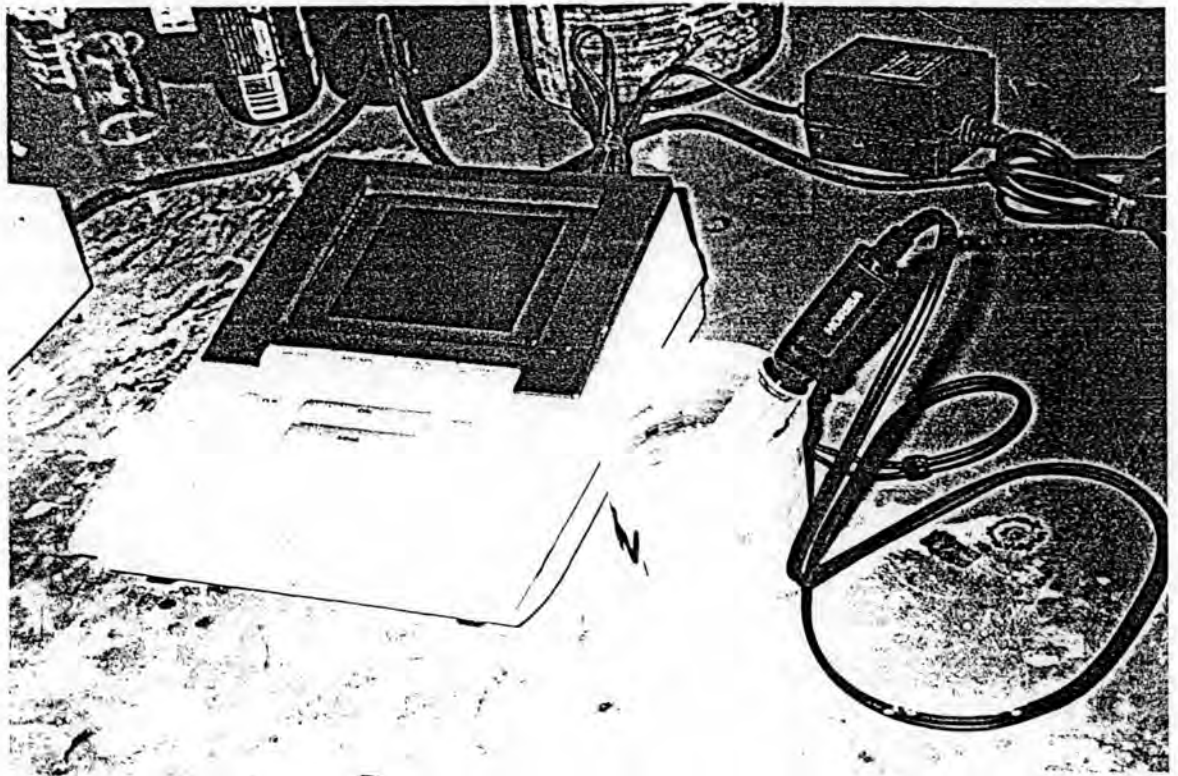
รูปที่ จ-27 ของเหลวตัวอย่างที่เตรียมวัดโลหะหนักโดย
เครื่องอะตอมมิก-แอบซอร์บชัน สเปกโตรโฟโตมิเตอร์



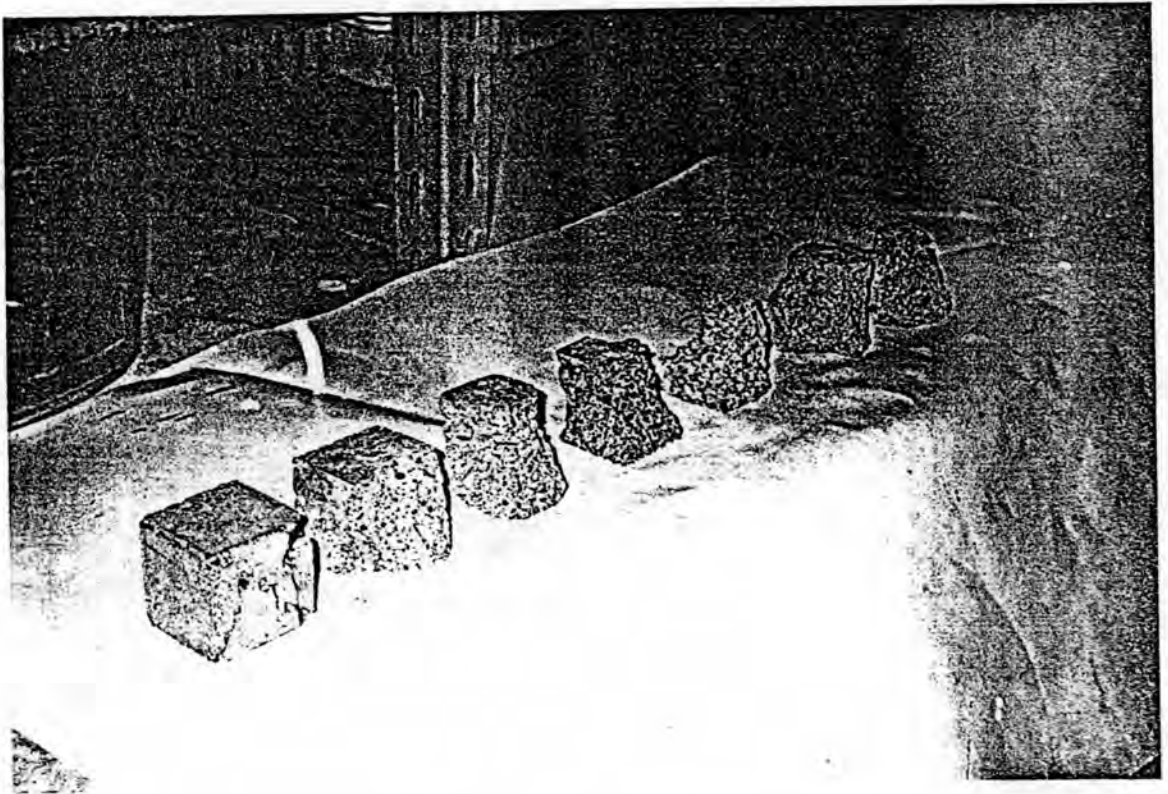
รูปที่ จ-28 เครื่องอะตอมมิก-แอบซอร์บชัน สเปกโตรโฟโตมิเตอร์



รูปที่ ฉ-29 สารละลาย Standard ของอาร์เซนิก, แคดเมียม, โครเมียม, พรอทและตะกั่ว



รูปที่ ฉ-30 เครื่องฟิสิกซ์เตอร์



รูปที่ ฉ-31 รูปแสดงการจับตัวกันของกากของเสียกับวัสดุประสานในก้อนตัวอย่าง

ประวัติผู้เขียน

นายอรุณพล เพ็ชรพลาย เกิดวันที่ 20 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2516 ที่จังหวัด กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาระดับประถมศึกษาจากโรงเรียนสมาคมสตรีไทย สำเร็จ การศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้นจากโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒปทุมวัน สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา สำเร็จการศึกษา ปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในปีการศึกษา 2535 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรม ศาสตร์ มหบัณฑิตที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปี พ.ศ. 2537