# รายการอ้างอิง


ภาษาไทย

ชยาทิตย์ วัฒนวิกย์กิจ. วัสดุก่อสร้าง. ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2525.

ดนัย วงศ์ไทย ,ร้อยตำรวจโท . การตรวจพิสูจน์หลักฐานของสีรถยนต์โดยการวิเคราะห์ด้วยนิวตรอน . วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต , ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2523

นฤมิต คินิมาน . การทำตะกอนโลหะหนักจากกระบวนการบำบัดน้ำเสียซีโอดีให้เป็นก้อนด้วยปูนซีเมนต์และเถ้าลอยลิกไนต์ . วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต , ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2538

บุญยง โล่ห์วงศ์วัฒน. การจัดการของเสียอันตราย. เอกสารประกอบการเรียนวิชา ENV. IND. TOXIC , ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรมหาวิทยาลัย , 2538

ปราณี พันธุมสินชัย . มลพิษอุตสาหกรรมเบื้องต้น . สมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย , 2538

เพ็ชรพร เชาวกิจเจริญ . การทำลายฤทธิ์ของเสียอันตราย.เอกสารประกอบการอบรมด้านการสุขาภิบาลและสิ่งแวดล้อมอุสาหกรรม รุ่นที่ 7 (8 ส.ค. - 9 เม.ย. 2536) . ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2536

โรงงานอุตสาหกรรม ,กรม. ประกาศกรมโรงงานอุตสาหกรรม เรื่อง กำหนดวิธีการเก็บทำลายฤทธิ์ กำจัด ฝังทิ้ง เคลื่อนย้าย และการขนส่งปฏิกูล หรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว (ฉบับที่ 1) พ.ศ. 2531 . กระทรวงอุตสาหกรรม , 2531.

โรงงานอุตสาหกรรม ,กรม. ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 25 (พ.ศ.2531) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2512 เรื่อง หน้าที่ของผู้รับใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงาน .กระทรวงอุตสาหกรรม , 2531.

วินิต ช่อวิเชียร . คอนกรีตเทคโนโลยี่ . ภาควิชาวิควกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาสงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2529

วิศวกรสิ่งแวดล้อมไทย , สมาคม . คู่มือวิเคราะห์น้ำเสีย . พิมพ์ครั้งที่ 2 , สมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมไทย (สวสท.) และ World Environment Center (WEC) , 2535

อรอุษา สรวารี . สารเคลือบผิว(สี วาร์นิช และแลกเกอร์) , สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2537

ภาษาอังกฤษ

American Society for Testing and Materials. Standard Method of Testing for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars (Using 2 - in or 50 - mmCube Specimens).ASTM C 109-86, Anual Book of ASTM Standards, Section 4, Vol. 04.02, 1986, pp 74-79.

Barnes, D., Cook, D.J. and Soothill, R. Waste Fixation and Encapsulation. Management of Hazardous. Toxic and Intractable Waste. vol.2. P.F. Greenfieldand D.Barnes Eds., Dept. of Chem.Eng., University of Queenland, and Schoolof Civil Eng., University of New South Wales, Australia, 1979, pp. 19.1-19.21.

Bishop, P.L. Leaching of Inorganic Hazardous Wastes. Hazardous Waste & Hazardous Materials. 5 (1988): pp.129-143. อ้างถึงใน นฤมิต คินิมาน. การทำตะกอนโลหะหนักจากกระบวนการบำบัดน้ำเสียซีโอดีให้เป็นก้อนด้วยปูนซีเมนต์และเถ้าลอยลิกไนต์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2538.

Cheng, K.Y. & Bishop, P. Metal Distribution in Solidified/Stabilized Weste Forms after Leaching. Hazardous Waste & Hazardous Materials. 9 (1992) : pp.163-171.

Claudio,J.R. Solidification of Metal Finishing Slurry with Cement. Wat.Sci.Tech.,Vol.24,No.12,1991,pp. 193-200.

Clements, J.A., and Grriffiths, C.M. Solidification process. In A. Porteous (ed.), Harzardous Waste Management Handbook. London : Reader In Engineering Machanics Theopen University, 1985 , pp. 146-166.

Cote , P.L. and Hamilton , D.P. Leachability Comparison of four Hazardous Waste Solidification Processes. Preceedings of the 38th Industrial Waste Conferrence. Purdue University , 1983

Engineering & Science Co.,LTD. , Thai DCI Co.,LTD. and Systems Engineering Co..LTD.National Hazardous Waste Management Plan. Office of the Nation Environmental Board , Ministry of Science , Technology and Energy , Kingdom of Thailand , 1989.

Leangon, K. Solidification of Hazardous Waste By Cement-Based Techniques. Thesis No.EV-93-10 Asean Insititute of Technology, Bangkok, Thailand, 1993.

Shively, W., Bishop, P., Gress, D. and Brown, T. Leaching Tests of Heavy Metals Stabilized with Portland Cement . Journal WPEF. 58 (1986) , pp.234-241.

Shuckrow, A.J., Pajak, A.P., and Touhill, C.J. Hazardous Waste Leachate Management Manual. Park Ridge, N.J. Noyes Data Corporation, 1982.

# ภาคผนวก ก

## ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 25 (พ.ศ.2531)

# ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม
# ฉบับที่ 25 (พ.ศ. 2531)
# ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2512
# เรื่อง หน้าที่ของผู้รับใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงาน

---

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 39 (6) และ (16) แห่งพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2512 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม ออกประกาศกำหนดหลักเกณฑ์และวิธีการที่ผู้รับใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงานมีหน้าที่ต้องกระทำการดังต่อไปนี้

ให้ยกเลิกความในข้อ 20 แห่งประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2512) ลงวันที่ 24 กรกฎาคม 2513 และให้ใช้ความต่อไปนี้แทน

"ข้อ 20 ผู้รับใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงานมีหน้าที่ปฏิบัติดังต่อไปนี้

(1) ต้องแยกเก็บสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว ซึ่งมีวัตถุมีพิษปนอยู่ด้วยหรือสำลีผ้าหรือเศษด้ายที่เปื้อนวัสดุไวไฟ ไว้ในที่รองรับต่างหากที่เหมาะสมและมีฝาปิดมิดชิด และต้องจัดให้มีการกำจัดสิ่งดังกล่าวโดยเฉพาะด้วยวิธีการที่ปลอดภัยและไม่ก่อให้เกิดความเดือดร้อนรำคาญ

(2) ให้ผู้รับใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงานที่มีสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วซึ่งมีลักษณะและคุณสมบัติตามที่ระบุไว้ในหมวดใดหมวดหนึ่งของบัญชีท้ายประกาศฉบับนี้ต้นบันการเกี่ยวกับการกำจัดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วดังต่อไปนี้

2.1 ห้ามมิให้นำสิ่งปฏิกูล หรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วออกนอกบริเวณโรงงาน เว้นแต่จะได้รับอนุญาตจากกรมโรงงานอุตสาหกรรมให้นำออกไปเพื่อการทำลายฤทธิ์ กำจัด ทิ้ง หรือดังล้างวิธีการ และ ณ สถานที่ซึ่งกรมโรงงานอุตสาหกรรมกำหนด

2.2 ต้องแจ้งรายละเอียดเกี่ยวกับชนิด ปริมาณ ลักษณะ คุณสมบัติ และสถานที่เก็บสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วนั้น ๆ พร้อมทั้งวิธีการเก็บ ทำลายฤทธิ์ กำจัด ทิ้ง ฝัง เคลื่อนย้ายและการขนส่งตามหลักเกณฑ์แนวทางปฏิบัติและวิธีการที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมกำหนด

ทั้งนี้ ตั้งแต่วันถัดจากวันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ 3 สิงหาคม 2531

(นายประมวล สภาวสุ)

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

## บัญชีลักษณะและคุณสมบัติของสิ่งปฏิกูล หรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว ท้ายประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 25 (พ.ศ. 2531)

หมวด 1)สิ่งปฏิกูล หรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่มีคุณสมบัติ ดังต่อไปนี้

| ลักษณะ | คุณสมบัติ | วิธีการทดสอบหรือวิธีวิเคราะห์ |
|---|---|---|
| 1.1 สารไวไฟ | 1.1.1 เป็นของเหลวที่มีจุดวาบ (flash point) ต่ำกว่า 60 องศาเซลเซียส แต่ไม่รวมถึงสารละลายในน้ำ (aqueous solution) ที่มีปริมาณของแอลกอฮอล์ผสมอยู่น้อยกว่าร้อยละ 21 โดยปริมาตร | - วัดด้วยเครื่องมือ Pensky-Martens Closed Cup Tester ตามวิธีการทดสอบมาตรฐาน ASTM D- 93- 79 หรือ D- 93- 80 หรือ<br>- วัดด้วยเครื่องมือ Setaflash Closed Cup Tester ตามวิธีการทดสอบมาตรฐาน ASTM D- 3278- 78 |
| | 1.1.2 เป็นสารที่ไม่ใช่ของเหลว แต่สามารถลุกเป็นไฟได้ภายใต้อุณหภูมิและความดันมาตรฐานเมื่อมีการเสียดสี เมื่อมีการดูดความชื้นหรือเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีขึ้นเองภายในสารนั้นและเมื่อเกิดลุกเป็นไฟจะเกิดขึ้นอย่างรุนแรงและต่อเนื่องที่ก่อให้เกิดอันตรายร้ายแรงได้ | |
| | 1.1.3 เป็นก๊าซอัดที่จุดระเบิดได้ (ignitable compressed gas) ซึ่งก๊าซอัดนี้ให้หมายถึงวัสดุหรือของผสมใด ๆ ที่บรรจุอยู่ในถังบรรจุที่มีความดันสัมบูรณ์ (absolute pressure) มากกว่า 2.81 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (10 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) ที่อุณหภูมิ 21 องศาเซลเซียส (70 องศาฟาเรนไฮท์) หรือมีความดันสัมบูรณ์มากกว่า 7.31 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (101 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส (130 องศาฟาเรนไฮท์) | - วัดตามวิธีการทดสอบมาตรฐาน ASTM Test D- 323 |
| | 1.1.4 เป็นสารออกซิไดเซอร์ (oxidizer) ซึ่งให้ออกซิเจนได้อย่างรวดเร็วที่จะไปกระตุ้นให้เกิดการเผาไหม้ของสารอินทรีย์ขึ้น ดังต่อไปนี้คือสารประกอบจำพวก chlorate, permanganate, inorganic peroxide และ nitrate | |

| ลักษณะ | คุณสมบัติ | วิธีการทดสอบหรือวิธีวิเคราะห์ |
|---|---|---|
| 1.2 สารกัดกร่อน | 1.2.1 เป็นสารที่มีน้ำเป็นส่วนประกอบ (aqueous) ที่มีค่าพีเอช (pH) 2 หรือต่ำกว่า และค่าพีเอช (pH) 12.5 หรือสูงกว่า<br>1.2.2 เป็นของเหลวที่กัดกร่อนเหล็กกล้าชั้น SAE 1020 ได้ในอัตราสูงกว่า 6.35 มิลลิเมตร (0.250 นิ้ว) ต่อปี ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส (130 องศาฟาเรนไฮท์) | - วัดค่าด้วย pH-meter ตามวิธีการทดสอบของ USEPA<br>- ใช้วิธีการทดสอบของ NACE (National Association of Corrosion Engineers) Standard TM-01-69 |
| 1.3 สารเกิดปฏิกิริยาได้ง่าย | 1.3.1 เป็นสารที่มีสภาพไม่คงตัว สามารถทำปฏิกิริยาได้อย่างรวดเร็วและอย่างรุนแรง โดยไม่มีการระเบิดเกิดขึ้น<br>1.3.2 เป็นสารที่ทำปฏิกิริยาอย่างรุนแรงกับน้ำ<br>1.3.3 เป็นสารซึ่งเมื่อรวมกับน้ำจะได้ของผสมที่จะระเบิดได้<br>1.3.4 เป็นสารซึ่งเมื่อผสมกับน้ำ จะทำให้เกิดมีก๊าซพิษ ไอพิษ หรือควันพิษขึ้นในปริมาณที่อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพมนุษย์และสิ่งแวดล้อมได้<br>1.3.5 เป็นสารที่ประกอบด้วยไซยาไนด์หรือซัลไฟด์ที่มีค่าพีเอช (pH) ระหว่าง 2 ถึง 12.5 จะทำให้เกิดมีก๊าซพิษ ไอพิษ หรือควันพิษขึ้นในปริมาณที่อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพมนุษย์และสิ่งแวดล้อมได้<br>1.3.6 เป็นสารซึ่งเมื่อถูกทำให้ร้อนขึ้นในที่จำกัดจะมีปฏิกิริยาระเบิดรุนแรง หรือเมื่ออยู่ในที่ที่มีอุณหภูมิและความดันมาตรฐานจะมีปฏิกิริยารุนแรงและรวดเร็วและอาจระเบิดได้ | |
| 1.4 สารมีพิษอื่น ๆ | เป็นสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วซึ่งเมื่อนำมาทำการสกัดสารด้วยวิธีการมาตรฐาน และมีปริมาณโลหะหนักในน้ำสกัด ค่าใดค่าหนึ่งดังต่อไปนี้<br>อาร์เซนิค มากกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร<br>แคดเมี่ยม มากกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร<br>โครเมียม มากกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร<br>ตะกั่ว มากกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร<br>ปรอท มากกว่า 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร | - วิธีการสกัดสาร (Extraction Procedure) และวิธีการวิเคราะห์น้ำสกัดให้เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ในประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม |

หมวด 2) ตัวทำละลาย (Solvents) ที่เสื่อมคุณภาพหรือไม่ใช้แล้ว ดังต่อไปนี้

| ลำดับที่ | ชื่อสารตัวทำละลาย (Solvents) | สูตรเคมี |
|---|---|---|
| 2.1 | คลอโรมีเทน (CHLOROMETHANE) หรือเม็ททิลคลอไรด์ (METHYL CHLORIDE) | $CH_3Cl$ |
| 2.2 | โมโนคลอโรเบนซิน (MONOCHLOROBENZENE) หรือคลอโรเบนซิน (CHLOROBENZENE) | $C_6H_5Cl$ |
| 2.3 | ไดคลอโรมีเทน (DICHLOROMETHANE) หรือเม็ททิลีนคลอไรด์ (METHYLENE CHLORIDE) | $CH_2Cl_2$ |
| 2.4 | 1,2- ไดคลอโรอีทีลีน (1,2- DICHLOROETHYLENE) หรืออะเซ็ททิลีน-ไดคลอไรด์ (ACETYLENE DICHLORIDE) | ClCHCHCl |
| 2.5 | ไตรคลอโรมีเทน (TRICHLOROMETHANE) หรือคลอโรฟอร์ม (CHLOROFORM) | $CHCl_3$ |
| 2.6 | 1,1,1- ไตรคลอโรอีเทน (1,1,1- TRICHLOROETHANE) หรือเมททิล-คลอโรฟอร์ม (METHYLCHLOROFORM) | $CH_3CCl_3$ |
| 2.7 | 1,1,2- ไตรคลอโรอีเทน (1,1,2- TRICHLOROETHANE) หรือไวนิลไตร-คลอไรด์ (VINYL TRICHLORIDE) | $Cl_2CHCH_2Cl$ |
| 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)หรืออะเซ็ททีลีนเตตราคลอไรด์ (ACETYLENE TETRACHLORIDE) | $Cl_2$ $CHCHCl_2$ |
| 2.11 | เอททิล คลอไรด์ (ETHYL CHLORIDE) | $C_2$ $H_5$ Cl |
| 2.12 | 2- บิวทีแนล (2- BUTENAL) หรือโครโตนแอลดีไฮด์ (CROTONALDEHYDE) | $CH_3$ CHCHCHO |
| 2.13 | คาร์บอนไดซัลไฟด์ (CARBON DISULFIDE) | $CS_2$ |
| 2.14 | 1- คลอโร- 2, 3- อิโปซีโปรเบน (1- CHLORO 2, 3- EPOXYPROPANE) หรืออีปิคลอโรไฮดริน (EPICHLOROHYDRIN) | $CH_2$ $OCHCH_2$ Cl |
| 2.15 | 3,5- ไดเมทิลฟีนอล (3,5- DIMETHYLPHENOL) หรือไซลีนอล (XYLENOL) | $(CH_3)_2$ $C_6H_3$ OH |
| 2.16 | ไฮดรอกซี เบนซีน (HYDROXY BENZENE) หรือฟีนอล (PHENOL) | $C_6H_5OH$ |
| 2.17 | ไนโตรเบนซิน (NITROBENZENE) หรือไนโตรเบนโซล (NITROBENZOL) | $C_6H_5NO_2$ |
| 2.18 | 1,1- ออซีบีส (2- คลอโรอีเทน) (1,1- OXYBIS (2- CHLOROETHANE)) หรือไดคลอโรเอทิล อีเทอร์ (DICHLOROETHYL ETHER) | $O(CH_2CH_2Cl)_2$ |
| 2.19 | เพนตาคลอโรอีเทน (PENTACHLOROETHANE) หรือเพนตาลีน (PENTALIN) | $CHCl_2$ $CCL_3$ |
| 2.20 | เม็ททิลแอลกอฮอล์ (METHYL ALCOHOL) หรือเม็ททานอล (METHANOL) | $CH_3$ OH |

หมวด 3) สิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วจากการประกอบกิจการโรงงานเฉพาะประเภทหรือชนิด ดังต่อไปนี้

| ลำดับที่ | สิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว | ประเภทหรือชนิดโรงงาน (ตามบัญชีท้ายกฎกระทรวง ฉบับที่ 1 (พ.ศ. 2512) และฉบับที่ 7 (พ.ศ. 2520) ออกตามความใน พรบ.โรงงาน พ.ศ. 2512) |
|---|---|---|
| 3.1 | - กากตะกอนจากการละลายเกลือ<br>- กากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำทิ้ง | โรงงานผลิตโซดาไฟ ตามประเภทหรือชนิดโรงงาน ลำดับที่ 42 และโรงงานตามประเภทหรือชนิดโรงงาน ลำดับที่ 13 (2) เฉพาะโรงงานที่มีส่วนผลิตโซดาไฟด้วยวิธีใช้เซลล์ปรอท |
| 3.2 | - กากวัตถุมีพิษตามรายชื่อที่ระบุไว้ใน พรบ.วัตถุมีพิษ พ.ศ. 2510 ที่ไม่ใช้แล้วหรือเสื่อมคุณภาพ | โรงงานผลิตและบรรจุยาฆ่าแมลง ตามประเภทหรือชนิด โรงงานลำดับที่ 43 |
| 3.3 | - กากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำทิ้ง | โรงงานผลิตและผสมสี ตามประเภทหรือชนิดโรงงาน ลำดับที่ 45 (1) |
| 3.4 | - ฝุ่นจากระบบกำจัดตะกั่วในอากาศ<br>- กากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำทิ้ง | โรงงานหลอมตะกั่วที่ใช้แล้วตามประเภทหรือชนิดโรงงาน ลำดับที่ 60 และโรงงานผลิตแบตเตอรี่ตามประเภทหรือชนิดโรงงาน ลำดับที่ 74 (1) |
| 3.5 | - ชิ้นส่วนอุปกรณ์อิเลคโทรนิกส์ที่เสื่อมหรือไม่ได้คุณภาพ | โรงงานผลิตอุปกรณ์อิเลคทรอนิกส์ ตามประเภทหรือชนิดโรงงาน ลำดับที่ 72 |
| 3.6 | - กากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำทิ้ง<br>- น้ำยาเคมีจากถังชุบไซยาไนด์ นิเกิล ทองแดง โครเมี่ยมและสังกะสีที่ใช้แล้วและเสื่อมคุณภาพ<br>- กากที่เหลือก้นถังชุบไซยาไนด์ นิเกิล ทองแดง โครเมี่ยม และสังกะสี | โรงงานทุกประเภทที่มีประกอบกิจการชุบโลหะด้วยไฟฟ้า |
| 3.7 | - กากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำทิ้งของโรงงานผลิต, ซ่อมแซมและดัดแปลงวัตถุระเบิด | โรงงานผลิตวัตถุระเบิดตามประเภทหรือชนิดโรงงาน ลำดับที่ 99 |
| 3.8 | - ปลายขั้วหลอด (exhaust tube) ที่ตัดทิ้ง<br>- หลอดที่ผลิตไม่ได้คุณภาพและปนเปื้อนด้วยสารปรอท | โรงงานผลิตหลอดฟลูออเรสเซนต์ ตามประเภทหรือชนิดโรงงาน ลำดับที่ 74 (1) |
| 3.9 | - กากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำทิ้ง<br>- ถ่านไฟฉายที่ผลิตไม่ได้คุณภาพ<br>- ฝุ่นจากระบบกำจัดอากาศบริเวณบดผงธาตุแมงกานีส | โรงงานผลิตถ่านไฟฉาย ตามประเภทหรือชนิดโรงงาน ลำดับที่ 74 (5) |
| 3.10 | - กากสีจากห้องพ่นสี | โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับรถยนต์หรือรถพ่วง ตามประเภทหรือชนิดโรงงาน ลำดับที่ 77 (1) และ (2) และโรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับจักรยานยนต์ จักรยานสามล้อ หรือจักรยานสองล้อ ตามประเภทหรือชนิดโรงงาน ลำดับที่ 78 (1) และ (2) |

*ประกาศกรมโรงงานอุตสาหกรรม*
*เรื่อง กำหนดวิธีการเก็บ ทำลายฤทธิ์*
*กำจัด ฝัง ทิ้ง เคลื่อนย้ายและการขนส่งสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว*
*(ฉบับที่ 1) พ.ศ. 2531*

---

ตามความในประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 25 (พ.ศ. 2531) ลงวันที่ 3 สิงหาคม 2531 ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2512 เรื่อง หน้าที่ของผู้รับใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงาน ซึ่งกำหนดให้ผู้รับใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงานดำเนินการเกี่ยวกับการกำจัดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว โดยต้องแจ้งรายละเอียดเกี่ยวกับชนิด ปริมาณ ลักษณะ คุณสมบัติ และสถานที่เก็บสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วนั้น ๆ พร้อมทั้งวิธีการเก็บทำลายฤทธิ์ กำจัด ฝัง ทิ้ง เคลื่อนย้ายและการขนส่งตามหลักเกณฑ์แนวทางปฏิบัติและวิธีการที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมกำหนด)

ดังนั้น เพื่อให้สอดคล้องกับประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมดังกล่าว กรมโรงงานอุตสาหกรรมจึงวางระเบียบและวิธีการแจ้งรายละเอียดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วไว้ดังต่อไปนี้

ข้อ 1 ให้ผู้รับใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงานที่มีสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว เก็บสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วดังกล่าวภายในหรือภายนอกโรงงานให้ห่างจากที่ชุมชนหรือแหล่งน้ำสาธารณะ โดยใช้วิธีการเก็บที่มิดชิด ปลอดภัย และไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสาธารณชนหรือผู้อยู่อาศัยใกล้เคียง

ข้อ 2 ให้ผู้รับใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงานตามข้อ 1 ทำลายฤทธิ์และ/หรือทำสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วให้เป็นก้อนก่อนนำไปทิ้งหรือฝังด้วยวิธีการดังต่อไปนี้

2.1 วิธีการทำลายสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วเฉพาะประเภท

| ประเภทสิ่งปฏิกูล | วิธีการทำลายฤทธิ์ |
|---|---|
| 2.1.1 กากตะกอนที่มีสารปรอทปนเปื้อน | นำกากตะกอนมาผสมกับสารละลายโซเดียมซัลไฟด์ ($Na_2S$) เพื่อให้เกิดปฏิกิริยาเคมีได้เป็นปรอทซัลไฟด์ (HgS) แล้วจึงทำให้เป็นก้อน (Solidification) ด้วยการผสมกับปูนซีเมนต์ ในกรณีที่ต้องการเพิ่มประสิทธิภาพหรือลดอัตราการซึมของสารพิษให้ใช้สารตัวเติม (additives) ผสมลงไปด้วย |
| 2.1.2 กากจากการผลิตหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ที่มีสารปรอทปนเปื้อน | นำกากที่อาจต้องผ่านการบดให้มีขนาดเล็กลงก่อนเพื่อช่วยให้ทำปฏิกิริยาทางเคมีได้ทั่วถึงมาผสมกับสารละลายโซเดียมซัลไฟด์ ($Na_2S$) เพื่อให้เกิดปฏิกิริยาเคมีได้เป็นปรอทซัลไฟด์ (Hgs) แล้วจึงทำให้เป็นก้อน (Solidification) ด้วยการผสมกับปูนซีเมนต์ ในกรณีที่ต้องการเพิ่มประสิทธิภาพหรือลดอัตราการซึมของสารพิษให้ใช้สารตัวเติม (additives) ผสมลงไปด้วย |

| ประเภทสิ่งปฏิกูล | วิธีการทำลายฤทธิ์ |
|---|---|
| 2.1.3 กากตะกอน หรือฝุ่นที่มีองค์ประกอบของโลหะหนัก เช่น แคดเมี่ยม, โครเมี่ยม, ตะกั่ว, แมงกานีส เป็นต้น | ใช้สารละลายด่าง เช่น ปูนขาว หรือโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ผสมกับกากตะกอนให้ทั่วกันจนสารโลหะหนักเปลี่ยนรูปไปเป็นสารประกอบของแกลือไฮดรอกไซด์ที่มีค่าพีเอช (pH) ของของผสมประมาณ 11 แล้วทิ้งไว้ให้แห้ง ในกรณีที่เป็นกากตะกอนหรือฝุ่นที่เปื้อนด้วยแคดเมี่ยม (Cd) จะต้องทำให้เป็นก้อนด้วยการผสมกับปูนซีเมนต์ |
| 2.1.4 กากตะกอนหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่มียาฆ่าแมลง, ยากำจัดสัตว์พืช หรือยากำจัดเชื้อราปนเปื้อน | เติมสารละลายด่าง เช่น ปูนขาว หรือโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ในปริมาณที่สามารถจะทำลายพิษของตัวยาแต่ละชนิดได้หมด |

2.2 สิ่งปฏิกูลที่ผ่านการทำให้เป็นก้อน (Solidification) จะต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

2.2.1 น้ำซึมผ่านได้ในอัตราต่ำกว่า $1 \times 10^{-6}$ ซม./วินาที

2.2.2 รับแรงอัด (compressive strength) ได้ไม่น้อยกว่า 14 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

2.2.3 มีความหนาแน่นไม่ต่ำกว่า 1.04 ตันต่อลูกบาศก์เมตร

2.2.4 มีลักษณะแข็งคล้ายหิน ไม่ไหม้ไฟ ไม่มีกลิ่น

2.3 ในกรณีที่ผู้รับใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงานตามข้อ 1 ประสงค์จะใช้วิธีการทำลายฤทธิ์และ/หรือทำให้เป็นก้อนด้วยวิธีอื่นนอกเหนือจากที่กำหนดไว้ในประกาศฉบับนี้ จะต้องแจ้งรายละเอียดพร้อมด้วยเหตุผลให้กรมโรงงานอุตสาหกรรมพิจารณาอนุญาตเป็นราย ๆ ไป

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

3.1 ลักษณะที่ตั้งของสถานที่ฝัง (landfill)

3.1.1 สถานที่ฝังดินจะต้องมีลักษณะทางธรณีวิทยาที่เหมาะสม โดยต้องเป็นพื้นที่ที่ไม่มีแหล่งแร่อยู่ข้างใต้ ไม่มีรอยแตก หรือเป็นโพรงของหินชั้นล่าง มีความหนาของชั้นดินระหว่างฐานของสถานที่ฝังกับระดับน้ำใต้ดินพอสมควร และมีระดับน้ำใต้ดินต่ำ

3.1.2 ไม่เป็นพื้นที่ลุ่มหรือมีน้ำท่วมถึง ไม่มีปัญหาเรื่องน้ำท่วม และไม่ติดต่อหรืออยู่ใกล้กับแม่น้ำ ลำคลอง หรือแหล่งน้ำที่ใช้ประโยชน์ได้

3.1.3 อยู่ห่างจากพื้นที่ใช้ประโยชน์ของราษฎรและชุมชน ทั้งนี้เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาการแพร่ฟุ้งกระจาย ปัญหาการจราจรระหว่างการขนส่งสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วรวมทั้งปัญหาเรื่องฝุ่น และเสียงที่อาจจะเกิดขึ้นในระหว่างการทำงาน

3.1.4 มีเนื้อที่กว้างขวางพอที่จะใช้ฝังได้นานตั้งแต่ 5 ปีขึ้นไป

3.2 การออกแบบสถานที่ฝังสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว

หลุมที่จะใช้ฝัง ต้องได้รับการเตรียมการไว้ดังต่อไปนี้คือ

3.2.1 ต้องทำการบุด้านล่างและด้านข้างโดยรอบของหลุมที่จะใช้ฝัง (landfill) ด้วยวัสดุกันซึม (liner) เพื่อป้องกันการซึมผ่านของสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วออกสู่น้ำใต้ดินหรือน้ำผิวดินที่อยู่ใกล้เคียง โดย

วัสดุกันซึมนี้ต้องมีความแข็งแรง และหนาเพียงพอที่จะทนต่อการรับน้ำหนักและแรงดันที่จะเกิดขึ้นทั้งหมด ซึ่งวัสดุกันซึมดังกล่าวอาจจะเป็นวัสดุที่สังเคราะห์ขึ้นเพื่อใช้งานโดยเฉพาะหรือเป็นวัสดุที่มีอยู่เองตามธรรมชาติ เช่น ดินเหนียว ที่ยอมให้มีอัตราการซึมผ่านของน้ำ (permeability) ได้ไม่เกินกว่า $1 \times 10^{-7}$ เซนติเมตรต่อวินาที (ประมาณ 0.1 ฟุตต่อปี) หรืออาจจะใช้วัสดุกันซึมทั้งสองประเภทประกอบกันก็ได้

3.2.2 ระดับก้นหลุมของสถานที่ฝังสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วจะต้องอยู่สูงจากระดับน้ำใต้ดินไม่น้อยกว่า 5 ฟุต

3.2.3 ต้องมีระบบรวบรวมน้ำเสียที่เกิดขึ้นภายในหลุมที่ใช้ฝังและมีระบบบำบัดน้ำเสียหรือนำน้ำเสีย (leachate) ที่เกิดขึ้นออกไปบำบัดที่อื่น

3.2.4 เมื่อเลิกใช้หลุมที่ฝังแล้ว ให้ทำการปิดหลุมขั้นสุดท้ายด้วยวัสดุกันซึมเพื่อป้องกันการซึมของน้ำหรือของเหลวอื่น ๆ เข้าสู่หลุมฝัง แล้วปูทับด้วยดินดีอีกชั้นหนึ่ง พร้อมทั้งปลูกพืชคลุมดิน เพื่อลดความรุนแรงของการพังทลายของดินอันเนื่องจากฝนและลม พร้อมทั้งจัดให้มีระบบระบายน้ำฝนหรือน้ำที่จะไหลผ่านให้ออกจากบริเวณหลุมฝังได้อย่างรวดเร็วและเหมาะสม

3.2.5 ในกรณีที่ใช้ดินเหนียวบุปูเป็นวัสดุกันซึม ดินเหนียวต้องมีความหนาไม่ต่ำกว่า 60 เซนติเมตร โดยทำการบดอัดดินเหนียวให้แน่นที่ระดับความหนา 30 เซนติเมตร และ 60 เซนติเมตรตามลำดับ สำหรับกรณีที่ใช้วัสดุอื่นเป็นวัสดุกันซึม หรือจะต้องมีการจัดการเป็นพิเศษจะต้องได้รับความเห็นชอบจากกรมโรงงานอุตสาหกรรมเป็นกรณี ๆ ไป

3.2.6 วัสดุกันซึมที่ใช้ปิดหลุมฝังจะต้องเป็นวัสดุชนิดและความหนาเดียวกับวัสดุกันซึมชั้นล่าง ส่วนชั้นดินปลูกพืชคลุมบนต้องมีความหนาไม่น้อยกว่า 150 เซนติเมตร และระหว่างชั้นทั้งสองนี้อาจจะจัดให้มีชั้นทรายเพื่อเป็นมาตรการเสริมในการระบายน้ำออกจากส่วนบนของบริเวณที่ใช้ฝังกากให้เร็วยิ่งขึ้นก็ได้

3.2.7 พืชที่ปลูกคลุมดินจะต้องเป็นพืชประเภทรากสั้น หรือมีเอกสารที่พิสูจน์ได้ว่าความยาวที่สุดของรากจะยาวน้อยกว่า 150 เซนติเมตร

3.2.8 ต้องจัดสร้างบ่อสังเกตการณ์เพื่อตรวจสอบคุณลักษณะของน้ำใต้ดินในบริเวณใกล้เคียงตามขนาดและจำนวนที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมเห็นชอบ เพื่อตรวจสอบติดตามผลการดำเนินงานสถานที่ฝัง ตลอดช่วงเวลาที่ใช้งานอยู่ และน้ำใต้ดินจะต้องมีคุณลักษณะไม่เกินกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ดังต่อไปนี้ คือ

| ชนิดของสาร | ปริมาณสูงสุดที่ยอมให้มีได้ (มิลลิกรัมต่อลิตร) |
|---|---|
| อาร์เซนิค | 0.05 |
| แคดเมี่ยม | 0.01 |
| โครเมี่ยม | 0.05 |
| ตะกั่ว | 0.05 |
| ปรอท | 0.001 |
| นิเกิล | 0.05 |
| แมงกานีส | 0.3 |
| ทองแดง | 1.0 |
| สังกะสี | 5.0 |

3.3 การดำเนินการฝัง ต้องดำเนินการดังต่อไปนี้

3.3.1 จดบันทึกและรายงานเกี่ยวกับรายละเอียดในการดำเนินการโดยแจ้งชนิด/ประเภท ปริมาณ และวิธีการฝัง รวมทั้งผังการจัดแบ่งการทิ้งสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วในแต่ละบริเวณ (cell) ของหลุมเก็บไว้เป็นหลักฐานพร้อมที่จะให้กรมโรงงานอุตสาหกรรมตรวจสอบได้ทุกเมื่อ

3.3.2 ต้องแจ้งให้กรมโรงงานอุตสาหกรรมทราบทันทีในกรณีเกิดเหตุฉุกเฉินหรืออุบัติเหตุเกี่ยวกับการรั่วไหลของสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว และจะต้องแก้ไขเหตุฉุกเฉินหรืออุบัติเหตุนั้นให้พ้นจากภาวะอันตรายตามวิธีการและภายในระยะเวลาที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมกำหนด

3.3.3 เมื่อเลิกใช้บริเวณฝังสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วในบางส่วน (cell) เป็นการชั่วคราว ต้องจัดให้มีการปิดคลุมด้วยดินเหนียว หรือปิดคลุมด้วยดินแล้วปลูกหญ้ากันการฟุ้งกระจายหรือปิดคลุมด้วยวัสดุกันซึมอื่น ๆ และจัดระบบระบายน้ำออกจากพื้นที่นั้นให้เพียงพอ

3.3.4 การฝังสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วประเภทที่อาจทำปฏิกิริยาเคมีรุนแรงต่อกัน (incompatible wastes) ไว้ในสถานที่แห่งเดียวกัน จะต้องจัดให้มีมาตรการป้องกันมิให้เกิดการสัมผัสหรือการผสมรวมตัวกันซึ่งอาจจะทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีรุนแรงขึ้นได้

3.3.5 ในกรณีที่จำเป็นต้องฝังสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่เป็นของเหลวจะต้องบรรจุของเหลวนั้นไว้ในภาชนะที่คงทนต่อการกัดกร่อน และมีฝาปิดมิดชิด และจะต้องบุรอบ ๆ ภาชนะบรรจุด้วยสารดูดซับ (absorbent) อีกชั้นหนึ่ง

3.4 การตรวจสอบติดตามผลและบำบัด

3.4.1 ให้ตรวจสอบคุณภาพน้ำใต้ดินที่เก็บจากบ่อสังเกตการณ์อย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอก่อนเริ่มดำเนินการฝัง ระหว่างดำเนินการฝังและหลังจากปิดการฝังชั้นสุดท้ายโดยเก็บตัวอย่างน้ำก่อนทำการฝังอย่างน้อย 2 ครั้ง เพื่อจดบันทึกสำหรับใช้เปรียบเทียบ และถ้าหากผลการตรวจสอบพบว่าคุณลักษณะของน้ำใต้ดินเกินกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ จะต้องทำการแก้ไขโดยทันที พร้อมทั้งแจ้งให้กรมโรงงานอุตสาหกรรมทราบ

3.4.2 ให้ตรวจสอบคุณลักษณะของน้ำเสียในบ่อรวบรวมทุกครั้งก่อนปล่อยทิ้งไป ถ้าพบว่ามีความสกปรกเกินกว่ามาตรฐานน้ำทิ้งตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมจะต้องทำการบำบัดจนมีคุณลักษณะเป็นไปตามมาตรฐานนั้นเสียก่อน

ข้อ 4 ให้ผู้รับใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงานตามข้อ 1 ที่สิ่งโรงงานอยู่ในเขตพื้นที่นอกเหนือจากที่กล่าวไว้ในข้อ 3 ทำการทิ้งสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วด้วยวิธีการและ ณ สถานที่ที่เหมาะสมและปลอดภัยเป็นไปตามหลักเกณฑ์และเงื่อนไขทางวิชาการ ทั้งนี้ให้แจ้งรายละเอียดวิธีการและสถานที่ทิ้งดังกล่าวให้กรมโรงงานอุตสาหกรรมพิจารณาความเหมาะสมเป็นราย ๆ ไป

ข้อ 5 ให้ผู้รับใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงาน ตามข้อ 1 ทำการเคลื่อนย้ายและขนส่งสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วด้วยวิธีการดังต่อไปนี้

5.1 ยานพาหนะที่ใช้ในการเคลื่อนย้ายและขนส่ง ต้องบรรทุกสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วได้อย่างมิดชิด ไม่มีการรั่วไหล สกหล่นหรือฟุ้งกระจายได้

5.2 ห้ามมิให้เคลื่อนย้ายและขนส่งสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วประเภทที่อาจทำปฏิกิริยาเคมีรุนแรงต่อกัน รวมไปในยานพาหนะเดียวกัน โดยไม่มีมาตรการป้องกันการเกิดปฏิกิริยารุนแรงดังกล่าว

5.3 ชนิดของภาชนะบรรจุสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วสำหรับการเคลื่อนย้ายและขนส่ง จะต้องเหมาะสมกับสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วนั้น ๆ

5.4 จัดให้มีมาตรการเพื่อความปลอดภัยในการขนส่ง รวมทั้งมาตรการแก้ไขเหตุฉุกเฉินในกรณีเกิดอุบัติเหตุหรือหกล้นในระหว่างการเคลื่อนย้ายและขนส่งอย่างเพียงพอ

ข้อ 6 วิธีการสกัดสาร (Extraction Procedure) และการวิเคราะห์หาปริมาณความเข้มข้นของสารมลพิษในน้ำสกัด ให้ใช้วิธีดังต่อไปนี้

6.1 บดตัวอย่างสิ่งปฏิกูลให้เป็นผงแล้วร่อนผ่านตะแกรงให้ได้ขนาดของสิ่งปฏิกูลระหว่าง 0.5 มิลลิเมตร ถึง 9 มิลลิเมตร

6.2 นำตัวอย่างที่ได้จากข้อ 6.1 หนัก 50 กรัม ใส่ในตัวทำละลายซึ่งประกอบด้วย น้ำกลั่นผสมกับกรดไฮโดรคลอริค จนมีความเป็นกรดค่างระหว่าง 5.8 ถึง 6.3 ในอัตราส่วนปริมาตรของสารละลายเป็น 10 เท่า (มิลลิลิตร) ของน้ำหนัก (กรัม) ของตัวอย่างสิ่งปฏิกูล

6.3 เขย่าบนเครื่องเขย่า (Agitator) เป็นเวลา 6 ชั่วโมง โดยใช้เครื่องเขย่าชนิด 200 รอบ/นาที ที่ช่วงกว้างของการเขย่า 5 เซนติเมตร

6.4 กรองสารละลายโดยใช้กระดาษกรองใยแก้ว ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของรู 1 ไมครอน

6.5 นำของเหลวที่ได้ ไปวิเคราะห์หาค่าสารมลพิษต่าง ๆ ตามวิธีมาตรฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์น้ำทิ้ง

ข้อ 7 การแจ้งรายละเอียดมาตรการกำจัดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว

7.1 ให้ผู้รับใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงานตามข้อ 1 ส่งเอกสารดังต่อไปนี้แนบมาพร้อมแบบแจ้งรายละเอียดมาตรการกำจัดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วของโรงงาน

- แผนที่แสดงที่ตั้งโรงงาน บริเวณกำจัดสิ่งปฏิกูลและสถานที่ทิ้ง ฝังกลบ
- แผนการดำเนินงาน เช่น วิธีการเก็บ วิธีการและเส้นทางการขนส่ง วิธีการทำลายฤทธิ์ วิธีการทิ้งหรือฝัง ตลอดจนการจดบันทึกและติดตามผล
- 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

(นายพิศาล ลงสำราญ)
อธิบดีกรมโรงงานอุตสาหกรรม

ภาคผนวก ข

# ลักษณะน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมสี และประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสีย

**ลักษณะน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมสีและประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสีย**

ตารางที่ ข-1 แสดงลักษณะน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมผลิตสีที่ยังมิได้ผ่านการบำบัด ซึ่งมีลักษณะสมบัติคล้าย กากเศษสีและฝุ่นสีที่ใช้ในการวิจัยนี้

ตารางที่ ข-2 แสดงประสิทธิภาพของส่วนบำบัดน้ำเสียแบบ Physical-Chemical Treatment มีค่าเฉลี่ย 90% ส่วนค่าเฉลี่ยในการกำจัดมลพิษอยู่ระหว่าง 50% - 90% ซึ่งจากประสิทธิภาพการกำจัดนี้ ก็ยังคงมีมลพิษอยู่มากอยู่ในตะกอนกากของเสียที่ผ่านการบำบัด เช่น โครเมี่ยม, ตะกั่ว เป็นต้น ซึ่งมีค่ามากกว่า 1 mg/l

## ตารางที่ ข-1 ลักษณะน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมผลิตสีที่ยังมิได้ผ่านการบำบัด

| No./Parameter | Number of Samples Analyzed | Number of Times Above Det. Limit | Average | Median | Minimum | Maximum |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Conventional Pollutants** | | | | | | |
| pH | 56 | 56 | | 8 | 5 | 13 |
| BOD (mg/l) | 54 | 54 | 9892 | 4850 | 200 | 65500 |
| Oil & grease (mg/l) | 52 | 52 | 1099 | 938 | 42 | 3400 |
| Total suspended solids (mg/l) | 50 | 50 | 20424 | 12800 | 280 | 148000 |
| **Nonconventional Pollutants** | | | | | | |
| COD (mg/l) | 57 | 57 | 54956 | 39000 | 1201 | 350000 |
| TOC (mg/l) | 51 | 51 | 10601 | 8500 | 1500 | 46000 |
| Total solids (mg/l) | 51 | 51 | 28945 | 22750 | 90 | 160000 |
| Total dissolved solids (mg/l) | 46 | 46 | 10619 | 4300 | 500 | 145000 |
| Total volatile solids (mg/l) | 46 | 46 | 13017 | 11350 | 960 | 31700 |
| Volatile dissolved solids (mg/l) | 27 | 27 | 5400 | 3600 | 270 | 21800 |
| Total volatile suspended solids (mg/l) | 29 | 29 | 7789 | 7600 | 160 | 25000 |
| Aluminum | 55 | 55 | 196758 | 100000 | 8000 | 3000000 |
| Barium | 54 | 53 | 8656 | 2000 | < 50 | 100000 |
| Boron | 52 | 39 | 4268 | 1000 | 131 | 40000 |
| Calcium (mg/l) | 54 | 51 | 2277 | 281 | < 20 | 38000 |
| Cobalt | 54 | 41 | 912 | 300 | < 20 | 11600 |
| Iron | 54 | 54 | 271307 | 40000 | 3000 | 6000000 |
| Magnesium (mg/l) | 54 | 54 | 107 | 36 | 4 | 2100 |
| Manganese | 54 | 54 | 2901 | 886 | 40 | 40000 |
| Molybdenum | 53 | 42 | 674 | 200 | < 5 | 11200 |
| Sodium | 54 | 45 | 397 | 205 | < 60 | 2900 |
| Tin | 54 | 53 | 1111 | 400 | < 50 | 20000 |
| Titanium | 54 | 54 | 16677 | 7000 | 80 | 210000 |
| Vanadium | 53 | 25 | 109 | < 100 | 32 | 11400 |
| Yttrium | 52 | 4 | 206 | < 200 | < 16 | < 2000 |
| **Inorganic Toxic Pollutants** | | | | | | |
| 114 Antimony | 57 | 11 | 209 | < 25 | < 10 | < 2000 |
| 115 Arsenic | 48 | 25 | 286 | 69 | < 20 | < 2000 |
| 117 Beryllium | 60 | 14 | 126 | < 10 | 2 | 3990 |
| 118 Cadmium | 60 | 29 | 524 | < 20 | < 8 | 15600 |
| 119 Chromium | 60 | 50 | 3120 | 260 | < 50 | 40000 |
| 120 Copper | 60 | 50 | 2476 | 400 | < 50 | 40000 |
| 121 Cyanide | 50 | 7 | 79 | 25 | < 1 | 110 |
| 122 Lead | 60 | 45 | 6300 | 805 | 22 | 80000 |
| 123 Mercury | 55 | 44 | 5161 | < 500 | < 1 | 62000 |
| 124 Nickel | 60 | 10 | 1350 | < 50 | < 5 | 40000 |
| 125 Selenium | 58 | 4 | 165 | < 25 | 9 | < 2000 |
| 126 Silver | 59 | 5 | 15 | < 10 | < 1 | < 100 |
| 127 Thallium | 59 | 11 | 151 | < 10 | 6 | < 2000 |
| 128 Zinc | 60 | 57 | 74746 | 10000 | 600 | 900000 |
| **Organic Toxic Pollutants** | | | | | | |
| 2 Acrolein | 31 | 1 | 0 | 10 | < 10 | < 10 |
| 4 Benzene | 31 | 18 | 10 | 1933 | 370 | 20 | 9900 |
| 6 Carbon tetrachloride | 31 | 0 | 7 | 3770 | 14 | < 10 | 30000 |
| 7 Chlorobenzene | 31 | 4 | 3 | 1405 | 56 | < 10 | 5500 |
| 9 Hexachlorobenzene | 31 | 1 | 1 | 92 | 92 | 92 | 92 |
| 10 1,2-Dichloroethane | 31 | 5 | 4 | 118 | 33 | < 10 | 420 |
| 11 1,1,1-Trichloroethane | 31 | 16 | 15 | 141 | 76 | 10 | 930 |
| 13 1,1-Dichloroethane | 31 | 2 | 1 | 11 | 11 | < 10 | 13 |
| 14 1,1,2-Trichloroethane | 31 | 5 | 2 | 560 | < 10 | < 10 | 2800 |
| 15 1,1,2,2-Tetrachloroethane | 31 | 2 | 1 | 20 | 20 | < 10 | 30 |
| 20 2-Chloronaphthalene | 31 | 1 | 0 | 10 | < 10 | < 10 | < 10 |
| 21 2,4,6-Trichlorophenol | 31 | 2 | 1 | 2455 | < 2455 | < 10 | 4900 |
| 23 Chloroform | 31 | 15 | 15 | 186 | 92 | 16 | 900 |
| 28 3,3'-Dichlorodenzidine | 31 | 1 | 0 | 10 | < 10 | < 10 | < 10 |
| 29 1,1-Dichloroethylene | 31 | 5 | 3 | 130 | 23 | < 10 | 620 |
| 30 1,2-Trans-dichloroethylene | 31 | 2 | 1 | 135 | 135 | < 10 | 260 |
| 31 2,4-Dichlorophenol | 31 | 2 | 0 | 10 | < 10 | < 10 | < 10 |
| 32 1,2-Dichloropropane | 31 | 4 | 3 | 265 | 41 | < 10 | 960 |
| 33 1,3-Dichloropropylene | 31 | 1 | 1 | 100 | 100 | 100 | 100 |

**ตารางที่ ข-1 ลักษณะน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมผลิตสีที่ยังมิได้ผ่านการบำบัด (ต่อ)**

| No./Parameter | Number of Samples Analyzed | Number of Times Detected | Number of Times Above 10 µg/l | Average | Median | Minimum | Maximum |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 38 Ethylbenzene | 31 | 25 | 25 | 7402 | 1300 | 80 | 112000 |
| 39 Fluoranthene | 31 | 1 | 0 | 10 | <10 | <10 | <10 |
| 40 4-Chlorophenyl phenyl ether | 31 | 1 | 1 | 266 | 266 | 266 | 266 |
| 42 di(2-Chloroisopropyl) ether | 31 | 1 | 1 | 3200 | 3200 | 3200 | 3200 |
| 43 di(2-Chloroethyoxy) methane | 31 | 1 | 1 | 10 | <10 | <10 | <10 |
| 44 Methylene chloride | 31 | 18 | 17 | 31878 | 620 | <10 | 210000 |
| 48 Dichlorodromomethane | 31 | 1 | 1 | 27 | 27 | 27 | 27 |
| 55 Naphthalene | 31 | 9 | 8 | 2950 | 54 | <10 | 10000 |
| 56 Nitrobenzene | 31 | 3 | 2 | 100 | 110 | <10 | 100 |
| 59 2,4-Dinitrophenol | 31 | 3 | 3 | 173 | 160 | 110 | 250 |
| 60 4,6-Dinitro-o-cresol | 31 | 1 | 0 | 10 | <10 | <10 | <10 |
| 64 Pentachlorophenol | 31 | 6 | 5 | 6017 | 750 | <10 | 27000 |
| 65 Phenol | 31 | 11 | 0 | 746 | 96 | <10 | 3800 |
| Total phenols | 56 | | 45 | 260 | 125 | <1 | 1900 |
| 66 di(2-Ethylhexyl) phthalate | 31 | 11 | 9 | 418 | 140 | <10 | 2810 |
| 67 Butyl benzyl phthalate | 31 | 4 | 3 | 474 | 44 | <10 | 1800 |
| 68 di-n-Butyl phthalate | 31 | 19 | 13 | 5745 | 160 | <10 | 69000 |
| 70 Diethyl phthalate | 31 | 3 | 1 | 233 | <10 | <10 | 600 |
| 73 Benzo[a]pyrene | 31 | 1 | 0 | 10 | <10 | <10 | <10 |
| 78 Anthracene | 31 | 1 | 0 | 10 | <10 | <10 | <10 |
| 85 Tetrachloroethylene | 31 | 18 | 16 | 567 | 175 | <10 | 4900 |
| 86 Toluene | 31 | 27 | 27 | 17966 | 2500 | 73 | 259700 |
| 87 Tridchloroethylene | 31 | 17 | 12 | 81 | 23 | <10 | 250 |
| 89 Aldrin | 31 | 1 | 0 | 10 | <10 | <10 | <10 |
| 90 Dieldrin | 31 | 1 | 0 | 10 | <10 | <10 | <10 |
| 93 4,4'-DDE | 31 | 1 | 0 | 10 | <10 | <10 | <10 |
| 94 4,4'-DDD | 31 | 1 | 0 | 10 | <10 | <10 | <10 |
| 96 beta-Endosulfan | 31 | 2 | 0 | 10 | <10 | <10 | <10 |
| 99 Endrin aldehyde | 31 | 1 | 0 | 10 | <10 | <10 | <10 |
| 102 alpha-BHC | 31 | 2 | 0 | 10 | <10 | <10 | <10 |
| 103 beta-BHC | 31 | 1 | 0 | 10 | <10 | <10 | <10 |
| 104 gamma-BHC | 31 | 1 | 0 | 10 | <10 | <10 | <10 |
| 105 delta-BHC | 31 | 1 | 0 | 10 | <10 | <10 | <10 |

[a] All units µg/l unless otherwise noted.

**ตารางที่ ข-2 ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรมผลิตสี**

| No. Parameter | Average[a] Influent | Average[a] Effluent | Reduction (%) | No. of Batches | Median Percent Removal[b] |
|---|---|---|---|---|---|
| **Conventional Pollutants** | | | | | |
| BOD (mg/l) | 10778 | 5585 | 48 | 41 | 20 |
| Total suspended solids (mg/l) | 23831 | 1310 | 94 | 38 | 99 |
| Oil & grease (mg/l) | 1158 | 118 | 89 | 38 | 97 |
| **Nonconventional Pollutants** | | | | | |
| COD (mg/l) | 55833 | 18749 | 66 | 45 | 74 |
| TOC (mg/l) | 10856 | 3498 | 67 | 40 | 75 |
| Total solids (mg/l) | 31967 | 5905 | 81 | 40 | 80 |
| Total dissolved solids (mg/l) | 11330 | 4911 | 56 | 35 | 35 |
| Total volatile solids (mg/l) | 13324 | 2499 | 81 | 35 | 88 |
| Volatile dissolved solids (mg/l) | 5155 | 1650 | 67 | 23 | 72 |
| Total volatile suspended solids (mg/l) | 8709 | 956 | 89 | 25 | 98 |
| Aluminum | 227760 | 6921 | 96 | 43 | 99 |
| Barium | 6770 | 842 | 87 | 42 | 94 |
| Boron | 2206 | 1874 | 15 | 31 | 16 |
| Calcium (mg/l) | 2799 | 304 | 89 | 41 | 51 |
| Cobalt | 1018 | 533 | 47 | 35 | 75 |
| Iron | 334466 | 110795 | 66 | 42 | 90 |
| Magnesium (mg/l) | 129 | 21 | 83 | 42 | 60 |
| Manganese | 3508 | 2102 | 40 | 42 | 53 |
| Molybdenum | 820 | 213 | 74 | 33 | 83 |
| Sodium | 397 | 803 | 0 | 39 | 0 |
| Tin | 858 | 163 | 81 | 41 | 86 |
| Titanium | 19300 | 738 | 96 | 42 | 97 |
| Vanadium | 495 | 79 | 84 | 19 | 72 |
| **Inorganic Toxic Pollutants[c]** | | | | | |
| 114 Antimony | 281 | 226 | 19 | 10 | 60 |
| 115 Arsenic | 344 | 194 | 43 | 22 | 80 |
| 117 Beryllium | 162 | 8 | 95 | 13 | 50 |
| 118 Cadmium | 674 | 31 | 95 | 25 | 80 |
| 119 Chromium | 3399 | 1403 | 58 | 38 | 54 |
| 120 Copper | 3083 | 1894 | 38 | 44 | 69 |
| 121 Cyanide | 75 | 57 | 24 | 4 | 54 |
| 122 Lead | 6033 | 1062 | 82 | 36 | 90 |
| 123 Mercury | 4022 | 322 | 91 | 32 | 88 |
| 124 Nickel | 1729 | 3386 | 0 | 19 | 77 |
| 125 Selenium | 210 | 211 | 0 | 5 | 79 |
| 126 Silver | 17 | 9 | 47 | 6 | 73 |
| 127 Thallium | 194 | 190 | 2 | 11 | 33 |
| 128 Zinc | 94634 | 6821 | 92 | 45 | 90 |
| **Organic Toxic Pollutants[c]** | | | | | |
| 4 Benzene | 1190 | 563 | 52 | 17 | 65 |
| 6 Carbon tetrachloride | 19 | 16 | 15 | 5 | 100 |
| 10 1,2-Dichloroethane | 81 | 20 | 75 | 5 | 69 |
| 11 1,1,1-Trichloroethane | 104 | 70 | 32 | 15 | 30 |
| 14 1,1,2-Trichloroethane | 355 | 203 | 42 | 4 | 50 |
| 23 Chloroform | 144 | 283 | 0 | 18 | 68 |
| 29 1,1-Dichloroethylene | 9 | 13 | 0 | 4 | 50 |
| 38 Ethylbenzene | 2387 | 4342 | 0 | 21 | 80 |
| 44 Methylene Chloride | 19874 | 4480 | 77 | 21 | 62 |
| 55 Naphthalene | 3278 | 335 | 89 | 5 | 70 |
| 65 Phenol | 448 | 80 | 82 | 11 | 0 |
| Total phenols | 274 | 210 | 23 | 37 | 28 |
| 66 Di(2-ethylhexyl) phthalate | 340 | 26 | 92 | 7 | 97 |
| 67 Butyl benzyl phthalate | 380 | 695 | 0 | 4 | 0 |
| 68 Di-n-butyl phthalate | 6474 | 90 | 98 | 12 | 99 |
| 85 Tetrachloroethylene | 545 | 90 | 83 | 14 | 98 |
| 86 Toluene | 6165 | 1438 | 76 | 22 | 74 |
| 87 Trichloroethylene | 59 | 50 | 15 | 11 | 9 |

[a]Average only of plants with batch physical-chemical treatment systems. Batches where both influent and effluent were not detected are not included in calculation of average concentrations. Influent and effluent averages are in $\mu g/l$ unless otherwise noted.
[b]Individual percent removals were calculated only where both influent and effluent values were determined and where one or both values were above 10 $\mu g/l$ (or other detection limit in the case of metals or nonconventional pollutants).
[c]Toxic pollutants with less than four calculated removals are not listed.

ตารางที่ ข-2 แสดงประสิทธิภาพของส่วนบำบัดน้ำเสียแบบ Physical-Chemical Treatment มีค่าเฉลี่ย 90% ส่วนค่าเฉลี่ยในการกำจัดมลพิษอยู่ระหว่าง 50% - 90% ซึ่งจากประสิทธิภาพการกำจัดนี้ ก็ยังคงมีมลพิษอยู่มากอยู่ในตะกอนกากของเสียที่ผ่านการบำบัด เช่น โครเมี่ยม, ตะกั่ว เป็นต้น ซึ่งมีค่ามากกว่า 1 mg/l

# ภาคผนวก ค

# ข้อมูลผลการทดลอง

การทดลองที 1 วิเคราะห์หาส่วนประกอบตัวอย่างกากเศษสี/ฝุ่นสี ทั้งสองแหล่ง

| ชนิดของตัวอย่าง | ลักษณะ | สภาพนำไฟฟ้า (มิลลิซีเมนต์/ซม.) | พีเอช (pH) | อาร์เซนิค (As) (มก./ล.) | แคดเมียม (Cd) (มก./ล.) | โครเมียม (Cr) (มก./ล.) | ปรอท (Hg) (มก./ล.) | ตะกั่ว (Pb) (มก./ล.) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **กากเศษสีจากถังก๊าซ** | | | | | | | | |
| 1.การย่อย(Digestion) | สีเหลือง | | | ND | 0.24 | 9.82 | 9.05 | 15.42 |
| โดยใช้กรดไนตริก | | | | ND | 0.23 | 9.87 | 9.22 | 15.33 |
| | | | | | | | | |
| 2.นำชะละลาย | สีชา | 37.94 | 6.00 | ND | ND | 5.95 | 2.57 | 9.84 |
| | | | | ND | ND | 5.46 | 2.51 | 9.82 |
| **ฝุ่นสีจากโรงเคาะพ่นสี** | | | | | | | | |
| 1.การย่อย(Digestion) | สีเหลือง | | | ND | 0.36 | 9.58 | 9.12 | 13.39 |
| โดยใช้กรดไนตริก | | | | ND | 0.35 | 9.61 | 9.21 | 13.75 |
| | | | | | | | | |
| 2.นำชะละลาย | สีดำ | 35.42 | 5.70 | ND | 0.12 | 5.97 | 3.18 | 8.96 |
| | | | | ND | 0.11 | 6.44 | 3.16 | 8.07 |
| **มาตรฐาน กรมโรงงานอุตสาหกรรม** | | | | <5.00 | <1.00 | <5.0 | <0.20 | <5.00 |

การทดลองที่ 2.1 หาสัดส่วนผสมที่เหมาะสมโดยใช้ ตัวอย่าง ผสม ปูนซีเมนต์

| ชนิดของตัวอย่าง | กำลังรับแรงอัด (กก./ตร.ซม.) | ความหนาแน่น (ตัน/ลบ.ม.) | พีเอช | สภาพนำไฟฟ้า (มิลลิซีเมนต์/ซม.) | อาร์เซนิค (As) (มก./ล.) | แคดเมียม (Cd) (มก./ล.) | โครเมียม (Cr) (มก./ล.) | ปรอท (Hg) (มก./ล.) | ตะกั่ว (Pb) (มก./ล.) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **กากเศษสี ต่อ ปูน** | | | | | | | | | |
| 0.00 | 232.00 | 2.02 | 12.43 | 5.11 | ND | ND | ND | ND | ND |
| | | | | | ND | ND | ND | ND | ND |
| 0.10 | 116.00 | 1.92 | 12.26 | 6.18 | ND | ND | 0.46 | ND | 0.50 |
| | | | | | ND | ND | 0.42 | ND | 0.51 |
| 0.25 | 84.00 | 1.90 | 12.04 | 8.26 | ND | ND | 0.89 | 0.15 | 1.71 |
| | | | | | ND | ND | 0.91 | 0.13 | 1.64 |
| 0.50 | 61.00 | 1.85 | 11.92 | 9.07 | ND | ND | 1.16 | 0.17 | 2.98 |
| | | | | | ND | ND | 1.19 | 0.18 | 3.01 |
| 0.75 | ไม่แข็งตัว | 1.80 | 12.05 | 9.24 | ND | ND | 3.25 | 0.25 | 4.63 |
| | | | | | ND | ND | 3.27 | 0.24 | 4.62 |
| **ฝุ่นสี ต่อ ปูน** | | | | | | | | | |
| 0.00 | 232.00 | 2.02 | 12.43 | 5.11 | ND | ND | 0.21 | ND | ND |
| | | | | | ND | ND | 0.26 | ND | ND |
| 0.10 | 118.00 | 2.01 | 12.51 | 5.04 | ND | ND | 0.46 | ND | 0.63 |
| | | | | | ND | ND | 0.44 | ND | 0.64 |
| 0.25 | 56.00 | 1.95 | 12.24 | 8.45 | ND | ND | 0.64 | 0.14 | 1.86 |
| | | | | | ND | ND | 0.61 | 0.14 | 1.88 |
| 0.50 | 48.00 | 1.83 | 12.21 | 9.35 | ND | 0.05 | 1.54 | 0.19 | 3.05 |
| | | | | | ND | 0.05 | 1.51 | 0.20 | 3.08 |
| 0.75 | ไม่แข็งตัว | 1.79 | 12.08 | 9.17 | ND | 0.08 | 2.49 | 0.35 | 4.39 |
| | | | | | ND | 0.07 | 2.47 | 0.38 | 4.42 |
| **มาตรฐาน กรมโรงงานอุตสาหกรรม** | > 14.00 | >1.04 | | | <5.00 | <1.00 | <5.0 | <0.20 | <5.00 |

การทดลองที่ 2.2 หาสัดส่วนผสมที่เหมาะสมโดยใช้ ตัวอย่าง ผสม ปูนซีเมนต์และปูนขาว

| ชนิดของตัวอย่าง | กำลังรับแรงอัด (กก./ตร.ซม.) | ความหนาแน่น (ตัน/ลบ.ม.) | พีเอช | สภาพนำไฟฟ้า (มิลลิซีเมนต์/ซม.) | อาร์เซนิค (As) (มก./ล.) | แคดเมียม (Cd) (มก./ล.) | โครเมียม (Cr) (มก./ล.) | ปรอท (Hg) (มก./ล.) | ตะกั่ว (Pb) (มก./ล.) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **กากเศษสี ต่อ วัสดุประสาน** | | | | | | | | | |
| 0.00 | 228.00 | 1.92 | 12.41 | 4.39 | ND | ND | ND | ND | ND |
| | | | | | ND | ND | ND | ND | ND |
| 0.10 | 124.00 | 1.86 | 12.43 | 4.45 | ND | ND | ND | 0.14 | 0.43 |
| | | | | | ND | ND | ND | 0.15 | 0.45 |
| 0.25 | 45.00 | 1.78 | 12.49 | 5.14 | ND | ND | 0.55 | 0.16 | 1.36 |
| | | | | | ND | ND | 0.55 | 0.15 | 1.34 |
| 0.50 | 41.00 | 1.72 | 12.41 | 6.21 | ND | ND | 1.03 | 0.18 | 2.25 |
| | | | | | ND | ND | 0.97 | 0.19 | 2.26 |
| 0.75 | ไม่แข็งตัว | 1.65 | 12.29 | 9.97 | ND | ND | 1.14 | 0.23 | 3.72 |
| | | | | | ND | ND | 1.15 | 0.25 | 3.75 |
| **ฝุ่นสี ต่อ วัสดุประสาน** | | | | | | | | | |
| 0.00 | 228.00 | 1.92 | 12.41 | 4.39 | ND | ND | ND | ND | ND |
| | | | | | ND | ND | ND | ND | ND |
| 0.10 | 134.00 | 1.86 | 12.58 | 4.06 | ND | ND | ND | 0.12 | 0.44 |
| | | | | | ND | ND | ND | 0.11 | 0.47 |
| 0.25 | 114.00 | 1.80 | 12.46 | 4.98 | ND | ND | 0.57 | 0.13 | 1.25 |
| | | | | | ND | ND | 0.50 | 0.14 | 1.24 |
| 0.50 | 48.00 | 1.73 | 12.42 | 8.85 | ND | ND | 0.81 | 0.26 | 2.06 |
| | | | | | ND | ND | 0.82 | 0.26 | 2.09 |
| 0.75 | ไม่แข็งตัว | 1.68 | 12.65 | 8.97 | ND | ND | 1.37 | 0.29 | 3.15 |
| | | | | | ND | ND | 1.36 | 0.29 | 3.13 |
| **มาตรฐาน กรมโรงงานอุตสาหกรรม** | > 14.00 | >1.04 | | | <5.00 | <1.00 | <5.0 | <0.20 | <5.00 |

**การทดลองที่ 2.3 หาสัดส่วนผสมที่เหมาะสมโดยใช้ ตัวอย่าง ผสม สลล.โซเดียมซัลไฟต์ ผสมปูนซีเมนต์**

| ชนิดของตัวอย่าง | กำลังรับแรงอัด (กก./ตร.ซม.) | ความหนาแน่น (ตัน/ลบ.ม.) | พีเอช | สภาพนำไฟฟ้า (มิลลิซิเมนต์/ซม.) | อาร์เซนิค (As) (มก./ล.) | แคดเมียม (Cd) (มก./ล.) | โครเมียม (Cr) (มก./ล.) | ปรอท (Hg) (มก./ล.) | ตะกั่ว (Pb) (มก./ล.) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **กากเศษสี ต่อ ปูน** | | | | | | | | | |
| 0.00 | 380.00 | 2.03 | 12.48 | 3.45 | ND | ND | ND | ND | ND |
| | | | | | ND | ND | ND | ND | ND |
| 0.10 | 168.00 | 1.98 | 12.49 | 4.37 | ND | ND | ND | 0.03 | ND |
| | | | | | ND | ND | ND | 0.03 | ND |
| 0.25 | 124.00 | 1.92 | 12.66 | 7.46 | ND | ND | 0.54 | 0.05 | 0.72 |
| | | | | | ND | ND | 0.55 | 0.04 | 0.70 |
| 0.50 | 92.00 | 1.85 | 12.16 | 7.89 | ND | ND | 0.58 | 0.09 | 0.95 |
| | | | | | ND | ND | 0.61 | 0.08 | 0.98 |
| 0.75 | 48.00 | 1.76 | 12.27 | 9.34 | ND | ND | 1.14 | 0.12 | 1.26 |
| | | | | | ND | ND | 1.12 | 0.13 | 1.29 |
| **ฝุ่นสี ต่อ ปูน** | | | | | | | | | |
| 0.00 | 380.00 | 2.03 | 12.48 | 3.45 | ND | ND | ND | ND | ND |
| | | | | | ND | ND | ND | ND | ND |
| 0.10 | 182.00 | 2.01 | 12.46 | 4.86 | ND | ND | ND | 0.04 | ND |
| | | | | | ND | ND | ND | 0.05 | ND |
| 0.25 | 110.00 | 1.98 | 12.43 | 7.57 | ND | ND | 0.41 | 0.07 | 0.57 |
| | | | | | ND | ND | 0.35 | 0.09 | 0.55 |
| 0.50 | 108.00 | 1.89 | 12.47 | 9.09 | ND | ND | 0.51 | 0.11 | 0.84 |
| | | | | | ND | ND | 0.53 | 0.13 | 0.89 |
| 0.75 | 56.00 | 1.80 | 12.39 | 9.19 | ND | ND | 0.97 | 0.18 | 1.63 |
| | | | | | ND | ND | 1.01 | 0.16 | 1.61 |
| **มาตรฐาน กรมโรงงานอุตสาหกรรม** | > 14.00 | >1.04 | | | <5.00 | <1.00 | <5.0 | <0.20 | <5.00 |

**การทดลองที่ 2.4 หาสัดส่วนผสมที่เหมาะสมโดยใช้ ตัวอย่าง ผสม สลล.โซเดียมซัลไฟต์ ผสม ปูนซีเมนต์และปูนขาว**

| ชนิดของตัวอย่าง | กำลังรับแรงอัด (กก./ตร.ซม.) | ความหนาแน่น (ตัน/ลบ.ม.) | พีเอช | สภาพนำไฟฟ้า (มิลลิซีเมนต์/ซม.) | อาร์เซนิค (As) (มก./ล.) | แคดเมียม (Cd) (มก./ล.) | โครเมียม (Cr) (มก./ล.) | ปรอท (Hg) (มก./ล.) | ตะกั่ว (Pb) (มก./ล.) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **กากเศษสี ต่อ วัสดุประสาน** | | | | | | | | | |
| 0.00 | 222.00 | 1.99 | 12.63 | 3.37 | ND | ND | ND | ND | ND |
| | | | | | ND | ND | ND | ND | ND |
| 0.10 | 146.00 | 1.94 | 12.66 | 3.41 | ND | ND | ND | ND | ND |
| | | | | | ND | ND | ND | ND | ND |
| 0.25 | 100.00 | 1.87 | 12.27 | 7.13 | ND | ND | ND | 0.05 | 0.52 |
| | | | | | ND | ND | ND | 0.04 | 0.49 |
| 0.50 | 64.00 | 1.84 | 12.48 | 7.16 | ND | ND | 0.53 | 0.10 | 0.87 |
| | | | | | ND | ND | 0.51 | 0.11 | 0.88 |
| 0.75 | 46.00 | 1.77 | 12.16 | 9.35 | ND | ND | 0.90 | 0.17 | 1.07 |
| | | | | | ND | ND | 0.85 | 0.18 | 1.08 |
| **ฝุ่นสี ต่อ วัสดุประสาน** | | | | | | | | | |
| 0.00 | 222.00 | 1.99 | 12.63 | 3.37 | ND | ND | ND | ND | ND |
| | | | | | ND | ND | ND | ND | ND |
| 0.10 | 152.00 | 1.95 | 12.50 | 3.91 | ND | ND | ND | ND | ND |
| | | | | | ND | ND | ND | ND | ND |
| 0.25 | 124.00 | 1.93 | 12.44 | 6.62 | ND | ND | ND | 0.05 | 0.43 |
| | | | | | ND | ND | ND | 0.04 | 0.41 |
| 0.50 | 72.00 | 1.89 | 12.38 | 7.15 | ND | ND | 0.67 | 0.08 | 0.96 |
| | | | | | ND | ND | 0.63 | 0.07 | 0.98 |
| 0.75 | 55.00 | 1.78 | 12.41 | 9.28 | ND | ND | 0.95 | 0.13 | 1.77 |
| | | | | | ND | ND | 1.02 | 0.12 | 1.69 |
| **มาตรฐาน กรมโรงงานอุตสาหกรรม** | > 14.00 | >1.04 | | | <5.00 | <1.00 | <5.0 | <0.20 | <5.00 |

**การทดลองที่ 2.5 หาสัดส่วนผสมที่เหมาะสมโดยใช้ ตัวอย่าง ผสม กรดกำมะถัน ผสม ปูนซีเมนต์**

| ชนิดของตัวอย่าง | กำลังรับแรงอัด (กก./ตร.ซม.) | ความหนาแน่น (ตัน/ลบ.ม.) | พีเอช | สภาพนำไฟฟ้า (มิลลิซิเมนต์/ซม.) | อาร์เซนิค (As) (มก./ล.) | แคดเมียม (Cd) (มก./ล.) | โครเมียม (Cr) (มก./ล.) | ปรอท (Hg) (มก./ล.) | ตะกั่ว (Pb) (มก./ล.) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **กากเศษสี ต่อ ปูน** | | | | | | | | | |
| 0.00 | 210.00 | 2.01 | 12.23 | 3.54 | ND | ND | ND | ND | ND |
| | | | | | ND | ND | ND | ND | ND |
| 0.10 | 76.00 | 1.85 | 12.18 | 4.01 | ND | ND | 0.64 | 0.10 | 1.64 |
| | | | | | ND | ND | 0.64 | 0.11 | 1.69 |
| 0.25 | 40.00 | 1.78 | 12.30 | 4.08 | ND | ND | 0.97 | 0.17 | 2.35 |
| | | | | | ND | ND | 1.00 | 0.19 | 2.47 |
| 0.50 | ไม่แข็งตัว | 1.70 | 12.27 | 6.44 | ND | ND | 2.03 | 0.25 | 3.96 |
| | | | | | ND | ND | 2.11 | 0.25 | 3.85 |
| 0.75 | ไม่แข็งตัว | 1.62 | 12.15 | 9.07 | ND | ND | 3.76 | 0.51 | 5.68 |
| | | | | | ND | ND | 3.75 | 0.53 | 5.94 |
| **ฝุ่นสี ต่อ ปูน** | | | | | | | | | |
| 0.00 | 210.00 | 2.01 | 12.23 | 3.54 | ND | ND | ND | ND | ND |
| | | | | | ND | ND | ND | ND | ND |
| 0.10 | 104.00 | 1.88 | 12.36 | 5.32 | ND | ND | 0.54 | 0.10 | 1.52 |
| | | | | | ND | ND | 0.57 | 0.09 | 1.84 |
| 0.25 | 64.00 | 1.79 | 12.18 | 6.41 | ND | ND | 0.70 | 0.21 | 2.95 |
| | | | | | ND | ND | 0.74 | 0.22 | 2.89 |
| 0.50 | ไม่แข็งตัว | 1.71 | 12.17 | 8.04 | ND | 0.05 | 1.04 | 0.39 | 4.06 |
| | | | | | ND | 0.06 | 1.03 | 0.42 | 3.97 |
| 0.75 | ไม่แข็งตัว | 1.64 | 12.24 | 8.15 | ND | 0.10 | 3.01 | 0.59 | 5.33 |
| | | | | | ND | 0.09 | 2.95 | 0.63 | 5.39 |
| **มาตรฐาน กรมโรงงานอุตสาหกรรม** | > 14.00 | >1.04 | | | <5.00 | <1.00 | <5.0 | <0.20 | <5.00 |

**การทดลองที่ 2.6 หาสัดส่วนผสมที่เหมาะสมโดยใช้ ตัวอย่าง ผสม กรดกำมะถัน ผสม ปูนซีเมนต์และปูนขาว**

| ชนิดของตัวอย่าง | กำลังรับแรงอัด (กก./ตร.ซม.) | ความหนาแน่น (ตัน/ลบ.ม.) | พีเอช | สภาพนำไฟฟ้า (มิลลิซิเมนต์/ซม.) | อาร์เซนิค (As) (มก./ล.) | แคดเมียม (Cd) (มก./ล.) | โครเมียม (Cr) (มก./ล.) | ปรอท (Hg) (มก./ล.) | ตะกั่ว (Pb) (มก./ล.) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **กากเศษสี ต่อ วัสดุประสาน** | | | | | | | | | |
| 0.00 | 188.00 | 2.04 | 12.35 | 3.21 | ND | ND | ND | ND | ND |
| | | | | | ND | ND | ND | ND | ND |
| 0.10 | 104.00 | 1.87 | 12.24 | 3.64 | ND | ND | 0.59 | 0.07 | 0.53 |
| | | | | | ND | ND | 0.55 | 0.06 | 0.55 |
| 0.25 | 56.00 | 1.76 | 12.28 | 6.15 | ND | ND | 0.91 | 0.14 | 1.68 |
| | | | | | ND | ND | 0.95 | 0.15 | 1.73 |
| 0.50 | ไม่แข็งตัว | 1.73 | 12.31 | 7.98 | ND | ND | 1.44 | 0.23 | 3.15 |
| | | | | | ND | ND | 1.48 | 0.25 | 3.16 |
| 0.75 | ไม่แข็งตัว | 1.69 | 12.22 | 9.01 | ND | ND | 2.53 | 0.31 | 4.89 |
| | | | | | ND | ND | 2.51 | 0.31 | 5.17 |
| **ฝุ่นสี ต่อ วัสดุประสาน** | | | | | | | | | |
| 0.00 | 188.00 | 2.04 | 12.35 | 3.21 | ND | ND | ND | ND | ND |
| | | | | | ND | ND | ND | ND | ND |
| 0.10 | 86.00 | 1.92 | 12.16 | 4.12 | ND | ND | 0.59 | 0.04 | 0.87 |
| | | | | | ND | ND | 0.59 | 0.06 | 0.86 |
| 0.25 | 48.00 | 1.84 | 12.47 | 4.18 | ND | ND | 0.93 | 0.17 | 1.94 |
| | | | | | ND | ND | 0.97 | 0.17 | 2.03 |
| 0.50 | ไม่แข็งตัว | 1.78 | 12.50 | 6.57 | ND | ND | 1.48 | 0.20 | 3.59 |
| | | | | | ND | ND | 1.49 | 0.21 | 3.61 |
| 0.75 | ไม่แข็งตัว | 1.65 | 12.17 | 8.54 | ND | 0.06 | 2.15 | 0.35 | 5.08 |
| | | | | | ND | 0.06 | 2.12 | 0.34 | 5.32 |
| **มาตรฐาน กรมโรงงานอุตสาหกรรม** | > 14.00 | >1.04 | | | <5.00 | <1.00 | <5.0 | <0.20 | <5.00 |

การทดลองที่ 2.7 หาสัดส่วนผสมที่เหมาะสมโดยใช้ ตัวอย่าง ผสม กรดกำมะถัน ผสมสลล.โซเดียมซัลไฟต์ ผสมปูนซีเมนต์

| ชนิดของตัวอย่าง | กำลังรับแรงอัด (กก./ตร.ซม.) | ความหนาแน่น (ตัน/ลบ.ม.) | พีเอช | สภาพนำไฟฟ้า (มิลลิซิเมนต์/ซม.) | อาร์เซนิค (As) (มก./ล.) | แคดเมี่ยม (Cd) (มก./ล.) | โครเมี่ยม (Cr) (มก./ล.) | ปรอท (Hg) (มก./ล.) | ตะกั่ว (Pb) (มก./ล.) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **กากเศษสี ต่อ ปูน** | | | | | | | | | |
| 0.00 | 280.00 | 2.05 | 12.42 | 3.43 | ND | ND | ND | ND | ND |
| | | | | | ND | ND | ND | ND | ND |
| 0.10 | 148.00 | 1.92 | 12.34 | 4.75 | ND | ND | 0.52 | 0.05 | 0.72 |
| | | | | | ND | ND | 0.56 | 0.05 | 0.68 |
| 0.25 | 74.00 | 1.84 | 12.28 | 5.27 | ND | ND | 0.82 | 0.10 | 1.35 |
| | | | | | ND | ND | 0.87 | 0.11 | 1.42 |
| 0.50 | 40.00 | 1.79 | 12.21 | 7.58 | ND | ND | 1.33 | 0.17 | 2.69 |
| | | | | | ND | ND | 1.30 | 0.18 | 2.71 |
| 0.75 | ไม่แข็งตัว | 1.70 | 12.16 | 8.31 | ND | ND | 2.57 | 0.26 | 3.69 |
| | | | | | ND | ND | 2.55 | 0.27 | 3.67 |
| **ฝุ่นสี ต่อ ปูน** | | | | | | | | | |
| 0.00 | 280.00 | 2.05 | 12.42 | 3.43 | ND | ND | ND | ND | ND |
| | | | | | ND | ND | ND | ND | ND |
| 0.10 | 156.00 | 1.94 | 12.15 | 3.86 | ND | ND | 0.58 | 0.04 | 0.88 |
| | | | | | ND | ND | 0.58 | 0.03 | 0.96 |
| 0.25 | 78.00 | 1.87 | 12.39 | 4.75 | ND | ND | 0.97 | 0.08 | 1.44 |
| | | | | | ND | ND | 0.99 | 0.10 | 1.43 |
| 0.50 | 52.00 | 1.82 | 12.41 | 5.03 | ND | ND | 1.56 | 0.19 | 2.53 |
| | | | | | ND | ND | 1.58 | 0.21 | 2.55 |
| 0.75 | ไม่แข็งตัว | 1.71 | 12.36 | 7.54 | ND | ND | 2.49 | 0.23 | 3.16 |
| | | | | | ND | ND | 2.47 | 0.23 | 3.15 |
| **มาตรฐาน กรมโรงงานอุตสาหกรรม** | > 14.00 | >1.04 | | | <5.00 | <1.00 | <5.0 | <0.20 | <5.00 |

**การทดลองที่ 2.8 หาสัดส่วนผสมโดยใช้ ตัวอย่าง ผสม กรดกำมะถัน ผสม สลล.โซเดียมซัลไฟต์ ผสม ปูนขาวและปูนซีเมนต์**

| ชนิดของตัวอย่าง | กำลังรับแรงอัด (กก./ตร.ซม.) | ความหนาแน่น (ตัน/ลบ.ม.) | พีเอช | สภาพนำไฟฟ้า (มิลลิซิเมนต์/ซม.) | อาร์เซนิค (As) (มก./ล.) | แคดเมียม (Cd) (มก./ล.) | โครเมียม (Cr) (มก./ล.) | ปรอท (Hg) (มก./ล.) | ตะกั่ว (Pb) (มก./ล.) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **กากเศษสี ต่อ วัสดุประสาน** | | | | | | | | | |
| 0.00 | 196.00 | 1.94 | 12.37 | 3.27 | ND | ND | ND | ND | ND |
| | | | | | ND | ND | ND | ND | ND |
| 0.10 | 114.00 | 1.85 | 12.43 | 5.45 | ND | ND | 0.51 | 0.05 | 0.69 |
| | | | | | ND | ND | 0.48 | 0.05 | 0.73 |
| 0.25 | 82.00 | 1.78 | 12.38 | 6.75 | ND | ND | 0.73 | 0.08 | 1.47 |
| | | | | | ND | ND | 0.71 | 0.09 | 1.46 |
| 0.50 | 48.00 | 1.70 | 12.19 | 7.61 | ND | ND | 1.03 | 0.13 | 2.74 |
| | | | | | ND | ND | 1.05 | 0.15 | 2.78 |
| 0.75 | ไม่แข็งตัว | 1.65 | 12.27 | 8.49 | ND | ND | 1.94 | 0.27 | 3.51 |
| | | | | | ND | ND | 1.95 | 0.25 | 3.50 |
| **ฝุ่นสี ต่อ วัสดุประสาน** | | | | | | | | | |
| 0.00 | 196.00 | 1.94 | 12.37 | 3.27 | ND | ND | ND | ND | ND |
| | | | | | ND | ND | ND | ND | ND |
| 0.10 | 120.00 | 1.87 | 12.26 | 3.71 | ND | ND | 0.51 | 0.07 | 0.53 |
| | | | | | ND | ND | 0.55 | 0.06 | 0.55 |
| 0.25 | 98.00 | 1.81 | 12.17 | 4.27 | ND | ND | 0.69 | 0.14 | 1.07 |
| | | | | | ND | ND | 0.67 | 0.12 | 1.09 |
| 0.50 | 48.00 | 1.72 | 12.34 | 5.84 | ND | ND | 0.87 | 0.21 | 2.36 |
| | | | | | ND | ND | 0.87 | 0.20 | 2.38 |
| 0.75 | ไม่แข็งตัว | 1.61 | 12.43 | 8.49 | ND | ND | 1.54 | 0.37 | 3.40 |
| | | | | | ND | ND | 1.56 | 0.39 | 3.38 |
| **มาตรฐาน กรมโรงงานอุตสาหกรรม** | > 14.00 | >1.04 | | | <5.00 | <1.00 | <5.0 | <0.20 | <5.00 |

การทดลองที่ 3 ศึกษาผลของอัตราส่วน น้ำต่อวัสดุประสาน(W/C) ของกากเศษสี

| กำลังรับแรงอัด<br>สัดส่วนน้ำ ต่อ วัสดุประสาน | ส่วนผสมที่ 1 | ส่วนผสมที่ 2 | ส่วนผสมที่ 3 |
|---|---|---|---|
| 0.30 | ไม่แข็งตัว | ไม่แข็งตัว | ไม่แข็งตัว |
| 0.40 | 56.00 | 64.00 | 54.00 |
| 0.50 | 48.00 | 50.00 | 42.00 |
| 0.60 | ไม่แข็งตัว | 42.00 | ไม่แข็งตัว |
| 0.70 | ไม่แข็งตัว | ไม่แข็งตัว | ไม่แข็งตัว |

| สภาพนำไฟฟ้า<br>สัดส่วนน้ำ ต่อ วัสดุประสาน | ส่วนผสมที่ 1 | ส่วนผสมที่ 2 | ส่วนผสมที่ 3 |
|---|---|---|---|
| 0.30 | 9.49 | 9.03 | 7.88 |
| 0.40 | 9.04 | 8.05 | 7.76 |
| 0.50 | 9.13 | 8.17 | 7.93 |
| 0.60 | 9.35 | 9.58 | 8.43 |
| 0.70 | 9.34 | 9.51 | 7.94 |

| ความหนาแน่น<br>สัดส่วนน้ำ ต่อ วัสดุประสาน | ส่วนผสมที่ 1 | ส่วนผสมที่ 2 | ส่วนผสมที่ 3 |
|---|---|---|---|
| 0.30 | 1.85 | 1.83 | 1.78 |
| 0.40 | 1.86 | 1.84 | 1.80 |
| 0.50 | 1.84 | 1.81 | 1.79 |
| 0.60 | 1.81 | 1.80 | 1.78 |
| 0.70 | 1.80 | 1.77 | 1.75 |

| พีเอช<br>สัดส่วนน้ำ ต่อ วัสดุประสาน | ส่วนผสมที่ 1 | ส่วนผสมที่ 2 | ส่วนผสมที่ 3 |
|---|---|---|---|
| 0.30 | 11.95 | 12.30 | 12.22 |
| 0.40 | 12.20 | 12.41 | 11.89 |
| 0.50 | 12.43 | 11.78 | 12.04 |
| 0.60 | 12.05 | 12.45 | 12.36 |
| 0.70 | 12.15 | 12.08 | 12.17 |

**ส่วนผสมที่ 1** (เลือกจากการทดลองที่ 2.1) กากเศษสีหรือฝุ่นสี ผสมปูนซีเมนต์ ที่สัดส่วนกากเศษสีหรือฝุ่นสี ต่อปูนซีเมนต์เท่ากับ 1:1

**ส่วนผสมที่ 2** (เลือกจากการทดลองที่ 2.3) กากเศษสีหรือฝุ่นสี ผสมสารละลายโซเดียมซัลไฟด์ (Na2S) แล้วผสมปูนซีเมนต์ ที่สัดส่วนกากเศษสีหรือฝุ่นสี ต่อปูนซีเมนต์เท่ากับ 3:1

**ส่วนผสมที่ 3** (เลือกจากการทดลองที่ 2.4) กากเศษสีหรือฝุ่นสี ผสมสารละลายโซเดียมซัลไฟด์ (Na2S) แล้วผสมปูนขาว ผสมปูนซีเมนต์ ที่สัดส่วนกากเศษสีหรือฝุ่นสี ต่อวัสดุประสาน เท่ากับ 3:1

การทดลองที่ 3 ศึกษาผลของอัตราส่วน น้ำต่อวัสดุประสาน(W/C) ของกากเศษสี

| อาร์เซนิค | ส่วนผสมที่ 1 | ส่วนผสมที่ 2 | ส่วนผสมที่ 3 |
|---|---|---|---|
| สัดส่วนน้ำ ต่อ วัสดุประสาน | | | |
| 0.30 | ND | ND | ND |
| 0.40 | ND | ND | ND |
| 0.50 | ND | ND | ND |
| 0.60 | ND | ND | ND |
| 0.70 | ND | ND | ND |
| โครเมียม | ส่วนผสมที่ 1 | ส่วนผสมที่ 2 | ส่วนผสมที่ 3 |
| สัดส่วนน้ำ ต่อ วัสดุประสาน | | | |
| 0.30 | 1.35 | 1.23 | 1.13 |
| 0.40 | 1.18 | 1.16 | 1.01 |
| 0.50 | 1.21 | 1.17 | 1.06 |
| 0.60 | 1.38 | 1.21 | 1.09 |
| 0.70 | 1.40 | 1.28 | 1.12 |
| ตะกั่ว | ส่วนผสมที่ 1 | ส่วนผสมที่ 2 | ส่วนผสมที่ 3 |
| สัดส่วนน้ำ ต่อ วัสดุประสาน | | | |
| 0.30 | 3.18 | 1.50 | 1.12 |
| 0.40 | 3.01 | 1.43 | 1.07 |
| 0.50 | 3.02 | 1.44 | 1.08 |
| 0.60 | 3.06 | 1.51 | 1.11 |
| 0.70 | 3.14 | 1.49 | 1.13 |

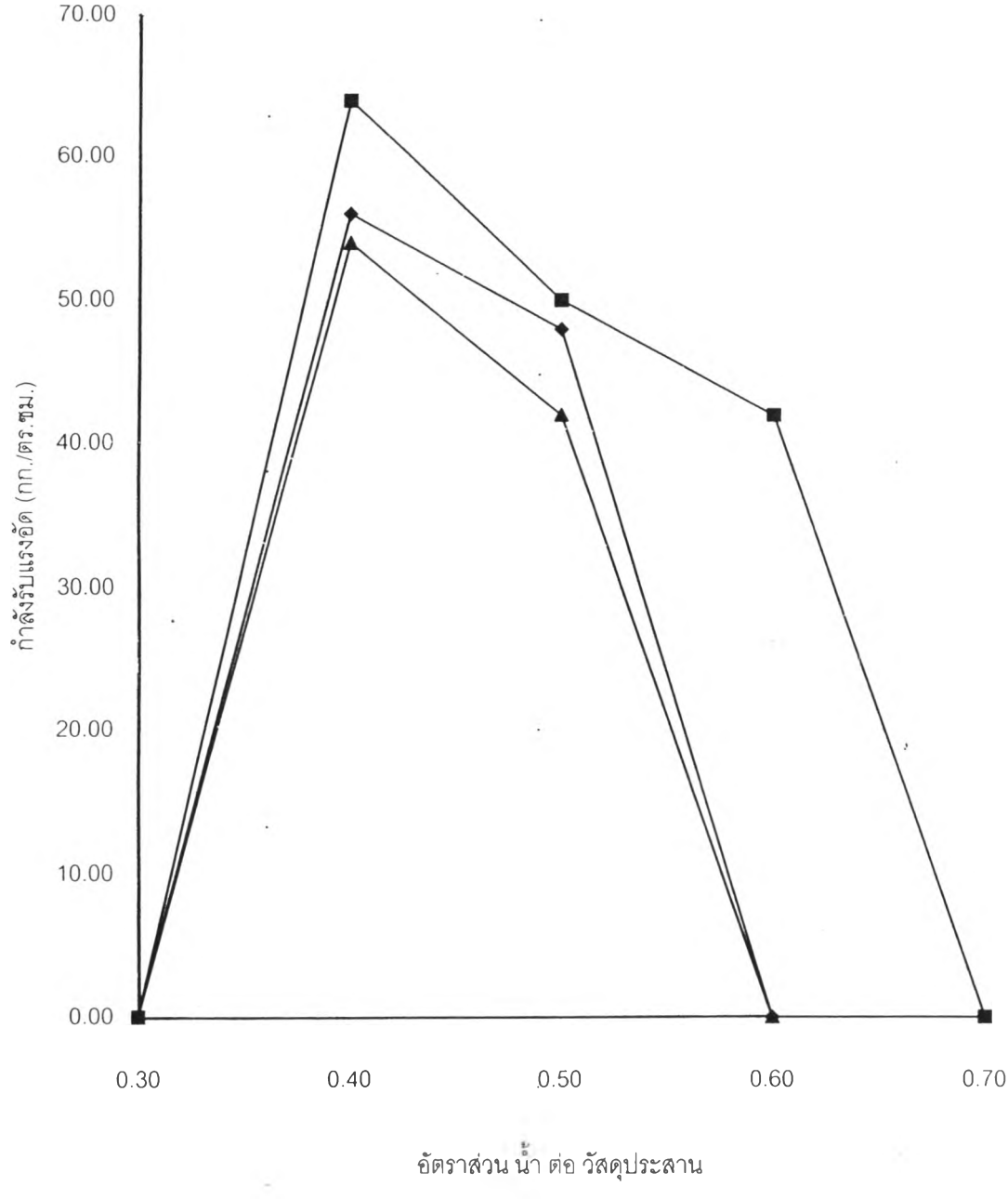
| แคดเมียม | ส่วนผสมที่ 1 | ส่วนผสมที่ 2 | ส่วนผสมที่ 3 |
|---|---|---|---|
| สัดส่วนน้ำ ต่อ วัสดุประสาน | | | |
| 0.30 | ND | ND | ND |
| 0.40 | ND | ND | ND |
| 0.50 | ND | ND | ND |
| 0.60 | ND | ND | ND |
| 0.70 | ND | ND | ND |
| ปรอท | ส่วนผสมที่ 1 | ส่วนผสมที่ 2 | ส่วนผสมที่ 3 |
| สัดส่วนน้ำ ต่อ วัสดุประสาน | | | |
| 0.30 | 0.23 | 0.17 | 0.18 |
| 0.40 | 0.14 | 0.14 | 0.15 |
| 0.50 | 0.19 | 0.15 | 0.18 |
| 0.60 | 0.25 | 0.15 | 0.17 |
| 0.70 | 0.22 | 0.16 | 0.19 |

**ส่วนผสมที่ 1** (เลือกจากการทดลองที่ 2.1) กากเศษสีหรือฝุ่นสี ผสมปูนซีเมนต์ ที่สัดส่วนกากเศษสีหรือฝุ่นสี ต่อปูนซีเมนต์เท่ากับ 1:1

**ส่วนผสมที่ 2** (เลือกจากการทดลองที่ 2.3) กากเศษสีหรือฝุ่นสี ผสมสารละลายโซเดียมซัลไฟด์ (Na2S) แล้วผสมปูนซีเมนต์ ที่สัดส่วนกากเศษสีหรือฝุ่นสี ต่อปูนซีเมนต์เท่ากับ 3:1

**ส่วนผสมที่ 3** (เลือกจากการทดลองที่ 2.4) กากเศษสีหรือฝุ่นสี ผสมสารละลายโซเดียมซัลไฟด์ (Na2S) แล้วผสมปูนขาว ผสมปูนซีเมนต์ ที่สัดส่วนกากเศษสีหรือฝุ่นสี ต่อวัสดุประสาน เท่ากับ 3:1

**การทดลองที่ 3 กำลังรับแรงอัดของ กากเศษสีของถังก๊าซ LPG**
**ตามวิธีของกรมโรงงานอุตสาหกรรม (พ.ศ.2531)**

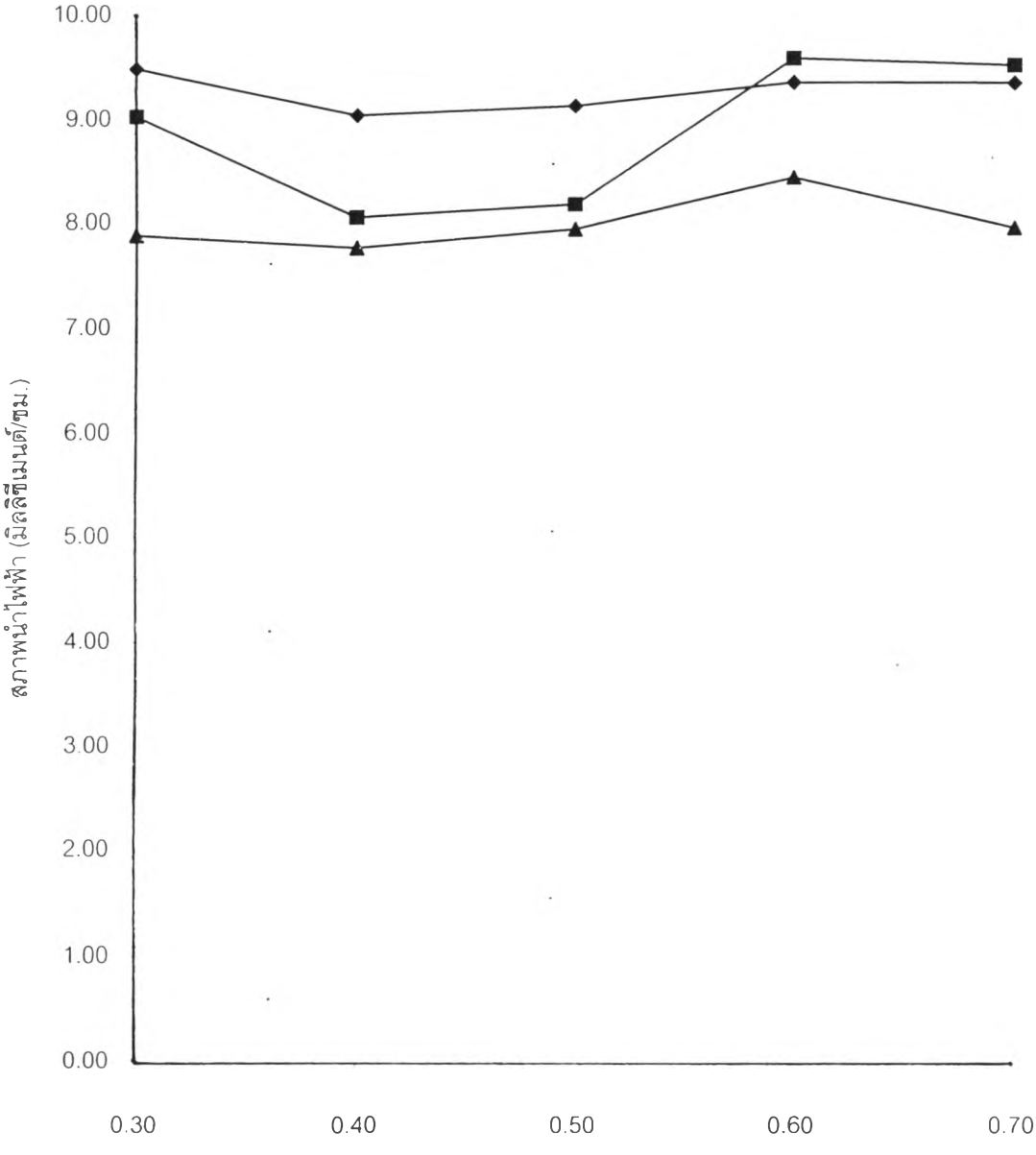



**ส่วนผสมที่ 1** กากเศษสีหรือฝุ่นสี ผสมปูนซีเมนต์ ที่สัดส่วนกากเศษสีหรือฝุ่นสี ต่อปูนซีเมนต์เท่ากับ 1:1

**ส่วนผสมที่ 2** กากเศษสีหรือฝุ่นสี ผสมสลล.โซเดียมซัลไฟด์ (Na2S) แล้วผสมปูนซีเมนต์ ที่สัดส่วนกากเศษสีหรือฝุ่นสี ต่อปูนซีเมนต์เท่ากับ 3:1

**ส่วนผสมที่ 3** กากเศษสีหรือฝุ่นสี ผสมสลล.โซเดียมซัลไฟด์ (Na2S) แล้วผสมปูนขาว ผสมปูนซีเมนต์ ที่สัดส่วนกากเศษสีหรือฝุ่นสี ต่อวัสดุประสาน เท่ากับ 3:1

การทดลองที่ 3 สภาพนำไฟฟ้าของ กากเศษสีของถัง LPG

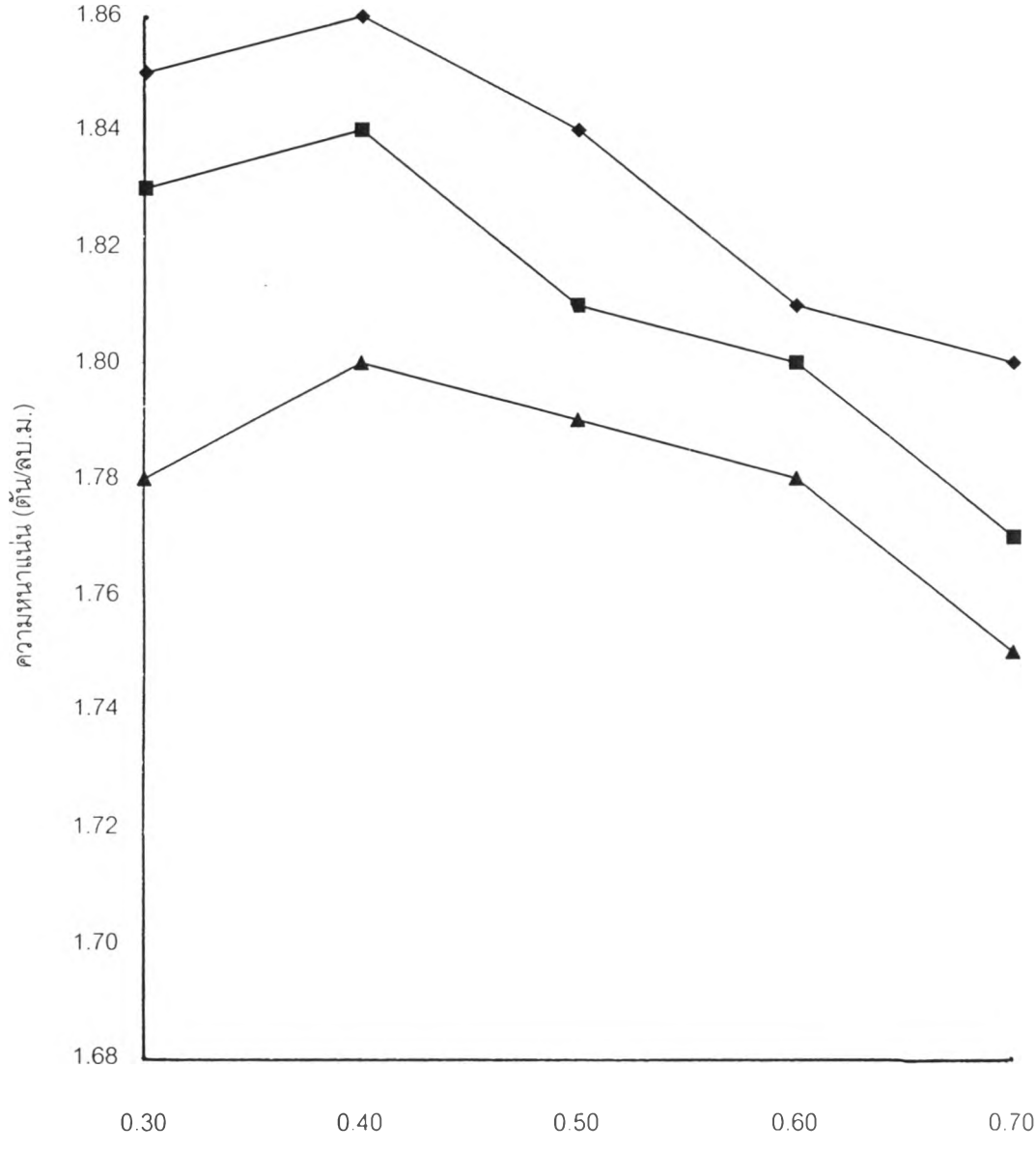



**ส่วนผสมที่ 1** กากเศษสีหรือฝุ่นสี ผสมปูนซีเมนต์ ที่สัดส่วนกากเศษสีหรือฝุ่นสี ต่อปูนซีเมนต์เท่ากับ 1:1

**ส่วนผสมที่ 2** กากเศษสีหรือฝุ่นสี ผสมสลล.โซเดียมซัลไฟด์ (Na2S) แล้วผสมปูนซีเมนต์ ที่สัดส่วนกากเศษสีหรือฝุ่นสี ต่อปูนซีเมนต์เท่ากับ 3:1

**ส่วนผสมที่ 3** กากเศษสีหรือฝุ่นสี ผสมสลล.โซเดียมซัลไฟด์ (Na2S) แล้วผสมปูนขาว ผสมปูนซีเมนต์ ที่สัดส่วนกากเศษสีหรือฝุ่นสี ต่อวัสดุประสาน เท่ากับ 3:1

การทดลองที่ 3 ความหนาแน่นของ กากเศษสีของถังก๊าซ LPG
ตามวิธีของกรมโรงงานอุตสาหกรรม (พ.ศ.2531)

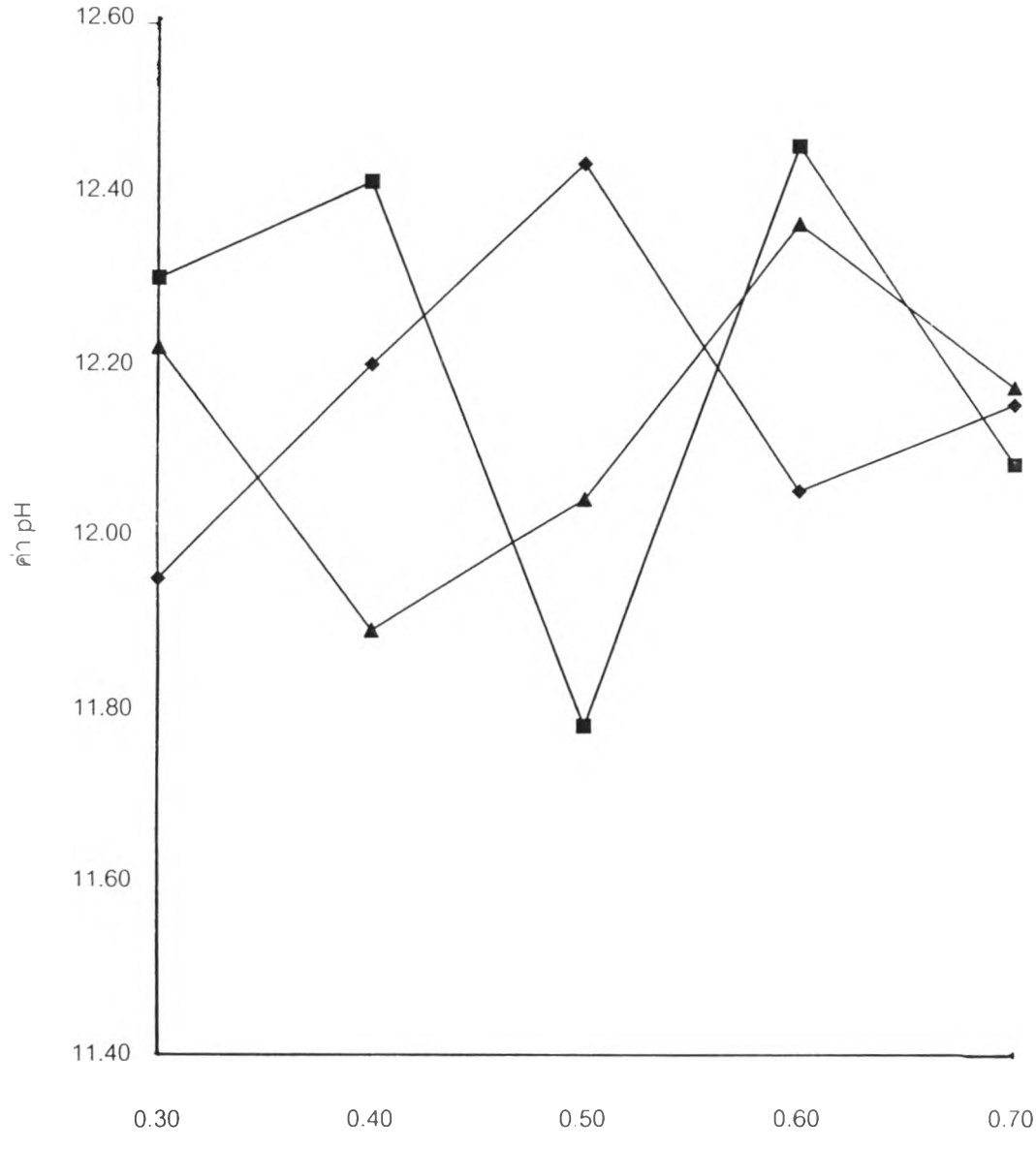



**ส่วนผสมที่ 1** กากเศษสีหรือฝุ่นสี ผสมปูนซีเมนต์ ที่สัดส่วนกากเศษสีหรือฝุ่นสี ต่อปูนซีเมนต์เท่ากับ 1:1

**ส่วนผสมที่ 2** กากเศษสีหรือฝุ่นสี ผสมสลล.โซเดียมซัลไฟด์ (Na2S) แล้วผสมปูนซีเมนต์ ที่สัดส่วนกากเศษสีหรือฝุ่นสี ต่อปูนซีเมนต์เท่ากับ 3:1

**ส่วนผสมที่ 3** กากเศษสีหรือฝุ่นสี ผสมสลล.โซเดียมซัลไฟด์ (Na2S) แล้วผสมปูนขาว ผสมปูนซีเมนต์ ที่สัดส่วนกากเศษสีหรือฝุ่นสี ต่อวัสดุประสาน เท่ากับ 3:1

**การทดลองที่ 3 ค่า pH ของน้ำชะละลาย กากเศษสีของถังก๊าซ LPG**

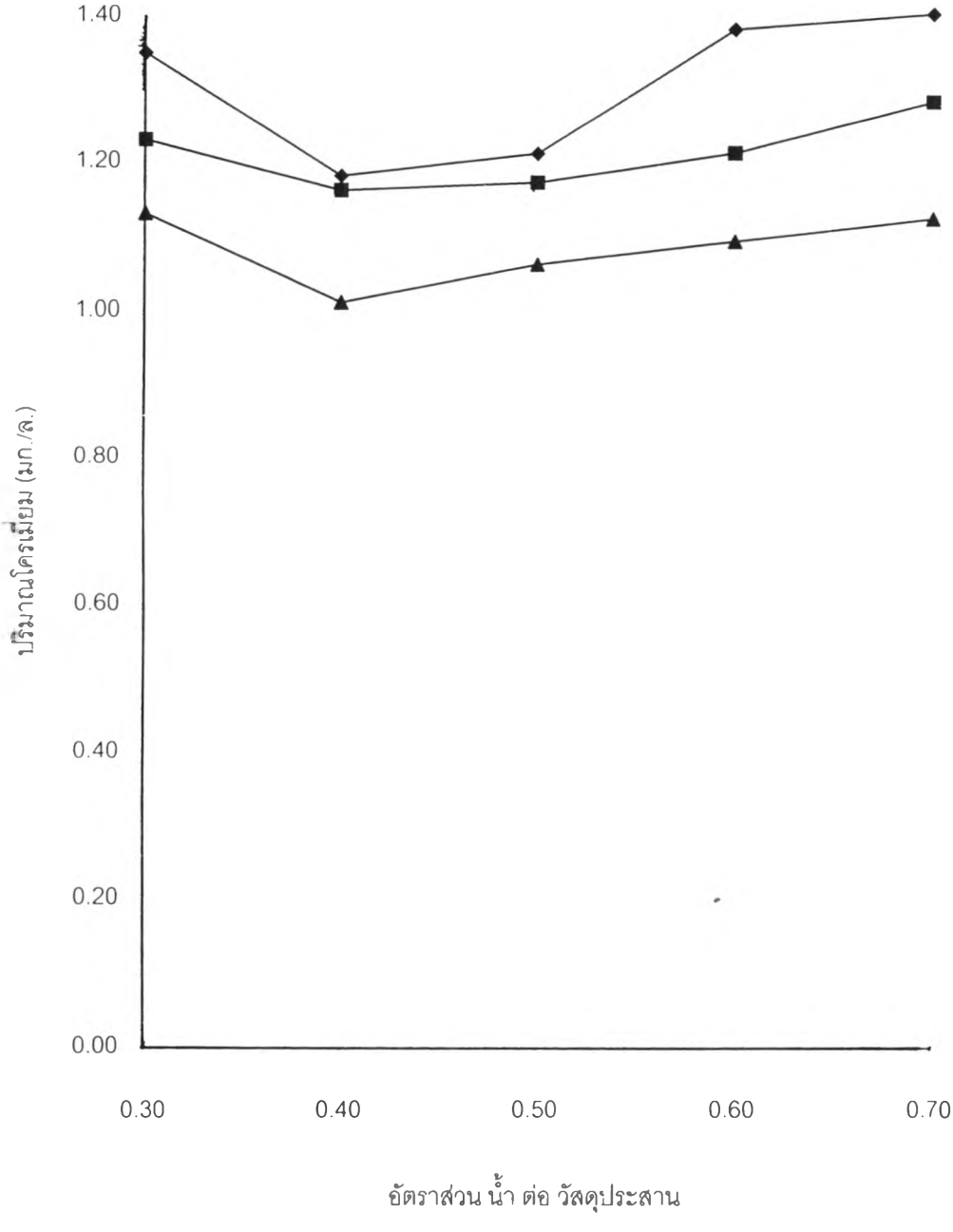



**ส่วนผสมที่ 1** กากเศษสีหรือฝุ่นสี ผสมปูนซีเมนต์ ที่สัดส่วนกากเศษสีหรือฝุ่นสี ต่อปูนซีเมนต์เท่ากับ 1:1

**ส่วนผสมที่ 2** กากเศษสีหรือฝุ่นสี ผสมสลล.โซเดียมซัลไฟด์ (Na2S) แล้วผสมปูนซีเมนต์ ที่สัดส่วนกากเศษสีหรือฝุ่นสี ต่อปูนซีเมนต์เท่ากับ 3:1

**ส่วนผสมที่ 3** กากเศษสีหรือฝุ่นสี ผสมสลล.โซเดียมซัลไฟด์ (Na2S) แล้วผสมปูนขาว ผสมปูนซีเมนต์ ที่สัดส่วนกากเศษสีหรือฝุ่นสี ต่อวัสดุประสาน เท่ากับ 3:1

**การทดลองที่ 3 ปริมาณโครเมี่ยม (Cr) ในน้ำชะละลาย กากเศษสีของถังก๊าซ LPG ตามวิธีของกรมโรงงานอุตสาหกรรม (พ.ศ.2531)**

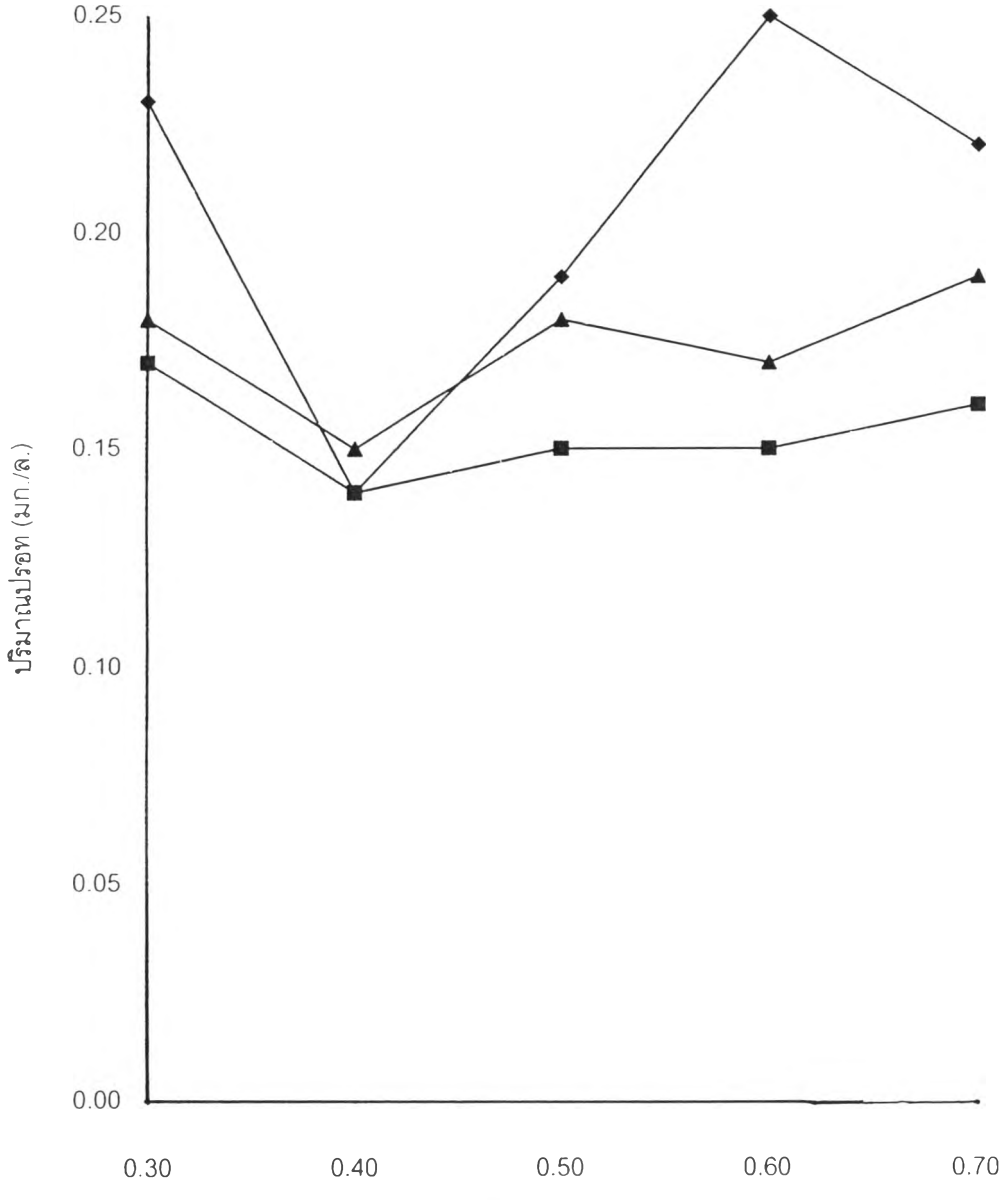



**ส่วนผสมที่ 1** กากเศษสีหรือฝุ่นสี ผสมปูนซีเมนต์ ที่สัดส่วนกากเศษสีหรือฝุ่นสี ต่อปูนซีเมนต์เท่ากับ 1:1

**ส่วนผสมที่ 2** กากเศษสีหรือฝุ่นสี ผสมสลล.โซเดียมซัลไฟด์ (Na2S) แล้วผสมปูนซีเมนต์ ที่สัดส่วนกากเศษสีหรือฝุ่นสี ต่อปูนซีเมนต์เท่ากับ 3:1

**ส่วนผสมที่ 3** กากเศษสีหรือฝุ่นสี ผสมสลล.โซเดียมซัลไฟด์ (Na2S) แล้วผสมปูนขาว ผสมปูนซีเมนต์ ที่สัดส่วนกากเศษสีหรือฝุ่นสี ต่อวัสดุประสาน เท่ากับ 3:1

การทดลองที่ 3 ปริมาณปรอท (Hg) ในน้ำชะละลาย กากเศษสีของถังก๊าซ LPG
ตามวิธีของกรมโรงงานอุตสาหกรรม (พ.ศ.2531)

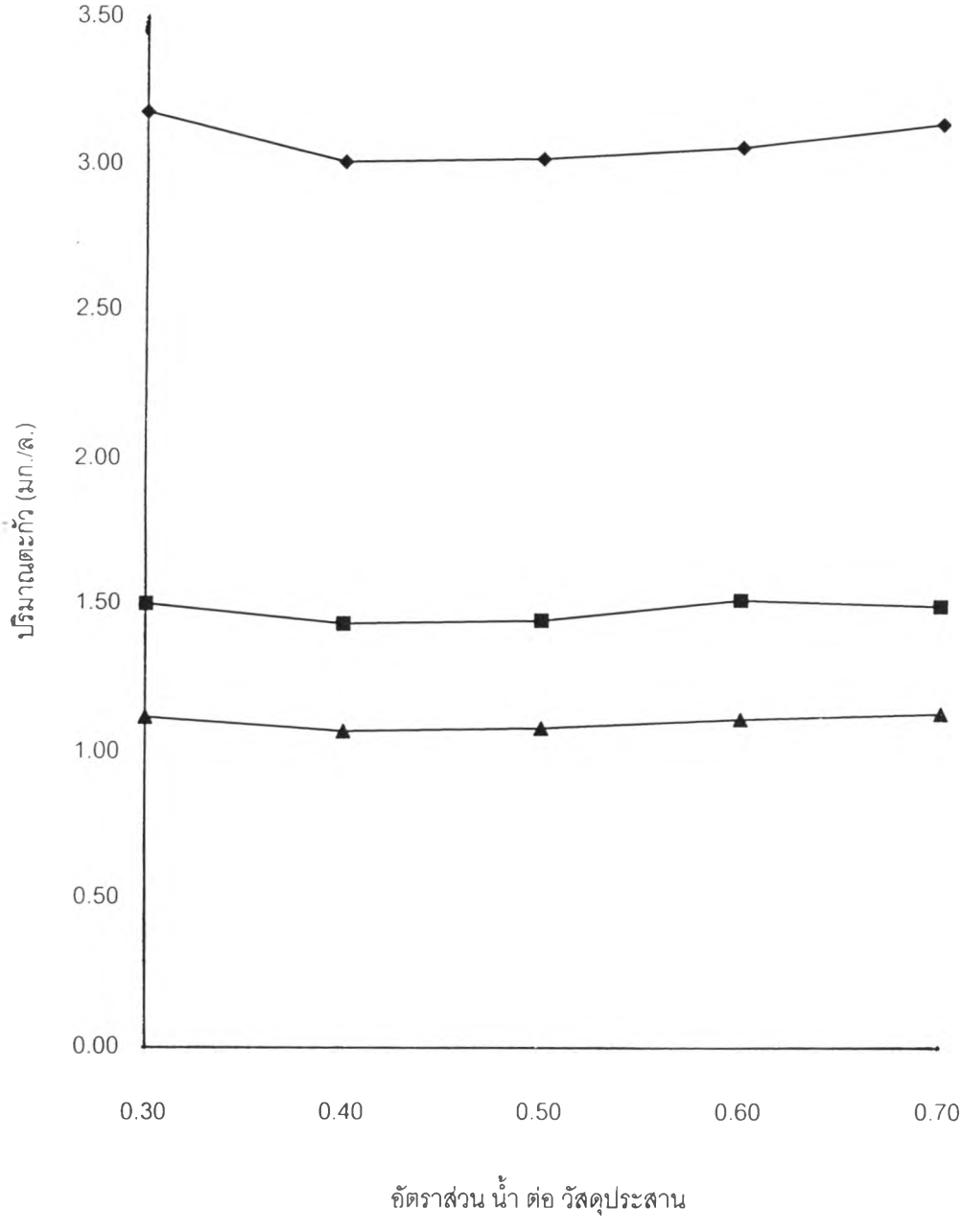



**ส่วนผสมที่ 1** กากเศษสีหรือฝุ่นสี ผสมปูนซีเมนต์ ที่สัดส่วนกากเศษสีหรือฝุ่นสี ต่อปูนซีเมนต์เท่ากับ 1:1

**ส่วนผสมที่ 2** กากเศษสีหรือฝุ่นสี ผสมสลล.โซเดียมซัลไฟด์ (Na2S) แล้วผสมปูนซีเมนต์ ที่สัดส่วนกากเศษสีหรือฝุ่นสี ต่อปูนซีเมนต์เท่ากับ 3:1

**ส่วนผสมที่ 3** กากเศษสีหรือฝุ่นสี ผสมสลล.โซเดียมซัลไฟด์ (Na2S) แล้วผสมปูนขาว ผสมปูนซีเมนต์ ที่สัดส่วนกากเศษสีหรือฝุ่นสี ต่อวัสดุประสาน เท่ากับ 3:1

**การทดลองที่ 3 ปริมาณตะกั่ว (Pb) ในน้ำชะละลาย กากเศษสีก๊าซ LPG**
**ตามวิธีของกรมโรงงานอุตสาหกรรม (พ.ศ.2531)**




**ส่วนผสมที่ 1** กากเศษสีหรือฝุ่นสี ผสมปูนซีเมนต์ ที่สัดส่วนกากเศษสีหรือฝุ่นสี ต่อปูนซีเมนต์เท่ากับ 1:1

**ส่วนผสมที่ 2** กากเศษสีหรือฝุ่นสี ผสมสลล.โซเดียมซัลไฟด์ (Na2S) แล้วผสมปูนซีเมนต์ ที่สัดส่วนกากเศษสีหรือฝุ่นสี ต่อปูนซีเมนต์เท่ากับ 3:1

**ส่วนผสมที่ 3** กากเศษสีหรือฝุ่นสี ผสมสลล.โซเดียมซัลไฟด์ (Na2S) แล้วผสมปูนขาว ผสมปูนซีเมนต์ ที่สัดส่วนกากเศษสีหรือฝุ่นสี ต่อวัสดุประสาน เท่ากับ 3:1

การทดลองที่ 3 ศึกษาผลของอัตราส่วน น้ำต่อวัสดุประสาน(W/C) ของฝุ่นสี

| กำลังรับแรงอัด<br>สัดส่วนน้ำ ต่อ วัสดุประสาน | ส่วนผสมที่ 1 | ส่วนผสมที่ 2 | ส่วนผสมที่ 3 |
|---|---|---|---|
| 0.30 | ไม่แข็งตัว | ไม่แข็งตัว | ไม่แข็งตัว |
| 0.40 | 44.00 | 56.00 | 52.00 |
| 0.50 | 40.00 | 48.00 | 46.00 |
| 0.60 | ไม่แข็งตัว | 40.00 | ไม่แข็งตัว |
| 0.70 | ไม่แข็งตัว | ไม่แข็งตัว | ไม่แข็งตัว |

| สภาพนำไฟฟ้า<br>สัดส่วนน้ำ ต่อ วัสดุประสาน | ส่วนผสมที่ 1 | ส่วนผสมที่ 2 | ส่วนผสมที่ 3 |
|---|---|---|---|
| 0.30 | 9.02 | 9.31 | 7.58 |
| 0.40 | 8.45 | 8.55 | 7.22 |
| 0.50 | 8.87 | 9.17 | 7.25 |
| 0.60 | 9.14 | 9.46 | 7.34 |
| 0.70 | 9.18 | 9.48 | 7.33 |

| ความหนาแน่น<br>สัดส่วนน้ำ ต่อ วัสดุประสาน | ส่วนผสมที่ 1 | ส่วนผสมที่ 2 | ส่วนผสมที่ 3 |
|---|---|---|---|
| 0.30 | 1.83 | 1.80 | 1.75 |
| 0.40 | 1.84 | 1.82 | 1.77 |
| 0.50 | 1.81 | 1.81 | 1.76 |
| 0.60 | 1.80 | 1.75 | 1.74 |
| 0.70 | 1.75 | 1.73 | 1.71 |

| พีเอช<br>สัดส่วนน้ำ ต่อ วัสดุประสาน | ส่วนผสมที่ 1 | ส่วนผสมที่ 2 | ส่วนผสมที่ 3 |
|---|---|---|---|
| 0.30 | 12.26 | 12.23 | 12.22 |
| 0.40 | 12.13 | 12.05 | 12.18 |
| 0.50 | 12.20 | 12.42 | 12.38 |
| 0.60 | 12.08 | 12.54 | 12.36 |
| 0.70 | 11.89 | 12.11 | 12.17 |

**ส่วนผสมที่** 1 (เลือกจากการทดลองที่ 2.1) กากเศษสีหรือฝุ่นสี ผสมปูนซีเมนต์ ที่สัดส่วนกากเศษสีหรือฝุ่นสี ต่อปูนซีเมนต์เท่ากับ 1:1

**ส่วนผสมที่** 2 (เลือกจากการทดลองที่ 2.3) กากเศษสีหรือฝุ่นสี ผสมสารละลายโซเดียมซัลไฟด์ (Na2S) แล้วผสมปูนซีเมนต์ ที่สัดส่วนกากเศษสีหรือฝุ่นสี ต่อปูนซีเมนต์เท่ากับ 3:1

**ส่วนผสมที่** 3 (เลือกจากการทดลองที่ 2.4) กากเศษสีหรือฝุ่นสี ผสมสารละลายโซเดียมซัลไฟด์ (Na2S) แล้วผสมปูนขาว ผสมปูนซีเมนต์ ที่สัดส่วนกากเศษสีหรือฝุ่นสี ต่อวัสดุประสาน เท่ากับ 3:1

การทดลองที่ 3 ศึกษาผลของอัตราส่วน น้ำต่อวัสดุประสาน(W/C) ของฝุ่นสี

| อาร์เซนิค | ส่วนผสมที่ 1 | ส่วนผสมที่ 2 | ส่วนผสมที่ 3 |
|---|---|---|---|
| สัดส่วนน้ำ ต่อ วัสดุประสาน | | | |
| 0.30 | ND | ND | ND |
| 0.40 | ND | ND | ND |
| 0.50 | ND | ND | ND |
| 0.60 | ND | ND | ND |
| 0.70 | ND | ND | ND |
| โครเมียม | ส่วนผสมที่ 1 | ส่วนผสมที่ 2 | ส่วนผสมที่ 3 |
| สัดส่วนน้ำ ต่อ วัสดุประสาน | | | |
| 0.30 | 1.42 | 1.28 | 1.33 |
| 0.40 | 1.37 | 1.26 | 1.11 |
| 0.50 | 1.55 | 0.95 | 0.92 |
| 0.60 | 1.46 | 1.23 | 1.39 |
| 0.70 | 1.51 | 1.25 | 1.44 |
| ตะกั่ว | ส่วนผสมที่ 1 | ส่วนผสมที่ 2 | ส่วนผสมที่ 3 |
| สัดส่วนน้ำ ต่อ วัสดุประสาน | | | |
| 0.30 | 3.58 | 1.57 | 1.67 |
| 0.40 | 3.06 | 1.54 | 1.64 |
| 0.50 | 3.15 | 1.66 | 1.67 |
| 0.60 | 3.24 | 1.72 | 1.73 |
| 0.70 | 3.56 | 1.75 | 1.71 |

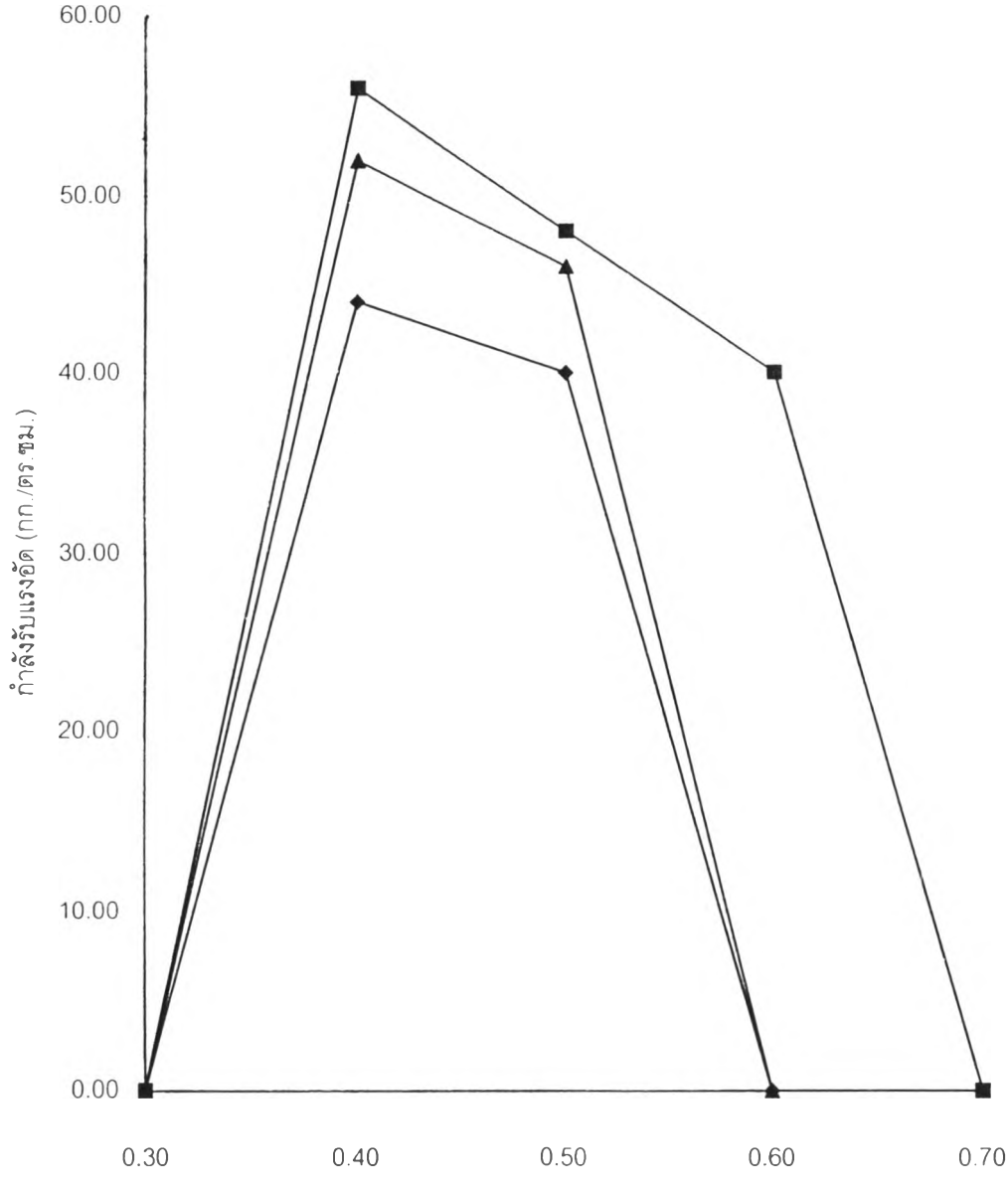
| แคดเมี่ยม | ส่วนผสมที่ 1 | ส่วนผสมที่ 2 | ส่วนผสมที่ 3 |
|---|---|---|---|
| สัดส่วนน้ำ ต่อ วัสดุประสาน | | | |
| 0.30 | 0.07 | ND | ND |
| 0.40 | 0.05 | ND | ND |
| 0.50 | 0.06 | ND | ND |
| 0.60 | 0.07 | ND | ND |
| 0.70 | 0.05 | ND | ND |
| ปรอท | ส่วนผสมที่ 1 | ส่วนผสมที่ 2 | ส่วนผสมที่ 3 |
| สัดส่วนน้ำ ต่อ วัสดุประสาน | | | |
| 0.30 | 0.20 | 0.16 | 0.14 |
| 0.40 | 0.16 | 0.15 | 0.13 |
| 0.50 | 0.19 | 0.16 | 0.15 |
| 0.60 | 0.23 | 0.15 | 0.16 |
| 0.70 | 0.25 | 0.17 | 0.18 |

**ส่วนผสมที่ 1** (เลือกจากการทดลองที่ 2.1) กากเศษสีหรือฝุ่นสี ผสมปูนซีเมนต์ ที่สัดส่วนกากเศษสีหรือฝุ่นสี ต่อปูนซีเมนต์เท่ากับ 1:1

**ส่วนผสมที่ 2** (เลือกจากการทดลองที่ 2.3) กากเศษสีหรือฝุ่นสี ผสมสารละลายโซเดียมซัลไฟด์ (Na2S) แล้วผสมปูนซีเมนต์ ที่สัดส่วนกากเศษสีหรือฝุ่นสี ต่อปูนซีเมนต์เท่ากับ 3:1

**ส่วนผสมที่ 3** (เลือกจากการทดลองที่ 2.4) กากเศษสีหรือฝุ่นสี ผสมสารละลายโซเดียมซัลไฟด์ (Na2S) แล้วผสมปูนขาว ผสมปูนซีเมนต์ ที่สัดส่วนกากเศษสีหรือฝุ่นสี ต่อวัสดุประสาน เท่ากับ 3:1

**การทดลองที่ 3 กำลังรับแรงอัดของ ฝุ่นสีรองพื้นและสีทับหน้ารถยนต์**
**ตามวิธีของกรมโรงงานอุตสาหกรรม (พ.ศ.2531)**

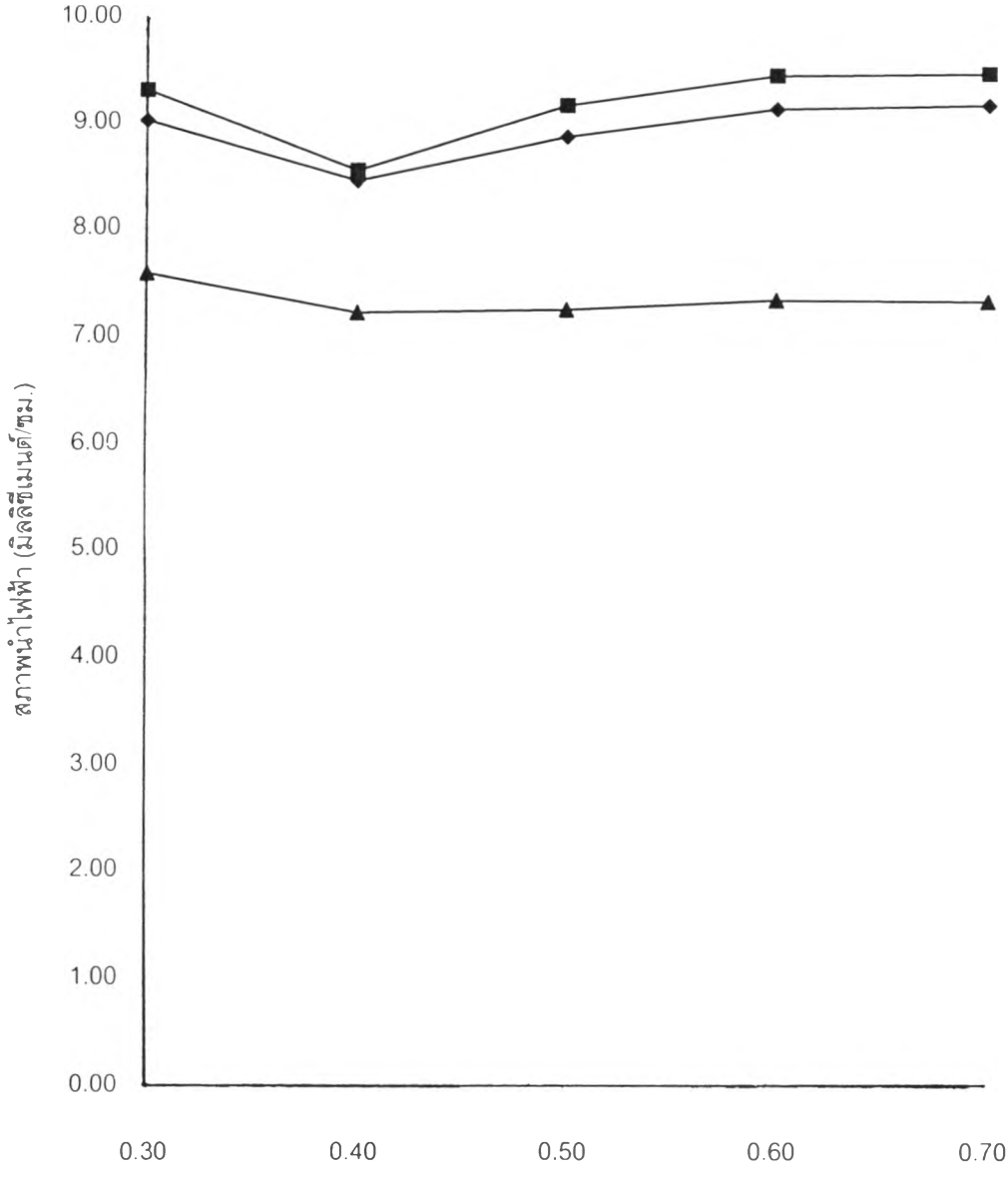



**ส่วนผสมที่ 1** กากเศษสีหรือฝุ่นสี ผสมปูนซีเมนต์ ที่สัดส่วนกากเศษสีหรือฝุ่นสี ต่อปูนซีเมนต์เท่ากับ 1:1

**ส่วนผสมที่ 2** กากเศษสีหรือฝุ่นสี ผสมสลล.โซเดียมซัลไฟด์ (Na2S) แล้วผสมปูนซีเมนต์ ที่สัดส่วนกากเศษสีหรือฝุ่นสี ต่อปูนซีเมนต์เท่ากับ 3:1

**ส่วนผสมที่ 3** กากเศษสีหรือฝุ่นสี ผสมสลล.โซเดียมซัลไฟด์ (Na2S) แล้วผสมปูนขาว ผสมปูนซีเมนต์ ที่สัดส่วนกากเศษสีหรือฝุ่นสี ต่อวัสดุประสาน เท่ากับ 3:1

**การทดลองที่ 3 สภาพนำไฟฟ้าของ ฝุ่นสีรองพื้นและสีทับหน้ารถยนต์**

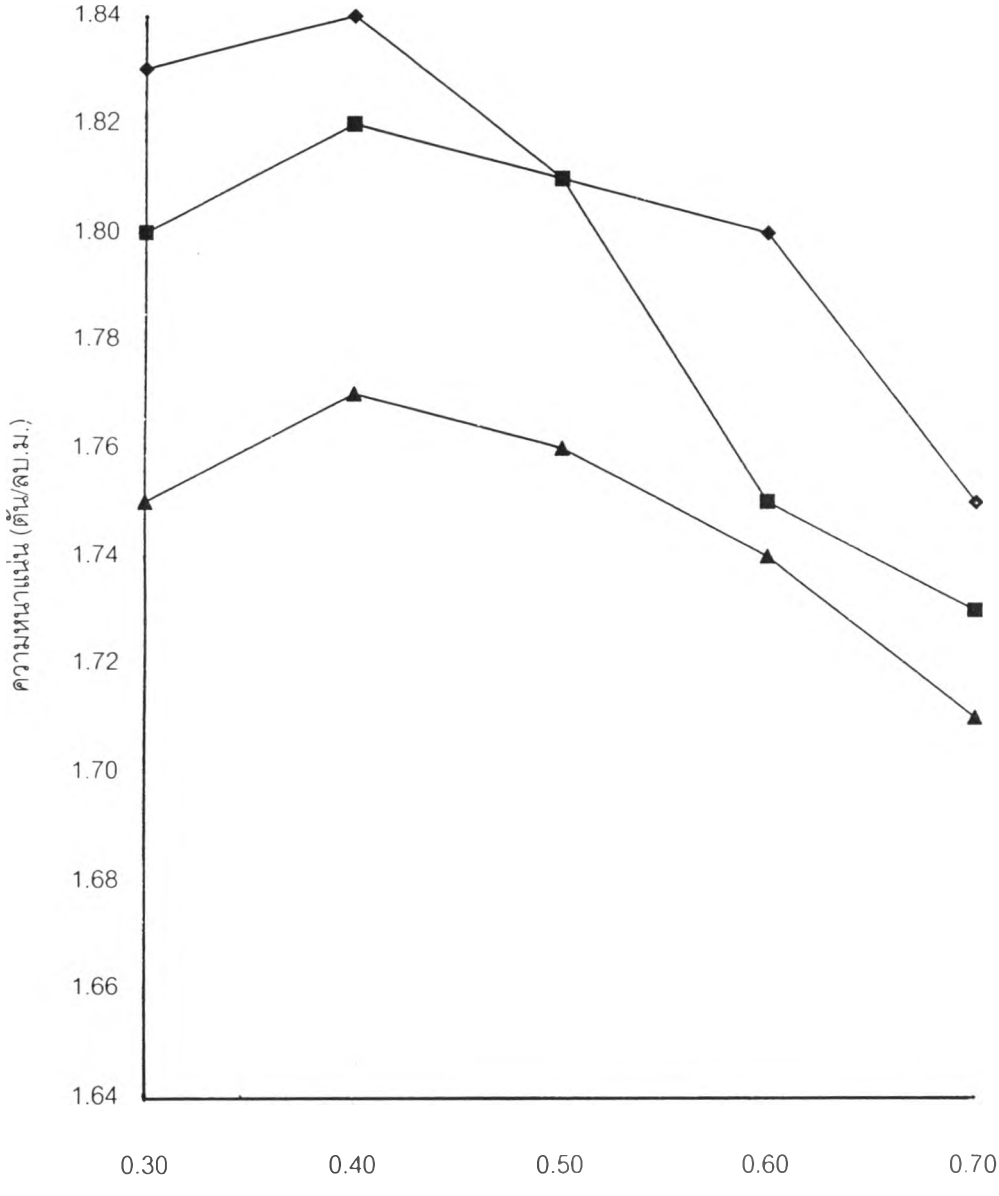



**ส่วนผสมที่ 1** กากเศษสีหรือฝุ่นสี ผสมปูนซีเมนต์ ที่สัดส่วนกากเศษสีหรือฝุ่นสี ต่อปูนซีเมนต์เท่ากับ 1:1

**ส่วนผสมที่ 2** กากเศษสีหรือฝุ่นสี ผสมสลล.โซเดียมซัลไฟด์ (Na2S) แล้วผสมปูนซีเมนต์ ที่สัดส่วนกากเศษสีหรือฝุ่นสี ต่อปูนซีเมนต์เท่ากับ 3:1

**ส่วนผสมที่ 3** กากเศษสีหรือฝุ่นสี ผสมสลล.โซเดียมซัลไฟด์ (Na2S) แล้วผสมปูนขาว ผสมปูนซีเมนต์ ที่สัดส่วนกากเศษสีหรือฝุ่นสี ต่อวัสดุประสาน เท่ากับ 3:1

**การทดลองที่ 3 ความหนาแน่นของ ฝุ่นสีรองพื้นและสีทับหน้ารถยนต์**
**ตามวิธีของกรมโรงงานอุตสาหกรรม (พ.ศ.2531)**

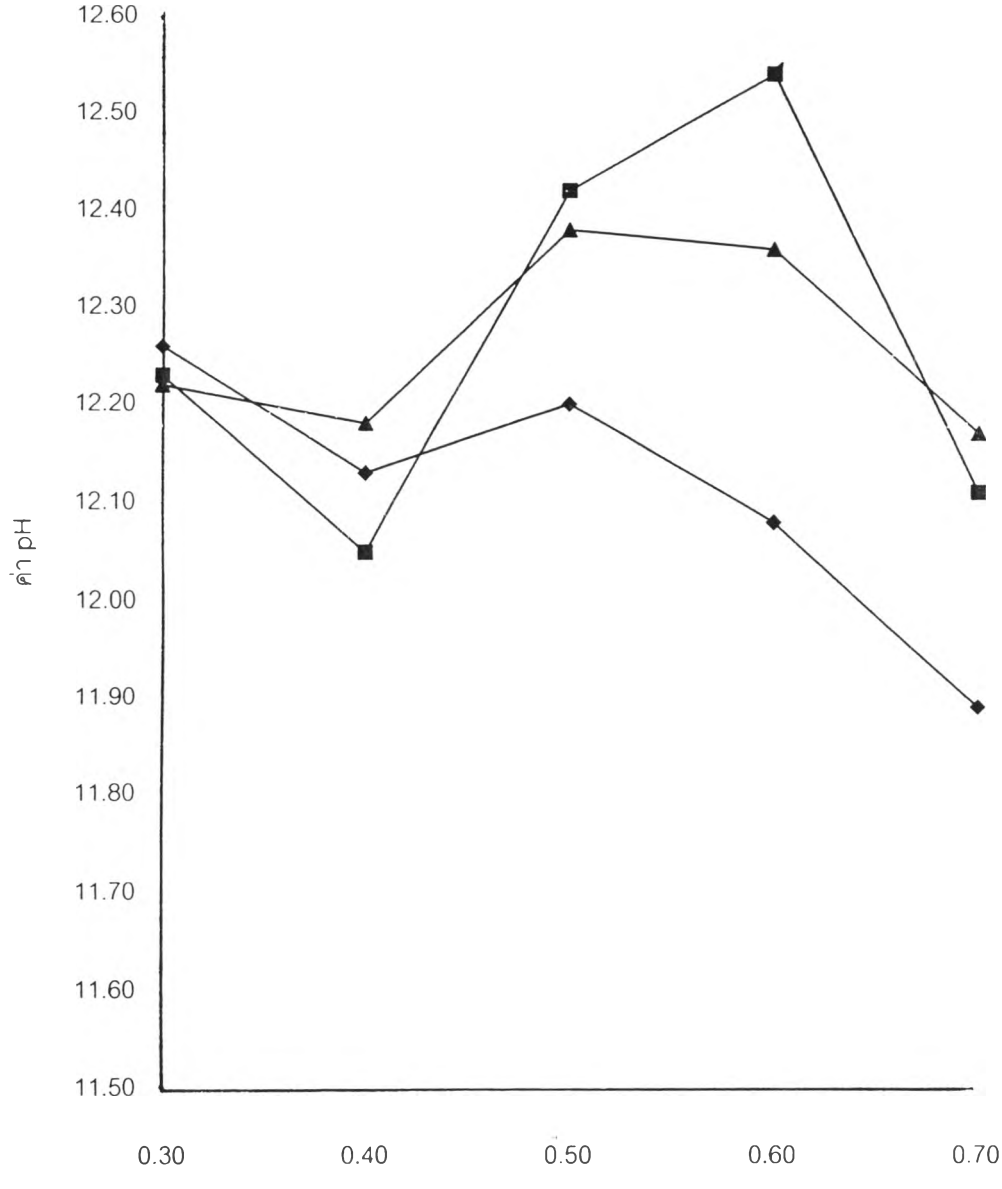



**ส่วนผสมที่ 1** กากเศษสีหรือฝุ่นสี ผสมปูนซีเมนต์ ที่สัดส่วนกากเศษสีหรือฝุ่นสี ต่อปูนซีเมนต์เท่ากับ 1:1

**ส่วนผสมที่ 2** กากเศษสีหรือฝุ่นสี ผสมสลล.โซเดียมซัลไฟด์ (Na2S) แล้วผสมปูนซีเมนต์ ที่สัดส่วนกากเศษสีหรือฝุ่นสี ต่อปูนซีเมนต์เท่ากับ 3:1

**ส่วนผสมที่ 3** กากเศษสีหรือฝุ่นสี ผสมสลล.โซเดียมซัลไฟด์ (Na2S) แล้วผสมปูนขาว ผสมปูนซีเมนต์ ที่สัดส่วนกากเศษสีหรือฝุ่นสี ต่อวัสดุประสาน เท่ากับ 3:1

**การทดลองที่ 3 ค่า pH ของน้ำชะละลาย ฝุ่นสีรองพื้นและสีทับหน้ารถยนต์**

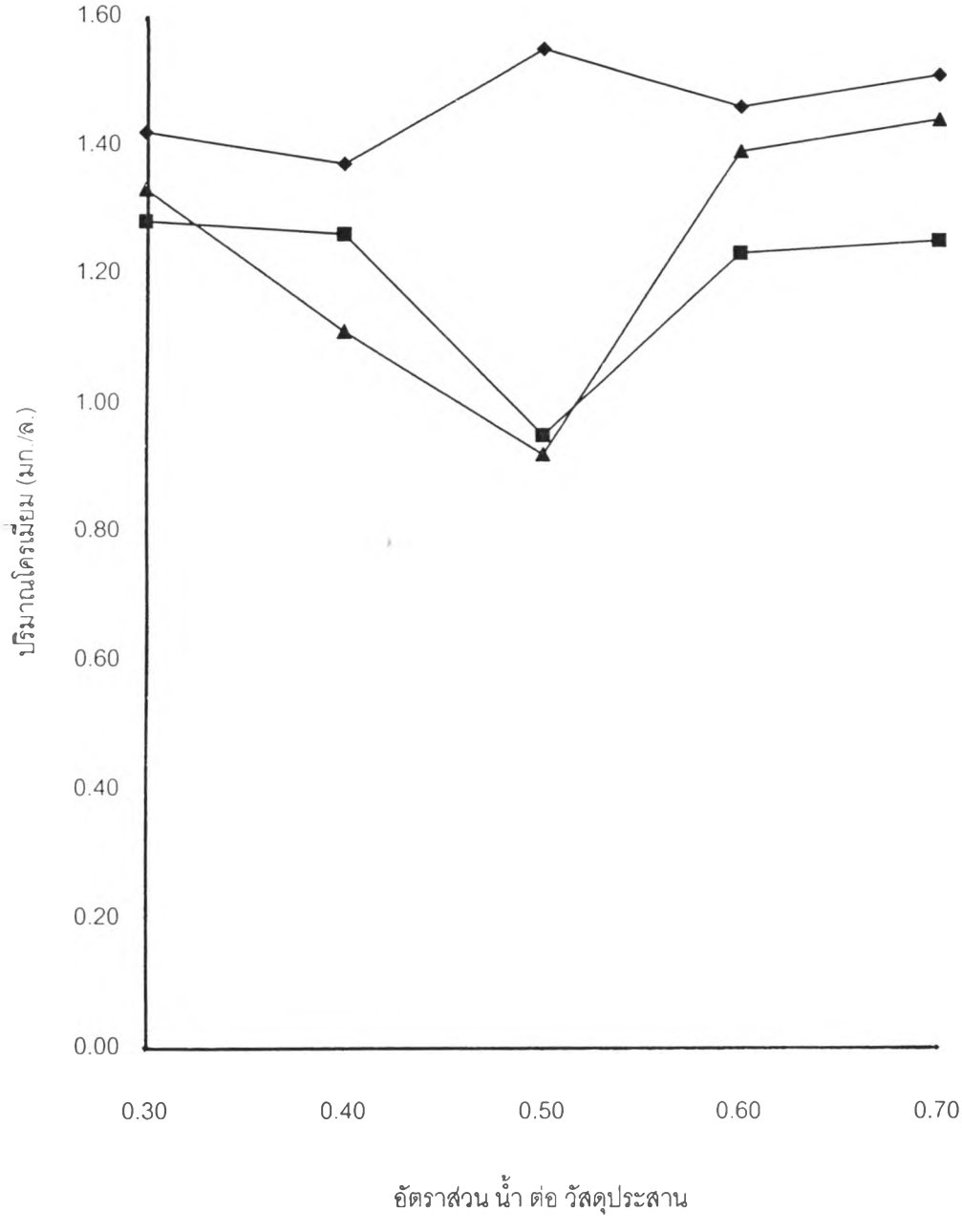



**ส่วนผสมที่ 1** กากเศษสีหรือฝุ่นสี ผสมปูนซีเมนต์ ที่สัดส่วนกากเศษสีหรือฝุ่นสี ต่อปูนซีเมนต์เท่ากับ 1:1

**ส่วนผสมที่ 2** กากเศษสีหรือฝุ่นสี ผสมสลล.โซเดียมซัลไฟด์ (Na2S) แล้วผสมปูนซีเมนต์ ที่สัดส่วนกากเศษสีหรือฝุ่นสี ต่อปูนซีเมนต์เท่ากับ 3:1

**ส่วนผสมที่ 3** กากเศษสีหรือฝุ่นสี ผสมสลล.โซเดียมซัลไฟด์ (Na2S) แล้วผสมปูนขาว ผสมปูนซีเมนต์ ที่สัดส่วนกากเศษสีหรือฝุ่นสี ต่อวัสดุประสาน เท่ากับ 3:1

**การทดลองที่ 3 ปริมาณโครเมียม (Cr) ในน้ำชะละลาย ฝุ่นสีรองพื้นและสีทับหน้ารถยนต์ ตามวิธีของกรมโรงงานอุตสาหกรรม (พ.ศ.2531)**

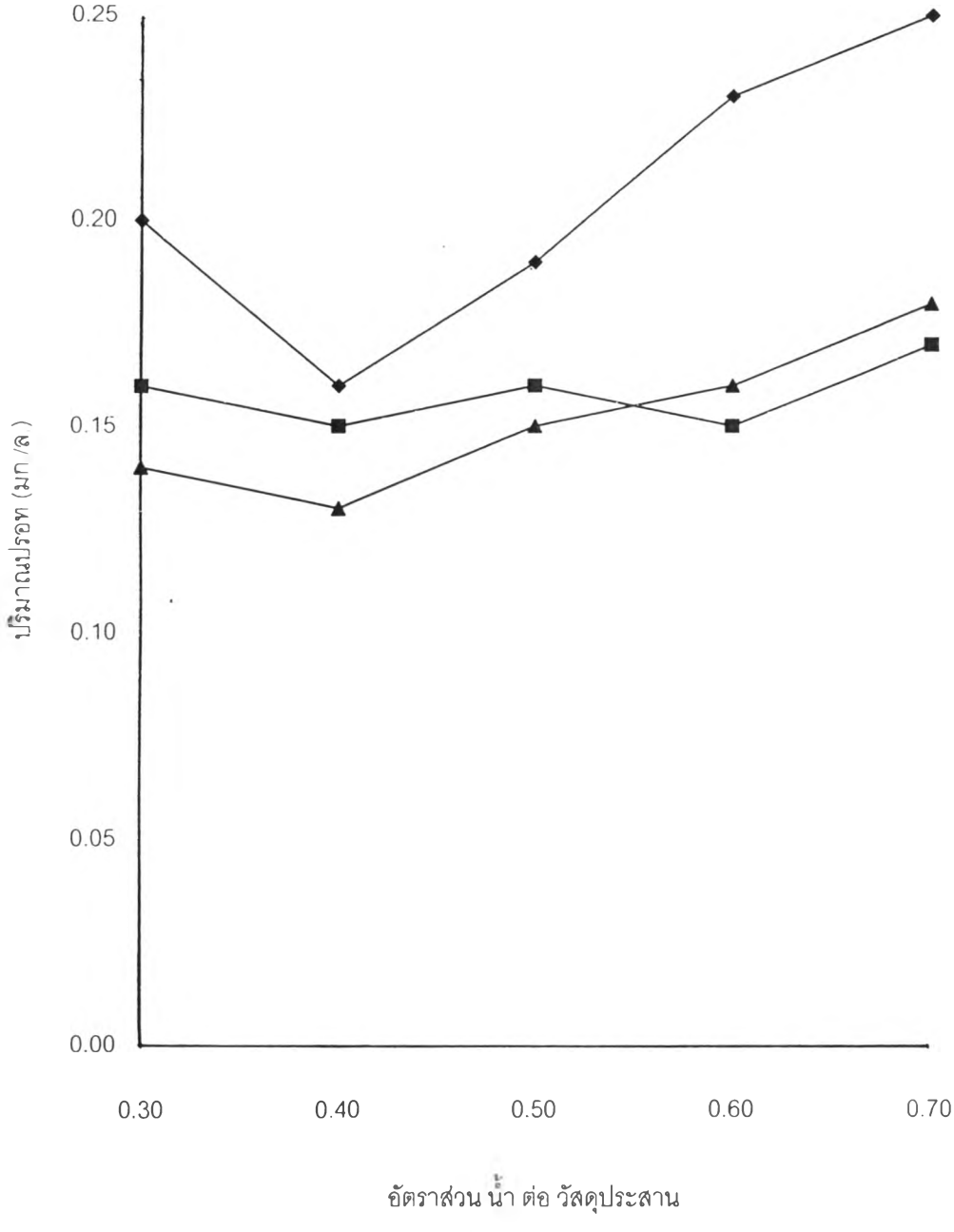



**ส่วนผสมที่ 1** กากเศษสีหรือฝุ่นสี ผสมปูนซีเมนต์ ที่สัดส่วนกากเศษสีหรือฝุ่นสี ต่อปูนซีเมนต์เท่ากับ 1:1

**ส่วนผสมที่ 2** กากเศษสีหรือฝุ่นสี ผสมสลล.โซเดียมซัลไฟด์ (Na2S) แล้วผสมปูนซีเมนต์ ที่สัดส่วนกากเศษสีหรือฝุ่นสี ต่อปูนซีเมนต์เท่ากับ 3:1

**ส่วนผสมที่ 3** กากเศษสีหรือฝุ่นสี ผสมสลล.โซเดียมซัลไฟด์ (Na2S) แล้วผสมปูนขาว ผสมปูนซีเมนต์ ที่สัดส่วนกากเศษสีหรือฝุ่นสี ต่อวัสดุประสาน เท่ากับ 3:1

**การทดลองที่ 3 ปริมาณปรอท (Hg) ในน้ำชะละลาย ฝุ่นสีรองพื้นและสีทับหน้ารถยนต์ ตามวิธีของกรมโรงงานอุตสาหกรรม (พ.ศ.2531)**

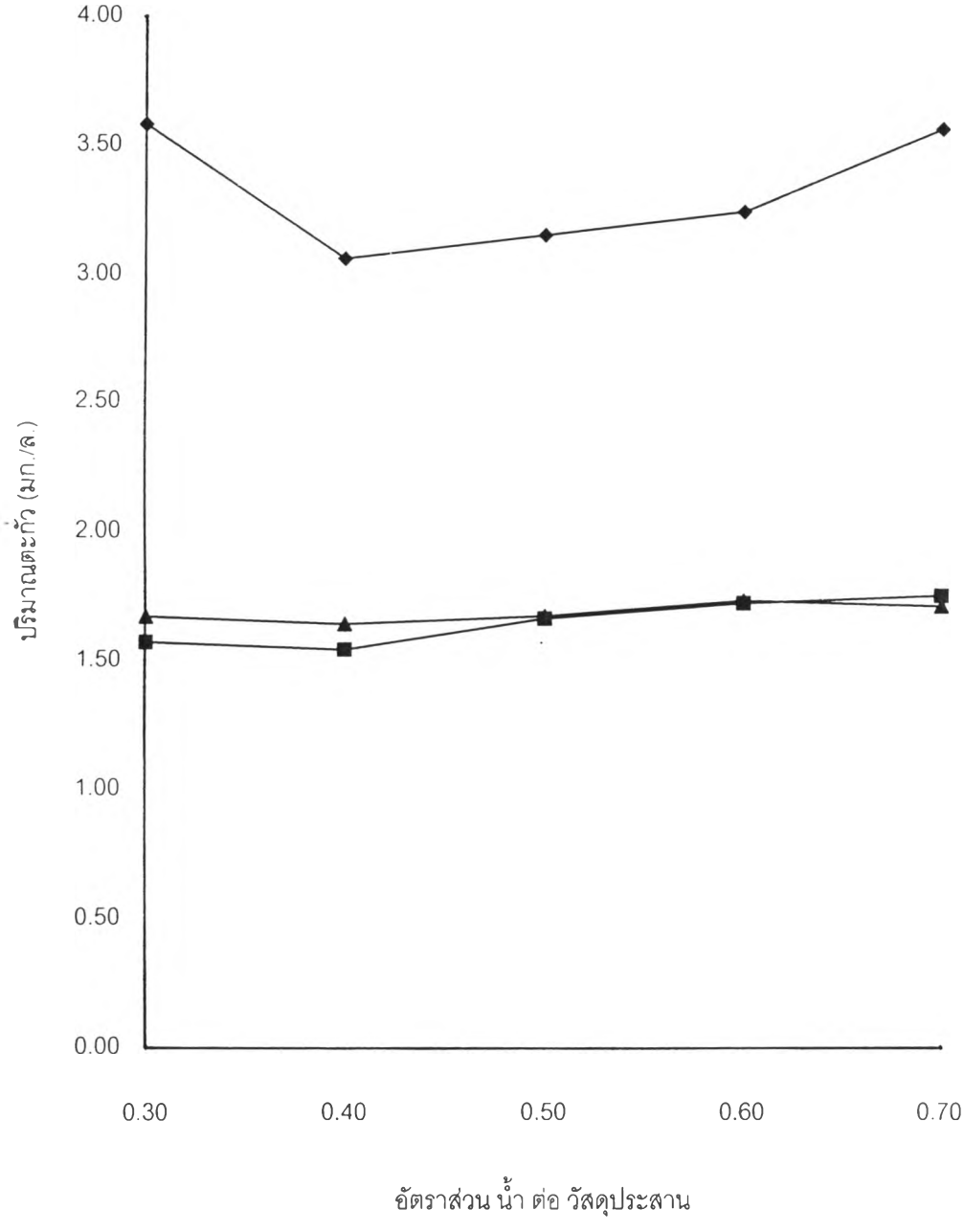



**ส่วนผสมที่ 1** กากเศษสีหรือฝุ่นสี ผสมปูนซีเมนต์ ที่สัดส่วนกากเศษสีหรือฝุ่นสี ต่อปูนซีเมนต์เท่ากับ 1:1

**ส่วนผสมที่ 2** กากเศษสีหรือฝุ่นสี ผสมสลล.โซเดียมซัลไฟด์ (Na2S) แล้วผสมปูนซีเมนต์ ที่สัดส่วนกากเศษสีหรือฝุ่นสี ต่อปูนซีเมนต์เท่ากับ 3:1

**ส่วนผสมที่ 3** กากเศษสีหรือฝุ่นสี ผสมสลล.โซเดียมซัลไฟด์ (Na2S) แล้วผสมปูนขาว ผสมปูนซีเมนต์ ที่สัดส่วนกากเศษสีหรือฝุ่นสี ต่อวัสดุประสาน เท่ากับ 3:1

**การทดลองที่ 3 ปริมาณตะกั่ว (Pb) ในน้ำชะละลาย ฝุ่นสีรองพื้นและสีทับหน้ารถยนต์ ตามวิธีของกรมโรงงานอุตสาหกรรม (พ.ศ.2531)**

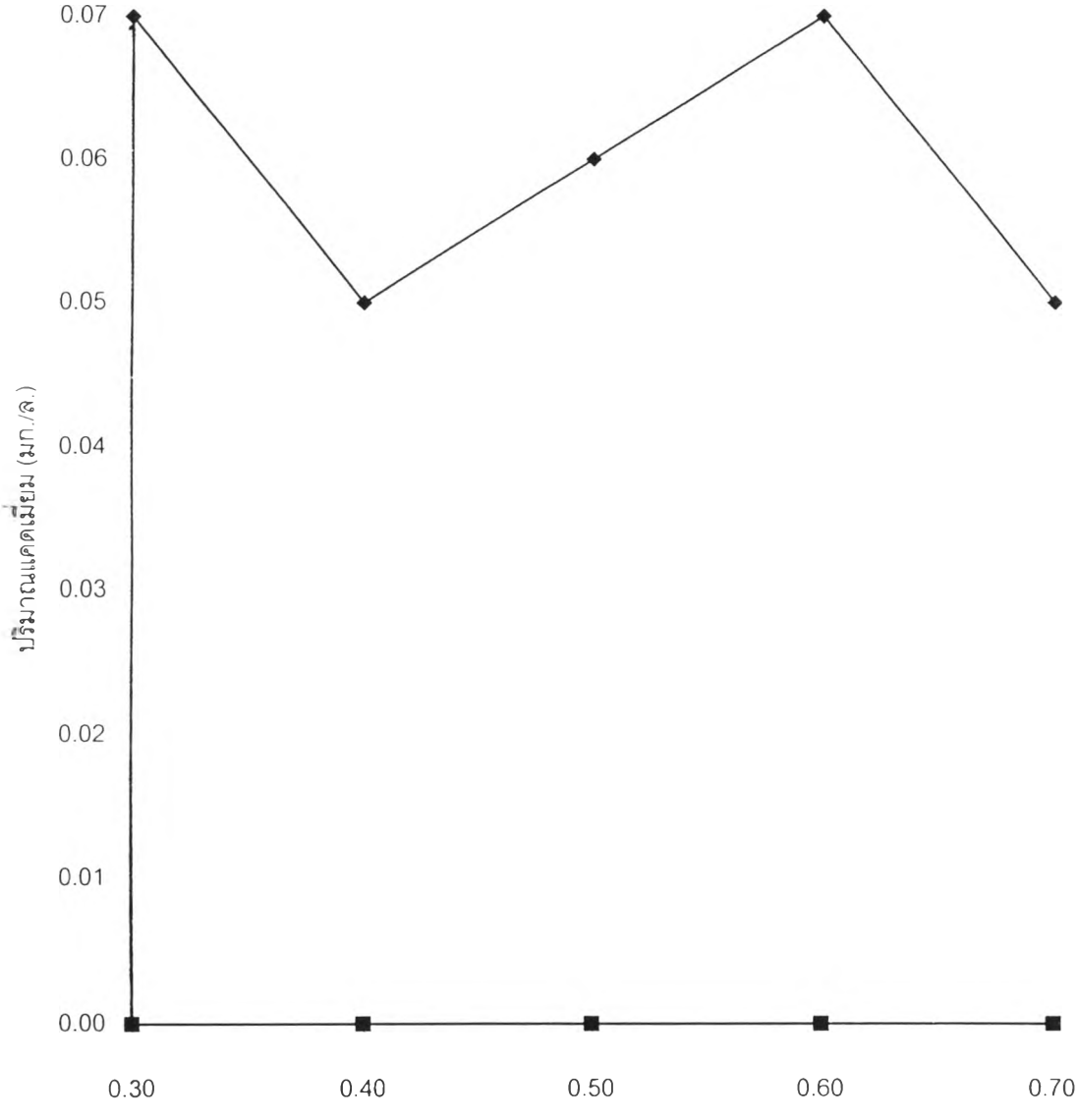



**ส่วนผสมที่ 1** กากเศษสีหรือฝุ่นสี ผสมปูนซีเมนต์ ที่สัดส่วนกากเศษสีหรือฝุ่นสี ต่อปูนซีเมนต์เท่ากับ 1:1

**ส่วนผสมที่ 2** กากเศษสีหรือฝุ่นสี ผสมสลล.โซเดียมซัลไฟด์ (Na2S) แล้วผสมปูนซีเมนต์ ที่สัดส่วนกากเศษสีหรือฝุ่นสี ต่อปูนซีเมนต์เท่ากับ 3:1

**ส่วนผสมที่ 3** กากเศษสีหรือฝุ่นสี ผสมสลล.โซเดียมซัลไฟด์ (Na2S) แล้วผสมปูนขาว ผสมปูนซีเมนต์ ที่สัดส่วนกากเศษสีหรือฝุ่นสี ต่อวัสดุประสาน เท่ากับ 3:1

**การทดลองที่ 3 ปริมาณแคดเมี่ยม (Cd) ในน้ำชะละลาย**
**ฝุ่นสีรองพื้นและสีทับหน้ารถยนต์**
**ตามวิธีของกรมโรงงานอุตสาหกรรม (พ.ศ.2531)**




**ส่วนผสมที่ 1** กากเศษสีหรือฝุ่นสี ผลมปูนซีเมนต์ ที่สัดส่วนกากเศษสีหรือฝุ่นสี ต่อปูนซีเมนต์เท่ากับ 1:1

**ส่วนผสมที่ 2** กากเศษสีหรือฝุ่นสี ผสมสลล.โซเดียมซัลไฟด์ (Na2S) แล้วผสมปูนซีเมนต์ ที่สัดส่วนกากเศษสีหรือฝุ่นสี ต่อปูนซีเมนต์เท่ากับ 3:1

**ส่วนผสมที่ 3** กากเศษสีหรือฝุ่นสี ผสมสลล.โซเดียมซัลไฟด์ (Na2S) แล้วผสมปูนขาว ผสมปูนซีเมนต์ ที่สัดส่วนกากเศษสีหรือฝุ่นสี ต่อวัสดุประสาน เท่ากับ 3:1

การทดลองที่ 4 ศึกษาผลของพีเอช(pH) ของน้ำชะละลายที่ใช้สกัด กากเศษสี

| อาร์เซนิค | ส่วนผสมที่ 1 | ส่วนผสมที่ 2 | ส่วนผสมที่ 3 |
|---|---|---|---|
| pH ของน้ำชะละลาย | | | |
| 4.00 | ND | ND | ND |
| 6.00 | ND | ND | ND |
| 8.00 | ND | ND | ND |
| **โครเมี่ยม** | **ส่วนผสมที่ 1** | **ส่วนผสมที่ 2** | **ส่วนผสมที่ 3** |
| pH ของน้ำชะละลาย | | | |
| 4.00 | 1.27 | 1.28 | 1.24 |
| 6.00 | 1.18 | 1.16 | 1.01 |
| 8.00 | 1.16 | 1.15 | 0.98 |
| **ตะกั่ว** | **ส่วนผสมที่ 1** | **ส่วนผสมที่ 2** | **ส่วนผสมที่ 3** |
| pH ของน้ำชะละลาย | | | |
| 4.00 | 3.03 | 1.46 | 1.12 |
| 6.00 | 3.01 | 1.43 | 1.07 |
| 8.00 | 3.00 | 1.41 | 1.06 |

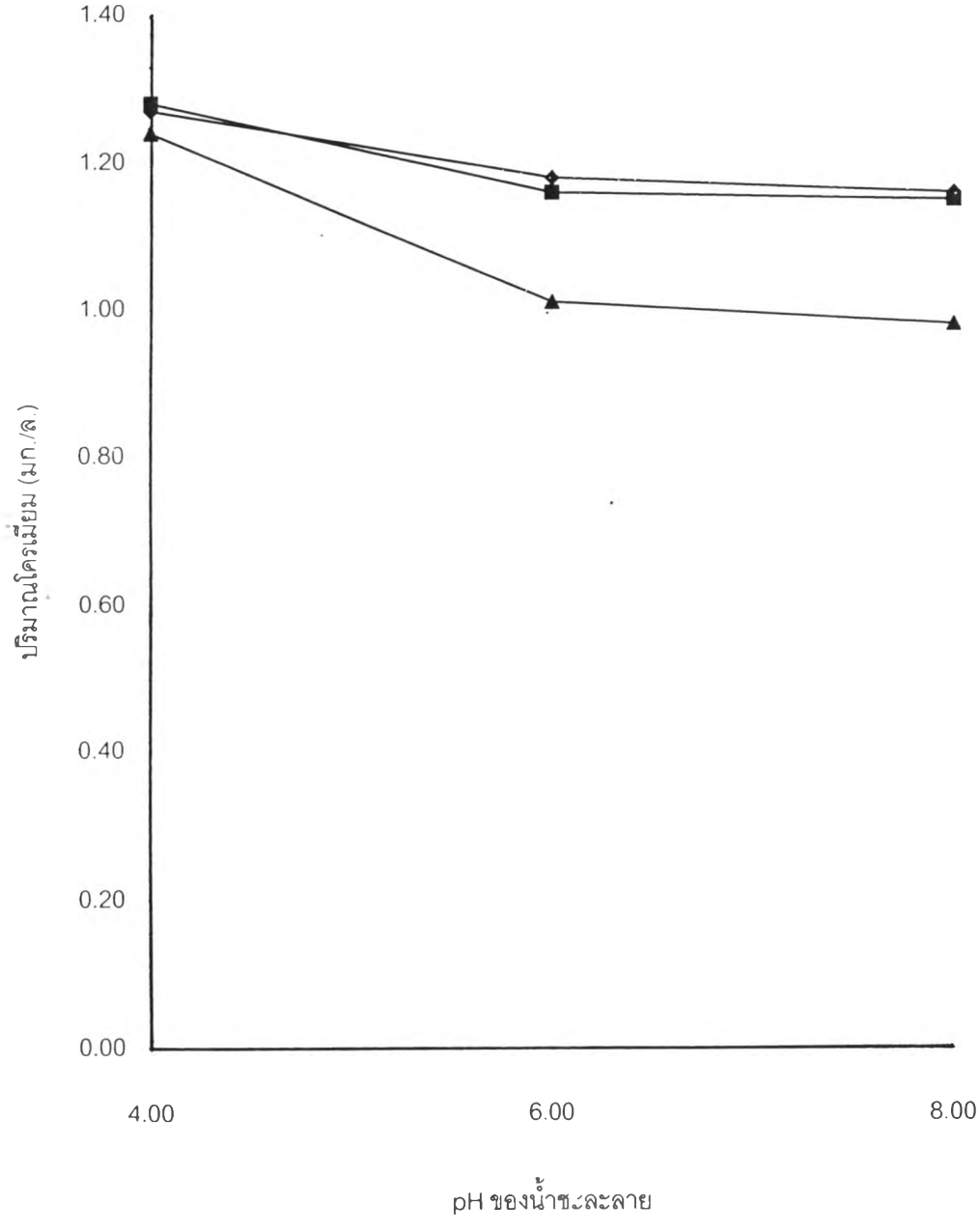
| แคดเมี่ยม | ส่วนผสมที่ 1 | ส่วนผสมที่ 2 | ส่วนผสมที่ 3 |
|---|---|---|---|
| pH ของน้ำชะละลาย | | | |
| 4.00 | ND | ND | ND |
| 6.00 | ND | ND | ND |
| 8.00 | ND | ND | ND |
| **ปรอท** | **ส่วนผสมที่ 1** | **ส่วนผสมที่ 2** | **ส่วนผสมที่ 3** |
| pH ของน้ำชะละลาย | | | |
| 4.00 | 0.18 | 0.15 | 0.15 |
| 6.00 | 0.14 | 0.14 | 0.15 |
| 8.00 | 0.13 | 0.14 | 0.14 |

**ส่วนผสมที่** 1 (เลือกจากการทดลองที่ 2.1) กากเศษสีหรือฝุ่นสี ผสมปูนซีเมนต์ ที่สัดส่วนกากเศษสีหรือฝุ่นสี ต่อปูนซีเมนต์เท่ากับ 1:1

**ส่วนผสมที่** 2 (เลือกจากการทดลองที่ 2.3) กากเศษสีหรือฝุ่นสี ผสมสารละลายโซเดียมซัลไฟด์ (Na2S) แล้วผสมปูนซีเมนต์ ที่สัดส่วนกากเศษสีหรือฝุ่นสี ต่อปูนซีเมนต์เท่ากับ 3:1

**ส่วนผสมที่** 3 (เลือกจากการทดลองที่ 2.4) กากเศษสีหรือฝุ่นสี ผสมสารละลายโซเดียมซัลไฟด์ (Na2S) แล้วผสมปูนขาว ผสมปูนซีเมนต์ ที่สัดส่วนกากเศษสีหรือฝุ่นสี ต่อวัสดุประสาน เท่ากับ 3:1

**การทดลองที่ 4 ปริมาณโครเมี่ยม (Cr) ในน้ำชะละลาย กากเศษสีของถังก๊าซ LPG**

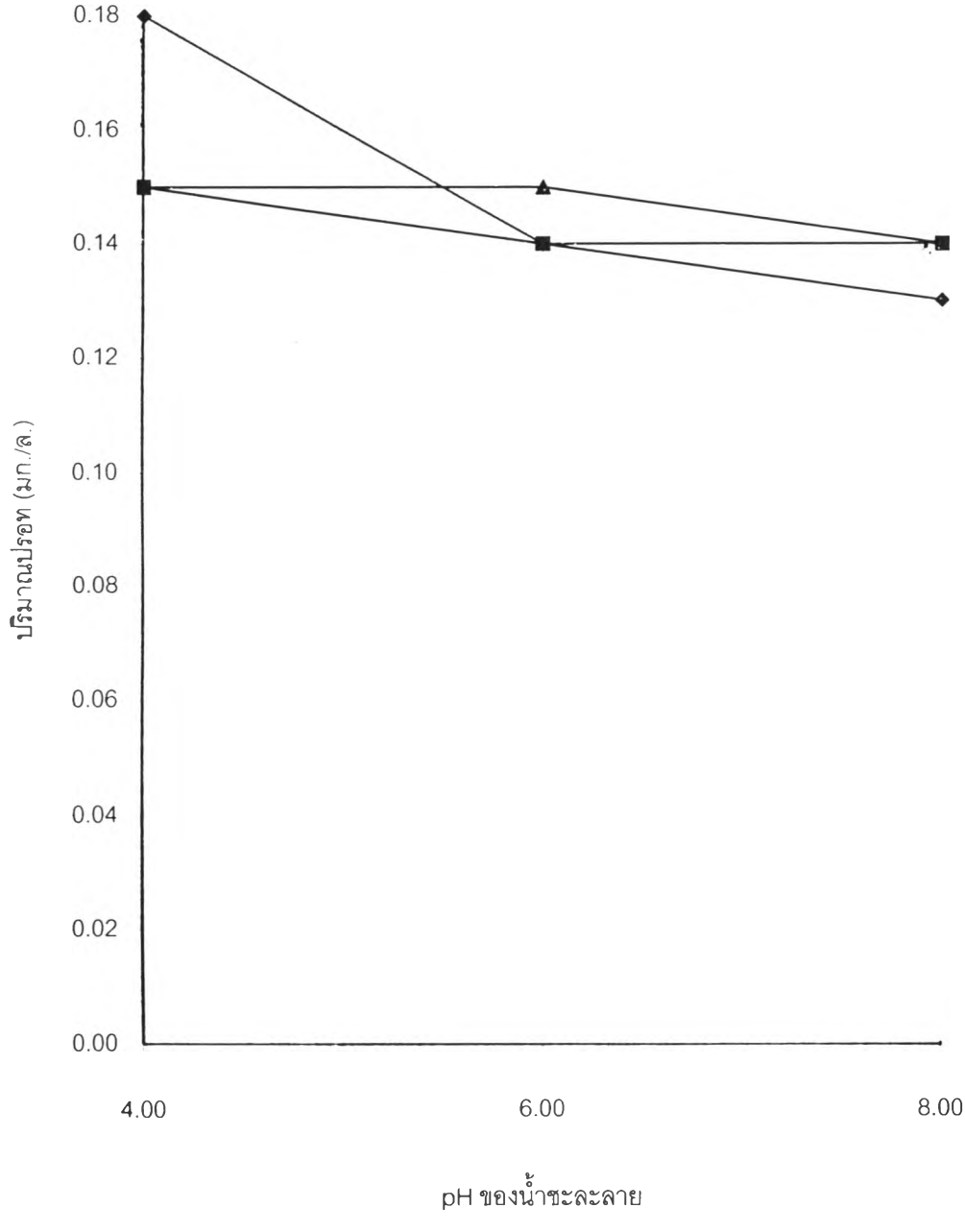



**ส่วนผสมที่ 1** กากเศษสีหรือฝุ่นสี ผสมปูนซีเมนต์ ที่สัดส่วนกากเศษสีหรือฝุ่นสี ต่อปูนซีเมนต์เท่ากับ 1:1

**ส่วนผสมที่ 2** กากเศษสีหรือฝุ่นสี ผสมสลล.โซเดียมซัลไฟด์ (Na2S) แล้วผสมปูนซีเมนต์ ที่สัดส่วนกากเศษสีหรือฝุ่นสี ต่อปูนซีเมนต์เท่ากับ 3:1

**ส่วนผสมที่ 3** กากเศษสีหรือฝุ่นสี ผสมสลล.โซเดียมซัลไฟด์ (Na2S) แล้วผสมปูนขาว ผสมปูนซีเมนต์ ที่สัดส่วนกากเศษสีหรือฝุ่นสี ต่อวัสดุประสาน เท่ากับ 3:1

**การทดลองที่ 4 ปริมาณปรอท (Hg) ในน้ำชะละลาย กากเศษสีของถังก๊าซ LPG**

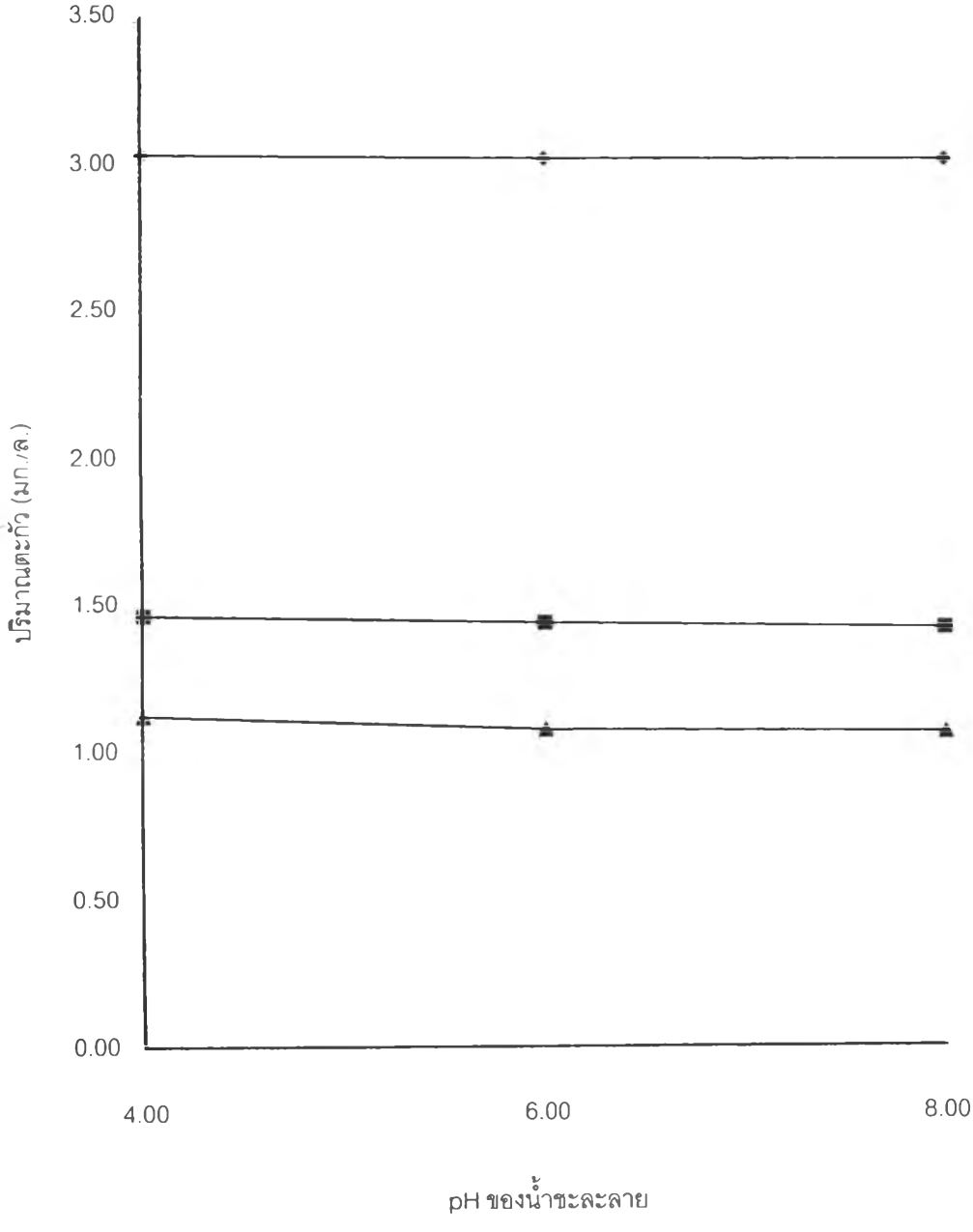



**ส่วนผสมที่ 1** กากเศษสีหรือฝุ่นสี ผสมปูนซีเมนต์ ที่สัดส่วนกากเศษสีหรือฝุ่นสี ต่อปูนซีเมนต์เท่ากับ 1:1

**ส่วนผสมที่ 2** กากเศษสีหรือฝุ่นสี ผสมสลล.โซเดียมซัลไฟด์ (Na2S) แล้วผสมปูนซีเมนต์ ที่สัดส่วนกากเศษสีหรือฝุ่นสี ต่อปูนซีเมนต์เท่ากับ 3:1

**ส่วนผสมที่ 3** กากเศษสีหรือฝุ่นสี ผสมสลล.โซเดียมซัลไฟด์ (Na2S) แล้วผสมปูนขาว ผสมปูนซีเมนต์ ที่สัดส่วนกากเศษสีหรือฝุ่นสี ต่อวัสดุประสาน เท่ากับ 3:1

**การทดลองที่ 4 ปริมาณตะกั่ว (Pb) ในน้ำชะละลาย กากเศษสีของถังก๊าซ LPG**




**ส่วนผสมที่ 1** กากเศษสีหรือฝุ่นสี ผสมปูนซีเมนต์ ที่สัดส่วนกากเศษสีหรือฝุ่นสี ต่อปูนซีเมนต์เท่ากับ 1:1

**ส่วนผสมที่ 2** กากเศษสีหรือฝุ่นสี ผสมสลล.โซเดียมซัลไฟด์ (Na2S) แล้วผสมปูนซีเมนต์ ที่สัดส่วนกากเศษสีหรือฝุ่นสี ต่อปูนซีเมนต์เท่ากับ 3:1

**ส่วนผสมที่ 3** กากเศษสีหรือฝุ่นสี ผสมสลล.โซเดียมซัลไฟด์ (Na2S) แล้วผสมปูนขาว ผสมปูนซีเมนต์ ที่สัดส่วนกากเศษสีหรือฝุ่นสี ต่อวัสดุประสาน เท่ากับ 3:1

การทดลองที่ 4 ศึกษาผลของพีเอช(pH) ของน้ำชะละลายที่ใช้สกัด ฝุ่นสี

| อาร์เซนิค | ส่วนผสมที่ 1 | ส่วนผสมที่ 2 | ส่วนผสมที่ 3 |
|---|---|---|---|
| pH ของน้ำชะละลาย | | | |
| 4.00 | ND | ND | ND |
| 6.00 | ND | ND | ND |
| 8.00 | ND | ND | ND |
| โครเมี่ยม | ส่วนผสมที่ 1 | ส่วนผสมที่ 2 | ส่วนผสมที่ 3 |
| pH ของน้ำชะละลาย | | | |
| 4.00 | 1.41 | 1.48 | 1.37 |
| 6.00 | 1.37 | 1.26 | 1.11 |
| 8.00 | 1.34 | 1.21 | 1.10 |
| ตะกั่ว | 2.1 (0.50) | 2.2 (0.75) | 2.3 (0.75) |
| pH ของน้ำชะละลาย | | | |
| 4.00 | 3.15 | 1.51 | 1.67 |
| 6.00 | 3.06 | 1.50 | 1.64 |
| 8.00 | 3.00 | 1.48 | 1.63 |

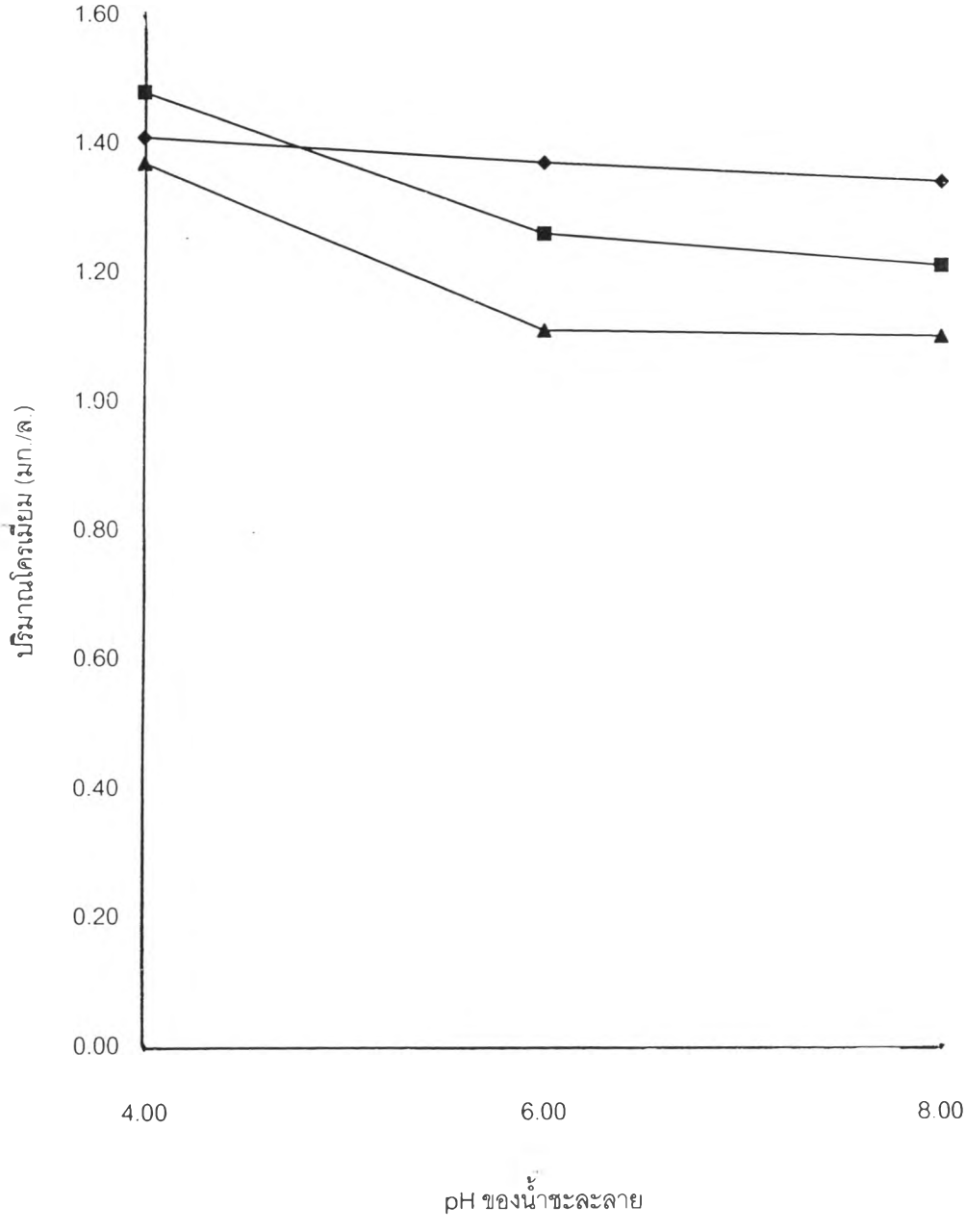
| แคดเมี่ยม | ส่วนผสมที่ 1 | ส่วนผสมที่ 2 | ส่วนผสมที่ 3 |
|---|---|---|---|
| pH ของน้ำชะละลาย | | | |
| 4.00 | 0.07 | ND | ND |
| 6.00 | 0.06 | ND | ND |
| 8.00 | 0.06 | ND | ND |
| ปรอท | ส่วนผสมที่ 1 | ส่วนผสมที่ 2 | ส่วนผสมที่ 3 |
| pH ของน้ำชะละลาย | | | |
| 4.00 | 0.27 | 0.17 | 0.11 |
| 6.00 | 0.16 | 0.15 | 0.12 |
| 8.00 | 0.15 | 0.16 | 0.11 |

**ส่วนผสมที่ 1** (เลือกจากการทดลองที่ 2.1) กากเศษสีหรือฝุ่นสี ผสมปูนซีเมนต์ ที่สัดส่วนกากเศษสีหรือฝุ่นสี ต่อปูนซีเมนต์เท่ากับ 1:1

**ส่วนผสมที่ 2** (เลือกจากการทดลองที่ 2.3) กากเศษสีหรือฝุ่นสี ผสมสารละลายโซเดียมซัลไฟด์ (Na2S) แล้วผสมปูนซีเมนต์ ที่สัดสวนกากเศษสีหรือฝุ่นสี ต่อปูนซีเมนต์เท่ากับ 3:1

**ส่วนผสมที่ 3** (เลือกจากการทดลองที่ 2.4) กากเศษสีหรือฝุ่นสี ผสมสารละลายโซเดียมซัลไฟด์ (Na2S) แล้วผสมปูนขาว ผสมปูนซีเมนต์ ที่สัดส่วนกากเศษสีหรือฝุ่นสี ต่อวัสดุประสาน เท่ากับ 3:1

**การทดลองที่ 4 ปริมาณโครเมี่ยม (Cr) ในน้ำชะละลาย ฝุ่นสีรองพื้นและสีทับหน้ารถยนต์**

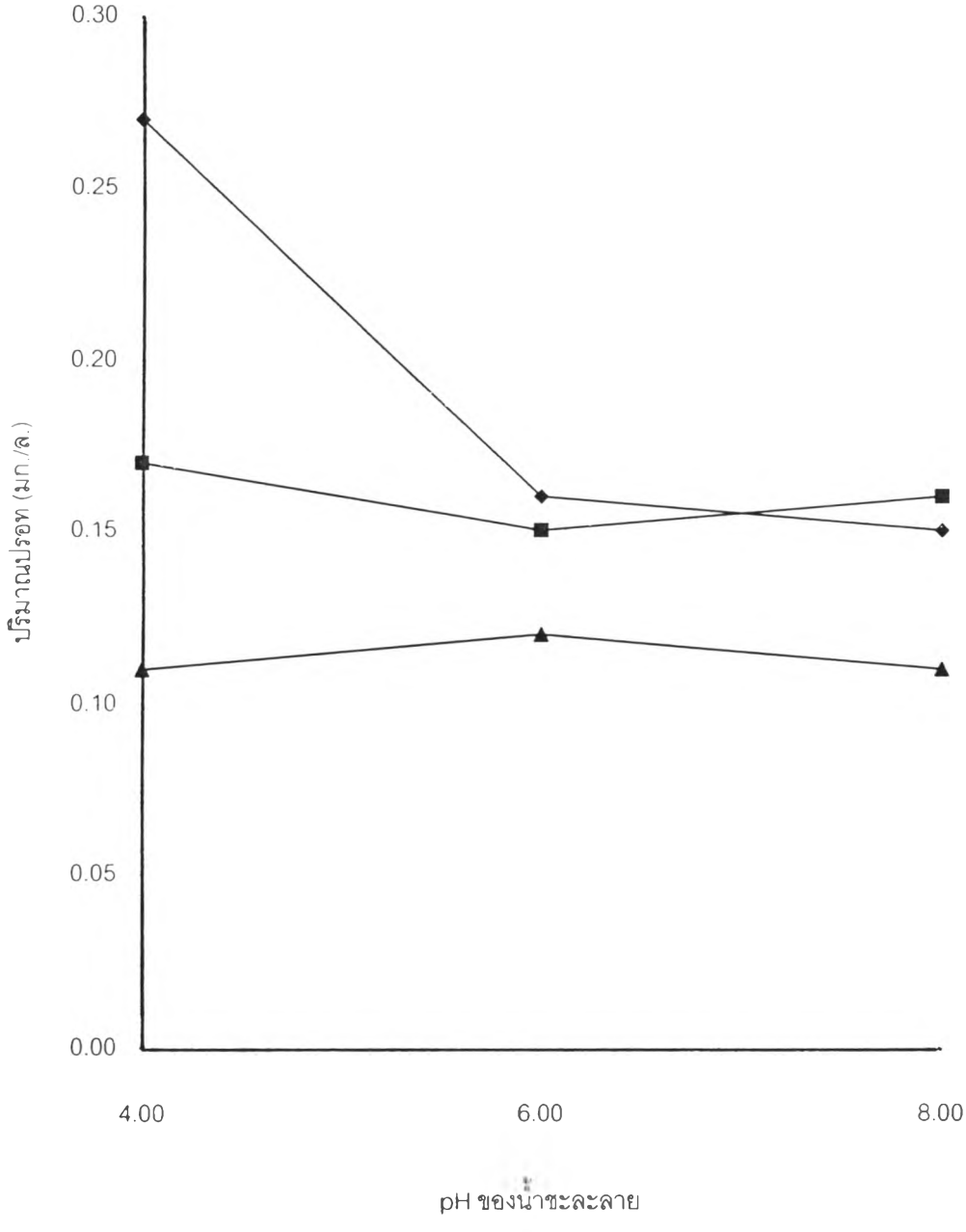



**ส่วนผสมที่ 1** กากเศษสีหรือฝุ่นสี ผสมปูนซีเมนต์ ที่สัดส่วนกากเศษสีหรือฝุ่นสี ต่อปูนซีเมนต์เท่ากับ 1:1

**ส่วนผสมที่ 2** กากเศษสีหรือฝุ่นสี ผสมสลล.โซเดียมซัลไฟด์ (Na2S) แล้วผสมปูนซีเมนต์ ที่สัดส่วนกากเศษสีหรือฝุ่นสี ต่อปูนซีเมนต์เท่ากับ 3:1

**ส่วนผสมที่ 3** กากเศษสีหรือฝุ่นสี ผสมสลล.โซเดียมซัลไฟด์ (Na2S) แล้วผสมปูนขาว ผสมปูนซีเมนต์ ที่สัดส่วนกากเศษสีหรือฝุ่นสี ต่อวัสดุประสาน เท่ากับ 3:1

การทดลองที่ 4 ปริมาณปรอท (Hg) ในน้ำชะละลาย ฝุ่นสีรองพื้นและสีทับหน้ารถยนต์

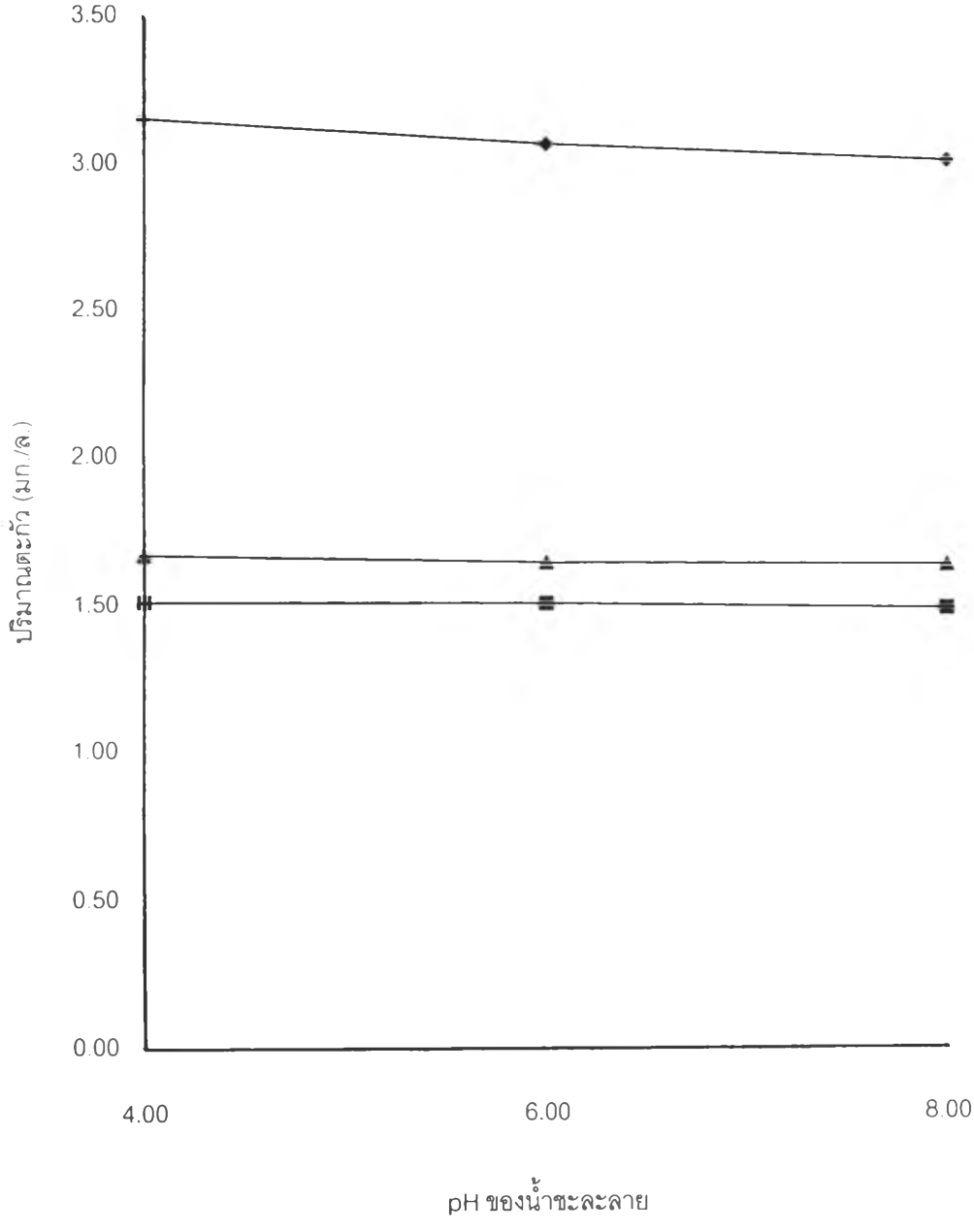



**ส่วนผสมที่ 1** กากเศษสีหรือฝุ่นสี ผสมปูนซีเมนต์ ที่สัดส่วนกากเศษสีหรือฝุ่นสี ต่อปูนซีเมนต์เท่ากับ 1:1

**ส่วนผสมที่ 2** กากเศษสีหรือฝุ่นสี ผสมสลล.โซเดียมซัลไฟด์ (Na2S) แล้วผสมปูนซีเมนต์ ที่สัดส่วนกากเศษสีหรือฝุ่นสี ต่อปูนซีเมนต์เท่ากับ 3:1

**ส่วนผสมที่ 3** กากเศษสีหรือฝุ่นสี ผสมสลล โซเดียมซัลไฟด์ (Na2S) แล้วผสมปูนขาว ผสมปูนซีเมนต์ ที่สัดส่วนกากเศษสีหรือฝุ่นสี ต่อวัสดุประสาน เท่ากับ 3:1

**การทดลองที่ 4 ปริมาณตะกั่ว (Pb) ในน้ำชะละลาย ฝุ่นสีรองพื้นและสีทับหน้ารถยนต์**

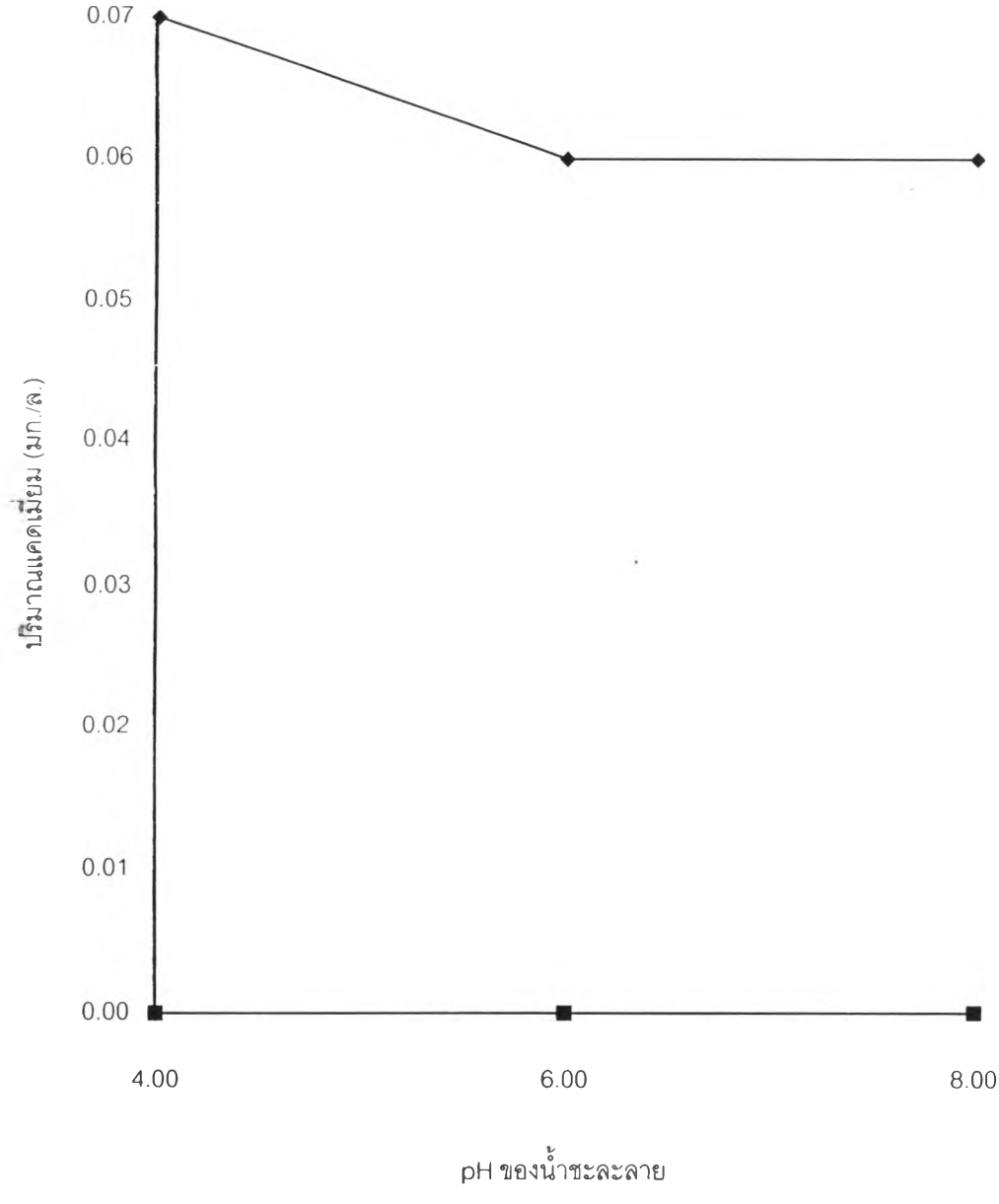



**ส่วนผสมที่ 1** กากเศษสีหรือฝุ่นสี ผสมปูนซีเมนต์ ที่สัดส่วนกากเศษสีหรือฝุ่นสี ต่อปูนซีเมนต์เท่ากับ 1:1

**ส่วนผสมที่ 2** กากเศษสีหรือฝุ่นสี ผสมสลล โซเดียมซัลไฟด์ (Na2S) แล้วผสมปูนซีเมนต์ ที่สัดส่วนกากเศษสีหรือฝุ่นสี ต่อปูนซีเมนต์เท่ากับ 3:1

**ส่วนผสมที่ 3** กากเศษสีหรือฝุ่นสี ผสมสลล โซเดียมซัลไฟด์ (Na2S) แล้วผสมปูนขาว ผสมปูนซีเมนต์ ที่สัดส่วนกากเศษสีหรือฝุ่นสี ต่อวัสดุประสาน เท่ากับ 3:1

**การทดลองที่ 4 ปริมาณแคดเมียม (Cd) ในน้ำชะละลาย**
**ฝุ่นสีรองพื้นและสีทับหน้ารถยนต์**




**ส่วนผสมที่ 1** กากเศษสีหรือฝุ่นสี ผสมปูนซีเมนต์ ที่สัดส่วนกากเศษสีหรือฝุ่นสี ต่อปูนซีเมนต์เท่ากับ 1:1

**ส่วนผสมที่ 2** กากเศษสีหรือฝุ่นสี ผสมสลล.โซเดียมซัลไฟด์ (Na2S) แล้วผสมปูนซีเมนต์ ที่สัดส่วนกากเศษสีหรือฝุ่นสี ต่อปูนซีเมนต์เท่ากับ 3:1

**ส่วนผสมที่ 3** กากเศษสีหรือฝุ่นสี ผสมสลล.โซเดียมซัลไฟด์ (Na2S) แล้วผสมปูนขาว ผสมปูนซีเมนต์ ที่สัดส่วนกากเศษสีหรือฝุ่นสี ต่อวัสดุประสาน เท่ากับ 3:1

ภาคผนวก ง

# รายละเอียดการประมาณค่าใช้จ่ายในการทำให้เป็นก้อนแข็ง

## รายละเอียดการประมาณค่าใช้จ่ายในการทำให้เป็นก้อนแข็ง

ในการประมาณค่าใช้จ่ายในการทำให้เป็นก้อนแข็งของก้อนแข็งทั้ง 3 ส่วนผสมที่เหมาะสมทั้ง 3 ส่วนผสมคือ

1) ส่วนผสมที่ 1 (เลือกจากการทดลองที่ 2.1) กากเศษสีหรือฝุ่นสี ผสมปูนซีเมนต์ที่สัดส่วนกากเศษสีหรือฝุ่นสี ต่อปูนซีเมนต์เท่ากับ 1:1

2) ส่วนผสมที่ 2 (เลือกจากการทดลองที่ 2.3) กากเศษสีหรือฝุ่นสี ผสมสารละลายโซเดียมซัลไฟด์ ($Na_2S$) แล้วผสมปูนซีเมนต์ ที่สัดส่วนกากเศษสีหรือฝุ่นสี ต่อปูนซีเมนต์เท่ากับ 3:1

3) ส่วนผสมที่ 3 (เลือกจากการทดลองที่ 2.4) กากเศษสีหรือฝุ่นสี ผสมสารละลายโซเดียมซัลไฟด์ ($Na_2S$) แล้วผสมปูนขาว ผสมปูนซีเมนต์ ที่สัดส่วนปูนขาวต่อปูนซีเมนต์ 1:1 และที่สัดส่วนกากเศษสีหรือฝุ่นสี ต่อวัสดุประสาน เท่ากับ 3:1

ค่าใช้จ่ายหลักสำหรับการคำนวณค่าใช้จ่ายในการทำให้เป็นก้อนแข็งมีดังนี้

### ค่าใช้จ่ายในการทำให้เป็นก้อนแข็ง

1. ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทหนึ่งตราช้างราคาตามท้องตลาดราคาตันละ 2,000 บาท
2. ค่าแรงที่ใช้ในการผสมคอนกรีตประมาณร้อยละ 20 ถึง 30 ของราคาวัสดุ ในที่นี้กำหนดค่าแรงประมาณร้อยละ 30 ของราคาวัสดุ
3. โซเดียมซัลไฟด์ 250 กรัม ราคาตามท้องตลาด 800 บาท ซึ่งต้องทำให้เป็นสารละลายโซเดียมซัลไฟด์ 7 มก./ล. ฉะนั้นสารละลายโซเดียมซัลไฟด์ ($Na_2S$) 7 มก./ล. ราคา 22.4 บาท
4. ปูนขาว ราคาตามท้องตลาดตันละ 1,500 บาท

อัตราส่วนที่เหมาะสมจะประกอบด้วยองค์ประกอบหลักดังนี้

- อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ (W/C) เป็น 0.40
- อัตราส่วนปูนขาวต่อปูนซีเมนต์ เป็น 1:1

ค่าใช้จ่ายในแต่ละส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุดทั้ง 3 ส่วนผสม ต่อหน่วยจะประมาณได้ดังนี้

1) ส่วนผสมที่ 1 ส่วนผสมของ กากเศษสีและฝุ่นสี ผสมปูนซีเมนต์ ที่ปริมาณกากเศษสีและฝุ่นสีร้อยละ 50 ของวัสดุประสาน เมื่อเทียบกับกากเศษสีและฝุ่นสี 1 ตัน จะต้องใช้ปูนซีเมนต์ 1 ตัน ฉะนั้น กากเศษสีและฝุ่นสี 1 ตัน มีค่าใช้จ่าย 1.3(2,000) = 2,600 บาท/ตัน

2) ส่วนผสมที่ 2 ส่วนผสมของ กากเศษสีและฝุ่นสี ผสมสารละลายโซเดียมซัลไฟด์ ($Na_2S$) ผสมปูนซีเมนต์ที่ปริมาณกากเศษสีและฝุ่นสี ร้อยละ 75 ของวัสดุประสาน เมื่อเทียบกับกากเศษสีและฝุ่นสี 1 ตัน จะต้องใช้ปูนซีเมนต์ 0.33 ตัน (ใช้กากของเสีย 0.75 ใช้ปูน 0.25) ฉะนั้น การทำให้เป็นก้อนแข็งของกากเศษสีและฝุ่นสี 1 ตัน มีค่าใช้จ่าย 1.3(0.33(2,000)+0.33x0.4x22.4) = 858 บาท/ตัน

3) ส่วนผสมที่ 3 ส่วนผสมของ กากเศษสีและฝุ่นสี ผสมสารละลายโซเดียมซัลไฟด์ ($Na_2S$) ผสมปูนขาว ผสมปูนซีเมนต์ที่ปริมาณกากเศษสีและฝุ่นสี ร้อยละ 75 ของวัสดุประสาน เมื่อเทียบกับกากเศษสีและฝุ่นสี 1 ตัน จะต้องใช้ปูนขาวและปูนซีเมนต์ 0.33 ตัน (ใช้กากของเสีย 0.75 ใช้ปูน 0.25) ฉะนั้น กากเศษสีและฝุ่นสี 1 ตัน มีค่าใช้จ่าย 1.3(0.33((2,000+1,500)0.5)+ 0.33x0.4x22.4)) = 755 บาท/ตัน

## ค่าขนส่งและขนย้ายไปยังหลุมฝังกลบ

อัตราขนส่งและขนย้ายซึ่งทางเจนโก้เป็นผู้กำหนด ดังนี้

อัตราขนส่งเท่ากับ 190 บาทต่อตันบรรทุก

อัตราขนย้ายเท่ากับ 250 บาทต่อตันบรรทุก

**1. การทำให้เป็นก้อนแข็งส่วนผสมที่ 1**

กากเศษสีและฝุ่นสี 1 ตัน เมื่อทำการผสมปูนซีเมนต์ 1 ตัน

ได้ก้อนแข็งหนัก = 1+1 = 2.00 ตัน

ดังนั้นค่าขนส่งและขนย้าย = 2 (190+250) = 880.00 บาทต่อตันกากเศษสีและฝุ่นสี

**2. การทำให้เป็นก้อนแข็งส่วนผสมที่ 2**

กากเศษสีและฝุ่นสี 1 ตัน เมื่อทำการผสมปูนซีเมนต์ 0.33 ตัน

ได้ก้อนแข็งหนัก = 1+0.33 = 1.33 ตัน

ดังนั้นค่าขนส่งและขนย้าย = 1.33 (190+250) = 585.20 บาทต่อตันกากเศษสีและฝุ่นสี

**3. การทำให้เป็นก้อนแข็งส่วนผสมที่ 3**

กากเศษสีและฝุ่นสี 1 ตัน เมื่อทำการผสมปูนขาวและปูนซีเมนต์ 0.33 ตัน

ได้ก้อนแข็งหนัก = 1+0.33 = 1.33 ตัน

ดังนั้นค่าขนส่งและขนย้าย = 1.33 (190+250) = 585.20 บาทต่อตันกากเศษสีและฝุ่นสี

## ค่าฝังกลบ

อัตราฝังกลบซึ่งทางเจนโก้เป็นผู้กำหนด ดังนี้

อัตราฝังกลบเท่ากับ 450 บาทต่อตันบรรทุก

**1. การทำให้เป็นก้อนแข็งส่วนผสมที่ 1**

กากเศษสีและฝุ่นสี 1 ตัน เมื่อทำการผสมปูนซีเมนต์ 1 ตัน

ได้ก้อนแข็งหนัก = 1+1 = 2.00 ตัน

ดังนั้นค่าฝังกลบ = 2 (450) = 900.00 บาทต่อตันกากเศษสีและฝุ่นสี

**2. การทำให้เป็นก้อนแข็งส่วนผสมที่ 2**

กากเศษสีและฝุ่นสี 1 ตัน เมื่อทำการผสมปูนซีเมนต์ 0.33 ตัน

ได้ก้อนแข็งหนัก = 1+0.33 = 1.33 ตัน

ดังนั้นค่าฝังกลบ = 1.33 (450) = 598.50 บาทต่อตันกากเศษสีและฝุ่นสี

**3. การทำให้เป็นก้อนแข็งส่วนผสมที่ 3**

กากเศษสีและฝุ่นสี 1 ตัน เมื่อทำการผสมปูนขาวและปูนซีเมนต์ 0.33 ตัน

ได้ก้อนแข็งหนัก = 1+0.33 = 1.33 ตัน

ดังนั้นค่าฝังกลบ = 1.33 (450) = 598.50 บาทต่อตันกากเศษสีและฝุ่นสี

# ภาคผนวก จ

# ภาพถ่ายการทดลอง

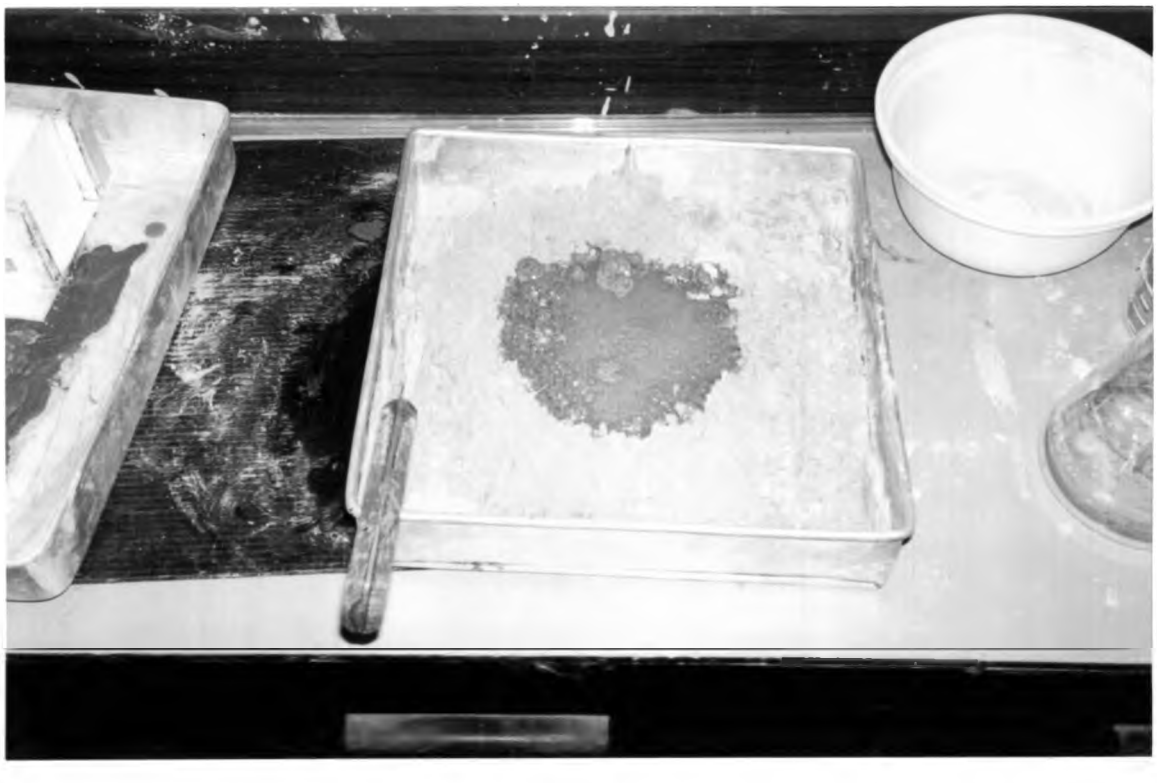
รูปที่ จ-1 กากเศษสีที่ได้จากการขูดสีเก่าของถังบรรจุก๊าซ LPG.

รูปที่ จ-2 ฝุ่นสีที่ได้จากการขูดสีเก่าของรถยนต์.

รูปที่ จ-3 อุปกรณ์และวัสดุที่ใช้ในการทำให้เป็นก้อนแข็ง (Solidification).

รูปที่ จ-4 การผสมสารละลายโซเดียมซัลไฟด์ลงใน กากเศษสีถังบรรจุก๊าซ LPG.

รูปที่ จ-5 การผสมปูนขาวลงในกากเศษสีถังบรรจุก๊าซ LPG.

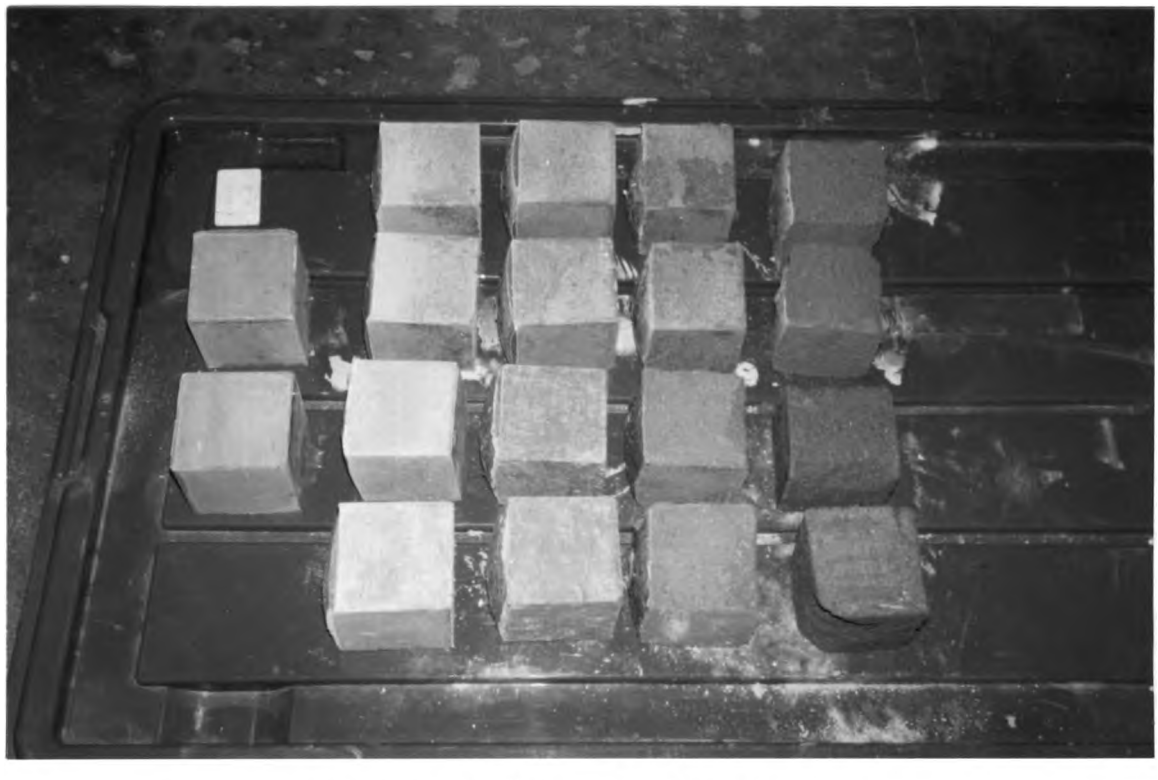


รูปที่ จ-6 การเติมน้ำลงในวัสดุประสาน.

**รูปที่ จ-7 วัสดุประสานเมื่อผสมให้เข้ากันจนเป็นเนื้อเดียวกัน.**

**รูปที่ จ-8 การหล่อวัสดุประสานในแบบหล่อในการทำเป็นก้อนแข็ง** (Solidification).

รูปที่ จ-9 การบ่มลูกปูนหลังจากถอดออกจากแบบ.



รูปที่ จ-10 ลูกปูนที่ผ่านการบ่มที่ 28 วัน.

รูปที่ จ-11 เครื่องเขย่า 200รอบ/นาที เพื่อทดสอบการชะละลาย.

รูปที่ จ-12 น้ำสกัดที่ได้จากการเขย่าจะถูกนำมาวัดปริมาณโลหะต่อไป.

รูปที่ จ-13 เครื่องวัดปริมาณโลหะโดยใช้
เครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์.

# ภาคผนวก ฉ

## วิธีมาตรฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์

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. ตราชั่ง 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

การเตรียมแบบหล่อตัวอย่าง(จำนวนตัวอย่างที่ใช้อย่าง 3 ตัวอย่างในการทดสอบแต่ละครั้ง)

1. ทาน้ำมันบางๆที่ผิวด้านในของแบบหล่อกับฐาน

2. ทาน้ำมันชนิดข้นหรือจาระบีระหว่างตัวแบบหล่อกับฐาน

3. เช็ดน้ำมันส่วนเกินออกจากแบบหล่อ

4. ใช้จาระบีทารอยต่อระหว่างแบบหล่อกับฐานที่ด้านนอก

วิธีการทดสอบ

ปล่อยมอร์ตาร์ทิ้งไว้เป็นเวลา 90 วินาที หลังจากผสม และใน 15 วินาทีสุดท้ายให้ปาดมอร์ตาร์ที่ติดอยู่ขอบๆ ถ้วยผสมลงและหมุนเครื่องผสมต่อไปอีก 15 วินาที ด้วยความเร็วรอบปานกลาง หลังจากนั้นถอดใบกวนที่ใช้ในการผสมออกพร้อมกับเขย่าให้มอร์ตาร์ที่ติดอยู่กับใบกวนลงไปในถ้วยผสม

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 การเติมมอร์ตาร์ครั้งที่ 2 ให้เลยขอบแบบหล่อเล็กน้อยและใช้มือป้องขณะกระทุ้งเช่นเดียวกับชั้นแรก เมื่อเสร็จแล้วให้ใช้เกรียงปาดมอร์ตาร์ส่วนเกินออกในลักษณะคล้ายเลื่อย

หลังจากหล่อเสร็จให้นำตัวอย่างพร้อมแบบหล่อเก็บไว้ในที่ชื้นทันที และถอดแบบในเวลา 20-24 ชม. หลังจาก 24 ชม. และควบคุมอุณหภูมิของสารละลายให้อยู่ระหว่าง 23 $\pm$ 1.7 °ซ

การหาค่ากำลังรับแรงอัด

ให้กระทำในช่วงเวลาคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้

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

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

**การย่อยสลายโดยใช้กรดไนตริกเข้มข้น** ($HNO_3$ , conc.)

ใช้ตัวอย่างหนัก 10 กรัม ในบีกเกอร์ขนาด 125 มล. เติมกรดไนตริกเข้มข้น 10 ลบ.ซม. ต้มจนเริ่มเดือด. ต้มต่อไปโดยใช้ไฟอ่อนๆ จนได้สารละลายใส. เติมน้ำโดยให้น้ำที่เติมชะกากตะกอนที่ติดอยู่บริเวณผนังบีกเกอร์ออกให้หมด. เติมน้ำจนได้ปริมาตร 100 มล. นำไปกรองแล้วปรับปริมาตรให้ได้ 100 มล. โดยใช้ Volumetric Flask . ทิ้งไว้ให้เย็นแล้วนำไปวัดค่าปริมาณโลหะหนักโดยใช้เครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์.

**การเตรียมตัวอย่างเพื่อหาโลหะสกัด**

หลังจากทำการชะละลายก้อนแข็งที่ได้จากการทดลอง. นำตัวอย่างน้ำที่ได้มาทำให้เป็นกรดโดยเติมกรดไนตริกเข้มข้น จำนวน 5 ลบ.ซม./ลบ.ดม. แบ่งตัวอย่างน้ำซึ่งเขย่าให้เข้ากันดีแล้วจำนวน 100 ลบ.ซม. ถ่ายลงในบีกเกอร์. เติมกรดไฮโดรคลอริก (1+1) จำนวน 5 ลบ.ซม. นำไปอุ่นให้ร้อนที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส บนเครื่องอังน้ำหรือเตาไฟฟ้านานประมาณ 15 นาที. หลังจากนั้นกรองตัวอย่างน้ำแล้วปรับปริมาตรสุดท้ายให้เท่ากับ 100 ลบ.ซม. ตัวอย่างน้ำที่เตรียมได้นี้พร้อมที่จะนำไปทำการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะสกัดต่อไปโดยใช้เครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์.

**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

| | | |
|---|---|---|
| อาร์ซินิค | ช่วงการทำงานที่เหมาะสม | = 0.01 - 0.02 มก./ล. |
| ปรอท | ช่วงการทำงานที่เหมาะสม | = 0.02 - 0.04 มก./ล. |

# ประวัติผู้เขียน

นายภูพิงค์ ทวีทรัพย์ เกิดวันที่ 8 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2516 ที่อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ สำเร็จการศึกษาระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาจากโรงเรียนมงฟอร์ตวิทยาลัย สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ในปีการศึกษา 2536 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2537