

處理工業廢棄物實績報告

張錦祁* 蔡明谷**

陳炳蒸*** 李惠隆***

一、前 言：

近數年來我國隨着工業之發達，自然環境之污染日趨嚴重。因大家忙於生產及擴充，容易忽略對有害事業廢棄物應有之處理。含於其中之有害重金屬直接或間流入大地或河川，造成對國民健康至大威脅。社會各界邇來為國民健康對防治工業污染之關心及呼籲日益深切。

為澈底防治工業污染應從治本治標着手，也就是說，已被污染之河川須要有效的清除有毒污泥，另一面從生產線即將丟棄之廢棄物，丟棄之前須要處理至「無害判定基準」內才可掩埋或丟海。無論治本或治標，均必須有使之無害化之「處理劑」。因此本公司早就着手對含有害重金屬之事業廢棄物污泥作無害化處理之研究。承蒙行政院衛生署環境保護局及經濟部工業局之鼓勵及支持，終於研究成功，將所開發之「污泥處理劑」貢獻於社會，作為防治工業污染之用，參與環境保育，淨化國土之行列上，聊表棉薄之力。

茲將本公司曾對事業廢棄物污泥處理至無害標準之實績報告如下。

二、本實驗之目的：

本實驗之目的為探求防治工業污染，治本治標之方法及研討無害化後之固化物再利用之可行性。

(1)多年來被丟入河川內之有害產業廢棄物污泥應浚渫，使有害重金屬不再溶出並將浚渫之污泥固化，脫臭，處理至無害標準，以恢復原來之清淨河川，使廣大民眾重享優美的生活環境。

(2)目前各種產業在生產線上廢水處理時所產生之有害污泥，應隨即予以固化，脫臭，無害化，使其不再污染河川或地下水。

(3)上述固化物必須達到無害標準內（如表一）方可掩埋或丟海。不然前者遇酸雨時，有害重金屬即溶出而污染地下水；後者則有害重金屬被海水溶出，直接或間接危害魚蝦及人類。

* 臺灣水泥公司研究室主任

** 臺灣水泥公司研究室專員

(4) 無害化後之固化物應要達到能再利用之強度，並能成型為任何形狀以便用於建築倉庫或供作圍牆、花壇、人行道舖磚等用途，以及填埋於低窪地區，填造海埔新生地，如此使將丟棄之廢棄物不但不會造成二次公害，且能再度利用，以彌補防治公害處理費用。

三、實驗概要：

(1) 試驗儀器及設備

(a) 試驗恒溫恒濕養生櫃

依 ASTM D1632 溫度控制在 $23 \pm 1.1^{\circ}\text{C}$
濕度控制在 R.H. > 96% 之規定

(b) 單軸耐壓試驗機：

Soil test U 160 1000 lb Capacity. unconfined Compression Apparatus.

(c) 可調頻率振動機：

振動頻率：200 cycles/min.

振幅：4~5cm.

(d) 原子吸收光譜儀：

Perkin Elmer: Model 2380 Atomic Absorption

Spectrophotometer.

Graphite Furnace HGA-300.

Mercury Mydride System MHS-10.

(2) 樣品前處理方法

(a) 污泥前處理方法

取已拌和均勻之原污泥約 1 ~ 2g 放入消化瓶中，精確稱重，迅速加入 HNO_3 , $\text{HCl}(1:3)10\text{m}\ell$, 盖上瓶蓋俟 30 分鐘完全消化後再加入 $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} 10\% \text{W/V}$ $2\text{m}\ell$ 利用原子吸收光譜儀測定其重金屬含量。

(b) 溶出液前處理方法

取出適量溶出液以 G F C 濾紙過濾，收集 $50\text{m}\ell$ 過濾液。經冷卻至 4°C 添加濃 $\text{H}_2\text{SO}_4 5\text{m}\ell$ 再放入 70°C 水浴箱加溫 1 小時，消化後放入冰浴中冷卻之，再加入 $50\text{m}\ell 6\% \text{W/V KMnO}_4$ ，經 70°C 水浴消化 2 小時後取出冷卻至室溫，再加入 $15\text{m}\ell 20\% \text{W/V NH}_2\text{OH HC}\ell$ ，最後加入 $\text{Sn Cl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} 2\text{m}\ell$ ，利用原子吸收光譜儀測定重金屬之含量。

(3) 固化試驗

首先將樣品以原子吸收光譜儀、化學分析及 X 光繞射分析儀等分析其化學成份及粘土礦物，判定其污泥特性分別配料，經多次試配實驗探討最適當配料後，將配妥之污泥處理劑，以各種百分比加入污泥樣品中，在 Hobart Mixer 充分攪拌後灌入直徑 5 公分高 10 公分之模型放置於 100% 濕度櫃中分別養生 3, 7, 28 天，脫模後，以無圍壓縮試驗測其單軸壓縮強度，求出污泥處理劑之用量與無害化程度及固化物耐壓強度之關係。

(4)溶出試驗方法

目前國內尚無重金屬溶出試驗之標準試驗方法，本試驗參考日本環境廳第十三號方法（1973年2月17日公告）。

方法：使用重量體積比為試體十倍之純水加鹽酸調整PH值至5.8~6.3之間為溶劑，以接近地下水之酸鹼度，模擬實際掩埋狀況，於20°C一大氣壓下，振幅4~5cm，頻率200rpm振盪六小時，溶出液以1μm孔徑之過濾紙過濾測定重金屬含量。

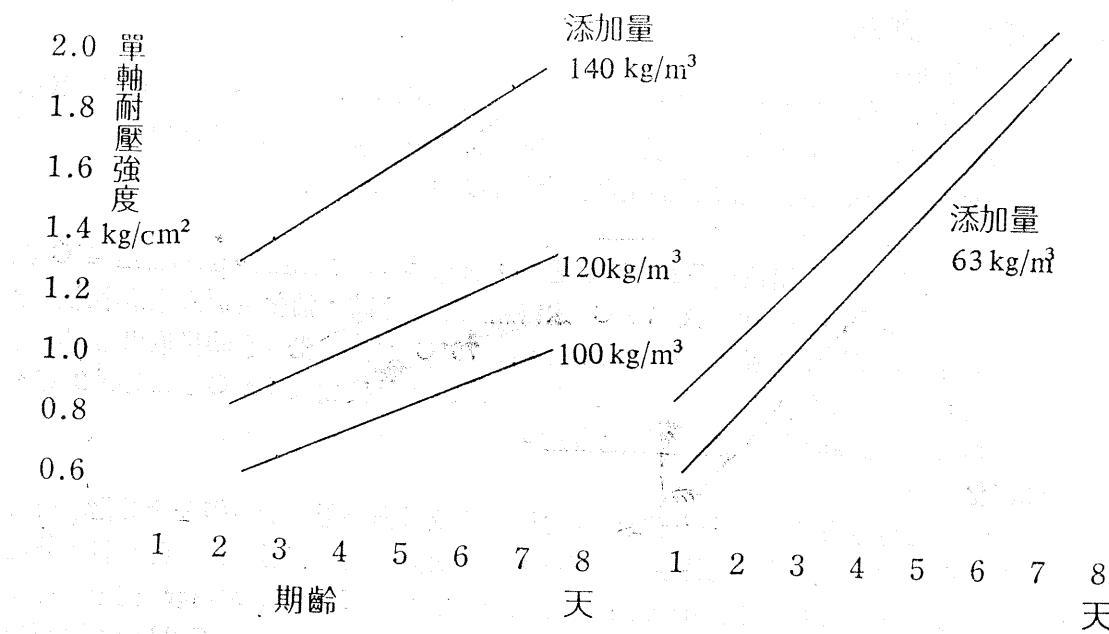
四、實驗例：

污泥處理之使用例

(1)河川污泥處理

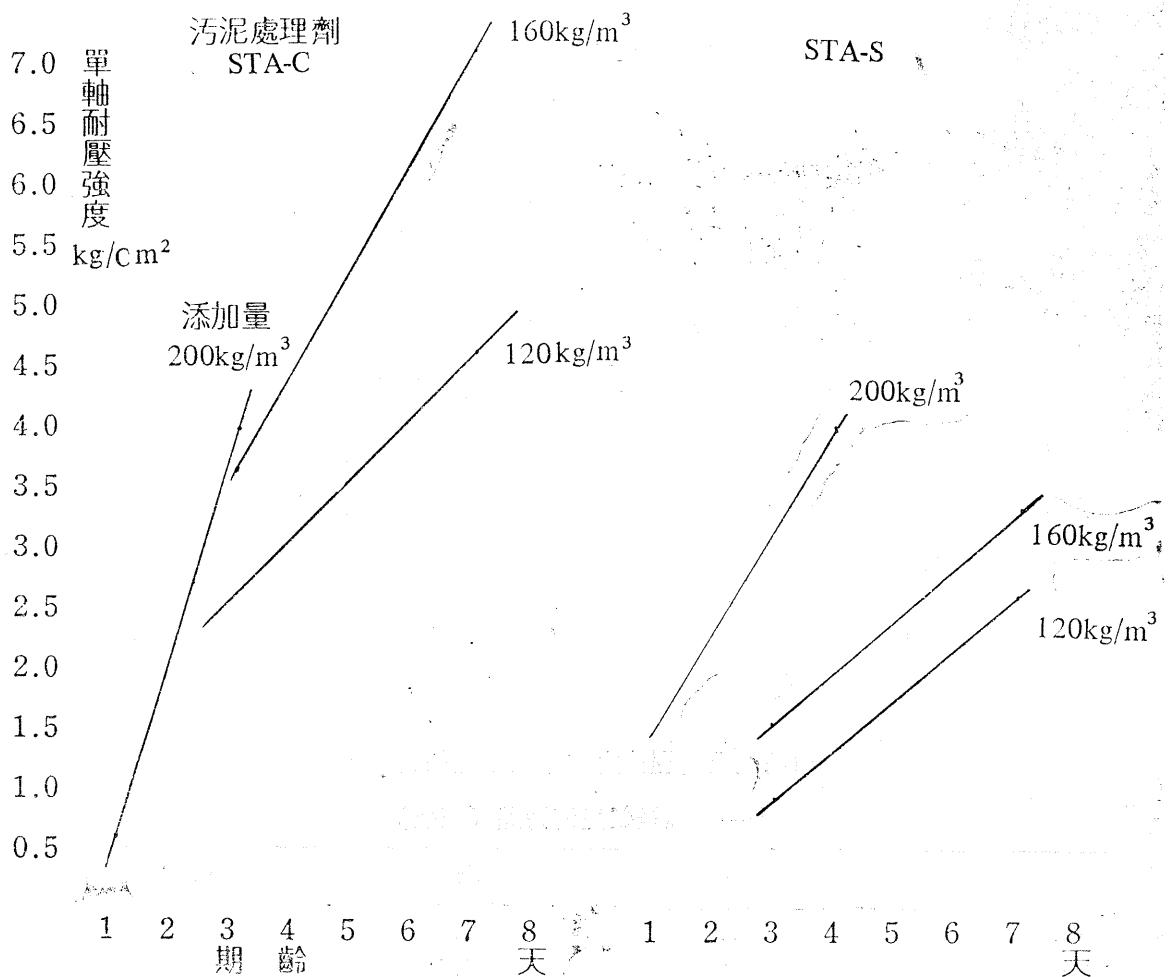
實例①基隆河廢河道污泥處理

土壤之濕潤密度	1.324	1.647
土壤之含水比	150.7%	59.4%
有機物含量	11%	8.7%



實驗例②高雄仁愛河淤泥處理

土壤之濕潤密度	1.376
土壤之含水比	128.5%
有機物含量	16.2%



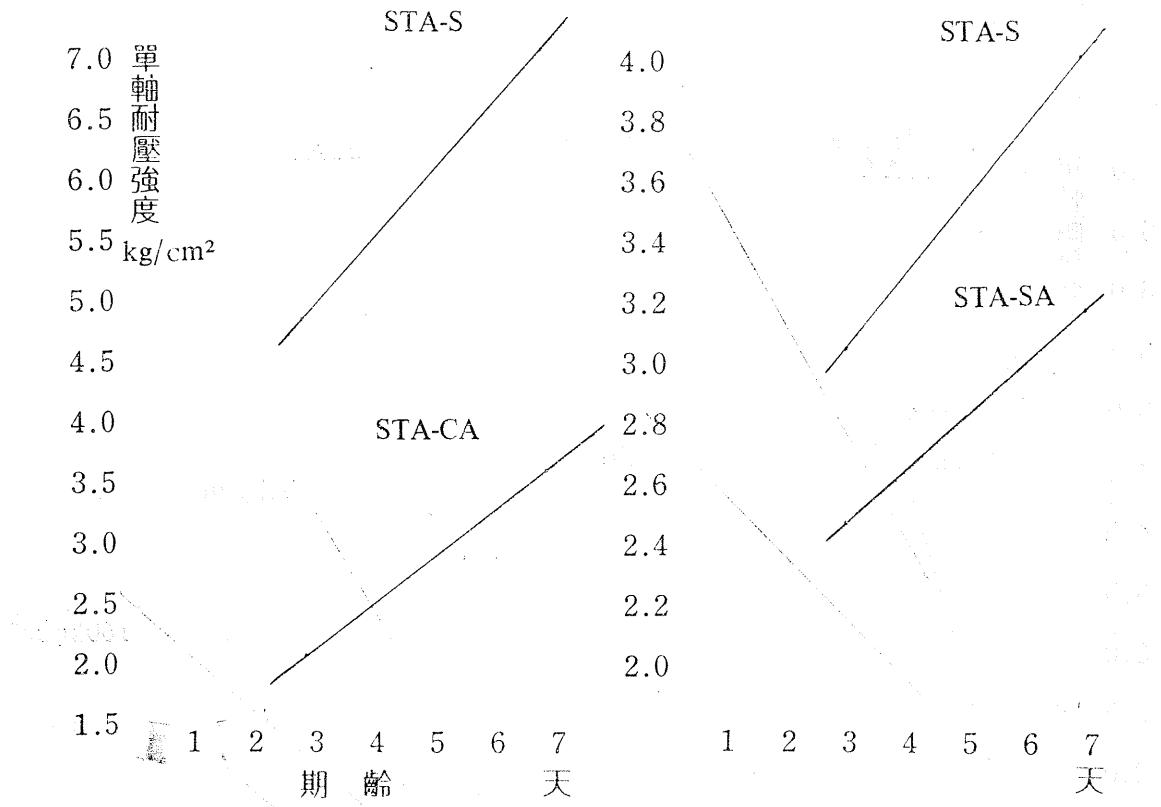
(2)工業廢棄物污泥處理

實驗例①高雄仁愛河淤泥中有害重金屬無害化處理

73年2月在高雄仁愛河取四種淤泥樣品，使用本公司污泥處理劑固化並使之無害化。

實驗例③日月潭潭底淤泥固化

土壤之濕潤密度	1.31	1.19
土壤之含水比	158%	350%
污泥處理劑使用量	350kg/m ³	350kg/m ³



原污泥及處理後之重金屬含量如表一。

表一 高雄仁愛河污泥（原狀）

	Pb	Cr	mg/kg
No. 1	17.5	11.1	
No. 2	10.0	8.5	
No. 3	—	12.0	
No. 4	15.1	6.3	
固化物振盪溶出試驗			
No. 1	ND	ND	
No. 2	ND	ND	
No. 3	ND	ND	
No. 4	ND	ND	

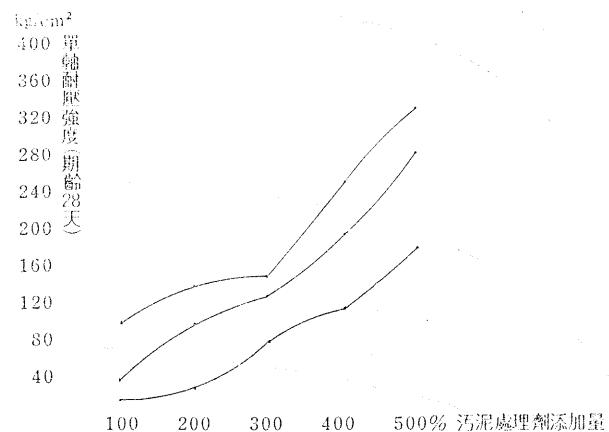
73年2月28日再取樣固化無害化處理結果如表二。

表二 高雄仁愛河污泥（原狀）

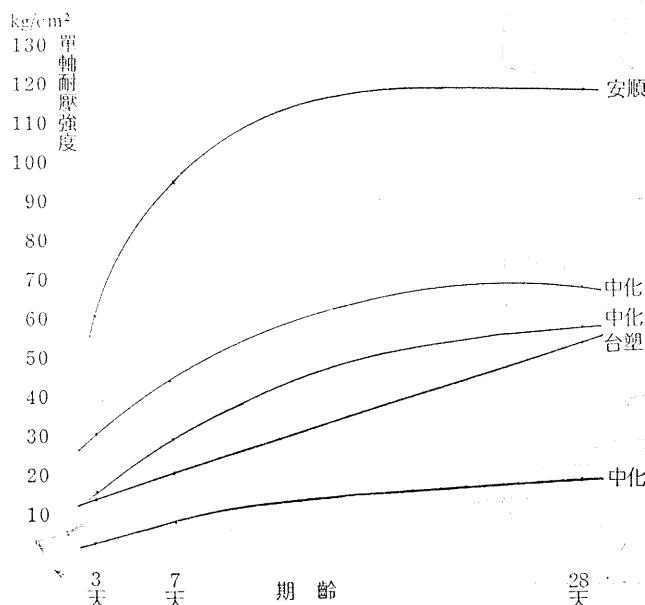
單位：mg/kg

有害重金屬名稱	Hg	Pb	Cd	Cr
有害重金屬含量 固化物振盪溶出試驗	10.03 ND	486.0 ND	8.90 ND	196.0 ND

金屬表面處理廠廢水污泥處理劑添加量與耐壓強度之關係

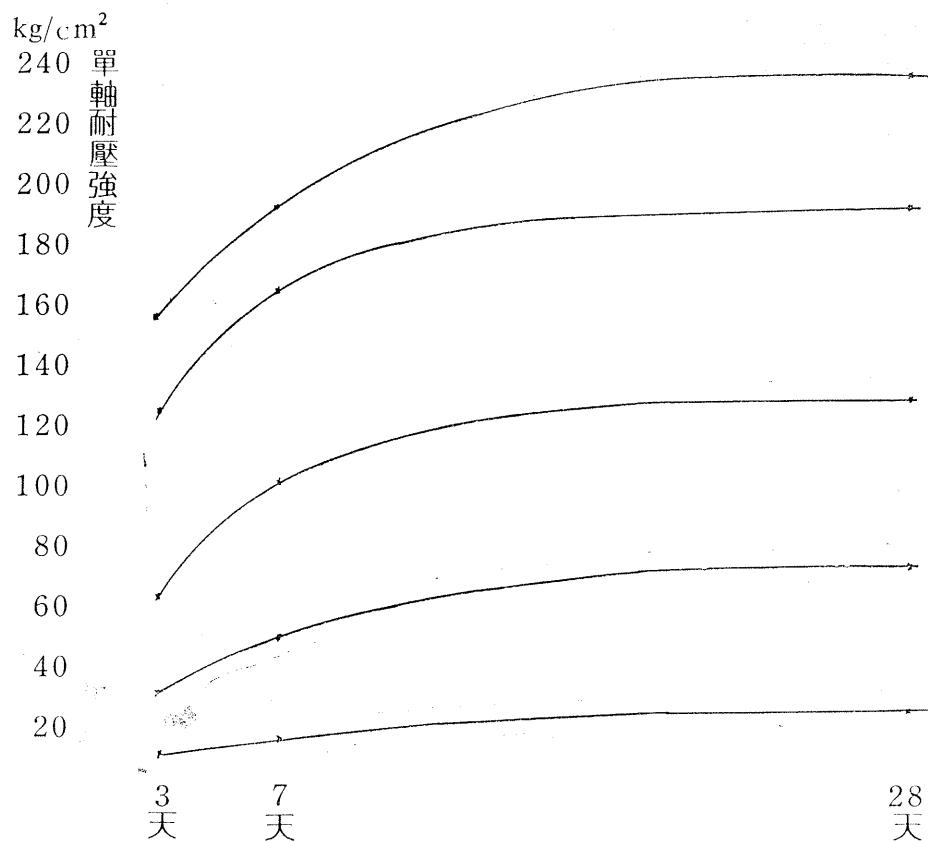


不同汞汚泥添加同量污泥處理劑
3,7,28天之單軸耐壓強度



安順汞汚泥添加不同量之汚泥處理劑

3,7,28各添加量之單軸耐壓強度



實驗例②碱氯廠汞汚泥固化及無害化處理

表 三

廠名	中化	臺塑	中化	安順
原汞汚泥汞含量 mg/kg	60	76	711.3	1605.5
固化物振盪溶出試驗 ppb	ND	ND	3.85	0.368~0.883
處理年月日	73.2.10	73.3.24	73.6.16	73.8.5

汞含量之無害判斷基準為 5ppb

實驗例③金屬表面處理廠廢水污泥
某單位金屬表面處理廠廢水污泥之固化及無害化處理

表 四
原污泥 mg/kg

項 目	Cu	Cd	Pb	Cr	CN
中 1	365110	1.74	130.7	10621	131.8
中 2	151329	53.6	771.16	182808	147
中 1 A	304300	1.66	177.5	9791.7	58.7
中 2 A	69175	87.2	1357.3	104691	267.3

固化物振盪溶出試驗 ppb

1—3C	96.73	0.87	27.45	67.25	28
1—5C	126.54	0.65	29.24	61.83	26
1—5B	712.8	1.56	50.0	98.6	39.3
1—3B	274.1	1.73	47.2	97.8	33.7
2—3B	314.9	1.09	48.0	143.0	41.2
1—3A	80.3	1.56	48.3	139.6	64.0
2—5B	100.1	0.58	63.9	72.7	43.0
1—5A	88.3	1.01	47.8	127.5	67.4
2—5A	316.9	1.33	63.9	97.1	35.6
2—3A	694.3	1.33	64.4	250.0	70.8

無害化判斷基礎 ppb

掩 埋	未 訂	300	3000	1500	1000
丢 海	未 訂	100	1000	500	1000

五、結 語：

(1)多年來被工業廢棄物污染之河川，如高雄市仁愛河，臺北市基隆河等污泥，均能以不同配料及不同用量之污泥處理劑固化，達成可再利用之耐壓強度，並且使之無害化，仁愛河上游工廠林立，嚴重被污染，其污泥亦能處理至無害標準，本省尚有許多河川被污染，但大部分不及仁愛河嚴重，因此如果使用適當量之污泥處理劑處理本省所有被污染之河川污泥至無害標準當不成問題，處理至無害化後之固化物耐壓強度均能達到 3kg/cm^2 以上，因此可做一般建地，低窪地，海埔新生地等填土之用。

(2)在本實驗含汞量高達 711ppM, 1605ppM 之鹼氯廠汞污泥，使用「污泥處理劑」時可達成無害標準，其固化物之單軸耐壓強度可達 123kg/cm^2 。本省鹼氯廠正常運轉時產生之汞污泥含汞量應 200ppM 以下，因此使用「污泥處理劑」，處理至無害標準，亦應毫無問題。

(3)某單位之金屬表面處理廠廢水污泥，有害重金屬含量非常高，如表四。使用「污泥處理劑」處理時亦可達無害標準內，其固化物單軸耐壓強度高達 225kg/cm^2 ，比紅磚強度 150kg/cm^2 高，可成型任何形狀供作再利用。本省其他同類工業之有害重金屬廢棄物亦可使用「污泥處理劑」處理至無害標準內。

六、誌謝：

進行本實驗期間，承蒙行政院衛生署環保局，經濟部工業局指導協助，謹此致謝。

附件一 有關污泥有害無害之判斷基準

有害金屬項目	海 洋 投 棄		管 理 填 埋
	易分解性污泥	沈降性污泥	
Hg (汞)	2ppm 以下	0.005ppm 以下	0.005ppm 以下
Cd (鎘)	5ppm 以下	0.1ppm 以下	0.3ppm 以下
有機磷	5ppm 以下	1ppm 以下	1ppm 以下
Pb (鉛)	50ppm 以下	1ppm 以下	3ppm 以下
六價Cr (鉻)	25ppm 以下	0.5ppm 以下	1.5ppm 以下
As (鉍)	25ppm 以下	0.5ppm 以下	1.5ppm 以下
CN	5ppm 以下	1ppm 以下	1ppm 以下
有害金屬	發生有害金屬發生關連工業。		
Hg (汞)	食鹽電解工廠。溫度計、水銀計、氣壓計、水銀整流器等之製造工廠。		
Cd (鎘)	Cd 電鍍工廠。顏料工廠（觸媒）。鹽化 Vinyl 工廠（安定劑）。鋅精煉所。機械、電子機器工廠。		
Pb (鉛)	顏料、塗料、釉藥工廠。鉛玻璃廠。鉛蓄電池製造廠。鉛字、鉛管製造廠。陶瓷器製造廠。鉛再生廠。汽車製造廠。		
有機磷化合物	有機磷化合物合成工廠。農業排水。農藥以外之用途，如有機磷化合物當做觸媒各種添加劑，石油有關製品之改善品質時以添加劑使用，因此使用上述製品之有機合成化學工廠。		
Cr (鉻)	電鍍工廠。皮革製造業、染色工業、石油精製工業等工廠。礦山製礦工業。醫藥品、農藥品工業。顏料及染料工廠。		
As (鉍)	皮革製造業、石化工廠。		

(公害防止便覽)