

固化處理操作營運實務

黃進章* 陳俊英**

摘要

有害事業廢棄物的種類繁多，其處理方法，因其特性而有所不同，但有一點是共同的即是朝向無害化、減容、資源回收再利用的方向進行，在含有害重金屬廢棄物方面，其主要來源有電鍍等污泥及電弧爐集塵灰兩大類，電鍍污泥所含重金屬的量偏低，少有回收價值，電弧爐集塵灰重金屬含量雖高，但目前國內並沒有處理機構具有回收集塵灰重金屬的技術，雖然由中部12家鋼鐵業集資設立集塵灰處理體系，計劃以熱處理方式回收集塵灰裡的重金屬，但目前已開始建廠，故集塵灰仍暫以固化處理法處理。

本文將本公司經營固化處理的經驗供有心從事環境保護事業者的參考，並將執行固化處理業務時，在現場操作上及環保法規上所遭遇的問題，提出來供大家了解及探討，敬希各界不吝指教。

【關鍵字】

1. 固化 (solidification)
2. 安定化 (stabilization)
3. 固定化 (fixation)
4. 最終處置 (final disposal)
5. 水泥固化法 (cement-based process)
6. 減容 (volume reduction)

*中聯爐石處理資源化股份有限公司資源化二廠工程師

**中聯爐石處理資源化股份有限公司資源化二廠副理

一、前　　言

隨著社會的進步，工業的發展，生產力迅速提昇，事業廢棄物的產出也相對的增加，對整個環境的衝擊相當大，其中尤以有害事業廢棄物對環境的危害最為嚴重。在處理含重金屬有害事業廢棄物的技術中，水泥固化法對抑制有害重金屬的溶出一直有卓越的成效，惟其會增加廢棄物的重量與體積是美中不足的地方，本文一開始敘述對於有害事業廢棄物的認定及固化處理的相關法規，接下來對水泥固化法的原理做一介紹，並從實際操作經驗中，將不同性質廢棄物對固化處理的影響提出來做一說明，最後是對於目前的環保法令在執行上對民間業者可能造成的影響，提出幾點淺見，供各界參考。

二、有害事業廢棄物概述

2.1 有害事業廢棄物的認定

依照「有害事業廢棄物認定標準」，有害事業廢棄物的認定標準有三：

1. 列表方式：

(1) 製程有害事業廢棄物：

明列化學材料製造、化學製品製造、石油及煤製品製造、金屬基本工業、廢料回收工業及其它等工業製程有害事業廢棄物。

(2) 毒性有害事業廢棄物：

列舉108種特定之廢化學物質或其混合物，或直接接觸上述化學物質或其混合物之盛裝容器等毒性有害事業廢棄物。

2. 有害特性認定方式：

(1) 溶出毒性事業廢棄物（溶出試驗標準如表1）

(2) 腐蝕性事業廢棄物

(3) 易燃性事業廢棄物

(4) 反應性事業廢棄物

(5) 感染性事業廢棄物

(6) 石綿及其製品廢棄物

(7)多氯聯苯有害事業廢棄物

(8)單一非鐵金屬有害廢料

(9)經中央主管機關公告之混合五金廢料

3. 經中央主管機關公告者

表1 溶出毒性事業廢棄物溶出試驗標準

項 目	溶出試驗標準 (mg/L)
有機汞化合物	不得檢出
汞及其化合物 (總汞)	0.2
鉛及其化合物 (總鉛)	5.0
銅及其化合物 (總銅)	1.0
鉻及其化合物 (總鉻)	5.0
六價鉻化合物	2.5
砷及其化合物 (總砷)	5.0
2,3,7,8-四氯戴奧辛	0.001
有機磷劑農藥	2.5
氨基甲酸鹽農藥	2.5
有機氯劑農藥	0.5
苯	0.5
四氯化碳	0.5
氯苯	100.0
氯仿	6.0
間一甲酚	200.0
鄰一甲酚	200.0
對一甲酚	200.0
1,4-二氯苯	7.5
1,2-二氯乙烷	0.5
1,1-二氯乙烯	0.7
2,4二硝基甲苯胺	0.13
六氯-1,3-丁乙烯	0.5
六氯苯	0.13
六氯乙烷	3.0
丁酮	200.0
五氯酚	100.0
砒啶	5.0
四氯乙烯	0.7
三氯乙烷	0.5
2,4,5-三氯酚	100.0
2,4,6-三氯酚	2.0
氯乙烯	0.2
其他經中央主管機關公告之物質及溶出試驗標準	

2.2 含重金屬有害事業廢棄物之處理方法

含重金屬有害廢棄物的主要來源有二，一為電鍍污泥，一為電弧爐集塵灰。電鍍污泥中所含重金屬的成份依其電鍍製程所使用的化學藥品有所不同，其中以鎳、銅、鋅、鉻最為常見，其含量通常較低。而電弧爐煉鋼係以廢鋼為主要原料，因此其產生之集塵灰帶有大量的鋅、鉛、鉻、鎘等重金屬，其含量較高，尤其是鋅的含量有時可達20%以上，具有回收的價值。有毒重金屬毒性溶出標準及其產生事業機構如表2。

表2 有毒重金屬毒性溶出標準及其產生事業機構

分類	有毒重金屬	溶出試驗標準	產生事業機構
溶 出 毒 性 物 質	有機汞化合物	不得驗出	水銀精煉、食鹽電解、氯乙烯製造、螢光燈製造、乾電池製造、製鏡等。
	汞及其化合物(總汞)	0.2mg/L	
	鉛及其化合物(總鉛)	5.0mg/L	煉鉛、鉛產品製造、鹽製造、顏料製造、電池製造等。
	鎘及其化合物(總鎘)	1.0mg/L	煉鎘、電鍍(鍍鎘)、煉鋅、鎘電池製造、硫酸製造、顏料製造等。
	鉻及其化合物(總鉻)	5.0mg/L	煉鉻、電鍍(飾品電鍍、鍍鉻)染色鞣皮、顏料製造、製膠、粘接劑製造、特殊鋼鐵等。
	六價鉻化合物	2.5mg/L	
	銅及其化合物(總銅)	15.0mg/L	煉銅、電鍍(鍍銅)、銅品加工等。
	鋅及其化合物(總鋅)	25.0mg/L	煉鋅、煉鉛、氧化鋅製造、電鍍(鍍鋅)製造、硫酸鋅製造等。
	砷及其化合物(總砷)	5.0mg/L	殺蟲劑製造、鹽酸製造、金屬精煉等。

依照「事業廢棄物貯存清除處理方法及設施標準」，含有害重金屬以固化處理方式處理，鋼鐵業集塵灰則以回收處理方式處理。由於集塵灰產量逐年增加，基於廢棄物減量及資源再利用的理念，行政院環保署及經濟部工業局積極推動成立電弧爐煉鋼業廢棄物聯合處理體系，在彰濱工業區已由12家鋼鐵業集資成立台灣鋼聯(股)公司，台灣鋼聯(股)公司係採用熱回收法程序來處理回收集塵灰中的重金屬。台灣鋼聯(股)公司現已取得工廠用地，待其設廠完成後即可達集塵灰資源化的目標。

在台灣鋼聯(股)公司未開始營運前。雖然法規明訂集塵灰需以回收方式處理，但因目前國內回收處理廠商尚未完成建立，仍暫以固化處理方式處理之。

三、固化處理技術

3.1 名詞及定義

固化處理是利用固化劑及添加劑與有害廢棄物摻合，將有害成份經由物理和化學轉變或吸著安定於穩定的晶格中，或是將有害物質包容於惰性材質中。其目的在使有害污染物質轉變成低溶解性、低移動性及低毒性的物質，再經由惰性材料的包覆削減污染物質與外界的接觸面積，限制污染物質的移動。

目前市面上通常把安定化(stabilization)、固化(solidification)及固定化(fixation)三個名詞混合使用，美國環保署對這些名詞做過如下的定義：

1. 安定化(stabilization)

安定化處理係利用安定劑與廢棄物產生化學反應，把有害物質引入穩定的晶格中，使其轉變為低溶解性、低移動性及低毒性的物質，以降低廢棄物的危害性。

2. 固化(solidification)

固化處理係利用固化劑與廢棄物混合，使其變為不可流動性的緊密固體，將有害成份包覆在裡面。

3. 固定化(fixation)

係指兼具安定化及固化二種作用的處理技術。

我國對固化法之定義依「事業廢棄物貯存清除處理方法及設施標準」為：指利用固化劑與事業廢棄物混合固化之處理方法。

3.2 水泥固化法

目前處理含有害重金屬污泥最常用的方法為水泥固化法，水泥固化法是以水泥為固化劑與有害污泥行固化的一種處理方式。

3.2.1 水泥固化原理

水泥是一種無機性的膠結劑，主要成份有矽酸三鈣(C_3S)、矽酸二鈣(C_2S)、鋁酸三鈣(C_3A)、鋁鐵酸四鈣(C_4AF)等。當水泥遇到水後便會起水化反應，產生凝結及硬固作用，水泥固化法即是利用此一特性，當水泥與有害污泥一起混拌時，水泥與污

泥中的水份發生水化反應並產生膠凝作用，由於水泥具有高的鹼度，使得污泥中有害重金屬成份在鹼性的環境下，形成不溶性的氫氧化物或碳酸鹽類，經由物理作用或化學的鍵結將有害重金屬離子包容在水泥塊體內，形成高強度及低滲透的水泥固化體。以水泥當固化劑，水泥本身提供的鹼度能使重金屬發生化學轉變沉澱在結晶格內以保持穩定，水泥更能中和外來酸性環境的淋洗，以確保重金屬沉澱物的安定性。

3.2.2 固化處理的對象

依「事業廢棄物貯存清除處理方法及設施標準」第23條，應先經固化中間處理的事業廢棄物有下列二項：

- 1.有害事業廢棄物認定標準所列之任一種含有害重金屬廢棄物。
- 2.含石綿之廢棄物，有飛散之慮者。

3.2.3 添加劑的功用

在水泥固化處理中，有時為了改善固化操作條件及提高固化體的品質，需加入合適的添加劑，常用的添加劑有：

- 1.飛灰：與水泥配合使用可增加固化的化學抵抗性，可防海水浸蝕。
- 2.可溶性矽酸鹽：可與廢棄物中的重金屬產生氫氧化物。

其它添加劑如水玻璃(減水劑)、硼酸鹽(緩凝劑)及碳酸鈉(促凝劑)等可視需要而添加。

3.3 水泥固化法的優缺點

水泥固化法具有以下之優點：

- 1.對含重金屬污泥的處理成效十分有效。
- 2.投資金額低、設備簡單、操作容易。
- 3.水泥與添加劑取得容易，成本不高。
- 4.對含水率較高的污泥亦可直接固化。
- 5.不同性質的污泥可藉由水泥添加劑來控制最終產物的強度及滲透性。

水泥固化缺點如下：

- 1.廢棄物中的有機成份會使固化物產生裂隙，降低整體結構的強度及增加滲透性。
- 2.水泥的高鹼度，易使廢棄物中銨離子成份轉變為氨氣溢出。
- 3.對容易影響水泥凝固硬化之雜質需先以前處理去除。
- 4.水泥及添加劑會增加廢棄物的體積及重量，縮短掩埋場的使用年限。

四、固化處理操作實務

4.1 固化處理場(廠)設施及操作設備

4.1.1 固化處理場(廠)設施

固化處理場(廠)設施，從廢棄物的接收到固化的養護，依其操作動線流程，可區分成五個工作區，依序是廢棄物接收區、廢棄物貯存區、固化劑貯存區、固化操作區及固化物養護區等，各區之功用分述如下：

1. 廢棄物接收區：

廢棄物由清除機構運至處理場(廠)時，先在此區辦理接收動作，查驗進場廢棄物的數量、性質及委託之事業機構是否和六聯單上之資料符合，必要時採樣進行化驗分析。此區需備有計量設備及採樣工具等查驗設施。

2. 廢棄物貯存區：

進場之廢棄物在接收區經清點核驗無誤後，便可堆放至廢棄物貯存區，貯存區的空間應區隔成幾個單元，以堆放性質不相容之廢棄物。整個貯存區設施須符合「事業廢棄物貯存清除處理方法及設施標準」第十四條規定，即地面須堅固，具有防蝕及不透水功能，設有雨水及污水截排設備，以防止雨水流入及污水滲漏。在貯存區可用塑膠布加蓋或使用有蓋之貯存容器來防止臭味外溢，同時在貯存區的各單元，應在明顯處設立警告標誌，載明廢棄物來源、種類、數量及進場日期等，整個貯存區以在密閉之廠房內最為理想。

3. 固化劑貯存區：

此區為貯存固化劑的場所以供固化操作時使用；固化劑若為粉狀，則此區應設有防止粉塵溢散之措施。

4. 固化操作區：

操作區為廢棄物進料、破碎、計量及固化劑與廢棄物混拌之場所，場所之地面應堅固、抗蝕且不透水，固化操作應採密閉式並設集塵器以防止固化混拌時粉塵外溢。固化操作設施須安置於廠房之內，以防止雨水侵入及地表水流入，同時廠房內側四週應有污水截流設備，以防止污水外洩。

5. 固化物養護區：

廢棄物、固化劑及水經充份混拌後，灌模成型，成型之固化物送至養護區養護，待其抗壓強度及毒性溶出試驗合於法規標準後，即可送到掩埋場做最終處置。養護區的地面須堅固、抗蝕及不透水，同時設有污水截流設備。

4.1.2 固化處理場(廠)操作設備

固化處理場(廠)的處理操作流程如圖1，其基本設備包含如下：

- 1.計量系統：將水、固化劑、廢棄物或固化助劑依照設定配比計量。
- 2.破碎機：將大顆粒的廢棄物破碎。以方便進料及混拌。
- 3.皮帶輸送機(進料系統)：將廢棄物送至計量系統計量。
- 4.拌合機：將計量好的水、污泥、固化劑或固化助劑做充份拌合。
- 5.集塵器：將固化劑貯存區及拌合機混拌時可能產生之粉塵捕捉收集，以避免造成人員及環境危害。
- 6.模具：供固化物灌模成型之用，模具之設計需考量搬運方便及拆組容易。模具大小需適中，以配合操作現場空間大小和每批次固化操作的容量為考量，模具太小，固化操作時模具更換次數頻繁耗費機具人力且須準備較多的模具，不符經濟效益；模具若太大，一則搬運時工作性不方便，一則進場掩埋最終處置時會造成掩埋場覆土整堆的困擾。
- 7.安全防護設備：整場(廠)要有完善的消防設備，並設置緊急沖洗設備。

4.1.3 二次公害防治

在固化操作中，會伴隨噪音、粉塵及廢水等污染產生，這些污染可經由集塵器設備及回收再利用的方式予以防治：

- 1.噪音：在噪音源週圍加裝適當之隔音設備。
- 2.粉塵：在固化處理中，會有粉塵污染的地點有二，一為固化劑貯存區，一為進料入混拌機拌合時，可在這兩個地方裝設集塵器，所捕集到的粉塵可納入固化操作一併處理。
- 3.廢水：在固化處理中，可將污泥貯存區、固化操作區及固化養生區的廢水經由截排系統導入固化用水之貯槽，做為固化操作時之用水。

4.2 固化處理相關環保法令

我國有關事業廢棄物之相關法規有：

- 1.廢棄物清理法
- 2.事業廢棄物貯存清除處理方法及設施標準
- 3.有害事業廢棄物認定標準
- 4.環境保護事業機構管理辦法

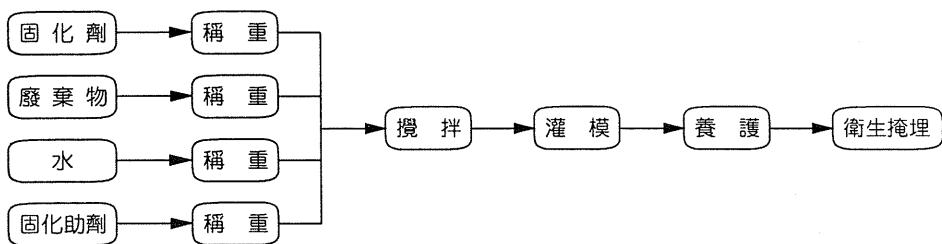
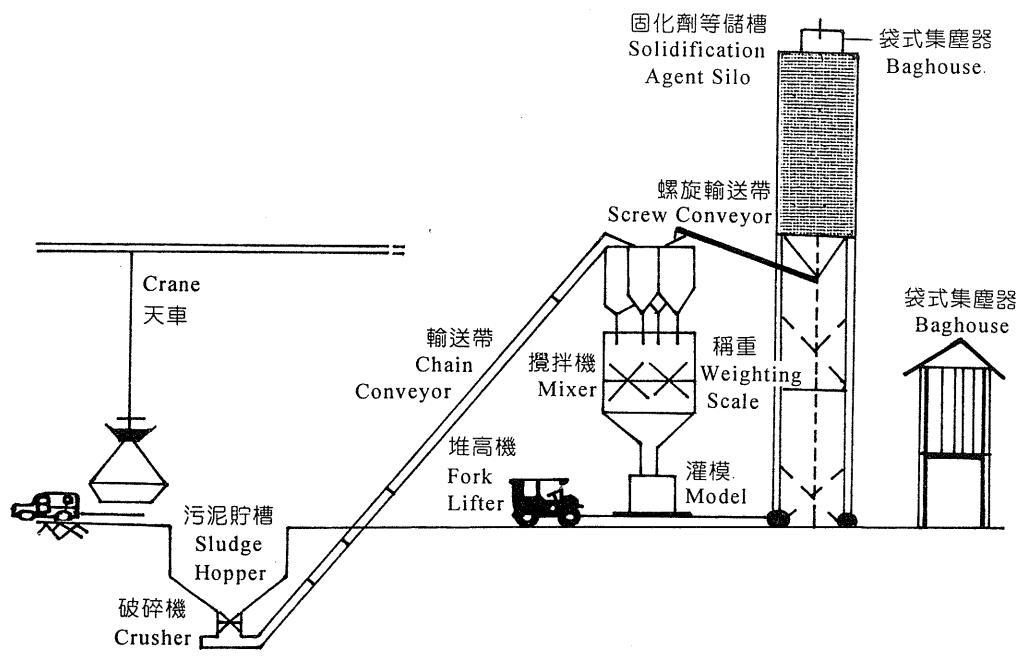


圖1 固化處理操作流程

國內目前有關固化中間處理之規定，主要是根據「事業廢棄物貯存清除處理方法及設施標準」，相關條文如下：

1.第23條：

- (1)有害事業廢棄物認定標準所列之任一種含有毒重金屬廢棄物，以固化法先行中間處理。
- (2)含石綿之廢棄物，採具有防止飛散措施之固化法處理。

2.第26條：

事業廢棄物之中間處理設施應符合下列規定：

- (1)應有堅固之基礎結構。
- (2)設施與廢棄物接觸之表面，採抗蝕及不透水材料構築。
- (3)設施週圍應有防止地面水、雨水及地下水流入、滲透之設備或措施。
- (4)應具有防止廢棄物飛散、流出、惡臭擴散及影響四週環境品質之必要措施。
- (5)應有污染防治設備及防蝕措施。

3.第30條：

固化處理設施，應具有將廢棄物及固化劑混合均勻之設備。

4.第48條：

經固化法處理後之固化物，其處理應符合下列規定：

- (1)衛生掩埋：固化物之單軸抗壓強度，應在10公斤/平方公分以上。
- (2)再利用：固化物之單軸抗壓強度，應在150公斤/平方公分以上。

另依「事業廢棄物貯存清除處理方法及設施標準」第48條第二項規定：有害事業廢棄物採固化處理者應依「有害事業廢棄物認定標準」附表三判定為一般事業廢棄物，其採衛生掩埋處理者，應獨立分區掩埋管理。環保署於民國85年7月30日公告獨立分區掩埋管理事項，要點如下：

- 1.掩埋場內應有獨立分區之設施，其間隔堤(牆)之設置，應防止滑動及崩塌並依設施標準第四十條第一項第三款之規定辦理。
- 2.既設之衛生掩埋場，應設置分區之滲出水收集系統，新設之衛生掩埋場，應設置獨立之滲出水收集系統，定期檢測滲出水質，如發現重金屬項目經常超過放流水標準或下游之地下水監測井發現有重金屬污染之情形，應速採取適當的補救措施。

4.3 廢棄物性質對固化處理之影響

4.3.1 電弧爐集塵灰

電弧爐煉鋼過程中，由於以廢鋼為主要原料，在電弧產生高溫及吹氧助熔反應下，使鋼液沸騰，造成鋼液中之鋅、鉛、鎘等重金屬揮發，這些重金屬揮發後，與空氣中之氧反應形成氧化物，凝結沉積後產生微細之集塵灰。

在固化處理中，集塵灰有以下特性：

- 1.集塵灰極細，在進料輸送時，粉塵極易飛揚擴散造成污染。
- 2.集塵灰在與水泥拌合時，常發生高的熱量。
- 3.有些集塵灰，在與水泥拌合後凝結相當快，每一批次操作完成將固化物洩到模具中時，若更換模具的時間稍有延遲則集塵灰因凝結太快，流動性不佳而會有結塊在拌合機內洩不下來的窘境；通常可在等待更換模具的時候，補充部份水進拌合機內繼續攪拌以維持良好的流動性。

4.3.2 電鍍污泥

電鍍業為金屬表面處理業的一環，經由電鍍加工處理，能使鍍件防蝕耐磨及增加表面光澤性而提昇其附加價值。電鍍工廠所產生的廢棄物主要有高濃度廢液及廢水污泥，其中廢水污泥的重金屬含量會因電鍍製程中所使用的化學藥品種類及濃度而改變，一般電鍍製程中較常採用的電鍍浴槽以鋅、銅、鉻、鎳佔多數，因此污泥中的重金屬含量也以此四種為主。

一般而言，電鍍污泥所含的重金屬不高，外觀顏色不一，常有臭味產生，且其含水率比集塵灰來的高，可能與大部份的電鍍業者規模較小沒有脫水設備有關，在電鍍污泥的處理上，其工作性比集塵灰來的好，進料時少有粉塵飛揚之情形，且拌合後的固化物流動性佳，不會有凝結成塊的情事發生。

4.3.3 固化處理成效

經固化處理後的固化物，經過毒性溶出試驗及抗壓強度檢驗合格後，始可進掩埋場做最終處置。但污泥性質的不同，常左右毒性溶出試驗及抗壓強度的表現。以集塵灰及電鍍污泥做比較，在配比1:0.7(污泥:固化劑)時，集塵灰因在煉製時有投入石灰石當還原劑，其抗壓強度表現甚佳，第三天的強度已可超過 10kg/cm^2 ，但在毒性溶出方面，鋅稍偏高但仍在管制範圍內(25ppm)，鉛有時會超出管制標準(5ppm)，其餘之重金屬溶出皆在標準以內；在相同配比下，電鍍污泥之毒性溶出試

驗皆合格，且數值皆相當低，但在抗壓強度方面則不如人意，離 10kg/cm^2 還有些差距。

所以，對集塵灰而言，必須提高固化劑的比例或是添加合適的固化助劑來降低鉛的溶出值。對電鍍污泥則有二種方法改善，一是添加固化助劑(如CaO)來改善抗壓強度，一是以時間換取強度，經由長時間置放，使固化物的強度逐漸展現出來。但不論是提高固化劑比例或是添加固化助劑皆會助長固化物的體積，增加處理成本；若以時間來換取抗壓強度，則固化處理場(廠)須有足夠的空間及更多的模具以供調節調度之用，通常抗壓強度越早達到標準，就能減少模具的使用數目，唯如何能以最經濟的成本來兼顧毒性溶出與抗壓強度的品質，就有賴實驗室的測試了。

4.4 固化處理行政作業及品質管制

在固化處理營運中，從事業機構委託處理開始至固化物的最終處置，在環保法規下，清除處理業必須做的行政作業以及處理機構在固化操作中所必須採取的品管措施（如圖2），簡述如下：

1. 處理機構接到事業機構委託處理時，對欲委託處理的廢棄物應進行了解與評估，以決定是否接受委託處理。了解與評估的要點包括：廢棄物的有害成份種類要符合處理機構操作許可證上的營業項目、廢棄物是否會產生對人體不適的味道，以及廢棄物的性質在固化操作時是否會產生困擾(如凝結太快等)，其他諸如廢棄物中夾雜其他雜質會對進料破碎系統及拌合系統造成損害、廢棄物太過黏稠或含水率過高成液漿狀時則不利於進料及計量，以及廢棄物在與水泥拌合時是否會有發熱現象及不良氣體產生(如氨氣)等亦須列入考量。如果一切條件均在可接受的範圍內，接下來要做的就是在實驗室調配比，在符合抗壓強度及毒性溶出試驗標準的前提下，找出最適當的配比，此配比可供計算成本及固化現場操作之用。
2. 事業機構若同意清除處理機構的報價，則由事業機構、清除機構及處理機構共同簽訂事業廢棄物代清除處理契約，並在簽約後15天內向當地環保主管機關備查。
3. 在契約備查且生效後，事業機構可依其需要向清除機構提出清運廢棄物之要求，清除機構安排經環保機關核可之車輛及人員，在指定日期內至事業機構清除廢棄物，並會同事業機構填具遞送聯單乙份。
4. 清除機構將遞送聯單及廢棄物一併送交處理機構，處理機構核對無誤後，遞送聯單依照環保法規規定的流程辦理，並在廢棄物累積至一定量時進行固化處理(不同性質的污泥不得合併處理)，固化處理後的固化物做現場取樣，待抗壓強度及毒性

溶出試驗合格後此批固化物始可進行最終處置。在固化操作同時，每日填具處理日報表，並於每季彙整成季營運紀錄，向主管機關申報，處理機構跨縣市營運者得將季營運紀錄分向各縣市申報。

5. 固化物經檢驗合格後，處理機構須委由清除機構清運固化物至掩埋場做最終處置。在訂立契約時，必須要求清除機構提出最終處置場所同意其進場之證明文件。
6. 在固化物清除至掩埋場做最終處置的過程中，為防止清除業者隨意非法傾倒，應訂有一套制度來監督管制；以本公司的做法，在清運固化物時，會指派警衛人員沿途跟車，以確保所有固化物皆進入合法掩埋場做最終處置。

五、現行環保法令之探討

現行環保法令對廢棄物及環境保護事業機構(清除處理機構及環境檢測機構)的規範已相當完備，但清除處理機構在執行業務時，有時因法規規定太過繁瑣或地方環保機關人員對法令的解釋認定不同而困擾不已，今提出以下四點供作參考：

5.1 契約報備

依據「環境保護事業機構管理辦法」第24條規定：經營廢棄物之清除、處理業務，應與委託人訂定契約書，並在訂定契約書之次日起15日內，檢具該契約書，送直轄市或縣(市)主管機關備查」，此條法規明定清除機構、事業機構及處理機構三者間要有契約關係，以追蹤廢棄物的去處。由於契約須送當地主管機關備查，假使清除機構、事業機構、處理機構分屬不同縣市，由於各地方環保局對契約內容的標準認定不一，在契約送備查後，有可能甲地及乙地環保局同意備查，而丙地環保局卻對契約內容有意見，不同意備查而退回，一旦如此，則此份契約就已不具效力，而且會衍生如下之困擾：

1. 在契約送備查後，因為時間差的關係，有可能在獲知契約遭退回前，簽約的三方已開始執行清除處理工作，並發生實際之清除處理行為，則此部份的清除處理行為是否違法，值得釐清。

若某地方環保局不同意備查，業者是否要再發函給同意備查的地方環保局以終止此份契約、終止原因為何？

會發生各地環保機關對契約內容認定標準不一的原因，以下列二點最為常見：

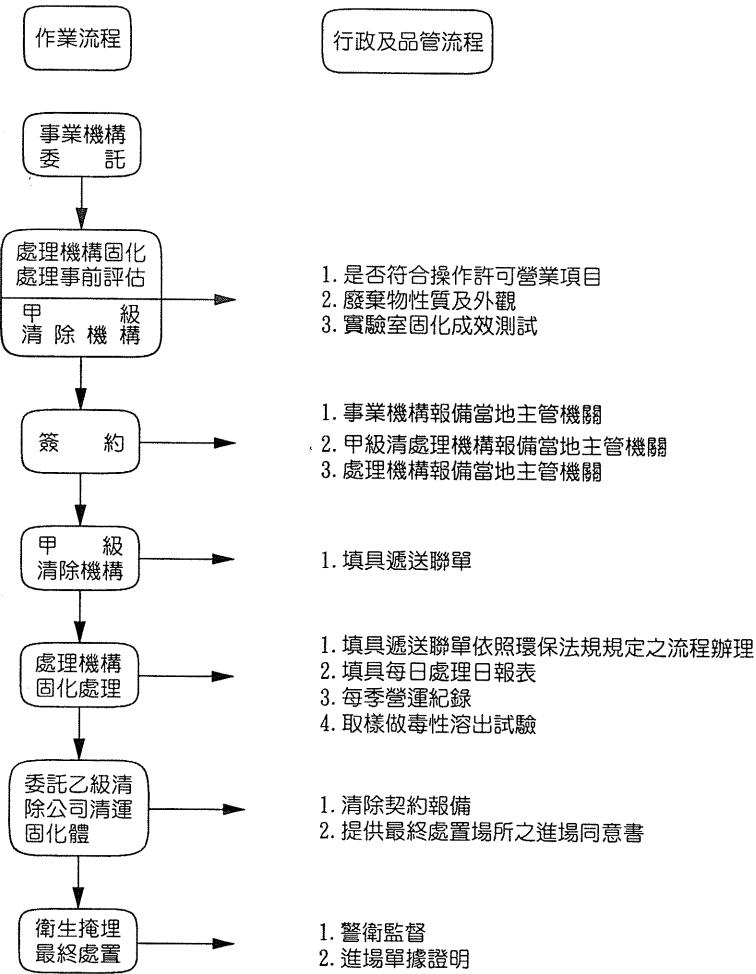


圖2 固化處理行政作業及品質管制

(1)通常契約上面會載明二種日期，一為三方簽訂契約的日期，一為契約正式生效的日期，以正常而言，應為簽約日期在前，契約生效日期在後，但在實際上，有不少事業機構都是在申請工廠設立或排放許可時，沒有檢附事業廢棄物代清除處理契約書遭退件後，緊急找清除處理機構簽約，為配合其申請送件的時間，事業機構常會提出將契約生效日期往前幾天開始生效之要求，亦即，契約生效日是在簽約日之前，關於此點，有的政府環保機關可以體諒業者，只要往前追溯的時間不會過長，且符合「在簽約次日起15日內備查」之規定即同意備

查；有的環保機關則持不同的看法，認為契約生效日在簽約日之前是不對的，亦即契約效力是不能往前追溯的，即使是在簽約三方皆同意之下。

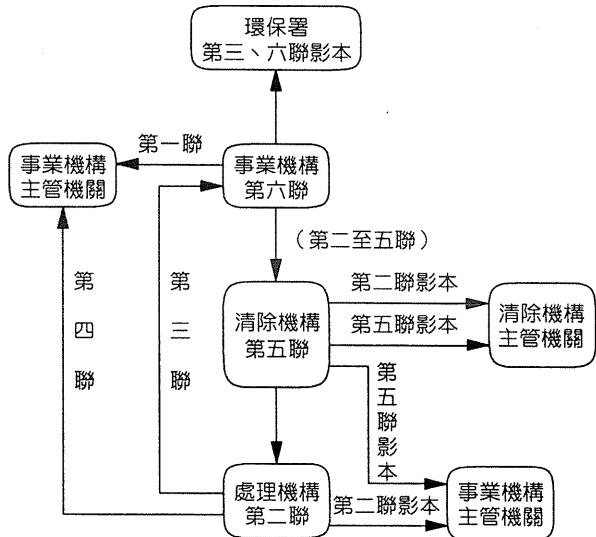
(2)在事業廢棄物代清除處理契約中，要載明廢棄物的種類、性質，因此在簽約前，事業機構會依其製程產出的廢棄物送待檢測機構化驗分析其中可能含有有害重金屬的含量。通常依製程使用藥品的不同，其所含重金屬種類也會不同。例如電鍍業者在電鍍製程中使用鎳、鉻藥品，因此送檢驗的項目只有鎳與鉻二項。但當契約連同此份報告送至環保機關備查時，有的同意備查，有的予以檢還，檢還的理由是，檢驗報告只有鎳、鉻二項，不足以證明廢棄物中沒有含其他法定有害重金屬成份(共有鉛、鎘、鋅、銅、鉻、六價鉻、砷、汞等八項)，亦即檢驗報告要含括上述八項成份才算完整，然令事業機構不服的是，製程中只有含鎳、鉻二種成份，卻還要去檢驗根本在製程中不可能有的成份，這是不需要也不合理的。

由上可知，各地方環保機構對於法規條文的解讀各不相同，加上動輒公文往返，耗費時日，這是造成民間業者困擾的主因。有時環保機關的承辦人員一換，對於法規又是一種不同的看法。

5.2 遞送聯單申報流程

事業機構委託清除機構清除有害事業廢棄物至處理機構處理時，須填具一式六聯之遞送聯單，在「事業廢棄物貯存清除處理方法及設施標準」第14條及「環境保護事業機構管理辦法」第24條中，對遞送聯單之申報流程有詳細的規範。遞送聯單的申報流程範圍（如圖3）含括事業機構、清除機構、處理機構及三者的當地主管機關及中央主管機關，構成複雜的網路結構。遞送聯單的用意甚佳，從廢棄物產生的源頭到最終處置的去處都可完全的掌握追蹤，然而由於其申報流程過於繁複，乍看之下使人很難了解；再以目前國內近10萬家廠商來看，每年所申報遞送聯單的數量相當龐大，這些資料均須依靠人工來整理及管理，在一切均朝向資訊化邁進的今天，應該可以用電腦來做管理，以簡化繁複的申報流程及龐大的人力支出。

據悉行政院環保署為有效推動國內事業廢棄物管理工作，確實掌握與追蹤事業廢棄物的清除處理流程，已著手規劃「事業廢棄物管制中心」，並於86年6月舉辦「事業廢棄物管制中心自動化即時監控系統觀摩會」，會中指出此管制中心具有以下多重的功能：



事業機構

- 1.填具遞送聯單一份六式
- 2.經清除機構簽收
- 3.第六聯存查
- 4.第一聯送至地方環保主管機關備查
- 5.四十五日內未收到第三聯應報備並追蹤流向
- 6.於收到第三聯後，將三、六聯影本寄至環保署備查

清除機構

- 1.攜帶第二至五聯
- 2.於清除廢棄物之三日內將第二聯影本送至地方環保主管機關備查
- 3.十日內交處理機構簽收
- 4.經處理機構簽收之三日內將第五聯影本分送地方環保主管機關及處理機構之地方環保主管機關備查
- 5.保留第五聯

處理機構

- 1.收到廢棄物次日起三十日內將第三聯送回事業機構
- 2.第四聯送事業機構所在地地方環保主管機關備查
- 3.第二聯影本送地方環保主管機關備查
- 4.保留第二聯

圖3 遞送聯單申報流程

1. 事業機構可經由管制中心查詢其工廠製程所產出之廢棄物可能含有那些有害物質和其物質特性、化性及當發生危害時，如何做好緊急應變措施。
2. 摒除遞送聯單人工作業方式，由電腦操作管理，從廢棄物產源開始經清除處理到最終處置皆可受到立即而完整的監控。
3. 事業機構可經由管制中心的網路系統，與國內外各製程相似的公司互相比較，吸取對方的優點，以達到製程改善，工業減廢及節約能源的目的。
4. 管制中心可藉由全球衛星定位系統(GPS)的輔助，來杜絕廢棄物非法傾倒的情事發生，使廢棄物之清除過程透明化，讓所有之事業廢棄物都能得到妥善的處理。

由上可知，管制中心兼具有查詢、管理及監督的功能，我們期待此管制中心能早日成立正式運作。

5.3 重金屬鎳無管制標準

在「有害事業廢棄物認定標準」中，鎳在"列表"有害事業廢棄物中"電鍍製程之廢水處理污泥"被判定屬製程有害事業廢棄物，但鎳在溶出毒性事業廢棄物溶出試驗標準中並無管制標準，事業機構將含鎳污泥委由處理機構處理，經固化中間處理後之固化物並無毒性溶出試驗的標準作為判定是否屬一般事業廢棄物的依據，此為目前有害事業廢棄物毒性溶出管制的一個盲點。目前本公司是以放流水排放標準中鎳1.0mg/L的五倍，亦即以5.0mg/L作為品質管制的標準。

5.4 獨立分區掩埋之公告

經中間處理後之固化物，當其毒性溶出試驗及抗壓強度符合管制標準後，便可當成一般事業廢棄物送往最終處置場所掩埋。在合法的最終處置場所，以各鄉鎮公所掩埋場佔絕大多數，在環保意識高漲的今天，願意提供場地供固化物進場掩埋的鄉鎮公所為數不多，因此清除處理業者在尋找最終處置場址時相當不易與艱辛。

環保署於民國85年7月30日公告獨立分區掩埋管理事項，對於接受固化物進場的衛生掩埋場，其設備須符合公告標準，主要的重點有二：

1. 掩埋場內應有獨立分區之設施：
2. 設立掩埋場應設置分區之滲出水收集系統，新設之掩埋場，應設置獨立之滲出水收集系統。

此法規之公告，意即希望在衛生掩埋場中，將固化物營造在一個類似封閉掩埋場的環境中，以避免固化物經長期放置後，有害物質慢慢溶出而有二次公害的顧慮。獨立分區掩埋的出發點甚好，但在執行上卻有相當的難度，尤其是第二項。因

既設之掩埋場當初規劃設計的時候，並無獨立分區的考量，今為配合獨立分區掩埋，整個滲出水收集系統勢必要做全面的修改，在上有垃圾覆蓋情況下，無論在技術上或經費上都相當困難；而新設的掩埋場，地方鄉鎮公所是否願意配合處理機構規劃出獨立分區掩埋區域，在地方民意及不具經濟誘因的考量下，恐怕配合的意願相當低，由此可知，在獨立分區掩埋管理事項公告後，處理機構除非本身擁有自己的掩埋場，否則合法的最終處理場址已被斷絕。

我們知道，在國內要設立一個掩埋場並非易事，除需有龐大資金外，用地取得相當困難，往往還在申請設立手續時，就已引來當地居民抗爭，就連政府主導設置的掩埋場，消息一經曝光，照樣無疾而終，遑論是民營業者要自設掩埋場，更是困難重重。

在國內，掩埋場不足是個事實，若將來管制中心成立運作，事業廢棄物處理率大幅提高時，更會突顯掩埋場不足的嚴重性，可預期的是在面對最終處置場址何處尋的壓力下，處理業者將背負更大的責任。因此建議政府與業者共同在全省各地選擇合適地點，設置事業廢棄物專屬的最終處置場所，做統一的集中管理、監督，如此配合管制中心的運作，才能真正落實廢棄物『從搖籃到墳墓』的管理政策。

六、結論

地小人稠的台灣，在土地資源有限、廢棄物最終處置場地取得不易的情形下，廢棄物的減量就相當的重要，廢棄物的減量應從兩方面來著手，一是改善製程減少廢棄物的產生，二是對廢棄物進行處置，透過焚化減容或資源回收再利用方式削減廢棄物的總量。

以處理成效而言，水泥固化能有效的抑制有害重金屬的溶出，但其最大的缺點是把廢棄物的體積變大了。最有效的減容處理方式當屬熱處理方法，它可經由高溫破壞及改變廢棄物組成與結構，同時達到減容及無害的目的。

參考資料

- 1.鋼鐵業廢棄物資源化案例彙編，經濟部工業局編印，民國85年5月。
- 2.電鍍業廢棄物資源化案例彙編，經濟部工業局編印，民國85年3月。

- 3.陳維政編著，有害物質處置與設計精要，有害廢棄物處置技術，九樺出版社，民國85年8月。
- 4.牟振明、高忠愛、吳天寶、祈愛蘭，廢棄物處理技術，科技圖書股份有限公司，第128~132頁，民國84年7月。
- 5.行政院環保署，事業廢棄物管制中心自動化即時監控系統示範觀摩會書面資料，民國86年6月20日。