

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

## 穩定垃圾處理灰渣滲出水之功能評估 The Incinerator Ashes Leachate Treatment by Stabilized Landfill Wastes

計畫編號：NSC 88-2211-E-032-018

執行期限：87年8月1日至88年7月31日

主持人：高思懷 淡江大學水資源及環境工程學系

共同主持人：周錦東 萬能技術學院環境工程學系

### 一、中文摘要

垃圾焚化底灰掩埋過程仍將滲出高濃度之污染物，值得進一步研究。本研究採集新鮮及室外大型管柱達五年的焚化底灰進行管柱模擬實驗，探討在不同掩埋齡下，焚化底灰內有機質及重金屬的溶出以及吸脫附現象。結果顯示五年底灰內有機物、氯鹽、氨氮及重金屬已隨著雨水淋滲，呈現相當穩定狀況，相較於新鮮底灰，可吸附較大的污染量。溫度較低時五年底灰吸附效果較佳，溫度升高時新鮮底灰具有明顯之脫附現象。

關鍵詞：焚化底灰、吸附、掩埋管柱

### Abstract

The purpose of this study is to explore the ability of leachate treatment with bottom ashes. In the study, different ages of bottom ashes were buried into several lysimeters in order to discuss the leaching phenomenon of organics and heavy metals in ashes, and the adsorption capability of leachate on the ashes. According to the results of the experiments, the organics, chloride, ammonia and heavy metals are stable in five-year bottom ashes, which can adsorb more pollutants than fresh ashes. It is evident that

five-year ashes will be more effective in leachate treatment than fresh ashes.

**Keywords:** bottom ash, adsorption, lysimeter

### 二、緣由與目的

預計至民國九十年台灣地區垃圾焚化廠興建工程計畫全部完工後，每年將會有約 2000 噸以上之灰渣必須處理與處置。底灰因其數量巨大且對環境及人體所造成的衝擊性較小，故多採資源化再利用或直接掩埋。但因資源化的規模有限，採用衛生掩埋仍將是最可能的處理處置方式。

Remann 於 1989 年<sup>[1]</sup>對底灰進行一般分析，指出底灰的粒徑分佈範圍大，形狀呈不規則性，成份複雜，吸水性高具膠結性，及具有極高的酸中和能力。而較受矚目的是底灰中的氯鹽及重金屬，Brunner<sup>[2]</sup>等人於 1986 年以都市垃圾為對象，氯鹽於底灰中的含量，約佔總量的 15%。底灰中的重金屬以銅、鉛、鋅為主，而經由 TCLP 溶出率較高的為鎘、鉛、鋅（表一）。Roffman (1990)<sup>[4]</sup>的研究發現，純灰渣掩埋滲出水中硫酸鹽濃度為 14~5,080 mg/L、TDS 約 924~4,100 mg/L、pH 為 5.2~7.4、氨氮為 4.2~77.4 mg/L；Kenneth<sup>[5]</sup>等於 1986 年使用掩埋 25 年之灰渣滲出水

和傳統衛生掩埋場比較，發現滲出水 pH 保持在 10.2~10.6 間，與酸雨中和，一直維持在鹼性，TOC、COD、BOD 皆遠低於衛生掩埋場，但滲出水含大量鹽類，與衛生掩埋場相當。1996 年 Ole<sup>[1]</sup>操作丹麥單一灰渣掩埋場，結果指出無機鹽類滲出視溶解性有機物、氨、及未燃燒有機物相關；底灰中的有機物成份及產物並不足以影響滲出水的組成。

本研究針對北部某大型都市垃圾焚化廠，進行焚化灰渣之基本分析，及配合以實場的滲出水淋滲，探討底灰及淋滲水的吸附及溶出間的關係。

### 三、研究方法

研究主要分成管柱淋滲實驗及振盪萃取試驗，其中管柱實驗分為新鮮及五年底灰掩埋管柱。本實驗之底灰採自某大型都市垃圾焚化廠，淋滲用滲出水乃取自該焚化廠附設之灰渣掩埋場。

淋滲實驗乃模擬厭氧性掩埋操作，溫度以 4°C 及室溫兩種操作進行。底灰吸脫附實驗取經前處理底灰，配合不同液固比的淋滲水振盪 20±2 小時，測量污染物的濃度，以求得吸、脫附的污染物量。

### 四、結果與討論

#### 4.1 實驗底灰及滲出水基本性質分析

本實驗所用底灰及滲出水基本性質如表 1 及表 2 所示。

#### 4.2 不同掩埋齡之滲出水水質

COD：各管柱的之 COD 值都會隨著掩埋深度的增加而明顯的上升，新鮮底灰於第三段管柱已呈飽和，其滲出水濃度並因溶出現象而高於原水的濃度。五年底灰則在實驗約略 100 天後，第三段的管柱滲出水濃度大幅的提升，應為即將貫穿的現象，將接近達到飽和的程度。

BOD：五年底灰因自然降雨淋滲，而將原有的 BOD 淋滲出。再以灰渣滲出水

為淋滲對象時，乃產生吸附現象，將灰渣滲出水中的 BOD 吸附在其內。新底灰 BOD 濃度因加成作用隨掩埋深度增加而增加，故其濃度為第三段的濃度最高，再配合實驗末期時所作的生菌數實驗，判斷物化作用如過濾、攔截等的影響遠遠大於生物的作用。

氯鹽：滲出水氯鹽負荷仍相當高，約維持在 25,000~30,000 mg/L 之間。此外由於淋滲水與底灰中的氯鹽相差頗大，呈現單純吸附現象，故相較 COD、BOD 等其飽和的速率也最快。另一方面可看出飽和的順序從第三段(120~180 cm)開始至第一段(0~60 cm)，故判斷在實場最底部將會是污染量最集中的區域。

氨氮：新鮮底灰經掩埋十三個月，底灰吸附氨氮的能力尚未飽和，一方面可能為底灰對氨氮的吸附能力較高，但亦有可能因底灰的高鹼性，且操作於室溫下，而造成氨氣提作用的發生，並藉由風速及溫度的逸散，致使收集的滲出水中氨氮偏低。

重金屬：重金屬皆呈現脫附現象，原因為淋滲水的重金屬負荷較底灰低；而在檢測的金屬中，只有鋅符合放 87 年流水標準，餘均可能超過，顯示其仍須再進一步的處理。此外底灰滲出水組成成分複雜，其內含有能將金屬錯合的物質，於適當的條件下將金屬帶出，致使以底灰水淋滲的滲出水含有較蒸餾水高的金屬濃度。

### 五、結論

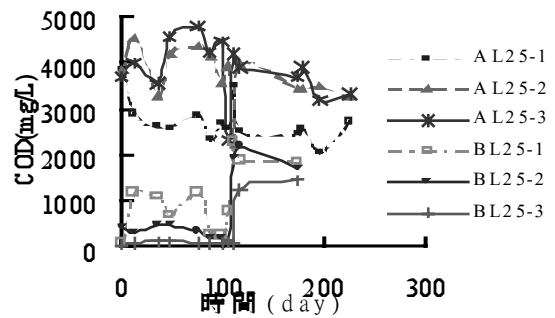
1. 於 25°C 下，新鮮底灰於將近十個月、五年底灰於三個月期間內仍無法馴養出適當的微生物，應為低量的 BOD 及毒性物質的影響。對新鮮底灰而言不論是 COD 及 BOD 皆呈吸脫附作用，而漸至底灰與淋滲水達到平衡，將可降低尖峰負荷的發生，相對污染物釋出期間，勢必延長。

2. 至實驗第 100 天時，可觀察出新鮮底灰中之氣鹽皆已呈飽和狀態，幾乎已無處理效果，而五年底灰維持在 1,000 mg/L 以下，顯示其具有良好的吸附效果。
3. 於檢測的五種金屬中(銅、鎘、鉛、鋅、鉻)受平衡濃度的影響，新鮮底灰皆產生脫附作用，而五年底灰因在初期的吸附現象，其值都非常低。
4. 若以底灰基本性質來說，五年底灰已呈現穩定狀態，而以處理量的角度下，於掩埋同一期間內比較，其所吸附的效果較為顯著，亦就是滯留於內的污染物總量將會較多，相對的達到飽和時間也較長。

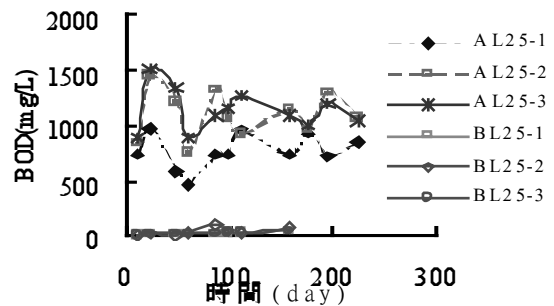
5. Kenneth, L. C., Jeffrey, M., and Lauria, P. E., (1986) "Ashfills and Leachate", Waste Age, 17(11) 82~88.
6. Sue-Huai Gau, and Wen-chin Jeng, (1998) "Influence of ligands on metals leachability from landfilling bottom ashes", Journal of Hazardous Materials, Vol. 58-Nos. 1-3, pp.59-71.
7. 張道森(1996)「垃圾焚化灰渣掩埋對生垃圾滲出水之處理能力」，碩士論文，淡江大學水資源及環境工程研究所 pp.5-1~5-3

#### 五、參考文獻

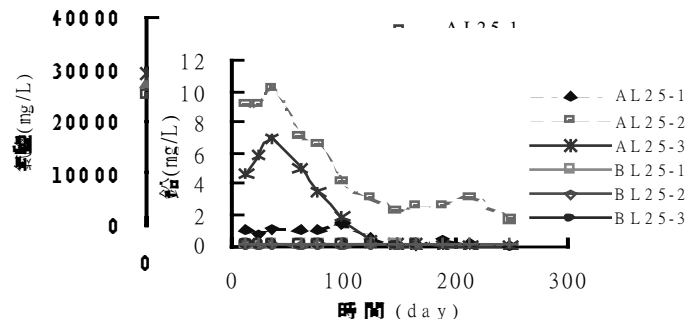
1. Ole, H., (1996) "Disposal strategies for municipal solid waste incineration residues", Journal of Hazardous Materials, 47(1-3) 345~368.
2. Reimann, D. O., (1989) "Heavy Metals in Domestic Refuse and Their Distribution in Incinerator Residues", Waste Management & Research, 7(1) 57~62.
3. Brunner, P. H., and Hermann, M., (1986) "The Flux of Metals Through Municipal Solid Waste Incinerators", Waste Management & Research, 4(1) 105~119.
4. Roffman, H. K., (1990) "Characterization of Municipal Waste Combustion Ashes and Leachates-Results of Two Field Studies", First United States Conference on Municipal Solid Waste Management Solutions for the 90s, Proceedings, 2(4) 13-16.

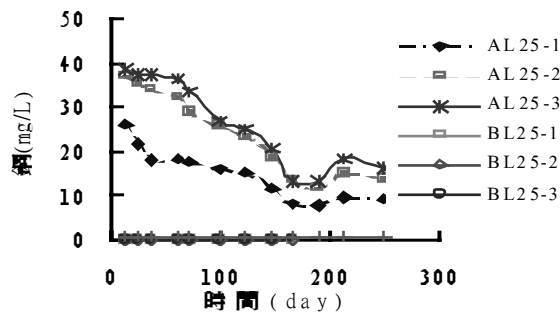


圖一 滲出水 COD 變化

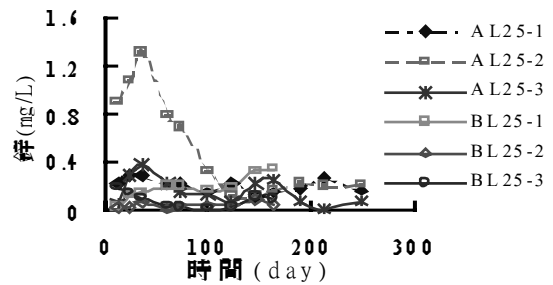


圖二 滲出水 BOD 變化





圖四 滲出水銅的變化



圖五 滲出水鋅的變化

圖六 滲出水鉛的變化

表 1 實驗用底灰基本性質

底灰類別	pH 值	含水率 (%)	灼燒減量 (%)	
本次實驗所用之新鮮底灰	12.6	20.4	5.2	
本次實驗所用之五年底灰	8.6	18.9	3.2	
鄭氏研究用底灰 <sup>[6]</sup>	12.0	18.6	3.9	
張氏研究用底灰 <sup>[7]</sup>	12.2	16.9	3.8	
蒸餾水萃取底灰十次污染物釋出量(mg/kg)				
種類\項目	BOD	COD	氯鹽	氨氮
新鮮底灰	1,900	4,200	9,100	177
五年底灰	92	584	206	10

表 2 焚化底灰滲出水基本性質

淋滲水水質(mg/L)											
pH	ORP	COD	氯鹽	BOD	氨氮	鹼度	銅	鎘	鋅	鉛	鉻
7.00	80	3,500	25,000	485	385	700	0.610	0.005	0.344	0.188	0.121

註：pH 無單位；ORP：mV