

# 行政院國家科學委員會補助專題研究計畫成果報告

## 垃圾與焚化灰渣掩埋技術整合型研究(II) 子計畫二:灰渣掩埋利用技術與滲出水之污染控制

計畫類別： 個別型計畫          整合型計畫

計畫編號：NSC89 - 2211 - E - 002 - 024 -

執行期間：88年8月01日至89年7月31日

計畫主持人：楊萬發教授

本成果報告包括以下應繳交之附件：

赴國外出差或研習心得報告一份

赴大陸地區出差或研習心得報告一份

出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份

國際合作研究計畫國外研究報告書一份

執行單位：台大環境工程研究所

中 華 民 國 88 年 9 月 22 日

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

## 垃圾與焚化灰渣掩埋技術整合型研究(II)

### 子計畫二：灰渣掩埋利用技術與滲出水之污染控制

計畫編號：NSC 89-2211-E-002-024

執行期限：88年8月1日至89年7月31日

主持人：楊萬發教授 台大環工所教授

計畫參與人員：羅文林、謝函潔 台大環工所研究生

#### 一、中文摘要

焚化法將成為台灣地區未來處理垃圾問題的主要方法，面對將完工的多座焚化廠，一旦運作，其每日將產生數以千噸的焚化灰渣亟待處理。本計畫的研究主要是以都市垃圾與焚化灰渣共同掩埋，進行管柱淋滲實驗。實驗中所需之都市垃圾、焚化底灰與靜電集塵飛灰和都市垃圾皆採自於台北市木柵垃圾焚化廠。實驗中以不同比例之飛灰和底灰，與都市垃圾共同掩埋管柱中模擬實際掩埋場掩埋情形，藉由分析滲出水水質來探討焚化灰渣在陸域掩埋的情形。另以已知濃度的滲出水安排返送回共同掩埋層，觀察灰渣對垃圾滲出水中有機物的吸附狀況。

在滲出水的水質分析方面，我們可觀察出各個管柱的 pH 值都差不多，皆介於 6~8 之間，而各個管柱的 COD 值以 A 管為較高，研判可能是飛灰中還含有少許有機物，造成 COD 值升高，其後以已知濃度之滲出水對 B 管進行試驗，我們發現此種滲出水返送方式對 COD 似乎無處理效率，可能是掩埋灰渣層對有機物吸附已達飽和。在陰離子分析方面，我們發現  $Cl^- > SO_4^{2-} > NO_3^-$ ，其中  $Cl^-$  濃度甚高，在淋滲初期甚達 10 萬以上，不過三種離子隨時間增加而有漸減的趨勢。在重金屬離子濃度中，以 Zn 為最高，其次為 Fe、Cu、Cr、Cd、Pb，不過也隨掩埋齡增長而濃度漸減，在長期的觀察中發現 Cu 與 Pb 有再溶出的現象，可能是灰渣對其離子之吸附因為飽和而產生的脫附現象。

關鍵詞：飛灰、灰渣、垃圾滲出水、共同

#### 分層掩埋、重金屬

#### Abstract

Incineration will become the major way to dispose of waste. We have many incinerators which will be finished, when it works, there are thousands of ashes need to deal with everyday. Municipal solid waste(MSW) and ashes were co-landfilled in this study, and used tubes to gain the leachate. Incinerator fly ashes of EP, bottom ashes and solid waste were from Mu-Cha plant. In our plan, fly ashes, bottom ashes and MSW were co-landfilled in different ratio; and conferred the situation about ashes which were landfilled by analysed the leachate. Besides, we sent leachate back to layer in order to observe the adsorbability of ashes.

In analyzing the leachate, we observed that pH value in each tube were similar, between 6~8, and tube A had the highest COD value. Maybe there still were some organizes in fly ashes making this result. Moreover, we sent leachate back to tube B, but we found that it didn't work in this way. Maybe the adsorbability of ashes were saturated. In analyzing negative ions, we found that  $Cl^- > SO_4^{2-} > NO_3^-$ , and  $Cl^-$  had the highest concentration, even up to one hundred thousand, but they all decreased gradually. Zn had the highest concentration in all heavy metals, Cu was the next, then were Cr, Cd, Pb, and they decreased gradually, too. But in a long-time observation, we found that Cu, Pb were re-dissolved, maybe it's deadsorbition of ashes adsorbed ions.

Keywords: Fly Ashes, Bottom Ashes,  
Leachate, Heavy Metals

## 二、緣由與目的

台灣地區由於科技日益發展，國民生活所的增加，一方面提升了生活的物質水平；但另一方面也增加了生活廢棄物的數量。對於地狹人稠的台灣，要找到合適的掩埋廠址實非易事，針對這一點，焚化法具有減容減量的優點，期將成為日後台灣處理垃圾的主要方式。不過垃圾以焚化法處理並不是一種最終處置方式，焚化後仍會殘留 10%~20%的焚化灰渣須處理，面對即將完工的多座焚化廠，若將來陸續投入焚化的工作，其每日產生的灰渣量實不可小鱷，其特性與處置問題也成為研究固體廢棄物的一大課題。

根據目前的環保法規，焚化灰渣尤其是飛灰，因其中所含重金屬含量過高，經 TCLP 重金屬溶出試驗判定為有害廢棄物，不得任意棄置或直接掩埋，因此許多研究都朝著將灰渣的重金屬穩定化為原則，一般而言有水泥固化、燒結、熔融……等將重金屬包封起來的方式。除此之外，利用灰渣的吸附能力，將之與都市垃圾共同掩埋以改善滲出水水質也是一種方式。

本計畫實驗設備所採用的樣品為自台北市環保局木柵垃圾焚化廠採集的一般垃圾、焚化底灰及靜電集塵飛灰，在實驗室利用壓克力管柱進行掩埋場掩埋的實況模擬，進行管柱淋滲試驗。由之前的研究報告中我們可以發現焚化灰渣的確具有吸附垃圾滲出水中有機物的能力，因此本研究擬再深入，將焚化底灰與飛灰依不同比例混合，在將之與採集回來的都市垃圾進行共同分層掩埋，分析滲出水的水質改善狀況。

不過由於焚化底灰及靜電集塵飛灰中皆含重金屬，且含量都不少，因此即使灰渣呈鹼性，有助於重金屬生成氫氧化物沈澱，但在掩埋一段時間後，整個掩埋環境將逐漸變酸性，灰渣中的重金屬部份也將會被滲出水溶出，因此，掩埋場須作好完善的滲出水收集及處理設備，才不致令滲

出水污染到土壤及地下水水源，造成二次公害。而本實驗也將用這種模場模擬的方式，觀察灰渣與垃圾共同掩埋的情形、滲出水水質改善情況，期能找出最適合的掩埋配比及最佳的操縱環境。

## 三、研究方法與實驗設計、分析

### 1. 研究方法

本研究方法主要為探討都市垃圾與焚化飛灰共同掩埋對滲出水水質的影響，依不同比例的飛灰與底灰，在與垃圾分層掩埋，進行模擬的管柱淋滲實驗，藉此獲得滲出水水質的特性與變化情形並探討混和灰渣對滲出水的滲透能力。

### 2. 實驗設計

本實驗之設計敘述如下：

#### (1) 實驗管柱成份

管柱	飛灰(kg)	底灰(kg)	垃圾(kg)	比例
A	0.8	0.8	4	1:1:5
B	0.266	1.33	4	1:5:15
C	0.145	1.45	4	1:10:27.5

將混合後的飛灰與底灰與垃圾分 3 層（每層 60cm）掩埋，掩埋管柱直徑 20cm。

#### (2) 管柱實驗掩埋密度

A 管埋密度為 297.23kg/m<sup>3</sup>。

B 管埋密度為 296.71kg/m<sup>3</sup>

C 管埋密度為 297.13kg/m<sup>3</sup>

#### (3) 管柱淋洗水

根據台北氣象站的資料，採用日平均降雨量 42mm/week(依據 1961-1990 年台北的平均雨量)，乘以管柱截面積，可得每週約 1200cm<sup>3</sup>/week。一週分兩次加水，一次 600cm<sup>3</sup>，其後收集滲出水並分析。關於實驗所加的淋洗液，A、B、C 管皆為蒸餾水，進行 14 週的淋洗。14 週後將 B 管的淋洗液，改為垃圾滲出水，進行淋洗，藉以瞭解灰渣與垃圾混和掩埋層對滲出水水質有無改善。

### 3. 實驗分析

本研究主要的分析方法是參考環保署

檢驗所公告的檢驗方法，分析的項目敘述如下：

- (1)pH 值、COD 值、氯離子、硝酸根離子、硫酸根離子。
- (2)重金屬分析：Fe、Cd、Cu、Cr、Fe、Zn。

#### 四、結果與討論

管柱淋滲實驗的結果可由滲出水之水質分析觀察：

- 1.見圖一，pH 大致上，都在 6~8 左右，沒有太大的變化。
- 2.在 COD 的變化方面，由圖形可看出三根管柱滲出水的 COD 值均有隨時間增加而漸減的趨勢，而 A 管因含飛灰較多而其 COD 值也最高。
- 3.在滲出水的陰離子分析中以  $Cl^-$ 、 $SO_4^{2-}$ 、 $NO_3^-$  的分析數據中，我們可以發現  $Cl^- > SO_4^{2-} > NO_3^-$ ，而且也是以含飛灰比例比較多的 A 管為最高。
- 4.在重金屬離子的分析方面，我們可以發現大多數重金屬的濃度也都是在淋滲初期較高，其後有隨時間增加而減小的趨勢，而 A 管中滲出水所分析出來的重金屬明顯的較 B 管及 C 管多，跟混合灰渣中飛灰量有著正相關。而整體而言 Zn 含量最高，其次是 Fe、Cu、Cr、Cd、Pb。不過實驗過程中，我們發現 A 管之 Cu、Pb 有再溶出的現象，在繼續的觀察分析中發現 Cu 在掩埋的第 11 週溶出，而 15 週後又降低到之前的濃度了，而 Pb 在第 12 週溶出，之後呈不穩定狀態，不過濃度都不高，在 1ppm 以下。
- 5.本實驗的分層掩埋中灰渣佔的比例 40%，A、B、C 管垃圾與灰渣共同掩埋對於 COD 降低的效果不錯，同時重金屬的濃度，除了 Cd 以外亦都在可以接受的範圍內。

#### 五、參考文獻

- [1] 楊萬發「垃圾焚化灰渣特性分析及其處置方式之探討 ( )」，國科會專題計畫，NSC80-0410-E-002-33，民國 80 年 7 月。
- [2] 高思懷，李昌煥，「都市垃圾灰渣掩埋過程重

金屬之釋放趨勢及其氯鹽對其溶出之影響」，第九屆廢棄物處理技術研討會論文集，第 203-214 頁。

- [3] 高思懷、周僅東，「都市垃圾與焚化灰渣共同掩埋之模廠研究」，行政院環保署專題計畫，民 81 年 6 月。
- [4] 蘇偉凱，「垃圾焚化灰中銅鋅鉛的溶出研究」，碩士論文，中興大學環境工程研究所。
- [5] 楊萬發，「都市垃圾與焚化灰渣共同掩埋重金屬分佈與滲出水特性之研究」，國科會專題研究計畫，NSC87-2218-E-002-021，民 87 年 7 月。
- [6] Gong, Y. and Kirk, D.W., "Behaviour of municipal solid and waste incinerator flyash I :General leaching study" J.Hazardous Materials, 36, pp. 249-264 (1995)
- [7] Francis, C. W., White, G.H., "Leaching of toxic metals from incinerator ashes" J. Water Pollut Fed. ,59, pp.979-986(1987)
- [8] Clapp T. L. , "Municipal Solid Waste Composition and the behavior of metals in incineration ashes it's leachates" ,J. Environ. Sci. Health, A28(2) ,pp423-421(1993)
- [9] Amalendu, B. and Dennis Sopcich, "Characteristic of MSW Incinerator Ash" , J. Environmental. Engineering , Vol .115, No.2, pp.447-452(1989)





