

# 灰渣掩埋利用技術與滲出出水特性之污染控制( )

## The Technology of Landfill and Reuse of Incinerator Ashes and Pollution Control of Leachate Water in the Co-landfill of Incinerator Ashes( )

計劃編號：NSC 88-2211-E-002-052

執行期限：87 年 8 月 1 日至 88 年 7 月 31 日

主持人：楊萬發 台灣大學環工所教授

### 一、中文摘要

本研究以採自北市木柵焚化廠之靜電集塵飛灰與焚化底灰及都市垃圾共同掩埋，觀察滲出水特性與重金屬溶出濃度變化情形，以做為單獨處理飛灰或與底灰或垃圾掩埋處置時之參考。實驗主要探討飛灰個別掩埋及分別與底灰、都市垃圾共同掩埋受淋滲後，對滲出水質及重金屬溶出變化的影響。

研究結果顯示，垃圾或灰渣剛掩埋時，會造成滲出水水質分析項目與重金屬濃度明顯增加，隨著掩埋時間增加濃度值會逐漸下降，但部分分析項目會在 10 週後增加濃度然後再減少。滲出水重金屬含量整體以 Zn 最高，Fe 其次，然後依序為 Cu、Cr、Cd、Pb。

在滲出水水質分析方面，pH 值以飛灰與底灰混合掩埋時在 11~12.5 最高。各酸根陰離子都以純飛灰掩埋滲出水的濃度最高。

在重金屬方面，以純飛灰掩埋而言，滲出水以 Cd 及 Cr 兩種重金屬含量偏高。飛灰與底灰混合掩埋時，由滲出水發現底灰可降低飛灰重金屬 Pb、Cd 的含量，但 Cu 卻有明顯增加之趨勢。而垃圾與飛灰分層掩埋時，並不會對滲出水濃度有顯著的影響，僅有 Zn 的濃度有增加。

關鍵詞：飛灰、灰渣、共同掩埋、滲出水、重金屬

### Abstract

Incinerator fly ashes of EP (Electrostatic Precipitator) and bottom ashes from MuCha plant and municipal solid waste (MSW) were co-landfilled in this study. The changes of leachate water characteristics and dissolved concentrations of heavy metals were observed to be the reference of disposal of only fly ashes or with bottom ashes and MSW. The influences of mixing type that only fly ashes, fly ashes mixing with bottom ashes and fly ashes mixing with MSW were discussed.

From the results, the values of water quality analyzing and the concentrations of heavy metals were high in the initial time, and it decreased gradually. In leachate water, the concentration of Zn was the highest, Fe was the next, then was Cu, Cr, Cd and Pb.

In terms of analyzing the quality of leachate water, pH between 11~12.5 was the highest when fly ashes mixed with bottom ashes. The concentration of each negative ions was highest when only fly ashes.

In terms of heavy metals of leachate water, only fly ashes would make the concentration of Cd and Cr higher. From leachate water that we

could find that bottom ashes decrease the concentration of Pb and Cd in fly ashes when fly ashes mixed with bottom ashes. The changes of the concentration of leachate water was not observable when fly ashes mixed with MSW, but only the concentration of Zn has increased.

**Keywords:** fly ashes, ashes, co-landfilled, leachate water, heavy metals.

## 二、緣起與目的

焚化技術具有減容減量的優點，解決大量垃圾、廢棄物掩埋所需的土地問題。國內目前正積極進行興建都市焚化廠，預定完成二十三座，所以焚化所產生的大量灰渣，其特性與處置方式亦將形成重要課題。

本研究係採自木柵焚化廠空污設備中的靜電集塵飛灰，探討飛灰可能之陸域掩埋方式，將與都市垃圾焚化廠所產生之灰渣與都市垃圾共同掩埋時，對滲出水水質及重金屬的影響進行分析。於實驗室進行管柱淋滲實驗，模擬不同灰渣與垃圾之混合共同掩埋情形，分析垃圾與灰渣對滲出水水質之影響。

焚化底灰與飛灰含有重金屬之成分，雖然灰渣呈鹼性有助於重金屬的穩定而不致溶出，但與都市垃圾共同掩埋時，與滲出水交互影響下，有可能造成重金屬之溶出，若再加上滲出水收集與移除系統不完整，則極容易發生污染土壤或地下水源之情形。國內外亦有研究報告顯示，灰渣層對於垃圾滲出水所含之有機物質具有吸附移除之效果。此外，都市垃圾組成變化大，也使得焚化灰渣之性質有所變化。

國內有關灰渣特性分析之研究，對於垃圾焚化灰渣之特性如含水率、重金屬消化、溶出濃度及其來源，以及焚化灰渣之處理、處置方式如固化、掩埋等均加以探討<sup>[1]</sup>。國外研究亦對都市垃圾焚化灰渣進行分析<sup>[6]</sup>。

在滲出水方面，國內研究對於都市垃圾與焚化灰渣共同掩埋以及純灰渣掩埋的滲出水質均加以探討<sup>[2-5]</sup>。國外對於灰渣掩埋滲出水之研究，針對滲出水特性與其影響因子如 pH 值、氯鹽等加以探討<sup>[7-8]</sup>。

灰渣處置與再利用方面，其陸域掩埋有三種：(1)與都市垃圾共同掩埋，(2)單一掩埋，(3)穩定化處理。以上述三種方式處置，需考量灰渣內含物之溶出特性及處置地地點之環境敏感度、擴散能力等，這些因素關係到灰渣掩埋處置對環境影響的程度。國外灰渣於低技術再利用方面，係指灰渣不須或需要較少處理，即可逕行做填土、路基或覆土之用<sup>[9-11]</sup>。

## 三、實驗架構、設備與分析方法

本研究共分滲出水水質分析與重金屬分析兩大類：

### 1. 滲出水水質分析

滲出水水質之分析項目包含 pH 值、COD、氯離子濃度、硝酸根離子濃度與硫酸根離子濃度等。

### 2. 重金屬分析

分析項目包含 Pb、Cd、Cr、Fe、Cu 與 Zn。

主要的實驗裝置為淋滲管柱，每組由四節壓克力管柱(內徑 20 公分)加上基座收集滲出水裝置而成，實驗時共設置三管以觀察滲出水特性。淋滲水量以中央氣象局測得之台北市 10 年平均降雨量計算。垃圾與灰渣來源為木柵焚化廠。

第一管掩埋物質為純飛灰，其單位容積重為 550 kg/m<sup>3</sup>。掩埋物質依序由下而上為底座礫石(高 5 cm)，飛灰 23.4 kg (高 150 cm)，覆土 2 kg。淋滲雨量為 211 ml (10 年平均降雨量)。

第二管掩埋物質為飛灰與第二管掩埋物質為飛灰與底灰混合灰渣之共同掩埋，混合灰渣的單位容積重為 1168.6 kg/m<sup>3</sup>。掩埋物質依序由下而上為底座礫石(高 5 cm)，飛灰 5.3 kg

與底灰 44.4 kg 混合 49.7 kg 灰渣(高 150 cm)，覆土 2 kg。淋滲雨量為 211 ml (10 年平均降雨量)。

第三管掩埋物質為飛灰與垃圾分層之共同掩埋，其中飛灰的單位容積重為 550 kg/m<sup>3</sup>，垃圾的單位容積重為 373.3 kg/m<sup>3</sup>。掩埋物質依序由下而上為底座礫石(高 5 cm)，飛灰 1.6 kg(高 10 cm)，垃圾 6.7 kg(高 60 cm)，飛灰 1.6 kg(高 10 cm)，垃圾 6.2 kg(高 60 cm)，飛灰 1.5 kg(高 10 cm)，覆土 2 kg。淋滲雨量為 211 ml (10 年平均降雨量)。

分析方法請參考環保署環檢所出版之環境檢驗分析手冊公告之分析方法或 Standard Methods。

#### 四、結果與討論

管柱淋滲結果分為滲出水水質分析與重金屬分析兩大類：

##### 1. 滲出水水質分析

圖一為滲出水 pH 值變化情形，第一管及第三管之 pH 呈中性偏鹼，但第一管在實驗後期的 pH 有偏鹼性的情形，其值介於 9~10 之間，第二管之 pH 為鹼性，其值介於 11~13，因掩埋的部份含有底灰故 pH 值較高。

圖二為 COD 變化情形，發現第三管由於含有垃圾，因此 COD 值偏高，三根管柱 COD 值變化在淋滲初期 COD 值會增加，其後隨著時間的增加而遞減。

圖三、圖四、圖五分別為滲出水中主要陰離子濃度變化情形，三種陰離子含量  $Cl^- > SO_4^{2-} > NO_3^-$ ，且第一管滲出水陰離子含量均明顯高於其他兩管。其中  $SO_4^{2-}$  陰離子濃度在 10~16 週有明顯再增加又減少的情形。

##### 2. 滲出水重金屬分析

重金屬分析項目包含 Pb、Cd、Cr、Fe、Cu、Zn，結果如圖七至十一所示。在飛灰個別掩埋方面，以 Cd 的含量最高；飛灰與底灰共同掩埋，

則以 Zn 的含量最高，可高達 150ppm；飛灰與垃圾掩埋也是以 Zn 的含量最高。重金屬溶出濃度大多都有隨著時間增加而溶出濃度遞減的趨勢，但第一管的 Cr 與第二管的 Pb 反而在後期有濃度再增加的趨勢。

#### 五、結論與建議

1. 垃圾與灰渣剛掩埋時會造成滲出水水質分析項目與重金屬濃度值明顯上升，隨著掩埋時間增加濃度值逐漸下降，但  $SO_4^{2-}$  陰離子與第一管的 Cr、第二管的 Pb 反而在後期有濃度再增加的趨勢，其中第一管的  $SO_4^{2-}$  與 Cr 似有呈正比的趨勢。
2. 實驗結果顯示，滲出水重金屬含量整體以 Zn 最高，Fe 其次，然後依序為 Cu、Cr、Cd、Pb。但以飛灰掩埋而言，滲出水以 Cd 及 Cr 兩種重金屬含量偏高，所以若要將飛灰直接掩埋或與垃圾共同掩埋時，應將滲出水中的 Cd、Cr 等有毒金屬謹慎處理，以防排入水體造成環境污染。
3. 純飛灰掩埋時，各酸根陰離子的濃度都非常的高，反而與底灰混合或與垃圾分層掩埋時，濃度明顯的降低，由此可之焚化過程中會產生許多氧化態的酸性氣體。
4. 綜合結果顯示，因飛灰的有毒重金屬及各酸根陰離子的含量偏高，並不適合直接衛生掩埋，應考慮固化穩定化或封閉掩埋等處理方式。
5. 未來可進一步對其他類的灰渣，如鍋爐灰(Boiler Ash)、集塵灰(Baghouse Ash)和洗滌灰(Scrubber Ash)等，探討其特性及與底灰和都市垃圾混合掩埋滲出水水質及重金屬的研究。

#### 六、計劃成果自評

本計劃達成之具體成果如下：

1. 瞭解目前台北市焚化廠焚化灰渣之處理處

置方式。

2. 瞭解都市垃圾與焚化灰渣之不同混合方式掩埋確實對滲出水水質與重金屬溶出濃度造成影響。
3. 瞭解都市焚化飛灰的特性、滲出水狀況與處置方式。

## 七、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( )」,國科會專題研究計劃,NSC80-0410-E-002-33,民80年7月。
- [2]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劃,民81年6月。
- [3]高思懷、李昌煥,「都市垃圾焚化灰渣中氯鹽對重金屬釋出之影響」,第九屆廢棄物焚化處理研討會論文集,pp.203~214,民83年。
- [4]楊萬發,「都市垃圾焚化灰渣滲出水特性探討」,第一屆廢棄物焚化處理研討會論文集,pp.85~100,民80年11月。
- [5]楊萬發,「都市垃圾與焚化灰渣共同掩埋重金屬分布與滲出水特性之研究」,國科會專題研究計劃,NSC87-2218-E-002-021,民87年7月。
- [6]Amalendu, B. and Dennis Sopcich, "Characteristic of MSW Incinerator Ash", *J. Environmental Engineering*, Vol.115, No.2, pp.447~452(1989).
- [7]Clapp T. L., "Municipal Solid Waste Composition and the Behavior of Metals in Incineration Ashes its Leachates", *J. Environ. Sci. Health*, A28(2), pp.423~421 (1993).
- [8]Kenneth L. Cundari and DR. Jeffrey M. Lauria, P.E., "Ashfills and Leachate", *Waste Age*, Nov. (1986).
- [9]Deniel, G., "Incinerator Ash: New Problem for Landfill", *Recycle Today*, May, pp.40~67, (1998).
- [10]Denision Richard A., "The Hazards of Municipal Incinerator Ash and Fundamental Objectives on Ash Management", *AIChE Symposium Series*, Vol. 84, No. 265, pp.148~153 (1989).
- [11]Requardt, G. J., W. M. Harrington, "Utilization of Incinerator Ash as Landfill cover Material", *APWA Public Works Congress*,

New Orleans, October (1962).



