

行政院及所屬各機關出國報告
(出國類別：實習)

有害事業廢棄物清除處理技術

服務機關：台灣電力公司
出國人職稱：十一等一般工程監
姓名：平 瑞
出國地區：美國
出國日期：90年07月31日至08月15日
報告日期：90年10月05日

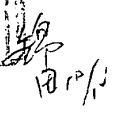

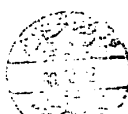
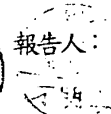

G3/
CO9003660

行政院及所屬各機關出國報告審核表

出國報告名稱：有害事業廢棄物清除處理技術	
出國計畫主辦機關名稱：台灣電力公司	
出國人姓名/職稱/服務單位：平瑞/十一等一般工程監/環境保護處	
出國計畫 主辦機關 審核意見	<input checked="" type="checkbox"/> 1. 依限繳交出國報告 <input checked="" type="checkbox"/> 2. 格式完整 <input checked="" type="checkbox"/> 3. 內容充實完備。 <input checked="" type="checkbox"/> 4. 建議具參考價值 <input type="checkbox"/> 5. 送本機關參考或研辦 <input type="checkbox"/> 6. 送上級機關參考 <input type="checkbox"/> 7. 退回補正，原因： <input type="checkbox"/> (1) 不符原核定出國計畫 <input type="checkbox"/> (2) 以外文撰寫或僅以所蒐集外文資料為內容 <input type="checkbox"/> (3) 內容空洞簡略 <input type="checkbox"/> (4) 未依行政院所屬各機關出國報告規格辦理 <input type="checkbox"/> (5) 未於資訊網登錄提要資料及傳送出國報告電子檔 <input type="checkbox"/> 8. 其他處理意見
層轉機關 審核意見	<input type="checkbox"/> 同意主辦機關審核意見 <input type="checkbox"/> 全部 <input type="checkbox"/> 部分 _____ (填寫審核意見編號) <input type="checkbox"/> 退回補正，原因： _____ (填寫審核意見編號) <input type="checkbox"/> 其他處理意見：

說明：

- 一、出國計畫主辦機關即層轉機關時，不需填寫「層轉機關審核意見」。
- 二、各機關可依需要自行增列審核項目內容，出國報告審核完畢本表請自行保存。
- 三、審核作業應於報告提出後二個月內完成。

副總經理 	主管處 主管 	單位 主管 	報告人 	
---	--	---	--	---

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：「有害事業廢棄物清除處理技術」

頁數 24 含附件：是否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話：台灣電力公司/陳德隆/(02)2366-7685

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話：平瑞/台灣電力公司/

環境保護處/一般工程監/02-23667217

出國類別：1 考察2 進修3 研究4 實習5 其他

出國期間：90 年 07 月 31 日至 90 年 08 月 15 日 出國地區：美國

報告日期：90 年 10 月 05 日

分類號/目：G3/電力工程

關鍵詞：

內容摘要：(二百至三百字)

台灣近年來工商業發展迅速，伴隨而來的廢棄物產生總量高達有 1200 萬噸，其中具有潛在危害性者亦達約 60 萬噸以上。所以，有害事業廢棄物不論是在收集，貯存、清除及處理時若稍有不慎將會對人體產生重大危害。

本報告將從美國對有害事業廢棄物的認定標準，分類標示，危害分析，中間處理(Intermediate Treatment)，最終處理(Ultimate Disposal)及營運管理等各方面做一概略性心得報告，俾能使本公司專業人員對事業廢棄物有關問題做有效控制及處理，以減低日後無謂之困擾與紛爭。

目 錄

	頁次
壹、出國行程及工作紀要	1
貳、實習內容	2
一、前言	2
二、有害事業廢棄物的分類及標示	2
三、有害事業廢棄物的危害分析	4
四、有害事業廢棄物的中間處理(Intermediate Treatment)	10
五、有害事業廢棄物的最終處置(Ultimate Disposal)	12
六、有害事業廢棄物的營運管理	20
參、感想與建議	24

壹、出國行程及工作紀要

- 一、七月三十一日 台北至紐約
- 二、八月一日至八月十日 前往紐約 Washington Group International 公司研習有害事業廢棄物處理規劃設計技術
- 三、八月十一日至八月十三日 前往舊金山 PG&E 公司之火力發電廠研習有害事業廢棄物之貯存清除包裝運送及處理技術
- 四、八月十四日至八月十五日 舊金山返台北

貳、實習內容

一、前言

「什麼東西已經使許多市鎮春天的聲音寂靜下來了呢？」這是 Rachel Carson 所著作的「寂靜的春天」(Silent Spring)一書中，開宗明義他即描寫出人類可能遭遇到的環保問題帶來對生態環境的衝擊。

本次奉派赴美國研習「有害事業廢棄物清理技術」，經由 Washington Group International 公司及 PG&E 公司所安排之行程，對於有害事業廢棄物等之處理作業及技術管理規範皆有相當之認識與了解。

二、有害事業廢棄物的分類及標示

有害事業廢棄物認定標準方式有三：

1. 列表認定，此種認定方式之對象有下列二種：

- (1) 製程有害事業廢棄物
- (2) 毒性有害事業廢棄物

2. 有害特性認定，此種認定方式之對象有下列九種：

- (1) 溶出毒性事業廢棄物，化學物質列為可由溶出試驗結果來判定屬於有害事業廢棄物
- (2) 腐蝕性事業廢棄物，指廢棄物溶液之氫離子濃度大於或等於 12.5，或小於或等於 2.0，且符合特定條件者
- (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) 石棉及其製品廢棄物

(7)多氯聯苯有害事業廢棄物

(8)單一非鐵金屬有害廢料

(9)經政府主管機關公告之混合五金廢料

3.其它經政府主管機關公告者

廢棄物之所以會被認定為有害事業廢棄物，主要是依據“由事業機構所產生具有毒性、危險性，其濃度或數量足以影響人體健康，或污染環境之廢棄物”，因此廢棄物的毒性及危險性之濃度及數量便成為有害廢棄物與一般廢棄物的認定依據。

一般而言，事業廢棄物對人體健康的毒性，大致上可分為急毒性(Acute Toxicity)及緩毒性(Chronic Toxicity)兩種。屬於急毒性之有害事業廢棄物，如氰化物、有機氯系農藥、多氯聯苯等，通常可對人體或自然生態產生立即之傷害，因而世界各國均採全程（自原料至產品）管理，標示也較明確，一般工作人員也較為注意。而緩毒性之有害事業廢棄物，其對人體之危害通常是致癌性、致突變性、致畸胎性等，這些效應常因潛伏期長，影響因素廣泛，而較不易明確歸類制定。

有害事業廢棄物中常夾雜某些化學性不安定之物質，或因其腐蝕容器，造成廢棄物外漏而污染環境，或因其遭靜電、溫度、壓力等環境因素，而使其中某些化學物質產生化學變化如著火、爆炸，而對人體及環境造成危險。造成這些潛在危險性的物質大致上有爆炸物、有機過氧化物、發泡劑、硝化纖維、過氧化氫、硝酸銨類、氧化物。

依美國工業安全衛生之規定、物質安全資料表(Material Safety Data Sheet, MSDS)中需明列以下各項基本資料：

- 1.製造商或供應商資料，說明製造商或供應商之名稱、地址、緊急聯絡電話及傳真。
- 2.辨識資料：包括此物質名稱、同義名稱、化學式、CAS NO.、

容許濃度、LD₅₀ 等。

3. 物理及化學特性，包括此物質之沸點、蒸氣壓、氣味、比重、溶解等。
4. 火災及爆炸危害資料：說明此物質之閃火點，爆炸界限以及滅火材料、程序等。
5. 反應特性：說明此物質進入人體之途徑，會對人體產生之危害效應，暴露後會產生之症狀以及急救措施等。
6. 健康危害及急救措施：說明此物質進入人體之途徑，會對人體產生之危害效應，暴露後會產生之症狀以及急救措施等。
7. 暴露預防措施：將此物質操作使用時應備之個人防護設備，通風設備，操作與儲存注意事項以及個人衛生等做一說明。
8. 洩漏及廢棄處理：說明洩漏時的緊急應變及廢棄處理方法等資料。
9. 運送資料。
10. 製表者資料。

三、有害事業廢棄物的危害分析

● 有害事業廢棄物危害性之定義

有害事業廢棄物危害性的廣義定義乃是指其由產生經過貯存、清除、處理到最終處置等步驟，所有可能對人體健康和環境造成的衝擊。其危害可區分為三大類別：

1. 廢棄物中化學成份所造成的危害
2. 貯存、清除、處理及處置設施所具有的危害
3. 設施操作不當所造成的危害

通常，各種處理相關運作設備如管線、泵、桶槽、反應器……等等，其設計與操作危害性的評估及預防均已有許多良好的規範

或法令以供參考。主要乃因為這些操作單位(Operation Units)均與一般化工廠所使用者相同；而自 1960 年代起，由於化工業帶動經濟起飛後，全世界之化學災變接踵發生，迫使工業界與先進國家政府不斷地加強各種單元與製程之設計、建造及操作的危害性評估，迄今已累積頗為完善的評估技術可供參考。

一般有害事業廢棄物的管制法令均將危害性的規範限定於較狹義的「廢棄物中化學成份所可能產生的危害」，而將其危害性種類定為下列三項：

- 1.產生著火或爆炸
- 2.影響人體健康
- 3.腐蝕及損壞材料

有害廢棄物的成份若含有不穩定之化學物質，則容易因為靜電、磨擦、壓力、高溫等環境因素而著火或產生爆炸，通常具此類危害性的化學物質有下列數種：

- 1.爆炸物
- 2.有機過氧化物
- 3.發泡劑
- 4.硝化纖維
- 5.過氧化氫
- 6.硝酸銨類
- 7.氧化物（與可燃物混合）

如果知道化學成份之結構式，亦可由其是否具有特定的官能基，而判斷其是否具有不穩定性。通常碳氫化合物之結構中若含有氮(N)並連結其他非碳氫類原子(N, O, X)，則其性質便不穩定。

有害廢棄物對人體健康的危害，大致可分為急毒性與緩毒性二大類。一般具急毒性或毒性特別強的物質（例如氰化鈉、氰化

鉀、多氯聯苯、戴奧辛、有機氯農藥等) 較容易為一般操作人員所注意，各國法令中對此類毒性化學物質大多有全程的管制(由產生源到處置完畢)。以美國法規為例，其對於具急毒性成份之有害廢棄物予以列表(即所謂之 P wastes)，可使運作該類廢棄物之人員能有所警惕。一般有害廢棄物的緩毒性及指致癌性、致突變性及致畸胎性，由於影響因素複雜、潛伏期長或不易確定、正式數據不易獲得等原因，所以這方面的危害性往往難以研判。

化工廠建廠之危害性評估重點

危害性鑑定階段	評估工作之重點
(1)計畫初探及評估	依照原料及製程反應原理，以瞭解基本危害類別及其嚴重性，並評估對設廠可行性的影響。
(2)計畫確認與工作界定	針對可能運作的各單元各設備進行失誤風險評估，以掌握可能危害因子的大小和相互關連性。
(3)設計與採購	使用各種模擬方法，針對細部設計資料，評估其在設定操作條件下的危害性和風險率，並隨時回饋至設計工作上。
(4)建造施工	綜合上述各階段之危害及風險性資料，進行綜合考量並進行預防措施。
(5)安全檢查	由安全專業人員對設計和施工的危害性再做一通盤檢討，並逐一核驗與法規符合程度。
(6)試車及運轉	仔細核驗各階段的風險評估資料，並逐一記錄和比對；以做為災害應變及維護設計的參考。

化學工廠基本之危害性之舉例

基本運作及現象	潛在危害性	運作應注意條件
真空	<ul style="list-style-type: none"> • 內外壓力不平衡致使大氣壓力摧毀塔槽 • 內部維修時殘存之危害物質及缺氧現象 	<ul style="list-style-type: none"> • 塔、槽排水應注意壓力平衡 • 加熱之塔槽避免急速冷卻 • 真空設備之維修應注意內部缺氧及殘存危害物質
溫度	<ul style="list-style-type: none"> • 過高溫度造成反應失控 • 高溫區易造成人員燙傷 • 液體遇高溫氣化體積之過度膨脹 	<ul style="list-style-type: none"> • 反應熱交換設備及操作應得當 • 高溫設施外層應加以保溫 • 避免液體（特別是水）迅速接觸高溫物質 • 加壓液化氣鋼瓶避免陽光直射
壓力	<ul style="list-style-type: none"> • 壓力過高無法宣洩造成爆炸 	<ul style="list-style-type: none"> • 高壓設備應加良好控制及指示器與釋壓裝置
氣液密度	<ul style="list-style-type: none"> • 低密度氣體易由容器上方溢散，高密度氣體則易殘存底部 • 不相容液體分層造成物性不均勻 	<ul style="list-style-type: none"> • 整修槽體內部殘存氣體應充份置換 • 對含分層液體容器之進料或攪拌應合緩進行
液體熱膨脹	<ul style="list-style-type: none"> • 充滿液體容器濃度昇高時壓力增加迅速 	<ul style="list-style-type: none"> • 液化氣鋼瓶不可過滿(2/3以下)
混合	<ul style="list-style-type: none"> • 不同物質混合時易產生突沸或冷凍 	<ul style="list-style-type: none"> • 混合不同物質時，應先掌握其濃度相關條件（特別是有無相關之變化）
壓縮能量	<ul style="list-style-type: none"> • 氣體壓縮能量大，具潛在爆炸性 	<ul style="list-style-type: none"> • 以液體（水）測試容器之耐壓性

可能具不穩定性之化學官能機(functional groups)

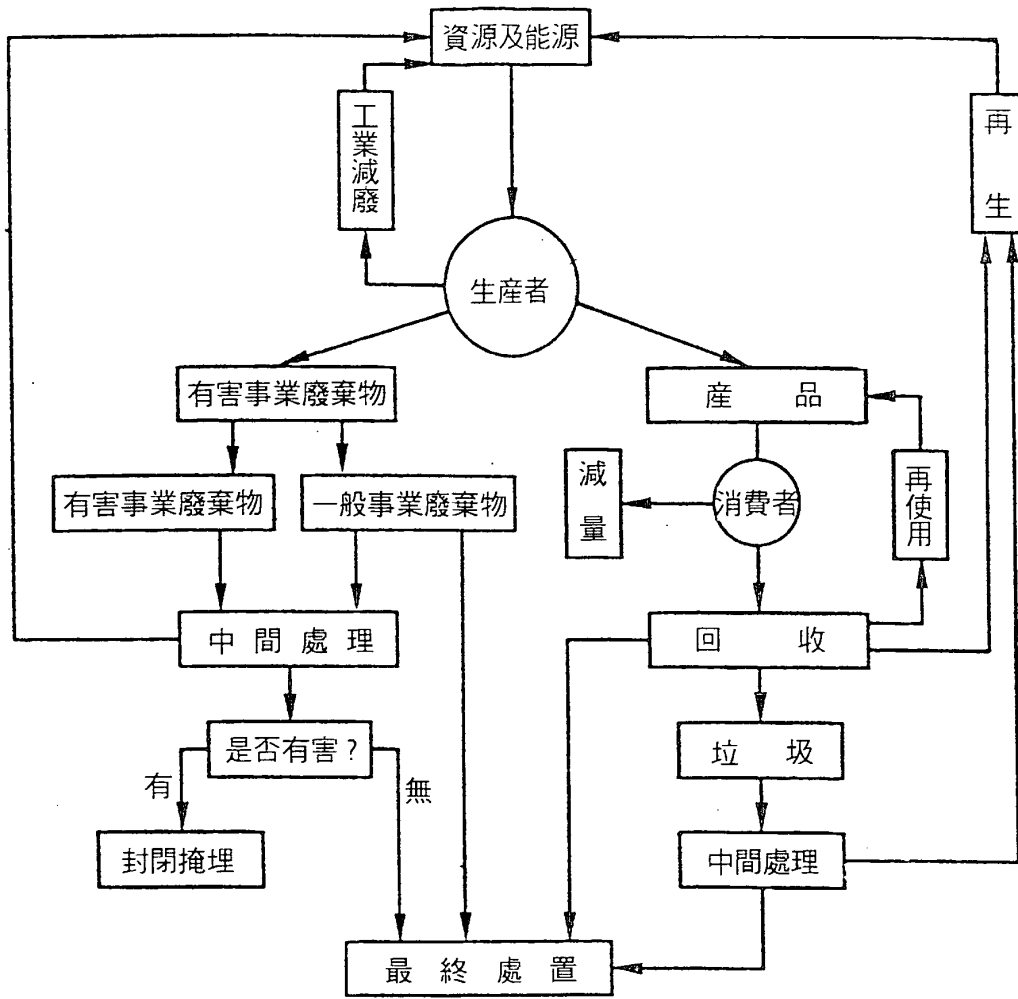
-NO ₂	-NO	NO ₂ -	=NO-	-ONO ₂	-ONO-
=N ₂	-N ₂ -	-N ₃	=N ₃ -	-O ₂ -	-N ₂ X
-C-C-	-C=C-	-O-X	=N-X	-NF ₂	-NS=

基本化學物質危害性分析參考資料舉例

1. Manual of Hazardous Chemical Reactions — US NFPA-491
2. Data on Hazardous Chemical — US NFPA-49
3. Hazardous Material Emergency Response Guidebook — US DOT
4. Reactive Chemicals Program Hazard Evaluation Guide — Dow Chemical Co.
5. Safety of Reactive Chemicals — Tadao Yoshida, Elsevier Science Publishing

● 有害事業廢棄物處理技術概述

廢棄物之種類、型態、性質極為複雜，適當而正確之處理方法，可使廢棄物達到減量化、資源化、無害化、安定化之目標。廢棄物之處理過程除了廠內改善減量、循環再利用及廢棄物交換之外，對於排出的廢棄物，利用下述處理方法，可將廢棄物完全分解或降低其危害性之容許程度，以利進行最終處置，其處理方法基本上可分為物理、化學、生物、熱處理等四大類。



廢棄物處理流程

四、有害事業廢棄物的中間處理

於評估與篩選適當的處理技術之前，應先建立完整的工作架構，如此才能使評選出來的處理程序能有效運轉。

1.處理技術評估工作架構內容

(1)訂定廢棄物處理之基本原則

於進行廢棄物處理技術之評選原則時，應考慮下列各項：

- ①處理技術之建立與事業廢棄物之管理系統息息相關。
- ②採用既有之處理技術使事業廢棄物能得到最佳的處理且處理後之殘餘物必須安全的處置。
- ③減少對人體健康及環境之衝擊。
- ④減少民眾、廠商及處理單位在財務上之負擔。

(2)充分了解及掌握事業廢棄物的種類及數量

對於計畫處理對象區域內廢棄物之排出源、種類、數量及分布，物理、化學與生物特性、熱值或毒性等，須依調查之結果予以印證及評估，其目的為：

- ①依據廢棄物的特性，選定可以配合的處理方法。
- ②了解廢棄物是否能與處理方法的設備、施工材料、幫浦、溫度、管線尺寸等相適應。
- ③評估所用的空氣和水污染控制技術或所用的廢棄物處理方法，是否可能產生更難處理的廢棄物。

(3)建立設計處理廠之處理目標

整個處理系統中之各項技術及程序，其處理之重點為淨化、回收、去毒、減積、穩定化或無害化？應符合那些排放標準？應處理到何種程度以利後續處理等，須於事前作詳細的考量。其主要目的為：

- ①澄清每一處理技術之目標
- ②了解必須符合那些法規

③幫助建立準則，以判斷處理技術是否能達到法規的標準

④藉鑑定目前所應用的方法，以建立改進的基礎

2.處理技術評估方法

處理技術評估方法如下：

- (1)建立處理設備其主要處理目標及基本原則
- (2)建立技術篩選的準則
- (3)對所有處理技術加以整理而列出
- (4)將適合為處理技術或替代方法整理並列出
- (5)訂定處理場每一階段處理的要求，並列出能達到此要求之技術
- (6)依據所建立之準則對各種處理技術的相對適用性做評估及排序，
然後選出一種或多種可行的技術包含在初步設計之中
- (7)設計最佳的處理系統以達處理目標及基本原則

3.處理技術篩選準則

只有經過證實的技能，才能被考慮用在處理場中，所謂經“證實”的技術是指在商業應用上至少於模型廠中有 12 個月的時間試驗運轉成功，而且符合處理場之需要者，在進行技術篩選時需考慮下列之準則：

- (1)功能
- (2)安全性
- (3)變通性
- (4)可靠度
- (5)操作性
- (6)經濟性及商業化程度
- (7)民眾之利益

五、有害事業廢棄物的最終處置

● 最終處置概述

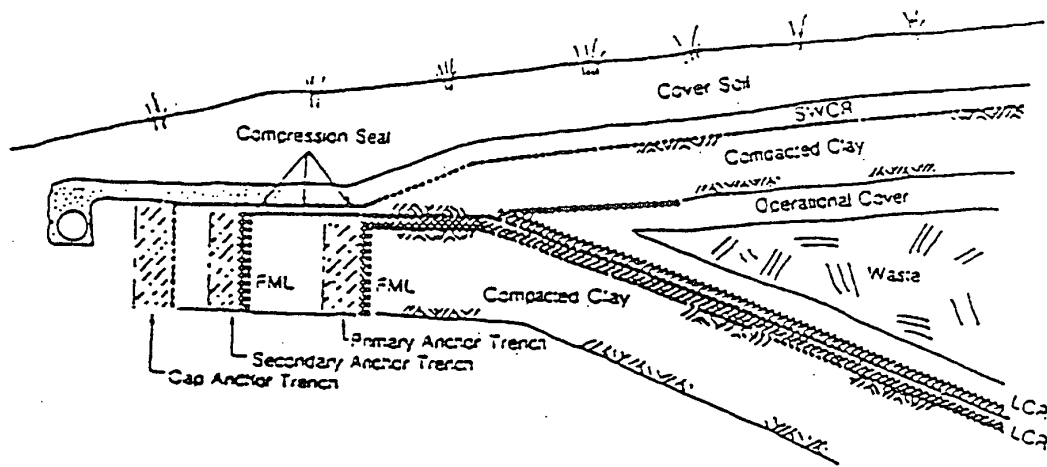
最終處理的定義為：指衛生掩埋、封閉掩埋、安定掩埋或海洋棄置事業廢棄物之行爲。

- (1) 安定掩埋法：指將一般事業廢棄物置於掩埋場，設有防止地盤滑動，沉降及水土保持設施或措施之處理方法。
- (2) 衛生掩埋法：指將一般事業廢棄物掩埋於不透水材質或低滲水性土壤所構築，並設有滲出水、廢棄收集及處理設施及地下水監測裝置之掩埋場之處理方法。
- (3) 封閉掩埋法：指將有害事業廢棄物掩埋於抗壓及雙層不透水材質所構築，並設有阻止污染物外洩及地下水監測裝置之掩埋場之處理方法。
- (4) 海洋棄置：指運送一般事業廢棄物至海域投棄或置放之處理方法。

● 最終掩埋場之安全防護

最終掩埋場(Completed Landfill)之封閉(Closure)或覆蓋(Cap)系統，包括彈性覆蓋層(Cap)系統，包括彈性覆蓋層(Flexible Membrane Caps)，地表水收集及移除系統，氣體控制層(Gas Control Layers)，生物障壁和植物被並可長期結合美學於最終掩埋場上。

典型的掩埋場橫斷面設計，符合 E.P.A.所建議之最低限度技術指引的要求。在剖面圖上端包括頂蓋(Cap)或覆蓋(Cover)，1 英尺厚的側邊排水溝，和至少 2 英尺厚之低滲透性土壤(黏土)。這三層系統亦包括一層(Optional)彈性頂蓋和(An Optional)氣體控制層。原先的 MTG 指引內尚需要一 20mm 厚的彈性膜頂蓋，但現在 EPA 已建議改成 40mm。



典型掩埋場橫剖面

● 彈性膜頂蓋

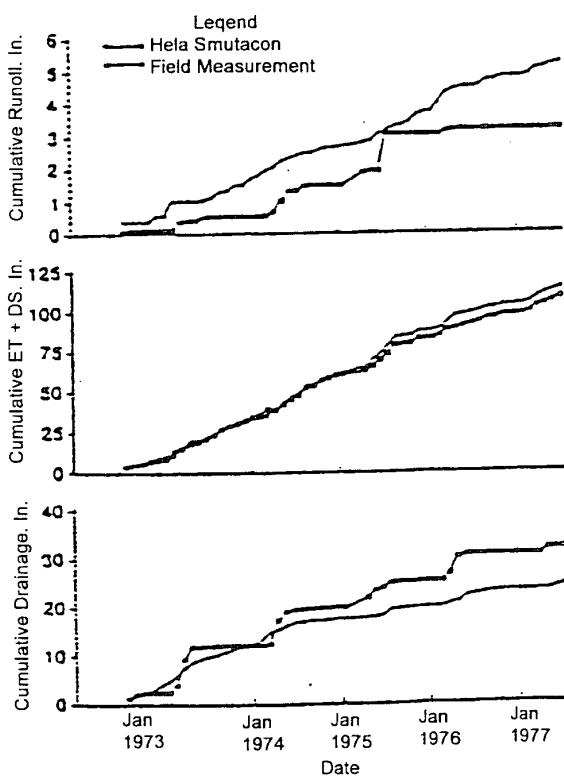
彈性膜頂蓋(FMCs)是置於低透水性黏土上，而在地面水收集和去除系統(SWCR)之外，FMCs 的功能首先在防止地面水進入掩埋場並增加排水層之效率。EPA 讓操作者自由選擇合成材的 FMC 以便更有效的使用在掩埋場上，在選擇材料上，操作者須留意彈性膜襯墊(Flexible Membrane Lines, FMLs)和 FMLs 間的差異。

跟 FML 不一樣的，FMC 通常並不暴露在滲出水中，故化學物的適合物並不會發生。薄膜覆蓋亦較 FMLs 有較正常（標準）為低的抗壓力(Stresses Acting)，因為 FML 通常承受掩埋的重量。FMCs 優點是它較容易修復(Repair)，因為 FMCs 較接近地表所致。FMCs 亦較 FMLs 具更大拉力以便固定(Settlement)廢棄物。

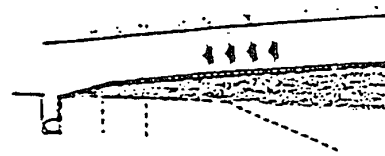
● 地面水收集及移除系統

SWCR 建在 FMCs 上面，其主要目的在於有系統的收集並移除任何滲漏水，地面水滲漏入排水層可利用 Hydrologic Evaluation of Landfill Performance (HELP)模式之水平衡公式計算設計。

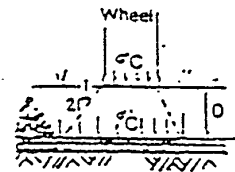
覆蓋的參數常會因大量滲漏水進入二次偵測系統(Secondary Detection System)及移除系統(Removalsystem)而造成錯誤，假如發生時需儘快予以補救。地表水的滲漏特別與不乾淨或有害廢棄物的設備有關，例如廢氣排放煙囪(Gas Vent Stacks)就可發現。故污染防治系統需設計以避免水之流入。



• Cover Stactly



• Puncture Resistance

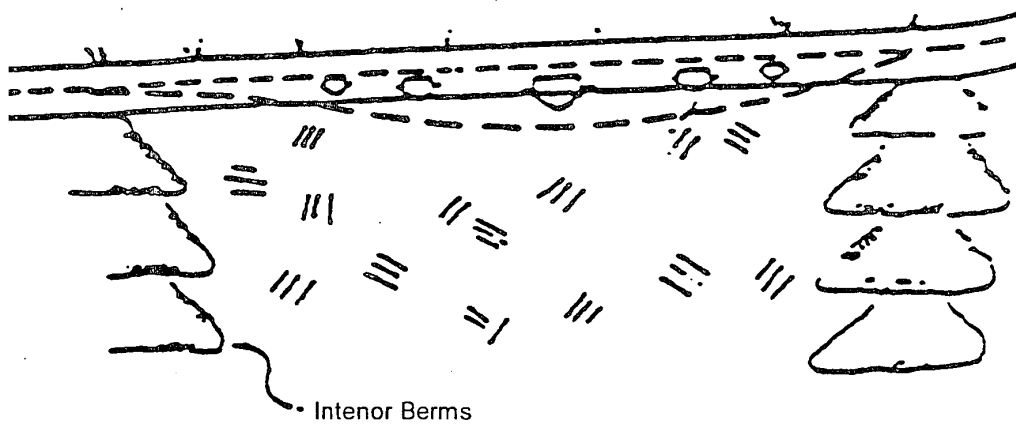


• Impact et Semement

HELP 模擬與實場量測的累計比較

在 FMC 上面設計 SWCR 系統時需考慮三點：

1. 覆蓋之穩定性
2. 抗刺穿
3. 封閉系統抵抗因沉陷而造成壓力的能力



SWCR 系統的考量

1. 覆蓋之穩定性

FMCs 支持 SWCR 系統的穩定性受排水層構成材料及其斜率的影響，在某些新設施中，排水層是 Geonet 置於 FMC 的頂端，二者間的摩擦係數將低於 8-10，如此低的摩擦力導致覆蓋層滑動。在紐澤西州 Meadowlands，這設施被構築於一個高丘上，其斜坡斜率比約 2：1，而為了確保薄膜(Membrane)可黏著於其斜坡上，FMC 兩邊都以地質網綁住。

2. 抗刺穿

FMCs 必須能抵抗結構物、岩石、樹(草)根，和其它自然現象引起的滲透。操作中的機具之通行會引起較嚴重的撕裂。將地質網置於薄膜可黏著於其斜坡上，而無論如何，地質網置於 FMC 和黏土間的組成，導致因 FMC 受穿透而增加滲漏。

3. 沉陷的影響

沉陷(Settlement)造成的影響是設計 SWCR 時相當重要的一環。有相當多的掩埋場(Facilities)在一年中就沉陷了 6 英尺，在多年後則沉陷 40 或更多英尺，例如紐澤西州的 Meadowlands 掩埋場建造為 95feet，沉陷了 40feet，最後重建至 135feet。均

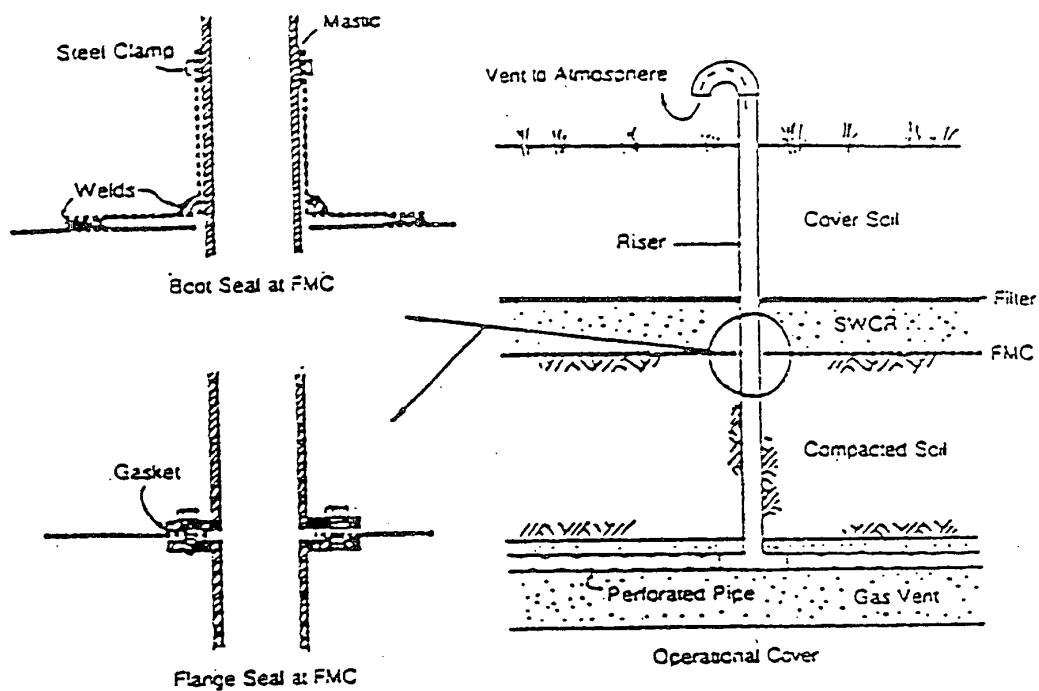
均的沉陷實際上對 FMC 的拉長和降低其拉是有利的。無論如何，假如廢棄物無法沉陷均勻一致，大都屬於隔離式的廢棄物槽(Cells)。

在加州一處封閉掩埋(Closure Site)中，牆有 8-foot 高的廢棄物轉運設備是建在高 130-foot 掩埋場上的 30-foot 深壕溝中。由於壕溝邊緣的拉力作用，此廢棄物轉運設施將會沉陷得較鄰近地區為快，電子拉力計(Electronic Extensometers)已被建議於檢驗黏土頂蓋(Clay Cap)和 FMC 的拉(張)力點。

即使邊緣的誤差相當大，沉陷仍可被預估。安全的商業化有害廢棄物掩埋場有最小的排水量，需小於 1.5%。目前一般較新的固體廢棄物掩埋場排水預估為 15%，而較老舊且無有系統的混合廢棄物設備將可使沉陷達到 50%。

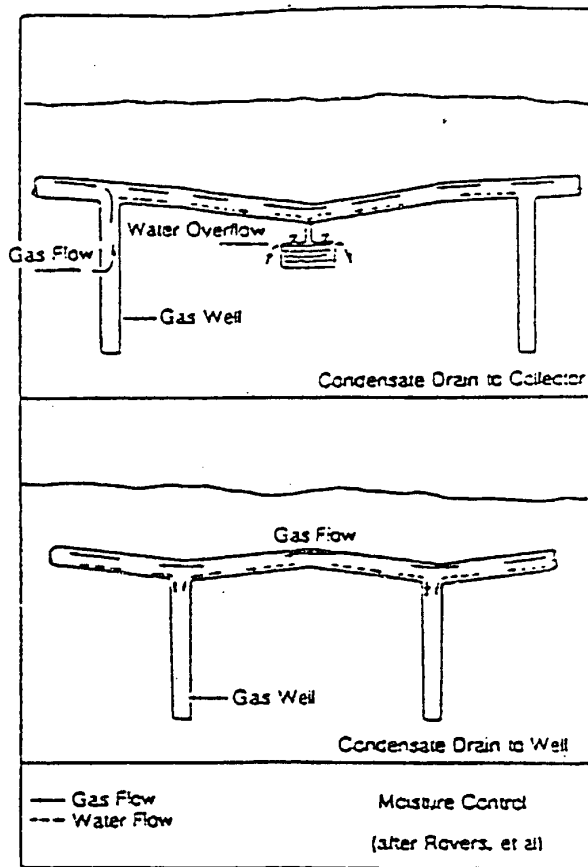
● 氣體控制層

氣體收集系統設置於有害廢棄物掩埋場之低透水性黏土層下方。掩埋場落成後僅收集有害廢棄物是相當新有之設施，而且在這些系統中氣體從未被檢測過，可能需要花費 40 年或更多的時間去發展最終有害廢棄物安全掩埋的氣體設施。因為氣體的長期影響結果尚未可知，而且花費極少，因此推介氣體收集系統的利用。

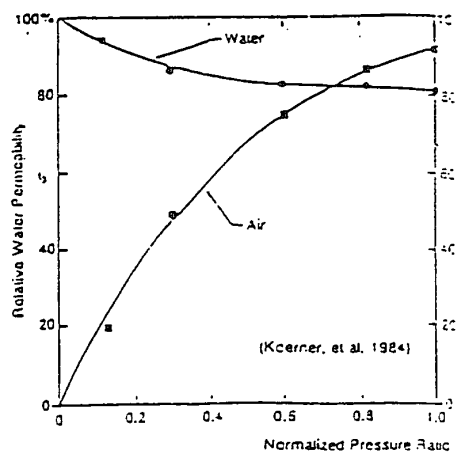


氣體排放管路系統

氣體排放管系統的細部，左邊的兩幅圖式表示腳封(foot seal)和翼槳(flange seals)設置在 SWCR 系統和 FMC 分界面的情況。必需保持排氣口(vent)操作的正確性，密閉系統(closure system)的斜率不可低於 2%，最好是 2-7%。氣體排放管有個潛在的問題存在，假如沒有好好保養維修，將導致地面直接經此排入掩埋場。



氣體收集系統中的集水方式

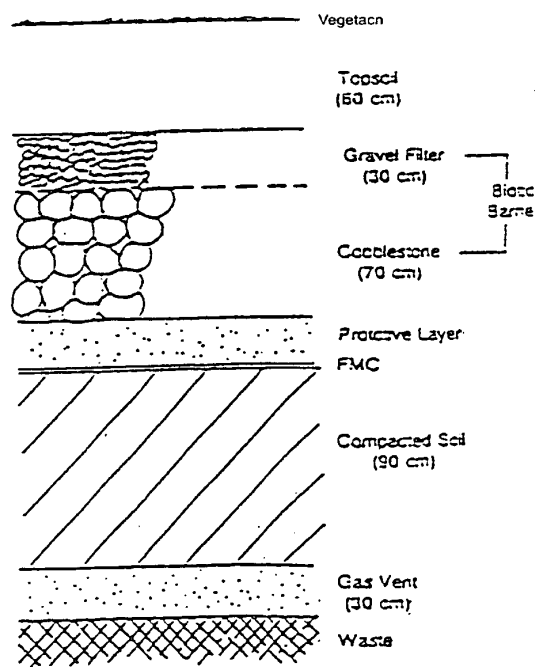


空氣和水在一針刺地質網中的傳輸情形

● 生物障壁

生物障壁乃是以礫石和岩石層組成以避免控（掘）土性動物侵入掩埋區域。此防制措施主要需環繞在頂蓋週圍，但在某些案例中，可能也需設在不透水層底部。動物一般並不會刻意去穿透 FMC，但牠們卻會使既有的洞變大，或撕裂已起皺的材料。

礫石濾層和鵝卵石構成的生物障壁設置在掩埋系統中，所建議的 1 米厚生物障壁除了極小的昆蟲外，可防止任何的穿透。生物障壁亦提供地面水收／集排水功能。生物障壁使用在頂蓋中之厚度可達 14 英尺，其中岩石直徑可達數英尺，這些障壁設計為可承受人類目前及未來的破壞。



選擇性的生物阻擋層

Where X' = 年風力浸蝕 Annual Wind Weoaion

I' = 田地粗糙係數 Dilws Eoufhnwaa Factor

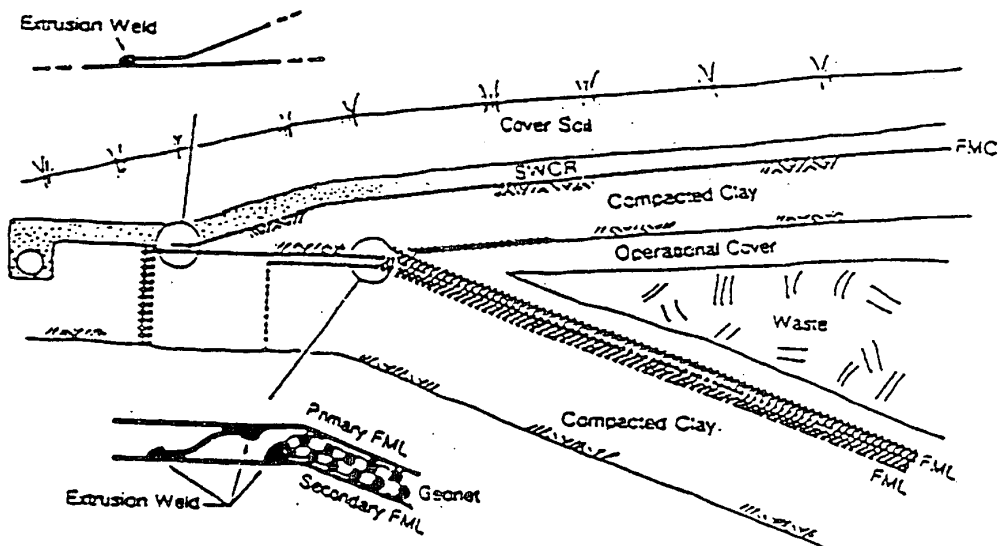
K' = 土壤抗蝕係數 Soil Erodibility Index

C' = 氣象因子 Climate Factor

L' = 田地長度因子 Field Length Factor

V' = 植被因子 Vegetative Cover Factor

目前有許多問題存在於維護(Maintaining)掩埋場頂端的耕作層，特別是在乾燥(Arid)或半乾燥區。



在 FML 與 FMC 接合處以溶焊方式處理的掩埋場橫剖面

六、有害事業廢棄物的營運管理

● 有害廢棄物集中處理設施營運管理架構

有害廢棄物集中式的代處理設施由於所接受廢棄物的來源和特性往往有極大的差異，因而需要一個良好的營運管理系統來確實地掌握廢棄物處理狀況，以求符合最經濟有效的處理方式和操

作條件，同時亦能合乎環保法規對運作安全和排放標準的要求。

一般有害廢棄物集中處理廠的管理體系，依照廢棄物進廠前後流程的運作，可概分為三個部分：

- 1.廢棄物接受單元
- 2.廢棄物貯存單元
- 3.廢棄物處理／處置單元

除了對各單元應訂立其管理的要求條件外，良好的有害廢棄物處理廠亦應對下列各狀況，訂立出明確的規範：

- 1.（接收廢棄物前）與委託處理者之間責任的釐清。
- 2.廢棄物處理後廠內外可能排放污染物的監測。
- 3.發生意外時以及廠區關閉後的安全因應措施。

由於各個有害廢棄物處理廠的規模大小、營運對象、處理方式等條件的差異，均可影響營運管理制度的訂定和施行的細節，不易一一分別詳述。因此，以下僅針對有害廢棄物集中處理廠運作過程中各步驟和單元應具備的管理制度，依照工作流程分別一一介紹。

●處理廠接收廢棄物之管制作業

廢棄物產生者將每批廢棄物送往集中處理廠之前，必須預先通知廠方管制中心（一般在 24 小時之前），管制中心再轉告入廠管制站及核驗分析實驗室，將該廢棄物的檔案資料準備好，以便廢棄物到達時可立即進行登錄和核驗作業。

廢棄物運送至處理廠時，應伴隨有下列資料：

- 1.遞送聯單(Manifest)——遞送聯單之目的除了便於由廢棄物產生者，透過運輸者到處理者中間每一轉交過程的清點和記錄外；環保單位亦可要求廢棄物產生者和處理廠分別申報送出及處理時段之清單，而達到廢物全程追蹤和管制之目的。
- 2.物質安全資料表(Material Safety Data Sheet; MSDS)——一般運送

清單上並不載明廢棄物之詳細物理化學性質及其應注意之安全事項，這些資料可由廢棄物產生者填具一份物質安全資料表(有害廢棄物產生者對於其經常產生之廢棄物，應備有此方面的檔案)：

- (1)物質名稱 (Material Identification)
- (2)物理性質 (Physical Properties)
- (3)危害性 (Hazard Properties)
- (4)反應性 (Reactivity Properties)
- (5)著火性及爆炸性資料 (Fire and Explosion Hazard Data)
- (6)健康危害 (Health Hazard Information)
- (7)特殊防護 (Special Protection Information)
- (8)處置建議 (Disposal Information)
- (9)其他 (Other Information)

因此物質安全資料表除了方便於廢棄物處理廠確認該筆廢棄物外，同時亦可提供運送和處理者應注意的安全防護措施和傾溢時之緊急處置步驟等。

- 3.特殊注意事項—對於有特殊安全顧慮之廢棄物，除了在物質安全資料表中記載外，廢棄物產生者並應將特殊安全措施另外載明，且在轉交廢棄物時告知運送者。如果廢棄物與合約中有差異，最好是能將其產生製程的說明一併附上，以方便處理廠做是否改變處理方式之研判。

送抵廠區的廢棄物，首先要進行進廠的例行檢查，其項目及工作內容包括：

- 1.接收區檢查人員立即查對送達廢棄物之運送聯單、裝載清單，符合者即予稱重、採樣，不符合之部分即予遣返。
- 2.檢查人員對標示不明或缺乏標示之廢棄物，若可由運送聯單、裝載清單加以辯明，則仍予接受，待稱重、採樣、印證分析完

妥證明無誤後，由處理廠再對其補行標示。

- 3.盛裝容器若有破損導致洩漏者，應先加以處理。
- 4.若廢棄物含有揮發性有機物，則在接收區為防範有機氣體溢散，需設置有機氣體偵測器。

通過檢查的廢棄物，立即由管制站登錄、稱重，並且由分析實驗室人員立即採樣，並進行簡單的核驗分析(Fingerprint Tests)。核驗分析的項目大致均登錄於該廢棄物的檔案資料中(由簽約之前的詳細成分分析資料篩選、判斷而訂立者)，特別值得注意的是這些分析工作均非常簡單，其目的是使廠方在最短時間內(通常要求半小時，最多不得超過一小時)以內，確定該廢棄物是否為雙方議定接受處理者。

參、感想與建議

“世上沒有無害之物質，但有無害之使用方法”，依此觀念既然我們無法拒絕工業化帶來的有害事業廢棄物，我們就必須正視面對它。因此，如何認識有害事業廢棄物並正確地予以清除處理乃是我們須面對的課題。

以下提出幾點建議：

- 將有害廢棄物的來源減量是首要的工作。
- 有害廢棄物的清除處理必需要有完整的措施及持續性推動的意念，不可頭痛醫頭，腳痛醫腳的短期治療。
- 任何環保措施的推行必須要有可行性，如果廠家花費設備成本過高，則反而會阻滯經濟的發展，值得深思。
- 政策的推行須有法源的依據，但有些環保法規過於嚴苛，有時往往還超過歐美先進國家，常招致民怨。

總之：不斷吸取最新科技技術及環保法規，並秉持工業減廢安全原則等考量下才能使得有害事業廢棄物的清除做最佳的處理。