

出國報告（出國類別：考察）

封閉掩埋場之規劃、 安全性評估及興建技術

服務機關：行政院環境保護署

姓名職稱：林志鴻 環境督察總隊專門委員

洪義昌 環境督察總隊技正

蘇奇英 環境督察總隊技佐

派赴國家：美國

出國期間：民國 95 年 10 月 14 日至 10 月 23 日

報告日期：民國 96 年 1 月 16 日

行政院及所屬機關出國報告書提要

公務出國報告提要

頁數：41

報告名稱：封閉掩埋場之規劃、安全性評估及興建技術

主辦機關：行政院環境保護署

出國人員：

林志鴻 行政院環境保護署 環境督察總隊 專門委員

洪義昌 行政院環境保護署 環境督察總隊 技正

蘇奇英 行政院環境保護署 環境督察總隊 技佐

出國地區：美國

出國期間：民國 95 年 10 月 14 日至 10 月 23 日

報告日期：民國 95 年 1 月 16 日

分類號/目：

內容摘要：本次赴美考察係依據本署執行 2006 年「台美環保技術合作協定」第 7 號執行辦法辦理，考察主要目的係為瞭解美方在『封閉掩埋場址土地再利用之規劃、安全性評估及建築興建技術』發展現況，並探討引進我國運用之可行性，俾供我國借鏡引進相關法令規範及工程技術之參考。本署參訪成員為環境督察總隊 3 人，於 95 年 10 月 14 日至 10 月 23 日期間拜會洛杉磯市公共設施部衛生局及美國環保署第九分署，並拜訪 SCS Engineers 公司，及參訪美國加州洛杉磯與舊金山地區垃圾掩埋場操作及掩埋場封閉後復育與再利用情形。本報告內容除蒐集各實場之掩埋場操作、封閉、復育與再利用技術，及瞭解美國最新之掩埋場封場、復育與再利用之情形外，並針對美方於掩埋場封閉再利用之規劃、安全性評估及興建技術與台灣現況進行比較與探討，以及提出建議供國內規劃掩埋場復育再利用參考。

目錄

第一章 前言	2
一、考察目的	2
二、考察內容	2
三、考察行程	2
第二章 參訪及拜會過程	5
一、拜訪 SCS Engineers 公司	5
二、參觀 Huntington Beach Central Park Sports Complex 封閉掩埋場再利用情形	6
三、參觀 Mountaingate Gas Plant 沼氣處理廠及封閉掩埋場再利用情形	9
四、參觀 Industry Hills Recreation Center 封閉掩埋場再利用情形	12
五、參觀 BKK 掩埋場封場工程及操作維護情形	14
六、拜訪洛杉磯市公共設施部衛生局	17
七、參觀 Bishop Canyon 封閉掩埋場再利用情形	18
八、拜訪美國環保署第九分署	20
九、參觀 Redwood Landfill 封閉掩埋場再利用情形	22
十、參觀 Colma Landfill 封閉掩埋場再利用情形	23
十一、參觀 West Contra Costa Sanitation Landfill 掩埋場封場工程	25
第三章 美方與台灣現況綜合比較分析	28
第四章 考察心得及建議事項	40
附錄一 其他參訪照片	
附錄二 參訪及拜會資料	

第一章 前言

一、考察目的

本次赴美考察係依據本署執行 2006 年「台美環保技術合作協定」第 7 號執行辦法辦理，考察主要目的係配合本總隊執行「推動垃圾零廢棄工作－環保設施復育」需要，爲了瞭解美方在『封閉掩埋場址土地再利用之規劃、安全性評估及建築興建技術』發展現況及實例考察，並探討引進我國運用之可行性，俾供我國借鏡引進相關法令規範及工程技術，以運用到本總隊規劃補助各縣市封閉掩埋場址土地再利用工程計畫，達到創造封閉掩埋場址後續經濟價值。同時配合本署『垃圾處理方案之檢討與展望』政策，考察封閉掩埋場址土地再利用之可行技術，運用到各垃圾掩埋場永續經營發展，俾使土地資源有效利用。

二、考察內容

1. 研習考察『封閉掩埋場址土地再利用之規劃、安全性評估及建築興建技術』；並擇定應用之封閉掩埋場址參訪實地見習，並探討其運用之可行性或適當解決方案。
2. 拜會美國政府部門舉行政策管理及技術經驗交流討論，以借重美方經驗。
3. 考察參觀其他美國相關技術廠商，蒐集現有或研發中之相關技術經驗。
4. 收集及引進相關技術規範資料，以供我國相關制度參考。

三、考察行程

日期	行程	內容摘要	接待陪同人員	備註
10/14(六)	台北至洛杉磯	啓程		
10/15(日)	洛杉磯	抵達美國		
10/16(一)	洛杉磯	1. 拜訪SCS Engineers公司 2. 參觀Huntington Beach Central Park Sports Complex封閉掩埋場再利用情形	1. David Ross及 Ken Ayster 2. Ken Ayster	
10/17(二)	洛杉磯	1. 參訪Mountaingate Gas Plant 沼氣處理廠及封閉掩埋場再利用情形 2. 參觀Industry Hills Recreation Center封閉掩埋場再利用情形 3. 參觀BKK掩埋場封場工程及操作維護情形	1. Michael P. Murphy 2. Michael P. Murphy 3. Ken Ayster	
10/18(三)	洛杉磯至舊金山	1. 拜訪洛杉磯市公共工程部衛生局之廢棄物處理官員，瞭解掩埋場操作、復育及再利用相關法令 2. 參觀Bishop Canyon封閉掩埋場再利用情形	1. Kelly Gharios 2. Kelly Gharios	
10/19(四)	舊金山	拜訪美國環保署Region 9辦公室會見風險評估、場址再利用及Superfund計畫相關人員	Ms. Melanie R. Blaha、Patrick Wilson、Steve Wall、Latha Rajagopalan、Pankaj Arora、陳憲章	
10/20(五)	舊金山	1. 參觀Redwood Landfill封閉掩埋場再利用情形	1. 自行參訪 2. 自行參訪	

		2. 參觀Colma Landfill封閉掩埋場再利用情形 3. 參觀West Contra Costa Sanitation Landfill掩埋場封場工程	3. Joe Muller	
10/21(六)	舊金山	資料整理		
10/22(日)	舊金山至台北	資料整理及返台		
10/23(一)	台北	抵達台北		

第二章 參訪及拜會過程

一、拜訪 SCS Engineers 公司

(1) 日期：95 年 10 月 16 日（一）

(2) 參訪地點：SCS Engineers 公司，位於 3900 Kilroy Airport Way, Suite 100, Long Beach, California

(3) 接待人員：資深副總裁 (Senior Vice President) David Ross 以及副總裁 (Vice President) Ken Ayster

(4) 參訪內容：

本次參訪美方在『封閉掩埋場址土地再利用之規劃、安全性評估及建築興建技術』發展現況及實例考察，透由美國環保署洽詢 SCS Engineers 公司同意協助辦理，考察行程於 95 年 10 月 16 日展開第一天參訪活動，SCS Engineers 公司(以下簡稱 SCS 公司)資深副總裁 David Ross 先生及副總裁 Ken Ayster 先生，於 SCS 公司會議室進行會面，並由 Ken Ayster 針對美國廢棄物處理處置現況及掩埋場復育進行簡報說明(圖 1)。

SCS 公司之業務主要涉及固體廢棄物管理及工程、場址環境調查、工程服務及能源回收等方面，從事之計畫包括褐地調查、AAI 調查、場址環境評估、儲槽規劃設置之環境工程計畫，掩埋場設置、掩埋場封場、滲出水處理、沼氣處理再利用之工程規劃、設計等固體廢棄物處置及統包工程相關計畫，及掩埋場設施、能源回收設施之操作、管理及維護等能源回收計畫。

SCS 公司在固體廢棄物方面所提供之服務包括：

1. 掩埋場設置工程：選址、設置、許可申請、水文及地工調查、生物反應器、掩埋場封場、封場後維護等。
2. 掩埋場沼氣控制及回收：沼氣監測、沼氣逸散及臭味控制、能源回收等。
3. 資源回收廠及轉運站：資源回收設施規劃設計、堆肥、資源回收物銷售途徑規劃、招標等。

SCS 公司在沼氣處理及回收方面具有 30 年以上之經驗，執行之相關計畫在 100 件以上且遍佈美國、歐洲、韓國、大陸等世界各地，包括沼氣處理及回收設施之規劃、許可申請、調查、設計、建造及操作維護等相關工作。此外，亦承包許多大型沼氣發電廠之操作維護工作，相關經驗豐富。在掩埋場土地開發利用方面，SCS 公司亦有專門之部門從事整治及褐地開發計畫、責任移轉、規劃設計等，以整合不動產開發、場址更新及風險移轉，提供綜合之解決方案。



圖 1 與 SCS Engineers 公司人員會談情形

(5) 參訪心得：

- 1.SCS Engineers 公司在掩埋場封閉再利用之規劃、安全性評估及興建技術相關經驗豐富，後續本署將研議就本次參訪項目，邀請美方專家來台舉行技術研討會，屆時建議邀請該公司派專家與會共襄盛舉。
- 2.本次參訪考察，美國環保署洽詢 SCS Engineers 公司協助，SCS Engineers 公司 David Ross 先生及 Ken Ayster 先生，於考察行前的密切聯繫以及在美國行程的細心安排，使本次參訪考察順利進行，對於美方接待人員的專業與熱誠，讓人印象深刻。

二、參觀 Huntington Beach Central Park Sports Complex 封閉掩埋場再利用情形

(1) 日期：95 年 10 月 16 日（一）

(2) 參訪地點：Huntington Beach Central Park Sports Complex，位於 City of Huntington Beach，California

(3) 所有人：Orange County

(4) 接待人員：Ken Ayster

(5) 參訪內容：

95 年 10 月 16 日下午，於 SCS 公司聽完簡報及討論後，由 SCS 公司副總裁 Ken Ayster 陪同，前往位於洛杉磯郡南方 Huntington 市之 Huntington Beach Central Park Sports Complex 運動公園，該運動公園原為一露天堆置及燃燒廢棄物之廢棄物棄置場址，於荒置多年，經過復育及開發後，目前為一個包含棒球場、足球場、兒童遊戲區、販賣區、綠地、大型停車場之開放式運動公園(圖 2 及圖 3)，依再利用設施則分為 3 區，目前由 City of Huntington Beach 營運，相關球場及設施開放出租：

第 1 區：棒球場、足球場、兒童遊樂場、販賣區、洗手間等設施。

第 2 區：停車場、溜冰場、打擊練習場、綠地等。

第 3 區：另外之棒球場、足球場、兒童遊樂場、販賣區、洗手間等設施。

該場佔地約 18 公頃，遠久前為農牧地區，後來部分被用為建築廢棄物分選場、Orange County 下水道工程處分處辦公室、道路施工機具之堆置場及掩埋場。該場址露天堆置及燃燒廢棄物已有 30 年以上之歷史，主要為橘郡(Orange County)政府自 1947 至 1956 年傾倒、堆置及燃燒廢棄物之場所，後來改善為正常覆土之垃圾場，至 1962 年封場時，官方紀錄共棄置了約 110 萬立方碼之廢棄物，主要分為 2 區，分別為家庭垃圾及建築廢棄物棄置區。該場址土地經過多年的荒廢，於 2000 年左右，開始進行污染控制及土地開發作業。

該掩埋場因年代久遠，沼氣產生量已不具開發經濟效益，但由於美國現在的空污法規不允許沼氣未經處理直接排放於大氣中，故仍需將沼氣收集處理。因此，該場址目前共設置約 20 口之沼氣抽氣井(圖 4)，以主動式收集系統收集廢棄物分解產生之沼氣，經活性碳吸附後，排放至大氣中(圖 5)。垃圾滲出水則是以設置於場區內最低點之抽水井及抽水泵浦，以一個月 1 次之頻率抽取滲出水，將滲出水輸送至設置沼氣處理設備區域之儲槽後，再以槽車運送至污水處理廠處理。



圖 2 Huntington Beach 運動公園



圖 3 運動公園內設施



圖 4 沼氣抽氣井

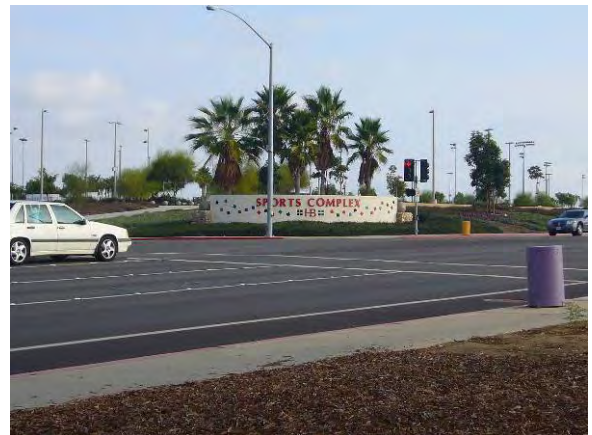


圖 5 沼氣處理設施

(6) 參訪心得：

1. 該場原址實為任意傾倒垃圾及露天燃燒之棄置場，經相關政府單位合力開發及維護後提供民眾一個景色怡人的綜合休閒場所，令人贊嘆；其再利用設施包括棒球場、足球場、兒童遊戲區、販賣區、綠地、大型停車場之開放式運動公園，可見掩埋場封閉復育後，場址是可以多樣化再利用的；相較台灣垃圾掩埋場封閉復育後之再利用，目前大多仍僅限以綠地或棒球場規劃，或許經過多年土地沉降穩定化後，未來掩埋場區可以評估參考以多樣化再利用方式，展現新風貌。

2. 該場因年代久遠，沼氣量已不足開發，惟美國現在的空污法規不允許沼氣直接排放，故需將沼氣收集處理。反觀台灣垃圾掩埋場除少數幾場大型掩埋場沼氣量大，採沼氣發電再利用方式外；大多掩埋場規模小，沼氣量不大，沼氣多經沼氣井（管）收集後直接自然排放至大氣，或有較大掩埋場沼氣量多而採點火燃燒方式，應注意安全問題。



3. 該場垃圾滲出水抽取後輸送至設置沼氣處理設備區域之儲槽後，再以槽車運送至污水處理廠處理；即此場封閉已達 40 年，經復育綠美化後，其滲出水仍需妥善處理。此與本署台灣垃圾處理後續計畫推動垃圾掩埋場滲出水集中處理模式相似，也顯示設置垃

圾滲出水集中處理廠有其必要性。

三、參觀 Mountaingate Gas Plant 沼氣處理廠及封閉掩埋場再利用情形

- (1) 日期：95 年 10 月 17 日 (二)
- (2) 參訪地點：Mountaingate Gas Plant，位於 Los Angeles, California
- (3) 所有人：SCS Renewable Energy
- (4) 接待人員：Michael P. Murphy
- (5) 參訪內容：

95 年 10 月 17 日(二)上午，由 SCS 公司計畫經理 Michael Murphy 陪同前往 Mountaingate Gas Plant，Mountaingate Gas Plant 為一座掩埋場沼氣收集處理及輸送廠(圖 6)，座落於洛杉磯市北方 405 號州際公路旁，Mountaingate 掩埋場於 1975 年停止運作，整個 Mountaingate 區域約有 8 個山谷地，其中 4 個山谷地被用來作為掩埋場使用，掩埋場面積約 315 英畝，掩埋約 2,100 萬噸之廢棄物。該掩埋場目前已被開發作為設有 27 洞之標準高爾夫球場(為 Mountaingate country club 所擁有)，球場周圍為高級住宅區，所有住宅區均建於緊鄰原掩埋之周界外，高爾夫球場內則可看見因垃圾分解之沉陷所導致之路面不均勻塌陷現象(圖 7 及圖 8)。

該沼氣回收廠位於場區高爾夫球場山坡東側下方之公路旁，目前 Mountaingate Gas Plant 每日收集約 500 萬立方英尺之沼氣，沼氣收集後經多次去除水份及去除其它不純物質之程序後，將 1,400scfm 的壓縮沼氣，以 5.5 英哩之管線輸送至加州大學洛杉磯分校(University of California, Los Angeles, UCLA)之氣電共生廠，供應 UCLA 之沼氣甲烷成份為 47%，壓力為 50-60psi，沼氣與天燃氣混合後，可供內燃渦輪發電機(Combustion Turbine Generator)進行發電，該發電廠之發電容量為 40 百萬瓦。該發電廠將 35%之燃料以沼氣取代天燃氣，每年省下約 25 萬美元之燃料費。

掩埋場內之沼氣收集設備分為能源回收井及沼氣流動控制井，內容如下(圖 9~圖 12)：

1. 能源回收井

- (1) 120 支垂直沼氣收集井，平均深度約 80 英尺。
- (2) 監測井口徑為 8 英吋至 36 英吋。
- (3) 沼氣井之材質為 HDPE。
- (4) 每口井之平均流量為 30CFM，最大流量為 200CFM。

(5) 收集沼氣成份為 55%、甲烷 42%、二氧化碳 2%、氮<1%氧。

2. 沼氣流動控制井

(1) 130 支垂直沼氣收集井，平均深度約 80 英尺。

(2) 監測井口徑為 8 英吋至 12 英吋。

(3) 沼氣井之材質為 HDPE。

(4) 每口井之平均流量為 30CFM。

(5) 收集沼氣成份為 25%、甲烷 35%、二氧化碳 25%、氮 5%氧。

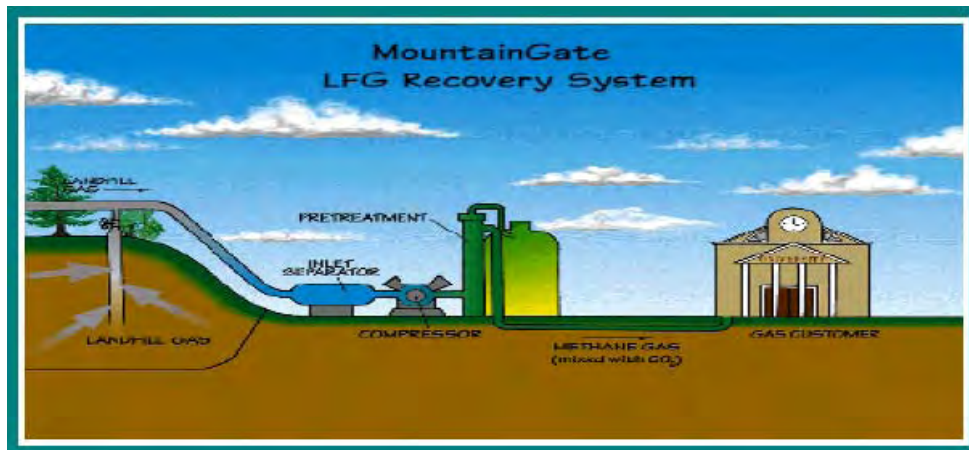


圖 6 Mountaingate 沼氣收集、處理及輸送示意圖

Mountaingate 沼氣收集處理及輸送廠之所有人為 SCS Renewable Energy，由 SCS 公司支付掩埋場之所由人權利金，取得沼氣收集及再利用之開發權利，再由 SCS 公司將處理後之沼氣售予 UCLA，UCLA 為本沼氣收集處理及輸送廠之唯一客戶。廠內主要設備包括下列：

1. 2 部 450 匹馬力、100 psi 壓力之沼氣壓縮機。
2. 去除水氣之熱交換器。
3. 專利化學溶液去除硫化氫、非甲烷有機物之之化學洗滌塔後，再以活性碳純化。
4. 前項化學溶劑再生之氣滌塔 (Stripper Tower)，不純物送至 1,800°F 燃燒塔燃燒。
5. 廢水處理設施進行有機物分離及 pH 值調整。

該廠目前由 SCS 公司負責處理廠及管線之操作及維護、相關環保許可之取得、與 Mountaingate country club 間之協調溝通及與 UCLA 氣電共生廠之配合等工作。



圖 7 垃圾沉陷所導致路面不平



圖 8 掩埋場再利用為高爾夫球場
與相鄰高級住宅區



圖 9 沼氣純化設施



圖 10 沼氣處理設施



圖 11 沼氣燃燒塔



圖 12 沼氣處理設施

由於沼氣回收利用與其經濟效益密切相關，亦即與處理及再利用之成本有關，因此，該廠對於沼氣成份的變化，如甲烷、二氧化碳、氫、氮、氧之含量必須密切監測，其中氧氣含量為最主要之指標，通常含量應在 0.1%以下。遇到沼氣成份異常時，則必須檢查掩埋場之沼氣收集系統是否發生故障或洩漏，例如當氧氣成份過高時，表示收集系統發生洩漏，因此當沼氣中氧含量大於 0.5%時將啟動警告，如達 1.0%時則必需停機。據沼氣收集處理及輸送廠之管理人員表示，該場已運作超過 20 年時間，目前沼氣產量及品質仍然穩定，尚能操作很久一段時間。

(6) 參訪心得：

1. 該廠已運作操過 20 年，目前沼氣量仍然穩定，尚能操作很久，故以掩埋場沼氣發電是一個很好的再生能源，但與操作人員會談發現，要具有經濟效益才是長遠之道，亦即掩埋場規模要達一定要求，如垃圾量及掩埋深度等條件須符合，才能夠長期產出足量之甲烷氣，否則發電設備之投資並不足以回收、不符經濟效益。
2. 該掩埋場目前已被開發作為標準高爾夫球場，且球場周圍為高級住宅區，建於緊鄰原掩埋之周界外。可見由昔日的掩埋場轉型變身為高爾夫球場，亦可為掩埋場封閉復育後另外型態之多樣化再利用；而高級住宅區因掩埋場復育綠化成效而鄙鄰掩埋場周界建設，相較台灣垃圾掩埋場封閉復育後之再利用，現址多僅為植生綠地且無住宅情形大不相同，值得政府在加強垃圾掩埋場復育綠化成效及規劃土地再利用的工作上檢討與思索。另高爾夫球場內可看見因垃圾分解之沉陷所導致之路面不均勻塌陷現象，以本場已封閉達 30 年仍有此種情況。是以，日後台灣掩埋場進行復育綠化工程時，沉陷所導致塌陷，在規劃設計施工應特別注意納入考量。

四、參觀 Industry Hills Recreation Center 封閉掩埋場再利用情形

(1) 日期：95 年 10 月 17 日（二）

(2) 參訪地點：Industry Hills Recreation Center，位於 One Industry Hills Parkway, City of Industry, CA 91744

(3) 接待人員：Michael P. Murphy

95 年 10 月 17 日中午，由 SCS 公司計畫經理 Michael P. Murphy 陪同前往 Industry Hills Recreation Center，該區域已被開發為一結合 400 間客房飯店、餐廳及高爾夫球場等設施之休閒中心(圖 13 及圖 14)，該休閒中心原為一座於 1970 年代中期封閉之掩埋場，該掩埋場之許可掩埋容量 100 萬噸，休閒中心中之 2 座高爾夫球場、1 座網球中心及停車場與部份建於掩埋場之上，復育後與週遭整體規劃為休閒保護區，正式名稱為【The Industry Hills Civic-Recreation-Conservation Area】，該開發案亦獲得 1981 年該市之傑出工程獎。

該場址復育部分重點在沼氣回收及綠地灌溉及防洪，沼氣回收及處理設施包括沼氣發電機(圖 15)、燃燒塔、30 座沼氣回收井，並於停車場及洗衣廠各設 4 個沼氣控制井，尖峰供氣 300-400scfm 之 42-45%甲烷，作為沼氣發電機或鍋爐之燃料，提供飯店及相關休閒設施之電力、熱水及暖氣來源。該場之沼氣發電機為 2 部容量各 1MW 之內燃機發電機。由於該場址歷史較久，沼氣成份之甲烷含量較低，須混合天然氣才能進行發電，然加州地區之天然氣依季節不同而有變動，冬季價格較高，於冬季進行發電將不符合成本效益，故該場址沼氣發電設備僅於每年夏季進行操作約 6 個月，其餘時間以燃燒塔處理。另全場均設置有沼氣監測系統提供安全保障。

由於掩埋場可能有沼氣逸散之情形，故於該休閒中心之飯店門口貼有警告標示，說明該場所可能會有可偵測到之可能導致癌症、生育毒性之有害氣體(圖 16)。



圖 13 高爾夫球場



圖 14 高爾夫球場



圖 15 沼氣發電機

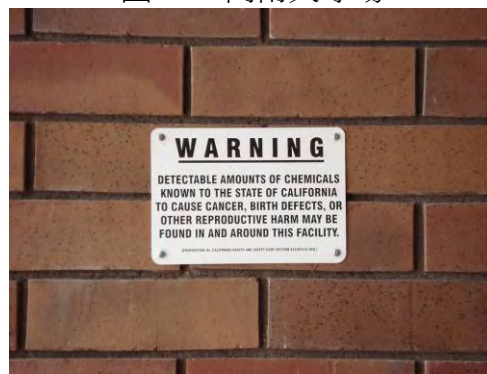


圖 16 飯店門口告示牌

(4) 參訪心得：

1. 該場於參訪相關沼氣回收設備時，發現儀表顯示並未供應飯店等相關設施，經洽陪同人員表示，該場因已封閉 30 年，沼氣產生量已逐年下降，每年只能使用 6 個月，所以參訪時沼氣係由燃燒塔處理。亦即掩埋場沼氣量會逐年下降，但仍需收集處理而非自然排放，應為符合空污法令規定。

2. 由於掩埋場可能有沼氣逸散之情形，參觀飯店時發現外面走廊貼有邊長 45 公分以上之警告牌，內容略為加州政府知曉本設施內部及周邊，有可偵測量的化學物質，可能導致癌症、或具生育及生殖毒性，警告牌貼示應為符合衛生安全法規，而該休閒中心也能配合貼置警告標示，不因營利而隱瞞顧客實情的作法，可供日後台灣掩埋場封閉復育土地再利用，地上建物設施安全規範之參考。

五、參觀 BKK 掩埋場封場工程及操作維護情形

- (1) 日期：95 年 10 月 17 日 (二)
- (2) 參訪地點：BKK；2210 South Azusa Avenue in West Covina., California
- (3) 接待人員：Ken Ayster
- (4) 參訪內容：

95 年 10 月 17 日(二)，由 SCS 公司副總裁 Ken Ayster 先生陪同前往 BKK 掩埋場(圖 17)。BKK 掩埋場面積約 233 公頃，包含約 76 公頃之 Class I 及約 68 公頃之 Class III 等二類型的掩埋場，Class I 掩埋場操作時間為 1972 年至 1987 年，大約有 340 萬噸之液體及固體有害廢棄物掩埋於此，另 Class III 掩埋場(圖 18)操作時間為 1987 年至 1996 年，掩埋一般廢棄物。

BKK 掩埋場為一私人掩埋場，為 BKK Corporation 所擁有，該場址封場後之維護曾因資金短缺面臨無法持續之情形，當時為解決該掩埋場無法繼續維護之問題，經過與 BKK Corporation 一年時間之協商，並在州及聯邦機構協助下，West Covina 市社區發展委員會(City of West Covina Community Development Commission)於 2003 年 7 月購買掩埋場用地中尚未進行掩埋之 92 公頃土地，準備開發購物中心及運動休閒設施，並由美國 EPA 及州政府保證 BKK 場址之污染控制及監測將由政府督導 BKK 公司執行下；BKK Corporation 藉由取得之資金將可持續正常封閉掩埋場，並移除污染及整治區外之受污染地下水。此外，West Covina 市並與環保署簽訂購買者協議(Prospective Purchaser Agreement, PPA)，係政府不會因購買該筆土地而須負擔該場址污染之責任，相關污染責任仍為原土地所有人 BKK Corporation 所應負擔。

BKK Corporation 於 2004 年 10 月日又再通知加州毒物管制局(Department of Toxic Substance Control)因財務問題，於 11 月 17 日後已無足夠資金以繼續進行封場維護、沼氣與滲出水處理及執行 Class III 掩埋場之封場工程，遂由加州毒物管制局於 11 月

18 日啓動緊急應變機制(Emergency Response Action)，聘請 Engineering Remediation Resources Group(ERRG)公司執行沼氣及滲出水處理之操作維護工作，並由加州毒物管制局駐場監督。隨後並依據掩埋場之操作營運紀錄，追查可能責任者(Potentially Responsible Parties)，經過州政府與可能責任者之多次協商及協議內容修訂，最後於 2006 年與 27 家交付廢棄物至掩埋場之主要可能責任者及 1 處政府機構達成協議(Consent Decree)並經由法院認可，負責該協議生效後 2 年內之維護工作及財務支援。目前由 27 家廠商聘請 SCS 公司係擔任顧問公司負責監督監測作業執行、處理設施操作及維護，接續 ERRG 公司於本廠之工作，所有原 ERRG 公司聘用於本廠之員工均移轉給 SCS 公司，以確保場址之維護工作運作正常。

該場址之沼氣收集系統、滲出水收集系統及雨水排水系統設置完善，沼氣處理設施包括蒸氣渦輪發電機、內燃機渦輪發電機及燃燒塔等(圖 19)，並設置有滲出水處理廠(圖 20)。而由於該掩埋場因早期收置液態之有害事業廢棄物，目前場區周界之地下水及空氣中已偵測出致癌性之毒性化學物質「氯乙烯」，並有向場區外移動之趨勢，故場內亦設置抽水井，以建立水力梯度將污染物侷限於場區內。

參訪時該場區正進行部分沼氣管線及滲出水管線之更換，因該場區設置相當早，部分管線材質為 PP 材質，已開始劣化，目前改由 PVC 管線替代(圖 21 及圖 22)。此外，該場址正執行的最大和最複雜的改進計畫之一，是維修和更換部分雨水截流系統，由於該掩埋場已有相當久之歷史，經年累月下許多管道系統的品質下降並且需要維修或更換。此系統係由數千英尺的管道組成，將降雨從垃圾掩埋場排出，以防止及保護有害廢棄物掩埋場之最終覆土層受到腐蝕，並減少降雨滲流到垃圾掩埋場中。

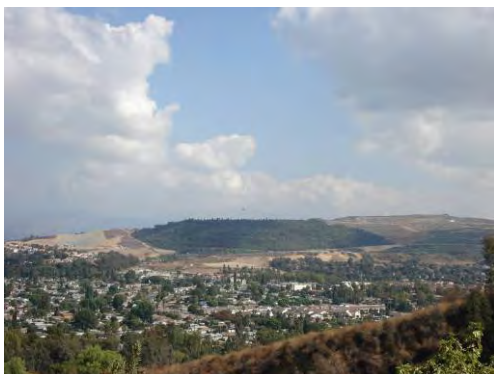


圖 17 BKK 掩埋場全景



圖 18 Class III 掩埋場



圖 19 沼氣處理及發電設施



圖 20 滲出水處理設施



圖 21 沼氣收集井及管線



圖 22 沼氣收集井及管線

(5) 參訪心得：

1. 該場目前因 BKK 公司已表明無經費可維持後續操作，實由州政府接管中，據陪同之 SCS 公司人員表示，州政府其實係找來當初委託 BKK 處理有害廢棄物的公司，由他們出錢負擔後續之操作、維護、整治、監測費用。另據陪同之 SCS 公司人員表示，美國現行法令規定掩埋場所有人需提撥封場後 30 年之監測維護基金，該場因設置年代較早，才會發生這種狀況，近年新設之掩埋場應較不易發生目前此種需由政府接手善後之情況。此種封場後監測維護基金的作法，值得台灣政府對於私設事業廢棄物掩埋場之管制參考。
2. 該場在州及聯邦機構協助下，將掩埋場用地中尚未進行掩埋之土地，準備開發購物中心及運動休閒設施，前提為由美國 EPA 及州政府保證 BKK 場址之污染控制及監測執行；可見垃圾掩埋場封閉復育後，其臨界土地再利用亦能規劃開發購物中心，惟仍需掩埋場先做好有效管控場址污染作業，讓民眾有信心投資。

六、拜訪洛杉磯市公共設施部衛生局(Department of Public Works, Bureau of Sanitation)

(1) 日期：95年10月18日(三)

(2) 參訪地點：洛杉磯市公共設施部衛生局，位於 1149 S Broadway, Suite 900, Los Angeles, CA 90015

(3) 接待人員：Kelly Gharios

(4) 參訪內容：

95年10月18日上午前往位於洛杉磯市中心之洛杉磯市公共設施部衛生局辦公室，由固體資源處理及建造組(Solid Resources Processing and Construction Division)之部門主管人員(Assistant Division Manager) Kelly Gharios, P.E 先生參與會談。會談之內容包括加州掩埋場之法規、洛杉磯掩埋場封閉再利用之案例及垃圾處理方式，摘要如下：

1. 掩埋場法令規定及再利用現況

依加州法令規定，掩埋場可分為二種類型，分別為 Class I 及 Class III，Class I 為有害廢棄物掩埋場，歸類為有害廢棄物管理設施(Hazardous Waste Management Facility, HWMF)，由加州毒物管制局(DTSC)核發許可，另 Class III 為都市廢棄物掩埋場。目前洛杉磯市議會已決議不再設置掩埋場，所收集之垃圾將以轉運之方式運送至 300 公里外之郊區掩埋場處理，轉運之方式將規劃以火車作為轉運車輛。

美國法令規定掩埋場封場後，須持續至少 30 年之場址維護及處理沼氣與滲出水處理，30 年後再視實際情形減低維護之要求，因此，掩埋場與操作營運期間，並須定期提撥經費，作為封場後續處理之經費，該筆經費係以專用戶頭或信託基金之方式，不得任意動用。因此，類似洛杉磯郡之 BKK 掩埋場因原所有人破產而無法維護之情形已較少見，惟當公有之掩埋場因無確實提撥經費導致未來封場後之維護工作無法執行，州政府仍有義務必須介入處理。

目前洛杉磯市主要 6 座已封閉掩埋場，其中一些已完成再利用之開發，其他則進行污染控制中，但均有規劃未來再利用之方向，其封閉後再利用之方式包括低密度使用之開放空間及綠地、沼氣發電、多功能運動休閒空間、野餐區、工業及商業園區等。

2. 垃圾處理方式

洛杉磯市之垃圾處理係以衛生掩埋為最主要之方式，隨著位於市內之掩埋場近幾年內陸續飽和而停止運作，因此，市政府亦努力尋求置新的掩埋場及其他垃圾處理方式，由於市議會及民眾之反對，洛杉磯市政府已決定不在於其行政區內設置新的掩埋

場，而以垃圾轉運之方式處理轄區內所收集之垃圾，目前垃圾係以貨櫃裝填之方式，由火車運送至洛杉磯東方約 320 公里外之掩埋場，目前加州境內日前有 2 個掩埋場取得許可經由鐵路接收廢棄物。以火車進行垃圾轉運之方式，必須結合交通基礎建設之發展，稱之為” Waste-by-Rail” 計畫。發展” Waste-by-Rail” 計畫首先必須於全市設置資源回收設施及轉運站(圖 23)，經由資源回收設施將可回收物質、有害物質等不可接受廢棄物移除後，剩餘垃圾裝置於轉運貨櫃中，貨櫃再由卡車運送至火車貨櫃場(圖 24)，以火車將裝有貨櫃之垃圾清運至郊區之掩埋場。



圖 23 垃圾轉運站



圖 24 轉運貨櫃場

(5) 參訪心得：

1. 目前洛杉磯市議會已決議不再設置掩埋場，所收集之垃圾將以轉運之方式運送至郊區掩埋場處理，轉運之方式將規劃以火車作為轉運車輛。洛杉磯市不再設置垃圾掩埋場而轉運處理方式，類同台灣目前生垃圾不進掩埋場及垃圾處理區域合作，將未設置焚化廠之縣市家戶垃圾轉運其他縣市焚化廠處理的做法；至於以火車作為垃圾轉運車輛，台灣目前政府仍再評估其可行性，建議未來有關機關可以至洛杉磯市參訪其垃圾轉運情形觀摩學習。
2. 洛杉磯市已封閉掩埋場均有規劃未來再利用之方向，包括低密度使用之開放空間及綠地、沼氣發電、多功能運動休閒空間、野餐區、工業及商業園區等。是以，垃圾掩埋場封閉復育後，場址再利用應可因地制宜並朝多樣化評估規劃，以提昇土地使用價值。

七、參觀 Bishop Canyon 封閉掩埋場再利用情形

- (1) 日期：95 年 10 月 18 日（三）
- (2) 參訪地點：Bishop Canyon；929 Academy Road Los Angeles, CA, 90012
- (3) 所有人：Los Angeles City
- (4) 接待人員：kelly Gharios, P.E
- (5) 參訪內容：

95 年 10 月 18 日上午由洛杉磯市公共設施部衛生局 Kelly Gharios 先生陪同前往位於道奇球場旁之 Bishop Canyon 掩埋場，該場址佔地 16 公頃，許可掩埋容量 170 萬噸，於 1966 年開始營運，並於 3 年後的 1969 年封閉，經詢問後 Kelly Gharios 先生表示，當初道奇棒球隊由紐約遷到洛杉磯，選中棒球廠之設場地點正緊臨本掩埋場南方，經市府與球團協商並經議會同意，道奇隊建立球場並將建築廢棄物堆置本掩埋場，並於球場開始營運後將該掩埋場封閉，以免影響球場環境。該復育場目前由市府休閒及公園部門管理，登高望遠，可俯瞰洛杉磯，參觀時可見道奇棒球場正位於下方，景色怡人。

該場址之復育係分為 2 梯次且由不同之基金進行興建，1992-1996 年為第 1 期工程，費用為 5,300 萬美金，內容包含洗手間、餐飲區、壘球場，小聯盟棒球場、停車場、場區梯面設置及排水系統、景觀、灌溉系統及步道等。1996-1997 年為第 2 期工程，費用為 260 萬美金，工程包含增建洗手間、加蓋之野餐區、烤肉設施(圖 25 及圖 28)、兒童遊樂場，並改善景觀及灌溉系統(圖 26)。

園區內洗手間及機房建築物內，發現建築物中均有架設全自動可燃性氣體偵測器(圖 27)，並連線至消防單位，當偵測到達警戒濃度之沼氣時，消防單位可即時至現場進行疏散處理及防護。且建築物之設計，均考量空氣流通之需求，其門板、牆壁及屋頂均具有通風之窗口。



圖 25 園區內之烤肉區



圖 26 園區內之綠地

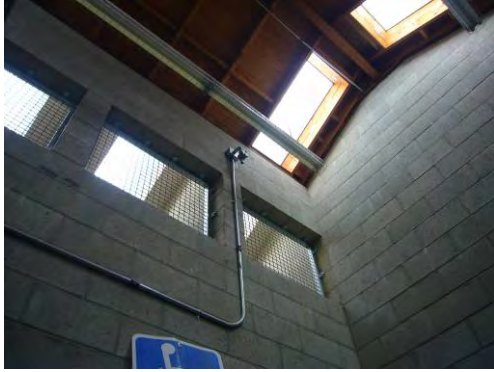


圖 27 洗手間內可燃性氣體偵測裝置



圖 28 烤肉區之飲水機

(5) 參訪心得：

1. 該掩埋場目前復育為公園，園內設備設施包含洗手間、餐飲區、壘球場，小聯盟棒球場、停車場、景觀及步道、加蓋之野餐區、烤肉設施、兒童遊樂場等，係此考察行程中最多元化設計之掩埋場復育計畫，更令人驚奇的是，衛生掩埋場復育後竟可成為小聯盟棒球的比賽場地。
2. 洗手間建築中架設全自動可燃性氣體偵測器，並連線至消防單位，設計之慎密，足為將來國內掩埋場再利用設施之借境。

八、拜訪美國環保署第九分署(US EPA Region 9)

- (1) 日期：95 年 10 月 19 日（四）
- (2) 參訪地點：美國環保署第九分署；75 Hawthorne St., San Francisco, CA94105
- (3) 接待人員：Ms. Melanie R. Blaha
- (4) 參訪內容：

95 年 10 月 19 日上午前往美國環保署第九分署辦公室，由其公共事務辦公室 Ms. Melanie R. Blaha 安排進行簡報及會談，美國環保署第九分署參加會談之人員及專長如下：

1. 陳憲章博士：超級基金部門 (Superfund Division) 之整治計畫經理 (Remedial Project Manager)
2. Patrick Wilson 博士：區域意外事件協調小組 (Regional Incident Coordination Team) 之資深區域毒理學專家 (Senior Regional Toxicologist)，風險評估專家
3. Steve Wall：污染防治及固體廢棄物辦公室 (Office of Pollution Prevention and

Solid Waste) 之環境工程師

4. Latha Rajagopalan：超級基金計畫環境工程師

5. Pankaj Arora：超級基金計畫環境工程師

會談之內容包括掩埋場相關法規、掩埋場健康風險評估方法及案例介紹、掩埋場安全需求及掩埋場再開發等議題，茲綜合摘要如下。

1. 美國有關固體廢棄物管理計畫係由各州進行監督，並藉由州政府核發許可之機制來確保符合法令規定，各州之固體廢棄物管理計畫則應經由聯邦政府認可。有關掩埋場之設計及操作係規範於聯邦法令 RCRA Subtitle D, 40 CFR 258，各州之法令必須較聯邦法令嚴格，美國 EPA 則必須提供州政府政策及法令之指引。40 CFR 258 中對於掩埋場最低之要求包括不可位於地層不穩定或地震區域、須具備複合不透水層(不透水布+黏土)、每日 6 英吋覆土、沼氣及地下水監測等。此外，亦特別規定必須提供財務保證，例如信託基金，以確保有足夠資金可執行封場、封場後維護及矯正行動。
2. 依據美國清潔空氣法 (Clean Air Act) 公告之新固定污染源功能標準 (New Source Performance Standards, NSPS) 要求 1991 年 5 月以後之新設掩埋場，必須其計算沼氣產生量，當排放氣體達一定量時，必須設置沼氣收集系統或其他控制設施，以減少 98%之排放量並進行處理，不得任意其逸散至大氣中。
3. 掩埋場封閉後進行再利用之方式，聯邦政府並未限制再利用之使用方式，惟必須考量到民意，並且須具有完善之開發計畫。掩埋場用地之再利用規劃主要係由各州郡政府及市政府負責，美國環保署提供褐地開發之相關獎勵誘因。
4. 進行掩埋場開發再利用時，對於有污染之虞之場址，應執行風險評估，作為決策及污染控制之參考。

(5) 參訪心得：

1. 目前美國有關掩埋場之設計及操作係規範於聯邦法令 RCRA Subtitle D, 40 CFR 258，其中對於掩埋場最低之要求包括不可位於地層不穩定或地震區域、須具備複合不透水層(不透水布+黏土)、每日 6 英吋覆土、沼氣及地下水監測等；該相關法令應可供台灣掩埋場設施規範制定之參考。
2. 美國掩埋場封閉後再利用方式，聯邦政府並未限制，惟須考量民意，且須具有完善開發計畫；進行開發再利用時，對於有污染之虞之場址，應進行風險評估。是以，掩埋

場封閉後再利用需尊重民意及污染風險評估的作法，建議納入台灣未來掩埋場封閉再利用之規劃、安全性評估及興建技術規範制定之參考。

九、參觀 Redwood Landfill 封閉掩埋場再利用情形

- (1) 日期：95 年 10 月 20 日（五）
- (2) 參訪地點：Westport Office Park；1100-1300 Island Drive, Redwood City, California
- (3) 所有人：Vance Brown ,Inc.(General Contractor)
- (4) 接待人員：自行參訪
- (5) 參訪內容：

95 年 10 月 20 日上午自行前往位於 Redwood 市之 Westport Office Park，此園區係建於原 Redwood 市掩埋場上，目前該掩埋場用地已於 2000 年完成再利用，作為辦公室園區(Westport Office Park)，總面積為 98 萬平方英尺，其中位於掩埋場部分之面積約 85 英畝。此區域共興建 20 棟 2 層樓之辦公室及停車場(圖 33 及圖 34)，提供作為高科技、生化科技、電腦工業等之辦公場所。該計畫之建設成本達 1 億 5,000 萬美元以上，為近年來美國掩埋場再利用之最大型計畫之一。

Redwood 市掩埋場緊鄰舊金山灣區之岸邊，操作期間自 1940 年代至 1970 年代為止，為解決沼氣可能產生之危害及影響，由 SCS 公司負責規劃設計沼氣防制及監測系統，包括建築物區域之地下 HDPE 薄膜、被動式沼氣排氣系統、建築物內自動連續可燃氣體監測系統等，建築物內並以氣簾及噴射氣流維持正壓狀態，以防止沼氣進入建築物內，並於停車場區域設置排氣系統以降低沼氣所造成之掩埋層內部壓力，園區之周界並設置滲出水截流溝、地下沼氣排氣系統及監測系統。



圖 33 Westport 辦公室園區



圖 34 辦公室園區停車場

原場址為一般垃圾衛生掩埋場佔地 36 公頃，開發面臨之工程技術挑戰包含：基樁需深入掩埋場下之土層，保護建築物免受沼氣之威脅，需克服掩埋面不規則沈陷之特殊地基設計，以保護掩埋場之黏土層。

(5) 參訪心得：

1. 由此場區現況發現掩埋場區上面可以興設大型建築物，讓本次考察終於能夠有對於掩埋場封閉後低密度使用之開放空間及綠地的不同觀感。對於園區所有建物之基樁，需穿透掩埋場下獲得結構支撐，使掩埋場之沈陷並不會對建物樓板造成影響；園區建築物之底層樓板下需設置 HDPE 保護膜以防止沼氣滲入；及建築物內被動式通風系統及自動可燃性氣體偵測器；以及停車場部分下方需設置沼氣洩壓系統，以免沼氣壓力蓄積造成掩埋面不規則沈陷等等工程施工規劃設計；應足供國內未來在掩埋場封閉再利用之規劃、安全性評估及興建技術規範制定之參考。
2. 該園區內滲出水收集及沼氣監測、收集、處理系統設計非常良好隱密，配合週遭景觀動線，讓外人無法發覺該園區係由舊垃圾掩埋場所開發。值得國內公共工程管理之借鏡參考。

十、參觀 Colma Landfill 封閉掩埋場再利用情形

(1) 日期：95 年 10 月 20 日（五）

(2) 參訪地點：Colma Home Depot Retail Center(Former Junipero Serra Disposal Site)；
位於 2 Colma Boulevard, Colma (San Mateo County), California

(3) 所有人：Cole Company/Home Depot Corporation

(4) 接待人員：自行參訪

(5) 參訪內容：

95 年 10 月 20 日上午自行前往位於舊金山市南方約 15 英哩之 Colma 市之原 San Mateo 郡掩埋場，Colma 賣場是全美國單位樓板面積營業額最高之家用品公司，目前該掩埋場用地已完成再利用作為 Home Depot 大型五金賣場(圖 29)，該購物中心及其停車場是蓋在已封閉之掩埋場上。該掩埋場之掩埋層深度約 135 英尺，賣場建築面積約 8 萬

9,000 平方英尺。

由於在掩埋場上方興建大型建築物，須考量廢棄物沉陷之問題，因此，該賣場在開發興建時即採用將基樁固定於岩盤之方式，可避免掩埋層下陷而危害建築物安全。惟現場觀察結果顯示，目前仍有明顯沉陷之現象。由於建築物係以 628 支約 160 英尺長之基樁固定於掩埋層下之原生土壤內，並使用鉸接板(hinged slab)連接建築物與建於掩埋層上之停車場(圖 30)，故垃圾沉陷將不會影響建築物之安全性。本次參訪時，於建築物地基邊緣發現其下之掩埋垃圾已有明顯之沉陷現象，導致垃圾與地基間產生空隙，部分管線亦已彎曲(圖 31)。

該賣場之沼氣保護設施包括主動式沼氣收集系統、沼氣燃燒塔(圖 32)、隔離沼氣薄膜、自動可燃氣體偵測。此外，建築物內部樓板鋪設有沼氣隔離膜，建築物內設有 6 座自動化之可燃性氣體偵測器，室外有 9 座沼氣偵測器。掩埋場設有滲出水處理，主動沼氣收集設備(5 座收集井)及燃燒塔，以確保環境安全。



圖 29 Colma Home Depot

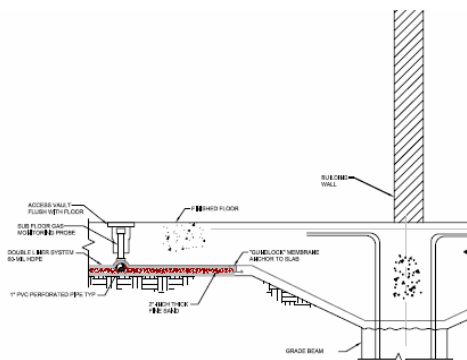


圖 30 Colma Home Depot 建築結構



圖 31 掩埋垃圾沉陷情形

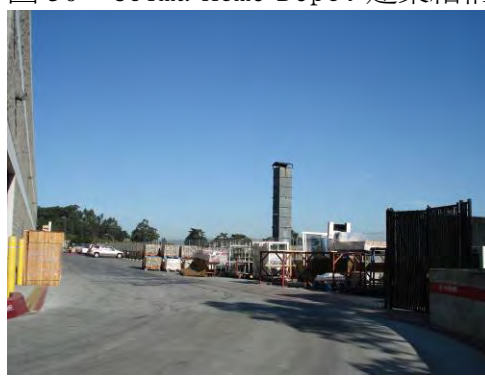


圖 32 沼氣燃燒塔

(5) 參訪心得：

1. 在掩埋場上方興建大型建築物，須考量廢棄物沉陷之問題，該賣場在開發興建時即採用將基樁固定於岩盤之方式，由於建築物係以 628 支約 160 英尺長之基樁固定於掩埋

層下之原生土壤內，並使用鉸接板(hinged slab)連接建築物與建於掩埋層上之停車場，可避免掩埋層下陷而危害建築物安全。該掩埋場之再利方式係為國內所未見，因建築物之重量非為掩埋面所承受，故掩埋區之沈陷並不會對結構產生影響，參訪時考察成員對此問題特別有興趣，特別繞著賣場找尋沈陷點，也確實被我們發現有沈陷之情形。

2. 以基樁打穿掩埋場未造成滲出水污染地下水之情形，應為美國之掩埋場設置時底層均鋪設相當厚度之黏土層（30 公分以上），且降雨量不高，否則如僅鋪設不透水布，應無法克服此問題。
3. 美國民眾可以接受在封閉掩埋場上作為大量民眾進出之公共賣場，其對專業之尊重及信任建立，實值得我們行政單位深思檢討及民眾學習。

十一、參觀 West Contra Costa Sanitation Landfill 掩埋場封場工程

(1) 日期：95 年 10 月 20 日（五）

(2) 參訪地點：Republic Services Inc. West Contra Sanitary Landfill；位於 One Parr Boulevard, Richmond, California

(3) 所有人：Republic Services Inc

(4) 接待人員：Joe Muller

(5) 參訪內容：

95 年 10 月 20 日下午由 SCS 公司之 Joe Miller 先生陪同前往 West Contra Costa 掩埋場參觀掩埋場之封場後工程之執行狀況，該場係由全美最大之廢棄物處理公司 Republic Services Inc. 所有及操作，佔地約 64 公頃，許可掩埋容積為 2,200 萬立方碼，掩埋場地點正好位於舊金山東北方 San Pablo 灣之潮間沼澤帶(圖 35)。West Contra Costa 掩埋場於 2006 年 9 月起停止掩埋廢棄物，並開始進行封場之工程，封場之工程包括最終覆土、邊坡整理、沼氣及滲出水之收集系統與處理。目前設有年處理量 1,000 萬加侖滲出水處理場及 270 萬瓦之沼氣發電廠。由於該掩埋場負責處理灣區許多城市之廢棄物，故於封場後該地區所收集之廢棄物需轉運至約 100 公里外之 Solano 郡掩埋場，因此，於該掩埋場用地發電廠旁新設一座固體廢棄物轉運站，2006 年 10 月開始營運，為 Golden Bear Waste Recycling Center，以大型轉運車輛運送廢棄物至新設掩埋場。

West Contra Costa 掩埋場包含 Class I 及 Class III 二類型的掩埋場，其中 Class

I 已完成掩埋場封場作業(圖 36)，Class III 則正在進行中，進行之工作包括邊坡整建其高度和坡度比例至 1:3(圖 37)，並進行掩埋層表面最終覆土，覆土分為三階段共 3 英尺，1 英尺基土、1 英尺黏土、1 英尺沃土，每一階段均需採樣並測試壓實度，此外，亦必須進行沼氣收集系統之補充設置及滲出水收集系統之補充設置等，整個 Class III 掩埋場封場工程分為 3 年進行。

參訪該場之沼氣發電廠(圖 38)時發現本掩埋場沼氣產量很大，現有之發電機組無法完全利用，多餘之沼氣均以燃燒塔燃燒處理，據 SCS 公司 Joe Miller 先生表示，係因為加州政府目前已取消多項對綠色能源之補助，該公司基於成本效益之考量，認為加設發電機組並不符合經濟效益，故不加設發電機組而以燃燒方式處理。

場址旁之 Golden Bear Waste Recycling Center 為一因應 West Contra Costa 衛生掩埋場於 2006 年封閉後，為處理服務範圍內所收集之垃圾，將其轉運至位於鄰近 Solano 郡之 Petrero Hills 掩埋場所設置之轉運站及資源回收設施，轉運站設置為緊鄰原 West Contra Costa 衛生掩埋場之用地，為一私人公司所擁有。轉運站基本資料如下：

1. 轉運站(含資源回收設施)佔地面積約 7.5 英畝。
2. 每日最大許可接收容量為 1,400 公噸，每週不超過 7,000 公噸。
3. 每日容許最高車輛運輸車次為 1,706 車次。
4. 操作時間為星期一至星期日，每日 24 小時。

轉運站之構造為一廠房式之大型廢棄物傾卸平臺(圖 39)，下方為轉運貨櫃車之車道，垃圾清運車輛送至本廠之廢棄物，經篩除可回收之廢棄物、有害廢棄物及不可進場廢棄物後，以鏟裝車(小山貓)將剩餘廢棄物鏟入位於平台下方貨櫃車中，再由貨櫃車(圖 40)運送至 Solano 郡之 Petrero Hills 掩埋場。



圖 35 鄰近掩埋場之潮間帶



圖 36 完成封場工程之部分



圖 37 封閉掩埋場邊坡整理



圖 38 沼氣發電設施



圖 39 垃圾轉運站



圖 40 垃圾轉運車輛

(5) 參訪心得：

1. 該場位於海灣潮間沼澤地帶，係屬敏感環境地區，該公司需定期監測海域水質，接待之 Miller 表示，此係 40 餘年前所建造，在二次大戰後美國即不再於類似地點興建。
2. 雖然本掩埋場沼氣量很大，但參訪時發現發電機組無法完全利用，多餘之沼氣需以 flare 處理，似嫌實在浪費，為何不加設發電機組，乃因加州目前取消多項對綠色能源之補助，基於經濟成本考量，若加設發電機組並不符成本。此實值得各國政府在制定能源政策時，如何兼顧環保問題時予以深思。
3. 現場之封場工程極為確實，覆土分為三階段共 3 英尺，1 英尺基土、1 英尺黏土、1 英尺沃土，每一階段均需採樣並測試壓實度，參觀時正在進行相關工程，對其工作人員之敬業態度深表敬佩。

第三章、美方與台灣現況綜合比較分析

本次參訪行程除拜訪專門進行掩埋場封場、復育、再利用規劃設計及施工之 SCS Engineers 公司外，亦拜訪加州洛杉磯市公共設施部衛生局之廢棄物管理相關官員，瞭解該市掩埋場封閉後再利用之相關法規及執行現況。此外，為瞭解美國聯邦政府對於掩埋場再利用之政策，亦拜訪美國環保署第九分署，與超級基金場址整治、風險評估、法規等方面專家會談。本次參訪共參觀 8 個已封閉或正進行封閉工程之掩埋場，對於掩埋場之法規、封場工程、復育及再利用均有取得豐富之資訊。

茲將本次參訪美方於掩埋場封閉再利用之規劃、安全性評估及興建技術各實場及拜會府環保部門與技術顧問公司所獲心得彙整如表一；並嚐試就掩埋場封閉再利用於美方與台灣現況比較分析，綜合兩國現況分別以掩埋場封閉再利用之規劃、掩埋場封閉再利用之安全性評估、及掩埋場封閉再利用之興建技術等面向作深入探討分析如表二。

表一、參訪美方於掩埋場封閉再利用之規劃、安全性評估及興建技術所獲心得彙整

參訪地點	封閉場址土地 再利用情形	參訪心得
拜訪 SCS Engineers 公司	—	1. SCS Engineers 公司在掩埋場封閉再利用之規劃、安全性評估及興建技術相關經驗豐富，後續本署將研議就本次參訪項目，邀請美方專家來台舉行技術研討會，屆時建議邀請該公司派專家與會共襄盛舉。 2. 本次參訪考察，美國環保署洽詢 SCS Engineers 公司協助，SCS Engineers 公司 David Ross 先生及 Ken Ayster 先生，於考察行前的密切聯繫以及在美國行程的細心安排，使本次參訪考察順利進行，對於美方接待人員的專業與熱誠，讓人印象深刻。
參觀 Huntington Beach Central Park Sports Complex 封閉掩埋場再利用情形	休閒場所再利用設施包括棒球場、足球場、兒童遊戲	1. 該場原址實為任意傾倒垃圾及露天燃燒之棄置場，經相關政府單位合力開發及維護後提供民眾

	<p>區、販賣區、綠地、大型停車場之開放式運動公園</p>	<p>一個景色怡人的綜合休閒場所，令人贊嘆；其再利用設施包括棒球場、足球場、兒童遊戲區、販賣區、綠地、大型停車場之開放式運動公園，可見掩埋場封閉復育後，場址是可以多樣化再利用的；相較台灣垃圾掩埋場封閉復育後之再利用，目前大多仍僅限以綠地或棒球場規劃，或許經過多年土地沉降穩定化後，未來掩埋場區可以評估參考以多樣化再利用方式，展現新風貌。</p> <p>2. 該場因年代久遠，沼氣量已不足開發，惟美國現在的空污法規不允許沼氣直接排放，故需將沼氣收集處理。反觀台灣垃圾掩埋場除少數幾場大型掩埋場沼氣量大，採沼氣發電再利用方式外；大多掩埋場規模小，沼氣量不大，沼氣多經沼氣井（管）收集後直接自然排放至大氣，或有較大掩埋場沼氣量多而採點火燃燒方式，應注意安全問題。</p> <p>3. 該場垃圾滲出水抽取後輸送至設置沼氣處理設備區域之儲槽後，再以槽車運送至污水處理廠處理；即此場封閉已達 40 年，經復育綠美化後，其滲出水仍需妥善處理。此與本署台灣垃圾處理後續計畫推動垃圾掩埋場滲出水集中處理模式相似，也顯示設置垃圾滲出水集中處理廠有其必要性。</p>
--	-------------------------------	--

<p>參觀 Mountaingate Gas Plant 沼氣處理廠及封閉掩埋場再利用情形</p>	<p>標準高爾夫球場</p>	<p>1. 該廠已運作操過 20 年，目前沼氣量仍然穩定，尚能操作很久，故以掩埋場沼氣發電是一個很好的再生能源，但與操作人員會談發現，要具有經濟效益才是長遠之道，亦即掩埋場規模要達一定要求，如垃圾量及掩埋深度等條件須符合，才能夠長期產出足量之甲烷氣，否則發電設備之投資並不足以回收、不符經濟效益。</p> <p>2. 該掩埋場目前已被開發作為標準高爾夫球場，且球場周圍為高級住宅區，建於緊鄰原掩埋之周界外。可見由昔日的掩埋場轉型變身為高爾夫球場，亦可為掩埋場封閉復育後另外型態之多樣化再利用；而高級住宅區因掩埋場復育綠化成效而鄙鄰掩埋場周界建設，相較台灣垃圾掩埋場封閉復育後之再利用，現址多僅為植生綠地且無住宅情形大不相同，值得政府在加強垃圾掩埋場復育綠化成效及規劃土地再利用的工作上檢討與思索。另高爾夫球場內可看見因垃圾分解之沉陷所導致之路面不均勻塌陷現象，以本場已封閉達 30 年仍有此種情況。是以，日後台灣掩埋場進行復育綠化工程時，沉陷所導致塌陷，在規劃設計施工應特別注意納入考量。</p>
<p>參觀 Industry Hills Recreation Center 封閉掩埋場再利用情形</p>	<p>旅館休閒中心附設高爾夫球場、綠帶</p>	<p>1. 該場於參訪相關沼氣回收設備時，發現儀表顯示並未供應飯店等相關設施，經洽陪同人員表示，該場因已封閉 30 年，沼氣產生量已逐年下降，每年只能使用 6 個月，所以參訪時沼氣係由燃燒</p>

		<p>塔處理。亦即掩埋場沼氣量會逐年下降，但仍需收集處理而非自然排放，應為符合空污法令規定。</p> <p>2. 由於掩埋場可能有沼氣逸散之情形，參觀飯店時發現外面走廊貼有邊長 45 公分以上之警告牌，內容略為加州政府知曉本設施內部及周邊，有可偵測量的化學物質，可能導致癌症、或具生育及生殖毒性，警告牌貼示應為符合衛生安全法規，而該休閒中心也能配合貼置警告標示，不因營利而隱瞞顧客實情的作法，可供日後台灣掩埋場封閉復育土地再利用，地上建物設施安全規範之參考。</p>
<p>參觀 BKK 掩埋場封場工程及操作維護情形</p>	<p>規劃將掩埋場用地中尚未進行掩埋之土地，準備開發購物中心及運動休閒設施</p>	<p>1. 該場目前因 BKK 公司已表明無經費可維持後續操作，實由州政府接管中，據陪同之 SCS 公司人員表示，州政府其實係找來當初委託 BKK 處理有害廢棄物的公司，由他們出錢負擔後續之操作、維護、整治、監測費用。另據陪同之 SCS 公司人員表示，美國現行法令規定掩埋場所有人需提撥封場後 30 年之監測維護基金，該場因設置年代較早，才會發生這種狀況，近年新設之掩埋場應較不易發生目前此種需由政府接手善後之情況。此種封場後監測維護基金的作法，值得台灣政府對於私設事業廢棄物掩埋場之管制參考。</p> <p>2. 該場在州及聯邦機構協助下，將掩埋場用地中尚</p>

		未進行掩埋之土地，準備開發購物中心及運動休閒設施，前提為由美國 EPA 及州政府保證 BKK 場址之污染控制及監測執行；可見垃圾掩埋場封閉復育後，其臨界土地再利用亦能規劃開發購物中心，惟仍需掩埋場先做好有效管控場址污染作業，讓民眾有信心投資。
拜訪洛杉磯市公共設施部 衛生局	規劃未來再利用之方向，包括低密度使用之開放空間及綠地、沼氣發電、多功能運動休閒空間、野餐區、工業及商業園區等	<p>1. 目前洛杉磯市議會已決議不再設置掩埋場，所收集之垃圾將以轉運之方式運送至郊區掩埋場處理，轉運之方式將規劃以火車作為轉運車輛。洛杉磯市不再設置垃圾掩埋場而轉運處理方式，類同台灣目前生垃圾不進掩埋場及垃圾處理區域合作，將未設置焚化廠之縣市家戶垃圾轉運其他縣市焚化廠處理的做法；至於以火車作為垃圾轉運車輛，台灣目前政府仍再評估其可行性，建議未來有關機關可以至洛杉磯市參訪其垃圾轉運情形觀摩學習。</p> <p>2. 洛杉磯市已封閉掩埋場均有規劃未來再利用之方向，包括低密度使用之開放空間及綠地、沼氣發電、多功能運動休閒空間、野餐區、工業及商業園區等。是以，垃圾掩埋場封閉復育後，場址再利用應可因地制宜並朝多樣化評估規劃，以提昇土地使用價值。</p>
參觀 Bishop Canyon 封閉掩埋場再利用情形	復育為公園，園內設備設施包含洗手間、餐飲區、壘球場	1. 該掩埋場目前復育為公園，園內設備設施包含洗手間、餐飲區、壘球場、小聯盟棒球場、停車場、景觀及步道、加蓋之野餐區、烤肉設施、兒童遊

	場，小聯盟棒球場、停車場、景觀及步道、加蓋之野餐區、烤肉設施、兒童遊樂場等	<p>樂場等，係此考察行程中最多元化設計之掩埋場復育計畫，更令人驚奇的是，衛生掩埋場復育後竟可成為小聯盟棒球的比賽場地。</p> <p>2. 洗手間建築中架設全自動可燃性氣體偵測器，並連線至消防單位，設計之慎密，足為將來國內掩埋場再利用設施之借境。</p>
拜訪美國環保署第九分署	—	<p>1. 目前美國有關掩埋場之設計及操作係規範於聯邦法令 RCRA Subtitle D, 40 CFR 258，其中對於掩埋場最低之要求包括不可位於地層不穩定或地震區域、須具備複合不透水層(不透水布+黏土)、每日 6 英吋覆土、沼氣及地下水監測等；該相關法令應可供台灣掩埋場設施規範制定之參考。</p> <p>2. 美國掩埋場封閉後再利用方式，聯邦政府並未限制，惟須考量民意，且須具有完善開發計畫；進行開發再利用時，對於有污染之虞之場址，應進行風險評估。是以，掩埋場封閉後再利用需尊重民意及污染風險評估的作法，建議納入台灣未來掩埋場封閉再利用之規劃、安全性評估及興建技術規範制定之參考。</p>
參觀 Redwood Landfill 封閉掩埋場再利用情形	辦公室場所大型建築物、停車場、綠地	<p>1. 由此場區現況發現掩埋場區上面可以興設大型建築物，讓本次考察終於能夠有對於掩埋場封閉後低密度使用之開放空間及綠地的不同觀感。對於園區所有建物之基樁，需穿透掩埋場下獲得結構支撐，使掩埋場之沈陷並不會對建物樓板造成</p>

		<p>影響；園區建築物之底層樓板下需設置 HDPE 保護膜以防止沼氣滲入；及建築物內被動式通風系統及自動可燃性氣體偵測器；以及停車場部分下方需設置沼氣洩壓系統，以免沼氣壓力蓄積造成掩埋面不規則沈陷等等工程施工規劃設計；應足供國內未來在掩埋場封閉再利用之規劃、安全性評估及興建技術規範制定之參考。</p> <p>2. 該園區內滲出水收集及沼氣監測、收集、處理系統設計非常良好隱密，配合週遭景觀動線，讓外人無法發覺該園區係由舊垃圾掩埋場所開發。值得國內公共工程管理之借鏡參考。</p>
<p>參觀 Colma Landfill 封閉掩埋場再利用情形</p>	<p>五金量販店大型建築物、停車場</p>	<p>1. 在掩埋場上方興建大型建築物，須考量廢棄物沉陷之問題，該賣場在開發興建時即採用將基樁固定於岩盤之方式，由於建築物係以 628 支約 160 英尺長之基樁固定於掩埋層下之原生土壤內，並使用鉸接板(hinged slab)連接建築物與建於掩埋層上之停車場，可避免掩埋層下陷而危害建築物安全。該掩埋場之再利方式係為國內所未見，因建築物之重量非為掩埋面所承受，故掩埋區之沈陷並不會對結構產生影響，參訪時考察成員對此問題特別有興趣，特別繞著賣場找尋沈陷點，也確實被我們發現有沈陷之情形。</p>

		<p>2. 以基樁打穿掩埋場未造成滲出水污染地下水之情形，應為美國之掩埋場設置時底層均鋪設相當厚度之黏土層（30 公分以上），且降雨量不高，否則如僅鋪設不透水布，應無法克服此問題。</p> <p>3. 美國民眾可以接受在封閉掩埋場上作為大量民眾進出之公共賣場，其對專業之尊重及信任建立，實值得我們行政單位深思檢討及民眾學習。</p>
<p>參觀 West Contra Costa Sanitation Landfill 掩埋場封場工程</p>	<p>封場工程施工中</p>	<p>1. 該場位於海灣潮間沼澤地帶，係屬敏感環境地區，該公司需定期監測海域水質，接待之 Miller 表示，此係 40 餘年前所建造，在二次大戰後美國即不再於類似地點興建。</p> <p>2. 雖然本掩埋場沼氣量很大，但參訪時發現發電機組無法完全利用，多餘之沼氣需以 flare 處理，似嫌實在浪費，為何不加設發電機組，乃因加州目前取消多項對綠色能源之補助，基於經濟成本考量，若加設發電機組並不符成本。此實值得各國政府在制定能源政策時，如何兼顧環保問題時予以深思。</p> <p>3. 現場之封場工程極為確實，覆土分為三階段共 3 英尺，1 英尺基土、1 英尺黏土、1 英尺沃土，每一階段均需採樣並測試壓實度，參觀時正在進行相關工程，對其工作人員之敬業態度深表敬佩。</p>

表二、美方與台灣於掩埋場封閉再利用之規劃、安全性評估及興建技術綜合比較分析

比較分析面向	參訪美方發展情形與實際案例經驗	比較台灣現況與檢討	備註
掩埋場封閉再利用之規劃	<p>一、掩埋場封閉復育後，場址多樣化再利用；綜合休閒場所再利用設施包括棒球場、足球場、兒童遊戲區、販賣區、綠地、大型停車場之開放式運動公園；或復育為公園，園內設備設施包含洗手間、餐飲區、壘球場，小聯盟棒球場、停車場、景觀及步道、加蓋之野餐區、烤肉設施、兒童遊樂場等；甚至轉型變身為標準高爾夫球場。</p> <p>二、洛杉磯市已封閉掩埋場規劃未來再利用之方向，包括低密度使用之開放空間及綠地、沼氣發電、多功能運動休閒空間、野餐區、工業及商業園區等。</p> <p>三、在州及聯邦機構協助下，將掩埋場用地中尚未進行掩埋之土地，準備開發購物中心及運動休閒設施，前提為由美國 EPA 及州政府保證場址之污染控制及監測執行。</p> <p>五、目前美國有關掩埋場之設計及操作係規範於聯邦法令 RCRA Subtitle D, 40 CFR 258，其中對於掩埋場最低之要求包括不可位於地層不穩定或地震區域、須具備複合不透水層(不透水布+黏土)、每日 6 英吋覆土、沼氣及地下水監測等。</p> <p>六、美國掩埋場封閉後再利用方式，聯邦政府並未限制，惟須考量民意，且須具有完善開發計畫；進行開發再利用時，對</p>	<p>一、台灣垃圾掩埋場封閉復育後之再利用，目前大多仍僅限以低密度使用之綠地或棒球場作規劃。</p> <p>二、未來垃圾掩埋場封閉復育後，場址再利用應可因地制宜並朝多樣化評估規劃，以提昇土地使用價值。</p> <p>三、垃圾掩埋場封閉復育後，應先做好有效管控場址污染作業，讓民眾有信心投資；應強化民眾可以接受在封閉掩埋場上作為，及對政府專業之尊重與信任。</p> <p>四、掩埋場封閉後再利用規劃時，需尊重民意及污染風險評估，建議納入國內掩埋場封閉再利用之規劃、安全性評估及興建技術規範制定之參考。</p>	

	<p>於有污染之虞之場址，應進行風險評估。</p> <p>七、美國民眾可以接受在封閉掩埋場上作為大量民眾進出之公共賣場，顯現其對專業之尊重及信任之建立。</p>		
<p>掩埋場封閉再利用之安全性評估</p>	<p>一、由於掩埋場因年代久遠，沼氣量逐年不足開發，惟美國現在的空污法規不允許沼氣直接排放，仍需將沼氣收集處理。</p> <p>二、掩埋場封閉復育後可能有沼氣逸散之情形，地面建築物設施需貼置警告標示。</p> <p>三、掩埋場復育場區內洗手間建築中架設全自動可燃性氣體偵測器，並連線至消防單位。</p> <p>四、美國現行法令規定掩埋場所有人需提撥封場後 30 年之監測維護基金，近年新設之掩埋場應較不易發生需由政府接手善後之情況。</p> <p>五、掩埋場封閉復育場址內，雖已封閉達 30 年，仍有因垃圾分解之沉陷所導致之路面不均勻塌陷現象。</p>	<p>一、台灣地區垃圾掩埋場除少數幾場大型掩埋場沼氣量大，採沼氣發電再利用方式外；大多掩埋場規模小，沼氣量不大，沼氣多經沼氣井（管）收集後直接自然排放至大氣，或有較大掩埋場沼氣量多而採點火燃燒方式，應注意安全問題。</p> <p>二、沼氣逸散貼置警告標示以符合場所衛生安全，日後掩埋場封閉復育土地再利用，地上建物設施安全規範之參考。</p> <p>三、架設自動可燃性氣體偵測器，並連線的作法，可供將來國內掩埋場再利用設施之借境。</p> <p>四、事先規劃提撥封場後監測維護基金的作法，值得台灣政府對於私設事業廢棄物掩埋場之管制參考。</p> <p>五、掩埋場進行復育綠化工程時，沉陷所導致塌陷，在規劃設計施工應特別注意納入考量。</p>	

<p>掩埋場封閉再利用之興建技術</p>	<p>一、掩埋場區上面可以興設大型建築物，對於所有建物之基樁，需穿透掩埋場下獲得結構支撐，使掩埋場之沈陷並不會對建物樓板造成影響；園區建築物之底層樓板下需設置HDPE 保護膜以防止沼氣滲入；及建築物內被動式通風系統及自動可燃性氣體偵測器；以及停車場部分下方需設置沼氣洩壓系統，以免沼氣壓力蓄積造成掩埋面不規則沈陷等等工程施工規劃設計。</p> <p>二、在掩埋場上方興建大型建築物，須考量廢棄物沉陷之問題，在開發興建時即採用將基樁固定於岩盤之方式，基樁固定於掩埋層下之原生土壤內，並使用鉸接板(hinged slab)連接建築物與建於掩埋層上之停車場，可避免掩埋層下陷而危害建築物安全。</p> <p>三、以基樁打穿掩埋場未造成滲出水污染地下水之情形，應為美國之掩埋場設置時底層均鋪設相當厚度之黏土層（30 公分以上），且降雨量不高，否則如僅鋪設不透水布，應無法克服此問題。</p> <p>四、在掩埋場上方興建大型建築物仍可發現有地面沈陷之情形。</p> <p>五、掩埋場復育區內滲出水收集及沼氣監測、收集、處理系統設計非常良好隱密，配合週遭景觀動線，讓外人無法發覺該園區係由舊垃圾掩埋場所開發。</p>	<p>一、台灣現行環保法規對於掩埋場封場後之工程規劃，多以植生綠化復育為主，第二階段再利用工程，因封場年份不足，掩埋面地質穩定度不夠影響，場區內設施僅限於步道、涼亭、自行車道、淺池、棒球場、壘球場、滑草道等等，對於大型建築物或其他設施，則尚無工程規劃，致相關建築法規或技術規範，環保主管機關尚未制定。</p> <p>二、基樁固定於岩盤，興建大型建築物之方式，係為國內所未見，因建築物之重量非為掩埋面所承受，故掩埋區之沈陷並不會對結構產生影響。相關興建技術可供國內未來在掩埋場封閉再利用之規劃、安全性評估及興建技術規範制定之參考。</p> <p>三、因本次考察時，於掩埋場上方興建大型建築物仍可發現地面有沈陷之情形，故在實際運用上可能仍需在美國的基礎上，依據我國地理條件、垃圾性質、操作習慣等條件，加以修</p>	
----------------------	--	---	--

		改調整。	
其他	<p>一、若掩埋場沼氣回收量穩定，以掩埋場沼氣發電是一個很好的再生能源，但首先要具有經濟效益才是長遠之道，亦即掩埋場規模要達一定要求，如垃圾量及掩埋深度等條件須符合，才能夠長期產出足量之甲烷氣，否則發電設備之投資並不足以回收、不符經濟效益。</p> <p>二、加州目前取消多項對綠色能源之補助，致有掩埋場沼氣量很大，但發電機組無法完全利用，多餘之沼氣需以 flare 處理。</p> <p>三、高級住宅區因掩埋場復育綠化成效而鄰近掩埋場周界建設，</p>	<p>一、台灣垃圾掩埋場少數幾場大型掩埋場沼氣量大，亦採沼氣發電再利用方式；惟基於經濟成本考量，若加設發電機組並不符成本。此實值得各國政府在制定能源政策時，如何兼顧環保問題時予以深思。</p> <p>二、垃圾掩埋場封閉復育後之再利用，現址多僅為植生綠地且無住宅情形大不相同，值得政府在加強垃圾掩埋場復育綠化成效及規劃土地再利用的工作上檢討與思索。</p>	
其他	<p>目前洛杉磯市議會已決議不再設置掩埋場，所收集之垃圾將以轉運之方式運送至郊區掩埋場處理，轉運之方式將規劃以火車作為轉運車輛。</p>	<p>台灣目前生垃圾不進掩埋場及垃圾處理區域合作，將未設置焚化廠之縣市家戶垃圾轉運其他縣市焚化廠處理；至於以火車作為垃圾轉運車輛，台灣目前政府仍再評估其可行性，建議未來有關機關可以至洛杉磯市參訪其垃圾轉運情形觀摩學習。</p>	

第四章、考察心得與建議事項

本次赴美考察係依據本署執行 2006 年「台美環保技術合作協定」第 7 號執行辦法辦理，考察主要目的係為瞭解美方在『封閉掩埋場址土地再利用之規劃、安全性評估及建築興建技術』發展現況，並探討引進我國運用之可行性，俾供我國借鏡引進相關法令規範及工程技術之參考。經拜會洛杉磯市公共設施部衛生局及美國環保署第九分署，並拜訪 SCS Engineers 公司，及參訪美國加州洛杉磯與舊金山地區垃圾掩埋場操作及掩埋場封閉後復育與再利用情形，均有取得豐富之資訊。以下謹整理本次考察心得並提出建議事項，俾供國內未來再於封閉掩埋場址土地再利用之規劃、安全性評估及建築興建技術規劃制定之參考。

- 一、美國法令對於掩埋場及其用地之整個生命週期各階段均有完整之法令規範，除對掩埋場之設置及操作有完整之要求外，對於掩埋場之封閉及封閉後之場址維護等均訂有明確規定。此外，對於封閉及其後續維護之經費來源，亦有強制規範掩埋場所有人須提供財務保證，作為封場後 30 年之維護經費，可有效避免發生無法維護而形成荒廢場址之情形。雖然我國目前垃圾處理之政策已以焚化為主，基本上不再設置垃圾掩埋場，惟美國對於掩埋場封閉後之相關封場要求及維護方式，建議參考修訂現有環保相關法令規範以強化已封閉掩埋場後續維護。
- 二、美國對於掩埋場封閉再利用之方式彈性大，惟須符合相關法令之規定；對於掩埋場封閉後再利用之方式，美國聯邦法令基本上並未限制其用途，惟其要求必須符合各主管機關之法令規定始能進行開發，例如環保法規、建築法規、都市計畫法規等。法令上雖為禁止開發為住宅區，惟基於民眾之觀感及風險考量，目前尚未有開發商願意開發為住宅區，目前實際開發案例中最大強度之開發為購物商場。目前對於開發行為之管制，由於涉及許多方面之考量及各個不同部會之權責，未來台灣推動已封閉掩埋場復育再利用工程，除環保署外，建議其他相關部會亦須訂定相關政策及法規，方能竟其功。
- 三、美國加州於掩埋場進行再利用時，將考量與周圍環境之配合、居民之意見、設置之成本及效益等多方面，對於公有之掩埋場土地，其再利用則以提供民眾休閒及開放空間為優先考量。而美國掩埋場再利用之實際案例，其滲出水收集及沼氣監測、收集、處理系統大多設計非常隱密，且配合週遭景觀及動線，讓外人無法發覺係由舊掩埋場所開發，故一般民眾對於此類開發案件並不會有嫌惡或安全上之顧慮。以上美國諸多積極作法，建議納入台灣未來掩埋場封閉再利用之規劃、安全性評估及興建技術規範制定之參考。此外，美國民眾及政府可以接受在封閉掩埋場上作為大量民眾進出之公共賣場，亦是基於其對專業之信任及尊重。因此，未來台灣推動執行封閉掩埋場址土地再利用之規劃、安

全性評估及建築興建時，必須同時積極建立民眾對政府、開發單位之信心，作為推動掩埋場再利用之基礎。

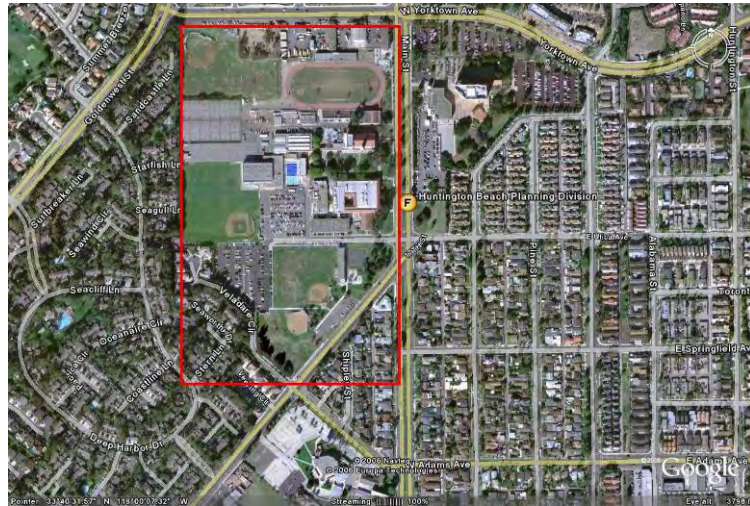
- 四、『封閉掩埋場址土地再利用之規劃、安全性評估及建築興建技術』發展，目前在美國雖然技術已日趨成熟，但相關規範仍有檢討改進的空間。若直接引進適用在台灣，則與過去掩埋場的理念造生極大的不同，亦有所爭論及顧慮。針對台灣土地資源有限，如何將掩埋場逐年封閉之場址土地再利用，將其更具可行性及效益等經濟價值展現，對於美國有關封閉掩埋場址相關規劃、建築技術及安全性評估等規範仍值得我國借鏡。惟在實際運用上可能仍需在美國的基礎上，依據我國地理條件、垃圾性質、操作習慣等條件，加以修改調整。
- 五、在後續台美技術合作方面，本署將研議就本次參訪項目，邀請美方專家來台舉行技術研討會，除與我國相關領域專家學者舉行學術座談，並希望由我國環境工程、研究及顧問機構共同參與技術研討，以創造可能土地再利用之環保商機。

附錄一 其他參訪照片

日期：2006.10.16

復育公園名稱：Huntington Beach Sports Complex

參訪地點：City of Huntington Beach, California





沼氣處理設施



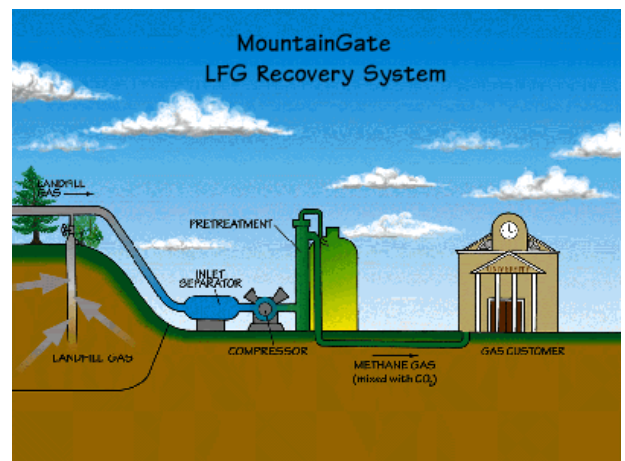
污染處理設施建築



沼氣檢測井



日期：2006.10.17
設施名稱：Mountaingate Gas
Plant
參訪地點：Los
Angeles, California





高爾夫球場



路面為典型的掩埋場沈陷



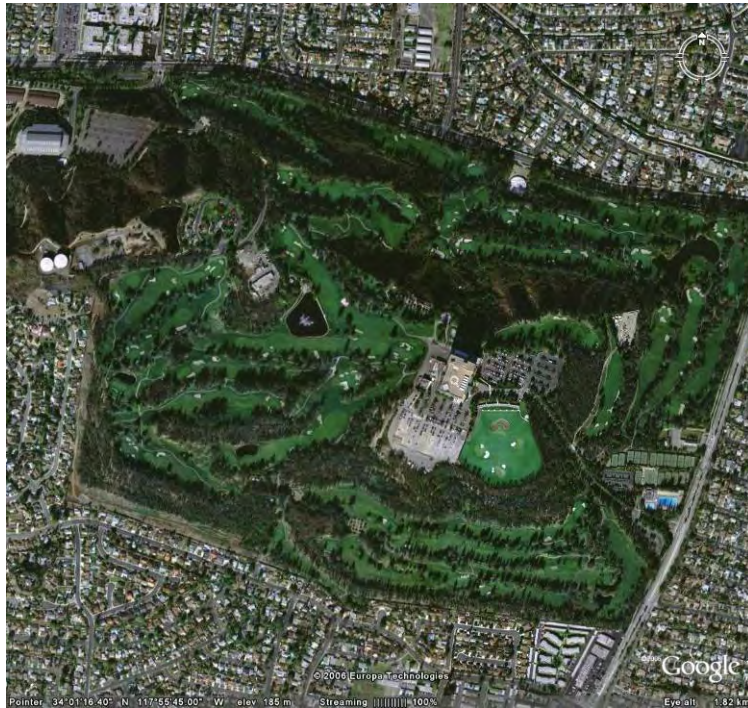
參訪人員在控制室與操作人員會談



日期：2006.10.17

復育場名稱：Industry Hills Recreation Center

地點：One Industry Hills Parkway, City of Industry, CA 91744

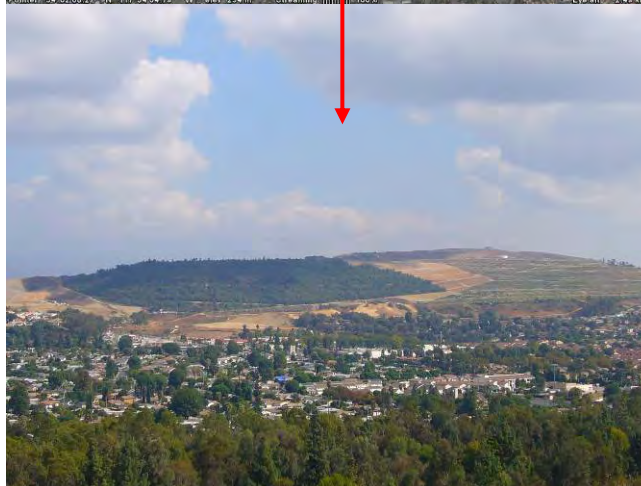




日期：2006.10.17

掩埋場名稱：BKK

地點：2210 South Azusa Avenue in West Covina., California



PVC 管線加工場



沼氣及滲出水處理場



沼氣收集管及防洪道

日期：2006.10.18

復育公園名稱：Bishop Canyon

參訪地點：929 Academy Road Los Angeles, CA, 90012



球場入口



洗手間



洗手間內的偵測器



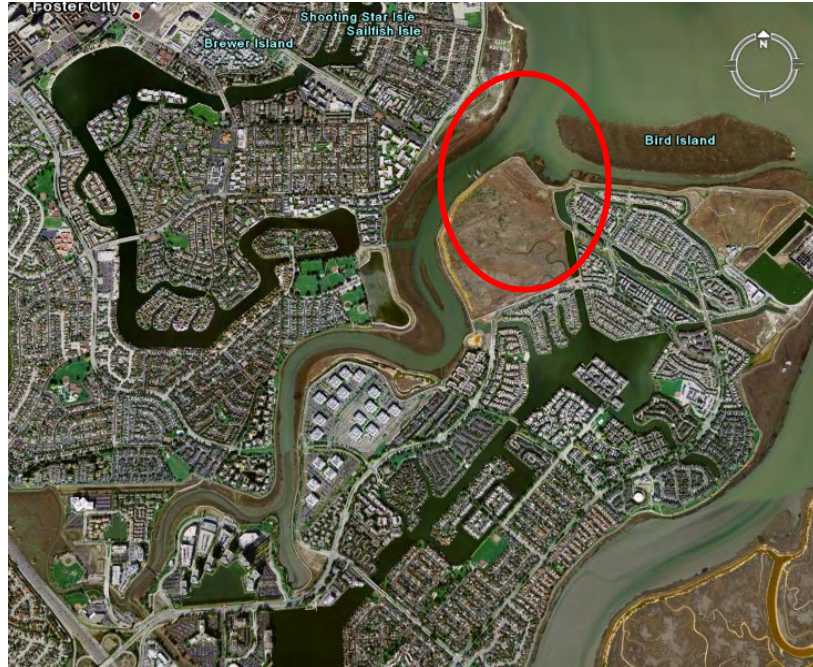
自動噴灌系統



日期：2006.10.20

標地物名稱：Westport Office Park

參訪地點：1100-1300 Island Drive, Redwood City, California





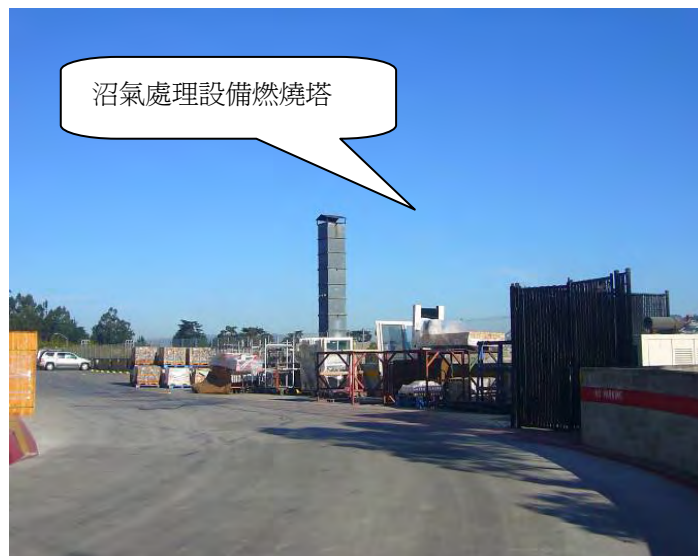
日期：2006.10.20

標地物名稱：Colma Home Depot Retail Center (Former Junipero Serra Disposal Site)





掩埋面沉陷5公分以上



沼氣處理設備燃燒塔



日期：2006.10.20

掩埋場名稱 Republic Services Inc. West Contra Sanitary Landfill

參訪地點：One Parr Boulevard, Richmond, California

