

行政院及所屬各機關出國報告

出國類別：考察

# 赴日本考察報告書

出國人：內政部營建署重機械工程隊 隊長 王智銘

出國地區：日本

出國期間：民國 91 年 12 月 16 日至 12 月 22 日

報告日期：民國 92 年 2 月

行政院及所屬各機關出國報告提要  
出國報告名稱：赴日本考察報告書  
頁數：55 頁

出國計畫主辦機關：內政部營建署重機械工程隊  
聯絡人：江孟釗 電話：02 27714144  
出國人員姓名：內政部營建署重機械工程隊隊長王智銘  
電話：02 27311220

出國類別：考察  
出國期間：民國 91 年 12 月 16 日至 12 月 22 日  
出國地區：日本  
報告日期：民國 92 年 2 月  
分類號/目  
關鍵詞：

內容摘要：

因都市建設開發的活潑化、地下化及都市更新或災變產生龐大的營建廢棄物，軟弱土、污泥等，若無妥善處理政策及方法以資因應，將招致環境破壞，嚴重影響生活品質。早期國內對前開廢棄物之處理，皆任意棄置或運送至棄土場以填埋方式處理，惟受限於合法棄土場之容量及申請設置困難，常造成違規處理等重大弊端，更嚴重影響工進。因此，欲有效解決，惟有將廢棄物再生處理，除將可回收資源再利用，更能減少棄置容量。日本之土方管制政策、處理技術及施工機械皆較我國先進，經由參觀，建立聯絡管道，汲取新知，並研擬引進日本營建廢棄物及污泥處理、管線推進之設計理念、技術，以提昇國內未來不斷增加之相關工程施工品質。本次參訪對於多項新工法之學習，所獲良多，將有利本隊業務推展及參考。

本文電子檔已上傳至出國報告資訊網 <http://report.gsn.gov.tw>

# 目 錄

<u>壹、考察緣起</u> .....	3
<u>貳、考察範圍</u> .....	4
<u>參、考察行程</u> .....	5
<u>肆、考察內容</u> .....	6
<u>一、高野興業株式會社</u> .....	8
<u>二、二合碎石株式會社</u> .....	20
<u>三、住吉重工業株式會社</u> .....	24
<u>伍、考察心得</u> .....	43
<u>陸、建議事項</u> .....	46
<u>柒、考察實錄</u> .....	50

## 壹、考察緣起

因都市建設開發的活潑化、地下化及都市更新或災變產生龐大的營建廢棄物，軟弱土、污泥等，若無妥善處理政策及方法以資因應，將招致環境破壞，嚴重影響生活品質。早期國內對前開廢棄物之處理，皆任意棄置或運送至棄土場以填埋方式處理，惟受限於合法棄土場之容量及申請設置困難，常造成違規處理等重大弊端，更嚴重影響工進。因此，欲有效解決，惟有將廢棄物再生處理，除將可回收資源再利用，更能減少棄置容量。日本之土方管制政策、處理技術及施工機械皆較我國先進，經由參觀，建立聯絡管道，汲取新知，並研擬引進日本營建廢棄物及污泥處理、管線推進之設計理念、技術，以提昇國內未來不斷增加之相關工程施工品質。本次參訪對於多項新工法之學習，所獲良多，將有利本隊業務推展及參考。

## 貳、考察範圍

- 一、 施工機具。
- 二、 營建廢棄物、污泥處理及再生利用。
- 三、 公共工程剩餘土石方資源回收政策及處理模式。

## ？、考察行程

- 一、 十二月十六日參觀高野興業株式會社營建廢棄物處理場。
- 二、 十二月十七日參觀二合碎石株式會社石方破碎分類處理場  
(含廢棄混凝土塊處理)。
- 三、 十二月十九日參觀住吉重工業株式會社污泥處理場。

## 肆、考察內容

現代社會的經濟生活表現為大量生產、大量消費、大量丟棄，這已經造成了嚴重的環保問題，並影響威脅到人類的生活品質。為此全球所有已開發國家，在公共建設執行的同時，必須考量到如何解決多餘的廢棄物，以對地球的環保盡一份心力；在廣大的營建領域中，所產生的廢棄物如泡除瀝青、污泥、混凝土塊、磚瓦礫石、木材、輪胎、塑膠等，若不謀求解決之道，隨著數量快速增加，將造成社會環境不可彌補之重大損害。

本次參訪國-日本，由於地狹人稠，近年來國民整體環保意識形態之提升，體認到要解決數量龐大之營建廢棄物及垃圾，必須重新認識生活方式、經濟結構、社會狀態，以建立一個降低排出垃圾，乃至無排出垃圾的社會經濟體系，在形成這種共識的同時，除減緩對環境破壞，並能節省社會不必要之處理成本。為達成此一目標，在日本各大城市居住、工作的市民及各大企業界，皆共同承擔各自的責任及工作，共同協調配合，於是在生產、運送、消費、廢棄的各個階段都能全力配合，而政府更訂立收費方式來強制處理這方面的問題，其方法為將費率訂為產業及家庭兩種，經由上述方式使民眾及業者致力於垃圾“減量化” 營建廢棄物“資源化”之目標。



反觀國內在這方面仍在起步階段，前年台北市政府對於垃圾處理費用執行隨袋徵收，搭配垃圾分類除使垃圾量逐漸減少，減輕現有焚化爐的工作量，並能延長焚化爐之使用年限，而其他各地方政府仍沿用傳統方式，垃圾問題遂儼然成為地方政府迫切須面對的難題，而我

們鄰近之日本早在 1991 年 10 月 25 日即施行「再生資源利用進相關法律( recycle 法)」,以解決產生過多的廢棄物,本次參訪的對象 - 「高野興業株式會社」、「二合碎石株式會社」及「住吉重工業株式會社」於污泥處理,擁有多年經驗,茲就其生產流程及處理設備分述如下:

## 一、高野興業株式會社

為日本頗具規模之室內廢棄物處理中心,主要處理舊建築物拆除後之廢棄物及新建工地所產生之營建廢棄物及處理都市所產生之大型垃圾如輪胎、塑膠、木材、廢家電、廢紙、易開罐等經由收集、搬運、分類、處理為主要工作。



其主要之設備有：

(一) 破碎篩分機 (power screen)：

工作流程為廢棄物之收集、分類、堆放，大型營建廢棄物則經由鏟土機械設備移至破碎機之進料斗，進料斗上設有隔柵以分離超大尺寸料塊（超大料塊由現場



挖土機挖斗上的破碎機直接破碎），小於隔柵尺寸之料塊則經由滾筒式篩網利用重力及篩網篩選出不同尺寸之粒徑，並利用滾筒下部之輸送設備加以分類堆置，而重量較輕或大於篩網之部份則由筒體末端之輸送設備運出，在運送過程中並經由永久磁石吸取磁性金屬、如鋼筋等材質，非磁性金屬（如鋁、銀）則借重後置之渦電流分選機利用金屬之導電性產生電渦力收集，輸送帶末端設有風選機，利用風力將塑膠及紙類分離，其所殘餘部份則另行貯存處理，由於該處理料之來源係屬一般建築工地，故種類較少可節省先期分類工作。該場使用之 power screen 其主要動力來源為柴油引擎，本身具備行動能力，為便於拖運所有輸送設備皆具有拆裝便利之特性，並符合道路監理法規要求，在場區內則可使場地的運用更富彈性。

(二) 單軸破碎機：

可提供單一出料尺寸，為資源回收再利用之最佳處理設備，在該廠主要處理項目如下：

鋁金屬資源回收：

因鋁材質較軟，利用單軸破碎機可輕易達成減容的目的，且不易造成鉸刀之損壞，十分符合經濟之要求，更能減少市面易開罐容器所產生的圾垃量，並減少市面因提煉鋁所產生之成本及污染。

電腦主機板之回收：

現今由於電腦汰舊換新速度頗快，主機板所產生的廢棄物數量也不斷增加，然電腦主機板之元件多屬不可分解之元素，許多接點亦由貴重金屬製成，頗富回收價值，且由於先期分類有別於一般圾垃成份較單純，因主要材質亦不堅硬，故使用單軸破碎機即可達到減量再利用之目的。



(三) 雙軸破碎機：

為資源回收業有採用之主力設備，可提供多種物質破碎，低轉速、高扭力之設計，具有下列優點：

- 1、低噪音及減少粉塵量：提供現場操作人員優良之工作環境。
- 2、安全及簡易之操作方式：確保現場操作人員安全操作環境。
- 3、具過載保護設計：延長設備使用壽命，降低成本。
- 4、較低之基礎建置：減輕初設成本。
- 5、維修保養容易：減低運轉成本。



該場處理下列各項廢棄物：

1. 廢輪胎回收
2. 廢塑膠處理
3. 廢家電、電腦回收處理
4. 廢紙回收處理
5. 廢易開罐罐頭處理
6. 都市圾垃處理
7. 巨大圾垃處理

8. 廢木材處理

9. 廢鐵、油桶處理

廢輪胎回收處理簡介：



(1) 破碎：



首要目的為減容，將整顆廢輪胎投入廢輪胎破碎機減容到塊狀，破碎機會將廢輪胎破碎為長條狀，長條狀之廢輪胎尺寸平均為 2"-4"（寬）x 6"-10"（長），有時亦會有 12"-16"長的情況發生。

(2) 二次破碎：

經過首次破碎後，條狀廢輪胎進入粉碎機，此設備為中速之粉碎機，利用篩網將條狀之廢輪胎減容至 5/8”之塊狀物，在粉碎減容過程中廢輪胎內含之鋼絲會與橡膠分離，並利用磁選機可將廢輪胎內之鋼絲分選出 95%~98%，並可利用氣送系統於輸送過程中分離出灰塵及纖維，經過此階段之處理可生產高品質，低金屬含量之廢輪胎代替燃料(TDF)，可運用於較寬廣之燃燒設備。

### (3) 研磨到粒狀：

經過粉碎處理後大約 5/8”之塊狀廢輪胎先經過暫存，並可將塊裝廢輪胎利用螺旋輸送機輸送進入 G3 磨粉機，G3 磨粉機可將廢輪胎研磨至大約 1/4”之粒狀產品。粒狀產品可經由磁選及風選再一次分離鐵金屬及纖維並可將產品輸送至暫存區(可再研磨加工利用)或直接包裝利用，此階段完成之產品可使用於：土壤改良，遊戲地磚，道路地基，鑄造添加物。

### (4) 研磨到較細之粒狀：

經過 G3 處理後暫存之 1/4”以下粒狀廢輪胎粒，經由螺旋輸送進入強力粉碎機 (powderizer)，經由強力粉碎機 (powderizer) 處理後之產品可再次使用磁選及風選將含鐵金屬及纖維分離。此階段之產品為 10-30 mesh 之橡膠細粒。

(5) 研磨到粉狀 (精緻研磨) :

經過四階段處理之細粒膠塊已經完整分離含鐵金屬及纖維，可進入細緻之研磨機研磨生產為粉狀物，細緻之研磨機可將產品研磨到 10 mesh 或較小的 40 mesh。

(6) 依顧客需要包裝 :

產品尺寸可經由自動系統分配至儲存區或出貨容器。產品可利用電子磅秤及震動設備分裝成出貨包裝之重量及密度要求確保產品品質。

破碎機用途相當廣泛，包含有：

焚化廠之焚化爐前置破碎 (如：MSW、OBW、彈簧床、巨大傢俱、沙發、地毯、樹木、一般生活垃圾及事業廢棄物...等)。

掩埋場之巨大廢棄物破碎減容 (如：彈簧床、巨大傢俱、沙發、衣櫃、樹木、特殊巨大車胎、營建廢棄物、廢鋼桶...等)。

資源回收廠之分選前置破碎處理 (如：廢輪胎、廢 PC、廢家電、廢塑膠、廢棧板、廢汽、機車、...等，廢容器、鐵鋁罐、鋁箔包...等，滅菌後之醫療廢棄物、廢太空袋、桶裝固化廢棄物、核廢料.....等)。

工廠製程下腳料破碎再生 (如：塑膠下腳料、木材、捆裝廢紙解壓縮破碎、紙廠渣繩、裁邊，及各類工廠製程下腳料...等破碎再生...)

低轉速旋轉式破碎機功能特色：

1、低轉速旋轉式破碎機比傳統高轉速破碎機效率更佳更安全。

(1) 可處理多種類破碎物質：

低轉速技術連結自動反轉及過載保護，可同時處理更多樣化的物質破碎。

(2) 較少的周邊設備設置費用：

比傳統高轉速破碎機週邊設備少，可節省許多運轉磨耗及保養費用。

(3) 減少更多土木基礎設備：

低轉速設備，較無運轉震動現象，不需任何特殊防震土木基礎設備，由於低轉速設計原理噪音揚塵及燃火性皆大幅降低有更佳之操作環境。

(4) 先進的 ACLS 鎖刀設計 (Advanced Cutter Locking System)

一般破碎機在使用一段時間之後，刀具之間常會出現間隙因而降低了破碎機的壽命或增加保養費用，因此 SSI 在鎖刀設計上採用多點均載迫緊設計，使其鎖緊力提高到 45000Kg (一般約為 4500KG~6750KG) 平均為傳統破碎機的 8.5 倍。

先進的 ACLS 鎖刀設計



效益如下：

- I. 降低保養費用。
- II. 減少更換刀具時間。
- III. 提升調整刀具間隙準確度。
- IV. 提高刀具壽命及被破碎物品質。
- V. 機器線上作業可靠度增加。
- VI. 增加破碎室軸心保護。

(5) 軸承及油封保護：

SSI 破碎機在破碎室內部，軸承及油封設計防濺板(APLASH PLATES)及護墊保護，以提高破碎機軸承壽命及降低保養費用。

(6) 清潔指板及波浪式抓鉤：

清潔指板是為各別獨立抽取鋼板，主要是用來清潔卡附在刀具間破碎材質，以期達到最佳破碎效率。

波浪式的抓鉤設計，能夠更有效抓取被破碎物以增加破碎效率。

2、動力及驅動方式：

具電動和油壓兩種驅動方式破碎機。這兩種皆為直接驅動設計模式。行星式齒輪組，可自動改變轉速提昇阻力，以達到破碎處理之最佳效率。

在傳統的設計上，則需四個齒輪驅動雙軸，相對的減少扭力及增

加操作保養費用。

### 3、馬達過載保護聯軸器（ Severe Shock Protection ）：

大部份的破碎機皆會提供自動反轉的功能，但並沒有真正提供過載保護的功能。



當破碎機在處理一個無法破碎的物質時，可能會造成卡死現象，  
刀具會不斷在原位置上正反轉，而造成馬達及相關設備損壞。

提供先進的過載保護，這個特色主要是用在電動馬達和減速機中

間加上一連結器，當有過載情況發生時，這個連結器便會滑脫而避免馬達損壞。

#### 4、油壓及電動馬達兩種驅動選擇：

##### 電動式：

一般來說，電動式破碎機需求空間較小，容易操作及保養，且操作耗電量低，其採購價格便宜，較適用於單一物質進料。

##### 油壓式：

油壓式破碎機提供較高工作效率。適用於較難處理破碎物質及不分類進料物質，因其有快速反轉或可自動連續正反轉操作，以得到更細之破碎尺寸。

#### 5、刀具更換流程：

刀具的銳利與機械效率息息相關，故在操作過程中，須時時注意刀具是否磨損或產生異常震動或聲響，現今的機械，皆具備各種機電保護設計，有別於以往只重運轉而無保護裝置，故現場人員僅就刀具更換作出適當調整，經由現場人員之示範，其更換流程如下：

- A. 先行移除進料斗。
- B. 拆除刀具固定螺帽。
- C. 利用吊車固定刀具。
- D. 卸除破碎機刀具。

- E. 軸承及內部零件檢視。
- F. 軸承及內部零件清潔保養。
- G. 更換再生後之刀具。
- H. 依上述流程逆向組裝。



## 二、二合碎石株式會社

以處理都會區產生之大型營建廢棄物如混泥土塊、碎石礫料、沙、磚塊等為主，其主要處理機具設備為（power screen）。

工作流程為廢棄物之收集、分類、堆放，其中混泥土塊、石塊、磚塊等先行經水洗，並設有沈澱池藉以分離泥砂，以減少處理時產生粉塵，經由水洗後之大型營建廢棄物則經由鏟土機械設備移至破碎機之進料斗，進料斗上設有隔柵以分離超大尺寸料塊（超大料塊由現場挖土機挖斗上的破碎機直接破碎），小於隔柵尺寸之料塊則經由碎石機依廢棄物大小及用途：

鄂式壓碎機：適用於強硬材質廢棄物之首次壓碎。

圓軸式碎機：適用於經鄂式壓碎機首次壓碎廢棄物之二次減量壓碎。



衝擊式壓碎機：運用高硬度之衝鎚打擊，適用於強硬材質廢棄物之首次或再次衝碎。

壓碎後之廢棄物經滾筒式篩網，利用重力及篩網篩選出不同尺寸之粒徑，並利用滾筒下部之輸送設備加以分類堆置，而重量較輕或大

於篩網之部份則由筒體末端之輸送設備運出，在運送過程中並經由永久磁石吸取磁性金屬、如鋼筋等材質，非磁性金屬（如鋁、銀）則借重後置之渦電流分選機，利用金屬之導電性產生電渦力收集，輸送帶末端設有風選機，利用風力將塑膠及紙類分離，其所殘餘部份則另行貯存處理，由於該處理料之來源係屬一般建築工地，種類頗為單純，較少可省卻先期分類工作。該場使用之 power screen 其主要動力來源為柴油引擎，本身具備行動能力，為便於拖運，所有輸送設備皆具有拆裝便利之特性，在場區內作業，則可使場地的運用更富彈性，以利現場完成料堆置增加堆置量。







### 三、住吉重工業株式會社

營建工程於施工過程常伴隨產生大量且含水率高之棄土問題，而此問題常因受限於棄土最終處置場場地不足或棄置場地對於棄土土壤的進場品質要求，而無法順利解決。因此，日本政府遂製頒法令，要求凡土木工程所產生之污泥均應達到 60%再利用率之目標。前述污泥過去常以石灰系之固化劑先予以穩定，再尋求再利用率之最終目標。

對於前述高含水率之污泥，如何能於最短時間內，將其安定化並予以再生利用，使其成為可用之材料，即材料化，遂成為當今之重要之課題。目前經過穩定化固化處理之污泥，已可作為部分土木或建築材料。前述材料，主要可分為水泥系列及玻璃系列。水泥系列主要以灰渣作為混凝土骨材，或與水泥石灰混合，製成灰渣泥。玻璃系列則是將污泥加熱至玻璃化之溫度，燒結成人造骨材、沸石等材料，或熔融製成特定產品如地磚之回填材料、管材覆土或農業土壤改良劑等。

#### （一）日本處理應用與趨勢

日本多年來推動污泥資源化再利用已收到相當的成效，目前運轉中的工廠大多興建於 1980 年代，其發展方向則以綠地、農地利用、建材使用及能源回收為主。污泥回收作為建材使用的比例由 1994 年

的 14%增加至 59%；綠農地利用則由 86%降為 41%，顯示污泥回收作為建材使用之比例，有逐漸凌駕於綠農地使用的趨勢，主要是因日本對於污泥回收作為農地利用，訂定相當嚴格的重金屬限制標準，造成其需求及推廣受到限制。另由於日本於各類污泥處理過程中產生污泥餅，由於掩埋用地取得不易，已漸朝向資源化有效利用發展，日本 1991 年都市污泥應用於農地已達 8.6%，並有逐年提升的趨勢。

在處置狀況方面，以最終處置的污泥體積為準，日本在 1997 年有 61%的污泥進行陸地掩埋，33%進行有效利用，而海洋拋棄則不再採用。而焚化灰渣則由 1994 年之 15%上升至 1997 年之 69%，脫水污泥餅由 1994 年之 62%至 1997 年下降至 21%，可見污泥焚化在土地資源缺乏的狀況下有大幅度成長的趨勢，且有效利用的比率亦由 1994 年之 24%提昇至 1997 年之 33%。

## （二）實際應用與機制

在施工現場所產生之泥漿，含水率相當高，若能以機械方法與化學方法併用，將廢泥水中之水和泥渣完全分離，則大量的水將可回收再利用或排放到河流及下水道，僅剩餘少量的泥渣需要搬運棄置掩埋場，但由於廢泥水中含有皂土、粘土等微細顆粒，通常單靠機械處理很難得到完善的分離效果，往往需要使用凝結劑及絮凝劑同時進行化學處理，初步以機械強迫分離方法，先去除粗土砂，再添加凝結劑或

凝聚催化劑，得以使懸浮沉泥凝聚沉積，並經強制脫水後成為固態沉泥將較為方便處理。

將廢泥漿中所含土砂其粒徑大於  $74\mu$  以上之顆粒，運用重力沉澱分離或藉震動篩 ( screen ) 水力旋離機 ( hydrocyclone ) 等分離裝置強制去除泥水中的粗粒土砂，處理後之殘液呈混濁狀的懸濁液。至於分離裝置有的用單一分離機，必要時也可把若干不同的分離機組合在一起運作，所分離的固態土砂則可搬運至場外棄置。現有的分離機種類很多，各廠商紛紛自行開發高效率機組，大多利用重力、震動、離心力等原理組立機械，希望分離效率提高以減少凝結劑的用量

經過第一次分離處理後的泥水若未能達到排放標準，則進行第二次處理添加凝結劑，經由化學反應後使殘存之懸浮固體 ( S.S. ) 形成易與水分離的凝絮物，再經離心式分離機、真空脫水機或壓濾機 ( filter press ) 脫水達到固液完全分離，並使排放水中所含之懸浮固體含量降至放流標準。至於凝結劑常由多種化種藥品混合起來使用，例如能促使皂土粒的負電荷產生中和凝聚的無機凝結劑 ( 以硫酸鋁最常用，也可用 ferric sulfate 或 sodium aluminate ) 以及能促進凝絮、沉澱、濃縮、分離等作用的高分子聚合物 ( 陽離子系、陰離子系、非離子系 ) 混合使用，但亦可個別單獨使用。

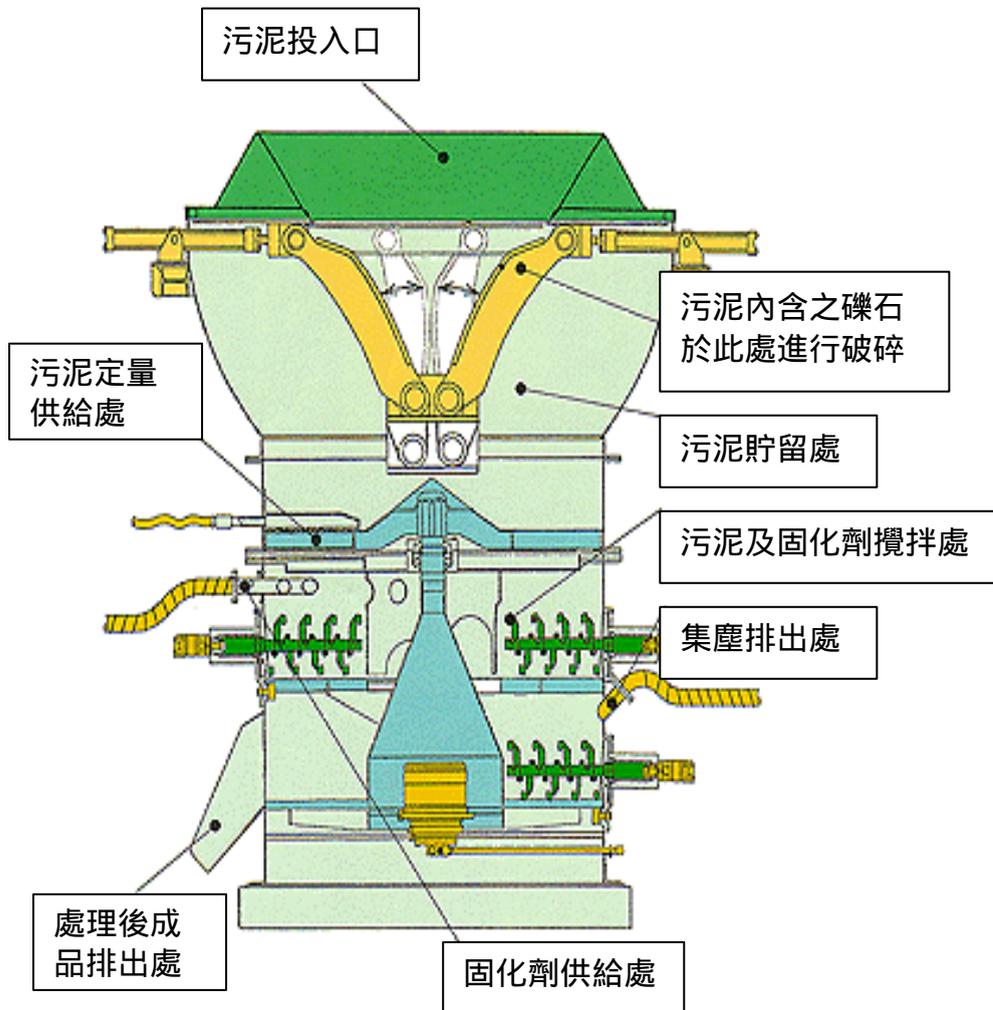
(三) 均一粒狀化工法 ( ODDY-Clean 工法 ) 簡介：

高含水比的粘性土及碎石洗淨污泥等，以往被視為廢棄物而遭到最終處分的建築廢土，僅僅只要數分鐘，就可變換成不會再泥化的粒狀處理土，是一種可再利用的工法。

而這就是住吉重工業株式會社發展之均一粒狀化工法（ODDY-Clean 工法），主要機制，即將污泥經破碎篩分，並添加固化劑濃縮穩定後，再製成顆粒狀之土壤材料，以達成資源再利用之目的，而其成品之優點列舉如下：

1. 再生後之土壤材料其土壤強度指標可達 200 kn/m<sup>2</sup> 以上。
2. 可作為建築物或道路路基底層之回填土或公園綠地植栽用之沃土或是箱涵管線施工上之覆土。
3. 將破碎、振動、攪拌、穩定、濃縮等操作流程經由單一機組一次處理，省卻了傳統各處理流程間需利用輸送器具相互銜接煩瑣的處理方式。
4. 污泥經此工法處理後，成為均一粒狀土（砂質粒徑土），密度高，無再泥化之風險。

5. 添加固化劑後，安定及固結力強，可抑制六價鉻等有毒物質溶出。



均一粒狀化工法機械構造圖

6. 再生後之粒狀材料，可調節 PH，使用上不會影響回填處當地之土壤 PH 值。

工法特性：

1. 處理後之污泥呈均一顆粒狀：

污泥經投入口投入後，經破碎篩分並經攪拌機將污泥與固化劑充分混合攪拌再予以分離顆粒化，經多次重覆攪拌、混合、分離、顆粒化等處理，排出時遂成為均一粒狀物之再生土壤材料。

## 2.無需前處理：

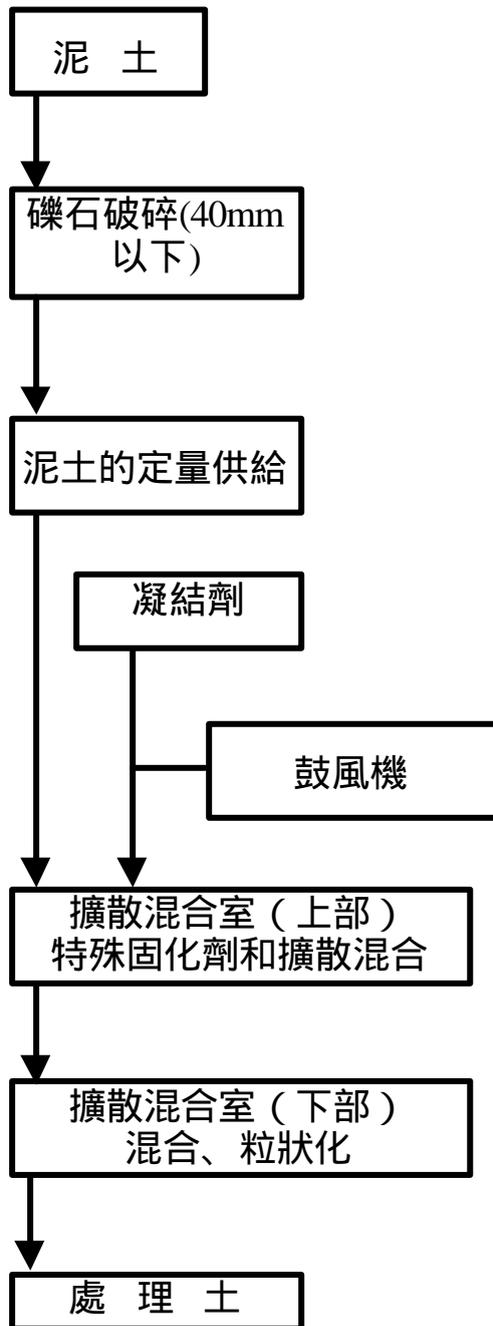
污泥無需先經篩分，脫水等前處理程序，此工法可於污泥投入時，於機械內一併將粒徑大於 40mm 之石塊等固形物一次破碎後，再添加高分子混凝劑及固化劑，充分攪拌後，予以濃縮脫水。

## 3.佔地小：

機械設計係以縱向多段化構造式設計，所需空間均朝縱向發展，具移動簡單佔地小之優勢。

## 4.連續式處理：

可連續式處理高含水率之污泥，經均一粒狀化後土壤強度指標可達 200 kn/m<sup>2</sup>。



均一粒狀化工法流程圖

#### (四) 組坑、推進一體化施工法 ( L-Mole 工法 ):

隨著時代的進步，經濟的繁榮，民眾對居住環境日漸重視，加上交通，建築，公共工程等大量興建，人民生活水準的提高，惟現在的都市，人口密集，交通流量龐大，高樓大廈處處林立，既設道路之地下管線錯綜複雜，其他如鐵路，高速公路，交通幹道，市場等重要場所更受限制，如果這些地方以明挖進行施工，勢必無法進行，因此發展出推進工法，廣泛應用於各項公共工程之建設。以避免破壞既設管線，減少環境污染，及行人、車輛通行之困擾。

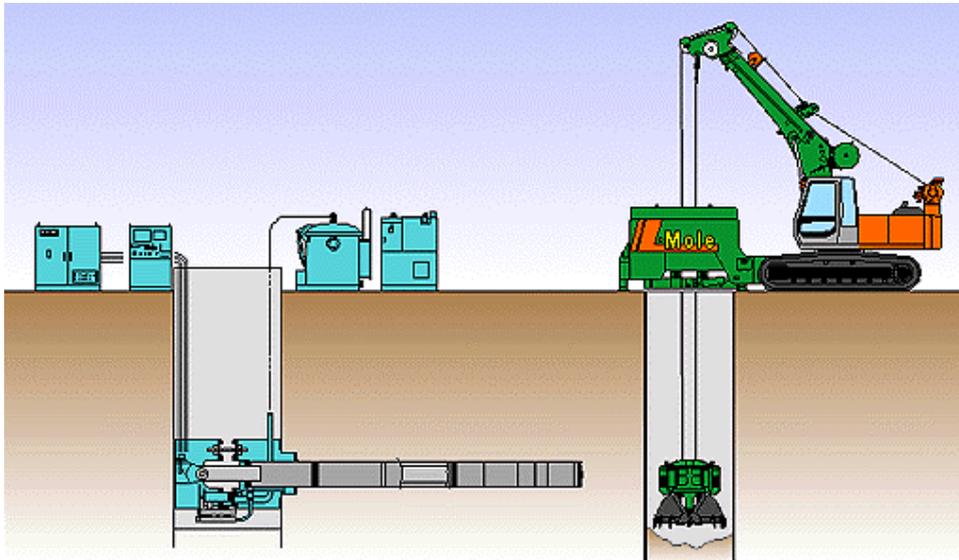
而採用推進工法則有以下之特色：

1. 不必佔用道路空間、不影響交通，一面施工，車輛照常行駛。
2. 不必開挖路面，可延長道路壽命。
3. 減少施工污染等公害。
4. 施工時間短，有事半功倍之效。

而由住吉重工業株式會社發展之組坑、推進一體化施工法 ( L-Mole 工法 )，藉由移動式機組，將工作井組立及坑道推進，僅由單側施工即可完成，近年來於日本都市已廣為採用，技術已經非常成熟，其工法更具有以下之特點：

1. L-Mole 工法，係結合構築小口徑工作井及推進管線共同施作的工法，先構築圓形工作井，然後將 1 公尺的埋設管推進。

2. LMV 工作機開挖之工作井之直徑約 1500mm 左右，而 LMH 則是使用於小管徑(200~300mm)之推進，而 LMH 可 360 度旋轉於任何方向進行推進。
3. 工作井施築與推進採用同一機組，可縮短工期並節省施工成本。
4. 工作井施築機 LMV 與小口徑推進機可個別獨立施工。



#### LMV (工作井構築機)

1. LMV 係套管壓入機和掘鑿機二合一的機型，於 L-Mole 工法中，是用以構築工作井之挖掘器。
2. 由於機型為 base machine 共一體之機組，於工作井與工作井間移動迅速，且抽出工作井內之套管皆很容易。
3. 特別設計之挖斗，加上挖掘力量大，可因應各種不同性質之

土壤。

4. 藉由反作用力並配合挖斗特殊的構造，切割，刨除工作井內之各種土壤材料。
5. 於挖掘同時，應於工作井內注入補充水，以防因受力不均，而導致崩塌，必要時可施以地盤改良。
6. 開挖槽溝壁面穩定，可防止開挖或鑽掘之坍塌崩落。
7. 具有懸浮土粒能力，有利於鑽掘斷面的土壤清除及排泥。
8. 冷卻及潤滑施工鑽頭或抓斗，以減低機具磨耗，延長其使用年限。

LMH：(小口徑推進機)

1. LMH 係利用 LMV 於開挖工作井完成後，放入工作井內之多方向小口徑推進機。
2. 利用空壓平衡的工程推進機，可同時進行多管推進，且無需架設反作用力牆。
3. 對多種管材及管徑均得以適用，如 200~300mm 之混凝土管，或 200~400mm 陶瓷土管均可。
4. 切削機頭可因應不同的地質狀況，對於混合礫石層之地質，亦可完成推進。
5. 利用真空吸引方式，將排土輸送至工作井內，再以 LMV 排出

棄土。



LMV - 2000 S



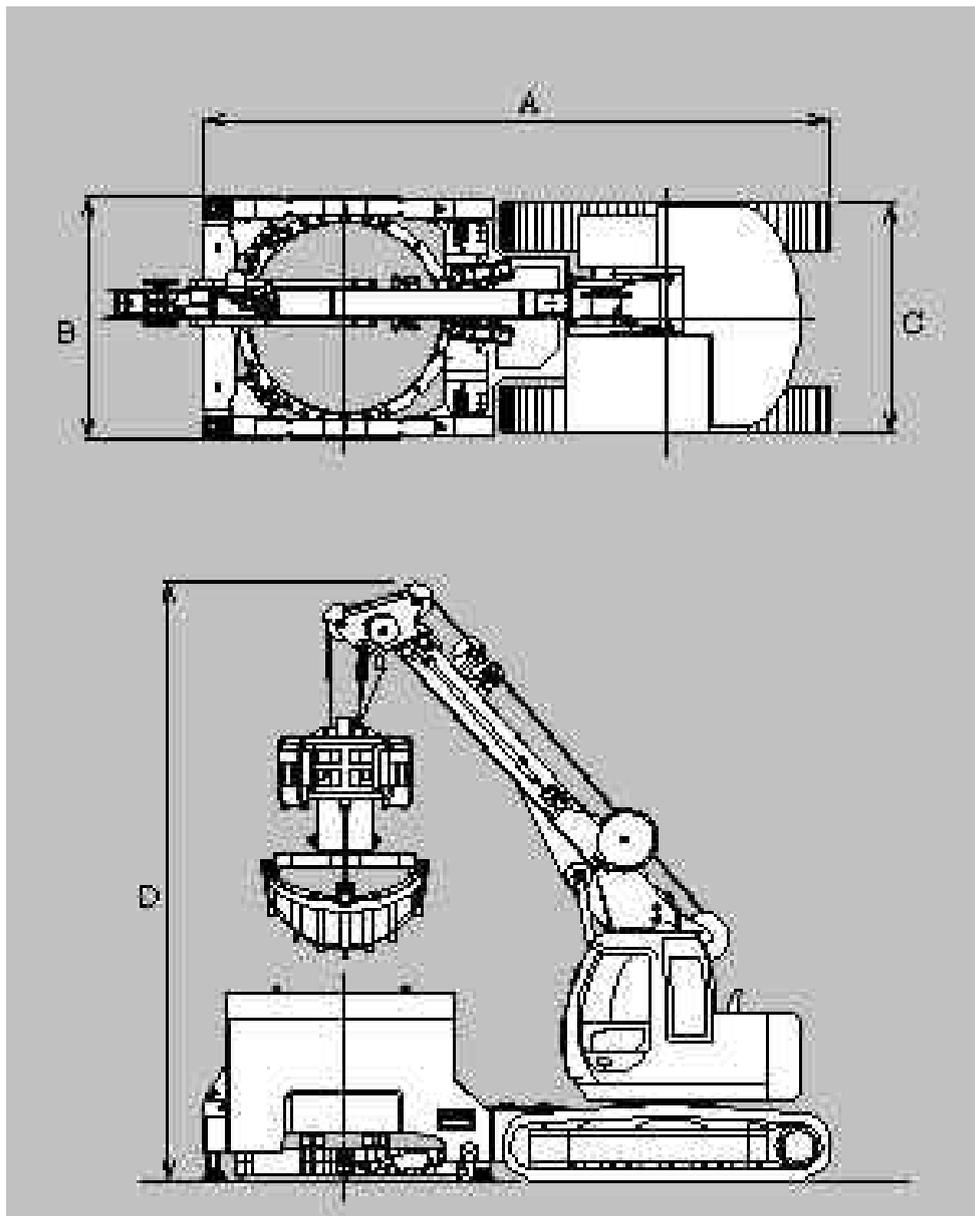
主 要 規 格 表
-----------

開挖口徑	f 2 0 9 0 mm	f 1 8 9 0 mm	f 1 5 9 0 mm
挖斗容量	0 . 5 5 m <sup>3</sup>	0 . 3 5 m <sup>3</sup>	0 . 2 0 m <sup>3</sup>
工作井開口徑	f 1 9 0 0 mm	f 1 6 9 0 mm	f 1 4 1 0 mm
最大挖掘深度	1 2 m		
機械總重	3 2 . 9 t o n		
全 長 ( A )	6 8 2 2 mm		
? 動部最大幅( B )	2 6 4 0 mm		
最大幅 ( C )	2 4 9 0 mm		
挖掘時最低高度 ( D )	6 5 5 0 mm		

LMV - 1 5 0 0 S



主 要 規 格 表	
開挖口徑	f 1 5 9 0 mm
挖斗容量	0 . 2 0 m <sup>3</sup>
工作井開口徑	f 1 4 1 0 mm
最大挖掘深度	8 m
機械總重	2 1 . 6 t o n
全 長 ( A )	6 0 9 5 mm
? 動部最大幅 ( B )	2 2 0 0 mm
最大幅 ( C )	2 2 9 0 mm
挖掘時最低高度 ( D )	5 5 9 0 mm



## (五) 營建廢棄物處理與淤泥固化與再生利用

### 1、營建廢棄物現況與再利用情形

根據國外研究資料整理，世界各國全年營建廢棄物產生量約佔所有廢棄物之比例之 10%-30%左右。歐美日等先進國家對於建築廢棄物的回收再利用已推廣多年，其中日本每年產生之建築廢棄物約佔全國廢棄物總量之 20.6%，其中建築廢棄物部分佔 55%，依據日本 1995 年之統計資料顯示，其建築廢棄物混凝土塊再生利用率為 65%。其建築廢棄物再利用的市場管道，就混凝土塊而言，日本主要作為建築及級配骨材、工程填方及土質改良、填海造地等。

至於第四類建設廢棄土及泥土（疏浚土、粘性土、有機土及營建污泥，圓錐指數 4 以下），目前逐漸成為日本多年來研究的重點，該類廢棄土經處理後絕大部分可回收利用，詳如下表【\*圓錐指數試驗方法根據 JSF T716】。

表 日本對第四類建設廢棄土及泥土之處理改良方式與說明

營建廢棄土處理工法	說 明
1.混合發泡珠輕量土工法	添加超輕量發泡珠(beads)(材料為發泡 styrol 等)之超輕量化輕量土。需強度時可添加固化劑。輕量性( $\gamma_1=0.8\sim 1.3\text{ t/m}^3$ 範圍內可任意調整)之外具有與土相近之變形追從性及不透水性，是為其特點。
2.氣泡混合土工法	在流動化處理中添加氣泡加以輕量化之安定處理土。流動化處理土之特性外具有輕量性( $\gamma_1=0.5\sim 1.3\text{ t/m}^3$ 範圍內可任意調整)，軟弱地盤或地滑區之填土等效果特

	佳。
3.流動化處理工法	主材料之土砂中添加泥水(或水)及水泥卜等固化劑的安定處理土。特點為 1.打設時不需固結。2.具高流動性可充填狹小空間。3.不必調配可獲任意強度。4.不易受浸透水之侵蝕，防止地盤空洞之效果佳。
4.裝袋脫水處理工法	在透水性袋內裝軟弱土放置地上，將剩餘水排出，降低含水比之工法。主要特點為 1.袋內排出水之懸濁物質濃度在短時間內下降。2.需選定適當之布袋，可耐堆積。3.布袋之植生性良好等。
5.短纖維混合補強工法	土或安定處理土內添加長數 數十 cm，直徑 1~100De (denier) 之短纖維乾燥重量 0.01~2% 程度強粘性之土質材料，植生良好具有固定及約束植物根之效果。
6.Geotextile 補強堆土工法	將具有張力強度之 geotextile 在填土中敷設多層，以強化填土。比一般填土具有高張力及剪切強度及不易變形之特點。對於低品質廢土之填方，急斜面填土或與壁面組合之補強土壁等新構造物質構築成為可能。
7.夾層工法	含水比高之砂質土或粘性土與粗粒之砂或 geotextile 以夾層狀堆積，利用壓密脫水之工法。
8.高壓薄層脫水處理工法	建設現場所產生之泥水或疏濬河川湖沼等所產生之污泥，利用高性能且經濟之脫水處理技術，做為第 3 種以上之改良土，利用作為堆土或埋土之工法。
9.安定化處理工法	以一定之比例，混合工程土與改良材，降低其含水比，並改善其施工性，以增加強度之工法。
10.加入高分子改良劑	改良後之土質具有與砂石相同之透水性、耐久性強、抗壓強度增加、較低之流動性等特性。

上表所列的工法中，已有部分工法在日本廣泛應用，例如其中的第 10 項工法，已在日本的「東京都廢棄土再利用中心」對建築廢棄土添加不同的固化劑進行改良，方法如下：

1. 加生石灰改良，使產生水合反應及固結化、碳酸化等反應。
2. 加入高分子改良劑及石灰改良土質，使顆粒化及改變土質之透水性、塑性、液性、抗壓強度等。該中心目前以收容處理公共工程之廢棄土為主，每立方公尺收容費用為 3,500 日圓

(約台幣 1,000 元), 處理後之改良土出售價格每立方公尺為 800 日圓(約合新台幣 230 元)。

## 2、固化工法 (PIA GREEN) :

而本次參訪之久山代處理場, 係屬住吉重工株式會社所建設營運之代處理場, 即是以添加該公司自製之固化劑 (PIA GREEN) 對營建廢棄土進行改良, 該處理場基本資料簡介如下 :

- A. 佔地面積 : 4352 M<sup>2</sup>。
- B. 處理對象 : 土木工程產生之無機污泥, 基礎工事產生之泥漿等。
- C. 處理方式 : 自工程施工地點代為搬運裝載至本處理場, 經由破碎, 添加固化劑一次及二次均勻攪拌, 加壓成型機、紅外線加速反應養生等處理程序, 再製成再生材料。



1. 污泥投入



2. 攪拌破碎



3. 加入固化劑混



4. 二次混合



5. 加壓成形



6. 紅外線照



7. 初次養護



8. 二次養護

而該會社自製之固化劑，特性如下：

1. 主成份：氯化鈣混合物 / 比重 /  $1.25 \pm 0.01$ 。
2. 呈褐色液體，為 100~300 倍之濃縮液。
3. 與其它固化劑相較，具較佳之經濟性，一瓶(200 L)可處理 125~370m<sup>3</sup> 之營建廢泥，平均成本約新台幣 120~360 元/m<sup>3</sup>。
4. 於固化過程會發生水化反應及中和反應，如遇有毒廢棄物，其溶出物均在法令規定標準以內。
5. 強度：經 (PIA GREEN) 固化劑固化後之成品，其強度約為使用 RC 的 1.3~1.5 倍，並視固化對象的種類及使用目的，可調整它的早期強度
6. 處理對象：土木工程無機污泥、焚化後底灰、疏浚污泥、有毒廢棄物等。
7. 效益：經 PIA GREEN 及水泥共同固化後之固化物，較一般固化劑有著效高的品質，特別是屬於微細粒子的廢棄物，經此固化劑固化後其品質更是為佳。經過擴散，吸附，中和，



脫水等作用，其溶出物及強度，並不隨時間變化而有所衰減。

固化後之成品經試驗放置於魚缸中，微生物及藻類均能附著生長於其表面，顯見其溶出物應無害於生物之生長繁殖，目前除作為骨材外，經製成似活性碳多孔性之製品，更施作於河岸邊坡或放置於水中作為人工魚礁，以進一步達成淨化水質，繁榮生態



之目的。

屬於沉泥或粘土類之土石方，係造成目前環境問題主要來源，如能加以適當處理回收利用，則可解決該類土石方的處置問題。日本針

對	對 沉
似活性碳多孔性之製品	施作於河岸邊坡之情形
泥	或 粘

土類之處理利用研究最為齊全，其中有些工法已被廣泛使用，經適當處理後皆可再利用，可供國內參考。

## 伍、考察心得

- 一、 現代社會的經濟生活大量生產、消費及丟棄，已經造成了嚴重的環保問題，並威脅到人類的生活品質。為此全球所有已開發國家，在公共建設執行的同時，必須考量如何解決過多的廢棄物，以對地球的環保盡一份心力；在營建領域中，所產生的廢棄物如刨除瀝青、污泥、混凝土塊、磚瓦礫石、木材、輪胎、塑膠等，若不亟思解決之道，隨著數量快速增加，將造成社會環境不可彌補的重大傷害。
- 二、 在國家的公共基礎建設和一般民間營建工程中，廢棄物（含挖掘的剩餘土石方）的產生是無法避免的，適當的處理回收是絕對必要的措施。如處理得當並引導再生利用，不但可節省天然資源的消耗，同時亦是保護生態環境及保留後代子孫的生存空間。反之，處理不當，則後果不可想像，且國家和社會將直接或間接付出相當的代價和成本。因此政府和相關業者皆有責任和義務重視此一嚴肅的問題，政府應儘速制定法令規章，約束廢棄物的增加並引導獎勵民間業者參與廢棄物處理與再生利用。
- 三、 營建工程產生的劣質土，經過土質改良後如能妥為再利用，將有助於減少不法棄置，降低棄置數量，進而保護環境 減

少天然資源開挖，降低工程成本，延長土資場壽命。

四、 混凝土塊在日本屬於事業廢棄物，在法令管制上，必需經過再生利用，其回收利用方式為破碎分選至不同粒徑大小做工程回填料。

五、 日本對營建廢棄物的處理及應用於再生材料，已經推行多年及立法限制，採獎勵及管制，雙管齊下。多年來已見成效，其方法概述如下：

(一) 嚴格管制營建廢棄物的源頭和棄置場所。

(二) 獎勵和協助再生處理場的設置，並視為營建材料生產的一部份。

(三) 立法強制一般營建工程必須使用 20%~35% 的再生材料。引導廢棄物？處理場？再生？利用，循此管道再生利用。

(四) 廢棄物必須做先作分類，以增進再生料的品質與利用價值。

六、 日本廢棄物處理公司所處理之種類，業已涵蓋目前日本國內所產生之營建廢棄物，有鑑於日本與我國地處環境雷同，其民眾之消費及生活習性亦大同小異，國內許多工廠設計亦參考日本，他山之石可以攻錯，借助其在處理營建廢棄物方面

的經驗來解決國內面臨營建廢棄物方面問題，可減少獨自摸索的時間並收事半功倍之效。

- 七、 國內目前對於營建廢棄物之處理尚處於萌芽階段，日本之處理模式應可為國內地方政府處理是項難題之參考，本次考察日本營建廢棄物方面之處理廠商除就其處理流程有進一步了解外，並藉由其多方之解說及彼此技術之交流，對本隊日後執行類似之任務有多方面之助益。

## 陸、建議事項

一、綜觀日本對營建廢棄物及污泥所採取的管制措施，較台灣先進甚多，其成果與方法，在台灣客觀環境中雖無法照本宣科比照辦理，但亦有相當多的做法和步驟值得我們學習和借鏡的。宜研議、參考引進可行之新穎技術及機具設備，以提昇本國水準

二、加強教育、改變思想與觀念：

在營建工程中，砂石、土方、石材等基本建材，雖是隨處可得的天然資源和材料，但已不是『取之不盡，用之不完』的無價物資。由於現代科技和知識的進步，工程中的廢棄物經過適當的分類與處理是『絕對』可再利用的物質。建議全國廣範採用再生材料。

三、修正材料規範—使用再生材料的合法化：

目前各項公共工程和民間營建的工程單位皆受限於工程設計與材料規範，無法廣範採用“再生材料”。因此希望政府主管單位應儘速修改現行法規的束縛，使之合法普遍化。而非以個別工程專案處理之。如此業者投資設置的廢棄物處理場，方能將處理後的再生材料予以商品化和回歸到工程的實際應用上。

四、材料科技和品管資訊公開化：

目前廢棄物處理後，經再利用之再生材料的通路，始終無法暢通，進而形成不同程度的『再生閒棄物』。其關鍵在於設計或施工單

位不知如何利用及使用適當配比，以確保工程品質達到工程設計規範之要求。因此建議政府成立或委任各獨立公正的學術研究中心和材料試驗品管中心，定期或專案舉辦各種再生材料新知和品管技術之研討發表會，使工程施工者懂得如何使用並可確保工程品質，使『再生閒棄物』得以充分利用，不再停留於口號，而真正落實於各大小工程中。

#### 五、建立正確可行之土石方資料庫：

目前國內各公共工程和民間營建工程，皆各自獨立縱向作業，工程設計？發包？開工？物料採購（土石方的取得或拋棄）。而無一橫向的資訊整合。因此需要回填土石方者得自己想盡辦法找尋供應的來源，而要挖除拋棄土石方者亦要為取得棄土證明到處找尋棄土場。

因此應建立一橫向資訊體系，以提供施工者足夠的資訊，在經濟有效的範圍內，查詢拋棄或取得土石方管道之資訊。

以目前資訊的普遍化，中央政府有關主管部會（公共工程委員會，營建署，環保署）應聯合成立一跨部會的資訊處理中心或委託民間非營利之財團法人建立前項資訊管道，以確實有效掌握工程土石方廢棄量與需求量的資訊，建議將全國區分北、中、南 3~5 個區域的資訊站，提供詳細的資訊給營建業者查詢，一則達到區域性土石方平衡，減少資源開採。二則節省運輸及工程成本，減少交通路線的衝擊及社會成本。三則使處理後的再生料得以運用，業者營運正常化。

## 六、獎勵業者就地處理，廢棄物不落地：

目前政府（環保署）每年皆需花費相當可觀的經費和人力在各地清理合法和非法丟棄的廢棄物，但成效有限，既勞民又傷財，實在需要設立一個有效的獎勵辦法，以提昇業者意願，投資廢棄物處理設備和機具，以期在施工現場將立即拆除或挖掘的廢棄物，立即處理和再利用。此法雖無法達到高百分比的經濟效益，但實質上，卻可減少相當比例廢棄物產生量，降低社會成本。

## 七、建立契約式的短期處理場

現在的居民意識已無法容忍或允許在他們的門前設立一個長期性的廢棄物處理場。同時營建廢棄物的發生，皆跟隨營建工程的開始，至結束而消失，快者一年，慢者三~四年。因此政府除了規劃區域性處理場（永久固定式）之外，應多鼓勵設立契約式短期處理場（移動式設備）隨營建工程之遷移而搬移，階段性的任務完成立即撤離，歸還原樣，如此較容易取得當地居民的諒解與合作，減少設置處理場的抗爭。

## 八、再生處理技術專業化

營建廢棄物基本上不同於一般生活和都會區的廢棄物（垃圾）。絕大部份是拆除的混凝土、磚瓦、土石、鋼筋、木料、瀝青混凝土等，若加以適當處理是可以再生利用的。除於處理的過程，其技術必須專

業化，更應鼓勵營建相關業者共同參與，使處理後的再生料儘可能達到工程規範要求，而逐漸商業化，方可提高再生材料利用的比例

#### 九、由獎勵至強制使用再生材料

目前一般民眾和業者，對再生材料的認知與認同，尚有相當程度的差距，政府應從獎勵開始著手推廣，實施一段時間後，再制定法令，約束強制使用一定比例的再生材料（在這方面荷蘭實施成效最顯著），初期，可考慮以低價補貼營建業者使用再生料，當普遍接受後，減少補貼，進而立法強制使用。如此方可使營建廢棄物的產生？處理？再生？利用，回歸到原點。

#### 十、規劃大型最終處置場所—『填海造陸』或『回填造地』

因丟棄的廢棄物總量相當龐大，而目前再生材料的應用有限，再生材料的推廣實在緩不救急，專案使用量也實在有限。因此，急需政府快速規劃大型最終處置場所，將廢棄物經處理再生後，作為可再利用的回填料。其最佳的途徑就是利用『回填造地』或『填海造陸』而成為有用的公共財，完成後不論是開發為工業用地、都會區的休閒公園或建設大型公共設施，均得以回饋社會大眾。

## 柒、考察實錄



未處理淤泥及機具設備



淤泥處理現場



處理前之淤泥



一次處理後淤泥



處理機具及淤泥



添加劑及攪拌機



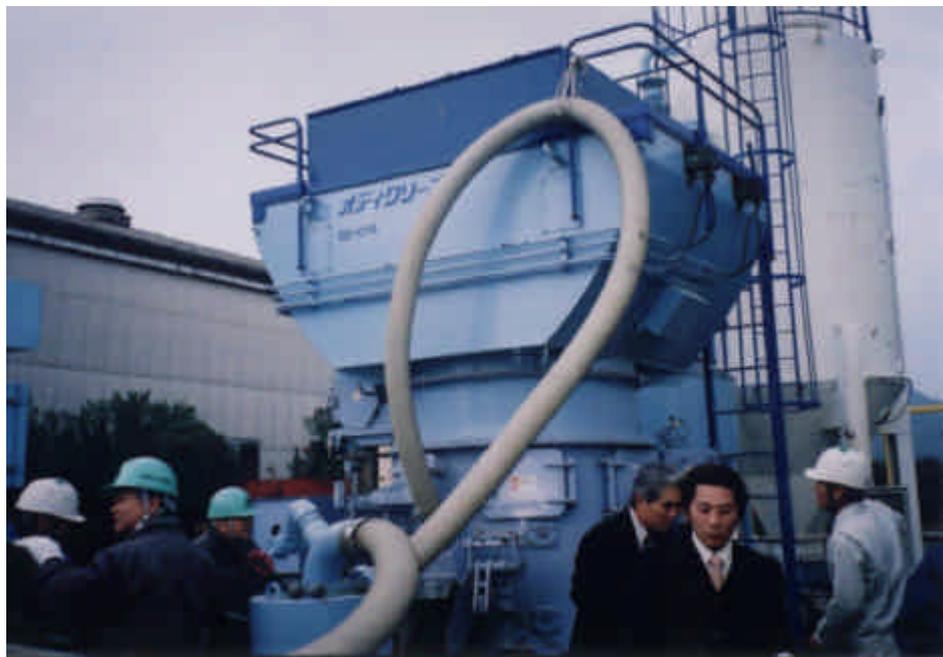
處理設備



攪拌器及輸送帶



攪拌器及輸送帶



吸塵器



添加劑



攪拌機及輸送帶



處理後泥塊



凝固之凝塊