

出國報告（出國類別：考察）

參訪日本垃圾焚化底渣及鋼鐵業 爐碴之資源化產品再利用廠

服務機關：行政院環境保護署

姓名職稱：王耀晟專員、吳祚樟技士

派赴國家：日本

出國期間：中華民國 104 年 12 月 08 日至 12 月 12 日

報告日期：中華民國 104 年 03 月 02 日

摘 要

我國有 24 座運轉中之大型焚化廠，每年處理約 600 萬公噸垃圾，產生之焚化底渣約 100 萬公噸，另國內煉鋼業產出之事業廢棄物爐渣，以電弧爐煉鋼爐渣為大宗，其 103 年網路申報清理聯單量約 160 萬噸，為加強前開廢棄物之再利用及管理，赴日本考察廢棄物資源化及管理方式，以供國內參考檢討。

本次考察拜會日本廢棄物處理、再利用機構及組織等 8 個單位，考察結果顯示，日本為確保再利用之環境安全，熔渣、爐渣等再利用需符合有害物質溶出標準（土壤の汚染に係る環境基準について）及含量標準（土壤汚染対策法施行規則第 18 条第 2 項）。另日本針對廢棄物再利用管理，除依其廢棄物來源及再利用用途，訂有各類日本工業規格（Japanese Industrial Standards，以下簡稱 JIS）規格，如依混凝土及道路用途訂有 JIS A 5031 及 JIS A 5032，並由地方政府推動回收製品認定制度，彙整相關環境基準及 JIS 規格，臚列相關認定基準，以利業者遵循辦理回收製品認定，確保製品符合規範。

本次考察日本廢棄物處理及再利用機構，其廢棄物進場管制嚴格、分區貯存及標示、環境污染控制，以及從業人員落實標準作業程序、嚴格遵守法令，重視企業責任與形象，亦值得我國仿效。

目 次

壹、目的	1
貳、參訪行程	2
參、參訪內容	2
肆、心得與建議	21
附 錄	22

壹、目的

國內有 24 座運轉中之大型焚化廠，每年處理約 600 萬公噸垃圾，產生之焚化底渣約 100 萬公噸，其後處置逾 8 成為再利用，但底渣再利用正面臨外界對其品質、檢測標準及方式等疑慮，要求重新檢討。

國內煉鋼業產出之事業廢棄物爐渣，以電弧爐煉鋼爐渣(含氧化渣及還原渣)為大宗，其 103 年網路申報清理聯單量約 160 萬噸，該等爐渣為經濟部事業廢棄物再利用管理辦法所定附表再利用種類，應依該附表之管理方式進行再利用。目前經濟部加嚴再利用用途限制，恐使爐渣再利用產品銷售管道受阻，影響其再利用去化。

考量日本國情及地理環境與我國較為相近，亦值得借鏡，故赴日實地考察日本垃圾焚化灰渣及爐渣等廢棄物再利用、去化及管理方式，蒐集國際趨勢及作法，以供國內參考檢討。

貳、參訪行程

本次赴日本東京及青森縣進行為期 5 天之考察，考察之對象含括日本廢棄物處理、再利用機構及組織等，參訪行程詳如表 1。

表 1 參訪行程表

日期	行程	地點
12/08 (一)	啟程，出發至日本。參訪川崎環保中心	臺北→東京
12/09 (二)	參訪東京臨海環保動力株式會社、東京都環境公社、日本環境安全事業株式會社、前田道路株式會社總公司	東京
12/10 (三)	拜會前田建設株式會社。啟程前往青森縣	東京→青森
12/11 (四)	參訪大平洋金屬株式會社。啟程返回東京	青森→東京
12/12 (五)	拜會日本鐵鋼聯盟。返程，返回臺北	東京→臺北

參、參訪內容

本次參訪計拜會廢棄物處理、再利用機構及組織等 8 個單位，針對底渣及爐碴再利用、去化及管理進行考察，同步瞭解國外廢棄物再利用新資訊，作為我國推動再利用之參據。

一、川崎環保中心

川崎環保中心設立於西元 2006 年，從事營建混合物之收集清運、資源化再利用及最終處置一貫作業，收受之營建混合物包括混凝土、瀝青、玻璃、陶瓷、塑膠、金屬、木材及廢紙等。廢棄物進場以電子式通行證核對身分後查驗廢棄物清單，經過磅及輻射檢驗等程序，進場卸載之廢棄物先以人力初步檢視分選，再經風力分選比重、破碎、震動分選粒徑、磁選金屬等機械分選及處理，處理流程如圖 1。處理後之廢棄物 85%可進行再利用，15%無法再利用部分以掩埋方式處理，再利用產品包括石膏原料、道

路材料（再生碎石、砂石）、碎木屑、金屬、可燃物（用於發電）等，資源化過程及產品如圖 2。

該中心對廢棄物進場管制、廠內攝影監控嚴格，廠區廢棄物落實標示及分區貯存，主要分選及處理程序於室內進行，避免氣候影響及灑水避免揚塵，分選處理再利用技術細膩成熟。場內設施及參訪人員與川崎環保中心藤本秀之先生合影詳圖 3。

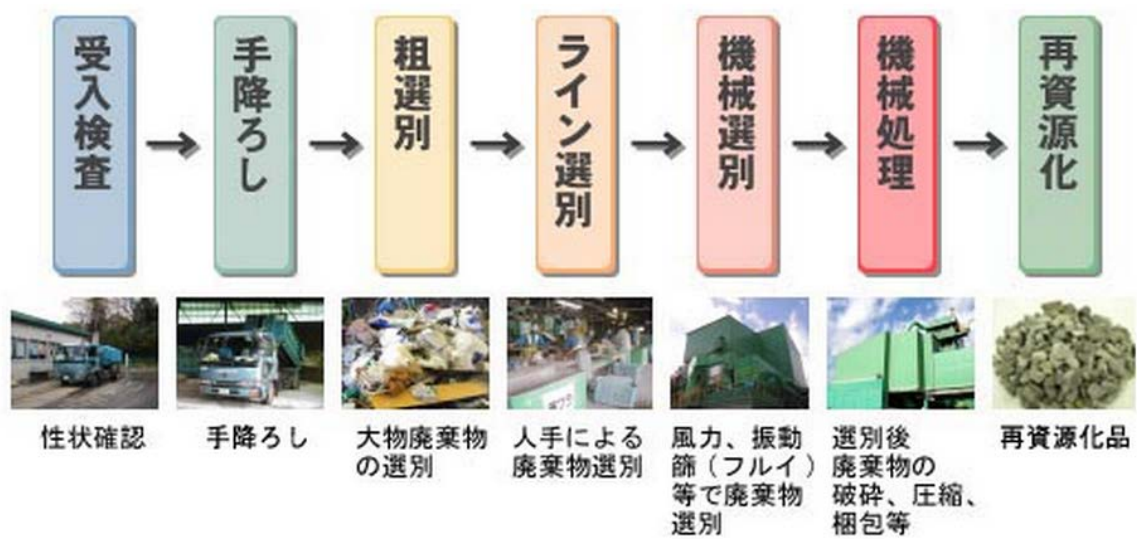


圖 1 川崎環保中心營建混合物收受及處理流程

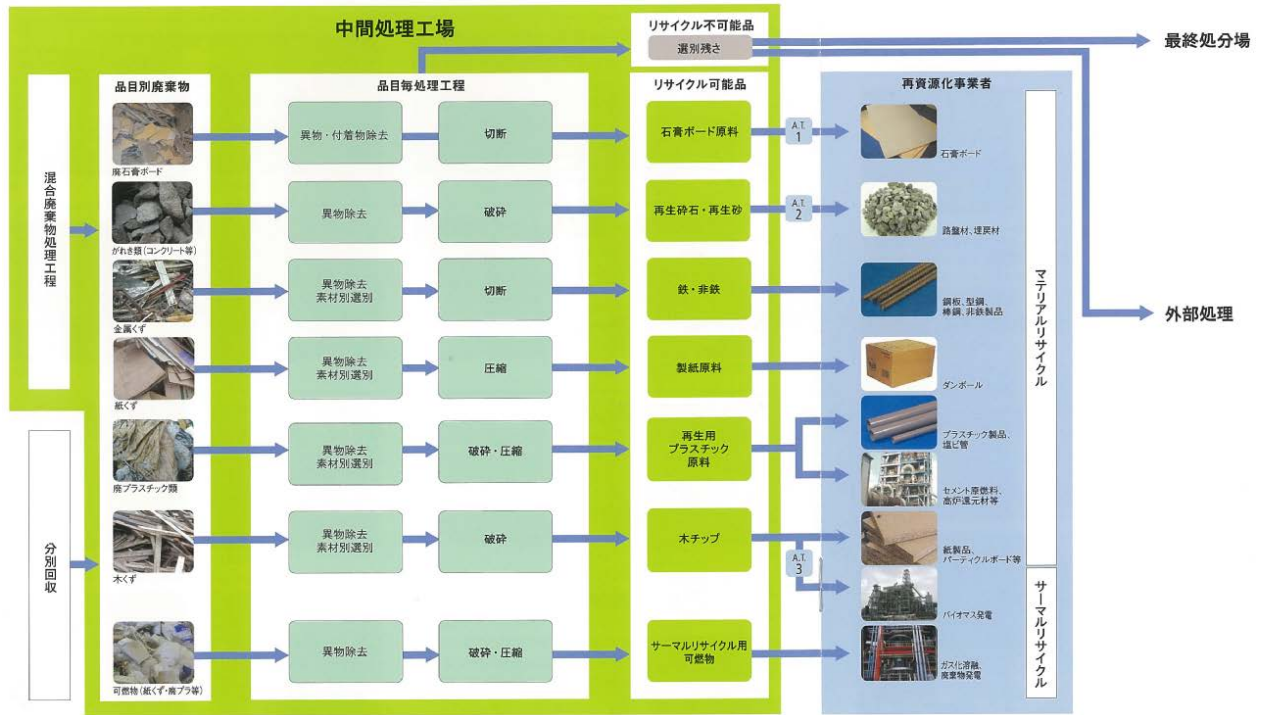


圖 2 川崎環保中心營建混合物資源化過程

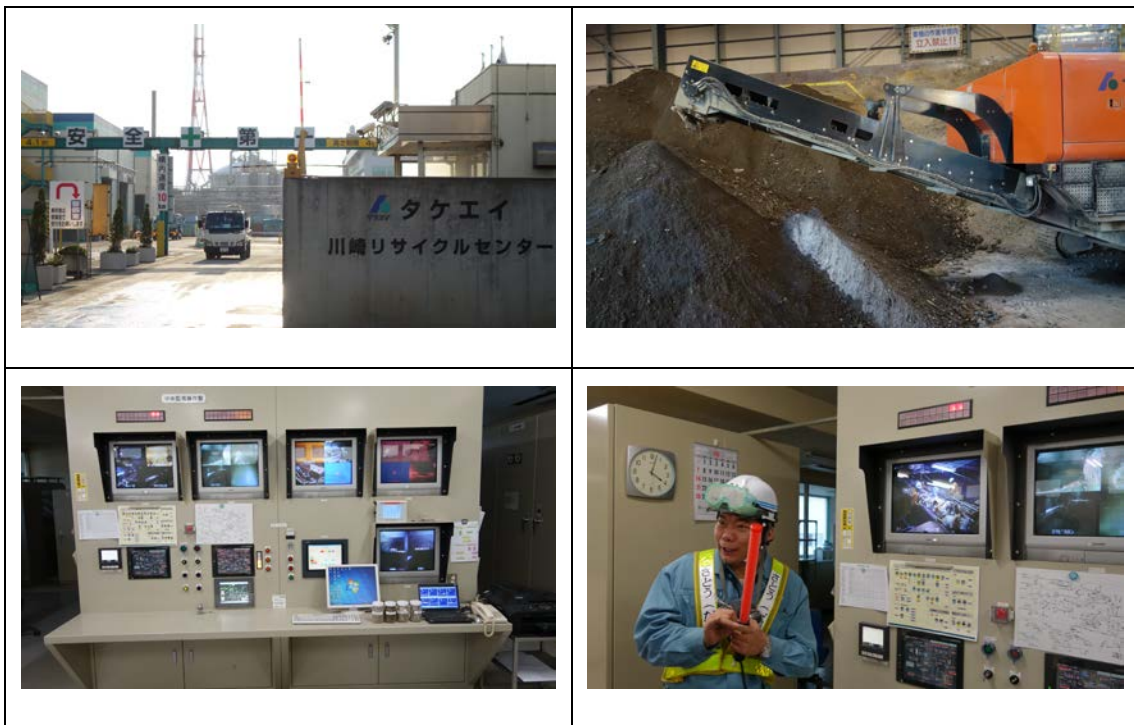




圖 3 場內設施及參訪人員與川崎環保中心 藤本秀之先生合影

二、東京臨海環保動力株式會社

東京臨海環保動力株式會社位於東京都江東區，緊鄰東京都環境局中防政府大樓，設立於西元 2004 年，股東有東京電力株式會社等，主要收受產業廢棄物及感染性醫療廢棄物進行處理，並回收廢熱發電，其經營理念為實現資源循環型社會，相關處理流程詳圖 4、圖 5，簡述如下：

- (一) 產業廢棄物係以氣化熔融爐處理，設計處理量 550 噸/日，廢棄物自貯槽抓取投料後，先經燃燒氣化（約 600°C），分離出不可燃物，並磁選出有價之鐵金屬等，再將可燃物進行熔融（約 1500°C），廠內收受之微量多氯聯苯，亦投入熔融爐處理。
- (二) 感染性醫療廢棄物係以焚化爐處理，設計處理量 100 噸/日，自低溫貯存區取出廢棄物投料後，經燃燒（約 600°C）產生之灰渣，視為產業廢棄物回送至氣化熔融爐再處理。

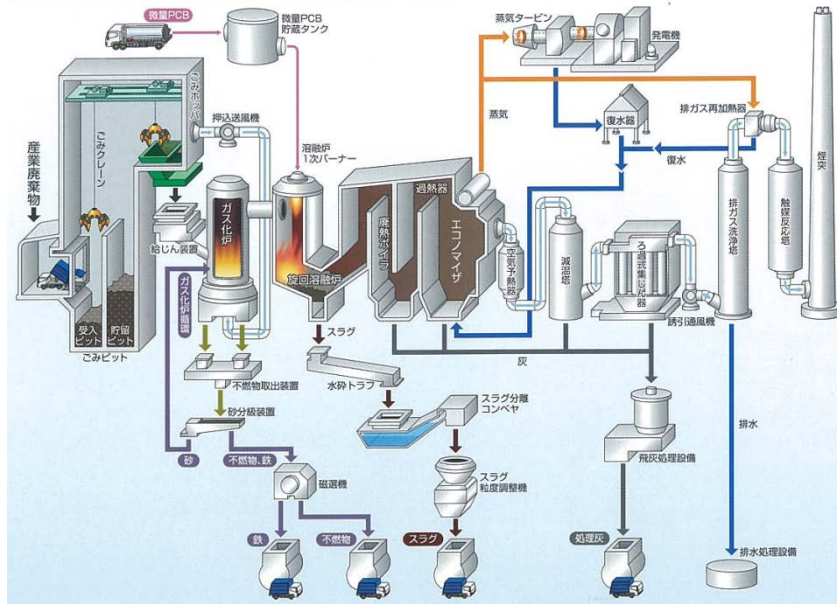


圖 4 東京臨海環保動力株式會社之產業廢棄物處理流程

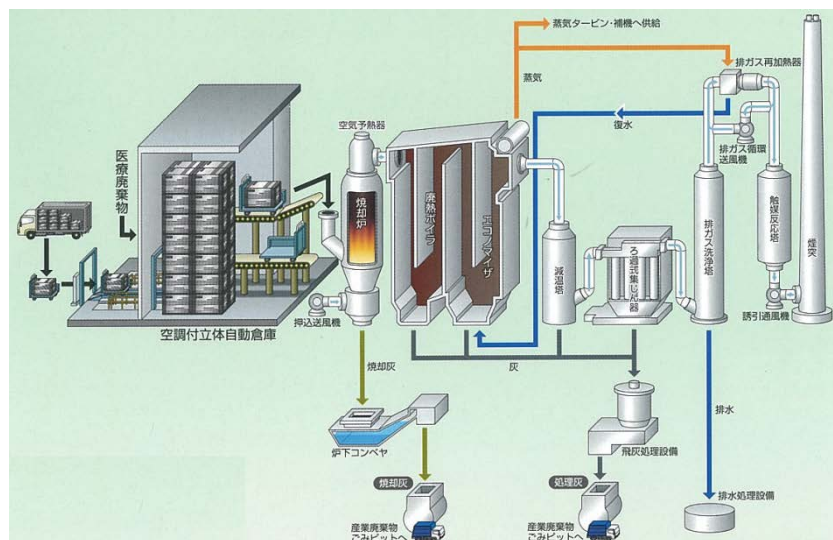


圖 5 東京臨海環保動力株式會社之感染性廢棄物處理流程

本次參訪除聽取該廠之營運簡介，並到操作室實地查看產業廢棄物投料情形如圖 6，其抓斗容量 10 噸，每日進料約 400 噸。與該廠人員討論得知，販售電力為其主要收入來源，經營上，不受限於廢棄物處理費之收入，且該廠熔融爐產生之熔渣如圖 7，係售予土木資材公司，顯示其熔渣有成熟之去化管道。參訪人員與東京臨海環保動力株式會社 佐藤稔先生等人合影詳圖 8。



圖 6 東京臨海環保動力株式會社之產業廢棄物投料情形



圖 7 東京臨海環保動力株式會社熔融爐產出之熔渣



圖 8 參訪人員於東京臨海環保動力株式会社大廳合影

三、東京都環境公社

東京都環境公社為東京政府設立之財團法人，旨在協助東京政府環境保護方面的施政，包括環境研究、調查、分析、東京都氣候變遷因應及教育宣傳等工作。東京都人口稠密工商業發達，面臨環境品質維護不易，以及廢棄物處理設施不足的嚴重問題，進而從西元 2002 年起展開 Tokyo Super ECO Town 計畫，規劃設置廢棄物處理設施，透過公開徵選及嚴格的條件選拔，由民間企業成立 9 家廢棄物處理設施，處理醫療、營建、電子、食品及含多氯聯苯等之廢棄物，因提供廢棄物妥善處理管道，已大幅解決東京都 23 區之廢棄物處理問題，如圖 9。

スーパーエコタウン施設のご紹介

大田区城南島		中央防波堤内側埋立地	
建設混合廃棄物 リサイクル施設	建設混合廃棄物 リサイクル施設	PCB 廃棄物 処理施設	ガス化熔融等 発電施設
高俊興業株式会社 平成 16 年 12 月稼働	株式会社リサイクル・ピア 平成 17 年 4 月稼働	日本環境安全事業株式会社 平成 17 年 11 月稼働	東京臨海リサイクルパワー株式会社 平成 18 年 8 月稼働

廃情報機器類等 リサイクル施設	廃情報機器類等 リサイクル施設	食品廃棄物 飼料化施設	食品廃棄物 バイオガス発電施設	がれき類・泥土 リサイクル施設
株式会社フューチャー・エコロジー 平成 16 年 4 月稼働	株式会社リーテム 平成 17 年 7 月稼働	株式会社アルフォ 平成 18 年 4 月稼働	バイオエナジー株式会社 平成 18 年 4 月稼働	成友興業株式会社 平成 21 年 7 月稼働

圖 9 Tokyo Super ECO Town 計畫設置之 9 家廢棄物處理設施

四、日本環境安全事業株式會社 (JESCO)

日本政府為有效處理變壓器、電容器所含之多氯聯苯，於西元 2004 年，出資設立東京、北海道、豐田、大阪、北九州等 5 座處理廠，由日本環境安全事業株式會社（以下簡稱 JESCO 公司）負責營運，收費處理多氯聯苯，本次參訪東京 PCB 廢棄物處理設施，位於東京都江東區，與東京臨海環保動力株式會社相離不遠，廠內設置氧化分解反應器，原理詳圖 10，係於高溫高壓環境下，加入氫氧化鈉反應為碳酸鈉，與多氯聯苯及水進行脫氯反應，產生氯化鈉及二氧化碳，剩餘之聯苯亦反應為二氧化碳及水，將無害生成物排出。反觀我國廢棄物處理機構多以焚化處理多氯聯苯，與該廠人員討論得知，該廠設立時原考慮採焚化處理，後因焚化會有排煙問題，遭當地居民反對，方改採氧化分解。

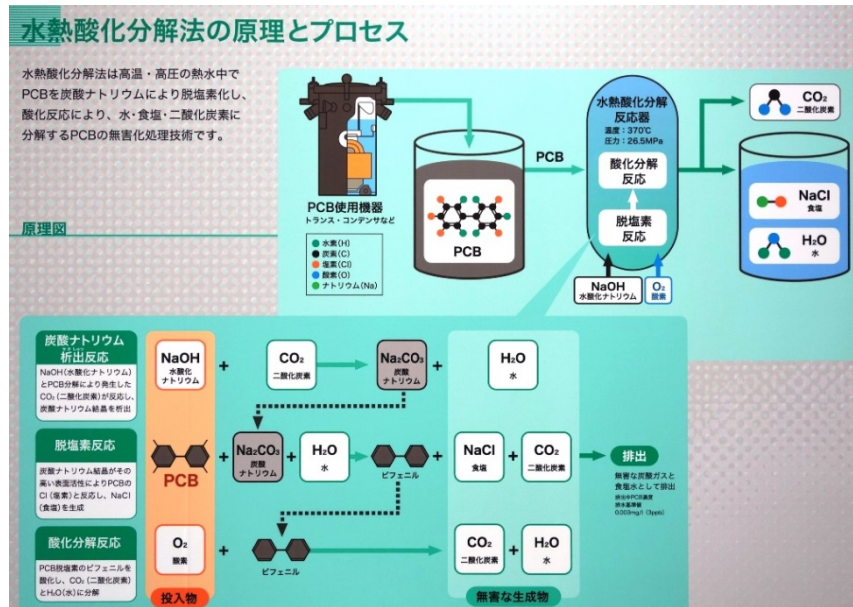


圖 10 東京 PCB 廢棄物處理設施之多氯聯苯氧化分解原理

全廠作業區採密閉空間，換氣設施置活性炭處理，以防多氯聯苯洩漏，並規劃舒適之參訪走廊，詳圖 11，與作業區隔絕，參訪人員得透過玻璃幕查看處理過程，其作業人員拆解大型變壓器之情形詳圖 12。與該廠人員討論得知，JESCO 公司預計再花 11 年時間，將日本的多氯聯苯處理完畢後，屆時需拆除處理廠還地於政府。



圖 11 參訪人員實地查看東京 PCB 廢棄物處理設施運作



圖 12 東京 PCB 廢棄物處理設施之作業人員拆解大型變壓器情形

本次參訪與該廠人員討論得知，JESCO 公司要求清運多氯聯苯之車輛應裝置即時追蹤系統（GPS），以利該公司即時管控清運過程，詳圖 13。在日本政府未以法規明定清運車輛應裝置即時追蹤系統（GPS）之情形下，私人公司為掌握特定廢棄物清運流向，已作嚴格要求，顯示日本企業有相當程度之自律管理精神。參訪人員與 JESCO 公司 十握哲夫先生合影詳圖 14。

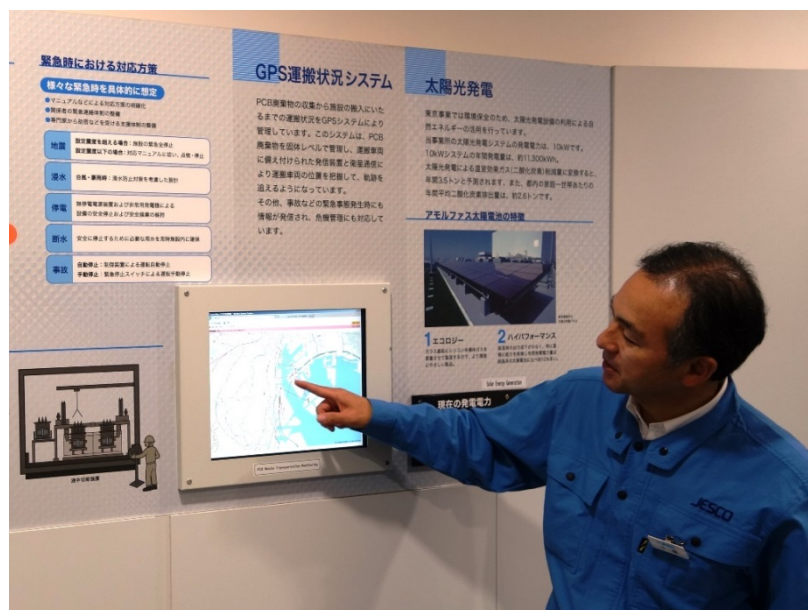


圖 13 JESCO 公司 十握哲夫先生介紹清運車輛即時追蹤系統（GPS）



圖 14 參訪人員與 JESCO 公司 十握哲夫先生合影

五、前田道路株式會社總公司

前田道路株式會社總公司利用一般廢棄物焚化灰渣熔融後之熔渣作為道路材料，垃圾焚化灰渣經 $1,300^{\circ}\text{C}$ 熔融後水冷或氣冷，垃圾焚化灰渣熔融處理流程如圖 15。西元 2012 年日本全國焚化灰渣 3,399 萬公噸，其中 36%（1,235 萬公噸）經熔融處理，再利用方式道路用骨材占 37%，添加於混凝土占 17%，地盤土質改良 12%、掩埋場覆土 8%、管渠基礎材料 5%。使用量最多的道路部分，以 10% 替代砂進行道路鋪設，經 10 年以上之追蹤檢驗調查，並無環境污染之問題產生。其再利用需符合有害物質溶出標準（土壤の汚染に係る環境基準について）及含量標準（土壤汚染対策法施行規則第 18 條第 2 項），如表 2。

ガス化溶融炉のフロー例(シャフト式)

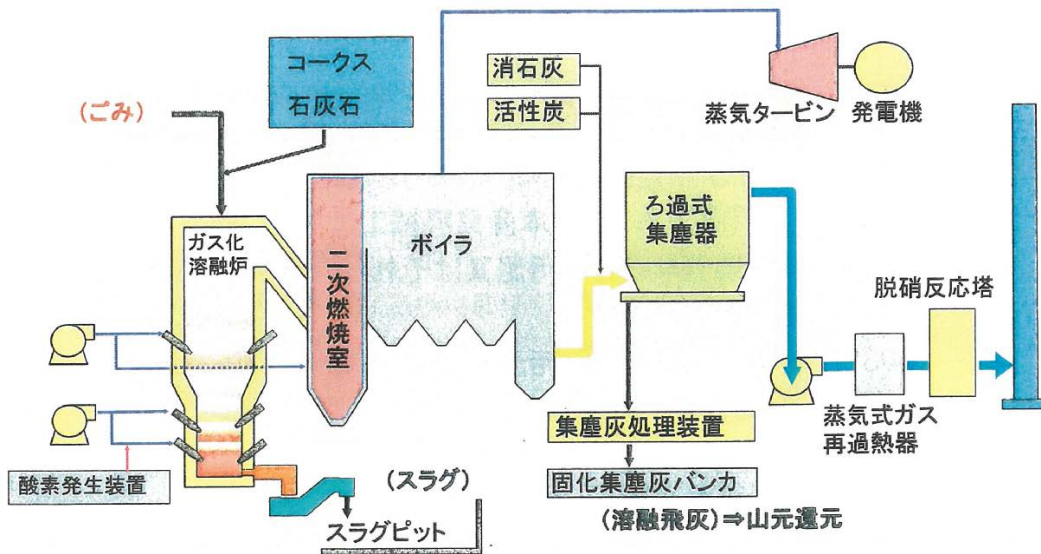


図 15 垃圾焚化灰渣熔融処理流程图

表 2 焚化灰渣熔融後之熔渣再利用需符合之有害物質溶出量及含量標準

有害物質の溶出および含有基準

項目	溶出基準	含有基準
カドミウム	0.01mg/ℓ以下	150mg/kg以下
鉛	0.01mg/ℓ以下	150mg/kg以下
六価クロム	0.05mg/ℓ以下	250mg/kg以下
砒素	0.01mg/ℓ以下	150mg/kg以下
総水銀	0.0005mg/ℓ以下	15mg/kg以下
セレン	0.01mg/ℓ以下	150mg/kg以下
フッ素	0.8mg/ℓ以下	4,000mg/kg以下
ホウ素	1 mg/ℓ以下	4,000mg/kg以下

- 1) 溶出基準及び試験方法は、「土壤汚染に係る環境基準について(平成3年環境庁告示第46号)」に定める基準及び方法とする。
- 2) 含有量基準は、「土壤汚染対策法施行規則第18条第2項」で定める土壤に含まれる特定有害物質の量とし、試験方法は、「土壤含有量調査に係る測定方法(平成15年環境省告示第19号)」に定める方法とする。

六、前田建設株式會社

西元 1919 年創立以土木工程建設為主，年營業額超過 3 千億日幣，其以企業收益之 2% 投入包括廢棄物減量、生態保育及溫室氣體排放減量等環境保護工作。該公司說明日本將舉辦西元 2020 年奧林匹克運動會，相關建設將有一定比例使用再生料，再生料因有政府補助成本較低，認為灰渣及爐渣取代砂石之再利用方式，對日本砂石缺乏之問題有助益，但首要條件應確保對人體無害，而日本與臺灣相似，皆有灰渣及爐渣去化管道問題。



〈企業〉地球への配当

- **考え方** 当社は地球資源の恩恵を受けながら事業活動を行っている。ステークホルダーに「地球」と「未来」を位置付け、利益の一部を「地球」に還元する
- **方針** 資金の拠出だけでなく、地域やNPOと協力しながら、社員や家族も積極的に関わる活動を推進する
- **配当額** 連結純利益の2%（2011年度30百万円、'12年度40百万円、'13年度54百万円予定）

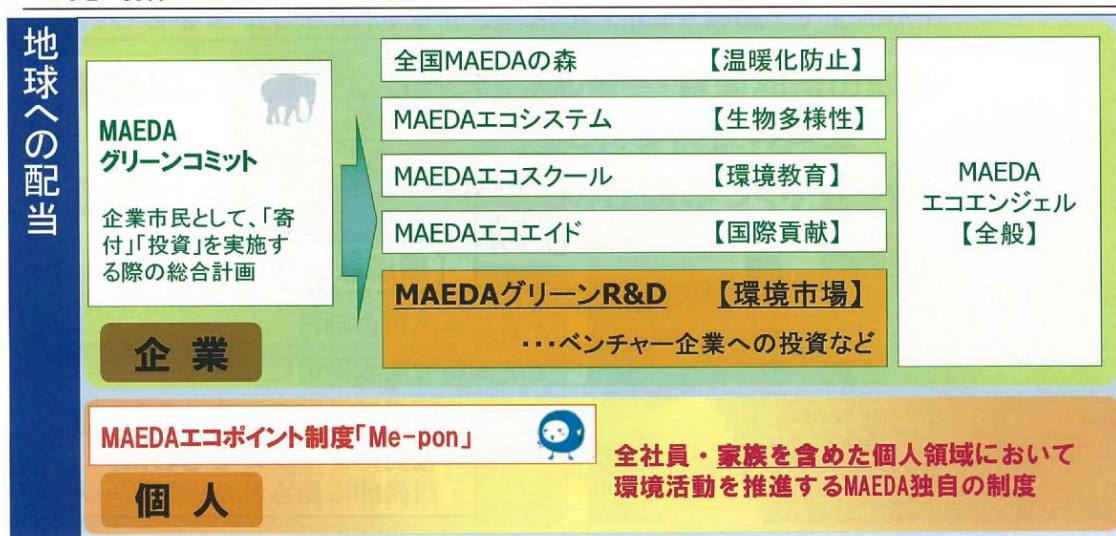


圖 16 前田建設株式會社企業環境責任

七、大太平洋金屬株式會社

大太平洋金屬株式會社設立於西元 1949 年，本次參訪該社位於青森縣之八戶製造所及廢棄物回收事業，考察其鎳鐵爐渣及熔渣之再利用情形。

(一) 八戶製造所：

自國外進口之鎳礦石，於旋窯中乾燥後，送入電爐（約 1,600

℃) 熔煉產出鎳鐵產品詳圖 17，至電爐排出之爐渣，係透過加工製為混凝土用骨材等，其再利用有特定之 JIS 作規範，即 JIS A 5011-2 (Slag aggregate for concrete-Part 2 : Ferronickel slag aggregate)，該廠爐渣加工分為 2 種製程：自然冷卻製程、風碎造粒製程。製程示意圖詳圖 18。



圖 17 大平洋金屬株式会社電爐熔煉鎳礦石產出之鎳鐵

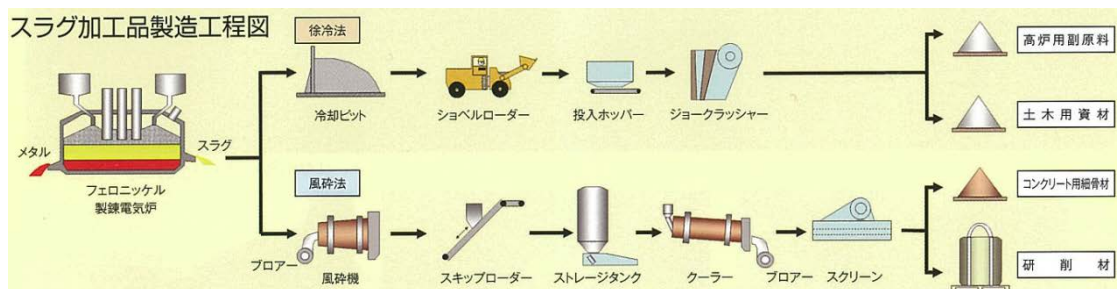


圖 18 大平洋金屬株式会社電爐排出之爐渣加工製程

自然冷卻製程：

爐渣產出後暫置於堆置場待自然冷卻，以鏟裝車運送至顎式破碎機進行初破碎，或再經過研磨，產出高爐用副原料或土木用資材，詳圖 19。



圖 19 大太平洋金屬株式会社「自然冷卻製程」之爐渣加工製品

風碎造粒製程：

爐渣流至送風機，於密閉室內進行風碎，風碎後的爐渣以倒卸車運送至桶槽，再流至散熱器使爐渣冷卻，冷卻後的爐渣經過篩分成為混凝土用骨材等，詳圖 20。



圖 20 大太平洋金屬株式会社「風碎造粒製程」之爐渣加工製品

(二) 廢棄物回收事業

屬領有廢棄物處理許可之處理業者，擁有一座廢棄物熔融設施

(電爐)，處理能力為 79.6 噸/日，其收受都市垃圾焚化灰渣、下水道污泥及少數產業廢棄物等進行熔融（1,500~1,600°C），設施示意圖詳圖 21，廢棄物先經過磁選、乾燥，再加入石灰石及煤餅後送進熔融爐，融爐下層產出之金屬塊詳圖 22，可作為挖土機等重機械之配重塊，而融爐上層產出之熔渣先以塊狀存放詳圖 23，經破碎可作為混凝土用骨材詳圖 24，其再利用規範為 JIS A 5031（Melt-solidified slag aggregate for concrete derived from municipal solid waste and sewage sludge）。



圖 21 大平洋金屬株式会社廢棄物熔融設施



圖 22 大平洋金屬株式会社廢棄物熔融設施產出之金屬塊



圖 23 參訪人員與大太平洋金屬株式会社廢棄物熔融設施產出之塊狀熔渣合影



圖 24 大太平洋金屬株式会社廢棄物熔融設施產出熔渣(破碎為混凝土用骨材)

本次參訪與該廠人員討論得知，日本依廢棄物來源及再利用用途，訂有各類 JIS 作規範，JIS 內容並參依相關環境基準，臚列必要之有害物質檢測規定。另青森縣訂有「青森縣回收製品認定制度-認定基準」，大太平洋金屬株式会社應依該基準辦理認定，並於每 3 年更新認定，確保製品符合規範，顯示日本除訂定 JIS 規範再利用製品外，亦由地方政府落實相關管理。而產品之銷售，係由生產者負起產品符合規範之保證，毋須向政府申報相

關資料，反觀我國對於事業廢棄物再利用之相關申報要求，似較嚴謹。參訪人員與大太平洋金屬株式会社 川崎康一部長等人合影詳圖 25。



圖 25 參訪人員與大太平洋金屬株式会社 川崎康一部長等人合影

八、日本鐵鋼聯盟

日本鐵鋼聯盟設立於西元 1948 年 11 月，主要從事鋼鐵生產、銷售及貿易之研究，並探討與鋼鐵產業相關之環境安全議題，本次拜會係與 JFE 鋼鐵株式会社 井澤智生博士會談，西元 2013 年日本產出鋼鐵爐渣約 14.4 百萬噸，主要運用在土木工程（占 34%）及道路建設（占 32%），其中電弧爐煉鋼爐渣約有 2.8 百萬噸，而電弧爐煉鋼爐渣運用於道路時，氧化渣與還原渣可混和使用，若運用於非道路時，例如混凝土，則應將氧化渣與還原渣分離。參訪人員與 JFE 鋼鐵株式会社 井澤智生博士合影詳圖 26。

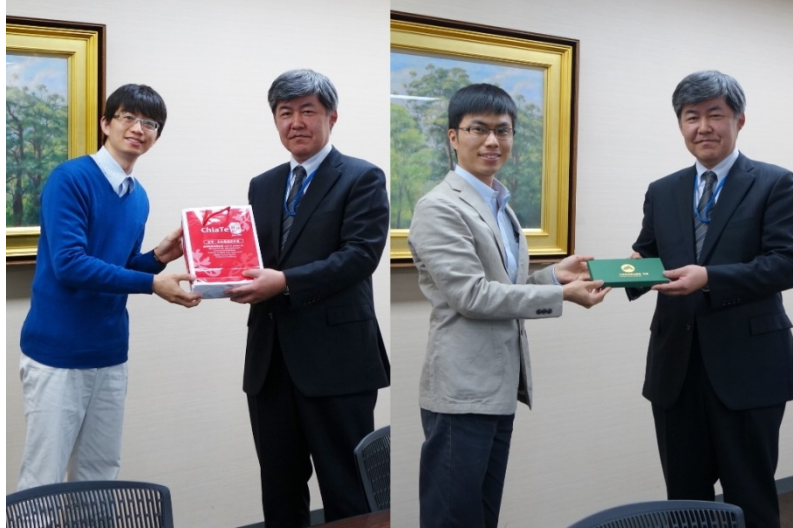


圖 26 參訪人員與 JFE 鋼鐵株式会社 井澤智生博士合影於日本鐵鋼聯盟

肆、心得與建議

- 一、日本政府為確保再利用之環境安全，熔渣、爐渣等再利用需符合有害物質溶出標準（土壤の汚染に係る環境基準について）及含量標準（土壤汚染対策法施行規則第 18 条第 2 項），建議參考檢討我國再利用之標準。
- 二、日本都市垃圾焚化灰渣僅有部分進行熔融，熔融產出熔渣進行再利用時，為符工程品質，分別依混凝土及道路用途訂有 JIS A 5031（Melt-solidified slag aggregate for concrete derived from municipal solid waste and sewage sludge）及 JIS A 5032（Melt-solidified slag material for road construction derived from municipal solid waste and sewage sludge）等 JIS 規格，其再利用係以灰渣有進行熔融為之，至未熔融之灰渣再利用，日本正著手研議相關規範。反觀我國垃圾焚化底渣再利用，屬未經過熔融為之，並已訂定再利用管理方式，建議我國密切關注日本研訂相關規範情形，以參考檢討。
- 三、日本針對廢棄物再利用管理，除依其廢棄物來源及再利用用途，訂有各類 JIS 規格，並由地方政府推動回收製品認定制度，彙整相關環境基準及 JIS 規格，臚列相關認定基準，以利業者遵循辦理回收製品認定，確保製品符合規範，建議進一步蒐集日本回收製品認定制度相關資訊，以借鏡檢討我國既有管理方式。
- 四、考察日本廢棄物處理及再利用機構，其廢棄物進場管制嚴格、分區貯存及標示、環境污染控制，以及從業人員落實標準作業程序、嚴格遵守法令，重視企業責任與形象，皆值得我國仿效，建議輔導我國廢棄物處理再利用及機構，加強場區管理、環境品質及人員專業訓練，提升廢棄物處理業者形象。

附 錄

- 附件一 川崎環保中心簡介
- 附件二 東京臨海環保動力株式會社簡介
- 附件三 日本環境安全事業株式會社簡介及環境報告書
- 附件四 前田道路株式會社簡報及資料
- 附件五 前田建設株式會社簡報
- 附件六 大平洋金屬株式會社簡介及資料
- 附件七 日本鐵鋼聯盟及資料