

出國報告（出國類別：開會）

# 參加第 10 屆東亞資源再利用技術國際研討會順道進行煤灰資源化利用研究

服務機關：台灣電力公司綜合研究所

姓名職稱：郭麗雯化學資深研究專員

派赴國家：日本、韓國

出國期間：98 年 10 月 26~11 月 7 日

報告日期：99 年 1 月

QP-08-00 F04

## 行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：參加第10屆東亞資源再利用技術國際研討會順道進行煤灰資源化利用研究

頁數      含附件：是否

出國計畫主辦機關：台電公司 聯絡人郭麗雯 電話：(02)80782334

出國人員姓名：郭麗雯

服務機關：台灣電力公司 單位：綜合研究所

職稱：化學資深研究專員 電話：(02)80782334

出國類別：1 考察2 進修3 研究4 實習5 其他

出國期間：98年10月26日～11月7日 出國地區：日本、韓國

報告日期：99年1月7日

分類號/目

關鍵詞：飛灰、底灰、資源化利用

內容摘要：(二百至三百字)

近年來因為混凝土的不景氣、台塑麥寮電廠煤灰產量的擠壓、及煤灰本身品質不穩定的多重因素影響下，本公司煤灰再利用率節節下降，必須重新思考其它去化管道。另外佔煤灰1/4量的底灰，從前電

廠以海水冷卻、輸送，無法有效的資源化利用，近年來台中 1、2、9、10 機及興達電廠底灰均已改為淡水出灰，為提高煤灰的再利用率，底灰的資源化利用研究，亦須積極的推動，因此欲借重國外的研究經驗，增加電廠煤灰去化管道，也同時增加煤灰資源化利用價值。

目前世界各國因為二氧化碳議題持續發燒，無論飛灰或底灰均屬可資源化再利用的電廠副產物，因此為推動煤灰利用也持續的投入人力與物力，從事相關研究。第 10 屆東亞資源再利用技術國際研討會（The 10th International Symposium on East Asian Resources Recycling Technology）於 11 月在韓國濟州島舉辦，本所發表” A Study on High performance Concrete Using Coal-fired Bottom Ash to Substitute Fine Aggregate ” 論文一篇，除發表論文，並與各國專家交換研究心得，藉以了解世界各國在飛灰大量利用及底灰資源化利用研究技術上最新的發展，再加上實際觀摩試驗室與研究人員經驗交流，累積增加相關研究的能量。

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

## 摘要

近年來因為混凝土的不景氣、台塑麥寮電廠煤灰產量的擠壓、及煤灰本身品質不穩定的多重因素影響下，本公司煤灰利用率節節下降，必須重新思考其它去化管道。另外佔煤灰 1/4 量的底灰，從前電廠以海水冷卻、輸送，無法有效的資源化利用，近年來台中 1、2、9、10 機及興達電廠底灰均已改為淡水出灰，為提高煤灰的再利用率，底灰的資源化利用研究，亦須積極的推動，因此欲借重國外的研究經驗，增加電廠煤灰去化管道，也同時增加煤灰資源化利用價值。

目前世界各國因為二氧化碳議題持續發燒，無論飛灰或底灰均屬可資源化再利用的電廠副產物，因此為推動煤灰利用也持續的投入人力與物力，從事相關研究。第 10 屆東亞資源再利用技術國際研討會( The 10th International Symposium on East Asian Resources Recycling Technology )於 11 月在韓國濟州島舉辦，本所發表” A Study on High performance Concrete Using Coal-fired Bottom Ash to Substitute Fine Aggregate ” 論文一篇，除發表論文，並與各國專家交換研究心得，藉以了解世界各國在飛灰大量利用及底灰資源化利用研究技術上最新的發展，再加上實際觀摩試驗室與研究人員經驗交流，累積增加相關研究的能量。

# 目次

摘要.....	4
一、出國目的.....	6
二、出國行程.....	7
三、行程介紹.....	8
3-1 日本 CRIEPI—The Central Research Institute of Electric Power Industry.....	8
3-2 第 10 屆東亞資源再利用技術國際研討會.....	15
四、心得.....	19
五、建議事項.....	21

## 一、出國目的

飛灰推廣利用於混凝土，在本公司的努力下已獲得很好的成效，燃煤電廠的飛灰利用也於 93 年達到 95%，但近年來因為混凝土的不景氣、台塑麥寮電廠煤灰產量的擠壓、及煤灰本身品質不穩定的多重因素影響下，再利用率節節下降，必須重新思考其它去化管道。另外佔煤灰 1/4 量的底灰，從前電廠以海水冷卻、輸送，無法有效的資源化利用，近年來台中 1、2、9、10 機及興達電廠底灰均已改為淡水出灰，為提高煤灰的再利用率，底灰的資源化利用研究，亦須積極的推動，因此欲借重國外的研究經驗，縮短進行飛灰大量利用及底灰資源化利用研究摸索的時間，迅速了解此技術的關鍵所在，增加電廠煤灰去化管道，也同時增加煤灰資源化利用價值。

目前世界各國因為二氧化碳議題持續發燒，無論飛灰或底灰均屬可資源化再利用的電廠副產物，因此為推動煤灰利用也持續的投入人力與物力，從事相關研究。第 10 屆東亞資源再利用技術國際研討會 ( The 10th International Symposium on East Asian Resources Recycling Technology ) 於 98 年 11 月在韓國濟州島舉辦，本所發表 ” A Study on High performance Concrete Using Coal-fired Bottom Ash to Substitute Fine Aggregate ” 論文一篇，因此，本所擬遴派負責煤灰資源化利用研究相關人員，化學室郭麗雯參加該會議，發表論文，與各國專家交換研究心得，可藉以了解世界各國在飛灰大量利用及底灰資源化利用研究技術上最新的發展，再加上實際觀摩試驗室與研究人員經驗交流，可累積增加相關研究的能量。

## 二、出國行程

98年10月26日~10月26日	往程（台北—東京）
98年10月27日~10月29日	進行煤灰資源化利用技術經驗交流 （參訪日本CRIEPI—The Central Research Institute of Electric Power Industry）
98年10月30日~11月6日	參加第10屆東亞資源再利用技術國際研討會 （The 10th International Symposium on East Asian Resources Recycling Technology），發表 A Study on High performance Concrete Using Coal-fired Bottom Ash to Substitute Fine Aggregate 論文一篇
98年11月7日~11月7日	返程（濟州—漢城—台北）

## 三、行程介紹

### 3-1 日本中央電力研究所 CRIEPI—The Central Research Institute of Electric Power Industry

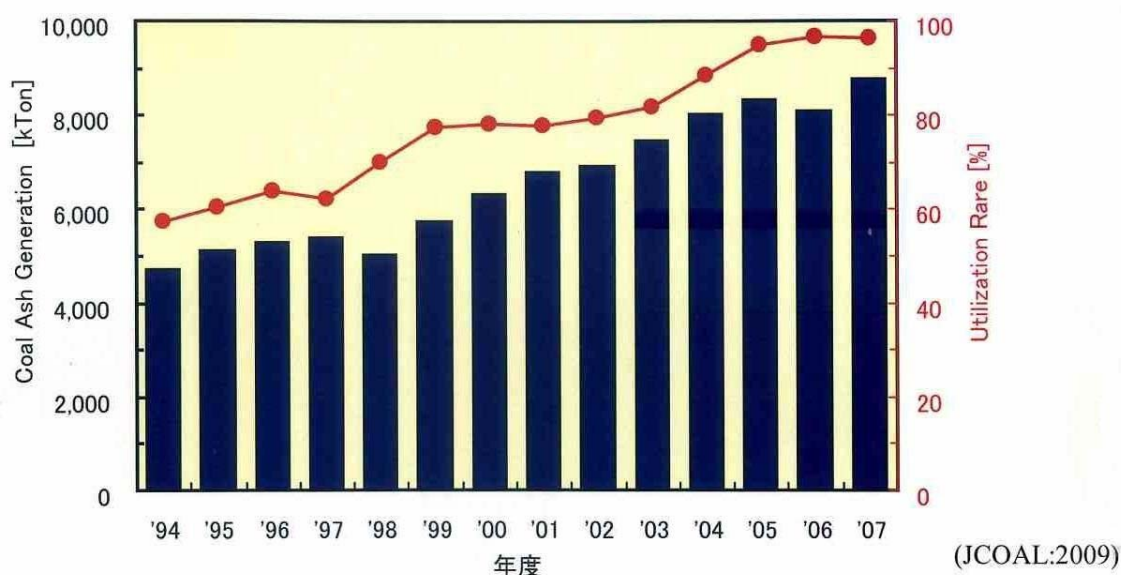
日本中央電力研究所成立於 1951 年，由日本電力工業之父 Yasuzaemon Matsunaga 先生所創立，為非營利的公共利益公司，進行與能源、電力技術有關的研究，目前五個主要的研究主題為：核能技術(Nuclear technology)、先進維護技術(Advance maintenance technology)、環境與創新技術(Environmental and innovative technologies)、最佳能源利用技術(Optimal energy utilization technology)及社會經濟風險管理(Social and business risk management)。日本中央電力研究所 2008 年為止擁有 793 名員工，其中 698 人從事研究有關事物，operation budget 約 3 億美金。研究所所屬的研究室及研究中心分散在關東地區 6 個場所，本次參訪是位於 ABIKO 的環境科學研究室，ABIKO 有土木工程研究室(Civil Engineering Research Laboratory)、環境科學研究室(Environmental Science Research Laboratory)及 ABIKO 操作服務中心(Abiko Operation & Service Center)，有關高、低放射性廢料的終端處置是土木工程研究室部門重要的研究課題。

環境科學研究室有 96 個成員，又可分為大氣與海洋環境、水文環境、生物環境、生物科技及環境風險評估等 5 個組(sector)，有關地球暖化與調適議題是環境科學研究是重要的研究議題，有關煤灰利用研究議題則屬於環境風險評估組的研究議題。

此次參訪 CRIEPI，係由環境科學研究室，環境風險評估組(Assessment of environment risk sector)的主管 Dr. Kazuo Sato 安排，首先 Dr. Kazuo Sato 簡介 CREIPI 的煤灰利用研究概況，接著由我介紹綜研所的研究概況，我介紹的主題分為：1.台灣電力公司的



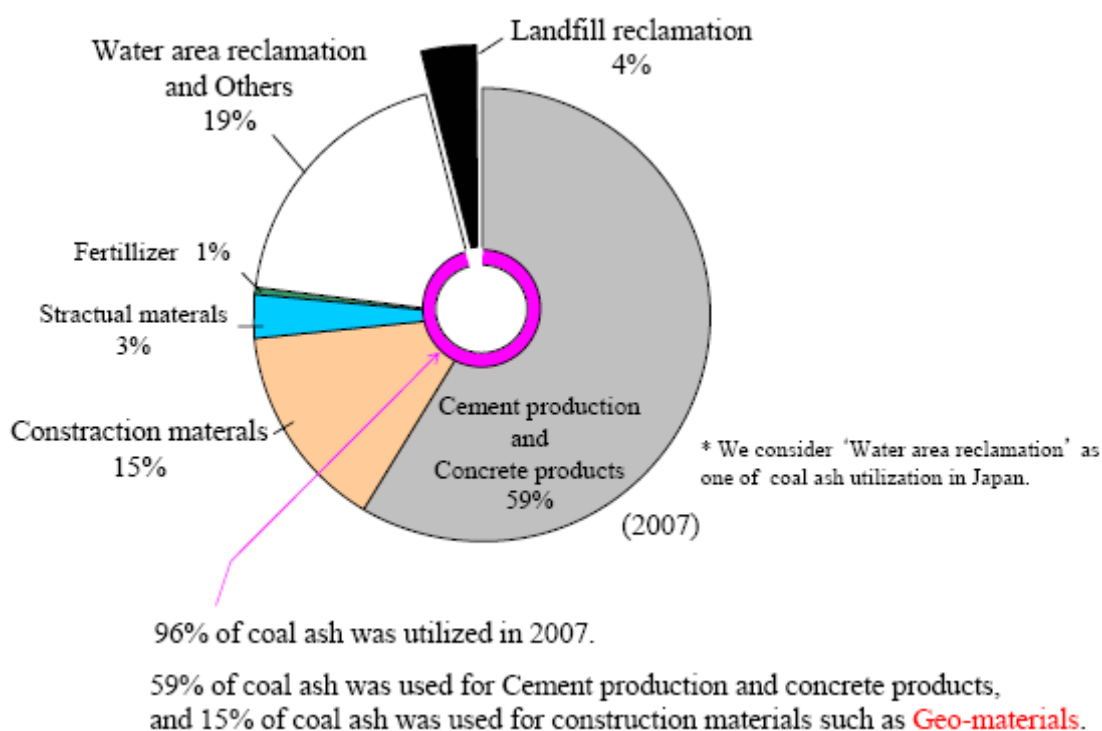
研發概況。2. 台電公司的煤灰利用研發成果簡介。3. 底灰取代混凝土中的細骨材之研究等三項。在簡報當中，和與會人員針對台灣與日本的煤灰利用研究與推廣現況進行充分的溝通，日本與台灣相近，是屬於能源進口的國家，因此日本燃煤電廠使用的煤，大多是自國外進口，且來源分散各地，其中 50%來自澳洲，20%來自印尼，10%來自中國大陸，5~10%來自蘇俄，2007 年日本電廠產生的煤灰約 1160 萬噸，利用率將近 100%，自 1994 至 2007 日本火力電廠產生的煤灰總量與利用率如圖一所示。



圖一、日本煤灰產量與利用率

由於日本對煤灰利用於混凝土中，燒失量的限定非常嚴格(需低於 3%，與美國混凝土協會(ACI)及中國國家標準(CNS)的 6%嚴格許多)，因此日本煤灰用於混凝土相對較少，大部分日本煤灰利用於水泥製品及混凝土產品(Cement production and concrete products)，約佔煤灰產量的 59%，15%用於營建材料(Construction materials)，如回填材料(Fill materials)、基礎骨材(Stabilized base aggregate)及控制性低強度材料(CLSM)，用於水域造地(Water area

reclamation and others)則為 19%，陸地掩埋造地(landfill reclamation)(4%)，日本煤灰的利用範圍及利用比率如圖二所示。與台灣不同之處，在日本填海造地是屬於煤灰利用的一環，而台灣燃煤電廠的煤灰，未被利用部份，才以灰管送進灰塘，被視為廢棄物處理，因此不被重視，才有台中灰塘填灰完成後，須花費許多的經費，進行地改，若可以有計畫的方式將未被利用的煤灰填海造地，在進入灰塘便加以適當的處置，不僅可省去事後花大錢做地改，亦可造新生地，創造價值。



圖二、日本煤灰利用方向

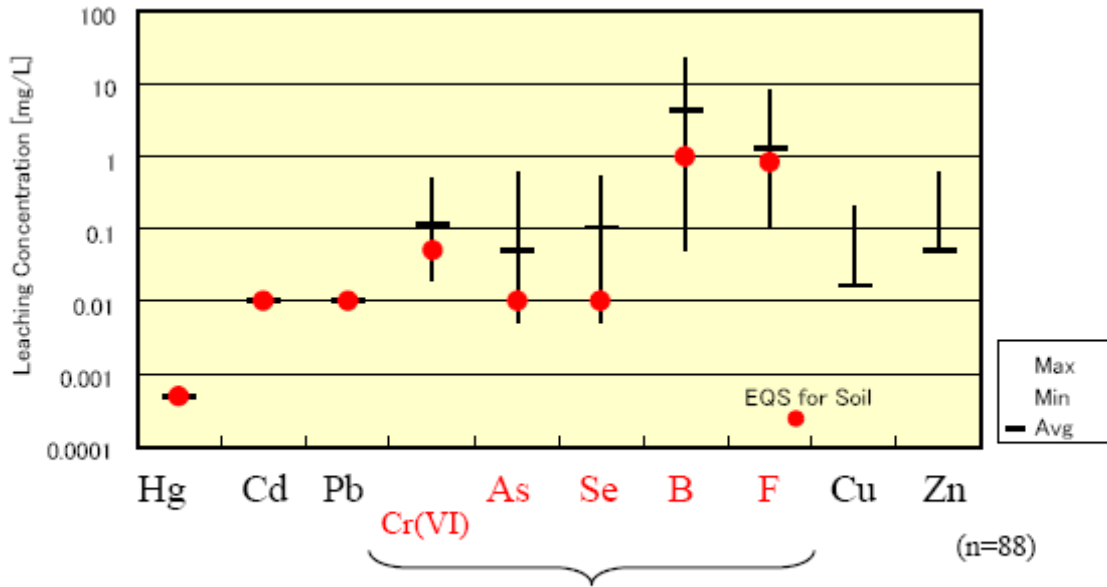
日本煤灰利用於水泥產品，主要以作為水泥生料為主，而日本水泥的產量自 1996 年的 9500 萬噸逐年下滑至 2007 年的 7000 多萬噸，煤灰作為水泥生料的利用，也自 1994 年的 200 多萬噸逐年增加至 2007 年的近 800 萬，已達水泥生料 10%混合煤灰的上限，達到煤灰利用於水泥生料混合的飽和臨界點，無法再增加；然而在未來數十年，日本預

估煤灰量仍持續的增加下，煤灰利用於營建材料是被期待的，即是利用做為回填材料、基礎骨材及控制性低強度材料，這點與台灣營建研究院替台電做的煤灰資源化利用事業規劃計畫中，所規劃的台電未來的努力的方向之一：煤灰 CLSM 的推動，不謀而合。另外，有關底灰的利用研究狀況如何？根據了解，日本火力電廠的底灰僅佔煤灰產量的 1/10，產量相對少很多，因此沒有針對底灰進行相關的研發工作。

有關煤灰應用主題研究，在環境科學研究室下有一 Solution Center for Environmental Issues 主政，此次由井野場誠治(Seiji Inoba)先生介紹「煤灰做為地工材料的環境衝擊」(Environmental Impact of Geo-materials Chiefly Composed of Coal Fly Ash)，寺添齊(Hitoshi Terazoe)先生介紹煤灰的農業利用，還有目前在土木工程研究室核燃料循環後端研究中心(Nuclear fuel cycle backend research center)的山本武志博士(Dr. Takeshi Yamamoto)進行了許多有關混凝土添加飛灰的性質探討，及煤灰的除碳技術研究(如附件一)，山本博士對於台灣飛灰大量用於混凝土，感到相當好奇，因為日本煤灰利用於混凝土規範非常嚴格，一般飛灰要利用相當困難，經討論後推斷可能是因為台灣天氣較溫暖，沒有下雪，因此混凝土不需使用輸氣劑，不需考慮飛灰的碳含量對添加劑的影響，但台灣也使用相當多的減水劑，未燃碳設定在 6%，應是合理的，因此個人覺得日本在飛灰利用於混凝土的觀念是較保守的。而台灣的煤灰推廣應用於水泥生料部分，日本模式是值得學習，可加以開發利用。與山本博士討論得知：在 CRIEPI 土木工程研究室核燃料循環後端研究中心目前有「飛灰使用做為核廢料最終處置的工程障壁材料」的研究計畫在進行，個人亦曾經進行有關的研究，有機會應可進一步交流溝通這方面的研究心得。

有關「煤灰做為地工材料的環境衝擊」研究(如附件二)，對 CRIEPE 而言，煤灰在地工上的利用屬於營建材料(construction

material)類別，這是日本期待開發未來煤灰利用的方向，但 CRIEPI 人員認為環境安全議題是他們遭遇的瓶頸，直至 2007 年為止，日本煤灰在地工的利用有 130 萬噸，曾經被用做為回填的配比：(1)飛灰(100)+水泥(4~20)+水；(2)飛灰(100)+石膏(5~25)+CaO(0~3)+水，養護 28 天或是以上配比製作成穩定基底骨材(Stabilized Base Aggregate)，或是製作成控制性低強度回填材料，每立方 25 公斤水泥+438 公斤飛灰+1222 公斤細骨材+水+0.361 公斤添加劑，日本電力公司、產業界及學校單位研發許多這方面的用途，但顧慮到煤灰中的六價鉻、砷、硒、硼及氟等微量元素高於 EQS(Environmental Quality Standard for Soil)土壤環境品質標準(如圖三所示)，日本之土壤環境品質標準如表 1 所示，這是許多地方政府對工業副產物利用做為地工材料，要求要符合的標準，這成為日本要推廣煤灰在這方面利用的瓶頸。CRIEPI 有關人員為突破這項限制，進行了(1)尋找合乎 EQS 規範的煤灰；(2)限制煤灰的混拌比率(5%~20%)及添加適當的固化材料，如水泥、石膏及氧化鈣，以減少微量元素的釋出；(3)使用陸地掩埋的煤灰。使用陸地掩埋的煤灰具有品質穩定、供應穩定、容易載運及延長掩埋場的壽命等優點，使用陸地掩埋的煤灰研究的初步結果也顯示：不添加或添加少量的固化劑的煤灰溶出試驗，微量元素可符合 EQS 的標準，日本煤的能源中心(JCOAL-Japan Coal Energy Center)正推動適用於海事結構物的煤灰使用準則(Coal Ash Guideline for Marine Construction)，在這個準則下，日本將有一個建立人工島的大型計畫，會有 200 萬噸的煤灰需求量，這對煤灰的去化有不小的幫助。



These elements are **particular concern** that leach from coal fly ash.

圖三、日本煤灰微量元素含量與土壤比較

表一、日本土壤環境品質標準

			EQS for Soil	Landfill Criteria for Solid Waste	
				Sludge	Dust, Cinder
Heavy Metal Substances	Cd	Cadmium	≤ 0.01	≤ 0.3	≤ 0.3
	Pb	Lead	≤ 0.01	≤ 0.3	≤ 0.3
	Cr(VI)	Hexavalent Chromium	≤ 0.05	≤ 1.5	≤ 1.5
	As	Arsenic	≤ 0.01	≤ 0.3	≤ 0.3
	T-Hg	Total Mercury	≤ 0.0005	≤ 0.005	≤ 0.005
	Alk-Hg	Alkyl Mercury	N.D.	N.D.	N.D.
	Se	Selenium	≤ 0.01	≤ 0.3	≤ 0.3
	F	Fluorine	≤ 0.8	-	-
	B	Boron	≤ 1	-	-
		Total Cyanide	N.D.	≤ 1	-
Volatile Organic Compounds		Dichloromethane	≤ 0.02	≤ 0.2	-
		Carbon Tetrachloride	≤ 0.002	≤ 0.02	-
		1,2-Dichloroethane	≤ 0.004	≤ 0.04	-
		1,1-Dichloroethylene	≤ 0.02	≤ 0.2	-
		cis-1,2-Dichloroethylene	≤ 0.04	≤ 0.4	-
		1,1,1-Trichloroethane	≤ 1	≤ 3	-
		1,1,2-Trichloroethane	≤ 0.006	≤ 0.06	-
		Trichloroethylene	≤ 0.03	≤ 0.3	-
		Tetrachloroethylene	≤ 0.01	≤ 0.1	-
		1,3-Dichloropropene	≤ 0.002	≤ 0.02	-
		Benzene	≤ 0.01	≤ 0.1	-
Agricultural Chemicals		Thiuram	≤ 0.006	≤ 0.06	-
		Simazine	≤ 0.003	≤ 0.03	-
		Thiobencarb	≤ 0.02	≤ 0.2	-
		Organic Phosphorus	N.D.	≤ 1	-
		PCBs	N.D.	≤ 0.003	≤ 0.003
	Cu	Copper	≤ 125	-	-

關於煤灰在農業的利用(資料如附件三)，在日本約佔利用量的1.3%，是屬於少量的部分，煤灰在農業的利用主要分為土壤改良及肥料利用兩項，因為飛灰為高鹼性，因此考慮做為酸性土壤的改良，這方面的研究需考慮(1)土壤的成分。(2)分析作物的生產情況。(3)選擇土壤改良的方法。(4)選擇改良的機具。有關飛灰對土壤的保水性質方面，經研究，並不會因為飛灰的添加而有太大的改變。本所亦曾經進行相關的研究，土壤經飛灰的改良後，作物產量有些許增加，但煤灰含有的重金屬成分，對農作物而言，仍有些疑慮，因此未加以深入探討。

最後並針對煤灰吸附汞的議題，請教 CRIEPI 人員，進行討論，依據 CRIEPI 針對煤灰的微量元素分析，發現煤灰的汞元素含量與土壤中的含量相似，Dr. Kazuo Sato 認為日本使用之煤的汞含量很低，因此汞排放對煤灰的利用沒有影響(如附件四)；Dr. Kazuo Sato 曾經針對煤灰的微量元素的多途徑暴露的環境影響評估，評估結果顯示：火力電廠煤灰微量物質排放，經多途徑暴露的風險評估，最大的致癌風險為  $8.1 \times 10^{-7}$  來自 Be，最大的非致癌風險  $7.8 \times 10^{-3}$  來自汞，無論致癌或非致癌的健康風險都相當小的。

### 3-2 第 10 屆東亞資源再利用技術國際研討會

東亞資源再利用技術國際研討會(The International Symposium on East Asian Resources Recycling Technology)，自 1989 年，由日本、韓國、中國大陸及台灣從事有關資源再利用研發人員，推動每兩年舉辦一次的國際研討會，由這四個東亞國家，日本礦冶材料研究所(Mining & Material Processing Institute)、韓國資源再生研究所(Korean Institute of Resource Recycling KIRR)、中國非鐵金屬協會(Nonferrous Metals Society of China)及台灣資源再生協會(Formosa Association of Resources Recycling)輪流主辦，今年已滿 20 年，由韓國主辦，除韓國資源再生研究所，還有資源再生研究中心及韓國國家節淨產業中心聯合主辦，會議場所選在韓國的觀光勝地---濟州島。本次參與的人員，除上述四個國家，還有澳洲、德國、泰國、印尼等國家人員總共 276 個人員與會，發表 213 篇論文，份量可說相當的多。

本次的主題分為：(1)總體性文章(Plenary Lectures)4 篇。(2)資源再生政策及管理性文章(Recycling Policy and Management)16 篇。(3)工業廢棄物的再生利用文章(Recycling & Utilization of Industrial Wastes: Metals, Slag, Sludge, Ash, Catalyst,

Effluence, Wastewater, Gaseous Waste, Etc.)115 篇。(4)電子產業廢棄物之再生利用文章(Recycling & Utilization of Electrical and Electronic Wastes)16 篇。(5)廢棄輪胎、橡膠、紙類、玻璃等民生廢棄物等的資源再生文章(Recycling & Utilization of End-life Vehicles, Rubber, Plastic, Glass and Other Living Wastes) 17 篇。(6)再生技術及廢棄物減量(Development of Technologies for Recycling and Waste Minimization Production) 文章 20 篇。(7)環境產物(Environmental Production)10 篇。(8)環境生態材料(Eco-Materials)9 篇。(9)土壤改良(Soil Remediation)8 篇

詳細的論文篇名如**附件五**

本次台灣前往參與的學術界、產業界研發人員有 37 人，發表的文章相當的多，其中中鋼公司環保處處長劉國忠博士發表的 Resource Recycling and Greenhouse Gas Reduction in Taiwan。介紹台灣進行資源回收，在生命週期模式計算下，溫室氣體減量效果評估，計算結果顯示：爐石及飛灰的再利用於混凝土中，溫室氣體減量貢獻最大(38.8%)，其次是廢紙回收(25.7%)。本公司推動煤灰利用多年，且有不錯的成效，在目前二氧化碳減量議題發燒的份圍中，其產生的溫室氣體減量的效果，本公司應加以宣導，以突顯本公司推動煤灰利用的成果。另外本次亦有一篇台灣環保署委託工研院執行的環保生態園區的規劃成果的文章，台灣目前有 4 個相當成功的案例描述，原本以為環保生態園區的規劃，只有在國外進行，其實台灣本土亦有案例可循，本公司若要推動煤灰利用朝向此概念規劃，將電廠的設立以環境生態環區的方式規劃，將副產物煤灰、廢熱、廢水、廢氣結合，生產煤灰骨材、生態養藻、海水淡化等，即可成爲一大型環境生態園區，值得構思與規劃。

至於煤灰利用的文章，侷限回收磁性氧化鐵及浮灰的方法討論，



對台電而言，此類的利用，無法達到量大、技術簡易的目標，至於近來台電煤灰氧化鐵含量較高，回收磁性氧化鐵，應為可行，但如何進一步利用回收的氧化鐵，須先找出出路，才有探討分離技術的必要性。

另外由發表的文章及與相關作者談話中，了解韓國的煤灰利用也大多用在混凝土參料，與台灣相似，同樣的在 2003 年時(台灣在 2004 年利用率達最高點，接下來便捷節下滑)利用率下降，詢問結果係因為建築業的不景氣所致，可見台灣的煤灰利用遭遇的瓶頸與我們的鄰國是頗相近的。又韓國的底灰利用也較少，亦以排灰塘為主，此次會議有關底灰的回收技術，亦有多篇文章發表，本所發表 A Study on High performance Concrete Using Coal-fired Bottom Ash to Substitute Fine Aggregate，亦引起他們的興趣。本所發表的文章摘要如下：

**A Study on High performance Concrete Using Coal-fired Bottom Ash to Substitute Fine Aggregate**

Lih-Wen Quo<sup>1\*</sup>, Meng-Feng Hung<sup>2</sup>., Chao-Lung Hwang<sup>3</sup> and Cheng-I Lai<sup>3</sup>

1Taiwan Power Company, Power Research Institute, 84 Ta-An Road, Taipei County, Taiwan 238;

2De Lin Institute of technology, 1 Lane 380, Chine-Yun Road, Tucheng, Taipei County 23654, Taiwan;

3National Taiwan University of Science and Technology, Department of Construction Engineering, 43 Section 4, Keelung Road, Taipei, Taiwan 106;

In this study, the basic properties of freshwater-based bottom ash from Hsinta power plant are analyzed and the feasibility relating to such bottom, replacing natural sand, as fine aggregate in concrete is studied. The bottom ash is screened by #4 sieve. Then 8 mixes of bottom ash concrete are made based on Densified Mixture Design Algorithm. Some test items with respect to fresh and hardened concrete are conducted, including slump, slump flow, compressive strength, ultrasonic pulse velocity, surface electrical resistance, and chloride ion penetration.

The test results of bottom ash as concrete aggregate show that under suggested replacement percentage of 10-15% and suggested coating thickness of 10-20 $\mu$ m, slump can be 230mm, slump flow reaches 500mm, design strength ranges from 32 to 57 MPa, and 120-day electrical resistance of concrete is 20-50 $\Omega$ -cm. As a result, concrete containing bottom ash can possess good workability, strength and durability.

### 三、心得

- 1、日本煤灰利用於水泥生料的添加，一年可消耗 800 萬噸(約水泥產量之 10%)，以台灣水泥產量(約 1900 萬噸)估算，應可去化煤灰 190 萬噸，因此推動煤灰於水泥生料的利用，是本公司可開發的新去向。
- 2、日本煤灰利用，未來將開發做為營建材料地質之用途，如 CLSM 及一般回填的利用，台灣營建研究院的研究結果，亦建議本公司應積極的推動煤灰 CLSM 的利用，不謀而合，有關一般回填及建人工島，是值得本所加以探討。
- 3、日本與台灣面臨相似問題，近年燒煤增加，煤灰產量增加，且較趨向 C 類灰，本所有關的研發成果，應可與日本進一步交流，交換研究心得。
- 4、在 2009 東亞資源再利用技術國際研討會中了解：韓國的煤灰利用也大多用在混凝土參料，且在 2003 年時，利用率降低，韓國的底灰利用較少，以排灰塘處理，這些情況與台灣情況相近。
- 5、在東亞資源再利用技術國際研討會中，有關煤灰利用的文章，大都集中在回收煤灰中的有價物質，如氧化鐵及浮灰，相對於技術的困難度與利用的量，對台電而言，可加以了解，但實用性不大，本公司的煤灰利用，仍應朝向大量去化為主。
- 6、由中鋼公司在會議中發表的「台灣資源回收與溫室氣體減量」文章中，可知煤灰及爐石取代混凝土中的水泥用量，減少相當大的碳排放，有關本公司推動煤灰利用，本所應進一步探討煤灰利用對降低溫室氣體排放的貢獻，以幫助台電說明本公司對碳排減量的努力成果。
- 7、環境生態園區計畫目前全世界積極推動，亞洲國家日本最早推動，中國大陸及韓國目前規劃將積極投入，台灣目前亦有 4 個

在環保署規劃，工研院輔導之案例，相當成功，本公司煤灰利用應可朝向此概念規劃，將電廠的設立，以環境生態園區的方式規劃，將副產物煤灰、廢熱、廢水、廢氣，結合煤灰骨材工廠，生態養藻，海水淡化等，成爲一大型環境生態園區。

## 五、建議事項

就本次參加東亞資源再利用技術國際研討會及參訪日本的中央電力研究所 CRIEPI 的心得，提出以下幾點建議以共參考：

(1)、本公司煤灰利用推動，近年來由於經濟不景氣、台塑的大量煤灰擠壓及台電煤灰品質變異性太大的影響，遭遇瓶頸，造成電廠灰塘極大的壓力，此次前往日本及韓國參訪，發現鄰近國家與我們有相同的情況，而各國煤灰的再利用方向不同，其他國家的經驗可供我們參考，如日本在水泥原料的用量很大，而台灣這方面的用量很少，這是台電公司可以努力開發的去化方法，當然因為台灣的大型水泥廠大都在東部，需增加運費，但相對於資源再生利用與灰塘興建的成本考量，仍是值得評估的。

(2)、日本煤灰近期將推動做為回填材料的利用，與本公司推動 CLSM 的利用政策不謀而合，另外作為道路基底材料，人工島的建造，均值得本所進一步加以研究了解；至於煤灰大量利用，有關微量元素的溶出，及其他環境有關議題，值得我們持續關心了解。

(3)、本所進行多年有關煤灰利用研究，但對二氧化碳減量的貢獻部分，較少觸及，未來可對針對煤灰利用推動，對溫室氣體排放的具體貢獻，加以探討，一來可幫助推動煤灰的利用，亦可協助公司說明台電對二氧化碳減量的努力成果。

(4)、建議本公司未來電廠的規劃、建造，應以環保生態園區的方向規劃，因電廠的固、液及氣體廢棄物，均相當的大量，若可將其整合應用，不僅降低處理廢棄物的設備、費用，創造產業的利潤，並可塑造台電環保的形象，這是國際的趨勢，且台灣亦有工研院輔導成功的案例可供參考。