

日本の石炭灰處理와 利用의 現狀

谷藤 和三 *

1. 石炭灰의 發生狀況

日本에서는 石油 代替에너지로서 原子力, 石炭, LNG火力이 重要な 基柱로 되어 있다. 石炭火力은 燃料供給의 安定성과 經濟성이 優秀하여 今後에도 積極的으로 開發을 推進할 것으로 되어있어 1990年度末의 設備容量 12,420千Kw, 電源構成比 7.1%에 대하여 2,000年度末의 設備容量은 2.6倍인 32,600千Kw, 電源構成比는 13.6%로 增加趨勢이다.

日本の 石炭火力의 燃燒方式은 大部分 微粉炭보일러方式이고 燃燒에 다른 石炭의 約 15%가 石炭灰로 된다. 石炭灰는 보일러底部에서 回收되는 Bottom Ash와 電氣集塵機에서 採取되는 Fly Ash로 大別되며 發生比率은 Bottom Ash가 5-15%, Fly Ash가 85-95%로 되어 있다.

1992年度에 火力發電所에서 發生한 石炭灰는 4,197千톤이고 長期電力需給展望에 따라 推定하면 2,000年度에는 7,960千톤(1992年度의 9倍)로 增加한다.

표 1. 石炭灰의 主要利用分野와 利用實績

分野	用 途	利用 技術의 概要	年度別利用實績(千ton)				
			1989	1990	1991	1992	1993
cement	cement ingredients	原料粘土의 10~20%를 代替	919	891	1,086	1,178	1,309
	concrete admixture	cement의 代하여 最大 30%을 混合	349	363	373	374	403
骨材	人工輕量骨材	fly ash, 微粉炭, 물을 混合하여 組粒燒成	61	68	73	76	58
建築材料	健在	内外壁材原料의 一部外					
	concrete製品	concrete pole, block 등	61	58	45	73	90
土木材料	asphalt filler	石炭石粉의 代替					
	路盤材	cement treated fly ash					
	盛土材	軟弱地盤의 盛土材	173	145	160	228	282
	凍上抑制材	道路의 凍上抑制層의 砂 代替					
tunnel衰込材	空隙充填材						
農業	肥料等	fly ash의 苛性加里등을 添加	42	44	46	44	51
其他			153	146	127	181	168
合 計			1,758	1,715	1,910	2,154	2,361

2. 石炭灰의 處分

石炭灰의 有效利用率은 40-50% 程度로 折半以上은 埋立하여 處分되고 있다. 埋立處分量

은 2,020千톤에 이르고 있다.

石炭灰는 産業廢棄物에 該當하며 埋立處分에 있어서는 環境保全에 留意한 處理施設의 構築, 維持管理를 하고 있다. 埋立處分場은 立地

* 建設部門 北海道電力(株) 松下 啓郎

條件에 따라 海面埋立과 陸上埋立으로 大別되는데 最近에는 大部分의 石炭火力發電所의 立地가 沿岸立地로 되어있어 더욱 環境上의 制約이나 埋立處分場을 狹小한 國土上에 確保하는 것이 困難하게 되어있어 大規模인 處理場은 海上에 求하는 傾向이 있다.

石炭灰의 處分場은 護岸이나 築堤 등을 設置하여 周邊의 地下水 및 公共水域의 汚染防止를

위해 遮水工이나 集水施設을 設置하고 있다.

3. 石炭灰의 有效利用의 概要

石炭灰는 Silica와 Alumina가 主成分이고 輕量性이나 流動性, Pozzolanic Reaction 등의 特性을 살린 有效利用이 되고 있다.

1993年度에는 Cement가 1,712千톤(72%), 土木材料가 282千톤(12%)으로 되어있다.

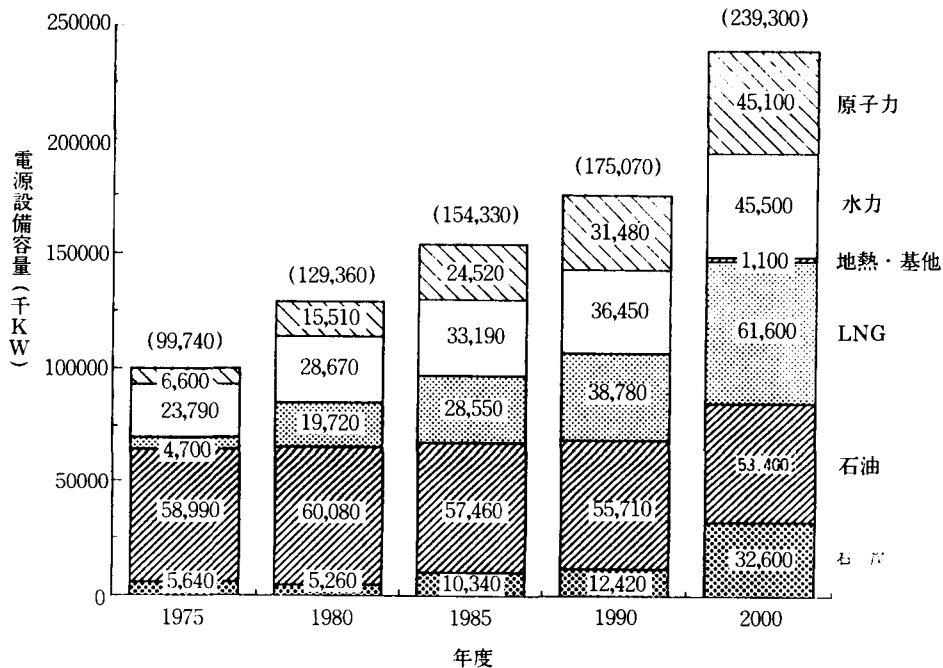


그림 1. 電源設備의 推移와 開發計畫

3.1. Cement分野의 利用

石炭灰는 Cement ingredients 粘土 代替로 利用되고 있다. 粘土에 比하면 SiO_2 / Al_2O_3 比가 낮으므로 SiO_2 不足分の 矽石을 補充할 必要가 있다. 通常 粘土量의 10-20%를 代替하고 있다.

또 混和材로서 利用하는 Fly Ash는 日本工業規格(JIS)에서 定하고 있다. 工場混合한 Portland Fly Ash Cement도 JIS에서 定하고 있어 最大 30%까지 Fly Ash가 混合되어 있다. Fly Ash는 Concrete의 流動性의 改善이나 水

和熱의 抑制등에 效果가 있어 混和材로서 大量 利用되어 왔으나 近年 國內炭의 減少와 海外炭의 利用增加에 따라 低品質 Fly Ash가 增加하는 傾向이 있어 利用量이 低迷하고 있다. 이것 때문에 現在 JIS의 改訂등 利用擴大策을 取하고 있다.

3.2. 土木材料로서의 利用

道路分野에서는 Fly Ash를 盛土材料나 Asphalt Filler 또는 Cement Treated Fly Ash를 路盤材 등에 利用하고 있어 寒冷地에서는 Bot-

tom Ash를 모래(砂) 대신에 凍土抑制層에 利用하고 있다. 또 Tunnelling Work에서는 覆土나 Segment와 周邊地盤과의 空隙充填으로, Fly Ash를 主材로 한 Grout가 Cement Mortar등의 代身に 쓰여지고 있다. 土木材料로서의 利用은 石炭灰의 大量利用되는데 土木工事量의 變動에 利用量이 크게 左右된다.

4. 附加價値를 높인 利用技術

새로운 利用分野를 開拓하기 위해 附加價値의 높은 製品化를 向한 研究開發이 이루어지고 있다.

4.1. 耐流動鋪裝添加材(東北電力)

Fly Ash에 少量의 Cement와 增粘劑를 加하여 造粒하여 乾燥시킨 添加材로서 이것을 Asphalt Mixture에 添加함으로써 Asphalt에 들

어있는 輕質油分을 吸收하기 때문에 耐流動性이 優秀하여 틈이 깨어진 곳의 改善에 效果가 있다.

4.2. 排煙脫硫劑(北海道電力)

石炭灰와 石炭, 石膏에서 製造된 粒子狀脫硫劑를 使用하는 乾式脫硫裝置가 實用化되어 있다. 이 乾式脫硫方式은 排水處理 및 Flue Gas의 再加熱이 不要한 것등 Cost의 低減에 加하여 使用劑의 脫硫劑를 石膏源으로서 再利用하여 再資源化를 期하는 利點도 있다. 더욱이 技術의 應用으로 이 劑를 Slurry로 하여 煙道에 噴霧하는 簡便한 Desulfurization System의 研究도 進行되어 現在 通産省의 國際協力事業의 一環으로서 中國의 石炭火力發電所에서 하고 있는 實證試驗에 그 技術開發結果가 나타나고 있다.

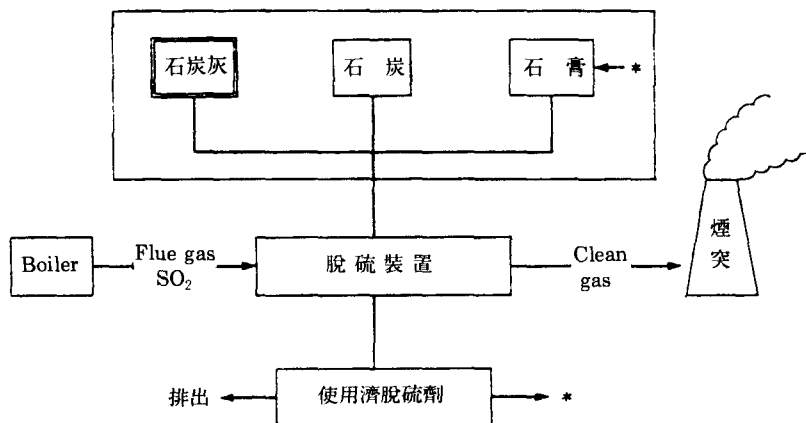


그림 2. 石炭灰를 利用한 Desulfurization System

5. 北海道의 有效利用의 役割

注入材의 基本配合은 表-2와 같다.

5.1. 裏込注入材(北海道 電力)

水力發電所의 Tailrace Tunnel이 Shield Tunnelling Work에서 掘削되어 Segment와 周邊地盤과의 空隙充填에 Fly Ash를 主劑로 한 2液系의 裏込注入材가 쓰여졌다.

5.2. 中詰材(北海道開發局)

Fly Ash에 Cement와 火山灰를 添加한 물과 混合한 Slurry가 海域中에 建設되는 橋脚의 假設築島의 中詰材에 利用된(圖-3) 이 築島는 海底部의 軟弱地盤을 改良한 後 大口徑의 鋼管

표 2. 衰込注入材의 配合

(單位 : kg/m³)

A 液					B 液		
Fly Ash	Cement	Bentonite	混 和 劑		水	Sodium Silicate	
			安定劑	流動化劑		Waterglass	水
350	200	42	2	2	684	75	18

鐵板으로 마감하여 構築하는 것으로서 그 中詰材로서 Fly Ash Slurry를 利用함으로써 基礎地盤의 改良範圍의 減少, 側壓減少에 의한 鋼管鐵板의 斷面縮小, 連續地中壁掘削時의 溝壁의 安定등에 의해 그 費用의 低減을 얻을 수 있다.

5.3. 遮水壁(北海道電力)

石炭灰 陸上處分場의 築提造成工事로 周邊地下水의 汚染防止를 위한 遮水工(圖-4)을 地中連續壁으로 構築하였다. 이 自便性安定液에 Fly Ash를 利用하고 있다.



寫眞-1 石炭灰를 利用한 脫硫劑

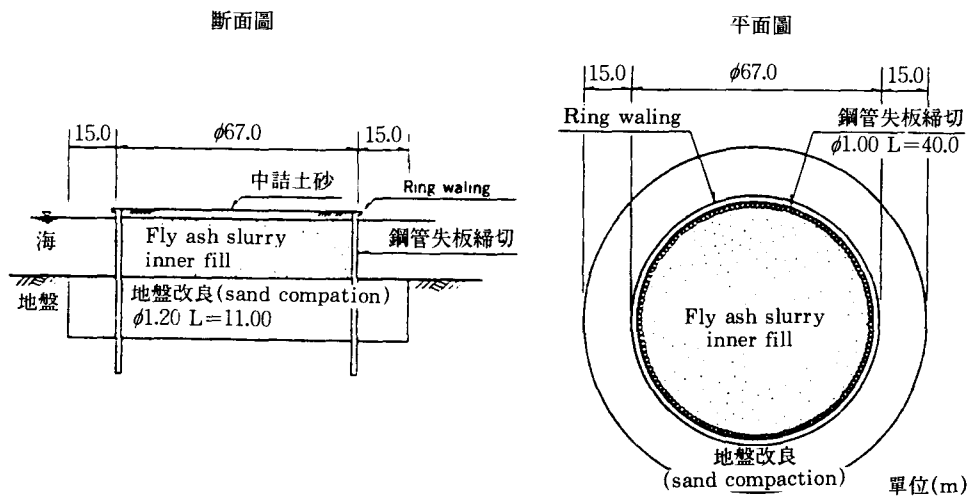


그림-3 石炭灰를 위한 假設築島의 構造

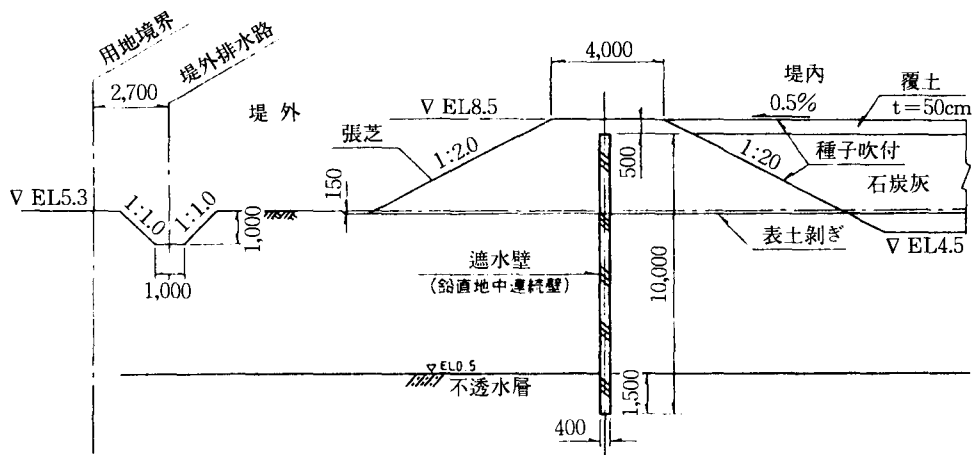


그림 4. 石炭灰處分場築堤斷面(例)