

電力系統의 公害防止

韓 萬 春*

—차 례—

- 1. 序 論
- 2. 電力系統의 公害
 - 2-1 發電所의 公害
 - 2-2 送變電設備의 問題點
- 3. 公害防止를 위한 對策
 - 3-1 大氣汚染防止對策
 - 3-2 水質汚濁防止對策
 - 3-3 騒音防止對策
 - 3-4 環境調和防止對策
- 4. 結 言

1. 序 論

經濟開發의 推進과 國民生活水準의 向上으로 에너지 消費는 每年 伸張되고 있는 中에서도 輸送 및 變換이 容易하고 使用에 便利한 電力의 需要는 繼續的으로 增加하고 있다.

이에 反하여 限定된 에너지資源의 偏在 特別 產油國의 恣意的인 價格引上에 따라 所謂 에너지波動이 深刻하게 되는 한편 다른 産業分野와 마찬가지로 電力事業에 依한 公害乃至 環境汚染의 問題가 深刻하게 擡頭하여 一部 先進國에서는 電源開發에 큰 打擊을 주고 있는 實情에 있다.

우리나라에서는 아직까지는 그렇게 深刻하지는 않으나 電源開發의 繼續的인 推進에 따라서 電力系統의 公害問題가 곧 深刻하게 浮刻될 것이 豫想되므로 電力系統의 公害의 要因과 그 防止策을 要約해 보고자 한다.

現行 公害防止法(法律第2305號 1971. 1. 22公布)에 依하면 "公害"라 함은 다음의 境遇로 인한 保健衛生上の 危害와 生活環境의 被害를 말한다.

- (1) 排出施設에서 나오는 煤煙, 먼지, 惡臭 및 가스 등으로 인한 大氣汚染
- (2) 排出施設에서 나오는 化學的, 物理學的, 生物學的 要因에 의한 水質汚染
- (3) 騒音, 振動

이러한 公害의 要因이 되는 汚染物質의 排出許容基準은 保健社會部令(第456號, 1974年 9月 10日 公布)인 公害防止法施行規則으로 定해져 있다. 이 施行規則은 1967年 5月 24日에 制定된 以來 3次에 걸쳐서 修正補完된 것인데 修正될 때마다 許容基準이 嚴格하게 強化되고 있다.

排出施設을 設置할 때에는 保健社會部長官의 許可와

檢査를 받아야 하고 汚染物質의 排出許容基準에 適合하지 아니하다고 認定할 때에는 排出防止施設의 改善代替, 移轉과 操業停止 및 許可取消等の 措置를 命할 수 있으며 이러한 規定에 違反할 때에는 2年以下の 懲役 또는 200萬원 以下の 罰金에 處하는 罰則이 있다. 한편 政府 또는 地方自治團體는 汚染實態를 調査하고 事前對策을 講究하도록 되어 있으나 그 活動은 아직도 活潑하지 않다.

이밖에도 公害는 民事訴訟의 對象이 되어 1975年 3月 8日에는 湖南精油에 對한 廢水汚染에 對한 沿岸養殖業者의 提訴에 의해서 서울地方法院은 우리나라 史上最高로 3億8千萬원에 達하는 補償金의 支給判決을 내린 바 있다.

今後에도 公害에 對한 輿論의 反撥과 法的 規制는 強化될 것이 豫想되므로 이제까지 等閑視되다싶이한 公害對策에 對하여 좀 더 深刻하게 檢討하여야 할 段階에 이르렀다고 하겠다.

2. 電力系統의 公害

電力系統의 公害는 發電所에 依한 것과 送變電施設에 依한 것으로 나누어서 생각할 수 있다.

(1) 發電所의 公害

① 水力發電所

水力發電所의 公害는 火力發電所등에 比하여 顯著하게 적은데 機械系統에서 흘러나오는 老油 및 廢水등에 依한 水質汚染이 주요한 것이다.

이러한 老油 및 廢水는 그 量이 一般的으로 많지 않아서 自然淨化되므로 實際로는 큰 障害가 없으나 그 量이 많으면 問題가 되므로 遠心分離機등으로 汚染物質을 處理한 後에 放流하여야 한다.

다음에 環境上으로는 다음과 같은 問題點이 있다.

A. 貯水池流域의 浸水

貯水池의 最高上昇水位와 最低水位사이에 浸水되는 地域의 農作物, 住民 및 養魚場等的 被害를 막아야

*正會員·延世大 教授(工博)·當學會 會長

한다.

B. 河川流量的 調整

淡水魚와 野生物 또는 水質保護를 위해서 河川의 最小限의 流量調節이 必要하다.

C. 水溫의 變化

貯水池의 存在로써 그 河川固有의 水溫은 變化되므로 水溫變化에 따른 影響을 考慮할 必要가 있다.

D. 酸素레벨의 維持

水生生物을 保護하기 위해서 貯水池下流에서 要求되는 酸素레벨을 維持하도록 해야한다.

E. 貯水池의 水位

댐에서 放出하는 流水量은 水位低下狀態에서 下流住民들의 食水枯渴을 招來하지 않아야하며 또 河川流域의 recreation, 즉 골프場建設, 보트施設, 낚시, 狩獵, 기타 水上 스포츠등 餘暇施設運營에 支障이 없도록 되어야 한다.

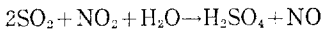
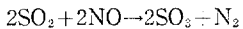
② 火力發電所

發電所中에서는 火力發電所의 公害가 제일 深刻한데 火力發電所의 公害는 高硫黑 含有燃料의 燃燒로 인한 排氣가스中的 硫黃酸化合物, 光化學的 smog의 主因이 되는 窒素化合物 및 煤塵에 의한 大氣汚染과 condenser를 冷却시키고 나온 溫排水에 의한 水質汚濁 및 騒音公害로 大別할 수 있다. 이 밖에도 H₂S, CH₄, CO가스에 의한 大氣汚染이 있으나 이들은 輕微하므로 言及하지 않기로 한다.

(A) SO₂가스에 의한 大氣汚染

SO₂가스는 電力系統에서 나오는 汚染物質中 毒性이 가장 強하며 適當한 觸媒物質이 共存할 때 酸素와 空氣와의 混合氣體下에서 SO₂로 된다. SO₂는 물과 親和力이 強해서 水分만 存在하면 黃酸(H₂SO₄)을 生成한다.

SO₂가스는 NO存在에서 다음과 같은 反應을 한다.



따라서 化石燃料가 燃燒할때 NO_x는 SO₂가 SO₃로 轉化하는데 必要한 酸素의 媒介傳達體로서 影響을 미치는 2次的인 公害가스이다.

SO₃의 毒性은 表 1과 같이 報告되고 있는데 쉽게 말하면 家庭用煤炭에서 發生되는 一酸化炭素(CO)가스보다 約 5~20倍 程度의 強한 毒性을 갖고 있다.

한편 SO₃가스는 空氣中에 排出浮游하면 空氣中の 水蒸氣와 反應하여 莫大한 公害를 일으키고 특히 SO₂와 SO₃의 汚染濃도가 같은 地域에서는 金屬等 材料의 腐蝕이 甚하여진다. 또한 植物의 잎에 附着하여 成長을 阻害하고 農作物에도 被害를 주며 빗방울이나 大氣中

表1. SO₂가스의 汚染度와 毒性

汚 染 度	毒 性
0.3ppm(8시간) 1ppm(1시간)정도	植物細胞損傷
5ppm(8시간)정도	人間呼吸氣道狹窄症發生
10ppm(8시간)정도	氣管支炎, 呼吸障礙 및 喘息發生
100ppm(8시간)정도	肺水腫 및 肺炎發生

에 섞여서 呼吸器系統의 疾患을 誘發한다.

한편 SO₂가스의 排出量이 같더라도 다음과 같은 條件에 따라 汚染濃도는 加重된다.

㉠ 地形條件

산으로 둘러싸였거나 또는 海岸에 接한 盆地地域은 平坦한 地域과는 달리 汚染物質의 擴散效果때문에 汚染濃도가 加重된다.

㉡ 氣象條件

風向, 風速, 氣溫의 垂直分布등이 大氣汚染에 密接한 要因으로 作用한다. 즉 바람이 없는 境遇의 汚染物擴散은 圓滑하지 못하며 또 바람의 方向에 따라 大氣의 流動이 다르므로 汚染加重要因으로 作用한다. 또 溫度에 의한 影響도 크다. 높이 올라갈수록 氣溫은 낮아지는데 日沒後의 地溫이 冷却되어 上空의 大氣溫度보다 낮게 되는 경우가 있다. 이것을 氣溫의 逆轉이라고 하고 氣溫이 上空으로 올라갈수록 높게 되어 있는 氣層을 逆轉層이라고 하는데 이런 逆轉層이 發生하면 大氣가 停滯되어 煤煙 및 有毒性汚染가스의 擴散이 일어나지 않아서 CO가스의 中毒이 甚하게 될 뿐 아니라 SO₂汚染濃度も 甚 높게 된다.

㉢ 汚染源의 配置狀態

汚染濃도는 汚染源의 配置狀態에 따라서 달라진다. 즉 集中된 狀態에서는 大氣擴散이 圓滑하지 못해서 局部的인 汚染이 加重되지만 適當하게 離散된 狀態에서는 汚染物質의 稀釋擴散이 良好하게 된다.

우리나라의 data는 여러가지 理由로 잘 發表되지 않고 있어서 現在까지 發表된 것은 1969年 9월부터 同年 12月까지 韓國電力電氣試驗所(現 技術開發研究所)에서 實測한 資料가 唯一한 것인데 그 概要는 <表 2>와 같다.

<表 2>의 實測值을 <表 3>의 基準과 比較하여 보면 서울火力의 경우에는 地形이 比較的 平坦하고 吸收劑(12% Mg(OH)₂ Slurry)를 使用한것이 奏效하여 中等程度以下의 汚染으로 그쳤다. 이에 反하여 釜山火力은 地形과 氣象때문에 相當한 汚染濃도를 나타낸 것을 알 수 있는데 揚炭場의 13.16 MgSO₃/일/100cm² PbO₂의 測定值은 入港船뚝연기 또는 down washing現象으로 推定된다.

表 2. 서울火力 및 釜山火力周邊의 SO₂汚染度

(資料: 韓電試驗所報 第四號, 1970年 9月)

A. 서울火力周邊(測定期間 1969年 10月28日~同年 12月 2日)

測定地點	日平均發電火力 (MWH)	燃料消費/日		SO ₂ 吸收劑 使用量	SO ₂ 濃度 MgSO ₃ /일/ 100cm ² PbO ₂
		방카씨重油 (l)	石 炭 (톤)		
屋上 100m 地點	6,010	1,351,248	147	燃料量의 1/200~1/300	0.98
西西北으로 400m地點	"	"	"	"	2.23
北東으로 400m地點	"	"	"	"	1.65
西로 500m地點	"	"	"	"	1.65
北으로 600m地點	"	"	"	"	1.47
北西로 700m地點	"	"	"	"	1.39
東으로 800m地點	"	"	"	"	1.46

B. 釜山火力周邊(測定期間 ① 1969年 9月 24日~同年 11月 4日 }
② 1969年 11月 4日~同年 12月 19日 }

南쪽부루揚炭場 ①	7,158	1,806,868	154	無	13.16
" ②	6,935	1,743,169	256	"	1.87
北으로 400m地點 ①	7,158	1,806,868	154	"	6.29
" ②	6,935	1,743,169	256	"	0.54
東으로 500m地點 ①	5,158	1,806,868	154	"	2.06
" ②	6,935	1,743,169	256	"	4.06
北으로 700m地點 ②	6,935	1,743,169	256	"	0.55
西로 1km地點	7,158	1,806,868	154	"	2.88

表 3. 汚染判定基準

汚染度	MgSO ₃ /day/ 100cm ² PbO ₂	評 價
汚染第1度	0.5~1.0未滿	輕微한 汚染
" 第2度	1.0~2.0未滿	普通程度의 汚染
" 第3度	2.0~3.0未滿	中等度의 汚染
" 第4度	3.0~4.0 "	若干高度의 汚染
" 第5度	4.0 以上	高度의 汚染

發電設備容量이 大型化하고 發電量도 大幅 增加한 現時點에서는 이보다 더 甚한 大氣汚染이 誘發되고 있을 것을 想像하기는 어렵지 않다.

(B) NO_x(氮素酸化物)에 依한 大氣汚染

NO_x는 內燃機關 또는 보일러內에서의 化石燃料燃焼時 酸素와 窒素와의 反應에 따라 發生한다. 이 NO_x의 年間排出量은 다른 汚染源보다는 적지만 눈을 刺戟하고 生物에 被害를 주는 光化學的 smog發生의 主因이 된다.

一般的으로 燃焼溫度가 높고 燃焼域에서의 O₂의 濃度가 높거나 또는 高溫域에서의 燃焼가스滯留時間이 길면 NO_x는 많이 發生한다.

(C) 煤塵(飛灰, fly-ash)에 依한 大氣汚染

燃料의 燃焼에 따라서 發生하는 煤塵은 集塵裝置가

없으면 飛散하여 大氣汚染을 가져오는 것으로서 粒徑은 10⁻²~10⁻⁷cm程度이다. 煤塵의 生成 및 排出의 2要素는 燃料의 含有灰分(不燃燒分)과 燃焼方式이다. 發電用石炭에는 보통 灰分이 5~20%程度, 重油에는 약 0.2%以下の 不燃性物質을 包含하고 있으므로 煤塵의 發生要因으로 된다.

最近에 이러한 煤塵의 集塵技術은 크게 發展되었다. 機械式集塵裝置는 効率이 낮아서(80%以下) 最近에는 99.9%까지의 効率을 갖는 靜電式集塵裝置로 代替되고 있는 趨勢이다.

大量煤塵處理를 爲해서는 用地가 漸次 큰 問題로 되고 있는 한편 이 fly ash를 cement slag brick, 煉瓦등의 用途로 活用하므로써 集塵處理施設費의 一部를 減할 수 있다.

(D) 溫排水에 依한 水質汚濁

火力發電所蒸氣터빈에서 나온 蒸氣를 condenser에서 冷却하여 復水시키는데 使用한 冷却水가 排出하는데 汚染된 것은 아니나 出口의 溫度가 入口보다도 約 6°~10°C정도 높게 되어서 이 溫排水에 依한 熱汚染이 看過할 수 없게 된다. 즉 溫排水로 因하여 沿岸魚貝類의 減少를 가져와서 沿岸漁業에 被害를 가져오고 水中의 溶存酸素를 稀薄하게 해서 물이 自然淨化能

力을 喪失하므로서 Plancton, 微生物 및 Benthos(海底棲生物)등의 水中生物에게 惡影響을 미친다.

한편 日本등에서는 이 溫排水를 利用해서 ㉠ 特定魚 貝類의 越冬 및 早期發育 ㉡ 種菌生産 ㉢ 農作物의 灌溉用水 : 蔬菜類栽培 및 保溫 ㉣ 發電所取水口의 凍結防止 ㉤ 淡水魚의 養殖등에 利用하는 實驗을 하여 效率는 좋았으나 施設費가 많이 드는 缺點이 있는데 이를 補完하기 위하여 研究하고 있다는 報告가 있다.

(E) 騒音公害

火力發電所의 騒音源은 機械回轉音, 摩擦音, 蒸汽噴出音 또는 보일러吸氣音 등이 主要한 것인데 從業員과 隣近住民의 聽覺機能을 酷使 또는 攪亂시킬 뿐 아니라 程度가 甚하면 聽覺障礙를 招來하고 特히 深夜의 騒音은 住民의 安眠妨害 또는 精神神經疾患을 誘發한다. 그러므로 發電所의 騒音機器에는 消音裝置 또는 遮音 施設을 해서 快適한 環境造成에 努力해야 한다.

③ 原子力發電所

原子力發電이 世界的으로 增加하고 있고 우리나라에도 古里原子力發電所가 1976年 完成을 目標로 工事中인 與件에서 原子力發電所에서 必然的으로 隨伴되는 放散性廢棄物質 및 廢熱로 團한 環境汚染 및 原子爐運轉事故의 影響등이 問題로 된다.

(A) 放射性廢棄物

原子力發電所의 廢棄物 또는 排出가스는 放射性物質을 包含하고 있으나 火力發電所에서와 같은 SO₂가스, NO_x 또는 CO₂에 의한 汚染은 거의 발생하지 않으므로 大氣汚染의 面에서는 原子力發電所가 劃期的인 轉換點을 이룰 可能性도 있다. 正常運轉條件에서 原子力發電所의 核分裂生成物은 全體의 量으로 보면 매우 적고 反應後 남은 燃料의 99.9%까지 再處理工場으로 보내져서 再處理되어 다시 核燃料로 造成된다. 이러한 再處理過程은 液化된 核燃料를 取扱하기 때문에 臨界에 到達하여 核反應을 이르지 않도록 해야 하며 이 過程에서 取扱不注意로 因해서 排出되는 放散性 廢棄物의 量은 莫大하다. 즉 原子力發電所의 高レベル放射性 廢棄物의 發生量은 10⁶~10⁴ curie의 order인데 反해서 再處理工場의 경우에는 10² 즉 數億 curie정도로 키진다. 더구나 이런 大量的의 危險한 廢棄物은 4年以上의 長期間에 걸쳐서 固化貯藏하는 以外的 方法이 없으므로 매우 困難하다.

原子力技術이 가장 發展된 美國에 있어서도 이러한 廢棄物은 數百個의 地下탱크에 貯藏하고 있으나 最近에 이 탱크의 漏出事가 發見되어서 그 維持管理가 問題로 되고 있다. 이의 解決은 結局 危險한 核種은 比較的 安全한 核種으로 變換시켜서 消滅處理하는수밖

에 없다.

한편 原子力發電所의 運轉에 따라서 發生하는 低レベル의 放射性廢棄物質의 量도 莫大하게 되는데 海洋投棄 또는 陸上處分에도 그 限界가 있어서 이것 또한 深刻한 問題로 된다.

(B) 溫排水에 依한 水質汚濁

原子力發電所의 溫排水에 依한 水質汚濁은 在來의 火力發電所와 거의 大差가 없으나 原子力發電所의 熱效率는 一般的으로 火力發電所에 比해서 8~10%정도 낮아서 廢熱에 의한 汚染은 原子力發電所에서도 큰 問題로 되므로 排熱放出施設을 適切히 해야한다. 더욱이 原子力發電所에서는 燃料要素의 溶融을 防止하기 위해서 發生蒸汽溫度가 낮으므로 蒸汽量이 增加하며 一定한 眞空度를 維持하기 爲해서는 蒸汽를 急速하게 凝縮하여야 하기 때문에 大量的의 冷却水를 取해서 condenser로 流入시켰다가 다시 河川으로 放流하는데 같은 規模의 火力發電所보다 40%정도나 더 많은 물을 必要로 하기 때문에 이에 따른 廢熱은 相當한 水質 汚濁을 招來하게 된다. 이러한 廢熱은 space heating 또는 其他的 工業用으로 利用할 수 있는 可能性이 있다. 한편 將來에 增殖爐가 導入되면 熱效率이 높아져서 排熱에 依한 損失도 격계 된다.

(C) 運轉事故

原子力發電所에서 運轉事故가 發生해서 爆發한다면 그 被害는 數百平方km까지 미쳐서 數많은 人命과 財產의 被害를 가져올 큰 災害要因을 갖고 있음은 周知의 事實로서 그 安全管理과 事故防止에 最善을 다해야 될 것은 再言할 必要가 없다. 그러나 反面에 徹底하게 管理된 原子力發電所에서의 放射性放出量은 既存 level에서 放出되는量에 比해서 微小하므로 心理的 要因에 依한 原子力에 대한 지나친 恐怖症은 止揚할 必要가 있다고 하겠다.

④ 內燃發電所

內燃發電所의 公害要因으로는 重質油燃焼에 依한 硫黃酸化物의 排出로 因한 大氣汚染과 엔진에서 發生하는 騒音이다. 첫째의 排氣가스에 依한 SO₂가스는 自動車와는 比較할 수 없을 程度의 많은 量을 排出하며 또 шум이 낮고 大氣擴散이 나빠서 局地的인 高濃度의 大氣汚染을 招來할 可能性이 있다. 그러나 一般火力發電所에 比해서 容量이 적은 內燃發電所에서 排氣가스의 脫黃施設 및 其他的 公害防止施設을 하는 것은 經濟性이 없으므로 硫黃分이 낮은 燃料를 使用하는 것이 바람직하다.

한편 디젤 기관이 強度가 높은 金屬材料를 쓰면 廻轉 摩擦 및 피스톤 往復運動에 依한 騒音發生은 不

可避하므로 이에 對한 對策이 要求된다. 즉 gas stack에 muffler(消音器)를 附着하든가 또는 遮音壁을 設置하여야 한다.

⑤ 가스터빈發電所

가스터빈發電所의 主要公害要因도 大氣汚染과 騒音들이다. 一般的으로 가스터빈發電所의 主燃料는 內燃分發電所보다 硫黃分이 적은 디젤油과 우리나라의 蔚山가스터빈發電所의 경우와 같이 硫黃分이 없는 Naphtha가스를 쓰는데 이 Naphtha가스는 量이 不足하고 價格이 高價이므로 近來에는 디젤油를 atomize해서 使用하고 있다. 騒音을 包含해서 다른 發電所에 比해서 公害因子는 적은 편이다.

(2) 送變電施設의 問題點

送變電施設의 境遇에 있어서는 大氣汚染과 같은 直接的인 公害는 別로 없으나 主로 環境調和面에서 다음과 같은 問題點이 있다.

① 送電設備

(A) 用地確保難과 諸般規制

(B) 植物의 狀況과 建設에 따른는 影響 및 復元의 可能性 등 生態學의 問題

(C) 既設送電線 및 通信線과의 電氣的 電波의 影響

(D) 附近에 있는 重要한 古蹟, 觀光, 娛樂施設과의 關係

(E) 建設에 支障이 되는 森林生成物·農作物등의 價値 및 建設後의 影響

(F) 自然景觀으로서의 價値(展望 및 周圍環境에 미치는 遠化感 등)

(G) 土地價格, 補償價格 등 社會經濟的인 問題

(H) 將來의 開發計劃 등 土地利用狀況과 地域發展의 可能性

送電線路建設에 있어서는 이러한 問題點에 대한 被害나 不利益이 最小로 되도록 해야하며 特히 高速道路와 高架路의 交叉點등에서는 充分한 遮蔽를 하여야 한다.

② 變電設備

電力需要의 增大에 따라 變電所도 增設되고 있는데 特히 都市近郊에서 用地 確保가 漸次 困難하게 되는 한편 다음과 같은 問題點이 있다.

(A) 環境調和

最近의 變電所는 開發地域의 都市化 및 宅地化가 進行됨에 따라 住民이 近接하게 되므로서 住民과의 利害關係와 直接的으로 關聯되는 可能性이 많아졌다. 즉 경우에 따라서는 住民들이 異和感 危險感 및 騒音등을 理由로 問題삼을 可能性이 있으므로 發電所周圍의 環境과 잘 調和되므로서 既存環境과의 異質化를 避하는

노력이 必要하다. 예를 들면 屋外線으로 엘미늄管을 채용하고 建物構造와 色彩를 周圍와 調和시켜서 美觀을 損傷하지 않는 同時에 地上高를 낮추고 變電所를 可能한限 屋內化하는 등의 노력이 必要하다.

(B) 危險感除去

高電壓에 依한 感電의 危險때문에 住民들이 不安感을 갖게 됨으로 充電部를 可能한限 建物內에 넣고 露出이 不可避한 境遇와 無人變電所등의 境遇에는 쉽게 侵入할 수 없도록 높게 쌓아야 한다.

한편 特히 屋內式의 경우에는 景觀과 調和되는 美的 設計가 必要하며 火災, 爆發 등 事故를 防止할 수 있는 高信賴度機器를 使用하여야 한다.

(C) 騒音의 防止

變電所에서의 騒音은 變壓器本體의 振動과 騒音, 開閉器의 操作音등인데 이러한 騒音을 防止하기 위해서는 低騒音變壓器의 採用, 音源의 遮斷 또는 減少를 爲한 遮音板, 吸音板등의 消音施設을 設置하는 한편 packing이나 spring등을 사용하여 機器振動의 外部傳達の 防止등이 必要하다.

3. 公害防止를 爲한 對策

위에서 電力施設의 各分野에서 惹起되는 公害와 環境破壞의 問題를 概觀하였다. 다음에는 이러한 公害의 防止와 環境의 調和를 爲한 主要한 對策을 要約해 보기로 한다.

(1) 大氣汚染防止 對策

① 計劃地點에 對한 事前調査

A. 環境調査

地理調査, 既存汚染度調査 및 氣象調査를 可能한限 細密하게 實施하고 立地條件에 反映한다.

B. 風洞實驗 및 解析計算

煙突, 建物 및 地形을 相似模擬한 風洞實驗으로 排煙의 周邊擴散影響을 調査하는 것이 바람직하다. 한편 擴散計算을 實施해서 排煙의 地表濃度を 算出하고 汚染의 重合狀況 및 排出基準의 適否등을 檢討한다.

이러한 事前調査의 結果를 綜合的으로 考慮해서 煙突의 높이, 排煙의 排出速度와 溫度 및 使用燃料中の 硫黃分을 計劃決定해야 한다.

② 設備와 燃料面에서의 對策

A. 高煙突集合化에 依한 排煙의 擴散稀釋

排煙의 擴散效果는 排煙 上昇높이의 二乘에 逆比例하므로 煙突有効 높이를 높게 하는 것이 效果의이다. 이를 爲해서는 高煙突을 採用하는 同時에 排煙의 排出速度와 排出溫度를 높게 하고 排煙의 浮力을 크게 하는 것이 效果의이며 集合型의 것을 採用하는 傾向에 있다.

從來的火力發電所의 煙突은 70~90m級의 것이 普通이었으나 最近에 新設되는 發電所의 경우에는 150m 以上 200m級의 集合煙突이 建設되고 있다.

B. 集塵裝置에 依한 粉塵除去

排煙中の 粉塵이 問題로되는 것은 主로 微粉炭式火力發電所인데 그 防止策으로는 集塵裝置를 使用한다. 集塵裝置는 大別하여 靜電氣를 利用한 電氣式의 것과 遠心力을 利用한 機械式에 것이 있는데 前者는 前後의 작은 徑의 것 後者는 比較的 粒徑이 큰 粉塵의 捕集性能이 크므로 使用燃料에 따라서 單獨 或은 組合하여 使用한다.

重油를 燃料로 使用하는 경우에는 排煙中の 粉塵이 極히 적으므로 從來에는 集塵裝置를 設置하지 않았으나 最近에는 地域의 實態에 따라 電氣式集塵裝置를 設置하는 것이 바람직하다.

C. 添加劑의 注入에 依한 Acid Smut의 防除

Acid Smut란 重原油의 燃燒에 따라서 發生하는 그 올음이 黃酸蒸氣를 吸着凝縮되고 이를 核으로 해서 눈송이 모양으로 된 것인데 먼곳으로 飛散하지는 않으나 硫黃分을 包含하므로 煙突周邊에 降下해서 建物이나 植物에 被害를 줄 수 있다.

重油發電所에서는 Smut 發生은 少量이지만 集塵裝置를 設置함과 아울러 煙道가스 中에 암모니아 가스를 注入해서 Acid Smut의 防除를 한다. 또 高性能마아너로써 低 O₂運轉을 해서 酸露點을 低下하고 黃酸蒸氣의 凝縮을 防止하도록 한다.

D. 燃料의 低硫黃化

硫黃含有率이 낮은 燃料를 使用하는 것이 硫黃酸化物에 依한 大氣汚染을 防止하는데 있어서 가장 確實한 方法임은 再言할 必要가 없다. 現在 우리나라에 輸入되는 原油는 거의 大部分이 硫黃을 2%以上 包含한 中東地方의 原油이다. 이것이 精油過程에서 濃縮되므로 重油의 硫黃會存率은 原油의 1.5~2倍程度인 3.5~4.0%程度로 높아지므로 低硫黃油의 確保와 貯藏이 重要하게 된다. 이에 대한 對策으로서 다음과 같은 原油의 直接燃燒와 液化天然가스의 使用을 생각할 수 있다.

E. 原油의 直接燃燒

前述한 바와 같이 原油를 蒸溜하여 얻는 重油中の 硫黃分은 1.5~2倍로 濃縮되므로 原油를 直接燃燒한다면 硫黃分도 적고 價格도 發電用 Bunker C油에 比해서 5~10% 싸기 때문에 有利하다. 그러나 原油에는 揮發分이 많으므로 火災 및 爆發의 危險이 뒤따르고 汽缶 및 버어나의 配置等 燃燒技術面에서 問題가 있다. 한편 原油에 20~30%包有된 Naphtha가스를 原料로 하는 石油化學業界의 反撥이 있을 것으로 技術的·政

策的 配慮가 必要하다.

F. 液化天然가스의 使用

液化天然가스(Liquid Natural Gas, LNG)에는 硫黃分이 전혀 含有되지 않으므로 公害對策으로는 有利하나 資源이 限定되어 있고 發電原價가 30% 程度上昇되므로 全的으로 이에 依存하기는 어렵고 過密都市附近의 發電所 또는 排煙脫黃施設이 完成될 때까지의 暫定對策으로 考慮될 수 있다.

③ 運用面에서의 對策

그올름, 粉塵, 一酸化炭素등 大氣汚染物質을 抑制하기 위해서 平常時에 徹底한 設備의 維持管理 및 燃燒管理와 氣象調査를 勳行하고 必要하면 備蓄된 低硫黃燃料를 使用하며 廣域運營에 依한 相互融通으로 負荷減少를 圖謀하는 것도 한 方法이다.

④ 防除技術등의 開發

大氣汚染의 被害를 더욱 減少하기 위한 排煙脫黃, 排煙脫硝, 油脫黃등의 技術開發과 排煙擴散理論의 確立, 各種汚染物質의 測定監視手法의 開發과 精度向上 및 環境保全에 關한 研究를 繼續해야 된다.

이중에서 가장 重要한 것이 排煙脫黃인데 보일러排가스中 SO₂의 濃도가 0.1~0.13% 정도로 稀薄하므로 經濟的으로 回收하는 것은 簡單하지 않는데 排煙脫黃施設을 發電所의 附帶設備로 採用할때 考慮할 主要條件은 A) 安定運轉의 確保 B) 經濟性 C) 設置面積의 減少이다.

現在 提案되고 있는 方法은 十餘種이 있는데 濕式法과 乾式法으로 大別할 수 있다.

一般的으로는 濕式法은 過程이 單純하고 建設費와 運轉費도 低廉한 利點이 있으나 處理排가스가 約 60°C로 增濕冷却되므로 大氣中에 排出되는 경우 擴散性이 떨어지는 缺點이 있다. 이에 反해서 乾式法은 建設費와 運轉經費가 비싼 缺點이 있으나 排가스는 約 110°C로 散性이 높은 長點이 있다. 그러나 濕式法의 缺點인 擴散性도 處理排가스溫度를 乾式法程度로 別途方法으로 昇溫하면 補完할 수 있다.

排煙脫硝設備도 排煙脫黃設備과 같이 가장 効率이 좋은 設備가 決定되어 있지 않아서 現段階로는 보일러內에서 NO_x生成을 抑制하는 設備改造 및 燃燒技術에 依한 對策이 主要한 것이다.

NO_x의 發生要因은 熱要因窒素酸化物(Thermal NO_x)과 燃料中窒素要因窒素酸化物(Fuel NO_x)로 大別되는데 Thermal NO_x의 低減을 爲해서는 緩慢한 燃燒와 長燃燃燒가 必要하며 Fuel NO_x의 低減을 爲해서는 含有窒素分이 적은 燃料를 低過剩空氣率에서 燃燒하는 것이 必要하다. 이들을 勳案한 燃燒設備改造方法으로

는 A) 二段燃焼法 B) 排가스混合燃焼 C) 바어나의 改造 및 이들의 併用法이 있다.

運轉操作面の 低減方法으로는 A) 低 O₂ 運轉 B) 擬似二段燃焼 C) 二次空氣댐퍼開度調整 D) 가스再循環量의 增加 E) 燃焼用空氣溫도의 調整 등이 있는데 이들을 보일러의 性能에 따라서 適宜有効하게 組合하여 燃焼狀態를 惡化하지 않고 安全運轉의 範圍內에서 NO_x의 低減을 圖謀해야 한다.

運轉操作的 改善方法中에서 低 O₂運轉은 그 效果가 顯著한 것이 確認되고 있는데 効率向上과 空氣豫熱器要素의 腐蝕防止를 爲해서 이미 可能한 限 低運 O₂轉을 하고 있는 보일러에서는 큰 效果는 期待할 수 없다.

(2) 水質汚濁防止 對策

水質汚濁防止對策에 있어서도 事前調査에 依한 計劃地點의 選定과 設備面에서의 對策으로 나눌 수 있다.

① 計劃地點에 對한 事前調査

A. 環境調査

地理調査, 氣象調査, 海象調査 및 海生物相調査등인데 이 중에서 海生物相調査 등은 發電所運轉開始後에도 繼續해서 그 影響을 調査하는 것이 좋다.

B. 水理實驗 및 解析計算

取放水施設配置를 合理的으로 하기 위해서 附近의 地形水流를 縮少模擬한 水理模型實驗과 電子計算機에 依한 數理解析을 하는 것이 바람직하다.

이러한 事前調査結果에 따라 環境에 주는 影響이 最小한 取放水口의 配置 및 方式을 決定해야 한다.

② 設備面에서의 對策

海域의 水溫은 水深를 境界로 해서 溫度差가 생기기 때문에 水溫이 낮은 深層의 海水를 取水하므로써 放流水溫을 相對的으로 내릴 수 있는 동시에 發電所 熱効率向上, 良質冷却水の 採取, Plancton浮遊層의 回避 取水路에 波浪進入의 阻止등의 많은 效果를 期待할 수 있다.

(3) 騒音公害防止 對策

電力系統에서의 主要한 騒音은 設備騒音과 工事騒音인데 設備騒音對策으로서의 騒音發生源이 되는 機器를 低騒音機器로 하고 設備를 屋內 또는 地下에 設置해서 音を 遮斷하며 音源을 用地境界에서 充分히 離隔하고 遮音壁등을 設置한다. 또 工事騒音對策으로는 音源을 遮蔽하고 低騒音法을 採用한다.

具體的으로는 機械音에 대해서는 吸音材, enclosure 등을 使用하고 보일러通風機의 吸氣音, 蒸氣噴出音에 대해서는 消音裝置를 設置한다. 變壓器音에 대해서는 低騒音型變壓器, package變壓器, 防音壁등을 採用하

며 遮斷器操作時的 音에 대해서는 遮斷音이 얇은 것을 使用한다. 디젤發電所와 가스 터번발전소는 騒音源에 silencer를 설치하고 연돌의 높이를 높게 하는 것도 騒音輕減에 도움이 된다.

以上과 같은 公害防止對策을 實施하는데 있어서는 相當한 施設投資가 必要한데 汚染物質의 排出이 적어도 公害防止法施行規則에 規定된 許容基準을 下廻해서 住民의 被害가 적고 不滿이 없도록 해야한다. 日本의 境遇 電力設備의 公害對策投資額治率은 1970년에 이미 12.8%에 이르렀고 現在에는 15% 以上에 이을 것으로 알려졌는데 우리나라의 경우에는 아직 公表되어 있지는 않으나 훨씬 低位에 있을 것으로 推定되는데 今後에 最大限의 公害對策 設備投資가 要請된다.

(4) 環境調和 對策

送電線의 경우를 주로 생각하면 送電線의 루트는 環境에 주는 被害가 最小로 되도록 選定해야 한다. 즉 自然景觀의 保全이 必要한 地域에서는 될 수 있는대로 눈에 덜 뜨이고 樹木伏操나 地形變更範圍가 最小로 되며 地域開發計劃이 있는 곳에서는 地域開發과 協調되는 루트를 選定하고 既設送電線이 있는 地域에서는 既設루트의 有効한 活用을 圖謀하는등 都市開發, 地域開發計劃과 協調하고 都市環境, 地域環境 및 自然環境과의 調和에 努力해야 한다. 그런데 이러한 環境調和問題에 따라 必要한 用地確保는 漸次 어렵게 되고 있는 한편 環境調和를 評價할 수 있는 手法이 아직 確立되지 않고 있어서 現在에 있어서는 一般多數人으로부터 協贊合意 얻을 수 있는 程度를 目標로 하고 있는데 環境問題에 주는 影響의 客觀的인 評價手法과 經濟的으로 均衡된 環境施策의 量的인 把握手法確立이 今後の 課題라고 할 수 있다.

4. 結 言

以上에서 電力系統의 公害와 그 對策을 概觀하였고 우리나라의 實情에 言及하였다.

電力系統의 擴大에 따라 그 公害도 增大되며 先進國에서는 相當한 公害對策投資로서 公害防止와 環境保存에 힘쓰고 있는데 우리나라에서는 아직도 이에 關心이 적을뿐 아니라 正確한 資料의 公表마저 이루어지지 않고 있는 實情이다.

이런 姑息的인 姿勢는 法的規制와 補償問題가 深刻하게 擡頭되기前에 止揚되어야 할 것이며 우리나라 與件에 알맞은 公害對策이 講究되고 그 內容이 公表되므로써 電源開發과 環境保全이라는 두 큰 命題가 調和되면서 發展되기를 바라는 마음 懇切하다.

謝 辭

이 報告는 延世大學校 總長研究費에 依하여 이루어

진 것으로서 이에 깊은 謝意를 表하는 바이다.

또 資料蒐集에 積極協調하여 준 延世大學校大學院電氣工學科의 申明澈·金洛橋諸氏의 勞苦에 感謝하는 바이다.

參考文獻

1. 法律第2305號：公害防止法, 1971.1.22 公布
2. 保健社會部令第456號：公害防止法施行規則 1974.9 10 公布
3. The Plant Siting Task Force: Major Electric Power Facilities and the Environment, EEI Report, 1971
4. 朴慶文, 金玉煥：T/P燃料燃焼로 因한 公害防止研究, 韓國電力株式會社電氣試驗所報. 1970年 9月
5. 廣瀬英雄：窒素酸化物(NO_x)의 低減方法, 電氣評論 1973年 8月
6. 神宮司基臣, 渡邊晴見：重原油燃焼ボイラの電氣集塵について, 電氣評論, 1973年 8月
7. 末廣英二：温排水の有効利用について, 電氣評論, 1973年 8月
8. 大場英樹：原子力發電の諸問題, 公害と對策, 1974年 3月
9. Robert S. Diamond: What Business Thinks

About the Environment, Fortune, Feb, 1970.

10. Robert B. Aronson: Thermal Pollution and the Power Crisis, Machine Design, June 25, 1970.
11. 長濱一郎, 松浦太一：送電線の環境對策, 電氣評論 1974年 5月
12. 安田正行, 竹田和良：變電所の環境調和設計について, 電氣評論, 1973年 11月
13. 西本憲三：電氣事業と公害問題 電氣評論, 1971年 2月
14. 福間信一：火力發電事業と公害, 日本機械學會誌, 1971年 3月
15. Gordon D. Friedlander: Power, Pollution and the imperiled Environment, IEEE Spectrum, November, 1970
16. Herbert H. Brown: Utility Load Growth, the Environment and FPC Responsibility, Public Utilities Fortnightly, May 7, 1970.
17. John N. Nassikas, The Potential Impact of Environmental Provisios upon Electric Utilities Systems Costs. The Eighth World Energy Conference, Bucarest, June, 1971

國際會議 案內

SIXTH INTERNATIONAL CONGRESS ON INSTRUMENTATION IN AEROSPACE SIMULATION FACILITIES

主 催 機 關：IEEE
 開 催 場 所：Ottawa, Canada
 論 文 提 出：1975年 7月 18日
 問 議 處：Dr. E. S. Hanff, General Chairman, 6th International Congress on Instrumentation in Aerospace Simulation Facilitier c/o National Research Council of Canada, Ottawa, Canada KIA 0R6

開 催 期 日：1975年 9月 22日~9月 24日
 論 文 抄 錄 提 出：1975年 4月 25日

IFAC SYMPOSIUM ON LARGE SCALE SYSTEMS THEORY AND APPLICATIONS

主 催 機 關：IFAC
 開 催 場 所：Udine, Italy
 論 文 提 出：1975年 12月 1日
 問 議 處：G. Guardabassi, Istituto di Elettrotecnica ed Elettronica-Politecnico di Milano, Pizza L. Da Vinci, 32-20133 Milano Italy

開 催 期 日：1976年 7月 16日~7月 20日
 論 文 抄 錄 提 出：1975年 7月 1日

IFAC/IFIP/IFORS Third International Symposium

主 催 機 關：U. S. Department of Transportation
 開 催 期 日：1976年 8月 9日~8月 13日
 論 文 抄 錄 提 出：1975年 8月 1日
 問 議 處：David Van Meter Chairman of the Program Committee U. S. Department of Transportation Kendall Square Cambridge, Mass. 02142, U. S. A.

開 催 場 所：Columbus, Ohio U. S. A.
 論 文 提 出：1975年 8月 1日

CONFERENCE ON OPTICAL FIBRE COMMUNICATION

主 催 機 關：IEE
 開 催 場 所：London(England)
 問 議 處：IEE Conference Department, Savoy Place, London WC2R OBL, England

開 催 期 日：1975年 9月 16日~9月 19日
 論 文 抄 錄 提 出：1975年 5月 19日(1,500 Words)

CONFERENCE ON ON-LINE OPERATION AND OPTIMISATION OF TRANSMISSION AND DISTRIBUTION SYSTEM

主 催 機 關：IEE
 開 催 場 所：Cambridge(England)

開 催 期 日：1976年 6月 21日~6月 25日
 問 議 處：IEE Conference Department