

# 電力事業과 環境保全

Environment Preservation  
in the Electric Power  
Industry

姜 正 森

韓電 電源計劃部 環境調査課長

## 1. 序 言

人間이 道具를 使用하여 動物을 포획하거나 植物을 採取하던 시절부터 自然과괴는 시작되었다고 할 수 있다. 이러한 人間에 의한 自然과괴 活動은 科學이 發達함에 따라 道具가 機械化되고 에너지源으로 化石燃料가 大量으로 使用되면서 그 規模가 커지고 또 廣範圍하게 進行되어 드디어는 自然이 스스로 淨化할 수 있는 能力을 잃어 버림으로써 無限定으로 느껴지던 環境도 公害라고 하는 랄잡지 않은 問題를 낳게 되었다.

또한 人口가 增加함에 따라 급격한 都市化가 進行되었고 보다 풍요로운 生活을 갈구하는 人間의 欲求는 오늘날도 끊임없이 工業開發을 재촉하고 있다

우리나라에 있어서도 1960年度 1人當 國民所得이 80 \$이던 것이 20년이 지난 1980년에는 1,481 \$로 18배의 經濟成長을 가져 왔으며 같은 期間 電力需要는 1,154 GWH에서 32,734 GWH로 28배나 되는 成長을 보였다. 이러한 電力需要를 뒷받침하기 위하여는 9,390 MW에 이르는 各種 發電設備가 建設되었고 378 個所에 이르는 크고 작은 變電設備와 總延長 46,893 km에 달하는 送電線路, 그리고 311,786 km의 配電線路를 建立해야만 했다.

그러면 이같이 막대한 設備를 통하여 電氣를 만들어 供給하기 까지의 過程에서 일어날 수 있는 環境上의 問題는 어떠한 또 어떻게 처處해야 할 것인가.

## 2. 發電設備와 環境

### 가. 大氣汚染

石炭이나 重油를 使用하는 火力發電所에서는 燃料中에 含有되어 있는 硫黃分의 燃燒로 因하여 亞黃酸가스가 發生되게 된다. 亞黃酸가스는 現在 우리나라 大氣汚染의 가장 큰 原因物質로서 이것은 피부표면이나 점막面 등에 酸으로 作用하여 有害作用을 일으킨다. 만성적으로 亞黃酸가스에 露出하게 되면 자극이 반복되어 눈이나 상기도, 폐 등에 만성염증을 일으키며 흡수된 酸의 中和를 위한 예비알카리의 감소로 酸血症을 일으키기도 한다.

燃料中의 硫黃分은 2酸化反應이 매우 活潑하여 燃燒技術로서 發生을 억제할 수는 없다. 따라서 亞

黃酸가스의 排出量을 줄이기 위하여는 硫黃분이 적은 燃料를 使用하던가 燃燒後의 排가스중에 含有되어 있는 硫黃酸化合物을 별도로 除去하는 두 가지의 觀點에서 對策이 이루어지게 되며 具體적으로 어떤 方法을 擇할 것인가는 汚染物의 低減程度, 經濟性과 運用上의 難易, 機器에 미치는 影響 등을 考慮하여 定할 일이다.

그러나 가장 有效한 方法은 硫黃분이 적은 良質의 燃料를 使用하는 것이라고 생각되며 이런 점에서 政府에서도 서울을 비롯하여 仁川, 蔚山 等地에 1.6%내지 2.5%급의 低硫黃重油를 使用토록 告示하고 있으며 이것은 亞黃酸가스 汚染 程度에 따라 使用地域을 점차 擴大하거나 硫黃含量을 더욱 줄여나갈 것으로 예상된다.

서울火力發電所에서는 이미 서울地域의 大氣汚染에 대한 심각성을 감안하여 環境廳 告示前인 1980年 8月부터 0.3%의 超低硫黃重油를 使用함으로써 쾌적한 都市環境 造成을 위한 政府노력에 크게 이바지 하고 있다.

또한 都市가스로의 使用과 燃料多元化 施策의 일 環으로 推進中에 있는 LNG의 使用은 大氣汚染 側面에서 볼 때 더할 수 없이 좋은 良質의 燃料로서 現在 平澤火力發電所와 仁川火力發電所가 設備改造를 推進中에 있으며 建設中에 있는 有煙炭發電所에 대하여는 輸入 有煙炭中의 硫黃含量을 1% 以下로 하고 있다.

燃燒에 수반하여 發生되어 나오는 大氣汚染物로서는 亞黃酸가스 외에도 窒素酸化合物이 있다.

이것은 燃料中에 Pyridine ( $C_5H_5N$ ), Piperidine ( $C_5H_{11}N$ ), Quinoline ( $C_8H_7N$ ) 등과 같이 有機窒素化合物로 含有되어 있는 窒素原子가 燃燒時 酸化되어 生成(Fuel  $NO_x$ )되기도 하지만 대부분은 燃燒에 使用되는 空氣中의 窒素分子가 高溫狀態에서 酸化되어 生成(Thermal  $NO_x$ )된다. 따라서 窒素酸化合物은 燃燒溫度가 높을수록 또한 酸素의 濃도가 많을수록 그리고 燃燒가스가 高溫域에서 滯留하는 時間이 길수록 그 發生은 增加하게 된다.

窒素酸化合物에 대한 影響은 炭化水素와 같은 化合物과 共存時 光化學反應으로 因한 光化學 Oxidant (Ozone, PAN과 같은 強酸化性 物質의 總稱)로서의 被害가 주목되고 있다.

低減方法으로서는 二段燃燒나 排가스 混合燃燒와

같은 燃燒裝置의 改善에 의한 低減方案이 우선적으로 考慮되고 있으며 특히 火力發電所와 같은 大型 Boiler에 效果的인 方法이다.

二段燃燒法은 높은 火炎溫度를 피하기 위하여 理論空氣量의 95%程度만 Burner에 供給하고 나머지 空氣는 Burner上部에 있는 공기구멍으로 주입하여 燃燒를 完了시키므로써 局部的인 高溫燃燒를 피하고 가스가 高溫域에 머무는 時間을 단축시키는 方法이다.

排가스混合燃燒法은 酸素가 결핍되어 있는 排氣가스를 一部 燃燒室로 再循環시켜 燃燒空氣中의 酸素濃度를 底下시킵고 同時에 燃燒溫度의 上昇을 抑制하여 窒素酸化合物의 發生을 감소시키는 方法이다. 이러한 二段燃燒法과 排가스混合燃燒法은 서로 併行하여 採用하는 경우가 많으며 그럴 경우 低減效果는 Boiler구조 및 燃燒方式에 따라 차이가 크나 대체로 30~50% 程度의 삭감을 기대할 수가 있다.

한편 排氣가스中의 窒素酸化合物을 除去하는 技術로서는 아직도 여러가지가 研究中에 있으며 그중암 모니아를 適當한 触媒 存在下에 反應시켜 無害한  $N_2$ 로 分解하는 選擇的인 触媒還元法이 外國의 경우 實用化 되어 있다.

이들 汚染物의 地上濃度를 더욱 減少시키기 위하여는 높은 굴뚝을 採用하게 되며 굴뚝은 높을수록 排出된 汚染物을 멀고도 넓은 地域으로 擴散稀釋시켜 空氣中의 濃度를 줄일 수 있다.

우리나라도 새로이 建設하거나 Boiler設備를 改造하고 있는 發電所에 대하여는 150m의 높은 굴뚝을 세우고 있으며 금년 8월을 준공 목표로 막바지 공사가 한창인 삼천포 有煙炭火力發電所에 있어서는 周邊이 경치가 秀麗한 海上國立公園인 점을 감안하여 200m나 되는 超高煙突을 設置하였으며 더구나 연기의 부력으로 因한 上昇效果(有効굴뚝 높이)를 높이기 위하여 2 Unit의 연기를 한데 모아 排出하는 集合煙突構造를 하고 있다.

以上 說明한 가스狀의 大氣汚染物 외에도 考慮할 事項으로서 燃燒時 發生하는 煤塵이나 검댕 石炭飛灰(Fly Ash)와 같은 粒子壯物質이 있으나 이들은 모두 높은 效率을 가진 高性能 電氣集塵裝置를 設置하여 그 排出를 防止하며 石炭의 하역 과정이나 저탄장에서의 炭塵飛散 防止를 위하여는 물의 살수 밀폐된 Conveyer, 방풍벽 등을 設備한다.

#### 나. 水質汚染

發電所排水로서는 日常稼働中の 脫塩裝置再生排水, Boiler Bolw水, 灰處理水 등이 있으며 空氣豫熱器洗淨水나 Boiler化學洗淨排水와 같이 一時的인 排水가 있다.

이들 排水의 性狀은 주로 酸이나 알칼리性 排水로서 主된 處理對象은 PH, 부유物質 金屬類 COD 등이다. 이외에 燃料設備나 燃料油 저질 Tank 周圍排水, 各種 機器세척시에 發生되는 油分을 含有하는 排水가 있으며 이것은 우선 油水分離槽에서 기름成分의 分離過程을 거치게 된다.

現在 建設中에 있거나 서울火力發電所를 비롯한 영월, 울산火力等에는 綜合廢水處理裝置를 設置하여 이들排水를 일괄하여 處理하고 있다.

綜合廢水處理設備에서는 水質이 다른 各種排水를 混合하여 均一한 水質 및 流量으로 中和, 응집침전 및 여과등의 過程을 거쳐 最終적으로 PH調整後 放流하게 된다. 1981年 7月 준공하여 稼働中에 있는 서울火力 綜合廢水處理裝置의 處理水質을 보면 排出基準值를 훨씬 미달하는 매우 良好한 상태임을 알 수 있다.

단위 : mg/l

區分	項目	PH	COD	부유물질	油分	CN <sup>-</sup>	溫度(℃)
排出基準值		5~9	10이하	10이하	5이하	1이하	40이하
設計值		6~8.5	50이하	5이하	5이하	—	—
處理水質		7.2	2.4	4.9	0.8	不檢出	21

※ 處理水質은 82年度 平均値

#### 다. 溫排水

火力이나 原子力發電所에서는 高溫高壓의 蒸氣로 터빈을 돌려 發電을 하고 일을 마친 蒸氣는 다시 물로 환원하여 再循環使用 한다. 이 때문에 復水器에서는 多量의 冷却水가 必要하며 이冷却水는 처음의 溫度보다 約 8℃程度 높아져서 排出되게 된다.

대체로 水溫이 올라가면 富營養化를 촉진시키고 冷水性 물고기가 사라지는 반면 따뜻한 물에서 서식이 活潑한 溫水性 고기가 모여들게 된다. 그리고 水棲生態系에 있어서는 각기 일정한 適溫範圍를 가지고 있으므로 水溫增加에 따라 種들이 소멸되기도 하고 새로운 種들이 추가 되기도 하며 植物浮遊生物의 경우 그種의 구성이 단순해진다는 報告도 있

다.

그러나 溫排水는 排出과 同時에 금방 다른 많은 물과 섞이기 때문에 溫度上昇 効果는 급격히 떨어지며 深層取放水 等の 對策으로 그影響範圍는 더욱 적어진다.

요즘엔 溫排水를 溫室이나 난방에 利用한다던가 溫水性 魚種인 전복, 굴, 보리새우 등의 養殖에 재미를 보고 있다는 外國의 報告가 많다. 앞으로 우리도 古里에 후속기가 增設되어 安定된 溫排水를 얻을 수가 있게 되면 이러한 經濟性 있는 魚種의 養殖問題를 檢討해 볼만 하다 하겠다.

#### 라. 騒音

騒音은 各者의 느끼는 程度에 따라 差異가 있으나 90dB이상의 높은 音은 生理的인 不快感을 주고 難聽의 原因으로 되며 또한 낮은 소리에서도 불면증 상태에 빠지거나 마음이 安定되지 않아 일이 제대로 손에 잡히지 않는다고 호소하기도 한다.

發電所에서는 送風機, 터빈, 發電機, 變壓器, 각종 Pump Valve類等 여러가지 機器가 稼働되므로서 騒音이 發生한다.

이러한 騒音의 影響은 敷地의 넓이, 發電所設備의 容量 機器의 仕様 稼働狀態 및 氣象條件등에 따라 달라지지만 騒音이 큰 機器들은 될 수 있는 한 建物內에 設置하여 音이 屋外로 나오는 것을 防止한다. 부득이 建物밖에 두어야 하는 것은 騒音이 적은 仕様의 機器를 採用하거나 消音器나 防音壁을 設置하고 또 機器의 配置時 바다쪽으로 位置시키거나 建物을 利用한 차음등 人家의 位置를 考慮하여 여러가지 騒音低減 방안을 도모한다.

### 3. 變電設備와 環境

電力需要가 매년 크게 增加함에 따라 送變電設備의 大容量化가 불가피하게 되었고 새로운 變電所의 建設과 한變電所에 여러대의 變壓器를 두게 되므로써 騒音 및 제반 都市環境의인 問題가 야기되고 이에 대한 對策이 必要하게 되었다.

#### 가. 敷地 및 建物配置에 대한 考慮

變電所의 敷地選定時 조용함을 절대적으로 必要로 하는 學校나 병원 또는 주거지등과 같은 地域으로 부터는 가능한한 멀리 이격시키도록 하고 選定

된 敷地內에 機器나 建物을 配置하는데 있어서도 거리에 따른 감쇠효과나 建物에 의한 차음 효과를 考慮하여 定하는 것이 重要하다. 또한 가급적 騒音이 직접 주거지에 전달되지 않도록 함과 同時에 자동차 소리와 같은 他소음에 의한 Masking 效果를 기대할 수 있도록 함이 좋다.

#### 나. 低騒音變壓器의 採用

變壓器騒音은 變壓器鐵心에 磁束이 通過하므로써 생기는 振動에 의한 騒音이 主要素이며 그의 冷却을 위한 Fan이나, 送油Pump等으로 부터 發生하거나 탱크, 放熱器, 부속기구등의 共振에 의한 것이다. 따라서 變壓器鐵心の 磁束密度를 적게 하므로써 소음 Level을 줄이는 것이 根本 對策이라고 할 수 있으나 반면에 變壓器가 커져 高價로 되므로 經濟的인 면에서 制限이 따르게 된다. 그러므로 방음벽에 의한 차폐가 실제적인 減音수단으로 실시되고 있으며 이 方法은 차음층이나 벽의 두께, 使用材質에 따른 構造 및 施工方法, 變壓器本體로 부터 방음벽으로 전달되는 振動의 程度나 배관 등의 관통부로 새나가는 소리의 程度등에 따라 다르나 대략 10~40dB정도의 減音量을 기대할 수 있다.

變壓器振動으로 인한 2차騒音防止를 위하여는 變壓器와 바닥 사이에 고무와 같은 방진재를 使用하며 특히 屋內에 設置할 경우 벽이나 천장등으로 전달되는 소음을 防止할 수가 있다.

#### 다. 變電所의 屋內化

都市의 주거지역과 같이 특히조용함을 要하는 곳에서 變電所를 屋內化하므로써 騒音으로 인한 公害를 줄이고 建物の Design이나 外壁의 色彩調節등을 통하여 外觀을 美化하므로써 周圍環境과의 違和感을 없앤다. 그리고 室內의 音壓上昇을 抑制하기 위하여 벽에는 적절한 吸音材를 使用한다. 吸音材로는 Rock Wool이나 Glass Wool과 같은 다공성 吸音材를 주체로 사용하며 방음벽과의 사이에 適當한 隙수와 空氣層을 만들고 吸音處理面을 共鳴式의 구멍 뚫린판등으로 處理하므로써 吸音效果의 向上을 도모한다. 또한 벽에 의한 차음效果를 크게하기 위하여 壁體의 重量을 크게하거나 이중벽체로 하며 틈새는 물탈이나 코킹처리를 하여 통기성이 없도록 하고 吸排氣口를 통한 騒音을 줄이기 위하여 Duct

에도 吸音材를 붙이거나 Duct를 급하게 구부림으로써 音의 反射 干涉으로 인한 減音을 기한다.

#### 라. 造材 및 綠化

發電所 敷地內에는 콘크리트나 돌, 불력과 같은 反射性이 강한 면을 적게 하고 대신 잔디, 화단 등 圓禿綠地帶를 형성함으로써 騒音을 차단하고 울타리에는 適當한 크기의 수목을 식수하고 景觀을 維持함과 동시에 인근住民들에게 친근감을 주고 音의 차폐효과를 얻을 수 있도록 한다.

### 4. 送配電設備와 環境

高壓送電線은 Corona로 인한 Ozone의 發生, 騒音, 라디오나 TV에 대한 電波障害, 靜電誘導電壓이나 電磁誘導電壓에 의한 公衆보건과 不快感등을 초래할 우려가 있다.

그러나 送配電設備은 무엇보다도 周圍 環境과의 調和를 이루도록 하는 것이 重要하며 이런점에서 線路의 루트選定에 신중한 配慮가 必要하다 하겠다.

山岳地를 通過하는 送電線의 鐵塔은 樹木의 伐採를 적게하고 基礎를 위한 토공량을 될수 있는 한 적게하여 山의 原形과 景觀을 해치지 않도록 해야 한다.

그외에도 環境保全을 위하여 다음과 같은 事項을 考慮해야 할 것이다.

① 언덕이나 산꼭대기, 도로변과 같이 鐵塔이 눈에 잘 띄는 곳을 될 수 있는 한 피한다. 부득이할 경우에는 周圍에 灌木을 심어 綠化한다.

② 住宅地域이나 風致地區로 부터는 되도록 이격시키거나 우회하여 建設한다.

③ 鐵塔이나 鐵構의 적절한 塗裝, 反射가 적은 電線이나 着色碼子의 使用等 周圍環境과 調和를 이루도록 한다.

配電設備에 있어서는 電線이나 電柱上의 機器配列을 簡素化하고 變壓器나 電柱등의 色彩를 가급적 周圍와 어울리도록 하여 美觀向上에 努力해야 할 것이다.

### 5. 結 言

地上에 構造物을 設置한다는 건 大體 自然環境의 變모와 파괴를 가져오게 마련이며 일면

社會의 生活環境에 바람직 하지 않은 影響을 가져 오게 됨도 어쩌면 當然한 일이라 할 것이다.

그러니 이제 無限하게만 느껴졌던 環境이란 資源도 그 限界가 있음을 알게 되었고 生活의 質에 對한 價値意識이 점차 變하게 됨에 따라 環境問題에 關한 사람들의 關心이 계속 높아지고 公害防止와 環境保全에 대한 要求가 날로 엄격해 지고 있다.

**〔問〕** 三面圖를 賦與하면 透視圖가 表現된 것을 본 일이 있다. 이와같은 것은 어떻게하면 컴퓨터로 可能하게 되는지.

**〔答〕** 三面圖를 보고 物體의 形狀을 認識하여 立體의 이미지를 만들어 내는것은 實로 人間의 設計者가 해온 일이다. 그 作業은 더욱 熟練을 要하며, 順序를 한마디로 表現하기는 어려우나 그것은 各圖面을 對應시켜 同一한 點과 線을 認識하여 形狀모델을 머리속에서 만들어 낼 것이다. 컴퓨터로 똑같은 處理를 할 경우도 基本的으로는 同一하며, 다음과 같은 方法에 있다.

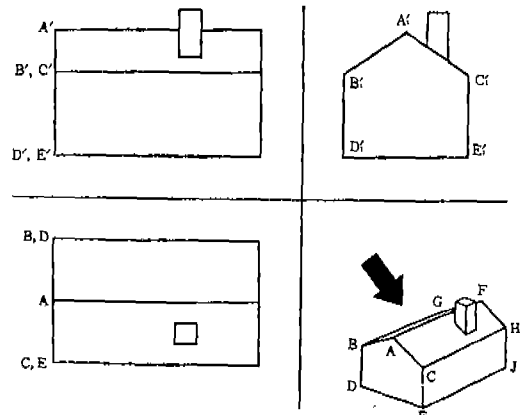
- ① 三面圖에 의해 圖形데이터를 入力한다.
- ② 形狀모델을 構築한다.
- ③ 透視圖를 出力한다.

그림19는 簡單한 三面圖의 例를 表示한 것이다. 이것을 디지털에 의해 座標를 읽거나, 라이트 펜에 의해 位置를 指示하는 것으로서 圖形데이터를 入力한다. 그림19의 各點A, B, C서로가 三面圖上에 關聯한 모순이 없는 位置에 있으니 세가지의 面에서 읽어진 座標를 모으면 各點의 空間에서의 座標(x, y, z)를 求할 수 있다. 各各의 點에 A, B, C..... 등의 記號를 주어 三面圖上에서 어떻게 對應하고 있는지 컴퓨터에 表示해주면 處理는 容易하게 된다.

點이 認識되면 各點을 맺는 線을 認識하고 形狀모델에 짜 넣을 수 있다. 各各의 線分은 兩面에 어느 點을 갖고 있는지를 表示하는 것으로서 定義되기 때문에 컴퓨터의 内部에서는 例로 表와 같은 形式으로서 表面을 構成하는 各平面을 定義한다.

이것은 平面을 둘러싼 몇個의 稜에 依해 定해지

이런 연유로 해서 近年에는 環境影響評價制度의 必要性이 생겼으며 電力事業 또한 長期的으로는 國土利用의 合理化를 꾀하고 環境保全을 效果的으로 이룩하기 위하여 이제는 事業推進 初期段階에서 부터 環境에 關聯된 諸要素를 면밀히 評價, 分析하여 問題를 事業에 解決해 나가야 할 것이다.



〈그림-19〉 三面圖에서 透視圖를 만든다

는 것이니 역시 表와 같은 形式으로 認識시키게 된다.

以上과 같이하여 三面圖로 分割하여 部分的으로 주어진 圖形데이터를 綜合하여 컴퓨터 内部에 形狀모델을 構築한다. 이것은 平面圖形의 集sum은 아니며 三次元의 立體로서 認識된 데이터이다. 이것을 任意의 視點에서 보고 透視圖를 만드는 處理는 圖學의 透視投象의 原理 原則에 따르면 된다. 即 視點과 對象物의 各點을 잇는 直線을 생각하고 이것이 画面(投象面)과 交叉되는 點을 順次로 求해 가면 透視圖作成에 必要한 데이터를 얻을 수 있다. 이 計算處理는 모두 單純한 空間幾何의 演算이다.

人間이 三面圖를 읽고 立體의 이미지를 만들어 내는데 比較하여 컴퓨터 處理는 點이나 直線의 對應이 잘되지 않으나 한번 對應을 알게되면 이것을 形狀모델로 하여 集積해 가기때문에 人間과 같이 理解했던 部分을 잊어버리는 일은 없다.