

發電所 公害防止對策

許 成 五

(韓國電力(株)環境調查課長)

1. 環境規制值

環境保全法上 環境基準 및 排出濃度 規制值는 다음과 같다.

〈가〉 環境基準(法第 4 條)

環境汚染으로부터 사람의 健康을 保護하고 適正한 生活環境을 保全하는데 必要한 環境基準을 設定하였음.

(1) 環境基準 設定項目

① 大氣：亞黃酸가스, 一酸化炭素, 窒素酸化物, 浮游粉塵, 옥시단트

[表 1] 水質의 環境基準

區 分	適 用 對 象	基 準					
		PH	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	DO (mg/l)	대장균군 (MPN/100ml)	
生 活 環 境	甲水域(하천및 호수)	上水原水(1級)	6.0-8.0	-	1 以下	7.5以上	100以下
	乙 " (")	上水原水(2級) 수영용수, 수산용수	6.0-8.0	-	3 以下	6.5以上	1,000以下
	丙 " (")	上水原水(3級) 공업용수	5.8-8.5	-	6 以下	3.0以上	10,000以下
	전수역(")	農業用水	5.8-8.5	-	10以下	2.0以上	--
	海 域	水産用水, 工業用水	7.8-8.3	3 이하	-	5.0以上	2,000以下

④ 水質：PH, BOD, COD, 대장균군 特定 有害物質

(2) 環境基準

② 大氣의 亞黃酸가스：0.05PPm 以下

④ 水質：아래의 [表 1]과 같다.

〈나〉 排出施設許容基準(第14條)

(1) 가스 및 먼지

○黃酸化物(SO₂로서)：1,800 PPm 以下

○窒素酸化物(NO₂로서)：250 PPm 以下

(다만 石炭專用은 500 PPm 以下)

○먼지：500mg/Nm³ 以下

(2) 검댕(煤煙)

Ringelman 比濁表 2度 以下 다만 點火 匹

〈註〉 1) 上水原水1級：濾過 등에 의한 簡易淨水處理를 하는 것.

2) 上水原水2級：沈澱濾過 등에 의해 一般的으로 淨水處理를 하는 것.

3) 上水原水3級：前處理 등을 겸한 高度의 淨水處理를 하는것.

4) 試驗方法是 公害 公定試驗法에 依한다.

序 言

産業이 發達되고 工業化가 될수록 公害物質 發生은 必然的으로 增加되게 마련이다.

우리나라는 그동안 온 國民의 피나는 勞力으로 눈부신 經濟成長을 이룩하여 豐饒한 生活를 누리게 된 것은 참으로 多幸한 일이나 일찍부터 公害防止에 對한 徹底한 對應策이 없어서 地域에 따라서는 深刻한 現像에 逢着하게 되어 이젠 지난날의 가난 代身에 公害가 걱정거리로 되었다.

政府에서는 '77. 12末 環境保全法을 公布

한 이래 今年 1月에는 環境廳이 發足되어 公害業務가 보다 效果的으로 推進될 것이 期待된다.

其間 電氣設備는 많은 伸長과 發展을 거듭하여 우리나라 産業發展과 國民生活에 至大한 貢獻을 하여왔을 뿐 아니라 公害問題 解決에 있어서도 先導的 役割을 하여 왔으나 앞으로 더욱 盡力을 하여 公益事業으로서의 使命을 다하여야 할 것으로 생각된다.

이와같은 時期에 즈음하여 發電所의 公害對策과 公害防止技術 中에서 參考가 될만한 것을 알기쉽게 간단히 紹介하여 公害防止에 對한 理解와 認識을 增進시키고져 한다.

는 火爐整備를 할 때는 11月부터 2月까지는 1時間當 3分 以上, 3月부터 10月까지는 1時間當 1分 以上 검댕 및 粒子狀物質을 排出하여서는 아니됨.

(3) 騒音

實測值 dB(A)에서 5를 뺀 후 補正表에 의하여 補正한 騒音評價值(NRN)가 45 以下일 것

(4) 廢水 : 아래의 [表 2]와 같다.

〈다〉 特別對策地域의 指定(第 7條)

環境汚染이 顯著하거나 顯著하게 될 憂慮가 있는 地域을 環境汚染防止를 爲한 特別對策地域으로 指定하고 環境保全을 爲한 特別綜合對

策을 講究토록 함.

2. 大氣汚染 防止對策

〈가〉 概要

火力發電所에서 燃料 燃燒에 依하여 發生하는 그을음, 粉塵, 硫黃酸化物, 窒素酸化物이 大氣汚染의 主要因이 된다. 그을음은 燃料中의 揮發性 有機物이 不完全燃燒에 依해 生成되는 遊離炭素가 原因이고 粉塵은 燃料中의 灰分에 依한 것이다.

또 燃料中에 硫黃分 또는 硫黃酸化物이 存

[表 2] 廢水의 排出 施設 許容基準

汚染物質 水域別	PH	COD (mg/l)	부유물질량 (mg/l)	N-Hexane 추출물질(mg/l) 광 유 류	CN (mg/l)	溫 度 (℃)	
							가
火力發電 施設	가	5 - 9	150이하	100이하	5 이하	1 이하	40이하
	나	5.8-8.6	150이하	150이하	5 이하	1 이하	40이하
	다	5 - 9	200이하	200이하	5 이하	1 이하	40이하

〈註〉 1) 測定地點은 騒音發生施設이 設置된 敷地 境界線 의 障礙物이 없는 地點의 地上高度 1.5m 内外의 높이 에서 數回測定한 후 最高 數值를 擇함. 2) 地域區分은 都市計劃法에 依함.

在하는 境遇는 이의 燃燒에 따라 SO_2 혹은 SO_3 가 發生하며 光化學 Smog의 原因物質로 첫째로 注目되고 있는 窒素酸化物(NO_x)로 燃料中の 窒素分 燃燒 및 高溫 燃燒時 燃燒用 空氣中の N_2 와 O_2 가 反應하여 生成된다.

〈나〉 硫黃酸化物 對策

發電所의 地點選定 設計에 있어 地形, 氣象條件을 綿密히 調查하여 地域에 適合하도록 公害防止設計를 해야 하며 主要한 對策은 아래와 같다.

(1) 低硫黃 燃料 採擇

㉠ 低硫黃油 導入 使用

國內의 原油 輸入量의 大部分은 高硫黃의 中東產 原油에 依存하고 있는 實情이다. 이들 原油의 硫黃含量은 2~3% 程度이고 精油後의 重質油에는 約 4% 가까이 硫黃分이 含有된다.

當社에선 인도네시아產 低硫黃原油(LSWR) 導入을 積極 推進하고 있으나, 지난해 7月以後 石油波動으로 國際 石油市場이 急激히 變化하여 아직 導入을 못하고 있다.

㉡ LNG 導入使用

Energy 多元化(脫石油), 燃料의 安定 供給面에서 Gas 導入 使用이 近來 推進되고 있다. 이중 메탄(CH_4)이 主成分인 LNG(Liquified Natural Gas)는 液化 前의 處理過程에서 窒素酸化物, 炭酸 및 水分 등 모든 不純物이 除去되므로 大氣汚染이 거의 없는 清潔한 燃料이며 埋藏量이 豊富하여 可採年數가 50年 程度로 石油보다 10~20年 程度 길며, 全世界的으로 生産地가 散在되어 있으므로 安定供給이 可能할 것으로 豫想된다.

當社에서는 Gas 使用 妥當性을 調査 用役中이며 이의 實現을 위해 政府의 積極的인 協助下에 推進中에 있다.

㉢ 高硫黃重油의 脫黃

重油에 包含된 硫黃分을 直接 除去하는 方法

은 이미 先進國에서는 精油工場의 精製過程에서 實施, 年次的으로 公害原因을 源泉의으로 解決하고 있으며, 우리나라에서도 1981년부터 서울地域에 于先 低硫黃油(1.6%級)가 供給될 展望이므로 大氣汚染防止에 큰 寄與를 할 것이다

重油의 脫黃方式은 直接法과 間接法이 있는데 前者는 減壓殘油에 Co, Mo, Ni 등을 觸媒로 하여 直接水素를 反應시켜 脫黃하는 方法이며 施設費, 運轉費가 低廉한 反面 脫黃率이 낮아 硫黃分 1.0% 程度까지 處理可能하다. 後者는 原油의 常壓殘油를 減壓하여 流出하는 境遇에 觸媒를 使用하여 水素와 反應시켜 油中の 硫黃分을 H_2S 로써 除去하는 方法이며 施設費 및 運轉費가 비싼 反面 脫黃率이 높아 0.2%까지 脫黃이 可能하게 된다.

(2) 排煙脫黃裝置의 設置

排煙脫黃工程은 發生되는 排煙가스를 觸媒固定層에 通過시켜서 亞黃酸Gas를 除去하는 乾式法과 亞黃酸Gas와 反應性이 좋은 化合物을 溶解하여 吸收濟로 쓰는 濕式法이 있다.

排煙脫黃工程의 初創期에는 乾式法이 排煙의 再加熱이 不必要한 點과 排水의 排出가 없어서 濕式에 비해 有利하다고 評價되었으나, 乾式法은 排煙이 反應器를 通過할 때의 속도를 낮추어야 하는 點에서 相對的으로 反應器나 再生器의 부피가 極히 커진다는 點과 값비싼 吸收濟나 水素Gas와 같은 還元濟를 必要로 하기 때문에 所要建設備와 運轉費등 費用이 濕式에 비해 越等히 많이 所要되므로 近來에는 주로 濕式法이 널리 쓰여지고 있다.

排煙脫黃處理工程中 先進國에서 많이 採擇되는 代表的인 3種의 工程은 Lime/Limestone wet scrubbing, Magnesia Slurry Absorption, Wellman lord process이나 火力發電所에서 가장 많이 設置稼動中인 Lime/Limestone wet scrubbing process에 對해서 簡單히 紹介한다.

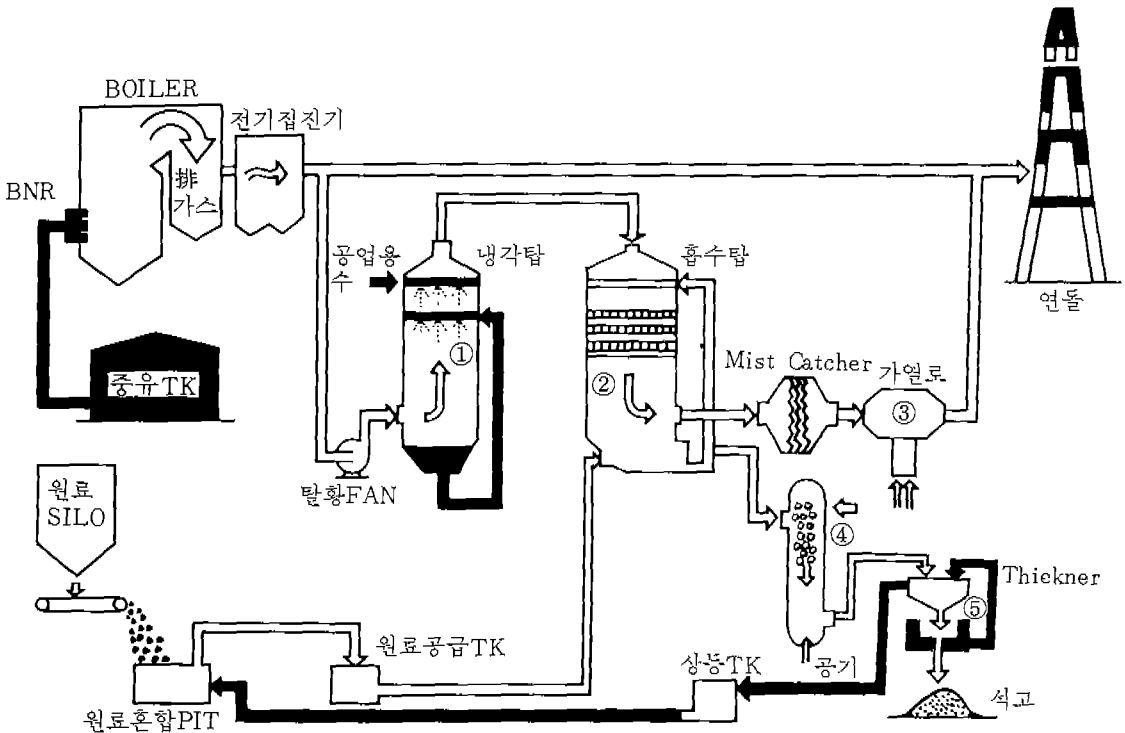
㉔ 本工程은 排煙 Gas 中 SO_2 가스를 吸收키 위해 Gas 洗淨器에 lime(CaO)이나 limestone($CaCO_3$) slurry를 吸收劑로 使用한다.

㉕ 全体反應은 Calcium sulfite($CaSO_3 \cdot \frac{1}{2} H_2O$) 生成을 위해 液相의 CaO 와 $CaCO_3$ 를 SO_2 Gas에 反應시킨다. 裝置內에서 SO_3 의 酸化反應으로 石膏($gypsum \cdot CaSO_4 \cdot 2H_2O$) 가 生成된다.

㉖ $CaSO_3 \cdot \frac{1}{2} H_2O$ 와 $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ 結晶의 沈澱을 目的으로 適當한 滯留時間을 賦與키 위해 設計된 反應容器나 Tank에 沈澱시킨다. Tank의 流出物은 附加되는 SO_2 Gas를 吸收키 위해 Scrubber에서 再循環시킨다.

㉗ Tank 內의 溶液 一部分은 沈澱된 固體를 分離시키기 위해 分離機로 昇液하고 廢固體는 積置場으로 보낸다.

[그림 1] <排煙脫黃 裝置의 概略圖>



① 배가스냉각공정 ② 배가스흡수공정 ③ 재가열공정 ④ 산화공정 ⑤ 석고분리회수공정

(3) 高煙突 採擇

高煙突을 使用하여 排氣가스를 넓은 地域에 퍼지게 함으로써 被害地點의 SO_x 濃度를 크게 減少시키는 效果를 얻을 수 있으나 排出口 濃度規制나 總量規制時는 別途의 後續裝置가 必要하다.

<다> 窒素酸化物 對策

NO_x 排出은 燃燒調節 혹은 排氣 Gas 內의 NO_x 를 除去함으로써 統制할 수 있다.

燃燒統制法은 다음과 같이 大部分 燃燒機構의 運營狀態를 調節함으로써 達成될 수 있으며 이들 중 排氣Gas 再循環法, 低空氣比 燃燒法 接線點火法은 一部 發電所에 채택 施行中이다.

(1) 燃燒統制 技術要領 : 다음 (表 3)과 같다.

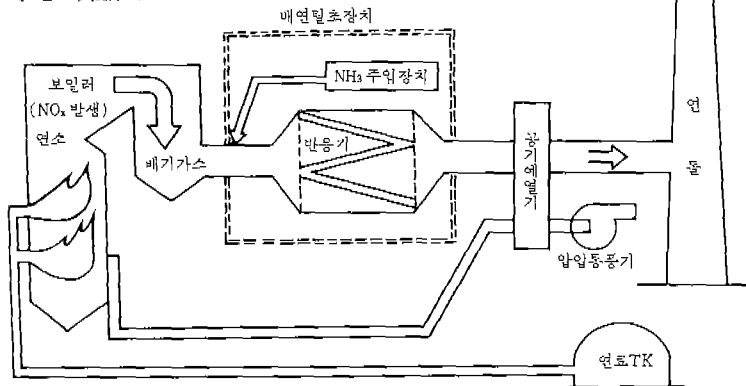
(2) 排煙脫硝技術

排氣Gas中的 NO_x 를 除去하는 技術은 乾式과 濕式으로 分類하지만 濕式法보다 乾式法이

[表 3] 燃燒統制 技術要領

區分·方法	內 容	低減可能率 (%)	區分·方法	內 容	低減可能率 (%)
排氣Gas 再循環法	燃燒Gas의 一部를 Duct를 통하여 再循環하고 燃燒用空氣를 混入하여 NO _x 억제를 도모하는 方法이다.	32	低空氣比 燃燒法	通常 空氣比 1.2~1.3으로는 NO _x 濃도가 最大로 되기 때문에 空氣比를 1.1 以下로 하는 方法이지만 空氣比를 지나치게 낮추면 CO, 粉塵이 增加한다.	10
2段 燃燒法	燃燒用 空氣量을 2段으로 나누어 공급하는 것으로 1 단계로 不完全燃燒를 行하고 2段으로 未燃分의 完全燃燒를 行하는 方法이다.	27	低NO _x Burner	混合推進型, 분활 화염형, 자기재순환형, 단계적 연소 취입형이 있고 비교적 간단히 改良하여 기준 설비에 適用하기도 한다.	
유동상 燃燒法	石炭이 燃料인 경우 과잉 공기가 없으면 燃燒/空氣比가 不適合해서 不完全 燃燒가 되어 CO 방출이 增加하기 때문에 2段燃燒法은 適用시킴이 어렵다. 이를 방지하기 위해 유동상을 使用 熱傳達率을 높여 화염 溫度를 낮추는 方法이다.	27	接線點火 (Tangential Firing)	BNR가 보일러 구석에 위치하여 로의 中央에 있는 원에 접선 방향으로, 絶화 화염이 찬 표면으로 퍼져 상호작용이 줄어들게 하여 최고 온도를 降低시켜 NO _x 生成을 감소시키는 법이다.	

[그림 2] 接觸還元法の 工程概略圖

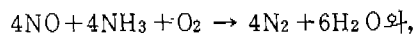


技術적으로 發達되어 있기 때문에 乾式法을 많이 選擇한다.

그러나 排煙脫黃은 濕式法이 一般化되어 있기 때문에 排煙脫硝와 同時에 濕式으로 하려는 勞力을 기울이고 있다. 濕式法에는 酸化吸收法, 酸化還元法, 錯鹽吸收法 및 mole吸收法 등이 있고 乾式法에는 無觸媒 還元法, 接觸 分解法, 吸着法, 電子線照射法 등이 있으나 技術開發

이 第一 잘 되어 있는 方法은 乾式法中 암모니아를 還元劑로 쓰는 接觸還元法이다.

이 方法의 反應原理는,



이 方法의 特徵은 副產品이 發生하지 않고 排水를 處理할 必要가 없는 것이며 이 方法의 工程概略圖는 위의 [그림 2]와 같다.

3. 騒音對策

騒音의 影響은 從業員의 作業環境과 地域 住民 生活環境에 미치는 影響으로 크게 나눌 수 있으며 大部分의 發電所가 正常稼動時는 法的 規制値에 抵觸되지 않으나 極히 드물기는 하나 起動時나 特殊한 運轉時에 騒音이 나기도 한다. 그러나 地域 住民의 生活環境 改善 및 從業員의 勤務環境 改善을 爲하여 部分的으로 이미 많은 改善을 하여 왔으나 現在 綜合的인 改善을 서두르고 있다.

〈가〉 騒音源

主騒音源은 回轉体로서 流体 및 振動音으로 構成되어 있으며 主要騒音機器는 대략 다음과 같다.

[表 4] 主要騒音機器

騒音機器名	原因 및 現況
Pump 類	大容量 電動機에 의한 騒音
送風機	高速 回轉 Fan에 의한 공기 吸入 騒音
石炭 粉碎機	粉碎機內의 衝突과 摩擦 및 振動에 의한 높은 Level의 騒音 發生
蒸氣 安全弁	高壓 蒸氣의 噴出에 의한 流體音
變壓器	鐵心의 磁歪 振動에 의한 騒音

〈나〉 對策

效果的인 防音方案을 樹立하려면 各 騒音源別로 騒音 Level, Frequency, 暗騒音 등 모든 特性을 調査하고 各騒音源別 相關關係, 騒音影響 등 綜合的인 檢討를 實施하여 必要한 騒音 減少Level을 算定하고 이에 가장 效果的인 經濟的인 防音方法을 選擇하여 設計하게 된다. 一般的인 騒音對策은 大略 다음과 같다.

No.	方法	內 容
1	低騒音 機器의 選擇	騒音이 적은 機器를 選擇하고 設計에 防音을 最大로 反影하는 方案으로 가장 源泉의 이고 바람직한 方法이다.

No.	方法	內 容
2	效果的인 機器의 配置	騒音이 甚한 機器는 가장 被害가 적은 位置에 配置하는 方法으로서 工場 設計時 反影 하여야 할 事項이다.
3	騒音源別 防音設 備	回轉体에는 主로 Enclosure(一種의 消音 Cover)가 活用되고 流體音에는 Silencer나 muffler가 利用된다.
4	消音壁 設置	騒音源이 屋內에 集中되어 있을 경우 建物內壁에 吸音體를 附着하여 騒音을 減少시키는 方法이다.
5	傳達經路 遮斷	屋外에 主로 活用하는 方法으로 騒音源 周圍에 담을 쌓거나 造林을 하여 外部에 미치는 騒音影響을 減少한다.

4. 廢水對策

〈가〉 廢水의 性狀

火力發電所는 純水를 製造하여 (各種 藥品을 使用하여 沈澱, 濾過 및 ION 交換 등 處理過程을 거쳐 증류수 以上の 純度を 얻음) boiler에서 高溫, 高壓(大容量인 境遇470℃, 180氣壓) Steam으로 만들어 Turbine을 움직이고 Turbine에 의하여 Generator를 回轉시켜 電力을 生産하는 工程이므로 發電所에서 排出되는 廢水는 廢水로서 그리 問題되는 것이 없고 比較的 處理가 容易하다.

純水製造過程에서 發生되는 廢水는 PH, 浮遊 固形物(濁度成分), COD 등이 問題이고 boiler에서 blow out 되는 것은 PH(約 8~9.5)와 溫度만이 問題이다.

이 以外로 空氣豫熱器 및 其他 機器의 洗滌水가 있는데 이것은 COD 및 油分이 問題이다. 그리고 複水器(Turbine을 거친 Steam을 물로 冷却)의 冷却用으로만 使用하는 冷却水는 排出溫度가 4~8℃程度 上昇되나 現在까지는 影響이 거의 없는 것으로 判斷되고 있다.

用水使用量은 發電所 規模에 따라 差異가 많으나 生活用水 및 雜用水를 除外한 單純히 工程에 使用되는 것은 約 1,000Ton 内外이다.

〈나〉 對策

大部分의 發電所에 既存設備로서 處理用 貯藏Tank가 되어 있어서 PH調整 및 浮遊固形物沈澱 등을 處理하고 있으며 油分 含有水의 處理用으로는 油水分離槽가 設置되어 있으나 全体的으로 設備가 아직 未洽하므로 現在 環境規制值에만 개의치 아니하고 앞으로 規制가 強化될것을 勸案하여 先進國 水準으로 完全한 防止設備를 갖추기 爲하여 79年 9月1日부터 專門用 役業체에서 設計中이며 이미 서울 및 往十里 發電所는 設計가 完了되었고 今年 7~8月경까지는 全部 마칠 豫定이다.

設計가 完了된 서울火力은 곧 着工을 始作할 계획이고 늦어도 明年末까지는 全發電所의 施工을 全部 完了할 豫定이다.

〈다〉 廢水處理工程

이미 設計가 完了된 서울火力의 廢水處理 設計圖는 地面關係上 일일이 說明할 수 없고, 간단히 基本工程圖만을 紹介하면 (그림 3)과 같다.

5. 新設發電所의 對策

〈가〉 立地選定 및 事業계획

從來에는 發電所 立地 選定時 公害 側面에서 充分한 檢討가 없이 계획되어 왔으나 環境問題가 날로 深刻하여지고 環境保全法 實施로 新

設되는 發電所는 立地選定時 環境影響側面에서 豫備調査부터 綿密히 檢討하여 影響이 가장 적은 곳을 選擇하고 있다.

一但 選定된 立地는 그 地點을 中心으로 建設前의 모든 環境을 調査하고 建設後의 環境影響을 綿密히 評價하여 이에 必要한 公害 防止設備계획을 樹立하는 「環境影響評價」 報告書를 作成, 建設許可 申請書에 添付하여 政府 關聯部署의 承認을 얻도록 되어 있다. 따라서 앞으로 계획되는 新設 發電所는 立地選定부터 設計에 이르기까지 徹底한 公害對策이 이루어지게 된다.

〈나〉 環境影響評價

調査範圍 및 要領의 內容은 大端히 많은 量이나 (約70Page) 概略的인 內容은 다음과 같다.

(1) 自然環境調査

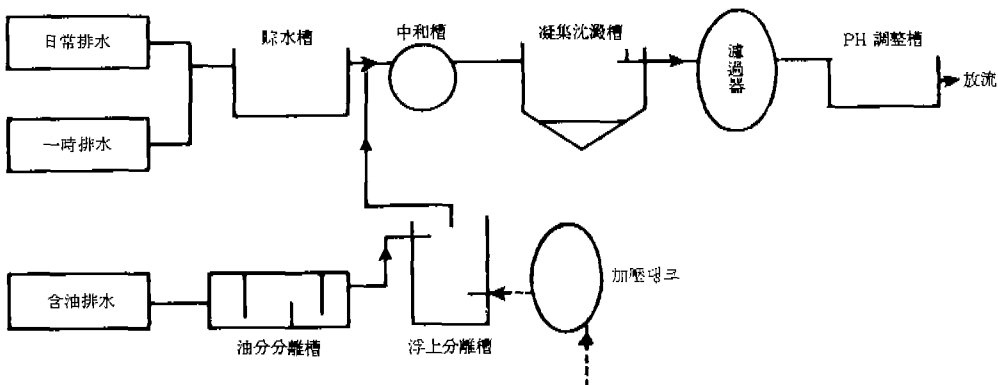
地象, 氣象, 海象, 水象, 大氣質, 騒音 및 生物 등 自然環境 全般에 對한 現況을 調査把握하는 것으로,

㉔ 直接, 間接으로 影響을 주는 人間의 生活環境

㉕ 自然動植物, 海洋生物, 農作物, 漁獲物 등의 一次 生産物

㉖ 其他 地域環境을 構成하는 要素들의 質的, 量的 實態를 把握한다.

(그림 3) 서울火力發電所 廢水處理 工程圖



(2) 生活環境調查

建設立地地域 周辺の 모든 人間生活 環境을 調査하는 것으로,

㉞ 人口分布 狀況, 土地利用, 海域利用, 産業活動, 陸上交通, 文化財 및 레저 施設 등을 調査하고,

㉟ 其他 當該地域 特有的 事項에 對하여 環境保全上 特히 配慮할 必要가 있는 事項에 對한 狀況을 調査하고,

㊱ 將來의 開發계획 및 推移에 關하여도 調査한다.

(3) 發電設備계획에 關한 調査 分析

㉞ 設備事項

① 發電所敷地 利用계획

② 原動力, 出力, 運轉開始 時期

③ 年間 利用率, 年間 發電量

④ 主要機器 등의 設備에 關하여 調査 分析 하고,

㉟ 環境影響에 關한 事項으로

① 排煙에 關한 事項

② 復水器 冷却水에 關한 事項

③ 淡水 取水, 排水에 關한 事項

④ 騒音, 振動 등에 關한 事項

⑤ 産業廢棄物에 關한 事項을 調査 分析 한다.

(4) 環境影響의 豫測과 評價

自然環境, 生活環境 및 設備條件間의 相關關係를 勘案하여 運轉開始後 各種 設備로부터 排出되는 汚染物에 依한 自然 및 生活環境에 대

한 影響을 電算方法 등 手段을 利用 豫測 評價 한다.

(5) 環境保全을 위하여 講究할 對策

排出可能 汚染源別로 運轉開始後의 防止對策의 基本方針 및 細部措置계획을 調査 檢討하여 對策을 樹立하며 運轉開始後의 監視體制를 確立한다.

6. 結 論

公害防止에는 많은 設備와 莫大한 豫算이 所要되고 더우기 最近에는 世界的인 Energy 供給難 등으로 어려운 輿件이 많으나,

〈가〉 大氣汚染에서 가장 深刻한 硫黃酸化物(SO_x) 汚染防止를 爲한 源泉的인 對策은 低硫黃의 燃料供給이므로 政府의 支援 및 協助下에 低硫黃油(LSWR) 導入 및 Gas類(LPG 및 LNG) 使用계획을 積極 推進하여 可能한 早速한 期間內에 解決하고자 하며,

〈나〉 現在 設計中인 廢水處理設備도 '81年末까지는 設置를 完了할 豫定이며 現在 계획을 樹立中에 있는 騒音問題 및 窒素酸化物(NO_x) 問題도 段階的으로 解決해나갈 계획이다.

〈다〉 앞으로 新設되는 發電所는 立地選定부터 徹低히 檢討하고 環境影響評價를 實施하여 必要한 公害防止設備은 全部 建設계획에 反映하여 公害問題解決을 爲하여 最善을 다하고자 한다.