

## 電力技術의 現在와 未來

# 環 境 技 術

申 圭 植

韓電 技術研究院 化學環境研究室長

### 1. 序 論

한 국가의 經濟가 發展하고 國民所得이 많아 질수록 電氣사용에 대한 요구는 증가하기 마련이다. 이런 점에서 본다면 지난 30여년 동안의 비약적인 經濟成長과 國民所得 增大에 힘입어 최근 우리나라의 電力需要가 폭발적으로 증가하고 있는 현상은 거의 필연적인 것이라고 하겠다.

韓國電力公社가 2006년까지 현재의 발전시설 容量을 초과하는 2,900만kW 규모의 發電所 건설계획을 積極的으로 추진하고 있는 것은 현재의 電力豫備率 부족현상과 앞으로 급증하게 되는 電力需要를 고려할 때 시의적절한 努力이라고 판단된다.

그러나 韓電의 활발한 신규 발전소 건설 추진에는 발전소 立地確保의 어려움과 지역 주민들의 쾌적한 환경에 대한 欲求增大라는 커다란 난관이 가로막고 있다고 해도 過言이 아니다. 따라서 발전소 建設 및 稼動에 따르는 환경훼손을

최소화하고 汚染物質의 배출을 대폭 低減시킬 수 있는 環境保全技術(Environmental Conservation Technology)의 開發과 實用化야말로 앞으로의 電力事業의 成敗를 결정짓는 중요한 關鍵이 될 것으로 기대된다.

이런 점에서 本文은 우리나라 전력사업에서의 環境보전 기술의 現況을 診斷하고 이 분야에서 우리 電力人들에게 떠맡겨진 當面課題들을 검토하는 데 주력하고자 한다.

### 2. 電力設備別 環境문제의 類型

環境보전의 관점에서 바라보는 전력사업의 특성은, 첫째, 전력설비의 설치에 넓은 부지와 오랜 建設期間이 소요되고, 둘째, 설비의 가동에 大量의 原資材(석탄, 석유, 물 등) 공급이 필수적으로 요구되며, 셋째, 설비의 가동은 불가피하게 環境오염물질을 排出시킨다는 점 등으로 요약할 수 있다. 다음은 주요 전력설비별 발생 가능한 環境문제들을 要約한 것이다.

## 가. 火力發電所의 환경문제

화력발전소는 우리나라 전력생산에 있어서 원자력발전소와 함께 전력생산의 대부분을 담당하는 中樞의 전력설비이다. 화력발전소는 사용연료의 종류에 따라서 유연탄, 무연탄, LNG, 유류 발전소의 4가지로 구분되는데, 특히 고체연료를 사용하는 석탄발전소에서 환경문제가 가장 심각한 양상을 보인다.

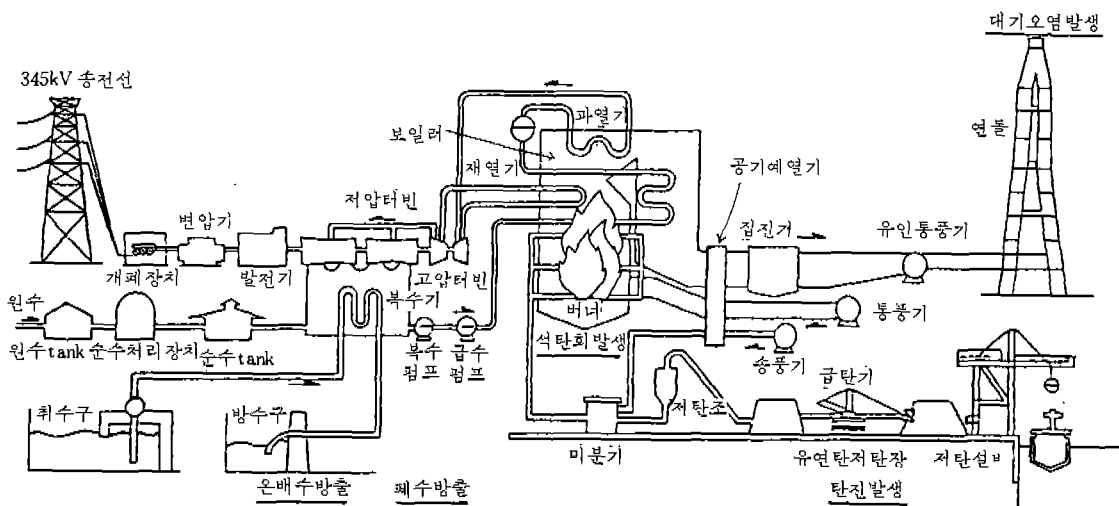
그림 1은 우리나라에서 가장 최근에 건설된 三千浦화력발전소의 系統圖인데, 석탄의 荷役에서부터 灰處理場에 이르기까지 主燃料인 有燃炭의 이동경로 각 공정에서 야기되는 환경문제를 보여주고 있다. 참고로 1990년에 삼천포 화력발전소에서 사용한 연료의 양은 유연탄 264.4만 MT, 디젤유 730MT에 이른다(이는 유연탄으로 一日使用量 7,200MT에 해당하는데 8 ton 트럭 900대 분이다).

화력발전소 가동시 발생하는 환경오염의 문제는 크게 大氣汚染, 溫排水 放出, 一般廢水 汚染, 飛散炭塵과 石炭灰 처리문제, 騒音·振動의 문제 등으로 요약할 수 있다.

### (1) 大氣汚染

석탄, 석유 등의 화석연료 속에는 소량의 硫黃成分이 함유되어 있으므로 이를 燃燒시키면 필연적으로 硫黃酸化物(SOx)이 대기중으로 방출된다. 이렇게 배출된 아황산 가스가 주변지역의 森林과 農作物에 대해서나 인근 주민의 생활에 불편을 주지 않기 위해서는 발전소에 排煙脫黃施設(FGD: Flue Gas Desulfurization)을 설치해야 하는데, 우리나라에서는 1993년도부터 신설하는 석탄화력발전소에 대해서는 이 시설을 設置할 예정으로 있다.

아황산 가스와 함께 화력발전소의 중요한 대기오염물로는 粉塵, 窒素酸化物(NOx), 一酸化炭素(CO), 炭化水素(Hydrocarbon) 등이 있는데, 분진은 각 발전소마다 제거효율 99% 이상인 電氣集塵機(Electrostatic Precipitator)가 설치되어 있으므로 별로 문제시되고 있지 않다. 이들 오염물질들은 아직 우리나라에서는 본격적으로 거론되고 있지 않으나 아황산 가스와 분진의 문제를 이미 해결한 先進國들에서는 최근 질소산화물과 일산화탄소의 低減을 위해서 노력하고 있다는 사실에 비추어 볼 때, 현재 新設을 추진중인 발전소들이 본격적으로 가동되는 2000년대에 이르면 우리나라에서도 이들 오염물의



〈그림 1〉 三千浦화력발전소의 系統 및 汚染發生 위치도

관리문제가 크게 浮上될 것으로 예상된다.

우리나라의 일부 화력발전소 주변지역에서는 이러한 대기 오염물질 방출에 의한 農作物과 森林의 피해가 보고되기도 하는데, 이러한 事例에 대해서는 그 피해를 補償해 주는 한편, 발전소의 연료를 전환하고 발전시간을 조절하며 또한 발전소에 대기오염 감시 및 예보 체제(TMFS: Telemetry and Forecasting System)를 도입하여 대기 오염으로 인한 피해를 最少化시킬 수 있도록 노력하고 있다.

## (2) 温排水 방출과 海洋汚染

화력발전소와 원자력발전소는 復水器에서 발생하는 熱을 回收하기 위해서 막대한 양의 冷却水を 필요로 하는데, 95만 kWe급 원자로 1基當 약 70MT/sec, 100kWe급 대형 화력발전소(2기)의 경우 약 40MT/sec의 海水를 끌어들이고 있다. 복수기를 통과한 냉각수는 주변 해양의 水温보다 5~10℃가 높아져서 다시 바다로 방출되는데, 이것을 온배수라고 한다.

온배수가 海洋生態界에 미치는 영향은 일찍부터 알려져 있다. 대부분의 해양생물들은 고온을 선호하기 때문에 배출구로부터 半徑 1~2km 범위내의 해수온도 0.3~2.0℃ 상승 구역에서는 오히려 生物이 豊富해지기도 한다. 그러나 발전소의 가동이 일시적으로 中斷되거나 하여 온배수 방출이 中斷될 때에는 이들 해양생물들에 惡影響이 미칠 수도 있다.

우리나라의 西海岸과 南海岸에는 연안에 海藻類와 魚貝類의 養殖場이 잘 발달되어 있어서 온배수의 방출에 특별한 주의가 요망된다. 온배수의 방출에 따르는 악영향을 최소화하기 위해서는 발전소의 立地選定에 세심한 주의를 기울여야 하며 냉각수, 취·방수구의 위치와 構造物의 設計에 대한 연구의 활성화가 필요하다.

온배수 이외에 화력발전소에서는 日常 運轉에 수반하여 廢水가 배출되고 발전설비의 보수점검이나 기동 정지시에도 폐수가 배출된다. 발전소 배출 폐수는 대규모 발전소의 경우에도 1일 500

~1000ton에 불과하지만 미량의 浮遊物質, 油類 등의 成分이 포함되고 pH가 낮은 것이 보통이므로 이에 대한 세심한 관리가 요망된다. 우리나라의 모든 화력발전소에는 종합 폐수처리설비가 완비되어 있으므로 주변환경에 영향을 미칠 정도로 劣惡한 水質의 폐수가 발전소 외부로 배출되는 일은 거의 없다고 보여진다.

## (3) 飛散炭塵과 石炭灰 문제

석탄 화력발전소에서는 다량의 무연탄, 유연탄을 야적하고 있는 것이 보통이므로 強風이 불거나 하면 주변지역에 탄진을 흩날려 특히 인근 주민들의 생활에 不便을 초래할 수 있다. 이러한 비산탄진으로 야기되는 문제점을 극복하기 위해서 발전소에서는 野積場에 帳幕(Dust Fence)를 설치하거나 周期的으로 물을 뿌리거나 하는 등의 對策을 수립하고 있다.

석탄을 연소시키고 남는 재(Ash)는 물과 섞여서 灰處理場으로 보내지는데, 삼천포 화력발전소의 경우 그 量은 每年 약 40만톤에 이른다. 따라서 발전소의 敷地를 節約하고 관련 공해문제를 해소하기 위해서 석탄회의 이용법에 대한 연구가 필요하게 된다.

## (4) 騒音·振動의 문제

가동중의 화력발전소는 종종 소음과 진동의 문제를 야기시켜서 民願의 對象이 되기도 한다. 발전소의 소음은 보일러의 Safety Valve 개방, 送風機의 가동, 變壓器 등에서 발생하며 진동은 Engine Compressor, Coal Mill 등에서 집중적으로 발생하는데, 일반적으로 騒音源과 振動源이 크고 널리 퍼져 있으므로 制御가 곤란하다. 발전소에서는 소음의 抑制를 위해서 Silencer를 설치하고 있으며 주요 소음원에 대해서는 防音壁을 설치하고 있다.

## 나. 水力發電소의 환경문제

수력발전소는 일반적으로 住居地로부터 멀리 떨어진 지역에 위치하고 있기 때문에 환경문제

가 화력발전소에 비해서 덜 深刻하다고 할 수 있다. 그러나 '80년대 이후 전국적으로 地表水의 水質이 크게 惡化되는 상태에 있어서 河川의 물을 저장하여 발전하는 수력발전소들에서도 수질 오염의 문제가 크게 우려되고 있다.

기타 수력발전소에서 중요시되는 환경문제로는 터빈室의 騒音 발생, 발전소 起動 및 停止時의 급격한 流量 變化, 댐 건설로 인한 魚類의 移動, 制限 등의 문제를 열거할 수 있다.

#### 다. 原子力發電所의 환경문제

원자력발전소의 주요 환경문제로는 정상 가동시 및 사고 발생시의 放射能 漏出, 온배수 방출에 의한 沿岸 養殖漁場 및 海洋生態界의 毀損, 放射能廢棄物의 安全處理, 오랜 건설기간에 따르는 주민생활의 不便 등을 들 수 있다. 일반적으로 원자력발전소의 환경문제는 방사능 오염에 관련된 것을 제외한다면 화력발전소보다 심각하지 않다.

#### 라. 送變電所의 환경문제

송변전소는 電氣需要가 있는 지역에 설치하게 되므로 자연히 引誘의 가능성이 높다고 하겠다. 송변전소에 중요한 환경문제로는 소음의 발생, 感電 등의 안전사고 발생 가능성 등인데 최근에는 電氣場(Electromagnetic Field) 내에서 생물들이 성장과 번식에 지장을 받는 것이 아닌가 하는 의문이 제기되고 있다. 그러나 이제까지 선진국들의 연구에 의하면 高壓送電線 아래에서도 별다른 惡影響을 발견 못하고 있다.

### 3. 韓電의 環境技術現況

한국전력공사는 지난 '70년대 以後 電力設備의 건설 및 가동에 따르는 환경문제를 最少化시키기 위해서 꾸준한 노력을 기울여 왔다. 그 결과 '70년대 이후 우리나라 대부분의 산업체에서는 환경문제가 引誘로 유발되는 사례가 크게 增加하는 경향에 있음에도 불구하고 발전소들에

서는 민원 발생률이 오히려 減少하는 추세에 있다.

環境保全에 대한 한전의 노력을 대략 정리해 보면, 1970년대에는 모든 화력발전소들에 電氣集塵機(Electrostatic Precipitator)를 설치하여 粉塵배출을 95% 이상 最大 99%까지 低減시켰으며, 주요 발전소들에는 종합폐수처리장 건설을 完了하였다. '80년대에 이르러서는 대기오염이 우려되는 발전소에는 低硫黃燃料의 사용을 적극 추진하였고 특히 서울화력발전소는 LNG 발전소로 專用하는 계획을 추진중에 있다. 이 기간중 모든 발전소에는 大氣, 水質, 燃料, 廢棄物 등에 관련한 환경오염 測定施設을 보강하였다.

70년대 이후 환경 오염으로 인해서 민원이 발생한 事例들에 대해서는 철저한 現場調査를 통해서 적절한 補償이 이루어지도록 노력했으며, 문제 발전소들에 대해서는 燃料의 轉換, 發電時間의 調節, 주변 기상 및 대기오염 實態의 지속적 監視 등을 통해서 類似事例의 발생 가능성을 낮추는 데 노력하였다.

발전소 건설시에 미리 환경문제 發生可能性을 예측하고 최선의 대책을 마련하기 위해서 韓電은 環境影響評價에도 정성을 기울여 대기오염도 豫測技術, 온배수 擴散範圍 豫測技術 등의 주요 환경보전 기술 自立化가 완료 단계에 있으며, 自体 研究能力을 高揚시키기 위해서 傘下技術研究院에 환경관리 전문 연구 인력을 크게 補強중에 있다.

### 4. '90년대 環境技術開發의 展望

앞으로 '90년대의 韓電의 환경기술 개발 노력은 現場에 適用 가능한 당면 實用技術의 개발과 발전소 건설 및 운영시에 야기되는 각종 환경문제를 진단, 評價, 豫測하고 對策을 제안할 수 있는 연구능력의 補強으로 요약할 수 있다.

오염물질 排出低減을 위한 實用化 技術分野에서는 배연탈황기술을 확립하여 신규건설 발전

소에 설치 운영하며, 實驗燃燒爐를 설치하여 각종 연료 중류별 最適 燃燒條件을 事前에 도출하고, 冷却水 取排水口 施設物 설계의 자립화로 온배수 방출에 따르는 海洋生態界 훼손을 最少化하는 기술 등을 중점적으로 개발하고 있다.

한편 環境保全 研究分野에서는 환경 영향평가 기술의 향상과 발전소 주변 環境情報 綜合管理 시스템의 開發 등을 통해서 불가피하게 발생하는 환경문제에 대해서는 最善의 代案을 제시할 수 있도록 노력하고 있다.

가. 環境影響 評價기술

환경영향평가는 발전소의 立地 選定時 발전소

건설 및 가동시에 예상되는 諸般 環境문제의 種類와 程度를 나열하고 이를 저감시키기 위한 최선의 대안을 제공하는 것을 그 목표로 한다. 따라서 環境문제를 사전에 예방하는 것이 되지만, 環境영향평가를 效果의으로 遂行하기 위해서는 오랜 기간 많은 人力과 經費가 소요되는 철저한 環境조사와 이 分野에 經驗을 풍부히 축적한 專門家의 지식이 요구되기 때문에 關聯技術의 개발이 그리 쉽지 않다.

韓電은 앞으로 數拾基의 신규 발전소 건설이 예정되어 있으므로 특히 발전소 관련 環境영향평가에서 要求되는 대기오염물질 및 온배수 확산범위 예측기술, 온배수 취배수구 최적 위치선

코	<h2 style="margin: 0;">電氣利用의 眼目</h2>	<span style="font-size: 2em;">●</span> 모터와 電力 <span style="font-size: 2em;">●</span>	너
<p>1985年 美國電氣協會(IEEE)의 調査에 의하면 全電力使用量의 64%는 모터로 消費되며, 그 中에서 50%는 誘導電動機라고 한다. 그러므로 에너지 節約을 論할 때 모터의  효율향상과 力率改善은 참으로 重要하며, 이를 위한 技術의 向上이  요망되고 있다.</p> <p>産業界에 있어서의 모터 制御는 더욱 더 증가  일로에 있으며, 하이테크화를 指向하는 自動化工場  등에서는 모터의 速度制御 뿐만 아니라 加減速驅動은 물론이고 位置決定制御도 要求되고 있다. 이러한 기술에 대해서 종래는 直流機에 의한 시스템이 主体였지만 파워엘렉트로닉스의 발전과 더불어 인버터의 實用化가 進展하여 AC 서보모터로서 誘導機를 많이 使用하게 되었다.</p> <p>원래 誘導機는 대개 定速機로</p>	<p>固定化되어 왔지만 最近에는 다 시 인버터와 組合해서 加減速運轉用 모터 시스템으로서 관심을 끌게 되었다.</p> <p>인버터에 의한 誘導機制御는 아직 문제점도 많고 이에 關한 研究 발표 등이 국제회의의 주제로서 자주 취급되고 있다.</p> <p>또한 AC 서보모터에는 同期機를 利用하는 시스템도 존재한다. 最近의 永久磁石의 小形高性能化에 의해서 지금까지 小形機中心의 利用에서 永久磁石의 中形, 大形利用에 관한 研究, 開發이  활발해졌다.</p> <p>同期形 AC 서보는 基本的으로 DC 브러시레스 서보와 同一하며 今後에도 그 實用化가 進展될 것이 豫測된다. 이 同期모터와 誘導 모터를 비교했을 때 同期機는 高力率로 運轉이 되기 때문에 에너지 節約面에서는 良好하지만 誘導機편이  간단하기 때문에 同一出力에 대해서 小形</p>	<p>이고 값도 싸다.</p> <p>그리고 同期形 서보는 回轉센서를 필요로 하면서 비교적 사람의 생각대로 運轉되는 데 比較해서 誘導機 서보는 센서레스로 制御되는 有利한 點이 있지만 位置決定 制御에 있어서는 좀처럼 생각대로 되지 않는다. 그러나 誘導機 시스템은 價格面에서 매우 有利하기 때문에 역시 産業用으로서의 利用은 同期機보다  상회할 것으로 생각된다.</p> <p>지금, 에너지 節約만을 생각하여 모터로 消費되는 電力의 輕減을 도모한다고 하면 모터를 使用하지 않는 것이 가장 좋을 것이다. 그러나 모터의 使用電力은 어떤 意味에서는 國家에 있어서의 産業全體의 生産量을 表示하고 있으며, 工業立國을 유지하기 위해서는 불가결한 에너지라고 할 수 있을 것이다.</p>	스
박			

정 및 설계기술, 육상생태계 및 해양생태계조사 기술 등의 核心技術의 自立化를 重點的으로 추진할 예정이다.

#### 나. 排煙脫黃技術

배연탈황기술 분야에서는 현재 선진국에서 널리 채용되고 있는 濕式脫黃法(Wet Limestone Scrubber Process)을 비롯하여 濕式再生脫黃法, 乾式脫黃法 등에 대한 관련기술의 개발이 '90년대의 주요 과제로 부각되고 있다.

이 분야에 있어서는 可用土地가 제한되어 있고 土地價格이 매우 높은 우리나라의 實情을 감안하고, 또한 2000년대에 규제가 強化될 것으로 예상되는 질소산화물(NOx)과 기타 오염물질들을 함께 제거할 수 있는 기술을 검토해야 할 것으로 기대된다. 이와 함께 배연탈황시설에서 배출되는 副産物을 利用 및 處理하는 기술의 개발도 중요하다고 생각된다.

#### 다. 其他 大氣染汚物質 低減技術

화력발전소는 아황산 가스, 분진, 질소산화물 등의 주요 대기오염물질 이외에도 미량이지만 여러 종류의 2차 오염물질들을 배출한다. 선진국들에서는 최근 이런 오염물질들에 대한 環境規制가 심각하게 提起되고 있는 實情에 있으므로 우리나라에서도 2000년대에 이르면 이 문제가 크게 浮刻될 것으로 예상된다. 따라서 微量 오염물질의 排出低減 및 自然界에서 이들 오염물질을 추적하기 위한 기술개발이 시급히 요청된다고 하겠다. 이와 함께 國際的으로는 酸性雨, 地球溫室化, 오존層 파손 등의 범지구적 대기오염 相關 문제들이 浮上하고 있으므로 嶺南도 이러한 국제적 환경문제에 대처하여 相關기술의 개발을 서두르고 있다.

#### 라. 發電所 環境情報 綜合管理 시스템

既存 및 新規 발전소에 대해서는 시시각각으로 변화하는 주변의 환경오염 實態를 정확히 판단하여 발전소 운영에 참고자료로 이용하고, 또

한 대기 및 수질오염으로 인한 피해가 예상될 때에는 事前에 조치를 취할 수 있도록 하는 것이 환경문제 발생을 예방한다는 次元에서 중요하다. 따라서 최근 발전을 거듭하고 있는 마이크로컴퓨터와 計測 센서(Sensor)를 이용하여 발전소 주변의 綜合環境監視網을 구축하고 대기 및 수질 오염물의 擴散을 豫測할 수 있는 電算 시뮬레이션(Simulation) 기술을 확보, 각 발전소마다 運營하는 것이 전력기술 분야에 있어서 '90년대 주요과제가 된다.

#### 마. 尖端 環境技術의 導入

微量 汚染物質의 分析技術, 이러한 오염물질이 환경 중에 排出되었을 때 자연계에서의 동태를 追跡 監視할 수 있는 기술, 電力設備에서 배출되는 각종 환경 오염물질들을 除去하는 기술, 遠隔探査(Remote Sensing) 및 地理情報 시스템(GIS, Geographical Information System) 相關기술, 발전소 배출 온배수와 기타 副産物을 利用하는 기술 등은 전력설비의 환경보전을 위해 '90년대에 開發해야 할 필수기술로 간주된다. 따라서 한국전력공사는 이러한 기술의 개발에 많은 노력을 기울일 것으로 예상된다.

### 5. 結 語

本考에서는 전력설비를 건설, 운영하는 데에서 發生하는 환경문제를 簡略히 살펴보고 이를 극복하는 데 요구되는 諸般 환경보전 기술의 현재 우리나라 水準과 앞으로 개발이 요구되는 기술의 內容들을 檢討하였다. 무릇 환경보전은 전력산업의 발전을 위해서 뿐만 아니라 국토를 보전하고, 나아가 오염되지 않은 지구를 후손들에게 물려주기 위해서 필수적으로 要求되는 人類 生存을 위한 기술(Technology for Human Survival)이라고 할 수 있다. 따라서 환경보전 기술에 대하여 한국전력공사를 비롯한 相關 산업계와 연구기관들이 一心協力하여 노력할 때 우리의 밝은 未來가 보장된다고 하겠다.