

美國發電所의 溫排水 문제

미국에서는 聯邦水質汚濁防止法(1972년 제정, 1974년 이후 水淸淨法으로 改稱)에 의거, 1974년 10월 연방환경보호청(EPA)에 의하여 排水에 대한 放出기준이 公布되어 熱的汚染物質(溫排水)에 대해서는 冷却塔 등의 “經濟性 있는 最良의 實證技術”을 사용하여 汽力發電所의 冷却設備을 클로우즈드사이클 冷却시스템으로 改造 또는 新設함으로써 水域에의 熱放出을 減으로 한다는 극히 엄격한 法的·行政的 規制가 시행되고 있다.

지금까지 美國 電氣事業者의 이 문제에 대한 검토 그룹(UWAG)에 의한 「溫排水 리포트」에 의거 冷却塔 등의 클로우즈드사이클 冷却 시스템과 원스스루 冷却 시스템 등의 오픈사이클 冷却 시스템과의 環境的·技術的·經濟的 比較를 하여 水域에의 熱放出 제로規制의 生物學的·工學的 意義와 그 실태를 명백히 했다.

또한 EPA가 발행하고 있는 2개의 技術指針(溫排水의 規程緩和를 위한 適用除外에 관한 CWA 316(A)조항 및 冷却水 取水施設의 허가 신청에 관한 316(B)조항을 위한 技術指針) 및 EPA의 水質에 관한 클라이테리아에 대하여도 고찰을 했다.

그러나 이같은 技術指針이나 水質基準 등이 어느 정도의 科學的·技術的 識見의 축적에 기초하여 구성되고 또 이들 指針·基準에 對應하기 위해 適用되는 조사 방법, 예측방법, 또는 평가방법이 工學的 내지는 生物學的으로 어떤 레벨에 있고 어떤 기술적 문제를 내포하고 있는지에 대한 것이 未解決 事項으로 남아 있다.

1. 冷却水 取放水規制의 法的·行政的 側面과 運用의 실태

① 規制 당국의 感觸

聯邦水質汚濁法에 의거한 EPA의 溫排水規制가 클로우즈드사이클 冷却시스템을 요구하는 극히 엄격한 것이란데 不服하여 美國의 電氣事業者(UWAG)는 1975년 9월 聯邦控訴 재판소에 提訴하여 1976년 7월 재판소는 EPA의 溫排水規制를 부분적으로 취소하고 재검토를 명하는 판결을 내렸다.

이 判決에 대하여 EPA는 訴訟에 敗訴했다는 것을 率直하게 인정하고 이 規制의 再公布는 施行되지 않았다. 그러나 원스스루 冷却方式을 그대로 인정할 생각은 가지고 있지 않으며

당면 문제로 既存의 관계법령 등을 적어 적용하여 운용함으로써 클로우즈드사이클 冷却方式을 실행하려는 의도이다.

한편 316(A)조항에 의거한 適用除外 申請의 電氣事業者의 實證을 反論하는 科學的 재료가 없으면 EPA로서는 適用除外申請을 승인하지 않을 수가 없고 사실상 既設 發電所에 대하여는 거의 원스스루 冷却方式이 인정되고 있다.

EPA가 발행한 316(A), (B)조항의 기술지침에 대해서는 EPA는 그 不備를 인정하고 있으며 이것은 단순한 드래프트라고 하고 있으며 이것을 재검토하여 final(決定版)을 작성할 생각은 없다.

또 EPA가 1976년 7월에 개정 발표한 水質에 관한 클라이테리어에 대하여는 직접 규제를 하기 위해 만든 법률은 아니고 水質基準의 레벨이 어느 정도인지를 recommend한 것으로 하나의 가늠에 지나지 않는 것이라고 한다.

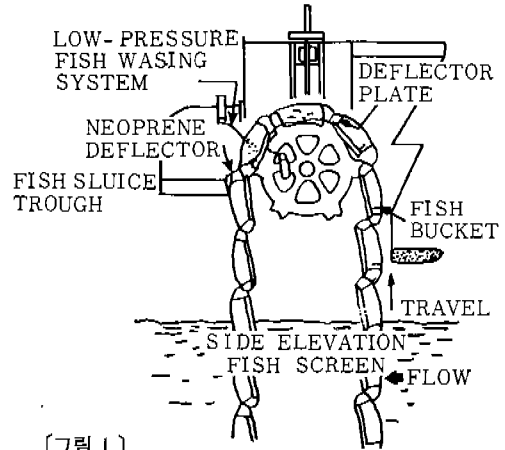
한편 NRC(聯邦原子力規制委員會)는 NEPA(國家環境政策法)의 정신에 의거 환경 정책에 관해서는 Benefit를 중요시하는 입장을 취하고 있으며 클로우즈드사이클로는 하지 않더라도 오픈사이클(원스스루方式)내지는 冷却池方式으로 대처할 수 있다는 見解를 표시하고 있다.

② 冷却水문제에 대한 共通的인 感觸

美國의 規程當局, 연구기관, 전기사업자의 冷却水 取放水 문제에 대한 공통적인 感觸은 다음과 같이 요약된다.

「溫排水의 放出에 의한 水域에의 영향은 별로 중요하지가 않다. 냉각수의 取水側의 生物影響에 주목해야 되며 取水面의 規제는 앞으로 冷却水對策에 力點을 두어야 한다.」

그것은 수많은 發電所(2백개소 이상)에 대하여 지금까지 膨大한 연구비(數億달러)의 투자에 의하여 시행되어온 溫排水 放出에 의한 水域에의 영향에 관한 조사연구 결과 폐쇄된 특수한 海域이나 작은 河川을 제외하고는 溫排水의 生態系에의 영향은 극히 경미하며 그 실질적 손해도 희박하다는 것이 명백해졌다는 사실에 기인한다.



(그림 1) Surry發電所의 魚類구출용 스크린인

이와는 반대로 冷却水 取水側에서의 生物에 대한 영향—주로 遊泳魚類의 成魚 및 稚魚의 impingement(取水스크린에의 충돌), entrapment(迷入), entrainment(冷却系에의 연행)—은 定量的으로도 실패 파악이 가능하며 取水側에서의 生物保護, 取水에 수반하는 영향을 줄이기 위한 대책 기술의 개발에 경주하는 動向이 EPA뿐 아니고 電氣事業者도 포함한 美國各機關에 공통적으로 엮을 수 있다.

EPRI(美國電力研究所)의 연구 프로젝트에도 그 동향이 나타나고 있으며 원스스루 冷却方式의 발전소에서도 取水施設에 각종 取水 영향의 低減對策을 시행하고 있다.

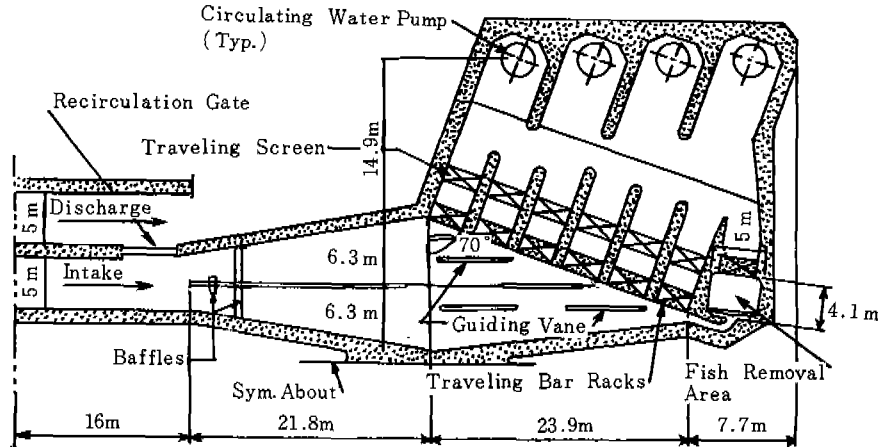
③ 新設發電所의 冷却시스템의 動向

前項의 動向에도 불구하고 美國에서 앞으로 새로 건설될 발전소는 클로우즈드사이클 冷却시스템을 채용할 계획이라는 것이 일반적이다.

가령 TVA의 河川邊立地의 發電所는 당면 5개년간은 모두 클로우즈드사이클 冷却方式으로 계획되어 있다. 그러나 굽기야는 원스스루 冷却方式이 시인될 것으로 기대하며 取水施設에 관한 연구를 예의 추진중에 있다.

EPRI, Pacific Gas & Electric社, Southern California Edison社의 공통적인 견해로는 원스스루 方式으로 臨海에 건설되는 것은 현재 공사중의 San Onofre 原子力發電所가 최후라고 한다. 그 이유는 溫排水(冷却水取放水)라는

[그림 2]
San Onofre發電所の
魚類충돌방지
스크린인과
回收裝置



문제의 對應에서가 아니고 卍法에 의거한 海岸開發 및 海面 이용의 규제에 의한 것으로 가령 클로우드사이클이라고 하더라도 海岸立地는 곤란하다는 것이다.

2. 冷却水の 取放水에 따른 物理的인 實態

① 放水面에 관하여

신설 발전소의 대부분이 전부 클로우드 사이클 冷却시스템을 채용하기로 되어 있으므로 연구의 필요성이 없기 때문에 각 연구기관에서의 放水面에 대한 연구는 거의 실시되고 있지 않다.

따라서 앞으로 記述하게 될 사항은 既設발전소에 관한 사항이다.

a. 事前調査, 氣象觀測, 水溫觀測

流動觀測은 브이 追跡 정도의 조사를 하고 있을 뿐이고 連續觀測에 의거한 流動이나 擴散 特性의 통계적 파악은 거의 실시되지 않고 있다.

b. 豫測 모델과 그 評價

國家레벨에서 오더라이즈된 예측 모델은 없고 電力會社에서 제출한 모델을 ORNL(國立研究所)이나 ANL(알론곤國立研究所)에 위탁하여 평가하고 있다. 새로운 모델의 평가는 實測結

과가 나와 있는 다른 발전소의 것을 사용하여 비교 검토에 의하여 실시되고 있다. 일반적으로 사용되고 있는 모델은 自然條件을 單純化하여 취급하고 있다.

c. 事後調査

316(A)에 의한 溫排水 영향을 定量化하기 위해 膨대한 연구비와 시간을 소모해가면서 溫排水擴散 범위의 각 상승온도마다의 發生確率을 구하기 위해 수많은 事後調査가 실시되어왔다. 그 결과 特殊水域이나 放水口의 극히 근방을 제외하고는 生物에 대한 영향을 인정할 수 없었기 때문에 NRC나 EPA는 1도C水溫上昇域에 걸친 광범위한 조사는 반드시 필요한 것은 아니라고 보고 있다.

② 取水面에 관하여

「環境에의 영향을 최소화 하는 가장 좋은 利用可能技術」이 요구되고 있어 각 電力會社는 取水口의 改造를 하고 그 效果의 모니터링을 시행하고 있다. 이 取水口 技術은 5년마다 검토되며 그 時點에서 可能的 最良設備를 설치하도록 EPA는 지도하고 있다.

a. 사이팅

取水對策으로서 생산성이 낮은 水域에서 取水한다는 사이팅 문제는 중요하다고 인정되어 水塊의 迷入範圍를 예측하는 연구가 실시되고 있다. 그러나 이 연구는 시작되었을 뿐이고 공

〈표 1〉 歐美의 海水(含半塩水) 冷却塔의 現狀

Chalk Point 火力# 3. 4(600 MW/基)	運轉中
B L England 火力# 3(175MW)	運轉中
Forked River 原子力(1180MWe, PWR)	建設遲延
Brandon Shores 火力# 5, 6(600MW/基)	建設中
Calvert Cliff 原子力	FWPCA 316a申請
Fleetwood 火力# 1 ~ 4 (30MW/基)	運轉中
Connah's Quay 原子力(1300MW)	建設中
英國은 半塩水冷却塔外 基타 13基	建設 또는 運轉中
西獨 NWE 電力會社(900MW)	建設中

表된 研究例는 없다.

b. 取水口의 구조

트라베링 스크리인의 배치·구조에 관한 연구가 활발하여 그 傾斜配置나 水平移動式 등이 개발되고 있다. 또 스크리인메쉬의 細分化나 回收放流裝置에 관한 연구도 실시되고 있다.

3. 冷却水 取放水가 바다生物에 미치는 影響의 生物學的 調査

美國의 汽力發電所의 冷却取放水和 바다 生物에 관한 연구과제로서 실시중의 것은,

(가) 冷却水 放水가 水域環境에 미치는 影響에 대한 연구

(나) 冷却水 取水가 水域環境에 미치는 影響에 대한 연구.

(다) 發電保守를 위한 부착 生物 防除에 관한 연구

(라) 溫排水 이용에 관한 研究의 4 가지로 大別된다.

이들 중 특히 (가), (나)에 관해서는 內陸立地와 臨海立地, 既設과 新設계획立地로서는 課題의 내용이 자동적으로 달라지며 溫排水 規制가 1974년 WPCA에 의거 실시되기에 이른 후 既設發電所에서는 윈스스루 冷却方式의 경우 316(A) 條項에 관계되는 無害證明에 의한 적용제외를 위한 모니터링과 평가방법이, 新設發電所

에 대해서는 無害證明을 위한 豫測과 評價方法이 검토되고 있다.

또한 동시에 316(B)條項에 의거한 取水施設의 認許可要件에 적합하기 위해 取水의 影響의 정도 평가와 影響을 최소로 하는 有用한 最良의 技術을 반영한 方法의 검토를 하고 있다. 316(A)조항은 이미 대부분의 發電所가 적합하기 때문에 연구의 主流는 316(B)조항에 관계되는 알·稚魚 및 成魚의 取水 迷入의 影響 평가와 그 방지 대책의 연구가 進行되고 있다.

① 放水 影響에 관한 연구 예

a. TVA. Browns ferry 原子力發電所에서는 길이 114m, 폭 35m, 깊이 1.6m의 콘크리트製 水槽 12基(1974년 건설비 30만 달러)를 설치하고 動·植物 플랑크톤, 魚具類(淡水産)에의 온도의 影響을 실험 중

b. San Onofre 原子力發電所(1號 45만 6천 KW 운전중, 2, 3號·각 110만 KW 建設중)에서는 海岸線에서 2,600ft(1號) 내지 8,500ft(3號)의 앞바다 海低(水深 20~30ft) 디퓨저에서 溫排水를 방출하여 바다 生物에의 影響을 최소한으로 하는 方式을 채용하고 있다.

② 取水 影響에 관한 연구 예

a. Surry 原子力發電所에서는 垂直移動式魚 스크리인에서 迷入魚의 구출을 하고 있다. (그림 1)

b. Pilgrim 原子力發電所나 Brayton發電所에서도 소규모이기는 하나 魚類救出用 스크리인이 稼動中이다.

c. Brayton-point 發電所에서는 Porous-Dike(多孔性堤防)에 의한 取水施設의 유효성을 실험중

d. ORNL에서는 循環 펌프 통과가 稚魚에 미치는 影響을 검토한 결과 펌프 통과의 影響은 적다고 보고 있다.

e. TVA, ORNL, ANL에서는 迷入防止를 기본적인 연구로서 검토하는 한편 충돌 Impingement에 의한 손모의 評가를 위한 數理 모델과 샘플링方法의 검토를 하고 있다.

f. San Onofre 原子力發電所에서는 魚類의

충돌방지의 取水路 구조와 魚類의 回收放流장치를 부대시키고 있다. (그림 2)

4. 發電用冷却시스템의 技術

① 調査 결과

a. 美國에서는 海水(含半塩水) 冷却塔設置의 동기로서 取水가 增設分에 대하여 卅政府에서 許可되지 않는다. 經濟的으로 在來方式이 곤란한 예가 많다. 一般적으로 水冷却塔의 환경영향에 대해서는 낙관적이고 半塩水· 冷却塔은 앞으로 건설이 계속될 것이라는 전망이었다. (표 1)

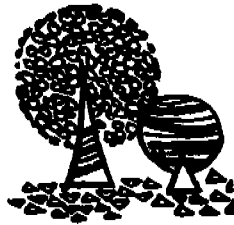
b. 歐美에서는 大容量으로는 自然通風式 冷却塔이 一般적인데 白煙發生, 塔高를 억제하기 위한 新型冷却塔, 溫/乾式을 채용하는 예가 있으며 이에 관한 연구 개발이 한창이다.

c. 塔 구조물의 재료는 淡水, 海水 모두 鉄筋 콘크리트가 主體이다.

d. 冷却塔에서 排出되는 塩分 드리프트는 各國이 現狀에서 낙관하고 있다.

e. 유럽 中部 이북은 여름의 부하가 적으므로 乾式의 채용에 적합하다. 乾/濕式의 성능과 부름 억제 효과의 연구가 한창이다.

f. 發電用 冷却塔의 연구는 美, 佛, 西獨에서 盛行되고 新型, 改良型의 塔内外의 傳熱流動, 白煙擴散, 드리프트 測定法 등 各種 연구 체에 전기사업으로서 資金을 투입하고 있다.



<p. 28에서 계속>

中小企業도 물론 이 범주에서 例外가 될 수 없다. 油類 즉 에너지節減경쟁에서 뒤지는 企業은 存立할 수 없게 되는 날이 눈앞에 와있음을 實感해야 할 것이다. 他業體의 눈치를 보거나 政府가 무슨 對策을 세워주겠거니 하고 있다가는 油價 重壓으로 經營의 유지가 어렵게 된다.

石油은 國內事情이 아니고 海外要因이기 때문에 政府에서도 그 對策에는 스스로 限界가 있는 것이다. 原油價格이 오르면 오르는 값으

中小企業의 에너지事情

로 導入하는 艱難에 別 報酬한 수가 있는 것이 아니다. 특히 中小企業은 지난 60年·70年代에 걸쳐 政府의 나름대로의 支援을 많이 받아왔기 때문에 石油문제에 있어서도 지금까지의 政府 存依態에서 벗어나야 한다. 그리고 高度한 經營合理化, 企業合理化로 他部門의 經費를 節減하여 에너지節減部門에 努力을 기울여야 한다. 특히 에너지 多消費업종은 製品의 코스트 面에서 에너지比率이 높다는 점을 감안해서 製品의 價格競爭力 強化에 留意해야 할 것이다.