

海·外·資·料

火力發電과 都市地域暖房 效果에 關한 考察(西獨)

〔原題〕 Influence of the Combination of Power & Heat Generation of Power Plant Technology

〔著者〕 M. Haase

〔資料〕 Combustion, 1970年 8月號

火力發電所에 關하여 發電과 都市地域暖房用熱供給을 同時에 行하는 方法은 實한 以前인 1880年頃부터 小規模로 實施하여 왔으나 最近에 와서는 그 有利性이 눈에 띄인 정도로 世界各國(美國, 獨逸, 英國, 스웨덴, 이탈리아, 덴마크等等)에서 實施하고 있다. 特히 西獨을 비롯한 北歐地域은 그 寒冷한 氣象條件때문에 널리 普及되고 있다. 이와 같이 電力과 熱을 結合하여 生産하는 것은, 電力은 電力 熱은 熱과 別個로 生産하는 境遇를 比較하여 燃料가 가지고 있는 Energy를 有効하게 利用하여 燃料消費面에도 經濟的인 同時에 大氣汚染의 減少, 人間生活을 快適하게 한다는 것 이상의 效果가 있으므로 今後 더욱더 그 有用度가 增加 되리라 생각된다.

여기에서는 西베르린에 있어서 熱供給發電의 概要에 對하여 記述한다.

獨逸에서 地域暖房事業이 發展하는 理由로서는 通常 다음의 3가지로 생각할 수 있다.

그것은 ①總物建設用的 土地價格이 높고 ②公營對策을 推進할 必要가 있으며 ③國家的 經濟政策 乃至 燃料政策에 適合하도록 하는데 있는 것이다.

特히 大氣汚染防止規制의 結果 小規模Boiler를 없애고 높은 密度가 密主되어 있으므로 미관상 좋지 않아 地域暖房事業을 發展시키게 된 것이다.

地域暖房을 經濟的으로 成立시키는 條件은, 住宅의 密度, 氣象條件, 熱의 利用度 등 關聯된 熱需要密度, 即 單位面積當 熱負荷가 있는 程度以上으로 크지 않으면 안된다.

이 熱需要密度는 最低7~10G Cal/h/km², 住宅에는 1,500戶/Km² 程度이다.

더욱 熱供給Plant의 거리거리는 그 限界가 3~6

Km 程度이다. 地域暖房用, 熱供給의 溫度는 蒸氣의 경우 200°C~220°C, 熱水의 경우 80°C~150°C, 返水 40°C~70°C 程度이다.

1. 熱供給發電所의 解說

都市地域暖房用的 熱은 火力發電所의 發電과 組合함으로써 더욱더 經濟的으로 利得이 크다. 이 熱供給發電所는 發電을 함과 同時에 그 過程에 있어서 發生하는 熱水, 또는 蒸氣를 地域暖房用으로 供給한다.

2. 西Berlin市에 있어서 Central Heating system의 開發에 關하여

西 Berlin 電力會社(BEWA)가 (Berlin)市에 熱供給 發電을 開始한 것은 1926年으로 44年間的 開發의 歴史를 가지고 있다.

이에 關해서는 獨逸이나 外國의 많은 都市에 都市地域暖房을 開發하는데 參考가 되고 있다.

當初는 Steglitz發電所와 Charlottenberg 發電所의 二個所였었는데 熱媒로서는 前者는 熱水, 後者는 蒸氣를 使用하였다. 그後 몇몇개의 小規模 System이 開發되고 1945년에 이르러서는 6發電所에서 熱出力總計 100G Cal/h에 達했다.

戰後 破壞된 都市의 再建計劃 가운데 西Berlin 電燈電力會社는 有利한 立場에 있었고 既存의 System을 擴張함과 함께 經濟的 장점을 얻을수 있는 地域에 是 새로운 System을 開發하였다.

이것은 수많은 大規模新銳火力發電所를 建設하였

고 舊式의 小規模火力發電所는 電氣以外의 目的에 利用을 可能케 하는데 起因하게 된 것이다.

熱媒體로서는 一部の 工業用 需要家에서는 蒸氣도 使用하고 있으며 一般의 으로는 熱水를 使用하고 3配管方式(暖房用, 溫水供給用, 返水用 各1本)에 依해서 需要家에 供給하고 需要家는 제각기 計量裝置를 設置하고 使用量에 해당하는 料金を 支拂하는 System으로 되어있다. 現在 西Berlin에 있는 6個所의 火力發電所 가운데 5個所는 熱供給 System이 되어있고 그 總出力은 861G Cal/ho이다.

電力需要의 增大에 對處하기 爲하여 現在 Berlin市에 建設은 豫定하고 있는 Unit는 어느것이나 熱供給하도록 計劃되고 있다. 또한 現在의 地域暖房은 제각기 獨立된 System을 이루워 그 供給範圍를 넓혀 제각기 配管에 依해 連結하고 總合System을 만들 豫定으로 있다. 西Berlin電燈電力會社의 1958年以來의 都市 地域暖房開熱供給量의 地域暖房用의 總熱出力은, 1958年의 596T 칼로리부터 1968년에는 1.731T 칼로리까지 이루워 지므로써 10年間에 3倍의 增加를 보였다. 또한 蒸氣暖房 System의 比率는 1958年의 36%부터 1968년에는 16.5%로 低下되었다.

西Berlin電燈電力會社의 總發電出力(kw)에 對하여 熱供給發電出力(kw) 比率의 增加狀況 및 熱出力G 칼로리—當發生電力量(Kwh)의 增加狀況을 考察하여 보면 10年間에 前者는 8%로 부터 16.6%로서 2배에 後者는 284Kwh/G Cal 부터 420Kwh/G Cal로 增大하였다.

1968年의 1年間에 7億 3,000萬Kwh의 電力은 熱供給plant에 依해 發電되고 熱供給을 하는 電力과 熱을 別個에 供給하는 경우와 比較하여 128,000t의 石炭이 節約되고 있다.

現在 西 Berlin市內에 있는 發電設備 1.160MW 가운데 30%인 358MW는 熱供給設備를 가지고 있다.

現在 計劃中의 設備가 完成되면 總出力의 50%가 熱供給設備를 갖게 될 것이다.

3. 熱供給發電所의 解説

여기에서는 最近의 熱供給發電設備의 概要와 熱供給을 할수없는 最近의 復水式發電設備와를 比較하는 경우의 差異에 對해서 記述에 보겠다.

發電만을 하는 경우는 蒸氣發生器에서 發生하는

蒸氣는 高, 中, 低壓 turbine에 供給한다. 復水는 復水器에 冷却水에 依해 冷却시키고 復水Pump, 熱交換器 脫氣器 給水Pump, 給水加熱을 통과하여 蒸發發生器에 떨어진다 熱供給을 할 경우는 熱供給用의 附屬裝置를 어느程度 增加시킨다. 中壓turbine과 低壓 turbine의 사이의 蒸氣 line에는 폭격기 설계 되었다.

主復水器 및 二個의 給水加熱器外에 二個의 熱復水器(heat conelyser)가 설치되어 各各 高速遮斷 밸브를 지나서 熱抽出點 2,3에 接續하게 되어있다. 또한 熱交換器 (heat exchanger)를 1個設置하여 水處理를 할때에 turbine 事故의 경우에는 豫備 Unit가 쓸모있게 된다.

이 熱交換器는 通常는 熱抽出點 1로부터 蒸氣의 供給을 하게되는데 緊急時에는 再熱器로부터 반대로 蒸氣의 供給을 한다.

熱供給發電 Plant의 熱供給은 3配管方式에 依해서 供給 된다. 溫水供給用, 暖房用 및 返水用은 共通으로 되어있다.

溫水供給 System은 年間을 통해서 一定溫度로 運轉되며 暖房用 System은 外氣溫度에 따라 調整된다. 이것이 復水抽出 turbine의 背壓 turbine과 比較해 볼 경우 有利한 點이 있다.

背壓 turbine에는 電力의 發生量은 熱供給量에 比例하는 것으로부터 電力과 熱의 사이에는 自由性은 없다.

그러기때문에 背壓 turbine은 夏期의 暖房用 熱需要가 없는 동안에는 熱復水器를 冷却水로 冷却시켜 turbine을 復水 turbine으로 運轉하지않으면 發電할수없다. 復水抽出 turbine은 冬期의 熱需要期에는 충분한 蒸氣를 抽出하여 運轉하므로 熱需要에 따라 發電은 減少되고 夏期의 熱不需要期에는 充分한 發電을 할수가 있다.

[註] 熱供給發電에 있어서 基本的인 特性으로

發生되는 電力量Kwh當 利用되는 熱量 G-Cal를 表하면 熱電比는 다음과 같다.

$$\text{即 熱電比} = \frac{\text{利用되는 熱量}}{\text{發生되는 電力}} \left\{ \frac{\text{G Cal}}{\text{Kwh}} \right\}$$

이 熱電比의 值에 따라 熱供給發電의 主要한 形式이 決定된다. 또한 熱水의 경우는 蒸氣의 경우에 比하여 利用하는 溫度가 낮으므로 熱電比는 적고, 또한 發電出力의 減少도 적다.

4. 運轉上の 効果

(1) 熱需要와 電力需要의 피크의 推移

發電設備의 運用面에 있어서 熱供給發電의 效果를 評價하기 爲하여는 熱需要 및 電力需要의 特성을 알지 않으면 안된다.

西Berlin에 있어서 1951~52年 및 1968年~69年の 熱需要期間의 負荷狀況을 살펴 보면 1951~52년에는 電力需要의 피크는 12月 下旬의 午後 熱需要의 피크는 1月, 때에 따라서는 2月~3月の 氣溫의 낮은 午前中에 發生되고 電力需要와 熱需要의 피크의 時間帶는 전혀 다르다.

1964年~1965年以來 熱, 電力도 尖頭需要는 1月の 低溫의 일기에서 發生하고 있으며 또한 電力需要의 피크는 午後부터 午前으로 移行된다. 때문에 電力需要의 피크와 熱電의 피크는 거의 同時에 發生하고 있다. 이것은 西 Berlin市의 特殊事情에 따르는 것으로 생각된다. 西 Berlin市에 있어서는 大電力消費産業은 적으며 그 때문에 一般住宅用電力消費의 比率이 높고 西獨 全體의 平均 23%에 對한 西 Berlin市에는 37%에 達하고 있다.

電力 피크는 午前中에 發生하고 주로 電熱의 使用에 依한것이 많다.

熱需要期間中에 熱供給發電 Plant를 어떤 見地에서 適用하더라도 問題點은 없다. 西 Berlin市의 暖房 Season은 9月 中旬부터 始作하여 3月 中旬까지 계속된다. 外溫7°C以上の 경우에는 夜間暖房熱供給은 中止되고 그 以下の 경우에는 夜間에도 供給을 계속하고 있다.

(2) 夜間電力에 依한 蓄熱에 關하여

다른 많은 電力系統의 境遇도 마찬가지로 西Berlin 電燈電力會社의 系統에 있어서도 夜間の 剩餘電力을 蓄熱暖房에 使用하려는데 그 意義가 增大되고 있다. 過去 8年間에 蓄熱暖房用電力需要는 2.5MW에서 110MW를 增加되었다. 蓄熱暖房用器具의 大部分(約80%)은 氣象條件도 考慮하여 蓄熱時間은 氣溫에 따라 數段階에 調整되고 예컨대 氣溫 5°C라면 約 5.5時間, 15°C라면 約 10時間 蓄熱이 계속된다.

夜間電力蓄熱暖房에 依해서 改善하는 負荷曲線(이 負荷曲線은 1968年 12月 26日의 深夜부터 8時

까지의 사이에 測定한 것이다.)을 기준으로 하여 고 峯해 보면 蓄熱의 周圍溫度가 더 높기때문에 이期間은 熱供給 turbine의 負荷는 蒸氣發生器를 維持시켜 最少負荷까지 減少시킨다.

(3) 點檢과 保修

熱供給設備의 點檢은 當然, 熱需要 Season 以外 일에 예를 들면 6~8月사이에 한다.

全面的인 點檢, 保修作業은 Berlin電燈電力會社에서는 5年마다 하고 있다.

作業은 turbine의 點檢을 포함해서 約6週間을 必要하고 있으며 上記에 依한 夏季에 하지 않으면 안된다. 其他의 Unit에 關하여는 봄부터 가을까지에 點檢保修한다.

(4) 熱供給發電 Plant가 여러개있는 경우의 最適運轉方法에 關하여

多數의 熱供給 Unit부터 1개의 地域暖房 System에 熱供給을 할 경우 熱負荷 및 電力負荷를 範圍內에 1개의 Unit부터 다른 Unit에 移行하기는 可能하므로 더욱더 經濟的인 運轉을 하기 爲해서는 전체의 利用할수있는 Unit에 對해서 熱負荷, 電力負荷와 最適比率로 分配하지 않으면 안된다.

또한 熱供給發電 Unit는 熱力學設計上 各기 큰 차이가 있으므로 이러한 要素를 考慮하고 電子計算機를 빌리지 않으면 最適負荷配分을 기대할수없다.

5. 運轉員에 關해서

火力發電所의 運轉技術에 다시 말해서 熱供給發電 Unit技術을 必要토하는데는 運轉員에 關해서는 充分的 考慮가 있지 않으면 안된다.

數個의 熱供給Unit로부터 1개의 地域暖房 System에 供給하게되는 境遇 運轉制御는 中央制御所에서 하는데 熱水의 溫度는 外氣溫度와 天氣豫報의 要素를 考慮하여 設計되고 曲線에 따라 調整된다.

그 目的을 위해서는 各種의 制御裝置 예를 들면 中壓 turbine, 低壓 turbine사이에 지나가는 線을 꼭 피이게하고 熱供給 Pipe의 質, 循環펌프 其他의 펌프등을 制御室로부터 間接에서 制御시킨다.

또한 熱自動閉塞 System도 中央制御所의 制御盤으로부터 起動케 한다.

<6p에 계속>

- ④ 工事費 外資 35,500,000弗
 內資 4,000,000,000원

3. 運休發電所

72년에는 効率が 낮은 아래 蓄火力施設은 豫備電源으로 轉換 運休하게 된다.

- (1) 蔚山개스터빈 150,000KW
 (2) 光州디젤 11,000KW
 (3) 舊往十里디젤 12,000KW

III. 販賣計劃 및 需要開發

剩餘電力의 處理를 위해서는 全社員을 「세일즈·맨」化하여 販賣活動의 擴大와 需要開發을 舉社의 으로 추진한다.

電氣相談과 電氣機器의 展示를 위한 「서비스·센터」를 서울地區 2개소 및 釜山, 大邱, 光州, 大田 地區에 각 1개씩 增設함과 동시에 深夜電力料金制度의 실시로 家庭燃料의 電熱化를 권장, 電氣溫突 溫水器, 蓄熱式暖房器 등의 普及에 추력하여 優秀 製品의 推薦制과 社員直賣制 등을 실시할 계획이다. 그밖에 中央 및 太白, 嶺東 등 産業線의 電鐵化, 一百萬燈目標로 白熱燈의 勸奨, 農水産의 電化, 14萬KW 容量의 自家發電吸收 및 市販電氣機器의 稅率引下등을 강력하게 추진한다.

그리고 年間發電量은 1百28億KWH, 販賣電力量은 前年對比 21.8%가 늘어난 1百8億KWH를 계획하고 있으며, 販賣收入은 7百80億원 그리고 年間純利益은 42億6千萬원을 計上하였다.

IV. 서비스改善

年間總投資額 5百27億원 가운데 2百67億원을 들어 送配電設備를 擴張整備함으로써 良質의 電力供給에 추력하되 優先順位를 新規需用送配電線延長과 柱上變壓器 등 末端需用家와 직접된 設備擴充에 두어 서비스改善을 도모할 계획이다.

또한 지금까지 복잡한 新規需用節次를 더욱 간소화하여 窓口行政의 改善에 추력한다.

그리고 上半期중에는 71년에 이어 全國 17萬戶의 低電壓을 일소할 방침이다.

V. 農漁村電化

財政融資金 36億원과 韓電負擔金 8億2千萬원, A DB借款 18億4千萬원 合計 62億6千萬원으로 全國 16萬4千戶에 대한 電化事業을 추진한다.

이 事業이 완성되면 71年 31.5%였던 農漁村電化率은 40%로 향상된다.

<19p에서 계속>

中央制御所에는 蒸氣發生器과 turbine 發電機의 運轉經驗者가 勤務한다. 會社에는 勤務員은 熱供給發電의 原理와 運轉 및 3 配管 System에 익숙하도록 敎育計劃을 세워 指導를 하고있다.

6. 結語

(1) 熱供給發電의 計劃, 設計에 있어서 더욱더 重要한것은 熱供給 System의 信賴度가 높고 또한 經濟的이라는것을 들수있으며 그 目的을 達成하기 爲해서는 其他의 發電所와의 並列運轉을 考慮할 必要가 있다.

(2) 熱供給發電의 效果는 熱需要와 電力需要의 如何에 따라서 定하여 진다.

夜間, 熱供給過程에서 發電되는 剩餘電力을 有効하게 活用하는 方法으로는 夜間電力蓄熱暖房이 있는데 熱水에 依한 地域暖房에는 못미치지마는 經濟性을 보충시켜주는한다.

(3) 數個의 熱供給發電 Unit로부터 1개의 地域暖房 System에 熱供給을 한 경우·전체적인 Unit에 對한 最適負荷配分을 하지 않으면 안되겠다.

(4) 熱供給 發電에 依한 燃料를 效率의으로 利用되는때에는 發電 및 暖房用供給의 總給 Cost가 減少된다.