

# 에너지節約 을 위한 電力管理

李 根 喆  
(KORSTIC 技術部次長)

## 1. 序 言

國際적으로 에너지情勢가 石油을 中心으로 不安定化, 高價格化를 指向하고 있는 狀況下에서 省資源, 에너지節約이라는 用語가 流行語처럼 使用 되고 있다.

에너지費用이 製品코스트에 미치는 影響이 커서 企業에 있어서 에너지節約에 대한 對策은 切實한 問題가 되고 있다.

그러나 限定된 資源과 에너지浪費를 節約하여 福祉 向上에 도움을 주는 것은 企業의 重要한 課題가 되고 있다. 또한 省에너지와 經濟活動을 圓滑히 推進시키면서 에너지效果가 成就되도록 技術革新이나 合理的인 시스템을 圖謀하는 것은 電氣使用合理化의 目標가 된다.

企業은 恒常 理在보다 다음 段階에서 原價의 低減를 考慮하여야 하므로 生産活動이나 業務活動 등 全般的인 企業活動을 效果的이며 經濟的으로 遂行하지 않으면 안된다.

本稿에서는 電氣技術者가 貴重한 電氣에너지

를 어떻게 活用하여야 하는가를 電氣使用 合理化의 方法과 電力管理의 要點을 中心으로 記述하고저 한다.

## 2. 電力使用合理化方案

### [ 1 ] 電氣使用合理化의 目標

電氣使用合理化를 推進하고 에너지節約을 效果的으로 向上시키려면, 社會環境과 經濟情勢의 變化에 따라서 또한 個個의 企業 立場에서 直視하여야 된다. 먼저 電力管理의 觀點에서는,

- ① 負荷率를 向上시키기 위한 操業方式의 檢討
- ② 配線 末端(負荷設備)에 있어서 力率 改善
- ③ 設備機器에 대한 適正 負荷 方法(空轉, 輕負荷 防止)
- ④ 不必要 電力의 削減과 損失의 追求
- ⑤ 生産 阻害를 招來하지 않는 安全管理, 設備管理 및 保安全管理
- ⑥ 工場別, 工程別 및 製品別 原單位의 把握

과 推移 등을 들 수 있으며 에너지節約의 觀點에서는,

- ① 機械裝置의 에너지管理를 徹底하게 強化할 것
- ② 設備의 諸元과 操業 實態의 把握(稼動率, 能力 등)
- ③ 諸設備의 에너지特性(消費特性, 效率, 原單位特性, 要因圖 등)
- ④ 經濟적으로 合當한 에너지節約機器 導入
- ⑤ 에너지節約을 위한 新規프로세스의 研究開發
- ⑥ 其他 에너지에 대한 轉換의 檢討
- ⑦ 에너지 및 資源의 交叉에 대한 推進強化 등을 들 수 있다.

이와같이 各方面에서 創意와 節約意識을 徹底히 發揮하여 省에너지를 推進하고 에너지原單位的 低減을 계획하여 實施하여야 한다.

## [ 2 ] 電力原單位的 低減策

基本的인 電力(에너지)原單位的 低減策으로서 첫째, 電力 등 使用實態를 生産機能의 原點에 立脚하여 細部까지 調査把握한다(使用電力 = 出力).

둘째, 製品를 完成할 때까지 理論必要電力量(에너지量) 등을 算定한다(理論必要電力 = 入力).

셋째, 理論的 必要電力量(에너지量) 등과의 差異를 分析하여 여기에 介在하는 機械 및 設備의 效率損失과 操業損失 등을 改善의 目標로 한다, 등을 들 수 있으며, 效率는 使用電力 / 理論必要電力 × 100%으로 表示된다.

現在까지 電氣에너지는 2次에너지로서 여러 가지 長點이 있어 貴重히 다루어졌으며 電氣에너지를 熱에너지로 使用하는 것을 極力 避해야

된다. 또한 熱→電氣→熱의 損失이 많은 變換過程을 거치는 것은 아니나 電力에 대한 1單位의 節減은 熱에너지의 2.6~3單位의 節減에 相當하므로 徹底한 對策을 세워 2~3倍를 目標로 1次에너지를 節減해야 된다.

製造工程中 各 機器에 대한 最高效率의 發揮 高效率機器의 導入, 最適操業方式과 이노베이션, 作業態度 및 方法 등 實態中에 介在하는 損失의 削減은 現狀을 分析하고, 他會社의 例나 效率적인 플랜트 등을 比較檢討함으로써 科學적으로 判斷하지 않으면 안된다.

## [ 3 ] 에너지節約 對策

從來 省에너지 推進을 보면 電氣關係는 電氣擔當者가, 그리고 燃料는 各 工場의 熱管理士가 實施하였다. 電氣擔當者나 熱管理士는 電氣나 動力部門에 所屬되는 경우가 많아 省에너지는 電氣 設備나 보일러 및 配線, 配管設備의 플랜트유틸리티를 主體로 하여 合理化의 主流를 이루고 있다.

그러나 電力設備나 보일러, 配線, 配管 設備 등은 에너지를 消費하는 設備가 아니고 에너지를 供給하는 裝置 등으로서, 여기서 消費되는 量 즉 損失은 매우 적다.

따라서 새로운 에너지節約對策은, 첫째 에너지를 많이 使用하는 生産設備에 着眼을 두어야 하며, 둘째는 에너지損失이 크므로 이것을 節減한다는 發想을 버리고 生産設備에 어느만큼 에너지가 必要한가를 算定해서 推進하지 않으면 안된다.

또한 生産技術部門을 主體로 한 從業員들에게 에너지節約 思想을 鼓吹시키고, 合理化運動을 展開하여 生産原價의 低下를 圖謀해야 된다

### 3. 電力管理의 要點

節電과 에너지節約을 推進하기 위하여는 電力原單位, 負荷率 및 力率 등을 調査함으로써 電力使用의 實態를 把握하지 않으면 안된다.

#### [1] 電力管理의 目標

電力原單位의 低減, 負荷率의 向上, 力率의 改善 등은 工程, 作業, 品質 및 運搬의 各管理등과 同一系列로서 한편을 改善해서 向上시키면 電力管理도 改善되어 向上된다. 또한 生産方法의 開發, 自動化, 省力化, 品質改善 및 保全管理는 積極인 電力管理 向上의 手段으로 考慮될 수 있으며, 따라서 生産管理의 良否가 直接電力管理에 큰 影響을 미치는 것은 當然하다.

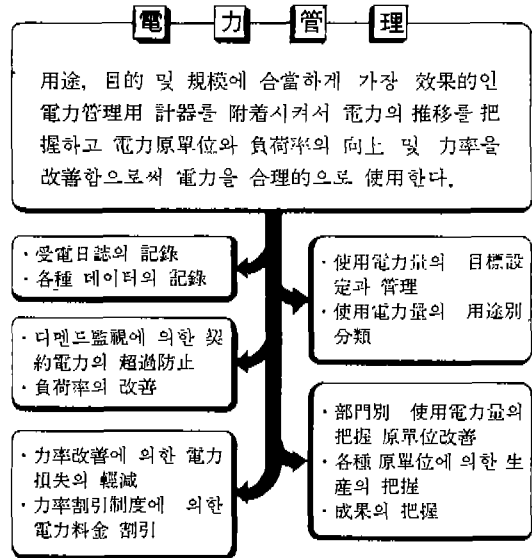
#### [2] 使用電力量의 掌握

電力管理를 推進하기 위해서는 電氣에너지가 어떻게 使用되며 電力使用이 年間 가장 많이 利用되는 것은 어느 季節인가, 이 경우 最大電力과 月間使用 電力量은 어떻게 되는가, 또한 晝夜間의 差異를 把握하는 것은 用途別 電力使用量을 理解하는데 매우 重要하다.

#### [3] 負荷率의 改善

負荷率은 어느 期間中의 平均電力을 그 期間中의 最大電力으로 除한 것으로 百分率으로써 表示되며 年, 月, 日 負荷率이 있다.

負荷率도 電力原單位와 같이 電力管理의 一部이며 自動機械의 導入에 의하여 반드시 負荷率이 向上된다고는 말할 수 없는 경우가 있다.



[그림 1] 電力管理關係圖

負荷率의 改善에는 自動化와 省力化에 의하여 操業時間의 延長이나 電力의 深夜移行 등 適切한 作業管理가 매우 重要하다.

그리고 同一電力量을 使用해서 電氣 料金を 安定시키기 위하여는 負荷率을 向上시키고 尖頭電力을 커트해서 基本料金を 적게 해야 된다

### 4. 原單位의 把握에 의한 低減方法

코스트計算은 製品 1單位當 消費되는 諸費用을 總合한 것이나 基礎가 되는 것은 材料使用量, 에너지使用量, 勞動時間 등으로서 이들의 物量 單位當의 消費量을 原單位라고 한다. 이것을 使用하면 總合인 生産계획의 計數에 도움이 된다.

## 〔1〕 電力原單位를 求하는 方法

一定한 生産量에 要하는 電力量을 電力原單位라고 하며 電力管理의 根本이 되며 電氣使用 合理化와 生産管理上의 尺度로서 重要한 意味를 갖고 있다.

單一製品을 製造하고 있는 工場에서는 使用 電力量으로서 工場의 全使用電力量을 利用하여 計算하고 있으나 多種 少量의 生産工場에서는 製品別, 工程別 또는 部門別 등으로 나누어 생각하지 않으면 改善의 尺度로 使用할 수 없다. 그리고 個別的인 경우의 電力原單位를 求하면 다음과 같다.

## ① 總合電力原單位

總合電力原單位

$$= \frac{\text{總使用 電力量(KWh)}}{\text{總生産量}[(t, g)(m^3, l)(打, 個) 등]}$$

## ② 製品別電力原單位

製品別電力原單位

$$= \frac{(\text{直接電力量} + \text{間接電力量})(KWh)}{\text{製品別生産量}[(t, g)(m^3, l)(打, 個) 등]}$$

數種의 製品을 生産하고 있는 경우 各製品別로 直接電力量과 間接電力量을 計量하면 求하기 쉽다.

## ③ 直接電力原單位

直接生産에 使用되는 電力量에서 電力原單位를 求하는 경우, 前式의 間接電力量을 除外하여 求한다.

## ④ 工程別 또는 機器別 電力原單位

各 工程의 改善手段과 機器의 效率狀態를 考察하는 데는 제일 좋은 方法이며 總合電力原單位만으로는 不充分하다.

## 〔2〕 에너지原單位를 求하는 方法

## ① 總合에너지原單位

總合에너지原單位

$$= \frac{\text{總에너지量(Kcal)}}{\text{總生産量}[(t, g)(m^3, l)(打, 個) 등]}$$

燃料=保有發熱量×使用量

② 製品別 에너지原單位와 直接에너지原單位 및 機器別 에너지原單位는 電力源 單位와 똑같이 求하면 良好하다.

특히 機器別 에너지原單位는 各 單一의 機器에 대하여 에너지量을 求하는 것이므로 入力에 너지量과 出力量을 比較해서 機器의 效率를 求하고 改善의 手段을 檢討하면 좋다. 또한 各種 에너지量을 熱量으로 換算하여 品質, 코스트 및 設備費 등을 總合의으로 檢討하고 이것을 에너지節約의 指標로서 定한다.

## 〔3〕 其他 原單位를 求하는 方法

工數原單位, 材料原單位(直接材料, 主要副資材로서 製品 1單位當의 材料)는 製品과 生産數의 對比에 의해서 다음과 같은 指數를 만든다.

工數를 基準으로 하는 原單位는 1工數當 工數(例: 1人當 몇個)와 單位生産數當 工數(例: 1臺當 몇번(工數))가 있으며, 이것을 어느 工場에서나 生産性的 指標 또는 계획의 基準으로 使用하면 좋다.

## 〔4〕 原單位에 대한 增減의 檢討

各原單位는 어느 경우나 逆數가 使用되며 生産계획에는 逆數의 편이 便利한 때가 있다. 특

히 材料나 에너지의 供給에 制限이 있는 경우 이것을 基準으로 하여 製品別의 生産量이 決定된다.

그리고 製品코스트를 차지하는 各 要素別 費用을 알기 위하여는 原價를 把握해서 合理化와 에너지節約을 推進하는 것이 重要하다.

同一條件에서 生産量이 增加하면 原單位는 低減하고 生産量이 減少되면 原單位는 低下되는데, 이로부터 電力原單位의 數値는 電氣가 有效하게 使用되는가 어떤가를 觀察하는 데 있어서 尺度가 됨과 同時に 生産性的의 判斷에 매우 重要的인 것이 된다.

電力原單位의 低下는 直接的이며 가장 現實的인 問題로서 電力管理의 根本이 되며 電氣使用合理化의 最終的인 目的이 된다.

### [ 5 ] 操業度와 電力原單位의 變動要因

電力原單位는 生産量과 生産에 要하는 電力量과의 關係를 表示하는 것으로서 다음과 같은 경우에 電力原單位를 低下시킬 수 있다.

① 生産量이 同一하고 電力量이 많은 경우에는 生産機械에 技術的인 改善을 行하는데 主로 電力損失의 輕減에 重點을 둔다.

② 使用電力量이 同一하고 生産量이 增加한 경우

③ 生産量과 使用電力量도 增加했으나 使用電力量의 增加 比率보다 生産量의 增加 比率이 큰 경우 등이다.

그러나 ②와 ③의 경우보다 一般的으로 ③인 경우가 많은데 이것은 工場의 操業도에 깊은 關係가 있으며 同一 製品을 生産하여도 生産量이나 生産方式이 다르기 때문이다. 한편

工場의 原單位를 求하고 이것을 檢討한 後 目標原單位를 만들어 比較하면 良好하다.

### [ 6 ] 操業度の 低下와 生産量の 減少에 의한 原單位의 惡化

製品에 대한 에너지의 原單位增減은 經濟情勢와 社會環境에 의해서 變化된다. 生産量の 增減에는 比例하지 않는 固定電力, 間接電力으로 인한 操業度の 低下와 生産量の 增減에 의한 固定電力 및 間接電力의 比가 적어져 原單位를 惡化시킨다.

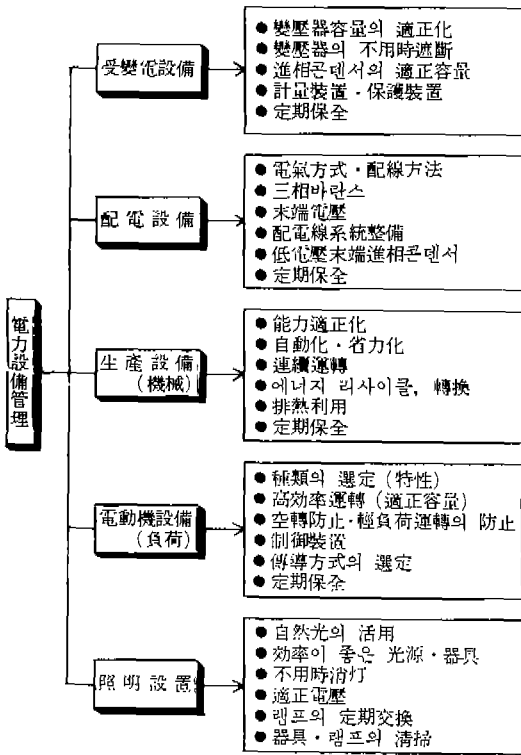
또한 品質向上과 公害對策의 進行으로서 生産部門의 電力使用量이 漸増함과 同時に 社會環境의 高度化에 대한 勞動環境의 改善 등으로 에너지가 增加된다.

今後 方向으로서 工場全體의 에너지 使用을 效果的으로 節減할 수 있는 最適시스템의 思考와 아울러 새로운 에너지節約 技術의 開發에 賦與된 役割은 매우 重要하다.

## 5. 에너지節約을 指向한 電力設備管理

電力設備는 [그림 2]와 같이 大別해서 受變電設備, 配電設備, 生産設備, 電動機設備 및 照明設備로서 構成되어 있으며 以外에 生産設備에는 空調設備과 電熱 및 其他 設備이 있으나 省略한다.

電力設備管理는 設備의 계획에서 保全에 이르기까지 一貫된 總合的인 管理로서 合理的인 設計, 機器의 選定 및 이의 效果的인 使用을 圖



[그림 2] 電力設備管理 合理化의 例

謀할 必要가 있다.

이를 위하여 電力設備의 계획과 設計로부터 施工, 運轉, 保全에 이르기까지 圓滑한 管理가 電力設備管理의 重要한 要點이 된다.

끝으로 電力設備를 계획, 設計, 施工, 保全할 때의 要點으로서, 첫째, 信賴性이 높고 經濟性이 優秀할 것, 둘째, 電氣의 質이 良好하고 安全할 것, 셋째, 運轉의 操作性와 保全性이 良好할 것 등을 들 수 있다.

### ○ 附 錄 ○

[空氣壓縮機設備運轉시스템의 成功事例]

어느 鐵工所에 있어서 壓縮空氣는 鋼材의 屈曲

加工, 材料의 搬送 및 位置決定과 各 機械裝置의 操作用으로 使用되고 있다. 工場設備中 月間 電力 使用量의 16%를 占有하고 있는 壓縮機設備에 대하여 運轉方法을 效果의으로 改善하였다.

아직 使用되고 있는 壓縮機設備는 1, 2號機37KW, 3號機22KW로서, 合計 3臺96KW이다. 3號機는 作業工程의 單獨運轉이나 殘業時에 使用되고 있다.

#### ◆ 改善의 內容

3臺壓縮機의 能力活用度를 다음 式으로 測定해서 計算하면 [表 1]과 같다.

$$\text{能力活用度 } i = \frac{\text{月間使用電力量(KWh)}}{\text{月間運轉時間(h)} \times \text{電動機入力(KW)} \times 100\%}$$

本 能力活用度의 測定으로부터 다음과 같은 것을 알 수 있다.

① 能力活用度 i는 負荷狀況도 同時에 把握할 수 있다.

② 各 壓縮機도 언로오드 時間이 짧으며, 活用度 i는 3臺의 平均 55%로서 45%는 空轉되어 設備의 稼働率이 낮다.

③ 設備能力이 크며 吐出壓力이 높아 使用電力量이 적어져 有效稼働率이 나쁘다.

④ 空氣機器와 空氣配管設備의 空氣漏洩은 壓縮機의 使用電力量으로서 約24%가 됨을 알 수 있다.

上記와 같은 實態에서 壓縮機를 運轉하는 경우 負荷의 使用量에 따라서 適合한 轉運率數를 決定하고 餘分の 壓縮機는 停止시켜서 最小限으로 必要한 壓縮機로서 運轉하도록 臺數制御를 行하지않고 效率이 좋은 負荷로서 運轉함으로써 經濟的인 運轉이 可能했다. 그 結果 다음 改善效果를 얻었다.

#### ◆ 改善의 效果

##### ① 大幅的인 電力의 節減

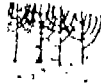
全機와 全體 全負荷運轉으로 되어 運轉時間도

<P. 16에서 계속>

한편 이와같은 對備措置가 이루어진 다음 確保된 人員을 中心으로 妥當性 檢討 Team을 構成하여 自體豫備檢討를 遂行케 하여 앞으로의 계획推進方向을 決定할 豫定이다. 그 時期는 1981年 乃至 82年頃이 될 것으로 보이며 90年代 初期에 竣工 目標로 하여 事業을 推進할

豫定이다.

이 82年부터는 論議의 次元을 汎國家的 Level로 擴大하여 關係되는 研究, 學術團體, 製作 및 技術會社 등이 廣範圍하게 網羅되어 密接한 協調가 꼭 이루어지기를 바라마지 않는다.



<P. 31에서 계속>

短縮되었으며 電動機도 力率이 높은 狀態로서 使用할 수 있었다. 또한 負荷率의 向上으로부터 電力基本料金の 節約을 圖謀했다.

② 省力效果가 크다.

負荷의 均一化와 가동시간의 均等化까지 行하기 때문에 合理的인 保守管理가 可能하다.

[表-1] 壓縮機의 有效稼働運轉時間과 稼働率

時間·率	壓縮機	1號機 (37kW)	2號機 (37kW)	3號機 (22kW)	合 計
有效稼働時間(h/月)		100.1	84.7	69.3	254.1
運轉時間(h/月)		154	154	154	462
稼働率(%)		65	55	45	55

[表-2] 壓縮機의 運轉時間과 起動回數

時間·回數	壓縮機	1號機	2號機	3號機	合 計
有效運轉時間(h/月)		4.35	3.68	3.0	11.03
起動回數(回/日)		5	5	6	16

[表-3] 壓縮機의 改善前後 電力量, 原單位 및 稼働率效果

項 目	使用電力量 (kWh/年)	製品原單位 (kWh/t)	空氣原單位 (kWh/m <sup>3</sup> )	壓縮機有效稼働率 (%)
改善前	145,880	22.4	9.82	55
改善後	91,200	20.5	6.13	100
比較(%)	62.5	91.5	62.4	181.8

③ 壓縮機設備의 壽命延長

負荷條件과 起動停止回數를 包含한 運轉時間이 平均化되어 設備의 保守間隔이 길어지나 계획적으로 管理하기 쉽다.(表2參照)

④ 運轉電力量의 節減

(가) 臺數制御에 의한 運轉時間의 短縮(3臺의 改善 前後와 比較해서 短縮된 運轉時間)

$$7.5(h) \times 3(臺) - 11.03(h) = 11.47(h/日)$$

(나) 從來의 運轉方式에 의한 年間 使用電力量  
12,157(KWh) × 21個月 = 145,880(KWh/年)

(다) 臺數制御方式에 의한 年間 使用電力量  
1號機 34(KW) × 100.1(h) × 12個月 = 40,840(KWh/年)

2號機 34(KW) × 84.7(h) × 12個月 = 34,558(KWh/年)

3號機 19(KW) × 69.3(h) × 12個月 = 15,800(KWh/年)

合計 91,200(KWh/年)

단 37KW, 22KW의 電動機의 入力은 34KW, 19KW로 한다.

(라) 年間 節減電力量

$$145,880 - 91,200 = 54,680(KWh/年)$$

上記와 같은 改善을 行한 結果, 使用電力量, 製品原單位, 空氣原單位 및 稼働率이 크게 改善되어 所期의 目的을 達成할 수 있었다.(表3參照)