



運轉改善으로 達成할 수 있는 에너지節約

7

1·6 原單位低減과 에너지節約

工場 등에서의 에너지 管理의 目的은 燃料나 電力, 用水, 壓縮空氣 등 넓은 意味에서의 에너지節約에 있다.

전력에 대한 例를 생각해 보면, 이는 다른 모든 에너지에 대하여도 같다고 할 수 있겠으나 電力을節約하였기 때문에 製品의 品質이나 生産能率이 떨어지면 에너지節約을 하기 위하여 에너지 管理를 한 뜻이 없어지게 된다.

電力損失이 發生하고 있는 原因을 규명하고 그에 대한 對策을 세워 實行하는 경우 製造方法의 改善까지 생각하지 않으면 大幅의인 電力削減이 達成되지 못하는 예가 많다.

그 結果, 電力의節約과 同時에 品質의 向上 또는 生産能率의 増大라는 結果를 얻을 때가 많다.

이들의 改善效果가 相乘的으로 상호 影響을 주고 있을 때의 綜合評價方法의 한가지로, 「原單位」라는 便利한 메이저가 있다. 여기서는 에너지를 主体로 하고 있기 때문에 이를 에너지原單位라 부르고 에너지節約의 改善對策의 綜合

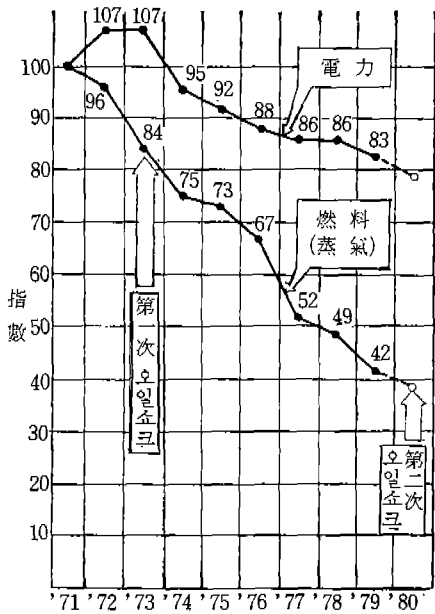
評價 메이저라 定義하고 있다. 여기서는 電力原單位의 削減에 대하여 에너지節約改善의 面부터 기술한다.

1·6·1 最近의 電力原單位의 推移와 그 特徵

에너지原單位를 크게 나누면 所謂 燃料原單位와 電力原單位가 주로 사용되고 있다. 그런데 이 두 가지 原單位의 推移에 현저한 傾向이 나타나고 있다. 이것은 各企業마다 각각 에너지節約의 推進 레벨이 다르고 業種構造에 따라서도 差異가 있으나 一般的으로 말하면 그림 1·32의 參考例에 표시하는 바와 같이 原單位의 推移傾向이 어느 企業에나 많이 나타나고 있다.

즉, 電力原單位가 燃料(蒸氣)原單位에 比하여 적어도 過去의 傾向에서는 削減되기 어렵다는 것을 보여주고 있다.

그러면 그 原因은 무엇인가? 여러가지 理由가 있겠으나 그 하나는 生産性向上을 위하여 合理化設備, 自動化設備에 投資를 하여 結果的으로 電力使用量이 增加하고 있기 때문에 에너지



〈그림 1·32〉 에너지 원단위의推移例

지 節減改善에 의한 削減量이 相互 相殺되고 말았기 때문이라고 생각된다. 그러면 이런 傾向이 앞으로도 계속될 것으로 보는가? 答은 「아니오」이다. 우리들이 現在 推進하여야 할 것은 增 에너지 傾向이라는 惡條件을 극복하여 더 한층의 電力節減을 추진해 나가야 할 狀況이기 때문이다. 더구나 우리들은 이전에 習得한 技術과 노하우로 解決할 수 있을 것이고, 또 하지 않으면 안된다.

에너지 節減對策이란 “實行하는 것”이다.

1·6·2 原單位の 使用法

에너지 節減對策을 實施할 때, 現狀의 에너지 使用方法을 잘 調査, 檢討하여 實際의 에너지 使用量이 어느 정도인가 計測하여 두는 것이 重要하다. 改善對策이 完了되면 에너지 使用方法이 어떻게 改善되었나, 그 結果 에너지 使用量이 어느 程度가 되었는가를 測定할 必要가 있다. 그 差가 즉 에너지 削減效果가 되는 것이다.

이와 같이 에너지 節減改善對策의 評價 메이저로서 改善前後의 에너지 消費量의 變化를 보

는 것이 가장 그 評價가 쉽다.

그런데 이 에너지 消費量의 變化를 살펴 보는데 있어 그 絶對量의 差, 또는 實際의 削減量으로 표시하는 方法과 改善前 定量의 製品을 加工하는 데 使用된 에너지가 改善後 같은 量의 製品을 만드는 데 어느 만큼의 에너지 使用量이 되었는가를 比較하는 方法이 있다. 後者의 評價方法이 이룬바, 에너지 原單位의 概念이고 一般의 으로 널리 使用되고 있는 에너지 節減改善의 評價 메이저이다.

原單位를 使用할 때 注意할 點은 예를 들면, 電力原單位가 削減되었을 때 이 原因이 모두 에너지 節減改善의 結果라고는 할 수 없다. 生産性向上 및 增産效果가 포함되었다는 사실을 잊어서는 안된다. 따라서 工場에서는 앞서 說明한 에너지 節減改善에 의한 電力의 絶對削減量도 評價 메이저로서 꼭 併用하여야 한다.

(1) 電力原單位의 定義와 그 內容

電力原單位는 製品의 一單位量을 製造하기 위하여 필요로 하는 電力消費量으로 표시된다. 따라서 生産品의 종류에 따라 각기, 基本單位表示가 다르기 때문에 여러가지 表示方法을 使用할 수 있다. 예를 들면 工場全體로서의 綜合的인 電力原單位의 表示方法이나 各製品마다의 電力原單位, 또는 工程別電力原單位 등의 表示方法이 있다.

式으로 표시하면

(a) 綜合電力原單位

$$\text{綜合電力原單位} = \frac{\text{總消費電力量}}{\text{總生産量}}$$

여기서 總生産量의 單位로서는 [t], [kg], [m³], [m], 「個」, 「케이스」, 「臺數」 등이 사용되고 있다.

(b) 製品別 電力原單位

$$\text{製品別 電力原單位} = \frac{\text{제품별 소비전력량}}{\text{생산량}}$$

제품별 전력원단위를 산출하는 경우 주의할 것

은 그 제품의 제조에 직접 사용된 전력량에 工場全体로서 各工程, 제품별 등에 動力供給用으로 사용되는 전력량, 또는 間接部門에 소비되는 電力量 등 간접적 전력량을 가산한 량이 그 제품에 소비된 總電力量이 된다는 것이다.

즉, 製品別 電力原單位는 다음과 같이 표시된다.

$$\text{製品別電力原單位} = \frac{\text{直接電力量} + \text{間接電力量}}{\text{生産量}}$$

그러나 實際面에서 各製品마다의 間接電力量이라는 것은 그 모든 것이 直接미터에 製品別로 消費량이 計測되는 性質의 것이 아니기 때문에 一般的으로 다음과 같이 算出하는 것이 보통이다.

예를 들면 어느 工場의 電力量이 直接電力量 A (kWh)이고, B (kWh)의 間接電力量일 때 표 1·10과 같이 各製品마다의 直接電力消費량일 때 a_i 製品別 電力原單位는 그 제품에 관계되는 間接電力量을 直接電力量의 使用比率로 按分하여 다음과 같이 計算한다.

$$a_i \text{ 製品別電力原單位} = \frac{A_i \text{ (kWh)} + \frac{A'}{A} \times B \text{ (kWh)}}{a_i \text{ 製品生産量}}$$

단, $\frac{A'}{A} \times B$ (kWh)는 a_i 製品에 關係되는 按分된 間接電力량을 표시한다.

(c) 其他의 電力原單位

以上の 各種 原單位外에 工程別電力原單位, 機器別 電力原單位 등이 있다.

다시 또 原單位算出의 期間單位는 一般的으로 1個月 또는 1日單位가 普通이지만 에너지 管理의 重要度에 따라 單位當, 1時間當의 原單位를 算出하여 詳細한 管理를 하는 것이 바람직하다. 그림 1·33에 그 1例를 표시한다. 이 예에서는 問題點, 異常의 早期發見과 改善效果의 파악도 되고 에너지 節減活動의 活性化에 연관된다.

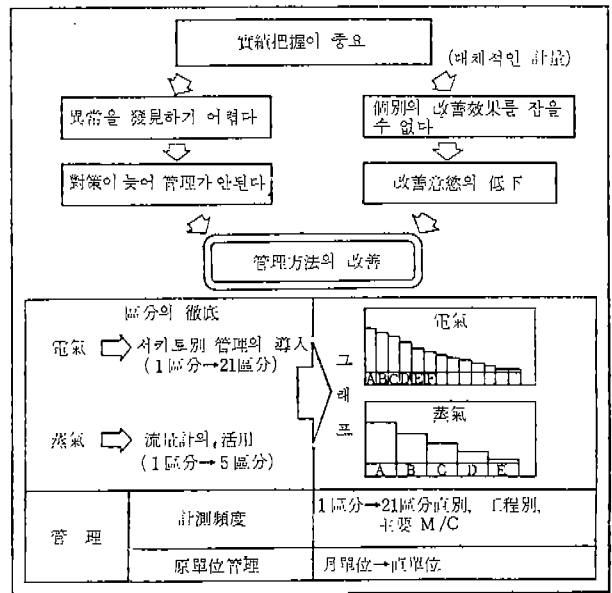
參考的으로 詳細한 에너지 管理에 의한 改善事例를 그림 1·34에 표시한다.

에너지 原單位의 定義를 다시 內容的으로 分

〈표 1·10〉 製品別 電力消費量

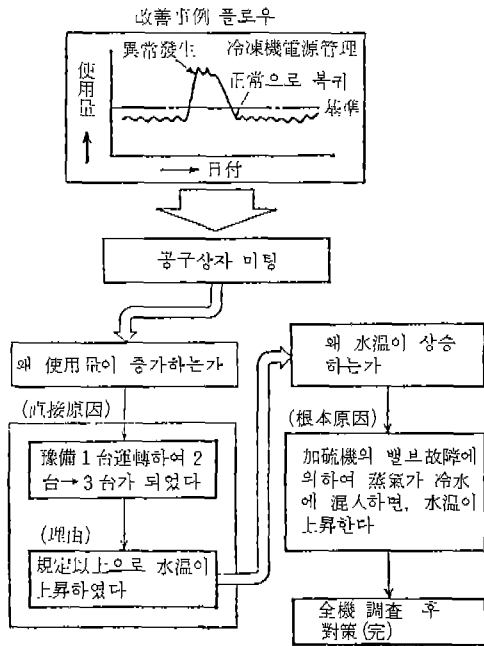
區分	製品種類	使用量
直接 電力量 A kWh	a_1 製品	A_1 kWh
	a_2 製品	A_2 kWh
	a_3 製品	A_3 kWh
	a_4 製品	A_4 kWh
	a_5 製品	A_5 kWh
間接 電力量 B kWh	a_1 製品	$(B \times A_1 / A)$
	a_2 製品	$(B \times A_2 / A)$
	a_3 製品	$(B \times A_3 / A)$
	a_4 製品	$(B \times A_4 / A)$
	a_5 製品	$(B \times A_5 / A)$

() 內는 按分方式에 의한 計算值를 표시한다.



〈그림 1·33〉 섬세한 에너지 管理의 必要性

解하여 보면, 예를 들면 電力原單位란 어느 製品을 製造하는 設備의 單位時間當의 消費電力量 (A)과 그 製品을 單位量製造하기 위하여 그 設備를 運轉하는 時間(B)과의 곱 ($A \times B$)이 그 製品에 관한 電力原單位라고 할 수 있다.



〈그림 1-34〉 에너지 관리의徹底에 의한改善事例

이 定義를 基本으로 에너지 節減改善에 의한 原單位の 削減對策을 생각하면 어디에 손을 써야 되는가 確實히 나타난다.

즉, 設備의 單位時間當의 消費電力量의 削減은 設備容量의 再檢討, 機械의 效率向上等의 設備改善이나 適正操業의 再檢討等 電力의 浪費가 없는가를 檢討함으로써 어느 程度 達成된다.

한편 製品을 製造하는 時間이 만일 半程度의 프로세스 改善이 되면 50% 削減이 가능하다.

이 後者쪽의 運轉時間의 短縮은 에너지 節減改善이라기보다 오히려 生産性向上, 準備 時間의 단축이라는 生産活動의 合理化改善 범주에 포함되는 것이다. 즉 에너지 節減投資는 同伴하지 않으나 效果는 매우 크다.

(2) 固定分과 變動分

에너지 原單位에서의 에너지 消費量은 이미 記述한 바와 같이 生産量과의 關係에서 보면 다음과 같이 두 가지로 大別된다.

(a) 生産量에 따라 直接的으로 變動하는 에너지

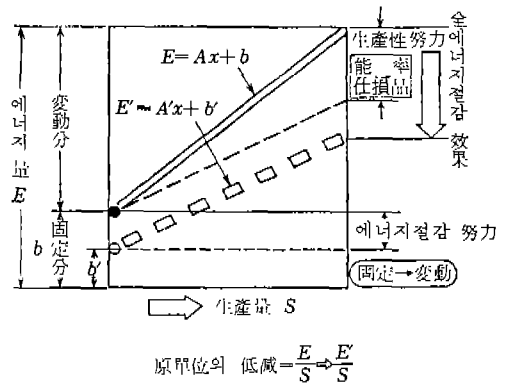
지 量

(b) 生産量에 關係없이, 말하자면 間接的으로 一定量 必要로 하는 固定的 에너지 量

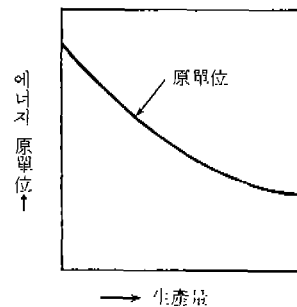
즉, 에너지 消費構造를 分析하여 보면 固定分과 變動分으로 되어 있는 것이 理解된다. 이를 概念的으로 그림으로 표시하면 그림 1-35와 같이 된다. 그림에서 보는 바와 같이 에너지 量(E)〔變動分+固定分〕은 生産量(s)의 增大와 함께 늘어나지만 에너지 量(E)에 占하는 固定分の 影響이 적어지는 것을 알 수 있다. 따라서 生産量과 에너지 原單位의 關係를 보면 그림 1-36과 같이 되는 것은 잘 알려진 事實이다.

1.6.3 電力原單位의 削減과 電力管理

에너지 節減對策에 의한 電力原單位의 削減을 위한 電力管理에 대해서는 「事業者의 判斷基準」



〈그림 1-35〉



〈그림 1-36〉 에너지 原單位 그래프

〈표 1-11〉 設備, 電力負荷調査表

設備, 電力負荷調査表

피더	名稱			高壓	設備
	No			低壓	幹線No

電力計分類	設備名	定格容量 kW					負荷測定結果kW			負荷電力		備考
		台數	高壓	低壓	直流	合計	實負荷	無負荷	負荷率	固定分	變動分	
一次												
二次												
三次												

〈표 1-12〉 主要設備 稼働計劃表 (例)

主要設備稼働計劃表 (例)
1990年00月度 (作業시프트: 4班, 3交代)

機	日	1			2			3			4	5
		1	2	3	1	2	3	1	2	3		
No. 1 고부練機		○	○	○	○	○	○	○	○			
No. 2 고부練機		○	○	○	○	○	○	○	○			
No. 3 "		○	○	○	○	○	○	○	○			
No. 4 "		○	○	○	○	○	○	○	○			
개린더		○	○	○	○	○	○	○	○			
기타의 工程 電力 [kW]												
操測 더멘드 [kW]												
實操 더멘드 [kW]												
特記事項												

에 있어서도 受變電設備 및 配電設備의 管理標準의 設定이 義務化되고 있다. 즉 “電氣使用設備에의 電氣供給의 管理는 電氣使用設備의 種類, 稼働狀況 및 容量에 따라 受變電設備 및 配電設備의 電壓, 電流, 力率, 負荷率 및 需用率에 대한 標準을 設定하여 實施할 것”과 같이 適正한 管理標準을 設定하여 두는 것이 重要하다. 여기서 電力管理의 具體的方案으로서 電力負荷의 管理, 力率의 管理, 電壓管理 및 配電損失의 防止 등에 대해서 改善事例를 들어가며 說明한다.

(1) 電力負荷管理 推進法

電氣를 合理的으로 使用하는 데 있어 電力을 항상 平均化하여 使用하는 것, 즉 負荷率이 좋도록 使用하는 것은 매우 重要한 것이다.

이를 위해서는 受變電設備의 時間마다의 電壓, 電流, 電力, 電力量 등 日間의 變化를 記錄하여 最大電力의 發生時刻, 平均電力 및 負荷率이 얼마인가 解析할 必要가 있다.

또한 이들 데이터의 記錄은 各 피더마다, 各 製造工程마다 또는 工程內의 區間마다 보다 詳細하게 하는 것이 바람직하다. 이렇게 함으로써 電力原單位가 보다 明確해지고 에너지 節減改善도 추진하기 쉽다.

負荷率 向上에는 現狀의 日間負荷曲線圖 및 月間, 年間의 負荷曲線圖를 바탕으로 主要設備의 電力負荷調査表(표 1-11)에서 主要設備의 稼働計劃表(표 1-12)를 作成하여 操業方式의 改善을 圖謀, 負荷의 平準化를 도모하는 것이 重要하다.

(2) 電壓管理 推進法

電氣使用設備, 機器는 그 定格電壓으로 使用할 때 가장 效率이 좋고, 그보다 높아지거나 낮아지면 效率이 低下된다. 또 一般적으로 電壓降下에 의하여 抵抗損失이 커지므로 適正한 電壓으로 維持하는 것이 重要하다.

이를 위한 電壓管理 方法으로서는 定期的으로 負荷末端에서의 電壓을 測定하는 것과 負荷設備

의 設置狀況, 稼動狀況에 따른 工程別, 回路別, 設備別의 電流, 電力等を 定期的으로 測定, 체크 해 두는 것이 중요하다.

適正한 電壓을 確保하기 위해서는 負荷의 中心 가까이까지 高壓配電을 하거나 進相 콘덴서의 設置로 電壓을 改善하는 등과 같은 對策이 필요하다.

(3) 力率管理 推進法

一般的으로 交流電動機나 아크 熔接機 등 誘導性負荷가 있는 機器는 力率이 나쁘고 특히 無負荷나 輕負荷運轉時에는 極端으로 力率이 低下되는 것은 잘 알려진 事實이다.

力率이 낮으면 同一한 使用電力에 대해서 그 만큼 더 電流를 供給할 필요가 있다.

그 때문에 進相 콘덴서의 設置나 機器의 負荷를 全負荷 가까이에서 運轉할 수 있도록 해야 한다.

力率의 改善效果로서는 電流가 적어짐으로써 變壓器, 配電設備의 電力損失이 輕減된다. 또 電壓降下가 減少하고 동시에 電壓變動도 감소하므로 電氣機器를 효율적으로 使用할 수 있는 利點이 크다.

(4) 配電損失의 防止

配線에서의 電力損失은 線路의 抵抗과 負荷電流에 기인하므로 配電損失의 防止를 위하여 굵은 電線을 짧게 配線하거나 電壓을 格上시키거나, 기타 負荷의 種類, 容量에 따라 適切한 配電方式을 選定해야 한다.

配電損失도 固定負荷의 要因이며 損失을 조금이라도 防止하는 것은 電力原單位의 削減에 寄與한다. 또 使用하지 않는 配線은 항상 根源부터 電源을 끊도록 習慣化할 必要가 있다.

第 1 章 힌트·事例集

● 電壓降下에 의한 配電損失의 實例

電壓降下에 의한 配電損失의 計算法에 대하여

實例를 들어 解說한다.

[例] 配電所의 電壓計가 200V 였는데, 어느 負荷設備로 電壓이 170V 로 降下하였다. 어느 程度의 配電損失이 되는가?

단, 電流値는 460A 라 한다.

{計算法}

$$\text{損失電力} = \frac{(200-170)}{2} [\text{V}] \times 460 [\text{A}] \times 3 [\text{A}]$$

$$= 20.7 [\text{kW}]$$

電線 1 線當의 電壓降下

電線에 흐르고 있던 電流

三相이기 때문에 3 線의 電線

$$\text{損失金額} = 20.7 [\text{kW}] \times 50 [\text{원/kWh}] \times 720 [\text{h/月}] \approx 74 \text{萬} 520 [\text{원/m}^3]$$

一般的으로 配電室과 負荷 사이에 5%의 電壓降下가 있으면 問題가 있다고 생각할 것.

$$\boxed{\text{配電室電壓} \times 0.95} > \boxed{\text{負荷의 電壓}} \Rightarrow \boxed{\text{問題}}$$

● 보일러用 濾過水의 펌프 適正容量

에너지 節減을 推進하여 본 結果, 蒸氣의 使用量이 大幅 減少하였으나 아직 보일러用 濾過水의 펌프 容量이 從前대로 컸다.

現狀을 調査한 結果 이 펌프로 보일러 補機用 冷却用에도 連續하여 보내고 있었다. 만일 이를 分離하여 漏過水用으로만 쓰게 되면 容量도 줄일 수 있고 間歇運轉이 되어 電力節減이 될 수 있어서 改善에 着手하였다 (그림 1).

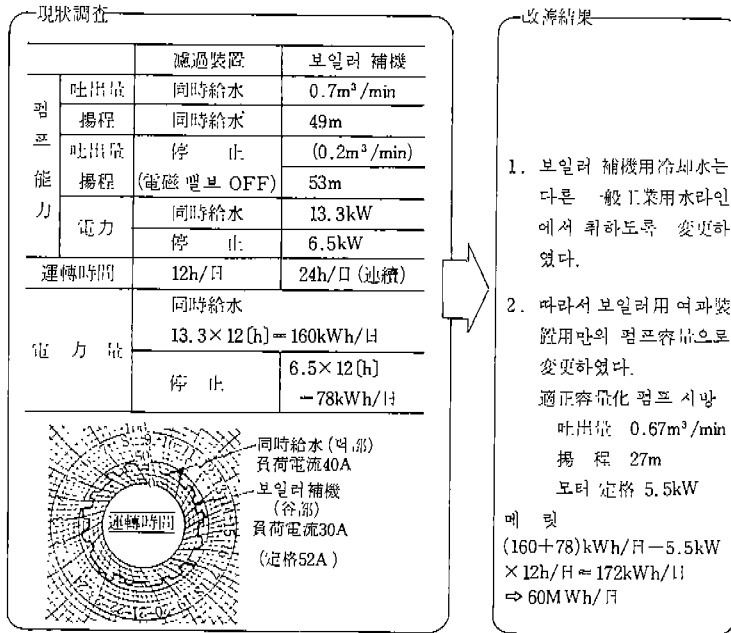
● 패키지 에어컨의 에너지 節減

패키지·에어컨의 施工要領을 표시한다 (그림 2).

{施工標準의 說明}

(1) 冷却水系統

쿨링타워 순환방식을 原則으로 하여 에어컨 入口의 定流量 밸브, 電磁 밸브에 의해 節水를 도모, 순환 펌프의 電力削減을 도모한다.



改善結果

1. 보일러 補機用 冷却水는 다른 一般工業用水라인에서 취하도록 變更하였다.
2. 따라서 보일러用 여자裝置用 管의 펌프容量으로 變更하였다. 適正容量化 펌프 사양
吐出量 0.67m³/min
揚程 27m
모터 定格 5.5kW

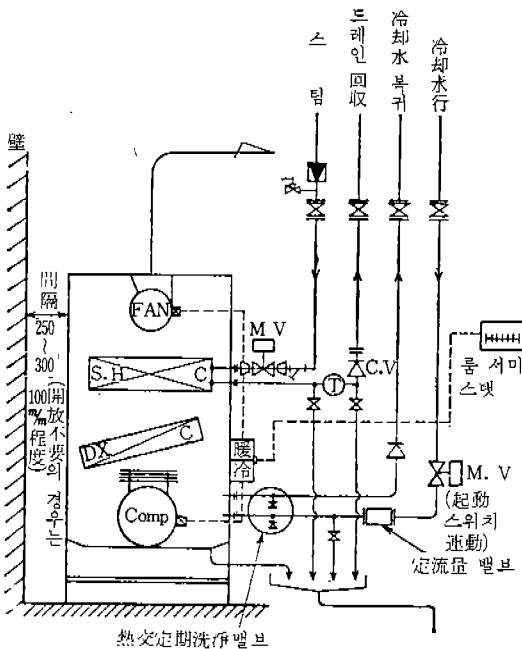
메 릿
(160+78)kWh/日 = 5.5kW × 12h/日 ≈ 172kWh/日
⇒ 60MWh/日

〈그림 1〉

(2) 蒸氣

暖房專用 蒸氣配管에서 送氣된 蒸氣를 다시

더 減圧하여 蒸氣의 效果의 利用을 도모한다.



〈그림 2〉 패키지·에어콘 施工標準圖

(3) 冷房制御

制御範圍는 ON 28℃ → OFF 26℃

制御範圍를 넘을 때는 壓縮機, 팬의 停止

메인 스위치 OFF時 壓縮機, 팬 및 冷却水電磁 밸브 停止

(4) 暖房制御

制御範圍는 ON 17℃ → OFF 18℃

制御範圍를 넘을 때는 스팀 電磁 밸브, 팬 停止

메인 스위치 OFF時, 스팀 電磁 밸브, 팬 停止

(5) 타이머 制御

休憩所, 事務室은 닫는 것을 잊어버리지 않도록 타이머 삽입, 同時に 時間 세팅方式(예를 들면 30分 세트)으로 自動 停止하고 復歸는 手動 操作으로 不必要的 冷房 運轉을 防止하고 있다.

(6) 定期洗淨 밸브

콘덴서 內管의 스케일 부착에 의한 熱效率 低下에 따른 電力 負荷 增大를 防止하기 위하여 定期洗淨이 될 수 있도록 洗淨用 밸브 設置.

(다음 호에 계속)