

## 에너지 관리와 建物の 調節裝置

金 孝 經\*

이 報告書는 各種型態의 建物에 있어서 에너지 관리에 對하여 言及한 것이며, 建物の 空氣調和를 爲한 에너지의 使用方法과 그 관리에 重點을 두고 있다.

### 에너지構成

에너지의 保存 管理 問題에 있어서는 에너지를 使用하는 周圍環境 即 에너지의 供給과 消費 그리고 經濟的인 條件等이 現實的으로 最近의 情勢에 合當한것이라야 한다.

美國에는 모든 에너지데이터에 對한 中央資料 保存센타가 있으며, 이것이 Energy Information Administration(E.I.A.)이다. E.I.A의 年予算은 7,000 萬弗이며 750 名의 人員으로서, 그들의 에너지 予測은 妥當하게 採擇되고 있다는 것이다.

1980~1990 年 사이의 美國에 對한 E.I.A의 에너지 預見은 供給에 있어서 커다란 事件이나 變化는 없으며 다음과 같이 予測하고 있다.

1. 에너지 價格은 繼續 上昇할 것이다.
2. 需要를 充足하기 爲한 生産과 輸入으로 適切한 供給이 이루어 질 것이다.
3. 에너지 需要의 上昇率은 이 期間中 줄어들 것 이나, 그 率은 크지 않을 것이다.
4. 電力에너지의 使用은 다른 形態의 에너지보다 보다 빠르게 增加할 것이다.
5. 工業用 燃料使用은 瓦斯와 油類로 부터 石炭과 電力으로 옮겨 질 것이다.
6. 石炭의 使用과 生産能力이 顯著하게 增加될 것이다.

그러나 이같은 預見에 對해 몇年동안 相對的으로 一定하게 維持되어온 에너지 價格이 앞으

로 數年동안 不規則的인 上昇이 繼續될것이라는 것이 認定되며, 이것은 世界的인 難勢임이 事實이다.

建物は 세가지 主要한 에너지 消費源中의 하나이다. 美國에서는 1977 年 建物用의 全體 에너지 消費量의 36%를 차지하는 것으로 計算되었으며, 住宅用이 21%, 商用建물이 15%이다. 에서도 一部가 建物の 暖房, 空氣調和, 照明에 使用되었다.

에너지 관리에 對한 指針과 節約할 수 있는 에너지에 對한 많은 資料가 發表되어 있으며, 그러한 에너지 節約方法中에는 投資費가 若干들던지 또는 거의 들지 않는 것도 있으며, 이미 많은 建物에 適用中인 것도 있다.

남아있는 重要한 問題中의 하나는 各建物の 所有者 또는 管理者에게 이미 投入한 投資를 가장 크게 回收할 수 있도록 하는 合當한 에너지 管理方法을 提示하는 것이다.

### 管理方法

에너지 管理方法은 一般的으로 4 가지 方法으로 分類된다.

1. 建物の 物理的 特性 規程
2. 一般的인 熱負荷와 安樂한 環境條件에 對한 建物の 運營條件의 調整
3. 建物の HVAC(暖房 換氣 空氣調和)에 對하여 에너지 效率을 높이기 爲하여 에너지 貯藏 或은 熱再生裝置 等 熱管理裝置의 變更 또는 附加設置
4. 建物の 重要한 機械的 및 電氣的 裝置의 適

\* 前會長 서울大學校 工科大學

切한 運用

管理方法을 考慮할때 建物所有主로서의 첫번째 問題는 에너지節減方法을 如何히 適切하게 評價하는가, 그리고 經濟的인 投資回收를 어떻게 決定하는가 하는것이다. 建物主는 에너지가 어떻게 管理되고 있는가, 또 建物の 壽命期間中 그러한 熱管理方法이 어떤 利益을 招來하는것인가를 希求할 것이다.

이에 對한 知識을 準備하기 爲해서는 機械裝置, 建物自體의 構成, 自動調節裝置等을 包含하는 建物全體의 實際의 運營에 使用되는 에너지의 節減을 予測하는것이 必要하다.

建物과 모든 關連裝置를 實驗的으로 調査하는 일은 時間이 걸리고 또 費用이 드는 일이기 때문에 正確한 測定을 하기前에 建物を 假想하는 過程이 必要하다.

建物の 模型化

假想的인 建物を 設定하는 計劃은 美國의 建築產業에 有用하게 適用되고 있으며, 그方法은 세가지로 區分된다.

1. 暖冷房設計負荷의 予測
2. 에너지消費量의 予測
3. 建物の 性能 予測

이러한 模型化計劃은 設計順序에 따라서 區分되고 있다. 여기서 建物を 假想하여 모든 補助裝置가 事實대로 運用되는것 처럼 하는 것이며 建物の 性能解析과 다른 裝置와의 相互作用을 分析하는 唯一한 方法은 實際의 運轉에서 觀察하는 일이다.

附錄A의 系統圖는 建物模型化計劃을 表示한 것이다. 環境調節로서 空間의 條件變化에 따르는 需要에 對應하기 爲하여 室內의 溫度와 運轉溫度的 變化를 繼續的으로 表示되게 되어있다.

美國에서의 空氣調和 1940 ~ 1970

美國에서는 空氣調和가 1930年頃에, 建物에 처음導入되었고 1940年代까지는 큰 變化가 없었다. 再熱方式(Reheat System)은 1950年代에

建築產業에 많이 適用되었다. 再熱裝置에있어서는 中央裝置에서 空氣를 冷却하고, 이를 調和空間 近處에서 再加熱하는것이다. 이方法은 낮은 相對濕度로서 좋은 環境을 造成하며 建物内の 모든 部分을 暖房 또는 冷房할 수 있는 能力을 갖인다.

1960年代에 멀티존方式(Multizone System)과 二重덕트方式(Double Duct System)이 採擇되었다. 이方式은 再熱方式과 마찬가지로 建物内の 各部分을 同時에 暖房과 冷房을 할 수 있게 하였다.

大規模 事務所建物에 있어서는 周邊誘引方式(Perimeter Induction System)이 採擇되었으며, 이方式은 또 室內의 유닛에 溫水 또는 冷水를 供給하는것이며 高壓一次空氣로서 室內空氣를 加熱코일 또는 冷却코일에 誘引하므로써, 溫風 또는 冷風을 室內에 供給하는 것이다.

上記한 方式들의 共通된 特性은 建物内の 各部分을 必要에 따라서 同時에 冷房또는 暖房할 수 있다는 것이며, 이는 環境造成을 爲하여 에너지가 浪費되는 結果로 된다.

1960年代后期에 이르러 設計者는 이와같은 暖房과 冷房에 關한 特徵의 結果를 深刻하게 考慮하게 되었으나, 에너지가 그 資源이 制限되어있고, 또 高價로 되었다고 認知된 1970年 까지는 그들의 努力이 크게 影響을 미치지지는 못하였다.

1970년에 可變風量方式(VAV: Variable Air Volume System)이 紹介되었으며 멀티존方式(Multizone)의 運轉의 最適化를 期하는 方法으로서 開發되었다.

今日 世界各處에 에너지가 비싸지않고 豊富할 때 設計된 空氣調和裝置를 가진 建物이 많다는 것은 事實이다. 그리고 아마도 오늘날에는 1940年, 1950年, 1960年代의 에너지消費시스템과 같은 方式으로 設計되는 建物は 거이 없을것이다. 오래된 建物は 다시 檢査하여 實際的으로 에너지消費를 주리도록 새로운 概念이 導入되어야 할 것이다.

### 에너지 관리의 5 段階

많은 建物の 에너지問題에 對한 作業에는 經上推薦되는 5 가지 段階가 있다. 이것들은 에너지管理를 成功的으로 遂行하기 爲하여 必須的인 것이며, 그 어느 하나도 無視된다면 그結果가 完全하거나 또는 全然 結論을 지을수 없게 되는 것이다.

#### 첫째 - 專問家팀을 選定한다

主要멤버로서 設備技術者를 包含하여야 한다. 이는 建物の 空氣調和와 照明設備을 알고 있는 것이다. 그리고 熱回收分析을 할 수 있고, 舊式 設備을 再生할 수 있는 方法을 提案할 수 있는 專問家를 相談役으로서 參加시킨다. 또 建物에 必要한 自動調節, 建築設備의 自動化를 期하므로써 에너지流動過程을 調節하는 裝置를 近代化할 것이며, 이에 精通한 技術者를 參與시키는 것이다. 그리고 電氣設備技術者의 助言을 받아 에너지費의 現況 또 將次的 展望等을 確實하게 把握할 必要가 있다.

#### 둘째 - 에너지使用의 調査

建築設備에 使用되는 모든 에너지使用機器를 鑑定할 것이며, 에너지의 使用處, 使用時期와 期間等을 적어도 95%까지는 把握하여야 한다. 그래서 다음의 各項에 對해서 充分한 資料를 調査하는 것이다.

送風機類	壁 構 成
펌 프 類	유 리
照明器具	지 붕 構 成
보 일 러	各室人員數
冷 凍 機	其 他

各裝置機具가 어떤 일을 하는지 그稼動時間과 停止時期 그리고 그것이 所要되는 理由等을 知悉하여야 한다.

이러한 에너지點檢은 에너지使用過程과 取扱되는 各機器의 價格이 調査될 것이며, 使用燃料의 種類와 使用量, 價格 그리고 期間中の Degree Day 등이 便利한 型式의 表로 集計되어야 한다. 에너지使用量은 建物の 單位㎡當으로 計算할

것이며, Cal / m<sup>2</sup> 또는 Kwh / m<sup>2</sup> 로 表示한다.

#### 셋째 - 潜在的으로 節約할 수 있는 에너지의 解析과 確認

現在の 建物에 있어서 管理運營者의 誠意로서 別途로 費用을 드리지 않고서 에너지를 節約할 수 있는 일이 많이 있다.

##### 照明節約

不要不急한 機器의 停止

外氣量의 減少

排氣量과 排氣裝置 運轉의 減少

斷熱의 改善

門틈새의 密閉

適切한 調節裝置

溫水의 溫度低下와 消費量減少

물의 消費節約

裝置設備의 效率의 使用計劃

效率의 裝備運轉을 爲한 補修點檢의 確認

#### 넷째 - 計劃의 設定

에너지 節約方法을 確認하고 또 에너지 節約 目標을 樹立하기 爲하여 主되는 消費源을 設定하고 計劃한다.

#### 다섯째 - 計劃의 實踐

運轉管理者를 訓練하여, 새로운 體制로서 또 이것을 生活化하게끔 할 것이며, 建物の 每日, 每週 或은 每月 予測한 에너지節約이 이루어지는 가를 確認한다.

### 管理戰略

에너지 節約方法의 解析에 있어서, 다음과 같은 여러分野에 있어서 重要한 潜在的 節約方案이 있음을 알게되었다.

#### 1. 運營調節의 補完 調整

無限의 에너지源으로부터의 供給이 아닌 以上 再熱方式은 廢止하는 것이다.

#### 2. 換氣量의 減少

ASHRAE가 推薦하는 最少量은 透入空氣量을 包含해서 1人當 每分 5 ~ 10 ft<sup>3</sup> 이다. 冷却負荷를 줄이기 爲하여 外氣를 效果的으로 使用하며, 特히 外氣의 乾球溫度로서 選

定되는 外氣의 엔탈피를 잘못 읽는 일이 없도록 한다.

3. 暖房과 冷房 進行計劃

適期에 裝置가 停止되어야 한다. 建물이 使用되지 않은 期間中에 繼續運轉되는 일이 없도록 한다.

4. 電力의 피이크 減少

供給電力의 需要를 減少시킨다.

5. 冷房의 限界 26°C(78°F)

6. 電燈을 끈다

7. 冷房裝置의 部分運轉

製作會社의 勸獎事項 嚴守

附錄B는 上記한 에너지管理方法으로서 每年 節約되는것을 床面積 1,000㎡當 U.S. \$로서 表示한것이다. 이報告 資料는 美國의 964個의 建物を 對象으로 調査分析된 것이다. 이것은 前記한 方法으로서 建物の 全體를 完全하게 模型化 分析된것은 아니지만 이 報告書를 基準으로써 建物の 管理者가 各裝置를 調整할것 같으면 予測한것보다 많은 에너지節約을 할 수 있다는 것이 充分히 立證되고 있다.

建物の 에너지管理運營 및 節約을 이루는 施行方法으로서는 溫度 調節器具를 有用하게 適用하는 것이며, 大型建物에 있어서는 컴퓨터化 된 建物自動調節裝置 或은 中央集中式自動調節裝置로서 成就될 수 있다.

에너지管理을 爲한 溫度調節의 觀點

室內의 溫度調節器(Thermostat)

室內溫度調節器는 에너지管理計劃에 있어서 가장 重要한 하나의 器具이다. 이 한개의 器具가 室內者에 對하여 全體空氣調和裝置의 機能을 表現케 하는 것이다. 이 溫度調節器가 에너지管理에 使用되는 세 가지方法이 있다.

冷房의 形態에 있어서 그 設定溫度를 上昇시킨다. 即 그 設定溫度 24°C로부터 26°C로 變更시키므로써 冷房用 에너지를 15%程度 節減할 수 있다.

附錄C는 年間 節減할 수 있는 冷却負荷(B

TU)를 略算하는 公式과 適用裝置를 表示한것이다.

暖房과 冷房 두가지의 機能이 所要되는 裝置에 있어서는 두가지機能이 同時에 作動하는 일이 없도록 溫度調節器를 選定한다.

冷房季節에는 室內에 사람이 없을때는 裝置를 停止시킨다.

Thermostat 選定에 있어서는 室內者가 마음대로 調整하지 못하는 型式으로 할 것이다. 室內者 個個人이 마음대로 制限없이 Thermostat를 만진다면 이器器는 에너지節約의 本然의 機能을 發揮못할것이다.

空氣의 漏泄

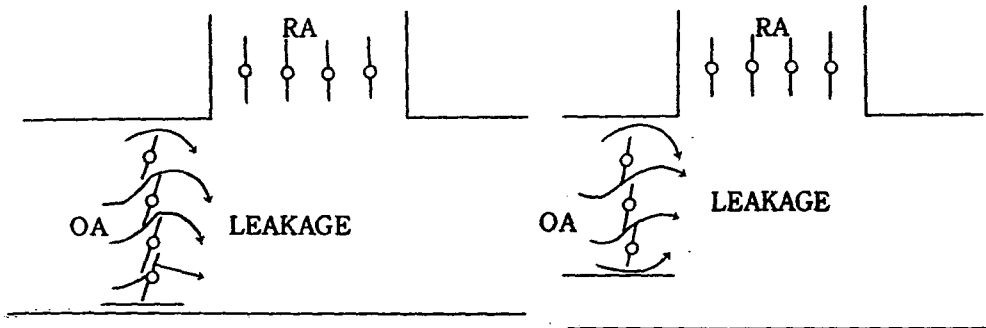
冷房季節期間中에 不必要한 空氣가 建物內에 透入된다면 이것은 冷房過程에 큰 負荷를 招來하게 된다. 設計過程 또는 設置工事過程에서 댐퍼가 漏落되던지 또는 댐퍼날개가 비트러져서 確實하게 닫치지 않는 다든가 하는 예는 가끔 있을 수 있는 일이다.

外氣댐퍼가 닫혀져 있어야 할때 또 補助댐퍼로서 最小量의 外氣가 導入되어야 할때 外氣가 透入되는 일이다. 標準댐퍼로서는 그것이 닫혀져 있을때 5~30%의 漏入이 있게 된다. 이漏氣를 1%以下로 制限하므로써 無用의 負荷를 주리는 精密댐퍼의 使用이 바람직하다.

附錄D는 댐퍼의 漏氣를 1%로 主렸을때의 BTU 값을 略算하는 公式과 裝置를 表示한 것이다.

Cold Deck 溫度의 再調整.

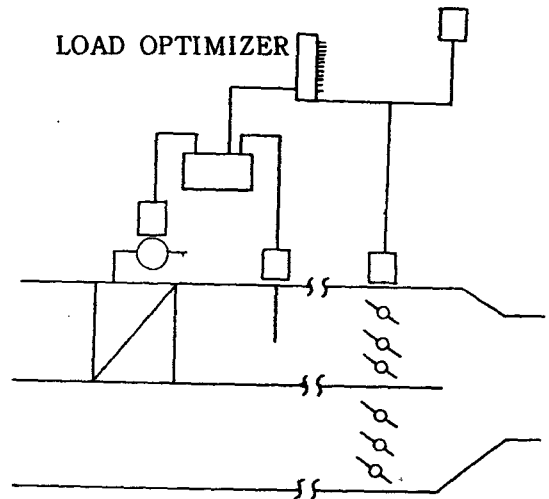
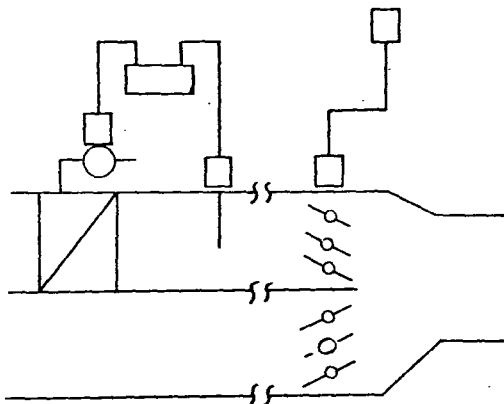
簡單한 말티존裝置에 있어서 Cold deck溫度를 固定했을때의 運轉을 생각해본다. 그例로서 Cold deck溫度를 10°C로 維持하고, 室內의 Thermostat 作用으로 Cold deck를 바이파스하는 溫風으로서 混合되는 境遇를 본다면, 理論的으로 年中 가장 더운날에 10°C의 Cold deck는 室內



冷房할 것이다. 그러나 10°C의 空氣가 必  
 須하지 않을때는 어떻게 될 것인가.  
 이裝置는 에너지를 浪費하고 있는 것이다.  
 Cold deck 溫度는 最大冷房負荷를 갖는 區域  
 에 對해서만 相應하게끔 하여야 冷房에너지가 節  
 減될 것이다. 이와같이 하여 冷房에 所要되는 負  
 荷가 減少됨에 따라, Cold deck 溫度는 上昇된다.

이다. 그래서 Thermostat 의 카버를 閉鎖하거나  
 負荷가 變動되는 區域을 없이하면 이와같은 問  
 題가 없을 것이다.

APPENDIN E 는 Cold deck 溫度를 上位로 再  
 調整할 때 年間節約되는 BUT 값을 略算하는 公  
 式과 裝置를 表示한 것이다.



負荷最適化器(Load Optimizer)를 設置하므로  
 서, 各 區域의 Thermostat 로 부터의 指示를 比  
 較하고 最大冷房負荷의 要求에 比例하여 出力信  
 號를 發하게 되는 것이다. 이와같이해서 Cold-  
 deck 溫度는 그區域을 滿足시키는 最小値보다 높  
 으게 再調整한다.

各 Thermostat 는 Cold deck 溫度를 調節하는  
 能力이 있으므로 Thermostat 의 誤設定 또는 會  
 議室과 같이 負荷가 크게 變動되는 影響을 잘못  
 設定하면 室内狀態가 所望하는대로 되지 않을 것

### 컴퓨터화된 建物の 自動化 또는 中央集 中시스템

中央集中화된 시스템의 建物は 約25年間 有效  
 하게 使用되어 왔으며, 中央調節室에서 한사람이  
 裝置의 始動, 停止, 調整을 할 수 있는 一人調  
 節을 하여왔다. 이 運轉者는 中央調節室을 떠나  
 지않고서 裝置의 性能을 把握할 수 있으며, 따라  
 서 人力이 節減되고, 裝置를 보다 効率的으로  
 運用할 수 있다.

다음으로 裝置의 中央集中化는 建物內에 快適한 環境을 造成하였으며, 나중에 生命安全과 財産保護시스템이 같은 資料集積시스템과 監視시스템에 追加되었다.

中央集中化方式은 처음부터 에너지를 効率的으로 調節하고 運營이 便利하고 에너지消費를 節約하는 것으로 認知되어 왔다. 그러나 에너지가 比較的高價로 되고 購得하기는 容易할때는 적은 利益을 招來하였다.

그러나 近日에 와서는 에너지問題는 建物の 管理者가 建物自動裝置를 購入하는 決定을 하는데 있어서 가장 큰 要素로 되었다.

中央集中自動화시스템의 또 하나의 利點은 建物の 管理者에게 機械裝置의 故障과 實際로 使用되는 에너지와 浪費되는 에너지를 알려주는 것이다. 近代式大型建物에 使用되는 自動裝置는 디지털 - 라인過程 컴퓨터이며, 機械操作과 機能을 調整할 수 있는 構成으로 되어 있다. 入力되는 資料는 HVAC 시스템의 設計에 基準을 두고 있으며, 이것은 에너지管理 프로그램에서 가장 重要的인 것이다. 經濟上으로도 建物 管理의 自動化和 에너지管理上 컴퓨터化는 必要한 것으로 본다

다음의 에너지管理應用프로그램은 効果의 에너지節約을 이루는 事例이다.

### 1. 듀티사이클(Duty Cycle)로서의 프로그램된 始動 / 停止

이 프로그램은 미리予定된 計劃에 따라서 機械裝置를 自動적으로 始動, 停止시키는 것이다. 大部分의 現存建物들의 裝置容量은 年中을 通해서 볼때 過大하게 策定되어있으며, 最大負荷가 아닌 大部分의 時間동안은 空氣調和裝置는 部分的稼動으로 充當될 수 있다. 一般적으로 建物內的 個個의 負荷, 各各의 裝置는 15分 乃至 120分의 間隔을 갖는 사이클로서 그 運轉이 割當되며, 그 期間中 最大의 停止는 0 ~ 100%로 되는 것이다. 計算機의 機能은 實際의 室內溫度에 基準을 둔 停止時間을 自動적으로 補償할 수 있는

能力이 있어야 한다.

### 2. 動力需要의 監視調節

프로그램된 始動 / 停止의 듀티사이클 프로그램은 에너지消費를 減少시킬것이다. 動力需要프로그램은 瞬間的인 最高使用量을 減少시키게끔 設計되는 것이며, 建物使用者가 이와같은 瞬間的發生要因으로 罰金을 내지 않게끔 그 使用을 다른時間으로 바꾸게끔 計劃되어야 한다. 動力需要制卸監視裝置는 많은 나라에서 重要視되고 있으며

### 3. 最適의 裝置計劃

이 프로그램은 實際的인 熱量所要에 따라서 裝置의 遲延始動과 加速停止를 期하는 것이다. 外氣溫度와 室內狀態를 測定하므로써 中央의 컴퓨터는 아침에 室內에 사람이 드러가기前에 그리고 可及의 늦게 裝置를 始動하는 時刻를 定하게 되는 것이다. 또 이 프로그램은 終業時刻前에 裝置를 停止시키며, 그리고 室內者가 建物을 나갈때까지 室內溫度를 適宜維持시킨다.

### 4. 再加熱의 減少 또는 負荷의 再調整

이 프로그램은 再加熱시스템, 멀티존시스템 또는 二重덕트시스템과 같이 暖房과 冷房이 同時에 이루어지는 境過에 普通 適用된다. 負荷의 再調整은 最大 冷房을 所要로하는 區域을 定하기 爲해서, 室內所要條件을 測定하고 그 冷房負荷의 最小限을 充足시킬수있도록 給氣의 溫度를 上昇시키는 것이다. 또 이 프로그램은 負荷의 減少에 따라서 冷水의 溫度를 上昇시키는데도 使用된다.

### 5. 照明的 프로그램

이것은 또 하나의 에너지管理 프로그램이며, 時間計劃에 따라서 室內者가 합부로 만질수 있는 照明用스위치를 統制하는 것이다. 既存建物에서는 멀리 떠러져있는 區域의 電氣수원지運結이 어려울것이지만 새로운 建物에 있어서는 매우 簡単 프로그램이다.

### 6. 엔탈피 調節

大部分의 既存建物이나 新建物은 그 空氣調

和가 中央式空調機로서 이루어지고 있다. 이와같은 裝置는 空氣調和된 室內로부터의 還氣를 使用하고 또 外氣를 導入해서 換氣를 期한다. 冷房사이클에 있어서는 空氣源으로서 最低總熱取得를 期하게끔 選定하는것이 重要하다. 冷却코일을 通하는 空氣가 飽和溫度로 冷却된다면 엔탈피調節시스템은 그 空氣의 엔탈피를 定하여 最低總熱量을 갖이도록 選擇한다. 中央컴퓨터는 外氣와 還氣의 乾球溫度, 相對溫度를 監視한다. 다음으로 理論的計算프로그램으로 各空氣源의 엔탈피를 計算한다. 이 엔탈피값은 比較되어서 프로그램대로 덤퍼의 開閉를 指示하는 信號를 보낸다. 그리고 外氣乾球溫度가 還氣보다 높을때는 外氣덤퍼를 닫히게끔 프로그램 할 수 있다.

### 美國의 緊急建物溫度制限計劃

美國에너지省은 每日 200~400,000 배럴의 기름 節約을 期하고, 또 기름使用發電機에 依存하는 美國東部地方에서 電力의 最大負荷가 걸리는 需要負荷로 되는 需要條件을 주리기 爲한 計劃을 發展시켰다. 이計劃은 지난겨울(1979 / 1980) 동안 暖房用 기름需要에 좋은 影響을 미쳤으며 輸入油의 依存度를 減少시켰다.

이計劃의 目的은 建物の 暖冷房用과 給湯用의 에너지消費를 減少시키는데 있다. 이計劃은 住宅, 호텔, 病院, 國民學校를 除外한 모든 建物에 影響을 미치며, 大略 500萬個의 建물이 該當되겠다.

建물에 適用된 이計劃의 規程은 簡單히 말해서 다음과 같다.

1. 室內溫度 18°C 이상으로는 暖房用에너지를 使用하지 않을것
2. 最高 18°C에서 露點溫度를 維持하기 爲해서 冷房하는 建物を 除外하고는 26°C 이하로하는 冷房用에너지를 使用하지 않을것.
3. 使用되지 않는 期間中에는 冷房裝置는 停止될것.

4. 予想最低 外氣溫度가 10°C 이상일때는 暖房시스템은 停止될것

5. 給湯은 40°C 까지로 制限

連邦政府 또는 州政府이던지간에, 政策的인計劃의 目的은 에너지管理에 對한 必要性에 보다 큰 確信을 갖이게 하는 것이며, 建築設計, 空氣調和裝置設計, 自動裝置設計에 보다 큰 要球를 請하게 하는 것이다.

ASHRAE 規程 90-75가 50州中 40州에 採擇되고 있다.

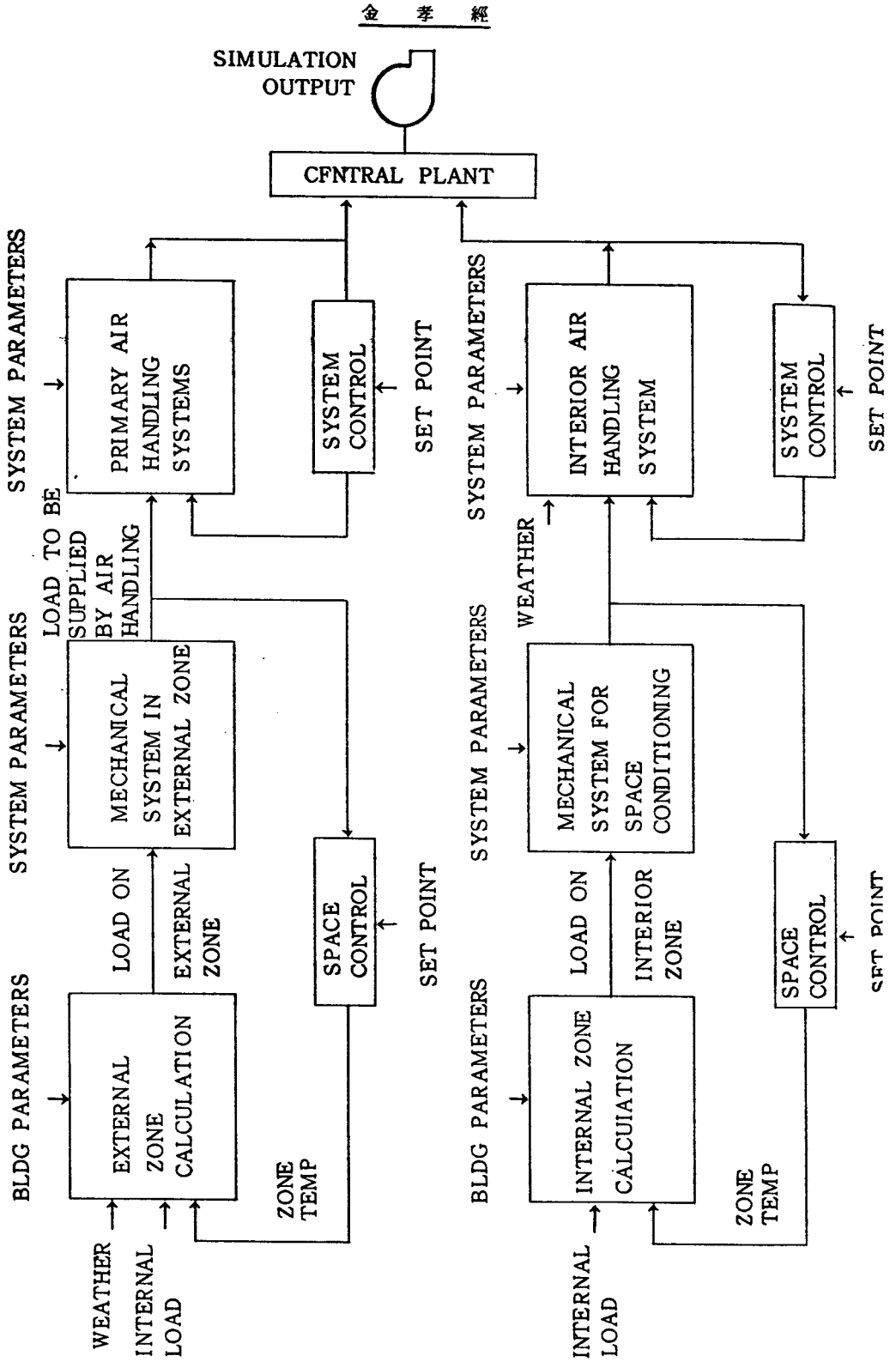
에너지問題는 深刻하며, 價格은 繼續上昇할것이며, 날이 갈수록 供給은 制限될 것으로 予測되고 있다. 에너지源으로서 가장 容易하게 얻어질수있고, 가장清潔하며 또 大概의 境遇 가장 經濟的인것은 効果的인 管理와 管理프로그램에 依해서 얻어지는 에너지이다. 全體에너지의 1/3을 消費하고 있는 建물이 主對象이며, 現在 그 使用되고 있는 에너지의 25~50%를 節減할 수 있도록 하는것이다.

에너지管理와 運營프로그램이 그렇게 좋은것이라면 왜 모든 사람이 實踐하지 않을까. 1973년의 油類波動은 約7年前의 이야기이다. 무엇이 이저진 要因일까, 要컨데 成功的으로 에너지管理計劃을 實踐하는 建物の 90%는 다음 두가지 要因의 具體化를 하고 있음을 알 수 있다.

1. 高位層의 管理支持
2. 에너지節約을 爲한 自律的인 設備投資

에너지管理는 잘運營되는 管理體制의 相互努力에 依해서만 達成될 수 있는 것이다.

APPENDIX A  
BLOCK DIAGRAM OF THE NATURE OF  
A SIMULATION PROGRAM





APPENDIX B

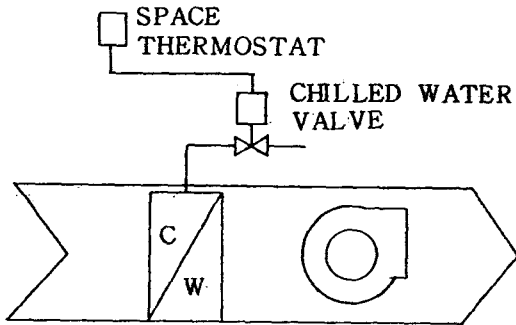
ENERGY CONSERVATION SAVINGS IN U. S.  
DLRS PER YEAR FER 1000 SQ. FT.

ENERGY CONSERVATION ITEM	TYPE OF BUILDING				
	OFFICE	INDUSTRIAL	HOSPITAL	STORES	HOTELS & APARTMENT
TOTAL ENERGY COST WITHOUT CONSERVATION	\$ 1320	\$ 1540	\$ 1100	\$ 890	\$ 1460
ADJUST CONTROLS	126	31	9	48	71
REDUCE VENTILATION	61	55	30	30	64
SCHEDULE HIG/CLG	47	69	22	24	69
REDUCE ELECT PEAKS	36	44	17	19	27
SET COOLING AT 78 °F	20	11	40	25	60
TURN OFF LIGHTS	34	14	7	11	8
DUTY CYCLE	17	19	21	18	39
TOTAL SAVING	341	243	146	176	338

\*SOURCE : DETAIL ANALYSIS OF 964 BUILDINGS FROM THE HONEYWELL "BOTTOM LINE" PROGRAM

APPENDIX C

RAISE SET POINT DURING COOLING SEASON



SUBSTITUTION IN THE FOLLOWING FORMULA WILL PROVIDE AN APPROXIMATION OF THE COOLING BTU'S SAVED BY RAISING THE SET POINT OF YOUR THERMOSTAT

$$\frac{\text{BTU}}{\text{HR } ^\circ\text{F}} \times \text{SET UP } ^\circ\text{F} \times \text{OPN } \frac{\text{HRS}}{\text{WEEK}} \times \text{CLG SEASON } \frac{\text{WEEKS}}{\text{YEAR}} = \frac{\text{BTU}}{\text{YEAR}}$$

WHERE :

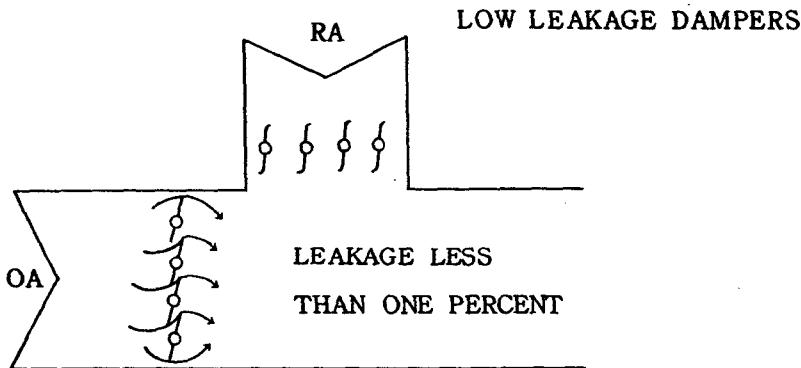
F IS THE THERMAL TRANSMISSION FACTOR × PERIMETER × HEIGHT

EXAMPLE

TWO STORY BUILDING, 200' × 200' × 25'. 6" PRECAST CONCRETE PANELS WITH TTF .69. RAISE SET POINT FROM 74°F TO 78°F. FANS OPERATE 60 HRS/WEEK. COOLING SEASON IS 52 WEEKS IN LENGTH.

$$.69 \times 20000 \times 4 \times 60 \times 52 = 172 \times 10^6 \text{ BTU'S SAVED / YEAR}$$

APPENDIX D



SUBSTITUTION IN THE FOLLOWING FORMULA WILL PROVIDE AN APPROXIMATION OF THE BTU'S SAVED PER YEAR BY UTILIZING LOW LEAKAGE DAMPERS.

$$A \frac{\text{FT}^3}{\text{MIN}} \times \frac{(\text{ESTIMATED LEAKAGE} - 1\%)}{100} \times \frac{1.08 \text{ MIN BTU}}{\text{hr ft}^3 \text{ } ^\circ\text{F}} \times \frac{(\text{AVE. INDOOR TEMP} - \text{SEASON AVE OA CLG}) \text{ } ^\circ\text{F}}{\text{D. B.}} \times \text{UNOCCUPIED HRS WITH FAN OPERATING} \frac{\text{HRS}}{\text{WK.}} \times \text{CLG SEASON LEN -}$$

$$\text{GTH} \frac{\text{WK}}{\text{YR.}} = \frac{\text{BTU}}{\text{YEAR}}$$

WHERE; A IS FAN CAPACITY IN CFM

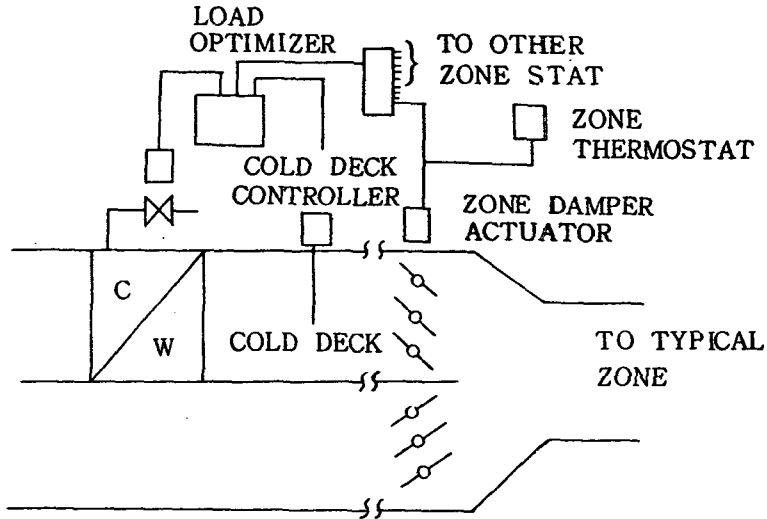
EXAMPLE

TWO STORY BUILDING, 60,000 CFM FAN CAPACITY, ESTIMATED LEAKAGE OF PRESENT DAMPER - 10%, FAN OPERATES 50 HRS PER WEEK DURING UNOCCUPIED HOURS, AVERAGE INDOOR TEMP 74°F, AVERAGE OA D. B. IS 80°F.

$$60,000 \times .09 \times 1.08 \times 6 \times 50 \times 52 = 91 \times 10^6 \text{ BTU'S SAVED PER YEAR}$$

APPENDIX E

RESET OF COLD DECK TEMPERATURE



SUBSTITUTION IN THE FOLLOWING FORMULA WILL PROVIDE AN APPROXIMATION OF THE BTU'S SAVED PER YEAR BY RESETTING THE COLD DECK TEMPERATURE.

$$A \frac{\text{FT}^3}{\text{MIN}} \times \frac{\% \text{ COLD DECK RESET}}{1000} \times 45 \frac{\text{MIN Lb}}{\text{Hr ft}^3} \times \text{ENTHALPY RESET} \frac{\text{BTU}}{\text{Lb}} \times \text{OPERATING HRS / WEEK} \frac{\text{HR}}{\text{WEEK}} \times \text{CLG SEASON LENGTH} \frac{\text{WEER}}{\text{YEAR}} = \frac{\text{BTU}}{\text{YEAR}} \text{ WHERE}$$

A IS - FAN CAPACITY IN CFM .

EXAMPLE

TWO STORY BUILDING, 60,000 CFM FAN CAPACITY, FAN OPERATES 60 HRS PER WEEK, 1.5 BTU/LB RESET AND 50% AIR FLOW IN COLD DECK.

$$60,000 \times .5 \times 4.5 \times 1.5 \times 60 \times 52 = 632 \times 10^6 \text{ BTU's SAVED PER YEAR}$$