

住宅 및 小型建物を 爲한 空氣調和 裝置 및 部品の 效率改善*

빅터 다블류 골드슈미트

宋 熙 烈** 譯

國立標準局을 經由, 聯邦에너지청 (FEA) 과의 契約締結後 美商務省의 一部支援下에 HVAC 裝置效率에 關한 會議가 1974年 10月 6日부터 8日 까지 Purdue 大學校에서 開催되었다. 本 會議는 空氣調和 및 加熱에 使用된 에너지를 節約시킬 수 있는 理論的인 概念과 實際應用을 交換함을 目的으로 하였다. 本 會議는 ASHRAE, Purdue 大學校의 Ray W. Herrick 연구소 및 NBS 의 共同後援下에, 產業界와 ASHRAE 會員들로부터 直接的인 助言과 도움을 받아서 그 計劃管理를 하였다. 會議에는 66名의 相異한 製造業者와 總 181名이 參席하였는데, 이 중 132名은 產業界와 相談會社, 8名은 政府, 7名은 專門團體, 8名은 研究機關, 나머지 26名은 大學校에서 各各 參加 하였다.

美下院의 自然科學航空宇宙分科委員會의 科學 擔當顧問인 J. Thomas Ratchford 博士는 그의 基調演說에서 法律制定狀態에 對하여 言及하였다. 序論에서 그는 에너지保存問題에 對한 複雜한 技術的, 經濟的 및 政治的 性格을 指摘하였다. 그는 에너지保存 및 美下院自然科學航空宇宙分科委員會가 提起한 主題의 意味에 對한 包括的인 總說을 不參者에게 周知시키는 方法을 說明하였다. 그의 演說의 部分은 에너지保存에 關한 法과 法

案을 다루었다.

部分負荷에서의 運轉效率

第一次技術會議에서는 部分負荷에서의 運轉效率을 向上시키기 爲한 設計問題에 對하여 言及하였다. 本 會議에서는 앞으로의 價値있는 研究課題로서, 諸般問題點이 提起되었는데, 그 중 몇가지를 例舉하면 다음과 같다.

效率에는 定常狀態, 全部荷, 動力學, 吸收, 燃燒 및 季節等과 같은 여러가지의 效率이 있다. 이러한 項目을 正確히 定義하기는 困難하다. 上記項目을 定義하여 이를 測定하기 爲한 標準過程을 開發하는데는 指導力이 必要하다. 一旦 이러한 定義를 내리면, 製造業者들은 自己들 製品에 關한 效率情報을 發表할 것이다.

動力學的 運轉條件下에서 煙突에 關聯된 化學 및 熱流動에 關해서는 充分히 알려져 있지 않으며, 또한 浸潤에 對한 爐의 사이클效果에 關해서도 알려진 바는 없다. 潛在的으로 (實際로) 回收되는 煙突損失量에 對해 크게 알려진 바도 없다. Honeywell 會社의 U. Bonne 은 燃燒加熱시스템 (損失法에 근거한)의 數學的 모델을 提示하였다. 모델의 媒介變數를 實驗的으로 求하여, 總括效率을 決定하였다. 全體시스템의 熱效率은 全負荷 (定常狀態)에서의 效率(특히 오우버사이즈의 無動力非調節 버어너에 있어) 보다 相當히 작다는 事實이 밝혀졌다.

* V. W. Goldschmidt, Improving Efficiency in HVAC Equipment and Components for Residential and Small Buildings, ASHRAE Journal, March 1975.

** 韓國原子力研究所

보일러의 調節概念

NBS 建物環境部の G. E. Kelly 와 D. A. Didion 은 連續적으로 點火되는 諸般小型보일러 (모듈)의 使用과 單一大型보일러의 使用을 比較하여 暖房負荷의 調節概念을 適用하였다. 相異한 運轉條件(一次펌핑, 二次밸브調整, 또 파이러트랩 프의 有無狀態)下에서 이 方法을 實驗裝置에 對하여 比較하였다. 따라서 이 結果를 利用하여 單一大型보일러나 二次펌핑하는 調節시스템에서의 效率豫想值를 檢討하였다. 結果적으로 어떤 境遇에 있어 調節시스템은 單一보일러보다 效率이 높으며, 보일러의 오우버사이즈로 因해 이 效率은 현저히 減少되었다. 單一大型보일러의 效率範圍은 55.9%~71.8%이며, 調節시스템은 65.0%~71.8%가 豫想되는데 이 調節시스템의 效率은 試驗檢査를 畢한 建物의 오우버사이즈에 左右된다.

오일暖房效率

Exxon 研究所의 D. W. Turner 는 家庭用 오일 暖房裝置의 效率은 燃燒效率(99%以上), 吸收效率(平均 75%) 및 停止時間의 損失에 在右된다고 밝혔다. 停止時間의 損失과 吸收效率은 結果적으로 現地에서 試驗한 裝置에 對하여 60%의 總括效率을 나타낸다. 最適點火速度는 效率을 67% 까지 增加시킬 수 있는 能力이 있는 것으로 判明되었다.

區域制御

Oklahoma 州立大學校의 F. C. McQuiston 은 大型住宅用 및 商用建物內의 獨自의 區域制御의 利點을 調査分析한 結果, 燃料 및 運轉費가 相當히 節約됨을 알 수 있었다.

二段變速·可變容量 壓縮機

Purdue 大學校의 J. T. Pearson 은 季節의 에

너지 需要量을 節約하는데 있어 可變容量壓縮機의 利點을 檢討하였다. Lennox Industries 의 R. E. Cawley 는 실린더型의 無負荷壓縮機로 125°F의 溫度를 凝縮시키는데 6.0에서 9까지 增加代身에 二段變速 壓縮機를 使用하여 半負荷狀態에서의 EER의 값이 結果적으로 增加한다는 事實을 發表하였다.

住宅暖房效率

Westinghouse Electric 社의 R. L. Dunning 은 現地資料와 컴퓨터解析(핏츠버그資料에 근거한) 을 利用하여 諸般住宅暖房시스템의 效率과 費用을 比較하였다. 그의 結論에 依하면 가스爐의 效率은 40~50%의 範圍이고, 오일爐의 境遇 35~45%로 에너지效率面에서 電氣暖房을 어느 形態로든 이들과 競爭시킬 수 있다.

덕트와 空氣分配

第二次技術會議는 最適使用에 對한 덕트와 空氣分配에 關한 것으로 여기서는 空氣分配시스템에서의 實際의인 에너지損失의 인디케이터로서 靜壓損失에 따른 全體壓力損失의 利用에 對하여 檢討하였다. 여기에는 各 要素의 壓力損失을 나타내는 異列效果를 分析展開하였다. 要素와 要素의 壓力損失係數의 相互作用效果와 그 값의 正確性이 問題點으로 強力하게 提起되었다. United McGill 社의 L. Bowman Turuer 는 空氣分配시스템을 設計하는데 있어 全體의 壓力損失이 낮은 要素를 使用할 것을 強調하였다. F. C. McQuiston(Oklahoma 州立大學校)은 다음의 2가지 問題點을 가진 完全平衡空氣分配의 設計過程을 開發하였다.

a) 덕트의 直徑은 相當히 작고 空氣速度는 매우 크다.

b) 斷熱流動의 假定 一덕트周圍가 加熱되거나 冷却되므로 因해 이와같이 假定할 수가 없는 境遇가 많다. Trane 會社의 A. D. Hallstrom 은 適切한 冷暖房裝置로 組合된 相異한 空氣分配시스

템의 라이프사이클코스트를 比較하기 爲하여 大規模컴퓨터使用을 提示하였다. 結果적으로 팬과 制御시스템의 年間 電氣使用量은 全體電力의 25% ~50%程度이다.

評價狀態條件에 따른 運轉效率

第三次會議에서는 評價條件에 따른 運轉效率에 關하여 公開討論會를 가졌다. 에너지가 不足한 現時代に 있어서는 모든 HVAC 裝置를 最大效率로 運轉해야 한다는 事實이 重要하다고 強調되었다. 不幸히도 大部分의 경우 高效率裝置를 現場에 設置하였을시, 結果적으로 EER 이 작아지는데, 이는 다음의 事實로 因함이 分明하다.

- (a) 非評價條件에서의 裝置의 使用
- (b) 設計 및 設置上的 誤謬

따라서 結果적으로 다음의 3가지 問題點이 提起된다.

- (1) 產業界가 一般大衆에게 이러한 條件을 指摘하여 賣渡人이나 建築業者를 訓練시킬 責任이 있는가.
- (2) 產業界가 評價條件이 아닌 다른 條件에서 값을 부여하도록 요구되어야 하는가.
- (3) 產業界가 回收排氣系統의 設備를 適切히 改善함이 重要한가.

室內空氣調和裝置

第四次會議는 “室內空氣調和裝置의 效率改善”에 關한 것으로, 그 目的은 國家에너지事業과 關聯되어 있으며 室內空氣調和裝置의 狀態에 對한 理解를 增進시키고 더욱 나아가서 技術추세면에서 불때 무엇이 可能하고 實務的인가를 서술하는데 있다. 이러한 主題發表를 整理하여 產業界外部에서 認識하고 있는 擔當官에 依해 提起된 主題를 繼續적으로 展開整理하였다. 다음 三篇의 論文에서는 室內空氣調和裝置의 設計 및 製作에 使用된 主要한 “敏感한 效率” 部品에 對한 基本能力을 調査하였는데 이들은 다음과 같다.

- (1) Tecumseh Product 會社의 H. W. Jobs

의 壓縮機

- (2) General Electric 社의 J. H. Johnson 의 密閉모터

- (3) Bohn Aluminum Brass 社의 R. K. Malhotra 와 C. B. Simison 의 傳熱表面

마지막으로 發表된 General Electric 社의 J. J. Schulze 의 論文은 室內空氣調和裝置의 全般的인 設計에 關聯된 것으로 여기서는 實際的인 限界를 設定하여 理論的인 Carnot Cycle 效率로 始作하여 實際적으로 얻을 수 있는 수준으로 發展시키기 爲해 所要損失을 添加하여 서술하였다. 또한 效率面에서 設計上的 錯誤로 因하여 消費者에 미치는 效果를 調査하였다. 要約하여 말하면 本會議에서는 소기의 목적을 達成하였고 위험적인 法律을 制定하여 結果적으로 產業界가 高效率面에서의 反應을 說明하는데 不安한 弱點이 있음을 強調하였다. 이러한 弱點이 생기는 理由는 部品과 全般的인 設計上的 效率改善이 實際運轉條件에 大略적으로 關聯되는 하나의 任意的 評價基準點에 근거를 두고 있기 때문이다. 運轉條件과 時間의 範圍에 對한 運轉效率를 平均하는 完全한 效率의 評價方法을 開發할 必要가 있다. 會議의 한 參席者는 產業界가 이 弱點을 分明히 알고 있는 證據로서 EER meter 를 권했는데 이는 即時 實用化할 수 없으나, 하나의 基準點에서 評價하면, 立法者와 消費者가 理解하기 쉽다는 事實에 依하여(EER meter 에는) 分明히 어떤 結論이 있다.

原型裝置

第五次會議는 “高效率原型裝置”에 關한 것으로, 그 目的은 建設的인 提案을 求하기 爲하여 不參者들에게 革新的인 生覺을 보여주는 것이었다. 各 主題는 實現可能性이 있는 것으로 判明되었으나 實現段階는 아니다. HVAC 產業自體나, HVAC 產業에 適用할 수 있는 概念을 가진 他產業으로부터 論文들이 많이 提出되었다. 太陽熱革新은 너무 많은 依賴가 있어 自體會議를 開催해야 한다는 理由로 除外되었다.

密 閉 燃 燒

Lennox Industries 會社의 G. Peoples 는 “密閉된 오일燃燒爐에 依한 시스템의 燃料消耗量의 減少”에 對한 論文을 發表하였다. 새로운 設言와 마찬가지로 이 시스템은 既存시스템에 適用될 수 있다는 特徵이 있으며 그 燃料消耗量은 5~10% 程度 節約이 豫想된다. 燃燒空氣의 不足과 과도 상태에 對한 問題點을 調查하였으나 別影響이 없었다.

히 이 트 파 이 프

Isothermic Inc. 의 R. A. Beals 는 高效率히이트파이프에 關한 論文을 發表했는데, 그는 住宅시스템에 이 히이트파이프를 使用하여 그 原理를 說明하였다. 히이트파이프는 한편에는 家庭用 물탱크에 熱을 저장하고 다른 한편에 換氣를 加熱하여 2方向으로 熱을 傳達하는 利點을 가지고 있다. 熱媒體로 價格이 低廉한 蒸氣를 使用하여 間接加熱할 수 있음이 밝혀졌다. 投資費를 分析한 結果, 이 裝置는 在來式爐 및 給水加熱器와 競爭이 可能하였다. 여름에 作動할시에는 이 裝置를 傾斜지게 하여, 空氣를 加熱시키지 않도록 한다.

蓄 熱

펜실바니아大學의 J. C. Deuton 은 에너지蓄熱을 통한 에너지保存과 荷電測量에 對해 論하였다. 그는 潛熱 및 感熱蓄熱에 對해 實驗한 結果 融解狀態가 適合하지 않아 潛熱蓄熱材가 充分히 改善되지 않음을 알았다. 또한 그는 이 計劃에 있어 其他事項으로 社會團體가 별로 關心을 기울이지 않는다고 記述하였다. 다시 말하여 產業界가 利益이 생기지 않는 裝置를 왜 開發하느냐 하는 것이다. 단지 公益事業主들은 最大限으로 節約하여 利益을 얻고자 할 뿐이다.

Lennox Industries 의 T. C. Gilles 는 多區域

裝置를 自體에 包含하고 있는 에너지改善調節裝置에 對해 記述하였다. 그는 古典的인 HVAC 裝置의 多區域溫度制御問題와 加熱과 冷却을 同時에 일어나게 하는 中間溫度範圍의 限界性에 對하여 論하였다. 그는 固體狀態에서의 制御不能을 이 概念이 現在는 에너지가 有效하다는 理由에 基因한다고 生覺하였다.

스 터 링 엔 진

Philips 研究所의 A. Daniel 은 全體에너지시스템의 原動機로서의 스텐링엔진에 對한 論文을 發表하였다. 스텐링엔진을 技術的으로 住宅에 適用시킬 수 있는 可能性을 說明하였다. 이 機械의 調節取扱에 있어 실린더壓力이 減少함에 따라 部分負荷運轉에서의 效率의 결함이 나타나고 있음을 알 수 있다. 그러나 그 重量과 起動時間은 별로 重要하지는 않으나 變速反應은 반드시 瞬間的으로 일어났다. 水素는 이 速度範圍에서 가장 效率的인 作動媒體로 看做된다. 그러나 벽면에서의 擴散은 重要하나, 水素취화現象은 별로 그렇지 않다.

라이프사이클코스팅

第6次會議에서는 라이프사이클코스팅에 對하여 論하였다. 에너지交換率이 높은 시스템과 낮은 시스템을 比較하여 그 實際比較值로서 라이프사이클코스트를 分析하였다. 效率이 良好한 시스템으로서 部品の 價格이 비싼 境遇에는 라이프사이클코스트는 重要的 意味를 갖는다. 특히 效率이 良好한 시스템에 二段變速壓縮機나 可變容量制御裝置를 適用할때, 라이프사이클기준에 있어서의 에너지需要量을 相對的으로 減少시키기 爲하여 그 負荷分布狀態를 잘 알고 있어야 한다.

本會議에 提出된 四篇의 論文은 모두 前述한 因子에 對하여 記述하고 있다. 에너지價格 및 利子の 推移를 可能한 正確히 알고 있음이 重要하다고 著者는 強調하였는데 이는 시스템을 比較하는데 있어 支配因子이기 때문이다. York 의 D.

Rittgers는 EER의變化가 에너지節約에 미치는影響을 說明하였으며 高效率裝置에 材料가 많이 所要될 때 에너지의 增加需要量을 評價함이 重要하다고 強調하였다. Trane社의 D. Eppelheimer는 컴퓨터프로그램을 適切히하여 既存建物の 라이프사이클코스트를 分析할 것을 強調하였고 에너지費用, 全面自體費 및 運轉費를 可能한 相當히 節約할 수 있다고 밝혔다. F. R. S. Dressler는 財政經濟觀點에서 非專門家들이 쉽게 生覺할 수 있는 라이프사이클코스트分析에 對하여 研究하였다. York의 R. A. Erth는 部品費用, 相異한 運轉條件에서의 에너지效率 및 投資回收率을 決定하기 위한 經常價格適用係數를 求하기 爲하여 各各 增加된 負荷條件에서 시스템의 消費時間에 對하여 論하였다. 論文討論時, 機敏한 購買者라면 契約不履行으로 因한 價格의 不利한 條件없이 良好한 에너지性能을 얻기 爲하여 裝置의 設計者 및 販賣者와 協助할 수 있다는 事實이 強調되었다. 모든 可能性으로 보아, 장치 이 主題가 會議에 上程되면 提出論文에 對한 反應關心도가 增加할 것이다.

高效率壓縮機

第7次會議에서는 五篇의 論文이 提出되었는데 部品の 選定과 效率增加에 關한 것이었다. Copeland의 D. J. Massa는 高效率壓縮機의 設計와 適用을 再評價하였다. 그는 이 論文에서 最近에 壓縮機改良과 마찬가지로 壓縮機의 選擇과 適用을 檢討하였는바, 結果적으로 시스템의 效率를 增加시킬 수 있었다. (特別한 모델에 대해 7.35~10Btu/watt)

제트衝突콘덴서

Thermo Electron Cooperation의 S. E. Nydick과 E. F. Searight는 제트衝突콘덴서의 핀코일의 開發에 對하여 서술하였다. 콘덴서코일의 空氣側 제트衝突時 熱이 傳達되어 總括熱傳達가 增加한다. 熱傳達가 增加하면 接觸面積과

材料費를 22%에서 30%까지 節約할 수 있다. (이는 inch當 핀數와 2ton 凝縮能力이 있는 코일에 使用된 材料에 左右된다) 試驗結果 使用한 材料는 11.7%~15% 節約되나 이 값은 豫想値보다 좀 작은 편으로 에지오리피스가 막힐 可能性이 있다.

熱交換器

General Electric社의 J. A. Pietsch는 無限한 熱交換器의 限界에 對하여 檢討하였다. 潛熱과 減熱容量比를 增加시키는 效果的인 方法을 開發하여 效率이 良好한 裝置를 設計하여야 한다. 따라서 高負荷條件에서 大型蒸發器코일을 便利하게 使用할 수 있다. 開發項目을 例舉하면 다음과 같다.

- 內部冷劑의 體積에 對하 高傳熱比를 가진 콘덴서
- 冷媒장입公差가 큰 壓縮機의 모든 運轉條件下에서 液體冷媒와 오일 사이의 區別能力이 있는 吸入線 아쿠무레이터

팬

Westinghouse 流體시스템研究所의 T. Wright와 G. F. Weigaut는

(a) 팬과 팬設備效果를 豫測하기 爲한 系統圖 (半實驗的)

(b) 空氣調和裝置의 콘덴서팬의 새로운 날개형태를 設計하여 그 電力消耗가 相當히 節約될때

이에 對한 分析研究과 實驗資料의 結果를 提示하였다. 첫번째 論文에서는 測定效率과 豫測效率를 날개뾰치角度 및 선단틈새비에 따른 豫想從屬函數로 比較하였다. 두번째 論文은 2개의 原型의 結果를 나타낸 것으로 이는 性能의 向上뿐 아니라 效率의 損失없이 入口流動의 渦流狀態를 다루었다.

冷凍制御

第八次會議에서 發表한 5篇의 論文中 첫번째 論

文은 Ranco 의 R. Marks 의 것으로, 그는 이 論文에서 連續적으로 潛熱을 除去하고, 內部溫度과 相對溫度를 定常으로 維持하기 爲해 蒸發器裝置가 갖추어진 機械의 冷凍시스템에 適用시킬 수 있는 2개의 電子溫度感知素子制御시스템에 對하여 記述하였다. 그는 또한 空氣에 코노마이저사이클과 2개의 壓縮機의 使用에 對하여 考察하였다. Robersshaw Control 社의 J. E. West 는 두번째 論文에서 氣候의 變化條件과 이들이 히이트펌프의 性能에 미치는 影響을 檢討하였다. 그는 서리가 形成될 때 이를 適切히 感知하여 서리를 除去하지 않고 運轉期間을 延張할 수 있다고 說明하고 있다.

히이트펌프의 有用性

第八次會議의 세번째 論文은 Oklahoma 大學의 D. G. Harden 과 F. O. Calvert 가 發表한 것으로 히이트펌프의 有用性을 다음과 같이 比較하였다.

- a) 電氣抵抗加熱과 機械의 冷却
- b) 燃燒加熱과 機械의 冷却
- c) 燃燒加熱과 冷却
- d) 空氣對空氣 히이트펌프

이들은 加熱 및 冷却用 有效에너지에 대한 所要에너지比를 다음과 같이 評價하였다. (이 數值가 클수록 에너지 源使用이 더욱 效果의이다.)

- a) 加熱時
 - 天然 가스 : 0.066
 - 電氣 爐 : 0.032
 - 히이트펌프 : 0.064
- b) 冷却時
 - 機械의 冷凍 : 0.0266
 - 가스 吸收 : 0.012

設 備

第八次會議의 네번째 論文에서 Purdue 大學의 D. R. Tree 는 4개의 相異한 住宅(相異한 便宜한 調和시스템을 가진)의 에너지需要量의 結果에

對하여 報告하였는데, 即 定常的인 4개의 家庭用 機構인 취사용가스레인지와 오븐, 冷藏庫, 衣服 乾燥器 및 洗濯器의 에너지 利用에 對하여 記述하였다.

E E R

會議의 마지막 發表論文은 H. Voorheis 의 것으로 그는 相異한 空氣調和裝置의 EER 의 現地測定值를 比較하였는데 이는 豫想值보다 작았다. 定常狀態(全負荷)와 사이클效率(部分負荷)사이의 差異와 類似한 닥트設計上の 誤謬로 인한 影響을 研究하였다.

標 準 改 善

마지막 會議期間에는 標準示方書 및 코우드에 對한 앞으로의 改善에 對하여 討論하였다. B. McQuire 는 D. O. C. 의 任意의 레이블링프로그램을 要約하였고, 消費者가 알고 있는 性能媒介變數의 必要性을 周知시켰다. 空氣調和裝置의 境遇에 EER 과 같은 消費者가 잘 알고 있는 媒介變數로 冷藏庫, 스토브 등에 對해 定義하기는 어렵다.

P. R. Acheubach 는 ASHRAE 90p 와 關聯하여 다음의 問題點을 要約考察하였다.

- 1) 어느 標準을 準備해야 하는가.
- 16個州은 이미 開發코드를 取扱하는 擔當機關이었고, 이 중 10個州은 90p 를 받아보고 있다.
- 2) 標準根據는 에너지豫算이어야 하는가 아니면 性能標準(基準)이어야 하는가.

에너지豫算計劃의 長點(監督하기 쉬운 境遇)과 短點(高效率部品の 開發을 低害하는 境遇)이 記錄되었다.

- 3) 하나의 標準으로 모든 建物樣式에 對하여 適用할 수 있는가?

關心있는 國內產業體는 現在 自體目的을 開發中이며, 두가지 相異한 標準의 關聯性에 對하여 言及한 바 있다.

- 4) 標準이 그 自體 에너지源과 關聯지어야 하 (p. 156에 계속)