

# 熱 펌 프

(認定받은 熱回收用的 裝置)

## The Heat Pump

A Proven Device For Heat Recovery Systems

E. R. Whitehead, R. D. Roley Jr.

(ASHRAE J. May, 1976)

閔 滿 基\* 譯

“暖房, 換氣, 및 空氣調和 등의 産業分野에 종사하고 있는 우리들은 머지 않아 顧客들의 에너지問題들을 지금껏 생각치 못하였던 方法으로 解決하도록 要請받게 될 것이다. 空氣對空氣 熱펌프가 이것을 解決하여 주는 한 方法이다. 이것은 設備엔지니어, 施工業者 및 管理人들이 잘 알고 있는 裝置로서 많이 使用되고 있는 團物인 것이다……”. 이 報文은 텍사스 달라스에서 開催된 ASHRAE 1976年度 半年次 大會 “熱펌프사이클의 改善” 심포지움에서 發表된 것이다.

모든 建物所有主나 管理人에게 에너지節約과 에너지回收가 무엇보다도 重要的 時期에, 우리 스스로가 設定해 놓은 目標을 얻는데 도움을 주는 裝置에는 새로운 것이 많이 있다. 廢熱을 回收하거나 過剩熱을 잡아서 이것을 必要로 하는 곳까지 傳達하하는데 使用하는 이 創作物 (이것은 時代가 이미 認定하고 있지만)에 관하여 우리는 이야기하고자 한다. 이 創作物은 空氣對空氣 蒸氣壓縮 熱펌프이다.

一般的인 熱펌프裝置는 室外 및 室內部分으로 構成되고 있으며 그림 1과 같은 性能을 나타내고 있다. 그림 中の 線 하나는 各種 室外溫度에서의 熱펌프의 出力을 보여주고 있고 다른 線은 構造物의 暖房所要熱량을 나타내고 있다. 分명한 問題는 熱펌프의 出力이 建物の 所要量이 增加함에

따라, 室外空氣인 源의 特徵때문에 減少한다는 것이다. 40°F에서 熱補充을 必要로 하기 始作한다. 0°F에서는 熱펌프를 돕기 위해서 몇時間동안 이나 140KW의 熱抵抗이 所要된다.

그러나 熱펌프의 室外部分은 空氣가 어디서 들어 오건 實際의으로 相關을 얹고 이것은 空氣의 溫度水準에 對해서만 關心을 갖는다. 그래서 만일 이것이 72°F의 供給空氣를 얻을 수 있다면 그림2에서 外氣溫度가 떨어짐에 따라 容量線이 下降하는 대신에 容量은 그림2에 나타난 바와 같이 된다. 자 그러면 熱펌프는 建물所要量의 훨씬 더 많은 部分을 完遂하게 된다. 即 40°F 대신에 29°F에서 抵抗熱을 追加하기 始作하고 全所要量 1°R은 74KW일 뿐이다. 만일 더 높은 溫度의 空氣源이 있다면 性能은 95°F에 있는 水平線으로

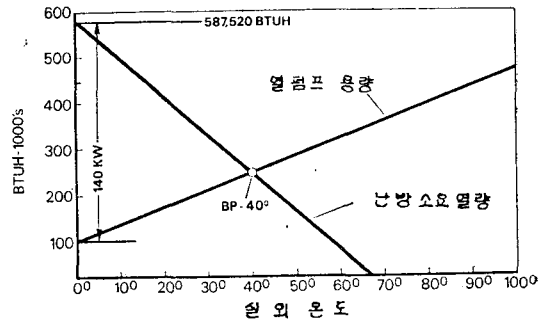


그림 1.

\* 正會員, 高大理工大

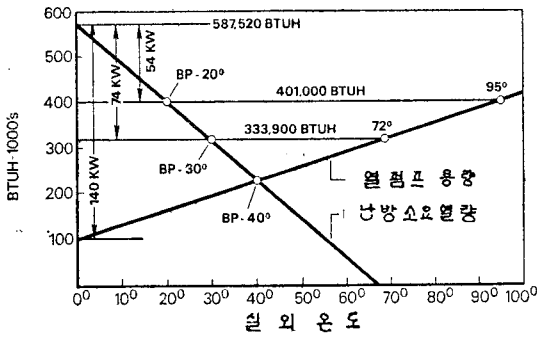


그림 2.

공장 (메리랜드주 콜럼비아)

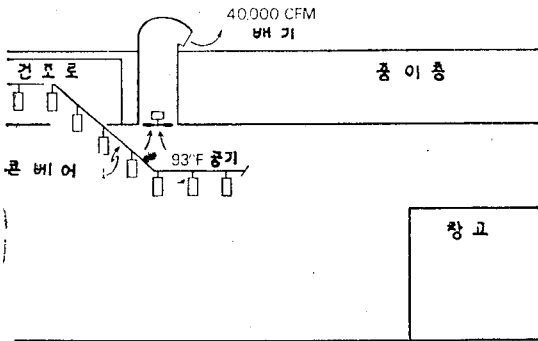


그림 3.

부터 알수 있듯이 더 좋아질 수도 있다.

廢熱

여기에는 아무런 새로운 知識이 없다. 누구라도 熱펌프는 따뜻한 熱源을 가지고 더 잘 暖房할 수 있다는 것을 알고 있다. 그러나 外氣가 추울 때에 어디서 따뜻한 空氣를 얻느냐? 여러분들은 모두 이에 對한 答을 알고 있다. 即, 건물과 工場마다 想像外의 따뜻한 空氣流量을 버리면서 工程을 進行하고 사람들을 冷却시켜 주고 換氣의 規程을 지키기 위하여 空氣를 끌어들이고 있다. 그렇다면 技巧은 이 空氣를 우리가 因襲的으로 室外코일 (이 部分에 對한 適合한 用語는 熱抽出器다)이라 불러 왔던 곳을 지나가게 하는 것이다. 그러면 이 裝置는 따뜻한 날에 作動하는 것처럼 作動될 것이다. 排出 空氣溫度가 높을수록 裝置의

出力은 더 커지고 直接的인 抵抗熱의 所要量이 적어질 것이다.

이러한 適用例가 메리랜드주 콜럼비아에 있는 한 建物에 있다. 그림3은 既存設備의 現場略圖이다. 뜨거운 部分은 乾燥爐에서 나온다. 이 位置에서 熱의 蓄積을 막고자 前에 40,000cfm의 空氣를 排出하였으나 이것으로는 實際적으로 快適狀態를 改善하질 못하였다. 倉庫內에서는 찬 冷풍이 甚했다는 이야기다. 明確한 解는 뜨거운 空氣를 必要한 곳 까지 덕트로 보내는 것이었으나 距離問題와 工場의 物資流動과의 衝突때문에

表 1. 20Ton 熱펌프裝置

室外空氣
室內空氣
入 力
COP=3.6M=SPF

열을 전달하기 위한 열펌프의 적용 (메리랜드주 콜럼비아)

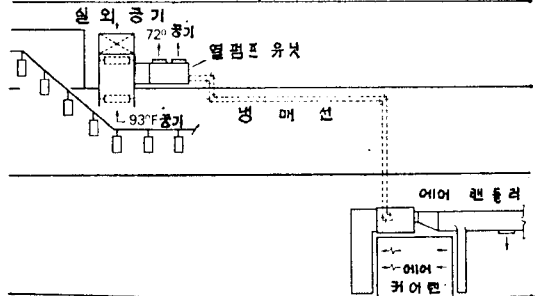


그림 4.

열을 전달하기 위한 열펌프의 적용 (메리랜드주 콜럼비아)

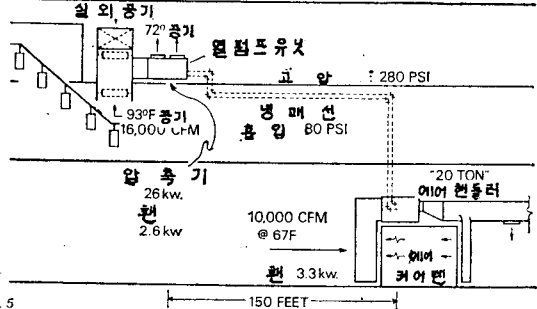


Fig. 5

그림 5.

表 2. 費用比較

裝 置	燃 料 費	\$/10 <sup>6</sup> Btu
열펌프	3C/kwh.	\$ 2.51
=3.5	4C/kwh	\$ 3.34
차연가스 70%효율	\$1.50/1000ft <sup>3</sup>	\$ 2.14
1000 Btu/ft <sup>3</sup>	\$2.00/1000ft <sup>3</sup>	\$ 2.85
오일 10%효율	40C/gal.	\$ 4.08
140,000Btu/gal.	45C/gal.	\$ 4.59
프로판 70%효율	35C/gal.	\$ 5.46
91,500Btu/gal.	40C/gal.	\$ 6.25

열 펌프 작동한계

(냉방 사이클)

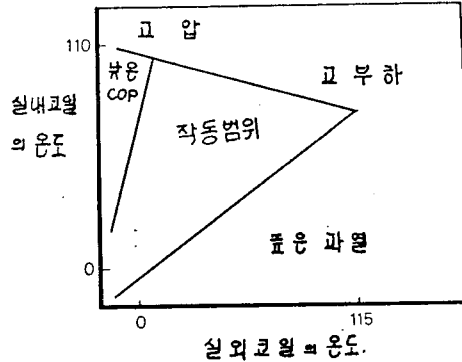


그림 6.

이것은 非 現實的이었다. 그림 4는 1975年 3月에 設置된 系統을 보여준다.

16,000cfm의 空氣를 따뜻한 콘베어地域에서 끌어 들여 熱抽出코일을 지나게끔 하여 이곳에서 72°F까지 冷却해서 排出 (室外가 아니고 더운 工場의 中二層으로) 할 때, 이 地域의 條件을 改善하게 된다. 熱抽出器에서 倉庫 內에 있는 에어핸들러까지는 冷媒配管으로 連結되어 있다. 이 에어핸들러는 지금 抽出한 熱을 分配하여 찬, 溫 間頤를 解決하여 준다. 그림5는 나타나는 溫度와 壓力을 보여준다.

280lb의 高壓과 80lb의 吸入壓으로 作動하는 것은 아무런 警報의 原因이 되지 않으며 壓縮機의 KW入力は 充分히 制限範圍 內에 들어간다.

結果를 表1에 보여 주고 있지만 室外의 氣象條件은 關係없이 398,000 Btuh의 熱이 20ton 熱 펌프에 依해서 供給된다. 이 裝置의 COP (性能係數)는 3.67이고 受熱體(heat sink)가 95°F이므로 이 값은 또 SPF (季節性能係數, seasonal performance factor)이기도 하다. 爐를 지나면서 處理되는 따뜻한 部分의 數가 줄어들어서 受熱體溫度가 72°F까지 내려간다면 COP는 3.4까지 下降하지만 이것은 아직도 훌륭한 性能이다.

經 濟

經濟性은 어떤가? 물론 이 問題는 適用할 때 마다 注意깊게 分析하여야만 한다. 손가까운 이

例에서 이 工場은 장래의 自然개스의 減縮에 直面하고 있었다. 그래서 倉庫에서 새로운 개스히이터를 使用한다는 것은 問題밖이었다. 每適用케이스마다 利用可能한 燃料과 裝置의 性能사이의 複雜한 關係를 갖게 될 것이다. 表2는 이러한 狀況에 對한 豫備分析을 할 수 있는 計劃을 可能케 해준다.

自然개스를 1,000ft<sup>3</sup> 당 \$ 1.50로 얻을 수 있다면 分明하게 이것은 해야할 일이지만 그렇지 않다면 熱펌프는 그 밖의 可能한 解決方案보다 弗當 더 많은 熱을 준다는 것은 典型的인 이야기다 每適用케이스마다 燃料非와 利用可能性 (現在와 未來의) 그리고 選定되는 裝置의 效率에 立脚해서 觀察되어야 한다.

熱抽出코일 위를 지나는 空氣의 質에 對해서 생각해야 될 要因들이 몇가지 있다. 即, 室外코일은 알루미늄을 가지고 있는 銅 아니면 알루미늄의 管으로 만들어져 있다. 銅과 알루미늄은 信賴性에 있어서 아주 훌륭한 歷史를 가지고 있는 空調産業의 傳統的인 熱傳達材料다. 이들 材料는 空氣중에 볼 수 있는 浮遊汚染物(呼吸이 可能하다고 보는)에 對해서 實質的으로 不活性이다. 呼吸이 可能하다고 볼 수 없는 排氣流는 避해야만 한다. 이것이 可能하지 않다면 다음의 汚染物을 가진 排出空氣는 避하지 않으면 안 된다. 即 (1) 燃燒生成物 (2) 高濃度의 할로겐蒸

## 氣 (3) 高濃度の 二酸化硫黃

萬一 空氣의 質이 나쁘다면 環境規程은 이것을 깨끗하게 하여 熱펌프裝置에 使用할 수 있도록 要求한다. 이 費用은 HVAC 裝置에 賦課하여서는 안된다.

한가지 빠른 檢査法은 排氣팬을 보는 것으로서 萬一 이것이 4,5年 使用한 뒤에도 좋은 狀態로 있으면 이 空氣는 코일을 阻害하지 않을 公算으로 본다.

熱을 必要로 할때 따뜻한 空氣를 恒常 얻을 수 있느냐? 그렇지 않다면 標準 熱펌프裝置를 具備한다. 이것은 비록 큰 節約은 얻을 수 없지만 다른 別法보다는 돈을 더 節約할 수 있다.

空氣를 지나치게 뜨겁게 할 수 있느냐? 裝置의 過負荷는 일어날 수 있으나 이것은 바이패스댐퍼 裝置로 解決할 수 있다.

冷却時에 있어서 裝置에 주는 영향은 무엇인가? 다시 한번 바이패스댐퍼 또는 混合댐퍼가 解決策이 되겠지만 注意깊은 分析이 要求된다. 室外 空氣 對 코일 위에 95°F 空氣에 依한 冷却作動에서 의 節約額數는 여러분이 생각하는 것만큼 크지 않다. 그래서 댐퍼의 費用은 빠지지 않는다.

適用例마다 그때의 價値判斷에 따라 分析檢討하여야 한다. 무엇보다도 그것이 바로 工學이라는 것이다.

이런 類型의 熱回收裝置의 또하나의 適用例는 高温의 排出空氣로부터 熱을 抽出해서 이것으로 補充空氣를 加熱하는 것이다. 이 資料는 연어지기 始作되고 있다. 性能은 우리가 期待하였던 것보다 훨씬 더 좋고 이 器機가 高壓과 高温에 對하여 견디는 能力은 確認되고 있는 중이다. 그림 6은 豫想할 수 있는 問題의 內容을 보여준다.

室內코일(凝縮器)의 流入空氣溫度에서 線圖로 들어가 水平線을 따라가다 室外코일(蒸發器)의 溫度에서 올라온 垂直線과의 交叉點을 찾으면 作動이 圓滑한 것인지 아닌지를 알 수 있다. 이 線圖는 單純히 進展中에 있는 資料의 種類를 代表하는 것 뿐이지만 兩코일 위의 溫度가 0~70°F 範圍內에 있을때 補充空氣를 加熱하는 유닛으로서 熱펌프를 使用하는 可能性을 例示하는 것이다.

어느 冷凍사이클로서도 높은 凝縮溫度와 높은 蒸發溫度는 裝置의 過負荷를 가져온다. 높은 凝縮溫度와 낮은 吸入溫度는 過度한 過熱을 招來하고 密閉型壓縮機過負荷裝置를 튀게 만든다. 그러나 그림이 보여주는 바와 같이 可能性의 範圍는 매우 넓다. 각 유닛의 構造는 自己나름대로의 特徵을 지니고 있고 定하여진 一貫作業의 生産過程內에서도 크기와 型의 差異는 있을 수 있다. 새로운 試驗資料와 經驗은 이미 여기에서 보여준 범위를 擴張하였다. 氣流과 코일의 크기를 個別의인 狀況에 맞도록 決定하며 過冷却器의 使用, 空氣의 바이패스裝置等은 12個月 前에는 不可能하다고 생각하였던 많은 境遇에도 熱펌프를 한 產業으로서 使用할 수 있게 하고 있다. 그것의 一般的인 使命은 이 裝置들이 잘 作用을 해서 여러분 顧客들의 돈을 다른 其他의 方法들보다는 더 節約하는 것일 것이다.

## 利 得

熱펌프 回收裝置의 利得은 많다.

全電氣式이다—現在로서는 가장 依賴할만한 에너지源이다.

建物周邊의 空氣系統에 아무런 새로운 汚染物이 介入되지 않는다.

回收 및 供給空氣덕트는 넓게 分離될 수 있다.

排出空氣流과 補充空氣流 사이에는 아무런 交換도 없다—아무런 汚染의 交流도 不可能하다.

暖房에서 3 $\frac{1}{2}$ 에서 4까지의 COP(또는 SPF)를 成就할 수 있다.

大部分의 境遇에 있어서 全暖房所要量을 내준다.

豫算에 맞도록 逐次的 또는 段階的인 施工이 可能하다.

高温의 空氣는 貯藏의 必要性을 除去해준다.

여름에는 冷房과 除濕을 한다.

制御가 容易하다.

二重의 節約이 흔히 可能하다—한 곳을 冷却하고 또 다른 곳을 加熱해준다.

餘他の 熱回收裝置와 比較해서 初期費用이 건

줄만하다.

暖房, 換氣 및 空調(HVAC) 産業分野에 종사하고 있는 우리들은 이제껏 생각치 못하였던 방법으로 顧客들이 가지고 있는 많은 에너지問題를 解決하도록 모두 強要받을 것이다. 空氣對空

氣熱펌프가 大概의 境遇 이것을 解決하여 주는 한 方法으로서 이것은 設備엔지니어, 施工業者, 및 管理人들이 잘 알고 있는 認定받은 器物인 것이다.