

空氣調和에 있어서 冷却塔의 現場試驗은 어느方法이 最善의 方法인가?

In Air Conditioning Who has the Best Method for Testing Cooling Towers in the Field?

(Air Conditioning & Refrigeration Business, Jan., 1970)

李 興 基 譯

冷却塔의 現場試驗은 우리가 實驗室에서 하는 것과 같이 試驗한다는 것은 거의 不可能하고, 또한 非實用的인 것이다. 몇가지 既히 알려진 方法은 있지만, AABC (空調工業會)는 現場試驗과 데이터評價를 實用的이고 正確하게 하는 한 方法을 承認하였다.

國家機關의 하나인 AABC는 最近 會員의 한 사람인 테스트 앤드 벨런스 會社 社長인 조오지 양氏로부터 이 試驗方法을 받아 들이고, 양氏와 AABC는 多數의 冷却塔, 특히 5~150톤에 對해서는 製造業者가 評價하고 있는 程度로 其 性能이 좋지 않은 것으로 보고 있다.

양氏는 冷却塔의 性能이 좋아야 된다고 附言하고 있다.

萬一 그렇지 않으면 冷却機, 冷却코일, 덕트 등이 어느程度 커져도 熱을 充分히 放出하지 못하게 된다.

冷却塔는 空調系統에 있어서 一個의 重要한 構成要素로서 이것이 放出할수 있는 것만큼의 熱量을 建物로부터 돌아내는 것일 뿐이기 때문이다.

흔히 冷却塔이 公稱能力이 있는 것으로 알고 있지만 現場試驗을 하지 않으면 안될 몇가지 理由를 들 수 있다.

1. 充填物の 移動
2. 充填物の 不均一한 膨脹
3. 冷却塔의 水平設置
4. 現地組立으로 因한 冷却塔의 不適當한 設置

現場試驗 DATA을 規定條件狀態로 換算하는 方法이 必要하다.

冷却塔의 性能曲線은 다음 公式에 根據를 두고 있다.

$$\frac{K_a V}{L} = \int_{T_1}^{T_2} \frac{dt}{H-h}$$

CTI(冷却塔工業會)는 이 算式을 認定하고 있지만 現場

試驗에는 實用的인 것이 아니다.

양氏의 方法은 冷却塔이 設計條件과 다른 條件으로 試驗이 될 때에 規定에 合當한지 어떤지를 알 수 있는 算術的인 解決法이다.

水量과 空氣量을 一定하게 하고 冷却塔의 作用을 論하기로 한다.

熱負荷가 一定하면, 入口空氣의 濕球溫度가 增加함에 따라 어프로치(Approach)는 減少한다.

또한 一定한 어프로치에 있어서는, 入口의 濕球가 減少함에 따라 熱負荷는 減少되지 않으면 안된다.

冷却效率은 水量, 風量, 充填物이 變하지 않는 限은 入口空氣의 濕球溫度 및 熱負荷에 關係없이 一定하다.

塔內에서는 蒸發現象이 생기지만 그것은 물을 冷却시키는데는 影響이 없다.

蒸發은 單只 空氣의 感熱이 潛熱로 變하는 것 뿐이다.

試驗結果로부터 入口空氣乾球溫度 35°C, 入口空氣濕球溫度 25.6°C에서나, 入口空氣乾球溫度 26.1°C, 入口空氣濕球溫度 25.6°C에 있어서는나 冷却塔의 能力은 同一함을 알 수 있다. 다시 말하면 冷却은 濕球溫度에 依해 左右됨을 알 수 있다.

完壁한 冷却塔를 設計한다는 것은, 商業的으로 妥當하지가 않다.

따라서 出口空氣濕球溫도와 出口水溫은 數度の 差가 있게 된다.

正確한 出口濕球溫度는 萬一 空氣量의 設計值를 알고 있으면 어떠한 冷却塔의 경우에도 規定條件으로 計算을 할 수 있다.

그러나 空氣量을 구대여 알려고 할 必要가 없다.

왜 그러나 하면 試驗데이터에서 冷却塔를 通過하는

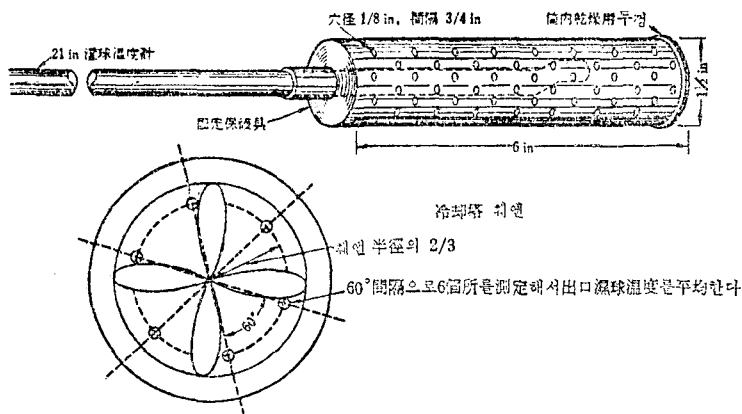


圖-1

空氣의 重量을 計算할 수 있기 때문이다.

冷却塔에 使用되는 用語

ewt: 塔 入口水溫 °C(°F)

lwt: 塔 出口水溫 °C(°F)

ewb: 入口空氣 濕球溫度 °C(°F)

gpm: 水量 gal./min.

d: 出口空氣密度 lb./ft³

r: range=入口水溫-出口水溫=ewt-lwt

a: Approach=出口水溫-入口空氣 濕球溫度
=lwt-ewb

h: 濕球溫度가 入口水溫相當의 空氣 Enthalpy

h₂: 出口空氣의 Enthalpy

h₃: 入口空氣의 Enthalpy

pf: 冷却塔의 冷却效率

塔을 通過하는 空氣에 吸收되어 排出되는 熱量과 入口水溫으로 飽和되어 塔을 通過해서 空氣가 가지고 나가는 熱量과의 百分率 式으로는

$$pf = \frac{h_2 - h_3}{h - h_3}$$

thr: 冷却塔이 放出하는 總熱量 BTU/min.

$$= gpm \times 8.33 \times (ewt - lwt)$$

lam: 塔의 空氣重量 lb/min

$$= \frac{thr}{h_2 - h_3}$$

cfm: 塔의 風量 ft³/min

$$= \frac{lam}{d(\text{出口空氣})}$$

冷却塔의 現場試驗規則

- 1) 出口空氣의 濕球溫度는 圓周 半徑 2/3부근의 6 個所를 測定하고 다른 데이터와 같이 記錄한다.
- 2) 最初의 塔의 水量을 定한다.
- 3) 出入口의 水溫을 測定하는데 最良의 場所는 凝縮 器로부터 적어도 6인치 떨어진 點이다.
- 4) 入口空氣의 濕球溫度를 測定할 때에는 반드시 規則

을 지켜야 한다.

- 5) 吐出空氣의 再循環을 注意하여야 한다.
- 6) 塔의 水槽內에서 水溫을 測定해서는 안된다. 場所에 따라 溫度가 相異하기 때문에 測定이 不正確하다.
- 7) 冷却塔의 性能은 Approach(lwt-ewb)가 같으면 濕球溫度가 增加함에 따라 增加한다.
- 8) 換言하면 前項은 負荷가 같으면 濕球溫度가 增加함에 따라 Approach는 減少한다.
- 9) 塔의 吸入口는 어떠한 障害物에서도 吸入口의 높이에 最少한 2/3는 떨어져 있어야 한다.
- 10) 팬가아드는 風量을 減少시키고 一般적으로 充塲物은 風量을 增加시킨다.

實際의 冷却塔의 現場試驗

	規定值	試驗值
水 量 gal./min.	500	490
入口水溫 °F	95	91
出口水溫 °F	85	83
入口空氣濕球溫度 °F	79	75
出口空氣濕球溫度 °F	—	86

試驗데이터에서

- 1) 塔의 冷却效率算出
 - 出口空氣濕球溫度의 Enthalpy
=86°F=50.66 BTU/lb
 - 入口空氣濕球溫度의 Enthalpy
=75°F=38.61 BTU/lb
 - h₂-h₃=50.66-38.61=12.05 BTU/lb
 - 濕球溫度가 入口水溫相當의 濕空氣 Enthalpy
h=91.0 °F=57.33 BTU/lb
 - 入口空氣濕球溫度의 Enthalpy
h₃=75°F=38.61 BTU/lb
 - h-h₃=57.33-38.61=18.72 BTU/lb
- 塔의 冷却效率

$$pf=12.05/18.72=0.64$$

2) 總放出熱量(thr)

$$7=91-83=8^{\circ}\text{F}$$

$$\text{總熱量 (thr)}=430-8.33 \times 8.0$$

$$=32,600 \text{ BTU/min}$$

3) 每分的 空氣重量(lam)

$$\text{lam}=32,600/12.05(h_2-h_3)=2705 \text{ lb/min.}$$

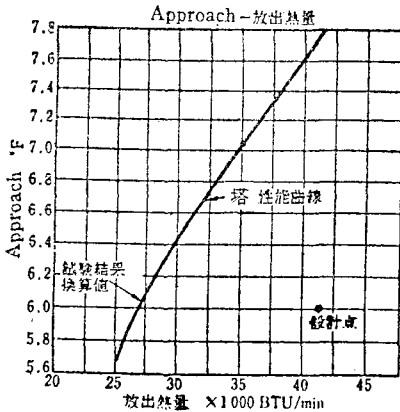


圖-2

冷却效率의 算出

重要な 것은 試驗中에 入口水温, 出口水温, 入口濕球温度, 出口濕球温度를 記錄하는 것이다.

(出口空氣濕球温度의 Enthalpy-入口空氣 濕球温度의 Enthalpy)가 實際의 熱量 BTU/lb가 된다.

實際의 熱量 BTU/lb을 理論熱量 BTU/lb로 나누면 冷却效率을 얻을 수 있다.

gpm과 cfm가 一定하면, 熱負荷나 濕球温度가 變하여도 冷却效率은 一定하다. 規定條件으로의 換算은 簡單하다.

시스템解析에 따른 第一 有効한 曲線은 規定의 入口 濕球温度, gpm, 冷却效率에서 熱放出量에 對한 Approach를 그린 것이다.

이것에 依해 冷却塔이 시스템에 滿足시키는지 어떤지를 한 눈으로 알 수 있다. 圖-2의 實際試驗데이터·換算데이터·曲線은 양氏나 空調工業會의 現場試驗方法을 나타내고 있는 것이다.

規定條件으로의 換算데이터

(1) 規定條件의 總熱量

$$\text{thr}=500 \times 8.33 \times (95-85)=41,600 \text{ BTU/min}$$

(2) 所要 Range(τ)

$$\tau = \frac{41,600}{490 \times 8.33} = 10.2^{\circ}\text{F}$$

(3) 所要 Enthalpy 差(設計值)

$$= \frac{41,600}{2705} = 15.35 \text{ BTU/lb}$$

(4) 入口水温算出

$$\frac{h_2-h_3}{pf} + \text{入口空氣濕球温度의 Enthalpy}$$

$$= \frac{15.35}{0.64} \times 42.62$$

$$= 66.62 \text{ BTU/lb}$$

$$= 97.05^{\circ}\text{F} \text{의 濕球温度} = \text{入口水温(ewt)}$$

(5) 規定條件에 있어서 出口水温算出

$$\text{ewt}-\tau = \text{入口水温} - (\text{入口水温} - \text{出口水温})$$

$$= 97.05 - 10.20$$

$$= 86.85^{\circ}\text{F}$$

(6) 規定負荷, 濕球温度條件에 있어서 塔은 每分 490gal.의 물을 97.05°F 에서 86.85°F 로 冷却 된다.

(7) 規定 Approach $85-79=6^{\circ}\text{F}$

$$\text{實際 Approach } 86.85-79=7.85^{\circ}\text{F}$$

(8) 上記의 點을 圖-2의 41,600 BTU/lb인 곳에 그려 넣고, 35,000, 30,000, 25,000의 放出熱量을 記入함으로써, 入口空氣濕球温度 79°F 에서의 Approach와 放出熱量의 곡線을 그을 수 있다.

入口空氣濕球温度 79°F 에서 規定條件 6°F 의 Approach는 27,200 BTU/hr의 放出熱量을 表示한다.

또한 設計值에 對해서, $27,200/41,600=0.65$ 로 能力不足을 나타내고 있다. 換言하면 規定條件의 負荷와 設計의 濕球温度에서 能力의 不足은 35%이다.

各界의 強한 反應

冷却塔의 製造業者는 Jorge Young 氏의 現場試驗方法에는 反對하고 있다. 다음과 같은 理由가 一般的이다.

Young 氏의 試驗은 出口空氣濕球温度를 基準한 方法임을 非難하고 있다.

製造業者들은 吐出口에서 正確한 測定을 行한다는 것은 實際에는 不可能하다고 말하고 있다.

이렇게 말하는 것은 軸의 中心으로부터 날개의 先端까지의 모든 點에서 温度가 相異하기 때문이다.

또한 製造業者는 모두 冷却效率이 一定하다고 말하는 意見에는 反對하고 있다.

더구나 Young 氏의 方法은 風量과 水量이 設計值와 다를 때의 冷却塔의 性能補正을 規定하고 있지 않다.

製造業者들은 現場試驗의 唯一하고 正確한 方法은 CTI의 方法에 따른 뿐이라고 말하고 있다.

그러나 어느 製造業者는 오히려 出口空氣의 濕球温

도를 正確히 測定한다면, CTI 方法보다 훨씬 正確한 方法이라고 附言하고 있다.

여하튼 實驗室의 方法에 依한 製造業者의 評價와 現場試驗에 依한 實際의 成果와의 사이에는 意味있는 어떤 相違한 것이 있는 것으로 思料된다.

이 以上 이들의 相違함을 議論하는 것은 混亂뿐이고 無意味하다.

今後로는 이들의 相違한 存在理由를 分明히 하고 누구든지 適用할 수 있는 試驗方法을 考案하도록 勞力하여야 하겠다.

(출) (간) (안) (내)

空氣調和・冷凍工學會 編纂

기 계 설 비 표 준 시 방 서

＝目 次＝

- 제 1 편 일반공통사항
- 제 2 편 위생설비공사
- 제 3 편 공기조화설비공사
- 제 4 편 승강기설비공사
- 제 5 편 가스설비공사
- 제 6 편 우물설비공사
- 제 7 편 정화조내부설비공사

體 裁 菊版洋裝 美色模造紙 本文 164頁

頒布價 會員 700원 非會員 900원

連絡處 空氣調和・冷凍工學會 ㉞ 7363