

Louvered fin 熱交換器의 空氣側 熱傳達

Air-Side Heat Transfer in Louvered Fin Heat Exchangers

김 선 정*, 권 순 석**
C. S. Kim, S. S. Kwon

ABSTRACT

A study has been conducted experimentally on heat transfer characteristics of the heat exchangers with louvered fins in air.

The experimental results are as follows;

1. Mean heat transfer coefficient is decreased with increasing temperature difference and model III is the best at constant temperature difference.
2. Pressure drop is increased with increasing air velocity, but it is decreased as the heat transfer area increases.
3. $\bar{h}/\Delta p$ is increased and then decreased as air velocity increases.

記 號 說 明

A : 傳熱面積(m^2)
 \bar{h} : 平均熱傳達係數($kcal/m^2 \cdot h \cdot ^\circ C$)
 ΔP : 壓力降下(Pa)
 q : 單位時間當 熱傳達($kcal/m^2 \cdot h \cdot ^\circ C$)
 ΔT : 流體와 傳熱體와의 平均溫度差($^\circ C$)
 V : 空氣速度(m/sec)

1. 結 論

最近 熱交換器의 性能向上은 에너지를 節約하고 小形, 輕量化 할 수 있으므로 관심이 集中되고 있다.

空冷式熱交換器의 경우 空氣의 熱傳達係數

가 낮기 때문에 空氣側에 擴大表面을 使用하는 것이 必要하다. 따라서 이 擴大表面을 改善하는 熱傳達 促進技術이 活潑히 進行되고 있다. 空冷式熱交換器의 高性能化를 위하여 Louvered fin이 最近에 實用化되고 있다.

Lloyd와 Sparrow¹⁾는 等溫垂直平板에서 여러 가지 Prandtl수에 대하여 強制對流와 混合對流의 경우에 局所 Nusselt수를 구하였다. Sparrow등²⁻⁴⁾과 Suzuki등⁵⁾은 平板모양의 Louver群에서 傳熱管의 影響을 무시한 2차원 모델의 數值解析한 결과 熱傳達은 Louver의 길이가 減少하고 Reynolds수가 增加함에 따라 增加하였다. Davenport⁶⁾는 여러 가지 Louver pitches를 가진 8Louvers의 表面에 대하여 Stanton數와 摩擦係數는 Louver pit-

* 東亞大學校 大學院 機械工學科

** 正會員, 東亞大學校 工科學 機械工學科

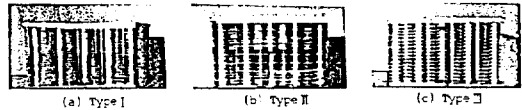
ch가 減少함에 따라 增加한다고 하였다. Kurosaki 등⁷⁾은 Louver fin의 마름모꼴配列에서 位置를 이동한 수정된 마름모꼴配列의 경우 熱傳達特性이 10% 向上됨을 實驗으로 確認하였다.

本 研究에서는 Louver fin에 대한 熱傳達特性을 糾明하기 위하여 핀 두께와 핀 간격을 變數로 하여 제작한 3個의 모형 熱交換器에서 空氣速度를 變數로 熱傳達과 壓力降下特性을 實驗的으로 考察하였다.

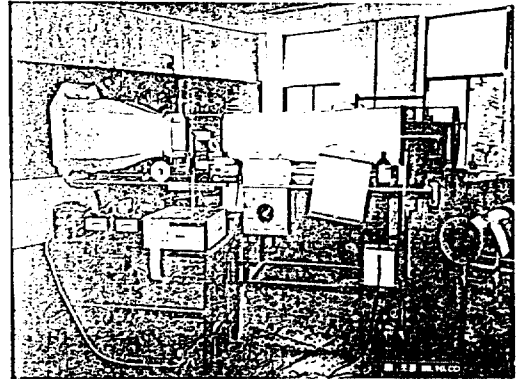
2. 實驗裝置 및 方法

本 實驗에 使用된 Louvered fin의 概略圖는 Fig.1과 같고 Louvered fin 熱交換器에 加熱器를 附着하여 風胴에 設置된 實驗裝置는 Fig.2와 같다.

Louvered fin은 알루미늄판(熱傳達率, 200 W/m·°C)이고 그 두께가 0.12mm와 0.17mm이며 핀의 간격은 2mm와 3.3mm이다. 모형 熱交換器의 주요사양은 Table 1과 같다. 加熱裝置는 平板과 棒이고 材質는 純銅(熱傳導率, 386 W/m·°C)이며 平板이면에 板加熱器를 附着하였고 이 裝置에 一定한 熱量을 供給하기 위하여 電壓調節器, 電壓計 및 電流計를 使用하였다. 熱交換器 양단면에서의 熱損失을 防止하기 위하여 두께 6mm의 석면판을 附着하였다. 溫度測定을 위하여 모형 熱交換器의 入



(1). Three fin-tube heat exchangers.



(2). Experimental Apparatus.

Fig.2 Photographs of experimental apparatus

口, 出口, 튜브의 上, 中, 下部分 등 5個所에 Chromel-Alumel 熱電對를 附着하고 各點의 溫度는 data logger로 計測하였다. 速度測定은 thermal anemometer와 Pito-tube를 모형 熱交換器의 100mm전방 中央에 位置하여 하였다. 壓力은 모형 熱交換器의 入口와 出口의 中央에 直徑 2mm의 튜브를 附着하여 微細 알코올을 이용한 마노메터로 測定하였다.

3. 實驗結果 및 考察

밀집형 熱交換器의 空氣側 熱傳達에서 效率인 擴大表面을 결정하는 主要變數는 핀의 간격, 두께, 길이, 熱傳導率 및 風速이다.

本 實驗에서는 3個의 모형 熱交換器에 대하여 주로 風速을 變數로 하였다.

Louvered fin이 附着된 모형 熱交換器의 單位時間當 熱傳達은 다음 式으로 表示된다.

$$q = \bar{h} \cdot A \cdot \Delta T$$

여기서,

\bar{h} : 平均熱傳達係數(kcal/m²·h·°C)

A : 傳熱面積(m²)

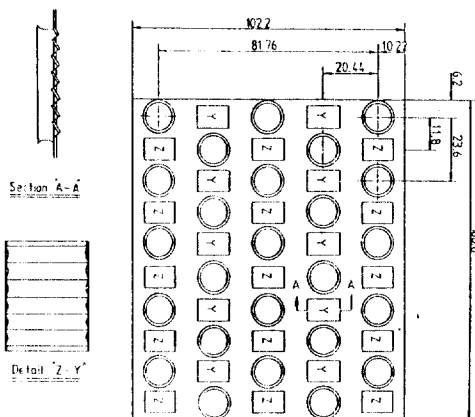


Fig.1 Schematic diagram of Louvered fin

Table 1. Specification of Model Heat Exchangers

TYPE	fin thickness (mm)	fin spacing (mm)	fin width (mm)	fin length (mm)	number of fin	total area (m ²)
I	0.12	2	106.6	102.2	28	0.525
II	0.12, 0.17	2, 3.3	106.6	102.2	23 (16 + 7)	0.438
III	0.17	3.3	106.6	102.2	17	0.335

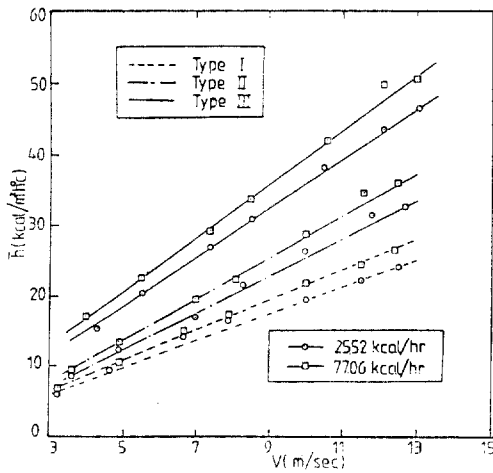


Fig. 3 Mean heat transfer coefficient Versus air Velocity

ΔT : 流體와 傳熱體와의 平均溫度差(°C)

3.1 熱 傳 達

Fig. 3은 風速에 대한 平均熱傳達係數를 各 모형에 대하여 比較한 것을 나타내주고 있다.

平均熱傳達係數는 速度가 增加하면 增加되었고 傳熱面積이 增加하면 減少하였다. 25.52 kcal/h의 경우 平均熱傳達係數는 모형 I에서 空氣速度가 4m/sec에서 12m/sec로 增加할 때 194% 增加되었고, 모형 III은 모형 I보다 空氣速度에 關係없이 약 82% 增加하였다. 또한 一定風速에서는 熱量이 增加하면 平均熱傳達係數가 增加하였다.

3.2 溫 度 差

Fig. 4는 25.52 kcal/h에서 各 모형에 대하

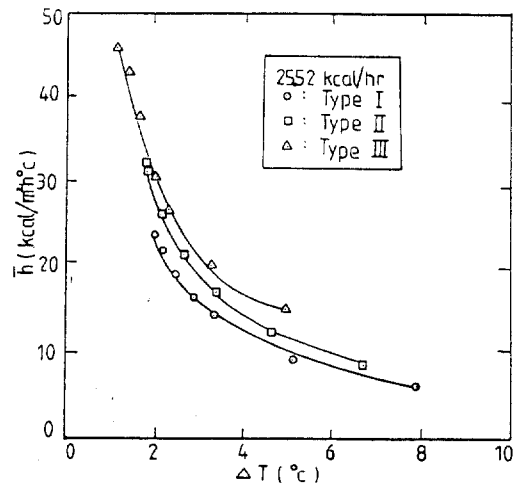


Fig. 4 Mean heat transfer coefficient Versus temperature difference

여 ΔT 에 관한 平均熱傳達係數를 比較한 것을 나타낸 것이다. 여기서 ΔT 는 모형熱交換器의 空氣側平均溫度와 傳熱體入口의 空氣溫度의 差이다. 본 實驗에서의 空氣溫度는 26.5°C~28.5°C이다.

平均熱傳達係數는 ΔT 가 減少하면 增加하고 ΔT 가 增加하면 減少하였다. ΔT 가 4°C에서 모형 III은 모형 I보다 38% 增加하였다.

Fig. 5는 77.06 kcal/h에서 各 모형에 대하여 ΔT 에 관한 平均熱傳達係數를 比較한 것을 나타낸 것이다. 여기서도 平均熱傳達係數는 Fig. 4와 類似한 傾向을 나타내주었으며 ΔT 는 熱量이 增加하면 增加하고 ΔT 가 增加하면 모형 III은 모형 I보다 현저한 增加를 나타내었다. 따라서 ΔT 가 增加하면 핀 간격과 두께가 큰 모형 III가 양호하다.

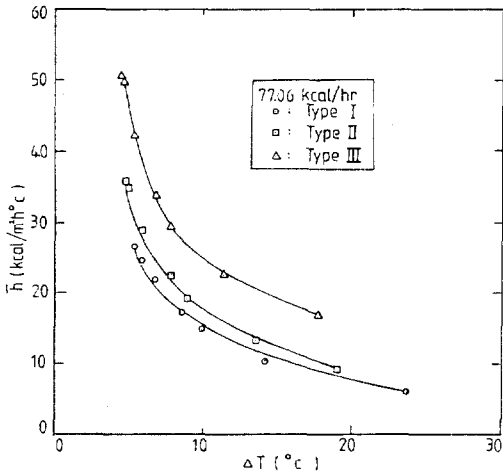


Fig. 5 Mean heat transfer coefficient Versus temperature difference

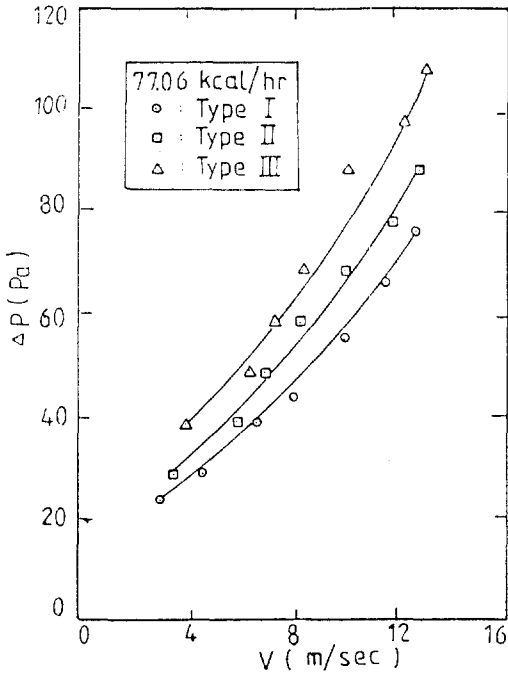


Fig. 6 Fluid friction pressure drop Versus air Velocity

3.3 壓力損失

Fig. 6은 77.06 kcal/h에서 각 모형에 대하

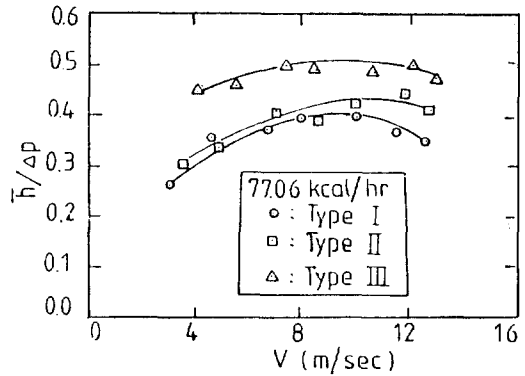


Fig. 7 $\bar{h}/\Delta P$ Versus air Velocity

여 風速에 관한 壓力損失을 比較한 것을 나타낸 것이다. 壓力損失은 速度가 增加하면 增加되었고 傳熱面積이 增加하면 減少되었다. 이는 壓力損失이 速度에 比例하고 空氣流入側인 두께의 影響을 받기 때문이다. 모형 I에서 壓力損失은 速度가 4m/sec에서 12m/sec로 增加하면 169% 增加하였다. 10m/sec의 경우 壓力損失은 모형 III이 모형 I보다 57% 增加하였다.

3.4 最適값

Fig. 7은 77.06 kcal/h에서 각 모형에 대하여 風速에 대한 單位壓力降下當 平均熱傳達係數, $\bar{h}/\Delta P$ 를 나타낸 것이다.

$\bar{h}/\Delta P$ 는 일반적으로 速度가 增加함에 따라 增加하다가 減少하였다. 最適값은 모형 I의 경우 9m/sec에서 모형 II는 12m/sec, 모형 III은 9m/sec에서 나타났다. $\bar{h}/\Delta P$ 의 分布는 모형 III이 최대값을 나타내며 速度에 影響이 작았다. 따라서 모형 III이 가장 양호하였다.

4. 結 論

Louvered fin이 附着된 모형熱交換器를 제작하여 空氣側 熱傳達 結果는 다음과 같다.

1. ΔT 가 增加하면 平均熱傳達係數가 減少하고, 一定한 ΔT 에서는 모형 III이 가장 양호하다.

2. 壓力損失은 速度가 增加하면 增加되었고 傳熱面積이 增加하면 減少하였다.

3. $\bar{h}/\Delta P$ 는 速度가 增加함에 따라 增加하다가 減少하였다. 最適값은 모형 I의 경우 9 m/sec, 모형 II는 12 m/sec, 모형 III은 9 m/sec에서 나타났다. 특히 모형 III은 $\bar{h}/\Delta P$ 가 가장 큰 값을 나타내고 速度에 影響이 작았다.

參 考 文 獻

1. Lloyd, J.R. and Sparrow, E.M., Combined Forced and Free Convection Flow on Vertical Surfaces, Int. J. Heat and Mass Transfer, Vol.13, pp.434-438, 1970.
2. Sparrow, E.M., Baliga, B.R. and Patankar, S.V., Heat Transfer and Fluid Flow Analysis of Interrupted-Wall Channels, with Application to Heat Exchangers, J. Heat Transfer, Vol.99, pp.4-11, 1977.
2. Sparrow, E.M. and Faghri, M., Natural Convection Heat Transfer from the Upper Plate of a Colinear, Separated Pair of Vertical Plates, J. Heat Transfer Vol.102, pp.623-629, 1980.
4. Sparrow, E.M. and Samie, F., Natural Convection Analysis of Two Laterally Misaligned Vertical Plates Situated One above the Other, Numerical Heat Transfer, Vol.4, pp.427-446, 1981.
5. Suzuki, K., Hirai, E., Sato, T. and Kieda, S., Numerical Study of Heat Transfer System with Staggered Array of Vertical Flat Plates Used at Low Reynolds Number, Proc. of the 7th Int. Heat Transfer Conference, Vol.3, pp.483-488, 1982.
6. Davenport, C.J., Heat Transfer and Flow Friction Characteristics of Louvered Heat Exchanger Surfaces, Heat Exchangers: Theory and Practice, McGraw-Hill, pp. 397-412, 1983.
7. Kurosaki, Y., Kashiwagi, H., Uzuhashi, H. and Tang, X.Z., Experimental Study of Heat Transfer of Parallel Louvered Fins through Laser Holographic Interferometry, Trans. JAR, Vol.2, No.2, pp. 31-39, 1985.