

루우버 位置가 루우버핀 熱交換器의 空氣側熱傳達에 미치는 影響

Effect of Louvered Positions on Air-Side Heat Transfer in Louvered Fin Heat Exchangers.

金善政*; 鄭泰鉉*; 權純錫**
S. J. Kim, T.H.Chung, S. S. Kwon

ABSTRACT

A Study has been conducted experimentally on heat transfer characteristics of louvered fin heat exchangers with various louvered positions in air.

The experimental results are as follows;

1. Mean heat transfer coefficient is increased with increasing air velocity and decreasing temperature difference. The maximum value of heat transfer coefficient shows at 10mm backward louvered fins.
2. Pressure drop is increased with increasing air velocity and apparently depended on the louvered positions at $V > 10\text{m/sec}$.
3. $\bar{h}/\Delta P$ is decreased with increasing air velocity and its maximum value shows at 10mm forward louvered fins and its minimum value shows at plate fins.

기 호 설 명

A : 전열면적 (m^2)
 \bar{h} : 평균열전달 계수 ($\text{kcal}/\text{m}^2\text{h}^\circ\text{C}$)
 ΔP : 압력강하(Pa)
 q : 단위시간당 열전달량 (kcal/h)
 ΔT : 유체와 전열체와의 평균온도차 ($^\circ\text{C}$)
 V : 공기속도(m/s)

1. 서 론

공냉식 열교환기의 전열 촉진 기술은 예너지 절약 및 소형, 경량화를 위하여 연구되고

있다. 공냉식 열교환기는 공기의 열전달 계수가 낮기 때문에 공기측의 확대표면의 경우 Louvered fin 은 전열면적을 증대시키면서 유체의 경계층을 얇게 하거나 교란케 하므로서 열전달촉진에 사용되고 있다.

최근에는 열교환기의 고성능화를 위하여 Louvered fin 이 실용화되고 있으며 이에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. Sparrow 등¹⁾ 과 Suzuki 등²⁾ 은 평판모양의 Louver군에서 전열관의 영향을 무시한 2차원 모델을 수치해석한 결과 열전달은 Louver 의 길이가 감소하고 Reynolds 수가 증가함에 따라 증가하였다고 연구하였고 Davenport³⁾ 는 여러가

* : 東亞大學校 大學院 機械工學科

** : 東亞大學校 工科大學 機械工學科

지 Louver Pitches 를 가진 8 Louvers 의 표면에 대하여 Stanton 수와 마찰계수는 Louver Pitch 가 감소함에 따라 증가한다고 하였고 Kurosaki 등⁴⁾은 Louvered fin의 마름모꼴 배열에서 위치를 이동한 수정된 마름모꼴 배열의 경우 열전달 특성이 10% 향상됨에 실험적으로 연구하였다.

Kwon 등⁵⁾은 Louvered fin 열교환기의 공기측 열전달에 관하여 3개의 모형열교환기를 제작하여 핀간격과 공기속도를 변수로 열전달과 압력강하 특성을 실험적으로 연구하였다.

일반적으로 Louvered fin 은 핀 표면을 따라 흐르는 유체의 경계층을 단절시키고 유체를 교란시키는 역할을 하기때문에 관 후류 영역에서 Louver 의 위치가 중요한 변수로 고려되고 있다.

본 연구에서는 Louvered fin 열교환기의 열전달 특성을 규명하기 위하여 Plate fin 과 Louver 위치를 변경하여 제작한 6개의 모형열교환기에서 공기속도를 변수로 열전달과 압력강하 특성을 실험적으로 고찰하였다.

2. 실험장치 및 방법

본 실험에 사용된 Louvered fin 의 개략도는 Fig.1 과 같다. Louvered fin 은 알루미늄

판(열전도율 202 W/m°C) 이고 그 두께가 0.3 mm 이며 핀의 간격은 6 mm 이다. 모형 열교환기는 88.5 mm × 123 mm 핀이 9개 로 조합되었고 전체 전열면적은 0.2077 m² 이다.

가열장치는 평판과 봉이고 재질은 순동(열전도율, 386 W/m°C) 이며 평판이면에 판가열기를 부착하였고, 이 장치에 일정한 열량을 공급하기 위하여 전압조절기, 전압계 및 전류계를 사용하였다. 열교환기 양단면에서의 열손실을 방지하기 위하여 두께 6 mm 의 석면판을 부착하였다. 열교환기 외부는 단트를 제작하여 부착하였고, 모형열교환기의 온도측정은 입구, 출구, 튜브(tube) 의 상, 중, 하부분등 5개소에 Chromel-Alumel 열전대를 부착하여 각점의 온도를 data logger 로 측정하였다. 속도측정은 Pito-tube 를 모형열교환기의 100 mm 전방 중앙에 직경 2 mm 의 튜브를 부착하여 메칠알콜을 이용한 마노메타(manometer) 로 하였다.

Fig.2는 Louvered fin 열교환기에 가열기를 부착하여 풍동에 설치된 실험장치를 나타내주고 있다. 실험은 풍동의 속도조절기를 조절하여 약 30 분이 지난후 공기속도 3 m/sec-14 m/sec 에서 실시하였다.

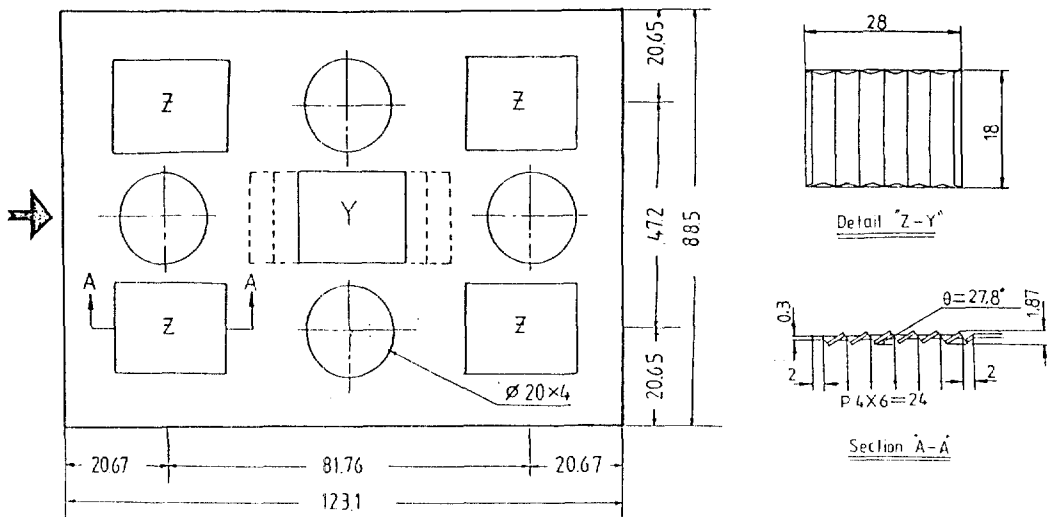


Fig.1 Schematic diagram of a Louvered fin



Fig.2 Photograph of experimental apparatus

3. 실험결과 및 고찰

본 실험에서 Louvered fin 이 부착된 모형 열교환기의 단위시간당 열전달은 다음식으로 표시된다.

$$q = \bar{h}A \Delta T \text{ (kcal/h)}$$

Fig. 3은 25.80 kcal/h 에서 풍동에 대한 평균열전달계수를 여러가지 모형에 대하여 비교한것을 나타내주고 있다. 평균열전달계수는 속도가 증가하면 증가 되었고 각 모형에 대한 값은 저속에서 보다 고속에서 큰 차이가 있었다. 이는 속도가 증가하면 루버핀으로부터 열전달이 잘되기 때문이다. 풍속이 10m/sec 일때 평균열전달계수는 루버핀이 없는 평판핀의 경우와 비교하여 10 mm 뒤로 이동한 루버핀은 25%, 10mm 앞으로 이동한 루버핀은 21%, 중앙루버핀은 16%, 5mm 뒤로 이동한 루버핀은 11%, 5mm 앞으로 이동한 루버핀은 6% 증가되었다.

$q = 51.47 \text{ kcal/h}$ 인 경우와 $q = 79.77 \text{ kcal/h}$ 인 경우의 평균열전달계수를 Fig. 4와 Fig.5에 나타내었다.

이 경우도 Fig.3과 유사한 경향을 나타내었다. 일반적으로 속도가 증가함에 따라 평균 열전달계수는 증가되었다.

Fig.6은 평판핀에서 각 열량에 대하여 ΔT 에 관한 평균열전달계수를 비교한것을 나타내주고 있다.

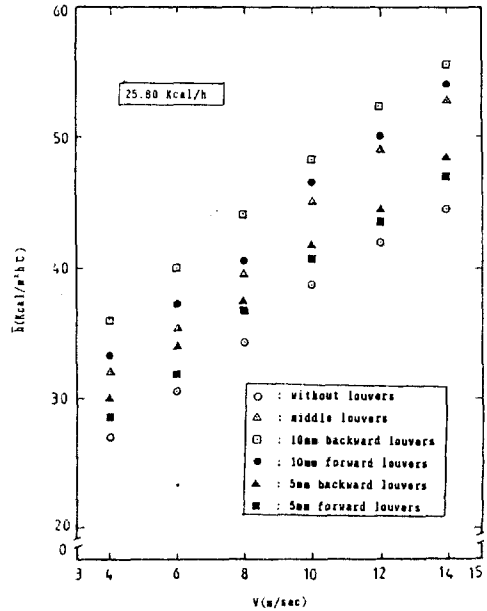


Fig.3 Mean heat transfer coefficient versus air velocity.

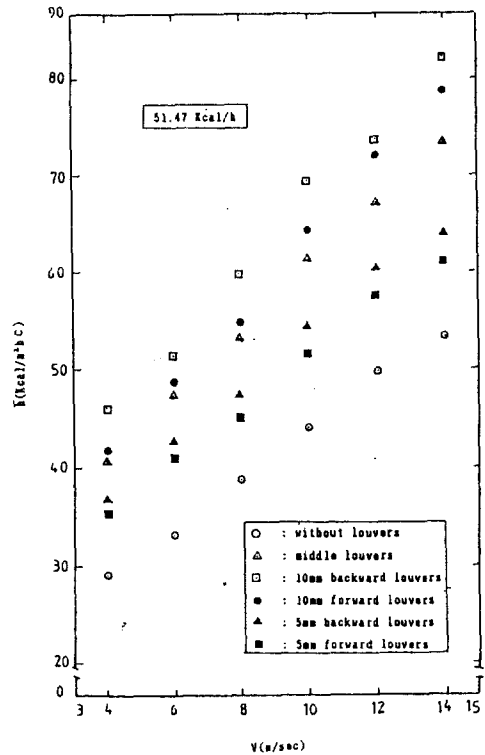


Fig.4 Mean heat transfer coefficient versus air velocity

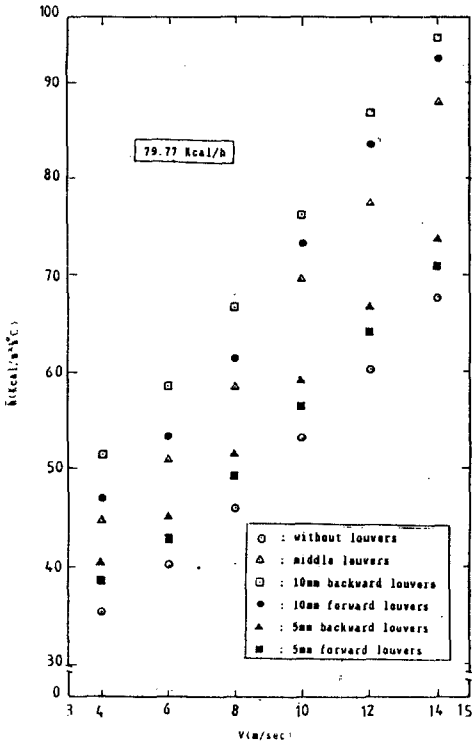


Fig. 5 Mean heat transfer coefficient versus air velocity

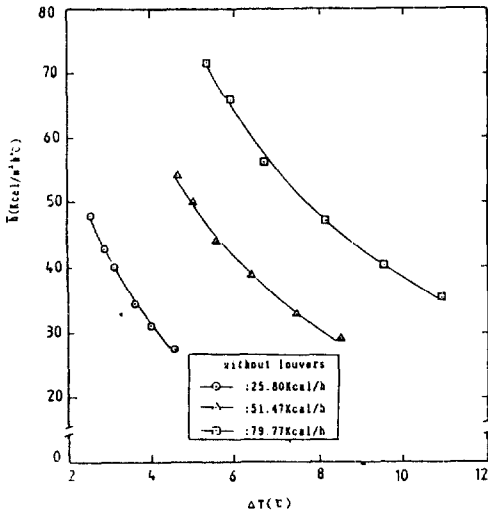


Fig. 6 Mean heat transfer coefficient versus temperature difference.

여기서 ΔT 는 모형열교환기의 공기측 평균온도와 전열체입구의 공기온도의 차이다. 본 실험에서의 공기온도는 $26^{\circ}\text{C} - 27.2^{\circ}\text{C}$ 이다. 평균열전달계수는 ΔT 가 감소하면 증가하고 열량이 증가하면 증가하였다.

Fig. 7은 10mm 뒤로 이동한 루버핀에서 각 열량에 대하여 ΔT 에 관한 평균열전달계수를 비교한 것을 나타내 주었으며, 10mm 뒤로 이동한 루버핀이 평판핀보다 ΔT 가 적어 평균열전달계수가 높게 나타났다.

Fig. 8은 25.80 kcal/h에서 여러가지 모형에 대하여 풍속에 대한 압력손실을 비교한 것을 나타낸 것이다. 압력손실은 속도가 증가하면 증가되었고, 10m/sec 이하에서는 각 모형에 대한 값의 차가 적었으나, 10m/sec 이상에서는 현저한 차이가 나타났다. 이는 압력손실이 속도에 비례하기 때문이다.

10m/sec의 경우, 압력손실은 10mm 뒤로 이동한 루버핀이 평판핀보다 34% 증가되었다.

Fig. 9은 여러가지 모형에 대하여 풍속에 대한 단위압력 강하당 평균열전달계수, $\bar{h}/\Delta P$ 를 나타낸 것이다. $\bar{h}/\Delta P$ 는 속도가 증가함에 따라 감소하였고 각 모형에 대한 값차이도 현저히 감소하였다. 최대값은 10mm 앞으로 이동한 루버핀에서, 최소값은 평판핀에서 나타났다. 이는 루버핀이 앞에 위치함으로 관의 후류내에 들어있어 속도의 영향을 적게 받아 압력강하가 적고 열전달계수는 비교적 높기 때문이다. 평판핀은 압력강하가 낮으나 열전달계수가 더욱 낮기 때문이다. 풍속이 10m/sec 일때, $\bar{h}/\Delta P$ 는 평판핀의 경우와 비교하여 10mm 앞으로 이동한 루버핀은 44%, 5mm 이동한 루버핀은 32%, 10mm 뒤로 이동한 루버핀은 32%, 5mm 앞으로 이동한 루버핀은 17%, 5mm 뒤로 이동한 루버핀은 12% 증가되었다. $q=51.47$ kcal/h 와 $q=79.77$ kcal/h에서의 $\bar{h}/\Delta P$ 를 Fig. 10과 Fig. 11에 나타내었다. 이 경우도 Fig. 9와 유사한 경향을 나타내었다.

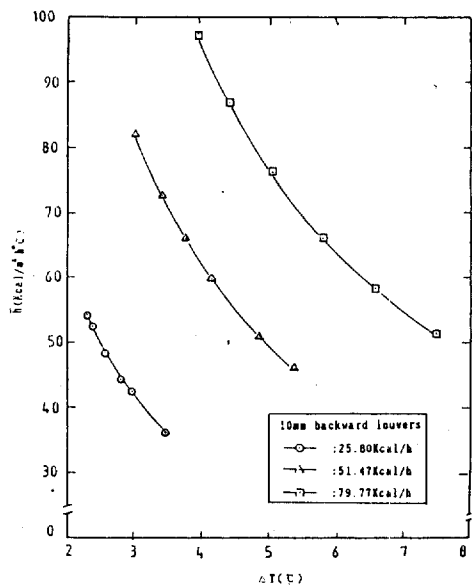


Fig. 7 Mean heat transfer coefficient versus temperature difference

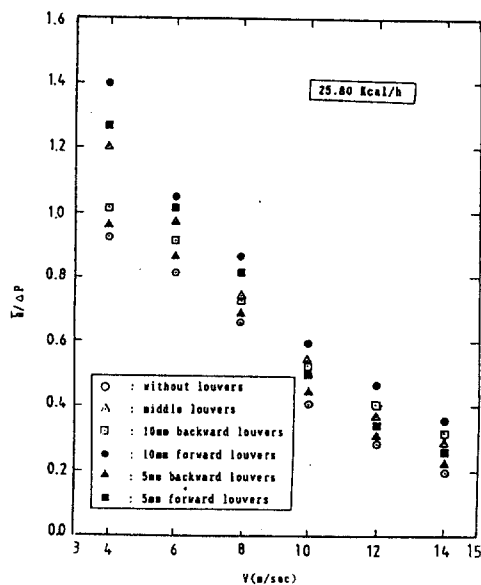


Fig. 9 $\bar{h}/\Delta P$ versus air velocity

Fig. 9 $\bar{h}/\Delta P$ versus air velocity

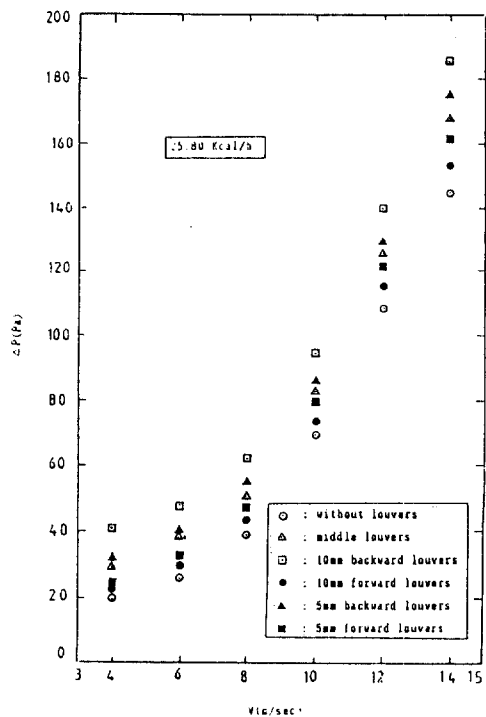


Fig. 8 Fluid friction Pressure drop versus air velocity

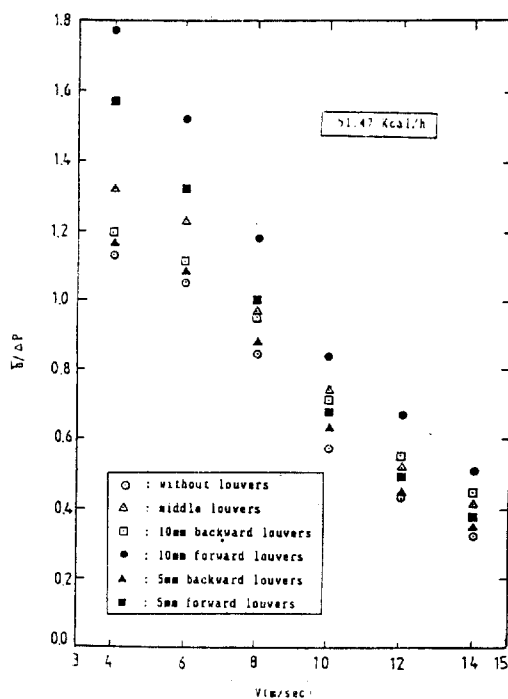


Fig. 10 $\bar{h}/\Delta P$ versus air velocity

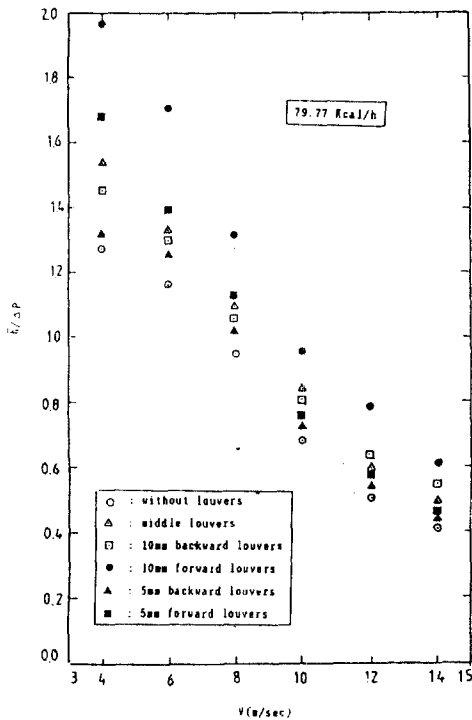


Fig.11 $\bar{h}/\Delta P$ versus air velocity

4. 결 론

Louvered fin 열교환기의 공기측 열전달을 여러가지 루버위치에 대하여 실험적으로 연구한 결과는 다음과 같다.

1. 평균열전달계수는 속도가 증가하면 증가되었고, 10mm 뒤로 이동한 Louverfin 이 가장 높게 나타났다.
2. 평균열전달계수는 ΔT 가 감소하면 증가하고, 열량이 증가하면 증가되었다.
3. 압력강하는 속도가 증가하면 증가되었고 10m/sec 이하에서는 각 모형에 대한 값의 차가 미소하나, 10m/sec 이상에서는 현저한 차이가 나타났다.
4. $\bar{h}/\Delta P$ 는 속도가 증가함에 따라 감소하였고, 전 모형에서 최대값은 10mm 앞으로 이동한 루버핀에서, 최소값은 평판핀에서 나타났다.

참 고 문 헌

1. 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.
2. 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.
3. Davenport, C.J., Heat Transfer and Flow Friction Characteristics of Louvered Heat Exchanger Surfaces, Heat Exchangers Theory and Practice, McGraw-Hill, pp. 397-417, 1983.
4. 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.
5. Kwon, S.S. and Kim, S.J., Air-Side Heat Transfer in Louvered Fin Heat Exchangers, KSARE, vol.1, No.1, pp.82-86, 1989.