

[논문] 태양에너지  
Solar Energy  
Vol. 17, No. 1, 1997

## 충돌분류계에서 WIRE MESH를 이용한 열전달 증진에 관한 연구

금성민\*, 김동춘\*\*, 유지오\*\*\*, 이창언\*\*\*\*, 임장순\*\*\*\*\*

- \* 한라공과대학교 기계과
- \*\* 평택공업전문대학 기계과
- \*\*\* 신흥전문대학 건축설비과
- \*\*\*\* 인하대학교 기계과

## The Study on The Heat Transfer Enhancement Using Wire Mesh in Impinging Jet System

S. M. Kum\*, D. C. Kim\*\*, J. O. Yoo\*\*\*, C. E. Lee\*\*\*\*, C. S. Yim\*\*\*\*\*

- \* *Halla Institute of Technology*
- \*\* *Pyongtaek Technical College*
- \*\*\* *Shinheung College*
- \*\*\*\* *Inha University*

### 요 약

본 연구는 2차원 충돌공기분류계의 포텐셜코어 영역에서 열전달증진을 목적으로 노즐출구와 전열면사이에 메쉬를 설치한후 노즐출구 속도, 메쉬와 전열면사이의 간극, 노즐출구와 전열면사이의 거리를 변화시킬 때의 열전달특성을 메쉬를 설치하지 않은 경우와 비교 검토한 것으로 메쉬를 설치했을 때에는 분류가 전열면에 충돌하면서 소분류로 분할되어 발생하는 난류에 의해 충돌영역에서 열전달성능이 좋아지며, 또한 벽면분류영역으로 진행하면서 홀과 홀사이의 밑부분에서 일어나는 가속으로 인해 열전달성능이 향상된다. 특히 메쉬와 전열면사이의 간극을 변화시켰을 경우 정체점부근에서는 간극이 클수록, 벽면분류영역에서는 간극이 작을수록 전달성능은 향상되며  $U=18\text{m/s}$ ,  $H/B=2$ ,  $C=1$ 인 경우에는 메쉬를 설치하지 않은 평판보다 평균 약 44%의 열전달증진 효과와 있었다. 그리고 본 실험결과를 기존의 난류촉진체를 이용한 연구결과와도 비교 검토하였다.

## Abstract

The objective of this research was to investigate the enhancement of heat transfer by wire mesh in impinging air jet system at the potential core region.

The first experiment was carried out without mesh between nozzle exit and flat plate and the second experiment was done with mesh between them.

When mesh was installed in front of the plate, heat transfer has been increased due to the acceleration between rectangular halls and divided small jet

In case clearances are changed, heat transfer comes to maximum under the condition of  $C=1\text{mm}$ , irrespective of nozzle exit velocity and  $H/B$ .

Also the average heat transfer enhancement rate of a flat plate with mesh has been increased about 44% at maximum under the condition of  $U=18\text{m/s}$ ,  $H/B=2$  and  $C=1\text{mm}$ , compared to the result of a flat plate without mesh

### Nomenclature

A	: Heating surface area	[m <sup>2</sup> ]
B	: Nozzle exit width	[mm]
C	: Clearance between the heating surface and mesh	[mm]
h	: Heat transfer coefficient	[W/m <sup>2</sup> ·°C]
H	: Distance from nozzle exit to impinging flat plate	[mm]
I	: Electric current	[Ampere]
L	: Nozzle height	[mm]
q	: Heat flux	[W/m <sup>2</sup> ]
T <sub>w</sub>	: Local temperature of the heating surface	[°C]
T <sub>x</sub>	: Air temperature at nozzle exit	[°C]
U	: Axial velocity at nozzle exit	[m/s]
U <sub>s</sub>	: Centerline velocity of jet	[m/s]
$\sqrt{u^2}$	: Axial turbulent intensity	
V	: Voltage	[volt]
X	: Distance from stagnation point to the end of the flat plate	[mm]
$\lambda$	: Thermal conductivity	[W/m·°C]

### Subscript

f	: Flat plate without mesh
m	: Flat plate with mesh
s	: Stagnation point
t	: Turbulence promoter

## 1. 서론

에너지 유효이용과 관련되는 기술 가운데 열교환기술은 가장 중요한 것 중의 하나이며 열교환기술의 발전은 곧 열전달 증진 기술의 발전이라고도 말할 수 있다.

열전달 증진의 대표적인 것에는 대류 열교환 기술을 대상으로 하는 충돌분류계가 있는데, 이 계는 충돌영역에서 발생하는 대규모 와류에 의해 높은 열 및 물질전달계수를 얻을 수 있기 때문에 이 방법의 개발은 매우 중요하다고 할 수 있다.

충돌분류는 물체의 표면을 냉각하거나 가열하는데 널리 이용될 수 있는데 공업적인 예를 보면 고온물체의 급속냉각, 직물 및 종이 등의 건조, 가스터어빈 익의 냉각과 근래에는

전자장비의 냉각 등에 이용하고 있다.<sup>(1~5)</sup>

충돌분류의 이러한 장점 때문에 충돌분류에 대한 실험적, 이론적 연구는 활발하게 진행되고 있다. 그런데 충돌분류는 충돌영역을 벗어나 벽면분류영역으로 진행할수록 속도감소와 분류의 확산으로 열전달증진 효과가 상대적으로 낮아지기 때문에 벽면분류영역에서의 열전달증진에 관한 필요성으로 인해 이 분야에 대한 연구<sup>(4~7)</sup>도 진행되고 있다.

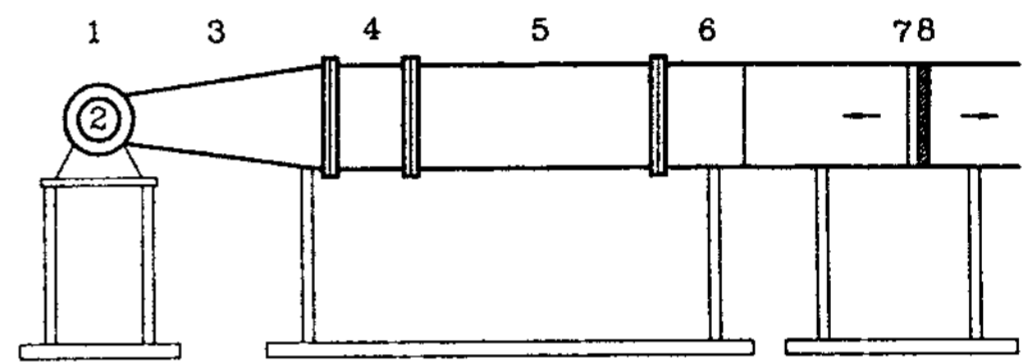
충돌분류에 대한 기초적 실험은 Gardon<sup>(8,9)</sup> 등이 처음으로 시도한 이후 정체점 부근에서의 열전달증진 원인이 규명되었으며 정체점 이후 벽면분류영역에서의 열전달성능 향상을 위해 다공판을 설치하거나 로드, twisted tape, 리브와 같은 난류촉진체를 이용한 연구 결과<sup>(6~7)</sup>도 꾸준히 발표되고 있다.

본 연구는 충돌분류계에서 열전달증진을 목적으로 포텐셜코어영역내에서 노즐출구와 충돌판 사이에 메쉬를 설치한 후 노즐출구 속도 및 메쉬와 전열면 사이의 간극을 변화시키면서 충돌영역과 벽면분류영역의 유동특성과 열전달특성을 규명하며, 기존의 난류촉진체를 이용한 열전달 향상방법<sup>(6~7)</sup>과 정성, 정량적으로 비교 검토하여 충돌공기분류의 열전달증진 기술에 중요한 자료를 제시하고자 한다.

## 2. 실험장치 및 실험방법

Fig. 1은 실험장치의 개략도이다. 공기는 원심식 송풍기①에서 송출되며 유량은 유량조절 댐퍼②에 의해 조절되고, 디퓨저③을 지나 하니컴④과 챔버⑤에 의해 균일화되면서 노즐⑥을 통해 분출된다. 또한 2차원 분류가 되도록 분출 후의 유로상하면에는 평행판을 설치하였으며 충돌판⑧은 전후 좌우이동이 가능하도록 하였다.

본 실험에서 사용한 노즐은 유체역학적 특성을 고려하여 노즐출구에서 균일한 속도분포와 저난류강도 및 노즐 벽면에서 형성되는 경계층의 두께가 얇도록 설계하였고, 박리나 2차류의 발생이 일어나지 않게 하기 위하여 입구 폭 250mm, 출구 폭 50mm, 높이 500mm, 길이 300mm인 sine곡선형으로된 사각 노즐을 제작한 후 예비실험을 통해 노즐 출구에서 분출한 유체가 2차원 분류임을 확인하였다.



1. CENTRIFUGAL BLOWER
2. FLOW RATE CONTROL DAMPER
3. DIFFUSER
4. HONEYCOMB
5. SETTLING CHAMBER
6. NOZZLE
7. WIRE MESH
8. TARGET PLATE

Fig. 1 Schematic diagram of experimental apparatus

Fig. 2는 충돌판의 전열면 앞에 메쉬를 설치한 경우의 좌표계로서 메쉬와 전열면간의 간극을 C, 노즐 출구폭을 B, 노즐의 높이를 L, 충돌판의 정체점(Stagnation point)으로부터 노즐 출구폭 방향의 거리를 X, 노즐 출구로부터 전열면까지의 거리를 H로 하여 X와 H를 각각 X/B, H/B의 무차원화 하였으며, 노즐중심은 메쉬의 중심홀의 중앙선과 일치하도록 하였다.

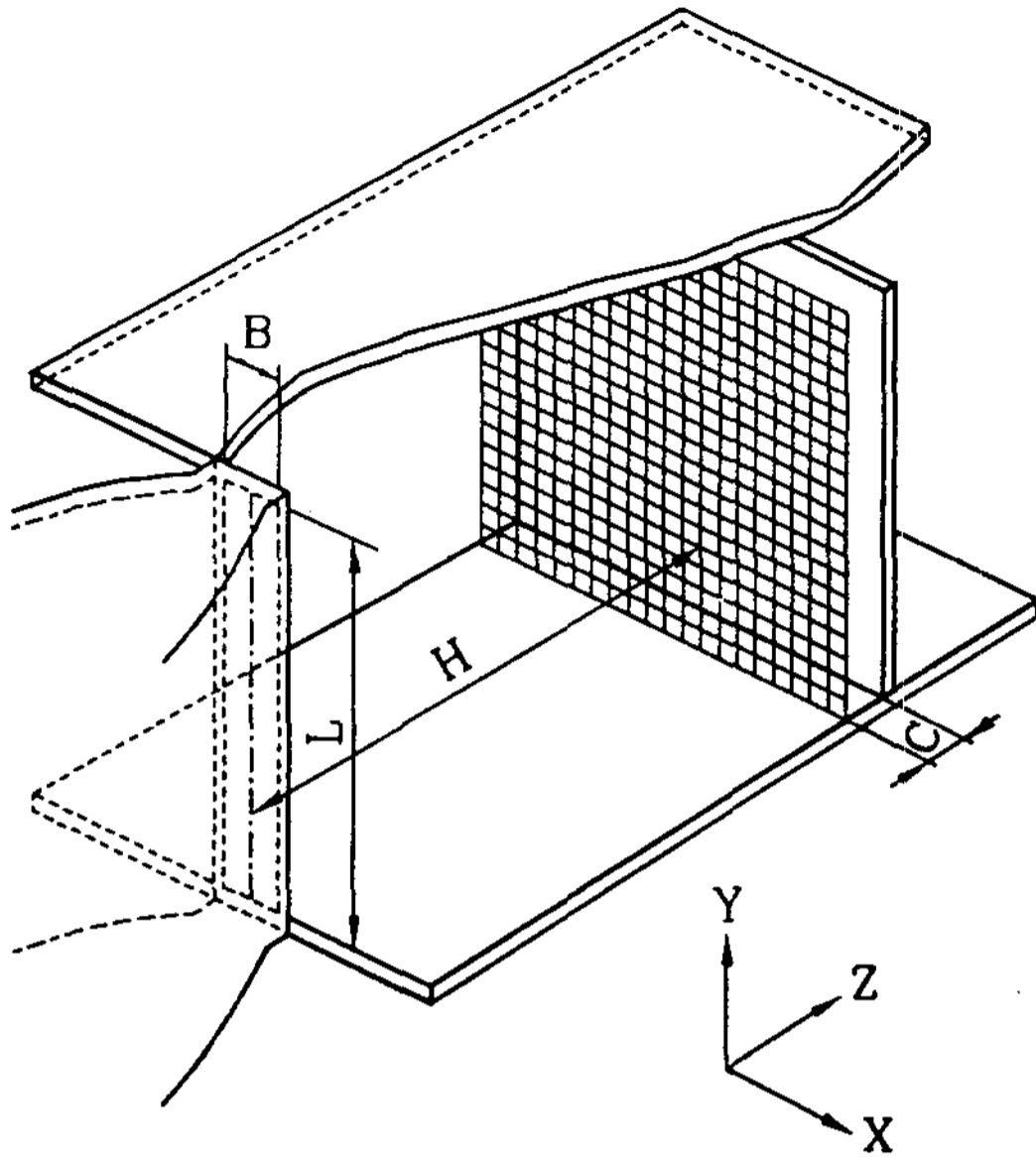


Fig. 2 Coordinate system of flat plate with mesh

Fig. 3은 본 실험에서 사용한 메쉬를 나타낸 것으로 스테인레스판(500×500×2mm)에 정사각형 홀(10×10mm)을 부식 가공하였으며 홀과 홀사이의 간격은 2mm이다.

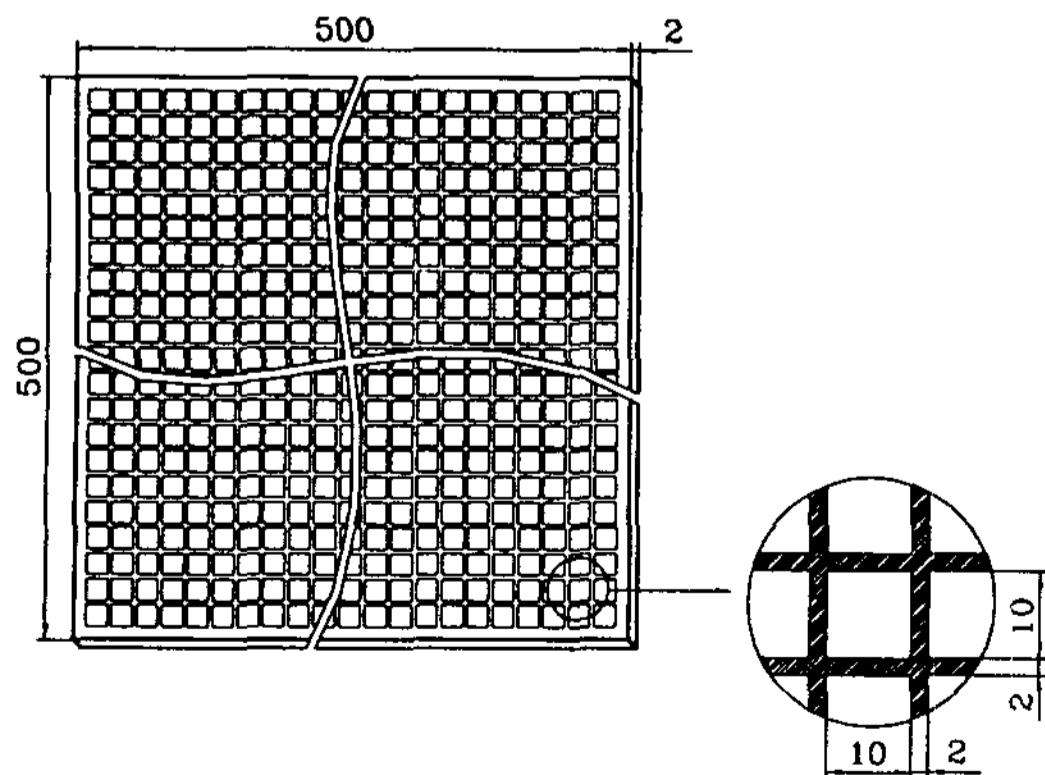
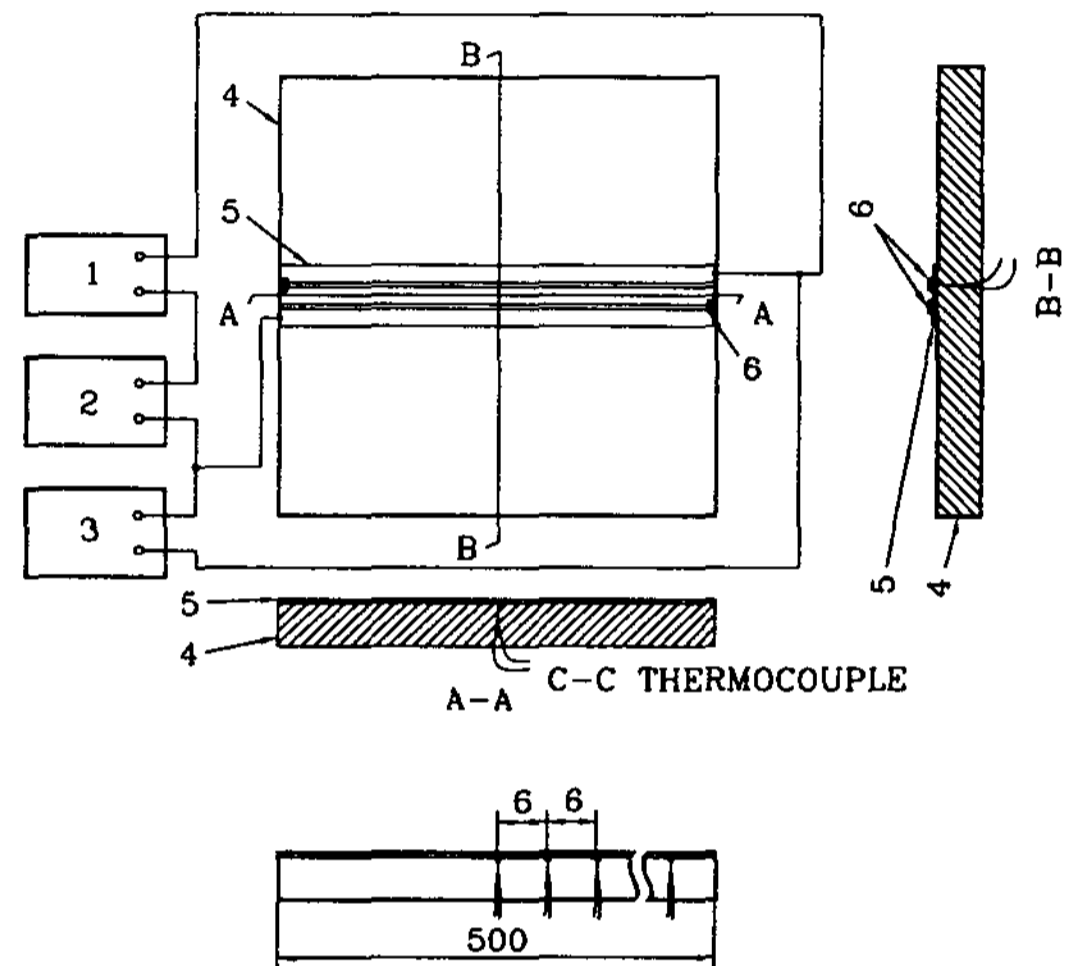


Fig. 3 Detailed diagram of mesh

충돌판의 전열면 형상은 Fig. 4와 같으며 Bakelite판(500×500×20mm)에 스테인레스 박판(500×10×0.03mm) 3매를 접착제로 부착하고 단면 B-B에 표시된 바와 같이 동판으로 연결하였다.



1. SLIDAC
2. AMPEREMETER
3. VOLTMETER
4. BAKELIFE PLATE
5. STAINLESS STEEL FOIL
6. COPPER PLATE

Fig. 4 Detailed diagram of heating apparatus

전열면의 가열은  $q=1020\text{W/m}^2$ 의 등열유속 조건으로 하여 통전 가열하였으며 이 때 전압은 자동전압조정기를 사용하여 일정하게 유지시켰고, 열유속 값은 식 (1)과 같이 구하였다.

$$q = I \cdot \frac{V}{A} \quad (1)$$

전열면의 온도측정은 스테인레스 박판 뒷면에 직경 0.1mm의 C-C열전대(T-type) 40개를 정체점으로 부터 6mm 간격으로 납땜 부착하

여 Data Logger(Fluke Co, Helios I)에 연결하고, 전열면이 정상상태에 도달한 것을 확인한 후 3분 간격으로 10회 측정하여 평균온도를 읽었다.

특히 전열면이 정상온도에 도달한 것을 확인하기 위해 메쉬 및 충돌판의 위치조건 변경 시에는 약 1시간 경과후 매회 전열면의 동일 지점 평균온도차가 0.1℃ 이하가 될때의 온도를 정상온도로 정했으며, Bakelite판( $\lambda=0.33\text{W/mK}$ )에서의 방출열량은 전체 가열량의 1% 이내의 범위였기 때문에 Bakelite판을 통한 열손실은 무시하였다.

또한 온도측정은 자유분류의 유속측정으로 부터 좌우 대칭성을 확인했기 때문에 정체점으로 부터 한 방향으로만 측정하였고 이때 사용된 물성치는 참고문헌<sup>(12)</sup>을 이용하였다.

그리고 국부열전달계수 ( $h$ ), 국부Nusselt수 ( $Nu$ ), 국부평균Nusselt수 ( $\bar{Nu}$ )는 다음과 같이 계산하였다.

$$h = \left( \frac{q}{T_w - T_x} \right) \text{ [W/m}^2 \cdot \text{°C]} \quad (2)$$

$$Nu = h \cdot B / \lambda \quad (3)$$

$$\bar{Nu} = \int_{-x}^x Nu \cdot dx / \int_{-x}^x dx \quad (4)$$

본 연구에서 구한  $Re$ 에 대한 불확실성은  $\pm 2.1\%$ 이고,  $Nu$ 의 불확실성은  $\pm 5.7\%$ 이다.

본 실험에 적용된 실험조건 및 범위를 정리하면 다음과 같다.

1. 노즐 출구폭 :  $B = 50$  [mm]
2. 노즐 출구 높이 :  $L = 500$  [mm]
3. 노즐 출구의 평균속도 :  $U = 2, 8, 18$  [m/s]
4. 충돌판의 형상 :  $500 \times 500 \times 20$  [mm] 평판

5. 노즐 출구와 전열면간의 거리 :  $H = 100, 300$  [mm]
6. 충돌판에 부착된 전열면의 열유속 :  $q = 1020$  [W/m<sup>2</sup>]
7. 메쉬의 형상 :  $500 \times 500 \times 2$  [mm]의 스테인레스판에  $10 \times 10$  [mm] 정 4각형 홀이 2 [mm] 간격을 두고 등간격으로 배열
8. 메쉬와 전열면사이의 간극 :  $C = 1, 2, 4, 6$  [mm]

### 3. 실험결과 및 고찰

#### 3-1. 평판에 충돌하는 2차원 분류의 전열특성

Fig. 5는 분류중심축상에서의 속도와 노즐 출구 속도와의 비( $U_s/U$ ) 및 난류강도와 노즐 출구속도와의 비 ( $\sqrt{u^2}/U$ )를 나타낸 것으로 약  $H/B=6$ 까지 노즐 출구속도가 유지되며  $H/B=6$  이후 평균 약 20%정도 감소하고 있다. 따라서 포텐셜 코어영역은  $H/B=6$ 까지로 생각되며 난류강도는 노즐 출구로부터 증가하기 시작하여 주위 유체와의 혼합작용이 충분히 이루어지는  $H/B=10$ 에서 최대가 된 후 점차 감소하고 있다.

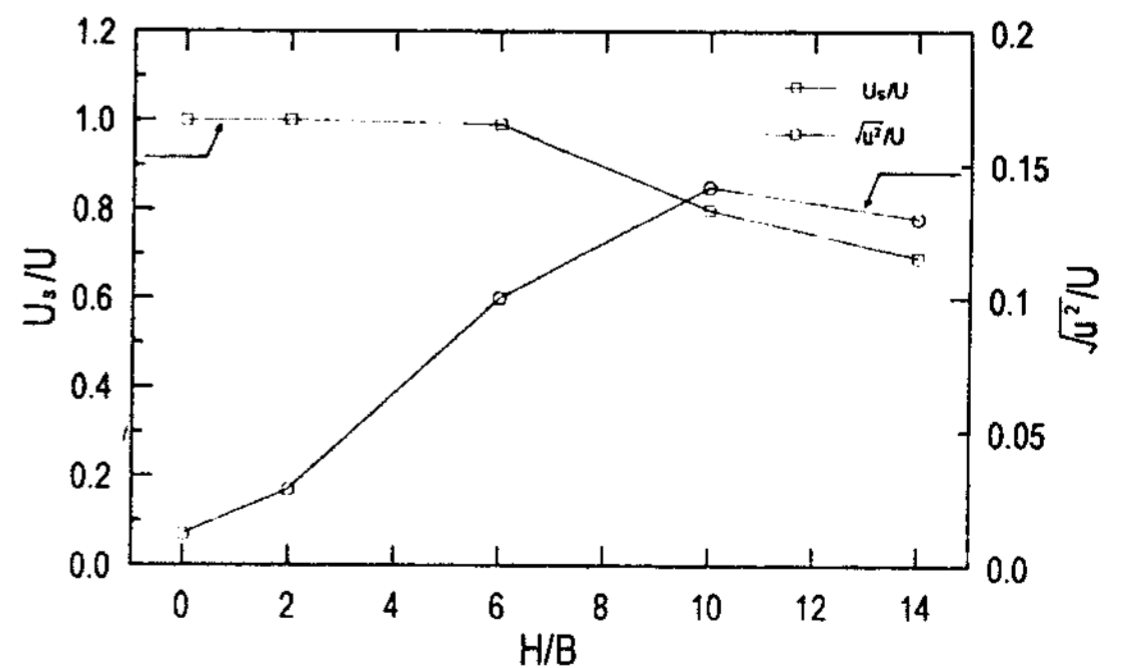


Fig. 5 Distribution of velocity and turbulence along the centerline of free jet ( $U=18\text{m/s}$ )

노즐로부터 정지유체내로 분사되는 자유분류는 포텐셜코어영역, 천이영역 및 발달영역으로 대별할 수 있는데<sup>(9, 13-14)</sup> 포텐셜코어영역은 노즐형상과 유속에 따라 약간의 차이는 있지만 일반적으로 노즐출구로부터 노즐폭의 5~6배되는 위치까지의 영역을 말하며 흐름은 와류가 없고 이 영역에 충돌판을 설치할 경우 정체영역에서 흐름의 형태는 거의 층류와 같다. 또한 주위유체와의 혼합작용이 충분하지 않기 때문에 열전달성능은 매우 낮다.

따라서 본 연구는 먼저 2차원 충돌공기분류계의 포텐셜코어영역에서 분류가 메쉬를 설치하지 않은 평판 전열면에 충돌할 때의 유동특성 및 전열특성에 대하여 고찰하고자 한다.

Fig. 6은 H/B=2일 때 속도변화시 정체점으로부터 X방향의  $Nu_r$ 를 나타낸 것으로  $Nu_r$ 는 정체점부근에서 높게 나타나며 이후 감소하고 있는데 이것은 X방향으로 진행하면서 분류의 속도 감소와 확산에 의해 정체점으로부터 시작되는 온도경계층이 점차 두꺼워지기 때문이다. 특히 U=18m/s( $Re=5.77 \times 10^4$ )에서는 정체점 이후 감소하던  $Nu_r$ 가 X/B=2.5~3부근부

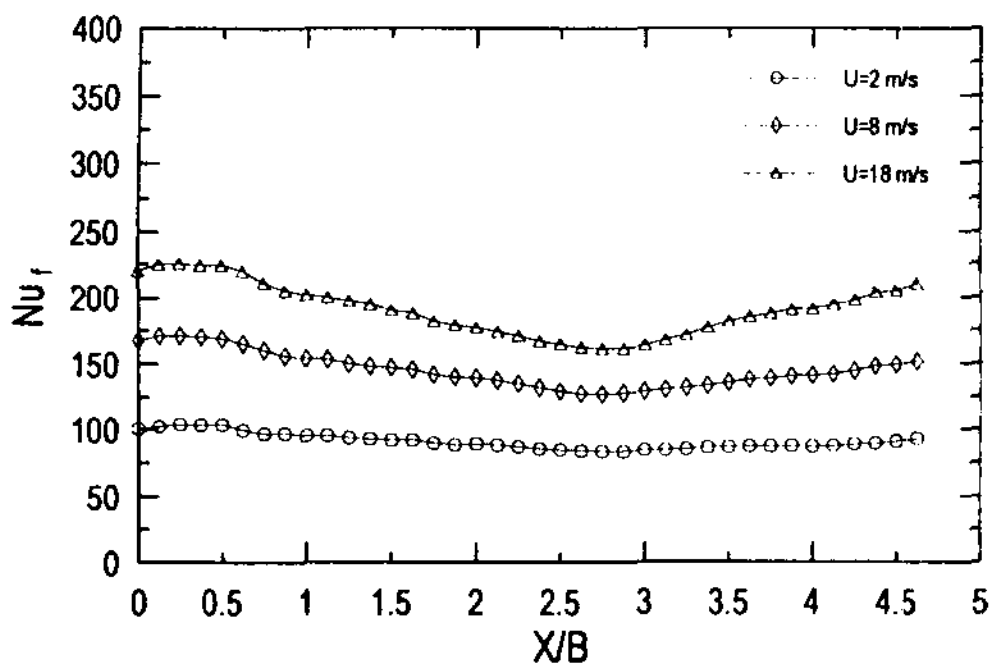


Fig. 6 Distribution of local Nu on the flat plate as a function of X/B for various velocities (H/B=2)

터 상승한다. 이와같은 현상은 벽면분류영역에서 분류가 난류로 천이하기 때문이라 것이 이미 밝혀진바 있다<sup>(1-7)</sup>

Fig. 7은 H/B=6인 경우로서  $Nu_r$ 의 분포경향은 H/B=2와 유사하지만 분류가 주위 정지유체와의 혼합이 이루어져 난류강도가 증가한 상태로 충돌하기 때문에(Fig. 5참조)  $Nu_r$ 는 H/B=2보다 전체적으로 높게 나타난다. 특히  $Nu_r$ 가 X/B=2.5~3 부근부터 상승하는 현상은 U=18m/s에서만 나타난다.

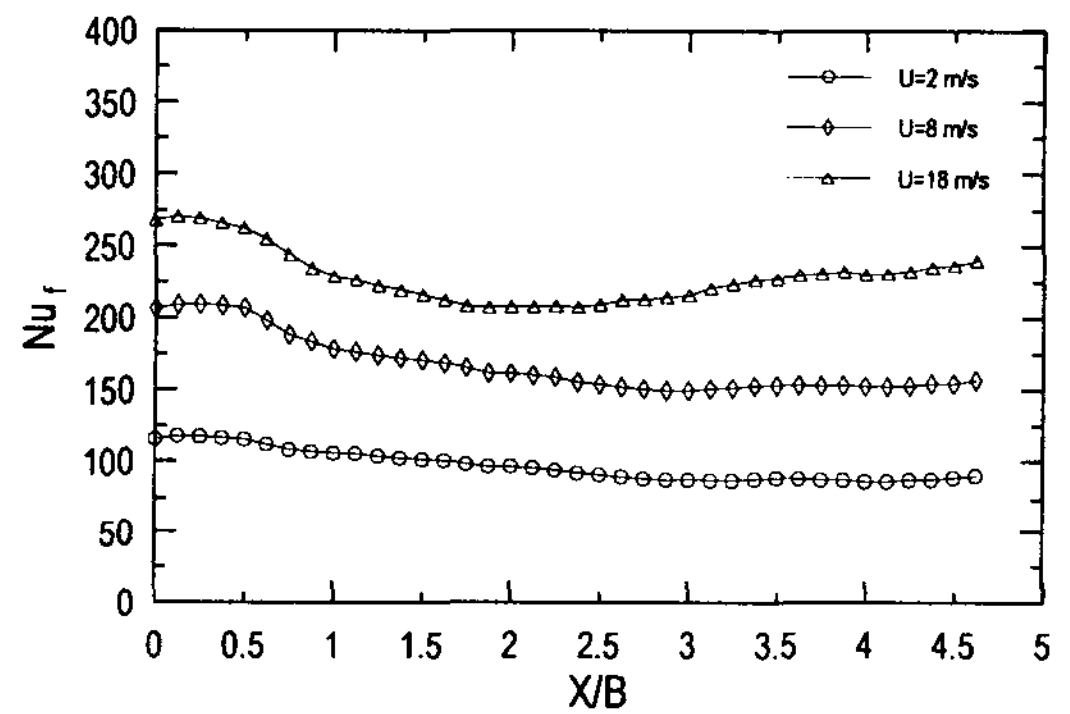


Fig. 7 Distribution of local Nu on the flat plate as a function of X/B for various velocities (H/B=6)

이상과 같이 2차원 충돌분류계의 포텐셜코어영역에서 평판 전열면의 열전달특성을 고찰한 결과,  $Nu_r$ 는 정체점 이후 계속 감소하며 X/B=2.5~3부근에서 상승하는 경향은 있지만 정체점부근보다 상대적으로 낮다. 특히 벽면분류영역은 벽면을 따라 흐르는 유동의 방향이 거의 일정하고 경계층이 발달되며 분류의 속도감소와 확산으로 인하여 열전달성능은 정체점 이후 급격히 감소하기 때문에 이 영역

에서의 열전달향상 방법은 대단히 중요하다고 생각된다.

### 3-2. 메쉬설치에 의한 열전달 특성

본 절에서는 노즐출구와 충돌판사이에 메쉬를 설치한후 노즐출구 속도(U) 및 메쉬와 전열면사이의 간극(C)을 변화시킬 때의 유동특성과 열전달특성을 규명하고 메쉬를 설치하지 않은 평판과 비교 검토하고자 한다.

Fig. 8은  $U=2\text{m/s}$ ,  $H/B=2$ 일 때 C변화에 대한  $Nu_m$ 의 분포로서 메쉬를 설치하지 않은 경우에 비해  $Nu_m$ 은 전 영역에서 약간 높게 나타나며 C변화에 대한 차이는 크지 않다.

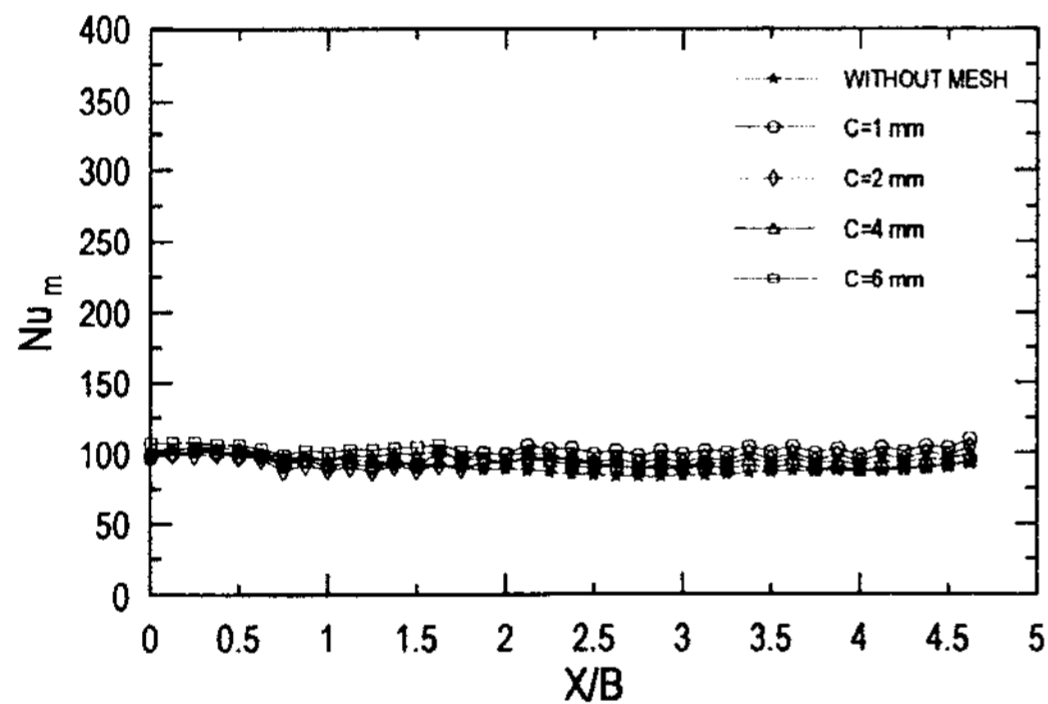


Fig. 8 Distribution of local Nu as a function of X/B for various clearances ( $U=2\text{m/s}$ ,  $H/B=2$ )

Fig. 9는  $U=8\text{m/s}$ 인 경우로서 정체점부근 ( $X/B < 0.5$ )에서의  $Nu_m$ 은 메쉬를 설치하지 않은 때와 비슷하지만  $X/B > 0.5$ 에서는 C변화와 관계없이 메쉬를 설치하지 않은 경우에 비해 높게 나타난다. 특히 벽면분류영역으로 진행하면서 정사각형의 메쉬홀 중앙부에서는 분류가 전열면에 직접 충돌하는 반면 홀과 홀사이

의 밑부분에서는 분류가 측면에 충돌한 후 분할되어 가속<sup>6)</sup>되기 때문에 홀부분보다 열전달은 향상되어  $Nu_m$ 은 감소와 증가를 반복한다.

그러나 X방향으로 진행할수록 운동량감소와 확산에 의해 열전달 증가 경향은 다소 완만해진다.

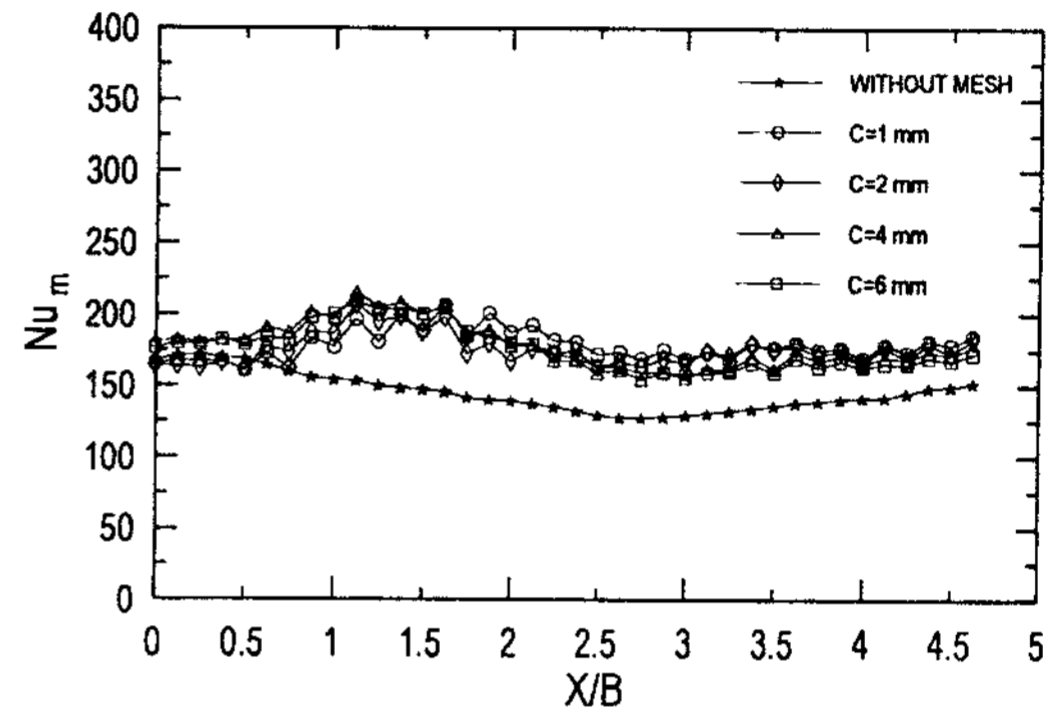


Fig. 9 Distribution of local Nu as a function of X/B for various clearances ( $U=8\text{m/s}$ ,  $H/B=2$ )

Fig. 10은  $U=18\text{m/s}$ 인 경우로서 X/B 전 영역에서 메쉬를 설치하지 않은 경우보다  $Nu_m$ 은 매우 높게 나타나며 벽면분류영역에서의 열전달증진 현상이 뚜렷해진다.

정체점부근에서  $Nu_m$ 이 메쉬를 설치하지 않은 경우보다 높게 나타나는 것은 분류가 메쉬를 통과하면서 C가 클수록 난류의 발달이 촉진되어 충돌하기 때문이다.

벽면분류영역에서 C변화에 대해 고찰해보면 C가 작을수록 홀과 홀사이에서 분류의 가속이 용이하기 때문에  $Nu_m$ 이 전체적으로 높게 분포되어 있으며 메쉬를 설치할 경우에도 역시  $X/B=2.5\sim 3$ 부근에서  $Nu_m$ 이 상승하기 시작한다.

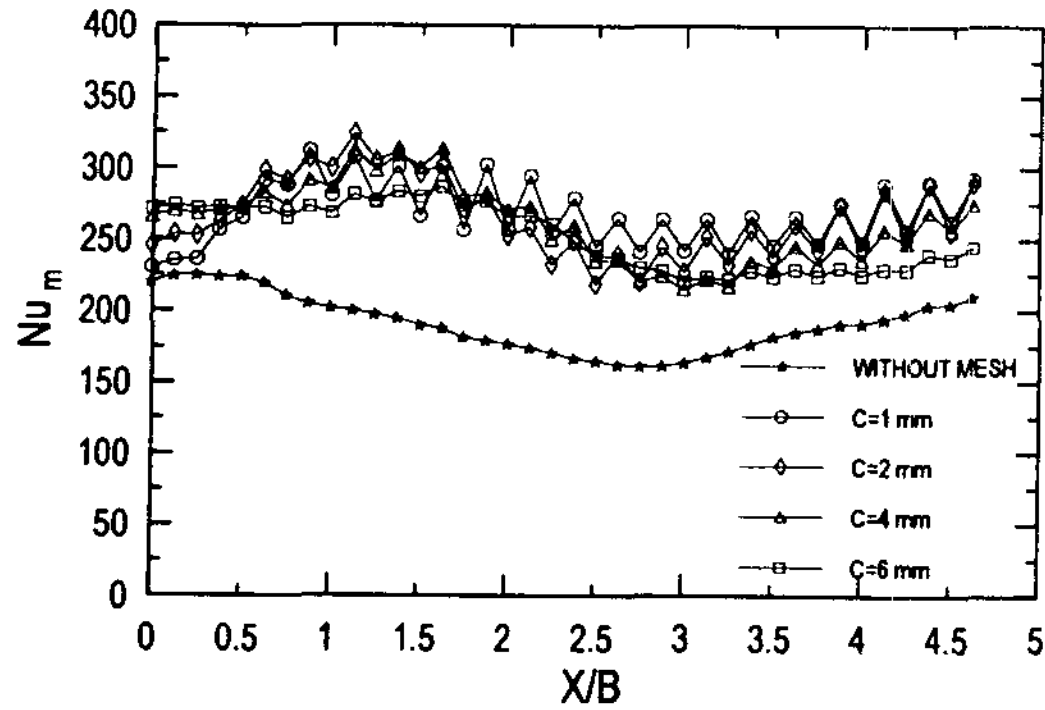


Fig. 10 Distribution of local Nu as a function of X/B for various clearances (U=18m/s, H/B=2)

Fig. 11은 U=8m/s, H/B=6인 경우로서 경향은 Fig. 9(U=8m/s, H/B=2)와 유사하지만 난류강도가 커진 상태에서 충돌하기 때문에 Nu<sub>m</sub>은 Fig. 9보다 전체적으로 높게 나타나며 메쉬설치로 인한 홀중앙 및 홀과 홀사이의 Nu<sub>m</sub> 분포 경향도 더욱 뚜렷해진다. 그러나 메쉬를 설치하지 않은 경우의 열전달성능과 메쉬를 설치할 경우의 열전달성능면에서 본다면

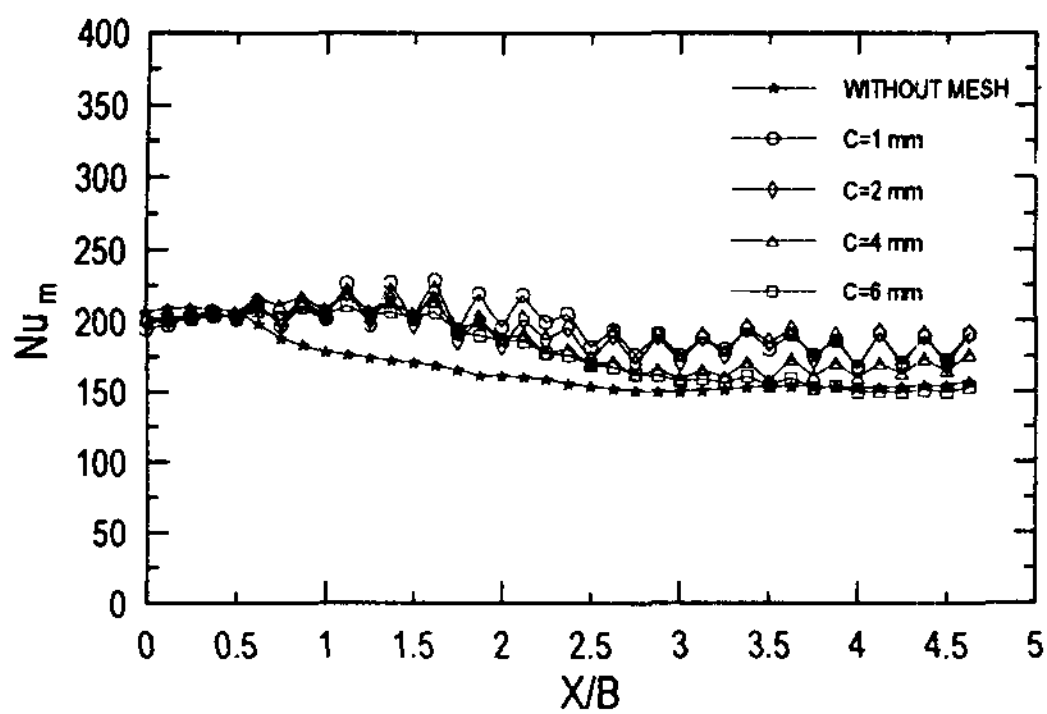


Fig. 11 Distribution of local Nu as a function of X/B for various clearances (U=8m/s, H/B=6)

H/B=2의 증가폭이 H/B=6의 증가폭보다 커지는데 이것은 메쉬설치에 의한 영향이 노즐 출구에서의 난류강도에 의한 영향보다 더 크게 작용하기 때문이라 생각된다.

Fig. 12는 U=18m/s, H/B=6인 경우로서 C가 작을수록 열전달성능은 향상되며 Fig. 11보다 홀중앙 및 홀과 홀사이의 열전달특성이 더욱 명확해진다. 즉 분류가 메쉬에 충돌할 때에는 충돌에 따른 저항으로 운동량의 감소가 수반되기 때문에 분류의 속도가 어느 정도 유지되어야만 메쉬설치에 의한 효과가 크게 나타난다.

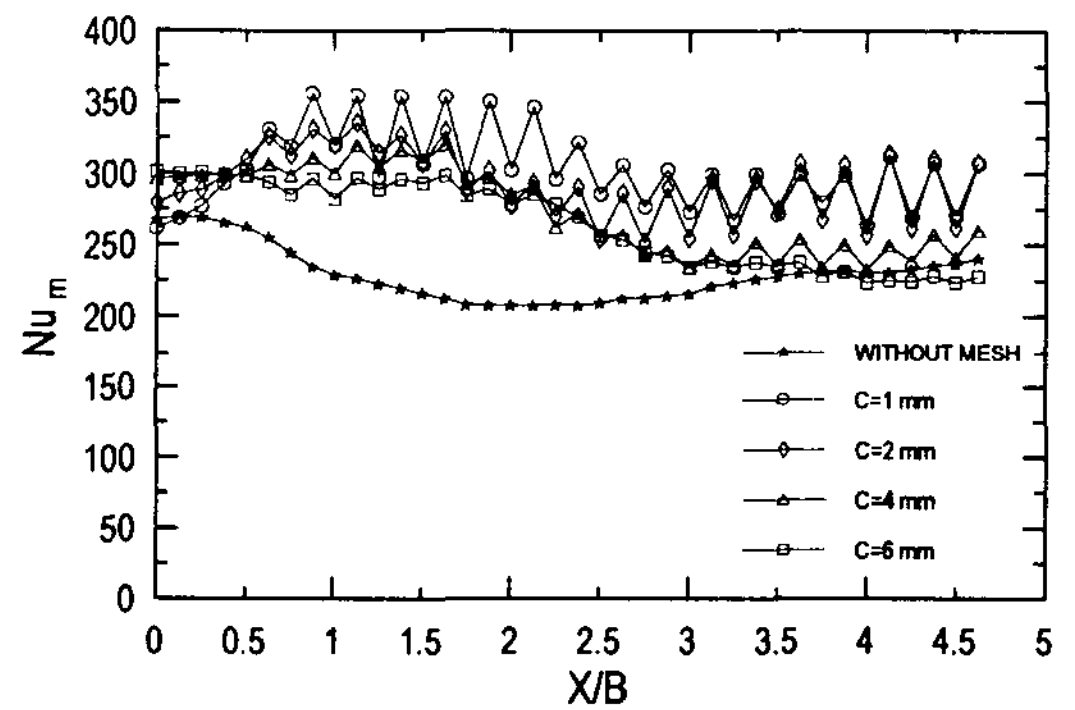


Fig. 12 Distribution of local Nu as a function of X/B for various clearances (U=18m/s, H/B=6)

그리고 C=6인 경우에는 Nu<sub>m</sub>이 X/B=2~2.5부근에서부터 급격히 감소하여 X/B>4에서는 메쉬를 설치하지 않은 경우보다 더 낮아지고 있는데 이와 같은 현상의 주요원인은 운동량감소와 분류의 확산 때문이라고 이라고 생각한다.

Fig. 13 및 14는 U=18m/s일 때 H/B=2와 H/B=6인 경우 C변화에 대한 국부 열전달증



진율을 나타낸 것으로  $C=1$ 인 경우  $X/B=2\sim 2.5$ 부근에서 국부적으로 메쉬를 설치하지 않은 평판에 비해 약 1.7배 정도의 열전달증진율을 나타내며 전체적으로  $C$ 가 작을수록 증진효과는 크다.

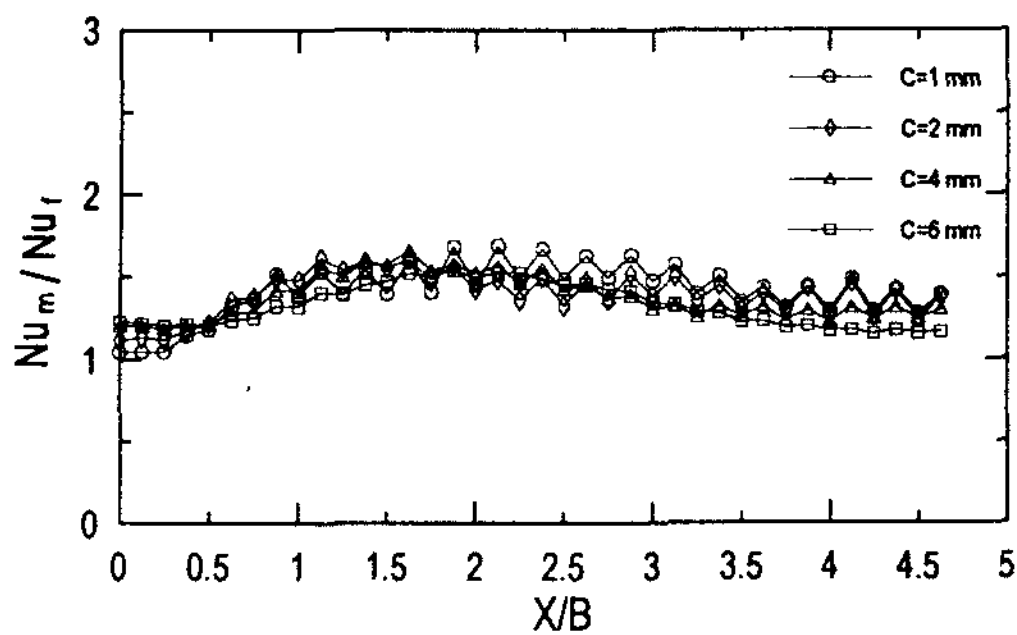


Fig. 13 Comparison of local Nu on the flat plate with and without mesh for various clearance ( $U=18\text{m/s}$ ,  $H/B=2$ )

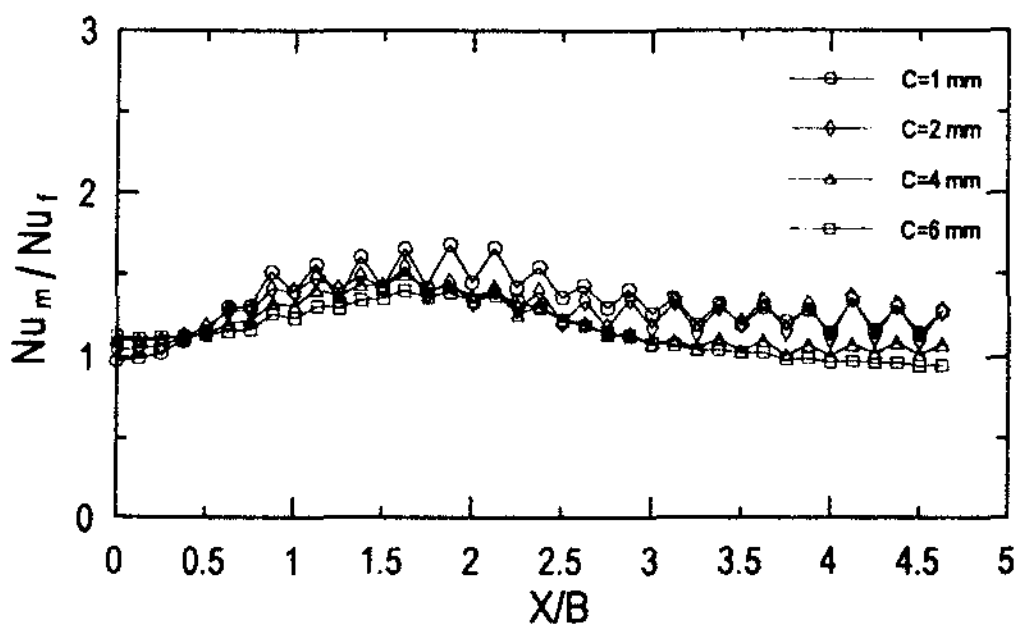


Fig. 14 Comparison of local Nu on the flat plate with and without mesh for various clearance ( $U=18\text{m/s}$ ,  $H/B=6$ )

일 때 평균 1.44배,  $C=2$ 일 때 1.41배로 나타났으며  $H/B=6$ ,  $C=1$ 일 때 평균 1.35배,  $C=2$ 일 때 1.3배로 나타났다.

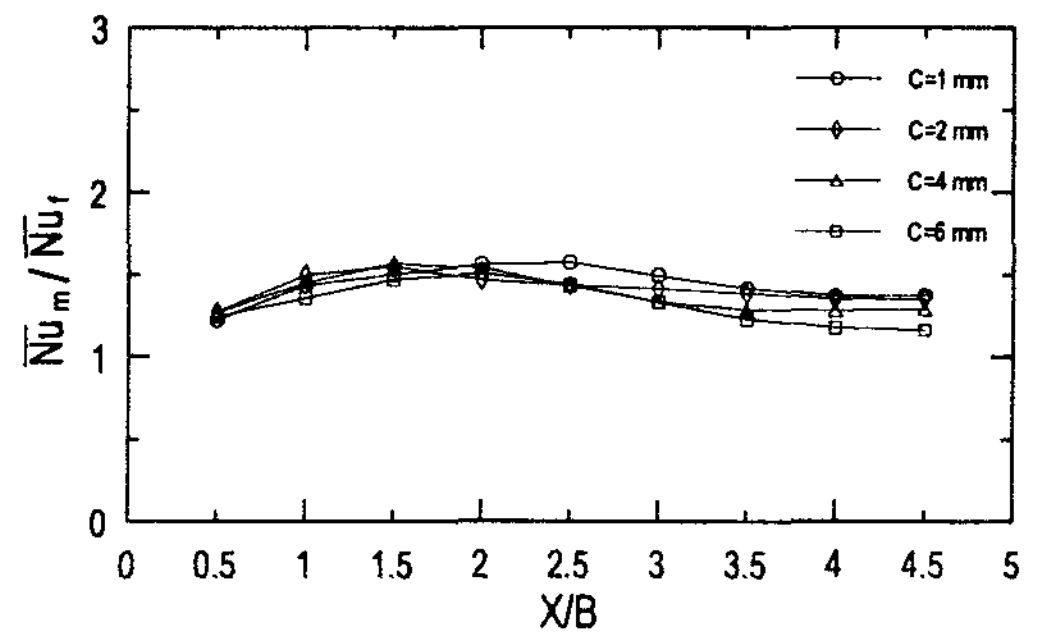


Fig. 15 Comparison of local average Nu on the flat plate with and without mesh for various clearance ( $U=18\text{m/s}$ ,  $H/B=2$ )

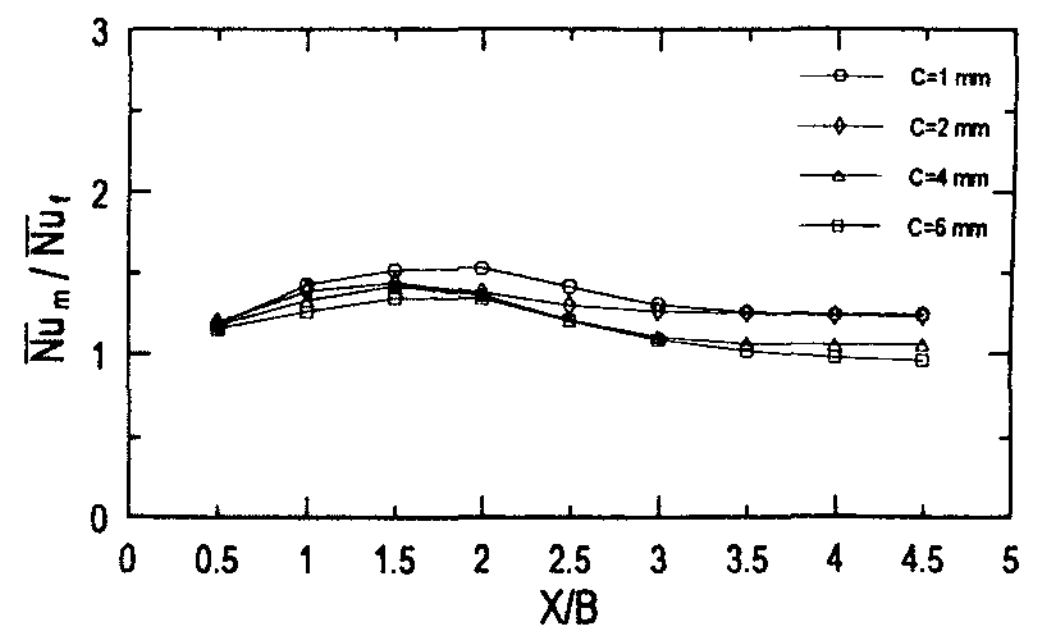


Fig. 16 Comparison of local average Nu on the flat plate with and without mesh for various clearance ( $U=18\text{m/s}$ ,  $H/B=6$ )

Fig. 15 및 16은  $U=18\text{m/s}$ 일 때  $H/B=2$ 와  $H/B=6$ 인 경우 메쉬를 설치하지 않았을 때의 평균  $Nu_f$ 와 메쉬를 설치했을 때  $C$ 변화에 대한 평균  $Nu_m$ 을 나타낸 것으로  $H/B=2$ ,  $C=1$

난류강도측면에서 본다면  $H/B=2$ 가  $H/B=6$ 보다 난류강도가 작지만 열전달증진율면에서 보면  $H/B=2$ 가  $H/B=6$ 보다 열전달증진율이 향상된다. 이것은 앞서도 언급했듯이  $H/B=$

6에서는 분류가 전열면에 충돌하기 전에 주위 유체와의 혼합작용이 이루어져 난류성분이 크게 증가된 상태로 메쉬에 충돌하기 때문에 메쉬에 의한 영향은 상대적으로 작은 반면, H/B=2에서는 노즐출구와 전열면사이의 거리가 가깝기 때문에 노즐출구에서 분출된 유체는 주위유체와의 혼합이 충분하지 않은 상태에서 메쉬에 충돌하지만 메쉬를 통과하면서 난류가 발생하게 되며 이 영향으로 열전달증진율은 크게 향상된다.

### 3-3. 메쉬 및 사각 로드와 원형 로드를 설치한 경우의 열전달 특성 비교

충돌공기분류계의 열전달특성에 관한 연구 가운데 지금까지 보고된 연구결과들을 검토하면 난류촉진체 설치에 의한 난류촉진 방법이 주목을 받고 있기 때문에 이 분야에 대한 연구 결과들의 검토도 매우 중요하다고 생각된다. 따라서 본 절에서는 전열면과 간극을 두고 사각로드 및 원형 로드를 설치한 실험결과<sup>6~7)</sup>들을 본 실험결과와 비교 검토하고자 한다.

Fig. 17은 U=18m/s, H/B=2일 때 메쉬를 설치했을 경우(C=1mm)와, 한변의 길이(W)가 6mm인 사각로드를 전열면앞에 설치했을 경우<sup>6)</sup>(C=1mm, P=50mm) 및 직경(D)이 6mm인 원형 로드를 전열면앞에 설치했을 때<sup>7)</sup>(C=1mm, P=50mm)의 실험 결과중 열전달증진율이 가장 우수한 조건에서 국부평균  $Nu_m/Nu_r$ 를 비교한 것으로 X/B<1까지의 열전달증진율은 메쉬를 설치한 경우가 높게 나타나는데 이것은 분류가 메쉬를 통과하면서 난류가 발생되어 충돌하기 때문이다. 그러나 벽면분류영역으로 진행하면서 로드를 설치했을 경우 로드 바로 밑의 가속, 재부착 및 로드측면에서 발생하는 와류의 영향<sup>6)</sup>이 메쉬설치에

의한 홀과 홀사이의 가속현상보다 더 크게 작용하기 때문에 사각 및 원형로드의 열전달증진율이 메쉬보다 높게 나타나며, 원형 로드인 경우에는 로드 바로 밑의 단면적이 사각로드의 단면적 보다 작기 때문에 가속에 의한 영향은 사각로드 보다 줄어든다.

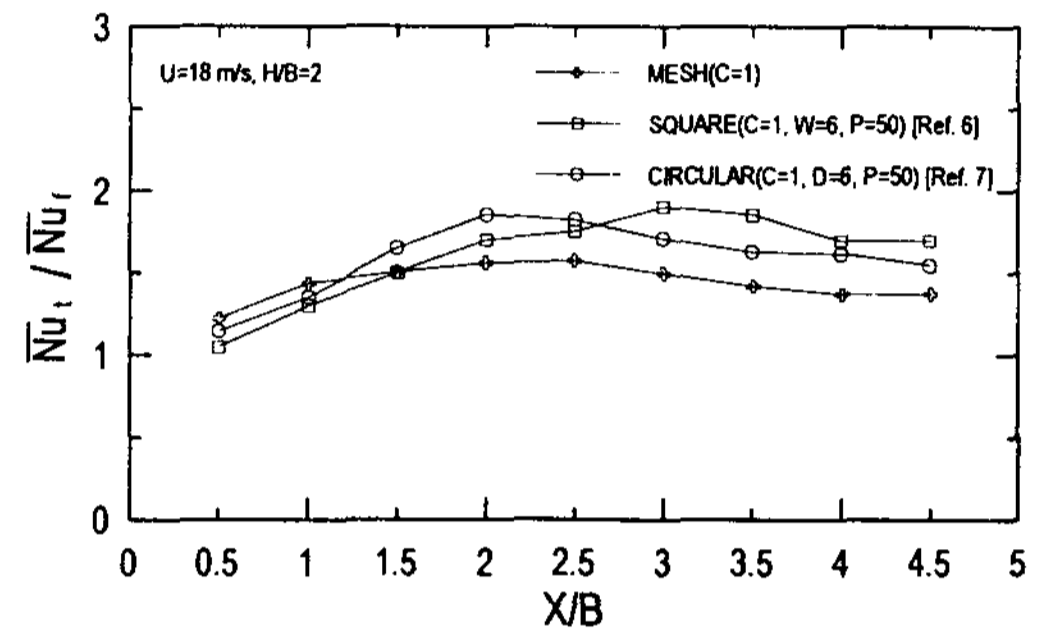


Fig. 17 Comparison of heat transfer enhancement rate on mesh, square rod and circular rod (U=18m/s, H/B=2)

## 4. 결론

본 연구는 2차원 충돌공기분류계의 포텐셜 코어 영역에서 열전달증진을 목적으로 노즐출구와 전열면사이 메쉬를 설치한 후 노즐출구 속도(U=2, 8, 18m/s), 메쉬와 전열면사이의 간극(C=1, 2, 4, 6mm), 노즐출구와 전열면사이의 거리(H/B=2, 6)를 변화시킬 때의 열전달특성을 메쉬를 설치하지 않은 경우와 비교 검토한 것으로 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 메쉬를 설치했을 때에는 분류가 전열면에 충돌하면서 소분류로 분할되어 발생하는 난류에 의해 정체점에서 U=18m/s, H/B=2, C=1일 때 메쉬를 설치하지 않은 평판의 정체점보다 약 25% 열전달성능이 좋아지

며, 또한 벽면분류영역으로 진행하면서 홀과 홀사이의 밑부분에서 일어나는 가속으로 인해 열전달성능이 향상된다.

2. 메쉬와 전열면사이의 간극을 변화시켰을 경우 정체점부근에서는 간극이 클수록, 벽면분류영역에서는 간극이 작을수록 열전달 성능은 우수하다.
3. 메쉬를 설치했을 때  $U=18\text{m/s}$ ,  $H/B=2$ ,  $C=1$ 일 때 평균 1.44배,  $C=2$ 일 때 1.41배로 나타났으며  $U=18\text{m/s}$ ,  $H/B=6$ ,  $C=1$ 일 때 평균 1.35배,  $C=2$ 일 때 1.3배로 나타났다

## 후 기

본 연구는 1996년도 한국학술진흥재단의 공모과제(과제번호 : 06 E 0199) 연구비에 의하여 연구되었기에 이에 감사드립니다.

## 5. 참고문헌

1. J. Stevens, B. W. Webb, "Local Heat Transfer Coefficients Under an Axisymmetric, Single Phase Liquid Jet", ASME Journal of Heat Transfer, Vol. 113, pp. 71~78, 1991.
2. J. Stevens, B. W. Webb, "Measurements of the Free Surface Flow Structure Under an Impinging, Free Liquid Jet", ASME Journal of Heat Transfer, Vol. 114, pp. 79~84, 1992.
3. D. H. Wolf, R. Viskanta, F. P. Incropera, "Turbulence Dissipation in a Free-Surface Jet of Water and Its Effect on Local Impingement Heat Transfer From a Heated Surface: Part2-Local Heat Transfer", ASME Journal of Heat Transfer, Vol. 117, pp. 95~103, 1995.
4. G. K. Morris, S. V. Garimella, R. S. Amano, "Prediction of Jet Impingement Heat Transfer Using a Hybrid Wall Treatment With Different Turbulent Prandtl Number Functions", ASME Journal of Heat Transfer, Vol. 118, pp. 562~569, 1996.
5. S. V. Garimella, R. A. Rice, "Confined and Submerged Liquid Jet Impingement Heat Transfer", ASME Journal of Heat Transfer, Vol. 117, pp. 871~877, 1995.
6. 琴聲民, 川口, 徐正閔, "角柱列を利用した衝突噴流系の傳熱促進に関する研究", 日本機械學會論文集(B編), 61卷, 589號, pp. 191~197, 1995.
7. 이용화, "2차원 충돌분류계에서의 열전달증진기술에 관한 연구", 인하대학교 박사학위논문, 1989.
8. R. Gardon, J. C. Akfirat, "The Role of Turbulence in Determining the Heat-Transfer Characteristics of Impinging Jets", Int. J. Heat Mass Transfer, Vol. 8, pp. 1261~1272, 1965.
9. R. Gardon, J. C. Akfirat, "Heat Transfer Characteristics of Impinging Two-Dimensional Air Jets," ASME Journal of Heat Transfer, Vol. 88, pp. 101~108, 1966.
10. K. Katoaka, "Impingment Heat Transfer Augmentation due to Large Scale Eddies," Proc. 9th Int. Heat Transfer Conference, Vol. 1, KN-15, pp. 255~273, 1990.

11. 日本機械學會, “傳熱工學資料”, pp. 65~66, 1986.
12. R. J. Goldstein, J. F. Timmers, “Visualization of Heat Transfer from Arrays of Impinging Jet”, Int. J. Heat Mass Transfer, Vol. 25, pp. 1857~1868, 1982.
13. E. M. Sparrow, R. J. Goldstein, M. A. Rouf, “Effect of Nozzle – Separation Distance on Impingement Heat Transfer for a Jet in a Crossflow”, Int. J. Heat Mass Transfer, Vol. 99, pp. 528~533, 1975.

## The Study on The Heat Transfer Enhancement Using Wire Mesh in Impinging Jet System

S. M. Kum\*, D. C. Kim\*\*, J. O. Yoo\*\*\*, C. E. Lee\*\*\*\*, C. S. Yim\*\*\*\*

\* *Halla Institute of Technology*

\*\* *Pyongtaek Technical College*

\*\*\* *Shinheung College*

\*\*\*\* *Inha University*

### Abstract

The objective of this research was to investigate the enhancement of heat transfer by wire mesh in impinging air jet system at the potential core region.

The first experiment was carried out without mesh between nozzle exit and flat plate and the second experiment was done with mesh between them.

When mesh was installed in front of the plate, heat transfer has been increased due to the acceleration between rectangular halls and divided small jet

In case clearances are changed, heat transfer comes to maximum under the condition of  $C=1\text{mm}$ , irrespective of nozzle exit velocity and  $H/B$ .

Also the average heat transfer enhancement rate of a flat plate with mesh has been increased about 44% at maximum under the condition of  $U=18\text{m/s}$ ,  $H/B=2$  and  $C=1\text{mm}$ , compared to the result of a flat plate without mesh