

[논문] 태양에너지  
*Solar Energy*  
Vol.18. No.1. 1998

## 室内 流入 冷氣의 熱流動 特性에 관한 實驗的 研究

장영근 \*, 박정원 \*\*, 박이동 \*\*\*

- \* 성균관대학교 기계공학과 대학원
- \*\* 유한전문대학교
- \*\*\* 성균관대학교 기계공학과

## An Experimental Study on Heat Flow Characteristics of Inflowing Cool Air in the Room

Y. G. Jang\*, J. W. Pak\*\*, E. T. Pak\*\*\*

- \* Graduate School, Sung Kyun Kwan University
- \*\* Yu Han Junior College
- \*\*\* Sung Kyun Kwan University

### 요약

쾌적한 실내환경을 유지하고, 공기조화 설비에 있어서 냉방동안 에너지를 절약하기 위한 실내로 유입되는 냉기의 열유동 특성에 관한 연구이다. 실물 크기의 모형room에 대하여 실내로 유입하는 냉기의 유속(1, 2, 3m/s)과 실내온도와 유입냉기와의 기준온도차(10, 20, 30°C)를 변화시키고, 또한 유입구 형상을 아네모스형과 배인형으로 하면서 실내의 온도분포를 파악하여 열유동 특성 및 혼합특성에 대하여 고찰하였다.

연구 결과, 아네모스형이 배인형보다 혼합이 빨리 진행되었고 유입속도에 의한 영향이 기준온도차에 의한 영향보다 지배적이었다.

## Abstract

A study on a buoyancy effect by the temperature difference between a inner room air and a inflowing cool air and also by inlet velocity can contribute greatly to enhance performance of air conditioning system, so the study on the distribution characteristics of inflowed cool air is important to analyze the cool air storage in a room.

For this study, in the real-sized model room, the temperature differences between inflowing cool air and inner room air are 10, 20, 30°C, and the inlet velocities of inflowing cool air are 1, 2, 3m/s respectively as dynamic parameters. Also, a anemos and a vane type diffuser are used as inlet geometric conditions.

Following conclusions have been obtained through this study.

1) In case of the anemos type diffuser, it is found that a dimensionless temperature profile is low and the distribution of the inflowed cool air is uniform. and also, all diffusers have a low temperature of the inner room as increasing the inlet velocity.

2) A mixing takes place rapidly in case of the anemos type diffuser when the temperature difference is low  $\Delta T=10^\circ\text{C}$  and the inlet velocity is high  $V=3\text{m/s}$ . and the mixing degree is higher with the anemos type diffuser than the vane.

## 1. 서론

전세계적으로 열에너지의 효과적인 이용을 위한 기술개발이 점차 중요한 연구 과제로 부각되고 있다. 태양열, 공업 폐열, 심야 잉여전력 등의 효과적인 이용기술이 연구되고 있다. 이와 같이 에너지 절약 및 효율적인 이용은 현실적으로 볼 때 가장 시급한 문제이고 타당성이 있는 방법으로서 최근들어 연구가 활발히 진행되고 있으며, 특히 몇 종류의 대체 냉·난방 시스템 분야에도 연구가 활발히 진행되고 있다<sup>[1,2,3]</sup>. 그러나 그 시스템 자체 개발에만 급급하였지 개발된 장치에서 유입되는 냉·온기의 효과적인 이용이나 축열, 축냉에 관한 연구는 미비한 실정이다. 또한, 인류의 생활수준 향상에 따른 편리한 생활과 쾌적한 환경에 대한 인간의 욕구는 점차로 증가하고 있으며 이에 따른 냉동 및 공기조화 산업에

대한 중요성이 인식되고 있다.

이러한 실내 공기조화 시스템에 대한 연구로서는, 1980년 土屋喬雄<sup>[4]</sup> 등은 실내공간의 천장중앙에 확산 및 비확산 Diffuser를 하향식으로 부착 할 경우 냉·난방시의 기류 및 온도분포를 고찰하였다. 확산토출의 경우 냉방시 상·하 및 수평면내의 온도분포가 매우 균일하며 난방시에는 상·하 온도분포가 매우 불균일함을 보였으며 비확산 토출의 경우 냉·난방시 상·하 온도분포는 비교적 균일한 반면 수평면내의 온도분포는 불균일함을 밝혔다. 1987년 Nakahara<sup>[5]</sup> 등은 냉·난방이 동시에 적용되는 공기조화시스템에서 열에너지 손실은 고온과 저온 공기제트의 혼합 때문에 주로 일어난다고 보고하였다. 혼합손실의 질적 그리고 양적인 메커니즘을 명백히 하기 위

하여 실제크기의 실험장치로 혼합손실에 대한 중요한 인자에 대하여 고찰하였다. 그 결과로서 주변과 내부 사이의 조절온도차가 큰 영향을 미치고, 주변 조절온도가 낮으면 낮을수록 혼합손실은 작다는 것을 밝혔다. 1994년 Tavakkol<sup>[6]</sup> 등은 다양한 방 크기에서 도달거리를 결정하기 위해서 다른 종류의 디퓨저를 사용하여 실험을 수행하였다. 디퓨저로 나간 등온제트의 팽창지역의 길이는 방 크기에 따라 큰 영향을 받는다고 하였고, 각 팽창지역에서 최종속도는 도달거리 형태와 방 크기 함수임을 밝혔다.

공기조화에서 무엇보다도 중요한 것은 실내 기류분포라고 할 수 있겠다. 따라서 본 연구에서는 실내로 냉기가 유입되는 동안에 각종 동적, 기하학적 인자들을 변수로 하여 실내의 열유동특성 및 혼합특성을 해석하고자 한다.

냉기유입동안에 열유동특성을 지배하는 동적인자로는 유입냉기와 실내의 온기사이의 기준온도차 및 유입속도 등이 있고, 기하학적 인자로는 유입구 형상이 있다. 동적인자로서, 유입냉기와 실내의 온기사이의 기준온도차는 10, 20, 30°C의 3단계로 변화시켰고 유입속도는 1, 2, 3m/s로 변화시켜 실험을 수행하였다. 그리고 기하학적 인자로는 공조시스템에서 일반적으로 사용하고 있는 천장형 디퓨저로 아네모스형과 배인형<sup>[7]</sup>을 사용하였다.

## 2. 관련 이론

### 2.1 성층도 및 혼합도

천장 취출구에서 취출을 하는 경우에 냉방시 공기의 비중량이 커지므로 부력작용에 의한 유동이 이루어진다. 이러한 취출기류의 분포특성중에 유입냉기와 실내 온기사이의 혼합시에 부력효과를 얻을 수 있는 온도와 속도로 공기가 유입된다면 냉기와 온기사이의 온도성층을 얻을 수 있다. 상부로 부터 유입되는 냉기는 positive buoyant jet 유동형태이다. 이러한 positive buoyant jet 유동이 일어날 때 상부로 유입되는 냉기와 실내 공기와의 온도성층의 크기는 다음과 같은 유입냉기의 유동 중심축의 dilution ratio를 측정함으로써 파악할 수 있다<sup>[8]</sup>.

$$S = \frac{\rho - \rho_s}{\rho_i - \rho_s} \quad (1)$$

여기서,

$S$  : 유동 중심축의 dilution ratio

$\rho_s$  : 초기 실내공기의 밀도

$\rho_i$  : 유입냉기의 밀도

$\rho$  : 실내로 유입된 냉기의 중심축 밀도

위의 (1)식을 밀도 변화가 크지않은 경우에 대해 boussinesq 가정에 의해 온도차로 바꾸어 다음과 같이 쓸 수 있다.

$$S = \frac{T_{is} - T}{T_{is} - T_i} \quad (2)$$

그런데 작동유체가 공기인 경우에는 유입구 부근에서 토출 온도차가 크게 발생한다. 따라서 위의 (2)식을 다음과 같이 수정하여 쓰고 이것을 실내 유입냉기와 저장공기와의 온도 성층 정도를 파악하는 성층도(degree of stratification),  $\Phi$ 라 정의한다.

$$\Phi = \frac{T_d - T_u}{T_{is} - T_u} \quad (3)$$

여기서

$T_u$  : 냉기유입에 따른 상부 천장으로부터 30cm 떨어진 지점의 온도

$T_{is}$  : 초기 실내공기의 온도

$T_d$  : 냉기유입에 따른 하부 바닥으로부터 30cm 떨어진 곳의 온도

위의 (3)식에서  $T_u$  와  $T_d$  를 상하부로 부터 30cm 거리를 둔 것은 상부 천장면과 하부 바닥면에서의 열손실을 고려한 것이다. 이러한 성층도는 완전 혼합일 경우에는 0이 되고 상·하부의 온도성층이 존재하여 완전한 성층유동인 경우에는 1이 된다. 그리고 냉기 유입시 열유동 분포를 효과적으로 해석하고 또한 각각의 실험조건에 대하여 유입냉기의 강하거리 및 도달거리에 대한 확산영역을 정립하고 room에서 얼마 만큼의 혼합이 이루어 졌는가를 파악함이 필요하다.

본 연구에서는 실내로 유입되는 냉기와 실내공기 사이의 혼합정도가 유입냉기의 효율적인 이용 및 에너지 저장측면에서 중요하고, 또한 실내로 유입되는 냉기가 실내 거주자의 열적, 쾌적조건을 만족시키기 위해서는 유입냉기가 실내에 고르게 분포하여 완전혼합을 이루어야 한다. 그러므로 혼합현상의 정량적인 양을 파악하기 위해서 앞에서 정의한 성층도( $\Phi$ )를 이용하여 다음과 같이 혼합도(degree of mixture)를 정의하여 혼합량을 파악하고자 한다.

$$DOM = 1 - \Phi = 1 - \frac{T_d - T_u}{T_{is} - T_u} \quad (4)$$

## 2. 2 관련 무차원인자

각종 실험을 통한 결과를 동일 조건하에 비교 고찰하고 실제 사용되는 공조시스템의 기초설계 자료를 제시하기 위하여 냉기 유입 과정동안 열유동특성을 다음과 같이 무차원화하여 해석한다.

$\tau$  : 냉기저장 과정동안의 무차원 시간

$$\tau = \frac{t}{t_x}$$

여기서,

$t$  : 실제 측정시간(sec)

$t_x$  : 실내가 정상상태에 도달하는 1회 실험 종료시간(sec)

$\theta$  : 무차원 온도

$$\theta = \frac{T_t - T_i}{T_{is} - T_i}$$

$T_t$  : 실제 측정점의 온도(°C)

$T_i$  : 유입냉기의 온도(°C)

$T_{is}$  : 초기 실내공기의 온도(°C)

$\zeta$  : 무차원 높이

$$\zeta = \frac{h_x}{H}$$

$h_x$  : 실내 임의 측정점의 실제 높이(cm)

$H$  : 실내의 바닥면에서 유입구까지의 높이(cm)

$\varepsilon$  : 무차원 폭

$$\varepsilon = \frac{l_x}{L}$$

$l_x$  : 실내 임의 측정점의 실제 폭(cm)

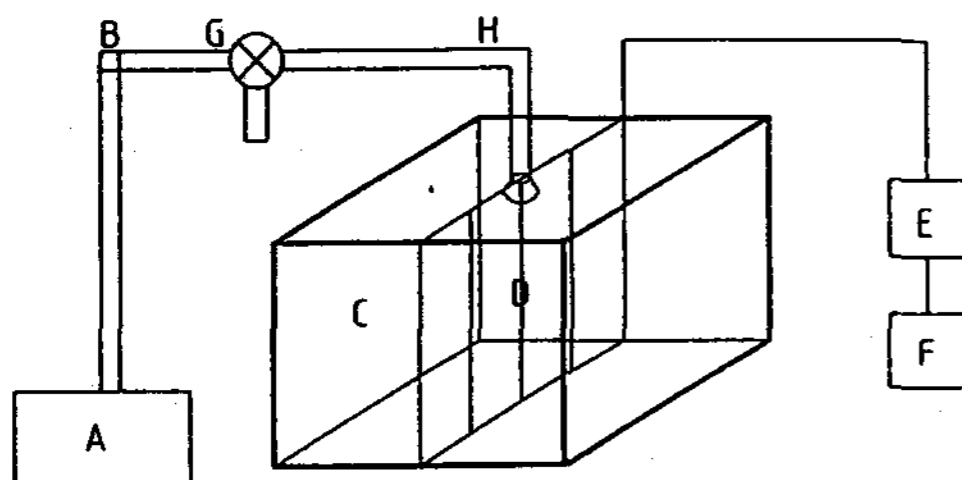
L : 실내의 폭(cm)

### 3. 실험

#### 3. 1 실험 장치

본 실험의 주요한 실험장치로는 두가지 형상의 천장디퓨저 및 유입공기 덕트 연결부와 온풍기, 유입속도를 변화시키기 위한 인버터와 송풍기, 모형room 등이 있고 온도 측정장치를 위하여 Data Acquisition(YOKOGAWA, DA25)을 사용하였다. Fig. 1에 실험장치의 개략도가 나와 있다.

모형room은 가로, 세로, 높이가 각각 2.4m×2.6m×2.0m로 냉방시 열유동 특성을 정확히 해석하기 위해서 내벽을 스티로폴(styrofoam, 150mm)로 충분히 단열하였으며 천장중앙에 직경 150mm 크기의 냉기 유입구를 설치하여 디퓨저 형상을 변화시킬 수 있도록 하였다. 본 실험에서 사용한 유입구인 디퓨저 형상은 Fig. 2와 같다.



A: Heat Pump      D: Thermocouples      G: Bypass  
 B: Blower          E: Data Acquisition      H: Duct  
 C: Room            F: P.C

Fig. 1 Schematic diagram of experimental test room

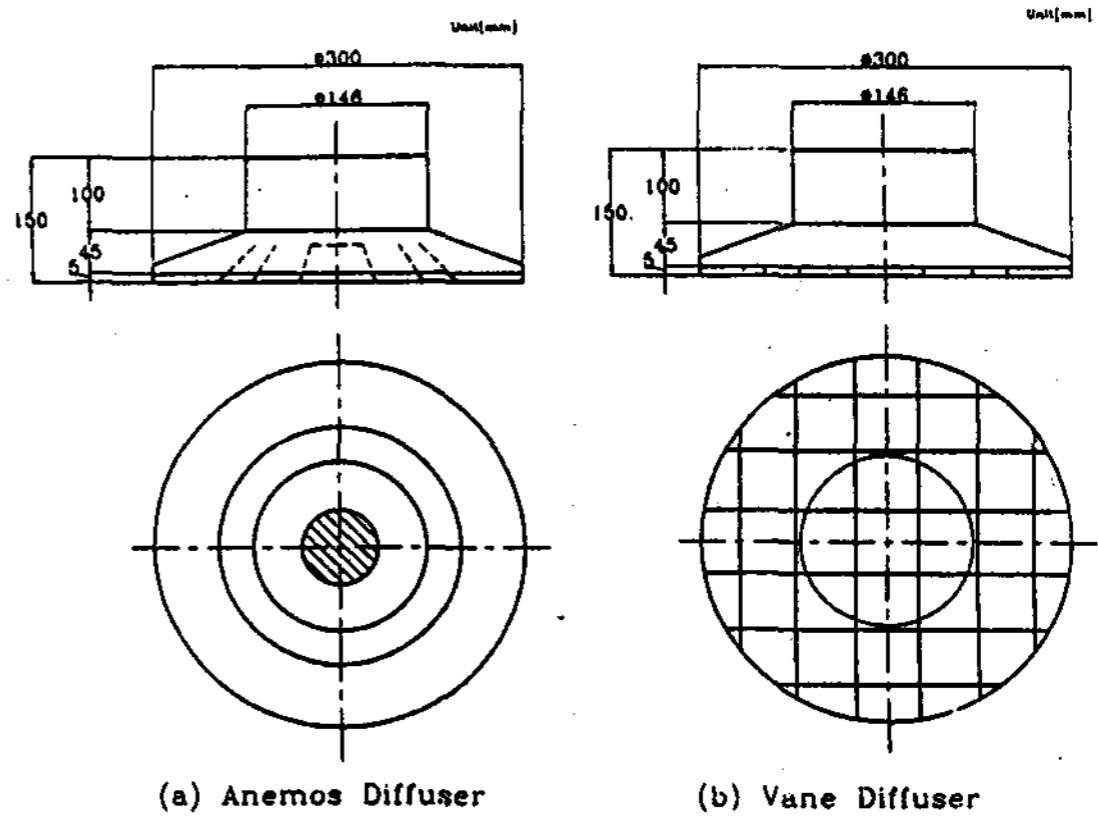


Fig. 2 Types of diffuser

#### 3. 2 실험 절차

- 1) 모형room 내부에 온풍기를 이용하여 실험 조건의 초기온도를 설정한다.
- 2) 송풍기와 인버터를 이용하여 공급냉기에 대한 실험조건의 요구속도를 세팅한 후 냉기가 열적, 동적으로 안정되면 덕트부를 통하여 디퓨저에서 모형room으로 유입되도록 바이패스부를 조절한다.
- 3) 냉기 유입시부터 모형room에 설치된 열전대를 통하여 실내가 정상상태가 될 때까지 20초 간격으로 온도를 연속적으로 측정한다.
- 4) 각종 실험조건을 변화시키면서 위와 같은 방법으로 실험을 반복 수행한다.

### 4. 실험결과 및 고찰

#### 4. 1 실내 온도분포

##### 1. 기하학적 형상에 의한 영향

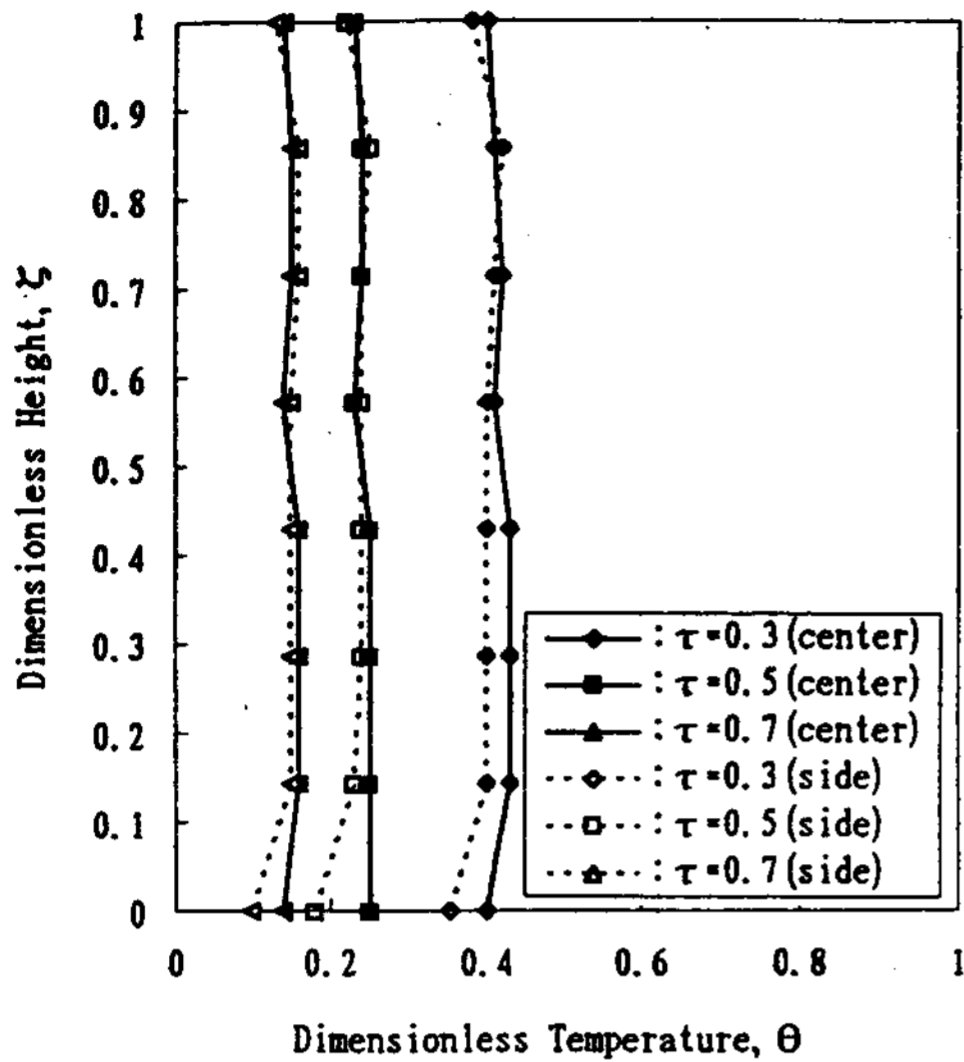


Fig.3 Dimensionless temperature profiles in the test room for  $\Delta T=10^{\circ}\text{C}$  and  $V=1\text{m/s}$  with anemos

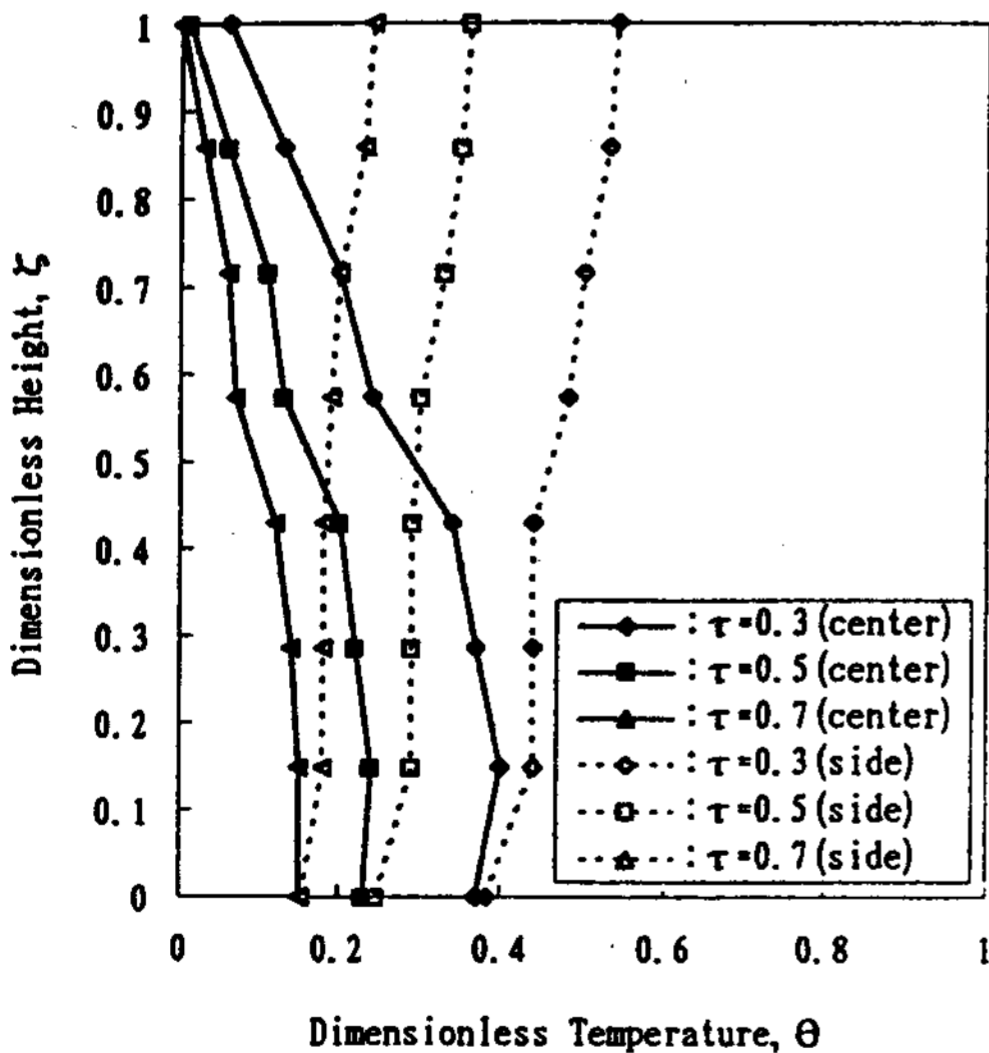


Fig.4 Dimensionless temperature profiles in the test room for  $\Delta T=10^{\circ}\text{C}$  and  $V=1\text{m/s}$  with vane

Fig. 3과 Fig. 4는  $\Delta T$ 가  $10^{\circ}\text{C}$ 이고 유입속도를  $1\text{m/s}$ 로 하였을 때의 아네모스형과 베인

형에 대한 room의 중앙과 벽면부근에서의 무차원 온도분포를 나타내는 그래프이다. 아네모스형의 경우, 유입된 냉기가 실내 하부로 고르게 전달 되어지며 room의 벽면부근 하부에서 무차원온도가 다소 떨어지는 것을 볼 수 있다. 즉, room의 중앙에서는 상부와 하부가 거의 일직선상의 온도분포를 보이는 반면에 room의 벽면부근에서는 시간이 지남에 따라 일정한 유동형태로 낮은 온도분포를 보이면서 하부에서는 약간의 온도강하를 보이고 있다. 이것은 아네모스형의 특성상 확산각의 영향으로 유입된 냉기가 벽면을 따라 실내 하부로 전달 되어지고 있다는 것을 의미한다. 그러나 베인형인 경우에는, room의 중앙과 벽면부근에서의 온도분포가 확연히 다르게 나타나고 있다. room 중앙에서 온도분포는 천장부근에서 유입 냉기에 가까운 온도를 보이고 하부로 갈수록 증가 상태를 보이다가 하부에서는 다시 온도강하가 이루어지는 것을 볼 수 있다. 또한 시간이 지날수록 유입냉기는 하부로 잘 전달 되어지는 것을 알 수 있다. 반면에 room의 벽면가까이에서의 온도분포는 천장부근에서 다소 높은 온도분포를 보이고 있으며 room의 하부에서 무차원온도가 낮게 나타나고 있다. 결국, room의 중앙과 벽면에서의 무차원 온도분포는 room중앙이 벽면보다 더욱 낮은 온도분포와 복잡성을 보이다가 room의 바닥에서는 일치된 온도분포를 나타내고 있다. 이것은 베인형의 기하학적 특성상 유입된 냉기가 확산되지 못하고 하부에 직접적으로 전달된 후 냉기는 다시 room의 벽면을 따라 올라가며 실내의 온기와 혼합되어지는 과정으로, 특히 벽면상부 천장부근에서는 부력작용에 의해 온기가 다소 정체되었기 때문이다.

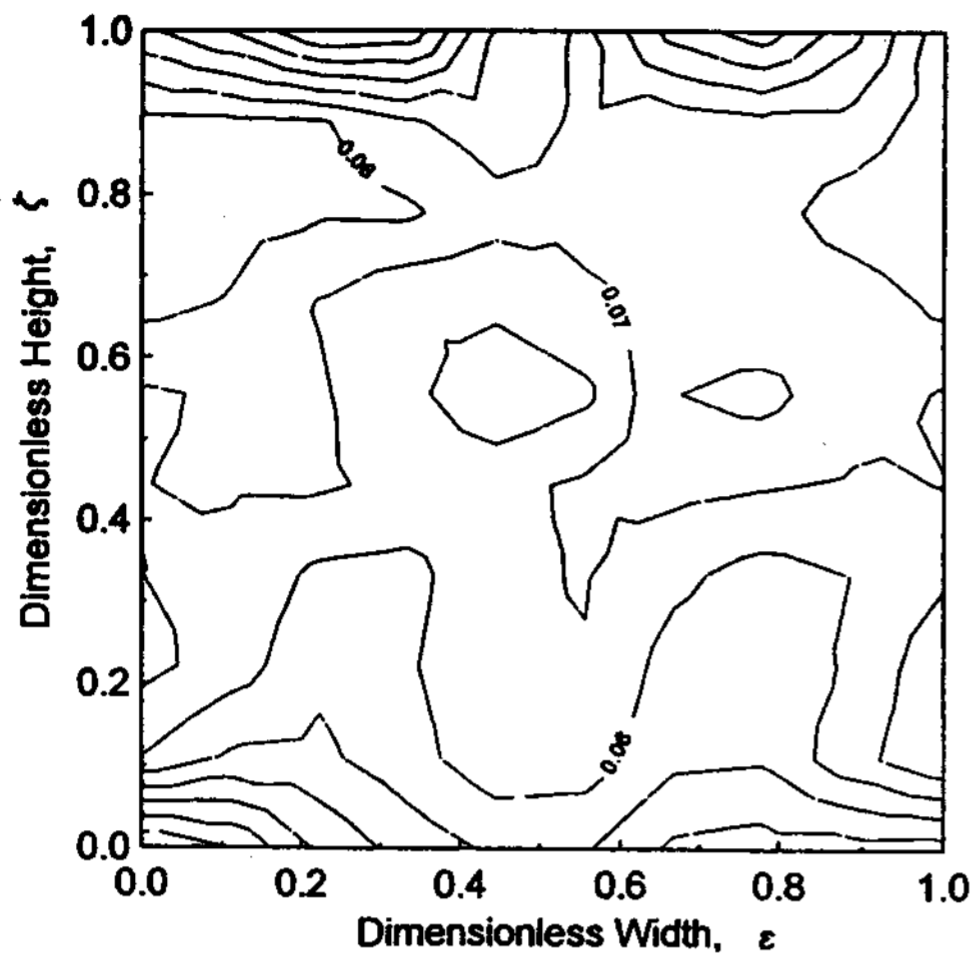


Fig.5 Isotherms in the test room for  $\Delta T=10^{\circ}\text{C}$  and  $V=1\text{m/s}$  with anemos( $\tau=1$ )

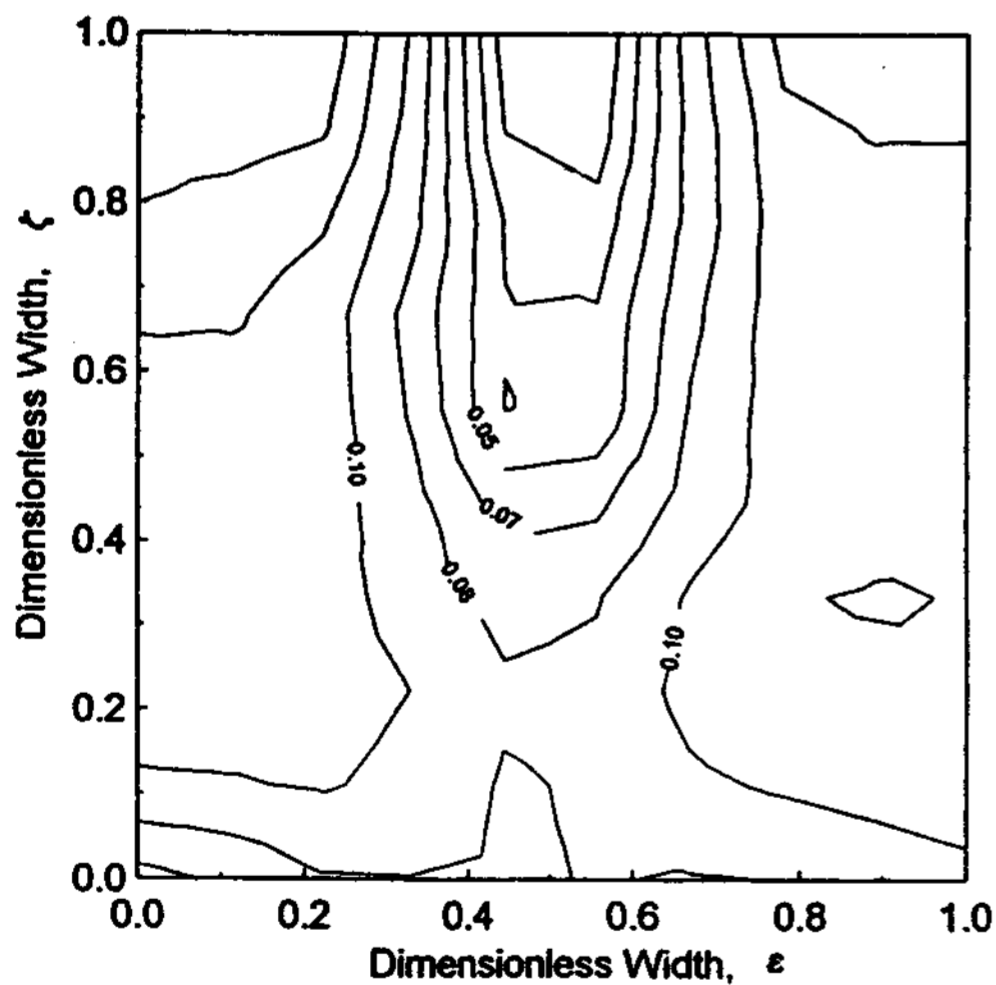


Fig.6 Isotherms in the test room for  $\Delta T=10^{\circ}\text{C}$  and  $V=1\text{m/s}$  with vane( $\tau=1$ )

Fig. 5와 Fig. 6은  $\Delta T$ 가  $10^{\circ}\text{C}$ 이고 유입 속도를  $1\text{m/s}$ 로 하였을 때의 등온선 그래프이다. 아네모스형을 사용한 경우에 확산각과 관성력의 영향으로 분류가 실내공간의

천장과 벽면을 따라 흐르며 거주영역을 향하여 아래로 처지는 경향을 보이고 있다. 또한 무차원온도 그래프인 Fig. 3에서 나타난 바와 같이 실내 바닥부근에서 다소 온도강하가 이루어짐을 확인할 수 있다. 결국, 천장부근과 벽면부근의 비거주영역은 분류에 의한 주위공기와의 혼합편승에 충분히 활용되며 기류가 거주영역에 들어가기 전에 분류와의 온도차를 최대로 감소 시켜주며 실내의 중앙부분은 거의 평균온도가 지배적이며 넓게 온도층이 형성됨을 보여준다. 배인형을 사용한 경우 취출시 기류가 직접 실내 중앙인 거주영역으로 들어와서 양쪽방향의 벽면을 향하여 흐르는 양상을 보이고 있다. 특히, 아네모스형과는 달리 확산각이 없기 때문에 실내 가운데부분에 온도분포층이 집중되어 나타나고 있다.

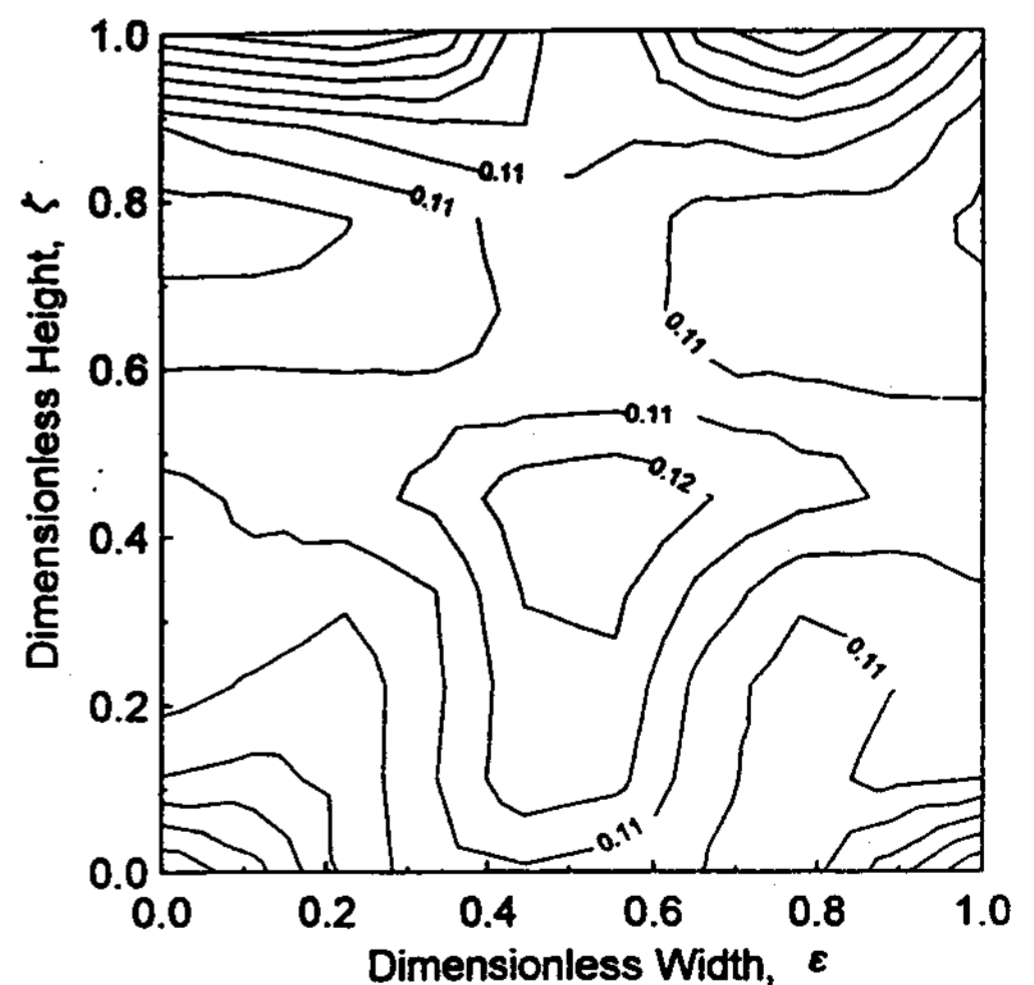


Fig.7 Isotherms in the test room for  $\Delta T=30^{\circ}\text{C}$  and  $V=1\text{m/s}$  with anemos( $\tau=1$ )



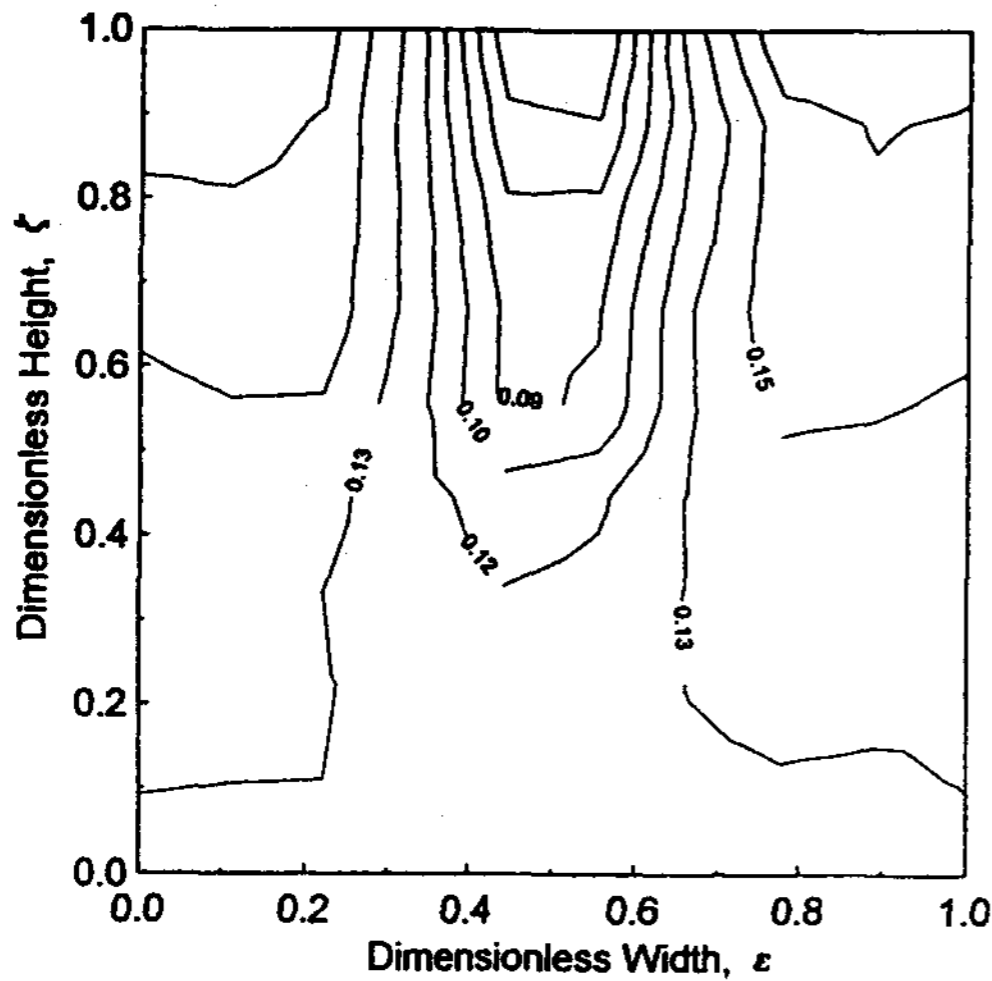


Fig.8 Isotherms in the test room for  $\Delta T=30^{\circ}\text{C}$  and  $V=1\text{m/s}$  with vane( $\tau=1$ )

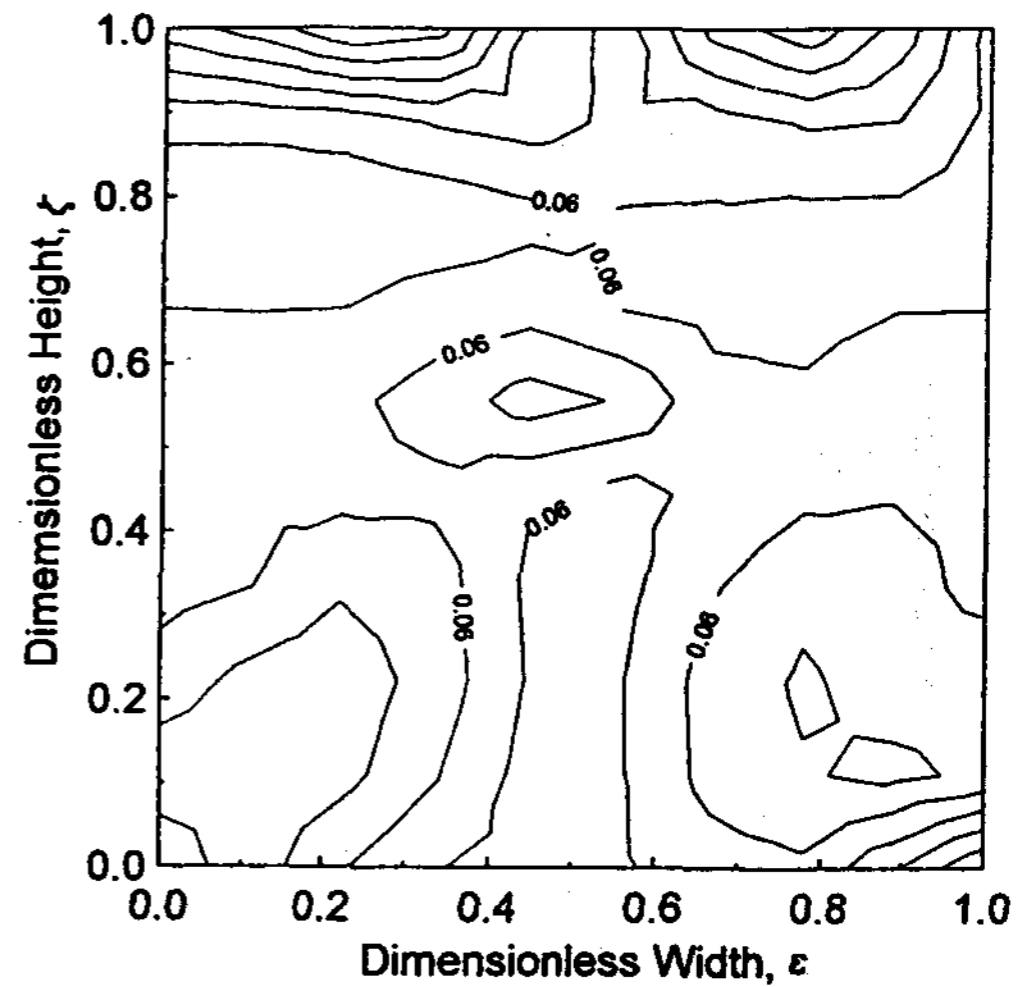


Fig.9 Isotherms in the test room for  $\Delta T=30^{\circ}\text{C}$  and  $V=3\text{m/s}$  with anemos( $\tau=1$ )

Fig. 7과 Fig. 8은  $\Delta T$ 가  $30^{\circ}\text{C}$ 이고 유입속도를  $1\text{m/s}$ 로 하였을 때 등온선 그래프이다. Fig. 5와 Fig. 6과 비교해 보면 같은 유속에서  $\Delta T$ 가  $30^{\circ}\text{C}$ 로 증가시켰을 때 모든 영역에서 무차원온도가 약 1.6배 정도 높게 나타남을 볼 수 있다. 전반적인 유동형태는 비슷하지만  $\Delta T$ 가  $30^{\circ}\text{C}$ 일 때 내부유동 공간에서 발생하는 부력의 영향에 의하여 실내공간 내부에서의 무차원온도가 증가된 것으로 보인다.

Fig. 9와 Fig. 10은  $\Delta T$ 가  $30^{\circ}\text{C}$ 이고 유입속도를  $3\text{m/s}$ 로 하였을 때 등온선 그래프를 나타내고 있다. Fig. 7, 8과 비교해 볼 때 유동형태는 비슷하지만 온도층사이의 간격이 좀 더 확장되어 나타난다. 또한, 실내공간내부의 전역이 균일하며 낮은 무차원 온도분포를 보이고 있다. 이것은 유입속도가 크기때문에 초기 온도차 상승에 대한 부력의 영향보다는 관성력의 영향이 지배적임을 알 수 있다. 따라서 유입속도가 크기 때문에 관성력으로 인한 냉방부하가 빠르게 흡수되어짐을 알 수 있다.

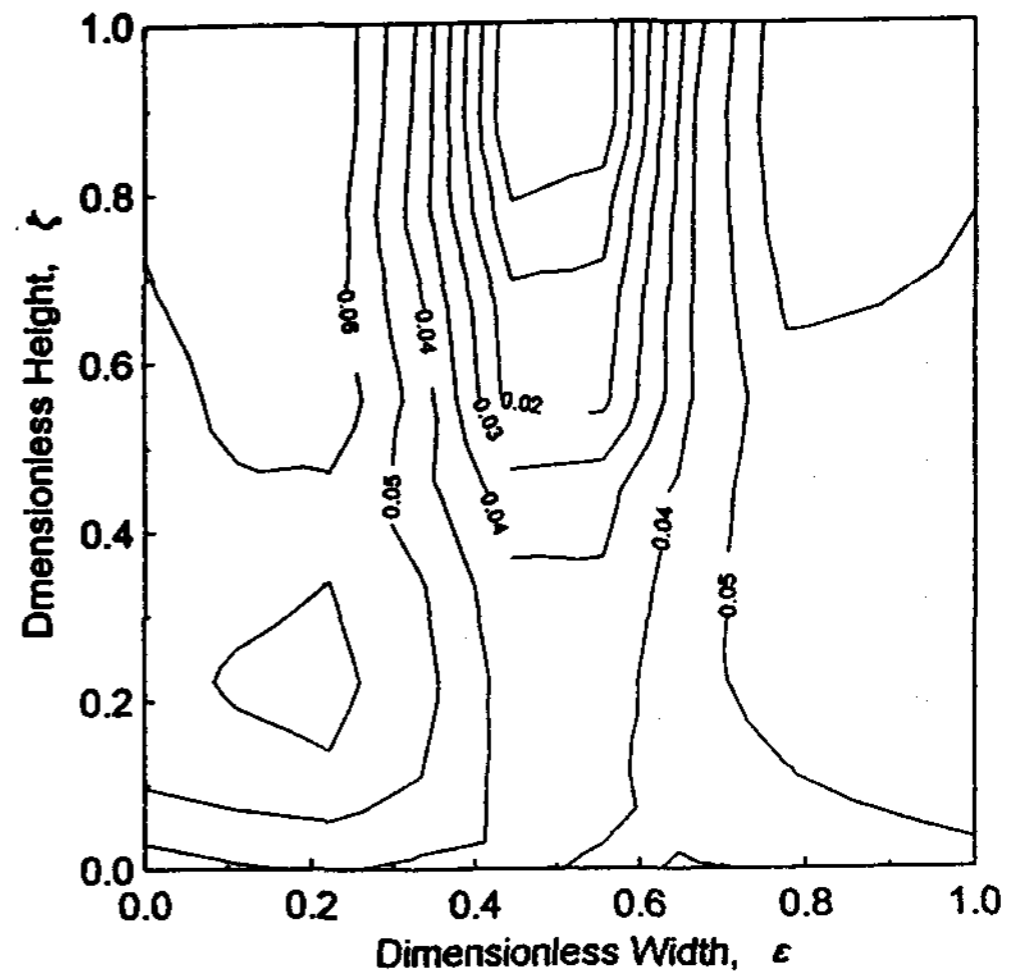


Fig.10 Isotherms in the test room for  $\Delta T=30^{\circ}\text{C}$  and  $V=3\text{m/s}$  with vane( $\tau=1$ )

## 2. 속도에 따른 영향

Fig. 11은  $\Delta T=20^{\circ}\text{C}$ 이고 무차원시간  $\tau$ 가 0.5일 때 유입속도 변화에 따른 무차원 온도 분포를 실내(室内)의 중앙과 벽면부근에서 나타내고 있다. 아네모스형은 앞에



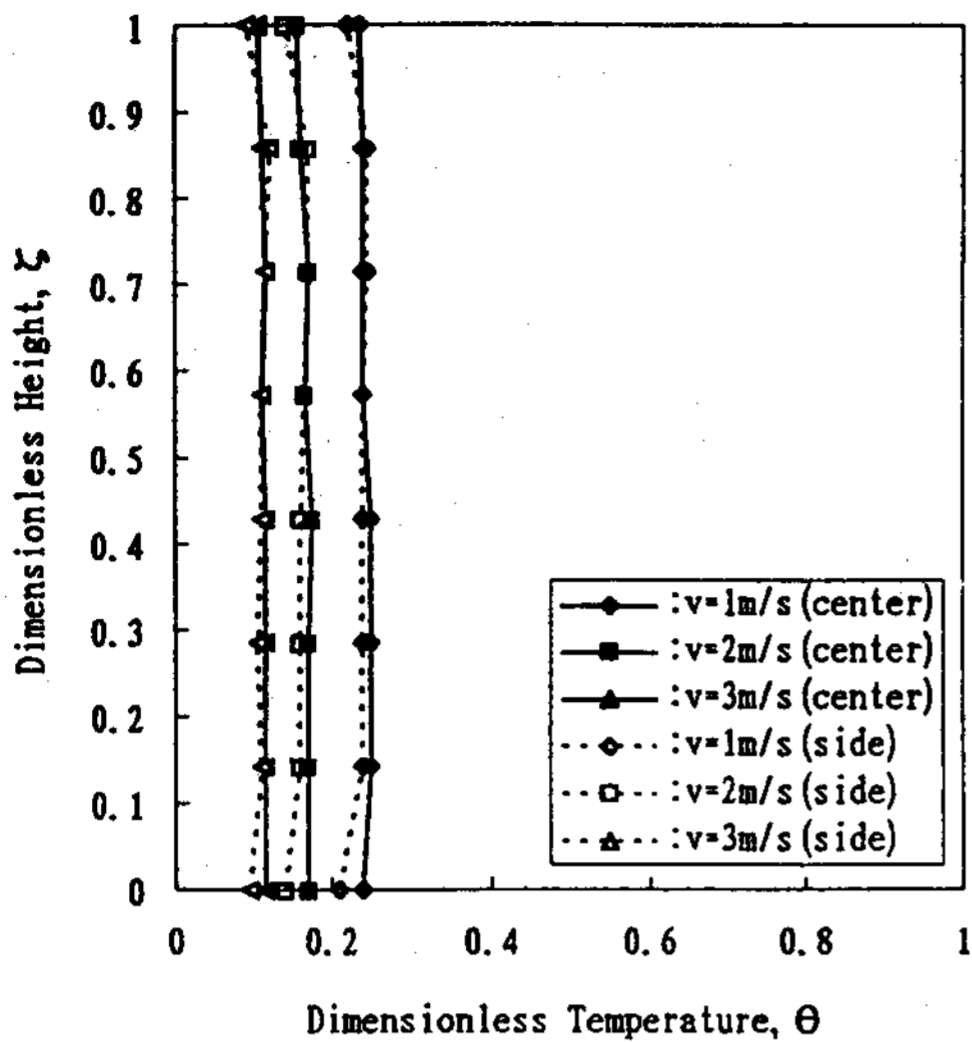


Fig.11 Dimensionless temperature profiles in the test room for  $\Delta T=20^{\circ}\text{C}$  and  $\tau=0.5$  with anemos

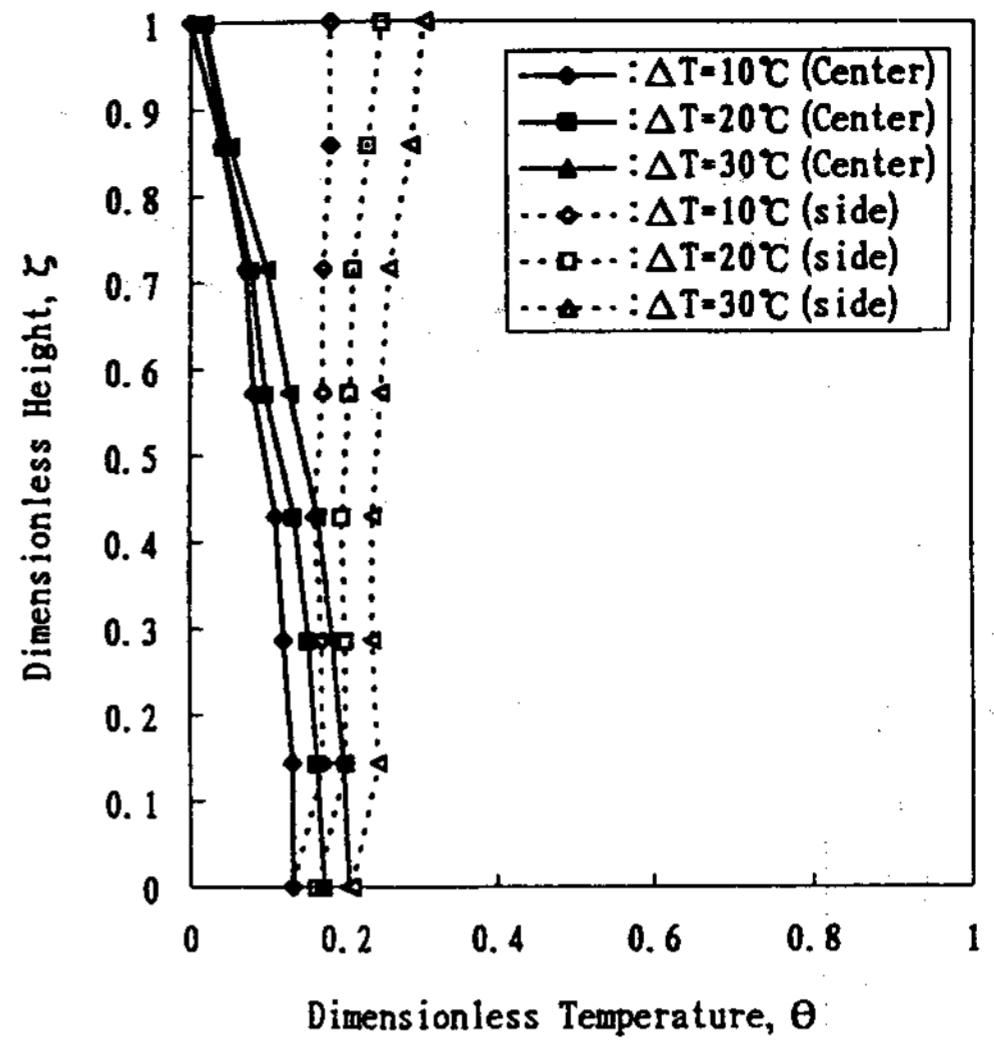


Fig.12 Dimensionless temperature profiles in the test room for  $V=2\text{m/s}$  and  $\tau=0.5$  with vane

서 살펴보았듯이 실내의 중앙과 벽면부근에서 거의 동일한 온도분포를 보이고 있으나 벽면부근의 상부와 하부에서 다소 온도강하가 일어나는 것을 볼 수 있다. 또한, 유입속도가 증가할수록 무차원 온도강하를 볼 수 있는데 이는 곧 관성력의 증가로 인하여 좀 더 많은 냉방부하를 흡수하는 것을 의미한다.

### 3. 기준온도차에 의한 영향

Fig. 12는 유입속도가  $V=2\text{m/s}$ 이고 무차원시간  $\tau$ 가 0.5일 때 유입냉기와 실내 초기 공기와의 온도차  $\Delta T$ 를  $10^{\circ}\text{C}$ ,  $20^{\circ}\text{C}$ ,  $30^{\circ}\text{C}$ 로 변화시켰을 때의 베인형에 대한 무차원 온도분포를 보이고 있다. 실내의 중앙과 벽면에서의 온도분포가 불균일함을 확연히 드러낸다.  $\Delta T$ 가 감소함에 따라 실내의 공기가 혼합된 상태로 무차원온도가 감소함을 볼 수 있다. 이는  $\Delta T$ 가 증가함

에 따라 초기 관성력보다는 저장공기와의 사이에 발생하는 마찰작용과 함께 상대적으로 작은 순환속도의 저하로 실내온기에 대한 외부로의 방출이 감소하였기 때문이다.

### 4. 2 실내 혼합도(Degree of Mixture)

Fig. 13은 무차원시간에 대한 혼합도 변화를 속도 변화에 따라서 보여주고 있다. 아네모스형의 경우  $\tau$ 가 0.3일 때까지는 취출기류의 확산에 의한 혼합현상이 빠르게 발생하지만 그 이후로는 비교적 완만한 분포를 보이면서 높은 혼합도를 나타내고 있다. 반면에 베인형의 경우  $\tau$ 가 0.7일까지 빠르게 혼합현상이 발생하며 그 이후에 완만한 분포를 보이고 있다. 이와 같이 아네모스형은 실험초반부터 비교적 안정된 혼합이 잘 이루어지고 있음을 알 수 있는 반면, 베인형의 경우에는 초기에 불안정한

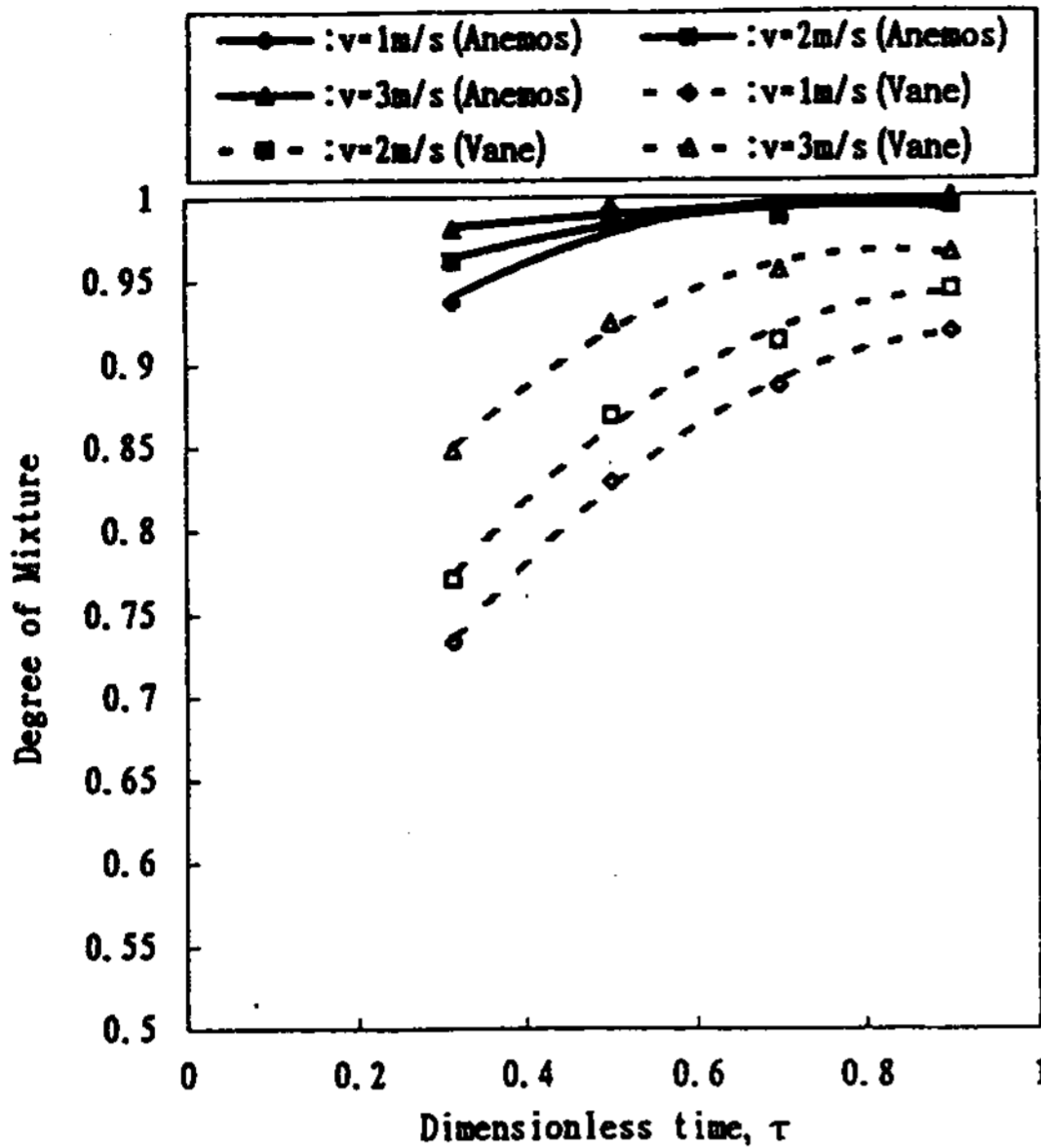


Fig.13 Effects of inlet geometries on the degree of mixture according to dimensionless time for  $\Delta T=20^{\circ}\text{C}$

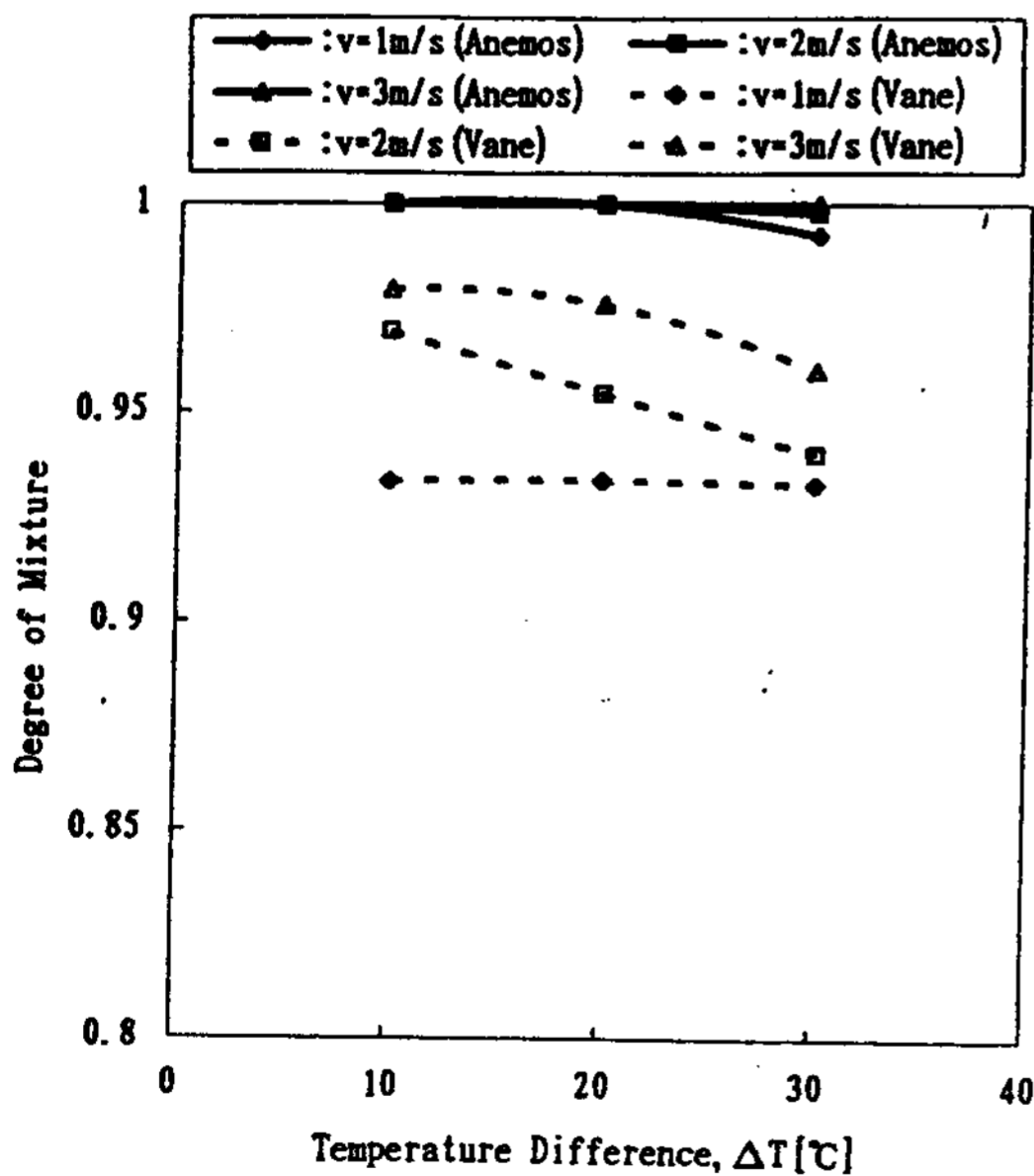


Fig.14 Effects of flow rate and temperature difference on the degree of mixture  $\tau=1$

혼합유동이 발생되어 후반에 가서야 어느 정도 안정된 혼합이 이루어지고 있음을 알 수 있다.

Fig. 14는 온도차에 대한 혼합도의 관계를 속도와 유입구 형상변화에 대하여 나타내고 있다. 아네모스형을 사용한 경우, 속도에 상관 없이 높은 혼합도를 나타내고 있지만, 베인형은 속도가 작은 1m/s에서 혼합이 잘 안됨을 보여주고 있다. 이는 관성력의 저하에 따른 실내 온기와외의 혼합이 활발하지 못하기 때문이다. 온도변화에 대해서는 아네모스형일 때에 유입속도 1m/s인 경우를 제외하고는 온도차의 영향이 거의 없이 높은 혼합도를 나타내고 있다. 베인형에서는 속도가 빠를수록 온도차가 작을수록 혼합현상이 잘 이루어지고 있지만 속도가 1m/s에서는 거의 온도차의 영향을 받지 않는 것을 알 수 있다. 이는 곧 관성력이 온도차에 의한 부력보다 지배적임을 알 수 있다.

### 5. 결론

모형room에서 각종 동적, 기하학적 인자들에 따라 실내로 유입되는 냉기와 실내의 온기사이의 열유동 특성과 냉·온기사이의 열적특성에 의하여 형성되는 혼합특성에 관한 본 연구의 결론은 다음과 같다.

- 1) 아네모스형은 기류가 천장과 벽면부근을 따라 실내의 하부를 향해 흐르며 다시 실의 중앙을 따라 상부로 올라가는 유동특성을 나타낸 반면, 베인형은 실내의 천정중앙에서 하부바닥을 향해 집중

적으로 하강한 기류는 다시 양쪽 벽면부근을 따라 상부로 올라가는 복잡한 유동 형태를 보였다. 따라서 아네모스형의 경우 실내의 수직적 온도분포와 수평적 온도분포가 매우 균일 하였으며 베인형은 수직적 온도분포는 비교적 균일한데 비해 수평적 온도분포는 매우 불균일함을 알 수 있었다.

- 2) 실내 기류의 혼합도는 아네모스형을 사용한 것이 베인형을 사용한 경우보다 혼합이 빨리 진행됨을 알 수 있었다.

## 참 고 문 헌

- [1] Han Seung Ku and Han Gue Young, "Heat Transfer Enhancement by Fins in a Latant Heat Storage Using Phase Change Material", 한국에너지공학회, Vol. 5, No. 2, pp. 115~122, 1996
- [2] P. J. Lunde, "Solar Thermal Engineering", John Wiley and Sons, New York, pp. 280~294, 1980,
- [3] 박이동, 황성일, "현열 축열조의 열성층 특성과 축열조 효율에 관한 연구", 성균관대학교 박사학위 청구논문, 1991.
- [4] N. K. Christensen, et al, "Building Ventilation and Thermal Climate", Air movement and Draught Indoor Air, Stockholm Swedish Council for Building Research, Vol. 5, 1984
- [5] Nobuo Nakahara, "Studies on Prevention of Mixing Energy Loss in Air Condition Room, Part 1-Experimental study with actual sized Equipment", 空氣調和 衛生工學會論文集, No. 38, 1987
- [6] S. Tavakkol, et al, "A Study of Isothermal Throw of Air Jects with Various Room Sizes and Outlet Configurations", ASHRAE Transactions Symposia, No. 94-30-1, 1994
- [7] 김영호, 박정원, "최신 공기조화 설비", 보문당, pp. 207~220, 1994
- [8] Y. Jaluria and S.K. Gupta, "Decay of Thermal Stratification in A Water Body for Solar Energy Storage", Solar Energy, Vol. 28, No. 2, pp. 137~143, 1982

# An Experimental Study on Heat Flow Characteristics of Inflowing Cool Air in the Room

**Y. G. Jang\*, J. W. Pak\*\*, E. T. Pak\*\*\***

\* Graduate School, Sung Kyun Kwan University

\*\* Yu Han Junior College

\*\*\* Sung Kyun Kwan University

## Abstract

A study on a buoyancy effect by the temperature difference between a inner room air and a inflowing cool air and also by inlet velocity can contribute greatly to enhance performance of air conditioning system, so the study on the distribution characteristics of inflowed cool air is important to analyze the cool air storage in a room.

For this study, in the real-sized model room, the temperature differences between inflowing cool air and inner room air are 10, 20, 30°C, and the inlet velocities of inflowing cool air are 1, 2, 3m/s respectively as dynamic parameters. Also, a anemos and a vane type diffuser are used as inlet geometric conditions.

Following conclusions have been obtained through this study.

- 1) In case of the anemos type diffuser, it is found that a dimensionless temperature profile is low and the distribution of the inflowed cool air is uniform. and also, all diffusers have a low temperature of the inner room as increasing the inlet velocity.
- 2) A mixing takes place rapidly in case of the anemos type diffuser when the temperature difference is low  $\Delta T=10^\circ\text{C}$  and the inlet velocity is high  $V= 3\text{m/s}$ . and the mixing degree is higher with the anemos type diffuser than the vane.