

바닥취출 및 흡입시스템 공조방식에서 취출조건 변경시 실내공기환경 평가

김 세 환[†], 박 종 일
동의대학교 건축설비공학과

Evaluation of Indoor Air Environment by Changing Diffuser Location and Air Temperature with Under Floor Air Conditioning System

Se-hwan Kim[†], Jong-Il Park

Department of Building Services, Dongeui University, Busan 614-714, Korea

(Received September 24, 2004; revision received October 28, 2004)

ABSTRACT: The thermal comfort of occupants is directly related to several environmental factors such as velocity of air flow, turbulence intensity and temperature distribution of indoor air. The purpose of this study is to evaluate the indoor air flow and temperature distribution in office area using under-floor air-conditioning system (UFAC System) based on the results from physical measurements and to perform a Computer Fluid Dynamics (CFD) under the same condition of inlet and outlet as field measurement. The results from the CFD simulation are similar to those from the field measurement. The results show that UFAC system is provide proper indoor condition for occupants.

Key words: Under floor air condition(바닥공조), Personal air conditioning(개별공조), Evaluation indoor air environment(실내공기환경 평가), Under floor diffuser(바닥취출구)

1. 서 론

공기조화에 대한 요구의 증대와 기술의 발달에 따라 쾌적한 사무공간을 조성하기 위한 방식도 사무공간 전체에 대한 방식⁽¹⁾에서 개별공조방식에 대한 요구가 높아지고 있으며, 또한 사무공간의 실내 열분포를 보면 OA 기기의 증가에 의해 사무실 내부의 발생열량이 증가하고⁽²⁾ 온도분포가 일정하지 않으며 난방기간에 비해 냉방기간이 증가하고 있다.⁽³⁾ 따라서 본 연구에서는 바닥취출 및 흡입시스템을 적용하는 사무공간을 대상으로

현장측정을 실시하였으며, 실내공기환경에 대한 평가를 실시하여 검증한 후 기존연구⁽⁴⁾와 동일한 평면과 입력데이터를 이용 컴퓨터 시뮬레이션을 실시하여 검증을 함으로써 향후 바닥취출 및 흡입시스템을 적용할 사무공간의 실내공기환경을 예측할 수 있도록 하였다.

2. 기류해석을 위한 컴퓨터 시뮬레이션

바닥취출 및 흡입시스템⁽⁵⁾을 적용한 사무공간의 실내환경 평가를 위한 현장측정자료를 바탕으로 시스템에 대한 검증을 하였고, 기존논문⁽¹⁾에서 또한 컴퓨터 시뮬레이션에 대한 적합성을 검증하였으며(Case 1), 도출된 결과를 바탕으로 취출구와 흡입구의 위치를 거주자 주변으로 변경하고

[†] Corresponding author

Tel.: +82-51-890-1983; fax: +82-51-898-3462

E-mail address: ksh@deu.ac.kr

Table 1 Temperature of each wall

Section		Heat coefficient (Kcal/m ² h°C)	Temperature	
Ext. wall	east · south, and north window side	2.9	33.4	Out door temp. (measuring)
	east · south, and north wall side	0.3	33.4	
Int. wall	west side wall	0.8	26	Adjacent room temp.
	Ceiling, floor	0.8	26	Adjacent room temp.

취출온도를 18°C에서 20°C로 변경 후(Case 2) 시뮬레이션을 실시하여 거주자 주변에서의 실내온도분포 및 기류분포를 파악하여 검증함으로써 거주자 주변에서의 온도환경과 기류환경을 평가하여 에너지절약 가능성 여부를 검증하고자 한다.

2.1 해석대상모델

2.1.1 해석조건설정

시뮬레이션을 위한 해석대상은 바닥취출 및 흡입시스템을 적용하는 사무소 공간⁽²⁾으로서 취출구(FTU)는 0.4m×0.6m 크기 11개가 설치되어 있으며 리턴을 위한 흡입구는 1.2m×0.2m 6개가 설치되었다. 또한 이중바닥 내에 공조용 덕트를 설치하지 않고 바닥 하부공간 전체를 공기 챔버로 이용하였으며, 공급공기와 리턴공기의 구획을 배플을 이용하여 구분하여 공기순환을 하였고 실내공조기를 존별로 구분하는 덕트레스 가압방식이다. 기류해석을 위한 Grid 설정은 X 방향, Y 방향, Z 방향 각 20cm로 하였으며 Grid 수는 X 방향(65개), Y 방향(65개), Z 방향(12개)로 하였고, Z축의 측정점은 바닥면으로부터 높이 1.4m로 설정하였다. Table 1은 사무공간을 둘러싸고 있는 외벽, 내벽, 천장, 바닥면의 열관류율 및 온

도조건을 나타내고 있으며, Table 2와 Table 3에 서는 CFD 해석을 위한 조건을 제시하고 있다.

2.2 Case 1

Fig. 1은 사무공간과 동일한 평면으로 구성하였으며 페리미터(perimeter) 부근에 취출구를 11개 설치하였으며, 배기를 위한 흡입구를 실 내부에 6개를 설치하였다. 또한 사무공간 내의 온도 및 기류분포를 평가하기 위해 6개의 지점을 설정하였다.

2.2.1 X 방향의 기류해석

Fig. 2는 측정지점에서의 기류분포를 파악하기 위해 취출구(FTU)와 흡입구(return grille)로부터 일정한 거리를 유지한 단면으로서 기류가 좌 하측에서 아래 방향으로 흐르고 있으며, 거주구역에서의 기류속도분포가 0.08~0.15 m/sec를 보여 주고 있다.

2.2.2 X 방향의 온도해석

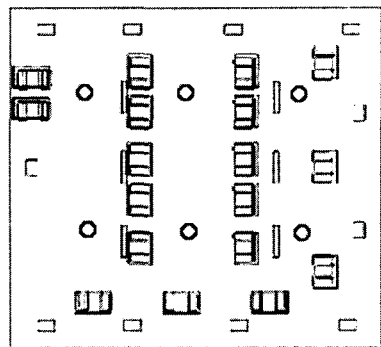
Fig. 3의 그림 오른쪽은 외벽에 면하여 온도분

Table 2 Case 1 size interpret condition

Size (m)	13×13×2.4 H
Supply temp. (°C)	18
Velocity (m/s)	0.3
Person	20

Table 3 Installation condition

Division	Position	Size (m)	Each (EA)
Diffuser (FTU)	Perimeter	0.4×0.6	11
Return grille	Interior	0.2×1.0	6



□: Diffuser, ◻: Return grille, ○: Measuring point

Fig. 1 Case 1 plan view.

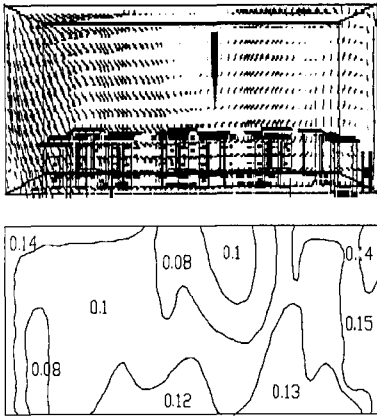


Fig. 2 Air flow analysis of X direction.

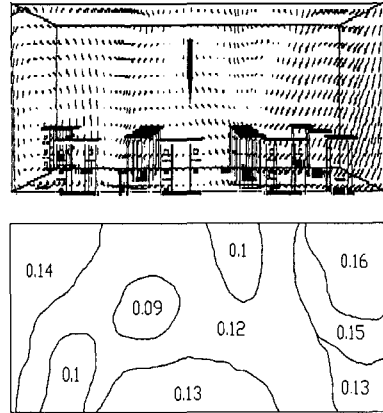


Fig. 4 Air flow analysis of Y direction.

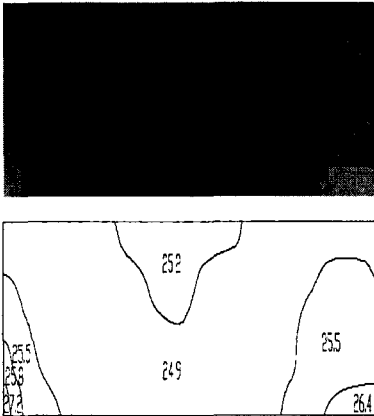


Fig. 3 Temperature analysis of X direction.

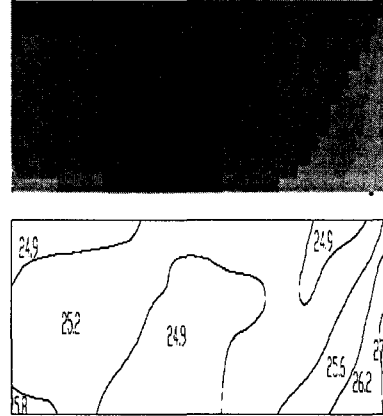


Fig. 5 Temperature analysis of Y direction.

포가 높게 나타나고 있으며 온도분포가 24.9℃에서 25.5℃로 균일하게 나타나고 있으며 현장측정 결과인 건구온도 25~26℃와 비슷한 결과를 보여주고 있다.

2.2.3 Y 방향의 기류해석

Fig. 4에서 기류속도는 우 상측에서 아래 방향으로 향하고 있고 이 부분의 기류속도는 0.15 m/sec 정도로서 비교적 빠르게 나타나고 있으며, 바닥면 부근에서 0.12~0.13 m/sec의 속도를 나타내고 있다.

2.2.4 Y 방향의 온도해석

Fig. 5에서 온도분포는 바닥면으로부터 중앙 부근의 온도가 24.9℃를 나타내고 있으며 우측 상부로부터 하부로 향하는 온도분포는 25.6℃를 상

회하고 있어 실내에서 열교환이 이루어진 후 기류가 하강하는 것을 보여주고 있다.

2.2.5 높이 방향의 기류해석

Fig. 6에서 취출구가 위치한 페리미터 부근에서의 기류속도가 0.12~0.15 m/sec를 나타내고 있으며 흡입구가 위치한 내부(interior) 부근의 기류속도는 0.08~0.11 m/sec로서 거주자 호흡선 높이에서의 기류속도분포는 0.08~0.13 m/sec를 나타내고 있다.

2.2.6 높이 방향의 온도해석

Fig. 7의 해석 평면에서 좌측부분의 온도분포는 내부 칸막이에 의해 공조를 시행하고 있는 공간과 분리된 구획으로서 외기에 의한 부하의 영향 없이 24.9℃가 넓게 분포되고 있으며, 우측 및 상

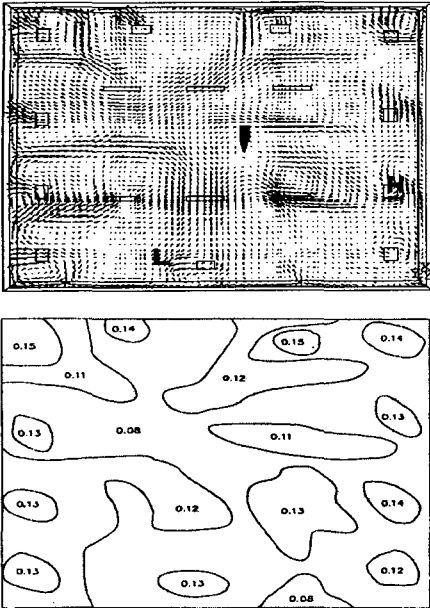


Fig. 6 Temperature analysis of Y direction.

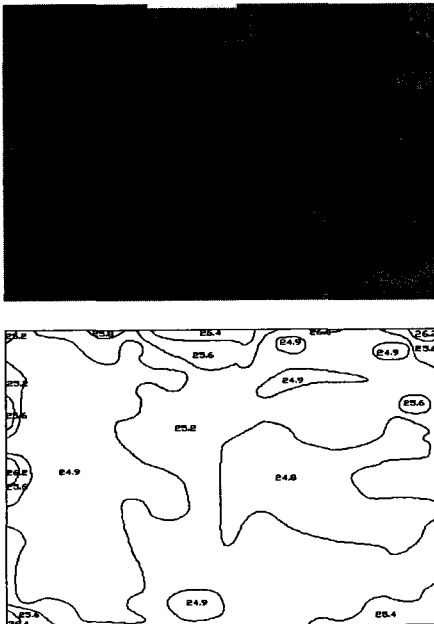


Fig. 7 Temperature analysis of vertical direction.

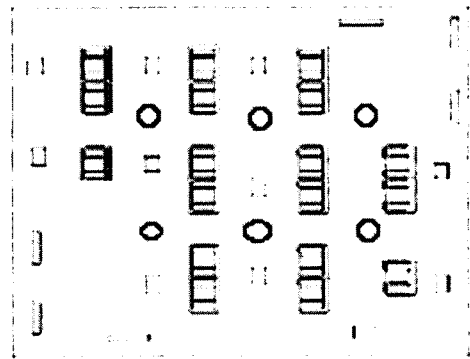
단과 하단부분은 외기와 접하는 구획으로서 온도 분포가 25.3℃를 나타냄으로써 외벽에 의한 부하의 영향을 받는 것으로 보여진다.

2.3 Case 2

Fig. 8은 워크스테이션(work station)의 배치에 따른 거주자 만족도에 대한 선행연구를 인용하여 재배치한 평면으로 거주자 부근에 취출구를 11개 설치하였으며, 배기를 위한 흡입구를 페리미터 부근에 6개 설치하였다. 또한 사무공간 내의 온도 및 기류분포를 평가하기 위해 6개의 지점을 설정하였으며, Table 4와 Table 5에서는 CFD 해석을 위한 조건을 제시하고 있다.

2.3.1 X 방향의 기류해석

Fig. 9에서 측정지점 X 방향의 기류분포는 취출구 및 흡입구로부터의 일정거리를 유지한 천장면과 바닥면에서의 기류속도가 0.12~0.15 m/sec 이고, 거주구역에서는 0.11~0.12 m/sec로서 기류속도가 양호하게 나타내고 있다.



□: Diffuser, □: Return grille, ○: Measuring point

Fig. 8 Case 2 plan view.

Table 4 Case 2 size interpret condition

Size (m)	13×13×2.4 H
Supply temp. (°C)	20
Velocity (m/s)	0.3
Person	20

Table 5 Position condition of the diffuser and return grill

Division	Position	Size (m)	Each (EA)
Diffuser (FTU)	Perimeter	0.4×0.6	11
Return grille	Interior	0.2×1.0	6

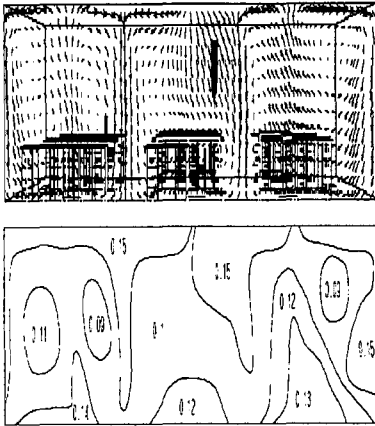


Fig. 9 Air flow distribution of X direction.

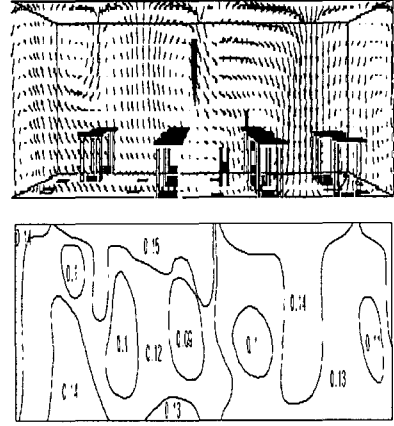


Fig. 11 Air flow distribution of Y direction.

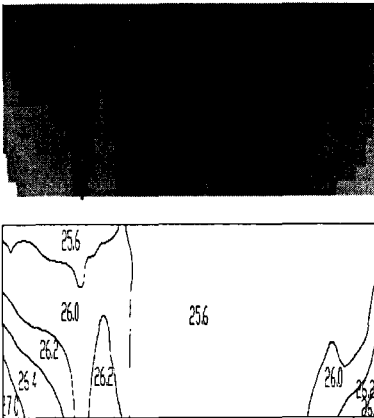


Fig. 10 Temperature distribution of X direction.

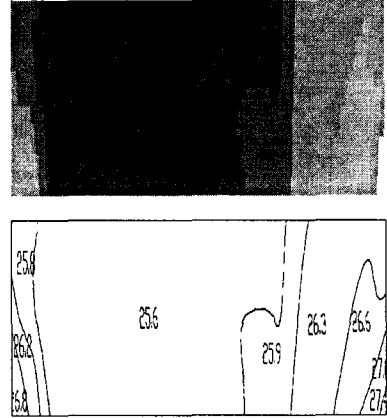


Fig. 12 Air flow distribution of Y direction.

2.3.2 X 방향의 온도해석

Fig. 10에서 온도분포는 25.6~26.2℃를 나타내고 있으나 좌측의 26℃에서 26.4℃의 온도는 흡입구가 설치되어 있는 지점이며 우측의 거주자 주변에서 25.6℃의 온도분포를 나타냄으로써 온도가 균일하게 확산되는 것을 보여주고 있다.

2.3.3 Y 방향의 기류해석

Fig. 11에서 천장 부근에서의 기류속도가 0.14~0.15 m/sec이고, 바닥면에서의 기류속도가 0.13~0.14 m/sec이며, 중앙 부근에서는 0.09~0.13 m/sec로서 난류가 형성되고 있는 기류패턴을 보여주고 있다.

2.3.4 Y 방향의 온도해석

Fig. 12에서 온도분포는 25.6~26.3℃를 나타내

고 있으며, 우측의 온도분포 25.9℃에서 26.6℃는 흡입구가 설치되어 있는 구역이며, 좌측에서 25.6℃의 균일한 온도분포를 보이는 것은 거주자 주변에 설치된 취출구에서 공급된 공조공기의 온도 확산에 의한 것으로 보여진다.

2.3.5 높이 방향의 기류해석

Fig. 13에서 호흡선 높이의 기류속도는 0.09~0.14 m/sec를 나타내고 있으며, 흡입구 설치 부근에서의 기류속도는 0.09 m/sec를 나타내고 있고, 측정지점에서의 평균 기류속도는 0.12 m/sec로서 양호한 분포를 보여주고 있다.

2.3.6 높이 방향의 온도해석

Fig. 14에서 좌 하측 부근과 우 상측 부근에는 흡입구가 설치된 구역으로서 온도분포는 25.8~

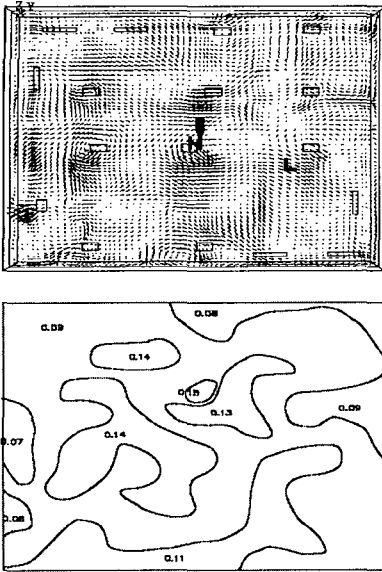


Fig. 13 Air flow distribution of vertical direction.

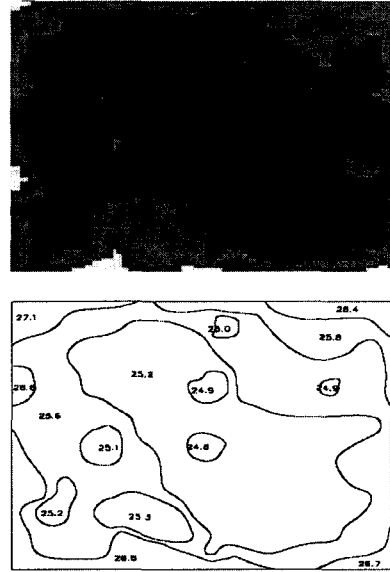


Fig. 14 Temperature distribution of vertical direction.

26.6°C를 나타내고 있으며, 취출구가 설치된 중앙 부분의 온도는 25.2~25.6°C의 온도를 나타내고 있다.

2.4 온도 및 기류 분포

Table 6에서는 측정지점에서의 온도와 기류속도를 나타내고 있으며, Fig. 15은 각 측정지점에서의 온도와 기류속도를 Fig. 16에서는 각 측정지점에서의 수직온도 분포를 보여주고 있다.

Table 6 Temperature and velocity at measuring point

Measure point	Division			
	Case 1		Case 2	
	Temp. (°C)	Air velocity (m/s)	Temp. (°C)	Air velocity (m/s)
A	24.8	0.08	26.0	0.10
B	25.2	0.01	25.6	0.13
C	24.9	0.08	25.4	0.12
D	25.5	0.12	26.4	0.14
E	25.8	0.10	26.1	0.10
F	24.9	0.11	25.9	0.13
Average	25.2	0.10	25.9	0.12

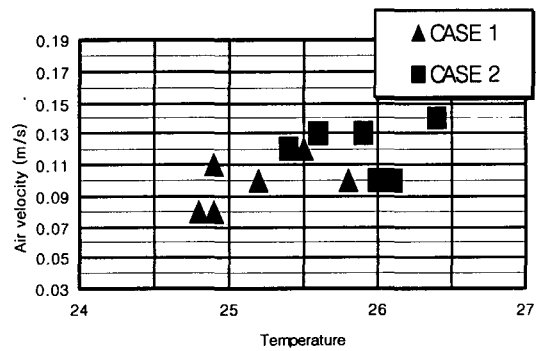


Fig. 15 Temperature and airflow distribution of interpret position.

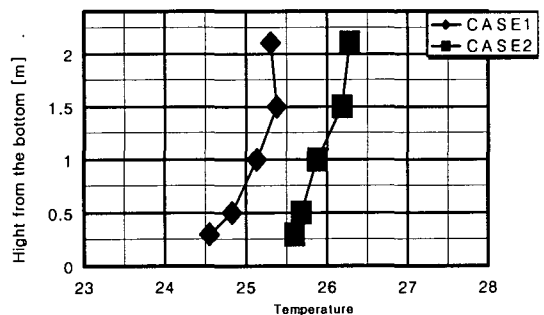


Fig. 16 Each case of vertical temperature distribution.