

## 칠드빔 유니트의 최적설계 및 성능평가 연구

김정엽\*† · 신현준\* · 주상현\* · 김지석\*

### Study on Optimal Design and Performance Test of Chilled Beam Unit

Jung-Yup Kim\*†, Hyun-Jun Shin\*, Sang-Hyun Joo\*, Ji-Seok Kim\*

Key Words : Chilled beam(칠드빔), HVAC system(공조시스템), Induction ratio(유인비), Energy saving(에너지절약), Real-scale experiment(실규모 실험)

#### ABSTRACT

Chilled Beam system is the kind of water-air system which reduces the conveyance energy for air conditioning as well as allows efficient installation and comfortable indoor environment, and has been increasingly popular mainly in Europe. To effectively install such Chilled Beam system domestically, it is necessary to develop the product considering domestic climatic condition and the requirements for air conditioning system, and particularly the way to deal with condensation during operation of cooling system in summer shall be provided. In this study, the optimal design on induction structure of Chilled Beam unit was carried out through a numerical method, and the performance test for the prototype of unit was conducted in a real-scale experiment facilities of Chilled Beam unit. While the flowrate of 1st air is 101.3 CMH, the pressure in pressure chamber is 158.7 Pa and the cooling capacities of 1st air side and 2nd air side are 498.1 W and 709.5 W respectively.

#### 1. 서론

최근 인텔리전트 빌딩이 증가하면서 건물의 냉난방에 소요되는 에너지가 건물의 에너지 전체 소비량 중에서 40~50% 정도에 있고, 그중 반송동력에 소요되는 비율이 약 40% 정도이다.<sup>(1)</sup> 즉, 반송동력이 건물 에너지의 전체 소비량 중에서 약 16~20%를 차지하고 있으므로 반송동력의 절감을 위한 기술개발이 필요하다.<sup>(2-4)</sup>

칠드빔 공조시스템은 일반적인 전공기식 공조방식과는 다르게 수-공기 공조방식을 기반으로 하며, 냉난방 부하의 많은 부분은 냉온수로 처리하고 실내 IAQ 확보를 위한 외기량만을 송풍하므로 반송동력을 크게 저감할 수 있다.<sup>(5, 6)</sup> 또한 칠드빔 공조시스템은 천장의 설비공사를 집적화한 칠드빔 유니트를 공장에서 대규모로 만들고 이것을 건물 현장에 설치하기 때문에 공사기간과 비용 측면에서 건축 공사의 천장 공정을 효율적으로 추진할 수 있다.<sup>(7)</sup>

이와 같이 칠드빔 공조시스템은 에너지 저감과 효과적인 시공 및 쾌적한 공조환경 조성 등의 장점을 보이고 있기 때

문에 유럽을 중심으로 설계와 보급이 크게 확산되고 있다.

한편 유럽에서 사용되고 있는 칠드빔 공조시스템은 유럽의 기후와 환경에 맞도록 설계되어 있으며, 특히 하절기 냉방시 공급냉수의 온도와 유량을 조절하여 칠드빔의 코일에서 결로가 일어나지 않도록 하고 있고 국내 도입시 타 시스템에 비해 공사비용이 많이 상승할 것으로 예상된다.

본 연구에서는 국내의 공조환경에 알맞은 칠드빔 시스템을 개발하기 위해서 다음과 같이 연구방향을 제시하였다. 즉, 국내 하절기 냉방시 고온다습한 외부 기후를 고려하여 칠드빔 유니트에서 결로처리가 가능하도록 하였으며, 칠드빔 유니트의 유지관리를 수월하게 하기 위해 냉난방 코일 등의 구조와 설치위치를 선정하였다. 또한 국내 칠드빔 유니트의 유인구조를 최적화하여 유인성능을 높일 수 있도록 하였다.

이러한 연구의 일환으로 칠드빔 공조시스템의 실내유니트인 칠드빔 유니트의 유인구조와 유인성능에 대한 연구내용을 게재한 바 있으며,<sup>(8)</sup> 본 논문에서는 개발하고 있는 칠드빔 유니트의 최적설계 과정과 실규모 성능평가 장치에서의 성능평가 수행 내용에 관한 연구내용을 기술하고자 한다.

\* 한국건설기술연구원 화재안전연구센터(Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology)

† 교신저자(Corresponding Author), E-mail : jykim1@kict.re.kr

## 2. 칠드빔 공조시스템 개요

칠드빔 공조시스템은 Fig. 1과 같이 물-공기 방식을 기본으로 하며 신선외기와 냉온수를 건물의 실내 천장에 위치한 칠드빔 유니트에 공급한다. 즉, 실내 공기질의 유지를 위해 필요한 외기를 OA덕트를 통해서 칠드빔 유니트의 압력챔버에 유입하고, 냉난방 부하의 처리를 위해 소요되는 냉온수를 칠드빔 유니트의 코일로 공급한다.

Fig. 2와 같이 칠드빔 유니트에 유입된 외기가 노즐을 거치면서 유인효과가 일어나고, 이 유인작용에 의해 실내의 공기가 칠드빔 유니트의 내부로 유입되어 냉난방 코일을 흐르는 순환기류가 만들어 진다. 유입된 외기와 실내의 순환공기는 유인슬롯에서 혼합된 이후 칠드빔 유니트의 디퓨저를 거쳐 실내로 유출된다.

즉, 외기가 칠드빔 유니트의 노즐을 통해 분출되면서 유인슬롯 내 부압(Negative Pressure)이 만들어 지며, 이러한 부압으로 실내공기가 칠드빔 유니트 내부로 유입되고 유인슬롯에서 외기와 혼합된 후 실내로 공급된다. 이때 유입된 실내공기가 냉온수 코일을 통과하면서 냉각 또는 가열된다.

이러한 유인현상의 관점에서 칠드빔 유니트에 유입되는 신선외기는 노즐을 거치면서 유인을 일으키는 1차공기(Primary Air)라고 할 수 있고, 칠드빔 유니트 내부로 유입되는 실내공기는 2차공기(Secondary Air)로 부를 수 있다. 한편 유인성능을 의미하는 유인비(Induction Ratio)는 다음과 같이 1차공기와 2차공기의 유량 비율로 나타낼 수 있다.

$$\text{유인비(Induction Ratio)} = \frac{\text{2차공기(실내순환공기) 유량}}{\text{1차공기(외기) 유량}} \quad (1)$$

한편 칠드빔 유니트의 용량에 따라 실내로 공급되는 혼합공기의 온도, 습도 및 풍량 등 상태량이 정해지게 되고, 이러한

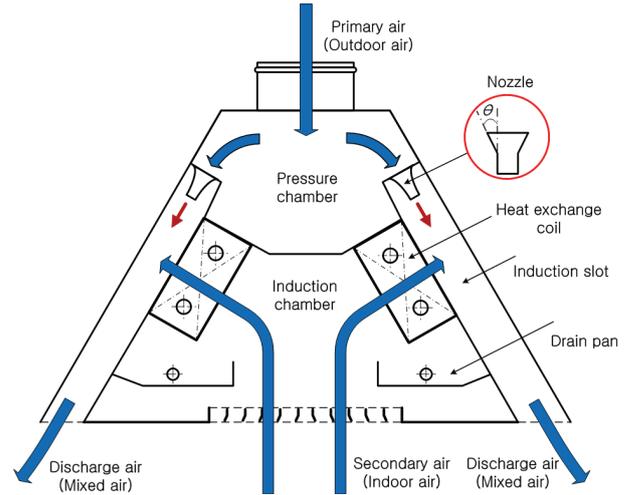


Fig. 2 Schematic diagram of basic structure of chilled beam unit

혼합공기를 생성하기 위하여 공기선도상에서 1차공기와 2차공기가 결정된다. 1차공기와 2차공기의 상태조건은 외기처리공기조화기(OAHU)와 칠드빔 유니트의 냉온수 코일로 변화된다.

## 3. 칠드빔 유니트 최적설계

칠드빔 공조시스템에서는 대상 공조영역의 냉난방 부하를 처리하기 위해 소요되는 실내순환 공기량과 실내의 공기질을 유지하기 위한 신선외기량을 동시에 만족시키도록 칠드빔 유니트의 설계가 이루어져야 한다.

본 연구에서는 칠드빔 유니트의 모델로서 Fig. 2와 같은 하부 유인형 구조를 채택하였다. 그림에서와 같이 하부 유인형 구조의 유니트에서는 압력챔버와 연결된 노즐과 유인슬롯을 유니트의 좌우 측면에 위치시키고 실내공기 흡입구를 유인챔버의 하부에 위치시킴으로써, 실내공기를 유니트의 중앙 하부에서 유인하고 실내공기와 신선외기의 혼합공기를 유니트의 좌우 하부로 취출한다. 실내 천장의 설치공간을 고려하여 유니트의 크기가 최대한 작아지도록 하였으며, 본 연구에서는 유니트의 기본설계를 통해 유니트의 높이는 350 mm, 폭은 600 mm로 설정하였다.

칠드빔 유니트의 설계에서는 우선 유인성능을 주요 목적 값으로 설정하며, 노즐의 유인작용으로 인해 발생하는 실내공기의 유량을 설계치 이상으로 만들어야 한다. 한편 설계조건 변화에 따라서 유니트의 유인비는 상승하나 압력챔버 내 압력이 같이 상승하게 되면 신선외기의 공급용 송풍기의 정압이 올라가게 되므로 압력챔버내 압력상승이 적어지도록 해야 한다.

본 연구에서는 수치해석적 방법을 사용하여 칠드빔 유니트의 여러 설계변수를 변화해 가면서 유니트의 유인비와 압력챔버내 압력을 계산하였다. 본 연구에서 고려한 설계변수는 Fig. 3과 같이 노즐각도, 노즐개수, 유인슬롯의 폭, 압력챔

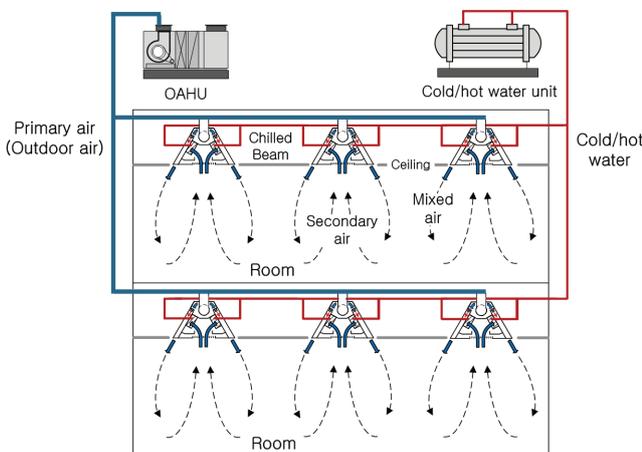


Fig. 1 Schematic diagram of chilled beam HVAC system

Table 1 Analysis range of design factors

Design factor	Analysis range
Angle of nozzle	24~30°
Number of nozzle	14~26 pieces
Width of induction slot	37.5~125 mm
Height of pressure chamber	100~180 mm
Height of drain fan	10~30 mm
Flow rate of primary air	40~120 CMH

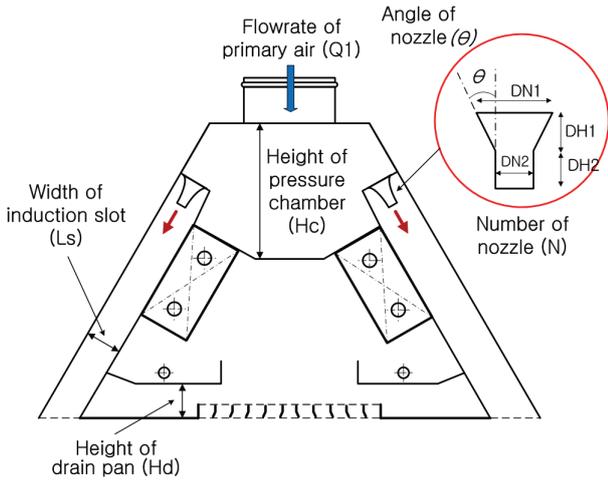


Fig. 3 Design factors of chilled beam unit

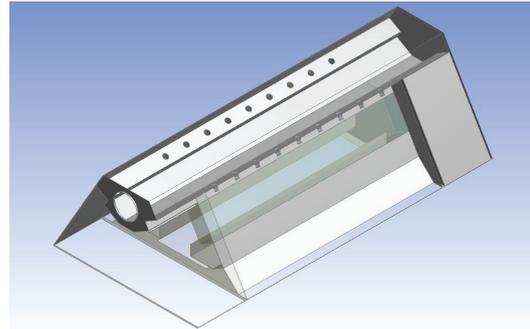


Fig. 4 Analysis domain of chilled beam unit

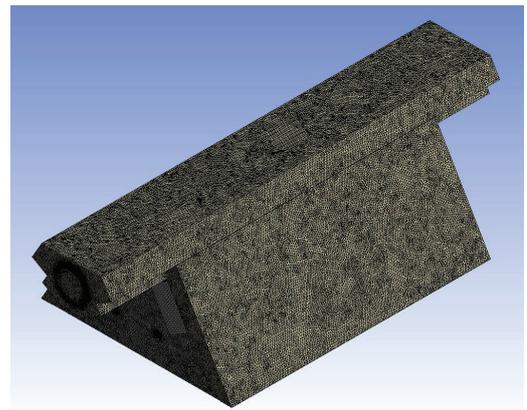


Fig. 5 Grids of analysis domain

버 높이, 드레인 팬의 높이 및 1차공기 유량으로 하였으며 해석범위는 Table 1과 같이 설정하였다. 수치해석의 프로그램으로는 유동해석 문제에 많이 사용되고 있는 ANSYS-CFX13을 사용하였다. 계산과정에서 난류모델은 Shear Stress Transport 모델을 적용하였고 냉난방 코일은 다공성 모델(Porosity model)로 처리하였다.

Fig. 4는 수치해석을 수행한 유동영역을 상부에서 본 모습으로서, 압력챔버 밑의 노즐 입구가 보이고 있다. Fig. 5는 수치해석을 위한 격자의 모습을 보여주고 있다. 격자는 사면체형을 사용하였고, 격자갯수는 290 만개이다. Fig. 6과 Fig. 7은 칠드빔 유니트의 종방향 중앙단면에서의 수치해석 결과 중 일부를 보여주고 있다.

Fig. 6은 속도벡터를 나타낸 것으로서, 그림에서와 같이 신선외기가 압력챔버에서 노즐을 거쳐 유인슬롯으로 분출되고 있으며 실내공기가 하부에서 흡입되어 냉난방 코일을 통과하여 유인슬롯으로 흘러들어 간다. 신선외기와 실내공기는 유인슬롯에서 합쳐져서 실내로 취출된다. Fig. 7은 압력 분포를 나타낸 것으로서, 그림에서와 같이 압력챔버에서는 약 269.9 Pa의 압력이 형성되며, 유인슬롯과 유인챔버에서는 노즐의 유인작용으로 부압이 형성됨을 알 수 있다.

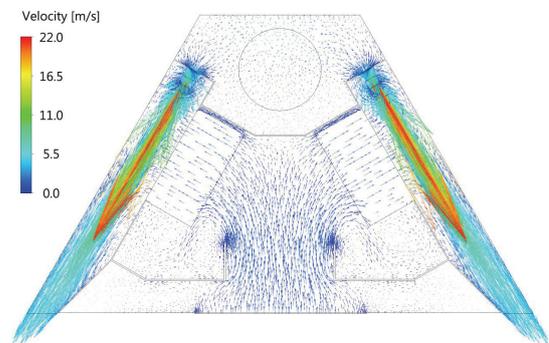


Fig. 6 Velocity vectors on center plane

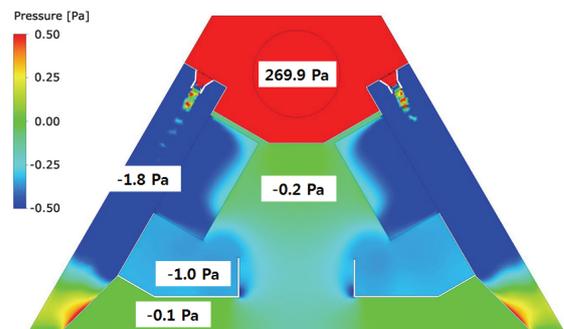


Fig. 7 Pressure contours on center plane

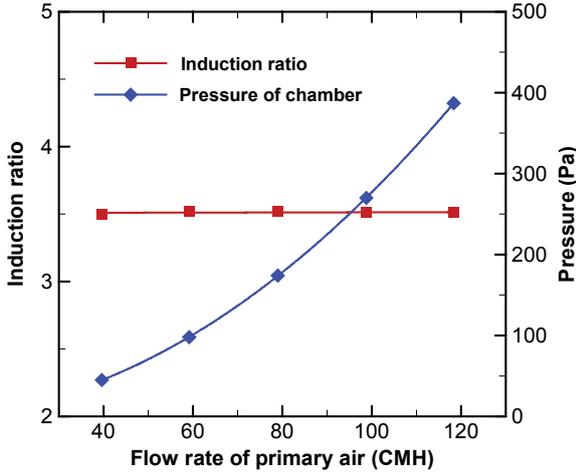


Fig. 8 Results of analysis for flow rate of primary air

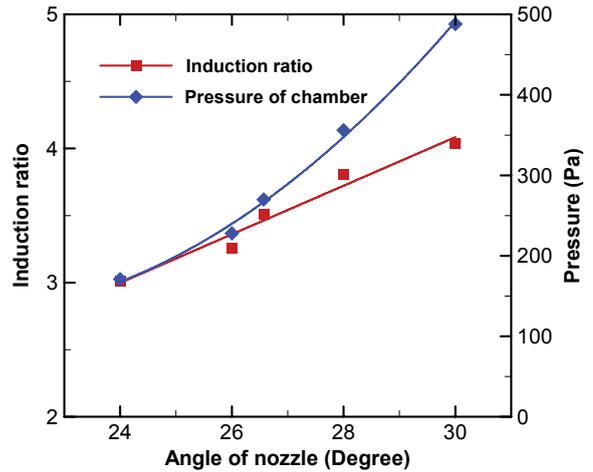


Fig. 10 Results of analysis for nozzle angle

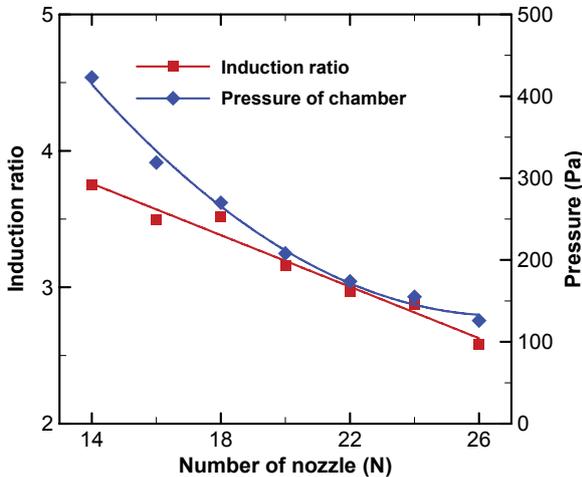


Fig. 9 Results of analysis for nozzle number

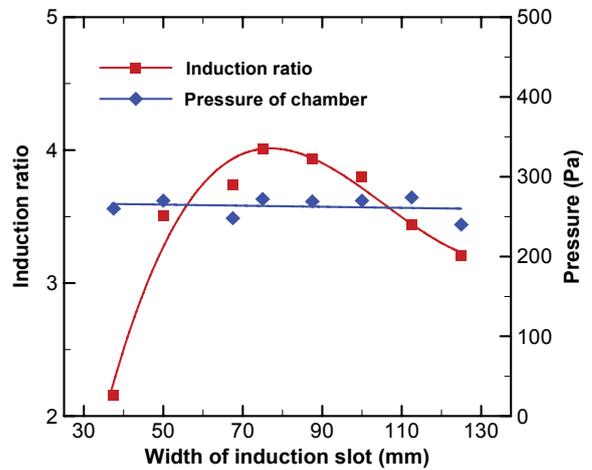


Fig. 11 Results of analysis for induction slot width

Fig. 8에서 Fig. 11은 주요 설계변수의 변화에 따른 유인비와 압력챔버 압력의 계산결과를 보여주고 있다. Fig. 8은 1차공기의 유량 변화에 따른 해석결과를 보여주고 있다. 그림에서와 같이 1차공기의 유량이 변화하여도 유인비에는 큰 변화가 없으며 압력챔버에 형성되는 압력은 1차공기의 유량에 대해서 2차원적 관계를 가지며 증가한다. Fig. 9는 노즐의 개수에 따른 해석결과로서, 노즐의 개수가 증가하면 유인비는 선형적으로 감소하고 압력챔버내 압력은 2차원적 형태로 줄어드는 것을 알 수 있다.

Fig. 10은 노즐의 각도 변화에 따른 해석결과이다. 노즐의 각도가 증가하여서 노즐각도가 급격해 질수록 유인비와 압력챔버내 압력이 같이 증가하고 있다. Fig. 11은 유인슬롯의 폭에 따른 해석결과를 보여주고 있다. 그림에서와 같이 유인슬롯의 폭이 변화할 경우 압력챔버의 압력은 크게 변화하지 않으면서 유인비가 최대로 증가하는 지점이 존재한다. 즉 유인슬롯의 폭이 약 85 mm일 경우에 유인비가 약 4.0으로서

최대값을 보이고 있다. 이것은 유인슬롯의 폭이 좁을 경우에 노즐에서 분출되는 기류가 유인슬롯의 벽에 부딪치면서 마찰손실이 발생하고, 반대로 유인슬롯의 폭이 적절한 범위보다 클 경우에는 압력강하에 의한 유인성능이 떨어지기 때문으로 판단된다. 본 연구의 유닛 모델에서는 유인비가 최대로 증가하는 유인슬롯의 폭을 반영함으로써 칠드빔 유닛의 유인비를 향상시킬 수 있다.

한편 압력챔버의 높이와 드레인 팬의 높이의 경우에는 해석에서 고려한 범위내에서 유닛의 유인비와 압력챔버의 압력에 큰 영향을 미치지 못하는 것으로 검토되었다.

이러한 해석결과를 바탕으로 칠드빔 유닛에서 요구되는 유인비가 달성되도록 유닛의 설계를 수행하며 유인비가 높은 조건이 필요하다면 노즐각도나 노즐개수를 증가시키고 이에 따라서 커지는 압력챔버의 압력을 감당할 수 있도록 1차공기의 송풍압력을 증가시키면 된다.

#### 4. 칠드빔 유니트의 유인비 측정

본 연구에서는 상기의 수치해석 수행결과를 바탕으로 원형크기의 칠드빔 유니트 시제품을 제작하였으며, 시제품의 유인비를 측정하였다.

Fig. 12는 유니트의 시제품에 대한 유인비 측정실험 과정을 보여주고 있다. 유인비의 측정을 위해서 송풍기와 인버터 및 실험덕트를 이용하여 1차공기의 송풍량을 조절하면서 칠드빔 유니트의 압력챔버에 1차공기를 급기한다. 1차공기의 송풍량은 FMS(오차율  $\pm 2.0\%$ , Air Monitor Corp.사의 VOLU-probe/VS)를 이용하여 측정하였다. 압력챔버의 압력은 차압센서(오차율  $\pm 0.5\%$ , Testo사의 Testo454)를 사용하여 계측하고, 노즐의 유인에 의해 유입되는 실내공기의 유입풍량은 16개의 속도센서(오차율  $\pm 0.15\text{ m/s}$ , Kanomax사의 Multi-Channel Anemomaster)로 측정된 속도와 유입구의 면적을 바탕으로 계산하였다. 유인비 측정은 1차공기의 풍량을 80에서 120 CMH까지 변화시켜가며 수행하였다.

Table 2는 칠드빔 유니트의 시제품에 대한 유인비 측정 결과를 보여주고 있다. 1차공기 유량이 100 CMH가 되는 운전조건에서 유니트의 유인비는 3.34가 되며 이 때 압력챔버에서의 압력은 약 166.9 Pa로 형성되고 있다. 한편 수치해석의 추이와 같이 1차공기 유량이 변화하여도 유인비는 크게 변화하지 않는 것을 알 수 있다. 이러한 측정 결과는 Fig.7에서 제시한 수치해석 결과와 정량적으로 차이가 발생하고 있다. 이는 시제품의 노즐 및 유인슬롯 접합부에서 미세한 누기가 발생하기 때문으로 추측된다. 그러나 수치해석 결과의 추세 및 특성이 실험결과에서도 동일하게 나타나고 있기 때문에 향후 칠드빔 유니트의 모델별 제품 제작에서 수치해석 결과가 의미있게 활용될 것이다.

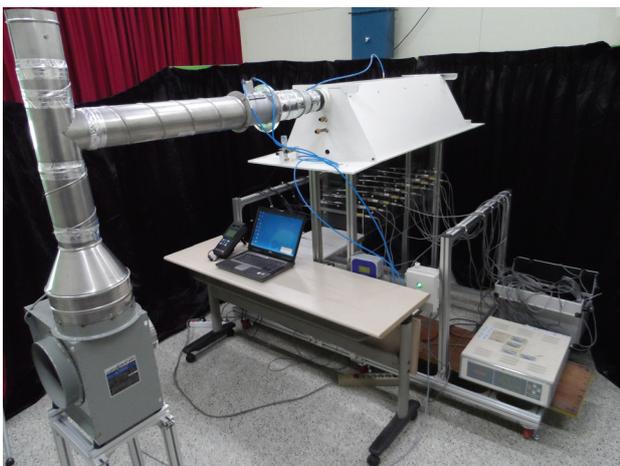


Fig. 12 Experiment of induction capacity for chilled beam unit

Table 2 Experimental results of induction capacity for chilled beam unit

Flow rate of Primary air (CMH)	Induction ratio	Pressure of chamber (Pa)
80	3.36	115.4
100	3.34	166.9
120	3.31	218.0

#### 5. 실규모 성능평가 수행

##### 5.1. 성능평가 장치 제작

본 연구에서는 칠드빔 유니트의 시제품에 대한 실제적인 공조성능과 적용성 평가를 위해서 실규모의 성능평가 장치를 제작하였다. 칠드빔 유니트의 실규모 성능평가 장치는 9.0×5.5×3.4 m (L×D×H)의 크기를 갖는다.

성능평가 장치의 설계에서는 우선 실험 수행 중에 외부 기온의 변화에 영향을 받지 않고 성능평가를 수행할 수 있도록 항온항습기능을 가지는 외부실을 설치하였다. 또한 외부실에서 내부실의 칠드빔 유니트 설치현황과 성능평가 진행사항을 파악할 수 있도록 조치를 하였으며, 외부실에는 실험장비와 제어기 등 소요시설이 설치될 수 있도록 설계하였다.

본 실규모 성능평가 장치에는 칠드빔 시스템의 1차측 공기 공급과 2차측 냉온수 공급을 위한 열원 설비가 설치되었으며, 1차측 공기의 공급을 위한 송풍 설비 및 2차측 냉온수의 공급을 위한 펌프 설비가 설치되었다. 한편 열원 설비의 규모는 칠드빔 유니트의 냉난방 부하를 처리하기 위한 열공급 능력을 보유하도록 하였으며, 칠드빔 유니트의 사양에 맞도록 열공급량을 조절할 수 있도록 하였다.

성능평가를 수행하기 위해 내부실에는 하절기의 냉방부하 및 동절기의 난방부하가 발생되도록 하되, 칠드빔 유니트 1식에서 처리하는 정도의 용량을 갖도록 하였다.

실규모 성능평가 장치의 열성능을 측정하기 위해서 주요 부분에서의 온도, 유량, 풍량, 압력 등을 측정하고 이를 실시간으로 저장하도록 하였으며, 열성능을 측정하는 주요 대상은 1차측 공기, 2차측 냉온수, 실내부하측 냉온수, 내부실, 외부실이 포함되도록 하였다.

상기의 주요 설계내용을 바탕으로 Fig. 13의 개요도와 같이 실규모 칠드빔 성능평가 장치를 설치하였다. 그림에서와 같이 칠드빔 유니트가 설치되고 성능실험이 수행되는 내부실 및 실험환경 조성을 위한 외부실을 설치하였다. 내부실의 천장에 칠드빔 유니트를 위치시키고 급배기 덕트와 배관을 설치하였다. 칠드빔 유니트의 냉온수 코일과 냉난방 부하 생성용 바닥 코일에 냉온수를 공급하기 위한 냉온수 공급기를 각각 설치하였으며, 주요 지점의 측정값을 모으고 저장하기 위한 데이터로깅 시스템을 설치하였다.

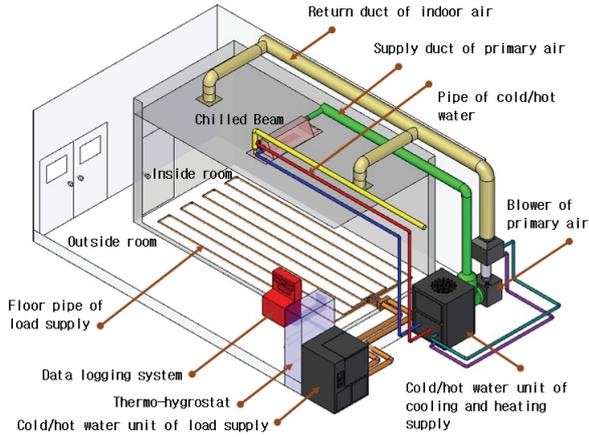


Fig. 13 Schematic diagram of real-scale experiment facilities

Fig. 14에서 Fig. 16은 실규모 성능평가 장치의 전경 및 주요 부분을 보여주고 있다. Fig. 14는 전면에서 바라본 실규모 성능실험 장치의 모습이다. 앞에서 언급한 바와 같이 실험환경을 조성하기 위한 외부실과 실제 칠드빔 유니트의 냉난방 실험이 이루어지는 내부실의 모습이 보이고 있다.

Fig. 15는 내부실의 천장에 설치된 칠드빔 유니트를 보여주고 있으며, 칠드빔 유니트에 연결된 덕트 및 배관이 설치되어 있다. Fig 16은 칠드빔 유니트의 성능실험이 수행되는 과정의 모습을 보여주고 있다. 칠드빔 유니트의 아래면과 수평으로 천장 마무리인 텍스가 설치되어 있으며, 실내 주요 지점에서 실내온도를 측정하고 있다.

## 5.2. 공조성능 평가 실험

칠드빔 유니트에 대한 실험은 1차공기의 공급 풍량을 80~120 CMH로 변화시켜 가며 냉방성능을 평가하였다. Fig. 17은 그 중에서 1차공기 풍량이 100 CMH로 설정되었을 때의 실험결과를 보여주고 있다.



Fig. 14 Whole view of experiment facilities

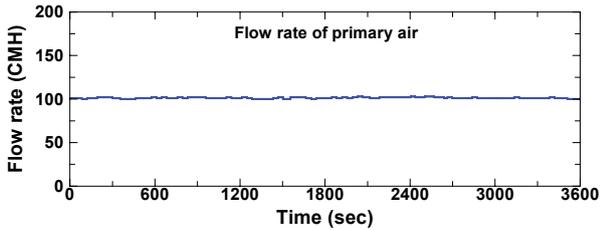


Fig. 15 Chilled beam unit installed in ceiling

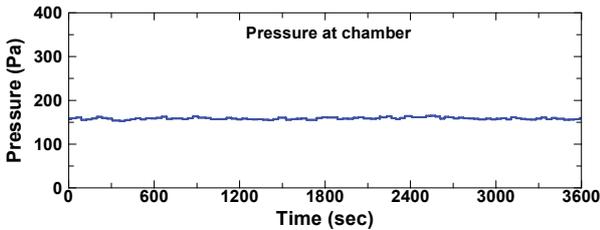


Fig. 16 Inside room during a performance test

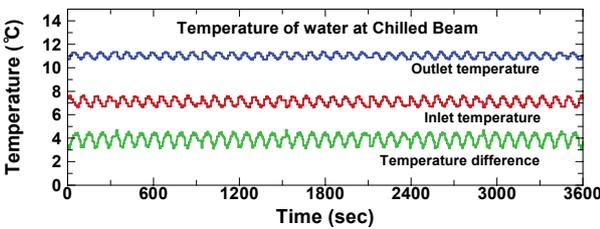
Fig. 17(a)에서와 같이 1차공기의 공급 풍량이 100 CMH 근처에서 유지되고 있고, 이 때 Fig. 17(b)와 같이 압력챔버에는 약 158.7 Pa 정도의 압력이 형성되고 있다. Fig. 17(c)는 공조용 냉온수 공급기에서 칠드빔 유니트의 냉난방 코일에 공급되는 냉수의 급수온도와 배수온도를 보여주고 있다. 그림에서와 같이 100 CMH의 경우 급수되는 온도의 평균값은 약 7.1 °C, 배수되는 온도의 평균값은 약 11.0 °C로서 급배수 온도차는 평균 3.9 °C가 되었다. 한편 Fig. 17(d) 부하용 냉온수 공급기에서 바닥의 부하용 코일에 공급되는 온수의 급수온도와 배수온도를 보여주고 있다. 부하용 냉온수의 급수온도는 약 59.8 °C, 배수온도는 약 50.4 °C 정도로 형성된다. Fig. 16(e)는 칠드빔 유니트의 냉난방 코일과 바닥의 부하용 코일에 공급되는 냉온수의 유량을 보여주고 있다. 100 CMH의 경우 칠드빔 유니트의 냉난방 코일 유량은 약 2.6 lpm, 바닥 부하용 코일의 유량은 약 2.1 lpm을 보이고 있다.



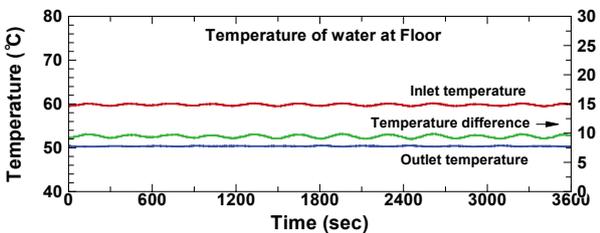
(a) Variation of flow rate of primary air



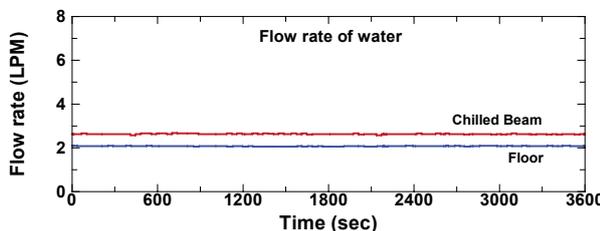
(b) Variation of pressure at pressure chamber



(c) Variation of water temperature at chilled beam



(d) Variation of water temperature at floor



(e) Variation of flow rate of water

Fig. 17 Results of real-scale experiment for 100 CMH of primary air

Table 3과 Table 4는 실험결과의 평균값 중 일부를 제시한 것으로서, 1차공기의 풍량 조건에 대한 급배기와 급배수 온도, 코일 유량 데이터이다. Table 3은 칠드빔 유니트 시제품의 1차공기측 냉방부하 처리량을 나타낸 것으로서 1차공기

Table 3 Average data of experiment with related to primary air

CASE	Flow rate of Primary air (CMH)	Supply temperature of primary air (°C)	Return temperature of primary air (°C)	Cooling amount of primary air (W)
1	78.9	14.4	29.7	406.5
2	101.3	14.3	28.9	498.1
3	120.0	13.8	27.7	561.7

Table 4 Average data of experiment with related to secondary air

CASE	Flow rate of water (LPM)	Supply temperature of water (°C)	Return temperature of water (°C)	Cooling amount of secondary air (W)
1	2.6	7.1	10.8	673.1
2	2.6	7.1	11.0	709.5
3	2.6	7.2	11.1	709.5

의 풍량과 공기의 급배기 온도로부터 냉방부하 처리량을 구할 수 있다. 표에서와 같이 1차공기의 풍량이 101.3 CMH일 경우에 1차공기측의 냉방부하 처리량은 498.1 W가 된다. 한편 Table 4는 2차공기측의 냉방부하 처리량을 나타내며, 1차공기의 풍량이 101.3 CMH일 경우에 2차공기측의 냉방부하 처리량은 709.5 W가 된다.

## 6. 결론

본 연구에서는 국내 조건에 알맞는 칠드빔 공조시스템을 개발하고 있으며, 그 과정에서 칠드빔 유니트의 유인구조에 대한 최적설계를 수행하였고 실규모 성능평가 장치를 제작하여 시제품에 대한 성능평가를 수행하였다. 즉, 칠드빔 유니트의 유인구조를 검토하기 위해서 수치해석을 수행하였고, 수치해석에서 얻은 정보를 바탕으로 유인구조를 포함한 칠드빔 유니트 시제품을 설계하고 제작하였다. 제작한 시제품의 유인비를 측정하고 실규모 성능평가 장치에서 시제품의 냉방성능을 측정하였다.

칠드빔 유니트의 유인성능에 영향을 줄 수 있는 설계변수로서 노즐각도, 노즐개수, 유인슬롯의 폭, 압력챔버 높이, 드레인 팬의 높이 및 1차공기 유량을 선정하여 수치해석적인 방법으로 분석을 하였다. 고려한 설계변수에 따라 유인비와 압력챔버의 압력 변화를 검토하였으며, 유인비의 요구조건과 압력챔버 압력의 설계값을 만족시킬 수 있는 최적의 유인구조 도출을 수행하였다.

한편 칠드빔 유니트에 대한 성능평가 결과로서 1차공기의 공급 풍량이 101.3 CMH 일 경우에 압력챔버에는 158.7 Pa

의 압력이 형성되며 냉난방 코일에 공급되는 냉수의 급수온도는 7.1 °C, 배수온도는 11.0 °C가 되었고, 냉난방 코일의 유량은 2.6 LPM이 되었다. 칠드빔 유니트의 1차공기의 공급 풍량이 101.3 CMH 일 경우에 1차공기측의 냉방부하 처리량은 498.1 W가 되었고, 2차공기측의 냉방부하 처리량은 709.5 W가 되었다.

## 후 기

본 연구는 국토해양부 건설교통기술촉진연구 사업의 일환으로 국토교통과학기술진흥원이 관리하고 있는 “화재 진압 기능을 보유한 Multi-service Chilled Beam 공조시스템 개발”(11첨단도시C05) 과제의 지원으로 이루어진 것으로서 이에 감사를 드립니다.

## References

- (1) Hong, S. G., Kwon, B. Y., Kim, G. M, Yoon, Y. W., Shin, H. J., Kim, J. Y., 2005, “HVAC system to lower the conveyance energy and control fresh-air flow rate quantitatively,” SAREK HARFKO Proceedings, 2005 April, pp. 588~598.
- (2) Cho, J. K., Jeong, C. S., Kim, B. S., 2008, “The energy conservational HVAC system design approaches of the large-scale buildings,” Journal of Architectural Institute of Korea, Vol. 24, No. 6, pp. 347~354.
- (3) Kavanaugh, S., 2000, “Fan demand and energy: three air-distribution systems,” ASHRAE Journal, Vol. 42, No. 6, pp. 47~52.
- (4) Kim, J. Y., Shin, H. J., 2003, “Development of HVAC system to lower the conveyance energy and building height,” Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 15, No. 2, pp. 116~525.
- (5) Alexander, D., Rourke, M., 2008, “Design considerations for active chilled beams,” ASHRAE Journal, Vol. 50, No. 8, pp. 50~58.
- (6) Rumsey, P., Weale, J., 2007, “Chilled beams in labs: eliminating reheat and saving energy on a budget,” ASHRAE Journal, Vol. 49, No. 1, pp. 18~25.
- (7) Son, K., H., “Chilled beam system,” Journal of Korean Architectural Institute, Vol. 41, No. 5, pp. 108~111.
- (8) Kim, J. Y., Shin, H. J., Kim, J. S., Joo, S. H., 2013, “Study on Induction Capability of Chilled Beam HVAC System,” Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 25, No. 5, pp. 255~260.