

복사냉방시 결로대책에 관한 연구

A Study of Condensation Solution for Radiant Cooling System

○서 성 모* 박 진 철** 이 언 구**
Seo, Sung mo Park, Jin chul Rhee, Eun ku

Abstract

Radiant cooling system is different with convective cooling system like air-conditioner. This system is cooling by radiant cool-panel and very helpful system for energy saving and thermal comfort side. But in high temperature and high humidity climate country like Korea, condensation happened on radiant cooling system. Condensation make condition for mold and weakness of building structure. Therefor In this study, we find the condensation reason for radiant cooling system. And used Star-CCM that is CFD simulation program for air flow analysis what is influence of condensation. Then suggest effective application method of radiant cooling system.

키워드 : 복사냉방, 결로, CFD분석

Keywords : Radiant Cooling, Condensation, CFD Analysis

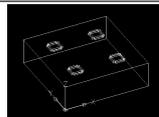
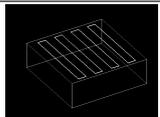
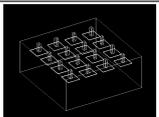
1. 서 론

본 연구는 복사냉방시스템 적용 시 발생하는 결로의 방지에 대한 기초적 연구로, CFD분석을 통해 해결방안을 제시하였다.

2. 시뮬레이션

복사냉방시스템에서 발생이 예상되는 결로는 습도, 온도, 기류, 발생 구조체의 조습성에 연관이 있다. 그중 본 연구에서는 CFD(Star-CCM)분석을 통해 복사냉방패널의 설치 방식에 따른 기류분석을 실시하였다. 비교 모델로는 일반적으로 사용되는 천장형 대류식 냉방방식과, 폐쇄형 천장 복사냉방, 개방형 천장복사냉방 방식으로 나뉘서, 대류냉방방식과 복사냉방방식의 냉방 특성을 비교하고, 개방형과 폐쇄형 복사냉방방식의 비교·분석을 통해 설치방식이 결로에 미치는 영향에 대해 살펴보았다.

표 2 적용 모델

	대류식 냉방방식	폐쇄형 복사 냉방방식	개방형 복사 냉방방식
CAD 도면			

위의 표1에서 대류식 냉방방식은 천장형 에어컨으로 구성하였고, 표 2와 같이 폐쇄형과 개방형 복사냉방시스템의 냉방패널 면적을 같도록 설정하여, 냉방조건을 일정하게 맞추었다.

표 3 경계 조건

실 규모	10m x 10m x 3m	
냉방시스템 면적	대류식	22.6m ²
	복사냉방	36 m ²
냉방 공급 온도	대류식	20 °C
	복사냉방	16 °C
실 벽 온도	벽	28 °C

3. 분석 결과

본 연구에서는 실의 온도와 기류만을 분석하였고, 대류식 냉방방식과 복사냉방 시스템의 기류차이 폭이 커서 온도 및 기류 범위 그래프를 삽입하여 그 정도를 표현하였다.

3.1 온도분석

표 4. 대류식 냉방방식의 온도분포

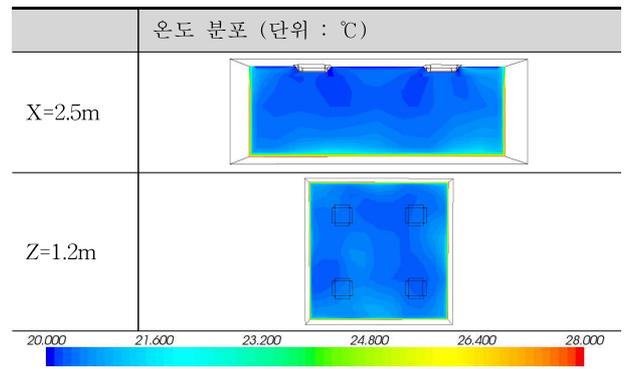
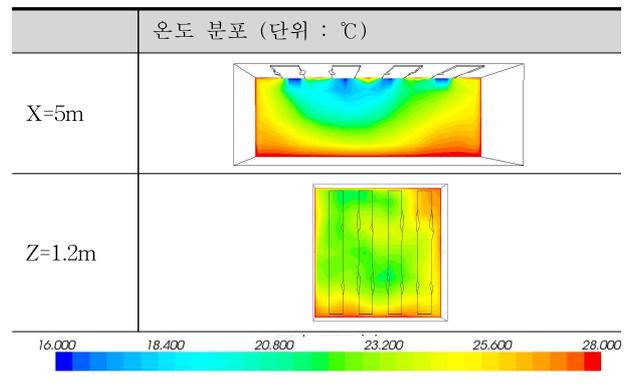


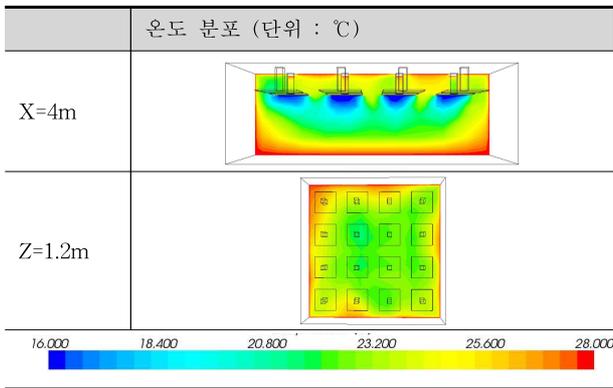
표 5. 폐쇄형 천장 복사냉방 방식의 온도분포



* 중앙대 대학원 석사과정
(교신저자 : ddims123@gmail.com)

** 중앙대 건축학부 교수, 공학박사
이 연구는 2011년도 한국연구재단 연구비 지원에 의한 결과의 일부임. 과제번호:2011-0000368

표 6. 개방형 천장 복사냉방 방식의 온도분포



위의 표 3,4,5는 각 시스템별 실내의 온도분포를 보여주고 있다. 위의 표에 따르면, 대류 냉방방식은 실이 전체적으로 차가운데 비해 복사냉방방식은 실의 하부부터 상부까지 온도가 고르게 분포하여 인체의 두한족열에 적합한 온도분포를 보여주고 있었다.

3.2 기류분석

복사냉방 시스템은 온열감과 에너지절감 측면에서는 뛰어나지만, 차가운 표면으로 인한 결로가 발생하게 된다. 결로는 온·습도, 기류, 재료의 조습성에 영향을 받는데 본 연구에서는 시스템의 적용방식 별 기류분석을 통해 결로의 발생을 예측해 보았다.

표 7. 폐쇄형 천장 복사냉방 방식의 기류분포

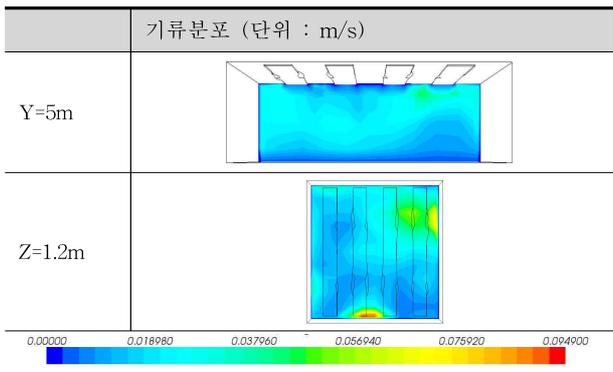


표 8. 개방형 천장 복사냉방 방식의 온도분포

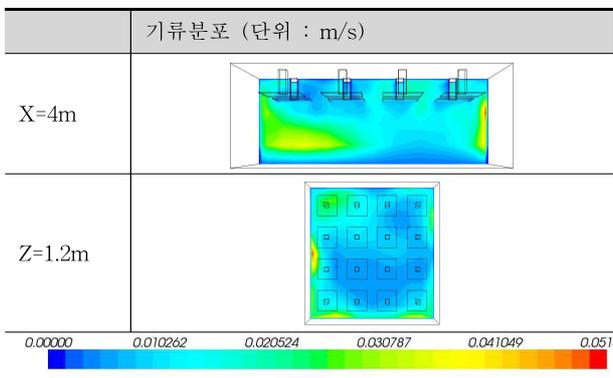


표 6,7은 복사냉방 시스템의 적용 방식에 따른 기류의 분포를 보여주고 있다. 대류식 냉방방식은 복사냉방의 결로 제어와 무관하여 생략하였다.

표 6,7에 의하면 폐쇄형 복사냉방 시스템의 경우 실의 기류가 냉방패널의 중앙부에는 거의 일어나지 않아 결로의 발생이 예상되었다. 하지만 개방형 복사냉방시스템의 경우 기류가 일정하게 발생해서, 증발 냉각 등으로 인해 결로가 줄어들 것으로 판단되었다.

4. 결론

본 연구에서는 복사냉방시스템 설치방식에 따른 기류 분석을 실시하였다. 그 결과를 요약하면, 천장에서 분리한 개방형 복사냉방시스템이 폐쇄형 시스템보다 원활한 실내 공기흐름을 예상할 수 있었고, 그에 의해 공기의 냉각이나 응축으로 인한 결로의 발생량을 줄일 수 있을 것으로 판단되었다.

본 연구에서는 실제 실에서 예상되는 침기나 환기로 인한 기류는 포함하지 않았다. 하지만 실제 건물에서는 침기나 환기가 발생하고, 여름철 제습기로 인한 기류 및 습도의 제어가 이뤄지기 때문에 그에 대한 추가적인 고려가 요구된다. 또한 결로로 인한 곰팡이 등의 발생이 예상되는 천장 Ceiling재 내부나 복사냉방패널 위쪽의 기류 분석이나, 실험이 추가적으로 필요할 것으로 보인다.

복사냉방 시스템은 기존의 대류식 냉방방식에 비해 에너지 효율적이고, 인체친화적인 시스템이다. 하지만 결로 등의 문제로 국내의 고온다습한 기후에는 적합하지 않은 특성을 보이는데, 이러한 연구들을 통해 결로의 효과적인 제거가 이뤄진다면, 복사냉방시스템이 보다 많이 적용될 수 있을 것이라 생각된다.

참고문헌

1. 김광우, 여명석, 이진영, 정창호, 공동주택에서 바닥 복사냉방 적용을 위한 제습시스템 유형 선정 절차에 관한 연구, 한국건축환경설비학회, 2007
2. 송두삼, 이승복, 복사냉방과 자연환기를 병용한 하이브리드시스템의 고온다습 기후에의 적용 가능성 분석, 대한건축학회 논문집-계획계, 2005
3. 임재한, 주거건물에서 제습시스템이 통합된 바닥 복사 냉방의 운영방안 평가, 대한건축학회 논문집, 2007
4. 홍석진, 성기철, 김지현, 공동주택 지하층 결로 발생 현황분석, 한국건축환경설비학회, 2009
5. 이종찬 김병선, CFD를 이용한 이글루단약고 결로 감소 방안, 대한건축학회 논문집-계획계, 2008
6. 김용기, 이태원, 천장패널 복사냉방시스템의 최적설계 및 운전방안 연구, 대한설비공학회, 2010
7. 강석윤, 이태구, 문종선, 이재현, 실내수영장의 열, 기류 및 습도환경에 관한 연구, 대한설비공학회 설비공학논문집, 2003