

2022년 건축친환경설비기술공모전 보고서

[스마트 그린]

Building Technology

경진대회

공모 주제

학부과정 동안 배운 지식을 바탕으로 팀을 구성하여 건축환경설비 분야 현안의 이슈 및 문제(Open Ended Problem)를 주어진 주제 내에서 자유롭게 선정하여 창의적인 엔지니어링 해결방안을 제시

주제 범위

- Improved building & HVAC design
 - Sustainable Buildings and Zero energy buildings
 - Green remodeling for existing building & HVAC
 - Energy efficient building & HVAC design
- Improved environment for occupants
- Active technologies for building and city
- Current issues in built environment

공모 대상

- 학부생 3인 이하 (단, 사유제출시 5인 까지)
- 휴학생 참가 가능
- 참가비 50,000원

제출물 양식

- A0 작품패널 (세로형, 지정양식)
JPEG/PDF 제출 (해상도 200dpi이상, 20MB 이하)
- 작품요약서 (지정양식)
PDF 제출

공모전 일정

참가 신청 (온라인 신청)
2022.06.27(월) ~ 2022.9.30(금)

작품 접수 (온라인 접수)
2022.10.04(화) ~ 2022.10.28(금) 18:00

1차 - 2차 심사
2022.11.04(금)

3차 심사(발표 심사) 통지
2022.11.04(금)

3차 심사, 전시 및 시상식
2022.11.11(금)

시상

- 대상 2팀, 각 200만원
- 최우수상 2팀, 각 100만원
- 우수상 4팀, 각 50만원
- 장려상 및 입선

접수 및 문의처

<https://www.kiaeps.org>

주최·주관

한국건축친환경설비학회



한국그린빌딩협의회



후원

국토교통부



2022년 공모전 운영위원회

위원장	서동현	교수	충북대학교
부위원장	박경순	교수	동의대학교
간사	남유진	교수	부산대학교
간사	도성록	교수	한밭대학교
간사	윤성민	교수	성균관대학교
간사	서장후	교수	국민대학교

심사위원	강동화	교수	서울시립대학교
	노상태	교수	한국교통대학교
	이광호	교수	고려대학교
	김의종	교수	인하대학교
	성민기	교수	세종대학교
	송영학	교수	경상대학교
	이규남	교수	부경대학교
	조영흠	교수	영남대학교
	김주욱	교수	조선대학교
홍구표	교수	강원대학교	

최종심사위원	김광우	교수	서울대학교	전 KIAEBS 회장
	조민관	교수	강남대학교	전 KIAEBS 회장
	김용식	교수	인천대학교	전 KGBC 회장
	오양기	교수	목포대학교	전 KIAEBS 회장
	이정재	교수	동아대학교	전 KIAEBS 회장

[스마트 그린] Building Technology 경진대회

소개

국내 대학생들에게 환경과 에너지에 대한 지식을 건축디자인과 기술을 통하여 표현할 수 있는 2022년 건축친환경설비기술 공모전을 개최합니다. 올해는 '[스마트 그린] Building Technology 경진대회'를 주제로 작품을 공모하고 있습니다. 건축환경 및 설비 관련학과 대학생 대상 건축친환경설비기술공모전을 통해 '제로에너지 건축기술 및 친환경 건축'의 중요성을 인식하고, 관련 산업의 분야에서 미래 핵심인재로 성장하시길 기대합니다.

공모 주제

학부 과정 동안 배운 지식을 바탕으로 팀을 구성하여 건축환경설비 분야 현안의 이슈 및 문제(Open Ended Problem)를 주어진 주제 내에서 자유롭게 선정하여 창의적인 엔지니어링 해결방안을 제시하는 것이 주된 목적입니다. 건축환경설비 분야 중 "스마트그린" 건물기술 적용이 가능한 다양한 건축환경, HVAC, 신재생 관련 내용이 2022년 주제로 선정 가능합니다. 아래는 이 분야에 관한 보다 상세한 주제의 예시를 보여주고 있습니다.

- **Improved building & HVAC design**
 - Sustainable buildings and Zero energy buildings
 - Energy efficient building & HVAC design
 - Green remodeling for existing building & HVAC
- **Improved environment for occupants**
 - Indoor air quality(IAQ), Indoor environment quality(IEQ)
 - Thermal, visual, and acoustic comfort
- **Active technologies for buildings and smart cities**
 - Smart and advanced building & HVAC control methods
 - Renewable energy application in building/HVAC
- **Current issues in built environment**
 - (example) Anti Infection building & HVAC technologies
 - (example) Data analytics in building technologies

[스마트 그린] Building Technology 경진대회

시 상

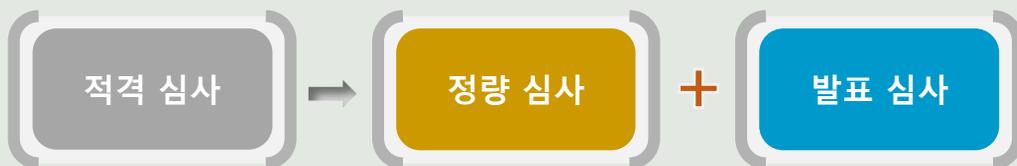
- 대상 2팀, 각 200만원
- 최우수상 2팀, 각 100만원
- 우수상 4팀, 각 50만원
- 장려상 및 입선 다수

대상, 최우수상, 우수상은 3차 발표심사 대상팀으로 발표 필수임

상장 수여 및 인쇄상장은 우수상 이상만, 나머지상은 PDF로 e-mail 송부

심 사

- 1차 심사 : 사전 심사-공모전 적합성 평가 (기준/양식 준수, 주제범위 적합)
- 2차 심사 : 그룹 심사-정량심사
- 3차 심사 : 발표 심사-정성심사 (PPT 발표 7분, 질의응답 8분)



단계	평가 내용	심사위원	대상 작품	비고
1차 심사 사전 심사	작품요약서 평가 주제 적합성 평가	부위원장 간사 4인	전 체	기준/양식 준수 주제범위 적합성
2차 심사 그룹 심사	Building Technology 4가지 평가요소 정량 평가	심사위원 10인 내외	2차 심사 작품	그룹별 위원 정량 평가
3차 심사 발표 심사	정성 평가(우수/양호/평이) - 문제해결 방안의 독창성 및 현실성 - 건축공학적 방법론의 적절성 - 과제진행의 논리성 - 결과를 완성도 및 발표(의사전달능력)	심사위원 5인 내외	3차 심사 작품 (8작품)	KIAEBS 학술대회 전시, 발표, 시상

[스마트 그린] Building Technology 경진대회

공모 대상

- 학부생 3인 이하 (단, 사유제출시 5인 까지)
- 휴학생 참가 가능
- 참가비 50,000원

제출물 양식 (온라인 제출)

- A0 작품패널 (세로형, 지정양식)
JPEG/PDF 제출 (해상도 200dpi 이상, 20MB 이하)
- 작품요약서 (지정양식)
PDF 제출

주요 일정

일 정	일 시
참가신청 기간	2022.06.27.(월) ~ 2021.09.30.(금)
작품접수 기간	2022.10.04.(화) ~ 2022.11.11.(금) 18:00
1차 심사	2022.11.18.(금)
2차 심사	2022.11.18.(금)
3차 심사 통지	2022.11.18.(금)
3차 심사	2022.11.25.(금) 14:00~16:00
전시 및 시상	2022.11.25.(금) 09:00~18:00

접수 및 문의처

<https://www.kiaebs.org>

주최 • 주관

공모전 진행 과정



1차 심사 & 2차 심사

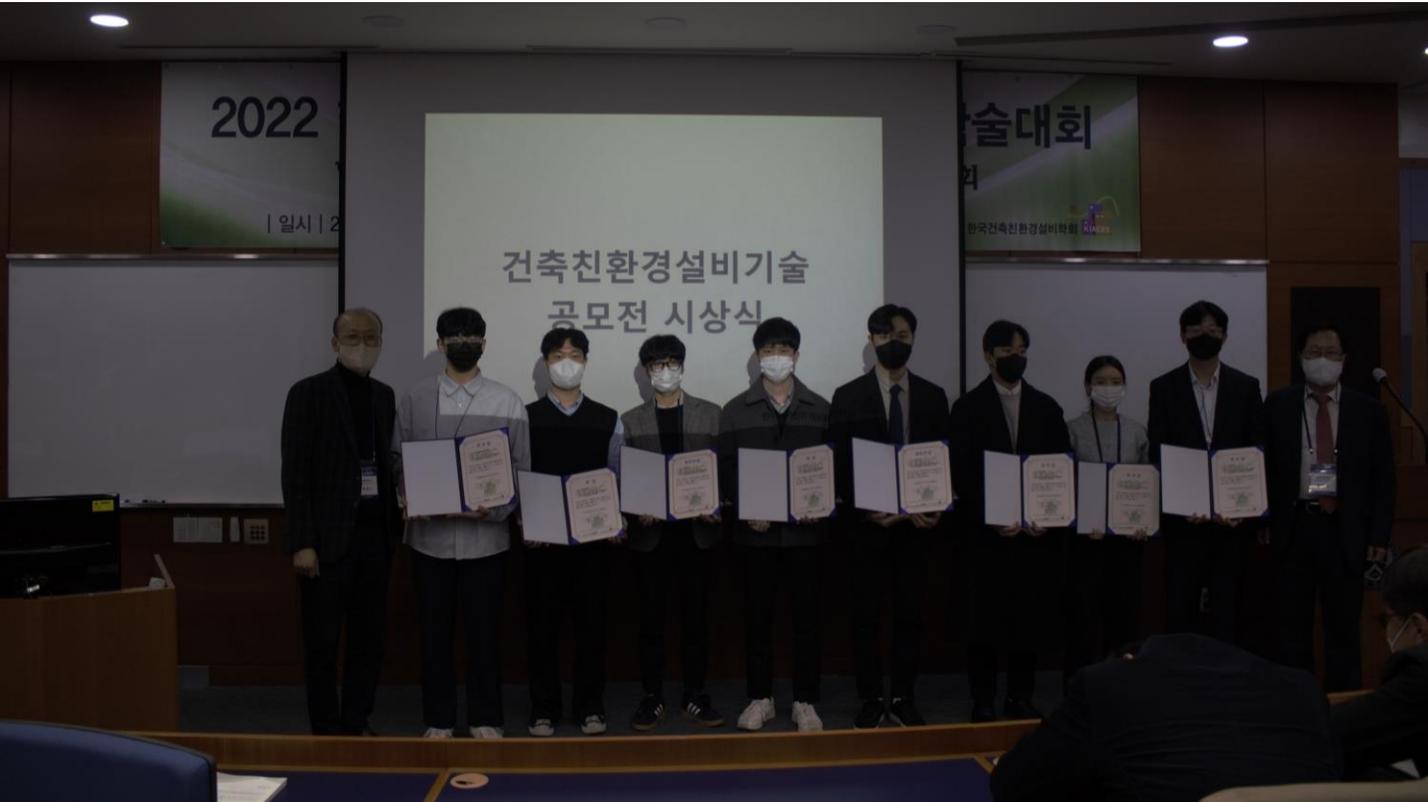


공모전 진행 과정

발표 & 3차 심사



공모전 진행 과정



공모전 진행 과정

시상 & 기념촬영



2022년 공모전 수상작

수상내역	작품번호	학교	작품 제목	대표자
대상	22128	인하대학교	4세대 지역난방 시스템과 연계한 연료전지 열회수 효과분석	김인수
대상	22186	광운대학교	자가 격리 시 감염 확산 방지를 위한 이동형 음압 장치 개발	김종현
최우수상	22129	선문대학교	하절기 발전효율 향상을 위한 통기성 외피 결합형 태양광 패널 제안	정승현
최우수상	22141	세종대학교	수치해석을 이용한 환기방식에 따른 요양병원 감염리스크 저감효과 분석	조희운
우수상	22124	부경대학교	복사 냉방 통합형 광선반(TALS) 시스템 냉방용량 평가	박중호
우수상	22136	경상대학교	축열조 결합형 하이브리드 Free-cooling system	박형은
우수상	22146	건국대학교	국내 국공립 어린이집 적용 가능한 확률론적 Building Stock Energy Model 개발	박성현
우수상	22198	서울과학기술대학교	최적의 농업 환경을 위한 비닐하우스 온도 저감 방식 성능 분석	이민재
장려상	22134	국민대학교	재실자 행위에 따른 실내 발생 입자상 물질의 입경별 농도 분석	김정민
장려상	22135	서울시립대학교	틈새높이에 따른 도어스트림의 외기 및 미세먼지 유입 저감 성능 평가	김지민
장려상	22155	충북대학교	Trombe Floor를 적용한 발코니 유닛 개발	이도윤
장려상	22157	서울시립대학교	대학 강의실 적정 음성 명료도 확보를 위한 공조설비 운영조건 제안	홍다혜
장려상	22162	부산대학교	고층 건물의 미활용에너지 활용을 위한 ESS연계형 Micro 수력발전 설계 프로세스 제안	성효경
장려상	22173	서울시립대학교	강의유형에 따른 공기 전파에 의한 감염확률 분석	최용현
장려상	22181	부산대학교	실증을 통한 태양광열 연계 히트펌프 시스템의 성능 및 적용가능성 분석	우호정
장려상	22183	영남대학교	VAV 시스템에서 공기확산성능 및 수직온도차를 통한 난방 시 적정 공급 풍량의 범위 산정에 관한 연구	오재성
특선	22123	한라대학교	진공관형 태양열 시스템의 잉여 열을 활용한 사무소 건물의 냉방	강찬혁
특선	22140	울산대학교	페타이어를 활용한 극간풍 방지대책	김현욱
특선	22152	충북대학교	CO ₂ 정보 기반 ERV 시스템의 집중형 및 분산형 제어시스템 에너지 성능 비교	정주연
특선	22161	서울과학기술대학교	마이너스 요소를 플러스로 설계하기-잠실역 디자인	한승보
특선	22167	동의대학교	수냉식 에어컨의 폐열을 활용한 저장식 온수기	장재혁
특선	22171	충북대학교	상세 에너지 해석을 통한 수열원 히트펌프의 상대적 가중치 제안	이해인
특선	22176	경북대학교	커튼월형 액체식 태양광열시스템(CW-L-PVTs)의 유로 연결방식별 최적 유량 도출 연구	공태윤
특선	22177	영남대학교	그린루프와 코팅루프에 따른 쿨루프 성능 분석 및 경제성 평가	김신우
특선	22185	영남대학교	VAV시스템의 공급 및 환기 풍량과 차압의 관계에 대한 실험적 연구	김경원
특선	22190	한국교통대학교	창문부착형 열교환 환기장치	강성민

2022년 공모전 수상작

수상내역	작품번호	학교	작품 제목	대표자
입선	22125	건국대학교	청년 1인 가구 대류난방방식 적용가능성 검토 및 제안	이지홍
입선	22130	경상국립대학교	미활용 폐교 문제 해결을 위한 리트로핏 기술 제안	박해든
입선	22131	충남대학교	Acoustic Umbrella를 이용한 오픈 플랜 오피스에서의 음향 프라이버시 향상	문완기
입선	22132	상명대학교	태양추적 및 PV모듈이 적용된 가동형 루버 개발	한소원
입선	22133	이화여자대학교	업무시설에서 일사조절장치 적용에 따른 에너지성능 비교분석 - 기존 차양 시스템과 스마트 다이내믹 시스템의 성능 비교분석	최수영
입선	22139	서울과학기술대학교	강남 고속터미널 그린 리모델링 방안 제시	이태호
입선	22142	경북대학교	오피스 건물의 에너지관리시스템 운영데이터를 이용한 침기량 추론 방법	강준영
입선	22144	건국대학교	에너지 사용량을 이용한 일인가구 재실자 스케줄 파악	이경재
입선	22147	부경대학교	실내 열 및 빛 환경 개선을 위한 냉온수 배관 부착형 블라인드	김민채
입선	22148	충북대학교	공공주택용 단열 서터 설계 및 성능분석	곽민규
입선	22149	충북대학교	태양고도각을 고려한 Micro BIPV 설계 및 효과 분석	이지우
입선	22150	충북대학교	Multi Agent System을 적용한 스마트 주택 통합 제어 시스템 제안	우철송
입선	22151	충북대학교	창문형 스마트 ERV 디자인	박종엽
입선	22154	충북대학교	기후 ZONE 별 ERV 설계 가이드라인 제안	서재인
입선	22156	영남대학교	급기팬 성능에 의한 발열 요인 분석	이주영
입선	22158	서울과학기술대학교	댐의 원리를 이용한 지하주차장 입구 통로 차수벽 제안	정예진
입선	22160	충북대학교	Energy Plus 기반 시뮬레이션을 통한 표준단독 주택 모델 PV+ESS 최적 용량 산정 및 경제성 분석	홍성인
입선	22164	동의대학교	태양광 발전이 가능한 루버형 집광채광 시스템의 실내 온열 환경 및 발전효율 개선효과에 관한 연구	권단비
입선	22165	한양대학교	에어컨 실외기의 방열 성능 향상을 위한 회전형 직접식 증발 냉각기 개발	박상환
입선	22169	동국대학교	차양 및 조명 제어 유무에 따른 건물 에너지 저감 방안 제시	박재현
입선	22172	국립군산대학교	태양광 루버의 효율적인 제어 방법 설계	노훈구
입선	22175	경북대학교	가상센싱을 통한 에너지다소비건물의 에너지영향요소 분석	차현우
입선	22178	서울과학기술대학교	기숙사 내 스마트 미터 도입을 위한 바람직한 에너지 사용 기준의 근거 마련	한주호
입선	22182	연세대학교	실내 열 쾌적 향상을 위한 PCM 함침 친환경 골재 활용 모듈러벽체용 콘크리트 패널의 개발과 열적성능 평가	오승현
입선	22184	인하대학교	연돌효과를 반영한 오피스 레퍼런스 빌딩 시뮬레이션	윤창민
입선	22187	충남대학교	오픈플랜오피스에서 사운드마스킹이 인지능력에 미치는 영향 분석	이상현
입선	22188	영남대학교	EHP 시스템의 운전조건에 따른 냉방 에너지 소비량에 관한 실험적 연구	김태양
입선	22192	서울과학기술대학교	센서 Monitoring 및 CFD Simulation 분석을 통한 강의실 면적대비 최적 인원수 모색	박하늘
입선	22196	서울과학기술대학교	쾌적한 강의실 환경 조성을 위한 공간 예측 및 분석	조현상
입선	22197	서울과학기술대학교	우리 어디서 공부할까?	오동근

2022년

건축친환경설비기술공모전

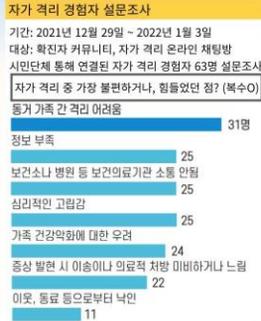
대표 수상 작품

자가 격리 시 감염 확산 방지를 위한 이동형 음압 장치 개발 22186

1 Introduction

ISSUE

- 코로나-19 초기, 병원에선 급격히 늘어난 확진자를 초기 정부 방침에 따라 병의 경과와 관계없이 입원 치료함.
- 그 결과, 중증환자를 위한 병실은 부족해졌고 정부는 우증상·경증 확진자에 대해 '생활 치료센터'로 배정하는 방침을 시행함.
- 이후 자가 격리 권고 방침으로 비대면 진료 서비스가 활성화됨.



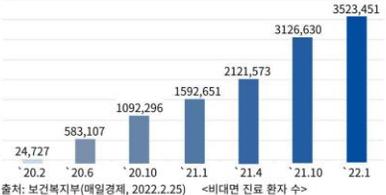
PROBLEM

- 자가 격리 과정에서 2인 이상 가정의 경우, 가정 내 완전한 격리의 어려움으로 취약 비감염자 친이 발생 사례가 발생하게 됨.
- 가족간 간 밀접 '밀레이 감염' 발생 증가



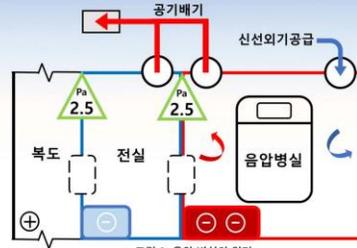
OBJECTIVES

1. 음압 병동 원리 파악 후, 가정용 이동형 음압 장치 개발
2. 실험을 통한 아이디어 실현 가능성 검증
3. CONTAM 활용으로 적용 가능성 검증



2 Theory

- 음압 병동**
- 개념** 상호 오염을 막기 위한 격리실임. 격리실 내부 공기를 외부로 강제 배기해 음압 상태를 유지하고, 격리실 공기는 수동적으로 급기됨.
- 원리** 격리실 내부를 저압으로 유지해 오염공기의 외부 유출을 차단하는 원리임. 음압시설의 차압은 각 공간간 음압방실 설치 최저 기준 2.5Pa 이상을 필수로 유지하여야 함.



- 이동형 음압 장치**
- 주거공간에서 탈부착식으로 적용 가능한 이동형 음압 장치 모델임.
 - 음압병동과 유사하게 공간간 차압을 형성하여 주거공간 내 밀레이 감염을 차단함.
 - 격리공간의 디퓨저 차단으로 오염공기의 비격리 공간내 교차 오염을 방지함.
 - 격리공간 외벽측면과 장치 실내측면에 팬을 설치하여 음압 환경을 조성함.
 - 오염 공기의 배출 과정에서 열교환소에서 급기와 교차오염 방지를 위해 격리공간의 급·배기측 디퓨저는 차단함.



3 Apparatus



4 Experiment

차압 실험 및 기류가시화 실험

1. 문체에 부착 가능한 음압 장치 형태의 다양한 모델 아이디어 제시함.
2. 장치 구조체는 각목, 외피는 지퍼가 포함된 비닐을 사용해 제작함. 장치설치와 실험실 기밀화 작업 진행 및 실험실의 팬을 설치함. 이후, 실험실 문 앞에 장치를 설치한 모습임.
3. 두 팬의 풍량을 조절해 목표한 2.5Pa 이상의 차압이 발생하는지 차압계를 통해 확인함. 기류 가시화 실험으로 비격리공간측 개구부를 개방하고 팬을 가동시, 기류의 차단을 확인함.

자세한 내용은 실험 영상 확인하기!

5 Simulation

CONTAM을 통한 데이터 수집 및 분석

Model Arrangement Equation

$Q = C \cdot \Delta P^n$

Q : 팬풍량 [m³/h]
 n : Flow exponent
 ΔP : 차압 [Pa]
 C : Flow exponent

Case 1

Opening 1	Opening 2	Fan 1	Fan 2
Closed	Closed	Off	On

Opening 1과 Opening 2가 모두 닫혀있는 경우, ΔP1~ΔP3의 차압을 2.5Pa 이상 형성하기 위해 Fan 2의 가동이 필요하며, 시뮬레이션 결과, Fan 2에서 필요한 최소풍량은 외부풍압이 1Pa 일때는 61.8m³/h, 4Pa 일때는 72.4m³/h, 7Pa 일때는 79.9m³/h가 필요한 것으로 파악됨.

Case 2

Opening 1	Opening 2	Fan 1	Fan 2
Closed	Open	Off	On

Opening 2만 개방된 경우, 행바에서 비격리 공간으로 공기가 유출되는 것을 방지하기 위하여 Fan 1의 가동이 필요하며, ΔP3의 차압을 2.5Pa 이상 형성하기 위해 Fan 1에서 필요한 최소풍량은 271.5m³/h로 파악됨. Fan 1만 가동시 격리 공간이 비격리 공간보다 정압이 형성되므로 이를 방지하기 위하여 Fan 2의 가동이 추가적으로 필요하며, ΔP1의 차압을 2.5Pa 이상 형성하기 위해 Fan 2에서 필요한 최소풍량은 외부풍압이 1Pa 일때는 52.2m³/h, 7Pa 일때는 56.0m³/h가 필요한 것으로 파악됨.

Case 3

Opening 1	Opening 2	Fan 1	Fan 2
Open	Closed	On	On

Opening 1만 개방된 경우, 행바에서 비격리 공간으로 공기가 유출되는 것을 방지하기 위하여 Fan 1의 가동이 필요하며, ΔP3의 차압을 2.5Pa 이상 형성하기 위해 Fan 1에서 필요한 최소풍량은 382.7m³/h로 파악됨. Fan 1만 가동시 격리 공간이 비격리 공간보다 정압이 형성되므로 이를 방지하기 위하여 Fan 2의 가동이 추가적으로 필요하며, ΔP1의 차압을 2.5Pa 이상 형성하기 위해 Fan 2에서 필요한 최소풍량은 외부풍압이 1Pa 일때는 382.7m³/h, 7Pa 일때는 395.3m³/h가 필요한 것으로 파악됨.

6 Conclusion

- 이동형 음압 장치 실현성 검증**
- 기류 가시화 실험으로 장치 환풍기 가동을 통해 문 개방시에도 2.5Pa 이상의 차압이 형성되는 것을 확인함. 또한, 기류가 비격리 공간으로 유출되지 않는 것을 확인함.
- Simulation 결과**
- CONTAM을 사용해 개구부 개폐조건과 외부 풍압 조건에 따라 차압 형성을 위한 팬 운영 방식 및 필요 풍량을 확인하여 운영지침을 제시함.
- 활용 방안**
- 코로나-19 같은 국제적 재난 발생 시, 정부 차원에서 감염세대에 격리 기간동안 개발모델과 구조물품을 함께 '키트'식으로 지원해준다면 부족한 격리 공간을 확보할 수 있고, 병원에서의 필요 인력을 확보할 수 있을 것임.
- 한계점 및 보완 사항**
- 화장실이 분리되어있지 않은 가구에서는 개발된 장치의 적용이 어렵다는 단점이 존재함.

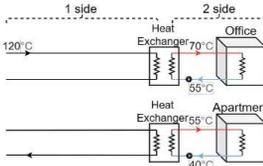
4세대 지역난방 시스템과 연계한 연료전지 열회수 효과분석

22128

Introduction

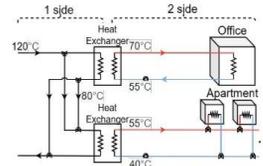
3세대 지역난방

- 열 매체 : 90°C~120°C 고온 고압수
- 한계점
 - 고온의 열원을 이용하고 있어 이를 냉각하는 과정에서 추가적인 에너지 소비됨
 - 중앙집중방식으로 경각리 열수송관을 활용하여 열수송 과정에서 약 10~30%의 열손실이 발생함
 - 환수온도가 높아 신재생에너지 연계가 어려움



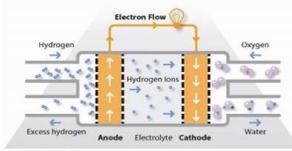
한국형 4세대 지역난방

- 열 매체 : 50°C ~ 70°C → 열수송관 열손실 감소
- 고온고압수를 사용하는 3세대 지역난방 시스템과 달리 중저온수를 사용하여 열에너지 활용도가 높음
- 지역난방 회수관 운수를 다시 사용 가능
- 재생에너지 및 미활용에너지의 이용효율 증가
- 열 수요지 부족 문제 해결 가능



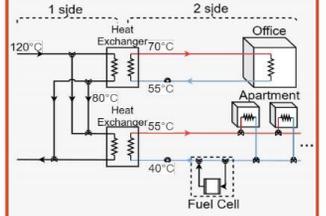
고분자 전해질 연료전지 (PEMFC)

- 연료와 산화제의 전기화학적 반응으로 화학에너지를 전기에너지로 전환
- 작동온도 120 ~ 200, 전기적 효율 50 ~ 70%
- 주로 주택용 에너지 공급에 사용됨
- 그린 뉴딜 정책 등으로 많이 설치되어 있지만 전국의 연료전지 62.6%는 가동을 멈춘 상태
- 전기 생산단가가 비싸고 온수 활용이 잘안되고 있음



< 4세대 지역난방 + 연료전지 >

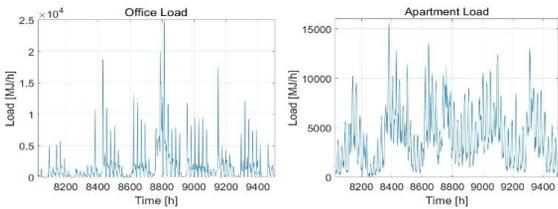
- 4세대 지역난방 시스템과 연계하여 온수 활용처를 제공함으로써 에너지 절감효과 기대 가능
- 발전시설에서 부하 감소 기대 가능



Data Selection

건축물 부하

- 업무시설 : EnergyPlus 내의 ASHRAE901 OfficeLargeSTD2019 에 업무시설 연면적(37039m²) 입력하여 산출
- 공동주택 : EnergyPlus 내의 ASHRAE901 ApartmentHighriseSTD2019에 공동주택 연면적(79741m²) 입력하여 산출

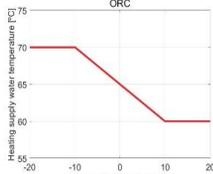


Outdoor reset control (ORC)

$$T_{Set,SW} = T_{Set,Max}$$

$$T_{Set,SW} = T_{Set,Min}$$

$$T_{Set,SW} = C_{OD} \times T_{OD} + T_i$$



연료전지 용량 (기저전력)

- 기저전력 = 최대 전력 대비 30%
- 시간당 최대전력[kW]
- = 월별 최대 전력 사용량[kWh]/(31day x 24h) x 최대전력소비자수
- = 224091/(31 x 24) x 1.394 = 420kW
- 420 x 0.3 = 126kW
- (EME807 9.1 Base Load Energy Sustainability에 따라 기저전력은 최대전력의 약 30%)

< 유량 계산 >

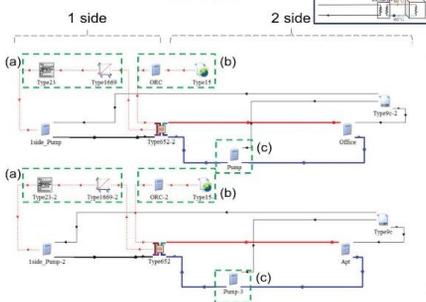
$$Q = \dot{m} \times C \times \Delta T$$

$$\frac{Q}{C \times \Delta T} = \dot{m}$$

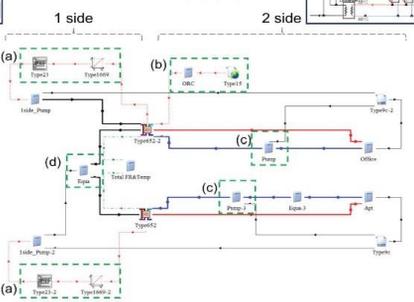
ΔT = 공급온도 - 환수온도
(한국지역난방공사에서 제공하는 [발전시설기준+전문(2020.04.29)] 에 따라 ΔT를 15°C로 설정)

Modeling

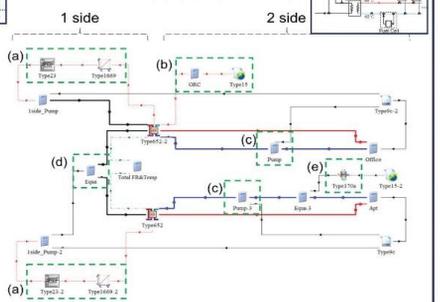
< 3세대 지역난방 >



< 4세대 지역난방 >



< 4세대 지역난방 + 연료전지 >



- (a) 피드백 제어 : 2차측 공급수의 온도를 ORC에 따른 온도로 제어
- (b) ORC : 외기 온도의 변화에 따라 공급 온도의 설정값을 바꾸는 외기보상을 도입한 자동제어
- (c) 2차측 유량 제어 : 공급수의 온도가 건물에서 15°C 하강 하도록 유량 제어
- (d) 1차측 회수열 활용 : 1차측 업무시설 회수열을 공동주택 측에 활용
- (e) 연료전지 연결 : 회수관에 bypass를 만들어 연료전지와 연결, 공동주택 회수 유량이 부족할 경우 시수를 넣어 유량을 만족할 수 있도록 함

$$T_{FuelCell} = T_{In,FC} + \frac{Q_{FuelCell}}{C \times \dot{m}_{req}}$$

$$T_{FuelCell} = \frac{T_{In,FC} \times \dot{m}_{Apside} + 15 \times (\dot{m}_{req} - \dot{m}_{Apside})}{\dot{m}_{Apside}} + \frac{Q_{FuelCell}}{C \times \dot{m}_{req}}$$

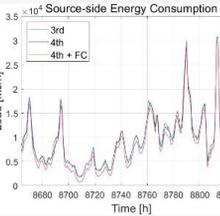
Results

동일 부하 시 3세대, 4세대, 4세대 + 연료전지 1차측 에너지 사용량, 1차측 유량 비교

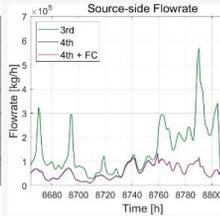
	1차측 에너지 사용량 [MJ]	1차측 유량 [Ton]
3세대	8345091.61	123226.21
4세대	8335364.08	62107.04
4세대 + FC	6931799.31	55386.45

< 12월 1일 ~ 1월 31일 기준 >

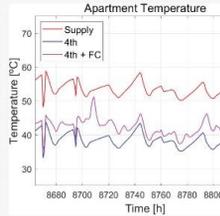
1차측 에너지 사용량



1차측 유량



공동주택 환수온도



Conclusions

4세대 + 연료전지 모델 개발

- 3세대 지역난방 시스템과 달리 1차측 업무시설 회수열을 공동주택 측으로 재사용
- 기존 공동주택에 설치되어있는 연료전지를 4세대 지역난방 시스템의 공동주택 회수열과 연계하여 배열을 활용할 수 있는 모델 제안

Simulation을 통한 검증

- 1차측 에너지 사용량
- 3세대 지역난방 시스템 대비 4세대 지역난방 시스템은 1% 감소
- 연료전지를 연결할 경우 17%가 감소
- 1차측 유량
- 3세대 지역난방 시스템 대비 4세대 지역난방 시스템은 50% 감소
- 연료전지가 연계된 시스템은 53% 감소

기대효과

- 열병합발전소의 부하 감소를 기대할 수 있음
- 연료전지 배열에 대한 활용처를 제공하여 에너지 절감 효과 기대할 수 있음

한계점 및 보완 사항

- 건물을 단순히 부하 스케줄만 고려하여 실제 건물들의 차이가 있음
- TRN Build 로 건물을 모델링하여 부하의 정밀한 검토 필요
- 배관에서 고온고압수와 중온수를 흐르게 하는 것은 큰 차이가 있지만 이를 고려하지 않음
- 배관에 대한 요구를 추가하여 더 정확한 시뮬레이션 검토 방안 필요
- 업무시설 1차측 열을 재사용하는 과정에서 온도를 보다 안정화시킬 필요가 있음

하절기 발전효율 향상을 위한 통기성 외피 결합형 태양광 패널 제안

22129



01 배경 및 필요성

- 1. 신재생에너지**
 - 2030년까지 신재생에너지 발전비율을 21%로 높이는 것을 목표로 한다. (전력7.5%)
 - 신재생에너지-저렴의 보급확산을 위해 2025년에는 공공건축물 및 주택을 대상으로 태양광 패널(PV) 설치 의무제를 시행한다.
- 2. PV 발전효율의 감소 문제점**
 - 태양광 패널을 건물 외피에 적용 시 날씨에 의한 오염이 발생한다.
 - 태양광 패널의 온도는 약 25°C 넘어가면 발전효율이 떨어지며 온도가 1°C씩 상승할 때마다 태양광 패널의 효율이 0.5%씩 감소한다.
- 3. PV 발전효율 향상의 필요성**
 - 여름철 고온에 의해 태양광 패널의 발전효율이 감소할 것으로 예상되므로 개선할 필요가 있다.
- 4. PV 배면에 통풍원리를 적용한 문제해결**
 - 태양광 패널 배면에 통풍을 이용한 통기구조를 만든다.
 - 원활한 기류를 형성하여 온도를 낮추고 발전효율을 증대시킨다.

02 연구 목적

- 기존의 태양광 패널과 건물 표면 사이 이격공간에 배면 통기구조를 설치하는 것이 원활한 기류 형성을 가능하게 하는지 실험을 통해 검증한다.
- 실험 결과를 분석하여 발전효율 향상을 위한 최적의 통기구조 형태를 도출한다.

03 선행연구 및 이론에 대한 고찰

- 1) 통기성 지붕 (이론)**

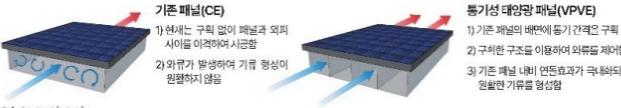
지붕의 중공층 내 온도와 실외 온도 차에 의한 부력현상으로 발생하는 기류에 의해 중공층 내의 열이 배출되는 원리를 이용한 건축기술
- 2) 연돌 효과 (이론)**

외부의 찬공기가 중공층 하부를 유입되고 동시에 위로 올라감 중공층 내부의 따뜻한 공기가 상부에서 배출되는 현상
- 3) 통풍간격 결정 (논문)**

태양광 패널 배면의 통풍구조에 따른 표면 온도에 영향을 미침
 ▶ 현재 PV패널 배면 통풍의 효과에 대한 연구가 있으나, 보다 적극적인 개입에 통기구조를 활용하여 연구는 부재함
 ▶ 통기성 외피의 원리를 태양광 패널에 결합하여 발전효율을 극대화 하고자 함
- 4) 배열량 (수식)**

배열량 $Q_a = c_p \times \rho \times Q \times (T_{out} - T_{in})$ (Wh)
 Q_a : 배열량 (Wh)
 c_p : 공기의 비열 (1003.5 J/kg°C)
 ρ : 공기의 밀도 (1.2 kg/m³)
 Q : 통기량의 단면적 (m²)
 A : 관 내 직경 (m/s)
 $T_{out} - T_{in}$: 입, 출구 온도 차이 (°C)

04 실험 원리: 기류 형성을 통한 연돌효과의 증대



05 통기성 태양광 패널 성능 평가를 위한 실험 계획

- 1) 표준 실험법에 의한 실험 설계: 기상 상하의 외계변수에 의해 대조군과 실험군의 성능은 평가하는 실험결과값을 비교하는 것은 어려움이 있을 따르므로 이를 대체하기 위해 기상청의 실시간 풍속 데이터를 사용하여 발전량과 관 내 평균 풍속에 대해 배이스라인을 맞추었음 (비동종성 대조군 전후 설계)
- 2) <베이스라인 개선법> 발전량 = 누적 발전량 / (9월 평균 일사량 / 시 평균 일사량), 평균풍속 = 관 내 평균 풍속 x (9월 평균 풍속 / 시간 평균 풍속)
 case 설정: 통기구조가 있는 패널은 실험군 VPVE(Ventilated Photovoltaic Envelope), 기존 패널은 대조군 CE (Conventional Envelope) 라고 정의하며 통기구조 구성하는 요소인 폭, 길이, 단면적, 각도를 변경하여 case를 구성함
- 3) 측정요소 및 방법

측정요소	측정방법	측정요소	측정방법
발전량	태양광 계통용 계측기 사용	배면 온도	열전대(T-Type, Ni CrSiG)
풍속과 평균 풍속	Testo 2기류 측정용 측정기	배도판	수식 $Q_a = c_p \times \rho \times Q \times (T_{out} - T_{in})$ (kcal)로 이항식 계산

06 실험 Case 구성 및 설정 근거



- 1) PV 설치각도 20°, 90°
 - 기존 연구를 통해 국내의 경우 효율이 좋은 최적 각도는 30~36°라는 것을 알 수 있음
 - 최적 각도에 비해 발전효율이 떨어지는 각도의 지붕(20°)과 벽체(90°)에 설치하는 경우의 패널의 온도저하와 발전효율의 향상을 확인하기 위해 설치각도를 설정함
- 2) 통기구조 100~150mm
 - 태양광 패널 모듈을 건물 마감면에 직접 설치하는 경우 풍하중, 적설하중, 배면 환기 등을 고려하여 서울시 권고안에 따라 태양광 패널 모듈 하단과 지붕면의 사이 150mm이내, 경기도 권고안에 따라 최하단, 최상단 사이는 최소 100mm 이상으로 설정함
- 3) 통기구조 4가지 형태
 - 이러한 100~150mm 범위 내에서 기류가 원활하게 형성되는 통기구조의 형상을 도출하기 위해 통기구조의 중형수를 최대, 최소 3가지 범위 내에서 4가지 형태로 설정함

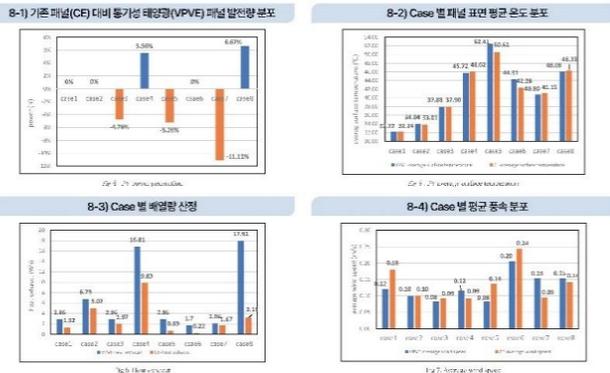
07 패널 제작 및 실험 과정



08 통기성 태양광 패널 성능 평가 실험 결과

Table 2. Comparison of Performance

Case	발전량 (Wh)	배면 온도 (°C)	배열량 (Wh)	발전효율 (%)	배열량/발전량 (배율)
Case 1-VPVE	184.19	49.12	49.12	2.06	1.19
Case 2-VPVE	178.43	49.12	42.27	1.92	1.19
Case 3-VPVE	184.19	49.12	42.27	1.92	1.19
Case 4-VPVE	184.19	49.12	42.27	1.92	1.19
Case 5-VPVE	184.19	49.12	42.27	1.92	1.19
Case 6-VPVE	184.19	49.12	42.27	1.92	1.19
Case 7-VPVE	184.19	49.12	42.27	1.92	1.19
Case 8-VPVE	184.19	49.12	42.27	1.92	1.19
Case 9-CE	184.19	52.14	7.86	1.87	1.19
Case 10-CE	184.19	52.14	6.63	1.87	1.19
Case 11-CE	184.19	52.14	6.63	1.87	1.19
Case 12-CE	184.19	52.14	6.63	1.87	1.19
Case 13-CE	184.19	52.14	6.63	1.87	1.19
Case 14-CE	184.19	52.14	6.63	1.87	1.19
Case 15-CE	184.19	52.14	6.63	1.87	1.19
Case 16-CE	184.19	52.14	6.63	1.87	1.19
Case 17-CE	184.19	52.14	6.63	1.87	1.19
Case 18-CE	184.19	52.14	6.63	1.87	1.19
Case 19-CE	184.19	52.14	6.63	1.87	1.19
Case 20-CE	184.19	52.14	6.63	1.87	1.19



09 통기성 태양광 패널 주요 항목에 따른 실험 결과 분석

- 9-1) 패널의 종류에 따른 분석
 - ① 통기구조 내 풍속 내용: 기존 패널(CE)보다 통기성 태양광 패널(VPVE)의 경우에 기류형성으로 인해 풍속이 평균적으로 높은 것으로 나타난 구획된 통기구조가 외유를 제어하여 원활한 기류를 형성해주었기 때문임
 - ② 배열량: 배열량 분포에서 발전량 분포에 따라 대조군 CE에 비해 실험군 VPVE의 배열량이 더 큰 것으로 나타남
 Case 4-VPVE, Case 7-VPVE, Case 8-VPVE에서 통기구조 내 평균 풍속에 각각의 기존 패널(CE)에 비해 높았기 때문임
 - ③ 평균 온도: 대조군 CE보다 실험군 VPVE의 배면 표면 평균 온도가 낮았음
 Case 4-VPVE, Case 7-VPVE, Case 8-VPVE의 통기구조를 통해 배출된 열량이 많았기 때문임
 - ④ 발전량: 실험결과에서 발전량 분포에 따라 대조군 CE에 비해 실험군 VPVE의 발전량이 향상된 Case는 Case 4-VPVE와 Case 8-VPVE에 있었음
 Case 7-VPVE의 발전량이 향상되지 않은 이유는 배열량 값에서 기존 패널(CE) 대비 향상이 있었지만, 그 절댓값이 다른 Case에 비해 한층 낮았기 때문임
 배열량의 절댓값이 작은 이유는 다른 두 Case에 비해 단면적이 작았기 때문임
- 9-2) 패널의 최적 통기구조 분석
 - 1) 폭 vs 길이: Case 2-VPVE(150×100) vs Case 3-VPVE(100×150) (90°)
 Case 6-VPVE(150×100) vs Case 7-VPVE(100×150) (20°)
 → 통기구조의 길이보다 폭이 넓어지는 경우가 배열효율이 높음
 - 2) 단 면 적: Case 1-VPVE(100×100) vs Case 4-VPVE(150×150) (90°)
 Case 5-VPVE(100×100) vs Case 8-VPVE(150×150) (20°)
 → 통기구조의 단면적이 큰 경우가 배열효율이 높음
- 9-3) 최종 결과 도출
 - ▶ 90°인 경우 Case 4-VPVE (150×100) / 20°인 경우 Case 8-VPVE (150×150), 폭의 길이의 발전효율이 우수한 것으로 나타났다.

10 결론 및 향후 계획

- 태양광 패널 배면에 통기구조를 설치하여 원활한 기류를 형성하고 여름철 배면의 발전효율을 향상시킬 수 있음을 실험을 통해 검증하였다.
- 실시간에 적용되는 경우 최적의 통기구조 형태는 태양광 패널과 건물 표면 사이 이격공간의 최대, 최소 치수 범위 내에서 길이가 짧고 폭이 넓고, 단면적이 큰 것으로 판단된다.
- 공중전송과 주면에 설치된 태양광 패널 배면에 이와 같은 통기구조를 적용하면, 2030년 신재생에너지 발전비율 목표 도출에 큰 기여가 가능할 것으로 예상된다.
- Case 별로 기류형성이 다르며 이를 보완하기 위해 베이스라인을 통해 배이스라인을 통일하여 비교하였다. 이를 보완하여 추후 건물 적용 실험, 장기/단기 평가 실험, 통기구조 평가 실험을 진행할 예정이다.

복사 냉방 통합형 광선반(TALS) 시스템 냉방용량 평가

22124

Introduction



건물 부문 에너지 사용량(2019)



사후실 공간 광선반 미적용 모델



사후실 공간 광선반 적용 모델

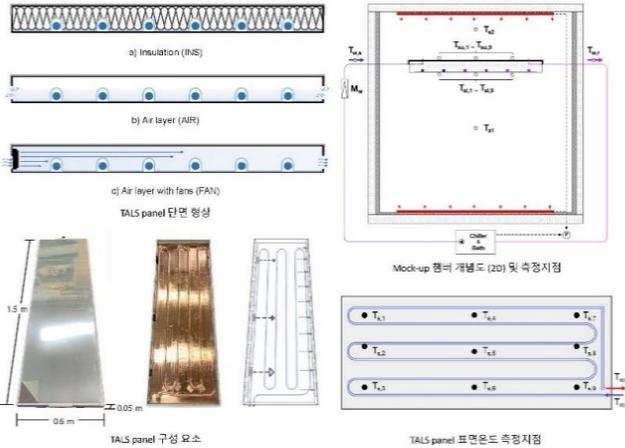


사후실 공간 TALS 시스템 적용 모델

- 에너지 중 조사 보고서에 따르면 건물의 에너지 사용부분 중 40%를 조명과 냉방 부분이 차지하기 때문에 조명과 냉방 에너지를 절감할 필요성이 높아졌으며 빛환경 개선을 위한 광선반, 열환경 개선을 위한 천장 복사 패널과 같은 연구가 진행됨
- 이러한 빛환경 개선을 위한 설계요소인 광선반의 하부면에 복사 냉방을 적용시킨 (Thermally Activated Light Shelf, TALS) 시스템의 개념이 제안되었으며 냉방 효과에 대하여 시뮬레이션에 의해 검토되었음
- 본 연구는 TALS 시스템을 실제 건물에 적용하기에 앞서 TALS 시스템의 panel 표면 온도, 실온 저감 효과, 냉방 용량을 Mock-up 실험을 통해 평가하고자 하였음

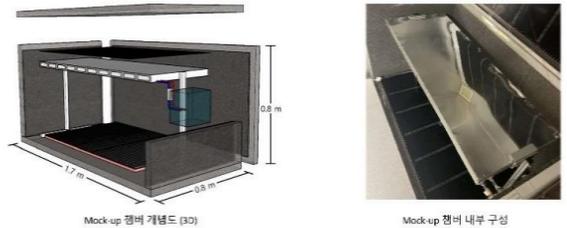
Method

+ Panel design & Measure point



- TALS panel의 단면 형상을 하부 냉방에 중점을 둔 Insulation (INS), 상부 냉방을 위한 Air layer(AIR), 기류를 형성한 Air layer with fans(FAN) 형상으로 설정
- Mock-up 챔버 내부 온도와 냉방용량 평가를 위해 각 지점별 온도를 측정하였으며 TALS panel의 표면 온도는 9개 지점을 측정하여 산출

+ Mock-up chamber configuration & Experimental condition



Mock-up 챔버 개략도 (3D)

Mock-up 챔버 내부 구성

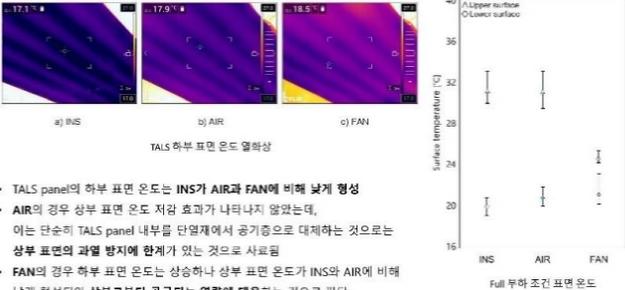
Mock-up 실험 조건

Condition	[H]	Cooling load			Chilled water temperature [°C]	Chilled water flow rate [lpm]
		Upper [W/m ²]	Lower [W/m ²]	Total [W/m ²]		
INS	Full	50	50	100	13.0	2.0
	Half	50	25	75	13.0	2.0
	Low	50	0	50	13.0	2.0
AIR	Full	50	50	100	13.0	2.0
	Half	50	25	75	13.0	2.0
	Low	50	0	50	13.0	2.0
FAN	Full	50	50	100	13.0	2.0
	Half	50	25	75	13.0	2.0
	Low	50	0	50	13.0	2.0

- TALS 시스템상 상부가 일사에 노출되어있는 형태로 이를 모사하기 위해 Mock-up 챔버 상하부에 각각 발열 필름을 부착하여 열량 공급, 외부 변인 최소화를 위해 황온함수 챔버(26 °C, 50%) 내에 Mock-up 챔버를 설치하였음
- 실험 조건은 INS, AIR, FAN 3개의 단면 형상으로 구분하였으며 하부 발열 필름의 열량을 50 W/m²로 고정, 상부 발열 필름은 일사의 변화를 고려하여 50, 25 0 W/m² 수준으로 공급

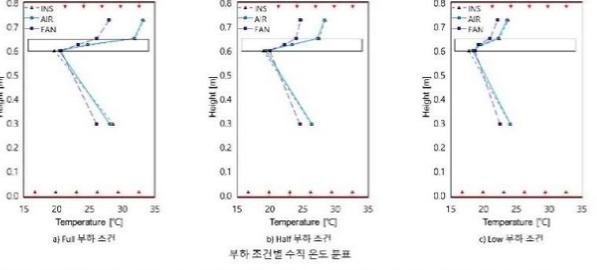
Result

+ Surface temperature



- TALS panel의 하부 표면 온도는 INS가 AIR과 FAN에 비해 낮게 형성
- AIR의 경우 상부 표면 온도 저감 효과가 나타나지 않았는데, 이는 단순히 TALS panel 내부를 단열재에서 공기층으로 대체하는 것으로는 상부 표면의 과열 방지에 한계가 있는 것으로 사료됨
- FAN의 경우 하부 표면 온도는 상승하나 상부 표면 온도가 INS와 AIR에 비해 낮게 형성되어 상부로부터 공급되는 열량에 대응하는 것으로 판단

+ Air temperature reduction



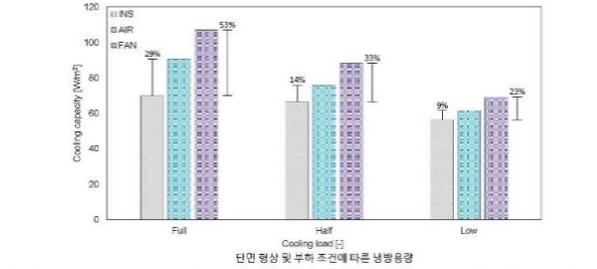
- Full 부하 조건에서 FAN의 경우 기류가 형성됨에 따라 다른 형상에 비해 약 2°C의 실온 저감 효과가 나타남
- Low 부하 조건에서는 모든 형상에서 실온이 챔버 설정 온도인 26 °C 이하로 나타나 fan 가동이 불필요한 것으로 사료됨

+ Evaluation data

단면 형상 및 부하 조건에 따른 표면 온도, 실온 온도 및 냉방용량 결과

Condition	[H]	Panel surface temperature		Ambient temperature(T _{air}) [°C]	Cooling capacity [W/m ²]
		Lower(T _{low}) [°C]	Upper(T _{up}) [°C]		
INS	Full	19.6	31.9	26.6	70.0
	Half	18.9	27.4	26.3	66.4
	Low	17.7	22.4	24.0	56.3
AIR	Full	20.4	31.8	26.1	90.6
	Half	19.3	27.2	26.3	75.9
	Low	18.3	22.3	24.0	61.6
FAN	Full	20.7	26.1	26.1	107.1
	Half	19.8	23.6	24.5	88.4
	Low	18.6	20.9	22.4	69.1

+ Cooling capacity



- 냉방용량은 56.3~107.1 W/m²로 나타나며 Full 부하 조건에서 AIR과 FAN은 각각 29%, 53% 냉방용량이 증대되었음
- Low 부하 조건은 Full 부하 조건에 비해 냉방용량 증대 효과가 적은데 이는 상부로부터 공급되는 열량이 없기 때문

Conclusions

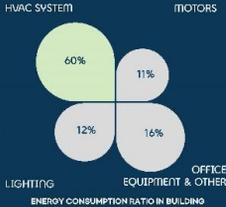
- 본 연구는 TALS panel의 단면 형상 및 부하 조건에 따라 TALS 시스템의 panel 표면 온도, 실온 저감 효과, 냉방용량 증대를 Mock-up 실험을 통해 평가하였으며 그 결과는 다음과 같다.
- 1) 하부 표면 온도는 AIR과 FAN이 비해 INS가 낮게 형성되었으며 FAN의 경우 상부 표면 온도가 크게 저감되었다. 이는 FAN이 상부로부터 공급되는 열량에 대응하기 때문이라고 판단되는 결과인 것으로 사료된다.
- 2) 챔버 내 실온은 Full 부하 조건에서 FAN의 경우가 다른 형상에 비해 약 2°C의 실온 저감 효과가 나타났으며 이는 기류 형성의 효과로 사료된다. 또한 Low 부하 조건에서는 fan을 가동하지 않아도 적절한 실온을 유지할 수 있는 것으로 판단된다.
- 3) 냉방용량은 56.3~107.1 W/m²로 나타났으며 Full 부하 조건에서 AIR과 FAN은 각각 29%, 53% 증대된 냉방용량이 도출되었다. 또한 Low 부하 조건에서는 비교적 냉방용량 증대 효과가 작은 것은 상부로부터 열량이 공급되지 않았기 때문인 것으로 사료된다.

축열조 결합형 WSE Free-cooling 시스템

-TES with Free Cooling 시스템을 통한 대형 사무실 건물의 냉방에너지 절감 효율 분석-

INTRODUCTION

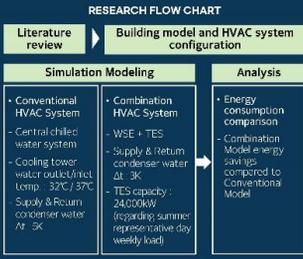
- 2050 Net Zero
- 지구온난화 가속화 & 이상기후 이슈화
- 건물부문 전 세계 에너지 사용량 36%, 온실가스 배출량 39%
- 부문별 가장 높은 에너지 소비 비율 차지
- 건물 전체 투입 에너지 60% 이상 공조에너지 사용
- 건축물 에너지 사용량 증가경 많이 사용되는 에너지 : 전기(52%)



→ 건물 냉방시스템 효율 향상 및 에너지 절약기술 필요

METHODS

- 연구 흐름도
- 연중 냉방부하가 발생하는 데이터센터를 대상건물로 선정
- 동계 저온 외기를 이용하는 Free-cooling 방식의 Water-side economizer(이하 WSE) 시스템 적용
- 냉방비용 절감을 위한 축열조 추가
- 동적 시뮬레이션 프로그램인 EnergyPlus를 이용해 에너지 분석
- EnergyPlus 기반 프로그램인 DesignBuilder를 이용해 모델링



THEORETICAL BACKGROUND

CHILLER

- 상변화에 따른 냉동기 작동원리
- 압축기 : 증발기로부터 증발된 냉매 증기 압축
- 응축기 : 압축기로부터 나온 고온고압의 가스 냉매를 물, 공기로 냉각시켜 응축
- 팽창기 : 적정량의 액체냉매를 저압의 증발기로 전달, 고압냉매는 밸브를 통과하며 저온-저압의 습증기로 상변환
- 증발기 : 냉매가 열을 얻어 증발하며 추위를 저온으로 만들

냉동기 성능곡선

수랭식 냉동기의 에너지 사용량 ($P_{Chiller}$)은 냉방 용량 변화곡선 (Q_{CAP}), 에너지 소비량 변화 곡선 (f_{EIR}), 부분 부하율 변화 곡선(f_{PLR})의 세가지 변화 곡선에 의해 결정됨

$$P_{Chiller} = Q_{Ref} \cdot \frac{1}{COP_{Ref}} \cdot f_{CAP} \cdot f_{EIR} \cdot f_{PLR}$$

$$f_{CAP} = a_1 + a_2 \cdot T_{out,chw} + a_3 \cdot T_{out,chw}^2 + a_4 \cdot T_{out,chw}^3 + a_5 \cdot T_{out,chw}^4 + a_6 \cdot T_{out,chw} \cdot T_{out,cw}$$

$$f_{EIR} = a_7 + a_8 \cdot T_{out,chw} + a_9 \cdot T_{out,chw}^2 + a_{10} \cdot T_{out,chw}^3 + a_{11} \cdot T_{out,chw}^4 + a_{12} \cdot T_{out,chw} \cdot T_{out,cw}$$

$$f_{PLR} = a_{13} + a_{14} \cdot PLR + a_{15} \cdot PLR^2$$

여기서, $T_{out,chw}$: 냉동기의 냉수 출구온도 (°C)

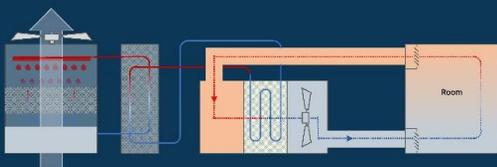
$T_{out,cw}$: 냉동기의 냉각수 입구온도 (°C)

WSE (WATER-SIDE ECONOMIZER)

- 동계 냉방부하가 발생하는 대형건물에서 저온의 외기를 통해 냉각
- 외기 습구온도 8°C 이하의 조건에서 냉동기의 가동없이 냉방시스템 작동 가능
- 냉방 에너지 절감 가능

→ Free-cooling 가동 조건 외 구간에서 WSE만으로 건물 부하 제거 X →

축열조를 연동하여 잔여부하를 처리하도록 함



TES

- 심야전력을 사용해 건물 peak 시간대 소비전력을 줄임으로써 사용전력 평준화
- 운전 비용 절감 유도 가능
- 이에 본 연구에서는 동계 축열조 연동형 Free-cooling을 통해 냉방 에너지 소비와 운전비용 저감을 목표로 하는 시스템의 효율성을 파악하고자 함

MODELING

BUILDING MODEL

- ASHRAE 90.1 Large office prototype 기반 모델링
- 시뮬레이션 대상 건물 개요, 내부 발열 부하 정보, 외피단열 성능 및 외기 도입량
- ASHRAE 62.1 급기 조건
- 최소 외기도입량에 따라 8.5CMH 이상
- 급-배기 온도차 $\Delta t=10K$, 8K
- 외피단열 성능 및 외기 도입량
- 최소 외기도입량에 따라 8.5CMH 이상
- 급-배기 온도차 $\Delta t=10K$, 8K
- 외피단열 성능 및 외기 도입량

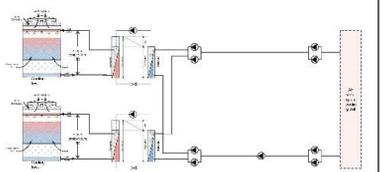
BUILDING OUTLINES	INTERNAL CONDITION			
	CATEGORIES	OFFICE	SERVER ROOM	
Location	Seoul, South Korea	HVAC area (m ² , ratio)	21700 (0.63)	780
Use	Office	Power density (W/m ²)	279	2400
total floor area (m ²)	34,500	Occupancy (p/m ²)	0.7	0
Building, store (0/ground floor)	100	Light (lux)	50	0
Window to wall (%)	40	Set point, temp. (°C)	26	24
wall/floor/Ground (W/m ² -K)	0.2/0.15/ 0.79	AHU supply air (°C)	16	
		Outdoor air supply	17CMH	

HVAC MODEL

CONVENTIONAL MODEL

Conventional HVAC system simulation overview

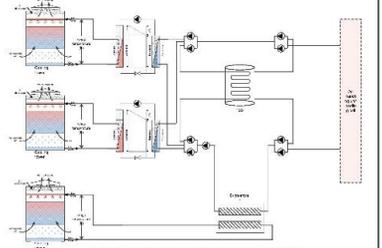
Chiller	Cooling tower
Capacity (kW, COP)	Capacity (kW)
2,995 (5.5)	3,470
Input electricity	Outlet / inlet temp. (°C)
534	32 / 37
Outlet / inlet temp. (°C)	Air flow rate (m ³ /s)
7 / 12	110
Chilled water pump	Condenser water pump
Power (kW, efficiency)	Power (kW, efficiency)
91.8 (0.9)	48.5 (0.9)
Water flow rate (m ³ /h)	Water flow rate (m ³ /h)
1,008	594



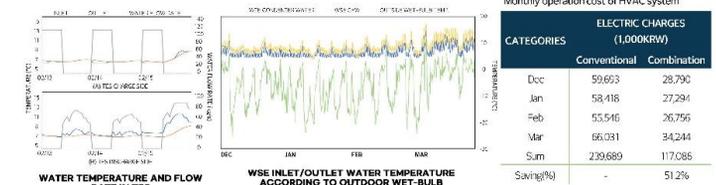
COMBINATION MODEL

Combination HVAC system simulation overview

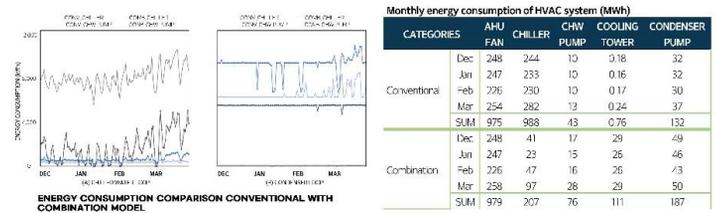
THERMAL ENERGY STORAGE (STRATIFIED)		
CATEGORIES	CHARGING	DISCHARGING
Capacity (kW, efficiency)	24,000 (0.9)	
Time	23:00 - 09:00 (10hrs)	09:00 - 23:00 (14hrs)
Outlet / inlet temp. (°C)	12 / 7	7 / 12
Water flow rate (m ³ /h)	413	292
HEAT EXCHANGER	Capacity (kW)	2,511
CONDENSER WATER PUMP	Water flow rate (m ³ /h)	720
	Power (kW, efficiency)	53.7 (0.9)



RESULT ANALYSIS



- ✓ 축열 및 방열, 무량 탠덤 배관
- ✓ 외기 습구온도에 따른 냉각수 냉수 제조 온도 피막
- ✓ KPCO(2022) 전기요금 적용
- ✓ 축열 23시~09시 운전 / 방열 09시~23시 운전
- ✓ Free-cooling 가동 조건 : 통계 2,890/2,904시 / 단축
- ✓ Comb model : 일방면 전력 + 개질과 부하
- 절정한 용량용 운전 만족 시 여유 공간, 긴급 발생부하
- ✓ 외기와 절묘한 열 냉각수 온도도 33°C
- ✓ 여백 크럼, 스택 유급
- 대용량 냉각수 및 냉각수 온도 피막
- ✓ WSE 통해 생산된 냉각수-냉수 온도차 최대 4.18K
- Comb model : 심야전력 요구계



Combination model (compared to Conventional model)

- 냉동기 전력소비량은 기존 부하 대비 1/5 수준 감소 시 50kwh 이하로 사용량 절감 34일, 전체의 28% 저지
- 야간 축열 운전으로 인한 유휴 용량 증가 → 냉수 펌프 에너지 사용량 소
- WSE 가동을 위한 냉각수 및 냉각수 온도 피막 설계 시 사용량 약 2배 소

CONCLUSION

- Conventional Model(중일공조)의 에너지 사용량은 2,139,250kwh, 운전비용은 239,689천 원
- Combination Model(WSE + TES)의 에너지 사용량은 1,560,978kwh, 운전비용은 117,086천 원
- Conventional Model 대비 Combination Model 에너지 소비량과 운전비용은 각각 27%, 51.2% 절감됨을 확인함
- 연간 운전 측면에서 효율성과 TES의 온도 성숙화에 대한 검토는 추후 연구에서 보완하고자 함

최적의 농업 환경을 위한 비닐하우스 온도 저감 방식 성능 분석

Performance analysis of greenhouse temperature reduction method for optimal agricultural environment

I. 서론

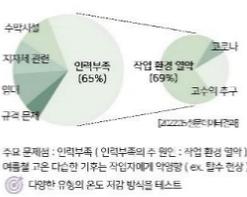
온실 현황



현장 답사



문제점 파악



연구 과정

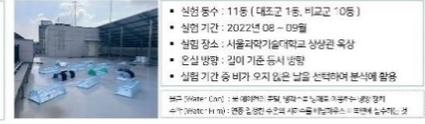


II. 연구 방법

실험 온실 및 스케일 설정



테스트



온도 데이터 수집



비교군 모델 설정



III. 실험 결과

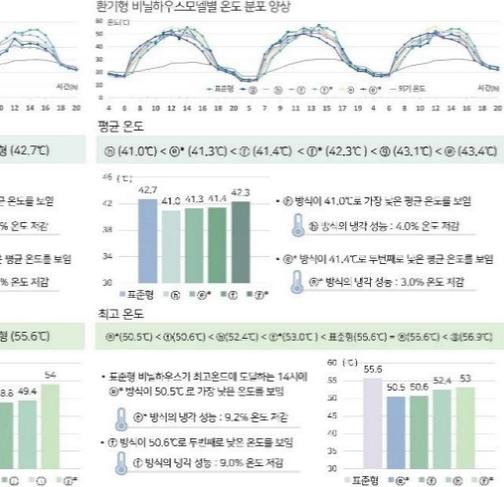
지하수 활용형 비닐하우스



차광막 활용형 비닐하우스



환기 활용형 비닐하우스

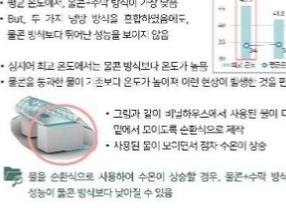


IV. 결론

물론, 물론+환기 방식 비교 (㉑, ㉒)



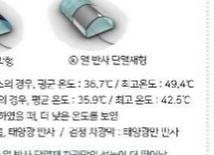
물론+수막 방식 성능 평가 (㉑)



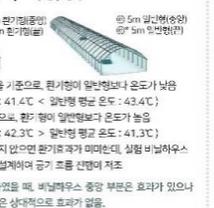
차광막 면적 별 비교 (전체, 부분) (㉑, ㉒)



검정, 열 반사 단열재 차광막 비교 (㉑, ㉒)



5M 환기 모델 비교 (㉑, ㉒)



유행형 비닐하우스 성능 평가



대 상

BT-2022-001

소 속 : OO대학교

참가자 : 000, 000, 000
(지도교수: 000)

제 목 : [스마트그린] Building Technology
경진대회

귀하는 2022년 건축친환경설비기술공모전에서 위
와 같은 작품을 제출하여 그 우수성을 인정받았기에
이 상장을 드립니다.

Certificate of Excellence

*This is to certify that
the above participants has won **the Grand Prize**
in 2022 BUILDING ENVIRONMENT & SYSTEMS
TECHNOLOGY COMPETITION*

*Republic of Korea
November 25, 2022*

*Korea Green Building Council
Korean Institute of Architectural Sustainable Environment and Building Systems*

2022년 건축친환경설비기술공모전 보고서



© 공모전 보고서 편집, 2022년 12월

위원장	서동현	교수	충북대학교
부위원장	박경순	교수	동의대학교
간사	남유진	교수	부산대학교
간사	도성록	교수	한밭대학교
간사	윤성민	교수	성균관대학교
간사	서장후	교수	국민대학교

협회 및 학회의 승인없이 본 보고서 내용을 무단 전재할 수 없습니다.