# 최종보고서(일반과제용)

| 보안등급 |
|---|
| 일반[✔], 보안[ ] |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 중앙행정기관명 | 국토교통부 | 사업명 | 사업명 | 국토교통기술촉진연구사업 | |
| 전문기관명 | 국토교통과학기술진흥원 | | 내역사업명 | - | |
| 공고번호 | 공고-제2호 | 총괄연구개발 식별번호 | | - | |
| | | 연구개발과제번호 | | 21CTAP-C152284-03 | |
| 국가과학기술 표준분류 | EI1203 | 50% | EI1299 | 25% | EA0709 | 25% |
| 총괄연구개발명 | 국문 | - | | | |
| | 영문 | - | | | |
| 연구개발과제명 | 국문 | 제로에너지 건축물 시장 생태계의 확대와 자재산업의 정책연계 인프라 마련을 위한 웹기반 온라인 소통 플랫폼 구축 | | | |
| | 영문 | Web-based online communication platform to expand market-ecosystem and to establish policy-linked infrastructure of components for zero energy building | | | |
| 주관연구기관 | 기관명 | 패시브제로에너지건축연구소 | 사업자등록번호 | 119-82-08355 | |
| | 주소 | (우) 08826 서울시 관악구 관악로 1 940동 120호 | 법인등록번호 | 114621-0036755 | |
| 주관연구책임자 | 성명 | 박성중 | 직위 | 부소장 | |
| | 연락처 직장전화 | 02-552-1012 | 휴대전화 | 010-7102-4878 | |
| | 연락처 전자우편 | simseng@empas.com | 국가연구자번호 | 11132717 | |
| 연구개발기간 | 전체 | 2019. 04. 19 - 2021. 12. 31(2년 9개월) | | | |
| | 1년차 | 2019. 04. 19 - 2019. 12. 31(09개월) | | | |
| | 2년차 | 2020. 01. 01 - 2020. 12. 31(12개월) | | | |
| | 3년차 | 2021. 01. 01 - 2021. 12. 31(12개월) | | | |

| 연구개발비 (단위 : 천원) | 정부지원 연구개발비 | 기관부담 연구개발비 | | 그 외 기관 등의 지원금 | | | | 합계 | | | 연구개발비 외 지원금 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 지방자치단체 | | 기타( ) | | | | | |
| | 현금 | 현금 | 현물 | 현금 | 현물 | 현금 | 현물 | 현금 | 현물 | 합계 | |
| 총계 | 120,000 | | | - | - | - | - | 120,000 | | 120,000 | - |
| 1년차 | 140,000 | | | - | - | - | - | 140,000 | | 140,000 | - |
| 2년차 | 340,000 | | | - | - | - | - | 340,000 | | 340,000 | - |
| 3년차 | 600,000 | | | - | - | - | - | 600,000 | | 600,000 | - |

| 공동연구기관 등 | 기관명 | 책임자 | 직위 | 휴대전화 | 전자우편 | 비고 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | 역할 | 기관유형 |
| 공동연구기관 | 한국에너지공단 | 강성권 | 팀장 | 010-4656-9388 | tmdghs6606@ere.or.kr | 공동 | 기타 |
| | | | | | | | |
| 위탁연구기관 | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| 연구기관 외 기관 | | | | | | | |

| 연구개발담당자 실무담당자 | 성명 | 박혜영 | 직위 | 연구원 |
|---|---|---|---|---|
| | 연락처 직장전화 | 070-4349-7212 | 휴대전화 | 010-5660-6010 |
| | 연락처 전자우편 | info@ipazeb.org | 국가연구자번호 | 11560561 |

이 최종보고서에 기재된 내용이 사실임을 확인하며, 만약 사실이 아닌 경우 관련 법령 및 규정에 따라 제재 처분 등의 불이익도 감수하겠습니다.

2022년 02월 22일

주관연구책임자 : 박 성 중 (직인)

주관연구기관의 장 : 패시브제로에너지건축연구소 김 광 우 (직인)

**국토교통과학기술진흥원장** 귀하

# 최종보고서(일반과제용)

| 보안등급 |
|---|
| 일반[✔], 보안[ ] |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 중앙행정기관명 | 국토교통부 | 사업명 | 사업명 | 국토교통기술촉진연구사업 |
| 전문기관명 | 국토교통과학기술진흥원 | | 내역사업명 | - |
| 공고번호 | 공고-제2호 | 총괄연구개발 식별번호 | | - |
| | | 연구개발과제번호 | | 21CTAP-C152284-03 |

| 국가과학기술 표준분류 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | EI1203 | 50% | EI1299 | 25% | EA0709 | 25% |

| | | |
|---|---|---|
| 총괄연구개발명 | 국문 | - |
| | 영문 | - |
| 연구개발과제명 | 국문 | 제로에너지 건축물 시장 생태계의 확대와 자재산업의 정책연계 인프라 마련을 위한 웹기반 온라인 소통 플랫폼 구축 |
| | 영문 | Web-based online communication platform to expand market-ecosystem and to establish policy-linked infrastructure of components for zero energy building |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 주관연구기관 | 기관명 | 패시브제로에너지건축연구소 | 사업자등록번호 | 119-82-08355 |
| | 주소 | (우) 08826 서울시 관악구 관악로 1 940동 120호 | 법인등록번호 | 114621-0036755 |
| 주관연구책임자 | 성명 | 박성중 | 직위 | 부소장 |
| | 연락처 직장전화 | 02-552-1012 | 휴대전화 | 010-7102-4878 |
| | 연락처 전자우편 | simseng@empas.com | 국가연구자번호 | 11132717 |
| 연구개발기간 | 전체 | 2019. 04. 19 - 2021. 12. 31(2년 9개월) | | |
| | 1년차 | 2019. 04. 19 - 2019. 12. 31(09개월) | | |
| | 2년차 | 2020. 01. 01 - 2020. 12. 31(12개월) | | |
| | 3년차 | 2021. 01. 01 - 2021. 12. 31(12개월) | | |

| 연구개발비 (단위 : 천원) | 정부지원 연구개발비 | 기관부담 연구개발비 | | 그 외 기관 등의 지원금 | | | | 합계 | | | 연구개발비 외 지원금 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 민간부담금 | | 기타( ) | | | | | |
| | 현금 | 현금 | 현물 | 현금 | 현물 | 현금 | 현물 | 현금 | 현물 | 합계 | |
| 총계 | 600,000 | | | - | - | - | - | 600,000 | | 600,000 | - |
| 1년차 | 120,000 | | | - | - | - | - | 120,000 | | 120,000 | - |
| 2년차 | 140,000 | | | - | - | - | - | 140,000 | | 140,000 | - |
| 3년차 | 340,000 | | | - | - | - | - | 340,000 | | 340,000 | - |

| 공동연구기관 등 | 기관명 | 책임자 | 직위 | 휴대전화 | 전자우편 | 비고 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | 역할 | 기관유형 |
| 공동연구기관 | 한국에너지공단 | 강성권 | 팀장 | 010-4656-9388 | tmddnjs6606@ere.or.kr | 공동 | 기타 |
| | | | | | | | |
| 위탁연구기관 | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| 연구기관 외 기관 | | | | | | | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 연구개발담당자 실무담당자 | 성명 | 박혜영 | 직위 | 연구원 | |
| | 연락처 직장전화 | 070-4349-7212 | 휴대전화 | 010-5660-6010 | |
| | 연락처 전자우편 | info@ipazeb.org | 국가연구자번호 | 11560561 | |

이 최종보고서에 기재된 내용이 사실임을 확인하며, 만약 사실이 아닌 경우 관련 법령 및 규정에 따라 제재 처분 등의 불이익도 감수하겠습니다.

2022년 02월 22일

주관연구책임자 : 박 성 중 (직인)

주관연구기관의 장 : 패시브제로에너지건축연구소 김 광 우 (직인)

**국토교통과학기술진흥원장** 귀하

# < 요 약 문 >

<table>
<tr><td colspan="2">사업명</td><td colspan="2">국토교통기술촉진연구사업</td><td colspan="2">총괄연구개발 식별번호</td><td colspan="2">-</td></tr>
<tr><td colspan="2">내역사업명</td><td colspan="2">-</td><td colspan="2">연구개발과제번호</td><td colspan="2">21CTAP-C152284-03</td></tr>
<tr><td colspan="2">국가과학기술<br>표준분류</td><td>EI1203</td><td>50%</td><td>EI1299</td><td>25%</td><td>EA0709</td><td>25%</td></tr>
<tr><td colspan="2">총괄연구개발명</td><td colspan="6">-</td></tr>
<tr><td colspan="2">연구개발과제명</td><td colspan="6">제로에너지 건축물 시장 생태계의 확대와 자재산업의 정책연계 인프라 마련을 위한<br>웹기반 온라인 소통 플랫폼 구축</td></tr>
<tr><td colspan="2">전체 연구개발기간</td><td colspan="6">2019. 04. 19 - 2021. 12. 31(2년 9개월)</td></tr>
<tr><td colspan="2">총 연구개발비</td><td colspan="6">총 600,000천원<br>(정부지원연구개발비 : 600,000천원, 기관부담연구개발비 : 0천원,<br>지방자치단체 : 0천원, 그 외 지원금 : 0천원)</td></tr>
<tr><td colspan="2">연구개발단계</td><td colspan="3">기초[ ] 응용[ ✔ ] 개발[ ]<br>기타(위 3가지에 해당되지 않는 경우)[ ]</td><td>기술성숙도</td><td colspan="2">착수시점 기준(3단계)<br>종료시점 목표(6단계)</td></tr>
<tr><td colspan="2">연구개발과제 유형</td><td colspan="6">지정공모 [ ] 자유공모 [ ✔ ]</td></tr>
<tr><td colspan="2">연구개발과제 특성</td><td colspan="6">실용화</td></tr>
<tr><td rowspan="6">연구<br>개발<br>목표<br>및<br>내용</td><td>최종 목표</td><td colspan="6">제로에너지 건축물 시장 생태계의 확대와 자재산업의 정책연계 인프라 마련을 위한 웹 기반 온라인 소통 플랫폼 구축</td></tr>
<tr><td>전체 내용</td><td colspan="6">○ 본 연구는 에너지 절감에 기여하는 기술 및 제품임에도 불구하고 정책적으로 연계되지 못해 산업 활성화가 어려움을 겪고 있고, 동시에 해당 기술에 대한 국내 에너지해석 알고리즘의 부재, 평가 방법 부재로 인해 신뢰성 확보가 어려워 정책에 수용되지 못하고 있는 이슈화된 건자재와 관련하여,<br>○ 자재에 대한 성능정보 및 시공 사례를 제공하는 커뮤니티 웹 플랫폼의 개발을 통해 이슈화된 자재들이 커뮤니티 기반의 신뢰와 정책연계 인프라를 통해 제로에너지건축시장에 안정적으로 진입할 수 있는 통로를 마련하고 제로에너지건축시장 생태계 확대하는 데 그 목적이 있음.<br>○ 이슈화된 자재들에 대해 알고리즘 분석 및 평가 방법을 개발·제시하고 이를 기반으로 성능평가를 통해 구축된 자재 성능정보 DB를 웹 플랫폼을 통해 정보를 제공함.<br>○ 자재 정보 제공과 더불어 시공 사례를 공유하는 참여형 오픈 커뮤니티를 제공하여 자재에 대한 제로에너지건축물 시장 소비자들의 신뢰성을 확보하는 것을 목표로 함.<br>○ 이슈 자재별 에너지해석 알고리즘 분석, 해외 평가 기준 조사하여 시험방안 또는 에너지성능 평가 방안 도출하여 이를 기반으로 액티브 평가 표준모델과 웹 기반 성능계산 TOOL을 개발하여 플랫폼에 탑재하여 사용자들이 쉽게 이용할 수 있는 계산 서비스 제공<br>○ 이슈화된 자재들의 정책연계 인프라 마련을 위한 평가 프로세스 및 단체표준을 개발</td></tr>
<tr><td rowspan="2">1년차</td><td>목표</td><td colspan="5">○ 패시브 이슈 자재 에너지성능 해석 알고리즘 분석 및 에너지성능 평가 방법 도출<br>○ 패시브 이슈 자재 에너지성능 측정 및 성능정보 DB 구축<br>○ 플랫폼 개념 및 구축 방향 설계</td></tr>
<tr><td>내용</td><td colspan="5">- 외벽(점형/선형 열교포함), 열교 차단재 (발코니, 파라펫, 창주변), 창호프레임(커튼월 포함) 자재 인증 및 정보 구축<br>- 창호 설치 부위의 기밀 평가방법 근거 마련 및 기밀 확보용 자재에 대한 설치 기준 및 검토 항목에 대한 시공 품질 확보 제시</td></tr>
<tr><td rowspan="2">2년차</td><td>목표</td><td colspan="5">○ 패시브 이슈 자재 에너지성능 해석 알고리즘 분석 및 에너지성능 평가 방법 도출<br>○ 패시브·액티브 이슈 자재 에너지성능 측정 및 성능정보 DB 구축<br>○ 액티브 평가 표준모델 및 성능계산 TOOL 개발<br>○ 이슈 자재에 관한 시공 사례를 공유하는 참여형 오픈 커뮤니티 플랫폼 화면 설계<br>○ 한국에너지공단 플랫폼 연계방안 도출</td></tr>
<tr><td>내용</td><td colspan="5">- 건물 부위별 열교차단재 및 커튼월 에너지성능 평가방법에 대한 단체표준 개발 및 국외 기준 부합화<br>- 패시브 이슈자재(외벽, 열교차단재, 커튼월) 에너지 성능 평가방법 마련 및 창호기밀확보 가이드라인 작성<br>- 패시브 이슈자재 4건 성능 측정 및 자재(DB)구축용 커튼월 Tool 개발<br>- 액티브 이슈자재(태양열 난방/급탕) 에너지공급량 계산 알고리즘 조사 및 Tool 개발<br>- 액티브 평가 표준 모델 매뉴얼 작성 및 표준값 도출<br>- 웹 게시용 디자인 2종 작성 및 플랫폼 UI 디자인 설계 작성</td></tr>
</table>

| | | | |
|---|---|---|---|
| | 3년차 | 목표 | ○ 패시브·액티브 이슈 자재 에너지성능 해석 알고리즘 분석 및 에너지성능 평가 방법 도출<br>○ 패시브·액티브 이슈 자재 에너지성능 측정 및 성능정보 DB 구축<br>○ 액티브 평가 표준모델 및 성능계산 TOOL 개발<br>○ 이슈 자재에 관한 시공사례를 공유하는 참여형 오픈 커뮤니티 플랫폼 구축<br>○ 정책 연계 운영방안 도출 |
| | | 내용 | - 이슈 자재별(출입문, 차양장치) 에너지해석 알고리즘 분석, 해외 평가 기준 조사, 시험방안 또는 에너지성능 평가 방법 도출<br>- 이슈 자재별(열회수환기+히트펌프, 하이브리드 히트펌프 운전, 배기이용 히트펌프) 에너지해석 알고리즘 분석, 해외 평가 기준 조사, 시험방안 또는 에너지성능 평가 방법 도출<br>- 패시브·액티브 이슈 자재 5건에 대한 시뮬레이션을 통한 성능측정 및 성능정보 DB 구축<br>- 액티브 이슈 자재까지 적용 가능한 평가 표준모델 제시(에너지 소요량)<br>- 이슈 자재 적용에 따른 건물 성능개선 정도 분석 소프트웨어 등록<br>- 시공사례 공유 커뮤니티 서비스를 제공하는 웹 플랫폼 구축 및 기술임치<br>- 이슈자재 성능정보 검색 및 자재 적용에 따른 성능개선 정보 분석 웹 서비스 제공<br>- 민원해결(평가, 사회이슈 항목 추가 등)을 위한 프로세스 도출 및 운영관리방안 작성<br>- 사회이슈 커뮤니티 플랫폼을 활용한 정책 연계(항목 추가를 위한 모니터링, 평가 프로세스상 자료 활용 등)에 활용될 수 있는 방안 모색 |
| 연구개발성과 | | | ○ (이슈 자재 에너지성능 평가 방안) 이슈 자재의 에너지성능 평가 방법에 대한 단체표준<br>○ (이슈 자재 성능정보 DB) 패시브 이슈 자재 성능정보 5건, 액티브 이슈 자재 성능정보 6건<br>○ (성능계산 TOOL 개발) 이슈 자재 에너지성능 계산 소프트웨어 및 매뉴얼 개발, 액티브 평가 표준모델이 적용된 이슈 자재 적용에 따른 건물 성능개선 계산 TOOL 개발<br>○ (시공사례 커뮤니티 플랫폼 구축) 이슈자재 정보제공 및 시공사례를 공유 웹 플랫폼 구축<br>○ (이슈자재 정책연계 인프라 마련) 한국에너지 공단 플랫폼 활용·연계 방안 및 정책연계 프로세스(안) |
| 연구개발성과 활용방안 및 기대효과 | | | **[활용 계획]**<br>○ 이슈 자재에 대한 정보 제공 웹 플랫폼 운영 및 한국에너지공단 연계 운영<br>○ 오픈 플랫폼을 통한 국내 환경에 적합한 알고리즘 보완·업데이트<br>○ 패시브·액티브 이슈 자재의 향후 건축물에너지절약기준 등 제도적 연계를 위한 소통 창구로 활용<br>○ 시공사례 공유, 평가 등 자재 및 기술에 대한 피드백을 통해 제로에너지건물 대응 최신 자재 및 공법 보완<br>**[기대효과]**<br>○ 오픈 소스 에너지 알고리즘 플랫폼 구축을 통한 국내 에너지해석 알고리즘 개발 인프라 마련으로 최신 기술 및 공법에 대한 산업 확대에 기여<br>○ 실효성 있는 기술정보 및 최신 기술정보 수집체제를 갖춘 국내 자재 정보 플랫폼을 통한 제로에너지 건축물 시장의 활성화 기대 |
| 연구개발성과의 비공개여부 및 사유 | | | 해당없음 |

| 연구개발성과의 등록·기탁 건수 | 논문 | 특허 | 보고서 원문 | 연구시설·장비 | 기술요약정보 | 소프트웨어 | 표준 | 생명자원 | | 화합물 | 신품종 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | 생명정보 | 생물자원 | | 정보 | 실물 |
| | 3 | - | 16 | - | - | 2 | 4 | - | - | - | - | - |

| 연구시설·장비 종합정보시스템 등록 현황 | 구입기관 | 연구시설·장비명 | 규격 (모델명) | 수량 | 구입 연월일 | 구입가격 (천원) | 구입처 (전화) | 비고 (설치장소) | ZEUS 등록번호 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 국문핵심어 (5개 이내) | 제로에너지건축 | 에너지알고리즘 | 패시브 자재 | 액티브 설비 | 자재정보 서비스 |
| 영문핵심어 (5개 이내) | Zero Energy Building | Energy Algorithm | Passive Material | Active equipment | Material Information Service |

# 목 차

최종보고서

## Ⅰ. 최종보고서

1. 연구개발과제의 개요 ·····8
2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행내용 ·····14
3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도 ····26
4. 목표 미달 시 원인분석 ·····78
5. 연구개발성과 및 관련 분야 기여 정도 ·····79
6. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획 ·····80

## Ⅱ. 별첨 자료

1. 참고문헌 ·····
2. 총 연구개발기간 성과점검기준표 및 증빙자료 ·····
3. 세부 정량적 연구개발성과 증빙자료 ·····

# 최종보고서

I

1. 연구개발과제의 개요
2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행내용
3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도
4. 목표 미달 시 원인분석(해당 없음)
5. 연구개발성과 및 관련 분야 기여 정도
6. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획

## 1. 연구개발과제의 개요

### 1) 연구개발과제의 최종 목표




**[제로에너지 건축물 시장 생태계의 확대와 자재산업의 정책연계 인프라 마련을 위한 웹기반 온라인 소통 플랫폼 구축 개요]**

○ 본 연구는 제로에너지건축 대응 에너지 절감에 기여하는 기술 및 제품임에도 불구하고 정책적으로 연계되지 못해 산업 활성화에 어려움을 겪고 있고, 동시에 해당 기술에 대한 국내 건물에너지해석 알고리즘의 부재, 평가 방법 부재로 인해 신뢰성 확보가 어려워 제도에 수용되지 못하고 있는 **이슈화된 자재·설비**와 관련하여,

○ 이슈화된 자재·설비별 에너지 관련 평가 항목 도출, 국내외 평가기준 조사 및 관련된 건물 에너지해석 알고리즘을 조사하여 **시험방안 또는 건물에너지 평가방안을** 도출하여 이를 기반으로 평가모델 및 성능 계산 TOOL을 개발하고,

○ 자재에 대한 **성능 정보 및 시공 사례를 제공하는 커뮤니티 포함 웹 플랫폼**의 개발을 통해 이슈화된 자재들이 커뮤니티 기반의 신뢰성을 확보하여,

○ **정책연계 인프라 마련**을 통해 이슈화된 자재·설비가 제로에너지건축시장에 안정적으로 진입할 수 있는 통로를 마련하고 제로에너지건축 시장 생태계를 확대하는 데 그 목적이 있음.

*이슈화 된 자재·설비(패시브·액티브 이슈자재): 제로에너지건축용 요소 기술로 국내 정책·제도권 내에 반영되지 못하는 최신기술 및 공법으로 자재·설비 시스템을 지칭

○ 세부목표

**1) 이슈화된 자재·설비 에너지 성능 및 건물에너지해석 알고리즘 조사 및 평가 방법 도출**
- 자재·설비별(열교차단재, 차양장치 등) 에너지해석 알고리즘 분석, 해외 평가 기준 조사, 시험방안 또는 에너지성능 평가 방법 도출
- 에너지 성능 평가를 위해 필요시 자재·설비별 단체표준 개발 및 국외 에너지 해석 기준 입력 항목 체계화

**2) 패시브·액티브 이슈자재 에너지성능 측정 및 성능정보 DB 구축**
- 패시브·액티브 이슈 자재별 에너지 해석 알고리즘과 연계된 항목별 성능 측정(시뮬레이션, 시험 등) 및 성능정보 DB 작성

**3) 패시브·액티브 이슈자재 에너지성능 평가 표준모델 및 성능 계산 TOOL 개발**
- 액티브 이슈 자재까지 적용 가능한 평가 표준 모델 제시(에너지 소요량)
- 건물 내 패시브·액티브 이슈 자재별 에너지 해석 소프트웨어
- 이슈 자재 적용에 따른 건물 성능개선 정도 분석

**4) 이슈 자재에 관한 시공사례를 공유하는 참여형 오픈 커뮤니티 플랫폼 구축**
- 시공사례 공유 커뮤니티 서비스를 제공하는 웹 플랫폼 구축
- 이슈자재 성능정보 검색 및 자재 적용에 따른 성능개선 정보 분석 웹 서비스 제공
- 민원해결(평가, 사회이슈 항목 추가 등)을 위한 프로세스 도출 및 운영관리방안 작성

**5) 정책 연계 인프라 마련을 위한 한국에너지공단 정책 연계 운영방안 도출**
- 사회이슈 커뮤니티 플랫폼을 활용한 정책 연계(항목 추가를 위한 모니터링, 평가 프로세스상 자료 활용 등)에 활용될 수 있는 방안 모색

## 2) 연구개발과제의 년차별 목표

**1) 1차 연도 개발목표**

**주관연구기관(패시브제로에너지건축연구소[IPAZEB])**

- 패시브 이슈 자재(외피[점형,선형 열교포함], 열교 차단재, 창호설치열교 차단재, 창호프레임, 기밀 방지 창호설치 공법)별 에너지 알고리즘 및 성능 평가 방법 조사
- 외벽, 열교차단재 성능 측정 및 설치상세도, 시공가이드, 유지관리 가이드 작성 방법 마련
- Easy 사용환경 기반 참여형 오픈 플랫폼 자료 조사 및 디자인 작성




**[패시브이슈자재 1차년도 연구내용 및 연구목표]**

**2) 2차 연도 개발목표**

**주관연구기관(패시브제로에너지건축연구소[IPAZEB])**

- 건물 부위별 열교차단재, 창호프레임, 기밀확보 창호설치공법 및 에너지성능 평가방법 마련 및 에너지 성능 측정
- 액티브자재 평가용 표준모델 개발 (에너지 요구량)
- 액티브 이슈 자재(태양열이용 난방/급탕)별 에너지 알고리즘 분석
- Easy 사용환경 기반 참여형 오픈 플랫폼 GUI 디자인 및 설계
- 이슈 자재 적용 성능계산 Tool GUI 디자인 및 설계

**공동연구기관(한국에너지공단[KEA])**

- 최신 기술 및 공법에 대한 KEA 플랫폼 연계 방안 마련[국내 자재 정보 서비스 운영]




**[패시브·액티브 이슈자재 2차년도 연구내용 및 연구목표]**

**3) 3차 연도 개발목표**

**주관연구기관(패시브제로에너지건축연구소[IPAZEB])**

- 액티브자재 평가용 표준 모델 개발 (에너지 소요량)
- 액티브 이슈 자재(배기이용 히트펌프, 열회수환기+히트펌프, 하이브리드 히트펌프 운전)별 에너지 알고리즘, 성능평가 방법, 설치상세도 및 유지관리 가이드 작성방법 마련
- Easy 사용환경 기반 참여형 오픈 플랫폼 작성 (에너지 해석툴 S/W와 매뉴얼, 결과보고서 폼, 민원해결 및 운영 관리방안 마련 등)

**공동연구기관(한국에너지공단[KEA])**

- 정책 연계 운영 방안 마련




**[패시브·액티브 이슈자재 3차년도 연구내용 및 연구목표]**

| 구분 | 연구개발목표 | 핵심 연구개발성과 (연구개발성과물) | | 현재 국내·외 기술수준 | 연구개발 목표치 | 목표치 설정 근거 | 가중치 (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1년차 (2019) | 1) 패시브 이슈 자재 에너지성능 해석 알고리즘 분석 및 에너지성능 평가 방법 도출 | 성과 A-1-① | 외벽(점형·선형열교 포함) 에너지성능 해석 알고리즘 분석 (보고서: 1건) | 평가 방법 부재 | 구조체 추가 열교에 대한 ΔU 적용 근거 제시 | ISO 6946 기준 | 2 |
| | | 성과 A-2-① | 열교차단재(발코니, 파라펫) 에너지성능 해석 알고리즘 분석 (보고서: 1건) | 평가 방법 부재 | 열교 표준값 $\Delta U_{tb}$ 적용 근거 제시 | ISO 13789 기준 | 2 |
| | | 성과 A-3-① | 창호 설치열교차단재 에너지성능 해석 알고리즘 분석 | 단체표준 지정, 정책연계 부재 | 창호 설치열교에 대한 ΔU 적용 근거 제시 | ISO 13789 기준 | 3 |
| | | 성과 A-4-① | 커튼월 에너지성능 해석 알고리즘 분석 | 평가 방법 부재 | 부품별 열성능 평가방안 마련 | ISO 12631 기준 | 4 |
| | | 성과 A-5-① | 기밀확보 창호설치 공법 자료수집·분석 | 평가 방법 부재 | 창호 설치부 기밀평가방법 제시 | ift Rosenheim 기준 | 1 |
| | 2) 패시브 이슈 자재 에너지성능 측정 및 성능정보 DB 구축 | 성과 A-1-② | 단열 프레임, 일체형 외단열시스템에 대한 에너지성능 측정 및 성능정보 DB 구축 (성능측정: 2건) | DB 부재 | 성능측정 | ISO 10077, ISO 12631, ISO 10211 기준 | 3 |
| | | 성과 A-2-② | 발코니, 파라펫 열교차단재에 대한 에너지성능 측정 및 성능정보 DB 구축 (성능측정: 2건) | DB 부재 | 패시브 이슈 자재 4건 성능측정 및 DB 작성 | ISO 6946, ISO10211 기준 | 3 |
| | 4) 이슈 자재에 관한 시공 사례를 공유하는 참여형 오픈 커뮤니티 플랫폼 구축 | 성과 C-1-① | 이슈 자재에 대한 성능정보 DB 웹 플랫폼 게시용 디자인(안) 개발 (보고서: 1건) | 국내 자재 플랫폼이 있으나 정책 내 자재 취급 | 패시브 이슈 자재 2종에 대한 웹 게시용 디자인(안) | - | 1 |
| | | 성과 C-2-① | 패시브 이슈 자재 에너지성능 측정 및 성능정보 DB 구축 (인증: 3건) | DB 부재 | 패시브 이슈 자재 3건 Kolas 기관 평가 | - | 5 |
| | | 성과 C-2-② | 플랫폼 정보체계(IA) 및 모듈 기능 작성 (보고서: 1건) | 국내 자재 플랫폼이 있으나 정책 내 자재 취급 | IA 및 모듈 설계(안) | - | 1 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2년차 (2020) | 1) 패시브 이슈 자재 에너지성능 해석 알고리즘 분석 및 에너지성능 평가 방법 도출 | 성과 A-3-② | 건물 부위별 열교 차단재 에너지성능 평가 방법 도출 (단체표준: 1건) | 평가 방법 부재 | 단체표준 마련 | ISO 6946, ISO 14683 기준 | 2 |
| | | 성과 A-4-② | 커튼월 에너지성능 평가 방법 도출 (논문: 1건, 단체표준: 1건, 학술발표: 1건) | 평가 방법 부재 | 부품별 영향 분석 및 단체표준 마련 | ISO 10077, ISO 12631, ISO 10211 기준 | 5 |
| | 2) 패시브 이슈 자재 에너지성능 측정 및 성능정보 DB 구축 | 성과 A-5-② | 기밀 확보를 위한 창호설치 공법에 대한 가이드라인 (보고서: 1건) | 평가 방법 부재 | 창호설치 기밀 확보 공법 가이드라인 기술자료 | ift Rosenheim 기준 | 4 |
| | 3) 액티브 평가 표준모델 및 성능계산 TOOL 개발 | 성과 B-1-① | 이슈 자재별 에너지해석 성능계산 소프트웨어 개발 (SW: 1건) | 건물외벽 적용 커튼월 성능평가방법 및 S/W 부재 | S/W 개발, 저작권 등록 | ISO 10077, ISO 12631, ISO 10211 기준 | 2 |
| | | | 액티브 평가 표준모델 개발 (매뉴얼: 2건) | 공공건물 표준모델에 대한 국내 연구 진행 중 | 3차년도 에너지성능계산 서비스 탑재 · 매뉴얼 개발 | - | 4 |
| | 2) 액티브 이슈 자재 에너지성능 측정 및 성능정보 DB 구축 | 성과 B-4-① | 태양열 이용 난방/급탕 에너지성능 해석 알고리즘 분석 (매뉴얼: 1건, 보고서: 1건) | 평가 방법 있으나 적정 설계기준 부재 | 열원(보일러) 연계 월별 태양열 난방/급탕 에너지공급량 계산방법 마련 | ISO 52010-1, DIN V 18599 | 6 |
| | 4) 이슈 자재에 관한 시공 사례를 공유하는 참여형 오픈 커뮤니티 플랫폼 구축 | 성과 C-1-① | Easy 사용환경을 위한 플랫폼 UI 설계 (보고서: 1건) | 국내 자재 플랫폼이 있으나 정책 내 자재 취급 | 시공사례 공유 웹플랫폼 및 성능계산 TOOL GUI 디자인 및 설계 | - | 2 |
| | | 성과 C-2-③ | 패시브 이슈 자재 에너지 성능 측정 및 성능정보 DB 구축 (보고서: 1건) | DB 부재 | 패시브 이슈 자재 7건 성능측정 및 DB 작성 | - | 5 |
| | | | 이슈 자재에 대한 성능정보 DB 웹 플랫폼 게시용 디자인(안) 개발 | 국내 자재 플랫폼이 있으나 정책 내 자재 취급 | 패시브 이슈 자재 3종에 대한 웹 게시용 디자인(안) | - | 2 |
| | 5) 정책연계 인프라 마련을 위한 한국에너지공단 플랫폼 연계방안 및 평가 프로세스 도출 | 성과 D-1-① | 한국에너지공단 플랫폼 분석 (보고서: 1건) | 여러 플랫폼이 있어 연계 가능성 검토 필요 | KEA 플랫폼 자재정보 서비스 분석 및 플랫폼 연계 가능성 검토 | - | 2 |

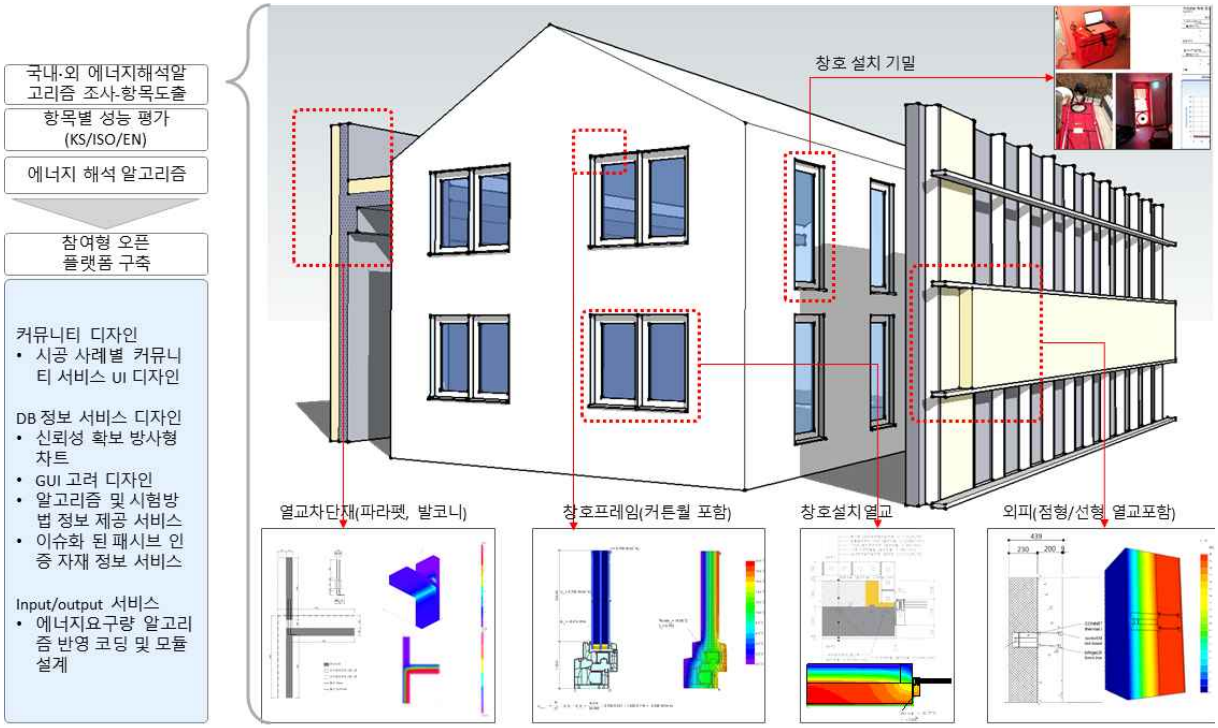
| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3년차 (2021) | 2) 패시브 이슈 자재 에너지성능 측정 및 성능정보 DB 구축 | 성과 A-6-② | 기밀확보 출입문 설치 공법 자료수집·분석 (보고서: 1건) | 출입문 기밀 기준이 있으나 설치 기밀 기준 부재 | 출입문 설치부 기밀평가방법 제시 | DIN V 18599, DIN EN 13363-1, ISO 10077-1, ISO 52016-1, KIAEBS S-8: 2017 기준 | 5 |
| | | 성과 A-7-② | 차양 에너지성능 평가 방법 도출 (학술발표: 1건, 단체표준: 1건, 보고서: 1건) | 차양과 결합된 유리 성능 평가 | 차양 자체성능 평가 단체표준 마련 | | 5 |
| | 3) 액티브 평가 표준모델 및 성능계산 TOOL 개발 | 성과 B-1-① | 액티브 평가 표준모델 개발 (논문 2건) | 공공건물 표준모델에 대한 국내 연구 진행 중 | 에너지성능계산 서비스 탑재 · 매뉴얼 개발 | - | 5 |
| | 2) 액티브 이슈 자재 에너지성능 측정 및 성능정보 DB 구축 | 성과 B-5-① | 배기이용 히트펌프 에너지성능 해석 알고리즘 분석 | 통합 설비에 대한 평가방법 부재 | 통합 설비에 대한 단체표준 마련 | KS B ISO 15042, KS B 6879, DIN V 18599-6:2018 기준 | 10 |
| | | 성과 B-6-① | 열회수환기+히트펌프 에너지성능 해석 알고리즘 분석 (보고서: 1건) | | | | |
| | | 성과 B-7-① | 하이브리드 히트펌프 운전 에너지성능 해석 알고리즘 분석 (단체표준: 1건) | | | | |
| | 4) 이슈 자재에 관한 시공 사례를 공유하는 참여형 오픈 커뮤니티 플랫폼 구축 | 성과 C-1-② | 시공사례 커뮤니티 플랫폼 구축 (기술임치: 1건) | 국내 자재 플랫폼이 있으나 정책 내 자재 취급 | 플랫폼 구축 및 기술임치 | - | 5 |
| | | 성과 C-3-① | 에너지성능계산 서비스 Input & Output S/W 개발 (S/W: 1건) | 건물 기반 자재 평가 S/W 부재 | 건물 기반 자재 평가 S/W 개발· 에너지성능계산 서비스 탑재 | ISO 52016-1, DIN 18599 기준 등 다수 | 5 |
| | | 성과 C-4-① | 민원해결 및 운영관리 방안 도출 (매뉴얼: 1건) | - | 민원해결 및 운영관리 방안 도출 | - | 1 |
| | 5) 정책연계 인프라 마련을 위한 한국에너지공단 플랫폼 연계방안 및 평가 프로세스 도출 | 성과 D-2-① | 정책연계 운영방안 마련 (보고서: 1건) | 여러 플랫폼이 있어 연계 가능성 및 프로세스 도입방안 검토 필요 | KEA 플랫폼 자재정보 서비스 분석 및 플랫폼 연계 가능성 검토 | - | 2 |

# 2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행 내용

## 2-1. 연구개발 내용

### 1) 1차년도 연구개발 내용

**주관연구기관(패시브제로에너지건축연구소[IPAZEB])**




**[1차년도 연구개발 내용]**

**○ 패시브 이슈 자재 에너지성능 평가 방법 도출 및 성능정보 DB 구축**

- 외벽(점형/선형 열교포함) 에너지성능 해석 알고리즘 분석 및 성능정보 DB 구축
  - ISO 6946_Building components and building elements, ISO 12011_Thermal bridge in building construction_Detailed calculations 기준 구조체 열성능 평가 및 선형 열관류율 평가 방법 작성
  - $U_{value}$ = U + △U (추가적인 열손실_점형/선형) 기반 작성으로 열교 열손실을 최소화한 자재에 대한 에너지 성능 반영
  - DIN V 18599 기준 에너지 알고리즘 적용
  - 열교방지를 고려한 설치 상세도 작성방법 마련
  - 시공이력을 포함한 시공 가이드 작성 방법 마련
  - 웹서비스를 위한 DB 구축

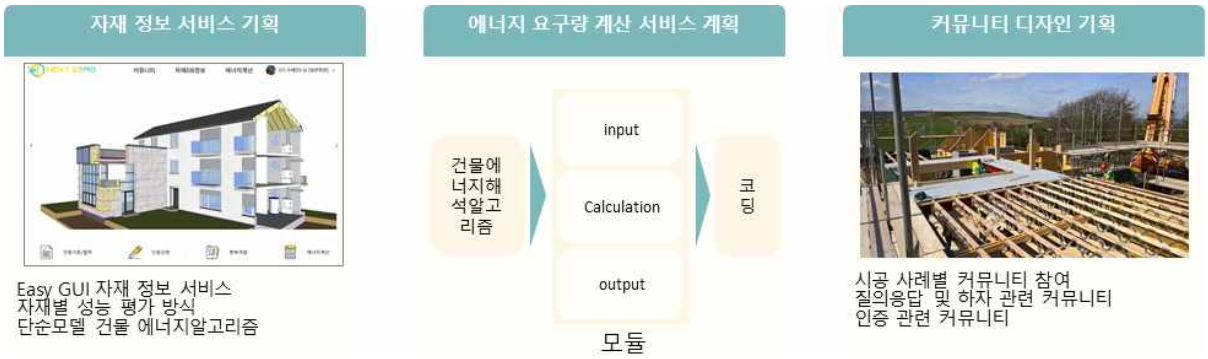
- 열교 차단재 (발코니, 파라펫) 에너지성능 해석 알고리즘 분석 및 성능정보 DB 구축
  - ISO 10211, ISO 13789 기준 구조체 열성능 평가 및 선형 열관류율 평가 방법 작성
  - DIN V 18599 기준 에너지 알고리즘 적용
  - 열교방지를 고려한 설치 상세도 작성방법 마련
  - 시공이력을 포함한 시공 가이드 작성 방법 마련
  - 인증 기준 마련 및 이슈화된 자재 성능측정 2건 완료
  - 웹서비스를 위한 DB 구축

- 창호설치 열교 차단재 에너지성능 해석 알고리즘 분석
  - ISO 10211_Thermal bridge in building construction_Detailed calculations , ISO 10077_Thermal performance of windows, doors and shutters 기준 열성능 평가 및 선형 열관류율 평가 방법 작성
  - DIN V 18599 기준 에너지 알고리즘 적용

- 창호프레임(커튼월 포함) 에너지성능 해석 알고리즘 분석
  - ISO 15099_Thermal performance of windows, doors and shading devics , ISO 10077_Thermal perf ormance of windows, doors and shutters 기준 열성능 평가 및 선형 열관류율 평가 방법 작성
  - 독일 ift Rosenheim 시험 평가 방법 확인 및 DIN V 18599 기준 에너지 알고리즘 적용
  - 인증 기준 마련 및 이슈화된 자재 성능측정 2건 완료
- 기밀 확보 창호 설치 공법 에너지성능 해석 알고리즘 분석
  - ISO 13789_Thermal performance of buidlings, EN 13829_Blower door test 기준 기밀성능 평가 방법 작성
  - DIN V 18599 기준 에너지 알고리즘 적용

○ **Easy 사용자 환경 기반 참여형 오픈 플랫폼 구축**

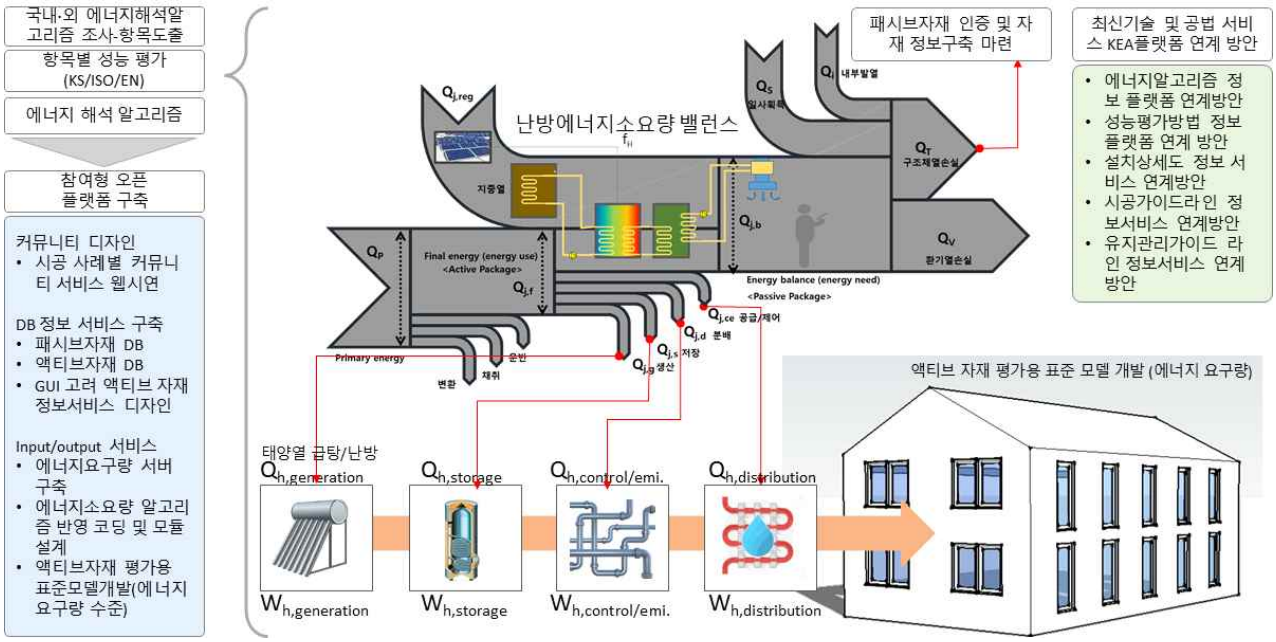
- 이슈 자재에 대한 성능정보 DB 웹 플랫폼 게시용 디자인(안) 개발
  - 패시브 이슈 자재 2종에 대한 웹 게시용 디자인(안)
- 패시브 이슈 자재 2건에 대한 에너지성능 측정 및 성능정보 DB 구축
  - 패시브 이슈 자재 3건 Kolas 기관 평가
- 이슈 자재 DB 활용을 위한 플랫폼 정보체계(IA) 및 모듈 기능 작성
  - UI 디자인(안)
  - IA 및 모듈




**[웹 기반 오픈 플랫폼에 적용되는 내용]**

**2) 2차년도 연구개발 내용**

**주관연구기관(패시브제로에너지건축연구소[IPAZEB])**

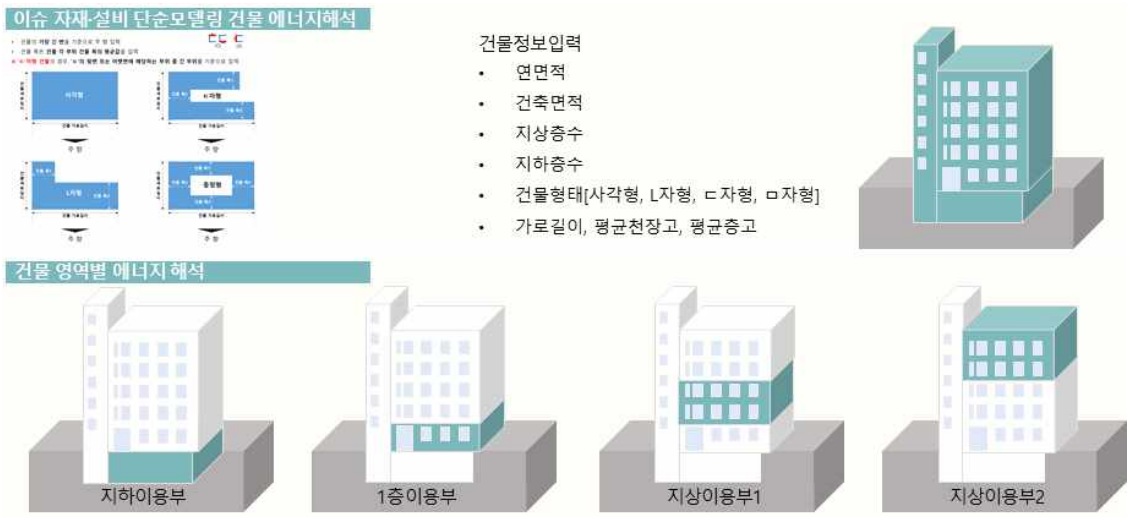



**[2차년도 연구개발 내용]**

○ **패시브 이슈 자재 에너지성능 평가 방법 도출 및 성능정보 DB 구축**

- 건물 부위별 열교 차단재 에너지성능 평가 방법 도출
  - 단체표준 마련
- 창호프레임(커튼월 포함) 자재 인증 및 정보 구축
  - 커튼월 에너지 성능평가시 부품별 성능 영향 분석
  - 시공이력을 포함한 시공 가이드(ift Rosenheim RAL 창호 시공기준 참조) 작성 방법 마련
  - 인증 기준 마련 및 성능측정 3건 완료
  - 웹서비스를 위한 DB 구축
- 기밀확보 창호 설치 공법 자재 인증 및 정보 구축
  - 에너지 품질 보증을 위한 창호 설치 상세도 작성방법 마련
  - 시공이력을 포함한 시공 가이드(ift Rosenheim RAL 창호 시공기준 참조) 작성 방법 마련
  - 인증 기준 마련 및 성능측정 2건 완료
  - 웹서비스를 위한 DB 구축

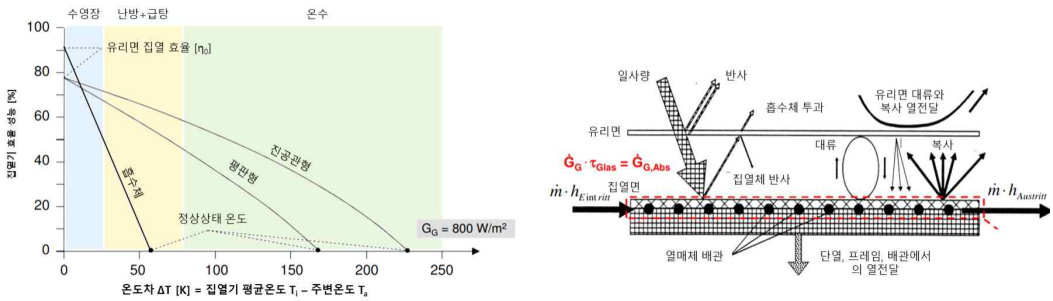
○ **액티브 평가 표준모델 및 성능계산 TOOL 개발 (에너지 요구량)**




**[건물정보입력 단순화 방안]**

- 건물정보는 DIN V 18599 기준 단순화 방안을 참조하여 건축물대장 정보 기반 모델링 작성
- 건물에너지요구량은 ISO 52016-1을 기반으로 작성하며, 이슈 패시브 자재 포함 상세 건물 에너지 요구량 밸런스 알고리즘 적용 (비냉난방공간-ISO 13789기준, 지중 및 지하실 공간 열해석-ISO 13370기준 등)

○ **액티브 이슈 자재(태양열이용 난방/급탕)별 에너지 알고리즘, 성능평가 방법, 설치상세도 및 유지관리 가이드 작성방법 마련**

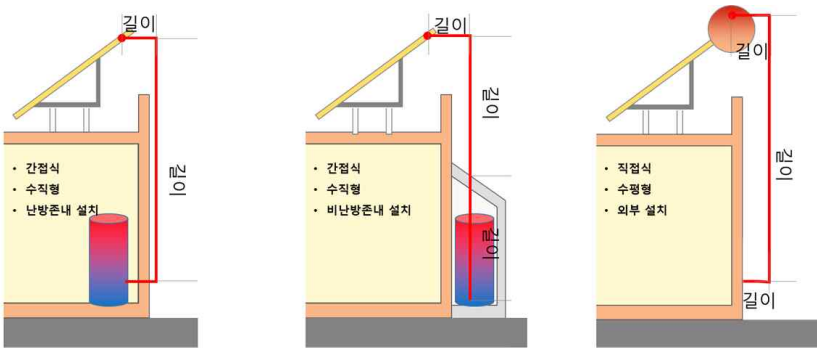



**[(좌) 집열기 효율 곡선, (우) 집열기 열전달 항목]**

- 태양열이용 난방/급탕 에너지성능 해석 알고리즘 분석
  - 평판형 및 진공관형 집열기 조사(효율곡선) 및 국내외 시험 평가 방법(ISO 8295) 조사
  - 집열기(진공관형) 집열 면적 산정 방법 및 효율 성능 조사

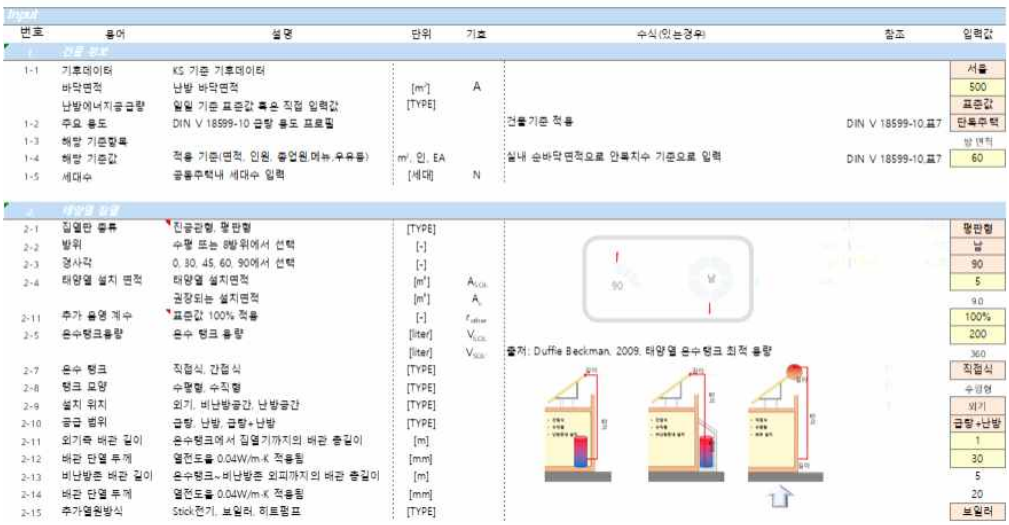
- 태양열 온수탱크 열손실 계수 (US) 시험 평가 방법(KS ISO 9459-2) 조사
- DIN V 18599-5: 2018 및 DIN V 18599-8:2018 기준에 따른 태양열 난방/급탕 에너지 공급량 알고리즘 분석
- 태양열 연결 배관 열손실 알고리즘 조사 및 분석
- 태양열 적정 설계 면적 산정 및 적정 온수 탱크 용량 산정 관련 계산 방법 알고리즘 분석
- 적용 보일러 종류별 효율 성능 에너지 해석 알고리즘 분석
- 태양열 순환펌프 및 보일러 순환펌프 보조설비 에너지 소요량 알고리즘 분석

▪ 태양열 이용 난방/급탕 에너지 표준값 도출
- 국내 16개 지역 ISO 52010-1 기준 일사량 DB( 8방위 및 기울기(0,30,45,60,90) 마련
- DIN V 18599-8:2018 기준 집열기 표준값 DB 조사
- DIN V 18599-5:2018 기준 보일러 유형별 표준값 DB 조사
- 국내 태양열 온수탱크 설치 방식에 따른 구분 및 해석 범위 설정

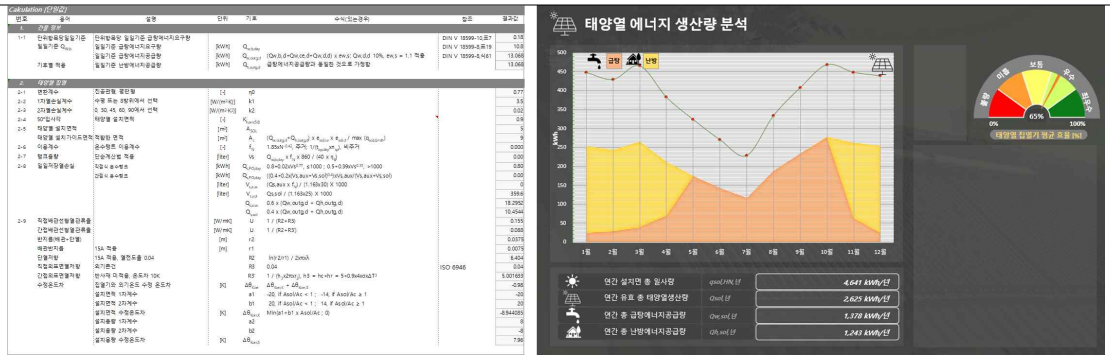



**[태양열 온수탱크 설치위치에 따른 배관 열손실 범위 지정]**

▪ 월별 태양열 난방/급탕 에너지공급량 해석 Tool 및 매뉴얼 개발
- 월별 태양열 이용 난방/급탕 에너지 성능계산 Tool 개발
- Input⇒Calculation⇒Output 모듈방식 알고리즘 및 UI 적용



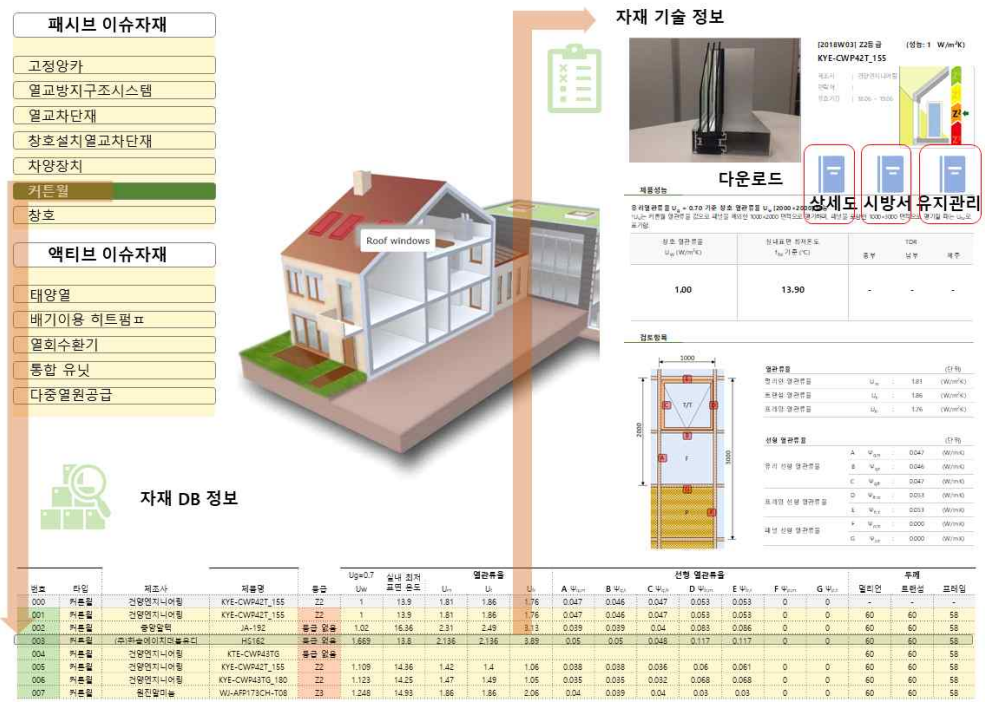

**[태양열 난방/급탕 에너지 공급량 해석 Input]**
- 적정 집열 설계 면적 및 온수탱크 용량 정보 제공
- 국내 기후 데이터 기반 난방/급탕에너지 공급량 정보 제공
- 집열기 온도 및 주변 온도차는 DIN V 18599-8:2018 표준값 적용




**[태양열 난방/급탕 에너지 공급량 해석 Calculation, Output]**

## ○ Easy 사용환경 기반 참여형 오픈 플랫폼 서비스별 화면 설계

- 플랫폼 제공 서비스 항목 도출
  - **자재(DB) 정보서비스, 에너지(performance calculation) 정보 서비스, 커뮤니티(feedback) 서비스, 플랫폼 운영지원(management)**으로 구성
- 플랫폼 제공 서비스별 화면 설계
  - 자재 정보 서비스 화면구성 설계 및 프로세스 디자인
  - 패시브, 액티브 이슈자재 항목 선택, DB 항목 이동 후 자재 선택 시, 관련 기술정보(성능, 표준 디테일, 시방서, 유지관리 지침서 등)제공




**[이슈 자재 화면 구성 및 정보 확인 프로세스]**

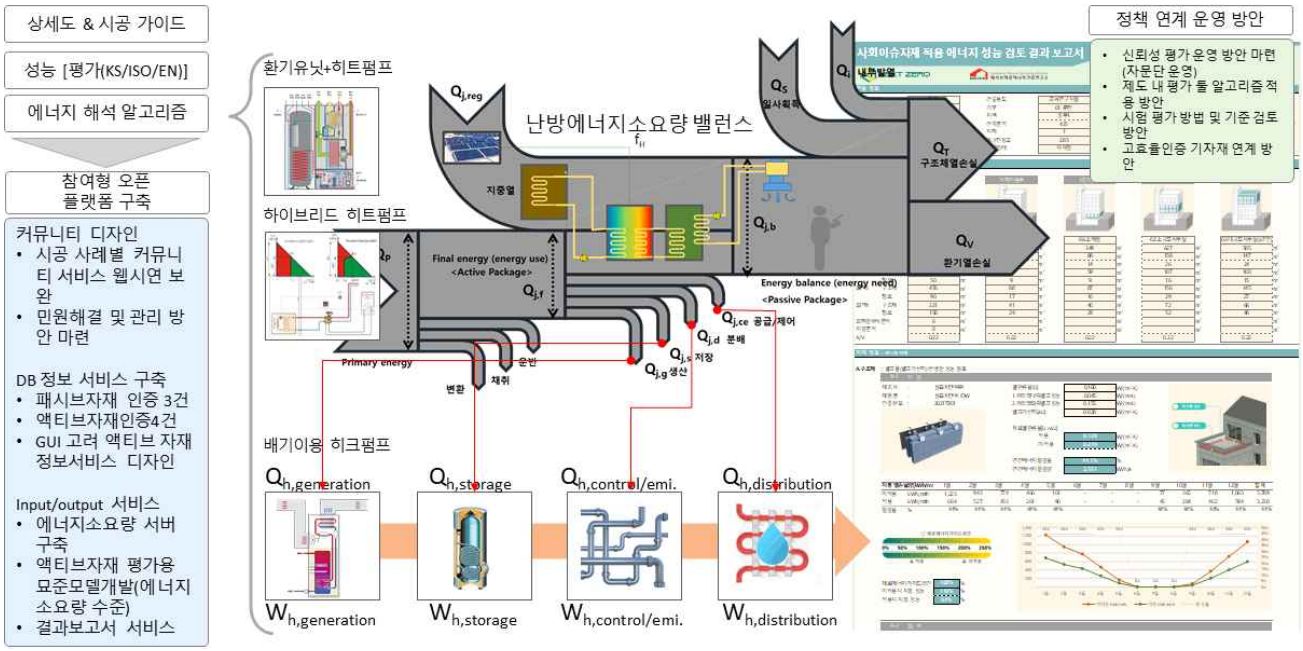
**공동연구기관(한국에너지공단[KEA])**

## ○ 최신 기술 및 공법에 대한 KEA 플랫폼 연계 방안 마련

- 한국에너지공단 플랫폼 분석 및 연계활용방안 도출
  - 제로에너지빌딩 인증시스템, 건축물에너지효율등급 인증시스템, EG-TIPS 에너지온실가스 종합정보 플랫폼, 재생에너지 클라우드 플랫폼, 효율관리제도 사이트, 온실가스감축상생 플랫폼 정보체계(IA, information Architecture) 분석
  - 플랫폼 간 연계 사례 및 서비스 조사(ZEB 소개, 인증제도, 정보마당, 지원활동, 고객센터) 및 시나리오별 맞춤 서비스 환경 마련(유관기관 및 관심 기술·사업 간 매칭 또는 MOU 지원)
  - 타 플랫폼의 지자체별 투자 사업정보, 사용자 서비스 이용현황 등 정보 수집을 통해 사업·연구 수행으로 이어져 산업 활성화 및 기술 확대 지원

### 3) 3차년도 연구개발 내용

**주관연구기관(패시브제로에너지건축연구소[IPAZEB])**



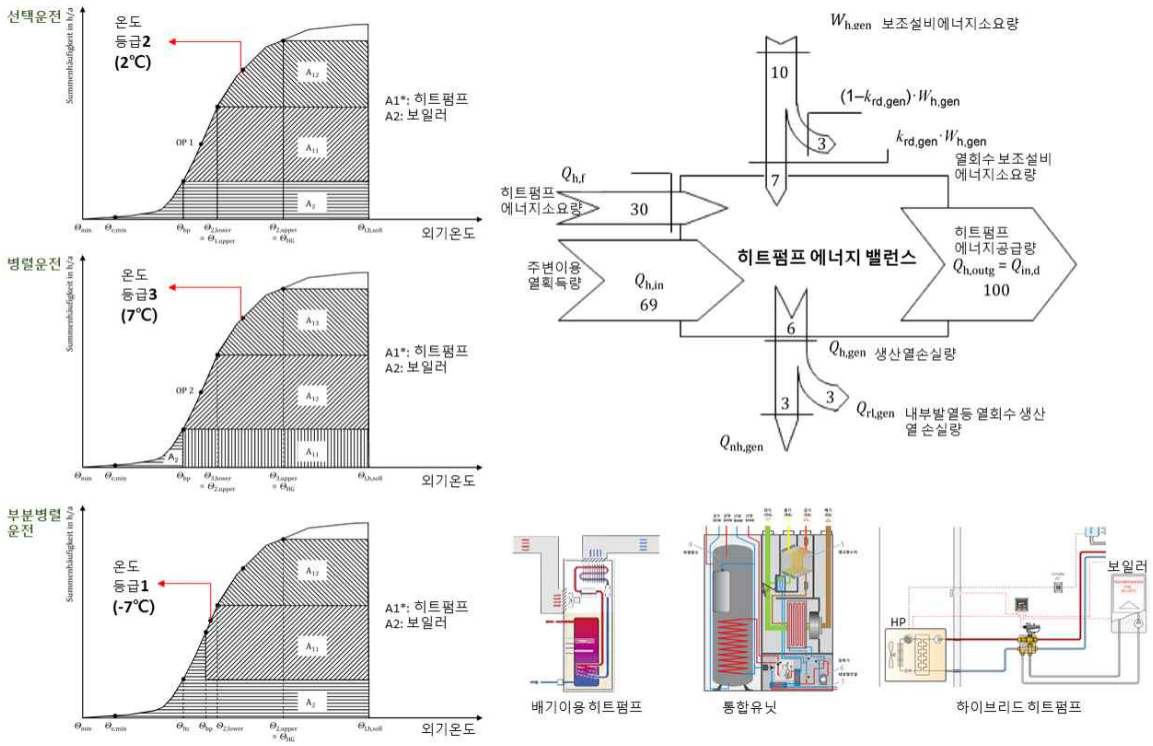

**[3차년도 연구개발 내용]**

○ **액티브자재 평가용 표준 모델 개발 (에너지 소요량)**

- 국내 EPI(건축물에너지절약기준)을 반영한 평가 모델 개발
  - 독일 ENEV 2016 주거/비주거 평가 모델을 참조하여 계산 인자에 필요한 항목 도출
  - One zone model 기반 표준 모델 적용
  - 별도의 연구가 필요한 항목에 대해서는 사전 표준값을 적용하고 향후 연구를 통한 표준값 변경

○ **액티브 이슈 자재(배기이용 히트펌프, 열회수환기+히트펌프, 하이브리드 히트펌프 운전)별 에너지 알고리즘, 성능평가방법 및 유지관리 가이드 작성방법 마련**

- 히트펌프 알고리즘 분석 및 작성
  - BIN법 시간별 기후 데이터를 바탕으로 EN 14511 기준 온도등급(-7℃,2℃,7℃,15℃)별 성적계수(COP) 평가방법 고려
  - 냉방성적 계수(EER)는 부분 부하를 고려한 통합냉방효율(IEER)기준 적용 평가 방법 고려
  - 배기 이용 히트펌프는 실내 온도를 이용하기 때문에 난방 [20℃], 냉방 [27℃] 기준 성적 계수 고려
  - 실제 온도 기준에서의 성능 평가를 위한 알고리즘 적용 (수정 성적계수 적용)
  - 부분부하 운전을 고려한 인버터 히트펌프의 운전 모드 고려
  - 하이브리드 운전시 선택모드/ 병렬모드/ 부분병렬모드에 따른 알고리즘 적용
  - 히트펌프 에너지 밸런스 뿐만 아니라 저장/분배를 고려한 에너지 해석 알고리즘 포함
  - 배기이용 히트펌프, 열회수환기+히트펌프, 하이브리드 히트펌프 관련 설치 위치 및 보일러 연계방안 고려
  - 추가적인 팬/펌프 등 보조설비에너지 사용량에 대한 알고리즘 반영하여 향후 관련 펌프 제어장치, 센서에 의한 PID 제어 등 기술 개발 항목과의 연계 고려 [모듈화 방식 알고리즘 체계 작성]
  - 국외기준 적합성 검증을 위해 자문회의를 통한 각 시스템별 성능 평가 방법 확인




**[히트펌프 관련 에너지 밸런스와 하이브리드 운전 모드]**

○ **Easy 사용환경 기반 참여형 오픈 플랫폼 개발 (에너지 해석툴 S/W와 매뉴얼, 결과보고서 폼, 민원 해결 및 운영 관리방안 마련 등)**




**[에너지해석Tool 개발 및 웹 플랫폼 구현]**

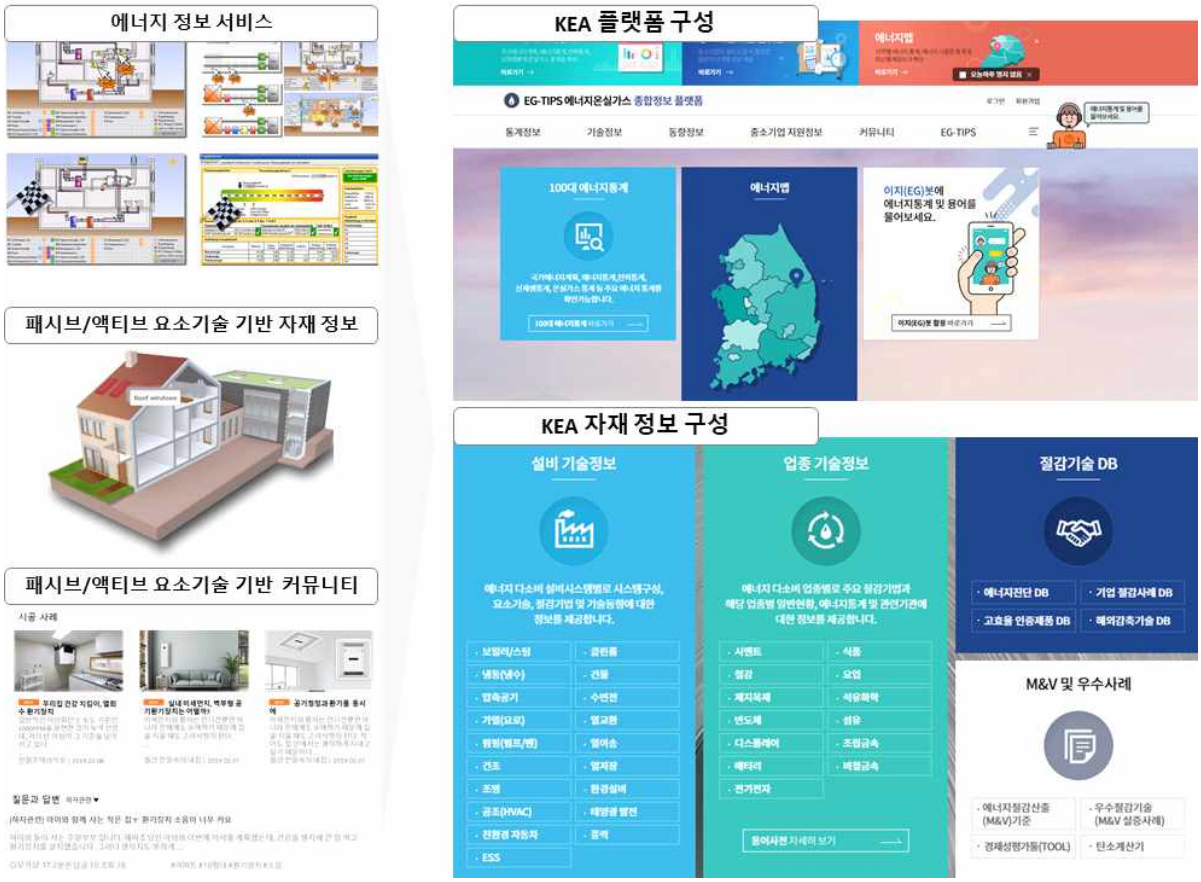
- 에너지해석툴 개발 및 매뉴얼 작성
  - 요소기술 표준 모델/ 평가용 표준 모델 대비 에너지 절감량 평가 툴/ 매뉴얼 개발
  - 계산용 코딩을 갖춘 별도 서버를 운영하여 웹서비스(input data/output data) 연계 구축
- 이슈화된 자재 DB 및 시공사례 구축
  - 사용자 환경을 고려한 시공사례 커뮤니티 GUI 및 자재 정보 서비스 디자인
  - 자재 정보서비스, 에너지정보 서비스, 커뮤니티 서비스 제공 웹 플랫폼 구축
- Easy 사용 환경 기반 참여형 오픈 플랫폼 개발
  - GUI 환경의 입력이 쉽고 용이하도록 구축
  - 패시브 요소 기술/ 액티브 요소 기술에 대한 에너지 성능 평가, 자재 성능 평가 및 인증기준/시험방법 그리고 세부적인 내용을 담은 결과보고서 서비스 제공으로 건축주, 시공사, 발주자 뿐만 아니라 자재사 등 다양한 계층을 위한 정보 플랫폼 구축

- 오픈 커뮤니티 구성 및 운영 관리 방안
  - 최신 기술 및 공법 소개 등 커뮤니티를 통해 이슈화 된 자재에 대한 인증 시스템이 쉽게 구현되도록 관리
  - 시공 사례를 통해 인증/시험, 알고리즘, 제품 정보 등 다양한 피드백이 가능하며 지속적인 업데이트가 가능하도록 구성
  - 인증비용을 통해 지속적 관리가 이루어지며, 향후 최신 기술 제품에 대한 등록 및 체계가 용이 하도록 운영 방안 마련

**공동연구기관(한국에너지공단[KEA])**

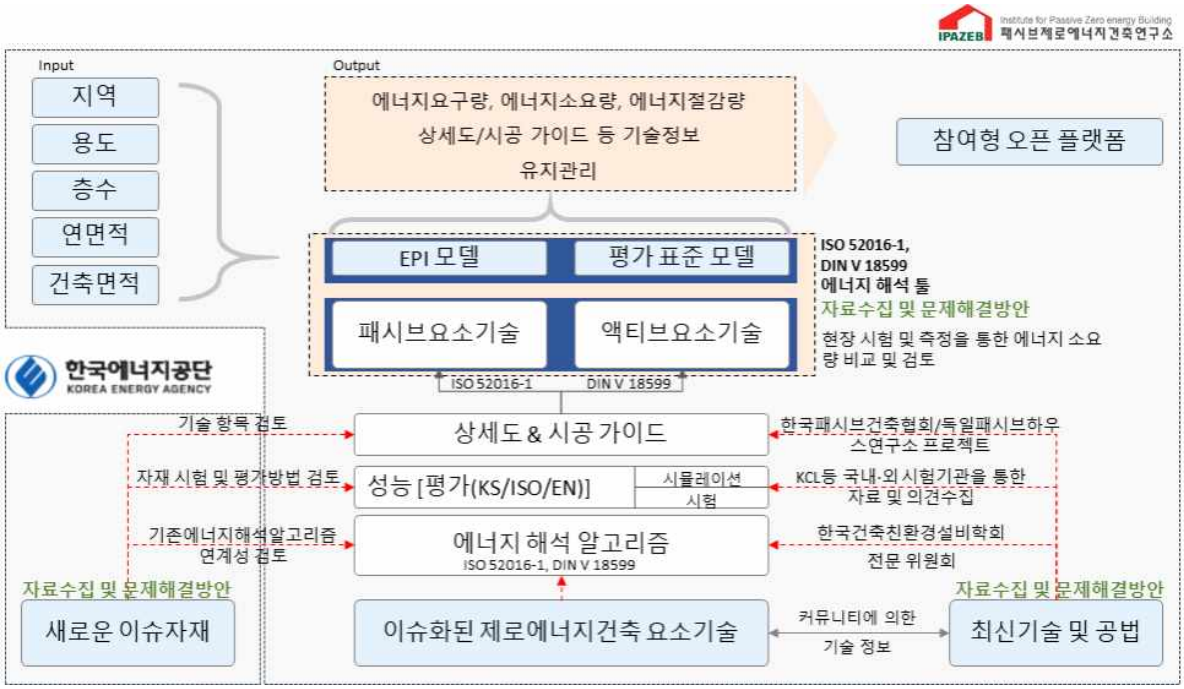
○ **정책 연계 운영 방안 마련**

- 고효율기자재 신규품목 확대 프로세스와 웹플랫폼 연계(안) 제시
- EG-TIPS 설비별 자료에 이슈자재 항목 추가 프로세스(안) 제시
- EG-TIPS M&V 우수사례 및 고효율기자재 신규품목 확대 연계(안) 제시
- 에너지절약계획서 검토에 항목(커튼월 등) 추가 프로세스(안) 제시




**[사회이슈 자재에 대한 다양한 정보 제공으로 향후 KEA 연계 및 정책연계 가능성 검토]**

## 2-2. 연구개발 추진전략 • 방법




**[연구과제 진행 시 문제 해결 방안]**

○ **ISO 52016-1, DIN V 18599 기반 건물에너지 알고리즘 분석 및 에너지 해석 툴**

- IPAZEB는 2017년부터 한국에너지공단에서 발주한 "제로에너지건물 Skill-UP 교육" 진행을 통해 건물에너지 알고리즘 교육 실시 및 제로에너지건축용 에너지 해석 툴 개발 연구를 진행함, 이로 인한 알고리즘 이해 및 자료 수집을 현재 진행 중
- 현장 시험 및 측정을 통한 에너지 소요량 알고리즘 비교 및 검토 수행

○ **최신기술 및 공법에 대한 자료 수집 및 문제 해결 방안**

- IPAZEB은 한국건축친환경설비학회 부설연구소로 이미 전문위원회를 구성하고 있으며, 이를 통한 알고리즘 문제 해결 제시
- 성능평가 관련 기술은 에너지연구소한국생활환경시험연구원(KCL)과 MOU 체결이 되어있으며, 시험기반 관련 자료 수집 및 문제 해결 가능
- 국내 패시브하우스 혹은 제로에너지건물에 적용된 사례를 바탕으로 상세도 및 시공 가이드 제작을 위한 자료 수집이 가능하며, IPAZEB은 2011년부터 컨설팅, 인증 등 다수의 프로젝트를 수행하여 많은 사례 및 문제점을 인지하고 있음

○ **고효율 자재에 대한 자료 수집 및 문제 해결 방안**

- 한국에너지공단은 인증을 위한 자재별 시험평가방법과 사례가 충분하여 이에 대한 자료 분석 및 수집이 용이함
- IPAZEB에서 제공되는 에너지 알고리즘 기반의 필요 성능항목 정리 및 추가적인 시험 방법에 대한 검토를 진행하여 실질적이고 실효성있는 정보 구축이 가능하도록 연구 진행

## 2-3. 연구개발 추진체계

| 연구개발과제 | | 총 참 여 연 구 원 |
|---|---|---|
| (총괄)과제명 | 제로에너지 건축물 시장 생태계의 확대와 자재산업의 정책연계 인프라 마련을 위한 웹기반 온라인 소통 플랫폼 구축 | 주관연구책임자<br>(박성중)외 총 8명 |

| 기 관 별 참 여 현 황 | | |
|---|---|---|
| 구 분 | 연구기관수 | 참여연구원수 |
| 대 기 업 | | |
| 중견기업 | | |
| 중소기업 | | |
| 대 학 | | |
| 국공립(연) | | |
| 출 연 (연) | 1 | 6 |
| 기 타 | 1 | 3 |
| 계 | | |

| [주관연구기관]<br>**패시브제로에너지건축연구소** | |
|---|---|
| 제로에너지 건축물 시장 생태계의 확대를 위한 웹기반 온라인 소통 플랫폼 구축 | |
| 연구책임자명 (박성중)외 4명 | |
| 담당기술개발내용 | |
| **추진 연도** | ▪ 패시브이슈 자재인증 및 정보구축 |
| 1차년도 | ⊙ 외벽(점형/선형열교포함)<br>⊙ 열교차단재(발코니, 파라펫) |
| 1·2차년도 | ⊙ 창호설치열교차단재<br>⊙ 창호프레임(커튼월)<br>⊙ 기밀확보 창호설치공법 |
| 3차년도 | ⊙ 출입문<br>⊙ 차양장치 |
| **추진 연도** | ▪ 액티브이슈 자재인증 및 정보구축 |
| 2·3차년도 | ⊙ 액티브 평가표준 모델 개발<br>⊙ 태양열이용 난방/급탕 |
| 3차년도 | ⊙ 배기이용 히트펌프<br>⊙ 열회수환기+히트펌프<br>⊙ 하이브리드 히트펌프운전 |
| **추진 연도** | ▪ Easy 사용환경 기반 참여형 오픈 플랫폼 구축 |
| 1·2·3차년도 | ⊙ 시공 사례별 커뮤니티 서비스 |
| 1·2·3차년도 | ⊙ 사용자 환경을 고려한 요소기술 정보서비스 |
| 3차년도 | ⊙ Input & Output 서비스<br>⊙ 민원해결 및 운영관리 방안 |

| [공동연구기관]<br>**한국에너지공단** | |
|---|---|
| 자재산업의 정책연계 운영방안 마련 | |
| 연구책임자명 (정현채)외 2명 | |
| 담당기술개발내용 | |
| **추진 연도** | ▪ 국내 자재 정보 서비스 기반 마련 |
| 2차년도 | ⊙ 플랫폼 연계활용 방안 |
| 3차년도 | ⊙ 정책연계 운영방안 |

## 2-4. 추진 일정

| 1차년도 | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 일련번호 | 연구내용 | 추진 일정 | | | | | | | | | | | | 연구개발비 (단위: 천원) | 책임자 (소속기관) |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | | |
| 1 | 외벽 (점형/선형열교 포함) | | | | 에너지 알고리즘 | | 성능 평가 | | 설치상세도 | | 시공가이드 | | 유지관리가이드 | | 30,000 | IPAZEB |
| 2 | 열교차단재 (발코니, 파라펫) | | | | | 에너지 알고리즘 | | 성능 평가 | | 설치상세도 | | 시공가이드 | | 유지관리가이드 | 30,000 | IPAZEB |
| 3 | 창호설치 열교차단재 | | | | | 에너지 알고리즘 | | 성능 평가 | | | | | | | 10,000 | IPAZEB |
| 4 | 창호프레임(커튼월) | | | | | 에너지 알고리즘 | | 성능 평가 | | | | | | | 10,000 | IPAZEB |
| 5 | 기밀 방지 창호설치공법 | | | | | | | | | 에너지 알고리즘 | | 성능 평가 | | | 10,000 | IPAZEB |
| 6 | 시공 사례별 커뮤니티 서비스 | | | | UI디자인 | | | 신뢰성확보방안 | | | | 최신기술/공법커뮤니티 | | | 10,000 | IPAZEB |
| 7 | 사용자 환경을 고려한 요소기술 정보 서비스 | | | | | | | | | 인증자재별 인증기준 및 시험방법 가이드 | | 패시브이슈자 재인증 및 정보 | | | 20,000 | IPAZEB |
| 2차년도 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 일련번호 | 연구내용 | 추진 일정 | | | | | | | | | | | | 연구개발비 (단위: 천원) | 책임자 (소속기관) |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | | |
| 1 | 창호설치 열교차단재 | 설치상세도 | 시공가이드 | | 유지관리가이드 | | | | | | | | | 14,000 | IPAZEB |
| 2 | 창호프레임 (커튼월) | | 설치상세도 | | 시공가이드 | | 유지관리가이드 | | | | | | | 40,000 | IPAZEB |
| 3 | 기밀 방지 창호설치공법 | | 설치상세도 | | 시공가이드 | | 유지관리가이드 | | | | | | | 7,000 | IPAZEB |
| 4 | 액티브 평가표준 모델 개발 | 평가표준모델개발 1 | | | | | | | | | | | | 14,000 | IPAZEB |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | 태양열이용 난방/급탕 | 에너지 알고리즘 조사 및 분석 | | | | 태양열 급탕 적정용량 산정 S/W 개발 | | | | | | | | 25,000 | IPAZEB |
| 6 | 시공 사례별 커뮤니티 서비스 | UI디자인 | | | | | 신회성확보방안 | | 최신기술/공법 커뮤니티 | | | | | 10,000 | IPAZEB |
| 7 | 사용자 환경을 고려한 요소기술 정보 서비스 | | | | | | | 인증자재별 인증기준 및 시험방법 가이드 | 자재 인증 및 정보 | | | | | 24,000 | IPAZEB |
| 8 | 한국에너지공단이 운영하는 대국민서비스 플랫폼 연계 | 에너지 알고리즘 | | 성능평가 | | | | 설치상세도 | | 시공가이드작성 | | 유지관리가이드 | | 6,000 | KEA |

3차년도

| 일련번호 | 연구내용 | 추진 일정 | | | | | | | | | | | | 연구개발비 (단위: 천원) | 책임자 (소속기관) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | | |
| 1 | 출입문 단열&기밀확보 공법 | | | 에너지 알고리즘 조사 및 분석 | | | | 출입문 기밀확보 설계/시공 가이드라인 | | | | | | 15,800 | IPAZEB |
| 2 | 차양장치 | | | | 에너지 알고리즘 조사 및 분석 | | | | 비SCI 논문 | | | | | 40,800 | IPAZEB |
| 3 | 액티브 평가표준 모델 개발 | 평가표준모델개발 2 | | | | | | | | | | | | 44,200 | IPAZEB |
| 4 | 배기이용 히트펌프 | 에너지 알고리즘 조사 및 분석 | | | | 단체표준 | | | | | | | | 36,200 | IPAZEB |
| 5 | 열회수환기 +히트펌프 | 에너지 알고리즘 조사 및 분석 | | | | 단체표준 | | | | | | | | 36,000 | IPAZEB |
| 6 | 하이브리드 히트펌프운전 | 에너지 알고리즘 조사 및 분석 | | | | SCI 논문 | | | | | | | | 36,000 | IPAZEB |
| 7 | 시공 사례별 커뮤니티 서비스 | 플랫폼 구축 및 기술임치 | | | | | | | | | | | | 80,000 | IPAZEB |
| 8 | Input & Output 서비스 | 건물정보 입력 | | 에너지해석툴 개발 | | | | 에너지해석툴 매뉴얼 | | | 결과보고서 | | | 30,600 | IPAZEB |
| 9 | 민원해결 및 운영관리 방안 | | | | | | | | 민원해결방안 | | | 운영관리방안 | | 6,400 | IPAZEB |
| 10 | 정책 연계 운영 방안 | | | | | | | | | 운영방안 | | | 정책 운영방안 | 14,000 | KEA |

# 3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도

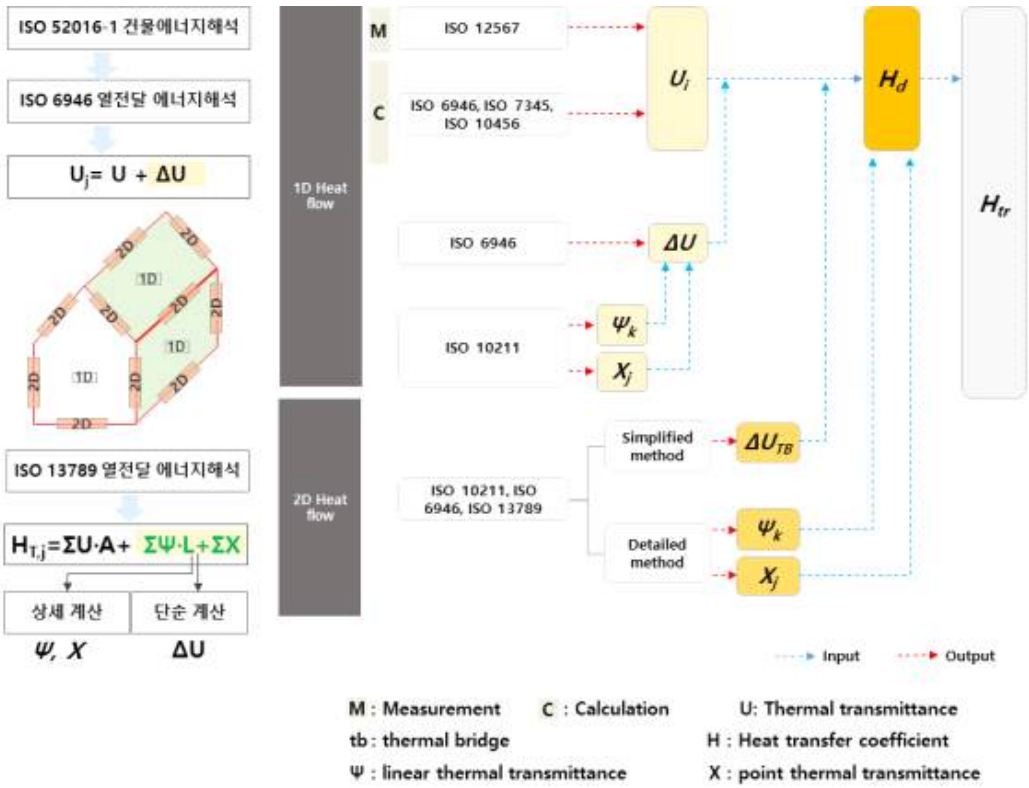
## 3-1. 연구수행 결과

### 1) 1차년도 연구성과

| | | |
|---|---|---|
| 성과명 | 패시브 이슈자재 인증 및 정보구축<br>[외벽(선형점형열교 포함), 열교차단재(발코니,파라펫), 창주변열교차단재, 창호프레임(커튼월), 기밀 확보 창호설치공법] | 성과증빙자료<br>1차년도 A-1-① · ②<br>1차년도 A-2-① · ②<br>1차년도 A-3-①, A-4-①, A-5-① |
| 최종목표 | 패시브 이슈자재 평가 방법 마련 및 기존 에너지 해석 알고리즘과의 연계성 마련 | |

| 코드 | 세부 목표 |
|---|---|
| A-1-① · ② | • 외벽 시스템(선형·점형열교 포함) 에너지 해석 알고리즘 및 평가방법 국내·외 자료 조사 및 분석<br>• 평가체계 및 기술자료 마련 |
| A-2-① · ② | • 열교차단재 에너지 해석알고리즘 및 평가방법 국내·외 자료 조사 및 분석<br>• 평가체계 및 기술자료 마련 |
| A-3-① | • 창주변열교차단재 에너지해석 알고리즘 및 평가방법 국내·외 자료 조사 및 분석 |
| A-4-① | • 창호프레임 에너지 해석 알고리즘 및 평가방법 국내·외 자료 조사 및 분석 |
| A-5-① | • 기밀확보 창호설치관련 에너지 해석 알고리즘 및 평가방법 국내·외 자료 조사 및 분석 |

| | |
|---|---|
| 1차년도 계획 | • 구조체 및 열교 열전달 상세 에너지 해석 알고리즘 분석<br>• 평가방법에 따른 패시브 이슈자재 검토<br>• ift Rosenheim 기관 창호프레임, 기밀 확보 창호 설치 공법 및 기밀측정 조사 |
| 1차년도 수행내용 | • **구조체 및 열교 열전달 에너지 해석 알고리즘 분석[A-1, A-2, A-3, A-4]** |

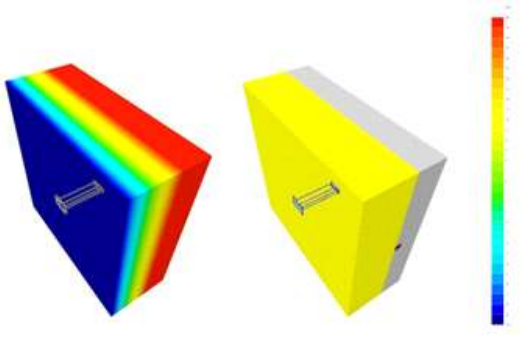
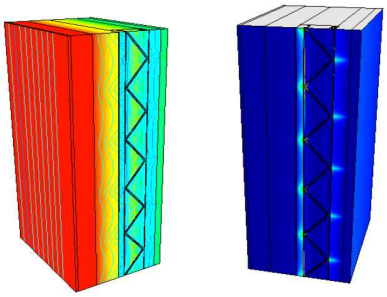



**[구조체 에너지 해석 알고리즘 체계화]**

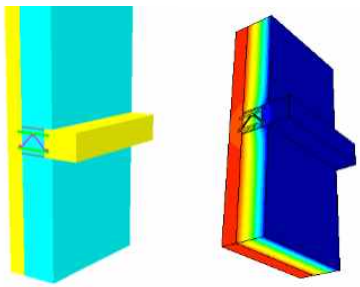
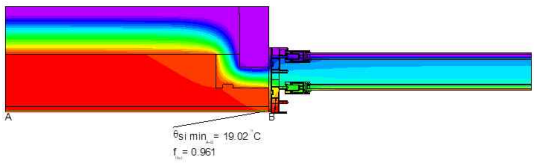
- 관련 국제 기준(ISO 13789, ISO 52016-1, DIN V 18599, DIN 4108-2) 분석을 통한 구조체 에너지 해석 알고리즘을 일차원 열류 및 이차원 열류로 분류함.
- 이차원 열류 중 내단열 및 외단열 외피 시스템에 따른 열교발생 부위 항목 도출

• **평가방법에 따른 패시브 이슈자재 검토**

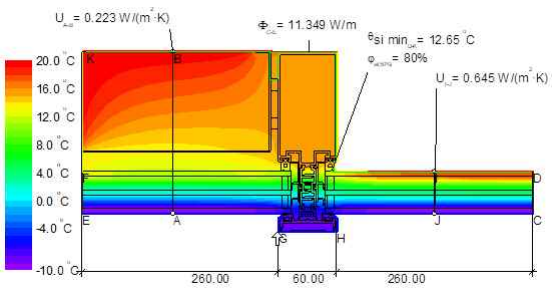
- 1차원 열류 패시브 이슈자재를 2종 선정 후 평가 방법에 따른 에너지성능을 검토함.

| 1D 열교차단재[EZ Block] | | | | | 1D 열교차단재[티푸스] | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|  | | | | |  | | | | |
| EZ Block(250mm) + 철근 콘크리트 2%(150mm, 목재 50*50 @610) | | | | | 석고보드 (9.5mm) 2장 + 투습방수지 + 글라스울 40K(100mm) + 글라스울 40K(120mm) | | | | |
| 지붕 열관류율 | 선형 열관류율 | 점형 열관류율 | 추가 열관류율 | 유효 열관류율 | 외벽 열관류율 | 선형 열관류율 | 점형 열관류율 | 추가 열관류율 | 유효 열관류율 |
| $U_R$ | $l \bullet \Psi$ | $n \bullet X$ | $\triangle U$ | $U_{R,eff}$ | $U_W$ | $l \bullet \Psi$ | $n \bullet X$ | $\triangle U$ | $U_{W,eff}$ |
| 0.131 | 없음 | 0.000 | 0.000 | 0.131 | 0.15 | 0.005 | 0.023 | 0.028 | 0.178 |

- 2차원 열류 패시브 이슈자재를 2종 선정 후 평가 방법에 따른 에너지성능을 검토함.

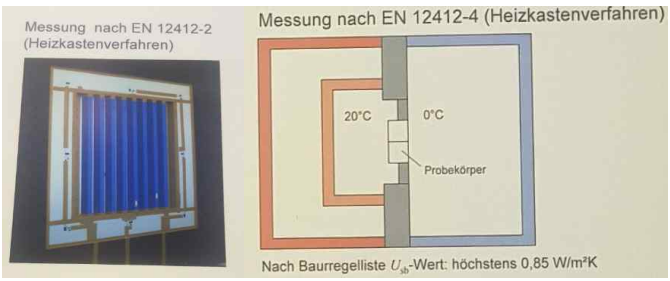
| 2D 발코니 열교차단재[TB Block] | | | | | 창주변 열교차단재[W150-RE] | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|  | | | | |  | | | | |
| TB-H150-D3 + 철근 콘크리트 2%(150mm, @300) | | | | | 로이복층유리창호(U=0.979W/m²K) + 철근 콘크리트 2%(150mm) + EPS 1종 1호(0.04W/mK, 50mm) | | | | |
| 선형 열관류율 | 점형 열관류율 | 적용 개수 | 추가 열관류율 | 유효 선형 열관류율 | 선형 열관류율 | | | $f_{Rsi}$ | 실내 표면 최저온도 |
| | | | | | 창호 상부 | 창호 하부 | 창호 측면부 | | |
| $\Psi$ | $X$ | $n$ | $\triangle U$ | $\Psi_{eff}$ | $\Psi_{Win,t}$ | $\Psi_{Win,b}$ | $\Psi_{Win,s}$ | - | $\theta_{\min}$ |
| -0.011 | 0.021 | 3.5 | 0.074 | 0.063 | 0.030 | 0.030 | 0.030 | 0.94 | 18.55 |

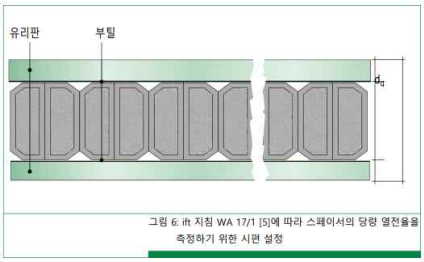
- 고효율 커튼월 프레임 자재 1종 선정 후 평가 방법에 따른 에너지성능을 검토함.

| 고효율 커튼월 프레임[KYE-CWP42T-155] | | | | |
|---|---|---|---|---|
|  | 열관류율 | 멀리언 | $U_m$ | 1.470 |
| | | 트랜섬 | $U_t$ | 1.490 |
| | | 프레임 | $U_f$ | 1.050 |
| | 유리 선형 열관류율 | | $\Psi_{g,t}$ | 0.035 |
| | | | $\Psi_{g,m}$ | 0.035 |
| | | | $\Psi_{g,f}$ | 0.032 |
| | 프레임 선형 열관류율 | | $\Psi_{f,t}$ | 0.068 |
| | | | $\Psi_{f,m}$ | 0.068 |
| 로이삼복층유리(U=0.645W/m²K) + 패널부(U=0.223W/m²K) + 고효율 커튼월 프레임 | 패널 선형 열관류율 | | $\Psi_{p,t}$ | 0.030 |
| | | | $\Psi_{p,m}$ | 0.030 |

**• Ift Rosenheim 기관 방문 및 기밀측정**

- 창세트, 프레임, 이중창의 물리적 실험방법에 대한 시험현장 방문 및 성능 평가방법(간봉, 이중창 등)에 대한 자문 진행
- 구조체, 창호프레임 열성능 평가방법에 대한 시물레이션 평가방법 자문 진행
- 평가방법을 기반으로 창호 기밀성능 측정 진행함.






**[창설치 및 간봉 평가방법(좌), 창호설치 기밀측정(우)]**

**질적성과**

**• 기술자료에 대한 자문단 평가 진행**

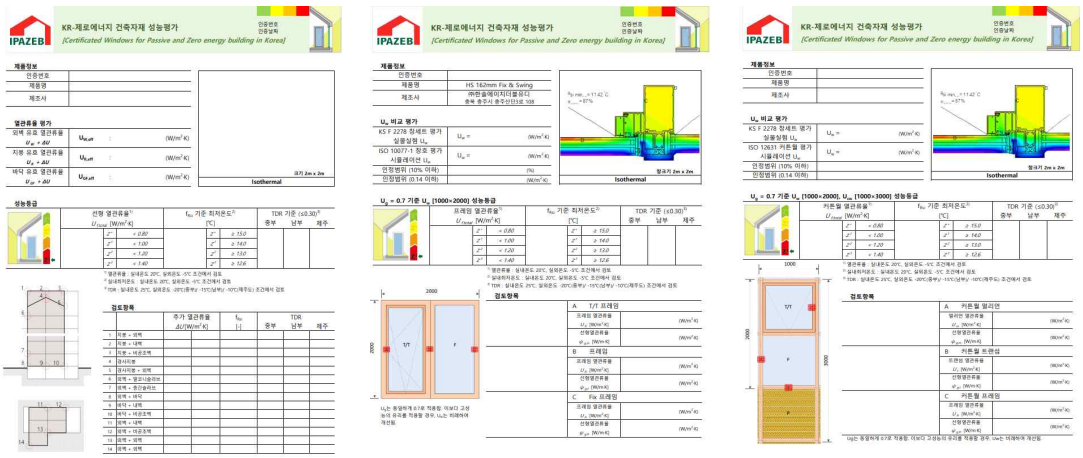
- 1차년도 연구내용을 바탕으로 작성된 기술자료에 대한 등급 판정을 위한 자문 진행

| 평가 일시 | 2019. 11. 27. | | 평가 장소 | | 서울대학교 교수회관 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 평가위원 | 소속 | | 직급 | | 성명 | | |
| | (사) 한국패시브협회 | | 협회장 | | 최정만 | | |
| | 아주대학교 공학연구소 | | 소장 | | 조윤범 | | |
| | 인하대학교 건축학부 | | 교수 | | 조재훈 | | |
| 평가 결과 | 구분 | | 위원1 | 위원2 | 위원3 | 종합 | 등급 |
| | A-1 | 외벽(점형/선형열교 포함) 에너지알고리즘 및 성능 평가방법 보고서 | 87.5 | 100 | 87.5 | 91.6 | S |
| | A-2 | 열교차단재(발코니, 파라펫) 에너지알고리즘 및 성능 평가방법 보고서 | 89.5 | 100 | 89.5 | 93 | S |
| | A-3 | 창호 설치열교 차단재 에너지알고리즘 및 성능 평가방법 보고서 | 90 | 100 | 90 | 93.3 | S |
| | A-4 | 창호프레임(커튼월) 에너지알고리즘 및 성능 평가방법 보고서 | 90 | 100 | 90 | 93.3 | S |
| | A-5 | 기밀방지 창호설치공법 에너지알고리즘 및 성능 평가방법 보고서 | 84 | 100 | 86 | 90 | S |

| 성과명 | Easy 사용 환경 기반 참여형 오픈 플랫폼 구축<br>[시공 사례별 커뮤니티 서비스 · 요소기술 정보 서비스 마련] | 성과증빙자료<br>1차년도 C-1-①, C-2-①, C-2-② |
|---|---|---|
| 최종목표 | 패시브 이슈자재 평가 방법 마련 및 기존 에너지 해석 알고리즘과의 연계성 마련 | |

| 코드 | 세부 목표 |
|---|---|
| C-1-① | • 성능정보 DB 웹플랫폼 게시용 디자인(안) 개발 |
| C-2-① | • 플랫폼 정보체계(IA) 및 모듈 개발 보고서 |
| C-2-② | • 패시브이슈자재 3건에 대한 에너지 성능 측정 및 성능정보 DB구축 |

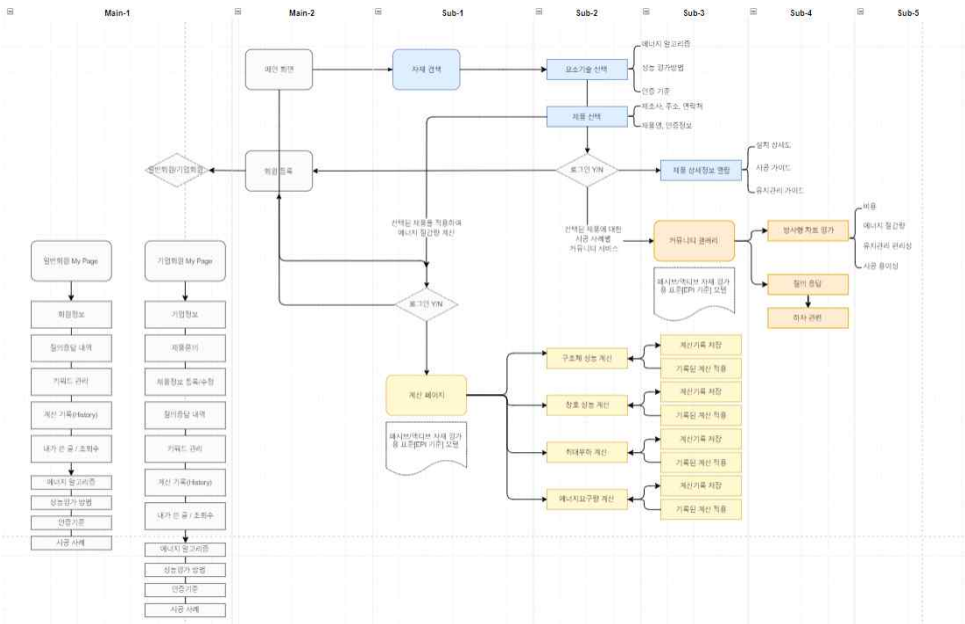
| | |
|---|---|
| 1차년도 계획 | • 패시브이슈자재별 성능정보 웹 게시용 디자인(안) 개발<br>• 커뮤니티 서비스 마련을 위한 IA 및 Flow chart 작성<br>• 패시브이슈자재 3건에 대한 성능 시험 및 에너지 평가방법 비교 검증 |
| 1차년도 수행내용 | • **패시브이슈자재별 성능정보 DB 디자인(안) 개발**<br>- 객관적 성능정보 확인 및 사용자 사용환경을 고려하여 개발(제품성능, 상세성능 구별)<br>- 패시브이슈자재(구조체, 창호 프레임, 커튼월 프레임) 평가방법에 따른 항목값 제시 |



**[구조체, 창호 프레임, 커튼월 프레임 자재 DB 성능정보 디자인(안)]**

• **커뮤니티 서비스 마련을 위한 IA 및 Flow chart 작성**

- 국내·외 자료 조사 및 분석을 통해 서비스 이용 · 자재 정보 서비스 · 커뮤니티 서비스 · 에너지 성능해석 툴 모듈로 구성하여 IA(Information Architecture) 작성
- IA를 반영한 웹 플랫폼 플로우 차트(Flow Chart) 작성, 모듈 간 연계 기능 확인

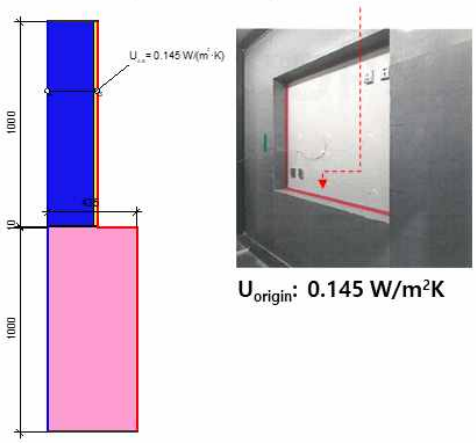
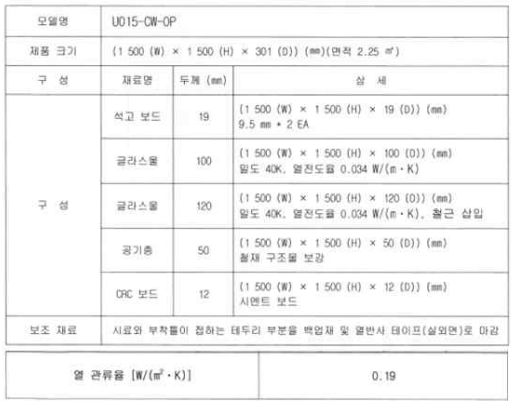



**[플랫폼 구축을 위한 Flow Chart 마련]**

• **패시브이슈자재 3건에 대한 에너지 성능 측정 실험(Kolas) 및 결과분석**

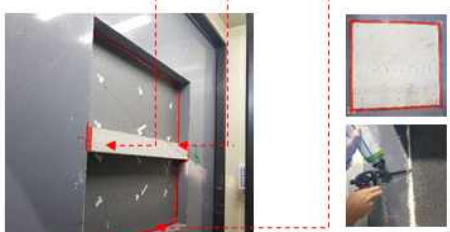
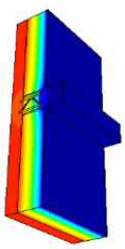
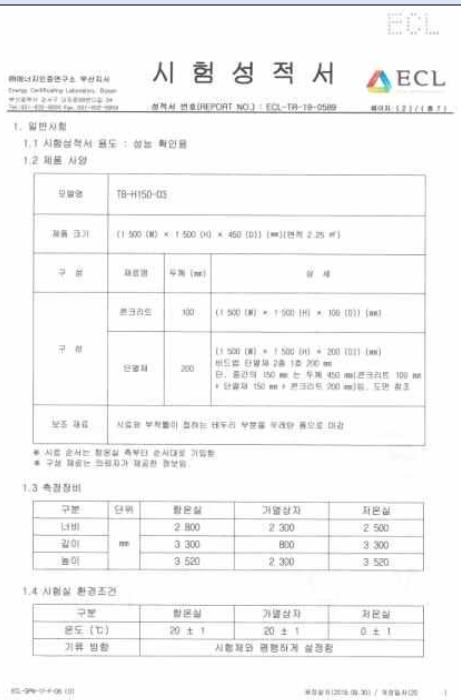
- 열교방지구조시스템, 발코니 열교차단재, 커튼월(백패널)에 대한 시험 진행

1) 열교방지구조시스템[단열프레임]

| 실험값-시뮬레이션 결과값 비교 | KS F2278 열관류율 시험 평가 결과 |
|---|---|
| $U = U_{origin}+\Delta U_{line}+\Delta U_{point}+\Delta u_{install} = 0.19$<br>  <br><br>$U_{origin}$: 0.145 W/m²K<br>[3D 전열해석 시뮬레이션 값]<br>Ψ = 0.0528W/mK<br>$\Delta U_{line}$ = Ψ×l / A = 0.44 W/m²K<br>U= $U_{origin}+\Delta U_{line}+\Delta U_{point}+\Delta u_{install}$= 0.19 m²K |  <br>시험체 사진<br>  |



2) 발코니 열교차단재

| 열교방지구조시스템[단열프레임] | |
|---|---|
| 실험값-시뮬레이션 결과값 비교 | KS F2278 열관류율 시험 평가 결과 |
| $U = U_{origin}+\Delta U_{line}+\Delta U_{point}+\Delta u_{install} = 0.19$<br>  <br>$U_{origin}$: 0.15 W/m²K<br>  <br>점형고려 9.853W<br>점형미고려 9.239W<br>순수 점형 0.614W<br>χ 0.025W/K<br>$\Delta U_{point}$ 0.055W/m²·K<br>$U = U_{origin}+\Delta U_{line}+\Delta u_{point}$<br>= 0.15+0.014+0.05<br>= 0.219W/m²K<br>[3D 전열해석 시뮬레이션 값]<br>Ψ = 0.021W/mK<br>$\Delta U_{line}$ = Ψ×l / A = 0.014 W/m²K<br>U= $U_{origin}+\Delta U_{line}+\Delta U_{point}+\Delta u_{install}$= 0.219 m²K<br>[오차 분석]<br>오차율에 대한 보정에서 차이 발생, 시험체 주변부 설치시 열전도율 0.04W/mK 이하의 성능 규정 필요 |  <br>시험체 사진<br>  |

3) 고효율 커튼월 프레임

| 실험값-시뮬레이션 결과값 비교 | KS F2278 열관류율 시험 평가 결과 |
|---|---|

건양_KYE-CWP42T-155 [ 2000 × 2000 ]

| 기호 | 항목1 | 항목2 | 항목3 | 항목4 | 값 | 단위 | 기호 | 값 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $A_m$ | 0.034 | 0.120 | 0.120 | | 0.274 | $m^2$ | $U_m$ | 1.470 | $W/m^2K$ |
| $L_{g,m}$ | 1.260 | 1.260 | 0.560 | 0.560 | 3.640 | m | $\Psi_{g,m}$ | 0.035 | W/mK |
| $A_t$ | 0.113 | 0.113 | 0.113 | | 0.338 | $m^2$ | $U_t$ | 1.490 | $W/m^2K$ |
| $L_{g,t}$ | 1.880 | 1.880 | 0.910 | 0.910 | 5.580 | m | $\Psi_{g,t}$ | 0.035 | W/mK |
| $A_{fr}$ | 0.156 | | | | 0.156 | $m^2$ | $U_{fr}$ | 1.050 | $W/m^2K$ |
| $L_{g,fr}$ | 0.795 | 0.795 | 0.445 | 0.445 | 2.480 | m | $\Psi_{g,fr}$ | 0.032 | W/mK |
| $L_{fr,m}$ | 1.260 | 1.260 | | | 2.520 | m | $\Psi_{fr,m}$ | 0.068 | W/mK |
| $L_{fr,t}$ | 0.560 | 0.560 | | | 1.120 | m | $\Psi_{fr,t}$ | 0.068 | W/mK |
| $A_g$ | | 0.510 | 0.354 | | 0.863 | $m^2$ | $U_g$ | 0.645 | $W/m^2K$ |
| Ap | 2.369 | | | | 2.369 | $m^2$ | $U_p$ | 0.223 | $W/m^2K$ |
| Lp,m | 1.880 | 1.880 | | | 3.760 | m | $\Psi_{p,m}$ | 0.030 | W/mK |
| Lp,t | 0.910 | 0.910 | | | 1.820 | m | $\Psi_{p,t}$ | 0.030 | W/mK |
| Ltb | 0.910 | 0.910 | 0.910 | | 2.730 | m | $\Psi_{tb}$ | 0.056 | W/mK |
| $A_w$ | | | | | 4.00 | $m^2$ | $U_W$ | **0.781** | $W/m^2K$ |
| 실험값 | KYE-CWP43TG-180-155 | | | | **0.752** | 인정범위 (0.14이하) | | **0.029** | $W/m^2K$ |

[오차 분석]

오차는 0.029W/m²·K로 고효율기자재 인증규정 내 인정 범위 0.14W/m²·K 이내이다.

| KS F2278 열관류율 시험 평가 결과 | 시험체 사진 |
|---|---|

| 모델명 | KYE-CWP43TG | | | |
|---|---|---|---|---|
| 제품 크기 (mm) | 2 000 (W) × 2 000 (H) | | | |
| 프레임 폭 (mm) | 190 | | | |
| 프레임 재질 | 알루미늄 | | | |
| 스페이서 재질 | SWISSPACER Ultimater | | | |
| 유리 구성 | 구분 | 전체두께 (mm) /유리 종류 | 층 | 구성 |
| | 창 | 43/삼중홍 | 1 | 유리 5 mm 로이 유리 |
| | | | | 상세 (유리) 투명, KCC |
| | | | | 상세 (로이) 소프트로이(싱글), 5EV181N, KCC, 2번째 면 |
| | | | GAP | 충진재 14 mm 아르곤(Ar) |
| | | | 2 | 유리 5 mm 유리 |
| | | | | 상세 투명, KCC |
| | | | GAP | 충진재 14 mm 아르곤(Ar) |
| | | | 3 | 유리 5 mm 로이 유리 |
| | | | | 상세 (유리) 투명, KCC |
| | | | | 상세 (로이) 소프트로이(싱글), 5EV181N, KCC, 5번째 면 |
| 비고 | 패널 | 100/단열재 패널 | 1 | 상세 알루미늄 시트 + 100 mm 48K 글라스 울 + 1.2 mm E.G.I 스틸 시트, 도면 참조 |

| 열 관류 저항 [(m²·K)/W] | 열 관류율 [W/(m²·K)] |
|---|---|
| 1.330 | 0.752 |





**질적성과**

• **기술자료에 대한 자문단 평가 진행**

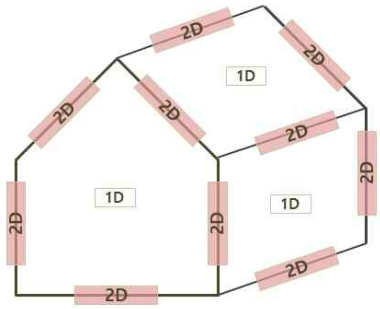
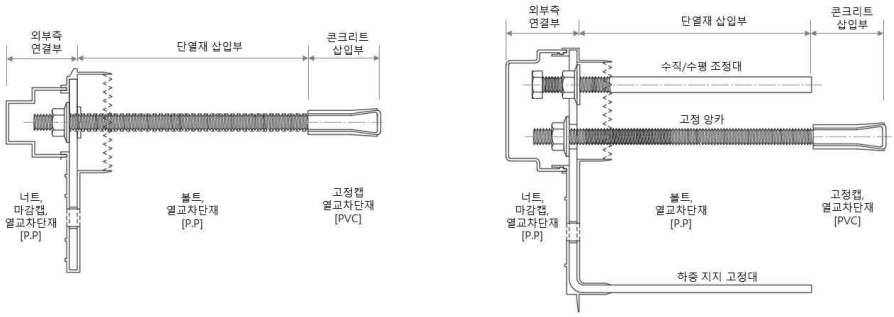
- 1차년도 연구내용을 바탕으로 작성된 기술자료에 대한 등급 판정을 위한 자문 진행

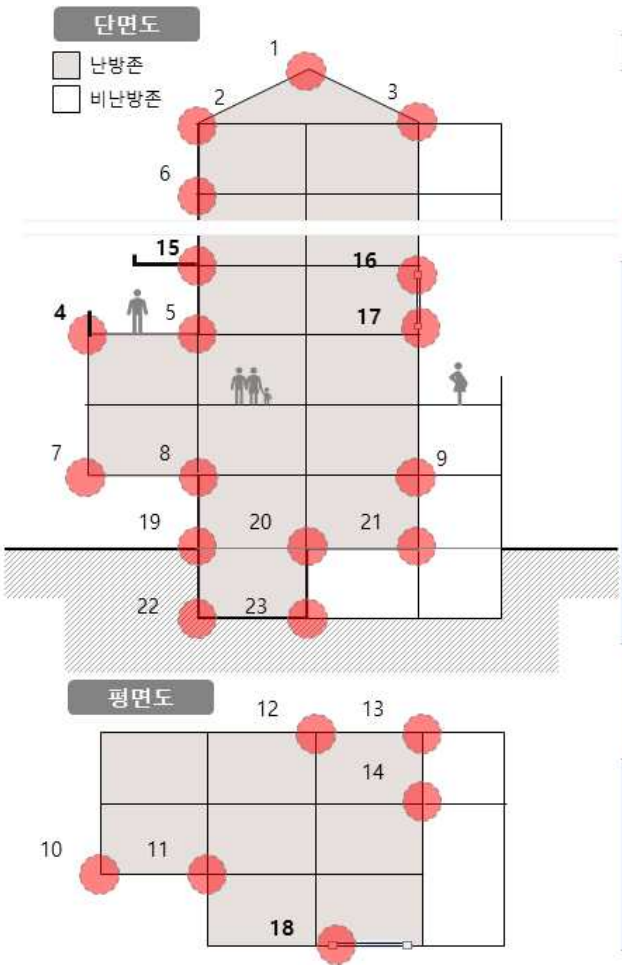
| 평가 일시 | 2019. 11. 27. | | 평가 장소 | | 서울대학교 교수회관 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 평가위원 | 소속 | | 직급 | | 성명 | | |
| | (사) 한국패시브협회 | | 협회장 | | 최정만 | | |
| | 아주대학교 공학연구소 | | 소장 | | 조윤범 | | |
| | 인하대학교 건축학부 | | 교수 | | 조재훈 | | |
| 평가 결과 | 구분 | | 위원1 | 위원2 | 위원3 | 종합 | 등급 |
| | C-1 | 사용자 환경을 고려한 요소기술 정보 서비스 | 80 | 92 | 88 | 86.6 | S |
| | C-1 | 플랫폼 정보체계(IA) 및 모듈 개발 보고서 | 92 | 100 | 85 | 92.3 | S |

**2) 2차년도 연구성과**

| 성과명 | 패시브 이슈자재 인증 및 정보구축 [창주변열교차단재] | 성과증빙자료 |
|---|---|---|
| | | 2차년도 A- 3-② |
| 최종목표 | 패시브 이슈자재 평가 방법 마련 및 기존 에너지 해석 알고리즘과의 연계성 마련 | |

| 코드 | 세부 목표 |
|---|---|
| A-3-② | • 자재 품질, 기술 검토 및 검증을 통한 DB 마련<br>• 자재별 열성능 평가 방법<br>• 실무 적용성 확대 및 기존 에너지 해석 알고리즘과의 연계 용이성 |

| | |
|---|---|
| 2차년도 계획 | • 제로에너지건물(외단열 시스템) 부위별 열교 발생 부위 항목화<br>• 창주변 열교, A-1(구조체) 및 A-2(열교방지재) 포함 열교차단재 에너지성능 평가방법 도출<br>• 기존 에너지 해석 알고리즘과의 연계방안 마련 |
| 2차년도 수행내용 | • **제로에너지건물(외단열 시스템) 부위별 열교 발생 부위 유형화 · 항목화**<br>- 일차원 열류 열교차단재[1]와 이차원 열류 열교차단재[2]로 유형화*(ISO 10211 기준에 따름)*<br>- 일차원 열류 열교차단재는 고정앙카와 열교 방지 구조시스템으로 이슈 자재 항목화<br>- 이차원 열류 열교차단재는 건물 부위별 열교 유형화를 통해 파라펫 열교 차단재, 발코니 열교 차단재 그리고 창호설치 열교차단재로 이슈 자재 항목화<br>*1) **일차원 열류(one dimensional thermal transmittance) :** 실내·외 온도차가 발생할 경우, 구조체 열전달 중 구조체(지붕, 바닥, 창호, 벽)의 면에 의한 열전달*<br>*2) **이차원 열류(two dimensional thermal transmittance) : 실내·외 온도차가 발생할 경우, 구조체 열전달 중 구조체(지붕, 바닥, 창호, 벽)의 면과 면에 만나는 부위에서 발생하는 열전달*<br>  <br><br>**관류 열전달계수 [$H_{T,j}$]**<br>$H_{T,j} = \Sigma U_i A_i + \Sigma \Psi_k l_k + \Sigma X_j$<br>1D: 일차원 열류 : 고정앙카, 열교 방지 구조 시스템<br>$H_{T,j} = \Sigma U_i A_i + \Sigma \Psi_k l_k + \Sigma X_j$<br>2D: 이차원 열류 : 파라펫, 발코니, 창호설치 열교 차단재<br>$H_{T,j} = \Sigma \Psi_k l_k + \Sigma X_j$<br>**[패시브 이슈자재 유형화]**<br>- 일차원 열류 열교차단재는 선형 열교와 점형 열교를 포함하므로 이에 대한 평가방법이 필요함, 주요 이슈 항목으로 고정 앙카 중 단열 앙카 자재가 있으며, 기술적 내용은 콘크리트 삽입부 단열 처리, 앙카 단면적 최소화 그리고 외부 연결부 단열 처리가 있음<br>  <br><br>**[고정 앙카 종류 및 열 성능 관련 부위별 항목화]**<br>- 고정 앙카는 마감자재 고정형과 트러스 고정형으로 구분되며, 열교차단재는 일반적으로 폴리프로필렌(P.P) 자재와 PVC 자재가 적용됨<br>- 성능 검토 결과 기술 향상 방안은 외부측 연결부 브라켓과 앙카의 접촉면을 끊어주는 열교 차단재 적용기술과 콘크리트 삽입부에 PVC 자재를 이용한 단열처리가 대표적임.<br>- 이차원 열류 열교차단재 관련 건물의 열교 부위 유형화는 아래 그림과 같음 |




| 열교 부위별 유효 선형 열관류율 [$\Psi_{eff}$] | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | 지붕 | 경사지붕 | $\Psi_{Rn}$ |
| 2 | | 경사지붕+직접외기벽 | $\Psi_{Rn}$ |
| 3 | | 경사지붕+간접외기벽 | $\Psi_{Rn}$ |
| 4 | | 파라펫 | $\Psi_{Rn}$ |
| | | 파라펫+직접외기벽 | $\Psi_{Rn}$ |
| 6 | 벽체 | 직접외기벽+슬라브 | $\Psi_{WAn}$ |
| 7 | | 필로티90[바닥벽체] | $\Psi_{WAn}$ |
| 8 | | 필로티270[바닥벽체] | $\Psi_{WAn}$ |
| 9 | | 간접외기벽+슬라브 | $\Psi_{WAn}$ |
| 10 | | 직접외기벽90[돌출형] | $\Psi_{WAn}$ |
| 11 | | 직접외기벽270 | $\Psi_{WAn}$ |
| 12 | | 직접외기벽+내벽[적은면적] | $\Psi_{WAn}$ |
| 13 | | 직접외기벽+간접외기벽 | $\Psi_{WAn}$ |
| 14 | | 간접외기벽+내벽 | $\Psi_{WAn}$ |
| 15 | | 발코니 | $\Psi_{WAn}$ |
| 16 | 창호 | 창호 상부 | $\Psi_{Wt}$ |
| 17 | | 창호 하부 | $\Psi_{Wb}$ |
| 18 | | 창호 측면부 | $\Psi_{Ws}$ |
| 19 | 지중 | 직접외기벽 + 바닥 | $\Psi_{Sn}$ |
| 20 | | 바닥 | $\Psi_{Sn}$ |
| 21 | | 간접외기벽+바닥 | $\Psi_{Sn}$ |
| 22 | | 지중벽+지중바닥 | $\Psi_{Sn}$ |
| 23 | | 간접외기벽+지중바닥 | $\Psi_{Sn}$ |

**[건물의 열교부위 유형별 항목화]**

- 건물별 열교 발생 부위는 4개(지붕, 벽체, 창호, 바닥)로 구분하여 기존 에너지 해석 알고리즘과 연계가 가능하도록 체계화 함 *(ISO 14683, DIN 4108-2 기준 참조)*
- 부위별로는 총 23개로 구분되며, 사회 이슈자재와 연계된 항목은 4,15,16,17,18번 항목으로 총 3개의 자재가 해당됨
- 향후 다른 부위에 대한 자재 개발시 적용이 가능하도록 유형화 함

**• 건물 부위별 열교차단재 에너지 성능 평가방법 도출**

**[일차원 열류 열교 차단재]**

- 열교를 고려하지 않은 건물 요소 열관류율[$U$]에 열교 가산치[$\triangle U$]를 더해 구조체의 유효 열관류율[$U_{eff}$]을 식1과 같이 구하여 일차원 열류를 통한 구조체 열손실을 계산

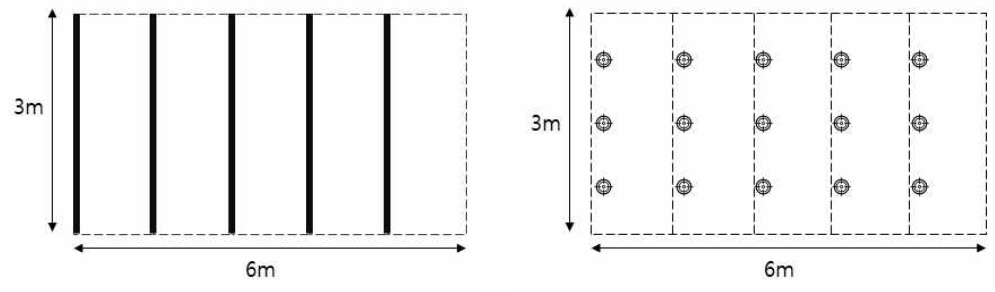
$$U_{eff} = U + \triangle U \quad (1)$$

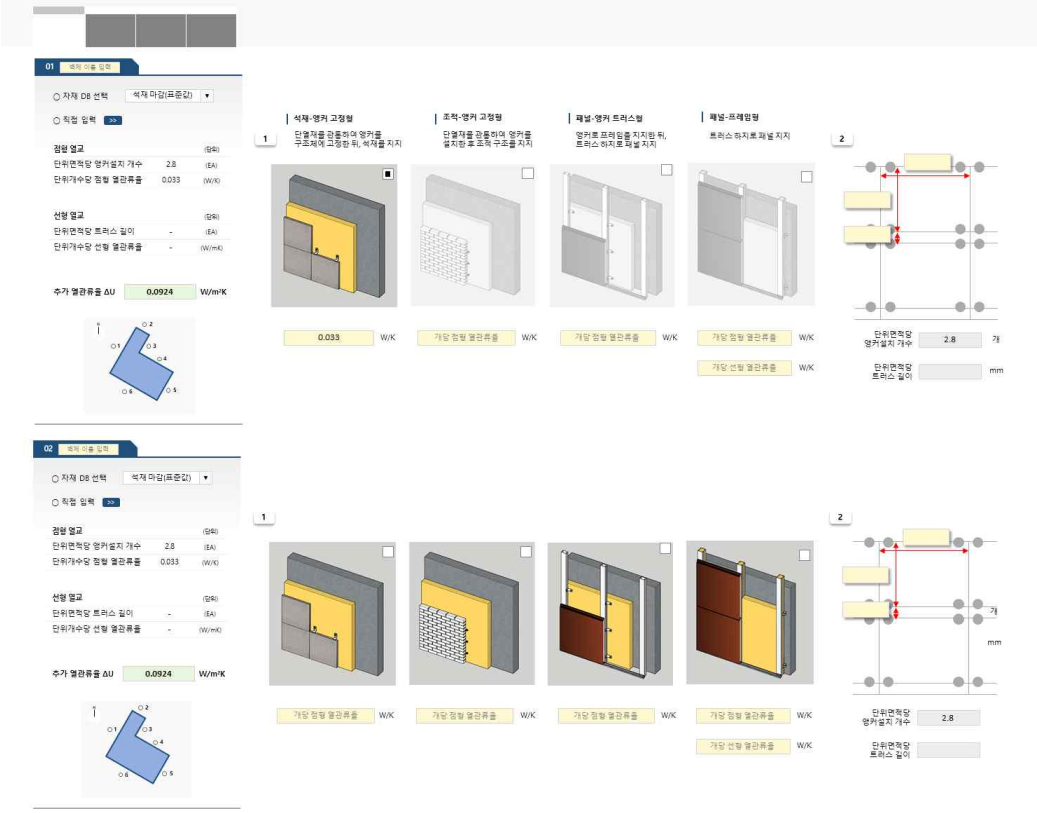
- 추가 열교가산치 $\triangle U$는 선형 열교 및 점형 열교 모두 고려하여 식.2와 같이 상세 계산함

$$\triangle U = (\sum_k l_k \cdot \psi_k + \sum_j n \cdot X_j)/A \quad (2)$$

| | | |
|---|---|---|
| $\triangle U$ | : 열교 가산치 | $[W/m^2K]$ |
| $l_i$ | : 선형 열교 k의 길이 | $[m]$ |
| $\Psi_k$ | : 열교 k의 선형 열관류율 | $[W/mK]$ |
| $n$ | : 열교 j의 기준 면적당 갯수 | [-] |
| $X$ | : 열교 j의 점형 열관류율 | $[W/K]$ |
| $A$ | : 기준 면적 [18m$^2$] | $[m^2]$ |

- 일차원 열류 경로상 발생하는 열교의 경우 구조체와 같은 면적에 발생하므로, 선형

| | |
|---|---|
| | 및 점형 열교를 계산하는 기준 면적은 임의로 3m×6m의 값으로 검토함<br>(a) 선형 열교 검토 기준 면적 (b) 점형 열교 검토 기준 면적<br>  <br><br>**[일차원 열류에서의 열교 가산치 산정을 위한 기준 면적]**<br>- (a)에서 보여지는 기준 면적중 선형 열교가 발생되는 부위는 단열재 층을 차지하는 수직 구조물이며, 해당 길이를 산정하기 위한 수직 구조물 이격거리는 제조사 특성값을 사용하거나 제공된 정보가 없는 경우 경량벽체 610mm 그리고 그 외의 간격은 1,200mm를 적용함<br>- (b)의 기준 면적중 점형 열교가 발생되는 개수는<br>1) 마감자재 직접 고정형과 2) 트러스 고정형으로 구분되며, 제공된 정보가 없는 경우 각각의 단위 면적당 설치 개수 마련<br>**[이차원 열류 열교 차단재]**<br>- 선형 열관류율[$\Psi$]에 추가 검토가 필요한 열교 가산치[$\triangle\Psi$]를 더해 유효 선형 열관류율[$\Psi_{eff}$]을 식3과 같이 구하여 열교 가산치를 계산<br>$$\Psi_{eff} = \Psi + \Delta\Psi \quad (3)$$<br>- 열교 가산치 $\triangle\Psi$는 점형 열교를 고려하여 식4와 같이 상세 계산함<br>$$\triangle\Psi = (\sum_{j} n \bullet X_j)/l \quad (4)$$<br>$\Psi_{eff}$ : 유효 선형 열관류율 [$W/mK$]<br>$\Psi$ : 열교 부위 선형 열관류율 [$W/mK$]<br>$\triangle\Psi$ : 추가 열교 가산치 [$W/mK$]<br>$n$ : 열교 j의 기준 길이당 갯수 [-]<br>$X$ : 열교 j의 점형 열관류율 [$W/K$]<br>$l$ : 열교 부위의 기준 길이 [$m$]<br>• **기존 에너지 해석 알고리즘과의 연계 방안 마련**<br>- DIN V 18599-2: 2007에 따른 에너지 해석 알고리즘으로 열교 가산치[$\Delta U$]로 반영함<br>- 일차원 열류 열교 차단재는 기존의 열관류율에 추가적인 열교 가산치인 [$\Delta U$]를 반영하여 평가 가능함<br>- 이차원 열류 열교 차단재 관련 기존 에너지 해석 알고리즘은 DIN V 18599-2 표준값에 따라 외단열인 경우 $\Delta U$=0.15 W/m$^2$·K 그리고 내단열인 경우 =0.10 W/m$^2$·K 로 적용됨<br>- 이차원 열류 열교 차단재 적용 방법은 DIN V 18599-2: 2018에서 제시되는 $\Delta U$ = 0.05 W/m$^2$·K + $\Psi_{eff} \bullet l$ 로 산정이 가능함<br>- 일차원 열류 열교 차단재 적용 시 표준값 또는 직접 입력값으로 선형 열관류율과 점형 열관류율 DB 기준 모든 적용 방식에 대한 에너지 성능 검토가 가능하도록 자동 계산 서비스 방안을 마련함 |



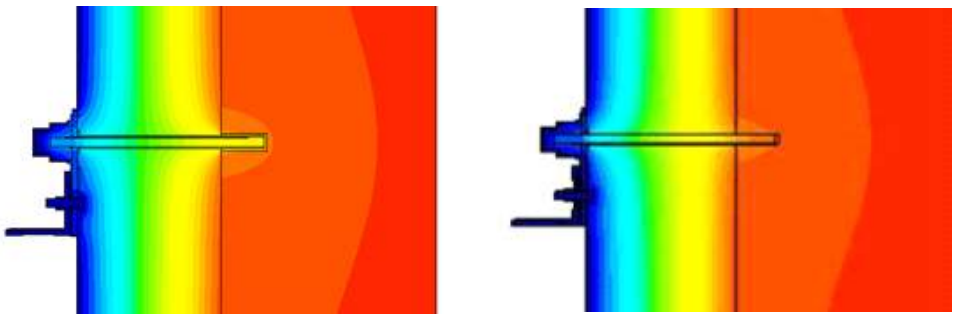
**[웹 플랫폼 열교차단자재에서 선형 열교길이 및 점형 앙카 개수 자동 계산 서비스]**

- 발코니, 파라펫 등 이차원 열류 열교차단재 적용 시 길이에 대한 값은 직접 입력 또는 유형화에 따른 해당 면 지정 시 자동 계산 서비스 마련
- 창호 부위는 기존 입력되는 개구부 정보를 바탕으로 길이 값이 자동 산정되며, 상부, 측면부 및 하부로 자동 구분 서비스 제공

**질적성과**

- **성능 평가 방법 마련을 통한 중소기업 기술 개발 지원**

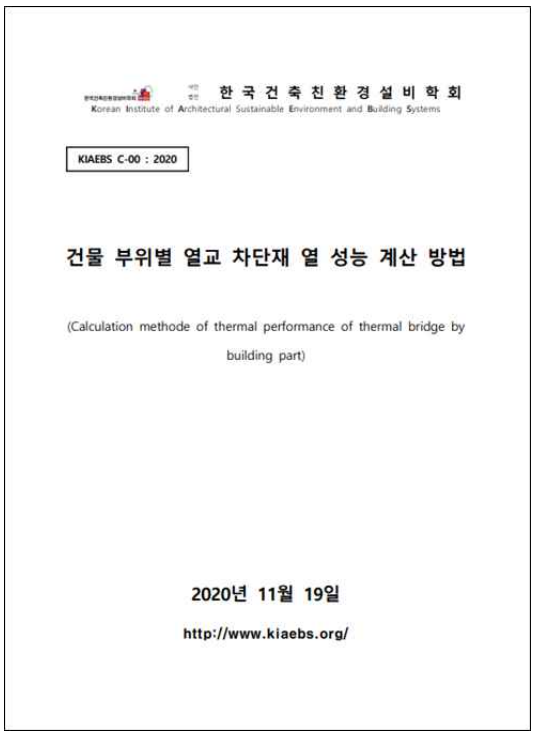
(a) 기존 개발 제품 (b) 개선된 개발 제품



$\triangle U = n_f \cdot X$= 2.8*0.020= **0.056** $\triangle U = n_f \cdot X$= 2.8*0.014= **0.039**

- "고성능 파스너가 에너지 효율 상승과 경제성이 미치는 영향" 연구 보고서 작성
- 단열 앵커의 기술 컨설팅을 통해 제품 개선(기존 **ΔU=0.06 → 0.04** W/m$^2$K)
- 국내 자재 · 연구개발사 중 3사에서 구조체 자재 평가에 대한 추가 문의
  ( 열교방지구조시스템 3건 및 단열 시스템 사전 기술 지원)
- 패시브 이슈자재 7건에 대한 자재 열성능 평가 수행

- **「건물 부위별 열교차단재 열성능 평가방법」 단체표준 채택**
- 한국건축친환경설비학회 단체표준(11월 공청회 및 2차 심의 진행) 후 채택됨.



한 국 건 축 친 환 경 설 비 학 회
Korean Institute of Architectural Sustainable Environment and Building Systems

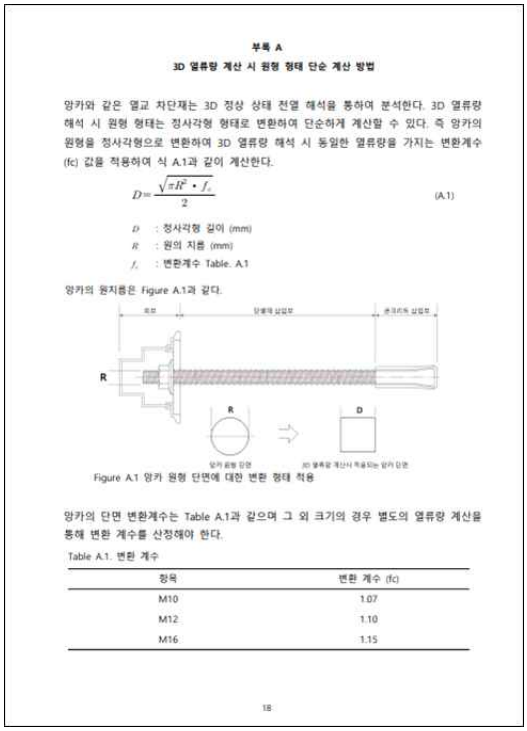
KIAEBS C-00 : 2020

# 건물 부위별 열교 차단재 열 성능 계산 방법

(Calculation methode of thermal performance of thermal bridge by building part)

2020년 11월 19일

http://www.kiaebs.org/



부록 A
3D 열류량 계산 시 원형 형태 단순 계산 방법

앙카와 같은 열교 차단재는 3D 정상 상태 전열 해석을 통하여 분석한다. 3D 열류량 해석 시 원형 형태는 정사각형 형태로 변환하여 단순하게 계산할 수 있다. 즉 앙카의 원형을 정사각형으로 변환하여 3D 열류량 해석 시 동일한 열류량을 가지는 변환계수 (fc) 값을 적용하여 식 A.1과 같이 계산한다.

$$D = \frac{\sqrt{\pi R^2 \cdot f_c}}{2} \quad (A.1)$$

$D$ : 정사각형 길이 (mm)
$R$ : 원의 지름 (mm)
$f_c$ : 변환계수 Table. A.1

앙카의 원지름은 Figure A.1과 같다.



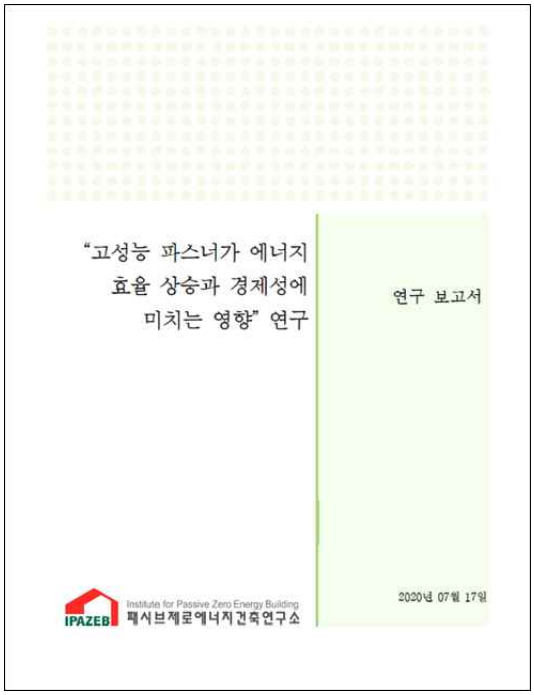

Figure A.1 앙카 원형 단면에 대한 변환 형태 적용

앙카의 단면 변환계수는 Table A.1과 같으며 그 외 크기의 경우 별도의 열류량 계산을 통해 변환 계수를 산정해야 한다.

Table A.1. 변환 계수

| 항목 | 변환 계수 (fc) |
|---|---|
| M10 | 1.07 |
| M12 | 1.10 |
| M16 | 1.15 |

18



"고성능 파스너가 에너지 효율 상승과 경제성에 미치는 영향" 연구

연구 보고서

IPAZEB Institute for Passive Zero Energy Building 패시브제로에너지건축연구소

2020년 07월 17일

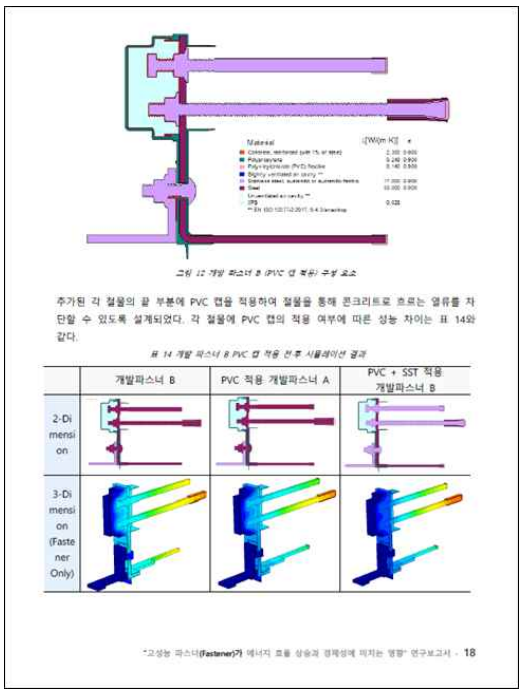




그림 12 개발 파스너 B (PVC 캡 적용) 구성 요소

추가된 각 철물의 끝 부분에 PVC 캡을 적용하여 철물을 통해 콘크리트로 흐르는 열류를 차단할 수 있도록 설계되었다. 각 철물에 PVC 캡의 적용 여부에 따른 성능 차이는 표 14와 같다.

표 14 개발 파스너 B PVC 캡 적용 전후 시뮬레이션 결과

| | 개발파스너 B | PVC 적용 개발파스너 A | PVC + SST 적용 개발파스너 B |
|---|---|---|---|
| 2-Dimension | | | |
| 3-Dimension (Fastener Only) | | | |

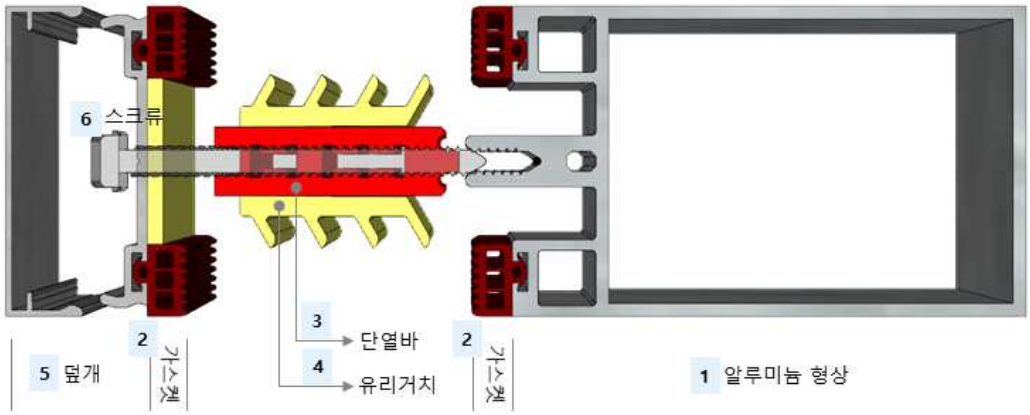
"고성능 파스너(Fastener)가 에너지 효율 상승과 경제성에 미치는 영향" 연구보고서 - 18

**[(상부) 열교 차단재 관련 단체 표준, (하부) 고정 앙카 자재에 대한 중소기업 기술 지원 보고서]**

| 성과명 | 패시브 이슈자재 인증 및 정보구축<br>[커튼월 에너지성능 평가방법 도출 및 웹기반 성능계산 Tool 개발] | 성과증빙자료<br>2차년도 A-4-② |
|---|---|---|
| 최종목표 | 패시브 이슈자재 평가 방법 마련 및 기존 에너지 해석 알고리즘과의 연계성 마련 | |

| 코드 | 세부 목표 |
|---|---|
| A-4-② | • 커튼월 부품(부위별 프레임, 간봉, 스크류, 연결부)을 종합한 성능 평가방법 도출 |

| | |
|---|---|
| 2차년도 계획 | • 국외 수준[$U_{cw,m}$≤1.0 W/m$^2$·K]의 기술 개발을 위한 커튼월 부품 항목화 및 열성능 영향<br>• 커튼월 부품 영향을 종합한 커튼월 에너지성능 평가방법 도출<br>• 실무 적용성 확대 및 기존 에너지 해석 알고리즘과의 연계 용이성 |
| 2차년도 수행내용 | • **커튼월 열성능에 영향을 미치는 커튼월 부품 항목화**<br>- 국외 기술과 비교를 통한 커튼월 부품 5종(단열바, 가스켓, 유리거치 가스켓, 알루미늄 프레임 형상, 덮개) 및 나사로 부품 항목화 |




**[열성능에 영향을 미치는 커튼월 프레임 부품 항목화]**

- 국내 기술 중 폴리아미드와 Soft PE폼 자재 생산 관련 중소 기업 협의: 폴리아미드는 품질 기준 마련이 안되어 구조적 성능을 고려한 커튼월 구조 계산에서 제외되는 경우 발생, 국외 기술은 대부분 Hard PE폼과 Soft PE폼 자재를 적용하여 커튼월 프레임을 생산하지만 국내에서는 PE 폼 자재 생산이(형태 유지) 불가능함.
- 커튼월 부품 5종(단열바, 가스켓, 유리거치 가스켓, 알루미늄 프레임 형상, 덮개) 및 나사가 열성능에 미치는 영향 정도 분석




**[커튼월 열관류율 계산 S/W – 창호정보(프레임 자재 선택 및 정보 출력)]**

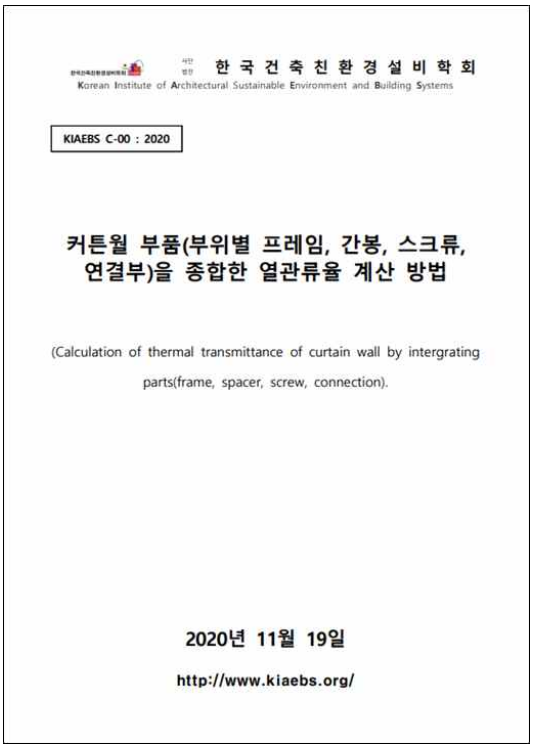
- **커튼월 부품 영향을 종합한 커튼월 에너지성능 평가방법 도출**

- ISO 10077 및 ISO 12631 기준 커튼월 에너지 성능 평가 방법 마련
- 커튼월 열관류율 $U_{cw}$은 아래 식5.과 같이 계산함

$$U_{cw} = \frac{\sum A_g U_g + \sum A_p U_p + \sum A_t U_t + \sum A_m U_m + \sum l_{f,g}\Psi_{f,g} + \sum l_{m,g}\Psi_{m,g} + \sum l_{t,g}\Psi_{t,g} + \sum l_p \Psi_p + \sum l_{m,f}\Psi_{m,f} + \sum l_{t,f}\Psi_{t,f}}{A_{cw}} \quad (5)$$

| | |
|---|---|
| $U_g$, $U_p$ | : 유리 열관류율, 패널 열관류율 |
| $U_f$, $U_m$, $U_t$ | : 프레임 열관류율, 멀리언 열관류율, 트랜섬 열관류율 |
| $\Psi_{f,g}$, $\Psi_{m,g}$, $\Psi_{t,g}$, $\Psi_p$ | : 유리-프레임, 유리-멀리언, 유리-트랜섬 또는 패널과의 결합으로 인해 발생하는 선형 열관류율 |
| $\Psi_{m,f}$, $\Psi_{t,f}$ | : 프레임-멀리언, 프레임-트랜섬 결합으로 인해 발생하는 선형 열관류율 |

- ISO 12631 기준에 부합하는 부품(프레임, 간봉, 스크류, 연결부) 영향을 종합한 커튼월 열관류율 평가방법에 대한 단체표준 작성



한 국 건 축 친 환 경 설 비 학 회
Korean Institute of Architectural Sustainable Environment and Building Systems

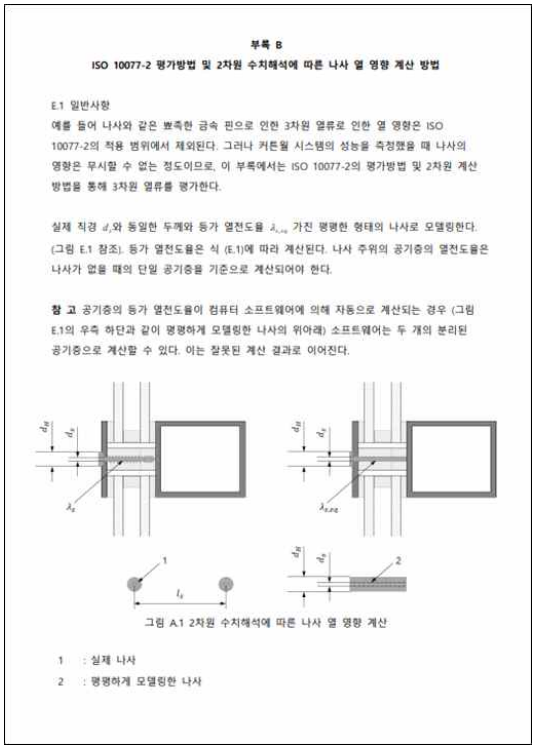
KIAEBS C-00 : 2020

**커튼월 부품(부위별 프레임, 간봉, 스크류, 연결부)을 종합한 열관류율 계산 방법**

(Calculation of thermal transmittance of curtain wall by intergrating parts(frame, spacer, screw, connection).

2020년 11월 19일

http://www.kiaebs.org/



부록 B
ISO 10077-2 평가방법 및 2차원 수치해석에 따른 나사 열 영향 계산 방법

E.1 일반사항

예를 들어 나사와 같은 뾰족한 금속 핀으로 인한 3차원 열류로 인한 열 영향은 ISO 10077-2의 적용 범위에서 제외된다. 그러나 커튼월 시스템의 성능을 측정했을 때 나사의 영향은 무시할 수 없는 정도이므로, 이 부록에서는 ISO 10077-2의 평가방법 및 2차원 계산 방법을 통해 3차원 열류를 평가한다.

실제 직경 $d_s$와 동일한 두께와 등가 열전도율 $\lambda_{s,eq}$ 가진 평평한 형태의 나사로 모델링한다. (그림 E.1 참조). 등가 열전도율은 식 (E.1)에 따라 계산된다. 나사 주위의 공기층의 열전도율은 나사가 없을 때의 단일 공기층을 기준으로 계산되어야 한다.

**참 고** 공기층의 등가 열전도율이 컴퓨터 소프트웨어에 의해 자동으로 계산되는 경우 (그림 E.1의 우측 하단과 같이 평평하게 모델링한 나사의 위아래) 소프트웨어는 두 개의 분리된 공기층으로 계산할 수 있다. 이는 잘못된 계산 결과로 이어진다.

그림 A.1 2차원 수치해석에 따른 나사 열 영향 계산

1 : 실제 나사
2 : 평평하게 모델링한 나사

**[커튼월 열관류율 계산 방법 단체 표준]**

- **실무 적용성 확대 및 기존 에너지 해석 알고리즘과의 연계 용이성**
- 기존 에너지해석 알고리즘의 경우 창호와 동일하게 커튼월에 대한 열성능(열관류율) 입력으로 구축됨
- 설계 도서중 커튼월 창호 일람표를 바탕으로 부품별 항목을 입력하기 위해서는 많은 데이터와 실무에서의 어려움 발생, 따라서 입력이 용이한 별도의 S/W 개발을 추가적으로 연구함
- 각 자재별 성능 평가 완료시 DB로 구축되며, 이 DB 데이터를 활용하여 기존의 입력하기 어려운 각 부위별 면적정보, 길이정보를 S/W로 활용하여 쉽게 적용 가능
- 커튼월 형상 및 치수, 커튼월 프레임별 부품 성능정보 입력을 바탕으로 부품별 영향을 종합한 커튼월 열관류율($U_{CW}$) 계산




**[커튼월 열관류율 계산 S/W 입출력 프로세스]**

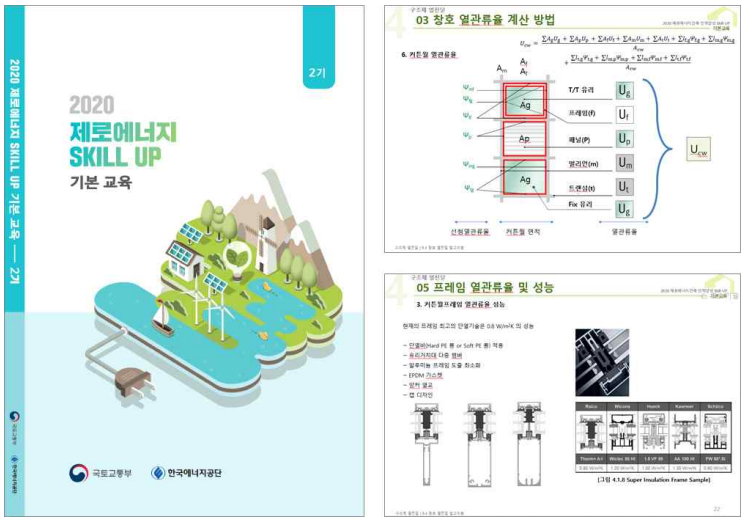
**질적성과**

- **성능평가를 통한 자재 개선 및 중소기업 기술 개발 지원**

- 국내 중소기업 국외수준 커튼월 프레임 개발 연구 컨설팅 추진
- DB 마련을 위한 성능 측정 및 평가
- 웹 자재 홍보를 위한 정보 제공 서비스

- **「커튼월 부품(부위별 프레임, 간봉, 스크류, 연결부)을 종합한 커튼월 열관류율 평가 방법」**

- 한국건축친환경설비학회 단체표준 제출 및 채택
- 2020 제로에너지건축 전문가교육양성과정 교육 교재 내용 수록




**[제로에너지건축 전문가양성과정 기본 교육 교재]**

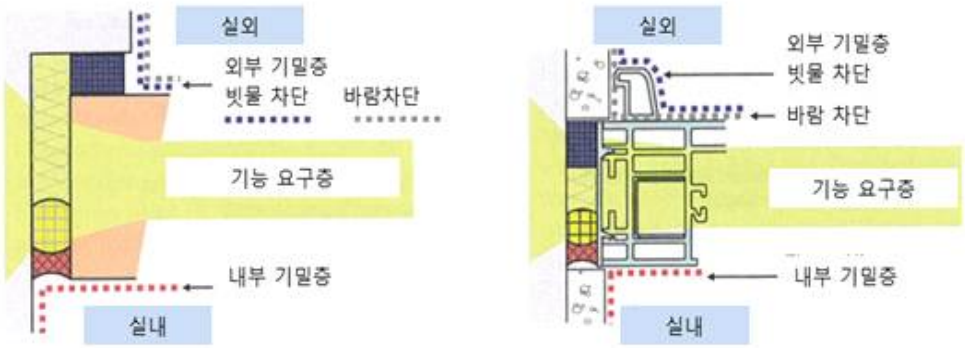
- **「커튼월 프레임 개발을 위한 부품 항목 및 성능 영향 연구」 논문 게재**

- 한국건축친환경설비학회 논문집 게재

| 성과명 | 기밀확보 창호설치공법 가이드라인 | 성과증빙자료 |
|---|---|---|
| | | 2차년도 A-5-② |
| 최종목표 | [DB구축·정보제공서비스] 기밀확보 창호설치공법 가이드라인에 대한 정보 서비스 제공 | |

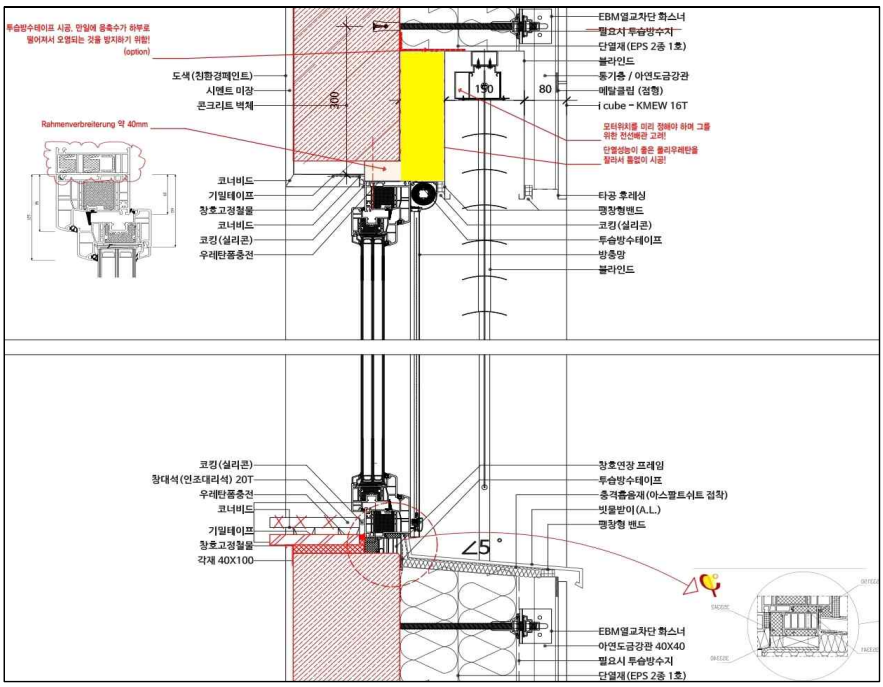
| 코드 | 세부목표 |
|---|---|
| A-5-② | • 기밀확보 창호설치공법 가이드라인(안) |

| | |
|---|---|
| 2차년도 계획 | • 해외자료(DIN 4108-7, ift Rosenheim)분석을 통한 기밀공법 유형화 및 가이드라인 작성 |
| 2차년도 수행내용 | • **해외자료(DIN 4108-7, ift Rosenheim)분석을 통한 창호 기밀 공법 유형화 및 가이드라인 작성**<br>- 창호설치부위에 대해 3가지 기능요소로 유형화 하여 제시함 |




**[창호 설치시 외부기밀층, 기능요구층, 내부 기밀층으로 기능별 유형화]**

- 외부 기밀층: 빗물/바람 차단 및 실내에서 배출되는 수증기량을 외부로 보내기 위한 투습기능 필요
- 기능 요구층: 유리층이 놓여지는 곳으로 설치 열교에서 중요시 되는 단열 성능이 요구됨
- 내부 기밀층: 실내 습공기에서 실외로 배출 시 수증기를 차단하기 위한 방습 기능
- 기밀 자재(실리콘, 다기능 팽창형 밴드, 방수팽창 테이프, 방습테이프, 투습방수 테이프, 전용 프로파일, 탄소도막[작성중])별 요구되는 성능 및 기준을 제시함
- 창호 기밀 확보를 위한 표준 설치 디테일 작성 중



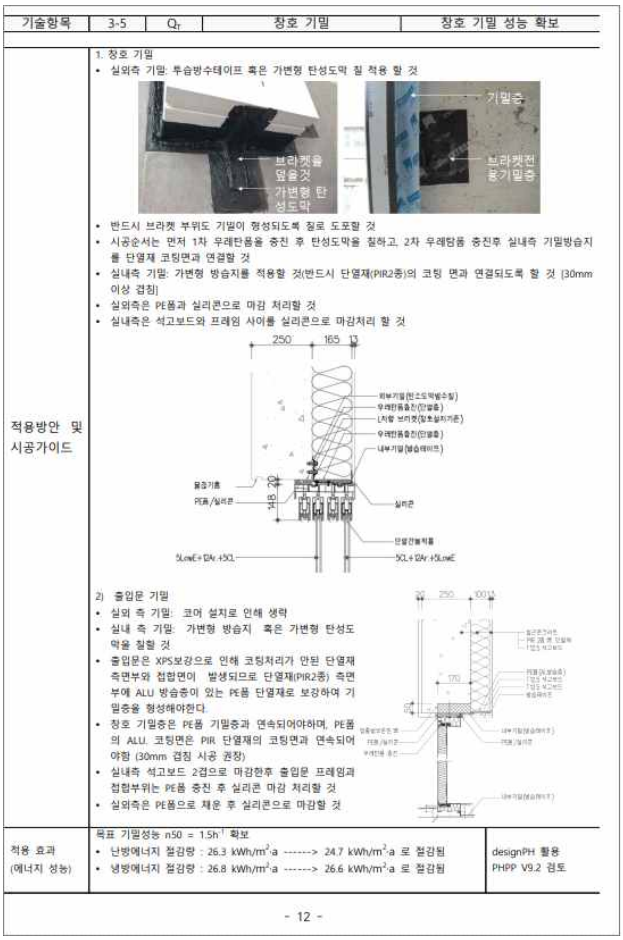

**[외단열 공법에서의 표준 창호 설치 상세도]**

- Sd-value 기준 자재 성능 정보 제공

**질적성과**

- **웹 플랫폼에서「기밀확보 창호설치공법 가이드라인」정보 서비스 제공**
- 웹 플랫폼에서 기밀확보 창호설치공법 가이드라인을 제공하여 건물 품질확보가 가능하도록 추후 활용 예정

- **제로에너지건축 창호 기밀 확보 시공 공법 관련 교육 및 홍보**
- 한국에너지공단 수행 제로에너지건물 인력 양성과정 개념 교육에 교육자료 활용, 초급 실무자 및 일반인 대상으로 시행된「2020년 제로에너지 Skill-UP 개념교육」에 기밀시공 교육 내용 수록
- "LH 과천 제로에너지공동주택 시공 품질확보 가이드 라인"에 창호 기밀 확보 시공 내용 수록 (탄소도막 공법)
- 2020 경기 친환경 건축문화축제 온라인 세미나 강좌 "제로에너지건축기술" 창호 기밀 확보 시공관련 교육 자료





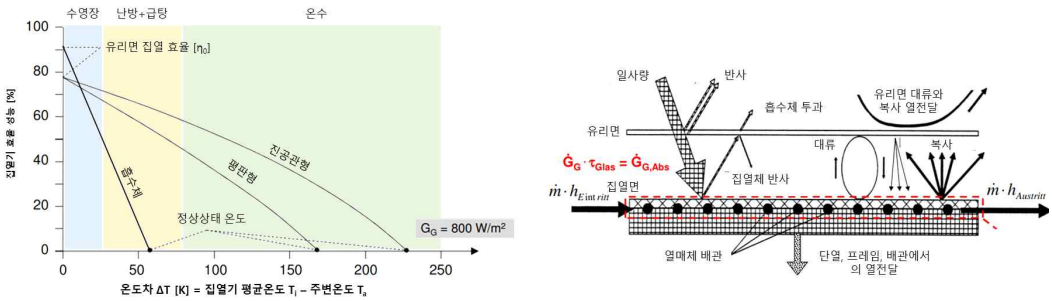


**[(좌) LH 과천 제로에너지공동주택 시공 품질확보 가이드라인, (우상) 2020 경기 친환경 건축문화축제 온라인 세미나 발표 제로에너지건축 교육자료, (우하) 2020년 제로에너지건물 전문인력양성과정 개념교육 교육자료]**

| 성과명 | 태양열이용 난방/급탕 에너지성능 평가방법 도출 및 성능계산 Tool | 성과증빙자료 |
|---|---|---|
| | | 2차년도 B-4-①, B-4-② |
| 최종목표 | 적정 태양열 용량 설치 및 효율화<br>중소기업 지원 월별 태양열 난방/급탕 에너지 공급량 해석 Tool 웹 서비스 제공 | |

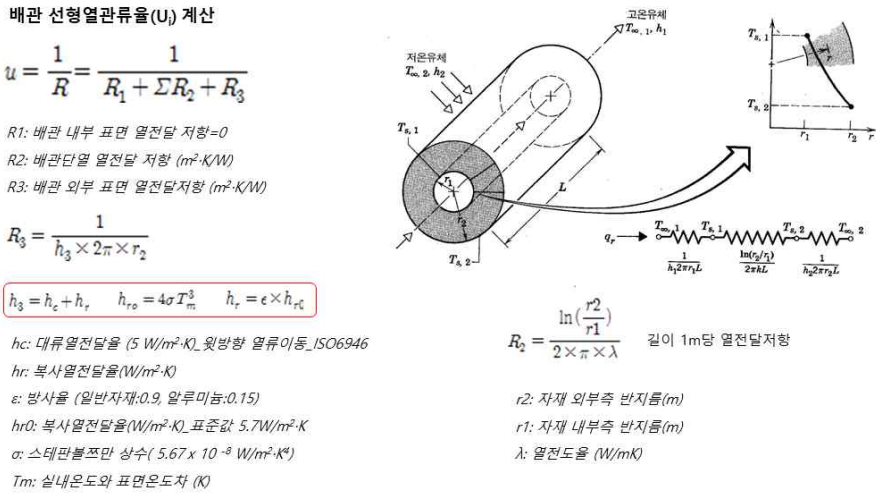
| 코드 | 세부목표 |
|---|---|
| B-4-① | • 월별 태양열 이용 난방/급탕 에너지 공급량 해석 방법 도출 |
| B-4-② | • 보일러 연계 태양열 에너지 해석 Tool 개발 및 매뉴얼 작성 |

| | |
|---|---|
| 2차년도 계획 | • 태양열 이용 난방/급탕 에너지성능 해석 알고리즘 분석<br>• 태양열 이용 난방/급탕 에너지 표준값 도출<br>• 월별 태양열 난방.급탕 에너지 공급량 Tool 개발 및 매뉴얼 작성 |
| 2차년도 수행내용 | • **태양열 이용 난방/급탕 에너지성능 해석 알고리즘 분석**<br>- 평판형 및 진공관형 집열기 조사(효율곡선) 및 국내외 시험 평가 방법(ISO 8295) 조사<br>- 집열기(진공관형) 집열 면적 산정 방법 및 효율 성능 조사<br>- 태양열 온수탱크 열손실 계수 ($U_S$) 시험 평가 방법(KS ISO 9459-2) 조사 |




**[(좌) 집열기 효율 곡선, (우) 집열기 열전달 항목]**

- DIN V 18599-5: 2018 및 DIN V 18599-8:2018 기준에 따른 태양열 난방/급탕 에너지 공급량 알고리즘 분석
- 태양열 연결 배관 열손실 알고리즘 조사 및 분석




**[태양열 배관 열손실 알고리즘 분석]**

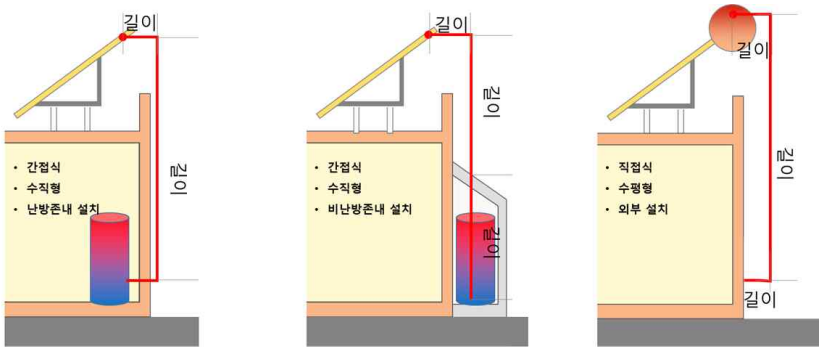
- 태양열 적정 설계 면적 산정 및 적정 온수 탱크 용량 산정 관련 계산 방법 알고리즘 분석
- 적용 보일러 종류별 효율 성능 에너지 해석 알고리즘 분석

- 태양열 순환펌프 및 보일러 순환펌프 보조설비 에너지 소요량 알고리즘 분석

$$W_{w,gen} = 0.001 \cdot P_{Pu,sol} \cdot t_{Pu,sol} \quad (6)$$

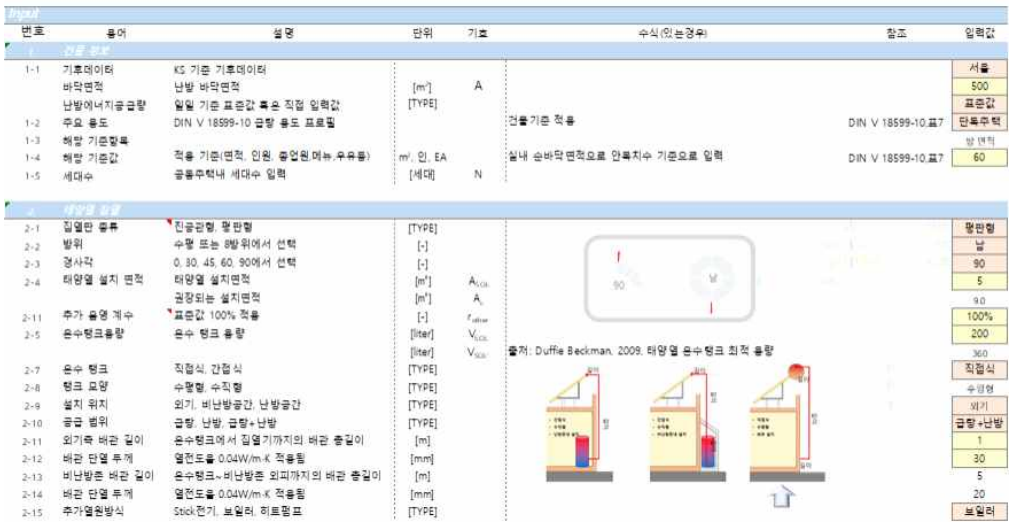
$W_{w,gen}$ : 월별 태양열 순환 펌프 에너지 소요량[kWh]
$P_{Pu,sol}$ : 순환 펌프 정격 출력[W]
$t_{Pu,sol}$ : 월별 순환 펌프 가동시간 [h]

- **태양열 이용 난방/급탕 에너지 표준값 도출**
- 국내 16개 지역 ISO 52010-1 기준 일사량 DB( 8방위 및 기울기(0˚,30˚,45˚,60˚,90˚) 마련
- DIN V 18599-8:2018 기준 집열기 표준값 DB 조사
- DIN V 18599-5:2018 기준 보일러 유형별 표준값 DB 조사
- 국내 태양열 온수탱크 설치 방식에 따른 구분 및 해석 범위 설정



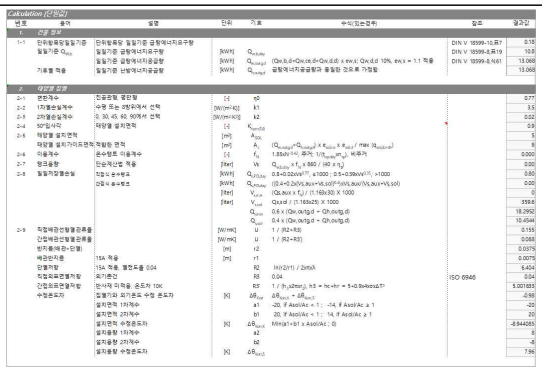

**[태양열 온수탱크 설치위치에 따른 배관 열손실 범위 지정]**

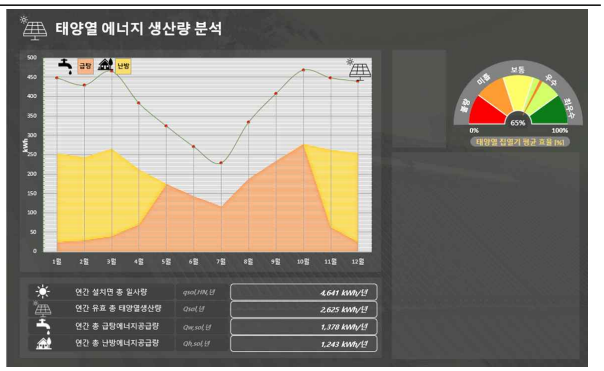
- **월별 태양열 난방/급탕 에너지공급량 해석 Tool 및 매뉴얼 개발**
- 월별 태양열 이용 난방/급탕 에너지 성능계산 Tool 개발
- Input⇒Calculation⇒Output 모듈방식 알고리즘 및 UI 적용




**[태양열 난방/급탕 에너지 공급량 해석 Input]**

- 적정 집열 설계 면적 및 온수탱크 용량 정보 제공
- 국내 기후 데이터 기반 난방/급탕에너지 공급량 정보 제공
- 집열기 온도 및 주변 온도차는 DIN V 18599-8:2018 표준값 적용
- 개발 Tool내에 보일러 알고리즘 작성됨.






**[태양열 난방/급탕 에너지 공급량 해석 Calculation, Output]**

**질적성과**

- **국외 기준 부합율 90% 이상**

- DIN V 18599-5:2018[태양열 포함 난방에너지소요량 해석 알고리즘]과 DIN V 18599-8: 2018[태양열 포함 난방에너지소요량 해석 알고리즘] 기준 부합율 98%
- 최종 작성 후 기준 부합 여부에 대한 전문가 자문 실시함.

| 자문 내용 | | | |
|---|---|---|---|
| 일시 | 2020.10.28. | 자문위원 | 김의종 교수(인하대학교) |
| 자문 의견 요약 | • 태양열 난방 및 급탕에 대해 국내외 기준 및 사례·문헌조사를 통해서 매우 상세한 연구를 진행함.<br>• 연구내용과 DIN V 18599의 정합성에 대한 검토결과: 부합함.<br>- 태양열 집열기의 효율 산정식: DIN에서도 동일하게 사용<br>- KS 기준 효율 산정식: 표현 기호는 다르나, 기본적으로 동일한 식을 사용하고 있음.<br>- 해석 알고리즘은 DIN에서 제공하는 방식과 유사함.<br>- 추후 일사량 값을 업데이트하면 전체 해석도구 개발시 문제가 없을 것으로 판단<br>• KS 및 ISO를 활용하여 진공관, 평판형 등 집열기 종류별 상세 설명을 포함되어, 기존 ECO2에 비해 집열기 성능을 묘사할 수 있는 방식으로 개발된 것으로 보임.<br>• 웹기반 서비스가 목적이므로, 사용자 편의를 위해 상세계산과 간편계산 중 적정한 레벨을 선택하는 것이 바람직할 것으로 보임. | | |

- **ECO2 적용 제안**

- 자문 결과 내용을 바탕으로 해당 알고리즘에 대한 ECO2021 버전에 대한 제안

| 성과명 | 액티브 이슈자재 인증 및 정보 구축<br>[액티브 평가 표준 모델 개발] | 성과증빙자료<br>2차년도 B-1-① |
|---|---|---|
| 최종목표 | 중소 기업 지원 플랫폼내 패시브, 액티브 이슈 자재에 대한 에너지 정보 서비스 구축 | |

| 코드 | 세부목표 |
|---|---|
| B-1-① | • 커튼월 열관류율 계산 S/W 및 매뉴얼 개발<br>• 표준 모델 이용 자재 성능 평가 Tool 및 매뉴얼 개발 |

| | |
|---|---|
| 2차년도 계획 | • 단순 도면(창호일람표) 정보 입력 기반 커튼월 열성능 자동 계산 S/W<br>• 웹기반 표준 모델 작성 구현 방법 및 범위<br>• 표준 모델 적용 표준값 도출<br>• 패시브 이슈자재 에너지 해석 알고리즘 코딩 및 UI 설계 |
| 2차년도 수행내용 | • **단순 도면(창호일람표) 정보 입력 기반 커튼월 열성능 자동 계산 S/W**<br>- ISO 12631 기반 에너지 평가 알고리즘 코딩<br>- 제품 성능 평가에 따른 DB 정보 제공 및 확인<br>- 쉬운 창호 및 커튼월 도면 정보 입력 방법 마련 및 오차율 0.1% 미만의 각 부위별 면적 및 길이 정보 자동 계산<br>- 성능 계산 시트에서 해당 커튼월에 대한 열관류율 정보 제공 |




**[DB 항목에 따른 커튼월 정보 확인]**

- **웹기반 표준 모델 작성 구현 방법 및 범위**
- 현재 9개 시트로 화면 구성됨 (개요, 기후, 개요, 건물정보, 외장재, 커튼월, 창호, 열교차단재, 결과), 3차년도 액티브 항목 추가
- 기후데이터(온도, 습도, 8방위-5개 기울기 일사량)는 총 20개 지역에 대한 정보 포함
- 건물 정보 입력은 4가지(I자형, L자형, ㄷ자형, ㅁ자형)타입별 선택 후, 장변 길이 입력을 하면 바닥면적과 층수 입력에 따라 각 외피 면적 자동 계산 알고리즘 적용
- 주향, 주요 용도 및 기밀성능, 재실자 밀도 그리고 지붕 색상 선택




**[건물 정보 입력 및 외피 적용 범위]**

- **표준 모델 적용 표준값 도출**
- DIN V 18599-10:2018 용도 프로필 적용
- 기밀 성능 및 축열 성능 DIN V 18599-2:2018 표준값 적용
- 입력하지 않는 건물외피 열성능 정보는 국내 건축물에너지절약설계기준(EPI)을 적용하여 계산함
- 지중 열전달 해석은 지표면 위 조건으로 ISO 13370 기준 적용

- **패시브 이슈자재 에너지 해석 알고리즘 코딩 및 UI 설계**
- 건물 정보, 표준 모델 적용 그리고 자재별 에너지 성능 정보 서비스 프로세스 설계
- 사용자가 쉽게 입력 가능하도록 UI 구성




**[자재 성능 평가 Tool 매인 화면]**

- 외장재, 커튼월, 창호 및 열교 차단재 항목으로 사용자가 쉽게 입력 가능하도록 UI 구성
- 제품 열성능 평가항목 반영 및 제품 선택 시 실시간 정보(현장 설치 성능대비 에너지 절감률) 확인 가능



**[창호 성능 평가 Tool 화면]**

- 월별 에너지 요구량 및 에너지 소요량 관련 정보 제공 결과 보고서
- 사용 대상은 중소기업 엔지니어로 제품에 대한 성능값을 바탕으로 발주자, 설계자, 시공자 또는 감리자 제출용 에너지 보고서 제공 서비스
- 자재 시장 활성화를 위한 생태계(인증 ⇒ 해당 프로젝트별 에너지정보) 확보 마련



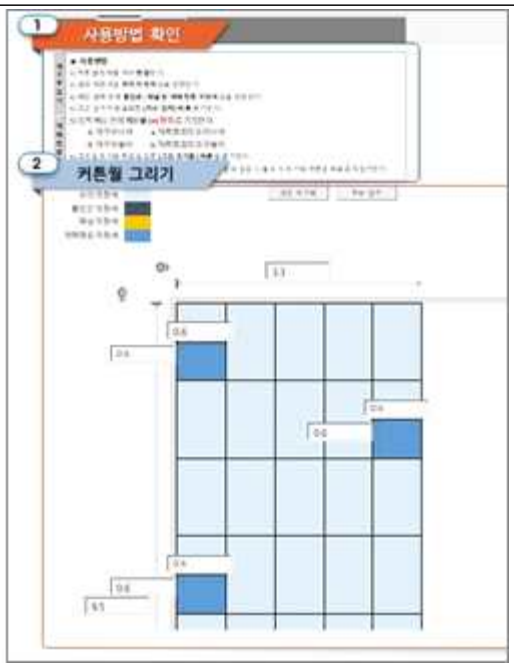

**[결과 보고서 Tool 화면]**

- 자재 시장 활성화를 위한 생태계(인증 ⇒ 해당 프로젝트별 에너지정보) 확보 마련
- 자재 복합 검토도 가능하며, 각각의 에너지 정보 서비스도 가능함
- 액티브 표준모델을 기반으로 3차년도 액티브 설비 시스템 연계
- 엑셀 Tool 기반으로 작성하였으며, 3차년도 프로그램 코딩을 통한 웹 플랫폼 연계
- 자재별 모듈 기반 방식으로 3차년도 차양 장치 및 출입문 항목 추가 가능함
- 각 항목별 별도 아이콘 디자인을 통해 GUI에 대한 품질 확보 및 개념 반영

**질적성과**

- **단순 도면(창호일람표) 정보 입력 기반 커튼월 열성능 자동 계산 S/W**
- S/W 저작권 등록
- 각 항목별 설명 매뉴얼 작성

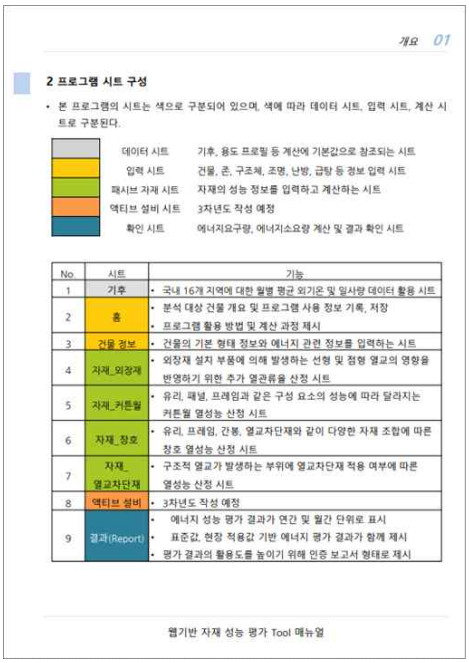



**[(좌) S/W 저작권 등록, (우) 도면 정보 입력 매뉴얼 UI]**

- **표준 모델 이용 자재 성능 평가 Tool 및 매뉴얼 개발**

- 기획안을 바탕으로 3차년도 패시브 이슈자재에 대한 에너지계산 웹 서비스 개발
- 각 항목별(외장재, 커튼월, 창호, 열교차단재) 설명 매뉴얼 작성
- 적용된 건물에너지해석 알고리즘 설명 매뉴얼 작성





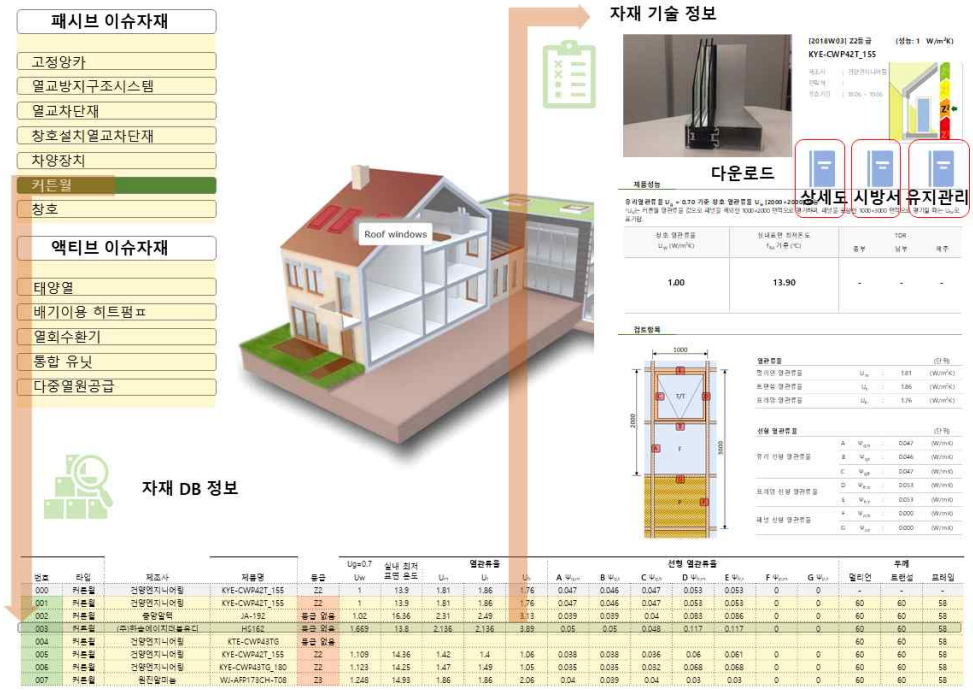


**[(좌) Tool 매뉴얼 작성중, (우) 적용된 알고리즘 순서도]**

| 성과명 | Easy 사용환경을 위한 플랫폼 UI 설계 | 성과증빙자료<br>2차년도 C-1-① |
|---|---|---|
| 최종목표 | [플랫폼 구축] 이슈화된 자재의 신뢰성 확보가 가능한 시공 사례별 참여형 커뮤니티 플랫폼 | |

| 코드 | 세부목표 |
|---|---|
| C-1-① | • 자재 정보 제공 및 시공 사례 커뮤니티 활동을 위한 사용자 친화형 제로에너지건축 이슈 자재 플랫폼 설계 |

| | |
|---|---|
| 2차년도 계획 | • 플랫폼 IA(Infomation Architecture) 및 플로우 차트(Flow chart) 작성<br>• 플랫폼 제공 서비스 항목 도출<br>• 플랫폼 제공 서비스별 화면 설계 |
| 2차년도 수행내용 | • **플랫폼 제공 서비스 항목 도출**<br>- 자재 정보서비스, 에너지 정보 서비스 그리고 커뮤니티 서비스로 구성함<br>- **자재(DB) 정보서비스**: 패시브 이슈자재 및 액티브 이슈 자재에 대한 정보 서비스로 성능, 표준 상세도, 시방서 등 기술 정보 제공 서비스 항목 으로 구성함, 주요 이용 대상은 건축주(발주자), 설계자, 시공자 및 감리자 등 소비계층임<br>- **에너지(Calculation and performance) 정보 서비스**: 주요 이용 대상은 자재 DB 등록 중소기업이며, 특정 프로젝트를 대상으로 해당 자재 적용 시 에너지 요구량, 소요량 및 절감량 결과 보고서 제공 서비스<br>- **커뮤니티(feed back and Maintenance) 서비스**: 이슈 자재 적용 시 시공성과 유지관리 관련 커뮤니티 서비스로 제품의 피드백을 통한 평가 방법 업그레이드 등 활용, 주 이용 대상은 소비계층 이며, 전문가를 활용한 관련 기술 세미나 등 다양한 커뮤니티 서비스 제공<br>- **플랫폼 운영 지원(Management)** : 회원정보 관리, DB관리 및 주 이용률 파악 등 플랫폼 운영에 필요한 운영 지원 서비스<br>• **플랫폼 제공 서비스별 화면 설계**<br>- 자재 정보 서비스 화면구성 설계 및 프로세스 디자인<br>- 패시브, 액티브 이슈자재 항목 선택, DB 항목 이동 후 자재 선택 시, 관련 기술정보(성능, 표준 디테일, 시방서, 유지관리 지침서 등)제공<br>- 에너지 정보 서비스 화면구성 설계 및 프로세스 디자인 |




[이슈 자재 화면 구성 및 정보 확인 프로세스]

- 건물 정보, 표준 모델 적용, 패시브/액티브 이슈자재 적용 및 에너지 요구량, 소요량 및 절감량 정보 제공 서비스




**[에너지 정보 서비스 매인 화면 구성_Tool 개발 관련 GUI 설계]**

- 커뮤니티 서비스 화면구성 설계 및 프로세스 디자인
- 건물 설계/시공관련, 공지사항, 포럼 및 질문과 답변 등 사용자 환경을 고려한 항목 도출, 자재별 성능 표시 방법 및 화면구성 조사




**[(좌) 자재 성능 제시 커뮤니티 디자인, (우) 자재 항목별 배점 커뮤니티 디자인]**

| | |
|---|---|
| **질적성과** | • **3차년도 Easy 사용환경기반 참여형 오픈 플랫폼 구축**<br>- 플랫폼 구축 시 UI 설계안 활용 예정 |

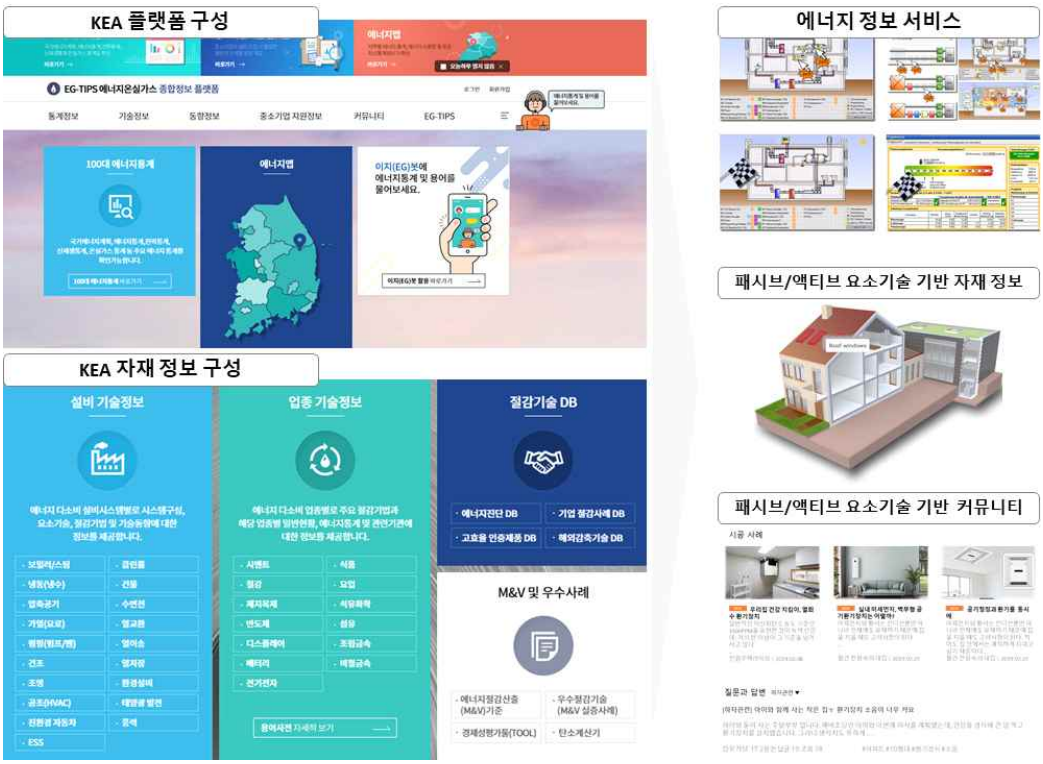
| 성과명 | 이슈자재 성능평가 및 웹서비스를 위한 디자인(안) 개발 | 성과증빙자료<br>2차년도 C-2-③ |
|---|---|---|
| 최종목표 | [DB구축·정보제공서비스] 웹 플랫폼 상 이슈자재 성능정보에 대한 제공서비스 구현 | |

| 코드 | 세부목표 |
|---|---|
| C-2-③ | 이슈 자재 성능측정, 성능정보 DB 구축 및 웹 플랫폼 게시용 디자인(안) 개발 |

| | |
|---|---|
| 2차년도 계획 | • 이슈자재 성능측정 및 DB 구축<br>• 웹 플랫폼 게시용 디자인(안) 개발 |
| 2차년도 수행내용 | • **이슈자재 성능측정 및 DB 구축**<br>- 단열앵커 2건, 발코니 열교차단재 2건, 파라펫 열교차단재 2건에 대한 성능측정 진행 및 성능정보 DB 구축<br>• **웹 플랫폼 게시용 디자인(안) 개발**<br>- 열교차단재 3종에 대한 성능정보 웹 게시를 위한 디자인(안) 개발<br>  <br><br>  <br><br>  <br><br>  <br><br>  <br><br>  <br><br>**[왼: 발코니 열교차단재 성능정보 디자인(안), 오: 파라펫 열교차단재 성능정보 디자인(안)]** |
| 질적성과 | • **IPAZEB 홈페이지에 게시, 자재사에서 홍보 및 교육자료로 활용**<br>- 국내 열교차단재 자재사에서 홍보자료 및 교육자료로 활용<br>• **3차년도 Easy 사용환경기반 참여형 오픈 플랫폼 구축**<br>- 플랫폼 구축 시 성능정보서비스 모듈에 활용 예정 |

| 성과명 | 이슈 자재에 대한 성능정보 DB 웹 플랫폼 게시용 디자인(안) 개발 | 성과증빙자료<br>2차년도 D-1-① |
|---|---|---|
| 최종목표 | [플랫폼 구축] KEA 플랫폼 연계활용방안 | |

| 코드 | 세부목표 |
|---|---|
| D-1-① | KEA 플랫폼 분석 및 연계활용방안 도출 |

| | |
|---|---|
| 2차년도 계획 | • 한국에너지공단 플랫폼 분석 |
| 2차년도<br>수행내용 | • **한국에너지공단 플랫폼 분석 및 연계활용방안 도출**<br>- 제로에너지빌딩 인증시스템, 건축물에너지효율등급 인증시스템, EG-TIPS 에너지온실가스 종합정보 플랫폼, 재생에너지 클라우드 플랫폼, 효율관리제도 사이트, 온실가스감축 상생 플랫폼 정보체계(IA, information Architecture) 분석<br>- 플랫폼 간 연계 사례 및 서비스 조사(ZEB 소개, 인증제도, 정보마당, 지원활동, 고객센터)<br>- 3차년도 개발 예정인 Easy 사용환경기반 참여형 오픈 플랫폼과의 연계 가능성 검토<br>  <br>**[사회이슈 자재에 대한 다양한 정보 제공으로 향후 KEA 연계 가능성 검토]**<br>- 개발 플랫폼의 KEA 플랫폼 연계 가능성을 고려한 웹 서비스 환경 구축 항목 도출<br>- 상생 협력 방안에 대한 서비스 구현 범위 조사<br>- 웹서비스 사용자 정의 및 투자 유치 관련 항목 도출<br>- 민원발생 대응 서비스 환경 조사<br>- 자재/기술 보유기관 홍보 지원 및 관련 기관 및 사업간 매칭 지원에 대한 업무 Flow 마련 |
| 질적성과 | • **플랫폼 연계·활용한 정책연계 인프라 마련 방안 제시**<br>- 챗봇 서비스와 연계하여, 신규 자재·기술에 대한 타 플랫폼에서 질의응답, 민원 발생 시 참여형 오픈 플랫폼으로 연결하는 등 시나리오별 맞춤 서비스 환경 마련<br>- 유관기관 및 관심 기술·사업 간 매칭 또는 MOU 지원<br>- 타 플랫폼의 지자체별 투자 사업정보, 사용자 서비스 이용현황 등 정보 수집을 통해 사업·연구 수행으로 이어져 산업 활성화 및 기술 확대 지원 |

### 3) 정성적·정량적 연구성과(3차년도)

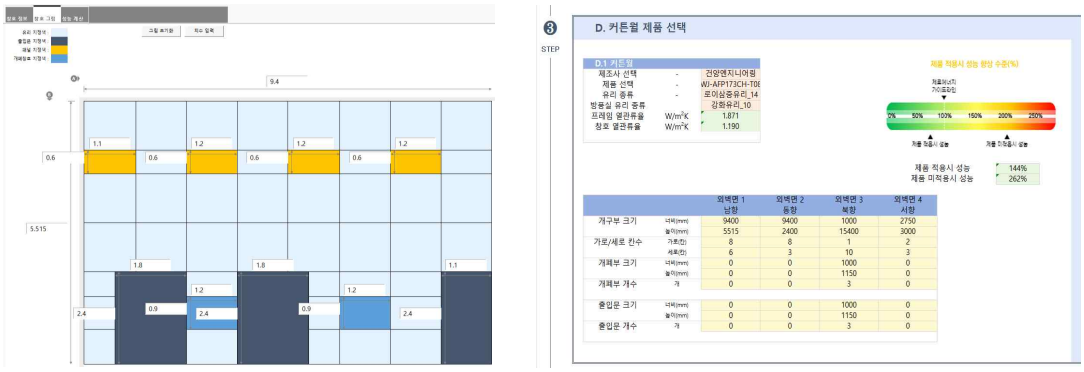
| 성과명 | 패시브 이슈자재 인증 및 정보구축<br>[출입문, 차양] | 성과증빙자료<br>3차년도 A-6-②<br>3차년도 A-7-①, A-7-② |
|---|---|---|
| 최종목표 | 패시브 이슈자재 평가 방법 마련 및 기존 에너지 해석 알고리즘과의 연계성 마련 | |

| 코드 | 세부 목표 |
|---|---|
| A-6-②<br>A-7-② | • 자재별 에너지성능 평가방법<br>• 실무 적용성 확대 및 기존 에너지 해석 알고리즘과의 연계 용이성 |

| | |
|---|---|
| 3차년도 계획 | • 방풍실을 포함한 출입문 열성능 및 기밀성능 표준값 도출<br>• 유리를 제외한 차양의 에너지성능 평가항목 도출 및 평가방법에 대한 단체표준 제안 |
| 3차년도 수행내용 | • **방풍실을 포함한 출입문 열성능 및 기밀성능 표준값 도출 및 평가방법 도출**<br>- 출입문 열성능 및 기밀 성능에 대한 표준값 도출 |

| | 방화문 | 유리문 | 방풍실 | 기밀 출입문 | 회전문 |
|---|---|---|---|---|---|
| 열관류율 [$W/m^2K$] | 1.4 | 1.5 ~ 2.2 | 1.5 ~ 2.2 | 1.5 ~ 2.2 | 1.5 ~ 2.2 |
| n50 [$h^{-1}$] | 6 | 10 | 6 | 6 | 6 |

- 표준값 이외 출입문 제품 성능은 기밀성능 외 방풍실의 열성능은 커튼월 프레임과 같은 프레임 부품별 면적 가중산정을 통해 평가됨.



**[커튼월 열관류율 계산 S/W 및 에너지성능 계산 Tool 중 방풍실 열성능 계산 프로세스]**

- 방풍실 외 출입문의 경우 ISO 10077-1 기준에 따라 창호 평가방법과 동일하게 부품별 (프레임, 창틀, 문짝) 열성능 및 열성능에 따라 면적 가중 평가되며, 설치 열교가 고려됨.

$$U_d = \frac{\sum A_g U_g + \sum A_p U_p + \sum A_f U_f + \sum l_{f,g}\Psi_{f,g} + \sum l_p \Psi_p}{A_d}$$

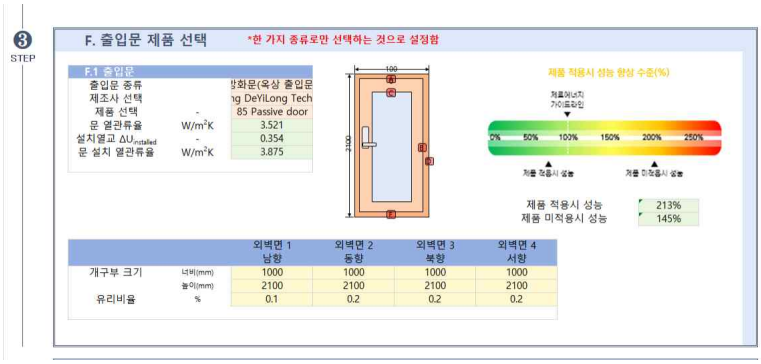
$$U_{d,\ installed} = U_d + \triangle U$$

$U_g,\ U_p,\ U_f,\ U_d$ : 유리 열관류율, 패널 열관류율, 프레임 열관류율, 출입문 열관류율

$A_g,\ A_p,\ A_f,\ A_d$ : 유리 면적, 패널 면적, 프레임 면적, 출입문 면적

$\Psi_{f,g},\ \Psi_p$ : 유리-프레임, 패널과의 결합으로 인해 발생하는 선형 열관류율

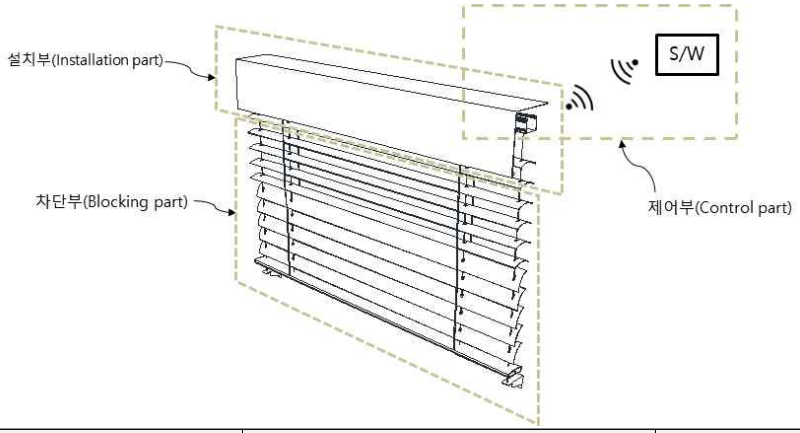
$l_{f,g},\ l_p$ : 유리-프레임, 패널 접합부 길이




**[에너지성능 계산 Tool 중 출입문 열성능 계산 프로세스]**

- **창호와 분리된 차양 에너지성능 평가방법 도출**

- 평가범위는 일사 제어가 가능한 슬랫형/ 롤평/ 스크린형을 대상으로 함.
- 차양(창호) 관련 에너지 성능 기준 조사하여 차양장치의 구성요소를 정의하고 구성요소별 에너지성능 평가 항목 및 평가방법을 도출하여 창호와 분리된 차양 에너지성능 평가를 마련함.




| 구성 요소 | 에너지 성능 | 평가 항목 | 평가방법 |
|---|---|---|---|
| 차단부 | 일사열 차단 | 외측 열투과율 $\tau_{e,B}$ | 물리시험 KS L 9107 |
| | | 외측 열반사율 $\rho_{e,B}$ | 소재시험 KS L 2514 |
| | 관류열 차단 | 추가 열저항 $\triangle R$ | 물리시험 KS L 9107 |
| | 빛/눈부심 차단 | 외측 빛투과율 $\tau'_{v,B}$ | 소재시험 KS L 2514 |
| | | 내측 빛투과율 $\rho'_{v,B}$ | 소재시험 KS L 2514 |
| 제어부 | 일사열 차단 | 일사 차양가동계수 $f_{sh,with}$ | 시뮬레이션 |
| | 관류열 차단 | 온도 차양가동계수 $f_{sht,with}$ | 시뮬레이션 |
| | 빛/눈부심 차단 | 시간 차양가동계수 $t_{rel,TL,SA}$ | 시뮬레이션 |
| 설치부 | 관류열 차단 | 총 차양설치선형 열관류율 $\Psi_t$ | 시뮬레이션 |

- 차양가동 계수는 일사열 차단, 관류열 차단, 빛/눈부심 차단이라는 3가지 기능에 따라 제어 알고리즘이 달라짐.

| 일사량 기준 차양가동계수 | 온도 기준 차양가동계수 | 시간 기준 차양가동계수 |
|---|---|---|
| $f_{sh,with,m}=\frac{\sum I_{sh,d}}{\sum I_{tot,d}}$ | $f_{sht,with,m}=\frac{\sum T_{sh,d}}{\sum T_{tot,d}}$ | $t_{rel,TL,SA,m}=\frac{\sum t_{sh,d}}{\sum t_{tot,d}}$ |

- 차양 설치 시 발생하는 창호 설치열교는 창호 설치선형 열관류율과 고정앵커 등과 같은 추가 열교에 합으로 계산되며, 이를 통해 단열셔터박스가 적용된 제품의 차등성 확보됨.

$$\Psi_t = \Psi_W + \Delta\Psi_X$$

$\Psi_W$ : 차양부위 창호설치선형열관류율

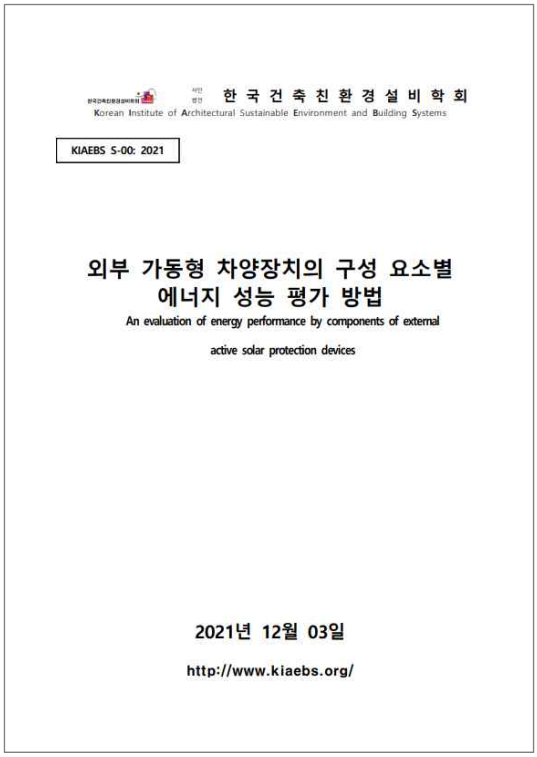
$\Delta\Psi_X$ : 추가 창호설치선형열관류율

**질적성과**

- **「외부 가동형 차양장치의 구성 요소별 에너지성능 평가방법」 단체표준 제정**

- 한국건축친환경설비학회 단체표준 제출 완료

- 11월 공청회 및 2차 심의 승인되었으며, 제정 예정



한국건축친환경설비학회
Korean Institute of Architectural Sustainable Environment and Building Systems

KIAEBS S-00: 2021

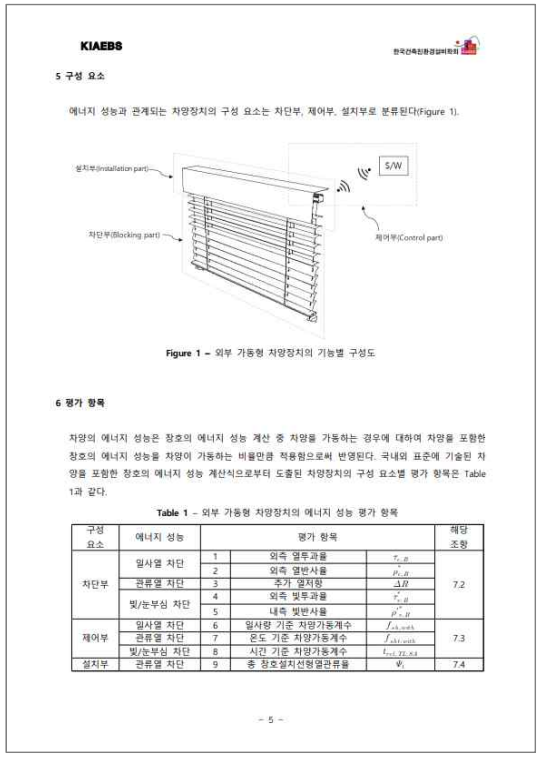
외부 가동형 차양장치의 구성 요소별
에너지 성능 평가 방법

An evaluation of energy performance by components of external

active solar protection devices

2021년 12월 03일

http://www.kiaebs.org/



KIAEBS

한국건축친환경설비학회

5 구성 요소

에너지 성능과 관계되는 차양장치의 구성 요소는 차단부, 제어부, 설치부로 분류된다(Figure 1).



Figure 1 – 외부 가동형 차양장치의 기능별 구성도

6 평가 항목

차양의 에너지 성능은 창호의 에너지 성능 계산 중 차양을 가동하는 경우에 대하여 차양을 포함한 창호의 에너지 성능을 차양이 가동하는 비율만큼 적용함으로써 반영된다. 국내외 표준에 기술된 차양을 포함한 창호의 에너지 성능 계산식으로부터 도출된 차양장치의 구성 요소별 평가 항목은 Table 1과 같다.

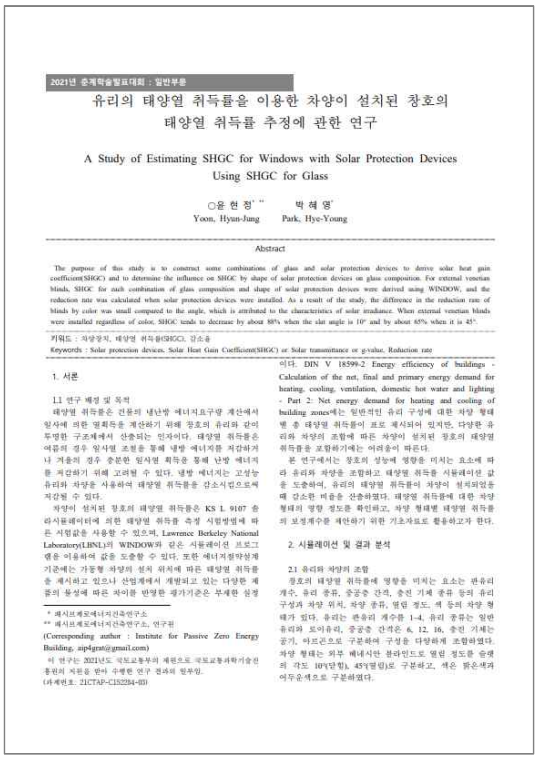
Table 1 – 외부 가동형 차양장치의 에너지 성능 평가 항목

| 구성 요소 | 에너지 성능 | 평가 항목 | | | 해당 조항 |
|---|---|---|---|---|---|
| 차단부 | 일사열 차단 | 1 | 외측 열투과율 | $\tau_{e,\beta}$ | 7.2 |
| | | 2 | 외측 열반사율 | $\rho_{e,\beta}$ | |
| | 관류열 차단 | 3 | 추가 열저항 | $\Delta R$ | |
| | 빛/눈부심 차단 | 4 | 외측 빛투과율 | $\tau_{v,\beta}$ | |
| | | 5 | 내측 빛반사율 | $\rho_{v,\beta}$ | |
| 제어부 | 일사열 차단 | 6 | 일사량 기준 차양가동계수 | $f_{sh,with}$ | 7.3 |
| | 관류열 차단 | 7 | 온도 기준 차양가동계수 | $f_{sh,with}$ | |
| | 빛/눈부심 차단 | 8 | 시간 기준 차양가동계수 | $t_{vis,TC,SA}$ | |
| 설치부 | 관류열 차단 | 9 | 총 창호설치선형열관류율 | $\Psi_i$ | 7.4 |

– 5 –

**[차양장치 구성요소별 에너지성능 평가방법 단체 표준]**

- 유리와 분리된 차양의 열투과율을 추정하기 위해 유리-차양 조합별 SHGC(태양열 취득률) 감소율 범위에 대한 연구 진행 및 학술발표



2021년 춘계학술발표대회 : 일반부문

유리의 태양열 취득률을 이용한 차양이 설치된 창호의
태양열 취득률 추정에 관한 연구

A Study of Estimating SHGC for Windows with Solar Protection Devices
Using SHGC for Glass

○윤 현 정* 박 혜 영*
Yoon, Hyun-Jung Park, Hye-Young

Abstract

The purpose of this study is to construct some combinations of glass and solar protection devices to derive solar heat gain coefficient(SHGC) and to determine the influence on SHGC by shape of solar protection devices on glass composition. For external venetian blinds, SHGC for each combination of glass composition and shape of solar protection devices were derived using WINDOW, and the reduction rate was calculated when solar protection devices were installed. As a result of the study, the difference in the reduction rate of blinds by color was small compared to the angle, which is attributed to the characteristics of solar irradiance. When external venetian blinds were installed regardless of color, SHGC tends to decrease by about 88% when the slat angle is 10° and by about 65% when it is 45°.

키워드 : 차양장치, 태양열 취득률(SHGC), 감소율
Keywords : Solar protection devices, Solar Heat Gain Coefficient(SHGC) or Solar transmittance or g-value, Reduction rate

1. 서론

1.1 연구 배경 및 목적

태양열 취득률은 건물의 냉난방 에너지요구량 계산에서 일사에 의한 열획득을 계산하기 위해 창호의 유리와 같이 투명한 구조체에서 산출되는 인자이다. 태양열 취득률은 여름의 경우 일사열 조절을 통해 냉방 에너지를 저감하거나 겨울의 경우 충분한 일사열 획득을 통해 난방 에너지를 저감하기 위해 고려할 수 있다. 냉방 에너지는 고성능 유리와 차양을 사용하여 태양열 취득률을 감소시킴으로써 저감될 수 있다.

차양이 설치된 창호의 태양열 취득률은 KS L 9107 솔라시뮬레이터에 의한 태양열 취득률 측정 시험법에 따른 시험값을 사용할 수 있으며, Lawrence Berkeley National Laboratory(LBNL)의 WINDOW와 같은 시뮬레이션 프로그램을 이용하여 값을 도출할 수 있다. 또한 에너지절약설계기준에는 가동형 차양의 설치 위치에 따른 태양열 취득률을 제시하고 있으나 산업계에서 개발되고 있는 다양한 제품의 물성에 따른 차이를 반영한 평가기준은 부재한 실정이다. DIN V 18599-2 Energy efficiency of buildings - Calculation of the net, final and primary energy demand for heating, cooling, ventilation, domestic hot water and lighting - Part 2: Net energy demand for heating and cooling of building zones에는 일반적인 유리 구성에 대한 차양 형태별 총 태양열 취득률이 표로 제시되어 있지만, 다양한 유리와 차양의 조합에 따른 차양이 설치된 창호의 태양열 취득률을 포함하기에는 어려움이 따른다.

본 연구에서는 창호의 성능에 영향을 미치는 요소에 따라 유리와 차양을 조합하고 태양열 취득률 시뮬레이션 값을 도출하여, 유리의 태양열 취득률이 차양이 설치되었을 때 감소한 비율을 산출하였다. 태양열 취득률에 대한 차양 형태의 영향 정도를 확인하고, 차양 형태별 태양열 취득률의 보정계수를 제안하기 위한 기초자료로 활용하고자 한다.

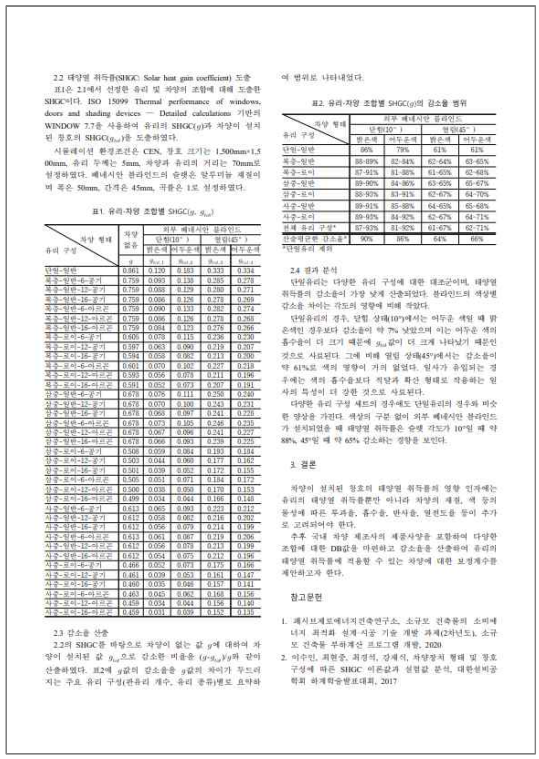
2. 시뮬레이션 및 결과 분석

2.1 유리와 차양의 조합

창호의 태양열 취득률에 영향을 미치는 요소는 판유리 개수, 유리 종류, 중공층 간격, 충전 기체 종류 등의 유리 구성과 차양 위치, 차양 종류, 열관 정도, 색 등의 차양 형태가 있다. 유리는 판유리 개수를 1-4, 유리 종류는 일반유리와 로이유리, 중공층 간격은 6, 12, 16, 충전 기체는 공기, 아르곤으로 구분하여 구성을 다양하게 조합하였다. 차양 형태는 외부 베네시안 블라인드로 열관 정도를 슬랫의 각도 10°단위, 45°열관하고 구분하고, 색은 밝은색과 어두운색으로 구분하였다.

* 패시브제로에너지건축연구소, 연구원
** 패시브제로에너지건축연구소, 연구원
(Corresponding author : Institute for Passive Zero Energy Building, aip4grat@gmail.com)

이 연구는 2021년도 국토교통부의 재원으로 국토교통과학기술진흥원의 지원을 받아 수행한 연구 결과의 일부임.
(과제번호: 21CTAP-C152254-03)



2.2 태양열 취득률(SHGC: Solar heat gain coefficient) 도출

표1은 2.1에서 선정한 유리 및 차양의 조합에 대해 도출한 SHGC이다. ISO 15099 Thermal performance of windows, doors and shading devices — Detailed calculations 기반의 WINDOW 7.7을 사용하여 유리의 $SHGC(g)$과 차양이 설치된 창호의 $SHGC(g_{tot})$을 도출하였다.

시뮬레이션 환경조건은 CEN, 창호 크기는 1,500mm×1,500mm, 유리 두께는 5mm, 차양과 유리의 거리는 70mm로 설정하였다. 베네시안 블라인드의 슬랫은 알루미늄 재질이며 폭은 50mm, 간격은 45mm, 곡률은 1로 설정하였다.

표1. 유리-차양 조합별 SHGC($g$, $g_{tot}$)

| 차양 형태 / 유리 구성 | 차양 없음 | 외부 베네시안 블라인드 | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 닫힘(10°) | | 열림(45°) | |
| | | 밝은색 | 어두운색 | 밝은색 | 어두운색 |
| | $g$ | $g_{tot,1}$ | $g_{tot,2}$ | $g_{tot,3}$ | $g_{tot,4}$ |
| 단板-일반 | 0.861 | 0.120 | 0.183 | 0.333 | 0.336 |
| 복층-일반-6-공기 | 0.759 | 0.093 | 0.138 | 0.285 | 0.278 |
| 복층-일반-12-공기 | 0.759 | 0.088 | 0.129 | 0.280 | 0.271 |
| 복층-일반-16-공기 | 0.759 | 0.086 | 0.126 | 0.278 | 0.269 |
| 복층-일반-6-아르곤 | 0.758 | 0.090 | 0.133 | 0.282 | 0.274 |
| 복층-일반-12-아르곤 | 0.759 | 0.086 | 0.126 | 0.278 | 0.268 |
| 복층-일반-16-아르곤 | 0.759 | 0.084 | 0.123 | 0.276 | 0.266 |
| 복층-로이-6-공기 | 0.605 | 0.078 | 0.115 | 0.236 | 0.230 |
| 복층-로이-12-공기 | 0.597 | 0.063 | 0.090 | 0.219 | 0.207 |
| 복층-로이-16-공기 | 0.594 | 0.058 | 0.082 | 0.213 | 0.200 |
| 복층-로이-6-아르곤 | 0.601 | 0.079 | 0.102 | 0.227 | 0.218 |
| 복층-로이-12-아르곤 | 0.593 | 0.066 | 0.078 | 0.211 | 0.196 |
| 복층-로이-16-아르곤 | 0.591 | 0.062 | 0.073 | 0.207 | 0.191 |
| 삼중-일반-6-공기 | 0.678 | 0.078 | 0.111 | 0.250 | 0.240 |
| 삼중-일반-12-공기 | 0.678 | 0.070 | 0.100 | 0.243 | 0.231 |
| 삼중-일반-16-공기 | 0.678 | 0.068 | 0.097 | 0.241 | 0.228 |
| 삼중-일반-6-아르곤 | 0.678 | 0.073 | 0.105 | 0.246 | 0.235 |
| 삼중-일반-12-아르곤 | 0.678 | 0.067 | 0.096 | 0.241 | 0.227 |
| 삼중-일반-16-아르곤 | 0.678 | 0.066 | 0.093 | 0.239 | 0.225 |
| 삼중-로이-6-공기 | 0.508 | 0.059 | 0.084 | 0.193 | 0.184 |
| 삼중-로이-12-공기 | 0.503 | 0.044 | 0.060 | 0.177 | 0.162 |
| 삼중-로이-16-공기 | 0.501 | 0.039 | 0.052 | 0.172 | 0.155 |
| 삼중-로이-6-아르곤 | 0.505 | 0.051 | 0.071 | 0.184 | 0.173 |
| 삼중-로이-12-아르곤 | 0.500 | 0.038 | 0.050 | 0.170 | 0.153 |
| 삼중-로이-16-아르곤 | 0.499 | 0.034 | 0.044 | 0.166 | 0.148 |
| 사중-일반-6-공기 | 0.612 | 0.065 | 0.093 | 0.222 | 0.212 |
| 사중-일반-12-공기 | 0.612 | 0.058 | 0.082 | 0.216 | 0.202 |
| 사중-일반-16-공기 | 0.612 | 0.056 | 0.079 | 0.214 | 0.199 |
| 사중-일반-6-아르곤 | 0.613 | 0.061 | 0.087 | 0.219 | 0.206 |
| 사중-일반-12-아르곤 | 0.612 | 0.056 | 0.078 | 0.213 | 0.199 |
| 사중-일반-16-아르곤 | 0.612 | 0.054 | 0.075 | 0.212 | 0.196 |
| 사중-로이-6-공기 | 0.466 | 0.052 | 0.073 | 0.175 | 0.166 |
| 사중-로이-12-공기 | 0.461 | 0.039 | 0.053 | 0.161 | 0.147 |
| 사중-로이-16-공기 | 0.460 | 0.035 | 0.048 | 0.157 | 0.141 |
| 사중-로이-6-아르곤 | 0.463 | 0.045 | 0.062 | 0.168 | 0.156 |
| 사중-로이-12-아르곤 | 0.459 | 0.034 | 0.044 | 0.156 | 0.140 |
| 사중-로이-16-아르곤 | 0.459 | 0.031 | 0.039 | 0.152 | 0.135 |

2.3 감소율 산출

2.2의 SHGC를 바탕으로 차양이 없는 값 $g$에 대하여 차양이 설치된 값 $g_{tot}$으로 감소한 비율을 $(g-g_{tot})/g$와 같이 산출하였다. 표2에 $g$값의 감소율을 $g$값의 차이가 두드러지는 구조 유리 구성(판유리 개수, 유리 종류)별로 요약하여 정리로 나타내었다.

표2. 유리-차양 조합별 SHGC($g$)의 감소율 범위

| 차양 형태 / 유리 구성 | 외부 베네시안 블라인드 | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 닫힘(10°) | | 열림(45°) | |
| | 밝은색 | 어두운색 | 밝은색 | 어두운색 |
| 단板-일반 | 86% | 79% | 61% | 61% |
| 복층-일반 | 88~89% | 82~84% | 62~64% | 62~65% |
| 복층-로이 | 87~91% | 81~88% | 61~65% | 62~68% |
| 삼중-일반 | 89~90% | 84~86% | 63~65% | 65~67% |
| 삼중-로이 | 88~90% | 83~91% | 62~67% | 64~70% |
| 사중-일반 | 89~91% | 85~88% | 64~65% | 65~68% |
| 사중-로이 | 89~93% | 84~92% | 62~67% | 64~71% |
| 분체 유리 구성* | 87~92% | 81~92% | 61~67% | 62~71% |
| 산술평균한 감소율* | 90% | 86% | 64% | 66% |

*단일유리 제외

2.4 결과 분석

단일유리는 다양한 유리 구성에 대한 대조군이며, 태양열 취득률의 감소율이 가장 낮게 산출되었다. 블라인드의 색상별 감소율 차이는 각도의 영향에 비해 작았다.

단일유리의 경우, 단힘 상태(10°)에서는 어두운 색일 때 밝은색인 경우보다 감소율이 약 7% 낮았으며 이는 어두운 색의 흡수율이 더 크기 때문에 $g_{tot}$값이 더 크게 나타났기 때문인 것으로 사료된다. 그에 비해 열림 상태(45°)에서는 감소율이 약 61%로 색의 영향이 거의 없었다. 일사가 유입되는 경우에는 색의 흡수율보다 직달과 확산 형태로 작용하는 일사의 특성이 더 강한 것으로 사료된다.

다양한 유리 구성 세트의 경우에도 단일유리의 경우와 비슷한 양상을 가진다. 차양의 구분 없이 외부 베네시안 블라인드가 설치되었을 때 태양열 취득률은 슬랫 각도가 10°일 때 약 88%, 45°일 때 약 65% 감소하는 경향을 보인다.

3. 결론

차양이 설치된 창호의 태양열 취득률의 영향 인자에는 유리의 태양열 취득률뿐만 아니라 차양의 재질, 색 등의 물성에 따른 투과율, 흡수율, 반사율, 열전도율 등이 추가로 고려되어야 한다.

추후 국내 차양 제조사의 제품사양을 포함하여 다양한 조합에 대한 DB값을 마련하고 값을 산출하여 유리의 태양열 취득률에 적용할 수 있는 차양에 대한 보정계수를 제안하고자 한다.

참고문헌

1. 패시브제로에너지건축연구소, 소규모 건축물의 소비에너지 최적화 설계 지침 기술 개발 과제(2차년도), 소규모 건축물 부하계산 프로그램 개발, 2020.
2. 이수민, 최현준, 최경석, 강래석, 차양장치 형태 및 창호 구성에 따른 SHGC 이론값과 실험값 분석, 대한설비공학회 하계학술발표대회, 2017

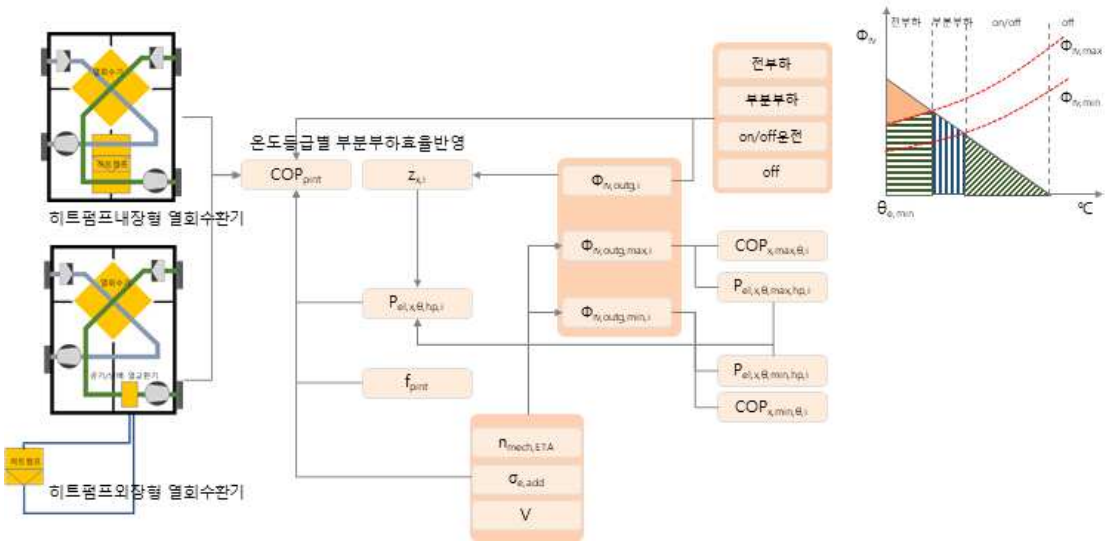
**[차양 에너지성능평가방법에 대한 학술발표]**

- **기밀 시공공법 가이드라인 보고서**
- "건축물의 에너지절약설계기준" 개정방안에 작성된 보고서 활용됨

| 성과명 | 액티브 이슈 자재 에너지성능 평가방법 도출 및 성능계산 Tool<br>[배기이용 히트펌프, 열회수환기+히트펌프, 하이브리드 히트펌프 운전] | 성과증빙자료<br>3차년도 B-5·6·7-①<br>3차년도 B-5·6·7-② |
|---|---|---|
| 최종목표 | 통합설비 평가방법 마련<br>중소기업 지원 히트펌프 에너지 공급량 해석 Tool 웹 서비스 제공 | |

| 코드 | 세부 목표 | |
|---|---|---|
| B-5-①<br>B-5-② | • 배기이용 히트펌프(히트펌프내장형 열회수환기) 에너지해석 알고리즘 조사 및 자재 평가방법 마련 | 기술활용성을 위한 단체표준 작성 |
| B-6-①<br>B-6-② | • 열회수환기+히트펌프(히트펌프외장형 열회수환기) 에너지해석 알고리즘 조사 및 자재 평가방법 마련 | |
| B-7-①<br>B-7-② | • 하이브리드(히트펌프, 보일러 콤비운전) 에너지해석 알고리즘 조사 및 분석<br>• 기술활용성: B-5, B-6 제품에 해당 알고리즘 적용 기술 개발 지원(제어 및 운전가동방식) | |

| | |
|---|---|
| 3차년도 계획 | • 통합설비(히트펌프외장형열회수환기, 히트펌프내장형열회수환기) 에너지 해석 알고리즘 조사<br>• 통합설비 제품 평가방법 마련<br>• 하이브리드 운전 방식 에너지 성능 검토용 표준 기후데이터 작성<br>• 보일러 전부하, 부분부하효율 반영 에너지 해석 알고리즘 조사 및 분석<br>• 실제 에너지 사용량 기반 에너지 소요량 절감 분석 |
| 3차년도 수행내용 | • **통합설비(히트펌프외장형열회수환기, 히트펌프내장형열회수환기) 에너지 해석 알고리즘 조사**<br>- 온수탱크가 있는 경우 태양열 연계 운전 에너지 해석 알고리즘 작성<br>- 온도 등급별 히트펌프 가동방식을 고려한 평가방법 조사 및 분석.<br>- 온도 등급별 부분부하율(전부하, 부분부하, on/off모드, off) 적용<br>- 표준풍량, 최대풍량 및 재순환공기량이 있는 경우 최대 출력과 최소출력 기준으로 에너지 해석 반영됨<br>- 환기부분은 에너지 요구량에 반영되며, 히트펌프 부분은 난방, 냉방 그리고 급탕 에너지 소요량에 반영됨<br>- 냉방 성능은 고효율관리기자재운영 규정에 제시된 통합냉방효율(IEER)반영하여 산정 |

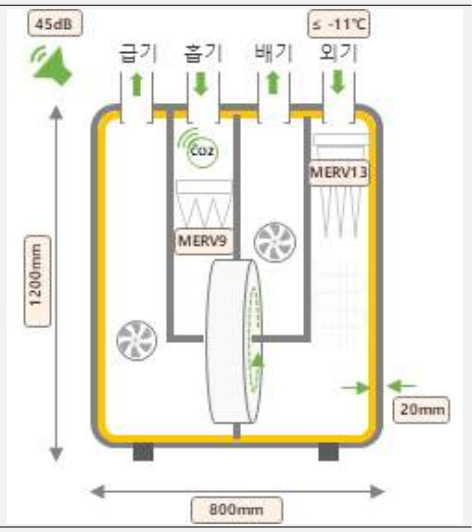



**[온도등급별 히트펌프 가동방식에 따른 부분부하효율반영 알고리즘]**

- **통합설비 제품 평가방법 마련**
- DIN V 18599-6:2018 열회수환기유닛 평가방법과 EN 14511 히트펌프 성능(난방, 냉방, 급탕) 평가방법으로 구분하여 작성함
- 국내·외 자료조사 및 제조사 협의를 통한 에너지 성능항목 도출 및 검토 범위 확정
- 기존 열회수환기성능평가방법 고도화(케이스단열, 케이스 누기율, 결빙방지, 표준 풍량범위), 온도 등급별 최대 출력과 최소출력값 평가
- 난방과 급탕 동시가동, 냉방과 급탕 동시가동 기능이 있는 경우 해당 제품에 대한 성능평가 방법 마련

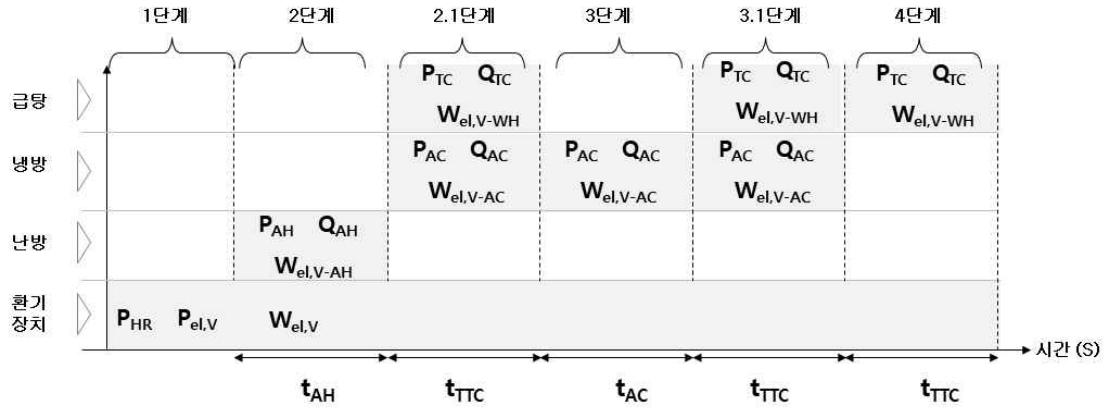
## 환기유닛 성능 평가 방법

| 평가 항목 | 성능 평가방법 |
|---|---|
| 환기 풍량 | 표준 풍량측정 |
| 누기율 | 외부 기밀측정 |
| | 내부 기밀측정 |
| 단열 성능 | 케이스 단열 두께 |
| 소음성능 | 기기 소음 측정 |
| 바이패스 | 기능 여부 확인 |
| CO2센서 | 제어 가능 여부 확인 |
| 결빙 방지 | • 0℃에서 1시간 동안 해당 온도(표준값 -15℃)까지 외기온도를 낮추면서 SA측 온도 변화 확인 |
| 열효율 | 현열/잠열교환효율 측정 |

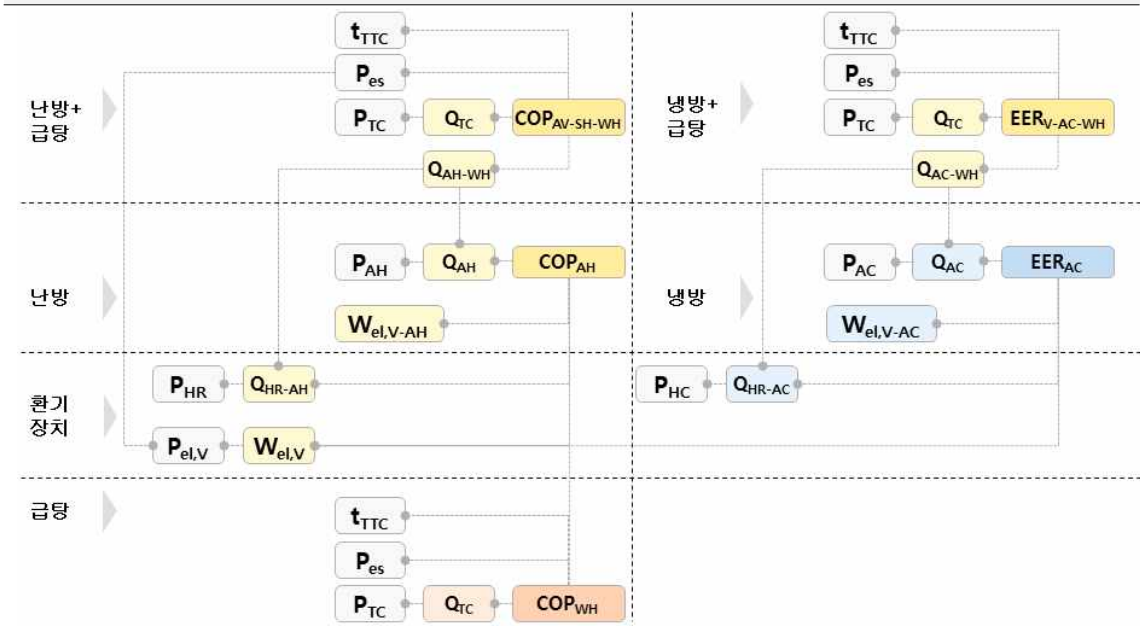



## 냉·난방 성능 평가 방법

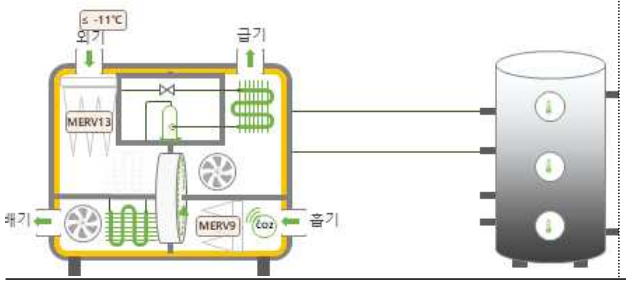
### 단계별 성능시험: 열회수환기, 히트펌프 성능시험($P_{HR}$)



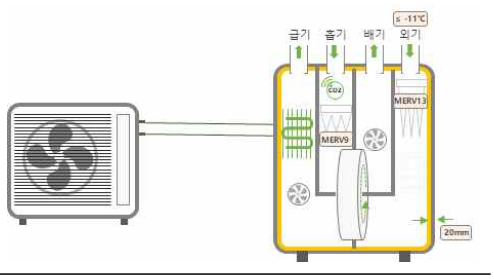

### 관련 알고리즘



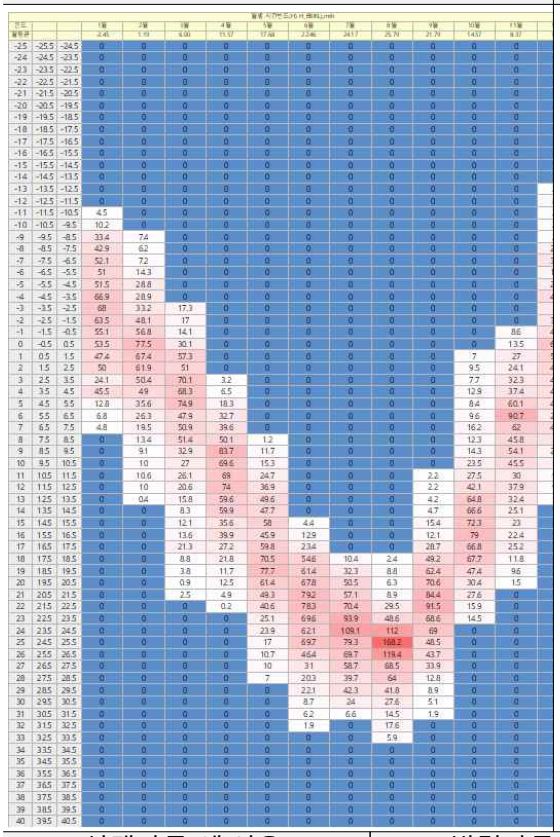
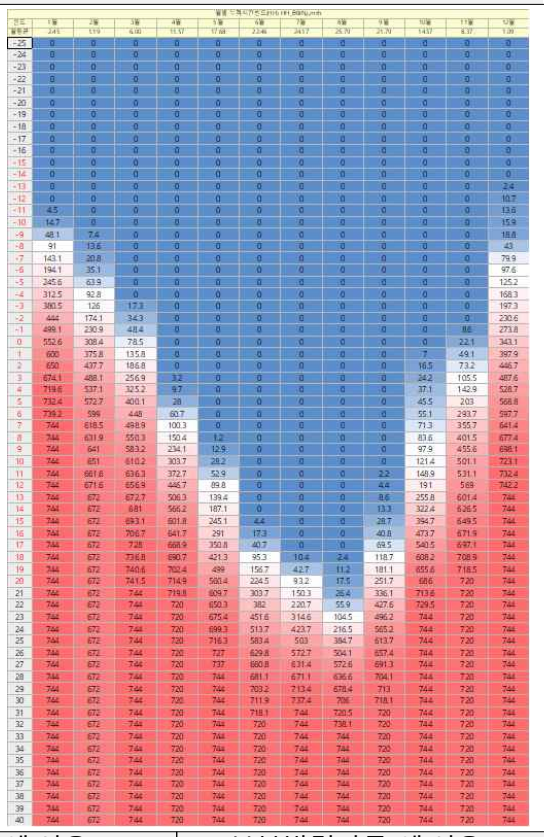

### 히트펌프내장형열회수환기

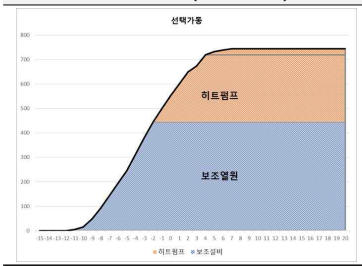
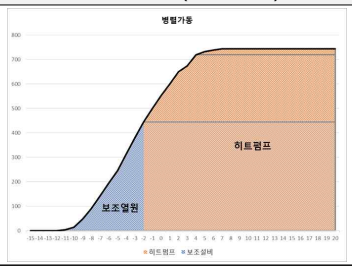
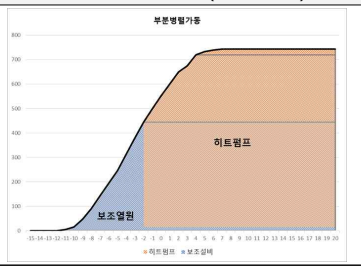



### 히트펌프외장형열회수환기



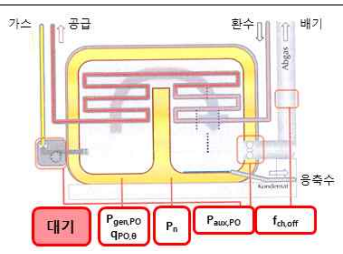
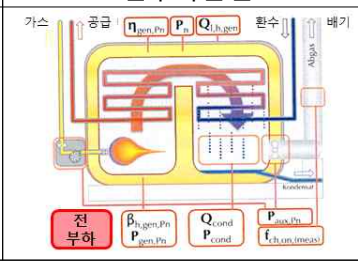
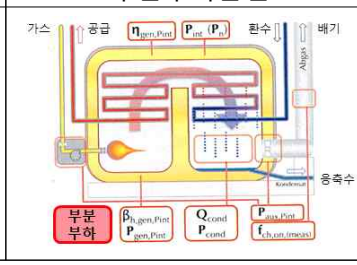
- **하이브리드 운전 방식 에너지 성능 검토용 표준 기후데이터 작성**
- 20개 지역에 대한 온도 등급별 시간별 기후데이터 분석 및 작성
- BIN법(시간별 외기온도 중 급격한 온도차를 조정하기위하 1/10로 세분하여 제구성한 기후 데이터 작성법)을 적용한 온도등급별 누적시간 작성
- 보조열원 전환 외기온도(-2℃) 표준값을 바탕으로 난방 시점 온도인 (15℃)까지의 온도등급별, 운전변수별(선택가동, 병렬가동, 부분병렬가동) 보일러 공급 비율 산정

| BIN법 적용 기후데이터 작성 | 온도별 누적 난방 도시 |
|---|---|
|  |  |

| 선택가동(예:서울) | 병렬가동(예:서울) | 부분병렬가동(예:서울) |
|---|---|---|
|  |  |  |



- **하이브리드 운전을 위한 보일러 전부하, 부분부하효율 반영 에너지 해석 알고리즘 조사 및 분석**
- 고효율관리기자재 규정 전부하효율 및 부분부하효율 표준값을 고려하여, 콘덴싱보일러, 기름보일러, 가스보일러 표준값 작성
- 팰릿보일러 에너지 해석 알고리즘 반영
- 대기상태, 전부하운전 및 부분부하운전에 따른 에너지해석 알고리즘 적용

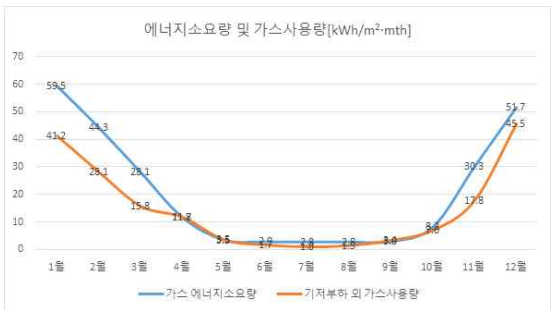
| 대기상태 | 전부하운전 | 부분부하운전 |
|---|---|---|
|  |  |  |

• **실제 에너지 사용량 기반 에너지 소요량 절감 분석**

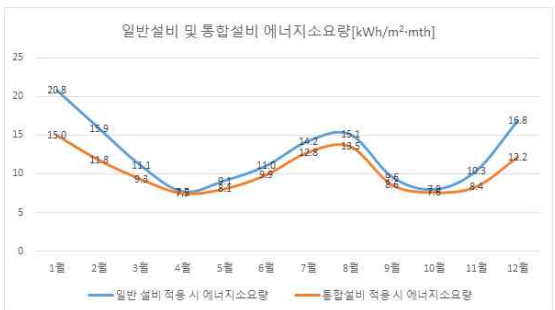
- 3개의 실제 주거 건물(단독주택 2개, 비주거 1개)을 사례로 아래 순서로 검토함.
  1) 에너지사용량 및 에너지소요량 오차 검토(월별 오차 수준: 15~30%)
  2) 3년 에너지 사용량 분석(기저부하 작성 방법 연구)
  3) 보일러+히트펌프 하이브리드 운전 에너지소요량 검토(온도등급별 부분부하반영)
- 주거/비주거별 일반 설비 정보

| 일반 설비 | 주거 건물 | 비주거 건물 |
|---|---|---|
| 난방설비 | 가스보일러(개별형, 바닥난방)<br>[콘덴싱 보일러 3등급: 85% 효율] | 히트펌프(개별형)<br>[COP(-7/2/7): 1.7/ 2.4/ 3] |
| 냉방설비 | 에어컨(개별형, 직팽식)<br>[IEER: 2.4] | 에어컨(개별형, 직팽식)<br>[IEER: 2.4] |
| 급탕설비 | 가스보일러(개별형)<br>[콘덴싱 보일러 3등급: 85% 효율] | 전기온수기(개별형) |

- 주거건물 검토 결과

| 실제값(에너지사용량) 및<br>계산값( 에너지소요량) 비교 | 보일러+통합설비 하이브리드 운전<br>에너지소요량 |
|---|---|
|  <br>  |  <br>• 운전방식별 에너지소요량: 단독운전 < 병렬운전 < 부분병렬운전 < 선택운전<br>• 온도등급별 히트펌프의 운전 효율을 고려하여, 운전 방식별로 히트펌프 및 보일러의 가동 비율이 적용됨. |

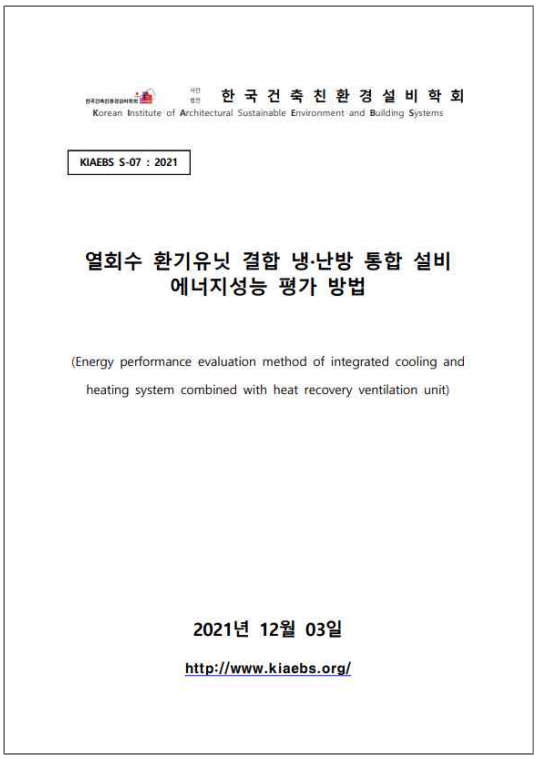
- 비주거건물(전시+업무) 검토 결과

| 실제값(에너지사용량) 및<br>계산값( 에너지소요량) 비교 | 통합설비 단독가동 운전 에너지소요량 |
|---|---|
|  <br>• 월별오차율 평균값 28%<br>• 연간오차율 6%<br>• 실제 사용량은 월별에너지사용량과 다소 차이발생 |  <br>• 월별 절감률 평균값 14%<br>• 연간 절감률 17%<br>• 선택운전/병렬운저/부분병렬운전 검토 |

**질적성과**

- **「열회수 환기유닛 결합 냉난방 통합설비 에너지성능 평가방법」 단체표준 제정**

- DIN V 18599-6:2018(Final energy of demand of ventilation system and air heating systems), EN 16573:2018(Ventilation for buildings), KS B 6879(열회수환기장치), KS B ISO 15042(멀티에어컨디셔너 및 히트펌프의 성능시험), KS B 15042(멀티에어컨디셔너 및 히트펌프 성능시험) 참조하여 통합설비 에너지성능 평가방법에 대한 **단체표준 작성**
- 한국건축친환경설비학회 단체표준 제출 완료
- 11월 공청회 및 2차 심의 승인되었으며, 제정 예정



한 국 건 축 친 환 경 설 비 학 회
Korean Institute of Architectural Sustainable Environment and Building Systems

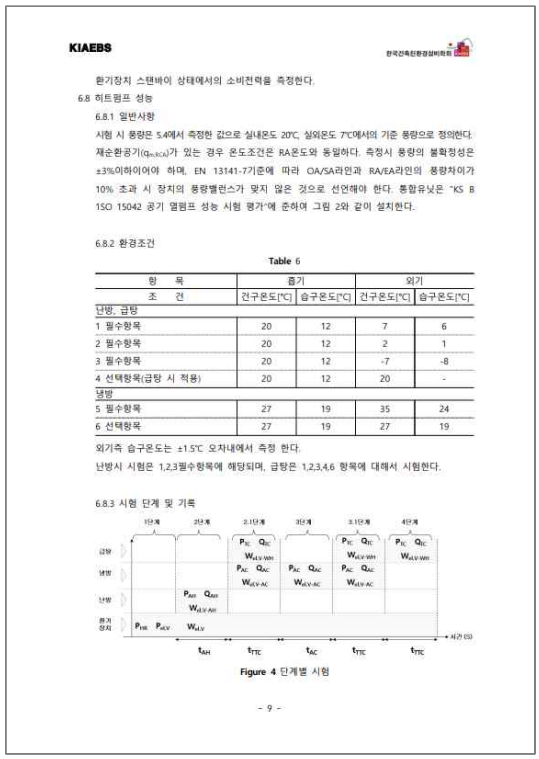
KIAEBS S-07 : 2021

열회수 환기유닛 결합 냉·난방 통합 설비
에너지성능 평가 방법

(Energy performance evaluation method of integrated cooling and heating system combined with heat recovery ventilation unit)

2021년 12월 03일

http://www.kiaebs.org/



KIAEBS

환기장치 스탠바이 상태에서의 소비전력을 측정한다.

6.8 히트펌프 성능

6.8.1 일반사항

시험 시 풍량은 5.4에서 측정한 값으로 실내온도 20℃, 실외온도 7℃에서의 기준 풍량으로 정의한다. 재순환공기($q_{m,RCA}$)가 있는 경우 온도조건은 RA온도와 동일하다. 측정시 풍량의 불확정성은 ±3%이하이어야 하며, EN 13141-7기준에 따라 OA/SA라인과 RA/EA라인의 풍량차이가 10% 초과 시 장치의 풍량밸런스가 맞지 않은 것으로 선언해야 한다. 통합유닛은 "KS B ISO 15042 공기 열펌프 성능 시험 평가"에 준하여 그림 2와 같이 설치한다.

6.8.2 환경조건

Table 6

| 항 목 / 조 건 | 흡기 건구온도[℃] | 흡기 습구온도[℃] | 외기 건구온도[℃] | 외기 습구온도[℃] |
|---|---|---|---|---|
| 난방, 급탕 | | | | |
| 1 필수항목 | 20 | 12 | 7 | 6 |
| 2 필수항목 | 20 | 12 | 2 | 1 |
| 3 필수항목 | 20 | 12 | -7 | -8 |
| 4 선택항목(급탕 시 적용) | 20 | 12 | 20 | - |
| 냉방 | | | | |
| 5 필수항목 | 27 | 19 | 35 | 24 |
| 6 선택항목 | 27 | 19 | 27 | 19 |

외기측 습구온도는 ±1.5℃ 오차내에서 측정 한다.

난방시 시험은 1,2,3필수항목에 해당되며, 급탕은 1,2,3,4,6 항목에 대해서 시험한다.

6.8.3 시험 단계 및 기록

Figure 4 단계별 시험

- 9 -

**[열회수 환기유닛 결합 냉난방 통합설비 에너지성능 평가방법 단체 표준]**

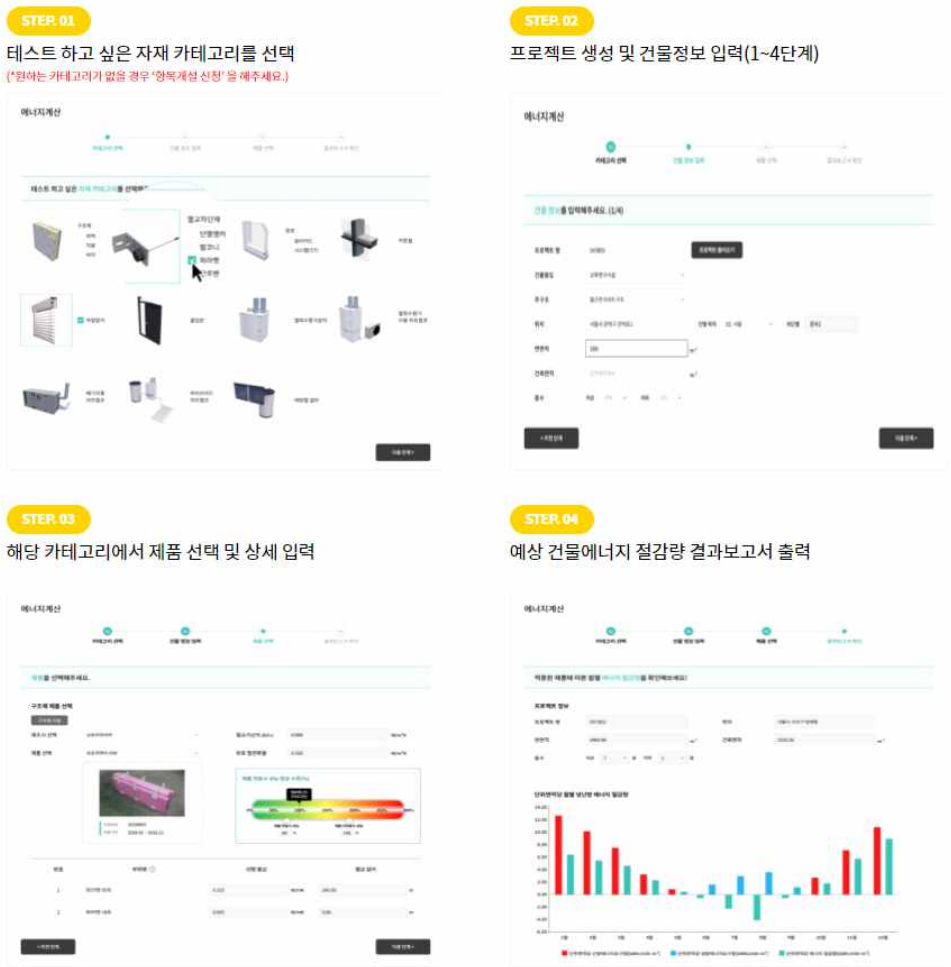
- **국외 기준 부합율 90% 이상**

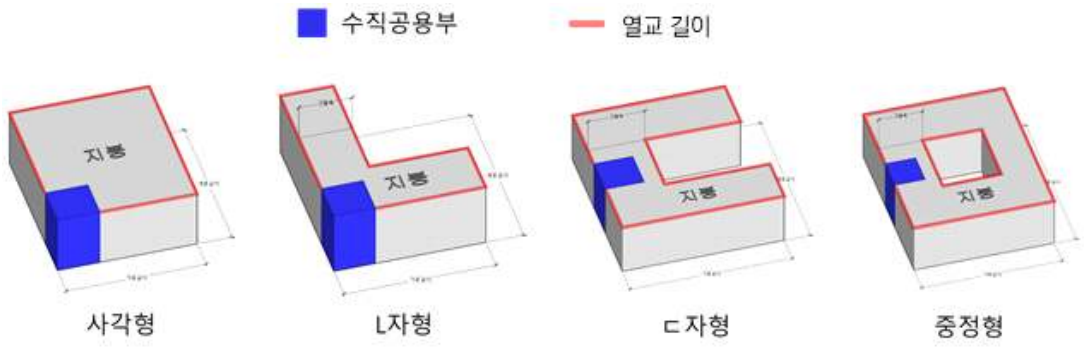
- DIN V 18599-5:2018[태양열 포함 난방에너지소요량 해석 알고리즘]과 DIN V 18599-8: 2018[태양열 포함 난방에너지소요량 해석 알고리즘] 기준 부합율 98%
- 최종 작성 후 기준 부합 여부에 대한 전문가 자문 실시함.

| 자문 내용 | | | |
|---|---|---|---|
| 일시 | 2021.12.22. | 자문위원 | 이규남 교수(부경대학교) |
| | | | 유기형 센터장(한국건설기술연구원) |
| | | | 정재원 교수(한양대학교) |
| 자문의견 요약 | • 알고리즘의 국외기준 부합성 90%<br>- DIN 18599 국외 기준에 강하게 부합하고 있음.<br>- 이후 국내 상황에 맞는 자재, 성능, 제어방식에 대한 선별이 필요함.<br>- 부분부하 효율에 대한 데이터 제공이 되어 DB를 마련함이 바람직함.<br>- 건물 규모에 따른 부하산정, 설비용량산정, 부분부하효율, 분배계통이 크게 달라지므로 연면적 기준 소/중/대형 건물로 구분하는 방식을 권유됨. | | |

| 성과명 | 액티브 이슈자재 인증 및 정보 구축<br>[액티브 평가 표준 모델 개발] | 성과증빙자료<br>3차년도 B-1-① |
|---|---|---|
| 최종목표 | 중소 기업 지원 플랫폼내 패시브, 액티브 이슈 자재에 대한 에너지 정보 서비스 구축 | |

| 코드 | 세부 목표 |
|---|---|
| B-1-① | • 표준 모델 이용 자재 성능 평가 Tool 및 매뉴얼 개발 |

| | |
|---|---|
| 3차년도 계획 | • 웹기반 표준 모델 작성 구현 방법 및 범위<br>• 표준 모델 적용 표준값 도출<br>• 패시브 이슈자재 에너지 해석 알고리즘 코딩 및 UI 설계<br>• 표준 모델 이용 자재 성능 평가 Tool 및 매뉴얼 개발 |
| 3차년도 수행내용 | • **웹 기반 표준 모델 작성 구현 방법 및 범위**<br>- 에너지(performance calculation) 정보 서비스의 웹 플랫폼 탑재를 위해 표준모델을 이용한 자재별 건물 기반 에너지해석 Tool 개발<br>- 에너지요구량 및 소요량 계산 Tool을 바탕으로 한 에너지 정보 서비스 구현<br>- **Input**은 자재카테고리 선택>건물정보입력>제품 선택 순으로 진행<br>- 입력값을 기반으로 한 **Calculation**은 건물 부위별 에너지요구량, 건물 부위별 에너지소요량, 중앙형 설비 에너지소요량 시트로 구성<br>- **Output**은 결과보고서 시트를 통해 건물의 단위면적당 에너지요구량과 에너지소요량을 보여줌.<br>  <br>**[웹 플랫폼에서 구현된 에너지 성능계산 서비스]**<br>- 기후데이터(온도, 습도, 8방위-5개 기울기 일사량)는 총 20개 지역에 대한 정보 포함하며 에너지절약설계기준에 따라 지역별 구분 기준(중부1/중부2/남부/제주) 적용<br>- 건물형태는 4가지(사각형, L자형, ㄷ자형, 중정형)타입별 선택 후, 장변 길이 입력을 하면 바닥면적과 층수 입력에 따라 **각 외피 면적 및 열교 길이 자동 계산** 알고리즘 적용 |




**[건물 형태에 따른 외피 면적 및 열교 길이 자동계산을 위한 형태 단순화]**

| 기호체계 | | | | 계산식 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 구분 | | 기호 | 단위 | 형태 | 건물 형태 데이터 | |
| 입력 항목 | 건축면적 | $a$ | $m^2$ | 사각형 | 외피면적 | $A=[\sqrt{a/b}]^2 \cdot b$ |
| | 세로/가로 비율 | $b$ | – | | 열교길이 | $l=2(x+y-z)$ |
| | 평균층고 | $c$ | m | L자형 | 외피면적 | $A=[(f+\frac{a}{f})/(1+b)]^2 \cdot b$ |
| | 지상층수 | $d$ | 층 | | 열교길이 | $l=2(x+y-z)$ |
| | 수직공용부면적비 | $e$ | % | ㄷ자형 | 외피면적 | $A=[\frac{a+2f^2}{f(2+b)}]^2 \cdot b$ |
| 건물 길이 정보 | 건물폭 | $f$ | m | | 열교길이 | $l=2(x+y+(x-f))-z$ |
| | 건물가로길이 | $X$ | m | 중정형 | 외피면적 | $A=[\frac{a+4f^2}{2f(1+b)}]^2 \cdot b$ |
| | 건물세로길이 | $Y$ | m | | 열교길이 | $l=2(x+y+(x-2f)+(y-2f))-z$ |
| | 수직공용부 한 변 길이 | $z$ | m | $z=\sqrt{a \cdot e/100}$ | | |

- **표준 모델 적용 표준값 도출**
- DIN V 18599-10:2018 용도 프로필 적용
- 기밀 성능 및 축열 성능 DIN V 18599-2:2018 표준값 적용
- 건물외피 열성능 정보는 국내 건축물에너지절약설계기준(EPI)을 적용하여 계산함
- 지중 열전달 해석은 지표면 위 조건으로 ISO 13370 기준 적용지중 열전달 해석은 지표면 위 조건으로 ISO 13370 기준 적용

- **패시브 이슈자재 에너지 해석 알고리즘 코딩 및 UI 설계**
- 건물 정보, 표준 모델 적용 그리고 자재별 에너지 성능 정보 서비스 프로세스 설계
- 사용자가 쉽게 입력 가능하도록 UI 구성

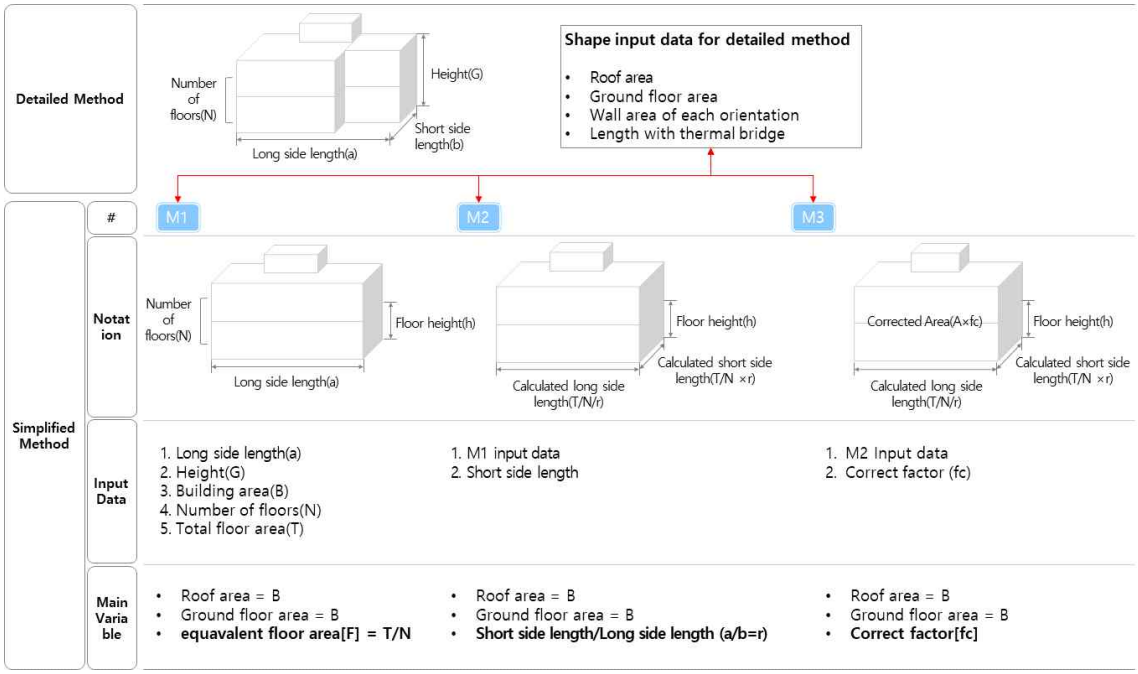



**[쉬운 UI를 위한 3D 모델링을 이용한 자재 선택화면]**

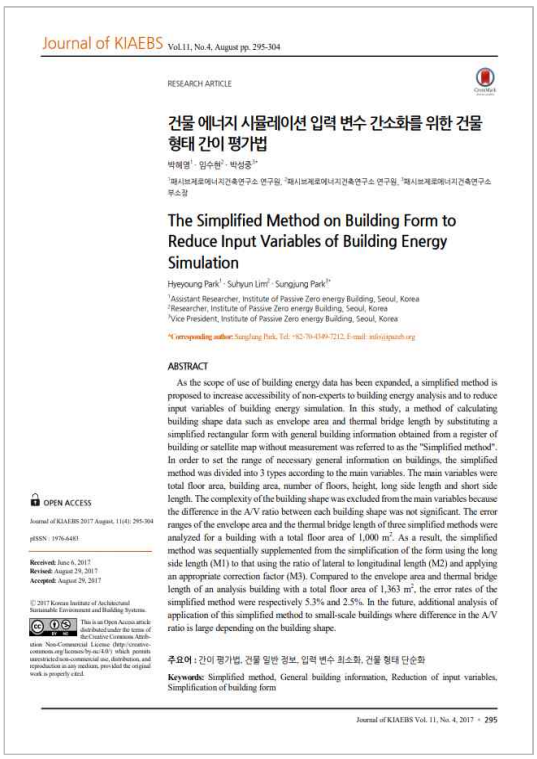
질적성과

- **형태 단순화 간이 평가법을 통한 입력 간소화에 대한 논문**

- 간이 평가법의 건물 일반 정보의 입력 범위는 연면적, 건축면적, 층고, 층수, 장변 길이, 단변 길이로 하여 건물 형태 단순화함.
- 장단변비를 통한 단순화 및 보정 계수를 사용한 보정을 통해 건물 일반 정보를 통해 외피 면적과 열교 길이 추정하며, 연면적 1363m$^2$의 실제 건물과 비교 시 외피 면적 및 열교 길이의 오차율은 각각 5.3%, 2.5%임.




**[건물 일반정보 입력 범위에 따른 간이 평가법의 분류]**


Journal of KIAEBS Vol.11, No.4, August pp. 295-304

RESEARCH ARTICLE

건물 에너지 시뮬레이션 입력 변수 간소화를 위한 건물 형태 간이 평가법

박혜영[1] · 임수현[2] · 박성중[3*]

[1]패시브제로에너지건축연구소 연구원, [2]패시브제로에너지건축연구소 연구원, [3]패시브제로에너지건축연구소 부소장

The Simplified Method on Building Form to Reduce Input Variables of Building Energy Simulation

Hyeyoung Park[1] · Suhyun Lim[2] · Sungjung Park[3*]

[1]Assistant Researcher, Institute of Passive Zero energy Building, Seoul, Korea
[2]Researcher, Institute of Passive Zero energy Building, Seoul, Korea
[3]Vice President, Institute of Passive Zero energy Building, Seoul, Korea

*Corresponding author: Sungjung Park, Tel: +82-70-4349-7212, E-mail: mlis@ipazeb.org

ABSTRACT

As the scope of use of building energy data has been expanded, a simplified method is proposed to increase accessibility of non-experts to building energy analysis and to reduce input variables of building energy simulation. In this study, a method of calculating building shape data such as envelope area and thermal bridge length by substituting a simplified rectangular form with general building information obtained from a register of building or satellite map without measurement was referred to as the "Simplified method". In order to set the range of necessary general information on buildings, the simplified method was divided into 3 types according to the main variables. The main variables were total floor area, building area, number of floors, height, long side length and short side length. The complexity of the building shape was excluded from the main variables because the difference in the A/V ratio between each building shape was not significant. The error ranges of the envelope area and the thermal bridge length of three simplified methods were analyzed for a building with a total floor area of 1,000 m$^2$. As a result, the simplified method was sequentially supplemented from the simplification of the form using the long side length (M1) to that using the ratio of lateral to longitudinal length (M2) and applying an appropriate correction factor (M3). Compared to the envelope area and thermal bridge length of an analysis building with a total floor area of 1,363 m$^2$, the error rates of the simplified method were respectively 5.3% and 2.5%. In the future, additional analysis of application of this simplified method to small-scale buildings where difference in the A/V ratio is large depending on the building shape.

주요어 : 간이 평가법, 건물 일반 정보, 입력 변수 최소화, 건물 형태 단순화

Keywords: Simplified method, General building information, Reduction of input variables, Simplification of building form

OPEN ACCESS

Journal of KIAEBS 2017 August, 11(4): 295-304

pISSN : 1976-6483

Received: June 6, 2017
Revised: August 29, 2017
Accepted: August 29, 2017

Journal of KIAEBS Vol. 11, No. 4, 2017 • 295

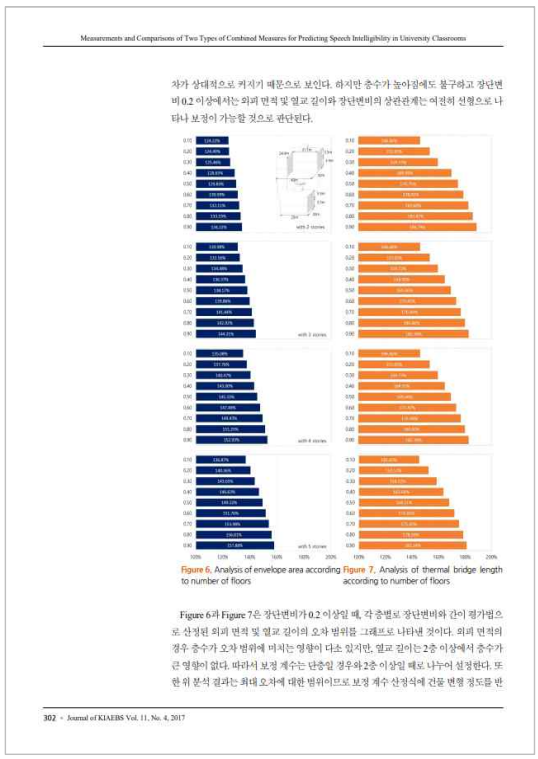

Measurements and Comparisons of Two Types of Combined Measures for Predicting Speech Intelligibility in University Classrooms

Figure 6. Analysis of envelope area according to number of floors

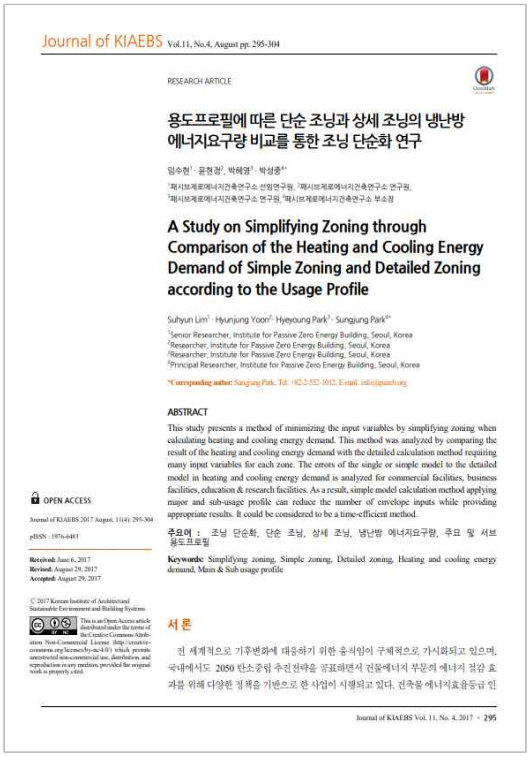
Figure 7. Analysis of thermal bridge length according to number of floors

302 • Journal of KIAEBS Vol. 11, No. 4, 2017

**[건물 에너지 시뮬레이션 입력 변수 간소화를 위한 건물 형태 간이 평가법]**

- **존 단순화 간이 평가법을 통한 입력 간소화에 대한 논문**

- 건물 구조체의 성능 및 치수 정보, 설비의 성능 정보 등 다양한 입력 조건을 단순화하여 입력하여 입력변수를 최소화함.
- 용도프로필별 단일 모델 및 상세 모델의 냉난방 에너지요구량 검토를 통해 적정 조닝 단순화 방법을 검토하였으며, 결론적으로 주요 용도프로필와 서브 용도프로필 적용시 상세 모델과 3% 이내로 유사한 결과를 도출함.



Journal of KIAEBS Vol.11, No.4, August pp. 295-304

RESEARCH ARTICLE

용도프로필에 따른 단순 조닝과 상세 조닝의 냉난방 에너지요구량 비교를 통한 조닝 단순화 연구

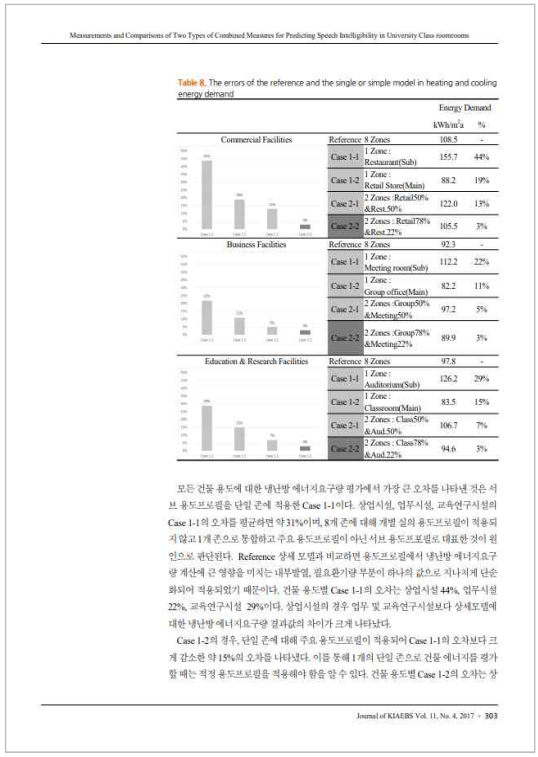
A Study on Simplifying Zoning through Comparison of the Heating and Cooling Energy Demand of Simple Zoning and Detailed Zoning according to the Usage Profile

ABSTRACT

This study presents a method of minimizing the input variables by simplifying zoning when calculating heating and cooling energy demand. This method was analyzed by comparing the result of the heating and cooling energy demand with the detailed calculation method requiring many input variables for each zone. The errors of the single or simple model to the detailed model in heating and cooling energy demand is analyzed for commercial facilities, business facilities, education & research facilities. As a result, simple model calculation method applying major and sub-usage profile can reduce the number of envelope inputs while providing appropriate results. It could be considered to be a time-efficient method.

서론

Journal of KIAEBS Vol. 11, No. 4, 2017 • 295



Measurements and Comparisons of Two Types of Combined Measures for Predicting Speech Intelligibility in University Class roomrooms

Table 8. The errors of the reference and the single or simple model in heating and cooling energy demand

| | | | Energy Demand kWh/m²a | % |
|---|---|---|---|---|
| Commercial Facilities | Reference | 8 Zones | 108.5 | - |
| | Case 1-1 | 1 Zone : Restaurant(Sub) | 155.7 | 44% |
| | Case 1-2 | 1 Zone : Retail Store(Main) | 88.2 | 19% |
| | Case 2-1 | 2 Zones :Retail50% &Rest.50% | 122.0 | 13% |
| | Case 2-2 | 2 Zones : Retail78% &Rest.22% | 105.5 | 3% |
| Business Facilities | Reference | 8 Zones | 92.3 | - |
| | Case 1-1 | 1 Zone : Meeting room(Sub) | 112.2 | 22% |
| | Case 1-2 | 1 Zone : Group office(Main) | 82.2 | 11% |
| | Case 2-1 | 2 Zones :Group50% &Meeting50% | 97.2 | 5% |
| | Case 2-2 | 2 Zones :Group78% &Meeting22% | 89.9 | 3% |
| Education & Research Facilities | Reference | 8 Zones | 97.8 | - |
| | Case 1-1 | 1 Zone : Auditorium(Sub) | 126.2 | 29% |
| | Case 1-2 | 1 Zone : Classroom(Main) | 83.5 | 15% |
| | Case 2-1 | 2 Zones : Class50% &Aud.50% | 106.7 | 7% |
| | Case 2-2 | 2 Zones : Class78% &Aud.22% | 94.6 | 3% |

모든 건물 용도에 대한 냉난방 에너지요구량 평가에서 가장 큰 오차를 나타낸 것은 서브 용도프로필을 단일 존에 적용한 Case 1-1이다. 상업시설, 업무시설, 교육연구시설의 Case 1-1의 오차를 평균하면 약 31%이며, 8개 존에 대해 개별 실의 용도프로필이 적용되지 않고 1개 존으로 통합하고 주요 용도프로필이 아닌 서브 용도프로필로 대표한 것이 원인으로 판단된다. Reference 상세 모델과 비교하면 용도프로필에서 냉난방 에너지요구량 계산에 큰 영향을 미치는 내부발열, 필요환기량 부분이 하나의 값으로 지나치게 단순화되어 적용되었기 때문이다. 건물 용도별 Case 1-1의 오차는 상업시설 44%, 업무시설 22%, 교육연구시설 29%이다. 상업시설의 경우 업무 및 교육연구시설보다 상세모델에 대한 냉난방 에너지요구량 결과값의 차이가 크게 나타났다.

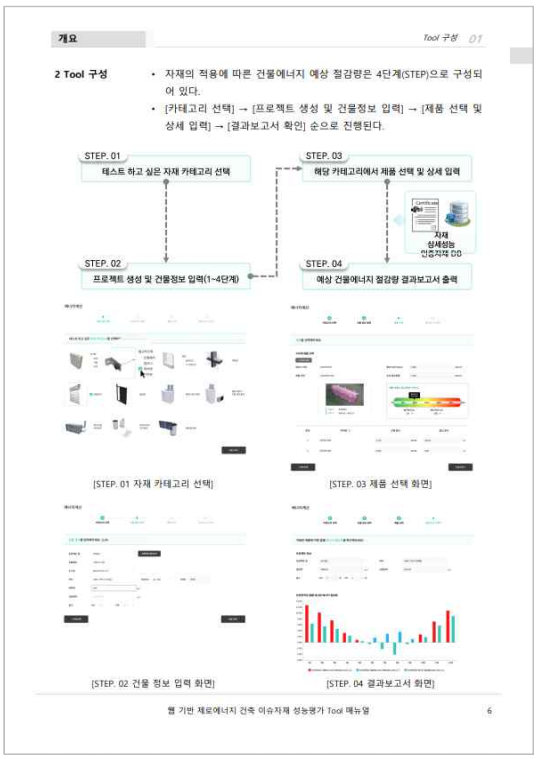
Case 1-2의 경우, 단일 존에 대해 주요 용도프로필이 적용되어 Case 1-1의 오차보다 크게 감소한 약 15%의 오차를 나타냈다. 이를 통해 1개의 단일 존으로 건물 에너지를 평가할 때는 적정 용도프로필을 적용해야 함을 알 수 있다. 건물 용도별 Case 1-2의 오차는 상

Journal of KIAEBS Vol. 11, No. 4, 2017 • 303

**[용도프로필에 따른 단순 조닝과 상세 조닝의 냉난방 에너지요구량 비교를 통한 조닝 단순화 연구]**

- **표준 모델 이용 자재 성능 평가 Tool 및 매뉴얼 개발**

- 현재 프로그램 S/W 등록 및 기술임치 완료함. 패시브 이슈자재 6종(구조체, 열교차단재, 창호, 커튼월, 출입문, 차양) 및 액티브 이슈자재 3종(히트펌프, 태양열 설비, 열회수 환기장치)에 대한 에너지 정보 검토가 가능하도록 개발됨.
- 프로그램에 대한 사용자 매뉴얼 및 각 항목별 엔지니어링 매뉴얼 작성
- 적용된 건물에너지해석 알고리즘 설명 매뉴얼 작성



개요

Tool 구성 01

2 Tool 구성

- 자재의 적용에 따른 건물에너지 예상 절감량은 4단계(STEP)으로 구성되어 있다.
- [카테고리 선택] → [프로젝트 생성 및 건물정보 입력] → [제품 선택 및 상세 입력] → [결과보고서 확인] 순으로 진행된다.

STEP. 01 테스트 하고 싶은 자재 카테고리 선택

STEP. 02 프로젝트 생성 및 건물정보 입력(1~4단계)

STEP. 03 해당 카테고리에서 제품 선택 및 상세 입력

STEP. 04 예상 건물에너지 절감량 결과보고서 출력

자재 상세성능 인증자재 DB

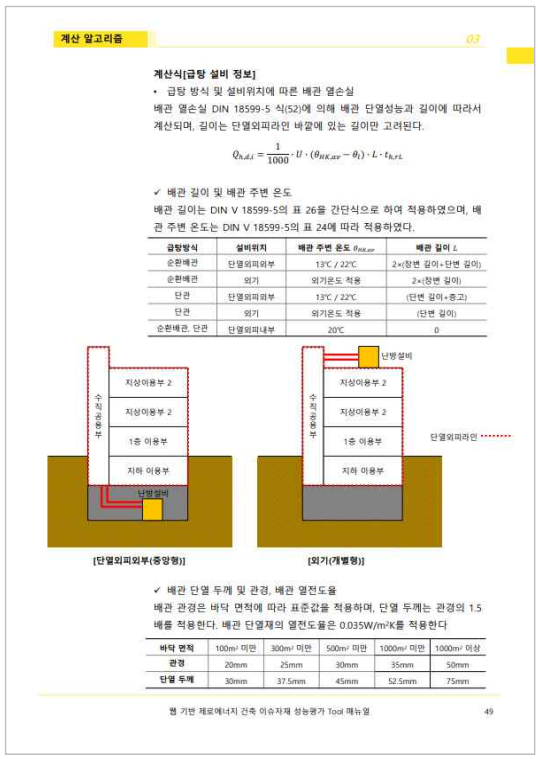
[STEP. 01 자재 카테고리 선택]

[STEP. 03 제품 선택 화면]

[STEP. 02 건물 정보 입력 화면]

[STEP. 04 결과보고서 화면]

웹 기반 제로에너지 건축 이슈자재 성능평가 Tool 매뉴얼 6



계산 알고리즘 03

계산식[급탕 설비 정보]

- 급탕 방식 및 설비위치에 따른 배관 열손실

배관 열손실 DIN 18599-5 식(52)에 의해 배관 단열성능과 길이에 따라서 계산되며, 길이는 단열외피라인 바깥에 있는 길이만 고려된다.

$$Q_{h,d,i} = \frac{1}{1000} \cdot U \cdot (\theta_{HK,aw} - \theta_i) \cdot L \cdot t_{h,r,i}$$

✓ 배관 길이 및 배관 주변 온도

배관 길이는 DIN V 18599-5의 표 26을 간단식으로 하여 적용하였으며, 배관 주변 온도는 DIN V 18599-5의 표 24에 따라 적용하였다.

| 급탕방식 | 설비위치 | 배관 주변 온도 $\theta_{HK,aw}$ | 배관 길이 $L$ |
|---|---|---|---|
| 순환배관 | 단열외피외부 | 13°C / 22°C | 2×(창변 길이+단변 길이) |
| 순환배관 | 외기 | 외기온도 적용 | 2×(창변 길이) |
| 단관 | 단열외피외부 | 13°C / 22°C | (단변 길이+층고) |
| 단관 | 외기 | 외기온도 적용 | (단변 길이) |
| 순환배관, 단관 | 단열외피내부 | 20°C | 0 |




[단열외피외부(중앙형)] [외기(개별형)]

✓ 배관 단열 두께 및 관경, 배관 열전도율

배관 관경은 바닥 면적에 따라 표준값을 적용하며, 단열 두께는 관경의 1.5배를 적용한다. 배관 단열재의 열전도율은 0.035W/m²K를 적용한다

| 바닥 면적 | 100m² 미만 | 300m² 미만 | 500m² 미만 | 1000m² 미만 | 1000m² 이상 |
|---|---|---|---|---|---|
| 관경 | 20mm | 25mm | 30mm | 35mm | 50mm |
| 단열 두께 | 30mm | 37.5mm | 45mm | 52.5mm | 75mm |

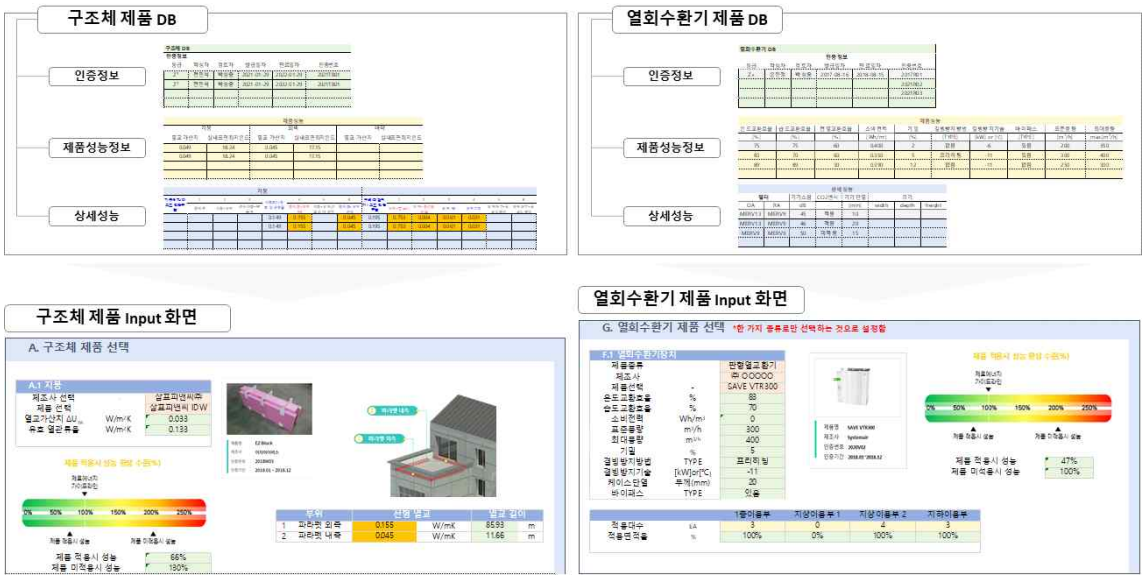
웹 기반 제로에너지 건축 이슈자재 성능평가 Tool 매뉴얼 49

**[Tool 매뉴얼: 계산 프로세스(좌), 계산 알고리즘(우)]**

| 성과명 | 참여형 오픈 커뮤니티 플랫폼 구축<br>[에너지성능계산 서비스 Input & Output S/W 개발] | 성과증빙자료<br>3차년도 C-3-① |
|---|---|---|
| 최종목표 | 중소 기업 지원 플랫폼내 패시브, 액티브 이슈 자재에 대한 에너지 정보 서비스 구축 | |

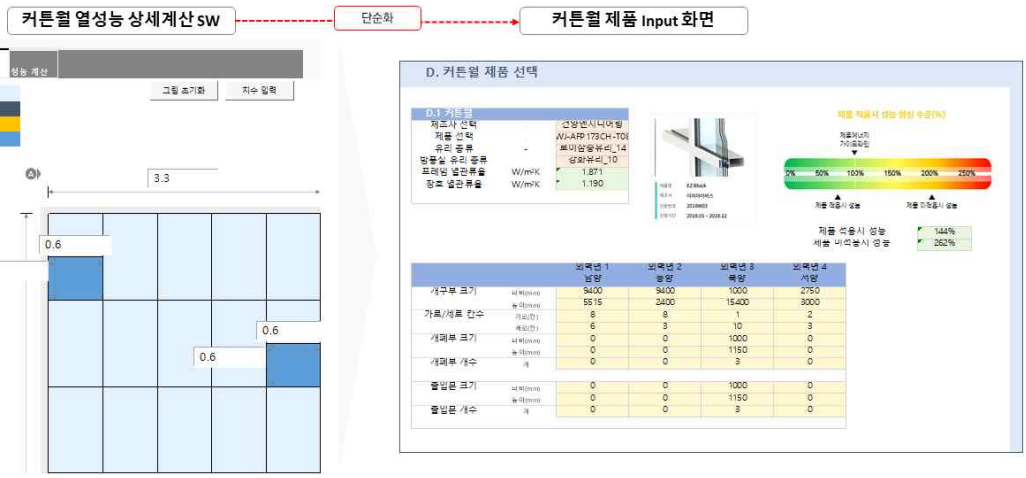
| 코드 | 세부 목표 |
|---|---|
| C-3-① | • 자재 성능 평가 Tool Input & Output S/W 개발 |

| | |
|---|---|
| 3차년도 계획 | • 자재별 평가방법을 기반한 Input 및 자재 DB 연동<br>• 건물 정보 및 자재 정보를 통한 건물 에너지량(요구량, 소요량) Output |
| 3차년도 수행내용 | • **자재별 평가방법을 기반한 Input 및 자재 DB 연동**<br>- 에너지(performance calculation) 정보 서비스의 웹 플랫폼 탑재를 위해 표준모델을 이용한 자재별 건물 기반 에너지해석 Tool 개발<br>- 자재별 평가방법에 따른 자재 DB(평가항목, 성능값) 작성 및 Input 연계 |

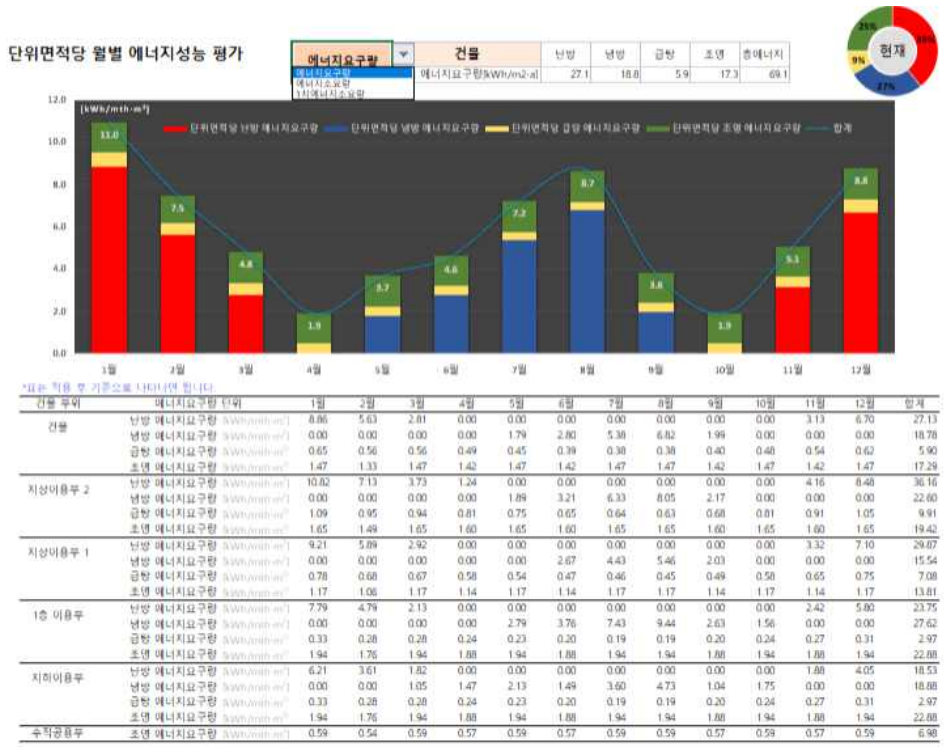
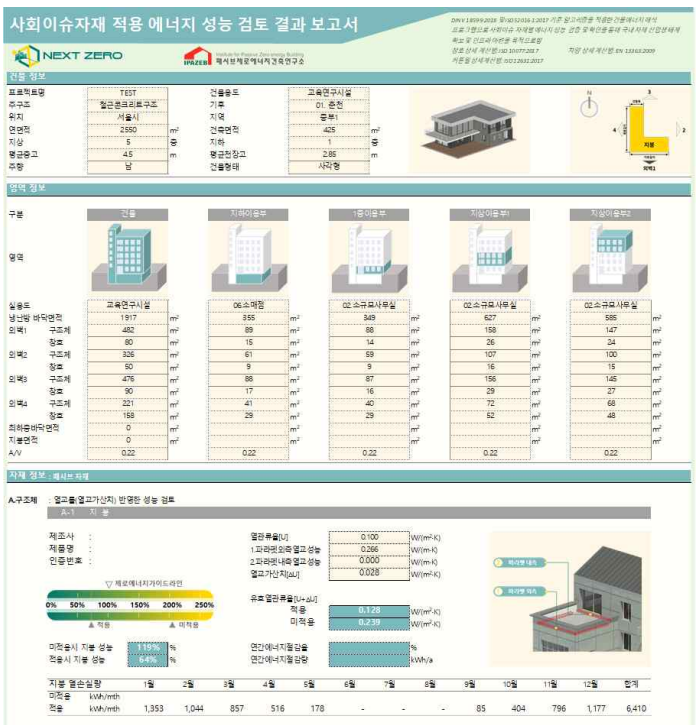



**[구조체 제품(좌) 및 열회수환기 제품(우) DB 및 input 화면]**

- 외장재, 커튼월, 창호 및 열교 차단재 항목별로 사용자가 쉽게 입력할 수 있도록 사용자 친화형 UI 구성
- 제품 열성능 평가 항목 반영 및 제품 선택 시 실시간 정보(현장 설치 성능대비 에너지 절감률) 확인 가능
- 2차년도 개발된 커튼월 열성능 상세계산 S/W을 단순화하여 개발 Tool에 탑재
- 방풍실의 경우 커튼월 성능에 포함되어 계산됨.




**[2차년도 개발된 커튼월 상세계산 S/W(좌) 및 DB 기반 커튼월 제품 Input(우)]**

| | |
|---|---|
| | • **건물 정보 및 자재 정보를 통한 건물 에너지량(요구량, 소요량) Output**<br>- 월별 에너지 요구량, 에너지 소요량, 1차 에너지소요량 관련 정보 제공 결과 보고서<br>- 사용 대상은 중소기업 엔지니어로 제품에 대한 성능값을 바탕으로 발주자, 설계자, 시공자 또는 감리자 제출용 에너지 보고서 제공 서비스<br>- 자재 시장 활성화를 위한 생태계(인증 ⇒ 해당 프로젝트별 에너지정보) 확보 마련<br>- 자재 복합 검토도 가능하며, 각각의 에너지 정보 서비스도 가능함<br>- 건물 20개동에 대한 에너지실사용량과 비교 검토<br>  <br>[에너지요구량/ 소요량/ 1차에너지소요량에 따른 결과보고서 화면] |
| 질적성과 | • **에너지성능계산 서비스 Input & Output S/W**<br>- S/W 저작권 등록<br>  <br>  <br>[S/W 저작권 등록(좌), 상세결과보고서 UI(우)] |

| 성과명 | 참여형 오픈 커뮤니티 플랫폼 구축<br>[자재 정보서비스, 에너지 정보서비스, 커뮤니티 서비스, 플랫폼 운영지원] | 성과증빙자료<br>3차년도 C-1-②, C-4-① |
|---|---|---|
| 최종목표 | [플랫폼 구축] 이슈화된 자재의 신뢰성 확보가 가능한 시공 사례별 참여형 커뮤니티 플랫폼 | |

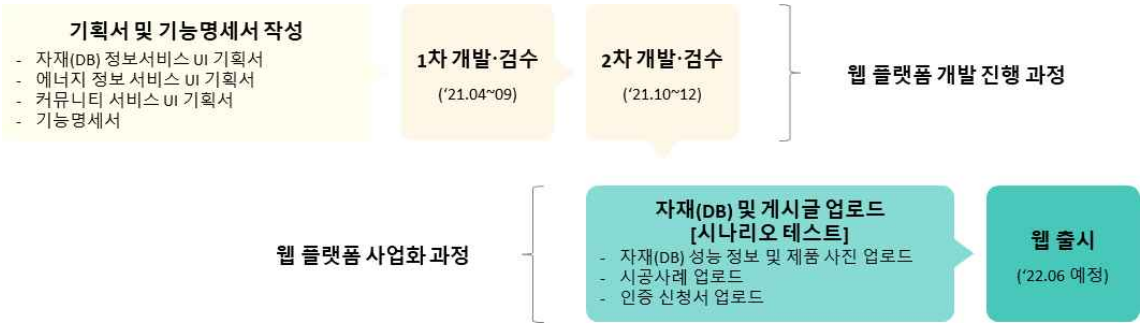
| 코드 | 세부 목표 |
|---|---|
| C-1-② | • 자재(DB) 정보 서비스, 에너지 정보 서비스, 커뮤니티 서비스, 플랫폼 운영지원으로 구성 |
| C-4-① | • 자재 정보 제공 및 시공 사례 커뮤니티 플랫폼에 대한 운영관리(민원 등) 방안 마련 |

| | |
|---|---|
| 3차년도 계획 | • 시공사례 공유 커뮤니티 서비스를 제공하는 웹 플랫폼 구축 및 기술임치<br>• 이슈자재 성능정보 검색 및 자재 적용에 따른 성능개선 정보 분석 웹 서비스 제공<br>• 운영관리(평가, 사회이슈 항목 추가 등)를 위한 프로세스 도출 및 방안 작성 |
| 3차년도 수행내용 | • **플랫폼 제공 서비스 항목**<br>- 자재 정보서비스, 에너지 정보 서비스 그리고 커뮤니티 서비스로 구성함<br>- **자재(DB) 정보서비스**: 패시브 이슈자재 및 액티브 이슈 자재에 대한 정보 서비스로 성능, 표준 상세도, 시방서 등 기술 정보 제공 서비스 항목으로 구성함, 주요 이용 대상은 건축주(발주자), 설계자, 시공자 및 감리자 등 소비계층임<br>- **에너지(Calculation and performance) 정보 서비스**: 주요 이용 대상은 자재 DB 등록 중소기업이며, 특정 프로젝트를 대상으로 해당 자재 적용 시 에너지 요구량, 소요량 및 절감량 결과 보고서 제공 서비스<br>- **커뮤니티(feed back and Maintenance) 서비스**: 이슈 자재 적용 시 시공성과 유지관리 관련 커뮤니티 서비스로 제품의 피드백을 통한 평가 방법 업그레이드 등 활용, 주 이용 대상은 소비계층이며, 전문가를 활용한 관련 기술 검토 등 다양한 커뮤니티 서비스 제공<br>- **플랫폼 운영 지원(Management)** : 회원정보 관리, DB관리 및 주이용률 파악등 플랫폼 운영에 필요한 운영 지원 서비스 |



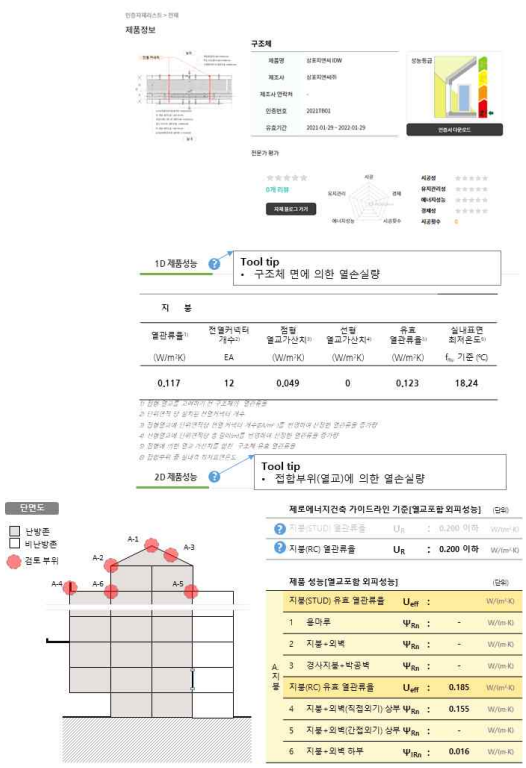

[플랫폼 제공 서비스별 화면 구성]

• **플랫폼 개발 및 사업화 프로세스**




**[웹 기반 온라인 소통 플랫폼 연구개발 과정]**

- **자재(DB) 정보 서비스 UI 기획서:** 구조체(외벽·지붕·바닥), 단열앵커, 열교차단재(발코니·파라펫·창주변), 창호(슬라이드·시스템), 커튼월, 출입문, 차양장치, 열회수환기장치, 히트펌프 총 15개 패시브·액티브 제품에 대한 DB 정보서비스 UI 기획서 작성





**[구조체 정보서비스 UI 기획]** → **[웹 플랫폼 구조체 정보서비스 개발 화면]**

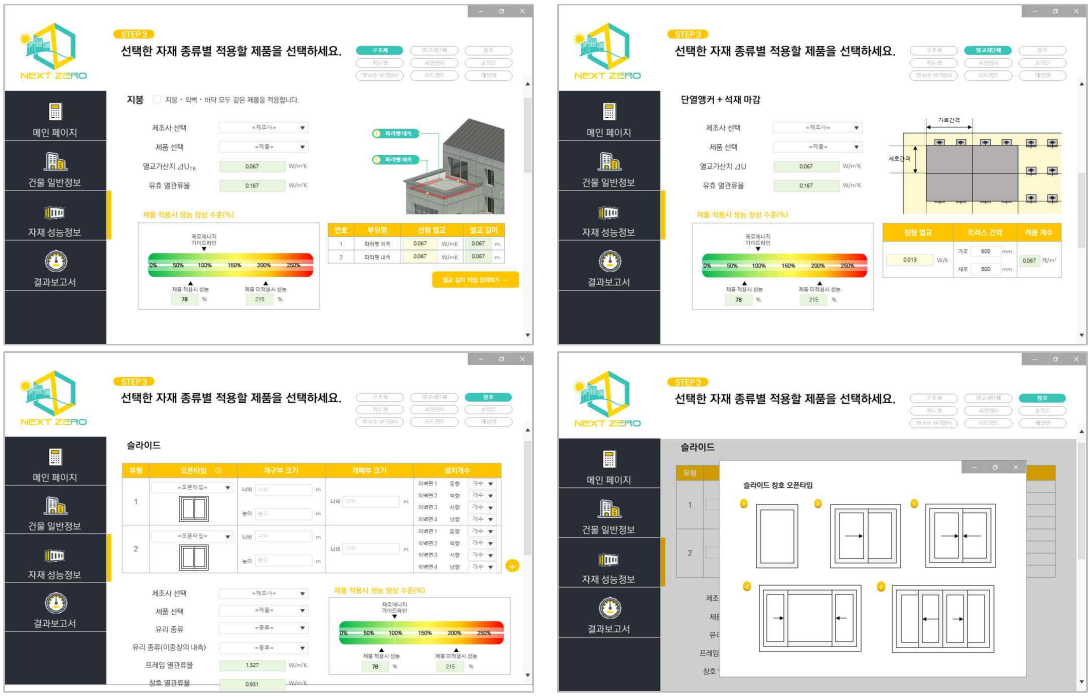
- **에너지 정보 서비스 UI 기획서:** (Step1) 제품 선택→(Step2) 건물 정보 입력→(Step3) 제품 성능 입력→(Step4) 결과보고서 순 기획



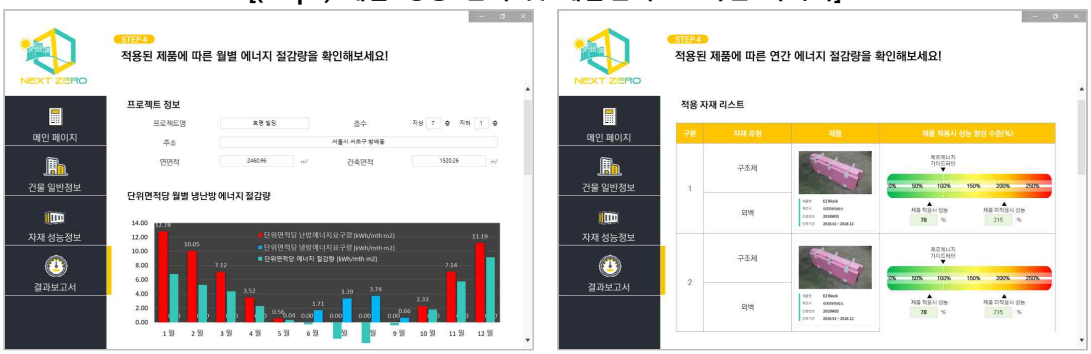

**[(Step1) 제품 선택 UI 화면 기획서]**




**[(Step2) 건물 정보 입력 UI 화면 기획서]**

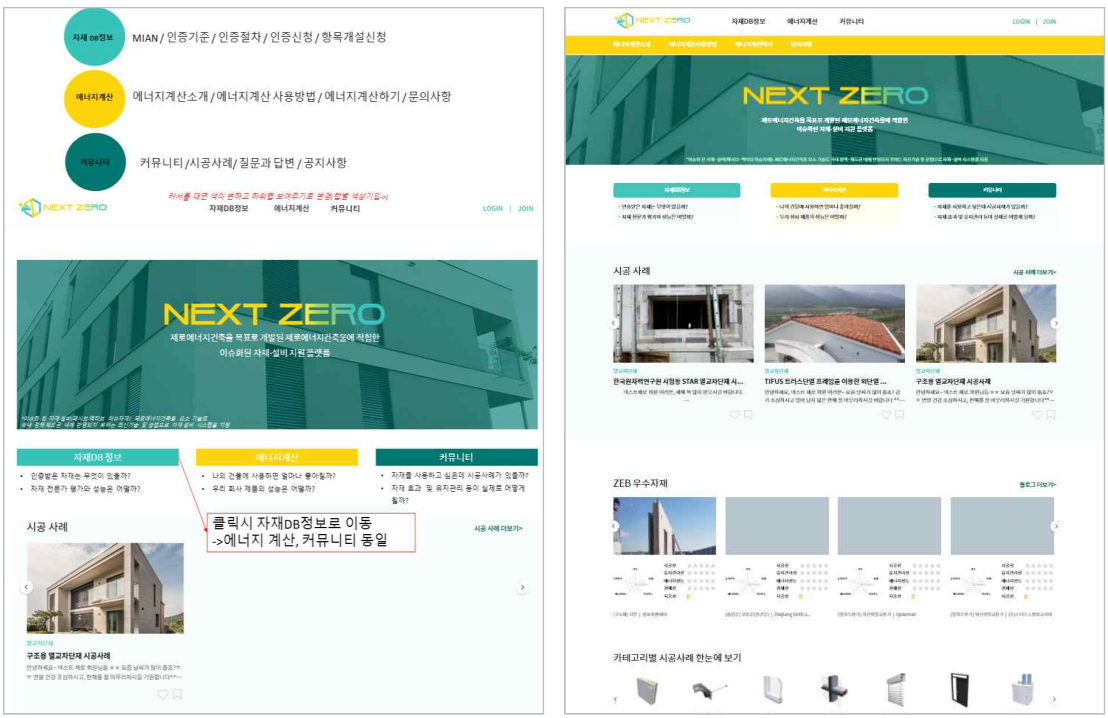



[(Step3) 제품 성능 입력 및 제품선택 UI 화면 기획서]




[(Step4) 결과보고서 UI 화면 기획서]

- **커뮤니티 서비스 UI 기획서:** 시공사례 및 자재성능을 메인 페이지에서 한눈에 확인할 수 있도록 구성




[메인 페이지 UI 기획서] → [웹 플랫폼 메인 페이지 개발 화면]

• **플랫폼 유지관리 프로세스**

- **1) 제품 인증 절차**

**[목적]**

제품의 성능 검증, 컨설팅 기반 기술 지원을 통한 품질 향상

**[유지관리]**

커뮤니티 등 제품에 대한 실질적인 피드백 반영, 개정을 통한 지속적인 관리

**[활용]**

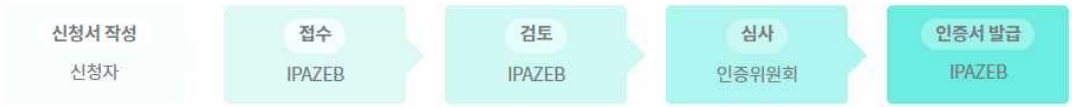
건물별 에너지해석에 반영되어 평가 (건물에너지 계산 상세보고서 제공)

**[신청]**

웹 플랫폼 '자재DB정보' 하단 – '인증절차'에서 신청서 다운로드 및 작성 – '인증 신청' 게시판에서 게시글 작성




**[웹 플랫폼 제품DB정보-인증절차 페이지]**




**[제품 인증 절차]**

- **2) 항목 개설:** 항목에 없는 자재의 경우 항목개설신청에서 신규 신청을 통해 기준안 및 단체표준 마련하여 평가 기반을 마련




**[신규 항목 개설 프로세스]**

**[목적]** 신규 자재 및 추가 요소 기술의 웹 플랫폼 탑재

**[유지관리]** 플랫폼 내 전문가 회원(회원가입 후 경력 확인을 통한 승급)을 통한 커뮤니티 내 1차 검증, 전문가 심의를 통한 기준안 개발 및 단체표준 제·개정

**[신청]** 웹 플랫폼 '자재DB정보' 하단 – '항목 개설' 게시판에서 게시글 작성

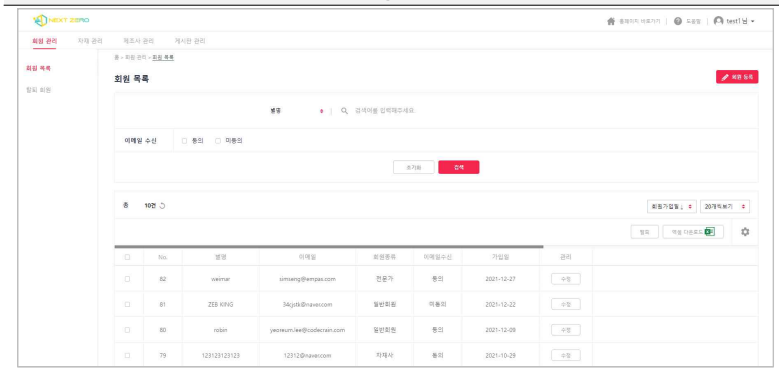
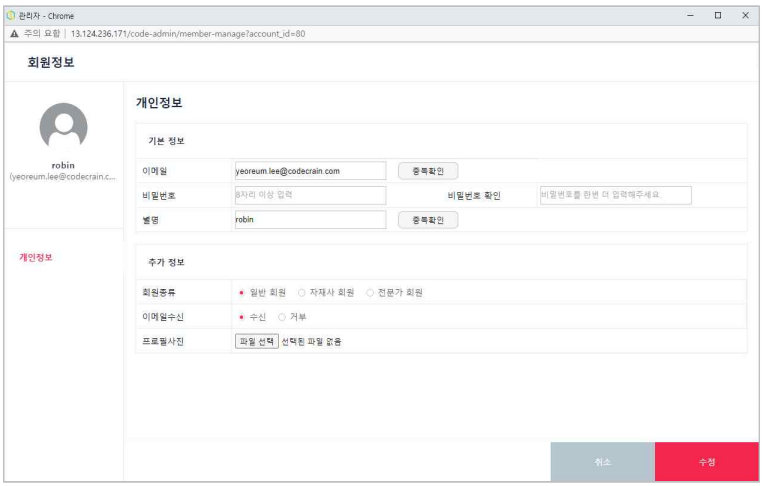
- **3) 관리자 페이지:** 제조사 관리, 자재 관리, 게시글 관리, 회원 관리(전문가 승급, 탈퇴 등)가 가능한 관리자 페이지 마련하여 플랫폼 유지 관리

**[회원 관리]** 회원/탈퇴회원 정보 관리, 회원 종류(일반, 자재사, 전문가) 승급

**[자재 관리]** 엑셀 업로드를 통해 자재 관리, 성능값·별점 평가·공개 여부 수정 가능

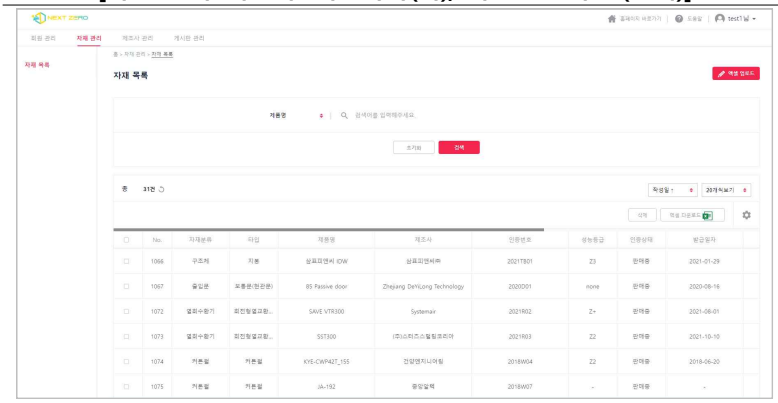
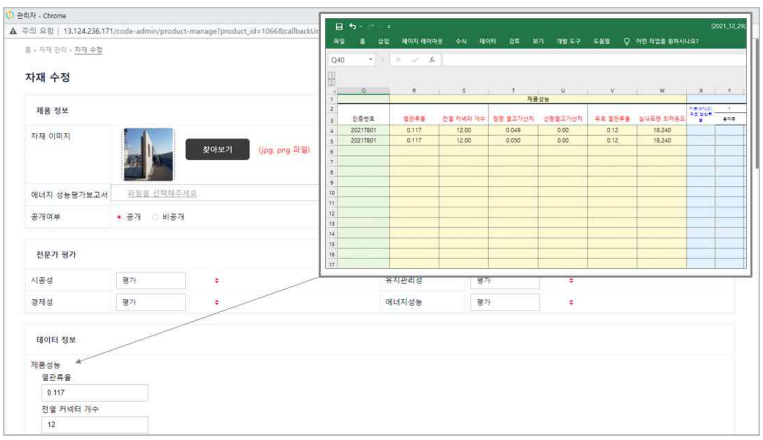
**[제조사 관리]** 제조사 연락처, 홈페이지, 소재지 관리

**[게시판 관리]** 시공사례, 질문과답변, 공지사항 등 게시글 업로드, 수정, 삭제 관리

<table>
<tr><td></td><td>
<table>
<tr><th>관리자 페이지 화면</th><th>유지관리 기능</th></tr>
<tr><td>



[회원 관리 페이지: 회원목록(위), 회원정보 수정(아래)]
</td><td>

- 회원 가입일, 이메일 수신, 별명 확인
- 회원 등급(일반, 자재사, 전문가) 관리
- 회원이 첨부한 경력 증명서 확인 후 전문가 회원 승급
  *전문가 회원의 경우, 항목 개설 등 검토가 필요한 게시글에 대한 검토 요청 전달
- 탈퇴 회원 관리

</td></tr>
<tr><td>



[자재 관리 페이지: 자재목록(위), 자재정보 수정(아래)]
</td><td>

- 자재 카테고리에 따라 입력이 필요한 제품 성능값이 달라짐.
- 자재 성능값 입력을 위해 엑셀 업로드 기능 이용
- 이후 관리자 페이지에서 별점 평가(시공성, 유지관리성, 에너지성능, 경제성) 입력
  *별점 평가의 경우, 자재 인증절차 중 인증위원회의 평가에 기반하여 입력됨.
- 인증 유효기간이 지나면 공개여부 전환하여 플랫폼 내 비공개 및 에너지해석 반영 또한 중지됨.

</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>질적성과</td><td>

- **건물기반 자재 에너지성능 계산 알고리즘 기술 임치**

- 웹 플랫폼에 탑재된 에너지성능 계산 Tool 알고리즘 소스코드를 S/W 임치 진행, 기술 보호

</td></tr>
</table>

| 성과명 | 정책연계 인프라 마련을 위한 KEA 플랫폼 연계 프로세스 도출 | 성과증빙자료<br>3차년도 D-2-① |
|---|---|---|
| 최종목표 | [플랫폼 구축] 정책연계 프로세스(안) 도출 | |

| 코드 | 세부 목표 |
|---|---|
| D-2-① | 이슈자재의 제도적 평가방안 마련을 위한 정책연계 프로세스 및 방법론 도출 |

**3차년도 계획**

- 고효율기자재 신규품목 확대 프로세스, EG-TIPS, 건축물에너지절약계획서 등 KEA 플랫폼 및 제도권과 개발된 웹 플랫폼 간 연계가 가능한 프로세스(안) 작성

**3차년도 수행내용**

- **고효율기자재 신규품목 확대 프로세스를 웹플랫폼과 연계를 위한 추진방향(안)**

- 고효율기자재 신규품목으로 편입되기 위한 제안서 작성·제출을 위한 사전준비 단계에서부터 고시개정 단계까지, 신규품목 확대를 위한 전 과정에서의 관련 정보 조사·분석 및 연구 등의 절차를 넥스트 제로 플랫폼과 연계하는 방안을 검토함

| 인증품목 확대절차 | | 준비사항 | 연계방안 |
|---|---|---|---|
| 제안서 접수 | → | 신규품목 확대 평가항목에 따른 사전연구 진행 | ① 에너지 효율적인 기자재 정보 게시<br>- 에너지절약효과, 기술수준(기술개발 가능성), 보급현황(시장동향 등) 등 포함<br>② 성능시험기관의 시험결과, 대학/연구소/공공/민간기관 등 연구결과 자료 게시<br>③ 국제기준(ISO 등), 국내기준(KS) 제·개정 동향정보 게시 |
| 1차 평가회의 | → | | |
| 2차 평가회의 | → | | |
| 기술표준화사업 추진 | → | 기술표준화 및 기술기준안 마련 시 필요사항 준비 | |
| 고시개정 | → | | |

**[고효율기자재 신규품목 확대 프로세스와 웹 플랫폼의 연계방안]**

- **EG-TIPS 플랫폼 내 이슈자재의 기술정보 연계를 위한 추진방향(안)**

- 제로에너지건축물(ZEB) 관련 이슈자재의 기술정보를 EG-TIPS 기술정보에 연계 및 게시를 위한 지원·협업할 수 있는 방안을 중심으로 연계방안을 검토함

| EG-TIPS 플랫폼 | | | 연계방안 |
|---|---|---|---|
| 기술정보 | 설비 기술정보 | → | ① '건물시스템' 카테고리에 패시브·액티브 이슈자재에 대한 건축물 요소기술 및 절감기법에 대한 기술정보 게시 |
| | 절감기술 DB | → | ② '기업절감사례' 및 '해외감축기술' 정보 게시<br>(반대로 넥스트제로 플랫폼 내에서 에너지진단 사례 등을 게시하여 상호 연계) |
| 중소기업 지원정보 | M&V 및 우수사례 | → | ③ 이슈자재 기술보유기업과의 M&V 개발 협업을 통해 M&V 사례 및 우수기술로 등록 |
| | 중소기업 지원 | | |
| 커뮤니티 | 온실가스 감축 마켓 | | |
| | 토론방(건물에너지) | → | ④ 이슈자재에 대한 커뮤니티 서비스를 넥스트제로 플랫폼과 연계·제공 |

**[EG-TIPS 플랫폼 내 이슈자재의 기술정보 연계방안]**

- **에너지절약계획서 검토항목의 품목확대 연계를 위한 추진방향(안)**

- (학계의견 취합 및 위원회 구성) 분야별 전문가그룹 구성 및 신규품목 검토를 위한 지침과 진행과정 계획 ⇒ 플랫폼 전문가 Pool 활용
- (기술조사·수집 및 에너지성능 분석) 신규품목의 발굴을 위해 국내외 관련 논문자료 및 기사, 기술의 적용 사례 등 기술조사를 통해 시장 니즈와 현황 파악과 현행의 에너지성능 분석 통해 에너지성능 개선부위 분석 및 개정방향 도출 가능

**질적성과**

- **플랫폼 연계·활용한 정책연계 인프라 마련 방안 제시**

- 각 제도에 대한 연계 추진방안을 마련하여 플랫폼 활용 방향성 제시함.

## 3-2. 정량적 연구개발성과

### 1) 과학적 성과

### □ 논문(국내외 전문 학술지) 게재

| 번호 | 논문명 | 학술지명 | 주저자명 | 호 | 국명 | 발행기관 | SCIE 여부 (SCIE/비SCIE) | 게재일 | 등록번호 (ISSN) | 기여율 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 열관류율[Uf] 1.0 W/m$^2$·K 이하 커튼월 프레임 개발을 위한 부품 항목 및 성능 영향 연구 | 한국건축친환경설비학회 논문집 | 박성중 | 2021 Vol.14, Issue 5 | 대한민국 | 한국건축친환경설비학회 | 비SCIE | 2020.10.30 | 1976-6483 | 100% |
| 2 | 건물 시뮬레이션 입력 변수 간소화를 위한 건물 형태 간이 평가법에 관한 연구 | 한국건축친환경설비학회 논문집 | 박혜영 | 2021 Vol.15, Issue 6 | 대한민국 | 한국건축친환경설비학회 | 비SCIE | 2021.12.30 | | 100% |
| 3 | 조닝의 단순화를 통한 냉난방 에너지요구량 단순 평가 방법에 대한 연구 | 한국건축친환경설비학회 논문집 | 임수현 | 2021 Vol.15, Issue 6 | 대한민국 | 한국건축친환경설비학회 | 비SCIE | 2021.12.30 | | 100% |

### □ 국내 및 국제 학술회의 발표

| 번호 | 회의 명칭 | 발표 내용 | 발표자 | 발표 일시 | 장소 | 국명 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 한국건축친환경설비학회 2020년 추계학술발표대회 | ISO 12631 기반 커튼월 열관류율 계산 프로그램의 개발과 활용방안 | 박혜영 | 2020.11.20 | 한국교통대학교 충주캠퍼스 건축관 | 대한민국 |
| 2 | 대한건축학회 2021년 춘계학술발표대회 | 유리의 태양열 취득률을 이용한 차양이 설치된 창호의 태양열 취득률 추정에 관한 연구 | 윤현정 | 2021.04.22 | 제주국제 컨벤션센터 | 대한민국 |

### □ 기술 요약 정보

| 번호 | 연도 | 기술명 | 요약 내용 | 기술 완성도 | 등록 번호 | 활용 여부 | 미활용사유 | 연구개발기관 외 활용 여부 | 허용방식 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | |

### □ 보고서 원문

| 번호 | 연도 | 보고서 명 | 발간일 | 등록 번호 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2019 | 외벽(점형/선형열교 포함) 에너지알고리즘 및 성능 평가 방법 기술자료 | - | - |
| 2 | | 열교차단재(발코니, 파라펫) 에너지알고리즘 및 성능 평가 방법 기술자료 | - | - |
| 3 | | 창호설치 열교차단재 에너지알고리즘 및 성능 평가 방법 | - | - |
| 4 | | 창호프레임(커튼월) 에너지알고리즘 및 성능 평가 방법 | - | - |
| 5 | | 기밀방지 창호설치공법 에너지알고리즘 및 성능 평가 방법 | - | - |
| 6 | | 성능정보 DB 웹 플랫폼 게시용 디자인(안) 개발 보고서 | - | - |
| 7 | | 플랫폼 정보체계(IA) 및 모듈 개발 보고서 | - | - |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 8 | 2020 | 기밀확보 창호설치공법 가이드라인 | - | - |
| 9 | | 태양열이용 난방/급탕 에너지알고리즘 및 성능 평가 방법 조사 및 분석 | - | - |
| 10 | | 웹서비스 디자인 활용성 보고서 | - | - |
| 11 | | 사회이슈 자재 성능측정 보고서 | - | - |
| 12 | | 정책연계 인프라 마련을 위한 플랫폼 연계방안 보고서 | - | - |
| 13 | 2021 | 출입문 기밀&기밀확보 설치공법 가이드라인 | - | - |
| 14 | | 차양장치 에너지알고리즘 및 성능 평가 방법 | - | - |
| 15 | | 배기 이용 · 열회수환기 히트펌프 에너지알고리즘 및 성능 평가 방법 | - | - |
| 16 | | 정책연계 운영방안 보고서 | - | - |

### □ 생명자원(생물자원, 생명정보)/화합물

| 번호 | 생명자원(생물자원, 생명정보)/화합물 명 | 등록/기탁 번호 | 등록/기탁 기관 | 발생 연도 |
|---|---|---|---|---|
| | | | | |

**2) 기술적 성과**

### □ 지식재산권(특허, 실용신안, 의장, 디자인, 상표, 규격, 신품종, 프로그램)

| 번호 | 구분 | 지식재산권 등 명칭 (건별 각각 기재) | 국명 | 출원 | | | 등록 | | | 기여율 | 활용 여부 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 출원인 | 출원일 | 출원번호 | 등록인 | 등록일 | 등록번호 | | |
| | | | | | | | | | | | |

#### ㅇ 지식재산권 활용 유형

| 번호 | 제품화 | 방어 | 전용실시 | 통상실시 | 무상실시 | 매매/양도 | 상호실시 | 담보대출 | 투자 | 활용 예정 | 기타 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | |

### □ 저작권(소프트웨어, 서적 등)

| 번호 | 저작권명 | 창작일 | 저작자명 | 등록일 | 등록번호 | 저작권자명 | 기여율 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | ISO(국제 표준) 12631 기반 커튼월 열관류율 평가 프로그램 | 2020.06.01 | 박혜영, 박성중 | 2020.09.11 | 제C-2020-031062 | 패시브제로에너지건축연구소 | 100% |
| 2 | Nextzero Energy Calculation Code(넥스트제로 에너지 계산 코드) | 2021.12.01 | 박성중 외 5인 | 2021.12.15 | C-2021-055181 | 패시브제로에너지건축연구소 | 100% |

### □ 신기술 지정

| 번호 | 명칭 | 고시일 | 보호기간 | 지정번호 |
|---|---|---|---|---|
| | | | | |

### □ 기술 및 제품 인증

| 번호 | 인증 분야 | 인증기관 | 인증 내용 | | 인증 획득일 | 국가명 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 인증명 | 인증번호 | | |
| | | | | | | |

### □ 표준화

#### ㅇ 국내표준

| 번호 | 인증구분 | 인증여부 | 표준명 | 표준인증기구명 | 제안주체 | 표준종류 | 제안/인증일자 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 단체규격 | 제안 | 건물 부위별 열교 차단재 열성능 계산 방법 | 한국건축친환경설비학회 | 패시브제로에너지건축연구소 | 신규 | 2021.02.17 |
| 2 | 단체규격 | 제안 | 커튼월 부품(부위별 프레임, 간봉, 스크류, 연결부)을 종합한 열관류율 계산 방법 | 한국건축친환경설비학회 | 패시브제로에너지건축연구소 | 신규 | 2021.02.17 |
| 3 | 단체규격 | 제안 | 열회수환기유닛 결합 냉·난방통합 설비 에너지 성능 평가 방법 | 한국건축친환경설비학회 | 패시브제로에너지건축연구소 | 신규 | 2021.12.31 |
| 4 | 단체규격 | 제안 | 외부 가동형 차양장치의 구성 요소별 에너지 성능 평가 방법 | 한국건축친환경설비학회 | 패시브제로에너지건축연구소 | 신규 | 2021.12.31 |

#### ㅇ 국제표준

| 번호 | 표준화단계 구분 | 표준명 | 표준기구명 | 표준분과명 | 의장단 활동여부 | 표준특허 추진여부 | 표준개발 방식 | 제안자 | 표준화 번호 | 제안일자 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | |

### 3) 경제적 성과

### □ 시제품 제작

| 번호 | 시제품명 | 출시/제작일 | 제작업체명 | 설치장소 | 이용분야 | 사업화 소요 기간 | 인증기관 (해당 시) | 인증일 (해당 시) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | |

### □ 현장적용

| 번호 | 적용기술명 | 적용일 | 발주기관명 | 적용 연구개발기관명 | 적용현장명(장소) |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | |

### □ 기술 실시(이전)

| 번호 | 기술 이전 유형 | 기술 실시 계약명 | 기술 실시 대상 기관 | 기술 실시 발생일 | 기술료 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | 발생 연도 | 발생액(천원) |
| | | | | | | |

### □ 사업화 투자실적

| 번호 | 연도 | 투자 자금 성격* | 추가 연구개발 투자(천원) | 설비 투자(천원) | 기타 투자(천원) | 합계(천원) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |

## □ 사업화 현황

| 번호 | 사업화 방식 | 사업화 형태 | 지역 | 사업화명 | 내용 | 업체명 | 매출액 | | 매출 발생 연도 | 기술 수명 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | 국내 (천원) | 국외 (달러) | | |
| | | | | | | | | | | |

## □ 매출 실적(누적)

| 번호 | 사업화명 | 발생 연도 | 매출액 | | 합계 | 산정 방법 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 국내(천원) | 국외(달러) | | |
| | | | | | | |
| 합계 | | | | | | |

## □ 사업화 계획 및 무역 수지 개선 효과

| 성과 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 사업화 계획 | 사업화 소요기간(년) | | | | |
| | 소요예산(천원) | | | | |
| | 예상 매출규모(천원) | | 현재까지 | 3년 후 | 5년 후 |
| | | | | | |
| | 시장 점유율 | 단위(%) | 현재까지 | 3년 후 | 5년 후 |
| | | 국내 | | | |
| | | 국외 | | | |
| | 향후 관련기술, 제품을 응용한 타 모델, 제품 개발계획 | | | | |
| 무역 수지 개선 효과(천원) | 수입대체(내수) | | 현재 | 3년 후 | 5년 후 |
| | | | | | |
| | 수 출 | | | | |

## □ 고용 창출

| 번호 | 사업화명 | 사업화 업체명 | 고용창출 인원(명) | | 합계(명) |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | yyyy년 | yyyy년 | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| 합계 | | | | | |

## □ 고용 효과

| 구분 | | | 고용 효과(명) |
|---|---|---|---|
| 고용 효과 | 개발 전 | 연구인력 | |
| | | 생산인력 | |
| | 개발 후 | 연구인력 | |
| | | 생산인력 | |

### □ 비용 절감(누적)

| 번호 | 사업화명 | 발생 연도 | 산정방법 | 비용 절감액(천원) |
|---|---|---|---|---|
| | | | | |
| | | | | |
| 합계 | | | | |

### □ 경제적 파급 효과

(단위 : 천원/년)

| 구분 | 사업화명 | 수입 대체 | 수출 증대 | 매출 증대 | 생산성 향상 | 고용 창출 (인력 양성 수, 명) | 기타 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 해당 연도 | | | | | | | |
| 기대 목표 | | | | | | | |

### □ 산업 지원(기술지도)

| 번호 | 내용 | 기간 | 참석 대상 | 장소 | 인원(명) |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | |
| | | | | | |

### □ 기술 무역

(단위 : 천원)

| 번호 | 계약 연월 | 계약 기술명 | 계약 업체명 | 계약업체 국가 | 총 계약액 | 기 징수액 | 해당 연도 | 징수액 | 향후 예정액 | 수출/ 수입 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | |

#### 4) 사회적 성과

### □ 법령 반영

| 번호 | 구분 (법률/시행령) | 활용 구분 (제정/개정) | 명 칭 | 해당 조항 | 시행일 | 관리 부처 | 제정/개정 내용 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | |

### □ 정책활용 내용

| 번호 | 구분 (제안/채택) | 정책명 | 관련 기관 (담당 부서) | 활용 연도 | 채택 내용 |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | |

### □ 설계 기준/설명서(시방서)/지침/안내서에 반영

| 번호 | 구 분 (설계 기준/설명서/지침/안내서) | 활용 구분 (신규/개선) | 설계 기준/설명서/ 지침/안내서 명칭 | 반영일 | 반영 내용 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 지침 | 신규 | LH 과천 제로에너지공동주택 시공 품질확보 가이드 라인 | 21.10.19 | 창호 기밀 확보 시공 내용 수록 (탄소도막 공법) |
| 2 | 설계 기준 | 개선 | 건축물의 에너지절약설계기준 | 21.12 | 기밀 시공 공법 가이드라인 |

### □ 신진연구자 채용

| 번호 | 채용 연구개발기관명 | 채용일 | 근로기간 | 채용인원(명) | 채용인원 중 청년인력(명) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 패시브제로에너지건축연구소 | 2020.01.02<br>2020.10.23 | 24개월<br>14개월 | 2명 | 2명 |

### □ 전문 연구 인력 양성

| 번호 | 분류 | 연도 | 현황(명) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 학위별 | | | | 성별 | | 지역별 | | | |
| | | | 박사 | 석사 | 학사 | 기타 | 남 | 여 | 수도권 | 충청권 | 영남권 | 호남권 | 기타 |
| | | | | | | | | | | | | | |

### □ 산업 기술 인력 양성

| 번호 | 연도 | 프로그램명 | 프로그램 내용 | 교육 기관 | 교육 개최 횟수 | 총 교육 시간 | 총 교육 인원 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2021 | ZEB Skill-Up 기본교육과정 | 창호(커튼월) 설치열교, 차양, 태양열 급탕 및 히트펌프 적용 냉난방 설비 | 한국에너지공단, 패시브제로에너지건축연구소(IPAZEB), 지속가능발전경영센터(SDMI) | 3회 | 18시간 (6시간×3회) | 161명 |

### □ 다른 국가연구개발사업에의 활용

| 번호 | 연도 | 중앙행정기관명 | 사업명 | 연구개발과제명 | 연구책임자 | 연구개발비(천원) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |

### □ 국제화 협력성과

| 번호 | 구분 (유치/파견) | 기간 | 국가 | 학위 | 전공 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |

### □ 홍보 실적

| 번호 | 홍보 유형 | 매체명 | 제목 | 홍보일 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 간행물 발간 | 한국건축친환경설비학회지 | 2020년 4월호(Vol.14 No2) 사회이슈자재 특집호 | 2021.04 |
| 2 | 간행물 발간 | 한국설비기술협회 특집원고 | 제로에너지건축에 적용되는 사회 이슈 자재 기술 | 2021.12 |

### □ 포상 및 수상 실적

| 번호 | 종류 | 포상명 | 포상 내용 | 포상 대상 | 포상일 | 포상 기관 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |

## [인프라 성과]

### □ 연구시설・장비

| 번호 | 구축 기관 | 연구시설/ 연구장비명 | 규격 (모델명) | 개발여부 (○/×) | 연구시설・장비 종합정보시스템* 등록여부 | 연구시설・장비 종합정보시스템* 등록번호 | 구축일자 (YY.MM.DD) | 구축비용 (천원) | 비고 (설치 장소) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | |

### 5) 그 밖의 성과

○ 건물기반 자재 에너지성능 계산 알고리즘 기술 임치
- 웹 플랫폼에 탑재된 에너지성능 계산 Tool 알고리즘 소스코드를 S/W 임치 진행, 기술 보호

## 3-3. 계획하지 않은 성과 및 관련 분야 기여사항(해당 시 작성)

○ 신진연구자 채용
- 전체 연구기간 2년 9개월 간 청년인력 2명 채용했으며, 기관 재직 중.

○ 산업 기술 인력 양성
- 2019년, 2020년, 2021년에 걸쳐 한국에너지공단에서 운영하는 '제로에너지 Skill Up 인력양성 교육'에서 본 연구내용을 바탕으로 건축 설계/시공/연구/컨설팅 분야의 수강생을 대상으로 ZEB에 특화된 이슈 자재들에 대한 교육 진행



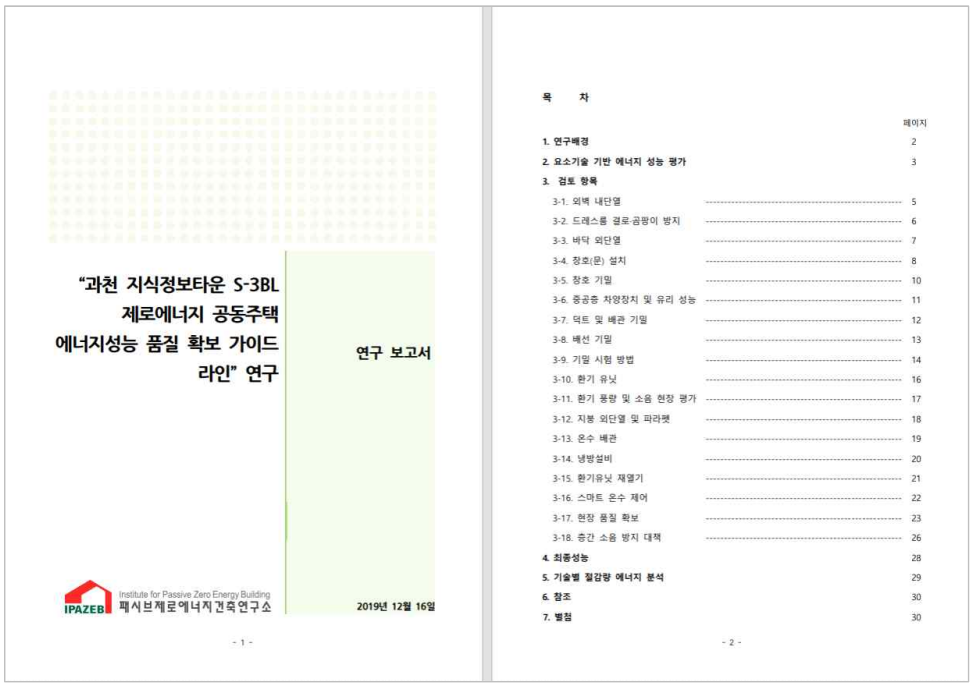

**[제로에너지건축 전문가양성과정 기본 교육 교재]**

○ 연구내용 홍보
- 2020년 한국건축친환경설비학회지 4월호에 사회이슈 자재 및 연구 내용에 대한 홍보 내용 게재
- 2021년 한국설비기술협회 특집원고 12월호에 연구 홍보 내용 게재




**[간행물 홍보성과]**

○ 「LH 과천 제로에너지공동주택 시공 품질확보 가이드라인」 지침에 창호 기밀 확보 시공내용 반영



"과천 지식정보타운 S-3BL 제로에너지 공동주택 에너지성능 품질 확보 가이드라인" 연구

연구 보고서

Institute for Passive Zero Energy Building
패시브제로에너지건축연구소

2019년 12월 16일

- 1 -

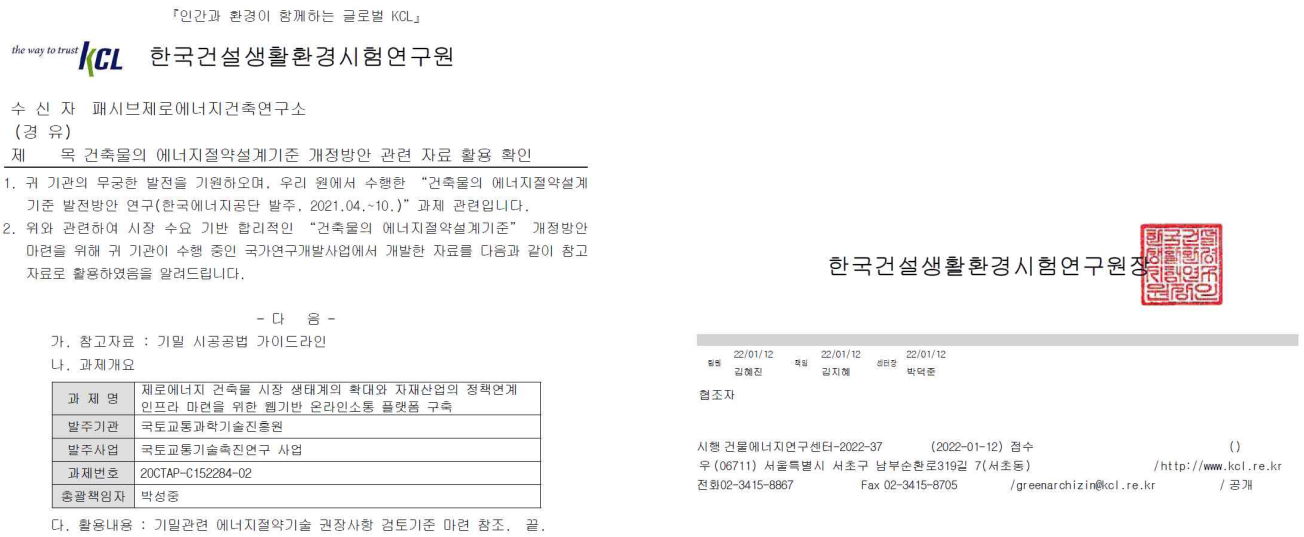
목 차


| | 페이지 |
|---|---|
| 1. 연구배경 | 2 |
| 2. 요소기술 기반 에너지 성능 평가 | 3 |
| 3. 검토 항목 | |
| 3-1. 외벽 내단열 | 5 |
| 3-2. 드레스룸 결로·곰팡이 방지 | 6 |
| 3-3. 바닥 외단열 | 7 |
| 3-4. 창호(문) 설치 | 8 |
| 3-5. 창호 기밀 | 10 |
| 3-6. 중공층 차양장치 및 유리 성능 | 11 |
| 3-7. 덕트 및 배관 기밀 | 12 |
| 3-8. 배선 기밀 | 13 |
| 3-9. 기밀 시험 방법 | 14 |
| 3-10. 환기 유닛 | 16 |
| 3-11. 환기 풍량 및 소음 현장 평가 | 17 |
| 3-12. 지붕 외단열 및 파라펫 | 18 |
| 3-13. 온수 배관 | 19 |
| 3-14. 냉방설비 | 20 |
| 3-15. 환기유닛 재열기 | 21 |
| 3-16. 스마트 온수 제어 | 22 |
| 3-17. 현장 품질 확보 | 23 |
| 3-18. 층간 소음 방지 대책 | 26 |
| 4. 최종성능 | 28 |
| 5. 기술별 절감량 에너지 분석 | 29 |
| 6. 참조 | 30 |
| 7. 별첨 | 30 |


- 2 -

**[LH 제로에너지공동주택 가이드라인 연구내용 반영]**

○ 건축물에너지절약기준 개정관련 기밀 시공공법 가이드라인 자료활용



『인간과 환경이 함께하는 글로벌 KCL』

the way to trust KCL 한국건설생활환경시험연구원

수 신 자 패시브제로에너지건축연구소
(경 유)
제 목 건축물의 에너지절약설계기준 개정방안 관련 자료 활용 확인

1. 귀 기관의 무궁한 발전을 기원하오며, 우리 원에서 수행한 "건축물의 에너지절약설계기준 발전방안 연구(한국에너지공단 발주, 2021.04.~10.)" 과제 관련입니다.
2. 위와 관련하여 시장 수요 기반 합리적인 "건축물의 에너지절약설계기준" 개정방안 마련을 위해 귀 기관이 수행 중인 국가연구개발사업에서 개발한 자료를 다음과 같이 참고자료로 활용하였음을 알려드립니다.

- 다 음 -

가. 참고자료 : 기밀 시공공법 가이드라인
나. 과제개요

| | |
|---|---|
| 과 제 명 | 제로에너지 건축물 시장 생태계의 확대와 자재산업의 정책연계 인프라 마련을 위한 웹기반 온라인소통 플랫폼 구축 |
| 발주기관 | 국토교통과학기술진흥원 |
| 발주사업 | 국토교통기술촉진연구 사업 |
| 과제번호 | 20CTAP-C152284-02 |
| 총괄책임자 | 박성중 |

다. 활용내용 : 기밀관련 에너지절약기술 권장사항 검토기준 마련 참조. 끝.

한국건설생활환경시험연구원장

| 팀원 | 22/01/12 | 책임 | 22/01/12 | 센터장 | 22/01/12 |
|---|---|---|---|---|---|
| | 김혜진 | | 김지혜 | | 박덕준 |

협조자

시행 건물에너지연구센터-2022-37 (2022-01-12) 접수 ()
우 (06711) 서울특별시 서초구 남부순환로319길 7(서초동) /http://www.kcl.re.kr
전화02-3415-8867 Fax 02-3415-8705 /greenarchizin@kcl.re.kr / 공개

## 2) 목표 달성 수준

| 연 구 개 발 목 표 | | 달 성 내 용 | 달성도(%) |
|---|---|---|---|
| 성과<br>A-6-② | 기밀확보 출입문 설치 공법 자료수집·분석 | ○ 기밀확보 출입문 공법에 대한 가이드라인 기술자료<br>- 기밀 확보 방안 및 2차년도 창호설치 공법에 대한 기술자료를 바탕으로 가이드라인 작성, 품질확보 방안 제시<br>**○ 해당 내용을 기반으로 보고서 형식의 기술문서를 작성하였고 건축물의 에너지절약설계기준 개정방안 관련 자료 활용되었으므로 성과목표 달성이 우수하다고 판단함.** | 100% |
| 성과<br>A-7-② | 차양 에너지성능 평가 방법 도출 | ○ 평가방법에 대한 기술자료 작성, 단체표준 제정<br>- DIN EN 13363-1, ISO 10077-1 기준에 부합하는 차양 구성요소별 평가방법에 관한 단체 표준 작성<br>○ 차양-유리 조합에 따른 SHGC 성능 분석 및 학술발표 1건<br>- 37개의 시뮬레이션 결과 비교 및 감소율에 대한 결론 도출<br>**○ 해당 내용을 기반으로 보고서 1건, 단체표준 1건을 제출 (11월 공청회 이후 2차 심의 승인되었으며 채택 예정임.) 및 학술회의발표 1건으로 성과달성으로 판단함.** | 100% |
| 성과<br>B-5-① | 배기이용 히트펌프 에너지성능 해석 알고리즘 분석 | ○ 단체표준 제정<br>- EN 16573, ISO 15042, DIN V 18599-6 기준에 부합하는 열회수환기유닛 결합 통합설비 평가방법에 관한 단체표준 작성<br>○ 건물 3개동에 대한 에너지 분석 진행<br>- 통합설비 적용/미적용시 에너지 사용량 및 계산 결과를 비교하여 이슈 자재의 에너지개선 정도 확인<br>**○ 해당 내용을 기반으로 단체표준 1건을 제출(11월 공청회 이후 2차 심의 승인되었으며 채택 예정임.) 및 보고서 형식의 기술문서를 작성하였으므로 성과달성으로 판단함.** | 100% |
| 성과<br>B-6-① | 열회수환기+히트펌프 에너지성능 해석 알고리즘 분석 | | |
| 성과<br>B-7-① | 하이브리드 히트펌프 운전 에너지성능 해석 알고리즘 분석 | | |
| 성과<br>B-1-① | 액티브 평가 표준모델 개발 | ○ 건물 성능개선정도 분석을 위한 건물 형태 및 존 구획 단순화에 대한 간이평가법 분석을 통해 논문 2건 게재<br>- 건물일반정보를 통한 형태 단순화 및 상세법과 비교<br>- 단일 존에서 용도프로필 적용 및 멀티존 상세법과 비교<br>**○ SCI 논문 게재 1건 미달성하였으나, 비SCI 논문 게재 1건 달성, 1건 추가 달성으로 성과목표 달성 및 보완으로 판단됨.** | 90% |
| 성과<br>C-1-② | 시공사례 커뮤니티 플랫폼 구축 | ○ 플랫폼 UI 설계 및 구축 완료<br>- 시공사례 공유 웹 플랫폼 화면 설계 및 구축 완료<br>**○ 해당 내용을 기반으로 웹 플랫폼 구축 및 기술임치를 완료하였으므로 성과달성으로 판단함.** | 100% |
| 성과<br>C-3-① | 에너지성능계산 서비스 Input & Output S/W 개발 | ○ 한국저작권위원회에 S/W 저작권 등록 완료<br>- 이슈 자재 적용에 따른 건물 성능개선 정도 분석할 수 있는 성능계산 Tool 개발 및 웹 탑재를 위한 소스코드 개발<br>**○ 소프트웨어 등록 1건 달성하였으므로 성과달성으로 판단함.** | 100% |
| 성과<br>C-4-① | 민원해결 및 운영관리 방안 도출 | ○ 시공사례 공유 웹 플랫폼 설계 및 운영방안 마련<br>**○ 해당 내용을 기반으로 매뉴얼 형식의 기술문서를 작성하였으므로 성과달성으로 판단함.** | 100% |
| 성과<br>D-2-① | 정책연계 운영방안 마련 | ○ 정책연계 운영방안 마련<br>- 고효율기자재, EG-TIPS, 에너지절약계획서 연계(안) 마련<br>**○ 해당 내용을 기반으로 보고서 형식의 기술문서를 작성하였으므로 성과달성으로 판단함.** | 100% |

## 4. 목표 미달 시 원인분석(해당 시 작성)

### 4-1. 목표 미달 원인(사유) 자체분석 내용

○ SCI 논문 게재 미달성
- 연구 주제가 새로운 기술이나 제품을 개발하는 사업이 아닌, 국내에서 정책적으로 소외된 건자재 기술에 대해서 국제 기준에 따른 평가 방법을 마련하고 이에 따른 성능측정 DB를 바탕으로 하나의 플랫폼을 구축하여 자재 시장을 지원하는 것임.
- 새로운 기준 또는 기술 개발이 아니므로 SCI 논문 작성을 위한 주제에 부적합함.

### 4-2. 자체 보완활동

○ 국내 학술 저널(비SCI) 논문 게재
- 국내 자재 시장 활성화를 목표로 하는 만큼, SCI 논문 대신 국내 학술저널(비SCI)에 논문 게재함.

### 4-3. 연구개발 과정의 성실성

○ 국내 저널 논문 1건(2020년), 2건(2021년) 게재하여 총 3건 달성, 학술발표 대회 2회 진행
- 2020년 커튼월 열성능과 관련한 논문 1건 게재, 학술발표대회 1회 발표
- 2021년 에너지성능계산 간이평가법 관련한 논문 2건 게재, 차양 성능평가 관련 학술발표대회 1회 발표

○ 국내에서 활성화되지 않는 패시브 이슈자재 6종(구조체, 열교차단재, 창호, 커튼월, 출입문, 차양) 및 액티브 이슈자재 3종(히트펌프, 태양열 설비, 열회수 환기장치)에 대한 평가 방법(단체표준 4건)을 마련했을 뿐만 아니라, 해당 연구내용을 보급·확산하기 위한 홍보활동과 교육활동에도 힘씀.
-「건물 부위별 열교차단재 열성능 평가방법」,「커튼월 부품(부위별 프레임, 간봉, 스크류, 연결부)을 종합한 커튼월 열관류율 평가방법」, 「외부 가동형 차양장치의 구성 요소별 에너지성능 평가방법」, 「열회수 환기유닛 결합 냉난방 통합설비 에너지성능 평가방법」제정
- 2019년~2021년에 ZEB 및 이슈 자재들에 대한 교육 진행 및 간행물을 통한 2차례 홍보
- 연구 내용을 활용하여 경기 친환경 건축문화축제 온라인 세미나 강좌 “제로에너지건축기술” 창호 기밀확보 시공관련 교육 및 “LH 과천 제로에너지공동주택 시공 품질확보 가이드라인”에 반영

○ 국내 ECO2에서 반영이 안 되는 외벽 커튼월 열성능 자동계산 S/W Tool 개발 및 정책 제안을 위한 실무자 회의 진행
- ISO 12631 기반 제품 시뮬레이션 성능 평가에 따른 DB 정보를 바탕으로 커튼월 열성능 자동 계산 S/W 개발 및 저작권 등록
- 고효율기자재 신규항목으로 커튼월 추가 및 시뮬레이션 평가 방안 마련을 위해 한국에너지공단 울산지사 방문 및 실무자 협의 진행

○ 연구개발 성과를 바탕으로 한 자재성능에 대한 웹 플랫폼 정보 서비스 제공
- 웹 플랫폼에서 기밀확보 창호설치공법 가이드라인을 제공
- 성능 측정된 이슈자재에 대한 자재성능 정보 제공
- 자재성능 DB를 활용한 건물기반 에너지성능 측정 Tool 제공

○ 성능 평가 방법 마련을 통한 중소기업 기술 개발 지원
- 단열 앵커 및 단열 구조체 시스템의 기술 컨설팅을 통해 제품 개선
- 창호 설치 열교의 기술 컨설팅을 통해 시공하자(결로) 개선
- 국내 중소기업 국외수준 커튼월 프레임 개발 연구 · 컨설팅 추진

## 5. 연구개발성과의 관련 분야에 대한 기여 정도

○ 패시브 이슈자재 6종에 대한 자재 성능 검토 및 에너지 절감 성능 제시
- 해당 기술에 대한 국내 에너지해석 알고리즘 및 평가 방법의 부재로 성능 검토가 어려운 자재들에 대한 **객관적인 에너지 성능정보 제공**을 통해 **최신 제로에너지건자재·기술에 대한 신뢰성을 확보**함.
- 구조체 1건, 단열앵커 2건, 발코니 열교차단재 2건, 파라펫 열교차단재 2건, 창호설치 열교차단재 1건, 커튼월 프레임 3건 **총 11건에 대한 성능검토** 진행
- 자재 성능 DB를 구축하여 **최신 자재 적용시 건물 에너지 요구량 절감 정도를 웹 플랫폼에서 계산** 가능

○ 패시브 및 액티브 이슈자재 자재 성능, 적용 효과에 대하여 건축 설계/시공/연구/컨설팅 분야의 수강생을 대상으로 교재 내용에 수록, **교육 진행하여 인력양성에 기여** 및 홍보 활동
- 한국에너지공단(공동연구기관)에서 주관, 패시브제로에너지건축연구소(주관기관)에서 수행하는 「제로에너지건축 전문인력 양성 교육사업」교육 커리큘럼에 반영
- 차양, 태양열 급탕 및 통합설비에 대하여 “2021 기본교육 과정”에 수록(총 18시간, 161명 수료)
- 창호 기밀확보 시공 공법에 대하여 “2020 개념교육 과정”에 수록(1시간×7회 총 7시간, 328명 수료)
- 발코니/파라펫/창주변 열교차단재 및 커튼월 자재에 대하여 “2020 기본교육 과정”에 수록(3시간×2회 총 6시간 67명 수료)
- 그 외 “LH 과천 제로에너지공동주택 시공 품질확보 가이드라인”, “2020 경기 친환경 건축문화축제 온라인 세미나 강좌”에 교육 자료로 활용
- 사회 이슈 자재 및 성능이라는 주제로 **2차례 간행물 발행을 통해 홍보** 활동(한국건축친환경설비학회지 2020년 4월호, 한국설비기술협회지 2021년 12월호)

○ 평가방법·알고리즘 기술자료에 대한 최종 작성 후 **전문가 자문을 실시**하고, 자문 결과 내용을 바탕으로 평가방법에 대한 **단체표준 제정** 또는 알고리즘에 대한 **정책 및 제도에 반영되도록 제안** 예정임.
- 태양열 이용 난방/급탕 기술자료에 대한 전문가 자문 실시(2020.12)
- 커튼월 및 건물부위별 열교차단재 평가방법에 대한 전문가 자문 실시 후 단체표준 제정(2021.02)
- 차양 및 통합설비 에너지성능 평가방법에 대한 전문가 자문 실시(2021.12) 후 단체표준 제정
- 자문 결과 내용을 바탕으로 해당 알고리즘에 대한 ECO2021 버전에서 반영되도록 제안 예정이며, 정책연계프로세스(안) 마련(2021.12)
- 한국에너지공단 고효율기자재부와 협의를 통해 향후 커튼월의 계산 평가방법의 신뢰성와 중요성에 대해 설명했으며, 이를 바탕으로 자재 평가에 대한 정책 기반 마련에 대해 이슈화함.(2020.06)

○ 에너지 저감기술에 대한 **중소기업 컨설팅 지원** 실시 및 제품 개선
- 국내 창호기업의 창주변 설치열교에 대한 기업 컨설팅 지원 및 대안 제시(2021.11)
- 외벽(점형/선형 열교포함) 열교 저감기술에 대한 기업 컨설팅 지원 실시 및 제품 개선(2021.01)
- 국내 중소기업에 대해 국외수준 고효율 커튼월 프레임 개발 연구 컨설팅 추진(2020.06)
- 개선된 제품에 대한 인증 진행 및 **자재 성능정보 웹 플랫폼 게시**하여 홍보

○ 시공사례 기반 오픈 커뮤니티 플랫폼 구축을 통해 **실효성있는 국내 자재정보서비스를 마련**하는데 기여
- 패시브 및 액티브 이슈자재에 대한 시공사례 업로드를 통한 커뮤니티 기반의 신뢰성 확보
- 평가 방법 및 자재 성능 정보 공개를 통해 소비자들에게 객관적 자료 제공 및 정보의 질적 향상
- 실제 제품에 대한 피드백 및 시험방법에 대한 보완이 가능한 소통창구 마련

## 6. 연구개발성과 관리 및 활용 계획

○ (활용분야) **국내 에너지해석 알고리즘 개발기술 확보** 및 국내 환경에 적합한 알고리즘 개발·업데이트 분야에 활용, **건물 기반 단순 평가방식을 위한 알고리즘 개발·업데이트** 활용
- 건물 에너지 평가를 위한 한국형 평가 알고리즘 도출 및 기술자료 개발 지원
- 형태 단순화 및 조닝 단순화를 통한 간이 평가법의 지속적 개발을 통한 비전문가들의 건물 에너지해석 및 건물에너지 데이터에 대한 접근성을 높이는데 활용

○ (활용방안) **자재별 인증시스템 운영**으로 **지속적인 커뮤니티**(시공 및 유지관리 포함)와 피드백이 가능하도록 활용
- 인증 시스템 및 웹 플랫폼의 지속적인 운영을 통한 국내 자재 정보수집 및 유통 분야에 활용
- 시공사례 커뮤니티 기반 **실제 제품에 대한 피드백 및 시험방법에 대한 보완** 등을 통한 제로에너지건물 대응 최신 자재 및 공법 개발 분야에 활용
- 제로에너지건물 대응 자재 및 설비시스템 기술의 **성능정보 DB 구축**을 통해 국내자재정보의 질적 향상

○ (활용방안) 최신 건자재에 대한 성능 평가 방법 마련을 통한 중소기업 기술 개발 계속 지원
- 기존에 개발된 패시브 6종 및 액티브 3종 외 국내 에너지해석 알고리즘의 부재, 평가 방법 부재로 인해 신뢰성 확보가 어려운 최신 건자재 기술에 대한 **평가 신규항목 확대 및 시장진입 지원**
- 추가된 신규항목에 대한 에너지계산 서비스 추가 개발 및 제공

○ (활용방안) **자재별 건물단위 에너지 성능 검토**가 가능하도록 구축되어, 월별 에너지 요구량 및 에너지 소요량에 대한 **결과 보고서를 PDF 출력** 가능함.
- 중소기업 엔지니어가 발주자, 설계자, 시공자 또는 감리자에게 참조 자료로 제출하여 자재에 대한 신뢰성을 확보하고 자재 시장 생태계 활성화 방안에 대해 확보하고자 함.

○ (타 연구에의 응용) 현재 국내 정책에서 수용되지 않는 패시브·액티브 이슈자재까지 성능평가 및 고효율기자재 신규품목 확대에 활용
- 현행 고효율기자재 신규품목으로 편입되기 위한 제안서 작성·제출을 위한 사전준비 단계에서부터 고시 개정 단계까지, 신규품목 확대를 위한 전 과정에서의 관련 **정보 조사·분석 및 연구 등의 절차를 플랫폼과 연계**
- 에너지절약효과, 기술수준(기술개발 가능성), 보급현황(시장동향 등), 성능시험기관의 시험결과 등 포함한 기술자료 작성 지원

○ (타 연구에의 응용) 에너지절약계획서 검토항목의 추가·보완을 위한 플랫폼 활용
- 플랫폼을 통한 예비 품목에 대한 **기술조사·수집 및 에너지성능 분석 지원**
- **시장의 의견수렴**과 현황 파악 지원에 활용

○ (추가연구의 필요성) **EG-TIPS 플랫폼 및 이슈자재의 기술정보 연계**를 위한 추진
- '건물시스템' 카테고리에 패시브·액티브 이슈자재에 대한 건축물 요소기술 및 절감기법에 대한 기술정보 게시
- 플랫폼 내에서 에너지진단 사례 등을 게시하여 EG-TIPS 내 '기업절감사례' 및 '해외감축기술' 정보와 상호 연계
- 이슈자재 기술보유기업과의 M&V 개발 협업을 통해 M&V 사례 및 우수기술로 등록
- EG-TIPS 내 건물에너지 토론방과 이슈자재에 대한 커뮤니티 서비스 연계

○ (기술 이전) 건물 단위 에너지 성능 검토 알고리즘 및 웹 플랫폼 구현에 대한 소스코드를 기술 임치하여 기술 보호 및 기술 이전 대비

## < 별첨 >

| 별첨 자료 |
| --- |
| 1. 참고문헌 |
| 2. 총 연구개발기간 성과점검기준표 및 증빙자료 |
| 3. 세부 정량적 연구개발성과 증빙자료(총 연구개발기간 성과점검기준표 실적 증빙자료에 기 포함되어 있는 증빙자료 제외) |

[뒷면지]

**주 의**

1. 이 보고서는 국토교통부에서 시행한 국토교통과학기술 연구개발사업 '제로에너지 건축물 시장 생태계의 확대와 자재산업의 정책연계 인프라 마련을 위한 웹기반 온라인 소통 플랫폼 구축' 연구개발과제 최종보고서이다.

2. 이 연구개발내용을 대외적으로 발표할 때에는 반드시 국토교통부(국토교통과학기술진흥원)에서 시행한 국토교통과학기술 연구개발사업의 결과임을 밝혀야 한다.

3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 된다.