

보안 과제(), 일반 과제() / 공개(), 비공개()
국토교통기술사업화지원사업 제2차 연도 최종보고서

R&D / 17TBIP-C111666-02

기존 이중외피 대비 원가 70% 저감이 가능한 중공층 20mm 초박형 무차양 창호시스템 개발

최종보고서

2018. 11. 19.

주관연구기관 / (주)비룡씨에이치씨
공동연구기관 / 코오롱글로벌(주)
위탁연구기관 / 한국건설기술연구원

국 토 교 통 부
국토교통과학기술진흥원

제 출 문

국토교통과학기술진흥원장 귀하

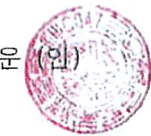
‘기존 이중외피 대비 원가 70% 저감이 가능한 중공층 20mm 초박형 무차양 창호시스템 개발’(연구개발 기간 : 2016. 04. 27. ~ 2018. 08. 26.) 과제의 최종보고서 10부를 제출합니다.

2018. 11. 19.

주관연구기관명 : (주)비룡씨에이치씨 (대표자) 박 광 구 (인)



공동연구기관명 : 코오롱글로벌(주) (대표자) 윤 창 운 (인)



위탁연구기관명 : 한국건설기술연구원 (대표자) 한 승 현 (인)



주관연구기관책임자: 박 광 구

공동연구기관책임자: 이 규 동

위탁연구기관책임자: 이 건 호

국토교통부소관 연구개발사업 운영규정 제38조에 따라 최종보고서 열람에
동의합니다.

보고서 요약서

과제 고유 번호	17TBIP-C11166 6-02	해당 단계 연구 기간	2017.02.27. ~2018.08.26.	단계구분	2차년도/ 2차년도
연구사업명	중사업명	국토교통기술사업화지원사업			
	세부사업명	중소기업 보유기술 사업화 분야			
연구과제명	대과제명				
	세부과제명	기존 이중외피 대비 원가 70% 저감이 가능한 중공층 20mm 초박형 무차양 창호시스템 개발			
연구책임자	박광구	해당단계 참여 연구원 수	총: 14명 내부: 14명 외부: 명	해당단계 연구개발비	정부:276,000천원 기업:276,000천원 정부 외: 천원 계:552,000천원
		총 연구기간 참여 연구원 수	총: 16명 내부: 16명 외부: 명	총 연구개발비	정부:576,000천원 기업:576,000천원 정부 외: 천원 계:1,152,000천원
연구기관명 및 소속 부서명	(주)비룡씨에이치씨 연구개발부 코오롱글로벌(주) 연구개발팀			참여기업명	(주)비룡씨에이치씨 ,코오롱글로벌(주)
국제공동연구	상대국명:			상대국 연구기관명:	
위탁연구	연구기관명: 한국건설기술연구원			연구책임자: 이건호	
요약				보고서 면수	
○ 건축물 용도별 적용 제품 라인의 신뢰성 있는 성능 확보를 통한 사업화 기반 확보				152p	
○ 건축물 용도별/실내발열 특성별 창호 성능 분류					
○ 각 케이스 별 성능 평가					
- 공인시험기관을 통한 열적/구조적 성능 평가					
- 시작품의 테스트베드 설치를 통한 난방/냉방성능 실증 평가					
○ 개발 창호의 시제품 제작					
- 개발 창호 설계 및 원가분석					
- 시제품 목표 성능 구현					
○ 시범사업지 발굴 및 개발 창호 적용					
- 대상 건물의 열적 특성에 적합한 최적 성능 도출					
- 설계도서 작성					

〈 국문요약문 〉

연구의 목적 및 내용	<목적> 1. 성능목표 : 고급형 및 보급형 시제품 개발 및 각각의 성능 등급 만족 2. 공급목표 : 개폐방식별 시제품 제작 및 기존 이중외피 대비 70% 원가절감 <내용> 1. 국내 에너지정책 강화로 고성능 창호에 대한 필요성이 대두하였고 시장은 지속적으로 성장하고 있으나, 고성능 창호의 시장진입은 경제성 확보 필요 2. 일사조절 고성능 창호의 원가절감을 통한 경제성 확보 관건 3. 다양한 건물 유형 적용 및 가격경쟁력 확보를 통한 시장 진입을 위해, 열적 조적 성능에 대한 신뢰성 획득, 제품 다양화, 유지관리 툴, 운전매뉴얼 등 필요 4. 건축물 용도별 적용 제품 라인의 신뢰성 있는 성능 확보를 통한 사업화 기반 확보 5. 시범사업 적용을 통한 실증 연구 및 해외 시장 진입 기반 구축				
연구개발성과	1. 중공층 20mm 무차양 이중외피 창호시스템 시제품 2. Type에 따른 냉방부하 저감 성능 및 시범 사업 3. 중공층 20mm 무차양 이중외피 창호 유형별 성능 및 유지관리 툴				
연구개발성과의 활용계획 (기대효과)	1. 사업화 기술의 성능 data 확보, 기존 대비 경제적인 기술의 성능 근거 마련 2. 쾌적한 실내 환경 조성, 국민 만족도 향상, 해외 진출을 통한 수익 발생 효과 3. 국가 온실가스 감축목표에 기여할 수 있는 기술개발 확보 및 보급 4. 노후건축물 외피 성능개선을 통한 그린리모델링 시장활성화에 기여 5. NET 기반 공공건물 진입 ⇨ 민간 건물 확산 ⇨ 해외시장 진출				
핵심어 (5개 이내)	이중외피	창호	열사취득계수	냉방부하	원가절감

〈 SUMMARY 〉

Purpose & Contents	<Purpose> 1. Performance : Developing Luxurious and distrubution models and satisfying each performance grade 2. Supply : Producing different opening types of windows and lowing 70% of the cost compared with the existing double-skin model <Contents> 1. Due to reinforcement of domestic energy policy, the necessity of high efficient windows has emerged. As the market has gradually growed, the market entry of high efficient windows is positively necessary for economics 2. Securing economics by lowing the prime cost of solar radiation control high efficient windows is a key 3. In order to enter the market with diverse building applications and competitive price, credibility of the thermal performance, product variety, maintenance control, operation manual are necessary 4. Infrastructure for business is secured by having performance of the diverse product lines by building use 5. With pilot projects, an empirical study is practicable. Foundation of entry into foreign markets is established				
Results	1. The prototype of double-skin windows system without 20mm intermediate space awning 2. Cooling load reduction performance by types and pilot projects 3. Performance and maintanance tools of double-skin windows without 20mm intermediate space awning				
Expected Contribution	1. Securing technical performance data for industrialization, Preparing grounds for performance of economic technology 2. Creating a pleasant environment, promoting public satisfaction, becoming profitable by overseas expansion 3. Securement and prevalence of technical development that can contribute to reducation target of greenhouse gas 4. Contributing to vitalizing the green-remodeling market by capacity improvement of old building envelopes 5. NET-based public buildings ⇨ spread to private buildings ⇨ foreign markets				
Keywords	Double Skin Facade	Window System	SHGC	Cooling Load	Cost Saving

< CONTENTS >

1. Introduction of R&D project	14
2. Status of domestic and overseas technology development	19
3. Research contents and achievements	24
4. Achievement of goal and contribution to related field	118
5. Plan to utilize R&D achievements	124
6. Information on overseas technology obtained in the period of research	140
7. Security rating of R&D achievement	141
8. Status of research facilities and equipment registered in the National Science and Technology Comprehensive Information System	142
9. Implementation of safety measures in laboratories based on R&D tasks	143
10. Representative research achievements of R&D project	144
11. Others	145
12. Reference	146

< 목 차 >

1. 연구개발과제의 개요	14
2. 국내외 기술 개발 현황	19
3. 연구 수행 내용 및 성과	24
4. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도	118
5. 연구개발성과의 활용 계획	124
6. 연구 과정에서 수집한 해외 과학기술 정보	140
7. 연구개발성과의 보안등급	141
8. 국가과학기술종합정보시스템에 등록한 연구시설·장비 현황	142
9. 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전 조치 이행 실적	143
10. 연구개발과제의 대표적 연구 실적	144
11. 기타 사항	145
12. 참고 문헌	146

〈 표 차례 〉

<표 1-1> 연도별 연구목표 및 주요연구내용	18
<표 2-1> 국가연구개발사업 유사연구 검토 결과	19
<표 2-2> 국내 및 미국 특허의 키워드 맵	21
<표 2-3> 국내 및 미국 특허의 특허 출원인별 건수	22
<표 2-4> 기존 유사 특허 내용	23
<표 2-5> 국내외 유사경쟁 기술과의 특징비교	23
<표 3-1> 시제품 개발 절차	24
<표 3-2> 시제품 성능 측정 방법	27
<표 3-3> 개발 완료 시제품 성능비교표	28
<표 3-4> SHGC 성능시험 결과	29
<표 3-5> 구조성능시험 결과	29
<표 3-6> 차음성능시험결과	30
<표 3-7> NoBI-INA 개발결과	31
<표 3-8> NoBI-INF 개발결과	32
<표 3-9> NoBI-PJ 개발결과	33
<표 3-10> NoBI-OPS 개발결과	34
<표 3-11> NoBI-HID 개발결과	35
<표 3-12> NoBI-HIT 개발결과	36
<표 3-13> 기존보유기술과의 차이점 및 개선점	37
<표 3-14> 분석 유리 특성(외측 유리 Clear glass)	39
<표 3-15> CFD 시뮬레이션과 실측 데이터와의 Validation 해석 조건	41
<표 3-16> 실측값과 CFD 시뮬레이션 결과값의 비교	42
<표 3-17> 중공층 두께 변화에 따른 환기량과 유리 표면온도	43
<표 3-18> CFD 시뮬레이션 해석 조건	44
<표 3-19> 유리종류에 따른 Case 분류	44
<표 3-20> 유리종류에 따른 중공층 환기량 및 이중유리 표면온도	45
<표 3-21> 일사량에 따른 실외-중공층 온도차 및 환기량 Case 분류	49
<표 3-22> 일사량의 다른 실외-중공층 온도차 및 환기량 분석	50
<표 3-23> 풍향에 따른 중공층 환기량 Case 분류	50
<표 3-24> 풍향에 따른 중공층 환기량 분석	51
<표 3-25> 태양열 취득률(SHGC) 측정 방법	53
<표 3-26> 태양열 취득률(SHGC) 측정 결과(KS L 9107)	54

<표 3-27> 실험 CASE	55
<표 3-28> 태양열 취득률 측정 결과(인공태양광 실험실)	56
<표 3-29> 제품별 특징	57
<표 3-30> 모델별 실험 결과	58
<표 3-31> 수밀 성능시험 결과	59
<표 3-32> 구조 성능시험 결과	61
<표 3-33> 구조 잔류변위시험 결과	61
<표 3-34> 중공층 개폐 및 냉방 가동 유무별 실험 조건	66
<표 3-35> 비교 제품별 창호 사양	89
<표 3-36> 대구공업대학교 3호관 건물개요	94
<표 3-37> 창호 교체전 · 후 기밀성 측정 결과	100
<표 3-38> HVAC 입력 조건	101
<표 3-39> 내부 발열 조건	102
<표 3-40> 대구 공업대 에너지 소비량	104
<표 3-41> 코오롱글로벌 시공현장 실증사이트 후보군	105
<표 3-42> 국가복지시설 실증사이트 후보군	105
<표 3-43> 교육시설 실증사이트 후보군	106
<표 3-44> 실증사이트 선정 결과	106
<표 3-45> 건물 에너지성능 평가에 적용한 NoBI 창호 성능	107
<표 3-46> 건물 에너지성능 평가에 적용한 내부발열량	108
<표 3-47> 중공층 환기를 하지 않는 경우, 난방 및 냉방부하(사무실)	109
<표 3-48> 중공층 환기를 하는 경우, 난방 및 냉방부하(사무실)	109
<표 3-49> 중공층 환기를 하지 않는 경우, 난방 및 냉방부하(병원)	110
<표 3-50> 중공층 환기를 하는 경우, 난방 및 냉방부하(병원)	111
<표 3-51> 중공층 환기를 하지 않는 경우, 난방 및 냉방부하(호텔)	112
<표 3-52> 중공층 환기를 하는 경우, 난방 및 냉방부하(호텔)	112
<표 3-53> 중공층 환기를 하지 않는 경우, 난방 및 냉방부하(교육시설)	113
<표 3-54> 중공층 환기를 하는 경우, 난방 및 냉방부하(교육시설)	113
<표 5-1> 국내외 에너지 절감 관련 정책	124
<표 5-2> 에너지성능지표 중 차양 설치 관련 부분 발체	125
<표 5-3> 국내외 이중외피 창호 기술개발 현황	125
<표 5-4> 국내외 고단열 창호 시장 현황	126
<표 5-5> 비교대상 기술과의 창호작동구조 비교평가	127
<표 5-6> 비교대상 기술과의 가격 및 창호성능비교평가	128
<표 5-7> 개발제품과 기존제품의 창호제작 공정 비교표	129
<표 5-8> 개발제품과 기존제품의 창호시공 공정 비교표	130
<표 5-9> 원가 분석대상 선정품목 비교표	131

<표 5-10> 기존제품 및 개발제품 LCC 취득원가	134
<표 5-11> 원가계산서 상 설치원가 비교	134
<표 5-12> 기존제품 및 개발제품 LCC 사용원가	135
<표 5-13> 기존제품 및 개발제품 LCC 폐기원가	136
<표 5-14> LCC 사용원가 및 폐기원가 비교	136
<표 5-15> 개발 종료 후 3년 간 생산계획	137
<표 5-16> 개발 종료 후 3년 간 투자계획	137
<표 5-17> 주관연구기관 사업화 전략	138
<표 5-18> 공동연구기관 사업화 전략	139
<표 5-19> 자사 및 경쟁 기업 기술 비교	140
<표 5-20> 연구종료 후 시기별 마케팅 전략	141
<표 5-21> 그린리모델링 사업 개요	142

〈 그림 차례 〉

<그림 1-1> 개발 기술의 원리	15
<그림 1-2> 개발 시제품 개념도	17
<그림 1-3> 코오롱글로벌(주) 성능실험동	17
<그림 1-4> 한국건설기술연구원 연구내용	18
<그림 3-1> 음향감쇠계수 측정결과 그래프	30
<그림 3-2> 창호 중공층 내의 열류량 해석 모델	38
<그림 3-3> Matlab 활용한 일사량 계산 툴	38
<그림 3-4> WINDOW를 활용한 유리의 흡수율 계산	39
<그림 3-5> MoWITT model의 대류 열전달계수 산정식 및 계산을 위한 계수표	40
<그림 3-6> WINDOW Technical Documentation 5-9	40
<그림 3-7> 테스트베드 창호 설치 및 측정 센서 위치	41
<그림 3-8> 전체 해석 공간	41
<그림 3-8> 용인 실험동 건물	42
<그림 3-10> NoBI-Win	42
<그림 3-11> 실측값과 CFD 시뮬레이션 결과값의 비교	42
<그림 3-12> 중공층 두께 변화에 따른 환기량	43
<그림 3-13> 환기량에 따른 유리 온도변화	43
<그림 3-14> 유리종류에 따른 중공층 환기량 및 이중유리 표면온도	45
<그림 3-15> Case 1의 중공층 단면(상부, 중부, 하부)의 온도 및 속도 분포	46
<그림 3-16> Case 2의 중공층 단면(상부, 중부, 하부)의 온도 및 속도 분포	47
<그림 3-17> Case 3의 중공층 단면(상부, 중부, 하부)의 온도 및 속도 분포	48
<그림 3-18> 일사량에 따른 외기-중공층 평균 온도차	49
<그림 3-19> 외기-중공층 평균 온도와 중공층 환기량	49
<그림 3-20> 풍향에 따른 중공층 환기량 분석	50
<그림 3-21> 중공층 환기량과 실내측 복층유리 #1 온도 간 관계분석	51
<그림 3-22> 중공층 너비에 따른 중공층 환기량 변화	52
<그림 3-23> 실외측 단판유리 종류에 따른 실내측 복층유리 #1 온도변화	52
<그림 3-24> KS L 9107:2014 시험방법 원리	53
<그림 3-25> 인공태양광 실험실 전경	54
<그림 3-26> SHGC 산출식	54
<그림 3-27> 수밀 성능시험 사진	59

<그림 3-28> 구조시험 입면도(좌측부터 INF, PJ, INA)	60
<그림 3-29> 구조시험 단면도(좌측부터 INF, PJ, INA)	60
<그림 3-30> 구조 성능시험 사진	62
<그림 3-31> 테스트 베드 및 창호부 전경	63
<그림 3-32> 테스트 베드 입면도 및 평면도	63
<그림 3-33> 테스트 베드 평가 대상모델 및 최종 선정모델(안)	64
<그림 3-34> 테스트 베드에 적용된 시제품의 입면도 및 단면도	64
<그림 3-35> 기존 창호 철거 및 시제품 창호 설치	65
<그림 3-36> 온도 측정점	65
<그림 3-37> 온도 측정 센서 및 데이터 수집 장치	66
<그림 3-38> 중공층 개폐 및 냉방 가동 유무별 실험 조건	67
<그림 3-39> 유리 표면온도 측정 위치	67
<그림 3-40> 실외측 유리 표면온도와 실외 온도 측정 결과	68
<그림 3-41> 중공층 공기 온도와 실외 온도 측정 결과	68
<그림 3-42> 실내측 유리 표면온도 측정 결과	69
<그림 3-43> 실내온도 측정 결과	70
<그림 3-44> 프레임 온도 측정 결과	70
<그림 3-45> 온도 분포(5월 19일)	71
<그림 3-46> 외측 유리 표면온도와 실외 온도 측정 결과	71
<그림 3-47> 중공층 공기 온도와 실외 온도 측정 결과	72
<그림 3-48> 실내측 유리 표면온도 측정 결과	73
<그림 3-49> 실내온도 측정 결과	73
<그림 3-50> 프레임 온도 측정 결과	74
<그림 3-51> 온도 분포(6월 28일)	74
<그림 3-52> 외측 유리 표면온도와 실외 온도 측정 결과	75
<그림 3-53> 중공층 공기 온도와 실외 온도 측정 결과	76
<그림 3-54> 실내측 유리 표면온도 측정 결과	76
<그림 3-55> 실내온도 측정 결과	77
<그림 3-56> 프레임 온도 측정 결과	78
<그림 3-57> 온도 분포(7월 22일)	78
<그림 3-58> 외측 유리 표면온도와 실외 온도 측정 결과	79
<그림 3-59> 중공층 공기 온도와 실외 온도 측정 결과	79
<그림 3-60> 실내측 유리 표면온도 측정 결과	80
<그림 3-61> 실내온도 측정 결과	81
<그림 3-62> 프레임 온도 측정 결과	81
<그림 3-63> 온도 분포(8월 4일)	82
<그림 3-64> 중공층 공기 온도와 실내온도 차이 비교	82

<그림 3-65> 냉방소비량(W) 측정 결과	83
<그림 3-66> 냉방소비량(W) 측정 결과	83
<그림 3-67> 시간에 따른 전력 분포(중공층 개방시)	84
<그림 3-68> 시간에 따른 전력 분포(중공층 밀폐시)	84
<그림 3-69> 일사량에 따른 전력 분포(중공층 개방, 6월 28일)	85
<그림 3-70> 일사량에 따른 전력 분포(중공층 밀폐, 8월 4일)	85
<그림 3-71> 적외선 차단 코팅제 제품	86
<그림 3-72> 코팅유리 시험성적서	86
<그림 3-73> 적외선 코팅유리 시공 모습	86
<그림 3-74> 외측유리 표면온도 측정 결과	87
<그림 3-75> 내측유리 표면온도 측정 결과	87
<그림 3-76> 실내온도 측정 결과	88
<그림 3-77> 챔버 內 비교 제품 설치 위치	89
<그림 3-78> 실험 챔버 모습	89
<그림 3-79> 모니터링 시스템	90
<그림 3-80> 온도 분포(7월 7일)	91
<그림 3-81> 전력 소비량(7월 7일)	91
<그림 3-82> 7월 1일 ~ 7월 7일 온도 분포	92
<그림 3-83> 7월 1일 ~ 7월 7일 누적 냉방 에너지 소비량	93
<그림 3-84> 대구공업대 3호관 전경	94
<그림 3-85> 현장 실증용 측정기기	95
<그림 3-86> 기존창호의 유리 및 프레임 온도 측정 결과	96
<그림 3-87> 시제품의 유리 및 프레임 온도 측정 결과	96
<그림 3-88> 시제품 교체전 실내온도 측정 결과	97
<그림 3-89> 시제품 교체후 실내온도 측정 결과	97
<그림 3-90> 시제품 교체전 냉방소비량 측정 결과	98
<그림 3-91> 시제품 교체후 냉방소비량 측정 결과	98
<그림 3-92> 시제품 교체전 온열환경(PMV) 분석 결과	99
<그림 3-93> 시제품 교체후 온열환경(PMV) 분석 결과	99
<그림 3-94> 기밀측정 대표실	100
<그림 3-95> 대구공업대학교 3호관 EnergyPlus 모델링	101
<그림 3-96> Packaged Terminal Heat Pump	102
<그림 3-97> 냉방 에너지 소비량	103
<그림 3-98> 난방 에너지 소비량	103
<그림 3-99> 시뮬레이션 모델	108
<그림 3-100> 유지관리툴의 구성 및 작동개념	114
<그림 3-101> 유지관리툴 시제품	115

<그림 3-102> 유지관리툴 성능평가(좌:세척 전, 우:세척 후)	115
<그림 3-103> 유지관리툴 작동방식	116
<그림 4-1> 온실가스 감축 목표(안)	122
<그림 4-2> 전국 노후 건축물 현황	123
<그림 4-3> 리모델링 비중 전망 및 외피의 에너지 손실 비중	123
<그림 5-1> 전국 노후 건축물 현황	126
<그림 5-2> 개발제품 제조원가 내역서	132
<그림 5-3> 비교제품 제조원가 내역서	133
<그림 5-4> 주관기관 그린리모델링 사업자등록증	143
<그림 5-5> 공동기관 그린리모델링 사업자등록증	143
<그림 5-2> 시장 진입 SWOT 전략	144

제1장. 연구개발과제의 개요

1. 연구개발 목적

본 연구개발에서는 온실가스 저감을 위한 건물 에너지 정책 강화에 따라 건물 외피 부문에서의 열손실 및 열취득을 방지하여 에너지소비를 저감하고, 비용경제적 제품 개발을 통하여 고성능 창호 시장을 확대하고자 하였으며 다음과 같이 기술개발 목표를 설정하였음

가. 일사 차단을 통한 냉방에너지 절감효과 극대화

상하 개방형 통기 창호 시스템은 삼중유리 창호의 구조를 가지며, 일사 투과율이 높은 외측유리를 적용하여 가시광선 투과율(Tvis)은 일반 창호와 동일하게 유지하며, 상·하 개구부를 통하여 외측 유리 및 내측 복층 유리 사이의 중공층을 환기시켜 중공층 표면 온도를 낮추어 SHGC를 낮추는 창호 기술로서 차양설치 없이 냉방에너지 소비량의 저감이 가능

나. 단열 개선을 통한 난방에너지 절감효과 극대화

기존 알루미늄 창호가 가진 열적 취약점을 개선한 폴리스티렌 내부 단열재가 결합된 복합단열 프레임과 폴리아미드 열교차단재 및 고기밀 가스켓을 적용하여 열전달과 침기로 인한 열손실을 방지하여 동계 난방에너지를 효과적으로 저감

다. 비용경제적 제품 개발을 통한 고성능 창호 시장 확대

녹색건축물 조성 지원법 개정에 따라 창호를 통한 일사 저감을 위하여 외부 차양 설치를 유도하고 있으나 높은 초기 투자비와 풍압 대응을 위한 안전성 문제가 야기되고 있으며 종래의 복도형 이중외피 구조의 창호 시스템은 높은 단위면적당 공사비와 유지관리의 어려움으로 수요가 감소하고 있어 일반 삼중유리 창호와 유사한 수준의 비용으로 높은 일사차단, 단열 효과를 발휘할 수 있도록 개발

라. 에너지 절감을 통한 국가적 에너지 절감이 가능한 대안기술 개발

외피 개선이 필요한 30년 이상 된 노후 건축물은 전체 건축물의 약 36.5% (2,601,270동)를 차지함. 외피 단열 개선이 필수조건인 그린리모델링 창조센터의 이차지원사업 사업은 2014년 시작한 이래 누적 실적 15,351 건으로 해마다 가파르게 증가하고 있어 이를 통한 전 국가적 에너지 절감이 가능함

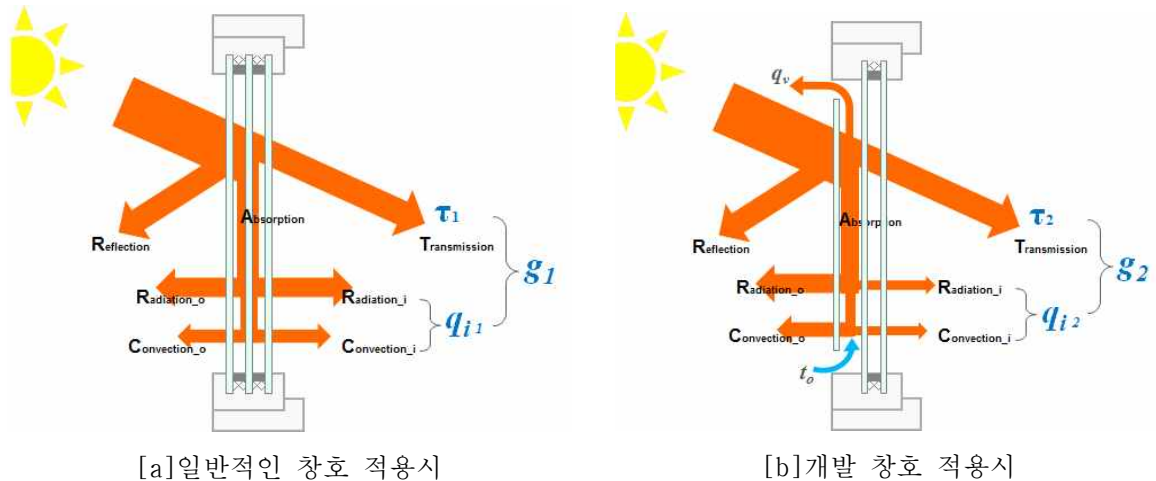
2. 연구개발의 필요성

가. 정책적 측면 : 온실가스 저감을 위한 국내 건물 에너지 정책 강화

- (1) 국가 정책상 건물부문 온실가스 저감목표는 BAU 대비 30% 수준으로서 이의 가장 효과적 방법은 단열기준 수립 이전 노후건물의 외피부분 단열 및 기밀성 강화이며, 특히 정부는 2017년 패시브하우스 및 2025년 제로에너지하우스 기준 도입 등을 통해 향후 건축물 부문 에너지절감 정책이 지속적 강화해 나갈 예정임
- (2) 이에 따라 최근 국내 에너지 정책 강화로 창세트 에너지소비효율 1~2등급 이상의 창호가 주로 사용되고 있고, 공공건물의 경우 1등급 창호 이상의 적용을 요구하고 있음
- (3) 2015년 5월 29일부터 시행되는 녹색건축물 조성지원법 14조의2항(건축물의 에너지 소비 절감을 위한 차양 등의 설치)으로 인해 창호는 일사를 차단할 수 있는 대안이 마련되어야 하므로, 창호공사와 차양 설치에 대한 부담이 가중된 실정임
- (4) 이와 같은 정책 변화에 대응하기 위한 건물외피 부문 대안기술 개발이 요구됨

나. 기술적 측면 : 냉난방기에 동시 대응가능한 일사조절 창호 개발 필요

- (1) 계절별로 건물의 효율적 에너지관리를 위해서 창호의 태양열획득계수(SHGC, Solar Heat Gain Coefficient)는 냉방기에 낮고, 난방기에는 높아야 함



<그림 1-1> 개발 기술의 원리($Overall\ Heat\ Gain = \tau + q_i$),
동일 유리사양에서 항상 $g_1 > g_2$ 항상 성립함

용어 정의:

- Tvis(Visible Transmittance) : 태양광 중에서 가시광선(파장역 380~780nm)이 유리를 통과하는 비율
- SHGC(Solar Heat Gain Coefficient) : 창호에 도달한 태양에너지에 대해서 직접 투과된 태양에너지의 비율과 창호에 흡수되었다가 대류, 적외선 장파 복사와 같은 형태로 실내에 재유입되는 태양에너지의 비율의 합

-
- (2) SHGC는 일사량(S) 대비 투과되는 에너지(τ , 열<빛)와, 흡수된 열이 실내로 재방사되는 에너지(q_i , 빛<열)의 비율로 결정됨(그림 1-1 참조)
 - (3) 가시광선 투과율(T_{vis} , Visible Transmittance)은 연중 높은 것이 바람직하나, 통상 외부차양 적용시 일사투과율 및 SHGC값이 동시에 급격히 낮아지게 되어 냉방기 중 냉방부하 감소로 냉방에너지소비량이 감소됨
 - (4) 하지만 내부차양 적용시 일사투과율은 낮아지지만, SHGC는 낮아지지 않고, 차양부 발열에 의해 냉방기 중 일사에 의한 실내발열부하는 매우 높게 발생하게 됨
 - (5) 유리표면과 실내와의 온도차로 복사(Radiation) 및 대류(Convection)에 의해 결정되는 q_i 는 개발창호에서처럼 중공층 환기시 유리표면의 온도가 낮아짐에 따라 실내로 유입되는 열량이 감소함(※하지만 일사투과율은 동일 수준으로 유지)

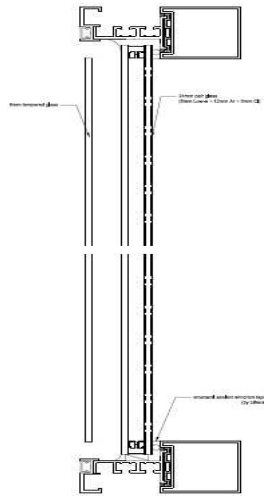
다. 경제적 측면 : 고가인 일사조절기능 차양 및 창호의 경제성 확보 필요

- (1) 녹색건축물 조성 지원법 개정으로 창호공사 외에 외부차양 설치를 유도하고 있으나, 높은 초기투자비로 인해 현장 적용에 한계 있음
- (2) 특히 외부 일사조절 차양장치 적용시 창호공사비는 단위면적당 80~100만원 수준이며, 높은 풍압에 대응하기에는 한계가 있음
- (3) 풍압에 대응가능한 일사조절창호인 기존 복도형 이중외피 창호는 넓은 중공층 폭으로 인해 단위면적당 공사비가 100~120만원에 이르고 있고, 최근 수요가 급격히 감소함
- (4) 이에 따라 본 연구에서 개발하고자 하는 저비용 무차양 이중외피 창호시스템은 시장확대를 위해 성능 대비 경제성 측면에서 획기적인 변화를 시도함

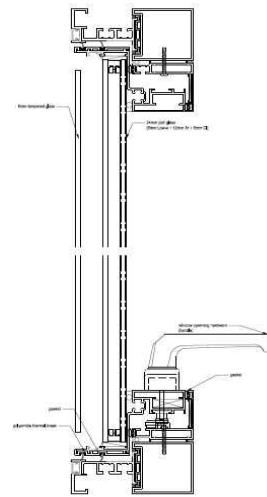
3. 연구개발 범위

가. 주관연구기관 : 중공층 20mm 무차양 이중외피 창호시스템 시제품

기존 커튼월보다 창호에 대한 금액을 줄이기 위해 두께를 슬림화(122mm)하고 중공층의 폭 20mm, 상시 오픈되는 유입, 배출구 20mm를 기반으로 외측유리의 좌, 우측에 고정프레임을 설치하여 제품설계 및 구현



[Fix type 개념도]

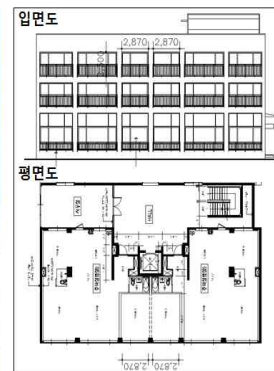


[Vent type 개념도]

<그림 1-2> 개발 시제품 개념도

나. 공동연구기관 : Type에 따른 냉방부하 저감 성능 및 시범 사업

초박형 무차양 창호시스템의 실증평가를 통한 냉방부하 20%이상 저감 성능 확보



<그림 1-3> 코오롱글로벌(주) 성능실험동

다. 위탁연구기관 : 중공층 20mm 무차양 이중외피 창호 유형별 성능 및 유지관리 툴

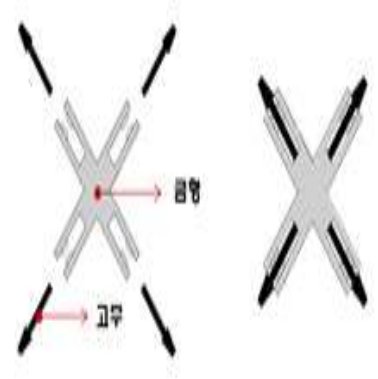
제안 기술의 최종 목표를 만족시킬 수 있는 설계조건 대안 및 각 조건별 성능 검증 결과 data를 포함하는 보고서 및 중공층 유지관리 툴 개발



[인공태양실험실 전경]



[자연기후실험실 전경]



[유지관리 톨 개념도]

<그림 1-4> 한국건설기술연구원 연구내용

라. 연도별 연구목표 및 주요연구내용

연차	연구목표	주요연구내용
1차 년도	건축물 용도별 적용 제품 라인의 신뢰성 있는 성능 확보를 통한 사업화 기반 확보	■ 건축물 용도별/실내발열 특성별 창호 성능 분류 ■ 각 케이스 별 성능 평가 - 유리 종류에 따른 개발 창호 실험을 통한 성능 검증 - 공인시험기관을 통한 열적/구조적 성능 평가 - 시작품의 테스트베드 설치를 통한 난방/냉방성능 실증 평가 ■ 개발 창호의 시제품 제작 - 개발 창호 설계 및 원가분석 - 시제품 목표 성능 구현 ■ 시범사업지 발굴 및 개발 창호 적용 - 대상 건물의 열적 특성에 적합한 최적 성능 도출 - 설계도서 작성
2차 년도	시범사업 적용을 통한 실증 연구 및 해외 시장 진입 기반 구축	■ 상품화 대상 창호 라인 설계 완료 - 성능 평가 결과 반영 및 원가절감을 위한 설계 개선 피드백 - 개발 창호의 디테일 개선안에 대한 열적/구조적 성능 평가 - 원가절감을 위한 설계 개선 피드백 ■ 시범사업을 통한 성능 평가 및 운영매뉴얼 작성 - 실시간 원격 제어 모니터링 시스템(BEMS) 구축 - 냉방부하 저감 성능 검증 - 운영매뉴얼 제작 및 배포 ■ 창호 제품별 판매전략 구체화 - 연구기간 내 조달청 등록 완료 및 건설신기술 신청/등록 - 연간 냉방기간이 긴 동남아시아 및 중동지역 산업재산권 확보 및 기술사업화 추진 - 그린리모델링 창조센터 이차지원 사업과 연동하여 기존 건물 리모델링 시장 사업화 추진

<표 1-1> 연도별 연구목표 및 주요연구내용

제2장. 국내외 기술 개발 현황

1. 관련 분야의 국내외 연구동향 및 학술적 성과

가. 국가연구개발사업 유사연구 검토

부처명	사업명	과제명	예산 (억원)	비고
산자부	에너지자원융합 핵심기술개발	열성능 1등급 기밀성 0.1등급 저가형 미서기 창호 시스템 개발	3.80	중공층 환기불가
교육부	신진연구지원사업	인공지능 기반 이중외피 개구부 조절 및 냉난방 시스템 제어 전략 개발	1.5	고비용 고성능창호 환기 조절방법
교육부	기본연구지원사업	숨 쉬고 생각하는 하이테크 창호 시스템 개발	1.17	환기제어
국토부	국토교통기술촉진 연구사업	공공임대주택의 주거환경개선을 위한 리모델링 기술 적용 및 법제도 연구	8.62	이중외피 적용 방안 검토 수준
산자부	에너지자원 기술개발	보급형 친환경 건물외피시스템 실용화 기술개발(총괄)	0.89	고성능 삼중유리 창호
교육부	신진교수연구지원	스마트 이중외피의 공동주택 환기 적용에 관한 연구	0.52	고비용 고성능창호
산자부	기술혁신개발사업	건물에너지 절감을 위한 자동제어 블라인드 내장형 삼중유리 창호 시스템 개발	2.14	사업화 블라인드 제어시스템
교육부	우수연구센터 육성사업	에너지 절약형 다기능 외피시스템 개발	1.26	FCU연동 챔버 내장 커튼월 패널
산자부	에너지자원 기술개발	통합운영 저에너지 건물 기술개발 - 에너지 환경 대응형 복합 외피·창호/공조시스템 기술개발	7.11	고성능 고비용창호
산자부	에너지자원기술 개발지원	저에너지 건물 구현을 위한 융복합기술 실증사업	18.60	고성능 고비용창호

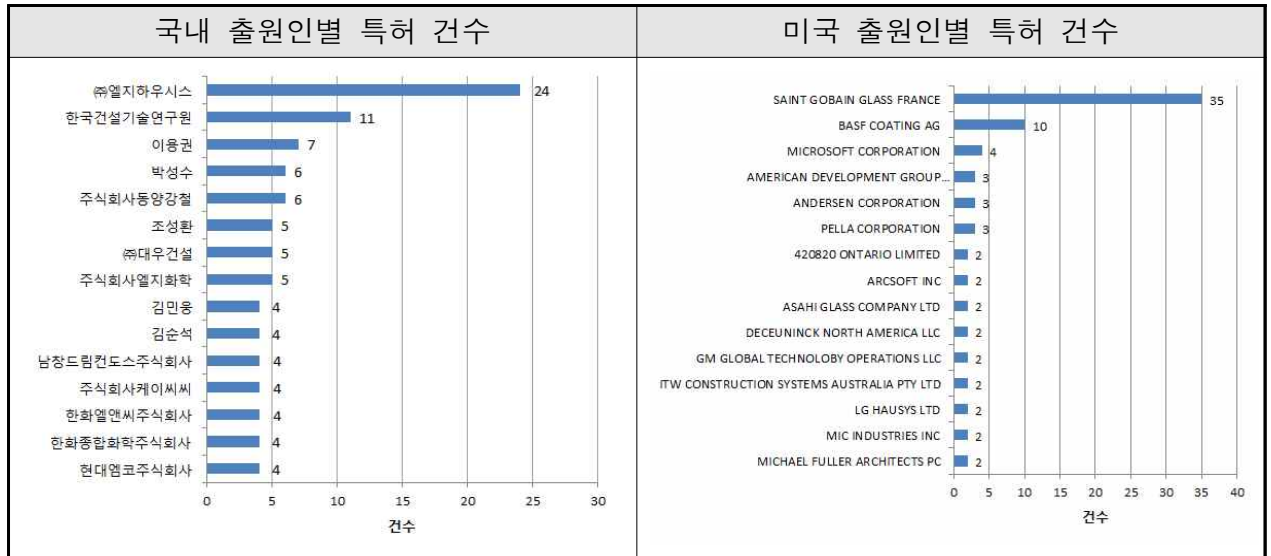
<표 2-1> 국가연구개발사업 유사연구 검토 결과

-
- (1) 국가연구개발사업에서는 대부분 고성능/고비용의 창호 개발을 다루고 있음
- (가) 이중외피를 다룬 최근 10년 이내의 정부출연 연구과제는 약 10건이 검색됨. 이들 중 다수가 이중외피 중공층의 환기 제어 방법 혹은 차양 제어 방법에 대한 연구이며, 에너지 절약을 위한 고성능의 외피 혹은 인공지능 및 스마트 IT 적용 등 고비용의 제품에 대한 성능 최적화 방안에 대한 연구임
- (나) 이 중 사업화가 추진된 이중외피 관련 기술로 산자부의 “건물에너지 절감을 위한 자동제어 블라인드 내장형 삼중유리 창호 시스템 개발”과제가 있음. 여기에서는 삼중유리 창호 시스템 내에 자동제어가 가능한 블라인드가 내장되어 태양열을 차단 제어하는 방법 및 부자재 등이 개발되었음. 이는 본 사업화 제안 기술과는 차양 유무, 중공층 환기 여부, 제품의 비용 등에 있어서 차이가 있음

나. 사업화과제의 차별화 방안

- (1) 기존 유사 국가 연구개발사업 중 사업화 추진되어 성공한 사례는 전무함
- (가) 기존 유사 국가연구개발사업 검토 결과는 표 2와 같으며, 사업화가 추진된 유사 연구사례가 존재하나, 본 사업화 기술 개발에서 제안한 중공층에 차양이 없는 이중외피 컨셉(무차양, 태양열 획득을 저감, 태양광투과율 유지)과는 차이가 있어, 중복의 가능성이 있는 과제는 현재 없는 것으로 판단됨
- (나) 기존의 유사 기술 사례가 사업화에 성공하지 못한 이유는 경제성에 있음. 국내 건축시장은 매우 보수적이며, 특히 지불 가능한 기술을 요구하지만, 고성능 창호 추구에 따라 비용이 급격히 상승하였고, 이에 따라 시장진입도 쉽지 않았음

다. 미국의 경우 “double+window”로 검색한 결과 총 447건 검색됨. 이 중 “차양” 관련으로
는 13건, “환기” 관련으로는 21건이 의미 있는 특허로 판단됨(표 2-3 참조)



<표 2-3> 국내 및 미국 특허의 특허 출원인별 건수

라. 특허 출원인 분석결과, 국내는 LG하우시스가 가장 많은 특허를 보유하고 있으며, 그
다음으로는 본 과제의 위탁기관인 한국건설기술연구원이 많은 특허를 보유하고 있는
것으로 나타남(표 2-3 참조)

마. 미국의 경우, 세계적인 소재 및 자재 회사인 SAINT GOBAIN GLASS에서 가장 많은
특허를 보유하고 있으며, 그 다음으로는 BASF COATING에서 많은 특허를 보유하고
있는 것으로 나타남

바. 국내 특허 중 본 사업화 기술과 일부 유사하다고 판단되는 특허로는 다음 두 가지가
존재하나, 첫 번째 특허는 태양광 투과율과 태양열 획득율에 대한 언급이 없어 중공층
환기가 되는 방식에 초점을 맞추어 개발한 것으로 본 사업화 기술과는 차이가 있으며,
두 번째 특허는 기존 일반적인 이중외피 창호와 마찬가지로 중공층 내에 차양이 설치
되어 햇빛 및 태양열을 조절하도록 하므로, 이 또한 차이가 있다고 할 수 있음(표 2-4
참조)

사. 또한 국내 및 해외(일본) 유사 경쟁기술과 비교한 결과 본 사업화기술은 기존의 이중
외피 창호와는 차이가 있는 것으로 판단됨(표 2-5 참조)

번호	특허 요약	대표그림
1	내부유리창과 내부유리창 사이에 중공층이 형성되도록 내부유리창과 이격되어 배치되는 외부유리창, 내부유리창과 외부유리창의 외측단을 둘러싸는 지지프레임, 중공층의 일측 방향 및 타측 방향과 대응되는 지지프레임에 각각 관통되어 형성되는 적어도 하나의 급기부 및 배기부 및 급기부 및 배기부가 각각 중공층과의 연통여부가 조절되도록 지지프레임으로부터 회동가능하게 체결되는 급기제공회동부 및 배기제공회동부를 포함하는 환기제어가 가능한 이중창호 시스템 (출원번호 : 10-2012-0145586, 대표출원인 : 일진유니스코)	
2	실내 측의 내부유리창이 설치되는 내측프레임, 내부유리창과 실외 측으로 소정 간격 이격되어 중공층을 형성하는 외부유리창이 설치되는 외측프레임, 중공층에 설치되어 실내측으로 입사되는 햇빛을 차단하는 차양, 내측프레임과 외측프레임을 동시에 둘러싸는 창짝프레임, 내측프레임이 창짝프레임에 대해 잠기거나 개방되도록 하는 제1로킹수단 및 내측프레임이 외측프레임에 대해 결합되거나 분리되도록 하는 제2로킹수단을 구비하는 창호시스템 (등록번호 : 10-1257496, 대표출원인 : 한국건설기술연구원 외 1명)	

<표 2-4> 기존 유사 특허 내용

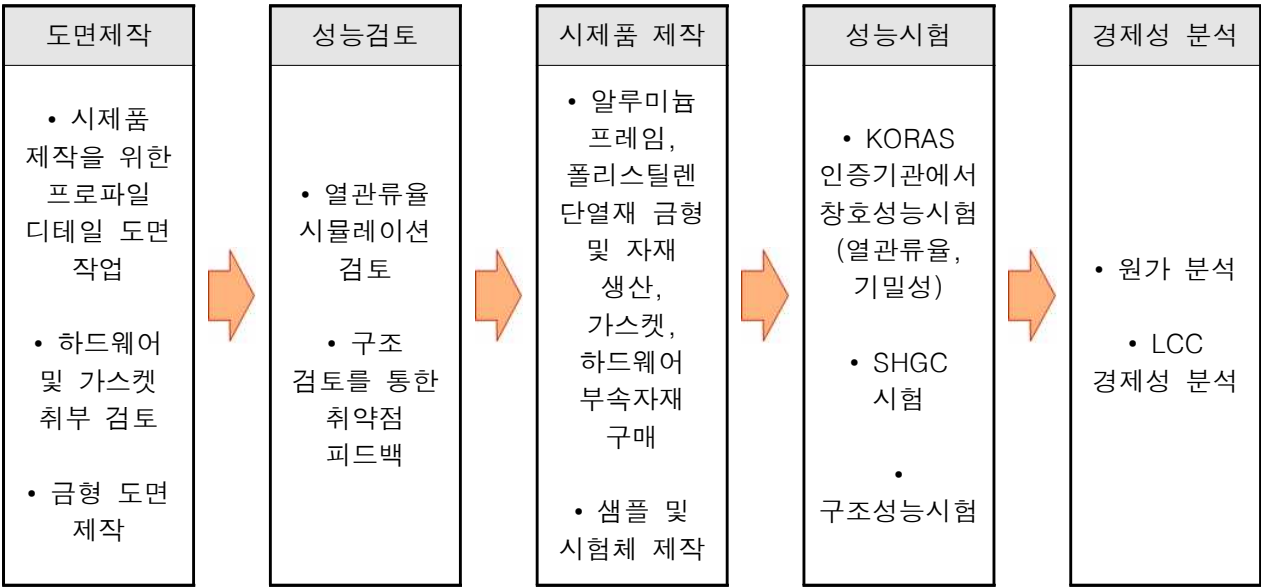
항목	개발 기술 (한국건설기술연구원)	국내 유사·경쟁기술 ((주)이건창호 외3)	해외 유사·경쟁기술 (YKK AP株式会社)
일사차단을 위한 장치	외측창호에 색유리를 사용함으로써 차양 또는 블라인드를 대체함	외측창호와 내측창호 사이에 블라인드를 구비함	차광성 재료로 형성된 롤스크린을 구비함
중공층 내부 공기 순환장치	외측창호 측에 순환구를 구비함	없음	외측에 환기문을 구비함
개폐장치	내측창호 또는 외측창호와 내측창호가 동시에 개폐됨	외측창호와 내측창호를 각각 개폐할 수 있음	외측창호와 내측창호를 각각 개폐할 수 있음
비고	등록 특허 (10-1518835)	등록특허 (10-1222591)	일본공개특허 (2006-328915)

<표 2-5> 국내외 유사경쟁 기술과의 특징비교

제3장. 연구 수행 내용 및 성과

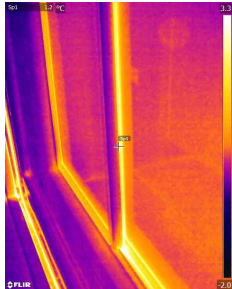
1. 중공층 20mm 무차양 이중외피 창호시스템 시제품 개발

가. 시제품 개발 절차



<표 3-1> 시제품 개발 절차

나. 시제품 성능 평가 방법

창호단열성능	KSF2278 (창호의 단열성 시험방법) 저온실은 Cooling AHU로부터 냉풍을 공급 받아서 취출하는 냉풍 취출 장치를 갖추고 있으며 시험체를 사이에 두고 항온실과 인접하고 있어야 한다. 가열실은 가열장치 및 기류교반장치를 갖추고 있으며 가열실의 외벽은 열 및 공기의 출입이 최소화 되도록 단열된 기밀한 구조로 한다. 시험장치 가열실 공기온도 및 저온실 공기온도의 측정위치는 시험체의 크기에 관계없이 동일면 9점으로 측정한다. 목표 설정온도는 저온실 0℃, 항온실 20℃, 가열실 20℃ 설정하며, 온도 측정위치에 대해서 1℃이상의 오차가 발생하지 않도록 한다.  
--------	--

창호기밀성능

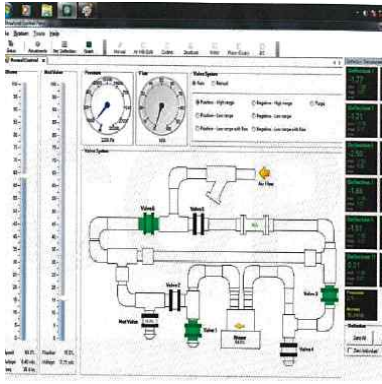
KSF2292 (기밀성 시험방법)
압력차는 정압을 10 Pa, 30 Pa, 50 Pa, 100 Pa로 하고, 시험체 면적은 창틀 안쪽 치수에 의하여 구한다. 시험절차는 KS F 2292 : 2003(창호의 기밀성시험방법)에 규정된 방법에 따르며 그림 1와 같이 예비 가압 (250Pa)-개폐확인-가압 기밀시험 (10 ~ 100Pa) 순으로 실시한다.

창호수밀성능

KSF2293 (수밀성 시험방법)

구조에 따른 구분		실내 쪽 면	창틀 외부
홀창(단창)		구성 부재 및 유리가 실내로 접하는 부분	위창틀, 선틀 및 아래창틀 각각에 대하여 실내에서 관측되는 가장 가까운 곳을 벗어난 창틀 바깥 부분
이중창	안팎 창틀의 결합부가 수밀 구조인 경우	안창의 구성 부재 및 유리가 실내로 접하는 부분	안창의 위창틀, 선틀 및 아래창틀 각각에 대하여 실내에서 관측되는 가장 가까운 곳을 벗어난 창틀 바깥 부분
	안팎 창틀의 결합부가 수밀 구조가 아닌 경우	바깥창의 구성 부재 및 유리가 안창에 접하는 부분	안팎 창틀의 결합부로부터 안창 쪽 부분(아래창틀에서 보이는 면에 결합되는 경우는 바깥창 아래창틀이 보이는 높이를 벗어난 부분)

창호내풍압성능	KSF2296 (내풍압시험방법) 내풍압성 시험은 KS F 2296 (창호의 내풍압성 시험방법)의 6.4(시험순서) 및 7.1 (변형시험)에 따른다. 이 경우, 가압 압력 P1은 KS F 3117 표4의 내풍압 성의 등급 가운데서 80등급에 해당하는 것으로 한다. 또한 가압 방법은 정압 및 부압으로 하고, 가압 중에 다음 사항을 조사한다. a) 파괴1)의 유무 b) 슬라이딩은 여밈대, 마중대, 선틀, 중간 막이 및 중간 선틀의 최대 변위 c) 스윙은 틀 또는 중간 막이틀, 중간 선대 등 창문 주변의 부재와 창문 구성 부재가 접하는 부분에 대한 최대 상대 변위. 또한, 양쪽으로 열리는 여밈대, 중간 막이인 경우에는 막이의 최대 변위 d) 고정 창은 중간 선틀의 최대 변위 e) 6.8 mm 이상의 유리를 사용할 경우에는 각 부재의 휨 f) 중간 막이틀 및 중간 선대의 휨 비고 : 이중창에 대해서는 안창, 바깥창의 동시 측정을 원칙으로 하고, 바깥창의 측정점은 안창의 측정점을 실내부에서 투시한 위치로 선정하며, 실외부 쪽에 측정기를 거는 것이 좋다.
창호 SHGC 시험	KSL9107 (창호의 태양열 취득율 시험방법)을 기준으로 차양(창호)면의 태양 입사각별 SHGC를 측정(공인시험성적서)
창호방음시험	KS F 2862(건물 및 건물 부재의 공기 전달음 차단 성능 평가 방법)을 기준으로 벽, 바닥, 문, 창호와 같은 건물 부재와 건물에서의 공기 전달음의 차단 성능에 관한 단일 수치 평가량을 정의

	
구조성능시험	ASTM E331-14 따라 목표 압력 도달시 시료에 발생하는 최대 변위량 및 목표 압력 가압 후 압력을 완전히 제거한 다음 시료에 남아있는 잔류 변위량 측정  

<표 3-2> 시제품 성능 측정 방법

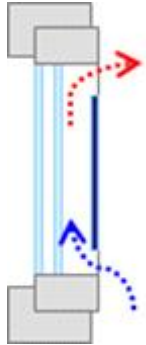
다. 시제품 개발 결과

(1) 개발 완료 시제품 창호성능비교

모델명	NoBI-INA	NoBI-INF	NoBI-PJ
규격	111mm	111mm	150mm
유리사양	외측 : 6CIL 내측 : 28복층유리 (6LOW-E +16Ar + 6CL)	외측 : 6CIL 내측 : 28복층유리 (6LOW-E +16Ar + 6CL)	외측 : 6CIL 내측 : 28복층유리 (6LOW-E +16Ar + 6CL)
창호타입	CASEMENT-IN	CASEMENT-IN	PROJECT-OUT
PS단열재	유	유	유
열관류율(W/m ² K)	1.356(2등급)	1.360(2등급)	1.207(2등급)
기밀성	0.00(1등급)	0.00(1등급)	0.00(1등급)
모델명	NoBI-OPS	NoBI-HID	NoBI-HIT
규격	150mm	200mm	220mm
유리사양	외측 : 6CIL 내측 : 28복층유리 (6LOW-E +16Ar + 6CL)	외측 : 6CIL 내측 : 24복층유리 (5LOW-E +14Ar + 5CL)	외측 : 6CIL 내측 : 43복층유리 (5LOW-E +14Ar + 5CL + 14Ar + 5LOW-E)
창호타입	CURTAIN WALL	CASEMENT-IN	CASEMENT-IN
PS단열재	유	유	유
열관류율(W/m ² K)	1.163(2등급)	1.387(2등급)	0.957(1등급)
기밀성	0.00(1등급)	0.51(1등급)	0.51(1등급)

<표 3-3> 개발 완료 시제품 성능비교표

(2) SHGC 시험

구분	NoBI-OPS 상하부 밀폐	NoBI-OPS
외측유리	일반 투명유리	
내측유리	로이유리(2면)+아르곤충진+투명유리	
중공층환기	X	O
개념도		
SHGC 측정결과	0.20	0.18
저감효과	약 10% 저감	

<표 3-4> SHGC 성능시험 결과

(3) 구조성능시험

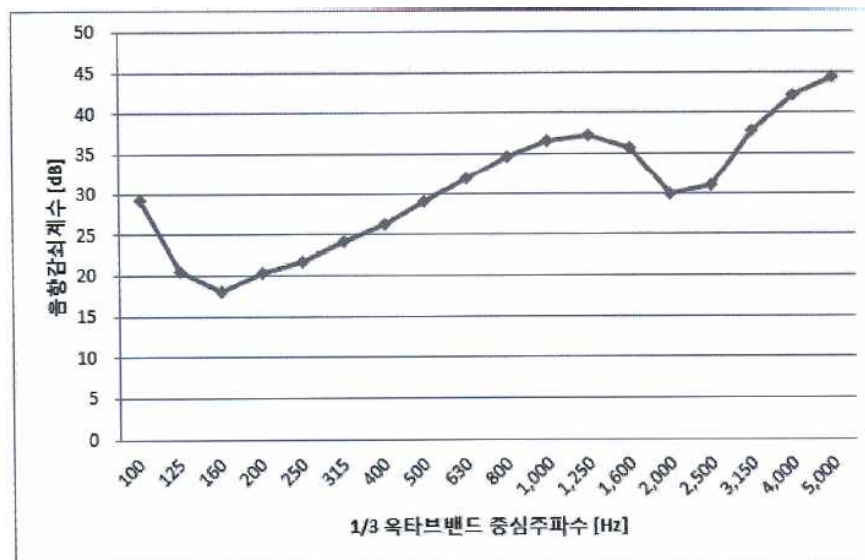
모델명	시험항목	시험결과	비고
NoBI-INF	정압수밀성능시험(440Pa)	누수발생없음	
	구조성능시험($\pm 2,200\text{Pa}$)	이상없음	
	잔류변위시험($\pm 3,300\text{Pa}$)	이상없음	
NoBI-PJ	정압수밀성능시험(440Pa)	누수발생	실란트 시공 부실
	구조성능시험($\pm 2,200\text{Pa}$)	이상없음	
	잔류변위시험($\pm 3,300\text{Pa}$)	이상없음	
NoBI-INA	정압수밀성능시험(440Pa)	누수발생없음	
	구조성능시험($\pm 2,200\text{Pa}$)	이상없음	
	잔류변위시험($\pm 3,300\text{Pa}$)	이상없음	

<표 3-5> 구조성능시험 결과

(4) 차음성능시험

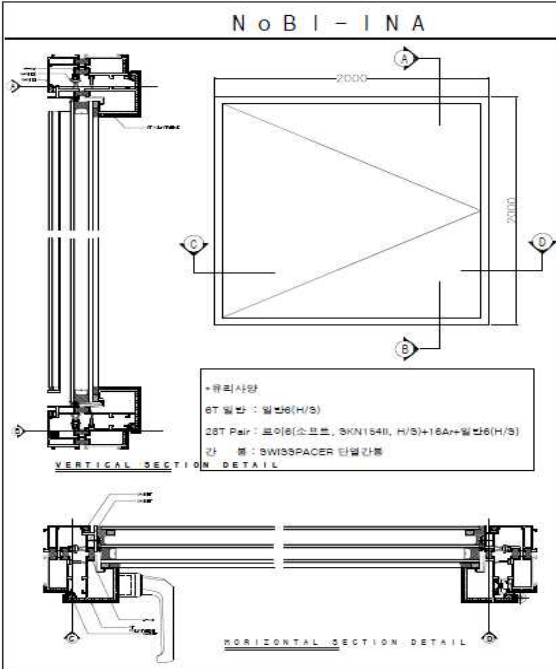
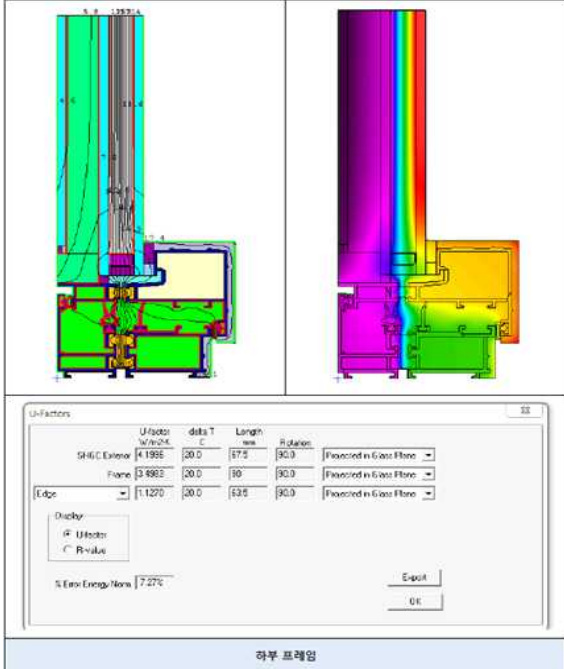
모델명	NoBI-INA		
규격	111		
유리사양	내측 : 6CIL 외측 : 28복층유리 (6LOW-E +16Ar + 6CL)		
창호타입	CASEMENT-IN		
단일 수치 평가량 RW	32		
1/3 옥타브밴드 중심주파수[Hz]	음향감쇠계수 R[dB]	1/3 옥타브밴드 중심주파수[Hz]	음향감쇠계수 R[dB]
100	29.2	800	34.7
125	20.6	1000	36.6
160	18.0	1250	37.2
200	20.4	1600	35.8
250	21.8	2000	29.9
315	24.2	2500	31.0
400	26.3	3150	37.8
500	29.0	4000	42.1
630	31.9	5000	44.5

<표 3-6> 차음성능시험 결과



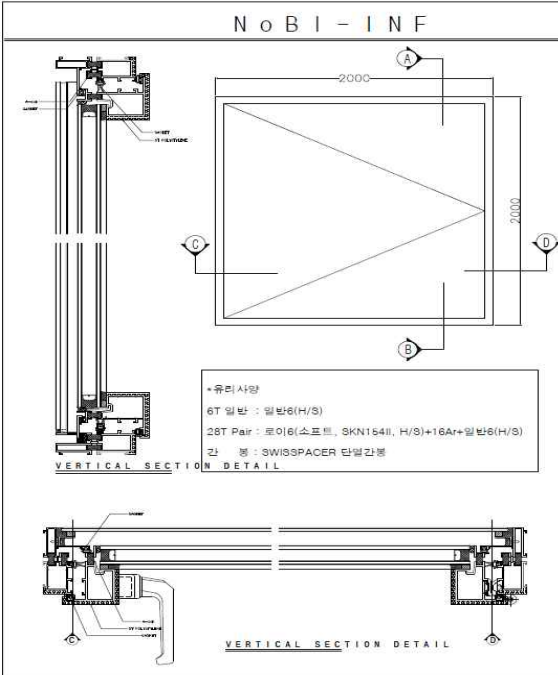
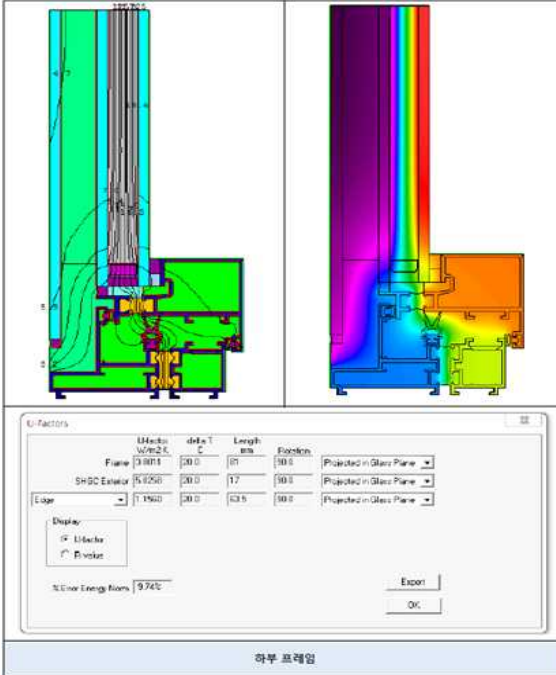
<그림 3-1 음향감쇠계수 측정결과 그래프>

(4) 개발결과 세부사항
(가) NoBI-INA

	
도면제작	열관류율 시뮬레이션
	
시제품 제작	성능시험

<표 3-7> NoBI-INA 개발결과

(나) NoBI-INF

	
도면제작	열관류율 시뮬레이션
	
시제품 제작	성능시험

<표 3-8> NoBI-INF 개발결과

(다) NoBl-PJ

NoBl-PJ

VERTICAL SECTION

HORIZONTAL SECTION DETAIL

→ 유리 사양
BT 일 반 : 일 반 6(H/S)
2ST Pair : 로이 6(소프트, 3KN154II, H/S)+16Ar+일 반 6(H/S)
DE 2A I 1 1 1 : SWISSPACER 단열단봉

도면제작

시제품 제작

BEYOND ASIAN HUB, TOWARD GLOBAL WORLD

TEST REPORT

우 13810 경기도 과천시 교육원로 98(중일동)

TEL 033)744-8100 FAX 033)744-8866

성적서번호 : TAK-2018-10015

접 수 일 자 : 2018년 07월 09일

대 표 자 : 박광규

시험완료일자 : 2018년 07월 20일

업 체 명 : (주)한국화학융합시험연구원

주 소 : 강원도 춘천시 동산면 논골길 17-24

시 료 명 : NoBl-PJ

시험결과

시험항목	단위	시험구분	결과치	시험방법
열관류율	W/m²·K	-	1.207	KS F 2278 : 2017
기밀성	m³/(h·m²)	-	0.00	KS F 2292 : 2013

* 첨부 : Total 6 pages.

첨부 1. 시험승인서, 성적서

첨부 2. 열관류율 시험결과 및 사진.

첨부 3. 기밀성 시험결과 및 사진.

첨부 4. 시험제 도면.

* 본 성적서는 온도변환(동일관리용→효율관리기자재신고용)으로 인한 수정발급원인(수정발급일: 2018년 07월 20일).

~ 등 도 : 효율관리기자재 신고용

비 고 : 1. 이 성적서는 발주자가 제시한 시료 및 시료명으로 시험한 결과로써 전체 제품에 대한 품질을 보증하지 않으며,

성적서에 인위적인 조작(www.ktr.or.kr) 또는 QR code로 확인 가능합니다.

2. 이 성적서는 총액, 인건, 운구 및 배송을 통으로 사용할 수 없으며, 별도 이용에 사용될 수 없습니다.

3. 이 성적서는 원본(제발달 포함)만 유효하며, 사본 및 전자 인식본/복합본은 결과치 참고용입니다.

이 성적서는 국제시험기관협약(International Laboratory Accreditation Cooperation) 상호인정협정(Mutual Recognition Arrangement)에 서명한 한국인정기구(KOLAS)로부터 공인받은 분야에 대한 시험결과 값이다.

Choi Jaeho

직인자 : 최준호

Tel : 82-2082-5811

Park Eunhye

기술책임자 : 박은혜

Tel : 157-0591(ARS 3---4)

2018년 07월 20일

한국인정기구 인장

KTR 한국화학융합시험연구원장

위변조 확인용 QR code

Page : 1 of 1

성능시험

<표 3-9> NoBl-PJ 개발결과

(라) NoBI-OPS

N o B I - O P S

*유리사양
6T 일반 : 일반6(H/S)
28T Pair : 로이6(소프트, SKN154II, H/S)+16A+일반6(H/S)
간 봉 : SWISSPACER 단열간봉

VERTICAL SECTION DETAIL

HORIZONTAL SECTION DETAIL

Section	Item	Area rate		U-value W/m2.K	θ W/K
		m2	%		
Left Mullion	frame	0.1258	3.14%	2.9831	0.375
	edge	0.1147	2.87%	1.0114	0.116
Right Mullion	frame	0.1258	3.14%	2.9831	0.375
	edge	0.1147	2.87%	1.0114	0.116
Top	frame	0.1258	3.14%	2.9664	0.373
	edge	0.1147	2.87%	1.01878	0.117
Bottom	frame	0.1258	3.14%	2.9660	0.373
	edge	0.1147	2.87%	1.0185	0.117
Center of Glass	GL	3.0380	75.95%	1.003	3.047
sub total		4.00	100.00%	16.9617	5.009
total u-value (W/m2.K)				1.252	
(kcal/m2.K)				1.077	

도면제작

열관류율 시뮬레이션

BEYOND ASIAN HUB, TOWARD GLOBAL WORLD

TEST REPORT

주 13810 경기도 과천시 교육원로 99(중앙동) TEL (033)744-8100 FAX (033)744-8866
상처서번호 : TAK-2018-12045 접수 일자 : 2018년 08월 01일
대 표 자 : 박영규 시험완료일자 : 2018년 08월 24일
임 재 명 : (주)비엠토탐레이치비
주 소 : 강원도 춘천시 동산면 논골길 17-24

시 료 명 : NoBI-OPS

시험결과				
시험항목	단위	시험구분	결과치	시험방법
열관류율	W/m²·K	—	1.163	KS F 2278 : 2017
기밀성	m³/(m²·h)	—	0.00	KS F 2292 : 2013

* 첨부 : Total 6 pages.
 첨부 1. 시험성적서 발급서.
 첨부 2. 열관류율 시험결과 및 사진.
 첨부 3. 기밀성 시험결과 및 사진.
 첨부 4. 시험제 도면.

※ 본 성적서는 온도변환(물질관리용-출입관리기소재신고용)으로 인한 수정발급본인(수정발급일: 2018년 07월 20일).

- 용 도 : 효율관리기소재 신고용

비 고 : 1. 이 성적서는 시험일자(제출한 시료 및 시료명)로 시험한 결과에 대해 적용하며, 시험결과에 대한 불합격은 인정하지 않으며, 성적서의 진위확인용 홈페이지(www.ktr.or.kr) 또는 QR code로 확인 가능합니다.
 2. 이 성적서는 열보, 전선, 열교 및 소음용 등으로 사용할 수 있으며, 온도 미만의 사용은 금합니다.
 3. 이 성적서는 시험제도를 포함한 유효하며, 사용 및 전자 입사(제출)를 위한 것이므로, 무단으로 복제, 배포, 유통을 금합니다.

위 성적서는 국제시험기관(국제시험기관협약(International Laboratory Accreditation Cooperation) 상호인정협정(Mutual Recognition Arrangement)에 서명한 한국시험기관(KOLAS)로부터 공인받은 분야에 대한 시험결과입니다.

Choi Junho
작성자 : 최준호
Tel : 02-2992-5811

Park Eunhye
기술책임자 : 박언희
Tel : 1577-0098 (ARS ☎-88)

2018년 08월 24일

한국시험기구 인정

KTR 한국화학융합시험연구원

위변조 확인용 QR code

Page : 1 of 1

KTR KOREA TESTING & RESEARCH INSTITUTE KTR-(20-779-FRI-01111)

A8710 Y 201

시제품 제작

성능시험

<표 3-10> NoBI-OPS 개발결과

(마) NoBI-HID

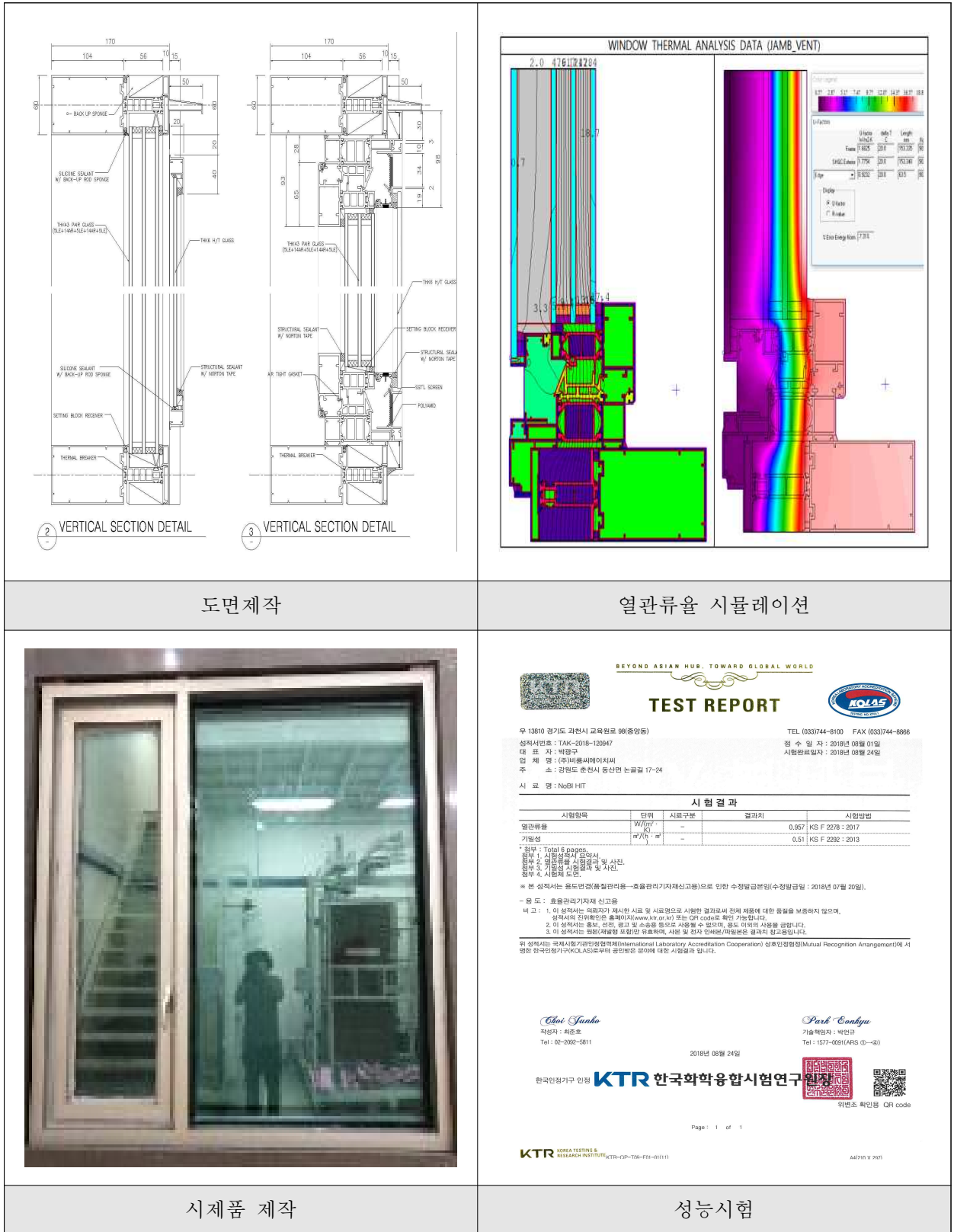
도면제작

열관류율 시뮬레이션

시제품 제작

성능시험

<표 3-11> NoBI-HID 개발결과



<표 3-12> NoBl-HIT 개발결과

라. 기존보유기술과 개발기술의 차이점 및 개선점

구분	기존보유기술	사업을 통한 개발기술		
모델명	NoBI창호	NoBI-OPS	NoBI-INF	NoBI-HID
창호타입	FIX타입	FIX타입	CASEMENT-IN	CASEMENT-IN
프레임타입	알루미늄	알루미늄+복합	알루미늄+복합	알루미늄
유리사양	24mm 양면로이복층유리	28mm 일면로이복층유리	28mm 일면로이복층유리	24mm 일면로이복층유리
단열재	아존 폴리아미드	아존 폴리아미드 폴리스틸렌	아존 폴리아미드 폴리스틸렌	폴리아미드
단열성능	1.37	1.163	1.360	1.387
효율등급	2등급	2등급	2등급	2등급
개폐구조	개폐 없음	개폐 없음	내측 유리 개폐 외측 유리 고정	내측 유리 개폐 외측 유리 고정
기능	1. 노블창의 기본 원리만을 구현한 FIX타입의 커튼월 창으로 아존과 폴리아미드를 사용한다. 이중 단열구조를 가지고 있음 2. 스윙창 라인 확대가 필요하나 스윙창 적용 시 단열성능 저하가 우려됨 3. 양면로이복층유리를 적용하여 단열성능을 높였으나 유리 단가 상승	1. 기존제품의 보완을 위해 폴리스틸렌 단열재를 추가하여 단열성능 향상 2. 건설현장에서 주로 사용되는 일면로이복층유리를 적용하여 유리 제작 시간 단축 및 원가 절감 효과 3. 복잡했던 기존 캡부분을 단순화하여 시공성 증가	1. 오피스 건물 및 공공기관에서 주로 사용하는 케이스먼트 창호 2. 중공층을 구성하는 내측유리와 외측유리를 구분하여 내측유리는 실내쪽으로 개폐가 가능하게 구성하여 청소 및 유지관리를 용이하게 함 3. 단열성능을 유지하기 위해 폴리스틸렌 단열재 추가	1. NoBI-INF의 경우 외측유리가 고정되어 위급 시 대피 등을 위해서는 NoBI-INA 모델과 함께 시공되는 것이 바람직함. 이를 해결하기 위 외측 유리 탈착이 가능한 HID 모델 개발 2. 상하부 중공층에 방충망 및 개폐장치를 적용하여 동절기 단열성능 및 유지관리성 향상

<표 3-13> 기존보유기술과의 차이점 및 개선점

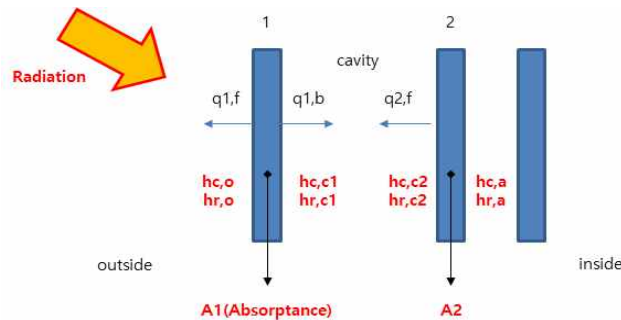
2. 창호 성능 및 구조 분석

가. 중공층 기류 분석

(1) 경계조건 설정

(가) NoBI-Win의 중공층은 일사에너지가 중공층내에서 열과 기류유동의 원인이 되기 때문에, CFD 해석 모델을 통해 중공층의 열적 특성을 합리적으로 해석하기 위해 서는 일사에너지에 대한 경계조건 설정에 유의하여야 함

(나) 중공층 내의 열류량(Heat Flux) 분석을 위해서는 창에 입사하는 직달, 확산, 반사 일사량 과 각 유리의 일사량 흡수율, 흡수된 일사의 분배율을 계산하여야 함. 이를 아래의 방법과 같이 계산하여 활용하였음



<그림 3-2> 창호 중공층 내의 열류량 해석 모델

(다) 창에 입사하는 직달, 확산, 반사 일사량

- ① ASHRAE fundamental 2017 식과 기상청 데이터 및 Erbs 직산분리 모델을 기반으로 창에 입사하는 일사량 계산 툴 구축(Matlab 활용)

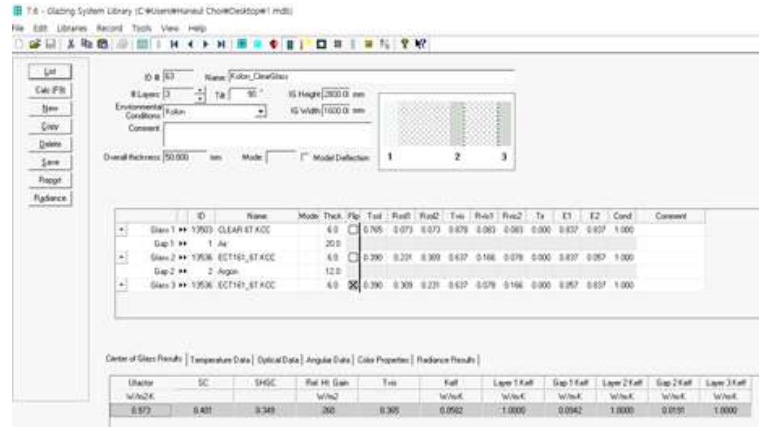


<그림 3-3> Matlab 활용한 일사량 계산 툴

(라) 각 유리의 일사량 흡수율

- ① WINDOW 7.6 프로그램을 활용하여 환기구가 닫힌 NoBI-Win을 구성하고 각 유

리의 흡수율 계산



<그림 3-4> WINDOW를 활용한 유리의 흡수율 계산

구분		Thick	Tsol	Rsol1	Rsol2	E1	E2
Glass 1	Clear	6	0.765	0.073	0.073	0.837	0.837
Gap 1	Air	20					
Glass 2	Low-e	6	0.390	0.231	0.309	0.837	0.057
Gap 2	Argon	12					
Glass 3	Low-e	6	0.390	0.231	0.309	0.057	0.837

<표 3-14> 분석 유리 특성 (외측 유리 Clear glass)

(마) 흡수된 일사의 분배율

- CFD 해석을 위해 필요한 값은 흡수된 일사가 재 방출되는 양이며 이때 $q_{1,f}$, $q_{1,b}$, $q_{2,f}$ 가 요구됨. $q_{1,f}$, $q_{1,b}$, $q_{2,f}$ 의 계산을 위해서는 그림과 같이 총 4개의 대류 열전달계수와 복사 열전달계수($h_{c,o/hr,o}$ / $h_{c,c1/hr,c1}$ / $h_{c,c2/hr,c2}$ / $h_{c,a/hr,a}$) 를 알아야 함. 이는 선행 연구와 문헌에서 계수를 활용하였음

① 외측 열전달 계수($h_{c,o}$, $h_{r,o}$) 추정

- ㉠ 유사한 해석을 진행했던 선행연구(윤성환 외, 2008)에 따르면 복사 열전달계수는 기존 문헌값을 수정없이 사용해도 큰 문제 없음. 따라서 본 연구에서 복사 열전달계수는 $4W/m^2K$ 를 사용함.

- ㉡ 대류 열전달계수는 EnergyPlus 등 기존 시뮬레이션 프로그램에서 이미 사용되고 있는 MoWiTT model을 활용해서 계산함. MoWiTT model 계산에 있어 유리 표면의 온도는 WINDOW 7.6의 해석값을 활용하여 추정함.

$$h_c = \sqrt{\left[C_t(\Delta T)^{\frac{1}{3}}\right]^2 + [aV_z^b]^2}$$

Wind Direction (Units)	C_t $W/(m^2K^{\frac{1}{3}})$	a $W/(m^2K(m/s)^b)$	b
Windward	0.84	3.26	0.89
Leeward	0.84	3.55	0.617

<그림 3-5> MoWiTT model의 대류 열전달계수 산정 식 및 계산을 위한 계수 표

- ② 환기층 열전달 계수($h_{c,c1}$, $h_{r,c1}$, $h_{c,c2}$, $h_{r,c2}$) 추정
- ㉠ 본 분석에서 복사 열전달계수는 $4W/m^2K$ 를 사용함
 - ㉡ 환기층의 대류 열전달계수는 매우 복잡하기 때문에 지배적인 모델이 없으며 많은 연구에서 경험적으로 산출된 식을 활용하고 있음
 - ㉢ 본 분석에서는 유사한 형태의 창을 연구한 윤성환(2008)이 실험 및 시뮬레이션을 통해 추정한 값(시스템2, $5.23W/m^2K$)을 활용함
- ③ 아르곤 충전층 열전달 계수($h_{c,a}$, $h_{r,a}$) 추정
- ㉠ 본 분석에서 복사 열전달계수는 $4W/m^2K$ 를 사용함
 - ㉡ 대류 열전달계수는 WINDOW에서 가스 충전층의 열전달계수를 계산할 때 사용하는 식을 활용함. 충전 가스에 따른 계수는 아르곤의 물성치를 입력하였으며 충전가스를 감싸는 양 유리면의 온도는 계산할 수 없기 때문에 WINDOW 7.6의 해석값을 활용하는 것으로 대체함

$$h_{c,i} = N_{u,i} \frac{k_{g,i}}{d_{g,i}}$$

Where:

$N_{u,i}$ = Nusselt number

$k_{g,i}$ = thermal conductivity of the fill gas in the cavity

$d_{g,i}$ = thickness of the glazing cavity

<그림 3-6> WINDOW Technical Documentation 5-9

(2) 기류 분석을 위한 실측 데이터와의 Validation

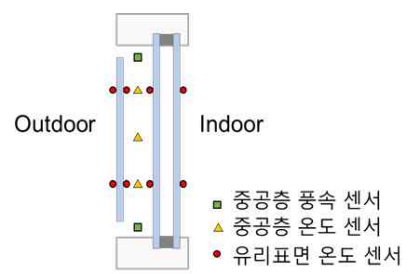
- (가) NoBI-Win의 CFD 분석에 필요한 $q_{1,f}$, $q_{1,b}$, $q_{2,f}$ 을 계산 후 경계조건으로 입력하고, CFD 시뮬레이션의 신뢰도를 위해 실측데이터와의 검증을 거침
- (나) 용인 테스트베드($6.6m^2$)에 설치된 NoBI-Win 창호의 부위별 온도와 풍속 센서를 설치하여 실측한 데이터를 시뮬레이션 결과 값과 비교하여 검증 함



a) 테스트베드 건물



b) 테스트베드(6.6m²)



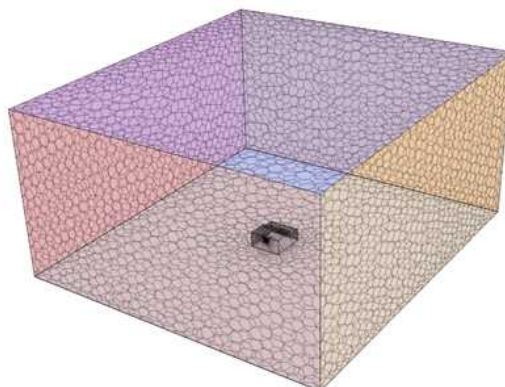
c) 측정 센서 위치

<그림 3-7> 테스트베드 창호 설치 및 측정 센서 위치

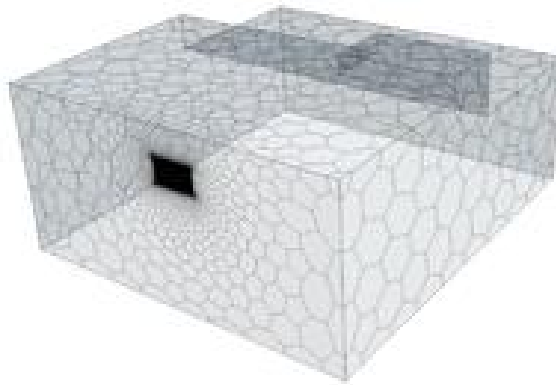
(다) 실측기간중 일사량이 커서 NoBI-Win 내 기류 흐름을 명확히 파악할 수 있는 시점을 해석시점으로 선정하여 아래와 같이 설정함

구분	항목	조건
1	해석대상	용인 코오롱글로벌 실험동301호 NoBI
2	해석시점	2018년 4월 21일 오후 3시 20분
3	내·외측 창	Heat flux: 138.4W/m ² (내측), 60.8W/m ² (외측)
4	외기조건	외기온도: 32.2도, 풍향: 서풍, 풍속: 5.1m/s (이상 실측값)
5	일사량	수평면 전일사량667W/m ² (기상청 데이터)
6	난류모델	Realizable k-ε turbulence model
7	메쉬	Polyhedral, 약 500,000 개
8	프로그램	STAR CCM+

<표 3-15> CFD 시뮬레이션과 실측 데이터와의 Validation 해석 조건



<그림 3-8> 전체 해석 공간



<그림 3-9> 용인 실험동 건물



<그림 3-10> NoBl-Win

(라) 실측 중공층 온도(세 점)와 CFD 시뮬레이션을 통해 해석한 중공층 온도를 비교 하였을 때 CFD 모델이 NoBl-Win 내 중공층의 높이가 높아질수록 중공층 온도가 높아지는 현상을 잘 모사하고 있으며 실측값과 CFD 시뮬레이션 결과값 간 평균오차는 9%로 나타나 오차범위 내에서 검증되었다고 판단됨

구분	실측값(℃)	CFD(℃)	절대오차	오차율(%)
중공층 하부	47.2	40.1	7.1	15.1
중공층 중앙	78.9	45.9	3	6.2
중공층 상부	55.1	53.2	1.9	3.4
평균 오차율				9

<표 3-16> 실측값과 CFD 시뮬레이션 결과값의 비교



<그림 3-11> 실측값과 CFD 시뮬레이션 결과값의 비교

(3) CFD를 통한 중공층 환기량에 따른 효과 분석

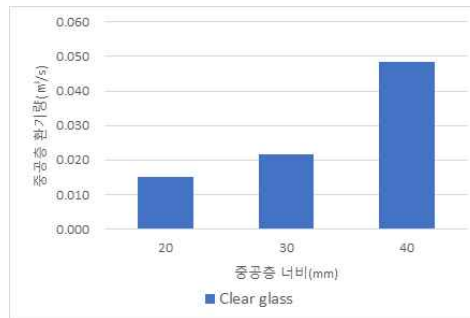
(가) 검증을 수행한 해석시점에 대해 중공층내 환기량이 유리의 표면온도 저감에 얼마나 영향을 주는지 분석 하고자, 중공층의 두께를 20mm, 30mm, 40mm로 나누어

환기량의 변화와 유리 표면온도의 변화를 분석함

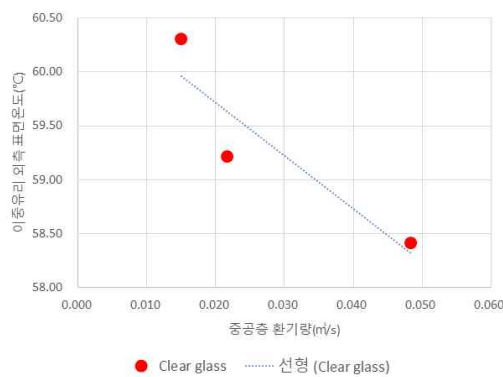
- (나) (중공층 20mm에 Clear glass를 적용한 경우 분석 시점에 중공층의 평균풍속은 0.442m/s, 환기량 0.015m³/s의 환기가 이루어 지는 것으로 분석됨. 중공층 30mm의 경우 평균 풍속 0.0426m/s, 환기량 0.022m³/s, 중공층 40mm의 경우 평균 풍속 0.713m/s, 환기량 0.048m³/s로 환기량이 증가 하였으며 이에 따른 중공층내 이중 유리 표면온도는 각각 60.3℃, 59.21 , 58.41℃로 분석 됨
- (다) 이는 중공층의 환기가 진행됨으로 유리의 표면온도가 떨어지는 효과를 보여주고 있음.

구분	20mm	30mm	40mm
면 평균 풍속 Q(m/s)	0.442	0.426	0.713
중공층 환기량(m ³ /s)	0.015	0.022	0.048
이중유리 외측 표면온도 (℃)	60.30	59.21	58.41

<표 3-17> 중공층 두께 변화에 따른 환기량과 유리 표면온도



<그림 3-12> 중공층 두께 변화에 따른 환기량



<그림 3-13> 환기량에 따른 유리 온도변화

(4) 유리종류, 일사량, 풍속/풍향에 따른 효과 분석

- (가) NoBl-Win의 외측 유리 조합에 따른 중공층 환기량 변화와 유리온도 변화를 알아 보기 위해 유리종류 3가지(Clear glass, Color glass, Low-e glass)에 따른 성능을 분석 하였음
- (나) 또한 주변환경에 따른 중공층 환기량의 변화가 있을 것으로 판단되어 일사량과 풍속, 풍향에 따른 효과를 비교분석하였음
- (다) 시뮬레이션 해당지역으로 설정한 용인의 기상청 데이터를 바탕으로 여름철 일사량이 가장 커 NoBl-Win의 기류흐름을 명확히 파악할 수 있는 시점으로 해석하여 설정하였고, 아래와 같은 해석조건에서 비교 분석 하였음

구분	항목	조건
1	해석대상	용인 코오롱글로벌 실험동301호 NoBl
2	해석시점	2017년 8월 29일 오후 13시
3	내·외측 창	케이스 조건을 따름
4	외기조건	외기온도: 24.1℃(기상청 참고), 풍향,풍속: 케이스 조건을 따름
5	일사량	수평면 전일사량: 케이스 조건을 따름
6	난류모델	Realizable k-ε turbulence model
7	메쉬	Trimmer, 약 2,000,000 개
8	프로그램	STAR CCM+

<표 3-18> CFD 시뮬레이션 해석 조건

(라) 유리 종류에 따른 효과 분석

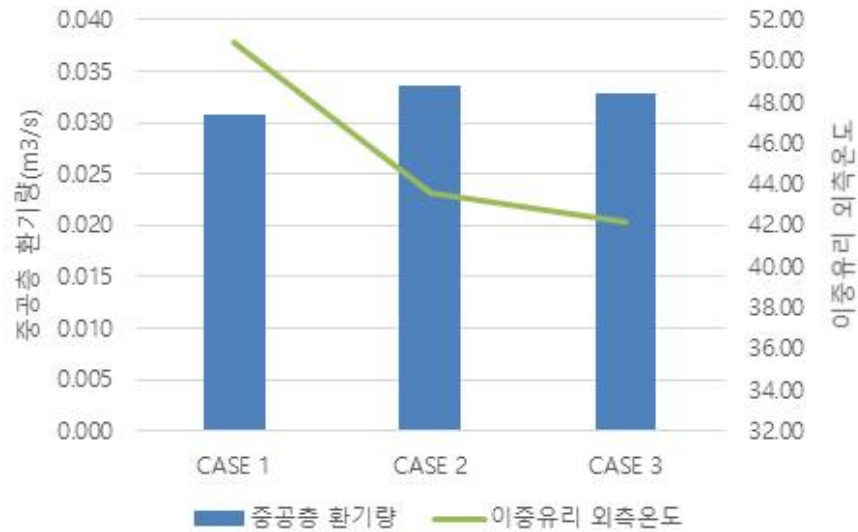
- ① 외측 유리종류 3가지(Clear glass, Color glass, Low-e glass)에 따른 중공층 환기량과 이중유리의 외측 온도를 분석함.
- ② CFD경계조건에서 일사량을 용인지역의 여름철 최대 수평일사량인 800W/m²으로 설정하고 유리 종류에 따른 효과 분석을 분석하였음

구분	유리	일사량(W/m ²)	외부 풍속(m/s)	풍향
CASE 1	Clear	800	무풍	-
CASE 2	Color			
CASE 3	Low-e			

<표 3-19> 유리종류에 따른 Case 분류

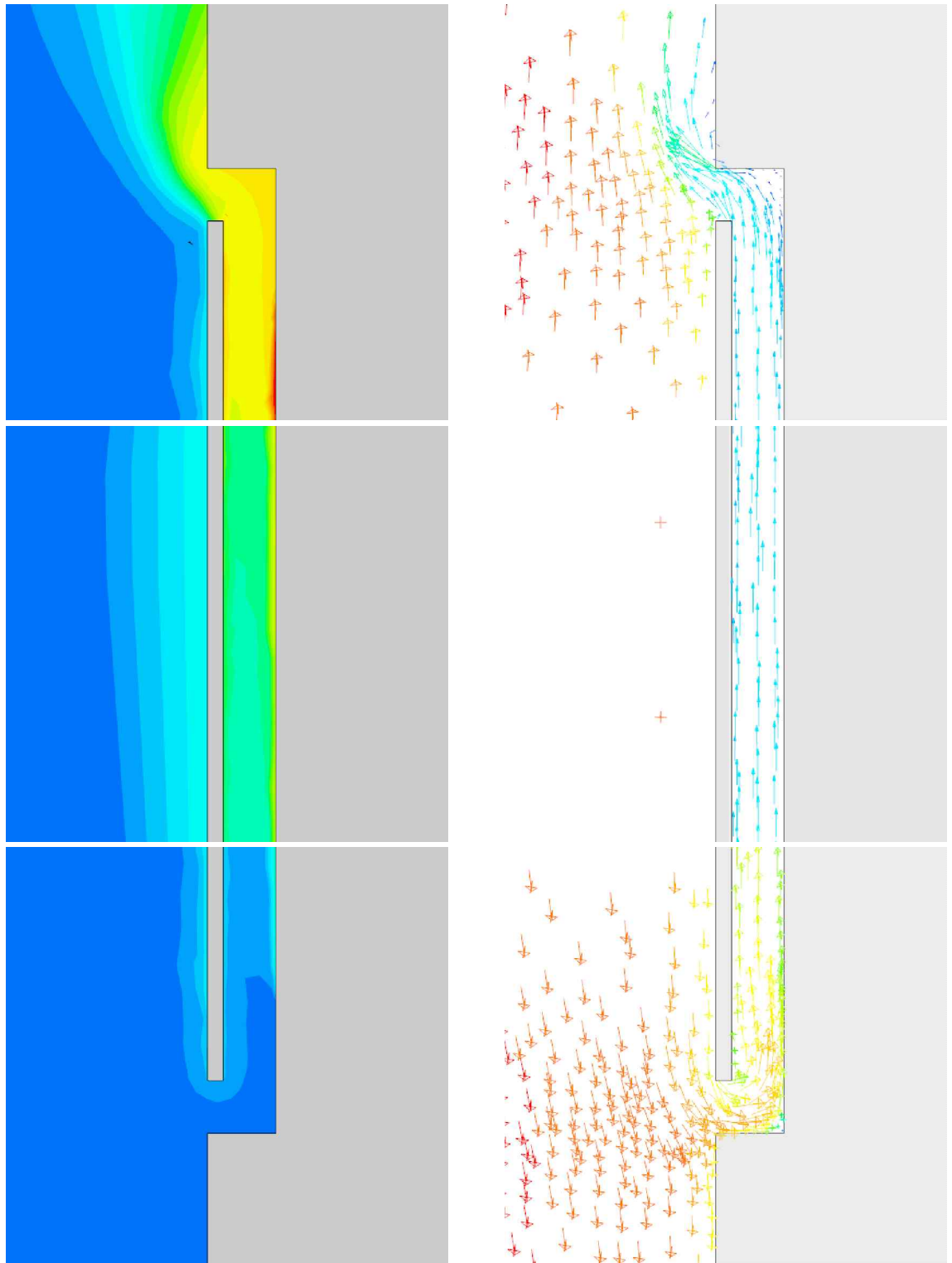
구분	Case1	Case2	Case3
외기-중공층 평균 온도차	17.61	18.58	17.02
중공층 환기량(m3/s)	0.0308	0.0336	0.0329
이중유리 외측 표면온도 (°C)	50.88	43.57	42.17

<표 3-20> 유리종류에 따른 중공층 환기량 및 이중유리 표면온도

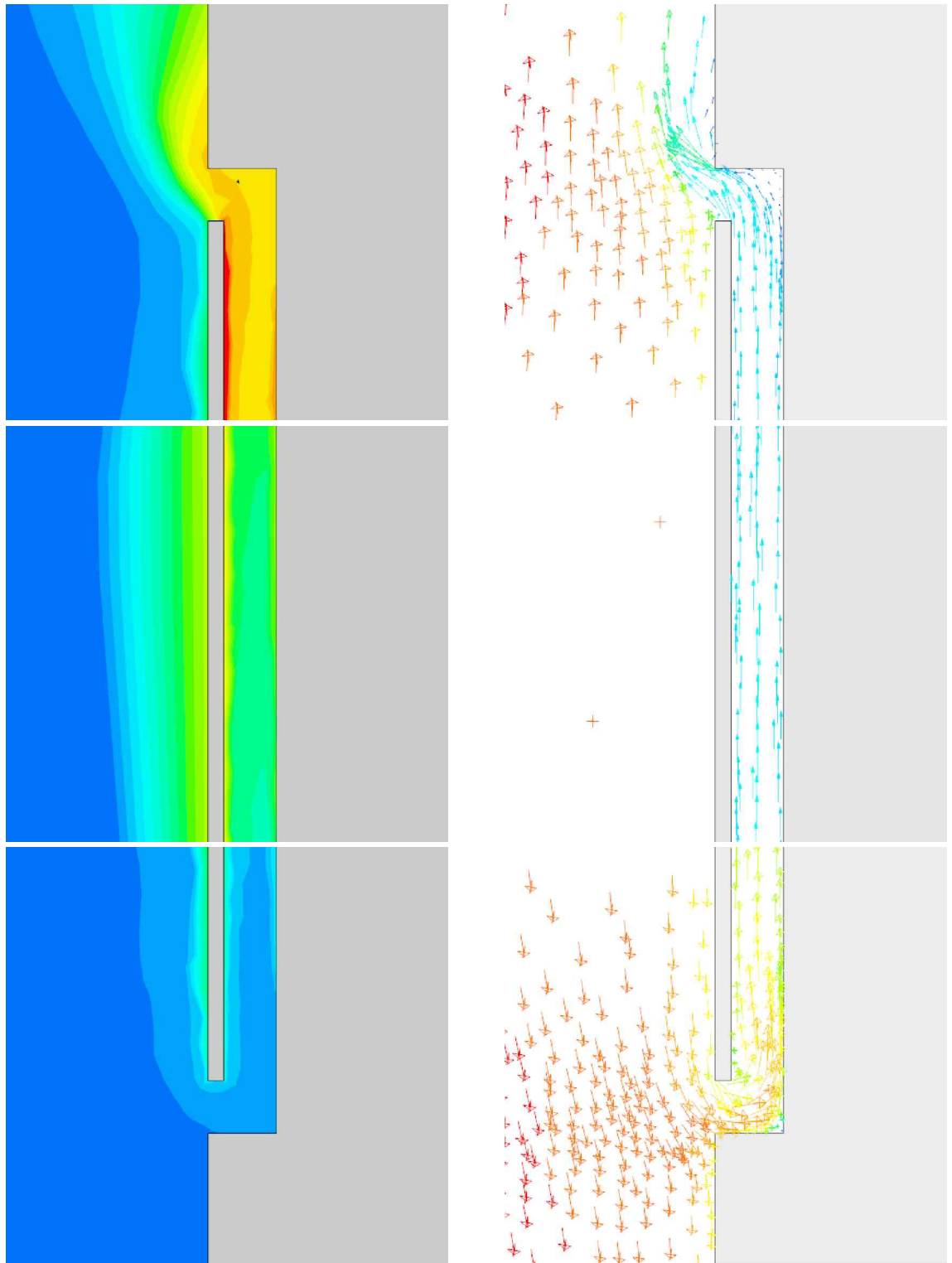


<그림 3-14> 유리종류에 따른 중공층 환기량 및 이중유리 표면온도

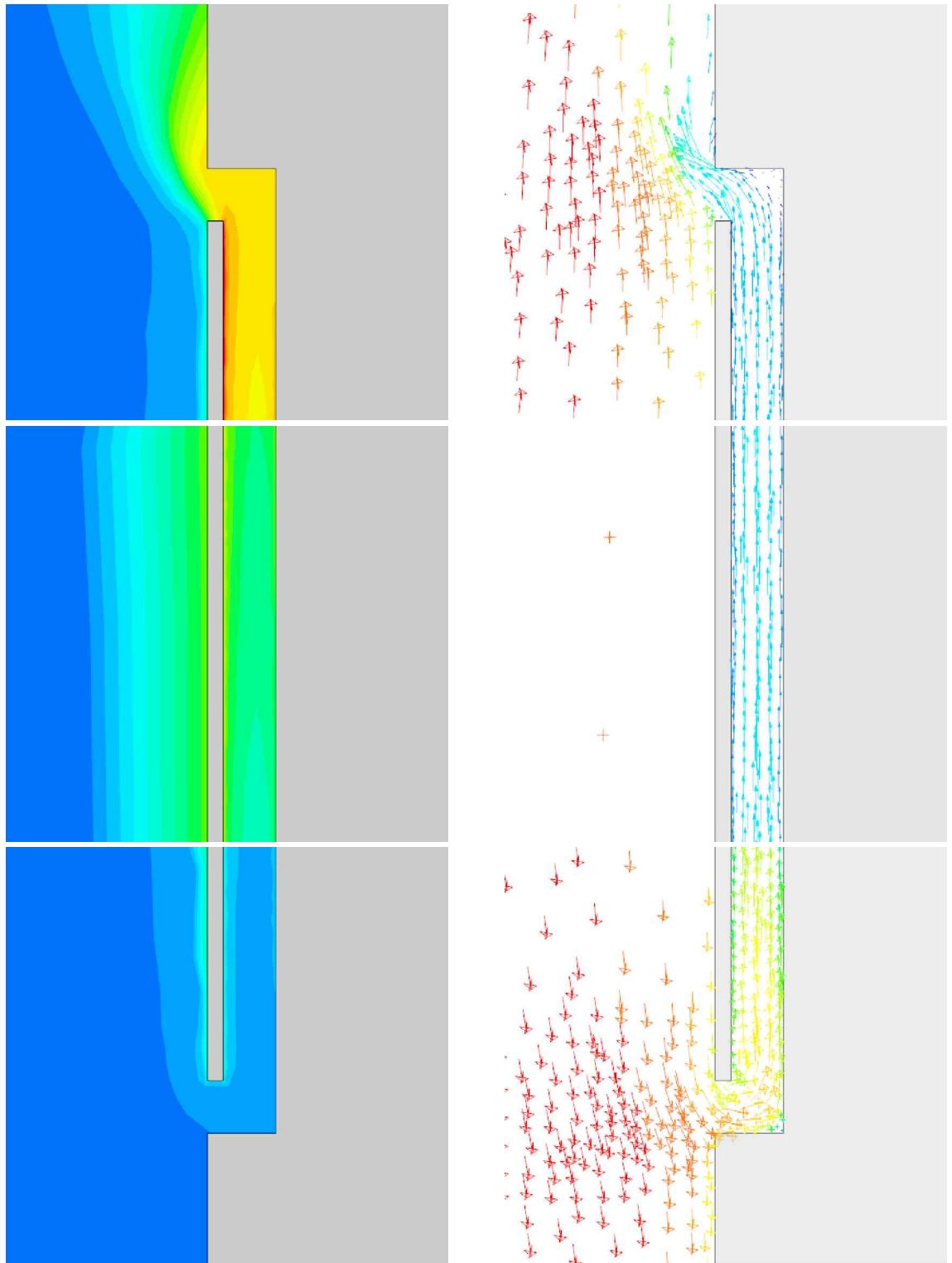
- ③ 유리 종류에 따른 환기량 분석결과 컬러유리 >로이유리>일반유리 순으로 중공층 환기량이 큰 것으로 나타남
- ④ 중공층내 이중유리 외측 온도는 일반유리> 컬러유리> 로이유리 순으로 높은 것을 나타남



<그림 3-15> Case 1의 중공층 단면(상부, 중부, 하부)의 온도 및 속도 분포



<그림 3-16> Case 2의 중공층 단면(상부, 중부, 하부)의 온도 및 속도 분포



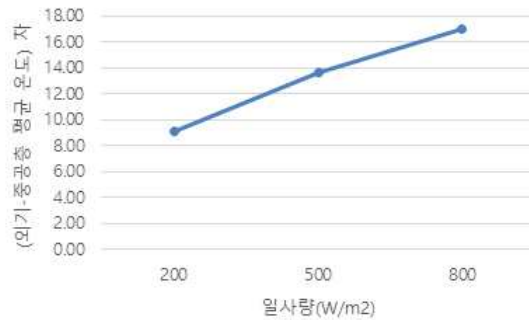
<그림 3-17> Case 3의 중공층 단면(상부, 중부, 하부)의 온도 및 속도 분포

(마) 일사량의 따른 실외-중공층 온도차 및 환기량 분석

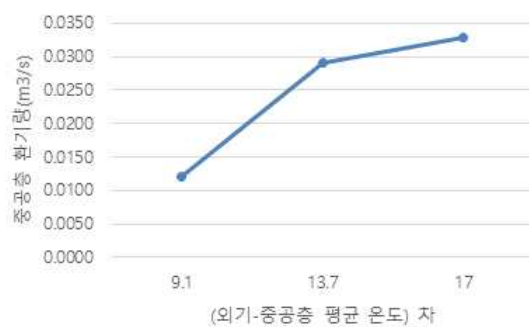
- ① 일사량이 커질수록 (외기-중공층 평균 온도) 차이가 선형적으로 커지는 것으로 나타남
- ② 동일 창호에서는 (외기-중공층 평균 온도) 차가 커질수록 중공층 환기량이 증가함
- ③ 선행연구에서도 확인할 수 있듯이, 온도 차가 커질수록 환기량의 증가폭은 작아지며 중공층 환기량은 계수와 온도차의 n제곱의 꼴로 표현됨

	유리	일사량(W/m ²)	외부 풍속(m/s)	풍향
CASE 3	Low-e	800	무풍	-
CASE 4		500		
CASE 5		200		

<표 3-21> 일사량의 따른 실외-중공층 온도차 및 환기량 Case 분류



<그림 3-18> 일사량에 따른 (외기-중공층 평균 온도)차



<그림 3-19> (외기-중공층 평균 온도)와 중공층 환기량

구분	Case3	Case4	Case5
외기-중공층 평균 온도차	17.02	13.67	9.15
중공층 환기량(m3/s)	0.0329	0.0291	0.0120
일사량(W/m2)	800	500	200

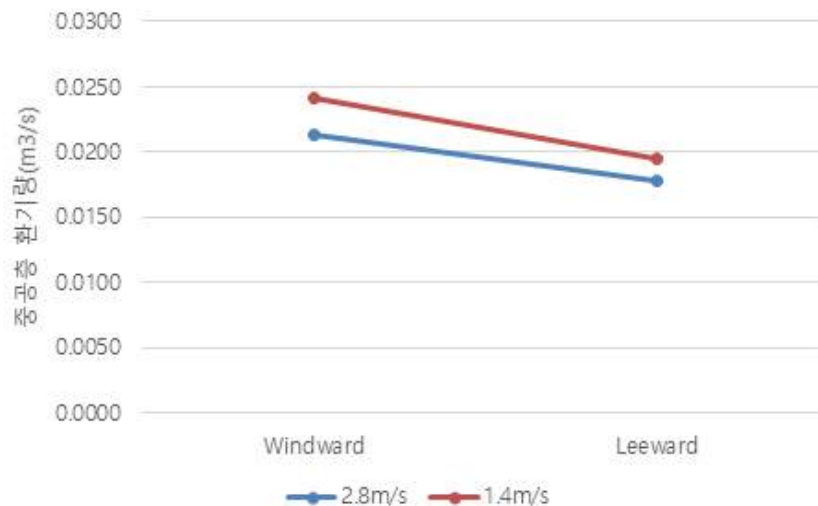
<표 3-22> 일사량의 따른 실외-중공층 온도차 및 환기량 분석

(바) 외부 풍속과 풍향에 따른 중공층 환기량 분석

- ① 풍속(1.4m/s, 2.8m/s)과 관계없이 Leeward보다 Windward에서 중공층 환기량이 큰 것으로 나타남
- ② 풍속이 더 강한 2.8m/s에서의 환기량이 1.4m/s에서의 환기량보다 작은 것으로 나타남
- ③ 무풍 > 1.4m/s > 2.8m/s 순으로 중공층 환기량이 큰 것으로 나타남
- ④ 해석시점이 부력환기가 지배적인 시점(일사량 800W/m2)이기 때문에, 부력환기를 상쇄시키는 풍압환기가 클수록(외부 풍속이 클수록) 전체 중공층 환기량은 줄어드는 것으로 판단됨

구분	유리	일사량(W/m2)	외부 풍속(m/s)	풍향
CASE 6	Low-e	800	1.4	Windward
CASE 7			1.4	Leeward
CASE 8			2.8	Windward
CASE 9			2.8	Leeward

<표 3-23> 풍향에 따른 중공층 환기량 Case 분류

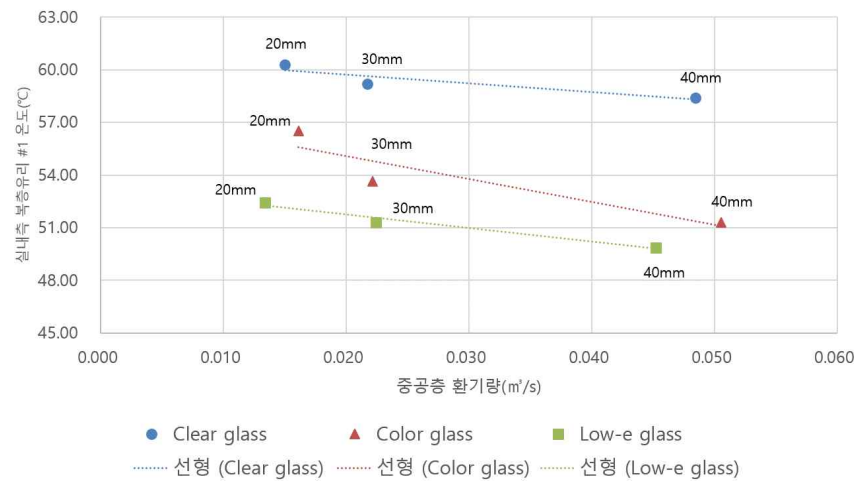


<그림 3-20> 풍향에 따른 중공층 환기량 분석

	외부 풍속(m/s)	풍향	중공층 환기량
CASE 6	1.4	Windward	0.0242
CASE 7	1.4	Leeward	0.0195
CASE 8	2.8	Windward	0.0213
CASE 9	2.8	Leeward	0.0178

<표 3-24> 풍향에 따른 중공층 환기량 분석

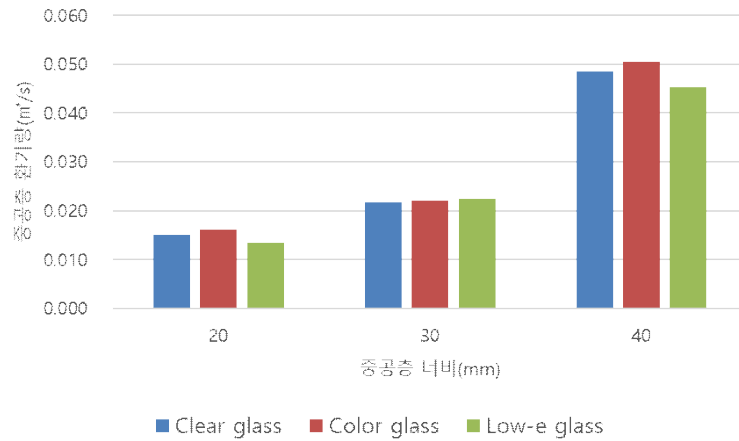
(사) CFD 해석 결과 케이스별 중공층 환기량과 실내측 복층유리 #1 온도 간 관계는 다음 그림과 같음



<그림 3-21> 중공층 환기량과 실내측 복층유리 #1 온도 간 관계 분석

- ① 중공층 환기량이 증가할수록 실내측 복층유리 #1 온도는 낮아지는 경향을 보임
- ② 중공층 환기량이 증가할수록 중공층의 대류열전달계수가 커지고(Hanby, Victor Ian, et al, 2008), 외부로 빠져나가는 열량이 많아져서 실내측 복층유리 #1 온도의 과열을 막는 것으로 판단됨
- ③ 실내측 복층유리 #1의 온도가 낮아지는 것은 곧 실내 냉방부하의 저감을 의미함
- ④ 따라서 중공층 환기량이 증가할수록 실내 냉방부하가 줄어들 것으로 판단됨

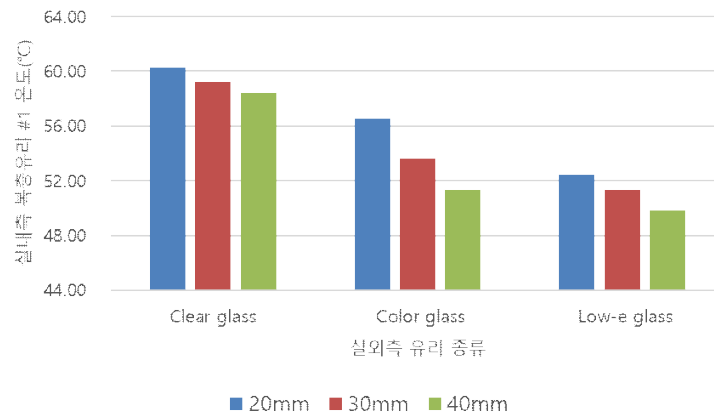
(아) CFD 해석 결과 중공층 너비에 따른 중공층 환기량 변화는 다음 그림과 같음



<그림 3-22> 중공층 너비에 따른 중공층 환기량 변화

- ① 실외측 단판유리 종류에 따른 환기량 변화는 미비한 것으로 나타남
- ② 실외측 단판유리 종류에 관계없이 중공층 너비를 늘리면 환기량이 증가함
- ③ 중공층 너비 증가량과 중공층 환기량이 정비례하지 않음
- ④ 중공층 너비가 2배가 될 때 중공층 환기량이 최대 3.4배까지 (Case 1-3 to Case 3-3) 증가함

(자) CFD 해석 결과 중공층 너비에 따른 중공층 환기량 변화는 다음 그림과 같음



<그림 3-23> 실외측 단판유리 종류에 따른 실내측 복층유리 #1 온도 변화

- ① 실외측 단판유리 종류에 따라 실내측 복층유리 #1 온도가 달라짐
- ② 실외측 단판유리로 색유리를 사용하면 투명유리를 사용할 때에 비해 실내측 복층유리 #1의 온도가 평균 5.5도 낮아짐

- ③ 실외측 단판유리로 로이유리를 사용하면 투명유리를 사용할 때에 비해 실내측 복층유리 #1의 온도가 평균 8.1도 낮아짐
- ④ 실내측 복층유리 #1의 온도가 낮아지는 것은 곧 실내 냉방부하의 저감을 의미함
- ⑤ 따라서 냉방부하 저감에는 실외측 유리를 로이유리 > 색유리 > 투명유리 순으로 사용하는 것이 유리할 것으로 판단됨

나. 차열성능 분석

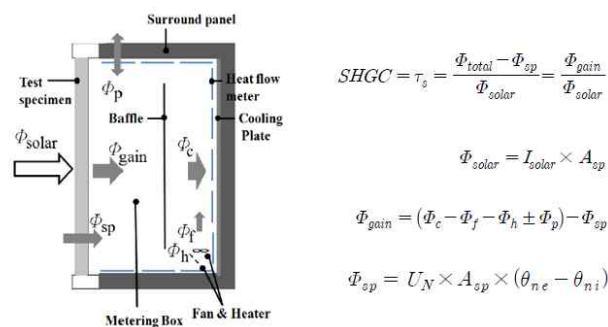
(1) 태양열 취득률(SHGC) 실험 결과

- (가) 중공층 환기를 통한 여름철 일사차단의 효과를 입증하기 위해 태양열 취득률(SHGC)측정하였음
- (나) 태양열 취득률(SHGC) 측정은 두가지 방법을 이용하여 측정하였음. 첫 번째 방법은 KS L 9107로서 한국생활환경시험 연구원에서 진행하였고, 두 번째 방법인 $(Q_{removed} - Q_{trans}) \div incident$ 로서 한국건설기술연구원에서 진행하였음

구분	검증기준	측정기관
1	KS L 9107:2014	한국생활환경시험연구원
2	$(Q_{removed1} - Q_{trans2}) \div incident3$	한국건설기술연구원 인공태양광실험실

<표 3-25> 태양열 취득률(SHGC) 측정 방법

- (다) 첫 번째 시험방법인 KS L 9107는 솔라 시뮬레이터에 의한 창호 및 유리의 태양열 취득률 측정에 필요한 시험방법에 대해 규정하고 있는 것으로 적용 범위는 건물에서 태양열 유입을 조절하기 위한 기능성 유리 및 블라인드, 스크린 등 차양장치가 부착된 창 및 문과 반투명 패널, 창 유리용 필름이 설치되어 있는 창호를 측정할 수 있는 공인 시험방법임.



<그림 2-24> KS L 9107:2014 시험방법 원리

(라) 위 방법으로 측정한 결과 NoBI-2는 0.35, NoBI-3는 0.36으로 나타났다.

모델명	검증기준	검증결과	비고
NoBI-2 (Cl6+Ar12+LE6)	KS L 9107:2014	0.35	실내측복층유리 개폐형
NoBI-3 (Cl6+Ar12+LE6)	KS L 9107:2014	0.36	실내측복층유리 개폐형

<표 3-26> 태양열 취득률(SHGC) 측정 결과 (KS L 9107)

- (마) 두 번째 시험방법은 한국건설기술연구원 인공태양실험실에서 진행한 것으로 창호의 태양열획득계수(SHGC)를 산출하여 기존 대비 SHGC 값의 저감성능을 비교하였음
- (바) 인공태양실험실은 실내챔버(가열상자)와 실외챔버로 구성되며, 250W 메탈할라이드 전구 104개로 이루어진 인공 일사장치가 설치되어 실내챔버와 외기챔버 사이에 설치된 창호시스템을 통한 일사 에너지량을 측정할 수 있음
- (사) SHGC는 창호시스템 표면에 도달하는 일사량($Q_{incident}$), 실내챔버로 유입되는 일사량(공조를 통해 실내에서 제거하는 열량, $Q_{removed}$), 실내의 온도차이에 의해 유입된 열량(Q_{trans}) 값을 이용하여 계산함(그림 3-25 참조)



[a] 실외 챔버



[b] 실내 챔버



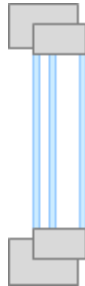
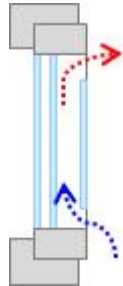
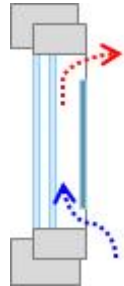
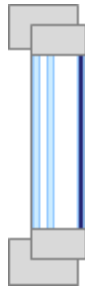
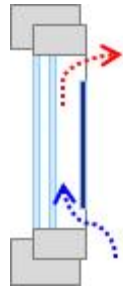
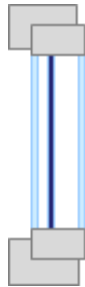
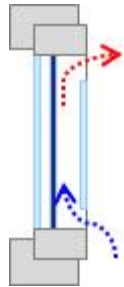
[c] 인공태양설비

<그림 3-25 인공태양광 실험실 전경>



<그림 3-26> SHGC 산출식

- (아) 실험은 내측유리로 삼중유리, 외측 유리로 일반투명유리와 반사유리를 적용하였을 때를 대상으로 진행하였으며, 중공층 환기여부에 따른 SHGC 값을 측정함
- (자) 중공층 환기를 하지 않은 경우는 일반적인 사중창호에 해당한다고 볼 수 있으며, 실험 CASE는 표 3-27과 같음

구 분	CASE 1	CASE 2	CASE 3	CASE 4
외측유리	일반 투명유리		색상유리	
내부유리	투명유리+LowE 유리		투명유리+LowE 유리	
중공층 환기	×	○	×	○
개념도				
구 분	CASE 5	CASE 6	CASE 7	CASE 8
외측유리	반사유리		일반 투명유리	
내부유리	투명유리+LowE 유리		반사유리+LowE 유리	
중공층 환기	×	○	×	○
개념도				

<표 3-27> 실험 CASE

- (차) 실험 결과, 중공층 환기를 통해 SHGC 값은 일반 투명유리 적용 시(CASE 2) 중공층 환기를 하지 않은 CASE 1 대비 약 30%, 색상유리(블루) 적용 시(CASE 4) 10% 반사유리 적용 시(CASE 5) 약 50%까지 저감될 수 있음을 확인함
- (카) 내부 유리를 반사유리와 LowE 유리를 조합할 경우 환기에 의한 SHGC가 60% 저감 될 수 있는 것으로 분석됨

(타) 이 값을 토대로 가시광선 투과율과의 비율¹⁾을 산출해보면 일반 투명유리 및 반사유리 적용 시 최소 1.1배(CASE 4), 최대 2.5(CASE 8)배 증가하여 태양광의 유입은 유지하면서 태양열 획득량을 줄일 수 있는 것으로 나타남

모델명	검증기준	검증결과	비고
CASE 1 (외:CI, 내:CL+LE)	0.34	$Q_{removed}-Q_{trans} \div Q_{incident}$	Fixed Glazing
CASE 4 (외:Tint, 내:CI+LE)	0.23	$Q_{removed}-Q_{trans} \div Q_{incident}$	Fixed Glazing
CASE 6 (외:RF, 내:CI+LE)	0.34	$Q_{removed}-Q_{trans} \div Q_{incident}$	Fixed Glazing
CASE 8 (외:CI, 내:RF+LE)	0.08	$Q_{removed}-Q_{trans} \div Q_{incident}$	Fixed Glazing
1) $Q_{removed}$: 공조를 통해서 실내에서 제거하는 열량 2) Q_{trans} : 실내의 온도차이에 의해서 유입된 열량 3) $Q_{incident}$: 창호시스템 표면에 도달하는 일사량			

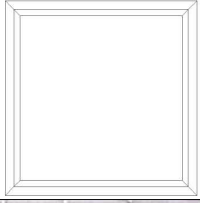
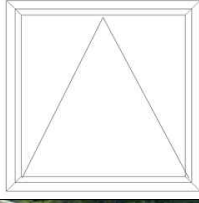
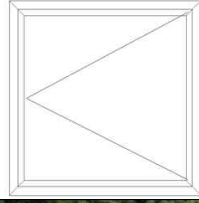
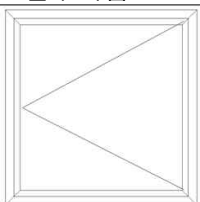
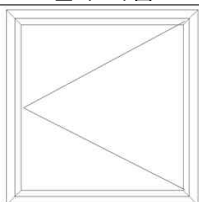
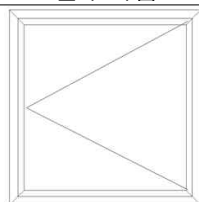
<표 3-28> 태양열 취득률(SHGC) 측정 결과 (인공태양광 실험실)

다. 단열 성능

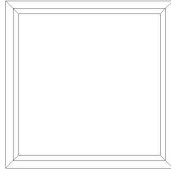
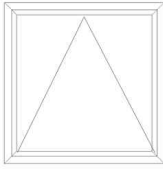
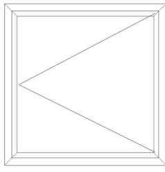
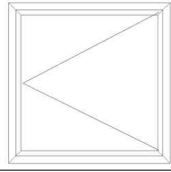
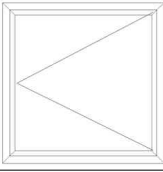
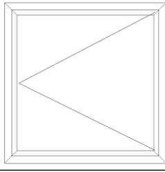
(1) 열관류율 공인시험성적서 (시뮬레이션 결과 일부 내용 활용)

(가) NoBl-Win 개발 제품군의 실제 열관류율 성능 확보를 위해 KOLAS인증기관에 서 평가를 진행하였음

(나) 현 개발된 5개 종의 NoBl-Win창호 중 4개제품에 대해 평가가 진행되었으며 열관류율 1.4 이하의 2등급 창호 수준의 성능을 확보하였음

구분	모델① NoBI-OPS	모델② NoBI-PJ	모델③ NoBI-INA
유리 구성	실외측 6mm 실내측 24mm (6CL+12Ar+6LE)	실외측 6mm 실내측 24mm (6CL+12Ar+6LE)	실외측 6mm 실내측 24mm (6CL+12Ar+6LE)
프레임	알루미늄+PS	알루미늄+PS	알루미늄+PS
개념도			
사진			
환기 유무	환기 불가능	환기 가능	환기 가능
구분	모델④ NoBI-INF	모델⑤ NoBI-HID	모델⑥ NoBI-HID
유리 구성	실외측 6mm 실내측 24mm (6CL+12Ar+6LE)	실외측 6mm 실내측 24mm (5CL+14Ar+5LE)	실외측 6mm 실내측 43mm (5LE+14Ar+5LE+14Ar+5LE)
프레임	알루미늄+PS	알루미늄	알루미늄
개념도			
사진			
환기 유무	환기 불가능	환기 불가능	환기 불가능

<표 3-29> 제품별 특징

구 분	NoBI_OPS	NoBI_PJ	NoBI_INA
개념도			
단열 성능	1.252W/m²K	1.207W/m²K	1.356W/m²K
기밀 성능	0.00m³/hm²	0.00m³/hm²	0.00m³/hm²
시험 성적서			
구 분	NoBI_INF	NoBI_HID	NoBI_HIT
개념도			
단열 성능	1.360W/m²K	1.387W/m²K	0.957W/m²K
기밀 성능	0.00m³/hm²	0.00m³/hm²	0.00m³/hm²
시험 성적서			

<표 3-30> 모델별 실험 결과

라. 구조 성능

(1) 수밀 성능평가

- (가) 수밀 시험방법(ASTM E33-00)은 살수량 $3.4\text{L}/\text{m}^2 \cdot \text{min}$ 를 15분 동안 분사시키고 시험압력 440pa 기준에서 실시하였음. 구조 성능시험과 동일 모델인 INF, INA,

PJ을 대상을 실시하였고, 각 시료의 크기는 INF 1,036mm(W) x 1,511mm(H), INA 1,036mm(W) x 1,511mm(H), PJ 1940mm(W) x 1,511mm(H)를 갖음. 시험 결과 모든 모델링 누수 발생이 없는 것으로 나타났음. 다만, INA에 모델에서 현장에서 시료를 설치할 때 실란트 시공이 미흡하여 제품과 무관한 누수가 발생됨.

모델명	INF	INA	PJ
시험결과	누수 발생 없음	누수 발생1)	누수 발생 없음
1) 실란트 시공 미흡으로 발생			

<표 3-31> 수밀 성능시험 결과



가) 수밀시험전 창호 개폐확인



나) Water Spray Rack



다) 수밀시험 누수 여부 육안 검수

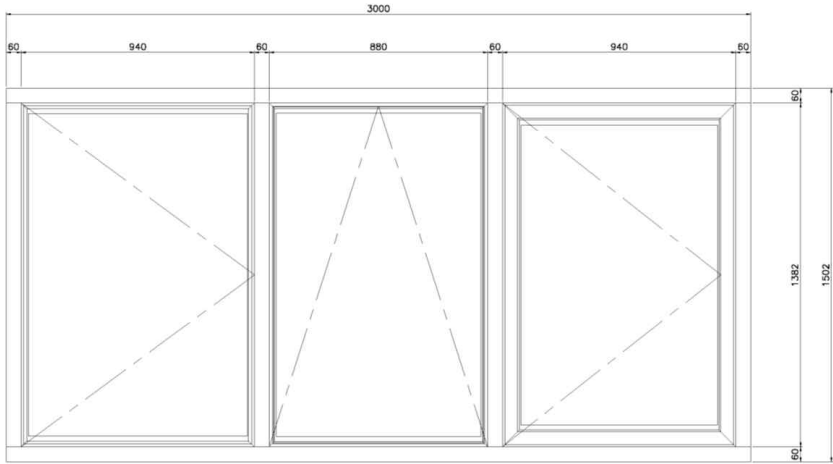


라) 누수부위 : 조립실란트 미흡

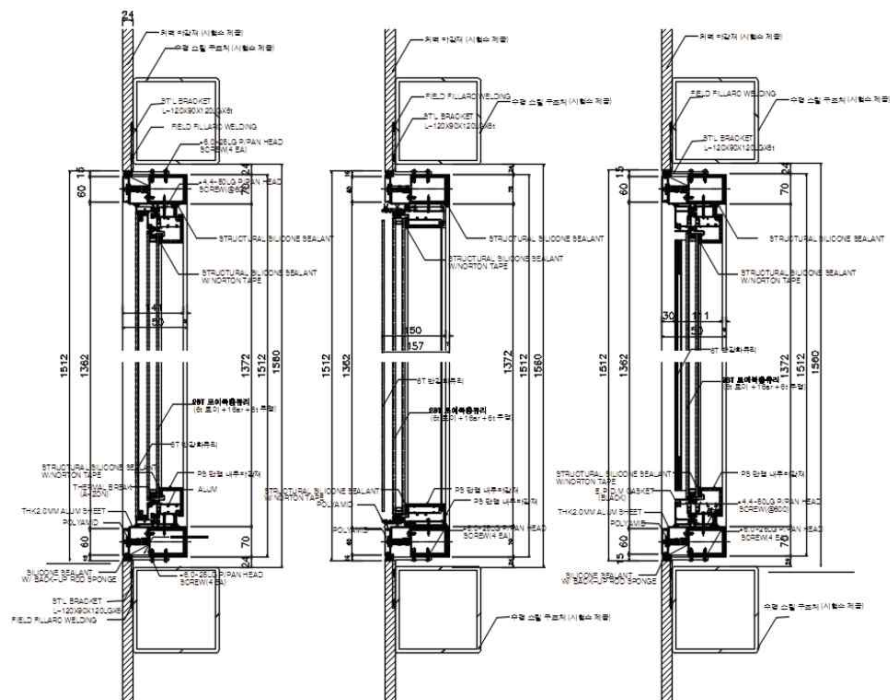
<그림 3-27> 수밀 성능시험 사진

(2) 구조 및 변위 성능평가

(가) 구조 시험방법(ASTM E331-00, ASTM E330-14)은 정압과 부압을 각각 $\pm 2,200$ pa 기준으로 측정하였음. 주요 모델인 INF, INA, PJ을 대상을 실시하였고, 각 시료의 크기는 INF 1,036mm(W) x 1,511mm(H), INA 1,036mm(W) x 1,511mm(H),



<그림 3-28> 구조시험 입면도(좌측부터 INF,PJ,INA)



<그림 3-29> 구조시험 단면도(좌부터 INF,PJ,INA)

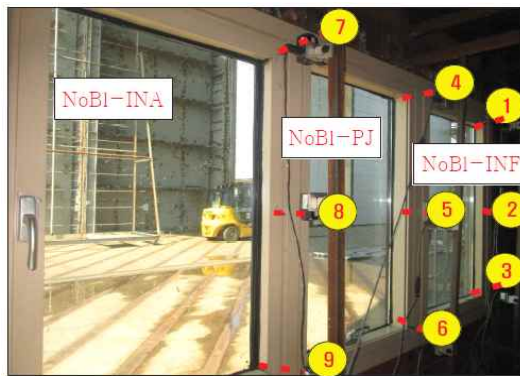
(나) 시험결과 INF는 허용 변위량이 7.54mm로 순수 변위량은 정압일 때 0.88, 부압일 때 0.28mm로 측정되었고, INA는 허용 변위량이 7.54mm로 순수 변위량은 정압일 때 0.46, 부압일 때 0.15mm로 측정되었고, PJ는 허용 변위량이 7.20mm로 순수 변위량은 정압일 때 0.46, 부압일 때 0.50mm로 측정됨. 또한 잔류변위량 측정결과도 허용 변위량을 초과하지 않는 것으로 나타남.

모델명	압력	순수 변위량(mm)	허용 변위량
INF	+2,200	0.88	7.54mm
	-2,200	0.28	
INA	+2,200	0.46	7.54mm
	-2,200	0.15	
PJ	+2,200	0.46	7.20mm
	-2,200	0.50	

<표 3-32> 구조 성능시험 결과

모델명	압력	순수 변위량(mm)	허용 변위량
INF	+3,300	0.07	2.64mm
	-3,300	0.13	
INA	+3,300	0.00	2.64mm
	-3,300	0.01	
PJ	+3,300	0.21	2.52mm
	-3,300	0.02	

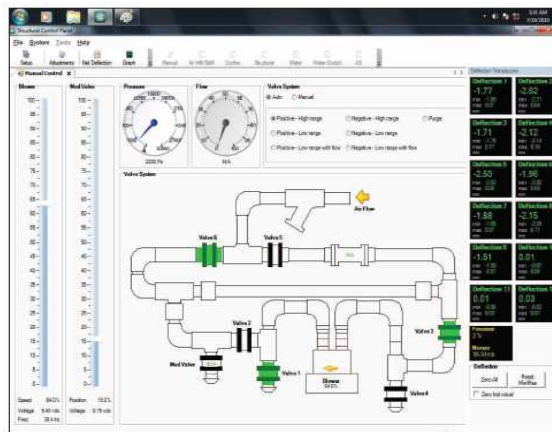
<표 3-33> 구조 잔류변위시험 결과



가) 변위 측정용 게이지 위치



나) 정압 2,200Pa 가압시 시료 형상



다) 정압 2,200Pa 가압시 최대변위량 측정 결과



라) 부압 2,200Pa 가압시 시료 형상

<그림 3-30> 구조 성능시험 사진

3. 하계 냉방에너지 성능 분석

가. 중공층 개방 및 밀폐에 따른 온도 비교

(1) 테스트 베드 설계 및 시공

(가) 시제품의 실증평가를 위해서 코오롱글로벌 성능실험동인 실물크기의 테스트 베드 (Test bed)를 이용하였음. 이 시설은 경기도 용인에 위치에 있으며 시제품이 설치될 공간의 바닥면적은 13.2m^2 , 층고는 2.3m, 창호 면적은 6.6m^2 이다. 개발한 시제품은 3층 301호실에 설치하였고 테스트 베드와 입·평면도는 아래 그림에 나타냈음.



a) 테스트베드 전경(코오롱글로벌 성능실험동)

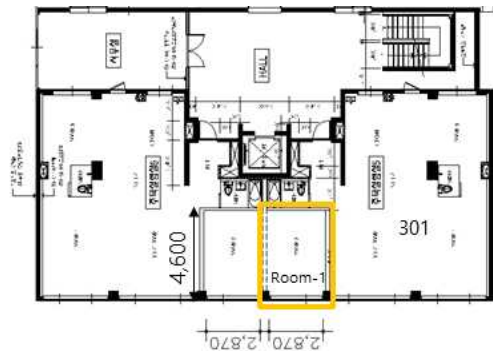


b) 테스트베드 창호부 전경

<그림 3-31> 테스트 베드 및 창호부 전경



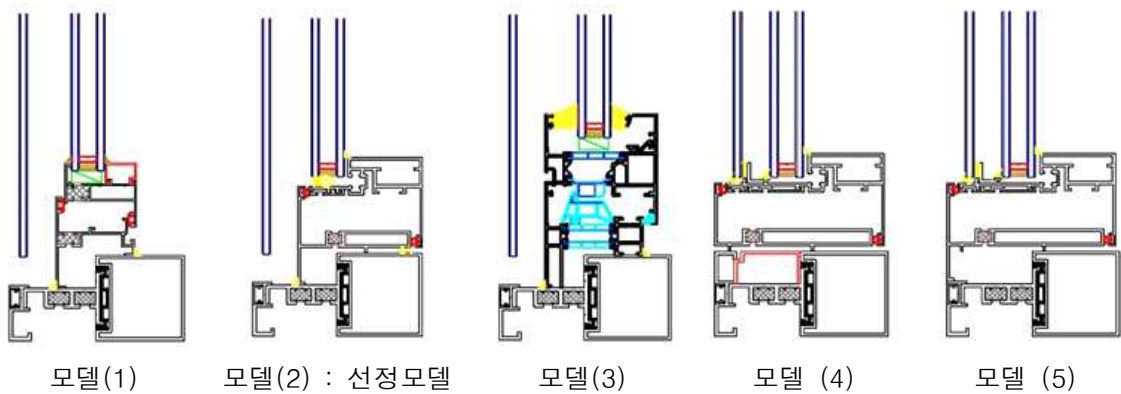
a) 테스트베드 입면도



b) 테스트베드 평면도

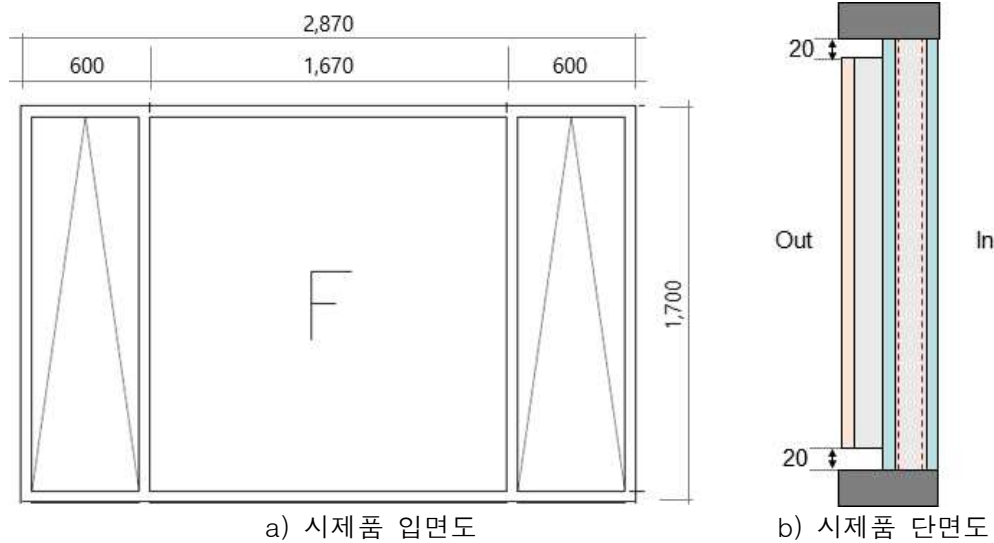
<그림 3-32> 테스트 베드 입면도 및 평면도

(나) 시제품의 평가는 초기 개발중인 모델 중에서 대표 모델을 아래 그림과 같이 선정하였음. 선정 모델은 개발제품의 성능 확보 및 향후 개발 가능성 가장 높은 모델로 선정하였음. 선정 모델은 아래 그림과 같이 설계함.



<그림 3-33> 테스트 베드 평가 대상모델 및 초기 최종 선정모델(안)

(다) 시제품 설계는 아래 그림과 같이 중앙부위는 고정(Fix) 타입으로 설계하였고, 좌우측은 프로젝트 타입으로 환기가 가능하도록 하였음. 유리 구성은 외측부터 6mm반강화유리 + 20mm 중공층 + 6mm 로이유리 + 12mm 공기층 + 6mm 로이유리로 총 두께 50mm로 조합된 유리를 적용하였음. 특히, 20mm 중공층은 상부와 하부가 각각 20mm 높이를 갖는 벤트로 설계되어 중공층 내부와 외부가 환기 되도록 설계함.



<그림 3-34> 테스트 베드에 적용된 시제품의 입면도 및 단면도



a) 기존 창호 철거



b) 시제품 창호 설치

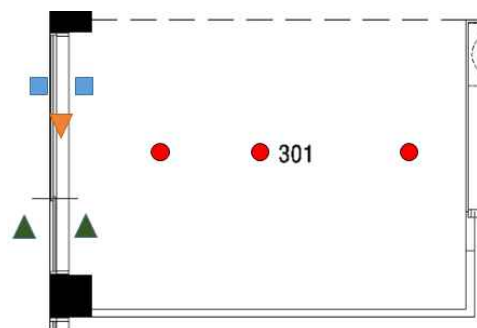


c) 시제품 창호 설치후

<그림 3-35> 기존 창호 철거 및 시제품 창호 설치

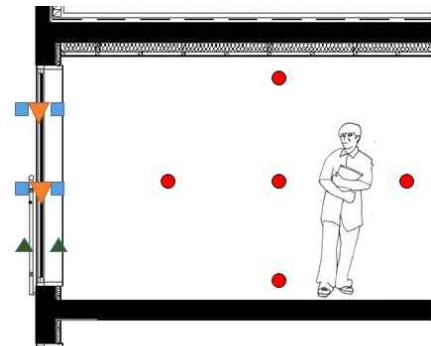
(2) 모니터링 시스템 구축

(가) 시제품의 성능을 평가를 위한 측정 및 측정 데이터 수집은 냉방부하 변화에 영향을 미치는 요인을 분석하기 위해서 창호를 구성하고 있는 유리 및 프레임의 내외부 부위별로 온도센서(Type Thermal Couple)를 부착하여 표면온도를 측정하였음.



● 실내온도 ■ 유리표면온도 ▲ 프레임 표면온도 ▼ 중공층 온도

a) 온도 측정점(평면)



● 실내온도 ■ 유리표면온도 ▲ 프레임 표면온도 ▼ 중공층 온도

b) 온도 측정점(단면)

<그림 3-36> 온도 측정점

(나) 실내온도 측정은 창호로부터 일정간격으로 온도센서를 설치하여 실내 깊이에 따른 온도 분포를 측정하였음. 각 창호의 냉방부하 변화에 따른 냉방에너지 소비패턴을 분석하기 위해서 소비전력량계(CW240)를 별도로 설치하여 데이터를 수집하였음. 실내 재실자 쾌적지표는 복사온도, 건구온도, 기류, 상대습도를 측정(Testo480)하여 분석하였음. 모든 데이터는 매 5분단위로 측정하였음. 테스트베드 설치된 온도센서와 모니터링 시스템은 아래 그림과 같음.



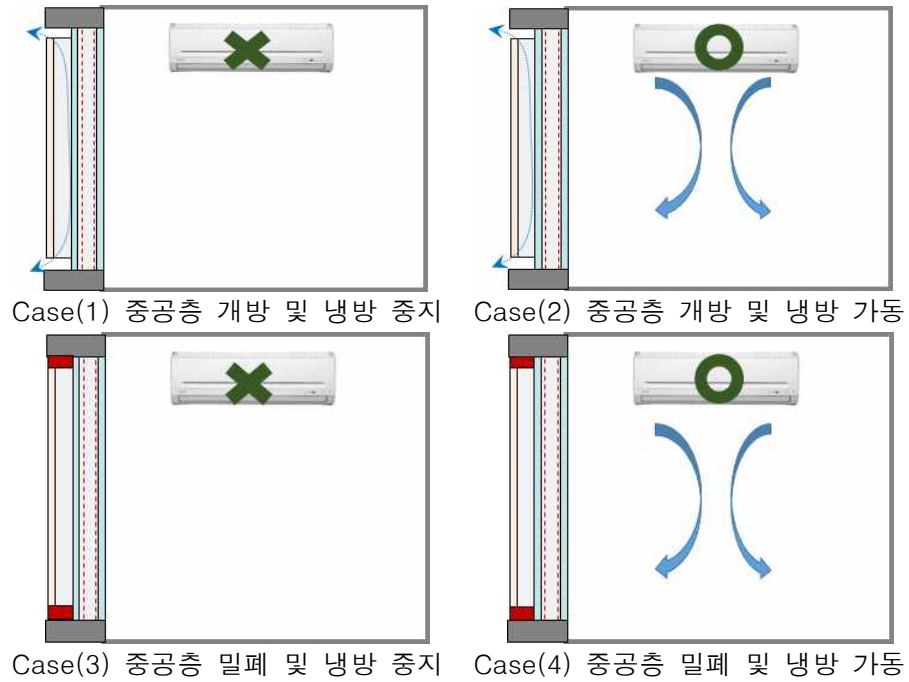
<그림 3-37> 온도 측정 센서 및 데이터 수집 장치

(3) 온도 측정 결과

(가) 1차 모니터링은 시제품의 중공층 환기 유무와 냉방 중지 여부에 따른 온도분포를 측정하였음. 중공층 환기 유무는 중공층을 개방하였을 때 와 중공층을 밀폐하였을 때 시제품의 온도 변화를 비교 분석하기 위한 것이며, 냉방 중지 여부는 중공층 개폐에 따른 냉방소비량을 비교 분석하기 위한 것임. 시제품의 실험조건을 아래 그림과 같이 나타냈음.

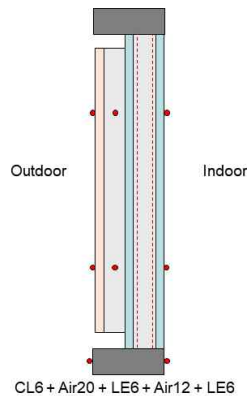
구분	측정기간	측정일수	중공층 개폐 유무	냉방 가 동 유무	설정온도
Case(1)	2016년 5월 14일 ~ 2016년 5월 23일	10일	개방	중지	-
Case(2)	2016년 6월 22일 ~ 2016년 7월 3일	13일	개방	가동	28℃
Case(3)	2016년 7월 14일 ~ 2016년 7월 26일	13일	밀폐	중지	-
Case(4)	2016년 7월 28일 ~ 2016년 8월 11일	15일	밀폐	가동	28℃

<표 3-34> 중공층 개폐 및 냉방 가동 유무별 실험 조건



<그림 3-38> 중공층 개폐 및 냉방 가동 유무별 실험 조건

(나) 유리 온도는 아래 그림과 같이 실외측 유리 표면온도, 중공층 공기 온도, 실내측 유리 표면 온도를 측정 하였고, 프레임 온도는 실내외측 표면온도를 각각 측정하였음. 실내 온도는 창측, 중앙, 내측을 측정하였음.

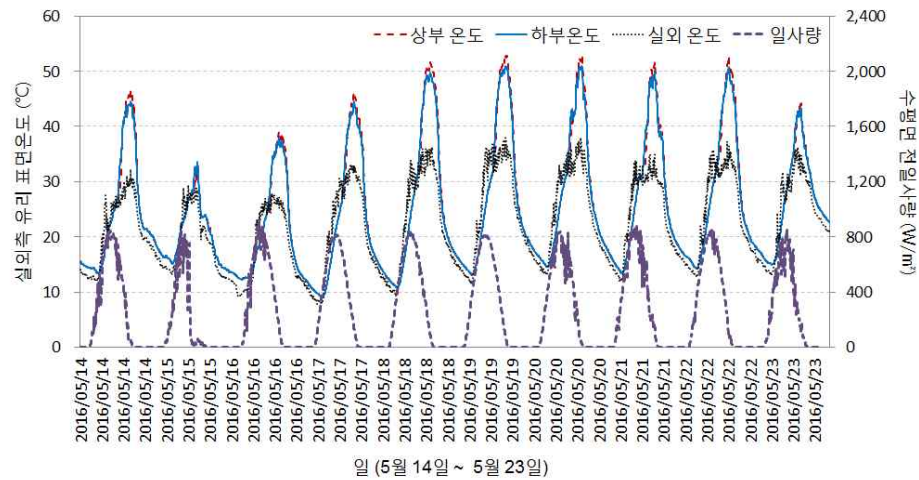


<그림 3-39> 유리 표면온도 측정 위치

(다) 중공층 개방 및 냉방 가동 중지 시 온도 측정결과

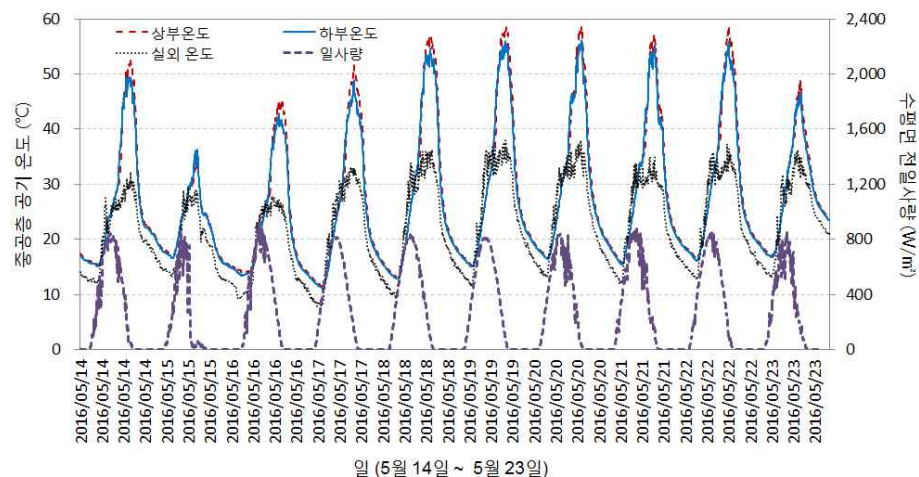
- ① 실외측 유리 표면 온도 측정 결과 측정기간 동안 유리 표면 상부의 온도는 5월 19일 오후 4시 5분에 최고 53.1℃까지 측정되었고, 하부의 온도는 같은 시간에 최고 51.0까지 측정되었음. 실외 온도 역시 이 시간에 최고 36.4℃까지 측정되었

음. 따라서 유리 표면 온도는 상부를 기준으로 실외온도 보다 16.7℃가 높게 측정 되었음.



<그림 3-40> 실외측 유리 표면온도와 실외 온도 측정 결과

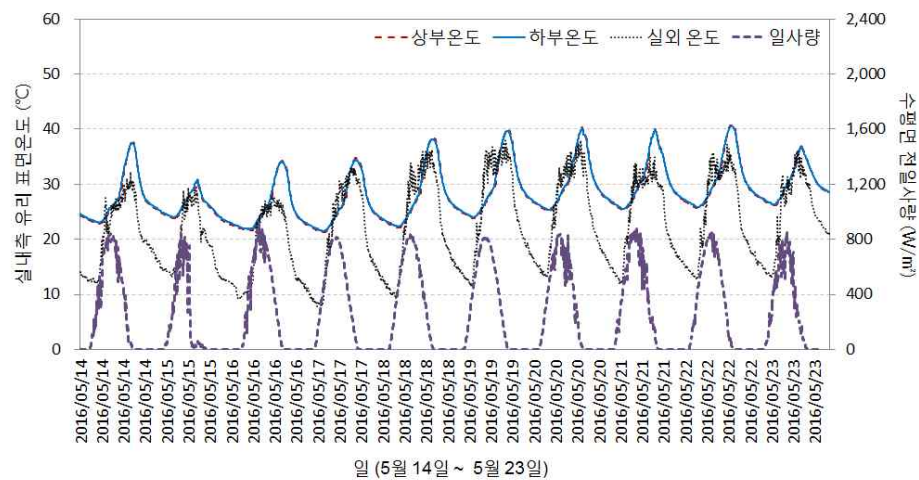
- ② 중공층 공기 온도 측정 결과 측정기간 동안 (실외측 유리 표면온도가 가장 높았던 5월 19일 오후 4시 5분과 동일한 시점 기준) 상부 온도는 최고 58.2℃까지 측정되었고, 하부의 온도는 같은 시간에 최고 55.1℃까지 측정되었음. 실외 온도 역시 이 시간에 최고 36.4℃까지 측정되었음. 특히 수평면 전일사량은 475.8W/m²로 측정되었음. 중공층 공기 온도는 상부를 기준으로 실외온도 보다 21.8℃가 높게 측정 되었음. 특히 실외측 유리 표면온도와 중공층 공기온도 비교 결과 상부 부위는 중공층 공기온도가 실외측 유리 표면온도 보다 5.1℃ 높았고, 하부 부위는 중공층 공기온도가 실외측 유리 표면온도 보다 4.1℃ 높았음.



<그림 3-41> 중공층 공기 온도와 실외 온도 측정 결과

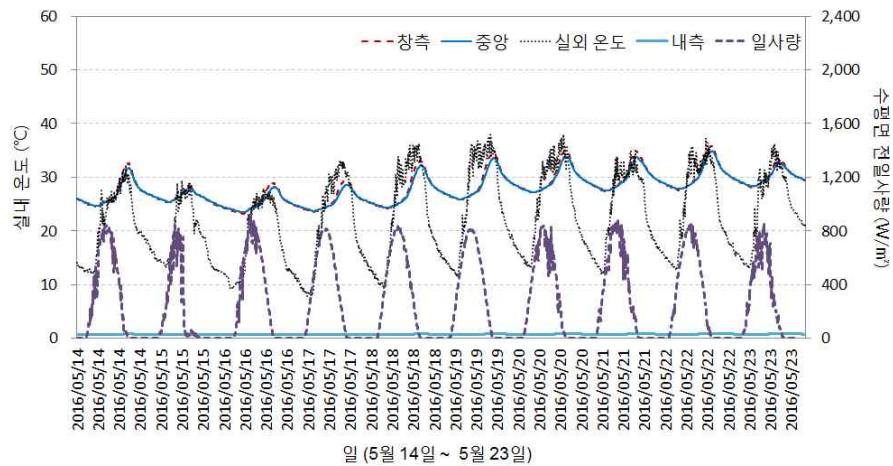
- ③ 실내측 유리 표면온도 측정 결과 측정기간 동안 (실외측 유리 표면온도가 가장

높았던 5월 19일 오후 4시 5분과 동일한 시점 기준) 상부 온도는 최고 39.5℃까지 측정되었고, 하부의 온도는 같은 시간에 최고 39.3℃까지 측정되었음. 실외 온도 역시 이 시간에 최고 36.4℃까지 측정되었음. 따라서 실내측 유리 표면온도는 상부를 기준으로 실외온도 보다 3.1℃가 높게 측정 되었음. 특히 실외측 유리 표면온도와 실내측 유리 표면온도 비교 결과 상부 부위는 실내측 유리 표면 온도가 실외측 유리 표면온도 보다 13.6℃ 낮았고, 하부 부위는 실내측 유리 표면 온도가 실외측 유리 표면온도 보다 11.7℃ 낮았음. 또한 중공층 공기 온도와 실내측 유리 표면온도 비교 결과 상부 부위는 실내측 유리 표면온도가 중공층 공기 온도 보다 18.7℃ 낮았고, 하부 부위는 실내측 유리 표면온도가 중공층 공기 온도 보다 15.8℃ 낮았음.



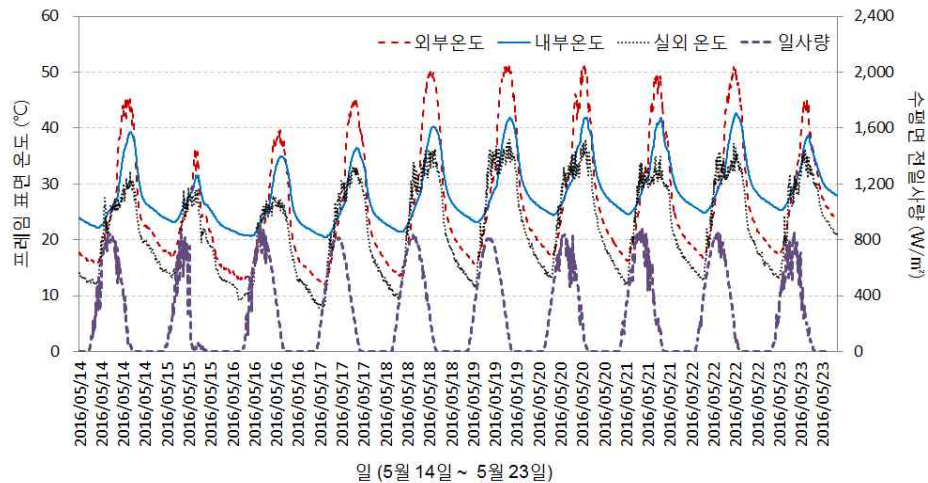
<그림 3-42> 실내측 유리 표면온도 측정 결과

- ④ 실내 온도 측정 결과 측정기간 동안 (실외측 유리 표면온도가 가장 높았던 5월 19일 오후 4시 5분과 동일한 시점 기준) 창측 부위 온도는 최고 34.0℃, 중앙 부위 온도는 32.8℃, 내측 부위 온도는 32.5℃로 측정되었음. 실외 온도 역시 이 시간에 최고 36.4℃까지 측정되었음. 따라서 실내 온도는 창측, 중앙, 내측 부위 온도가 실외온도 보다 각각 2.4℃, 3.6℃, 3.9℃씩 낮게 측정 되었음. 결과에서 보는 것과 같이 내측으로 갈수록 실외 온도 보다 더 낮아지는 것을 알수있다. 역시 실외측 유리 표면온도와 실내 온도 비교 결과 상부 부위를 기준으로 실내 온도는 창측, 중앙, 내측이 각각 19.1℃, 20.3℃, 20.6℃씩 낮았음. 또한 온도가 가장 높은 중공층 공기 온도와 실내 온도 비교 결과 상부 부위를 기준으로 실내 온도는 창측, 중앙, 내측이 각각 24.2℃, 25.4℃, 25.7℃씩 낮았음.



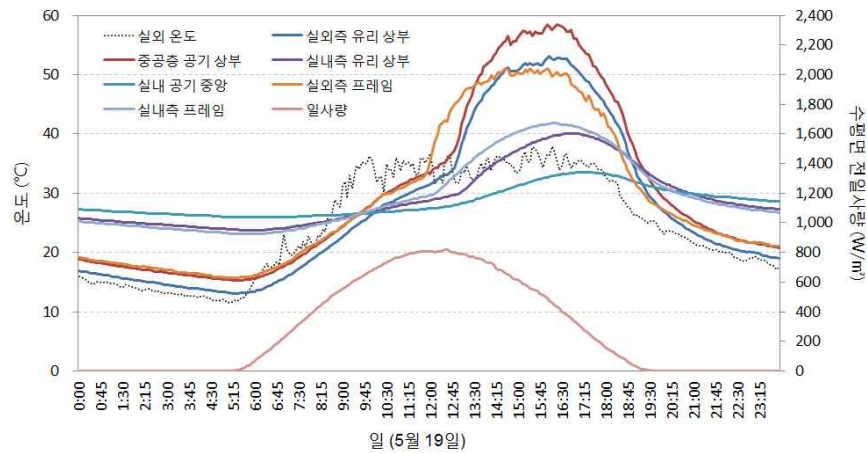
<그림 3-43> 실내온도 측정 결과

- ⑤ 프레임 온도 측정 결과 측정기간 동안 (실외측 유리 표면온도가 가장 높았던 5월 19일 오후 4시 5분과 동일한 시점 기준) 외측 프레임 표면온도는 최고 50.8℃, 내측 프레임 표면온도는 41.7℃로 측정되었음. 실외 온도 역시 이 시간에 최고 36.4℃까지 측정되었음. 이는 프레임 외측 표면온도가 실외측 유리 표면온도 보다 2.3℃ 낮게 측정되었음. 반면 프레임 내측 표면온도는 내측 유리 표면온도 보다 2.4℃ 높게 측정되었음.



<그림 3-44> 프레임 온도 측정 결과

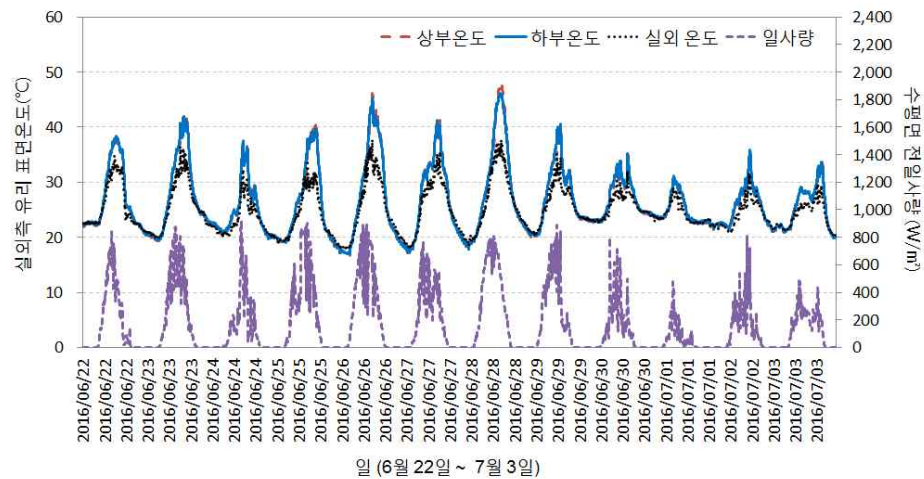
- ⑥ 측정기간 동안 온도가 가장 높았던 5월 19일을 기준으로 모든 온도분포를 아래 그림에 도식하였음. 측정결과를 보면 중공층 공기 온도, 실외측 유리 표면온도, 실외측 프레임 표면온도, 실내측 프레임 표면온도, 실내측 유리 표면 온도, 실내 온도 순으로 낮았음. 가장 높은 중공층 공기온도 58.1℃와 가장 낮은 실내온도 중앙부위 32.8℃의 온도 차이가 25.3℃까지 발생했음.



<그림 3-45> 온도 분포(5월 19일)

(라) 중공층 개방 및 냉방 가동 시 온도 측정결과

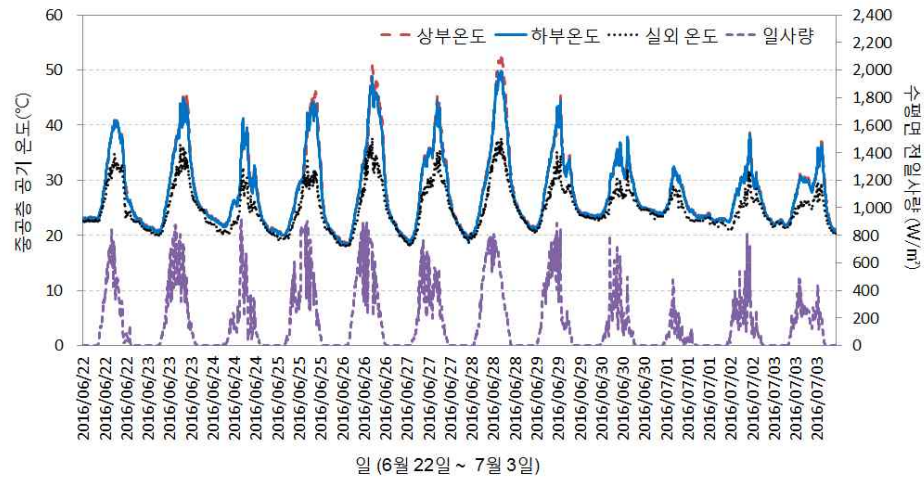
- ① 실외측 유리 표면 온도 측정 결과 측정기간 동안 유리 표면 상부의 온도는 6월 28일 오후 3시 35분에 최고 47.7℃까지 측정되었고, 하부의 온도는 같은 시간에 최고 46.1℃까지 측정되었음. 실외 온도 역시 이 시간에 최고 36.5℃까지 측정되었음. 특히 수평면 전일사량은 557.6W/m²로 측정되었음. 따라서 유리 표면 온도는 상부를 기준으로 실외온도 보다 11.2℃가 높게 측정 되었음.



<그림 3-46> 외측 유리 표면온도와 실외 온도 측정 결과

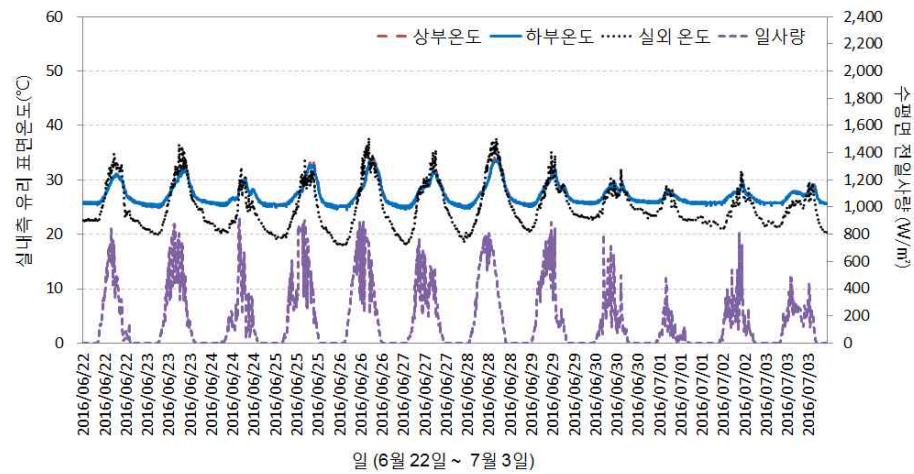
- ② 중공층 공기 온도 측정 결과 측정기간 동안 (실외측 유리 표면온도가 가장 높았던 6월 28일 오후 3시 35분과 동일한 시점 기준) 상부 온도는 최고 52.2℃까지 측정되었고, 하부의 온도는 같은 시간에 최고 49.2℃까지 측정되었음. 실외 온도

역시 이 시간에 최고 36.5℃까지 측정되었음. 따라서 중공층 공기 온도는 상부를 기준으로 실외온도 보다 15.7℃가 높게 측정 되었음. 특히 실외측 유리 표면온도와 중공층 공기온도 비교 결과 상부 부위는 중공층 공기온도가 실외측 유리 표면온도 보다 4.5℃ 높았고, 하부 부위는 중공층 공기온도가 실외측 유리 표면온도 보다 3.1℃ 높았음.



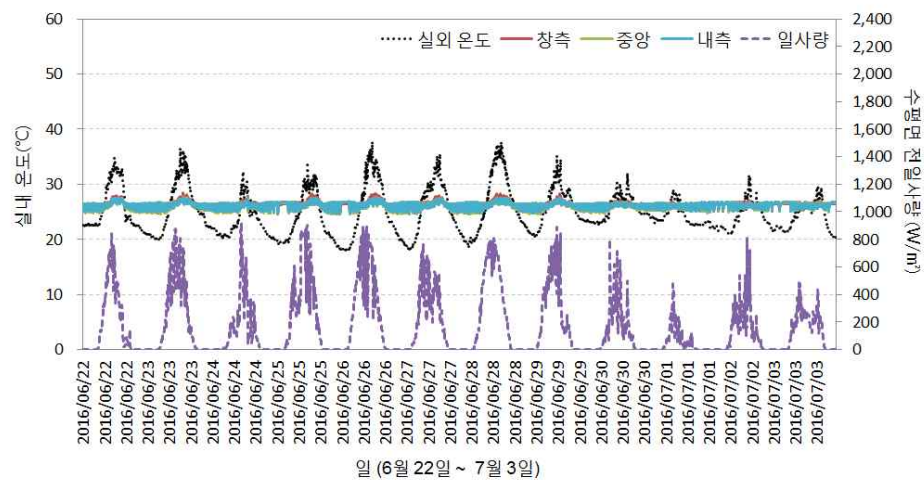
<그림 3-47> 중공층 공기 온도와 실외 온도 측정 결과

- ③ 실내측 유리 표면온도 측정 결과 측정기간 동안 (실외측 유리 표면온도가 가장 높았던 6월 28일 오후 3시 35분과 동일한 시점 기준) 상부 온도는 최고 34.2℃까지 측정되었고, 하부의 온도는 같은 시간에 최고 33.6℃까지 측정되었음. 실외 온도 역시 이 시간에 최고 36.5℃까지 측정되었음. 따라서 실내측 유리 표면온도는 상부를 기준으로 실외온도 보다 2.3℃가 낮게 측정 되었음. 특히 실외측 유리 표면온도와 실내측 유리 표면온도 비교 결과 상부 부위는 실내측 유리 표면 온도가 실외측 유리 표면온도 보다 13.5℃ 낮았고, 하부 부위는 실내측 유리 표면 온도가 실외측 유리 표면온도 보다 12.5℃ 낮았음. 또한 중공층 공기 온도와 실내측 유리 표면온도 비교 결과 상부 부위는 실내측 유리 표면온도가 중공층 공기 온도 보다 18.0℃ 낮았고, 하부 부위는 실내측 유리 표면온도가 중공층 공기 온도 보다 15.6℃ 낮았음.



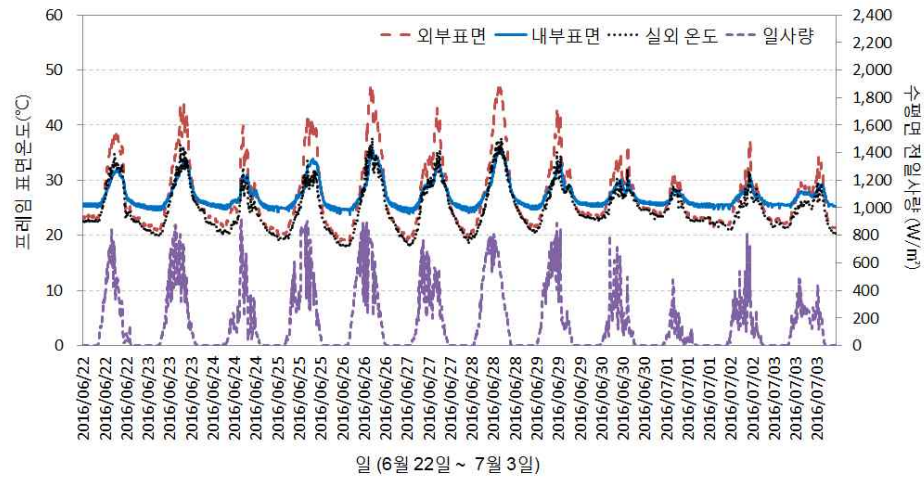
<그림 3-48> 실내측 유리 표면온도 측정 결과

- ④ 실내 온도 측정 결과 측정기간 동안 (실외측 유리 표면온도가 가장 높았던 6월 28일 오후 3시 35분과 동일한 시점 기준) 창측 부위 온도는 최고 28.3℃, 중앙 부위 온도는 27.5℃, 내측 부위 온도는 27.5℃로 측정되었음. 실외 온도 역시 이 시간에 최고 36.5℃까지 측정되었음. 따라서 실내 온도는 창측, 중앙, 내측 부위 온도가 실외온도 보다 각각 2.4℃, 3.6℃, 3.9℃씩 낮게 측정 되었음. 결과에서 보는 것과 같이 내측으로 갈수록 실외 온도 보다 더 낮아지는 것을 알수있음. 역시 실외측 유리 표면온도와 실내 온도 비교 결과 상부 부위를 기준으로 실내 온도는 창측, 중앙, 내측이 각각 19.4℃, 20.2℃, 20.2℃씩 낮았음. 또한 온도가 가장 높은 중공층 공기 온도와 실내 온도 비교 결과 상부 부위를 기준으로 실내 온도는 창측, 중앙, 내측이 각각 23.9℃, 24.7℃, 24.7℃씩 낮았음.



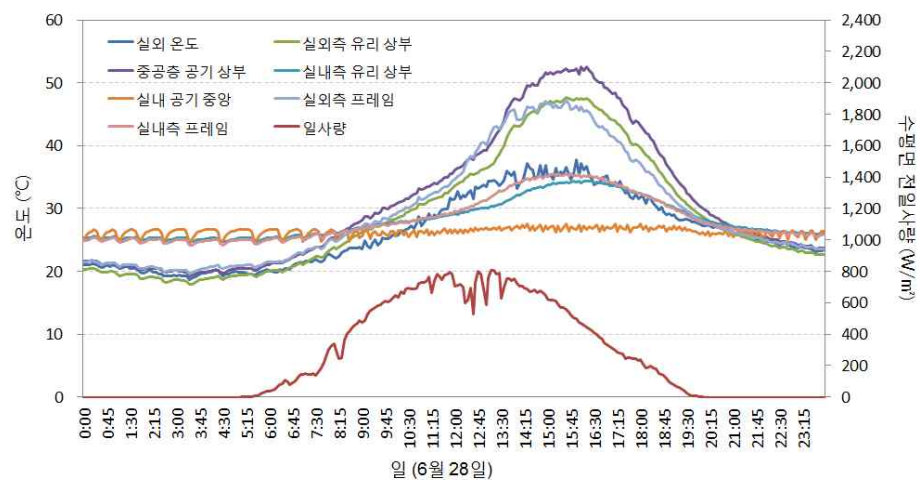
<그림 3-49> 실내온도 측정 결과

- ⑤ 프레임 온도 측정 결과 측정기간 동안 (실외측 유리 표면온도가 가장 높았던 6월 28일 오후 3시 35분과 동일한 시점 기준) 외측 프레임 표면온도는 최고 47.2℃, 내측 프레임 표면온도는 35.6℃로 측정되었음. 실외 온도 역시 이 시간에 최고 36.5℃까지 측정되었음. 이는 프레임 외측 표면온도가 실외측 유리 표면온도 보다 0.5℃ 낮게 측정되었음. 반면 프레임 내측 표면온도는 내측 유리 표면온도 보다 1.4℃ 높게 측정되었음.



<그림 3-50> 프레임 온도 측정 결과

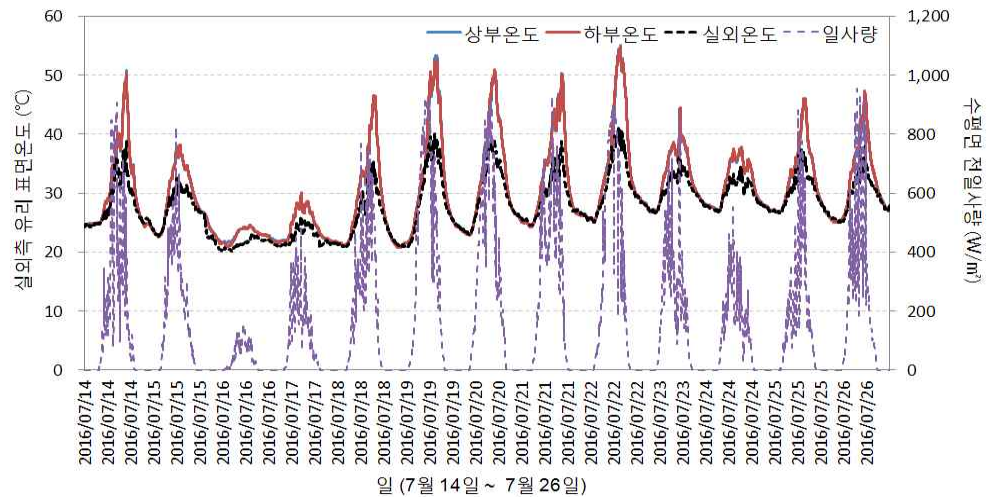
- ⑥ 측정기간 동안 온도가 가장 높았던 6월 28일을 기준으로 모든 온도분포를 아래 그림에 도식하였음. 측정결과를 보면 중공층 공기 온도, 실외측 유리 표면온도, 실외측 프레임 표면온도, 실내측 프레임 표면온도, 실내측 유리 표면 온도, 실내 온도 순으로 낮았음. 냉방을 가동하지 않은 Case(1)과 같은 온도분포를 보였음. 가장 높은 중공층 공기온도 52.2℃와 가장 낮은 실내온도 중앙부위 27.5℃의 온도 차이가 24.7℃까지 발생했음.



<그림 3-51> 온도 분포(6월 28일)

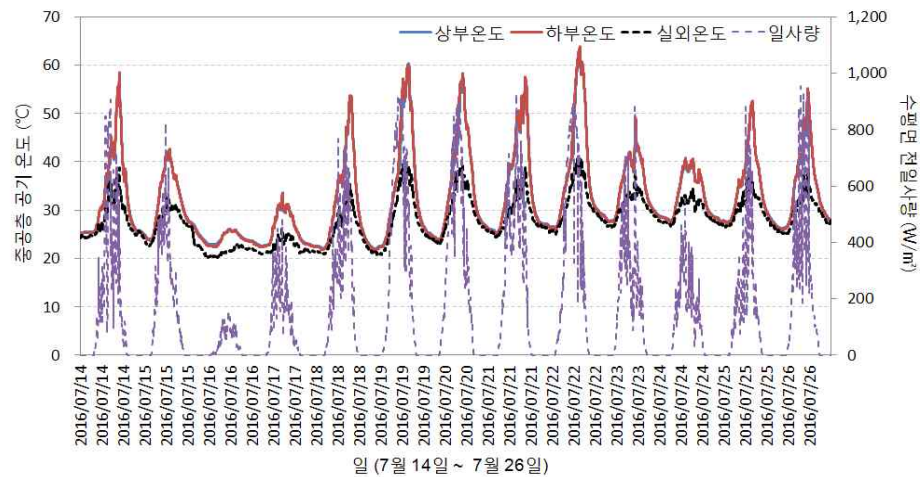
(마) 중공층 밀폐 및 냉방 중지 시 온도 측정결과

- ① 실외측 유리 표면 온도 측정 결과 측정기간 동안 유리 표면 상부의 온도는 7월 22일 오후 3시 50분에 최고 53.7℃까지 측정되었고, 하부의 온도는 같은 시간에 최고 53.3℃까지 측정되었음. 실외 온도 역시 이 시간에 최고 38.0℃까지 측정되었음. 특히 수평면 전일사량은 647.8W/m²로 측정되었음. 따라서 유리 표면 온도는 상부를 기준으로 실외온도 보다 15.3℃가 높게 측정 되었음.



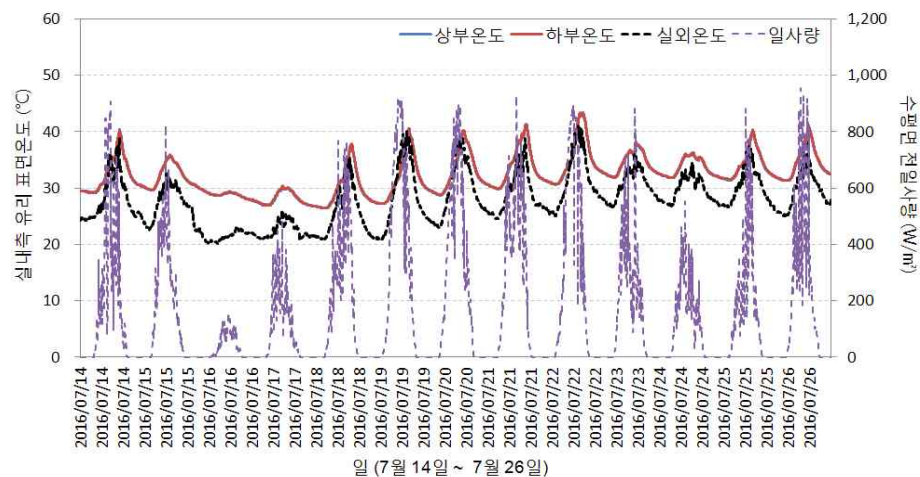
<그림 3-52> 외측 유리 표면온도와 실외 온도 측정 결과

- ② 중공층 공기 온도 측정 결과 측정기간 동안 (실외측 유리 표면온도가 가장 높았던 7월 22일 오후 3시 50분과 동일한 시점 기준) 상부 온도는 최고 60.7℃까지 측정되었고, 하부의 온도는 같은 시간에 최고 60.8℃까지 측정되었음. 실외 온도 역시 이 시간에 최고 38.0℃까지 측정되었음. 따라서 중공층 공기 온도는 상부를 기준으로 실외온도 보다 22.7℃가 높게 측정 되었음. 특히 실외측 유리 표면온도와 중공층 공기온도 비교 결과 상부 부위는 중공층 공기온도가 실외측 유리 표면온도 보다 7.0℃ 높았고, 하부 부위는 중공층 공기온도가 실외측 유리 표면온도 보다 7.5℃ 높았음.



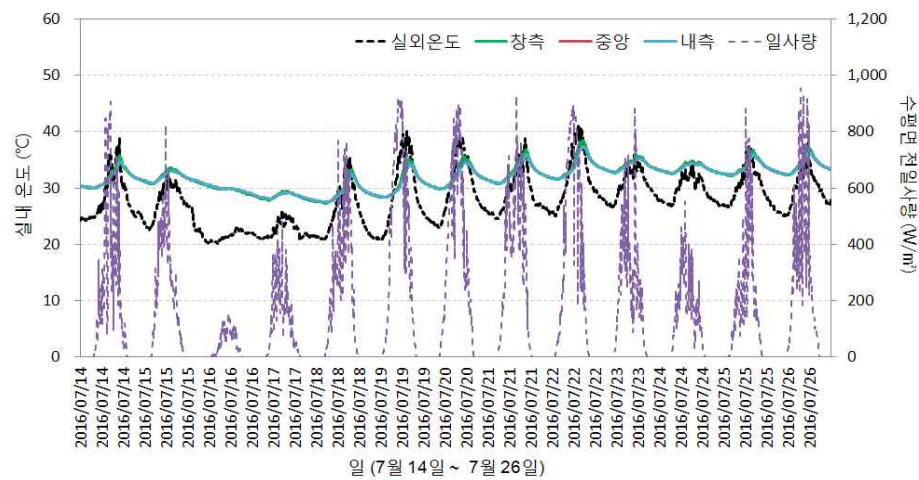
<그림 3-53> 중공층 공기 온도와 실외 온도 측정 결과

- ③ 실내측 유리 표면온도 측정 결과 측정기간 동안 (실외측 유리 표면온도가 가장 높았던 7월 22일 오후 3시 50분과 동일한 시점 기준) 상부 온도는 최고 43.0℃까지 측정되었고, 하부의 온도는 같은 시간에 최고 43.1℃까지 측정되었음. 실외 온도 역시 이 시간에 최고 38.0℃까지 측정되었음. 따라서 실내측 유리 표면온도는 상부를 기준으로 실외온도 보다 5.0℃가 낮게 측정 되었음. 특히 실외측 유리 표면온도와 실내측 유리 표면온도 비교 결과 상부 부위는 실내측 유리 표면 온도가 실외측 유리 표면온도 보다 10.5℃ 낮았고, 하부 부위는 실내측 유리 표면 온도가 실외측 유리 표면온도 보다 10.2℃ 낮았음. 또한 중공층 공기 온도와 실내측 유리 표면온도 비교 결과 상부 부위는 실내측 유리 표면온도가 중공층 공기 온도 보다 17.7℃ 낮았고, 하부 부위는 실내측 유리 표면온도가 중공층 공기 온도 보다 17.7℃ 낮았음.



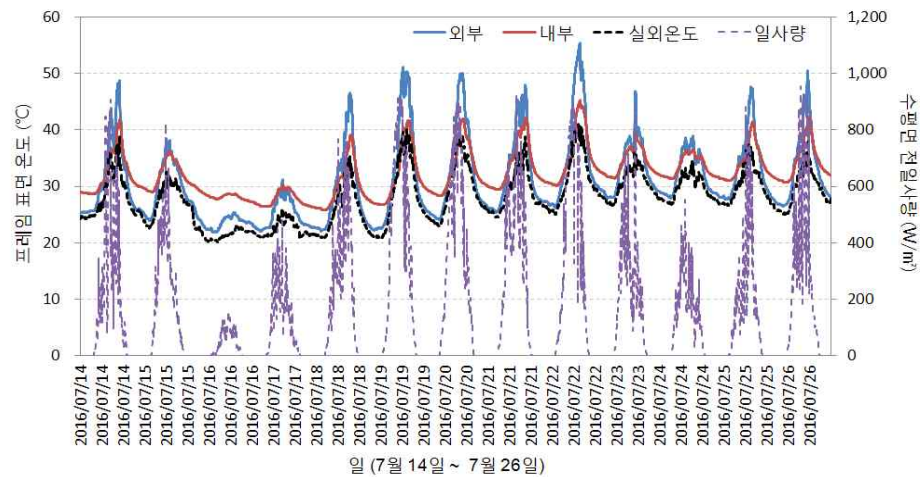
<그림 3-54> 실내측 유리 표면온도 측정 결과

- ④ 실내 온도 측정 결과 측정기간 동안 (실외측 유리 표면온도가 가장 높았던 7월 22일 오후 3시 50분과 동일한 시점 기준) 창측 부위 온도는 최고 37.9℃, 중앙 부위 온도는 36.8℃, 내측 부위 온도는 36.7℃로 측정되었음. 실외 온도 역시 이 시간에 최고 38.0℃까지 측정되었음. 따라서 실내 온도는 창측, 중앙, 내측 부위 온도가 실외온도 보다 각각 0.1℃, 1.2℃, 1.3℃씩 낮게 측정 되었음. 결과에서 보는 것과 같이 내측으로 갈수록 실외 온도 보다 더 낮아지는 것을 알수있다. 역시 실외측 유리 표면온도와 실내 온도 비교 결과 상부 부위를 기준으로 실내 온도는 창측, 중앙, 내측이 각각 15.8℃, 16.8℃, 17.0℃씩 낮았음. 또한 온도가 가장 높은 중공층 공기 온도와 실내 온도 비교 결과 상부 부위를 기준으로 실내 온도는 창측, 중앙, 내측이 각각 22.8℃, 23.9℃, 24.0℃씩 낮았음.



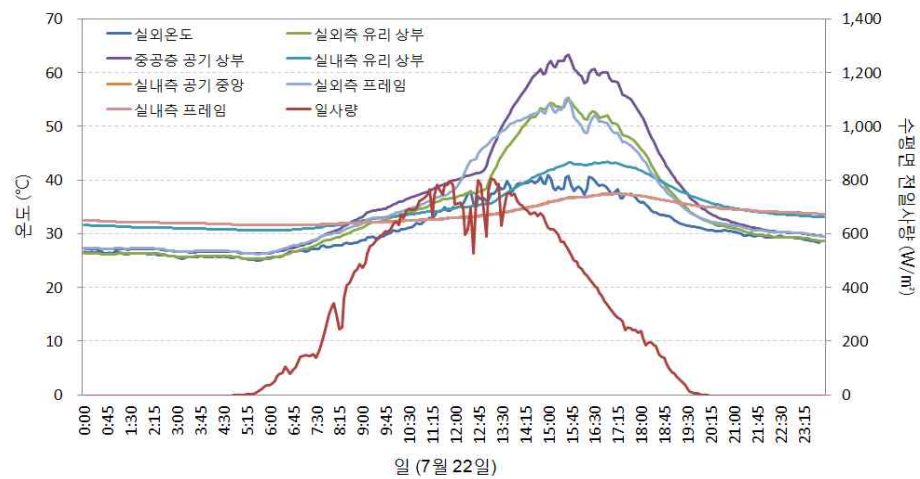
<그림 3-55> 실내온도 측정 결과

- ⑤ 프레임 온도 측정 결과 측정기간 동안 (실외측 유리 표면온도가 가장 높았던 7월 22일 오후 3시 50분과 동일한 시점 기준) 외측 프레임 표면온도는 최고 51.7℃, 내측 프레임 표면온도는 45.1℃로 측정되었음. 실외 온도 역시 이 시간에 최고 38.0℃까지 측정되었음. 이는 프레임 외측 표면온도가 실외측 유리 표면온도 보다 2.0℃ 낮게 측정되었음. 반면 프레임 내측 표면온도는 내측 유리 표면온도 보다 2.1℃ 높게 측정되었음.



<그림 3-56> 프레임 온도 측정 결과

- ⑥ 측정기간 동안 온도가 가장 높았던 7월 22일을 기준으로 모든 온도분포를 아래 그림에 도식하였음. 측정결과를 보면 중공층 공기 온도, 실외측 유리 표면온도, 실외측 프레임 표면온도, 실내측 프레임 표면온도, 실내측 유리 표면 온도, 실내 온도 순으로 낮았음. 냉방을 가동하지 않은 Case(1)과 같은 온도분포를 보였음. 가장 높은 중공층 공기온도 60.8℃와 가장 낮은 실내온도 내측부위 36.7℃의 온도 차이가 24.1℃까지 발생했음.

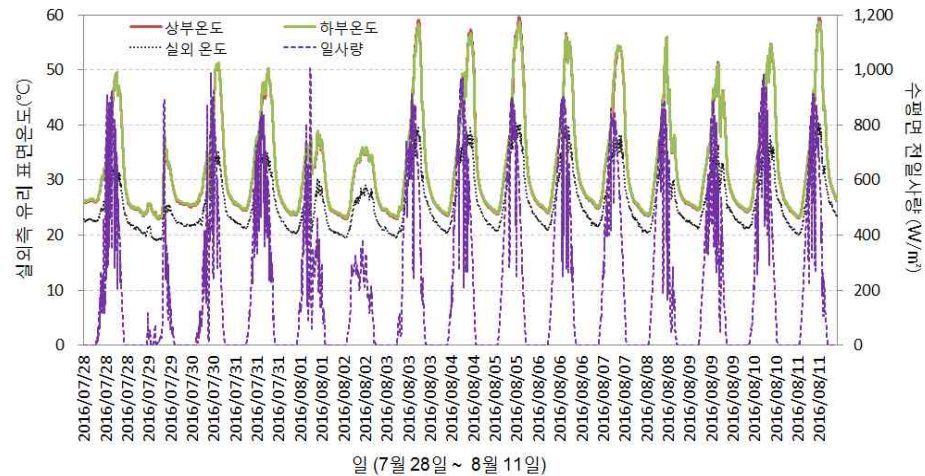


<그림 3-57> 온도 분포(7월 22일)

(바) 중공층 밀폐 및 냉방 가동 시 온도 측정결과

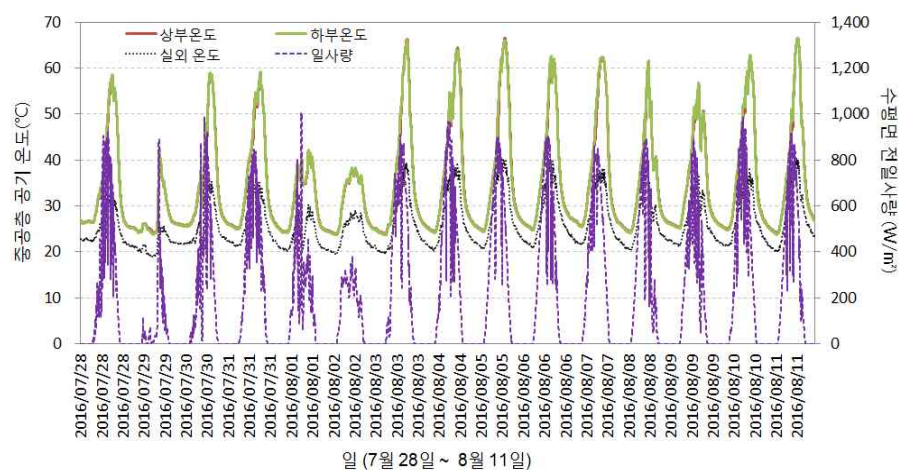
- ① 실외측 유리 표면 온도 측정 결과 측정기간 동안 유리 표면 상부의 온도는 8월 5일 오후 4시 5분에 최고 59.6℃까지 측정되었고, 하부의 온도는 같은 시간에 최

고 58.6℃까지 측정되었음. 실외 온도 역시 이 시간에 최고 38.9℃까지 측정되었음. 특히 수평면 전일사량은 572.4W/m²로 측정되었음. 따라서 유리 표면 온도는 상부를 기준으로 실외온도 보다 20.7℃가 높게 측정 되었음.



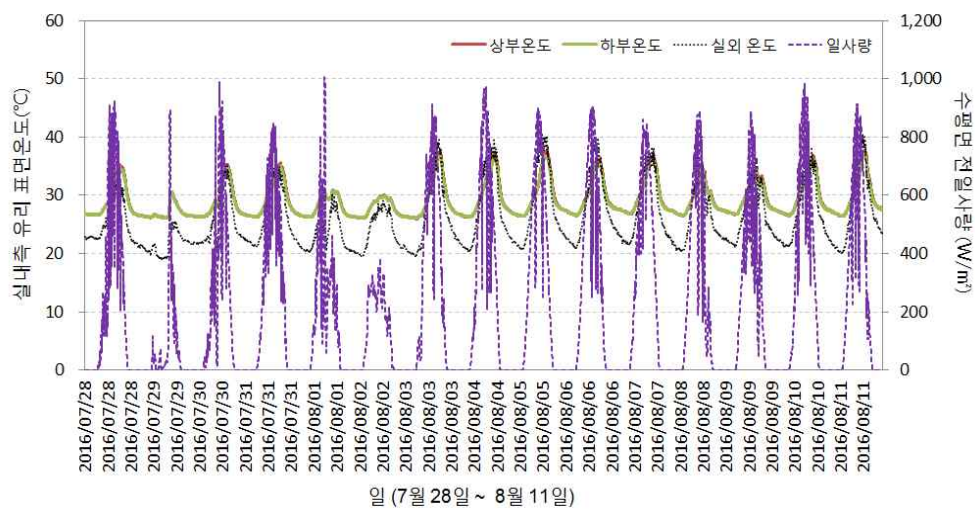
<그림 3-58> 외측 유리 표면온도와 실외 온도 측정 결과

- ② 중공층 공기 온도 측정 결과 측정기간 동안 (실외측 유리 표면온도가 가장 높았던 8월 5일 오후 4시 5분과 동일한 시점 기준) 상부 온도는 최고 66.5℃까지 측정되었고, 하부의 온도는 같은 시간에 최고 66.1℃까지 측정되었음. 실외 온도 역시 이 시간에 최고 38.9℃까지 측정되었음. 따라서 중공층 공기 온도는 상부를 기준으로 실외온도 보다 27.6℃가 높게 측정 되었음. 특히 실외측 유리 표면온도와 중공층 공기온도 비교 결과 상부 부위는 중공층 공기온도가 실외측 유리 표면온도 보다 6.9℃ 높았고, 하부 부위는 중공층 공기온도가 실외측 유리 표면온도 보다 7.5℃ 높았음.



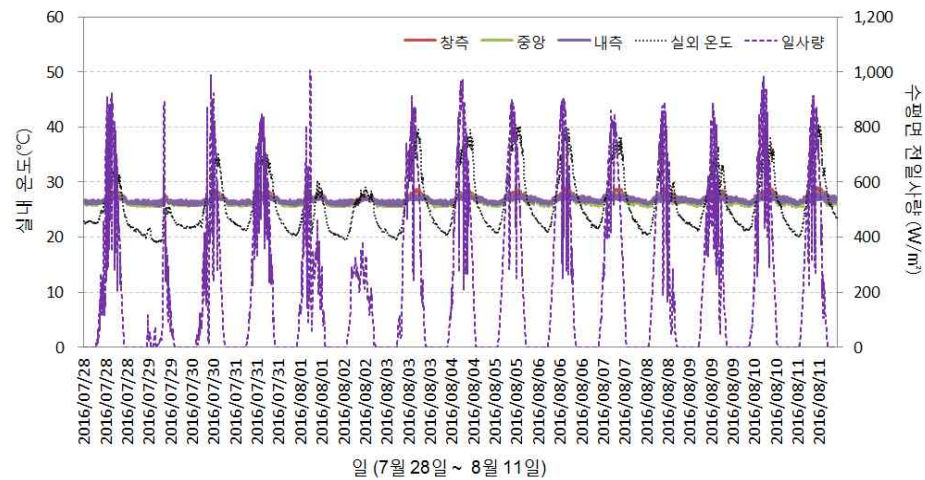
<그림 3-59> 중공층 공기 온도와 실외 온도 측정 결과

- ③ 실내측 유리 표면온도 측정 결과 측정기간 동안 (실외측 유리 표면온도가 가장 높았던 8월 5일 오후 4시 5분과 동일한 시점 기준) 상부 온도는 최고 37.5℃까지 측정되었고, 하부의 온도는 같은 시간에 최고 36.8℃까지 측정되었음. 실외 온도 역시 이 시간에 최고 38.9℃까지 측정되었음. 따라서 실내측 유리 표면온도는 상부를 기준으로 실외온도 보다 1.4℃가 낮게 측정 되었음. 특히 실외측 유리 표면온도와 실내측 유리 표면온도 비교 결과 상부 부위는 실내측 유리 표면 온도가 실외측 유리 표면온도 보다 22.1℃ 낮았고, 하부 부위는 실내측 유리 표면 온도가 실외측 유리 표면온도 보다 21.8℃ 낮았음. 또한 중공층 공기 온도와 실내측 유리 표면온도 비교 결과 상부 부위는 실내측 유리 표면온도가 중공층 공기 온도 보다 29.0℃ 낮았고, 하부 부위는 실내측 유리 표면온도가 중공층 공기 온도 보다 27.8℃ 낮았음.



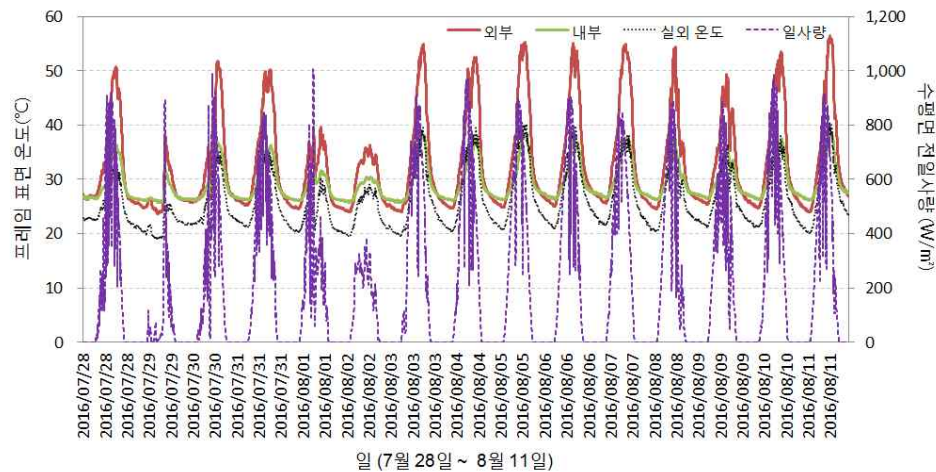
<그림 3-60> 실내측 유리 표면온도 측정 결과

- ④ 실내 온도 측정 결과 측정기간 동안 (실외측 유리 표면온도가 가장 높았던 8월 4일 오후 4시 5분과 동일한 시점 기준) 창측 부위 온도는 최고 28.7℃, 중앙 부위 온도는 28.0℃, 내측 부위 온도는 27.8℃로 측정되었음. 실외 온도 역시 이 시간에 최고 38.9℃까지 측정되었음. 따라서 실내 온도는 창측, 중앙, 내측 부위 온도가 실외온도 보다 각각 10.2℃, 10.9℃, 11.1℃씩 낮게 측정 되었음. 결과에서 보는 같이 큰 차이는 없지만 내측으로 갈수록 실외 온도 보다 더 낮아지는 것을 알수있음. 역시 실외측 유리 표면온도와 실내 온도 비교 결과 상부 부위를 기준으로 실내 온도는 창측, 중앙, 내측이 각각 30.9℃, 31.6℃, 31.8℃씩 낮았음. 또한 온도가 가장 높은 중공층 공기 온도와 실내 온도 비교 결과 상부 부위를 기준으로 실내 온도는 창측, 중앙, 내측이 각각 37.8℃, 38.5℃, 38.7℃씩 낮았음.



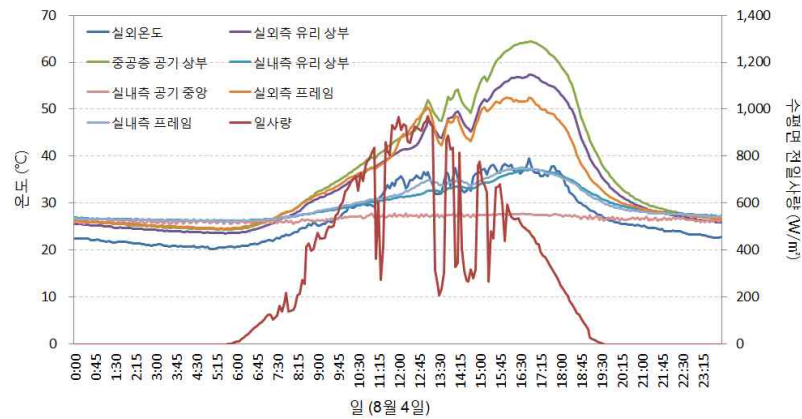
<그림 3-61> 실내온도 측정 결과

- ⑤ 프레임 온도 측정 결과 측정기간 동안 (실외측 유리 표면온도가 가장 높았던 8월 4일 오후 시 5분과 동일한 시점 기준) 외측 프레임 표면온도는 최고 54.9℃, 내측 프레임 표면온도는 38.3℃로 측정되었다. 실외 온도 역시 이 시간에 최고 38.9℃까지 측정되었다. 이는 프레임 외측 표면온도가 실외측 유리 표면온도 보다 4.7℃ 낮게 측정되었다. 반면 프레임 내측 표면온도는 내측 유리 표면온도 보다 0.5℃ 높게 측정되었음.



<그림 3-62> 프레임 온도 측정 결과

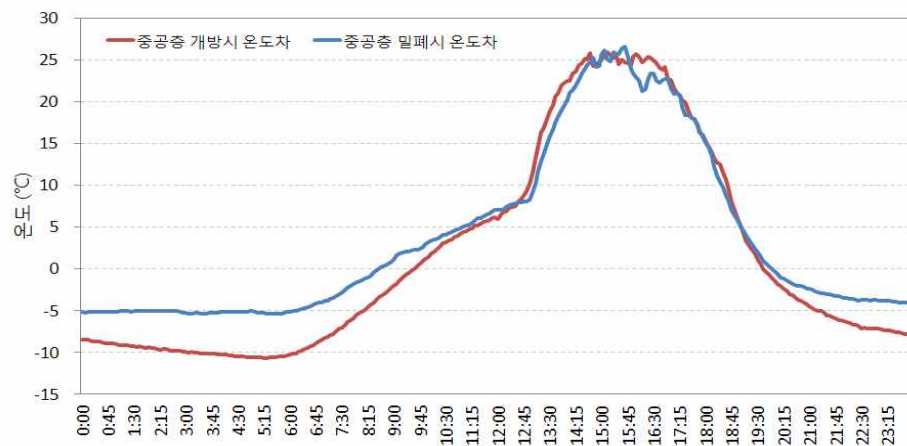
- ⑥ 측정기간 동안 온도가 가장 높았던 8월 4일을 기준으로 모든 온도분포를 아래 그림에 도식하였음. 측정결과를 보면 중공층 공기 온도, 실외측 유리 표면온도, 실외측 프레임 표면온도, 실내측 프레임 표면온도, 실내측 유리 표면 온도, 실내 온도 순으로 낮았음. 냉방을 가동하지 않은 Case(1), Case(2), Case(3)와 같은 온도분포를 보였음. 가장 높은 중공층 공기온도 66.5℃와 가장 낮은 실내온도 내측부위 27.8℃의 온도 차이가 38.7℃까지 발생했음.



<그림 3-63> 온도 분포(8월 4일)

(사) 소결

- ① 시제품의 중공층 환기 유무에 따른 특성을 비교하기 위해서 시제품의 중공층 개방 및 밀폐에 따른 온도를 측정하였음. 그 결과 중공층을 개방할 때 중공층의 공기온도는 최고 58.2℃까지(5월 19일) 도달했고, 중공층을 밀폐할 때 중공층의 공기온도는 최고 60.7℃까지(7월 22일) 도달했음.
- ② 중공층 환기 유무에 따른 실내온도 영향을 분석하기 위해서 중공층의 최고온도와 같은 시간에 실내온도를 비교 분석하였음. 분석일은 중공층의 온도가 가장 높았던 날을 각각 선정하였음. 중공층 개방시는 5월 19일, 중공층 밀폐시는 7월 22일을 대상으로 비교하였음. 분석결과 오전 9시 35분 부터 오후 7시 40분까지 중공층 개방시의 온도차이가 중공층 밀폐시 보다 더 크게 나타났음. 이것은 중공층이 개방조건에서 일사 및 기류에 의해서 유리의 중공층 온도가 낮아지기 때문에 실내온도 저감에 영향을 미치는 것으로 분석되었음. 반면에 하루중 일사가 없는 오전 이른 시간대와 오후 늦은 시간대에는 중공층 밀폐시가 중공층 개방시 보다 온도가 더 높게 나타났음.

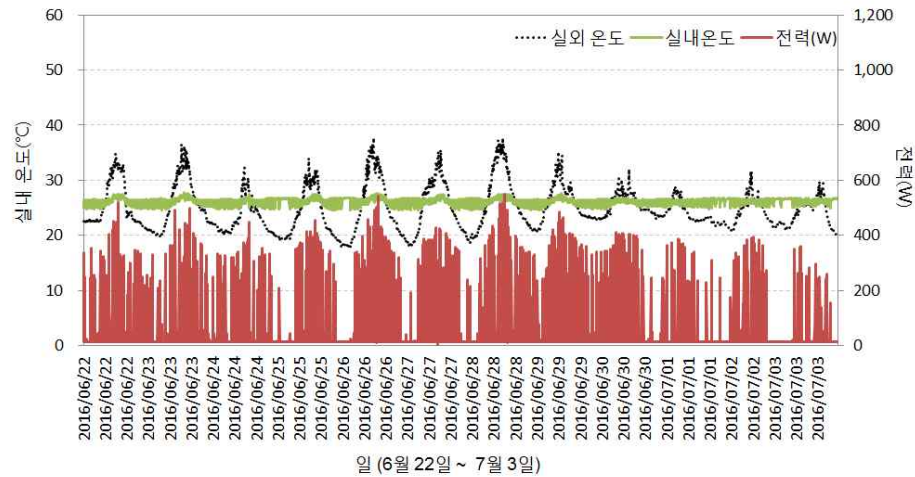


<그림 3-64> 중공층 공기 온도와 실내온도 차이 비교

(4) 냉방소비량 측정 결과

(가) 중공층 개방시 냉방소비량 측정 결과

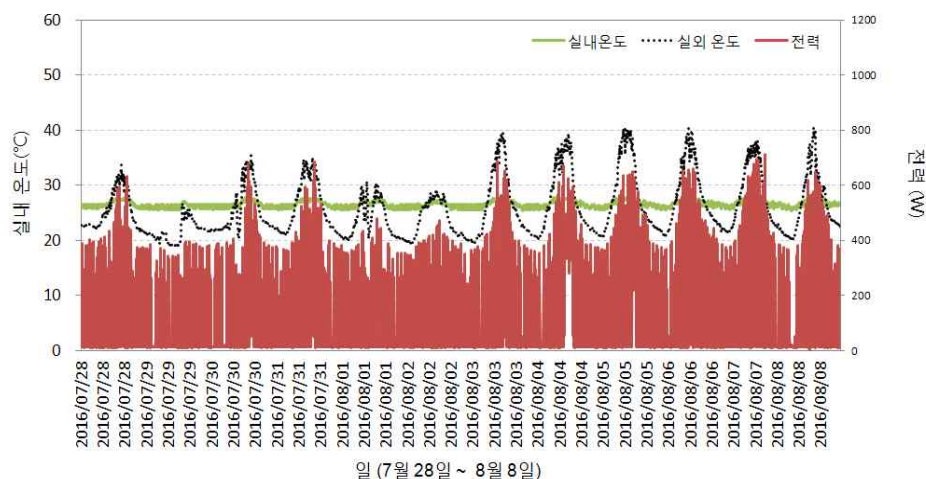
냉방소비량(전력량) 측정 결과 측정기간 동안(6월 22일 ~ 7월 3일(총 12일)) 누적 냉방소비량이 17.8kWh 발생했음. 아래 그림에서 보는 것과 같이 실외온도가 상승하는 시점에서 냉방기기의 전력소비량이 비례하여 증가하였고, 측정기간 중 실외온도가 가장 높았던 6월 28일에 최고 489W가 발생했음.



<그림 3-65> 냉방소비량(W) 측정 결과

(나) 중공층 밀폐시 냉방소비량 측정 결과

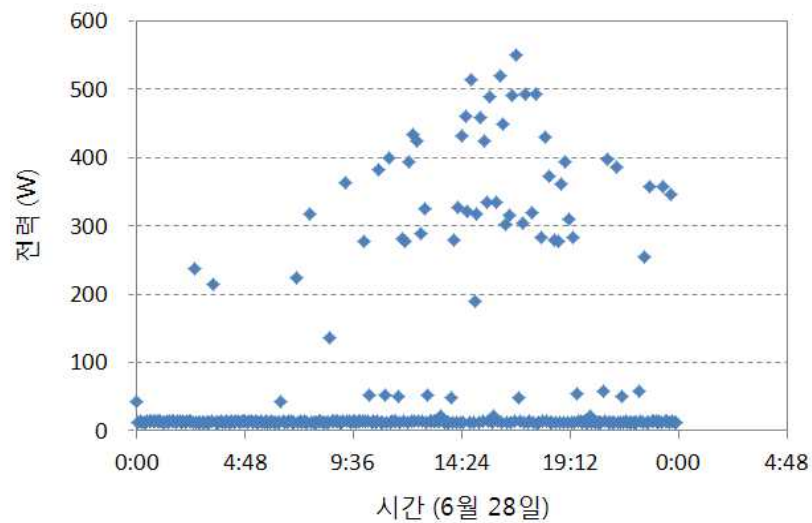
냉방소비량(전력량) 측정 결과 측정기간 동안(7월 28일 ~ 8월 8일(총 12일)) 누적 냉방소비량이 40.9kWh 발생했음. 아래 그림에서 보는 것과 같이 실외온도가 상승하는 시점에서 냉방기기의 전력소비량이 비례하여 증가하였고, 측정기간 중 실외온도가 가장 높았던 8월 4일에 최고 639W가 발생했음.



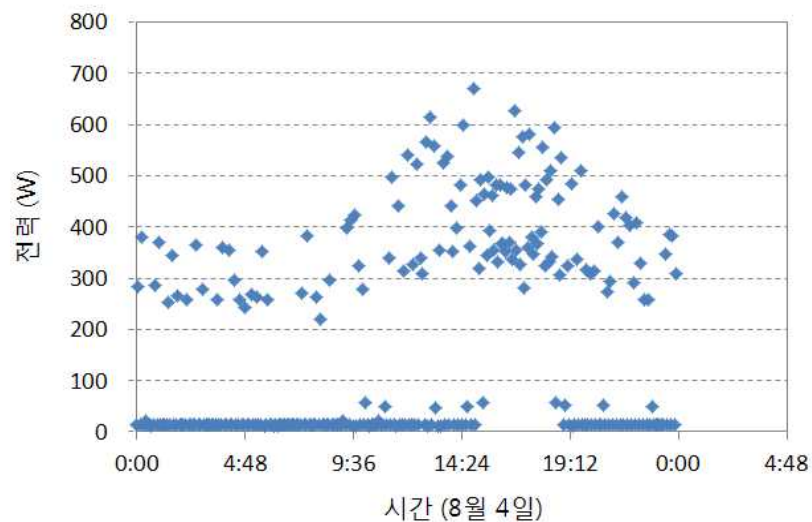
<그림 3-66> 냉방소비량(W) 측정 결과

(다) 소결

- ① 중공층을 개폐 유무에 따른 전력을 비교하기 위해서 시간에 따른 전력 분포를 비교 분석하였음. 그 결과 중공층을 개방하는 경우 아래 그림과 같이 오후 2시경부터 오후 6시경 까지 300W ~ 500W 범위에서 주로 전력 소비가 발생하는 것으로 나타났음. 반면에 중공층을 밀폐하는 경우 오후 12시부터 오후 8시까지 300W ~ 600W 범위에서 주로 전력소비가 발생하여 중공층을 밀폐할 때 냉방기기의 가동 횟수가 더 많은 것으로 나타났음.



<그림 3-67> 시간에 따른 전력 분포(중공층 개방시)



<그림 3-68> 시간에 따른 전력 분포(중공층 밀폐시)

- ② 특히, 일사량에 따른 전력 비교 결과 일사량 범위가 500W ~ 600W 범위일 때 중

공층을 개방한 경우가 중공층을 밀폐한 경우보다 전력 발생이 더 작게 나타나는 것으로 분석되었음.



<그림 3-69> 일사량에 따른 전력 분포(중공층 개방, 6월 28일)



<그림 3-70> 일사량에 따른 전력 분포(중공층 밀폐, 8월 4일)

나. 적외선 유리 적용 유무에 따른 온도 측정 결과 비교

(1) 코팅제 특성 및 시공

(가) 시제품의 차열성능을 높이기 위해서 최외측 유리 표면에 적외선 차단 코팅제를 도포하여 차단 성능을 측정하였음. 이 코팅제는 적외선 차단율 70~90% 이상, 자

외선 차단율 90% 이상, 대전방지 10° 이상, 물 접촉각 30° 이하를 목표로 개발하였음.



<그림 3-71> 적외선 차단 코팅제 시제품



<그림 3-72> 코팅유리 시험성적서

(나) 개발된 코팅제 시제품을 용인 코오롱글로벌 성능시험동 설치된 시제품에 시공하였고, 코팅제르 시공하지 않은 삼중유리와 유리표면온도, 실내온도를 비교 분석하였음.

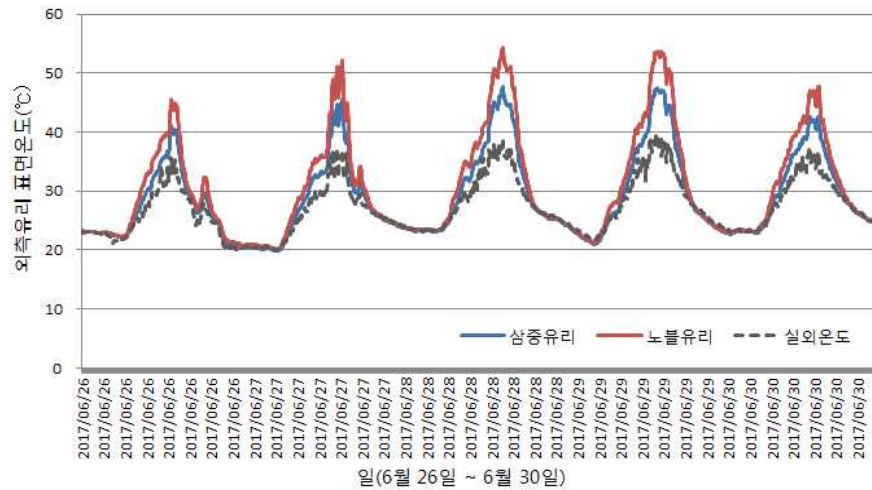


<그림 3-73> 적외선 코팅유리 시공 모습

(2) 온도 측정 결과 교

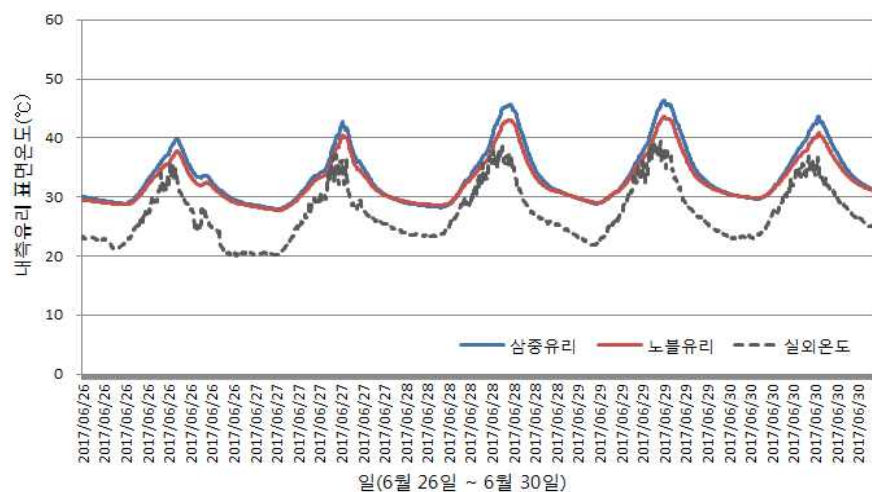
(가) 코팅유리 적용 유무에 따른 온도 측정결과, 최외측 유리표면에 코팅제 도포한 시

제품(노블유리)이 54.4℃로 코팅제를 도포하지 않은 47.5℃의 삼중유리 보다 최고 6.9℃까지(2017년 6월 28일 15시 30분) 높았음. 이것은 시제품이 표면에 코팅된 코팅제에 포함된 금속 화합물을 성분으로 하는 수분산액 또는 수용액이 태양열 흡수하여 표면온도가 높게 나타난 것으로 분석되었음.



<그림 3-74> 외측유리 표면온도 측정 결과

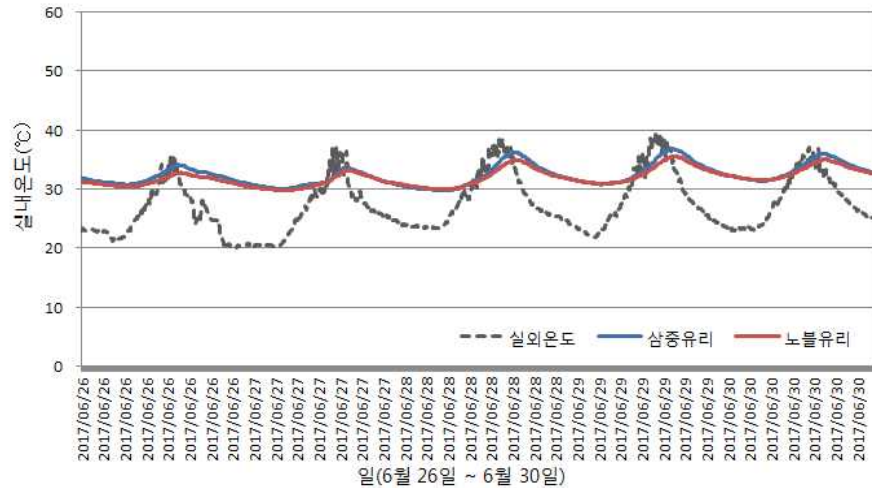
(나) 반면에 실내에 면한 내측 유리 표면온도 비교결과, 최외측 유리표면에 코팅제 도포한 시제품이 42.4℃로 코팅제를 도포하지 않은 45.1℃의 삼중유리 보다 2.7℃ (2017년 6월 28일 15시 30분) 낮았음. 이것은 외측 유리표면도 비교결과와 반대로 삼중유리가 노블유리 보다 더 높게 나타난 것임. 즉 시제품은 코팅제에 의해서 12℃를 낮췄고, 삼중유리는 2.4℃를 낮췄음.



<그림 3-75> 내측유리 표면온도 측정 결과

(다) 특히, 냉방부하에 영향을 미치는 실내온도 비교 결과, 시제품이 43℃, 삼중유리가 35.2℃로 1.2℃ 낮게 나타났음.

따라서, 시제품의 차열성능을 높이기 위해서 최외측 유리에 적외선 차단 코팅제를 도포한 경우에는 도포하지 않은 경우보다 차열 효과가 있는 것으로 분석되었음. 다만, 코팅제를 최외측에 도포하기 때문에 외부 환경에 의한 영향을 최소화할 수 있는 내후성 등을 확보하여야만 하는 것으로 나타났음.



<그림 3-76> 실내온도 측정 결과

다. 기존 이중외피와 냉방부하 성능 비교

(1) 평가 목적

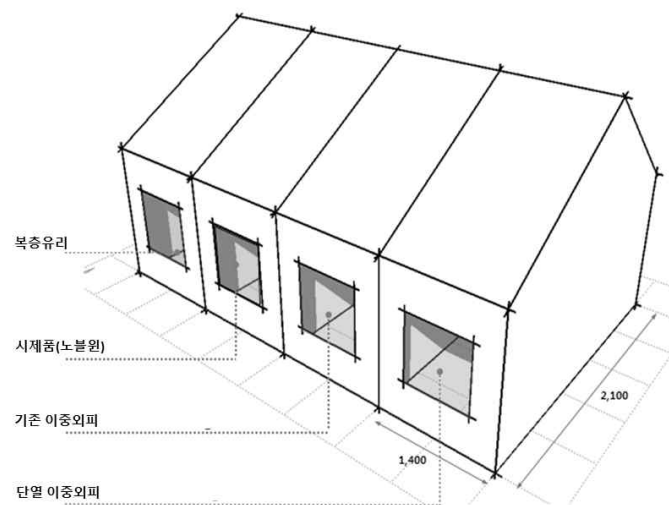
개발된 시제품(노블윈)창호의 시제품과 기존 이중외피 창호와 에너지 효율의 성능을 객관적으로 비교하고자 함

(2) 챔버 설계 및 평가 방법

(가) 용인 코오롱글로벌 실험동에 설치된 4개의 챔버는 실별 1.4m X 2.1m의 크기를 가짐. 4종류의 챔버에 각각 복층유리, 시제품(NoBI-Win), 기존 이중외피, 단열이중외피를 설치하고 각실의 개별 냉난방을 실시하여 사용된 에너지 양과 실내온도를 비교하였음. 샘플이 설치될 개구부의 크기는 90cm X 90cm(가로 X 세로)이고 시료의 크기는 개구부 크기에 맞게 설치함. 각 챔버는 냉난방 EHP를 설치하여 실내온도 제어를 가능하게 하였음.

	제품	창호 사양	특징
1	AL 복층유리	· AL프레임 16mm(5Cl+6Air+5Cl)	
2	시제품 (노블윈)	· 외측 6mm · 공기층 20mm · 내측 AL프레임 24mm(6LE+12Ar+6LE)	외측 유리 상하부 오픈
3	기존 이중외피	· 외측 : AL프레임 16mm(5Cl+6Air+5Cl) · 공기층 150mm · 내측 : PVC프레임 22mm(5Cl+12Air+5LE)	내측 상부 벤트 설치
4	단열보강 이중외피	· 외측 : PVC프레임 16mm(5Cl+6Air+5Cl) · 공기층 150mm · 내측 : PVC프레임 22mm(5Cl+12Air+5LE)	외측, 내측 상부 벤트 설치

<표 3-35> 비교 제품별 창호 사양



<그림 3-77> 챔버 內 비교 제품 설치 위치



<그림 3-78> 실험 챔버 모습

(나) 모니터링을 위해서 모니터링 시스템 센서 패널을 구축하였음. 측정 프로그램으로는 MX100을 사용하였고 온도(℃) 및 일사량(W/m²) 측정 및 수집이 가능한 프로그램임. 또한 원격으로 수집할 수 있도록 구축하여 운전 제어 관리 및 데이터 확보에 효율성을 더함. 실내 온도측정을 위한 측정센서는 각 챔버 중앙에 상하부로 설치하였고, 그 평균값을 사용하였음.



1) 모니터링 시스템 패널



2) 일사량 센서 컨버터



3) 모니터링 소프트웨어(MX100)



4) 원격 모니터링 구축

<그림 3-79> 모니터링 시스템

(3) 냉방소비량 비교 결과

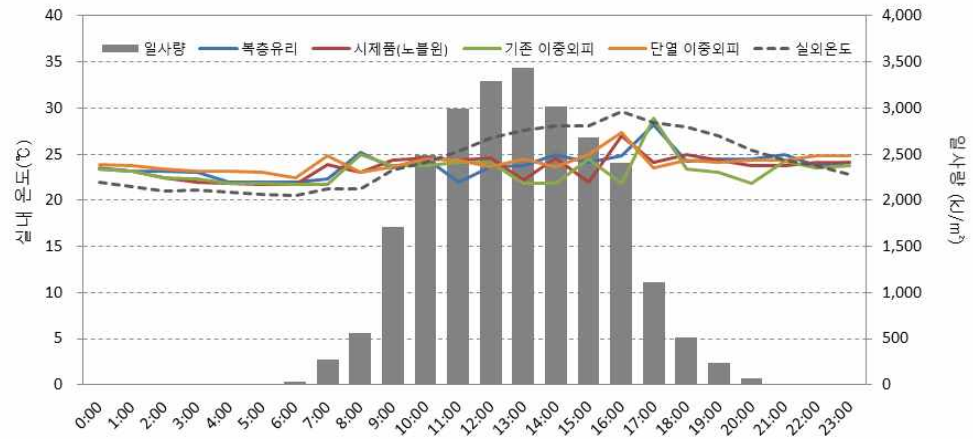
(가) 개요

- ① 여름철 기간중 2018년 7월 1일~ 7월 7일(8일간)중 실내난방을 24℃로 가동하여 챔버별 실내온도와 소비량을 모니터링 함. 이중 하루인 7월 7일의 일간 온도 및 에너지 소비량의 변화를 분석하여 일간 특징을 보고, 7월 1일부터 7월 7일간의 장기적 온도변화와 에너지소비량을 분석하였음.

(나) 7월 7일 실내 온도 및 냉방 소비량 측정결과

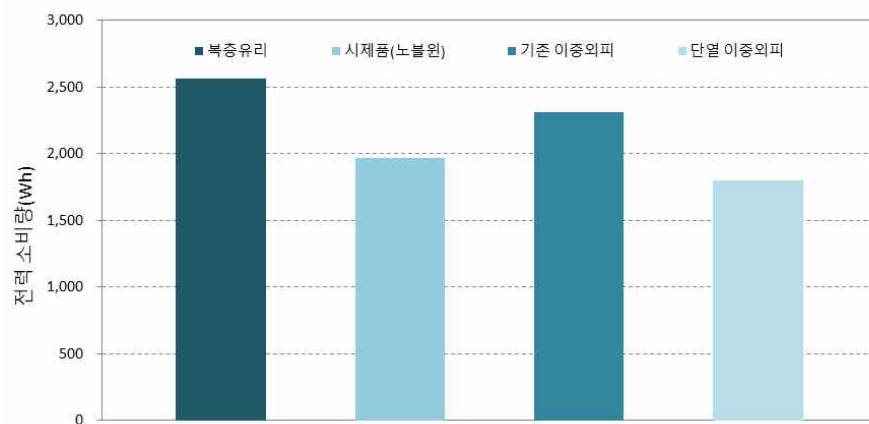
- ① 측정 기간 중 실외 기온은 최소 20.5℃, 최대 29.6℃로, 일사량은 최대 3440kJ/m²을 나타냈음. 실내 온도는 냉방설정 온도인 24℃로 설정하였고, 시제품(노블원)과 단열 이중외피는 7시경부터 일사가 시작되는 시간부터 냉방 부하가 발생하여 냉방 기기가 가동되었음. 복층유리와 기존 이중외피는 밤과 새벽중 실외온도가 20.5℃까지 떨어질 때 같이 실내 기온이 설정온도 이하로 하강하였기에 8시경부

터 냉방이 가동 되었음. 최고온도는 실외온도가 최고인 16시경 시제품(노블윈)은 27℃, 단열 이중외피는 27.3℃를 나타내고 냉방을 가동했음. 복층유리와 기존 이중외피는 17시경 최고온도를 각각 28.2℃, 28.9℃로 나타내고 냉방을 가동했음. 이는 태양의 고도가 낮아지는 4시~5시경부터 햇빛이 실내 깊이 유입되면서 실내 면적대비 창면적비가 큰 챔버의 특성상 설정온도 보다 높은 실내온도를 나타낸 것으로 분석됨.



<그림 3-80> 온도 분포 (7월 7일)

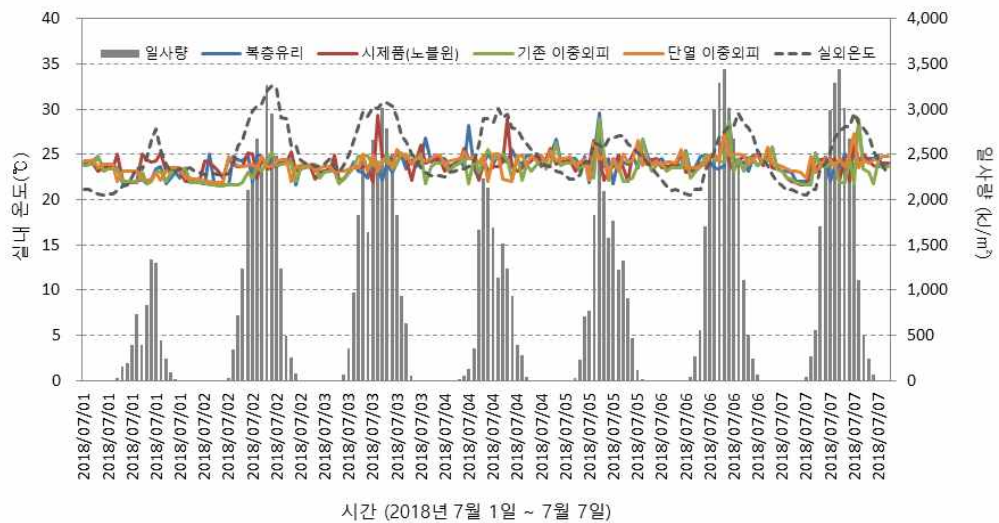
- ② 7월 7일 하루 소비된 냉방 에너지 소비량은 복층유리가 2,560Wh, 시제품(노블윈)이 1,966Wh, 기존 이중외피가 2,314Wh, 단열 이중외피가 1,800Wh로 측정되었음. 이는 냉방 부하 저감에 단열이중외피 > 시제품(노블윈) > 기존 이중외피 > 복층유리 순으로 성능이 있는 것으로 나타났음.



<그림 3-81> 전력 소비량 (7월 7일)

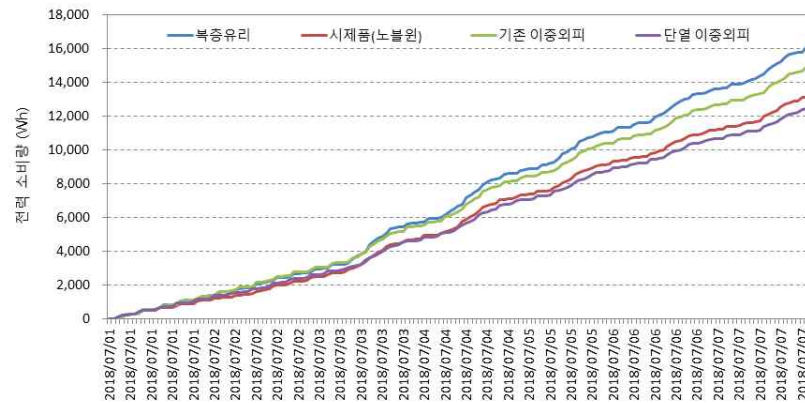
(다) 7월 1일~ 7월 7일간 실내 온도 및 냉방 소비량 측정결과

- ① 측정 시작인 7월 1일은 일사량이 낮고 실외 최고기온이 27.8℃로 높지 않아 4개의 챔버의 냉방운전 횟수가 적었으나, 7월 2일경부터 실외 최고온도가 32.6℃, 일사량이 3,270kJ/m²으로 높아 본격적인 냉방운전이 시작되어 설정온도인 24℃를 유지하였음. 각 챔버별 일부 구간에서 일사량이 강하거나, 외기 온도가 높을 경우 24℃ 이상의 실내온도를 나타내는 경우가 발생함. 특별히 7월 5일은 실내온도는 낮았으나, 11시경 일사량이 2,730kJ/m²이었을 때 복층유리 챔버와 기존 이중외피 챔버의 실내 기온이 각각 29.6℃, 29℃를 나타내는 현상이 발생했음.



<그림 3-82> 7월 1일~ 7월 7일 온도 분포

- ② 측정기간 중 냉방 소비량은 초반 7월 1일부터 3일까지는 소비량이 비슷한 수준을 보였으나, 7월 3일 이후부터 냉방 소비량이 늘면서 복층유리와 기존 이중외피가 시제품(노블윈)과 단열 이중외피 보다 높은 소비량을 나타냈음. 이후 7월 7일까지 누적된 소비량을 볼 때 복층유리 > 기존 이중외피 > 시제품(노블윈) > 단열 이중외피 순으로 소비량을 나타냈음. 총에너지 소비량은 복층유리가 16,074Wh, 기존 이중외피가 14,910Wh로 93%, 시제품(노블윈)이 13,156Wh로 82%, 단열 이중외피가 12,452Wh로 77%의 소비량을 나타냈음.



<그림 3-83> 7월 1일 ~ 7월 7일 누적 냉방 에너지 소비량

(4) 소결

(가) 실내온도 변화

- ① 측정 챔버의 규모가 1.4m X 2.1m작고, 이에 비해 설치된 창호는 0.9m X 0.9m로 상대적으로 커서 실외 온도변화 및 일사에 의한 실내 온도 제어에 일시적으로 영향을 끼치는 부분들이 각 챔버에서 나타남.
- ② 7월 1일부터 7월 7일간 실내온도를 24℃로 냉방제어 하는 동안 실내 평균온도는 복층유리는 23.87℃, 시제품(노블윈)은 23.9℃, 기존 이중외피는 23.56℃, 단열 이중외피는 23.95℃로 나타 났음. 이에 대한 실내 온도 표준편차는 복층유리 1.32, 시제품(노블윈) 1.19, 기존 이중외피 1.32, 단열 이중외피는 1.0으로 분석 됨. 이는 단열 이중외피가 설정한 실내 온도 제어에 가장 우수했음을 알 수 있고, 그 뒤로 시제품(노블윈)이 우수했음.

(나) 냉방 소비량

- ① 측정 결과 냉방 에너지 소비량은 복층유리 > 기존 이중외피 > 시제품(노블윈) > 단열 이중외피 순으로 크게 측정 되었음
- ② 이는 시제품(노블윈)이 알루미늄 프레임의 이중외피 보다 냉방부하 저감 성능이 우수하다는 것을 증명함
- ③ 단열 이중외피는 창호프레임을 PVC로 보강하여 프레임에서 전달되는 열흐름이 효과적으로 차단되어 가장 좋은 효과를 낸 것으로 보임
- ④ 측정 냉방 에너지 소비량은 냉방기간이 길어질수록 제품별 차이를 크게 나타냈음. 이를 통해 여름철 냉방 필요 기간이 점점 늘어나는 우리나라 경우에는 기존 이중외피 제품 보다 시제품(노블윈)을 적용한다면 냉방부하 저감에 효과적일 것으로 판단 됨.

라. 현장 실증 평가 및 연간 냉난방부하 분석 결과

(1) 개요

(가) 본 장에서는 시제품 적용한 대구공업대의 사이트를 대상으로 현장 실측과 연간 냉난방성능을 분석 평가하였음. 테스트 베드 적용은 대구공업대의 사무로 선정함. 대구공업대학교는 30년이 경과된 노후화된 건물로서 기존의 3mm clear glass로 구성된 창호를 철거하고, 시제품을 적용하였음. 이에 시제품 적용 전후에 대한 쾌적성, 유리온도, 냉방에너지 소비량 등을 실측 분석하였음. 뿐만 아니라 연간 냉난방에너지 분석을 위해서 Energy Plus를 활용하여 정략적으로 평가하였음.

구분	내용
주소	대구시 달서구 송현로205
건물명	대구공업대학교 3호관
준공연도	1988년 (30년 경과)
용도	교육연구시설
층수	지하 1층, 지상 6층
연면적	7,463㎡

<표 3-36> 대구공업대학교 3호관 건물개요



<그림 3-84> 대구공업대 3호관 전경

(2) 현장 실증 결과

(가) 시제품 적용 전·후에 따른 실내온도, 열쾌적(PMV), 냉방소비량, 창호 기밀성 등 건축환경 성능을 측정하였음. 창호 유리온도는 열전대(T-type)을 이용하여 실외

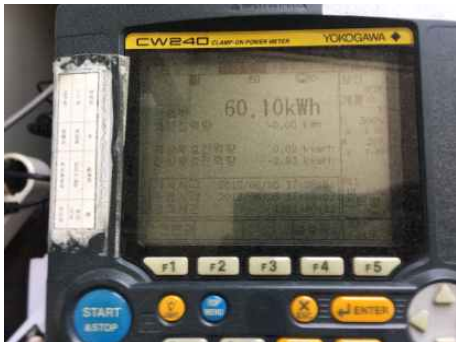
측 유리표면온도, 실내측 유리표면온도, 프레임 표면온도를 측정하였다. 열쾌적 성능을 PMV 측정기기를(Testo480) 이용하였고, 냉방소비량은 전력량계(CW240)을 이용하여 측정하였음. 특히 창호의 기밀성은 Blower Door Test 방법을 이용하여 창호 교체전·후에 따른 성능을 비교하였음.



1) 창호 유리온도 측정



2) 실내 열쾌적 측정



3) 냉방소비량 측정



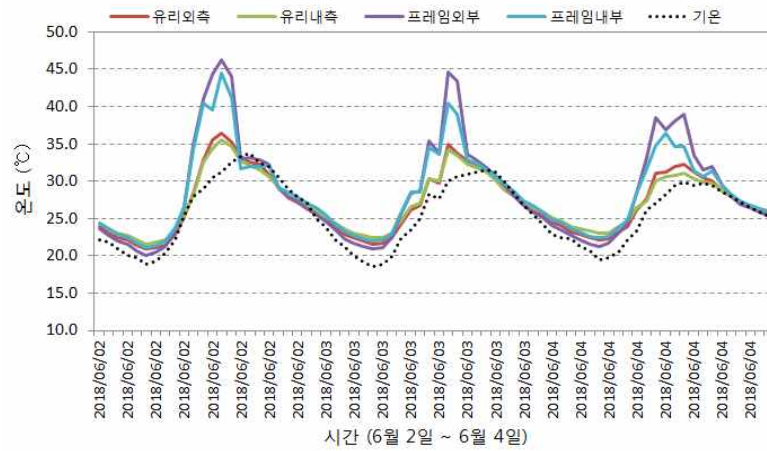
4) 창호 기밀성능 측정

<그림 3-85> 현장 실증용 측정기기

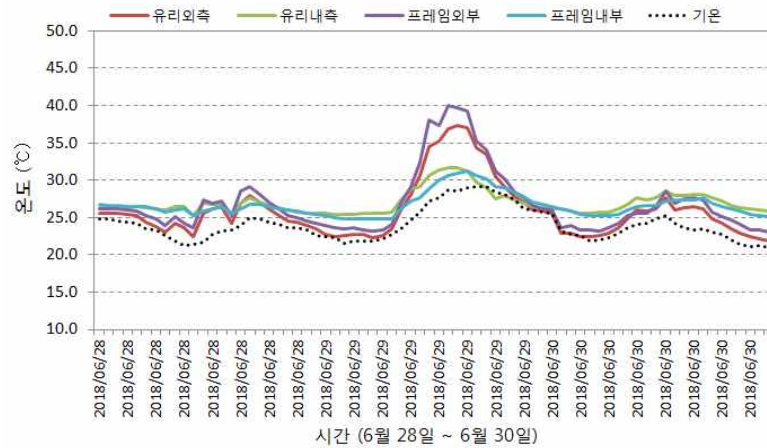
(나) 시제품 교체전·후에 따른 유리온도 실측 결과

- ① 기존창호의 프레임과 유리온도 분석결과, 대표 분석일(6월 2일 ~ 6월 4일)을 기준으로 프레임의 온도는 외측면이 최고 46.2℃, 내측면은 44.5℃로 측정됐고, 외측면과 내측면의 온도차이는 1.7℃로 단열성능이 취약했음. 유리온도 역시 외측면이 최고 36.4℃, 내측면은 35.6℃로 측정되어, 외측면과 내측면의 온도차이가 0.8℃로 차열성능이 매우 취약했음.
- ② 반면에, 기존창호를 철거하고 시제품을 시공한 후에 프레임과 유리온도 분석결과 보면 프레임의 온도는 외측면이 최고 40.0℃, 내측면은 30.6℃로 측정됐고, 외측면과 내측면의 온도차이는 9.4℃로 단열성능이 매우 우수한 것으로 나타났음. 유리온도 역시 외측면이 최고 36.9℃, 내측면은 31.7℃로 측정되어, 외측면과 내측면의 온도차이가 5.2℃로 차열성능도 매우 양호한 것으로 나타났음. 이것은 기존창호가 30년 경과된 노후 창호로서 단열과 차열성능이 취약했고, 반면에 시제품은 이중외피 구조로서 중공층에 의해서 유리의 차열성능이 발휘됐고, 단열 프레임 사용

으로 단열 성능이 우수한 것으로 판단됨.



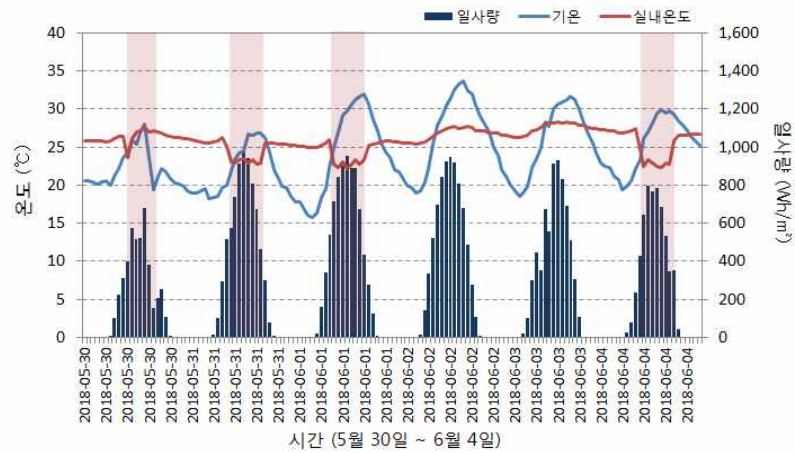
<그림 3-86> 기존창호의 유리 및 프레임 온도 측정 결과



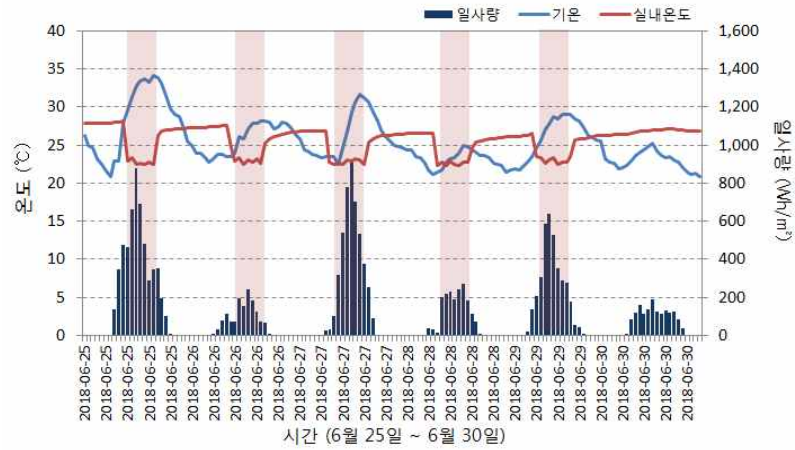
<그림 3-87> 시제품의 유리 및 프레임 온도 측정 결과

(다) 시제품 교체전·후에 따른 실내온도 실측 결과

- ① 시제품 교체전에 기존창호가 설치된 상태에서 실내온도를 측정한 결과, 외기온도가 33.7℃로 가장 높았던 6월 2일 오후 4시를 기준으로 실내온도가 27.6℃까지 상승하였음. 이날은 재실자가 없어 냉방기기를 가동하지 않았음. 냉방기기를 가동한 6월 1일 오후 5시경에는 외기온도가 31.9℃일 때 실내온도는 23.3℃로 유지됐음.
- ② 시제품을 교체한 후에 실내온도를 측정한 결과, 냉방기기를 가동한 조건에서 6월 27일 오후 4시를 기준으로 외기온도가 31.7℃일 때 실내온도는 23.0℃로 유지됐음.



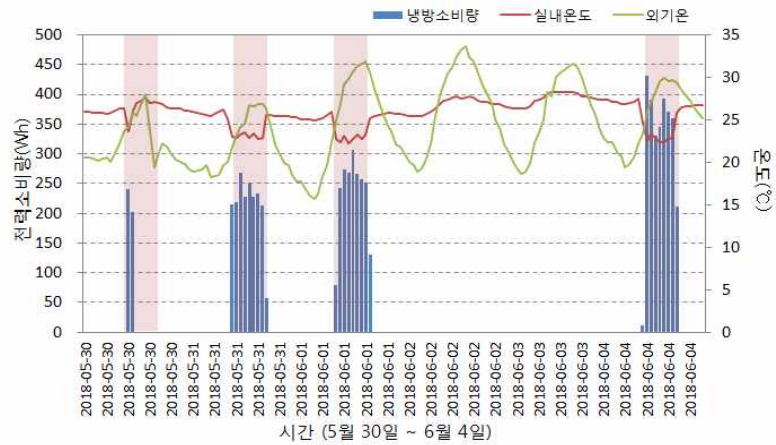
<그림 3-88> 시제품 교체전 실내온도 측정 결과



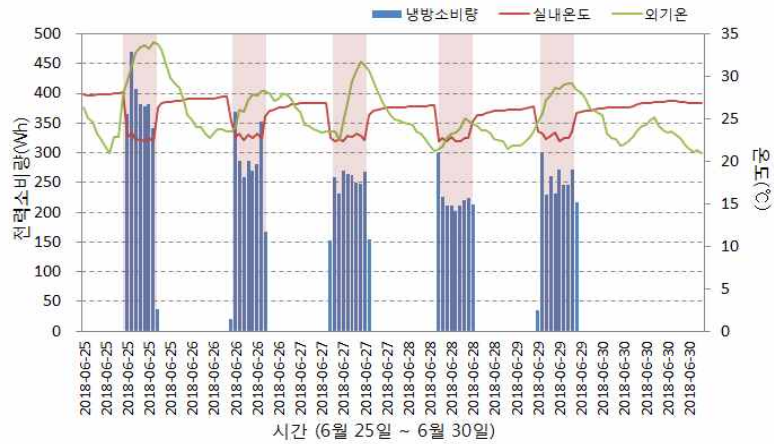
<그림 3-89> 시제품 교체후 실내온도 측정 결과

(라) 시제품 교체전 · 후에 따른 냉방소비량 실측 결과

- ① 냉방소비량은 시제품 교체전 · 후 비교를 위해서 외기온과 일사량이 유사한 측정일을 선정하였으며 교체전 분석일은 6월 1일, 교체후 분석일을 6월 27일을 기준으로 하였음. 냉방 소비량 피크(Peak) 비교 결과, 시제품을 교체하기 전에는 307Wh(6월 1일 오후 2시), 시제품을 교체한 후에는 207Wh(6월 27일 오후 1시)로 나타남. 시제품 교체전 · 후에 대한 절대비교는 어렵지만, 시제품을 적용한 경우에는 냉방소비량이 매우 절감되는 것으로 분석되었음.

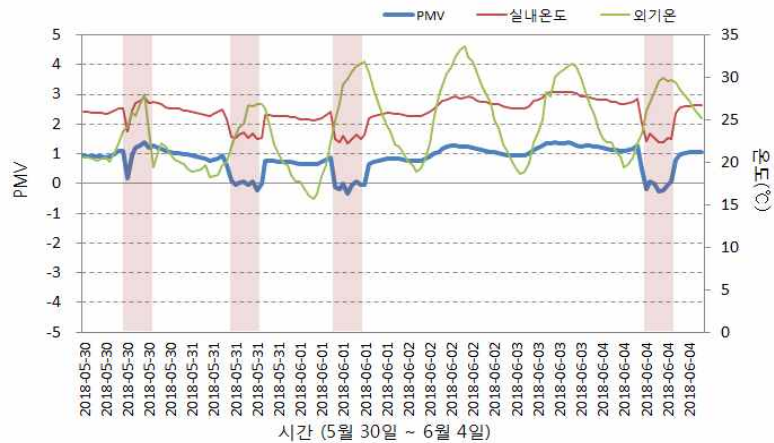


<그림 3-90> 시제품 교체전 냉방소비량 측정 결과

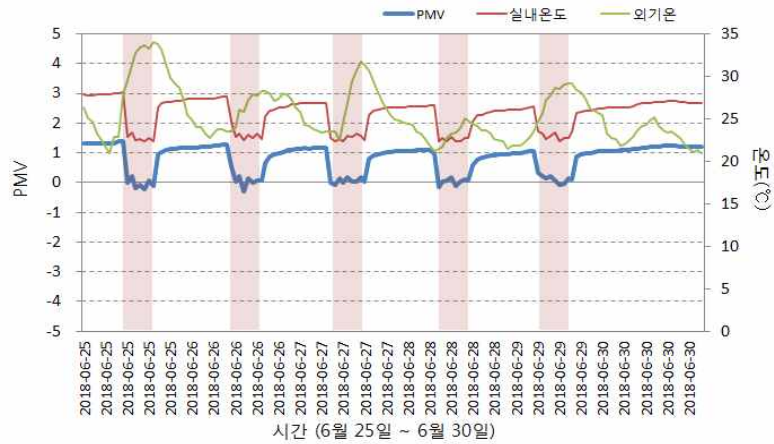


<그림 3-91> 시제품 교체후 냉방소비량 측정 결과

- ② 또한, 냉방기기를 가동한 조건에서 시제품의 교체전·후에 대한 실내 온열환경 (PMV)를 분석한 결과, 두조건 모두 쾌적 범위안에 들어오는 것으로 나타남. 다만, 냉방기기를 가동하진 않은 조거에서는 시제품을 적용했을 경우가 시제품을 적용하지 않은 경우가 쾌적 범위의 변동 폭이 작은 것으로 나타남. 이것은 시제품에 의해서 일사 등 외부환경에 영향을 덜 받는 것으로 판단됨.



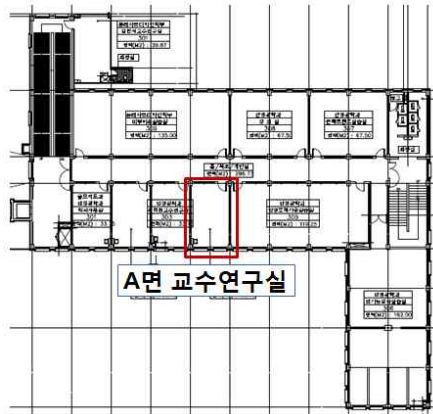
<그림 3-92> 시제품 교체전 온열환경(PMV) 분석 결과



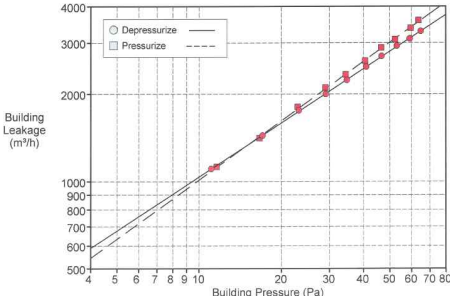
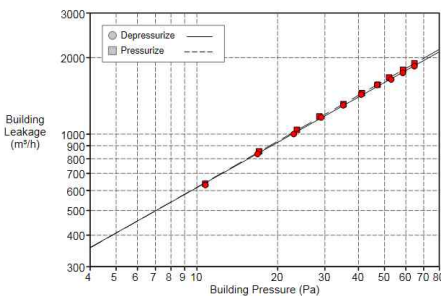
<그림 3-93> 시제품 교체후 온열환경(PMV) 분석 결과

(라) 시제품 교체전·후에 따른 기밀성 실측 결과

- ① 기존창호와 시제품의 기밀성능을 측정하였다. 측정방법(EN13829)은 감압과 가압을 각각 10회(10,18,25,30,35,40,45,50,60,65Pa)씩 측정하였음. 측정결과 50Pa기준으로 기존창호는 감압 25.78(회/h), 가압 27.68(회/h) 나타났고, 시제품은 감압 14.69(회/h), 가압 14.96(회/h)으로 나타나 감압은 43%, 46%의 기밀성능 개선되는 것으로 나타났음.



<그림 3-94> 기밀측정 대표실

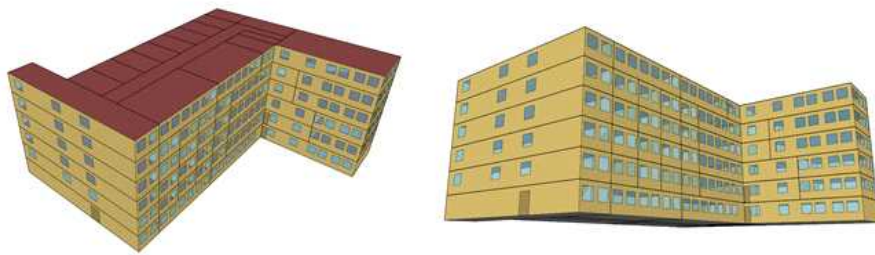
구분		교체전	교체후
측정일		2018년 3월 12일	2018년 7월 9일
측정횟수		각 압력별로1회씩 총 20회	각 압력별로1회씩 총 20회
측정 압력	감압	10,18,25,30,35,40,45,50,60,65 (10회)	10,18,25,30,35,40,45,50,60,65 (10회)
	가압	10,18,25,30,35,40,45,50,60,65 (10회)	10,18,25,30,35,40,45,50,60,65 (10회)
측정 결과 (50pa)	감압	25.78(회/h)	14.69(회/h)
	가압	27.68(회/h)	14.96(회/h)
	평균	26.73(회/h)	11.79(회/h)
측정 결과 그래프			

<표 3-37> 창호 교체전·후 기밀성 측정 결과

(3) 연간 냉난방 시뮬레이션 평가

(가) 분석 개요

- ① 대상 건물의 냉, 난방은 개발 냉방기, 방열기를 사용하는 구조이므로, EnergyPlus에 입력한 HVAC 시스템은 난방은 개별 radiator, Packaged terminal heat pump (PTHP) 시스템을 구성하였음. 시스템의 성능은 기존에 설치되어 있는 냉, 난방기 및 성능을 적용하여 아래 표와 같이 입력하였음.



<그림 3-95> 대구공업대학교 3호관 EnergyPlus 모델링

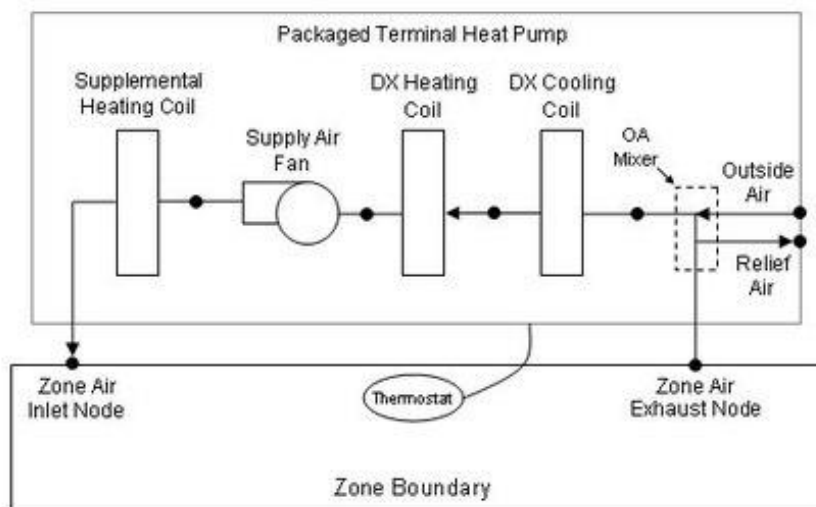
- ② 건물 전체 모델링은 대구 공업대 전체 건물을 모사하였음. 그 중 사무실 공간 2 곳을 선정하여 3mm clear glass와 NoBI를 각각 적용하여 연중 에너지 소비량을 평가하였음. 3mm clear glass는 노후화된 건물의 창호로 EnergyPlus에서 제공하는 3mm clear glass의 성능을 사용하였음, 이외의 건물의 성능은 4장과 동일함

구분	HVAC 시스템	
	난방	냉방
시스템명	Radiator	Packaged terminal heat pump (PTHP)
시스템 용량	3.0kW	4.0kW
COP(W/W)	-	3.5
시스템 효율	0.9	-
설정 온도	22	26

<표 3-38> HVAC 입력 조건

구분	내부 발열 조건		
	내부 발열 조건 (W/m2, P/m2)	내부 발열량 (W)	대수, 인원 수
조명	4.7	50	2EA
재실 인원	5.7	-	3
기기	5.9	200	1EA

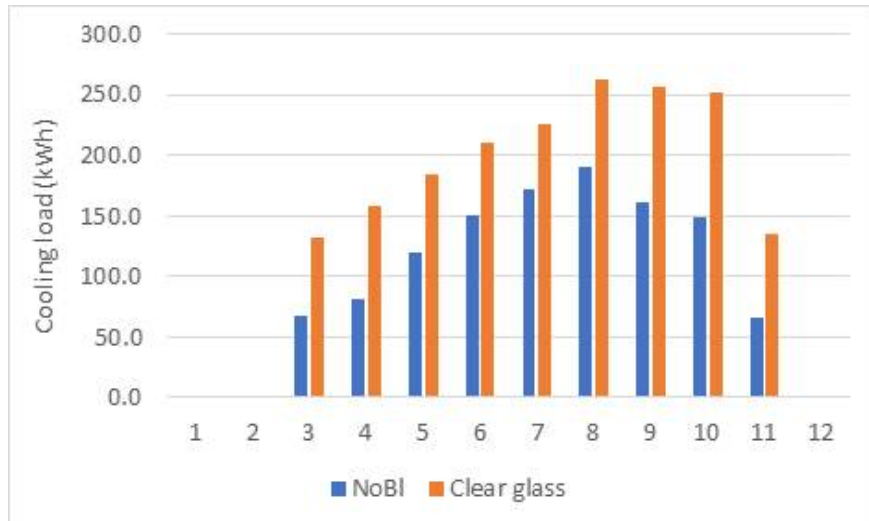
<표 3-39> 내부 발열 조건



<그림 3-96> Packaged Terminal Heat Pump

(나) 냉방 에너지 소비량

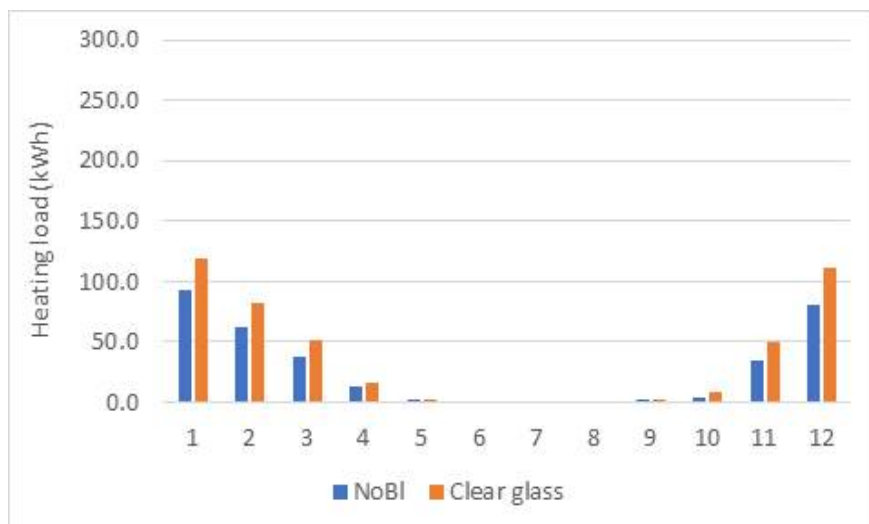
- ① NoBI 창호는 여름철 중공층 환기에 의해 냉방 에너지가 크게 절감되는 것을 확인할 수 있음.
- ② 냉방 부하가 가장 많이 발생하는 8월의 경우, 월 에너지 소비량은 clear glass의 경우, 262.8kWh 인데 반해 NoBI은 189.6kWh로 27%를 절감하였음. 사무실의 내부발열과 중공층의 온도 상승으로 인해 냉방 에너지 소비는 3월~11월 간 발생하였음. 여름철, 외기온도가 낮음에도 불구하고, 일사량이 높은 날에는 냉방에너지 소비가 일시적으로 급격히 상승하는 경향을 보여 3월, 11월에 에너지 소비량이 발생한 것으로 파악됨
- ③ 연간 에너지 소비량은 NoBI이 1157.6kWh인데 반해 clear glass가 적용된 실은 1816.0kWh로 NoBI의 에너지 절감량은 36.3%인 것으로 나타남



<그림 3-97> 냉방 에너지 소비량

(다) 난방 에너지 소비량

- ① NoBI 창호는 중공층의 환기를 통한 냉방에너지 절감 성능 뿐만 아니라, 기존 복층유리에 비해 높은 SHGC, U-value 성능을 가져 난방에너지를 크게 절감함. 사무실의 내부발열과 중공층의 온도 상승으로 인해 난방에너지는 냉방에 비해 상대적으로 적게 발생함.
- ② 연간 에너지 소비량은 NoBI이 325.6kWh인데 반해 clear glass가 적용된 실은 438.4kWh로 NoBI의 에너지 절감량은 25.7%인 것으로 나타남.



<그림 3-98> 난방 에너지 소비량

월	시제품 적용후 (kWh)		기존 창호 (Clear glass 3mm, kWh)	
	난방	냉방	난방	냉방
1	92.5	0.0	119.6	0.0
2	62.4	0.0	81.6	0.0
3	38.0	67.7	51.4	132.1
4	12.6	81.2	15.9	158.8
5	1.0	120.4	1.6	183.9
6	0.0	150.9	0.0	209.8
7	0.0	171.3	0.0	225.7
8	0.0	189.6	0.0	262.8
9	0.1	161.5	0.2	256.8
10	3.7	149.3	7.6	251.5
11	34.1	65.6	49.4	134.4
12	81.2	0.0	111.2	0.0
1년 총 부하	325.6	1157.6	438.4	1816.0

<표 3-40> 대구 공업대 에너지 소비량

(라) 소결

- ① 현장 실증 평가를 통해서 시제품의 열환경 성능을 검증하였다. 유리온도 측정결과, 기존창호는 외측면과 내측면의 온도차이는 0.8℃로 차열 성능이 취약한 반면에 시제품은 온도차이가 5.2℃로 매우 양호했다. 실내온도 냉방기기를 가동했을 때 기존창호가 설치된 실내온도는 23.3℃로 유지됐고, 기존창호를 철거하여 시제품을 설치했을때도 23.0℃로 유지됐다. 다만, 이 측정일 때 냉방소비량 피크(Peak)를 비교 분석한 결과 기존창호의 경우에는 307Wh(6월 1일 오후 2시), 시제품을 적용한 경우에는 207Wh(6월 27일 오후 1시)로 나타났다. 시제품 교체전·후에 대한 절대비교는 어렵지만, 시제품을 적용한 경우에는 냉방소비량이 매우 절감되는 것으로 분석되었다.
- ② 또한, EnergyPlus 시뮬레이션을 이용해서 연간 에너지 소비량을 분석한 결과, 냉방 에너지 소비량은 시제품이 1157.6kWh인데 기존창호는 1816.0kWh로 시제품의 에너지 절감량은 36.3%인 것으로 나타남. 난방 에너지 소비량은 시제품이 325.6kWh인데 기존창호는 438.4kWh로 나타나 시제품의 에너지 절감량 25.7%인 것으로 나타남.

4. 실증사이트 발굴

가. 실증사이트 발굴 현황

(1) 코오롱글로벌 시공현장

(가) 코오롱글로벌 시공현장에 우선 적용을 위하여 NoBl-Win 창호의 설치가 적절한 오피스 건물 또는 연구시설 및 공공시설에 대해 6개 현장에 대해 검토하였음

(나) 코오롱글로벌의 현장은 시공일정의 창호설치 가능일정과 창호의 개발일정과 맞지 않아 설치하지 못함

NO.	공사명	용도	위치
1	마곡코오롱 미래기술원	연구시설	서울/마곡
2	과천정부청사 보강공사	공공기관	경기/과천
3	신사동호텔	호텔	서울/논현
4	김포한강 9공구	공동주택 주민시설	경기/김포
5	꿈의숲코오롱 하늘채	공동주택 주민시설	서울/성북
6	서귀포 크루즈터미널	교통 터미널	제주/서귀포

<표 3-41> 코오롱글로벌 시공현장 실증사이트 후보군

(2) 국가 복지시설

① NoBl-Win창호의 시범적용 대상지로 국가 복지시설을 선별하여 답사 후 창호 개선의 시급성과 NoBl-Win의 여름철 냉장부하 저감에 효과적인 대상지를 선별하였음

② 대동시온 재활원의 물리치료실과 대강당을 실증사이트로 선정 함

NO.	시설명	시설목적	소재지
1	임마누엘 영육아원	보육원	경북 김천
2	성심 셸린의 집	노인요양원	구미 선산
3	대동시온 재활원	장애인생활시설	경북 경산
4	영이 어린이집	지역아동센터	서울 영등포
5	명륜 보육원	보육원	경기도 의왕

<표 3-42> 국가복지시설 실증사이트 후보군

(3) 교육시설

- ① NoBI-Win의 시범적용 면적을 확보하기 위해 교육시설을 검토
- ② 대구공업대학교 제3호관을 실증시설로 설정하고 남측면에 시공을 결정 함

NO.	시설명	시설목적	소재지
1	동아대학교	교육시설	부산광역시
2	대구공업대학교	교육시설	대구광역시

<표 3-43> 교육시설 실증사이트 후보군

나. 실증사이트 선정

- (1) 최종 실증사이트로 복지시설인 대동시온재활원과 교육시설인 대구공업대학교를 선정 함

개요	건물 현황
1. 시공일 : 2018년 2월 21~27일 2. 적용 제품 - 물리치료실(50㎡) : NoBI-OPS + NoBI-PJ - 대강당(65㎡) : NoBI-INF + NoBI-PJ 3. 성능평가 항목 - PMV, 온습도, 전력량, 열화상	
1. 시공일(예정) : 2018년 6월 2. 적용 제품 - 3호관 A(남측 220㎡) : NoBI-INF + NoBI-INA 3. 성능평가 항목 - PMV, 온습도, 전력량, 열화상, 기밀	

<표 3-44> 실증사이트 선정 결과

5. 건물 에너지성능 평가

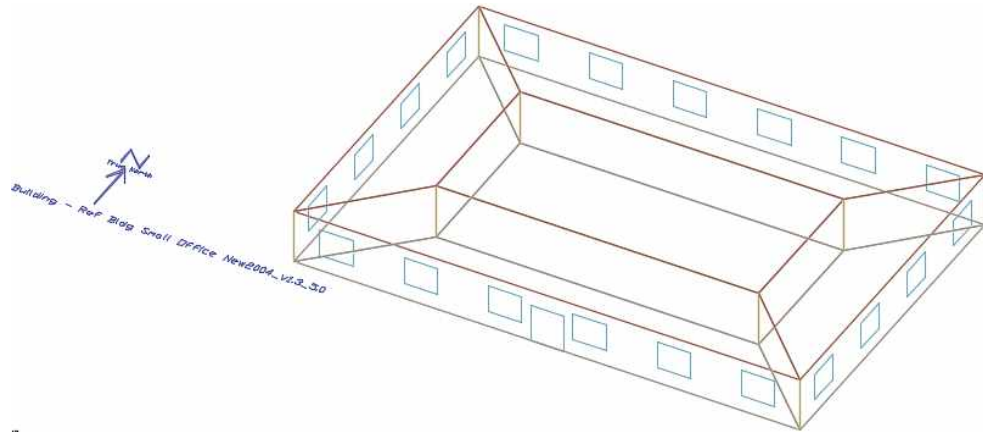
가. 건물 에너지성능 평가 개요

- (1) 외측유리(일반 투명유리)+내부창호(투명유리+Low-e유리로 구성된 이중유리)로 구성된 창(표3-45 참조)을 대상으로 다양한 건물 유형에 적용하였을 때 건물 부하에 미치는 영향을 검토하였음

구 분	CASE 1	CASE 2
외측창호	일반 투명유리	
내부유리	투명유리+LowE 유리	
중공층 환기	×	○
SHGC 실험결과값	ca.0.40	ca.0.28
	—	CASE 1 대비 28.2% ↓
가시광선 투과율(Tvis)	0.34	0.34
Tvis/SHGC	0.8	1.2

<표 3-45> 건물 에너지성능 평가에 적용한 NoBl 창호 성능

- (2) 건물 유형에 따라 내부발열량이 서로 다르므로 노블 창호 설치를 통해 실내로 유입되는 일사량을 조절하여 난방 및 냉방부하에 미치는 영향을 보고자 함
- (3) 에너지해석을 위한 시뮬레이션 툴은 Energy Plus v8-6-0 프로그램을 사용하였으며, 건물 에너지해석을 수행한 건물 모델은 일반적인 직사각형태의 건물 기준층을 가정하여 천장과 바닥은 Adiabatic으로 시뮬레이션 함(그림 3-99 참조)



<그림 3-99> 시뮬레이션 모델

- (4) 건물의 바닥면적은 511.16m^2 이며, 벽체 열관류율은 $0.232\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ 로 일괄 적용함
- (5) 해당 창호의 열관류율은 에너지효율등급상 2등급에 해당하는 $1.3\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ 를 적용하고, 인공태양실험실에서 실험한 결과 값인 SHGC 0.4(중공층 환기를 하지 않는 경우) 및 0.28(중공층 환기를 하는 경우)을 적용하였음
- (6) 각 건물 유형별 적용한 내부발열량은 표 3-39와 같음
- (7) 내부발열량 및 스케줄은 DesignBuilder 프로그램의 Library를 참고하였으며, Weather Data는 Energy Plus에서 제공하는 인천지역 데이터를 적용함

구 분	사무실	병원 (generic ward)	호텔 (bedroom only)	교육시설 (hall lecture theater)
기기	$11.77\text{W}/\text{m}^2$	$12.85\text{W}/\text{m}^2$	$5.0\text{W}/\text{m}^2$	$2\text{W}/\text{m}^2$
조명	$10.76\text{W}/\text{m}^2$	$8.0\text{W}/\text{m}^2$	$5.0\text{W}/\text{m}^2$	$10.0\text{W}/\text{m}^2$
인체	$0.111\text{인}/\text{m}^2$	$0.1752\text{인}/\text{m}^2$	$0.05\text{인}/\text{m}^2$	$0.2183\text{인}/\text{m}^2$

<표 3-46> 건물 에너지성능 평가에 적용한 내부발열량

나. 건물 에너지성능 평가 결과

각 건물 유형별 건물 에너지성능 평가를 수행하였으며, 각 건물별 월별 냉방부하가 발생하는 시기에 따라 중공층 환기를 하는 것으로 가정하여, 중공층 환기를 하지 않았을 때와 환기를 하였을 때를 비교함

(1) 사무실

(가) 중공층 환기를 하지 않는 경우, 난방 및 냉방부하는 표 3-40과 같음

(나) 냉방부하가 발생하는 3월부터 10월까지 창호의 중공층을 열어 환기하는 것으로

가정하고, 중공층 환기시 SHGC 값을 적용하여 시뮬레이션을 수행함(표 3-41 참조)

(다) 중공층 환기로 인해 난방부하는 약 0.86% 증가하였으며, 냉방부하는 약 1.06% 감소함

	난방부하(kJ/m²)	냉방부하(kJ/m²)
1월	4,772	0
2월	3,230	0
3월	1,622	10,943
4월	0	10,181
5월	0	10,914
6월	0	13,006
7월	0	18,840
8월	0	22,992
9월	0	14,813
10월	0	10,215
11월	1,061	0
12월	2,924	0
합계	13,610	111,903

<표 3-47> 중공층 환기를 하지 않는 경우, 난방 및 냉방부하(사무실)

	난방부하(kJ/m²)	냉방부하(kJ/m²)
1월	4,772	0
2월	3,230	0
3월	1,740	10,434
4월	0	9,821
5월	0	10,346
6월	0	15,932
7월	0	18,110
8월	0	22,175
9월	0	14,134
10월	0	9,763
11월	1,061	0
12월	2,924	0
합계	13,727	110,716

<표 3-48> 중공층 환기를 하는 경우, 난방 및 냉방부하(사무실)

(2) 병원

- (가) 병원의 내부발열량은 환자를 위한 침상 및 사무실 부분, 중환자실 등을 모두 고려한 값이며, 사무실보다 더 높은 발열량을 보임
- (나) 중공층 환기를 하지 않는 경우, 난방 및 냉방부하는 표 3-49와 같음
- (다) 냉방부하가 발생하는 3월부터 11월까지 창호의 중공층을 열어 환기하는 것으로 가정하고, 중공층 환기시 SHGC 값을 적용하여 시뮬레이션을 수행함(표 3-50 참조)
- (라) 중공층 환기로 인해 난방부하는 약 0.77% 증가하였으며, 냉방부하는 약 3.88% 감소함

	난방부하(kJ/m ²)	냉방부하(kJ/m ²)
1월	4,114	0
2월	2,739	0
3월	1,244	13,270
4월	0	13,483
5월	0	14,385
6월	0	18,517
7월	0	20,162
8월	0	24,542
9월	0	16,620
10월	0	13,552
11월	0	12,705
12월	2,904	0
합계	11,002	147,236

<표 3-49> 중공층 환기를 하지 않는 경우, 난방 및 냉방부하(병원)

	난방부하(kJ/m²)	냉방부하(kJ/m²)
1월	4,114	0
2월	2,739	0
3월	1,329	12,607
4월	0	13,008
5월	0	13,851
6월	0	17,686
7월	0	19,434
8월	0	23,728
9월	0	15,950
10월	0	13,088
11월	0	12,171
12월	2,904	0
합계	11,087	141,524

<표 3-50> 중공층 환기를 하는 경우, 난방 및 냉방부하(병원)

(3) 호텔

- (가) 호텔은 객실만을 대상으로 하였으며, 건물유형 중 가장 낮은 실내 발열량을 보임
- (나) 중공층 환기를 하지 않는 경우, 난방 및 냉방부하는 표 3-51와 같음
- (다) 냉방부하가 발생하는 4월부터 11월까지 창호의 중공층을 열어 환기하는 것으로 가정하고, 중공층 환기시 SHGC 값을 적용하여 시뮬레이션을 수행함(표 3-52 참조)
- (라) 중공층 환기로 난방부하는 약 1.04% 증가하였으며, 냉방부하는 약 11.57% 감소함

	난방부하(kJ/m ²)	냉방부하(kJ/m ²)
1월	9,661	0
2월	6,559	0
3월	3,146	1,282
4월	0	2,661
5월	0	2,467
6월	0	5,323
7월	0	8,245
8월	0	10,493
9월	0	4,584
10월	0	2,455
11월	1,967	1,802
12월	7,194	0
합계	28,527	39,312

<표 3-51> 중공층 환기를 하지 않는 경우, 난방 및 냉방부하(호텔)

	난방부하(kJ/m ²)	냉방부하(kJ/m ²)
1월	9,661	0
2월	6,559	0
3월	3,146	0
4월	0	2,479
5월	0	2,380
6월	0	4,602
7월	0	7,576
8월	0	9,757
9월	0	4,063
10월	0	2,341
11월	2,263	1,564
12월	7,194	0
합계	28,823	34,763

<표 3-52> 중공층 환기를 하는 경우, 난방 및 냉방부하(호텔)

(4) 교육시설

- (가) 교육시설은 홀 및 강의실을 대상으로 하였으며, 기기발열량은 가장 적으나 인체 발열량과 조명에 의한 발열이 다른 건물 유형에 비해 많은 편임
- (나) 중공층 환기를 하지 않는 경우, 난방 및 냉방부하는 표 3-53과 같음
- (다) 냉방부하가 발생하는 4월부터 10월까지 창호의 중공층을 열어 환기하는 것으로 가정하고, 중공층 환기시 SHGC 값을 적용하여 시뮬레이션을 수행함(표 3-54 참

조)

(라) 중공층 환기로 난방부하는 약 5.10% 증가하였으며, 냉방부하는 약 21.39% 감소함

	난방부하(kJ/m ²)	냉방부하(kJ/m ²)
1월	7,826	0
2월	5,409	0
3월	3,518	10,238
4월	0	10,929
5월	0	12,307
6월	0	13,805
7월	0	14,787
8월	0	18,336
9월	0	12,641
10월	0	11,331
11월	2,382	10,114
12월	6,002	0
합계	25,136	114,488

<표 3-53> 중공층 환기를 하지 않는 경우, 난방 및 냉방부하(교육시설)

	난방부하(kJ/m ²)	냉방부하(kJ/m ²)
1월	7,826	0
2월	5,409	0
3월	3,518	0
4월	1,282	10,430
5월	0	11,804
6월	0	13,116
7월	0	14,123
8월	0	17,566
9월	0	12,070
10월	0	10,885
11월	2,382	0
12월	6,002	0
합계	26,419	89,994

<표 3-54> 중공층 환기를 하는 경우, 난방 및 냉방부하(교육시설)

(5) 소결

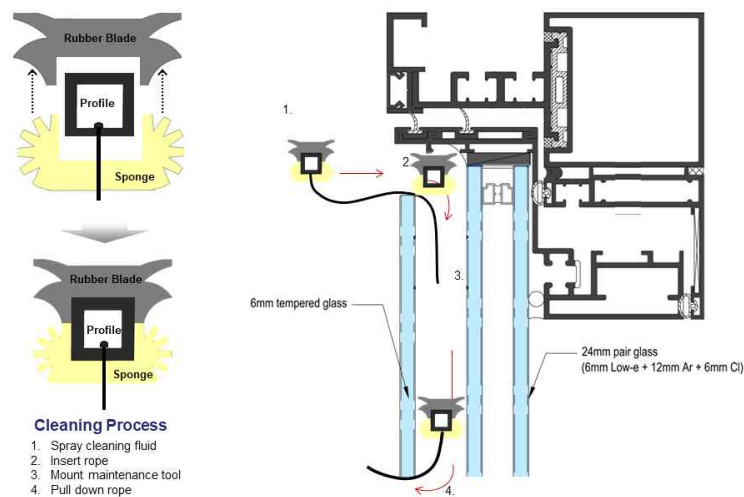
- (가) 내부발열량의 크기에 따라 NoBI 창호 설치에 따른 부하 저감의 특별한 패턴은 없는 것으로 보이며, 건물 유형에 따라 냉방부하가 약 1%에서 약 20%까지 감소할 수 있는 것으로 나타남
- (나) 호텔의 경우, 타 건물 유형과는 스케줄이 상이한 점이 있으나(내부 발열이 발생하는 시점이 주로 일몰 후, 정오 전임), 이 유형에서도 약 10%의 냉방부하 저감이 가능한 것으로 나타남

6. NoBI 창호 전용 유지관리툴

가. 유지관리툴 개발 개요

- (1) NoBI 창호는 중공층 온도 저감을 위한 환기용 개구부가 상·하부에 위치하고 있어 유리의 제 2면과 3면이 외부에 노출된 구조로 개발하였음
- (2) 그러나 우천 또는 먼지로 인한 오염에 노출되었을 경우 일반적인 유리 외장 세척방식으로는 중공층의 세척이 불가능함
- (3) 따라서 상·하 개구부를 통한 중공층 세척이 가능한 NoBI 창호 전용 유지관리툴을 개발하였음

나. 유지관리 Tool 개발



<그림 3-100> 유지관리툴의 구성 및 작동개념

- (1) 유지관리툴은 창호의 개구부 상부를 통하여 중공층에 삽입하여 내부의 2면과 3면 사이에 밀실히 결합된 상태에서 개구부 하부로 이동하면서 동시에 오염된 유리면을

세척할 수 있도록 설계하였음

- (2) 유지관리틀은 단면 치수의 가로 X 세로가 20mm를 유지 할 수 있어야 하고 최대 길이는 1,200mm 까지 한번에 세척이 가능하도록 개발함
- (3) 구조체 역할을 하는 몸체는 스테인리스 스틸로 제작하여 휨에 의한 파손과 녹 발생을 방지할수 있도록 하였으며 적용 대상 창호의 폭에 따라 재단하여 손쉽게 사용이 가능할 수 있도록 하였음
- (4) 유리를 세척하는 기능을 갖는 고무 블레이드는 중공층 내 2면과 3면이 동시에 세척이 가능하며 균일한 압력을 갖도록 하는 연질 소재 고무 블레이드를 적용함
- (5) 유지관리틀 몸체의 좌 우측에는 하단 개구부를 통하여 세척단계를 위한 블레이드 당김 줄이 장착되어 있어 세척 단계에서의 좌 우 균형을 유지할 수 있도록 하였으며 유지관리틀의 상단 개구부에서 하단으로 이동이 원활한 소재의 와이어를 사용하였음

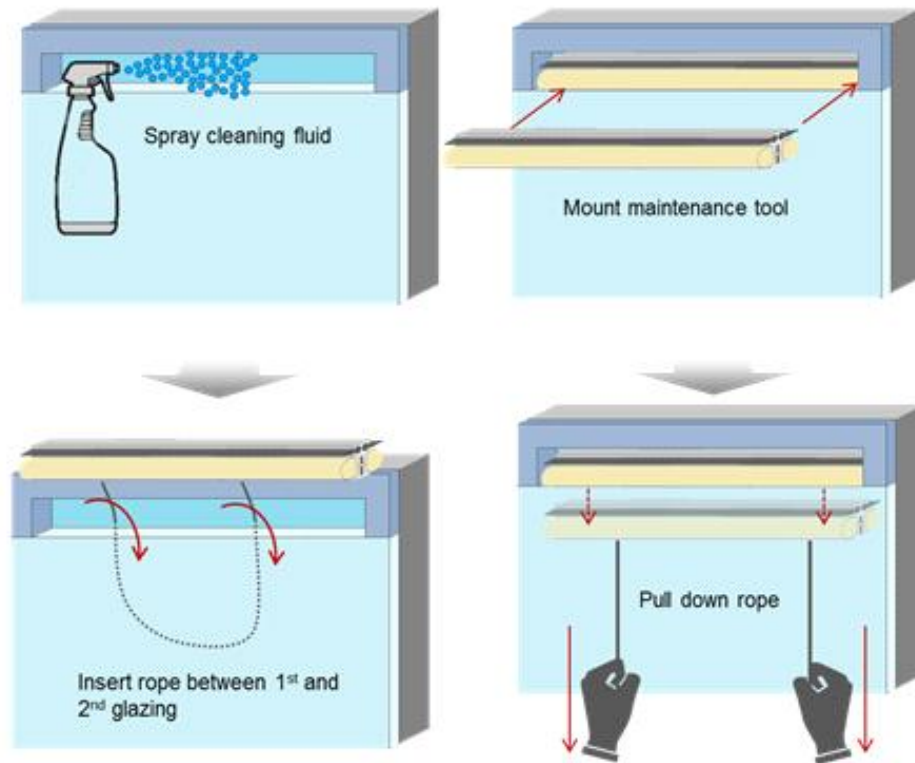


<그림 3-101> 유지관리틀 시제품



<그림 3-102> 유지관리틀 성능평가(좌: 세척 전, 우: 세척 후)

다. 작동방식



<그림 3-103> 유지관리툴 작동방식

- (1) 중공층 상부 개구부에 유지관리툴의 당김줄을 삽입한 후 물체를 외부유리와 중간 유리의 사이에 수평을 유지한 상태로 장착하고 하부 개구부를 통하여 당김줄을 당길 수 있는 구조로 간편한 방식으로 빠르게 세척이 가능하도록 하였음
- (2) 작동 순서는 먼저 창호시스템의 개구부를 통하여 중공층 내부에 물 또는 세척액을 분무하고 당김줄을 중공층 내부로 삽입하여 하부 개구부로 나올 수 있도록 함
- (3) 유지관리툴의 몸체를 상부 측 개구부에 전후좌우 수평을 유지한 상태로 삽입하고 유리 2면과 3면의 사이에 위치하도록 하며 마지막으로 하부 개구부를 통하여 당김줄을 천천히 아래 방향으로 잡아당겨 유리면을 세척함
- (4) 유리의 폭이 유지관리장치의 최대 폭 1,200mm를 초과할 경우 또는 충분히 세척되지 않은 경우, 같은 순서로 미 세척부분에 대하여 반복 수행을 실시함

라. 소결

- (1) 본 연구에서 개발한 유지관리툴은 중공층 내부의 오염물질을 제거함으로써 창호의 채광성 유지 및 시야확보가 가능하며, 따라서 창호의 주어진 열저감 성능 확보 및 시각적 쾌적감을 향상시킴
- (2) 또한 적은 비용으로 생산이 가능하며 미숙련자도 별도의 교육없이 본 창호 시스템에 대한 유지관리(세척)를 수행할 수 있도록 하였음
- (3) 본 유지관리툴은 세척편의성 및 세척성능에 대한 성능평가를 수행하였으며 가장 비용경제적인 세척방법을 발휘 할 수 있는 것으로 평가됨

제4장. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

1. 목표 달성도

가. 최종성과목표 및 달성현황

구분	핵심성과 (level1)		단위성과 (level2)		최종 성과점검기준						양적 성과목표	달성 현황	예정 현황
					질적 성과지표		목표치	측정 방법	검증 방법	가 중 치			
주관	A	시제품	A-1	시제품	①	내풍압성능	80등급	KS	공인시험 기관평가	8	특허 출원 1건 등록 1건 시제품 6건	특허 출원 1건 등록 0건 시제품 6건	현재 특허 우선심사 신청 중 11월 내 등록 예정
					②	구조성능	200 pa	KS					
					③	창세트 에너지소비효율등급	1등급/ 2등급	KS					
					④	원가절감	300,000 원/㎡	원가 분석	정부원가분 석 인증업체 평가				
					⑤	적용면적	500㎡ 이상	제작/ 시공	현장 적용				
공동	B	Test-bed 및 시범 적용을 통한 성능 검증	B-1	Test -bed 구축	①	실증규모	4㎡ 이상	설계/ 시공 도서	현장실측	3	특허 출원 1건 등록 1건 논문 1건	특허 출원 1건 등록 1건 논문 1건	-
					②	쾌적성 (건축환경성능)	-0.5< and <+0.5	계측 기 측정	실측결과				
					③	냉방부하 저감율	20% 이상	계측 기 측정	전력량 검침				
			B-2	시범사 업 설계/ 시공 및 현장 모니터 링	①	적용면적	500㎡ 이상	설계/ 시공 도서	현장 실사	4	논문 1건	논문 1건	-
					②	모니터링기간 (냉난방성능 검증)	6개월 이상	Raw Data	분석 보고서				
					③	운영매뉴얼	1건 이상	도서 유무	도서 확인				
위탁	C	시제품 성능 평가 실험 및 유지관 리 툴 개발	C-1	시제품 성능평 가 보고서	①	SHGC	시제품 유형별 0.1~0.3	계측 기 측정	분석 보고서	2	논문 2건	논문 1건	11월 내 논문1건 게재 예정
					②	실내쾌적성 (PMV)	-0.5< and <+0.5	계측 기 측정	분석 보고서				
				C-2	유지관 리 툴	①	중공층 청소도구의 사용성	1개 유형	제작 도서	현장 적용	3	특허 출원 1건 등록 1건	특허 출원 0건 등록 0건
주관 공동 위탁	D	건설신 기술	D-1	건설신 기술	①	건설신기술 지정 신청	건설신 기술 등록	국토 교통 부 인증	국토교통부 인증		신기술 1건 신청	신기술 1건 신청	-

나. 정량적 연구성과 목표 및 달성도

구분		목표	달성도(%)	비고
국외 논문 게재	SCI	1	100	위탁
	비SCI	1	100	공동 (국제 학회 발표)
	계	2	100	
국내 논문 게재	SCI			
	비SCI	2	50	공동 달성 위탁 미달성
	계	2	50	
특허 출원	국내	3	67	주관, 공동 달성 위탁 미달성
	국외			
	계	3	67	
특허 등록	국내	3	33	공동 달성 주관, 위탁 미달성
	국외			
	계	3	33	
인력 양성	석사			
	박사			
	계			
기술 이전	계약 건수			
	계약액			
	징수액			
국제 표준화	기고서 제출			
	기고서 채택			
	표준안 채택			
국내 표준화	기고서 제출			
	기고서 채택			
	표준안 채택			
등록·기탁 대상 성과물	보고서 원문	3	100	공동 달성
	연구시설·장비	1	100	공동 달성
	기술요약정보			
	생명자원	생명정보		
		생물자원		
		신품종		
	소프트웨어			
	화학물			
기타	시제품	7	100	주관 달성 위탁 달성
	성과 홍보			
	일자리 창출			

다. 질적 성과지표에 따른 세부 달성 내용

단위성과 (level2)		최종 성과점검기준					달성 내용	달성도(%)
		질적 성과지표		목표치	측정 방법	검증 방법		
A-1	시제품	①	내풍압성능	80등급	KS	공인시험 기관평가	이상없음	100
		②	구조성능	2kpa	KS		이상없음	100
		③	창세트 에너지소비효율등급	1등급/ 2등급	KS		2등급 획득 6건 1등급 획득 1건	100
		④	원가절감	300,000원 /㎡	원가 분석	정부원가분석 인증업체 평가	원가 및 lcc 보고서	100
		⑤	적용면적	500㎡ 이상	제작/시 공	현장 적용	대동시온 재활원 대구공업대 시범적용	100
B-1	Test -bed 구축	①	실증규모	4㎡ 이상	설계/시 공 도서	현장실측	테스트 베드 구축 및 보고서 1건	100
		②	쾌적성 (건축환경성능)	-0.5< and <+0.5	계측기 측정	실측결과	테스트 베드 구축 및 보고서 1건	100
		③	냉방부하 저감율	20% 이상	계측기 측정	전력량 검침	테스트 베드 구축 및 보고서 1건	100
B-2	시범사업 설계/시 공 및 현장 모니터링	①	적용면적	500㎡ 이상	설계/ 시공 도서	현장 실사	시범사업지 선정 및 시공 완료	100
		②	모니터링기간 (냉난방성능 검증)	6개월 이상	Raw Data	분석 보고서	모니터링 완료	100
		③	운영매뉴얼	1건 이상	도서 유무	도서 확인	작성 예정	90
C-1	시제품 성능평가 보고서	①	SHGC	시제품유형 별 0.1~0.3	계측기 측정	분석 보고서	작성 중	90
		②	실내쾌적성 (PMV)	-0.5< and <+0.5	계측기 측정	분석 보고서	작성 중	90
C-2	유지관리 툴	①	중공층 청소도구의 사용성	1개 유형	제작 도서	현장 적용	시제품 제작 완료	100
D-1	건설신기 술	①	건설신기술 지정 신청	건설신기술 등록	국토교통 부 인증	국토교통부 인증	신청완료	100

라. 연구종료 후 미달성 연구목표 달성계획

구분	미달성 성과목표	미달성 현황	차후 연구계획
주관	특허 출원 1건 등록 1건	특허 출원 1건 등록 0건	18년 11월 현재 출원특허 1건에 대하여 특허우선심사 진행 중 18년 12월~19년 2월 사이에 특허 등록 될 것으로 보이며 등록 시 연구성과를 보고하겠음
위탁	논문 2건	논문 1건	당초 국내 논문 2편으로 계획하였으나, 두 편의 내용을 종합하여 연구 성과의 질적 향상을 위하여 상위 등급인 SCI(Sustainability지, IF 2.075)급 논문으로 작성하였음
	특허 출원 1건 등록 1건	특허 출원 0건 등록 0건	유지관리장치에 대한 특허출원은 제품 개념과 시제품을 기반으로 준비 중으로 독창성과 제품 효용성에 대한 보완 이후 출원 예정이며 등록 시 연구성과를 보고하겠음

2. 관련 분야 기여도

가. 과학기술적 측면

- (1) 사업화 기술의 성능 data 확보, 기존 대비 경제적인 기술의 성능 근거 마련
- (2) 설계, 시공 단계에서 참고 가능한 설계도서, 성능데이터 확보
- (3) 기존 기술 성능 향상 및 신기술 개발 촉진 유도
- (4) Mock Up 실험을 통한 시뮬레이션 수행 결과의 신뢰성 향상
- (5) 기존 기술의 문제점 파악을 통한 기술 개선 유도
- (6) 기술 데이터베이스 구축을 통해 의사결정 과정에서 정확한 근거 제공
- (7) 냉방에너지 소비비용 20%개선 효과

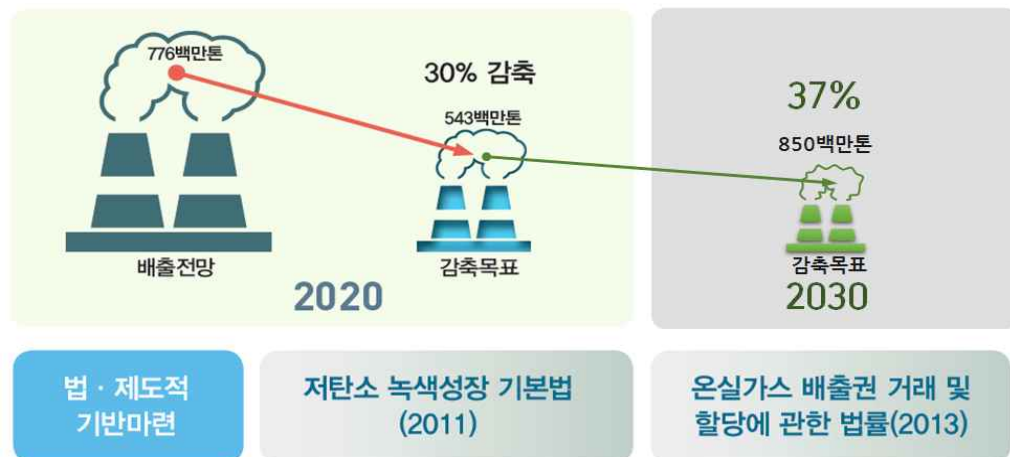
나. 사회·경제적 측면

- (1) 쾌적한 실내 환경 조성, 국민 만족도 향상, 해외 진출을 통한 수익 발생 효과
- (2) 공공건물의 재실자에게 쾌적한 환경 제공으로 국민 만족도 향상
- (3) 기술적용을 위한 관련 기술 인력 증대를 통한 고용 창출 효과
- (4) 관련 기술 및 재료개발을 통한 기술적용 업체 및 자제개발업체 시너지 효과

(5) 국내 기술의 해외 진출을 통한 수익 발생 효과

다. 정책적 측면

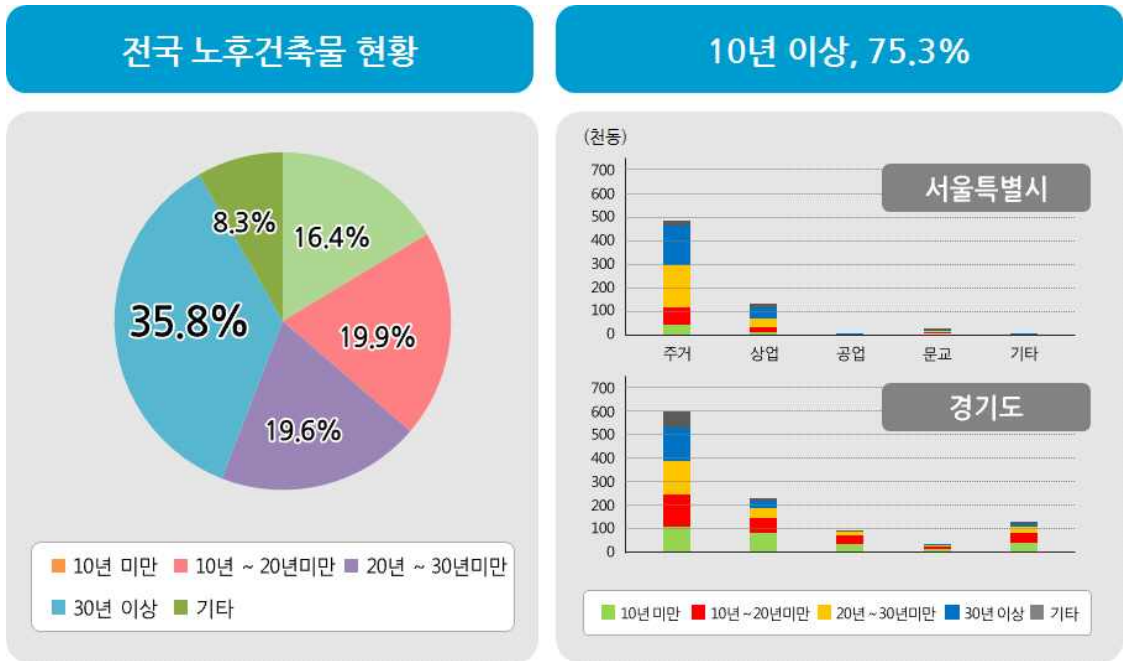
- (1) 녹색건축물 조성 지원법 만족을 위한 기술의 다양성 확보, 해외진입을 통한 국가이미지 향상
 - (가) 녹색건축물 조성 지원법 제14조의2(건축물의 에너지 소비 절감을 위한 차양 등의 설치)를 만족하기 위한 기술적 근거 마련 및 적용 기술의 다양성 확보
 - (나) 기술의 해외 진입을 통해 국가 이미지 향상, 국가 경제발전에 기여
 - (다) 개발기술의 적용을 위한 정부 창조경제 기조에 기여
- (2) 국가 온실가스 감축목표에 기여할 수 있는 기술개발 확보 및 보급
 - (가) 2015년 12월 파리에서 개최된 Post-2020이라는 신기후 체제 대비를 위한 총회에서 우리나라도 2030년까지 최대 37%를 감축하겠다고 선포
 - (나) 건축부문에 있어서 에너지절약 설계기준 및 건물단열 성능 기준 등에 부합하는 고성능 창호 개발/보급을 통해서 온실가스 감축에 기여



<그림 4-1> 온실가스 감축 목표(안)

출처 : Post-2020 온실가스 감축 목표 설정추진 계획(안). 관계부처 합동, 2015. 5

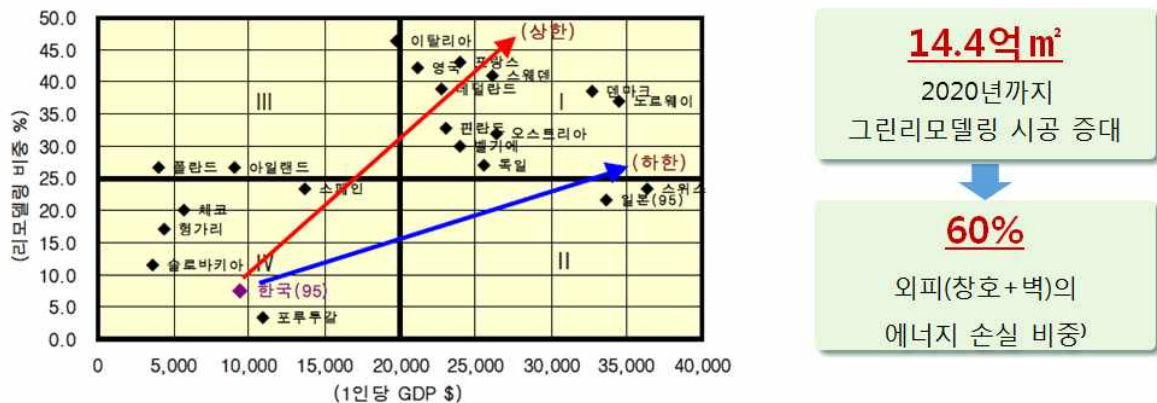
- (3) 노후건축물 외피 성능개선을 통한 그린리모델링 시장활성화에 기여
 - (가) 우리나라 전국 건물수는 약 700만동이며 30년 이상된 건물은 35%를 넘고 10년 이상된 건물은 75%를 웃돌고 있음



<그림 4-2> 전국 노후 건축물 현황

출처: 국토교통부 보도자료(2015.01.30), 전국건축물 총 6,911,288동 / 34억5천1백만㎡

(나) 노후건축물의 외피가 취약하기 때문에 60%이상 열손실이 발생하고 있으므로 고성능 창호기술 개발/보급 통해서 건물에너지 성능을 향상시키고 이를 바탕으로 노후건축물 성능개선 사업인 그린리모델링 시장 활성화에 기여



<그림 4-3> 리모델링 비중 전망 및 외피의 에너지 손실 비중

출처 : 부산대학교 건축공학과 오상훈 교수 2014. 10, 국토부 제 1차 녹색건축물 기본계획 2014.12, LG하우시스연구소 김종태 소장 2015.3

제5장. 연구개발성과의 활용계획

1. 국내·외 시장규모 및 전망

가. 국내외 건축물 부문 에너지 절감 정책 강화

- (1) 국내 건축물 부문의 에너지 소비량은 국가 전체 에너지 소비량의 22.2%를 차지
- (2) 국외 건축물 부문의 에너지 소비량은 전세계 전체 에너지 소비량의 36%를 차지 (2008년 기준)
- (3) 이에 따라 국내는 물론 전 세계적으로 건축물 에너지 절감 관련 정책이 강화되는 추세

국내	① 2020년 온실가스배출전망(Business As Usual, BAU) 대비 30% 감축 목표 ② 녹색건축물 조성 지원법 제정, 그린 홈 100만호 보급, 그린 리모델링 지원 사업 ③ 2017년 패시브하우스 기준 및 2025년 제로에너지하우스 기준 도입 예정
EU	① 건물에너지절약지침(Energy Performance of Building Directives, EPBD)을 발표(2019년부터 모든 신축 건물 소비되는 에너지 < 에너지 생산) ② 제로 탄소 주택 정책 발표(08년, 영국) ③ 건물 판매시 에너지효율인증서(Energy Performance Certificates, EPC) 의무 제시
일본	① '저탄소 사회구현을 위한 국가행동계획' 수립(2050년까지 60~80%의 온실가스 감축 목표를 제시) ② 기존 대비 최저 15% 이상의 에너지 절감 시스템 도입 시 1/3 보조금 지급 ③ 지역 주택 교부금 및 촉진사업보조금 등의 예산을 지원
미국	① 2025년까지 제로 에너지 빌딩을 의무화 ② 친환경 인증 제도인 리드(Leadership in Energy and Environmental Design, LEED) 마련, 높은 등급 건물에 보조금 지급

<표 5-1> 국내외 에너지 절감 관련 정책

- (4) 국내의 경우 냉방에너지 절감을 위한 창호부 성능(단열 및 SHGC) 기준 강화되고 있음
 - (가) 2015년5월 시행 녹색건축물 조성지원법에서 외부/중간 차양 적용으로 태양열취득률 0.6 이하 차양장치 설치가 부분적으로 의무화됨으로 이에 대한 대응 필요
 - (나) 차양 장치 설치 및 냉방부하 저감을 통해 EPI 점수 최대 7점까지 받을 수 있음

(다) 이와 같은 정책 변화에 대응하기 위한 건물외피 부문 대안기술 필수임

2. 에너지성능지표										
항 목		기본배점 (a)				배점 (b)				
		비주거		주거		1점	0.9점	0.8점	0.7점	0.6점
		대형 (3,000㎡이 상)	소형 (500~3,000㎡미만)	주택 1	주택 2					
건 축 부 문	8.냉방부하저감을 위한 제5조제9호러목에 따른 차양장치 설치(남향 및 서향 투광부 면적에 대한 차양장치 설치 비율)	5	3	3	3	80%이상	60%~80% 미만	40%~60% 미만	20%~40% 미만	10%~20% 미만
	9.냉방부하저감을 위한 제5조제9호러목에 따른 거실 외피면적당 평균 태양열 취득 ^{주6)}	2	2			14W/㎡ 미만	14~19W/㎡ 미만	19~24W/㎡ 미만	24~29W/㎡ 미만	29~34W/㎡ 미만

<표 5-2> 에너지성능지표 중 차양 설치 관련 부분 발취

출처 :법제처(<http://www.law.go.kr>) 국토교통부 고시 제2017-881호 2018년 9월 1일 시행

나. 국내외 기술동향 및 시장 전망

- (가) 국내외 이중외피 창호 기술은 일사차단을 위한 차양 유무, 중공층 환기구, 개폐방식 등에 따라 기술개발이 진행되고 있음
- (나) 국내는 E사에서 중공층에 알루미늄 블라인드가 설치되고 외/내창이 각각 개폐가능한 방식으로 개발하고 있음. 다만 중공층이 자연환기는 안되는 방식
- (다) 일본(YKK AP)와 독일(Interpane) 등에서도 국내와 유사한 방식으로 기술개발을 진행하고 있음

구분	(주)이건창호 외	(주)일진유니스코	YKK AP(일본)	Interpane (독일)
중공층 차양설치	알루미늄 블라인드	없음	차광성 롤스크린	알루미늄 블라인드
중공층 자연환기	불가	가능	불가	불가
개폐방식	외/내창 각각 개폐	환기용 개폐 불가	외/내창 각각 개폐 (유지관리용 전면 개폐가능)	외/내창 각각 개폐 (유지관리용 전면 개폐가능)
비고	등록특허 (10-1222591)	공개특허 (10-2014-0076968)	일본공개특허 (2006-328915)	KV/HV 240

<표 5-3> 국내외 이중외피 창호 기술개발 현황

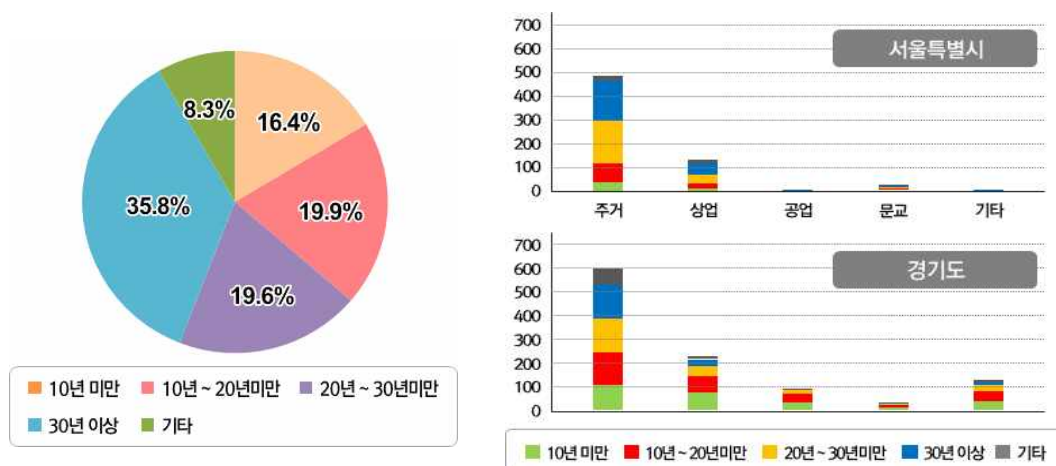
- (라) 국내 고성능 창호 시장규모는 2014년 2.2조원, 2018년에는 약 3조원 규모로 지속 성장하고 있으며 국외 창호 시장도 2018년 약 2,300억 달러로 큰 시장규모를 가지고 있음
- (마) 이와 같이 국내외 창호 시장규모가 점차 성장함에 따라 슬림형 이중외피와 같은 고성능 창호 시장도 같이 성장될 것으로 기대되고 있음
- (바) 국내 커튼월 시장도 지속적으로 성장하고 있으며, 제2롯데월드, 부산 두산위브더제니스, 부산롯데타운, 해운대 관광 리조트, 서울 삼성동 현대자동차그룹의 본사건물 등 초고층 건물은 점차 증가되는 추세로 인해 향후 초고층건물 부문 커튼월 시장 동반 성장이 예상됨

년 도 구 분		시장규모					성장률 CAGR(%)
		2014	2015	2016	2017	2018	
국내 시장	고단열 창호	22,940	24,570	26,310	28,178	30,179	7.1
	일사 조절장치	1,350	1,490	1,650	1,820	2,004	10.1
세계 시장	고단열 창호	1,790	1,930	2,070	2,216	2,373	7.1
	일사 조절장치	3	3.6	4.4	5.3	6.36	20.0

<표 5-4> 국내외 고단열 창호 시장 현황(단위:억원/억 달러)

*출처 : 제로에너지 건축물 신기술 동향분석, 지식산업정보원(KNIN), 2017.08.30

- (사) 시중 커튼월의 열관류율 값이 평균 $1.5\text{W/m}^2\text{K}$ 이상 그리고 SHGC 0.4 이상으로 높은 냉방부하 뿐만 아니라 난방기 많은 열손실 발생하고 있음



가) 전국노후 건축물 현황(동수 기준 비율)

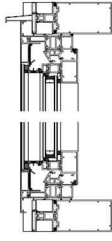
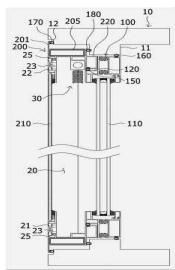
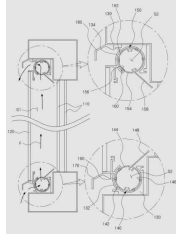
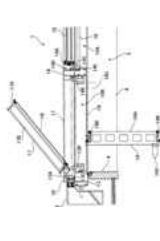
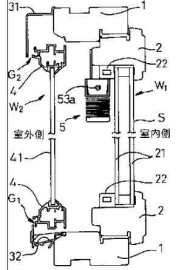
나) 수도권 용도별 건축물 현황(단위:천동)

<그림 5-1> 전국 노후 건축물 현황 (* 출처 : 국토교통부 보도자료(2015.01.30.))

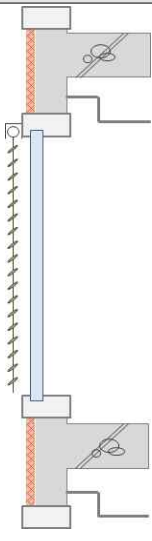
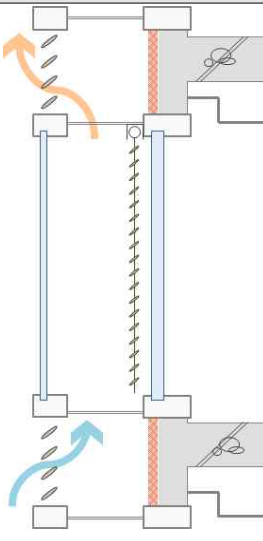
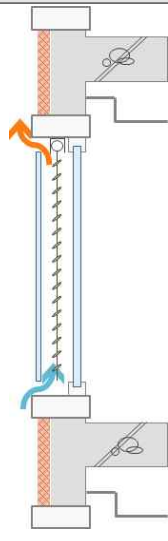
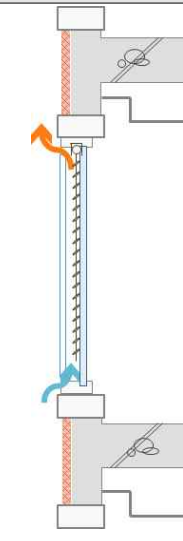
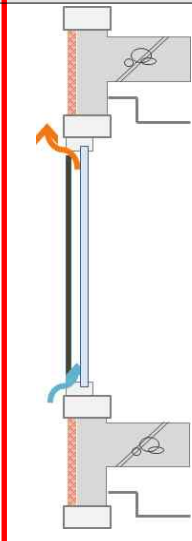
(아) 또한, 전국 기존 건축물은 총 7,126,526동, 68,307천㎡에 달하며, 이 중 30년 이상 된 건축물은 약 36.5%(2,601,270동)를 차지하고 있음. 2017년의 경우, 그린리모델링 창조센터의 이자지원사업 사업비는 958억원(8,551건)이었으며, 실제 전체 공사비 규모는 4,000억원으로 추정됨. 그린리모델링의 경우, 외피 단열이 필수조건이므로 이를 통해 기존건축물 대상 사업 모델 확장이 가능할 것으로 보임

2. 최종제품의 제품경쟁력 수준

가. 국내외 동종 제품과 비교분석

항목	개발제품	유사·경쟁제품			
		국내		해외	
개발기관	주관 공동 위탁	(주)일진유니스 코 외 1	(주)일진유니스 코	미국 Acumold Inc.	일본 松本建工株式 會社
중공층 차양설치 여부	무차양 (실내 설치 가능)	알루미늄 블라인드	없음	없음	알루미늄 블라인드
중공층 자연환기 여부	가능 (상하단급배기 중공층 자연환기)	환기	환기	불가	불가
개폐 방식	- 외측유리 고정형 : 내창개폐, - 외측 유리 일체형 : 내/외창 각각 개폐	외/내창 각각 개폐	상/하단 환기용 셔터	하부고정 회전셔터 (외부창 개폐)	외/내창 각각 개폐
관련 기술	등록특허 (10-1518835)	등록특허 (10-125749)	공개특허 (10-2014-0076968)	미국 등록특허 (6,018,911)	일본 공개특허 (1997-287359)
그림					

<표 5-5> 비교대상 기술과의 창호작동구조 비교평가

구 분	삼중유리+ 외부차양	이중외피시스템 A	이중외피시스템 B	이중외피시스템 C	개발 창호 (NoBI창 기준)
개 념 도	 OUT <----> IN	 OUT <----> IN	 OUT <----> IN	 OUT <----> IN	 OUT <----> IN
총 가 격 (a+b)	700,000원/㎡ (63%)	1,111,000원/㎡ (100%)	753,500원/㎡ (67%)	665,500원/㎡ (60%)	357,500원/㎡ (32%)
창호 가 격 (a)	330,000원/㎡ (42%)	781,000원/㎡ (100%)	478,500원/㎡ (61%)	445,500원/㎡ (57%)	357,500원/㎡ (45%)
차양 가 격 (b)	370,000원/㎡ (112%) 외부차양/전동	330,000원/㎡ (100%) 중공층 차양/전동	275,000원/㎡ (83%) 중공층차양/수 동	220,000원/㎡ (67%) 중공층차양/수 동	-
중공층 두 께	-	1,000mm (100%)	200mm (20%)	80mm (8%)	20mm (2%)
태양열 획 득 률	10%	10%	12%	15%	18%
태양광 투 과 율	10%	10%	10%	10%	30%
					
	높은 설치비 강풍 등 하자우려 높은 유지관리	넓은 중공층 차양 필수 설치 이중 프레임 높은 유지관리	차양 필수 설치 이중 프레임 유지관리 요구	차양 필수 설치 이중 프레임 유지관리 요구	슬림한 중공층 단일 프레임 차양 불필요 효율적인 관리

<표 5-6> 비교대상 기술과의 가격 및 창호성능비교평가

(1) 경제성

- 동종제품은 이중 프레임 구조로 원재료의 사용이 많아서 원가가 높지만 개발제품은 단일프레임 구조로 원재료의 사용이 적어서 원가가 낮아 경제성이 있다.

(2) 태양열 차단 성능

- 국내외 동종제품의 태양열획득율(SHGC)은 0.1으로 이는 중공층 내 차양을 설치한 후의 SHGC값으로, 차양 미가동시 SHGC값은 0.3을 기록하고 있다. 차양이 가동될 경우 외부조망이 불가능한 단점이 있다. 반면 개발제품은 차양을 설치하지 않아도 외측 색유리와 중공층 20mm의 환기를 통해 SHGC값을 낮출 수 있다.

(3) 단열성능

- 국내외의 이중외피는 이중창 구조로, 이중창은 로이(Low-E)복층유리 적용 시 일반적으로 열관류율 $1.0\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ 이하의 창호단열성능 확보가 가능하다. 개발제품은 이중창이 아닌 단창 구조로 고성능 커튼월의 열관류율 기준을 만족하고 있으며, 3중 유리 적용 시 열관류율 $1.0\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ 이하의 성능 확보가 가능하며 이 경우 동일한 성능을 확보하면서도 제작 및 시공 원가 절감이 가능하다.

나. 시공성

(1) 제작

- 개발제품은 외측 단판유리와 내측 복층유리로 구성된 단창의 구조를 가지고 있으며 이로 인해 제작과정은 일반적인 단창 제작과 동일한 기간을 가진다. 이에 반해 일반적인 이중외피 창호는 내측창과 외측창이 구분된 이중창의 구조를 가지며 동일한 인원이 제작에 참여할 경우 창호 제작 소요기간은 2배로 증가한다. 제작공종은 다음과 같이 기존기술 보다 3단계 줄어들게 된다.

개발제품			기존제품		
구 분		내 용	구 분		경사거치형
자재	①	자재운반 및 검수	자재	①	자재운반 및 검수
제작	②	제품치수에 맞춰 가공기로 대,소절단	내창 제작	②	제품치수에 맞춰 가공기로 대,소절단
	③	절단된 프레임 틀 결합, 조립		③	절단된 프레임 틀 결합, 조립
	④	부재료(단열, 기밀재) 조립		④	부재료(단열, 기밀재) 조립
검사	⑤	외관 및 제품상태 확인	외창 제작	⑤	절단된 프레임 틀 결합, 조립
포장	⑥	제품 포장		⑥	제품치수에 맞춰 가공기로 대,소절단
				⑦	부재료(단열, 기밀재) 조립
		검사		⑧	외관 및 제품상태 확인
		포장		⑨	제품 포장

<표 5-7> 개발제품과 기존제품의 창호제작 공정 비교표

(2) 시공

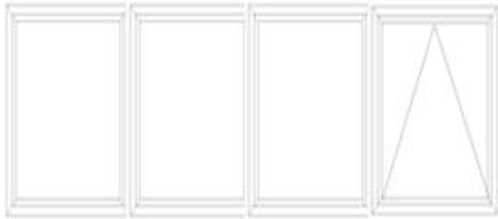
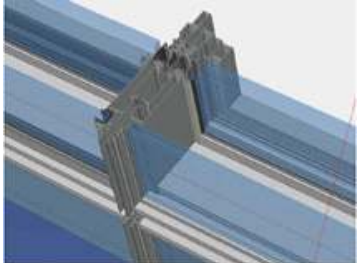
- 일반적인 이중외피 창호의 경우 이중외피 구조를 지지하기 위해 이중외피지지철물(외창 브라켓)을 설치한 후 내창 프레임 설치->외창 프레임 설치->내창 유리 설치->외창 유리 설치가 진행되며 차양 설치 공정이 추가된다. 반면 개발제품은 중공층 20mm의 단창 구조로 외창지지브라켓 설치가 필요 없으며 이에 창프레임 설치 후 내측 유리 설치->외측 유리 설치로 공사가 마무리 된다. 개발제품 적용 시 시공공종은 기존제품에 비해 3단계 감소하며 프레임 및 유리 시공 과정에서 시공을 위해 사용하는 장비의 설치 및 철수 과정은 공종표에 포함하지 않았다.

개발제품			기존제품		
구 분		내 용	구 분		경사거치형
창호 설치	①	창프레임 설치	창호 설치	①	이중외피지지 철물 설치
	②	내측 유리 설치		②	내창 프레임 설치
유리 시공	③	외측 유리 설치		③	외창 프레임 설치
	④	창호주위 마감	유리 시공	④	내창 유리 설치
마감	⑤	현장정리		⑤	외창 유리 설치
			마감	⑥	창호주위 마감
				⑦	차양시공
				⑧	현장정리

<표 5-8> 개발제품과 기존제품의 창호시공 공정 비교표

다. 경제성

- (1) 개발제품과 기존제품과의 경제성 비교를 위하여 이중외피가 실제로 적용된 현장의 입찰일위대가표를 분석하여 내역서와 표준품셈을 활용해 단위면적(m^2)당 제조 및 설치원가를 산정하였다. 개발제품의 경우, 시범사업지(대동시온재활원)에 적용한 NoBl-PJ, OPS 제품을 모델링하여 원가계산을 진행하였으며, 개발제품과 비교한 기존제품은 다음과 같다.

구 분	신청제품	비교제품
모 델 명	NoBI-WIN	이중외피 창호시스템
규 격	150mm	320mm
제 품 사 진		
적용기술인증	- 등록특허(제10-1518835호) 창호시스템적용기술인증 - 녹색기술인증서(제GT-17-00185호) - 녹색기술제품확인서 (제GTP-17-00347호)	- 인증없음
제 품 특 징, 기 능	- 무차양 이중외피 창호제품 - 단창구조 - 내측 유리 : 로이복층유리 - 외측 유리 : 단판유리	- 차양을 설치한 이중외피 창호 - 이중창 구조 - 내창 유리 : 로이접합 복층유리 - 외창 유리 : 접합유리
장 점	- 가시광선 투과율은 일반 창호와 동일하게 유지하되, 외측 싱글유리 및 내측 복층유리 사이의 중공층을 환기시켜 중공층의 표면온도를 낮추어 태양열획득계수를 낮추는 창호 기술 - 녹색성을 인증받은 제품으로 폐기 시 폐기물 및 폐기비용이 적게 발생 - 제조 원가가 절감됨	- 자연환기 가능 - 열관류율이 뛰어남 - 접합유리 사용으로 안전성 및 차음성이 뛰어남
단 점	- 이중창 구조보다는 열관류율이 낮음	- 이중외피 지지 철물 설치->내창 프레임 설치->외창 프레임 설치->내창 유리 설치->외창 유리 설치의 절차 - 중공층 내부의 블라인드 유지보수 어려움
수명(내용년수)	20년	20년

<표 5-9> 원가 분석대상 선정품목 비교표

- (2) 표 5-8의 두 기술의 제조·설치비를 비교하면 표 5-3과 같으며 원가 산출 내역은 그림 5-2, 5-3와 같이 LCC 분석을 통해 재료비, 노무비 등 직접비와 간접비 내역을 바탕으로 m² 당 제조원가를 산출하였다.

사용(유지보수) 내역서 (신청제품)

구분	재료 및 규격	단위	수량	단가	금액	비고
신청제품	NoBI-WIN					
1. 재료비						
내용년수	20년					
유지보수율	1%/년					
산출 제조원가	270,825 원					
유지보수비 산출식	제조원가*1%					
산출금액		%	1.000	270,825	2,708	
계					2,708	
2. 노무비						
내용년수	20년					
유지보수율	1%/년					
부립 인원	2인(평균원, 단순노무종사원)					
부립 시간	2.7888					
특별유리청거, 설치 준용	0.172*8시간*1.3+왕복이동시간1시간					
유지보수비 산출식	1인*2.7888/8시간	인	0.349			
평균원		인	0.349	95,874	33,351	
단순노무종사원		인	0.349	96,919	33,785	
계					67,136	
산출 제조원가						
제조 재료비	제조원가계산서 참조	m ²	1.0		248,880	
제조 노무비	제조원가계산서 참조	m ²	1.0		22,145	
계		m ²	1.0		270,825	
취득원가						
제조원가	제조원가계산서 참조	m ²	1.0		382,730	
설치원가	설치원가계산서 참조	m ²	1.0		58,170	
계		m ²	1.0		418,900	

<그림 5-2> 개발제품 제조원가 내역서

사용(유지보수) 내역서 (비교제품)

품명	재질 및 규격	단위	수량	단가	금액	비고
비교제품	W-01					
1. 재료비						
내용내수	20년					
유지보수율	1%/년					
산출 제조원가	675,729 원					
유지보수비 산출식	제조원가*1%					
산출금액		%	1.000	675,729	6,757	
계					6,757	
2. 노무비						
내용내수	20년					
유지보수율	1%/년					
투입 인원	2인(관공원, 단속노무종사원)					
투입 시간	2.7888					
복합유리절거, 절취 운용	0.172*8시간*1.3+왕복이동시간1시간					
유지보수비 산출식	1인*2.7888/8시간	인	0.349			
관공원		인	0.349	95,674	33,351	
단속노무종사원		인	0.349	96,919	33,785	
계					67,136	
제품 M2당 단가						
1. 직결비					7,529,590,117	
창호		식	1.0	4,470,630,600	4,479,639,600	
유리		식	1.0	2,763,889,000	2,763,889,001	
베너시안 블라인드		식	0.6	448,935,939	269,362,516	
2. 간접비		%	1.919		137,000,025	
3. 공금가액					7,666,590,142	
4. ㎡당 공금가액		㎡	9.732	7,666,500,142	787,771	
5. 부가가치세		%	10		78,777	
6. 합계		㎡	1.0		888,000	
	간접비계산금액				299,943,700	
	직접비계산금액				18,495,056,300	
	간접비적용율	%			1.919	
제품 M2당 제조원가	재료비+노무비					
창호		식	1.0	3,591,010,680	3,591,010,680	
유리		식	1.0	2,627,640,000	2,627,640,001	
베너시안 블라인드		식	0.6	559,624,000	357,548,752	
계					6,576,199,433	
㎡당 제조원가	VAT명도	㎡	9.732	6,576,100,433	675,729	

<그림 5-3> 비교제품 제조원가 내역서

구분	기존제품(A)	개발제품(B)	비교(B/A)
제품명	대형 이중외피 창호	NoBI-WIN	
모델명	W-01	NoBI-WIN	
규격	320mm	150mm	
제품수명	20년	20년	
원가	866,000	418,900	48% (52%감소)

<표 5-10> 기존제품 및 개발제품 LCC 취득원가(단위:원)

- (2) 표 5-7에서 개발제품은 기존제품과 비교하여 각각 원가 418,900원, 866,540원으로 단위면적 당 원가는 약 52% 저감이 가능한 것으로 확인되었다. 또한, 제작비의 경우 창호 제품 특성 상 규격 및 유리스펙에 따라 차이가 존재하나 시공과정을 품셈에 따라 비교한 원가계산 상의 설치비의 경우 설치원가를 약 70% 가량 저감하는 것으로 평가되었다.

구분	기존제품(A)	개발제품(B)	비교(B/A)
노무비	120,338	35,003	
경비	23,687	6,888	
순원가	144,025	41,891	
일반관리비	8,641	2,513	
이윤	22,899	6,660	
공급가액	175,565	51,064	
부가가치세	17,556	5,106	
설치원가	193,121	56,170	70% 저감

<표 5-11> 원가계산서 상 설치원가 비교(단위:원)

(3) 유지관리비용 절감

- 개발제품의 유지관리비용 절감 효과를 확인하여 위하여 경제성효과(LCC) 원가분석을 진행하였다. 사용원가는 제품이 생산되기 계기되기 전까지의 내용연수기간 동안 제품이 잘 사용될 수 있도록 들어가는 비용을 의미하며, 폐기원가는 단위수량 폐기물 발생시의 운반비와 처리비를 포함한다. 신청기술 및 비교기술은 알루미늄 창호로 제품의 수명은 20년, 유지보수율은 1%로 산정하였다.

비목		기존제품(A)	개발제품(B)
재료비	직접재료비	6,757	2,708
	간접재료비	67	27
	소계	6,824	2,735
노무비	직접노무비	67,136	67,136
경비	산출경비		
	산재보험료	2,719	2,719
	고용보험료	584	584
	기타경비	4,067	3,842
	소계	7,370	7,145
순원가		81,330	77,016
일반관리비		4,879	4,620
이윤		11,907	11,835
공급가액		98,116	93,471
부가가치세		9,811	9,346
합계		107,868	102,800

<표 5-12> 기존제품 및 개발제품 LCC 사용원가(단위:원)

품 명	재질 및 규격	단위	수 량	단 가	금 액
기존제품(A)	W-01				
고재	알루미늄(VAT포함)	kg	14.101	1,540	21,700
	*제품중량 : 15.668kg				
	*회수율90%				
계					21,700
개발제품(B)	NoBI-WIN				
고재	알루미늄(VAT포함)	kg	11.473	1,540	17,600
	*제품중량 : 12.748kg				
	*회수율90%				
계					17,600

<표 5-13> 기존제품 및 개발제품 LCC 폐기원가(단위:원)

그 결과 표 5-9, 표 5-10와 같이 사용원가와 폐기원가가 산정되었으며 이에 따른 개발제품과 신청제품의 LCC효율대비는 사용원가의 경우 약 95%로 5%의 유지관리비 저감효과를 보였으며 폐기원가는 약 81% 수준으로 19%의 경제성 효과를 나타내었다.

구분	기존제품(A)	개발제품(B)	비교(B/A)
제품명	대형 이중외피 창호	NoBI-WIN	
모델명	W-01	NoBI-WIN	
규격	320mm	150mm	
제품수명	20년	20년	
사용원가	107,900	102,800	95 (5%감소)
폐기원가	21,700	17,600	81 (19%감소)

<표 5-14> LCC 사용원가 및 폐기원가 비교(단위:원)

3. 사업화 계획

가. 생산 계획

구분		(2019 년) 개발 종료 후 1년	(2020년) 개발 종료 후 2년	(2021 년) 개발 종료 후 3년
국 내	시장점유율(%)	0.13	0.18	0.25
	판매량(단위:㎡)	1,430	2,000	2,860
	판매 단가(원/㎡)	350,000	350,000	350,000
	국내 매출액(백만원)	500	2,000	3,000
해 외	시장점유율(%)			0.01
	판매량(단위:)			1,250
	판매 단가(원/㎡)			400,000
	해외 매출액(백만원)			5
당사 생산 능력(백만원)		7,000	9,000	10,000

<표 5-15> 개발 종료 후 3년 간 생산계획

나. 투자 계획

항목		(2019 년) 개발 종료 후 1년	(2020년) 개발 종료 후 2년	(2021 년) 개발 종료 후 3년
매출원가		8,000	8,800	9,600
판매 관리비		1,300	1,400	1,500
자본적 지출	토지		1,000	
	건물/구축물			100
	기계 장치 등	50	50	50
자본적 지출 합계		50	1,050	150

<표 5-16> 개발 종료 후 3년 간 투자계획(단위: 백만원)

다. 사업화 전략

(1) (주)비룡씨에이치씨

구분	구체적인 내용
형태/규모	- o 상용화 형태 : 지역별 구조계산, 선호창호타입, 노블창에 적합한 유리 개발을 통한 계량모델 등 다양한 라인을 구축하여 수요자에게 맞춤형 제품을 선보임 - o 수요처 : 그린리모델링과의 연계 및 조달청 우수제품 지정을 통해 공공건축물을 타겟1로, 해외수출을 타겟2로 예상 - o 예상 단가 : 본 연구에서 개발하고자 하는 저비용 무차양 이중외피 창호시스템은 단가 300,00원을 목표로 시장확대를 위해 성능 대비 경제성 측면에서 획기적인 변화를 시도함 - o 개발 투입 인력 및 기간 : 2016년 04월 과제를 진행하여 2018년 02월 과제 완료시까지 연구개발 4명, 전문가 활용인원 1명, 지원인력 1명, 생산인력 20명을 투입할 예정이며 연구가 종료되는 2018년 이후에도 지속적인 연구개발을 이어갈 예정임
상용화 능력 및 자원 보유	- o 금속제창업체로 30년 이상의 업력을 바탕으로 창호를 개발, 제작한 업체로 무차양 창호시스템 역시 금속제창으로 분류되어 30년간의 노하우를 바탕으로 함 - o 중소기업의 자금한계로 연구비의 사용이 제한되어 다양한 제품의 개발 및 성능평가가 이루어지지 않았지만 R/D과제에 선정된다면 기존의 창호 전문인력과 창호 제작설비를 바탕으로 보다 빠른 제품개발 및 상용화가 가능 - o 미서기창, 커튼월 특허를 사업화에 성공하여 조달청우수제품, 중기간 경쟁제품에 지정된 업체로 상용화에 성공한 제품이 있어 창호에 관한 노하우를 바탕으로 제품 상용화에 우수한 기업
상용화 계획 및 일정	- o 제품 품질 향상 - 창세트 80%를 구성하는 유리공장 신설: 한 단지 안에서 완제품 생산 - o 신규 공장 설립 및 공장 확장 - 단열성능이 뛰어난 창호 수요 증대 : 생산라인 확장 - 다양한 소비자 니즈 : 생산 제품군 확대 - o 가격경쟁력 향상 - 한 단지 내에 자재공장 신설 : 자재 운송비 등의 절감으로 가격 경쟁력 향상 - o 전국 교통망 확보 - 횡성공장부지로 이전 : 횡성IC와 2km내에 위치하여 전국교통망 확보

<표 5-17> 주관연구기관 사업화 전략

(2) 코오롱글로벌(주)

구분	구체적인 내용
형태/규모	- o 형태 : 공공건축물에 우선 대상으로 하여 상용화 하겠음 - o 규모 : 매년 70 ~ 100억원 매출이 발생할 것으로 예상됨 (공공건축물의 연간 매출규모 약 700억 X 창호공사 10~15%)
상용화 능력 및 자원 보유	- o 능력 : 시공도급순위 20위로 상용화 역량을 보유했다고 판단됨 - o 자원보유 : 공공/민간 전담 사업부와 기술연구소를 보유하고 있음
상용화 계획 및 일정	o 계획 및 일정 : 2018년부터 본격적으로 상용화에 착수 하겠음

<표 5-18> 공동연구기관 사업화 전략

라. 사업화 모형 제시

(1) 사업화 모형 수립(BM) 배경

- (가) 정책 : 건물분야 냉방기 에너지소비 저감을 위한 건물외피 부문 정책 필요
- (나) 기술 : 계절별 건물의 효율적 에너지관리를 위해서 고단열 창호의 태양열 획득계수(SHGC)는 냉방기에 낮고, 난방기에는 높아야 함
- (다) 시장 : 시장 진입을 위해 고가의 기존 일사조절기능 창호의 경제성 확보 필수

(2) 사업화 모형의 목표 및 핵심 경쟁 요인

(가) 사업화 모형의 목표

- ① 개발 창호의 프로파일 설계시 모델별로 부품을 모듈화 하여 활용함으로써 제품 생산 라인의 부담을 줄임
- ② 건축물 용도별 부하패턴에 적합한 적용 모델을 선정하여 적용할 수 있도록 모델 별 적용 가능 건축물 제시

(나) 핵심 경쟁 요인

- ① 성능
 - ㉠ 건축현장에서 원하는 창호효율등급은 2등급 이상으로 고성능커튼월 시장에 진출할 제품들은 열관류율 1.4W/m²K 이상을 만족해야 함
 - ㉡ 본 제품은 열관류율 2등급, 수밀성 1등급, 기밀성 1등급으로 시장 기준을 충족하고 있음
- ② 가격
 - ㉠ 건축현장에서 창호제작공사비의 비중이 매우 높은 현 상황에서 녹색건축물 조성 지원법 개정으로 인한 외부차양 설치 요구에 따라 가격경쟁력에 대한 창호

시장 반응은 점차 탄력적으로 변해감

- ㉔ 외부차양단가는 단위면적당 약 40~60만원으로 일반적 창호 공사비인 30~50만원을 상회함. 특히 기존 이중외피 창호의 경우 넓은 중공층 폭으로 인해 단위면적당 공사비가 100~120만원에 이름
- ㉕ 본 제품은 이의 30~40% 수준으로 매우 저렴함

(3) 목표 시장 구조

(가) 경쟁 기업 현황

비교항목	자사 신청기술	국내 유사경쟁기술	선진국 유사경쟁기술
기업명	(주)비룡씨에이치씨	일진유니스코	INTERPANE(독일)
기술명	무차양 이중외피 시스템	이중외피 창호시스템	차양내장 창호
제품명	NoBI창호	MDFS	KV/HV240
단가(원/㎡)	300,000	520,000~770,000	700,000
기술개발완료시기	2018년 08월	2014년 10월	확인불가

<표 5-19> 자사 및 경쟁 기업 기술 비교

(나) 시장 진입 장벽

- ① 일사조절 고성능 창호의 원가절감을 통한 경제성 확보 관건
 - ㉔ 건설산업의 보수성(신기술 적용 기피), 선진국 제품의 국내 시장 진입 등 위협 요인 존재
 - ㉕ 고성능 고비용 창호를 대신하여 국가의 건축기준법을 만족할 수 있는 중/고성능 저비용 창호가 개발될 필요가 있음
- ② 경제성 확보를 통한 수요자 기반의 비즈니스 모델로 시장 진입
 - ㉔ 기존 고성능 창호가 다수 개발되었음에도 시장이 요구하는 성능과 비용에 대한 이해의 부족으로 사업화가 실패한 사례가 다수 존재
 - ㉕ 수요자가 요구하는 경제성 기반의 기술실용화 비즈니스 모델 도출이 요구됨
- ③ 기술의 성능 신뢰성 확보
 - ㉔ 개폐방식, 유형에 따른 모델별 완성도 개선 및 성능 검증을 실시하여 신뢰도 개선
 - ㉕ 유지관리 툴 개발 필요

(다) 수익 확보 전략

① 주요 고객군

- ㉠ 국내 그린리모델링 정책 확대로 리모델링 시장이 성장할 것으로 전망
- ㉡ 전국 기존 건축물은 총 6,911,288동, 34억5천1백만㎡에 달함. 이 중 30년 이상 된 건축물은 약 35.8%(약 12억3천5백만㎡) 차지
- ㉢ 2014년의 경우, 그린리모델링 창조센터의 이자지원사업 사업비는 557억원이었으며, 실제 전체 공사비 규모는 2,000억원으로 추정
- ㉣ 그린리모델링의 경우, 외피 단열이 필수조건이므로 이를 통해 기존건축물 대상 사업 모델 확장이 가능할 것으로 보임

② 사업화 모형(BM)을 통한 수익 창출 방안

㉠ 시기별 마케팅 전략

구분	마케팅 전략
~ 2018년 11월	제품별 환경인증 등록을 통한 제품 친환경성 입증
~ 2018년 12월	조달청 MAS제품 등록, 1억 이하 납품 계약 체결
~ 2019년 04월	조달청 우수제품 등록, 1억 이상 납품 계약 체결
~ 2019년 08월	공공기관 현장적용 사례 3건 이상
~ 2019년 12월	전문 설계 및 시공업체 대상 세미나 개최 건축자재 박람회 소개, 사급 계약
~ 2020년 06월	해외 특허 출원 및 등록
~ 2020년 12월	독일 건축자재 박람회 참여 영문 기술자료 및 제품소개자료 배포
~ 2021년	제품 전자재 수출 해외 기업 파트너십 구축을 통한 해외 판매망 확보

<표 5-20> 연구종료 후 시기별 마케팅 전략

마. 그린리모델링사업과의 연계를 통한 매출확대

(1) 그린리모델링 사업 개요

	항 목	내 용
민 간 부 문	이자지원범위	자연순응형 에너지절감 공사비+부대공사비
	신청대상 건축물	리모델링을 구상 또는 추진중인 모든 공공건축물 (시공지원사업 및 설계지원사업)
	리모델링과의 구분	신축을 제외한 모든 건축행위 대상으로, 전체 창호면적의 15% 이상을 교체하는 창호수선 사업 에너지성능향상 및 효율개선을 위한 리모델링
	부대공사 인정범위	해당 사업의 에너지 성능개선 공사 범위를 참고하여 평가위원회에서 정함
	ESCO 및 BRP 사업과의 병행 가능성	중복지원 안됨 중복되지 않는 나머지 공사비는 추진 가능
	대출 과정	사전의향서 제출 - 대출가능여부 확인 사업자와 건축주가 함께 사업신청서 제출 창조센터 - 사업확인서 발급 60일 이내 은행에 대출 신청
	대출 기간	최대 5년
	대출금 조기 상환	가능, 단 중도상환수수료 발생
	제외 건축물	국가 소유·관리 건축물이라도 민간경상보조금 지원받는 건축물은 제외(ex 국회의사당)
공 공 부 문	지원 범위	전체 건축물 뿐만 아니라 동별, 용도별로 지원 가능
	공공사업	2월에 모집공고->4,5월에 선정된 공공기관에 입찰, 수익계약 등의 방법을 통해 접근
	이자지원	이자지원사업 대상에서 제외 단, 창조센터를 통하여 사업을 신청할 경우 그린리모델링 사업 취급은행(공공기관-신한은행)으로부터 저리로 사업비 대출 가능

<표 5-21> 그린리모델링 사업 개요

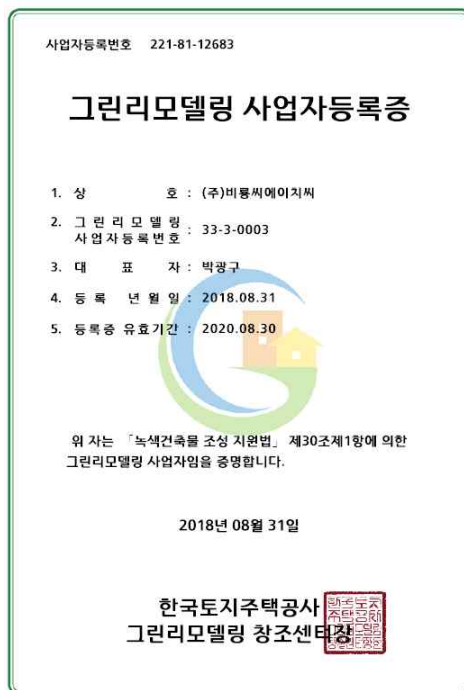
(2) 개발제품의 그린리모델링사업 적합성

(가) 그린리모델링 사업 배경

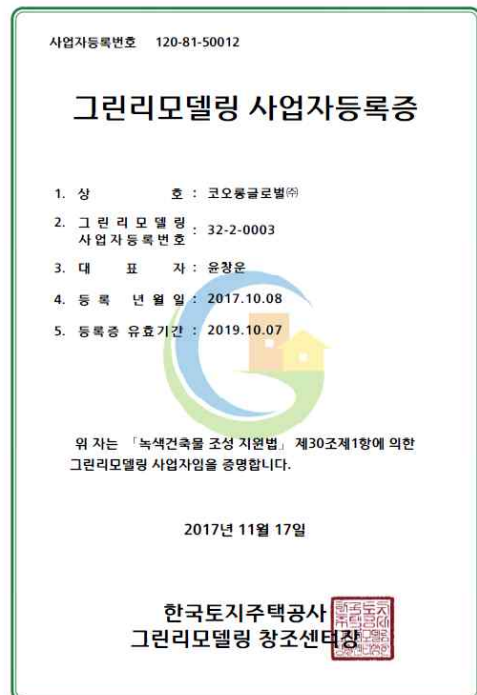
- ① 우리나라 전국 건물수는 약 700만동이며 그 중 30년 이상 된 건물이 전체의 35% 이상이며 10년 이상 된 건물은 75% 이상
- ② 노후건축물은 외피가 취약하기 때문에 60% 이상 연손실이 발생하고 있으며 정부는 에너지 절감을 위해 건축물의 리모델링 활성화를 위한 그린리모델링 이자 지원 사업을 실시 함

(나) 개발제품의 그린리모델링 사업 적용 방향

- ① 주관기관인 (주)비룡씨에이치씨와 공동기관인 코오롱글로벌(주)은 그린리모델링 사업자로 다수의 건축물-창호 리모델링 경험을 보유



<그림5-4> 주관기관 그린리모델링 사업자등록증



<그림5-5> 공동기관 그린리모델링 사업자등록증

- ② 개발제품의 규격은 폭 111mm ~ 220mm로 건축물의 외벽 사이즈에 따라 다양한 리모델링 솔루션을 제공할 수 있음
- ③ 열관류율 2등급 이상의 고성능 창호로 에너지 개선 비율에 따라 최대 3%의 이자지원 혜택을 받을 수 있는 그린리모델링 사업의 혜택을 최대로 지원받을 수 있음 (개발제품 1등급 이상 1종, 2등급 이상 모델 5종 확보)

㉔ 시장 진입 전략

SO 전략	Cost efficiency + NET : - 고성능 고비용 창호를 대상으로 한 고성능 저비용 창호 부각 - 조달등록을 통한 공공부문 우선 적용 확대 방안 수립 - 국내 건설신기술 등록 추진 및 해외 수출형 모델 개발하여 해외 특허 취득
WO 전략	Performance proof + Business model : - 고기능 창호시장의 성장세를 타기 위한 기술 성능의 신뢰성 확보 - 국가 정책에 발맞춘 성능 신뢰성 및 시장 경제성 확보 - 유지관리 툴(방안) 구축을 통한 완성도 높은 개발기술 확보
ST 전략	Cost + Performance : - 저비용 고성능을 강점으로 부각한 보급 확산 방안 마련 - 저비용의 제작 및 유지관리 용이성의 부각을 통한 기술적용 확산 방안 마련
WT 전략	Test-bed + Market entering : - 현장적용을 통한 신뢰성 있는 성능 데이터 확보 - 선진국 제품의 마케팅을 통한 국내시장의 지속적 확산 방안 마련 - 해외 시장 공략을 통한 제품 신시장 창출 및 활성화 방안 마련

<그림 5-6> 시장 진입 SWOT 전략

4. 성과 활용방안 및 기대성과

- 가. 관공서 신축 및 리모델링 건축물 우선 적용 ⇨ 민간 건물로 확장 ⇨ 세계시장 진출
- 나. 국가 정책에 부합하는 에너지절약형 관공서(녹색건축물 조성 지원법 제14조의2(건축물의 에너지 소비 절감을 위한 차양 등의 설치)로 차양 설치 의무화) 신축 및 리모델링 건축물에 우선적으로 적용하는 것이 가능하며, 민간 참여 분위기를 조성함
- 다. 특히 서울시의 경우 향후 서울시 공공건물 2,060개에 대한 그린리모델링 사업이 지속적으로 추진될 것으로 판단됨으로 이에 대한 대응하는 기술로 진입 가능
- 라. 향후 다양한 시제품의 개발 후 제품을 조달청 등록 및 건설신기술 추진을 통해 국내

시장진입이 빠르게 확산될 수 있도록 준비할 예정

- 마. 현재 계획되어 있는 시범사업은 리모델링 교육시설 및 신축 대규모 오피스건물로서 시범사업의 성과를 바탕으로 시장 진출 가시화하고자 함
- 바. 뿐만 아니라 본 기술은 해외시장 진출도 계획하고 있고, 특히 동남아시아 및 UAE 등의 지역은 12개월 냉방을 실시하며, 냉방부하도 매우 높음으로 투자비 회수기간이 짧은 비용 효율적, 에너지절약형 창호시스템의 요구가 매우 높음
- 사. 그러므로 해당지역의 해외특허 출원 및 KOTRA 등을 통한 해외 기업 기술 이전 가능 기업 섭외 등을 통해 향후 해외 시장에 진출하고자 함

제6장. 연구 과정에서 수집한 해외 과학기술 정보

(해당사항 없음)

제7장. 연구개발성과의 보안등급

보안등급 분류	보안	일반
		✓
결정 사유	본 연구개발사업은 [국토교통부소관 연구개발사업 운영규정] 제7장 연구개발사업의 보완 및 정보관리, 제47조의 4 (보완등급 분류기준)에 명시된 보안등급 분류에 따라 일반과제로 구분됨	

제8장. 국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

구입 기관	연구시설/ 연구장비명	규격 (모델명)	수량	구입 연월일	구입 가격 (천원)	구입처 (전화번호)	비고 (설치 장소)	NTIS장비 등록 번호

제9장. 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전 조치 이행 실적

(해당사항 없음)

제10장. 연구개발과제의 대표적 연구 실적

번호	구분 (논문/ 특허/ 기타)	논문명/특허명/ 기타	소속 기관명	역할	논문 게재지/ 특허 등록 국가	영향력 지수	논문 게재일 /특허 등록일	사사 여부 (단독 사사 또는 중복 사사)	특기 사항 (SCI 여부/인용 횟수 등)
1	논문	Solar heat Gain Reduction of Ventilated Double Skin Windows without a Shading Device	한국건설기술연구원	논문 작성	Sustainabi lity	2.075	2017.12.28	사사	SCI
2	논문	Performance of reduced cooling load for a slim double skin facade with an air thickness of 20mm	코오롱 글로벌	논문 작성	Advanced Building Skins		2017.10.02	사사	학술발표
3	논문	슬림형 창호의 유리종류 및 공기층 환기량에 따른 하계 열적 특성 분석	코오롱 글로벌	논문 작성	한국생태환 경건축학회 춘계 학술 박표대회 논문집		2018.05.25	사사	학술발표
4	특허	창호 시스템 (10-1811016)	코오롱 글로벌 (주)비룡 씨에이 치씨	특허 등록	대한민국		2017.12.14		
5	특허	창호 시스템 (10-2018-006 1607)	(주)비룡 씨에이 치씨 코오롱 글로벌	특허 출원	대한민국		2018.05.30		

제11장. 기타 사항

(해당사항 없음)

제12장. 참고문헌

- (1) 국토교통부 보도자료, 2020년까지 건물 온실가스 26% 줄인다, 2014.12.30.
- (2) Post-2020 온실가스 감축 목표 설정추진 계획(안). 관계부처 합동, 2015. 5
- (3) 조진균, 홍민호, 유창우, 자연환기 계획을 위한 국내 초고층 공동주택 커튼월의 창호유형 사례분석 및 환기창 성능분석에 관한 연구, 대한건축학회논문집 계획계, 제25권 제4호(통권246호), 2009, pp.253-261.
- (4) ASHRAE(2009) ASHRAE Handbook Fundamentals, ASHRAE
- (5) LBNL, THERM 6.3/WINDOW 6.3 NFRC Simulation Manual, LBNL, 2013
- (6) NFRC 201-2010 - Procedure for Interim Standard Test Method for Measuring the Solar Heat Gain Coefficient of Fenestration Systems Using Calorimetry Hot Box Methods
- (7) 법제처(<http://www.law.go.kr>)
- (8) 특허정보검색(<http://www.wisdomain.com>)