

발간등록번호

11-1543000-003126-01

ICT 기반 농촌형 제로에너지 건축물의 설치 및 표준모델개발 최종보고서

2019. 12. 31.

주관연구기관 / 한국농어촌공사 농어촌연구원

협동연구기관 / (주)건축사사무소 티오피
(사)한국건물에너지기술원
(주)제이에이치에너지

농림축산식품부
농림식품기술기획평가원

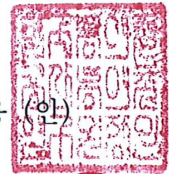
제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “ICT 기반 농촌형 제로에너지 건축물의 설치 및 표준모델개발”(개발기간 : 2018.04.26 ~ 2019.12.31)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2019. 12. 31.

주관연구기관명 : 한국농어촌공사 농어촌연구원장 유전용 (인)



협동연구기관명 : (주)건축사사무소 티오피 이영호 (인)



협동연구기관명 : (사)한국건물에너지기술원 김일환 (인)



협동연구기관명 : (주)제이에이치에너지 유정희 (인)



주관연구책임자 : 한국농어촌공사 농어촌연구원 박미란

협동연구책임자 : (주)건축사사무소 티오피 이영호

협동연구책임자 : (사)한국건물에너지기술원 이남수

협동연구책임자 : (주)제이에이치에너지 심 훈

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

보고서 요약서

과제고유번호	318010-2	해당단계 연구기간	2018.04.26.~2019.12.31	단계구분	(해당단계)/ (총단계)
연구사업명	중사업명	첨단생산기술개발사업			
	세부 사업명				
연구과제명	대과제명	ICT 기반 농촌형 제로에너지 건축물의 설치 및 표준모델개발			
	세부 과제명	ICT 기반 농촌형 제로에너지 건축물의 설치 및 표준모델개발			
연구책임자	한국농어촌 공사 농어촌연구원 박미란	해당단계 참여 연구원 수	총: 20명 내부: 20명 외부: 명	해당단계 연구개발비	정부:350,000천원 민간:168,814천원 계:468.814천원
		총 연구기간 참여 연구원 수	총: 20명 내부: 20명 외부: 명	총 연구개발비	정부:350,000천원 민간:168,814천원 계:468.814천원
연구기관명 및 소속부서명	한국농어촌공사 농어촌연구원 수자원환경연구실			참여기업명 (주)건축사사무소 티오피 (사)한국건물에너지기술원 (주)제이에이치에너지	
위탁연구	-			-	

※ 국내외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 같음

연구개발성과의 보안등급 및 사유	일반과제. 공개
----------------------	----------

9대 성과 등록·기탁번호

구분	논문	특허	보고서 원문	연구시설 장비	기술요약 정보	소프트 웨어	화합물	생명자원		신품종	
								생명정보	생물자원	정보	실물
등록·기탁 번호	2	1	1			1					

○ 농촌형 제로에너지 공공생활시설(경로당, 마을회관) 16개소 에너지 성능 진단 및 분석	p 53-108
○ 농촌지역 제로에너지 공공생활시설(경로당, 마을회관) 신축 및 리모델링 표준 모델개발 - 그린 리모델링 : 4종 - 신축 표준모델 : 8 종	p 109-234
○ 농촌형 제로에너지 공공생활시설(경로당, 마을회관) 에너지 성능 진단 및 ICT 기반 건물에너지 모니터링시스템 구축 - 정죽4리 마을회관 실내환경 모니터링	p 235-275
○ 농촌형 신재생에너지 설비 시스템 개발 - 태양광패널을 중심으로 제로에너지건축물구축을 위한 용량 산정	p102-108, p143-159, p204-213

국문 요약문

<p>연구의 목적 및 내용</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 농촌형 제로에너지 공공생활시설(경로당, 마을회관) 구축 사업화 방안 ○ 농촌지역 제로에너지 공공생활시설(경로당, 마을회관) 신축 및 리모델링 표준 모델개발 ○ 농촌형 제로에너지 공공생활시설(경로당, 마을회관) 에너지 성능 진단 및 ICT 기반 건물에너지 모니터링시스템 구축 ○ 농촌형 신재생에너지 설비 시스템 개발 				
<p>연구개발성과</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 농촌형 제로에너지 공공생활시설(경로당, 마을회관) 구축 사업화 방안 <ul style="list-style-type: none"> - 농촌상생협력 시범사업 모니터링을 통한 그린 리모델링 공사 가이드라인 개발 - 농촌형 제로에너지 공공생활시설 구축 사업화 방안제시 ○ 농촌지역 제로에너지 공공생활시설(경로당, 마을회관) 신축 및 리모델링 표준 모델개발 <ul style="list-style-type: none"> - (신축) 제로에너지 공공생활시설을 위한 설계가이드라인 제시 - (신축) 중부·남부권역별, 규모별(85, 150), 구조별(RC,목구조) 표준모델 작성 - (신축) 경제성분석 및 성능검증방안 제시 - (그린 리모델링) 정량적 성능지표 선정 및 적용 공법 제시 - (그린 리모델링) 중부, 남부권역별 마을회관, 경로당 4개 표준모델 작성 ○ 농촌형 제로에너지 공공생활시설(경로당, 마을회관) 에너지 성능 진단 및 ICT 기반 건물에너지관리시스템 구축 <ul style="list-style-type: none"> - 농촌형 제로에너지 공공생활시설 성능진단 가이드라인 도출 - 표준모델 대상 IoT 기술 기반의 실내 환경 및 에너지 모니터링 시스템 구축 - 건축물에너지효율등급 인증과 동일한 방법 절차를 통해 표준모델 성능 평가 ○ 신축 및 개보수에 적용되는 신재생에너지 설비 시스템 제시 <ul style="list-style-type: none"> - 농촌지역 공공생활시설 신재생에너지 설비 적용 사례 조사 분석 - 지역별, 용도별 설치용량 및 적용 가능한 신재생에너지 설비 시스템 모델 제시 				
<p>연구개발성과의 활용계획 (기대효과)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 활용계획 <ul style="list-style-type: none"> - 농촌 지역개발사업과 연계한 농촌 제로에너지 공공생활시설 구축사업을 내역사업 추진 혹은 신규 사업 발굴 - 신축 및 리모델링 표준모델 보급하여 농촌 제로에너지 공공생활시설 사업 계획수립, 공사 및 운영 방안 제시 - 건물에너지 관리시스템을 활용하여 지자체 단위 농촌공공생활시설 통한 운영관리 계획수립 ○ 기대효과 <ul style="list-style-type: none"> - 농촌 주민의 여가·문화·복지 등 다양한 생활행위가 이루어지는 공공 생활 시설의 에너지 비용절감 및 실내 환경 쾌적성 증대 - 농촌형 공공생활시설 스마트 센서의 상용화 유도하여 건물에너지 모니터링과 IoT 서비스 관련 다양한 산업 확산 				
<p>국문핵심어 (5개 이내)</p>	<p>농촌 공공생활시설</p>	<p>제로에너지 건물</p>	<p>신재생에너지</p>	<p>ICT 융합</p>	<p>에너지성능 개선</p>
<p>영문핵심어 (5개 이내)</p>	<p>Rural public living facility</p>	<p>Zero energy building</p>	<p>Renewable energy</p>	<p>ICT fusion</p>	<p>Energy performance improvement</p>

< SUMMARY >

<p>Purpose& Contents</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ Commercialization plan for zero-energy public living facilities in rural areas ○ New construction of zero energy public living environment in rural areas and development of remodeling standard model ○ Energy performance diagnosis and ICT-based building energy monitoring system for rural zero energy public living facilities ○ Development of rural renewable energy facility system 				
<p>Results</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ Commercialization plan for zero-energy public living facilities in rural areas <ul style="list-style-type: none"> - Development of green remodeling guidelines by monitoring rural win-win cooperation pilot project - Proposal for commercialization of rural zero energy public living facilities ○ New construction of zero energy public living environment in rural areas and development of remodeling standard model <ul style="list-style-type: none"> - (New construction) Design guidelines for zero energy public living facilities - (New construction) Create a standard model - (New construction) Economic analysis and performance verification plan - (Green remodeling) Selecting political performance index and presenting applied method - (Green remodeling) Create a standard model ○ Energy performance diagnosis and ICT-based building energy monitoring system for rural zero energy public living facilities <ul style="list-style-type: none"> - Derivation of guidelines for diagnosis of rural zero energy public living facilities - IoT environment based indoor environment and energy monitoring system for standard models - Evaluate the performance of the model by the same method procedure as the buliding energy efficiency rating certification ○ Development of rural renewable energy facility system <ul style="list-style-type: none"> - Analysis of application cases of new renewable energy facilities in rural areas - Investment cost and regional generation alaysis according to installed capacity - Present installation capacity and applicable renewable energy facility system model by region 				
<p>Expected Contribution</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ Utilization plan <ul style="list-style-type: none"> - Promote construction of rural zero energy public living facilities in connection with rural development projects and discover new businesses - Providing new construction and remodeling standard models and establishing rural zero energy public living facilities business plan - Establishment of operation management plan through rural public living facilities by local government by using buliding energy management system ○ Expected effect <ul style="list-style-type: none"> - Reduced energy costs and increased inoor environment comfort in public living facilities - Spread various industries related to building energy monitoring and IoT service 				
<p>Keywords</p>	<p>Rural public living facility</p>	<p>Zero energy building</p>	<p>Renewable energy</p>	<p>ICT fusion</p>	<p>Energy performance improvement</p>

< 목 차 >

제1장 연구개발 과제의 개요	23
제1절 연구개발 목적 및 필요성	23
1. 연구개발 목적	23
2. 연구개발의 필요성	24
제2절 연구개발 범위	26
제2장 연구수행 내용 및 결과	28
제1절 선행 연구 및 제도 분석	28
1. 농촌 마을내 공동시설 현황 및 지원	28
2. 선행연구 검토	30
3. 농촌 공동시설 관련 제도 및 지원정책	34
4. 건축물에너지 성능개선을 위한 기존 정책사례	36
5. 국내 신재생에너지 보급 지원 제도	41
6. 유사 사례조사	45
제2절 농촌마을 공공생활시설 사용실태 및 에너지 성능분석	58
1. 농촌마을 공공생활시설 조사대상 선정	58
2. 농촌마을 공공생활시설 사용실태 및 분석	65
3. 조사 대상 분석 및 유형화	82
4. 농촌마을 공공생활시설 에너지성능 분석	87
5. 농촌마을 공공생활시설 신재생에너지 적용 분석	107
제3절 농촌 제로에너지 공공생활시설 표준모델개발	114
1. 농촌 제로에너지 공공생활시설 표준모델 개발방향	114
2. 농촌 제로에너지 공공생활시설 그린 리모델링 표준모델 개발	129
3. 농촌 제로에너지 공공생활시설 신축 표준모델개발	190
제4절 농촌 제로에너지 공공생활시설 모니터링시스템 개발	240
1. 농촌 제로에너지 공공생활시설 모니터링 시스템 개발방향	240
2. 농촌 제로에너지 공공생활시설 모니터링시스템 개발	245
3. 소결	257

제5절 농촌 제로에너지 공공생활시설 설계 모니터링	281
1. 정죽4리 마을회관 제로에너지화 설계 모니터링 절차	281
2. 정죽4리 마을회관 현황	281
3. 정죽4리 마을회관 에너지성능 진단	282
4. 제로에너지 성능 확보를 위한 설계 모니터링	287
5. 개선 후 정죽4리 마을회관 에너지 시뮬레이션	292
6. 정죽4리 마을회관 제로에너지화 공사비 분석	294
7. 소결	297
제6절 결론	299
1. 사업화 방안	299
2. 농촌형 제로에너지 건축물 성능진단 및 설계 가이드라인	302
3. 농촌 공공생활시설 제로에너지 표준모델 설계 가이드라인	313
4. 농촌 공공생활시설 그린 리모델링 시공 가이드라인	330
제3장 목표달성도 및 관련분야 기여도	345
제1절 목표달성도	345
1. 년차별 목표 달성도	345
제2절 관련분야 기여도	347
1. 기술적 측면	347
2. 경제적·산업적 측면	347
3. 사회적 측면	348
제4장 연구결과의 활용계획	350
제1절 실용화 및 산업화 계획	350
참고문헌	351
부록	353

표 목 차

(표 1) 농촌마을내 공동시설 준공연도	23
(표 2) 에너지원별 연간 난방비	24
(표 3) 2015년 기준 마을회관 분포현황	28
(표 4) 농촌마을내 공동시설 준공연도	29
(표 5) 농촌마을내 공동시설 규모	29
(표 6) 농촌마을내 공동시설 구조	30
(표 7) 농촌마을내 공동시설 층수	30
(표 8) 마을 공동시설의 시기별 존재양상	31
(표 9) 건축 에너지 절감을 위한 요소기술	32
(표 10) 농촌주택 표준설계도 3종과 에너지 효율등급	33
(표 11) 지자체별 지원내용	35
(표 12) 제로에너지 인증 등급	36
(표 13) 에너지 시뮬레이션에 따른 이차지원 조건	39
(표 14) 관리업체 지정 온실가스 배출량 및 에너지 소비량 기준	39
(표 15) 제로에너지건축 의무화 로드맵(안)	39
(표 16) 공공건축물 에너지 기준강화 정책 개요	40
(표 17) 건축물 에너지 관련 제도 적용대상 검토	41
(표 18) 신재생에너지 주택지원사업 추진실적	42
(표 19) 신재생에너지 건물지원 사업 추진실적	42
(표 20) 신재생에너지 지역지원 사업 추진실적	43
(표 21) 태양광 대여사업 추진실적	44
(표 22) 신재생에너지설비 공공기관 공급비율	44
(표 23) 아산 인주 경로당 개요	46
(표 24) 가평 하색 경로당 건축개요	50
(표 25) 가평 하색경로당 리모델링 개선 내용	50
(표 26) 가평 하색경로당 리모델링 전후 에너지 요구량	53
(표 27) 고양 방기 경로당 건축개요	53
(표 28) 고양 방기 경로당 리모델링 개선 내용	56
(표 29) 고양 방기 경로당 리모델링 전후 에너지 요구량	57
(표 30) 기후권역별 지역	58
(표 31) 농촌공공생활시설 조사 대상 검토	59
(표 32) 농촌공공생활시설 기후권역 기준 조사 대상 검토	60
(표 33) 농촌공공생활시설 준공연도 기준 조사 대상 검토	60

(표 34) 건축물 대장 확인	65
(표 35) 농촌마을 공공생활시설 현장조사 대상지 구조, 준공연도, 연면적	65
(표 36) 농촌마을 공공생활시설 현장조사 대상지 향, 배치, 주변현황	66
(표 37) 연도별 단열기준의 변화	67
(표 38) 창호 성능 기준	68
(표 39) 지역별 기후 데이터	68
(표 40) 유리 SHGC측정 및 창호성능 판단 결과	76
(표 41) 조사 대상지 공간구성	78
(표 42) 현장 조사 대상지 단열성능 예측	83
(표 43) 농촌마을내 공동시설 준공연도	85
(표 44) 단열 기준 강화 연월	85
(표 45) 농촌마을 내 공동시설 면적	85
(표 46) 현장 조사 대상지 규모 평균	85
(표 47) 현장조사 대상지 에너지 성능분석 결과	105
(표 48) 현장조사 대상의 전기사용량(kWh)	107
(표 49) 등유 사용량 및 난방 소요 열량	108
(표 50) 농촌 공공생활시설 신재생에너지 적용가능성 검토	113
(표 51) 노인복지시설 장애인 편의시설 설치기준	115
(표 52) 패시브 기술요소	116
(표 53) 단열방식의 종류	117
(표 54) 그린 리모델링 부위별 단열 기준	117
(표 55) 슬라이딩 창호와 시스템 창호	119
(표 56) 용도별 유리의 특성	120
(표 57) 차양방법에 따른 차폐계수	123
(표 58) 외부 차양 장치의 종류	123
(표 59) 열교차단 디테일	124
(표 60) 방식에 따른 열원설비의 종류	125
(표 61) 조명설비 종류에 따른 연간에너지 요구량 및 조명 에너지 비교	126
(표 62) 조명설비 제원 비교	127
(표 63) 기상데이터 기준	130
(표 64) 그린리모델링 표준모델 연면적과 층수	132
(표 65) 그린리모델링 표준모델 현황 및 공사범위	132
(표 66) 화천 유촌리 경로당 건축개요	133
(표 67) 태안 정죽4리 마을회관 건축개요	135
(표 68) 여수 봉오리 마을회관 건축개요	137
(표 69) 여수 밀뚝병 경로당 건축개요	139

(표 70) 그린 리모델링 표준모델 난방 열원별 예상 에너지소요량	141
(표 71) 전기에너지를 난방열원으로 사용할 경우 1차 에너지 소요량 140kWh/m ² ·년 미만을 달성하기 위해 필요한 태양광 패널 용량	141
(표 72) 도시가스를 난방열원으로 사용할 경우 1차 에너지 소요량과 설치가능한 신재생에너지 용량	142
(표 73) 그린리모델링 표준모델 온수설비 제원	144
(표 74) 그린 리모델링 표준모델 환기설비 제원	144
(표 75) 화천 유촌리 경로당의 조명밀도	146
(표 76) 태안 정죽4리 마을회관의 조명밀도	146
(표 77) 여수 봉오리 마을회관의 조명밀도	147
(표 78) 여수 밀뚝병 경로당의 조명밀도	147
(표 79) 태양광 발전시스템의 설계 절차	148
(표 80) 태양광 발전시스템의 설계 절차	148
(표 81) 강화지역 공공생활시설의 계약전력 분류	149
(표 82) 소규모 태양광 발전시스템의 설치비 항목별 구성비율	151
(표 83) 농촌 공공생활시설 제로에너지 그린리모델링 대상의 현황	152
(표 84) 난방열원별 태양광 발전시스템 설치용량	153
(표 85) 난방열원으로 도시가스 설치시, 설비별 1차 에너지소요량	153
(표 86) 대상시설별 태양광 설치장소 및 설치유형	154
(표 87) 설계용량별 태양광 모듈 비교	154
(표 88) 대상시설별 공사비용	155
(표 89) 태양광 모듈별 규격	156
(표 90) 그린리모델링 표준모델 성능내용	165
(표 91) 화천 유촌리 경로당의 그린리모델링 전후 ENERGY# 결과	166
(표 92) 화천 유촌리 경로당의 그린리모델링 개선 전 열손실 및 획득량	166
(표 93) 화천 유촌리 경로당의 그린리모델링 개선 후 열손실 및 획득량	167
(표 94) 태안 정죽4리 마을회관의 그린리모델링 전후 ENERGY# 결과	167
(표 95) 태안 정죽4리 마을회관의 그린리모델링 개선 전 열손실 및 획득량	168
(표 96) 태안 정죽4리 마을회관의 그린리모델링 개선 후 열손실 및 획득량	168
(표 97) 여수 봉오리 마을회관의 그린리모델링 전후 ENERGY# 결과	168
(표 98) 여수 봉오리 마을회관의 그린리모델링 개선 전 열손실 및 획득량	169
(표 99) 여수 봉오리 마을회관의 그린리모델링 개선 후 열손실 및 획득량	169
(표 100) 여수 밀뚝병 경로당의 그린리모델링 전후 ENERGY# 결과	169
(표 101) 여수 밀뚝병 경로당의 그린리모델링 개선 전 열손실 및 획득량	170
(표 102) 여수 밀뚝병 경로당의 그린리모델링 개선 후 열손실 및 획득량	170
(표 103) 농촌 공공생활시설 개선 전후 부위별 에너지 손실량 (ENERGY#)	170

(표 104) 화천 유촌리 경로당의 그린리모델링 전후 ECO2 결과	171
(표 105) 태안 정죽4리 마을회관의 그린리모델링 전후 ECO2 결과	172
(표 106) 여수 봉오리 마을회관의 그린리모델링 전후 ECO2 결과	173
(표 107) 여수 밀뚝병의 그린리모델링 전후 ECO2 결과	174
(표 108) 그린리모델링 표준모델의 ECO2 시뮬레이션 결과 및 에너지효율등급과 에너지자립율	175
(표 109) 그린리모델링 표준모델의 공사비 총액	176
(표 110) 그린리모델링 표준모델의 평당 공사비	176
(표 111) 화천 유촌리 경로당의 건축공사비용 및 공종별 공사비 비율	177
(표 112) 태안 정죽4리 마을회관의 건축공사비용 및 공종별 공사비 비율	178
(표 113) 여수 봉오리 마을회관의 건축공사비용 및 공종별 공사비 비율	179
(표 114) 여수 밀뚝병 경로당의 건축공사비용 및 공종별 공사비 비율	180
(표 115) 그린리모델링 표준모델 건축공사 중 에너지 개선공사의 비율	181
(표 116) 그린리모델링 표준모델의 면적당 건축공사비	181
(표 117) 봉오리 마을회관과 밀뚝병 경로당의 면적 비교	181
(표 118) 그린리모델링 표준모델의 에너지성능 개선공사비	182
(표 119) ENERGY#을 통해 분석한 개선전후 에너지소요량의 변화	182
(표 120) 등유(난방비) 요금 기준	183
(표 121) 전기 요금 기준 - 주택용 저압	183
(표 122) 지난 10년간 등유 및 전기요금 인상율	183
(표 123) 그린리모델링 표준모델의 공사비 회수기간	184
(표 124) 그린리모델링 표준모델의 m ² 당 평균 공사비	185
(표 125) 전국 농어촌 공공생활시설 현황 및 연면적 합계(예상)	185
(표 126) 그린리모델링 표준모델의 필요 예산 및 규모	186
(표 127) 그린리모델링 표준모델 공사 전후의 CO2배출량 및 1차에너지소요량 절감량	186
(표 128) 그린리모델링 표준모델의 기대효과	186
(표 129) 농촌 공공생활시설 개선 전후 부위별 에너지 손실량 (ENERGY#)	187
(표 130) 그린리모델링 표준모델의 ECO2 시뮬레이션 결과 및 에너지효율등급과 에너지자립율	188
(표 131) 그린리모델링 표준모델의 CO2배출량 절감 (ECO2)	188
(표 132) 그린리모델링 표준모델의 공사비 회수기간	188
(표 133) 구조(재료)별 장단점	191
(표 134) RC구조 표준모델	192
(표 135) 목구조 표준모델	194
(표 136) 신축 모델의 목표성능	195

(표 137) 도시가스를 난방열원으로 사용할 경우 1차 에너지 소요량과 설치가능한 신재생에너지 용량	204
(표 138) 신축 표준모델 온수설비 제원	205
(표 139) 신축 표준모델 환기설비 제원	206
(표 140) RC 85㎡형 신축 표준모델의 조명밀도	207
(표 141) RC 150㎡형 신축 표준모델의 조명밀도	207
(표 142) 목구조 85㎡형 신축 표준모델의 조명밀도	208
(표 143) 목구조 150㎡형 신축 표준모델의 조명밀도	208
(표 144) 농촌 공공생활시설 제로에너지 신축 표준모델의 태양광 발전설비 설치유형	209
(표 145) 신축 표준모델의 성능내용	219
(표 146) 신축 표준모델 부위별 열손실 및 획득량 (ENERGY#) 결과	220
(표 147) 신축 표준 모델 에너지 요구량	221
(표 148) TYPE01 중부 85 RC구조의 ECO2 결과	221
(표 149) TYPE01 남부 85 RC구조의 ECO2 결과	221
(표 150) TYPE02 중부 150 RC구조의 ECO2 결과	222
(표 151) TYPE02 남부 150 RC구조의 ECO2 결과	222
(표 152) TYPE03 중부 85 목구조의 ECO2 결과	222
(표 153) TYPE03 남부 85 목구조의 ECO2 결과	222
(표 154) TYPE04 중부 150 목구조의 ECO2 결과	223
(표 155) TYPE04 남부 150 목구조의 ECO2 결과	223
(표 156) 신축 표준모델의 ECO2 결과	223
(표 157) 중부 신축 표준모델의 공사비 총액	224
(표 158) 남부 신축 표준모델의 공사비 총액	224
(표 159) 신축 표준모델의 평당 공사비	225
(표 160) 85㎡ RC구조의 건축공사비용 및 공종별 공사비 비율	226
(표 161) 150㎡ RC구조의 건축공사비용 및 공종별 공사비 비율	227
(표 162) 85㎡ 목구조의 건축공사비용 및 공종별 공사비 비율	228
(표 163) 150㎡ 목구조의 건축공사비용 및 공종별 공사비 비율	229
(표 164) 신축 표준모델의 단계별 성능기준	230
(표 165) 85㎡ RC구조의 단계별 공사비	231
(표 166) 150㎡ RC구조의 단계별 공사비	232
(표 167) 85㎡ 목구조의 단계별 공사비	233
(표 168) 150㎡ 목구조의 단계별 공사비	234
(표 169) 신축표준모델의 ㎡당 평균 공사비	235
(표 170) 전국 농어촌 공공생활시설 현황 및 연면적 합계(예상)	235
(표 171) 신축 표준모델의 필요 예산 및 규모	236

(표 172) 현장조사 농촌 공공생활시설의 CO2배출량 과 1차에너지소요량	236
(표 173) 신축 표준모델의 기대효과	237
(표 174) 신축 표준모델 부위별 열손실 및 획득량 (ENERGY#) 결과	238
(표 175) 신축 표준모델의 건축물에너지 효율등급 및 제로에너지 등급	239
(표 176) I-VEMS 시설 Site	240
(표 177) Service Program	240
(표 178) Dashboard	241
(표 179) 데이터 I/F 정책	241
(표 180) SITE PROFILE TABLE	243
(표 181) POINT INFORMATION TABLE	243
(표 182) POINT VALUE TABLE	243
(표 183) DB Interface Table 및 분류체계	244
(표 184) Data Interface Table Structure	244
(표 185) I-VEMS 구축을 위한 연계 포인트 List	245
(표 186) 관리자 알람서비스 시나리오	252
(표 187) 실증사이트(정죽4리 마을회관) 개요	253
(표 188) IoT 센서 설치 현황	254
(표 189) 실내공기질 유지기준	265
(표 190) PM-10(미세먼지)	266
(표 191) PM-2.5(초미세먼지)	266
(표 192) CO ₂ (이산화탄소)	266
(표 193) 동절기_거실 북측 벽 상·하, 실내·외 온도 측정값	268
(표 194) 동절기_ 거실 북측 창 실내·외 온도 측정값	268
(표 195) 하절기_ 거실 북측 벽 상·하, 실내·외 온도 측정값	269
(표 196) 하절기_ 거실 북측 창 실내·외 온도 측정값	269
(표 197) 동절기_ 방1 북측 벽 상·하, 실내·외 온도 측정값	270
(표 198) 동절기_방1 남측 벽 상·하, 실내·외 온도 측정값	270
(표 199) 동절기_방1 남측 창 실내·외 온도 측정값	270
(표 200) 동절기_방1 북측 창 실내·외 온도 측정값	270
(표 201) 하절기_ 방1 북측 벽 상·하, 실내·외 온도 측정값	271
(표 202) 하절기_방1 남측 벽 상·하, 실내·외 온도 측정값	271
(표 203) 하절기_방1 남측 창 실내·외 온도 측정값	271
(표 204) 하절기_방1 북측 창 실내·외 온도 측정값	271
(표 205) 동절기_방2 남측 벽 상·하, 실내·외 온도 측정값	272
(표 206) 동절기_방2 동측 벽 상·하, 실내·외 온도 측정값	272
(표 207) 동절기_방2 남측 창 실내·외 온도 측정값	273

(표 208) 동절기_방2 동측 창 실내·외 온도 측정값	273
(표 209) 하절기_방2 남측 벽 상·하, 실내·외 온도 측정값	273
(표 210) 하절기_방2 동측 벽 상·하, 실내·외 온도 측정값	273
(표 211) 하절기_방2 남측 창 실내·외 온도 측정값	274
(표 212) 하절기_방2 동측 창 실내·외 온도 측정값	274
(표 213) 동절기_화장실 북측 벽 상·하, 실내·외 온도 측정값	274
(표 214) 동절기_화장실 북측창 실내·외 온도 측정값	274
(표 215) 하절기_화장실 북측 벽 상·하, 실내·외 온도 측정값	275
(표 216) 하절기_화장실 북측창 실내·외 온도 측정값	275
(표 217) 정죽4리 마을회관 전기사용량(kWh)	279
(표 218) 정죽4리 마을회관 시뮬레이션 조건	284
(표 219) 정죽4리 마을회관 부위별 에너지 손실	284
(표 220) 정죽4리 마을회관 에너지성능	285
(표 221) 에너지 성능 개선을 위한	292
(표 222) 정죽4리 마을회관 부위별 에너지 손실	292
(표 223) 정죽4리 마을회관 그린 리모델링 후 에너지성능	293
(표 224) 정죽4리 마을회관의 공종별 공사비 분석	294
(표 225) 등유(난방비) 요금 기준	294
(표 226) 전기 요금 기준 - 주택용 저압	295
(표 227) 정죽4리 마을회관의 그린리모델링 전 에너지소요량 및 사용요금	295
(표 228) 정죽4리 마을회관의 그린리모델링 후 에너지소요량 및 사용요금	295
(표 229) 그린리모델링에 따른 정죽4리 마을회관의 연간 에너지 절감 비용	296
(표 230) 정죽4리 마을회관의 공사비 회수기간	297
(표 231) 사업프로세스	300
(표 232) 사업지구 선정 기준	301
(표 233) 농촌 공공생활시설 평면계획	320
(표 234) 단열재 적용 기준	321
(표 235) 창호 설계 기준	322
(표 236) 기밀 테이프 적용기준	327
(표 237) 열교환 환기설비 적용 기준	328
(표 238) 외단열 시스템 습식공법 시공순서 및 방법	332
(표 239) 단열시공시 고려사항	335
(표 240) 부위별 기밀성관련 유의사항	339

그림목차

<그림 1> 농촌마을회관의 실내환경 현황	24
<그림 2> 제로 에너지 모델개발 성능 목표	27
<그림 3> 에너지절약설계기준 단계적 강화 계획	38
<그림 4> 아산 인주 경로당 전경	46
<그림 5> 투습방습층설치 및 기밀 테이핑 시공	47
<그림 6> 거실 남향 창 설치 및 외부 블라인드 설치	47
<그림 7> 거실 남향 창 설치 및 외부 블라인드 설치	48
<그림 8> 벽체 단열 구성도	48
<그림 9> 열회수형 환기장치 설치	49
<그림 10> 가평 하색경로당 리모델링 전후 전경	49
<그림 11> 가평 하색경로당 리모델링 프로세스	51
<그림 12> 가평 하색경로당 부위별 리모델링 전후사진	52
<그림 13> 고양 방기 경로당 리모델링 전후 전경	54
<그림 14> 고양 방기 경로당 리모델링 공사 개념도	54
<그림 15> 고양 방기 경로당 부위별 리모델링 전후사진	55
<그림 16> 고양 방기 경로당 부위별 리모델링 후 불편사항	56
<그림 17> 조사대상 분류 기준	58
<그림 18> 기후권역 및 용도를 중심으로 한 조사대상 분류	58
<그림 19> 건물 기본정보 조사리스트	61
<그림 20> 건축구조·재료·공간구성 조사리스트-1	61
<그림 21> 건축구조·재료·공간구성 조사리스트-2	62
<그림 22> 기계·전기·무장애설계 조사리스트	63
<그림 23> 신재생에너지분야 조사리스트	63
<그림 24> 에너지성능 조사리스트	64
<그림 25> 위성사진 확인	66
<그림 26> 현장조사 주요내용	71
<그림 27> 현황 측량 도면	74
<그림 29> 조사대상지 규모 (층수)	78
<그림 30> 경로당과 마을회관의 내부공간 구성 비율	80
<그림 31> 다양한 기능으로 사용되는 휴게실의 예	81
<그림 32> 낮은 활용도를 보이는 2층 공간의 예	81
<그림 33> 낮은 활용도를 보이는 2층 공간의 예	81
<그림 34> 운동기구와 치료기구	82

<그림 35> 현장 조사 대상지 기밀성능 결과	83
<그림 36> 지역별 도시의 연평균 기온 및 난방도시 차이	84
<그림 37> 마을회관 층별 공간구성	86
<그림 38> 에너지# 프로그램의 시뮬레이션 체계	88
<그림 39> 데이터 입력화면 예시	88
<그림 40> 월송3리 마을회관 에너지 시뮬레이션 결과	89
<그림 41> 후동2리 마을회관 에너지 시뮬레이션 결과	90
<그림 42> 유촌리 경로당 에너지 시뮬레이션 결과	91
<그림 43> 유촌리 노인회관 에너지 시뮬레이션 결과	92
<그림 44> 대농 경로당 에너지 시뮬레이션 결과	93
<그림 45> 신희1리 마을회관 에너지 시뮬레이션 결과	94
<그림 46> 정죽4리 경로당 에너지 시뮬레이션 결과	95
<그림 47> 초남 경로당 에너지 시뮬레이션 결과	96
<그림 48> 옥적리 마을회관 에너지 시뮬레이션 결과	97
<그림 49> 봉오리 마을회관 에너지 시뮬레이션 결과	98
<그림 50> 진목 마을회관 에너지 시뮬레이션 결과	99
<그림 51> 밑뚝병 경로당 에너지 시뮬레이션 결과	100
<그림 52> 광평리 복지회관 에너지 시뮬레이션 결과	101
<그림 53> 무릉2리 경로당 에너지 시뮬레이션 결과	102
<그림 54> 송죽 경로당 에너지 시뮬레이션 결과	103
<그림 55> 신천리 복지회관 에너지 시뮬레이션 결과	104
<그림 56> 현장조사 대상의 전기사용량(kWh)	108
<그림 57> 최적경사면 일사량(태양광, 연평균 및 사계절)	110
<그림 58> 최적경사면 일사량(태양열, 연평균 및 사계절)	110
<그림 59> 전국 연평균 풍속 및 풍력밀도	111
<그림 60> 전국 지열류량 및 지온경사	112
<그림 61> 연료별 동일열량 가격단가 비교	112
<그림 62> 농촌 공공생활시설 제로에너지 표준모델 그린리모델링 목표성능	114
<그림 63> 농촌 공공생활시설 제로에너지 표준모델 신축 목표성능	114
<그림 64> 농촌 공공생활시설 제로에너지 표준모델 구성	115
<그림 65> 기밀층의 한붓그리기	118
<그림 66> 기밀성능 테스트기 및 일반 주거 공기 유출로	118
<그림 67> 열회수형 환기장치	121
<그림 68> 열회수형 환기장치의 종류 및 특징	122
<그림 69> 창호로 유입되는 일사에너지	124
<그림 70> 그린 리모델링 표준모델 개발 프로세스	129

<그림 71> 그린 리모델링 표준모델 지역별 분류 기준	130
<그림 72> 그린리모델링 4개 모델	132
<그림 73> 화천 유촌리 경로당의 문제점	133
<그림 74> 화천 유촌리 개선 전 후 평면도	134
<그림 75> 태안 정죽4리 마을회관의 문제점	136
<그림 76> 태안 정죽4리 마을회관 개선전후 계획안	136
<그림 77> 여수 봉오리 마을회관의 문제점	138
<그림 78> 여수 봉오리 마을회관 개선전 후 평면도	138
<그림 79> 여수 밀뚝병 경로당의 문제점	139
<그림 80> 여수 밀뚝병 경로당 개선전후 평면도	140
<그림 81> 그린리모델링 표준모델 난방배관 평면도	143
<그림 82> 그린리모델링 표준모델 환기배관 평면도	145
<그림 86> 표준모델별 태양광 발전설비 설계도면 예시	156
<그림 87> 화천 유촌리 경로당의 태양광 발전설비 설계 평면도 및 측면도	157
<그림 88> 화천 유촌리 경로당의 태양광 발전설비 구조물 상세도 및 시스템 계통도	158
<그림 89> 태안 정죽4리 마을회관의 태양광 발전설비 설계 평면도 및 측면도	159
<그림 90> 태안 정죽4리 마을회관의 태양광 발전설비 구조물 상세도 및 시스템 계통도	160
<그림 91> 여수 밀뚝병 경로당의 태양광 발전설비 설계 평면도 및 측면도	161
<그림 92> 여수 밀뚝병 경로당의 태양광 발전설비 구조물 상세도 및 시스템 계통도	162
<그림 93> 여수 봉오리 마을회관의 태양광 발전설비 설계 평면도 및 측면도	163
<그림 94> 여수 봉오리 마을회관의 태양광 발전설비 구조물 상세도 및 시스템 계통도	164
<그림 95> 농촌 공공생활시설 개선 전후 부위별 에너지 손실	171
<그림 96> 신축 표준모델 개발 프로세스	190
<그림 97> 농촌 공공생활시설의 유형	193
<그림 98> 경로당/마을회관의 내부공간 구성 비교	193
<그림 99> 사용하지 않는 2층 공간의 예	194
<그림 100> 신축 TYPE 01 이미지	196
<그림 101> 신축 TYPE 01 평면도	197
<그림 102> 신축 TYPE 01 단면도	197
<그림 103> 신축 TYPE 02 이미지	198
<그림 104> 신축 TYPE 02 평면도	199
<그림 105> 신축 TYPE 02 단면도	199
<그림 106> 신축 TYPE 03 조감도	200
<그림 107> 신축 TYPE 03 평면도	201
<그림 108> 신축 TYPE 03 단면도	201
<그림 109> 신축 TYPE 04 조감도	202

<그림 110> 신축 TYPE 04 평면도	203
<그림 111> 신축 TYPE 04 단면도	203
<그림 112> 신축 표준모델 난방배관 평면도	205
<그림 113> 신축 표준모델 환기배관 평면도	206
<그림 114> 농촌공공생활시설 제로에너지 신축 RC 소형(85m ²) 태양광 표준도면 _ 배치계획	210
<그림 115> 농촌공공생활시설 제로에너지 신축 RC 소형(85m ²) 태양광 표준도면 _ 부착계획	210
<그림 116> 농촌공공생활시설 제로에너지 신축 RC 소형(85m ²) 태양광 표준도면 _ 구조물 상세도	211
<그림 117> 농촌공공생활시설 제로에너지 RC 소형(85m ²) 태양광 표준도면 _ 시스템 계통도	211
<그림 118> 농촌공공생활시설 제로에너지 신축 RC 보급형(150m ²) 태양광 표준도면 _ 배치계획	212
<그림 119> 농촌공공생활시설 제로에너지 신축 RC 보급형(150m ²) 태양광 표준도면 _ 부착계획	212
<그림 120> 농촌공공생활시설 제로에너지 신축 RC 보급형(150m ²) 태양광 표준도면 _ 구조물 상세도	213
<그림 121> 농촌공공생활시설 제로에너지 신축 RC 보급형(150m ²) 태양광 표준도면 _ 시스템 계통도	213
<그림 122> 농촌공공생활시설 제로에너지 신축 목구조 소형(85m ²) 태양광 표준도면 _ 배치계획	214
<그림 123> 농촌공공생활시설 제로에너지 신축 목구조 소형(85m ²) 태양광 표준도면 _ 부착계획	215
<그림 124> 농촌공공생활시설 제로에너지 신축 목구조 소형(85m ²) 태양광 표준도면 _ 구조물 상세도	215
<그림 125> 농촌공공생활시설 제로에너지 목구조 소형(85m ²) 태양광 표준도면 _ 시스템 계통도	216
<그림 126> 농촌공공생활시설 제로에너지 신축 목구조 보급형(150m ²) 태양광 표준도면 _ 배치계획	216
<그림 127> 농촌공공생활시설 제로에너지 신축 목구조 보급형(150m ²) 태양광 표준도면 _ 부착계획	217
<그림 128> 농촌공공생활시설 제로에너지 신축 목구조 보급형(150m ²) 태양광 표준도면 _ 구조물 상세도	217
<그림 129> 농촌공공생활시설 제로에너지 신축 목구조 보급형(150m ²) 태양광 표준도면 _ 시스템 계통도	218

<그림 130> I-VEMS 사이트 구성도	241
<그림 131> i-VEMS 주요 ERD (Entity-Relationship Modelling) 분류체계	242
<그림 132> I-VEMS 아키텍처	248
<그림 133> 실증사이트 I-VEMS 구성도	249
<그림 134> 주요 콘텐츠 UI(User Interface)	251
<그림 135> IoT 센서 설치 위치	254
<그림 136> 온/습도 측정 센서 및 중계시스템	255
<그림 137> 공기질 측정 센서	255
<그림 138> 실내 온도 분포 시각화 예시	258
<그림 139> 온습도 계측 데이터	260
<그림 140> CO2 측정 데이터	261
<그림 141> 미세먼지 계측 데이터	262
<그림 142> 재실인원 계측 데이터	262
<그림 143> 전력량 계측 데이터	263
<그림 144> 월별 전력 모니터링 데이터	264
<그림 145> 습도 모니터링 데이터	267
<그림 146> 7월 온습도 모니터링 데이터	267
<그림 147> 8월 온습도 모니터링 데이터	267
<그림 148> 거실 실내 환경 쾌적 범위	269
<그림 149> 방1 실내 환경 쾌적 범위	272
<그림 150> 화장실 실내 환경 쾌적 범위	275
<그림 151> 하절기 온도 및 전력 데이터	276
<그림 152> 하절기 온·습도 및 전력 데이터	276
<그림 153> 간절기 온도 및 전력 데이터	277
<그림 154> 간절기 온·습도 및 전력 데이터	277
<그림 155> 동절기 온도 및 전력 데이터	278
<그림 156> 동절기 온·습도 및 전력 데이터	278
<그림 157> 최근 1년 전기요금 고지서기반 전력사용량	279
<그림 158> 그린 리모델링 설계 프로세스	281
<그림 159> 정죽4리 마을회관 전경	282
<그림 160> 블로어도어 테스트 결과	283
<그림 161> 블로어도어 테스트	283
<그림 162> 유리 성능 진단 결과	283
<그림 163> 개선전 정죽4리 마을회관 에너지 시뮬레이션 결과 (ENERGY#)	286
<그림 164> 1차 설계 계획안	287
<그림 165> 2차 설계 계획안	288

<그림 166> 3차 설계 계획안 _ 평면도	290
<그림 167> 3차 설계 계획안 _ 입면도	291
<그림 168> 정죽4리 마을회관 리모델링 전후 부위별 에너지 손실량 비교	293
<그림 169> 농촌 공공생활시설 제로에너지 표준모델 구성	299
<그림 170> 태양광패널 설치 방향	301
<그림 171> 건물 기본정보 조사리스트	303
<그림 172> 건축구조·재료·공간구성 조사리스트-1	303
<그림 173> 건축구조·재료·공간구성 조사리스트-2	304
<그림 174> 기계·전기·무장애설계 조사리스트	305
<그림 175> 신재생에너지분야 조사리스트	305
<그림 176> 에너지성능 조사리스트	306
<그림 177> 블로어 도어 테스트	309
<그림 178> 유리성능 측정	309
<그림 179> 열화상 카메라 측정 결과	310
<그림 180> 기기장치 노후화 상태	311
<그림 181> ECO2 건물 에너지 시뮬레이션 평가 프로그램	312
<그림 182> 제로에너지 빌딩 개념도	313
<그림 183> 농촌공공생활시설 제로에너지 그린리모델링 표준모델 목표성능	314
<그림 184> 농촌공공생활시설 제로에너지 신축 표준모델 목표성능	314
<그림 185> 농촌 공공생활시설의 유형	315
<그림 186> 경로당/마을회관의 내부공간 구성 비교	315
<그림 187> 농촌 공공생활시설의 배치 계획	320
<그림 188> 단열 설계지침	322
<그림 189> 창호 설계 예시도면	323
<그림 190> 열교현상의 예	325
<그림 191> 기밀성 출입문 예시 도면	325
<그림 192> 방풍실 예시 도면	326
<그림 193> 배관 주변 기밀테이프 (예시)	327
<그림 194> 기밀테이프 예시도면	327
<그림 195> 그린 리모델링 프로세스	330
<그림 196> 캐노피 및 파라펫 설치형상	331
<그림 197> 캐노피 및 파라펫 부위 열교 개선방안	331
<그림 198> 외단열 시스템 구성	332
<그림 199> 단열재 교차부착도	333
<그림 200> 집착모르타르 도포방식	334
<그림 201> 고정철물의 값	336

<그림 202> 구조체에 따른 앵커길이	336
<그림 203> 창 부위별 상세도	337
<그림 204> 외부용 윈도우 랩	338
<그림 205> 내부용 윈도우 랩	338

제1장 연구개발 과제의 개요

제1절 연구개발 목적 및 필요성

1. 연구개발 목적

○ 농촌 마을회관 에너지 성능 확보

- 18 1999 2012
50% (90%)
1) ;
가
가
가

(표 1) 농촌마을내 공동시설 준공연도²⁾

	1979	1980-1989	1990-1999	2000-2009	2010	
	33	50	161	261	48	553
	50	52	433	314	43	892
	19	35	442	441	87	1,024
	91	53	240	245	16	645
	91	126	382	435	56	1,090
	204	164	826	1,274	234	2,702
	22	80	395	569	80	1,146
	510	560	2,879	3,539	564	8,052
	6%	7%	36%	44%	7%	100%

○ 농촌 마을회관 난방 비용 절감

- 농촌은 지역난방, 도시가스 같은 저렴한 에너지원을 선택할 수 없어 값비싼 등유를 주로 사용하고 있음. 연료원 선택에 따라 도시에 비하여 약 2배의 비용을 더 부담하고 있는 것임. 이는 도시에 비하여 소득수준이 낮은 농촌에서 보다 높은 에너지 비용을 지불하는 에너지 불평등이 가중되고 있음. 그러므로 농촌 마을회관의 에너지 효율화 리모델링 및

1) 문인영, 2014, 농촌 마을회관의 공간계획을 위한 이용실태 및 이용자 만족도에 관한 연구, 한국실내디자인학회 논문집 제23권2호 통권103호, p195

2) 공공 데이터 포털(<http://data.go.kr>) 내에 공개된 자료를 근거하여 분석

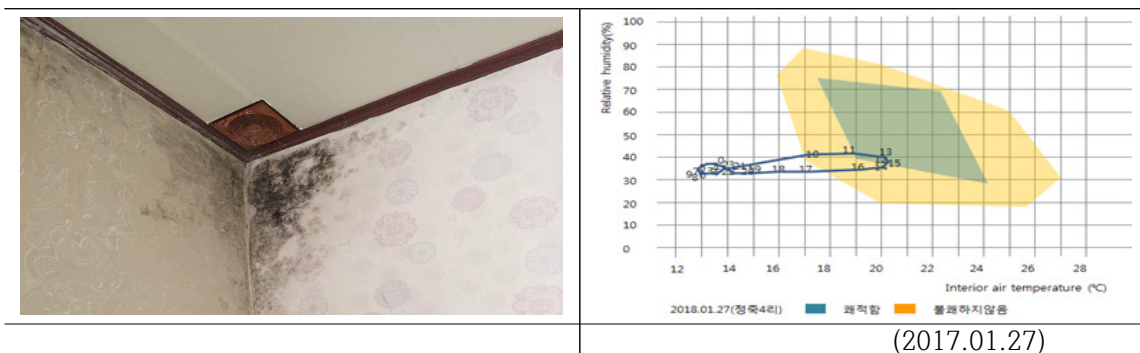
신재생에너지를 적용하여 건물에 사용되는 에너지를 직접 생산하는 제로에너지 건물의 도입이 절실함.

(표 2) 에너지원별 연간 난방비³⁾

에너지원	연탄	지역난방	도시가스	등유	프로판
난방비(천원)	236	760	720	1,411	1,406

○ 농촌 마을 고령화 대응

- 2016년 기준 농업을 하는 가구(농가)에 속한 인구 10명중 4명이 65세를 넘어 농촌에 거주하는 사람의 대부분은 고령자라고 할 수 있음. 최근 들어 이상기온에 따른 혹한과 혹서가 되풀이되고 있는데, 농촌지역의 마을회관은 혹한·혹서 피난처로 이용되고 있음. 무장애 공간 등 고령자 친화적 물리적 환경에 대한 부분도 배려가 부족하지만, 실내의 온습도관리 등 공기 질 또한 쾌적하지 못하여 곰팡이가 발생하는 등 주민의 건강에 오히려 나쁜 영향을 주는 환경에 놓여있음.



<그림 1> 농촌마을회관의 실내환경 현황

2. 연구개발의 필요성

- 농촌지역 소규모 공공생활시설의 제로에너지화를 위한 다양한 모델 개발 필요
- 2015년 채택된 파리협정(Paris Agreement)에 따라 우리나라는 온실가스 감축목표를 2030년 배출 전망치(BAU⁴⁾) 대비 37%(3억1500만톤) 감축하기로 설정하고 국제적으로 약속함. 우리나라에서 온실가스 배출은 산업분야가 약 50%로 가장 많으며 건물분야가 25%로 두 번째로 많은 부분을 차지하고 있음. 건물부문에서 냉난방, 가전제품, 건물 조명분야에서 에너지절약 가능성이 가장 높게 평가되어 이에 상응하는 에너지 효율제고

3) 문영석, 2007, 에너지정책변화와 세수보전, KREI Issue paper

4) BAU(Business As Usual) : 온실가스 감축조치를 하지 않을 경우 예상되는 온실가스 총량

정책을 마련하고 있음. 우리나라 2030년 건물부문 감축 목표치는 BAU대비 약 17%로 이를 달성하기 위해서 신축건물은 제로에너지 건축물로, 기존 건축물은 그린 리모델링을 통한 에너지 효율화가 필수적임. 이러한 문제의식으로 제로에너지 주택과 업무시설의 에너지성능개선에 대한 다양한 연구 및 실증사업이 시행되고 있음. 그러나 농촌지역에 있는 소규모 공공생활시설(경로당, 마을회관)을 대상으로 한 제로에너지건축물 구축 관련 국가 정책 연구는 아직 전무한 상태임.

○ 농촌지역 마을회관 등의 건축물에 대한 에너지 성능 수준, 부하 특성, 신재생 에너지 연계 특성 등에 대한 연구 및 기초 데이터 부재

- 농촌 마을회관 등은 건물의 형태 및 난방설비 등은 단독주택과 유사함. 그러나 주택과 달리 다수의 사람들이 이용하며, 사용시간과 비사용시간이 구분되는 사무실과 유사한 사용패턴을 보이고 있음. 주거와 비주거용도가 복합되어 있는 마을회관 등의 부하패턴 등을 분석하고 계획되어야 쾌적한 실내 환경을 유지할 수 있음. 또한 이용하는 사람들이 대부분 고령자임을 고려한다면 쾌적하지 못한 실내 환경으로 인한 결로 및 곰팡이 발생으로 이용자의 건강을 해치는 결과를 초래할 수 있음. 제로에너지 건물은 에너지 성능 및 효율을 높이는 것과 동시에 실내 환경의 쾌적성을 확보하는 것이 중요함.
- 제로에너지 건축은 에너지소비량이 적어 유지관리비용 줄어드는 효과가 있지만 초기 공사비가 증가하여 시장에서 받아들이기 어려운 현실적인 문제를 안고 있음. 특히 에너지 자립률이 높을수록 초기투자비가 높아지는 것은 사실임. 개보수공사에서는 개보수비용, 사용가능 연수, 유지관리비 등을 고려하여 제로에너지 성능 수준을 결정하는 것이 필요함. 제로에너지 성능 수준에 맞는 기술요소 적용 방안과 제로에너지건축물을 확대·보급하기 위한 정책 및 제도 개선이 필요함.

○ 농촌 공공생활시설 등의 적용 가능한 신재생에너지원 및 필요 용량 등에 대한 분석 필요

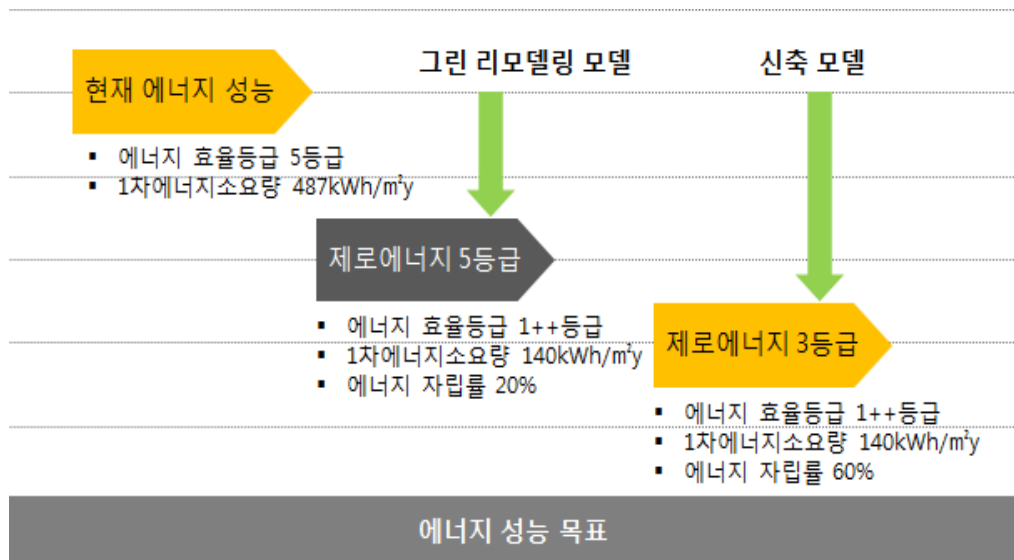
- 제로에너지 건물의 한 축을 담당하고 있는 것이 신재생에너지임. 건물에 필요한 에너지 부하를 최소화하고 신재생에너지를 공급하여 에너지 소요량을 줄이는 것임. 농촌지역은 재생에너지의 생산 및 이용에 도시지역에 비하여 유리한 위치를 점하고 있음. 주변 고층 건물이 없고, 토지이용의 밀집도가 낮은 농촌지역에서 생산 및 공급설비를 구축하기 용이하며, 에너지 생산지와 연결하여 사용함에 따라 에너지 이용의 효율성이 높음. 이러한 농촌지역의 특성을 반영한 신재생에너지를 발굴하고 효과적인 시스템 구성을 위한 분석이 필요함.
- 특히 신기후체제 후속으로 제시되고 있는 “재생에너지 3020 이행계획”등에서 농촌 에너지 전환 및 재생에너지 공급처로서 농촌 공간의 중요성이 대두되고 있음. 제로에너지 마을회관을 직접 이용함으로써 주민들에게 제로에너지 건물의 확산을 유도하고 신재생에너지의 수용성에 대한 거부감을 줄일 수 있음. 이를 통하여 정부에서 적극적으로 시행하

고 있는 ‘재생에너지 3020 이행계획’, 에너지 전환정책을 농촌에 뿌리내리는 계기가 될 것임.

- 농촌 공공생활시설 이용자 및 관리자 수준을 고려한 ICT 기반 에너지관리시스템 요구
- 스마트 에너지 관리(smart homes, smart building automation 및 smart energy(grid) 포함)의 시장규모는 2014년 2,038.3억 달러에서 2019년 4,690.1억 달러로 연평균 18.2% 증가하고 있음. 세계 건물에너지관리시스템(BEMS) 시장은 2012년 18억 달러에서 2020년에는 56억 달러로 3배 이상 성장할 것으로 전망됨. 세계 에너지 IT와 친환경 건축시장의 지속적인 증가로 관련 분야에서는 소규모 단위의 기술력 확보를 통한 시장 진출 가능성이 높을 것으로 예상되며, 특히 소규모 단위의 건물에너지 정보 네트워킹 및 모니터링 분야의 시장 진출 가능성이 높은 분야로 예상됨.
- 농촌 공공생활시설의 경우 일반 상업용 건축물과 달리 이용자의 연령대가 높을 뿐만 아니라 시설 운영자가 특정되어 있지 않고 운영·관리에 대한 가이드도 부재한 실정임. 따라서 누구나 쉽게 실내환경·에너지 모니터링 및 운영이 가능한 관리 시스템이 필요함. 최근 IoT 기술의 발달로 인해 저비용·최적 설계를 통한 관리자 수준 맞춤형 에너지 관리 시스템(i-VEMS) 구축이 가능하며 이를 통해 재실자의 안전, 건강을 고려한 실내 쾌적성 확보와 손실되는 에너지를 최소화하면서 보다 효율적인 시설 운영이 가능할 것으로 판단됨. 궁극적으로 농촌 공공생활시설의 표준모델 개발과 연계하여 제로 에너지 건축물을 구현하는데 기여할 것임.

제2절 연구개발 범위

- 연구 대상
- 농촌지역 공공생활시설(경로당, 마을회관) 신축 또는 리모델링 시 제로에너지 성능 확보 방안
- 연구 목표
- 농촌지역 제로에너지 공공생활시설 신축 및 리모델링 표준 모델 개발하고, ICT를 기반으로 한 건물에너지 관리시스템 구축하는 것을 목표로 함.
- 표준 모델 개발 목표
 - 성능목표 : 농촌 공공생활시설 구축방안(신축, 리모델링) 시 경제성을 고려한 성능 목표 설정
 - _ 리모델링 모델 : 에너지효율 1++등급, 제로에너지 5등급
 - _ 신축모델 : 에너지효율 1++등급, 제로에너지 3등급
 - 개발 유형 목표
 - _ 리모델링 모델 : 4개 유형
 - _ 신축모델 : 4개 유형 8개 TYPE



<그림 2> 제로 에너지 모델개발 성능 목표

○ 연구 용도

- 농촌지역 제로에너지 공공생활시설의 신축 및 개보수 방안 제시
- 농촌지역 공공생활시설 이용자에게 쾌적한 실내 환경 제공 및 합리적 유지관리 방안 제시
- 농촌지역 제로에너지 공공생활시설 공급에 따른 에너지 절감 및 온실가스 배출 저감 목표 수립

○ 적용 분야

- 농촌 지역개발사업 중 공공생활시설 설계 및 개보수사업 시 제로에너지 건축으로 계획
- 지방자치단체의 경로당 및 마을회관 지원사업
- 농촌지역 온실가스 배출 저감 정책 수립 및 신규 사업 발굴 지원
- IoT 계측센서를 기반으로 환경요소 및 건물에너지 실시간 모니터링 시스템 개발

제2장 연구수행 내용 및 결과

제1절 선행 연구 및 제도 분석

1. 농촌 마을내 공동시설 현황 및 지원

- 농촌 마을회관은 1970년대 새마을운동이 시작되면 건립되기 시작하였음. 1980년대는 1970년대 초 건립되어 노후화되고 있던 마을회관에 대한 증개축등 정비사업이 확대됨. 1990년대는 농촌의 고령화와 맞물려 경로당 기능과 결합하여 마을회관을 운영하는 사례가 나타남. 2000년대 들어서는 노인층의 이용율이 높아짐에 따라 건강관리실, 찜질방, 목욕탕 등의 기능이 부가되는 경향이 증가함. 이렇듯 마을회관은 시대에 따라 기능이 변화하면서 활용되고 있음. 농촌 마을회관은 ‘농촌 공동시설로서 생활관련 시설에 속하며, 주민이 자주적으로 운영 또는 사용하는 일상 시설로 생활능률과 활력을 주기 위한 목적을 가지며 상호 친목과 경제활동·숙박·빈민구제·장례·정기마을회의 등 다양한 활동을 할수 있는 공간’으로 정의하고 있음.⁵⁾
- 마을회관의 분포현황은 2015년 농림어업총조사 내용을 인용 정리함. 2015년 기준 전국 마을(행정리)는 36,792개가 분포함. 이중 마을회관을 이용하는 행정리 수는 36,142개로 전체 행정리의 98.23%를 차지하며 마을내 마을회관이 있는 경우 33,794개(91.85%), 다른 마을에 있는 경우 2,348개(6.38%)임.

(3) 2015

			(%)		(%)		(%)
	36,792	36,142	98.23%	33,794	91.85%	2,348	6.38%
	8,698	8,553	98.33%	7,768	89.31%	785	9.03%
	28,094	27,589	98.20%	26,026	92.64%	1,563	5.56%

- 농촌 마을회관(경로당 포함)의 준공연도 및 규모 건축물 현황에 대한 분석은 공공 데이터 포털(<http://data.go.kr>) 내에 공개된 자료를 근거하여 분석하였음.
 - 규모 및 구조 등에 대한 부분은 가장 자세한 자료를 공개하고 있는 여수시 자료와 천안시(중부권), 순창군(남부권)을 중심으로 분석함
 - 동의 지역 자료는 제외하였으며, 천안시는 동남구, 서북구 자료 취합

5) 김동원 외, 2012, 농촌지역 마을회관 이용실태 조사연구, 한국농촌경제연구원 pp11~12 발췌 정리

- 경로당 등은 준공한 지 18년 이상된 1999년이전에 준공된 건물이 약 50%를 차지하며, 건축물 에너지절약 설계기준이 강화된 2012년이전에 지어진 건물이 대부분(90%)을 차지하고 있어 에너지 성능면에서는 취약한 것으로 예상됨.

(4)

	1979	1980-1989	1990-1999	2000-2009	2010	
	33	50	161	261	48	553
	50	52	433	314	43	892
	19	35	442	441	87	1,024
	91	53	240	245	16	645
	91	126	382	435	56	1,090
	204	164	826	1,274	234	2,702
	22	80	395	569	80	1,146
	510	560	2,879	3,539	564	8,052
	6%	7%	36%	44%	7%	100%

- 농촌 마을내 공동시설 규모 및 구조형태
 - 규모는 100㎡이하가 61%를 차지하며 소규모 건축물이 대부분임
 - 군의 지역인 순창군은 85㎡이하 건물이 53%정도로 더 규모가 작음.
 - 구조형태는 조적조 83%, 철근콘크리트조 13%, 기타 4%로 대부분 조적조이며, 1층 구조로 건축됨.

(5)

	60㎡	61-85	86-100	101-150	151-200	201	
	29	72	113	183	92	63	552
	50	251	201	196	119	74	891
	39	186	263	259	174	103	1,024
	36	217	144	78	43	100	618
	191	720	265	156	79	47	1,458
	294	884	645	612	331	187	2,953
	243	302	213	250	85	63	1,156
	5	8	11	53	63	75	215
	887	2640	1855	1787	986	712	8,867
	10%	30%	21%	20%	11%	8%	

(6)

	144	40	2	0	186
	256	21	14	5	296
	400	61	16	5	482
	83%	13%	3%	1%	100%

(7)

	1	2	3	
	69	115	2	186
	290	6	0	296
	359	121	2	482
	74%	25%	1%	100%

- 난방형태에서는 바닥난방을 하고 있으며, 열원설비로 심야전기보일러와 기름보일러(등유)를 이용하고 있음.
- 경로당 및 마을회관으로 사용되는 건축물을 신축, 증축, 개보수하는 경우 마을회관 등에 관한 조례를 근거로 지원하며, 건물의 사용 및 운영 등에 드는 비용은 경로당 운영 및 시설지원 조례에 근거하여 지원하고 있음.
 - 동절기 난방 연료비로 연간 약 200만원정도 지원하고 있음.

2. 선행연구 검토

가. 농촌 마을내 공동시설 관련 연구

- 농촌마을내 공동시설은 주로 공공이 주체가 되어 공급하며, 농촌주민의 일상적인 삶을 영위하는 공동적인 활동들이 이루어지는 공간임
 - 농촌공동시설은 ‘농촌주민들의 일상생활 및 경제활동 유지를 위해 공공서비스를 제공하는 시설이나, 주민들이 공동으로 사용하는 건축물 형태의 시설(일부 비건축물 포함)’으로 정의 (김광선 외, 2012)
- (송미령 외) 농촌의 공동시설은 인구구조 변화, 교통발달, 생활의 변화 등의 영향으로 존재 양상이 변화함.
 - 1970년대에 중요했던 공동빨래터, 공동우물 등은 그 기능을 상실하고, 마을상점은 과거보다 기능이 크게 약화되었음.
 - 마을회관은 경로당(노인회관)으로 기능이 대체되고 있으며, 마을내 가장 이용이 활발한 공동시설임.




	1975	1991	2000	
	()			()

- (신영선 외) 농촌마을 주민들을 위한 중요한 생활공간으로서의 마을회관은 경로당으로 통합되어 사용하고 있으며, 내부 공간 이용에 있어 할아버지방, 할머니방과 같이 성별에 따른 공간 구분하는 특성을 보이고 있음
- (김동원 외) 농촌지역 마을회관 이용 실태 조사연구에서 625개 마을의 마을회관을 대상으로 이용실태조사 및 분석한 결과 마을회관과 경로당 공동으로 사용하는 비율이 85.4%이며, 주 이용 계층이 노인층과 부녀자 층임.
 - 마을회관 건물의 20%가 준공연도 20년이 경과한 노후화되었으며, 마을회관 운영에 가장 비용이 많이 들어가는 난방시설의 경우 태양열 등 에너지절감형은 10곳 중 3곳에 불과함.
 - 마을회관 이용 활성화를 위한 정책 제언으로 전국의 마을회관에 대한 전반적인 운영실태를 종합적 조사, 노후화된 마을회관을 순차적으로 신축 지원하는 체계를 만들고, 마을회관 신축시 필요한 표준설계도 제공이 요구됨.

나. 건축물 에너지성능 관련 연구

- (류연수 외) 농촌지역주택을 대상으로 주택에너지 성능에 대한 연구 결과 농촌에 있는 대부분의 주택은 준공한 지 30년이 지난 노후주택이며, 에너지 절약설계 기준이 제정되기 전에 건축된 것으로 아파트에 비하여 5배정도 에너지 비용을 더 지불하는 것으로 나타남.
 - 기존 주택의 에너지 성능을 개선하기 위한 패시브형 기술요소로 구조체 단열, 창호, 환기로 제시하며, 각 요소 적용시 에너지 성능 개선 향상도를 제시하고 있음.
- (백남춘 외) 패시브형 설계기법으로 냉난방에너지의 70%를 절감하고 액티브시스템을 추가하여 총 에너지의 80%를 절감하는 에너지 자립주택 모델을 제시하였음.

6) 송미령 외, 농촌 공동시설의 효율적 활용방안 연구, 2001, 한국농촌경제연구원

	-10-12-가-1	-10-20- -1	-12-26-가-1
			
	40.2m ²	66.29m ²	84.64m ²
		+ ()	
	170.2 (kWh/m ² .a)	147.2 (kWh/m ² .a)	130.5 (kWh/m ² .a)
	244.4 (kWh/m ² .a)	198.2 (kWh/m ² .a)	191.3 (kWh/m ² .a)
1	238.7 (kWh/m ² .a)	189.3 (kWh/m ² .a)	182.7 (kWh/m ² .a)
	4	2	2

다. 소결

- 농촌마을내 공동시설 중 가장 이용도가 높은 것은 경로당이며, 농촌마을 내 고령화와 맞물려 기존의 마을회관의 기능과 통합하여 대부분 경로당으로 이용되고 있음.
- 경로당 다음으로 농촌 마을내 공동시설로 빈도가 높은 것이 교회 등 종교시설, 상점, 창고, 보건지소 순임.
 - 종교시설과 상점은 소유가 공공이 아니며 그 건물에 대해 계획을 수립하거나, 이용하는 데 한계가 있으며, 창고는 냉난방을 하지 않아 에너지를 사용하지 않으므로 본 연구 대상에서 제외함.
 - 본 연구에서는 경로당(마을회관) 건축물의 에너지 성능을 제로에너지까지 끌어올리기 위한 적용 기술요소를 다루고자 함.
- 경로당은 난방형태, 규모 등이 단독주택과 유사하여 제로에너지주택에서 적용되는 패시브설계기법, 액티브 설계기법, 신재생에너지 요소를 중심으로 검토 필요.
 - 그러나, 24시간동안 냉난방설비가 가동되며, 가족단위로 2~5명이 이용하는 주택과 달리 야간시간에는 이용하지 않으며 마을사람 다수가 이용하는 등 주택과 이용 패턴이 다른 점을 고려한 에너지 시뮬레이션이 필요함.

- 제로에너지화에 대한 판단 기준이 에너지효율등급과 에너지 자립률에 근거하므로 적용 가능한 신재생 에너지 종류 및 에너지 생산비율 분석 필요

3. 농촌 공동시설 관련 제도 및 지원정책

- 마을회관은 「농어촌 마을 주거환경 개선 및 리모델링 촉진을 위한 특별법」에서 정하고 있는 ‘주민이 공동으로 사용하는 마을회관·공동작업장 및 그 밖에 대통령령으로 정하는 시설’인 공동이용시설의 하나임.
- 「건축법」에 의해 제1종 근린생활시설로 규정되어있으며, 주민들의 일상생활에 가장 기초적인 서비스 기능을 제공하는 시설이라고 할 수 있음.
- 마을회관은 농촌지역에서 문화·여가·복지 측면에서 중요한 역할을 하고 있으며, 농촌 마을내 인구가 과소화, 고령화 등이 심화되면서 민간부문에서는 물론 공공부문에서도 적절한 투자가 이루어 지지않고 있어 농촌마을내 최소한의 공공시설이라고 할 수 있음.

가. 경로당 지원

- 경로당은 지역 노인들이 자율적으로 친목도모·취미활동·공동작업장 운영 및 각종 정보 교환과 기타 여가활동을 할 수 있도록 하는 장소를 제공함을 목적으로 하는 시설로 노인여가복지시설로 분류됨.
- 경로당 운영 및 시설지원 조례 (자치법규)에 의해 「노인복지법」 제47조의 규정에 따라 국가 또는 지방자치단체는 노인복지시설의 설치·운영에 필요한 비용을 보조할 수 있음.
- 지원범위
 - 경로당 시설 운영 및 난방 연료비
 - 경로당 시설 보완 및 환경개선 사업비
 - 경로당 시설 활성화를 위한 교육 및 프로그램 운영비
 - 경로당 시설에 필요한 건강 및 체력단련기구 설치비
 - 그 밖에 경로당 운영 활성화를 위해 필요하다고 인정하는 사업에 소요되는 비용
- 마을 경로당 운영비 지원내역(순창군)
 - 난방비
 - (10인미만) : 1,700천원(1분기, 4분기 지급)
 - (10인이상) : 2,200천원(1분기, 4분기 지급)
 - 운영비 : 1,500천원(매분기 지급)
 - (10인미만) : 600천원
 - (10인이상) : 1,000천원
 - 간식비 : 2,000천원(매분기 지급)

- 800천원(10인미만) ~ 2,000천원(50인 이상)
- 냉방비 : 100천원(3분기 지급)

나. 마을회관 지원

- 마을회관은 농어촌 지역에서 마을 주민들의 자치적 집회소 목적으로 사용하는 건축물 임. 마을회관 등에 관한 지원조례(자치법규)에서 설치등에 대한 지원내용을 정하고 있음.
- 마을회관 지원대상
 - 하나의 행정리에 1개소의 설치를 원칙으로 함.
 - 마을회관 등을 신축, 재건축 또는 증축하는 경우에는 마을회 소유의 토지이어야 함. 다만, 마을회에서 토지의 소유권을 확보하지 못하는 경우에는 토지 소유자로부터 마을회관 등 설치에 따른 토지사용동의를 받아 신청할 수 있음
 - 마을회관 등을 재건축 하는 경우의 건축물은 건축한 지 30년이 지난 경우이어야 함. 다만, 노후도가 심화되어 있어 붕괴 위험성이 있거나 보수비가 과다하고 보수 시 내구연한의 기대효과가 매우 적은 건축물의 경우에는 30년이 지나지 않아도 지원할 수 있음

(11)

가	2 6	1	2
	1 5	5	2
	5	1	3
	1 2	5	3
	2	1	5

다. 소결

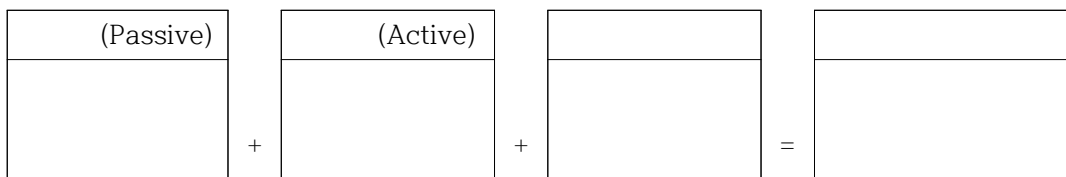
- 경로당 및 마을회관으로 사용되는 건축물을 신축, 증축, 개보수하는 경우는 마을회관 등에 관한 조례를 근거로 지원하며, 건물의 사용 및 운영 등에 드는 비용은 경로당 운영 및 시설지원 조례에 근거하여 지원하고 있음.
- 동절기 난방 연료비로 연간 약 200만원정도 지원하고 있음.
- 농촌 마을내 마을회관과 경로당은 행정안전부와 보건복지부에서 예산 배정 및 관리 운영하고 있음. 2005년 이후 농촌지역개발사업으로 마을회관·경로당 리모델링과 주민커뮤니티센터 등을 신축 하고 있음. 농촌주민커뮤니티의 중심인 마을회관·경로당의 이용환경을 개선하기위한 다양한 부처에서 노력하고 있으며 최근 들어 농촌 공공생활시설의 제로에너지화를 통한 농촌 공공생활시설의 실내 환경 쾌적성 확보와 에너지 절약을 통한 온실가스감축을 위한 정책개발의 필요성이 대두되고 있음.

- 실제 사용 시에는 마을회관과 경로당을 동시에 지정하여 사용하고 있는 경우가 많음. 2층 구조의 건물에서는 1층은 경로당으로 사용하며, 2층은 마을회관의 용도로 주로 회의실을 구성하여 사용하고 있음. 경우에 따라 2층에 헬스기구를 배치하여 건강관리실 혹은 체력단련실로 사용하고 있음.
- 1층과 2층이 실내계단을 통하여 연결된 구조는 거의 찾아보기 어려우며, 외부에 만들어진 계단을 통해 2층으로 접근하는 형태로 1층과 2층이 공간적으로 분리되어 있음.

4. 건축물에너지 성능개선을 위한 기존 정책사례

가. 제로에너지 건축물 정의

- 제로에너지 건축물이란 단열 등 건물의 패시브 성능을 강화해 최소한의 냉난방으로 적절한 실내온도를 유지할 수 있게 설계, 에너지를 90%이상(전체 에너지의 60% 절감)을 절감하고 패시브성능으로 더 이상 줄일 수 없는 부분(최소 40%)을 태양광 등 신재생에너지를 사용해서 자급자족하는 건축물을 말함.



- 「건축물 에너지효율등급 인증 및 제로에너지건축물 인증에 관한 규칙」에 의한 제로에너지 건축물 인증 기준
- 건축물 에너지소요량(효율등급 1++ 이상)과 모니터링 시스템(BEMS 등)이 설치된 건축물을 대상으로 신재생에너지를 통한 에너지자립률⁷⁾*을 기준으로 5개 등급으로 평가함.

(12)

ZEB	*
1	100%
2	80 ~ 100%
3	60 ~ 80%
4	40 ~ 60%
5	20 ~ 40%

- 에너지 자립률이 20%이상부터 100%이상까지를 제로에너지 건축물로 포함하여 등급을 부여하고 있음. 건물에서 생산하는 에너지량과 소비하는 에너지량이 ZERO(0)인 상태

7) 에너지 자립률: 건축물 1차에너지 소비량 대비 1차 에너지 생산량

를 말하는 Net Zero Energy 수준과 Nearly Zero Energy 수준을 포함한 제로에너지건축물에 대해 인증하고 있음.

나. 건축물 에너지 절감 관련 제도

- 2010년 「저탄소 녹색성장 기본법」, 2012년 「녹색건축물조성지원법」 제정되면서 녹색건축물 조성 촉진 및 건축물 온실가스 감축을 위하여 다양한 정책과 제도가 정비됨
- 건축물 에너지 절약 정책은 신축건축물 중심으로 진행되어 왔으나 2015년부터 기존 건축물을 녹색건축물로 전환하거나 기존 건축물의 노후도, 안전성능, 에너지효율성능 등을 종합적으로 개선하기위한 기존 건축물의 에너지 성능 기준을 도입하였음.
 - 녹색건축물인증제, 에너지효율등급인증제, 제로에너지건축물인증제도, 에너지절약계획서 등이 주로 신축건축물의 에너지 성능 향상에 목표를 두어 정책에 마련되었음.
 - 2015년 이후 녹색건축물인증제(2013년), 에너지효율등급인증제(2013년)에서도 기존건축물에 대한 기준 마련하였으며, 특히 “기존 건축물의 에너지 성능 기준”에서 녹색건축물 전환 기준을 제시하고 있음.
 - 녹색건축물 전환기준
 - 「건축물 에너지효율등급 인증기준」에 따라 에너지효율등급 3등급 이상의 등급을 인증 받은 사업
 - 성능개선 전후 대비 연간 단위면적당 냉난방 에너지요구량을 20% 이상 개선하거나 연간 단위면적당 1차 에너지소요량을 20% 이상 개선하는 사업
 - 「녹색건축물 조성지원법」에 따른 녹색건축 인증을 「녹색건축 인증 기준」의 그린 리모델링 건축물 인증심사 기준에 따라 취득한 사업
 - 기존 건축물의 노후도, 안전성능, 에너지 효율 등의 성능을 종합적으로 개선하는 사업

다. 건축물 에너지 절감 관련 지원 정책

- 녹색건축 활성화를 통한 온실가스 감축, 에너지절감을 위하여 신축건축과 기존건축의 두 방향으로 접근

(1) [신축] 에너지절약설계기준 단계적 강화

- 창호 및 벽체의 단열기준 강화
 - (주거) '09년 대비 30% 감축('12년) → 40%감축('15년) → 60%감축('17년) → 제로에너지 의무화('25년)
 - (비주거) '09년 대비 15% 감축('12년) → 30%감축('17년) → 60%감축('20년) → 제로에너지 의무화('25년)



< 3>

8)

- [신축]에너지절약계획서 검토기관지정 및 자문 강화
- [신축]제로에너지 건축물 인증제도 도입 및 시범사업 추진

(2) [기존] 공공 그린리모델링 지원사업

- 녹색건축에 대한 국민적 인식을 향상하여 녹색건축물 조성을 활성화하고 민간부문으로 확산을 유도하기 위하여 우선적으로 기존 공공건축물을 대상으로 그린리모델링을 지원하는 사업
- (사업기획 지원분야) : 에너지 성능개선 기술지원
 - 기존건축물 현황 파악 및 분석 : 성능평가, 에너지 시뮬레이션
 - 에너지성능개선 사업기획 : 기획설계안, 리모델링계획안 작성
 - 사업타당성 검토 : 예상사업비 산정, 사업비 최적화
- (시공 지원분야) 일반 리모델링중 사업을 그린리모델링으로 전환
 - 에너지성능개선 기술지원 : 시뮬레이션을 통한 에너지 성능평가
 - 에너지성능개선 시공비 지원 : 단열, 창호, 기밀, 일사조절 등
 - 현장품질검증 시험 : 기밀성능 테스트 등 시공품질 검증

(3) [기존] 민간 그린리모델링 이차지원사업

- 건축주가 초기 사업비에 대한 부담 없이 건축물의 성능개선을 추진할 수 있도록 경제적 지원을 통하여 참여 유도
- 이차지원 대상 공사 범위
 - 필수항목 : 단열보완, 기밀성강화, 외부창호 성능개선 등 외피단열 성능 향상
 - 건물단열 향상 공사와 병행가능 공사
 - 에너지 관리 장치 : 조닝제어장치, 대기전력 차단 장치
 - BEMS(건물에너지 관리시스템) 장치, 스마트계량기 등

8) 녹색건축정책 현황 및 미래방향, 2016, 녹색건축한마당 국토교통부 발표자료

- 신재생에너지 공사 : 태양광, 태양열, 지열, 풍력 등
 - 에너지 성능개선 관련공사 : 고효율 냉난방장치, LED 등
 - 에너지 성능개선 공사와 연관된 부대공사
- 이자 지원 조건
- 비주거건물 50억원(1동당), 공동주택 2천만원(1세대당), 단독주택 5천만원
 - 이자는 5년간 지원하며, 그린리모델링 사업비는 이자지원 기간과 동일하게 5년 이내 분할상환(에너지 성능개선 비율에 따라 이자지원율을 산정)

(13)

		()
30%	4%	
25% ~30%	3%	
20% ~25%	2%	20%

(4) [기존] 건축물 온실가스 에너지 목표관리제

- 온실가스 다배출 및 에너지 다소비업체를 관리업체로 지정하고, 온실가스 배출량 및 화석 에너지 사용량에 대한 감축·절감목표를 부과하여 이행실적을 검증 관리

(14) 가

	가 (kilotonnes CO2-eq)	(terajoules)
()	50	200
()	15	80

(5) 제로에너지건축 단계적 의무화 로드맵 마련(국토교통부, 2016)

- 공공건축물의 제로에너지 의무화(‘20년~) 도입 충격을 완화하기 위해 의무화 대상을 단계적으로 확대하는 세부 추진 로드맵을 마련(’17)

(15) ()

'20	3 m ² * , , , , *
'25	5 m ² * , , , , *
'30	* , * , , , 가 가

※ 주요 관계부처: 산업부·청사관리소·미래부(우정본부)·문체부·교육부·복지부 등

		('17)	「 」
	1 m ² 30%	('20)	「 12 2 」
LED	LED LED	('20)	「 11 」
	1	(既)	「 」 11

라. 소결

- 국내외에서 건축부문 에너지 성능 개선과 제로 에너지 건물화하기 위한 정책 시행하고 있음.
- 제도 및 정책에 있어서 신축과 기존 건축물을 동시에 다루고 있으며, 제도 초기 신축건축물의 에너지 성능 기준 및 인증제도에 있던 중심이 기존 건축물의 에너지 효율화로 이동하면서 전체 건물부문 온실가스 감축 목표량을 관리함.
- 2016년 「기존 건축물의 에너지성능 개선기준」 마련, 2017년 제로 에너지 건축물 인증 기준 마련 등으로 제도 정비 및 강화 하고 있음.
- 제로에너지 건축물 인증, 건축물에너지 효율등급 인증 제도는 주거와 비주거로 용도 구분되며, 비주거인 경우 냉난방면적 500m²이상인 건축물, 업무시설을 대상으로 함.
- 마을회관, 마을공동 작업소, 마을공동 구판장, 공중화장실, 대피소, 지역아동센터 등 주민이 공동으로 이용하는 시설의 건축물 용도가 제1종 근린생활시설임.
- 농촌에 있는 대부분의 마을회관은 규모가 500m²미만으로 비주거 용도에서 에너지효율 등급인증, 제로에너지 건축물 인증제도, 에너지 절약계획서 제출 대상 등에 해당하지 않아 제도적 관리에서 제외되어 있음. 농촌지역에 약 36,000여개의 건물이 이용되고 있으며, 농촌주민의 중심 커뮤니티시설로 역할하고 있는 농촌공공생활시설의 쾌적한 실내환경조성 및 에너지 절약을 위하여 제도 개선이 필요함.

	○ 가 500㎡		-	-
	○		○	○
	○ ○ ○ 500㎡		○	-
	○ ○ ○ 500㎡		○	-
	○ ○ 50%		○	○

5. 국내 신재생에너지 보급 지원 제도

가. 신재생에너지 공급의무화제도(RPS)

- 일정규모 이상(50만kW)의 발전사업자(공급의무자*)에게 총 발전량의 일정 비율 이상을 신재생에너지로 공급토록 의무화하는 제도
- 의무이행을 위해 외부구매, banking, borrowing 등 유연성 확보방안 구축
 - (외부구매) 외부사업자의 공급인증서 구매 후 의무이행에 활용
 - (banking) 의무공급량 초과이행시, 차년도 의무이행에 활용
 - (borrowing) 의무공급량의 일부에 대하여 3년의 범위에서 공급의무의 이행을 연기
- 의무공급량 미이행분에 대해서는 공급인증서 평균거래가격의 150% 이내에서 불이행사유, 불이행 횟수 등을 고려하여 과징금을 부과함
- 추진근거
 - 신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법 제12조의5~제12조의10
 - 신·재생에너지 공급의무화제도 및 연료 혼합의무화제도 관리·운영지침

나. 신재생에너지 주택지원 사업

- 태양광, 태양열, 지열, 소형풍력, 연료전지 등의 신재생에너지원을 주택에 설치할 경우 정부가 지원금 지원
- 지원대상 : 단독주택, 공동주택 소유자 및 소유예정자(신축예정 건물)
- 추진실적

- 2004년~2017년말까지 승인기준 8,111억원 지원(293,672호 보급)

(18)

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
가 ()	109,268	52,356	31,658	14,304	15,665	27,448	42,955	293,672
()	459,191	97,499	64,984	55,467	50,639	43,786	39,502	811,068

○ 추진근거

- 신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법 제27조
- 신재생에너지설비의 지원 등에 관한 규정
- 신재생에너지설비의 지원 등에 관한 지침

다. 신재생에너지 건물지원 사업

- 기술개발 및 국내 실증을 거친 국내 신재생에너지설비의 시범 보급과 상용화된 신재생에너지설비의 보급 지원을 통한 관련 산업의 활성화를 목적으로 함
- 사업의 수행주체는 한국에너지공단 신재생에너지센터이며, 설치비의 일부를 보조하는 방식으로 추진

(19)

	~2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
()	175,676	19,387	20,410	26,832	23,204	22,900	21,953	310,362

○ 추진근거

- 신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법 제27조
- 신재생에너지설비의 지원 등에 관한 규정
- 신재생에너지설비의 지원 등에 관한 지침

라. 신재생에너지 지역지원 사업

- 지역특성에 맞는 환경 친화적 신재생에너지 보급을 통해 에너지 수급여건 개선 및 지역경제 발전을 도모하고자 지방자치단체가 소유·관리하는 공간 등에 신재생에너지설비 설치를 추진하는 사업을 지원
- 자연환경 및 에너지 잠재량 등 지역적 특성을 반영한 지역별 신재생에너지 보급계획을

수립·추진

- 지역별 신재생에너지보급계획에 따른 사업의 추진을 위해 필요한 지원시책 강구
- 지원대상 : 17개 광역지자체 및 기초 지방자치단체
- 추진실적
 - 1996년~2018년까지 총 4,026개 사업에서 8,499억원 지원

(20)

	~2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
()	2,205	280	267	257	327	304	386	4,026
()	684,625	37,000	26,000	24,000	21,303	21,000	26,000	839,928

- 추진근거
 - 신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법 제27조
 - 신재생에너지설비의 지원 등에 관한 규정
 - 신재생에너지설비의 지원 등에 관한 지침

마. 신재생에너지 용·복합지원 사업

- 기존 개별지원(주택, 건물, 지역 등)에서 에너지원 간 융합 및 구역 복합으로 설치비의 일부를 보조하는 사업
 - 용·복합 사업은 신재생에너지 원, 지역, 정책, ICT 등 다양한 결합을 통해 시너지 효과발생을 기대할 수 있는 사업
- 수요처의 특성을 반영하여 기존 개별지원(주택, 건물, 지역 등)에서 용·복합지원(에너지원 간 융합·구역복합·ESS) 방식을 도입
 - 주택, 공공·상업 건물이 혼재된 지역으로서 신재생에너지 설비 최적화 여부를 집중 심의하여 사업을 선정
 - 계통 미연계 지역으로서 발전 단가가 높은 도서·벽지 등에 태양광·풍력·ESS 등을 결합한 용·복합 모델을 설치하여 디젤발전기를 대체할 수 있는 수요처를 집중 발굴
- 추진실적
 - 2017년 22개 사업 160억원 지원
 - 사업비는 국비지원(50% 이하), 지자체 또는 민간 매칭(50% 이상)

바. 태양광 대여사업

- 대여사업자가 단독 및 공동주택에 태양광발전설비를 설치하고 소비자가 납부하는 대여

료와 REP⁹⁾ 판매수입으로 투자금을 회수하는 구조의 사업

- 소비자는 초기투자비 및 유지보수 부담 없이 전기요금을 절약
- 사업대상 : 단독주택 및 공동주택(단독주택은 월 평균 전력사용량에 따라 3~9kW 까지 설치 가능)

(21)

	2013	2014	2015	2016	2017	
	3	4	6	8	5	-
가	60	2,006	8,796	10,362	15,974	37,198

- 추진근거
 - 신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법 제27조
 - 신재생에너지설비의 지원 등에 관한 규정
 - 신재생에너지설비의 지원 등에 관한 지침

사. 신재생에너지설비 공공기관 설치의무화 제도

- 국가, 지자체 등의 공공기관이 신축, 증축 또는 개축하는 건축연면적 1천㎡ 이상의 건축물에 대하여 예상 에너지 사용량의 일정 비율 이상 신재생에너지로 공급하도록 하는 의무화 제도
 - 설치의무화 사업은 2004년에 시행되었으며, 2008년 의무화 대상을 학교까지 포함하여 확대함
 - 2012년 건축 연면적 기준은 3,000㎡이상에서 1,000㎡이상으로 확대되었으며, 공급의무 비율 목표 또한, 2020년 기준 20%에서 30%까지 확대

(22)

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
(%)	12	15	18	21	24	27	30

- 대상기관
 - 국가 및 지방자치단체
 - 공공기관
 - 정부가 대통령령으로 정하는 금액 이상을 출연한 정부출연기관
 - 「국유재산법」 제2조제6호에 따른 정부출자기업체

9) REP : Renewable Energy Point(신재생에너지 생산인증서)

- 지방자치단체 및 제2호부터 제4호까지의 규정에 따른 공공기관, 정부 출연기관 또는 정부출자기업체가 대통령령으로 정하는 비율(50%) 또는 금액 이상(50억)을 출자한 법인
- 추진근거
 - 신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법 제12조 제2항 및 동법 시행령 제15조
 - 신재생에너지설비의 지원 등에 관한 규정
 - 신재생에너지설비의 지원 등에 관한 지침

아. 신재생에너지 금융지원 사업

- 신재생에너지시설 설치자 및 생산자를 대상으로 장기 저리의 융자지원을 통해 초기 투자비를 경감, 경제성을 확보하여 신재생에너지 설비 설치 및 관련 사업을 보급·육성
- 지원 대상 및 조건
 - 시설자금 : 신재생에너지를 이용하기 위한 시설을 설치하고자 하는 사업주가 신청하는 자금
 - 생산자금 : 신재생에너지 전용설비를 생산하는 공정라인을 설치하고자 하는 제조업체 사업주가 신청하는 자금
 - 운전자금 : 신재생에너지 전용설비를 생산하는 제조업체(중소기업) 사업주가 운영 자금 확보 또는 원활한 자금 유동성 확보를 위해 신청하는 자금
- 추진근거
 - 신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법 제27조
 - 신재생에너지설비의 지원 등에 관한 규정
 - 전기사업법 제49조

6. 유사 사례조사

가. 아산 인주 마을회관(경로당)

- 아산시는 지역마을 어르신들에게 쾌적하고 건강한 거주환경을 제공하고 에너지 절감형 건축물을 조성하기 위해 문방4리 경로당을 제로에너지 건축물로 시공하였음.
- 경로당은 민간보조사업으로 시행되어, 아산시와 업무협약을 체결한 (사)한국패시브건축협회에서 주관하고, 마을주민 협의체에서 발주하는 방식으로 시행되었음.
- 아산시에서는 제로에너지 건축물 보급에 노력하고 있으며, 그 절차로 아산시 발주 제로에너지 건축물 시공에 참여하는 관계자(설계자, 시공자, 마을주민)는 사전에 제로에너지 교육을 받도록하여 계획 및 시공에서 주요하게 관리되어야 하는 사항 및 기술수준에 대하여 사전에 협의과정을 거치도록 하고 있음.



< 4 >

(23)

		1120	16
	461 m ²		
	82.09 m ²		
	17.81 %		
	92.09 m ²		
	17.81 %		
	1		
	()		
	2x2 (T76 32K) + T11 OSB + 2x10 (T140 24K)		
	2x2 (T38 32K) + 2x10(T235 24K) + T19 2		
	T35 + T150 1 2 + T200		
	5TePlus 1.3 + 16Ar + 5CL + 16Ar + 5TePlus 1.3(3)		
	35.45 kWh/m ² ·a		
	28.2 W/m ²		
1	23 kWh/m ² ·a		

- 경로당은 남향으로 동서측으로 긴 장방형의 형태로 배치되어 있으며, 건축면적은 82.09 m²(24.8py), 내부공간은 할아버지방, 할머니방, 주방, 화장실, 다락으로 구성되어 있음. 할아버지방, 할머니방은 미닫이 문으로 구획하여 필요 시 대공간으로 이용할 수 있음. 내부 지붕밑 다락공간을 수납 및 다목적 공간으로 이용하고 있음.
- 남측으로 대형 창을 두고 북측 등에는 작은 채광 및 환기창을 두어 창을 통한 에너지 손실을 최소화하였음.
- 패시브 설계요소로 언급되는 고단열, 고기밀, 고성능창호, 열교없는 디테일, 열회수형 환기장치가 모두 적용되었음.

- [고단열] 단열재로는 T76 글라스울 32K, T140 글라스울 24K를 적용하여 외벽 열관류율 $0.186\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$ 로 현행 건축물 에너지 절약설계기준 별표1 남부 외부 직접 면하는 공동주택 외 외벽 기준인 $0.32\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$ 보다 약 1.72배 강화하여 설치함. 지붕 열관류율 $0.153\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$ (남부, 외부 직접 면하는 공동주택 외, 최상층 지붕 기준 $0.26\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$), 바닥 열관류율 $0.235\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$ (남부, 외부 간접 면하는 바닥난방, 최하층 거실 바닥 기준 $0.31\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$)설치하여 기준에서 요구하는 열관류율보다 강화되어 설치함.
- [고기밀] 준공 후 기밀성 테스트에서 50pa 1회/h 이하
- 창호의 기밀성 1등급 확보(통기량 $1\text{m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$ 미만) 및 창호와 구조체의 접합부 틈새에 기밀테이프, 팽창테이프 설치하여 창호 주변에서 누기 발생 방지
- 겨울철과 여름철 상대습도에 따라 방습층이 되기도 하고 투습층이 되기도 하는 가변형 투습방습지를 설치하여 결로 방지. 벽체 패널에 창호를 공장에서 설치하고 창호주변 기밀 테이핑 시공하여 기밀성 확보



가

< 5 >



< 6 >

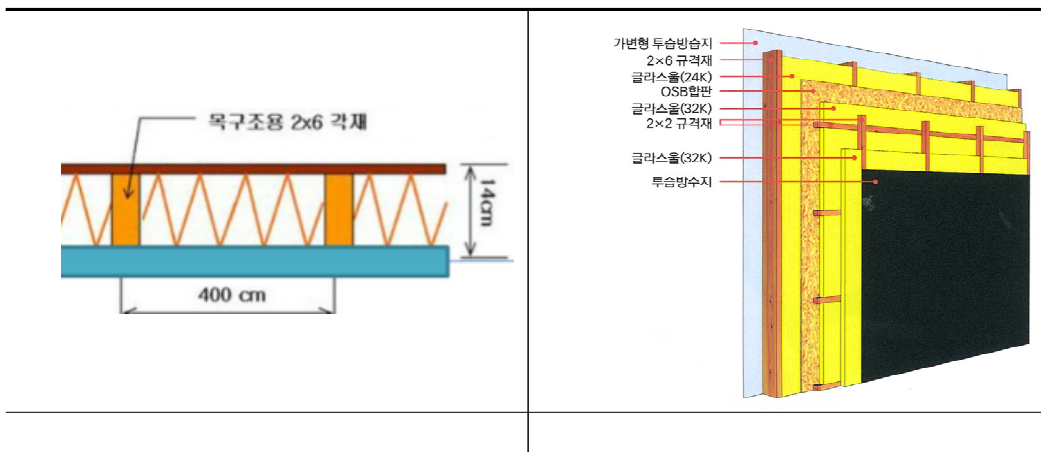
- [고성능창호] 플라스틱 3중 유리 로이코팅 창호(16mm 아르곤 충전)적용하여 유리의 열관류율 $0.680\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$ (5TePlus1.3 + 16Ar + 5CL + 16Ar + 5TePlus1.3) 및 현관문 열관류율 $1.8\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$ 확보

- 남측면에 창문을 크게 설치하여 겨울철 일사량을 확보하고, 여름철의 과도한 일사 유입을 막기위하여 창문 외부에 철제 블라인드를 설치하였음.



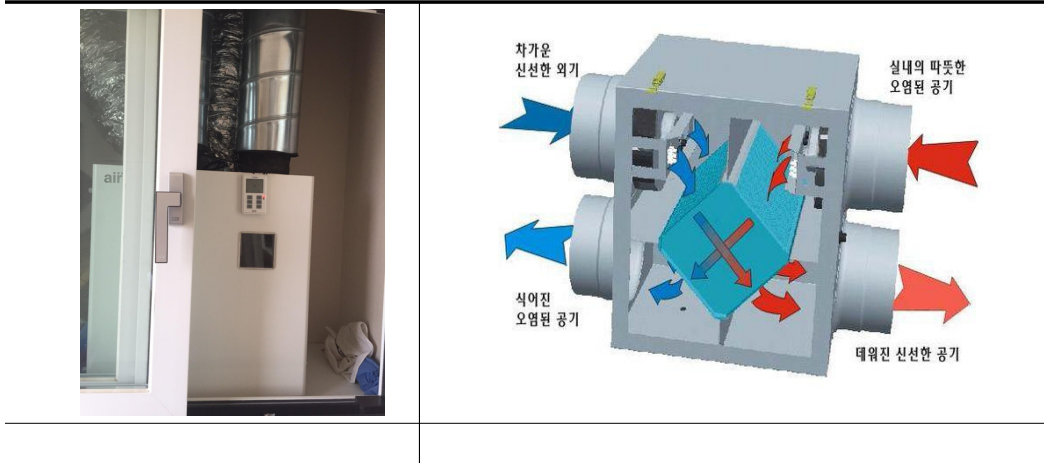
< 7 >

- [열교없는 디테일] 2×2 스테드(T76 글라스울 32K) + T11 OSB + 2×10 스테드(T140 글라스울 24K)로 이중의 단열재를 설치하여 각재부분에서 발생할 수 있는 열교를 줄임.
- 직달일사와 천공복사를 통한 열손실이 동시에 일어나는 지붕부위에서는 지붕의 과열방지 및 침투된 수분의 배출을 위하여 지붕 마감재 하부에 통기층 계획



< 8 >

- [열회수형 환기장치] 기밀성이 확보된 건물내에서 쾌적한 공기질을 유지하기 위하여 열교환 환기장치를 설치하였으며, 전열효율 75%, 현열효율 85%이상을 확보하는 고효율 인증 제품을 설치하였음.



< 9 >

- 액티브 요소 및 신재생에너지 설비
 - [태양광 패널] 3kW 태양광 패널 설치하였으며, 온수 및 난방을 위한 태양열 패널 설치 준비중임
- 단위 면적당 연간 난방에너지 요구량은 35.45 kWh/m²·y이며, 단위 면적당 연간 1차 에너지 소요량은 23 kWh/m²·y로 에너지효율등급 1+++등급에 해당함.

나. 가평 하색 경로당

- 하색리 마을회관은 경기도 제2호 그린리모델링¹⁰⁾ 시범지구임. 경기도에서는 오래된 경로당, 마을회관 등 노인복지시설에 대하여 에너지 효율성이 높은 건물로 바꿔주는 그린 리모델링 시범사업을 추진하고 있음. 개소당 1억원의 사업비로 창호개선, 외단열시공, 기밀성능향상, 열회수 환기장치 설치 등 그린 리모델링 기술을 적용하고 있음.



< 10 > 가

10) 그린리모델링 : 건축물의 노후화를 억제하거나 기능향상 등을 위하여 대수선하거나 일부 증축하는 행위를 리모델링(건축법제2조 제1항 제10) 이라하며 환경친화적 건축물을 만들기 위해 에너지성능향상 및 효율개선이 필요한 기존건축물의 성능을 개선하는 것을 그린리모델링이라 함. (녹색건축물 조성지원법)

(24) 가

	가	가	10
	475 m ²		
	66.03 m ²		
	13.90 %		
	132.06 m ²		
	27.8 %		
	2		
	1989	7	14
	2015	01	30

○ 리모델링 부분 _ 에너지 성능 개선

① 구조체 단열 개선

- 건식 외단열시스템(비드범보온판 t150)으로 외벽, 지붕 단열 보강

② 창호 성능 개선

- AL복합이중창(창 사이 블라인드일체형), 주출입구 단열 문 설치

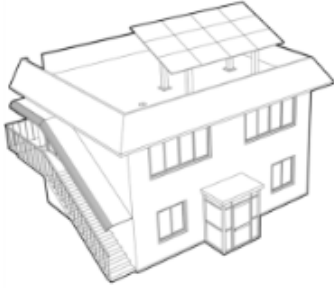
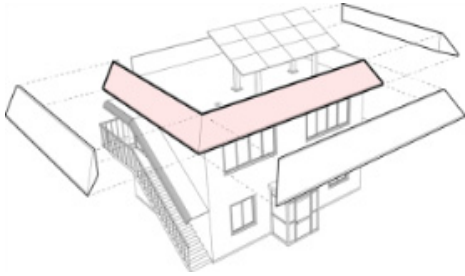
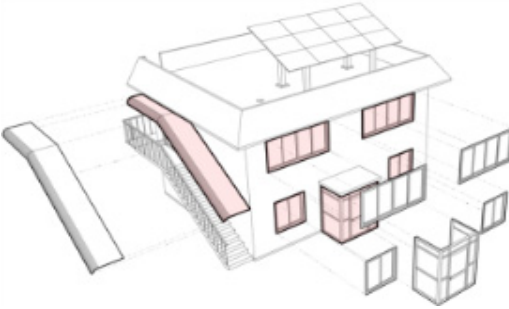
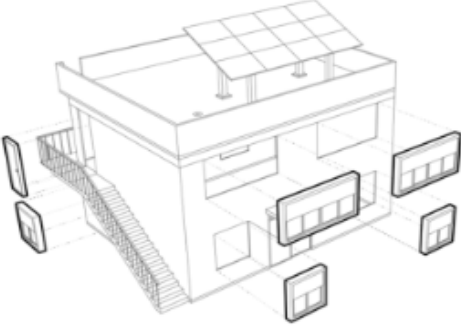


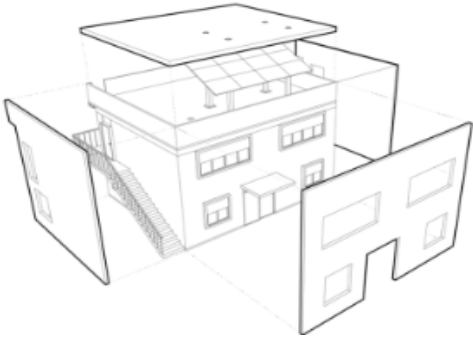
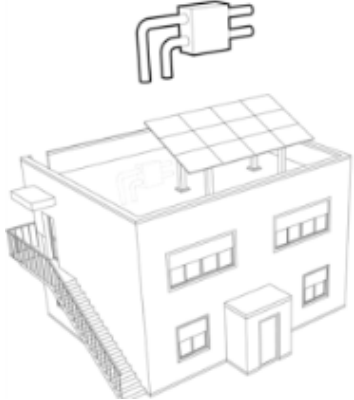
③ 환기장치 : 열회수형환기장치 설치

④ 열교개선 : 옥상 파라펫부분에서 발생하는 선형열교를 방지하기위하여 돌출된 파라펫을 철거한 후 외단열 처리함.

⑤ 기존 태양광 패널(3kW) 연계

(25) 가

:	0.56W/m ² ·k ()	0.17W/m ² ·k (150mm)
:	0.41W/m ² ·k ()	0.15W/m ² ·k (250mm)
:	0.58W/m ² ·k ()	0.58W/m ² ·k ()
:	AL. - : 4.0W/m ² ·k - SHGC : 0.75	AL. - : 0.90W/m ² ·k - SHGC : 0.36
	(3kW)	
	-	1

	
Step. 1 -	Step. 2 -
	
Step. 3 -	Step.4- ()
	
()	()
	
Step. 5 - (), ()	Step. 6 -

< 11 > 가



()



()



()



()



()



()

< 12 > 가

- 가평 하색경로당은 그린 리모델링 공사로 단열방식과 창호를 바꾼 후, 난방 에너지요구량 절감 128.60kWh/m²·y(76.37%), 냉방 에너지요구량이 13.90kWh/m²·y(43.57%) 절감되어, 연간 단위면적당 에너지 요구량이 142.60kWh/m²·y(56.43%) 감소함.

(26) 가

(단위 : kWh/m²·y)

	168.40		39.80
	31.90		18.00
	44.70		44.70
	7.60		7.60
	252.70		110.10

다. 고양 방기 경로당

- 고양시 방기경로당은 경기도 그린리모델링시범지구로 2015년 6월에 준공되었음.
- 2000년 설계당시 에너지절약설계기준에 따라 설계되었을 것으로 추정되는 데, 외벽(비드법 보온판 1종 1호) 50mm, 지붕(비드법 보온판 1종 1호) 80mm, 창호 열관류율 3.6W/m²·y, 기밀성능(50pa) 5.6회/h임. 이 데이터 및 기밀성능 테스트에 따라 에너지 시뮬레이션을 했을 때 연간 에너지 요구량이 274kWh/m²·y 추정됨.

(27)

			1206
	3,167.0 m ²		
	88.3 m ²		
	3.78 % ()		
	88.3 m ²		
	3.78 %		
	1		
	2001 1 8		
	2015 06 30		



< 13 >

○ 리모델링 부분 _ 에너지 성능 개선

① 구조체 단열 개선

- 건식 외단열시스템(t 150mm)으로 외벽 단열 보강
- 지붕 단열방수 일체형으로 시공

② 창호 성능 개선

- AL 복합 이중창(창 사이 블라인드 일체형)
- 주출입구 단열 문 설치

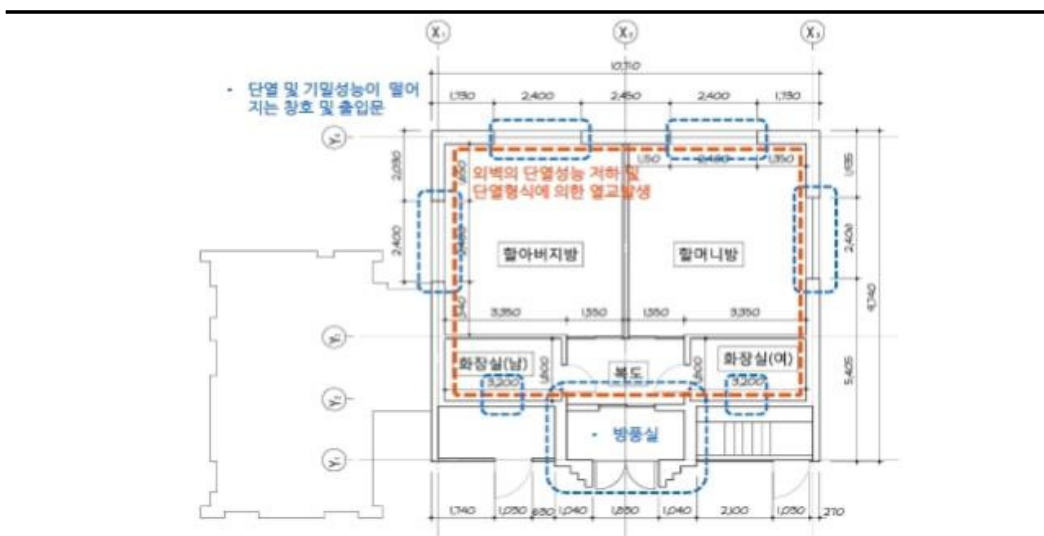
③ 환기장치 : 열회수형환기장치 설치

④ 열교개선 : 지붕 슬라브의 도출된 부분에서 발생하는 선형열교를 방지하기위하여 돌출된 파라펫을 철거한 후 외단열 처리함.

⑤ 기존 태양광 패널(3kW) 별도공사

○ 리모델링 부분 _ 주민요구사항

- 공원내 위치하여 출입구쪽으로 공이 들어와 안전에 위험요소로 작용하고 있음. 출입구쪽에 공이 날아오는 것을 막기위한 차단막 설치함.



< 14 >



()



()



()



()



()



()



< 15 >

(28)

:	0.58w/m ² ·k ()	0.17w/m ² ·k (+ 150mm)
:	0.41w/m ² ·k ()	0.15w/m ² ·k (+ 250mm)
:	0.58w/m ² ·k ()	0.58w/m ² ·k ()
:	AL. - : 4.0w/m ² ·k - SHGC : 0.75	AL. - : 0.90w/m ² ·k - SHGC : 0.36
(LED)		LED
	(3kW / 2013)	
	-	

- 창문 앞에 김치냉장고를 두고 사용하고 있는데 이에 걸려 블라인드 사용 및 창문 개폐에 어려움이 있다는 불편 제기.
- 과업내용에 포함되어 있지 않아 공사를 하지 않은 화장실 단 차이, 내부 미닫이문 등은 고령자의 사용에 불편함이 있음.



<그림 16> 고양 방기 경로당 부위별 리모델링 후 불편사항

- 고양 방기경로당은 그린리모델링 사업으로 단열방식과 창호를 바꾼 후, 난방 에너지요구량 절감량 95.20 kWh/m²·y(48.08%), 냉방 에너지요구량이 2.50kWh/m²·y(10.92%) 만

큼 절감되어, 연간 단위면적당에너지 요구량이 105.50kWh/m²·y(38.46%)감소함

(29)

(단위 : kWh/m²·y)

	198.00		102.80
	22.90		20.40
	24.20		16.40
	29.20		29.20
	274.30		168.80

라. 소결

- 제로에너지 건축물 시공에 참여하는 관계자(설계자, 시공자, 마을주민)는 사전에 제로에너지 교육을 받도록하여 계획 및 시공에서 주요하게 관리되어야 하는 사항 및 기술수준에 대하여 사전에 협의과정을 거치는 절차 등이 필요함.
- 경로당 그린 리모델링에 배정되는 예산(동당 1억원)이 공사비에도 충분하지 못하여 에너지 성능 개선에 일차적으로 투입되어 주민 생활에 필요한 다른 요구사항 등은 개선되기 어려움.
 - 고령자가 주로 이용하는 공간임을 감안하여 무장애공간, 장애인용 핸드레일 등 유니버설 디자인은 적용되어야 함에도 개선되지 못하고 있음.
 - 이런 주민요구 사항을 반영하지 못함에 따라 사용 후 불편에 따른 민원이 발생되고 있음.
 - 에너지성능개선과 함께 고령자 주민 이용에 편의를 위한 시설 개보수가 동시에 이루어져야 주민 만족도가 높아짐. 따라서 공동시설 에너지효율개선 사업과 지역개발사업이 병행되어야 할 것임.
- 리모델링 공사를 함에 따라 상대적으로 에너지 취약부위에서 문제(결로, 곰팡이 등), 누수 등이 발생할 수 있음을 인지하고 사전에 발생하지 않도록 계획에 반영하는 것이 필요함.
- 경로당 리모델링 시 공사비 외에 공사 전 후에 에너지 성능 진단에 대한 절차와 예산을 반영하여 리모델링에 따른 성능개선효과를 가시적으로 확보하며, 특히 준공 전 기밀성 테스트 등을 진행하여 공사 품질을 확보할 수 있는 절차 필요

- 준공연도에 따라 적용된 에너지절약설계기준이 다르므로 조사대상을 선정할 때 80년대, 90년대, 2000년대를 기준으로 세분화함. 또한 대상 면적은 61~200㎡을 대상으로 조사함.
- 2017년 조사 분석한 10개소를 포함, 추가 10개소를 조사하여 총 20개 농촌공공생활시설을 대상으로 분석하였음.
 - 추가 10개소 조사 대상은 중부2권역 2개소, 남부권역 4개소, 제주도 4개소를 대상으로 함.
 - 추가 조사하는 10개소는 3배수인 30개소를 파악한 후 지자체 담당자 및 마을 이장을 섭외하여 조사 및 진단가능 대상지를 압축하여 조사함.

나. 조사대상 리스트 및 조사 내용

- 조사 대상 리스트 : 20개소
 - 중부1, 중부2, 남부, 제주도의 4개 기후권역과 용도인 마을회관, 경로당 각 2개소씩 선정 총 20개 지역 조사

(31)

번호	권역	유형	면적(㎡)	연도	조사년도	조사대상
1	1		1	1	126.74	1997
2	1		2	1	48.67	1998
3	1		3	2	172.88	2002
4	1		2	1	77.2	2006
5	2			1	123.4	2002
6	2			1	47.97	1997
7	2			1	65.61	2002
8	2		1	1	141.12	1996
9	2			2	93.73	2000
10	2		1	1	117.66	2002
11	2		4	2	135.78	2003
12	2		1	2	88.2	2000
13				1	50.26	2006
14				1	127.26	1994
15				2	106.3	1990
16				2	94.95	1994
17			2	1	343.5	1996
18				2	139.69	2007
19				2	209.14	1997
20				2	429.15	2001

- 중부1권역 4개소(홍천2, 춘천2), 중부2권역 8개소(완주3 아산3, 태안2), 나부권역 4개소(여수4), 제주권역 4개소(서귀포4)를 대상으로 총 20개소 조사

(32)

	1	2			
	4	4	4	4	16
	4	8	4	4	20
	2, 2	3, 3, 2	4	4	-

- 준공연도를 기준으로 보면 전국적 분포가 1990~2009년사이 준공된 건축물이 약 80%를 차지하고 있음. 조사 대상 건축물도 1990~2009년사이 준공된 건축물을 20개소 조사하였음

(33)

	1979	1980-1989	1990-1999	2000-2009	2010	
	6%	7%	36%	44%	7%	100%
			9	11		20
			2	2		
			1	2		
			1	2		
			3	2		
			2	1		
				2		

- 용도기준으로 경로당 9개소, 마을회관11개소를 조사하였고 건물규모 기준으로 1층 11개소, 2층 9개소를 조사하였음.
- 농촌공공생활시설 건축구성 및 사용실태조사 내용
 - 기본정보, 건축구조·재료·공간구성, 기계·전기·무장애설계, 신재생에너지분야, 에너지성능 5개의 카테고리로 분류하여 조사하였음.

건물 기본정보						
건물 주소		소속		작성자		
작성일자		년 월 일		연락처		

1. 건물 일반 사항							
건물명	건물 주소						명칭(사진):
행정구역	<input type="checkbox"/> 시	<input type="checkbox"/> 군	<input type="checkbox"/> 구/동	<input type="checkbox"/> 면/읍/리	<input type="checkbox"/> 기타()		
건물의 용도	<input type="checkbox"/> 단독 주택	<input type="checkbox"/> 공동 주택	<input type="checkbox"/> 업무 시설	<input type="checkbox"/> 판매 시설		<input type="checkbox"/> 기타()	
건물의 구조	<input type="checkbox"/> 목조	<input type="checkbox"/> 벽돌조	<input type="checkbox"/> 철골조	<input type="checkbox"/> 철근콘크리트조		<input type="checkbox"/> 기타()	
자료 보유 유무	도면		시방서 및 매뉴얼		기 타		
	<input type="checkbox"/> 건축도면(평/입/단면도)		<input type="checkbox"/> 시방서(외벽/단열/창호공사)		<input type="checkbox"/> 에너지절약계획서		
	<input type="checkbox"/> 전기도면(조명/전기/제어도)		<input type="checkbox"/> 시방서(조명/전기/제어)		<input type="checkbox"/> 보유 자료 없음		
	<input type="checkbox"/> 기계도면(장비 일람, 열원공조관련도면)		<input type="checkbox"/> 시방서(기계설비)		-		
건축허가년도	년	사용승인년도:	년	법적 유효성을 적용 기준: 건축허가년도	년		
	<input type="checkbox"/> 층수(지상)	<input type="checkbox"/> 층수(지하)	<input type="checkbox"/> 건축면적(m ²)	<input type="checkbox"/> 연면적(m ²)	<input type="checkbox"/> 용적률(m ²)	<input type="checkbox"/> 층고(m)	<input type="checkbox"/> 천정고(m)
건물 개요	<input type="checkbox"/> 체적(m ³)	<input type="checkbox"/> 바닥면적(m ²)	<input type="checkbox"/> 복체면적(m ²)	<input type="checkbox"/> 외피면적(m ²)	<input type="checkbox"/> 최고높이(m)	<input type="checkbox"/> 평면 최장 길이[m]	<input type="checkbox"/> 평면 최장 폭[m]

2. 건물 운영 및 사용자 현황							
건물 구성		내부실구성					
		외부구조물					
건물 운영시간	주중	사용시간	()부터 ~ ()까지				
		사용 특이 사항					
	주말	사용시간	()부터 ~ ()까지				
		사용 특이 사항					
재실자 현황	사용자	재실 패턴	<input type="checkbox"/> 평일	<input type="checkbox"/> 주말	<input type="checkbox"/> 공휴일	<input type="checkbox"/> 기타()	
		사용 인원	인 내외				
		이용 시간	()부터 ~ ()까지				
	외부 출입자	외부 출입자 빈도	<input type="checkbox"/> 없음	<input type="checkbox"/> 적음	<input type="checkbox"/> 많음		
일일 외부 출입자 수		인 내외					

<그림 19> 건물 기본정보 조사리스트

항목	확인 방식	확인항목	상태	내용	파손부위	비고	
구조	1 구조형식 및 연한	건축물대장 구조물 경과년수	양호	철골 /철근콘크리트	철골 25년 이하, 철근콘크리트 20년 이하 철골 25~45년 이하, 철근콘크리트 20~40년 이하 철골 45년 초과, 철근콘크리트 40년 초과		
			보통				
			불량				
	2 기초상태	현장조사		양호	연와조 및 기타	연와조 20년 이하 연와조 20~40년 이하 연와조 40년 초과	
				보통			
				불량			
3 주요 수직부재 기둥 또는 벽체	현장조사	구조부재 상태 크랙/박리/철근노출 등	양호	부재 결함이 없거나 거의 없는 수준		일부 외벽 마감재 벗겨짐 파라넷부분 드래	
			보통				
			불량				
4 주요 수평부재 보 또는 슬라브	현장조사	구조부재 상태 크랙/박리/철근노출 등	양호	부재 결함이 없거나 거의 없는 수준			
			보통				
			불량				
5 비주요 구조부재 비내력 구조체	현장조사	구조부재 상태 크랙/박리/철근노출 등	양호	부재 결함이 없거나 거의 없는 수준			
			보통				
			불량				
6 기타	현장조사	조사항목 외 구조상 문제점					

항목	확인 방식	확인항목	상태	내용	파손부위	비고
외부 마감 및 성능	1 외벽마감재A: 외벽마감	현장조사	노후도 / 파손도	시멘트블럭에 피인트마감 양호 경미한 균열 등 양호하거나 부분보수가 가능한 수준 불량 심각한 파손, 탈락 등 전면 교체가 필요한 수준		
	2 외벽마감재B: 외벽마감	현장조사	노후도 / 파손도	외단열마감 양호 경미한 균열 등 양호하거나 부분보수가 가능한 수준 불량 심각한 파손, 탈락 등 전면 교체가 필요한 수준		
	3 지붕마감재: 지붕마감	현장조사	노후도 / 파손도	노출도막방수 양호 경미한 균열 등 양호하거나 부분보수가 가능한 수준 불량 심각한 파손, 탈락 등 전면 교체가 필요한 수준		
	4 다른 재질: 외부 출입문(다문)	현장조사	노후도 / 파손도	외측: 강화유리문, 내측: 목재프레임 단층유리 미닫이문 양호 경미한 균열 등 양호하거나 부분보수가 가능한 수준 불량 심각한 파손, 탈락 등 전면 교체가 필요한 수준		구조부와 연결부 기밀성 없음.
	5 외부 입장 재질: 외부 입장/헬스	현장조사	노후도 / 파손도	시멘트 양호 경미한 균열 등 양호하거나 부분보수가 가능한 수준 불량 심각한 파손, 탈락 등 전면 교체가 필요한 수준		
	6 기타	현장조사	조사항목 외 구조상 문제점			

항목	확인 방식	확인항목	상태	내용	재료명	비고
내부 공간 (벽을 쓰지 않는 공간)의 마감 및 성능	실명:			주방 및 거실 방1, 방2		
	1 벽체마감(타일)	현장조사	노후도 / 파손도	양호 양호하거나 부분보수가 가능한 수준 불량 심각한 파손, 탈락 등 전면 교체가 필요한 수준		
	2 전장마감	현장조사	노후도 / 파손도	양호 양호하거나 부분보수가 가능한 수준 불량 심각한 파손, 탈락 등 전면 교체가 필요한 수준		거실부분전장 석고보드텍스
	3 바닥마감(타일)	현장조사	노후도 / 파손도	양호 양호하거나 부분보수가 가능한 수준 불량 심각한 파손, 탈락 등 전면 교체가 필요한 수준		
	4 내부 출입문	현장조사	노후도 / 파손도	양호 양호하거나 부분보수가(도장 및 필름교체)가 가능한 수준 불량 심각한 파손, 탈락 등 전면 교체가 필요한 수준		
	5 등기구 및 스위치	현장조사	노후도 / 파손도	양호 양호하거나 전구 교체시 사용 가능한 수준 불량 기구 자체를 교체하거나 신설하여야 하는 수준		
	6 전열 콘센트	현장조사	노후도 / 파손도	양호 양호하거나 콘센트 마감재 교체시 사용 가능한 수준 불량 누전 및 합선 등의 위험성이 있어 교체/재설치하여야 하는 수준		
	7 기타	현장조사	조사항목 외 구조상 문제점			

항목	확인 방식	확인항목	상태	내용	재료명	비고
내부 공간 (벽을 쓰는 공간)의 마감 및 성능 (외부확장실)	1 벽체마감(타일)	현장조사	노후도 / 파손도	양호 양호하거나 부분보수가 가능한 수준 불량 심각한 파손, 탈락 등 전면 교체가 필요한 수준		
	벽체마감(타일외)			양호 양호하거나 부분보수가 가능한 수준 불량 심각한 파손, 탈락 등 전면 교체가 필요한 수준		
	2 전장마감	현장조사	노후도 / 파손도	양호 양호하거나 부분보수가 가능한 수준 불량 심각한 파손, 탈락 등 전면 교체가 필요한 수준		
	3 바닥마감(타일)	현장조사	노후도 / 파손도	양호 양호하거나 부분보수가 가능한 수준 불량 심각한 파손, 탈락 등 전면 교체가 필요한 수준		
	바닥마감(타일외)			양호 양호하거나 부분보수가 가능한 수준 불량 심각한 파손, 탈락 등 전면 교체가 필요한 수준		
	4 내부 출입문	현장조사	노후도 / 파손도	양호 양호하거나 부분보수가(도장 및 필름교체)가 가능한 수준 불량 심각한 파손, 탈락 등 전면 교체가 필요한 수준		
	5 발수	현장조사	누수부위 확인	양호 양호하거나 부분보수가 가능한 수준 불량 누수로 인해 전면보수가 필요함		
	6 수전	현장조사	누수수압 확인	양호 수압이 양호하고 누수가 없는 수준, 교체 불필요 불량 수압이 약하거나 누수가 많은 수준, 노후심각, 교체 필요		
	7 변기 및 세면대	현장조사	누수수압 확인	양호 수압이 양호하고 누수가 없는 수준, 교체 불필요 불량 수압이 약하거나 누수가 많은 수준, 노후심각, 교체 필요		
	8 등기구 및 스위치	현장조사	노후도 / 파손도	양호 양호하거나 전구 교체시 사용 가능한 수준 불량 기구 자체를 교체하거나 신설하여야 하는 수준		
9 전열 콘센트	현장조사	노후도 / 파손도	양호 양호하거나 콘센트 마감재 교체시 사용 가능한 수준 불량 누전 및 합선 등의 위험성이 있어 교체/재설치하여야 하는 수준			
10 기타	현장조사	조사항목 외 마감성능상 문제점			확장실에서 외기로 통하는 출입문 있음 (PD)	

항목	확인 방식	확인항목	상태	내용	단열/기밀 성능	비고 (훼손되거나 교체가 필요한 부위와 설명)
단열	1 벽체	현장조사	단열방식 노후 / 파손, 준중연도 결로 및 곰팡이유무	외단열 / 중단열 / 내단열 양호 기존 단열의 상태가 양호하여 단열 보강만이 필요한 경우 불량 단열재가 누락되거나 훼손되어 단열의 기능을 못하는 경		단열재 없거나 경미함(시멘트블럭 사이공가)
	2 전장/지붕	현장조사	단열방식 노후 / 파손, 준중연도 결로 및 곰팡이유무	외단열 / 중단열 / 내단열 양호 기존 단열의 상태가 양호하여 단열 보강만이 필요한 경우 불량 단열재가 누락되거나 훼손되어 단열의 기능을 못하는 경		
	3 기타 결로부위	현장조사	조사항목 외 결로 및 곰팡이 부위 및 발생원인			지붕 누수로 인한 벽체 상부 일부에 곰팡이
창호	1 외기에 면한 창호	현장조사	창호 재질 및 개폐방식 노후도 / 파손도 단열 / 기밀 성능 확인	목재(내측)+알루미늄(외측) 미닫이 이중창, PVC 미닫이 이중창, 알루미늄 단창 양호 프레임의 상태가 양호하여 창호 및 도어만 필요 불량 프레임이 훼손되었거나 노후하여 전면 교체 필요		PVC창: 거실에만 설치, 준중 이로 교체 좌측방 창호1개는 알루미늄 단창 미닫이창
	2 외기에 면한 출입문	현장조사	창호 재질 및 개폐방식 노후도 / 파손도 단열 / 기밀 성능 확인	강화유리문, 목재 단창 미닫이문 양호 프레임의 상태가 양호하여 창호 교체만 필요 불량 프레임이 훼손되었거나 노후하여 전면 교체 필요		기밀성 없음
	3 기타	현장조사	조사항목 외 단열 / 기밀 성능에 취약한 부위와 원인			

항목	확인 방식	확인항목	설명	내용
필요공간	현장조사	사용자 인터뷰 관리자 인터뷰	현상과 외 필요 공간의 유무	내부 확장실 없음.
불필요공간	현장조사	사용자 인터뷰 관리자 인터뷰	사용하지 않거나 편의의 기능을 잃은 공간의 유무	2층 사용빈도 적음.

항목	확인 방식	확인항목	상태	내용	월별 / 시공 연도 정확조 타입 등	비고
기계설비	1 부압과 부재	현장조사	난방 성능 확인 ●양조 ●불량	10년이상 설치되어 난방 성능이 양호한 수준 10년이상 노후되어 난방 성능이 취약한 수준		
	2 난방 배관	현장조사 및 관리자 인터뷰	누수 부위 확인 ●양조 ●불량	누수 등의 문제 없이 난방 성능이 양호한 수준 누수의 문제가 있어 난방 성능이 취약한 수준		
	3 수도 배관	현장조사 및 관리자 인터뷰	누수 부위 확인 수압 확인 ●양조 ●불량	누수 등의 문제 없이 수압이 양호함 누수의 문제 발생		
	4 배수 배관	현장조사 및 관리자 인터뷰	누수 부위 확인 악취 부위 확인 ●양조 ●불량	누수 악취 등의 문제 없음 누수 악취 등의 문제 발생		
	5 정화조	현장조사 및 관리자 인터뷰	폐색여부 확인 청소 주기 확인 ●양조 ●불량	사용상 문제가 없고 주기적으로 청소중 사용중이나 청소가 필요하거나 폐색이 필요한 상태		
	6 기타	현장조사 관리자 인터뷰	조사항목 외 기계설비 관련 문제점 및 원인			
전기설비	1 배전함	현장조사 및 누전차단기 관리자 인터뷰	누전 여부 및 원인 확인 전기 안정성 ●양조 ●불량	양호하고 일부 부류 교체로 사용 가능한 수준 누전 상태가 심각하고 전안전인 과열 교체가 필요한 수준		
	2 전기 배관 배선	현장조사 및 관리자 인터뷰	누전 여부 및 원인 확인 전기 안정성 ●양조 ●불량	양호하고 일부 부류 교체로 사용 가능한 수준 누전 상태가 심각하고 배관 배선을 교체해야 하는 수준		
	6 기타	현장조사 관리자 인터뷰	조사항목 외 전기설비 관련 문제점 및 원인			

항목	확인 방식	확인항목	상태	내용	계단 및 단차 높이 BF 필요유무	비고 (BF항목이 반영되어야 하는 부위 및 내용)
베리어프리	1 계단	현장조사	안전도 ●양조 ●불량	일반적인 계단각으로 구성되고 노약자의 단차용인 수준 회전 계단용이거나 경사가 급하거나 단차가 높은 수준		
	2 단차	현장조사	보행 안전도 ●양조 ●불량	실과 실사이의 이음에 있어 단차가 없거나 미비한 수준 보행에 있어 턱이 높아 전도의 위험이 높은 수준		
	3 핸드레일 (계단)	현장조사	안전도 ●양조 ●불량	기설치가 되어 있거나 보행안전에 문제가 없는 수준 부상등의 위험이 있다고 판단되는 수준		
	4 핸드레일 (복도)	현장조사	안전도 ●양조 ●불량	기설치가 되어 있거나 보행안전에 문제가 없는 수준 부상등의 위험이 있다고 판단되는 수준		
	5 바닥마감	현장조사	안전도 ●양조 ●불량	미끄러지지 않고 충격흡수 및 울림이 적은 수준 미끄러짐 보행안전에 위험이 있다고 판단되는 수준		
	6 보행장애물	현장조사	안전도 ●양조 ●불량	벽면에 볼록물 및 충돌위험이 있는 설치가 없는 수준 벽면에 장애물이 있거나 날카로운 모서리가 있는 경우		
	7 기타	현장조사 사용자 인터뷰	조사항목 외 고려되어야할 사항 및 내용			

< 22 >

항목	확인 방식	확인항목	상태	내용	비고				
에너지사용현황	사용에너지원	현장조사 및 관리자 인터뷰	전기	계약 용량					
				계약 용량		kW			
				월평균 사용량		kWh			
				최대 사용량		kWh			
				최대 사용 시기		월			
				월평균 요금		원			
설치 현장 조건	현장조사	설치조건 및 환경	유영	용도	난방() 취사()				
				금급형태	도시가스() 프로판가스()				
				월평균 사용량					
				기타	사용에너지원() 월평균 사용량()				
				민원사정	인근 주택에 영향	주변환경	수목에 의한 음영		
							주변건물에 의한 음영		
계절별 음영 검토									
일조시간		h							
장애물 확인									
설치가능 면적		m ²							
인근 주택에 영향	주변환경	빛반사 영향							
		인근 주택에 영향							
		주변환경							

< 23 >

1. 건물 외피 면적 및 창면적비							
벽 체				창 호			
벽체 타입	방위	열관류율[W/m ² K]	면적[m ²]	창호 타입	열관류율[W/m ² K]	SHGC	면적[m ²]
벽체 면적 합계[m ²]	0			창호 면적 합계[m ²]	0		
전체외피면적[m ²]	0			창면적비 (%)	0.0%		

2. 열원공조 일반사항							
열원 설비	난방	종류	<input type="checkbox"/> 가스보일러	<input type="checkbox"/> 기름보일러	<input type="checkbox"/> 지역난방	<input type="checkbox"/> EHP	<input type="checkbox"/> 기타 ()
		용량	()	<input type="checkbox"/> Kcal/h	<input type="checkbox"/> kW	<input type="checkbox"/> 기타 ()	
	냉방	종류	<input type="checkbox"/> 터보냉동기	<input type="checkbox"/> 흡수식냉동기	<input type="checkbox"/> 패키지 에어컨	<input type="checkbox"/> EHP	<input type="checkbox"/> 기타 ()
		용량	()	<input type="checkbox"/> RT	<input type="checkbox"/> kW	<input type="checkbox"/> 기타 ()	
공조 시스템	유형	<input type="checkbox"/> 정풍량공조기	<input type="checkbox"/> 변풍량공조기	<input type="checkbox"/> 팬코일유닛	<input type="checkbox"/> 복사냉난방	<input type="checkbox"/> 기타 ()	

3. 연도별 주요 개보수 사항							
건축 관련 개보수 내용	1차(년):						
	2차(년):						
	3차(년):						
조명 관련 개보수 내용	1차(년):						
	2차(년):						
	3차(년):						
열원공조 관련 개보수 내용	1차(년):						
	2차(년):						
	3차(년):						

4. 기타 부문별 현황 특이사항							

2. 농촌마을 공공생활시설 사용실태 및 분석

가. 농촌마을 공공생활시설 사전조사

(1) 건축물 대장 확인

- 현장조사 전 대상 건물의 규모와 구조, 연한 등을 파악
- 다만 연면적의 경우 건축물대장의 면적과 현장조사 면적의 차이 발생 시 현장조사면적을 기준으로 하였음.

(표 34) 건축물 대장 확인

연면적 / 건축면적 / 층수 / 주요구조	준공연도
<p>확인번호 1320-AH42-VY01-A0001-02PK 1320-AH42-VY01-A0001-02PK 일반건축물대장(감) 421103020-1-1340000 도곡동 우초 1차 단지의 2001년 준공된 건물 1층 172.88㎡ 172.88㎡ 200.2%</p>	<p>확인번호 1320-AH42-VY01-A0001-02PK 1320-AH42-VY01-A0001-02PK 일반건축물대장(감) 421103020-1-1340000 도곡동 우초 1차 단지의 2001년 준공된 건물 1층 172.88㎡ 172.88㎡ 200.2%</p>

(표 35) 농촌마을 공공생활시설 현장조사 대상지 구조, 준공연도, 연면적

1	3	172.88 m ²	2	2001
	2	77.22 m ²	1	2006
		48.6 m ²	1	1998
		126.74 m ²	1	1997
		47.97 m ²	1	1975
2	1	141.12 m ²	1	1996
	4	86.19 m ²	1	2003
		65.61 m ²	1	2002
		137.26 m ²	2	1984
		94.95 m ²	2	1994
		49.4 m ²	1	1961
		50.26 m ²	1	2006
		209.14 m ²	2	1994
	2	343.5 m ²	1	1996
		139.69 m ²	2	2006
429.15 m ²		2	2001	

(2) 위성사진 확인

○ 현장조사 전 정확한 위치과악과 대상지의 향, 배치 및 주변상황 사전과악

향 / 배치 / 주변상황 (인접건물, 지형 등)



<그림 25> 위성사진 확인

(표 36) 농촌마을 공공생활시설 현장조사 대상지 향, 배치, 주변현황

				/
1	3			-
	2			,
				-
2	1			-
	4			,
				-
				-
	2			-
				,
				-

(3) 허가·준공연도에 따른 공공생활시설의 단열성능 예측

(가) 단열기준 변화

- 단열기준의 변화는 1979~1999년 건축법 시행규칙 별표1, 2001~2010년 건축물의 설비기준 등에 관한 규칙 별표1, 2013년 이후 건축물의 에너지 절약설계기준 별표1을 근거로 조사되었음.

(표 37) 연도별 단열기준의 변화

(단위 : W/m²·K)

		79 09	80 12	84 3	87 7	2001 1					
		1.60	0.80	0.58	1.16	0.58	0.754	1.16	0.47	0.58	0.76
									0.64	0.81	1.10
		1.60	0.80	0.58	1.16	0.40 6	0.522	0.75 4	0.29	0.35	0.41
									0.41	0.52	0.58
	()	1.60	0.80	0.58	1.16	0.58	0.754	1.16	0.35	0.41	0.47
	(X)								0.41	0.47	0.52
	()								0.52	0.58	0.64
	(X)								0.58	0.64	0.76
		2008 7			2010 11			2013 09			
		0.47	0.58	0.76	0.36	0.45	0.58	0.27	0.34	0.44	
		0.64	0.81	1.10	0.49	0.63	0.85	0.37	0.48	0.64	
		0.29	0.35	0.41	0.20	0.24	0.29	1.80	0.22	0.28	
		0.41	0.52	0.58	0.29	0.36	0.41	0.26	0.31	0.40	
	()	0.35	0.41	0.47	0.30	0.35	0.35	0.23	0.28	0.33	
	(X)	0.41	0.47	0.52	0.41	0.41	0.41	0.29	0.29	0.29	
	()	0.52	0.58	0.64	0.43	0.50	0.50	0.35	0.40	0.47	
	(X)	0.58	0.64	0.76	0.58	0.58	0.58	0.41	0.41	0.41	
		2016 01			2018 09						
		0.26	0.32	0.43	0.17	0.24	0.32	0.41			
		0.36	0.45	0.62	0.24	0.34	0.45	0.56			
		0.15	0.18	0.25	0.15		0.18	0.25			
		0.22	0.26	0.35	0.21		0.26	0.35			
	()	0.18	0.22	0.29	0.15	0.17	0.22	0.29			
	(X)	0.22	0.25	0.33	0.17	0.20	0.25	0.33			
	()	0.26	0.31	0.41	0.21	0.24	0.31	0.41			
	(X)	0.3	0.35	0.47	0.24	0.29	0.35	0.47			

(나) 창호 성능 기준

- 창호 성능 기준은 건축물의 에너지절약설계기준 별표4를 근거로 조사되었음.

(표 38) 창호 성능 기준

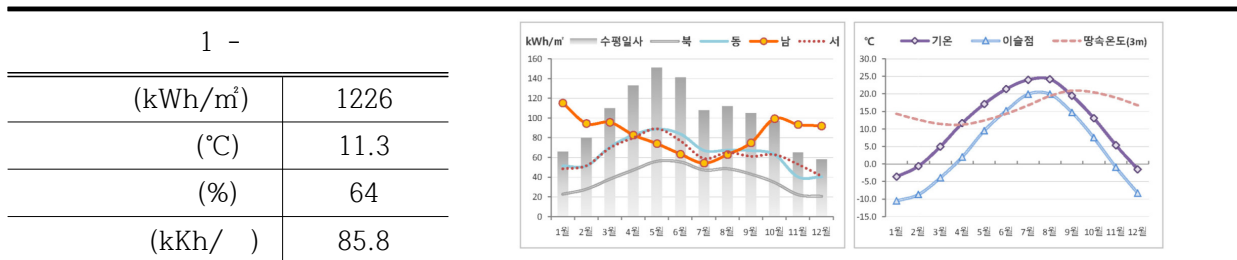
(단위 : W/m²·K)

			6			12			16		
[mm]			6	12	16	6	12	16	6	12	16
			4.0	3.7	3.6	3.7	3.4	3.3	3.1	2.8	2.7
		()	3.6	3.1	2.9	3.3	2.8	2.6	2.7	2.3	2.1
			6.6			6.10			5.30		
		20mm	2.70			2.60			2.40		
		20mm	1.80			1.70			1.60		
		50%	4.20			4.00			3.70		
		50%	5.50			5.20			4.70		
			2.1								

(다) 기후데이터 수집

○ 기후데이터는 기후분석 프로그램인 Metronorm 7.2에 의해 출력된 지역 기후데이터를 Energy#의 기후 스위트에 입력하여 산출된 결과를 토대로 수집·작성 되었음.

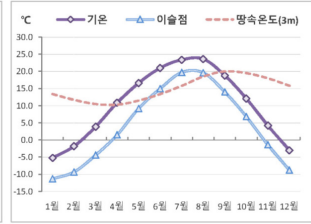
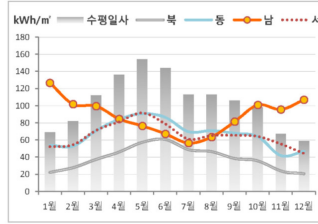
(표 39) 지역별 기후 데이터



구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	합계/평균
전일사(kWh/m ²)	66	80	110	133	151	141	108	112	105	97	65	58	1226
확산일사(kWh/m ²)	33	43	61	78	90	89	79	81	72	55	33	31	745
직달일사(kWh/m ²)	87	77	85	82	87	71	43	47	54	79	74	71	857
기온(°C)	-3.6	-0.6	5.0	11.7	17.1	21.4	24.0	24.2	19.5	13.1	5.4	-1.5	11.3
습도(%)	59	54	53	51	61	68	78	77	74	69	64	60	64
이슬점(°C)	-10.5	-8.7	-3.9	2.0	9.5	15.2	19.9	19.9	14.7	7.5	-0.9	-8.3	4.7
풍속(m/s)	1.5	1.7	2.0	2.1	1.8	1.6	1.5	1.5	1.5	1.3	1.4	1.5	1.6

1 -

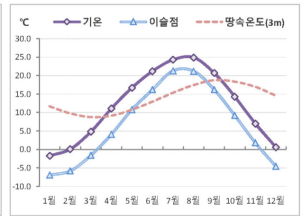
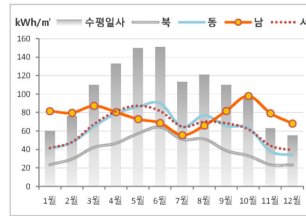
(kWh/m ²)	1253
(°C)	10.4
(%)	66
(kKh/)	92.6



구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	합계/평균
전일사(kWh/m ²)	69	82	112	136	154	144	113	113	106	98	67	59	1253
확산일사 (kWh/m ²)	31	42	59	74	92	97	81	76	64	57	36	30	739
직달일사(kWh/m ²)	100	82	91	93	90	64	46	57	69	78	72	80	922
기온(°C)	-5.2	-1.8	3.9	10.9	16.6	21.0	23.4	23.6	18.8	12.1	4.2	-3.0	10.4
습도(%)	62	57	55	52	62	69	80	78	74	70	67	64	66
이슬점(°C)	-11.3	-9.3	-4.4	1.5	9.2	15.0	19.7	19.6	14.0	6.8	-1.4	-8.8	4.2
풍속(m/s)	1.4	1.7	2.2	2.5	2.1	1.9	1.8	1.7	1.6	1.4	1.5	1.4	1.8

2 -

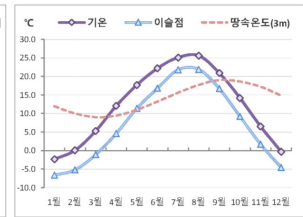
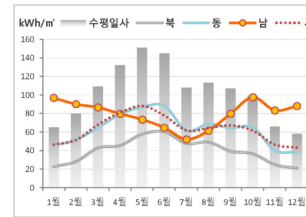
(kWh/m ²)	1238
(°C)	12.0
(%)	70
(kKh/)	80.4



구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	합계/평균
전일사(kWh/m ²)	60	76	110	133	150	151	113	121	110	96	63	55	1238
확산일사 (kWh/m ²)	37	48	70	78	95	103	85	84	64	52	37	37	790
직달일사 (kWh/m ²)	57	54	64	82	78	64	38	57	74	84	58	47	757
기온(°C)	-1.7	0.1	4.8	11.1	16.7	21.2	24.3	24.9	20.7	14.3	7.0	0.6	12.0
습도(%)	68	65	63	62	68	73	83	80	75	71	69	68	70
이슬점(°C)	-6.9	-5.8	-1.6	4.1	10.8	16.2	21.3	21.2	16.2	9.2	1.8	-4.6	6.8
풍속(m/s)	2.6	2.8	3.3	3.3	3.0	2.6	2.8	2.5	2.3	2.0	2.3	2.5	2.7

2 -

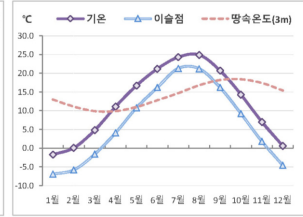
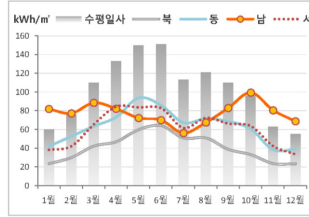
(kWh/m ²)	1233
(°C)	12.3
(%)	71
(kKh/)	79.9



구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	합계/평균
전일사(kWh/m ²)	65	80	109	132	151	145	108	113	107	99	66	58	1233
확산일사 (kWh/m ²)	34	44	71	75	96	95	78	82	66	59	39	32	771
직달일사 (kWh/m ²)	77	72	64	86	79	69	41	45	67	75	61	67	803
기온(°C)	-2.3	0.1	5.3	12.1	17.7	22.2	25.1	25.6	20.9	14.2	6.5	-0.3	12.3
습도(%)	72	68	63	60	67	71	82	80	77	72	71	73	71
이슬점(°C)	-6.6	-5.2	-1.1	4.6	11.4	16.8	21.8	21.9	16.7	9.2	1.7	-4.6	7.2
풍속(m/s)	2.4	2.6	3.0	2.9	2.5	2.4	2.4	2.3	2.1	2.0	2.2	2.2	2.4

2 -

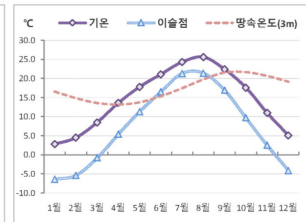
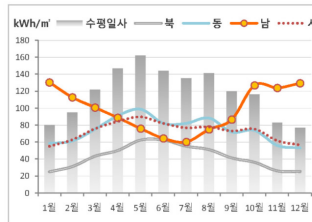
(kWh/m ²)	1238
(°C)	12.0
(%)	70
(kKh/)	80.2



구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	합계/평균
전일사(kWh/m ²)	60	76	110	133	150	151	113	121	110	96	63	55	1238
확산일사 (kWh/m ²)	37	48	70	78	95	103	85	84	64	52	37	37	790
직달일사 (kWh/m ²)	57	54	64	82	78	64	38	57	74	84	58	47	757
기온(°C)	-1.7	0.1	4.8	11.1	16.7	21.2	24.3	24.9	20.7	14.3	7.0	0.6	12.0
습도(%)	68	65	63	62	68	73	83	80	75	71	69	68	70
이슬점(°C)	-6.9	-5.8	-1.6	4.1	10.8	16.2	21.3	21.2	16.2	9.2	1.8	-4.6	6.8
풍속(m/s)	2.6	2.8	3.3	3.3	3.0	2.6	2.8	2.5	2.3	2.0	2.3	2.5	2.7

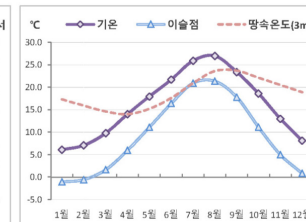
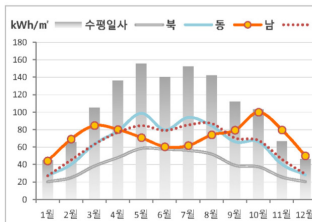
-

(kWh/m ²)	1422
(°C)	14.5
(%)	63
(kKh/)	61.1



구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	합계/평균
전일사(kWh/m ²)	80	95	122	147	162	144	135	141	120	116	83	77	1422
확산일사 (kWh/m ²)	35	47	71	83	101	98	87	85	68	54	37	36	802
직달일사 (kWh/m ²)	106	93	86	96	87	63	69	81	82	112	101	97	1073
기온(°C)	2.8	4.5	8.5	13.6	17.8	21.1	24.3	25.6	22.4	17.6	11.0	5.1	14.5
습도(%)	51	49	52	58	66	75	83	78	71	60	56	51	63
이슬점(°C)	-6.4	-5.4	-0.8	5.4	11.3	16.5	21.3	21.4	16.9	9.7	2.5	-4.1	7.4
풍속(m/s)	5.1	4.7	4.6	4.2	3.6	3.2	3.5	3.6	4.4	4.0	4.2	4.7	4.2

(kWh/m ²)	1271
(°C)	16.0
(%)	65
(kKh/)	48.8



구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	합계/평균
전일사(kWh/m ²)	45	66	105	136	156	140	152	142	112	103	67	46	1271
확산일사 (kWh/m ²)	33	41	64	82	94	93	83	86	65	61	41	33	776
직달일사 (kWh/m ²)	26	50	68	78	90	65	100	84	75	80	56	33	805
기온(°C)	6.1	7.1	9.8	14.0	17.9	21.7	25.9	27.0	23.4	18.6	13.0	8.1	16.0
습도(%)	62	60	59	60	66	73	75	72	72	63	60	62	65
이슬점(°C)	-1.1	-0.6	1.6	6.0	11.1	16.4	20.9	21.3	17.8	11.1	5.0	0.8	9.2
풍속(m/s)	4.1	3.6	3.7	3.2	2.8	2.8	2.8	2.8	2.9	3.0	3.4	4.2	3.3

나. 현장조사

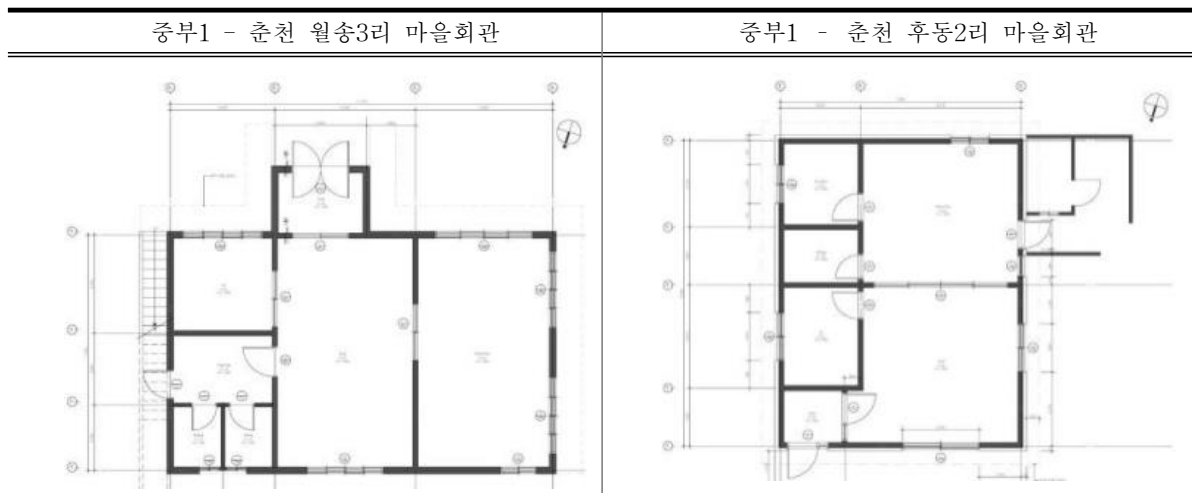
- 현장조사는 실측도면 작성, 기밀테스트 및 유리 SHG측정, 현장인터뷰 (사용현황)순으로 진행되었으며 기타 설비시설 파악, 에너지 사용량 및 비용·신재생에너지의 설치 유무 및 용량 등도 조사하였음.



<그림 26> 현장조사 주요내용

(1) 실측 도면 작성

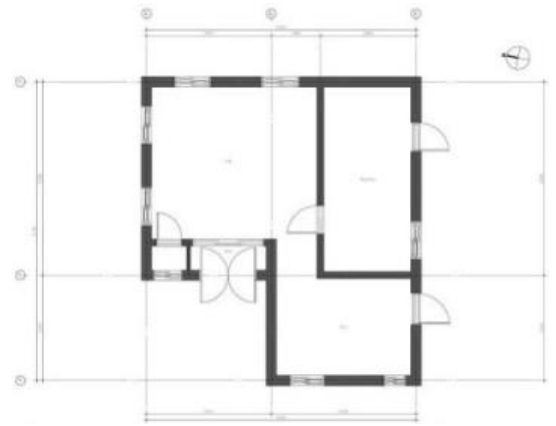
- 현장 실측을 통한 도면작성은 벽두께를 감안, 중심선을 기준으로 하였으며 현장에서 육안으로 파악하기 불가능한 내외부 마감두께를 표현하지는 않았음.



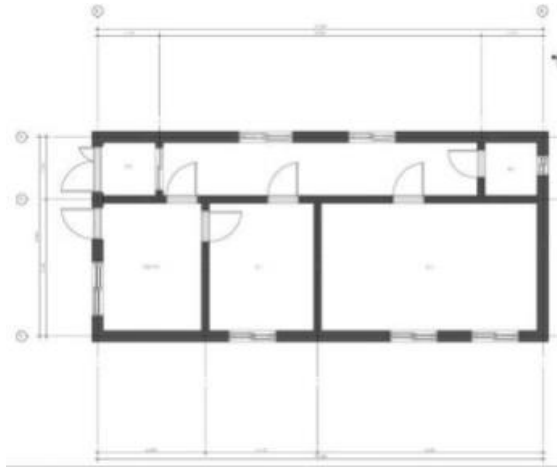
중부1 - 화천 유촌1리 노인회관



중부1 - 화천 유촌2리 경로당



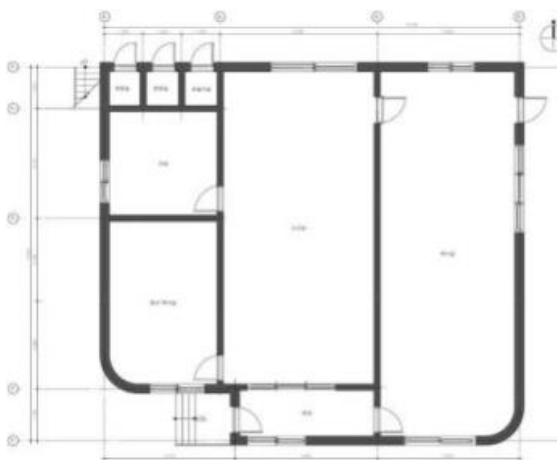
중부2 - 완주 대농 경로당



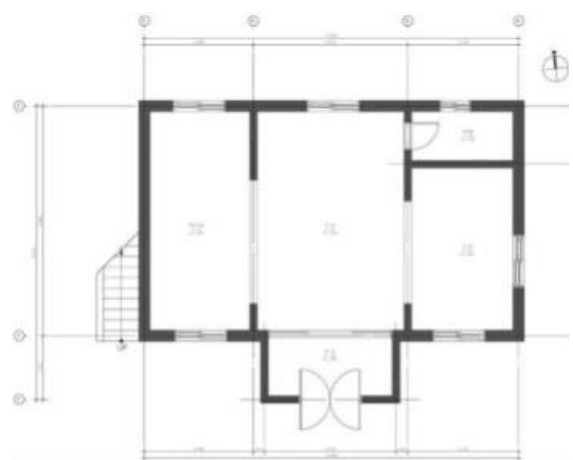
중부2 - 완주 초남 경로당



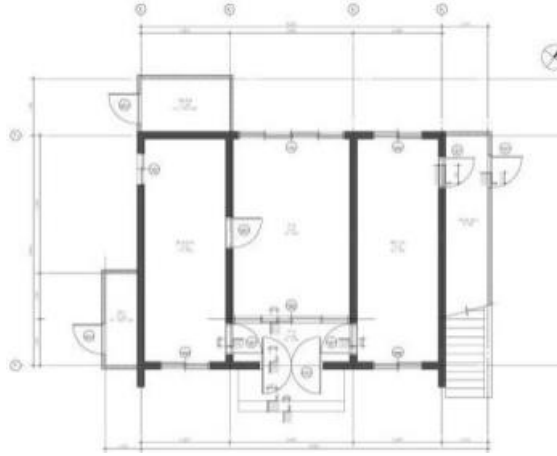
중부2 - 아산 신희리1리 경로당



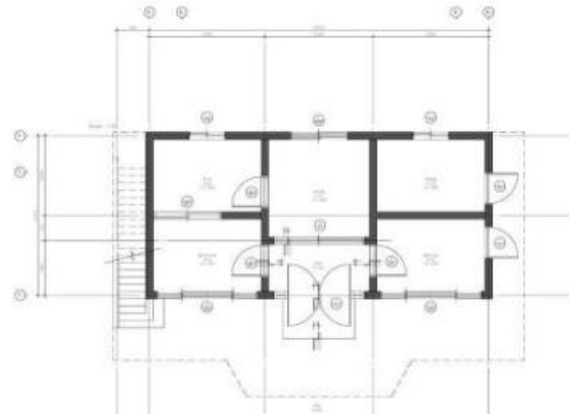
중부2 - 태안 정죽4리 마을회관



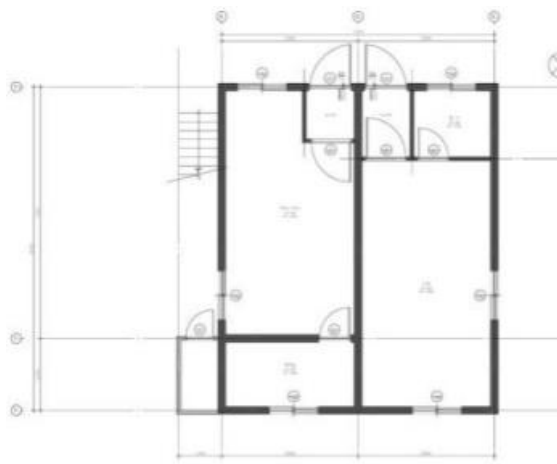
남부 - 여수 옥적리 마을회관



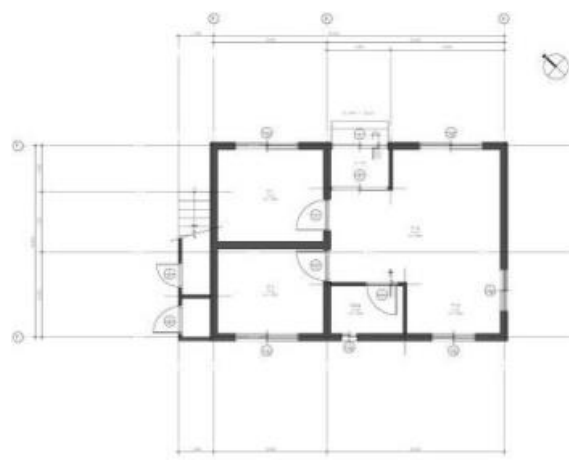
남부 - 여수 봉오리 마을회관



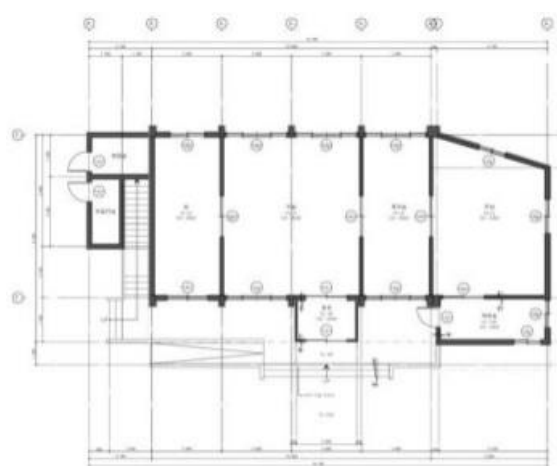
남부 - 여수 진목 마을회관



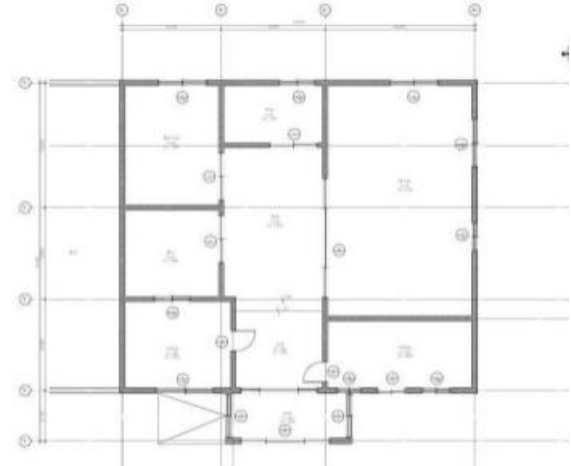
남부 - 여수 밀뚝병 경로당

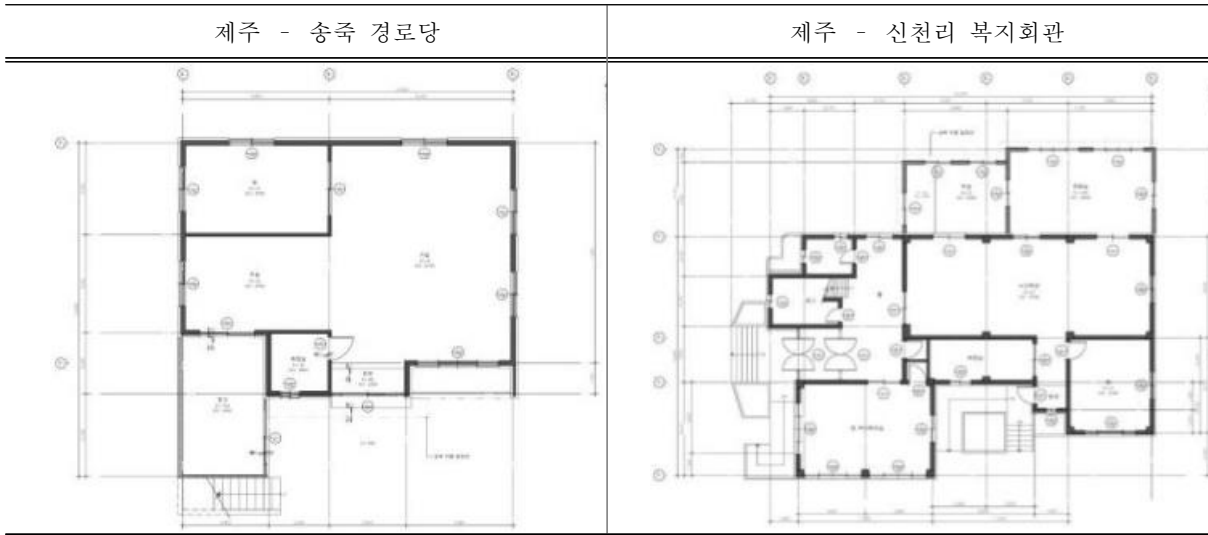


제주 - 광평리 복지회관



제주 - 무릉2리 경로당



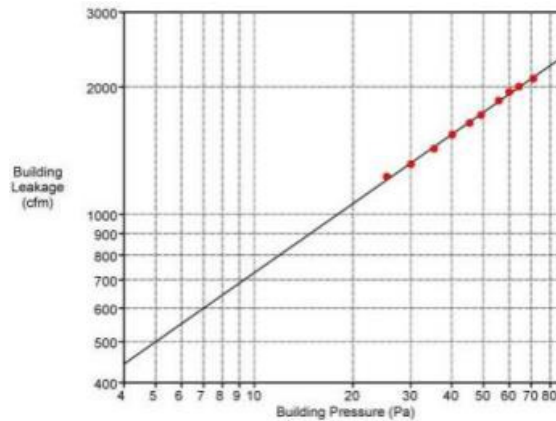


<그림 27> 현황 측량 도면

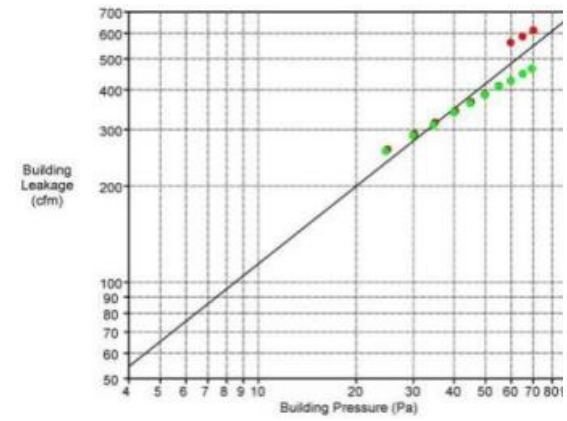
(2) 기밀 테스트 결과

- 기밀테스트는 Blower Door Test기를 사용하여 각 대상지당 2~3회 실시하였으며 각 회당 평균오차는 0.3회 미만으로 나타났음.

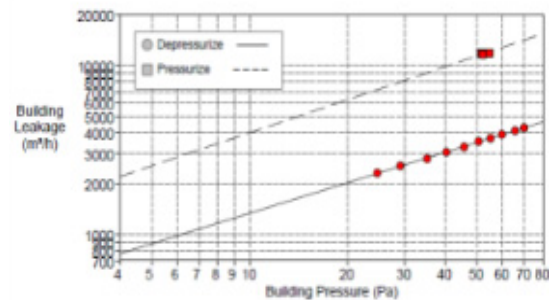
■(중부1) 춘천 월송3리 마을회관 - 12.07회(1/h)



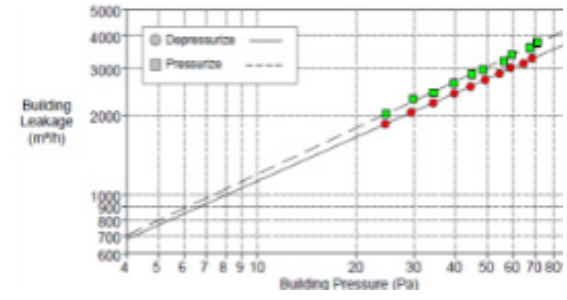
■(중부1) 춘천 후동2리 마을회관 - 3.62회(1/h)



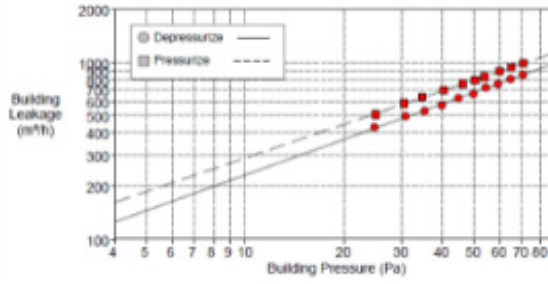
■(중부1) 화천 유촌1리 노인회관 - 21.78회(1/h)



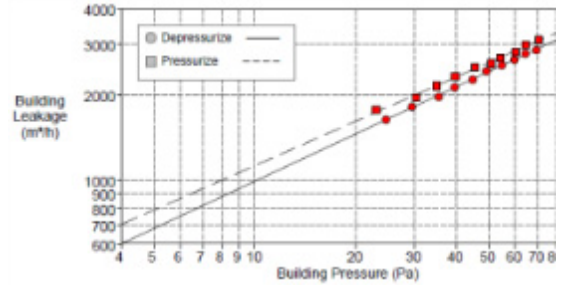
■(중부1) 화천 유촌2리 경로당 - 19.43회(1/h)



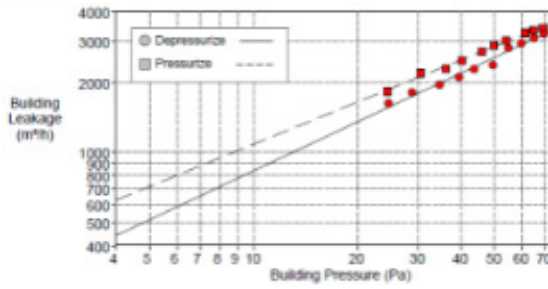
■(중부2) 완주 대농 경로당 - 2.99회(1/h)



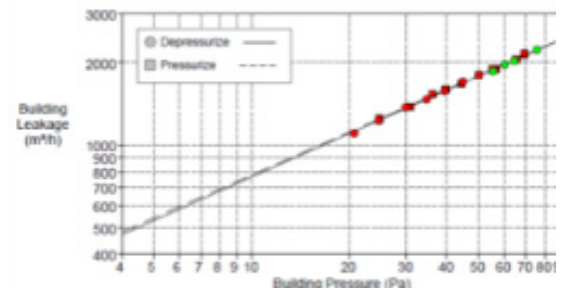
■(중부2) 완주 초남 경로당 - 11.78회(1/h)



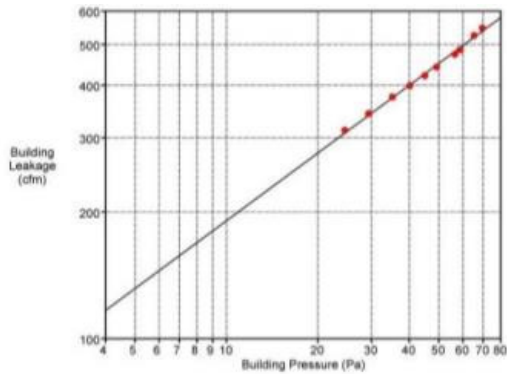
■(중부2) 아산 신희1리 경로당 - 4.29회(1/h)



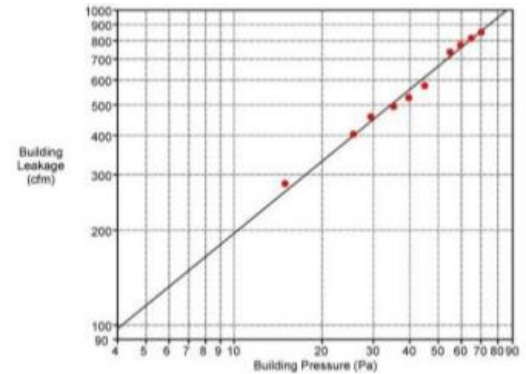
■(중부2) 태안 정죽4리 마을회관 - 10.70회(1/h)



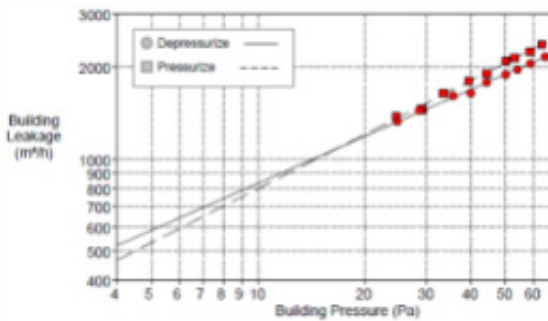
■(남부) 여수 옥적리 마을회관 - 4.85(1/h)



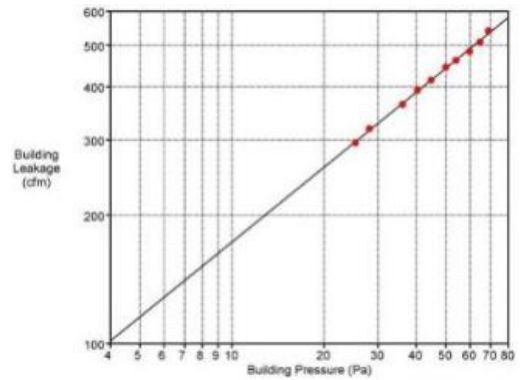
■(남부) 여수 봉오리 마을회관 - 7.88회(1/h)



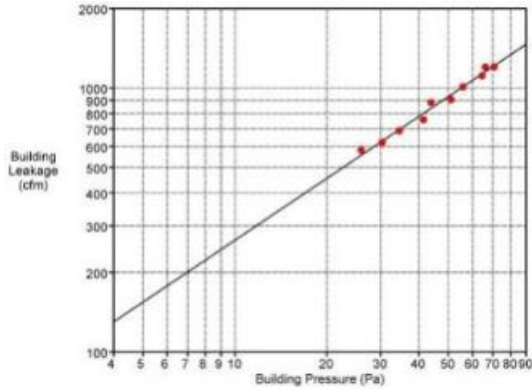
■(남부) 여수 진목 마을회관 - 5.95회(1/h)



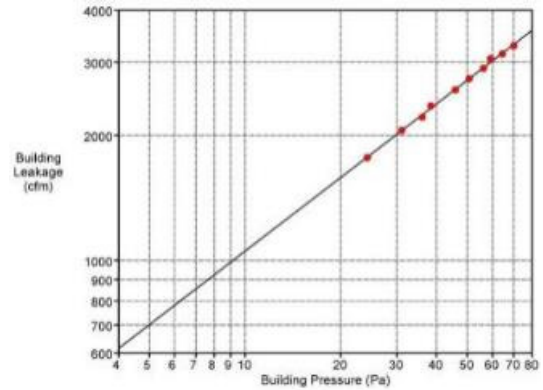
■(남부) 여수 밀뚝병 경로당 - 6.49회(1/h)



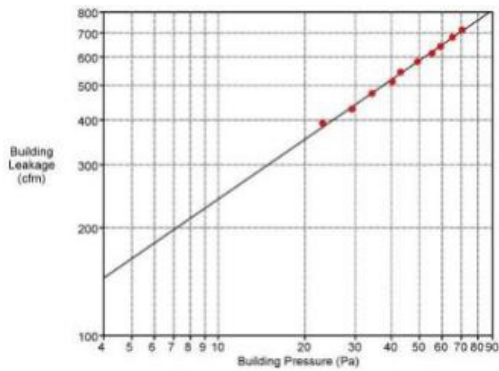
■(제주) 광평리 복지회관 - 4.88회(1/h)



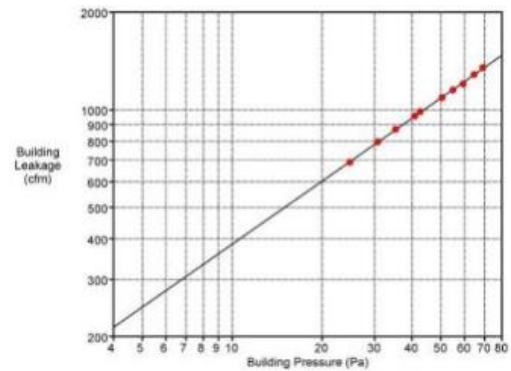
■(제주) 무릉2리 경로당 - 10.13회(1/h)



■(제주) 송죽 경로당 - 5.15회(1/h)



■(제주) 신천리 복지회관 - 4.40회(1/h)



<그림 28> 기밀테스트 결과

(3) 유리 SHGC 측정 및 창호 성능 판단

- 창호성능의 열관류율은 창호의 재질과 구성을 현장에서 조사하고 건축물의 에너지 절약 설계기준 별표4를 기준으로 판단하였음. 유리의 SHGC값은 현장에서 측정함.

(표 40) 유리 SHGC측정 및 창호성능 판단 결과





구분	창호종류	열관류율 (W/m ² ·h·°C)	SHGC	구분	창호종류	열관류율 (W/m ² ·h·°C)	SHGC	
(중부1) 춘천 월송3리 마을회관	PVC 창호	단창	5.3	0.24	(중부1) 춘천 후동2리 마을회관	PVC 창호	3.6	0.80
		이중창	3.1	0.23				
	알루미늄 창호	(철재)	4.0	0.27		현관문	2.7	-
			(SST)	5.5				
(중부1) 화천 유촌1리 노인회관	PVC 창호	단창	5.3	0.27	(중부1) 화천 유촌2리 경로당	PVC 창호	3.1	0.27
		이중창	3.1	0.27				
	알루미늄 도어		5.5	0.26		현관문	2.7	-
	현관문		2.7	-				

		(W/m ² ·h·°C)	SHGC			(W/m ² ·h·°C)	SHGC
(2)	PVC	3.1	0.24	(2)		4.0	0.42
		2.7	-		AL	2.7	-
						5.5	-
(2)	PVC	3.1	0.40	(2)		4.0	0.42
	1	AL	5.5		-	AL	5.5
						2.7	-
()	PVC	3.1	0.44	()	AL	6.6	0.86
		4.0	0.27			4.0	0.78
	AL	5.5	0.85		AL	4.2	0.42
	SST	5.5	0.80		SST	5.5	0.80
()	PVC	3.1	0.52	()	PVC	5.3	0.52
		4.0	0.27			3.1	0.52
					AL	4.2	0.26
		4.2	0.24		AL SLD	5.5	0.26
()	PVC	5.3	0.49	(2)	PVC	5.3	0.41
		3.1	0.19			3.1	0.27
		2.7	-			2.1	0.80
		2.1	0.80				
()	PVC	5.3	0.49	()	PVC	5.3	0.80
					AL	6.6	0.53
		2.7	0.25			4.0	0.21
		5.3	0.34		AL	2.7	-
					2.1	0.80	

(4) 현장 인터뷰 (사용현황 조사) - 공간구성 및 사용특성

(가) 규모 (층수)

- 마을쉼터의 역할만을 담당하는 경로당은 단층일 경우가 대부분인 반면 마을쉼터와 업무 시설의 기능을 겸하는 마을회관의 경우, 2층 규모의 건물의 비중이 높았음.

경로당 (마을쉼터)		마을회관 (업무시설+마을쉼터)	
			
2개층 1개소 / 7개소	단층 6개소 / 7개소	2개층 7개소 / 9개소	단층 2개소 / 9개소

<그림 29> 조사대상지 규모 (층수)

(나) 공간 구성

- 마을회관 및 경로당의 공간구성 유형 및 특징, 문제점 등을 파악하기 위해 조사대상지 건물내 배치 현황을 조사함.

(표 41) 조사 대상지 공간구성

춘천 월송3리 마을회관							
1층	방	거실	주방/식당	화장실	현관	보일러실	89.84m ²
	9.6m ²	30.96m ²	30.24m ²	6.4m ²	5.6m ²	7.04m ²	
2층	운동실						67.47m ²
	67.41m ²						
전체	생활공간		운동실	화장실	기타		157.25m ²
	70.8m ²		67.41m ²	6.4m ²	12.64m ²		
춘천 후동2리 마을회관							
1층	방	거실	주방/식당	화장실	현관	부식창고	71.25m ²
	8m ²	25.9m ²	22.5m ²	4.5m ²	3.6m ²	6.75m ²	
전체	생활공간		화장실		기타		71.25m ²
	56.4m ²		4.5m ²		10.35m ²		
여수 옥적리 마을회관							
1층	방	주방/식당	현관	창고	보일러실		71.36m ²
	32.83m ²	18.2m ²	4.55m ²	11.49m ²	4.29m ²		
2층	사무실						55.25m ²
	55.25m ²						
전체	생활공간		사무실	화장실	기타		126.61m ²
	55.58m ²		55.25m ²	11.49m ²	4.29m ²		

여수 봉오리 마을회관

1층	방	주방	화장실	사무실	현관	42.02m ²
	14.08m ²	6.4m ²	6.4m ²	8.1m ²	7.04m ²	
2층	창고					24.32m ²
	24.32m ²					
전체	생활공간	사무실	화장실	기타		66.34m ²
	20.48m ²	8.1m ²	6.4m ²	31.36m ²		

여수 진목 마을회관

1층	주방/식당	휴게실	화장실	현관	창고	70.80m ²
	26.6m ²	26.6m ²	7.6m ²	2.4m ²	7.6m ²	
2층	회의실	방송실		현관		63.84m ²
	50.28m ²	11.4m ²		2.16m ²		
전체	생활공간	회의실	방송실	화장실	기타	134.64m ²
	53.2m ²	50.28m ²	11.4m ²	7.6m ²	12.16m ²	

여수 밑뚝병 경로당

1층	방	거실	주방/식당	화장실	현관	창고	48.38m ²
	17.28m ²	17.34m ²	4.2m ²	3.3m ²	2.16m ²	4.1m ²	
전체	생활공간		화장실		기타		48.38m ²
	38.82m ²		3.3m ²		6.26m ²		

제주 광평리 복지회관

1층	방1	거실	주방/식당	화장실	현관	보일러실	139.05m ²
	42m ²	42m ²	31.68m ²	14.36m ²	4.81m ²	4.2m ²	
2층	사무실		화장실		현관		63.20m ²
	55.3m ²		4.05m ²		3.85m ²		
전체	생활공간		사무실	화장실	기타		202.25m ²
	115.68m ²		55.3m ²	18.41m ²	12.86m ²		

제주 무릉2리 마을회관

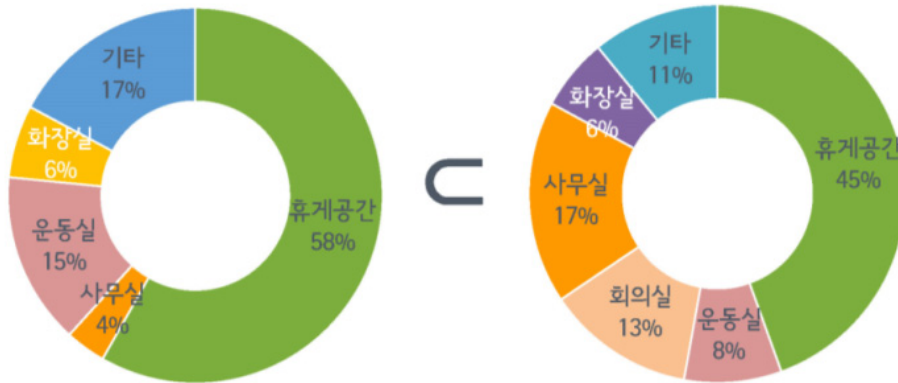
1층	방	거실	주방	화장실	사무실	현관	창고	196.96m ²
	82.08m ²	27.52m ²	11.18m ²	18.6m ²	17.48m ²	24.52m ²	15.58m ²	
전체	생활공간		화장실		사무실	기타		196.96m ²
	120.78m ²		18.6m ²		17.48m ²	40.1m ²		

제주 송죽 경로당							
1층	방	거실	주방/식당	화장실	현관	창고	92.63m ²
	14.4m ²	43.2m ²	15.36m ²	4m ²	2.5m ²	13.17m ²	
2층	운동실			화장실			79.60m ²
	74.2m ²			5.4m ²			
전체	생활공간		화장실		운동실		기타
	72.96m ²		9.4m ²		74.2m ²		19.67m ²

제주 신천리 복지회관									
1층	방	주방	운동실	회의실	화장실	현관	창고	245.82m ²	
	94.77m ²	22.2m ²	36.43m ²	36m ²	16.8m ²	7.02m ²	32.6m ²		
2층	회의실		사무실			창고		134.64m ²	
	71.82m ²		57.15m ²			5.67m ²			
전체	생활공간		운동실		회의실		사무실	화장실	기타
	116.97m ²		36.43m ²		107.82m ²		57.15m ²	16.8m ²	45.29m ²

(다) 현장조사에 따른 농촌 마을 공공생활시설의 특성

- 경로당의 기능을 갖고 있는 마을회관
 - 조사대상인 모든 마을회관이 마을 경로당의 기능을 겸하고 있었음.
 - 마을회관과 경로당 공간구성이 차이를 보인 부분은 사무실(업무공간)의 유무

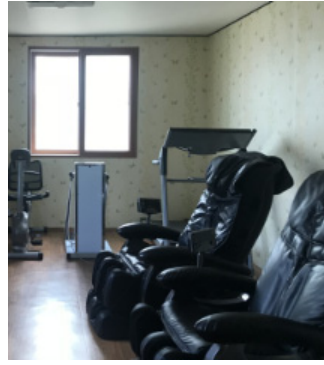


<그림 30> 경로당과 마을회관의 내부공간 구성 비율

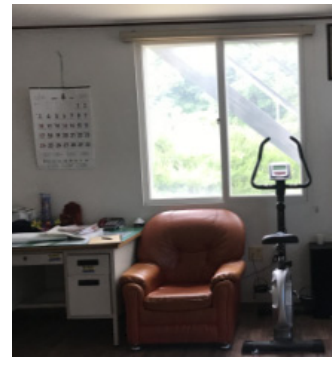
- 다양한 기능으로 사용되는 휴게실
 - 규모에 따라 차이가 있으나 경로당, 마을회관의 주공간인 휴게공간(방, 주방/식당)은 운동실, 회의실, 사무공간의 기능을 겸하고 있었으며 이는 연면적이 작은 공공생활 시설들에 공통적으로 나타남.



제주 광평리 복지회관



여수 진목 마을회관



춘천 후동2리 마을회관

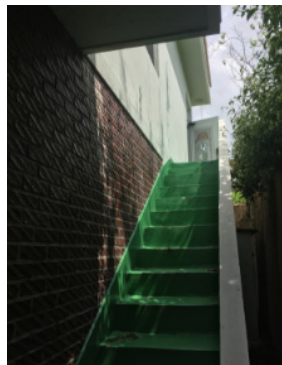
<그림 31> 다양한 기능으로 사용되는 휴게실의 예

○ 2층 공간의 낮은 활용도

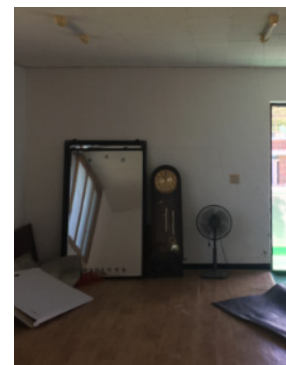
- 조사 대상지 16개소 중 절반인 8개소가 2층으로 구성되어 있으나 2층에 위치한 실들은 구성 및 용도에 관계없이 사용·관리 되지 않는 곳이 많았음 이는 사용자(고령인구)의 특성으로 인한 결과로 판단됨.



태안 정죽4리 마을회관



여수 진목 마을회관

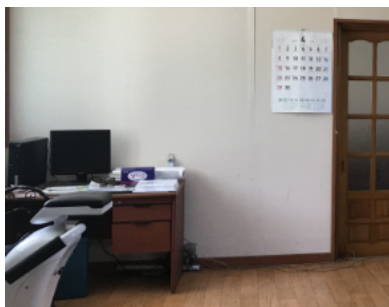


여수 봉오리 마을회관

<그림 32> 낮은 활용도를 보이는 2층 공간의 예

○ 사무실, 운동실의 사용 특성

- 마을회관의 사무실 이용자는 관리자 1인, 회의실의 경우 사용빈도는 연 3~4회, 휴게공간내 가구배치를 통해 사무공간을 만든 경우가 많았음.



제주 광평리 복지회관



여수 진목 마을회관

<그림 33> 낮은 활용도를 보이는 2층 공간의 예

○ 운동실(운동기구)의 사용 특성

- 운동기구 (런닝머신, 헬스기구)의 사용빈도는 매우 낮은 반면 치료기구 (안마의자, 혈압측정계)의 사용빈도는 높았음.



2

<그림 34> 운동기구와 치료기구

3. 조사 대상 분석 및 유형화

가. 현장 조사 대상지 단열성능 예측

- 현장 조사 대상지의 단열성능은 연도별 단열성능 기준 (1975~1999년 건축법 시행규칙, 2001~2010년 건축물의 설비기준 등에 관한 규칙, 2013년 이후 건축물의 에너지절약설계 기준)에 근거하여 예측한 값 적용
- 건물 벽체의 단면을 확인할 수 없는 현장 여건에 따른 대안으로 현장에서 측정된 벽체 두께와는 관계없이 허가 및 준공연도, 준공이후 단열개선 공사 유무만을 확인하여 단열성능을 예측하였음.
- 허가 및 준공연도에 따른 건물의 단열성능을 예측한 결과 단열기준이 재정된 79년 9월 이전에 준공된 완주 대농 경로당과 여수 진목 마을회관이 가장 높은 $1.6 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ 이상의 단열성능을 보였고, 비교적 가장 최근에 지어진 건물중 중부 지방의 건물 4개소(춘천 월송3리 노인회관, 후동2리 경로당, 완주 초남 경로당, 태안 정죽4리 마을회관)가 가장 낮은 $0.47 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ (지방의 경우 $0.29 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$) 이하의 단열성능을 가지고 있는 것으로 판단하였음.
- 창호 성능의 경우 준공 연도와 관계없이 「건축물의 에너지절약 설계기준」 [별표4] 창 및 문의 단열성능을 기준으로 현장 조사 시 창호 종류를 확인하여 판단하였으며 유리의 SHGC의 경우 측정장비를 통해 측정하였음.
- 창호 및 유리의 성능 결과는 [표0-0] 유리 SHGC 측정 및 창호 성능 판단 참고하였음.

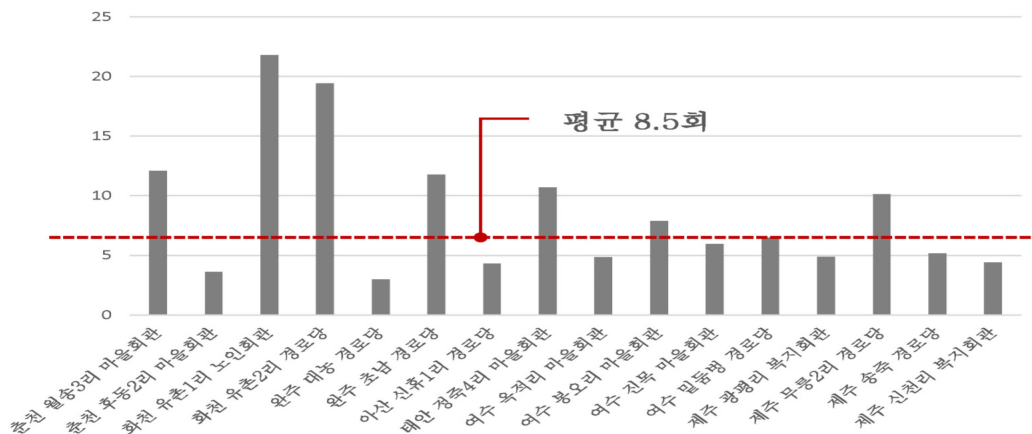
(표 42) 현장 조사 대상지 단열성능 예측

(단위 : W/m²·K)

구 분	허가/준공 연도	열관류율						
		외벽		지붕		바닥		
		외기직접	외기간접	외기직접	외기간접	외기직접	외기간접	
중부1	춘천 월송3리 마을회관	2001	0.47	0.64	0.29	0.41	0.35	0.52
	춘천 후동2리 마을회관	2006	0.47	0.64	0.29	0.41	0.35	0.52
	화천 유촌1리 노인회관	1997	0.58		0.406		0.58	
	화천 유촌2리 경로당	1998	0.58		0.406		0.58	
중부2	완주 대농 경로당	1975	1.6		1.6		1.6	
	완주 초남 경로당	2002	0.47	0.64	0.29	0.41	0.35	0.52
	아산 신희1리 마을회관	1996	0.58		0.406		0.58	
	태안 정죽4리 마을회관	2003	0.47	0.64	0.29	0.41	0.35	0.52
남부	옥적리 마을회관	1984	0.754		0.58		0.754	
	봉오리 마을회관	1994	0.754		0.52		0.754	
	진목 마을회관	1961	1.6		1.6		1.6	
	밀듬병 경로당	2006	0.58	0.81	0.35	0.52	0.41	0.58
제주	광평리 복지회관	1994	1.16		0.754		1.16	
	무릉2리 경로당	1996	1.16		0.754		1.16	
	송죽 경로당	2006	0.76	1.1	0.41	0.58	0.47	0.64
	신천리 복지회관	2001	0.76	1.1	0.41	0.58	0.47	0.64

나. 현장 조사 대상지 기밀성능 분석

- 건물의 기밀성능의 경우 다양한 결과가 측정되었으며 이는 준공연도, 구조형식, 규모 등과 연관성을 보이지 않아 객관화된 지표로는 예측할 수 없음.



<그림 35> 현장 조사 대상지 기밀성능 결과

- 모든 대상지의 건물이 시공될 시기 (1970~2000년대 초반)에 건축물의 기밀성의 중요성이 인식되지 않았을 가능성이 높고 균일한 품질의 시공이 이루어 질 수 없었기 때문에 객관화된 지표로는 예측할 수 없는 건물의 기밀성능은 시공될 당시의 품질 여하에 따른 차이라고 판단됨.
- 대상지 건물들의 기밀성능을 3회 단위로 나누었을 때 가장 많은 분포를 보인 범위는 3~6회 (7개소)였으며 최하 2.99회 1개소 (완주 대농 경로당)에서 최대 21.78회 (화천 유촌1리 노인회관) 까지 다양한 결과를 보였고 전체 16개소의 평균값은 8.5회 였음.

다. 기후에 따른 지역 구분

- 현행 「건축물의 에너지 절약 설계기준」으로 구분된 4개 지역 내 도시의 기후 데이터를 분석한 결과 중부2와 남부의 평균기온 및 난방도시의 편차가 중부1과 중부2, 남부와 제주의 편차보다 약 2배 높은 결과를 보였음.
- 농촌 공공생활시설 제로에너지 표준모델의 적정 성능 목표 수립 시 지역별 단열기준을 명확히 설정하기 위해서 현재의 4개 지역보다는 상대적으로 온도편차가 뚜렷한 두 개의 지역으로 통합·구분하는 것이 효율적이라 판단됨.

	1-		2-		-		
(°C)	10.4	→ +1.6	12	→ +2.5	14.5	→ +1.5	16
(kKh/)	92.6	→ -12.2	80.4	→ -19.3	61.1	→ -12.3	48.8

<그림 36> 지역별 도시의 연평균 기온 및 난방도시 차이

라. 준공 연도에 따른 구분

- 2000년 이전 준공된 농촌마을 내 공동시설은 전체의 약 50%를 차지하고 있음.
- 농촌마을 내 공동시설의 준공연도와 단열 기준이 크게 강화된 연월을 감안하였을 때 그린 리모델링 대상 선정 시 준공연도 기준을 2001년 전후로 설정하는 것이 합리적이라 판단됨.

(표 43) 농촌마을내 공동시설 준공연도¹¹⁾

구분	1979이전	1980-1989	1990-1999	2000-2009	2010이후	계
강원	33	50	161	261	48	553
충북	50	52	433	314	43	892
충남	19	35	442	441	87	1,024
전북	91	53	240	245	16	645
전남	91	126	382	435	56	1,090
경북	204	164	826	1,274	234	2,702
경남	22	80	395	569	80	1,146
합계	510	560	2,879	3,539	564	8,052
비율	6%	7%	36%	44%	7%	100%

(표 44) 단일 기준 강화 연월

단일 기준 강화 연월							
1979년 9월	1980년 12월	1984년 3월	2001년 1월	2008년 7월	2013년 9월	2016년 1월	2018년 9월

마. 규모 및 공간구성에 따른 구분

- 여수, 천안, 순창의 농촌 마을 내 공공시설 중 1,010개소의 규모 현황을 파악한 결과 61~150㎡ 규모의 공동시설이 전체 시설의 약 77%를 차지하였음.

(표 45) 농촌마을 내 공동시설 면적¹²⁾

	60㎡	61-85	86-100	101-150	151-200	201	
	32	79	31	71	49	31	293
	33	114	131	104	26	13	421
	31	127	94	27	10	7	296
	96	320	256	202	85	51	1,010
	10%	32%	25%	20%	8%	5%	100%

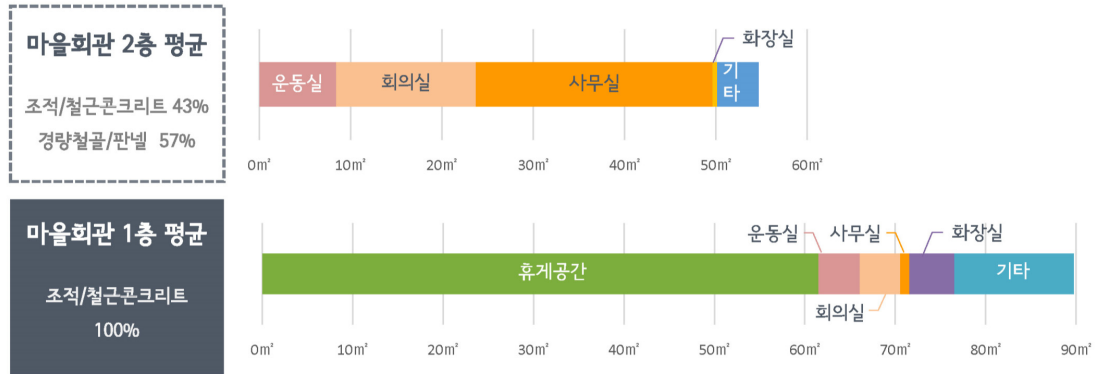
(표 46) 현장 조사 대상지 규모 평균

	117.89	1	3	89.84	2
	62.83	1	2	71.25	1
	68.2	1	4	104.39	2
	48.38	1	1	168.13	1
				126.61	2
2	196.96	1		66.34	2
	172.23	2		127.04	2
	78.65	1		202.25	2
	106.45			380.46	2
				83.73	

11) 농촌제로 에너지 공동시설 구축방안 연구, 농어촌연구원, 2017

12) 농촌제로 에너지 공동시설 구축방안 연구, 농어촌연구원, 2017

- 현장 조사 대상지의 규모 역시 경로당 106.45㎡, 마을회관 83.73㎡로 농촌마을 내 공공 시설 규모 현황과 유사한 결과를 보였으며 전체 면적 평균은 93.67㎡ 이었음.
- 농촌 공공생활시설 제로에너지 표준모델 설계시 시설의 용도와 마을별 필요 규모를 고려하였을 때 적정 규모는 85㎡(중소형), 150㎡(중대형)로 판단됨.



<그림 37> 마을회관 층별 공간구성

- 현장 조사 대상지 중 경로당 1개소, 마을회관 7개소가 2층 규모였으며 1층에는 휴게공간 (휴게실, 주방)이 주를 이뤘고 2층은 사무실 및 회의실 등 사무공간이나 운동실로 사용되고 있었음.
- 대부분의 2층 공간이 용도와 관계없이 사용되지 않는 상황이며 이는 고령의 사용자를 위한 BF(Barrier Free) 설계에도 부합하지 않기 때문에 신축 표준 모델 설계시 2층 규모의 설계안을 배제할 필요가 있다고 판단됨.

바. 소결

- 기존 농촌마을 공공생활시설 사용실태를 파악하기 위해 총 16개 조사 대상지를 조사함.
- 조사는 건축물 대장 및 위성사진 기후데이터를 파악하는 사전조사 단계를 거쳐 대상지를 방문하여 실측도면 작성, 기밀테스트 및 유리 SHGC측정, 현장인터뷰 등을 수행하는 방식으로 진행되었음.
- 사전조사 및 현장조사를 통해 수집, 정리한 데이터를 기반으로 조사대상의 단열, 기밀 성능을 예측 분석하고 기후, 준공연도, 규모 및 공간구성에 따라 유형화 하였음.
- 그 결과 기후는 건축물의 에너지절약 설계기준에서 정의하는 중부1, 중부2를 포함하는 중부지역과 남부, 제주를 포함하는 남부지역으로 구분함.
- 준공연도에 따른 구분은 단열기준이 크게 강화된 2001년을 기준으로 전후로 구분함.
- 신축모델 개발을 위한 규모의 구분은 85㎡(소형)과 150㎡(보급형)으로 구분함.

4. 농촌마을 공공생활시설 에너지성능 분석

가. 기존 마을회관(경로당) 에너지 성능진단

(1) 시뮬레이션 프로그램 - Energy # (에너지 샵)

(가) 프로그램 정의¹³⁾

- 건물에너지 계산의 국제표준인 ISO 13790 기반의 패시브하우스(단일존/고단열/고기밀) 에너지를 해석하고 우리나라의 기후환경과 주택 상황에 맞춰 디테일을 갖추고, 간편하고 직관적인 사용방법으로 편의성까지 더한 건물 에너지 해석 프로그램

(나) 프로그램 주요특징¹⁴⁾

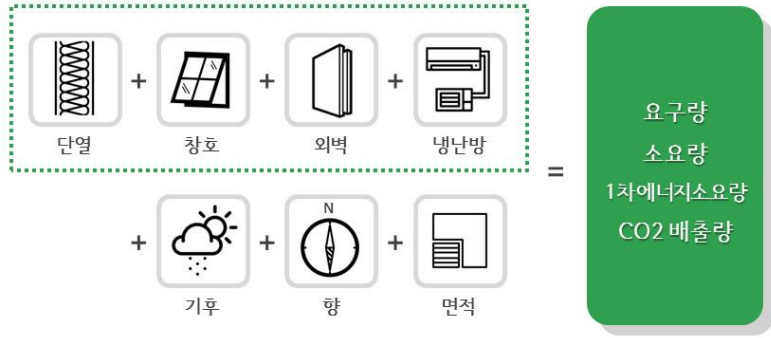
- 직관적이고 편리한 화면구성
 - 워크시트를 계속 옮겨다닐 필요 없이 Full HD 해상도(1920*1080)를 기준으로 입력란과 계산결과를 한 화면에서 실시간으로 확인가능.
- 프로세스 단순화
 - 데이터 입력 프로세스를 분석하여 재구성하여 워크시트의 수를 절반 이하(15개)로 대폭 줄임.
- 자세한 계산과정 공개
- 표준 기후데이터 제공
 - 서울, 춘천, 강릉, 원주, 대전, 청주, 서산, 대구, 포항, 영주, 부산, 진주, 전주, 광주, 목포, 제주의 16개 지역에 대한 표준 기후데이터를 제공. 특히시간별 데이터로 제공함으로써 일사 및 음영 계산의 정확도를 크게 높임.
- 비용산출
 - 모든 에너지비용을 계산함으로써 숫자를 제시. 건물의 성능 뿐만 아니라 비용 절감 제시. 정확한 수치를 4페이지 짜리 건축주용 보고서로 출력.

(2) 시뮬레이션 수행 방법

- 기존 농촌 공생활시설의 건물에너지 성능분석을 위한 시뮬레이션은 사전·현장 조사가 실시된 16개 대상지의 데이터를 기반으로 수행됨.

13) 출처 : <https://blog.naver.com/energysharp/220761510336>

14) 출처 : <https://blog.naver.com/energysharp/220761510336>



< 38 > #

I. 기후조건 선택

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	연평균
일사량 (kWh/m²)	80	95	122	147	162	144	135	141	120	116	83	77	1422
최대일사량(DNI)	35	47	71	81	101	106	87	85	68	54	37	36	802
직달일사량(DNI)	36	53	86	96	97	63	89	87	61	40	112	107	1073
기온(°C)	2.8	4.5	8.5	13.6	17.8	21.1	24.3	25.6	22.4	17.6	11.0	5.1	14.5
하중온도(°C)	-14.8	-12.4	-7.0	-4.1	3.8	10.7	15.4	16.7	13.1	5.7	-1.6	-11.8	1.4
상대습도(%)	76.8	74.9	73.9	73.2	73.8	75.4	77.5	79.8	77.6	71.7	59.7	59.7	77.3
습도(%)	51	49	52	58	66	75	83	78	71	60	56	51	63
연평균(°C)	6.4	7.1	9.8	14.4	17.8	20.8	21.4	20.8	17.1	12.4	6.4	1.4	14.4
일일일사량(DNI)	3.0	3.7	4.8	6.8	10.0	13.8	16.4	16.0	14.1	9.5	5.0	3.5	9.2
3월 총속(°C)	5.1	4.7	4.6	4.2	3.6	3.2	3.5	3.6	4.4	4.0	4.2	4.7	4.2

- 기후데이터

외피구성 1 열량 W1 (리직)

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	연평균
외피구성 1 열량	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11
실제속 표면열저항	0.11												
부재명	Main Section												
비드립 구조유	0.035												
실제속 표면열저항	0.043												
스달관류율(W/mK)	0.580												

- 단열성능

X. 열보

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	연평균
열보	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11

- 창호면적

XI. 환기

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	연평균
환기	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11

- 환기

에너지원별/용량

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	연계
냉방	1,472	1,934	534	400	48	0	0	0	0	25	595	1,217	5,888
난방	1,472	1,934	534	400	48	0	0	0	0	25	595	1,217	5,888

- 난방방 설비

난방방 설비

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	연계
난방방 설비	1,472	1,934	534	400	48	0	0	0	0	25	595	1,217	5,888

- 외벽 난방

외벽 난방

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	연계
외벽 난방	1,472	1,934	534	400	48	0	0	0	0	25	595	1,217	5,888

- 창호성능

XII. 난방에너지 요구량 (연간)

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	연계
난방에너지 요구량	1,472	1,934	534	400	48	0	0	0	0	25	595	1,217	5,888

- 결과

< 39 >

나. 기존 마을회관(경로당) 에너지 요구량 및 소요량 분석

(1) 중부1 지역

(가) 월송3리 마을회관

○ 유효면적 「136.7㎡」의 월송3리 마을회관의 연간 난방에너지 요구량은 「220.44kWh/㎡」였으며 연간에너지 소요량은 「273kWh/㎡」, 1차 에너지 소요량은 「751kWh/㎡」로 나타남.

- 입력요약

-에너지계산 결과

		3		(/㎡)		22.0
	(°C)	20.0	(kWh)	85.8	(kWh/㎡)	220.44
			(Wh/㎡K)	128	(W/㎡)	120.6
	(°C)	20	(°C)	26	(kWh/㎡)	11.74
		4				2.99
	(W/㎡)	4.38				8.75
	(㎡)	136.7	(㎡)	341.7	(W/㎡)	15.8
	A/V	1.21	(=379.7㎡ / 313.7㎡)			7.5
		0.290		0.470		8.3
	/	0.260		0.000		
(W/㎡K)		3.955		5.208	(kWh/㎡)	278
		PVC -			CO2 (kg/㎡)	185.8
		5.3		0.24	1 (kWh/㎡)	751
		PVC -			n50 (1/h)	12.07
		5.3		0.08	General House	

-난방에너지 요구량



- 단위면적당 실효 손실, 획득



<그림 40> 월송3리 마을회관 에너지 시뮬레이션 결과

(나) 후동2리 마을회관

○ 유효면적 「67.7㎡」의 후동2리 마을회관의 연간 난방에너지 요구량은 「130.83kWh/㎡」였으며 연간에너지 소요량은 「203kWh/㎡」, 1차 에너지 소요량은 「558kWh/㎡」로 나타남.

- 입력요약

-에너지계산 결과

		2			(/㎡)	13.1
	(°C)	20.0	(kWh)	85.8		130.8
		()	(Wh/㎡K)	128	(kWh/㎡)	3
	(°C)	20	(°C)	26	(W/㎡)	63.9
		4			(kWh/㎡)	20.13
	(W/㎡)	4.38				6.30
	(㎡)	67.7	(㎡)	165.8	(W/㎡)	13.84
	A/V	1.61	(=225.8㎡ / 140㎡)			14.6
		0.290		0.470		8.9
	/	0.262		0.000		5.7
(W/㎡K)		2.700		4.154	(kWh/㎡)	203
		PVC			CO2 (kg/㎡)	138.0
		3.6		0.8	1 (kWh/㎡)	558
		PVC			n50 (1/h)	3.62
		3.6		0.08	General House	

-난방에너지 요구량



- 단위면적당 실효 손실, 획득



<그림 41> 후동2리 마을회관 에너지 시뮬레이션 결과

(다) 유촌리 경로당

○ 유효면적 「52.6㎡」의 유촌리 경로당의 연간 난방에너지 요구량은 「409.50kWh/㎡」였으며 연간에너지 소요량은 「558kWh/㎡」, 1차 에너지 소요량은 「648kWh/㎡」로 나타남.

- 입력요약

- 에너지계산 결과

		15				(/㎡)	40.9
	(°C)	20.0	(kkh)	102.0		(kWh/㎡)	409.50
	()		(Wh/㎡K)	204		(W/㎡)	208.7
	(°C)	20	(°C)	26		(kWh/㎡)	4.36
		4					0.37
	(W/㎡)	4.38					3.99
	(㎡)	52.6	(㎡)	116.2		(W/㎡)	4.8
	A/V	1.09	(=251.2㎡ / 230㎡)				-0.6
		0.410		0.580			5.4
(W/㎡K)	/	0.375		0.000		(kWh/㎡)	558
		3.006		4.615		CO2 (kg/㎡)	181.0
						1 (kWh/㎡)	648
		3.1		0.27		n50 (1/h)	19.43
						General House	
		3.100		0.08			

-난방에너지 요구량



- 단위면적당 실효 손실, 획득



<그림 42> 유촌리 경로당 에너지 시뮬레이션 결과

(라) 유촌리 노인회관

○ 유효면적 「109.5㎡」의 유촌리 노인회관의 연간 난방에너지 요구량은 「364.26kWh/㎡」였으며 연간에너지 소요량은 「474kWh/㎡」, 1차 에너지 소요량은 「553kWh/㎡」로 나타남.

- 입력요약

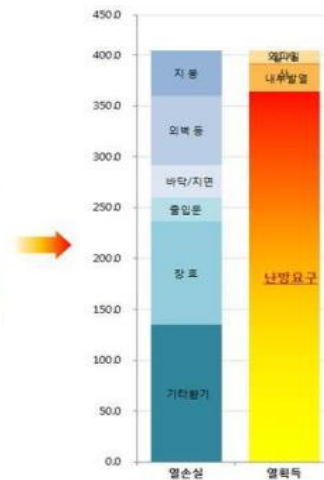
-에너지계산 결과

				(/㎡)	36.4	
	(°C)	20.0	(kkh)	102.1	(kWh/㎡)	364.26
	()		(Wh/㎡K)	204	(W/㎡)	201.3
	(°C)	20	(°C)	26	(kWh/㎡)	4.79
		9				0.25
	(W/㎡)	4.38				4.54
	(㎡)	109.5	(㎡)	257.8	(W/㎡)	5.0
	A/V	0.96	(=425.7㎡ / 443.6㎡)			-1.2
		0.410		0.580		6.3
(W/㎡K)	/	0.343		0.000	(kWh/㎡)	474
		3.022		4.388	CO2 (kg/㎡)	154.0
					¹ (kWh/㎡)	553
		3.1		0.27	n50 (1/h)	21.78
					General House	
		3.100		0.08		

-난방에너지 요구량



- 단위면적당 실효 손실, 획득



<그림 43> 유촌리 노인회관 에너지 시뮬레이션 결과

(2) 중부2 지역

(가) 대농 경로당

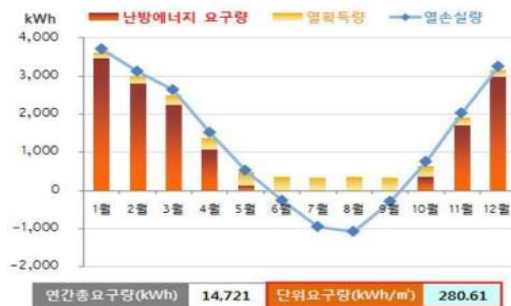
○ 유효면적 「25.5㎡」의 대농 경로당의 연간 난방에너지 요구량은 「280.61kWh/㎡」 였으며 연간에너지 소요량은 「405kWh/㎡」, 1차 에너지 소요량은 「483kWh/㎡」로 나타남.

- 입력요약

-에너지계산 결과

				(/㎡)	28.1	
	(°C)	20.0	(kkh)	70.6	(kWh/㎡)	280.61
	()		(Wh/㎡K)	204	(W/㎡)	128.8
	(°C)	20	(°C)	26	(kWh/㎡)	13.57
		4				7.80
	(W/㎡)	4.38				5.77
	(㎡)	52.5	(㎡)	131.2	(W/㎡)	21.1
	A/V	0.90	(=310.1㎡ / 345.3㎡)			16.3
		0.520		0.760		4.9
(W/㎡K)	/	0.444		0.000	(kWh/㎡)	405
		2.961		4.278	CO2 (kg/㎡)	134.0
			(pvc)		¹ (kWh/㎡)	483
		3.1		0.24	n50 (1/h)	2.99
			(pvc)		General House	
		3.1		0.08		

-난방에너지 요구량



- 단위면적당 실효 손실, 획득



<그림 44> 대농 경로당 에너지 시뮬레이션 결과

(나) 신휴1리 마을회관

○ 유효면적 「123.5㎡」의 신휴1리 마을회관의 연간 난방에너지 요구량은 「237.91kWh/㎡」였으며 연간에너지 소요량은 「323kWh/㎡」, 1차 에너지 소요량은 「389kWh/㎡」로 나타남.

- 입력요약

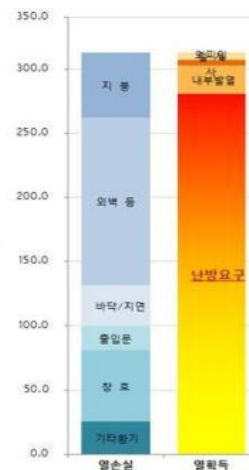
-에너지계산 결과

		1			(/㎡)	23.8
	(°C)	20.0	(kkh)	80.9	(kWh/㎡)	237.91
		()	(Wh/㎡K)	204	(W/㎡)	116.7
	(°C)	20	(°C)	26	(kWh/㎡)	11.23
		10				3.48
	(W/㎡)	4.38				7.75
	(㎡)	123.5	(㎡)	308.8	(W/㎡)	16.5
	A/V	0.76 (=581.8㎡ / 761.1㎡)				9.7
		0.520		0.740		6.8
(W/㎡K)	/	0.361		0.000	(kWh/㎡)	323
		2.868		3.977	CO2 (kg/㎡)	108.0
					1 (kWh/㎡)	389
		3.1		0.42	n50 (1/h)	4.29
					General House	
		3.100		0.08		

-난방에너지 요구량



- 단위면적당 실효 손실, 획득



<그림 45> 신휴1리 마을회관 에너지 시뮬레이션 결과

(다) 정죽4리 마을회관

○ 유효면적 「113.7㎡」의 정죽4리 마을회관의 연간 난방에너지 요구량은 「185.09kWh/㎡」였으며 연간에너지 소요량은 「250kWh/㎡」, 1차 에너지 소요량은 「288kWh/㎡」로 나타남.

- 입력요약

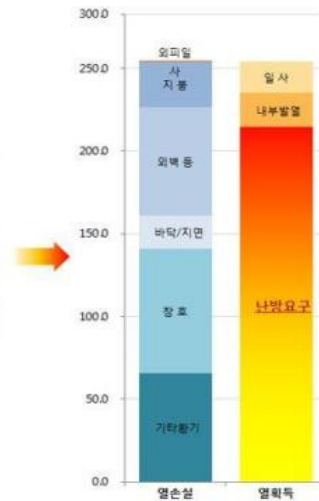
-에너지계산 결과

		4			(/㎡)	18.5
	(°C)	20.0	(kKh)	80.5	(kWh/㎡)	185.09
	()		(Wh/㎡K)	128	(W/㎡)	103.0
	(°C)	20	(°C)	26	(kWh/㎡)	15.82
		4				3.72
	(W/㎡)	1.84				12.10
	(㎡)	113.7	(㎡)	284.2	(W/㎡)	18.3
	A/V	0.94 (= 368.5 ㎡ / 394 ㎡)				7.1
		0.341		0.425		11.3
(W/㎡K)	/	0.363		0.000	(kWh/㎡)	250
		2.100		4.651	CO2 (kg/㎡)	80.0
					1 (kWh/㎡)	288
		4		0.57	n50 (1/h)	10.7
					General House	
		4.000		0.08		

-난방에너지 요구량



- 단위면적당 실효 손실, 획득



<그림 46> 정죽4리 경로당 에너지 시뮬레이션 결과

(라) 초남 경로당

○ 유효면적 「57.1㎡」의 초남 경로당의 연간 난방에너지 요구량은 「238.48kWh/㎡」 였으며 연간에너지 소요량은 「370kWh/㎡」, 1차 에너지 소요량은 「474kWh/㎡」로 나타남.

- 입력요약

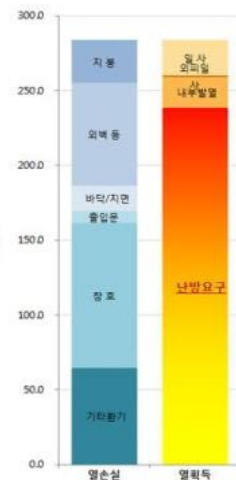
-에너지계산 결과

				(/㎡)	23.8	
	(°C)	20.0	(khh)	70.6	(kWh/㎡)	238.48
		()	(Wh/㎡K)	204	(W/㎡)	145.7
	(°C)	20	(°C)	26	(kWh/㎡)	28.06
		5				14.29
	(W/㎡)	4.38				13.77
	(㎡)	57.1	㎡)	()	(W/㎡)	31.9
	A/V	1.00	(=280.8㎡ / 280.9㎡)			19.2
		0.350		0.580		12.7
(W/㎡K)	/	0.284		0.000	(kWh/㎡)	370
		2.984		5.120	CO2 (kg/㎡)	130.0
					1 (kWh/㎡)	474
		4		0.42	n50 (1/h)	11.78
					General House	
		4.000		0.08		

-난방에너지 요구량



- 단위면적당 실효 손실, 획득



<그림 47> 초남 경로당 에너지 시뮬레이션 결과

(3) 남부지역

(가) 옥적리 마을회관

○ 유효면적 「106.1㎡」의 옥적리 마을회관의 연간 난방에너지 요구량은 「135.14kWh/㎡」였으며 연간에너지 소요량은 「218kWh/㎡」, 1차 에너지 소요량은 「296kWh/㎡」로 나타남.

- 입력요약

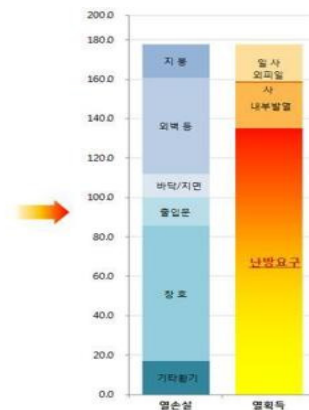
-에너지계산 결과

				(/㎡)	13.5	
	(°C)	20.0	(kqh)	61.1	(kWh/㎡)	135.14
	()		(Wh/㎡K)	128	(W/㎡)	66.4
	(°C)	20	(°C)	26	(kWh/㎡)	20.02
		4				9.60
	(W/㎡)	4.38				10.42
	㎡)	106.1	㎡)	265.2	(W/㎡)	19.0
	A/V	1.19	(=263.8㎡ / 221.7㎡)			13.2
		0.580		0.749		5.8
(W/㎡K)	/	0.472		0.000	(kWh/㎡)	218
		5.500		4.638	CO2 (kg/㎡)	80.0
		PVC			1 (kWh/㎡)	296
		3.1		0.44	n50 (1/h)	4.85
		PVC			General House	
		3.1		0.08		

-난방에너지 요구량



- 단위면적당 실효 손실, 획득



<그림 48> 옥적리 마을회관 에너지 시뮬레이션 결과

(나) 봉오리 마을회관

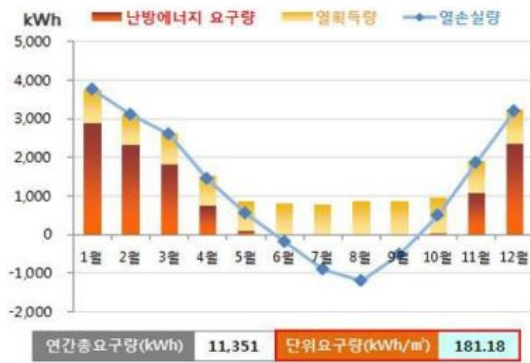
○ 유효면적 「62.7㎡」의 봉오리 마을회관의 연간 난방에너지 요구량은 「134.86kWh/㎡」였으며 연간에너지 소요량은 「235kWh/㎡」, 1차 에너지 소요량은 「314kWh/㎡」로 나타남.

- 입력요약

- 에너지계산 결과

				(/㎡)	13.5	
	(°C)	20.0	(kkh)	61.1	(kWh/㎡)	134.86
		()	(Wh/㎡K)	128	(W/㎡)	91.5
	(°C)	20	(°C)	26	(kWh/㎡)	37.04
		4				30.57
	(W/㎡)	4.18				6.47
	(㎡)	62.7	(㎡)	156.6	(W/㎡)	30.7
	A/V	1.18	(=182.8㎡ / 155.5㎡)			25.0
		0.520		0.749		5.8
(W/㎡K)	/	0.502		0.000	(kWh/㎡)	235
		4.200		4.822	CO2 (kg/㎡)	85.0
		AL -			¹ (kWh/㎡)	314
		4.19		0.78	n50 (1/h)	7.88
		AL -			General House	
		4.19		0.08		

-난방에너지 요구량



- 단위면적당 실효 손실, 획득



(다) 진목 마을회관

○ 유효면적 「122.7㎡」의 진목 마을회관의 연간 난방에너지 요구량은 「176.94kWh/㎡」였으며 연간에너지 소요량은 「264kWh/㎡」, 1차 에너지 소요량은 「347kWh/㎡」로 나타남.

- 입력요약

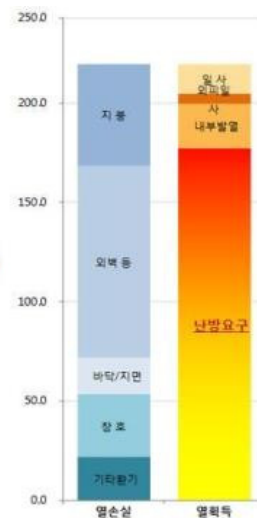
- 에너지계산 결과

				(/㎡)	17.7	
	(°C)	20.0	(kWh)	61.1	(kWh/㎡)	176.94
	()		(Wh/㎡K)	128	(W/㎡)	83.5
	(°C)	20	(°C)	26	(kWh/㎡)	21.21
		4				11.01
	(W/㎡)	4.38				10.20
	(㎡)	122.7	(㎡)	306.7	(W/㎡)	22.9
	A/V	1.27	(=303.1㎡ / 238.3㎡)			16.6
		1.600		1.596		6.3
(W/㎡K)	/	0.685		0.000	(kWh/㎡)	264
		0.000		1.873	CO2 (kg/㎡)	95.0
		PVC			¹ (kWh/㎡)	347
		3.1		0.52	n50 (1/h)	5.95
		PVC			General House	
		3.100		0.08		

-난방에너지 요구량



- 단위면적당 실효 손실, 획득



(라) 밀집병 경로당

○ 유효면적 「42.1㎡」의 밀집병 경로당의 연간 난방에너지 요구량은 「128.53kWh/㎡」였으며 연간에너지 소요량은 「243kWh/㎡」, 1차 에너지 소요량은 「314kWh/㎡」로 나타남.

- 입력요약

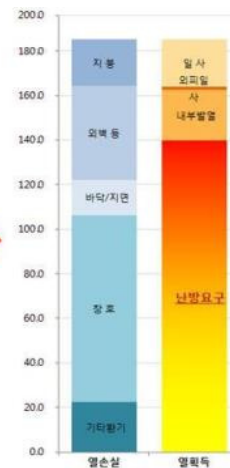
-에너지계산 결과

				(/㎡)	12.9	
	(°C)	20.0	(kkh)	61.1	(kWh/㎡)	128.53
	()		(Wh/㎡K)	128	(W/㎡)	75.0
	(°C)	20	(°C)	26	(kWh/㎡)	18.71
		4				12.93
	(W/㎡)	5.05				5.78
	(㎡)	42.1	(㎡)	105.2	(W/㎡)	20.5
	A/V	1.54	(=156.6㎡ / 101.9㎡)			15.6
		0.350		0.603		4.9
(W/㎡K)	/	0.314		0.000	(kWh/㎡)	243
		0.000		4.942	CO2 (kg/㎡)	86.0
		PVC -			¹ (kWh/㎡)	314
		4.19		0.52	n50 (1/h)	6.49
		PVC -			General House	
		3.100		0.08		

-난방에너지 요구량



- 단위면적당 실효 손실, 획득



(4) 제주지역

(가) 광평리 복지회관

- 유효면적 「183.7㎡」의 광평리 마을회관의 연간 난방에너지 요구량은 「116.23kWh/㎡」였으며 연간에너지 소요량은 「185kWh/㎡」, 1차 에너지 소요량은 「262kWh/㎡」로 나타남.

- 입력요약

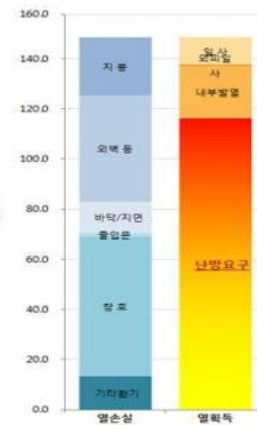
- 에너지계산 결과

				(/㎡)	11.6	
	(°C)	20.0	(kkh)	47.0	(kWh/㎡)	116.23
	()		(Wh/㎡K)	128	(W/㎡)	59.2
	(°C)	20	(°C)	26	(kWh/㎡)	24.36
		4				15.43
	(W/㎡)	4.38				8.92
	(㎡)	183.7	(㎡)	459.1	(W/㎡)	22.0
	A/V	1.43	(=459.9㎡ / 321.9㎡)			16.6
		0.755		1.147		5.4
	/	0.536		0.000	(kWh/㎡)	185
(W/㎡K)		2.700		4.015	CO2 (kg/㎡)	70.0
		PVC -			¹ (kWh/㎡)	262
		3.1		0.19	n50 (1/h)	4.88
		PVC -			General House	
		3.1		0.08		

-난방에너지 요구량



- 단위면적당 실효 손실, 획득



(나) 무릉2리 경로당

○ 유효면적 「171.9㎡」의 무릉2리 마을회관의 연간 난방에너지 요구량은 「112.67kWh/㎡」였으며 연간에너지 소요량은 「163kWh/㎡」, 1차 에너지 소요량은 「449kWh/㎡」로 나타남.

- 입력요약

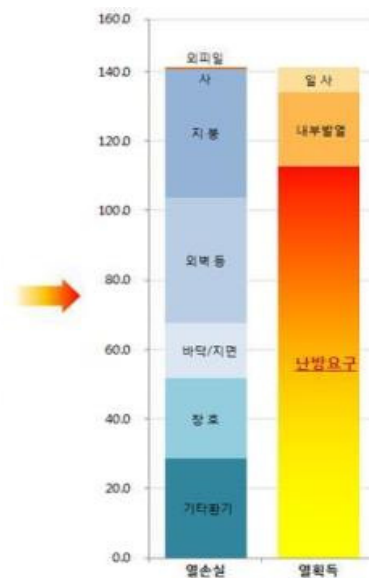
- 에너지계산 결과

		2			(/㎡)	11.3	
	(°C)	20.0	(kkh)	47.0	(kWh/㎡)	112.67	
	()		(Wh/㎡K)	128	(W/㎡)	65.6	
	(°C)	20	(°C)	26	(kWh/㎡)	27.00	
		4				12.61	
	(W/㎡)	4.38				14.39	
	(㎡)	171.9	(㎡)	429.8	(W/㎡)	24.8	
	A/V	2.00	(=521.7㎡ / 261.4㎡)			14.8	
		0.755		1.130		10.0	
(W/㎡K)	/	0.449		0.000	(kWh/㎡)	163	
		0.000		3.360	CO2 (kg/㎡)	111.0	
		PVC -			¹	(kWh/㎡)	449
		3.1		0.27	n50 (1/h)	10.13	
		PVC -			General House		
		3.100		0.08			

-난방에너지 요구량



- 단위면적당 실효 손실, 획득



(다) 송죽 경로당

○ 유효면적 「131.1㎡」의 송죽 경로당의 연간 난방에너지 요구량은 「126.16kWh/㎡」였으며 연간에너지 소요량은 「207kWh/㎡」, 1차 에너지 소요량은 「293kWh/㎡」로 나타남.

- 입력요약

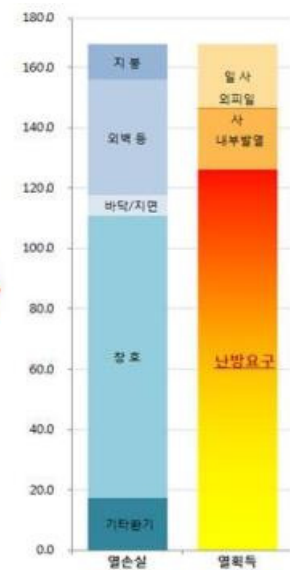
- 에너지계산 결과

				(/㎡)	12.6	
	(°C)	20.0	(kkh)	47.0	(kWh/㎡)	126.16
		()	(Wh/㎡K)	128	(W/㎡)	68.0
	(°C)	20	(°C)	26	(kWh/㎡)	36.51
		4				24.47
	(W/㎡)	4.38				12.04
	(㎡)	131.1	(㎡)	327.8	(W/㎡)	28.9
	A/V	1.19	(=367.6㎡ / 309.2㎡)			21.6
		0.410		0.758		7.2
(W/㎡K)	/	0.324		0.000	(kWh/㎡)	207
		0.000		4.927	CO2 (kg/㎡)	79.0
		PVC -			¹ (kWh/㎡)	293
		2.7		0.25	n50 (1/h)	5.15
		PVC -			General House	
		2.700		0.08		

-난방에너지 요구량



- 단위면적당 실효 손실, 획득



<그림 54> 송죽 경로당 에너지 시뮬레이션 결과

(라) 신천리 복지회관

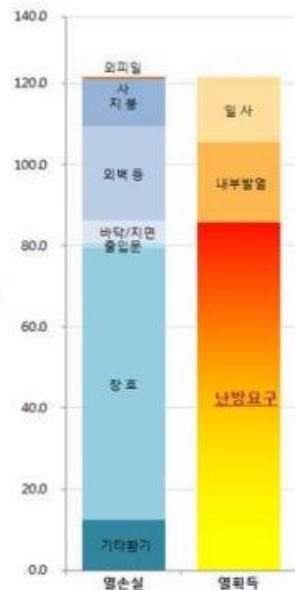
○ 유효면적 「409.4㎡」의 신천리 마을회관의 연간 난방에너지 요구량은 「85.71kWh/㎡」였으며 연간에너지 소요량은 「142kWh/㎡」, 1차 에너지 소요량은 「215kWh/㎡」로 나타남.

				(/㎡)	8.6	
	(°C)	20.0	(kkh)	47.0	(kWh/㎡)	85.71
		()	(Wh/㎡K)	128	(W/㎡)	48.6
	(°C)	20	(°C)	26	(kWh/㎡)	27.15
		4				20.88
	(W/㎡)	4.38				6.27
	(㎡)	409.4	(㎡)	1023.5	(W/㎡)	21.5
	A/V	1.39	(=908.5㎡ / 655.3㎡)			17.2
		0.409		0.755		4.4
(W/㎡K)	/	0.286		0.000	(kWh/㎡)	142
		2.700		6.414	CO2 (kg/㎡)	57.0
		AL -			¹ (kWh/㎡)	215
		6.6		0.53	n50 (1/h)	4.4
		AL -			General House	
		6.600		0.08		

-난방에너지 요구량



- 단위면적당 실효 손실, 획득



다. 소결

- 기존 농촌공공생활시설의 에너지 성능 분석은 16개 대상지를 사전·현장 조사한 데이터를 기반으로 「ENERGY #」 프로그램을 활용하여 수행됨.
- 분석결과 연간난방 에너지 요구량은 평균 205kWh/m²로 나타났으며, 최하 85.71kWh/m² (신천리 마을회관), 최고 409.50kWh/m² (유촌리 경로당)의 결과가 나타남.
- 연간 에너지 소요량은 평균 293.19kWh/m²로 나타났으며, 최하 136kWh/m²(신천리 마을회관), 최고 558kWh/m² (유촌리 경로당)로 연간 난방에너지 요구량의 결과와 동일하였음.
- 에너지 요구량과 에너지 소요량의 결과에 영향을 미친 주요 요소는 단열, 창호, 기밀성능과 기후임
- 1차 에너지 소요량의 경우, 대상지의 난방열원 (기름,전기)에 따른 보정계수로 인해 에너지 요구량 및 에너지 소요량과는 다른 결과를 보였으며 건물의 에너지 성능을 판단하는데 있어 1차에너지 소요량보다는 에너지요구량과 에너지소요량을 기준으로 하는 것이 합리적이라 판단됨.

(표 47) 현장조사 대상지 에너지 성능분석 결과

중부1 지역

	가.	(kWh/m ²)		(W/m ²)	(W/m ²)	(kWh/m ²)	CO2 (kg/m ²)	1 (kWh/m ²)
3	2001	220.44	11.74	120.6	15.8	278	185.8	751
2	2006	130.83	20.13	63.9	14.6	203	138.0	558
	1998	409.50	4.36	208.7	4.8	558	181.0	648
	1997	364.26	4.79	201.3	5.0	474	154.0	553

중부2 지역

	가.	(kWh/m ²)		(W/m ²)	(W/m ²)	(kWh/m ²)	CO2 (kg/m ²)	1 (kWh/m ²)
	1975	208.61	13.57	128.8	21.1	405	134.0	483
1	1996	237.91	11.23	116.7	16.5	323	108.0	389
4	2003	185.09	15.82	103.0	18.3	250	80.0	288
	2002	238.48	28.06	145.7	31.9	370	130.0	474

남부 지역

	가,	(kWh/m ²)		(W/m ²)	(W/m ³)	(kWh/m ²)	CO2	1
							(kg/m ²)	(kWh/m ²)
	1984	135.14	20.02	66.4	19	218	80.1	296
	1994	134.86	37.04	91.5	30.7	235	85.0	314
	1961	176.94	21.21	83.5	22.9	264	94.6	347
	2006	128.53	18.71	75.0	20.5	243	86.0	314

제주 지역

	가,	(kWh/m ²)		(W/m ²)	(W/m ³)	(kWh/m ²)	CO2	1
							(kg/m ²)	(kWh/m ²)
	1994	116.23	24.36	59.2	22	185	70.4	262
2	1996	112.67	27	65.6	24.8	163	111.0	449
	2006	126.16	36.51	68	28.9	207	79.0	293
	2001	85.71	27.15	48.6	21.5	142	57.0	215

5. 농촌마을 공공생활시설 신재생에너지 적용 분석

가. 농촌지역 대상시설에 대한 에너지사용 현황 분석

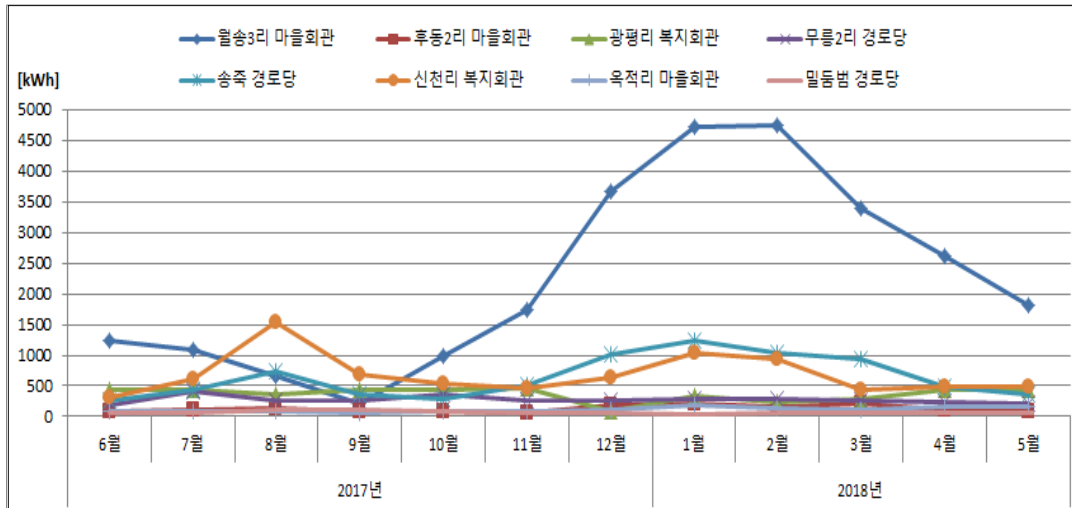
- 현장조사를 실시한 농촌지역 대상시설(마을회관, 경로당) 10개소는 공통적으로 전기, 프로판가스를 사용하고 있었으며, 난방용으로는 심야전기를 사용하는 1개소를 제외한 나머지 9개소에서 보일러등유를 사용함
 - 전기사용량은 전기고지서 확인을 통해 사용량을 확보
 - 프로판가스 및 보일러 등유의 경우 사용량에 대한 기록이나 서류를 확보할 수 없어 건물 관리자의 인터뷰를 통해 사용량을 추정하였음
 - 프로판가스의 경우 모두 취사용으로 사용되고 있었으며, 사용량이 미미하여 에너지 사용량 분석에서는 제외하였음

(1) 전기 사용량

- 현장조사 대상의 전기사용량은 조사 시작일자를 기점으로 최근 1개년(2017년 6월~2018년 5월) Data를 확보하였으며, 기관별 사용량은 다음과 같음
 - 각 조사 대상은 건물의 규모, 운영 방식 등의 차이로 인해 사용량 비교가 어려움
 - 또한, 마을회관의 역할로 인해 각종 행사 등 특수한 상황으로 인해 월별 사용량 차이가 크게 나타나고 있으며, 동절기에 전기 히터 및 매트 등 난방 용품 사용으로 인해 동절기 사용량이 급증하는 경우가 발생함
 - 월송3리의 경우 겨울철 난방을 심야전기로 운용하고 있어, 동절기 사용량이 눈에 띄게 증가하고 있음

(48) (kWh)

	2017							2018				
	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5
3	1,246	1,078	666	216	990	1,727	3,658	4,716	4,735	3,397	2,620	1,816
2	88	100	148	92	78	74	187	214	172	201	102	79
	447	446	373	428	446	472	92	332	232	298	437	427
2	189	401	274	254	366	251	260	285	297	265	240	219
	268	433	730	361	288	514	1004	1,244	1034	928	487	359
	308	617	1,539	688	538	459	629	1,026	926	432	498	495
	79	88	77	73	79	86	122	185	128	123	155	170
	58	68	103	109	75	63	52	48	55	54	61	55



< 56 > (kWh)

(2) 등유 사용량

- 보일러 등유의 경우 구매영수증이나 사용량 기록 등의 자료가 구비되어 있지 않아 건물 관리자(마을 이장님)와의 인터뷰를 통해 추정하였음
- 각 대상 건물에서 사용하는 보일러 정격사양 정보를 활용하여 난방에 소요된 열량을 산정하였음
- 조사된 7개소의 난방 열량 소모량은 평균 7,453,144kcal이었으며, 난방에 사용된 등유 사용량이 적은 이유는 지원금 부족, 전기 난방 기기 사용 등으로 볼 수 있음

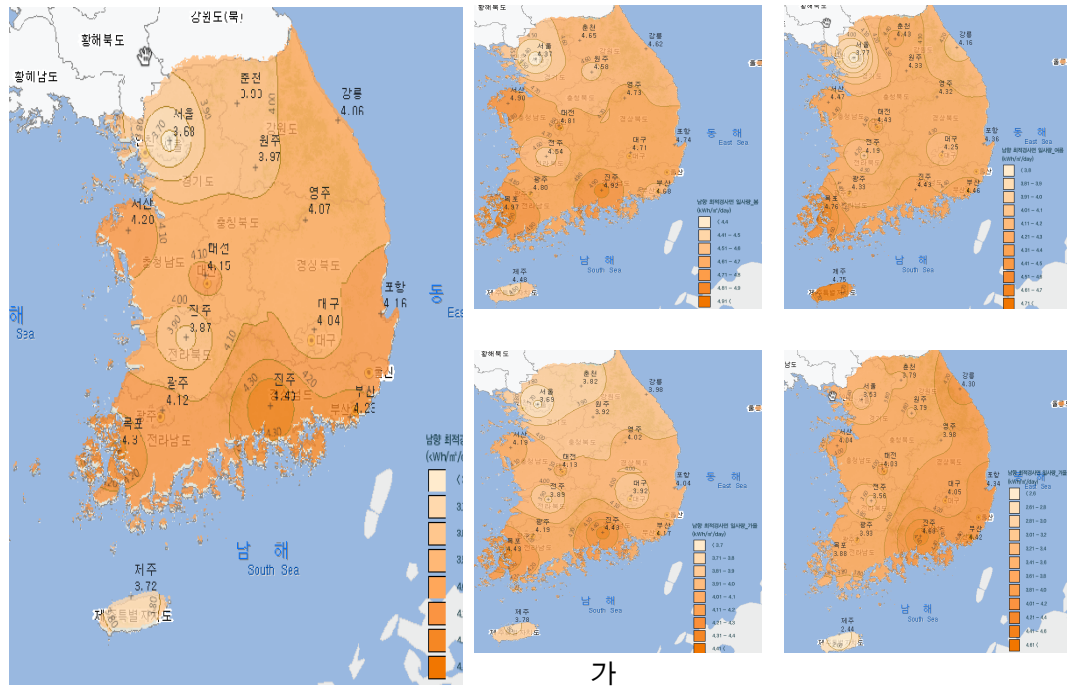
(49)

	[ℓ]	[kcal]
3		-
2	1,000	7,148,750
	1,000	7,230,450
2	1,000	7,189,600
	556	4,020,130
	1,000	7,026,200
	1,600	10,980,480
	1,200	8,676,540

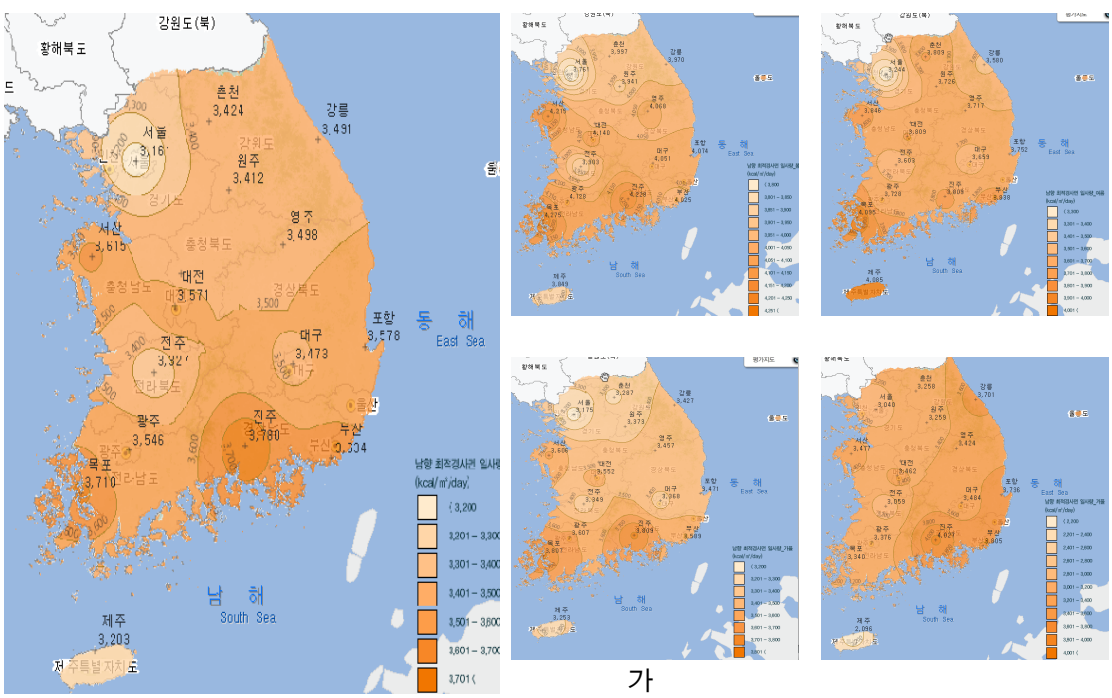
나. 농촌 공공생활시설에 적용 가능한 신재생에너지원 검토

- 본 연구에서는 현재 “신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법”에서 정의하고

- 있는 11가지 에너지원에서 연구 대상 시설에 적용 할 수 있는 소형 설비에 대해 검토 하였음
- 수소에너지, 액화 가스, 해양 등 대형 발전 시설에만 적용 가능한 에너지를 제외하고, 태양광, 태양열, 지열, 풍력, 바이오에너지(펠릿) 5개 에너지를 대상으로 지역별, 시설 주변 환경 등을 고려하여 적용 가능 에너지를 검토 하였음
- 한국에너지기술연구원에서 제공하는 자원 지도 Data에 따르면 태양에너지의 경우 지역 적 편차 없이 전국에 분포하는 유일한 신재생에너지원이며, 도시에 비해 상대적으로 고층빌딩으로 인한 일사량 감소 등이 적은 농촌 마을의 경우 에너지원 확보가 가장 용이 함
- 최적경사면 일사량 분포도는 일사량을 최대로 받을 수 있는 경사면에 입사되는 일사량 으로 고정식 태양에너지 설비의 성능 분석에 활용됨
- 설치방향에 따라 각기 다른 값을 가지며, 우리나라에서는 남향으로 설비를 설치하는 방 법이 가장 높은 일사량을 확보할 수 있음
- 아래 그림은 각각 태양광, 태양열 에너지에 대한 남향 최적경사면에서 획득 가능한 일 사량 자료임
- 태양광의 경우 연평균 자료를 살펴보면, 서울, 제주도를 제외하고 4.0kWh/m²/day 이상 의 획득량을 보이고 있으며, 설비를 남향으로 설치할 경우 일평균 약 3.6시간 이상의 발전 효과를 기대할 수 있음
 - 태양열의 경우 태양광 일사획득량과 마찬가지로 서울, 제주도를 제외하고 3,500kcal/m² /day 전/후의 획득량을 보이고 있으며, 설비를 남향으로 설치할 경우 일평균 약 3.6시 간 이상의 열에너지 획득 효과를 기대할 수 있으나, 일정 기간(동절기)에만 설비를 사 용하기 때문에 활용도가 낮아 본 연구 대상 시설에 적용하기에는 적합하지 않음



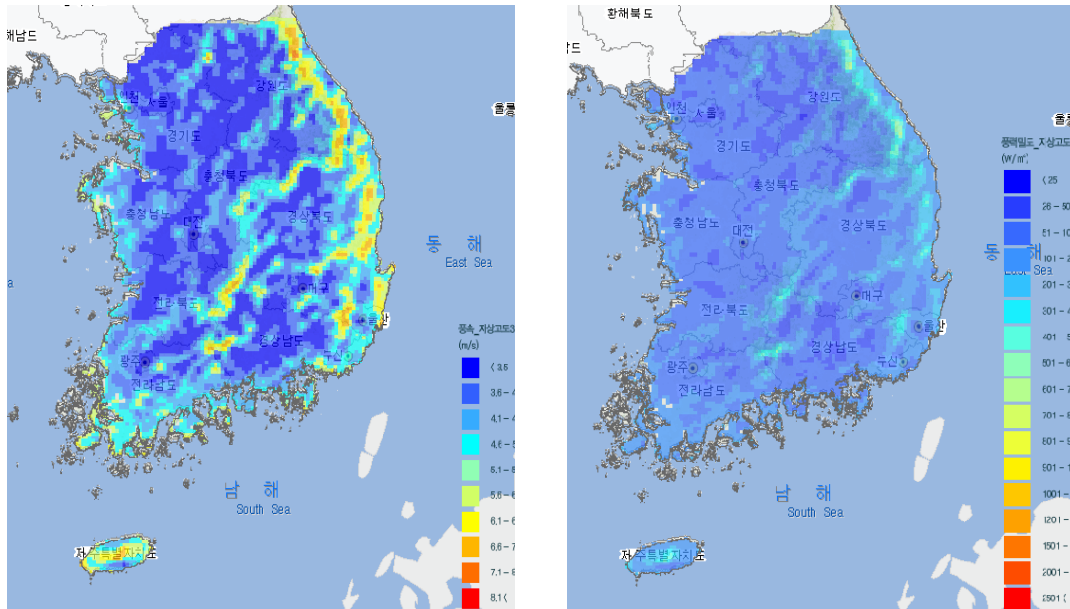
< 57> (,)



< 58> (,)

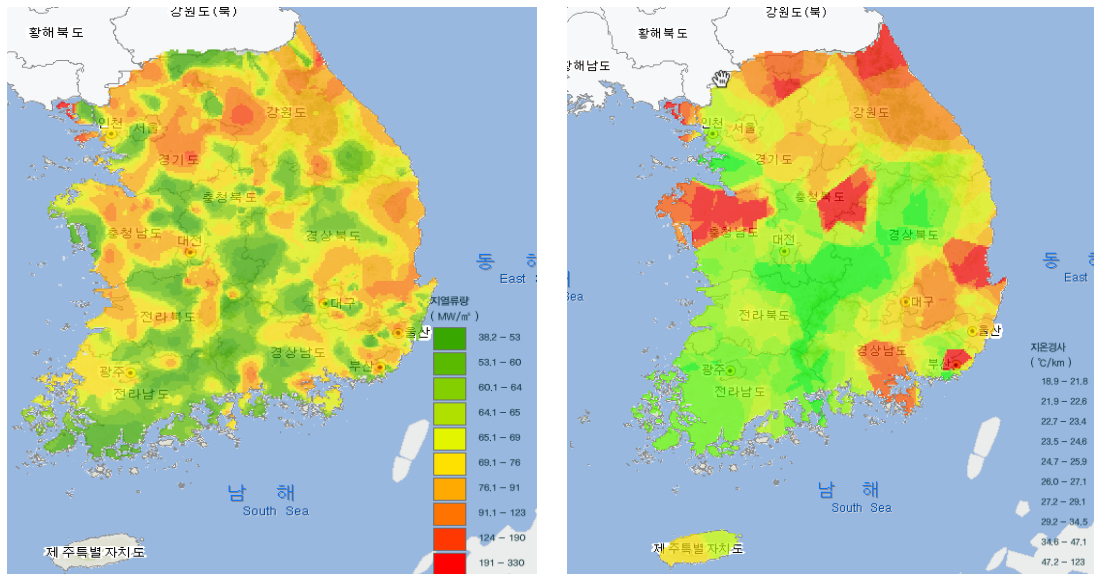
- 풍력밀도란 풍력터빈 블레이드 회전면적에 작용하는 풍력에너지의 밀도를 말하며(W/m^2), 풍속의 3제곱에 비례함
- 통상 지상 50m 높이에서 $330W/m^2$ ($6.4m/s$) 이상이면 풍력설비 개발이 가능하다고 평가됨

- 풍력 에너지원의 경우 내륙과 해안의 지역적 편차가 매우 심하며, 백두대간의 줄기를 따라 풍력 에너지원 도입 가능성이 크게 나타남
 - 지속적인 발전을 위한 조건이 충족되는 지역은 강원 북부지역 및 제주도 일부 지역(한라산 일대)으로 국한되며, 대부분 농촌지역 공동시설이 고지대에 위치하고 있지 않아 풍력 설비 적용은 불가할 것으로 판단됨



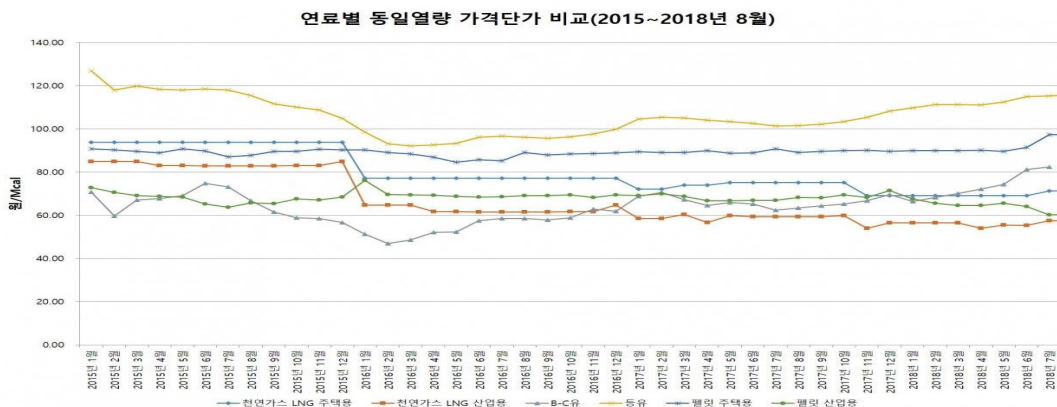
< 59 >

- 일반적으로 지열이 높다함은 곧 지열류량이 높은지역을 말하며, 지열류량은 지구 내부의 지열이 지표로 흐르는 열량을 말하며, 시추공의 온도검층과 암석의 열전도도를 측정하여 산출함
 - 우리나라에서는 지층이 얇은 포항 영일 분지 지역의 지열류량이 높은 편이고, 대체로 동해안변을 따라 높게 나타남
 - 아래 지열류량 및 지온경사를 살펴보면 지역별 에너지 잠재량이 큰 차이를 보이고 있으며, 적용가능 한 지역이 매우 제한적임
- 현장 조사 결과 농촌지역 공동시설 대부분이 마을 내부에 있어 접근성이 좋지 않고, 건물 부지 자체에 여유가 없어 시추공사가 어려울 것으로 판단됨
 - 또한, 초기 시설 투자비가 다른 에너지원에 비해 높아 농촌지역 공동시설처럼 에너지 사용량이 적은 대상에는 적용이 적합하지 않은 것으로 판단됨



< 60 >

- 목재 펠릿 보일러의 경우 연구 대상 시설에 적용하기에는 가격, 연료 보급, 충전 등 여러 문제가 있다고 판단됨
- 국내 목재펠릿의 경우 수입 의존도가 높으며, 최근 수입 가격 단가가 큰 폭으로 상승하면서 LNG보다 동일열량 가격 단가가 높아짐
- 대상 시설의 경우 에너지 사용량이 적어 회수 기간이 길며, 연료 단가가 상승한 시점에서 표준모델에 적용하기에는 무리가 있다고 판단됨
- 또한, 펠릿보일러의 가장 큰 단점이 온도 상승이 느리다는 점을 꼽을 수 있으며, 동절기를 지내기 위해서는 연료의 톤 단위 적재가 필요하지만, 연구 대상 시설의 경우 대부분 건물 규모가 작아 적절한 여유 공간이 부족함
- 마을회관 및 경로당의 경우 주 이용대상의 연령이 적지 않아 20kg의 무게의 펠릿을 연료 주입구에 충전하는 것은 위험성을 동반할 수 있다고 판단됨



< 61 > 가 가 (: ())

- 따라서, 본 연구에서 대상 시설에 신재생에너지원의 적용에 있어서, 패시브적인 요소 적용 외에 에너지 소비량에 대해서 전기는 태양광, 열원은 전기보일러 교체 또는 태양열 설비 설치를 통해 난방 및 온수를 사용하는 것이 가장 적합하다고 판단됨
 - 추후 표준모델 설계 시 태양광, 태양열을 중심으로 설비 시스템을 설계하도록 함
- 앞서 현장조사를 실시한 8개소에 대해 적용 가능한 신재생에너지원을 검토한 결과는 아래 표와 같음
 - 태양광 및 태양열 설비 적용을 검토하였으며, 광평리, 무릉2리, 신천리의 경우 태양광발전 설비가 3kW가 기 설치되어 있어 적용이 불가함
 - 최근 1년 전기 사용량과 태양광발전 설비 3kW의 예측 발전량을 기준으로 비교 시 옥적리, 밀뚝병, 후동2리는 3kW 설치 시 생산량이 사용량에 보다 많으므로 전기보일러 설치를 통해 열원을 활용하는 방안이 적절할 것으로 판단됨
 - 태양열 설비의 경우 심야전기를 사용하는 월송3리를 제외한 나머지에 모두 적용은 가능하나, 한정된 기간(동절기)에만 사용하므로 설비의 활용도가 낮아 본 연구 대상 시설에 적용하기에는 적절하지 않을 것으로 판단됨

(50)

가

3	O	X	X	X	X
2	O	X	X	X	X
	3kW	X	X	X	X
2	3kW	X	X	X	X
	O	X	X	X	X
	3kW	X	X	X	X
	O	X	X	X	X
	O	X	X	X	X

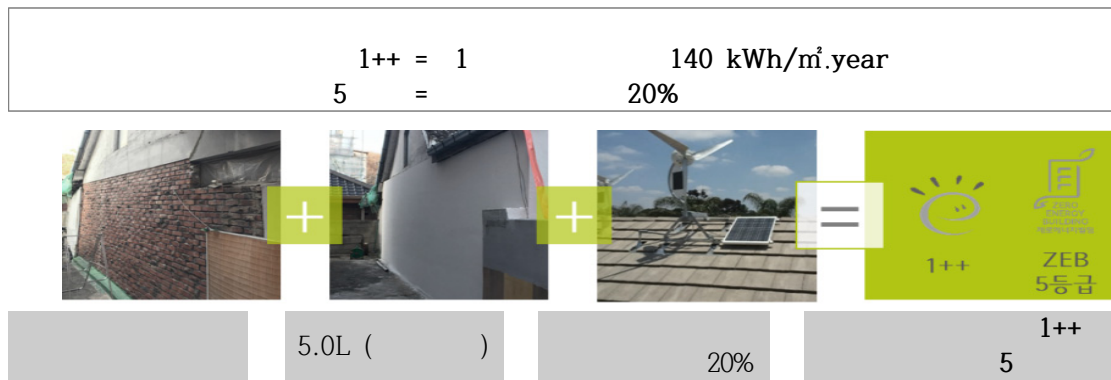
제3절 농촌 제로에너지 공공생활시설 표준모델개발

1. 농촌 제로에너지 공공생활시설 표준모델 개발방향

가. 농촌 공공생활 시설 제로에너지 표준모델 적정 성능 목표 수립

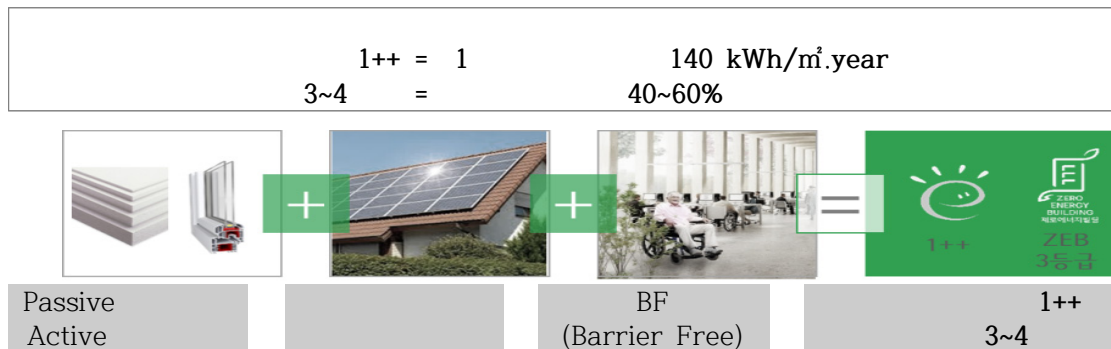
(1) 유형별 목표성능 설정

- 농촌공공생활시설 제로에너지 그린리모델링 표준모델의 목표성능은 에너지 효율등급 1++ (1차 에너지소요량 140kWh/m² · year미만), 제로에너지 5등급(에너지자립률 20%이상)임.



< 62 >

- 농촌공공생활시설 제로에너지 신축 표준모델의 목표성능은 에너지효율등급 1++(1차 에너지소요량 140kWh/m² · year미만), 제로에너지 3~4등급(에너지자립률 40~60%이상)로 설정.



<그림 63> 농촌 공공생활시설 제로에너지 표준모델 신축 목표성능

(2) BF (Barrier Free) 요소 설계

- 농촌 공공생활시설의 사용자 대부분이 노년층임을 감안할 때 BF (Barrier Free) 설계

요소 적용은 필수적인 요소임.

- BF (Barrier Free) 설계요소 적용 기준은 장애인·노인·임산부 등의 편의증진 보장에 관한 법률 시행령 [별표2] 대상시설별 편의시설의 종류 및 설치기준 중 노유자 시설에 설치하여야하는 편의시설의 종류 기준을 따름.
- 다만 리모델링의 경우 기존 건물의 여건에 따라 모든 요소를 적용하기에는 한계가 있으므로 부분 적용을 통하여 합리적 설계 유도.

(51)

				()						
()										

나. 농촌 공공생활시설 제로에너지 표준모델 기술요소 및 적용방안

- 제로에너지 건축물을 구현하기 위해서는 패시브 (건축적 설계요소), 액티브 (기계·전기 설계요소), 신재생에너지 (태양광, 태양열, 지열 등) 기술요소들이 적용되어야함.






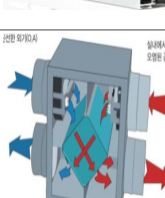

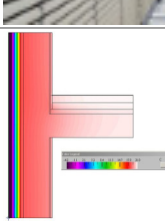
<그림 64> 농촌 공공생활시설 제로에너지 표준모델 구성

(1) 패시브 기술요소¹⁵⁾

- 패시브 기술요소에는 고단열, 고기밀, 고성능창호, 열회수형 환기장치, 외부차양장치, 열교차단이 있음.

15) 농촌 제로에너지 공동시설 구축방안 연구, 농어촌연구원, 2017

(표 52) 패시브 기술요소

	
	<p>0.6 /h(50pa)</p>
	
	
	
	


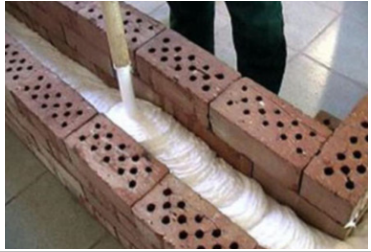

(2) 패시브 기술요소별 고려 사항¹⁶⁾

(가) 고단열

- 단열방식에는 외단열, 중단열, 내단열이 있음.
- 건물의 구조형식과 단면디테일에 따라 예외가 있을 수 있으나 일반적으로 중단열과 내단열 방식은 외단열에 비해 단열 효과가 떨어지고 열교 발생의 가능성이 높음.

16) 농촌 제로에너지 공동시설 구축방안 연구, 농어촌연구원, 2017

(표 53) 단열방식의 종류

		<p>- 가</p>
		<p>- (,)</p> <p>- 50W/mK, 0.15W/mK (가</p>
		<p>- 가</p> <p>- 가</p> <p>- 가</p>

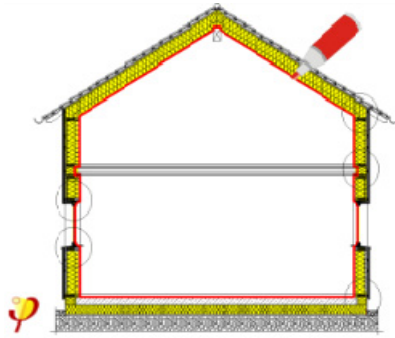
- 그린 리모델링의 경우 기존 건물의 단열과 기밀성능을 강화하는 것이 가장 중요함.
- 농촌 공공생활시설 제로에너지 표준모델 그린리모델링의 단열 기준은 2018년 09월 개정된 건축물의 에너지절약 설계기준 이상 적용.
- 지면과 면한 바닥의 난방 코일 하부 단열을 보강하고 목표 성능에 도달하지 못할 경우 외벽과 지붕, 창호의 단열성능을 강화하거나 신재생에너지 설비 용량 조절을 통해 보완해야 할 것으로 판단됨.

(표 54) 그린 리모델링 부위별 단열 기준

		2018 09	
		(1, 2)	(,)
		0.17	0.32
		0.24	0.45
		0.15	0.18
		0.21	0.26
	()	0.15	0.22
	(X)	0.17	0.25
	()	0.21	0.31
	(X)	0.24	0.35
		1.3	1.8
		1.5	
		1.6	2.2
		1.9	

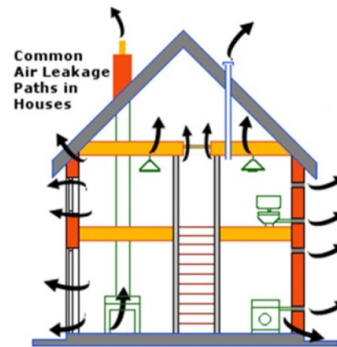
(나) 고기밀

- 기밀시트 및 각종 기밀 부자재를 사용하여 블로어 도어 테스트 결과 0.6회/h(50pa 차압)이하를 만족하는 기밀 시스템
- 건물외벽의 기밀층은 연속적으로 끊김 없이 계획해야하며 전체 난방공간(빨간선)을 둘러싼 하나의 끊김없는 기밀층으로 구성되어야 기밀성능을 확보할 수 있음.



<그림 65> 기밀층의 한붓그리기

- 기밀성능 테스트(Blower door test)
 - 외기와 접해있는 개구부(문 또는 창)에 팬(Blower)을 설치하고 공기를 실내로 유출/유입시켜 실내를 감/가압시킨 후 실내외 압력차가 임의의 설정 값에 도달했을 때 팬을 통과하는 풍량을 측정하여 실측대상의 침기량 또는 누기량을 산정하는 방법임.



< 66 >

- 기밀 단위 : ACH50
 - 건물에 50Pa의 압력이 작용하고 있을 때 실내공기가 한 시간동안 몇 번 환기가 되는가를 표현하는 척도
 - 다른 크기의 건물에서 측정된 누기량을 비교할 때 유용함.
 - 전세계에서 대표적으로 건물에너지해석을 표현하는 척도



○ 고기밀 확보를 위한 고려사항

- Passive House에서 창호, 현관, 설비 관통부 등 외부와 침기, 누기가 생길 가능성이 있는 모든 틈은 기밀 작업을 하여 성능을 확보 하여야 함.
- 현재 건물의 기밀성능은 에너지를 절약하거나 결로현상을 완전히 막기에는 틈새바람이 많아서 효율적인 공조가 어려우며, 그렇다고 좋은 상태의 실내 공기질을 유지하기에는 기밀한 상황이어서 환기장치를 설치해야 함. (환기장치는 신축건물에서 필수 요소임)
- 기존 건물의 기밀성능 저하의 원인은 창틀 주변으로 파악됨.
- 노후된 창호를 시스템 창호로 교체함은 물론 창틀 주변과 설비 배관의 벽체 관통 부위 주변에 기밀테이프 시공을 철저히 해야할 필요가 있음.

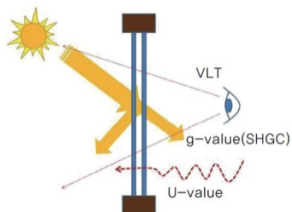
(다) 고성능 창호

- 창호의 열효율과 개폐방식, 유리의 일사 취득률과 열관류율, 프레임과 간봉 그리고 설치 시 발생하는 열교를 고려한 고성능 창호 시스템

(55)

	<p style="text-align: center;">가</p>		<p style="text-align: center;">가</p>
<p style="text-align: center;">/</p>			

○ 유리의 대표 물성



- ① VLT (Visible Light Transmission)
 - 가시광선 투과율 (잘보이는 정도)
- ② g-Value(SHGC_Solar Heat Gain Coefficient)
 - 일사에너지 투과율 (열의 획득)
- ③ U-Value : 열관류율 (열의 보존)

○ 용도별 유리의 특성

- 본 연구에서 대상으로 하는 농어촌 공공생활시설은 건축 용도상 1종 근린생활시설로 비주거용 건물로 분류되나 건물의 활용은 난방에너지 요구량이 높은 주거용 건물과 유사한 패턴을 보이고 있음.

(56)

<	>	-	가		
	>	-		g	가
<	>	-	가	가	
	<	-	g	가	
	<	-	가	0.5 / g	0.3
		⇒			
		-		g	

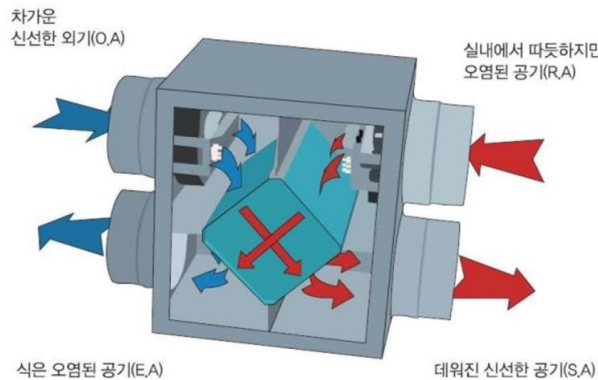
○ 고성능 창호 적용 시 고려사항

- 건물에서 창호는 열의 손실이 가장 큰 요소이기도 하지만 태양열을 획득할 수 있는 유일한 요소임. 이런 이유로 창호 설계에 따라 건물의 에너지성능은 큰 차이를 보임.
- 주거는 난방에너지, 업무시설은 냉방에너지 비중이 많으므로 용도에 따른 적절한 태양열 취득계수(g값)을 갖는 유리 선정이 필수적임 (냉방부하가 많은 업무시설은 g값이 낮은 유리가 유리함).
- 창호에 적용 되는 유리와 프레임의 단열성능을 별도로 확인하여 프레임의 단열성능이 유리와 큰 차이가 없는지 확인 필요(국내성적서의 경우 별도의 프레임의 열관류율 확인 필요).
- 유리 사이의 간격을 유지해주는 간봉은 알루미늄 간봉은 금지, 단열 간봉 사용.

(라) 열회수형 환기장치

- 외부의 신선한 공기를 들여오고, 내부의 공기를 내버리면서, 서로의 온도와 습기를 교환하는 설비 시스템
- 주요역할 : 실내공기의 교체
 - 실내공기의 습도를 조절
 - 공기 오염물질의 집적 및 증가 방지
 - 냄새 제거
- 추가역할 : 자연 열 교환함
 - 필터 통한 공기 정화

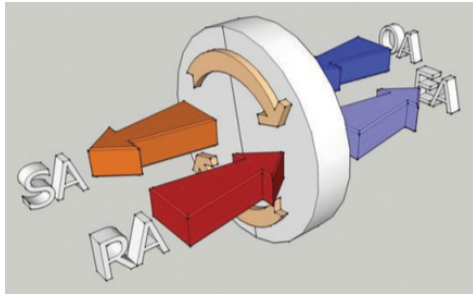
- 난방 / 냉방
 - 가습과 감습
- 열회수형 환기장치의 작동원리
- 열회수형 환기장치는 내부에서 열을 발생시키는 것이 아님.
 - 열 교환소자 부분에서 실내외의 공기를 섞이지 않게 교차시키면 열만을 교환시키는 것임.
 - 시중 판매되는 열회수형 환기장치의 효율은 대부분 75% (현열 난방기준)을 넘음.



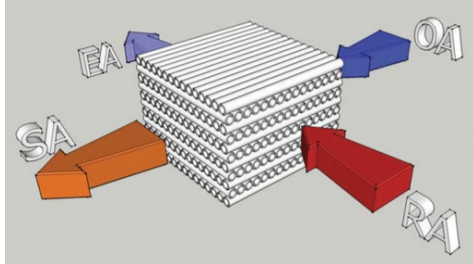
< 67 >

- 열회수형 환기장치 특징
- 열회수형 환기장치의 경우 필터의 교체가 쉬워 판형보다 유지관리 측면에서 유리한 로터리형을 기본으로 하는 것이 합리적이라고 판단됨.
 - 다만 기존 천장고의 높이가 낮아 환기배관 설비에 어려움이 있을 경우 주요실에 벽부형을 시공하여 실내 공기질을 높일 필요가 있음.
- 열회수형 환기장치 적용시 고려사항
- 실별 용도에 따른 적합한 환기장치 선정 및 풍량 적용 필요(T.A.B¹⁷⁾ 필히 실시)
 - 각 실별(용도와 규모)마다 필요 환기량이 다름. 그러므로 각 실별 필요 환기량을 확보할 수 있도록 환기량 계산 및 풍량 조정이(T.A.B) 필수
 - 환기 장치의 종류를 떠나서 소규모 건물 적용시 한 달 전기 사용량이 500kWh를 넘지 않게 관리하는 것이 중요함.

17) T.A.B : 시험(Testing) 조정(Adjusting) 균형(Balancing)의 약자로 실별 용도에 따른 적합한 풍량이 나오도록 환기장치 및 디퓨저를 설정하는 작업



i) ()
 - 가
 - .
 - 가 .
 - .



ii) 가
 - .
 - 가 ().
 - () .



iii) 가
 - 가 가 가
 - 가 가

< 68 >

○ 농촌 공공생활 시설의 열회수형 환기장치 적용시 문제점 및 고려사항

- 열회수형 환기장치는 고단열 고기밀 건축물의 쾌적한 실내 환경 조성을 위한 필수요소이나 농촌 공공생활시설의 사용자 (고령인구) 특성상 유지관리에 어려움이 있음.
- 그럼에도 불구하고 열회수형 환기장치를 적용하지 않을 경우, 실내 이산화탄소 수치 증가, 곰팡이 발생 가능성 등의 문제가 발생할 가능성이 높기 때문에 표준모델 개발 시 열회수형 환기장치의 적용과 유지관리 방식에 관한 충분한 고민이 필요할 것으로 판단됨.

(마) 외부 차양 장치

- 수평돌출차양 혹은 전동 차양 장치를 통해 여름철 직달 일사를 차단하여 냉방부하를 절감하는 시스템
- 실내로 일사에너지를 원하는 시기에 유입하거나 차단할 수 있도록 향에 맞는 적절한 차양장치를 선정해야 함.
- 차폐개수(SC) x 0.87 = 일사에너지 투과율(g-값)
 - 값이 낮을수록 일사에너지 투과량이 적어지므로 냉방부하가 상대적으로 높은 업무시설에서는 값이 낮을수록 유리함. 최적의 선택은 일사량 조절 뿐 아니라 채광조절 등이 용이한 외부 블라인드 설치 방식임.

(57)

1.0	3mm	0.5	
0.9		0.4	
0.9 ~ 0.5		0.3	1m
0.8 ~ 0.4	/	0.2	2m
0.7			
0.6		0.2	

○ 외부 차양 장치의 종류와 특징

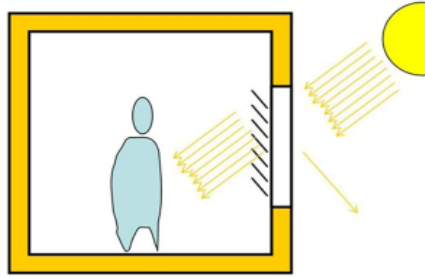
- 상부고정 차양을 동 서향에 설치할 경우 효과가 거의 없으므로(가로형, 세로형 모두 동일), 외부 전동블라인드(EVB)를 설치하거나, g값이 낮은 유리를 적용하고, 꼭 필요한 만큼 창을 설치하도록 설계하는 것이 적절함.
- 외부 차양 설치 시 단열재 훼손에 의한 열교를 반드시 검토해야 함.
- 밀폐형 셔터는 내측의 공기가 과열될 우려가 있음.

(58)



○ 외부 차양 장치 적용 시 고려사항

- 우리나라의 커튼이나 블라인드는 모두 실내(일사 에너지를 최대 15% 정도까지 밖에 차단하지 못함)에 위치해 있으나, 여름철 냉방에너지를 효과적으로 낮추기 위해서는 차양 장치가 외부(일사에너지를 최대 85% 정도까지 차단)에 설치되는 것이 바람직함.
- 유리는 단파에너지를 쉽게 통과시키고 장파에너지를 잘 통과시키지 못하는 성질이 있음. 일사에너지는 단파이지만 실내에서 물체에 닿으면 장파 에너지로 변환하기 때문에 여름철 냉방 부하를 줄이기 위해서는 장파로 변하기전 창호 밖에서 차단 해주어야 함.



< 69 >

○ 농촌 공공생활 시설의 외부전동블라인드 적용 시 문제점 및 고려사항

- 외부전동블라인드는 외부 차양 장치 중 가장 뛰어난 성능을 가지고 있으나 유지관리가 어렵고 초기 투자비용도 높음.
- 농촌 제로에너지 공공생활시설 표준모델 개발 시 건축 디자인을 통해 차양을 조성.

(바) 열교차단 디테일

(59)

- 단열이 끊임 없이 계획되어 건물에서 단열의 빈틈이 생기지 않도록 하는 기법
- 열교차단 디테일 적용시 고려사항
 - 건축물의 어느 한 부분의 단열이 약화되거나 끊임으로 인해 추가적인 열손실이 발생하며 이로 인해 결로 / 곰팡이 / 구조체 손상 등의 하자 유발함.
 - 열교 현상을 최대한 억제할 수 있는 외단열 채택
 - 외단열 적용 시에도 파라펫, 캐노피 및 처마와 같은 구조체 돌출 부위를 통한 열교 발생
 - 열교부위 열손실량 계산을 위한 추가적인 검토 필요 (Therm, Heat등 전열해석 프로그램 이용)

(3) 액티브 기술요소별 고려 사항

(가) 열원설비

- 건축물에서 실내공간 거주자의 쾌적한 온열감을 유지하기 위해 설치되는 시스템

(60)

		(CAV, VAV, CAVTR), 2	(DDCAV, DDVAV), MZU,	Unit
		IDU,	FCU,	
			FCU,	
		Room Cooler,	(,)System	, EHP, GHP

- 열원설비 고려사항
 - 조닝계획이 중요함.
 - 덕트 및 기계장치에 단열해야 함.
 - 냉난방 공조 시스템 형식에 따라 설치 방법을 다르게 함. (설치 높이에 따라 냉난방 효과가 다르므로, 적절한 배치 및 설치방법을 고려해야 함.)
- 농촌 공공생활 시설의 냉난방열원과 적용방안
 - 농촌 공공생활시설 위치한 지역의 대부분은 기름(등유) 혹은 전기(심야)에너지를 사용하고 있음.
 - 신재생에너지와의 연계성 측면에서 고려했을 때 전기 열원을 사용하는 냉·난방설비 방식을 적용하는 것과 LNG를 열원으로 하는 경우를 비교하여 분석할 필요가 있음.

(나) 급탕설비

- 경유나 가스, 전기 등을 열원으로 하는 가열장치로 물을 가열하여 필요한 장소에 온수

를 공급하는 설비의 총칭

○ 구조에 따른 종류

- 저장식 : 대규모 건물에 사용, 최대 사용 시 급탕량을 저장하는 방식
- 순간식 : 에너지 절약적인 방식

○ 열원에 따른 종류

- 직접 가열식 : 전기, 기름, 가스 등의 열원 사용
(소규모, 스케일이 많이 낡, 고압, 저장조 내의 가일코일 불필요)
- 간접 가열식 : 고온수, 증기 등의 열원 사용
(대규모, 스케일이 거의 안낡, 저압, 저장조 내의 가일코일 필요)

○ 급탕설비 고려사항

- 급탕설비의 물 때 제거를 정기적으로 실시하여 열 부하, 배관의 폐색 등 문제 예방
- 급수 장치(펌프, 밸브)에서 유량이나 압력, 양정을 조정하여 동력 손실의 경감을 유의해야 함.
- 급탕 온도를 낮게 하면, 잡균의 발생 등, 위생상의 문제가 생길 가능성이 있어 온도설정에 주의해야 함.
- 급탕 배관류의 단열을 강화하여, 열 손실이나 결로에 따른 단열 성능의 저하 등을 막고 단열재는 반드시 재료의 유효 열전도율이 0.05이하 인 것을 이용해야 함.

○ 농촌 공공생활 시설의 급탕열원과 적용방안

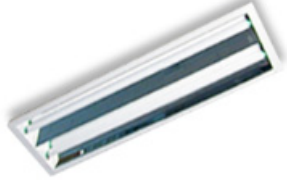

- 농촌 공공생활시설의 급탕열원 대부분은 기름(등유) 혹은 전기(심야)에너지임.

(다) 조명설비 (LED)

- LED(Light Emitting Diode) 조명은 LED를 이용한 조명 기구(LED모듈과 방열 및 광학 기구로 구성)와 시스템(전원 장치, 구동회로, SW 및 시스템 제어)을 통칭함.
- LED 조명은 기존 광원인 백열등 및 형광등과 비교 시 저전압에서 구동하므로 전력소비가 적은 반면 수명이 길고 수은, 납 등 유해물질을 함유하고 있지 않음.
- 광원이 작아 설치와 모양에 제한이 없기 때문에 디자인의 유연성이 보장되며, 외부 충격에 강하고, 특정 색상을 표현할 때 적합한 동시에 색 표현이 우수함.

(61)

	()	LED
	99.1 kWh/m ² ·year (0)	90.9 kWh/m ² ·year (-8.2)
	21.8 kWh/m ² ·year (0)	13.6 kWh/m ² ·year (-8.2)

		LED
		
[W]	32W X 2EA(64W)	40W
[lm]	5,700[lm]	4,800[lm]
[h]	5,000~10,000[h]	50,000~100,000[h]
[m ²]	9.6W/m ²	7.5W/m ²
	-	- (10)
	-	- (3)

○ 조명설비 (LED) 고려사항

- 남측에 창을 두어 자연광이 유입되게 함으로써 자연광과 LED조명을 같이 사용하여, 에너지 소비를 절감시켜야 함.

다. 소결

- 농촌 공공생활시설 제로에너지 표준모델 기술요소에는 패시브 기술요소 (고단열, 고기밀, 고성능창호, 열회수형 환기장치, 외부 차양 장치, 열교차단디테일), 액티브 기술요소 (열원, 급탕, 조명설비), 신재생에너지 (태양열, 태양광, 지열 등)가 있음.
- 패시브 기술 요소 중 고단열 방식에는 외단열, 중단열, 내단열이 있으며 이중 열교발생 가능성이 가장 낮은 외단열 방식을 지향할 필요가 있음.
- 패시브 기술요소 중 고기밀은 기밀성능 테스트를 통해 측정되며 시간당 0.6회 (50pa 차압)이하를 목표성능으로 함.
- 패시브 기술요소 중 고성능 창호는 열의 손실이 가장 큰 요소이기도 하지만 태양열을 획득할 수 있는 유일한 요소이기도 하므로 건물의 에너지 성능에 중요한 역할을 함.
- 패시브 기술요소 중 열회수형 환기장치는 쾌적한 실내 환경 조성을 위한 필수요소이지만 농촌공공생활시설의 사용자(고령인구) 특성상 유지관리의 어려움이 있으므로 적용과 유지관리 방식에 관한 고려가 필요함.
- 패시브 기술요소 중 외부 차양 장치에는 상부고정차양, 외부전동 블라인드, 처마 등이 있으며 이를 적용하기 위해서는 열교발생 가능성 검토와 경제성 분석 등이 이루어져야 함.

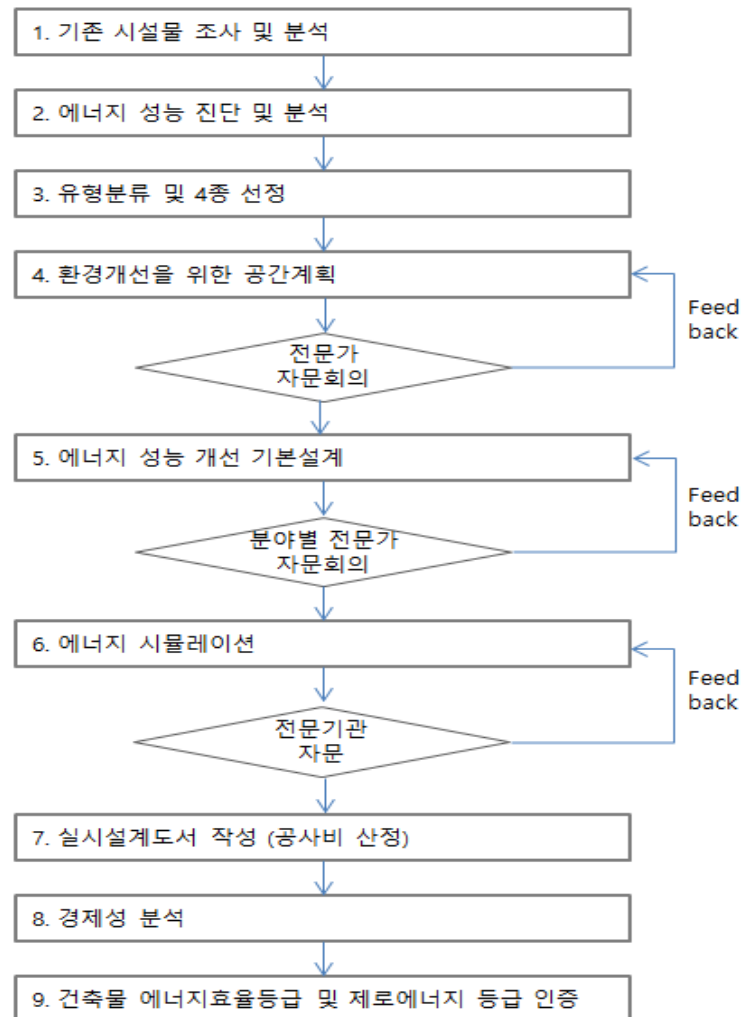
- 패시브 기술요소 중 열교차단디테일이란 단열이 끊임없이 계획되어 건물에서 단열의 빈틈이 생기지 않도록 하는 기법을 말하며 외단열을 할 경우 열교 현상을 최대한 억제할 수 있음.
- 기존 농촌공공생활시설의 냉난방 및 급탕 열원 대부분은 기름(등유) 혹은 전기(심야)에너지이며 제로에너지 표준모델 개발시 신재생에너지와의 연계성 측면을 고려했을 때 전기 에너지를 사용하는 설비 방식과 1차 에너지 변환 계수가 낮은 LNG 열원 적용을 비교 검토하는 것이 필요함.
- 조명설비의 경우 LED조명을 지향하되 자연광 유입을 고려하여 에너지 소비를 절감시켜야 함.

2. 농촌 제로에너지 공공생활시설 그린 리모델링 표준모델 개발

가. 농촌 공공생활시설 제로에너지 그린 리모델링 표준모델 개발

(1) 프로세스

- 조사 분석한 농촌 공공생활시설 중 그린 리모델링 대상을 준공연도, 기후권역, 용도를 기준으로 4개의 건물을 선정하여 분석하였음.
- 4개 건물을 대상으로 환경개선을 위한 공간계획, 에너지 성능 개선 기본설계를 한 후 에너지 시뮬레이션을 통해 목표성능 확보여부를 검토함.
- 목표성능을 확보할 수 있는 조건을 확인하여 실시설계 및 공사비를 산정하여 에너지 절감량 대비 공사비 비교하여 경제성분석.
- 실시설계도서로 ECO2 프로그램 이용 에너지효율등급 및 제로에너지 등급 인증

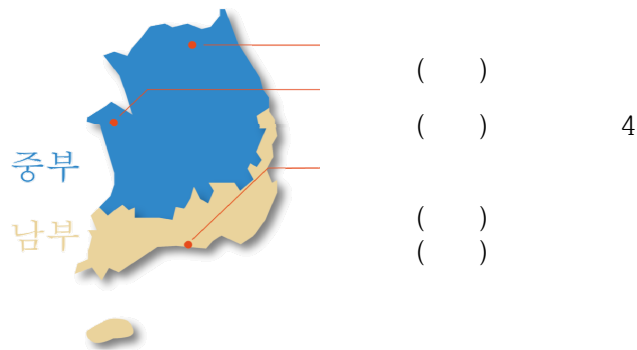


< 70 >

(2) 그린 리모델링 표준모델 유형분류

(가) 기후권역

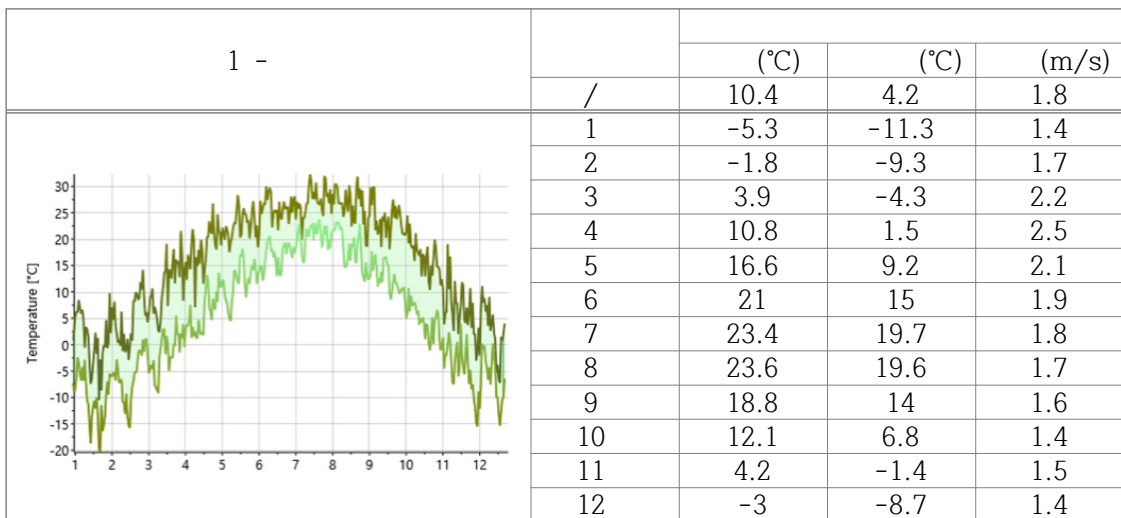
- 표준모델을 설계함에 앞서 지역에 따른 기상데이터 적용함.
- 그린 리모델링 표준모델의 경우 각 모델의 위치의 기후데이터를 Meteonorm 프로그램을 통해 수집하여 적용함.
- 다만, ECO2 프로그램 활용시에는 ECO2에서 선택 가능한 주요도시의 기후데이터 중 가장 근접한 도시를 선택 적용함.

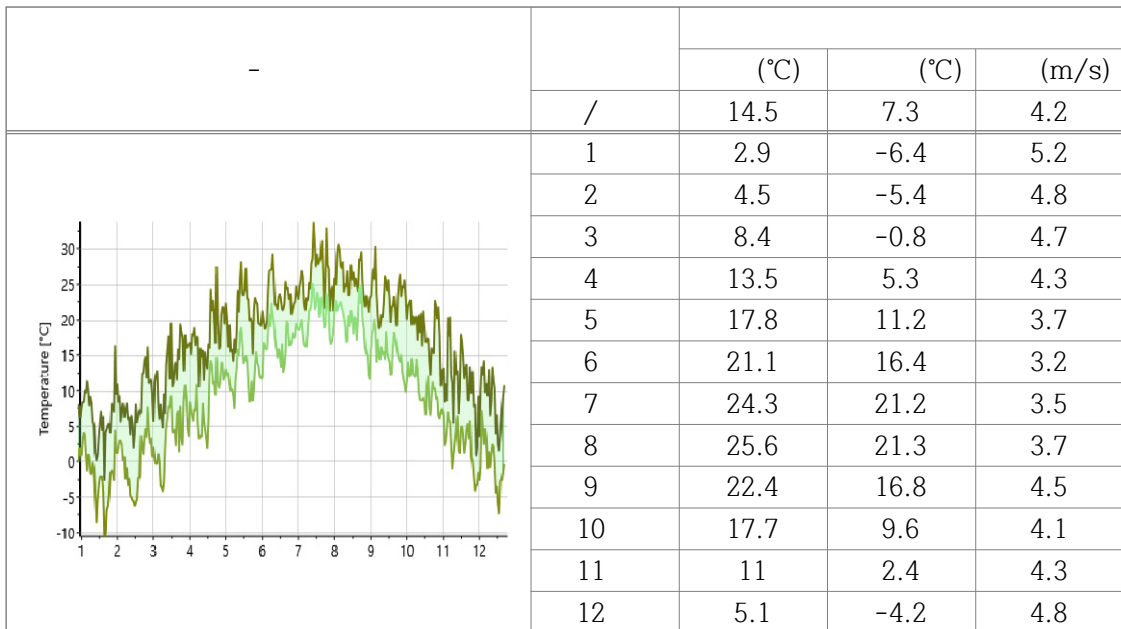
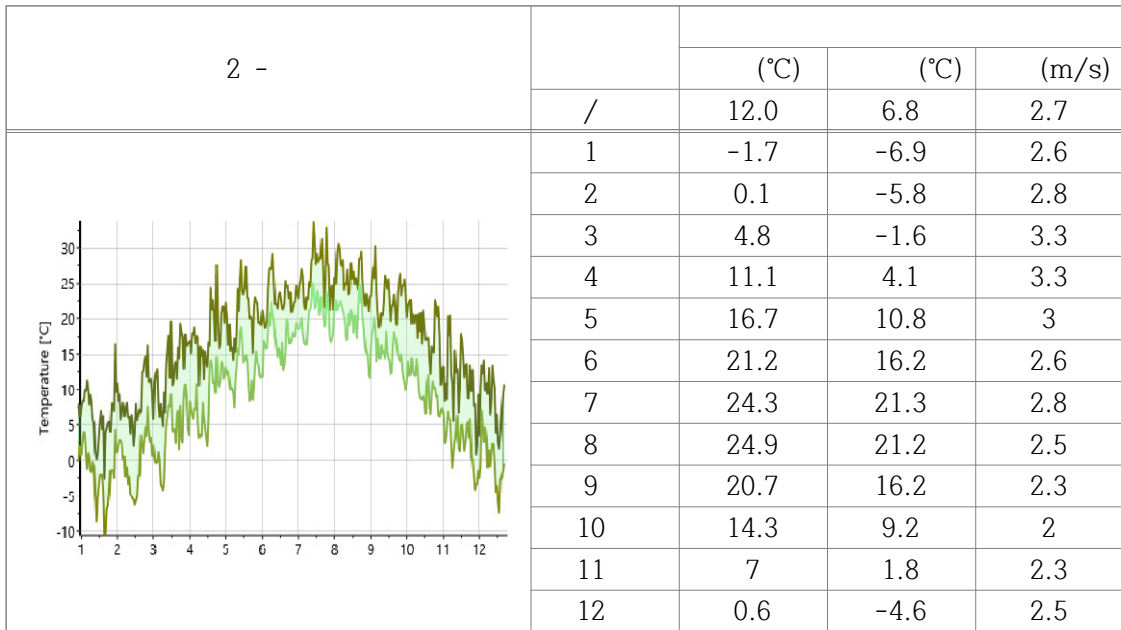


< 71 >

- 적용된 중부와 남부의 기상데이터 (ECO2에 적용된 도시)
 - 중부 : 강원도 화천군 (춘천), 충청북도 태안군 (청주)
 - 남부 : 경상남도 여수시 (부산)

(63)





(나) 규모별 분류

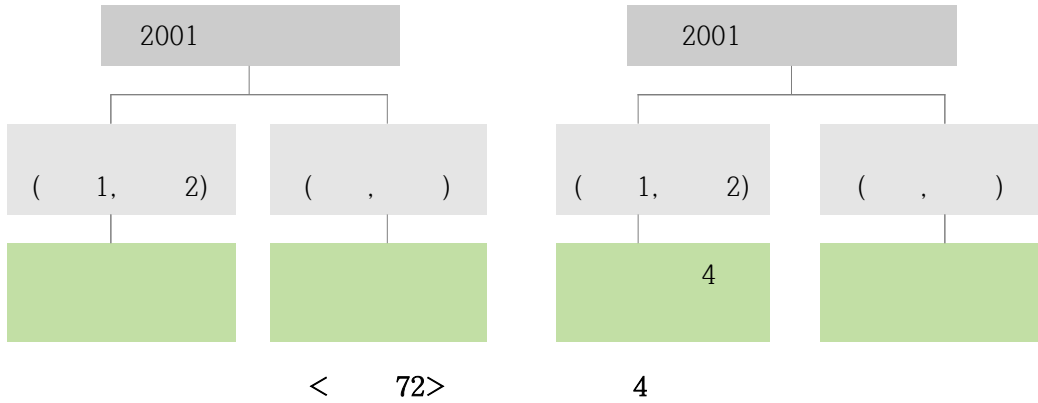
- 환경 개선과 에너지 성능개선의 방향과 범위를 설정함에 있어 가장 큰 영향을 미치는 요인은 냉난방 면적과 층수라 볼 수 있음.
- 기존 시설물의 철거 범위와 층간 동선 변경 등 수선 범위 역시 공사 규모를 규정 짓는데 중요 요소임.
- 외부 계단의 경우 단열의 위치(내단열과 외단열)와 열교차단과 같은 디테일 설정에 영향을 주었음.

(64)

	62.83 m ²	1	-
4	104.39 m ²	2	
	66.34 m ²		
	48.38 m ²	1	-

(다) 4개 표준 모델 선정

- 용도 (경로당, 마을회관)의 경우 현장조사 결과 건물의 사용방법이 유사하여 용도의 차이가 크지 않아 단일 용도로 통합적용.
- 지역의 구분은 단열 및 창호 성능을 설정하는데 기준이 되었고, 면적과 층수, 철거 및 수선 범위 등은 공사 규모를 설정하는 자료로 활용.



(65)

		4		
	66.68 m ²	135.78 m ²	94.95 m ²	50.26 m ²
	1	2	2	1

(3) 그린 리모델링 표준모델 건축설계

(가) 화천 유촌리 경로당 (중부)

- 화천군 유촌리 경로당은 1998년에 건축되었으며, 연면적 62.83㎡, 지상1층 조적조의 건물임.
- 기밀성능 19.4회/h, 단위면적당 연간 1차 에너지 소요량이 986.1kWh/㎡·year로 추정됨.

(66)

		
	1998	1
	66.68 ㎡	

- 화장실, 보일러실을 증축하면서 샌드위치 패널로 마감하여 단열성능이 취약하며, 좁은 공간내에서 주방과 거실을 분리하는 칸막이벽이 있어 내부공간이 더 좁게 느껴짐. 금속재 지붕으로 설치되어 지붕의 단열성능을 확보하기 어려움.



i)



ii)



iii)

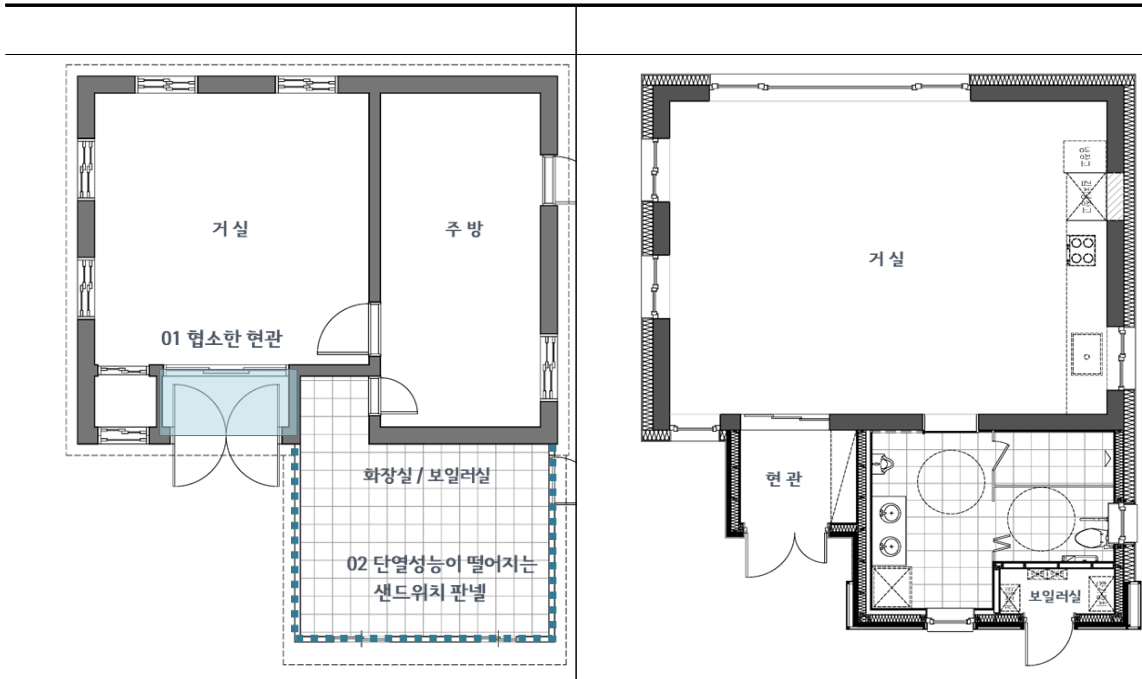
< 73 >

○ 주요 개선사항

① 에너지 성능 개선 측면

- 외벽 외단열 마감, 창호성능 개선
- 기존 지붕 마감재를 철거 지붕 단열재 시공 후 새로운 마감재 시공

- 샌드위치패널로 마감된 화장실/보일러실을 철거 후 목구조+단열재로 개선



< 74 >

② 환경 개선 측면

- 용도에 따라 공간을 분리했던 일부 내부 벽체를 철거하고 오픈형 공간으로 개선, 공간의 활용도를 최대화함.
- 협소한 기존 현관을 휴게실로 편입하고 목구조로 증축
- 실내에서 출입이 가능하도록 화장실 계획하며, 휠체어 이용자 사용가능하도록 내부 공간 계획
- 내·외부 BF 적용하여 고령자 이용 편의성 증진

(나) 태안군 정죽4리 마을회관 (중부)

- 태안군 정죽4리 마을회관은 2003년에 준공된 지상2층, 연면적 135.78㎡의 건물로써 1층은 조적조, 2층은 경량철골조의 구조를 가지고 있음.
- 현재 1차 에너지소요량은 304.4 kWh/㎡·year로 추정되며 <농촌 상생협력 시범사업> 대상 중 하나로써 표준모델 설계도서를 토대로 시공, 모니터링 하여 실증사업의 역할 수행하게 될 건물임.



2003	2
135.78 m ²	

○ 문제점 파악

- 1층

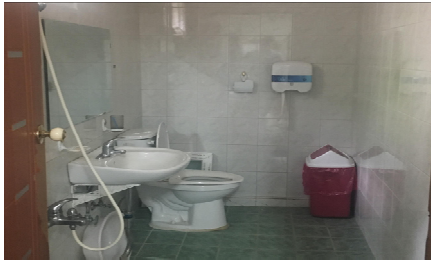
- 화장실의 폭이 좁고 협소함.
- 불필요한 공간 구획(벽체)으로 인해 활용성이 떨어지는 공간
- 주방, 거실, 할아버지방으로 구성되어 있는데, 주로 주방과 거실에 모여 활동을 하고 있음.
- 거실 벽 하부에 곰팡이 발생하여 나무패널로 덧대는 공사를 하여 사용중임

- 2층

- 외부 계단으로 인해 1층과 공간 연계성이 떨어짐.
- 계단의 단이 높아 고령인 사용자들에게 불편함.
- 사용빈도 저하로 인해 2층 공간 전체가 창고로 쓰이고 있음.
- 경량철골 구조, 샌드위치 패널로 마감하여 단열성능이 떨어짐.

- 주민 요구사항

- 2층의 운동기구를 1층으로 내려 사용성을 높이고 2층을 회의실로 사용하기 원함. (회의실 필요 면적 : 15평 내외)



i)



ii)



i)

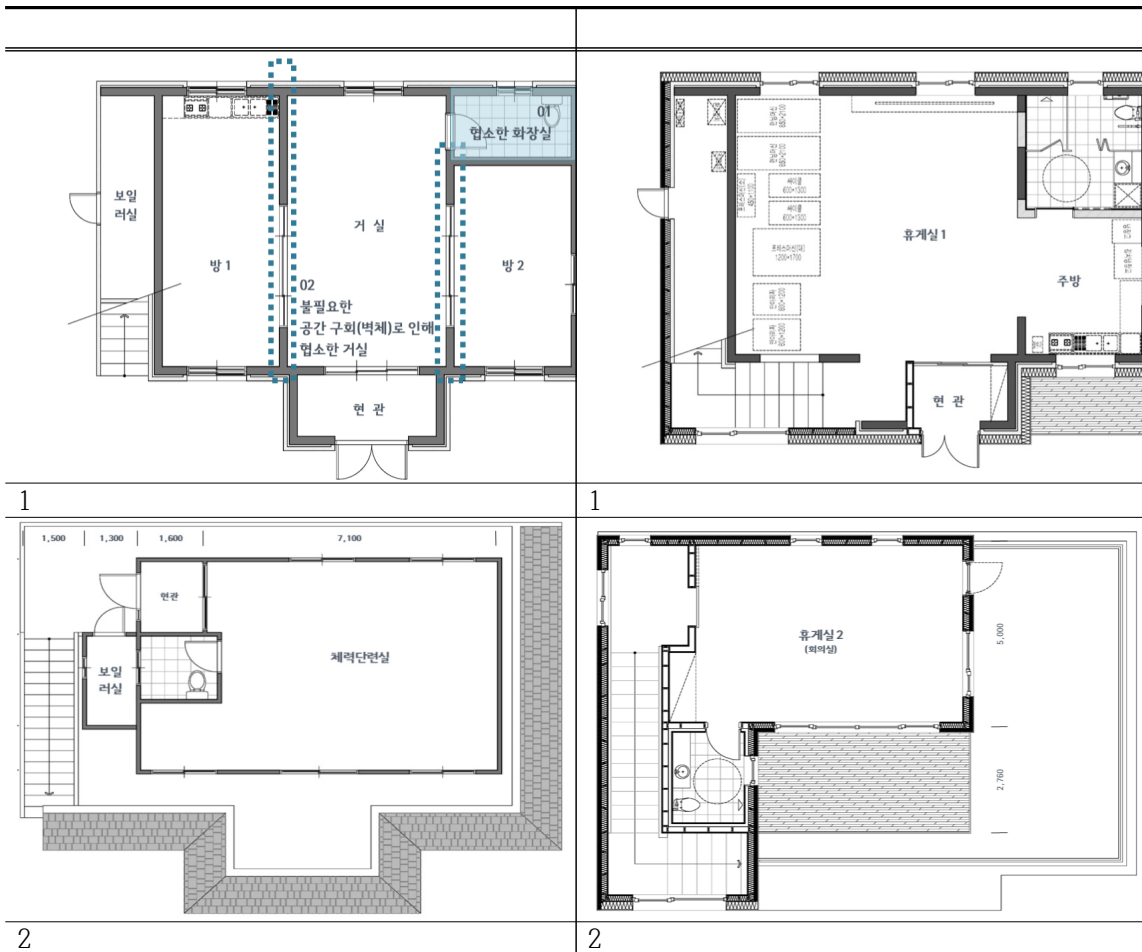


ii)

2

< 75 >

4



< 76 >

4

○ 주요 개선사항

① 에너지 성능 개선 측면

- 2층 경량철골 구조를 철거하고 목구조를 적용하여 에너지 성능향상 및 2층 구조 고정하중을 줄임

② 환경 개선 측면

- 1층의 내부 벽체를 최소화하여 오픈형 공간으로 개선, 체력단련실의 기능을 겸할 수 있는 휴게공간으로 설계
- 증축을 통해 2층으로 올라가는 외부 계단을 내부 동선화 하고 단 높이를 낮춤.
- 주방위치를 바꾸어 화장실공간과 묶어 물 쓰는 공간을 구성함.

(다) 여수 봉오리 마을회관 (남부)

- 여수시 봉오리 마을회관은 1994년 건축되었고, 연면적 94.95㎡, 2층 규모의 조적조 건물임 기밀도는 7.88회/h, 연간 단위면적당 1차 에너지 소요량은 314 kWh/㎡·year 로 건축물 에너지효율등급 2등급으로 추정됨.

(68)

	
1994	2
94.95 ㎡	

○ 문제점 파악

- 1층
 - 현관으로 분리된 방들로 인해 불편한 동선
 - 외부에서 접근해야 하는 화장실
- 2층
 - 폭이 좁고 단이 높은 외부계단

· 창고 외의 용도로 사용하지 않는 2층 공간



i) 외부 계단

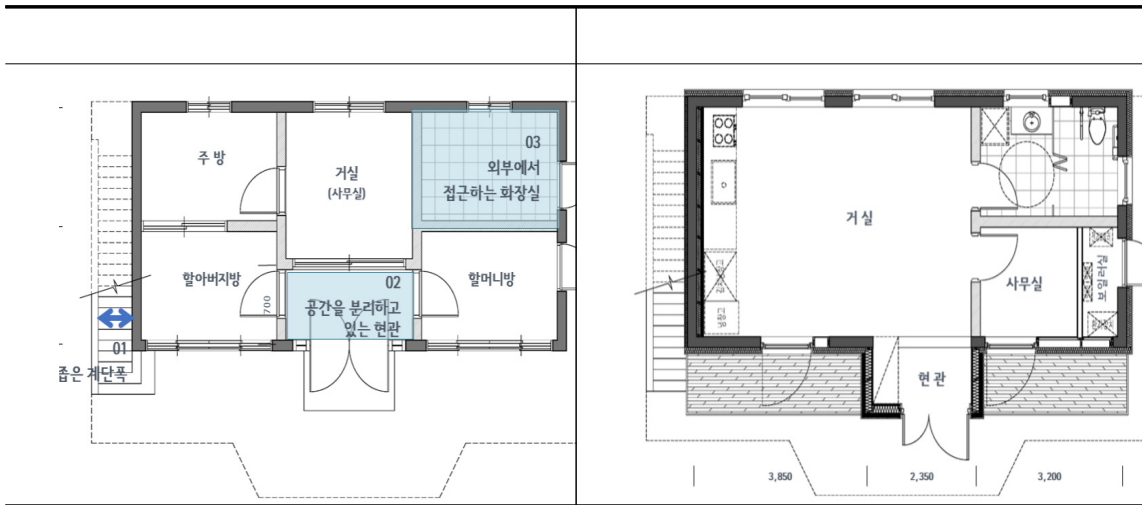


ii) 1층 화장실



iii) 사용하지 않는 2층

< 77 >



< 78 >

○ 주요 개선사항

① 에너지 성능 개선 측면

- 열교 최소화를 위해 외부계단과 연결된 구조체 내외 단열
- 철거하지 않는 2층을 비난방 공간으로 설정하고 1층 천장에 내단열 계획

② 환경 개선 측면

- 기존 현관을 철거하고 공간을 통합, 오픈형으로 개선하고 사무공간 신설
- 외부로 접근하는 화장실의 동선을 내부 동선으로 변경

(라) 여수 밀뚝병 경로당 (남부)

- 여수시 밀뚝병 경로당은 2006년에 건축되었으며, 연면적 50.26㎡, 1층 규모의 조적조 건물임.
- 기밀도 6.49회/h, 연간 1차 에너지소요량이 312 kWh/㎡·year로 건축물에너지효율등급 비주거용 2등급 수준임.

(69)

	
2006	1
50.26 m ²	

○ 문제점 파악

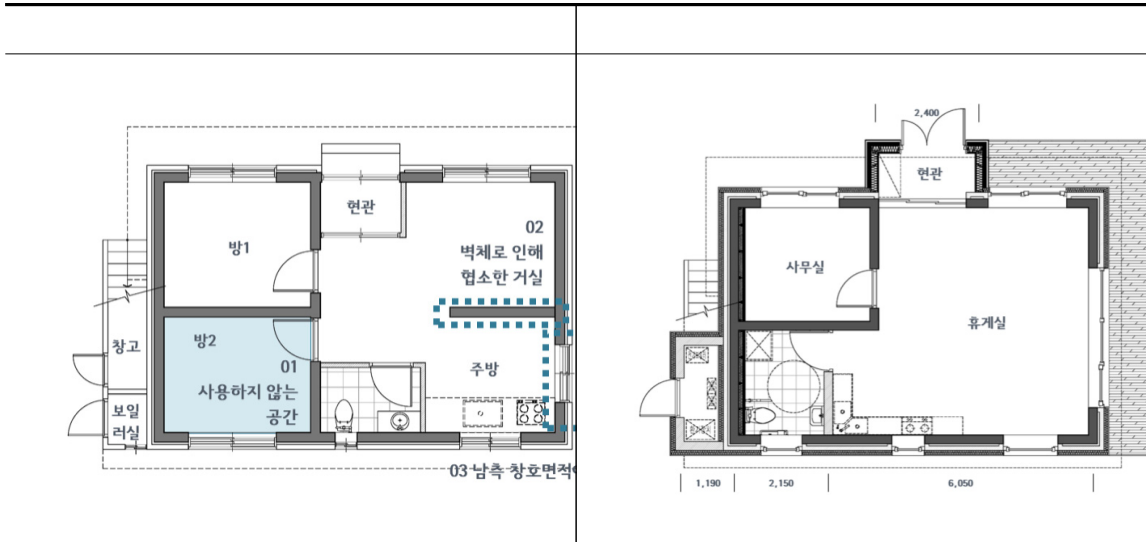
- 남측에 면한 창호 면적이 적어 남측창을 통한 에너지 획득량이 적음.
- 거실과 주방 사이의 벽체로 인해 협소한 휴게공간
- 방 2개소 중 1개소를 사용하지 않고 있음.



i) (창호면적이 적은) 남측 외벽



ii) 1층 화장실



< 80 >

○ 주요 개선사항

① 에너지 성능 개선 측면

- 남측 외벽의 창호 면적 확대
- 외부 계단과 면한 북측 외벽 내외단열 시공

② 환경 개선 측면

- 거실과 주방을 구분하고 있는 벽체를 철거하여 오픈형으로 개선
- 사용하지 않는 방을 화장실로 변경

(4) 그린 리모델링 표준모델 기계설계

(가) 난방설비

- 현재 대부분의 농촌 공공생활시설의 난방열원은 등유를 사용하고 있음.
- 가장 합리적인 난방열원을 선택하기 위해서 난방설비 설계 전에 난방열원별 에너지소요량과 신재생에너지 설치에 따른 절감량을 ENERGY# 시뮬레이션을 통해 파악하였음.

(70)

(단위 : kW/m²·y)

		4		
	156.4	101.0	183.7	157.0
가	149.6	97.0	176.0	150.7
	138.8	91.1	163.6	140.3

- 에너지 소요량의 경우 전기보일러를 설치하였을 때 가장 낮음. 전기보일러를 사용할 경우 냉방과 조명, 환기 에너지뿐만 아니라 난방에너지까지 신재생에너지(태양광)로 대체할 수 있어 다른 열원 대비 제로에너지 건축물을 구현하는데 가능성이 높다고 판단됨. 전기에너지를 난방열원으로 설정하였을 때 목표등급(제로에너지 5등급)을 달성하기 위한 신재생에너지 설치 용량을 시뮬레이션을 통해 산정해 보았음. ZEB 5등급을 달성하기 위해서는 에너지효율등급 1++ (1차 에너지소요량 140 kWh/m²·y 미만)가 선행되어야 하므로 그에 도달하기 위한 태양광패널 용량을 산정함.

(71)

1 140kWh/m²·

(단위 : kW/m²·y)

		4		
() 1	384	251	451	386
() 1	126	137	133	124
	6kW	4.5kW	3.5kW	3.3kW

- 에너지 소요량과 달리 1차 에너지소요량은 전기에너지를 난방열원으로 사용할 경우 급격히 높아져 태양광 패널의 필요 설치 용량도 증가함을 알 수 있음. 이는 전기보일러의 높은 효율로 인해 에너지 소요량 측면에서는 전기에너지가 다른 열원에 비해 효율적이다 할 수 있으나 1차 에너지 소요량 측면에서는 불리한 결과를 도출해 과도한 신재생에너지 설비가 필요한 상황을 만들 수 있다는 결론에 도달하였음.

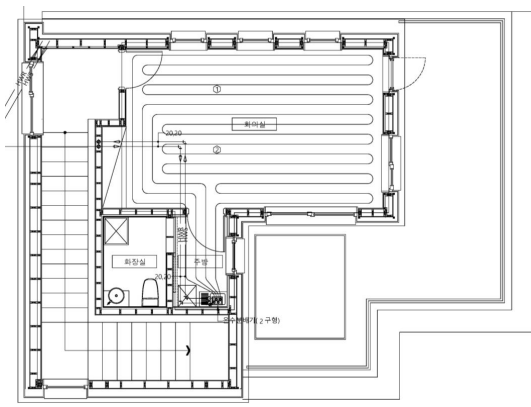
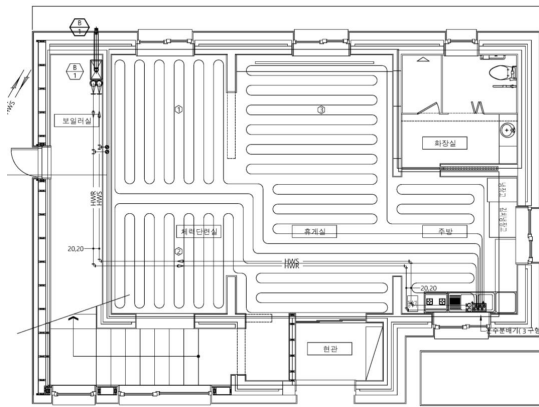
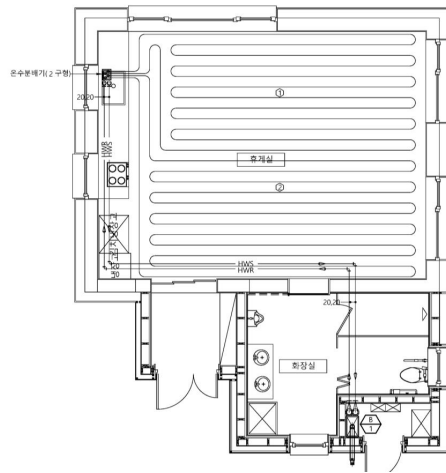
(72) 가
1 가

(단위 : kW/m²·년)

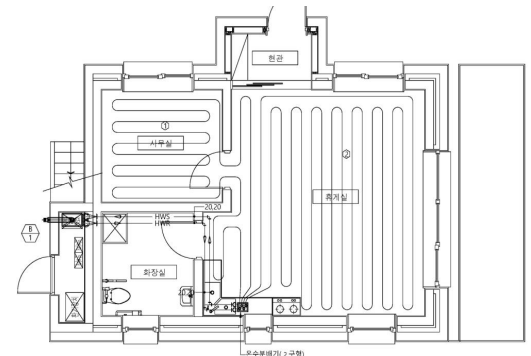
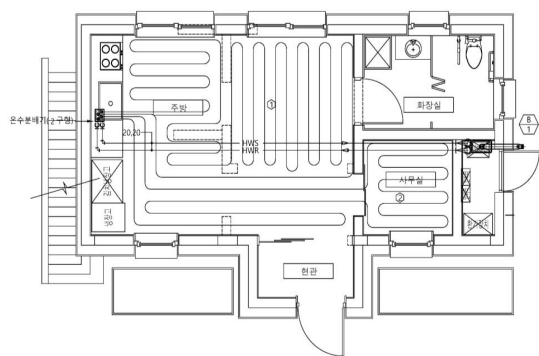
		4		
(1)	218	153	267	235
(1)	133	78	145	120
	2kW	3kW	2kW	2kW

- 전기 에너지와 달리 도시가스를 난방열원으로 사용할 경우 에너지 소요량은 소폭 상승하지만 1차 에너지 소요량 측면에서는 효율적임. 그러나 도시가스를 난방 열원으로 사용할 경우 태양광 발전으로 사용할 수 있는 부분은 난방과 급탕 보일러를 제외한 냉방, 조명, 환기 에너지임. 이 경우 모델별로 태양광 패널의 설치 용량이 일정량을 초과하면 에너지소요량이 더 이상 감소하지 않는 현상이 나타나게 됨. 농촌공공생활시설의 난방열원으로 1차 에너지 환산을 감안하였을 때 가스보일러 적용이 합리적으로 판단됨. 그러나 경우에 따라 건축물에너지효율등급을 만족하지 못하는 경우가 발생하므로 사전에 충분한 검토가 필요함.

- 태양광 패널을 설치하기 위해서는 지붕의 설치가능 면적 또한 판단 해야하는데 이는 공공생활시설의 여건에 따라 차이가 크므로 변수가 다양함. 결과적으로 열원의 선택은 각각의 공공생활시설의 여건에 따라 시공성·경제성 측면을 판단하여 선택하여야 한다는 결론을 내릴 수 있음. 또한 설계과정에서 시뮬레이션을 통해 목표성능 구현이 가능한지 여부를 반드시 판단할 수 있어야 함.



4



(나) 온수설비

- 온수의 경우 난방설비와 같은 장비 (보일러)에서 공급되는 것을 기본으로 함. 온수설비의 제원은 아래의 표와 같음.

(73)

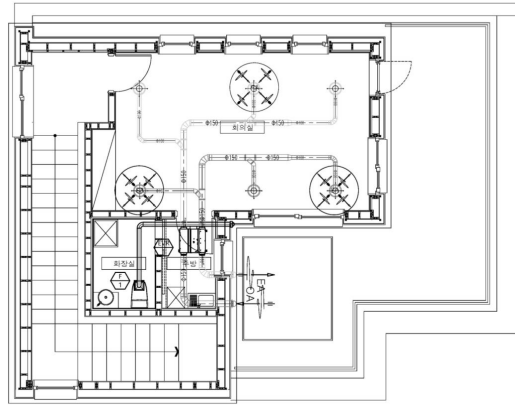
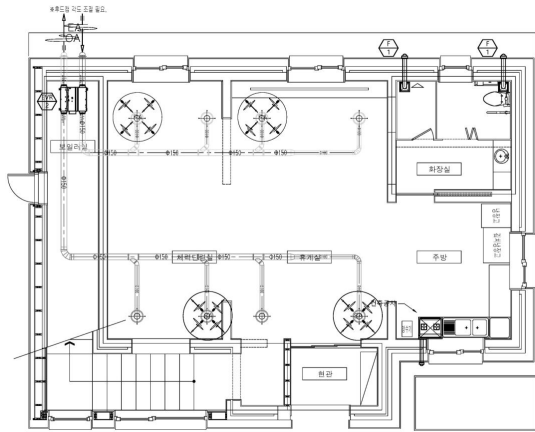
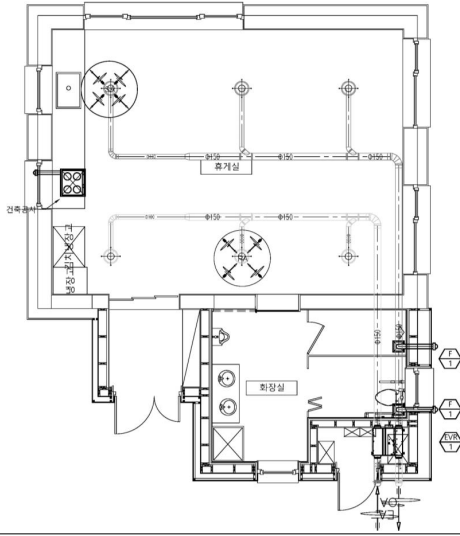
		4		
()	1	2	1	1
()	1	1	1	1
(kW)	20	20	20	20
(%)	98%	98%	98%	98%
(W)	100	100	100	100

(다) 환기설비(전열교환)

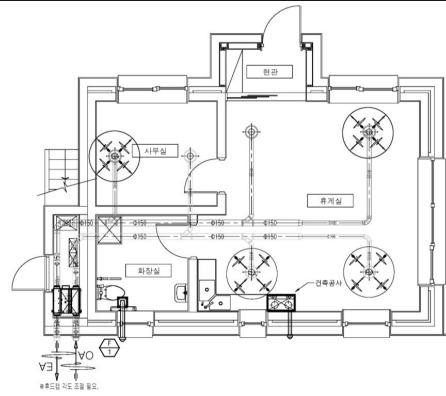
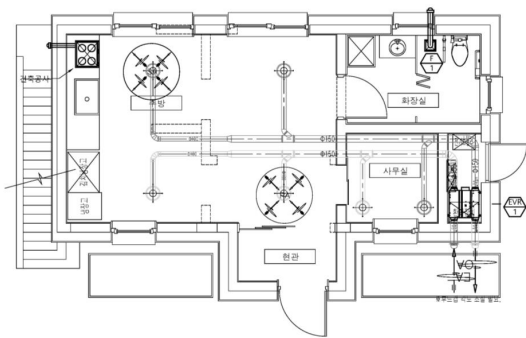
- 환기장치의 경우 실내체적을 고려하여 설비의 제원과 대수를 선정함.
- 급기와 배기 디퓨저의 위치는 효율적인 환기와 쾌적한 실내 환경을 고려하여 배치하였음.

(74)

		4		
(m³)	116	258	91	102
(n50)	1.0			
(m³/h)	350	400	200	250
(%)	80%	76%	79%	82%
(%)	55%	54%	58%	52%
(W)	160	186	89	110



4



(5) 그린리모델링 표준모델 전기설계

(가) 화천 유촌리 경로당 조명밀도

○ 화천 유촌리 경로당의 조명밀도는 평균 4.78 W/m²로 설계함

(75)

	(m ²)	(W)	(W/m ²)
	45.50	240	5.275
	3.40	12	3.529
	12.28	36	2.932
	1.60	12	7.500
	62.78	300	4.7786

(나) 태안 정죽4리 마을회관 조명밀도

○ 태안 정죽4리 마을회관의 조명밀도는 평균 6.20 W/m²로 설계함.

(76) 4

	(m ²)	(W)	(W/m ²)
1			
	8.81	36	4.086
	19.04	120	6.303
	25.93	240	9.256
	3.19	12	3.762
	7.98	36	4.511
	10.08	40	3.968
2			
	26.08	160	6.135
	3.09	12	3.883
	3.56	12	3.371
	107.76	668	6.1990

(다) 여수 봉오리 마을회관 조명밀도

○ 여수 봉오리 마을회관의 조명밀도는 평균 5.93 W/m²로 설계함.

(77)

	(m ²)	(W)	(W/m ²)
1			
	24.93	160	6.418
	5.70	24	4.211
	3.95	40	10.127
	1.43	12	8.392
	2.34	12	5.128
2			
	23.68	120	5.068
	62.03	368	5.9326

(라) 여수 밀뚝병 경로당 조명밀도

○ 여수 밀뚝병 경로당의 조명밀도는 평균 5.73 W/m²로 설계함.

(78)

	(m ²)	(W)	(W/m ²)
	7.59	40	5.270
	5.24	12	2.290
	24.67	160	6.486
	1.59	12	7.547
	39.09	224	5.7304

(6) 그린리모델링 표준모델 신재생 에너지 설계

(가) 태양광 발전시스템의 설치유형

① 태양광 발전시스템의 설계 절차

- 태양광 발전시스템을 어떻게 구성하는가에 따라 투자비용, 유지보수비용, 평균발전시간 등의 차이가 나므로 경제성, 안정성, 유지관리 편의성 등을 고려한 설계가 필요하며 설계절차는 다음과 같음.

(79)

1.	○ , (, ,)
2.	○ 가 ○ 가
3.	○ PV 가
4.	○ ○ ○
5.	○ ,

② 주요 검토사항

- 태양광 발전시스템의 설계는 토목, 구조, 전기, 건축 등을 고려해야 하는 복합적인 설계로, 사용자의 요구사항, 설치목적(용도), 입지조건, 설치용량 등을 잘 파악해야 경제성 있는 설계가 될 수 있으며, 주요 검토사항은 다음과 같음.

(80)

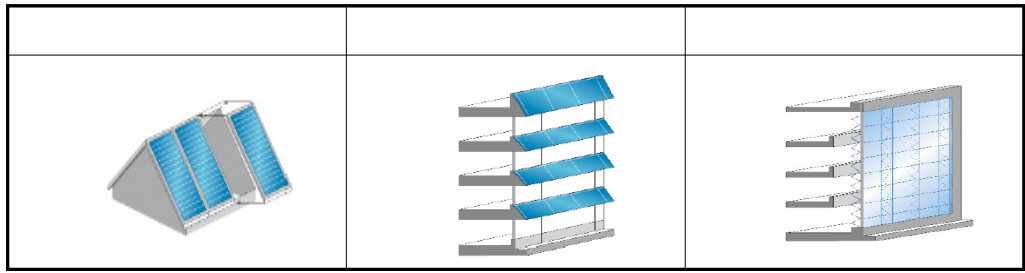
	○ , ,
	○ , (, ,),
	○ ,
	○ PV ○ (, , , , , , ,) 가 , ○ , ,) ,
	○ ()

- 설치지역의 지정학적 및 행정상 조건은 태양광 발전설비의 설치가능여부에 직결되므로, 방위, 고도, 토질, 민원발생, 인허가 문제를 검토함
- 태양광의 설치용량은 설치목적, 대상시설의 부하량, 계약전력, 해당시설의 목표에너지성능(친환경 건축물 인증, 건축물에너지효율등급, 제로에너지건축물 인증, 등)에 따라 달라지므로 발전전력의 활용방법, 계약전력, 에너지사용현황 등을 분석하여 설치용량을 산정함.
 - 국내 정책상 태양광 발전시스템의 활용방법으로, 생산한 전력을 자가용으로 사용하고 남은 전력은 상계하여 전기요금을 절약하거나, 한국전력공사 또는 한국전력거래소와 전력판매계약을 통해 생산한 전력을 판매하여 수익을 창출하는 방법이 있음.
 - 배전계통에서는 각각의 전압계급에 따라 공급할 수 있는 수용가의 계약전력의 상한치를 정해놓고 계약전력의 상한치 미만의 전력을 공급한다는 것을 전제로 하여 배전계통 설비의 표준정격이 맞춰져 있으므로, 즉, 태양광 발전시스템의 발전용량이 수용가의 전력부하와 역전력 계전기 정정치의 합을 초과하는 경우에 역전력 계전기가 작동하여 수용가에 정전의 발생할 수 있으므로, 태양광 발전시스템의 설치용량은 계약전력을 미만으로 설계해야 함.
 - 강화지역의 공공생활시설(마을회관, 경로당) 35개소를 대상으로 계약전력을 조사한 결과, 26곳(74%)이 주택용 3kW 계약전력을 적용하고 있으며, 본 연구 대상시설을 포함한 다수의 농어촌 공공생활시설이 주택용 3kW 계약전력을 적용할 것으로 추정됨.

(81)

	()	(kWh)	()
3	26	3,000	319,030
5	1	2,695	225,970
10	1	4,808	590,170
5	2	2,814	525,760
10	2	7,212	1,056,155
15	1	5,464	1,803,770
20	2	14,212	3,063,170

- 설치장소는 주변 건물 및 수목에 의한 음영이 없고 일사량과 일조시간이 긴 곳이 유리하며, 설치위치에 따라 지붕설치형, 차양형, 벽면설치형 등으로 구분하며, 태양광을 지붕 또는 옥상에 설치시, 최적의 일사조건을 만들어내기 위해 구조물 중량이 증가됨에 따라 미관 및 구조적 안정성에 문제가 발생할 수 있어 일반적으로 남향에 가까운 건축물의 경사면을 선정하여 설계함.

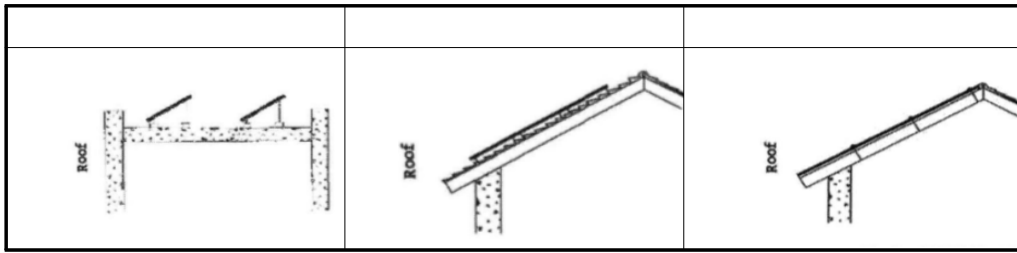


(: , v.54 n.01)

- 태양광 발전시스템은 폭설, 폭우 등의 외력에 상시 노출되므로, 구조물 설계 시, PV모듈의 설치용량, 구조안정성, 유지보수의 편의성 등을 고려하여 적합한 재질을 선정하여 설치방식을 결정해야 함.
 - 설치유형은 태양광 모듈 지지대의 고정방식 또는 건물에 일체화되는 정도에 따라 구분할 수 있음.
 - 모듈 지지대의 고정방식에 따라 고정형, 추적형, 고정가변형으로 구분할 수 있고, 이 중 추적형 및 고정가변형은 태양의 고도에 따라 모듈의 각도가 변환되어 발전효율은 비교적 높으나, 많은 설치면적이 필요하고 구조물 하단부의 공간활용도 및 구조적 안정성이 고정형에 비해 제한적임
 - 고정형은 작은 설치면적에 가장 많은 용량을 설치할 수 있고, 제품표준화로 제작 및 설치단가가 비교적 저렴하며, 설치장소에 제한이 없고 시공/유지보수가 간편하며 구조적으로 안정하여 일반적으로 많이 설치함.



- 건물에 일체화되는 정도에 따라, 독립형, 일체형, 부착형으로 구분할 수 있으며, 독립형은 가대에 PV 모듈을 부착하는 것으로 구조물 제작비용이 많이 소요되나 시공의 용이성 및 시공후 전기효율이 좋으며, 부착형은 외장성 측면에서 외피자체를 대체하는 일체형보다는 불리하나 시공측면에서 기축과 신축 어디에나 적용이 가능한 장점이 있고, 일체형은 외장성과 실용성 측면에서 유리하나 건물의 초기 설계단계에서 설치를 검토해야하는 제약이 있음



(: , vol29, no.2, 2009.11.19.)

- 경제성 분석은 설비투자에 대한 정부지원수준을 결정하거나, 투자비용의 적정성을 판단하는 소비자 의사결정에 도움을 주기 위해 실시함.
 - 분석방법으로 설비에 투입되는 총비용을 동일한 목적을 달성하기 위한 타 에너지 설비에 투입되는 총비용과 비교하거나, 태양광 발전시스템의 발전단가와 타 에너지 설비의 발전단가를 비교하는 방식 등이 있음.
 - 소규모 태양광 발전시스템의 설치비용에는 모듈, 인버터, 접속반 등의 자재비와 설치/전기 공사비, 경비 등이 포함되며, PV 모듈(38%), 인버터 및 인터버 외함(17%), 구조물 및 설치공사(17%) 순으로 높은 비중을 차지하고 있음.
 - 즉, 동일한 설치용량에 대해 동일한 규격의 태양광 모듈과 인버터를 채택하여 토지 및 건물에 설치할 경우, 토지위에 설치하는 것이 기초토목공사, 울타리 설치 등의 부대공사로 인해 5 ~10%정도 비용이 추가됨.

(82)

설치비 구성 항목	가격 구성 비율(%)
태양광 모듈	38
계통연계형 인버터 및 인버터 외함	17
접속반 및 모니터링	5
설치구조물 및 설치 공사	17
전기 설계 및 전기 공사/피뢰/접지	14
안전진단/ 감리	4
관리/경비/이윤	5
계	100

(자료 : 생산기술연구원, 2015)

(나) 그린리모델링 표준모델의 태양광 발전시스템 설계

- 그린리모델링 표준모델 태양광 발전시스템 설계는 제로에너지건축물 5등급을 확보할 수 있는 조건을 고려하여 다음과 같이 진행함.

대상시설의 특징 분석 → 적정 설치용량 산정 → 설치장소 및 설치유형 선정 → PV모듈 선정 및 어레이 설계 → 경제성 분석 → 설계도면 작성

① 대상시설의 특징

- 농촌 공공생활시설의 연구대상시설을 준공연도(2001년 기준), 기후권역(중부, 남부), 용도(마을회관, 경로당) 등으로 나눠 검토하여 그린리모델링 대상시설로 화천 유촌리 경로당, 태안 정죽4리 마을회관, 여수 봉오리 마을회관, 여수 밑뚝병 경로당을 선정함
- 1차년도 연구에서 신재생에너지원별 적용가능성을 검토한 결과, 패시브 기술을 적용 후 남는 부하에 대해 전력부하는 태양광, 난방부하는 전기보일러 또는 태양열설비 설치로 대응하는 것이 적합하다고 판단함
 - 다만, 태양열의 경우, 한정된 기간(동절기)에만 사용하므로 활용도가 낮아 본 연구대상시설에 적합한 신재생에너지원으로 태양광 발전을 선정함
- 그린리모델링 표준모델의 태양광 발전시스템 용량산정은 제로에너지건축물 5등급을 달성하기 위해 패시브 기술을 적용 후 남는 부하의 해소를 목표로 설계함.
 - 즉, 태양광 발전전력으로 1차 에너지소요량을 최소화하고, 잉여전력은 상계하여 전기요금을 절약하는 것을 목표로 설계함.

(83)

			(m ²)	1 (kWh/m ² · year)	(m ²)	1 (kWh/m ² · year)
	1998		62.83	648	60.8	384
4	18)	2003	135.78	427	115.3	251
		2006	48.38	655	36.8	451
		1994	66.34	401	40.3	386

② 태양광 발전시스템의 적정 설치용량 산정

- 그린리모델링 대상시설의 난방열원을 전기보일러로 교체할 것으로 설계하고 ECO2 프로그램으로 시뮬레이션 한 결과, 태양광 발전시스템 설치전 대상시설의 1차에너지소요량이 251~450 kWh/m² · 년으로 산출됨
 - 즉, 본 연구대상시설이 제로에너지건축물 5등급을 만족하기 위해, 태양광 발전전력으로 1차에너지소요량 91~310kWh/m² · 년을 해소해야 하며, PV모듈의 설치용량은 3.3~6kW로 산출됨.
 - 본 연구대상시설의 연평균전력사용량(564 kWh)과 1차에너지소요량 측면에서 제로에너지건축물 5등급을 만족하기 위해 필요한 태양광 발전시스템 설치용량이 과도하다고 판단되어, 난방열원을

18) 정죽4리 마을회관의 경우 문화재십의에 의해 태양광패널을 설치하지 못하지만 본 연구에서는 태양광패널을 설치하는 것을 가정하여 진행함.

도시가스로 설계하여 ECO2 시뮬레이션을 수행함

- 난방열원을 도시가스로 설치할 경우, 태양광 발전시스템 설치 전 1차 에너지소요량이 153~266/m²·년이었으며, 제로에너지건축물 5등급 만족하기 위해서는 전기를 사용하는 부분(냉방, 조명, 환기, 가전)의 전력부하를 해소해야 하며, 필요한 태양광 설치용량은 2~3kW로 산출됨.

(84)

				4			
	1		384	251	451	386	
	(kWh/m ² ·year)		126	137	133	124	
	(kW)		6	4.5	3.5	3.3	
가	1		218	153	267	235	
	(kWh/m ² ·year)		132	78	145	120	
	(kW)		2	3	2	2	

(85) 가 , 1

						가	
		83.5	9.6	48.6	30.1	22.4	20.1
4		69.1	11.5	8.3	30.1	11.8	20.1
		74.3	25.4	74.7	30.1	37	20.1
		54.5	23.7	68.1	30.1	33.8	20.1

- 본 연구 대상시설의 연평균전력사용량과 계약전력 측면에서, 난방열원으로 도시가스 사용하는 설비를 설치하고 태양광 2~3kW로 설치하는 것이 적정할 것으로 판단됨.

③ 태양광 발전시스템의 설치장소 및 설치유형 선정

- 태양광 발전시스템 설치장소는 주변시설에 의한 음영발생과 발전효율을 고려하여 검토하였음,
 - 이에, 대상시설의 태양광발전시스템 설치장소를 지붕(옥상)으로 선정하고, 지지구조물 중량 증가로 인한 응력 발생 및 공사비 증가를 고려하여 지붕에 밀착하여 설치하는 것으로 설계함.
 - 단, 화천 유촌리 경로당은 기와지붕의 파손우려 및 미관상 문제를 고려하여 대지위에 직접 설치하되, 태양광 발전시스템의 최상단 높이가 5m이하 되도록 설계하여, 공작물

축조신고 및 개발행위에 대한 인허가 신고 및 공사비 증가 문제를 최소화함.

- 방위와 경사각은 태양광 발전효율을 고려하여 남향, 경사각 30°에 맞춰 설계하였으며, 단, 태안 정죽4리 마을회관은 미관을 고려하여 지붕경사각과 동일하게 설계함.

(86)

		4		
,	, 30	, 20	, 30	, 30
		,	,	,

④ PV 모듈 및 어레이 설계

- 보편적으로 사용되는 PV 모듈의 가격 및 규격을 조사하고, 효율, 가격, 수명, 신뢰성, 설치무게 등을 고려하여, 설치용량에 따라 적정한 PV 모듈을 검토함.

(87)

	1			2			3		
(W)	305			375			405		
(%)	18.63			18.9			19.6		
(kg)	18.7			22.9			23.1		
(mm)	998*1640*35			1960*998*40			2067*998*46		
(Vmp)	32.3			39.5			43.6		
(Voc)	39.1			48			52.9		
(Isc)	9.9			9.4			9.28		
가 (/wp)	400			420			440		
(kW)	2	3	4	2	3	4	2	3	4
()	7	10	14	6	8	11	5	8	10
(kW)	2.14	3.05	4.27	2.25	3	4.13	2.03	3.24	4.05
()	854	1,220	1,708	945	1,260	1,733	891	1,426	1,782
(kg)	130.9	187	261.8	137.4	183.2	251.9	115.5	184.8	231

- 태양광 셀의 발전효율 향상으로 300W 이하의 PV 모듈은 단종되는 추세이며, 산업통상자원부가 도입예정인 최저효율제에 따라 17.5% 미만 효율의 PV 모듈도 단종이 예상되어 출력 300W 이하, 효율 17.5% 미만은 비교대상에서 제외함.
- 시공단계에서는 자재비가 가장 적은 모듈이 경제적이고, 장기적인 관점에서선 낮은 출

력의 태양광 모듈은 기술발전으로 단종되어 유지보수비용을 상승시킬 수 있으므로 고 출력의 태양광 모듈이 유리하며, 건축물의 구조적 안전성 측면에서는 설치무게가 적은 모듈이 유리함.

- 따라서, 설계용량별로 PV모듈을 2kW는 405W, 3kW는 375W, 4kW는 405W가 적합한 것으로 판단됨

⑤ 경제성 분석

○ 대상시설별 태양광 발전설비의 공사비를 산출한 결과, 1kW당 1,286,406 ~ 1,771,611원으로 소요됨.

- kW당 단가 측면에서 살펴보면, 태양광모듈이 전체 공사비에서 가장 큰 비중을 차지하고 있고, 2kW와 3kW 설치에 필요한 구조물 제작 및 설치에 필요한 비용 차이는 미미하여, 2kW를 설치하는 것보다 3kW를 설치하는 것이 경제적임.
- 한편, 건물 대지위에 설치할 경우 기초공사로 인해 구조물 중량 및 공사비가 증가하여 지붕위 설치할 경우보다 경제성이 떨어짐. 다만 건축물의 구조적 안전성이 취약한 경우, 구조보강을 위한 공사비가 추가될 수 있음

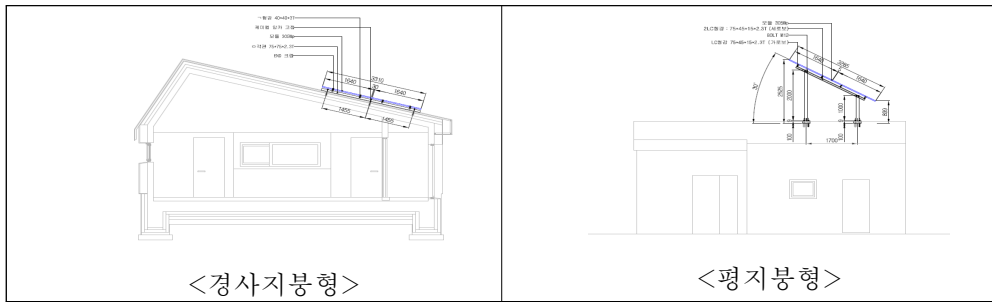
(88)

		4			
(kW)		2	3	2	2
가		891,000	1,260,000	891,000	891,000
		330,000	330,000	330,000	330,000
		100,000	70,000	70,000	70,000
		269,132	183,000	173,000	173,000
	()	900,000	900,000	900,000	900,000
	()	200,000	200,000	200,000	200,000
		147,957	161,865	141,020	141,020
		170,285	186,292	162,301	162,301
	212,736	217,224	210,498	210,498	
가가	322,111	350,838	307,782	307,782	
	3,543,222	3,859,218	3,385,601	3,385,601	

⑥ 태양광 발전시스템의 설계도면 작성

○ 제로에너지건축물 표준모델의 설계용량별로 2kW는 405W, 3kW는 375W, 4kW는 405W의 모듈을 적용하고, 인버터는 3.5kW급을 적용하여 설계하였으며 태양광 모듈별 규격 및 설치장소별 설계방향은 아래와 같음

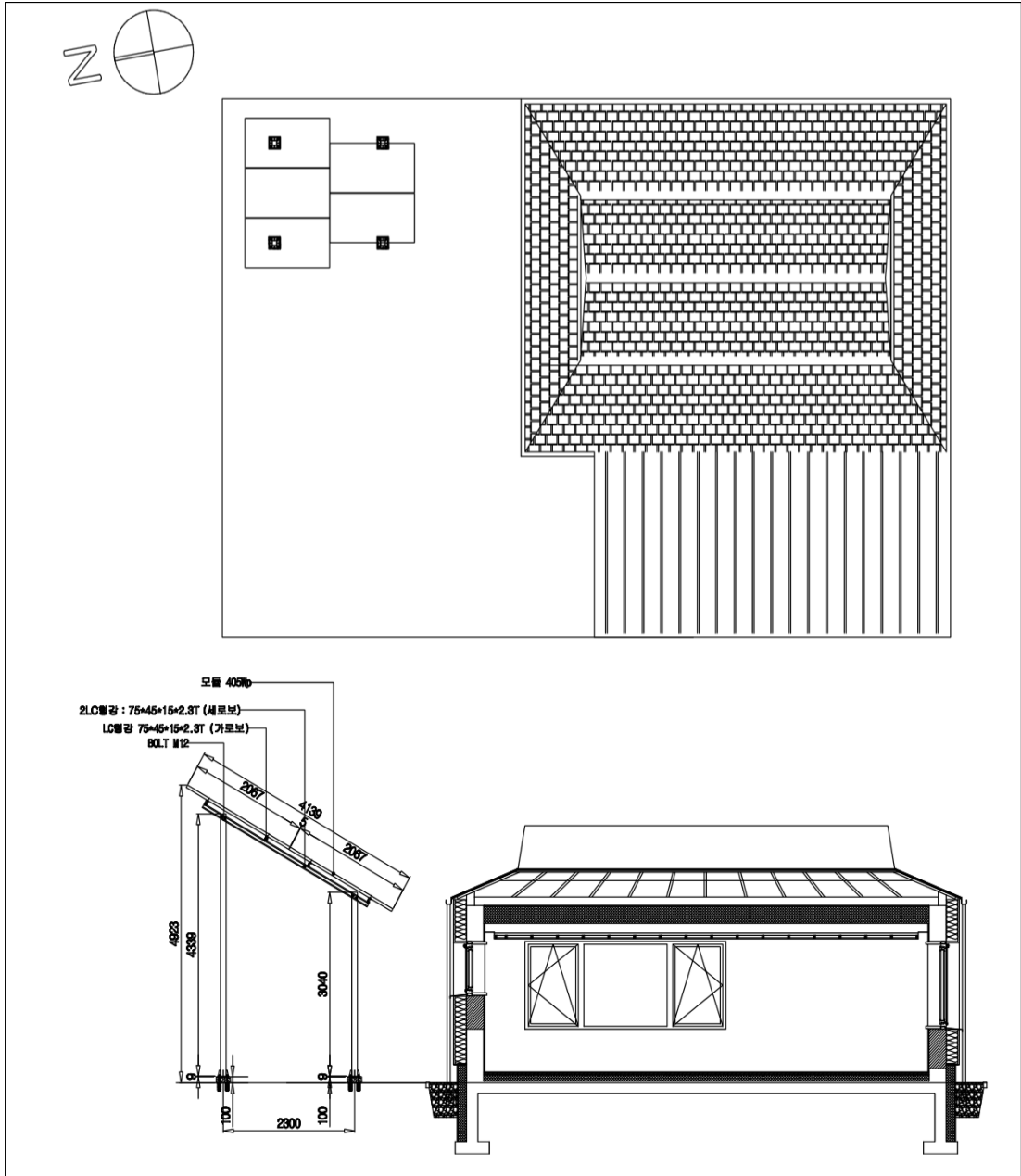
	375 W	400 W
(W)	375	405
(%)	18.9	19.6
(kg)	22.9	23.1
(mm)	1960*998*40	2067*998*46
(Vmp)	39.5	43.6
(Voc)	48	52.9
(Isc)	9.4	9.28



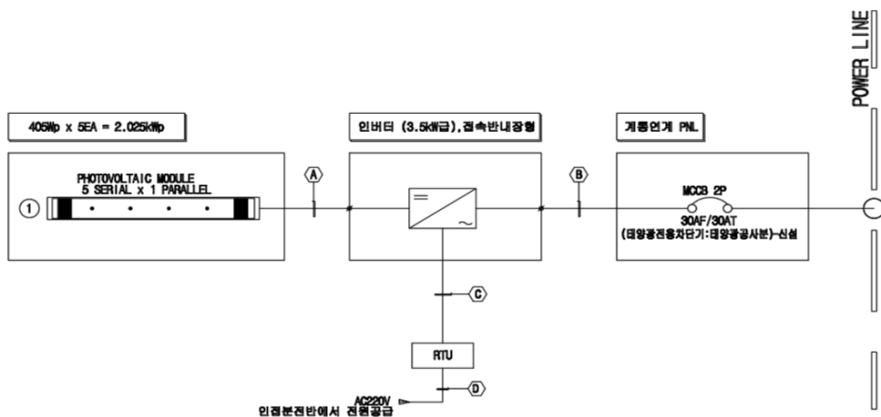
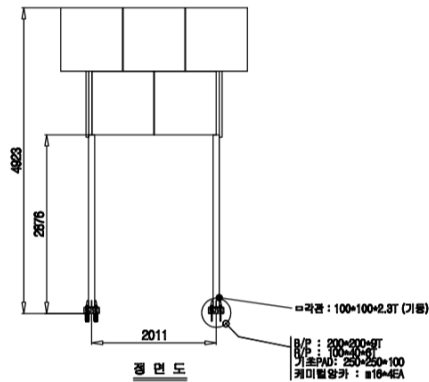
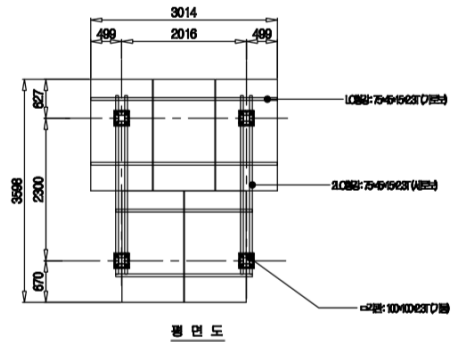
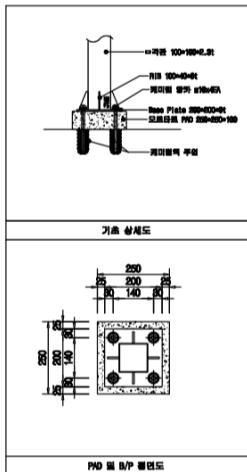
< 86 >

○ 그린리모델링 대상시설별 설계도면

- 화천 유촌리 경로당의 경우, 건물 옆 대지에 태양광 발전설비를 설치하되 지붕에 의한 음영으로 발전효율이 감소되지 않도록 건축물과 적정거리를 이격하여 태양광 모듈 최하단의 높이를 기와지붕의 끝선보다 다소 높게 설계하였으며, 태양광 모듈의 어레이 구성은 시공용이성 및 공사비를 고려하여 3*2열 형태로 설계함.



< 87 >



NOTE

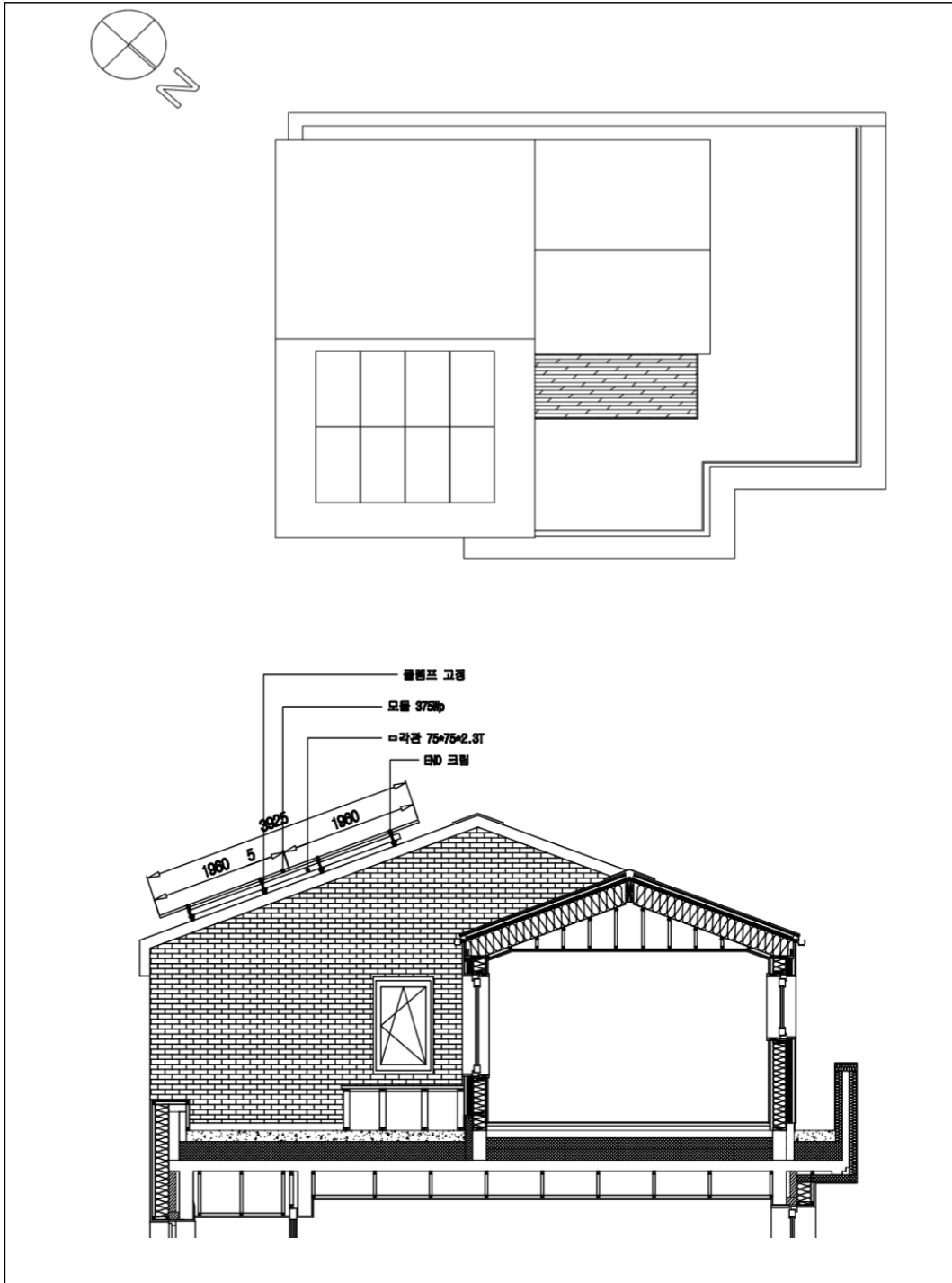
연번	FROM	TO	전선 및 전선규격	공사구분
(A)	ARRAY	인버터(3.5kW)	F-CV 6mm ² 1C x 2L	태양광공사
(B)	인버터(3.5kW)	계통연계	F-CV 6mm ² 2C x 1L, F-6V 4mm ² (FLEX 39C)	태양광공사
(C)	인버터	RTU	UTP CAT.5E CABLE 4P x 1 (FLEX 100)	모니터링공사
(D)	인버터전반	RTU	F-CV 4mm ² 2C x 1L, F-6V 4mm ² (FLEX 28C)	모니터링공사

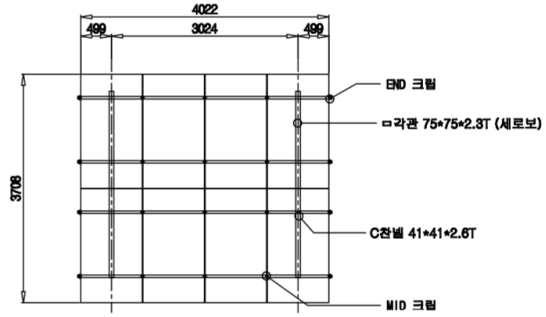
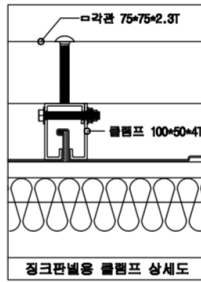
1. 현장여건 및 견학결과에 따라 배선 및 배관은 변경될 수 있다.
2. 인버터, RTU의 위치는 현장에 따라 변경될 수 있다.
3. 모든 변경사항은 견학결과 협의하여야 한다.

태양광 발전설비 시스템계통도

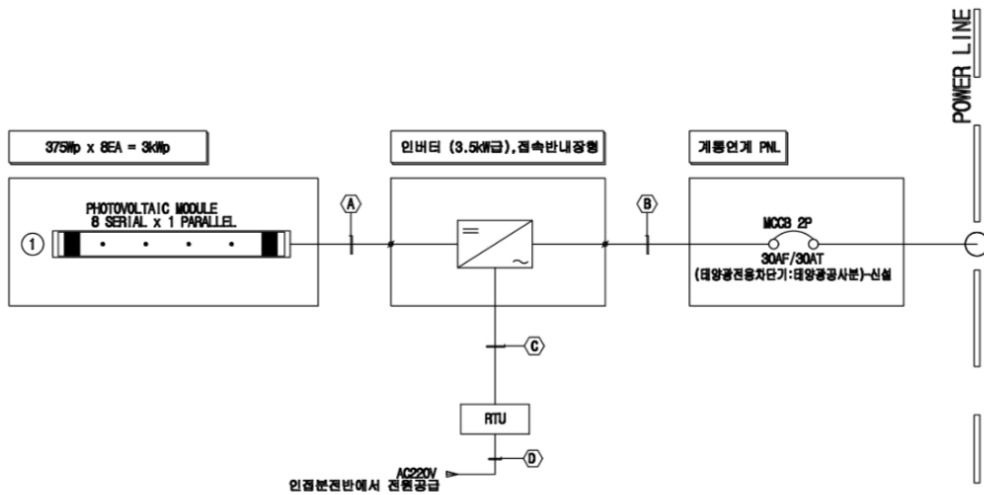
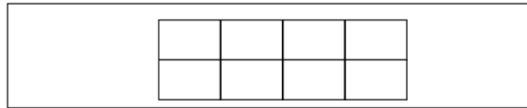
SCALE : NONE(A1)
NONE/A1

- 태안 정죽4리 마을회관의 경우, 비용경제적인 면에서 지붕의 경사면을 최대한 활용하는 것이 남향, 경사각 30°에 맞춰 기둥을 설치하는 것보다 유리할 것으로 분석되어, 태양광 모듈을 경사지붕에 밀착하는 방향으로 설계함.





평면도



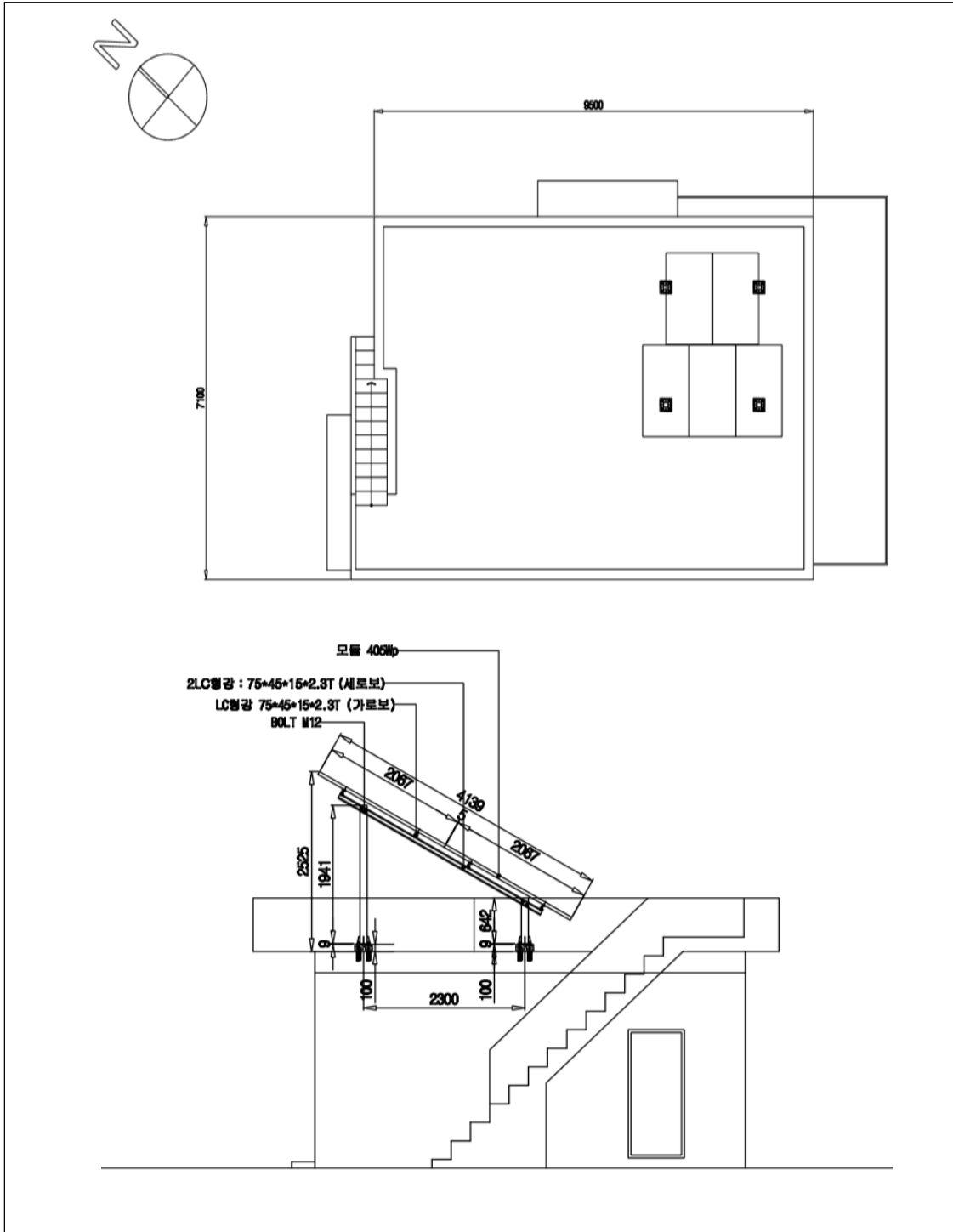
NOTE

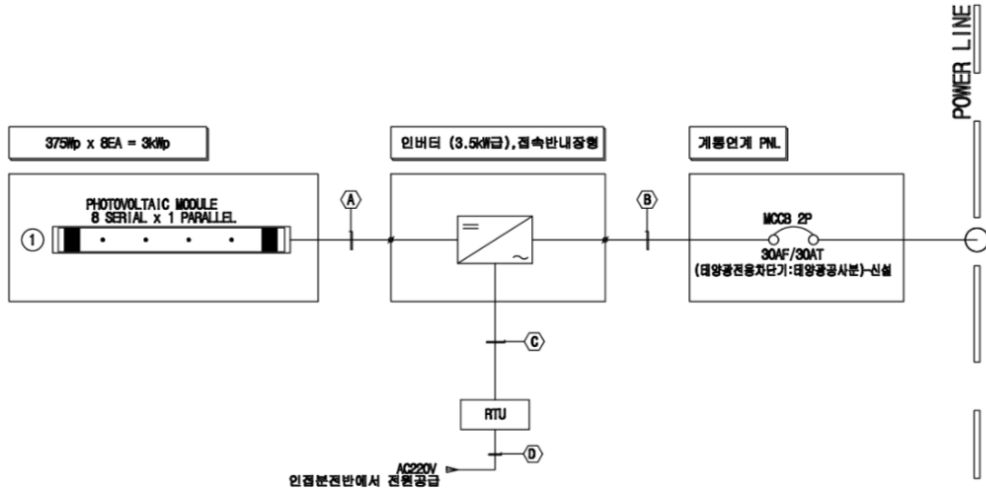
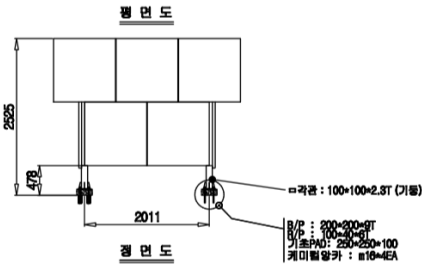
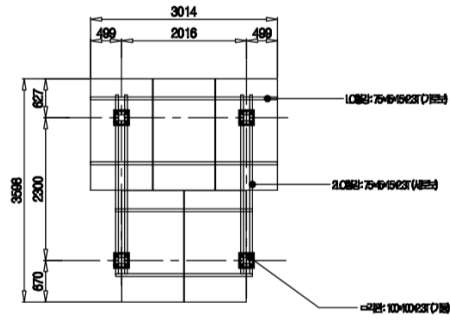
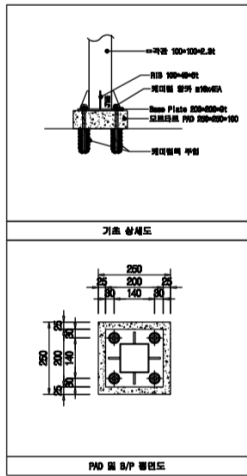
연번	FROM	TO	전선 및 전선규격	공사구분
(A)	ARRAY	인버터(3.5kW)	F-CV 6mm ² 1C x 2L	태양광공사
(B)	인버터(3.5kW)	계통연계	F-CV 6mm ² 2C x 1L, F-GV 4mm ² (FLEX 30C)	태양광공사
(C)	인버터	RTU	UTP CAT.5E CABLE 4P x 1 (FLEX 10C)	모니터링공사
(D)	인접본전반	RTU	F-CV 4mm ² 2C x 1L, F-GV 4mm ² (FLEX 28C)	모니터링공사

1. 현장여건 및 전압강하에 따라 배선 및 배관은 변경될 수 있다.
 2. 인버터, RTU의 위치는 현장에 따라 변경될 수 있다.
 3. 모든 변경사항은 감독관과 협의하여야 한다.

태양광 발전설비 시스템계통도
 SCALE : NONE(A1)
 NONE(A8)

- 여수 밀뚝병 경로당은, 지붕이 평평한 바닥의 옥상으로 되어 있어 태양광 모듈이 남향, 경사각 30° 되도록 기둥을 설계하였으며, 태양광 모듈의 어레이는 시공용이성 및 공사비를 고려하여 3*2열 형태로 구성함.





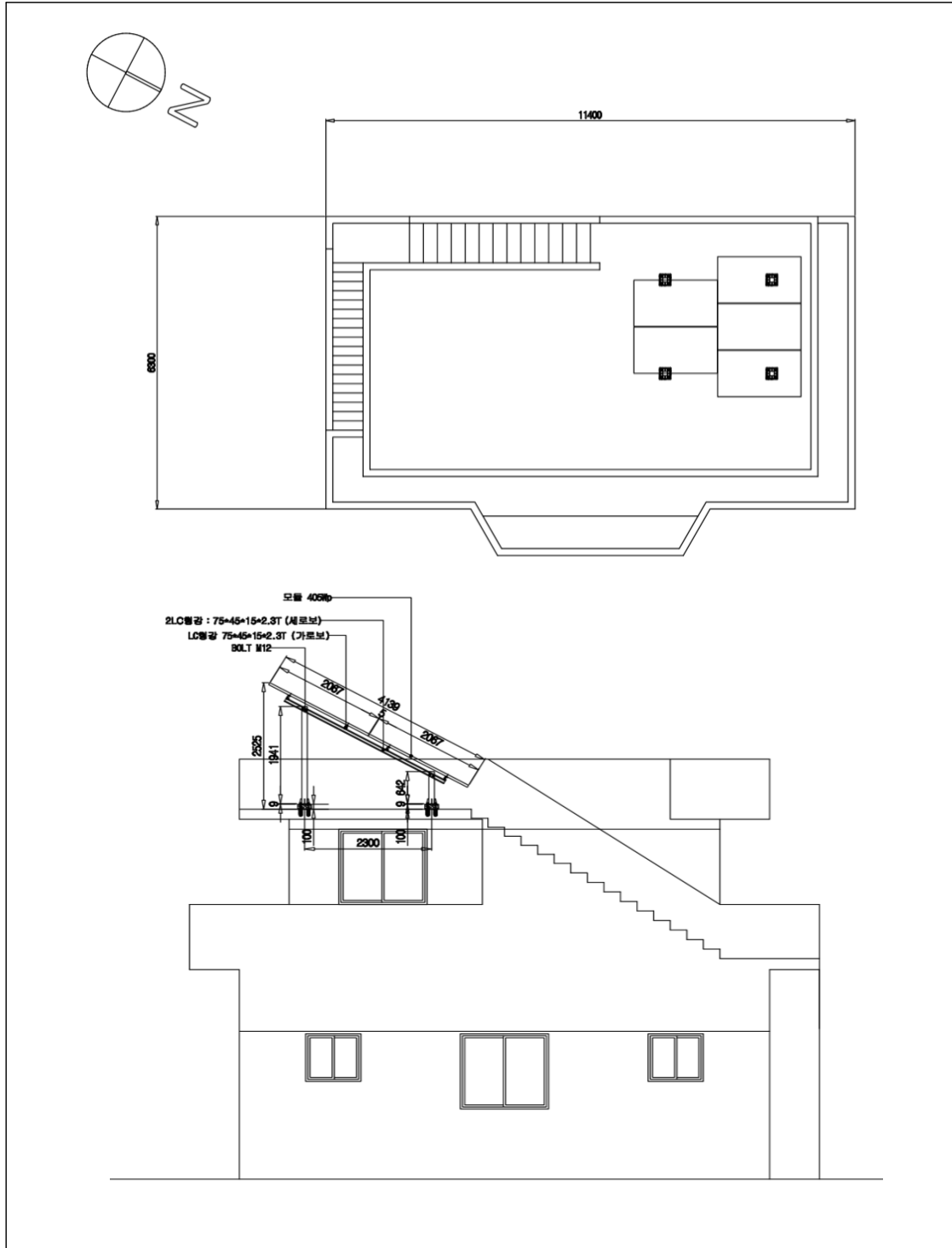
NOTE

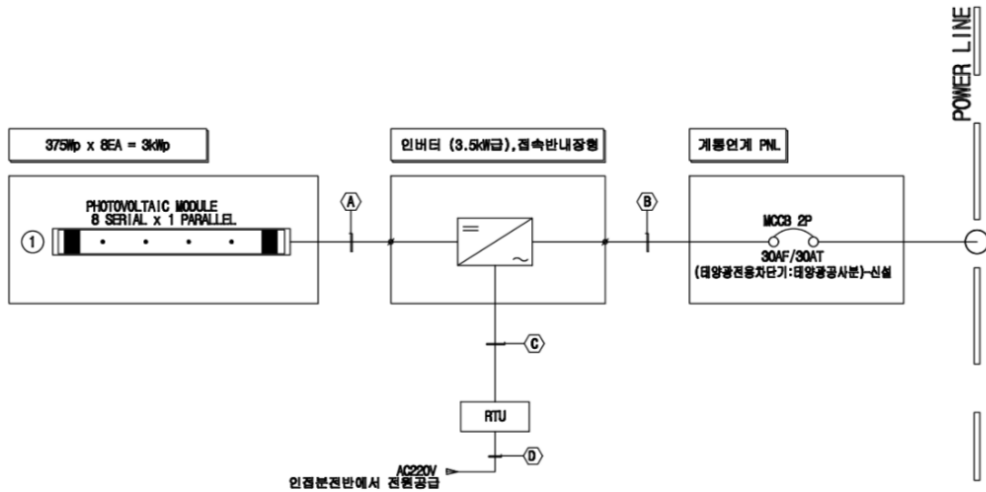
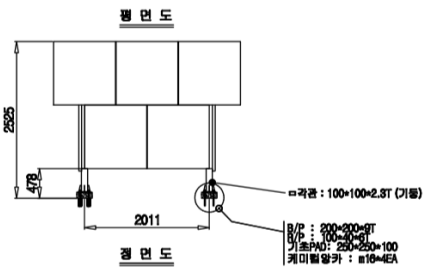
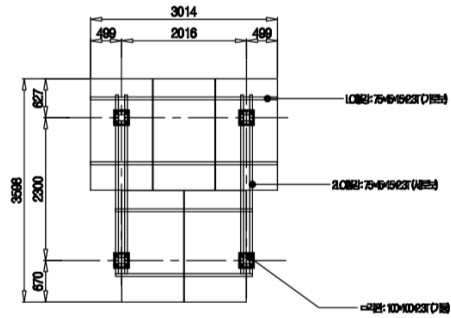
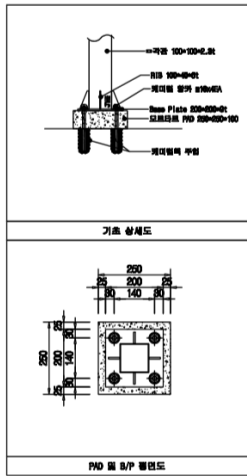
연번	FROM	TO	전선 및 전선규격	공사구분
(A)	ARRAY	인버터(3.5kVA급)	F-CV 6mm ² 1C x 2L	태양광공사
(B)	인버터(3.5kVA급)	계통연계	F-CV 6mm ² 2C x 1L, F-GV 4mm ² (FLEX 30C)	태양광공사
(C)	인버터	RTU	UTP CAT.5E CABLE 4P x 1 (FLEX 10C)	모니터링공사
(D)	인접변전반	RTU	F-CV 4mm ² 2C x 1L, F-GV 4mm ² (FLEX 20C)	모니터링공사

1. 현장여건 및 전압강하에 따라 배선 및 배관은 변경될 수 있다.
2. 인버터, RTU의 위치는 현장에 따라 변경될 수 있다.
3. 모든 변경사항은 감독결과 협의하여야 한다.

태양광 발전설비 시스템계통도
SCALE : NONE(A1)
NONE(A8)

- 여수 봉오리 마을회관은, 지붕이 평평한 바닥의 옥상으로 되어 있어 태양광 모듈이 남향, 경사각 30°되도록 기둥을 설계하였으며, 태양광 모듈의 어레이는 시공용이성 및 공사비를 고려하여 3*2열 형태로 구성함.





NOTE

연번	FROM	TO	전선 및 전선규격	공사구분
(A)	ARRAY	인버터(3.5kW급)	F-CV 6mm ² 1C x 2L	태양광공사
(B)	인버터(3.5kW급)	계통연계	F-CV 6mm ² 2C x 1L, F-GV 4mm ² (FLEX 30C)	태양광공사
(C)	인버터	RTU	UTP CAT.5E CABLE 4P x 1 (FLEX 10C)	모니터링공사
(D)	인접변전반	RTU	F-CV 4mm ² 2C x 1L, F-GV 4mm ² (FLEX 20C)	모니터링공사

1. 현장여건 및 전압강하에 따라 배선 및 배관은 변경될 수 있다.
2. 인버터, RTU의 위치는 현장에 따라 변경될 수 있다.
3. 모든 변경사항은 감독결과 협의하여야 한다.

태양광 발전설비 시스템계통도
SCALE : NONE(A1)
NONE(A8)

나. 농촌 공공생활시설 제로에너지 그린 리모델링 표준모델 에너지 시뮬레이션 분석

(1) ENERGY#을 통한 에너지 성능 시뮬레이션

- ENERGY# 프로그램은 ISO13790 기반의 건물에너지 해석 프로그램으로서 패시브하우스 협회에서 패시브하우스 인증을 위한 건물에너지를 분석하는데 기본 프로그램으로 사용하고 있음.
- ECO2 프로그램은 건축물에너지효율등급 인증에 적용되는 프로그램이며, ENERGY# 프로그램은 부분별 에너지 손실 및 획득을 분석할 수 있으며, 열교 해석에 관한 입력이 가능한 프로그램으로 이 두 프로그램을 상호 분석하였음.

(90)

				4					
()		52.6	60.8	113.7	115.3	62.70	36.8	42.10	41.7
(W/m ² K)	RC /	0.572	0.15	0.377 ~0.467	0.140 ~0.147	0.718 ~0.754	0.149 ~0.209	0.559 ~0.58	0.140 ~0.147
		-	0.159	-	0.155 ~0.159	-	-		-
(W/m ² K)		0.580	0.276	0.517 ~0.520	0.278	0.754	0.275	0.410	0.278
(W/m ² K)	RC ()	-	-	0.292 ~0.365	0.119	0.520	0.271	0.350	0.118
	RC ()	0.404	-	-	-	-	-	-	-
	()	-	0.119 ~0.127	-	0.119	-	-	-	-
(W/m ² K)		3.364	1.0	4.0	1.0	4.19	1.0	4.19	1.0
(W/m ² K)		3.364	0.8	4.0	0.8	4.19	0.8	4.19	0.8
(W/m ² K)		2.7	0.5	4.0	0.5	4.19	0.5	4.19	0.5
(n50)		19.4	1.0	10.7	1.0	7.88	1.0	6.49	1.0
	(CMH)	-	350	-	500	-	250	-	250
	(%)	-	0.75	-	0.75	-	0.75	-	0.75
	(%)	-	0.5	-	0.5	-	0.5	-	0.5
	(kW)	-	2	-	3	-	2	-	2
			LPG		LPG		LPG		LPG
	(kW)	2.7	17.2	20		20		20	
	(°C)				80				
	(°C)				60				
	(%)	98	90	90		90		90	
	(kW)	6	11	9		9	3		11
	COP				3				

(가) 화천 유촌리 경로당의 그린 리모델링 전후 ENERGY# 결과

- 화천 유촌리 경로당 그린 리모델링의 주요 내용은 패시브 요소로 외벽·바닥·지붕부위 고단열, 창호성능 개선, 기밀개선 적용함. 액티브 요소로 보일러 효율개선(등유→도시가스), 조명밀도 개선, 열회수 환기장치 적용함. 신재생에너지로 태양광패널 2 kW 설치하는 것으로 계획함.

(91)		ENERGY#	
			가
		+	+
		-	2 kW
(W/m ² K)		0.572	0.150 ~ 0.159
		0.404	0.119
		0.580	0.276
		3.364	1.0
		3.364	0.8

- 화천 유촌리 경로당의 난방부분의 에너지 손실 및 획득량을 분석하였음.
 - 지붕, 외벽, 바닥, 창호, 환기 등을 통한 단위 면적당 열손실량은 457.4kWh/m² 임. 출입문과 창호 등을 통한 손실이 가장 많아 32%를 차지하고 있으며, 환기, 외벽, 지붕, 바닥 순으로 열손실이 많음. 창호, 발열, 외피를 통한 열 획득량은 45.1kWh/m² 로 열손실량의 약 10%임. 손실량에서 획득량을 제외하여 개선전 유촌리 경로당의 난방성능은 412kWh/m²임.
 - 개선 후 난방성능은 67kWh/m²로 개선 전 412kWh/m²에 비하여 84%개선됨. 열손실량이 23% 낮아졌으며, 창호, 발열, 외피를 통한 열 획득량은 38.6kWh/m² 로 열손실량의 약 37%로 높아짐.
 - 개선 후에도 열손실이 많은 부위는 출입문 및 창호가 30%를 차지하고 있으나, 기밀성능개선으로 환기를 통한 열손실은 줄어들었음.

(92)		(A)						(B)				A-B		
		53.5	94.7	39.4	21.4	122.6	125.8		457.4	16.5	1.4	27.2	45.1	412.3
		12%	21%	9%	5%	27%	28%		100%				10%	

(93)

	(A)								(B)				A-B
	13.7	19.7	17.2	7.7	24.1	21.4	1.8	105.6	19.5	-0.1	19.2	38.6	67.0
	13%	19%	16%	7%	23%	20%	2%	100%				37%	

(나) 태안 정죽4리 마을회관의 그린 리모델링 전후 ENERGY# 결과

- 태안 정죽4리 마을회관 그린 리모델링의 주요 내용은 패시브 요소로 외벽·바닥·지붕부 위 고단열, 창호성능 개선, 기밀개선 적용함. 액티브 요소로 보일러 효율개선(등유→도시가스), 조명밀도 개선, 열회수 환기장치 적용함. 신재생에너지로 태양광패널 3kW 설치하는 것으로 계획함.
- 1층과 2층을 연결하는 내부 계단을 계획하며, 각 실로 구획되어 있던 1층 내부 공간을 하나의 공간으로 확장하여 냉난방설비의 효율성 개선하였음.
- 태안 정죽4리 마을회관의 난방부분의 에너지 손실 및 획득량을 분석하였음.
 - 지붕, 외벽, 바닥, 창호, 환기 등을 통한 단위 면적당 열손실량은 217.5kWh/m² 임. 출입문과 창호 등을 통한 손실이 가장 많아 40%를 차지하고 있으며, 환기, 외벽, 지붕, 바닥 순으로 열손실이 많음. 창호, 발열, 외피를 통한 열 획득량은 32.2kWh/m² 로 열손실량의 약 15%임. 손실량에서 획득량을 제외하여 개선전 태안 정죽4리 마을회관의 난방 성능은 185kWh/m² 임.
 - 개선 후 난방성능은 55.5kWh/m²로 개선 전 185kWh/m²에 비하여 70%개선되었음. 열손실량이 39% 낮아졌으며, 창호, 발열, 외피를 통한 열 획득량은 29.7kWh/m² 로 열손실량의 약 35%로 높아짐.
 - 개선 후에도 열손실이 많은 부위는 출입문 및 창호가 30%를 차지하고 있으나, 기밀성능개선으로 환기를 통한 열손실은 줄어들었음.

(94)

4

ENERGY#

		가	
		+	1
		-	2
		3 kW	
(W/m ² K)		0.377 ~ 0.467	0.140 ~ 0.159
		0.292 ~ 0.365	0.119
		0.517 ~ 0.520	0.278
		4.0	1.0
		4.0	0.8

(95) 4

	(A)							(B)					A-B
4	16.6	48.2	13.8	11.2	75.5	52.2		217.5	23.4	-0.3	9.1	32.2	185
	8%	22%	6%	5%	35%	24%		100%				15%	

(96) 4

	(A)							(B)					A-B
4	8.7	21.3	10	2.9	23.2	18.2	0.8	85.1	14.8	-0.1	15.0	29.7	55.5
	10%	25%	12%	3%	27%	21%	1%	100%				35%	

(다) 여수 봉오리 마을회관의 그린 리모델링 전후 ENERGY# 결과

- 여수 봉오리 마을회관 그린 리모델링의 주요 내용은 패시브 요소로 외벽·바닥·지붕부위 고단열, 창호성능 개선, 기밀개선 적용함. 액티브 요소로 보일러 효율개선(등유→도시가스), 조명밀도 개선, 열회수 환기장치 적용함. 신재생에너지로 태양광패널 2kW 설치하는 것으로 계획함.

(97)

ENERGY#

		가	
		-	2 kW
(W/m ² K)		0.718 ~ 0.754	0.149~0.209
		0.520	0.271
		0.754	0.275
		4.190	1.0
		4.190	0.8

- 여수 봉오리 마을회관 난방부분의 에너지 손실 및 획득량을 분석하였음.
 - 지붕, 외벽, 바닥, 창호, 환기 등을 통한 단위 면적당 열손실량은 184kWh/m² 임. 출입문과 창호 등을 통한 손실이 가장 많아 54%를 차지하고 있으며, 환기, 외벽, 지붕, 바닥 순으로 열손실이 많음. 창호, 발열, 외피를 통한 열 획득량은 49.3kWh/m² 로 열손실량의 약 27%임. 손실량에서 획득량을 제외하여 개선전 여수 봉오리 마을회관의 난방성능은 134.7kWh/m²임.

(98)

	(A)							(B)				A-B	
	5.4	47.9	11.5	16.1	82.2	20.9		184.0	35.5	0.6	13.2	49.3	134.7
	3%	26%	6%	9%	45%	11%		100%				37%	

- 개선 후 난방성능은 42.4kWh/m²로 개선 전 134.7kWh/m²에 비하여 68.5% 개선되었음. 열손실량이 49.8% 낮아졌으며, 창호, 발열, 외피를 통한 열 획득량은 49.2kWh/m²로 열손실량의 약 54%로 높아짐.
- 개선 후에도 열손실이 많은 부위는 출입문 및 창호가 25%를 차지하고 있으나, 기밀성능개선으로 환기를 통한 열손실은 줄어들었음.

(99)

	(A)							(B)				A-B	
	19.2	19.7	11.4	5.8	17.1	15.3	3.1	91.6	35.4	0.7	13.1	49.2	42.4
	21%	22%	12%	6%	19%	17%	3%	100%				54%	

(라) 여수 밀뚝병 경로당의 그린 리모델링 전후 ENERGY# 결과

(100)

ENERGY#

			가	
		-	2 kW	
(W/m ² K)		0.559~0.580	0.140~0.147	
		0.350	0.118	
		0.410	0.278	
		4.190	1.0	
		4.190	0.8	

- 여수 밀뚝병 경로당 그린 리모델링의 주요 내용은 패시브 요소로 외벽·바닥·지붕부위 고단열, 창호성능 개선, 기밀개선 적용함. 액티브 요소로 보일러 효율개선(등유→도시가스), 조명밀도 개선, 열회수 환기장치 적용함. 신재생에너지로 태양광패널 2kW 설치하는 것으로 계획함.
- 여수 밀뚝병 경로당의 난방부분의 에너지 손실 및 획득량을 분석하였음.
 - 지붕, 외벽, 바닥, 창호, 환기 등을 통한 단위 면적당 열손실량은 165.5kWh/m² 임. 출입문과 창호 등을 통한 손실이 가장 많아 48%를 차지하고 있으며, 환기, 외벽, 지붕, 바

다 순으로 열손실이 많음. 창호, 발열, 외피를 통한 열 획득량은 37kWh/m² 로 열손실량의 약 22%임. 손실량에서 획득량을 제외하여 개선전 여수 밑둑병 경로당의 난방성능은 128.5kWh/m²임.

- 개선 후 난방성능은 38.8kWh/m²로 개선 전 128.5kWh/m²에 비하여 69.8%개선되었음. 열손실량이 54.1% 낮아졌으며, 창호, 발열, 외피를 통한 열 획득량은 32.2kWh/m² 로 열손실량의 약 38%로 높아짐.
- 개선 후에도 열손실이 많은 부위는 출입문 및 창호가 21%를 차지하고 있으나, 기밀성능개선으로 환기를 통한 열손실은 줄어들었음.

(101)

	(A)							(B)				A-B	
	17.7	37.3	12.7	0	78.8	19		165.5	16.1	0.8	20.1	37	128.5
	11%	23%	8%	0%	48%	11%		100%				22%	

(102)

	(A)							(B)				A-B	
	8.3	16	11	4.8	16.2	17.9	1.6	75.8	16.1	0.8	20.1	37	38.8
	11%	21%	15%	6%	21%	24%	2%	100%				49%	

(마) ENERGY#을 통해 확인한 그린 리모델링의 에너지 절감율

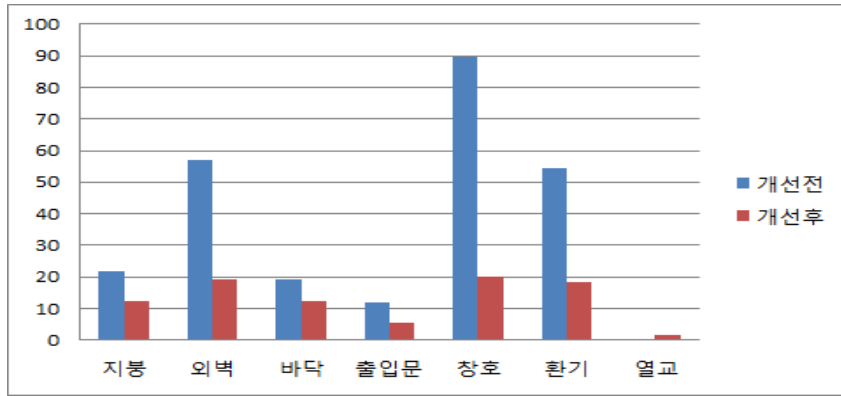
- 리모델링 표준모델의 에너지 절감량은 254.675kWh/m²·년에서 89.525kWh/m²·년로 기존대비 65% 절감되었음. 개선 전에는 출입문 및 창호에서 약 40% 에너지 손실이 발생하였음. 개선 후에도 부위별 손실 비율은 유사하나 부위별 손실의 밸런스를 유지하고 있음.

(103)

(ENERGY#)

(단위 : kWh/m²·년)

(4)	23.3	57.025	19.35	12.15	89.75	54.45		256.1
	9%	22%	8%	5%	35%	21%		100%
(4)	12.475	19.175	12.4	5.3	20.15	18.2	1.825	89.525
	14%	21%	14%	6%	23%	20%	2%	100%



< 95 >

(2) ECO2를 통한 에너지 성능 시뮬레이션

- ECO2 프로그램은 ISO13790과 DIN 18599을 기반으로 하는 건물에너지 해석 프로그램으로서 건축물 에너지효율등급 평가를 위해 에너지관리공단에서 배포한 프로그램임.
- ENERGY#과 기본 입력사항은 다르지 않으나 열교 해석에 대한 내용은 반영될 수 없음.
- ECO2 프로그램은 건축물에너지효율등급 인증 및 ZEB등급 인증에 사용되는 프로그램임.
- 본 연구에서는 ENERGY#을 통해 완료된 설계 내용이 목표 성능을 달성할 수 있는지 여부를 확인하기 위해 활용됨.

(가) 화천 유촌리 경로당의 그린 리모델링 전후 ECO2 결과

- 건축설계 작용 내용 ENERGY#과 동일함.
- 난방열원 : 전기보일러(변경 전) → 가스보일러(변경 후)
- 태양광패널 설치용량 : 2 kW
- 기후데이터 : 춘천

(104)		ECO2						
		(kWh/m ² ·)		1 (kWh/m ² ·)		CO2 (kg/m ²)		
	240.7	52.0	297.9	73.5	829.9	80.3	152.3	14.8
	14.8	15.1	4.4	-0.9	12.1	-2.5	2.1	-0.4
	7.5	7.5	8.2	10.9	22.5	12.0	3.8	2.2
	26.0	13.1	26.0	-2.7	71.6	-7.3	12.2	-1.3
	-	-	-	-0.3	-	-0.9	-	-0.2
	-	-	-	-25.1	-	-69.1	-	-
	289.0	87.6	336.5	80.5	999.1	81.5	170.4	15.1

- ECO2를 통해 확인한 화천 유촌리 경로당의 등급용 1차 에너지 소요량은 81.5 kWh/m²·년 이었으며 에너지 자립률은 45.89%로 나타남.
- 부위별 열관류율을 개선적용하여 에너지요구량이 절감되었고 난방 열원으로 사용했던 전기에너지를 도시가스로 전환하자 1차에너지소요량 역시 감소하였음.
- ECO2를 통해 확인한 화천 유촌리 경로당의 에너지효율등급은 1++이며 제로에너지건축물 인증등급은 4등급임.

(나) 태안 정죽4리 마을회관의 그린 리모델링 전후 ECO2 결과

- 건축설계 작용 내용 ENERGY#과 동일함.
- 난방열원 : 등유보일러 → 가스보일러(변경후)
- 태양광패널 설치용량 : 3 kW
- 기후데이터 : 청주

	(105)		4		ECO2			
	(kWh/m ² ·)		(kWh/m ² ·)		1 (kWh/m ² ·)		CO2 (kg/m ²)	
	142.1	44.3	195.4	64.9	218.5	71.7	51.1	13.2
	18.1	16.2	5.5	0.8	15.2	2.3	2.6	0.4
	7.5	7.5	13.0	9.8	14.4	10.9	3.4	2.0
	20.4	15.7	20.4	2.7	56.2	7.4	9.6	1.3
	-	-	-	0.1	-	0.3	-	-
	-	-	-	-18.4	-	-50.6	-	-
	188.1	83.6	234.4	78.4	304.4	92.5	66.6	16.8

- ECO2를 통해 확인한 태안 정죽4리 마을회관의 등급용 1차에너지소요량은 91.1 kWh/m²·년 이었으며 에너지 자립률은 35.38%로 나타남.
- 부위별 열관류율 개선을 통해 에너지요구량이 감소하면서 1차에너지 소요량이 70%으로 낮아짐.
- ECO2를 통해 확인한 태안 정죽4리 마을회관의 에너지효율등급은 1++이며 제로에너지건축물 인증등급은 5등급임.

(다) 여수 봉오리 마을회관의 그린 리모델링 전후 ECO2 결과

- 건축설계 작용 내용 ENERGY#과 동일함.
- 난방열원 : 등유보일러 → 가스보일러(변경후)
- 태양광패널 설치용량 : 2 kW
- 기후데이터 : 부산

(106)		ECO2						
(kWh/m ² ·)		(kWh/m ² ·)		1 (kWh/m ² ·)		CO2 (kg/m ²)		
1523.5	25.3	213.7	38.1	241.1	42.1	56.1	7.7	
27.9	17.2	8.3	0.4	22.9	1.1	3.9	0.2	
7.5	7.5	18.6	10.8	20.6	11.9	4.8	2.2	
27.5	21.2	27.5	1.6	75.6	4.5	12.9	0.8	
-	-	-	0.1	-	0.3	-	0.1	
-	-	-	-27.1	-	-74.4	-	-	
216.4	71.1	268.1	51.1	360.2	59.9	77.8	10.9	

- ECO2를 통해 확인한 여수 봉오리 마을회관의 등급용 1차에너지소요량은 59.1 kWh/m²·년 이었으며 에너지 자립률은 55.40 %로 나타남.
- ENERGY#의 결과와는 달리 2층으로 통하는 외부계단의 열교 분석에 관한 데이터 반영 없이 개선된 부위별 열관류율만 적용되면서 에너지요구량이 급감함. 중부 지역보다 상대적으로 따뜻한 남부 지방의 기후데이터 역시 에너지요구량이 감소하는 요인이 됨.
- ECO2를 통해 확인한 여수 봉오리 마을회관의 에너지효율등급은 1+++이며 제로에너지 건축물 인증등급은 4등급임.

(라) 여수 밀뚝병 경로당의 그린 리모델링 전후 ECO2 결과

- 건축설계 작용 내용 ENERGY#과 동일함.
- 난방열원 : 등유보일러 → 가스보일러(변경후)
- 태양광패널 설치용량 : 2 kW
- 기후데이터 : 부산

	(kWh/m ² ·)		(kWh/m ² ·)		1 (kWh/m ² ·)		CO2 (kg/m ²)	
	121.7	30.7	170.2	48.8	192.2	49.0	44.7	9.0
	16.0	18.0	4.8	-2.3	13.2	-6.2	2.2	-1.1
	7.5	7.5	16.2	11.8	18.0	12.9	4.2	2.4
	27.4	15.9	27.4	-6.7	75.3	-18.4	12.8	-3.1
	-	-	-	-0.6	-	-1.7	-	-0.3
	-	-	-	-35.3	-	-97.0	-	-
	172.7	72.0	218.6	48.0	298.7	35.5	64.0	6.9

- ECO2를 통해 확인한 여수 밀뚝병 경로당의 등급용 1차 에너지 소요량은 38.8 kWh/m²·년 이었으며 에너지 자립률은 73.22%로 나타남.
- ENERGY#의 결과와는 달리 옥상층으로 통하는 외부계단의 열교 분석에 관한 데이터 반영 없이 개선된 부위별 열관류율만 적용되면서 에너지요구량이 급감함. 중부 지역보다 상대적으로 따뜻한 남부 지방의 기후데이터 역시 에너지요구량을 급감시키는 요인이 됨.
- ECO2를 통해 확인한 여수 밀뚝병 경로당의 에너지효율등급은 1+++이며 제로에너지건 축물 인증등급은 3등급임.

(마) ECO2를 통해 확인한 그린 리모델링 표준모델의 목표달성 여부

- 개선전 4개 건축물의 1차에너지 소요량은 298.7~986.1kWh/m²·y로 2등급에서 등급외까지 수준으로 분석됨. 패시브요소, 액티브요소, 태양광패널을 설치한 후 1차 에너지 소요량은 38.8~91.1kWh/m²·y로 평균 67.35kWh/m²·y 1+++등급에 해당함.
- ECO2를 통해 확인한 결과 모든 표준모델이 목표성능(ZEB 5등급)을 달성하였음.

(108)

ECO2

		4			
1	(kWh/m ²)	904.6	211.9	300.3	263.2
1	(kWh/m ²)	80.5	78.4	51.1	48.0
1	(kWh/m ²)	81.5	92.5	59.9	35.5
		45.89%	35.38%	55.40%	73.22%
		1++	1++	1+++	1+++
		4	5	4	3

다. 농촌 공공생활시설 제로에너지 그린 리모델링 표준모델 공사비 분석

(1) 공사비 분석

○ 그린리모델링 표준모델 4개소의 공사비는 건축, 기계설비, 전기, 통신 공사의 합계로 이루어짐.

(109)

(단위 : 원)

		4		
(㎡)	75.45 (22.82 py)	153.15 (46.33 py)	70.32 (21.27 py)	49.72 (15.04 py)
	136,805,000	284,677,000	106,318,000	113,387,000
	34,374,000	53,701,000	27,342,000	26,071,000
	22,751,000	38,514,000	24,674,000	22,828,000
	6,800,000	8,923,000	7,503,000	7,441,000
	200,730,000	385,815,000	165,837,000	169,727,000

○ 공사비 총액의 규모는 연면적이 넓을수록 증가하였으나 면적에 따른 평당 공사비를 산정할 경우 모델별로 다른 결과를 보임.

(110)

(단위 : 원/py)

		4		
100% (/py)	8,794,834	8,327,923	10,482,246	11,284,814
85%	7,475,609	7,078,735	8,909,909	9,592,092
80%	7,035,867	6,662,339	8,385,797	9,027,851
75%	6,596,125	6,245,942	7,861,685	8,463,611
70%	6,156,384	5,829,546	7,337,572	7,899,370
()	22.82 py	46.33 py	15.82 py (1)	15.04 py
	7,475,609 ~ 6,156,384	7,078,735 ~ 5,829,546	10,482,246 ~ 7,337,572	11,284,814 ~ 7,899,370

- 공사비 총액의 규모로는 연면적이 가장 넓은 태안 정죽4리 마을회관이 가장 높지만 평당 공사금액을 기준으로 보았을 때에는 면적이 가장 좁은 여수 밀뚝병 경로당이 가장 높은 공사금액을 보였음.
- 여수 봉오리 마을회관과 밀뚝병 경로당의 면적은 지상 2층인 봉오리 마을회관이 밀뚝병 경로당에 비해 큰 규모로 보이나 실제 공사 내용(지상 1층의 내외부와 지붕을 개선)과 규모로 보았을 때 두 곳은 유사하며 공사비 역시 비슷한 규모로 산출되었음.

(가) 화천 유촌리 경로당의 건축 공사비

- 화천 유촌리 경로당의 건축공사비 중 에너지성능 개선을 위해 사용된 공사금액의 비중은 약 43%이며 이 중 가장 높은 비중을 차지하는 공종은 외부 창호 및 유리 공사임.

(111)

()	()	(%)	()	()	(%)
				94,660,955	100
	53,972,469	57.0		40,688,486	43.0
가	1,707,537	1.8		8,782,632	9.3
	266,398	0.3			
	1,099,916	1.2			
	607,046	0.6		1,819,854	1.9
	9,172,088	9.7			
	10,483,693	11.1			
	602,822	0.6		20,533,300	21.7
	1,819,854	1.9			
	1,461,883	1.5			
	2,693,696	2.8		4,837,900	5.1
	2,393,510	2.5			
	457,302	0.5			
	13,804,931	14.6		4,714,800	5.0
	4,045,109	4.3			
	869,706	0.9	EVB		
	2,486,978	2.6			

- 일반 공사의 공종별 공사비 중에서는 목구조 공사의 비율이 가장 높았는데 이는 화장실 부분을 기존 조립식 판넬 구조를 철거하고 목구조로 재건축하는데 따른 공사비용임.
- 화천 유촌리 경로당의 개선후 연면적은 75.45m² (22.82 py)로 면적당 건축공사비 총액은

평당 4,147 천원이며 이 중 일반 개선공사는 평당 2,354 천원, 에너지 개선공사에는 평당 1,782 천원이 소요되는 것으로 나타남.

(나) 태안 정죽4리 마을회관의 건축 공사비

- 정죽4리 마을회관의 건축공사비 중 에너지성능 개선을 위해 사용된 공사금액의 비중은 약 38%이며 이 중 가장 높은 비중을 차지하는 공종은 외부 창호 및 유리 공사로 전체 건축공사비의 17.1%의 비중을 차지함.

(112)		4			
()	()	(%)	()	()	(%)
				196,395,417	100
	121,637,314	61.9		74,758,103	38.1
가	3,912,764	2.0		14,912,509	7.6
	414,139	0.2			
	6,379,437	3.2			
	244,204	0.1			
	3,369,742	1.7			
	13,621,229	6.9		33,498,400	17.1
	21,213,879	10.8			
	4,034,202	2.1			
	2,905,076	1.5			
	5,051,686	2.6		15,957,394	8.1
	4,917,668	2.5			
	775,249	0.4			
	59,724,039	30.4		10,389,800	5.3
	11,610,353	5.9	EVB		
	1,161,227	0.6			
	5,523,126	2.8			

- 일반 공사의 공종별 공사비 중에서는 목구조 공사의 비율이 가장 높았는데 이는 기존 판넬구조로 되어있던 2층 부분을 철거하고 목구조로 재건축 하는데 사용되는 금액임.
- 일반 공사 중 철거공사 비용은 현재 건물의 구조 및 상태를 감안하였을 때 철거시 발생하는 고철 및 알루미늄 등으로 인한 비용 절감이 약 22,000천원정도 예상되기 때문에 철거로 인한 공사비용을 제외하고도 약 11,000천원 정도의 절감 비용이 발생할 것으로 예상됨.

- 태안 정죽4리 마을회관의 개선후 연면적은 153.15m² (46.33 py)로 면적당 건축 공사비 총액은 평당 4,239 천원이며 이 중 일반 개선공사는 평당 2,626 천원, 에너지 개선공사에는 평당 1,614 천원이 소요되는 것으로 나타남.

(다) 여수 봉오리 마을회관의 건축 공사비

- 봉오리 마을회관의 건축공사비 중 에너지성능 개선을 위해 사용된 공사금액의 비중은 약 40%이며 이 중 가장 높은 비중을 차지하는 공종은 외부 창호 및 유리 공사로 전체 건축공사비의 23.1%의 비중을 차지함.

(113)

()	()	(%)	()	()	(%)
				71,779,220	100
	42,936,712	59.8		28,842,508	40.2
가	1,578,243	2.2		9,155,208	12.8
	218,978	0.3			
	1,127,516	1.6			
	2,219,031	3.1			
	13,398,259	18.7			
	6,656,128	9.3			
	2,855,860	4.0		16,605,900	23.1
	1,070,675	1.5			
	3,557,264	5.0			
	2,126,896	3.0			
	247,894	0.3		3,081,400	4.3
	3,866,017	5.4	EVB		
	1,129,968	1.6			
	2,883,983	4.0			

- 일반 공사의 공종별 공사비 중에서는 타일공사의 비율이 가장 높았는데 이는 구조 변경이나 증축면적이 크지 않은 상황에서 점토벽돌 타일을 사용하는 외장재의 공사비 비중이 높았기 때문임.
- 여수 봉오리 마을회관의 개선후 연면적은 82.34m² (24.91 py)이지만 실제 개선 공사 범위는 지상1층에 국한되므로 면적당 건축 공사비를 산정하기 위한 면적은 지상1층의 연면적 52.30m² (15.82 py)이 적정함.
- 이를 기준으로 면적당 건축 공사비 총액은 평당 4,537 천원이며 이 중 일반 개선공사는 평당 2,713 천원, 에너지 개선공사에는 평당 1,823 천원이 소요되는 것으로 나타남.

(라) 여수 밀뚝병 경로당의 건축 공사비

- 밀뚝병 경로당의 건축공사비 중 에너지성능 개선을 위해 사용된 공사금액의 비중은 약 41%이며 이 중 가장 높은 비중을 차지하는 공종은 외부 창호 및 유리 공사로 전체 건축공사비의 24.8%의 비중을 차지함.

(114)

()	()	(%)	()	()	(%)
				78,560,368	100
	44,859,871	59.3		31,955,958	40.7
가	1,322,896	1.7		8,000,358	10.2
	321,907	0.4			
	1,722,746	2.2			
	872,771	1.1			
	17,499,580	22.3		19,455,100	24.8
	5,849,550	7.4			
	4,361,539	5.6			
	1,788,179	2.3			
	2,834,872	3.6			
	1,780,164	2.3			
	1,590,458	2.0		4,500,500	5.7
	993,032	1.3	EVB		
	3,065,730	3.9			
	856,447	1.1			
	1,744,539	2.2			

- 일반 공사의 공종별 공사비 중에서는 타일공사의 비율이 가장 높았는데 이는 구조 변경이나 증축면적이 크지 않은 상황에서 점토벽돌 타일을 사용하는 외장재의 공사비 비중이 높았기 때문임.
- 여수 밀뚝병 경로당의 개선후 연면적은 49.72m² (15.04 py)로 면적당 건축 공사비 총액은 평당 5,223 천원이며 이 중 일반 개선공사는 평당 3,099 천원, 에너지 개선공사에는 평당 2,125 천원이 소요되는 것으로 나타남.

(마) 그린리모델링 표준모델의 건축 공사비

- 그린리모델링 표준모델 4개소의 총 공사금액 대비 에너지 개선공사의 비율은 38~43% 로써 40% 내외의 비율을 보임.

(115)

	94,660,955	40,688,486	42.98%
4	196,395,417	74,758,103	38.07%
	71,779,220	28,842,508	40.18%
	78,560,368	31,955,958	40.68%

(116)

	(m ² , py)	(, ' /py)	(, ' /py)
	75.45 22.82	94,660,955 4,147,499	40,688,486 1,782,735
4	153.15 46.33	196,395,417 4,239,249	74,758,103 1,613,674
	52.3 15.82	71,779,220 4,537,030	28,842,508 1,823,081
	49.72 15.04	78,560,368 5,223,324	31,955,958 2,124,689

- 그린리모델링 표준모델 4개소의 면적당 건축공사비를 보면 면적이 적을수록 평당 공사비는 높아지는 것을 알 수 있음.
- 공사범위의 규모가 비슷한 봉오리 마을회관과 밀뚝병 경로당의 공사비를 비교해 보면 면적이 약 3m² 적은 밀뚝병 경로당의 공사비가 더 높게 계산된 것을 확인할 수 있는데 이는 건축법상 연면적을 기준으로 비교했기 때문임.

(117)

	(m ²)	(m ²)	(m ²)	(m ²)	(m ²)
	52.3	38.4	36.8	215.4	11.7
	49.7	49.7	40.3	228.4	12.4

- 위의 표에서 나타난 바와 같이 밀뚝병 경로당의 경우 건축법상의 연면적을 제외하고 실내공간, 외피, 창호면적이 봉오리 마을회관 보다 높게 나타남.

(2) 그린리모델링의 경제성 분석

- 그린리모델링으로 인한 경제성 분석을 위해서는 전체 공사비 대비 분야별 에너지성능 개선에 사용된 공사금액을 파악하고 이를 개선 전후 에너지소요량의 차이와 비교하여야 함.

		4		
	136,805,000	284,677,000	106,318,000	113,387,000
	34,374,000	53,701,000	27,342,000	26,071,000
	22,751,000	38,514,000	24,674,000	22,828,000
	6,800,000	8,923,000	7,503,000	7,441,000
	200,730,000	385,815,000	165,837,000	169,727,000
()	40,688,486	74,758,103	28,842,508	31,955,958
	7,547,837	7,864,207	7,864,207	6,536,993
	4,707,000	5,092,985	4,513,000	4,513,000
	52,943,323	87,715,295	41,219,715	43,005,951

- 총 공사금액 중 에너지성능개선에 관한 공사비의 내용은 위 표와 같음
- 환기장치공사의 경우 각 모델의 공사금액이 대동소이 하였으며 봉오리 마을회관의 경우 지상 2층을 포함하여 시공하는 것으로 공사비를 산정하였기 때문에 밑둑병 경로당에 비해 높게 나타남.
- 태양광 설비공사의 경우 태양광 패널 설치 용량에 따라 공사비가 산정되었으며 건물 외 별도의 구조물이 필요한 유촌리 경로당의 경우 소량의 추가비용이 발생함.
- 위의 표와 같이 나타난 공사금액을 개선 전후의 에너지소요량과 비교하기 위해서 ENERGY#을 통한 시뮬레이션 결과를 이용하였음.
- 또한 시뮬레이션 결과를 통해 나타난 에너지소요량 절감량에 유효난방면적을 곱하여 연간 절감되는 에너지소요량의 총량을 파악하였음.

(119) ENERGY#

(단위 : kWh/m²)

		4		
	564.7	250.1	234.7	240.5
	119.1	70.0	132.1	108.7
	445.6	180.1	102.6	131.8
(m ²)	60.8	115.3	36.8	41.7
	27,092	12,464	3,776	5,496
	2,527,728	1,162,885	352,271	512,782

- 위의 표와 같이 절감된 에너지소요량을 에너지비용으로 환산하여 에너지개선공사에 소요된 공사비와 비교 회수기간을 산정하였음.
- 에너지 절감 비용 산정 기준은 개선전 난방비 및 전기요금을 개선 없이 사용하였을 때

소요될 금액으로 가정하여 계산하였음.

- 개선전 사용된 난방에너지원인 등유를 기준으로 난방비 요금을 산정함.

(120) ()

	()	가	()	/kWh
	-	1080	/L	108.0

- 전기요금은 주택용 저압의 전력요금을 기준으로 산정함.

(121) -

	(kWh)	()	(/kWh)
0 ~	200	910	93.3
201 ~	400	1,600	187.9
401 ~	1000	7,300	280.6
1001 ~	7,8,12,1,2	7,300	709.5

- 위에 기준으로 정한 등유, 전기요금에 지난 20년간의 에너지비용 평균 상승률을 아래 표와 같이 적용하였음.

(122) 10

	(/L)	(/kWh)	
1997	373.5	92.05	
1998	524.2	100.62	
1999	491.2	103.07	
2000	559.6	107.3	
2001	580.2	111.71	
2002	554.4	110.31	
2003	638.8	107.96	
2004	752.2	110.41	
2005	871.0	110.82	
2006	931.9	114.33	5.54%
2007	932.2	114.31	
2008	1,238.7	114.97	
2009	976.2	114.45	0.90%
2010	1,076.0	119.85	
2011	1,321.2	119.99	
2012	1,394.1	123.69	
2013	1,366.7	127.02	
2014	1,296.7	125.14	
2015	947.4	123.69	
2016	784.5	121.52	
2017	853.1	108.50	

(출처 : www.kesis.net, KESIS 국가에너지통계 종합정보시스템)

- 이와 같이 설정한 요금 기준으로 그린리모델링 후 첫째의 에너지 절감액을 산출하고 때

년 에너지요금 상승률을 적용하여 절감비용을 계산함.

- 전년도까지의 에너지 절감비용 총액과 해당연도의 에너지 절감액 (전년도 연간 에너지 절감액 x (1 + 에너지요금 상승률))을 합산한 총액이 공사금액을 초과하게 되는 기간 (N년)을 회수기간으로 보았음.

(123)

(단위 : 원)

		4		
	52,943,323	87,715,295	41,219,715	43,005,951
(70%)	52,943,323	87,715,295	41,219,715	43,005,951
	40,688,486	74,758,103	28,842,508	31,955,958
(70%)	28,481,940	52,330,672	20,189,756	22,369,171
()	80,260	95,260	243,770	80,250
()	2,246,573	2,067,730	990,060	501,248
()	2,326,833	2,162,990	70,062,223	74,961,909
		5.54%	0.90%	
	(N-1)	+ (* 106.42%	
		+ (* 100.89%)	
			≥	
	28	40	35	47
	10	17	13	22

- 회수 기간은 가장 노후한 화천 유촌리 경로당이 28년으로 가장 짧게 나타났으며 평당 공사비가 가장 높았던 여수 밀뚝병 경로당이 47년으로 가장 길게 나타남. 이는 노후한 시설일수록 상대적으로 추운 지방일수록 개선 효과가 높게 나타나기에 나타난 결과임.
- 에너지개선공사의 공사비 회수기간을 산정할 경우 공사비 회수기간은 절반 이하로 나타남.

- 위의 표는 최근 20년간의 에너지 비용 상승률을 적용한 것이므로 향후 한정된 석유자원의 희소가치가 상승할 것을 예상할 경우 회수기간은 더욱 짧아질 가능성이 높음.

(3) 그린리모델링 표준모델의 예산반영과 기대효과

- 그린리모델링 표준모델의 예산반영을 위해 그린리모델링 표준모델의 m²당 평균 공사비를 산출하고 전국 농어촌 공공생활시설의 전체 연면적을 가정하여 필요예산 규모를 책정하였음.

(124)

m²

(단위 : 원)

m ²		4		
	2,660,437	2,519,197	3,170,880	3,413,656
	1,958,737	1,946,456	2,382,740	2,548,694
	701,701	572,741	788,140	864,963

- 그린리모델링 표준모델 4개소의 m²당 평균 공사비를 산출한 결과 약 2,519~3,413 천원/m²의 결과를 보였으며 이 중 에너지성능 개선 공사비는 전체 공사비의 22~26%의 비중을 차지하고 있었음.
- 해당 공사비는 내역의 100%를 반영한 것으로 낙찰율을 적용할 경우 최대 70% (약 1,763~2,389 천원/m²)까지 공사비가 줄어들 것으로 예상됨.

(125)

()

단위 : 개소, m²

	60m ²	61-85	86-100	101-150	151-200	201	
	887	2640	1855	1787	986	712	8,867
	10%	30%	21%	20%	11%	8%	
()	53,220	224,400	185,500	268,050	197,200	213,600	1,141,970

- 전국 농어촌 공공생활시설의 규모를 일반화하기 위해 예상 연면적을 산출하였음.
- 그 결과 전국 농어촌 공공생활시설의 전체 규모를 약 1,141,970m²로 가정함.

(126)

		()
m ²	()	2,941,043 (100%)
m ²	()	2,209,156 (75.11%)
m ²	()	731,886 (24.89%)
		1,141,970 m ²
		3,358,582,377,650 (100%)
		2,522,790,374,497 (75.11%)
		835,792,003,154 (24.89%)

- 농어촌 공공생활시설을 그린리모델링할 경우 소요되는 예산의 규모는 m²당 약 2,941천 원 으로 예상되며 이중 에너지성능 공사를 위해 필요한 예산 규모는 전체 예산의 약 25%임.
- 전국 농어촌 공공생활시설의 규모를 약 1,141,970m²로 가정했을 때 이를 신축하기 위한 예산의 총규모는 약 3조4천억이며 제로에너지화를 위해 사용되는 예산은 전체 예산 규모의 약 25%임.

(127)

CO2 1

			4					
		(%)		(%)		(%)		(%)
CO2 (kg/m ²)	345.35	83.77	129.58	70.01	76.62	56.81	84.34	66.54
1 (kWh/m ²)	445.60	78.91	180.10	72.01	102.60	43.72	131.80	54.80

(128)

CO2	72.70 %
1	275 kWh/m ² (67%)

- 그린 리모델링 표준모델의 전후 평균 CO2배출량을 비교한 결과 그린리모델링 표준모델로 인해 기대되는 CO2절감량은 약 73%임.
- 그린 리모델링 표준모델의 전후 평균 1차에너지소요량을 비교한 결과 그린리모델링 표준모델로 인해 기대되는 1차에너지소요량 절감량은 약 67%임.

3) 소결

- 그린리모델링 표준모델은 준공연도, 기후권역, 용도를 기준으로 4개의 건축물을 선정, ENERGY#과 ECO2 프로그램을 활용하여 설계, 시뮬레이션 하였음.
- 설계단계에서는 보다 현실성 있는 건축물 구현을 위해 ENERGY#을 활용하였으며 ECO2를 통해 실시설계 이후 목표달성 여부를 확인함.
- 표준모델의 설계는 두 차례의 전문가 자문회의와 분야별 전문가들의 조언을 통해 보완하였음.
- 준공연도, 기후권역, 용도를 기준으로 선정한 4개의 건축물은 중부지역에서 화천 유촌리 경로당과 태안 정죽4리 마을회관, 남부지역에서 여수 봉오리 마을회관과 여수 밑뚝병 경로당 임.
- 4개의 표준모델 설계는 현장조사를 통해 파악된 문제점을 토대로 에너지성능 개선과 환경 개선, 두가지 측면에서 분석하여 실시함.
- 그린 리모델링 표준모델 4개소의 난방에너지 열원 ENERGY# 시뮬레이션을 통해 1차 에너지소요량 및 필요 신재생에너지 발전량을 파악하여 가장 효율적인 도시가스를 선택함.
- [ENERGY#] 그린 리모델링 표준모델의 에너지 절감량은 254.675kWh/m²·년에서 89.525 kWh/m²·년로 기존대비 65% 절감되었음. 개선 전에는 출입문 및 창호에서 약 40% 에너지 손실이 발생하였음. 개선 후에도 부위별 손실 비율은 유사하나 부위별 손실의 밸런스를 유지하고 있음.

(129)

(ENERGY#)

(단위 : kWh/m²·년)

(4)	21.95	57.025	19.35	12.15	89.75	54.45		254.675
	9%	22%	8%	5%	35%	21%		100%
(4)	12.475	19.175	12.4	5.3	20.15	18.2	1.825	89.525
	14%	21%	14%	6%	23%	20%	2%	100%

- [ECO2 프로그램] 개선전 4개 건축물의 1차에너지 소요량은 298.7~986.1kWh/m²·y로 2등급에서 등급외까지 수준으로 분석됨. 패시브요소, 액티브요소, 태양광패널을 설치한 후 1차 에너지 소요량은 35.5~59.9kWh/m²·y로 평균 67.35kWh/m²·y 1+++등급에 해당함.
- CO2 절감량은 4개 모델 개선 전 연간 평균 7,752kg배출에서 1,224kg배출로 84% 배출량 절감됨.

(130)

ECO2

		4			
1	(kWh/m ²)	904.6	211.9	300.3	263.2
1	(kWh/m ²)	80.5	78.4	51.1	48.0
1	(kWh/m ²)	81.5	92.5	59.9	35.5
		45.89%	35.38%	55.40%	73.22%
		1++	1++	1+++	1+++
		4	5	4	3

(131)

CO2

(ECO2)

단위 : kg/년

		4		
	11,362	9,043	7,387	3,217
	1,081	2,573	898	343

(132)

(단위 : 원)

		4			
	52,943,323	87,715,295	41,219,715	43,005,951	
	40,688,486	74,758,103	28,842,508	31,955,958	
	28	40	35	47	
	10	17	13	22	

- 공사비 총액의 규모는 연면적이 넓을수록 증가하였으나 면적에 따른 평당 공사비를 산정할 경우 규모가 작을수록 높게 나타남.
- 노후한 시설일수록 상대적으로 추운 지방일수록 개선 효과가 높게 나타나기에 공사비 회수기간은 짧아짐.
- 공사비 총액의 규모로는 연면적이 가장 넓은 태안 정죽4리 마을회관이 가장 높지만 평당 공사금액을 기준으로 보았을 때 면적이 가장 좁은 여수 밀뚝병 경로당이 가장 높은

공사금액을 보였음.

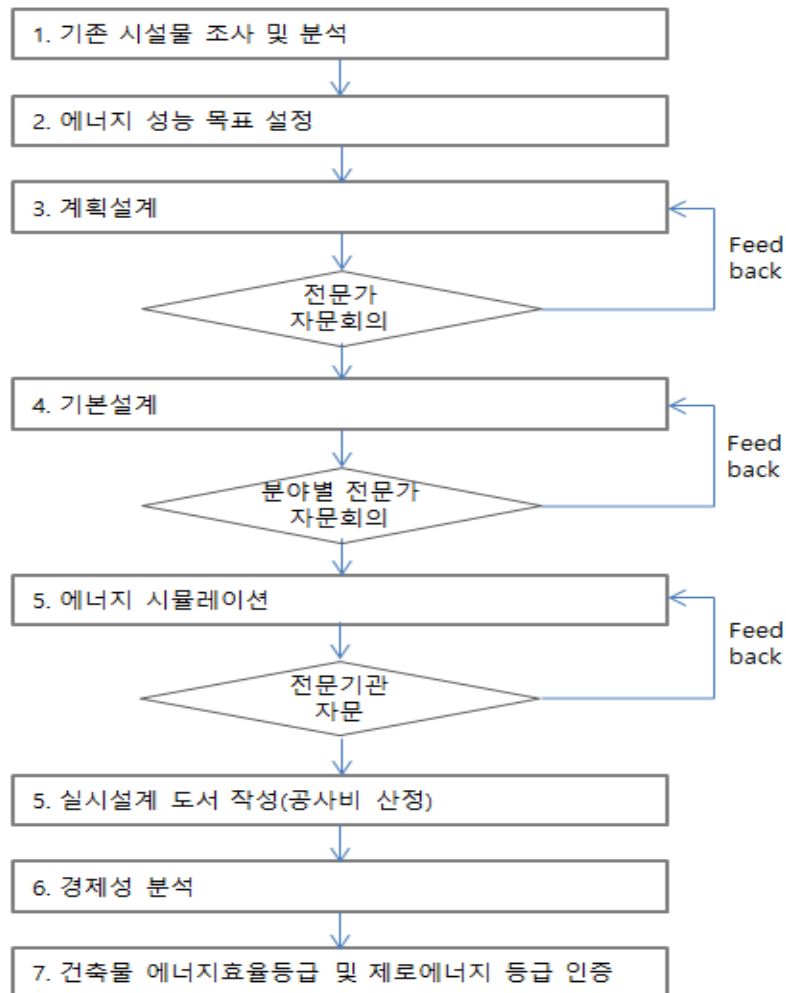
- 현실성을 감안하여 약 85~70%의 낙찰율을 적용하였을 때 그린리모델링 표준모델의 공사비는 평당 약 600~900만원이라 볼 수 있음.
- 현재의 전기요금을 기준으로 공사비에 대한 회수기간을 산정할 경우 건물의 특성에 따라 큰 차이를 보일 수 있으며 적게는 약 28년에서 최대 47년 이상의 회수 기간을 보일 수 있음.
- 총 공사비 중 에너지성능개선에 사용되는 금액을 별도로 산정할 경우 회수 기간은 절반 이하로 줄어듦.
- 향후 상승될 석유자원의 가치를 감안한다면 회수기간은 더욱 짧아질 가능성이 있음.

3. 농촌 제로에너지 공공생활시설 신축 표준모델개발

가. 농촌 공공생활시설 제로에너지 신축 표준모델 개발내용

(1) 프로세스

- 농촌 공공생활시설 제로에너지 신축 표준모델 개발은 기후권역인 중부·남부로 세분하며, 구조적 구분으로 철근콘크리트조, 목조로 구분하여 개발하였음.
- 신축 표준모델 개발 프로세스는 환경개선을 위한 공간계획, 에너지 성능 개선 기본설계를 한 후 에너지 시뮬레이션을 통해 목표성능 확보여부를 검토함.
- 목표성능을 확보할 수 있는 조건을 확인하여 실시설계 및 공사비를 산정하여 에너지 절감량 대비 공사비 비교하여 경제성분석.
- 실시설계도서로 ECO2 프로그램 이용 에너지효율등급 및 제로에너지 등급 인증



(2) 신축 표준모델 유형 분류

○ 지역별 분류

- 신축 표준모델의 지역별 분류 방식은 그린 리모델링과 동일하게 중부·남부 권역으로 구분
- 적용되는 중부와 남부의 기상데이터 역시 그린 리모델링과 같은 데이터를 적용함.

○ 규모별 분류

- 현장조사 결과에서 보았듯이 농촌 공공 생활 시설의 사용자 대부분이 노년층이기 때문에 2층 이상의 공간을 계획할 경우 해당 공간의 사용성 저하가 우려됨에 따라 신축 모델 계획은 단층을 기준으로 함.
- 면적 분류는 85㎡ 소형과 150㎡ 보급형 두 가지 타입으로 계획함.

○ 구조(재료)별 분류

- 구조(재료)의 분류를 콘크리트와 목구조로 나누고 각 재료의 구조 특성과 경제성에 맞춰 공간구성의 차이를 두었음.

(133) ()

	() · · · ()	() · · ·
	() · ·	() · ·

(3) 에너지성능 목표 설정

(가) RC 구조 (중부·남부)

- RC구조로 기후권역(중부, 남부), 규모 기준으로 4개 모델 제시
- 신축모델은 에너지성능 목표는 에너지효율등급 1++(1차에너지소요량 140 kWh/m²·year 미만), ZEB 3등급 (에너지자립률 60% 이상)으로 설정
- 내외부 공간계획에서 고풍자 이용을 감안하여 「장애물 없는 생활환경 인증제도 매뉴얼」을 적용

(134) RC

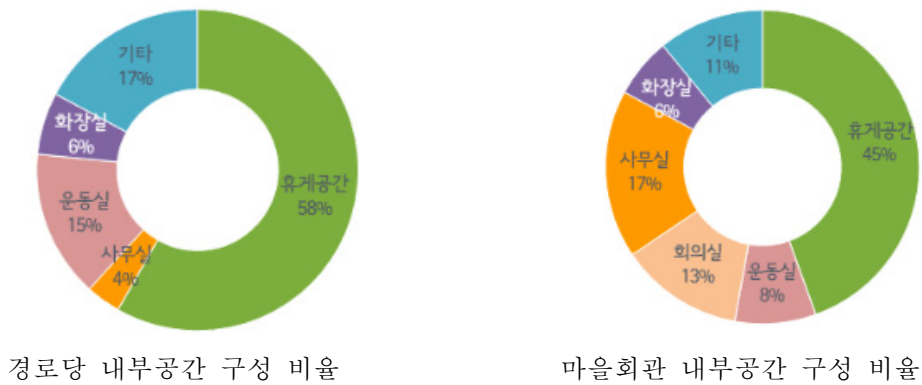
	-1 ()	-2 ()																																													
	≒85m ²	≒150m ²																																													
	1	1																																													
	<table border="1"> <tr> <td>:</td> <td>58</td> <td>m²</td> <td>68%</td> </tr> <tr> <td>:</td> <td>10</td> <td>m²</td> <td>12%</td> </tr> <tr> <td>:</td> <td>7</td> <td>m²</td> <td>12%</td> </tr> <tr> <td>:</td> <td>4</td> <td>m²</td> <td rowspan="2">8%</td> </tr> <tr> <td>:</td> <td>3</td> <td>m²</td> </tr> </table>	:	58	m ²	68%	:	10	m ²	12%	:	7	m ²	12%	:	4	m ²	8%	:	3	m ²	<table border="1"> <tr> <td>1:</td> <td>36</td> <td>m²</td> <td rowspan="2">49%</td> </tr> <tr> <td>2:</td> <td>37</td> <td>m²</td> </tr> <tr> <td>:</td> <td>21</td> <td>m²</td> <td>14%</td> </tr> <tr> <td>:</td> <td>28</td> <td>m²</td> <td>19%</td> </tr> <tr> <td>:</td> <td>13</td> <td>m²</td> <td>7%</td> </tr> <tr> <td>:</td> <td>10</td> <td>m²</td> <td rowspan="2">12%</td> </tr> <tr> <td>:</td> <td>5</td> <td>m²</td> </tr> </table>	1:	36	m ²	49%	2:	37	m ²	:	21	m ²	14%	:	28	m ²	19%	:	13	m ²	7%	:	10	m ²	12%	:	5	m ²
:	58	m ²	68%																																												
:	10	m ²	12%																																												
:	7	m ²	12%																																												
:	4	m ²	8%																																												
:	3	m ²																																													
1:	36	m ²	49%																																												
2:	37	m ²																																													
:	21	m ²	14%																																												
:	28	m ²	19%																																												
:	13	m ²	7%																																												
:	10	m ²	12%																																												
:	5	m ²																																													
BF	「 가 26 」																																														
	1++ ZEB 3	(1 140 kWh/m ² ·year) (60%)																																													

- 기존 농촌마을 공공생활시설 조사를 통해 마을회관(마을쉼터+업무공간)이 경로당(마을쉼터)의 역할을 포함하고 있는 상황을 확인한 결과 신축모델을 계획함에 있어 경로당과 마을회관을 구분하지 않고 통합하는 것이 합리적이라 판단하였음.



<그림 97> 농촌 공공생활시설의 유형

- 제3장 제2절 농촌마을 공공생활시설 사용실태조사 및 분석에 언급된 바와 같이 기존 농촌마을 내 공동시설 면적 통계를 기반으로 두 가지 규모(소형, 보급형)의 연면적을 설정하였고, 16개의 조사대상 시설들의 내부 공간 구성 비율 통계를 근거로 주요 공간 구성과 면적 비율을 산정하였음.



<그림 98> 경로당/마을회관의 내부공간 구성 비교

- 현재도 다양한 용도로 사용되고 있는 휴게공간의 특성을 반영하여 가변형 벽체를 이용한 다용도공간이 가능하도록 계획하였고, 사용빈도가 적고 편의성이 떨어지는 2층 공간을 지양하였으며 농촌 경관을 고려하여 경사지붕으로 계획함.



<그림 99> 사용하지 않는 2층 공간의 예

(나) 목구조 (중부·남부)

- 목구조로 기후권역(중부, 남부), 규모 기준으로 4개 모델 제시
- 신축모델은 에너지성능 목표는 에너지효율등급 1++(1차에너지소요량 140 kWh/m² · year 미만), ZEB 3등급 (에너지자립률 60% 이상)으로 설정
- 내외부 공간계획에서 고려자 이용을 감안하여 「장애물 없는 생활환경 인증제도 매뉴얼」을 적용

(135)

	-3 ()	-4 ()
	≈85m ² ()	≈150m ² ()
	1	1
	()	()
	: 58 m ² 68%	1: 36 m ² 49%
	: 10 m ² 12%	2: 37 m ² 49%
	: 7 m ² 12%	: 21 m ² 14%
	: 4 m ² 8%	: 28 m ² 19%
	: 3 m ² 8%	: 13 m ² 7%
		: 10 m ² 12%
		: 5 m ² 12%
BF	1++ ZEB 3	(1 140 kWh/m ² .year) (60%)

- 연면적에 따른 유형설정(소형, 보급형)과 주요공간 구성, 면적 비율의 산정기준은 RC조와 마찬가지로 제3장 제2절 농촌마을 공공생활시설 사용실태조사 및 분석된 스페이스 프로그램을 바탕으로 계획하였음.
- RC조와는 다른 목구조의 특성을 감안하여 경사 지붕으로 지붕 유형을 설정하고 그로 인해 조성되는 다락 공간을 사무실이나 창고 공간으로 활용 가능하도록 계획하였음.

(다) 신축 모델의 목표성능

- 제4장 제1절 농촌 제로에너지 공공생활시설 표준모델 개발방향에서 분석된 시뮬레이션 데이터를 기반으로 에너지성능목표와 BF설계기준을 설정함.

(표 136) 신축 모델의 목표성능

1		+		→	=	<table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr><td>1</td></tr> <tr><td>140 kWh/m².year</td></tr> <tr><td>1.5 ℓ</td></tr> <tr><td>60 %</td></tr> </table>	1	140 kWh/m ² .year	1.5 ℓ	60 %
1										
140 kWh/m ² .year										
1.5 ℓ										
60 %										
85m ²	109 kWh/m ² .year									
150m ²	93 kWh/m ² .year									
85m ²	100 kWh/m ² .year									
1		+		→	=					
150m ²	86 kWh/m ² .year									
()										

(4) 신축 표준모델 건축설계

(가) TYPE 01 (중부/남부, 85㎡ 소형, 철근콘크리트 구조)

○ 건축개요

- 건물 연면적 85㎡을 기본으로 하며, 1층 규모, 철근콘크리트조

○ 배치 및 입면계획

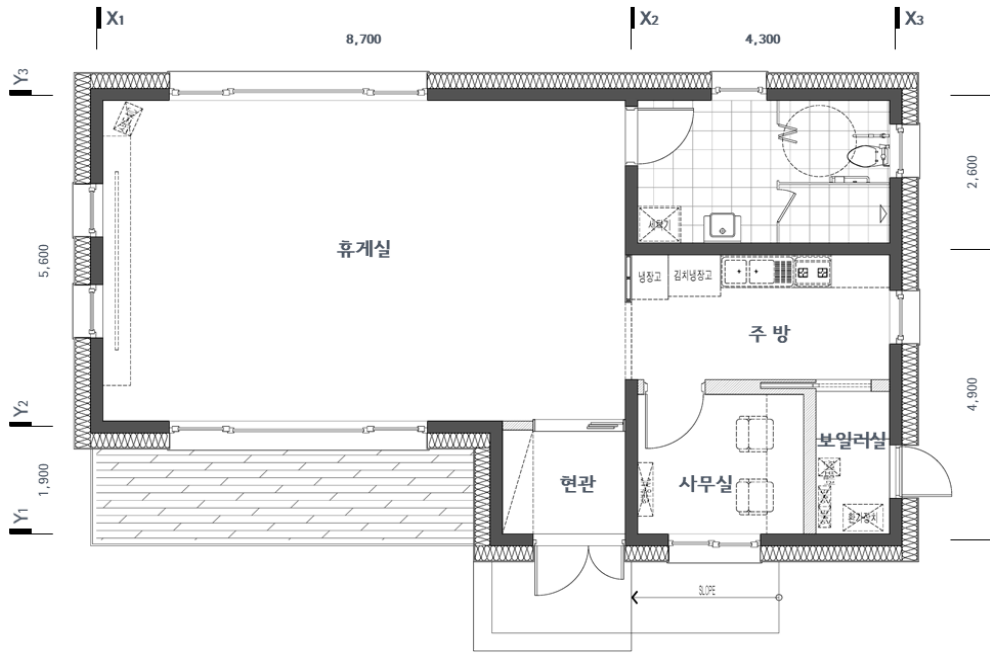
- 동서축으로 배치하되 남측에 일사 획득 및 채광을 위하여 창을 계획하였음. 외벽에 외단열을 계획하였으며, 외부 마감 재료로 조적패널 및 목조 패널을 적용함.
- 농촌의 경관을 고려한 박공지붕으로 계획하였으며, 태양광패널은 박공지붕의 남측경사면에 같은 물매를 적용함.



<그림 100> 신축 TYPE 01 이미지

○ 평면계획

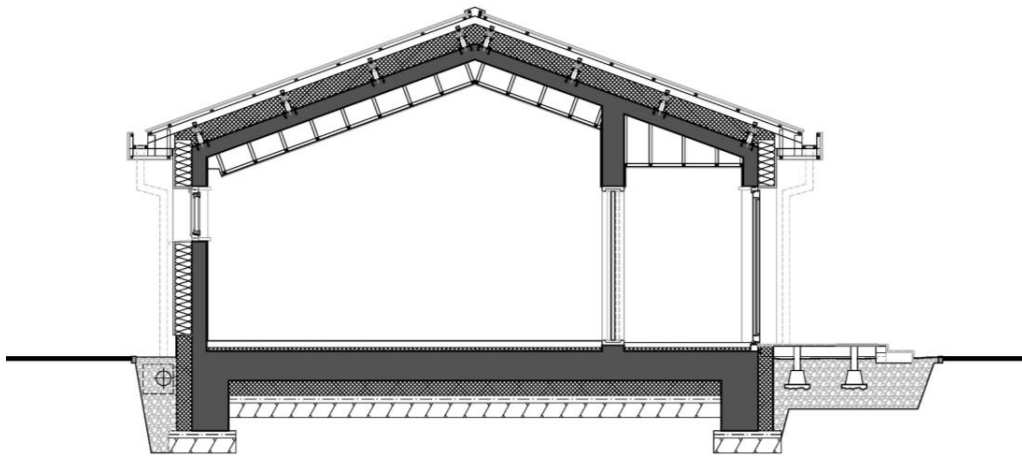
- 공간 활용성을 높이기 위해 방을 구분없이 넓은 통합 휴게실을 중심으로 계획.
- 휴게공간은 남향 공간을 확보하여 남측창의 태양열 획득과 채광을 확보하며, 남측과 북측의 맞통풍 유도
- 남측 창을 크게 하고, 북측 창은 작게 계획하되 통풍 및 환기를 위한 크기 확보
- 주방, 화장실 등 서브 공간을 한 방향으로 배치함.
- 화장실의 경우 그린 리모델링 설계와 마찬가지로 장애인·노약자를 위한 설계 요소를 정용하고 별도의 샤워 공간을 계획함.
- 외단열로 계획하며, 우각부 및 이질재료 접합부 열교가 생기지 않도록 계획



<그림 101> 신축 TYPE 01 평면도

○ 단면계획

- 옥상 방수를 보호하며, 농촌의 주변경광과의 조화를 고려하여 경사 지붕으로 계획
- 경사지붕의 각도를 동일하게 태양광 패널 설치



<그림 102> 신축 TYPE 01 단면도

(나) TYPE 02 (중부/남부, 150㎡ 보급형, 철근콘크리트 구조)

○ 건축개요

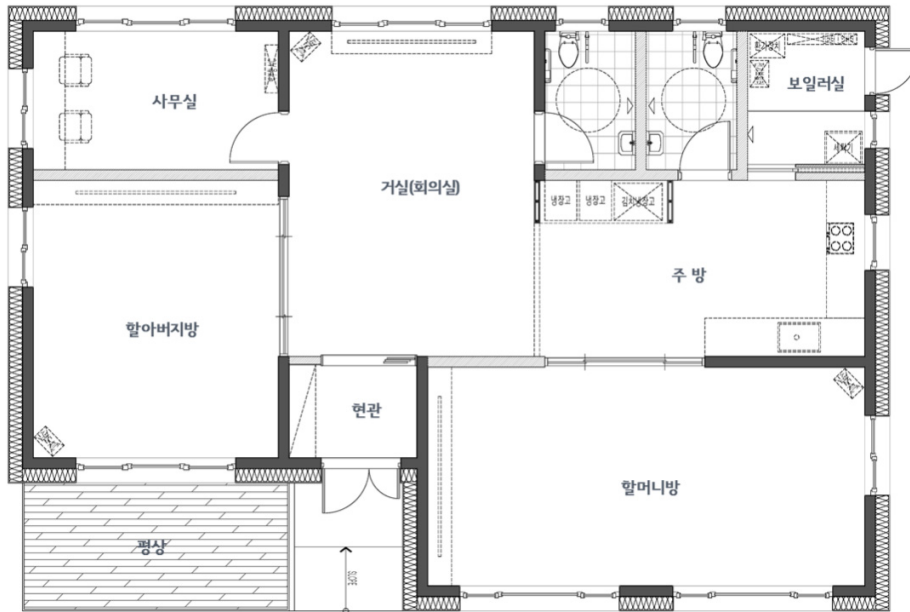
- 건물 연면적 150㎡을 기본으로 하며, 1층 규모, 구조는 철근콘크리트조로 계획



<그림 103> 신축 TYPE 02 이미지

○ 평면계획

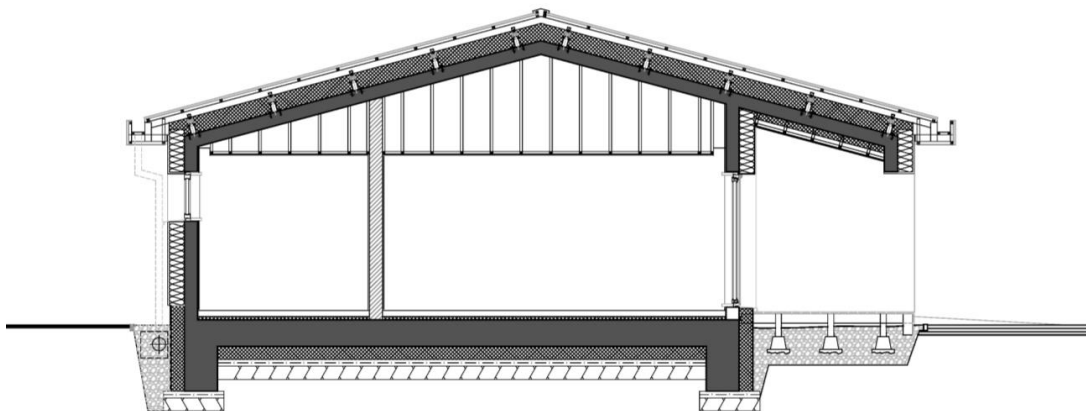
- 거실을 중심으로 할아버지방과 할머니방을 배치하고 주방은 할머니방, 사무실은 할아버지방 인근에 배치함.
- 사용성이 적은 할아버지방의 경우 필요에 따라 거실과 함께 통합 사용이 가능하도록 설계한 반면 사용빈도가 높은 할머니방의 경우 독립적으로 구획함.
- 주방, 화장실, 보일러실, 다용도실을 같은 존으로 배치함.
- 화장실의 경우 그린 리모델링 설계와 마찬가지로 장애인·노약자를 위한 설계 요소를 정용하고 별도의 샤워 공간을 계획함.
- 남녀 화장실을 분리하여 계획
- 외단열로 계획하며, 우각부 및 이질재료 접합부 열교가 생기지 않도록 계획
- 에너지 요구량을 저감하기 위하여 겹집형태로 계획하되, 통풍이 가능하도록 창호를 배치함.
- 외부공간과의 연계를 위하여 할아버지방 앞에 평상을 설치할 수 있는 공간계획



< 104 > TYPE 02

○ 단면계획

- 옥상 방수를 보호하며, 농촌의 주변경관과의 조화를 고려하여 경사 지붕으로 계획
- 경사지붕의 각도를 동일하게 태양광 패널 설치



< 105 > TYPE 02

(다) TYPE 03 (중부/남부, 85㎡ 보급형, 경량목구조)

○ 건축개요

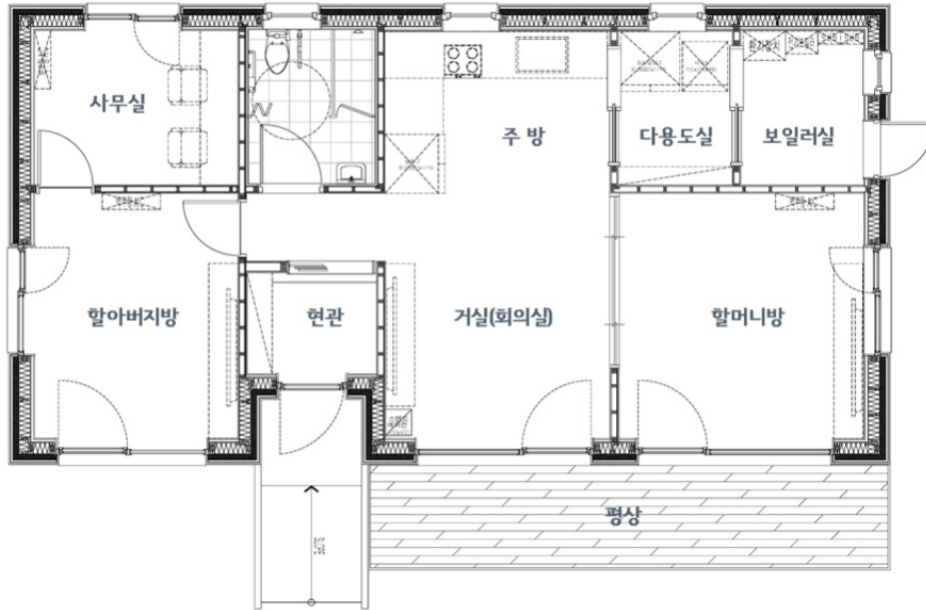
- 건물 연면적 85㎡을 기본으로 하며, 1층 규모, 경량목구조



< 106> TYPE 03

○ 평면계획

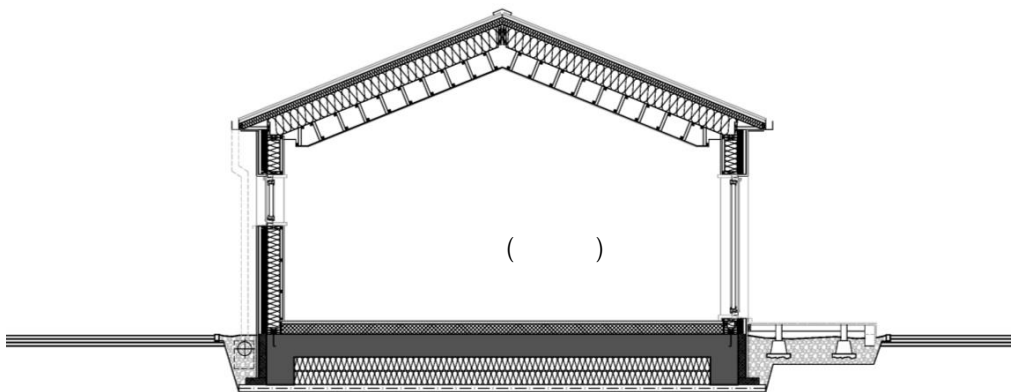
- 4m 이상의 모듈설계가 부담스러운 목구조의 특성을 반영하여 철근콘크리트 구조보다 짧은 모듈로 공간을 설계하였음.
- 현관을 중심으로 할아버지방과 할머니방을 배치하고 사무실은 할아버지방 인근에 배치함.
- 사용성이 높은 할머니방 동선에 거실과 주방을 배치함으로써 편의성을 높이고 주 사용공간을 보다 넓게 사용할 수 있도록 계획함.
- 주방, 화장실, 보일러실, 다용도실을 같은 존으로 배치함.
- 화장실의 경우 그린 리모델링 설계와 마찬가지로 장애인·노약자를 위한 설계 요소를 적용하고 별도의 샤워 공간을 계획함.
- 에너지 요구량을 저감하기위하여 겹집형태로 계획하되, 통풍이 가능하도록 창호를 배치함.
- 외부공간과의 연계를 위하여 할머니방, 거실 앞에 평상을 설치할 수 있는 공간계획



< 107 > TYPE 03

○ 단면계획

- 옥상 방수를 보호하며, 농촌의 주변경관과의 조화를 고려하여 경사 지붕으로 계획
- 경사지붕의 각도를 동일하게 태양광 패널 설치



< 108 > TYPE 03

(라) TYPE 04 (중부/남부, 150㎡ 보급형, 경량목구조)

○ 건축개요

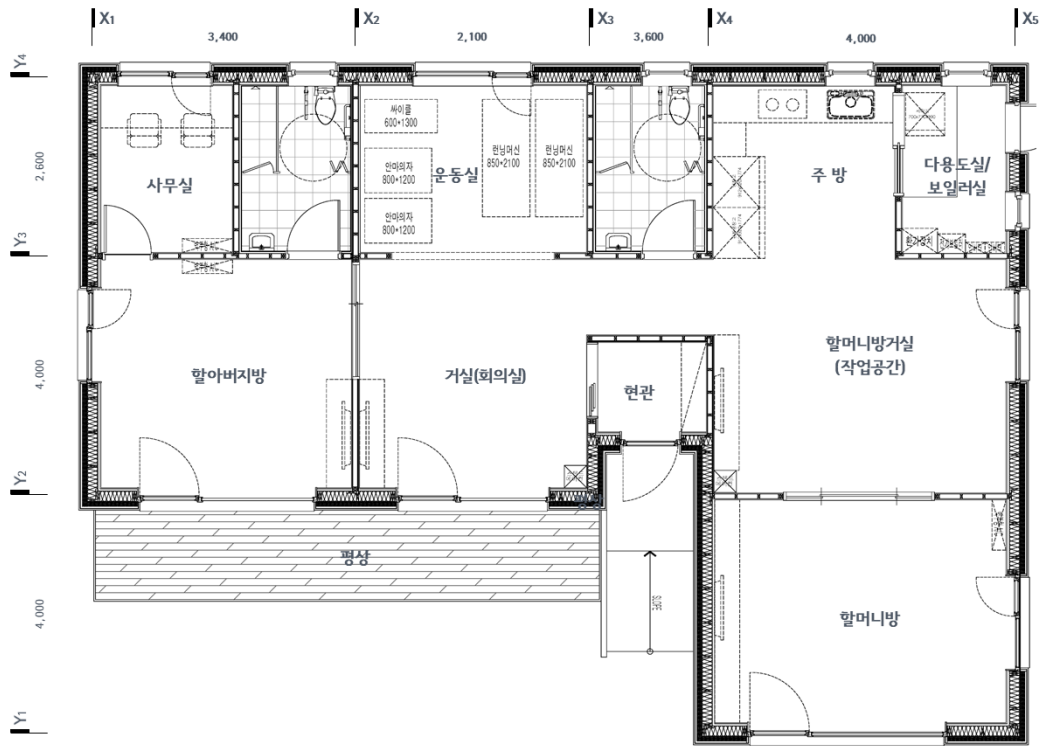
- 건물 연면적 150㎡을 기본으로 하며, 1층 규모, 경량목구조



< 109> TYPE 04

○ 평면계획

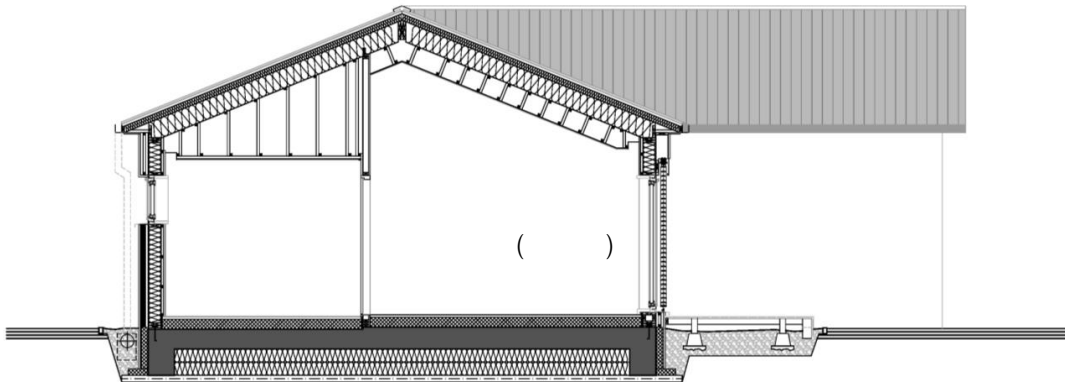
- 4m 이상의 모듈설계가 부담스러운 목구조의 특성으로 인해 철근콘크리트 구조보다 짧은 모듈로 공간을 설계하였음.
- 현관을 중심으로 할아버지방과 할머니방을 배치하고 사무실은 할아버지방 인근에 배치함.
- 마을행사 등 필요한 기능에 따라 유연하게 대응 가능한 거실을 할아버지방 인근에 배치하여 필요시 공간을 통합하여 사용할 수 있도록 계획.
- 사용성이 높은 할머니방 동선에 거실과 주방을 배치함으로써 편의성을 높이고 할머니방 거실을 따로 배치함으로써 주 사용공간을 넓게 사용 가능하도록 계획함.
- 주방, 화장실, 보일러실, 다용도실을 같은 존으로 배치함.
- 화장실의 경우 그린 리모델링 설계와 마찬가지로 장애인·노약자를 위한 설계 요소를 적용하고 별도의 샤워 공간을 계획함.
- 남녀 화장실을 분리하여 설치
- 외단열로 계획하며, 우각부 및 이질재료 접합부 열교가 생기지 않도록 계획
- 에너지 요구량을 저감하기위하여 겹집형태로 계획하되, 통풍이 가능하도록 창호를 배치함.
- 외부공간과의 연계를 위하여 할아버지방 앞에 평상을 설치할 수 있는 공간계획



< 110> TYPE 04

○ 단면계획

- 옥상 방수를 보호하며, 농촌의 주변경관과의 조화를 고려하여 경사 지붕으로 계획
- 경사지붕의 각도를 동일하게 태양광 패널 설치



< 111> TYPE 04

(5) 신축 표준모델 기계설계

(가) 난방설비

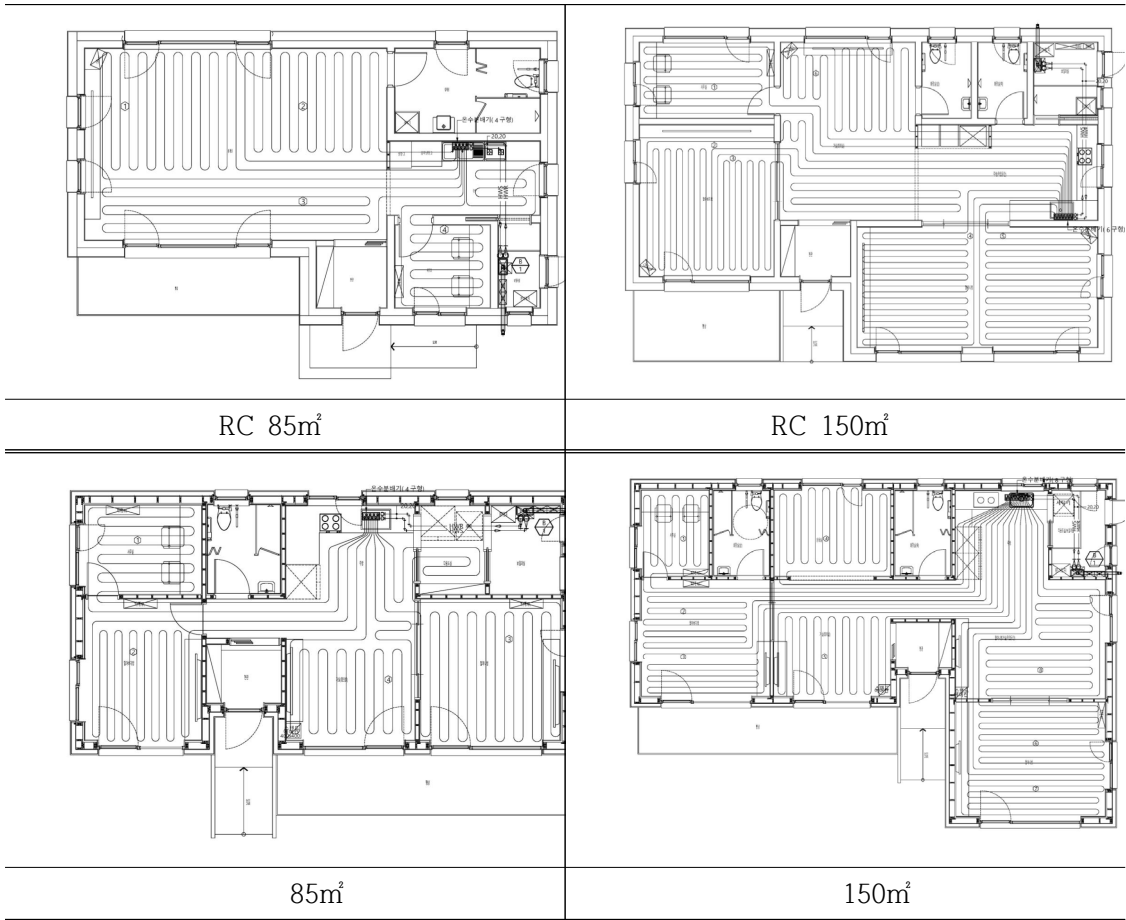
- 농촌 공공생활시설을 신축할 경우에도 그린리모델링의 경우와 마찬가지로 건축물의 장소성, 공사비 대비 경제성 등을 분석하여 난방 열원을 선택하여야함.
- 온실가스 배출감축 및 설비의 효율성을 감안하다면 등유를 제외하고 도시가스나 전기 중 선택하는 것이 합리적이라 판단됨.
- 전기 보일러를 사용하는 경우 가스 보일러를 사용할 때보다 효율성이나 소폭 상승하고 태양광 패널의 최대 설치용량을 늘릴 수 있으나 초기 투자비용이 많고 온수저장탱크 설치로 인해 보일러실의 유효면적이 증가함.
- 신재생에너지를 설치하지 않고도 1차 에너지 소요량을 최소화 하기 위해서는 도시가스를 난방열원으로 선택하는 것이 합리적이라 판단되어 신축 표준모델에는 도시가스를 열원으로 적용하였음.

(137) 가
1 가

(단위 : kW/m²·년)

	RC 85m ²		RC 150m ²		85m ²		150m ²	
(1)	183	181	149	151	188	188	154	155
(1)	100	90	75	72	92	86	71	18
	3kW		4kW		3kW		4kW	

- 신축 표준모델 4개소 모두 3~4kW의 태양광 패널을 지붕에 시공할 경우 목표성능에 도달하는데 무리가 없을 것으로 판단됨.
- 난방 배관의 경우에도 그린 리모델링 표준모델과 마찬가지로 현관 및 화장실 등에 외기에 닿는 바닥 혹은 외벽 하부에 생길 가능성이 있는 결로현상을 방지하기 위해 난방배관을 시공하는 것을 원칙으로 설계함.



< 112 >

(나) 온수설비

- 온수의 경우 난방설비와 같은 장비 (보일러)에서 공급되는 것을 기본으로함.
온수설비의 제원은 아래의 표와 같음.

(138)

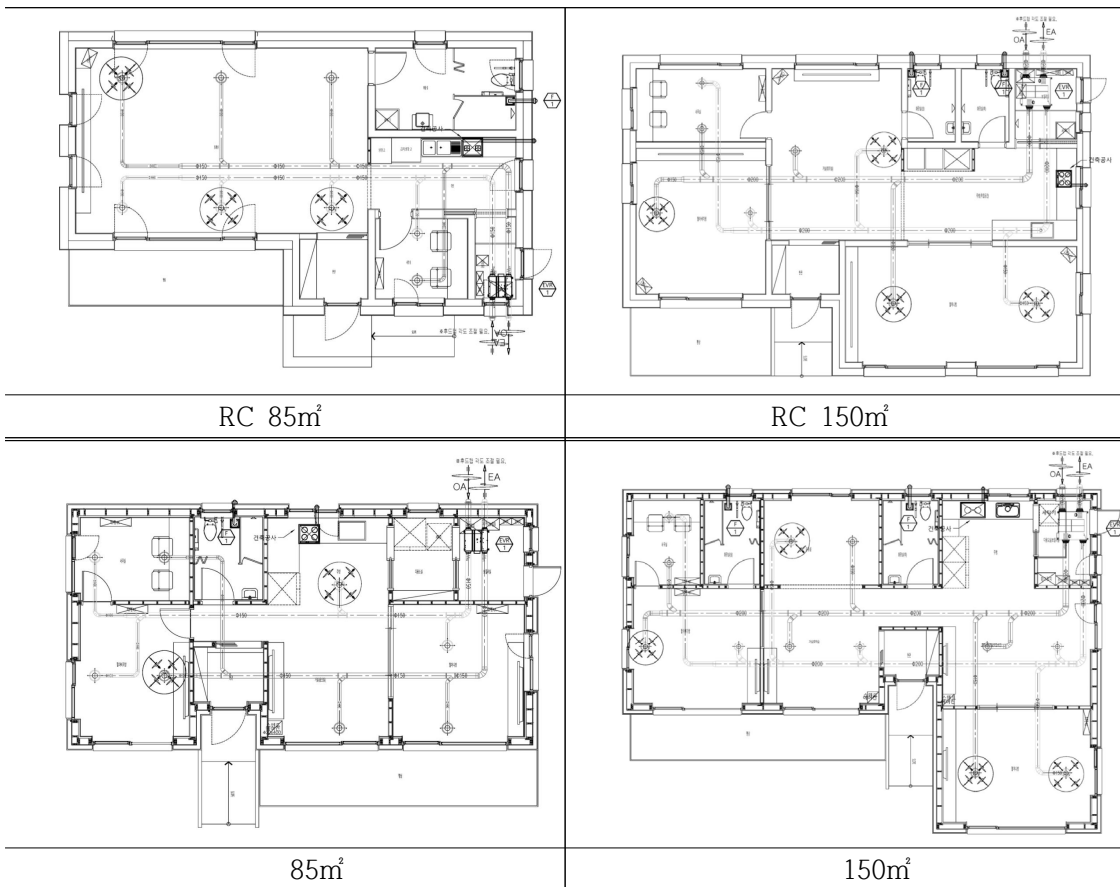
	RC 85m ²	RC 150m ²	85m ²	150m ²
()	1	1	1	1
()	1	1	1	1
(kW)	20	20	20	20
(%)	98%	98%	98%	98%
(W)	100	100	100	100

(다) 환기설비(전열교환)

- 환기장치의 경우 실내체적을 고려하여 설비의 제원과 대수를 선정함.
- 급기와 배기 디퓨저의 위치는 효율적인 환기와 쾌적한 실내환경 조성을 고려하여 배치계획 수립.

(139)

	RC 85m ²	RC 150m ²	85m ²	150m ²
(m ³)	183	325	181	317
(n50)	1.0			
(m ³ /h)	400	800	400	800
(%)	76%	71%	76%	71%
(%)	54%	53%	54%	53%
(W)	186	333	186	333



(6) 신축 표준모델 전기설계

(가) RC 85㎡형 조명밀도

○ RC 85㎡형 신축 표준모델의 조명밀도는 5.02 W/㎡로 설계함

(140) RC 85㎡

	(㎡)	(W)	(W/㎡)
	6.14	40	6.515
	2.69	12	4.461
	8.65	40	4.624
	9.58	36	3.758
	3.35	12	3.582
	45.35	240	5.292
	75.76	380	5.0158

(나) RC 150㎡형 조명밀도

○ RC 150㎡형 신축 표준모델의 조명밀도는 6.35 W/㎡로 설계함

(141) RC 150㎡

	(㎡)	(W)	(W/㎡)
	11.67	80	6.855
	23.53	160	6.800
()	27.63	240	8.686
	4.03	12	2.978
()	4.21	12	2.850
()	4.21	12	2.850
	5.31	12	2.260
	19.89	80	4.022
	33.13	240	7.244
	133.61	848	6.3468

(다) 목구조 85㎡형 조명밀도

○ 목구조 85㎡형 신축 표준모델의 조명밀도는 5.44 W/㎡로 설계함

(142)		85㎡	
	(㎡)	(W)	(W/㎡)
	11.93	80	6.706
	7.48	40	5.348
	4.65	36	7.742
,	21.82	120	5.500
	14.29	80	5.598
	4.18	12	2.871
	4.53	12	2.649
	3.13	12	3.834
	72.01	392	5.4437

(라) 목구조 150㎡형 조명밀도

○ 목구조 150㎡형 신축 표준모델의 조명밀도는 7.06 W/㎡로 설계함

(143)		150㎡	
	(㎡)	(W)	(W/㎡)
	7.03	40	5.690
	5.73	36	6.283
	18.31	160	8.738
	12.10	80	6.612
()	16.61	160	9.633
	5.73	36	6.283
	3.11	12	3.859
	10.09	40	3.964
/	5.58	12	2.151
()	21.8	160	7.339
	20.79	160	7.696
	126.88	896	7.0618

(7) 농촌 공공생활시설 제로에너지건축물 설비계획_신재생에너지

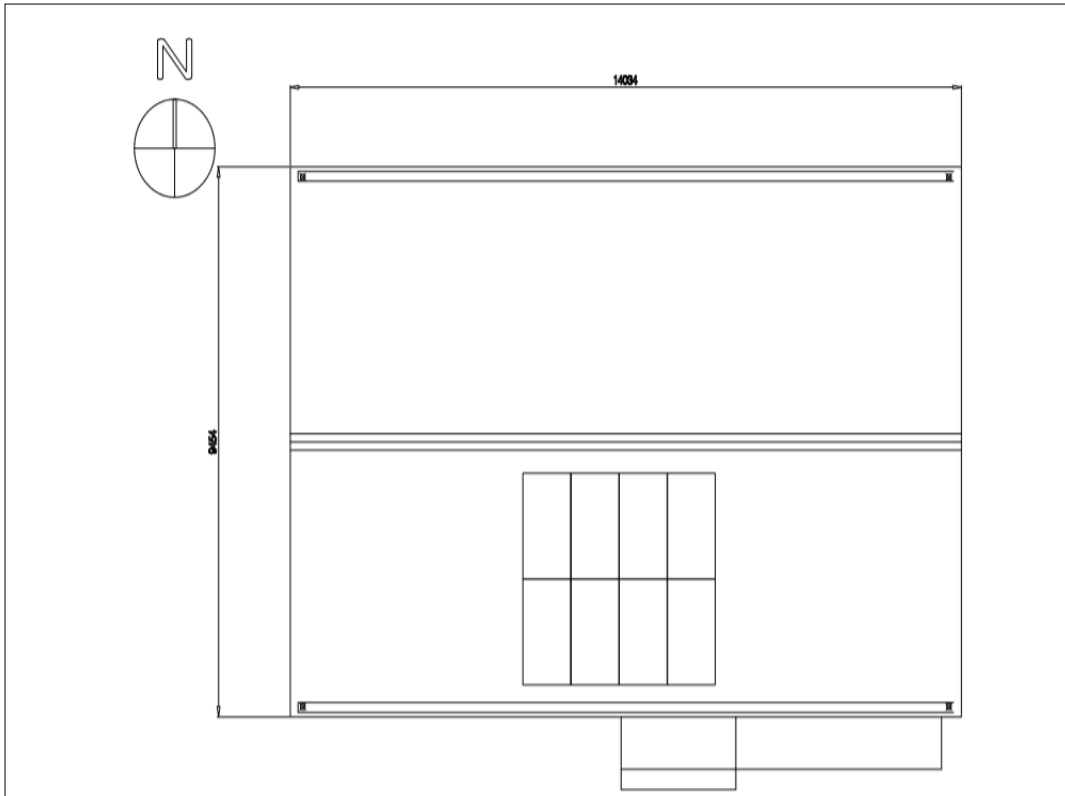
- 농촌 공공생활시설 사용실태조사 및 분석 결과를 기반으로 제로에너지 신축 건축물의 경우, 소형(연면적 82㎡), 보급형(연면적 150㎡) 두 가지 타입으로 설정함.
- 소형 및 보급형 모두 경사지붕으로 표준도면이 설계되었으며, 경사지붕을 활용하여 지붕 부착식을 적용하여 공사비를 줄이고 경제성을 확보할 수 있도록 태양광 표준모델을 설계하였으며, 그 결과는 아래 그림과 같음

(144)

	RC 85	RC150	85	150
	3kW	4kW	3kW	4kW
	, 15	, 15	, 15	, 15
(W)	375	405	375	405

(가) RC 85㎡, 150㎡

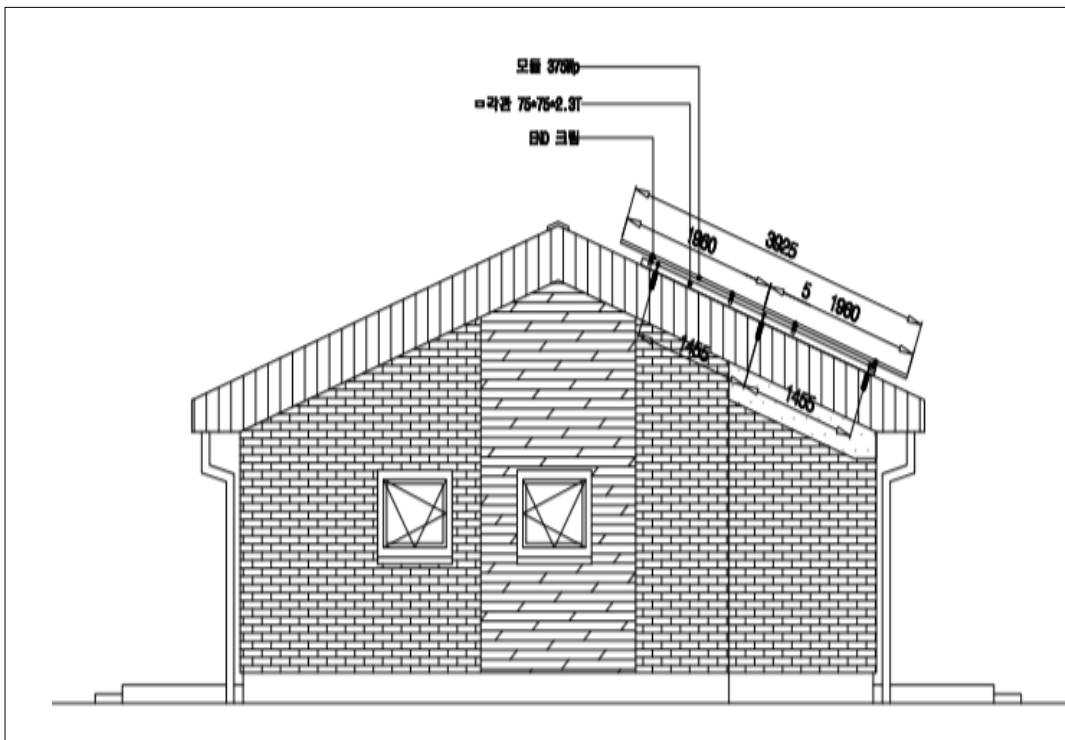
- 현장조사 결과 경로당 및 마을회관에서 사용하는 연간난방 에너지 요구량은 평균 205kWh/㎡, 연간에너지 소요량은 293.19kWh/㎡로, 본 연구의 목표치인 신축건축물의 제로에너지 3등급을 만족하기 위해서 소형(85㎡)의 경우, 태양광 3kW, 보급형(150㎡)는 태양광 4kW를 적용하면 충분할 것으로 판단됨
- 비용경제적인 면에서 지붕의 경사면을 최대한 활용하는 것이 남향, 경사각 30°에 맞춰 기둥을 설치하는 것보다 유리할 것으로 분석되어, 태양광 모듈을 경사지붕에 밀착하는 방향으로 설계함.
- 태양광 모듈과 인버터는, 설치용량별로, 3kW 설치시 375W의 모듈을 4*2 형태로 설치하되 3.5kW급 인버터 1개를 적용하고, 4kW 설치시 405W의 모듈을 5*2 형태로 설치하되 3.5kW급 인버터 2개를 적용하는 것으로 설계함



< 114>

RC (85m²)

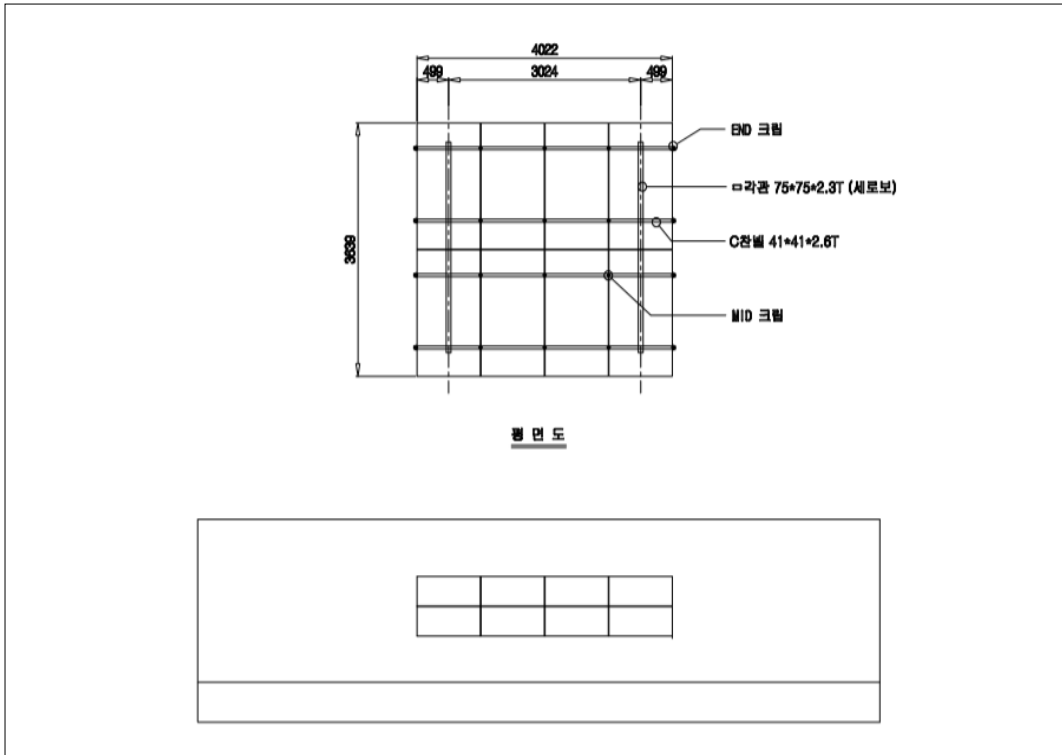
-



< 115>

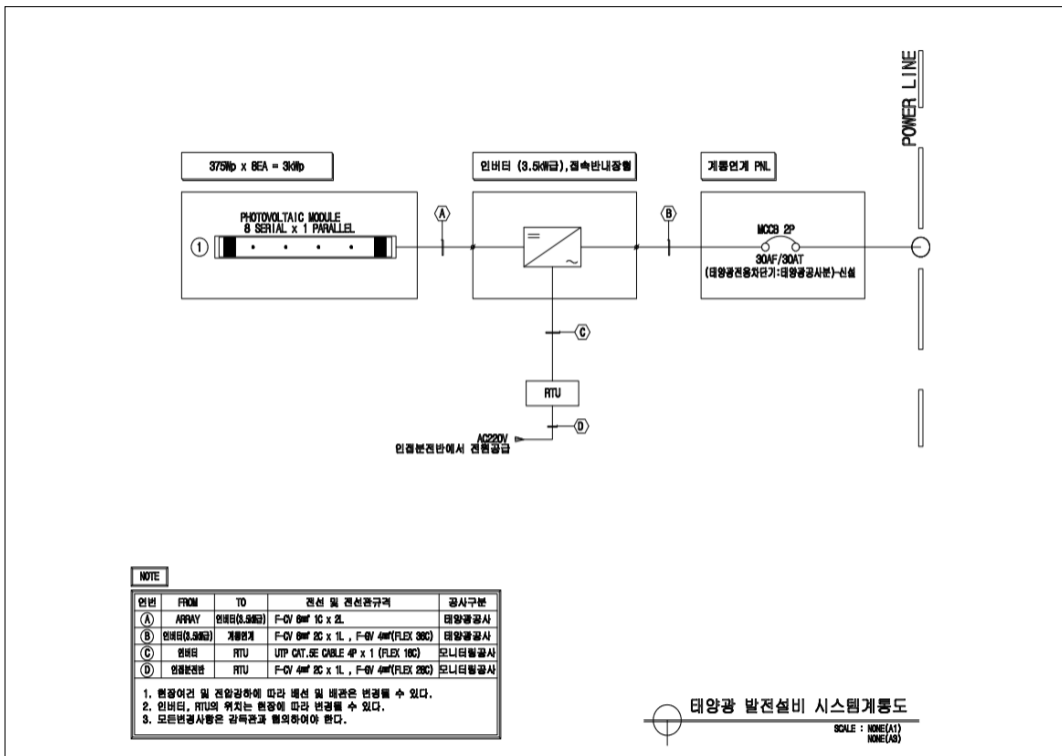
RC (85m²)

-



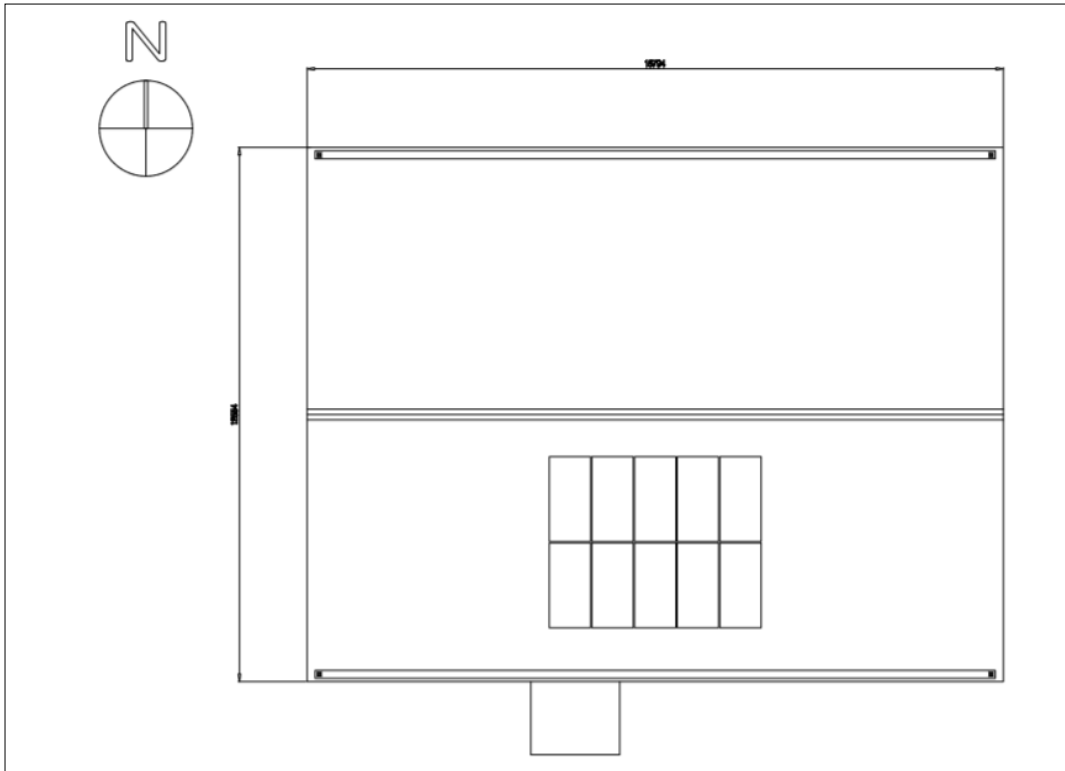
< 116>

RC (85m²)



< 117>

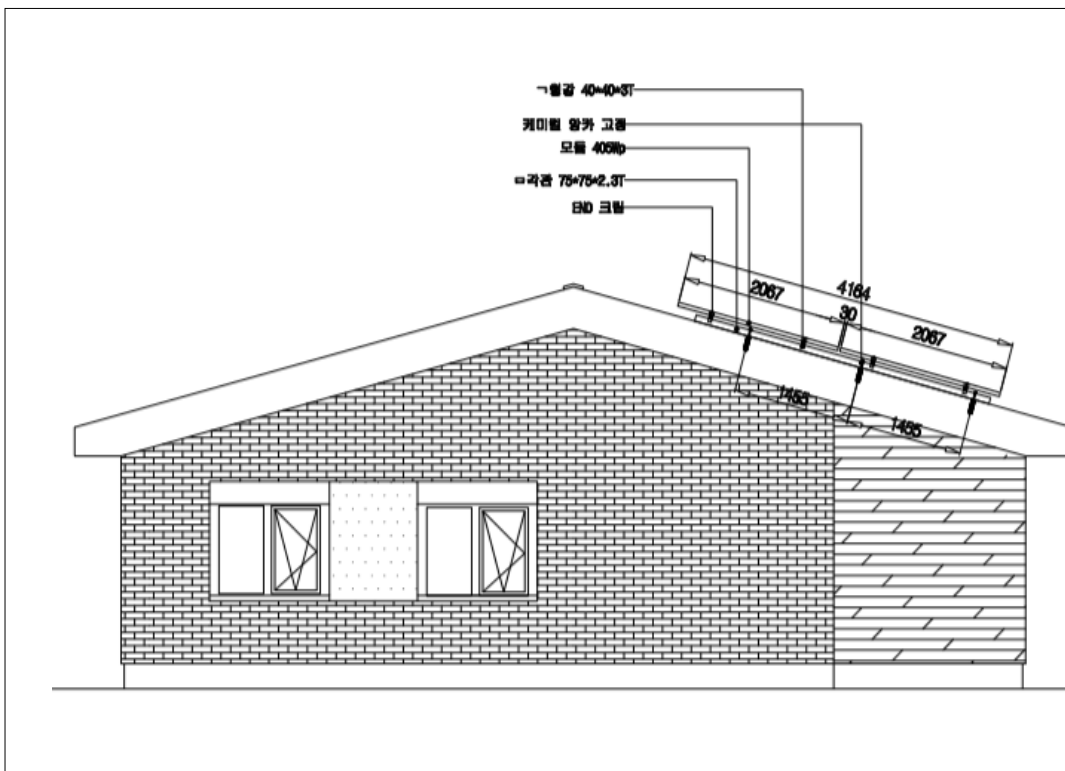
RC (85m²)



< 118>

RC (150m²)

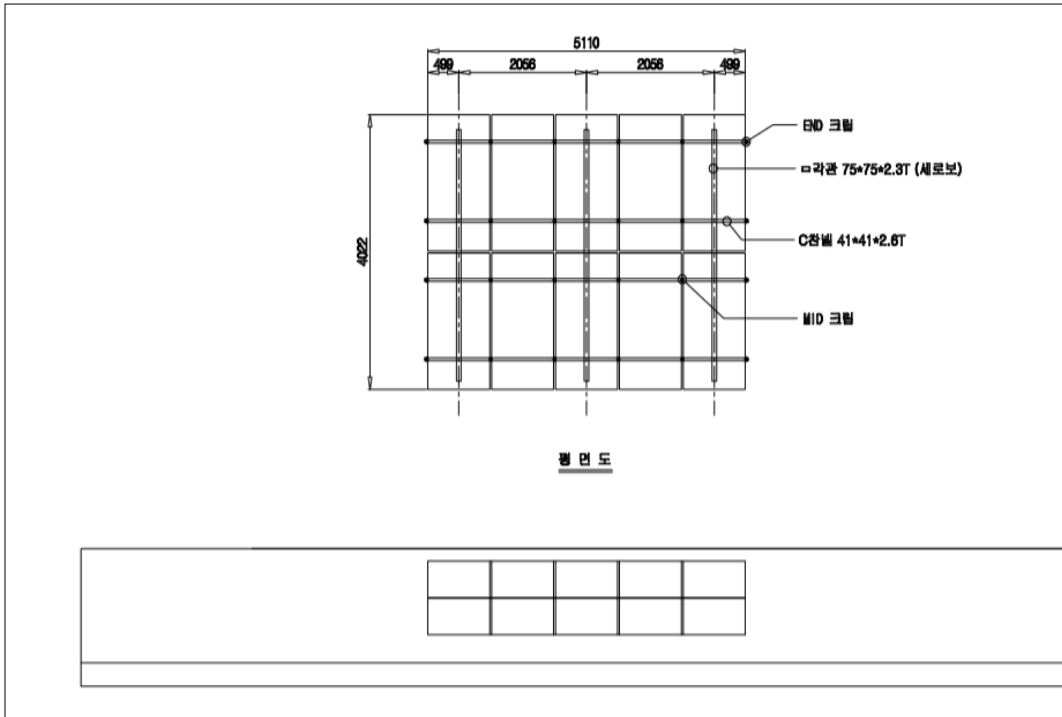
-



< 119>

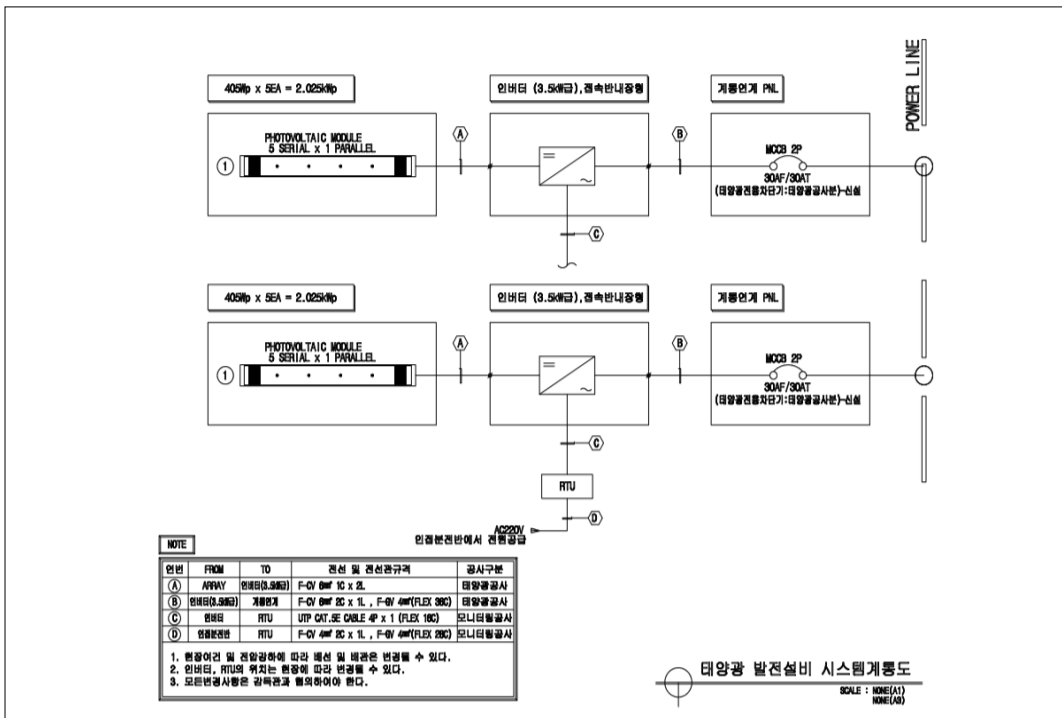
RC (150m²)

-



< 120 >

RC (150m²)

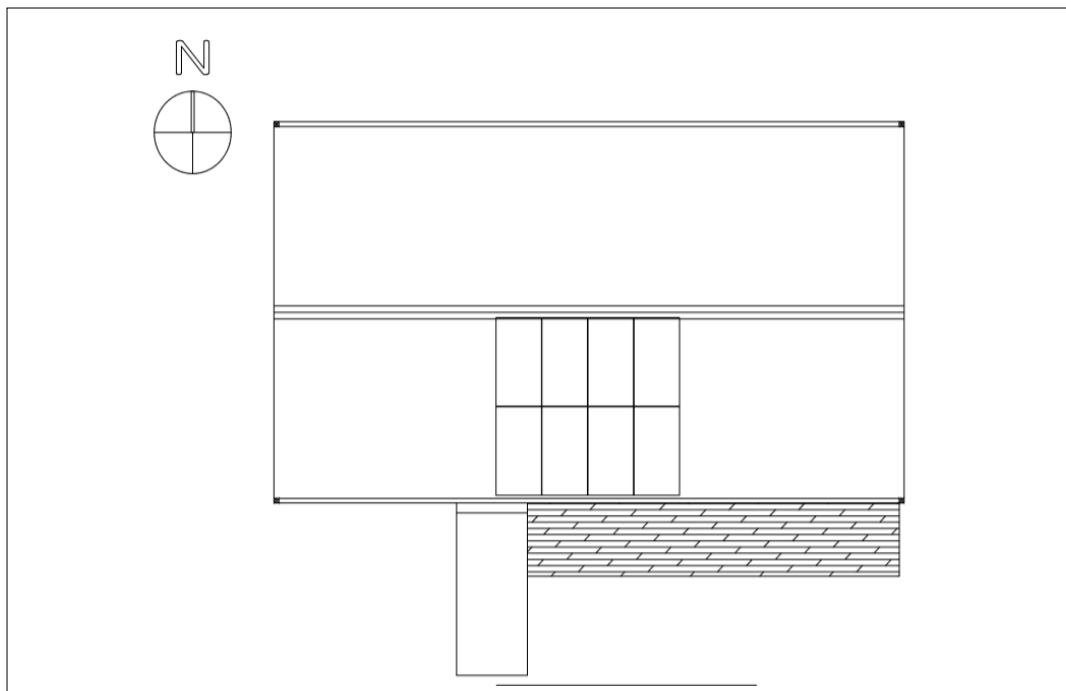


< 121 >

RC (150m²)

(나) 목구조 85m², 150m²

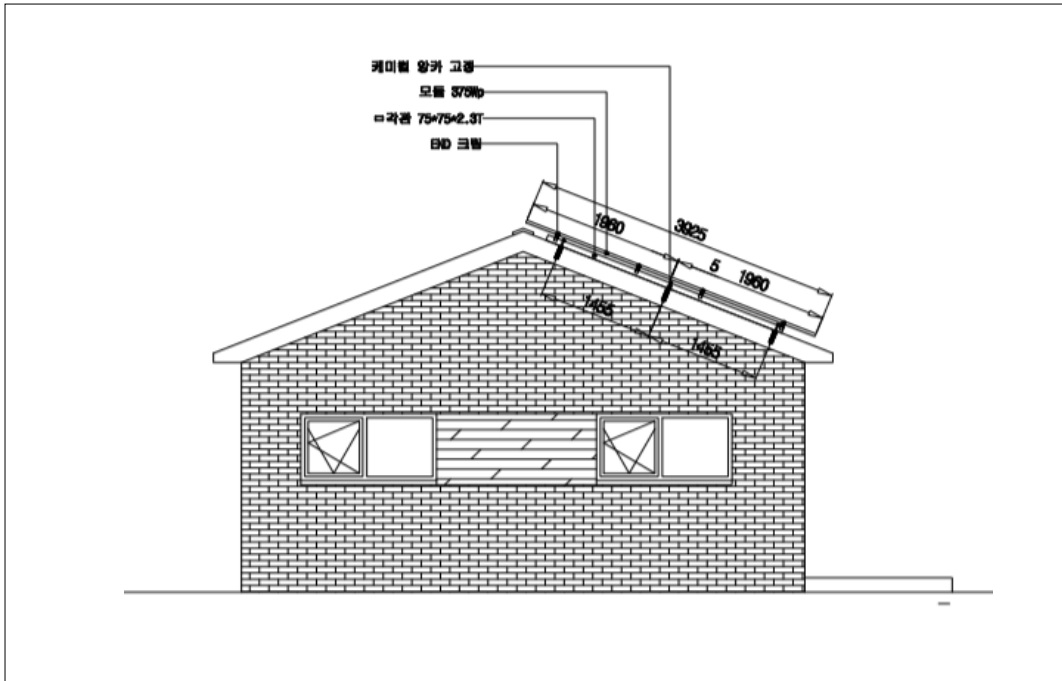
- 비용경제적인 면에서 지붕의 경사면을 최대한 활용하는 것이 남향, 경사각 30°에 맞춰 기둥을 설치하는 것보다 유리할 것으로 분석되어, 태양광 모듈을 경사지붕에 밀착하는 방향으로 설계함.
- 태양광 모듈과 인버터는, 설치용량별로, 3kW 설치시 375W의 모듈을 4*2 형태로 설치하되 3.5kW급 인버터 1개를 적용하고, 4kW 설치시 405W의 모듈을 5*2 형태로 설치하되 3.5kW급 인버터 2개를 적용하는 것으로 설계함
- 목구조 건축물에 태양광 발전설비를 설치할 경우, 정부 및 지자체의 지원을 받기 위해서는 건축물의 구조보강이 요구되며, 그에 따라 공사비용, 시공기간, 설계조건이 변경될 수 있음.



< 122 >

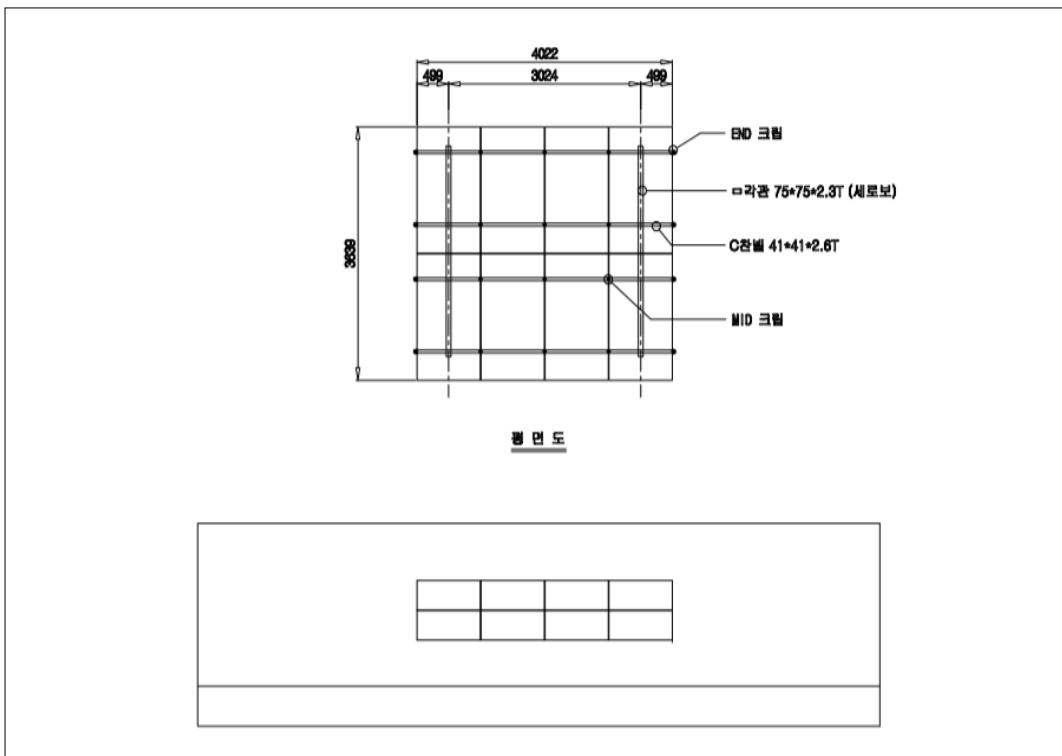
(85m²)

-



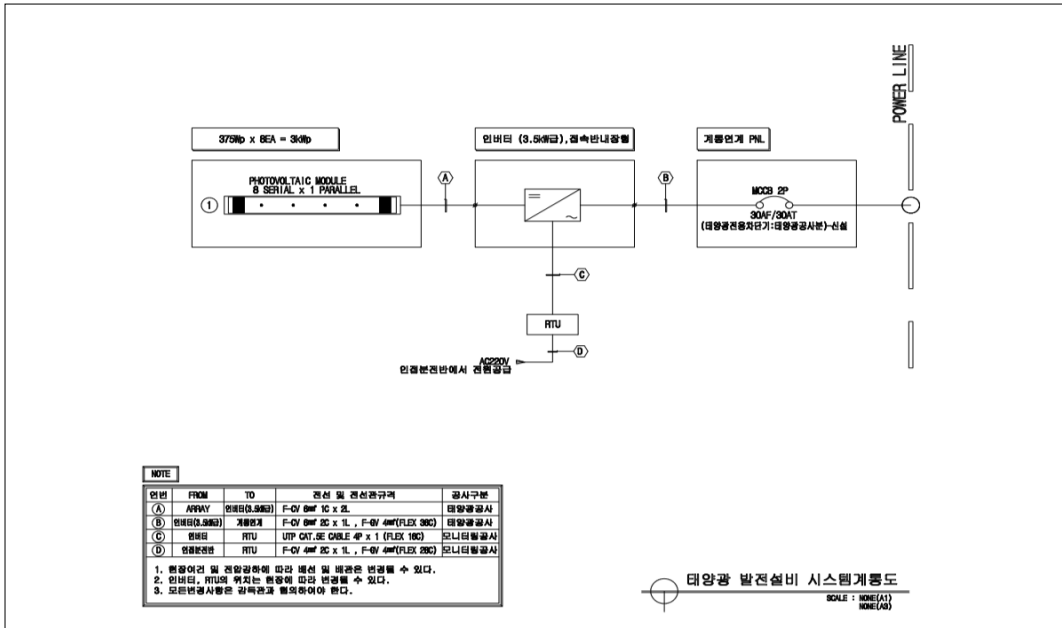
< 123>

(85m²)



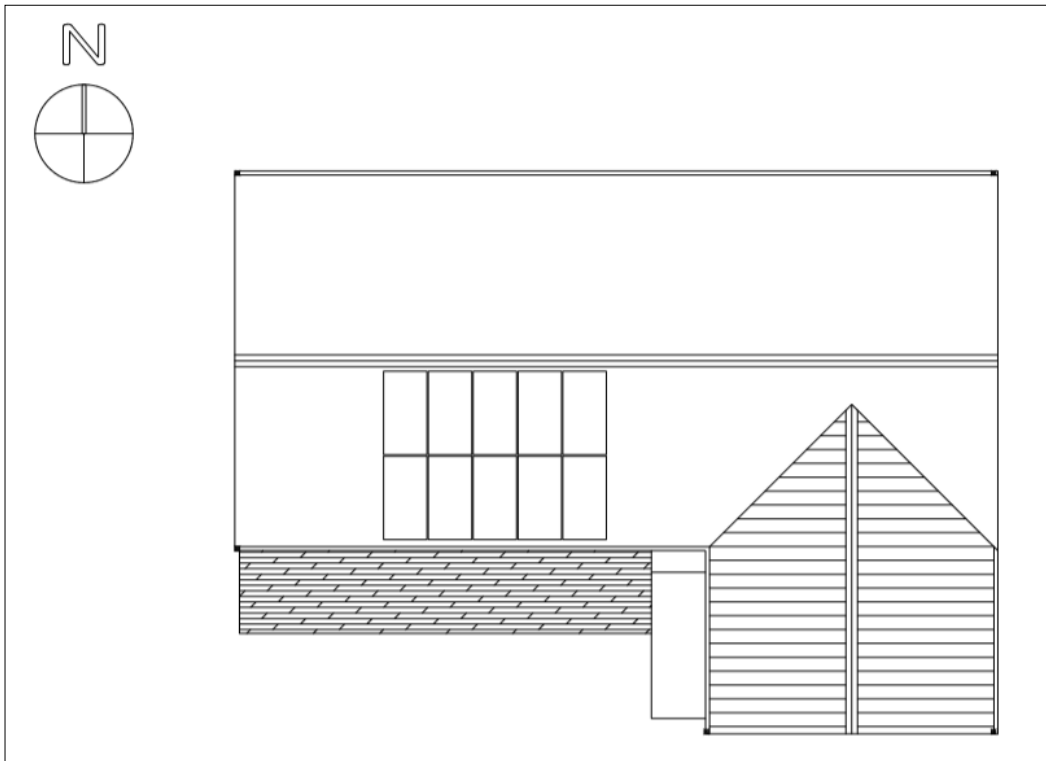
< 124>

(85m²)



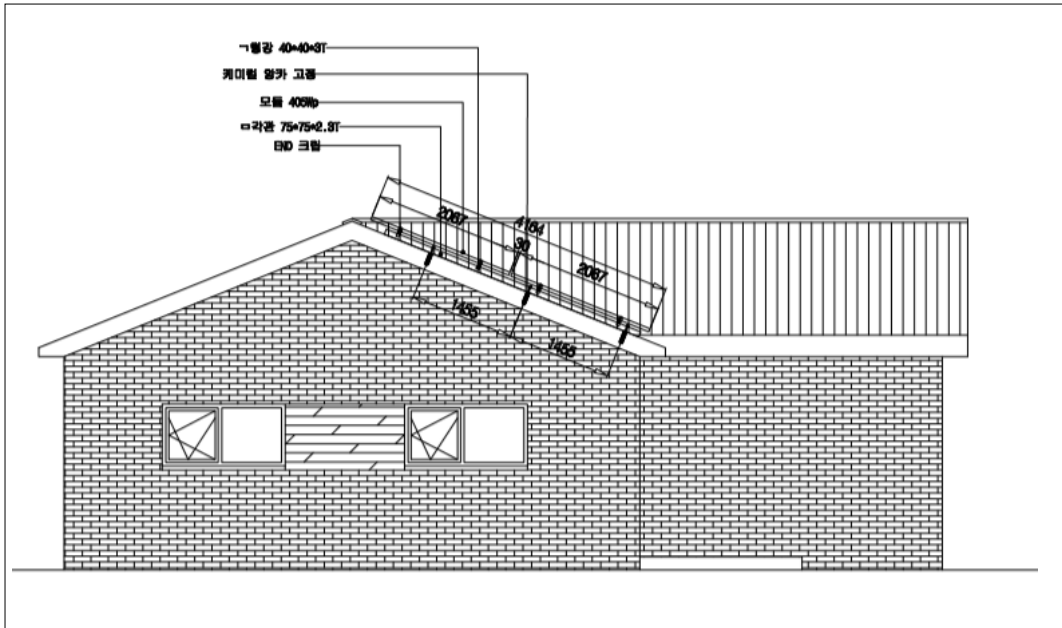
< 125 >

(85m²)



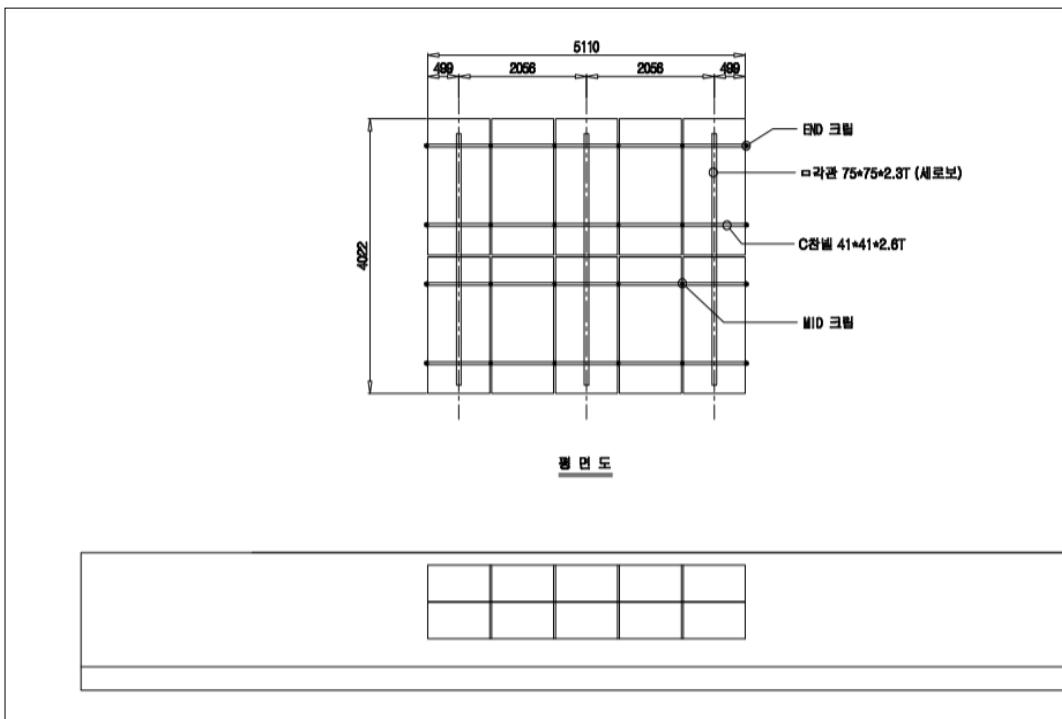
< 126 >

(150m²)



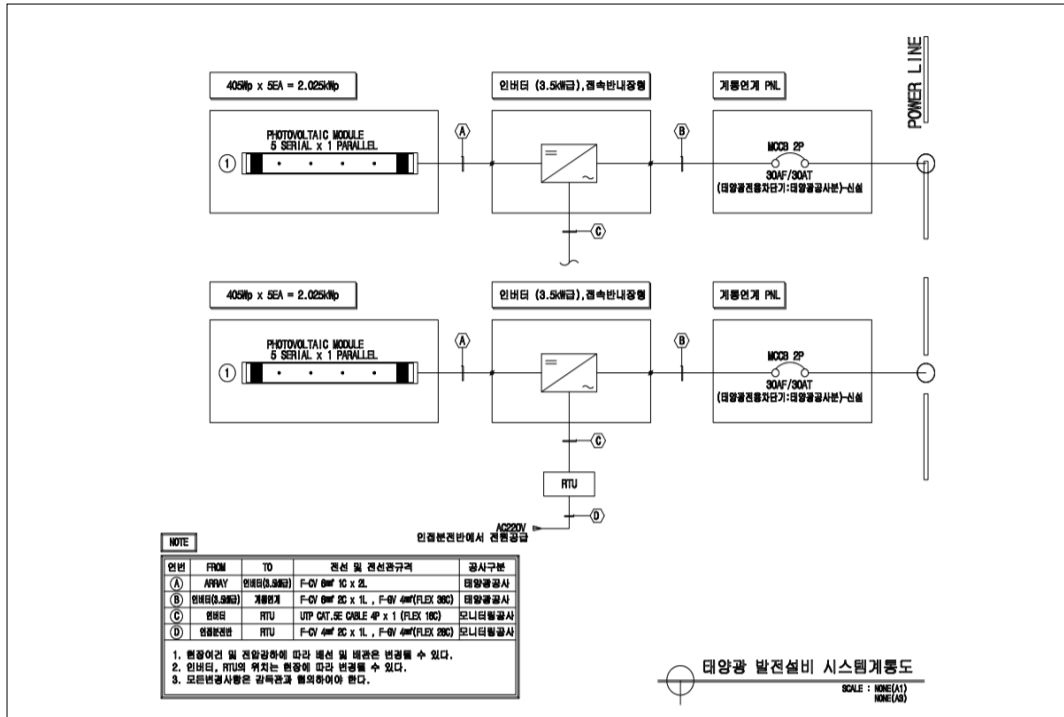
< 127 >

(150m²)



< 128 >

(150m²)



< 129 >

(150m²)

나. 농촌 공공생활시설 제로에너지 신축 표준모델 에너지 성능 시뮬레이션

(1) 신축 표준모델의 ENERGY# 시뮬레이션

- 신축 표준모델의 경우 기후데이터를 적용하기 위해 특정 지역 선정이 필요하였음.
- 국토내 가장 추운 지역을 선정할 경우 과설계가 될 수 있고 중부 이남의 지역을 선정할 경우 목표 성능을 구현하지 못할 가능성을 감안하여 춘천 지역을 기준으로 설계함.
- 춘천을 기준으로 북단에 위치한 지역의 공공생활시설을 설계할 경우 창호의 성능을 부분적으로 높이거나 지붕 혹은 외벽의 단열 성능을 소폭 강화하면 표준모델과 비슷한 성능이 구현될 것이라 판단됨.

(145)

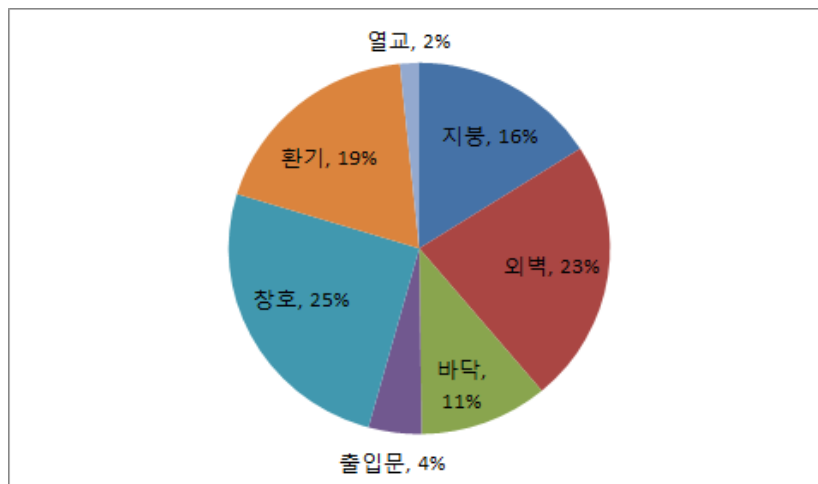
		RC 85㎡	RC 150㎡	85㎡	150㎡	RC 85㎡	RC 150㎡	85㎡	150㎡
()		73.3	130.0	72.4	126.7	73.3	130.0	72.4	126.7
		()				()			
(W/mK)	RC /	0.139	0.139	-	-	0.209	0.209	-	-
		-	-	0.159	0.159	-	-	0.227	0.227
(W/mK)		0.187	0.187	0.187	0.187	0.276	0.276	0.276	0.276
(W/mK)	RC ()	0.125	0.125	-	-	0.173	0.173	-	-
	()	-	-	0.119	0.119	-	-	0.165	0.165
(W/mK)		1.0							
(W/mK)		0.8							
(W/mK)		0.518							
(n50)		1.0							
	(CMH)	400	800	400	800	400	800	400	800
	(%)	0.75							
	(%)	0.5							
(kW)		3	4	3	4	3	4	3	4
		LPG							
(kW)		17.2	30	17.2	30	17.2	30	17.2	30
(°C)		80							
(°C)		60							
(%)		90							
(kW)		12							
COP		3							

(146)

(ENERGY#)

단위 : kWh/m²

	(A)							(B)					A-B
85 RC	12.8	18.5	9.6	4.2	21.2	18.8	1.3	86.4	24.1	-0.2	15.3	39.2	47.2
85 RC	12.9	20.3	9.7	3	15.5	13.7	0.9	76	19.8	0.1	13.6	33.5	42.5
15 ORC	12.6	13.4	9.1	4.7	18.5	15.6	0.8	74.7	14.5	-0.2	14	28.3	46.4
15 ORC	12.8	14.7	9	3.4	13.5	11.4	0.6	65.4	11.8	0.2	12.2	24.2	41.2
85	10	16.9	5	3.8	25.1	14.3	2.1	77.2	21.6	-0.2	12.9	34.3	42.9
85	10	17.5	7.8	2.8	18.2	10.4	1.5	68.2	17.5	0	11.6	29.1	39.1
15 0	11.3	16.3	5.5	2.6	21.6	14.5	1.4	73.2	20.1	-0.2	13.3	33.2	40
15 0	11.3	16.9	8.3	1.9	15.6	10.6	1	65.6	16.3	0.1	11.8	28.2	37.4
	11.7	16.8	8	3.3	18.7	13.7	1.2	73.3	18.2	-0.1	13.1	31.3	42.1
	16%	23%	11%	4%	25%	19%	2%	100%				43%	



- 신축 표준모델의 난방성능은 42.1kWh/m²이며, 난방성능은 권역(남부), 목구조. 면적이 클수록 유리한 것으로 나타남.
- 열 손실은 73.3kWh/m²이며 창호, 발열을 통해 획득되는 열은 31.3kWh/m²로 열손실량의 43%를 상쇄함.
 - 지붕, 외벽, 바닥의 구조체를 통해 약 50% 열이 손실되며, 창호부위 29%, 환기19%, 열교 2% 열 손실이 일어남.

(2) 신축표준모델의 ECO2 결과

- 적용조건은 ENERGY # 과 동일
- ECO2 프로그램은 난방, 냉방, 급탕, 조명, 환기에너지의 요구량을 산출하여 나타냄.
 - 에너지 요구량은 난방에너지 53%, 냉방에너지 22%, 조명에너지 16%, 급탕에너지 9%로 구성됨.

(147)

(단위 : kWh/m²·년)

85 RC	52.6	14.8	7.5	15.5	90.4
85 RC	39.7	16.3	7.5	15.5	79.0
150 RC	45.3	14.5	7.5	15.9	83.2
150 RC	33.9	16.1	7.5	15.9	73.4
85	43.6	23.6	7.5	13.1	87.8
85	31.9	26.0	7.5	13.1	78.5
150	70.5	22.2	7.5	13.1	113.3
150	54.5	24.6	7.5	13.1	99.7
	46.5	19.7625	7.5	14.4	88.2
	53%	22%	9%	16%	100%

(148) TYPE01 85 RC ECO2

(단위 : kWh/m²·년)

	0.0	52.6	14.8	7.5	15.5	0.0	90.5
	-29.1	76.4	-1.3	10.2	-4.7	-0.2	80.3
1	-79.9	83.3	-3.7	11.1	-12.9	-0.6	77.3
CO2	0.0	15.3	-0.6	2.0	-2.2	-0.1	14.4
1	0.0	83.3	-3.7	11.1	-10.5	-0.6	79.6

* 에너지 자립률 : 50.85% 단위면적당 1차 에너지생산량 : 79.94

(149) TYPE01 85 RC ECO2

(단위 : kWh/m²·년)

	0.0	39.7	16.3	7.5	15.5	0.0	79.1
	-32.5	57.8	-2.1	10.1	-6.8	-0.3	58.8
1	-89.4	62.6	-5.8	11.1	-18.6	-0.9	48.4
CO2	0.0	11.5	-1.0	2.0	-3.2	-0.2	9.2
1	0.0	62.6	-5.8	11.1	-15.2	-0.9	51.8

* 에너지 자립률 : 64.88% 단위면적당 1차 에너지생산량 : 89.43

(150) TYPE02 150 RC ECO2

(단위 : kWh/m²·년)

	0.0	45.3	14.5	7.5	15.9	0.0	83.1
	-21.3	66.2	0.0	0.0	0.1	0.0	66.3
1	-59.9	72.8	0.0	0.0	0.1	0.0	73.0
CO2	0.0	13.4	0.0	0.0	0.0	0.0	13.4
1	0.0	72.8	0.0	0.0	0.1	0.0	73.0

* 에너지 자립률 : 45.07% 단위면적당 1차 에너지생산량 : 59.9

(151) TYPE02 150 RC ECO2

(단위 : kWh/m²·년)

	0.0	33.9	16.1	7.5	15.9	0.0	73.3
	-24.3	49.9	-0.5	0.0	-1.5	-0.1	47.8
1	-67.0	54.7	-1.3	0.0	-4.1	-0.2	49.1
CO2	0.0	10.0	-0.2	0.0	-0.7	-0.0	9.1
1	0.0	54.7	-1.3	0.0	-3.4	-0.2	49.9

* 에너지 자립률 : 57.68% 단위면적당 1차 에너지생산량 : 66.95

(152) TYPE03 85 ECO2

(단위 : kWh/m²·년)

	0.0	43.6	23.6	7.5	13.1	0.0	87.7
	-29.7	63.5	-2.3	10.2	-4.3	-0.2	66.7
1	-81.7	69.0	-6.4	11.1	-11.9	-0.6	61.2
CO2	0.0	12.7	-1.1	2.0	-2.0	-0.1	11.5
1	0.0	69.0	-6.4	11.1	-11.5	-0.6	61.6

* 에너지 자립률 : 57.17% 단위면적당 1차 에너지생산량 : 81.65

(153) TYPE03 85 ECO2

(단위 : kWh/m²·년)

	0.0	31.9	26.0	7.5	13.1	0.0	78.4
	-33.3	46.6	-3.5	10.1	-5.9	-0.3	47.0
1	-91.4	50.2	-9.5	11.1	-16.3	-0.9	34.6
CO2	0.0	9.2	-1.6	2.0	-2.8	-0.1	6.7
1	0.0	50.2	-9.6	11.1	-15.7	-0.9	35.2

* 에너지 자립률 : 72.57% 단위면적당 1차 에너지생산량 : 91.44

(154) TYPE04 150 ECO2

(단위 : kWh/m²·년)

	0.0	70.5	22.2	7.5	13.1	0.0	113.2
	-39.5	105.7	-5.3	10.9	-10.3	-0.5	100.4
1	-108.6	114.2	-14.4	11.9	-28.4	-1.5	81.7
CO2	0.0	21.0	-2.5	2.2	-4.9	-0.3	15.6
1	0.0	114.2	-14.4	11.9	-27.4	-1.5	82.7

* 에너지 자립률 : 57.07% 단위면적당 1차 에너지생산량 : 108.6

(155) TYPE04 150 ECO2

(단위 : kWh/m²·년)

	0.0	54.5	24.6	7.5	13.1	0.0	99.7
	-44.2	81.8	-7.0	10.9	-12.5	-0.7	72.5
1	-121.6	87.7	-19.3	11.9	-34.3	-1.8	44.1
CO2	0.0	16.1	-3.3	2.2	-5.9	-0.3	8.9
1	0.0	87.7	-19.3	11.9	-33.0	-1.8	45.4

* 에너지 자립률 : 73.39% 단위면적당 1차 에너지생산량 : 121.64

- 신축 표준모델의 ECO2 프로그램 시뮬레이션결과 등급용 1차 에너지 소요량은 35.2~79.6kWh/m²·년 로 건축물에너지효율등급 1+++등급이며, 에너지자립률 45~73%로 제로 에너지등급 3~4등급임.

(156) ECO2

(단위 : kWh/m²·년)

	RC 85m ²		RC 150m ²		85m ²		150m ²	
	90.5	79.1	83.1	73.3	87.7	78.4	113.2	99.7
	80.3	58.8	66.3	47.8	66.7	47.0	100.4	72.5
1	77.9	48.4	73	49.1	61.2	34.6	81.7	44.1
1	79.6	51.8	73.0	49.9	61.6	35.2	82.7	45.4
CO2 (kg/m ²)	14.4	9.2	13.4	9.1	11.5	6.7	15.6	8.9
(%)	50.85	64.88	45.07	57.68	57.17	72.57	57.07	73.39
가								
	3 kW		4 kW		3 kW		4 kW	
(W/m ²)	5.02		6.35		5.44		7.06	

다. 농촌 공공생활시설 제로에너지 신축 표준모델 경제성 분석

(1) 신축 표준모델의 공사비

- 구조형식의 측면에서 보았을 때 목구조가 RC 구조에 비해 85㎡형은 2.85%, 150㎡형은 11.46% 정도 공사비가 저렴함. 이는 규모가 커질수록 구조형식에 따른 공사비 차이가 크게 나타난다고 볼 수 있음.
- 건축공사를 제외한 전기, 기계, 통신 설비공사의 경우 RC구조보다 목구조 일 때 공사비가 증가하였는데 전등의 갯수가 증가하는 전기공사를 제외하고는 면적 규모가 커질수록 구조 형식에 따른 공사비 증가폭이 줄어들었음.

(157)

(단위 : 원)

	85㎡ RC	150㎡ RC	85㎡	150㎡
(㎡)	85 (25.71 py)	150 (45.38 py)	85 (25.71 py)	150 (45.38 py)
	233,162,000	361,408,000	212,993,000	304,064,000
	29,774,000	57,302,000	39,692,000	59,006,000
	23,365,000	33,467,000	24,804,000	35,801,000
	7,335,000	8,667,000	7,766,000	9,171,000
	293,636,000	460,844,000	285,255,000	408,042,000

(158)

(단위 : 원)

	85㎡ RC	150㎡ RC	85㎡	150㎡
(㎡)	85 (25.71 py)	150 (45.38 py)	85 (25.71 py)	150 (45.38 py)
	229,206,000	355,537,000	210,489,000	300,237,000
	29,774,000	57,302,000	39,692,000	59,006,000
	23,365,000	33,467,000	24,804,000	35,801,000
	7,335,000	8,667,000	7,766,000	9,171,000
	289,680,000	454,973,000	282,751,000	404,215,000

- 남부지역의 신축 표준모델의 경우 중부지방 대비 단열재의 두께만 줄어들었기 때문에 공사비의 차이는 크지 않았음. RC구조의 경우 약 1.2%, 목구조의 경우 약 0.9%의 비용

만이 절감되었으며 이는 단열재의 자재비를 제외한 모든 비용이 동일하였기 때문임.

(159)

(단위 : 원/py)

	85㎡ RC	150㎡ RC	85㎡	150㎡
100% (/py)	11,419,970	10,156,341	11,094,020	8,992,661
85%	9,706,975	8,632,890	9,429,917	7,643,762
80%	9,135,976	8,125,073	8,875,216	7,194,129
75%	8,564,978	7,617,256	8,320,515	6,744,496
70%	7,993,979	7,109,439	7,765,814	6,294,863
()	85 (25.71 py)	150 (45.38 py)	85 (25.71 py)	150 (45.38 py)
	9,706,975 ~ 7,993,979	8,632,890 ~ 7,109,439	9,429,917 ~ 7,765,814	7,643,762 ~ 6,294,863
	85㎡ RC	150㎡ RC	85㎡	150㎡
100% (/py)	11,266,115	10,026,953	10,996,635	8,908,319
85%	9,576,198	8,522,910	9,347,140	7,572,071
80%	9,012,892	8,021,562	8,797,308	7,126,655
75%	8,449,586	7,520,215	8,247,477	6,681,239
70%	7,886,281	7,018,867	7,697,645	6,235,823
()	85 (25.71 py)	150 (45.38 py)	85 (25.71 py)	150 (45.38 py)
	9,576,198 ~ 7,886,281	8,522,910 ~ 7,018,867	9,347,140 ~ 7,697,645	7,572,071 ~ 6,235,823

- 중부지역을 기준으로 보았을 때 신축 표준모델의 평당 공사비는 RC구조의 경우 평당 7,000 ~ 9,700 천원, 목구조의 경우 평당 6,000 ~ 9,400 천원으로 예상됨.
- 구조 형식 측면에서 볼 때 RC구조가 목구조 보다 약 3 ~ 10% 공사비가 높으며 150㎡ 형이 85㎡형에 비해 11~18% 저렴한 결과를 보임.

(가) 85㎡ RC구조의 건축 공사비

- 신축 85㎡형 RC구조의 건축공사비 중 에너지성능 개선을 위해 사용된 공사금액의 비중은 약 32%이며 이 중 가장 높은 비중을 차지하는 공종은 외부 창호 및 유리 공사로 전체 건축공사비의 16.6%의 비중을 차지함.
- 일반 공사의 공종별 공사비 중 가장 높은 공사비를 차지한 공종은 철근콘크리트공사(22.2%) 였으며 지붕공사(14.9%) 역시 많은 비중을 차지하였는데 이는 RC구조재의 특성상 열교를 최소화 하기 위해 지붕마감을 위한 고가의 열교차단재를 하지철물로 사용하였기 때문임.
- 신축 85㎡형 RC구조의 면적당 건축공사비 총액은 평당 6,293 천원이며 이 중 에너지 성능공사에는 평당 2,028 천원이 소요되는 것으로 나타남.

(160) 85㎡ RC

(단위 : 원)

()	()	(%)	()	()	(%)
				94,660,955	100
	109,661,295	67.8		52,150,256	32.2
가	2,898,427	1.8		10,681,294	6.6
	2,083,129	1.3			
	35,940,303	22.2		12,828,362	7.9
	2,040,141	1.3			
	11,863,674	7.3			
	13,930,617	8.6			
	1,706,643	1.1			
	24,144,868	14.9		26,938,600	16.6
	1,915,690	1.2			
	5,618,269	3.5		EVB	1,702,000
	3,417,268	2.1			
	527,297	0.3			
	3,574,969	2.2			

(나) 150㎡ RC구조의 건축 공사비

- 신축 150㎡형 RC구조의 건축공사비 중 에너지성능 개선을 위해 사용된 공사금액의 비

중은 약 28%이며 이 중 가장 높은 비중을 차지하는 공종은 외부 창호 및 유리 공사로 전체 건축공사비의 12.2%의 비중을 차지함.

- 일반 공사의 공종별 공사비 중 가장 높은 공사비를 차지한 공종은 철근콘크리트공사 (23.0%) 였으며 85㎡형과 마찬가지로 지붕마감을 위한 고가의 열교차단재를 하지철물로 사용하여 지붕공사비의 비중(14.6%)도 높았음.
- 신축 150㎡형 RC구조의 면적당 건축공사비 총액은 평당 5,467 천원이며 이 중 에너지 성능공사에는 평당 1,529 천원이 소요되는 것으로 나타남.
- 85㎡와 비교하였을 때 건축공사비 총액은 86,270천원 증가하였으나 평당 공사비는 826 천원 감소 하였음.
- 85㎡와 비교하였을 때 면적당 공사비의 차이는 일반공사 (327 천원) 보다 에너지성능공사 부분 (499 천원)이 더 크게 나타났음.

(161) 150㎡ RC

(단위 : 원)

()	()	(%)	()	()	(%)
				248,081,542	100
	178,701,247	72.0		69,380,295	28.0
가	4,427,162	1.8		14,348,640	5.8
	3,102,956	1.3			
	56,943,422	23.0		20,765,155	8.4
	5,956,687	2.4			
	15,619,182	6.3			
	23,677,769	9.5			
	2,427,939	1.0		30,241,300	12.2
	36,331,995	14.6			
	2,784,854	1.1			
	9,359,058	3.8		4,025,200	1.6
	11,808,882	4.8			
	897,256	0.4	EVB		
	5,364,085	2.2			

(다) 85㎡ 목구조의 건축 공사비

- 신축 85㎡형 목구조의 건축공사비 중 에너지성능 개선을 위해 사용된 공사금액의 비중은 약 35.7%이며 이 중 가장 높은 비중을 차지하는 공종은 외부 창호 및 유리 공사로 전체 건축공사비의 17.0%의 비중을 차지함.

- 일반 공사의 공종별 공사비 중 가장 높은 공사비를 차지한 공종은 목구조공사 (37.5%)였으며 RC구조와 달리 목구조공사 안에 지붕공사의 비용이 포함되어 있음.
- 신축 85㎡형 목구조의 면적당 건축공사비 총액은 평당 6,093 천원이며 이 중 에너지 성능공사에는 평당 2,172 천원이 소요되는 것으로 나타남.
- 신축 85㎡형 RC구조와 비교하였을 때 건축공사비 총액은 5,141 천원 감소하였으며 일반공사 부분에서 8,849 천원으로 크게 감소한 것과 달리 에너지성능공사 부분에서는 3,708 천원 증가한 것으로 나타남.
- 면적당 건축 공사비 총액을 비교하였을 때 85㎡형 목구조는 RC구조 대비 평당 200 천원 저렴한 것을 알 수 있음.

(162) 85㎡

(단위 : 원)

()	()	(%)	()	()	(%)
				156,670,756	100
	100,812,316	64.3		55,858,440	35.7
가	2,137,760	1.4		3,035,780	1.9
	1,705,482	1.1			
	7,849,816	5.0			
	2,250,561	1.4		26,627,700	17.0
	13,882,338	8.9			
	1,076,112	0.7			
	2,092,240	1.3		20,135,360	12.9
	1,081,077	0.7			
	6,136,198	3.9			
	1,986,207	1.3	EVB	6,059,600	3.9
	58,788,968	37.5			
	1,825,557	1.2			

(라) 150㎡ 목구조의 건축 공사비

- 신축 150㎡형 목구조의 건축공사비 중 에너지성능 개선을 위해 사용된 공사금액의 비중은 약 32.8%이며 이 중 가장 높은 비중을 차지하는 공종은 외부 창호 및 유리 공사로 전체 건축공사비의 14.1%의 비중을 차지함.
- 일반 공사의 공종별 공사비 중 가장 높은 공사비를 차지한 공종은 목구조공사 (37.8%)였으며 85㎡형 목구조와 같이 목구조공사 안에 지붕공사의 비용이 포함되어 있음.

- 신축 150㎡형 목구조의 면적당 건축공사비 총액은 평당 4,891 천원이며 이 중 에너지 성능공사에는 평당 1,606 천원이 소요되는 것으로 나타남.
- 신축 150㎡형 RC구조와 비교하였을 때 건축공사비 총액은 26,125 천원 감소하였으며 일반공사 부분에서 29,600 천원으로 크게 감소한 것과 달리 에너지성능공사 부분에서는 3,474 천원 증가한 것으로 나타남.
- 면적당 건축 공사비 총액을 비교하였을 때 150㎡형 목구조는 RC구조 대비 평당 576 천원 저렴한 것을 알 수 있음.

(163) 150㎡

(단위 : 원)

()	()	(%)	()	()	(%)
				156,670,756	100
	149,101,626	67.2		72,855,068	32.8
가	2,995,830	1.3		5,099,030	2.3
	2,707,714	1.2			
	12,130,095	5.5			
	3,551,349	1.6		31,188,000	14.1
	25,464,333	11.5			
	1,300,302	0.6			
	2,892,467	1.3			
	1,802,973	0.8		30,233,138	13.6
	8,318,130	3.7			
	1,345,759	0.6			
	83,948,042	37.8	EVB	6,334,900	2.9
	2,644,632	1.2			

(2) 신축 표준모델의 단계별 공사비

- 표준모델의 에너지성능개선 항목에 따라 공사단계를 4단계로 구분하여 공사금액을 산출하고 그에 따르는 에너지 시뮬레이션 결과를 계산하여 공사금액 대비 효과를 보다 분명히 보여주고자 함.
- 위의 표와 같이 에너지성능 수준을 단계별로 구분한 다음 각각의 공사비 절감 추이를 조사하고 시뮬레이션을 통해 1차 에너지 소요량의 증가폭을 비교하여 검토·분석함.
- 제로에너지로 설계한 기본모델에서 부위별 단열기준을 패시브건축물 기준이 아닌 범규 기준으로 변경하고 외부 전동 블라인드 (EVB)를 공사범위에서 제외한 것을 1단계, 1단

계에서 태양광을 제외한 것을 2단계, 이에 열교환 환기 장치까지 제외한 것을 3단계, 총 4가지 경우의 수를 두고 공사비와 1차 에너지 소요량의 변화폭을 분석함.

(164)

			+ +PV	+	
(W/m ² K)	RC/	0.139		0.167	
		-		-	
(W/m ² K)		0.187		0.21	
(W/m ² K)	RC ()	0.125		0.148	
	()	-		-	
(W/m ² K)		1.0		1.3	
(W/m ² K)		0.8		1.2	
(W/m ² K)		0.518		1.5	
(n50)		1.0		1.5	
	(%)		0.75		-
	(%)		0.5		-
(kW)		3			-

(165) 85㎡ RC

(단위 : 원)

			+ +PV	+	
		233,162,000	221,600,000	221,600,000	221,600,000
		29,774,000	29,774,000	29,774,000	19,911,478
		23,365,000	23,365,000	15,956,352	15,956,352
		7,335,000	7,335,000	7,335,000	7,335,000
		293,636,000	282,074,000	274,665,352	264,802,830
		-	11,562,000	18,970,648	28,833,170
		-	3.94%	6.46%	9.82%
ENERGY #	(kWh/㎡)	47.19	53.11	53.11	78.87
	(kWh/㎡)	88	94.5	128.9	150.6
	1 (kWh/㎡)	97	104	199	211
	1 가	-	7.0	102.0	114.0
	1 가	-	7.22%	105.15%	117.53%
	(/1)	409,800	438,500	709,200	756,900
ECO 2	1 (kWh/㎡)	76.2	93.9	174.2	240.0
	1 가	-	17.7	98.0	163.8
	1 가	-	23.23%	128.61%	214.96%
		51.20%	46.11%	-	-

- 위의 표를 보았을 때 부위별 단열성능기준을 법규기준으로 변경할 경우 가장 낮은 변화폭을 보이는데 이를 통해 현재 (2019년 기준) ‘건축물의 에너지 절약 설계 기준’ 이 패시브건축물의 설계 기준에 근접했다는 사실과 법적으로 제1종근린생활시설로 분류됨에도 불구하고 주택과 같은 공간구조와 기능을 수행하기 때문에 외부전동블라인드 설치로 인한 냉방에너지 절감이 크지 않음을 알 수 있음.
- 단열성능의 변화만을 적용한 1단계와 달리 신재생에너지인 PV패널을 제외하는 2단계 부터는 1차에너지소요량의 변화폭이 커지며 절약되는 공사비 대비 에너지성능 저하가 심해지는 것으로 나타남.
- 85㎡형 RC구조의 경우 1단계까지의 변화는 달성목표에 크게 벗어나지 않음.

(166) 150m² RC

(단위 : 원)

			+ +PV	+	
		361,408,000	347,173,000	347,173,000	347,173,000
		57,302,000	57,302,000	57,302,000	40,735,953
		33,467,000	33,467,000	23,544,691	23,544,691
		8,667,000	8,667,000	8,667,000	8,667,000
		460,844,000	446,609,000	436,686,691	420,120,644
		-	14,235,000	24,157,309	40,723,356
		-	3.09%	5.24%	8.84%
E N E R G Y #	(kWh/m ²)	46.49	52.21	52.21	74.75
	(kWh/m ²)	71.7	78.1	108	127.6
	1 (kWh/m ²)	79	86	168	181
	1 가	-	7.0	89.0	102.0
	1 가	-	8.86%	112.66%	129.11%
	(/1)	580,200	629,300	1,249,800	1,282,300
E C O 2	1 (kWh/m ²)	94	104.1	164.1	224.6
	1 가	-	10.1	70.1	130.6
	1 가	-	10.74%	74.57%	138.94%
		38.94%	36.59%	-	-

- 위의 표를 보았을 때 전체 적인 변화폭은 85m²형 RC구조와 유사한 양상을 보임.
- 150m²형 RC구조의 경우 85m²형 보다 감소되는 공사비 총액의 규모는 더 컸으며 1차에
너지소요량의 증가량은 적었으나 비율로 보았을 때에는 큰 차이를 보이지 않았음.
- 에너지효율등급의 변화 역시 PV를 미설치하기 이전까지 1++등급을 유지하는데 문제가
없었으며 에너지자립률 또한 제로에너지로 설계한 케이스와 같이 30% 이상이었음.

(167) 85m²

(단위 : 원)

			+ +PV	+	
		212,993,000	197,505,000	197,505,000	197,505,000
		39,692,000	39,692,000	39,692,000	28,631,721
		24,804,000	24,804,000	17,376,524	17,376,524
		7,766,000	7,766,000	7,766,000	7,766,000
		285,255,000	269,767,000	262,339,524	251,279,245
		-	15,488,000	22,915,476	33,975,755
		-	5.43%	8.03%	11.91%
E N E R G Y #	(kWh/m ²)	45.63	51.91	51.91	74.07
	(kWh/m ²)	86.7	93.6	131.4	148.8
	1 (kWh/m ²)	95	103	207	214
	1 가	-	8.0	112.0	119.0
	1 가	-	8.42%	117.89%	125.26%
	(/1)	399,600	429,600	751,000	772,500
E C O 2	1 (kWh/m ²)	76	87.8	168.4	240.2
	1 가	-	11.8	92.4	164.2
	1 가	-	15.53%	121.58%	216.05%
		51.32%	47.86%	-	-

- 위의 표를 보았을 때 전체 적인 변화폭은 앞선 RC구조와 유사한 양상을 보임.
- 다만, 목구조의 경우 RC조보다 단계별 공사비와 1차에너지소요량의 변화폭이 소폭으로 크게 나타남.
- 에너지효율등급의 변화 역시 PV를 미설치하기 이전까지 1++등급을 유지하는데 문제가 없었으며 에너지자립률 또한 제로에너지로 설계한 케이스와 같이 40% 이상이었음.

(168) 150m²

(단위 : 원)

			+ +PV	+	
		304,064,000	284,865,000	284,865,000	284,865,000
		59,006,000	59,006,000	59,006,000	42,002,498
		35,801,000	35,801,000	25,838,891	25,838,891
		9,171,000	9,171,000	9,171,000	9,171,000
		408,042,000	388,843,000	378,880,891	361,877,389
		-	19,199,000	29,161,109	46,164,611
		-	4.71%	7.15%	11.31%
E N E R G Y #	(kWh/m ²)	42.62	51.37	51.37	71.8
	(kWh/m ²)	67.9	77.6	109	126.4
	1 (kWh/m ²)	75	85	172	182
	1 가	-	10.0	97.0	107.0
	1 가	-	13.33%	129.33%	142.67%
	(/1)	537,800	610,900	1,258,000	1,273,000
E C O 2	1 (kWh/m ²)	106.6	123.9	231.1	297.6
	1 가	-	17.3	124.5	191.0
	1 가	-	16.23%	116.79%	179.17%
		49.98%	46.38%	-	-

- 위의 표를 보았을 때 전체 적인 변화폭은 앞선 다른 표준모델들과 유사한 양상을 보임.
- 85m²형 목구조와 비교했을 때 단계별 공사비의 감소비율은 낮으나 1차에너지소요량의 증가비율은 상대적으로 높았음.
- 에너지효율등급의 변화 역시 PV를 미설치하기 이전까지 1++등급을 유지하는데 문제가 없었으며 에너지자립률 또한 제로에너지로 설계한 케이스와 같이 40% 이상이었음.

(3) 신축 표준모델의 예산반영과 기대효과

- 신축 표준모델의 예산반영을 위해 신축표준모델의 m²당 평균 공사비를 산출하고 전국 농어촌 공공생활시설의 전체 연면적을 가정하여 필요예산 규모를 책정하였음.

(169) m²

단위 : 천원

m ²	RC 85m ²		RC 150m ²		85m ²		150m ²	
	3,454	3,408	3,072	3,033	3,356	3,326	2,720	2,695
	2,689	2,678	2,491	2,515	2,549	2,542	2,114	2,108,
	765	729	581	518	807	784	606	586

- 신축표준모델의 m²당 평균 공사비를 산출한 결과 약 2,700~2500 천원/m²의 결과를 보였으며 이중 에너지성능 관련 공사비는 전체 공사비의 17~24%의 비중을 차지하고 있었음.
- 해당 공사비는 내역의 100%를 반영한 것으로 낙찰율을 적용할 경우 최대 70% (약 2,418~1,904 천원/m²)까지 공사비를 줄일 수 있을 것으로 예상함.

(170)

()

단위 : 개소, m²

	60m ²	61-85	86-100	101-150	151-200	201	
	887	2640	1855	1787	986	712	8,867
	10%	30%	21%	20%	11%	8%	
()	53,220	224,400	185,500	268,050	197,200	213,600	1,141,970

- 전국 농어촌 공공생활시설의 규모를 일반화하기 위해 예상 연면적을 산출하였음.
- 그 결과 전국 농어촌 공공생활시설의 전체 규모를 약 1,141,970m²로 가정함.

(171)

		()
m ²	()	3,133,182 (100%)
m ²	()	2,460,930 (78.54%)
m ²	()	672,252 (21.46%)
		1,141,970 m ²
		3,578,000,139,630 (100%)
		2,810,308,039,253 (78.54%)
		767,692,100,378 (21.46%)

- 농어촌 공공생활시설을 신축할 경우 소요되는 예산의 규모는 m²당 약 3,133천원 으로 예상되며 이중 에너지성능 공사를 위해 필요한 예산 규모는 전체 예산의 약 21%임.
- 다만, 이는 기존 시설의 철거공사와 폐기물처리비용을 제외한 것으로 현장의 상황에 따라 해당 비용을 별도 산정할 필요가 있으며 지역(기후)과 규모, 구조형식에 따라 예산 규모의 변동이 필요함.
- 전국 농어촌 공공생활시설의 규모를 약 1,141,970m²로 가정했을 때 이를 신축하기 위한 예산의 총규모는 약 3조6천억이며 제로에너지화를 위해 사용되는 예산은 전체 예산 규모의 약 21% 임.

(172)

CO2

1

		3	2		
CO2	(kg/m ²)	185.8	138	184.1	154
1	(kWh/m ²)	751	558	661	553
			1	4	
CO2	(kg/m ²)	134	108	80	130
1	(kWh/m ²)	483	389	288	474
CO2	(kg/m ²)	80	85	95	86
1	(kWh/m ²)	296	314	347	314
			2		
CO2	(kg/m ²)	70	111	79	57
1	(kWh/m ²)	262	449	293	215

- 이번 연구를 통해 조사한 전국 16개 농촌 공공생활시설의 평균 CO2 배출량은 111.1 kg/m² 이며 평균 1차에너지 소요량은 415.4 kWh/m² 로 나타남.
- 이와 같은 결과를 신축 표준모델 8개 모델의 평균과 비교하여 절감율로써 기대효과를 산출함.

(173)

CO2	(kg/m ²)	111	19	83.09%
1	(kWh/m ²)	415	83	80.08%

- 기존 농촌공공생활시설의 평균 CO2배출량과 신축 표준모델의 평균을 비교한 결과 신축표준모델로 인해 기대되는 CO2절감량은 약 83%임.
- 기존 농촌공공생활시설의 평균 1차에너지 소요량과 신축 표준모델의 평균을 비교한 결과 신축표준모델로 인해 기대되는 1차에너지 소요량은 약 80%임.

라. 소결

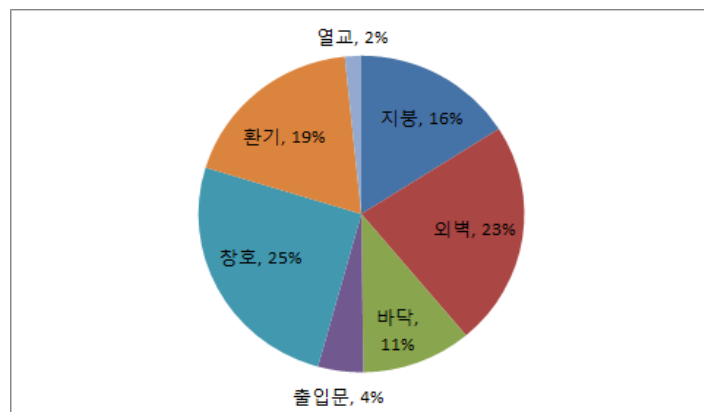
- 신축 표준모델 역시 그린리모델링 표준모델과 같이 설계단계에서는 보다 현실성 있는 건축물 구현을 위해 ENERGY#을 활용하였으며 ECO2를 통해 실시설계 이후 목표달성 여부를 확인함.
- 표준모델의 설계는 두 차례의 전문가 자문회의와 분야별 전문가들의 조언을 통해 보완하였음.
- 지역(중부/남부)·규모(85m²/150m²)·구조별(RC/목구조)로 8개의 신축 표준모델을 설정함.
- 현장조사를 통해 조사·분석된 데이터를 토대로 평면을 구성하고 2층 공간을 사용하지 않는 특성을 반영, 모든 모델의 층수를 지상1층으로 설정함.
- 모든 모델은 외단열로 계획하였으며, 열교를 최소화하고 맞통풍, 채광 등을 고려함. 지붕의 경우 방수 및 준공 후 관리의 편의를 고려하여 RC와 목구조 모두 경사지붕으로 계획함.
- ENERGY# 시뮬레이션을 통해 1차 에너지 소요량 및 필요 신재생에너지 발전량을 파악하여 가장 효율적인 열원으로 도시가스를 적용함.
- [ENERGY#]
 - 신축 표준모델의 난방성능은 42.1kWh/m²이며, 난방성능은 권역(남부), 목구조. 면적이 클수록 유리한 것으로 나타남.
 - 열 손실은 73.3kWh/m²이며 창호, 발열을 통해 획득되는 열은 31.3kWh/m²로 열손실량의 43%를 상쇄함.
 - 지붕, 외벽, 바닥의 구조체를 통해 약 50% 열이 손실되며, 창호부위 29%, 환기19%, 열교 2% 열 손실이 일어남.

(174)

(ENERGY#)

단위 : kWh/m²

	(A)							(B)				A-B	
8	11.7	16.8	8	3.3	18.7	13.7	1.2	73.3	18.2	-0.1	13.1	31.3	42.1
	16%	23%	11%	4%	25%	19%	2%	100%				43%	



- [ECO2] 신축 표준모델의 ECO2 프로그램 시뮬레이션결과 등급용 1차 에너지 소요량은 35.2~79.6kWh/m²·년 로 건축물에너지효율등급 1+++등급이며, 에너지자립률 45~73%로 제로에너지등급 3~4등급임.

(175)

(단위 : kWh/m²·년)

	RC 85m ²		RC 150m ²		85m ²		150m ²	
1	76.2	49.8	94	71.4	76	51.1	106.6	73.5
1)	78.2	52.8	92.6	70.8	77.4	53.5	110.3	78.5
	1+++	1+++	1++	1+++	1+++	1+++	1++	1+++
1	79.99	89.45	59.91	66.94	80.09	89.56	106.4	119.1
1	156.2	139.2	153.8	138.3	156.0	140.6	213.0	192.6
	51%	64%	39%	48%	51%	64%	50%	62%
ZEB	4	3	4	4	4	3	4	3

- 신축 표준모델의 평당 공사비는 최소 약 6,200천원에서 최대 약 9,600천원으로 나타남.
- 구조 형식 측면에서 볼 때 RC구조가 목구조 보다 약 3 ~ 10% 공사비가 높으며 150m² 형이 85m²형에 비해 11~18% 저렴한 결과를 보임.
- 표준모델의 에너지성능개선 항목에 따라 공사단계를 4단계로 구분하여 공사금액을 산출하고 그에 따르는 에너지 시뮬레이션 결과를 계산하여 공사금액 대비 효과를 분석해 보았음.
- 제로에너지로 설계한 기본모델에서 부위별 단열기준을 패시브건축물 기준이 아닌 법규 기준으로 변경하고 외부전동블라인드 (EVB)를 공사범위에서 제외한 것을 1단계, 1단계에서 태양광을 제외한 것을 2단계, 이에 열교환환기장치까지 제외한 것을 3단계, 총 4가지 경우의 수를 두고 공사비와 1차에너지소요량의 변화폭을 분석함.
- 모든 표준모델의 단계별 1차에너지소요량 증가폭과 공사비 감소폭은 유사한 결과를 보였음.
- 부위별 단열성능기준을 법규기준으로 변경할 경우 가장 낮은 변화폭을 보이는데 이를 통해 현재 (2019년 기준) '건축물의 에너지 절약 설계 기준' 이 패시브건축물의 설계 기준에 근접했다는 사실과 법적으로 제1종근린생활시설로 분류됨에도 불구하고 주택과 같은 공간구조와 기능을 수행하기 때문에 외부전동블라인드 설치로 인한 냉방에너지 절감이 크지 않음을 알 수 있음.
- 단열성능의 변화만을 적용한 1단계와 달리 신재생에너지인 PV패널을 제외하는 2단계 부터는 1차 에너지 소요량의 변화폭이 커지며 절약되는 공사비 대비 에너지성능 저하가 심해지는 것으로 나타남.

제4절 농촌 제로에너지 공공생활시설 모니터링시스템 개발

1. 농촌 제로에너지 공공생활시설 모니터링 시스템 개발방향

가. 농촌지역 공공생활시설 에너지 모니터링 시스템 (I-VEMS) 기능 분석

○ I-VEMS 구축 정의

- 농촌지역 공공생활시설을 대상으로 무선 전력량계, IoT 환경센서 등을 설치하고 존별 에너지·환경 데이터를 수집하여 에너지 사용현황 및 실내 환경정보(온도, 습도, CO2, 미세먼지 및 재실자 유무 현황) 모니터링
- 시설별 수집된 데이터를 활용하여 에너지 데이터 기반의 통합 관제 모니터링 시스템까지 확장 가능

○ I-VEMS 기능 정의

- 농촌 마을회관, 경로당을 대상으로 실내 환경 정보(온도, 습도, CO2, 미세먼지) 및 외부 온/습도 현황과 시설 내 재실자 유무, 전기사용량 현황을 모니터링하고 이벤트 발생 시 알람서비스 제공 등 다양한 기능을 시설관리자에게 제공

(176) I-VEMS Site

No.			
1		<ul style="list-style-type: none"> • IoT • (PIR,) • / /Co2/ • / • 	
2		• Electric Energy : Total Used Electric Energy [kWh]	
3		• / /Co2/	Zone
4		• /	
5		•	
6		•	

(177) Service Program

No.			
1	I-VEMS	<ul style="list-style-type: none"> • (Monitoring) (Gateway Server) 	
2	Gateway I/F	<ul style="list-style-type: none"> • Gateway (, Gateway ↔ Gateway) • Gateway (/ / /Co2/ ↔ Gateway) 	
3		•	
4		•	↔Gateway ↔

(178) Dashboard

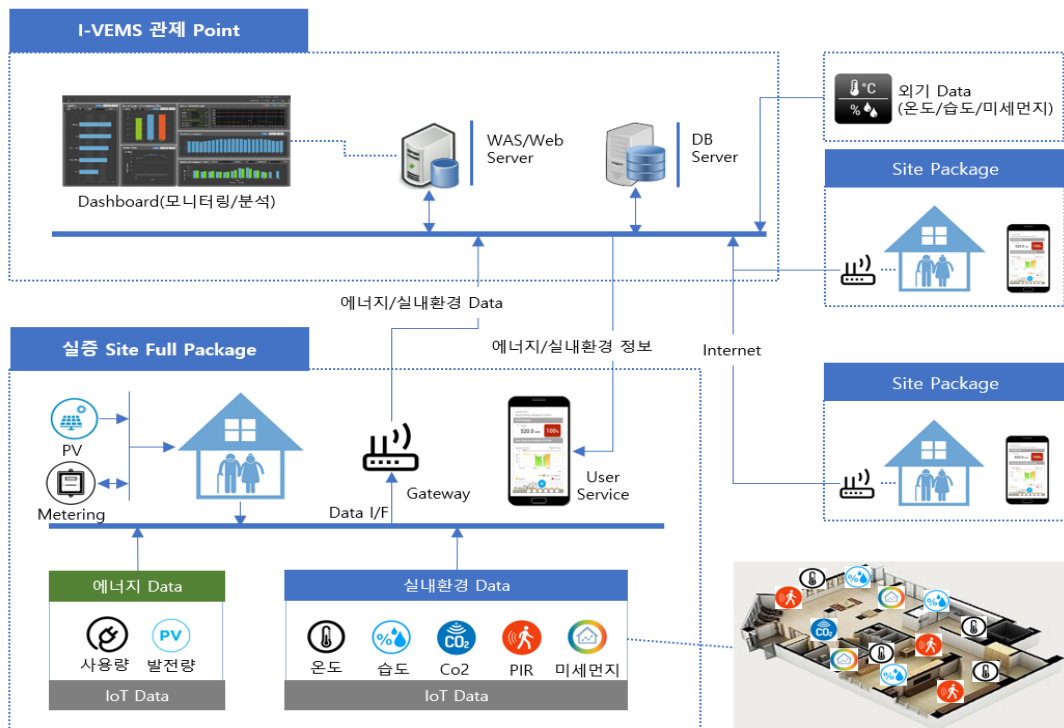
No.			
1		•	
2		• / •	

(179) I/F

No.			
1		• • / / () • LAST	

나. I-VEMS 사이트 구성

- 농촌지역 공공생활시설(Site) 에너지 및 실내환경 IoT 센서 데이터를 Gateway를 통해 취합하여 I-VEMS Monitoring 데이터 Server로 전송, 해당 데이터를 기반으로 에너지 사용량 및 실내환경 현황을 모니터링하고 이벤트 발생 시 관리자 알람 기능을 통해 불필요한 에너지 소비를 방지함



< 130> I-VEMS

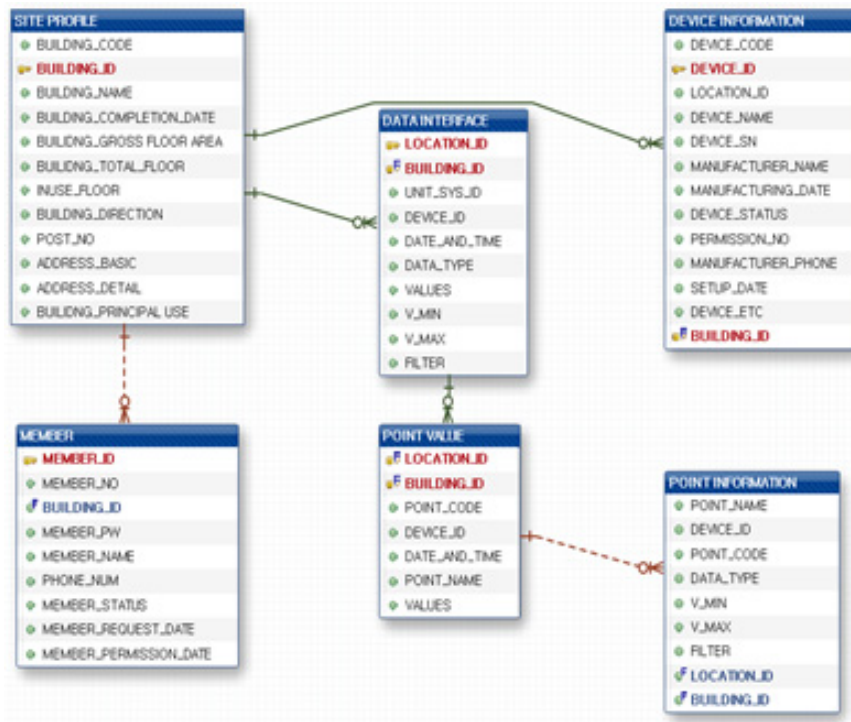
○ 사이트 구성

- 에너지 및 실내환경 IoT센서 데이터는 다양한 Interface Service, Modbus TCP/IP Service 등 통신 방식 중 단일 통신방식을 적용하여 수집함(Gateway 처리 및 오류를 최소화)
- IoT 센서를 통해 외기 데이터(Weather Data Service) 확보
- 테스트베드에서 수집된 데이터는 Gateway에서 취합되어 인터넷 통신을 통해 관제 (Monitoring) 사이트의 DB Server 내에서 수신데이터를 DBMS로 저장하고, WAS Server를 통해 분석데이터로 가공되어 Web Server를 통해 I-VEMS 화면으로 출력

다. I-VEMS Database 분류체계 정립

○ 주요 DB Table 및 분류체계

- 현재까지 구성된 기능에 따른 주요 TABLE이며, 추후 기능에 따라 추가/변경 가능



< 131> i-VEMS ERD (Entity-Relationship Modelling)

○ SITE PROFILE TABLE

- 농촌지역 실증사이트 구분코드, 시설용도, 시설명, 설치일자, 연면적, 용도 정보를 일괄 생성(등록)하는 테이블

(180) SITE PROFILE TABLE

No.			
1	BUILDING_CODE	varchar(9)	
2	BUILDING_NAME	varchar(500)	
3	BUILDING_COMPLETION_DATE	varchar(6)	
4	BUILDING_GROSS FLOOR AREA	varchar(500)	
5	BUILDING_PRINCIPAL USE	varchar(100)	

○ POINT INFORMATION TABLE

- 에너지, 실내 환경 등을 포함한 포인트 명, 포인트 타입, 최소/최대 데이터 기준, 데이터 필터링 값을 일괄 생성(등록)하는 테이블

(181) POINT INFORMATION TABLE

No.			
1	POINT_NAME	varchar(32)	
2	DATA_TYPE	varchar(3)	
3	V-MIN	varchar(10, 2)	
4	V-MAX	varchar(10, 2)	
5	FILTER	varchar(1)	(0 or null)

○ POINT VALUE TABLE

- 데이터 생성일/시간, 포인트 명, 포인트 값을 일괄 생성(등록)하는 테이블

(182) POINT VALUE TABLE

No.			
1	DATE_AND_TIME	varchar(14)	/
2	POINT_NAME	varchar(32)	
3	VALUES	varchar(10, 2)	(10 , 2)

○ DB Interface Table 및 분류체계

- 시설 및 관제 Monitoring 연계 데이터 저장 테이블

(183) DB Interface Table

No.			
1	LOCATION_ID	varchar(20)	, , , (Zone)
2	UNIT_SYS_ID	varchar(4)	/
3	DEVICE_ID	varchar(8)	
4	DATE_AND_TIME	varchar(14)	/
5	DATA_TYPE	varchar(3)	
6	VALUES	varchar(10, 2)	(10 , 2)
7	V_MIN	varchar(10, 2)	(10 , 2)
8	V_MAX	varchar(10, 2)	(10 , 2)
9	FILTER	varchar(1)	(0 or null)

(184) Data Interface Table Structure

	<table border="1"> <tr> <td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td><td>16</td><td>17</td><td>18</td><td>19</td><td>20</td> </tr> <tr> <td colspan="3">지역번호 [3]</td> <td colspan="6">부여된 건물 아이디 [6]</td> <td colspan="3">층 [3]</td> <td colspan="2">8방위 [2]</td> <td colspan="6">Zone No. [6]</td> </tr> </table>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	지역번호 [3]			부여된 건물 아이디 [6]						층 [3]			8방위 [2]		Zone No. [6]					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20																						
지역번호 [3]			부여된 건물 아이디 [6]						층 [3]			8방위 [2]		Zone No. [6]																											
LOCATION_ID [20]	<ul style="list-style-type: none"> • : () : () • : 가 • 8 (The Eight Cardinal Points) : EE, WW, SS, NN, NW, SE, NE, SW • Zone No. : Room No. Zone No, Zone Code 																																								
UNIT_SYS_ID [4]	<table border="1"> <tr> <td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td> </tr> </table> <ul style="list-style-type: none"> • 1 : (G)/ (U) • 2,3,4 : (SLE), (SGE), (WDP), ESS(ESS), (LHT), (ETC) 	1	2	3	4																																				
1	2	3	4																																						
DEVICE_ID [8]	<ul style="list-style-type: none"> • POINT or ADDRESS or TAG 																																								
DATE_AND_TIME [14]	<ul style="list-style-type: none"> • : YYYYMMDDHHMMSS 																																								
DATA_TYPE [3]	<ul style="list-style-type: none"> • SUM : • LST : 																																								
VALUES [10, 2]	<ul style="list-style-type: none"> • : -000000000.01 ~ 9999999999.99 (10 , 2) 																																								
V-MIN [10, 2]	<ul style="list-style-type: none"> • : -000000000.01 ~ 9999999999.99 (10 , 2) 																																								
V-MAX [10, 2]	<ul style="list-style-type: none"> • : -000000000.01 ~ 9999999999.99 (10 , 2) 																																								
FILTER [1]	<ul style="list-style-type: none"> • V-MIN V-MAX Filter RESULT Function : 0 Null 																																								

2. 농촌 제로에너지 공공생활시설 모니터링시스템 개발

가. 농촌지역 공공생활시설 대상 I-VEMS 개발

○ IoT 센서 연계 데이터베이스 구축

- 농촌지역의 공공생활시설(마을회관, 경로당)에서 사용하는 에너지 데이터 및 실내·외 환경 데이터(온도, 습도, CO2, 미세먼지)와 재실자 현황 데이터를 수집하여 I-VEMS 서버 Database에 저장

(185) I-VEMS List

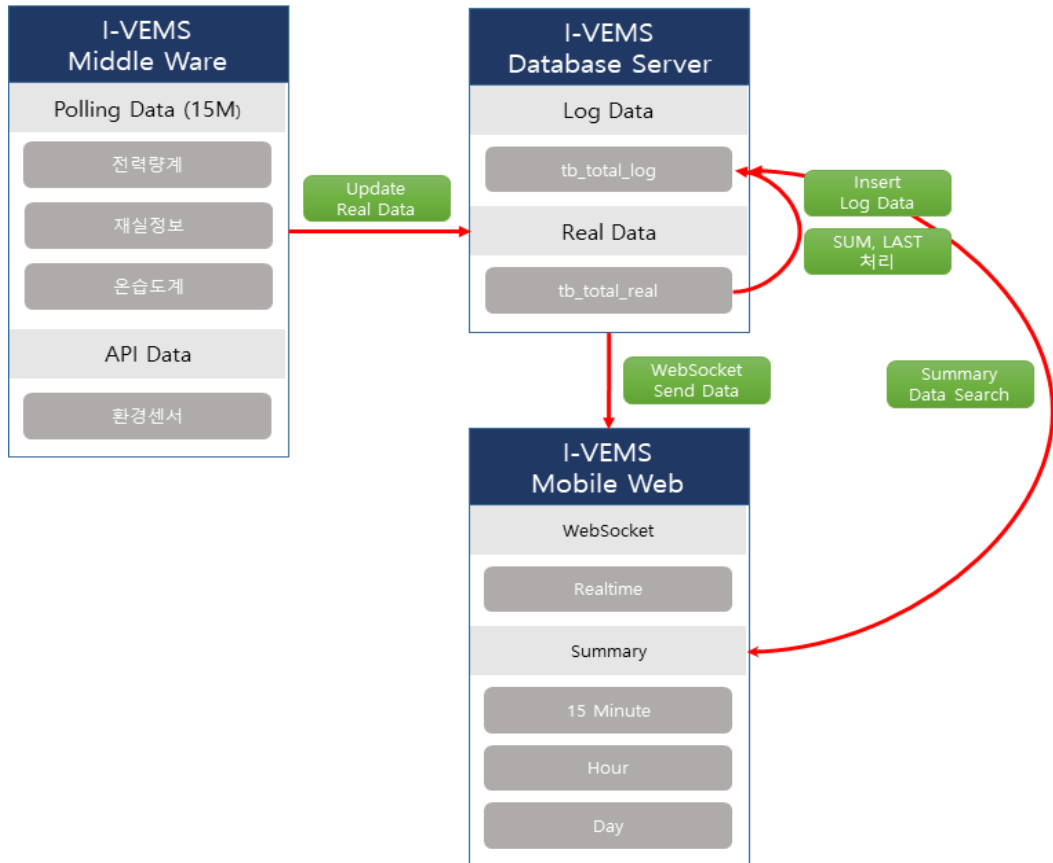
No.	Point Address	Point Name	Sensor Type	Location (실증사이트)
1	041000001_RM01_0002_RLI_00010001	atlasen_0001_temp	온도	방1
2	041000001_RM01_0002_RLI_00010002	atlasen_0001_humi	습도	방1
3	041000001_RM01_0002_RLI_00010003	atlasen_0001_lux	조도	방1
4	041000001_RM01_0002_RLI_00010004	atlasen_0001_co2	이산화탄소	방1
5	041000001_RM01_0002_RLI_00010005	atlasen_0001_co	일산화탄소	방1
6	041000001_RM01_0002_RLI_00010006	atlasen_0001_pm25	초미세먼지	방1
7	041000001_RM01_0002_RLI_00010007	atlasen_0001_pm10	미세먼지	방1
8	041000001_RM01_0002_RLI_00010008	atlasen_0001_tvoc	TVOC	방1
9	041000001_RM01_0002_RLI_00010009	atlasen_0001_mic	소음	방1
10	041000001_MR01_0002_RLI_00020001	atlasen_0002_temp	온도	거실
11	041000001_MR01_0002_RLI_00020002	atlasen_0002_humi	습도	거실
12	041000001_MR01_0002_RLI_00020003	atlasen_0002_lux	조도	거실
13	041000001_MR01_0002_RLI_00020004	atlasen_0002_co2	이산화탄소	거실
14	041000001_MR01_0002_RLI_00020005	atlasen_0002_co	일산화탄소	거실
15	041000001_MR01_0002_RLI_00020006	atlasen_0002_pm25	초미세먼지	거실
16	041000001_MR01_0002_RLI_00020007	atlasen_0002_pm10	미세먼지	거실
17	041000001_MR01_0002_RLI_00020008	atlasen_0002_tvoc	TVOC	거실
18	041000001_MR01_0002_RLI_00020009	atlasen_0002_mic	소음	거실

19	041000001_RM02_0002_RLI_00030001	atlasen_0003_temp	온도	방2
20	041000001_RM02_0002_RLI_00030002	atlasen_0003_humi	습도	방2
21	041000001_RM02_0002_RLI_00030003	atlasen_0003_lux	조도	방2
22	041000001_RM02_0002_RLI_00030004	atlasen_0003_co2	이산화탄소	방2
23	041000001_RM02_0002_RLI_00030005	atlasen_0003_co	일산화탄소	방2
24	041000001_RM02_0002_RLI_00030006	atlasen_0003_pm25	초미세먼지	방2
25	041000001_RM02_0002_RLI_00030007	atlasen_0003_pm10	미세먼지	방2
26	041000001_RM02_0002_RLI_00030008	atlasen_0003_tvoc	TVOC	방2
27	041000001_RM02_0002_RLI_00030009	atlasen_0003_mic	소음	방2
28	041000001_OD01_0004_RSI_00000003	botem_0000btw_cur Cnt	채실인원	현관
29	041000001_OD01_0004_RSI_00000001	botem_0000btw_int Cnt	입실인원	현관
30	041000001_OD01_0004_RSI_00000002	botem_0000btw_out Cnt	퇴실인원	현관
31	041000001_OD01_0003_RLI_00010002	enerTalk_0001_activ ePower	유효 전력량	현관
32	041000001_OD01_0003_RLI_00010001	enerTalk_0001_curr ent	현재전력	현관
33	041000001_OD01_0003_RSI_00010005	enerTalk_0001_posit iveEnergy	전력 사용량	현관
34	041000001_OD01_0003_RLI_00010003	enerTalk_0001_pow erFactor	역률	현관
35	041000001_OD01_0003_RLI_00010004	enerTalk_0001_volta ge	볼트	현관
36	041000001_RM01_0001_RLI_00010001	seedn_0001_temp	온도	방1
37	041000001_RM01_0001_RLI_00010002	seedn_0001_humi	습도	방1
38	041000001_RM01_0001_RLI_00020001	seedn_0002_temp	온도	방1
39	041000001_RM01_0001_RLI_00020002	seedn_0002_humi	습도	방1
40	041000001_RM01_0001_RLI_00030001	seedn_0003_temp	온도	방1
41	041000001_RM01_0001_RLI_00030002	seedn_0003_humi	습도	방1
42	041000001_RM01_0001_RLI_00040001	seedn_0004_temp	온도	방1
43	041000001_RM01_0001_RLI_00040002	seedn_0004_humi	습도	방1

44	041000001_MR01_0001_RLI_00050001	seedn_0005_temp	온도	거실
45	041000001_MR01_0001_RLI_00050002	seedn_0005_humi	습도	거실
46	041000001_MR01_0001_RLI_00060001	seedn_0006_temp	온도	거실
47	041000001_MR01_0001_RLI_00060002	seedn_0006_humi	습도	거실
48	041000001_MR01_0001_RLI_00070001	seedn_0007_temp	온도	거실
49	041000001_MR01_0001_RLI_00070002	seedn_0007_humi	습도	거실
50	041000001_MR01_0001_RLI_00080001	seedn_0008_temp	온도	거실
51	041000001_MR01_0001_RLI_00080002	seedn_0008_humi	습도	거실
52	041000001_MR01_0001_RLI_00090001	seedn_0009_temp	온도	거실
53	041000001_MR01_0001_RLI_00090002	seedn_0009_humi	습도	거실
54	041000001_MR01_0001_RLI_00100001	seedn_0010_temp	온도	거실
55	041000001_MR01_0001_RLI_00100002	seedn_0010_humi	습도	거실
56	041000001_MR01_0001_RLI_00110001	seedn_0011_temp	온도	거실
57	041000001_MR01_0001_RLI_00110002	seedn_0011_humi	습도	거실
58	041000001_MR01_0001_RLI_00120001	seedn_0012_temp	온도	거실
59	041000001_MR01_0001_RLI_00120002	seedn_0012_humi	습도	거실
60	041000001_MR01_0001_RLI_00130001	seedn_0013_temp	온도	거실
61	041000001_MR01_0001_RLI_00130002	seedn_0013_humi	습도	거실
62	041000001_RM02_0001_RLI_00140001	seedn_0014_temp	온도	방2
63	041000001_RM02_0001_RLI_00140002	seedn_0014_humi	습도	방2
64	041000001_RM02_0001_RLI_00150001	seedn_0015_temp	온도	방2
65	041000001_RM02_0001_RLI_00150002	seedn_0015_humi	습도	방2
66	041000001_RM02_0001_RLI_00160001	seedn_0016_temp	온도	방2
67	041000001_RM02_0001_RLI_00160002	seedn_0016_humi	습도	방2
68	041000001_OD01_0001_RLI_00170001	seedn_0017_temp	온도	현관
69	041000001_OD01_0001_RLI_00170002	seedn_0017_humi	습도	현관
70	041000001_OS01_0001_RLI_00180001	seedn_0018_temp	온도	외부
71	041000001_OS01_0001_RLI_00180002	seedn_0018_humi	습도	외부

○ I-VEMS의 기능 구성

- I-VEMS의 아키텍처는 아래 그림과 같으며 각 시스템의 단위 모듈을 통해 I-VEMS의 기능을 세부 정의함



< 132> I-VEMS

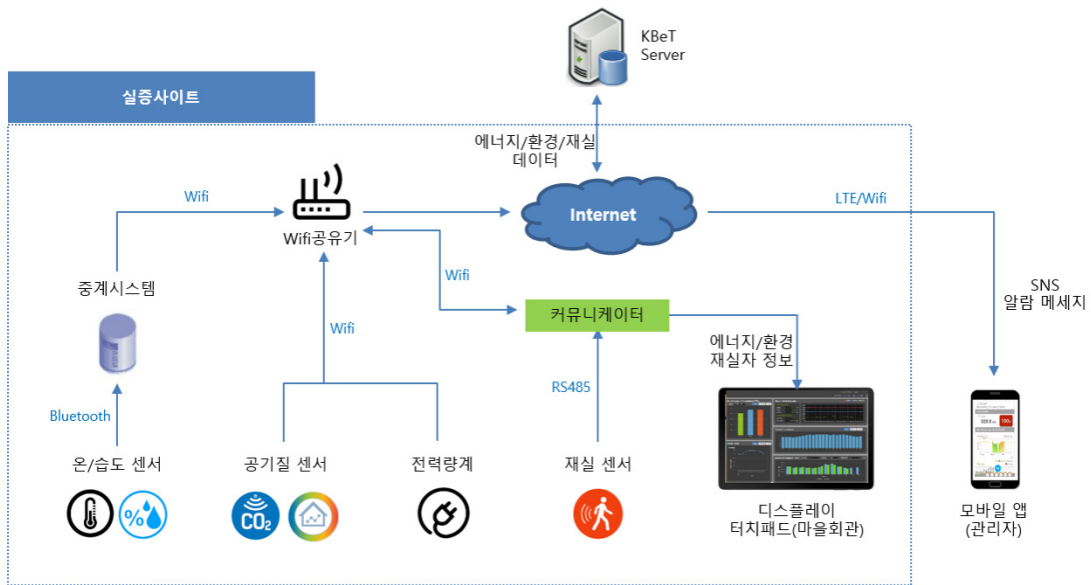
- I-VEMS의 Middle Ware를 통해 공공생활시설(마을회관, 경로당)에 설치한 IoT 센서 데이터를 실시간 수집하고 수집된 데이터를 I-VEMS DB Server로 보내 데이터를 저장함
- Mobile Web에서 필요한 Real Time 데이터는 DB Server에서 Web Socket을 통해 전송하며 사용자의 요청에 의해 조회된 데이터는 저장된 Log 데이터를 취합하여 전송함

○ I-VEMS 개발

- I-VEMS 구성

- 농촌지역 공공생활시설(마을회관, 경로당)에 설치된 온/습도, 재실, 전력량, CO2, 미세먼지 센서 데이터는 Middle Ware를 통해 수집됨
- 수집된 데이터는 실증사이트에 설치된 디스플레이터치패드 및 모바일 앱을 통해 모니터링 할 수 있고 알람조건에 따라 SNS를 통해 관리자에게 알람 메시지를 전송함으로써 불필요한 에너지 사용 방지에 기여

- 실증지에 PV가 설치되지 않아 발전량 Data 수집, 모니터링 기능은 제외하였으나 PV 설치 시 발전량 Data 연계를 통해 기능 추가 가능

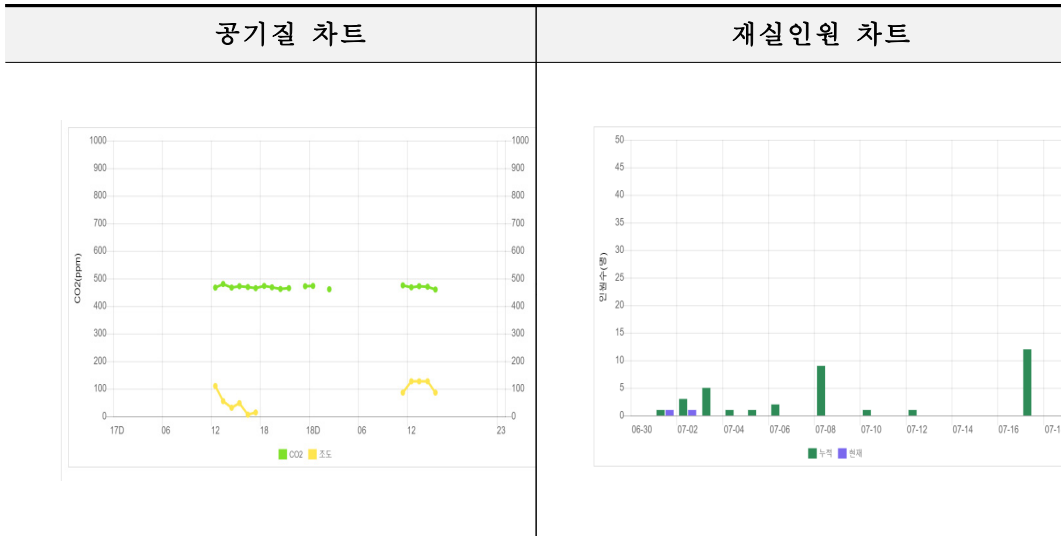


< 133 >

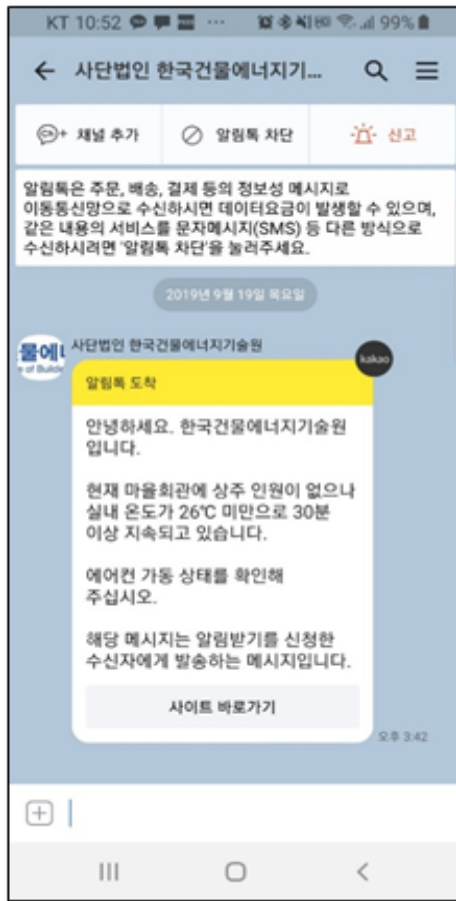
I-VEMS

- I-VEMS 주요 콘텐츠

- Main Menu : 준별 조회 메뉴 구성
- 온/습도 모니터링 화면 : 준별 실시간 온도, 습도 데이터 모니터링
- 공기질 모니터링 화면 : 준별 실시간 미세먼지, CO2 데이터 모니터링
- 전력 모니터링 화면 : 준별 실시간 전력사용량 데이터 모니터링
- 전력 사용량 차트 : 조회 기간별 전력 사용량 데이터 표시
- 온/습도 차트 : 조회 기간별/준별 온도, 습도 변화량 표시
- 공기질 차트 : 조회 기간별/준별 CO2 변화량 표시
- 미세먼지 차트 : 조회 기간별/준별 미세먼지 변화량 표시
- 재실인원 차트 : 조회 기간별 재실인원 변화량 표시
- 관리자 알림서비스 : SNS를 통해 시설관리자에게 알림 메시지 전송



관리자 알람서비스



< 134> 주요 콘텐츠 UI(User Interface)

No.			
1		(6~8)	가 26°C 30 (30 2)
		(12~2)	가 22°C 30 (30 2)
2		(6~8)	60%
		(12~2)	40%
3		10	가 1000ppm 30
4		75µg/m³	10 가
5		35µg/m³	10 가

나. 실증사이트 I-VEMS 구축

1) 실증사이트 I-VEMS 구축 현황

○ 실증사이트 선정

- 태안군 안흥성 새뜰마을사업과 농촌상생협력사업의 일환으로 정죽4리 마을회관 수선(리모델링)이 계획되어 있음. 따라서 개보수 전과 후의 에너지/환경 데이터 비교, 분석이 가능하기 때문에 본 마을회관을 실증사이트로 선정함

(187) (4)

		
		1
		104.39m ²
		2
		/

○ 실증사이트 I-VEMS 구축을 위한 현장 조사 수행

- 1층

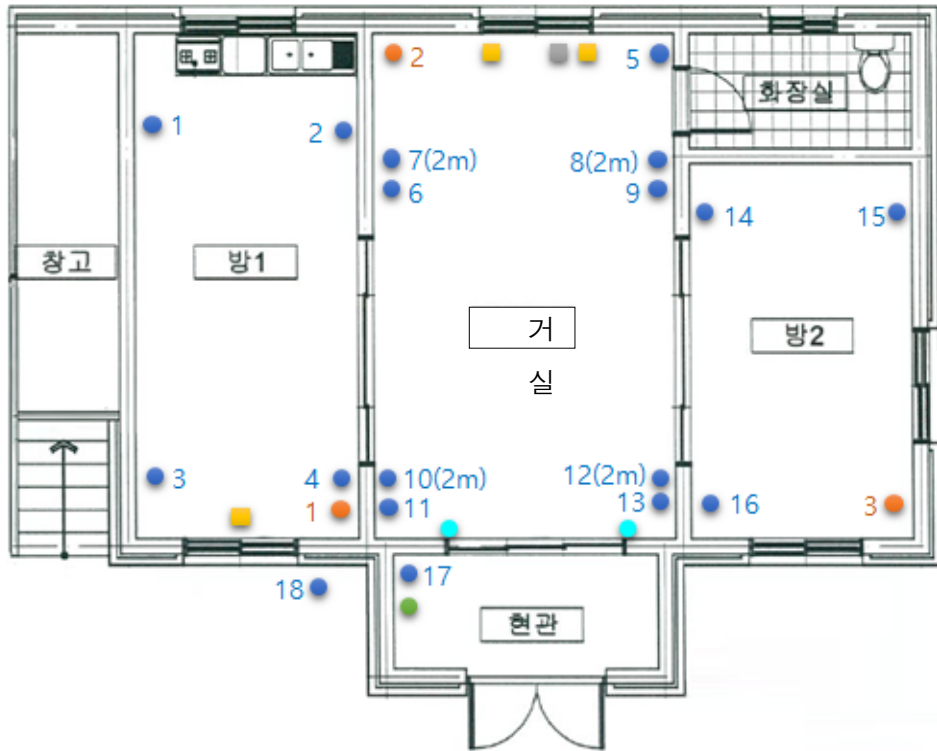
- 방1, 방2, 거실(방1과 방2 사이 위치), 화장실이 위치
- 방1과 방2는 기름보일러로 난방을 하고 거실은 바닥에 전기필름 난방
- 냉방을 위해 거실에만 에어컨이 설치되어 있음
- 방1은 주방을 겸하고 있으며 조리를 위해 가스 사용

- 2층

- 운동기구 및 마을 방송장비 등이 설치되어 있음
- 마을 방송 시 이외에는 거의 사용자 없음
- 인터넷(KT 라우터) 설치되어 있음

○ 실증사이트 에너지/환경 데이터 수집을 위한 IoT 센서 설치

- 공간 이용 빈도가 적은 2층은 모니터링 시스템 구축에서 제외함
- 1층 현관 분전반에 전기 사용량 모니터링을 위한 무선 전력량계 설치
- 방1, 방2, 거실에 무선 통신 기반의 온/습도 센서, 실내 공기질 센서 설치
- 가장 이용자가 많고 냉/난방을 하는 거실의 경우 센서 설치 높이에 따른 온도 변화를 비교하기 위해 온/습도 센서를 바닥에서 1m 및 2m 높이에 각각 설치



- 무선 온/습도 센서
- 무선 실내 공기질 센서(온도, 습도, CO2, 조도, PM10, PM2.5)
- 피플카운트 센서
- 무선 전력량계(Main)
- 중계 시스템
- WiFi 공유기

< 135> IoT

(188) IoT

1()	4	1			1	
2	3	1				
	9	1	2		2	1
	1			1		
	1					
	18	3	2	1	3	1

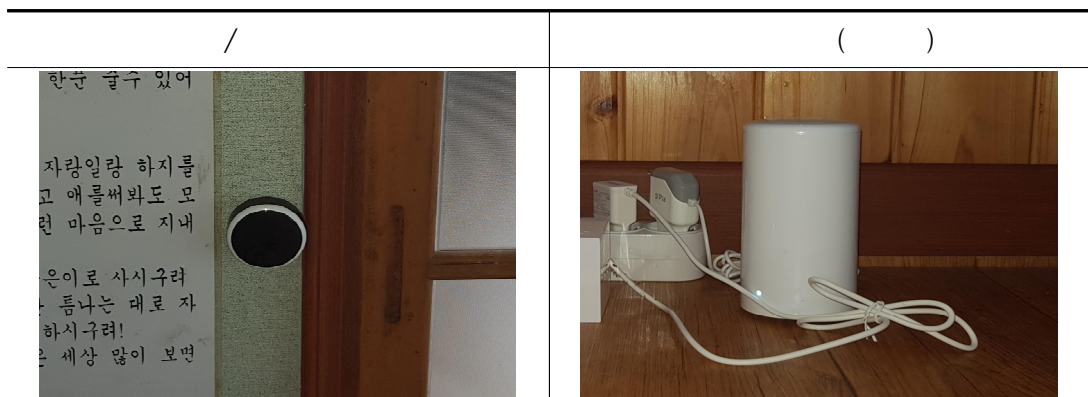
2) 실증사이트 I-VEMS 구축 내용

○ 온/습도 센서 및 중계 시스템

- 방1에 4개소, 방2에 3개소, 거실에 9개, 현관에 1개, 건물 외부에 1개, 총 18개의 온/습

도 센서 설치

- 무선 방식으로 배터리(AA 배터리 2개, 예상수명 4년)를 통해 전원을 공급받기 때문에 별도의 전기 공사나 어댑터가 필요 없어 설치가 용이함
- 온/습도 센서의 설치위치 적정성을 파악하기 위하여 에어컨이 설치되어 있는 거실을 대상으로 바닥에서 1m, 2m 높이에 설치하여 계측
- 온/습도 센서에서 10분 주기로 수집된 데이터는 준별 설치된 중계시스템(마스터)을 통해 클라우드 서버로 전송됨. 전송된 준별 온/습도 데이터를 인터페이스 서비스가 주기적으로 API를 통해 I-VEMS DB 서버에 저장함
- 온/습도 센서와 중계시스템은 와이파이를 통해 통신함



<그림 136> 온/습도 측정 센서 및 중계시스템

○ 공기질 센서

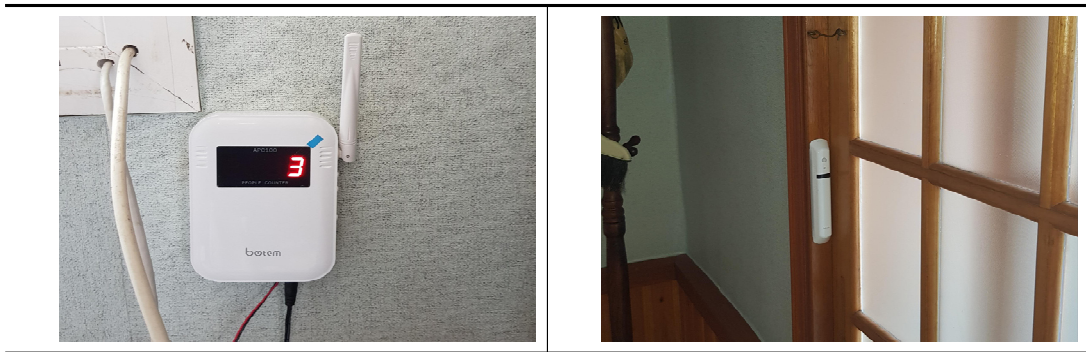
- CO2, 미세먼지, 초미세먼지, 조도 등을 측정하는 공기질 센서의 개별 데이터는 COV(Change of Value) 형태로 측정값이 변경된 경우에만 I-VEMS DB 서버에 저장됨
- 센서의 전원은 유선 방식으로 공급되며 마이크로 5핀 어댑터 사용
- 소형화된 경량 센서로 실내 어느 곳이나 설치하기 용이함



<그림 137> 공기질 측정 센서

○ 재실인원 측정 센서

- 실내 재실자 현황을 파악하기 위하여 현관과 거실 사이 양쪽 출입문 틀에 재실인원 측정(피플카운트) 센서를 설치
- 센서 데이터는 COV(Change of Value) 형태로 값이 변경된 경우에만 I-VEMS DB 서버에 저장됨
- 모션 센서와 카운트 센서를 통해 In/Out 체크로 출입 인원 감지
- 센서의 마스터 부는 유선으로 DC 12V 어댑터를 사용하며 모듈 부는 AA 배터리 4개가 들어가는 무선형 모델임
- 데이터 수집은 RS485 방식으로 통신함
- 실내 재실 인원이 없고 냉/난방 기기가 계속 가동되어 실내 온도의 이상치가 발생하였을 경우 관리자에게 알람을 제공하는 추가 기능을 통해 낭비되는 에너지 소비를 방지할 수 있음



<그림> 재실인원 측정 센서

○ 전력량계

- 클라우드 DB에 송신된 전력 데이터를 인터페이스 서비스가 15분 주기로 수집하여 I-VEMS DB 서버에 저장함
- API 형태로 호출되며 호출 주기는 변경할 수 있음

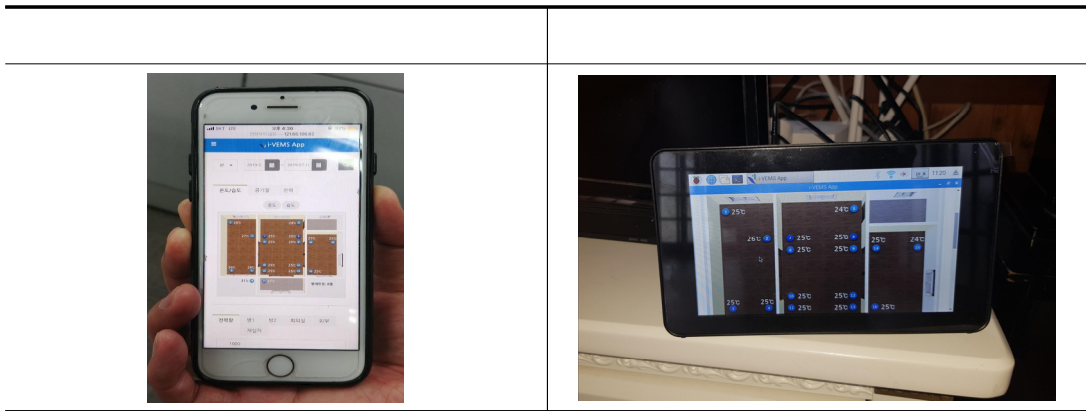
○ 공유기

- 온/습도 및 공기질 측정 센서에서 수집되는 데이터를 I-VEMS DB 서버로 송신하기 위해 1층 거실에 무선공유기 설치

○ 모바일 앱 및 디스플레이 터치패드

- 마을회관 관리자 및 사용자 편의를 위해 휴대폰으로 모니터링이 가능하도록 모바일 앱 버전 UI를 개발하여 배포
- 마을회관 거실 TV 테이블에 1층 전기사용량 및 재실자 현황과 준별 온/습도, 미세먼

지, 초미세먼지, CO2 현황 데이터를 모니터링 할 수 있도록 디스플레이 터치패드 설치



3. 소결

○ 농촌지역 공공생활시설 I-VEMS의 실효성

- IoT 센서 기술과 클라우드 앱 방식의 모니터링 시스템 구현

: 최근 농촌지역도 PC 및 스마트폰의 보급이 급격히 이루어지고 있음에 따라 Web 화면 모니터링뿐만 아니라 App을 활용할 수 있는 솔루션으로 개발

: 다수의 소규모 건물을 대상으로 하는 에너지모니터링 시스템으로써 시스템 비용과 구축 비용을 최소화할 수 있도록 Open Hardware와 Cloud DB 등으로 구성하였고, 무선 센서 네트워크를 활용하여 네트워크 구축 공사 비용이 발생하지 않도록 함. 따라서 농촌 지역 공공생활시설에 대한 EMS 보급 사업, 지원 사업, 관리 사업 등에 쉽게 활용 가능함

: I-VEMS는 소규모 건물에서 사용하는 에너지 사용량, 존별 온도, 습도, CO₂, 미세먼지, 재실인원수 등에 대한 데이터를 축적하고 시설 관리자와 이용자에게 해당 정보를 제공함과 동시에 상위 관리기관에서 관련 현황을 분석할 수 있는 데이터를 제공함

: 관리자는 1명으로 지정할 수 있으며, 계정에 따라 다수에게 서비스 할 수 있도록 개발함

- 관리자 알림 서비스 기능 제공

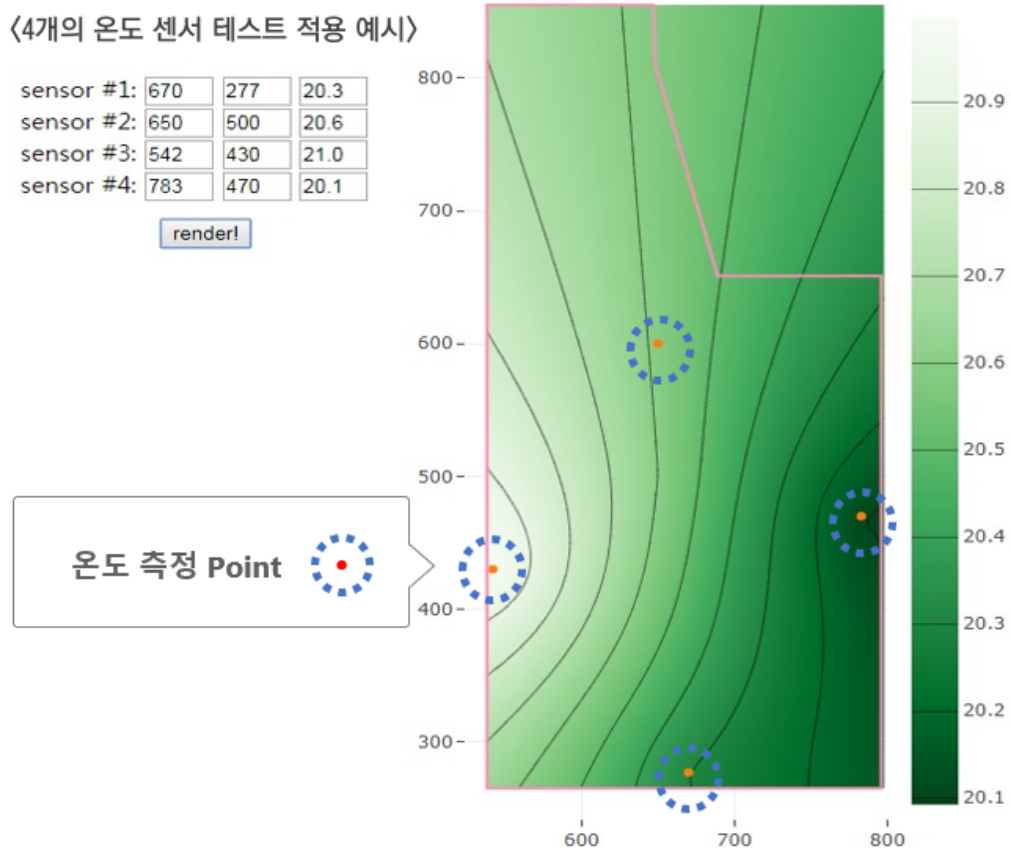
: 재실 인원을 상시 모니터링 할 수 있으며 비정상 재실인원 발생 시 설정에 따라 관리자에게 알림 정보를 제공함으로써 각종 사고 방지

: 또한 재실인원 측정 센서와 실내/외 온도 데이터를 연계하여 공공생활시설 내 사용자 부재 시에도 외기에 비해 내부 온도가 현격히 높거나 낮을 경우 관리자에게 알람을 제

공함. 관리자는 냉방 및 난방 설비의 가동 여부를 예측하고 상황에 맞는 조치를 취함으로써 불필요한 설비가동에 따른 에너지 낭비를 줄이고 지자체 예산으로 운영되는 공공 생활시설의 유지운영 비용을 절감 할 수 있음

- 열손실 요인 분석 및 재실자 쾌적성 향상을 위한 실내온도 분포 UI 개발

- : 실내 온도 데이터 분포를 효과적으로 표현하기 위해 해당 건물을 기반으로 시각화 구현
- : 시각화 구현을 위해서는 도면상의 실별 센서 위치정보(X,Y)와 다수의 측정 인자의 데이터(Z)가 필요하며, 직관적인 데이터 분포를 확인하기 위해 2차원 도면(Layer)위에 시각화 결과를 등고선으로 출력하는 UI 구현



< 138 >

- : 실내온도 분포 모니터링을 통해 해당 건물의 틈새 예측 부위를 도출. 도출된 부위에 대한 집중 점검 후 필요에 따라 단열 보강 등의 수선을 통해 열손실 방지 및 기밀성능을 향상시킬 수 있음
- : 또한 계절별로 실내 적정 온도를 설정/유지하여 과도한 냉/난방 에너지 사용을 방지하는데 기초자료로 활용 가능

3. 농촌 제로에너지 공공생활시설 모니터링시스템 데이터 분석

가. 실증사이트 에너지 및 IoT 센서 데이터 수집 현황

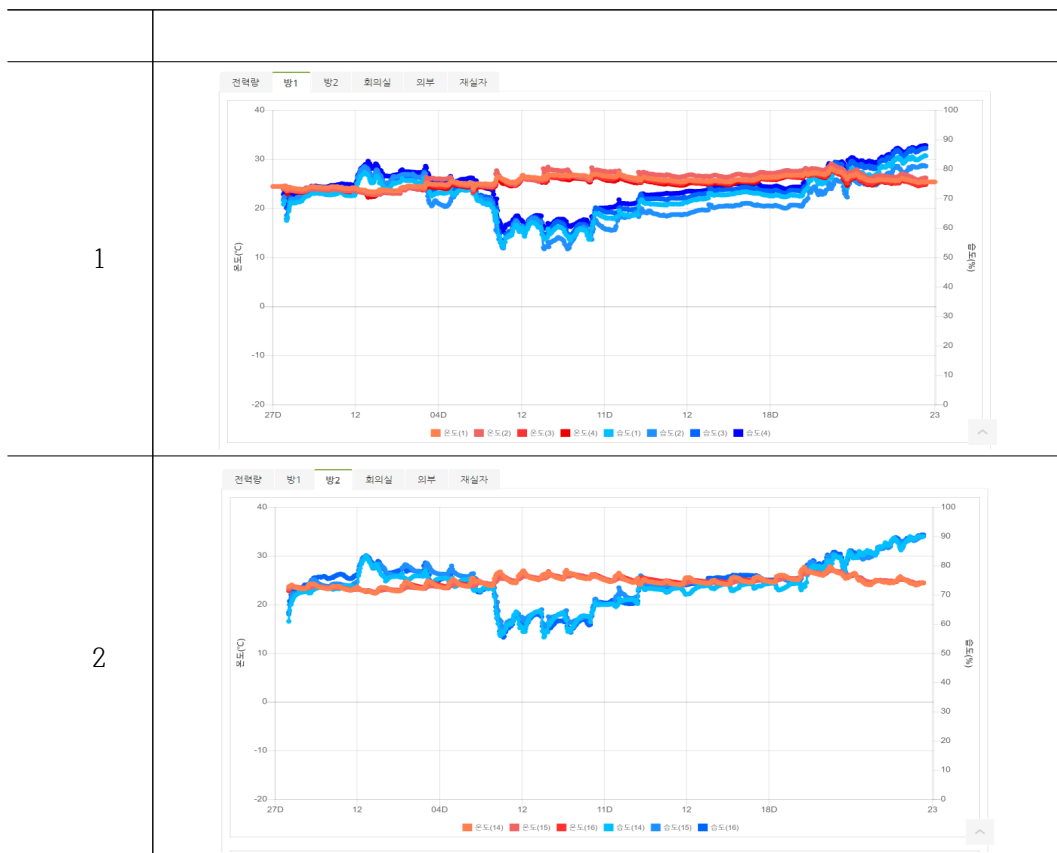
(1) 모니터링 현황

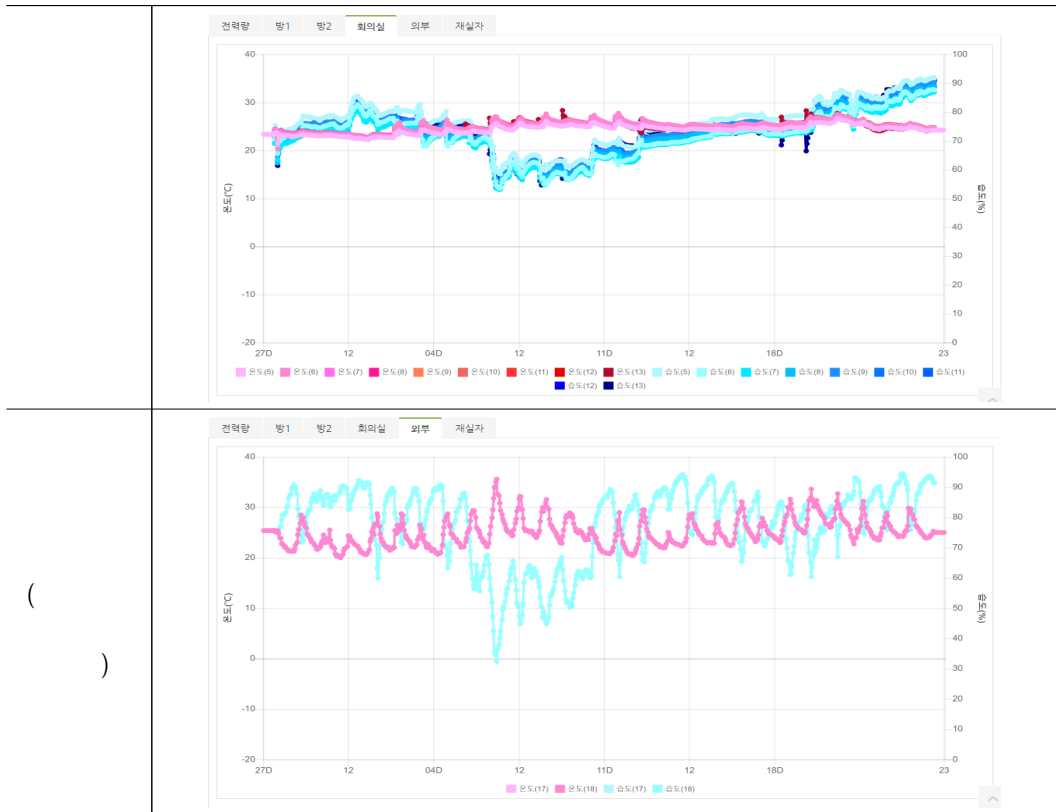
- 정죽4리 마을회관에 6월 27일 I-VEMS 구축을 완료하여 12월 12일까지 에너지 및 IoT 센서 데이터 수집
- 마을회관 1층 전력 사용량, 존별(방1, 방2, 거실, 현관, 실외) 온/습도, 미세먼지, 초미세 먼지, CO2 및 재실자 현황은 분, 시, 일 단위로 사용자가 모바일 앱, 디스플레이 터치 패드를 활용하여 모니터링 가능

(2) 에너지 및 IoT 센서 데이터 수집 현황

(가) 온도 및 습도 데이터

- 존별(방1, 방2, 거실, 현관, 실외) 온/습도 데이터를 10분 단위로 수집하며, 수집된 데이터는 중계시스템을 통하여 클라우드서버로 전송되어 온/습도 데이터를 주기적으로 API를 통하여 I-VEMS DB 서버에 저장

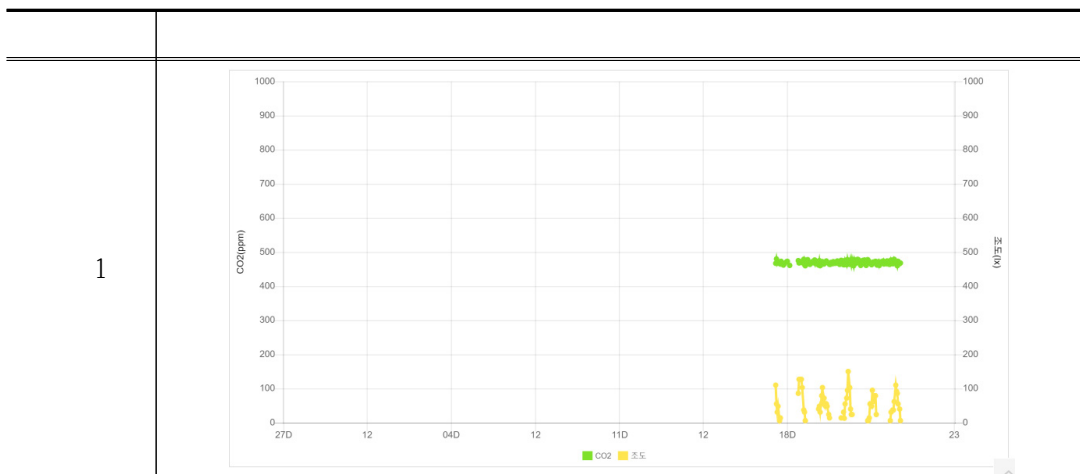




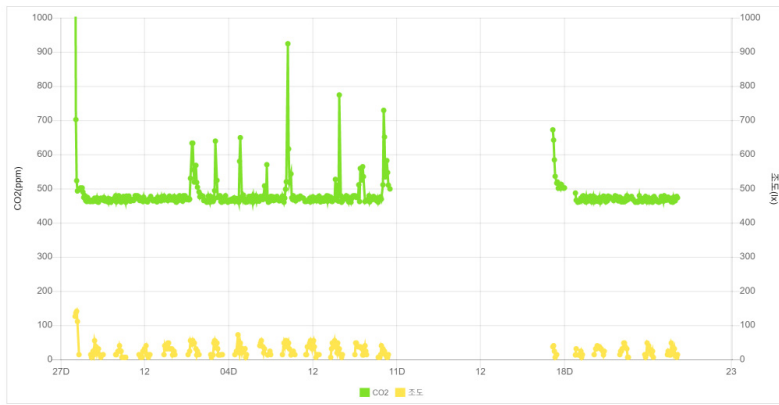
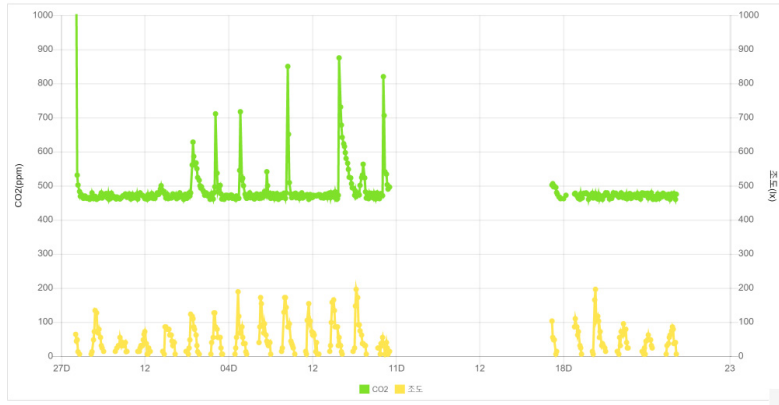
< 139 >

(나) 공기질 데이터

- 방1, 방2, 거실에 설치한 공기질 측정 센서를 통해 CO2, 미세먼지(PM 10), 초미세먼지 (PM 2.5) 농도를 측정하며 COV(Change of Value) 형태로 측정값이 변경된 경우 데이터 수집
- CO2 측정 데이터



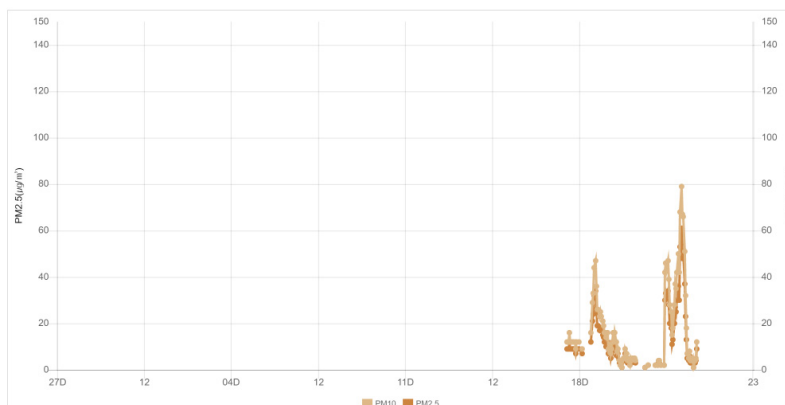
2



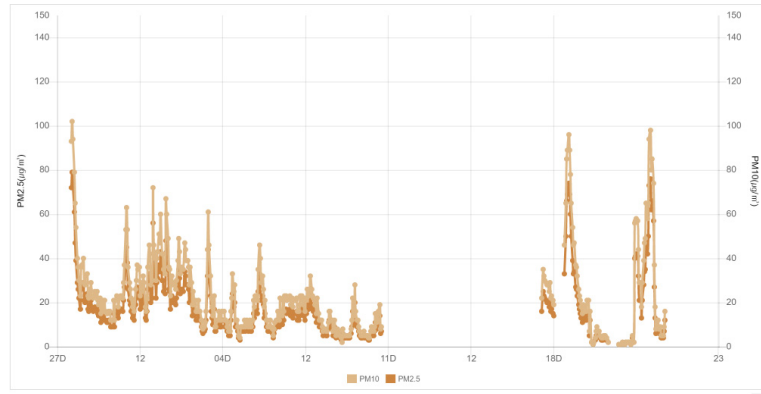
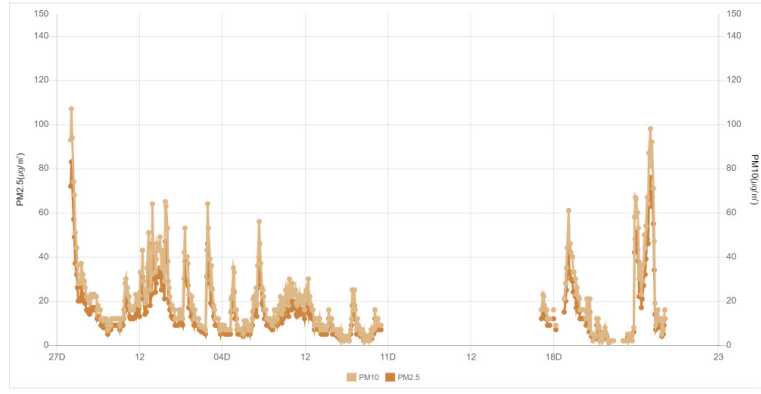
< 140 > CO2

- 미세먼지, 초미세먼지 측정 데이터

1



2

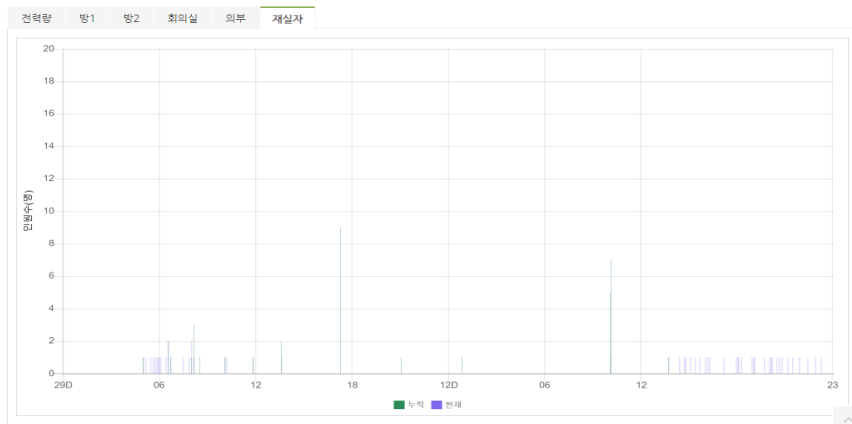


< 141 >

(다) 재실인원 측정 데이터

- 재실인원 측정(피플카운트) 센서를 통해 COV(Change of Value) 형태로 재실자 수가 변경된 경우에만 I-VEMS DB 서버에 저장

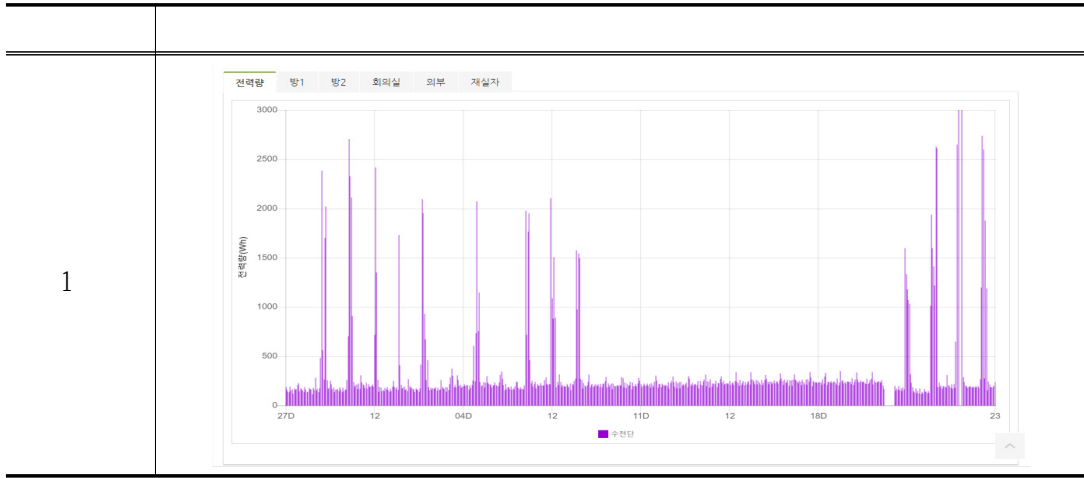
1



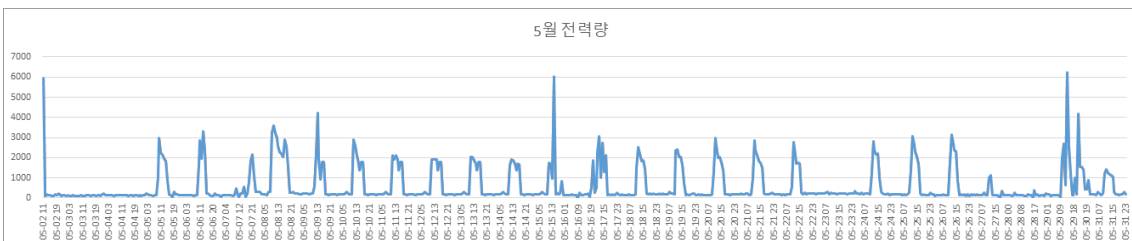
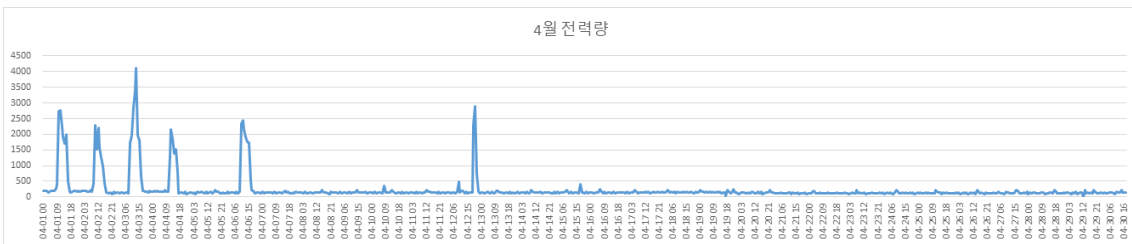
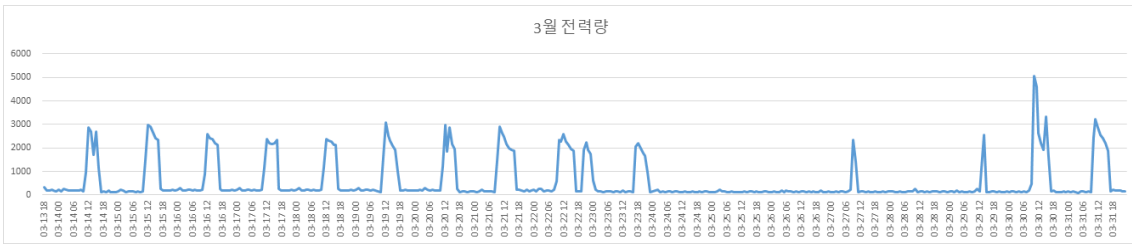
< 142 >

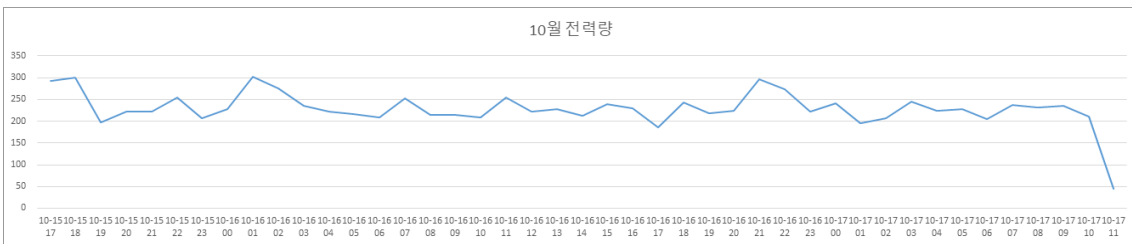
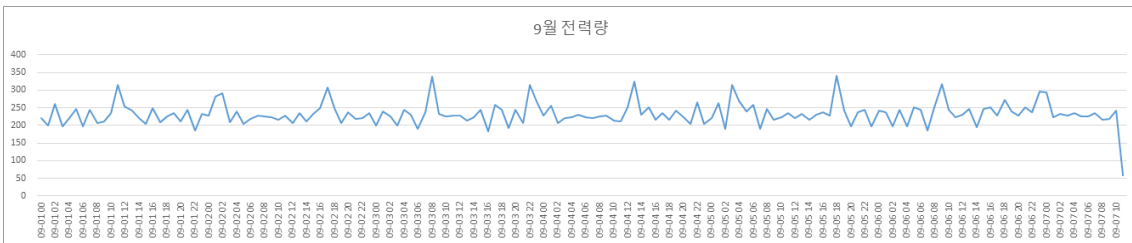
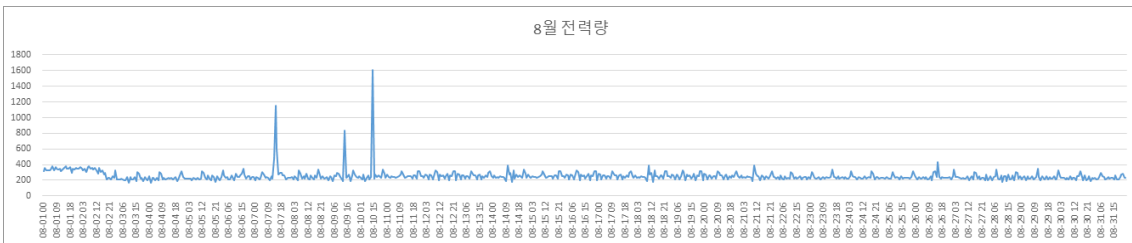
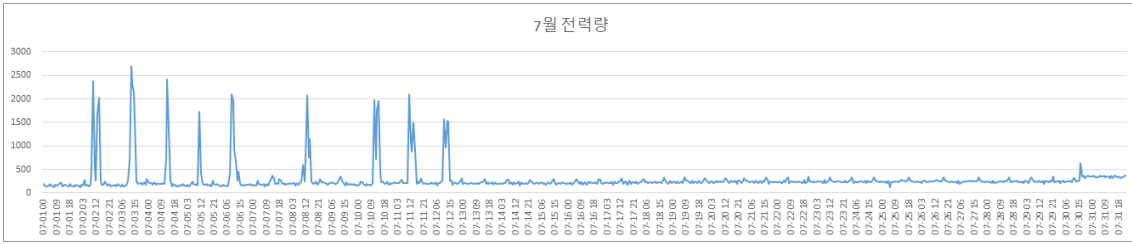
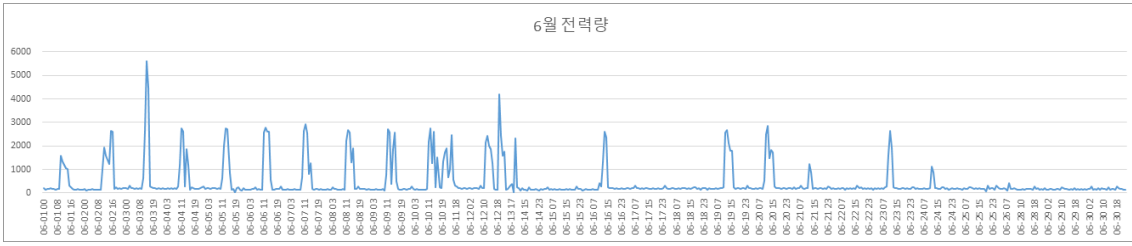
(라) 전력 사용량 측정 데이터

- 1층 분전반에 설치된 전력량계를 통해 15분 주기로 데이터를 수집하여 I-VEMS DB 서버에 저장



< 143 >





(190) PM-10()

Zone	()	75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ()	(%)
1	10,630	218	2.05
2	37,525	2,013	5.36
	37,814	1,602	4.24

(191) PM-2.5()

Zone	()	35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ()	(%)
1	10,659	1,267	11.89
2	37,631	6,820	18.12
	37,862	5,378	14.20

- CO₂ 모니터링의 경우 5분단위로 데이터를 수집하였으며, 수집결과 방1은 모두 1000ppm 미만으로 데이터가 수집되었고 방2와 거실은 각각 0.03%, 0.05%로 빈도수가 극히 적어 실내 공기질 유지기준을 만족하고 있음

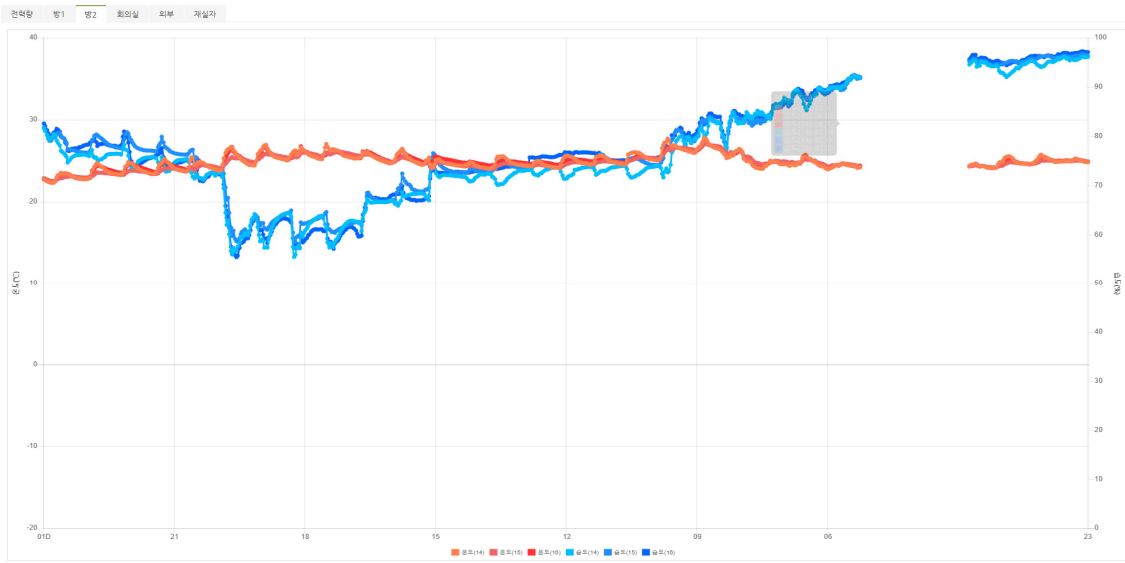
(192) CO₂ ()

Zone	()	1000ppm ()	(%)
1	22,078	0	0
2	75,042	25	0.03
	69,034	34	0.05

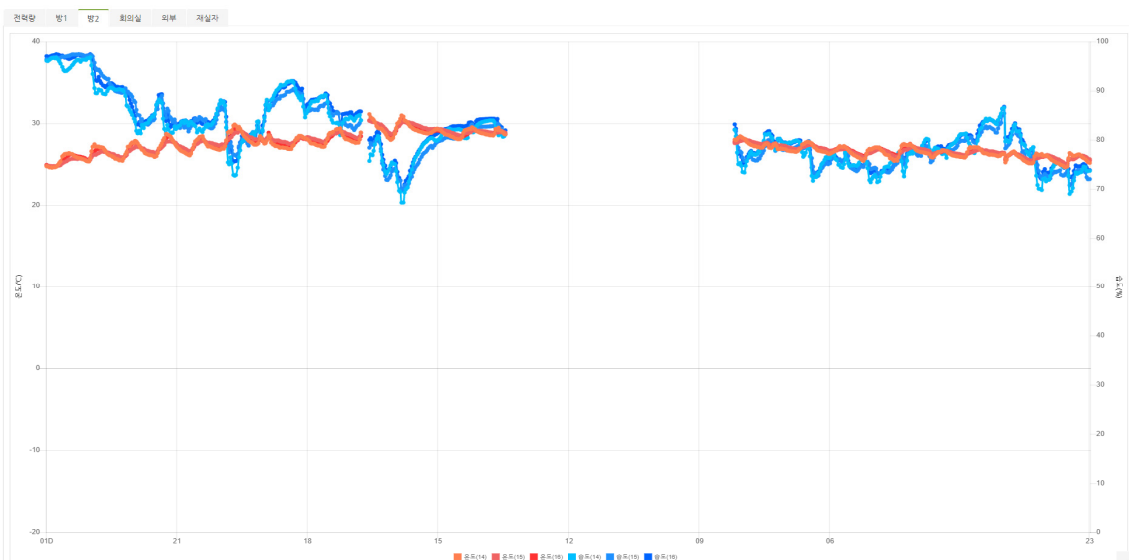
- 습도의 경우 7~8월 90% 이상의 높은 습도를 보이고 있으며, 9월 이후에는 50% 이하로 낮아지는 경우도 발생하고 있다. 따라서 여름철 습도가 높아 곰팡이가 발생할 수 있으며, 가을철 습도가 확 낮아지는 등 습도조절이 안 되고 있는 실정이기 때문에 환기장치를 반드시 설치해야 함
- 7월 마을회관 실내온도는 22~27°C의 분포를 보였고 평균 24~26°C인 것으로 분석되었으며, 8월 마을회관 실내온도는 24~30°C의 분포를 보이며 평균 25~27°C로 분석되었고, 습도는 최저 70%에서 최고97%까지 모니터링 데이터가 수집되었음. 전력 모니터링 데이터와 비교하면 전력사용량이 증가하여 에어컨을 가동한 것으로 예상되는 시간대에는 습도가 55~60%정도로 낮아짐.
7~8월 습도가 90%이상 되기 때문에 곰팡이가 발생할 우려가 있어 환기장치 또는 제습기기가 반드시 필요할 것으로 사료됨.



< 145 >



< 146 > 7



< 147 > 8

- IoT 센서 데이터가 수집되지 않는 상황이 발생하여 원인 파악을 위해 실증사이트를 방문한 결과 데이터 중계 장치, 공기질센서 및 인터넷 허브의 전원이 꺼져 있었음. 정전이나 누전차단기가 내려가 전원 공급이 차단되면 인터넷 외부 IP가 변경될 가능성이 있음. 변경될 경우 당사 DB/사이트 서버와 실증사이트에 설치한 인터페이스 서버간의 연동이 안 되고 인터페이스 서버의 IP 세팅도 다시 변경해야 하는데 비전문가인 마을회관 관리자가 직접 변경하기에는 어려운 실정임. 따라서 전문가가 실증사이트를 방문해서 추가 조치를 취해야 하는 문제점이 있음

(3) 표면온도 및 결로 분석

○ [거실] 표면온도 및 결로

- 동절기 실내벽체 표면온도 측정 결과 대부분 부위에서 벽체의 표면온도가 노점온도보다 낮아 결로가 발생되고 있음.
- 북측 외부에 옹벽이 설치되어 있고 항상 응달이 형성되는 공간으로 동절기 외부 벽체 표면온도가 노점온도보다 낮게 형성되어 외부 표면결로가 발생할 수 있는 상황임
- 동절기 가온하여 실내공기를 약 17°C수준으로 유지하고 있는 거실의 경우 아래쪽 벽체 부위에서는 노점온도보다 표면온도가 높아 결로가 발생하지 않으나, 위쪽 벽의 부위에서는 벽체 표면온도보다 노점온도가 낮아 결로가 발생함.

(193) - . , .

	35%	43%	35%	42%
	12.7°C	17.0°C	12.7°C	17.1°C
	-2.4°C	4.3°C	-2.2°C	4.1°C
	-10.1°C	3.8°C	-9.8°C	11.8°C

※ 2019.02.18. 측정.

(194) - .

	가					
	35%	42%	36%	42%	35%	42%
	12.9°C	16.2°C	13.0°C	16.3°C	12.8°C	17.0°C
	-2.1°C	3.3°C	-1.6°C	3.4°C	-2.4°C	4.1°C
	-4.7°C	8.2°C	-2.0°C	8.8°C	-5.2°C	10.5°C

- 하절기 에어컨을 사용하지 않고 창문을 열어 자연환기하는 경우 벽체의 표면온도가 노점온도보다 높아 표면결로는 발생하지 않지만 실내 상대습도가 높아 불쾌한 상태임.

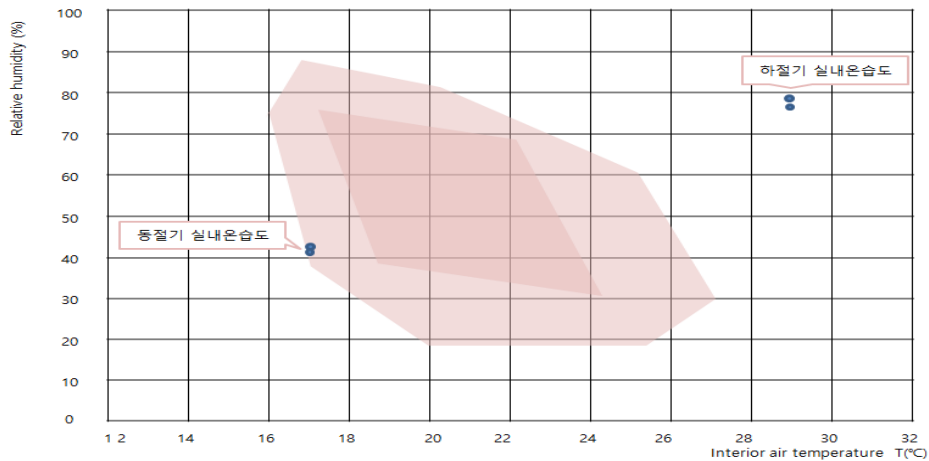
(195) - . .

	75%	78%	73%	76%
	29.8°C	29.0°C	30.4°C	29.3°C
	24.9°C	24.6°C	24.9°C	24.6°C
	29.1°C	28.5°C	29.4°C	28.7°C

※ 2019.08.07.측정(실내 에어컨 고장으로 냉방이 안되는 상태였음)

(196) - . .

	가					
	76%	78%	76%	78%	76%	79%
	29.6°C	28.9°C	29.7°C	28.8°C	29.8°C	28.8°C
	24.9°C	24.7°C	25.0°C	24.7°C	25.0°C	24.7°C
	29.3°C	28.6°C	29.7°C	29.0°C	29.5°C	28.6°C



< 148 >

○ [방1] 표면온도 및 결로

- 동절기 방1의 경우 조리기구들이 배치되어 있는 북측벽은 조리에 따른 실내의 상대 습도가 높아 거실보다 노점온도가 약 2°C 높게 형성되어, 상부 하부 모두에서 결로 발생됨.
- 동절기 방1 남측벽의 경우 실내온도가 높고, 상대습도가 북측(주방기구가 배치되어 있음)보다 낮아 실내 벽의 상부 하부 모두에서 결로가 발생하지 않음.
- 동절기 방1 남측면을 제외한 모든 벽체에서 결로가 발생하며, 특히 상부 벽체 결로가 발생하는 것으로 분석됨

(197) - 1 . , .

1				
	34%	46%	35%	46%
	13.7°C	17.9°C	13.7°C	17.7°C
	-2.1°C	6.0°C	-1.3°C	6.0°C
	-10.9°C	3.6°C	-9.7°C	0.7°C

(198) - 1 . , .

1				
	31%	43%	33%	44%
	14.9°C	18.2°C	14.8°C	18.1°C
	-2.3°C	5.3°C	-1.6°C	5.7°C
	-6.8°C	6.8°C	-7.6°C	7.2°C

(199) - 1 .

1			가			
	30%	45%	42%	45%	32%	45%
	15.3°C	18.0°C	15.4°C	18.0°C	15.2°C	18.0°C
	-2.0°C	5.8°C	-1.3°C	5.9°C	-1.4°C	5.9°C
	-4.1°C	8.1°C	-4.2°C	8.4°C	-5.3°C	7.3°C

(200) - 1 .

1			가			
	33%	46%	35%	46%	35%	46%
	13.9°C	17.8°C	14.1°C	17.8°C	14.0°C	17.8°C
	-2.0°C	5.9°C	-1.0°C	6.0°C	-1.1°C	6.1°C
	-1.6°C	6.5°C	-1.5°C	4.8°C	-4.8°C	6.9°C

- 하절기 에어컨을 사용하지 않고 창문을 열어 자연환기하는 경우 벽체의 표면온도가 노점온도보다 높아 표면결로는 발생하지 않지만 실내 상대습도가 높아 불쾌한 상태임.

(201) _ 1 . , .

1				
	69%	79%	67%	78%
	31.6°C	29°C	32.5°C	29.0°C
	25.2°C	25°C	25.6°C	24.9°C
	30.4°C	29.8°C	29.8°C	28.9°C

(202) _ 1 . , .

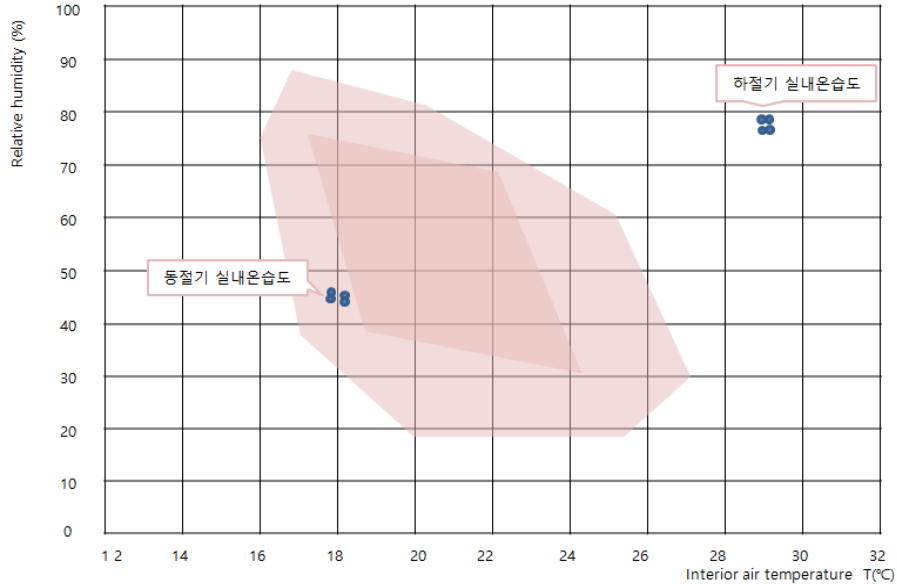
1				
	75%	78%	73%	79%
	30.1°C	29.1°C	30.7°C	29.0°C
	25.3°C	24.9°C	25.4°C	25.0°C
	32.7°C	29.5°C	34.8°C	28.2°C

(203) _ 1 .

1						
			가			
	71%	79%	71%	78%	69%	78%
	31.3°C	29.2°C	31.7°C	29.2°C	31.8°C	29.2°C
	25.5°C	25.0°C	25.9°C	25.1°C	25.3°C	25.1°C
	32.0°C	30.6°C	33.0°C	30.5°C	33.5°C	29.1°C

(204) _ 1 .

1						
			가			
	76%	79%	76%	80%	76%	78%
	29.7°C	29.1°C	29.8°C	29.1°C	29.9°C	29.2°C
	25.0°C	25.0°C	25.0°C	25.3°C	25.3°C	25.0°C
	29.5°C	28.9°C	29.5°C	28.5°C	29.5°C	28.6°C



< 149 > 1

○ [방2] 표면온도 및 결로

- 동절기 방2의 경우 사용빈도가 낮아 간접난방의 영향에 있어 실내온도가 방1에 비하여 약 2°C 낮고 남측 벽의 상부 하부, 동측 벽의 상부가 표면온도가 노점온도보다 낮아 결로가 발생하는 것으로 나타남.
- 동절기 방2 남측면을 제외한 모든 벽체에서 결로가 발생하며, 특히 상부 벽체 결로가 발생하는 것으로 분석됨

(205) - 2 . , .

2				
	36%	41%	36%	41%
	11.4°C	16.7°C	11.3°C	16.7°C
	-3.3°C	3.3°C	-3.2°C	3.3°C
	-9.3°C	-0.2°C	-10.2°C	2.1°C

(206) - 2 . , .

2				
	35%	35%	35%	42%
	12.1°C	12.0°C	12.0°C	16.4°C
	-3.0°C	-3.1°C	-3.1°C	3.4°C
	-8.4°C	-6.7°C	-6.7°C	4.2°C

(207) - 2 .

2			가			
	34%	40%	36%	40%	36%	41%
	11.1°C	17.0°C	11.3°C	17.0°C	11.4°C	16.9°C
	-4.0°C	3.3°C	-3.4°C	3.4°C	-3.1°C	3.5°C
	-7.4°C	2.7°C	-7.3°C	2.6°C	-8.3°C	3.2°C

(208) - 2 .

2			가			
	35%	43%	35%	42%	35%	42%
	12.0°C	16.5°C	12.1°C	16.5°C	12.2°C	16.5°C
	-3.0°C	3.8°C	-2.7°C	3.7°C	-2.7°C	3.6°C
	-7.5°C	3.1°C	-6.7°C	3.1°C	-7.7°C	3.6°C

- 하절기 에어컨을 사용하지 않고 창문을 열어 자연환기하는 경우 벽체의 표면온도가 노점온도보다 높아 표면결로는 발생하지 않지만 실내 상대습도가 높아 불쾌한 상태임.

(209) - 2 . , .

2				
	70%	78%	71%	78%
	31.5°C	29.3°C	31.4°C	29.2°C
	25.5°C	25.1°C	25.5°C	25°C
	32.2°C	29.5°C	34.9°C	27.9°C

(210) - 2 . , .

2				
	75%	79%	77%	81%
	30.2°C	29.2°C	29.4°C	29.3°C
	25.3°C	25.2°C	24.9°C	25.6°C
	33.0°C	29.6°C	36.1°C	28.5°C

(211) - 2 .

2						
	가					
	74%	79%	75%	79%	73%	79%
	30.5°C	29.3°C	30.7°C	29.2°C	30.8°C	29.1°C
	25.3°C	25.2°C	25.2°C	25.2°C	25.4°C	25.2°C
	30.9°C	28.7°C	31.6°C	30.5°C	32.8°C	29.6°C

(212) - 2 .

2						
	가					
	76%	80%	75%	79%	75%	79%
	29.9°C	29.1°C	30.3°C	29.2°C	30.1°C	29.2°C
	25.5°C	25.4°C	25.1°C	25.2°C	25.1°C	25.2°C
	29.8°C	30.4°C	31.5°C	30.9°C	32.8°C	29.8°C

○ [화장실] 표면온도 및 결로

- 화장실의 경우 동절기 난방을 별도로 하지 않음에 따라 실내온도가 낮게 형성되고 또한 물사용에 따른 상대습도가 높아 표면온도보다 노점온도가 낮아 실내 상부, 하부 및 실외 상부 하부 모두에서 동절기 결로 발생함.

(213) - , .

	40%	54%	36%	54%
	10.8°C	10.6°C	10.8°C	10.7°C
	-2.3°C	1.7°C	-2.5°C	1.8°C
	-11.6°C	-6.7°C	-10.8°C	-6.3°C

(214) - .

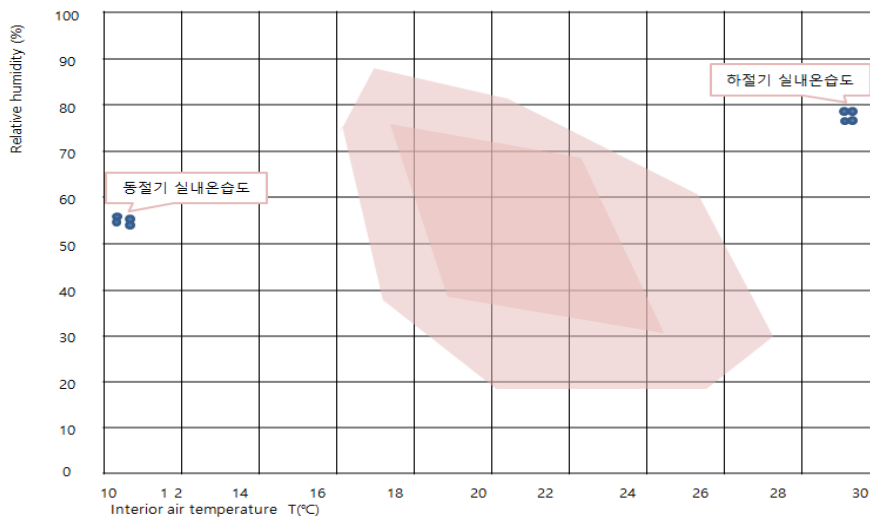
	가					
	39%	54%	39%	53%	40%	54%
	10.8°C	10.1°C	10.8°C	10.4°C	10.8°C	10.6°C
	-2.7°C	1.2°C	-2.6°C	1.2°C	-2.3°C	1.7°C
	-8.5°C	-6.4°C	-8.3°C	-6.0°C	-10.2°C	-5.0°C

(215)

	75%	79%	75%	79%
	29.8°C	29.0°C	30.0°C	29.1°C
	24.9°C	25.0°C	25.1°C	25.0°C
	29.1°C	28.1°C	29.6°C	28.1°C

(216)

	가					
	76%	79%	76%	80%	74%	80%
	29.4°C	28.9°C	29.7°C	28.9°C	30.4°C	28.9°C
	24.8°C	25.0°C	25.1°C	25.1°C	25.3°C	25.1°C
	29.1°C	28.5°C	29.1°C	28.3°C	29.9°C	28.2°C



< 150 >

- 전력량은 전력측정장치를 통하여 15분단위로 데이터를 수집하며, 9월, 10월 데이터 분석 결과 기저부하는 약 250W/h 정도로 분석됨. 4월 초·중순까지 오전 11시에서 오후 4시 사이 전기장판 등 난방용 전력 사용량이 평균 약 3kWh 정도로 많은 것으로 나타났고, 5월부터 에어컨, 선풍기 등 냉방 사용 전력이 증가하는 모습을 보임.

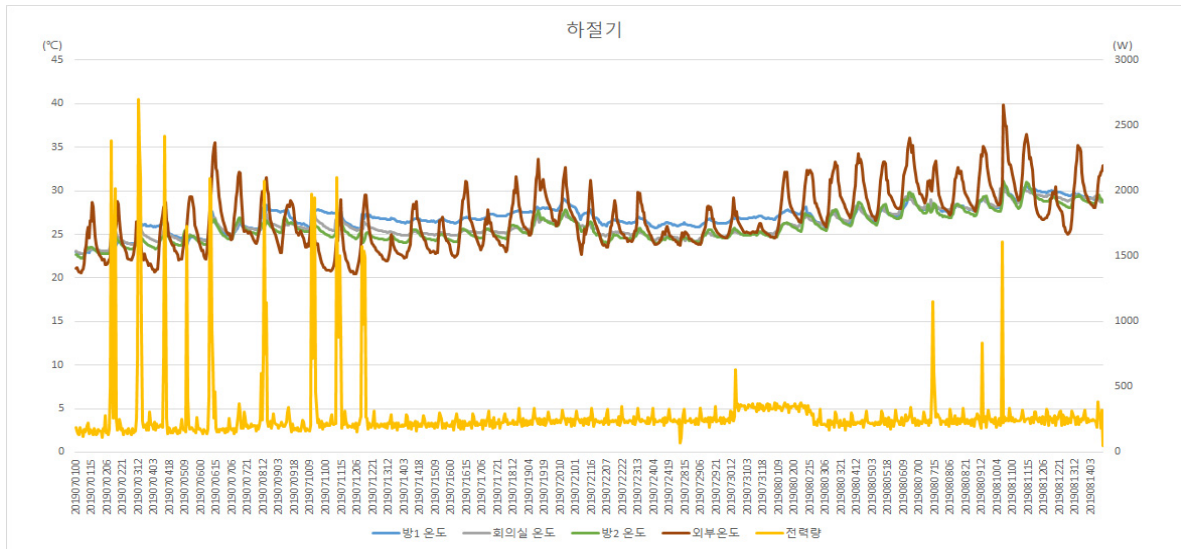
(4) 온·습도 및 전력 데이터 분석

(가) 하절기

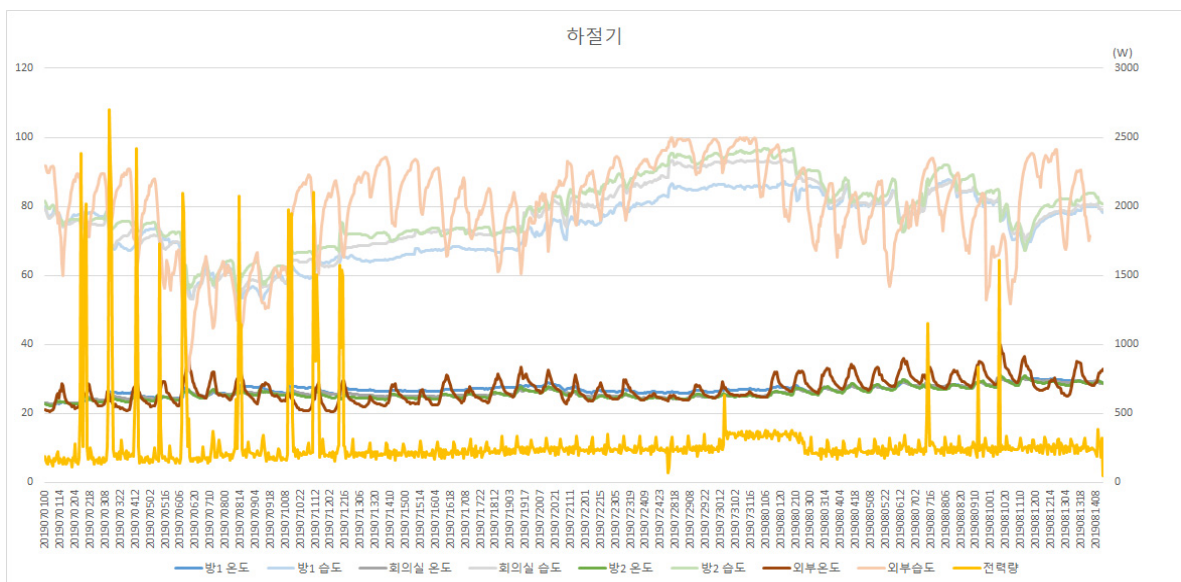
- 하절기는 7월 1일부터 8월 14일까지의 데이터를 적용하여 분석하였고 전력사용량이 적은 것으로 추정되었음. 8월 10일 15시에 외기온도가 40°C까지 올라가는 폭염이 발생하

였으나 8월달 전력사용량은 214[kWh]로 굉장히 적었음. 또한 전력사용량이 없는 7월 12일부터 8월 6일까지 실내온도가 평균 27℃로 유지되고 있어 정족4리 마을회관의 경우 여름철 냉방장치 사용이 없어도 충분히 실내온도가 쾌적한 상태로 유지되고 있음.

- 하지만 전력사용량이 없는 기간 동안 습도는 99.9%까지 상승하는 등 실내 습도가 굉장히 높아 실내 공기질의 쾌적성에는 문제가 있어 보이며 또한 곰팡이 발생이 우려됨.



< 151 >



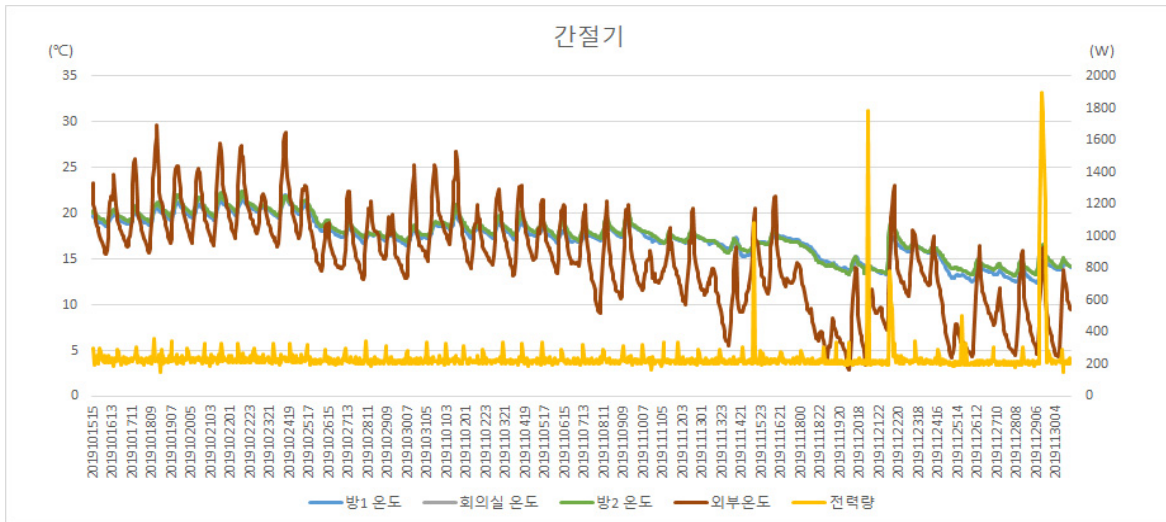
< 152 >

(나) 간절기

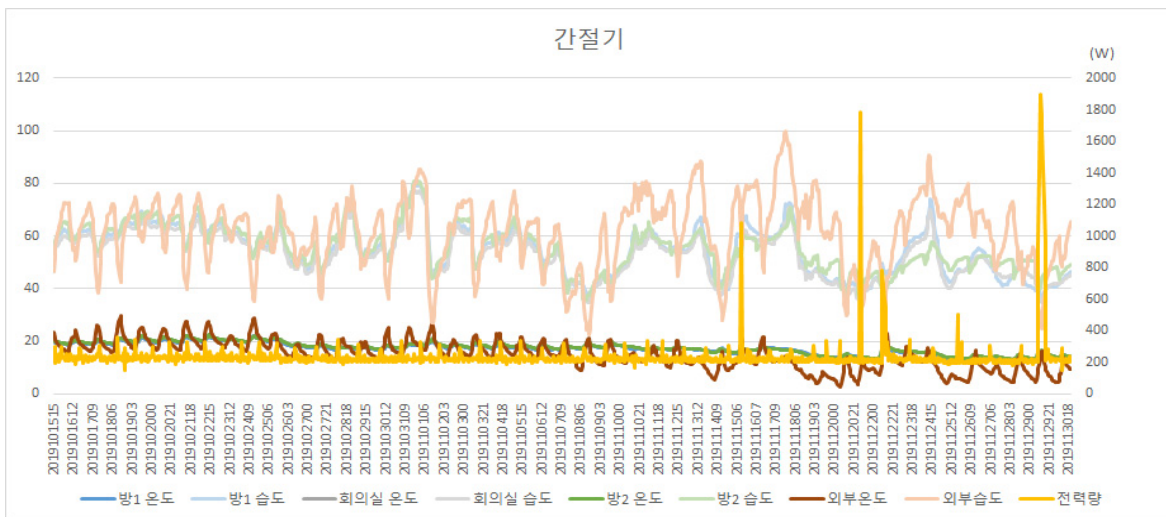
- 전력사용량이 가장 적은 기간은 9월과 10월이지만 9월의 경우 기온이 25℃ 이상 되는 기간이 많아 간절기는 10월 15일부터 11월 13일까지의 데이터를 적용하였음. 11월 11

일 기온이 5℃, 11월 20일 기온이 2.8℃까지 떨어져 급격한 추위에 난방기를 가동한 것으로 사료되며 난방시 전력소모는 1시간에 약 1,700~1,900Wh의 전력을 소모하는 것으로 분석됨.

- 온도와 습도의 상관관계는 반비례인 것으로 분석되었고 전력사용이 없는 간절기에 실내 평균온도는 19℃정도이며 습도는 약 60~70%정도로 분석됨.



< 153 >



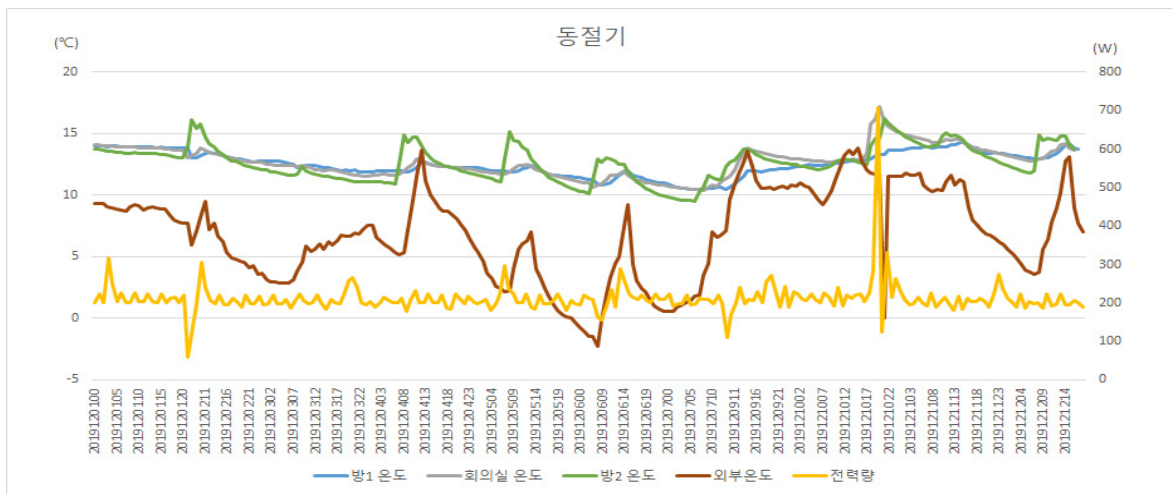
< 154 >

(다) 동절기

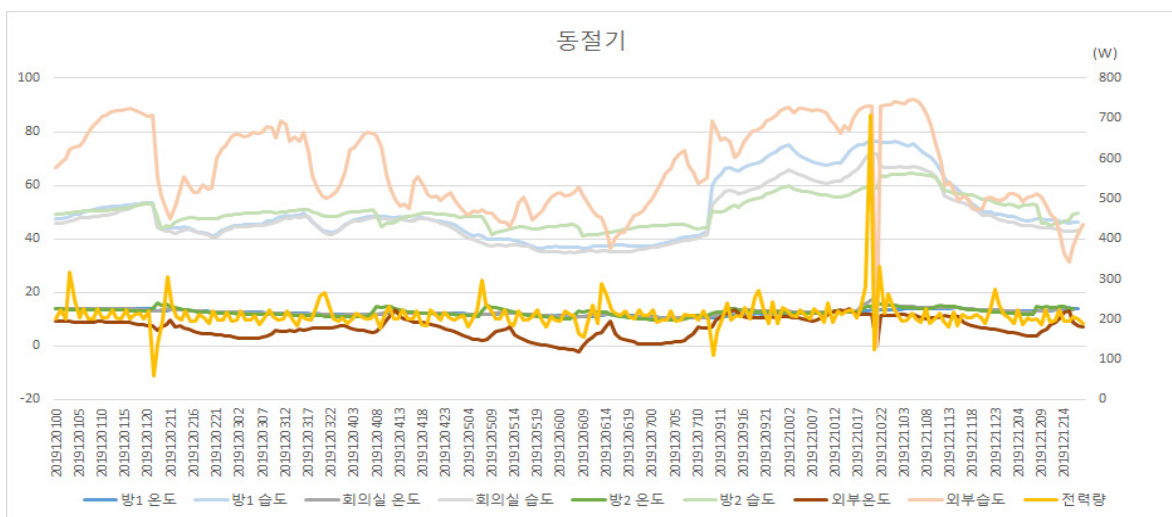
- 동절기는 12월 1일부터 12월 12일까지의 측정데이터를 분석하였고, 아무런 난방을 하지 않았을 경우 외기온도가 영하 3℃일때 실내온도는 약 10℃정도의 온도가 되는 것으로 분석됨. 동절기 실내 습도는 40~60%정도이며 외부의 습도가 높으면 실내 습도도 같이 상승

하는 것으로 나타났고 난방시간이 짧아 습도의 변화가 미미하게 나타남. 온도와 습도, 전력 사용량의 상관관계를 분석하기엔 하절기, 동절기, 간절기 모두 전력사용량이 너무 적어 어려움이 있음.

- 전력사용량이 많을 것으로 예상되던 하절기인 7, 8월 전력 사용량이 예상보다 적게 나와 전기요금 및 사용량 조회결과 겨울철에 난방용으로 전기 사용량이 많은 것으로 조회되었고, 여름철에 전기사용이 없는 것으로 나타나 데이터는 정상인 것으로 판별되었음.

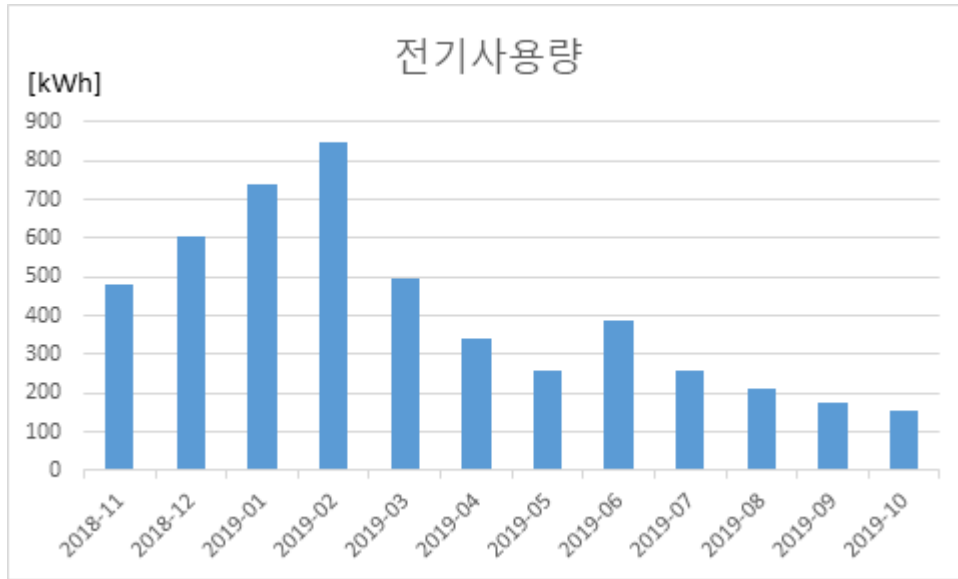


< 155 >



< 156 >

	2018		2019										
	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
4	479	607	738	347	496	343	259	386	256	214	175	155	371



(4) 소결

- 에너지 및 IoT 센서를 설치하여 1층 전력 사용량과, 존별(방1, 방2, 거실, 현관, 실외) 온/습도, 미세먼지, 초미세먼지, CO2 및 재실자 현황을 분, 시, 일 단위로 사용자가 모바일 앱, 디스플레이 터치패드를 활용하여 모니터링이 가능하도록 I-VEMS 구축을 완료함
- 온도는 외부의 온도가 변하여도 실내온도는 일정온도로 유지가 잘 되고 있었으나, 습도는 외부 습도가 변하는 것에 따라 내부 습도가 같이 변화하여 하절기 내부 습도가 95% 까지 상승하는 등 매우 높은 수치를 나타내고 있었음
- 원인으로는 여름철 마을회관 사용자가 거의 없어 환기가 안되고 에어컨 등의 사용이 없어 습도 조절이 안되었을 것으로 예측됨. 따라서 습도조절을 위한 제습기 등의 기기 설치가 필요하며 I-VEMS와 연동되어 습도에 따른 제어가 필요할 것으로 사료됨
- 동절기 실내벽체 표면온도 측정결과 대부분 부위에서 벽체의 표면온도가 노점온도보다 낮아 결로가 발생되고 있음. 동절기 남측면을 제외한 모든 벽체에서 결로가 발생하며, 특히 상부 벽체 결로가 발생하는 것으로 분석됨
- 공기질은 CO2, 미세먼지, 초미세먼지를 측정하였고 모두 기준치를 넘어서는 빈도수가

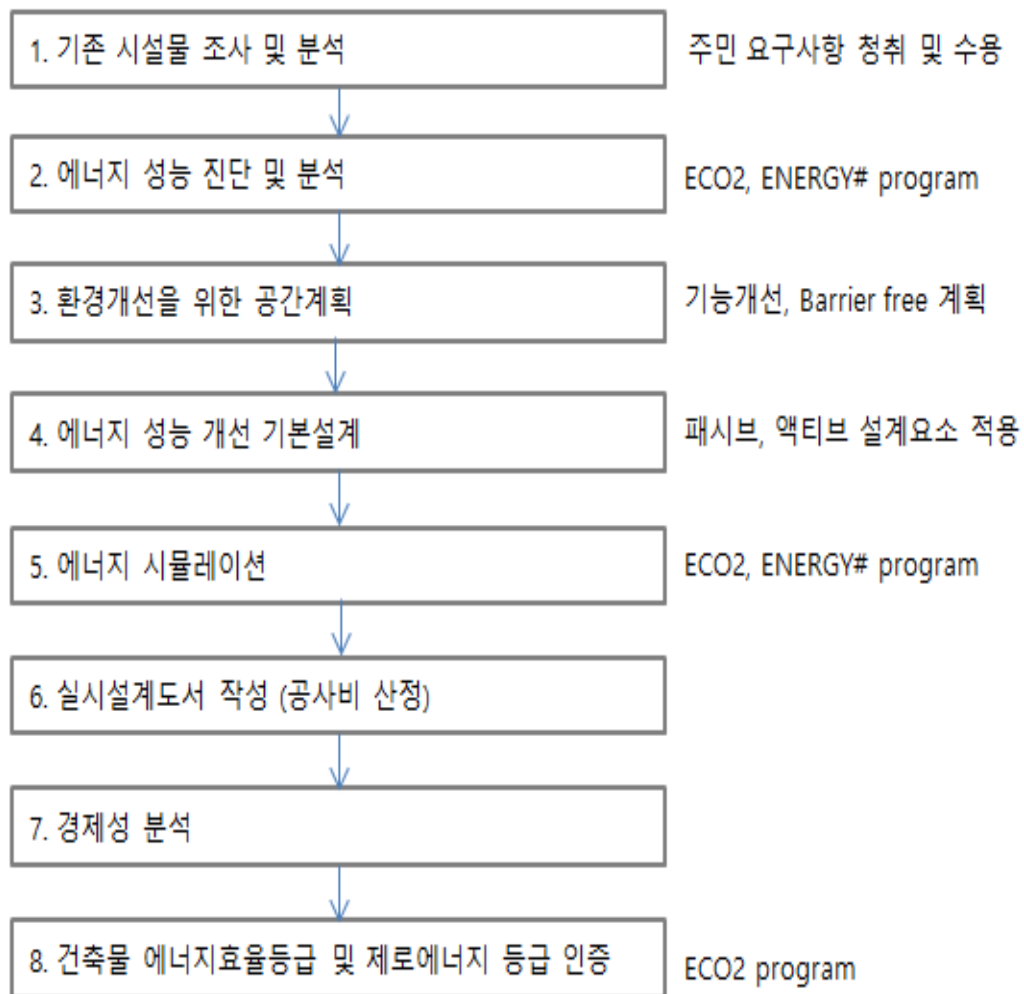
극히 적어 실내 공기질 유지기준을 만족하는 것으로 분석됨. 다만, 미세먼지와 초미세 먼지가 집중적으로 발생하는 경우가 있었는데 마을에 확인 결과 창문이 열려있어 외부의 먼지가 유입된 것으로 판명됨

- 전력량은 15분 단위로 데이터를 수집하였고, 기저부하 분석을 위하여 9~10월 데이터를 사용하였음. 기저부하는 250W/h 이며, 4월 초·중순까지 오전 11시에서 오후 4시 사이 전기장판 등 난방용 전력 사용량이 평균 약 3kWh 정도로 많은 것으로 나타났고, 5월부터 에어컨, 선풍기 등 냉방 사용 전력이 증가하는 모습을 보임
- 하절기 전력 사용량이 적어 마을회관의 전기요금 고지서를 확인해본결과 실제 사용이 거의 없는 것으로 나타남
- 에너지 및 IoT 센서 데이터가 수집되지 않는 상황이 종종 발생하여 원인파악을 위하여 실증 사이트 방문 결과 데이터 중계 장치, 공기질센서 및 인터넷 허브의 전원이 꺼져 있었음. 원인은 건축물 노후화에 따른 누전차단기 작동, 실내 가전기기 동시 사용에 따른 과전류로 인한 전기차단, 마을회관 사용자 부주의 및 IoT 기기에 대한 이해도 부족으로 인한 센서 전원 차단 등으로 판단됨. 정전이나 누전차단기가 내려가 전원 공급이 차단되면 인터넷 외부 IP가 변경될 가능성이 있음. 변경될 경우 당사 DB/사이트 서버와 실증사이트에 설치한 인터페이스 서버간의 연동이 되지 않고 인터페이스 서버의 IP 세팅도 다시 변경해야 하는데 비전문가인 마을회관 관리자가 직접 변경하기에는 어려운 실정임. 따라서 전문가가 실증사이트를 방문해서 추가 조치를 취해야 하는 문제점이 있음. 데이터가 누락된 구간은 보간법을 사용하여 데이터 분석을 실시하였음
- 위와 같이 전원차단 등 이상 상황 발생시 SNS 알림서비스를 통하여 시스템 운영자와 해당 시설의 담당자에게 알림을 주어 신속한 대응이 가능하도록 기능 고도화 필요. 또한 전원 연결시 별도의 전원을 매립하여 설치하고, 유동IP에 따른 네트워크 단절의 문제는 DDNS 서비스를 사용함으로써 데이터의 누락을 대부분 방지할 수 있음
- 시중에 있는 유사한 홈 IoT 모델을 적용하기 위해서는 농촌 마을회관의 에너지와 환경에 대한 모니터링 및 관리 등 필요한 기능을 모두 포함하는 S/W+H/W 패키지로 구성되어 있고 저비용으로 간편 설치 및 유지보수가 용이한 제품을 선정해야함
- 에너지 및 IoT 센서 데이터가 수집되지 않는 상황이 종종 발생하여 원인파악을 위하여 실증 사이트 방문 결과 데이터 중계 장치, 공기질센서 및 인터넷 허브의 전원이 꺼져 있었음. 정전이나 누전차단기가 내려가 전원 공급이 차단되면 인터넷 외부 IP가 변경될 가능성이 있음. 변경될 경우 당사 DB/사이트 서버와 실증사이트에 설치한 인터페이스 서버간의 연동이 되지 않고 인터페이스 서버의 IP 세팅도 다시 변경해야 하는데 비전문가인 마을회관 관리자가 직접 변경하기에는 어려운 실정임. 따라서 전문가가 실증사이트를 방문해서 추가 조치를 취해야 하는 문제점이 있음. 데이터가 누락된 구간은 보간법을 사용하여 데이터 분석을 실시하였음

제5절 농촌 제로에너지 공공생활시설 설계 모니터링

1. 정죽4리 마을회관 제로에너지화 설계 모니터링 절차

- 정죽4리 마을회관 제로에너지화 설계를 위한 절차는 시설물 조사 및 분석, 에너지성능 진단 및 분석, 기능개선 및 무장애공간 등 환경개선을 위한 공간 계획, 에너지 성능 개선 기본설계를 하고 에너지 시뮬레이션을 통해 목표성능 확보하고, 실시 설계하여 건축물 에너지효율등급 및 제로에너지 등급인증을 받는 형태로 추진함.



< 158 >

2. 정죽4리 마을회관 현황

- 정죽4리 마을회관은 충남 태안군 근흥면에 위치한 마을회관임.
 - 2017년 새뜰마을사업으로 지정되어 마을회관 개보수 계획이 포함되어 사업계획 수립.

- 2018년 농어촌상생협력사업으로 정죽4리 마을회관을 제로에너지화사업이 포함되어 태안화력에서 2억의 사업비를 추가 확보하게 되었음.
- 2019년 예산이 배정되어 사업 시행됨에 따라 설계를 추진하고 있음. (2019.08)

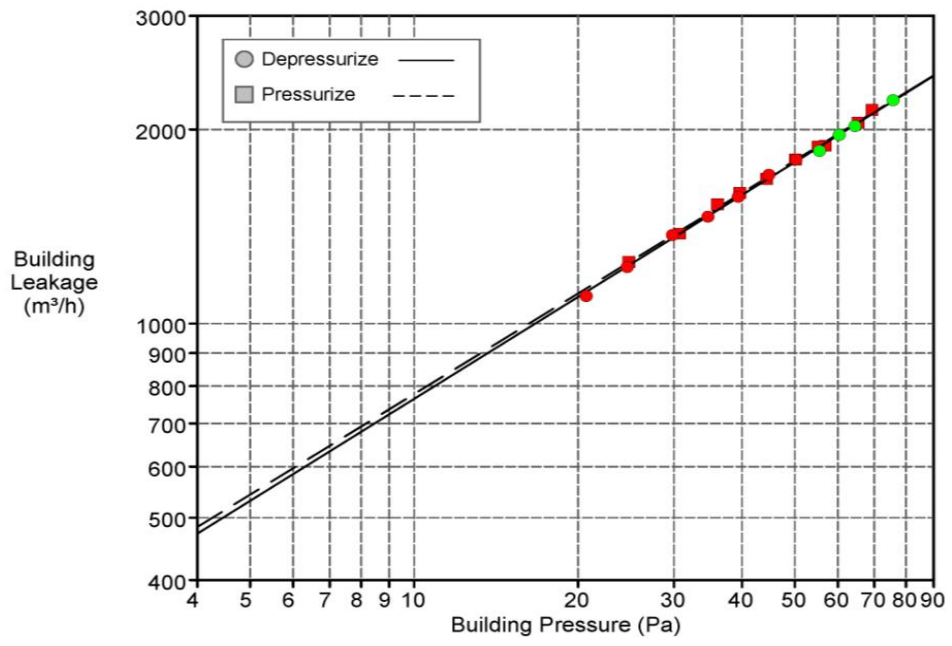
○ 개요

- 시설명 : 정죽4리 마을회관
- 위 치 : 충청남도 태안군 근흥면 안흥성길 29-2
- 구 조 : 조적조
- 규 모 : 지상 2층
 - 1층 경로당으로 사용
 - 2층 사용중 증축
- 준공년도 : 2003년
- 주요 마감재
 - 지붕 : 평 슬래브 위 시멘트 액체방수
 - 외부 : 조적벽돌 쌓기
 - 내부 : 석고보드 위 벽지 마감
 - 창호 : PVC 이중창



3. 정죽4리 마을회관 에너지성능 진단

- 현장 진단
- Energy # 프로그램으로 기존마을회관의 에너지성능 시뮬레이션 분석함.



< 160 >



< 161 >



< 162 >

(218) 4

○	
	1
	(30m ²)
(TFA)	113.7m ²
	2.5m
○	
	(2001)
가	
	n50. 10.7 /h
	()
	20°C 26°C
	09:00 ~ 18:00
	7.5 /m ²
○	
	- ()
○	
○	
	5W/m ²
○	

- 단열 성능은 2003년 준공당시의 건축물에너지절약설계기준의 부위별 열관류율을 적용하여 분석하였으며, 창호는 현재 설치되어 있는 2중 복층유리 플라스틱바, 강화유리도어를 적용하였으며, 기밀도는 블로어도어테스트 결과값인 n50 10.7회/h를 적용함.
- 정죽4리 마을회관의 부위별 에너지 손실은 창호(34.7%) > 틈새바람(24%) > 외벽(22.2%) > 지붕(7.6%) > 바닥(6.3%) > 출입문(5.2%) 순으로 나타남. 창호 및 출입문의 열손실이 39.9%이며, 외피(외벽, 지붕, 바닥)를 통한 열손실이 약 36.1%를 차지하고 있음.
- 창호를 통해 손실되는 에너지량이 획득되는 에너지량에 비해 월등히 높음(약 3.1배)
- 블로아 도어테스트에서 측정된 기밀성능 값은 10.7ACH로 틈새바람을 통한 열손실이 24%를 차지하고 있음.

(219) 4

(단위 : kWh/m²)

	16.6 (8%)	48.2 (22%)	13.8 (6%)	11.2 (5%)	75.5 (35%)	52.2 (24%)	0	217.5 (100%)
	23.4	-0.3	9.1	185.09				

○ 정죽4리 마을회관의 단위면적당 연간 난방에너지 요구량은 185.09kWh/m²y이며, 에너지 소요량은 250kWh/m²y, 1차 에너지소요량은 288kWh/m²y로 건축물 에너지효율등급 비주거용으로 2등급으로 추정됨. 2003년에 준공하여 약 16년 경과하여 단열재의 성능이 기준대로 발휘되는 것으로 기대하기 어려워 시뮬레이션 결과보다 현장은 더 열악할 것으로 추정됨.

(220) 4

	(kWh/m ²)	185.09
	(kWh/m ²)	15.82
	(kWh/m ²)	250.1
CO2	(kg/m ²)	80.5
1	(kWh/m ²)	288

Project Overview



1. 기본 정보

건물 사진/도면
 ⇨ Ctrl+C & Ctrl+V하거나 이미지 크기를 조정하려면
 상단의 [검토>시뮬레이션] 클릭

기본 정보	건물명	태안 정족4리 경포당		
	국가명	대한민국	시/도	충남
	상세 주소	충청남도 태안군 근흥면 안흥성길 29-2		
	건축주			
건축 정보	대지면적(m ²)		건물 용도	마을회관
	건축면적(m ²)		건 폐 율	-
	연면적(m ²)		용 적 륜	-
	규모/층수	지상2층		
	구조 방식	조적조		
	내장 마감			
외장 마감				

설계 정보	설계시작일		설계종료일	
	설계사무소			
	설비설계			
	전기설계			
	구조설계			
	에너지컨설팅			

시공 정보	시공시작일		시공종료일	
	시공사			
입력 검증	검증기관/번호			
	검증자		(서명)	
	검증일			
Program 버전	에너지사(ENERGY#) 2017 v2.02			

2. 입력 요약

기후 정보	기후 조건	◇ 정족4리		
	평균기온(°C)	20.0	난방도시(kkh)	80.5
기본 설정	건물 유형	비주거(계속사용)	축열(Wh/m ² K)	128
	난방온도(°C)	20	냉방온도(°C)	26
발열 정보	건물 이용자수	4	내부발열	직접 입력
	내부발열(W/m ²)	1.84	입력유형	
면적 체적	유효실내면적(m ²)	113.7	환기용체적(m ³)	284.2
	A/V 비	0.94	(= 368.5 m ³ / 394 m ³)	

열관류율 (W/m ² K)	지붕	0.341	외벽 동	0.425
	바닥/지면	0.363	외기간접	0.000
	슬입문	2.100	창호 전체	4.651

기본 유리	제 품	☞ 계산 테스트용 유리		
	열관류율	0.75	일사확률계수	0.43

기본 창틀	제 품	☞ 계산 테스트용 프레임		
	창틀열관류율	1.000	간접열관류율	0.03

환기 정보	제 품	☞ 환기장치 없음		
	난방효율	0%	냉방효율	0%
	습도회수율	0%	전력(Wh/m ³)	0

열교	선형전달계수(W/K)	0.00	점형전달계수(W/K)	0.00
----	-------------	------	-------------	------

재생 에너지	태양열	System 미설치
	지 열	System 미설치
	태양광	System 미설치

3. 에너지계산 결과

난방	난방성능 (리터/m ³)	18.5	에너지성능점수 (Level 1/2/3)	↓ 15/30/50
	난방에너지 요구량(kWh/m ²)	185.09		
	난방 부하(W/m ²)	103.0		X
냉방	냉방에너지 요구량(kWh/m ²)	15.82	Level 1	
	현열에너지	3.72		↑ 31.5/46.5/61.5
	제습에너지	12.10		
	냉방 부하(W/m ²)	18.3		
	현열부하	7.1		
	제습부하	11.3		
총량	총에너지 소요량(kWh/m ²)	250		
	CO2 배출량(kg/m ²)	80.0		↓ 120/150/180
	1차에너지 소요량(kWh/m ²)	288		X
기밀	기밀도 n50 (1/h)	10.7		X
검토 결과	General House			↑ 0.6/1/1.5

연간 난방 비용

2,683,600 원

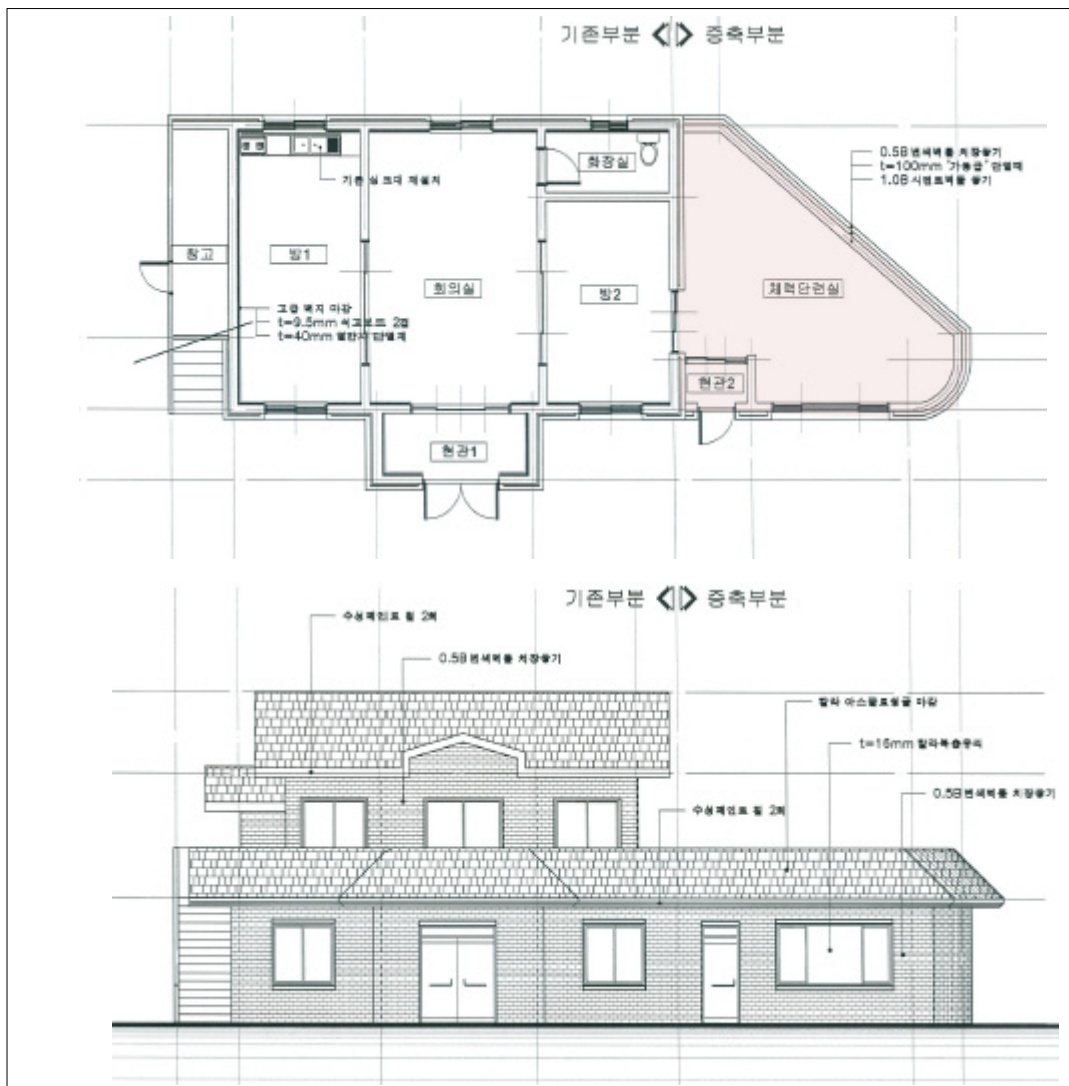
연간 총에너지 비용

3,084,100 원

4. 제로에너지 성능 확보를 위한 설계 모니터링

○ 1차 설계 계획(2018.04.30.)

- 평면계획 : 여유부지에 1층을 증축하여 2층의 체육시설을 배치하는 것으로 계획. 기존 건물은 그대로 두되, 방2의 오른쪽에 체력단련실을 계획함.
- 단열계획 : 단열을 위하여 내부벽체에 열반사단열재를 계획하였으며, 증축된 체력단련실에는 T100 단열재를 중단열로 계획하였음.
- 입면계획 : 기존 적벽돌을 연장하여 적벽돌 치장쌓기로 계획



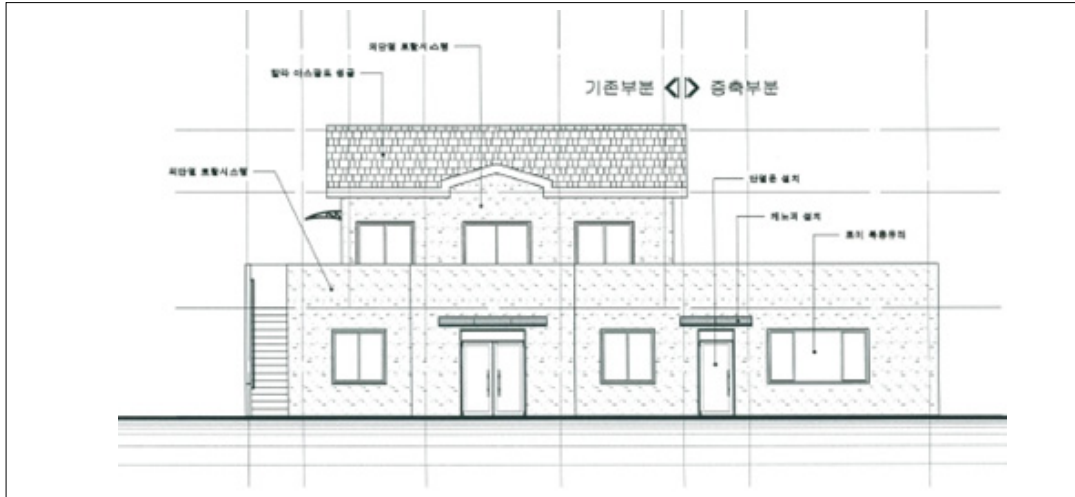
< 164 > 1

○ 2차 설계 계획(2018.05.31.)

- 1차 설계에서 적용된 내단열 및 중단열로는 패시브 성능을 확보할 수 없으며, 특히 파라펫을 통한 열교가 발생하므로 이를 해결하기 위한 방안이 필요하다는 지적을 반영

하여 외단열을 적용하였으며, 파라펫을 철거하는 계획을 수립함.

- 현장 자문에서 외벽, 지붕, 바닥, 창호 등의 부위별 단열 성능은 패시브설계 기준 이상을 확보해야 되며, 전체적으로 시뮬레이션 확인하여 건축물 에너지 효율등급 목표를 설정하여 설계내용에 반영되어야 함을 지적받음.



< 165 > 2

○ 3차 설계 계획

- 2019년 06월 3차 설계 시작



< >

- 2019. 06. 27 : 주민 의견 청취, 현장 조사 및 분석

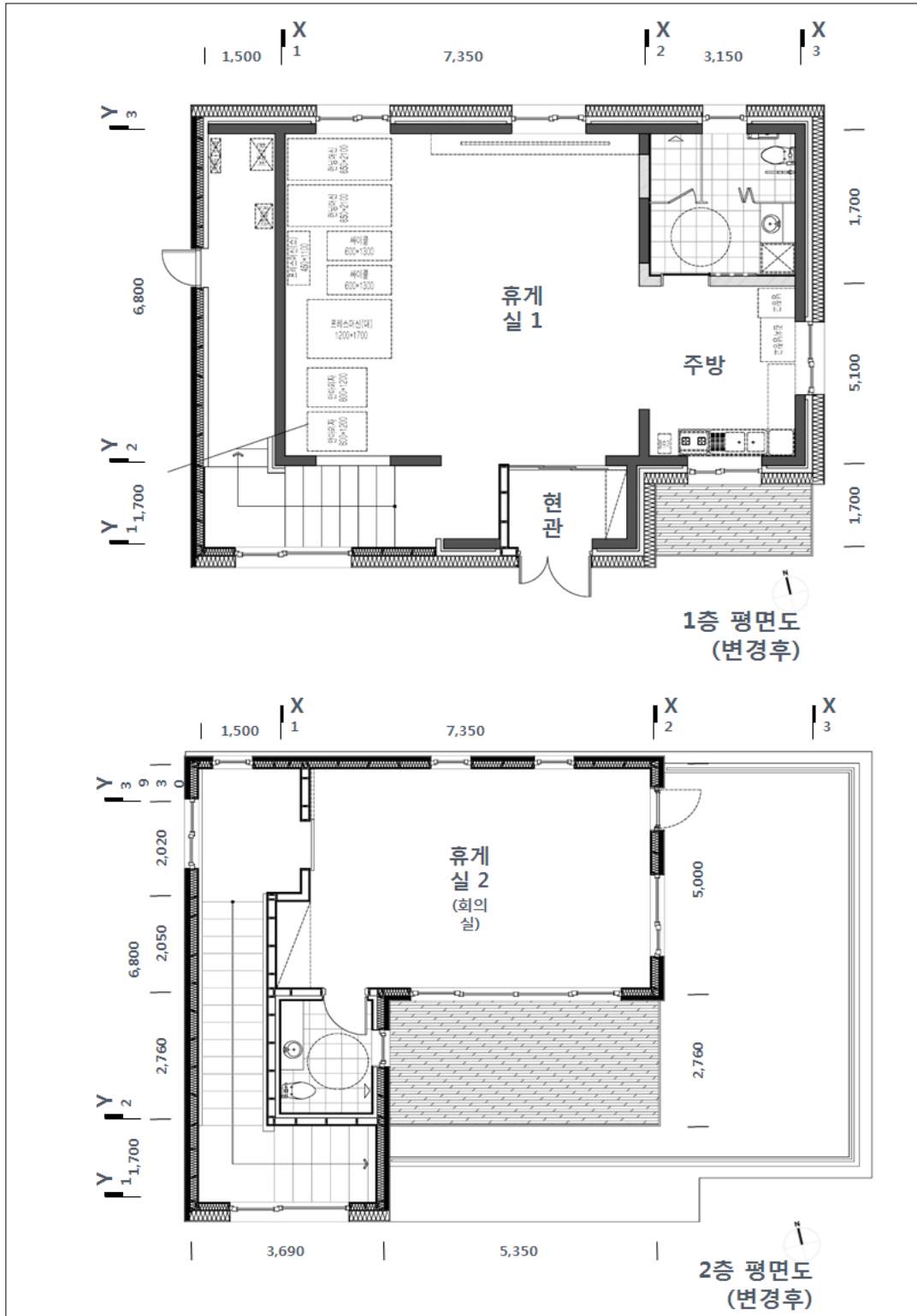
- 현장 부지 실측결과 부지 경계에서 이격거리를 감안하면 체력단련실 면적을 확보하기 어려움.
- 2층에 체력단련 시설이 있으나 고령의 주민들이 외부계단을 이용하여 2층으로 올라가는 것이 힘들어 체육시설을 사용하지 못함에 따라 1층을 증축하여 체력단련실

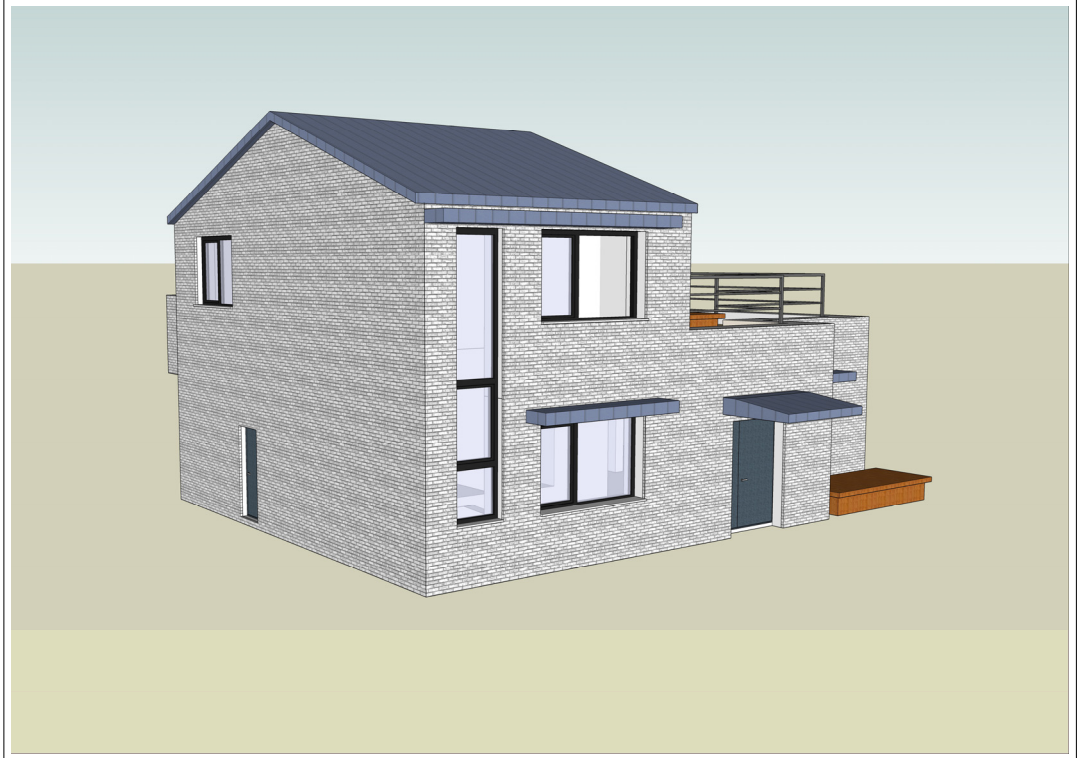
로 계획함.

- 조적조 건물에서 구조벽체에 개구부를 만드는 것이 불가하여 방2에서 바로 체력단련실로 이동하는 것이 어려움. 또한 작은 실을 증축하여 연결하는 경우의 구조적 난이도와 경제성을 감안하여 1층 증축이 어렵다는 판단.
- 2019. 08. 07 : 기본설계 작성하여 주민, 충남개발공사, 태안군 담당자에게 설명 및 협의 완료



< >





< 167> 3

-

5. 개선 후 정죽4리 마을회관 에너지 시뮬레이션

- 3차 설계안을 기준으로 에너지시뮬레이션을 분석하고자 함.
- 제로에너지 목표 연간 단위면적당 1차 에너지 소요량 에너지효율등급 1++(140kWh/m²y)이하를 달성하기 위하여 개선 조건을 아래 표와 같이 정하였음.

(221)

(W/m ² K)		0.341	0.119	T125	XPS T235 T375
		0.425	0.140	T50	EPS T220
			0.155		T260
			0.159		
	/	0.363	0.278	T67	XPS T100
	2.1	1.5			
	4.651	1.0		PVC	
	0.75	0.8		3	
	0.43	0.35			
	1.00	1.00			
n50 (1/h)	10.7	1.5			
(%)	0%	90%	-		
		가			

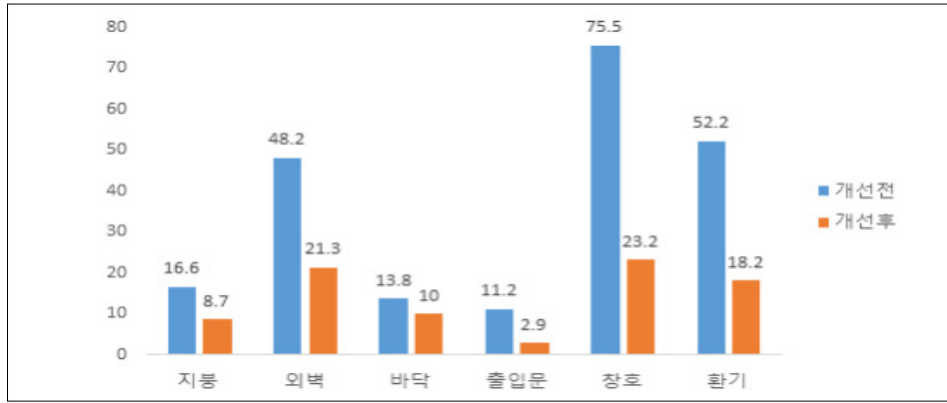
- 정죽4리 마을회관의 부위별 에너지 손실은 창호(27%) > 틈새바람(27%) > 외벽(26%) > 지붕(10%) > 바닥(8%) > 출입문(2%) 순으로 나타남.

(222) 4

(단위 : kWh/m²)

	8.7 (10.2%)	21.3 (25%)	10.0 (11.7%)	2.9 (3.4%)	23.3 (27.4%)	18.2 (21.4%)	0.8 (0.9%)	85.2
	14.8	-0.1	15.0		55.51			

- 에너지 손실량이 가장 큰 폭으로 감소한 부위는 창호, 환기, 외벽 등의 순으로 감소하였음. 창호부분은 52.3 kWh/m², 환기부분은 34.0k Wh/m²로 손실량이 큰 폭으로 감소되었음.



< 168 > 4

- ECO2 시뮬레이션 결과 1차 에너지소요량은 143.1 kWh/m²y (등급용 1차에너지소요량 135.3 kWh/m²y)로 건축물 에너지효율등급 비주거용 기준 1++등급이 예상되어 목표성능을 달성할 것으로 판단됨.
- 태양광 패널을 설치할 경우 적정 용량은 3kW이며 ECO2 결과 태양광 패널 설치 1차 에너지소요량은 92.5 kWh/m²y로 건축물 에너지효율등급 비주거용으로 1++, ZEB 5등급 (에너지자립률 35.38%)에 이를 수 있음.
- 연간 온실가스배출량은 개선 전 9,664.5kg에서 개선 후 2,398.5kg로 연간 7,266kg이 감소하는 것으로 추측됨.

(223) 4

	3kW	3kW
(kWh/m ²)	83.6	83.6
(kWh/m ²)	78.4	96.8
CO2 (kg/m ²)	16.8	25.5
1 (kWh/m ²)	92.5	143.1
1 (kWh/m ²)	91.1	135.3

6. 정죽4리 마을회관 제로에너지화 공사비 분석

- 전체 공사비용은 약 3.8억원으로 나타났으며 이중 에너지성능개선을 위한 공사비는 약 34%로 나타남.
- 정죽4리 마을회관의 평당 공사비는 8,328 천원이며 현실성을 감안하여 낙찰율을 적용할 경우 평당 공사비는 5,830 천원 ~ 7,079 천원임.

(224)		4	
()	()	()	()
가	3,912		
	414		
	6,379		14,912
	244		
	3,369		
	13,621		
	21,213		33,498
	4,034		
	2,905		
	5,051		
	4,917		15,957
	775		
	59,724		
	-11,610		
	1,161	EVB	10,389
	5,523		
	21,637		74,758
	27,733		7,864
	19,913		7,864
	8,923		
	265,921		94,630,297
	265,921	가	385,815

- 공사비 회수기간 산정을 위한 에너지 비용은 개선전 사용되었던 등유와 전기요금으로 선정함.

(225)		()	
()	가	()	/kWh
-	1080	/L	108.0

(226)

-

	(kWh)	()	(/kWh)
0 ~	200	910	93.3
201 ~	400	1,600	187.9
401 ~	1000	7,300	280.6
1001 ~	7,8,12,1,2	7,300	709.5

- 정죽4리 마을회관의 개선전 연간 에너지소요량과 그에 따른 에너지 사용요금은 아래의 표와 같음.

(227) 4

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
(kWh)	38	32	29	20	15	21	299	348	20	16	25	35	886
()	1,130	1,130	1,130	1,130	1,130	1,130	44,080	54,590	1,130	1,130	1,130	1,130	109,970
(kWh)	5,953	4,952	3,970	2,111	546	210	200	187	185	902	3,136	5,186	27,538
()	642,880	534,849	428,785	227,934	58,954	22,643	21,653	20,247	19,975	97,407	338,651	560,111	2,974,087

- 개선후 정죽4리 마을회관의 난방에너지원은 LPG 가스로 변경되었으며 태양광 발전량이 추가되어 연간 에너지소요량의 절감이 생겨남. 그에 따른 에너지 비용은 아래의 표와 같음.

(228) 4

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
(kWh)	243	219	239	227	233	246	408	450	248	233	230	242	3,218
(kWh)	197	222	288	326	341	332	250	273	267	259	190	175	3,119
가	243	219	239	227	233	246	408	450	248	233	230	242	3,218
	197	222	288	326	341	332	250	273	267	259	190	175	3,119
가 Net	47	-3	-52	-151	-258	-344	-186	-9	-28	-54	-15	52	
가 ()	1,430	1,130	1,130	1,130	1,130	1,130	1,130	1,130	1,130	1,130	1,130	1,980	14,710
()	1,430	1,130	1,130	1,130	1,130	1,130	1,130	1,130	1,130	1,130	1,130	1,980	14,710
(kWh)	1,883	1,538	1,153	481	84	71	73	73	71	107	837	1,604	7,975
()	236,501	193,193	144,827	60,385	10,499	8,889	9,186	9,186	8,889	13,463	105,140	201,459	1,001,617

- 위 표를 토대로 연간 그린리모델링에 따른 정죽4리 마을회관의 연간 에너지 절감금액을 산정할 수 있음.

(229)	4		
/LPG	2,974,087	1,001,617	1,972,470
	109,970	14,710	95,260
			2,067,730

- 그린리모델링 전 난방비와 전기 요금을 기준으로 계산한 정죽4리 마을회관의 연간 에너지 절감 비용은 2,067,730원임.
- 이 결과에 지난 20년간의 에너지비용 상승률(등유 5.54 %, 전기 0.90 %)을 적용하여 매년 상승될 것으로 예상되는 절감 비용을 계산함.
- 전년도까지의 에너지 절감비용 총액과 해당연도의 에너지 절감액 (전년도 연간 에너지 절감액 x (1 + 에너지요금 상승률))을 합산한 총액이 공사금액을 초과하게 되는 기간 (N년)을 회수기간으로 보았음.

	4	
	385,815,000	
()	95,260	
()	1,972,470	
()	2,067,730	
	5.54%	0.90%
	(N-1)	
	+ (* 105.54%
	+	* 100.90%)
	≥	
	45	

- 위의 표와 같이 계산하였을 때 정죽4리 마을회관의 그린리모델링 공사 총액의 회수기간은 45년이 소요될 것으로 예상됨.
- 위의 표는 최근 20년간의 에너지 비용 상승률을 적용한 것이므로 향후 한정된 석유자원의 회소가치가 상승할 것을 예상할 경우 회수기간은 더욱 짧아질 가능성이 높음.

7. 소결

- 정죽4리 마을회관 제로에너지화 설계를 위한 절차는 시설물 조사 및 분석, 에너지성능 진단 및 분석, 기능개선 및 무장애공간 등 환경개선을 위한 공간 계획, 에너지 성능 개선 기본설계를 하고 에너지 시뮬레이션을 통해 목표성능 확보하고, 실시 설계하여 건축물 에너지효율등급 및 제로에너지 등급인증을 받는 형태로 추진함.
- 충청북도 태안군 근흥면 안흥성길 29-2에 위치한 정죽4리 마을회관은 조적조의 구조를 갖은 지상2층의 건축물로 2003년에 준공 되었음.
- 개선전 정죽4리 마을회관의 에너지성능 진단을 위해 현장 조사를 실시, 블로어도어 테스트 및 유리 성능 진단 등을 실시하였고 조사된 데이터를 토대로 ENERGY# 프로그램을 통한 건축물 에너지성능 시뮬레이션을 실시함.
- 시뮬레이션 결과 에너지 손실량이 가장 큰 건축물 부위는 창호(34.7%)로 판단되었으며 개선전 난방에너지 요구량은 185.09 kWh/m²·y, 에너지소요량은 250.1 kWh/m²·y, 1차에너지소요량은 250.1 kWh/m²·y로 분석됨.
- 2018년 04월부터 관계자 협의 및 주민 회의, 담당자 협의를 거치며 4번의 설계 계획 변경이 이루어져 2019년 08월 기본설계 협의를 완료함.

- ECO2 시뮬레이션 결과 등급용 1차에너지소요량은 135.3 kWh/m²y의 결과를 보여 에너지효율등급 1++(140 kWh/m²y 이하)에 도달 가능할 것으로 판단됨.
- 태양광 패널을 설치할 경우에 적정 용량은 3kW로 판단되며 신재생에너지의 에너지 생산량이 더해질 경우 정족4리 마을회관의 그린 리모델링 후 1차 에너지 소요량은 92.5 kWh/m²y, 에너지 자립률 35.38%(ZEB 5등급)에 이를 수 있음.
- 그린 리모델링으로 인한 면적당 에너지소요량 절감량은 180 kWh/m²·y이며 예상되는 연간 총 에너지소요량 절감량은 20,766 kWh/y 임. 첫째 예상 연간 에너지절감금액은 2,067,730원이고 난방요금(등유)이 매년 5.54%, 전기요금이 매년 0.90%의 비율로 인상된다고 가정할 경우 공사비용은 45년 내 회수된다고 판단됨.

제6절 결론

1. 사업화 방안

가. 사업 방향

- 농촌마을내 주요 공공생활시설인 마을회관 및 경로당을 제로에너지화 건물로 그린 리모델링하거나 신축시 제로에너지 마을회관 공급사업을 제안함
- 기존 지역개발사업내 경로당 리모델링이 공간 사용 효율성을 제고하거나, 소득사업을 위한 공간 변경하도록 계획되고 있음. 이렇게 계획되어진 건물들이 유지관리비용이 과다하여 겨울, 여름철 사용을 못하고 문을 닫아놓는 경우 발생하고 있음.
 - 기존 경로당의 경우 냉난방비를 지원하여 사용 유지관리비를 확보함에 따라 대부분 운영하고 있음. 마을내 마을회관과 경로당 2곳이 있는 경우 대부분 마을회관은 사용하지 않고 경로당만 사용하는 경우가 대부분임 이는 고령화가 진행되어 고령인구가 증가하는 것도 있지만 마을회관 운영경비를 확보할 수 없음에 따라 건물이 방치되는 경향이 있음.

나. 사업 내용

- 정의
 - 농촌마을내 공공생활시설(경로당, 마을회관 등)을 패시브 (건축적 설계요소), 액티브 (기계·전기설계요소), 신재생에너지 (태양광, 태양열, 지열 등) 기술요소들을 적용하여 제로에너지 건축물을 구현하는 그린 리모델링 및 신축함.



<그림 169> 농촌 공공생활시설 제로에너지 표준모델 구성

- 개보수 대상
 - 구조적 안전성이 확보된 건물에 대하여 시행
 - 준공한 지 30년 이상 건축물은 제외
 - 마을회관 등 지원에 관한 지방자치단체 지원조례에 건축한 지 30년 이상 된 건축물은 철거 및 재건축 대상으로 분류하고 있음. (30년 이전이라도 안전진단결과 붕괴의 위험성이 있다는 판단을 받았을 경우는 예외로 함)

- (마을회관 건축현황) 연면적, 층수, 준공연도, 내부 실 구성도, 보일러 제원, 설치된 신재생에너지 현황 등
 - (마을회관 이용현황) 마을 주민 수, 마을회관 이용 주민 수
 - (일반농산어촌개발사업 기본계획서 요약)
 - 일반농산어촌개발사업 계획내 신청한 마을회관 관련 사업내용 확인
 - 사업계획 중 마을 에너지 전환 관련 사업 계획 수립여부 확인
- 사업지구 선정 시 입지의 적절성, 건축현황, 사용현황, 기존 사업계획 연계성 등을 기준으로 검토함.

(232)

	①
	-
	- 가
	②
	③
	④
	⑤
	⑥
	⑦

- 태양광패널 설치 가능 향(건물 지붕 경사면, 대지 설치방향)
- 태양광 패널은 남향, 남동향으로 설치 가능한 지를 검토하며, 지붕경사면과 동일한 물매로 설치함



< 170 >

19)

19) 출처 : 에너지관리공단 그림홈

- 신재생에너지 설치가능 부지확보
 - 태양광패널 설치면적 : 6.6m²/kW
 - 지열 17.5kW(5RT) 기준 : 120m²이상 (지중열교환기 2공 천공을 위한 면적)
- 준공연도
 - 준공연도가 오래되어 그린 리모델링의 효과를 극대화할수 있는 대상지구를 검토하되 개보수의 효과를 감소시킬 수 있는 준공연도 30년이상 된 1988년 이전 건축물 제외함.
- 신재생에너지 설비 적용
 - 기 사용중인 신재생에너지 설비가 있을 경우 적극 활용하도록 계획
- 마을 주민 수(인구수)
 - 사업의 효과와 마을내 고령자를 고려하여 사업 지구 검토

2. 농촌형 제로에너지 건축물 성능진단 및 설계 가이드라인

가. 농촌 공공생활시설 에너지 성능진단 가이드라인

(1) 사전조사

- 사전조사 단계는 간략조사 단계로서 건물 에너지 진단 시 필요한 자료를 사전에 건축주, 건물관리자, 설계사 등에게 자료를 요청 및 수집하는 단계
- 대상 건물의 위치 정보 수집 : 대상 건물 위치정보, 전년도 기상데이터 등 자료 수집
 - 건축물 대장 : 규모, 구조, 준공 연도, 연면적 등 확인
 - 위성사진 : 대상지 향, 배치 및 주변 상황 파악
 - 허가·준공연도에 따른 단열 성능 예측
 - 기후데이터 수집
- 설비기기 운영 스케줄 수집 : 설비기기 운영 스케줄(냉방, 난방, 조명, 환기 기타 등)
- 대상건물 도면 및 설비기기 수집 : 구조변경 및 리모델링이 반영된 건물 도면, 설계 도서, 설비기기 관련 시방서 또는 카탈로그
- 베이스라인 선정을 위한 에너지 사용량 수집 : 대상 건물의 최근 3년 에너지 사용량 실적(가스, 전기 등)

(2) 현장조사

(가) 현장조사 체크리스트

- 현장조사를 통한 최신 도면 정보 및 설비기기 정보 수집
 - 실측 도면 작성(필요시)
 - 사용자 인터뷰 : 건물 운영 패턴 및 사용상 불편사항 포함.
 - 설비 기기 재원 및 배치현황
- 건물 에너지 성능분석을 위하여 사전조사단계에서 수집된 건축개요, 운영 현황을 육안

검사 및 시험의뢰를 통하여 현장조사 체크리스트 작성

○ 외피 부문 체크리스트

- 건축물의 일반사항(허가년도, 자료 보유 유무, 열관류율, 개보수 내용, 내외장재 종류, 창호 종류, 지붕 형태)을 파악
- 건축물 외피 부위별 실내외 현황을 노후화 상태 지표(양호/불량/매우 불량)로 확인하고, 총합 열전달저항 수준 비교를 통해 대상 건축물의 단열성능 및 기밀성능 수준 파악

건물 기본정보									
건물 주소		소속		작성자					
작성일자		년	월	일	연락처				
1. 건물 일반 사항									
건물명				건물 주소					
행정구역	<input type="checkbox"/> 시	<input type="checkbox"/> 군	<input type="checkbox"/> 구	<input type="checkbox"/> 동	<input type="checkbox"/> 면	<input type="checkbox"/> 리	<input type="checkbox"/> 기타()		
건물의 용도	<input type="checkbox"/> 단독 주택	<input type="checkbox"/> 공동 주택	<input type="checkbox"/> 업무 시설		<input type="checkbox"/> 판매 시설		<input type="checkbox"/> 기타()		
건물의 구조	<input type="checkbox"/> 목조	<input type="checkbox"/> 벽돌조	<input type="checkbox"/> 철골조		<input type="checkbox"/> 철근콘크리트조		<input type="checkbox"/> 기타()		
자료 보유 유무	도면			시방서 및 매뉴얼			기 타		
	<input type="checkbox"/> 건축도면(평/입/단면도)			<input type="checkbox"/> 시방서(외벽/단열/창호공사)			<input type="checkbox"/> 에너지절약계획서		
	<input type="checkbox"/> 전기도면(조명/전기/제어도)			<input type="checkbox"/> 시방서(조명/전기/제어)			<input type="checkbox"/> 보유 자료 없음		
	<input type="checkbox"/> 기계도면(장비설치/열교환기/냉난방도면)			<input type="checkbox"/> 시방서(기계설비)			-		
건축허가년도	년	사용승인년도	년	법적 열관류율 적용 기준: 건축허가년도		년			
	출수(지상)		출수(지하)		건축면적(m ²)	연면적(m ²)	용적률(m ²)	층고(m)	전정고(m)
건물 개요	체적(m ³)		바닥면적(m ²)		벽체면적(m ²)	외피면적(m ²)	최고높이(m)	공면 최장 길이[m]	공면 최장 폭[m]
2. 건물 운영 및 사용자 현황									
건물 구성		내부실구성							
		외부구조물							
건물 운영시간	주중	사용시간		() 부터 ~ () 까지					
	주말	사용 특이 사항							
재실자 현황	사용자	재실 패턴		<input type="checkbox"/> 경일	<input type="checkbox"/> 주말	<input type="checkbox"/> 공휴일	<input type="checkbox"/> 기타 ()		
		사용 인원		인 내외					
	외부 출입자	이용 시간		() 부터 ~ () 까지					
		외부 출입자 빈도		<input type="checkbox"/> 없음	<input type="checkbox"/> 적음	<input type="checkbox"/> 많음			
		일일 외부 출입자 수		인 내외					

<그림 171> 건물 기본정보 조사리스트

항목	확인 방식	확인항목	상태	내용	파손부위	비고	
구조	1 구조형식 및 연한	건축물대장 구조물 경과년수	양호	철골 /철근콘크리트 연외조 및 기타	철골 25년 이하, 철근콘크리트 20년 이하 철골 25~45년 이하, 철근콘크리트 20~40년 이하 철골 45년 초과, 철근콘크리트 40년 초과		
			보통				
			불량				
			양호				
			보통				
			불량				
	2 기초상태	현장조사	양호	눈에 띄는 결함부위 없음			
			보통				
			불량				
			양호				
			보통				
			불량				
3 주요 수직부재 기둥 또는 벽체	현장조사	구조부재 상태 크랙/박리/철근노출 등	양호	부재 결함이 없거나 거의 없는 수준		일부 외벽 마감재 벗겨짐 파라펫부분 크랙	
			보통				
			불량				
			양호				
			보통				
			불량				
4 주요 수평부재 보 또는 슬라브	현장조사	구조부재 상태 크랙/박리/철근노출 등	양호	부재 결함이 없거나 거의 없는 수준			
			보통				
			불량				
			양호				
			보통				
			불량				
5 비주요 구조부재 비내력 구조체	현장조사	구조부재 상태 크랙/박리/철근노출 등	양호	부재 결함이 없거나 거의 없는 수준			
			보통				
			불량				
			양호				
			보통				
			불량				
6 기타	현장조사	조사항목 외 구조상 문제점					

항목	확인 방식	확인항목	상태	내용	파손부위	비고
외부 마감 및 성능	1 외벽마감재A: 외벽마감	현장조사	노후도 / 파손도	시멘트블럭에 피인트마감 양호 경미한 균열 등 양호하거나 부분보수가 가능한 수준 불량 심각한 파손, 탈락 등 전면 교체가 필요한 수준		
	2 외벽마감재B: 외벽마감	현장조사	노후도 / 파손도	외단열마감 양호 경미한 균열 등 양호하거나 부분보수가 가능한 수준 불량 심각한 파손, 탈락 등 전면 교체가 필요한 수준		
	3 지붕마감재: 지붕마감	현장조사	노후도 / 파손도	노출도막방수 양호 경미한 균열 등 양호하거나 부분보수가 가능한 수준 불량 심각한 파손, 탈락 등 전면 교체가 필요한 수준		
	4 다른 재질: 외부 출입문(다문)	현장조사	노후도 / 파손도	외측: 강화유리문, 내측: 목재프레임 단층유리 미닫이문 양호 경미한 균열 등 양호하거나 부분보수가 가능한 수준 불량 심각한 파손, 탈락 등 전면 교체가 필요한 수준		구조부와 연결부 기밀성 없음.
	5 외부 마감 재질: 외부 마감/헬스	현장조사	노후도 / 파손도	시멘트 양호 경미한 균열 등 양호하거나 부분보수가 가능한 수준 불량 심각한 파손, 탈락 등 전면 교체가 필요한 수준		
	6 기타	현장조사	조사항목 외 구조상 문제점			

항목	확인 방식	확인항목	상태	내용	재료명	비고
내부 공간 (붙을 쓰지 않는 공간)의 마감 및 성능	실명:			주방 및 거실 방1, 방2		
	1 벽체마감(타일)	현장조사	노후도 / 파손도	양호 양호하거나 부분보수가 가능한 수준 불량 심각한 파손, 탈락 등 전면 교체가 필요한 수준		거실부분전장 석고보드텍스
	2 전장마감	현장조사	노후도 / 파손도	양호 양호하거나 부분보수가 가능한 수준 불량 심각한 파손, 탈락 등 전면 교체가 필요한 수준		
	3 바닥마감(타일)	현장조사	노후도 / 파손도	양호 양호하거나 부분보수가 가능한 수준 불량 심각한 파손, 탈락 등 전면 교체가 필요한 수준		
	4 내부 출입문	현장조사	노후도 / 파손도	양호 양호하거나 부분보수(도장 및 필름교체)가 가능한 수준 불량 심각한 파손, 탈락 등 전면 교체가 필요한 수준		
	5 등기구 및 스위치	현장조사	노후도 / 파손도	양호 양호하거나 전구 교체시 사용 가능한 수준 불량 기구 자체를 교체하거나 신설하여야 하는 수준		
	6 전열 콘센트	현장조사	노후도 / 파손도	양호 양호하거나 콘센트 마감재 교체시 사용 가능한 수준 불량 누전 및 합선 등의 위험성이 있어 교체/재설치하는 수준		
7 기타	현장조사	조사항목 외 구조상 문제점				

항목	확인 방식	확인항목	상태	내용	재료명	비고
내부 공간 (붙을 쓰는 공간)의 마감 및 성능 (외부확장실)	1 벽체마감(타일)	현장조사	노후도 / 파손도	양호 양호하거나 부분보수가 가능한 수준 불량 심각한 파손, 탈락 등 전면 교체가 필요한 수준		
	벽체마감(타일외)			양호 양호하거나 부분보수가 가능한 수준 불량 심각한 파손, 탈락 등 전면 교체가 필요한 수준		
	2 전장마감	현장조사	노후도 / 파손도	양호 양호하거나 부분보수가 가능한 수준 불량 심각한 파손, 탈락 등 전면 교체가 필요한 수준		
	3 바닥마감(타일)	현장조사	노후도 / 파손도	양호 양호하거나 부분보수가 가능한 수준 불량 심각한 파손, 탈락 등 전면 교체가 필요한 수준		
	바닥마감(타일외)			양호 양호하거나 부분보수가 가능한 수준 불량 심각한 파손, 탈락 등 전면 교체가 필요한 수준		
	4 내부 출입문	현장조사	노후도 / 파손도	양호 양호하거나 부분보수(도장 및 필름교체)가 가능한 수준 불량 심각한 파손, 탈락 등 전면 교체가 필요한 수준		
	5 발수	현장조사	누수부위 확인	양호 양호하거나 부분보수가 가능한 수준 불량 누수로 인해 전면보수가 필요함		
	6 수전	현장조사	누수수압 확인	양호 수압이 양호하고 누수가 없는 수준, 교체 불필요 불량 수압이 약하거나 누수가 많은 수준, 노후심각, 교체 필요		
	7 변기 및 세면대	현장조사	누수수압 확인	양호 수압이 양호하고 누수가 없는 수준, 교체 불필요 불량 수압이 약하거나 누수가 많은 수준, 노후심각, 교체 필요		
	8 등기구 및 스위치	현장조사	노후도 / 파손도	양호 양호하거나 전구 교체시 사용 가능한 수준 불량 기구 자체를 교체하거나 신설하여야 하는 수준		
9 전열 콘센트	현장조사	노후도 / 파손도	양호 양호하거나 콘센트 마감재 교체시 사용 가능한 수준 불량 누전 및 합선 등의 위험성이 있어 교체/재설치하는 수준			
10 기타	현장조사	조사항목 외 마감성능상 문제점			확장실에서 외기로 통하는 출입문 있음 (PD)	

항목	확인 방식	확인항목	상태	내용	단열/기밀 성능	비고 (훼손되거나 교체가 필요한 부위와 설명)
단열	1 벽체	현장조사	단열방식 노후 / 파손, 준중연도 결로 및 곰팡이유무	외단열 / 중단열 / 내단열 양호 기존 단열의 상태가 양호하여 단열 보강만이 필요한 경우 불량 단열재가 누락되거나 훼손되어 단열의 기능을 못하는 경		단열재 없거나 경미함(시멘트블럭 사이공가)
	2 전장/지붕	현장조사	단열방식 노후 / 파손, 준중연도 결로 및 곰팡이유무	외단열 / 중단열 / 내단열 양호 기존 단열의 상태가 양호하여 단열 보강만이 필요한 경우 불량 단열재가 누락되거나 훼손되어 단열의 기능을 못하는 경		
	3 기타 결로부위	현장조사	조사항목 외 결로 및 곰팡이 부위 및 발생원인			지붕 누수로 인한 벽체 상부 일부에 곰팡이
창호	1 외기에 면한 창호	현장조사	창호 재질 및 개폐방식 노후도 / 파손도 단열 / 기밀 성능 확인	목재(내측)+알루미늄(외측) 미닫이 이중창, PVC 미닫이 이중창, 알루미늄 단창 양호 프레임의 상태가 양호하여 창호 및 도어만 필요 불량 프레임이 훼손되었거나 노후하여 전면 교체 필요		PVC창: 거실에만 설치, 준중 이로 교체 좌측방 창호1개는 알루미늄 단창 미닫이창
	2 외기에 면한 출입문	현장조사	창호 재질 및 개폐방식 노후도 / 파손도 단열 / 기밀 성능 확인	강화유리문, 목재 단창 미닫이문 양호 프레임의 상태가 양호하여 창호 교체만 필요 불량 프레임이 훼손되었거나 노후하여 전면 교체 필요		기밀성 없음
	3 기타	현장조사	조사항목 외 단열 / 기밀 성능에 취약한 부위와 원인			

항목	확인 방식	확인항목	설명	내용
필요공간	현장조사	사용자 인터뷰 관리자 인터뷰	현상과 외 필요 공간의 유무	내부 확장실 없음.
불필요공간	현장조사	사용자 인터뷰 관리자 인터뷰	사용하지 않거나 편의의 기능을 잃은 공간의 유무	2층 사용빈도 적음.

항목	확인 방식	확인항목	상태	내용	월별 / 시공 연도 정확조 타입 등	비고
기계설비	1 부압과 부제	현장조사	난방 성능 확인 ●양조 ●불량	10년이상 설치되어 난방 성능이 양호한 수준 10년이상 노후되어 난방 성능이 취약한 수준		
	2 난방 배관	현장조사 및 관리자 인터뷰	누수 부위 확인 ●양조 ●불량	누수 등의 문제 없이 난방 성능이 양호한 수준 누수의 문제가 있어 난방 성능이 취약한 수준		
	3 수도 배관	현장조사 및 관리자 인터뷰	누수 부위 확인 수압 확인 ●양조 ●불량	누수 등의 문제 없이 수압이 양호함 누수의 문제 발생		
	4 배수 배관	현장조사 및 관리자 인터뷰	누수 부위 확인 악취 부위 확인 ●양조 ●불량	누수 악취 등의 문제 없음 누수 악취 등의 문제 발생		
	5 정화조	현장조사 및 관리자 인터뷰	폐색여부 확인 청소 주기 확인 ●양조 ●불량	사용상 문제가 없고 주기적으로 청소중 사용중이나 청소가 필요하거나 폐색이 필요한 상태		
	6 기타	현장조사 관리자 인터뷰	조사항목 외 기계설비 관련 문제점 및 의견			
전기설비	1 배전함	현장조사 및 관리자 인터뷰	누전 여부 및 확인 확인 ●양조 ●불량	양호하고 일부 부류 교체로 사용 가능한 수준 누전 상태가 심각하고 전압적인 과열 교체가 필요한 수준		
	2 전기 배관 배선	현장조사 및 관리자 인터뷰	누전 여부 및 확인 확인 ●양조 ●불량	양호하고 일부 부류 교체로 사용 가능한 수준 누전 상태가 심각하고 배관 배선을 교체해야 하는 수준		
	6 기타	현장조사 관리자 인터뷰	조사항목 외 전기설비 관련 문제점 및 의견			

항목	확인 방식	확인항목	상태	내용	계단 및 단차 높이 BF 필요유무	비고 (BF항목이 반영되어야 하는 부위 및 내용)
베리어프리	1 계단	현장조사	안전도 ●양조 ●불량	일반적인 계단각으로 구성되고 노약자의 단차용인 수준 회전 계단용이거나 경사가 급하거나 단차가 높은 수준		
	2 단차	현장조사	보행 안전도 ●양조 ●불량	실과 실사이의 이음에 있어 단차가 없거나 미비한 수준 보행에 있어 턱이 높아 전도의 위험이 높은 수준		
	3 핸드레일 (계단)	현장조사	안전도 ●양조 ●불량	기설치가 되어 있거나 보행안전에 문제가 없는 수준 부상등의 위험이 있다고 판단되는 수준		
	4 핸드레일 (복도)	현장조사	안전도 ●양조 ●불량	기설치가 되어 있거나 보행안전에 문제가 없는 수준 부상등의 위험이 있다고 판단되는 수준		
	5 바닥마감	현장조사	안전도 ●양조 ●불량	미끄러지지 않고 충격흡수 및 울림이 적은 수준 미끄러짐 보행안전에 위험이 있다고 판단되는 수준		
	6 보행장애물	현장조사	안전도 ●양조 ●불량	벽면에 볼록물 및 충돌위험이 있는 설치가 없는 수준 벽면에 장애물이 있거나 날카로운 모서리가 있는 경우		
	7 기타	현장조사 사용자 인터뷰	조사항목 외 고려되어야할 사항 및 내용			

< 174 >

항목	확인 방식	확인항목	상태	내용	비고
에너지사용현황	사용에너지원	현장조사 및 관리자 인터뷰	전기	계약 용량	
				계약 용량	kW
월평균 사용량	kWh				
최대 사용량	kWh				
최대 사용 시기	월				
월평균 요금	원				
가스	용도	난방() 취사()			
	공급형태	도시가스() 프로판가스()			
	월평균 사용량				
기타	사용에너지원()	월평균 사용량()			
설치 현장 조건	현장조사	용역	수목에 의한 음영		
			주변건물에 의한 음영		
			계절별 음영 검토		
		일조시간	h		
		설치조건 및 환경	장애물 확인		
			설치가능 면적	m ²	
		민원사항	지반 또는 건물 내구도		
빛반사 영향					
인근 주택에 영향					
주변환경					

< 175 >

1. 건물 외피 면적 및 창면적비							
벽 체				창 호			
벽체 타입	방위	열관류율[W/m ² K]	면적[m ²]	창호 타입	열관류율[W/m ² K]	SHGC	면적[m ²]
벽체 면적 합계[m ²]		0		창호 면적 합계[m ²]		0	
전체외피면적[m ²]		0		창면적비 (%)		0.0%	

2. 열원공조 일반사항							
열원 설비	난방	종류	<input type="checkbox"/> 가스보일러	<input type="checkbox"/> 기름보일러	<input type="checkbox"/> 지역난방	<input type="checkbox"/> EHP	<input type="checkbox"/> 기타 ()
		용량	()	<input type="checkbox"/> Kcal/h	<input type="checkbox"/> kW	<input type="checkbox"/> 기타 ()	
	냉방	종류	<input type="checkbox"/> 터보냉동기	<input type="checkbox"/> 흡수식냉동기	<input type="checkbox"/> 패키지 에어컨	<input type="checkbox"/> EHP	<input type="checkbox"/> 기타 ()
		용량	()	<input type="checkbox"/> RT	<input type="checkbox"/> kW	<input type="checkbox"/> 기타 ()	
공조 시스템	유형		<input type="checkbox"/> 정용량공조기	<input type="checkbox"/> 변용량공조기	<input type="checkbox"/> 팬코일유닛	<input type="checkbox"/> 복사냉난방	<input type="checkbox"/> 기타 ()

3. 연도별 주요 개보수 사항							
건축 관련 개보수 내용	1차()년:						
	2차()년:						
	3차()년:						
조명 관련 개보수 내용	1차()년:						
	2차()년:						
	3차()년:						
열원공조 관련 개보수 내용	1차()년:						
	2차()년:						
	3차()년:						

4. 기타 부문별 현황 특이사항							

< 176 >

(나) 기밀성능 진단 (블로어 도어 테스트)²⁰⁾

① 근거

- KS L ISO9972-건물의 기밀성능 측정 및 평가방법 기밀성능 시험 기준
 - 가압/감압법은 공조설비나 팬을 사용하여 측정 대상공간을 가압 또는 감압하여 실내외 일정 압력차에서 유입 또는 유출 공기량 측정하는 방법임.

② 정의

- 블로우도어 테스트 방법은 건물의 창 및 문 등의 개구부에 팬을 설치하여 실내로 공기를 공급하거나 배출하여 실내외 압력차를 발생시킴
- 생성된 압력차가 일정 압력차에 도달하였을 경우의 팬의 풍량을 측정하여 이를 측정 대상공간의 공기누설율(Air leakage rate)로 정의함
- 블로우도어는 5 Pa에서 50 Pa 또는 그 이상의 실내외 압력차를 생성할 수 있기 때문에 외부 바람(풍압)이나 실내외 온도차에 의해 자연적으로 발생하는 실내외 압력차로 인한 침기의 영향을 배제할 수 있음

③ 측정 시 기후 조건

- 최적의 조건은 내외부의 온도차가 적은 경우와 바람이 잠잠한 경우

20) 한국패시브건축협회(www.phiko.kr), 웅드람, 송두삼, 김주옥, Blower Door를 이용한 건물의 기밀성능 시험방법의 고찰, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, vol.31, No 5(2019), pp216-226

- 500 m·K 이하 : 내외부의 온도차와 건물의 높이를 곱한 값
 - 예: 건물의 높이 10m, 온도차 20K은 200 m·K, 측정 가능한 조건이며 이를 초과할 경우는 실질적으로 건물내외부의 압력차이인 50Pa를 형성하기가 어려움
- 바람의 속도 6 m/s 이하

④ 검사를 위한 준비

- 검사대상이 되는 건물은 하나의 압력형성 시 하나의 존이 되어야 함
- 설비
 - 실내공기를 사용하는 보일러는 꺼야 함.
 - 기계적 공기 조화기 작동중지
 - 외기와 연결되는 배기 및 흡입구는 막아야 함.
 - 화장실의 배기구, 부엌의 후드 작동중지
 - 개폐조작이 불가능한 승강기의 환기구등은 기밀하게 테이프로 밀폐.
- 실내의 문은 열어 놓은 상태를 유지.
- 검사대상이 되는 건물의 내부의 압력차는 형성되는 전체 압력의 10%이상을 초과해서는 안 됨. (소규모의 건물에서는 문제가 되지 않음)
- 계획상 존재하는 창호나 기타 개구부는 닫음.
- 화장실 배수구가 물로 채워지지 않았을 경우 해당되는 관을 막음.
- 건물의 상태를 꼼꼼히 기록을 해야 함 (창호, 외피, 임시적으로 설치한 기밀층 그리고 그 외에 검사를 위해 취한 모든 사항을 가급적이면 자세하게 기록. 테스트기의 설치 위치도 이에 속함)

⑤ 사전 검사

- 측정하려고 하는 층의 가장 아랫부분에 송풍기를 기밀하게 설치
- 검사 시에 책정된 가장 높은 압력 하에서 건물내에 설치되지 않은 기밀층이나 기타 침기 위치를 물기가 묻은 손으로 혹은 연기를 발생시키는 장치 혹은 풍속을 측정하는 장치로 검사

⑥ 검사진행

- 외부의 풍속을 측정을 하거나 혹은 Beaufort의 바람세기의 특성에 따라 추정해서 기입 (바람세기 3이상은 시험금지)
- 건물의 기본 데이터 입력
 - 내부공간 볼륨
 - 가구 등의 볼륨은 포함이 되지 않음
 - 실내 면적

- 외기에 면하는 외피의 면적
- 기타 설비 특히 공기조화기에 대한 정보 입력
- 건물 높이
- 건물의 연도
- 내외부의 온도측정
- 절대공기압력의 측정
 - 송풍기의 유입구를 뚜껑으로 막은 뒤에 3 x 30s동안 내외부의 자연적인 압력차이 측정. 이때 평균값이 5 Pa을 넘으면 측정이 불가능하며 유효한 검사치가 될 수가 없으며 이에 대한 내용은 반드시 검사보고서에 기록을 해야 함.

⑦ 측정

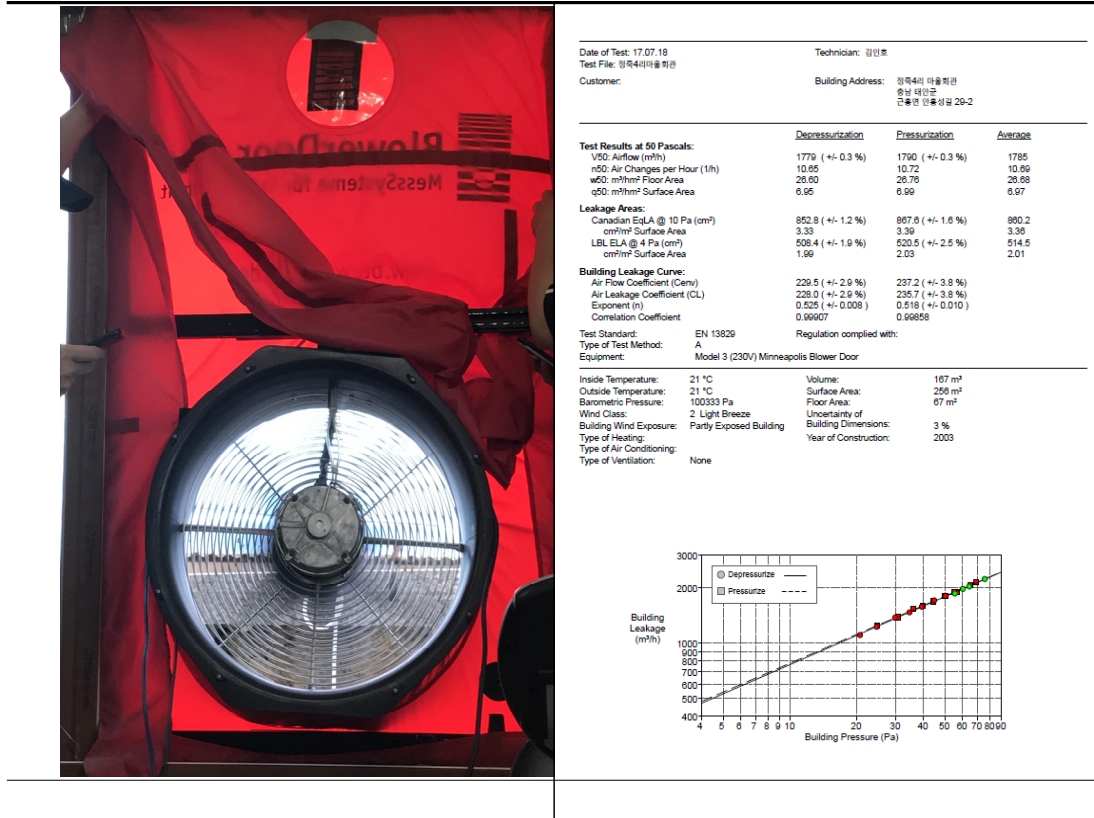
- 압력과 불륨공기를 10Pa에서 시작해서 10Pa간격으로 측정. (최소 5번의 측정치)
- 가장 높은 압력은 50 Pa보다 높아야 함
- n50 값은 고압과 저압의 측정치가 있어야 함

⑧ 측정결과 표현방법

- CFM50(ft³/min) 및 CMH50(m³/hr) : 실내외 압력차를 50 Pa로 유지하기 위해 실내에 유입시켜야 할 공기량을 의미함. 외피의 공기누설 특성을 나타내기 위해 사용됨.
- Air change rate(h⁻¹) : 건물 외피에 50 Pa의 압력차가 작용하고 있을 경우, 실내 대상 공간에 대해 시간당 외부공기가 실내 대상공간의 체적당 얼마나 유입되고 있는지를 나타내는 방법임. 서로 다른 크기의 건물에서 측정된 기밀성능 결과를 비교할 때 유용함. 누기량을 대상공간의 체적으로 나눈 값임.
- Equivalent leakage area(EqLA)(cm²/m²) : 건물 실내외에 10 Pa의 압력차가 작용하고 있을 경우에 발생하는 누기량과 동일한 양의 공기가 새어나가는 틈 및 균열의 크기를 1제곱미터 당 제곱센티미터의 누기면적으로 나타냄. 외피의 경우에 cm²/m²@75 Pa로 표기함.
- Effective leakage area(cm²/m²) : 건물 실내외에 4 Pa의 압력차가 생길 때 발생하는 누기량과 동일한 양의 공기가 새어나가는 틈 및 균열의 누기면적을 나타내는 것임. EqLA와 동일하나 작용 압력차가 다름.
- Air permeability(cfm/ft², L/sm²) : 건물 외피의 누기량을 전체 외피면적으로 나눈 단위면적당 누기량을 나타냄.

⑨ 건축물 기밀성능

- 냉난방을 실시하고 채실자가 이용하는 공간은 5.0 ACH50 이하의 기밀성능을 가져야 함. (ISO 9972 및 KS L ISO 9972)



< 177 >

(다) 유리 성능 진단

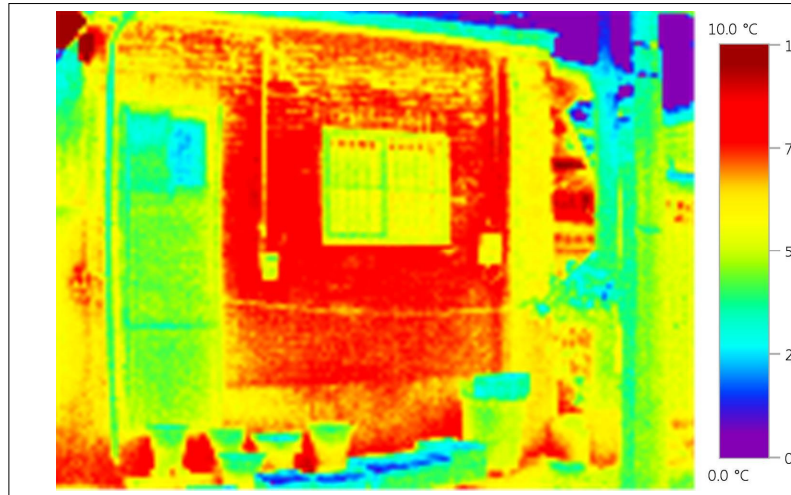
- 태양열 취득계수(SHGC : Solar heat Gain Coefficient) = g-value
- g-value : 유리가 일사에너지를 얼마만큼 통과시키는 것인가에 대한 정량적 표현
- g값이 0에 가까우면 태양에너지가 투과를 못하고, 1에 가까우면 에너지를 잘 투과하는 것임. g값이 0에 가까우면 겨울에 남형으로 햇빛을 많이 받아도 실내가 따뜻해지지 않는데 태양에너지가 실내로 적게 들어오기 때문임. 패시브하우스에서는 유리의 g값이 0.5이상이기를 권고함.



< 178 >

(라) 열화상 카메라

- 건물 누수, 기밀성, 열교 등 검측
- 피사체의 표면으로부터 복사되는 열에너지를 시각적으로 보여 줌. 열에너지를 전자파의 일종인 적외선 파장의 형태로 검출하여 피사체 표면의 복사열 강도에 따라 각각 다른 색상으로 표현함.



< 179 >

(마) 조명 및 설비 부문 사전현황 체크리스트

- 에너지 절감량을 결정하기 위하여, 일부 측정 프로세스는 교체 전·후 조건을 식별한 후 진행 필요
- 일반적으로 이들 측정은 에너지 소비와 에너지 관련 변수를 포함하고 있음.
- M&V 계획에서 측정 이슈사항²¹⁾
 - 측정 및 분석의 일관성 유지
 - 이해관계자가 수용 가능한 수준의 정확도로 수행됨을 보장
 - 계측기 표준 명시
 - 측정 및 모니터링 보고서 작성 시 작성 필수사항 : 측정대상, 측정방법, 측정시기, 사용된 측정기기, 측정 수행한 사람

21) 기기교체 등에 대한 M&V 가이드라인, 에너지관리공단, 2015. 03

조명기구 현황						
노후화 상태 지표	①해당사항없음 ②양호 ③불량 ④매우불량	①	②	③	④	해당비율(%)
등기구들	등기구 마감 상태 (파손, 부식, 변형 등)					
	등기구 모듈 조인트의 상태 (파손, 부식, 변형 등)					
	등기구 적용 접합부 상태 (파손, 부식, 변형 등)					
	기타()					
광원	광원의 배광 상태 (깜빡거림, 어두움, 눈부심 등)					
	광원의 색온도 상태 (변색, 뒤섞임, 부조화 등)					
	광원의 광량지속 상태 (깜빡거림, 어두움, 눈부심 등)					
	광원 베이스의 상태 (파손, 부식, 변형 등)					
	기타()					
안정기/변압기	안정기/변압기 유무 <input type="checkbox"/> 유 <input type="checkbox"/> 무 (위치:)					
	접합부 상태 (파손, 부식, 변형 등)					
	효율성 및 안정성 상태 (전력소비량 상승, 고장율 상승, 효율저하 등)					
	노후화 정도					
	기타()					
반사판	반사판 유무 <input type="checkbox"/> 유 <input type="checkbox"/> 무 (위치:)					
	마감 상태 (파손, 부식, 변형/들뜸/뒤틀림, 변색/그을림 등)					
	청소 상태					
	기타()					
루버	루버 유무 <input type="checkbox"/> 유 <input type="checkbox"/> 무 (위치:)					
	마감 상태 (파손, 부식, 변형/들뜸/뒤틀림, 변색/그을림 등)					
	청소 상태					
	기타()					
렌즈	렌즈 유무 <input type="checkbox"/> 유 <input type="checkbox"/> 무 (위치:)					
	마감 상태 (파손, 부식, 변형/들뜸/뒤틀림, 변색/그을림 등)					
	청소 상태					
	기타()					
조명기구 현황 지표		0	0	0	0	

< 180 >

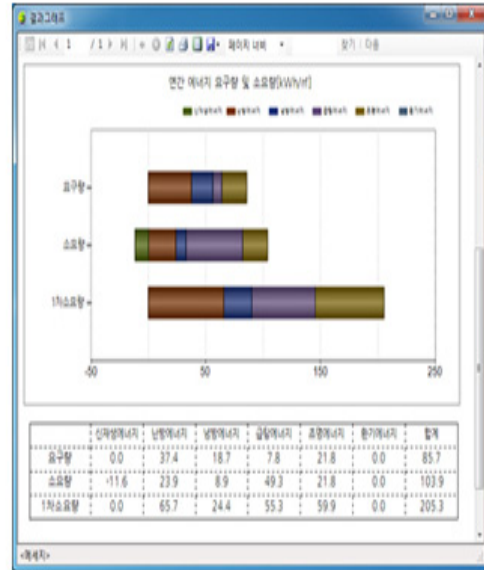
(3) 성능진단분석

(가) 시뮬레이션을 활용한 에너지 성능 진단 시뮬레이션

- 시뮬레이션에 활용되는 입력변수는 현장조사를 통하여 수집된 자료를 활용하여 분석함
- 건물의 외피에 대한 열관류율 입력은 대상 건물의 최종 건축도서를 활용하여 부위별 열관류율을 적용한다. 만약 대상 건물의 도서가 존재 하지 않을시 대상 건물의 당해 연도 지역별, 부위별 열관류율 기준을 적용하여 평가를 진행함.

(나) 국내 정책 에너지 성능평가 TOOL (ECO2)

- 건축물 에너지효율등급 평가를 위해 에너지관리공단에서 배포한 에너지 시뮬레이션 평가 프로그램
- 주거시설과 주거시설 이외 건축물의 에너지효율등급 평가
- ISO 13790과 DIN 18599를 기준으로 월별 평균 기상데이터를 바탕으로 난방, 냉방, 조명, 급탕, 환기 에너지를 산출함



< 181> ECO2

가

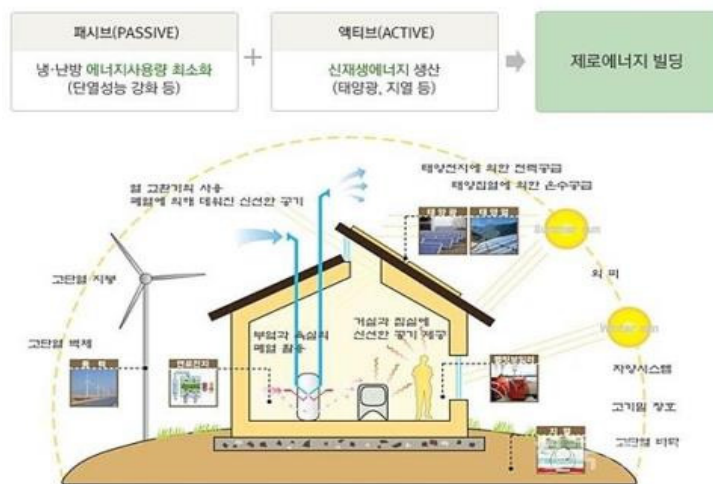
(4) 보고서 작성

- 사전조사, 현장조사, 성능진단의 각 단계별 자료를 통한 보고서 작성
- 보고서 작성 단계로써 컨설팅 업체 및 에너지 진단업체가 주체가 되어 사전조사, 현장조사, 성능진단의 각 단계별 데이터를 활용하여 대상 건물의 운영현황, 에너지 성능분석 결과를 활용하여 보고서를 작성
- 보고서의 목차로는 일반현황, 진단결과종합, 세부개선방안, 참고사항 등의 체계로 대상 건물의 에너지 진단보고서를 작성
- 보고서 작성 내용
 - 일반현황
 - 사전조사 및 현장조사 단계에서 수집된 데이터를 활용하여 대상 건축물의 현황, 최근 2년간 에너지 사용현황, 월별 에너지 사용 현황, 주요 에너지 사용 설비 현황을 작성
 - 진단결과 종합
 - 사전조사 및 현장조사 내용을 기반으로 성능진단분석(단순 수계산, 정밀 시뮬레이션분석)을 통하여 정량적 진단결과 종합의견을 작성
 - 세부개선방안.
 - 진단결과 종합에서 제시된 개선방안을 기반으로 세부 개선방안 작성
 - 작성방법은 현황분석, 문제점 분석, 개선대책, 기대효과 및 절감량 산출 등의 내용이 반영

3. 농촌 공공생활시설 제로에너지 표준모델 설계 가이드라인

가. 제로에너지건축물의 정의

- 「녹색건축물 조성 지원법」에서 제로에너지 건축물을 ‘건축물에 필요한 에너지 부하를 최소화하고 신에너지 및 재생에너지를 활용하여 에너지소요량을 최소화하는 녹색 건축물’로 정의하고 있음
- 제로에너지 건축물은 사전적으로 사용에너지와 생산에너지의 합이 0이 되는 건물(Net Zero)이나, 현재의 기술수준, 경제성 등을 고려하여 정책적으로 에너지 소비를 최소화(90%감축)하는 건축물(Nearly Zero)을 목표로 추진
- 제로에너지 건축물의 인증 기준은 첫째 건축물 에너지효율등급 1++ 등급 이상, 둘째 신에너지 및 재생에너지를 활용한 에너지 자립도, 셋째 건축물에너지관리시스템 또는 전자식 원격검침계량기 설치 여부임
- 건축물 에너지효율등급은 난방, 냉방(냉방설비가 설치되지 않은 주거용 건물은 제외), 급탕, 조명 및 환기에 대해 종합적으로 평가하도록 제작된 ECO2 프로그램을 이용하여 산출
- 건축물 에너지효율등급 1++ 등급은 연간 단위면적당 1차에너지소요량 $140\text{kWh}/\text{m}^2 \cdot \text{a}$ 미만을 기준으로 판정. 신에너지 및 재생에너지를 활용한 에너지 자립도는 건축물 1차 소비량 대비 1차 에너지 생산량 비율에 의한 자립률을 기준으로 등급 지정



나. 그린 리모델링 · 신축 모델의 성능 목표

(1) 농촌 공공생활시설 제로에너지 그린 리모델링 표준모델

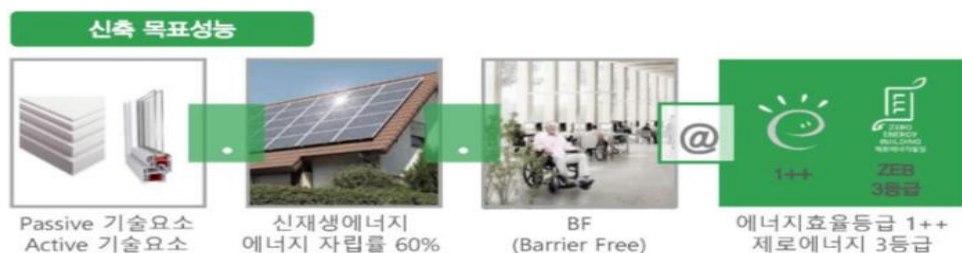
- 그린 리모델링(green remodeling)은 에너지 성능향상 및 효율개선이 필요한 기존 건축물의 성능을 개선하는 환경 친화적 건축물 리모델링을 뜻함.
- 농촌 공공생활시설 그린 리모델링 표준모델은 기존의 노후화된 농촌 마을의 마을회관과 경로당을 외관 및 실내 환경뿐만 아니라 에너지자립이 가능한 공공시설로써 개선시킬 수 있는 방법을 제시하는 설계안을 말함
- 농촌 공공생활시설 그린 리모델링 표준모델은 에너지효율등급 1++ (140 kWh/m² · year 미만), 제로에너지 5등급 (에너지 자립률 20% 이상)을 목표로 함.



< 183 >

(2) 농촌 공공생활시설 제로에너지 신축 표준모델

- 농촌 공공생활시설 제로에너지 신축 표준모델은 농촌 마을의 특성을 반영한 에너지 자립형 농촌 공공생활시설의 표준 설계안
- 농촌 공공생활시설 제로에너지 그린리모델링 표준모델은 에너지효율등급 1++ (140 kWh/m² · year 미만), 제로에너지 3~4등급 (에너지 자립률 60% 이상)을 목표로 함.



< 184 >

다. 농촌 공공생활시설의 공간 구성

(1) 농촌 공공생활시설의 유형

- 농촌 공공생활시설은 마을회관과 경로당으로 크게 구분됨.
- 마을회관 : 마을쉼터 + 업무공간 (마을 행사), 마을 이장이 관리 운영함.

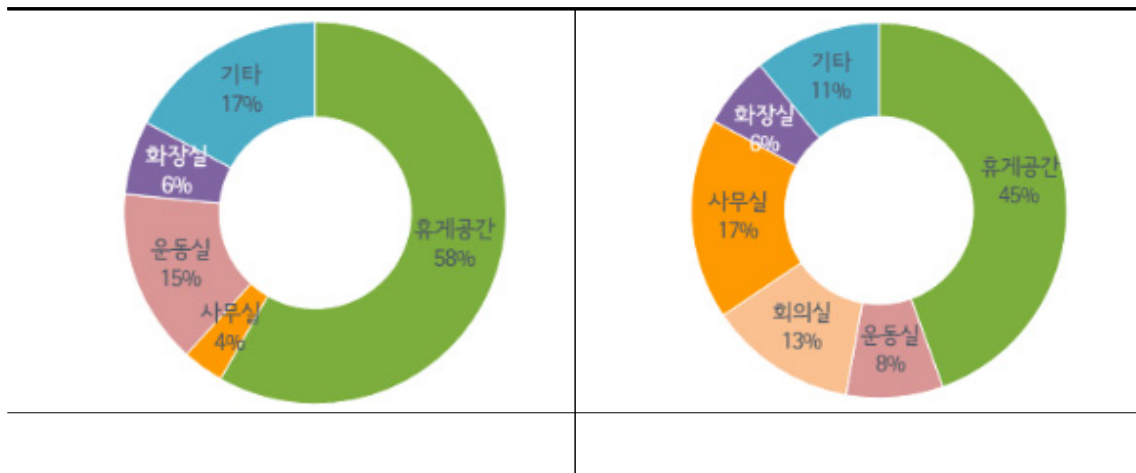
- 경로당 : 마을컴터, 노인회에서 관리 운영함



<그림 185> 농촌 공공생활시설의 유형

(2) 주요 공간 구성

- 경로당 : 휴게공간 (방, 거실, 주방/식당), 운동실, 화장실, 현관, 보일러실, 창고
- 마을회관 : 휴게공간, 운동실, 사무실, 회의실, 화장실, 현관, 보일러실, 창고



< 186 > /

(3) 주요 공간의 성격

- 휴게공간 : 거실, 방 (할아버지, 할머니), 주방으로 구성되어 있으며 휴게, 회의, 운동 및 치료의 공간으로 활용
- 소형에서는 할아버지, 할머니방으로 구분하지 않고 단일공간으로 계획하며 보급형에서는 할아버지, 할머니방을 구분하고 마을회의 및 행사를 위해 가변형 공간으로 계획
- 운동실 : 운동이 치료의 개념으로 안마기, 족욕기 등을 휴게공간에 배치하여 사용하고 있으므로 별도의 공간보다 휴게 공간 내에 겸용 사용함.
- 현관 : 방풍구조로 계획 되어야함.
- 사무실 : 마을방송 및 운영관리 자료의 보관공간으로 소규모 별도 공간구획이 필요함.

- 회의실 : 마을 회의 공간으로 사용하나 사용빈도가 높지 않으므로 다른 공간과 겸용 사용을 고려해야함. 보급형에서는 회의 및 사무공간을 지역 활성화 공간으로써 지역 청년층의 인큐베이팅 공간으로 활용가능함.
- 화장실 : 남녀를 구분하여 내부에 설치하고 샤워실 기능을 포함하여 계획해야함.
- 보일러실 : 열원에 따른 필요공간을 확보하고 내외부에서 관리를 할 수 있도록 동선을 계획해야함.

(4) BF(Barrier Free) 공간 계획

- 장애인·노인·임산부 등의 편의증진 보장에 관한 법률 시행령에 근거하여 노유자 시설에 설치하여야하는 편의시설을 설치하여야하며 리모델링의 경우 기존 건물과 주변 환경의 여건에 따라 선택 적용하여야함.

① 주출입구 접근로

- 유효폭과 활동공간
 - 휠체어사용자가 통행할 수 있도록 접근로의 유효폭은 1.2m 이상으로 하여야 함
- 기울기 등
 - 접근로의 기울기는 18분의 1이하로 하여야 함. 다만, 지형상 곤란한 경우에는 12분의 1까지 완화할 수 있음.
 - 대지 내를 연결하는 주접근로에 단차가 있을 경우 그 높이 차이는 2cm 이하로 하여야 함

② 장애인전용 주차구역

- 설치장소
 - 장애인전용주차구역은 장애인 등의 출입이 가능한 건축물의 출입구 또는 장애인용 승강설비와 가장 가까운 장소에 설치하여야 함
 - 장애인전용주차구역에서 건축물의 출입구 또는 장애인용 승강설비에 이르는 통로는 장애인이 통행할 수 있도록 가급적 높이 차이를 없애고, 그 유효폭은 1.2m 이상으로 하여야 함

③ 높이차이 제거

- 턱낮추기
 - 건축물의 주출입구와 통로의 높이차이는 2cm 이하가 되도록 설치
- 휠체어리프트 또는 경사로 설치
 - 휠체어리프트 및 경사로에 관한 세부기준은 휠체어리프트 및 경사로에 관한 규정을 각각 적용

④ 출입구(문)

○ 유효 폭 및 활동 공간 (주출입구)

- 출입구(문)은 통과 유효폭을 0.8m 이상으로 하여야 하며, 출입구(문)의 전면 유효거리는 1.2m 이상으로 하여야 함. 다만, 연속된 출입문의 경우 문의 개폐에 소요되는 공간은 유효거리에 포함하지 아니함.
- 출입구의 바닥면에는 문턱이나 높이 차이를 두어서는 아니됨.

○ 유효 폭 및 활동 공간 (일반출입문)

- 출입구(문)은 통과유효폭을 0.8m 이상으로 하여야 하며, 출입구(문)의 전면 유효거리는 1.2m 이상으로 하여야 함. 다만, 연속된 출입문의 경우 문의 개폐에 소요되는 공간은 유효거리에 포함하지 아니함.
- 출입구의 바닥면에는 문턱이나 높이 차이를 두어서는 아니됨.
- 휠체어 사용자가 있는 방향으로 문을 여는 경우 손잡이를 잡기 위해 회전시킬 수 있도록 손잡이가 있는 방향의 벽면은 0.6m 이상의 활동공간을 확보하여야 함.

⑤ 복도

○ 유효폭

- 복도의 유효폭은 1.2m 이상으로 하되, 복도의 양옆에 거실이 있는 경우에는 1.5m 이상으로 할 수 있음.

○ 손잡이

- 장애인전용시설의 복도측면에는 손잡이를 연속하여 설치하여야 함. 다만, 방화문 등의 설치로 손잡이를 연속하여 설치할 수 없는 경우에는 방화문 등의 설치에 소요되는 부분에 한하여 손잡이를 설치하지 아니할 수 있음.
- 손잡이의 높이는 바닥면으로부터 0.8m 이상 0.9m 이하로 하여야 하며, 2중으로 설치하는 경우에는 윗쪽 손잡이는 0.85m 내외, 아랫쪽 손잡이는 0.65m 내외로 하여야 함.

○ 보행 장애물

- 통로의 바닥면으로부터 높이 0.6m에서 2.1m 이내의 벽면으로부터 돌출된 물체의 돌출폭은 0.1m 이하로 할 수 있음.
- 통로의 바닥면으로부터 높이 0.6m에서 2.1m 이내의 독립기둥이나 받침대에 부착된 설치물의 돌출폭은 0.3m 이하로 할 수 있음.
- 통로상부는 바닥면으로부터 2.1m 이상의 유효높이를 확보하여야 함. 다만, 유효높이 2.1m 이내에 장애물이 있는 경우에는 바닥면으로부터 높이 0.6m 이하에 접근방지용 난간 또는 보호벽을 설치하여야 함.

○ 안전성 확보

- 휠체어사용자의 안전을 위하여 복도의 벽면에는 바닥면으로부터 0.15m에서 0.35m까

지 킥플레이트를 설치할 수 있음.

⑥ 계단

○ 계단의 형태 및 유효폭

- 계단은 직선 또는 꺾임형태로 설치할 수 있음.
- 바닥면으로부터 높이 1.8m 이내마다 휴식을 할 수 있도록 수평면으로 된 참을 설치할 수 있음. (권장)
- 계단 및 참의 유효폭은 1.2m 이상으로 하여야 함. 다만, 건축물의 옥외피난계단은 0.9m 이상으로 할 수 있음.

○ 디딤판과 철편

- 계단에는 철편을 반드시 설치하여야 함.
- 디딤판의 너비는 0.28m 이상, 철편의 높이는 0.18m 이하로 하되, 동일한 계단(참을 설치하는 경우에는 참까지의 계단을 말한다)에서 디딤판의 너비와 철편의 높이는 균일하게 하여야 함.
- 디딤판의 끝부분에 아래의 그림과 같이 발끝이나 목발의 끝이 걸리지 아니하도록 철편의 기울기는 디딤판의 수평면으로부터 60도 이상으로 하여야 하며, 계단코는 3cm 이상 돌출하여서는 안 됨.

○ 손잡이 및 점자표지판

- 계단의 측면에는 손잡이를 연속하여 설치하여야 함. 다만, 방화문 등의 설치로 손잡이를 연속하여 설치할 수 없는 경우에는 방화문 등의 설치에 소요되는 부분에 한하여 손잡이를 설치하지 아니할 수 있음.
- 경사면에 설치된 손잡이의 끝부분에는 0.3m 이상의 수평손잡이를 설치하여야 함.

⑦ 화장실 일반사항

○ 설치장소

- 화장실은 장애인 등이 편리하게 이용할 수 있도록 구조, 바닥의 재질 및 마감과 부착물 등을 고려하여 설치하되 장애인용 대변기는 남자용 및 여자용 각 1개 이상을 설치하여야 함.
- 장애인 등의 이용이 가능한 화장실은 장애인 등의 접근이 가능한 통로에 연결하여 설치하여야 함. (일반 화장실 내부에 설치된 경우 화장실로 들어가는 입구의 활동공간이 최소 1.2mX1.2m이상씩 설치되어야 함)

○ 출입문의 형태

- 출입문의 통과 유효폭은 0.8m 이상으로 하여야 함.
- 출입문의 형태는 미닫이문 또는 접이문으로 할 수 있으며, 여닫이문을 설치하는 경우에는 바깥쪽으로 개폐되도록 하여야 함.

⑧ 위생시설

○ 활동 공간 및 구조

- 건물을 신축하는 경우에는 대변기의 유효 바닥면적이 폭 1.4m 이상, 깊이 1.8미터 이상이 되도록 설치하여야 하며, 대변기의 좌측 또는 우측에는 휠체어의 측면접근을 위하여 유효폭 0.75m 이상의 활동공간을 확보하고, 이 경우 대변기의 전면에 휠체어가 회전할 수 있도록 1.4m X 1.4m이상의 활동공간을 확보할 수 있음..
- 신축이 아닌 기존시설에 설치하는 경우로서 시설의 구조 등의 이유로 위의 기준에 따라 설치하기가 어려운 경우에 한하여 유효바닥면적이 폭 1.0m 이상, 깊이 1.8m 이상이 되도록 설치하여야 함.
- 대변기의 좌대의 높이는 바닥면으로부터 0.4m이상 0.45 이하로 하여야 함.

○ 손잡이

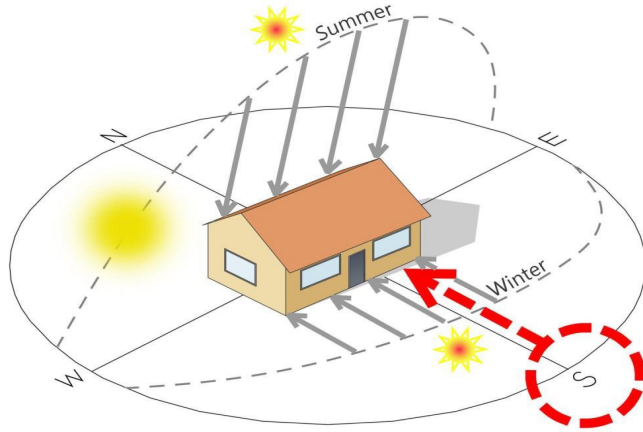
- 대변기의 양옆에는 수평 및 수직손잡이를 설치하되, 수평손잡이는 양쪽에 모두 설치하여야 하며, 수직손잡이는 한쪽에만 설치할 수 있음.
- 수평손잡이는 바닥면으로부터 0.6m 이상 0.7m 이하의 높이에 설치하되, 한쪽 손잡이는 변기중심에서 0.4m 이내의 지점에 고정하여 설치하여야 하며, 다른 쪽 손잡이는 회전식으로 하여야 한다. 이 경우 손잡이간의 간격은 0.7m 내외로 할 수 있음.
- 수직손잡이의 길이는 0.9m 이상으로 하되, 손잡이의 제일 아랫부분이 바닥면으로부터 0.6m 내외의 높이에 오도록 벽에 고정하여 설치하여야 함.

라. 농촌 공공생활시설의 에너지 성능 계획²²⁾

(1) 향

- 적용 기준 : 에너지에 유리한 향(向)으로 배치 및 평면을 계획
- 설계지침
 - 건축물의 배치는 대지의 향, 일조, 주풍향, 도로와의 관계, 주변대지환경 등을 고려하되, 가능하면 남향 또는 남동향으로 배치
 - 향 적용 우선순위 : 남 > 동 > 북 > 서
 - 주사용실을 남, 동향에 배치하고 부사용실을 북, 서향에 배치
 - 건축물의 인동간격을 넓게 하여 저층부의 태양광 입사량을 증대

22) 성남 삼평동우체국 건립공사 에너지 성능분석 보고서 발췌, 우정사업조달 사무소, 2011



<그림 187> 농촌 공공생활시설의 배치 계획

(2) 평면계획 (형태)

- 적용 기준 : 외기와 접하는 면적을 최소화하여 열손실을 최소화
- 과도한 형태의 매스를 지양 (AV 0.6m²/m³ 이하)
- 세부 지침
 - 외기와 접하는 면적을 최소화하여 열손실을 최소화
 - 과도한 형태의 매스를 지양

(표 233) 농촌 공공생활시설 평면계획

		1	2
		<p>1 : P</p>	<p>2 : Q</p>
		$W1 = (A+B+C+D+E+F) \times H$	$W2 = (I+J+K+L) \times N$
		$P = \dots (=1 \dots)$	
		$V1 = 1 \quad P \times H$	$V2 = 2 \quad Q \times N$
		$\dots = \frac{W1 + W2 + P}{V1 + V2}$	
		<p>, , , 가</p>	

(3) 창호면적 비율

- 적용 기준 : 창호면적을 최적화하여 열손실을 최소화
- 설계지침 : 창호면적을 제외한 외벽면적 대비 창호 면적을 20% 이하로 계획
 - 냉난방에너지 부하 저감을 위해 북향 창호의 면적을 최소화
 - 산출방법
 - 외벽면적 : 형태지수 산정방법의 외벽면적과 동일 (W1 + W2)
 - 창호면적 : 창호, 출입문 등 창호도에 표기된 창호면적의 합 (WIN)
 - 산식 : $Win / (W1 + W2 - WIN) = 20\%$ 이하

(4) 고성능 단열재

- 적용 기준 : 건물의 단열성능을 향상하여 냉난방에너지를 절감

(표 234) 단열재 적용 기준

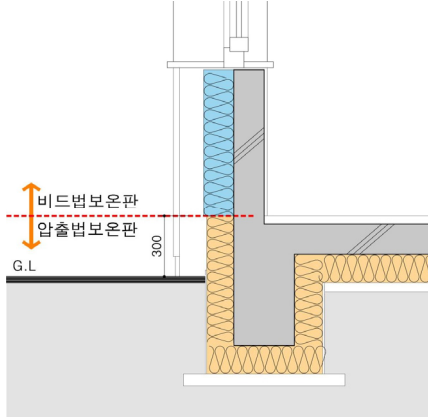
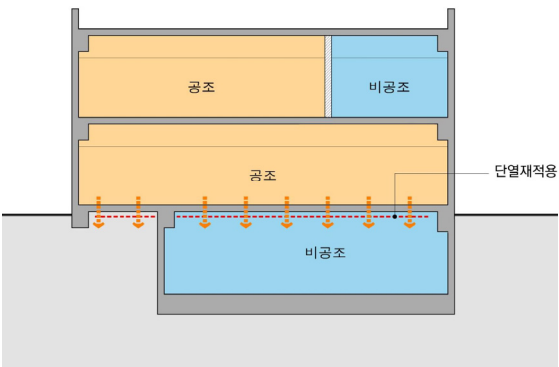
	(단열계수 : W/m · K)		(벽체 두께 : mm)		
	가	나	1	2	3
(1, 2)	GL+300	(0.031)	200	200	
	GL+300	(0.028)	180	180	230
(3, 4)	GL+300	(0.031)	150	150	
	GL+300	(0.028)	140	140	180

- 동등성능 이상의 다른 단열재를 사용해도 무방하나 이 경우 성능에 따라 두께조정이 필요하며, 성능대비 경제성 등을 고려하여 비드법보온판 2중1호를 적용.
- 열반사 단열재는 건축물에너지 효율등급 인증기관에서 벽체구성과 동일한 시험체에 의한 시험성적서 첨부 시에만 인정

※ 중부, 남부지방의 구분 (현행 법규 동일기준)

- 설계지침

구분	내용
① 단열은 끊어지지 않고 연속되는 것을 원칙으로 한다. (열교 최소화)	

구 분	내 용
<p>② 지면 30cm하부에 설치되는 단열재의 경우 흡수율이 낮은 압출 범보온판으로 설치한다.</p>	
<p>③ 공조존 슬래브 바닥하부에는 단열재를 설치하여 열손실을 방지한다.</p>	

<그림 188> 단열 설계지침

(5) 고단열 고기밀 창호

○ 적용 기준

- 창호의 단열성능 및 기밀성을 향상하여 난방에너지를 절감

(표 235) 창호 설계 기준

구 분	성 능		비 고
	창 호	출 입 문	
열관류율	1.3 W/m ² ·K 이하	1.5 W/m ² ·K 이하	방풍구조 제외
기밀성능	1.0 m ³ /m ² ·h 이하		
SHGC값	0.4~0.5		일사에너지 취득률

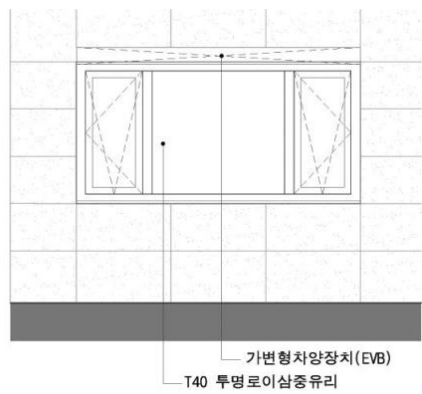
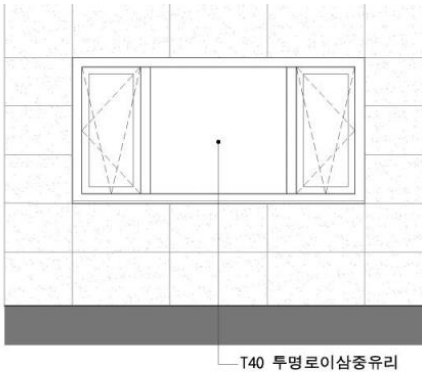
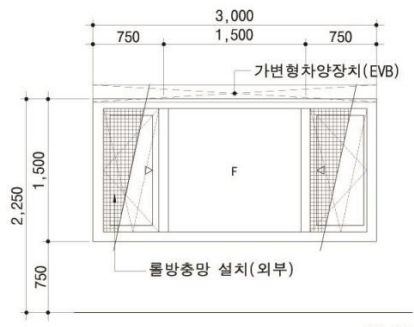
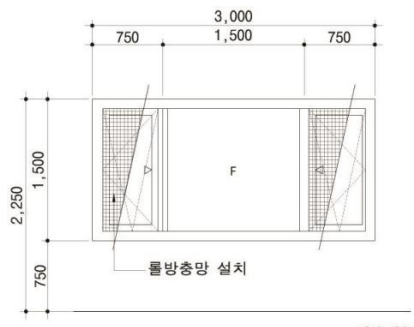
- 유리의 구성을 도면에 명기(NOTE)

- 유리의 구성 예시 : THK40 로이삼중유리 : 6LE+12Ar+5CL+12Ar+5LE

THK24 로이복층유리 : 6LE+12Ar+6LE

(LE : 더블로이코팅, Ar : 아르곤가스 충전 공기층, CL : 맑은유리)

- 각 창호의 성능을 입증할 수 있는 시험성적서가 필요하며(건축물에너지 효율등급 제출 및 시공시 확인) 창호도 등 설계도서에도 동일하게 표기

	 <p>가변형차양장치(EVB) T40 투명로이삼중유리</p>	 <p>T40 투명로이삼중유리</p>
	 <p>가변형차양장치(EVB) F 외부 블랑충망 설치 * 예시 치수임</p>	 <p>F 블랑충망 설치 * 예시 치수임</p>
	PL	
	PL	
	T40 (가)	
NOTE	(LE : , Ar : 가 , CL :) (6LE+12Ar+5CL+12Ar+5LE)	

<그림 189> 창호 설계 예시도면

○ 설계 지침

- 창호는 PL 삼중유리 시스템창호를 적용 (기밀성이 부족한 슬라이딩 창호는 사용 지양)
- 창호의 유리는 아르곤가스 또는 클립톤 가스를 충전한 삼중유리를 사용
- 출입문 프레임은 내구성 등의 사유로 알루미늄 단열바 프레임을 사용
- 출입문의 유리는 아르곤가스 또는 클립톤 가스를 충전한 복층유리를 사용
- 창호유리 공기층의 가스 유실 방지를 위해 알루미늄 단열 간봉 사용 금지
- 유리는 SHGC값 기준 충족을 위해 투명유리를 사용 (칼라유리 사용 시 SHGC값 확인 필요)
- 턴엔틸트 방식의 창호는 개폐구조, 환기성능 등을 고려하여 세로방향 세장형 창호를 권장하며 개폐방향을 고려하여 평면계획 필요

- 턴엔틸트 방식의 창호는 창호하중, 힌지의 내구성 등을 고려, 열리는 창호의 크기는 최대 900x1600mm을 넘지 않을 것을 권장

○ SHGC(일사에너지 취득률) : Solar Heat Gain Coefficient

- SHGC값은 여름철에는 냉방부하의 요인으로 겨울철에는 난방부하의 요인으로 작용됨.
- SHGC값이 높을수록 태양열 취득을 많이 하므로 겨울철 난방부하를 저하 시킬 수 있으나, 여름철에는 냉방 부하를 증가 시키는 요인이 됨.
- 건축물의 에너지 소비패턴을 고려하여 난방 에너지 소비가 많은 주거 건축물의 경우 SHGC값을 0.5이상으로 적용해야 하며, 냉, 난방부하가 비슷한 업무용 건축물의 경우 SHGC값을 0.4~0.5를 유지하는 것이 효율적임.

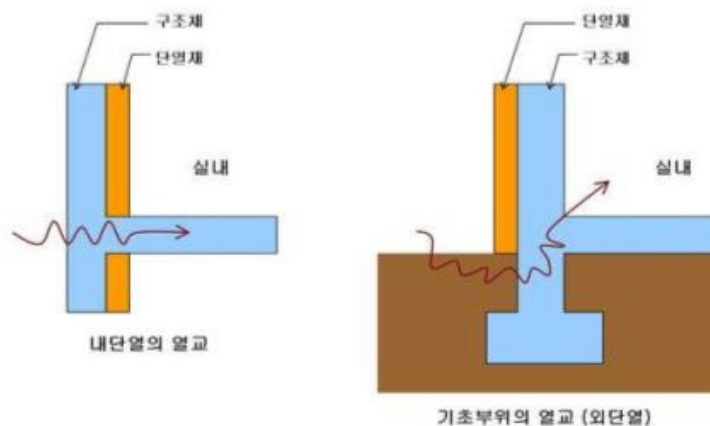
(6) 열교차단

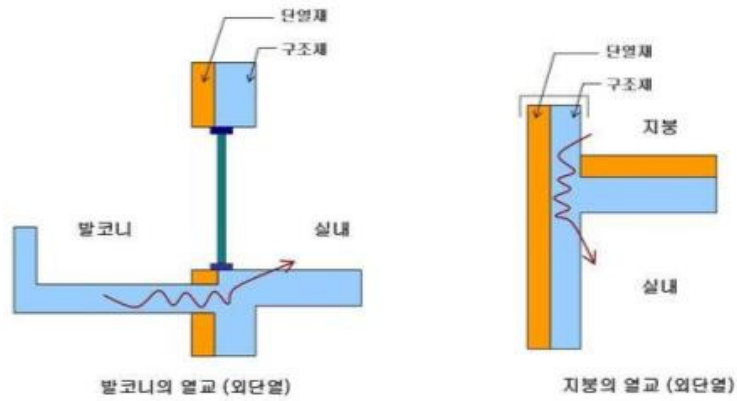
○ 적용 기준

- 건축물의 골조가 외기와 만나는 모든 부분에서 열교현상을 최소화 : 단열 · 창호 등 기밀 성능이 향상된 건물의 경우 일반건물에 비해 열교에 취약하며 결로 발생이 가능함.

○ 설계 지침

- 외단열을 적용
- 캐노피, 발코니 등은 열교가 발생하는 부위로 콘크리트 골조로 일체화 할 경우 해당 구조체 전체에 단열보강이 되어야 하며, 가급적 철골 구조 등으로 계획하고, 우레탄폼 충전 등으로 열교를 최소화 함.
- 옥외 콘크리트 가벽, 보, 기둥 등 구조물을 최소화

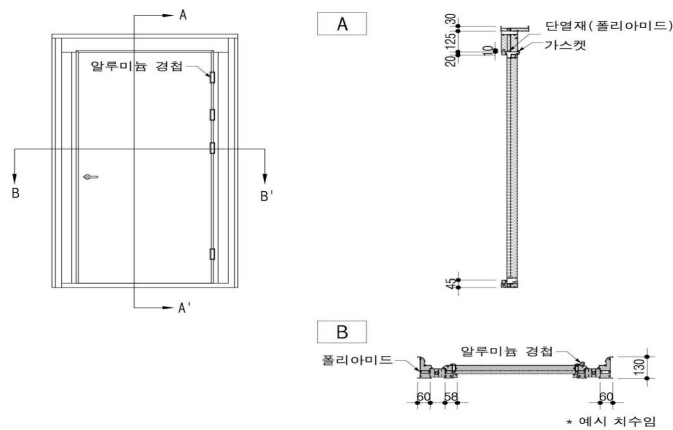




<그림 190> 열교현상의 예

(7) 기밀성 출입문

- 적용 기준
 - 외부출입문에 단열성능이 있는 출입문을 설치하여 에너지 손실을 최소화
 - 단열재가 충전된 출입문(열관류율 $1.5W/m^2 \cdot K$ 이하) 사용



<그림 191> 기밀성 출입문 예시 도면

- 설계 지침
 - 옥상층의 외부출입문, 주방의 외부출입문 등 방풍실을 설치하기 어려운 부위에 적용

(8) 방풍실

- 적용 기준
 - 주출입구와 부출입구에 방풍실을 설치하여 에너지 손실을 최소화
 - 방풍실 설치 내외부 창호 : AL프레임 시스템창호, 로이복층유리(아르곤가스 충전)

	<p style="text-align: center;">T24 (가)</p>
	<p style="text-align: center;">1 : ()</p>
NOTE	<p style="text-align: center;">THK24 : 6LE+12Ar+6LE (LE : , Ar : 가 , CL :)</p>

<그림 192> 방풍실 예시 도면

○ 설계 지침

- 방풍실 외부 출입문이 열관류율 1.5 W/m²·K 이하 성능일 경우 실내측 출입문은 일반 강화유리도어 또는 슬라이딩 자동문으로 설치할 수 있으며, 문과 연속된 고정창은 복층유리를 권장함.
- 내외부 출입문 설치 시 직각정지 한지 사용금지

(9) 기밀 테이프

○ 적용 기준

- 시공오차 및 시공품질 등을 고려하여 기밀성을 향상하고 소음을 차단

○ 설계 지침

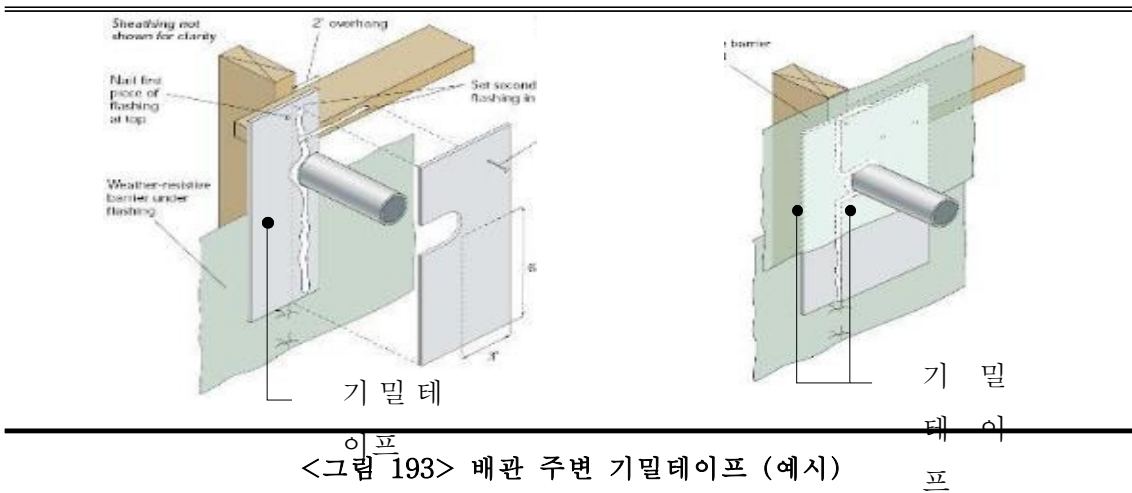
- 창호 접합 부위를 우레탄폼 충전 한 후 기밀테이프로 공기를 차단
- 창호 주변 실내측에는 기밀층 / 방습층 테이프를, 실외측에는 방수층 / 투습층 테이프를 설치

- 창호 주변 기밀테이프는 단면상세에 표현되나 배관이나 콘센트 주변 기밀테이프는 노트란에 반드시 표기
- 배관, 배선 주변 시공 시 충전재로 틈새를 메꾼 후 기밀테이프 시공

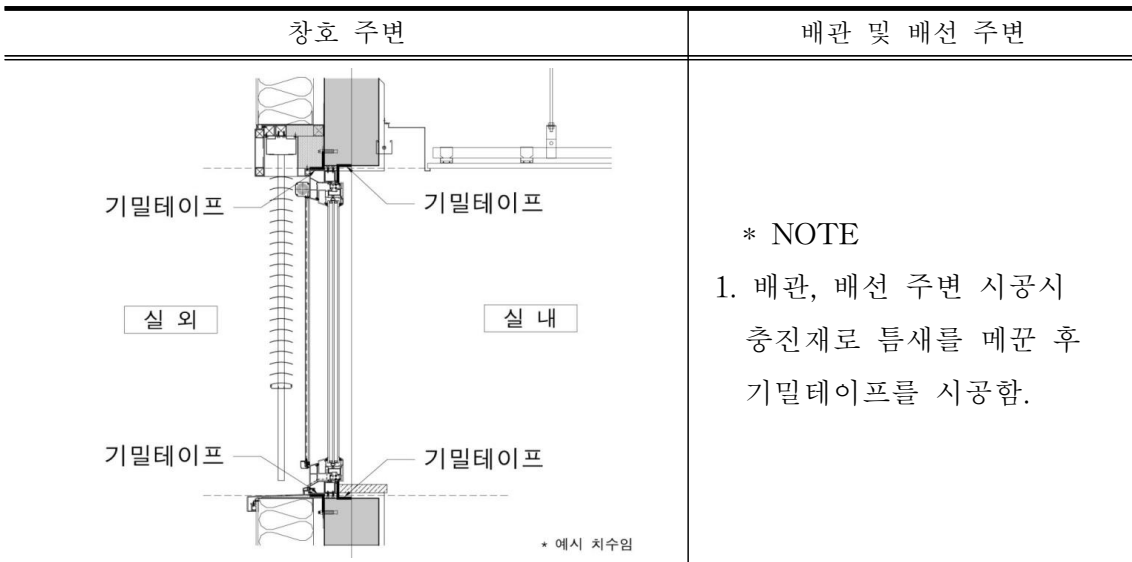
(표 236) 기밀 테이프 적용기준

구 분	성 능		비 고
창호 주변	실내측	기밀, 방습 테이프	겨울철 내부습도 유지가능
	실외측	방수, 투습 테이프 시공	
배관 및 배선 주변	기밀테이프		

배관 주변 기밀테이프 (예시)



<그림 193> 배관 주변 기밀테이프 (예시)



<그림 194> 기밀테이프 예시도면

(10) 열교환 환기설비

- 적용 기준
 - 환기를 통한 에너지 손실을 최소화

(표 237) 열교환 환기설비 적용 기준

설비효율	82% 이상	71% 이상	

- 설계 지침
 - 열교환 환기장치를 설치하더라도 자연환기를 위한 맞통풍 구조를 평면계획 시 고려
 - 겨울철에 열교환 환기설비를 사용할 시 에너지 손실은 최소화되나, 외부 습기유입량이 적어 실내습도가 낮아질 수 있음.
 - 열교환 환기설비 설치개수는 평면구성, 실체적, 열교환 환기설비의 용량을 종합적으로 검토하여 계획할 것

(11) 고효율 기자재

- 적용 기준
 - 고효율기자재를 사용하고 장비용량을 최적화 하여 적정한 설비계획
 - 정부에서는 모든 공공기관에 고효율 기자재 및 절전형 사무용기의 사용을 의무화

- 설계 지침
 - 고효율 인증제품 사용
 - 고효율 전동기는 효율을 개선하기 위해 1차 권선저항, 입력저항, 입력전류, 자속밀도를 낮추는 등 합리적인 설계, 재료비의 허용 가능한 상승의 범위에서 사용재료의 개선을 도모하고 제조방법등을 개선한 전동기 임.
 - 건축물에너지효율등급 신청서류 중 고효율기자재 체크리스트 내용 참조, 작성 후 제출시 인증서 첨부
 - Heat Pump 냉난방기 COP 향상
 - 히트펌프 적용시 반드시 해당 히트펌프 사양에 따른 COP를 반드시 확인해야 하며 각 지역의 평균온도를 감안하여 그 평균온도에서의 COP가 가장 우수한 제품을 설계시 반영
 - 장비 용량 최적화
 - 건축물 에너지효율 1등급 대상이므로 여유율, 예비율 등을 최소화
 - 외기온도 조건은 국토해양부 고시 제2008-652(별표 2.5 냉난방 설계 외기온습도)에

의하되 고시 외 지역은 TAC2.5%를 기준으로 가장 유사한 지역의 데이터를 적용하고 그 외는 한국엔지니어링 진흥협회 또는 기타 공공기관에서 제시한 TAC 2.5%등을 기준으로 한 데이터를 적용

- 기름보일러 : 효율 92% 이상 ▶ 가스보일러 : 효율 87% 이상
- 공조용 송풍기 : 효율 60% 이상 ▶ 펌프 : 효율 1.16E 이상

(12) 신재생 에너지

○ 적용 기준

- 지속가능한 에너지 공급체계를 위한 미래에너지원을 지향
- 지열 : 건물 에너지 요구량 산정 후 에너지 소요량을 추정하여 적용, 물-물방식 계획
- 태양열 : 급탕부하의 100%를 목표치로 산정하고 축열조와 급탕조를 적절하게 배분, 평판형 계획
- 태양광 : 일조, 일영 검토를 통한 설치계획

○ 설계 지침

- 지열 히트펌프 냉난방기
 - 저온(15~25℃)의 땅 속에 매설된 지중열교환기를 순환하는 열매체(물 또는 부동액) 또는 지하수와 하천수 등을 지열 히트펌프 시스템의 열원으로 활용하여 건물 냉난방 공급
 - 기존 냉난방 설비보다 효율이 높기 때문에 경제적이며, 화석연료를 사용하지 않기 때문에 환경 친화적인 시스템으로 정의
- 태양열 급탕설비
 - 집열기에서 집열된 열을 축열탱크로 강제순환 시켜 축열탱크에 열을 저장하며 열교환 된 온수는 필요할 때 배관을 통해 사용하며 집열량이 부족할 때는 전기등을 보조열원으로 활용
- 태양광 발전
 - 주변 건축물 및 내부 설비 및 구조체에 의한 음영 영향 검토
 - 효율 고려한 방위 및 설치각도 고려
 - 어레이 구성시 방위, 각도, 음영 등 종합적으로 검토

(13) LED 조명

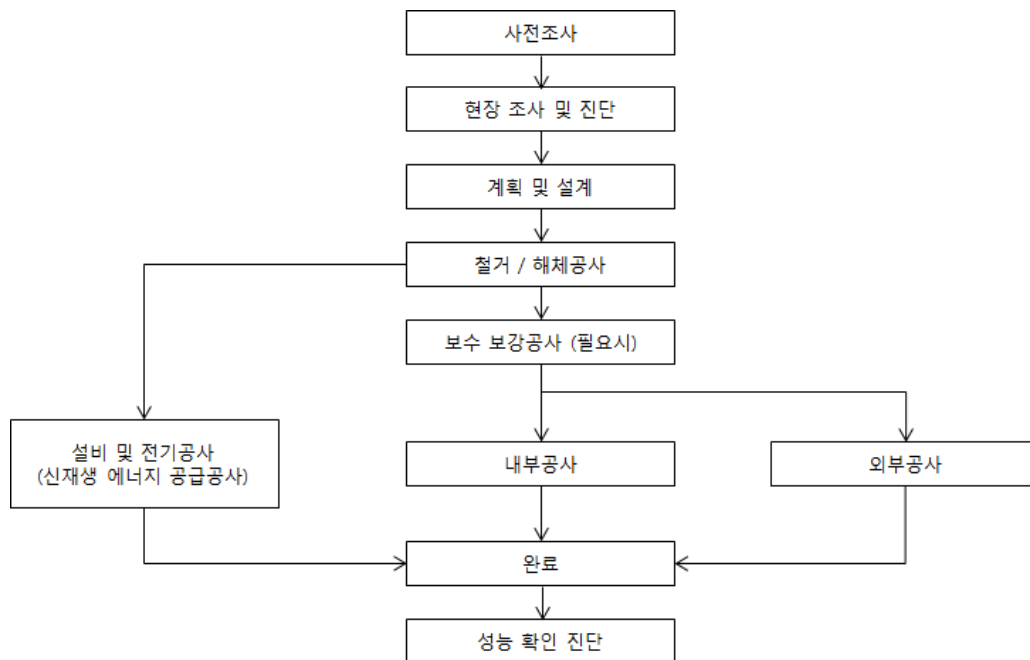
○ 적용 기준

- 저소비 전력을 유도하고 장수명에 따른 친환경성을 추구
- LED 조명기구(광효율(w/lm), 연색성, 색온도, 등기구 효율이 뛰어나며 KS 및 고효율 인증 제품을 선정

4. 농촌 공공생활시설 그린 리모델링 시공 가이드라인

가. 그린 리모델링 정의

- 「건축법」에서 리모델링은 건축물의 노후화를 억제하거나 기능향상을 위하여 건축물을 대수선하거나 일부 증축하는 행위로 정의하고 있음.
- 「녹색건축물 조성지원법」에서는 리모델링 중 에너지효율 및 성능 개선 등을 목적으로 실시하는 것을 그린 리모델링이라고 정의하고 있음.



< 195 >

나. 단계별 그린 리모델링 시공

(1) 현장 상태 기록

- 공사 전 리모델링 대상 건축물과 주변 상황을 기록(사진, 영상, 계측 등)함

(2) 가설공사

- 비계의 설치
 - 건물의 규모와 크기, 리모델링 부위에 따라 적합한 비계설치
 - 비계는 강관비계 및 강관틀 비계사용을 원칙으로 함
 - 재료 및 부속철물은 KS F 8002(강관비계), KS F 8003(강관틀 비계)에 합격한 것을 사용함
 - 비계 기둥, 띠장, 비계 장선, 가새, 구조체 연결 및 부축 기둥 밀받침, 부속철물 등은

KASS에 따름.

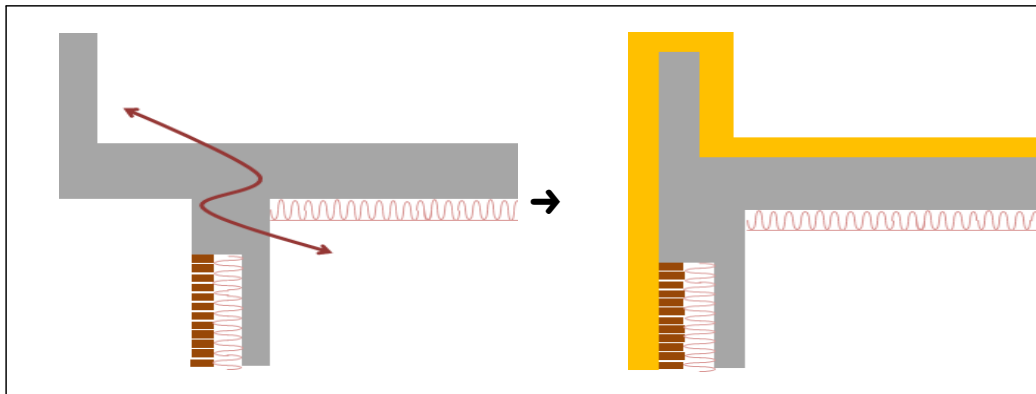
(3) 철거공사(열교방지)

○ 파라펫 철거

- 농촌 마을회관 및 경로당 외부에 설치되어 있는 캐노피 및 파라펫 부위에서 열교 발생하고 있음. 캐노피 철거 후 외단열재로 외벽과 지붕 단열부위를 연결하여 열교 발생 방지



< 196 >

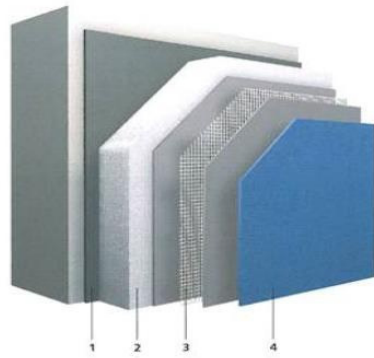


< 197 >

(4) 외단열공사(Exterior Insulation Finish System : EIFS)

○ 공통사항

- 건물외부에 단열재를 설치하고 그 위에 벽 바름재를 바르는 방법으로 단열과 외부마감을 동시에 하는 외벽단열마감공법을 말함.
- 외단열시스템은 접착재료, 단열재, 보강메쉬 함침 및 마감재로 구성되어 있음.



- ① 접착재료
:시멘트 모르타르 + 폴리머 바인더
- ② 단열재
- ③ 베이스코팅제, 보강메쉬함침
- ④ 탑코트
: 시멘트 모르타르 + 폴리머 바인더
+ 기능성재료

< 198 >

- 외단열시스템 제품 유형은 구조체에 외단열시스템을 고정시키는 방법에 따라 습식, 반건식, 건식(통기식)으로 구분할 수 있으며, 대부분의 외단열시스템공사에서는 접착재료를 고정하는 습식공법이 일반적으로 사용되고 있음.

(238)

23)

①	• 가 / .
② EPS	• EPS • EPS
③ ,	• 가 • , ,
④	• , ,
⑤	•
⑥	•
⑦	•
⑧	• • 3

○ 바탕면

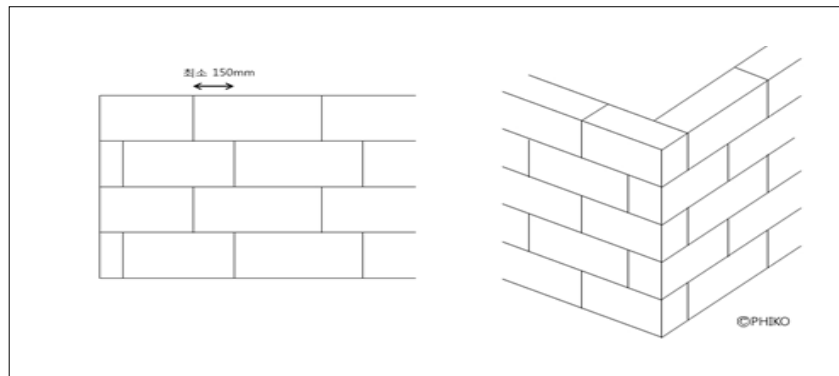
- 충분히 평활하여야 함
- 내부 함수율이 증가하지 않으며 건조해야함
- 이끼와 곰팡이가 없어야 함

23) 외단열미장공사 기준 및 관리방안 마련연구, (사)대한건축학회

- 먼지와 기름기가 없고 흠집이 없어야 함
- 동결된 부분이 없어야 하며, 표면온도는 5℃ 이상 유지되어야 함
- 고정에 사용되는 부자재의 인장력을 충분히 받아낼 수 있어야 함.

○ 단열재 시공

- 단열재는 규격이 600x1200mm 이하인 것 사용
- 단열재 붙이기는 시공벽면의 하부에서 상부로 붙여나가되, 수직방향의 이음은 통줄눈이 생기지 않도록 함.
- 각 이음 부위는 서로 밀착되게 정밀 시공하여야 함.
- 시공벽면의 모서리 부분은 단열재가 서로 엇갈리게 수직으로 교차되게 붙여야 함.
- 개구부를 시공할 때 단열재의 절단은 개구부에 맞게 정확하게 절단한 후 시공함
- 단열재의 부착은 접착모르타르 바름과 단열재 패스너공법을 병행하여 시공
- 접착모르타르는 단열재 중앙에 균데균데 바르고 가장자리는 빠짐없이 바름
- 부착된 단열재의 표면은 틈새가 없어야 하고 수직, 수평을 측정하여 평활하지 않는 면은 연마하여 처리함
- 단열재 부착후 최소 24시간 동안 경화시켜야 하고, 이때 단열재가 움직이지 않도록 함.



< 199 >

24)

24) 그림 출처 : 한국패시브건축협회 자료실



< 200 >

○ 단열재 패스너 시공

- 단열재 패스너는 타정공구에 끼워서 단열재 하부 바탕벽면에 도달할 때까지 눌러서 바탕면에 타정하며, 타정개소는 단열재 600x1200mm 기준으로 5개소로 함.

○ 보강 메쉬 및 접착모르타르 바름

- 시공할 부분의 단열재의 바탕면은 평활하게 처리하고, 오물이나 먼지 등은 제거하여야 함.
- 단열재가 손상된 부위는 접착모르타르로 채워서는 안되며, 단열재로 보강하여야 함.
- 보강메쉬를 시공할 때 쇠흘손을 사용하며, 1.6mm의 두께로 접착 모르타르를 바른 후 접착 모르타르가 접은 상태에 메쉬가 모르타르에 함침될 때까지 흠손으로 표면을 평평하게 고름
- 일반 메쉬의 이음은 최소 100mm이상 겹침 이음으로 하고, 충격보강용 메쉬는 겹치지 않고 맞댄이음을 함.
- 창호 등 개구부의 코너부위는 15cm이상 폭의 일반 메쉬를 대각선방향으로 덧붙혀 보강함.
- 지면에서 상부로 1.8m 높이까지 벽면은 일반 메쉬를 시공한 후 충격보강용 메쉬를 추가 시공함.




○ 마감재 시공

- 보강메쉬 및 접착모르타르 시공 후 24시간이상 경화시킨 다음 시공함
- 마감재의 시공은 균일한 시공도를 유지하기 위하여 연속작업이 되도록 함.
- 마감재는 사용 전에 재료가 분리되지 않도록 잘 섞어 주어야 함.

○ 실링재 시공

- 이질부재와의 접합부는 실링재로 충전하되 시공부위 조인트 양측은 테이프로 처리하여 오염되지 않도록 함.

(표 239) 단열 시공 시 고려사항

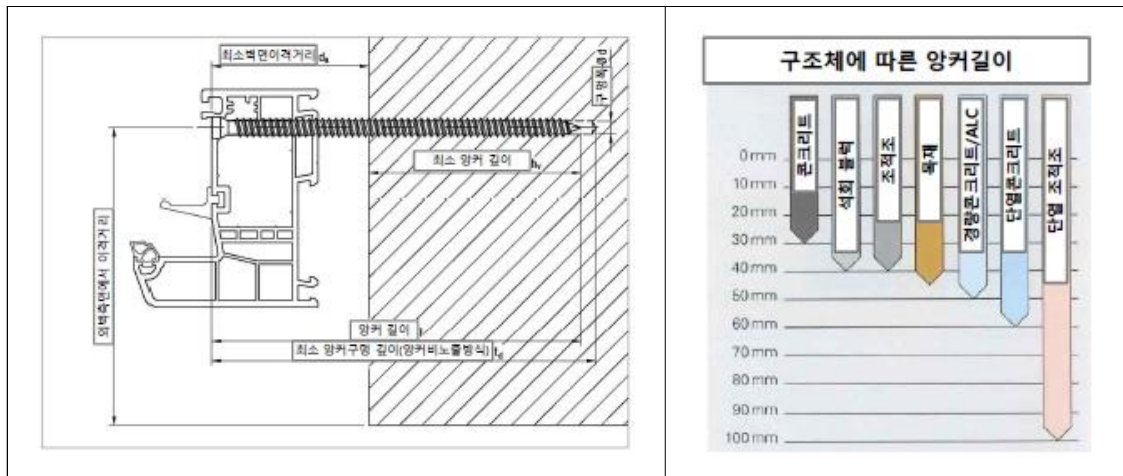
구 분	시공사진	시공시 고려사항
지상층 외벽 단열재		<ul style="list-style-type: none"> - 단열재가 벽체와 분리되지 않도록 고정 - 단열재 이음부분에 이물질 침입 방지를 위해 T10 배수관 이나 방수 부직포 등의 조치 필요
지하층 외벽 단열재		<ul style="list-style-type: none"> - 흠을 되메울 때까지 단열재가 벽체와 분리되지 않도록 고정 - 단열재 이음부분에 이물질 침입 방지를 위해 T10 배수관 이나 방수 부직포 등의 조치 필요
지하층 바닥 단열재		<ul style="list-style-type: none"> - 지하층 바닥 골조 하부의 바닥면을 고르게 시공한 후 단열재 설치(접착재 불필요) - 콘크리트 타설시 단열재 움직임을 막기 위해 고정 못 등으로 고정 - 기초철근배근 시 단열재 훼손되지 않도록 주의 - 단열재 상부에 시멘트 페이스트의 틈새 침입 방지를 위한 PE필름 설치

(5) 창호공사

○ 준비사항

- 직접 실측한 후 창호크기를 산정함. (왼쪽, 중앙, 오른쪽 부위 측정 + 상부, 중앙부, 하부 측정) 3회 실시 후 가장 작은 값을 취함.)
- 공사 전 확인사항
 - 외벽 상세도와 시험성적서

- 벽 마감재에 따른 기밀층 형성방법
- 외벽상세도 검토 후 설치 위치 및 고정방법 결정



< 201>

25)

< 202>

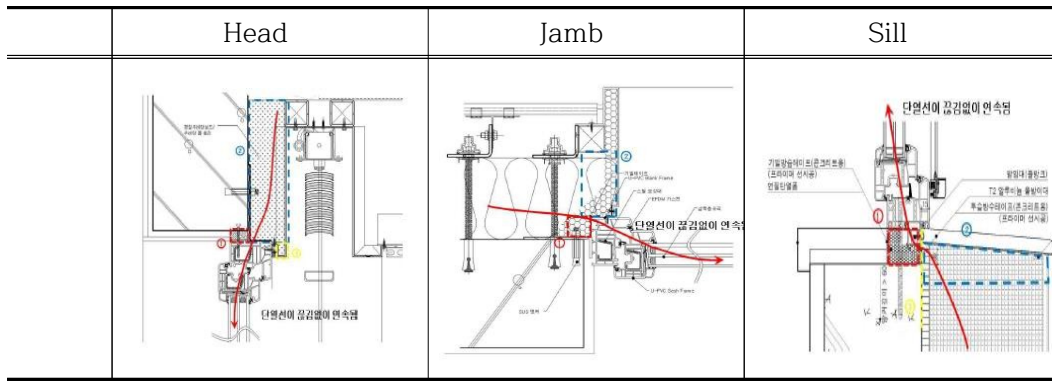
○ 창호 접합

- 드릴이용 구멍을 뚫어 시공(망치 등으로 시공하지 말 것)
- 조적조 벽체는 가능하면 몰탈이 충전된 부분에 앵커고정
- 벽체에 따라 앵커의 길이와 강도 결정
- 드릴로 뚫은 구멍은 불어서 불순물 제거
- 앵커 시스템은 외벽에서의 이격거리, 설치위치를 주의하여 감독할 것.
- 회전모멘트 기준 성능 나사 사용할 것(시공 후 느슨함 방지형 나사)
- 썩기와 앵커의 결합에 주의할 것
- 나사못을 망치로 치거나 힘을 가하는 해위는 금지

○ 창 Head 상부

- 구조체와 프레임 사이 공간 최소 50mm이상 이격 후 글라스울(우수 미 침입시)로 채워 넣거나 비드법(혹은 압출법) 보온판을 끼워넣고 빈틈을 우레탄폼으로 충전
- 부피 단열재 시공이 불가능하거나 적정 두께 확보가 어려울 경우 열교해석을 통해 디테일 강구
- 구조물을 설치하기 위한 브라켓은 열교차단 브라켓을 적용하거나 T10 EPDM+스테인레스 스틸 브라켓으로 시공할 것

25) 패시브제로에너지건축연구소, 2014, 창호시공 가이드라인 V15



< 203>

26)

○ 창 Jamb 측면

- 구조체와 프레임 사이 공간 최소 20mm이상 이격 후 수축팽창에 저항할 수 있는 연질폼 충전
- 프레임 30mm뎡은 시공(방충망 레일 및 마감두께 고려)

○ 창 Sill 하부

- 구조체와 프레임 사이 공간 최소 30mm이상 이격 후 수축팽창 성능이 우수한 연질폼으로 충전하고 외벽단열재와 연결
- 빗물받이 하부 연질폼 충전
- 구조체내외측에 기밀테이프 시공 시 접착력 확보를 위해 프라이머 도포 후 기밀테이프 부착 시공할 것

(6) 기밀공사

○ 창호와 구조체 사이의 기밀성 확보

- 창호와 구조체 사이의 틈에 가급적 글라스 울 같은 단열재로 채우고 기밀테이프로 공기를 차단해주어야 함.
- 외부 : 방수, 투습층 형성
- 내부 : 방습 및 기밀층 형성

26) 제로에너지 건축물 구현을 위한 체크리스트 제작, 아산시



< 204 >


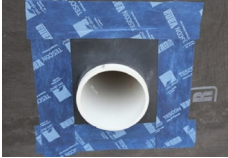
< 205 >

○ 설치 방법

	<p>가</p>
	<p>가 →</p> <p>→</p>
	<p>가</p>
	<p>가</p> <p>가</p>



(240)

	<p>기 자 재 명 : 고기밀성 단열창호 형 식 : Lift Sliding 모 델 명 : 용 량 : 프레임폭 mm 효 율 : 단열성능:0.535~0.541m²h/K, 기밀성능:0.89~0.93m³/m²hr</p>	<p>가 Tilt&Turn 가 4~5</p>
		<p>가</p>
		

(7) 열회수형 환기장치(전열교환기)

○ 설치

- 전열교환기의 설치는 보일러실 상부, 실외기실의 상부 등 제품의 설치 및 점검이 용이하며 소음에 대한 영향을 최소화할 수 있는 위치로 함.
- 전열교환기는 반드시 수평설치되어야 하며 설치 후 수평계를 이용하여 확인
- 유지보수를 위한 점검구는 개폐가 용이하며, 폐쇄시 기기의 가동소음의 전달을 최소화할 수 있는 구조로 하며 口600*600 이상으로 만들어 점검 및 유지부수가 용이하도록 함

○ 전열교환기와 주덕트의 연결

- 전열교환기의 덕트 플랜지와 연결되는 덕트는 1.5m 이내 길이의 흡음 플렉시블 덕트

로 압력손실을 최소화하기 위하여 팽팽하게 당겨서 설치

- 덕트와 덕트 플랜지의 연결은 클램프 등의 덕트연결 기구를 이용하여 덕트빠짐 및 파손 등을 방지할 수 있는 구조이어야 함.
- 덕트 연결부의 마감은 알루미늄테이프로 연결부에 누기가 없게 2~3회 감아 기밀처리 함.

○ 전열교환기 덕트공사

- 덕트공사

- 외부측 덕트(OA, EA)는 결로가 발생하지 않도록 난연 은박폴리에틸렌 10mm 이상 단열처리하고 빗물이 혼입되지 않도록 적절한 구배를 확보해야함.
- 실내측 덕트(SA, RA)는 보온되지 않아도 가능하나, 내부측 SA 덕트는 난연 은박폴리에틸렌 5mm 혹은 동등이상으로 함.

- 덕트간의 연결

- 커플링의 외면에 접착제를 발라 양끝을 덕트에 끼워넣고 용융아연 도금 강판 강제 테이핑 나사를 이용하여 4개소 이상 단단히 고정하고 알루미늄 접착제이프 2회이상 감아 누기가 없도록 마감
- 커플링의 재질은 스파이럴 덕트 재질로 함.

- 덕트의 지지

- 주덕트 행거의 최대간격은 2.5m로 하며 덕트밴드와 행거를 이용하여 천장에 고정
- 천장과 주덕트간의 지지를 위한 앵커볼트는 M10의 스트롱 앵커를 사용하며, 해머로 스트롱앵커로 고정
- 천정고정 행거볼트는 M10이상의 강제로 하고, 시판용 와셔너트로 체결
- 시판용 와셔너트의 외경은 M10의 경우 21mm 이상 너트로 체결

- 덕트부자재의 설치

- 외기 흡입 그릴, 배기 그릴 : 그릴은 건물에 견고하게 부착하며, 건물 구조체와의 간극은 밀봉하여 기밀을 유지, 그릴과 덕트 접합부는 접합 플랜지 등으로 견고하게 누기없도록 설치
- 실내디퓨저는 부착용 캐스킷을 사용하여 기밀이 유지되도록 설치하고 볼트로 체결하여 천장 텍스에 단단히 고정
- 풍량조절램퍼는 기밀이 유지되고 조정이 용이하도록 설치

○ 공사 보양 및 시험 검사

- 공사의 보양은 덕트 말단부 등을 비닐 등으로 막아서 내부에 이물질이 들어가지 않도록 실내디퓨저의 연결시까지 보양함.
- 전열교환기 설치 및 덕트공사 이후 전열교환기 설치상태, 덕트공사 상태, 덕트부자재의 설치상태 등에 대한 마감검사를 실시함
- 전열교환기의 시운전시 실내 디퓨저의 풍량조절 나사를 이용하여 풍량조정작업을 시행.

(8) 수장공사

○ 일반사항

- 시공자는 설계도서의 내용을 충분히 검토하여 설계도서에서 정하는 경우를 제외하고 공사의 완성을 위해 필요한 수단 및 방법을 결정.

○ 품질

- 사용재료는 한국산업표준에 있는 것을 표준으로 하며 준불연재료, 난연재료 등을 사용하는 경우에는 국토교통부 장관이 인정하는 것으로 한다.
- 한국산업표준이 없는 경우에는 담당원의 지시에 따라 품질 보증서 등을 제출하고, 담당원과 협의한 후 결정.

○ 작업관리

- 공사 중 문제가 발생하지 않도록 하기 위한 고려사항
 - 통풍 및 환기
 - 직사일광
 - 결로
- 단열성이 요구되는 실 시공 시 유의사항
 - 바탕구법은 단열의 장애가 되는 열교가 생기지 않도록 함
 - 단열재 고정에 있어서는 연속성 확인
 - 내부 결로 방지하기 위해 필요에 따라 적절한 위치에 방습층 설치.

○ 바탕처리

- 모르타르 바탕은 재벌바름 또는 정벌바름으로 마무리하고, 갓둘레, 구석, 모서리 등은 면을 바르고 각을 정확히 하기 위해 코너비드로 처리. 기타 보양작업을 선행하여 선이 바르게 되도록 함
- 합판, 석고보드 기타 넓은 판 붙임 등의 바탕일 때, 판의 이음새는 틈이 없게 밀착시키고 턱지지 않게 맞대어 못질하거나 접착제로 견고히 고정.
- 쇠헤라나 제저기 등 기타 공구를 이용해서 돌출이나 요철 부분 제거.

- 움푹 파인 흙은 도배 전용 헨디나 석고, 기타 모르타르 제품으로 채움.
- 흙이 깊은 곳은 여러 번 도포해서 조직의 견고성과 균일성 유지.
- 석고 작업 및 헤라 작업 후 생긴 돌출 부위를 샌드 페이퍼 등으로 평탄하게 만듦
- 기타 현장 상황이 열악한 상태에서는 석고보드나 합판을 이용하여 벽의 바탕작업을 위한 벽면 구성.

○ 바닥공사

- 비닐계 시트를 붙일 때에 실온이 낮은 경우나 실내 습도가 높아 접착제의 경화에 지장이 예상되는 경우에는 깔기 중지. 부득이하게 깔기를 할 경우에는 적절한 방법으로 난방하여 시공.
- 바탕면에 결로가 확인된 경우에는 붙이기 중지.
- 붙이기에는 접착제를 바탕면에 고르게 바르고 필요에 따라 시트의 뒷면에도 바름. 바름은 온통바름으로 하며, 두드러지거나 턱지지 않게 함.
- 붙인 후에는 표면과 바탕 사이의 접착제를 제거하고 롤러 등으로 눌러 접착면에 공기가 남지 않도록 하고, 접착제가 경화할 때까지 보양.

○ 도배공사

- 풀칠(초배지)

- 바탕 풀칠은 바탕의 흡수가 지나치게 높거나 건조할 때에는 물을 뿜어 축이거나 바탕면에 뭍은 풀칠을 한 후, 초배지를 붙임.
- 종이에 풀칠을 할 때에는 솔을 평행하게 이동하여 풀이 고르게 묻도록 하고 종이의 흡수 및 늘어나는 정도가 균일하게 되도록 빨리 칠함
- 풀이 잘 안을 때에는 한 방향으로 칠한 다음, 직각 방향으로 다시 문질러 칠하고, 가장자리는 지나치게 젖거나 또는 풀이 덜 묻지 않도록 주의함.
- 두꺼운 종이, 장판지 등은 물을 뿌려 두거나 풀칠하여 2시간 정도 방치한 다음 풀칠을 고르게 하여 붙임.
- 창호지의 풀칠은 일정하게 평행 방향으로 칠하는 것을 원칙으로 함

- 초배, 재배의 공정

- 초배, 재배붙임은 바탕 풀칠 및 풀칠의 공법에 따라 풀칠하여 주름살이 없게 이음새를 맞춰 붙인 다음, 솔로 표면을 세로, 가로로 눌러 붙임. 이음새의 겹침에 대해 특기시방이 없을 때에는 6~15mm로 한다. 초배, 재배의 각 이음은 엇갈리게 하고, 또한 종이의 방향성이 있을 때는 그 방향을 엇바꿈.
- 널 바탕의 초배는 널쪽매 솔기의 옆(나비 5cm 정도)에는 풀칠을 하지 않고 초배지를 붙여 널의 신축으로 인한 갈라짐 방지.

- 풀칠작업(마감벽지)

- 초배작업 위에 제품의 접착을 위하여 벽지에 풀칠을 하는 작업으로, 주변을 정리정돈한 후 공간 확보.(최소 폭 3m x 길이 4m 이상 필요)
- 확보된 공간 위에 그라운드나 폐벽지를 이용하여 풀판 만들.
- 풀칠은 전면 풀칠(베다), 부분풀칠(미스바리)로 구분되며, 전면 풀칠은 벽지의 전면을 풀칠하고, 부분풀칠은 벽지의 사면 중 끝부분을 6~10cm 돌려서 풀칠하며 빈 중앙 부분은 물칠함. 풀칠한 부분과 같이 수분이 벽지 전체를 적셔서 시공 시 자체적으로 수축, 이완하며 건조되면서 평평해짐.

- 재단작업(도련작업)

- 도배지는 모두 갓돌레를 일정히 재단하는 것을 원칙으로 하며 색상, 무늬가 잘 맞게 마름질하여 절단해야 함.
- 재단 시 제품의 얼룩, 이색, 오염 등을 섬세히 확인.

- 정배작업

- 정배지 붙이기 : 정배지는 종이 크기에 따라 나누어 보고, 색깔, 무늬를 맞추어 마름질함. 정배지는 음영이 생기지 않는 방향으로 진행하며, 표면에서 솔, 형짚 등으로 문질러 주름살과 거푸집(들뜬 곳)이 없게 붙이고, 갓돌레는 들뜨지 않게 밀착시킴.
- 천붙이기 : 얇은 천, 성기계 짠 천 등에 참지 등으로 뒤붙임을 할 때에는 온통 풀칠하여 붙인 다음, 색깔, 무늬를 맞추어 마름질하고 갓돌레는 도련질함. 맞대기 붙임으로 하고 온통 풀칠하여 붙인 후, 표면에서 솔 또는 형짚으로 눌러 밀착시킴.
- 갈포지 붙이기 : 갈포지는 나비를 맞추어 마름질하고 갓돌레는 깨끗하게 도련질함. 갈포지는 온통 풀칠하여 붙이고 이음은 맞대기로 함. 갈포지를 작은 조각으로 절단하여 붙일 때에는 도면 또는 담당원의 지시에 따라 가로, 세로 무늬가 좋게 나눠 붙이고 이음은 맞대기로 함

- 마무리 작업

- 풀칠 및 풀자국을 닦아냄.(몰딩, 등박스, 도배지 끝선, 가구 등)
- 재단이 잘못되어 지저분한 부위를 찾아내어 제거.
- 도배지 끝선 부위의 접착을 확인하고 색이 다른 곳은 없는지 다시 한번 확인.
- 경우에 따라서 각진 모서리 부분에 각대를 부착하여 보강.
- 종이, 천 등을 붙일 때에는 직사광선 또는 통풍을 피하고 건조, 균열, 늘어짐, 퇴색 등이 없게 하고 오염되지 않게 보양.
- 벽지를 바른 후 내부 공기가 빠지도록 충분히 쓰다듬어 붙이고, 이음매는 롤러 등을

사용하여 충분히 문지름..

- 모양이 틀어지거나 색, 얼룩 등이 없도록 주의하고 이음매 등 벌어진 곳이 없는지 검사.

제3장 목표달성도 및 관련분야 기여도

제1절 목표달성도

1. 년차별 목표 달성도

○ 1차년도 개발목표 및 내용

()				
1 (2018)	○ ()	○	○ ,	()
		○	○ (4)	()
		○ 가	○ 가	()
	○ 가	○ (4)	○ 4	()
		○ () (4 8)	○ (2) (2) 8	()
		○ 가	○ 가	()
		○	○ ,	()
	○	○	○	()
		○ 가	○ 가	()
		○ IoT,	○ &	()
	○	○	○	()
		○ 가	○ Active(3)	()

○ 2차년도 개발목표 및 내용

()				
-----	--	--	--	--

()				
2 (2019)	○ ()	○	○	()
	, ()	○	○	()
	○ () ;)	○ () (,)	○ (, , ,) (energy#) - ZEB ECO2	()
		○	○ 가	()
	○ ICT	○ i-VEMS	○ ,	()
		○ ()	○ 가	()
	○	○	○ 가	()
		○	○	()

제2절 관련분야 기여도

1. 기술적 측면

- 농촌지역 공공생활시설(경로당, 마을회관) 에너지 절감 및 탄소배출 저감 사업화 방안
 - 농촌지역 공공생활시설이 운영되고 있는 실내 환경 상태를 분석하여 고효율 위주로 사용되고 있는 경로당 등의 쾌적성을 확보할 수 있는 실내 환경 제시
 - 시범사업의 모니터링을 통하여 공사 과정에서 검토되어야 하는 주요 공정 (기밀성, 창호와 벽체 연결, 단열재 설치 방법 등) 추진방법 제시하여 공사 품질확보

- 농촌지역 제로에너지 공공생활시설(경로당, 마을회관) 신축 및 리모델링 표준 모델개발
 - 농촌지역 맞춤형 시공기법 및 디테일 개발
 - 농촌지역에 접근성, 원활한 자재 수급을 고려한 표준 모델 제공
 - 상대적 낙후된 농촌지역의 건축 기술력 및 자재 접근성 향상

- 농촌형 공공생활시설(경로당, 마을회관) 에너지 성능 진단 및 ICT 기반 건물에너지 모니터링시스템 구축
 - 스마트 센싱 시스템과 모니터링시스템 맞춤형 패키지화를 통해 실시간 데이터를 기반으로 관리 수준을 고려한 에너지 관리·용이성 극대화
 - PV 신재생에너지 및 전력계통 모니터링 시스템 All-in-One 시스템화를 위한 통합 설계를 통한 농촌형 공공생활시설 표준화 모델을 기반으로 관련 시장 확대
 - 에너지성능 진단 및 모니터링 시스템 설치에 대한 가이드라인 제시하여 산업 경쟁력 제고 기대

- 농촌형 신재생에너지 설비 시스템 개발
 - 설치 대상의 에너지사용량, 지역, 설치 위치 등의 여러 조건에 따라 분류하고 카테고리별 모델을 제공함으로써 적용성 증대
 - 신재생에너지원 간 융합 모델을 제공하여 수용가의 선택 폭을 넓힘

2. 경제적·산업적 측면

- 농촌지역 공공생활시설(경로당, 마을회관) 에너지 절감 및 탄소배출 저감 사업화 방안
 - 도시에 비하여 값비싼 에너지원(등유, 전기 등)을 사용하고 있는 농촌주민들에게 건물 에너지 사용량을 줄이고 에너지를 직접 생산하는 제로에너지 건물을 제공하여 난방에너지 비용 절감.
 - 현재 사용하고 있는 에너지 비용과 실내 환경 제어의 쾌적성을 평가하여 고효율 중심,

사용자 중심의 공공생활시설 운영함으로써 주민 삶의 질 향상

- 농촌지역 제로에너지 공공생활시설(경로당, 마을회관) 신축 및 리모델링 표준 모델개발
 - 농촌지역 제로에너지 공공생활시설 확대로 신규 인력 시장 형성
 - 건설자재 및 인력의 유입으로 농촌지역 활성화
 - 간편한 유지관리, 에너지 절약으로 인력 및 에너지의 재활용 (이산화탄소 배출량 절감)

- 농촌형 공공생활시설(경로당, 마을회관) 에너지 성능 진단 및 ICT 기반 건물 에너지 모니터링시스템 구축
 - 농촌형 공공생활시설의 스마트 센서의 상용화를 통해 건물에너지 모니터링 외에 IoT 서비스 관련 다양한 산업 확산 가능
 - 농촌지역 단위의 에너지 사용에 대한 효율성 제고 및 전력수요관리 효율 향상에 대한 인식을 제고하고 전국 지역단위의 에너지 관리에 대한 시스템 보급·활성화에 기여
 - 건물에너지 모니터링 관련 계측센서 및 운영시스템의 전국 공급 확대에 따른 내수 활성화 및 소규모 단위의 공사를 통한 중소기업 위주의 시장 활성화에 기여

- 농촌형 신재생에너지 설비 시스템 개발
 - 농촌지역 공공생활시설 부분에 사업 모델을 보급함으로써 수용가 에너지 절감을 통한 비용 감소
 - 향후 지역에너지 사업 및 융복합 사업 등과의 연계를 통해 농촌에서 ‘재생에너지 3020 이행계획’의 원활한 추진

3. 사회적 측면

- 농촌지역 공공생활시설(경로당, 마을회관) 에너지 절감 및 탄소배출 저감 사업화 방안
 - 마을내 주민들이 친목도모·취미활동·공동작업장 운영 등 여가활동을 하며 가장 활발하게 이용하는 마을회관(경로당) 건물을 제로에너지 건축물로 구축함으로써 쾌적한 공간을 이용하며 건축물 에너지 효율화 효과를 직접 체험할 수 있도록 제공.
 - 신재생에너지 설비를 적용한 제로에너지 마을회관을 직접 사용함으로써 제로에너지 주택의 확산, 신재생에너지의 주민 수용성을 높이는 계기로 활용

- 농촌지역 제로에너지 공공생활시설(경로당, 마을회관) 신축 및 리모델링 표준 모델개발
 - 농촌지역 노령화를 고려한 공공생활시설에 무장애 공간 계획 도입
 - 농촌지역 제로에너지 공공생활시설 도입으로 에너지 절약 홍보효과 극대화
 - 제로에너지 공공생활시설로 투명한 예산 및 유지 관리 비용편성 가능

- 농촌형 공공생활시설(경로당, 마을회관) 에너지 성능 진단 및 ICT 기반 건물에너지 모니터링시스템 구축
 - 농촌 지역의 건물에너지를 효율적으로 관리하고 관리자 수준을 고려한 가이드라인을 제공하여 건물 에너지 관리 시스템의 효율성 제고
 - 건물에너지 모니터링시스템은 전국적 체인망을 확산할 수 있는 잠재성이 크기 때문에 신재생에너지 보급 확산 기반 마련에 기여 가능
 - PV 등 신재생에너지 산업체 및 에너지 운영관리 시스템 분야의 시장 확산 제공, 매출 및 고용 창출 효과 기대

- 농촌형 신재생에너지 설비 시스템 개발
 - 지속적으로 증가하고 있는 에너지 수요에 대응하여 신재생에너지가 에너지 안보의 전략으로 발전
 - 신재생에너지 보급이 다소 저조하던 농촌지역 공공생활시설에의 보급 활성화로 국가 온실가스 저감에 기여함과 동시에 발전소 회피비용 발생으로 국가적 편익 창출

제4장 연구결과의 활용계획

제1절 실용화 및 산업화 계획

- 농촌마을내 주요 공공생활시설인 마을회관 및 경로당을 제로에너지화 건물로 그린 리모델링하거나 신축시 제로에너지 마을회관 공급사업을 제안함
- 기존 지역개발사업내 경로당 리모델링이 공간 사용 효율성을 제고하거나, 소득사업을 위한 공간 변경하도록 계획되고 있음. 이렇게 계획되어진 건물들이 유지관리비용이 과다하여 겨울, 여름철 사용을 못하고 문을 닫아놓는 경우 발생하고 있음.
 - 기존 경로당의 경우 냉난방비를 지원하여 사용 유지관리비를 확보함에 따라 대부분 운영하고 있음. 마을내 마을회관과 경로당 2곳이 있는 경우 대부분 마을회관은 사용하지 않고 경로당만 사용하는 경우가 대부분임. 이는 고령화가 진행되어 고령인구가 증가하는 것도 있지만 마을회관 운영경비를 확보할 수 없음에 따라 건물이 방치되는 경향이 있음.
 - 이산화탄소 배출 감소, 냉난방비를 절감하면서도 쾌적한 실내환경을 조성하여 농촌마을에 거주하고 있는 고령자들에게 제공하며, 방치되고 있는 건축물의 이용율을 높이는 효과를 기대할 수 있음.
- 2020년 본 연구의 실증을 위하여 2개 공공생활시설에 대하여 시범사업을 시행할 계획임.
 - 농촌마을 및 지자체에서 신청을 받아 농림축산식품부에서 마련한 선정기준에 의하여 평가 후 대상지를 선정함.
 - 대상지에 대하여 에너지 성능 진단을 하고 현재의 상태를 계량적으로 판단하고 이를 기준으로 제로에너지 성능을 확보하기 위한 설계를 수행함. 설계도서의 내용으로 시공을 한 후 다시 에너지 성능 진단을 하여 계획대로 목표를 달성하였는지 검증을 하는 형태로 연구 실증사업을 시행함.
 - 농업·농촌 에너지자립 모델 실증사업을 통해 연구의 실증, 시범사업 중 발생할수 있는 문제점 및 오류를 해결하여 본 사업으로 확대할 수 있는 발판을 마련하는 것이 필요함.
- 실증사업을 통해 농촌마을 공공생활시설 제로에너지화 효과를 검증하여 전국 농촌마을에 배치되어 있는 약 3만5천여개의 마을회관 등에 대해 확대할 필요가 있음.

참고문헌

<보고서>

1. 김동원 외, 2012 농촌지역마을회관 이용 실태 조사연구, 한국농촌경제연구원
2. 김경찬 외, 2007, 농촌마을 공동시설 실태분석 및 활용증대방안의 연구, 농림부
3. 류연수 외, 2013, 에너지성능개선을 위한 농어촌주택 리모델링에 관한 연구, 농어촌연구원
4. 조상규 외, 2013, 녹색건축 정책수립을 위한 건축물 온실가스 배출량 통계 구축 및 분석, 건축도시공간연구소
5. 신우철 외, 2013, 탄소제로형 기후변화 연구동의 통합에너지 성능 및 건축환경성능 평가 연구, 국립환경과학원
6. 백남춘 외, 2014, 신재생에너지 기반 친환경에너지타운 기술개발, 국가과학기술연구회
7. 대한건축학회, 2014, 실무자를 위한 그린 건축리모델링 지침 및 체크리스트
8. 국토교통부, 2013, 그린 리모델링 사업기획 가이드라인
9. 우정사업조달 사무소, 2011, 성남 삼평동우체국 건립공사 에너지 성능분석 보고서
10. 한국건설기술연구원, 2017, 제로에너지건축물 활성화를 위한 제도개선 및 지원방안 연구, 국토교통부

<논문>

1. 신영선 외, 2008, 마을회관 유형분류에 관한 연구, 농촌계획 Vol 14, No3
2. 송두삼, 2010, 일본의 주택 건축물의 에너지 절감정책동향, 건축(대한건축학회지), v54,n.02
3. 백정훈 외, 2010, 독일의 기존 주택부문 온실가스감축 전략, 대한건축학회논문집 계획계 제26권 제7호 (통권261호)
4. 문인영 외, 2014, 농촌마을회관의 유니버설디자인 적용성 평가, 한국실내디자인학회 논문집, 제23권1호 (통권102호)
5. 옹드람·송두삼·김주욱, 2019, Blower Door를 이용한 건물의 기밀성능 시험 방법의 고찰, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, vol.31, No 5(2019), pp216-226
6. 박미란·류연수·최정만·서혜원, 2017, 농촌주택 표준설계도 에너지 효율등급 평가 및 설계변수에 따른 에너지 소요량 변화에 관한 연구, 한국농촌건축학회논문집, 제19권2호 (통권 65호)
7. 박미란·최정만·이정훈, 2018, 농촌 마을회관 제로에너지 건축물 구축을 위한 에너지 성능 분석 연구, 한국농촌건축학회논문집, 제20권4호 (통권 71호)
8. 이순명, 2018, 에너지 소요량과 생산량 비교분석을 통한 제로에너지 건축물 계획방법에 관한 연구, 상명대학교

<기타>

1. <http://data.go.kr/>
2. 공동주택의 제로에너지 설계 가이드라인, 국토교통부
3. 제로에너지 건축물 구현을 위한 체크리스트 제작, 아산시
4. 창호시공 가이드라인 V15, 2014, 패시브제로에너지건축연구소
5. 기기교체 등에 대한 M&V 가이드라인, 2015, 에너지관리공단
6. 서울시 건물에너지 절감 인센티브제도 개선 방향, 2015, 서울연구원
7. 넷 제로 에너지 디자인 (Net Zero Energy Design), 2013, 시공문화사
8. 패시브하우스 콘서트, 201, 주택문화사
9. 태양광 발전, 2018, 뉴턴코리아
10. 독일 재생에너지 정책과 지속 가능 발전전략, 2015, 이담북스
11. 착한 에너지 기행, 2010, 이매진
12. 나쁜 에너지 기행, 2013, 이매진
13. 시민 참여 에너지 시나리오, 2017, 이매진
14. 건축물 중심 제로에너지도시, 2017, 마실와이드
15. 건축기술의 이해(제로카본 제로 에너지), 2010, 기문당
16. 에너지란 무엇인가, 2011, 삼천리
17. 그린 건축 리모델링 지침 및 체크리스트, 2014, 대한건축학회
18. 제로에너지 건축물 신기술 동향분석, 2017, 지식산업정보원

부 록

1. 자문회의 및 반영 내용
2. 특허출원 내용

주요 자문회의 이력 및 내용

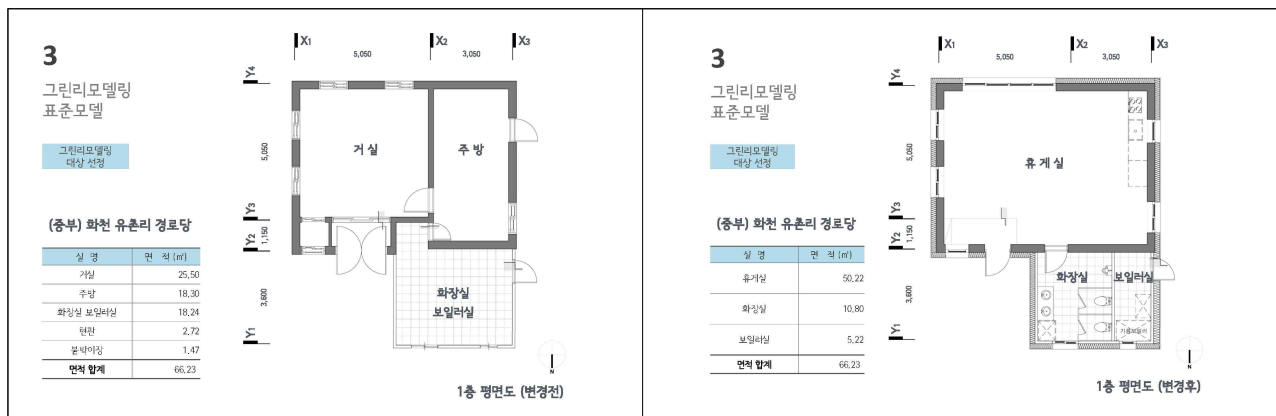
1. 자문회의 이력

	일시	자문위원	주요내용
1 차년도	2018년 06월 26일	2인	- 농촌형 제로에너지 건축물 설계 프로세스 및 접근방식
	2018년 09월 07일	3인	- 농촌 마을회관 및 현장조사결과를 바탕으로한 공간 구성 분석에 따른 표준모델개발방향 - 농촌 마을회관 등의 그린리모델링 방향
	2018년 10월 24일	2인	- 농촌 공공생활시설 제로에너지 표준모델 설계 주안점
2 차년도	2019년 05월 08일	3인	- 농촌형 제로에너지 건축물 기본 설계의 적정성 검토/자문 1차
	2019년 07월 15일	3인	- 농촌형 제로에너지 건축물 기본 설계의 적정성 검토/자문 2차

2. 기본설계 관련 자문회의 발표 내용 및 자문의견 요약

(1) 농촌형 제로에너지 건축물 기본 설계의 적정성 검토/자문 1차

- ① 주제 : 농촌형 제로에너지 건축물 기본 설계의 적정성 검토/자문
- ② 자문위원 (3인) : 정○우, 오○석, 권○호
- ③ 일시 : 2019년 05월 08일 오전 10시
- ④ 장소 : 문정비즈밸리 일자리 허브센터 회의실
- ⑤ 주요 발표 내용



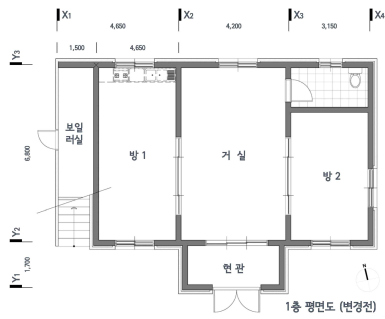
3

그린리모델링
표준모델

그린리모델링
대상 상황

(중부) 태안 정족4리 경로당

실명	면적 (㎡)
거실	28.56
현관	6.29
방1	21.42
방2	16.07
화장실	5.36
보일러실	7.65
면적 합계	85.35



1층 평면도 (변경전)

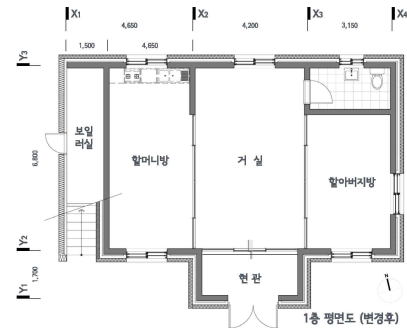
3

그린리모델링
표준모델

그린리모델링
대상 상황

(중부) 태안 정족4리 경로당

실명	면적 (㎡)
거실	28.56
현관	6.29
방1	21.42
방2	16.07
화장실	5.36
보일러실	7.65
면적 합계	85.35



1층 평면도 (변경후)

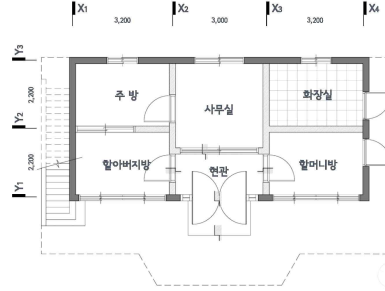
3

그린리모델링
표준모델

그린리모델링
대상 상황

(남부) 여수 봉오리 마을회관

실명	면적 (㎡)
사무실	8.7
현관	4.5
할아버지방	7.04
할머니방	7.04
주방	7.04
화장실	7.04
면적 합계	41.36



1층 평면도 (변경전)

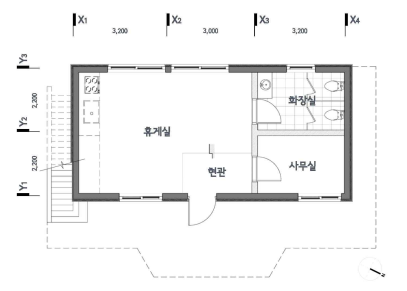
3

그린리모델링
표준모델

그린리모델링
대상 상황

(남부) 여수 봉오리 마을회관

실명	면적 (㎡)
휴게실	27.28
사무실	7.04
화장실	7.04
면적 합계	41.36



1층 평면도 (변경후)

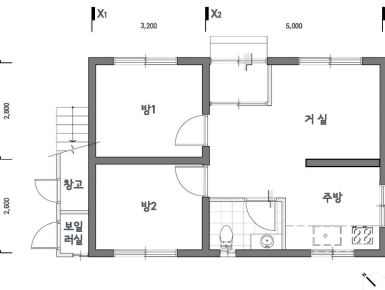
3

그린리모델링
표준모델

그린리모델링
대상 상황

(남부) 여수 밀똥방 경로당

실명	면적 (㎡)
거실	14.26
현관	2.16
방1	8.96
방2	8.32
주방	7.28
화장실	3.3
창고	1.38
보일러실	1.09
면적 합계	46.75



1층 평면도 (변경전)

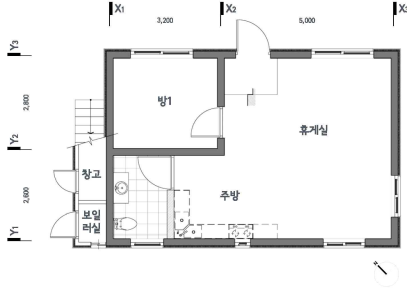
3

그린리모델링
표준모델

그린리모델링
대상 상황

(남부) 여수 밀똥방 경로당

실명	면적 (㎡)
휴게실	22.78
방1	8.96
주방	8.00
화장실	4.55
창고	1.38
보일러실	1.09
면적 합계	46.75



1층 평면도 (변경후)

소형 (85㎡)



면적	≈ 85㎡
규모	지상 1층
지용률	정기용
주요공간	휴게공간: 58㎡ (68%) 화장실: 30㎡ (32%) 현관: 7㎡ (8%) 보일러실: 3㎡ (3%)

4

신축
표준모델

신축 표준모델

보급형 (150㎡)



면적	≈ 150㎡
규모	지상 1층
지용률	정기용
주요공간	- 방1: 36㎡ (24%) - 방2: 37㎡ (25%) 사무실: 21㎡ (14%) 화장실: 38㎡ (25%) 현관: 10㎡ (7%) 보일러실: 5㎡ (3%)

RC구조

소형 (85㎡)



면적	≈ 85㎡ (단위 면적 제외)
규모	지상 1층
지용률	정기용 (연안광 설계 고려)
주요공간	휴게공간: 58㎡ (68%) 사무실: 10㎡ (12%) 화장실: 7㎡ (8%) 현관: 4㎡ (5%) 보일러실: 3㎡ (3%)

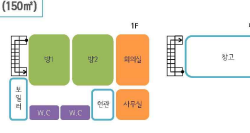
4

신축
표준모델

신축 표준모델

RC구조

보급형 (150㎡)



면적	≈ 150㎡ (단위 면적 제외)
규모	지상 1층
지용률	정기용 (연안광 설계 고려)
주요공간	- 방1: 36㎡ (24%) - 방2: 37㎡ (25%) 사무실: 21㎡ (14%) 화장실: 28㎡ (19%) 화장실: 13㎡ (9%) 현관: 10㎡ (7%) 보일러실: 5㎡ (3%)

목구조

4
신축 표준모델

신축 표준모델

85㎡형 / RC구조

실명	면적(㎡)
주방	3.2
주방	16.39
사무실	10.88
현관	6.16
화장실	11.74
보일러실	3.96
기타	4.76
면적합계	65.68

1층 평면도

4
신축 표준모델

신축 표준모델

85㎡형 / RC구조

지붕층 평면도

4
신축 표준모델

신축 표준모델

85㎡형 / 목구조

실명	면적(㎡)
주방	3.2
주방	16.39
사무실	10.88
현관	6.16
화장실	11.74
보일러실	3.96
기타	4.76
면적합계	65.68

1층 평면도

4
신축 표준모델

신축 표준모델

85㎡형 / 목구조

실명	면적(㎡)
다락	10.88
면적합계	10.88

다락 평면도

4
신축 표준모델

신축 표준모델

85㎡형 / 목구조

지붕 평면도

4
신축 표준모델

신축 표준모델

150㎡형 / RC구조

실명	면적(㎡)
다목적실	25.6
할머니방	40.96
할아버지방	28.16
주방	8
사무실	14.08
현관	6.96
화장실	14
다용도실	6
보일러실	4.4
면적합계	190.16

1층 평면도

4
신축 표준모델

신축 표준모델

150㎡형 / RC구조

지붕층 평면도

4
신축 표준모델

신축 표준모델

150㎡형 / 목구조

실명	면적(㎡)
다목적실	22.4
할머니방	35.84
할아버지방	28.94
주방	8
현관	6.96
화장실	14
다용도실	6
보일러실	4.4
면적합계	128.54

1층 평면도

4
신축 표준모델

신축 표준모델

150㎡형 / 목구조

실명	면적(㎡)
R-사무실	19.8
R-화장실	11.2
R-다락	35.64
면적합계	66.64

다락 평면도

4
신축 표준모델

신축 표준모델

150㎡형 / 목구조

지붕 평면도

⑤ 주요 논의 사항

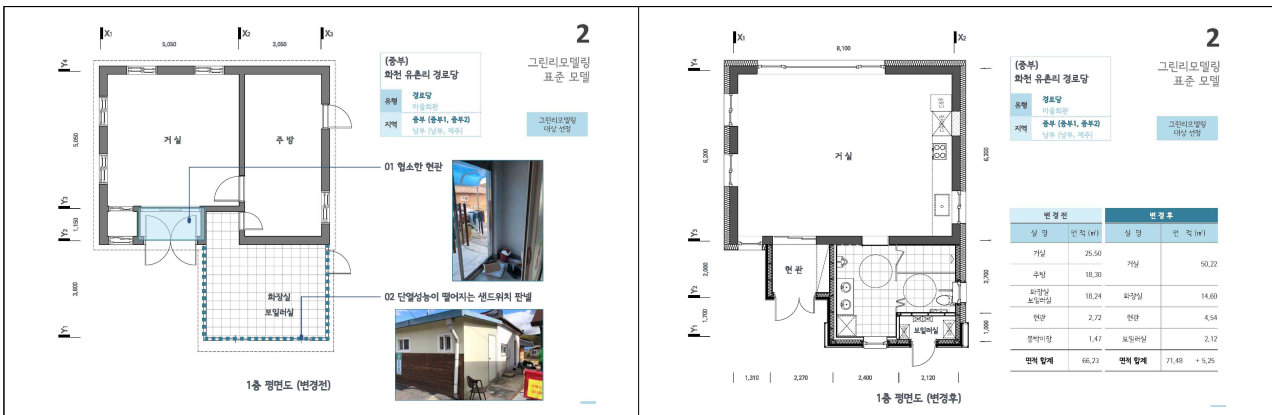
리모델링 모델개발	신축 모델개발
<ul style="list-style-type: none"> - 내부 구조물의 철거 가능 범위 - 리모델링의 범위 : 사용성이 떨어지는 2층 - 공간구성의 적정성 - 시공성 고려시 계획의 적정성 - 에너지 성능구현 측면에서의 계획의 적정성 - 소규모 공공시설의 현실적인 필수 BF 설계요소 - 기타 	<ul style="list-style-type: none"> - 공간구성의 적정성 - 2층 공간의 활용성 - BF 설계요소 적용의 적정성 - 신재생 에너지 적용 - 기타

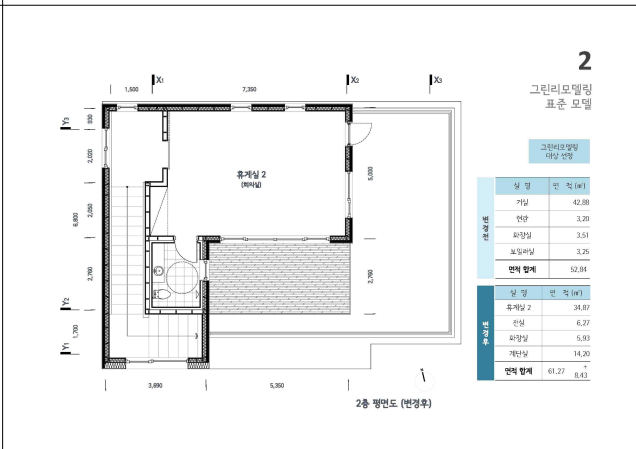
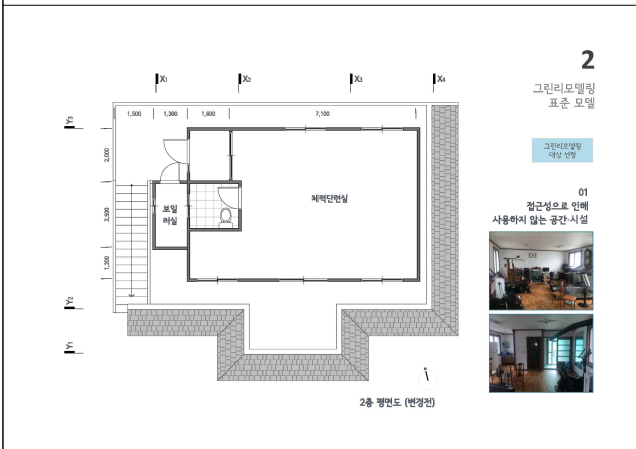
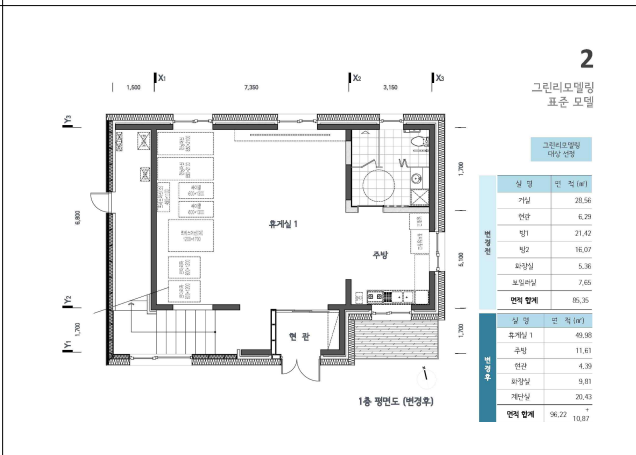
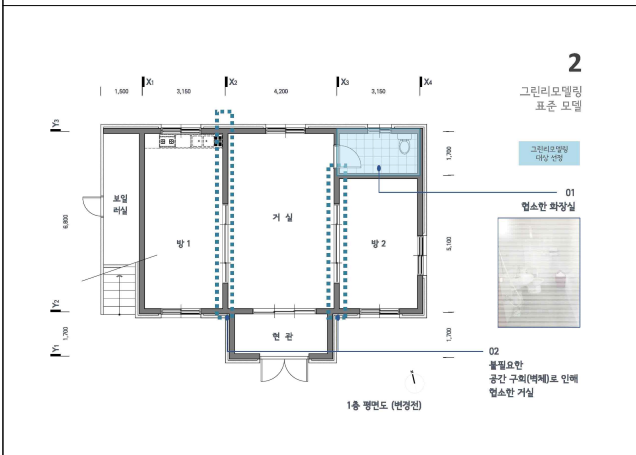
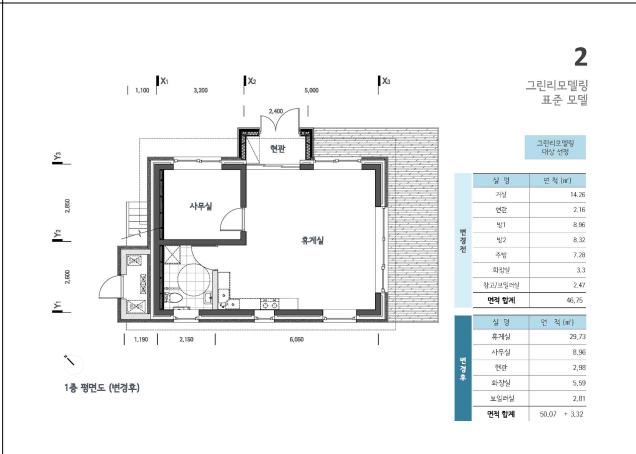
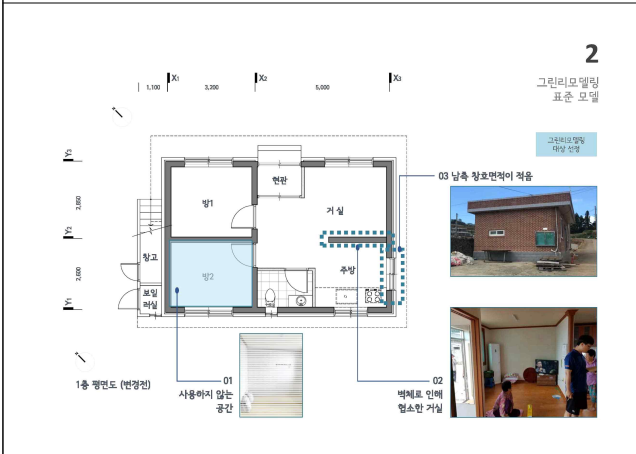
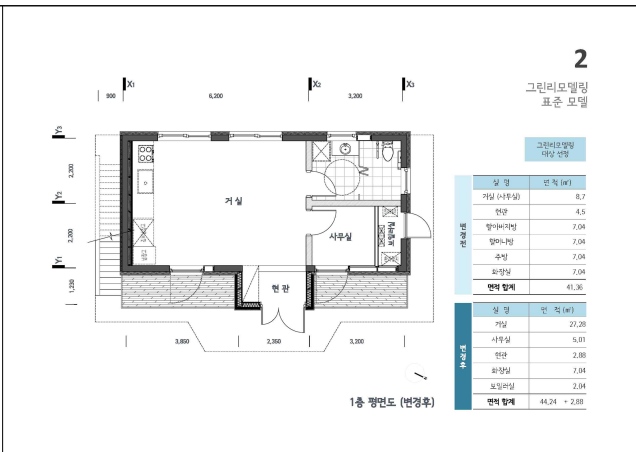
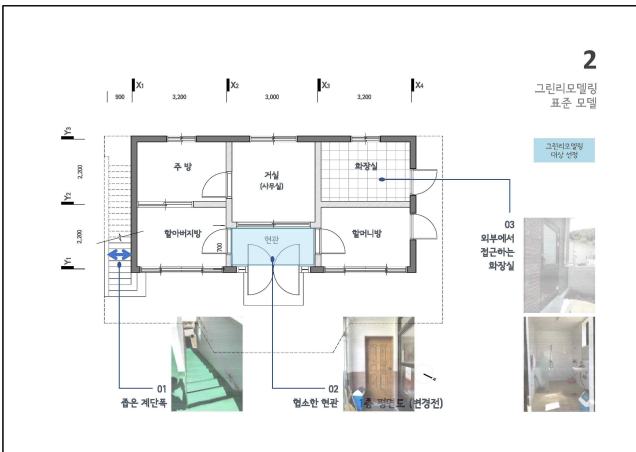
⑥ 자문 의견 요약

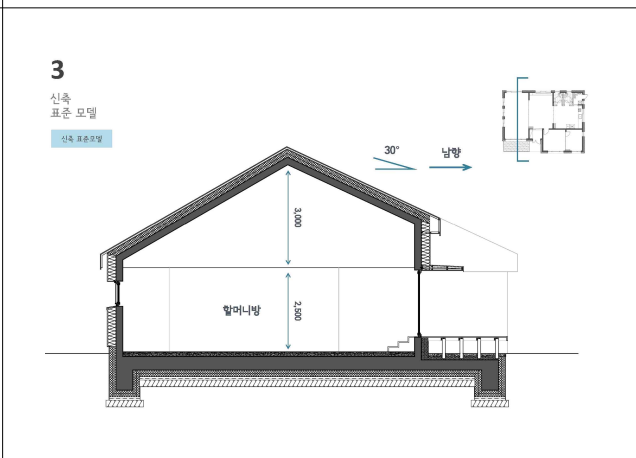
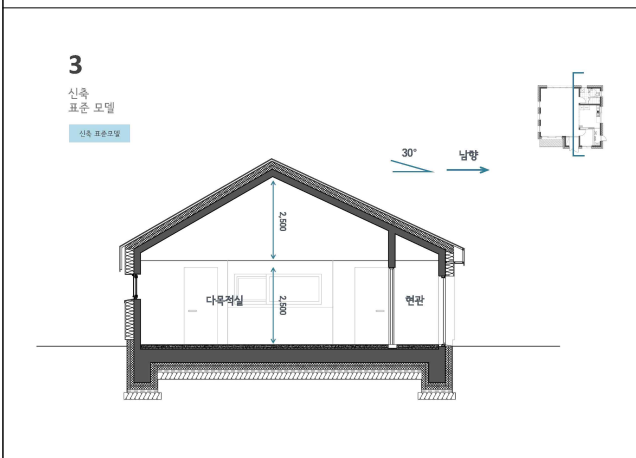
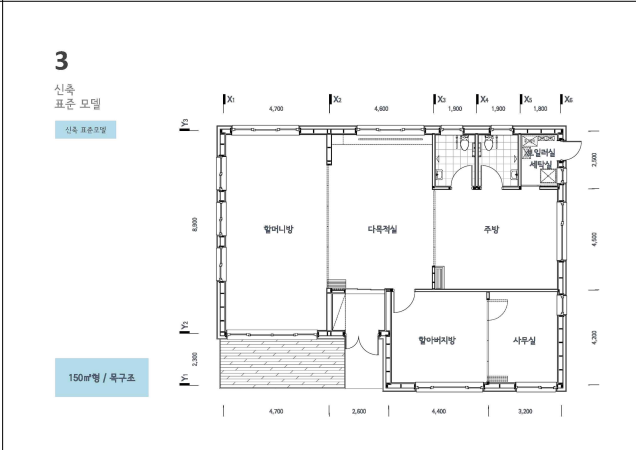
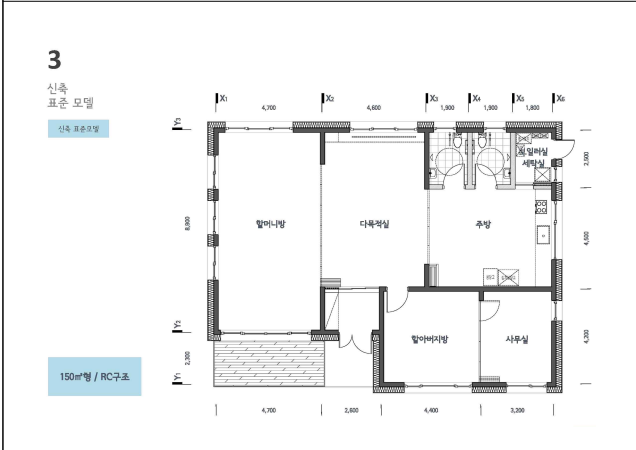
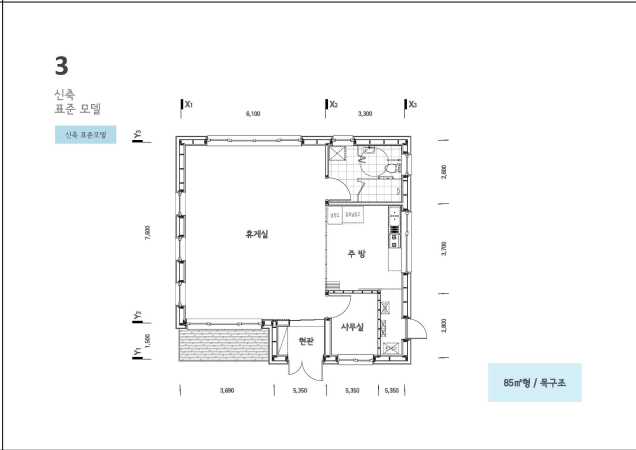
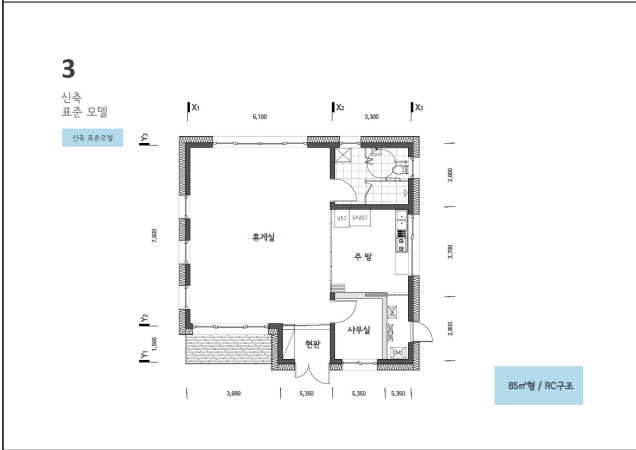
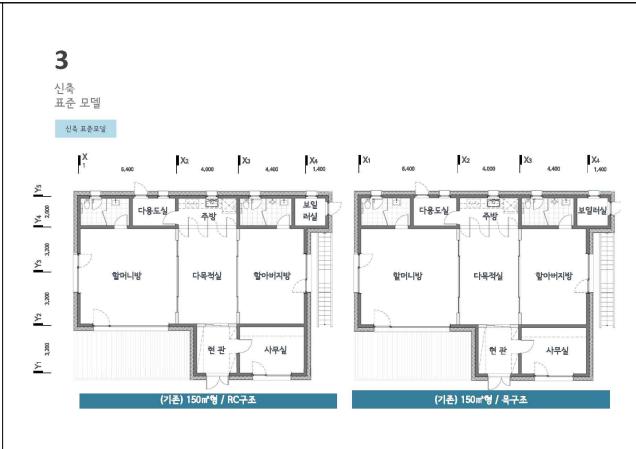
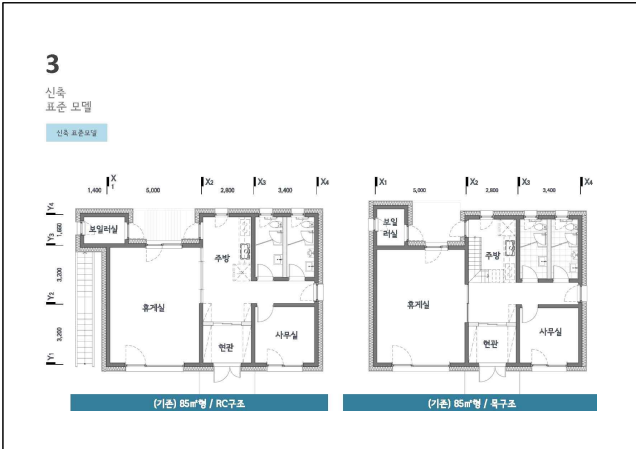
리모델링 모델개발	신축 모델개발
<ul style="list-style-type: none"> - 리모델링 설계 주안점을 환경개선 측면과 에너지 측면으로 구분 - 현관 공간(방풍실) 추가 확보 계획이 필요 - 현관의 외부 증축을 고려하여 방풍실을 조성해 주는 것이 겨울철 쾌적도를 높일 수 있는 방안이 될 수 있을 것 - 보일러실 내 환기장치 등 배치되는 기계의 공간 계획을 확인 하여야함 	<ul style="list-style-type: none"> - 목구조 다락공간의 활용성 문제 체적 증가에 따른 에너지 성능 저하, 공사비 증가, 계단으로 인한 공간 손실, 2층 공간의 사용성 저하 등 - RC구조와 목구조 모두 경사 지붕으로 계획 지붕의 단열, 누수, 방수 개선, 낮은 옥상공간의 활용도를 개선할 수 있음

(2) 농촌형 제로에너지 건축물 기본 설계의 적정성 검토/자문 2차

- ① 주제 : 농촌형 제로에너지 건축물 기본 설계의 적정성 검토/자문
- ② 자문위원 (3인) : 정○우, 오○석, 권○호
- ③ 일시 : 2019년 07월 15일 오후 4시
- ④ 장소 : 문정비즈밸리 일자리 허브센터 회의실
- ⑤ 주요 발표 내용







⑤ 주요 논의 사항

리모델링 모델개발	신축 모델개발
<ul style="list-style-type: none"> - 지난 자문회의 보완내용 - 기본설계의 적정성 - 기타 	<ul style="list-style-type: none"> - 지난 자문회의 보완내용 - 기본설계의 적정성 - 기타

⑥ 자문 의견 요약

리모델링 모델개발	신축 모델개발
<ul style="list-style-type: none"> - 현관 방풍실, 장애인화장실이 적절함. - 현관 방풍실 상부 구조, 지붕계획 필요 - 기존의 내벽을 철거하여 큰공간을 다목적으로 사용할 수 있도록 유도하는 계획이 적절함. - 지면과 단차 유지가 필요 - 정죽4리 마을회관의 계단 실내화는 적절함. 외벽 구조 계획이 필요 - 정죽4리 마을회관의 외벽 철거에 따른 구조보강이 필요 	<ul style="list-style-type: none"> - 지붕경사도를 경제적으로 완화할 필요가 있음 - 목구조 특성을 고려한 구조재 간격 조정이 필요 - 85㎡형 현관과 사무실의 관계를 조정하여 현관공간을 개선할 필요가 있음 - 150㎡형의 공용공간과 각 실의 동선관계의 불편함을 개선하는 차원에서 장변, 단변비율을 조정할 필요가 있음. - 방과 뒷마루 사이의 단차를 없애 이용편의성을 개선할 필요가 있음.

【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【출원구분】	특허출원
【출원인】	
【명칭】	사단법인 한국건물에너지기술원
【특허고객번호】	1-2018-069551-1
【대리인】	
【명칭】	특허법인 인벤싱크
【대리인번호】	9-2016-100001-1
【지정된변리사】	변리사 홍지훈
【포괄위임등록번호】	2018-082126-3
【발명의 국문명칭】	건물 정보 관리 시스템, 노드 및 제어 명령 예측 장치
【발명의 영문명칭】	SYSTEM FOR MANAGING BUILDING INFORMATION, NODE, AND APPARATUS FOR PREDICTING CONTROL COMMAND
【발명자】	
【성명】	조정훈
【성명의 영문표기】	
【주민등록번호】	
【우편번호】	
【주소】	
【발명자】	
【성명】	김성민

【성명의 영문표기】

【주민등록번호】

【우편번호】

【주소】

【발명자】

【성명】 노희전

【성명의 영문표기】

【주민등록번호】

【우편번호】

【주소】

【출원언어】 국어

【이 발명을 지원한 국가연구개발사업】

【과제고유번호】 318010-2

【부처명】 농림축산식품부

【연구관리 전문기관】 농림식품기술기획평가원

【연구사업명】 첨단생산기술개발사업

【연구과제명】 ICT 기반 농촌형 제로에너지 건축물의 설치 및 표준 모델
개발

【기여율】 1/1

【주관기관】 농어촌연구원

【연구기간】 2018.04.01 ~ 2019.12.31

【취지】 위와 같이 특허청장에게 제출합니다.

대리인 특허법인 인벤싱크 (서명 또는 인)

【수수료】

【출원료】	0 면	46,000 원
【가산출원료】	29 면	0 원
【우선권주장료】	0 건	0 원
【심사청구료】	0 항	0 원
【합계】		46,000 원

【발명의 설명】

【발명의 명칭】

건물 정보 관리 시스템, 노드 및 제어 명령 예측 장치{SYSTEM FOR MANAGING BUILDING INFORMATION, NODE, AND APPARATUS FOR PREDICTING CONTROL COMMAND}

【기술분야】

【0001】 개시되는 실시예들은 건물 정보 관리 시스템, 사용자 명령 입력 장치 및 제어 명령 예측 장치와 관련된다.

【발명의 배경이 되는 기술】

【0002】 개시되는 실시예들은 건물 정보 관리 시스템, 사용자 명령 입력 장치 및 제어 명령 예측 장치와 관련된다.

【발명의 내용】

【해결하고자 하는 과제】

【0003】 개시되는 실시예들은 건물 정보 관리 시스템, 사용자 명령 입력 장치 및 제어 명령 예측 장치를 제공하기 위함이다.

【과제의 해결 수단】

【0004】 전술한 바와 같은 과제를 해결하기 위하여 일 실시예에 따른 건물 정보 관리 시스템이 개시된다. 일 실시예에 따른 건물 정보 관리 시스템은 제 1 층에 위치하며, 상기 제 1 층에 대한 환경 정보를 측정하고, 상기 환경 정보를 송신하는 제 1 노드; 및 상기 제 1 층과 상이한 제 2 층에 위치하며, 상기 제 1 노드로

부터 상기 환경 정보를 수신하는 제 2 노드를 포함한다.

【0005】 전술한 바와 같은 과제를 해결하기 위하여 일 실시예에 따른 사용자 명령 입력 장치가 개시된다. 일 실시예에 따른 사용자 명령 입력 장치는 사용자로부터 제어 명령을 입력받는 입력부; 환경 정보를 수집하는 센서부; 및 외부 노드로 상기 환경 정보를 송신하는 통신부를 포함한다.

【0006】 전술한 바와 같은 과제를 해결하기 위하여 일 실시예에 따른 제어 명령 예측 장치가 개시된다. 일 실시예에 따른 제어 명령 예측 장치는 복수의 노드로부터 측정된 환경 정보에 대한 환경 정보 로그 데이터 및 사용자로부터 입력받은 제어 명령에 대한 제어 로그 데이터를 저장하는 제어 로그 데이터 저장부; 및 상기 환경 정보 로그 데이터 및 상기 제어 명령 로그 데이터에 기초하여, 특정 환경 조건에 대응하여 상기 사용자로부터 입력받을 제어 명령을 예측하는 제어 명령 예측부를 포함한다.

【0007】 기타 실시예의 구체적인 사항들은 상세한 설명 및 도면들에 포함되어 있다.

【도면의 간단한 설명】

【0008】 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 건물 정보 관리 시스템의 개략도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 노드의 블록도이다.

도 3은 본 발명의 다른 실시예에 따른 노드의 블록도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 서버의 블록도이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 사용자 단말의 블록도이다.

도 6는 본 발명의 일 실시예에 따른 제어 명령 예측 장치의 블록도이다.

도 7은 본 발명의 다른 실시예에 따른 제어 명령 예측 장치의 블록도이다.

도 8은 본 발명의 다른 실시예에 따른 제어 명령 예측 방법의 순서도이다.

도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 하드웨어 패키지의 개략도이다.

도 10은 예시적인 실시예들에서 사용되기에 적합한 컴퓨팅 장치를 포함하는 컴퓨팅 환경을 예시하여 설명하기 위한 블록도이다.

【발명을 실시하기 위한 구체적인 내용】

【0009】 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나, 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다.

【0010】 본 발명의 실시예를 설명하기 위한 도면에 개시된 형상, 크기, 비율, 각도, 개수 등은 예시적인 것이므로 본 발명이 도시된 사항에 한정되는 것은 아니다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설

명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명은 생략한다. 본 명세서 상에서 언급된 '포함한다', '갖는다', '이루어진다' 등이 사용되는 경우 '~만'이 사용되지 않는 이상 다른 부분이 추가될 수 있다. 구성요소를 단수로 표현한 경우에 특별히 명시적인 기재 사항이 없는 한 복수를 포함하는 경우를 포함한다.

【0011】 구성요소를 해석함에 있어서, 별도의 명시적 기재가 없더라도 오차 범위를 포함하는 것으로 해석한다.

【0012】 비록 제1, 제2 등이 다양한 구성요소들을 서술하기 위해서 사용되나, 이들 구성요소들은 이들 용어에 의해 제한되지 않음은 물론이다. 이들 용어들은 단지 하나의 구성요소를 다른 구성요소와 구별하기 위하여 사용하는 것이다. 따라서 이하에서 언급되는 제1 구성요소는 본 발명의 기술적 사상 내에서 제2 구성요소일 수도 있음은 물론이다.

【0013】 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성 요소를 지칭한다.

【0014】 도면에서 나타난 각 구성의 크기 및 두께는 설명의 편의를 위해 도시된 것이며, 본 발명이 도시된 구성의 크기 및 두께에 반드시 한정되는 것은 아니다.

【0015】 본 발명의 여러 실시예들의 각각 특징들이 부분적으로 또는 전체적으로 서로 결합 또는 조합 가능하며, 당업자가 충분히 이해할 수 있듯이 기술적으로 다양한 연동 및 구동이 가능하며, 각 실시예들이 서로에 대하여 독립적으로 실

시 가능할 수도 있고 연관 관계로 함께 실시 가능할 수도 있다.

【0016】 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 다양한 실시예들을 상세히 설명한다.

【0017】 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 건물 정보 관리 시스템 (100)의 개략도이다.

【0018】 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 건물 정보 관리 시스템 (100)은 노드 (110), 서버 (120) 및 단말 (130)을 포함하며, 제어 장치 (140)를 더 포함할 수 있다.

【0019】 노드 (110)는 환경 정보를 측정하고, 환경 정보를 송신한다. 환경 정보는 예를 들어, 이산화탄소 농도, 산소 농도, 온도, 습도, 미세먼지 농도 등일 수 있다.

【0020】 복수의 노드 (101)는 건물 (101)내에 위치한다. 건물 (101)은 하나 이상의 층으로 이루어질 수 있다. 도 1을 참조하면, 다섯 개의 층 (101-1, 101-2, 101-3, 101-4, 101-5)이 도시된다. 각 층마다 다섯 개의 노드가 위치하고 있다.

【0021】 도 1에서, 왼쪽 아래에 위치한 노드부터 오른쪽 위의 위치한 노드에 대하여 110-1부터 110-25까지의 부호 번호를 부여하기로 한다. 복수의 노드 (110-1, 110-2, ... 110-25)는 서로 다른 위치에서 환경 정보를 측정할 수 있다. 한편, 도 1에 도시된 노드 (110)의 수 및 위치는 설명의 편의를 위한 것이지, 이

에 제한되는 것은 아니다.

【0022】 복수의 노드 (110) 는 서로 간의 데이터 송수신을 위해 연결될 수 있다. 예를 들어, 복수의 노드 (110) 는 지그비 통신에 의해 연결될 수 있다. 도 1 에 도시된 노드 (110) 간의 연결 관계는 하나의 예시에 불과하며, 이에 제한되는 것이 아니다.

【0023】 노드 (110) 는 자신이 측정한 환경 정보 및 다른 노드로부터 수신한 환경 정보를 또 다른 노드로 송신할 수 있다. 예를 들어, 노드 (110-2) 는 자신이 측정한 환경 정보 및 다른 노드 (110-1) 로부터 수신한 환경 정보를 또 다른 노드 (110-3) 로 송신할 수 있다. 환경 정보는 측정 대상 및 측정값을 포함할 수 있다.

【0024】 복수의 노드 (110) 는 지그비 통신을 이용한 호핑 방식으로 하나의 노드 (110-5) 로 환경 정보를 송신할 수 있다. 하나의 노드 (110-15) 는 환경 정보를 측정하고, 나머지 노드들로부터 환경 정보를 수신하며, 환경 정보를 서버 (120) 로 송신할 수 있다. 서버 (120) 로 환경 정보를 송신하는 노드를 코디네이터 노드라 칭하기로 한다. 예를 들어, 코디네이터 노드 (110-15) 는 환경 정보를 게이트웨이를 통해 서버 (120) 로 송신할 수 있다. 한편, 코디네이터 노드를 제외한 나머지 노드를 센싱 노드라 칭할 수도 있다. 한편, 도 1에는 도시되지 않았으나, 노드에는 입력 인터페이스 노드 및 출력 인터페이스 노드도 있을 수 있다. 한편, 서버의 개수, 코디네이터 노드의 개수 및 위치는 도 1에 의해 제한되지 않는다.

【0025】 서버 (120) 는 코디네이터 노드 (110-15) 로부터 수신한 환경 정보를 사용자 단말 (130) 로 송신할 수 있다. 예를 들어, 서버 (120) 는 환경 정보를 무선 통신망을 통해 사용자 단말 (130) 로 송신할 수 있다. 실시예에 따라, 서버 (120) 는 코디네이터 노드 (110-15) 로부터 수신한 환경 정보가 기 설정된 이벤트 조건을 만족하는 경우에만 환경 정보를 사용자 단말 (130) 로 송신할 수도 있다. 한편, 도 1에서, 서버 (120) 는 건물 (101) 밖에 위치하고 있으나, 이에 한정되는 것은 아니며, 건물 (101) 내에 위치할 수도 있다.

【0026】 사용자 단말 (130) 은 서버 (120) 로부터 환경 정보를 수신하고, 환경 정보를 출력할 수 있다. 예를 들어, 사용자 단말 (130) 은 환경 정보를 시각적, 청각적 방법 등 다양한 방식으로 출력할 수 있다. 이로써, 사용자는 환경 정보를 확인할 수 있다. 한편, 도 1에서, 사용자 단말 (130) 은 건물 (101) 밖에 위치하고 있으나, 이에 한정되는 것은 아니며, 건물 (101) 내에 위치할 수도 있다.

【0027】 한편, 종래, 노드는 서로 같은 층에 위치한 노드와만 지그비 통신을 통해 데이터를 송수신 할 수 있었고, 서로 다른 층에 위치한 노드와는 지그비 통신을 데이터를 송수신하지 못하였다. 그러나, 지그비 통신의 기술 발달로 인해 노드는 서로 다른 층에 위치한 노드와도 지그비 통신을 데이터를 송수신할 수 있게 되었다. 이를 건물 정보 관리 시스템에 적용하면, 사용자는 건물의 복수의 층에 위치한 노드들로부터 환경 정보를 확인할 수 있다.

【0028】 한편, 사용자 단말 (130) 은 사용자로부터 전자 장치 (140) 에 대한 제어 명령을 입력받을 수 있다. 제어 명령은 제어 대상인 전자 장치 및 제어 내용

을 포함할 수 있다. 전자 장치 (140) 는 예를 들어, IoT 장치일 수 있다. IoT 장치는 예를 들어, 에어컨일 수 있다.

【0029】 도 1에서, 왼쪽 아래에 위치한 전자 장치부터 오른쪽 위의 위치한 전자 장치에 대하여 140-1 부터 140-20 까지의 부호 번호를 부여하기로 한다. 다만, 도 1에 도시된 전자 장치 (110) 의 수 및 위치는 설명의 편의를 위한 것이지, 이에 제한되는 것은 아니다.

【0030】 전자 장치 (140) 는 예를 들어, 게이트웨이를 통해 서버 (120) 와 연결될 수 있다. 다만, 이에 한정되는 것은 아니고, IoT 장치들은 예를 들어, 근거리 통신망 (LAN) 을 통해 코디네이터 노드 (110-15) 와 연결될 수도 있다.

【0031】 사용자 단말 (130) 이 사용자로부터 제어 명령을 입력받은 경우, 사용자 단말 (130) 은 제어 명령을 서버 (120) 로 송신할 수 있다. 서버 (120) 는 예를 들어, 게이트웨이를 통해 제어 명령을 제어 대상인 전자 장치 (140) 로 송신할 수 있다. 예를 들어, 제어 대상인 전자 장치가 전자 장치 (140-5, 140-9, 140-13) 인 경우, 서버 (120) 는 제어 명령을 전자 장치 (140-5, 140-9, 140-13) 로 송신할 수 있다.

【0032】 리모컨 (140) 이 사용자로부터 제어 명령을 입력받은 경우, 리모컨 (140) 은 제어 명령을 노드 (110) 로 송신할 수 있다. 예를 들어, 리모컨 (140) 은 제어 명령을 적외선 형태로 송신할 수 있다. 리모컨 (140) 으로부터 제어 명령을 수신한 노드는 다른 노드들을 통해 코디네이터 노드 (110-15) 로 송신할 수 있다.

【0033】 예를 들어, 리모컨 (140) 은 제어 명령을 적외선 형태로 리모컨 (140) 과 인접한 노드 (110-24) 에 송신하고, 노드 (110-24) 는 노드 (110-25), 노드 (110-20) 을 통해 코디네이터 노드 (110-15) 로 송신할 수 있다.

【0034】 코디네이터 노드 (110-15) 는 예를 들어, 근거리 통신망 (LAN) 을 통해 제어 명령을 제어 대상인 전자 장치 (140) 로 송신할 수 있다. 예를 들어, 제어 대상인 전자 장치가 전자 장치 (140-17) 인 경우, 코디네이터 노드 (110-15) 는 제어 명령을 전자 장치 (140-17) 로 송신할 수 있다.

【0035】 실시예에 따라, 코디네이터 노드 (110-15) 는 제어 명령을 제어 대상인 전자 장치 (140) 로 송신하지 않고, 서버 (120) 로 송신할 수 있다. 이때, 서버 (120) 는 제어 명령을 제어 대상인 전자 장치 (140) 로 송신할 수 있다. 이로써, 사용자는 전자 장치 (140) 를 제어할 수 있다.

【0036】 한편, 종래, 노드는 리모컨으로부터 제어 명령을 입력받지 못했다. 그러나, 노드가 리모컨으로부터 제어 명령을 입력받음으로써, 사용자는 건물에 위치한 전자 장치들을 제어할 수 있다.

【0037】 한편, 서버 (120) 는 복수의 노드 (110) 로부터 수신한 환경 정보 및 제어 명령에 대한 로그 데이터를 저장할 수 있고, 환경 정보 및 제어 명령에 대한 로그 데이터에 기초하여, 사용자로부터 입력 받은 제어 명령을 예측할 수 있다. 한편, 실시예에 따라, 코디네이터 노드 (110-15) 가 서버 (120) 의 기능을 수행할 수도 있다. 다만, 이에 한정되는 것은 아니다.

【0038】 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 노드 (200) 의 블록도이다.

【0039】 도 2에 도시된 노드 (200) 는 도 1에 도시된 노드 (110) 의 일 실시예일 수 있다.

【0040】 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 노드 (200) 는 센서부 (210) 및 통신부 (220) 를 포함한다.

【0041】 센서부 (210) 는 환경 정보를 측정한다.

【0042】 환경 정보는 예를 들어, 이산화탄소 농도, 산소 농도, 온도, 습도, 미세먼지 농도 등일 수 있다. 이를 위해, 센서부 (210) 는 이산화탄소 농도계, 산소 농도계, 온도계, 습도계, 미세먼지 농도계 등을 포함할 수 있다. 예를 들어, 이산화탄소 농도계, 산소 농도계, 온도계, 습도계, 미세먼지 농도계 등은 건물 내에 위치하거나, 건물 외에 위치할 수 있다. 는 건물 내의 환경 정보 및/또는 건물 밖의 환경 정보를 측정할 수 있다.

【0043】 통신부 (220) 는 다른 노드와 데이터 송수신을 위해 연결될 수 있다. 예를 들어, 통신부 (220) 와 다른 노드의 통신부는 지그비 통신에 의해 연결될 수 있다.

【0044】 통신부 (220) 는 센서부 (210) 가 측정한 환경 정보 및/또는 다른 노드로부터 수신한 환경 정보를 또 다른 노드로 송신할 수 있다. 환경 정보는 측정 대상 및 측정값을 포함할 수 있다. 예를 들어, 측정 대상은 온도이며, 측정값은 20 ° 일 수 있다.

【0045】통신부 (220) 는 센서부 (210) 가 측정한 환경 정보 및/또는 다른 노드로부터 수신한 환경 정보를 서버로 송신할 수 있다. 예를 들어, 노드 (200) 가 코디네이터 노드인 경우, 통신부 (220) 는 센서부 (210) 가 측정한 환경 정보 및/또는 다른 노드로부터 수신한 환경 정보를 서버로 송신할 수 있다. 통신부 (220) 는 환경 정보를 게이트웨이를 통해 서버로 송신할 수 있다.

【0046】도 3은 본 발명의 다른 실시예에 따른 노드 (300) 의 블록도이다.

【0047】도 3에 도시된 노드 (300) 는 도 1에 도시된 노드 (110) 의 다른 실시예일 수 있다.

【0048】도 3을 참조하면, 본 발명의 다른 실시예에 따른 노드 (300) 는 입력부 (310), 센서부 (320) 및 통신부 (330) 를 포함한다.

【0049】도 3에 도시된 센서부 (320) 및 통신부 (330) 각각은 도 2에 도시된 센서부 (210) 및 통신부 (220) 와 동일하거나 유사하게 구성될 수 있다. 따라서, 도 2와 중복되는 설명은 생략하기로 한다.

【0050】입력부 (310) 는 사용자로부터 제어 명령을 입력받는다. 예를 들어, 입력부 (310) 는 리모컨으로부터 제어 명령을 수신함으로써 사용자로부터 제어 명령을 입력받을 수 있다. 예를 들어, 입력부 (310) 는 제어 명령을 적외선 형태로 수신할 수 있다. 이를 위해, 입력부 (310) 는 적외선 센서를 구비할 수 있다.

【0051】통신부 (330) 는 제어 명령을 다른 노드로 송신할 수 있다. 제어 명령은 제어 대상인 전자 장치 및 제어 내용을 포함할 수 있다. 예를 들어, 제어 대

상인 전자 장치는 전자 장치에 대한 식별 정보일 수 있다. 예를 들어, 제어 대상이 에어컨인 경우, 제어 내용은 온도 조절, 풍량 조절, 풍향 조절 등일 수 있다.

【0052】 통신부 (330) 는 입력부 (310) 가 수신한 제어 명령 및/또는 다른 노드로부터 수신한 제어 명령을 또 다른 노드로 송신할 수 있다. 예를 들어, 통신부 (330) 는 지그비 통신을 이용하여 입력부 (310) 가 수신한 제어 명령 및/또는 다른 노드로부터 수신한 제어 명령을 또 다른 노드로 송신할 수 있다.

【0053】 통신부 (330) 는 입력부 (310) 가 수신한 제어 명령 및/또는 다른 노드로부터 수신한 제어 명령을 서버로 송신할 수 있다. 예를 들어, 노드 (300) 가 코디네이터 노드인 경우, 통신부 (330) 는 입력부 (310) 가 수신한 제어 명령 및/또는 다른 노드로부터 수신한 제어 명령을 서버로 송신할 수 있다. 통신부 (330) 는 제어 명령을 게이트웨이를 통해 서버로 송신할 수 있다.

【0054】 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 서버 (400) 의 블록도이다.

【0055】 도 4에 도시된 서버 (400) 는 도 1에 도시된 서버 (120) 의 다른 실시예일 수 있다.

【0056】 도 4을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 서버 (400) 는 통신부 (410) 를 포함하며, 제어부 (420) 를 더 포함할 수 있다.

【0057】 통신부 (410) 는 노드로부터 환경 정보를 수신한다. 예를 들어, 통신부 (410) 는 코디네이터 노드로부터 환경 정보를 수신할 수 있다. 통신부 (410) 는 노드로부터 수신한 환경 정보를 사용자 단말로 송신할 수 있다.

【0058】통신부 (410) 는 노드로부터 제어 명령을 수신할 수 있다. 예를 들어, 통신부 (410) 는 코디네이터 노드로부터 제어 명령을 수신할 수 있다. 통신부 (410) 는 노드로부터 수신한 제어 명령을 사용자 단말로 송신할 수 있다.

【0059】제어부 (420) 는 노드로부터 수신한 환경 정보가 기 설정된 이벤트 조건을 만족하는 경우에만 환경 정보를 사용자 단말로 송신하도록 통신부 (410) 를 제어할 수 있다.

【0060】통신부 (410) 는 사용자 단말로부터 제어 명령을 수신할 수도 있다. 통신부 (410) 가 사용자 단말로부터 제어 명령을 수신한 경우, 제어 명령을 노드로 송신할 수 있다. 예를 들어, 통신부 (410) 는 제어 명령을 코디네이터 노드로 송신할 수 있다.

【0061】도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 사용자 단말 (500) 의 블록도이다.

【0062】도 5에 도시된 사용자 단말 (500) 은 도 1에 도시된 사용자 단말 (130) 의 다른 실시예일 수 있다.

【0063】도 5를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 사용자 단말 (500) 은 통신부 (510) 및 출력부 (520) 를 포함하며, 입력부 (530) 를 더 포함할 수 있다.

【0064】통신부 (510) 는 서버로부터 환경 정보를 수신한다.

【0065】 출력부 (520) 는 통신부 (510) 가 수신한 환경 정보를 시각적 또는 청각적 방법으로 출력할 수 있다.

【0066】 입력부 (530) 는 사용자로부터 제어 명령을 입력받을 수 있다.

【0067】 통신부 (510) 는 입력부가 입력받은 제어 명령을 서버로 송신할 수 있다.

【0068】 도 6는 본 발명의 일 실시예에 따른 제어 명령 예측 장치 (600) 의 블록도이다.

【0069】 도 6에 도시된 제어 명령 예측 장치 (600) 는 도 2에 도시된 노드 (200), 도 3에 도시된 노드 (300), 도 4에 도시된 서버 (400), 도 5에 도시된 사용자 단말 (500) 중 하나 이상에 포함될 수 있다.

【0070】 도 6을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 제어 명령 예측 장치 (600) 는 로그 데이터 저장부 (610) 및 제어 명령 예측부 (620) 를 포함한다.

【0071】 로그 데이터 저장부 (610) 는 복수의 노드로부터 측정된 환경 정보에 대한 환경 정보 로그 데이터 및 사용자로부터 입력받은 제어 명령에 대한 제어 로그 데이터를 저장한다.

【0072】 환경 정보는 측정 대상 및 측정값을 포함할 수 있다. 환경 정보는 측정 시각 및 측정 위치를 더 포함할 수도 있다. 측정 위치는 환경 정보를 제공한 노드의 식별 정보일 수 있다. 환경 정보 로그 데이터는 측정 대상, 측정값, 측정 시각 및 측정 위치를 포함한다.

【0073】 제어 명령은 제어 대상인 전자 장치 및 제어 내용을 포함할 수 있다. 제어 명령은 제어 시각을 더 포함할 수도 있다. 제어 대상인 전자 장치의 식별 정보는 제어 대상인 전자 장치의 식별 정보의 설치 위치일 수 있다. 제어 시각은 사용자로부터 제어 명령을 입력받은 시각일 수 있다. 제어 명령 로그 데이터는 제어 대상인 전자 장치의 식별 정보, 제어 내용, 제어 시각을 포함한다.

【0074】 한편, 복수의 노드와 제어 대상인 전자 장치들은 같은 공간 (예: 건물 내) 에 위치할 수 있다. 다만, 이에 한정되는 것은 아니다.

【0075】 제어 명령 예측부 (620) 는 환경 정보 로그 데이터 및 제어 명령 로그 데이터에 기초하여, 사용자로부터 입력 받은 제어 명령을 예측한다.

【0076】 예를 들어, 제어 명령 예측부 (620) 는 환경 정보 로그 데이터 및 제어 명령 로그 데이터를 이용하여 학습된 예측 모델을 이용하여 특정 환경 조건에 대응하여 상기 사용자로부터 입력받은 제어 명령을 예측할 수 있다.

【0077】 제어 명령 예측부 (620) 는 과거의 특정 환경 조건에 대응하여 사용자로부터 입력 받은 제어 명령을 학습하여, 미래의 특정 환경 조건에 대응하여 사용자로부터 입력받은 제어 명령을 예측하기 위함이다. 여기서, 과거의 특정 환경 조건과 미래의 특정 환경 조건은 서로 상이할 수 있다.

【0078】 예를 들어, 하나의 사무실이 있다고 하자. 하나의 사무실에 복수의 에어컨이 작동하고 있으며, 여러 명의 사용자가 있을 수 있다. 여러 명의 사용자는 덥다고 느끼는 온도, 춥다고 느끼는 온도가 서로 다를 수 있다. 그리고, 여러 명의

사용자는 각각의 에어컨으로부터 떨어져 있는 거리도 서로 다를 수 있다. 이때, 여러 명의 사용자는 각각 서로 다른 방식으로 에어컨을 제어한다.

【0079】 이러한 상황을 고려하여, 제어 명령 예측 장치 (600) 는 하나의 사무실에 위치한 노드들로부터 환경 정보를 수집하고, 모든 사용자로부터 입력받은 제어 명령을 수집하고, 이것들의 로그데이터에 기초하여 각 사용자들로부터 입력받은 제어 명령을 예측하는 것이다.

【0080】 한편, 사무실의 사람들은 취직, 이직 등으로 인해 바뀔 수 있으며, 사무실 사람들의 위치는 승진 등으로 인해 바뀔 수 있다. 또한, 에어컨의 위치도 리모델링 등으로 인해 바뀔 수 있다. 따라서, 오래된 학습 데이터는 현재의 사무실의 사람들의 특성, 사무실의 구조, 에어컨의 위치 등을 반영하지 못하고 있는 것일 수도 있다. 또한, 시간에 따라 계절도 바뀔 수도 있다.

【0081】 이를 고려하여, 실시예에 따라, 제어 명령 예측부 (620) 는 기 설정된 기간 외 (예를 들어, 3개월이 지난) 의 환경 정보 로그 데이터 및 제어 명령 로그 데이터를 예측 모델의 학습 데이터에서 제외할 수 있다.

【0082】 한편, 이러한 제어 명령의 예측은 사무실에만 적용되는 것은 아니며, 가정이나, 공장, 호텔 로비, 열차, 비행기 등 다양한 곳에 응용될 수 있다.

【0083】 도 7은 본 발명의 다른 실시예에 따른 제어 명령 예측 장치 (700) 의 블록도이다.

【0084】 도 7에 도시된 제어 명령 예측 장치 (700) 는 도 6에 도시된 제어 명령 예측 장치 (700) 의 다른 실시예일 수 있다.

【0085】 도 7에 도시된 제어 명령 예측 장치 (700) 는 도 2에 도시된 노드 (200), 도 3에 도시된 노드 (300), 도 4에 도시된 서버 (400), 도 5에 도시된 사용자 단말 (500) 중 하나 이상에 포함될 수 있다.

【0086】 도 7을 참조하면, 본 발명의 다른 실시예에 따른 제어 명령 예측 장치 (700) 는 로그 데이터 저장부 (710), 제어 명령 예측부 (720) 및 제어 명령 제공부 (730) 를 포함한다.

【0087】 도 7에 도시된 로그 데이터 저장부 (710) 및 제어 명령 예측부 (720) 각각은 도 6에 도시된 로그 데이터 저장부 (610), 제어 명령 예측부 (620) 와 동일하거나 유사하게 구성될 수 있다. 따라서, 도 6과 중복되는 설명은 생략하기로 한다.

【0088】 제어 명령 제공부 (730) 는 예측된 제어 명령을 제어 대상인 전자 장치로 제공할 수 있다.

【0089】 예를 들어, 제어 명령 예측 장치 (700) 가 사용자 단말에 포함된 경우, 제어 명령 제공부 (730) 는 예측된 제어 명령을 서버를 통하여 제어 대상인 전자 장치로 제공할 수 있다.

【0090】 이로써, 하나의 건물 내에 있는 모든 에어컨을 자동으로 제어할 수 있다. 다만, 이는 에어컨에 한정되는 것은 아니며, 공기 청정기, 히터 등 다른 전

자 장치에도 응용이 가능하다.

【0091】 한편, 제어 명령 예측부 (720) 는 예측된 제어 명령의 제공 후, 사용자로부터 입력 받은 제어 명령 이용하여 예측 모델을 추가 학습시킬 수 있다.

【0092】 도 8은 본 발명의 다른 실시예에 따른 제어 명령 예측 방법의 순서도이다.

【0093】 도 8에 도시된 제어 명령 예측 방법은 예를 들어, 도 6에 도시된 제어 명령 예측 장치 (600) 및/또는 도 7에 도시된 제어 명령 예측 장치 (700) 에 의해 수행될 수 있다.

【0094】 한편, 도시된 순서도에서는 상기 방법을 복수 개의 단계로 나누어 기재하였으나, 적어도 일부의 단계들은 순서를 바꾸어 수행되거나, 다른 단계와 결합되어 함께 수행되거나, 생략되거나, 세부 단계들로 나뉘어 수행되거나, 또는 도시되지 않은 하나 이상의 단계가 부가되어 수행될 수 있다.

【0095】 제어 명령 예측 장치 (600) 및/또는 제어 명령 예측 장치 (700) 는 복수의 노드로부터 측정된 환경 정보에 대한 환경 정보 로그 데이터 및 사용자로부터 입력받은 제어 명령에 대한 제어 로그 데이터를 저장한다 (810).

【0096】 환경 정보는 측정 대상 및 측정값을 포함할 수 있다. 환경 정보는 측정 시각 및 측정 위치를 더 포함할 수도 있다. 측정 위치는 환경 정보를 제공한 노드의 식별 정보일 수 있다. 환경 정보 로그 데이터는 측정 대상, 측정값, 측정 시각 및 측정 위치를 포함한다.

【0097】 제어 명령은 제어 대상인 전자 장치 및 제어 내용을 포함할 수 있다. 제어 명령은 제어 시각을 더 포함할 수도 있다. 제어 대상인 전자 장치의 식별 정보는 제어 대상인 전자 장치의 식별 정보의 설치 위치일 수 있다. 제어 시각은 사용자로부터 제어 명령을 입력받은 시각일 수 있다. 제어 명령 로그 데이터는 제어 대상인 전자 장치의 식별 정보, 제어 내용, 제어 시각을 포함한다.

【0098】 한편, 복수의 노드와 제어 대상인 전자 장치들은 같은 공간 (예: 건물 내) 에 위치할 수 있다. 다만, 이에 한정되는 것은 아니다.

【0099】 제어 명령 예측 장치 (600) 및/또는 제어 명령 예측 장치 (700) 는 환경 정보 로그 데이터 및 제어 명령 로그 데이터에 기초하여, 사용자로부터 입력 받은 제어 명령을 예측한다.

【0100】 예를 들어, 제어 명령 예측 장치 (600) 및/또는 제어 명령 예측 장치 (700) 는 환경 정보 로그 데이터 및 제어 명령 로그 데이터를 이용하여 학습된 예측 모델을 이용하여 특정 환경 조건에 대응하여 상기 사용자로부터 입력받은 제어 명령을 예측할 수 있다.

【0101】 제어 명령 예측 장치 (600) 및/또는 제어 명령 예측 장치 (700) 는 과거의 특정 환경 조건에 대응하여 사용자로부터 입력 받은 제어 명령을 학습하여, 미래의 특정 환경 조건에 대응하여 사용자로부터 입력받은 제어 명령을 예측하기 위함이다. 여기서, 과거의 특정 환경 조건과 미래의 특정 환경 조건은 서로 상이할 수 있다.

【0102】 실시예에 따라, 제어 명령 예측 장치 (600) 및/또는 제어 명령 예측 장치 (700) 는 기 설정된 기간 외 (예를 들어, 3개월이 지난) 의 환경 정보 로그 데이터 및 제어 명령 로그 데이터를 예측 모델의 학습 데이터에서 제외할 수 있다.

【0103】 제어 명령 예측 장치 (600) 및/또는 제어 명령 예측 장치 (700) 는 예측된 제어 명령을 제어 대상인 전자 장치로 제공할 수 있다.

【0104】 예를 들어, 제어 명령 예측 장치 (600) 및/또는 제어 명령 예측 장치 (700) 는 사용자 단말에 포함된 경우, 제어 명령 예측 장치 (600) 및/또는 제어 명령 예측 장치 (700) 는 예측된 제어 명령을 서버를 통하여 제어 대상인 전자 장치로 제공할 수 있다.

【0105】 한편, 제어 명령 예측 장치 (600) 및/또는 제어 명령 예측 장치 (700) 는 예측된 제어 명령의 제공 후, 사용자로부터 입력 받은 제어 명령 이용하여 예측 모델을 추가 학습시킬 수 있다.

【0106】 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 하드웨어 패키지 (900) 의 개략도이다.

【0107】 도 9에 도시된 센서 패키지 (900) 는 도 2에 도시된 노드 (200) 및/또는 도 3에 도시된 노드 (300) 를 구현하기 위해 사용될 수 있다.

【0108】 도 9를 참조하면, 하드웨어 패키지 (900) 는 바디 프레임 (910) 및 복수의 모듈 (910) 을 포함할 수 있다. 각각의 모듈 (920-1, 920-2, 920-3, 920-4) 은 바디 프레임 (910) 에 탈착 가능하다. 한편, 도 9에는 4개의 모듈이 도시되나,

모듈 (20) 의 개수는 이에 제한되는 것이 아니다. 한편, 바디 프레임 (910) 및 모듈 (920) 의 크기, 형태, 탈착 방식 등은 종래 공지기술을 참조하여 필요에 따라 통상의 기술자에 의해 적절한 방식으로 설계될 수 있다.

【0109】 모듈 (920) 은 이산화탄소 농도계, 산소 농도계, 온도계, 습도계, 미세먼지 농도계 등 각종 환경 정보 측정 장치를 구현하기 위한 측정 모듈일 수 있다. 또한, 모듈 (920) 은 적외선 센서를 구현하기 위한 적외선 센서 모듈일 수 있다.

【0110】 또한, 모듈 (920) 은 사용자 입력 인터페이스를 구현하기 위한 입력 인터페이스 모듈, 사용자 출력 인터페이스를 구현하기 위한 출력 인터페이스 모듈일 수 있다. 예를 들어, 입력 인터페이스 모듈은 아날로그 입력 인터페이스 모듈일 수 있다. 예를 들어, 출력 인터페이스 모듈은 디지털 입력 인터페이스 모듈일 수 있다.

【0111】 또한, 모듈 (920) 은 지그비 통신을 위한 지그비 통신 모듈일 수 있다. 또한, 모듈 (920) 은 이더넷 포트를 구비한 이더넷 포트 모듈일 수 있다. 또한, 모듈 (920) 은 근거리 통신을 위한 근거리 통신 모듈일 수 있다.

【0112】 이로써, 도 1에 도시된 건물 정보 관리 시스템 (100) 과 같이 사용자가 환경 정보를 확인하기 위한 환경의 일부 즉, 복수의 노드 (110) 를 구현할 수 있다.

【0113】 예를 들어, 제 1 센싱 노드는 온도계, 습도계를 구현하기 위한 측정 모듈 (2개) 와, 지그비 통신 모듈 (1개) 을 구비할 수 있다. 예를 들어, 제 2 센싱 노드는 온도계, 습도계, 이산화탄소 농도계를 구현하기 위한 측정 모듈 (3개) 와, 지그비 통신 모듈 (1개) 을 구비할 수 있다. 예를 들어, 제 3 센싱 노드는 온도계, 습도계를 구현하기 위한 측정 모듈 (2개) 와, 입력 모듈 (1개) 지그비 통신 모듈 (1개) 을 구비할 수 있다. 예를 들어, 제 4 센싱 노드는 온도계, 습도계, 이산화탄소 농도계를 구현하기 위한 측정 모듈 (3개) 와, 적외선 센서 모듈 (1개) 지그비 통신 모듈 (1개) 을 구비할 수 있다.

【0114】 예를 들어, 입력 인터페이스 노드는 아날로그 입력 인터페이스 모듈 (1개), 디지털 입력 인터페이스 모듈 (1개), 지그비 통신 모듈 (1개) 을 구비할 수 있다. 예를 들어, 출력 인터페이스 노드는 아날로그 입력 인터페이스 모듈 (1개), 디지털 입력 인터페이스 모듈 (1개), 지그비 통신 모듈 (1개) 을 구비할 수 있다.

【0115】 예를 들어, 코디네이터 노드는 지그비 통신 모듈 (1개) 이더넷 포트 모듈 (1개), 근거리 통신 모듈 (1개) 를 구비할 수 있다.

【0116】 도 10은 예시적인 실시예들에서 사용되기에 적합한 컴퓨팅 장치 (12) 를 포함하는 컴퓨팅 환경 (10) 을 예시하여 설명하기 위한 블록도이다.

【0117】 도시된 실시예에서, 각 컴포넌트들은 이하에 기술된 것 이외에 상이한 기능 및 능력을 가질 수 있고, 이하에 기술되는 것 이외에도 추가적인 컴포넌트를 포함할 수 있다.

【0118】 도시된 컴퓨팅 환경 (10) 은 컴퓨팅 장치 (12) 를 포함한다. 일 실시예에서, 컴퓨팅 장치 (12) 는 노드 (200), 노드 (300), 서버 (400), 사용자 단말 (500), 제어 명령 예측 장치 (600) 및/또는 제어 명령 예측 장치 (700) 일 수 있다. 컴퓨팅 장치 (12) 는 적어도 하나의 프로세서 (14), 컴퓨터 판독 가능 저장 매체 (16) 및 통신 버스 (18) 를 포함한다. 프로세서 (14) 는 컴퓨팅 장치 (12) 로 하여금 앞서 언급된 예시적인 실시예에 따라 동작하도록 할 수 있다. 예컨대, 프로세서 (14) 는 컴퓨터 판독 가능 저장 매체 (16) 에 저장된 하나 이상의 프로그램들을 실행할 수 있다. 상기 하나 이상의 프로그램들은 하나 이상의 컴퓨터 실행 가능 명령어를 포함할 수 있으며, 상기 컴퓨터 실행 가능 명령어는 프로세서 (14) 에 의해 실행되는 경우 컴퓨팅 장치 (12) 로 하여금 예시적인 실시예에 따른 동작들을 수행하도록 구성될 수 있다.

【0119】 컴퓨터 판독 가능 저장 매체 (16) 는 컴퓨터 실행 가능 명령어 내지 프로그램 코드, 프로그램 데이터 및/또는 다른 적합한 형태의 정보를 저장하도록 구성된다. 컴퓨터 판독 가능 저장 매체 (16) 에 저장된 프로그램 (20) 은 프로세서 (14) 에 의해 실행 가능한 명령어의 집합을 포함한다. 일 실시예에서, 컴퓨터 판독 가능 저장 매체 (16) 는 메모리 (랜덤 액세스 메모리와 같은 휘발성 메모리, 비휘발성 메모리, 또는 이들의 적절한 조합), 하나 이상의 자기 디스크 저장 디바이스들, 광학 디스크 저장 디바이스들, 플래시 메모리 디바이스들, 그 밖에 컴퓨팅 장치 (12) 에 의해 액세스되고 원하는 정보를 저장할 수 있는 다른 형태의 저장 매체, 또는 이들의 적합한 조합일 수 있다.

【0120】통신 버스 (18) 는 프로세서 (14), 컴퓨터 판독 가능 저장 매체 (16) 를 포함하여 컴퓨팅 장치 (12) 의 다른 다양한 컴포넌트들을 상호 연결한다.

【0121】컴퓨팅 장치 (12) 는 또한 하나 이상의 입출력 장치 (24) 를 위한 인터페이스를 제공하는 하나 이상의 입출력 인터페이스 (22) 및 하나 이상의 네트워크 통신 인터페이스 (26) 를 포함할 수 있다. 입출력 인터페이스 (22) 및 네트워크 통신 인터페이스 (26) 는 통신 버스 (18) 에 연결된다. 입출력 장치 (24) 는 입출력 인터페이스 (22) 를 통해 컴퓨팅 장치 (12) 의 다른 컴포넌트들에 연결될 수 있다. 예시적인 입출력 장치 (24) 는 포인팅 장치 (마우스 또는 트랙패드 등), 키보드, 터치 입력 장치(터치패드 또는 터치스크린 등), 음성 또는 소리 입력 장치, 다양한 종류의 센서 장치 및/또는 촬영 장치와 같은 입력 장치, 및/또는 디스플레이 장치, 프린터, 스피커 및/또는 네트워크 카드와 같은 출력 장치를 포함할 수 있다. 예시적인 입출력 장치 (24) 는 컴퓨팅 장치 (12) 를 구성하는 일 컴포넌트로서 컴퓨팅 장치 (12) 의 내부에 포함될 수도 있고, 컴퓨팅 장치 (12) 와는 구별되는 별개의 장치로 컴퓨팅 장치 (12) 와 연결될 수도 있다.

【0122】이상 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 더욱 상세하게 설명하였으나, 본 발명은 반드시 이러한 실시예로 국한되는 것은 아니고, 본 발명의 기술사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 다양하게 변형 실시될 수 있다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 그러므로, 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인

것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

【청구범위】

【청구항 1】

제 1 층에 위치하며, 상기 제 1 층에 대한 환경 정보를 측정하고, 상기 환경 정보를 송신하는 제 1 노드; 및

상기 제 1 층과 상이한 제 2 층에 위치하며, 상기 제 1 노드로부터 상기 환경 정보를 수신하는 제 2 노드를 포함하는, 건물 정보 관리 시스템.

【청구항 2】

사용자로부터 제어 명령을 입력받는 입력부;

환경 정보를 수집하는 센서부; 및

외부 노드로 상기 환경 정보를 송신하는 통신부를 포함하는, 노드.

【청구항 3】

복수의 노드로부터 측정된 환경 정보에 대한 환경 정보 로그 데이터 및 사용자로부터 입력받은 제어 명령에 대한 제어 로그 데이터를 저장하는 제어 로그 데이터 저장부; 및

상기 환경 정보 로그 데이터 및 상기 제어 명령 로그 데이터에 기초하여, 특정 환경 조건에 대응하여 상기 사용자로부터 입력받은 제어 명령을 예측하는 제어 명령 예측부를 포함하는, 제어 명령 예측 장치.

【요약서】**【요약】**

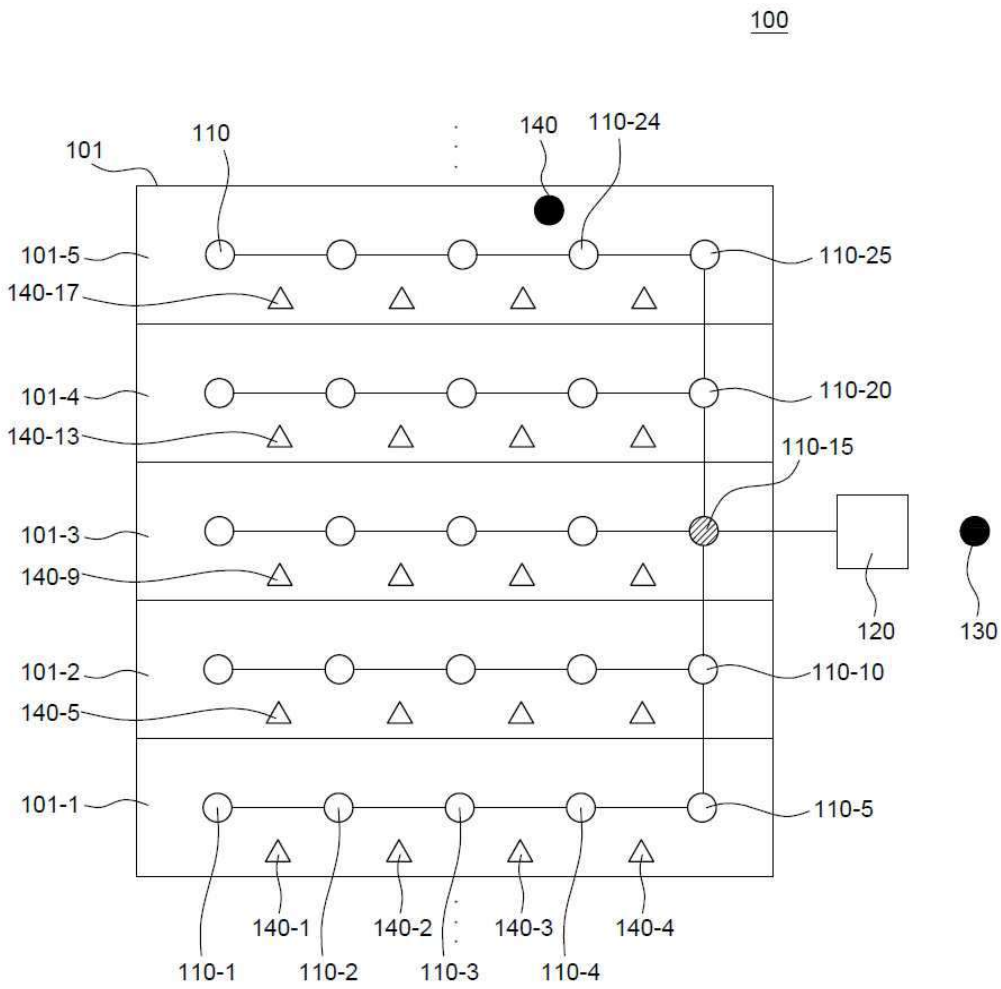
건물 정보 관리 시스템, 노드 및 제어 명령 예측 장치가 제공된다. 본 발명의 일 실시예에 따른 건물 정보 관리 시스템은 제 1 층에 위치하며, 상기 제 1 층에 대한 환경 정보를 측정하고, 상기 환경 정보를 송신하는 제 1 노드; 및 상기 제 1 층과 상이한 제 2 층에 위치하며, 상기 제 1 노드로부터 상기 환경 정보를 수신하는 제 2 노드를 포함한다.

【대표도】

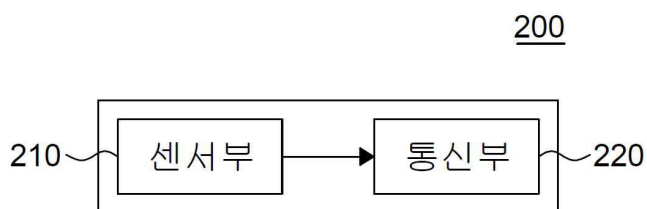
도 1

【도면】

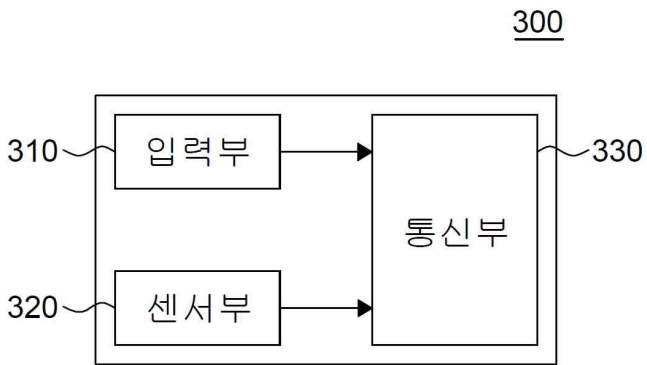
【도 1】



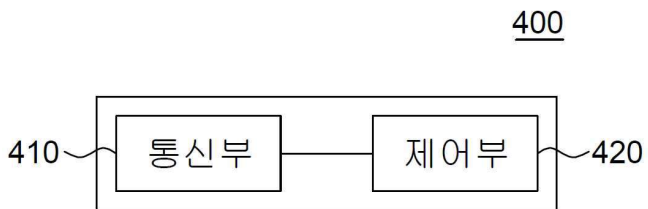
【도 2】



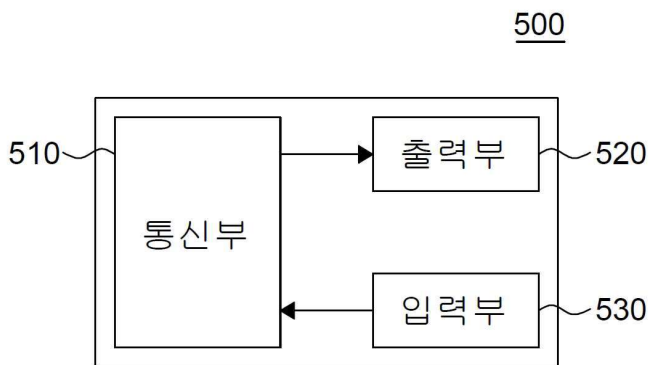
【도 3】



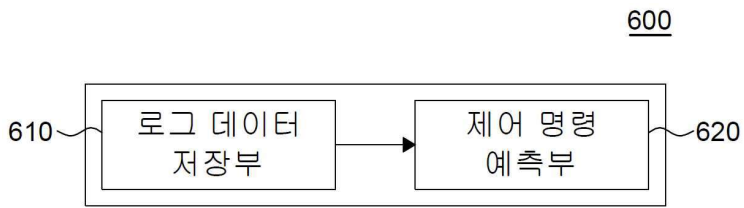
【도 4】



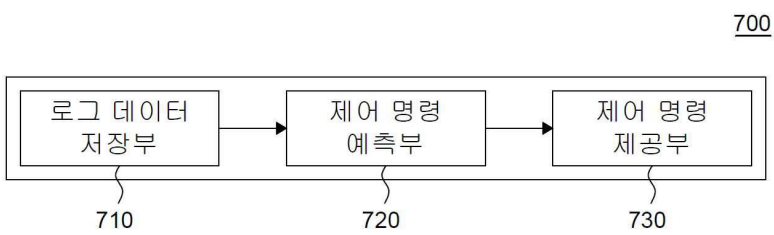
【도 5】



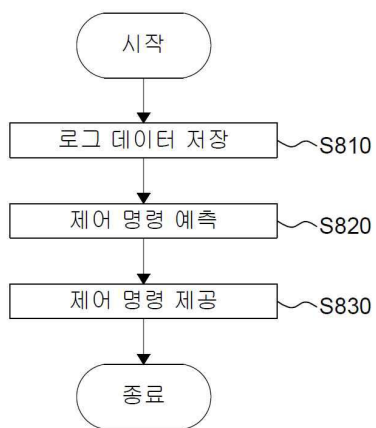
【도 6】



【도 7】



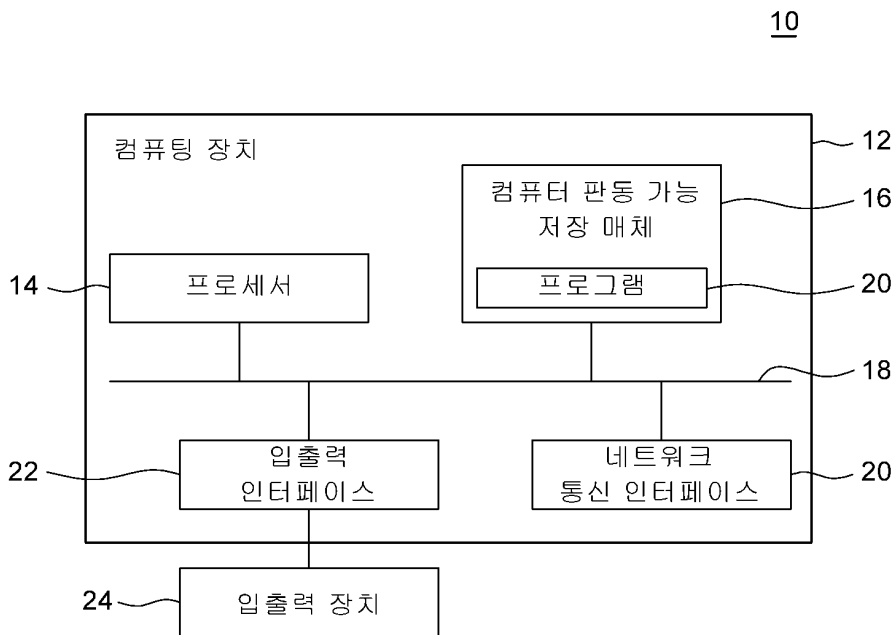
【도 8】



【도 9】



【도 10】



주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 첨단생산기술개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 첨단생산기술개발사업의 연구 결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아닙니다.