

공공건축물 그린리모델링

시공가이드

CONSTRUCTION GUIDE BOOK



2016년 대한민국 녹색건축 대상

목차

01

GREEN 리모델링의 이해 5

02

필수공사 I (Passive)

- | | |
|--------------|----|
| 1. 단열공사 | 11 |
| 2. 열교·결로방지공사 | 27 |
| 3. 고성능 창호공사 | 45 |
| 4. 기밀공사 | 59 |

03

필수공사 II (Active)

- | | |
|----------------|-----|
| 1. 고효율 냉난방장치 | 75 |
| 2. 폐열회수형 환기장치 | 87 |
| 3. 고효율 조명 | 99 |
| 4. BEMS | 109 |
| 5. 신재생에너지(태양광) | 115 |

04

병행공사

- | | |
|--------------------|-----|
| 1. COOL ROOF(차열도료) | 126 |
| 2. 대기전력 차단콘센트 | 127 |
| 3. 온수기 | 128 |
| 4. 스마트 에어컨 | 129 |
| 5. 일사조절장치(차양) | 130 |

05

안전·환경

- | | |
|-----------------|-----|
| 1. 석면제거 및 해체공사 | 133 |
| 2. 리모델링공사의 안전관리 | 147 |
| 3. 친환경 마감자재 | 153 |

GREEN 리모델링의 이해

그냥 리모델링만 하지말자



1. 그린리모델링의 이해

그냥 리모델링만 하지말자



1 | 그린리모델링이란?

1) 왜? 이제는 그린+리모델링인가?

● 기후변화 배경

- 정부는 2015년 12월 12일 프랑스 파리 UN 기후변화협약에 의거 2030년까지 배출전망치(BAU) 대비 온실가스감축목표를 37%로 정하여 UN에 제출하였다.
- 건물부분의 배출전망치(BAU)는 약 1억9천720만 톤으로 감축율 32.7%를 적용하였을 때 총 감축량은 약 6,450만 톤이며, 이 중에서 신축 건축물 부문은 약 550만 톤, 기존 건축물 부문은 약 960만 톤으로 책정되어 기존 건축물의 온실가스 배출량 감축을 위한 그린리모델링의 중요성이 강조되고 있다.



● 리모델링

건축물의 노후화를 억제하거나 기능 향상 등을 위하여 대수선하거나 건축물의 일부를 증축 또는 개축하는 행위를 말한다. (건축법 제2조제1항제10호)

● 그린리모델링(Green Remodeling)

‘그린리모델링’이란 에너지 성능 향상 및 효율 개선 등을 통하여 기존 건축물을 녹색건축물로 전환하는 활동을 말한다. (녹색건축물 조성지원법 제27조, 그린리모델링 지원 사업 운영 등에 관한 고시)

● 그린+리모델링

- 그린+리모델링은 오래되거나 에너지 소비량이 많은 건물의 리모델링을 통해 건축물의 에너지 소비량을 절감하여 온실가스 배출을 줄임으로써 환경친화적인 건축물로 만드는 것을 말하며,
- 이제는 단순 리모델링이 아니라, 기존 건축물 내에서의 생활환경을 개선하고, 냉·난방 비용을 절감하며, 기후변화의 주원인인 온실가스를 감축하고, 아울러 건축물의 가치 향상을 통해 기존 건축물의 성능과 국민의 삶의 질 향상을 하기 위한 그린+리모델링을 필요로 한다.

2) 패시브(Passive)와 액티브(Active)

● 패시브 건축이란?

건축물에 있어서 전기, 열 등 별도의 에너지가 소비되지 않는 설계로 건물방위, 형태, 단열성능, 기밀성능 등 건축적 설계요소를 말한다.

● 액티브 건축이란?

건축물에 있어서 별도의 에너지가 소비되는 설계로 보일러, 냉동기 등 설비적 설계요소를 말한다.

● 패시브 하우스

패시브 하우스란, 겨울철에는 따뜻한 열이 밖으로 새어나가지 않게, 여름철에는 외부의 뜨거운 열기가 내부로 들어오지 않게 하는 등 에너지 낭비를 최소화하기 위해 지어진 건물을 뜻한다. 벽체와 창호의 단열 등을 통해 여름철에는 뜨거운 열기 및 햇빛을 차단하고 겨울철에는 차가운 냉기 유입을 방지하여 쾌적한 환경을 유지할 수 있다. 패시브 하우스를 완성하기 위해서는 단열, 기밀, 채광 등의 여러 가지 부분들이 해결되어야 한다.

패시브 하우스는 신기술이 접목된 성능이 좋은 자재를 사용하기 때문에 건축비용이 보통 건물보다 많이 들 수도 있다. 하지만 절약되는 에너지가 더 많기 때문에 건물의 긴 수명을 고려한다면 혜택이 더 크다.

● 제로에너지건축물

패시브 하우스를 기반으로 고효율 기계 전기설비를 설치하고 신재생에너지 설비를 활용하여 에너지를 생산하고 자립율을 높이며, 동시에 쾌적함과 유지관리 효율을 높인 친환경 건축물이다.

● 건축물의 에너지절약 방법



<출처 : 한국에너지공단>

2 | 시공 가이드의 필요성

1) 그린리모델링의 성패는 시공자의 손에 달렸다



- 우리나라는 에너지비용 절감 및 세계적인 기후위기 문제에 대응하기 위해 그린뉴딜정책 시행과 2023년 제로에너지건축물 의무화 목표 달성을 위한 시범사업 추진, 인증제도 도입 등을 추진하고 있다. 특히, 친환경 건축 등에 대한 관심이 커지고 있고, 제도적·이론적 기술 부분도 빠른 속도로 발전해나가고 있으나 이에 반해 현장 중심의 시공은 상당히 부족한 수준이라 할 수 있다.
- 실질적인 온실가스 감축 및 에너지 비용 절감은 이론적 시뮬레이션의 결과가 아니라 얼마나 시공을 잘하느냐에 달려있다고 해도 과언이 아니다.
- 좋은 기술이 개발되고 자재가 아무리 좋아도 제대로 시공되지 않고 품질이 관리되지 않으면 그린리모델링의 효과는 없다고 볼 수 있다. 예를 들어 단열재의 경우, 단열성능이 우수한 제품이라 하더라도 건축물의 준공까지 단열재가 거치는 숙성·수송·보관·시공·유지 과정에서 수분에 노출되거나 파손되는 등 품질을 유지할 수 없는 상황에 처하는 경우가 많으므로 각별히 시공관리가 필요하다.
- 계획도 중요하지만 부재와 부재가 만나는 부분의 단열이 얼마나 끊기지 않고 연속적으로 이어지게 시공하여 기밀성 향상과 열교 발생을 저감 시키는가에 따라 시공품질이 좌우되므로 그린리모델링의 성패는 시공자의 손에 달렸다고 할 수 있다.

2) 좋은 시방서는 어디에나 있다. 다만 필요한 시방서가 없을 뿐

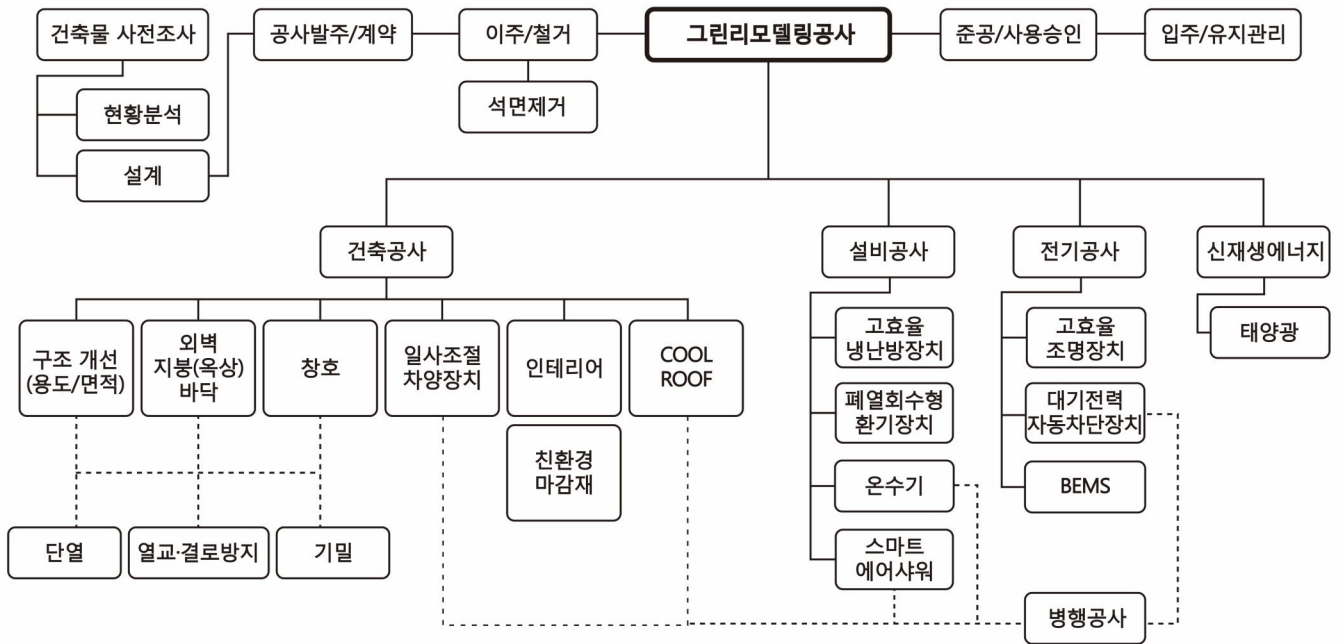


- 일반 건축물 시공에 대한 국가표준시방서 및 LH 전문시방서를 비롯한 수많은 좋은 시방서가 많지만 우리가 시행하고자 하는 그린리모델링 각 요소에 대한 정리된 시방서가 없어 많은 아쉬움을 남긴다.
- 따라서 그린리모델링 각 요소에 대한 기본 이해와 시공과정 상의 단계별 유의사항과 체크포인트를 정리하여 「공공건축물 그린리모델링 사업」의 지자체·공공기관 담당자가 관리감독에 활용할 수 있는 건축기술과 고효율 설비기술 및 신재생에너지에 대한 시공가이드를 제공한다.
- 각 시공 담당자에게도 그린리모델링 시공 시 각 기술 요소별로 현장에서 합리적으로 적용할 수 있는 가이드라인을 제시하여 고품질의 그린리모델링 사업을 달성하는데 그 목적이 있다.



그린리모델링 전·후(여수 하희현가) 예시

3 | 그린+리모델링공사 PROCESS

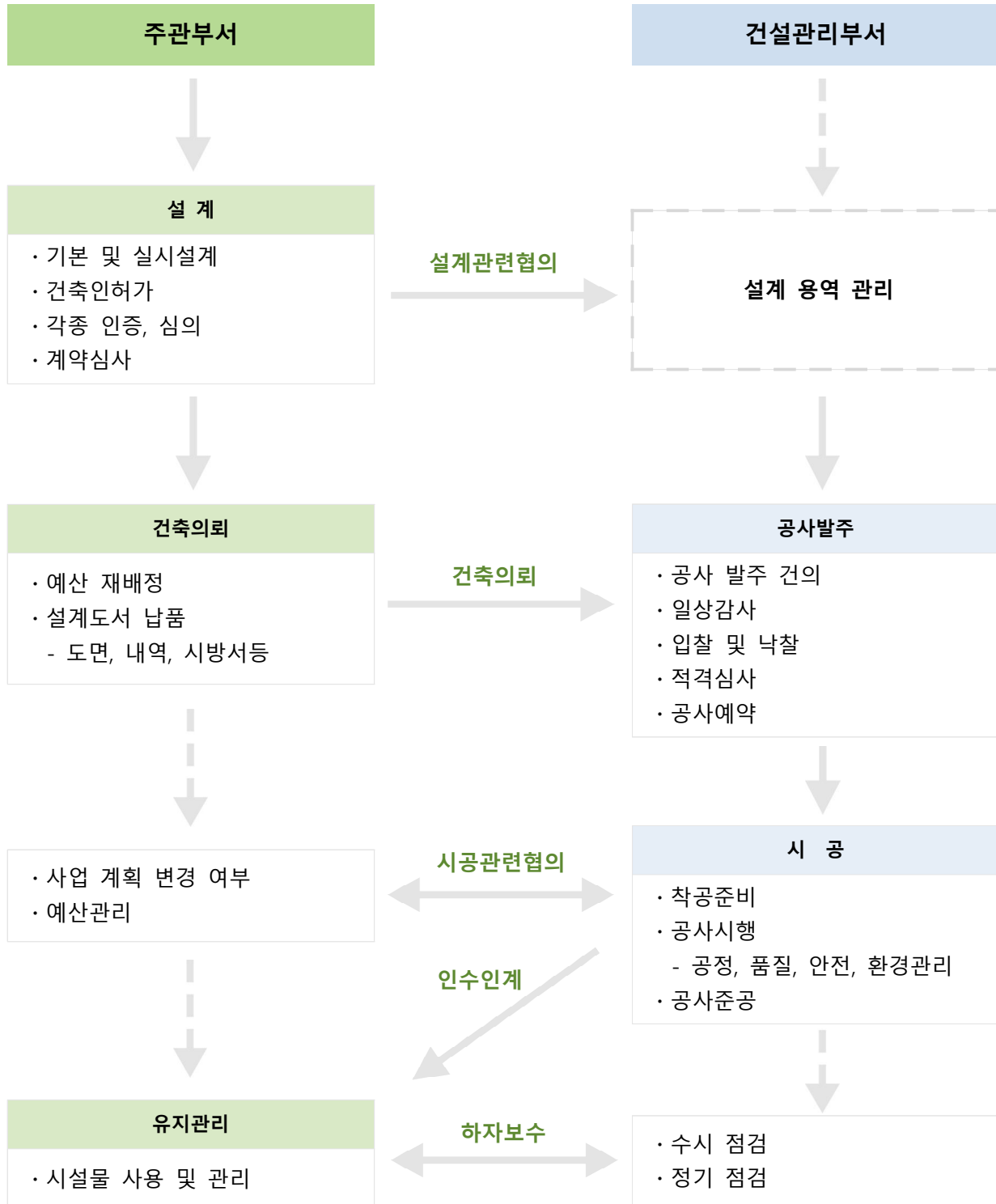


KEYWORD

- 단열공사 : 단열재는 붙이는 것이 아니라 옷을 입히는 것이다.
- 열교·결로방지공사 : 한번 더 열 썰 틈을 주지말자.
- 고성능 창호공사 : 냉난방 두 마리의 토끼를 잡아야 한다.
- 기밀공사 : 틈이 있으면 고단열도 허당이다.
- 고효율 냉난방장치 : 중요한 것은 용량이 아니라 효율이다.
- 폐열회수형 환기장치 : 건물에도 마스크를 씌우자.
- 고효율 조명 : 이젠 당연히 LED 다.
- BEMS(Building Energy Management System) : 에너지, 보이는 만큼 줄일 수 있다.
- 신재생에너지(태양광) : 태양광으로 스스로 전기를 만들어 쓰자.
- 병행공사 : COOL ROOF/대기전력차단콘센트/온수기/스마트에어샤워/일사조절장치
- 석면제거 및 해체공사 : 해체도 절차가 있다.
- 리모델링공사의 안전관리 : 현장은 작아도 안전은 크다.
- 친환경 마감자재 : 환경은 건강이다.

참조

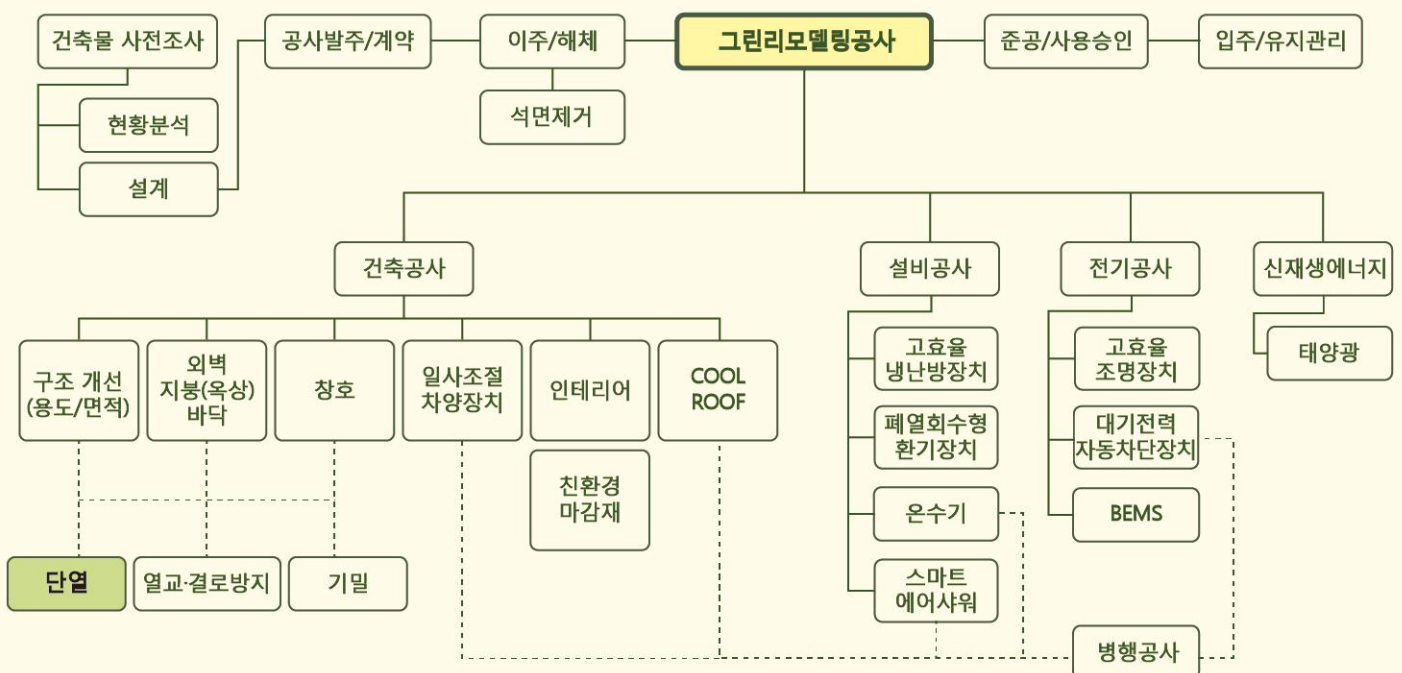
<공공건축물 그린리모델링공사 업무 흐름도>



단열공사

단열재는 붙이는 것이 아니라
옷을 입히는 것이다

그린+리모델링공사 PROCESS



1. 단열공사

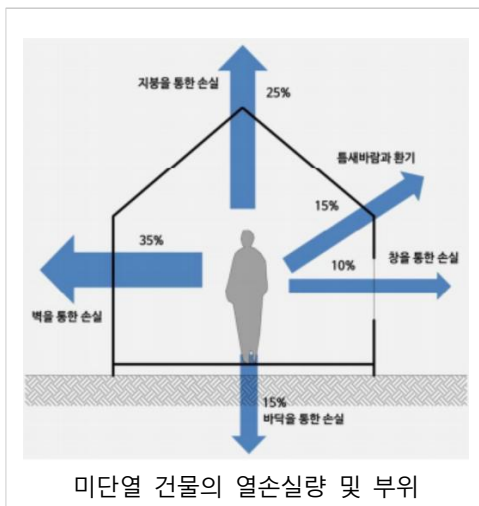
단열재는 붙이는 것이 아니라 옷을 입히는 것이다



1 | 개요

- 1) 단열공사는 단열성을 갖춘 재료를 구조물의 벽체, 바닥, 지붕 등 각 부분에 설치하여 건축물 내·외부간 열적성능을 향상시켜 실내 거주자의 쾌적성을 높이는 역할을 하고 있다.
- 2) 특히, 그린 리모델링 공사에서 단열성을 확보하기 위하여 우수한 단열재를 두껍게 사용해도 시공이 불량하게 되면 단열성능이 저하되므로 효율적인 시공관리계획이 반드시 필요하다. 제조사의 시험성적서만 의존하는 품질관리보다는 대량구매의 경우, 직접 현장에서 시료를 채취하여 시험의뢰를 하는 관리방안이 바람직하다.
- 3) 그린 리모델링 공사에서는 일반적으로 거주자가 생활하면서 공사가 가능한 외단열공법을 적용하는 사례가 많은데, 화재시 수직연소 확대로 안전사고가 빈번히 일어남에 따라 준불연 이상의 단열성능이 요구되고 있다. 특히 자연상태 노출 시 유해가스가 방출되는 등 검증이 필요한 단열재도 있으므로 단열재 선정 시 주의를 요한다.
- 4) 단열과 밀접한 관련이 있는 건축물 내부 결로는 구조체의 열화를 촉진하고, 표면 결로는 곰팡이 유발로 실내 환경에 악영향을 주며 단열재 성능과 수명을 감소시키므로 단열재 및 공법 선정 시에는 건축물의 전 생애기간의 소요비용인 LCC(Life Cycle Cost)관점에서 유지관리비용까지 고려하여야 한다.

2 | 단열의 이해



<출처 : 송승영(1988)>

건물에서의 단열은 물체와 물체 사이에 열이 서로 통하지 않도록 열의 이동을 차단하는 역할을 한다. 따라서, 외부의 온·냉기를 차단하여 내부의 냉·난방 시 효율을 높일 수 있으므로 에너지 소비 절감에 큰 도움이 된다.

주로, 열전도율이 낮은 재료들을 단열재로 사용하게 되며 구조체 외피 전체를 빈틈없이 잘 감싸야 효과적인 단열계획이 될 수 있다.

3 | 단열 기준

1) 국내 기준

- 국토교통부 고시 제2017-881호, 「건축물의에너지절약설계기준」
- 국토교통부 고시 제2020-355호, 「친환경주택의 건설기준 및 성능」
- 녹색건축 인증제통합운영시스템(G-SEED), 해당 별표 기준

2) 주요 용어

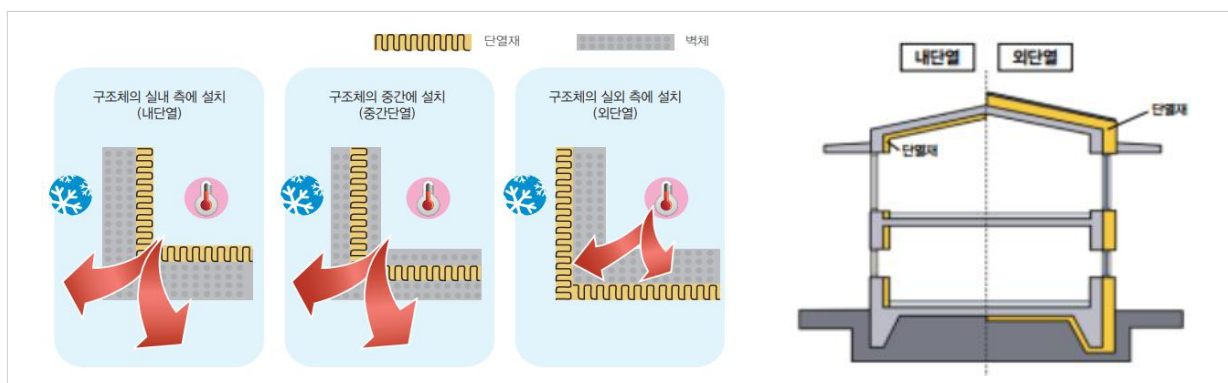
- 열관류율 : 단위 시간(1시간)에 고체벽의 양측 유체가 단위표면적(1m²)을 단위 온도차(1°C)로 한쪽 유체에서 다른쪽 유체로 전달하는 열량을 말한다. 열저항의 역수이며 단위는 W/m²·K 이다.
- 열전도율 : 두께 1m, 면적 1m²인 재료의 앞쪽 표면에서 뒤쪽 표면으로 1°C의 온도차로 1시간 동안 전달된 열량을 말한다. 단위는 W/m·K이다.
- 열전달저항 : 고체 내부에 열량이 통과할 때 이 통과 열량에 대한 저항의 정도를 말한다. 에너지절약 설계기준에 건축물의 부위별 계수가 제시되어 있다. 단위는 m²·K/W이다.

4 | 단열 공법

- 건축물의 수명기간이 짧아지는 원인 중의 하나는 외피에 사용된 단열재의 성능저하를 들 수 있다. 단열재 열화에 따른 초기 열저항 값의 감소로 에너지 소비량이 증가하므로 외피를 통한 열손실을 줄일 수 있도록 외벽 뿐만 아니라 지붕, 최하층 바닥, 출입통로, 설비 배관재, 덕트 등에 정밀한 단열시공이 되어야 한다.
- 단열공법 선정 시에는 단열방식에 따라 장·단점이 있으므로 여러 조건을 종합적으로 고려하여야 한다.

1) 단열 방식에 따른 분류

외벽의 단열방식은 구조체를 기준으로 단열재 설치 위치에 따라 내단열, 중단열, 외단열로 분류한다. 건축물의 에너지성능을 높이기 위해서는 외단열방식이 이상적인 대안으로 거론되고 있으며, 공동주택에서는 외장재에 따라서 시공성 저하, 공사비 증가, 유지관리의 어려움 등 단점이 있어 내단열 공법을 채택하는 경우가 있다.



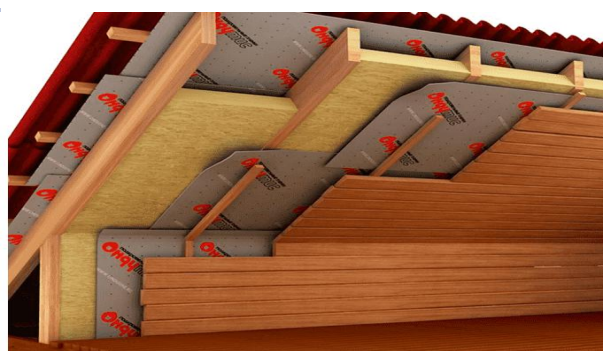
<출처 : 국토교통부>

구분	외단열	중단열	내단열
특징	외벽이나 천정의 구조체 바깥쪽(실외측)에 단열재 시공, 열교 부분 단열처리 용이, 벽체의 표면 온도가 높아 결로발생이 어려움, 단열재/외장재 사이에 결로발생 가능성	외벽이 공간쌓기로 되어있는 중공벽 스테르드로 되어있는 경우, 구조체 사이에 단열재 시공	단열재 시공이 수월하지만 내부 공간 감소, 국부 결로 발생, 시공, 미관상 단열처리 곤란, 벽체의 표면 온도가 낮아 결로 발생이 쉬움, 단열재 내측에 방습층을 설치하지 않으면 결로발생
시공성	건물 외부에 단열재를 부착해야 하므로 별도의 비계설치 및 열교 방지 계획 필수	실내측에서 단열재 시공가능	실내측에서 단열재 시공
경제성	단열재를 부착하기 위한 별도의 시공으로 인한 시공비 증가	단열재 시공이 수월해 외단열에 비해 상대적으로 경제적	단열재 시공이 수월해 외단열에 비해 상대적으로 경제적
단열성능	구조체를 외부에서 감싸는 형태로 가장 단열성능이 우수	적용가능한 단열재 두께의 한계가 있지만 내단열에 비해 우수	구조체를 통한 열교 발생
실내환경	구조체 외부에 단열재가 부착되므로 실내환경 영향 거의 없음	구조체 외부 혹은 중간에 단열재가 부착되므로 실내환경영향 거의 없음	화학 합성 단열재의 경우 실내 환경에 영향 우려와 화재 시, 유독가스 배출로 인한 인명피해 우려

2) 시공부위별 공법

● 지붕단열

- 단열재를 지붕에 설치하는 것으로서 지붕구조 중 방수층을 기준으로 윗면에 설치하는 공법과 천정의 반자틀 위에 시공하는 공법이 있다. 지붕 방수층 윗면에 설치하는 외단열공법은 구조체와 방수층에 가해지는 열 변형이 최소화되고 단열효율이 높은 장점이 있지만 콘크리트나 시멘트 몰탈에 의한 별도의 보호 누름층이 필요하다.
- 천정의 반자틀 위에 시공하는 공법은 단열재가 반자틀 사이에 꼭 끼도록 재단하여 틈이 없도록 천정 바닥에 밀착시키고 슬라브와 단열층 사이에 통기구를 설치하여야 한다.



- 벽단열

바닥에서 처마까지 벽면에 단열재를 시공하는 것으로서 벽면의 내측, 외측 또는 벽돌벽 등의 중간층에 단열재를 설치하는 방법이다. 특히 그린리모델링 공사에서는 기존 외벽에 부착 고정하는 외단열 공법을 적용하는 경우가 많은데 기존 건물의 노출된 가스 배관과 한전 전력계량기 등은 사전에 연장 배관과 이동 설치를 고려하는 시공 계획을 수립하여야 한다.



- 바닥단열

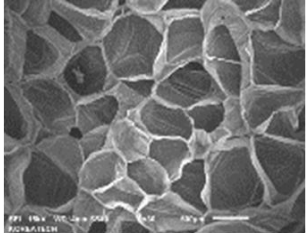
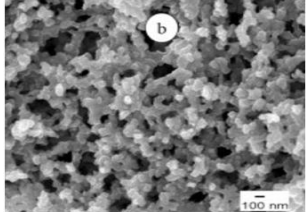
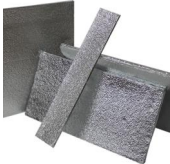
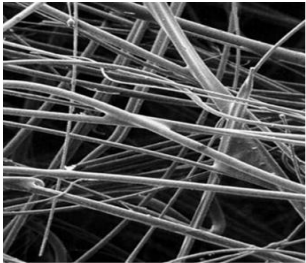
최하층의 바닥단열 중 지면과 닿는 부분은 반드시 내투습성이 우수한 비닐, 방습지 등의 재료를 이용한 방습층을 설치하고 단열재를 설치해야 한다. 특히 지면에서 올라오는 습기를 단열재가 직접 흡수하는 경우에는 흡습에 의한 비중 상승으로 단열재 성능저하의 직접적인 원인이 되므로 주의한다.



5 | 단열재의 선택

1) 단열재의 종류별 특성

[무기질/복합단열재]

단열재 종류	미네랄 울	유리섬유	진공단열재	단열재(Cell)구조
소재 및 셀구조	무기질 (OpenCell)	무기질 (OpenCell)	복합/심재(무기질)	 Close Cell(고무발포단열재)
각 단열재의 특성	•유연하고 부드러우며, 흡음 성능 있음 •습기에 취약, 노출 시 단열성능저하 •투습저항이 낮아, 경시변화발생 •장기간 습기노출시 곰팡이발생 •높은밀도(80~120K) 사용시 축열성능 뛰어남	•유연하고 부드러우며, 흡음 성능 있음 •습기에 취약, 노출 시 단열성능저하 •투습저항이 낮아, 경시변화발생 •장기간 습기노출시 곰팡이발생 •무기질불연재(난연1급)로 구분	•기존 단열재 대비 10배이상의 단열효과(현존하는 단열재중 가장 단열 성능우수) •진공처리 되어있어 단열재 손상시 단열 성능을 낼 수 없으므로 시공단계 및 건물 사용 중 단열재 손상주의	 Semi Open Cell(페놀폼보드)
초기 전도율 (상온 20 °C기준, W/m·k)	0.036 ~ 0.038	0.035 ~ 0.040	0.0035	
투습저항계수 (μValue)	1.2	1.2	불투과	
불연성능	불연성	불연성	불연성	
KS 규격	KSL 9102	KSL 9102	KSM 6962	
샘플사진				 Open Cell(유리섬유)

TIP 단열재 선택 시 고려사항 I

- 열전도율이 낮을 것
 - * 열전도율(W/mk)이 낮을 수록 단열성능이 좋음
 - * 국가공인시험기관의 KOLAS 인정마크가 표시된 시험성적서상 열전도율값 확인
- 흡수율이 낮고 비중이 작을 것
- 인체에 유해한 인자가 발생하지 않고 시공성이 좋을 것
- 부피가 적고 어느 정도 기계적 강도를 갖출 것
- 투습 저항계수가 높은 재료를 선택할 것
 - * 투습저항계수(μ)가 높을수록 단열재의 장기적 성능이 보장됨

[유기질 단열재]

단열재 종류	고무발포(FEF)	EPS (비드법 1,2종)	XPS (압출법)	경질우레탄 폼	페놀폼
소재 (Material) 및 셀구조	유기질-NBR 니트릴부티렌고무 (CloseCell)	유기질-발포폴리 스티렌계 (Semi-OpenCell)	유기질-발포폴리스 티렌계 (Semi-OpenCell)	유기질-우레탄계 폼보드/현장뿔칠 (Semi-OpenCell)	유기질-페놀계 (Semi-OpenCell)
각 단열재의 특징	•난연, 준불연재 생산 •투습저항 높아 경시변화 가능성 적음 •인체무해, 일반 폐기물 •유연하며 표면경도가 낮은편으로 설치시 보양필요	•난연성 취약 •투습저항이 낮아 경시변화 가능성 있음 •인체무해 •경제적인 가격 •가볍고, 설치가 용이함	•압축강도 높음 •난연성취약 •흡습율이 상대적으로 낮아 대지면 설치가능 •외기온도변화에 따른 경시 변화 있음	•열전도율 낮아 초기단열성능 우수 •PIR(경질우레탄)의 경우 난연성능 •투습저항이 낮아 경시변화 가능성 있음 •연소시 유독가스 발생	•열전도율이 낮아 초기단열성능 우수 •난연성 있음 •투습저항이 낮아 경시변화 가능성 있음
초기 열전도율 (상온 20 °C기준, W/m·k)	0.032 ~ 0.034	0.032 ~ 0.043	0.027 ~ 0.035	0.023 ~ 0.028	0.020 ~ 0.041
투습저항계수 (μValue)	7,000	40-80	200-300	50	35
불연성능	준불연성	연소성	연소성	PUR(연소성) PIR(준불연성)	준불연성
KS 규격	KSM 6962	KSM 3808	KSM 3808	KSM 3809	KSM 4896
샘플사진					

* FEF : Flexible Elastomeric Foam, XPS : eXtruded PolyStyrene, EPS : Extended PolyStyrene

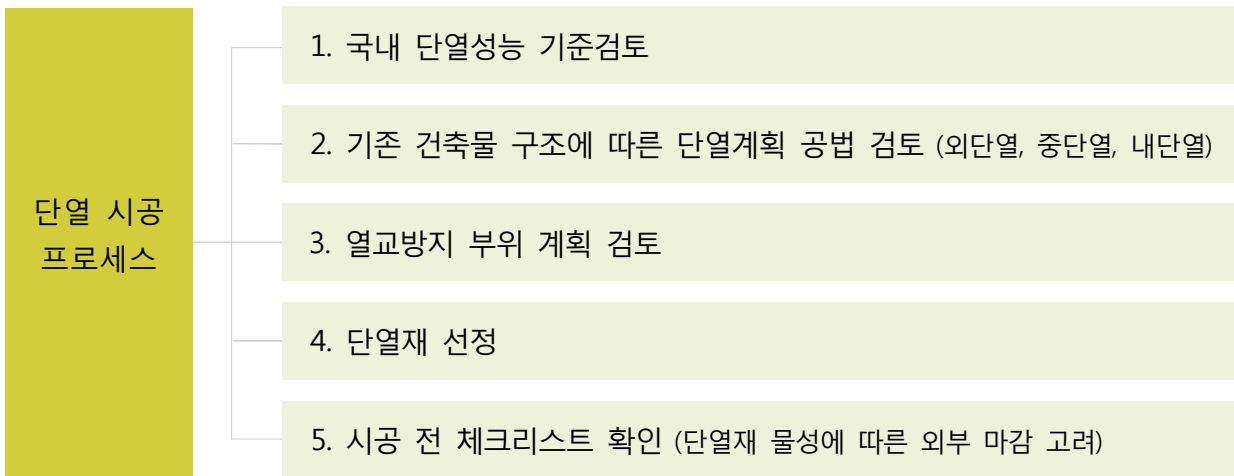
* 상기 물성별 수치 및 특성은 일반적으로 알려진 수치 및 물성이며, 각 재료의 정확한 물성별 수치 및 특성은 해당 제품공급사의 공인시험성적서를 확인할 것.

TIP 단열재 선택 시 고려사항 ②

- 현장의 시공성을 고려할 것
- 유해물질이 발생되지 않는 친환경 소재를 선택할 것
- 난연성이상 단열재로 연소 시 유해가스가 발생되지 않는 단열재를 선택할 것
- KS표시가 있는 허가제품을 선택하고 단열재 표면표시 확인
 - * 단열재의 종류(제조업자,제품명 포함)
 - * 밀도 : 단위 K
 - * 난연성능 : 불연, 준불연, 난연
 - * 로트번호 : 생산일자 등 포함
- 생산 후 7주 이상 숙성되어 있는 제품(특히 발포단열재)을 반입해야 시공 후 휨현상을 방지함

6 | 단열재의 시공

1) 시공 프로세스



2) 시공 시 유의사항

- 기존 건축물의 외장재료 및 구조 상태를 진단한 후 외장재의 철거 여부, 보강 후 존치 여부를 판단해야 한다.
- 기존 벽체의 지장물 여부 및 기존고정 시설물(도시 Gas배관, 전력량계 등)연장 시공, 또는 이설을 한 후 외단열 시공을 착수한다.
- 1.5m 이하는 외부 충격으로부터 내구성을 갖도록 별도의 보강 방안을 검토한다.
- 개정된(2019.8.6.)“건축물의 피난방화구조 등의 기준에 관한 규칙”24조 5항의 규정에 따라 단열재는 난연재 이상 재료를 사용하도록 되어 있다.

TIP 외벽의 외장 개선 및 단열 보강을 위한 리모델링 공사시 기존 설치된 도시가스배관의 철거 후 재설치 또는 이설 과정 없이 알루미늄 복합판넬을 배관중심으로 상하 이격하여 설치함으로써 기존의 외벽체가 그대로 노출되고 외벽의 단열선이 연속성을 상실하여 단열보강의 효과를 반감시킨 사례임.



잘못된 시공 사례

3) 외단열 공법의 품질관리

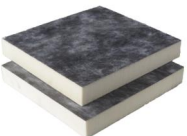
- 외단열 공법의 특성상 외기에 접하는 부위가 투습저항 이 높아야 하며, 기후조건에 변형, 변색 등이 일어나지 않는 단열재를 사용해야 한다.
- 단열재는 생산 후 숙성기간(발포단열재 : 6~7주 경과)을 거쳐 변형이 끝난 완전한 단열재로 바탕면에 접착되는 후면을 제외한 모든 면(단부 포함)에 성능 향상 코팅이 이루어져야 한다.
- 현장에서 무작위로 채취한 샘플을 시험기관에 의뢰하여 기준이상이 나와야 한다.
- 단열재가 최종 마감이 아닌 이상 최종 마감 재료는 준불연 이상의 인증된 시험성적서가 있어야 한다.

● 외단열 공법의 주요 하자사례

접착물탈 부족에 의한 하자	단열재의 배부름현상에 의한 하자
	
접착 물탈 시공 시 점형물탈만 시공되고 테두리 물탈이 생략되어 태풍같은 강한 바람의 영향으로 스티코 마감이 이탈됨(필요시 파스너 보강)	시공된 외부단열재의 수축변형으로 마감외부에 단열재 취부면의 형상이 드러남.(단열재의 숙성기간 부족) 변형을 잡아줄 수 있는 메쉬 함침의 충분한 두께 확보도 미흡

<출처 : jds블로그, DAEBODRYVIT.com>

● 외단열 공법 시 주로 사용되는 단열재 종류

종류	특징
고무발포 단열재 [난연/준불연]	 • 허용높이 : 방화규정 참조 • 밀도 : 43kg/m³ • 크기 : 연결부위 무결점 및 열교차단. 원하는 만큼 연결할 수 있음 • 투습저항계수 : 7,000 
경질 우레탄 보드(PIR) [준불연]	 • 허용높이 : 방화규정 참조 • 밀도 : 45kg/m³ • 크기 : 1000x500mm 이하 • 투습저항계수 : 50 • 허용두께 : 300mm 이하 • 수분침투가 우려되는 곳에 사용 불가 
페놀폼 [준불연]	 • 허용높이 : 방화규정 참조 • 밀도 : 30kg/m³ • 크기 : 1000x500mm 이하 • 투습저항계수 : 35 • 허용두께 : 300mm 이하 • 수분침투가 우려되는 곳에 사용 불가 
비드법 1종[준불연] 2종[자소성]	 • 허용높이 : 방화규정 참조 • 밀도 : 20kg/m³(EPS1종3호:20K) • 크기 : 1000x500mm 이하 • 투습저항계수 : 40내외 • 허용두께 : 본드접착200mm이하, 화스너 접착300mm • 수분침투가 우려되는 곳에 사용 불가 

4) 단열재 설치공사

- 외단열 공법은 단열재의 설치 품질이 우수해야 단열성능을 보장할 수 있으며 하자발생 요인을 줄일 수 있다.
- 단열재 설치 방식에는 접착제, 고정못(파스너), 트랙을 사용한 세 가지 방식으로 분류되며, 가능한 접착제가 단열재의 하중을 모두 감당하는 것으로 시공하되, 단열 부착 부실에 따른 하자를 최소화하기 위해 접착제+고정못, 접착제+트랙 사용을 고려한다.
- 특히 창호 주변 단열시공 시 밀실하고 정확하게 시공이 되어야 하며 창호주변은 틈새가 없도록 기밀테이프, 팽창테이프 설치로 침기에 의한 단열성능이 감소되지 않도록 한다. 또한 에너지 절약 설계에 관한 기준 제6조 4항(기밀 및 결로 방지 등을 위한조치) 내용에 따라 실내 측에 방습지를 부착한다.

공종별 관련 사진	시공 주의 사항
 물탈 접착	• 단열재 접착은 실외기온 섭씨 5도 이상에서만 허용 • 비, 눈, 박무(mist)의 경우 금지 • 접착제는 완전 무기질, 유기질, 복합성분 모두 허용 • 테두리 접착제 폭은 최소 50mm 이상 필수 (부착도 강화 및 화재확산 방지 효과) • 접착면이 전체 단열면적의 60% 이상 • 접착제 두께 최소 10mm 이상(레벨링 조정)
 단열재 고정파스너	• 단열재의 접착력은 모두 접착제가 감당하는 것으로 계산되어야 하고 외단열 고정못(파스너)는 풍압에 대한 저항을 위해 설치한다. • 외단열 파스너의 천공깊이는 단열재 두께 외에 벽돌 35mm, 천공된 기판은 50mm, 경량콘크리트 블록 및 발포 콘크리트의 삽입 깊이는 60mm가 되도록 한다.
 외단열 부착트랙	• 트랙을 구조체에 먼저 설치 • 실을 사용하여 레벨 조정 • 단열재 뒤에 접착 물탈을 사용하여 고정 • 단열재 사이 세로 고정바를 트랙까지 끼워 넣어 고정

7 | 덕트·배관의 보온

- 그린리모델링 공사에서 기기, 배관과 덕트를 포함한 각종 기계설비의 결로방지, 동파방지, 보온 및 보냉을 적절히 하는 것은 에너지 효율의 개선뿐만 아니라 기기 설비의 장기성능 지속, 유지관리, 그리고 결로에 의한 곰팡이 및 세균증식을 억제함으로써 보다 건축공간을 쾌적하게 하는데 중요한 역할을 한다.
- 건축용 내·외 단열재의 기준이 강화되는 최근의 추세에 반하여, 기기설비 단열에 있어 난연성에 대한 요구 사항은 다소 민감도가 낮은 상태이다. 그런 이유로 설비단열재에서 요구되는 화재 안전성 기준이 낮으며, 설치 당시의 초기 단열 성능에 집중되는 경향이 있다. 그러므로 자재의 선정 및 시공 계획에 있어서 단열성능과 화재 안정성을 함께 고려하여야 한다.
- 건축물의 방화구획, 방화벽, 기타법규로 지정된 칸막이 또는 벽 등을 관통하는 배관, 덕트 등의 틈새 부분에 대해서는 내화성능 인정을 받은 불연재료로 충진한다.
- 공사를 착수하기 전에 공사에 사용하는 보온재가 KS표시 인증제품이거나 한국산업표준에 적합 여부를 확인한다.
- 흔히 배관의 누수로 오인할 수 있는 결로에 의한 하자 요인을 찾아 대응하는 것이 중요하다.

8 | 유지관리 방안

그린리모델링 대상이 되는 공공건축물의 노후도가 높아 균열 및 창호의 재료열화 등에 따른 열손실로 에너지가 새어 나가거나, 에너지 사용효율이 현저히 떨어질 것으로 우려되는 부위가 존재하는지, 누수로 인하여 곰팡이 등 실내환경이 저해되는지, 외벽마감재의 열화, 탈락 여부, 방화성능 저하 등 지속적인 유지관리를 위해서는 관리주체에서 유지관리 점검자를 선정하여 정기, 수시점검 실행함으로써 건축물 수명기간을 연장하고 건축물 이용자의 안전과 쾌적성을 제공하여야 한다.

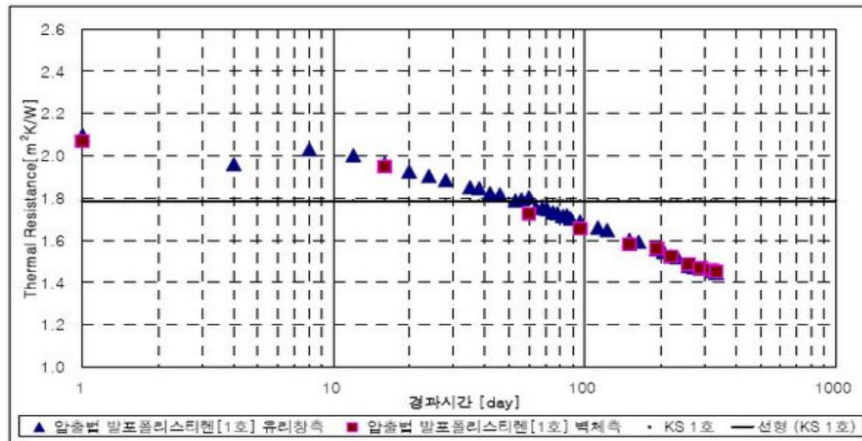
1) 단열공사 하자현상(결로)

- 대기 중 일정한 양의 수증기가 공기의 온도가 떨어지면서 수증기가 물방울로 변하여 발생하는 현상
- 실내 도배지 또는 도장에 발생하는 표면 결로와 콘크리트면과 단열재 등에 발생하는 내부 결로로 구분
- 주요 결함 현상 : 벽, 천장, 등의 젖음, 오염, 박리, 결로수의 낙하, 곰팡이 발생, 목재 부위의 부식, 도막재의 박리, 재료의 습윤에 의한 열전도율 상승, 재료 습윤·결빙에 의한 수축 팽창 동해 등

2) 단열재의 경시변화

- 유기질 단열재 보드 생산과정에서 발포시 형태를 이루고 있는 각각의 작은 cell들이 시간이 경과함에 따라 깨지면서 내부에 충전된 가스가 새어 나와 단열성능이 점점 떨어지는 현상, 즉 시간이 경과됨에 따라 열화되는 현상이다.

- 건축물의 내구연한을 50년 이상으로 기대하는 현대 건축물에서 외피 및 단열재의 개보수 기대 수명도 20~25년으로 되어있다. 건축물 부위의 열관류율 산정을 위한 단열재의 열전도율 측정 조건은 KS L 9016 보온재의 열전도율 측정방법에 따르면 시험을 위한 시료의 평균온도 $20 \pm 5^{\circ}\text{C}$ 로 한다고 되어있다. 하지만 외기에 직·간접으로 노출된 단열재는 저온과 습도의 다양한 변화 속에서도 성능을 발휘하기 위해 장기 단열성능 등 여러 성능이 고려되어야 한다.



<출처 : 이승언, 강재식, 정영선, 최현중(2003)>

9 | 체크리스트

구분	검토사항	적용유무	
		Y	N
공사 착수 전 및 시공단계	국내 단열 기준을 검토하여 열관류율을 계산하였는가?		
	친환경 단열성능 기준 이상의 단열성능 기준이 적용되었는가?		
	경제성, 시공성, 단열성능, 실내면적 등 다양한 관점에서 단열공법(외단열, 중단열, 내단열)을 고려하였는가?		
	단열재는 단열공법에 따라 적용 가능한 물성을 고려하였는가?		
	발포계열 단열재의 경우 반입 전 충분한 숙성기간을 확보하였는가?		
	단열재 시공에 따른 열교방지를 고려하였는가?		
	단열재 부착에 따른 주의사항을 검토하였는가?		
	단열재는 난연성능 이상으로 화재안전 기준에 적합한가?		
	단열재 선택 시 열관류율, 투습저항계수 등 성능에 대해 이해하였는가?		
	제출된 시험성적서에 KOLAS 인증마크 여부를 확인하였는가?		

[부 록]

[별표1] 지역별 건축물 부위의 열관류율표

[단위 : W/m²·K]

건축물의 부위			지역	중부1지역 ¹⁾	중부2지역 ²⁾	남부지역 ³⁾	제주도
거실의 외벽	외기에 직접 면하는 경우	공동주택		0.150 이하	0.170 이하	0.220 이하	0.290 이하
		공동주택 외		0.170 이하	0.240 이하	0.320 이하	0.410 이하
	외기에 간접 면하는 경우	공동주택		0.210 이하	0.240 이하	0.310 이하	0.410 이하
		공동주택 외		0.240 이하	0.340 이하	0.450 이하	0.560 이하
최상층에 있는 거실의 반자 또는 지붕	외기에 직접 면하는 경우			0.150 이하		0.180 이하	0.250 이하
	외기에 간접 면하는 경우			0.210 이하		0.260 이하	0.350 이하
최하층에 있는 거실의 바닥	외기에 직접 면하는 경우	바닥난방인 경우		0.150 이하	0.170 이하	0.220 이하	0.290 이하
		바닥난방이 아닌 경우		0.170 이하	0.200 이하	0.250 이하	0.330 이하
	외기에 간접 면하는 경우	바닥난방인 경우		0.210 이하	0.240 이하	0.310 이하	0.410 이하
		바닥난방이 아닌 경우		0.240 이하	0.290 이하	0.350 이하	0.470 이하
바닥난방인 층간바닥				0.810 이하			
창 및 문	외기에 직접 면하는 경우	공동주택		0.900 이하	1.000 이하	1.200 이하	1.600 이하
		공동주택 외	창	1.300 이하	1.500 이하	1.800 이하	2.200 이하
			문	1.500 이하			
	외기에 간접 면하는 경우	공동주택		1.300 이하	1.500 이하	1.700 이하	2.000 이하
		공동주택 외	창	1.600 이하	1.900 이하	2.200 이하	2.800 이하
			문	1.900 이하			
공동주택 세대현관문 및 방화문	외기에 직접 면하는 경우 및 거실 내 방화문			1.400 이하			
	외기에 간접 면하는 경우			1.800 이하			

비 고

- 1) 중부1지역 : 강원도(고성, 속초, 양양, 강릉, 동해, 삼척 제외), 경기도(연천, 포천, 가평, 남양주, 의정부, 양주, 동두천, 파주), 충청북도(제천), 경상북도(봉화, 청송)
- 2) 중부2지역 : 서울특별시, 대전광역시, 세종특별자치시, 인천광역시, 강원도(고성, 속초, 양양, 강릉, 동해, 삼척), 경기도(연천, 포천, 가평, 남양주, 의정부, 양주, 동두천, 파주 제외), 충청북도(제천 제외), 충청남도, 경상북도(봉화, 청송, 울진, 영덕, 포항, 경주, 청도, 경산 제외), 전라북도, 경상남도(거창, 함양)
- 3) 남부지역 : 부산광역시, 대구광역시, 울산광역시, 광주광역시, 전라남도, 경상북도(울진, 영덕, 포항, 경주, 청도, 경산), 경상남도(거창, 함양 제외)

[별표2] 단열재의 등급 분류

단열재 구분	열전도율의 범위 (KS L 9016에 의한 20±5°C 시험조건에서 열전도율)		관련 표준	단열재 종류
	W/mK	kcal/mh°C		
가	0.034 이하	0.029 이하	KS M 3808	• 압출법보온판 특호, 1호, 2호, 3호 • 비드법보온판 2종 1호, 2호, 3호, 4호
			KS M 3809	• 경질우레탄폼보온판 1종 1호, 2호, 3호 및 2종 1호, 2호, 3호
			KS L 9102	• 그라스울 보온판 48K, 64K, 80K, 96K, 120K
			KS M ISO 4898	• 페놀 폼 I 종A, II종A
			KS M 3871-1	• 분무식 중밀도 폴리우레탄 폼 1종(A, B), 2종(A, B)
			KS F 5660	• 폴리에스테르 흡음 단열재 1급
			기타 단열재로서 열전도율이 0.034 W/mK (0.029 kcal/mh°C)이하인 경우	
나	0.035~0.040	0.030~0.034	KS M 3808	• 비드법보온판 1종 1호, 2호, 3호
			KS L 9102	• 미네랄울 보온판 1호, 2호, 3호 • 그라스울 보온판 24K, 32K, 40K
			KS M ISO 4898	• 페놀 폼 I 종B, II종B, III종A
			KS M 3871-1	• 분무식 중밀도 폴리우레탄 폼 1종(C)
			KS F 5660	• 폴리에스테르 흡음 단열재 2급
			기타 단열재로서 열전도율이 0.035~0.040 W/mK (0.030~ 0.034 kcal/mh°C)이하인 경우	
다	0.041~0.046	0.035~0.039	KS M 3808	• 비드법보온판 1종 4호
			KS F 5660	• 폴리에스테르 흡음 단열재 3급
			기타 단열재로서 열전도율이 0.041~0.046 W/mK (0.035~0.039 kcal/mh°C)이하인 경우	
라	0.047~0.051	0.040~0.044	기타 단열재로서 열전도율이 0.047~0.051 W/mK (0.040~0.044 kcal/mh°C)이하인 경우	

- 단열재의 등급분류는 단열재의 열전도율의 범위에 따라 등급을 분류한다.

[별표3] 단열재의 두께

[중부1지역]

[단위 : mm]

건축물의 부위			단열재의 등급	단열재 등급별 허용 두께			
				가	나	다	라
거실의 외벽	외기에 직접 면하는 경우	공동주택	220	255	295	325	
		공동주택 외	190	225	260	285	
	외기에 간접 면하는 경우	공동주택	150	180	205	225	
		공동주택 외	130	155	175	195	
최상층에 있는 거실의 반자 또는 지붕	외기에 직접 면하는 경우		220	260	295	330	
	외기에 간접 면하는 경우		155	180	205	230	
최하층에 있는 거실의 바닥	외기에 직접 면하는 경우	바닥난방인 경우	215	250	290	320	
		바닥난방이 아닌 경우	195	230	265	290	
	외기에 간접 면하는 경우	바닥난방인 경우	145	170	195	220	
		바닥난방이 아닌 경우	135	155	180	200	
바닥난방인 층간바닥			30	35	45	50	

[중부2지역]

[단위 : mm]

건축물의 부위			단열재의 등급	단열재 등급별 허용 두께			
			가	나	다	라	
거실의 외벽	외기에 직접 면하는 경우	공동주택	190	225	260	285	
		공동주택 외	135	155	180	200	
	외기에 간접 면하는 경우	공동주택	130	155	175	195	
		공동주택 외	90	105	120	135	
최상층에 있는 거실의 반자 또는 지붕	외기에 직접 면하는 경우		220	260	295	330	
	외기에 간접 면하는 경우		155	180	205	230	
최하층에 있는 거실의 바닥	외기에 직접 면하는 경우	바닥난방인 경우	190	220	255	280	
		바닥난방이 아닌 경우	165	195	220	245	
	외기에 간접 면하는 경우	바닥난방인 경우	125	150	170	185	
		바닥난방이 아닌 경우	110	125	145	160	
바닥난방인 층간바닥			30	35	45	50	

[남부지역]

[단위 : mm]

건축물의 부위			단열재의 등급	단열재 등급별 허용 두께			
				가	나	다	라
거실의 외벽	외기에 직접 면하는 경우	공동주택	145	170	200	220	
		공동주택 외	100	115	130	145	
	외기에 간접 면하는 경우	공동주택	100	115	135	150	
		공동주택 외	65	75	90	95	
최상층에 있는 거실의 반자 또는 지붕	외기에 직접 면하는 경우		180	215	245	270	
	외기에 간접 면하는 경우		120	145	165	180	
최하층에 있는 거실의 바닥	외기에 직접 면하는 경우	바닥난방인 경우	140	165	190	210	
		바닥난방이 아닌 경우	130	155	175	195	
	외기에 간접 면하는 경우	바닥난방인 경우	95	110	125	140	
		바닥난방이 아닌 경우	90	105	120	130	
바닥난방인 층간바닥			30	35	45	50	

[제주도]

[단위 : mm]

건축물의 부위			단열재의 등급	단열재 등급별 허용 두께			
			가	나	다	라	
거실의 외벽	외기에 직접 면하는 경우	공동주택	110	130	145	165	
		공동주택 외	75	90	100	110	
	외기에 간접 면하는 경우	공동주택	75	85	100	110	
		공동주택 외	50	60	70	75	
최상층에 있는 거실의 반자 또는 지붕	외기에 직접 면하는 경우		130	150	175	190	
	외기에 간접 면하는 경우		90	105	120	130	
최하층에 있는 거실의 바닥	외기에 직접 면하는 경우	바닥난방인 경우	105	125	140	155	
		바닥난방이 아닌 경우	100	115	130	145	
	외기에 간접 면하는 경우	바닥난방인 경우	65	80	90	100	
		바닥난방이 아닌 경우	65	75	85	95	
바닥난방인 층간바닥			30	35	45	50	

비 고

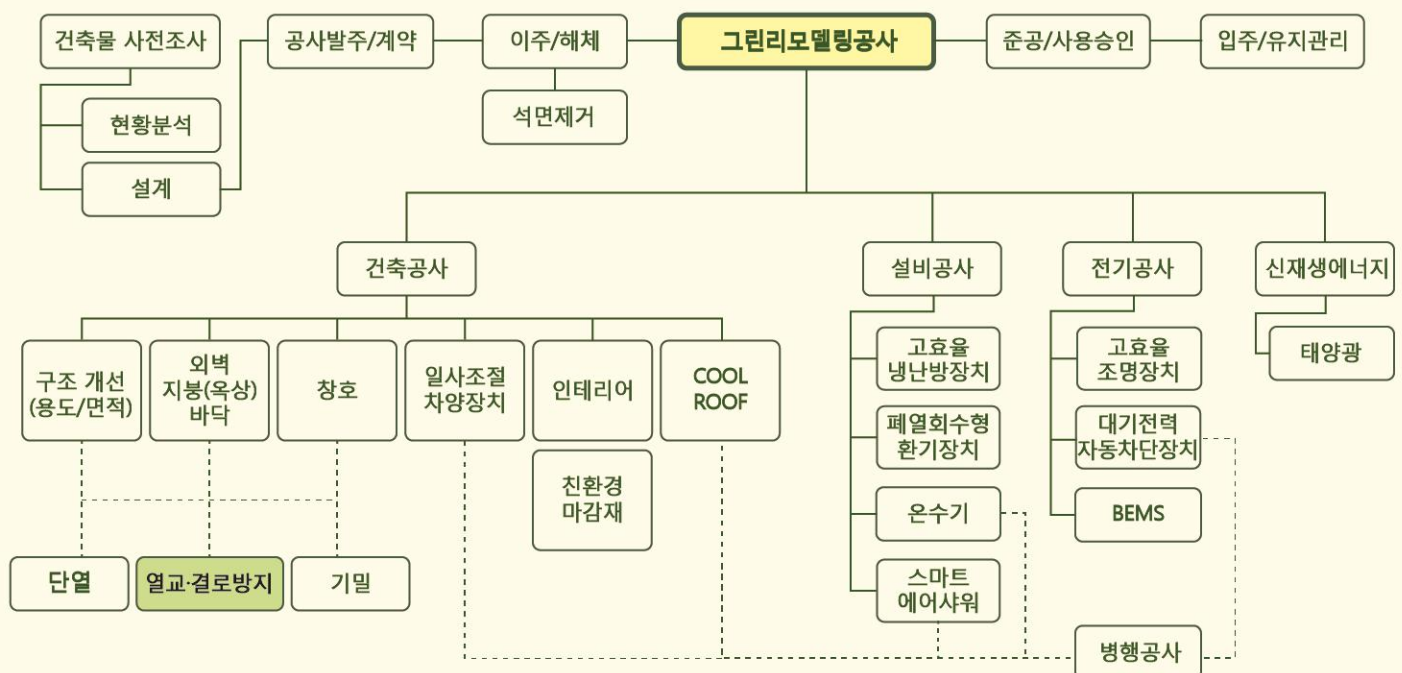
- 1) 중부1지역 : 강원도(고성, 속초, 양양, 강릉, 동해, 삼척 제외), 경기도(연천, 포천, 가평, 남양주, 의정부, 양주, 동두천, 파주), 충청북도(제천), 경상북도(봉화, 청송)
- 2) 중부2지역 : 서울특별시, 대전광역시, 세종특별자치시, 인천광역시, 강원도(고성, 속초, 양양, 강릉, 동해, 삼척), 경기도(연천, 포천, 가평, 남양주, 의정부, 양주, 동두천, 파주 제외), 충청북도(제천 제외), 충청남도, 경상북도(봉화, 청송, 울진, 영덕, 포항, 경주, 청도, 경산 제외), 전라북도, 경상남도(거창, 함양)
- 3) 남부지역 : 부산광역시, 대구광역시, 울산광역시, 광주광역시, 전라남도, 경상북도(울진, 영덕, 포항, 경주, 청도, 경산), 경상남도(거창, 함양 제외)

필수공사 I (Passive)

열교· 결로방지공사

한번 더 열 썰 틈을 주지말자

그린+리모델링공사 PROCESS



2. 열교·결로방지공사

한번 더 열 샐 틈을 주지 말자



1 | 개요

그린리모델링 시, 열교방지 계획을 통해서 건축물의 열손실을 줄여 냉·난방부하 저감 및 쾌적한 열환경 공간을 조성할 수 있다. 또한 열교로 인해 나타날 수 있는 결로 발생 및 곰팡이를 미연에 방지하여 실내공기질 및 쾌적성을 유지하는 것이 중요한 관리요소이다.

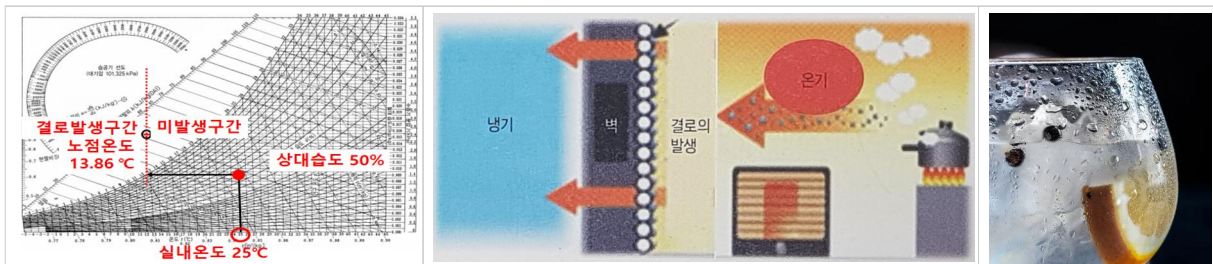
2 | 열교의 이해

1) 열교(Thermal Bridge)란

건축물에서 실내·외의 온도차 발생 시 어느 한 부분의 단열이 약화되거나 끊김으로 인해 열흐름 현상이 발생하는데 이때 열흐름 통로를 열교(Thermal Bridge)라고 한다. 실내온도를 기준으로 외기온도가 높은 여름에는 단열 약화 부위를 통하여 외부에서 내부로 열유입 현상이 발생하여 실내온도가 높아지고 냉방에 필요한 부하가 증가한다. 반대로 겨울에는 외부로 열유출 현상이 발생하면서 구조체나 창문의 온도가 낮아지고 부분적으로 결로현상이 생기는데 이를 냉교(Cold bridge) 또는 열교(Heat bridge) 현상이라 한다.

2) 결로란

결로는 열교로 인해 온도가 낮아진 벽(유리창)면과 실내의 적정 습윤공기가 접촉하게 되면 공기 중의 수증기가 액체가 되어 표면에 이슬이 맺히는데 이는 겨울에는 목욕탕 창문이나 여름에는 차가운 유리컵에 물방울이 생기는 현상과 같다.



<출처 : 국토교통부, <https://pixabay.com>>

3) 헌집증후군 발생

일반적으로 신축건물에서 사용하는 건축자재나 벽지 등에서 나오는 유해물질로 인해 거주자들이 느끼는 건강상 문제 및 불쾌감을 이르는 용어로 새집증후군이라 하며, 반대로 지은 지 오래된 기존건축물에 사는 사람들의 건강에 나쁜 영향을 끼치는 현상을 헌집증후군이라 한다. 유발물질로는 유해한 곰팡이 등이 있는데 주로 건물의 노후로 결로나 습기가 많은 곳에서 발생한다.

<출처 : 두산백과>

● 결로현상과 곰팡이

열교 발생 부위가 위험한 것은 열손실 뿐만 아니라 결로로 인하여 곰팡이가 생길 수 있는 환경을 제공한다는 점이다. 실내에서 곰팡이가 자랄 경우 실내공기질에 악영향을 미치는데 건강에 해를 끼칠 수 있는 화학물질 및 포자를 방출하기 때문이며, 이로 인해 천식, 알레르기 비염 및 호흡기 감염을 포함한 증상 등을 유발할 수 있다는 점이다.

<출처 : 국립환경과학원>

● 곰팡이 발생원인

일반적으로 실내에서의 곰팡이 발생원인은 건축물의 상태(열교와 결로량)와 환기부족 등 거주 습관을 요인으로 들 수 있다. 주로 설계상의 오류, 부정확한 시공, 부적절한 건물의 사용 및 유지관리방법 등 다양한 요인들의 상호작용과 노후화가 곰팡이를 쉽게 번식할 수 있는 원인이 된다. 특히, 건물의 용도, 층수, 각 실의 위치, 재료 등에 따라 분포와 번식정도가 다르게 나타난다는 점이다.

<출처 : 문현준 외2(2008)>



<출처 : 국토교통부>

TIP 결로방지 방안

● 유지관리 측면

- 환기 철저
- 자연환기 및 강제 환기 고려
- 주요 환기 대상(복측 거실, 욕실, 주방, 지하층 공간 등)
- 정기적인 환기를 통한 제습 실시
- 난방
- 실내온도 변화를 작게하고 및 각 실의 온도차를 균일하게 유지
- 실내구조체의 표면온도를 노점온도 이상 유지
- 고온난방시간은 줄이고 저온난방시간을 지속
- 생활 습관의 관리
- 실내 습기 과다발생 억제
- 자연환기 습관화
- 다량의 수증기가 발생하는 욕실, 주방의 수시 환기
- 실내공기가 순환가능한 가구 및 소품 등 배치 고려

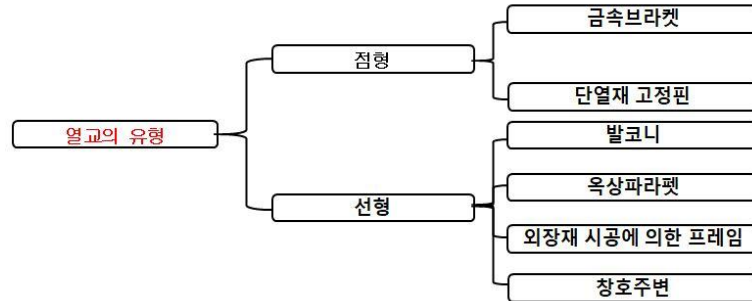
● 시공 측면

- 단열보강 및 방습층의 설치 시 결로방지 조치 의무사항을 준수하여 시공 (건축물 에너지절약 설계기준 제6조 건축부문 의무사항)
- 고온측에 방습층 설치

3 | 건축물의 열교 부위

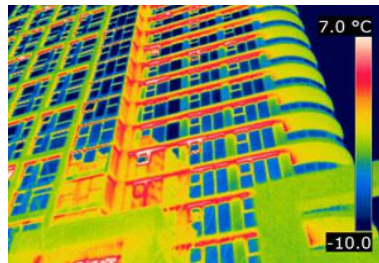
1) 열교 부위

대표적인 열교 발생 부위는 건물의 연결부인 건물모서리, 창호 및 출입문, 슬래브와 벽체연결부, 발코니, 테라스, 지하층 등이 있으며 점형열교와 선형열교로 나타난다.



점형열교

<출처 : <http://blog.daum.net/danaey/16095071>>



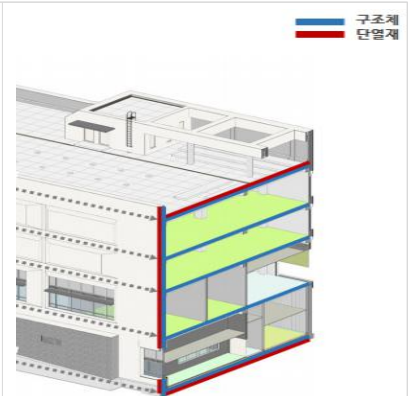
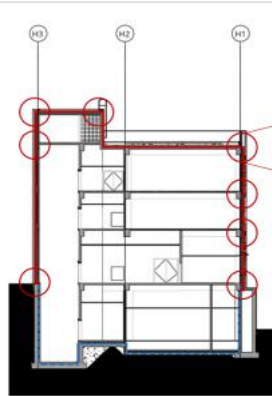
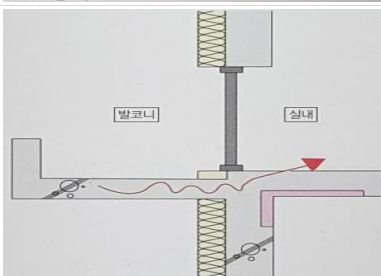
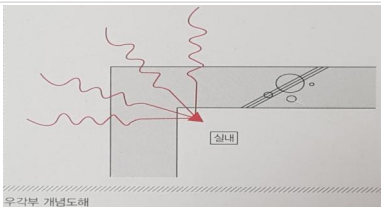
선형열교

<출처 : BSC>



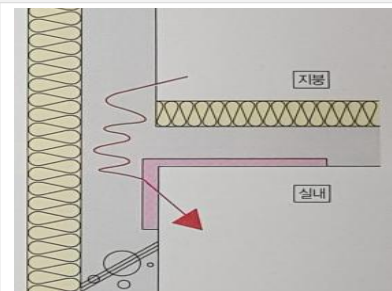
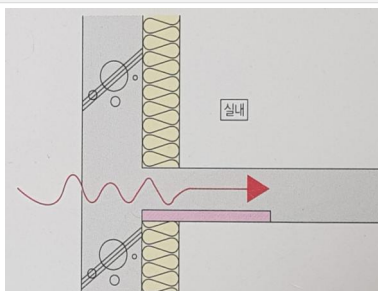
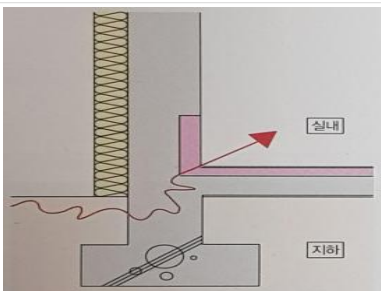
지붕 접합부위에서 열교 발생

<출처 : 한국건설기술연구원, PHIKO>



건축물 단면에서의 열교발생 주요부위

<출처 : 국토교통부>



결로발생부위와 시공 도해

<출처 : LH 스마트 핸드북 >

2) 결로발생 부위와 시공 도해

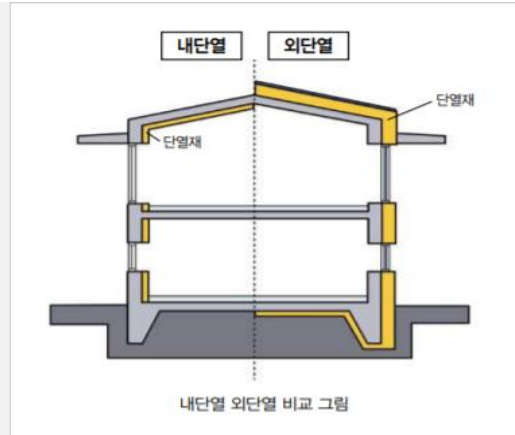
	이중창의 로이코팅 위치 이중창은 4방면에 방수용 코팅을 함 이중창의 로이코팅 위치
	로이코팅 위치 오류에 의한 결로
구조체 단열재	외부 단열재 열교 발생
건축물 평면에서의 열교발생 주요부위 <출처 : 국토교통부>	내단열공법의 단열재 끊김 부위 열교
벽체 구성 일체 공속지붕 습기 오염 공속지붕 후면 내부온도 상승 열교수 열교수 열교수	철근콘크리트 단열재 벽돌마감 단열재 누락 열교 발생
지붕의 단열재 누락	창호와 벽체 연결부 단열재 누락
철근콘크리트 단열재 방수층 공속지붕 습기 내단열 상부 방수층 : 습기 배출 불가 콘크리트 잔존 수분 하부 단열재 : 습기 배출 불가	철근콘크리트 단열재 이중창의 단열 시작선 단열선
습기 배출 미고려에 의한 결로	창호와 벽체의 단열선 미일치 열교
	철근콘크리트 단열재 결빙 습기 최상층 단열재 누락
	최상층 배관의 단열재 누락 결로

<출처 : 한국건설기술연구원, 한국패시브건축협회>

4 | 열교 저감 방안

1) 외단열 시스템 적용

기존 외벽의 경우에는 외단열 시스템으로 시공함으로써 구조체 실외 측에 단열재가 설치되므로 열교 발생을 근원적으로 차단하는 효과가 있다. 또한 콘크리트 벽체와 같은 축열재가 단열재로부터 외벽에 위치되므로 난방열 축열에 의한 난방 효율이 가능한 장점이 있으므로 다음과 같은 사항이 고려되어야 한다.



<출처 : 국토교통부>

▶ 관련법 : 건축물 에너지절약 설계기준 제7조(건축부문 권장사항) 3항

3. 단열계획

나. 외벽 부위는 열교를 차단한 외단열로 시공한다.

[제5조 제10호 차 : “외단열”이라 함은 건축물 각 부위의 단열에서 단열재를 구조체의 외기측에 설치하는 단열방법으로서 모서리 부위를 포함하여 시공하는 등 열교를 차단한 경우를 말한다.]

다. 외피의 모서리 부분은 열교가 발생하지 않도록 단열재를 연속적으로 설치하고, 기타 열교 부위는 별표11의 외피 열교부위별 선형 열관류율 기준에 따라 충분히 단열되도록 한다.

- 외단열 시공 시 단열재와 단열재 사이의 틈이 없어야 하며, 틈이 발생하는 경우 틈 사이의 열교를 방지하기 위해서 연질의 우레탄폼 또는 미장으로 보수를 실시하도록 한다.
- 외단열 시공법도 완벽하게 열교를 차단하지 못하고 있으므로 시공 시에는 단열재의 끊김 현상 방지 부위(발코니 주위, 건물 창주위, 지붕면 및 파라펫 등)에 대한 주의가 필요하다.
- 축열재가 단열재 내부에 있어 열용량이 증가하므로 건축물 용도 프로필에 따라 사용시간을 달리 적용될 필요가 있으므로 설계 및 감리자와 사전 협의하여 시공이 필요하다.

2) 결로방지 조치 의무사항 준수

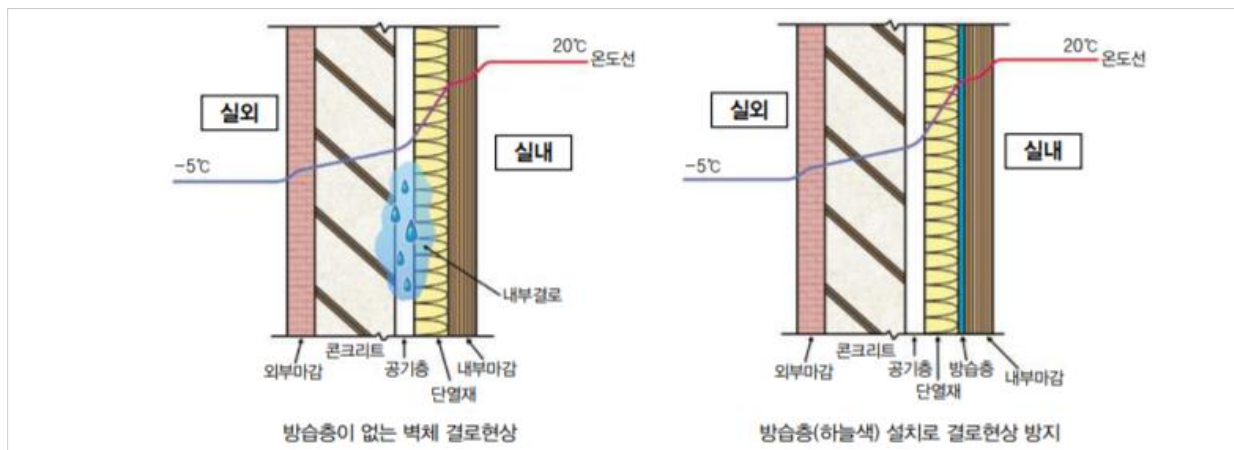
▶ 건축물 에너지절약 설계기준 제6조(건축부문 의무사항) 4항

4. 기밀 및 결로방지등을 위한 조치

가. 외벽체 내표면 및 내부에서의 결로를 방지하고 단열재의 성능 저하를 방지하기 위하여 제2조에 의하여 단열조치를 하여야 하는 부위(창 및 문과 난방공간 사이의 층간 바닥 제외)에는 제5조 제9호 카목에 따른 방습층을 단열재의 실내측에 설치하여야 한다.

나. 방습층 및 단열재가 이어지는 부위 및 단부는 이음 및 단부를 통한 투습을 방지할 수 있도록 다음과 같이 조치하여야 한다.

- 1) 단열재의 이음부는 최대한 밀착하여 시공하거나, 2장을 엇갈리게 시공하여 이음부를 통한 단열성능 저하가 최소화될 수 있도록 조치할 것
 - 2) 방습층으로 알루미늄박 또는 플라스틱계 필름 등을 사용할 경우의 이음부는 100mm 이상 중첩하고 내습성 테이프, 접착제 등으로 기밀하게 마감할 것
 - 3) 단열부위가 만나는 모서리 부위는 방습층 및 단열재가 이어짐이 없이 시공하거나 이어질 경우 이음부를 통한 단열성능 저하가 최소화되도록 하며, 알루미늄박 또는 플라스틱계 필름 등을 사용할 경우의 모서리 이음부는 150mm이상 중첩되게 시공하고 내습성 테이프, 접착제 등으로 기밀하게 마감할 것
 - 4) 방습층의 단부는 단부를 통한 투습이 발생하지 않도록 내습성 테이프, 접착제 등으로 기밀하게 마감할 것
- 다. 건축물 외피 단열부위의 접합부, 틈 등은 밀폐될 수 있도록 코킹과 가스켓 등을 사용하여 기밀하게 처리하여야 한다.



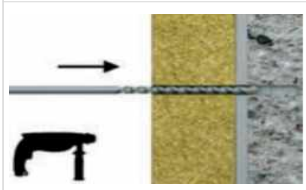
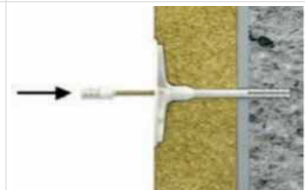
3) 열교유형별 공사기술 사례

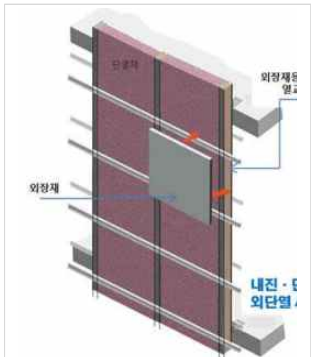
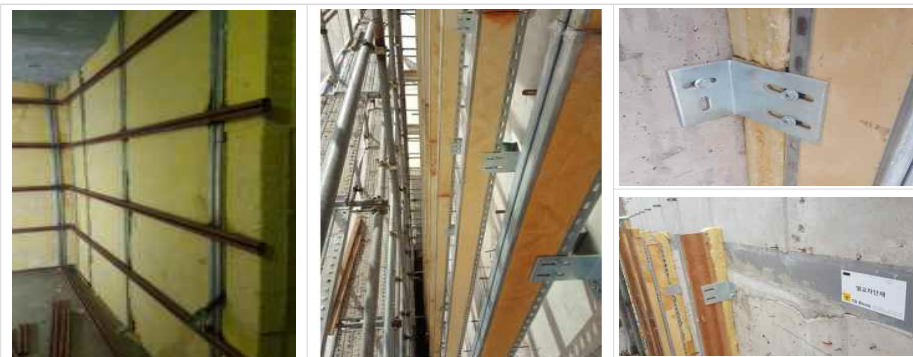
● 점형열교 방지

- 열전도율이 낮은 금속브라켓 및 파스너 적용

- 외단열 시공시 단열성능을 위해 에너지절약설계기준에 따라 설계된 상당한 두께의 단열재를 구조체 외부에 고정하게 되므로 이를 안전하게 시공하기 위해서 주로 고정용 앵커로 파스너를 설치하게 된다. 이때 열전도율이 높은 금속 재질의 파스너를 사용하는 경우에는 점형열교가 발생하고 그로 인한 결로와 곰팡이 발생뿐만이 아니라 외부 마감 재료의 변형을 유도할 수 있다. 따라서 반드시 열교방지 파스너를 설치하여야 하며 파스너의 머리 부분이 단열재 안쪽까지 충분히 삽입된 후, 단열재와 동등 성능의 제품으로 파스너의 머리부분을 밀실하게 채우고 마감하여야 한다. 또한 시방서 기준에 따라 단열재 면적당 일정한 파스너의 개수와 간격을 맞추어 시공하도록 한다.
- 외단열시스템 고정에 사용되는 금속 재질의 파스너는 열교 발생의 우려가 있으므로 플라스틱 소재 단열재 고정핀을 사용하여 점형 열교를 방지하도록 권장한다.

<점형열교 방지 시공 예>

			
고정핀 에어건 자재 예시	지붕층 단열재 고정자재 예시	열교차단 화스너와 테라코타 하지 T-BAR 결합 상세 예시	열교차단 화스너와 테라코타 하지 T-BAR 결합 전경 예시
			
			
고정 방법 예시		<출처 : Rawl_homlokzati_szigeteles>	

	
열교차단재+단열재+차수+C형강+석재 시공 예시	열교차단재를 이용한 건식외단열 시스템 사례

<출처 : 쉐티푸스코리아 홈페이지>

- 구조관통물 제거

철근 콘크리트 구조체로 된 건축물의 경우 기존에 제거되지 못한 폼 타이 등 구조체를 관통한 철물에서 열교가 발생할 우려가 있으므로 반드시 제거해야 한다. 다만, 철물의 노출이 경미하고 외단열시 단열재의 두께가 100mm 이상으로 열교발생 우려가 없는 경우에는 감리자와 협의하여 정한다.



● 선형열교 방지

- 선형열교 기준은 [건축물의 에너지절약설계기준(국토교통부 고시)의 제7조제3호다목에 따라 외피의 모서리 부분은 열교가 발생하지 않도록 단열재를 연속적으로 설치하고 기타부위는 [별표11]의 외피 열교부위별 선형열관류율 기준에 따라 충분히 단열되도록 한다.]을 준용하여 적용한다.

- 캔틸레버 부위 발코니



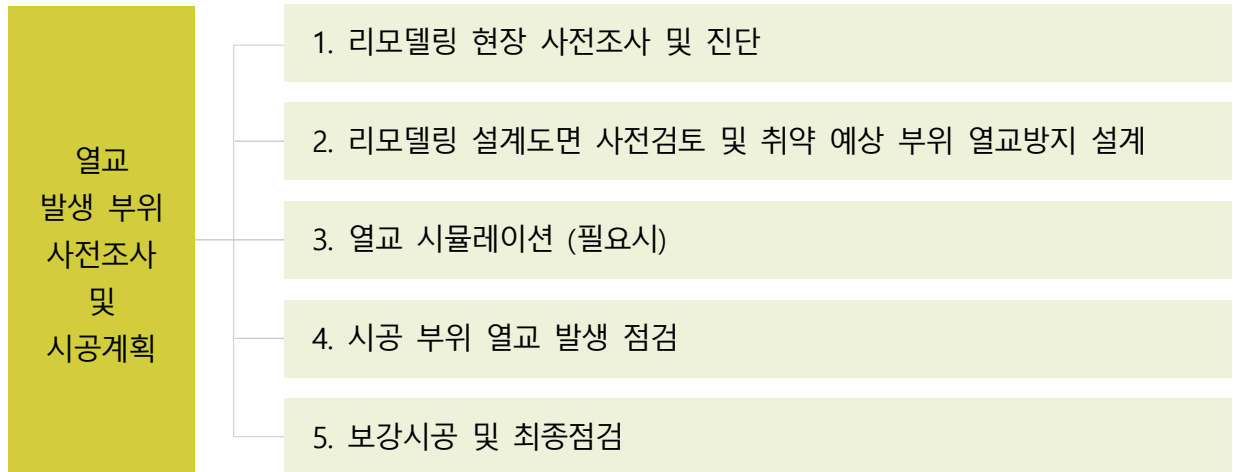
- 옥상파라펫



- 창호 주변부 열교차단재 예시도

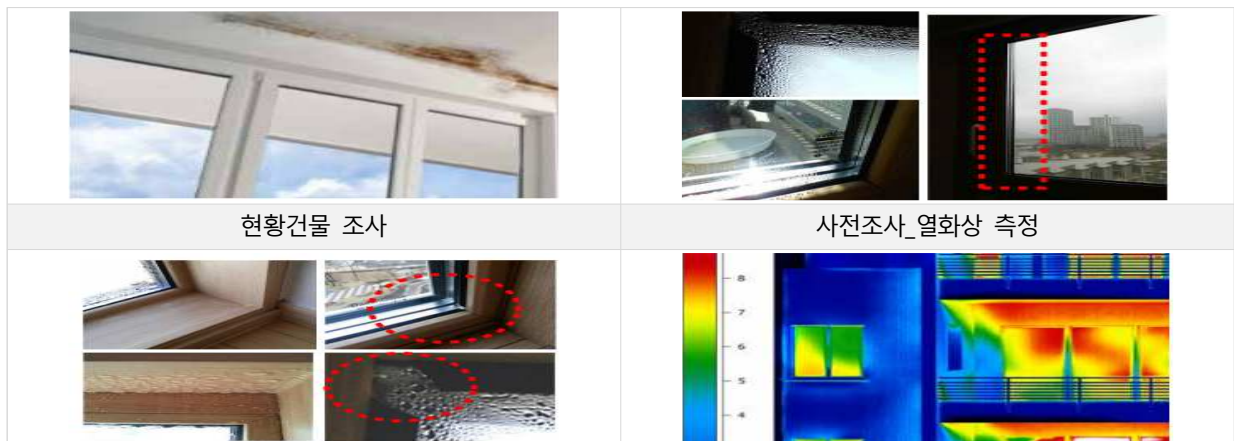


5 | 시공계획 프로세스



1) 열교 발생부위 사전조사 및 시공계획

- 리모델링 현장 사전 조사 및 진단
 - 열화상카메라 등 측정 장비를 이용하여 기존건축물의 열교 부위를 사전 조사한다.
 - 열교 검토는 그린리모델링 계획 전, 반드시 기존 건축물의 열교 검토가 필요하다. 열화상 카메라를 이용하여 기존 건축물의 열교 발생 지점을 파악하고, 그에 따른 열교 방지 계획이 이루어져야 한다.
- 열교 분석 : 열교는 아래 그림과 같이 3가지 요소로 구분하여 분석할 수 있다.
 - 1D(점형열교 부위)
앵커 접합부나 각관에 의해 단열층이 노후화되어 훼손될 경우 열교가 발생한다.
 - 2D(선형열교 부위)
선형열교는 접합부에서 발생하는데 슬래브와 벽체에서 열교가 발생한다. 특히 테라스, 발코니 부분이 검토대상이며 지붕의 파라펫과 기초부위 패러미터존 부위가 검토 대상이다.
 - 3D(3차원 점형열교부위)
3차원 점형열교는 상대적으로 외피면적이 커지는 모서리 부분에서 발생되며, 여기에 대한 검토는 3D 시뮬레이션을 통해서 검토한다.



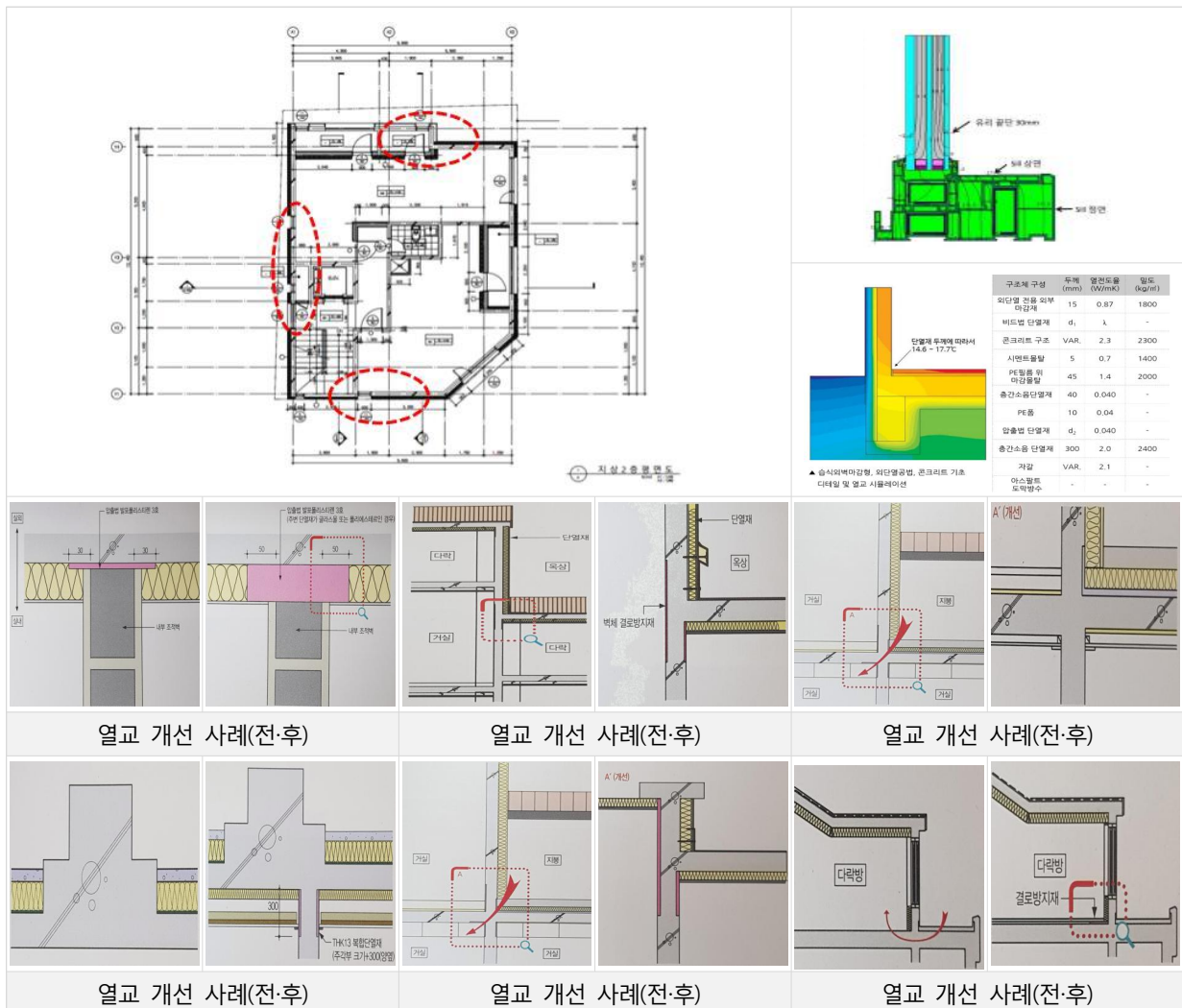
<출처 : 이현화 외(2015), PHIKO>

2) 설계도면 사전검토 및 열교 방지 계획 수립

- 공사용 설계도면을 사전검토하여 열교부위를 사전 점검한다.
- 단열계획 확인

열교방지를 위해 설계도면에서 단열방식, 열교방지재, 방습지 등의 위치를 확인한다. 설계도면을 근거하여 열교발생 지점에 대한 단열보강, 열교발생 원인 해소와 같은 적절한 대안이 필요한 경우에는 별도의 열교 개선 도면을 작성한다. 시뮬레이션이 필요한 경우에는 열교 시뮬레이션을 통해 전반적인 열교 발생 여부를 확인할 수 있다.[부록 참조]

- 단열계획 시, 외단열이 열교방지에 가장 유리하다. 다만 외단열 계획 시, 단열이 연속되어야 하며, 끊기는 부분이 발생할 경우 열교가 발생할 우려가 있다. 다음 그림은 각 부위에 대한 열교방지, 개선 예시이다.



3) 열교 시뮬레이션(필요시)

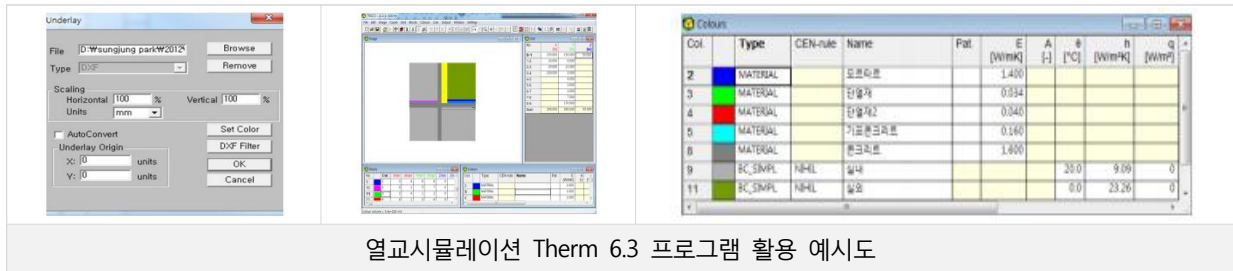
- 공사전 설계도면 시뮬레이션 검토 필요성
 - 결로 위험을 최소화하기 위해서는 교정제어보다 예측제어가 적합하다.(Lu & Viljanen, 2009)
 - 효과적인 결로 방지를 위해서는 시뮬레이션 모델의 정확도를 확보하고 이에 기반한 실내 습도 예측이 선행될 필요가 있다.(Mba, Meukam, & Kemajou, 2016)

● 열교 검토 시뮬레이션

- 열교 검토는 전문가에 의해 시뮬레이션을 바탕으로 검토하게 된다. 이에 관련된 국제기준 ISO 10211과 ISO 13788 기준이 있다.

● 열교 분석 : 열교는 아래 그림과 같이 3가지 요소로 구분하여 분석할 수 있다.

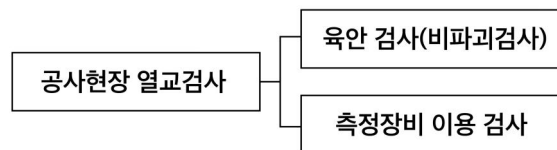
- ISO 12011 : 에너지 손실량과 실내표면 온도에 대한 시뮬레이션 작성기준
- ISO 13788 : 결로 및 곰팡이 해석관련 기준



<출처 : 한국에너지공단>

4) 시공 부위 열교 발생 점검

효과적인 결로 방지를 위해서는 시뮬레이션 모델의 정확도를 확인하고 이에 기반한 실내습도 예측이 선행될 필요 있다.



● 육안검사

- 구조적 열교부위 확인

지붕, 처마, 외부계단, 주출입구, 캐노피, 벽면 돌출부위의 시공 상태



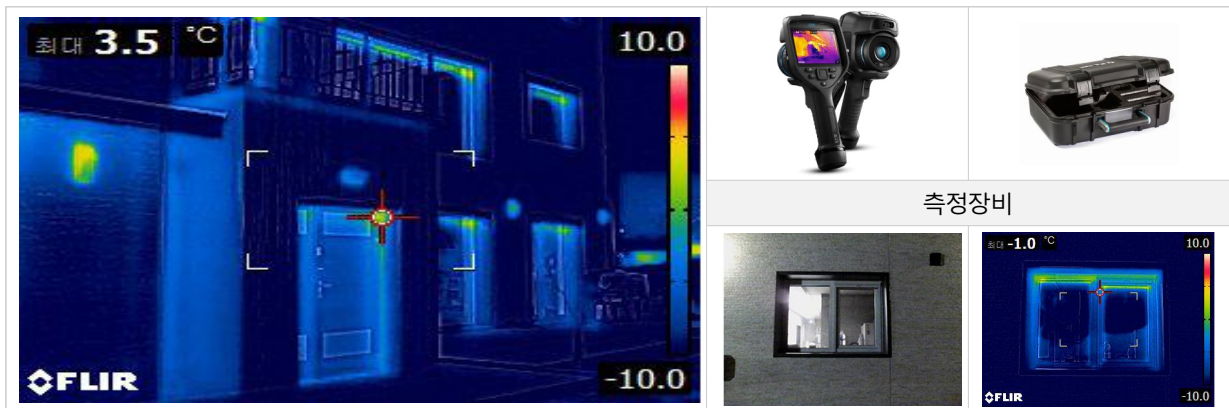
<출처 : LH 스마트핸드북>

		
접착불량 부적합 시공사례	단열재 설치부위 사춤·실링 미흡사례	결로방지재 형틀해체 시 탈락사례
		
지시판 먹줄시공 누락사례	결로방지재 접합면 단열 취약부위	조인트 부위 단열재 탈락
		
결로방지재 길이 부족사례	압출스티로폼 길이부족 시공사례	창틀하부 우레탄폼 시공 부적정사례

<출처 : LH 스마트핸드북>

● 장비이용 검사

- 열화상 카메라를 이용한 열교 부위 진단은 구조적인 특성에 따라 발생하는 열교가 아닌 물리적으로 발생하는 열교를 확인하기 위해 이루어진다.
- 열화상 진단의 원리 : 건물의 외피에 단열 결함이나 공극, 균열, 박리 등이 존재할 경우, 표면에 열을 가하게 되면 결함 부위에 포함된 공기층은 정상 부위보다 높은 열저항을 가지게 되어 정상 부위와 결함 부위는 온도차가 발생하게 되어 그 온도차를 열화상 카메라로 측정한다.



<출처 : 한국패시브건축협회>

- 열화상 카메라의 가장 큰 특징은 비접촉식으로 넓은 면적의 진단이 가능하다는 것이며, 다음과 같이 건물단열 진단에 이용 될 수 있다.

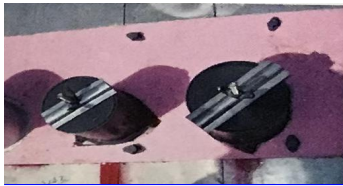
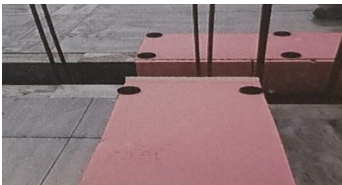
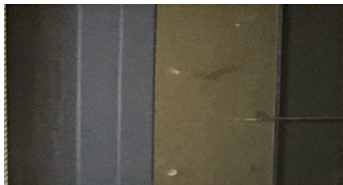
- 표면온도 측정을 통한 관류 열량의 분석으로 벽체 내부의 단열 상황 추정
- 실내 온도 분포 및 침기/누수 부위의 발견
- 실내 각 부위의 표면온도를 통해 냉/온 복사열을 측정하여 실내쾌적성 평가
- 표면온도가 노점온도 이하의 낮은 실내 부위를 검출하여 결로의 위험성 진단

- 열화상 진단은 다음과 같은 조건에서 효과가 있다.

- 외부환경 요인에 의한 오측정을 방지하고 효과적인 측정값을 위하여 진단 조건을 준수하여 진행
- 태양열 반사에 의한 오측정이 우려되므로 밤에 측정하는 것이 바람직함
- 눈, 비가 오지 않는 날씨여야 하고, 흐린 날에 측정하는 것이 바람직함
- 실내외 온도가 적어도 10~15도 정도 차이가 나야 함
- 바람이 적어야 함

5) 보강시공 및 최종점검

- 시공 부위의 열교 발생 점검결과에 따라 해당 부위에 대해 보강시공을 하고 최종 점검하는 단계는 건축물의 열교방지 성능을 확보하는 가장 중요한 단계이므로 아래 예시도와 같이 세심한 점검과 보완이 필요하다.

		
천장 결로방지재 부족부위 보완사례	방습판 부착 양호 (본드붙임+고정보완)사례	복합단열재 부착
		
단열재 두께증가 시공사례	슬리브주위 결로방지재 양호사례	외벽 면한 보 결로방지재 시공사례
		
단열재 고정피스 후 캡 시공사례	우레탄폼 충전 보완사례	방습판 부착 미흡(못 고정)사례

<출처 : LH 스마트핸드북>

6 | 시공체크리스트

구분	검토사항	적용유무	
		Y	N
계획방법	기존건축물의 열교취약 부위를 1D, 2D, 3D 부위별로 파악을 하였는가?		
	기존건축물의 열교취약 부위를 열화상카메라로 촬영하였는가?		
	결로 계산 시 실내측 결로 발생온도인 9.3°C 이상 설계를 하였는가?		
	열교 시뮬레이션 Therm을 이용하여 계획한 건물의 열교를 판단하였는가?		
	곰팡이 계산시 f_{rsi} (곰팡이발생습도계수) 값이 0.7 이상이 되도록 설계를 하였는가?		
	열 쾌적성 값(Rt)이 17.5°C이상 되도록 설계를 하였는가?		
시공방법	단열재 사이 틈이 없도록 시공하였는가?		
	외단열 시공 시 열교방지 파스너를 사용하였는가?		
	구조체를 관통한 철물을 제거하였는가?		
	시공 후 열화상카메라 촬영을 실시하였는가?		
	열화상카메라 촬영 시 열교가 발생하였다면 그에 따른 추가 보수를 실시하였는가?		
	추가 보수를 실시 후 열화상카메라 촬영을 재실시 하였는가?		

[참고문헌]

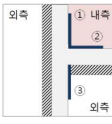
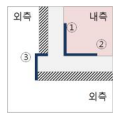
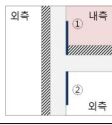
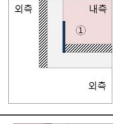
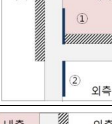
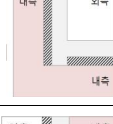
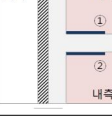
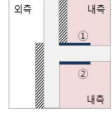
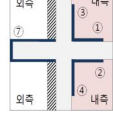
ISO 10211 : 에너지 손실량과 실내표면 온도에 대한 시뮬레이션 작성기준

ISO 13788 : 결로 및 곰팡이 해석관련 기준

[부록1]

[별표 11] 외피 열교부위별 선형 열관류율 기준

(※ 구성재료: □ 콘크리트 ▨ 단열재 ■ 단열보강)

구분	구조체 열교부위 형상	단열 보강 유무	선형 열관류율 (W/mK)	구분	구조체 열교부위 형상	단열 보강 유무	선형 열관류율 (W/mK)
T-1		없음	0.520(0.840)	L-1		없음	0.530(0.820)
		①	0.485(0.795)			①	0.485(0.690)
		①+②	0.430(0.695)			①+②	0.315(0.635)
		③	0.440(0.770)			③	0.375(0.595)
		①+③	0.415(0.730)			①+③	0.345(0.560)
		①+②+③	0.370(0.680)			①+②+③	0.315(0.600)
T-2		없음	0.465(0.640)	L-2		없음	0.490(0.640)
		①	0.390(0.560)			①	0.410(0.550)
		②	0.445(0.620)				
		①+②	0.375(0.545)				
T-3		없음	0.545(0.705)	L-3		없음	0.545(0.700)
		①	0.450(0.605)			①	0.450(0.600)
		②	0.580(0.701)				
		①+②	0.450(0.605)				
T-4		없음	0.490(0.640)	L-4		없음	0.620
		①	0.410(0.550)				
		①+②	0.365(0.465)				
T-5		없음	0.720(0.990)	X-1		없음	1.040(1.320)
		①	0.535(0.810)			① 또는 ②	0.930(1.210)
		②	0.665(0.930)			①+②	0.800(1.080)
		①+②	0.500(0.755)				
T-6		없음	0.000(0.300)	X-2		없음	0.505(0.545)
		① 또는 ②	0.000(0.300)			①	0.415(0.450)
		①+②	0.000(0.300)				
T-7		없음	0.700	X-3		없음	0.730(1.000)
		① 또는 ②	0.650			① 또는 ②	0.720(1.000)
		①+②	0.600			①+②	0.710(0.975)
						①+②+③+④	0.645(0.895)
T-8		없음	0.605(0.780)	X-4		없음	0.700
		①	0.605(0.775)			① 또는 ②	0.650
		②	0.570(0.740)			①+②	0.600
		①+②	0.565(0.735)				
T-9		없음	0.620	X-5		없음	0.465(0.885)
		①	0.455(0.870)			①	0.455(0.870)
		②	0.435(0.850)			②	0.435(0.850)
		①+②	0.425(0.835)			①+②	0.425(0.835)
		①+②+③	0.395(0.800)			①+②+③	0.395(0.800)

구분	구조체 열교부위 형상	단열 보강 유무	선형 열관류율 (W/mK)	구분	구조체 열교부위 형상	단열 보강 유무	선형 열관류율 (W/mK)
X-6		없음	0.820(1.085)	X-10		없음	1.090
		① 또는 ②	0.600(0.850)			①+③	1.065
		①+②	0.550(0.800)			①+②+③	0.915
X-7		없음	0.960(1.220)	I-1		없음	0.720(0.990)
		① 또는 ②	0.860(1.115)			①	0.500(0.755)
		①+②	0.730(0.970)				
X-8		없음	0.760(0.885)	I-2		없음	0.700
		①	0.330(0.445)			①	0.435
X-9		없음	0.610(0.790)	I-3		없음	0.810(0.930)
		①+③	0.580(0.755)			①	0.595(0.710)
		①+②+③	0.555(0.730)				
평가 대상 예외 주1)							커튼월 부위 또는 샌드위치 패널 부위

- ※ 외측은 단열시공이 되는 부위의 구조체를 기준으로 건축물의 바깥쪽을 말하며, 내측은 단열시공이 되는 부위의 구조체를 기준으로 건축물의 안쪽을 말한다.
- ※ 외피 열교부위란 외기에 직접 면하는 부위로서 단열시공이 되는 외피의 열교발생 가능부위(외기에 직접 면하는 부위로서 단열시공이 되는 부위와 외기에 간접 면하는 부위로서 단열시공이 되는 부위가 접하는 부위는 평가대상에 포함)를 말한다.
주1) 'I'형 및 'L'형에서 단열시공이 연속적으로 된 부위, 커튼월 부위, 샌드위치 패널 부위는 평가대상에서 예외(커튼월 부위 또는 샌드위치 패널 부위가 벽식 구조체 부위와 복합적으로 적용된 건축물의 경우는 벽식 구조체 부위만 평가)
- ※ 외피 열교부위의 단열 성능은 외피의 열교발생 가능부위들의 선형 열관류율을 길이가중 평균하여 산출한 값을 말한다. (단, 외기에 직접 면하는 부위로서 단열시공이 되는 외벽면적(창 및 문 포함)에 대한 창 및 문의 면적비가 50% 미만일 경우에 한하여 외피 열교부위의 단열 성능점수 부여)
- 외피 열교부위의 단열 성능 계산식 =
$$\frac{[\sum(\text{외피의 열교발생 가능부위별 선형 열관류율} \times \text{외피의 열교발생 가능부위별 길이})]}{(\sum \text{외피의 열교발생 가능부위별 길이})}$$
- ※ 외단열 적용 시 건식 마감재 부착을 위해 단열재를 관통하는 철물을 삽입하는 경우에는 괄호안의 값을 적용한다.
- ※ 별표 11의 구조체 열교부위 형상 이외의 경우에는 제시된 형상의 회전 또는 변형('I'형 → 'Y'형, 'L'형 → 'I'형 등)을 통하여 가장 유사한 형상 적용을 원칙으로 한다. (단, 별표 11의 구조체 열교부위 형상의 회전 또는 변형에도 불구하고 적용이 어려운 경우에는 ISO 10211에 따른 평가결과 인정 가능)
- ※ 외단열과 내단열이 복합적으로 적용된 건축물의 경우는 전체 단열두께의 50%를 초과한 부위의 선형열관류율을 적용하며, 외단열 두께와 내단열 두께가 동일한 경우에는 내단열 부위의 선형열관류율을 적용한다.
- ※ 단열보강은 열저항 0.27m²K/W, 길이 300mm 이상 적용
- 단열보강 부위가 2면 이상일 경우에는 각각의 면이 열저항 기준 및 길이 기준을 모두 충족하여야함.
- 단열보강을 하고자 하는 면의 단열보강 가능 길이가 300mm 미만일 경우는 해당 면 전체를 보강하는 경우에 한하여 인정

<출처 : 한국에너지공단>

비주거 외피열교부위별 선형열관류율 계산표예시

* 외피 열교부위 단열성능 평가 대상 여부 : 창면적비 12.3% → 50%미만으로 평가 대상 해당됨							
구분	외피 열교부위 형상	부위명	단열 보강 유무	선형 열관류율 (W/mK)	선형 열관류율 길이 (m)	선형 열관류율*길이 (W/K)	비고
가		L-1	무	0.530	160.400	85.012	외벽 마감재 부착 - 습식
나		T-6	무	0.000	428.533	0.000	외벽 마감재 부착 - 습식
다		T-7	무	0.700	115.930	81.151	-
라		T-3	무	0.810	20.250	16.403	외벽 마감재 부착 - 습식
마		L-2	무	0.545	11.275	6.145	외벽 마감재 부착 - 습식
바*		T-8	무	0.605	36.075	21.825	외벽 마감재 부착 - 습식
사		T-1	무	0.520	4.800	2.496	외벽 마감재 부착 - 습식
합계					777.263	213.032	* 비교란 필수 표기 사항 - 외단열/내단열 - 외단열만 경우 외벽 외벽 마감재 부착 방식 - 단열보강 적용시 열저항 및 길이 값
외피 열교부위의 단열 성능(W/m·K)					0.274		
EPI 4번 항목 배점					0.400미만	1.000	
					0.400-0.440미만	0.900	
					0.440-0.472미만	0.800	
					0.475-0.515미만	0.700	
					0.515-0.550미만	0.600	
						1점	

외피 열교부위의 단열 성능 계산식 = $\frac{(\sum(\text{외피의 열교발생 가능부위별 선형 열관류율} \times \text{외피의 열교발생 가능부위별 길이}))}{(\sum(\text{외피의 열교발생 가능부위별 길이}))}$

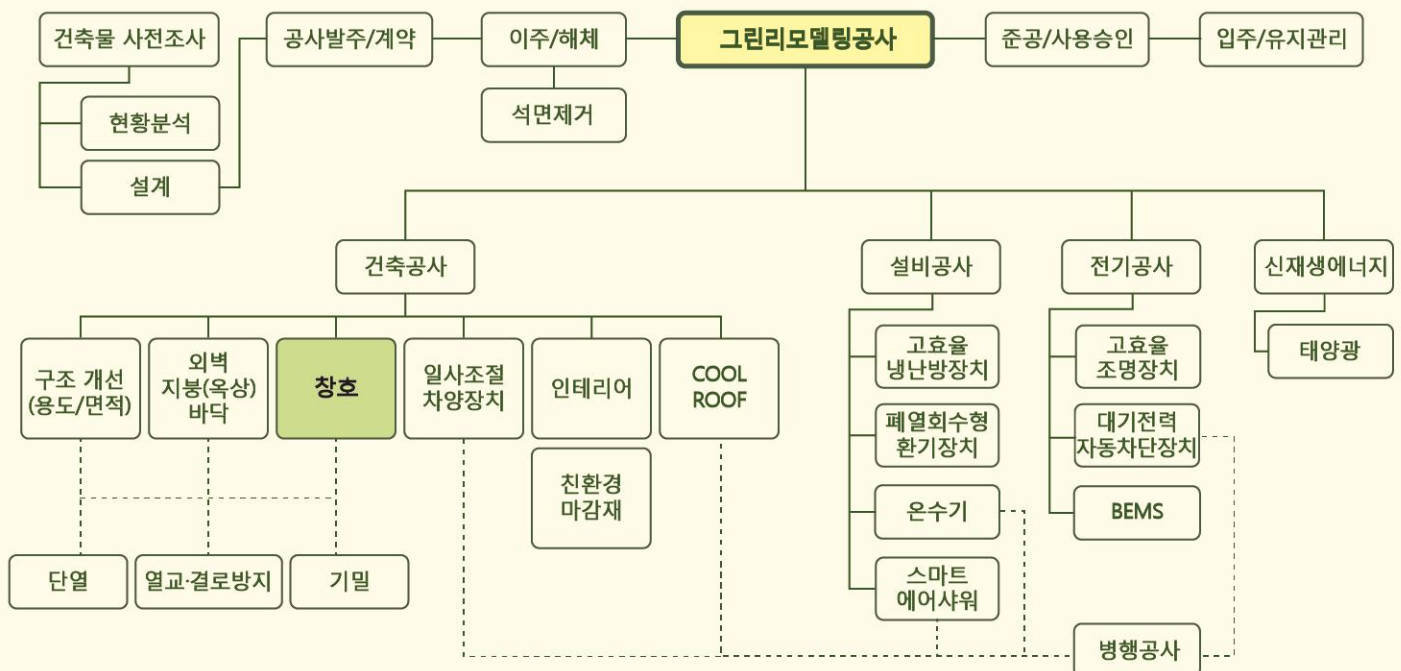
<출처 : 한국에너지공단>

필수공사 I (Passive)

고성능 창호공사

냉난방 두 마리의 토끼를
잡아야 한다

그린+리모델링공사 PROCESS



3. 고성능 창호공사

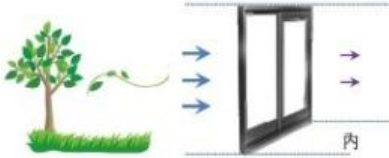
냉난방 두 마리의 토끼를 잡아야 한다



1 | 개요

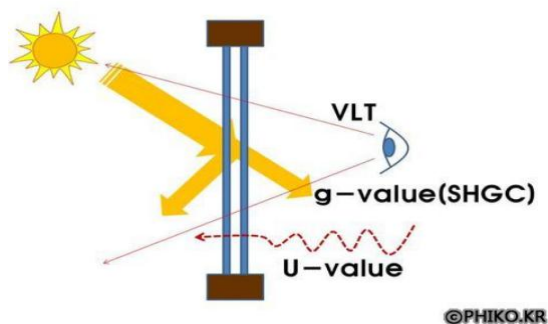
그린리모델링 시, 창호계획을 통해 건축물의 단열성능 향상으로 외피성능을 개선할 수 있다. 또한 건축물의 용도에 따라 창호를 통한 열획득, 열차단으로 난방부하 저감 또는 냉방부하 저감이 가능하며, 이를 통해 건축물의 1차 에너지 소요량 감소를 기대할 수 있다. 그 외에도 각 실의 기능에 따라 창호의 가시광선 투과율을 이용하여 실내 빛환경을 조절 할 수 있다.

2 | 창호의 성능

기밀성능	수밀/차음성능
통기량[m ³ /hour m ²] : 한시간 동안 창을 통과한 공기량	풍압[Pa], dB : 빗물이 실내로 들어오지 않는 한계 풍압
	
구조성능(내풍압성능)	단열성능
풍압[Pa] : 강한 바람에 창이 버틸 수 있는 최대풍압	열관류율U[W/m ² K] : 창을 통해 전달되는 열에너지
	

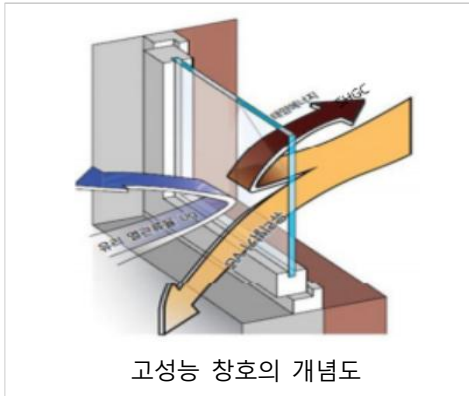
3 | 창호의 이해

일반적으로 창호는 환기 개선과 일사 및 일조 획득을 위한 장치이다. 창호는 열관류율과 기밀성, 가시광선투과율, 태양열취득률, 유리두께 등의 값에 따라 성능이 달라지게 되며 건축물의 전체 에너지 성능에 영향을 준다.



<출처 : 한국패시브건축협회>

4 | 고성능 창호



고성능 창호는 복층 및 삼중유리를 사용하여 유리의 열관류율을 낮춰 단열성능을 개선하였으며, 유리의 코팅을 통해 열획득량을 조절함과 동시에 투과성을 높였다. 프레임의 열교방지 디테일 및 단열보강으로 열관류율을 낮추고 기밀성능을 확보하여 창호 부위로 발생하는 열손실을 최소화 할 수 있다.

<출처 : WWW.SERINREHAU.COM>

1) 창호 전체 열관류율(유리 열관류율 + 프레임 열관류율, U-Value)

창호는 유리의 열관류율만 낮추는 것이 아니라 프레임 열관류율까지 포함한 전체 열관류율을 낮추는 것이 중요하다. 패시브하우스 창호 기준 열관류율 $0.8\text{W/m}^2\cdot\text{K}$ 이하인 고성능 창호의 경우 일반창호에 비해 유리 및 프레임의 단열성능이 우수하여 겨울철 난방으로 얻은 실내 열을 잘 유지시켜줄 수 있기 때문에 난방비 저감에 도움이 된다.

2) 차폐계수(SC)

차폐계수는 유리창을 통해 태양열이 내부로 열이 전달되는 정도를 나타내는 것이다. 0.1~1.0의 수치로 표현이 된다. 0에 가까울수록 태양열이 차단되는 것이고, 1에 가까울수록 태양열을 투과시키는 것이다. 일반적으로 50%의 일사 차단이 되는 유리의 차폐계수의 수치는 0.5로 표현한다.

3) 태양열취득률(SHGC, G-Value)

- 태양열취득률은 유리창을 통해 태양열취득의 정도를 나타내는 것이다. 0.0~1.0의 수치로 표현되며, 0에 가까울수록 태양열취득량이 감소하고 1에 가까울수록 태양열취득량이 증가한다.
- 일반적으로 50%의 태양열취득이 되는 유리의 태양열취득률 수치는 0.5로 표현된다. 차폐계수와 비슷한 개념이지만 두 요소는 다르다. 차폐계수는 3mm 투명 유리를 통한 태양열취득에 대한 창호의 태양열취득비율로만 계산하고, 태양열취득률은 입사각의 영향 반영 및 창호 시스템 전체에 대한 성능을 표현하기 때문에 태양열취득률이 태양열취득에 관해서 더 정확한 지표라고 할 수 있어 차폐계수를 대신하여 사용되고 있다.

4) 기밀성능

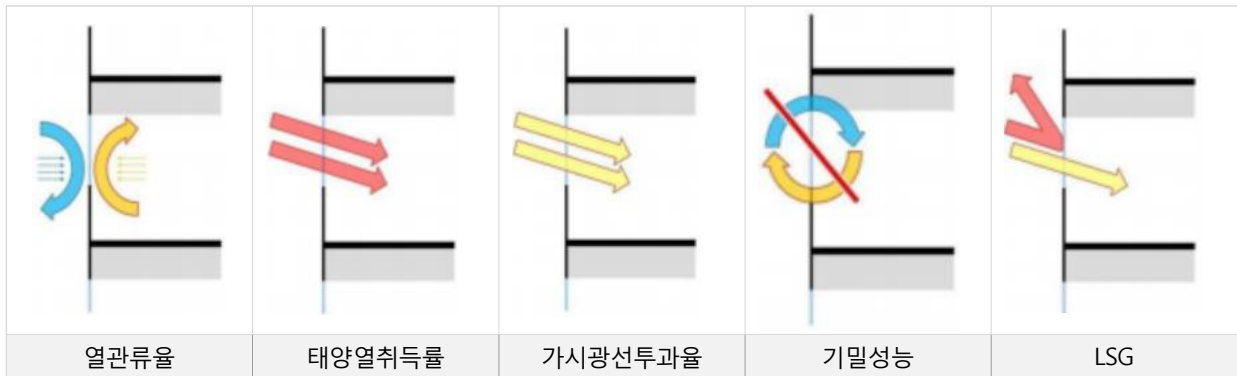
기밀성능은 공기 등의 기체가 유리 및 프레임 사이로 통하지 않는 성능을 뜻한다. 기밀성능이 좋은 창호로 계획하게 되면 겨울철에 차가운 실외 공기가 틈새를 통해 직접 실내로 들어오지 못하게 되며 실내의 따뜻한 공기가 실외로 나가지도 않기 때문에 난방을 더 잘 유지시킬 수 있다.

5) 가시광선 투과율(VLT)

가시광선 투과율이란 유리창을 통한 빛의 통과 정도를 말한다. 0~100%의 수치로 표현되며, 0에 가까울수록 빛의 통과가 적고, 100에 가까울수록 빛의 통과가 많다. 빛이 많이 필요한 공간은 가시광선 투과율이 높은 유리를 계획하고, 적게 필요한 공간은 가시광선 투과율이 낮은 유리로 계획해야 한다.

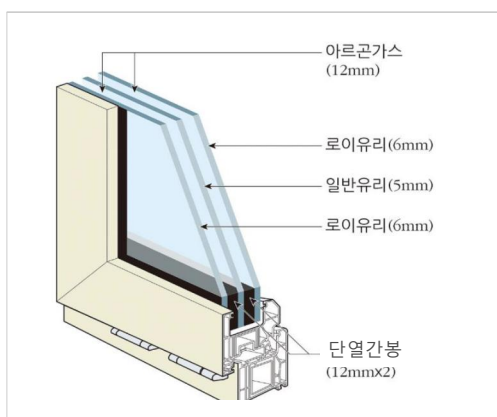
6) LSG(Light to Solar Gain, VLT 대 G-Value의 비)

LSG란 태양열취득률에 대한 가시광선 투과율 비이다. LSG가 높은 값을 가진 유리제품일수록 태양열취득에 비해 투과되는 가시광선의 양이 많은 것이다. 때문에 커튼월 입면 오피스건물의 경우 업무중에 발생하는 실내의 열(전자기기, 인체발열, 조명발열 등)이 다른 용도에 비해 상대적으로 많기 때문에 창호를 통한 열획득이 많은 경우 오히려 실내의 쾌적성을 떨어뜨릴 수 있으므로 LSG가 높은 유리를 사용하는 것이 유리하다. 다만 LSG계수는 열획득에 더 비중을 두는 주택의 경우에는 적용의 의미가 없다.



<출처 : 국토교통부>

5 | 유리



유리의 종류는 특성에 따라 투명유리, 로이유리 등으로 구분되고, 유리의 층수에 따라 단층유리, 이중유리, 삼중유리로 구분된다. 그린리모델링 건축물의 유리종류를 선택할 때 다양한 유리의 성능 및 지표와 건물 주변의 기후, 향, 창의 크기 등을 에너지와 채광 목표에 따라 검토해야 한다.

<출처 : 국토교통부>

1) 투명유리

투명유리는 일반적으로 사용하는 유리로서 광범위하게 적용된다. 투명유리는 가시성이 우수한 장점이 있지만 단열성능이 매우 취약하고, 여름철 높은 태양열취득률(SHGC)로 인해 적절한 차양 계획이 선행되지 않으면 냉방부하가 급증할 우려가 있다.

2) 로이(Low-e)유리

로이유리는 저방사 유리로서 투명 금속류 코팅막을 통해 열을 흡수하여 재방사함으로써 실내 측의 열을 보존하거나 외부의 열 유입을 줄여준다. 코팅의 위치에 따라 열손실이 달라질 수 있으므로 구분하여 사용해야 한다.

● #2면 코팅 로이유리

복사열 획득이 많은 방향에 사용하는 창호(냉방부하가 많이 발생하는 향에 배치하는 것이 유리)

☞ 여름철-서향, 냉방부하가 많은 업무시설 창호에 적합

● #3면 코팅 로이유리

전도에 의한 열손실로 난방부하가 많이 발생하는 방향에 사용하는 창호

☞ 겨울철-북향, 난방부하가 많은 주거시설 창호에 적합



<출처 : 국토교통부>

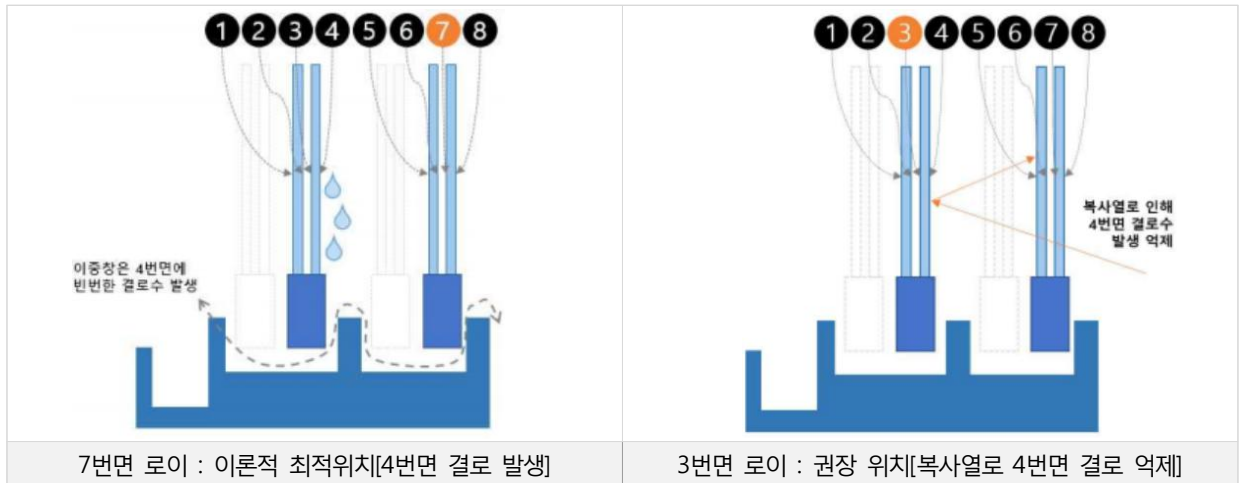
3) 복층유리

- 창유리는 유리의 층수에 따라 단층, 복층, 삼중 유리 등이 있고, 최근 고성능 유리의 사용이 증가함에 따라 삼중 유리의 사용이 늘고 있다.
- 복층유리는 유리 사이에 공기층이 존재하며, 완충공간으로 유리 자체 단열성능 향상에 영향을 미친다. 공기층은 유리와 유리 사이에서 대류를 통한 열의 이동을 일으킬 수 있으므로 유리 사이에 아르곤(Ar) 또는 크립톤(Kr)가스를 주입하거나 진공상태로 유지하여 단열성능을 향상시킨다.
- 공기층은 6mm의 공간보다는 12mm의 공간을 이루고 있는 유리가 단열효과가 더 우수하며 일반적으로 12mm의 공간을 갖는 22mm 또는 24mm의 복층 유리를 사용한다.
- 건축물의 에너지 저감을 위해서는 되도록 복층 유리24mm, 아르곤 가스충진 이상의 유리를 사용하여야 에너지 저감에 효과적이다.

* 22mm : 5mm유리 + 12mm 공기층 + 5mm 유리

* 24mm : 6mm유리 + 12mm 공기층 + 6mm 유리

4) 이중창의 로이코팅 위치와 결로



<출처 : 한국건설기술연구원, 한국패시브건축협회>

주택에서 많이 도입되고 있는 이중창에 있어 7번 면 한 곳에 하거나 3번과 7번 면 두 곳에 하는 경우는 공히 겨울철 4번 면에 결로현상이 빈번히 발생되어 진다. 이론적으로는 왼쪽 그림처럼 하는 것이 단열성능 면에서는 유리하나, 7번 면에 로이코팅이 되어 있을 경우 실내의 열이 잘 빠져 나가지 못해 바깥쪽 유리의 온도가 더 내려 가는데, 기밀성능이 아주 높지 못한 이중창의 구조상 실내의 습기가 (온도가 떨어진) 4번 면에서 결로를 일으키기 때문이다.

TIP 유리면의 번호는 일반적으로 외부로부터 내부로 가며 1면, 2면, 3면, 4면, 5면...8면 순으로 호칭함.

5) 로이코팅 육안 검사

- 유리면 표시마크 확인



B종 : 로이코팅유리

U1, U2 : 일반유리

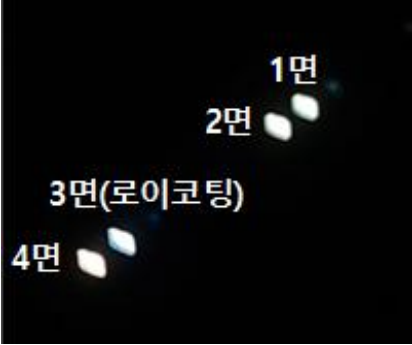
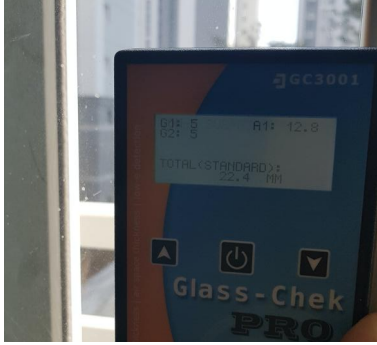
U3-1 : 16mm 로이복층유리

U3-2 : 22, 24mm 로이복층유리

I, Ⅱ, Ⅲ류 : 접합부의 내구년한(3, 5, 10년)

Ar : 유리중간층의 주입가스 종류(아르곤)

- 간이현장검사

	
후레쉬 비추기	GLASS-CHECKER
핸드폰의 후레쉬 기능이나 라이터 등의 불꽃을 비추어 반사되는 빛 영상의 색상의 차이로 로이코팅 여부 및 시공면 등을 간이 검사할 수 있음	GLASS-CHECKER를 이용하여 현장에서 복층유리의 두께, 공기층 두께 및 로이코팅 여부와 시공면 등을 확인할 수 있음

6 | 프레임



단열성능이 강화된 프레임

프레임은 열교 차단재를 적용한 제품을 사용하여 열교가 발생하는 것을 방지해야 한다. 프레임을 고려한 창호의 단열성능은 「건축물의 에너지절약설계기준」[별표4]의 기준을 참고하여 계획한다. 일반적으로 외벽에 사용되는 프레임의 종류는 알루미늄, PVC 가 있으며 각기 장단점이 존재하므로 적절한 프레임을 계획하되, 재료의 특성상 열전도율이 높아 열교가 발생하기 쉬운 알루미늄 프레임의 사용 시, 열교 차단 제품(일반적으로 ‘단열바’라 호칭한다)을 사용하도록 한다.

1) 알루미늄 프레임

금속재료로 강성과 내구성이 높고 가공이 용이하며, 입면에서의 재질 느낌이 타 재료에 비해 고급스러워 고급 주거, 비주거용 건축물에 많이 사용된다. 하지만 금속재료 특성상 높은 열전도율로 인해 프레임 전체 열관류율이 상승하여 창호 주변 열교 발생으로 인한 하자의 우려가 있으므로 내외부의 소재를 분리하는 열교차단 기술이 반드시 필요하다.

2) PVC 프레임

비닐 계열의 프레임으로 마모, 부식, 오염에 강한 저항성이 있으며 열전도율이 낮아 프레임 재료로 적합하다. 가공이 용이하고 알루미늄 프레임에 비해 상대적으로 저렴하여 주거용 건물에 많이 활용되고 있다.

3) 시스템 창호

시스템 창호란 다양한 개폐방식 'Lift and Sliding, Tilt and Turn, Full and Down' 등에 의해 작동되는 창호를 의미한다. 시스템 창호는 기밀성능을 유지하기 위해 프레임과 유리가 밀착되도록 특수한 하드웨어를 사용하며 복층유리 혹은 삼중유리를 사용하여 단열성능, 차음성능을 구현하여 패시브하우스 등에 많이 적용하고 있다. 그린리모델링 계획 시 이중창의 경우 200mm 이상의 두꺼운 창틀을 필요로 하므로 건물 상태를 고려하여 선택해 볼 수 있다.

4) 창호의 에너지 소비효율 등급

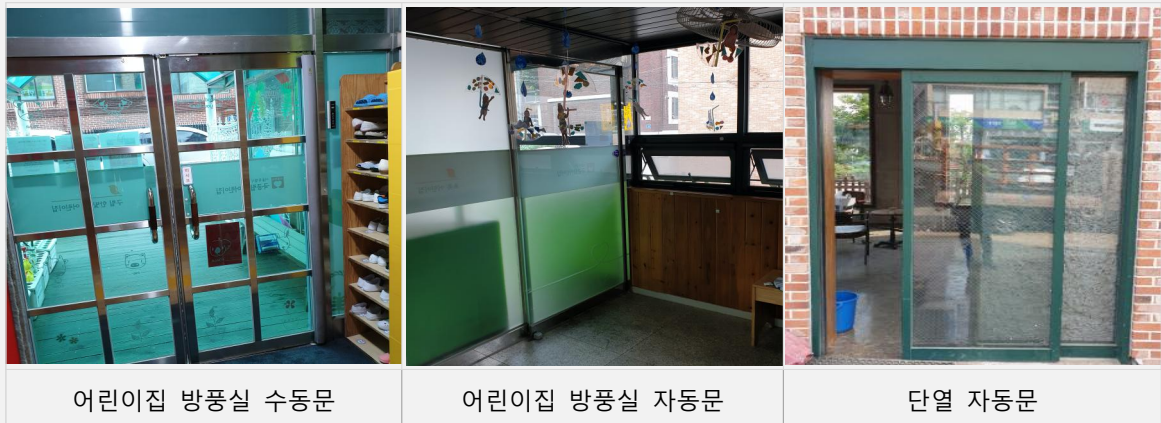
건축물에 적용되는 창 및 문이 한국산업규격(KS) F 2292에서 따른 1~5등급을 만족할 때 '기밀성 창 및 문'이라 할 수 있음.

창 선택 시 에너지소비효율등급 부여 기준을 참조하면 기밀성과 단열성이 동시에 우수한 창을 시공 할 수 있다.

열관류율(R)	기밀성	에너지소비효율등급
$R \leq 1.0$	1등급	1
$1.0 < R \leq 1.4$	1등급	2
$1.0 < R \leq 1.4$	2등급 이상(1등급 또는 2등급)	3
$1.0 < R \leq 1.4$	문지않음	4
$1.0 < R \leq 1.4$	문지않음	5

TIP 방풍실 창호의 단열 및 기밀성능 강화(어린이집)

방풍실이란 출입구에서 실내외 공기 교환에 의한 열출입을 방지할 목적으로 설치하거나 회전문을 설치하는 공간을 말한다. 어린이집의 경우 방풍실이 어린이들을 맞이하는 역할의 공간으로서 냉난방을 하는 공간으로 분류하여 보다 기밀하고 단열성이 우수한 창호로 외기에 직접 면하는 창 및 문으로 계획하고 설계할 필요가 있다.

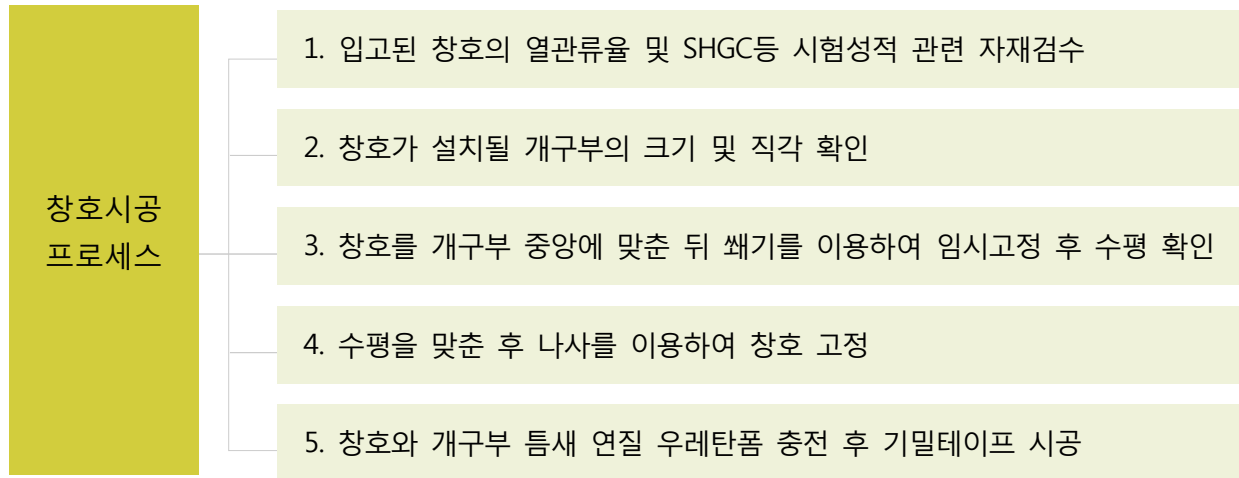


어린이집 방풍실 수동문

어린이집 방풍실 자동문

단열 자동문

7 | 시공프로세스



1) 창호 설치 전 개구부 크기 확인

개구부의 크기는 시공의 용이성을 고려하여 실제 창문 크기의 양 옆, 위, 아래 20mm 정도의 여유를 준 크기를 권장한다. 이는 그린리모델링 창호 시공 시에는 창호가 설치될 개구부의 크기 및 직각 확인이 필요하다.

2) 자재검수

입고된 창호를 계획 성능 기준과 일치하는지 등급이나 관련 공인기관의 시험성적서를 확인하고, 개폐 방식이 일치하는지, 창호의 하자가 없는지 등의 자재 검수를 실시한다.

3) 창호 설치 및 기밀테이프 부착

자재의 이상이 없는 경우 창호 설치 전 창호 4면에 내·외부 모두 기밀테이프를 부착하고 유리를 프레임에 결합한다. 결합된 창호를 설치하고자 하는 개구부 중앙에 맞춘 뒤 썬기를 이용하여 임시 고정을 하고 수평을 맞춘다. 수평이 맞는 경우 나사를 이용하여 창호를 고정하도록 한다.



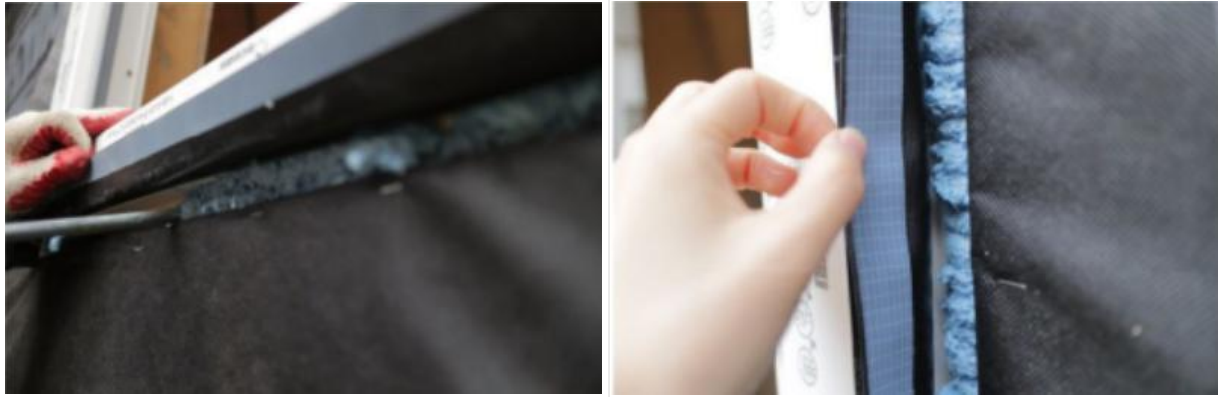
PVC창호 프레임 주변 기밀테이프 부착



외단열 건물의 창호 고정물 설치

4) 틈새 단열 보강

실제 창문 크기보다 20mm 정도의 여유가 발생한 틈새로 단열과 기밀의 저하가 발생할 수 있다. 틈새 단열보강으로 단열의 연속성과 기밀성을 확보해야 한다. 이때 단열 보강을 위해서 일반적으로 이루어지는 시공은 노란색의 경질 우레탄 폼을 사용하지만, 이 우레탄폼은 추후 단단하게 굳어져 부서지는 등의 하자발생의 우려가 높으므로 연질 우레탄 폼 사용을 권장한다.



창호 프레임 주변 단열 보완(연질 우레탄 폼 단열재 충전)

● 부위별 사춤, 실링 시공 기준

구 분	창 틀	문 틀	발코니 외부창호
상부, 좌우측부	우레탄폼	우레탄폼	외부 : 우레탄폼+백업제 내부 : 우레탄폼
하부	시멘트모르터 (우레탄폼+처짐방지 고정철물 보완)	시멘트모르터	방수모르터

TIP 잘못된 시공 사례



창틀 하부 사춤 부족 및 단열 미시공

5) 팽창테이프 시공

현재 사춤과 실런트 시공이 일반화된 창호 시공에서 기밀, 단열, 차음 등을 동시에 효과적으로 해결하며 내부에 존재하는 수분을 외부로 방출하여 곰팡이 발생 억제도 가능하도록 자기팽창 테이프를 이용한 창틀주위 틈새시공(7~12mm)으로 보완·개선하는 것이 바람직하다.



6) 창틀주위 기밀테이프 시공

창호를 설치하기 전 창호에 부착하였던 기밀테이프를 구조체에 부착하도록 한다. 기밀테이프를 통해 틈새에서 발생할 수 있는 공기의 이동을 차단하여 창호 주위의 기밀성능을 높일 수 있다.



7) 창틀주위 실링 시공

실링공사는 탄성 및 비탄성 재료로 창틀주위의 기밀상태를 유지하거나 틈새를 충전하여 미관을 향상하는 공사로서 바탕재질, 요구성능 등에 따라 적절한 실링재를 선택하는 것이 중요하며, 과도한 사용은 지양하고 기능상 필요한 부위에 한정하여 시공하는 것이 중요하다.



8 | 체크리스트

구분	검토사항	적용유무	
		Y	N
계획	건축물용도에 따라 적절한 SHGC 값의 유리를 선택하였는가?		
	업무용 건물의 경우 LSG 값이 높은 유리를 계획하였는가?		
	단열성능 확보를 위하여 패시브 수준의 열관류율을 가지는 창호를 계획하였는가?		
	창호의 프레임은 기밀성능이 입증된 제품으로 계획하였는가?		
	알루미늄 프레임의 경우 열교 차단재가 사용된 프레임을 계획하였는가?		
	로이 유리를 계획했을 경우 사용된 로이 유리의 코팅위치는 배치된 향에 적절한가?		
시공	계획된 성능의 창호대로 자재가 입고되었는지 자재검수를 실시하였는가?		
	창호 시공전 프레임 주변에 기밀테이프를 부착하였는가?		
	창호 설치 중 수평확인을 제대로 실시하였는가?		
	개구부 사이의 틈새 단열을 하자 발생의 우려가 없는 제품으로 충진하였는가?		
	충진한 단열재가 굳은 뒤 창호에 부착했던 기밀테이프를 구조체와 부착하였는가?		
	창호설치 후 개폐가 잘 되는지 확인하였는가?		

[부 록]

건축물 에너지 절약설계기준

[별표4] 창 및 문의 단열성능

[단위 : W/m²·K]

창 및 문의 종류			창틀 및 문틀의 종류별 열관류율									
			금속재						플라스틱 또는 목재			
			열교차단재 ¹⁾ 미적용			열교차단재 적용						
유리의 공기층 두께[mm]			6	12	16 이상	6	12	16 이상	6	12	16 이상	
창	복층창	일반복층창 ²⁾		4.0	3.7	3.6	3.7	3.4	3.3	3.1	2.8	2.7
		로이유리(하드코팅)		3.6	3.1	2.9	3.3	2.8	2.6	2.7	2.3	2.1
		로이유리(소프트코팅)		3.5	2.9	2.7	3.2	2.6	2.4	2.6	2.1	1.9
		아르곤 주입		3.8	3.6	3.5	3.5	3.3	3.2	2.9	2.7	2.6
		아르곤 주입+로이유리(하드코팅)		3.3	2.9	2.8	3.0	2.6	2.5	2.5	2.1	2.0
		아르곤 주입+로이유리(소프트코팅)		3.2	2.7	2.6	2.9	2.4	2.3	2.3	1.9	1.8
	삼중창	일반삼중창 ²⁾		3.2	2.9	2.8	2.9	2.6	2.5	2.4	2.1	2.0
		로이유리(하드코팅)		2.9	2.4	2.3	2.6	2.1	2.0	2.1	1.7	1.6
		로이유리(소프트코팅)		2.8	2.3	2.2	2.5	2.0	1.9	2.0	1.6	1.5
		아르곤 주입		3.1	2.8	2.7	2.8	2.5	2.4	2.2	2.0	1.9
		아르곤 주입+로이유리(하드코팅)		2.6	2.3	2.2	2.3	2.0	1.9	1.9	1.6	1.5
		아르곤 주입+로이유리(소프트코팅)		2.5	2.2	2.1	2.2	1.9	1.8	1.8	1.5	1.4
	사중창	일반사중창 ²⁾		2.8	2.5	2.4	2.5	2.2	2.1	2.1	1.8	1.7
		로이유리(하드코팅)		2.5	2.1	2.0	2.2	1.8	1.7	1.8	1.5	1.4
		로이유리(소프트코팅)		2.4	2.0	1.9	2.1	1.7	1.6	1.7	1.4	1.3
		아르곤 주입		2.7	2.5	2.4	2.4	2.2	2.1	1.9	1.7	1.6
		아르곤 주입+로이유리(하드코팅)		2.3	2.0	1.9	2.0	1.7	1.6	1.6	1.4	1.3
		아르곤 주입+로이유리(소프트코팅)		2.2	1.9	1.8	1.9	1.6	1.5	1.5	1.3	1.2
	단창			6.6			6.10			5.30		
문	일반문	단열 두께 20mm 미만		2.70			2.60			2.40		
		단열 두께 20mm 이상		1.80			1.70			1.60		
		유리문	단창문	유리비율 ³⁾ 50%미만	4.20			4.00			3.70	
	유리비율 50%이상			5.50			5.20			4.70		
	복층창문		유리비율 50%미만	3.20	3.10	3.00	3.00	2.90	2.80	2.70	2.60	2.50
			유리비율 50%이상	3.80	3.50	3.40	3.30	3.10	3.00	3.00	2.80	2.70

주1) 열교차단재 : 열교 차단재라 함은 창 및 문의 금속프레임 외부 및 내부 사이에 설치되는 폴리염화비닐 등 단열성을 가진재료로서 외부로의 열흐름을 차단할 수 있는 재료를 말한다.

주2) 복층창은 단창+단창, 삼중창은 단창+복층창, 사중창은 복층창+복층창을 포함한다.

주3) 문의 유리비율은 문 및 문틀을 포함한 면적에 대한 유리면적의 비율을 말한다.

주4) 창 및 문을 구성하는 각 유리의 공기층 두께가 서로 다를 경우 그 중 최소 공기층 두께를 해당창 및문의 공기층 두께로 인정하며, 단창+단창, 단창+복층창의 공기층 두께는 6mm로 인정한다.

주5) 창 및 문을 구성하는 각 유리의 창틀 및 문틀이 서로 다를 경우에는 열관류율이 높은 값을 인정한다.

주6) 복층창, 삼중창, 사중창의 경우 한면만 로이유리를 사용한 경우, 로이유리를 적용한 것으로 인정한다..

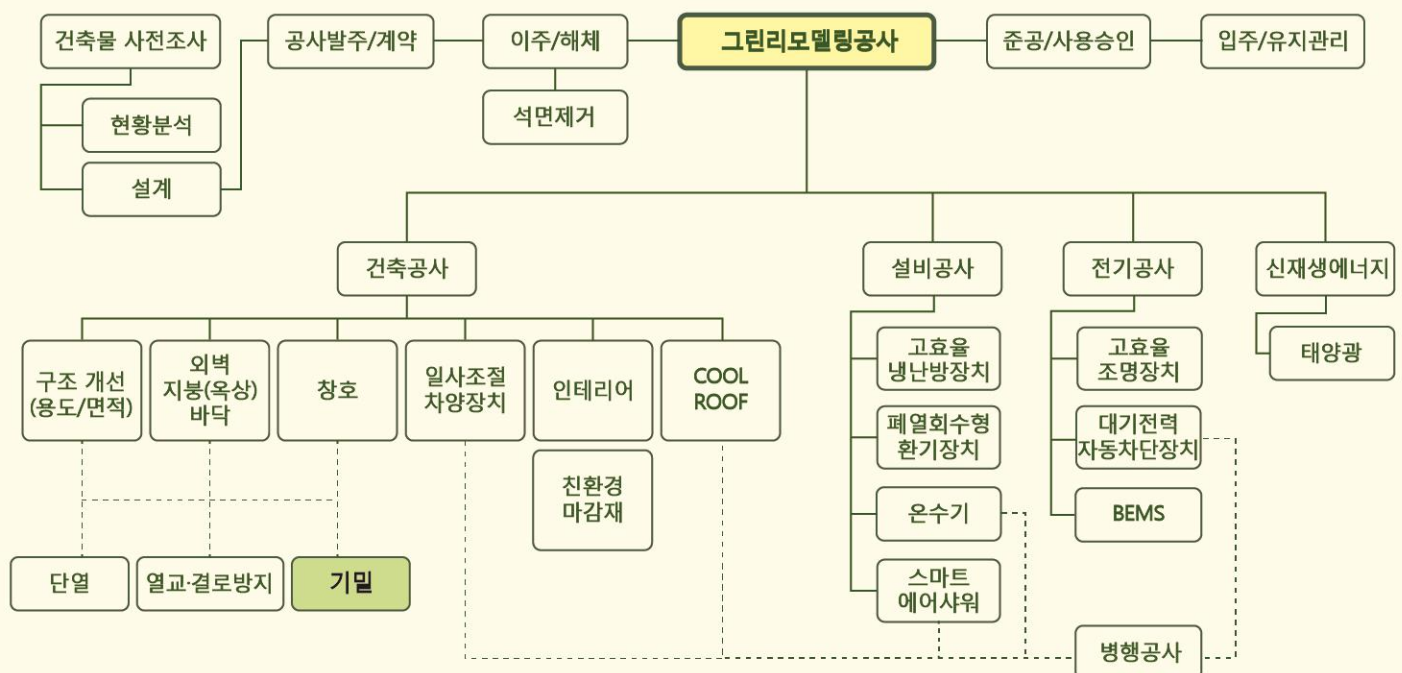
주7) 삼중창, 사중창의 경우 하나의 창 및 문에 아르곤을 주입한 경우, 아르곤을 적용한 것으로 인정한다.

필수공사 I (Passive)

기밀공사

틈이 있으면 고단열도 허당이다

그린+리모델링공사 PROCESS



4. 기밀공사

틈이 있으면 고단열도 허당이다



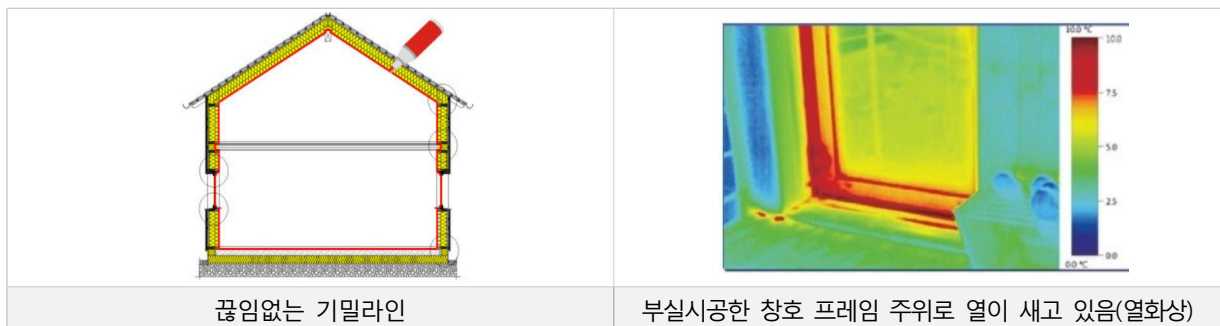
1 | 개요

건축물에는 구조체가 접하는 부위, 창문과 벽 사이의 틈, 창문과 창틀 사이의 틈 등 우리 눈에 띄지는 않지만 실내의 에너지가 빠져나가는 통로가 있다.

이러한 통로를 통해 들어오는 틈새 바람은 건축물 에너지 손실의 중요한 원인이 될 뿐만 아니라 거주자에게 불쾌감을 주게 되므로, 틈새를 최소화하여 건축물의 기밀성능을 높여야 한다.

2 | 기밀의 이해

- 건축물에서 기밀이란, 건물 표면 내·외부의 부분에서 원하지 않는 공기의 흐름이 생기는 것을 기밀하게 막는 것으로 기밀성이 좋으면 여름철에는 더운 공기가, 겨울철에는 찬 공기가 실내로 들어오는 것을 막을 수 있어 건물의 사용에너지를 줄일 수 있다.
- 기밀성능이 취약하면 별도의 환기를 하지 않아도 외기가 유입되어 냉·난방 에너지 손실이 발생하며, 차음성능 감소, 결로 발생으로 내부마감재 및 구조체 손상, 각종 출입문에서 소음 발생, 각종 가스 및 냄새의 실내 유입 및 확산, 누기에 따른 벽체 및 마감재 오염 등이 발생한다.
- 따라서 건축물 시공 시 건축물의 창호 및 문 개구부 주변, 전기 콘센트 및 배관 부위, 구조체의 이음 부분, 틈 등의 기밀취약 부분에 대하여 특별히 주의하여야 한다.



끊임없는 기밀라인

부실시공한 창호 프레임 주위로 열이 새고 있음(열화상)

<출처 : www.passipedia.passiv.de, 전원주택라이프>

3 | 관련 기준

1) 국토교통부 고시 제2017-881호, 「건축물의 에너지절약 설계기준」

- 제5조(용어의 정의) 제10항(건축부문) 자목
“기밀성 창”, “기밀성 문”이라 함은 창 및 문으로서 한국산업규격(KS) F 2292 규정에 의하여 기밀성 등급에 따른 기밀성이 1~5등급(통기량 $5\text{m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$ 미만)인 것을 말한다.
- 제6조(건축부문의 의무사항) 제4항(기밀 및 결로방지 등을 위한 조치) 다목 건축물 외피 단열 부위의 접합부, 틈 등은 밀폐될 수 있도록 코킹과 가스켓 등을 사용하여 기밀하게 처리하여야 한다.
[별지 제1호 서식] 에너지 절약 계획 설계 검토서

2) 산업통상자원부 고시 제2020-83호, 「효율관리기자재 운용규정」

[별표1] 효율관리기자재의 적용범위, 측정방법 및 효율기준 등

4 | 건물외피와 창호 기밀 시공의 기본 원칙



<출처 : 전원주택라이프>

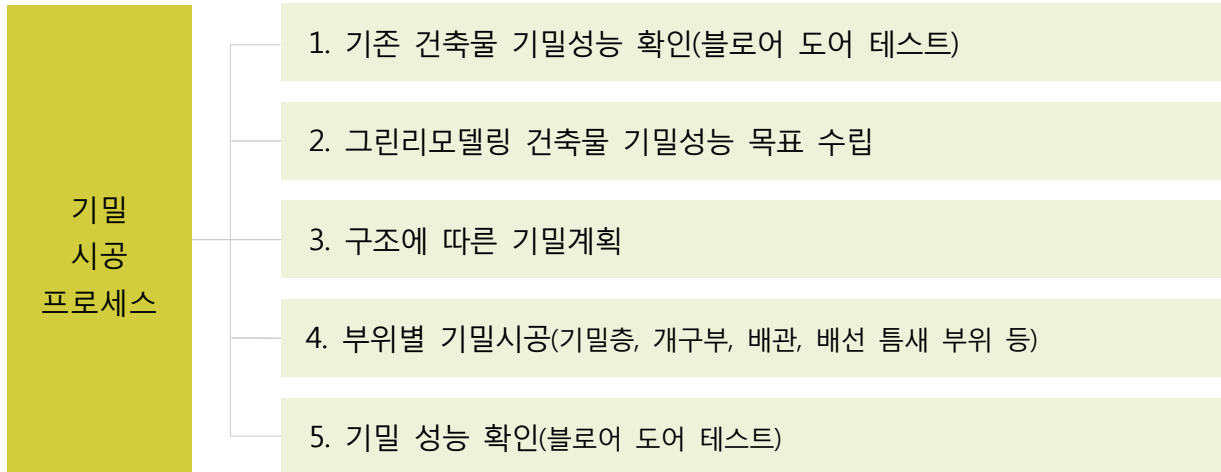
5 | 기밀 시공재료

건물층의 기밀층 계획 시, 일반적으로 사용하는 기밀층 재료 사용 예시



6 | 시공 프로세스

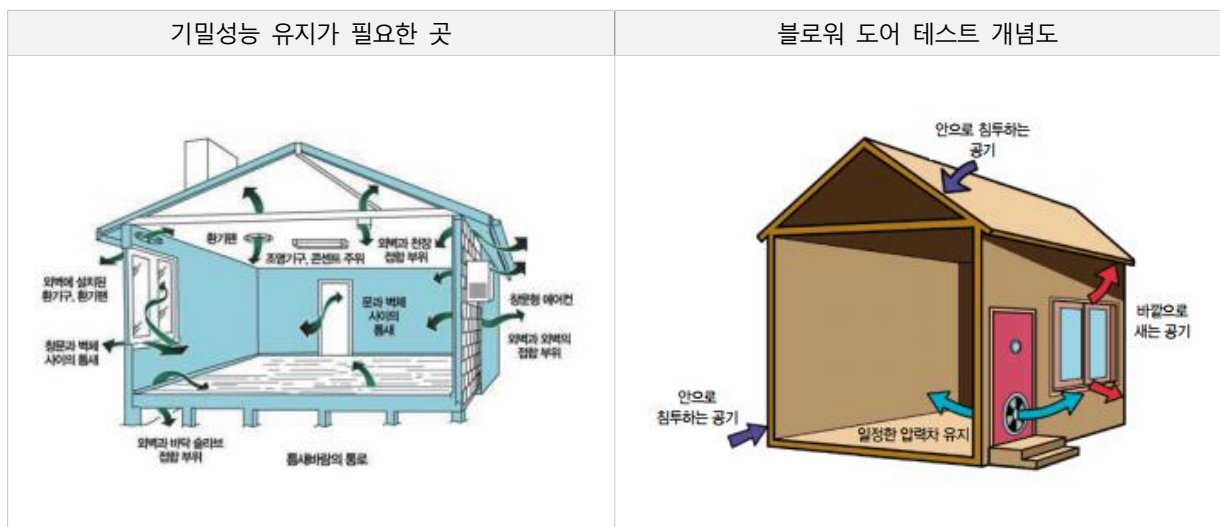
- 기존 건축물의 기밀성능을 확인하기 위해 블로어 도어 테스트를 하여 현 상황을 진단한다. 개선할 수 있는 사항을 검토하여 그린리모델링 후의 기밀성능 목표를 수립한다. 구조에 따라 기밀계획을 정하고 부위별 시공 방법과 사용 자재를 결정한다.
- 시공 중에는 개구부, 배관, 배선, 틈새 등의 기밀 취약부분을 신경 쓰며 기밀이 끊기는 부분이 없도록 시공한다. 시공 중에는 구조체가 완성된 시점에서 취약부분을 찾기 위해 다시 테스트하고 시공 후에는 최종 기밀성능을 측정하기 위해 테스트를 실시한다.



7 | 기존 건축물 기밀성능 확인

1) 블로어 도어 테스트

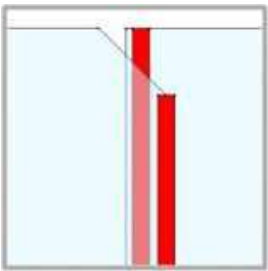
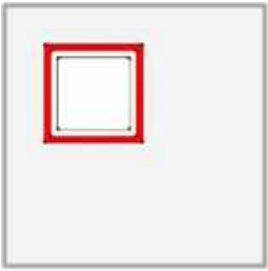
블로어 도어 테스트를 통해 기존 건축물의 기밀성능을 확인하고, 누기 또는 침기 발생 위치를 정확히 판단한다.

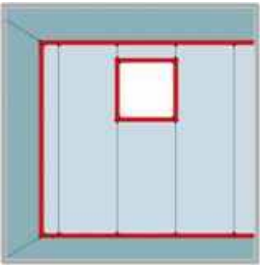


<출처 : 국토교통부>

8 | 구조에 따른 기밀계획 및 확인

1) 「건축물의 기밀성능 기준」의 주거건물 기밀화 가이드라인

	기밀층은 외피(난방공간의 외벽)를 기준으로 하나의 경계층으로 연속되어 형성되어야 한다. 기밀층은 공기를 통과시키지 않아야 하며, 지속적이고 내구성이 있어야 한다. 기밀층은 수증기의 이동이 가능하나, 구조와 단열재가 인접하는 부분의 기밀유지가 중요하다. 기밀화 건물에서는 적정환기를 보장하기 위한 기계 환기 설치를 고려하여야 한다.
	기밀층용 비닐과 비닐이 만날 때 면밀하게 밀봉해야한다. 맞댄 비닐 사이에 양면 테이프를 붙이고, 바깥 비닐의 가장자리에 테이프로 밀봉한다. 이를 더 안정적으로 유지하기 위해 스테드와 같은 지지대를 설치하는 것이 바람직하다. 특수한 바람막과 기밀막은 접착제, 접착 테이프와 침투 방지 실링으로 연결한다.
	창문이나 문의 프레임을 설치 또는 재설치 할 때, 프레임 주변의 틈새를 막아야 한다. 작은 틈새에 접합제를 쏘는데, 잘 접합하기 위해 접합 부분을 깨끗하게 하고 마감페인트를 칠한다. 개구부가 클 경우 미리 압축되어 있다가 팽창되는 폼을 사용한다. 우레탄폼은 시공 후에 수축되어 실링된 테이프가 끊어질 수 있으므로 마감 실링재를 이용한 기밀화가 필요하다.
	문 또는 창문 프레임과 테두리 벽의 접합부를 접합제를 사용하여 실링한다. 내부에는 테두리 벽 또는 창턱과 창호와 문 사이의 틈새에도 실링을 적용한다.
	개방창과 외부 연결문의 개폐 접합부에 weatherstrip을 설치한다. 모서리 접합부 등의 시공부위에 유의한다.

	천장 개구부가 외기와 연결될 수 있는 곳이라면 weatherstrip을 설치한다. 접합절체부에 seal을 압착시키는 것을 확실히 하여야 한다.
	배수구, 가스 파이프, 보일러 퓨즈, 전선 케이블 등 외벽을 통하는 홀 주위를 실링한다.
	천장에서 전등을 끼우거나 줄을 잡아당길 수 있도록 만든 홀 주위를 실링한다. 만약 전등 끼우는 부분이 기밀하지 않다면, 천장 윗부분에 기밀 상자(airtight box)를 설치한다. 기밀하게 전등을 교체할 수 있는 것을 사용한다.
	건식 라이닝은 공기 누기가 매우 심하기 때문에, 기밀하게 하기 위해 건식 라이닝 설치 전, 벽체의 표면을 칠하는 방법을 고려한다. 건식 라이닝이 외벽에 연결되어있을 때, 기밀 실링제가 하나로 연결되도록 시공한다. 실링된 보드 사이의 접합부를 모두 기밀하게(예, 퍼티) 하는 것이 필요하다.
	바닥 슬래브 또는 공조실 바닥자재의 이음새 부분을 실링한다.
	천장과 외벽사이 접합부를 실링한다. 건식라이닝과 굽도리널(Skirting Board) 사이의 접합부를 실링한다.

<출처 : 사단법인 한국건축친환경설비학회>

9 | 주요 부위별 기밀공사

창호 및 문 등의 개구부 뿐만 아니라 건물에서 외기와 직접 면하는 부분들(난방덕트, 수도관, 하수관, 배선 등)은 기밀에 취약하다. 이러한 부위를 통한 에너지 손실은 난방비용 발생원인 중 1/3을 차지한다.

1) 개구부 부위(창호 및 문) 기밀시공

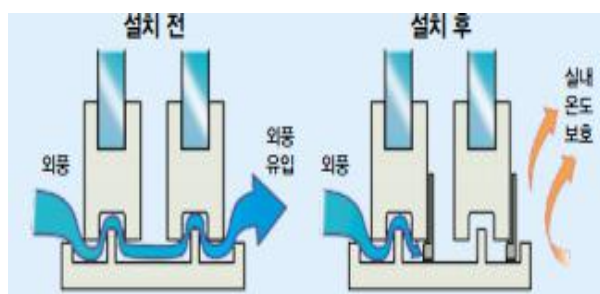
기밀등급이 높은 창호를 임시 고정한다. 개구부와 창호의 틈 사이에 썰기를 넣고 창호의 원활한 개폐를 확인하며 높이 및 수평, 수직을 조정한다. 기밀한 설치를 위해 창호의 내·외측에 기밀테이프를 반쪽만 걸치도록 붙인다. 개구부와 벽체 사이에 연질 우레탄폼을 충분히 충전시키고 기밀 테이프의 나머지 쪽을 개구부 벽체와 빈틈없이 붙인다.



기밀테이프 시공



개구부와 창호 프레임 사이에 연질 우레탄 폼 충전

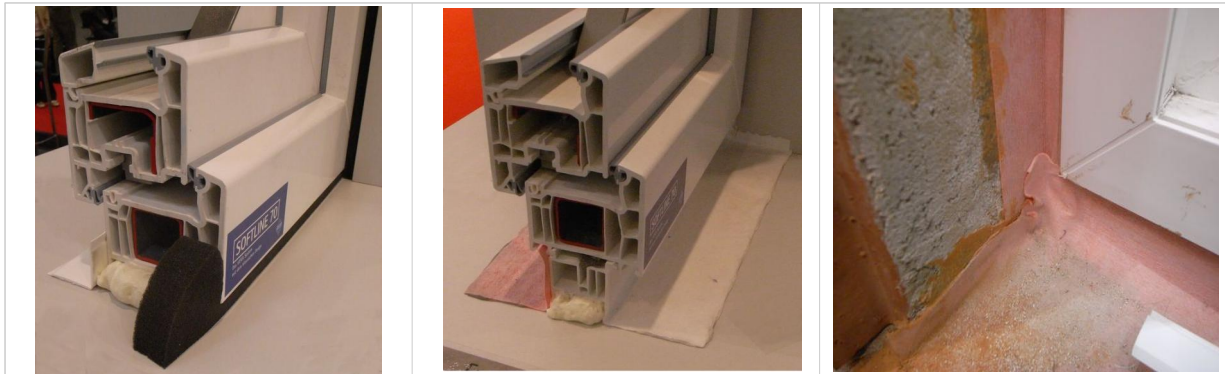


문풍지 설치 전·후



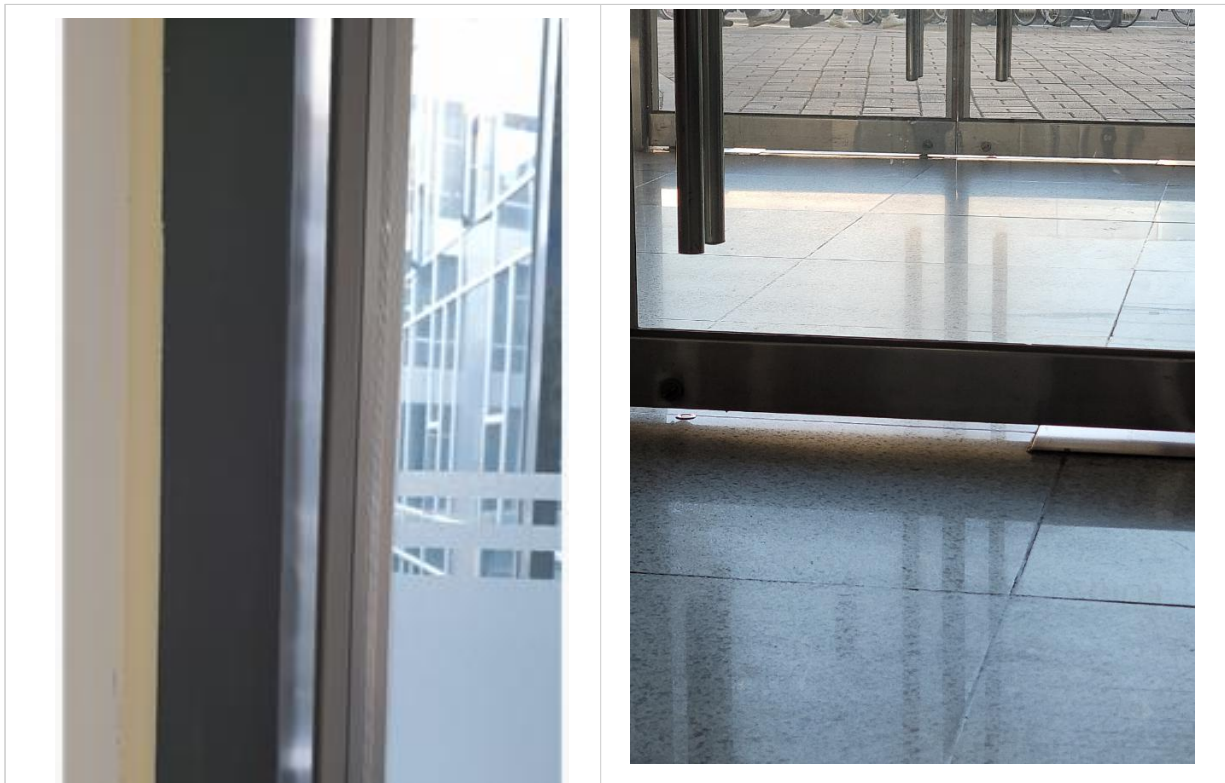
풍지판 설치

<출처 : 국토교통부>



창호 주변의 여러 가지 기밀시공 방법(기밀테이프, 우레탄폼, 스펀지 등)

<출처 : 한국패시브건축협회>



기밀하지 못한 문의 시공사례

2) 전기콘센트 및 설비 배관 부위 기밀시공

설비 배관이 관통하는 부분 중 수직입상관 혹은 수평분기관 등은 간접적으로 외부에 노출이 되어있다. 따라서 관통하는 배관 주변의 충진재 혹은 모르타르가 불량할 경우 이 부분에서 침기 및 누기가 발생된다. 벽의 배관 배선 시공을 위해 뚫린 구멍이나 매입한 관과 벽의 사이를 메우기 위해 기밀캡 혹은 연질우레탄폼, 기밀테이프를 시공한다.

● 전기콘센트 및 설비 배관 부위 기밀시공 예시



기밀테이프를 이용한 전기배선 기밀 확보



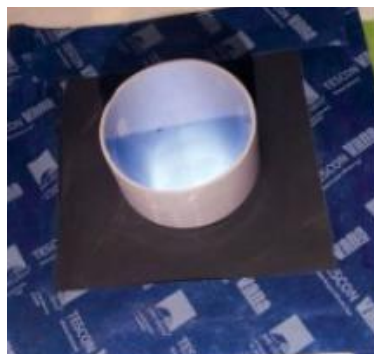
콘센트 주변 기밀테이프 사용



콘센트 기밀 캡



연질우레탄폼



배관주변의 기밀시공

3) 구조체 결합부위 기밀시공

콘크리트 블록과 철골 빔이 만나는 접합부의 기밀강화를 위해 기밀테이프를 시공하였다. 스터드를 이용한 구조체의 경우 벽체보다 구조체 접합부위로 인한 기밀이 상당히 취약하기 때문에 훨씬 꼼꼼히 시공한다.



구조체 결합부위 기밀시공

창호와 콘크리트 블록벽이 만나는 접합부에 대한 기밀테이프를 시공하여 기밀 취약부위인 개구부 주변을 보강하고, 또한 콘크리트 블록벽과 목조 지붕장선의 접합부도 기밀테이프로 시공한다.

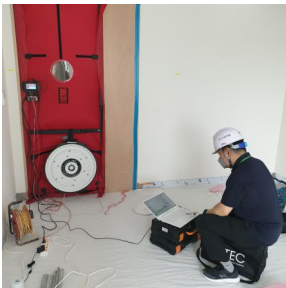


접합부 기밀테이프 시공

<출처 : 국토교통부>

10 | 기밀시공의 검증 방법(Blower Door Test)

- 그린리모델링 공사 후 개선 전·후의 상대적 개선정도를 확인할 수 있는 방법 중 하나가 바로 기밀테스트이며, 가장 많이 사용하는 방법이 압력차를 이용한 블로어 도어 테스트(Blower Door Test)이다.
- 대상 건물에서 기밀성능을 평가하기 위한 측정방법으로는 KS L ISO 9972(단열-건물 기밀성 측정-팬 가압법) 또는 ISO 9972 를 따른다.
- 대상 건물의 준공 이전에 기밀성능 보장을 위한 누기 부위 진단을 위한 측정방법 기준으로는 EN 13829 를 참조한다. 이러한 기밀테스트는 기밀 측정 전문가 및 시험기관에 의뢰하여 측정되어야 한다.

			
감압시험	가압시험	컴퓨터측정 및 분석	누기 부위 측정

TIP 건축물의 기밀성능을 높이는 방법

자동 문단힘 장치를 설치하세요!



출입문이 꼭 닫히지 않고 열려 있을 경우, 틈새를 통해 들어온 바람으로 인해 에너지 손실이 발생하게 된다. 출입문에는 자동 문단힘 장치를 설치하여, 냉난방 에너지 손실을 줄인다.

창틀 및 문틀 주위에 문풍지를 설치하여 주세요!



창틀/문틀과 창짝/문짝 사이 틈은 외기가 실내로 들어오는 주요 통로가 될 수 있다. 창과 문이 노후화되어 기밀성능을 유지할 수 없을 경우, 문풍지를 설치하여 이를 보완할 수 있다.

구조체 틈에 실리콘이나 코킹 시공을 하세요!



틀과 구조체 사이나 벽체 균열 부위 등 틈새 부분에 실리콘이나 코킹을 시공하여, 눈에 보이지 않는 틈새를 통한 에너지 손실을 최대한 줄일 수 있도록 한다.

고기밀성 단열창호나 고기밀성 단열문으로 교체하세요!



창 및 출입문은 고기밀성 단열창호나 고기밀성 단열문으로 교체한다. 틈새바람을 줄일 수 있는 모헤어나 완충재가 설치된 기밀한 구조의 창호나 출입문은 틈새로 들어오는 바람에 의한 열손실을 줄일 수 있다.

<출처 : 국토교통부>

11 | 시공시 누기 예상부위 체크리스트

점 검 부 위		적용유무	
		Y	N
건 축 구 조	창호와 벽체가 만나는 부위(시공설치라인)		
	문과 벽체가 만나는 부위(시공설치라인)		
	창호프레임 접합 부위		
	창문과 창틀이 만나는 부위(가스켓)		
	문짝과 문틀이 만나는 부위(가스켓)		
기 계 설 비	오수 및 배수 인출관의 외벽관통 부위		
	옥외 부동수전 인출관의 외벽관통 부위		
	수도 인입관의 외벽관통 부위		
	가스 인입관의 외벽관통 부위		
	욕실 배기덕트의 외벽관통 부위		
	주방 및 다용도실의 후드배기덕트의 외벽관통 부위		
	보일러 연도의 외벽관통 부위		
	환기장치 덕트관로의 외벽관통 부위		
전 기 설 비	전기 인입선의 외벽관통 부위		
	세대 분전반 박스 부위		
	온도조절기 박스 부위		
	콘센트 박스 부위		
	전동블라인드 전원공급선의 외벽관통 부위		
	외부 전등 전원 공급선의 외벽관통 부위		
	전등 박스 부위		
	전등 스위치 박스 부위		
	통신 인입선의 외벽관통 부위		
	TV 분배함 및 통신용 국선단자함 부위		
	관통부위에 설치하는 슬리브 및 PIPE 내부(PIPE 내부를 통한 침기)		
	비디오폰 및 도어제어 전선의 외벽관통 부위		
	비디오폰 박스 부위		
	TV유닛 및 통신용 콘센트 박스 부위		

<출처 : 한국패시브건축협회>

[부 록]

관련 기준

- 1) 국토교통부 고시 제2017-881호, 「건축물의 에너지절약 설계기준」

[별지 제 1호 서식]

에너지절약계획 설계 검토서												
1. 에너지절약설계기준 의무 사항												
항 목					채택여부 (제출자 기재)		근거	확 인 (허가문자 기재)				
					채택	미채택		확인	보류			
가. 건축부문												
⑥ 거실의 외기에 직접 면하는 창은 기밀성능 1~5등급(통기량 5m³/h·m² 미만)의 창을 적용하였다.												
2. 에너지성능지표 ^{주1)}												
항 목		기본배점 (a)				배점 (b)					평점 (a·b)	근거
		비주거		주거		1점	0.9점	0.8점	0.7점	0.6점		
		대형 (3,000㎡ 이상)	소형 (500~ 3,000㎡ 미만)	주택 1	주택 2							
5.기밀성 창 및 문의 설치(KS F2292에 의한 기밀성 등급 및 통기량(㎡³/h·㎡)) ^{주4)}		5	6	6	6	1등급 (1 ㎡³/h·㎡미만)	2등급 (1~2 ㎡³/h·㎡미만)	3등급 (2~3 ㎡³/h·㎡미만)	4등급 (3~4 ㎡³/h·㎡미만)	5등급 (4~5 ㎡³/h·㎡미만)		

- 2) 산업통상자원부 고시 제2020-83호, 「효율관리기자재 운용규정」

[별표1 효율관리기자재의 적용범위, 측정방법 및 효율기준 등]

KS F 2278 규정에 의하여 측정하거나 ISO 15099 또는 ISO 10077 규정에 따라 시뮬레이션한 열관류율을 소비효율등급부여지표로 함.

$$R(\text{소비효율등급부여지표}) = \text{열관류율}(W/(m^2 \cdot K))$$

7.2.2 소비효율등급부여기준

R	기밀성	등 급
$R \leq 1.0$	1등급	1
$1.0 < R \leq 1.4$	1등급	2
$1.4 < R \leq 2.1$	2등급 이상 (1등급 또는 2등급)	3
$2.1 < R \leq 2.8$	문지 않음	4
$2.8 < R \leq 3.4$	문지 않음	5

건축물의 기밀성능 기준

- 1) 냉난방을 실시하고 재실자(또는 목적물)가 이용하는 공간(건물 외피 또는 경계벽으로 둘러 싸여진 공간)은 5.0 ACH50 이하의 기밀성능을 가져야 한다.
- 2) 대상 건축물이 에너지절약건물(또는 친환경건물)로 평가(인증)받기 위해서는 3.0 ACH50 이하의 기밀성능, 제로에너지건물(또는 패시브건물)로 평가(인증)받기 위해서는 1.5 ACH50 이하의 기밀성능 수준을 만족해야함을 권장한다.
- 3) 단, 1.5 ACH50이하의 기밀성을 가지는 건물은 건축법에서 요구하는 적절한 환기를 보장하기 위하여 환기시스템을 설치하기를 권장한다.

[기밀성능 기준]

구 분	기밀성능 기준	비 고	
모든 건물	5.0 ACH50 이하	기본 기준	
에너지절약 건물	3.0 ACH50 이하	권장 사항	
제로에너지 건물	1.5 ACH50 이하	권장 사항	환기시스템 권장

CMH50(m³/h) : CMH50은 실내외 압력차를 50Pa로 유지하기 위해 실내에 불어 넣거나 빼주어야 할 기류량을 표현한 것. (50Pa은 기후조건의 영향을 최소화하기 위한 압력차로 약 9m/s의 바람이 불어올 때 생기는 압력에 상응함)

ACH50(1/h) : CMH50값을 건물부피(측정되어지는 것으로 규정된 공간의 총 체적)로 나눈 값. 즉, 건물에 50Pa의 압력차가 작용하고 있을 때, 누기량 또는 누기량이 한 시간 동안 몇 번 교환되었는가로 표현한 것. 서로 다른 크기의 건물에서 기밀성능을 비교할 때 유용한 척도.

Air Permeability(L/hm²) : CMH50값을 외피면적으로 나눈 것으로 단위면적당 누기량을 나타내는 척도.

ELA(cm²/m²) 또는 EqLA(cm²/m²) : 지정된 압력차에서 발생하는 누기량에 상응하는 구멍의 크기로 나타낸 것으로 일반적으로 ELA(Efective Leakage Area)는 4 Pa, EqLA (Equivalent Leakage Area)는 10Pa의 압력차를 의미하지만 확인이 필요하다.

<출처 : 한국건축친환경설비학회>

기밀층 전용 재료

건축물의 기밀층 계획 시, 일반적으로 사용하는 기밀층 전용 재료는 다음과 같다.

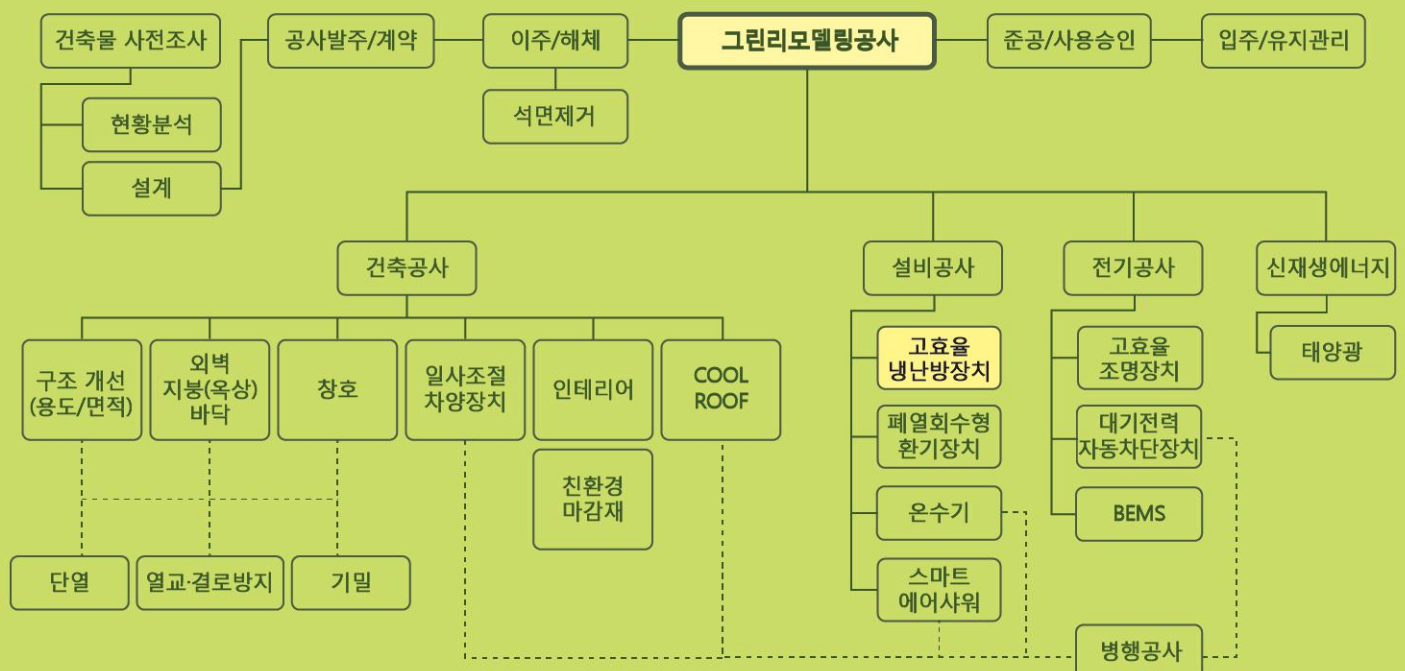
종류	특 징	적용 부위
투습방수지 (가변형)	- 상대습도에 따라 습기가 통과하는 저항의 정도 값이 달라지는 투습방습지 - 내부에 발생하는 습기보다 증발량이 많아 습기로 인한 하자 예방	내부 벽체용
지붕용 투습방수지	- Polypropylen 마이크로 섬유로 높은 방수능력과 투습성능을 가짐 - 습기는 투과하고 공기는 투과하지 않는 외부용 투습방수지	외부 지붕용
벽체용 투습방수지	- 3중 구조의 벽체용 투습방수지로 벽체외벽의 방수층 형성 및 방풍층 형성을 위해 설치 - 습기는 투과하고 공기는 투과하지 않는 외부용 투습방수지	외부 벽체용
외부용 윈도우 랩	- 외부 창호와 벽체 연결 부위의 방습 및 기밀층 형성 - 목조, 스틸, 조적 등 모든 면에 접착 가능 - 테이프 위에 바로 미장 처리 가능	외부 창호용
내부용 윈도우 랩	- 방수기능과 투습기능을 갖춘 창호 전용 기밀테이프 - 시공 시 접착제와 기밀테이프는 끊임없이 모두 이어져야 함	내부 창호형
기밀테이프	- 투습방수지 및 투습방습지에 적합한 투습성능 - 유연성, 신축성, 접착성이 강해 모든 면에 접착 가능	내부 벽체용
설비층 기밀접착 테이프	- 유연성, 신축성, 접착성이 우수하여 설비층에 연결된 전선으로 통하는 습기 방지 및 기밀층 형성	설비층 배선용
배관용 기밀자재	- 환기통 또는 파이프 주변의 기밀층 유지 - 습기를 차단해 결로나 곰팡이 방지	배관용
콘센트 기밀캡	- 분전반, 콘센트 CD관의 기밀시공	분전반 콘센트
팽창형 밴드	- 벽체와 창호 사이의 기밀층 시공 - 각 부위 서로 다른 자재사용 시 틈새 기밀층 형성 및 단열성 향상 - 방수/방풍/방음 성능 우수	창호 틈 용
연질 우레탄 폼	- 시공 후 수축, 팽창이 거의 없는 폴리우레탄 계열의 단열재 - 시공 후 변형되는 틈에 맞춰 형태가 변형되어 기밀성이 유지된다.	창호 틈 용

<출처 : 프로클리마 홈페이지>

고효율 냉난방장치

중요한 것은
용량이 아니라 효율이다

그린+리모델링공사 PROCESS



1. 고효율 냉난방장치

중요한 것은 용량이 아니라 효율이다



1 | 개요

쾌적한 실내환경을 유지하기 위해서는 급탕, 냉난방 등을 위한 기계설비가 반드시 필요하며, 설비시스템의 효율에 따라 건축물의 에너지 소비량이 달라지게 된다. 따라서 그린리모델링을 계획할 때에는 기존 건축물의 노후한 설비에 대한 대책을 마련함과 동시에 에너지를 절약할 수 있는 고효율 설비를 선택하는 것이 중요하다. 고효율 설비에는 보일러, 히트펌프, 흡수식냉온수기, 냉방기 등이 있다.

2 | 효율관리제도

에너지소비효율 등급표시제도 (최저소비효율기준포함)	·원천적인 기기의 효율 향상 ·냉장고, 에어컨, 삼상유도전동기, 형광램프, 자동차 등 23품목 ·의무적 신고제도 ·등급라벨 표시 및 최저소비효율기준 적용	
고효율에너지 기자재 인증제도	·고효율기기 보급 및 초기시장 형성 ·보일러, 펌프, 단열창호, 변압기, LED등, 22품목 ·자발적 인증제도 ·고효율기자재마크 및 인증서 교부	
대기전력저감 프로그램	·가전, 사무기기 대기전력 저감 ·컴퓨터, 프린터, TV, DVD플레이어, 셋톱박스 등 20품목 ·자발적 제도에서 일부 품목 의무적 경고표시제 전환	

3 | 고효율설비의 이해

건축물이 소비하는 에너지의 상당 부분은 난방과 급탕 설비시스템에서 소비하는 가스, 기름, 전기등의 사용연료와 설비의 낮은 효율로부터 기인한다. 이에 정부에서는 에너지효율화 정책을 바탕으로 에너지소비효율등급표시제도, 고효율기자재인증제도, 대기전력저감프로그램 등의 운영을 통해 설비시스템의 효율화를 추진하고 있다. 이처럼 고효율 설비에 대한 요구가 나날이 증가함에 따라, 고효율 설비를 판단하는 기준에 대한 인식 또한 필요로 한다.

1) 국내기준

- 국토교통부 고시 제 2020-574호, 「건축물에너지효율등급 인증기준」
[별표1] 건축물에너지효율등급인증기준

- 산업통상자원부 고시 제 2020-40호, 「고효율에너지기자재보급촉진에 관한 규정」
[별표1] 고효율에너지인증대상기자재 및 적용범위

2) COP(성적계수, 성능계수)

COP(Coefficient of Performance)는 유효하게 얻은 열량과 이때 소비된 에너지의 비로 정의되며, 열기관(냉동기, 히트펌프)의 열효율을 판단하는 척도이다. 이는 입·출력비를 나타내는 효율(%)과는 다른 의미이며 다음과 같이 계산한다.

$$\text{COP} = \frac{\text{증발기에서 냉매가 흡수한 열량(kW/h)}}{\text{입력에너지(kW/h)}}$$

3) 히트펌프(Heat Pump)식 냉난방기

• 히트펌프의 원리

히트펌프는 저온의 열원에서 열을 흡수하여 고온의 열을 생산하는 기기로, 연소에 의해 열에너지를 발생하는 대신 냉매의 응축·팽창·증발을 통해 주위의 미활용 열을 모으고 전달하는 역할을 수행하므로 에너지 효율이 높다.

공기-물 히트펌프의 원리	냉매와 물의 순환[COP 4.0의 경우]
히트펌프의 난방 시 에너지는 위와 같이 움직인다. 실외의 공기에서 3kW의 에너지를 흡수하여 이를 히트펌프(컴프레서)로 강제로 실내로 이동시켜 실내에 4kW의 에너지를 공급한다. 이때 사용된 전기량은 히트펌프 모터를 가동시키기 위해 사용된 1kW 뿐 이다. 위 사이클을 역으로 움직이면 1kW의 전기로 3kW의 냉방에너지를 얻을 수 있다.	

<출처 : www.gumigreen.tistory.com>

• 히트펌프의 종류

일반적으로 히트펌프 사이클의 양방향을 이용하여 냉난방을 겸용하며 대표적인 설비로는 EHP(전기히트펌프 : Electric Heat Pump), GHP(가스히트펌프 : Gas Heat Pump)가 있으며 우리 생활에서 주로 사용하는 냉방전용의 에어컨도 히트펌프의 일종이다.

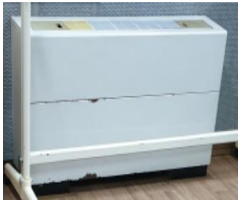
4) 고효율 냉난방기의 종류 및 특성

냉난방기는 고효율인증제품 또는 이와 동등 이상의 것 또는 에너지소비효율 등급이 높은 제품을 설치한다.

종 류		사용연료	효 율	효율인증
콘덴싱 보일러	[난방/급탕]	가스	87%	에너지소비효율등급제품
히트펌프 [냉난방]	EHP	전기	4.0~6.0	고효율인증제품
	GHP	가스	1.4~1.7	
냉방기 [냉방]	패키지 에어컨	전기	3.5~5.1	에너지소비효율등급제품
	시스템 에어컨	전기	3.5~5.1	에너지소비효율등급제품
흡수식냉방기	1중효율	가스	0.65~0.75	고효율인증제품
	2,3중효율	가스	0.9~1.2	고효율인증제품
	냉온수기	가스	0.9~1.2	고효율인증제품

* 연면적 1,000㎡이상의 공공건축물 설비 전면 개체시 전체설비의 60% 이상을 GHP등으로 설치해야 한다.

* 에너지소비효율등급 및 고효율인증제품은 에너지공단 홈페이지에서 검색할 수 있다.

공 급 기				
생 산 기				
	콘덴싱보일러	히트펌프	냉방기[패키지에어컨]	흡수식냉방기

5) 고효율 기자재의 보급 지원제도

국내에서는 고효율 기자재로의 시장전환을 촉진하기 위하여 효율관리제도와 관련한 여러 가지 보급지원정책을 시행하고 있으며, 각 지원대상 별로 다소 상이하기는 하나 장려금 지원부터 조달청 우선구매, 우수 조달물품 지정, 공공기관 사용 의무화, 에너지절약 시설투자에 대한 세액 공제 등이 있다.

6) 비전기식 냉방기기 설치 권장

냉방기기는 전력피크 부하를 줄일 수 있도록 하여야 하며, 가능한 상황에 따라 심야전기를 이용한 축열·축냉시스템, 가스 및 유류를 이용한 냉방설비, 집단에너지를 이용한 지역냉방식, 소형열병합발전을 이용한 냉방방식, 신재생에너지를 이용한 냉방방식을 채택한다.

4 | 장치별 설치 유의사항

1) 콘덴싱보일러

- 보일러 용량은 층별, 사용 존별 대수제어가 가능하도록 대용량 보다는 소용량 여러 대로 설치하는 것이 바람직하다.
- 보일러는 수평, 수직으로 설치하되 보수 또는 청소 등의 작업공간을 감안하여 설치하여야 한다.
- 배관의 연결부는 교체 및 사후 유지 보수관리가 용이하도록 유니온, 플랜지 또는 유니온 부착형 밸브를 사용하여야 한다.
- 보일러는 감전 등의 사고를 방지하기 위하여 접지극부 플러그를 사용한다.
- 보일러 주위의 모든 배관은 보온 마감하여야 한다.
- 콘덴싱 보일러 응축수는 배수 입상관과 겸용으로 드레인 처리한다.
- 개별 가스보일러는 배기가스의 흐름방향으로 하향 구배, 콘덴싱 가스보일러는 상향 구배를 준다.
- 연도는 주위의 가연물과 접촉이 되지 않도록 하여야 하며 벽체 관통부는 적절한 조치를 취하여야 한다.



- 연도와 실내측 주름관과의 연결부는 파이프 클램프를 활용하여 고정
- 벽체 관통부의 여백은 불연성 단열재인 글라스울로 채움
- 주름관 그대로 사용시 500°C를 견딜 수 있는 내열 실란트를 사용하여 주름관, 연통, 마감 사이의 기밀성을 확보

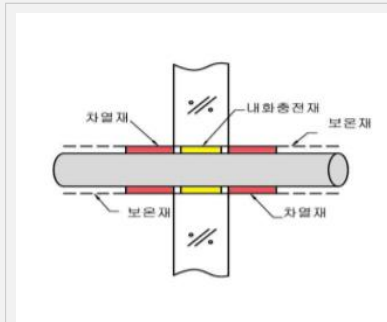
2) EHP, GHP등 냉난방기 설치

- 일반적으로 건물내부에 냉온열을 공급하는 실내기와 건물 외부에 냉온열을 생산하는 실외기로 구성되어 있다.
- 실내기는 대개의 경우 천정매립형으로서 사전 건물의 천정과 스라브 사이의 공간을 확인하여 공간의 여유 폭을 확보하여야 하며 다음과 같은 장소에 설치하여야 한다.
 - 토출공기가 실내 전체에 골고루 퍼질 수 있는 곳
 - 응축수의 배수가 잘되고 실외기와 배관 접속이 쉬운 곳
 - 냉방효과가 가장 좋으며 전원 연결이 쉬운 곳

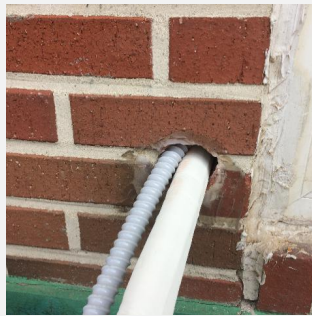
- 실외기는 옥상 설치의 경우 방수층을 훼손하지 않도록 매트 기초와 방진 패드 등으로 시공하며 다음과 같은 장소에 설치하여야 한다.
 - 흡입구 근처에 실내공기 흡입을 방해하는 장애물이 없는 곳
 - 유지보수가 용이하고 공기의 흐름이 원활한 곳
 - 소음, 진동 등으로 인한 민원이 발생하지 않는 곳

TIP 냉매배관의 벽체 관통부

냉매배관의 벽체 관통부는 연질우레탄폼등으로 틈새를 메꾸고 코킹처리 하는 등 기밀시공을 하여야 한다.



냉매배관 관통도



냉매배관 틈새 시공 전



냉매배관 틈새 시공 후

5 | 체크리스트

구 분	검토사항	적용유무	
점검내용	냉난방부하에 맞는 적절한 용량의 장비를 선택하였는가?	Y	N
	고효율인증제품 또는 에너지소비효율등급표시제품을 사용하였는가?		
	고효율 설비 지원제도를 활용하였는가?		
	각종 공급관의 보온재 시공 상태를 확인하였는가?		
	배관의 구조물 관통부의 실링은 도면대로 시공되었는가?		
	설비시스템운영 시 유의사항에 대해 충분히 인식하고 있는가?		
	가능한 비전기식 설비를 채택하였는가?		
	실외기 설치 시 기존 바닥 구조물의 방수층이 훼손되지 않았는가?		
	보일러의 연도는 긴밀하게 연결되었는가?		
	설비시스템운영 시 유의사항에 대해 충분히 인식하고 있는가?		

[부 록]

「고효율에너지기자재보급촉진에 관한규정」

[별표 1] 고효율에너지인증대상기자재 및 적용범위(제3조 관련)

기 자 재	적 용 범 위
1. 산업·건물용 가스보일러	발생열매구분에 따라 증기보일러는 정격용량 20T/h이하, 최고사용압력 0.98MPa{10.0kg/cm ² } 이하의 것 또한 온수보일러는 2,000,000kcal/h이하 최고사용압력 0.98MPa{10.0kg/cm ² } 이하의 것으로 연료는 가스를 사용하는 것.
2. 펌 프	토출구경의 호칭지름이 2,200mm이하인 터보형 펌프
3. 스크류 냉동기	응축기, 부속냉매배관 및 제어장치 등으로 냉동 사이클을 구성하는 스크류 냉동기로서 KS B 6275에 따라 측정한 냉동능력이 1,512,000kcal/h{1,758.1kW, 500USRT} 이하인 것
4. 무정전전원장치	1) 단상 : 단상 50 kVA이하는 KS C 4310 규정에서 정한 교류 무정전 전원장치 중 온라인 방식인 것으로 부하감소에 따라 인버터 작동이 정지되는 것 2) 삼상 : 삼상 300 kVA이하는 KS C 4310 규정에서 정한 교류 무정전 전원장치 중 온라인 방식인 것. 단, 부하감소에 따라 인버터 작동이 정지되지 않아도 됨
5. 인버터	전동기 부하조건에 따라 가변속 운전이 가능하여 에너지를 절감하기 위한 인버터로 최대용량 220kW 이하의 것
6. 직화흡수식 냉온수기	가스, 기름을 연소하여 냉수 및 온수를 발생시키는 직화흡수식 냉온수 기로서 정격난방능력 2,466 kW (2,121,000 kcal/h), 정격냉방능력 2,813 kW (800 USRT) 이하의 것
7. 원심식 송풍기	압력비가 1.3 이하 또는 송출압력이 30kPa 이하인 직동·직결 및 벨트 구동의 원심식 송풍기(이하, 송풍기 또는 팬이라 한다)로서, 그 크기는 임펠러의 외 바깥지름이 160mm에서 1,800mm까지에 적용하며, 건축물과 일반공장의 급기·배기·환기 및 공기조화용 등으로 사용하는 것
8. 터보압축기	압력비가 1.3 초과 또는 송출압력이 30 kPa를 초과하는 전동기 구동 방식의 터보형압축기

기 자 재	적 용 범 위
9. LED 유도등	LED(Light Emitting Diode)를 광원으로 사용하는 유도등
10. 항온항습기	항온항습기 중 정격 냉방능력이 6kW{5160kcal/h} 이상 35kW {30100kcal/h} 이하인 것
11. 고기밀성단열문	건축물 중 외기와 접하는 곳에 사용되는 문으로서 KS F 2297 규정에 의한 열관류율이 1.2W/(m ² · K)이하이며, 기밀성 등급의 통기량이 1등급 (1m ³ /h·m ²) 이하인 것
12. 가스히트펌프	도시가스 또는 액화석유가스를 연료로 사용하는 가스 엔진에 의해서 증기 압축 냉동 사이클의 압축기를 구동하는 히트 펌프식 냉 · 난방 기기이며, 실외기 기준 정격 냉방 능력이 23 kW 이상인 것
13. 전력저장장치 (ESS)	전지협회의 배터리에너지저장장치용 이차전지 인증을 취득한 ‘이차전지’를 이용하고, 스마트그리드협회 표준 ‘SPS-SGSF-025-4 전기저장 시스템용 전력변환장치의 성능시험 요구사항’에 따른 안전성능시험을 완료한 PCS(Power conditioning system)로 제작한 전력저장장치. 단, 절연변압기는 포함하지 않음 이 기준에서 정한 전력저장장치의 정격 및 적용 범위는 정격 출력 (kW)으로 연속하여 부하에 공급할 수 있는 시간은 2 시간 이상인 것
14. 최대수요전력 제어장치	최대수요전력제어에 사용되는 최대수요전력제어장치와 이와 함께 사용되는 주변 장치(전력량 인출 장치, 동기 접속 장치, 외부 릴레이 장치, 원격 제어 장치, 모니터링 소프트웨어)에 대하여 규정하며, 제어전원은 AC 110 V ~ 220 V 및 DC 110 V ~125 V를 포함하는 Free volt, 통신방식은 RS232C, RS485, 및 Ethernet 통신이 모두 가능해야 하고, 직접 제어 하는 접점(10 A, 250 V)이 8개 이상이고, 사용소비전력은 20W 이하인 것
15. 문자간판용 LED모듈	문자 간판에 사용되는 DC 50 V 이하의 LED 모듈(광원)

기 자 재	적 용 범 위
16. 냉방용 창유리필름	건축물의 창유리에 붙여 건물 냉방효과를 높이기 위한 태양열 차폐용 필름으로서 KS L 2514 규정에 의한 가시광선 투과율이 50% 이상이며, KS L 2514 규정에 의한 태양열 취득률이 0.5 이하인 것. 단, KS F 2274의 WX-A시험조건에서 500시간 경과 후 KS A 0063에서 정하는 색차에서 3 이상의 색 변화가 없는 것
17. 가스진공 온수보일러	보일러 내부가 진공상태를 유지하며 온수를 발생하는 보일러로서, 연료는 가스를 사용하며 정격난방용량 200만Kcal/Hr이하, 급탕용량 200만 Kcal/Hr이하인 것
18. 중온수 흡수식 냉동기	중저온의 가열용 온수를 1중 효용형의 가열원으로 사용하는 정격 냉동 능력이 2,813 kW (800 USRT) 이하인 중온수 흡수식냉동기로 중온수 1단 흡수식냉동기와 보조사이클을 추가한 중온수 2단 흡수식냉동기를 포함
19. 전기자동차 충전 장치	KS C IEC 61851-23 또는 KC 61851-23에서 규정하는 전기자동차 전도성 (Conductive) 직류 충전장치로서, 전기용품 및 생활용품 안전관리법에 따라 KC인증을 득한 것
20. 등기구	1) 실내용 LED등기구 AC 220 V, 60 Hz에서 일체형 또는 내장형 광원으로 사용하는 등기구 2) 실외용 LED등기구 AC 220 V, 60 Hz에서 일체형 또는 내장형 광원으로 사용하는 등기구 3) PLS등기구 1000 V 이하의 ISM 대역의 마이크로파 에너지를 이용하는 700 W 또는 1000 W 등기구 4) 초정압방전램프용등기구 AC 220 V, 60 Hz에서 사용하는 150W 이하의 등기구 5) 무전극 형광램프용 등기구 AC 220 V, 60 Hz에서 사용하는 무전극 형광램프용 등기구

기 자 재	적 용 범 위
21. LED램프	1) 직관형 LED램프(컨버터외장형) 램프전력이 22 W 이하이고 KC60061-1에 규정된 G13 캡과 KC20001에 규정된 D12 캡을 사용하는 직관형 LED램프(컨버터 외장형)와 이 램프를 구동시키는 LED컨버터를 포함 2) 형광램프 대체형 LED 램프(컨버터내장형) 이중 캡 및 단일 캡 형광램프를 대체하여 호환사용이 가능한 컨버터 내장형 LED램프(G13캡을 사용하는 형광램프 20W, 32W, 40W 대체형 LED램프, 2G11캡을 사용하는 형광램프 36W, 55W 대체형 LED램프)
22. 스마트LED 조명시스템	스마트LED조명시스템은 LED램프/등기구를 스마트 센서와 스마트제어 장치를 통하여 다양한 기능의 제어를 할 수 있도록 하나의 시스템으로 구성되어야 하며, 각 기능별 최소 1개 이상의 기능이 복합적으로 구현되어야 한다.

고효율에너지기자재 보급확대 관련지원

- 건축물의 에너지절약설계기준 의무 또는 권장 사용
 - 에너지절약계획서 제출대상 건축물의 건축주와 설계자가 고효율제품을 설계 시부터 반영하도록 권장
 - * 관련근거 : 「건축물의 에너지절약설계기준」(국토교통부 고시)
- 공공기관 고효율에너지기자재 우선 구매
 - 공공기관에서는 에너지기자재의 신규 또는 교체 수요 발생시 특별한 사유가 없는 한 고효율 에너지기자재 인증제품 또는 에너지소비효율 1등급 제품을 우선 구매하여야 함
 - 공공기관은 2020년까지 해당 기관의 조명기기 중 전체를 LED 제품으로 교체하여야 함
 - * 단, 정부 방침에 의거 기관의 이전계획이 있는 경우는 제외하며, 초·중·고교, 도서관 등은 자체 에너지 절약 추진위원회 결정에 따라 교체시기를 조정할 수 있음
 - 공공기관은 가로등, 보안등, 터널등(지하차도 등 포함)을 신규로 설치하거나 등기구 교체시에는 고효율에너지기자재 인증 제품을 사용하여야 함
 - 공공기관은 2014년부터 신축, 증축, 개축시 신규 설치하는 지하 주차장의 조명기기는 모두 LED 제품으로 설치하여야 함
 - * 관련근거 : 「공공기관 에너지이용 합리화 추진에 관한 규정」(산업통상자원부 고시)

- 조달구매시 고효율인증제품 우선구매

- 조달구매 시 고효율에너지기자재 인증제품, 대기전력저감우수제품, 에너지소비효율 1등급 제품을 수요기관에 우선 구매토록 권고 할 수 있음

* 관련근거 : 「에너지소비제품 구매운용기준」(조달청훈령)

- 에너지이용합리화자금 융자지원

- 절약시설 설치사업에 투자하는 경우 사업비의 일부를 장기 저리로 지원

* 세부내용 : 에너지이용합리화 자금 홈페이지(jagum.kemco.or.kr) 참고

* 문 의 처 : 한국에너지공단 자금융자실

* 관련근거 : 「에너지이용합리화사업을 위한 자금지원 지침」(산업통상자원부 고시)

- 에너지절약시설투자에 대한 세액 공제

- 에너지절약시설에 '21년 12월 31일까지 투자하는 경우에 투자금액 또는 취득금액의 100분의 1 (중견기업은 100분의 3, 중소기업은 100분의 7)에 해당하는 금액을 공제

* 관련근거 : 「조세특례제한법」 제25조

- 에너지신기술중소기업 등에 대한 세액감면

- 고효율인증제품을 제조하는 중소기업은 에너지신기술중소기업에 해당하는 날 이후 최초로 해당사업에서 소득이 발생한 과세연도와 그 다음 과세연도의 개시일부터 4년 이내에 끝나는 과세연도까지 해당 사업에서 발생한 소득에 대해 소득세 또는 법인세의 100분의 50에 상당하는 세액을 감면

* 관련근거 : 「조세특례제한법」 제6조의 제4항

- 고효율인증제품 장려금 지원(에너지효율(EE) 시장 시범사업)

- 전력수요절감 효과가 우수한 효율향상설비, 시스템의 설치, 운영 및 절감량 성과계량을 지원

* 세부내용 : 한국에너지공단 홈페이지(www.energy.or.kr) 공지사항 게시판 참고

* 문 의 처 : 한국에너지공단 수요정책실

* 관련근거 : 「에너지효율(EE)시장 시범사업 공고」(한국에너지공단 수요관리정책실)

- 중소기업 시험수수료 지원

- 고효율 인증을 취득한 업체가 추가로 고효율인증을 취득하기 위하여 고효율시험기관에 의뢰하는 고효율 시험수수료 공급가액의 최대 50%를 예산한도 내에서 지원

* 세부내용 : 효율관리제도 홈페이지(eep.energy.or.kr) 참고

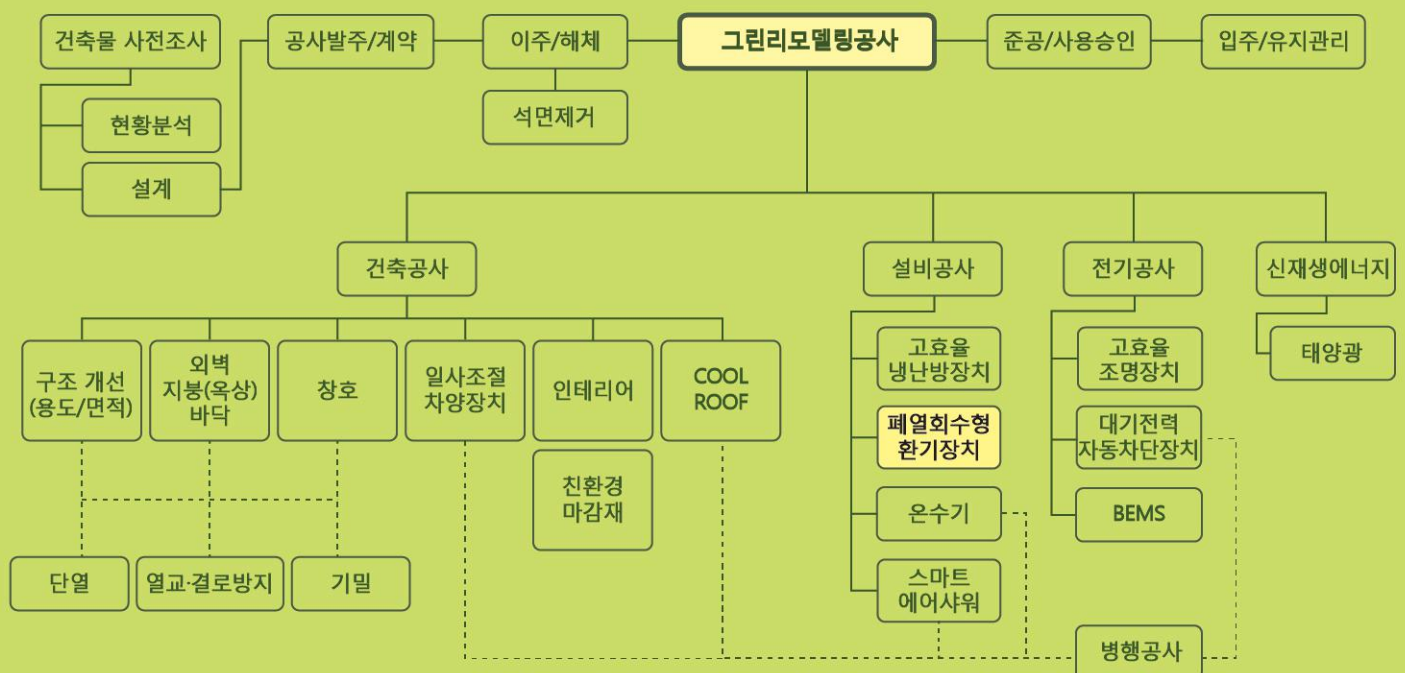
* 문 의 처 : 한국에너지공단 효율기술실

* 관련근거 : 「고효율에너지기자재 보급촉진에 관한 규정」(산업통상자원부 고시)

폐열회수형 환기장치

건물에도 마스크를 씌우자

그린+리모델링공사 PROCESS



2. 폐열회수형 환기장치

건물에도 마스크를 씌우자



1 | 개요

자연환기는 대량의 공기를 단기간에 배출하고 신선한 공기를 받아들이는 장점이 있지만 일정 환기량 유지에 불리하고, 겨울철 난방에너지를 증가시키는 단점이 있다. 이를 보완하기 위해 기계환기 방법 중 열회수형 환기장치를 이용하면 일정 환기량을 유지하고 냉·난방에너지를 줄이는 효과가 있다.

따라서, 기밀을 중요시 하는 현대 건축물에 있어서는 열손실을 최소화하면서 내부공기를 신선한 공기로 유지하기 위한 열회수형 기계환기 장치는 필수적이다.

2 | 폐열회수형 환기장치의 이해

- 1) 폐열회수형 환기장치는 열교환 소자와 팬으로 구성 되는데, 겨울철 외부로부터 유입되는 차가운 공기를 실내에서 빠져나가는 더운 공기의 열을 이용해 데워주고, 반대로 여름철에는 외부로부터 유입되는 더운 공기를 실내에서 빠져나가는 냉방된 공기로 열교환함으로써 에너지를 절감하여 냉·난방비를 감소시키는 장치이다.
- 2) 폐열회수형 환기장치는 온도만 교환하는 현열 교환기와 온, 습도를 함께 교환하는 전열 교환기로 나뉜다.



<출처 : www.cendori.com>

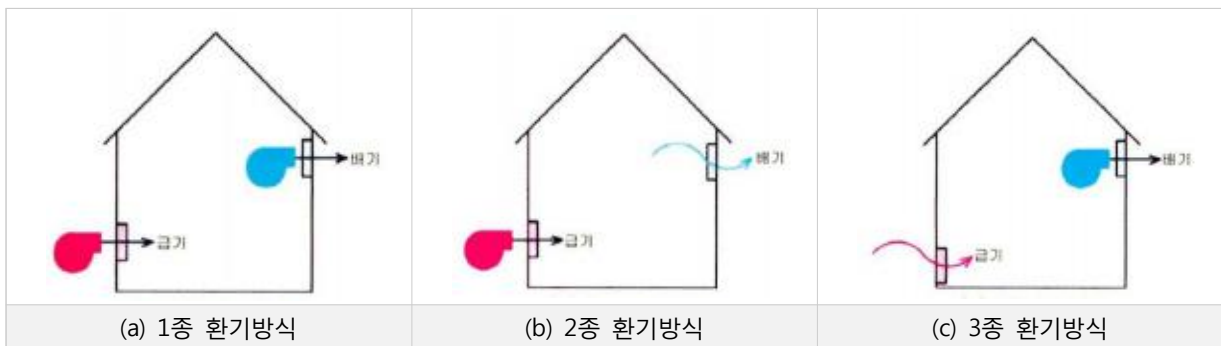
3 | 관련기준

- 1) 국토교통부령 제704호, 「건축물의 설비기준 등에 관한 규칙」
 - 제11조(공동주택 및 다중이용시설의 환기설비 기준 등)
- 2) 국토교통부 고시 제2017-881호, 「건축물의 에너지절약 설계기준」
 - 제2절 제9조(기계부문의 권장사항) 제5호 나목

4 | 기본사항

1) 실내공기질 개선과 환기

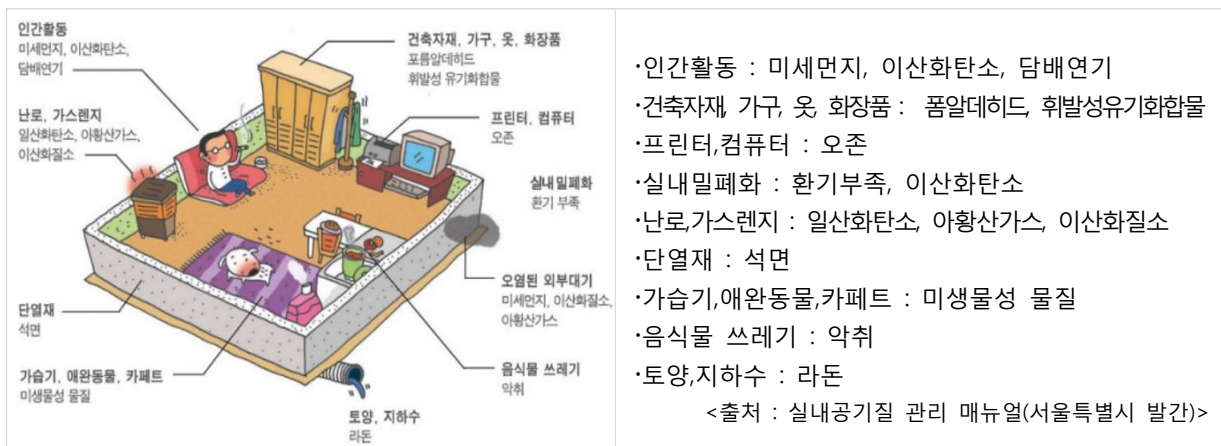
- 환기는 실내공기와 외부 공기를 교환하는 행위로 실내공기가 오염된 경우에는 가장 먼저 환기를 통한 실내공기질의 개선이 필요하다. 환기를 하면 실내공기 오염물질이 외부로 배출되고 신선한 공기가 실내로 유입되어 청정한 실내환경을 확보할 수 있도록 ‘건축물의 설비기준 등에 관한 규칙’ 제11조 제1항에 따라 환기설비가 의무화 되어 기계환기 설비를 설치하도록 되어 있다.
- 국토교통부의 환기설비 매뉴얼(2019.12 발간)에는 자연환기는 외부 미세먼지가 “매우나쁨” 단계일 때를 제외하고는 하루에 3번 10분 내외 창문을 이용하여 실시하라고 명기되어 있으며, 송풍기를 이용하는 기계식 환기는 열회수 환기방식이 에너지절약 측면에서 장점을 가진다.



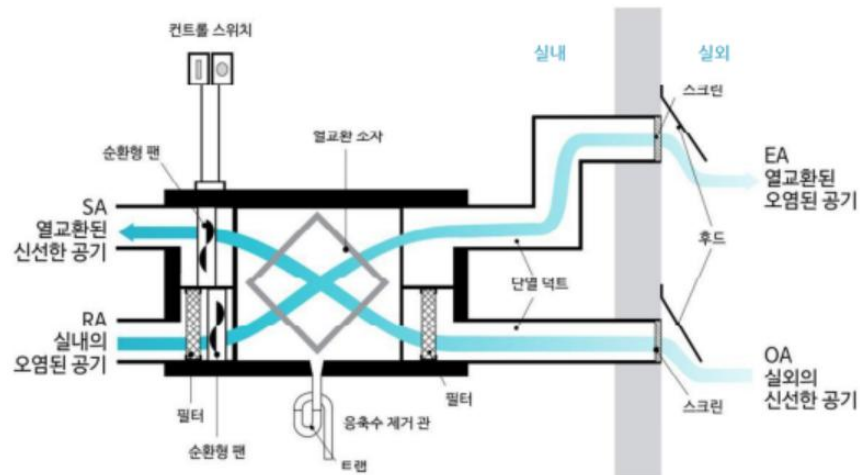
< 환기방식의 종류 >

- 그린 리모델링공사에서 외피의 단열, 외부 고성능창호 등을 통하여 외부로부터의 열 차단 및 기밀을 유지하는 만큼 적절한 환기는 실내 공기질을 쾌적하게 유지하여 실내거주자의 건강한 재실환경을 유지하는 중요한 요소이다.
- 따라서 실내에서 발생하는 오염물질이 인체에 미치는 영향은 호흡기질환, 알레르기, 천식, 피로감, 피부질환, 두통, 구토, 정서불안 등이 있으므로 실내공기 오염원을 집중 정화하여 쾌적한 환경을 유지해야 한다.

< 실내공기오염원 >



2) 열회수 환기장치 개념



<출처 : <http://oee.nrcan.gc.ca>>

< 열회수형 환기장치 개념도 >



<출처 : 국토교통부>

3) 폐열회수 환기장치의 특성

- 70% 이상의 열회수율로 환기로 인한 실내온도의 변화가 거의 없다.
- 전열교환기의 경우 현열, 잠열 모두 회수할 수 있어 효율이 우수함
- 열회수를 통하여 냉·난방 부하를 감소시켜 에너지 사용량 절감
- 오염된 실내공기 배출 및 신선한 외기 유입 가능
- 고성능 필터를 사용 시 눈에 보이지 않는 각종 유해물질(휘발성 유기화합물 등)과 악취 등을 제거하여 건강과 삶의 질을 높임
- 적절한 습도를 유지하여 실내의 곰팡이 발생을 방지

4) 열회수 환기장치 종류

- 열 교환기 방식에 따른 분류
 - 판형 열 교환식 : 환기되는 공기에 포함된 열은 판과 판 사이를 지나면서 외기와 환기 사이에 위치한 열 교환 매체를 가열하고 이 판의 열은 급기에 전달하는 방식
 - 로터리형 열 교환식 : 환기되는 공기에 포함된 현열 및 잠열은 회전하는 로터에 흡수되고 로터의 회전에 따라 급기 쪽으로 이동하여 급기에 열을 전달하는 방식
 - 히트 파이프형 열 교환식 : 환기되는 공기에 포함된 열이 환기쪽의 작동 유체를 가열하여 증발시키면 증발된 작동 유체는 급기 쪽으로 이동하여 급기에 열을 전달하는 방식
 - 모세 송풍기형 열 교환식 : 모세 송풍기를 이용하여 환기 코일을 통하여 실내로부터 환기되는 공기 중의 열만을 회수하여 급기에 열을 전달하는 방식
- 구조 형태에 따른 분류
 - 덕트형 : 하나 이상의 덕트로 연결하여 사용되는 구조
 - 무덕트형 : 급기, 배기를 덕트 없이 벽이나 창에 부착하여 사용되는 구조
- 설치 형태에 따른 종류 예시

 천장형	 천정매립 카세트형	 천정매립 덕트형
 벽부형	 창문부착형	 바닥상치형

5) 폐열회수형 환기장치 선택

열회수형 환기장치를 선택함에 있어서 열교환 효율과 기계의 소음을 체크하는 것이 중요하다. 열회수 환기장치는 온도만 교환되는 현열교환과 습기와 온도가 교환되는 전열교환이 있으며 현재 국내의 대다수 제품은 습기까지 교환되는 전열교환을 사용하고 있다.

- 설치 기준 사양[공공건축물 그린리모델링 설계가이드라인(2020.8)]
 - 폐열회수 환기장치의 효율은 고효율에너지기자재 인증 제품 또는 에너지계수 값이 냉방시 8이상, 난방시 15이상, 유효전열교환 효율이 냉방시 45%이상, 난방시 70%이상 제품을 적용한다.
 - 필터 공기여과 성능기준은 한국산업표준(KS B 6141)에서 규정하는 입자포집률을 비색법, 광산란적산법으로 측정하여 95% 이상 또는 계수법으로 측정하여 60% 이상 확보하는 제품으로 사용한다.

TIP 환기장치 용량 산정방법

1. 재실 인원 에 의한 환기량

$$\text{용량(m}^3\text{/h)} = \text{1인당 환기량(m}^3\text{/인)} \times \text{재실자수(인)}$$

예) 어린이집 보육실 인원이 5인 인 경우
180m³/h 이상의 용량이 필요
(36(m³/h)×5인=180(m³/h))

실의 용도	1인당 필요환기량(m ³ /인)
지하역사 등	25 ~ 27 이상
문화 및 집회시설 등	29 이상
의료시설, 노유자시설 등	36 이상

2. 환기 횟수에 의한 환기량

$$\text{용량(m}^3\text{/h)} = \text{실의 체적(m}^3\text{)} \times \text{환기율(회/h)}$$

예) 바닥면적 70m², 층고 2.4m를 가진 건물이
1회/h 의 환기율을 가지기 위해서는
168m³/h 이상의 용량이 필요
((70×2.4)(m³)×1(회/h)=168(m³/h))

※ 다중이용시설의 건축 시 기계환기설비 용량기준은 시설이용 인원 당 환기량을 원칙으로 산정하며, 각 실에 들어가는 인원이 일정하지 않아서 정원이 정해져 있지 않을 경우 실의 체적에 환기 횟수 기준으로 환기량을 산정한다.

● 환기장치 시험성적서 보는 법

열회수형 환기장치 선택에 있어 효율과 기계의 소음을 체크하여 제품을 선정하는 것이 중요하다. 효율이 높을수록 냉·난방부하가 줄어들며, 하루 종일 작동하고 있는 환기장치의 특성상 소음을 무시하지 못한다. 열회수형 환기장치를 선택함에 있어 환기장치 시험성적서의 정보를 확인할 필요가 있다. 시험 성적서를 통해 환기장치의 유효전열교환효율, 에너지계수, 그리고 누기율을 검토할 수 있다.

한국기계연구원 연구보고서 제 2019-001호

Report No. 2019-001호

Report No. 2019-001호

Report No. 2019-001호

시험 성적서

제출처: 한국기계연구원 제2019-001호

제출처: 한국기계연구원 제2019-001호

2. 시험결과

항목	단위	시험결과
용량 시험	m ³ /h	147.9
기동전압	V _a	191.2
입력기 동압시험	%	101.1
소음 시험	dB	53.5
누설율	%	9.0
유효 환기량 시험	m ³ /h	134.8
열효율 시험	-	냉방 난방 양분 양분
전열교환효율	냉방	% 79.8
	난방	% 86.7
	냉방	% 73.7
	난방	% 81.3
에너지계수	냉방	% 71.1
	난방	% 79.4
	냉방	- 13.9
	난방	- 19.8

ROHS 연구보고서 제 2019-001호

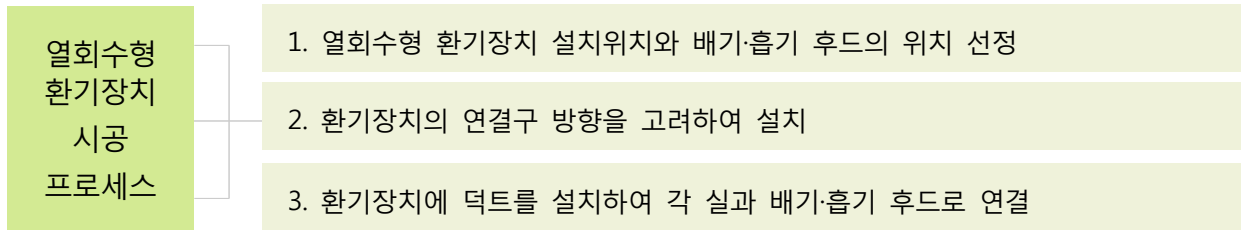
한국기계연구원 제2019-001호

누설율	%	9.0
-----	---	-----

효율 시험	유효전열교환효율	냉방	%	71.1
		난방	%	79.4
	에너지계수	냉방	-	13.9
		난방	-	19.8

5 | 시공방법

1) 시공프로세스



2) 열회수형 환기장치 설치위치

- 가급적이면 오일, 가스, 나무 등 가연성 물질을 연료로 사용하는 난방장치와 같은 위치에 설치하는 것을 피한다.
- 바닥 위에 설치하는 경우 진동에 안전해야 하고, 벽에 걸어서 설치하는 경우에도 반드시 진동방지 제품을 사용하여 분리한 후에 설치해야 한다.
- 열회수형 환기장치는 구동 시 소음 및 진동이 발생하므로 소음에 민감한 공간을 피하는 것이 좋다.
- 가급적 환기장치의 지속적인 관리와 점검이 쉬운 위치에 설치한다.

3) 열회수형 환기장치 설치방법

- 환기장치에서 발생하는 진동과 소음이 실내로 유입되지 않도록 실내 측에 흡음·방진이 가능한 덕트를 최소 2m 이상 설치한다.
- 외부로 연결된 덕트는 단열이 가능한 것으로 사용하고 최소 2m 이상 설치한다.
- 외부에 설치된 배기·흡기후드는 신선한 공기와 오염된 공기가 혼합되지 않도록 최소 1.5m 이상 이격하여 설치하고, 가능한 같은 면에 위치하지 않도록 한다.
- 외부에 설치된 배기·흡기후드로 비나 눈이 들어오지 못하도록 하고, 외부 이물질이 침입하지 못하도록 틈새망을 설치한다.
- 신선한 공기를 흡입하는 덕트는 오염물질이 유입되지 않도록 지면에서 최소 1.5m 이상 위에 설치하고 냄새 및 악취가 나는 곳은 피한다.
- 결로와 소음을 방지하기 위해 덕트에 보온재를 설치한다.



4) 시공시 유의사항

환기시스템의 구성은 전열교환기 환기장치 및 덕트류 급·배기 디퓨저 및 외기챔버 설치용 가대 및 전산볼트 등으로 구성된다.

- 감전사고에 대비하여 접지를 한다.
- 설치용가대와 열교환기 브라켓 사이에 방진고무를 대어 진동에 대비한다.
- 환기장치 본체는 반드시 수평이 되도록 한다.
- 덕트 연결구와 덕트 사이에는 밴드를 해준 후 알루미늄 테이프를 감아 공기가 새지 않도록 밀봉한다.
- 열교환기 점검구와 벽사이의 거리는 최소한 10cm 이상의 거리를 둔다.
- 천정 매립의 경우 열교환기의 유지보수를 위하여 최소한의 천정 점검구를 확보해야 한다.
- 팬/모터의 이상으로 제품의 A/S시는 열교환기를 천정에서 제거할 수 있어야 한다.
- 외벽 관통부위에는 기밀, 투습방지 처리가 필요하다.
- 정전기 방지 등 위생적이고 기밀한 덕트를 사용(Spiral duct 또는 Clean hose)한다.
- 공사 중 배관 위생관리를 철저히 하여야 한다.
- 급배기 필터의 방향과 본체에 연결되는 장치의 연결부와 덕트 등의 연결 시 방향에 유의한다.

< 환기장치의 결함 유형 >

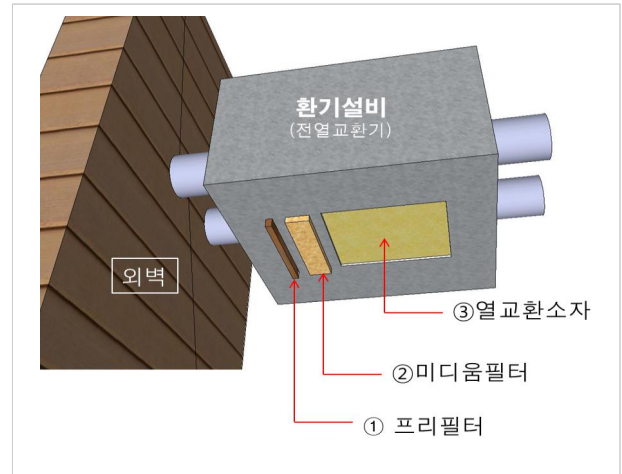
			
환기설계 오류	덕트단열 미비	연결자재 미사용	배관 굽김/찢어짐
			
덕트 연결 오류	외기도입부의 막힘	환기장치의 내부 누기	결빙 발생

<출처 : 김동준외 3인, 2020>

6 | 환기장치의 유지관리 방법

1) 환기설비 기본정보 확인

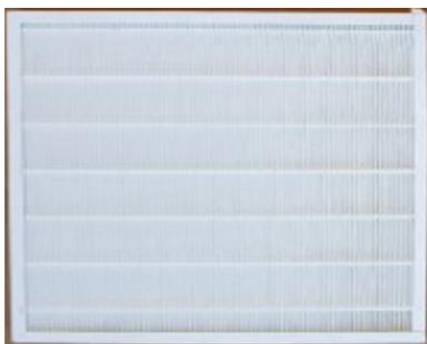
- 환기설비는 주로 다용도실, 발코니, 실외기실 천장에 설치되며, 본체와 필터, 열교환소자, 덕트, 급/배기구 등으로 구성되어 있다.
- 환기설비 제품의 A/S정보(업체명, 연락처)를 확인한다.
- 제품설명서에 수록된 유지관리 내용 및 절차대로 관리한다.



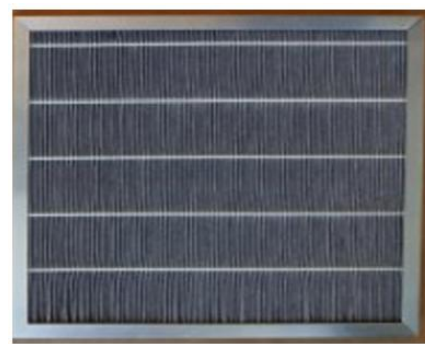
2) 환기설비 유지관리방법

환기설비 내부에는 외부 미세먼지 차단을 위해 일반적으로 프리필터와 미디움 필터(또는 헤파 필터 등)가 설치되어 있다.

- 프리필터 (Pre filter)
 - 자연환기설비에 설치하거나, 기계환기설비의 메인 필터 보호용으로 사용된다.
 - 물청소가 가능하며, 1개월에 한번 점검과 청소를 실시하여야 한다.
 - 미디움필터 (Medium filter) (또는 헤파필터)
 - 미디움 필터는 기계환기설비에 가장 일반적으로 사용되고 있는 필터이다.
 - 6개월에 한번 이상 점검 및 교체하여야 한다.
- (미세먼지 발생량이 심하거나, 환기설비를 자주 작동할 때에는 3개월 주기로 점검 및 교체 실시)



양호



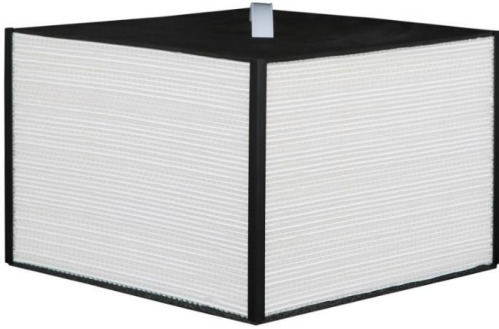
교체 필요

< 헤파필터의 오염도 비교 >

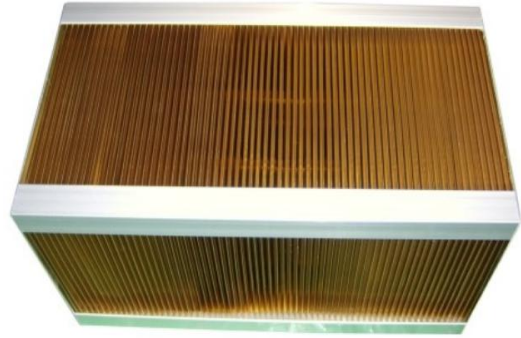
※ 필터는 인터넷 쇼핑몰 등에서도 구매 가능하나, 가능한 설치된 환기설비 제조업체에 문의하여 환기설비에 적합한 필터를 구매하는 것을 권장한다.

● 열교환소자

- 2~3년 주기로 교체를 권장한다. (※ 환기설비 제조업체에 문의하여 구매)



전열교환소자



현열교환소자

● 덕트

- 전문업체 또는 환기업체에 의뢰하여 1~2년 주기로 점검하는 것이 필요하다.

TIP1 에너지 절약적인 기계환기설비 사용 요령

1. 효율이 높은 열회수형 환기장치 선택!	기계환기 설비는 반드시 열회수형 환기설비를 사용하여 버려지는 냉난방에너지를 최대한 줄인다. 열회수형 환기설비를 고를 때에도 냉방 및 난방 시의 효율이 높은 제품으로 선택한다.
2. 실내외 온도차에 따라 구분하여 가동!	실내를 냉난방하여 실내외 온도차가 많이 날 때에는 열교환 기능으로 가동하고, 실내외 온도차가 크지 않을 때에는 바이패스 기능으로 가동하는 것이 에너지 소비를 줄일 수 있다

TIP2 어린이집 조리실 환기 주의사항

어린이집은 조리실에서 조리 시 발생하는 미세먼지 및 포름알데히드 등의 유해가스가 보육 공간에 영향을 미치지 않도록 별도의 조리실 환기장치를 가동하도록 하며, 환기장치가 설치되지 않은 어린이집은 조리 시 주방과 보육공간을 차단할 수 있도록 조치 또는 불을 사용하여 조리하는 시간만큼 자연환기를 시키도록 한다.

7 | 폐열회수 환기장치 설치시 체크리스트

구분	검토사항	적용유무	
		Y	N
시공	열교환기의 설치 위치가 냉·난방 구역일 때, 외기(OA), 배기(EA)측 덕트 및 열교환기 실외측에 5T 이상 단열을 하였는가?		
	열교환기의 설치 위치가 비냉·난방 구역일 때, 급기(SA), 회기(RA)측 덕트 실외측에 5T 이상 단열을 하였는가?		
	환기시스템을 점검할 수 있는 점검구를 설치하였는가?		
	덕트는 가능한 한 직선으로 설치하였는가?		
	풍량이 적은 경우, 소음 덕트의 길이가 과도하지 않은가?		
	풍량이 적은 경우, 외기 챔버부분 루바 개폐각이 부족하지 않은가?		
	풍량이 적은 경우, 프리필터 및 열교환 소자가 먼지에 의해 막혀있는가?		
	열교환기의 급기(SA) 및 회기(RA)에 대해 TAB를 시행하였는가?		
	열교환기 내부에 결로가 발생하지는 않는가?		
	덕트 내부에 결로가 발생하지 않는가?		
	환기장치의 소음은 40dB 이내인가?		

[부 록]

실내공기질 관련 핵심법규

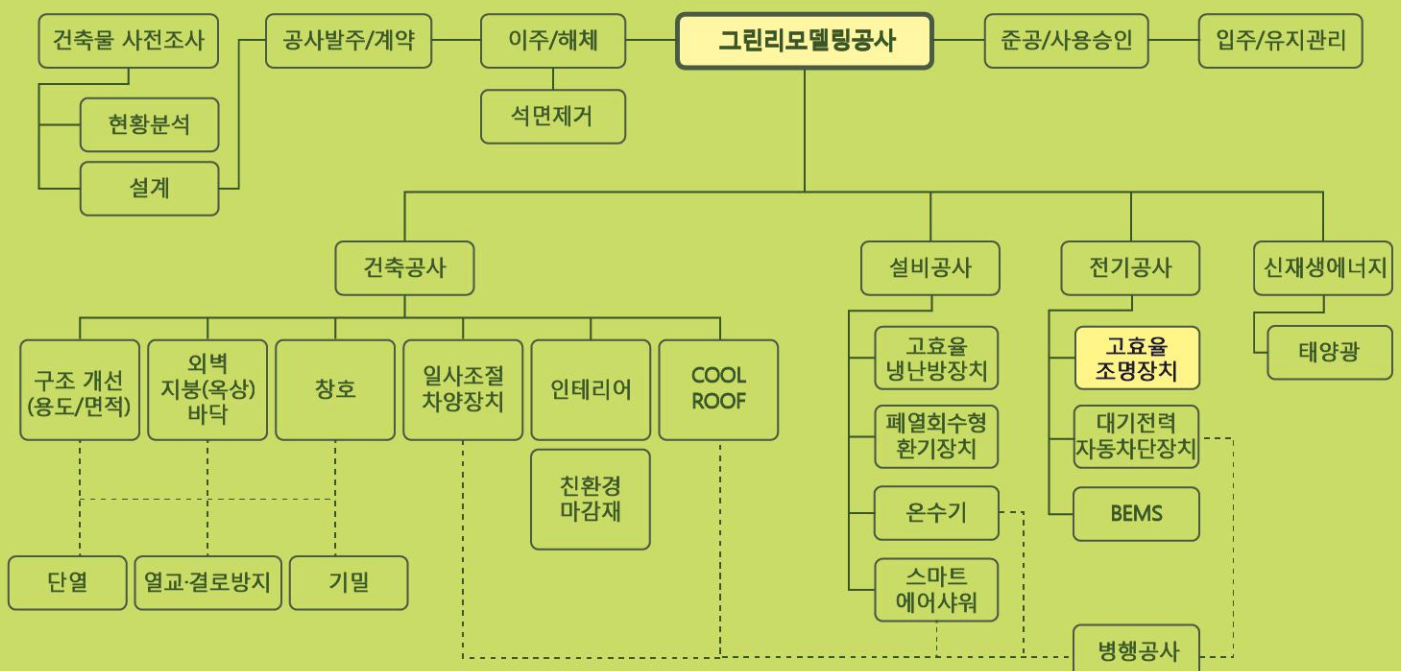
관 계 부	관 련 법	주 요 내 용
환경부	실내공기질 관리법	▶ 오염물질 관리대상을 종전 2개소에서 17개 확대 ▶ 공동주택의 시공자는 입주 전 공동주택의 실내공기질을 측정하여 공고하여야 함 ▶ 신축 공동주택의 실내공기질 권고기준 제시 포름알데히드($210\mu\text{g}/\text{m}^3$이하), 벤젠($30\mu\text{g}/\text{m}^3$이하), 톨루엔($1,000\mu\text{g}/\text{m}^3$이하) 등
국토교통부	주택법	▶ 공동주택의 실내공기 환기를 위해 환기시설 설치 의무화
	건축물의 설비기준 등에 관한 규칙	▶ 공동주택의 환기기준 제시 (환기횟수 0.5회/Hr.24시간 가동) ▶ 다중이용시설의 건축물 용도에 따른 환기량 산출
	주택건설기준 등에 관한 규정	▶ 500가구 이상 공동주택의 주택성능 등급 표시 의무화 -환기 성능 관련하여 공동주택 등급을 4개 등급으로 구분 ▶ 500세대 이상 신축 및 리모델링하는 경우 주택과 그 부속 토지는 건강 친화형 주택으로 건설하여야 함 -유효전열교환 효율에 대해 냉방 시 45%이상, 난방 시 70% 이상으로 규정
교육부	학교 보건법	▶ 교실 내 유해물질 관리대상을 12개로 유지관리 기준 강화 (미세먼지, CO ₂ , 라돈 등)
고용노동부	산업안전보건법	▶ 2009년부터 벤젠, TGE(트리클로로에틸렌), 석면 등 13종의 유해물질의 작업장 내 노출농도 준수 의무강화

필수공사 II (Active)

고효율 조명

이젠 당연히 LED 다

그린+리모델링공사 PROCESS



3. 고효율 조명

이젠 당연히 LED 다



1 | 개요

LED란 Light Emitting Diode의 약자이며 발광 다이오드로 일컬어지는 반도체로 전기에너지를 빛에너지로 바꿔주는 반도체이다. 전압을 가하여 (+)와 (-)가 결합할 때 발생하는 에너지가 직접 빛이 되기 때문에 진공관 안에서 수은 및 형광물질을 이용한 화학작용 방식의 형광등보다 효율이 좋다.

2 | LED의 장단점

장점	단점	비고
- 전력 소모가 적다 (전기요금이 절약된다) - 수명이 길다(조명교체 기간이 길다) - 열발생이 적다(전력 손실이 적다) - 벌레들이 싫어한다 - 수명에 따라 조명의 밝기가 크게 변하지 않는다 - 특유의 플리커 현상이 적다 (눈의 피로도가 적다)	- 휘도가 높아 직접 조명을 보기가 어렵다 - 조명이 고장나면 등기구를 통째로 교체하여야 한다 - 가격이 비싸 초기투자비용이 많이 든다 - LED 기술이 발달하여 등기구 가격 자체가 많이 저렴해졌고, 사용에 따른 전기요금 절약분 고려하여 2년~3년 사이에 투자비 회수 가능	⇒ 누워서 조명을 직접 보는 일은 거의 없음 ⇒ 등기구 수명이 길어 자주 발생하지는 않지만 초기 불량으로 인해 가끔 발생할 수 있으나 A/S 의뢰 가능

3 | 조명밀도

특정실의 조명에너지를 실의 면적으로 나눈 값으로 조명밀도가 적을수록 조명에너지가 줄어듦.

예) 9m² 면적의 특정실에 있어 형광등을 LED등으로 교체할 경우

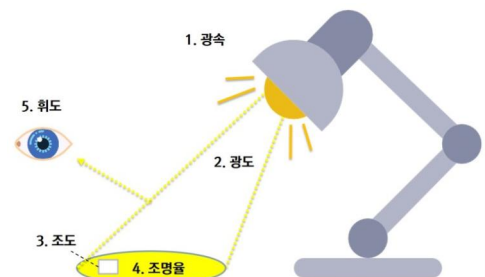
기존 : 형광등 36 W*2개->총72 W[밝기 : 4,640 lm]=>조명밀도 72/9=8 W/m²

교체 : LED등 40 W*1개->총40 W[밝기 : 4,400 lm]=>조명밀도 40/9=4.5 W/m²

* LED등은 같은 밝기를 내면서도 형광등에 비해 시간당 32 Wh의 전력을 절감하게 되는 것임

TIP 조명용어

- 1.광속(lm) : 조명에서 방사되는 빛의 양
- 2.광도(cd) : 조명에서 어떤 방향으로 나온 빛의 세기, 광속에 비례
- 3.조도(lx) : 어떤면에 입사하는 빛의 양(빛을 받는 면의 밝기)
- 4.조명률 : 조명이 실제 비추는 면에 도달하는 광속과 램프광속의 비율
- 5.휘도(cd/m²) : 어떤 방향에서 본 물체 빛의 세기, (눈부심정도)



4 | LED 조명의 종류

- 1) 직관형 LED램프(컨버터 외장형)
- 2) 형광램프 대체형 LED 램프(컨버터 내장형)



직관형 LED램프

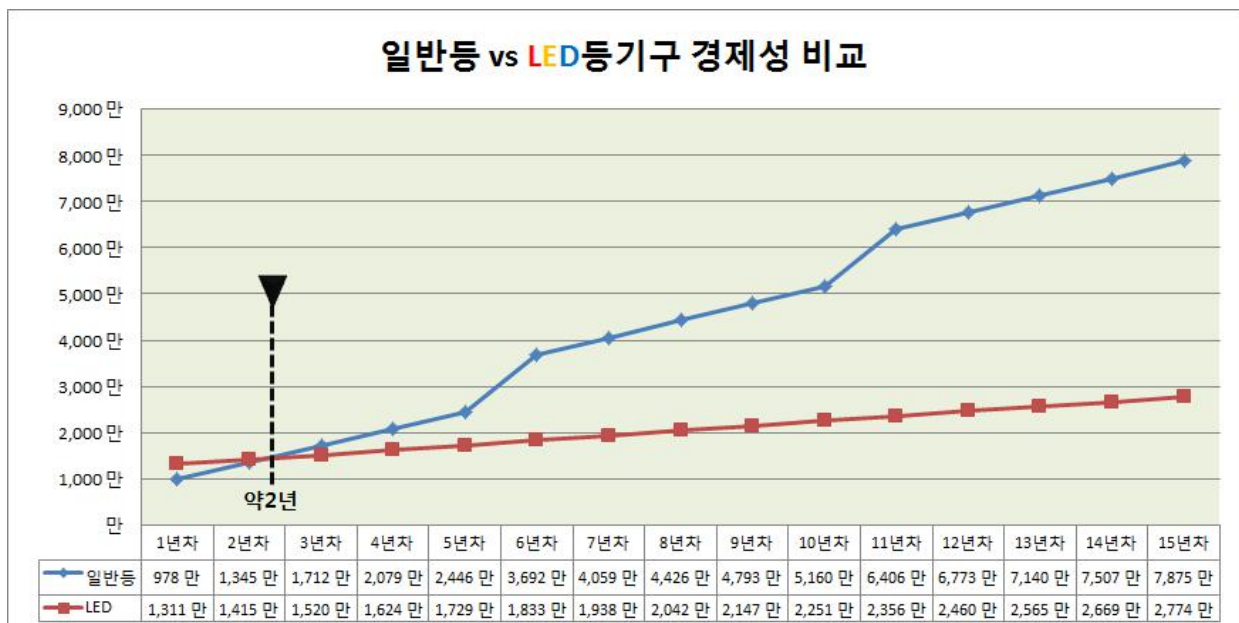


형광램프 대체형 LED 램프

5 | LED 조명의 선택 및 품질관리

- 1) 고효율 기자재 인증제품 또는 KS 인증 제품 선택
- 2) 플리커 프리(Flicker Free)제품 선택
- 3) 색온도 6000K 이하의 제품 선택
- 4) LED 모듈 방열기능 취득 제품 선택
- 5) 형광등 및 LED등 개략적인 특성비교

6 | LED등 교체에 따른 경제성 검토

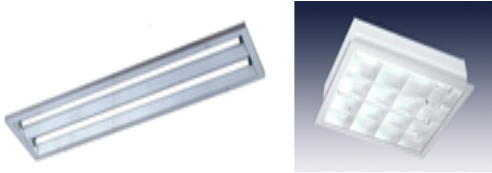


* LED등 설치시 초기비용 포함하여 2년 후부터 일반등 대비 절감액 발생됨(공동주택 예시)

7 | 형광등 및 LED등 특성 예시

< 기존 형광등기구 >

< 신설 LED등기구 >

구 분	등기구 (FL36WX2등)	LED조명 40W
형 태		
소비전력	72 W(36W*2)	40 W
램프수명	8,000 시간	50,000~60,000 시간
효율	72 lm/W	110 lm/W
광속	4,640 lm	4,400 lm
색온도	램프지정(주광색,주백색,온백색)	3000~5700K(조절가능)
월소비전력	46.08 kWh	28.8 kWh / 37% 절감
구 분	등기구 (FL32WX3등)	LED조명 50W
형 태		
소비전력	108W(32W*3)	50W
램프수명	8,000시간	50,000~60,000시간
효율	52 lm/W	105 lm/W
광속	5,616 lm	5,250 lm
색온도	램프지정(주광색,주백색,온백색)	3000~5700K(조절가능)
월소비전력	38.88 kWh	18 kWh / 54% 절감

< 기존 형광등기구 >

< 신설 LED등기구 >

구 분	등기구 (FL55WX4등)	LED조명 90W
형 태		
소비전력	220 W(55W*4)	90 W
램프수명	8,000 시간	50,000~60,000 시간
효율	52 lm/W	105 lm/W
광속	11,440 lm	9,450 lm
색온도	램프지정(주광색,주백색,온백색)	3000~5700K(조절가능)
월소비전력	79.2 kWh	32.4 kWh / 59% 절감
구 분	등기구 (FL30W)	LED조명 12W
형 태		
소비전력	30 W	12 W
램프수명	8,000 시간	50,000~60,000 시간
효율	58 lm/W	115 lm/W
광속	1,740 lm	1,380 lm
색온도	램프지정(주광색,주백색,온백색)	3000~5700K(조절가능)
월소비전력	24.48 kWh	8.64 kWh/ 69% 절감

8 | 설치 유의사항

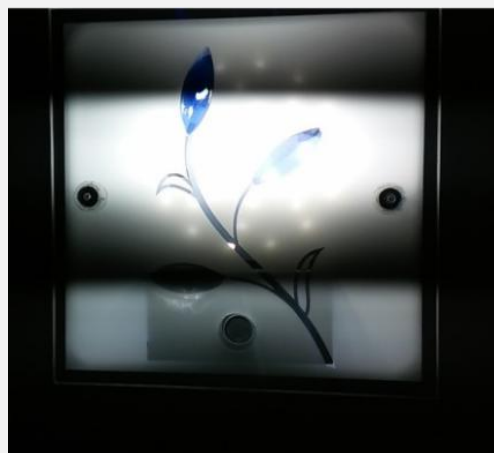
- 1) 형광등기구를 LED 등기구로 교체시 동일 성능 기준 전력사용량이 대략 반으로 줄어들어 기존 전등용 배선은 교체할 필요 없다.
- 2) 2구이상의 스위치 결선시 전원선과 전등선을 검전 드라이버로 구분하여 배선이 필요하다.
⇒ 잘못 결선시 등기구 개별점등 불가



- 3) LED거실등 종류는 크게 일체형거실등, 개별형거실등 2가지 타입으로 나눌 수 있는데 기존 조명을 제거하고 새로운 조명으로 교체시 기존조명의 브라켓부착 흔적등을 고려하여 가급적 일체형 거실등은 일체형 LED등으로 개별형 거실등은 개별형 LED거실등으로 선택하는 것이 바람직하다.

TIP 플리커 현상

- 플리커(Flicker) 현상이란?
빛의 밝기가 밝아졌다 어두워졌다를 반복하는 현상으로 눈의 피로, 시력 저하 등을 유발할 수 있다고 알려져 있으며 민감한 사람의 경우 두통 및 신경계 질환을 야기하고 피곤함과 무기력함을 동반하기도 한다.
- 플리커 현상을 규제하는 별도의 국내 기준은 없으나 LED 조명 선택 시 고려해볼 만하다.
- 플리커 현상의 자가 식별 방법으로는 스마트폰 카메라를 실행하여 조명을 향해 비추어 검게 나타나는 부분의 존재로 판별할 수 있는 방법이 있다.



[부 록]

용어의 정의

- 1) 등기구
주로 램프의 배광 및 광색을 변환하는 기능을 가지며 그들 램프를 고정하여 보호하거나 전원에 접속하기 위하여 필요한 모든 부분을 갖춘 기구, 점등에 필요한 부속 장치도 포함
- 2) 실내용 LED등기구
실내에서 사용하는 등기구
- 3) 실외용 LED등기구
실외에서 사용하는 등기구
- 4) 정격 전압
등기구에 표시된 전압 또는 전압의 범위
- 5) 정격 전류
등기구에 표시된 전류
- 6) 정격 전력
등기구에 표시된 전력
주) “전압”, “전류” 및 “전력” 이라는 용어가 쓰인 곳에서는 특별한 언급이 없는 한 실효치를 의미한다.
- 7) 역률
등기구에서 소비하는 유효전력을 피상전력으로 나눈 값
- 8) 전류 고조파 함유율
등기구에 인가되는 교류 파형의 기본 구성파의 진폭에 대한 고조파의 실효치 값의 비율
- 9) 배광광도계(Gonio photometer)
광원, 조명기구, 반사물체 또는 투과 물체로부터 방사의 방향 특성을 측정하는 장치. 보통 광원이나 조명기구의 배광을 측정하는 것을 배광광도계라 하며 입사각, 관측각을 바꾸어 반사 또는 투과 물체의 특성을 측정하는 설비
- 10) 구형광속계(적분구)
적분구를 사용하여 광원의 전광속을 비교 측정하는 측광기(KS C IEC 60050-845)
- 11) 일체형 컨버터
LED모듈과 분리할 수 없으며, 분리하여 별도로 시험할 수 없는 램프 구동장치
- 12) 내장형 컨버터
LED 등기구 외함 내부에 설치되도록 설계된 램프 구동장치
- 13) 독립형 컨버터
표시에 따른 보호 장치가 있고 LED 등기구 외부에 별도로 설치할 수 있는 구동장치

14) 방열부

히트싱크(Heat Sink)와 같이 기구의 열을 방출하거나 열전도에 의해 뜨거워진 표면을 식히는 장치

15) 광원부

LED 모듈, LED 패키지(Package) 등 빛을 발산하는 구성요소

16) 기구부

반사갓(판), 렌즈, 커버, 마감재 등의 기구물

17) 외형 변경

기본모델과 비교하여 방열의 역할을 하지 않으며, 광원부를 변경하지 않고 광특성에 영향을 주지 않는 변경(단순 부착물, 색상, 디자인, 마감재 등)

18) 광출력

- 초기광속 : 등기구를 정격 주파수의 정격 전압을 가하여 100시간 에이징 후 배광측정기를 사용하여 광속 및 입력 전력을 측정한다.
- 광효율 : 초기광속 측정시 측정한 광속 및 입력 전력으로 계산한다.

$$\text{광효율}[\text{lm/W}] = \frac{\text{초기광속}}{\text{입력전력}}$$

- 광속유지율 : 초기광속 측정 시간을 포함하여 등기구에 정격 전압을 인가하여 2,000시간 에이징 후 배광측정기를 사용하여 광속을 측정한다.

실내용 LED 등기구의 광학적 특성 기준

항 목	기 준			
초기광속	정격광속의 95% 이상			
광속유지율	초기 광속 측정값의 90% 이상			
연색지수(Ra)	80 이상			
상관색온도(K)	색온도범위(K)	광효율 (lm/W)		
		10W 이하	10W 초과 30W 이하	30W 초과
6,500	6,530 ± 510	100	105	110
5,700	5,665 ± 355			
5,000	5,028 ± 283			
4,500	4,503 ± 243			
4,000	3,985 ± 275			
3,500	3,465 ± 245			
3,000	3,045 ± 175			
2,700	2,725 ± 145			

실외용 LED 등기구의 광학적 특성 기준

항 목	기 준		
초기광속	정격광속의 95 % 이상		
광속유지율	초기광속 측정값의 90 % 이상		
연색지수(Ra)	75 이상		
상관색온도(K)	색온도범위(K)	광효율 (lm/W)	
6,500	6,530 ± 510	115	
5,700	5,665 ± 355		
5,000	5,028 ± 283		
4,500	4,503 ± 243		
4,000	3,985 ± 275		
3,500	3,465 ± 245		
3,000	3,045 ± 175		
2,700	2,725 ± 145		

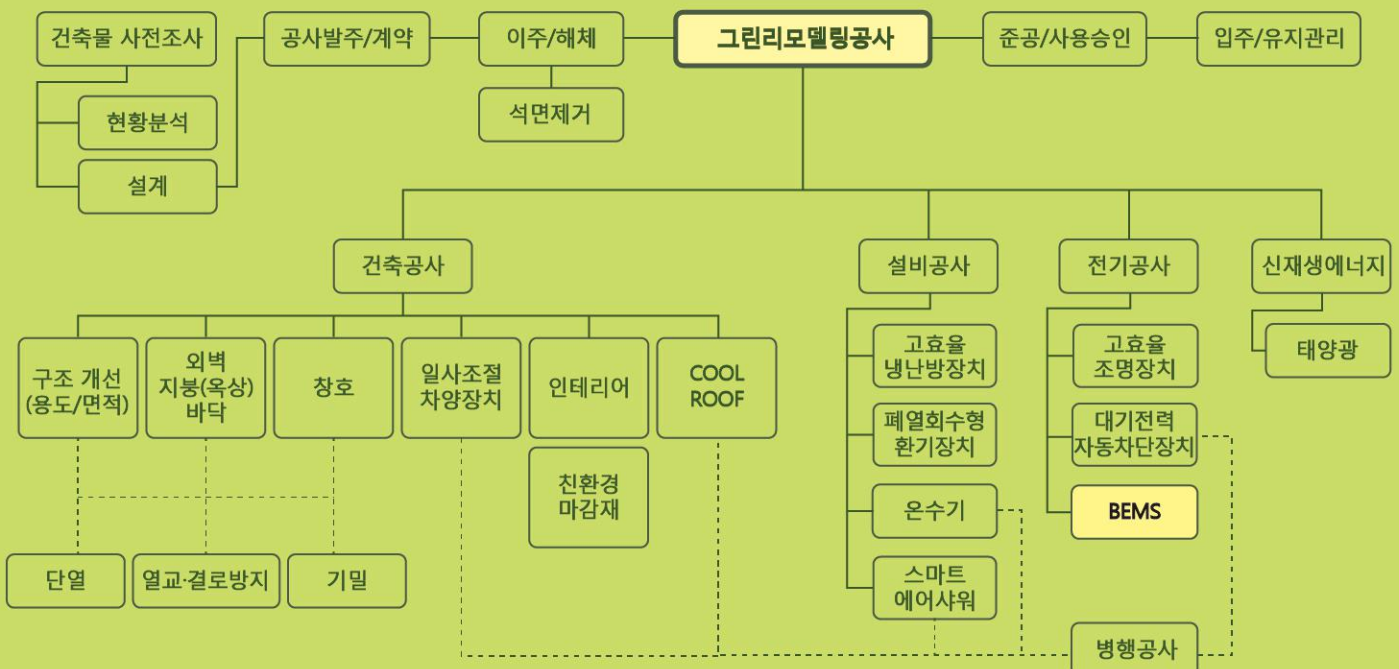
필수공사 II (Active)

BEMS

Building Energy Management System

에너지, 보이는 만큼
줄일 수 있다

그린+리모델링공사 PROCESS



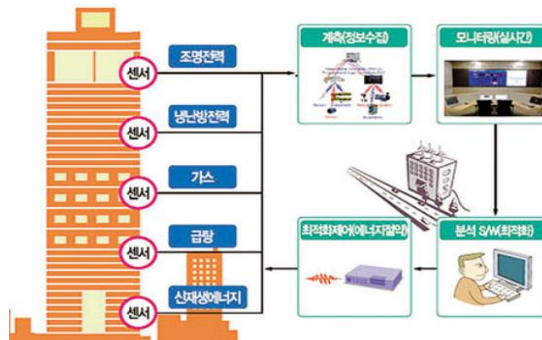
4. BEMS (Building Energy Management System)

에너지, 보이는 만큼 줄일 수 있다

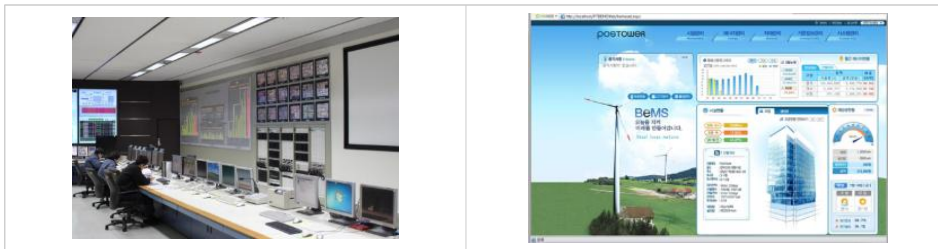


1 | 개요

건물에너지관리시스템(BEMS)은 건축물의 쾌적한 실내환경 유지와 효율적인 에너지관리를 위하여 에너지 사용내역을 모니터링하여 최적화된 건축물에너지관리방안을 제공하는 계측·제어·관리·운영 등이 통합된 시스템을 말한다. 또한 원격검침전자식계량기란 에너지사용량을 전자식으로 계측하여 에너지 관리자가 실시간으로 모니터링하고 기록할 수 있도록 하는 장치를 말하며 소규모 건축물의 경우 체계적인 에너지 관리를 위해 적용할 필요가 있다.



* 건물에너지관리시스템(BEMS)의 개념



2 | BEMS에 대한 이해

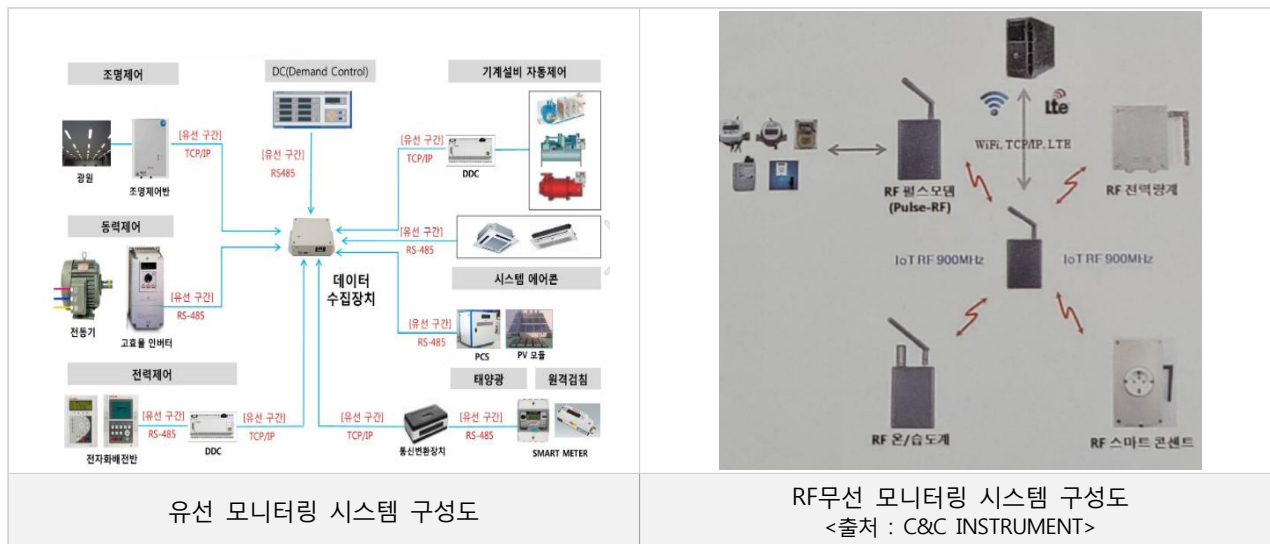
- BEMS는 건물의 조명, 냉난방, 가스, 급탕 등 에너지 사용 기기에 센서 및 계측기를 설치하고 유·무선 통신망으로 연계하는 것에서 출발한다.
- 이를 통해 BEMS는 에너지원별, 용도별 등의 상세 사용량을 실시간으로 모니터링하는 기능을 한다. 또한 수집된 에너지 사용 정보를 소프트웨어(SW)를 통해 분석한다.
- 설비의 자동제어를 통해 최적의 운영을 도모함으로써 에너지 절감을 유도한다.
- BEMS와 유사한 건물관리 시스템으로 건물 자동화시스템(BAS) 및 시설관리 시스템(FMS) 등을 들 수 있다. 그렇지만 이러한 기존의 건물관리 시스템은 각종 설비기기에 대한 정상 가동 유무 등 단순한 상태 감시와 단편적인 자동 또는 수동 제어 중심으로 운영된다.
- BEMS는 이에 머물지 않고 수집된 정보를 분석해 건물 특성에 따라 개선방안을 제시한다. 또한 자동제어를 통해 건물의 운영 상태를 최적화한다.
- 특히 건축·기계·전기·신재생 등 건물 에너지와 관련된 고도의 전문지식에 정보통신기술을 접목시킨다는 점에서 기존 시스템과 차별화된다.

3 | 건물 설비 관리 시스템의 종류

시스템 종류	내용
BAS (Building Automation System)	Building내 설비기기의 감시 및 조작
IBS (Intelligent Building System)	Building내 조명, 엘리베이터, 방재 등을 포함한 통합관리
FMS (Facility Management System)	건물정보, 자재, 장비, 작업인력, 도면 등
BMS (Building Management System)	빌딩 상태 감시 및 제어, 에너지 사용관리, 주차 관제 등
EMS (Energy Management System)	에너지 사용량 관리
BEMS (Building Energy Management System)	에너지 환경관리, 빌딩 설비 관리, 시설운영 지원, BAS 연계등

4 | BEMS 구축 방법

- 유선 방식 : 신축 건축물의 경우 사전 설계에 의해 센서와 메인 시스템과의 연결을 유선으로 연결하는 방식으로 경제성이 있으나 설비의 이동, 추가 등에 대처성은 다소 떨어진다.
- 무선 방식 : 기존 건축물은 BEMS 시스템 도입을 위한 별도의 유선 연결이 사실상 어려운바 무선 연결 방식에 의한 시스템 구성이 오히려 경제적인 수 있으며 또한 설비 증설 이나 이동에 유연하게 대처할 수 있고 리모델링 시에는 개선 전 가 설치에 의해 검측도 가능하여 개선 후 효과 등을 검증 시 유리하다.



5 | BEMS 설치의무화 대상

- 에너지절약계획서 제출대상 중 연면적 10,000m² 이상의 공공기관이 신축하거나 별동으로 증축하는 건축물
* 「공공기관 에너지이용합리화 추진에 관한 규정」 제2조에 따른 공공기관
- 제로에너지건축물 인증을 취득하고자 하는 자

6 | BEMS 설치기준

- 국내표준 : KS F 1800-1(건물에너지관리시스템 - 제1부 : 기능과 데이터처리절차)
- 한국에너지공단 에너지관리시스템 설치확인업무 운영규정
 - * 건물에너지관리시스템 설치확인 기준[별표 2] <개정 2019.2.20.>

구분		등급	비 고
BEMS	90점 이상	1	최적화 등 최고 수준의 BEMS 기능을 구현하고 체계적으로 운영·관리하고 있음
	70점 이상	2	BEMS를 통해 에너지 사용 수준 및 현황을 정확히 파악하고 에너지 효율화에 활용함
	60점 이상	3	BEMS의 기능을 모두 갖추고 지속적으로 운영·관리하고 있음
원격검침전자식계량		-	건축물에 상시 공급되는 모든 에너지원별 원격검침전자식 계량기설치 (제로에너지건축물 인증기준)

- 설치계획 검토 및 설치확인 시에는 1~9번까지의 평가항목에 따라 평가한다.
- 설치확인서 유효기간 연장 시에는 1~15번까지의 평가항목에 따라 평가한다.
- 신청자는 모든 항목(항목 15 제외)에서 최소 평점 이상을 획득하여야 한다.

항 목		배점	
		설치계획 검토 및 설치확인	유효기간 연장
1	데이터 수집 및 표시	10	5
2	정보감시	15	5
3	데이터 조회	5	5
4	에너지소비 현황 분석	15	5
5	설비의 성능 및 효율 분석	15	5
6	실내외 환경 정보 제공	10	5
7	에너지 소비량 예측	10	5
8	에너지 비용 조회 및 분석	10	5
9	제어시스템 연동	10	5
10	운영 목표 및 추진체계	-	10
11	운영조직	-	10
12	운영성과 평가 및 개선	-	15
13	계측기 관리	-	10
14	데이터 관리	-	10
15	(가점항목) 에너지절감 성과	-	5
계		100	105

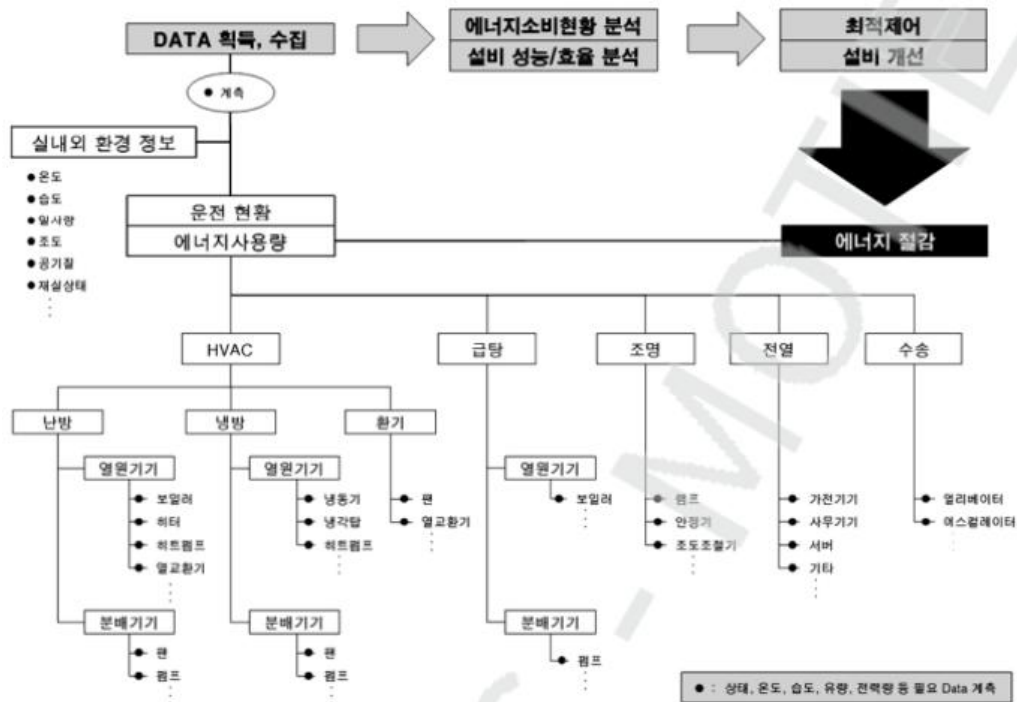
- 공공건축물 그린리모델링 설계가이드라인 (2020.8)

건물에너지관리시스템 (BEMS)	원격검침 실시간 모니터링시스템 구축	적용기준	적용수준
		1급	층별 or 존별 관리시스템
		2급	에너지원별 관리시스템

[부 록]

KSF 1800-1

KS F 1800-1:2014



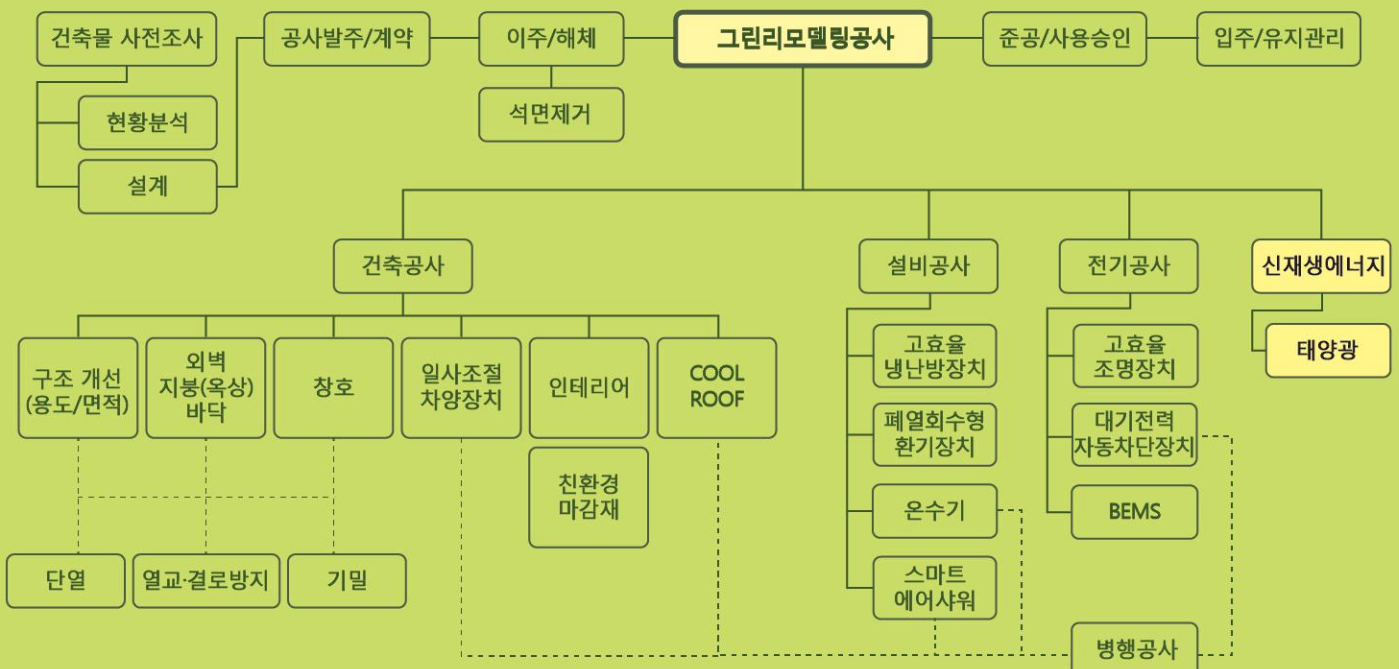
해설 그림 1 - 건물의 에너지 사용처와 BEMS를 활용한 에너지절감 프로세스의 예



신재생에너지 (태양광)

태양광으로
스스로 전기를 만들어 쓰자

그린+리모델링공사 PROCESS



5. 신재생에너지(태양광)

태양광으로 스스로 전기를 만들어 쓰자



1 | 개요

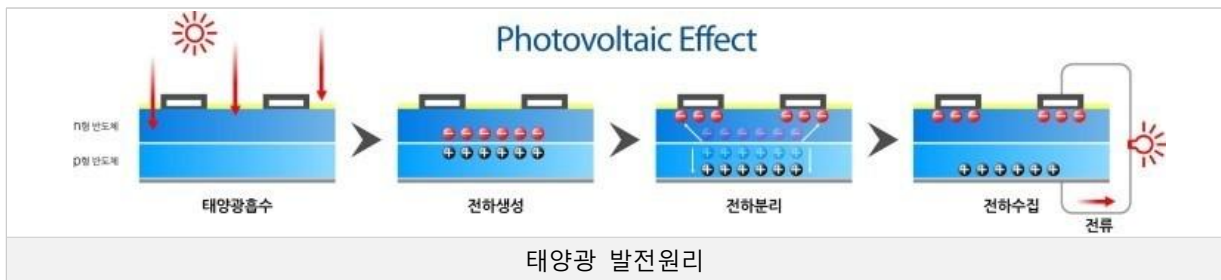
신재생에너지라 함은 「신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법」에서 규정하는 것을 말한다.

- 신에너지 : 수소에너지, 연료전지, 석탄 액화·가스화, 중질잔사유 가스화 에너지
- 재생에너지 : 태양에너지, 풍력, 수력, 해양에너지, 지열에너지, 바이오에너지, 폐기물에너지

2 | 주요 재생에너지의 특성

1) 태양광 에너지

전기적 성질이 다른 N형 반도체와 P형 반도체를 접합시킨 태양전지에 햇빛을 비추면 전자(-)와 정공(+)이 만들어지고 전자와 정공은 자유롭게 이동하다가 전자(-)는 N형 반도체에, 정공(+)은 P형 반도체에 달라붙어 N형 반도체와 P형 반도체 표면에 전극을 형성하게 되면서 전자를 외부 회로로 흐르게 하면 전류가 만들어진다.



2) 태양열 에너지

태양의 열에너지를 이용하여 물을 따뜻하게 데워서 온수를 이용하거나, 터빈을 돌려서 전기를 생산하는 것을 말한다.

TIP 태양광과 태양열의 차이점

태양광은 태양의 빛에너지를 이용하여 전기를 생산

태양열은 태양의 열에너지를 이용하여 온수를 생산

3) 지열 에너지

보통 지표면 근처의 지중 온도는 10~20℃ 정도로 연중 일정하여 열펌프를 통해 여름에는 더운 외부 열을 지중에 버려서 냉방에너지로 이용하고, 겨울에는 차가운 외부 공기에 따뜻한 지중열을 얻어서 난방에너지로 이용하는 것을 말한다.

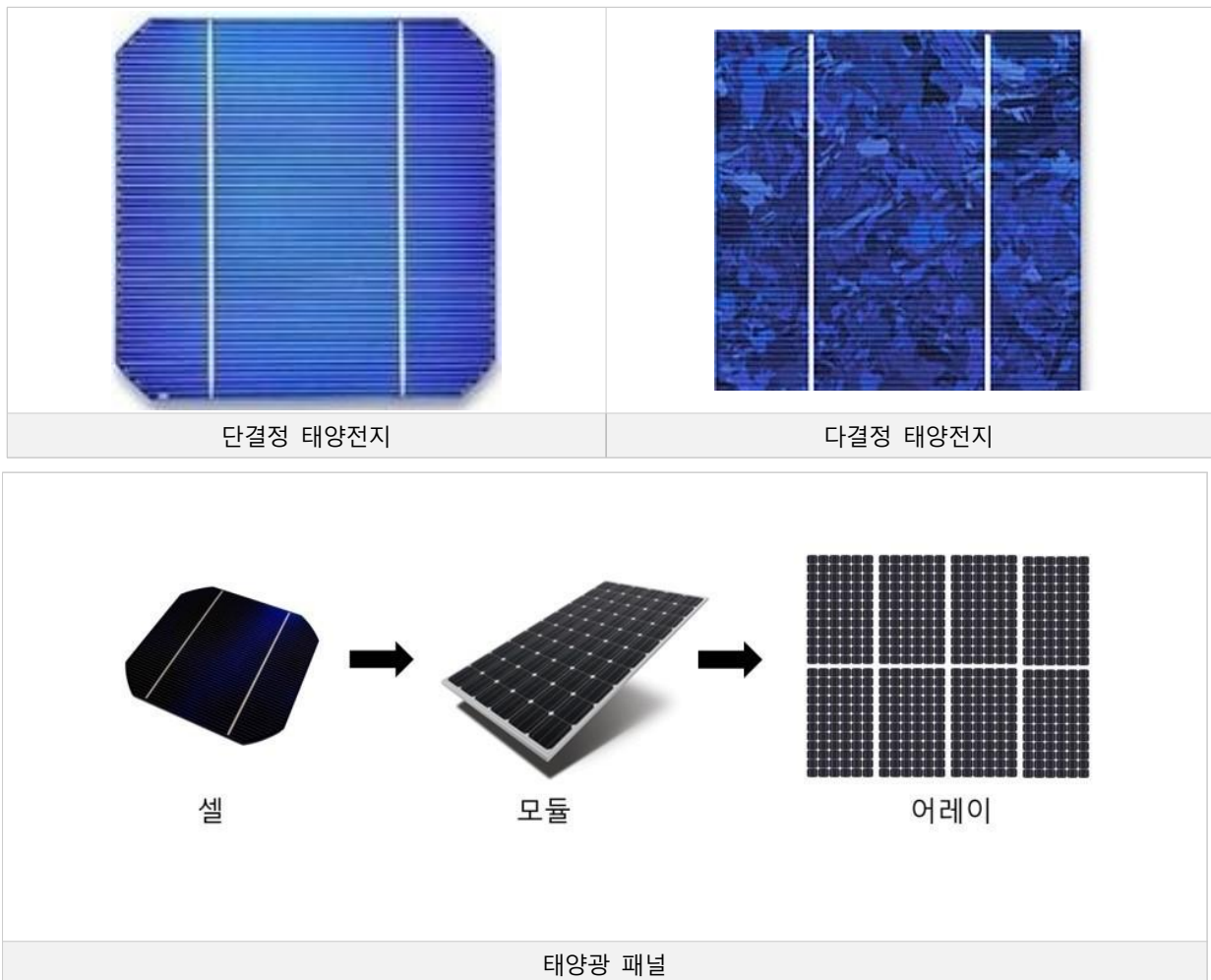
3 | 태양전지의 종류

1) 단결정 태양전지

- 하나의 결정만을 정제하여 제작하기 때문에 복잡한 공정과정이 필요하다.
- 원자가 배열되어 있는 방향이 규칙적이고 결림돌이 없이 전자이동 흐름이 양호하여 효율이 높다.
- 내구성과 변환효율이 좋지만 원가가 높아 가격이 고가이다.

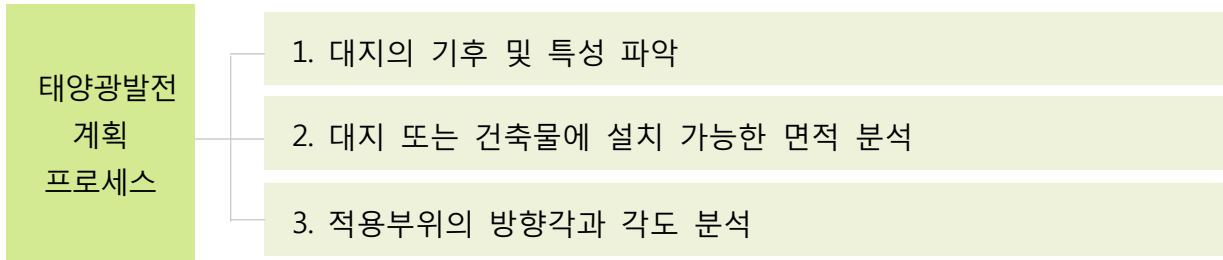
2) 다결정 태양전지

- 여러 실리콘을 한꺼번에 녹여서 만들 수 있기 때문에 공정이 간단하다.
- 원자가 배열되어 있는 방향이 불규칙적이어서 단결정에 비해 효율이 떨어진다.
- 가격이 저렴하고 폐기물 생산이 줄어든다.



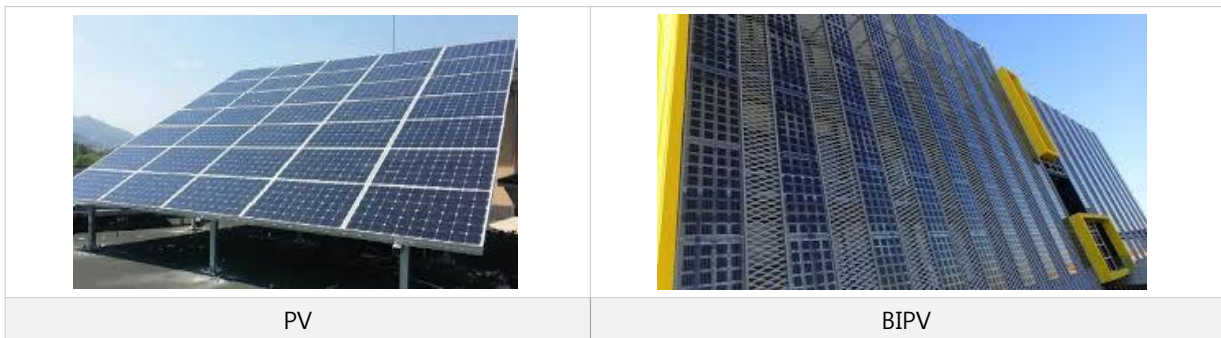
4 | 태양광 발전설비 계획

1) 태양광 발전 계획 프로세스



2) 태양전지 모듈 선택 및 계획

- KS 인증을 받은 태양전지 모듈 또는 태양열 집열판 제품인지 확인
- 제품의 규격 및 설치부위 면적 확인
- 건물의 형태에 따라 태양전지모듈(PV, PhotoVoltaic System) 또는 일체형 태양전지모듈(BIPV, Building Integrated Photovoltaic System)을 외부 마감재 대신 사용하여 건물 외장재 비용 절감 및 건물 외부경관의 조화로움을 연출 할 수 있도록 계획

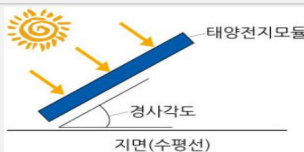


<출처 : www.ecos.co.kr/www.pveurope.eu>

3) 계획시 고려사항

- 태양전지 모듈 또는 태양열 집열판의 방향은 정남향을 원칙으로 계획하고 주변 환경 및 건축물의 형태에 맞게 조절한다.
- 기존 건축물의 지붕이 경사지붕일 경우 지붕경사를 최대한 활용한다.
- 태양전지 모듈 또는 태양열 집열판에 음영이 생기지 않도록 계획한다.
- 건축물의 지붕에 설치할 경우 방수층이 깨지지 않도록 설계한다.
- 적설하중 및 구조하중에 견딜 수 있도록 구조안전을 사전에 검토한다.

TIP 태양전지 모듈 또는 태양열 집열판의 적정 각도

	사계절 고정설치	설치장소의위도	* 주요도시위도
	겨울(각도조절형)	설치장소 위도+15도	서울 37.5도
	여름(각도조절형)	설치장소 위도-15도	대전 36.2도 대구 35.8도 부산 35도 제주 33.5도
모듈의 경사각	계절별 경사각도		

TIP 태양광 발전량 개략 계산

● 태양에너지 산출

태양광은 집열판 1㎡당 1kW에 해당하는 에너지를 가지고 있으며, 시스템의 종합 변환효율을 10%로 하면 정격 출력은 $1\text{kW} \times 10\% = 0.1\text{kW}$ 가 된다. 따라서 태양광 설치 면적 100㎡당 대략 10kW의 정격 출력을 생각할 수 있다.

● 발전량 계산법

- 우리나라 연평균 일조시간은 대략 3.4시간 정도이므로 예를들어 10kW 태양광발전 시스템을 설치하였을 경우 하루 평균발전량을 계산하면 $10\text{kW} \times 3.4\text{h} = 34\text{kWh}$ 가 된다.
- 연간 발전량은 1년이 365일 이므로 $10\text{kW} \times 3.4\text{h} \times 365\text{day} = 12,410\text{kWh}$ 가 된다.
- 월간 발전량은 1년이 12개월 이므로 $12,410\text{kWh} / 12\text{월} = 1,034\text{kWh/월}$ 가 된다.

4) 설비구조물 구조안전 검토

태양광 집열판은 기존 건축물에 설치할 경우 자체하중은 물론 풍하중 등 고려해야 할 외부 요인이 많으므로 건축물에 미치는 영향 등 구조안전을 사전 검토하여야 한다.

- 고정하중 : 태양전지 모듈의 질량과 지지물 등의 질량의 합
- 풍하중 : 태양전지 모듈에 가해지는 풍압력과 지지물에 가해지는 풍압력의 합
- 적설하중 : 모듈면의 수직 적설하중
- 지진하중 : 지지물에 가해지는 수평 지진력



<출처 : 한국에너지공단>

5 | 설치 시 유의사항

1) 지지대 부속자재

- 설치상태
 - 바람, 적설하중 및 구조하중에 견딜 수 있도록 설치한다.
 - 건축물의 방수 등에 문제가 없도록 설치한다.
 - 볼트조립은 헐거움이 없이 단단히 조립한다.
 - 모듈지지대의 고정 볼트에는 스프링 워셔 또는 풀림방지 너트 등으로 체결한다.
- 지지대, 연결부, 기초(용접부위 포함)
 - 태양전지판 지지대 제작 시 형강류 및 기초 지지대는 용융아연도금처리 또는 동등 이상의 녹방지 처리를 한다.
 - 절단가공 및 용접 부위는 방식 처리한다.
- 체결용 볼트, 너트, 와셔
 - 용융아연도금처리 또는 동등 이상의 녹방지 처리를 하여야 하며, 기초 콘크리트 앵커 볼트 부분은 볼트캡을 착용하여야 한다.
 - 체결부위는 볼트규격에 맞는 너트 및 스프링 와셔를 삽입, 체결한다.

2) 전기배선 및 접속함

- 연결전선
 - 태양전지 옥내의 배선에 쓰이는 전선은 모듈전용선, TFR-CV선을 사용한다.
 - 전선이 지면을 통과하는 경우에는 피복에 손상이 발생되지 않게 별도의 조치를 한다.
- 커넥터(접속 배선함)
 - 태양전지판의 프레임을 부착할 경우에는 흔들림이 없도록 고정한다.
 - 태양전지판 결선 시에 접속 배선함 구멍에 맞추어 압착단자를 사용하여 견고하게 전선을 연결한다.
 - 접속 배선함 연결 부위는 일체형 전용 커넥터를 사용한다.
- 태양전지판 배선
 - 태양전지판 배선은 바람에 흔들림이 없도록 케이블 타이 등으로 고정한다.
 - 태양전지판의 출력배선은 군별·극성별로 확인할 수 있도록 표시한다.
- 태양전지판 직·병렬상태
 - 태양전지 각 직렬군은 동일한 단락전류를 가진 모듈로 구성하며 1대의 인버터에 연결한다.
 - 태양전기 직렬군이 2병렬 이상일 경우에는 각 직렬군의 출력 전압이 동일하게 배열한다.

- 역전류방지 다이오드
 - 1대의 인버터에 연결된 태양전지 직렬군이 2병렬 이상일 경우에는 각 직렬군에 역전류 방지 다이오드를 별도의 접속함에 설치
 - 접속함은 발생하는 열을 외부에 방출할 수 있도록 환기구 및 방열판 등을 설치한다.
 - 용량은 모듈단락전류의 2배 이상이어야 하며 현장에서 확인할 수 있도록 표시한다.
- 접지공사
 - 전기설비 기술기준에 따라 접지공사 시행한다.
 - 낙뢰의 우려가 있는 건축물 또는 높이 20미터 이상의 건축물에는 건축물의 설비기준 등에 관한 규칙에 적합하게 피뢰설비를 설치한다.

3) 인버터

- 제품
 - KS 인증제품이나 제시된 설계조건을 충족하는 제품을 설치한다.
 - 해당 용량이 없어 인증을 받지 않은 제품을 설치할 경우에는 신·재생에너지설비 인증에 관한 규정상의 효율시험 및 보호기능시험이 포함된 시험성적서를 제출한다.
- 설치상태
 - 옥내·외용을 구분하여 설치
 - 옥내용을 옥외에 설치하는 경우는 5kW 이상 용량일 경우에만 가능하다.
 - 빗물 침투를 방지할 수 있도록 옥내에 준하는 수준으로 외함 등을 설치한다.
- 설치용량
 - 인버터의 설치용량은 설계용량 이상으로 한다.
 - 인버터에 연결된 모듈의 설치용량은 인버터의 설치용량 105% 이내로 한다.
 - 각 직렬군의 태양전지 개방전압은 인버터 입력전압 범위 안에 존재하도록 한다.



고정가변형 모듈지지대 설치 사례



역전류방지 다이오드 사례



인버터 설치 사례

6 | 체크리스트

구분	검토사항	적용유무	
		Y	N
태양광	KS 인증을 받은 제품 혹은 설계에서 제시한 조건에 적합한 제품을 사용하였는가?		
	태양광 모듈, 태양열 집열판의 규격을 고려하여 계획하였는가?		
	직달 일사에 대한 방해 요소가 있는가?		
	지역별 태양의 고도를 고려하여 계획하였는가?		
	전체적인 건축물과 조화를 이루고있는가?		
	구조물에 대한 구조안전을 사전 검토하였는가?		

[부 록]

[공공기관 신재생에너지 설치의무화제도] 공공기관 신재생에너지의 공급의무비율

- 1) 2004년 3월 부터 정부기관, 지자체, 정부투자기관 및 출자기관 등이 연면적 3,000㎡이상 건축물을 신축, 증축, 개축하는 경우 총 건축공사비의 5%이상(지자체의 경우 7%)을 신재생에너지 설비에 투자이용하는 의무제도이다.(공공기관 건축공사비의 5-6%정도 투자이용, 태양광 및 지열이 96.6% 차지함)
- 2) (개정) 2011년 4월 신에너지 및 재생에너지 개발, 이용, 보급 촉진법 시행령 제15조 등의 개정을 통하여 대상 건축물을 3,000㎡에서 1,000㎡으로 대폭 확대하고, 설치기준 또한 총 건축공사비의 5% 이상에서 예상 총 에너지사용량을 기준으로 연도별로 비율이상 사용 강화함. (2020년 총에너지사용량의 30% 공급의무비율)
- 3) 공공건축물의 신재생에너지공급비율 의무화로 지열을 통한 열원 생산 후 히트펌프를 이용하여 냉·난방하고 나머지 비율을 맞추기 위해 옥상에 태양광을 설치하는 것이 보편적인 설계, 시공이다.

[산업자원부 공고 제2020-325호]

정부가 2020년까지 30%로 고정된 신재생에너지 공급의무비율을 단계적으로 2030년, 40%까지 비율을 상향 조정한다. 또 재생에너지 3020 목표 달성을 위해 연도별 신재생에너지 의무공급량 비율도 상향한다.

자가용 태양광 설비 자체 안전점검 체크리스트

소유주(기관)		점검일자	년 월 일
주소			
용량(kW)		가동여부	☐ 가동 ☐ 미 가동 ☐ 휴지, 폐업
보급사업 종류	☐ 주택지원 ☐ 건물지원 ☐ 융복합 ☐ 지역지원 ☐ 설치의무화 ☐ 태양광 대여 ☐ 기타()		
점검자	☐ 소유자 ☐ 설비관리자 ☐ 시공기업 담당자	이름	홍길동
		연락처	000-0000-0000

NO	구분	점검사항	점검결과
1	가동	○ 시공기준에 적합하게 모듈, 인버터, 접속함 등은 정상적으로 운영 중인가?	☐ 양호 ☐ 미흡
2	모듈	○ 외관상 모듈 파손이나 균열이 있는가?	☐ 양호 ☐ 미흡
3	결속	○ 모듈과 지지대 사이의 결속은 양호한가?	☐ 양호 ☐ 미흡
4	지지대	○ 각 지지대의 휨 균열 등이 있는가?	☐ 양호 ☐ 미흡
5	기초	○ 기초부위(콘크리트 등)의 균열 및 파손이 있는가?	☐ 양호 ☐ 미흡
6	인버터 접속함	○ 인버터 및 접속함 내부상태는 양호한가?	☐ 양호 ☐ 미흡
7	배수 방수	○ 설비 주변 배수 및 지붕방수 등에 문제는 없는가?	☐ 양호 ☐ 미흡
8	주변	○ 태양광 설비 주변 정리 상태는 양호한가?	☐ 양호 ☐ 미흡

※ 점검결과 1개 이상의 미흡사항이 발생 할 경우, 시공기업과 연락하여 반드시 개선 조치를 하여야 합니다.

<출처 : 한국에너지공단>

병행공사

COOL ROOF

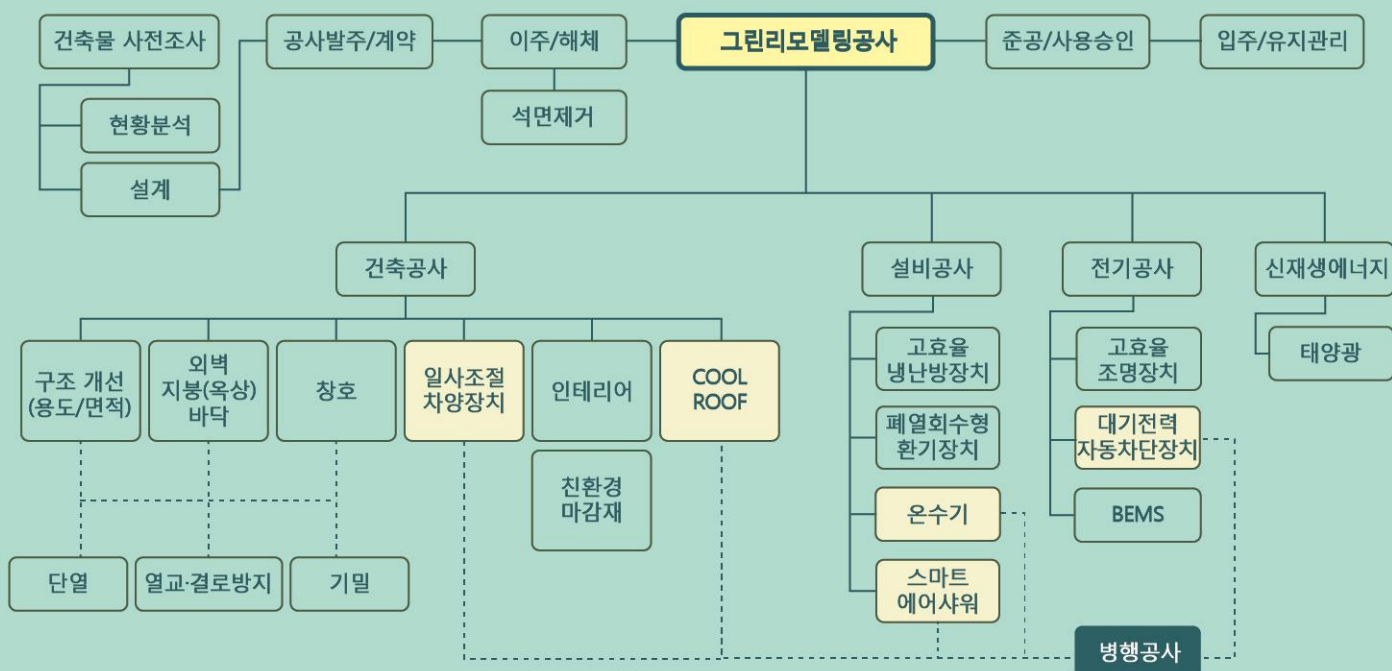
대기전력차단콘센트

온수기

스마트에어샤워

일사조절장치

그린+리모델링공사 PROCESS



1. 병행공사

COOL ROOF/대기전력차단콘센트/온수기/스마트에어샤워/일사조절장치



1 | COOL ROOF

1) 개요

건물 지붕이나 옥상에 태양광 반사 및 태양열 차단효과가 있는 흰색 차열 페인트를 칠하는 것으로 건물에 열기가 축적되는 것을 막아 실내 온도를 낮추는 효과가 있다. 건물 지붕이나 옥상에 태양열 반사나 차단효과가 큰 백색계열의 차열페인트를 도색해 건물에 흡수되는 열을 감소 시킨 것을 말한다.

2) 효과

백색 차열페인트를 통해 태양으로부터 나오는 가시광선, 자외선 등을 반사해 표면의 열전도율을 줄임으로서 건물에 열기가 축적되는 것을 막고 실제로 실내온도를 낮추는 효과가 있다.

3) 도료의 선택

기존에 널리 사용되었던 단열도료보다 우수한 성능의 차열도료를 선택하여야 하며 공인시험 기관 발행 시험성적서를 확인한다.

TIP 공공건축물 그린리모델링 설계가이드라인 (2020. 08)

시험방법 ASTM C1549, E903, E1918 에 의한 태양열 반사율이 초기값 0.65 이상인 도료와 SPS-KPIC 5020-7316:2018 준수하는 지붕용 차열도료에 한함.

4) 시공방법

- 기존의 옥상마감층에 시공하거나 방수시공과 병행공사 가능하다.
- 모든 바닥면은 충분히 건조한 상태로 유지해야 한다.
- 바탕면의 크랙등은 실런트로 틈새를 메꿔주고 충분히 건조되면 백색계열 상도제를 시공 한다.



박공지붕위 COOL ROOF



평지붕위 COOL ROOF

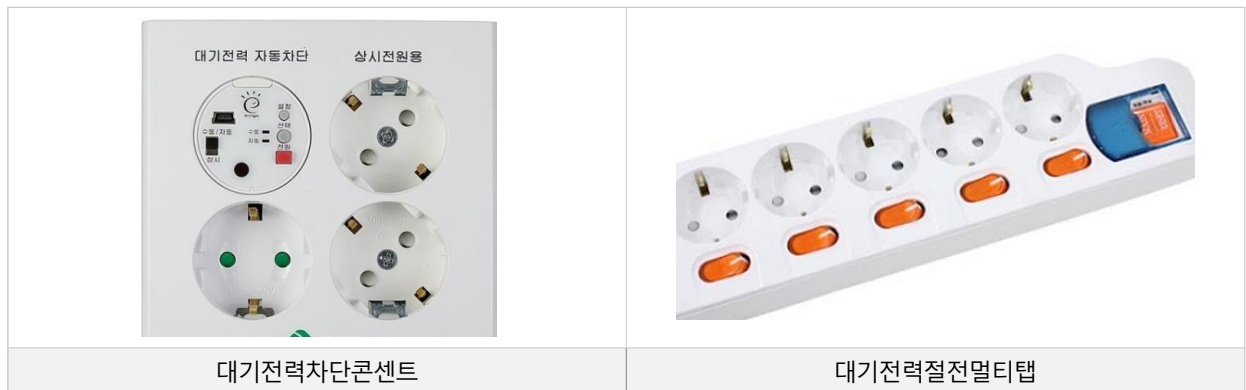
2 | 대기전력차단콘센트

1) 개요

대기전력이란, 전원이 꺼져있어도 소비되는 에너지를 말한다. 즉 전기용품의 사용유무와 상관 없이 소모되고 있는 전력 에너지이다, 생활주변에서 가장 대표적으로 대기전력을 가장 많이 소모하는 것이 셋톱박스이며 대기전력을 줄일 수 있는 장치로서 대기전력차단콘센트 외에 간단히 사용할 수 있는 자동절전멀티탭 등이 있다.

2) 대기전력자동차단장치 설치 기준(건축물의 에너지절약설계기준)

- 산업통산부 고시 「대기전력저감프로그램운용규정」에 의한 대기전력저감 우수제품으로 등록된 자동절전제어장치(대기전력차단콘센트 또는 대기전력차단스위치/일괄소등스위치)
- 공동주택은 거실, 침실, 주방에는 대기전력자동차단장치를 1개 이상 설치하여야 하며, 대기전력자동차단장치를 통해 차단되는 콘센트 개수가 거실에 설치되는 전체 콘센트 개수의 30% 이상이 되어야 한다.
- 공동주택외의 건축물은 대기전력자동차단장치를 설치하여야 하며, 대기전력자동차단장치를 통해 차단되는 콘센트 개수가 거실에 설치되는 전체 콘센트 개수의 30% 이상이 되어야 한다. 다만 업무시설 등에서 OA Floor를 통해서만 콘센트 배선이 가능한 경우에 한해 자동절전멀티탭을 통해 차단되는 콘센트 개수를 산입할 수 있다.



TIP 대기전력저감대상제품 (21개 품목 지정)

- 컴퓨터, 모니터, 프린터, 팩시밀리, 복사기
- 스캐너, 복합기, 자동절전제어장치, 오디오, DVD플레이어
- 전자레인지, 도어폰, 유무선전화기, 라디오카세트, 비데
- 모뎀, 홈게이트웨이, 서버, 손건조기, 디지털컨버터
- 유무선공유기

3 | 온수기

1) 개요

난방과 온수를 같이 사용하지 않고 온수만 사용하는 가정이나 사무실, 화장실, 음식점, 미용실 등 온수만 사용하는 곳에서는 보일러를 설치하는 것보다 급탕 전용 온수기를 설치하는 것이 효율적이다.

2) 종류 및 특징

- 가스순간온수기 : 별도의 가스공급배관이 필요함[LNG(도시가스), LPG방식]
- 전기순간온수기 : 가스공급배관등의 설치공사 없이 기존 전력망에 간편 연결 가능
전력시장관리자(전력거래소)의 수요감축 요청에 반응할 수 있는 수요관리와 결합된 전기온수기
(Electric Water heaters and demand response)
- 선택용량
 - 15리터 : 간단하게 손을 씻을 수 있는 용량
 - 30리터 : 설거지나 1명이 머리를 감을 수 있는 용량
 - 50리터 : 작은 음식점이나 미용실, 한 사람이 샤워할 수 있는 용량
 - 80리터 : 50리터보다 좀더 많은 온수가 필요한 업소에서 사용하는 용량
 - 100리터 : 업소용, 어른 2~3명이 샤워할 수 있는 용량
- 공급방식에 따른 분류
 - 상향식 : 수도꼭지 상단에 설치, 온수가 아래로 내려가는 방식
 - 하향식 : 수도꼭지 하단에 설치, 온수가 위로 올라가는 방식



상향식온수기



하향식온수기

3) 설치 시 확인사항

- 수전이 직수인지 온수 겸용인지 확인한다.
- 거치를 위한 설치공간 벽재질을 확인한다.
- 가스온수기일 경우 LNG 또는 LPG 공급원을 확인한다.
- 가스온수기의 경우 연도 또는 환기장치 설치를 위해 외부와 직접 면한 벽체의 개구부 확보가 필요하다.

4 | 스마트에어샤워

1) 개요

스마트 에어샤워는 시설 출입구에 게이트 형태로 설치되며, 공기분사로 외부로부터 유입되는 미세먼지를 털어주고 바이러스를 일부 차단 및 제거 할 수 있어 시설 이용자 및 어린이들이 코로나19로부터 안심 할 수 있는 공간을 조성할 수 있다.

이 외에도 공기청정, 살균 등의 효과가 있으며 IoT 기술을 활용해 클라우드에 저장한 데이터를 분석함으로써 24시간 미세먼지와 공기 현황 실시간 모니터링도 가능하다.

2) 종류 및 특징

- 에어커튼 : 실내로 유입되는 초미세먼지의 원천차단
인체 및 물건에서 털린 초미세먼지의 내부 유입 차단
- 에어샷 : 사람의 옷과 물건에 묻어 있는 초미세먼지를 제거
- 집진 및 필터링 : 집진팬에 의한 흡입력으로 초미세먼지를 집진하고 해파필터를 통해 실내 초미세먼지를 제거하고 탈취
- 살균 및 청정효과 : 공기살균과 탈취, 곰팡이등 유해물질 제거



<출처 : 현대엔지니어링, 반도건설>

3) 권장사항 : 공공건축물 그린리모델링 설계가이드라인 (2020. 8)

환경부 수도권대기환경청에서 정한 대기환경 기준, 미세먼지 (PM10) $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ (24시간평균치 $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하), 초미세먼지 (PM2.5) $15\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하 (24시간 평균치 $3\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하)의 수준을 만족하지 못 하는 경우, 스마트 에어샤워 등 설치

5 | 일사조절장치[차양]

1) 개요

차양장치는 채광창의 내·외부에 설치하는 장치로서 태양고도에 따라 실내로 들어오는 일사량을 조절하여 냉방부하 발생을 줄임으로서 에너지 효율향상과 직사광의 유입으로 인해 발생하는 현휘현상(눈부심현상)을 줄여 쾌적한 실내환경 조성을 유도할 수 있다.

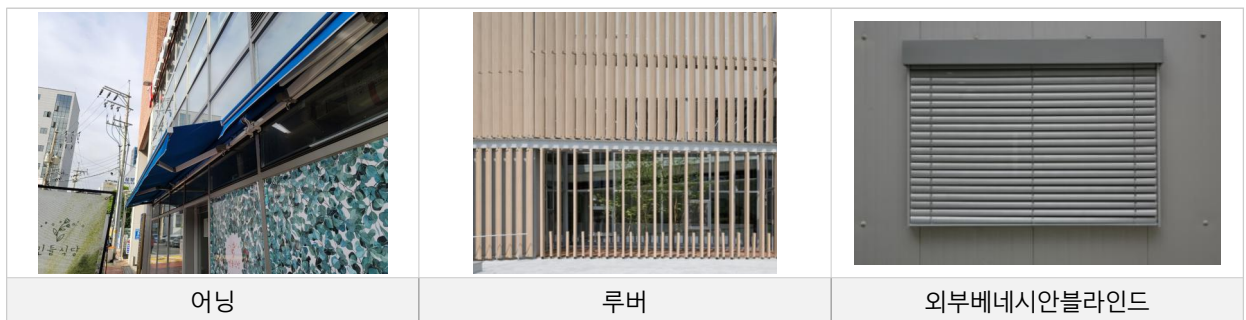
2) 종류

- 설치 위치 : 외부 차양, 내부 차양, 유리간사이 차양
- 가동 유무 : 고정식, 가변식
- 형태 : 수평차양, 수직차양

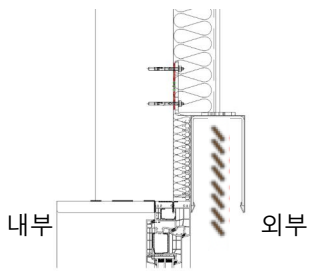
< 수평차양의 다양한 형태 >



< 외부차양의 다양한 형태 >



- 외부베네시안블라인드 설치 단면
- 창호형상별 SHGC(태양열취득률)

	창호 형상				
	창호	일반복층 (투명)	내부블라인드 (white/45)	내부블라인드 (white/90)	외부블라인드 (black/90)
	SHGC	0.71	0.6	0.2	0.15

● 가동형 차양의 설치위치에 따른 SHGC(태양열취득률)

유리 내측에 설치	유리와 유리사이에 설치	유리 외측에 설치
0.88	0.5	0.34



<출처 : 한국감정원>

3) 방위별 차양의 설치

차양은 주로 입사 에너지량이 상대적으로 많은 남·서향에 면하는 개구부 창에 설치하며 방위별 특성에 맞는 차양을 설치 하여야 한다.

● 개구부가 남측에 면하는 경우

남측으로 들어오는 열에너지는 다른 방위에 비해 상당히 많다. 남측면으로 들어오는 일사로 인해 냉방부하가 발생하기 쉬우므로 차양장치 계획에서의 남측면 차양은 가장 중요하며, 최적의 차양장치 설치 전략이 필요하다.

- 입사각이 높으므로 수직형보다는 수평형 차양장치가 효과적이다.
- 수평차양장치 설치 시 창 너비 보다 크게 계획해야 효과적으로 일사량을 줄일 수 있음.
- 세로로 가늘고 긴 창일 경우 수평 차양장치가 더 효과적이다.
- 일반적으로 창의 하부부터 차양까지의 높이에 0.4~0.5배 정도의 길이가 적당하며 위도에 따라 다소 차이가 있음.

● 개구부가 동·서측에 면하는 경우

동·서측은 남측에 비해 태양의 고도가 낮아 실내 깊이 들어오는 일사가 많으므로 냉·난방부하가 발생하기 쉽다. 또한 일사가 개구부면의 수직이 아닌 측면으로 들어오기 때문에, 수평차양장치보다는 수직차양장치를 사용하는 것이 효과적이다. 일반적으로 동측면이 서측면에 비해 발생하는 냉·난방부하량이 적다.

- 남측에 비해 태양의 고도가 낮고 일사가 측면에서 들어오기 때문에 수직 차양장치를 계획하는 것이 효과적
- 수직 루버 차양의 경우 루버의 개수를 분할 할수록, 태양광이 유입되는 방향과 수직일 때 효과적
- 입사각에 따라 조절가능하도록 차양장치 계획

● 개구부가 북측에 면하는 경우

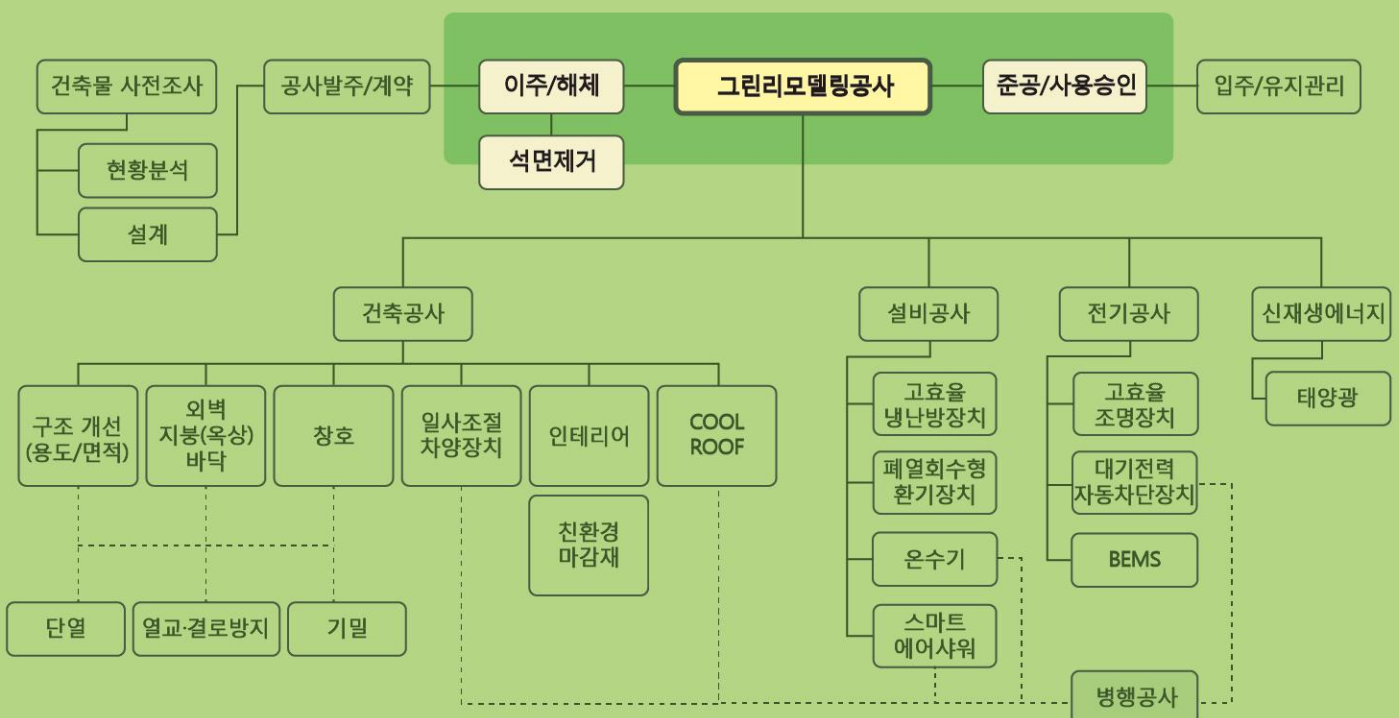
북측은 일사가 직접 도달하지는 않고 산란광을 통해 실내로 유입하기 때문에 차양장치를 통한 냉·난방부하 절감효과가 다른 면에 비해 적다.

안 전 · 환 경

석면제거 및 해체공사

해체도 절차가 있다

그린+리모델링공사 PROCESS



1. 석면제거 및 해체공사

해체도 절차가 있다



1 | 개요

그린리모델링공사에서 건축물의 내·외부마감재 또는 노후도에 따라 구조물까지 부분 해체 공사를 하게 되어 안전관리를 위한 절차등의 중요성이 증가하고 있으며 또한 건축물 석면관리제도 시행에 따라 석면의 조사 및 제거를 적법하게 관리해야만 한다.

최근(2020년5월1일 시행) 건축물 관리법이 시행됨에 따라 건축물 해체공사의 신고, 허가 대상이 규정되고 허가권자의 감리자 지정제도 등 법이 강화되어 안전뿐만 아니라, 주변의 민원, 교통장애, 소음, 분진, 건설 폐기물처리 등 관련법에 대해 충분히 숙지 후 공사를 수행해야 한다.

2 | 석면 제거

1) 일반사항

- 석면조사는 「산업안전보건법」, 「석면안전보건법」의 관련법규에 의거하여 실시하여야 하며, 사업 추진 단계에서 반드시 조사 및 철거 비용을 고려한다.
- 관련 규정에 의해 지정된 석면조사기관에 의한 조사를 실시하여 석면 철거 필요부위를 확인한다.

건축물내 석면 사용처	- 천장 마감재 석면 포함여부 확인(텍스) - 지붕마감재 석면 포함 여부 확인(슬레이트) - 화장실 칸막이 벽체 석면 포함 여부 확인 - 건식 벽체 석면 포함 여부 확인 건축물내 주요 석면 발생 부위
--------------------	---

2) 대상건축물

- 건축물 석면관리제도는 다중이용시설, 공공건물 등의 건축물에 대한 석면조사를 실시하여 석면건축자재의 사용실태를 파악하고 안전하게 관리하여 석면으로 인한 피해를 사전에 예방하기 위한 제도이다.

● 석면조사의무대상

- 공공기관, 지자체, 지방공사 및공단, 특별법에 따라 설립된 특수법인 등이 소유 및 사용하는 건축물로 연면적 500㎡ 이상인 경우
- 「영유아보육법」 제2조제3호에 따른 어린이집, 「유아교육법」 제7조에 따른 유치원, 「초·중등교육법」 제2조 또는 「고등교육법」 제2조에 따른 학교
- 불특정 다수인이 이용하는 시설로서 「석면안전관리법 시행령」 [별표1의2] 3호에 해당하는 건축물
- 「건축법」 제2조 제2항에 따른 문화 및 집회시설, 의료시설, 노인 및 어린이시설로 연면적 500㎡ 이상인 시설

● 건축물 석면관리제도 제외 대상

- 2009. 1. 1이후 「건축법」 제21조에 따른 착공신고를 한 건축물
- 석면건축자재가 사용되지 않음을 인정(친환경건축물 인증기관 또는 지자체장)받은 건축물
- 「산업안전보건법」 제32조의 2에 따라 석면조사를 받은 건축물

- 건축물 석면조사 실시 후엔 결과에 따라 석면조사가 끝난 날로부터 1개월 이내에 그 결과를 관할 지자체로 제출하거나 석면관리종합정보망에 등록해야 한다.

※ 석면조사 의무대상임에도 불구하고 석면조사를 실시하지 않을 경우 2천만원 이하의 과태료가 부과된다.

3) 석면 건축물의 기준(석면안전관리법 시행령 제32조)

- 석면건축자재가 사용된 면적의 합이 50제곱미터 이상인 건축물

지붕재	천장재	벽체재료	바닥재
단열재	보온재	분무재	내화 피복재
칸막이	배관재(개스킷,패킷,실링 등)		
* 그 밖에 제 1호부터 10호까지의 자재와 유사한 용도로 사용되는 자재로서 환경부장관이 정하여 고시하는 자재			

- 환경부령으로 정하는 석면건축자재(석면이 1%(중량비율)를 초과, 분무재·내화 피복재)를 사용한 건축물

4) 석면건축물 관리

- 석면건축자재가 존재할 경우 해당 자재의 해체·제거가 이루어지지 않고 존치되는 경우에는 지속적인 관리를 하여 석면에 노출될 수 있는 가능성을 최소화 하여야 한다.
- 석면조사 시 실시한 위해성 평가를 토대로 산출된 위해성평가 점수 및 등급에 따라 적절한 조치방법을 마련하여 실시한다.

위해성 등급	판단기준	조치 방법
높음	20 이상	• 석면함유 건축자재의 손상이 매우 심한 상태 - 해당 건축자재를 제거, 다만, 제거하지 않고도 인체영향을 완벽히 차단할 수 있다면 해당 구역 폐쇄 또는 해당 건축자재 밀봉 - 보온재의 경우, 보온재를 완벽하게 보수할 수 있다면 보수 - 제거가 아닌 폐쇄, 밀봉 또는 보수를 한 경우에는 해당 건축자재를 지속적으로 유지·관리 - 석면함유 건축자재의 해체·제거 시 석면의 비산방지 및 격리 조치
중간	12 ~ 19	• 석면함유 건축자재의 잠재적인 손상 가능성이 높은 상태 - 손상에 대한 보수 - 손상위험에 대한 원인제거 - 필요 시 해당 지역에 대한 출입금지하거나 폐쇄 - 석면함유 건축자재의 해체·제거 시 석면의 비산방지 조치 수립 - 보수하여도 잠재적인 석면노출 위험이 우려될 경우 제거 조치
낮음	11 이하	• 석면함유 건축자재의 잠재적인 손상 가능성이 높은 상태 - 비산성과 손상이 동시에 있는 경우 손상에 대한 보수 - 석면함유 건축자재 또는 설비에 대한 지속적인 유지관리 - 석면함유 건축자재 또는 설비가 손상되었을 경우 즉시 보수 - 전기공사, 배관공사 등 건축물 유지보수 공사 시 석면함유 설비 또는 자재가 훼손되어 석면이 비산되지 않도록 작업수행

● 평상시 석면건축자재 관리요령

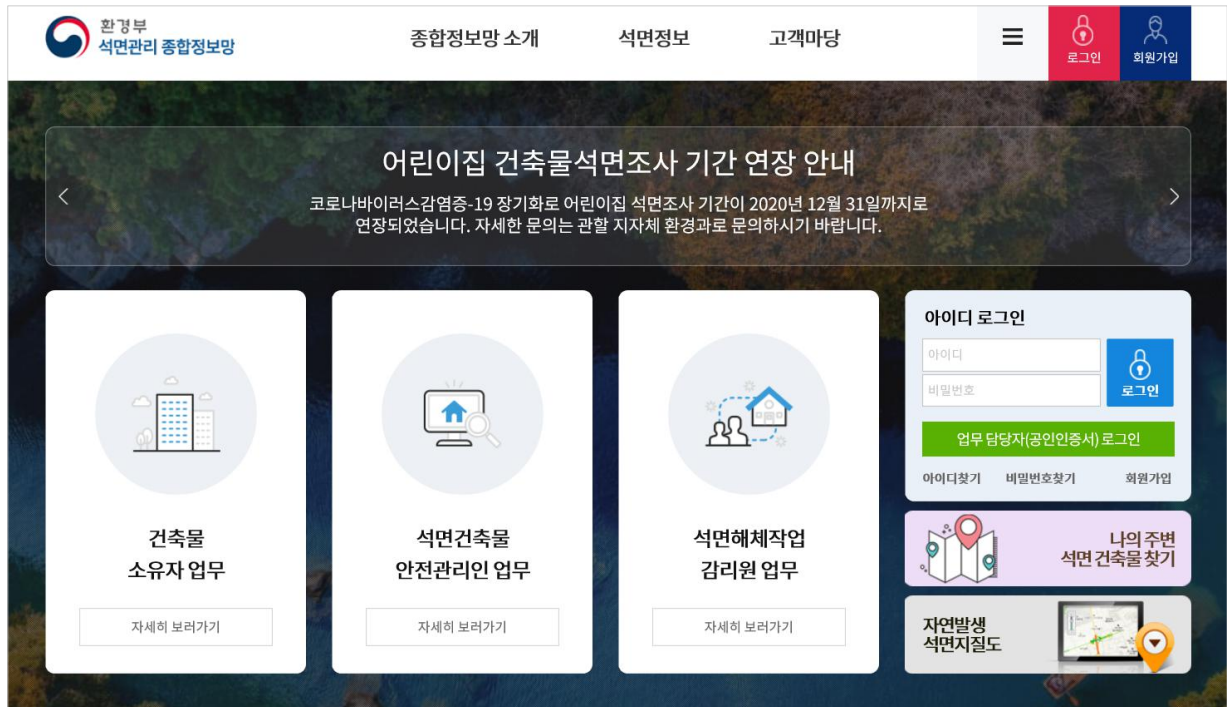
- 충격을 가하거나, 구멍을 뚫는 등의 작업으로 석면건축자재를 손상시키지 않도록 주의한다.
- 석면건축자재 주위에서 발견되는 부스러기, 조각 등은 석면함유 가능성이 있으므로 물에 젖은 걸레 또는 헝겊을 이용하거나, HEPA필터가 장착된 진공청소기를 이용하여 제거한다.

헤파필터가 장착된 청소기 또는 물걸레 등으로 제거	도배 및 페인트칠 등으로 비산방지	손상부위 고착화	손상시키지 않도록 주의
			

5) 석면 종합정보망을 통한 석면조사결과 관리

건축물 석면조사가 끝난 날로부터 1개월 이내에 그 결과를 구청에 제출하며 환경부 석면종합정보망(<http://asbestos.me.go.kr>)에 석면 조사결과를 저장한다.

또한, 석면종합정보망을 통해서 건축물의 석면 조사현황을 확인할 수 있다.



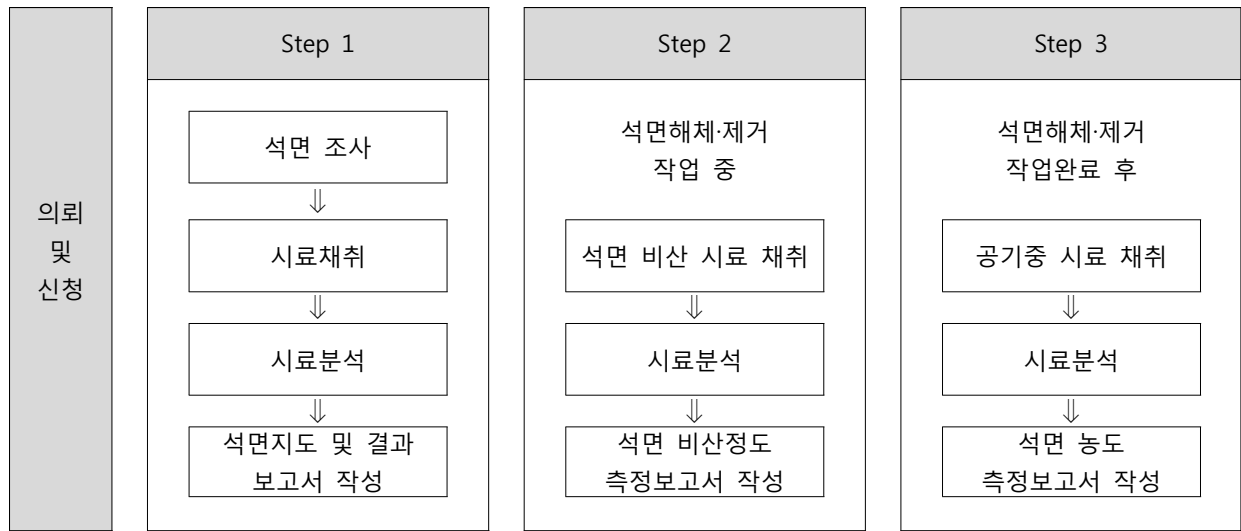
<출처 : 환경부 석면관리 종합정보망 홈페이지>

6) 공기 및 비산농도측정

- **석면 비산 정도 측정** (석면안전관리법 제28조)
대상 시설물에 대하여 석면 해체·제거작업 기간의 시작일로부터 완료일까지 석면 비산정도측정을 실시하여 특별자치도지사·시장·군수·구청장에게 그 결과를 제출 및 공개하여야 한다.
- **석면 공기농도측정** (산업안전보건법 제124조)
석면해체·제거 작업완료 후 해당 작업장의 석면농도를 석면농도기준 이하가 되도록 하고, 그 증명자료를 지방 노동관서에 제출하여야 한다. (석면농도기준 : 0.01개/1cm³)
- **석면건축물 농도측정** (석면안전관리법 시행령 제33조)
석면건축물 소유자는 건축물 석면조사 결과를 제출한 날이 속하는 연도의 다음 연도부터 2년 마다 실내공기 중 석면농도를 측정(건물별 최소 3지점, 최대 6지점 측정)하여 석면건축물 관리 대장에 기록하고 관리하여야 한다. (석면농도기준 : 0.01개/1cm³)



● 조사 및 농도측정 절차



● 석면 비산 시료채취수 (환경부 고시 제2012-79호)

지 점		지점수	최소 시료채취수
부지경계선		4개 이상	부지경계선
위생설비입구		전수(1개 이상)	위생설비입구 거리 1m 이내
작업장 주변	실내	1개 이상	작업장 주변
	실외	1개 이상	해당 건축물 외부
음압기		전수(1개 이상)	음압기 공기배출구 0.3~1m 이내
폐기물 반출구		전수(1개 이상)	폐기물반출구 1m 이내

● 공기 농도 시료채취수 (고용노동부 고시 제2020-13호)

밀폐면적(m ²)	최소 시료채취수
~ 26	1
27 ~ 63	2
64 ~ 124	3
125 ~ 216	4
[계산식] 밀폐면적의 크기별 최소 시료채취수 = $\text{밀폐면적}(A, \text{m}^2)^{1/3} - 1$ (소수점 이하 버림, 값이 0일 경우 최소 1개 측정)	

<출처 : (주)대한환경건설링 홈페이지>

7) 석면 해체·제거 감리

석면 해체 작업 전 석면해체 감리인을 선정하고 사업장 주변에 대한 비산정도측정을 실시하여야 한다. (석면안전관리법 제30조 제2항 및 환경부고시 제2020-84호)

● 석면 해체·제거 감리인 기준

석면해체·제거작업 및 석면해체·제거작업을 수반하는 건설공사의 발주자는 석면해체·제거작업 개시 전 까지 석면해체·제거작업의 안전한 관리를 위하여 석면해체작업 감리인을 지정하여야 한다. (석면안전관리법 제 30조 제2항 및 환경부고시 제2020-84호)

● 감리인 지정 기준

- 해체대상 석면건축자재 면적 800㎡ 이상 사업장 → 일반감리원 1인 이상
- 해체대상 석면건축자재 면적 2,000㎡ 이상, 석면함유 분무재 또는 내화피복재 사용 사업장 → 고급감리원 1인 이상

● 감리인 자격

- 「산업안전보건법 제120조」에 따른 석면조사기관
- 건축사사무소 개설 신고한 자 : 「건축사법」에 따라 건축사사무소 개설신고를 한 자
- 「건설기술진흥법 제26조」에 따른 종합감리전문회사 또는 건축감리전문회사

8) 석면 해체·제거 공사

- 석면해체·제거를 업으로 하려는 자는 대통령령으로 정하는 인력·시설 및 장비를 갖추어 고용노동부장관에게 등록하여야 한다. (산업안전보건법 제121조 제①항)
- 기관석면조사 대상인 건축물이나 설비에 대통령령으로 정하는 함유량(중량비율 1% 초과)과 면적(50㎡) 이상의 석면이 포함되어 있는 경우 해당 건축물·설비소유주등은 석면해체·제거업자로 하여금 그 석면을 해체·제거하도록 하여야 한다. 다만, 건축물·설비소유주등이 인력·장비 등에서 석면해체·제거업자와 동등한 능력을 갖추고 있는 경우 등은 대통령령으로 정하는 사유에 해당 할 경우에 스스로 석면을 해체·제거할 수 있다. (산업안전보건법 제122조 제①항)



석면해체·제거 작업



석면폐기물 포장

3 | 기존 마감재의 해체

- 사전검토 사항

일반적으로 그린리모델링은 기존 건축물의 내·외부 마감재와 단열재를 해체한 후 단열 보강 및 신규 마감재를 시공하는 방식으로 이루어진다. 해체작업은 소음, 진동, 먼지 발생이 가장 많은 단계이므로 화재 예방책을 마련하는 등 위험요소에 대한 철저한 대책이 강구되어야 하며, 특히 공사중 자연 환기가 가능하도록 날씨를 고려하여 스케줄을 수립하는 것이 중요하다.

- 실행시 유의사항

- 해체에 동반되는 소음, 진동, 먼지 발생에 대해 재실자 및 주변인들에게 사전 양해를 구할 것
- 가구와 식물류는 외부나 시공의 영향을 받지 않는 곳으로 옮긴 후 시트로 덮음
- 냉·난방 및 환기설비를 작업지역과 분리
- 화학적 또는 열적인 제거방법을 적용할 경우에는 주변에 미치는 영향을 충분히 검토 후 결정
- 해체 시, 설비 기기 및 배관에 손상을 입히지 않도록 주의
- 해체 작업시에는 관계자외에는 출입을 금하여 낙하물에 의한 재해 방지



석면제거 및 내부철거 분리보호막 설치



외벽 리모델링 작업시 재해방지

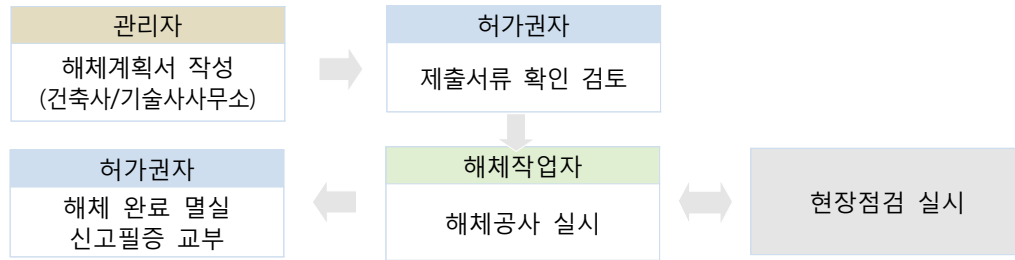
4 | 해체공사 신고 및 허가업무절차

1) 그린리모델링의 해체공사

- 리모델링공사에서 있어서 건축물의 외벽에 사용하는 마감재료를 증설 또는 해체하거나 벽면적 30제곱미터 이상 수선 또는 변경할 시에는 건축법 시행령 제3조의2 (대수선의 범위)에 해당되어 법령에서 정하는 바에 따라 구조의 안전을 확인하여야 하는지 검토한다.
- 외단열공법 채택시에는 관련법에 따른 대수선에 해당되는지의 여부를 사전 검토한다.
- 리모델링시 수반되는 기존 시설물의 철거등 해체공사의 경우 개정된 건축물관리법에 의거한 절차에 따라 관련 인허가를 득한 후 시행하여야 한다.

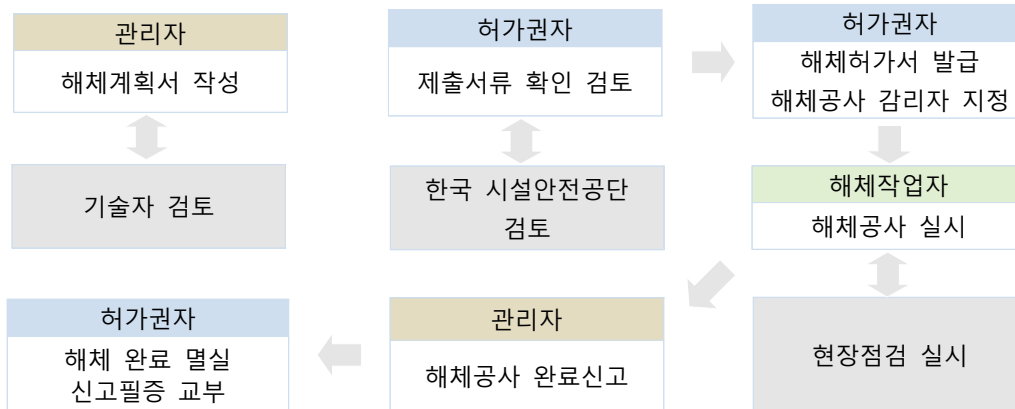
2) 건축물 해체 신고 및 허가 절차

● 신고절차



- 그 밖의 허가권자가 해체작업의 안전한 관리를 위하여 필요하다고 인정하는 건축물의 경우 감리자 지정

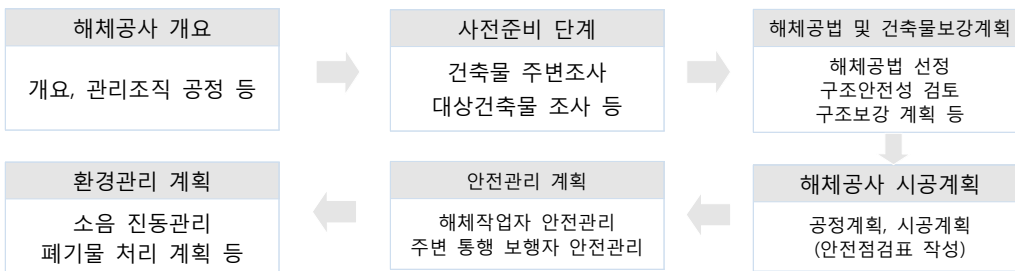
● 허가절차



관 리 자 건축물의 관리자로 규정된 자 또는 해당 건축물의 소유주

허가권자 특별자치시장 특별자치도지사 또는 시장 군수 구청장

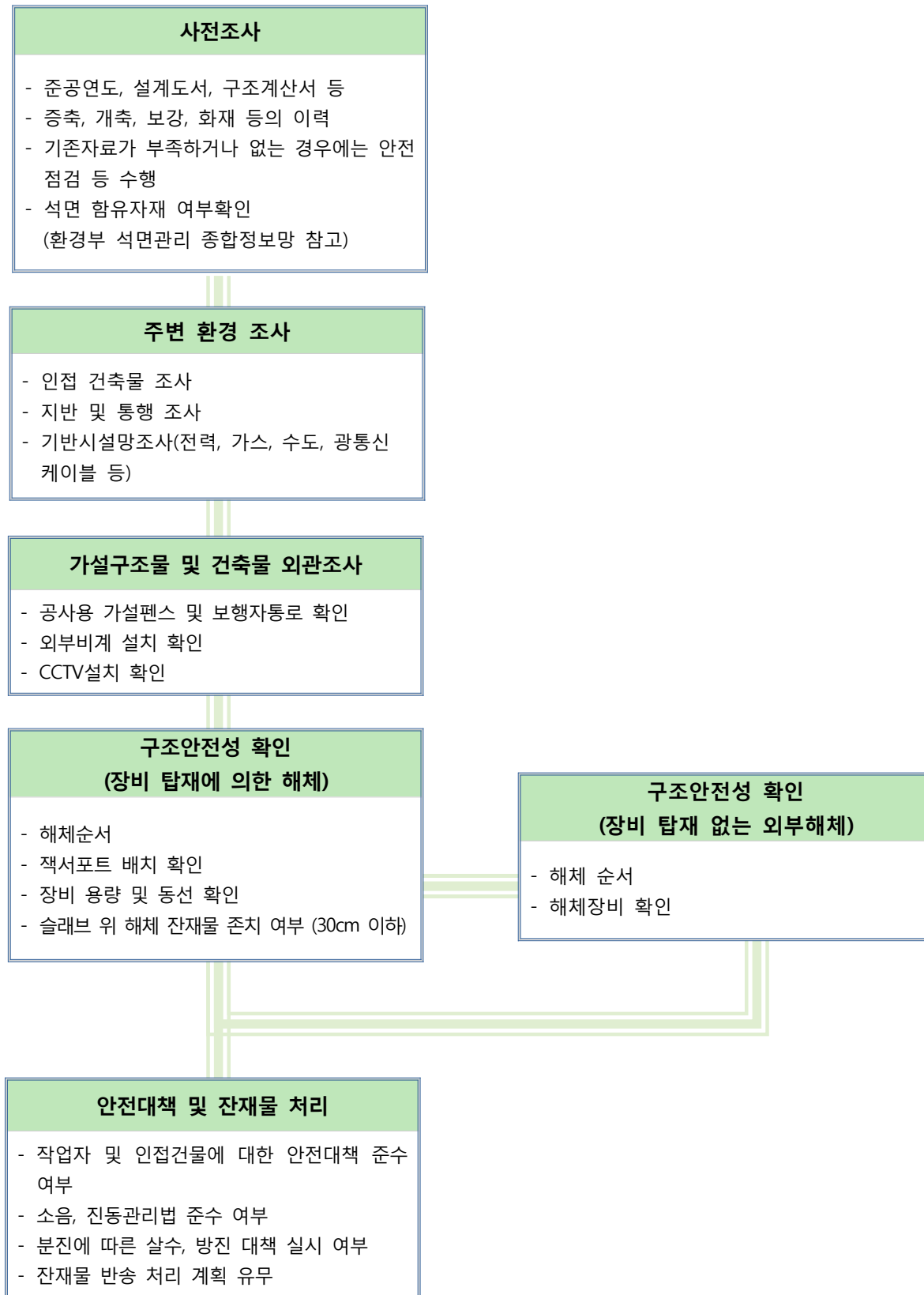
● 해체 계획서 작성절차



● 건축물관리법상의 신고 및 허가대상

신고	일부해체	· 주요구조부(「건축법」제2조제1항제7호)를 해체하지 않는 건축물의 해체
	전면해체	· 연면적500㎡미만 / 건축물 높이12m미만/ 지상층과 지하층을 포함해 3개층 이하인 건축물
	그 밖의 해체	· 바닥면적 합계85㎡이내 증축·개축·재축 (3층 이상 건축물의 경우 연면적의 1/10이내) · 연면적200㎡미만+3층미만 건축물 대수선 · 관리지역 등에 있는 높이 12m미만인 건축물 · 지방자치단체 조례로 정하는 건축물
허가		신고대상 외 건축물

5 | 해체공사 현장조사 절차



- 본 절차도는 국토교통부 건축물 해체계획서 작성 매뉴얼 시범 운영(안)을 참고 하였음.

6 | 해체공사시 유의사항

1) 공통

- 해체공사는 해체준비 및 계획에 근거하여 예정된 공법, 예정공기내 공사가 안전하며 능률이 좋게 수행하여야 한다.
- 건축물의 철거작업은 최상부분 부터 지상부분 순으로 하고 윗층 부재의 철거작업이 완전히 끝나기 전에 아래층의 지지부재를 해체해서는 안된다.
- 가연물이나 진동 등에 용이하게 낙하, 탈락 및 박리가 쉬운재료(내화피복재등)는 사전에 철거한다.
- 콘크리트와 조적부분은 소규모 단위로 철거 해체하여야 한다.
- 철거된 구조부재는 호이스트, 크레인 및 기타 적합한 방법으로 지상까지 이동시켜야 한다.
- 그대로 존속시키도록 지정한 것을 제외하고 바닥 콘크리트는 직경 30cm미만 크기로 잘게 분쇄하여 제거하여야 한다.
- 철거장비는 가급적 전체 구조물에 걸치도록 설치하고, 해체된 부분을 지지하는 지지벽, 바닥 또는 골조에 과다한 하중이 걸리지 않도록 주의하여야 한다.

2) 공법별 유의사항

- 핸드브레이커에 의한 공법
 - 기기가 무거우므로 작업환경에 대한 정리, 정돈이 잘 되어 있어야 한다.
 - 안전사고를 방지하기 위하여 작업자는 항상 하향 자세를 취하여야 한다.
 - 급유는 항상 충분히 하고 공기 호스의 상태를 점검한다.
- 유압식 확대기에 의한 공법
 - 천공된 구멍이 구부러져 있으면 기계 자체에 큰 응력이 생겨 부러지거나 파손될 염려가 있으므로 일직선이어야 하고 기계의 삽입부를 구멍에 완전히 밀착되도록 밀어넣는다.



핸드브레이커 공법



유압식 확대기

- 대형브레이커에 의한 공법
 - 대형 브레이커는 중량을 고려하여 차체의 붐, 후레임에 무리가 없는 것을 부착한다.
 - 대형 브레이커의 설치, 해체, 운전시에는 자격이 있는자 또는 유경험자가 취급하도록 한다.
 - 작업 장소의 슬래브 내력 및 지반의 내력을 확인한다.
 - 자력으로 하층으로 이동할 때는 경사 상태가 안전하도록 한다.
 - 작업 범위 내에 접근하는 것을 금하며 필요에 따라서 신호자와 유도자를 배치한다.
 - 유압식의 경우에는 유압이 높기 때문에 호스 등 접속부에서 기름이 새지 않는지 점검 한다.

- 절단기에 의한 공법
 - 절단기의 절단작업 또는 이동시의 바닥판은 항상 평탄하여야 한다.
 - 절단기용 전기, 급배수 시설 등을 수시로 정비, 점검한다.
 - 톱날 주위는 접촉방지용 덮개를 설치한다.
 - 톱날은 안전하게 부착되어 있는가를 작업전에 점검한다.
 - 절단도중 톱날의 열을 제거시키는 냉각수는 충분한가 점검하고 공급이 잘되는지 확인한다.
 - 절단도중 불꽃 비산이 많거나 수증기가 발생하여 과열될 위험이 있을 때에는 작업을 일시 중단하였다가 냉각 후 재개하도록 한다.
 - 절단 작업은 직선으로 하고 최소 단면으로 절단하도록 한다.
 - 절단기는 매일 점검하고 필요에 따라 정비토록 한다.
- 잭에 의한 공법
 - 잭의 설치는 숙련공이 수행한다.
 - 오일이 새지 않도록 배관 및 접속부 부분을 철저히 점검한다.
- 압쇄기에 의한 공법
 - 압쇄기의 중량 등 시방에 따라 붐, 프레임 및 차체에 무리가 없는 압쇄기를 설치해야 한다.
 - 압쇄기의 설치와 해체시에는 숙련공이 수행한다.
 - 윤활유를 수시로 주입하고 보수, 점검에 유의한다.
 - 기름이 새는지 확인하고 배관 부분의 접속부가 안전한지 점검한다.
 - 절단 날은 마모가 심하기 때문에 수시로 교체하도록 한다.



절단기 공법



압쇄기 공법

7 | 체크리스트

	검 토 사 항		적용 유무		비고
			Y	N	
현장 점검 사항	주변 환경조사	-건축물의 해체 전 폐기물 반출을 위한 도로사정 및 인근주변 환경(공해방지 기준치 등)의 조사 등			
		-전력, 가스, 수도, 광통신 케이블 등 인입관 유무 확인			
	석면 함유재 처리	-기관석면조사결과(사본) []있음 []없음			
	가설구조물 및 건축물 외관조사	-공사용 가설펜스, 보행자 안전통로, 낙하물 방호 및 방지망 설치 유 무			
		-외부비계 설치 시공상태 및 고정 유무			
		-건축물 외부 비내력벽 벽체, 외장재 등 제거 유무			
	구조안전성 검토	-잭서포트배치, 설치상태, 자재반입서류, 수량, 지지층 수, 보강 위치 등			
		-외부장비 용량 및 사용계획			
		-슬래브 위 해체잔재물 존치 여부(30cm 이하)			
		-잔재물 반출을 위한 개구부, 낙하구설치/위치확인			
		-폐기물 처리계획 및 실시 여부			
	안전대책 및 부산물 처리	-작업자 및 인접건축물의 안전대책 준수 여부			
		-소음 진동관리법 준수 여부			
		-분진에 따른 살수, 방진 대책 및 실시 여부			
		-잔재물 반출 처리 계획 유 무			
		-비상상황 발생 시 대응방안 조사			

<출처 : 서울시 건축물 해체공사 안전관리 매뉴얼>

[부 록]

건축물관리법 중 해체공사관련 조항별 주요내용

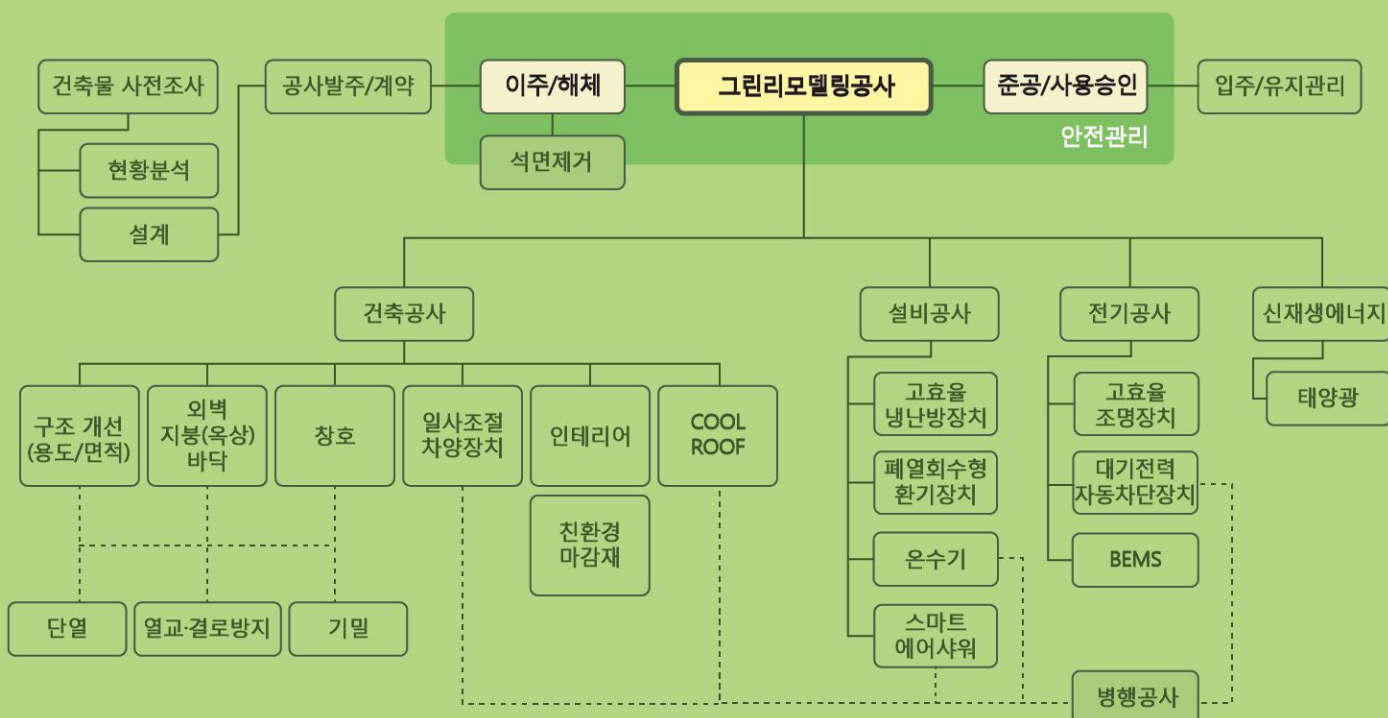
법(안)	주요내용	위임(안)	별지	서식
제30조 (건축물해체의 허가) 제 1항	건축물 해체의 신고 [주요 구조부의 해체를 수반하지 않는 경우, 연면적 1000m ² , 높이 20m 미만, 5개층 이하 건축물(지하+지상)]	시행령/시행규칙	별지 제7호	건축물 해체 신고서
			별지 제8호	건축물 해체 신고필증
제30조 제2항	건축물 해체의 허가신청 등 (안전관리계획 제출 포함)	시행규칙	별지 제9호	건축물 해체 허가신청서
	해체계획서 (관련 내용 연구)	시행규칙/고시		고시 -> 건축물 해체계획서 지침
제30조 제3항	해체계획서의 검토 (건축사, 구조기술사, 안전진단전문기관)	시행령/시행규칙	별지 제10호	해체계획서 검토신청서
			별지 제11호	해체계획서 검토결과통지서
제30조 제5항	건축물 해체의 허가 절차 등 (그 밖에 건축물 해체의 허가절차 등)	시행규칙	별지 제12호	건축물 해체 허가서
제33조 (건축물 해체공사 결과 보고)	건축물 해체공사 결과 보고	시행규칙	별지 제18호	건축물 해체 공사완료신고서
			별지 제19호	건축물 해체 공사완료신고 필증
제34조 (건축물의 멸실신고)	건축물 멸실의 신고	시행령/시행규칙	별지 제20호	건축물 멸실 신고서
			별지 제21호	건축물 멸실 신고필증

안 전 · 환 경

리모델링공사의 안전관리

현장은 작아도 안전은 크다

그린+리모델링공사 PROCESS



2. 리모델링공사의 안전관리

현장은 작아도 안전은 크다



1 | 작업공간의 분리

리모델링공사는 전체 공실 상태에서 이루어지기도 하지만 일부 상황에 따라서는 재실자가 공간을 사용하면서 부분적으로 공사를 진행하는 경우도 있어 실내 오염의 위험성이 더욱 심각하다고 할 수 있다. 리모델링 공정에 따라 공간의 사용과 동시에 공사가 진행되는 경우에는 다음의 사항들을 고려하여 작업공간과 사용공간을 분리하여 진행하도록 한다.

- 비닐막등을 이용하여 공사로 인한 소음, 냄새, 유해 물질 등을 철저히 분리
- 작업자는 신발 덮개, 분진 마스크, 장갑 등을 착용하여 유해 물질로부터 작업자의 건강을 보호하는 동시에 유해 물질을 외부에 옮기지 않도록 주의
- 리모델링 기간동안 재실자가 작업공간을 지나지 않도록 통행로 변경(단, 이 때 변경된 통행로는 화재 및 피난 통로를 고려하여 계획)
- 기자재의 반·출입구 및 보관장소 계획(특히 유기용제나 기타 위험물의 보관에 대해서는 관련 법규에 준해 안전하게 취급)



2 | 현장 작업시 안전관리

- 1) 외벽이나 지붕공사 시 추락 방지를 위한 안전모 및 안전대 등 개인 안전보호구를 필히 착용하여야 하며 안전대 부착설비, 추락방지망 등을 설치하여야 한다.
- 2) 이동식 사다리 안전작업 지침

발붙임 사다리(A형,조경용)	작업 높이	안전작업 지침
	1.2m 미만	• 반드시 안전모 착용
	1.2m이상~2m미만	• 반드시 안전모 착용 • 2인1조 작업 • 최상부 발판에서 작업금지
	2m이상~3.5m이하	• 반드시 안전모 착용 • 2인1조 작업 및 안전대 착용 • 최상부 발판+그 하단 디딤대 작업금지
	3.5m초과	• 작업발판으로 사용 금지
	설치기준	• 평탄·견고하고 미끄럼이 없는 바닥에 설치 • 경작업,고소작업대·비계등 설치가 어려운 협소한 장소에서 사용

<출처 : kosha.or.kr>

3) 이동식 비계설치 안전작업 지침

● 설치 및 조립 준수사항

- 이동식비계는 작업발판, 주틀구조부, 승강설비, 안전난간 등으로 구성
- 작업발판은 안전인증시험에 합격된 강재발판으로 전면에 깔아 주틀의 횡가재에 고정
- 발판과 발판 사이의 틈 간격은 3cm 이하로 설치
- 작업발판의 끝단 둘레에는 안전난간을 설치
- 주틀 구조부는 주틀, 교차가새, 각주 조인트, 수평 교차가새 등으로 구성
- 주틀 구조부의 최하단의 층에는 수평 교차가새를 설치
- 주틀 구조부의 최하단에는 브레이크가 장착된 발바퀴를 설치
- 주틀 구조부에는 발판간격이 동일한 사다리 또는 계단 설치

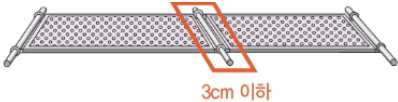
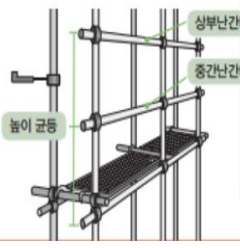
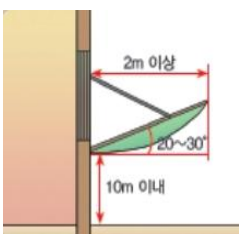


<출처 : kosha.or.kr>

● 이동식비계 체크리스트

- 이동식비계의 높이는 밑변 최소 폭의 4배 이하인가?
- 이동식비계의 전도방지를 위한 아웃트리거는 적절히 설치하였는가?
- 바퀴(각륵)의 제동장치(구름방지장치)는 잠금상태로 되어있는가?
- 이동식비계 상부에는 견고한 구조의 작업발판을 밀실하게 설치하였는가?
- 작업발판 단부에는 안전난간대를 설치하였는가?
- 작업발판에 자재적재 등 최대적재하중(250kgf이내)을 준수하고 있는가?
- 이동식비계에는 승강설비를 견고히 설치하였는가?
- 이동식비계에는 안전표지판(최대적재하중 등)이 부착되어 있는가?
- 이동식비계 이동 시 간섭(전선, 설비)과 전도(요철등)의 위험은 없는가?
- 근로자가 승강 또는 작업 시 개인보호구를 착용하고 있는가?

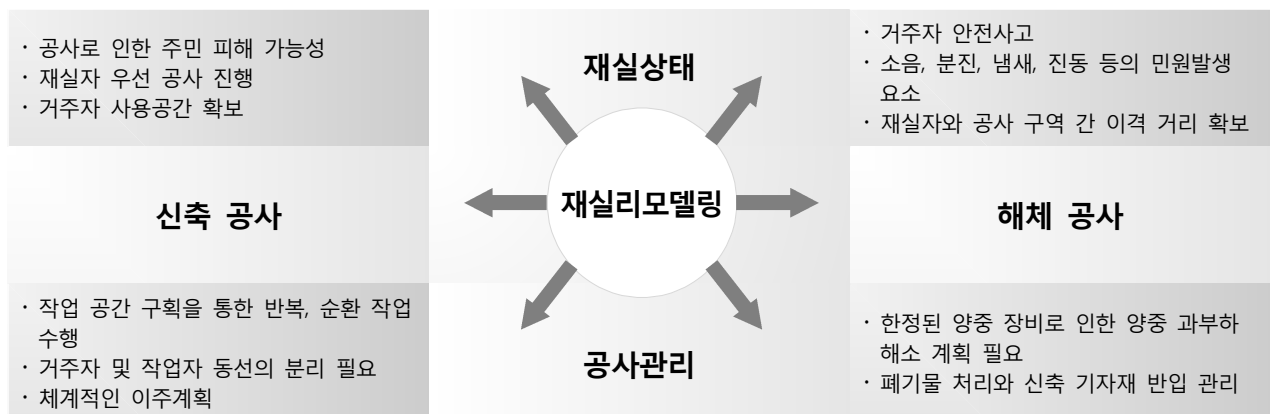
● 외부 비계설치 안전작업 지침

비계작업발판 · 작업자의 이동 및 작업공간 확보를 위한 작업발판 설치 · 작업발판은 비계에 견고하게 고정되고, 발판사이 간격은 3cm이하로 설치 · 발판폭은 40cm 이상  3cm 이하	
안전난간/낙하물 방지망 · 작업자의 작업발판 등 작업공간 밖으로 추락을 방지하기 위한 안전난간 설치 · 안전난간은 상부·중간 난간대로 구성 · 상부난간대는 바닥면으로부터 90cm이상 · 낙하물 위험이 있는 곳에는 방호선반 또는 낙하물 방지망을 벽체로부터 빈틈없이 2m이상 내밀어 수평면에서 20~30도 각도로 10m이내마다 설치	 

<출처 : kosha.or.kr>

- 일반적으로 리모델링공사에 있어 보수보강공사>외장공사>내장공사>구조물 해체공사>전기 설비공사(특히 감전)순으로 위험지수가 높음
- 화재 안전
건설현장의 경우 다수의 근로자가 동일 현장에서 동시에 다양한 공정을 진행하고, 자체 소방 설비 미설치, 외단열부 용접등 위험한 작업방법 증가 등에 따라 화재폭발 재해발생 우려가 높아 사전 교육 및 대비가 필요함
 - 용접 등 불꽃발생 작업 시 불꽃 비산방지, 환기 및 소화기구 비치로 현장 화재 사고 대비
 - 가연물이 있는 장소에서 화재위험작업 시 사전 특별교육실시
 - 지하층 등 위험장소에서 화재위험작업을 할 때 대피업무를 전담하는 화재감시자 배치

3 | 재실 리모델링 공정 영향요소



<출처 : 한국건설관리학회논문집14-2,'13.3>

[부 록]

기존건축물의 화재안전성능보강 사업 (건축물관리법 제27조, 시행령제19조)

- (내용) 화재 취약요인을 갖춘 건축물은 ‘22년까지 화재안전성능보강을 완료해야하며, 한시적으로 최대 2,600만원 지원
- (절차) 건축물 소유자 등은 건축물관리지원센터(LH)로 지원사업 신청후, 보강계획을 수립하여 시·군·구로 제출
- (대상) 의료시설, 노유자시설, 지역아동센터, 청소년수련원, 다중이용업(고시원, 목욕장, 산후조리원, 학원) 시설 중 화재 취약요인을 갖춘 건축물
 - 3층 이상으로서, 가연성 외장재를 사용하고 스프링클러가 미설치된 건축물 다만, 다중이용업시설은 1층 필로티 주차장 구조의 연면적 1천㎡ 미만 건축물

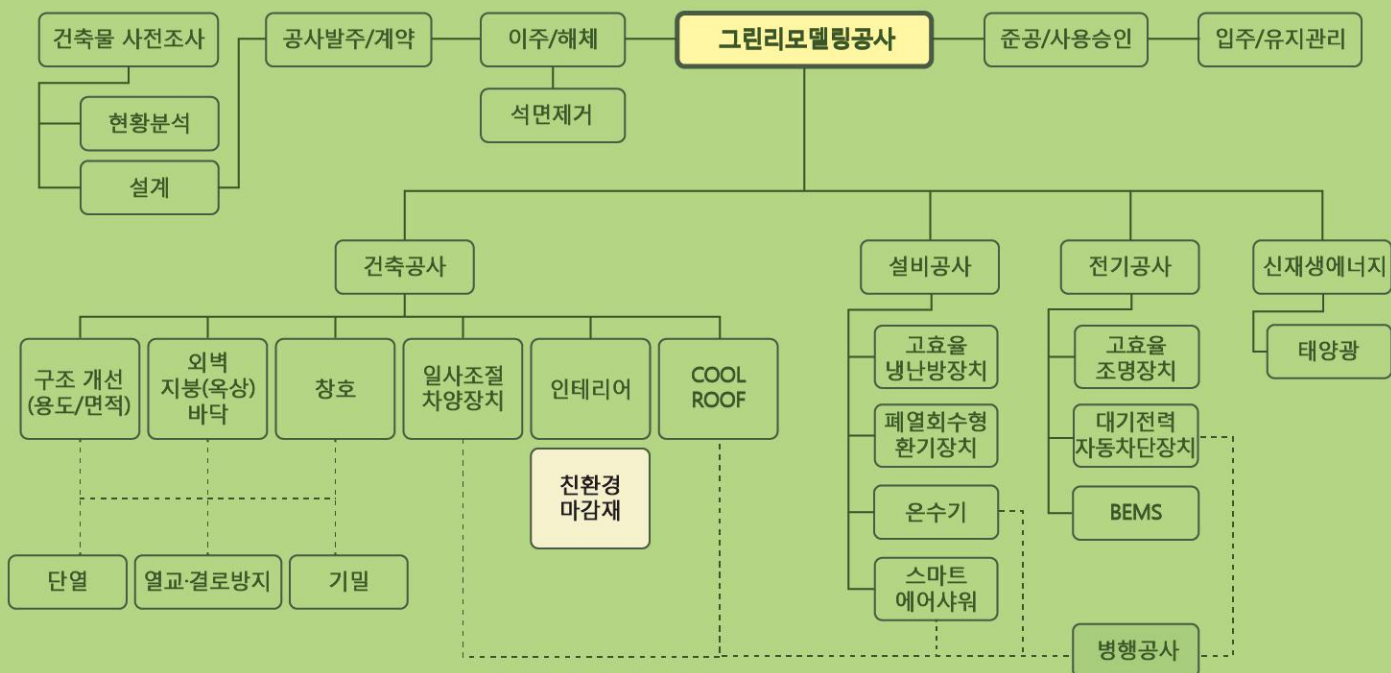
분류	세부용도	화재취약요인		
		가연성외장재 사용	스프링클러미 설치	1층필로티 주차장
피난약자 이용시설	의료·노유자시설, 지역아동센터, 청소년수련원	●	●	무관
다중이용업소 (연면적 1천㎡미만)	고시원, 목욕장, 산후조리원, 학원	●	●	●

안 전 · 환 경

친환경 마감자재

환경은 건강이다

그린+리모델링공사 PROCESS



3. 친환경 마감자재

환경은 건강이다



1 | 개요

기존 건축물을 리모델링 하는 경우 신축과 크게 다를 바 없이 많은 종류의 내장재 및 유기용제 등이 사용되므로 실내공기질에 큰 영향을 미치게 된다. 따라서 유해 물질의 방출을 최소화하는 실내 마감자재와 공법으로 계획하여 실내공기질을 건강하게 유지하는 것이 목적이다.

2 | 친환경 실내마감재의 이해

- 1) 현대인은 하루 일과의 90% 이상을 실내에서 생활하는 만큼 실내공기질은 재실자의 건강과 직결된다. 세계보건기구(WHO)는 실내공기오염을 ‘인류 건강을 위협하는 10대 요인’으로 분류하고 있으며,
- 2) 우리나라에서도 실내에서 발생하는 유해 물질로 인한 새집증후군(Sick Building Syndrome) 및 화학물질과민증(Multi-Chemical Sensitivity) 등이 주요 사회문제로 대두되고 있다. 따라서 인체에 무해한 실내 마감재를 통해 쾌적하고 건강한 실내환경을 조성하는 계획이 필요하다.
- 3) 특히, 어린이집에 있어서는 증축(연면적 33m² 이상), 수선(바닥·벽면·천장 등의 총면적을 70m² 이상) 시 환경표지 인증을 받은 도료나 마감재, 합성고무바닥재를 사용한 경우에는 ‘어린이 활동 공간 확인검사’신청을 별도로 하지 않아도 되나 환경표지 인증 제품을 사용하지 않은 경우 확인검사를 신청해야 하며, 위반 시 법적 제재가 따르므로 더욱 주의를 요한다.

				
	친환경 벽지, 장판지	친환경 단열재	친환경 위생기구	친환경 시트
				
	친환경 페인트	친환경 조명기구	친환경 목재가구	친환경 접착제

3 | 관련기준

- 1) 환경부령 제858호, 「실내공기질관리법 시행규칙」, 환경부
 [별표2] 실내공기질 유지기준
 [별표3] 실내공기질 권고기준
 [별표5] 건축자재의 오염물질 방출 기준

4 | 기본사항

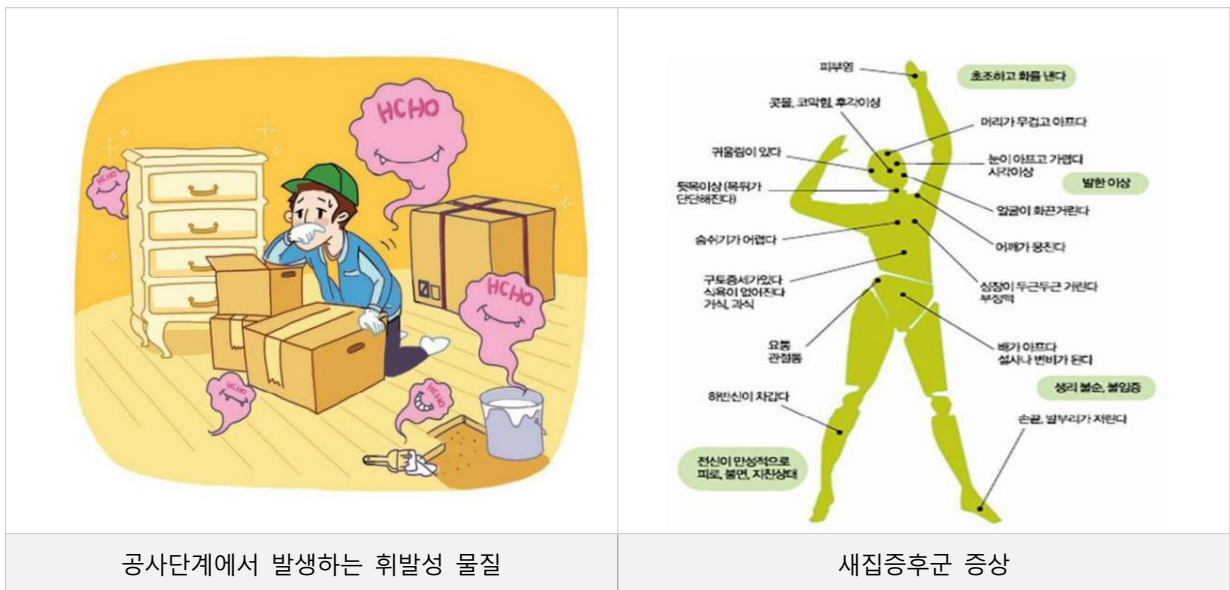
1) 실내공기질 오염물질

● 실내공기질의 기본사항 및 인체에 미치는 영향

구 분	기 본 사 항	인체에 미치는 영향
미세먼지	· 공기 중 존재하는 미세먼지는 석탄가루, 재 등과 같은 고체 입자로 입자의 크기가 0.005~500 micrometer(μm) 정도의 입자로, 연기, 안개, 검댕 등 여러 가지 형태로 존재함 · 미세먼지는 입자의 직경에 따라 PM10 (직경$10\mu\text{m}$ 이하의 먼지), PM 2.5, PM 1이 측정되며, 총부유분진이라고 먼지를 통틀어 일컫는 TSP(Total Suspended Particles)가 있음	· 직경 $10\mu\text{m}$ 이상의 큰 입자는 호흡되더라도 코 부근에서 달라붙는데 비하여 담배연기나 스프레이 등에서 발생 하는 직경 $2.5\mu\text{m}$ 이하의 미세입자는 폐포에 침착하는 비율이 높아 잠재적인 건강에 많은 영향을 줌. · 미세먼지가 유발하는 질환으로는 호흡기질환인 천식이 대표적이며 기침, 호흡곤란 등을 초래하여 면역력이 약한 사람의 경우 건강 영향이 높음
폼알데하이드 (HCHO)	· 폼알데하이드는 자극적인 냄새를 지닌 무색의 기체로 물에 쉽게 용해되며 단열재, 합판, 가구의 접착제, 건축자재, 섬유 등이 주요 발생원임.	· 폼알데하이드의 인체에 미치는 영향은 낮은 농도에서 단시간 노출되었을 시에는 눈, 코, 기관지 등에 자극을 주고 장시간 노출되었을 경우 구토, 어지러움, 피부질환 등을 유발함.
총휘발성 유기화합물 (TVOC)	· 휘발성 유기화합물(VOCs)은 실내공기 중에 수백에서 수천의 물질이 포함되어 있으며, 그 중에서도 벤젠, 톨루엔, 크실렌 등이 대표적인 유해물질임.	· 휘발성 유기화합물은 휘발성이 커 공기 중에 가스의 상태로 존재하여 피부에 흡수되기 쉽고 피부에 직접 닿지 않더라도 호흡기로 흡입됨. · 실내에서 저 농도의 장기 노출 시에도 빈혈, 혈액 응고 장애 그리고 백혈구를 파괴하여 감염에 대한 저항력이 떨어지고 일부의 물질은 발암성 물질임.
라돈	· 라돈 가스는 토양뿐만 아니라, 건축 구조재 및 마감재료 등에서 방출되고 있는데, 압력, 온도, 습도 등의 영향에 따라 그 농도 값이 달라지고 있으며, 특히 구조적으로 환기 양이 부족한 지중공간에서는 라돈 가스의 방사량이 한층 활발히 이루어짐.	· 라돈 농도가 5pCi/liter에서 1년간 생활할 경우 1백만 명 중 약 4백 명 정도가 폐암 발생을 나타내고, 200pCi/liter 일 경우에는 약 44%의 높은 폐암 발생률을 보이는 것으로 알려짐.

2) 새집증후군(Sick Building Syndrome)

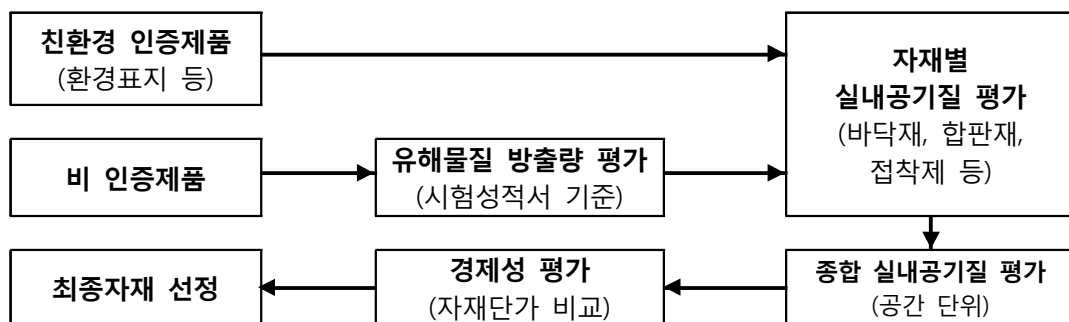
- 에너지 절약을 위해 건축물이 고기밀·고단열화 되면서 자연환기가 어려워지고, 유해 물질을 방산시키는 새로운 건자재의 사용이 증가함에 따라 새집증후군(Sick Building Syndrome)이 급증하고 있다.
- 새집증후군이란 건축자재나 벽지 등에서 나오는 유해 물질로 인해 거주자들이 느끼는 건강상 문제 및 불쾌감을 이르는 말이다. 흔히 신축 또는 리모델링 건물의 거주자가 두통이나 눈, 코의 통증, 아토피 증상을 보이는 경우 새집증후군을 의심해 볼 수 있다.



3) 실내 마감재 선택

실내 마감재를 선택할 때에는 되도록 유해물질의 방출량이 낮은 친환경 자재를 사용하는 것이 바람직하며, 친환경 자재를 올바르게 선택하기 위한 방법은 다음과 같다.

< 실내 마감재 선택 프로세스 >



<출처 : 권기덕 외 4, 실내공기질을 고려한 마감자재 선정 프로세스 연구>

4) 친환경 인증제품의 사용(환경표지제도)

환경표지제도는 같은 용도의 다른 제품에 비해 '제품의 환경성'을 개선한 경우 그 제품에 로고(환경표지)를 표시함으로써 소비자(구매자)에게 환경성 개선 정보를 제공하고, 소비자의 환경표지 제품 선호에 부응해 기업이 친환경제품을 개발·생산하도록 유도해 자발적 환경개선을 유도하는 자발적 인증제도이며

1979년 독일에서 처음 시행된 이 제도는 현재 유럽연합(EU), 북유럽, 캐나다, 미국 일본 등 40여개 국가에서 성공적으로 시행되고 있으며, 우리나라도 1992년부터 시행하며 페인트, 벽지, 단열재, 방수제, 장식재, 접착제 등 거의 모든 건축자재를 대상으로 한다.

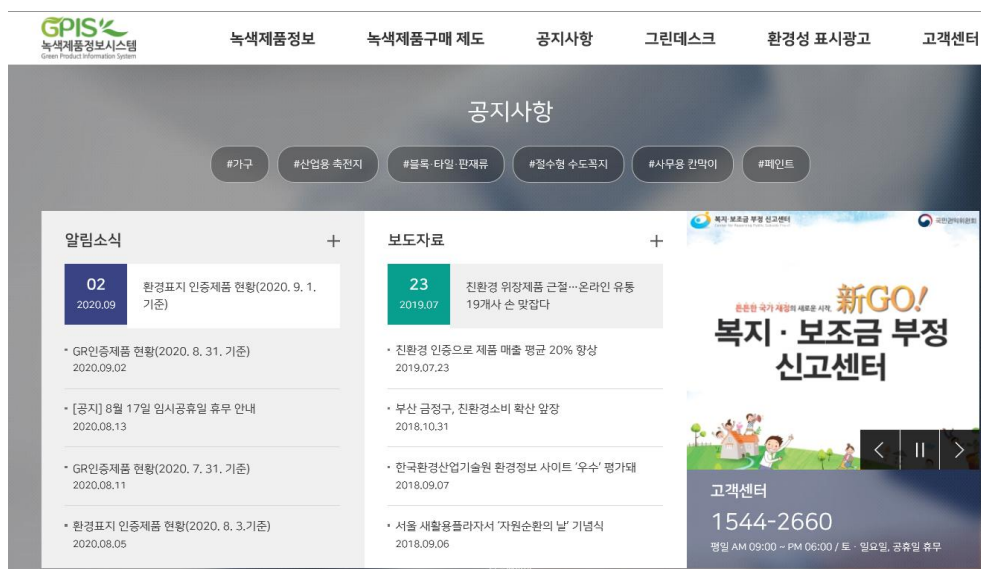


▲ 환경표지

<http://el.keiti.re.kr/service/index.do>



http://www.greenproduct.go.kr/#gpisMain_02



5) 제품의 시험성적서 비교

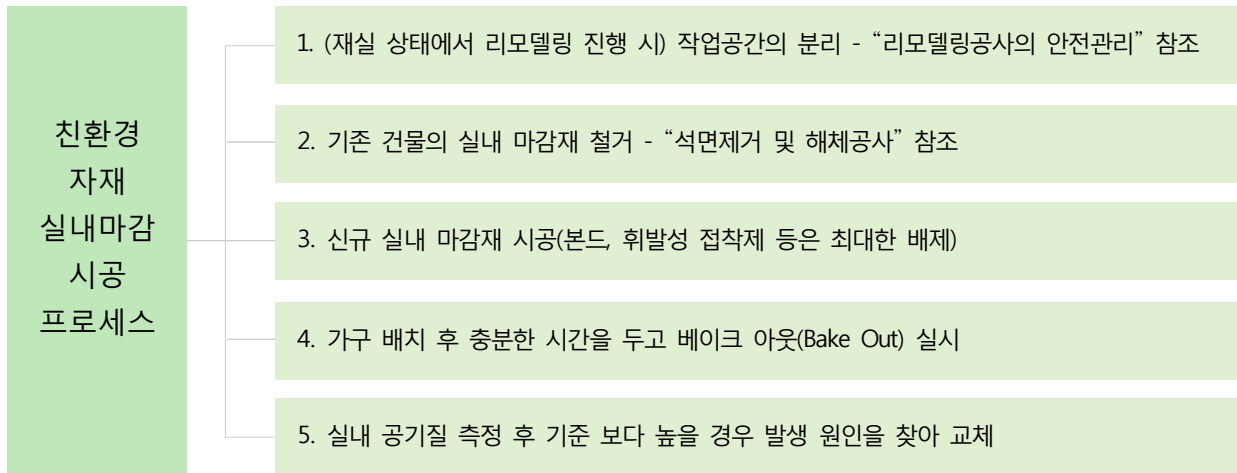
실내 마감재 선택 시 제품의 시험성적서에 표기된 유해물질 방출량과 실내공기질 기준을 비교하는 방법이다. 시험성적서를 발급한 인증기관에 따라 유해물질 방출량을 표기하는 단위가 다를 수 있으므로 이를 참고하여 정확하게 비교할 수 있도록 한다. (1mg/L=1ppm)

6) 친환경 실내 마감재의 종류 및 특징

종 류	특 징
페인트	· 석유화학물질과 알레르기 유발물질 대신 송진 등 천연수지만을 사용한 수성 페인트 (VOCs-Free) · 일반 페인트는 벗겨질 때 납이 발생하여 인체에 위협적이지만 친환경 페인트는 환경과 인체에 안전함
벽지	· 편백나무 등 천연재료로 제조되었거나 친환경 잉크를 사용한 벽지 · 종이 두 겹을 공업용 접착제로 접착시킨 합지와 염화비닐(PVC)을 종이 위에 코팅한 실크벽지와는 달리 투습이 잘 이루어져 곰팡이 발생 위험이 낮음
황토(규조토)	· 가장 보편적으로 사용되는 천연 마감재 · 상대적으로 실내 습기 조절이 우수하기 때문에 결로 발생 위험을 줄일 수 있음 · 단, 황토시멘트 및 황토보드의 경우 천연황토와 달리 제조과정에서 재료의 강도 향상을 위해 인체에 유해한 물질이 추가되는 경우가 있으므로 자재 선택 시 성분에 대한 비교 필요
바닥재	· 염화비닐(PVC)이나 플라스틱 제품을 배제하고 천연목을 사용한 바닥재 사용 · 수용성 무용제 표면 도료를 적용
타일	· 폐유리 등을 재활용하여 만든 친환경 타일 등 · 흡수성, 미끄러짐 저항, 내약품성, 동결 융해성 등이 우수
접착제	· 쌀가루 등의 천연재료를 주 원료로 하여 폼알데하이드를 포함하지 않는 접착제 · 단, 친환경 접착제는 내수성이 약해 습도가 높은 환경에서는 접착성능이 저하 되는 단점이 있으므로 이에 대한 보완이 필요함

5 | 시공방법

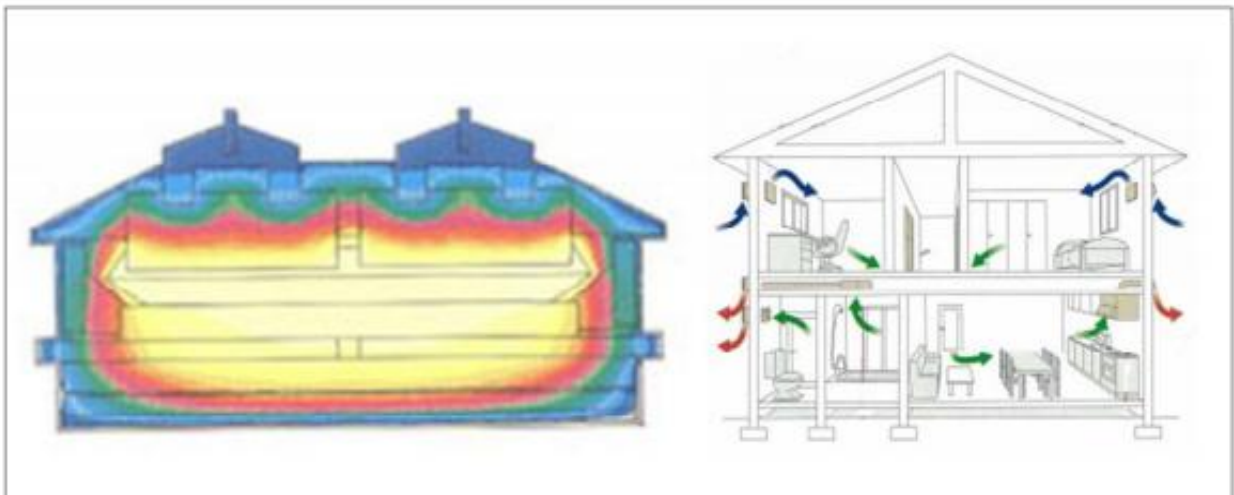
1) 시공 프로세스



2) 베이킹 아웃(Bake Out)

베이킹 아웃이란 신축이나 리모델링 작업이 끝난 주택, 아파트 등의 난방 설비를 이용해 건물의 실내 온도를 일시적으로 높게 유지(3일간 하루에 8시간, 35℃ 이상으로 보일러 가동)하여, 실내 마감재나 가구에서 방출되는 휘발성 유기화합물(VOCs)과 폼알데하이드(HCHO) 등 유해물질의 발생량을 강제로 증가시킨 후 환기를 통해 이를 제거하는 방법을 말한다.

<출처 : 곰팡이 잡는 사람들>



< 베이킹 아웃(Bake Out) >

● 베이킹 아웃 프로세스

- 1 • 모든 창문과 문을 닫는다
- 2 • 실내에 있는 가구의 문을 모두 열고 서랍은 꺼내어 바닥에 겹쳐지지 않게 가지런히 펼쳐 놓는다(표면 보호를 위한 보양지 등은 모두 제거)
- 3 • 보일러로 실내온도를 35~40℃로 설정하고 약 8시간 가동한다.
- 4 • 보일러를 끄고 모든 문을 열고 2시간 이상 충분히 환기를 한다.
- 5 • 최소한 3~4회 이상 반복한다.

● 베이킹 아웃(Bake Out) 수행 시 주의사항

- 베이킹 아웃을 할 때에는 실내에서 벗어나도록 한다.
- 실내에 유해한 가스는 공기보다 가벼운 것과 무거운 것이 있는데 공기보다 가벼운 가스는 실내 환기만으로도 외부로 배출이 되지만, 공기보다 무거운 가스는 바닥에 가라앉기 때문에 환기시간이 오래 걸린다. 이 때 선풍기를 바닥 쪽으로 향하게 하여 환기를 하면 효과가 좋다.
- 시간을 단축하기 위해 온도를 50℃ 이상으로 과도하게 올리게 되면 자재 속에 남아있는 수분으로 인해 자재가 뒤틀리거나 변형이 올 수 있으므로 주의한다.
- 베이킹 아웃만으로 유해물질은 완벽하게 제거할 수는 없으며(실제 약 40~60%의 제거효과), 입주 후에도 유해물질은 미세하지만 장기간 배출되기 때문에 평소에도 가능한 자연환기를 많이 실시하여 유해물질을 배출한다.

● 베이킹 아웃(Bake Out) 방법 (3~4회 반복)

			
창, 문등을 닫음	가구 서랍, 문짝 개방	난방온도를 40℃유지	창, 문등을 열고 환기

6 | 어린이 활동공간 확인검사제도

1) 확인검사제도란

소유자가 활동공간을 신축 또는 일정규모* 이상으로 증축·수선하였을 때 환경보건법 제23조의 2에 따른 검사기관으로부터 환경안전관리기준에 적합한지에 대한 검사를 받는 것을 말한다.

* 증축 : 연면적 33m² 이상, 수선 : 바닥·벽면·천장 등의 총면적을 70m² 이상

2) 확인검사의 필요성(어린이 건강보호의 중요성)

어린이는 성인에 비해 대사량은 50% 이상 큰 반면, 신경·호흡·생식기관 등의 발달이 불완전하여 유해물질의 노출에 민감하게 반응하여 중금속 등에 노출되면 뇌와 중추신경계에 장애, 성장장애, 학습장애 등을 유발할 수 있다.

3) 어린이 활동공간의 범위

- 어린이 활동공간 : 「환경보건법」 제2조 8호에 따라 어린이활동공간은 어린이가 주로 활동하거나 주로 머무르는 공간으로서 어린이놀이시설, 어린이집 등 영유아 보육시설, 유치원, 초등학교 등 대통령령으로 정하는 것
 - 「어린이놀이시설 안전관리법」 제2조제2호에 따른 어린이놀이시설
 - 「영유아보육법」 제2조제3호에 따른 어린이집의 보육시설
 - 「유아교육법」 제2조제2호에 따른 유치원의 교실
 - 「초·중등교육법」 제2조제1호에 따른 초등학교의 교실 및 학교도서관
 - 「초·중등교육법」 제2조제4호에 따른 특수학교의 교실(어린이가 사용하는 교실만 해당)

4) 확인검사 대상자 및 시기

- 확인검사 대상자
 - '09.3.22일 이후에 설치된 어린이활동공간 : 2014.9.25일 이후 증축, 수선하는 경우에 해당된다.
 - '09.3.22일 이전에 설치된 어린이활동공간은 '16.1.1일부터 단계적으로 적용

* 430m² 미만의 사립 어린이집·유치원 : '18.1.1일 이후 증축, 수선하는 경우

* 430m² 이상의 사립 어린이집·유치원, 국·공립 시설 : '16.1.1일부터 증축, 수선하는 경우

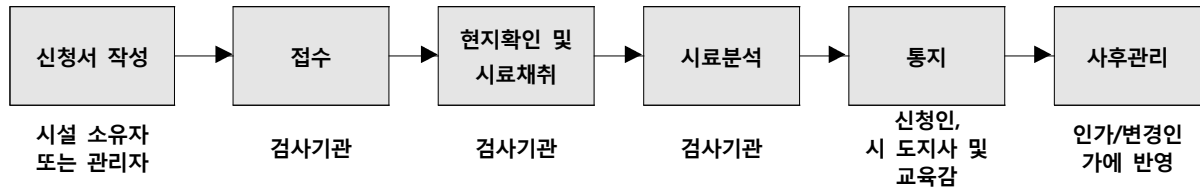
- 2014.9.25 이후 신축, 신규 인가를 신청하는 시설

5) 확인검사 시기

- 어린이활동공간 신축, 증축, 수선한 후 30일 이내
 - * 관련법에 의해 인가(또는 변경인가)인 경우 사전에 확인검사를 신청하여 인가(또는 변경인가) 시 반영하도록 함

6) 확인검사 절차

● 신축할 경우



● 증축·수선 할 경우

- 환경표지 인증제품을 사용하지 않은 경우에만 확인검사를 신청
- 환경표지 인증을 받은 도료나 마감재, 합성고무바닥재를 사용한 경우에는 신청을 별도로 하지 않음

- * 증축의 경우 : 증빙서류를 지자체 또는 교육청에 30일 이내 제출
- * 수선의 경우 : 증빙서류를 3년간 보관

- 환경표지 인증을 받은 자재임을 증명할 수 있는 서류

- * 환경표지인증서사본
- * 제품의 제조업체, 제품명이 기재된 구매내역서 등

* 반드시 녹색제품정보시스템(www.greenproduct.go.kr)에서 제품명을 검색하여 환경표지제품 여부를 확인

7) 위반시 법적 제재 사항

● 환경보건법 제31조(벌칙) 및 동법 제33조(과태료)

위반행위	벌칙 및 과태료
확인검사를 받지 않은 경우	1년 이하의 징역 또는 1천만원 이하의 벌금
확인검사결과 부적합한 시설을 어린이가 이용하게 하였을 경우	
보고 및 자료의 제출에 관한 명령을 이행하지 아니하거나 관계공무원의 검사를 거부·방해 또는 기피한 자	500만원 이하의 과태료

8) 확인검사 기관 및 연락처

기관	연락처	URL	
한국건설생활환경시험연구원	02-2102-2608	http://www.kcl.re.kr	
FTI시험연구원	043-711-8868	http://www.fti.re.kr	
한국기계전기전자시험연구원	031-428-3817	http://www.ktc.re.kr	
한국환경산업기술원	02-2284-1653	http://www.keiti.re.kr	
대한산업안전협회	02-860-7150	http://www.safety.or.kr	
KOTITI시험연구원	02-3451-7093	http://www.kotiti.re.kr	
한국환경수도연구원	02-2637-1234	http://www.kewi.re.kr	

9) 녹색제품정보시스템을 통한 어린이활동공간 녹색제품 검색


녹색제품정보
녹색제품구매 제도
공지사항
그린데스크
환경성 표시광고

녹색제품정보

- 녹색제품이란?
- 녹색제품 정보 제공 취지
- 지역별 녹색제품
- 용도별 녹색제품
- 직업별 녹색제품
- 장소별 녹색제품
- 어린이활동공간별 녹색제품
- 저탄소 인증제품
- 제품정보 디자인 지원

고객센터

1544·2660

이용시간 안내
평일 AM 9:00 ~ PM 6:00
(토/일/공휴일 휴무)



어린이활동공간별 녹색제품

☙ > 녹색제품정보 > 어린이활동공간별 녹색제품 < 정보제공담당자



보육실



특수학교



도서관



놀이터

01 어린이활동공간별 녹색제품을 선택하세요

- [172] 가구
- [210] LED 등기구
- [242] 벽지
- [246] 실내용 바닥 장식재
- [247] 조립식 바닥 난방 시스템
- [248] 벽 및 천장 마감재
- [250] 창호
- [252] 장식용 합성수지 시트
- [253] 이중 바닥재
- [327] 발포 합성수지제 매트
- [722] 고무제품
- [723] 목재 성형제품
- [726] 목재, 합성수지 복합 성형 제품

* 장소별 녹색제품의 검색 카테고리 변경은 페이지 상단으로 이동 하여 검색조건을 변경 하시기 바랍니다.

조회구분
조회구분 선택

검색

7 | 체크리스트

구분	검토사항	적용유무	
		Y	N
계획	기존 건축물에서 유해물질이 다량으로 방출되는 부분에 대해 확인하였는가?		
	자재의 성분에 유해물질이 포함되어 있는지 확인하였는가?		
	자재에 대한 시험성적서를 검토하였는가?		
	국내 실내공기질 권고기준에 적합하도록 계획하였는가?		
시공	시공 시 작업공간 및 자재보관공간은 제대로 분리되었는가?		
	유해물질이 외부로 방출되지 않도록 적절한 대책을 마련하였는가?		
	실내공기질 측정 결과, 국내 권고기준 기준치를 충족하는가?		
	권고기준보다 높게 측정이 되었다면 권고기준에 맞도록 적당한 조치를 취하였는가?		
	베이킹 아웃(Bake Out)을 프로세스에 따라 적절하게 실시하였는가?		

[부 록]

환경부령 제858호, 「실내공기질관리법 시행규칙」, 환경부

[별표2] 실내공기질 유지기준

다중이용시설	오염물질 항목	미세먼지 (PM-10) (오염물질 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	미세먼지 (PM-2.5) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	이산화 탄소 (ppm)	폼알데하 이드 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	총부유세균 (CFU/ m^3)	일산화탄소 (ppm)
가. 지하역사, 지하도상가, 철도역사의 대합실, 여객자동차터미널의 대합실, 항만시설 중 대합실, 공항시설 중 여객터미널, 도서관·박물관 및 미술관, 대규모 점포, 장례식장, 영화상영관, 학원, 전시시설, 인터넷 컴퓨터게임시설 제공업의 영업시설, 목욕장업의 영업시설		100 이하	50 이하	1,000 이하	100 이하	-	10 이하
나. 의료기관, 산후조리원, 노인요양시설, 어린이집, 실내 어린이놀이시설		75 이하	35 이하		80 이하	800 이하	
다. 실내주차장		200 이하	-		100 이하	-	25 이하
라. 실내 체육시설, 실내 공연장, 업무시설, 둘 이상의 용도에 사용되는 건축물		200 이하	-	-	-	-	-

비 고

- 도서관, 영화상영관, 학원, 인터넷컴퓨터게임시설제공업 영업시설 중 자연환기가 불가능하여 자연환기 설비 또는 기계환기설비를 이용하는 경우에는 이산화탄소의 기준을 1,500ppm 이하로 한다.
- 실내 체육시설, 실내 공연장, 업무시설 또는 둘 이상의 용도에 사용되는 건축물로서 실내 미세먼지 (PM-10)의 농도가 $200\mu\text{g}/\text{m}^3$ 에 근접하여 기준을 초과할 우려가 있는 경우에는 실내공기질의 유지를 위하여 다음 각 목의 실내공기정화시설(덕트) 및 설비를 교체 또는 청소하여야 한다.
 - 공기정화기와 이에 연결된 급·배기관(급·배기구 포함한다)
 - 중앙집중식 냉·난방시설의 급·배기구
 - 실내공기의 단순배기관
 - 화장실용 배기관
 - 조리용 배기관

[별표3] 실내공기질 권고기준

다중이용시설	오염물질 항목	이산화질소 (ppm)	라돈 (Bq/m³)	총휘발성 유기화합물 (μg/m³)	곰팡이 (CFU/m³)
가. 지하역사, 지하도상가, 철도역사의 대합실, 여객 자동차터미널의 대합실, 항만시설 중 대합실, 공항시설 중 여객터미널, 도서관·박물관 및 미술관, 대규모점포, 장례식장, 영화상영관, 학원, 전시시설, 인터넷 컴퓨터게임시설 제공업의 영업시설, 목욕장업의 영업시설	0.1 이하	148 이하	500 이하	-	
나. 의료기관, 산후조리원, 노인요양시설, 어린이집, 실내 어린이놀이시설	0.05 이하		400 이하	500 이하	
다. 실내주차장	0.30 이하		1,000 이하	-	

[별표5] 건축자재의 오염물질 방출 기준

구분	오염물질 종류	폼알데하이드	톨루엔	총휘발성 유기화합물
1. 접착제		0.02 이하	0.08 이하	2.0 이하
2. 페인트		0.02 이하	0.08 이하	2.5 이하
3. 실란트		0.02 이하	0.08 이하	1.5 이하
4. 퍼티		0.02 이하	0.08 이하	20.0 이하
5. 벽지		0.02 이하	0.08 이하	4.0 이하
6. 바닥재		0.02 이하	0.08 이하	4.0 이하
7. 목질판상제품	1) 2021년 12월 31일까지 적용되는 기준	0.12 이하	0.08 이하	0.8 이하
	2) 2022년 1월 1일부터 적용되는 기준	0.05 이하	0.08 이하	0.4 이하

비고 : 위 표에서 오염물질의 종류별 측정단위는 mg/m³·h로 한다. 다만, 실란트의 측정단위는 mg/m·h로 한다.

참고문헌

- LH 건설공사 스마트 핸드북 (LH. 2019)
- 건축물에너지절약설계기준 해설서 (국토교통부 고시 제2017-881호.2017.12.28.)
- 그린리모델링 활성화를 위한 기술요소 가이드라인 (국토교통부)
- 소규모 건축물 품질향상 가이드 (건설기술연구원, (사)한국패시브건축협회)
- (사)한국패시브건축협회(www.phiko.kr) 기술자료
- 가정에서 에너지를 절약하는 50가지 방법 (국토교통부. 2012)
- 건축물 에너지 절약을 위한 창호 설계 가이드라인 (국토교통부. 2012)
- 녹색건축원정대 (한국감정원. 2019)
- 리모델링 공사의 공종별 위험성평가 및 안전관리방안 연구 (김형석외2인. 2009)
- 소규모 노유자시설 건물에너지효율화사업 설계 및 시공 매뉴얼 (서울시. 2019)
- 공공건축물 그린리모델링사업 설계가이드라인 (LH. 2020)
- 건축물의 환기설비 유지관리 매뉴얼 (국토교통부. 2019)
- 가속내구성 조건에 따른 건축용 유기계 단열재의 성능 변화 (임순현외1인. 2016)
- 건물에너지관리시스템(BEMS) 개요 및 제도 안내 (한국에너지공단)
- 주거용 건축물의 열교환환기장치 TAB 전후 에너지 성능 비교 분석 및 실태조사 (김동준외3인. 2020)
- 건축물 패시브 디자인 가이드라인 및 평가체계 개발 연구 (국가정책위원회. 2012)
- 사례조사를 통한 공동주택 내 곰팡이 발생 현황 및 요인 분석(문현준외2인. 2008)
- Design Guide Solutions to Prevent Thermal Bridging(www.schock-us.com. 2018)
- Facade Insulation Fixings(www.rawlplug.co.uk. 2015)
- (주)스타빌엔지니어링(www.starvilleng.co.kr) 기술자료집

※ 본 자료는 공공건축물 그린리모델링 시공 관련 업무에 활용하고자 정리한 자료입니다.
따라서 실무에 적용 시에는 관련법 및 기준을 반드시 확인하여 사용하시기 바라며,
내용의 일부 또는 전부를 다른 목적으로 이용할 수 없음을 알려드립니다.

본 시공가이드는 한국토지주택공사의 의뢰로 협동조합 에평에서 수행한 연구과제의 성과품입니다.

* 이 시공가이드의 내용은 연구진의 견해로서 그린리모델링 센터의 정책과 다를 수 있습니다.

집필진

■ LH 도시건축사업단 그린리모델링센터

- 단 장 이화식
센터장 나영수
차 장 최지환
과 장 박범석

■ 협동조합 에 평

- 책임자 진봉우
설경모
최재규
김승덕
최용호

공공건축물 그린리모델링 시공가이드

2020년 10월 초판 1쇄 발행

본 시공가이드는 「공공건축물 그린리모델링사업 시공가이드 개발 용역」
과제의 최종 결과물로 출판한 것입니다.

<비매품>