

고단열/친환경/건강주택 - PASSIVE HOUSE

건강하고
행복한
건축 프로젝트

시리즈 3 -
건축 편



건축 편

- 1_ 9월부터 달라지는 단열기준, 얼마나 강화되나?
- 2_ '단열재' 선택이 아닌 필수
- 3_ 단열재만 두꺼우면 된다? 그럼 열교는?
- 4_ 수성연질폼 단열재, 좋은 재료로 제대로 시공하고 있나요?
- 5_ 외단열재 접착만 잘해도 큰불 막는다
- 6_ 결로와 곰팡이를 피하기 위한 5가지 방법
- 7_ 환기, 이것만큼 중요한 건 없다
- 8_ 패시브하우스의 필수 요소, 폐열회수환기장치
- 9_ 패시브하우스를 위한 보다 스마트한 난방방법에 대하여

건축물 에너지절약설계기준 개정안 9월부터 시행 단열기준, 얼마나 강화되나?



올해 9월 1일부터 단열기준이 달라진다. 지난 12월 국토교통부가 온실가스 감축 및 단열성능 강화 등의 내용을 담은 「건축물의 에너지절약 설계기준」 개정안을 발표했는데, 건축 허가 시 충족해야 하는 부위별 단열기준을 독일의 패시브 건축물 수준으로 높인 것이다. 2013년 9월, 2016년 7월에 이은 이번 개정안은 '2025년 제로에너지 주택 의무화' 를 목표로 하는 정부의 정책에 발을 맞춘 것으로 보인다.

한편, 단열재 두께가 더 두꺼워지는 변화에 따라 설계자와 건축주 역시 이에 대한 대비가 필요하다. 물량이 증가하는 만큼 건축비가 상승하고, 창호 규격과 위치가 조정되며 내단열인 경우 실내면적이 좁아지기 때문이다. 단열기준에 부합하면서 두께는 최소화하는 '가'등급 단열재를 찾는 수요도 높아질 것으로 예상된다.

<바뀌는 단열 규정 관전 포인트 셋>

■ 건축물 부위별 단열기준 지역 세분화

4개 권역 '중부1, 중부2, 남부, 제주' 로 세분화하였다. 변화하는 기후 조건에 맞춰 난방 부하를 최소화하기 위한 것으로, 해안가 및 산지 지역의 기후적 특수성이 반영되었다.

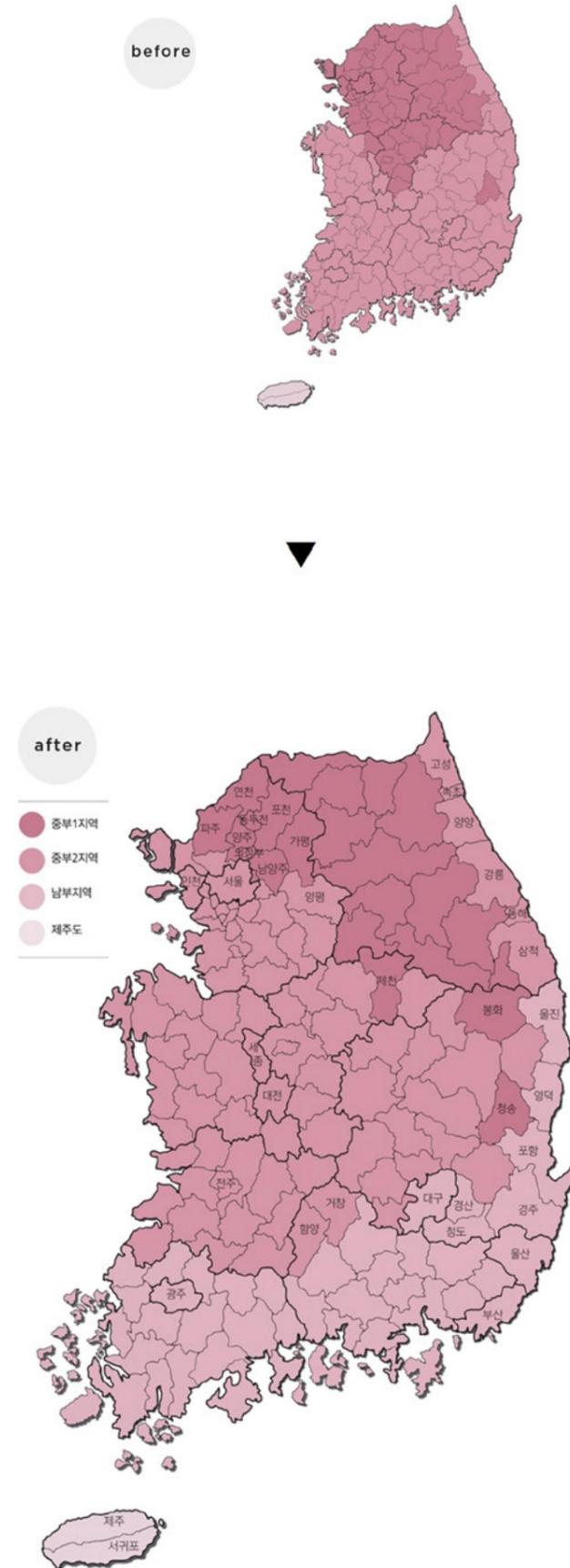
■ 단열재 두께 및 열전도율 변화

특히 중부1,2지역의 기준이 엄격해졌다. 지붕과 층간 바닥의 단열재를 제외하고는 두꺼워졌다.

■ 페놀폼 등 단열재 종류 추가

무기질 단열재와 유기계 단열재의 장점을 모두 가진 것으로 알려진 페놀폼을 비롯해 분무식 중밀도 폴리우레탄폼, 폴리에스테르 흡음단열재 등이 최근 KS표준을 획득해 정식기준에 이름을 올렸다.

<단열재 두께별 전국 지역 구분 현황>



<중부지역의 단열재 두께 현황>

[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

- 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)

<남부지역과 제주도의 단열재 두께 현황>

[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

- 3) 남부지역 : 부산광역시, 대구광역시, 울산광역시, 광주광역시, 전라남도, 경상북도(울진, 영덕, 포항, 경주, 청도, 경산), 경상남도(거창, 함양 제외)

'단열재' 선택이 아닌 필수



단열의 역할

단열은 겨울엔 실내에서 실외로 손실되는 열을 잡고, 여름엔 실외에서 실내로 들어오는 열을 막는 것을 말한다. 단열 성능이 좋은 주택이 겨울에 따뜻하고 여름에 시원한 이유다.

단열하는 목적은

첫째, 실내 환경을 개선해 쾌적감을 높이기 위해

둘째, 에너지 사용량과 냉·난방 설비 시설의 용량을 줄이기 위해

셋째, 결로를 방지하기 위해

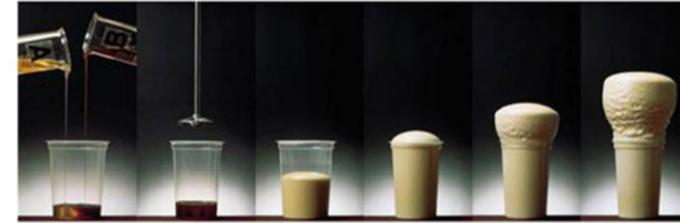
이다.

단열재 분류

분류	종류	장점	단점
무기질 단열재	유리섬유	-무기질 중 단열성 우수 -내화성, 흡음성 우수	-흡수성으로 시공이 어려움 -바닥용으로 부적합
	암면	-내화성, 흡음성 우수	
유기질 단열재	펄라이트	-경량으로 단열성 우수 -내화성, 내화학적, 흡음성 우수	-흡수성 큼 -외부 마감재로 사용 불가
	발포 폴리스틸렌 폼	-단열성 우수 -내수성, 시공성, 압축 강도, 내구성 우수	-내열 온도가 낮아 난연재를 첨가해 건축용 단열재로 사용
	압출 발포 폴리스틸렌 폼	-발포 폴리스틸렌 폼보다 각종 성능 우수	
	우레탄 폼	-발포 폴리스틸렌 폼과 장점이 유사하나 단열 성능 뛰어남	-내열 온도가 낮아 난연재를 첨가해 건축용 단열재로 사용 -가격이 비싸고, 후발포 발생 시 변형 주의
	발포 폴리에틸렌 폼	-단열성 우수 -내수성, 시공성, 내구성 우수	-내열 온도가 낮아 난연재를 첨가해 건축용 단열재로 사용

단열재 종류

■ 비드법 단열재



폴리스틸렌 발포 과정



비드법 단열재

일명 스티로폼이라 불리는 비드법 단열재는 '비드'라는 작은 구슬 모양의 폴리스틸렌 원료를 발포하거나 압출해서 성형한다. 1990년대까지 가장 흔하게 쓰인 단열재이며, 현재도 널리 사용하는 제품으로 1종과 2종으로 나뉜다.

비드법1종단열재는 가공하기 쉽고 단열 성능의 오차가 적지만, 물이 직접 닿는 곳에 사용하면 단열성능이 급격하게 떨어지는 단점이 있다.

비드법2종단열재는 탄소를 함유한 합성물질을 첨가해 복사열의 축열능력을 보강한 제품이다.

■ 압출법 단열재



1)시공성이 우수하나 유독가스 발생 위험이 있는 EP/

2,3)물리적 성질은 EPS와 같지만 단열 성능이 우수한 XPS

XPS로 불리는 압출법 단열재는 비드법 단열재와 유사하지만, 수분 흡수율이 거의 없어 물이 직접 닿는 부위에 사용해도 단열 성능이 떨어지지 않는다. 이러한 장점으로 지하에 사용해도 좋다. 단점은 70°C에서 2차 발포에 의한 변형이 생기기 때문에 지붕이 없는 옥탑천장이나 온돌 기능이 있는 바닥엔 사용해선 안 된다.

■ 폴리우레탄 폼



경질 폴리 우레탄 폼 / 수성 연질 폴리우레탄 폼 시공 현장

폴리우레탄 폼은 밀도가 낮은 보드형태의 경질 폴리우레탄폼과 현장에서 뿜칠로 사용하는 수성 연질 폴리우레탄 폼이 있다.

경질 폴리우레탄 폼은 열전도율이 낮아 높은 단열성능이 필요한 곳에 사용하면 좋지만, 압출법 단열재와 같이 시간이 흐르며 단열 성능이 떨어지는 단점이 있다. 최대20%까지 단열 성능이 떨어지니 이 점을 참고해 에너지효율을 계산한 뒤 시공해야 한다.

수성 연질 폴리우레탄 폼은 물을 원료로 화학반응을 일으킬때 생성되는 이산화탄소를 발포제를 이용해 스프레이로 분사하는 방법이다. 크게 부풀면서 꼼꼼하게 채워 기밀하게 시공할 수 있는 게 특징이다. 별도로 투습기능을 추가해야 시공한 면에 습기가 맺히는 현상을 방지할 수 있다.

■ 글라스울



글라스울은 규사와 유리 등을 녹여 섬유 형태로 가공해 만든 단열재다. 단열재를 대표할 만큼 최근에 가장 널리 사용하는 제품이다. 유리섬유라고 하지만, 인체에 해로운 석면과는 성분과 구조가 다르다. 또한, 글라스울은 입자가 크기때문에 체내로 흡수되지 않아 친환경자재로 평가 받는다.

■ 셀룰로오스



셀룰로오스 원료

셀룰로오스는 종이를 재활용한 제품이다. 고밀도로 시공하기 때문에 제품의 처짐 현상이 없어 시공의 완성도가 높고 단열 성능도 뛰어나다. 또한, 풍압에 잘 견디고 소음도 차단하는 효과도 있다. 제조 과정에서 난연재를 첨가하기 때문에 화재에도 강하다.

■ 양모



양모는 천연소재인 양털을 사용하기 때문에 인체에 해로운 성분이 전혀 없다. 단열성능이 뛰어나면서 차음 성능도 갖췄다. 단백질성분의 양모는 화재시 불이 닿는 부분만 응결되면서 화재가 잘 번지지 않고 유독가스도 발생하지 않는다. 모든 단열재 가운데 가장 이상적인 성능과 기능을 갖췄지만, 가격이 비싼 게 흠이다.

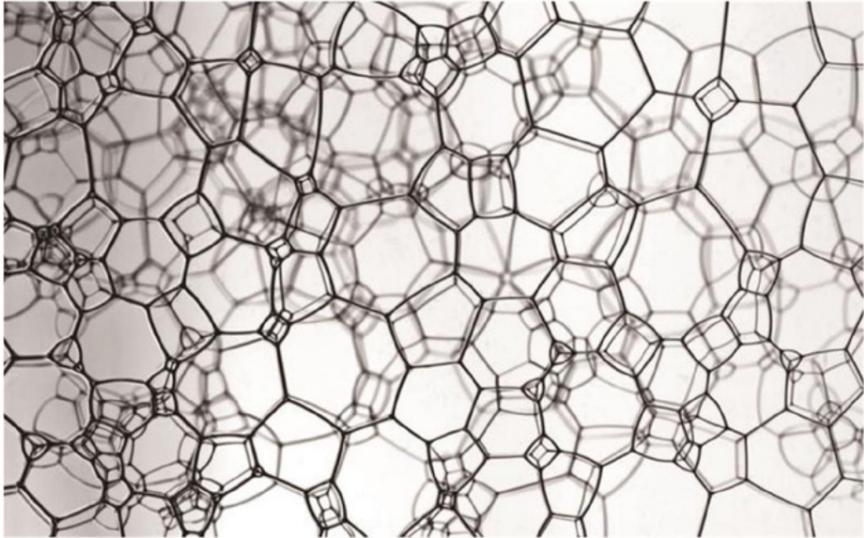
단열재만 두꺼우면 된다?

그럼 열교는?

건물에서 필요한 에너지양을 줄이는 첫걸음이 바로 단열이다. 패시브하우스에서 단열의 의미는 열 보존 혹은 외벽체를 통한 열손실 최소화라 할 수 있다. 난방할 때 따뜻한 실내 온기를 외기에 빼기는 것을 막아 실내 온도가 낮아지는 것을 막는 역할이 단열이다. 냉방할 땐 외부의 뜨거운 열이 시원한 실내로 들어오는 걸 막는다.

온기(열에너지)를 외기에 빼앗기는 이유는 두 가지다(난방기준에서 본 단열 기능).

벽체 단열재를 통한 손실과 열교에 의한 손실이다. 이 가운데 많은 사람이 열교를 무시한다. 그러나 갈수록 단열의 기준이 강화되면서 열교에 의한 손실이 벽체를 통한 손실량보다 커지는 현상이 발생하고 있다.



공기층을 형성한 거품. 공기는 비드법단열재보다 단열능력이 2배 가까이 좋다.

단열재 성능 좌우하는 공기층

단열재는 소재 내에 다공질 공간을 만들어 공기 혹은 단열능력이 높은 기체를 채워 단열한다. 쉽게 말해 그림처럼 거품을 만들어 공기를 채운것으로 이해하면 된다. 따라서 단열성능은 소재보다 소재가 형성한 공간 속을 채운 기체의 단열성능에 더 많은 영향을 받는다.

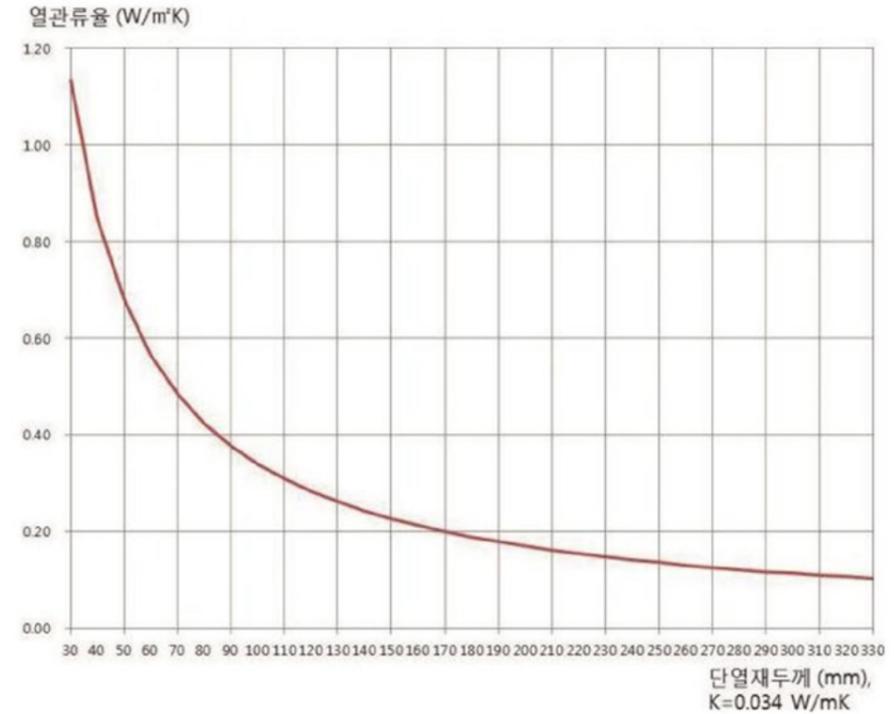
유기질 단열재와 무기질 단열재

[표 1] 유기질과 무기질 단열재 장단점

	종류	장점	단점
유기질 단열재	비드법 단열재 압출법 단열재 폴리우레탄 수성연질폼 등	단열성능 우수 가공 용이 제조 편의	화재에 취약 유독가스 발생
무기질 단열재	글라스울 암면 등	화재에 강함 유독가스 발생 없음	단열성능 떨어짐 가공성 떨어짐 제조 어려움

유기질과 무기질 단열재 가운데 어떤 게 가장 좋은가는 의미 없다. 각각 재료 특성이 다르기 때문이다. 그래서 특정 구법에서 최적화된 단열재가 무엇인가 고민하고 그에 맞는 단열재를 고르는 게 최선이다.

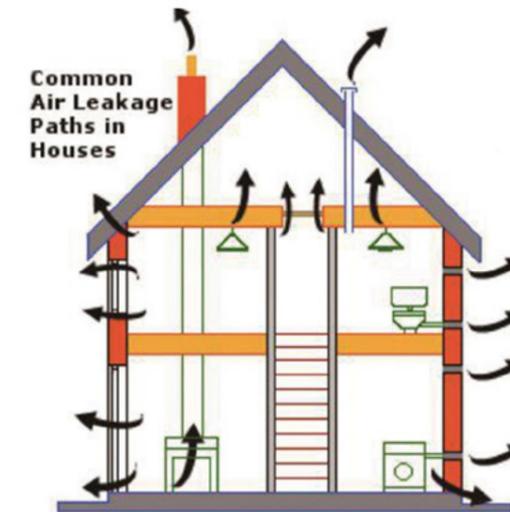
무조건 두꺼우면 좋다?



단열재 두께에 따른 단열성능 변화 그래프

집의 단열성능을 높이기 위한 가장 단순한 방법은 단열재 두께를 두껍게 하는 것이다. 하지만 우리가 생각하는 것처럼 두께에 비례해 단열성능이 향상하는 것은 아니다. 단열재 두께가 두꺼워질수록 시공성이 떨어져 시공비가 많이 오르면, 건물 에너지 시뮬레이션을 토대로 효율성, 경제성, 시공성 등을 고려해 단열재 두께를 결정해야 한다.

단열과 기밀은 쌍두마차

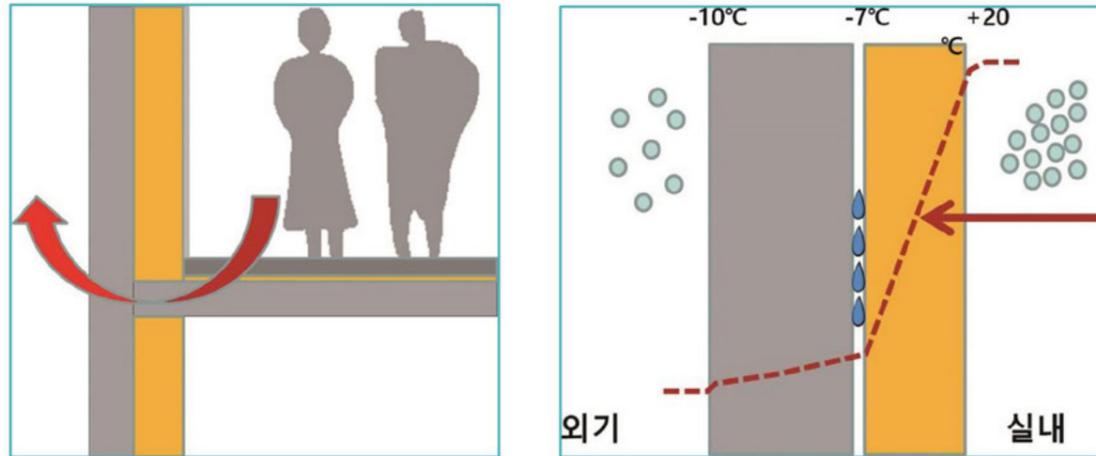


건물의 각종 틈새 부위

단열성을 높이는 필수요소 가운데 하나가 기밀이다. 단열성을 높이기위해 단열재를 두껍게 하는 건 이해하지만, 기밀을 언급하면 의아해한다. 기밀 성능은 쉽게 말해 건물 외벽에 뚫린 구멍의 크기를 실제 측정에 의해 정량적으로 계산한 것이다. 구멍 크기는 건물 틈새로 생기는 것이며, 여기저기 흩어져있는 틈새를 모아 계산한다. 틈새의 합이 문을 열어놓은 만큼 넓다면, 아무리 난방을 해도 결코 따뜻해질 수 없다. 때문에 단열에서 기밀은 빼놓을 수 없는 중요한 개념이다. 또한, 결로와 곰팡이로부터 자유롭지 못하다.

내단열과 외단열, 어떤 게 더 좋을까?

당연히 외단열공법이 훨씬 좋다. 하지만, 외단열공법은 내단열공법보다 시공이 어렵고, 비용이 많이 들어 실제 현장에 적용한 사례는 적다.



내단열에서 슬라브에 의한 열교

단열재 사이에 결로 발생 현상

내단열공법은 왼쪽 그림과 같이 슬라브나 발코니 의한 열교를 피하기 어렵는데 반해, 외단열 공법은 효과적으로 제어할 뿐만 아니라 바깥 온도 변화, 태양, 바람, 눈, 비 등으로부터 구조체를 보호하는 역할도 하기 때문에 구조적인 내구성이 월등히 뛰어나다.

또한, 내단열공법에서 철근콘크리트 벽체는 바깥의 차가운 냉기를 거의 막지 못한다. 겨울이면 외벽은 차갑고 단열재와 구조체 사이의 온도는 실외온도와 거의 같아져 오른쪽 그림과 같이 단열재 사이로 습기가 침투해 결로와 곰팡이를 유발할 수 있다.

하지만 더욱 중요한 것은 안전이다. 현재 우리나라에서 주로 내단열공법에 사용하는 유기질 단열재는 화재 시 유독가스가 발생해 많은 인명피해를 낸다. 이 부분을 고려한다면 근본적으로 외단열공법이 옳은 방향일 것이다.

단열재와 습기?



벽체 내에 습기에 의한 곰팡이 발생 피해사례

입자가 작은 습기도 단열재에 영향을 미쳐 투습과 방습의 개념도 중요한 요소로 본다. 우리나라에서 많이 시공하는 철근콘크리트조는 벽체 자체가 기밀하고 습기 투과가 어려워 단열재의 습기 투과성은 제한적인 영향을 주는 데 반해, 경량목구조나 경량철골조 등 별도의 기밀층이 필요한 구조는 습기 투과가 원활한 단열재를 쓰는 게 일반적이다.

겨울에는 습기가 실내부터 실외로 이동하려는 현상이 발생하는데, 경량목구조 등은 벽체내부로 유입된 실내 습기가 차가운 바깥으로 이동하면서 벽체 내에 곰팡이와 결로를 유발해 구조체를 썩게 하고 거주자의 건강을 해칠 수 있다. 그래서 경량목구조 등의 구조에서 외벽의 실내측은 방습층을, 실내측은 투습층을 설치하는 게 기본이다.

우리집 자재 팩트 체크

수성연질폼 단열재, 좋은 재료로 제대로 시공하고 있나요?

높은 기밀성과 결로 현상 억제로 인기를 끄는 수성연질폼, 전문가를 통해 후회없이 시공하는 방법을 제시한다.



■ 사용 범위 넓고 기밀과 결로 방지에 효과적

최근 단열재 시장의 떠오르는 아이템, 수성연질폼. 현장에서 액체를 발포시켜 시공하는 방식이라 사용 범위가 넓고, 고등급의 단열 성능으로 최근 시공 사례가 급속도로 늘고 있다.

평창하는 과정에서 빈틈 없이 부위를 메우기 때문에 벽과 천장, 또 창틀 주변에 기밀층 형성이 가능하다. 기밀층은 습기의 움직임을 제어해 벽 내부의 결로를 방지해 곰팡이발생도 막아준다. 그러나 이 모든 성능이 발휘되는 전제는 제대로 된 자재에 노하우를 가진 시공회사를 만나야 한다는 점이다.

최근 가격경쟁 속에서 저품질의 원료로 원칙없이 시공되는 현장도 난무하는 터. 특히나 기계와 현장 상황, 시공자 능력이 담보되지 않으면 시험성적서에 적힌 성능이 제대로 구현되지 않기 때문에 신중한 선택이 요구된다. 실제 계약만 하고 타업체에 공사를 떠넘기거나, 기술력 부족으로 제대로 시공조차 시작하지 못하는 일도 생기고 있다.

"수성연질폼은 누가 끓이느냐에 달린 라면맛과도 같다"

Q 최근 수성연질폼 수요가 급증했는데, 현장에서 느끼는 수준은 어떠한가?

단열·결로가 중요해지면서 현장에서 급하게 설계를 변경해 수성연질폼을 찾는 이들이 많았다. 또한, 적용 범위가 무척이나 다양해진 것도 수요가 증가한 이유이기도 하다.

Q 시장이 커지면서 문제점들도 생겨나는데,

저가의 수성연질폼을 사용하면 부풀어도 속이 텅 빈 상태가 되고, 분사노즐이나 평활도를 못 맞추면 정상적인 색이 아닌 브라운색으로 발포되어 바로 폭 꺼져버린다. 원자재의 성질을 잘 이해하지 못하고 현장에서 온도나 압력을 조절하지 못해 생기는 문제들이다.



목조주택 벽체와 천장 시공



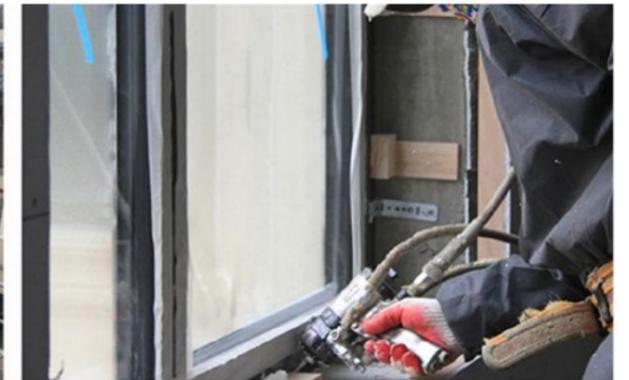
천장 데크플레이트 단열

Q 질 좋은 원자재의 기준은?

현장 상황이나 의뢰자 취향에 맞춰 제안을 하는데, 최근에는 의뢰인이 먼저 브랜드까지 지정해 시공을 요청하는 경우도 있다. 얼마 전 한 단독주택 건축주는 데밀렉 제품을 써 달라 특별히 원해 해당 재료로 직접 시공하기도 했다. 데밀렉은 수입 브랜드로 가격은 조금 비싸지만, 현장 작업자들 사이에서 발포력이 좋고 밀도가 높은 제품으로 인정받고 있다.



지붕 징크 하지 단열



리모델링 공사시 창호 부위 사춤

Q 시공 완성도를 보장하는 방법은?

라면 끓일 때와 비슷하다. 어떤 브랜드의 라면을 택할지가 먼저고, 여기에 물의 양과 불 조절, 만드는 사람의 손맛이 최종 맛을 결정한다. 수성연질폼도 마찬가지다. 원자재, 시공장비, 시공 능력과 현장 노하우가 모두 모여 최종 품질을 결정한다.



철근콘크리트 내단열



작업을 준비 중인 기계 설비

Q 예비 건축주들에게 당부하고픈 말이 있다면?

수성연질폼을 쓰기로 했다면, 설계 단계에서 연질폼 시공자와 기술 미팅을 통해 스퍼드 깊이와 시공 범위, 하지 작업 등을 조율해 가는 시간을 갖도록 하자. 또, 시공사를 고를 때는 수주만 따서 하청을 주는 곳이 아니라 직접 장비와 시공인력을 데리고 활동하는 곳으로 택해야 한다. 현장에서 발생할 수 있는 여러 돌발 상황에도 유연하게 대처할 수 있으려면 말이다.

5

김소장의 이달의 주택 시공팁 2탄 _

외단열재 접착만 잘해도 큰불 막는다!

최근 주택시장에서 가장 많은 선택을 받는 외단열 미장 마감, 장점이 많은 공법이지만 정확한 시공에 대한 무지, 저가발주, 법적기준 미비 등으로, 최근에는 화재의 주범으로 인식되고 있다. 사회적 우려를 해소할 수 있는 제대로 된 설계와 시공이 시급하다.



■ 가격 대비 단열성능 좋지만, 주기적인 관리 필요

외단열 미장 마감은 구조체 외벽에 단열재를 붙이고, 유리섬유 메쉬와 미장재를 통해 마감하는 공법을 말한다. 같은 단열재를 사용했을때 내단열보다 성능이 좋고 벽돌·석재 등 다른 마감재와 비교해 자재 포함 시공비가 저렴하다. 또 모던하고 깔끔한 외관을 구현하기에도 용이하다.

물론 단점도 있다. 빗물 등으로 인해 벽체오염이 발생해, 주기적으로 외장 관리가 필요하다. 더구나 최근 대형 화재 사고에 단열재 연소가 언급되다 보니까 화재에 취약하고 날림 공사의 대명사처럼 오명이 있는 것도 사실이다.

■ 6주 이상 숙성된 비드법보온판 1종3호 사용권장

외단열 미장마감에는 상표명 '스티로폼' 으로 익숙한 발포 폴리스티렌인 비드법보온판을 주로 사용한다. 압출법보온판은 2차 발포 우려가 있어 비드법보온판 1종 3호를 사용한다. 이 뿐만 아니라, 변형 방지를 위해 크기 120X60(cm) 이하의 6주 이상 숙성된 제품을 사용해야 한다. 문제는 단열재를 6주 이상 숙성시키는 단열재 제조회사를 찾기가 쉽지 않다는 것이다.

■ 외단열 미장마감공법 단열재 부착 TIP



좌측은 잘못 시공한 사례 / 우측과 같이 접착모르타르는 단열재면의 40%이상, 테두리는 최소 5cm 폭으로 부착한다.



통줄눈을 따라 크랙이 발생하기 쉽기 때문에 응력 분산을 위해 모서리 부위는 엇갈리게 붙인다.



개구부 모서리는 ㄱ자로 절단, 열교 방지를 위해 단열재를 3~4cm 덮는다.

“ 화이트 톤의 깔끔한 외관 구현하면서 주택 구조나 공법 가리지 않는 단열 공법 6주 이상 숙성된 단열재 쓰고 접착 방법과 타 부재와의 연결에 신경 써야 ”

■ 접착모르타르는 면의 40% 이상, 테두리도 반드시

아직도 많은 현장에서 콘크리트 벽체에 단열재를 부착할 때 접착모르타르를 단열재에 띄엄띄엄 바르는 경우가 많다. 하지만 접착모르타르는 반드시 단열재 면의 40%이상, 테두리는 최소 5cm 폭으로 100% 부착하는 '리본 앤 댄(RIBBON&DAP)' 방식이어야 한다. 이 방식은 화재 확산 방지를 위해 중요한 사안인데도 지켜지지 않고 있다.

■ 개구부, 기초 등 부위 따라 설치방법 달라

단열재는 통줄눈으로 설치하면 안되고, 모서리 부위는 엇갈리게 부착한다. 창문이나 현관문을 설치하는 개구부에서는 모서리 균열방지를 위해 'ㄱ'자로 절단한다. 열교방지를 위해 창틀에는 3~4cm 덮어 시공하고, 열교방지 화스너를 사용한다. 외단열 미장마감의 기초 부위는 지반에서 30cm 높이까지 주로 압출법단열재를 설치한다.



단열재를 단단히 고정시키는 과정에서 열교가 발생할 수 있으므로 열전도성이 낮은 재료를 입힌 화스너를 사용한다.

6

결로와 곰팡이를 피하기 위한 5가지 방법

공동주택의 경우에 결로 취약 부위에 대한 결로 방지 상세도를 작성해서 설계도서에 포함해야 하지만 단독주택은 그러한 법규가 없다. 주택에서 하자문제로 가장 골치 아픈 결로와 곰팡이를 원천적으로 차단하기 위한, 다섯 가지 가이드라인을 제시해본다.



비드법보온판은 흡수율이 높아 기초에 압출법보온판을 설치한다. / 외관의 오염을 방지하기 위해 창호 빗물받이와 오염방지 후드캡, 물끊기 후레싱, 기단부 주변 잡석 깔기는 필수다.

■ 미장면 두께 5mm 확보해야 화재 확산 지연 가능

1차 미장을 한 다음, 굳기 전에 메쉬를 부착하고 2차 미장을 한다. 이때 미장면과 메쉬의 총 두께는 최소 5mm 이상이어야 한다. 강도가 높아지고 화재 시 불길의 번지는 것을 지연시키는 역할을 하기 때문이다. 또한, 개구부 모서리와 지반에서 180cm 까지는 보강 메쉬를 적용해야 하고, 코너비드, 스타터 등도 설치해야 한다.



① 골조를 충분히 건조한 후 다음 공사에 들어간다

아파트와 같은 공동주택의 골조가 올라간 뒤에 한참동안 방치되고 있는 모습을 본 적이 있을 것이다. 수분을 머금고 있는 콘크리트 구조체를 충분히 건조하는 과정이다. 콘크리트가 머금은 습기는 벽체·바닥·슬래브에서 배어나오기 때문에 골조를 충분히 건조한 후 단열재를 설치하고, 방습층을 설치하는 게 좋다.



▲ 콘크리트 구조체 습기를 충분히 말리는 모습 / 나무의 함수율을 측정하는 도구

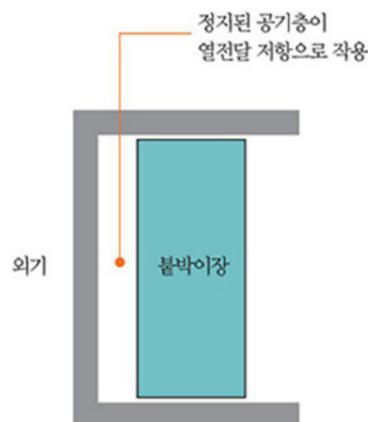
② 실크벽지 대신 합지벽지를 사용한다

실크벽지라는 '합성수지벽지'를 시공하면, 벽체와 벽지 사이에 곰팡이가 생기더라도 건축주가 이를 깨닫는데 걸리는 시간이 한참이다. 벽지위로 곰팡이가 올라오고 난 뒤에는 이미 결로수가 벽을 타고 흘러내려 바닥까지 번진 후이고, 이미 건강을 해치고도 남을 수준의 곰팡이 포자가 잔뜩 자라있을 시점이다. 그래서 패시브하우스처럼 쾌적한 건축환경을 추구하는 건축물에서는 벽체가 숨 쉴 공극이 거의 없는 실크벽지의 사용을 지양하고 있다.



③ 불박이장은 외기에 면하는 곳에 설치하지 않는다

불박이장을 외벽쪽에 붙여서 설치하면 실내공기와의 사이에 층이 생겨 오히려 곰팡이를 만드는 최적의 조건이 될 수 있다. 공기층은 환기를 시켜도 움직이지 않고 정지된 상태로 존재하는데, 이 층이 강하게 열 저항 역할을 해 공기를 따뜻하게 하지만, 그 만큼 구조체의 실내측 표면 온도를 낮추는 단점이 있기 때문이다. 실내와 실외구조체의 표면 온도 차이가 클수록 습기가 생길 가능성이 높아지고, 결로와 곰팡이가 생길 위험은 증가한다.



④ 북측 창은 아르곤가스가 충전된 PVC프레임 창호를 사용한다

흔히 '알루미늄샷시'라고 불리는 알루미늄 창호는 주택에 적용할 때 조심스러워야 한다. 알루미늄은 비닐계 합성수지인 PVC에 비해 열전달이 약 1,500배 잘 되는 재료로, PVC 창호의 열적 성능을 따라가기에는 역부족이다.

특히 하루종일 햇볕이 들지않는 북측창의 경우 알루미늄 창호는 에너지를 뺏기고 온도 차이에 의한 결로수를 만드는 일등 공신이다. 피치 못하게 북측에 창을 내야 할 경우에는 될 수 있는 한 열관류율이 낮은 PVC 창호와 열난방 복사열을 감소시켜 열의 흐름을 억제하는 로이코팅된 2중 혹은 3중 유리, 그리고 그 사이에 비활성기체층으로 열전달을 막는 아르곤가스를 충전한 창호를 사용할 것을 추천한다.



⑤ 외단열 시 돌출 부위는 열적 분리 시공하는 것이 좋다

발코니, 옥상 파라펫, 창호 주변으로 발생하는 선형 열교는 필연적으로 에너지 낭비를 부른다. 구조체가 돌출되는 부위의 경우, 튀어나온 부분에서 전달된 열은 내부로 흘러들어 건물의 모서리와 접합부에 선형 열교를 발생시키고, 구조체 내·외부 온도 차이를 만들어 결로현상을 만들 가능성이 높아진다.

외단열을 채택해 건물을 감싸는 형태의 디자인을 한다면, 돌출 부위의 구조를 별도로 구성해 열교의 발생을 차단하는 방법도 고려해볼 만하다. 옥상의 파라펫도 열교가 발생하기 좋은 부분인데, 구조체보다 열전도율이 낮은 재료를 사용해 분리해주는 것이 좋다.



▲ ALC 블록으로 옥상 파라펫을 시공, 열교를 차단한 현장

● 열교(Heat Bridge)

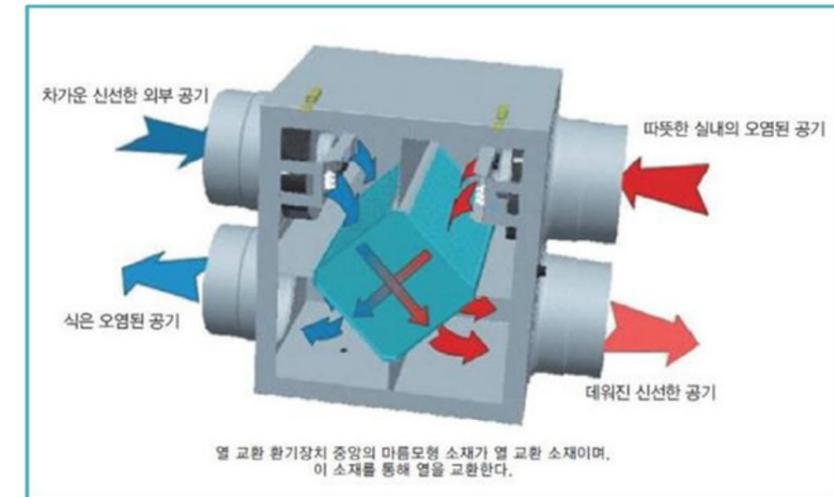
구조체 두께가 얇거나 단열재 누락으로 열저항이 낮아진 부위로 많은 열이 들어오거나 나가는 경로를 말한다. 열교 부위는 단열성이 떨어져 벽체 표면이 노점 이하로 내려가 결로의 원인이 된다.

● 파라펫(Parapet)

건축물이나 건조물의 윗면을 보호하기 위하여 마련된 비교적 낮은 장벽을 말하는 것으로, 옥상 파라펫의 경우는 옥상 가장자리의 난간을 지칭한다.

환기는 선택이 아닌 필수!

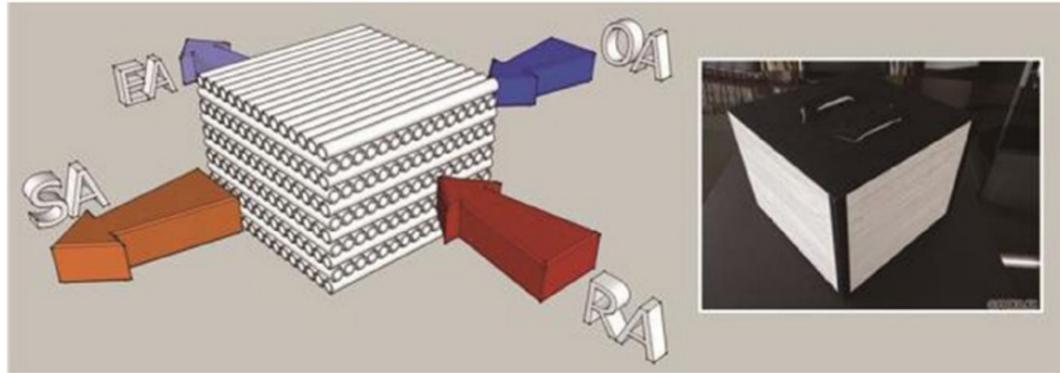
모든 집은 건강을 위해 반드시 환기해야 한다. 주기적으로 신선한 공기를 공급하고 오염된 공기는 줄여야 건강을 유지하기 때문이다. 그런데 도시에 살다 보면 실외 공기가 실내 공기보다 더 오염됐다고 생각해 환기를 충분하게 하지 않기도 한다. 하지만, 실외 이산화탄소 농도는 400ppm 내외로 사람이 거주하는 실내 이산화탄소 농도보다 훨씬 낮다. 고성능 필터를 갖춘 환기장치를 설치하면 미세먼지도 제거해 더욱 맑은 공기를 끌어들이 수 있다. 따라서 가족의 건강과 쾌적한 주거생활을 바란다면 반드시 환기를 해줘야 함을 잊지 말아야 한다.



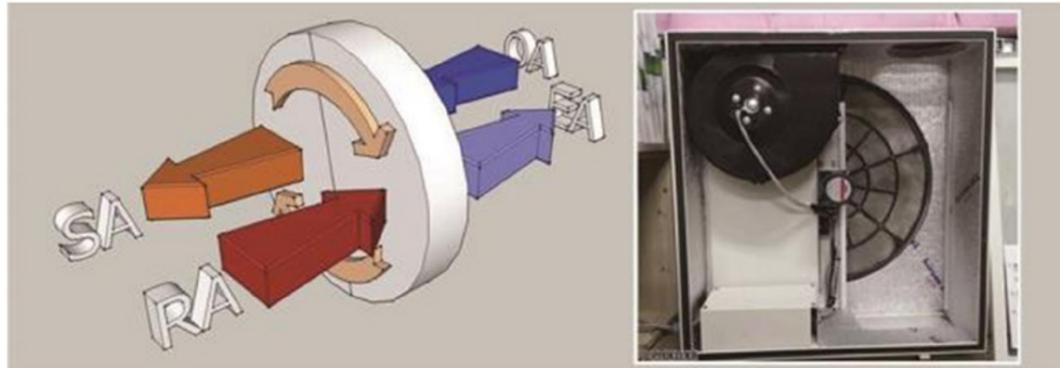
에너지 효율이 뛰어난 열 교환 환기장치

기계식 환기장치는 배기장치와 급기장치로 이뤄졌다. 배기장치는 말 그대로 배기만 하고, 급기장치는 급기만 한다. 주택의 화장실이나 주방에 설치된 배기장치가 대표적이다. 배기장치를 가동하면 실내 공기가 외부로 빠져나가고 빠져나간 공기량만큼 개구부나 집 틈새로 외부 공기가 들어온다.

그런데 겨울에는 바깥 공기의 온도가 낮기 때문에 환기에 의해 실내온도가 내려가고, 이러한 온도차에 따라 결로가 발생하거나 곰팡이를 유발하기도 한다. 이를 해결하기 위해 주택에 열 교환 환기장치를 설치한다. 급기와 배기의 양을 맞춰 환기하는 열 교환 환기장치는 환기하는 동안에 따뜻한 실내공기를 배기하면서 빨아들인 차가운공기를 데우는 방식으로 열을 교환한다. 이로 인해 건물의 에너지 손실을 줄이고, 집도 한결 따뜻하게 유지한다.



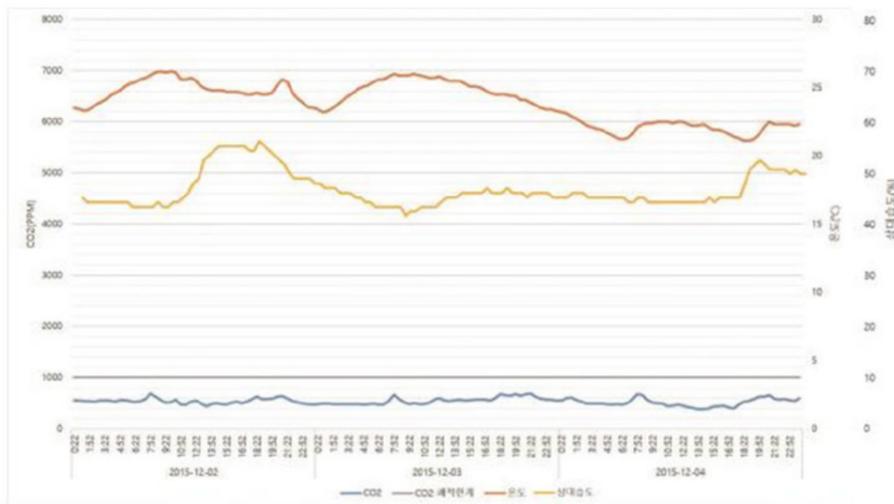
'판형 열 교환' 소자는 빨대모양의 통로가 층층이 엇갈려 교차하면서 한층은 급기만, 다른 한층은 배기만 하면서 서로 온도를 교환한다.



'원통형 열 교환' 소자는 소자의 축열 성능을 이용해 배기할 때 소자를 데운 후, 급기 방향으로 회전하며 열을 방출해 급기 온도를 높이는 방식이다.

열 교환 환기장치의 주요 역할

실내외 공기를 교체하고, 실내 습도를 조절해 곰팡이 성장을 억제한다. 또한, 공기오염 물질이 쌓이거나 늘어나는 것을 방지하며, 실내의 안중은 냄새를 제거한다. 추가 역할로 고성능필터를 통해 공기를 정화하고, 열 교환으로 건물의 에너지도 절약한다.



표는 표준주택을 측정한 실내 이산화탄소 농도 그래프다. 이를 보면, 겨울철 실내온도는 22~25°C 사이를 쾌적하게 유지하고 있고, 실내습도 또한 45% 정도로 적정하게 오르내리며, 실내 이산화탄소 농도도 쾌적한 영역인 880ppm을 일정하게 유지하는 것을 알 수 있다.

설치가 전부는 아니다



급·배기 테스트

열 교환 환기장치를 설치하고 나면 반드시 T.A.B(Testing, Adjusting, Balancing)를 실시해 급배기 환기량을 테스트해야 한다. 이후 설계 계산량으로 급배기량을 조정해 서로 맞춰야 한다. 급기량이 충분하지 못하면 적정 수준의 공기질을 보장할 수 없으며, 반대로 급기량이 적정량을 초과하면 건물에너지 손실량이 많아진다. 극단적으로 보면 아무리 난방해도 실내온도가 쾌적한 온도까지 상승하지 못할 수도 있다. 열 교환 환기장치의 열 교환 효율이 70~90% 정도이며, 10~30%의 열을 손실하기 때문이다.



열 교환 환기장치 필터

그리고 열 교환 환기장치를 항상 청결하게 유지할 수 있도록 유지 관리에 신경써야 한다. 열 교환 소자와 필터는 자주 점검해 청결유무를 확인하고 필요에 따라 청소나 필터를 교환하는 노력이 필요하다.

또 전문가의 도움을 받아 검증된 자재를 사용하고 체계적인 계획에 따라 정확하게 설치해야 한다. 풍량, 소음, 전기 소비량, 열 교환 효율 등 많은 부분에 관한 검토가 필요하기 때문이다.

8 패시브하우스의 필수 요소, 폐열회수환기장치

폐열회수환기장치를 간단히 설명 하면, 단어 뜻 그대로 환기 즉, 오염된 실내공기를 배출하고 신선한 실외 공기를 실내로 유입 시킬때, 오염된 공기가 가지고 있는 열에너지와 냉에너지를 함축하고 있다가 겨울철 차가운 실외공기·여름철 뜨거운 실외공기를 실내에 유입하는 과정에서 함축되어 있는 열에너지·냉에너지를 유입되는 공기에 실어 환기를 해주는 장치를 말합니다.

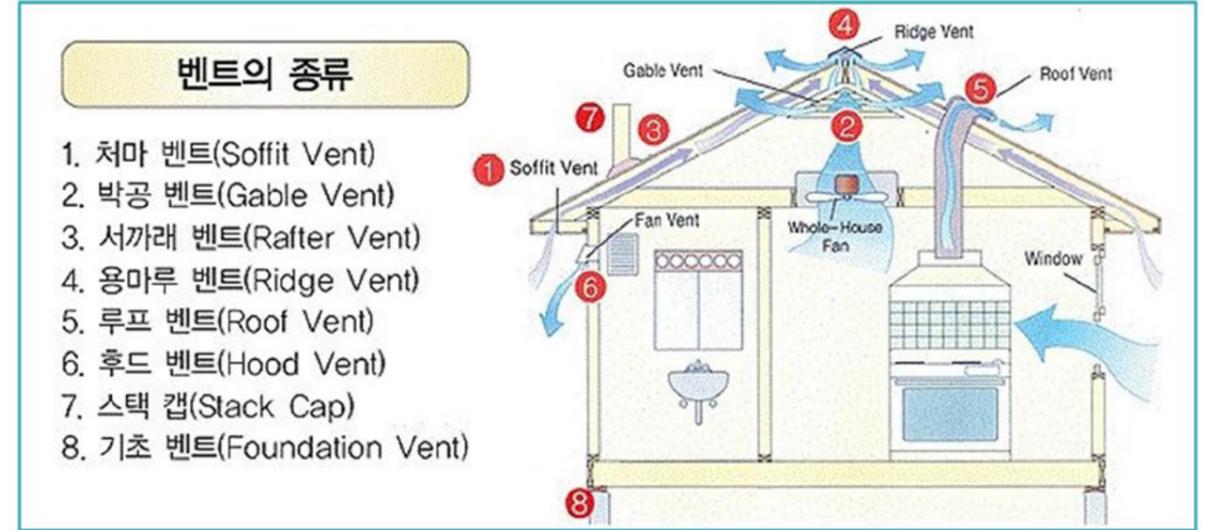


폐열회수환기장치 본체



폐열회수환기장치 배관

건축물 특히 목조주택의 경우 건축물이 숨을 쉬어야 합니다. 숨을 쉰다는 의미는 외부의 습을 막고 내부의 습을 적절히 배출 해야 한다는 뜻으로, 실내의 습기조절이 제대로 되지 않을 때 결로로 인한 곰팡이가 발생하고 더 나아가 구조재가 썩고 단열이 깨지는 문제가 생깁니다. 목조주택의 경우, 지붕·처마 등에 벤트(vent)를 해줘야 하는 이유가 여기에 있습니다. 여기서 말하는 벤트는 수동적인 환기를 말하며 실내의 오염된 공기를 환기하는데 목적이 있는 것은 아닙니다.



폐열회수장치는 위에서 언급했듯 건축물의 습기는 물론 오염된 공기를 능동적으로 환기를 하는 동시에 에너지 저감에 큰 효과가 있기 때문에 패시브하우스에 필수 요소라고 할 수 있습니다.

주거공간

현대인들은 하루 85%이상을 주택, 사무실등 실내공간에서 생활하고 있습니다. 건물의 에너지 절감과 고층화가 되어 건축구조가 고밀도, 고단열화 되어 자연환기는 기대하기 힘들며, 창문을 열어 자연환기를 하여도 대기중 분진과 소음으로 인하여 쾌적한 실내환경을 유지하기 힘듭니다.

새집증후군

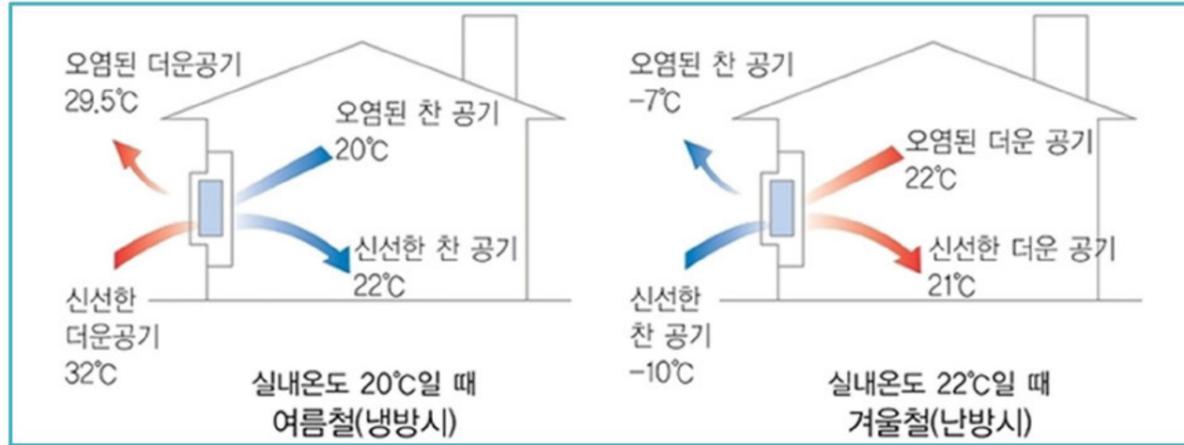
실내에서 생활하는 사람에게 뚜렷한 병명도 없이 눈, 코, 목이 아프고 두통, 구토, 알레르기등의 질환이 발생하는 증상을 말합니다. 건축자재, 흡연, 호흡 등으로 발생하는 유해물질에 오염된 실내공기를 호흡하는 것이 주요 원인이며, 환기가 부족한 밀폐형 건축물 일수록 그 정도가 심한 것으로 밝혀져 있습니다.

환기의 의무화

2004년 5월부터 '다중이용시설 실내공기질 관리법'이 시행되어 신축공동주택의 실내공기질에 대한 측정결과 및 등급을 공시해야 할 의무가 있습니다. 실내공기질을 위해 2006년 2월부터는 100세대 이상의 공동주택에는 시간당 0.7회 이상 환기될 수 있도록 자연환기시설 또는 기계환기 설비 설치가 의무화 되었습니다.

패시브하우스의 경우 고단열, 고기밀 시공을 하기 때문에 외부공기와 내부공기의 흐름이 더욱 완벽하게 차단되기 때문에 폐열회수환기장치가 없어서는 안되는 이유입니다.

패시브하우스를 위한 보다 스마트한 난방방법에 대해



폐열회수환기장치의 또 다른 장점을 들자면, 바로 미세먼지와 황사에 아주 효과적인 장치라는 점입니다. 열 교환 환기장치는 단순히 열교환을 통한 실내 환기의 기능뿐 아니라 미세먼지와 황사를 필터링 함과 동시에 세균을 살균하는 기능까지 더해져 대기오염이 심각해지는 현재 꼭 필요한 장치라고 말씀드릴 수 있습니다.

주택에 적용할수 있는 난방시스템은 히터, 난로·전열기·라디에이터·바닥난방 등 여러방식이 있습니다. 국내의 난방환경은 바닥을 가열하여 난방이 되는 바닥복사 난방시스템을 주난방으로 하는 주택이 대부분입니다.

<국내·유럽의 난방환경 비교>

	국내	유럽
난방시스템	보일러(가스, 기름)	보일러(Type C, 콘덴싱)
난방문화	바닥(온돌)난방 바닥 가열하여 복사난방 보일러OFF시에도 실내온도가 바로 내려가지 않고, 쾌적한 난방방식	라디에이터, 팬코일 등의 입식난방 직접 실내공기를 가열하여 실내난방 보일러OFF시 실내온도가 급격히 낮아짐. 난방 특성상 실내가 건조해짐
사용조건	공급온도 80도, 환수온도 60도로 난방	공급온도 50도, 환수온도 30도

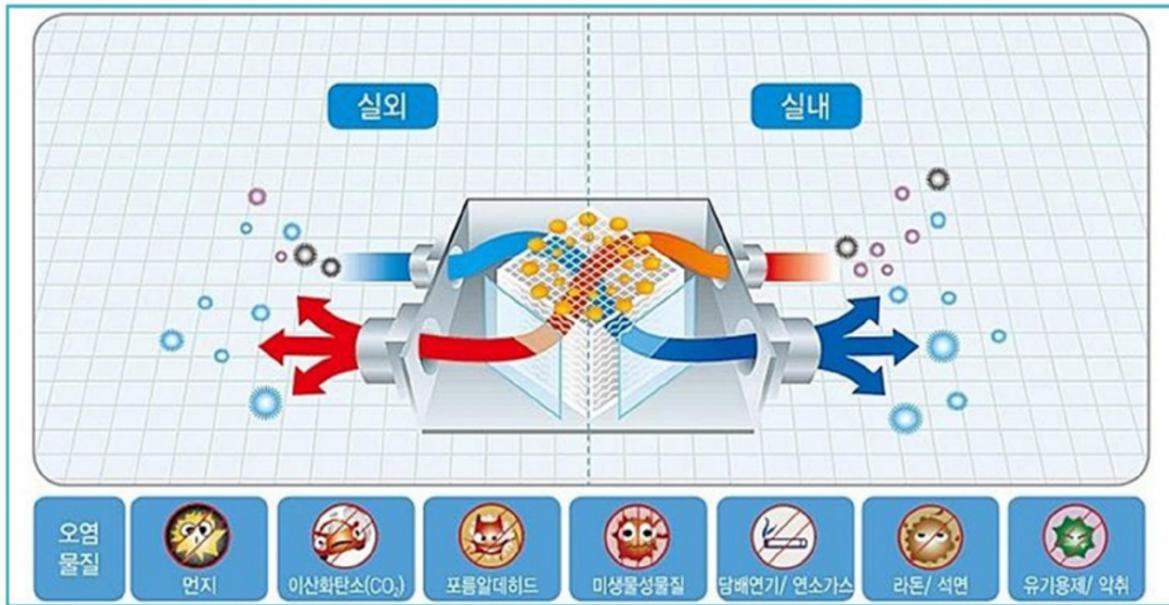
독일식 패시브하우스와 국내 패시브하우스의 상황도 위와 동일한 난방상황입니다. 다른 난방을 하지 않더라도 실내온도는 21~24도 정도 됩니다. 패시브하우스에 거주하시는 건축주 분들의 공통된 의견은 실내는 따뜻한데 바닥이 차다고 합니다.

패시브하우스는 추워서 난방을 하기보다는 바닥을 차갑지않게 하기위해 난방을 합니다. 패시브하우스는 아파트에서 난방하던 방식으로 난방을 하시면 실내가 많이 더워집니다.

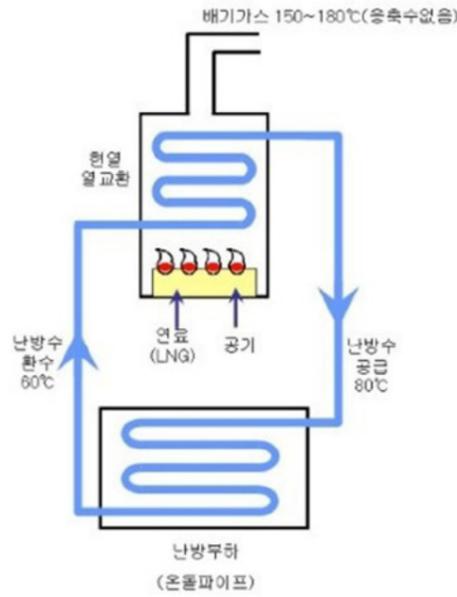
온도가 올라가면 결과적으로 결로 발생은 피할수 없는 현상입니다. 유럽에선 공기가열식으로 난방을 하므로 실내공기가 건조해지는 단점이 있지만, 반대로 결로발생 빈도는 국내주택보다는 낮습니다. 결로는 내장재의 손상, 오염의 문제도 있지만 곰팡이의 발생때문이라도 100%방지를 위한 노력이 있어야 합니다.

저온 바닥 난방은 결로가 없는 쾌적한 실내 환경을 위한 유용한 방법 중 하나입니다. 덥지도 춥지도 않은 쾌적한 실내온도를 유지하면서, 결로발생 확률을 현격히 낮춰줍니다. 저온바닥난방의 개념은 간단합니다. 저온수로 바닥을 난방한다 입니다. **인체에 가장 이로운 온도 바닥온도는 31도, 이때 실내온도는 22~23도, 난방수온도는 40~50도입니다.**

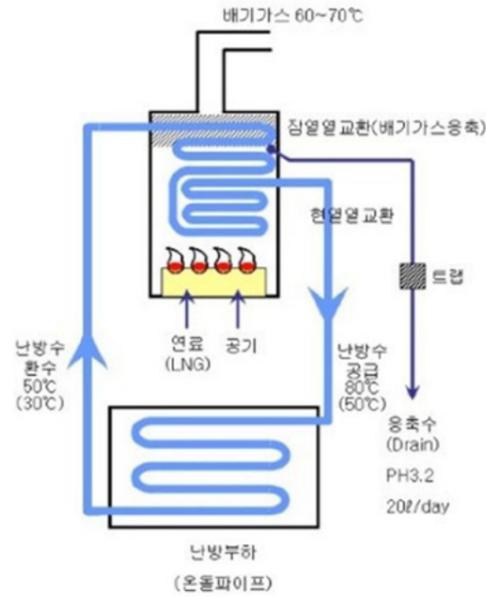
주택의 난방을 위해서 보일러를 이용하는데 일반 보일러, 콘덴싱 보일러 두 종류가 있습니다. 광고에 보면 콘덴싱보일러를 사용하면 가스비가 최고35%까지 절감이 된다고 합니다. 콘덴싱의 효율만 놓고 본다면 가스비는 분명 절감이 되는것 같은데, 일반보일러와의 차이점이 뭘까요? 일반보일러와 콘덴싱보일러의 차이점은 다음과 같습니다.



[일반가스보일러]



[콘덴싱가스보일러]



일반보일러는 현열교환기에서 가열된 온수(난방수)가 바닥 XL파이프를 순환후 돌아오면(환수) 다시 현열교환기가 데워서 공급합니다.

콘덴싱보일러는 현열교환기에서 가열된 온수(난방수)가 바닥 XL파이프를 순환후 돌아오면(환수) 배기가스통로의 잠열 교환기를 거쳐 배기가스에 포함된 수증기를 환수와 열교환시켜 환수가 좀더 데워진 상태에서 현열교환기가 데워서 재공급됩니다.

국내의 일반적인 난방조건인 난방수 공급 70~80도, 환수 60도일때는 효율이 86% 정도입니다. 일반보일러는 위의 조건일때 82~84%입니다. 결론은 일반 보일러와 콘덴싱보일러의 차이는 일반 난방조건일때는 거의 차이가 없다는 말이 됩니다.

다음은 각사의 콘덴싱 보일러 사양입니다.

난방출력 (kcal/h)	일반출력	20,000
	콘덴싱출력	21,500
온수열효율(%), 총(진)	LP가스	87.4(96.9)
난방열효율(%), 총(진)	LP가스	일반
		콘덴싱
	도시가스	일반
	콘덴싱	94.7(105.0)
온수공급 능력(l/분)	수온+30℃ (수압 100kPa(1kg/㎡)일때)	9.0

'R 사' 를 보시면 난방열효율이 일반조건 87.3%, 콘덴싱조건 94.7%

MODEL		거꾸로 콘덴싱-13H	거꾸로 콘덴싱-16H	거꾸로 콘덴싱-20H	거꾸로 콘덴싱-25H	거꾸로 콘덴싱-30H	거꾸로 콘덴싱-35H
설치 형태 / 급배기방식		벽걸이식 / 밀폐형 강제급배기방식(FI)					
난방 출력	일반	kW (kcal/h) 15.1(13,000)	18.6(16,000)	23.2(20,000)	29.0(25,000)	34.9(30,000)	38.4(33,000)
	콘덴싱	kW (kcal/h) 16.8(14,500)	20.9(18,000)	25.5(22,000)	31.4(27,000)	37.2(32,000)	40.7(35,000)
온수공급능력	L/min(ΔT30℃)	7.2	8.9	11.1	13.9	16.7	18.3
열효율	LNG	전부하 (%) 87.9	88.6	88.1	88.1	90	88.8
		부분부하 (%) 97.6	98.2	96.5	97.5	97.8	97.6
가스소비량	LNG	kW (kcal/h) 17.4(15,000)	21.5(18,500)	27.9(24,000)	33.1(28,500)	40.4(34,800)	44.7(38,500)
	LPG	kW (kg/h) 17.4(1.25)	21.5(1.55)	27.9(2.0)	33.1(2.37)	40.5(2.9)	44.8(3.21)

'O 사' 는 일반 87.9%, 콘덴싱 97.6%

난방출력	콘덴싱 출력	kW	50
		kcal/h	43000
난방출력	표시 출력	kW	-
		kcal/h	-
난방 열효율	실사용	부분부하	%총(진) 94.8(105.2)
		콘덴싱	%총(진) 99.0(109.9)
	전부하	%총(진) 94.8(105.2)	

'K 사' 는 일반 94.8%, 콘덴싱 99.0%

효율만 놓고 봤을때 'K사'의 콘덴싱 보일러가 일반조건일때에도 좋은 효율을 보이고 있습니다. 유럽에서는 대부분 콘덴싱보일러를 사용합니다. 라디에이터 팬코일 유닛 같은 공기가열식 난방 방식이므로 콘덴싱의 최대 효율 조건 즉 공급온도 50도, 환수온도 30도에 적합하므로 상당한 난방비 절감이 됩니다. 국내처럼 바닥을 데우기 위해 80도까지 가열할 필요가 없습니다.

콘덴싱의 최대 효율 조건인 공급온도 50도, 환수온도 30도는 저온 바닥 난방에 아주 적합한 온도입니다. 그러면 콘덴싱 효과를 최대한 보기 위해 또는 난방비를 절감하기 위해 다음처럼 주택에 적용해보면 어떨까요?

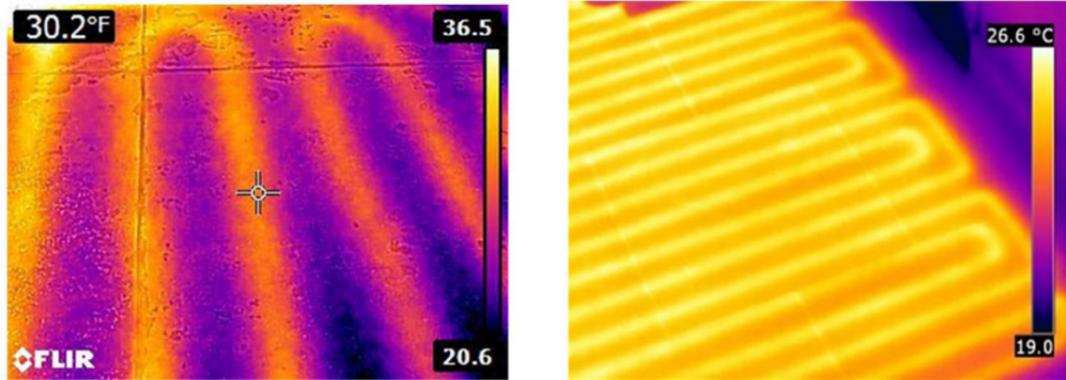
공급온도 50도, 환수온도 30도를 실제 난방에 적용하기 위해선, 현재 XL 배관구경 15mm ,200mm 간격으로 설치되고 있습니다. 12mm ,150mm 간격으로 설치했을때 30평 기준으로 계산하면, 배관 15mm,200mm 간격으로 설치시 관수량 85.8리터. 배관 12mm,150mm 간격으로 설치시 관수량 73.2리터.

난방 간격은 더 촘촘해졌지만 물의양은 오히려 12.6리터가 적습니다.

연료소비량으로 계산하면 ,

15mm, 200mm간격일때 100%로 봤을시, 12mm, 150mm 간격일때는 85.3%의 연료만 소모
 즉, $73.2/85.8 = 85.3\%$, 14.7% 만큼 연료가 더 적게 듭니다.

난방시 바닥난방배관을 열화상카메라로 봤을 때,



200mm / 150mm

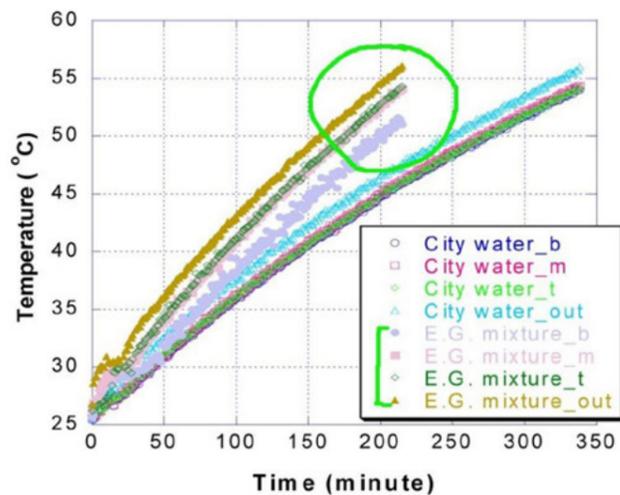
XL 파이프의 조밀한 배치로 인한 발열효율의 향상과 바닥표면온도의 균일성 또한 개선되어 거주자의 쾌적성이 향상됩니다.

실제 난방공급온도 50도로 난방시 바닥이 늦게 데워지는 단점이 있는데, 좀 더 효율적인 방법을 알아보도록 하겠습니다.

난방수로 대부분 수도물을 사용합니다. 물의 끓는점은 100도, 어는점은 0도 입니다.

에틸렌글리콜 이란 용액이 있습니다. 쉽게 말해 부동액입니다. 에틸렌글리콜은 물에 비해 열적 성능이 뛰어납니다. 난방수의 가장 중요한 역할은 열전달입니다. 열적성능이 뛰어나다는 것은 그만큼 열전달 효율이 좋다는 뜻이기도 합니다.

수도물과 혼합한 에틸렌글리콜을 난방수로 테스트한 결과와 일반적인 조건인 수도물로 테스트한 결과입니다.



연두색 동그라미 그래프가 에틸렌글리콜 난방수입니다. (E.G mixture) City Water 그래프는 수도물입니다. 그래프의 결과는 다음과 같습니다.

수도물 120리터를 난방수로 채운후 온도 54도로 가열하는데 걸린 시간은 338분,
 에틸렌글리콜 + 수도물 혼합액 120리터를 난방수 채운후 온도 54도로 가열하는데 걸린 시간은 215분,

시간은 123분 단축됩니다.

즉, 에틸렌글리콜 혼합액의 가열 소비 시간이 수도물 난방수보다 36.4% 단축됩니다. 에너지 소비도 36.4% 적다고 볼수 있습니다. 난방수가 빨리 데워진 만큼 바닥도 빨리 데워지는 결과를 얻을 수 있습니다.

- 최종 정리를 하자면,
 효율적이고 경제적인 저온바닥난방을 위해 다음 조건의 난방방식을 추천합니다.

1. 콘덴싱보일러의 최대효율인 공급온도 50도 환수온도 30도로 난방.
 열효율 약 94~99%
2. 발열효율의 극대화를 위해 XL 배관구경12mm , 150 mm 간격으로 배치,
 동 방열판 설치, 난방수 용량 약 14.7% 절약
3. 난방수: 에틸렌글리콜+수도물 혼합액.
 난방수(50도) 가열시 수도물에 비해 월등히 빠른 가열시간과 에너지 36.4% 절약

고단열/친환경/건강주택
-저에너지주택, 패시브하우스, 폐열회수환기장치

(주) 에너지집 since1993

서울본사 02) 893-9370
부산 512-9370 / 제주 739-9370