

단열과 결로

2018년 1월

강사: 한재용 이사

1. 단열

1) 단열의 정의

열의 이동방지 - 필요한 열을 필요한 장소에 보관
불필요한 열을 방출

2) 단열재의 정의

열 전도율이 0.07 W/mK 이하

3) 열 유통 단위

열전도율 : 물질 내에서 열이 전달하기 쉬운 정도 (낮을수록 유리)

구분	열전도율	열전도저항	열관류율
설명	열전도물성으로 두께와 무관한 값	두께/열전도율	1/열전도저항의합
기호	λ	R	K
단위	W/mK	m ² K/W	W/m ² K

2. 단열재

1) 단열재의 종류

구분	판상형	뿔칠형	장점	단점
유기질	비드법 보온판(일반스치로폼) 압출법 보온판(아이소핑크 등) 폴리에스테르섬유(SKY VIVA) 경질우레탄폼보드(PIR포함) 페놀릭폼보드(PF보드)	경질우레탄폼스프레이 수성연질폼스프레이 난연재료 경질우레탄폼 스프레이	열전도율이 낮다	난연성 문제
무기질	유리면(그라스울) 암면(미네랄울) 진공단열재(VIP/유무기복합) 에어로젤(유무기복합)	퍼라이트 뿔칠 세라믹계 뿔칠 암면뿔칠 EPS단열몰탈(유무기복합)	난연성 우수	열전도율이 높다
장점	가격이 저가 (진공단열재, 에어로젤 제외)	조인트 및 틈새 미 발생	이상적인 단열재 유기질로서 열전도율이 낮고 난연성이 우수한 뿔칠형 단열재	
단점	판상간 조인트 발생 피착면과 틈새발생	가격이 고가		

2. 단열재

2) 판상형 단열재의 비교

구분	압출법보온판 (XPS)	비드법보온판 (EPS)	유리면 (GLASSWOOL)	암면 (MINERALWOOL)	폴리 에스테르섬유	난연우레탄보드 (PIR보드)	페놀릭보드 (PF보드)
제조 방법	순수 고분자 폴리스티렌을 가열, 용융하고 연속적으로 압출, 발포시켜 만든 제품	폴리스티렌수지에 펜탄이나 부탄등 탄화수소가스를 주입, 증기로 발포시킨 제품	유리원료를 1600℃의 고열로 용융, 액화시켜 고속회전 공법으로 인공섬유화 한 제품	규산칼슘계 광석을 1800℃의 고열로 용융액화시켜 고속회전공법으로 만든 인공 섬유제품	폴리에스터 섬유를 R-fiber와 혼합, 열융착한 제품	경질우레탄보드 제조방법에서 이소시아네이트 비율을 높여 난연성을 강화한 경질우레탄보드	페놀수지를 레졸타입으로 합성 후 농축하여 케미컬발포제, 정포제, 난연제를 첨가, 산경화시켜 발포한 제품
밀도 [Kg/m³]	-	15~30	24~96	40~160	24~120	30~55	28~40
난연성	연소성 시험통과 -가연성	연소성 시험통과 -가연성	불연재	불연재	가스유해성 시험통과	난연재료 (일면석고보드)	준불연재료 (AL호일+글라스티슈)
열전도율 [W/mK]	0.027~0.031 (가군) 0.029~0.033 (장기/가군)	1종:0.036~0.043 (나,다군) 2종:0.030~0.034 (가)	0.034~0.040 (가,나군)	0.036~0.038 (나군)	0.035~0.040 (나군)	0.020~0.024 (가군) 경시변화고려	0.019~0.024 (가군)
흡음[NRC]	-	-	0.747(50T 기준)	0.742(50T 기준)	0.750(50T 기준)	-	-
원자재 제조원	• 벽산 • 한남수지 • 그린피아 등	• EPS코리아 • 그린피아 • GPS코리아 등	• KCC • 벽산 • 쌍교방코리아	• KCC • 벽산	• SK케미칼 • 휴인텍	• 영보하우징/ • 정우화인/ 세이크 /에스와이테크 등	• LG하우시스
장 점	단열성 우수 외단열가능	낮은 단가	화재시 무 유독가스 흡음성능우수 (일면은박제외)	화재시 무 유독가스 흡음성능우수 (일면은박제외) 내열온도(900℃)	작업 시 피부보호 불필요 재활용 가능	단열성능최우수 외단열가능	단열성능최우수 난연성능우수
단 점	화재 시 유독가스 단열성 경년변화	화재 시 유독가스 외단열 시 품질저하	흡습시 단열성 저하 시공시 피부보호 요 공팡이발생(호흡기 질환)	흡습시 단열성 저하 시공시 피부보호 요 공팡이발생(호흡기 질환)	가공 및재단 난이 일면은박(방습층) 부착불가	단열성 경년변화 속성미달 시 밴딩 (휨)현상발생 수축문제	흡습성 논란 신제품으로 품질 미검증

2. 단열재

4) 뿔칠형 단열재의 비교

구분	암면(미네랄울) 뿔칠	퍼라이트/세라믹계 뿔칠	EPS 단열몰탈 뿔칠	경질우레탄폼 스프레이	수성연질폼 스프레이	난연경질우레탄폼스프레이
구성물	<ul style="list-style-type: none"> •암면 •접착재 •시멘트 	<ul style="list-style-type: none"> •퍼라이트/세라믹 •시멘트 •펄프 •혼화재 	<ul style="list-style-type: none"> •시멘트 •EVA계 수지 •스티로폼/무수축재 •점증재 	<ul style="list-style-type: none"> •Polyol •Isocyanate 	<ul style="list-style-type: none"> •POLYISOCYANATE •수성발포 (축매:WaterBase) 	<ul style="list-style-type: none"> •난연Polyol •Isocyanate
밀도 [Kg/m³]	147	320 ~330	250	30~45	6 ~ 15	30~45
난연성	난연1급 (불연재료)	난연1급 (불연재료)	난연2급 (준불연재료)	연소성 시험통과	난연급 (연소성, 난연3급가스 유해성시험통과 ASTM E-84 인증)	난연3급 (난연재료/ 석고보드일면)
열전도율 [W/mK]	0.040이하 (나군)	0.045이하 (다군)	0.040이하 (나군)	0.024이하 (가군)	0.040이하 (나군)	0.024이하 (가군)
흡음성능 [NRC]	0.742 (50T 기준)	0.760 (50T 기준)	0.70 (50T 기준)	-	0.66 (50T 기준)	-
원자재 제조원 (제품명)	<ul style="list-style-type: none"> • KCC (루즈울) 	<ul style="list-style-type: none"> • 경동원 (에스코트AT) • 성현케미칼 (하이코트 SP-2) 	<ul style="list-style-type: none"> • 화인미셀(ES-200) • 경동원(에스코트E+) • 성현케미칼 (하이세라코트) 	B액: KPX / BASF 에이피텍, 엠피텍 A액: BASF/DOW 금호미쯔이 등	<ul style="list-style-type: none"> • 엔비텍이앤씨 (드림폼S) • 코인스이앤씨 (그린폼) 	<ul style="list-style-type: none"> • 엔비텍이앤씨 (드림폼F) • 에이피텍 (AF-300)
장 점	가격저렴 노출적용가능 화재시 무 유독가스	환경표지인증 노출적용가능 화재시 무 유독가스	환경표지인증 부착강도 양호 화재시 무 유독가스 노출적용 가능	열전도율 가장 낮음 부착력우수	환경표지인증 화재시 무 유독가스 부착력우수/조습기능 동절기시공가능	환경표지인증 화재시 무 유독가스 화염전파 무 부착력우수
단 점	암면분진 발생, 피해 공팡이 발생 우려 동절기 시공불가	습기, 자중 탈락 동절기 시공불가 공팡이 발생 우려	습기에 의한 탈락 동절기 시공불가 공팡이 발생우려	화재 시 화염전파 및 유독가스 노출적용 불가 동절기시공난이	노출적용 불가 슬라브 외단열불가	동절기시공난이

2. 단열재

6) 차세대(고성능) 단열재의 비교

구분	에어로겔	진공단열재(흡더실리카계)	진공단열재(그라스울계)	비고
제품사진				
제품의 주성분	실리카가 메칠알콜에서 겔타입으로 있을때 생성되는 물질	흡더 실리카 심재를 특수재질 외피로 감싸 진공상태 형성	그라스울 심재를 특수재질외피로 감싸 진공상태 형성	
열전도율	0.015 W/mK	0.0039 W/mK	0.0021 W/mK	KS L 9016
용도	주로 배관 보온 보냉	가전제품 및 건축	가전제품 및 건축	
제조원	에어로겔코리아	OCI / 경동원	KCC / 에임트	
장점	발수성 및 공기투과성	열전도율 내구성 우수 조인트 직각도 우수	박막 및 다양한 형태 제작가능	
단점	기계적인 강도가 약함.	현장적용 난이함.(재단불가) 외부충격에 의한 진공파손문제 습도에 약하여 습윤상태에서는 열전도율 상승가능성	현장적용 난이(재단불가) 외부충격에 의한 진공파손문제 수분흡착제의 내구성문제로 열전도율 상승 조인트 직각도가 떨어짐.	