

# 패시브 하우스를 위한 FS계 진공단열재 및 적용 개선 방안

(주) 경동원 이상윤 팀장



# 경동 그룹

경동  
경동도시가스  
경동개발, 건설

개발  
& 공급사업

경동원 네트워크  
경동나비엔  
경동에버런  
경동티에스

생활환경  
기기사업

$E^2 = \text{Energy} \times \text{Environment}$

친환경소재,  
내화·단열재사업

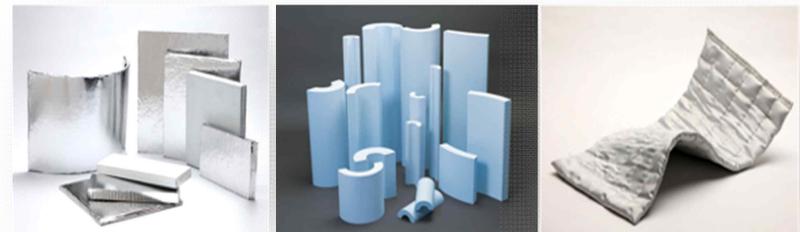
## 경동원·세라텍



환경재



건축재



보온 단열재

# 대표 제품

## 환경재



옥상 녹화 시스템



퍼라이트 양액재배 전용배지



토양 개량제

## 건축재



MASCOAT-F 무기계 내화 마스틱



ESSCOAT 철골 내화 피복재



DIVINE 금속 기와



HYPER-VAC 흡드실리카 진공단열재

## 보냉단열재

CR615

LNG선박용 보냉재

CR605

가스 저장 탱크용 보냉재 및 보냉 충전 공사



LNG선박의 단면



가스 저장 탱크의 단면



HYPER-VAX

초저온용 흡드실리카 진공단열재

## 보온단열재

평창 퍼라이트 보온재



SUPERLITE

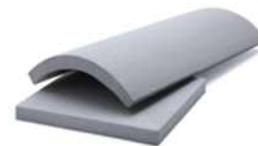


SUPERLITE-K



HYPERLITE

초고효율 마이크로 포러스 보온재



ULTRATHERM

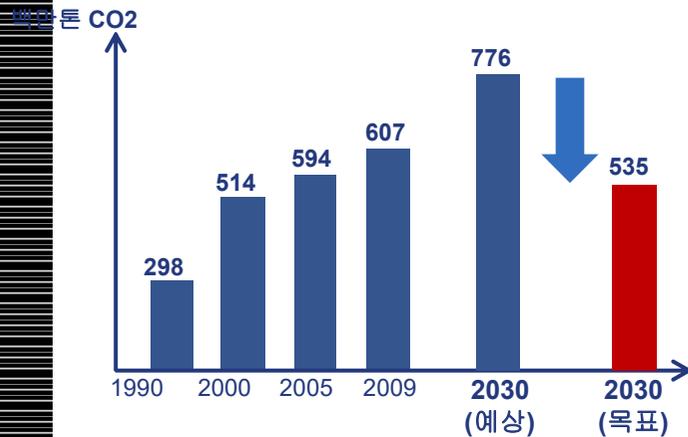


FLEXTHERM

# 진공단열재의 적용 필요성 I

2030년 국가온실가스 감축목표 37% 확정

건물에 대한 국내온실가스 로드맵



에너지관리공단  
'2012 에너지 기후변화정책 종합설명회 자료집'



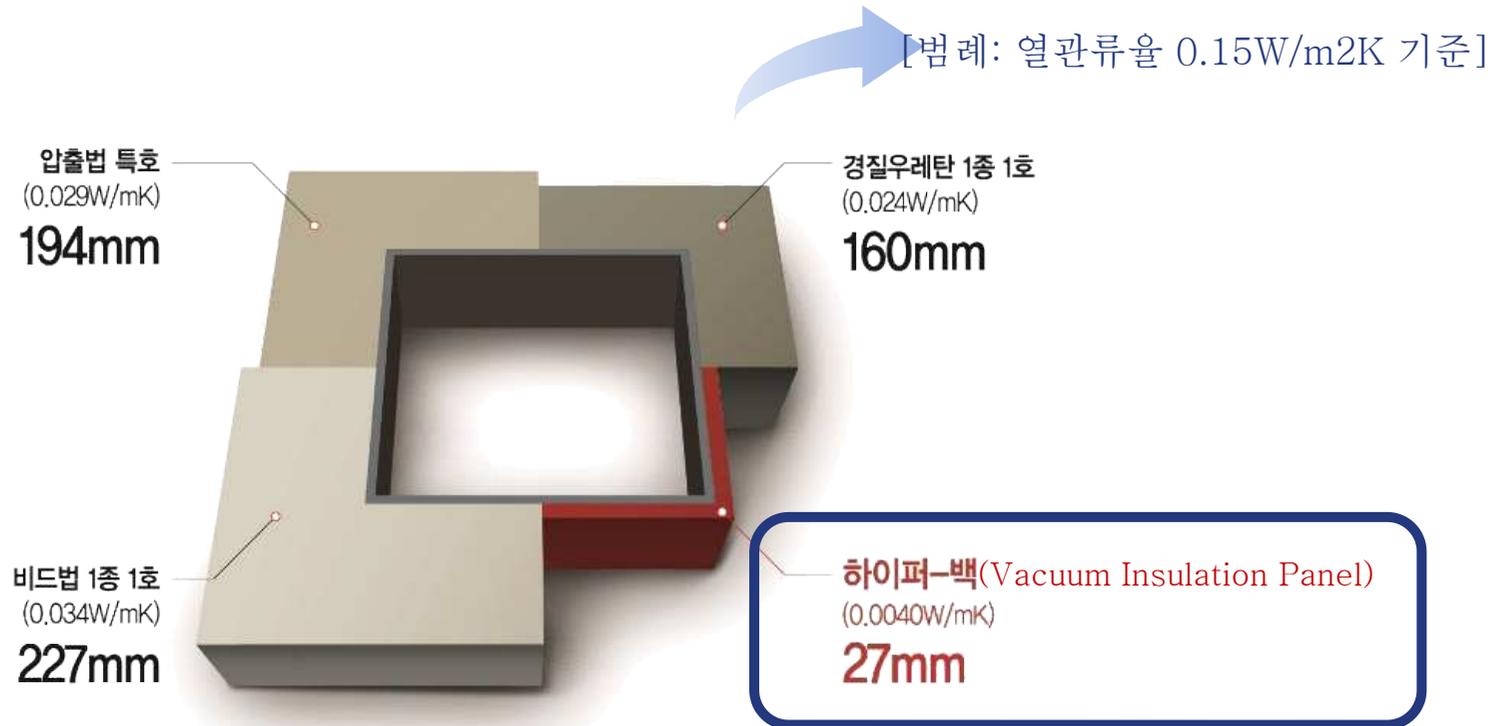
국토해양부 '2011 녹색도시 활성화 방안 발표'

에너지 절약 설계기준 강화

- 2016년 7월 1일 부터 약25% 정도 단열기준 강화
- 2017년 패시브 하우스 수준 단열 기준 추가 강화 (예정)

# 진공단열재의 적용 필요성 II

## 패시브 하우스 기준 단열재 두께 비교



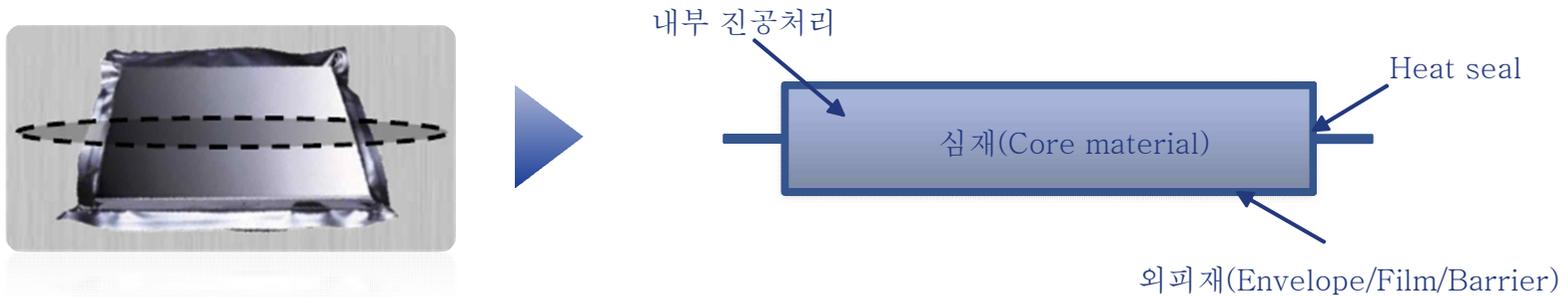
- 정책대응을 위해 기존 단열재는 두께 증가 필수
- 진공단열재는 건물에너지 절약 정책에 가장 부합 (고성능, 준불연)

# 진공단열재의 개요

## 진공단열재란?

- 다공성 심재의 외부를 베리어 필름으로 감싸고 진공 밀봉함.
- 현존하는 단열재 중 가장 낮은 열전도율을 가짐

## 진공단열재 구조



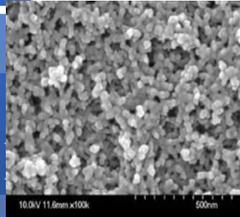
## 진공단열재 특성

구분	진공단열재	EPS	우레탄
열전도율	<b>0.005W/mK이하</b>	0.036W/mK이하	0.027W/mK이하
원료	<b>Fumed Silica, 글라스울</b>	폴리스티렌	폴리올, 이소시아네이트
적용분야	건축물, 가전, 운송컨테이너 등	건축물, 저장고, 포장재 등	건축물, 저장고 등

# 진공단열재 종류

## Fumed Silica

<b>Particle size</b>	<b>5-50nm</b>
<b>Particle</b>	Porous
<b>Thermal C.</b>	심재 0.025W/mK (진공 0.004~0.005)
<b>Density</b>	160~220K

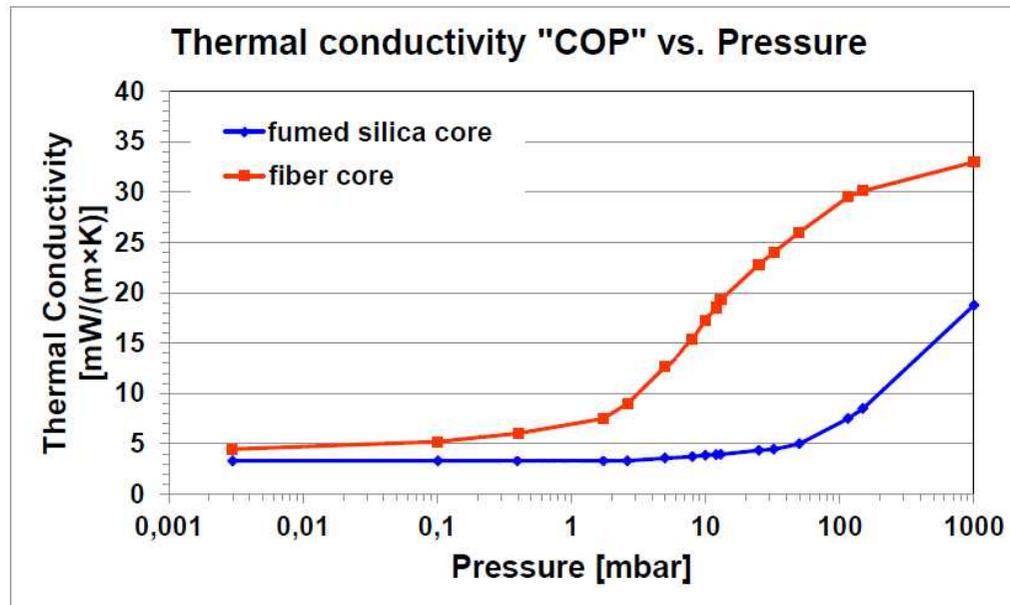


## Glass Fiber

<b>Particle size</b>	<b>0.1~3.5 μm</b>
<b>Particle</b>	Open cell
<b>Thermal C.</b>	심재 0.032W/mK (진공 0.0025~0.0035)
<b>Density</b>	220~300K



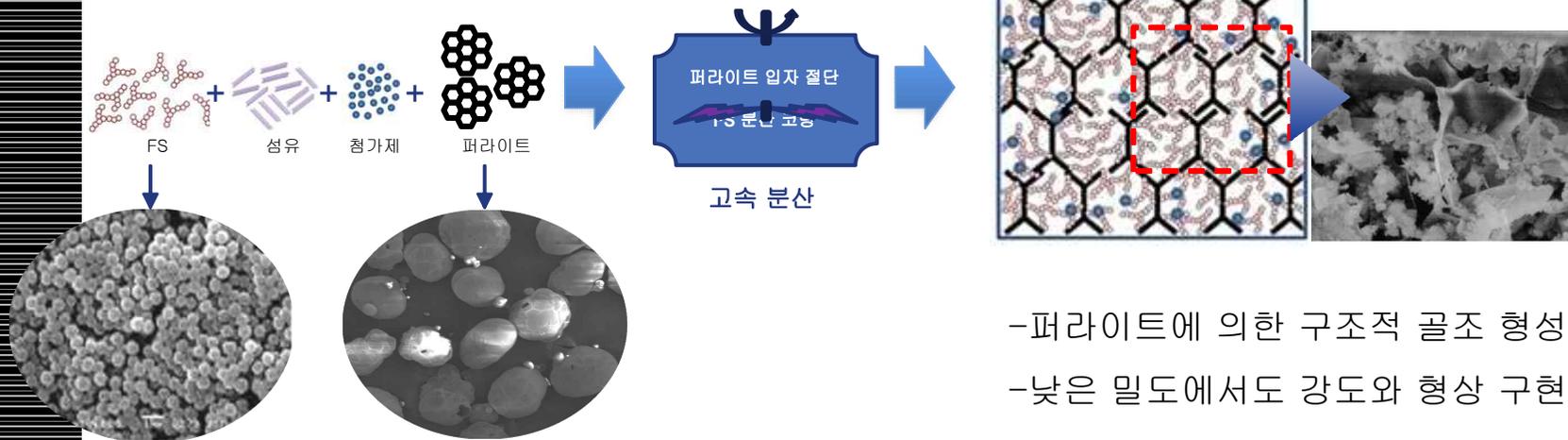
### 진공도별 열전도율 변화



# 단열 심재 제조 기술

## 제조 공법

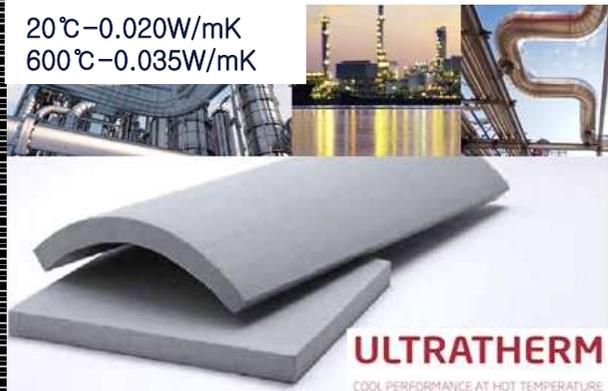
팽창 퍼라이트/실리카 분말을 이용한 단열재 보강 성형 기술 2015. 4. 24 신기술(NET) 인증서 수여



- 퍼라이트에 의한 구조적 골조 형성
- 낮은 밀도에서도 강도와 형상 구현

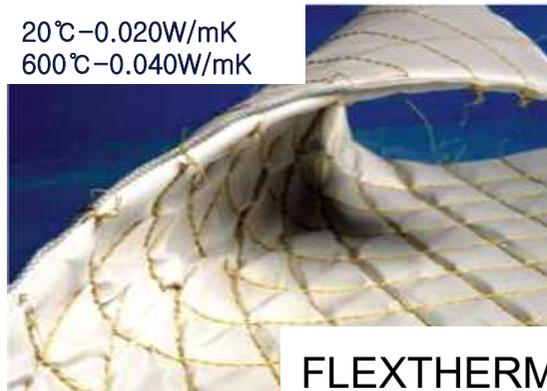
## 기술 적용 제품

20°C-0.020W/mK  
600°C-0.035W/mK



high performance Insulation

20°C-0.020W/mK  
600°C-0.040W/mK



Flexible high performance Insulation

20°C-0.004W/mK

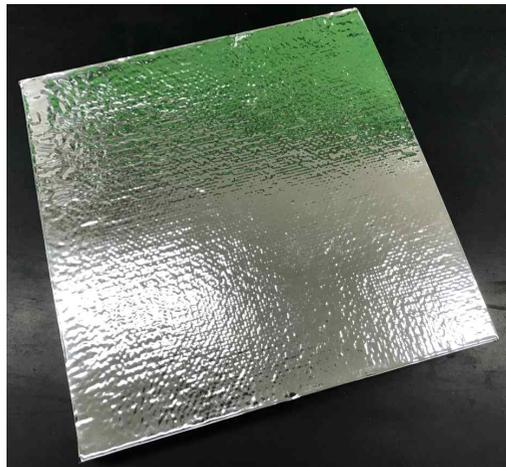


Vacuum Insulation Panel

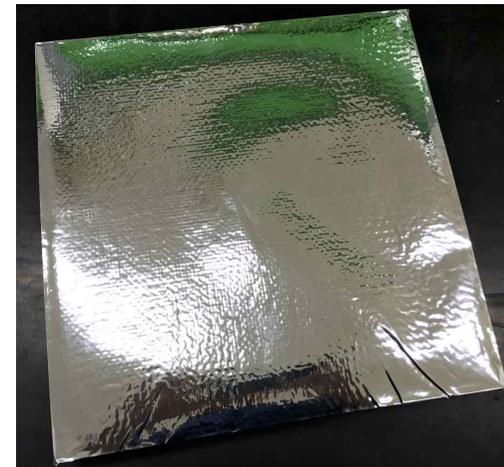
# 진공단열재의 약점

- ▶ 진공단열재는 기존 “가” 등급 단열재 대비 8배 수준의 고단열성을 가짐.
- ▶ 국내 에너지 절감 정책에 따른 단열 기준 강화에도 낮은 두께로 시공이 가능함.

하지만,



0.0045W/mK

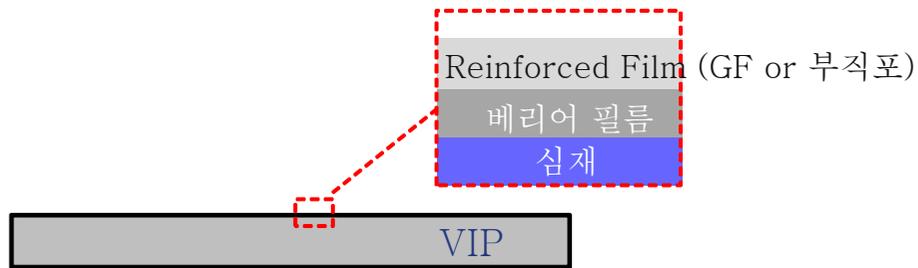


0.021W/mK

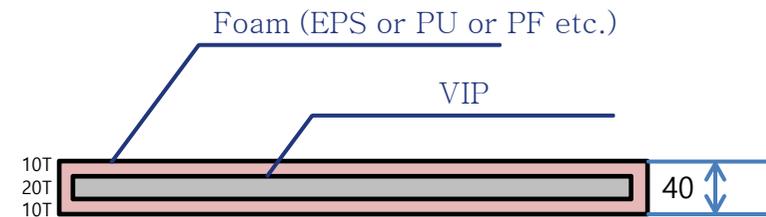
외부 충격에 의한 진공 훼손 위험이 있음

# 개선 방안

진공단열재의 약점을 보완하는 Film Reinforced type과 Foam in-Mold type VIP를 도입



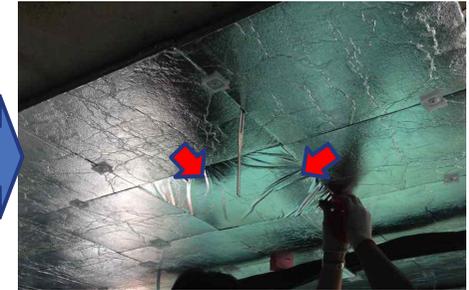
<Film reinforced type>



<Foam in-mold type>

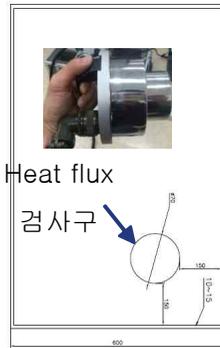
# 시공 예시

## 기존



외부 충격에 의한 진공 훼손 발생

## 개선 후



외부 충격에 의한 진공훼손을 Foam in-mold 및 Film reinforced type으로 개선하여 미연에 방지함.

# 연구 방법

## 소재

구분	내용
기본	PUF, EPS, PF, FS VIP (이하 VIP)
Reinforced type	GF 외피 강화 VIP, 부직포 외피 강화 VIP
In-mold type	PUF in-mold VIP, EPS in-mold VIP, PF in-mold VIP

## 측정 및 평가

구분	내용
열전도율 측정	HFM 436(NETZSCH Instrument, Inc., KS L 9016)
난불연성 측정	콘칼로리미터(Fire Testing Technology Ltd., KS F ISO 5660-1)



[열전도율 측정장비]

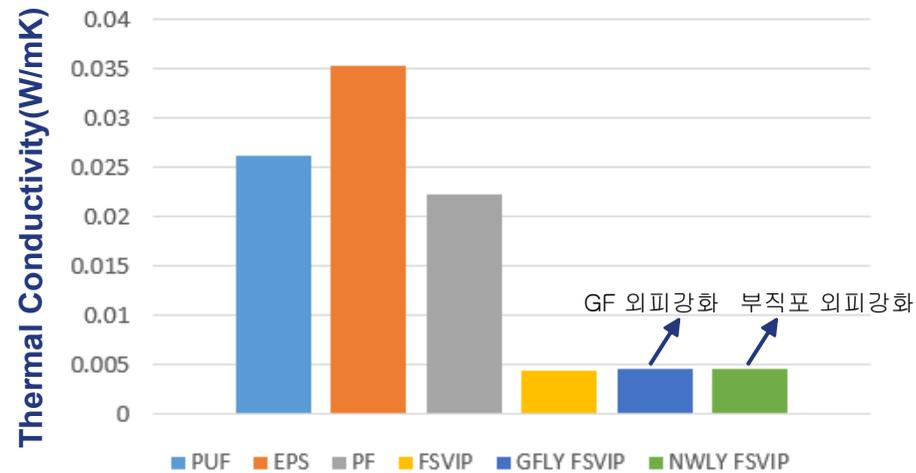


[VIP 수명 측정을 위한 피라니 게이지 및 Data 로거]

# 결 과 I

## 열전도율 측정 결과

구분	측정 열전도율 (W/mK)
PUF	0.0261
EPS	0.0353
PF	0.0223
<u>VIP</u>	<u>0.0043</u>
<u>GF 외피 강화VIP</u>	<u>0.0045</u>
<u>부직포 외피 강화 VIP</u>	<u>0.0045</u>



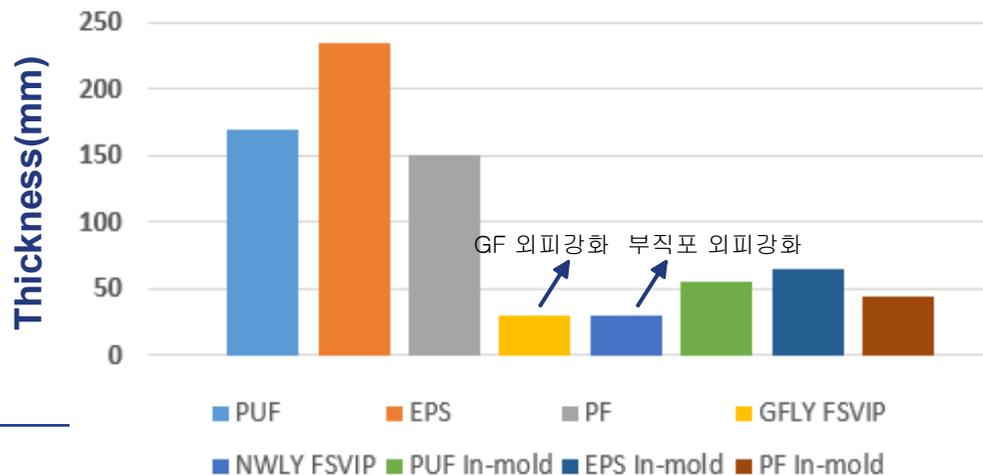
FS VIP는 기존 단열재와 비교하여 단열성능이 매우 우수함.

# 결 과 II

단열 두께 산출 결과

[범례: 0.15W/m<sup>2</sup>K 기준]

구분	구성	두께(mm)	총두께(mm)
기본	PUF	170	170
	EPS	235	235
	PF	150	150
Film reinforced type	GF 외피 강화 VIP	30	30
	부직포 외피 강화 VIP	30	30
Foam in-mold type	PUF In-mold (PU/VIP/PU)	15/25/15	55
	EPS In-mold (EPS/VIP/EPS)	20/25/20	65
	PF In-mold (PF/VIP/PF)	10/25/10	45



기존 단열재 대비,

1/3 ~ 1/5 단열두께 감소 가능.

# 결 과 III

공간면적활용성 및 준불연 시험 결과

[범례: 33m<sup>2</sup> 방 1개 기준]

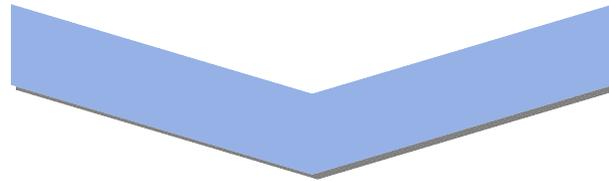
구분	구성	총두께(mm)	단열재 시공 후 내부공간면적 (m <sup>2</sup> )	공간면적활용성 (%_EPS 기준)	난연등급
기본	PUF	170	29.2	5.0	-
	EPS	235	27.8	기준값	-
	PF	150	29.6	6.5	-
<u>Film reinforced type</u>	<u>GF 외피 강화VIP</u>	<u>30</u>	<u>32.3</u>	<u>16.2</u>	<u>준불연</u>
	<u>부직포 외피 강화VIP</u>	<u>30</u>	<u>32.3</u>	<u>16.2</u>	<u>준불연</u>
<u>Foam in-mold type</u>	<u>PUF In-mold</u>	<u>55</u>	<u>31.7</u>	<u>14.0</u>	-
	<u>EPS In-mold</u>	<u>65</u>	<u>31.5</u>	<u>13.3</u>	-
	<u>PF In-mold</u>	<u>45</u>	<u>31.9</u>	<u>14.8</u>	<u>준불연</u>

Film reinforced type VIP 적용 시, EPS 대비 공간면적 활용성 16.2% 개선, 준불연 확보.

Foam in-mold VIP 적용 시, EPS 대비 공간면적 활용성 13.3~14.8% 개선, PF In-mold는 준불연.

## 요약

- ▶ 17년 에너지 설계 기준 강화에 따라 진공단열재 필요성 부각.
- ▶ 하지만, 외부 충격에 취약하여 진공훼손 위험이 있음. ( $0.0045 \rightarrow 0.021 \text{W/mK}$ )



- ▶ Film Reinforced type과 Foam In-mold type VIP를 도입.
- ▶ 외부충격으로부터 안전하고, 고단열성과 얇은 두께로 공간면적 활용성 구현.
- ▶ 준불연성능을 가질 수 있으므로 건물의 화재 안정성을 도모.

# 첨부 #. 불연 등급 성적서

## 시험성적서

 <b>KICT</b> 한국건설기술연구원 경기도 화성시 마도면 마도로 182번길 64 Tel: 031-369-0513 Fax: 031-369-0670		성적서 번호 : KICT-R-K-2017-01593-1~2 쪽 ( 1 ) / 총 ( 5 )																															
1. 의뢰자 * 기관명 : [경동원] * 주소 : [31402]충청남도 아산시 영인면 아산호로 331 경동원																																	
2. 시험대상품목(또는 시료명) : Hyper-Vac 3. 시험기간 : 2017년 09월 07일 ~ 2017년 09월 08일 4. 시험방법 : 건축물 마감재료의 난연성능 및 화재확산 방지구조(국토교통부 고시 제2015-744호) 5. 시험결과 * 시험결과와 항부 : 불연재료 적합																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2" rowspan="2">시험항목</th> <th colspan="3">시험체번호</th> <th rowspan="2">판정</th> <th rowspan="2">기준</th> </tr> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">불연성</td> <td>최고온도와 최종열형온도와의 온도차 (°C)</td> <td>4.1</td> <td>2.3</td> <td>2.5</td> <td>적합</td> <td>20 °C 이하</td> </tr> <tr> <td>질량 감소율 (%)</td> <td>15.8</td> <td>15.4</td> <td>15.5</td> <td>적합</td> <td>30 % 이하</td> </tr> <tr> <td>가스유해성</td> <td>평균행동정지시간 (min, s)</td> <td>13, 30</td> <td>13, 39</td> <td></td> <td>적합</td> <td>9 min 이상</td> </tr> </tbody> </table>		시험항목		시험체번호			판정	기준	1	2	3	불연성	최고온도와 최종열형온도와의 온도차 (°C)	4.1	2.3	2.5	적합	20 °C 이하	질량 감소율 (%)	15.8	15.4	15.5	적합	30 % 이하	가스유해성	평균행동정지시간 (min, s)	13, 30	13, 39		적합	9 min 이상	* 시험체 구성 : 고분자 복합 Film (97 μm)+Fumed Silica 단열재 (50T, 25T+25T) +고분자 복합 Film (97 μm) * 시험 데이터는 뒤쪽 참고 * 표시된 시험결과는 당 공인기관의 인정범위 밖의 것임을 밝힙니다. * 이 시험결과는 의뢰자가 제시한 시료 및 시료명에만 한정됩니다. * 성적서 유효 기간 : 성적서 발급일로부터 1년간 유효 함.	
시험항목				시험체번호					판정	기준																							
		1	2	3																													
불연성	최고온도와 최종열형온도와의 온도차 (°C)	4.1	2.3	2.5	적합	20 °C 이하																											
	질량 감소율 (%)	15.8	15.4	15.5	적합	30 % 이하																											
가스유해성	평균행동정지시간 (min, s)	13, 30	13, 39		적합	9 min 이상																											
확인 작성자 성명 : 김도현		기술책임자 성명 : 조남표																															
위 성적서는 국제시험기관인정협력체(International Laboratory Accreditation Cooperation) 상호인정협정(Mutual Recognition Arrangement)에 서명한 한국인정기구(KOLAS)로부터 공인받은 분야에 대한 시험결과입니다. 2017년 09월 11일 한국인정기구 인정 <b>한국건설기술연구원장</b> 																																	

<F-QP-05-05-1/2>

한국건설기술연구원



Thank You !