

## 초진공 단열재의 열 물성 특성에 관한 연구

전 현 석<sup>†</sup>, 최 현 중, 최 경 석, 강 재 식, 이 승 언

한국건설기술연구원 건축 계획·환경 연구실

### Thermal Property Characteristics of Super insulation Vacuum Panel

Hyun-Seok Jeon<sup>†</sup>, Hyoun-Jung Choi, Gyoung-Seok Choi, Jae-Sik Kang, Seung-Eon Lee

**ABSTRACT:** Recently, some major environmental problems are the increase of fossil fuel price and CO<sub>2</sub> emission. To solve these problems, it is imperative to develop eco-friendly techniques and to reduce energy consumption in apartment complexes. Therefore, an effective system for insulation needs to be developed to reduce energy consumption. This study compares thermal characteristics between general insulation and super insulation Vacuum Panel, which is thinner and has more insulation efficiency.

**Key words:** Elastomeric Flexible Cellular Insulation(진공 단열재), Insulation Performances (단열성능)

#### 1. 서 론

최근 유가의 지속적인 상승과 온실가스 배출량의 증가로 인해 우리나라는 각 산업부문별 에너지 효율화의 지속적 강화가 불가피한 실정이다. 건물에서의 에너지 절약은 그간 주로 경제적 관점에서 필요성이 제기되어 왔으나, UN 기후변화협약(United Nations Framework Convention on Climate Change)과 교토의정서(Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change)의 채택으로 환경적 측면에서까지 필수적인 상황이며, 탄산가스 배출권 거래제등이 강제화 됨으로써 향후 국제사회에서의 지속적 규제 압력과 구속력에 대응하기 위해 반드시 선결되어야 하는 주요 이슈가 되고 있다.

한편, 국내에서는 주거건축물의 에너지효율 향상을 위해 2001년부터 건물 에너지효율등급 인증 제도를 시행하고 있다. 본 제도는 신청주택을 대상으로 에너지효율 관련 여러 항목들을 평가하여 표준주택 대비 총 에너지절감율을 산출하고 이에 따라 1, 2, 3등급으로 인증을 부여하며, 1, 2등급 인증시에는 자금지원 등의 인센티브를 부여해주는 제도이다. 이와 같은 제도 이외 실질적인 건축물의 에너지 소비량을 줄이기 위한 기술의 개발 또한 뒷받침 되어야 할 사항이다.

공동주택에서의 에너지절약 및 친환경 구현 기술 개발은 경제적, 환경적 측면에서 절대적이고 필수적인 요구사항이라고 할 수 있을 것이다. 특히 건축물의 외피 시스템은 외부 환경으로부터 실내로 유입되는 물리적 요인들을 조절하여, 건축물 내부의 부하와 에너지 소비량을 줄일 수 있는 매우 중요한 건축적 요소이기 때문에 친환경적이고 건축물 부하저감형 외피를 설계하는 기술은 건축물 에너지 소비량 저감 관점에서 매우 중요하다 할 수 있다. 따라서 보다 효율적인 에

<sup>†</sup> Corresponding author

Tel.: +82-31-910-0145; fax: +82-31-910-0361

E-mail address: seok4392@kict.re.krr

너지 절약을 위해서는 기존 단열 시스템보다 효율적인 단열시스템 개발이 필요하다.

본연구는 최첨단의 열전도율을 지닌 재료의 장점으로 기존에 사용되는 재료들에 비해 평균 약 10배 정도의 뛰어난 단열성능으로 초고층 건축물의 시공에서 활용할 수 있는 얇은 두께로의 진공 초단열재와 일반 단열재의 열 물성 특성에 대하여 비교하였다.

## 2. 진공 초단열재의 종류 및 실험방법

초진공 단열재와 일반 단열재의 열 물성 특성과 일반 단열재에 대하여 비교하기 위하여 진공 단열재, 한쪽면에 천여고무가 덮혀있는 진공단열재, 양쪽면에 폴리스티렌이 덮혀있는 진공단열재 3개 제품과 일반단열재(폴리스티렌)를 선정하여 다음과 같이 실험하였다. Table 1은 단열재 구성을 나타낸다.

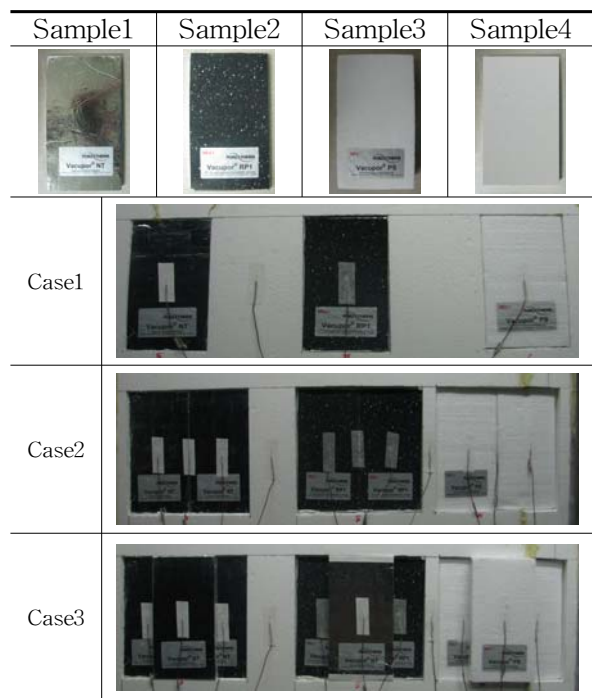
Table 1 Composition of Heat insulating material

	Product	Composition	Note
Sample1	NT		
Sample2	RP1	·Silicon dioxide, SiO <sub>2</sub> approx. 80% ·Silicium carbide, SiC approx. 15%	one sides of the covered with a sheet of rubber granule
Sample3	PS	·Others approx. 5%	Double-sided coverage with polystyrene sheets
Sample4	Polystyrene	-	-

본 실험을 위해 사용된 실험 장비로는 설정 온도 조절이 가능한 항온항습챔버실 실내에서 수행하였다. 항온실 실내온도는 20 °C, 습도 50 %, 저온실 실내온도는 -10 °C를 설정하였다. 온도에 대한 계측은 T-type의 표면온도 측정용 센서 (Ø0.254mm)로 측정하였고, 측정결과는 데이터 로거(Data Acquisition Unit□DA100)를 통해 5분 간격으로 자동 계측하였다. 또한 적외선 열화상 측정장치를 통해 진공단열재의 온도분포를 알아 보았다.

실험 방법 Case1은 시료 4에 시료 1,2,3를 끼워 넣고 표면온도를 측정하였고, Case2는 시료4에 시료 1,2,3 각각 두 개를 접하도록 끼워 표면온도와 접합부 온도를 측정하였다. Case3은 Case2의 접합부 부분에 시료 1,2,3 각각을 겹쳐서 올려놓을 때 표면온도를 측정하였다. Table 2는 진공단열재와 실험 설치 사진이다.

Table 2 Elastomeric Flexible Cellular Insulation and Test method



## 3. 열성능 결과 및 열화상 온도분포

### 3.1 열성능 결과

진공 단열재와 일반 단열재의 열 물성 특성을 비교하기 위하여 표면 온도를 측정한 결과 다음 Fig. 1~3과 온도 변화를 나타냈다.

Case1일 때는 항온실 평균 공기온도 19.2 °C, 저온실 평균 공기온도 -9.7 °C를 만족할 때 항온 표면 온도와 저온실 표면온도의 차이는 시료4가 26 °C로 가장 낮았으며, 시료1은 27.0 °C, 시료2는 27.1 °C, 시료3은 27.6 °C 순으로 높은 온도를

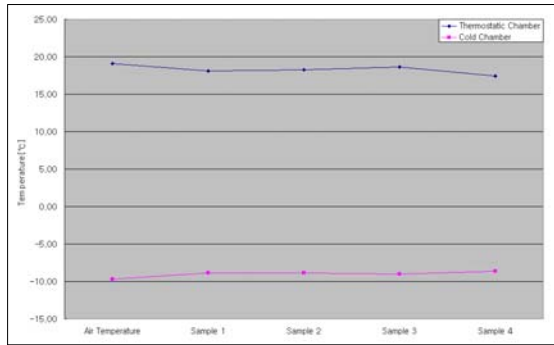


Fig. 1 Changes in the temperature of Case1

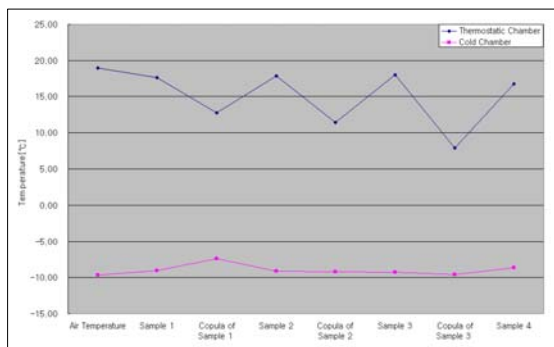


Fig. 2 Changes in the temperature of Case2

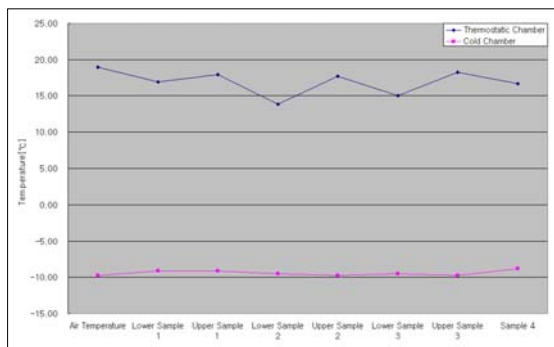


Fig. 3 Changes in the temperature of Case3

나타냈다.

Case2일 때는 항온실 평균 공기온도 19.0 °C, 저온실 평균 공기온도 -9.7 °C를 만족할 때 항온표면 온도와 저온실 표면온도의 차이는 시료4는 25.4 °C, 시료1은 26.6 °C, 시료2는 27.0 °C, 시료3은 27.3 °C 순으로 높은 온도를 나타냈고, 접합부의 온도는 시료1은 20.2 °C 시료2는 20.6 °C, 시료3은 17.5 °C로 표면온도보다 낮은 온도차이를 나타내고 있다.

Case3일 때는 항온실 평균 공기온도 18.9 °C, 저온실 평균 공기온도 -9.6 °C를 만족할 때 항온표면 온도와 저온실 하부 단열재의 표면온도의 차

이는 시료2는 23.1 °C, 시료3은 24.4 °C, 시료4는 25.3 °C, 시료1은 26.0 °C 순으로 높은 온도를 나타냈고, 상부 단열재의 표면온도 차이는 시료1은 27.0 °C, 시료2는 27.4 °C 시료3은 27.9 °C로 하부 단열재 보다 높은 온도를 나타내고 있다.

### 3.2 열성능 결과

적외선 열화상 측정장치를 사용하여 진공단열재의 온도분포를 측정된 결과 다음 Table 3~5와 같다.

Table 3 IR image of Case1

C a s e 1	Sample1		
	Max(°C)	Average(°C)	Min(°C)
	18.0	17.2	12.9
	Sample2		
Max(°C)	Average(°C)	Min(°C)	
17.9	17.4	13.6	
	Sample3		
Max(°C)	Average(°C)	Min(°C)	
18.9	18.0	10.9	

### 4. 결론

본 연구에선 초진공 단열재의 열 물성 특성을 알아보기 위하여 진공단열재와 일반 단열재의 표면온도를 측정하여 단열성능을 비교하였고, 적외선 열화상 측정장치를 사용하여 진공단열재의 온도분포를 측정하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

Table 4 IR image of Case2

Sample1			
C a s e 2			
	Max(°C)	Average(°C)	Min(°C)
	19.4	18.4	4.9
Sample2			
	Max(°C)	Average(°C)	Min(°C)
	19.6	17.9	11.9
Sample3			
	Max(°C)	Average(°C)	Min(°C)
	19.9	18.4	9.5

Case1은 일반 단열재와 진공단열재의 단열성능을 알아보기 위한 실험이다. 각 시료의 향온실과 저온실의 표면온도 차이는 시료4는 26.0 °C, 시료1은 27.0 °C, 시료2는 27.1 °C, 시료3은 27.6 °C로 단열성능이 일반단열재보다 진공단열재가 우수하게 나타났으며, 진공단열재, 한면에 천연고무가 있는 진공단열재, 양면에 일반단열재가 있는 진공단열재 순으로 단열 성능이 우수하였다.

Case2는 진공단열재의 표면온도와 접합부 온도를 비교 하였을 때, 각 시료의 접합부 향온실과 저온실의 표면온도 차이 시료1은 20.2 °C, 시료2는 20.6 °C, 시료3은 17.5 °C로 진공단열재 표면 온도보다 단열성능이 매우 낮게 나타났다.

Case3은 Case2의 접합부에 각 시료를 겹쳐 단열 성능을 알아보았다. 겹친부분의 향온실과 저온실의 표면온도 차이는 시료1은 27.0 °C, 시료2는 27.4 °C, 시료3은 27.9 °C로 각 시료의 표면온도와 접합부보다 우수한 단열성능을 나타냈다.

진공단열재를 건축에 적용시 Case3과 같이 2중으로 겹쳐서 시공을 하면 건축물 단열성능이 좋

Table 5 IR image of Case3

Sample1			
C a s e 3			
	Max(°C)	Average(°C)	Min(°C)
	23.7	19.4	6.3
Sample2			
	Max(°C)	Average(°C)	Min(°C)
	21.2	19.0	9.7
Sample3			
	Max(°C)	Average(°C)	Min(°C)
	21.6	20.1	12.0

아질 것으로 사료된다.

## 후 기

본 연구는 2009년도 국가R&D연구사업 과제 “저에너지 친환경 공동주택 지원 정책 개발“(과제번호 : 2008-0287-1-2)의 연구결과의 일부입니다.

## 참고문헌

1. 한국건설기술연구원, 제로에너지 대응 주거용 건물의 복합 외피시스템 개발. 2009
2. 한국건설기술연구원, 초진공 단열재(SIP)를 이용한 건축물의 냉난방 부하 저감시스템 개발. 2002~2004.
3. 권두연, 건물에너지효율등급제도의 시행 및 보급의 중요성. 대한설비공학회지, v.37 n.9 2008.