

# 진공단열패널(VIPs) 외피를 위한 설치방법에 따른 열교부위의 선형열관류율 분석

## Linear Thermal Transmittance of Thermal Bridge at Building Envelops with VIPs

박세현\*, 김진희\*\*, 김준태\*\*\*

공주대학교 건축학과 대학원\*

그린홈에너지기술연구소 연구교수\*\*

공주대학교 건축학부 교수\*\*\*

**Key words:** *Building envelope, Vacuum insulation panel, HEAT2, Thermal bridge, Linear thermal transmittance*

### 1. 서론

최근 선진국의 건물부분 에너지사용량은 전체 에너지 사용량의 약 40% 이상을 차지하고 있다. 국내의 경우도 선진국화에 따라 건물부분 에너지사용량은 점차 증가되는 추세이다. 이에 따라 건물의 에너지 손실을 최소화하고 에너지 이용의 효율을 높이기 위한 다양한 연구가 진행되고 있다. 한편, 고성능 단열재가 개발됨에도 불구하고 단열재의 접합부에서 발생하게 되는 열교에 대해서는 연구가 미흡한 실정이다.

VIPs(Vacuum Insulation panels)는 기존 단열재보다 단열 성능이 5-8 배 높아 건물에서 상대적으로 매우 적은 두께로도 목표한 단열성능을 구현할 수 있다. 그러나 기존 단열재에 비해 충격에 약하고, 크기가 작아 설치방법에 더 많은 주의가 필요하다. 또한 VIPs 를 건물에 적용 시 설치 형태에 따라 패널 가장자리에서 이종의 접합재료에 의한 열교가 발생하게 된다. 이에 따라 고성능의 VIPs 를 적용함에도 불구하고 건물 외피의 단열성능이 감소하게 된다.

### 2. 연구목적

본 연구에서는 VIPs 의 건물적용을 위한 4 가지의 설치방식을 설계하고, 설치방법에 따른 열교부위의 선형열관류율을 계산하여 비교 평가하였다. 이를 위해, 정적 열전달 해석 프로그램인 HEAT2 를 이용하여 벽체의 손실열량을 계산하고 ISO1022: 2007 기준의 계산식에 의해 선형열관류율을 계산하였다.

### 3. 진공단열패널을 적용한 건물외피

본 연구를 위해, 개발된 진공단열패널(VIPs)은 코어백 안에 심재로 글라스울을 사용하였다. 한편, 글라스울 심재의 VIPs 는 패널의 가장자리부분이 매끄럽지 못한 특징이 있다. 이에 따라 패널가 패널 사이의 틈새로 인한 열교가 발생한다.

개발된 VIPs 의 사이즈는 500 mm \* 800 mm 이며, 두께는 10 mm, 패널 중앙부에서 열전도율은 0.003 W/mK 이다.

#### 3.1. 진공단열패널적용 외피 설계

그림 1 과 같이 진공단열패널의 설치방법에 따른 접합부위의 선형열관류율을 분석하기 위하여 다음과 같이 조이너 방식, 목재라스 방식, 앵커고정 방식, 지지핀고정방식 으로 건물 외피를 설계하였다.

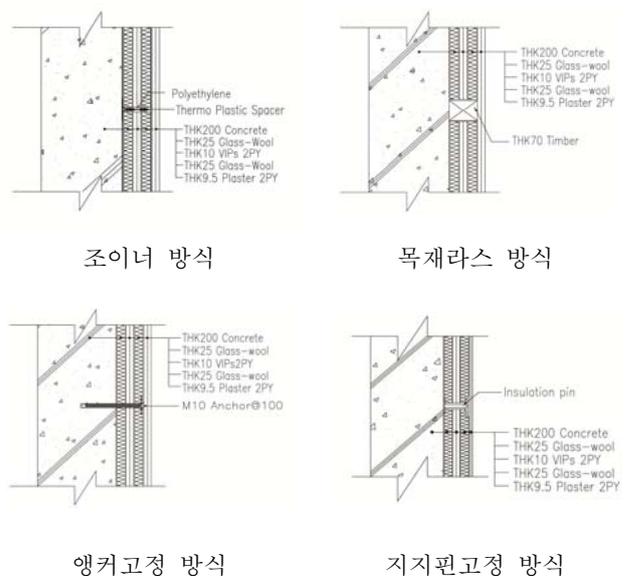


그림 1. 진공단열패널의 설치방법

## 4. 열교부위의 선형열관류율 계산

### 4.1. 선형열관류율 계산방법

열교란 구조체의 접합부와 같이 단열이 연속되지 않거나, 열전도율이 다른 재료 또는 재료의 두께변화로 인해 열 저항에 변화가 생기는 부분이다.

ISO1022: 2007(Thermal Bridges in building construction-heat flows and surface temperatures-Detailed calculation)에서는 열교 부위의 열손실을 고려하여 건물의 단열성능 평가하도록 선형 열관류율을 산출하는 방법을 제시하고 있다.

본 연구에서는 HEAT2 를 이용하여 2 차원 정상상태의 전열량을 산출하였다. 설계된 네 가지 설치방법은 열교부위를 중심으로 이웃하는 구조체의 길이를 1,000 mm 로 단열두께는 70 mm 로 설정하였다. 이 때 이웃하는 구조체의 1 차원 열관류율은 0.118W/m<sup>2</sup> K 이다.

모델링에 적용된 부위별 재료 물성치는 BS EN ISO 6946:1999와 독일표준화기구(Deutsches Institut für Normung, DIN V 4108-4)에 제시된 수치를 참조하였으며, 실내외 표면 열전달저항의 경우 선형 열관류율 계산 시 적용하도록 되어있는 BS EN ISO 6946: 1997 상의 값을 적용하였다.

### 4.2. 결과 및 분석

진공단열패널의 설치방법에 따른 선형열관류율 계산결과는 표 1 과 같다. 조이너 방식: 0.023W/mK, 목재라스 방식: 0.073W/mK, 앵커고정 방식: 0.226W/mK, 지지핀고정 방식: 0.074W/mK 로 계산되었다.

표 1. 설치방법별 선형열관류율 산출결과

설치방식	선형열관류율(W/mK)
조이너 방식	0.023
목재라스 방식	0.073
앵커고정 방식	0.266
지지핀고정 방식	0.074

설치방법에 따른 열교부위의 선형열관류율은 조이너 방식이 가장 낮은 것으로 분석되었고 다음으로는 목재라스 방식, 지지핀고정 방식, 앵커고정 방식 순으로 나타났다.

## 5. 결 론

진공단열패널을 건물외피에 적용하는 설치 형태에 따라 네 가지 방식을 설계하여 설치 형태에 따른 열교 부위의 선형 열관류율을 비교분석 하였다.

선형열관류율은 모델링 및 계산식을 통해 계산되었으며, 분석결과 조이너 방식이 단열성능이 가장 우수하며 다음으로 목재라스 방식, 지지핀고정 방식, 앵커고정 방식 순으로 분석되었다.

앵커고정방식의 경우 금속재료의 높은 열전도율에 의해 열교부위에서의 선형열관류율이 매우 높게 나타났으며, 건물외피 적용 시 주위가 요구된다.

향후 연구결과를 바탕으로, 설치방식에 따른 열교 특성에 대해 실험을 통해 추가적인 연구가 필요할 것으로 판단된다.

### 후 기

본 연구는 2011 년도 지식경제부의 재원으로 한국에너지기술평가원(20114010203040)과 2009 년도 정부 (교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 대학중점연구소 지원사업으로 수행된 연구임(2011-0022977).

### 참고문헌

- 심훈, 김진희, 강준구, 김준태,(2010), *진공단열패널의 설치 방식에 의한 열교특성 및 열적성능 분석*, 한국태양에너지학회, 추계학술발표대회 논문집, pp.234-239.
- A. Janssens, E. Van Londersele, B. Vandermarcke, S. Roels, P. Standaert, P. Wouters(2007), *Development of Limits for the Linear Thermal Transmittance of Thermal Bridges in Buildings, Thermal performance of the exterior envelopes of whole Building X*, Florida, ASHRAE 2007
- ISO 14683(2007), *Thermal bridges in building construction Linear thermal transmittance Simplified methods and default values*
- ISO 10211(2007), *Thermal bridges in building construction Heat flows and surface temperatures Detailed calculations*