샌드위치 패널의 화재위험성과 보험요율의 적용

1970년대 국내에 도입된 이후 다양한 용도에 걸쳐 널리 쓰이고 있는 대표적인 건축재료 중 하나인 샌드위치 패널은 그 종류에 따라 화재위험성과 보험요율의 적용이 다양하다. 보험료 절감 및 안전성 확보를 위한 샌드위치 패널의 이용에 대해 알아본다.

글 | 지춘근 협회 연구컨설팅부 과장, 소방기술사

1. 머리말

샌드위치 패널은 내 · 외벽 및 지붕구조로 사용되고 있으며, 형태는 양면 도장 철판 사이에 글라스울, 우레탄폼, 스티로폼 등의 단열성이 좋은 재료들이 심재로 구성된 합성재료 또는 구조로서, 1970년대 국내에 도입된 이후 공장 · 창고 이외에도 상업용 · 주거용에 이르기까지 다양한 용도에 걸쳐 널리 보급되고 있는 대표적인 건축재료 중 하나로 인식되고 있다.

샌드위치 패널은 표면이 불연강판으로 초기 착화를 지연시킬 수 있으나 열이 내부 단열재로 쉽게 전달될 수 있어, 스티로폼 · 폴리우레탄 등 가연성 심재의 단열재를 가진 샌드위치 패널의 경우에는 화재시 일정시간이 지나면, 철판 내부에서 연소가 확대되기 때문에 쉽게 화염이 전파되는 특성을 가진다. 또한 철판 내부에서 용융된 심재는 하부로 떨어져서 2차적인 화재 확대를 발생시킨다.

본 논고에서는 이러한 샌드위치 패널의 종류와 화재 위험성을 살펴보고, 화재보험을 가입할 경우 보험요율의 적용에 관해 알아보고자 한다.

2. 샌드위치 패널의 구조와 종류

샌드위치 패널은 양면 칼라강판과 단열용 심

❶ **난연재료** 일반적인 가연재료와 비교하여 연소의 확대가 늦은 재료를 말하며, 건축법에서는 KS F 2271에 의해 시험한 결과 난연3급에 해당하는 재료로 규정하고 있다. 난연3급은 표면시험(LPG 및 전열로 6~10분간 가열하여 온도상승, 연기발생, 화염 및 변형을 측정)과 가스유해성시험(LPG 및 전열로 6~10분간 가열하여 흰 쥐에 노출시킨 발생가스의 유해성을 측정)을 실시한다.

❷ **내화구조 패널** 방재시험연구원의 내화구조 인증서 또는 한국건설기술연구원의 내화구조인정서와 동 벽체의 현장시공증빙서류를 제출한 경우를 말하며, 내화구조 벽체의 상품명, 내화성능, 두께, 사용부위 등은 한국건설기술연구원 사이트를 통해 알 수 있다.

재로 이루어지며 단열재의 종류와 두께에 따라 여러 가지 종류로 분류된다.

가. 발포폴리스티렌폼 패널

발포폴리스티렌폼 패널(Expanded Polystylene Foam Panel)은 심재로 발포 폴리스티렌을 사용하고 외부 표면재는 상 · 하 양면에 우수한 재질의 착색 아연도장강판(Pre-coated Steel Sheet)을 특수 열중합방식으로 일체화시킨 패널로서, 단열성능이 뛰어나고 경량이며 자체강도와 내구성이 강하여 각종 공장 건축물, 냉동창고, 주차타워, 상가 및 전시장, 사무실, 주택 등 다양한 용도의 건물에 사용된다.

다만, 화재시 심재가 쉽게 용융하며 연소가스가 발생되고 화염전파가 용이하기 때문에 방 · 내화상의 충분한 고려가 이루어진 후 사용되어야 한다.

나. 우레탄폼 패널 및 PIR 패널

우레탄폼 패널(Poly-urethane Foam Panel)은 우레탄을 심재로 사용하고 표면재는 상 · 하 양면에 착색 아연도장강판을 라인 상에서 자동 연속발포와 동시에 접착시키는 자기접착방식을 통해 만들어진 샌드위치 패널로서, 단열성능, 구조성능, 난연성, 내열성, 절연성 등의 성능이 우수하다.

그러나 발포폴리스티렌폼처럼 유기질 단열재이므로 화재에 의해 내부의 심재가 용융하면서 연소하여 유독가스가 발생된다.

우레탄폼 패널을 개질한 PIR 패널(Poly-iso-cyanurate Foam Panel)은 화재시 손상 및 변형에 강하고 발연성을 감소시켜 화재 저항성을 강화시킨 패널로서 비교적 안정된 난연재료[1]를 가진 것으로 인정된다.

다. 그라스울 패널

그라스울 패널(Glass Wool Panel)은 심재로 무기질계 재료인 그라스울을 사용하고 표면재로는 상 · 하 양면에 착색 아연도장강판을 특수 열중합방식에 의해 일체화시킨 패널로서, 단열효과가 높고 화재시 불에 타지 않으며 유독가스 발생이 없어 방화구획과 내화구조 시공이 가능한 내화구조 지정 패널이다[2]. 일반적으로 두께가 50mm 이

상이면 30분 내화성능을 지니며, 100mm 이상인 일부 패널의 경우 1시간 내화성능을 지닌다.

라. 미네랄울 패널(Mineral Wool Panel)

미네랄울 패널(Mineral Wool Panel)은 규산 칼슘계의 광석을 1,500~1,700℃의 고열로 용융 액화시켜 고속회전원심 공법으로 만든 순수한 무기질 섬유(Mineral Wood)를 단열재로 사용하여 사용온도가 상온 650℃로 내화성이 뛰어나다. 그라스울 패널과 마찬가지로 내화구조 지정 패널이다.

3. 샌드위치 패널의 화재 위험성

가. 가연성 단열재의 사용

발포폴리스티렌폼, 우레탄폼 등의 고분자계의 재료를 심재로 사용하는 샌드위치 패널은 고열에 의한 심재의 용융, 강판의 변형과 이로 인한 급격한 화염 전파 및 화재시 심한 유독가스를 내뿜어 인명피해 발생의 주 원인과 요소가 되며, 양면의 불연성 철판으로 인하여 패널 내부의 연소에 대한 소화 작업에 어려움이 있다.

이에 대한 대책으로 샌드위치 패널의 가연성 심재를 불연성 심재(그라스울, 미네랄울 등)로 사용하여 화재시 가연성, 유독성 가스, 화염 등을 발생하지 않는 구조로 한다.

〈표 1〉은 단열재별 화재 실험결과를 나타낸 것이다. 2000년 6월 3일부터 주요 구조부가 불연재료로 되어 있는 2층 이하의 공장으로 '과실 및 채소 주스 제조업' 등 화재위험성이 낮은 공장을 제외하고는 주요 구조부를 내화구조로 하도록 규정하였으며, 내부 마감재료 또한 우레탄폼 및 발포폴리스티렌폼의 사용금지를 건축법[3]에서 규제하고 있다. 다만, 화재위험이 적은 업종으로 연면적 1,000㎡ 미만의 1층 소규모 공장으로서, 화재시 쉽게 대피할 수 있는 출구를 갖출 경우에는 난연3급인 난연재료 사용을 허용하는 건축법 시행령이 2005년 7월 18일 개정되어 시행 중이다.

나. 플래쉬오버(Flash-over) 가능성

공장에서 화재가 발생할 경우, ① 가연성 물질의 착화에 의해 연소생성물이 천장 및 지붕 하부에 축적되기 시작 ② 화재가 성장하면서 샌드위치 패널 벽에 고열과 화염이 전파되어 착화하기 시작. 벽체에서 발생하는 가연성 가스 및 연기 등이 천장 및 지붕 하부에 축적되면서, 아울러 화염이 발생 ③ 벽체의 화염 및 건물 내 고열로 천장에 축적된 고온의 가연성 가스가 일시에 연소하여 플래쉬오버 현상이 발생(건물 전체가 연소) ④ 패널 접합부의 철판 변형에 의해 생긴 틈으로 외기가 건물 내로 쉽게 유입(산소 공급)되어 건물 내 화재가 더욱 격렬하게 연소되고, 결국 강구조인 경우 골조의 변형으로 건물이 붕괴에 이른다. 특히 심재가 발포폴리스티렌폼의 경우 고열로 심재가 용융되어 밑으로 떨어지면서 하부의 가연 물질을 연소

❸ 건축물 내부마감재료 대상 건축물(건축법 시행령 제61조 및 규칙 제24조)
❹ http://acepanel.co.kr
❺ 자동연기 배출장치 지붕의 개구부를 열거나 지붕의 창문 또는 천장을 깨뜨리는 방법에 의한 배열 · 배연은 화재 시 발생하는 고온 가스나 연기를 직접 밖으로 빠지게 하여, 화재 확대와 그 결과로 생기는 손해를 줄이는 한편, 소방관의 건물 내 진입을 더 용이하게 할 수 있다.

■ 〈표 1〉 단열재별 화재 실험결과 [4]

상태변화		경과 시간		
		발포폴리스티렌폼	우레탄폼	그라스울
시간경과별 변형	점화	0	0	0
	지붕단열재 인화	1분	2분	변화 없음
	벽단열재 인화	1.5분	4분	변화 없음
	지붕강판 벌어짐	2분	8분	변화 없음
	벽강판 벌어짐	2.5분	8.5분	변화 없음
	화염외부 노출	2.5분	9분	접착계면 부분 연소 후 자기소화
	지붕내면강판 탈락	3분	10분 후 일부 함몰	변화 없음
	지붕 함몰	4분 완전 함몰	–	변화 없음
	(강제)소화	17분	12분	5분
	소화특성	급속 소화 가능하나 소화시 매연 다량 발생	단열재 잠열 및 잔염으로 완전소화까지 장시간 소요	급속 소화
	유독가스	3분 (점화 후 1분 경과 후부터 화염 외부 노출 전까지 일시 발생)	12분 (점화 후 2분 경과 후부터 강제 소화시까지 계속 발생)	–
	실험 후 제품 기능 상태	형상 및 기능상실 (House 지붕, 벽형태 와해)	형상 및 기능상실(House 지붕, 벽형태 와해, 벽형태 일부 유지)	형상 및 기능유지 (House 지붕, 벽내면 그을음 수준)

시켜 화재가 확대된다.

이러한 플래쉬오버 현상을 방지하기 위하여 선진 외국에서 이미 채택하고 있는 Heating and Smoke Venting(자동 연기 배출장치)[5] 방법 등을 적용하여, 화재피해 경감 및 화재 진압을 용이하게 할 수 있도록 한다.

다. 샌드위치 패널의 접합부와 화재안전성능

샌드위치 패널은 접합부에 간격이나 틈새가 생기는 것은 불가피하며, 이러한 패널의 접합부는 화재시 현저하게 내화성능을 저하시킨다. 특히 심재가 용융하는 발포폴리스티렌폼이나 우레탄폼의 경우 철판 내부에서 연소가 확대되기 때문에 쉽게 화염이 전파하여 화재진압에도 큰 어려움이 있다. 또한 연소성 가스에 의한 손쉬운 화염확대는 대형화재를 유발할 수 있는 가능성이 크므로 샌드위치 패널의 접합부의 성능을 높이기 위한 대책마련이 요구된다. 접합부의 틈새나 간격을 메우기 위한 재료는 사용목적과 부위에 따라 백업재와 코킹재로 구분되며 내화성능뿐만 아니라 차음성능의 향상에도 기인한다. 백업재로는 펠트, 스펀지, 성형고무 등이 이용되며 코킹재로는 발포폴리스티렌폼이 일반적으로 이용되지만 접합부의 내화성능 향상을 위해 불연재이며 내화성능을 우수한 재료로의 마감이 충분히 고려되어야 한다.

4. 샌드위치 패널의 화재보험 요율 적용

보험 기본요율 적용의 기본이 되는 건물의 구

■ 〈표 2〉 주요 구조부의 등급 판정[6]

주요구조부 / 급별	기둥/보/바닥	지붕(틀)	외벽
1급	내화구조	내화구조	내화구조
2급	내화구조	불연재료	내화구조
3급	불연재료[7]	불연재로	불연재료
4급	상기 이외의 것		

■ 〈표 3〉 공장물건요율[8]

공장종별	기본요율			
	1급	2급	3급	4급
고무제품 제조, 가공	0.697	1.117	1.812	2.788

조급별은 주요구조부 중 기둥, 보, 바닥, 지붕(틀), 외벽에 따라 〈표 2〉를 기준으로 판정하는데, 이때 외벽이 샌드위치 패널인 건물의 구조급수는 다른 주요 구조부에 관계없이 3급을 적용한다. 다만, 내화구조로 인정받은 경우에 〈표 2〉의 기준에 의하면 1급을 적용하여야 하나 샌드위치 패널의 재활용성의 문제로 인하여 2급을 적용토록 하고 있다.

샌드위치 패널의 내화구조로 지정된 업체와 제품사항은 한국건설기술연구원 홈페이지에서 알 수 있다. 같은 샌드위치 패널 구조이지만 내화구조의 인정여부에 따라 보험의 기본요율의 적용이 다르고 궁극적으로 보험료의 차이로 나타난다. 보험료는 보험가입금액에서 보험요율을 곱해서 산출하는데, 보험요율이 낮으면 보험료는 낮아진다. 예를 들어 〈표 3〉의 고무제품 제조 · 가공을 하는 공장의 경우, 2급의 기본요율은 1.117인데 반해 3급은 1.182로서 기본요율의 차이가 있음을 알 수 있다.

5. 맺음말

샌드위치 패널의 종류와 화재 위험성을 살펴보았으며, 발포폴리스티렌폼이나 우레탄폼 패널의 경우, 고열에 의한 심재의 용융, 강판의 변형과 이로 인한 비화재 지역으로의 화염 전파 및 연소가스의 발생으로 인명 피해의 주요인이므로 화재안전 측면에서 불연성 심재를 사용하는 그라스울 패널 또는 미네랄 패널을 사용한다.

또한 공장건물의 경우, 화재 열의 상승에 의한 지붕 하부공간에의 고온의 가스, 열기의 확산 및 축적에 의한 건물 전체로의 연소 확대, 지붕구조의 방 · 내화성능의 저하가 발생되는 경우가 빈번하므로 이에 대한 대책으로 Heat and Smoke Venting(자동 연기 배출장치) 방법을 적극 이용한다.

마지막으로 보험적 측면에서는 화재 위험성 및 화재 후 건물자재의 재사용 여부에 따라 보험요율의 차이가 발생하므로 내화구조의 샌드위치 패널을 이용하여 화재에 대한 안전성 확보는 물론 보험료 절감의 혜택도 기대할 수 있을 것이다.

⑥ 화재보험 요율서, 한국화재보험협회, 2005.5, p21

⑦ **불연재료** 불연재료란 콘크리트, 석재, 벽돌, 기와, 석면판, 철강, 알루미늄, 유리, 모르타르, 회 및 기타 이와 유사한 불연성의 건축재료를 말한다. 한국화재보험협회 부설 방재시험연구원(FILK, 이하 "방재시험연구원" 이라 한다) 인증품 등 그 성능을 인정받은 것은 「이와 유사한 불연성의 건축재료」에 포함한다.

⑧ 화재보험 요율서, 한국화재보험협회, 2005.5, p90