

# 국내 화재 안전을 견인할 새로운 기술

준불연성능 유기단열재 제조 기술

화재안전연구소 조남욱 수석연구원

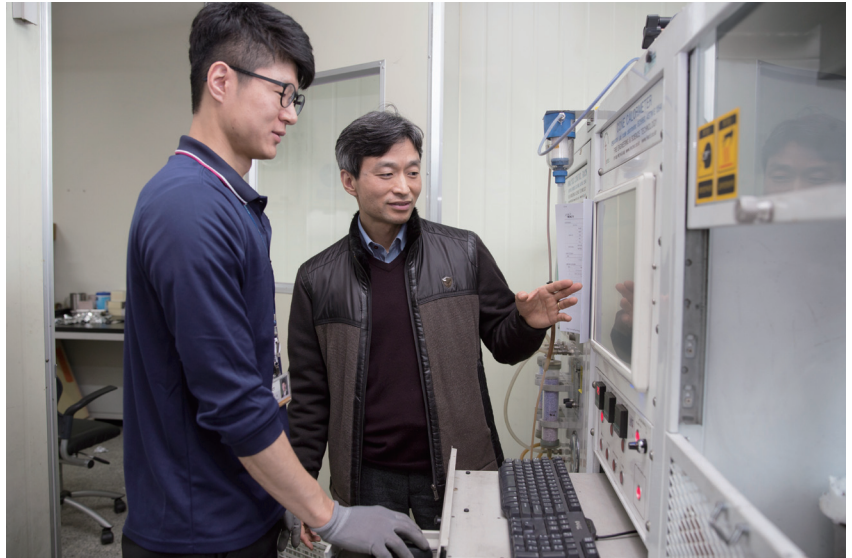




2015년 1월, 의정부 소재 대봉그린아파트에서 화재가 발생했다. 사륜 오토바이의 배선 합선이 원인으로 지목되었는데, 무엇보다 가연성 재질로 건축한 건물 외벽이 참사를 확대한 주범으로 꼽혔다. 1층 주차장에서 시작된 화재는 저렴하고 연소하기 쉬운 소재의 외벽을 타고 옥상까지 빠르게 번졌다. 이 과정에서 미처 피난하지 못한 사람들 5명이 사망하고, 125명이 부상을 입었다.

조남욱 박사는  
준불연성능 유기단열재  
제조 기술을 고안하여,

기술·경제적  
가치 창출의  
새로운 장을 열었다.



**화재에 뛰어난 신소재의 필요성**

국내 단열재 시장 규모는 1조 2천억 원으로 추정된다. 이 가운데 화재에 강한 준불연성능 이상의 단열재가 차지하는 비중은 20%다. 이어지는 사고에도 불구하고 국내 단열재 시장 유통의 80%는 여전히 저렴한 가격을 앞세운 스티로폼과 우레탄 소재가 차지하고 있다. 의정부 사고 역시 외벽 마감재를 콘크리트 벽에 스티로폼 단열재를 붙여 시공했던 것으로 알려져 있다. 정부는 이 같은 문제점을 개선하고자 팔을 걷어붙였다. 2016년 4월 화재 안전기준 강화법을 시행, 외벽에 불연·준불연 마감재를 의무 사용해야 하는 건축물을 30층 이상에서 6층 이상으로 대상을 확대했다. 공동주택 단열 성능

기준도 강화했다. 비슷한 시기인 2015년 12월 유엔 당사자 총회에서 범세계적인 기후변화 협약으로 각국이 탄소 배출 저감을 위한 합의에 이른 것 역시 이에 한 몫하여, 현재 불연 및 준 불연 소재 수요가 급증하는 추세다. 이런 바람을 타고, 오는 2018년에는 준불연성능 이상의 단열재 비중이 시장의 40%를 넘어설 것으로 예상된다.

이처럼 고성능 단열재 수요가 늘어나는 상황에서 한국건설기술연구원 화재안전연구소의 성과가 주목받고 있다. 화재안전연구소의 조남욱 박사는 준불연성능 유기단열재 제조 기술을 고안하여, 기술·경제적 가치 창출의 새로운 장을 열었다.

**단열성과 난연성, 두 마리 토끼를 잡다**

구체적으로 어떤 기술인지 알아보자. 먼저 건축 재료는 탄화수소류로 구성된 유기재료와 세라믹이나 암석 등의 무기재료로 나뉘며, 이 중에서 유기단열재는 단열성이 좋은 반면 불에 쉽게 타는 성질이 있어 주로 단열재 형태로 사용해 왔다. 발포스티로폼·우레탄 등이 이에 속하며, 가볍고 경제적이며 시공성이 좋은 것이 특징이다. 유기재료와 무기재료의 단열성을 비교하면 단연 유기단열재가 월등하다. 이는 다시 성능에 따라 불연재료·준불

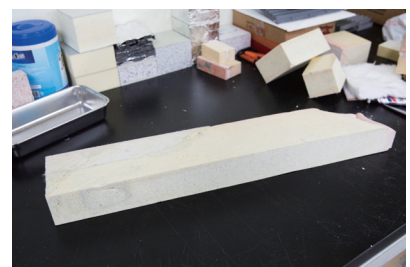
연재료·난연재료·가연성 재료로 분류한다. 예를 들면 스티로폼·우레탄·나일론 등의 마감재는 불에 타는 성질을 갖고 있어 화재에 매우 취약하다. 반면 석고보드·글라스울(glass-wool) 등 준불연 이상 등급의 자재들은 화재에 강하다. 그런데 여기에 난점이 있었다. 단열성능 기준과 단열재의 난연 성능을 강화하는 것 자체는 바람직하지만, 단열성과 난연성이라는 두 가지 물리적 특성을 한 소재가 동시에 확보하기가 어렵다는 점이다. 게다가 시공하기에 어렵지 않아야 하

며 비용 역시 지나치게 높지 않아야 현장에서 외면받지 않으니 어떤 재료를 어떻게 가공해야 할지 고민되는 부분이다. 조남욱 박사와 연구팀은 먼저 무겁고 시공이 어려운 무기단열재가 아닌 유기단열재를 개선하여 난연화하기로 연구의 가닥을 잡았다. 유기 단열재 중에서도 가장 우수한 난연 성능을 보이는 페놀폼을 선택했다. 페놀폼의 난연 성능은 난연 또는 준불연 성능을 확보할 정도는 아니다. 연구팀은 그간 습득한 노하우를 발판으로, 페놀폼에 인계 난연제(Phosphorus Containing Flame Retardants), 금속수산화물(Metal hydroxide) 등을 첨가해 수백 회의 화재실험을 거듭한 끝에 준불연성능의 유기단열재를 제조하는 데 성공했다.



**준불연성능 유기단열재 제조 기술**

조남욱 박사는 페놀폼에 인계 난연제, 금속수산화물 등을 첨가해 유기단열재의 가연성을 극복하였으며 안정적 준불연 성능을 구현하는 데 성공했다.



조남욱 박사는  
준불연성능 유기  
단열재 제조 기술이

다양한 분야에  
활용될 수 있다고 믿었다.



**끈질긴 시도와 끊임없는 노력이 이룬 성과**  
실험 중 가장 어려웠던 점은 초기 디자인  
한 예측값과 실제 화재실험 값이 차이가  
나는 점이었다. 시험을 수없이 반복하는  
것밖에는 대응 방법이 없었다. 끈질긴 노  
력 끝에, 건축법에 규정된 기준값에 근접  
한 제품을 개발할 수 있었다.  
또 하나의 난관은 시제품 제작이었다. 기  
존에 없는 제품을 만들기 위해서는 공정  
이 가능한 수십억대의 기존 설비를 갖춘  
곳에서 제작하는 과정이 필요하다. 그러  
나 효율성과 생산성을 중시하는 일반 공  
장에서 이를 쉽게 허락해 줄 리가 만무  
했다. 몇 번의 줄다리기 끝에 간신히 협  
조를 받을 수 있었다. 현재는 시제품을

근거로 양산시스템 및 공정을 2016년에  
완성했고, 시장에 출시할 준비까지 진행  
한 상태다.

#### **방화문 심재부터 모듈러 주택까지**

학부에서 화학을, 대학원에서 환경공학  
과 안전공학을 전공하고 연소 독성 분  
야 및 화재 안전 소재개발분야에서 투신  
하고 있는 조남욱 박사. 그는 준불연성  
능 유기단열재 제조 기술이 다양한 분야  
에 활용될 수 있다고 믿었다. 건축물 에  
너지성능은 물론 화재안전기준도 만족하  
기 때문에 방화문 심재로 사용할 수 있  
고, 최근 새로운 주거형태로 각광받는 모  
듈러나 이동식 주택에의 단열재로 사용

할 수 있으며, 선박에도 적용할 수 있다.  
선박에서 사용되는 무기단열재에 비해  
유기단열재가 2배 이상 가벼우므로 연비  
절감에도 기여하는 효과가 있다. 물론 기  
존 시장의 진입장벽이 높은 것은 해결해  
야 할 과제지만, 기후협약 및 정부시책의  
변화, 이에 따른 시장 규모의 급속한 성  
장은 소재사용의 일대 변혁을 예고하고  
있다. 무엇보다 신소재의 개발로 국내 화  
재 안전에 기여하여 인명 피해를 줄일 수  
있다는 점이 가장 뿌듯할 터다. 안전한  
사회를 위해 만들어진 준불연성능 유기  
단열재가 향후 우리나라 사회 곳곳에서  
발휘할 성과가 기대된다. 