화염전파성시험을 통한 폼블럭의 화재특성 연구

A Study on the Fire Characteristics of Foam Block using the Test of Spread of Flame

한봉훈* · 민세홍**

Han, Bonghoon*, and Min, Sehong**

Abstract

The main risk of combustion expansion in normal building fires is the risk of surface combustion spread of the interior finish as well as combustibles in each room. Therefore, relevant laws and regulations have set the performance test methods for flame retardants and performance standards for building interior materials. In this study, the fire characteristics of foam blocks are analyzed through the flame propagation test of building materials (KS F 2844: 2002). From the result of the test, it was observed that the foam block was ignited between 1 s and 5 s after the specimen was inserted into the test position and burned rapidly. The specimen was burned for at least 483 s and a maximum of 796 s to the end of the specimen (800_{-5}^{0} mm, width 155_{-5}^{0} mm). The maximum rate of heat release was 4.038 kW/m^2 at an average of 36 s after the start of the test. As observed from the result of the test, the foam block should be used not only in the multi-use facilities used by the unspecified majority but also in residences because of the sudden increase in the combustion in case of fire. The foam block should be included in the wallpaper of the electric appliances and also in the household goods safety management law to satisfy the safety standards of household goods.

Key words : Internal Finish Materials, Foam Block, The Expansion of Combustion, Fire Safety

요 지

일반적인 건물화재에서 연소 확대의 주 위험은 각 실의 가연물뿐만 아니라 실내 마감재의 표면연소 확산 위험이다. 이러한 이유로 건축관련 법령 및 소방관련 법령에서 건축물 내장 재료의 난연 성능시험방법 및 성능 기준 등을 정하고 있다. 본 연구에서는 최근 단열 및 미관 등의 장점을 내세워 벽지 개념으로 널리 사용하고 있는 폼블럭에 대하여 건축 재료의 화염전파시험(KS F 2844: 2002)을 통하여 화재특성을 분석 연구하였다. 시험 결과 폼블럭은 조정판 홀더를 제거하고 시험체를 시험 위치에 삽입하자 1초(s)에서 5초(s) 사이에 착화되어 급속하게 연소하였고, 시편(길이 800_{-5}^{0} mm, 나비 155_{-5}^{0} mm)의 끝까지 최소 483초(s), 최대 796초(s)에 걸쳐 연소하였다. 최대 열방출률은 시험 시작 후 평균 36초(s)에, 4.038 kW/m^2 를 나타내었다. 이러한 시험결과를 살펴보면 폼블럭은 화재시 급격한 연소 확대가 우려되므로 불특정 다수인이 이용하는 다중이용시설뿐만 아니라 주택에서도 사용을 자제하여야 하며, 폼블럭을 전기용품 및 생활용품 안전관리법상의 벽지에 포함시켜 「공급자적합성확인대상 생활용품」의 안전기준을 충족할 수 있도록 규제하여야 하겠다.

핵심용어 : 내장재료, 폼블럭, 연소 확대, 화재안전

1. 서 론

요즘 사회는 대규모 건축물의 증가와 함께 많은 사람들이

거주하는 건물들이 늘어나면서 실제 화재시 급속한 화재 확대로 인해 많은 인명 손실을 가져오는 경우를 자주 볼 수 있다. 일반적인 건물 화재에서 연소 확대의 주 위험은

*정회원, 가천대학교 일반대학원 설비·소방공학과 박사과정(E-mail: rnwh@gg.go.kr)

Member, Ph.D. Candidate, Department of Building Equipment System & Fire Engineering, Gachon University

**교신저자, 정회원, 가천대학교 설비·소방공학과 교수(Tel: +82-31-750-5714, Fax: +82-31-750-5717, E-mail: shmin@gachon.ac.kr)

Corresponding Author, Member, Professor, Department of Building Equipment System & Fire Engineering, Gachon University

실내 마감재의 표면 연소 확산 위험으로써 초기에는 연소 확산이 서서히 이루어지나, 실내 온도가 고온의 복사열로 되었을 경우 급속히 표면 연소 확산이 이루어지며, 특히 실내의 각 실로 통하는 복도, 피난 통로의 내장재가 가연성인 경우 고온의 복사열로 인해 작은 불꽃에 의해서도 쉽게 연소 확산이 일어나 순식간에 건물 전체로 화재가 확대된다는 것이 많은 연구를 통해 알려져 왔다.

더욱이 실내 마감의 고급화 추세에 따른 미관 등을 고려한 천연 재료 또는 합성재, 유·무기 혼합재 등의 신소재를 이용한 다양한 복합 재료가 사용되고 있다. 이러한 재료들은 미관이나 내구성 등 많은 장점을 지니고 있으나 다수가 가연성 재료를 포함한 것으로서 작은 불꽃이나 복사열에 쉽게 착화 및 연소 확산되어 큰 화재를 일으킬 수 있다(KS F 2844, 2002).

이러한 연유로 건축법 제52조, 동 시행령 제61조에서는 단독주택·공동주택, 근린생활시설 중 공연장·종교집회장, 학원·독서실 및 다중생활시설의 용도로 쓰는 건축물 또한 문화 및 집회시설, 판매시설, 노유자시설, 학원 등 다중이용업 용도로 쓰는 건축물 등에 대해서는 건축물의 벽·반자 등 내부의 마감 재료는 방화에 지장이 없는 재료로 하도록 되어 있으며, 건축물의 마감 재료의 난연 성능 및 화재확산 방지 구조(국토교통부 고시 제2015-744호, 2015. 10. 13)에서는 건축물의 화재발생시 재료에서의 유독가스 발생 및 화재 확산 등을 방지하여 인명 및 재산을 보호하기 위한 마감 재료의 난연 성능 시험방법 및 성능기준, 화재 확산 방지구조 기준을 정하고 있다.

그러나 최근에는 경제적이며 고급스러운 인테리어를 연출할 수 있고 공사원이 절감과 공사기간의 단축이 장점이며 또한 완충 및 방음, 여름과 겨울철 단열효과 및 결로현상 억제가 가능하다는 이유로 DIY (Do It Yourself) 용품 중 벽지 대용으로 사용하고 있는 시트지 및 폼블럭을 많이 사용하고 있다. 그 중 폼블럭은 ‘폴리에틸렌’ 가연성 합성수지로 화재에 취약하지만 이에 대한 규제가 없어 건축물 실내 마감재로 널리 이용하고 있는 실정이며, 벽지의 안전기준인 공급자 적합성 확인 대상 생활용품의 안전기준 부속서 43 (벽지 및 종이 장판지)에도 적용되지 않아 기본적인 안전기준이 없는 상태이다(Korea Consumer Agency, 2016),

이에 본 연구에서는 시중에 판매되고 있는 폼블럭 중 일반적인 폼블럭(Sample A)과 난연 성능이 있다고 홍보하며 판매하고 있는 난연 폼블럭(Sample B)을 선정하여 선박, 기차 등의 수직 부재의 내장재료에 대한 화재성능 평가방법으로 활용(Michael Försth, 2009)되고 있는 ISO 5658-2: 1998 Reaction to fire tests - Spread of flame-Part2: Lateral spread on building products in vertical configuration을 기초로 작성한 한국 산업 표준인 건축 재료의 화염전파 시험 방법(KS F 2844)에 의한 시험을 통해 일반주택, 사무실, 심지어 다중이용업소 등에 실내 마감재로 사용하고 있는 폼블럭의 연소

성을 분석하여 그 화재특성 및 실내 마감재료의 적합성에 대해 연구하고자 한다.

2. 실내 마감재료 안전기준 검토

건축물의 의장(意匠)재는 구조체를 보호하고 건물의 각 부 성능과 기능에 적합하도록 장식하는 재료로서, 내장재와 외장재로 분류되며, 또 바닥재·천장재·마감재 등으로 분류하기도 한다. 마감재는 건물 내외부의 바탕의 피복과 함께 단열성·방수성·흡음성 등을 고려한 미적 감각을 나타내며, 물리적·화학적으로 적합한 재료를 사용하여야 한다.

최근에 와서 마감 재료로서 많이 사용되는 것은 합성수지 제품으로서, 특히 내장재로 사용되고 있다. 이는 강도·비중·가공성·내구성 등 물리적인 성질이 우수하나 화재시에 화재 확산 속도가 빠르고 또한 인체에 해로운 유독가스를 발생시켜 문제가 되기도 한다.

2.1 벽지의 정의

벽지란 종이제, 섬유제, 플라스틱제 및 금속박제 등을 실내의 벽·천정 등에 접착제로 붙이는 것을 말하며, 제품의 한쪽 면에 접착제가 도포된 합성수지 재질의 점착 시트(인테리어 필름)를 포함한다.

2.2 관련 법령

2.2.1 전기용품 및 생활용품 안전 관리법

‘벽지’는 「전기용품 및 생활용품 안전 관리법」(약칭 ‘전기 생활용품안전법’),상 ‘공급자 적합성 확인 대상 생활용품’으로 지정된 관련 안전 및 표시 기준에 따라 관리되며, 전기용품 및 생활용품 안전 관리법 제2조 제12호 제나호에서 ‘공급자 적합성 확인 대상 생활용품’이란 소비자가 취급·사용·운반 등을 하는 과정에서 사고가 발생하거나 위해를 입을 가능성이 있거나 소비자가 성분·성능·규격 등을 구별하기 곤란한 생활용품으로서 제조업자 또는 수입업자가 직접 또는 제3자에게 의뢰하여 실시하는 제품시험을 통하여 그 위해를 방지할 수 있다고 산업통상자원부령으로 정하는 것을 말한다. 라고 규정되어 있으며, 전기용품 및 생활용품 안전 관리법 시행규칙 제3조 제6항 관련[별표5] 공급자 적합성 확인 대상 생활용품 중 <생활> 분야에 벽지 및 종이장판지(인테리어 필름을 포함한다)를 명시하고 있다.

또한 「공급자 적합성 확인 대상 생활용품의 안전기준」 제2조 제2항 제43호 부속서 43 (벽지 및 종이장판지)에서는 폼알데하이드 방출량 등 환경안전기준과 함께 잔염시간 3초 이내·잔진시간 5초 이내·탄화면적 30 cm² 이내·탄화 길이 20 cm 이내·점염횟수 3회 이상 등 소방법상의 방염기준과 동일한 난연성 항목의 안전기준을 명시하고 있다.

2.2.2 건축법 및 소방법령

건축법에서는 사용용도와 바닥면적의 규모, 건축물의 벽, 반자, 지붕 등 위치에 따른 내부의 마감 재료는 방화에 지장이 없는 재료를 사용하게 하고 있고, 화재예방, 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률에서는 사용용도와 규모, 실내 장식물 및 방염대상물품의 설치에 따른 마감 재료의 적용을 규정하고 있다. 또한 다중이용업소의 안전관리에 관한 특별법에서는 영업의 종류와 바닥면적의 규모 및 수용인원수, 실내장식물(종이류, 합성수지류 또는 섬유류를 주원료로 한 물품 등)의 설치에 따른 마감 재료의 적용을 규정하고 있다(Cho and Kim, 2013).

2.2.3 국내외 실내마감재료 비교

우리나라와 일본의 경우는 매우 유사한데 다중이용업소에서의 실내장식물의 사용재료는 원칙적으로 불연재료와 준불연재료만을 사용하게 하고 있으나, 우리나라의 경우 다중이용업소의 안전관리에 관한 특별법에서는 합판 또는 목재로서 실내장식물을 설치하는 경우에는 해당 영업장의 천장과 벽을 합한 면적의 3/10(스프링클러 설치 시 5/10) 이하의 범위 내에서 방염처리한 합판 또는 목재의 사용을 가능하게 완화하여 규정하고 있으나, 일본의 경우 소방청에서 작성된 화재예방조례준칙에 근거하여 장식용 물품의 방염규제가 조례화되어 있다

미국의 경우 IFC(International Fire Code)에서 실내장식물에 대하여 규제하고 있는 사항으로는 포장가구류, 매트리스, 실내장식재료, 비닐벽지, 폼 플라스틱 등이 있으며, 영국의 내부마감재료 사용규제는 표면화염확대(The spread of flame over the internal linings of building)을 규제하는 방법으로 낮은 화염확산 성능을 가진 재료를 사용하도록 한다. 경우에 따라 방출발열량이 낮은 재료의 사용을 의무화 하여 건축물에서 많이 사용하고 있는 섬유성 직물류의 재료가 화재의 확산을 못하도록 규정하고 있다 영국의 주요재료 방화 등급으로 불연재 또는 준불연재, 콘크리트, 석재, 벽돌, 알루미늄, 시멘트, 모르타르, 회, 복합재(플라스터 보드 0.5mm 이하 PVC도장 및 후면 가공성 보온 단열재로 규정하고 있다(Cho and Kim, 2013). 국내외 실내마감재에 대한 비교분석하면 Table 1과 같다.

3. 품블력의 화염전파성시험

시험재료는 대형마트, 소셜-커머스, 인터넷 몰 등에서 판매되는 제품 중 일반 품블력(Sample A)1종과 난연 품블력(Sample B)1종을 선정하였다.

3.1 시험체의 개수 및 크기

시험체의 개수는 일반 품블력과 난연 품블력 각각 3개씩 3반복으로 시험체를 시험하였다. 시험체의 크기는 건축 재료의 화염전파 시험 방법(KS F 2844)에 따라 길이 800⁰/₅ mm, 나비 155⁰/₅ mm로 하였다.

3.2 시험장치

본 시험은 한국건설생활환경시험연구원의 전용실에서 ISO 5658-2: 1998 Reaction to fire tests - Spread of flame - Part2: Lateral spread on building products in vertical configuration을 기초로 작성한 한국 산업 표준인 건축 재료의 화염전파 시험 방법(KS F 2844)에 의해 시험하였다.

화염전파시험기는 원래 선박용 격벽, 반자, 갑판, 바닥의 마감재에 대해 화재시험을 시험기로써 일정한 가열세기의 복사열류량에 재료를 노출시켰을 때 발생하는 연소현상을 착화열, 연소지속열, 소화시의 임계복사열류량, 방출열 등으로 측정하여 재료의 표면가연 성능을 지연성(Low flame spread)의 적합여부를 판정하는 시험기이다(Lee, 1997).

화염전파 시험기는 Fig. 1과 같이 방열판(복사패널)을 시편과 경사지도록 설치함으로써 시편의 위치에 따라 다른 복사열(55 kW/m²~1.5 kW/m²)을 받는 조건에서 시험하도록 개발되었으며 복사패널, 시편 지지용 flame-work, 불꽃점화장치, 컴퓨터 등으로 구성되어 있다(Lee et al., 2005; Park et al., 2006).

3.3 시험절차

장비를 설정한 후 채취한 시료를 시험체에 설치하여, 착화 시간, 화염전파 거리, 최종 소화 및 시험체 연소시의 방출열을 표시하는 굴뚝 열전대 신호값을 측정하는 절차를 포함한다.

Table 1. Comparison of Indoor Finishing Materials

Sortation	Korea	the United States	United Kingdom	Japan
Act	multiplex-use Act	No regulation	No regulation	No regulation
Material	Nonflammable material, Quasi-flammable material, resistance to flame material, flame retardance material.	1 hour Fire Resistance Performance. Package-packed, Mattress, Interior ecoration materials, Vinyl wallpaper, Form, Plastic	Nonflammable material, Quasi-flammable material, Concrete,Stone, Brick, Blocks Ceramic tiles, Aluminium, Glass, Cement, Mortar, Limestone	Quasi-flammable material, resistance to flame material, flame retardance material

Fig. 1. Fire Wave Test Equipment Configuration Diagram

복사 패널의 열로부터 떨어진 냉각된 시험체 홀더 속에 삽입하기 전에 알루미늄 포일로 싸고, 시험체 홀더 속에 삽입할 때 각 시험체는 불연성 판을 뒷면에 대어 플렌지로 누른다. 시험체 홀더 내의 조정판은 복사 패널과 대면하는 위치로 설치하고 설비의 배기가스 시설을 작동시킨다. 복사패널과 굴뚝 신호값이 평형을 유지되면, 파일럿 불꽃을 점화하여 연료의 유량으로 불꽃 길이를 조절하고서 신호값을 관찰하여 굴뚝 신호값이 연속적으로 안정되는가를 확인한다. 신호값이 안정값에 도달한 후 조정판 홀더를 제거하고, 10초(s) 이내에 시험체를 시험 위치에 삽입하고 즉시 시계와 크로노그래프 양쪽 모두를 작동시킨다.

시험체의 길이 방향 중앙선과 철자의 중첩하는 2개의 편이 교차하는 각 지점에 화염 선단이 도착하는 시간을 기록한다. 이 시간은 크로노그래프 도표상의 측정값과 시계의 관측값 양쪽 모두에 의해 수동으로 기록한다. 가능한 불꽃 선단이 시험체의 각 50 mm 지점에 도달하는 것이

기록되어야 한다. 불꽃 연소의 진행이 종결되는 시험체의 위치 및 시간을 기록한다. 굴뚝 열전대의 출력 신호값을 기록하는 밀리볼트(mV) 기록계를 시험 기간 동안 및 시험 종료시까지 작동시켜 기록한다(KS F 2844, 2002).

4. 시험결과 및 고찰

4.1 착화 시간(s) 및 연소 길이(mm)

착화시간은 화염전파성 시험기의 조정판 홀더를 제거하고 시험체를 시험 위치에 삽입하자 Table 2와 같이 일반 폼블럭은 1~2초(s) 사이, 난연 폼블럭은 3~5초(s) 사이 격렬하게 착화되기 시작하였다. Fig 2 및 3에는 시간경과별 연소속도를 나타내었으며 연소 길이는 시편의 길이 800 mm까지 모두 연소되었다.

이와 같은 결과로 보면 일반 폼블럭 및 난연 폼블럭 모두 벽체 전체에 설치되어 있는 구조라면 불과 수 초(s) 이내에 실내 공간 전체로 연소가 진행될 수 있다.

Table 2. Time to Ignition (s)

general Foam block (Sample A)			fire retardant Foam block (Sample B)		
A-1	A-2	A-3	B-1	B-2	B-3
2	1	2	4	3	5

The Preparation of an experiment

The beginning of an experiment

The middle of an experiment

The end of an experiment

Fig. 2. Flame Propagation Test Process

콘칼로리미터의 경우 콘히터에 설정된 복사열이 시험이 종료될 시점까지 일정하게 종료되지만, 화염전과 시험기의 경우 화염이 진행되면서 시편이 받고 있는 복사열이 감소하므로(Lee et al., 2005), 시편별로 다소 차이는 있지만 일반 폼블럭 및 난연폼블럭 모두 시험 시작과 동시에 화염전과 속도가 빠르다가 서서히 감소하는 Fig. 3과 같은 결과가 나타난 것으로 판단된다.

4.2 시험시간(s)

일반 폼블럭과 난연 폼블럭 시험 시간은 Table 3과 같다. 800×150×8(단위: mm) 크기의 일반 폼블럭 시편과 800×149×8.1(단위: mm) 크기의 난연 폼블럭 시편이 모두 연소할 때까지의 시간이 평균 631.3초(s)와 732초(s)로 나타나 서로 100초(s) 가량 차이를 보이고 있다. 이는 난연 폼블럭이 난연에 미미한 효과가 있는 난연PE폼을 가미하였음을 예측할 수 있으나, 이것이 건축법상에서 난연 조건을 충족하였다고는 볼 수 없다(Han et al., 2017).

4.3 연소 지속열과 평균 연소 지속열(Qsb, MJ/m²)

시험체의 최초 노출로부터 불꽃 선단이 각 지점에 도달할 때까지의 시간과 그와 동일한 지점에서 불연성 고정판에

대응하여 투시된 복사 열류량을 곱한 값으로서, 작을수록 그만큼 작은 복사열원에도 연소를 지속한다는 의미이며 따라서 값이 클수록 난연성이 크다고 할 수 있다(Choi et al., 2014). 연소 지속열에 의해 각기 다른 위치한 특성값의 평균으로 처음 150 mm 지점에서 최종 지점 또는 400 mm 지점 사이까지 50 mm 간격으로 연속된 지점 특성값 중 더 낮은 값을 평균지속열이라 하는데 시험 결과는 Table 4와 같다.

시험 결과에서 보듯 일반 폼블럭, 난연 폼블럭 모두 시편의 연소에는 작은 열량으로도 연소가 지속될 수 있음을 알 수 있다. 일반 폼블럭의 3개 시편의 평균 연소 지속열은 0.253 MJ/m²이며, 난연 폼블럭의 3개 시편 평균 연소 지속열은 0.295 MJ/m²로 큰 차이를 보이지 않고 있으며, 이는 폼블럭 자체가 열에 매우 취약함을 의미하는 것으로 판단한다.

4.4 전체 방출열(MJ) 및 최고 열방출률(kW/m²)

총 방출열량은 시험시간 중 측정된 열방출률을 시간에 따라 적분한 값으로서 화염이 꺼지지 않고 오랜 시간 지속될수록 값이 크게 나타나므로 상대적으로 난연성이 떨어진다고 판단된다(Choi et al., 2014). 시험기간 동안의 전체 방출열은 Table 5와 같다.

Fig. 3. Combustion Rate Over Time

Table 3. Flame-spread Time

general Foam block (Sample A)				fire retardant Foam block (Sample B)			
A-1	A-2	A-3	mean	B-1	B-2	B-3	mean
629	782	483	631.3	796	678	722	732

Table 4. Average Combustion Rate Heat (Qsb, MJ/m²)

general Foam block (Sample A)			fire retardant Foam block (Sample B)		
A-1	A-2	A-3	B-1	B-2	B-3
0.283	0.223	0.253	0.274	0.269	0.342

Table 5. Total Heat Release

general Foam block (Sample A)			fire retardant Foam block (Sample B)		
A-1	A-2	A-3	B-1	B-2	B-3
1.4	1.4	1.1	1.7	1.5	1.7

일반 폼블럭의 시편 3개중에서 최대 4.038 kW/m², 최소 3.800 kW/m²의 최대 열방출률을 나타냈으며, 시험 시작 후 평균 36초(s)에 최고 열방출률을 나타냈으며 난연 폼블럭은 최대 3.977 kW/m², 최소 3.481 kW/m²을 나타냈고 시험 시작 후 평균 47초(s)에서 최고 열방출률을 나타낸 것으로 보아 폼블럭은 1분(m) 이내에 최고 방출률을 나타낼 수 있다.

시험 기간 동안의 열 방출의 최대값은 Table 6과 Fig. 4와 같다.

4.5 소화시 임계 열류량(CFE, kW/m²)

연소하는 시험체의 중심선상에서 가장 멀리까지 화염이 전파되어 정지한 위치에서의 열류량을 소화시 임계 열류량이라 하는데 시험 데이터 값은 Table 7과 같다. 임계열류량은 표면에서 화염전파가 진행을 멈추고 화염이 꺼진 지점의 입사 열류량으로서, 결과값이 클수록 화염이 멀리까지 전파

되지 못하고 소멸하였음을 의미하며, 값이 클수록 난연성이 높다고 할 수 있으나(Choi et al., 2014), 본 시험에서는 시편의 마지막까지 계속 연소가 진행되었으므로 소화시 임계 열류량 분석은 의미가 없는 것으로 판단되었다.

4.6 화염전파성시험(IMO. 2010 FRT code Part 5)의 성능기준 비교

IMO. 2010 FRT code Part 5는 한국화재보험협회의 방재 시험연구원에서 화염전파성시험을 실시하는 성능기준으로 선박(배)의 격벽, 전장·벽체 등 및 갑판마감재, 1차 갑판 피복재에 대해서 제품이 화재확산이 느린 특성을 가지는 표면을 가질 것이 요구될 경우에 시험하는 것으로, 그 성능기준 및 시편의 측정값은 Table 8과 같다.

화재로부터 안전이 중요한 건축물 및 선박의 구조재 및 내장재에 대해서는 각 재료가 화재 시 어떠한 거동을 보이는 지 평가하기 위한 다양한 화재시험 방법이 개발되어 왔으며

Table 6. Peak Heat Release Rate

general Foam block (Sample A)						fire retardant Foam block (Sample B)					
A-1		A-2		A-3		B-1		B-2		B-3	
time	Peak	time	Peak	time	Peak	time	Peak	time	Peak	time	Peak
33	4.038	27	3.800	49	3.812	37	3.586	44	3.481	59	3.877

Fig. 4. Peak of Heat Release Rate for Samples A, B**Table 7.** Critical Flax at Extinguishment from Flame Spread Test (CFE, kW/m²)

general Foam block (Sample A)			fire retardant Foam block (Sample B)		
Sample A-1	Sample A-2	Sample A-3	Sample B-1	Sample B-2	Sample B-3
1.61	1.61	1.61	0.82	1.61	1.61

Table 8. Comparison with the Performance Criteria of the Flame Propagation Test (IMO.2010FRT code Part 5)

Specimen	Av. combustion rate heat Qsb(MJ/m ²)	Critical flax at extinguishment (CFE, kW/m ²)	Total heat release Qt(MJ)	Peak of Heat release rate Qp(kW/m ²)	Flame-flash melting
Ceiling wall material finishing	≥ 1.5	≥ 20	≤ 0.7	≤ 4.0	Not allowed
Sample A-1	0.283	1.61	1.4	4.038	Flame drops as it melts
Sample A-2	0.223	1.61	1.4	3.800	
Sample A-3	0.253	1.61	1.1	3.815	
Sample B-1	0.274	0.82	1.7	3.586	
Sample B-2	0.269	1.61	1.5	3.481	
Sample B-3	0.342	1.61	1.7	3.877	

국제표준(ISO) 등으로 제정되어 있다. 우리나라 건축법에서는 재료의 화재안전성 등급을 불연재료, 준불연재료, 난연재료의 3가지로 구분하고 있으며, KS F ISO 1182, KS F ISO 5660-1 및 KS F 2271 표준에 기술된 화재시험 방법이 사용된다. 한편, 선박 내장재에 대해서는 국제해사기구(IMO)의 인명안전협약(SOLAS)에 따라 화염전파가 느린 특성이 요구되는 재료에 대해서 화염전파성시험 결과가 일정 수준 이상일 것을 요구하고 있다(Choi et al., 2014).

선박의 격벽, 전장·벽체시험 성능기준과 일반 건축물에 사용되고 있는 실내마감재의 비교 의미가 없을 수 있으나 화재안전성 향상을 위한 화염전파 시험의 의미에서 Table 8과 같이 비교하여 보았다. 평균연소지속열, 소하시 임계열류량, 방출총열량은 성능기준에 모두 미달되었으며, 최고 열방출율은 Sample A-1을 제외하고는 성능기준을 충족하였다. 또한 불꽃 낙하도 성능기준에서는 허용이 되지 않으나, 이번 폼블럭의 화염전파성시험에서는 불꽃 낙하가 있음이 확인되었다.

5. 결 론

소비자들이 대형마트, 소셜 커머스, 인터넷 몰 등에서 손쉽게 구매할 수 있으며, 또한 전문가의 손을 빌리지 않고 직접 시공하기 편리하며, 단열 등 여러 장점이 있다는 이유로 DIY(Do It Yourself) 인테리어가 유행하면서 벽지 개념으로 사용하고 있는 폴리에틸렌 가연성 합성수지 단열벽지인 일반 폼블럭과 제조·판매업체에서 난연성이 있다고 주장하고 있는 난연 폼블럭의 화염전파성시험 결과, 다음과 같은 화재 특성과 결론을 얻었다.

- (1) 불꽃을 댄 후 일반 폼블럭은 1초(s)에서 2초(s) 사이 급격하게 연소 시작하였고, 반면에 난연 폼블럭은 일반 폼블럭보다 상대적으로 늦은 3초(s)에서 5초(s) 사이 착화되었다. 이는 난연 폼블럭에 연소를 잠시 지연시키는 일부 성질(난연 PE 폼)이 가미되었음을 의미하지만,

건축물의 실내마감재로 사용하면 화재시 직접 화염에 접했을 때뿐만 아니라 복사열에 의해서도 급격한 연소 확대 우려된다.

- (2) 일반 폼블럭과 난연 폼블럭 모두 초기 착화되어 일정구간에서는 급격한 연소현상을 보이나 차차 연소속도가 줄어들지만 시편의 마지막 800 mm 지점까지 연소하였다. 벽체 등에 부착하는 폼블럭이 직접적인 화재유발인자는 아니더라도 화재 발생시 연소를 가속화 시키고 확대시킬 수 있음을 확인하였다.
- (3) 따라서 모든 폼블럭은 전기용품 및 생활용품 안전관리법에서 규정하는 「공급자적합성확인대상 생활용품」 중 벽지에 포함시켜 국가 공인기관에서 건축 관련법령에서 규정한 난연성을 인증받고 제조·판매될 수 있도록 규제를 하여야 한다.
- (4) 또한 폼블럭 중간에 난연PE폼을 첨가했다고 하여 폼블럭 전체가 난연폼블럭이라는 표현은 잘못된 것이므로 폼블럭 제품의 기준을 정립하고 판매시 소비자에게 혼란을 주는 ‘난연폼블럭’이라는 표현을 규제하여야 하며, 현재 폼블럭이 무분별하게 인테리어 개념으로 널리 사용되고 있으므로 소비자들에게 화재위험성을 적극적으로 홍보하여야 한다.

감사의 글

본 연구는 국토교통부 도시건축연구사업의 연구지원비(과제번호 18AUDP-B100356-04)에 의해 수행되었습니다.

References

- Cho, S.O, and Kim, Y.S. (2013). A study on the interior finishing materials and evacuation installation code improvement at multiple-used businesses. *Design Convergence Study*, Vol. 12, No. 6, pp. 141-157.
- Choi, J.M., Um, H.C., and Jin, Y.H. (2014). Comparison

- on the fire performance of additional insulation materials for improving the fire retardancy in engine-room of FRP vessel. *Journal of the Korea Society of Marine Engineering*, Vol. 38, No. 9, pp. 1150-1155.
- Han, B.H., Seo, D.H., Kwon, Y.H., and Min, S.H. (2017). A study on the fire characterization of foam block using cone-calorimeter and FTIR. *Fire Sci. Eng.*, Vol. 31, No. 6, pp. 23-32.
- Korea Consumer Agency. (2016). *DIY Wallpad Safety Survey*. KS F 2844. (2002). *Test method for flame spread of building products*. Korean Standards Association.
- Lee, D.H., Jung, W.S., Lee, C.K., Cho, H.K., and Lee, D.W. (2005). Comparison of the heat release rate between the results of cone-calorimeter and flame spread tester. *Proceedings of 2005 Autumn Conference*, The Korean Society of Railway, pp. 21-26.
- Lee, D.J. (1997). IMO Lift Spread of Flame Apparatus. *Fire Protection Technology*, Korean Fire Protection Association, No. 22, pp. 51-53.
- Försth, M. (2009). *A comparative study of test methods for assessment of fire safety performance of bus interior materials*. Fire Technology SP Arbetsrapport 2009:23, SP Technical Research Institute of Sweden.
- Park, J.Y., Jung, W.S., Kwon, S.T., Lee, D.H., and Cho, H.K. (2006). A comparative study on the interior materials of the railroad vehicles by the test of Oxygen Index and Fire Spread. *Proceedings of 2005 Autumn Conference*, The Korean Society of Railway, pp. 23-28.

Received	July 10, 2018
Revised	July 16, 2018
Accepted	July 24, 2018