



화재용 긴급대피마스크의 문제점 분석과 성능에 대한 실험적 연구

모철민·김영수·김범규·박용환*
호서대학교 소방방재학과

An Experimental Evaluation on the Performance of the Fire Escape Masks

Mo, Chul-min · Kim, Young-Soo · Kim, Bum-Kyu · Park, Yong-Hwan*
Hoseo University

요 약

화재 시에는 발생 유독가스와 연기로 인하여 많은 인명 피해가 날 수 있으며, 따라서 주요 건물이나 시설에는 국민의 생명을 보호하기 위한 화재용 긴급대피마스크를 갖추도록 권고하고 있다. 하지만 그 성능에 대한 의혹이 꾸준히 제기되고 있어, 1)사용자인 국민으로서는 늘 불안한 심정이다. 이에 본 연구에서는 현재 국내 시판되고 있는 화재용 긴급대피마스크 5종에 대하여 KS 주요 시험항목에 의거하여 성능시험을 실시하고, 문제점을 진단하였다. 실험 결과, 일부 제품에서는 성능기준에 미치지 못하는 경우가 발생하였으며, 이는 화재 시 국민의 안전을 크게 위협하는 중차대한 사안이므로, 시급히 부적격 제품의 판매를 제한하고 성능기준에 맞는 제품만이 판매될 수 있도록 법적인 보완이 이루어져야 하는 것으로 나타났다.

1.서론

현대사회는 주거시설이나, 근린 생활 시설 등 사람의 유동이 많고 상주하는 곳에서 경제적 여건이 향상됨에 따라 공간내의 생활편의를 위한 물건이 증가해 결과적으로 화재 시 가연물의 양이 증가하였고, 또한 인테리어 내장재의 재질이 천연소재가 아닌 합성물질로써, 화재 시 일산화탄소(CO), 시안화수소(HCN), 그 밖에 염소(Cl₂), 염화수소(HCl), 포스겐(COCl₂), 이산화탄소(CO₂)등 유독가스 및 유기화합물이 연기 속에 포함된 인체에 치명적인 독성가스가 발생되어 더 큰 악영향을 미치게 된다. 이에 따라 현재 화재 시 발생하는 유독가스에 의한 질식사고를 예방하기 위한 방법으로 가연물의 불연화 및 난연화를 그 해결방법으로 적용하여 이를 저감시키려고 노력해 오고 있으나 아직 그에 대한 성능이 검증되지 않아 신뢰성이 결여된 실정이다. 이에 본 연구에서는 화재 시 발생하는 유독가스로 인한 인명피해 방지효과 및 피난성능 향상의 수단으로 권장되고 있는 화재용 긴급대피마스크에 대한 주요 성능시험 항목을 선정하여 시험방법에 준하여 각 성능시험을 실시후 이

1) * 호서대학교 소방방재학과 교수 E-mail : yhpark@hoseo.edu

를 고찰하였다.

2. 시험방법

KS M 6766(긴급대피용 마스크-화재용)의 성능시험 항목은 11가지로 나누어진다. 본 논문에서는 이 중 4가지 주요 시험항목을 선정해서 시험하였으며, 시험편은 시중에서 판매되고 있는 화재용 긴급대피 마스크 5종 샘플을 선정하여 시험에 적용하였다.

표 1. 샘플 기본 정보

구분	제품 A	제품 B	제품 C	제품D	제품E	
형태	두건형 및 전면형	두건형 및 전면형	두건형 및 전면형	두건형 및 전면형	두건형 및 전면형	
정화 통	수량	2개	2개	1개	1개	1개
	용도	화재용 /화생방용	화재용 /화생방용	화재용	화재용 /화생방용	화재용
	방식	나사식	나사식	직결 고정식	나사식	직결 고정식
두건재질	우레탄	부틸고무 도포직물	Aluminized 내열원단	우레탄	난연성 투명 비닐	
두건렌즈	폴리카보네 이트(PC)	폴리카보네 이트(PC)	폴리카보네 이트(PC)	폴리카보네 이트(PC)	투명 비닐	
조절끈	면	합성섬유 소폭직물	난연성 면	합성섬유	합성섬유	

2.1 CO가스 성능시험 및 입자 여과제 침투시험

화재용 긴급대피마스크의 CO 성능 시험의 경우 여과제를 습도 20.7 g/m^3 시험환경 온도 $25 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$, 배기된 공기의 온도 $37 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$, 배기된 공기의 습도 95 ~ 100 %에서 통과한 일산화탄소는 파괴 시간에 도달할 때까지 어떠한 5분의 시간 간격에서도 시간 값 중 평균 값이 200 ppm을 초과해서는 안 되며, 이 때 모든 작용제의 파괴 시간은 15분 이상이어야 한다. 단, 시험은 총 10회에 걸쳐 수행하였으며 도출된 수치에 대한 평균값을 산출하였다.



그림 1. CO 성능시험장치



그림 2. 입자 여과제 침투시험 장치

입자 여과제 침투 시험은 1 % 염화나트륨 용액을 만든 후 자동 필터 검사 장치를 이용하여 염화나트륨 에어로졸을 발생시킨 후 95 L/min의 유량으로 농도 $8 \pm 4 \text{ mg/m}^3$ 로 정

화통에 30초 동안 통과 시켰을 때 최대 침투력이 6 % 이하이거나 포집효율이 94 % 이상이어야 한다. 포집효율은 식(1)에 따른 계산을 통해 산출하였다. (단, C_1 은 여과재 통과 전 시약 농도, C_2 는 여과재 통과 후 시약 농도, $P(\%)$ 는 여과재의 포집 효율임.)

$$P(\%) = \frac{C_1 - C_2}{C_1} \times 100 \quad (1)$$

2.2 난연성시험 및 가연성시험

난연성시험은 350 mm×100 mm의 크기로 잘려진 시험편을 그림 3. 에 보이는 시험장치 내에 있는 U자형 시험 체 받침틀에 고정시켜 시행한다. 버너 끝에서 38 mm 떨어진 곳의 온도가 850±50 ℃가 되도록 버너의 불꽃을 조절한 뒤 버너 선단에서 시험편과의 거리가 19 mm가 되도록 조절한다. 이 상태로 15초간 불꽃에 노출 시켜 연소 범위를 측정된 후 연소속도가 25 mm/min 이하이어야 하며, 연소속도(mm/min)로 산출 된다.

가연성 시험의 경우 마스크의 표면과 버너 끝 사이의 거리를 250 mm로 조정된 뒤 가연성 시험장치 내의 불꽃 온도가 약 800 ± 50 ℃로 맞춘 상태에서 6 ± 0.5 cm/초의 속도로 시험편을 통과 시켰을 때 두건과 노출된 부품의 연소 지속여부를 확인하여 화열로 인한 안면부 화상 피해 가능성을 평가한다.



그림 3. 난연성 시험 장치

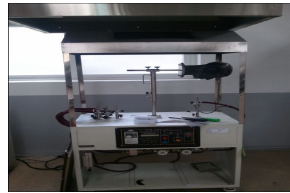


그림 4. 가연성 시험장치

3. 시험 결과

3.1 CO 성능시험 및 입자 여과재 침투시험 결과

KS 표준에 만족하기 위해서는 모든 작용제의 파괴농도가 15분 이상이 되어야 한다. 정 화통 2개를 사용 시의 시험결과, 제품 A는 47.5초, 제품 B는 2분 55초, D는 4분 18초, E 는 5분11초의 평균값을 나타냈다. 이는 KS 표준에 크게 못 미치는 부적합 판정결과로써, 화재용으로 사용하기에는 다소 어려울 것으로 평가되었다. 그러나 제품 C의 경우 30분 50 초의 기준치 초과 값을 보여 화재용으로 적합한 것으로 나타났다.

여과재 침투 시험 결과 제품 A의 경우 여과재 통과 전 시약농도를 100 만큼 침투 시 정 화통을 통과한 시약의 농도는 0.48으로 나타났으며, 계산에 따라 포집효율은 93.97 %로 산출되어 기준농도이하의 결과 값이 나왔다. 제품 B와 C, D의 경우 여과재 통과 후의 시 약농도는 제품 B는 0.04, 제품 C는 0.01, 제품 D는 0.01로 포집효율이 각각 99.47 %, 99.8 %, 99.95 %로 기준농도이상의 결과 값이 나왔다. 제품 B와 C, D는 최대 침투력 6% 이하 이며 포집효율이 94%이상으로 기준에 적합한 반면 제품 A, E는 성능시험 기준에 미달되

어 부적합 판정결과를 보였다.

3.2 난연성 및 가연성 시험결과

난연성 시험결과 A 제품은 약 36 mm 정도 녹아 들어갔고, B 제품은 불꽃을 가했을 때 불꽃주변에만 타다가 주변으로 불이 번지지 않고 약 29 mm 정도 탄화되었다. C 제품의 경우 약 15 mm 가량의 그을음이 생길 뿐 타들어 가지 않았으며 E 제품도 소실길이가 약 20 mm정도 다소 작게 나타났으며 그을음 흔적이 좁았다. 이에 따라 A, B, C, E의 경우 난연성 적합판정을 보였다. 그러나 D 제품은 그을음의 흔적 넓고 소실된 길이가 약 130 mm, 연소속도는 92 mm/min으로 나타나 기준 25 mm/min이하 보다 초과 하는 결과를 얻어 D 제품은 난연성 시험에 불합격으로 판단되었다.

가연성 시험결과 A, B의 제품에서 화염에 의한 안면부 두건의 수축 및 찢김 현상이 발생하였으며 조절 끈 또한 끊어진 것이 확인되었다. 제품 D의 경우 두건이 심하게 수축되고 두건 곳곳에 구멍이 발생하였다. 제품E의 경우 마스크 두건 부분이 비닐소재로 되어 있어 화염에 접촉하는 순간 형체를 식별할 수 없을 정도로 심하게 수축되고, 두건 곳곳에 큰 구멍들이 발생하였다. 반면, 제품 C는 큰 변형이 없었으며 화염에 의해 화재용 긴급대피 마스크의 착용자를 보호할 수 있을 것으로 분석된다.

4. 결론 및 고찰

화재용으로 판매가 되고 있는 긴급대피마스크에 대해 KS규격에 맞춰 주요 성능 4 가지에 대해 시험해본 결과 표 2 에서 본 바와 같이 모두 만족 하고 있는 제품은 단 1 가지 뿐 이었으며 나머지 제품들은 화재용 긴급대피마스크로써 부적합 한 것으로 나타났다.

표 2. 제품별 주요 성능기준 적합 여부

구분	제품 A	제품 B	제품 C	제품 D	제품 E
CO 성능 시험	부적합	부적합	적합	부적합	부적합
난연성 시험	적합	적합	적합	부적합	적합
가연성 시험	부적합	부적합	적합	부적합	부적합
입자 여과재 침투 시험	부적합	적합	적합	적합	부적합

이에 따라 성능기준에 미치지 못 하는 화재용 긴급대피마스크를 제한하고 성능이 보장되는 제품을 제작, 판매할 수 있도록 법적 체계의 구축이 필요하다. 또한, 권장사항으로 되어 있는 법적조항을 의무조항으로 시급히 개정할 필요가 있는 것으로 판단된다.

참고문헌

- [1] KS M 6766 : 긴급대피마스크(화재용) 화재로부터 대피하기 위해 두건이 장착된 여과장비- 요구사항, 시험, 표시)
- [2] 행정자치부, “긴급대피마스크보급 자문위원회 회의자료” 2003년