

제3종 분말소화기의 내용연수에 따른 소화약제의 미세도 실험

손 주 달* · 공 하 성**

*우석대학교 일반대학원 소방·안전공학과 박사과정 · **우석대학교 소방방재학과 교수

The A Test of Physical Property of Fire Extinguishing Agent according to Durable Years of the Third-class Powder Extinguisher

Ju-Dal, Son* · Ha-Sung Kong**

*Graduate Student, Fire Protection & Safety Engineering

**Associate Professor, Fire and Disaster Prevention, Woosuk University

Abstract

This study collected powder extinguishers with 6-10 years of elapsed life from January 2012 to January 2017 in market, factory, and apartment areas to experiment with changes in fineness and to examine the characteristics of extinguishing power. First, in the case of ABC powder, 98.3 wt% of the 8-year market area and 98.6 wt% of the 10-year apartment complex were found to be inappropriate in the first, second, and third arithmetic average analysis of the powder extinguisher from 6 to 10 years. That is, the fine distribution and size of the powder extinguishing agent particles should be managed within an appropriate range. It is analyzed that the powder fire extinguisher may experience a change in the fineness of the powder depending on the external environment exposure, placement, management status, and age of use, resulting in a decrease in digestive power or inability to radiate. Second, the fire extinguisher cannot be used in the initial fire suppression depending on the place of deployment, the environment of deployment, the progress of the number of years of use, and maintenance, so it is necessary to strengthen the device that enables fire extinguisher maintenance and inspection. Third, in the manufacturing process, the charging method should also be reviewed in consideration of the conditions of the workplace, the humid season, and the rainy environment.

Keywords : Powder extinguisher, Useful life, Physical properties test

1. 서론

화재 시 연소 확대 방지 및 초기소화에 사용되는 분말소화기는 소방안전관리자가 유지관리 및 주기적 자체점검을 시행하고 있지만 대부분의 사업장에서는 육안 점검으로 확인하고 있는 상황이다. 또한 분말소화기 배치장소에 따라 분말소화약제가 수분 및 습기에 의해 분말이 고화현상으로 방사가 불가능하여 소화활동에 사용할 수 없는 상황도 존재한다[1].

분말소화약제는 제1종부터 제4종 분말로 분류되며 국

내에는 제3종 분말소화약제를 대부분 사용하고 있으며 화재의 분류에는 A급, B급, C급 화재에 적응성이 있으며 보통 ABC 분말소화약제 라고도 한다. 제3종 분말소화약제를 사용한 소화기가 소화력이 우수하지만 사용 후 분말의 피해문제 및 메타인산으로 인한 물체의 손상 등의 문제가 단점으로 발생한다. 분말소화기 사용은 화재 발생 시 소방대가 도착하기 전 재실자가 초기 화재진압 및 화재 확산을 방지하고 인명 및 재산 피해를 최소화할 수 있다. 하지만 화재 시 분말소화기의 소화약제가 수분 및 습기로 인해 고화현상이 발생하여 방사능력이 떨어진다면 인명 및 재산

피해는 증가할 것이다[2].

2017년부터 분말소화기의 내용연수를 10년을 적용하고 있으며 1회에 한하여 샘플링 검사로 성능에 하자가 없으면 3년 연장하여 13년 동안 분말소화기를 사용하는 실정이다. 분말소화기와 관련된 선행연구로, 손복식(2015)은 분말소화기 재활용 법적 기준을 설정하기 위해 분말소화기 제조회사에서 만드는 과정을 이해하고 현재 분말소화기 문제점을 분석하였다. 또한 분말소화기 분해 과정 공정을 통해 재활용 가능성을 실험하여, 우선적 고려사항을 체크리스트로 작성, 평가한 후 최종적으로 소화기 재활용 시 사용될 분말소화기 재활용 기준을 분석하였다[3]. 진영배(2020)는 분말소화기의 재활용 장치를 활용한 분말소화약제 재활용 시스템의 파급효과 및 분말소화약제의 소화 성능에 대한 법적인 기술기준, 친환경 분말소화약제 개발에 따른 수입대체, 비용절감, 산업, 경제적 요인을 정량적으로 분석하였다[4]. 이의평(2012)은 분말소화기 파열사고사례 및 원인을 분석하였으며, 부식된 소화기에 대한 위험성 홍보 및 교육, 일정 기간 경과 소화기에 대한 수압검사 제도의 도입 검토, 폐소화기 회수시스템 구축, 노후소화기관련 상담창구 운영, 파열위험성 표시, 내용연수표시 의무화 등을 제안하였다[5]. 선행연구들은 대부분 분말소화기의 소화약제 재활용방안 및 장비, 회수시스템을 기준으로 탐색하는데 그치고 있으며, 분말소화약제 내용연수 및 지역, 배치장소에 따라 실제로 변화는 있었는지, 변화의 크기는 어느 정도인지, 소화성능여부는 어떠한지 등을 분석하는데까지는 나아가지 못하였다. 이러한 문제 인식 때문에, 이 연구에서는 선행연구에서 다루지 않았던 분말소화약제 사용 연한에 따른 소화성능 유지상태를 알기 위해 시장지역, 공장지역, 공동주택지역에서 수거한 분말소화기에 대해서 소화약제를 추출하여 미세도분석 통해 방사성능 기준에 문제가 없는지, 적정 성능상태를 유지하는지 분석하였다. 이를 통해 화재 시 초기 대응에 원활히 사용될 수 있도록 하고자 한다.

2. 실험방법

2.1 소화약제 추출 및 미세도 판단기준

<Table 1>의 실험에 사용된 ABC 분말소화기는 노출 환경에 대한 상태를 확인하고 소화약제 추출을 위해 분말소화기 밸브부분 해체 및 저장용기 취급 부속품을 제거하고 소화약제를 추출하였다. 시료 추출 후 소화약제에 대한 경화 여부를 육안으로 확인하고 「소화기의 형식승인 및 제품검사의 기술기준」에 근거하여 미세도 시험의 특성을 시험하였다.

<Table 1> Criteria for Physical Property

Division	Fineness
Judgment Criteria	"If passed through the standard sieve of KS A 5101-1 (Test Specimen - Part 1: Metal mesh sieve), the remaining amount must meet the technical standards"

[Figure 1]은 생산연도별 2012년 1월부터 2022년 1월까지 10년 경과한것 중 시장지역 10개, 공장지역 10개, 공동주택지역 10개를 포함 모두 30개를 수거하여 1차적으로 보관상태 등 육안 검사를 통해 사용연한 6년에서 10년 경과한 분말소화기 15개를 최종적으로 선정하여 실험을 실시하였다.



[Figure 1] Experimental materials according to the Expiration date of Powder Extinguisher

2.2 미세도 시험[11]

미세도 시험은 「소화기의 형식승인 및 제품검사의 기술기준」에 근거하여 “분말을 혼합한 시료를 100g 정량하여 KS A 5101 표준체의 425 μm 체, 150 μm 체, 75 μm 체, 45 μm 체, 밀받침을 사용한다”. “다단식으로 장치한 진탕기의 425 μm 체에 조심스럽게 담아 진탕기 진탕회수 매분 280내지 350회, 진폭 3~5 cm인 것을 10분간 가동한 후 각 시험체 및 밀받침의 잔량을 정량하여 잔량율은 식(1)과 같다”.

$$\text{잔량률}(\%) = \frac{\text{잔량}(g)}{\text{시료}(g)} \times 100 \quad (1)$$

“시료 1개에 대하여 각 3회 실시한 산술평균값을 잔량율로 한다. 각 시험체의 잔량을 합한 총량이 시료량 보다 2% 이상 미달될 때는 그 시험은 시험회수에 가산하지 아니한다. 체출된 시료 중 1개라도 규격에 적합하지 아니한 것이 있어서는 아니 된다. 시험실의 상대습도는 50% 이하인 상태로 하며 각 받침판은 시험 시마다 솔로 깨끗이 털어내어 실시한다”. 분말소화약제의 미세도 판정기준은

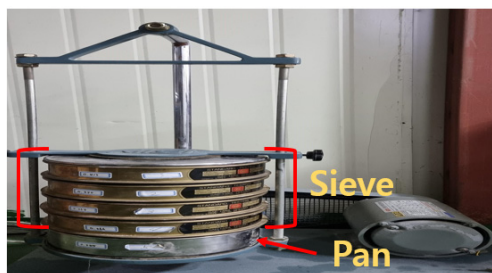
Table 2와 같이 분석한다.

<Table 2> Criteria for Physical Property of Powder Fire Extinguishing Agents

Standard size (μm)	Powder for BC (Remaining amount g)		Powder for ABC (Remaining amount g)	
	Min	Max	Min	Max
425	0	0.5	0	0
150	0	1	0	10
75	5	30	12	25
45	*	*	12	25
Base plate	70	95	50	70

이 연구에서 [Figure 2]에서 보는 바와 같이 미세도 분석 실험 장비를 사용하여 측정하였다.

[Figure 2]는 밀반침과 표준체 4개로 구성된다.



[Figure 2] Experimental Equipment for Physical Property

3. 실험결과 및 고찰

3.1 미세도 1차 시험

분말소화약제의 미세도 시험은 ABC 분말인 경우에는 표준체의 425 μm 체 150 μm 체, 75 μm 체, 45 μm 체, 밀반침을 사용하여 실험값 합계 98%~100%를 판정기준으로 규정하고 있다. 미세도 정도를 분석한 결과 Table 3과 같이 내용연수 6년의 경우 표준체의 크기에 대한 실험값의 합계가 시장지역 98.5 wt%, 공장지역 98.8 wt%, 공동주택지역 98.4 wt%로 모두 적합으로 나타났다. 내용연수 7년의 경우 표준체의 크기에 대한 실험값의 합계가 시장지역 98.2 wt%, 공장지역 98.4 wt%, 공동주택지역 98.2 wt%로 모두 적합으로 나타났다.

내용연수 8년의 경우 표준체의 크기에 대한 실험값의 합계는 98.3 wt%로 45 μm 체와 밀반침에서 부적합으로 나타났다. 이는 45 μm 체에서 ABC분말 잔량이 최소 12 wt%에서 최대 25 wt%, 범위내에 잔량이어야 하는데 1차 실험값 25.5 wt%로 부적합으로 나타났으며, 밀반침에서 ABC분말 잔량이 최소 50 wt%에서 최대 70 wt% 범위내에 잔량이어야 하는데 1차 실험값 46.7 wt%로 부적합으로 나타났다. 나머지 공장지역, 공동주택지역 대상으로 425 μm 체 150 μm 체, 75 μm 체, 45 μm 체, 밀반침에 대한 각각의 표준체의 크기에 대한 실험값의 합계가 공장지역

<Table 3> Primary Test Analysis of Physical Properties of Powder Fire Extinguisher

Production year	Division Sample analysis area	The size of a standard body (μm)/(wt%)						Result
		425	150	75	45	Foundation	Sum	
2016 (6 years of useful life)	Market area	0	2.1	14.1	17.6	64.7	98.5	Suitable
	Factory area	0	2.5	14.4	18.2	63.7	98.8	Suitable
	Multi-family housing area	0	5.4	18.5	21.2	53.3	98.4	Suitable
2015 (7 years of useful life)	Market area	0	4.1	17.2	20.1	56.8	98.2	Suitable
	Factory area	0	3.3	17.4	18.1	59.6	98.4	Suitable
	Multi-family housing area	0	4.4	16.9	19.3	57.6	98.2	Suitable
2014 (8 years of useful life)	Market area	0	6.5	19.6	25.5	46.7	98.3	Inadequate
	Factory area	0	2.7	18.2	23.4	54.3	98.6	Suitable
	Multi-family housing area	0	3.4	14.6	20.8	59.7	98.5	Suitable
2013 (9 years of useful life)	Market area	0	3.1	15.8	21.2	58.0	98.1	Suitable
	Factory area	0	7.3	14.5	21.4	55.4	98.6	Suitable
	Multi-family housing area	0	3.9	18.4	19.8	56.5	98.6	Suitable
2012 (10 years of useful life)	Market area	0	5.4	19.2	20.8	53.4	98.8	Suitable
	Factory area	0	3.3	17.2	20.4	57.8	98.7	Suitable
	Multi-family housing area	8.4	25.7	28.2	29.1	6.9	98.3	Inadequate
Subtotal/ Default Rate	15/(100%)							2/(13.3%)

험값의 합계가 시장지역 98.1 wt%, 공장지역 98.6 wt%, 공동주택지역 99.6 wt%으로 모두 적합으로 나타났다. 내용연수 10년의 경우 시장지역, 공장지역 공동주택지역을 대상으로 425 μm 체 150 μm 체, 75 μm 체, 45 μm 체, 밀받침에 대한 각각의 표준체의 크기에 대한 실험값의 합계가 시장지역 98.8wt%, 공장지역 98.7wt%로 적합으로 나타났다. 나머지 공동주택지역 대상으로 425 μm 체 150 μm 체, 75 μm 체, 45 μm 체, 밀받침에 대한 각각의 표준체의 크기에 대한 실험값의 합계가 공동주택지역 98.3 wt%로 각 체의 미세도 분포도에서 부적합으로 나타났다. 이는 425 μm 체에서 ABC분말 잔량이 최소 0wt% 에서 최대 0wt%, 범위 내에 잔량하여야 하는데 3차 실험값 8.3 wt%으로 부적합으로 나타났으며, 150 μm 체에서 ABC분말 잔량이 최소 0 wt%에서 최대 10 wt% 범위내에 잔량하여야 하는데 3차 실험값 25.6 wt%으로 부적합으로 나타났으며, 75 μm 체에서 ABC용분말 잔량이 최소 12 wt%에서 최대 25 wt% 범위내에 잔량하여야 하는데 3차 실험값 28.2 wt%으로 부적합으로 나타났으며, 45 μm 체에서 ABC분말 잔량이 최소 12 wt%에서 최대 25 wt% 범위내에 잔량하여야 하는데 3차 실험값 30.0 wt%으로 부적합으로 나타났으며, 밀받침 μm 체에서 ABC분말 잔량이 최소 50 wt%에서 최대 70 wt% 범위내에 잔량이어야 하는데 3차 실험값 6.8 wt%로 부적합으로 나타났다. 즉 분말소화기 사용연한 6년부터 10년을 기점으로 15개중 2개(13.3%)의 분말의 미세도 기준치 실험값 중 2014년 시장지역, 2012년 공동

주택지역에서 부적합으로 나타났다. 이 지역 분말소화기는 주위환경, 배치장소, 습기에 따라 미세도 실험이 부정적으로 나타난 것으로 판단된다. 이를 보완하기 위해서는 분말소화기의 유지관리상태, 주위환경을 고려하여 배치장소, 유지관리 및 자체점검 강화와 분말소화기의 내용연수를 줄이는 방안을 등을 고려해야 할 것이다.

3.4 실험의 고찰

미세도 실험값 1차, 2차, 3차를 산술 평균 분석결과 2014년 내용연수 8년 시장지역, 2012년 내용연수 10년 공동주택지역에서 부적합으로 분석되었다. 즉, 분말소화약제의 미세도 기준치 98~100 wt% 범위 내로 관리하여야 하는데 2014년 내용연수 8년 시장지역 미세도의 실험값이 45 μm 체에서 ABC분말 잔량이 최소 12 wt% 에서 최대 25 wt%, 범위내에 잔량하여야 하는데 1차 실험 25.5 wt% , 2차 실험 25.1 wt%, 3차 실험 25.7 wt%로 부적합으로 나타났으며, 밀받침에서 ABC분말 잔량이 최소 50 wt%에서 최대 70 wt% 범위내에 잔량이어야 하는데 1차 실험 46.7 wt% , 2차 실험 47.9 wt% 3차 실험 46.1 wt%로 부적합으로 나타났으며, 3차례 실험 산술 평균 부적합으로 나타났다. 이는 불량률이 높은 것으로 초기 화재진압 시에는 해당 소화기를 사용할 수 없는 문제점이 발생할 수 있다.

2012년 내용연수 10년 공동주택지역 미세도의 실험값

<Table 6> Analysis of Arithmetic Mean Test on Physical Property of Powder Fire Extinguisher Agent

Division		1st test	2nd test	3rd test	An arithmetic mean	Result
Production year	Sample analysis area					
2016 (6 years of useful life)	Market area	98.5	98.2	98.6	98.4	Suitable
	Factory area	98.8	98.4	98.8	98.6	Suitable
	Multi-family housing area	98.4	98.1	98.5	98.3	Suitable
2015 (7 years of useful life)	Market area	98.2	98.5	98.7	98.4	Suitable
	Factory area	98.4	98.8	98.3	98.5	Suitable
	Multi-family housing area	98.2	98.9	98.7	98.6	Suitable
2014 (8 years of useful life)	Market area	98.3	98.5	98.2	98.3	Inadequate
	Factory area	98.6	98.4	98.8	98.6	Suitable
	Multi-family housing area	98.5	98.8	98.6	98.6	Suitable
2013 (9 years of useful life)	Market area	98.1	98.5	98.1	98.2	Suitable
	Factory area	98.6	98.8	98.3	98.5	Suitable
	Multi-family housing area	98.6	98.4	98.2	98.4	Suitable
2012 (10 years of useful life)	Market area	98.8	98.4	98.8	98.6	Suitable
	Factory area	98.7	98.2	98.8	98.5	Suitable
	Multi-family housing area	98.3	98.6	98.9	98.6	Inadequate
Subtotal/Default Rate	15/(100%)					2/(13.3%)

이 이는 425 μm 체에서 ABC분말 잔량이 최소 0 wt% 에서 최대 0 wt%, 범위내에 잔량이어야 하는데 1차실험 8.4 wt% , 2차실험 8.7 wt%, 3차실험 8.3 wt%로 부적합으로 나타났으며, 150 μm 체에서 ABC분말 잔량이 최소 0wt%에서 최대 10 wt% 범위내에 잔량이어야 하는데 1차실험 25.7 wt% , 2차실험 25.2 wt% 3차실험 25.6 wt%로 부적합으로 나타났으며, 75 μm 체에서 ABC용분말 잔량이 최소 12 wt%에서 최대 25 wt% 범위내에 잔량이어야 하는데 1차실험 28.2 wt% , 2차실험 27.9 wt% 3차 실험 28.2 wt%로 부적합으로 나타났으며, 45 μm 체에서 ABC용분말 잔량이 최소 12 wt%에서 최대 25 wt% 범위 내에 잔량이어야 하는데 1차실험 29.1 wt% , 2차실험 29.4 wt% 3차실험 30.0 wt%로 부적합으로 나타났으며, 밀받침 μm 체에서 ABC용분말 잔량이 최소 50wt%에서 최대 70 wt% 범위내에 잔량이어야 하는데 1차실험 6.9 wt% , 2차실험 7.4 wt% 3차실험 6.8 wt%로 부적합으로 나타났다. 3차례 실험 산술 평균 98.3 wt%로 입자의 미세분포도가 고르지 않아 부적합으로 나타났다. 이는 불량률이 높은 것으로 초기 화재진압 시에는 해당 소화기를 사용할 수 없는 문제점이 발생할 수 있다. 분석결과는 Table 6과 같다.

[Figure 3]은 분말의 미세도 상태를 살펴보면 내용연수가 8년 시장지역은 분말소화약제의 입자크기 분포가 적정하지 않아 부적합으로 나타났으며, 내용연수 10년 공동주택지역 분말소화약제는 방사가 불가능한 것으로 나타났다. 이는 분말소화기의 성능 향상을 위해서는 소방안전관리자가 배치장소의 주위환경 등을 고려하고, 분말소화기의 유지관리를 강화하도록 제도적 보완이 필요할 것으로 판단된다.



[Figure 3] Test Result of Physical Property

4. 결론 및 제언

이 연구는 화재 시 화원의 확대 방지 및 초기화재진압에 필수적인 분말소화기의 유효성에 관한 것이다. 분말소화기의 내용연수는 10년을 적용하고 있으며 분말소화기 사

용연한에 따른 소화성능을 확보하기 위해 시장지역, 공장 지역, 공동주택지역에서 수거한 소화기에서 소화약제를 추출하여 미세도분석을 실시하여 다음과 같은 연구 결론을 도출하였다.

(1) 미세도에 대한 실험값은 ABC 분말인 경우에는 표준체의 425 μm 체 150 μm 체, 75 μm 체, 45 μm 체, 밀받침을 사용하여 분말소화기 사용연한 6년부터 10년을 기점으로 미세도 시험 1차, 2차, 3차 산술 평균 분석에서 내용연수 8년 시장지역 98.3 wt%, 내용연수 10년 공동주택지역 98.6 wt%가 부적합으로 나타났다. 이는 미세도 실험값 1차, 2차, 3차를 산술 평균 분석결과 2014년 내용연수 8년 시장지역 미세도의 실험값이 45 μm 체에서 ABC분말 잔량이 최소 12 wt% 에서 최대 25 wt%, 범위내에 잔량이어야 하는데 1차 실험 25.5 wt% , 2차 실험 25.1 wt%, 3차 실험 25.7 wt%로 부적합으로 나타났으며, 밀받침에서 ABC분말 잔량이 최소 50 wt%에서 최대 70 wt% 범위내에 잔량이어야 하는데 1차 실험 46.7 wt% , 2차 실험 47.9 wt% 3차 실험 46.1 wt%로 부적합으로 나타났으며, 3차례 실험 산술 평균 98.3 wt%로 부적합으로 나타났다. 2012년 내용연수 10년 공동주택지역 미세도의 실험값이 425 μm 체에서 ABC분말 잔량이 최소 0wt% 에서 최대 0wt%, 범위내에 잔량이어야 하는데 1차실험 8.4 wt% , 2차실험 8.7 wt% 3차실험 8.3 wt%로 부적합으로 나타났으며, 150 μm 체에서 ABC분말 잔량이 최소 0 wt%에서 최대 10 wt% 범위내에 잔량이어야 하는데 1차실험 25.7 wt% , 2차실험 25.2 wt% 3차실험 25.6 wt%로 부적합으로 나타났으며, 75 μm 체에서 ABC분말 잔량이 최소 12 wt%에서 최대 25 wt% 범위내에 잔량이어야 하는데 1차 실험 28.2 wt% , 2차실험 27.9 wt% 3차실험 28.2 wt%로 부적합으로 나타났으며, 45 μm 체에서 ABC분말 잔량이 최소 12 wt%에서 최대 25 wt% 범위내에 잔량이어야 하는데 1차실험 29.1 wt% , 2차실험 29.4 wt% , 3차실험 30.0 wt%로 부적합으로 나타났으며, 밀받침에서 ABC분말 잔량이 최소 50 wt%에서 최대 70 wt% 범위내에 잔량이어야 하는데 1차실험 6.9 wt% , 2차실험 7.4 wt% 3차 실험 6.8 wt%으로 부적합으로 나타났다. 3차례 실험 산술 평균 98.3 wt%로 입자의 미세분포도가 고르지 않아 부적합으로 나타났다. 즉, 분말소화약제 입자의 미세분포도와 크기는 적정치 범위 내로 관리되어야 한다. 분말소화기는 외부환경 노출 상태, 배치상태, 관리상태, 사용연한 경과 등에 따라 분말미세도 변화가 일어나 소화력저하 또는 방사 불능에 빠질 수도 있는 것으로 분석된다.

(2) 소화기는 배치장소, 배치환경, 내용연수 경과에 따라 초기 화재진압 시 사용할 수 없는 문제점이 발생하므로 소화기 유지관리 및 점검을 강화하는 장치 또한 필요하다. 현재 자체점검으로 작동기능점검 및 종합 정밀점검을 시

행하고 있지만 일부지역에서는 소화기의 운용 상태가 제대로 유지관리 되지 못하는 실정이다. 즉 분말소화기의 점검을 육안 점검으로 확인하고 있는 상황이며, 외부 노출에 따른 내용연수적용 및 배치 장소별 유지관리 상태에 따라 분말소화기 교체시기 등의 차별화 방안도 고려할 필요가 있다.

(3) 제조과정에서 작업장의 환경, 습기가 많은 계절, 비가 오는 환경 등을 고려하여 충전하는 방식도 검토하여야 한다. 소화약제가 습기로 굳어지는 고화현상 등으로 인해 미세도 부적합이 발생되어 소화약제 방출이 불가능 하거나 소화성능이 떨어져 화재 시 긴급하게 사용할 수 없는 문제점이 발생한다.

이 연구는 분말소화기의 내용연수 경과 및 관리상태에 따른 소화약제의 미세도 변화에 관한 실험을 한 것에 의의가 있으나, 특정지역 및 특정장소에 편중되고, 실험한 샘플 소화기 숫자의 양이 적다는 것이 연구의 한계를 가진다 할 수 있을 것이다. 향후 연구에서는 염도가 높은 바닷가와 선박용 소화기 등의 대하여 내용연수에 따른 소화기 성능 변화에 대하여 고찰할 것을 제안한다.

5. References

- [1] H. H. Heo(2020), "A study on the installation of fire safety and fire safety of fire extinguishers and single alarm sensors in general housing: Focused on Gyeyang-gu, Incheon." Master's thesis, Gachon University Graduate School, pp. 7-8.
- [2] S. S. Kim(2021), "Safety-pin-free fire extinguisher for early fire suppression and experiment and analysis of image output evacuation guidance facilities." Doctoral dissertation, Wooseok University General School, pp. 11-12.
- [3] B. S. Son(2015), "A study of recycling standard for dry chemical power extinguisher." Department of Industrial Engineering, Graduate School, Pusan National University, pp. 88-89.
- [4] Y. B. Jean(2020), "Development and effect of environmentally friendly fire extinguishing agent based on recycling system of lung powder fire extinguisher." Doctoral dissertation, Hanse University, pp. 118-120.
- [5] E. P. Lee(2012), "Analysis of the precautionary measures and causes on explosion accidents of a old dry chemical powder extinguisher." J. Kor. Inst. Fire Sci. Eng, 26(3):91-99.
- [6] S. W. Lee(2020), "Methods to improve the design of household fire extinguishers through an empirical analysis of consumer compatibility." Fire Science and Engineering, 34(3):58-66.
- [7] W. Y. Ko, S. J. In(2018), "Study on the effect of the ABC dry chemical on wood in pyrolysis." Fire Sci. Eng, 32(3):1-7.
- [8] H. J. Park(2011), "The extinguishing characteristics of zeolite adsorbed dry chemical powder." Master's thesis, Chungbuk National University, pp. 65-66.
- [9] M. J. Jeong, J. M. Yeon(2015), "Assessment of hazard and recycling for discarded agent in powder fire extinguisher." J. of Korea Society of Waste Management, 32(3):238-246.
- [10] J. S. Kim, Y. T. Han(2020), "Performance of recycled fire-extinguishing agents in terms of fire-fighting performance management." Fire Science and Engineering, 34(5):34-41.
- [11] <https://www.law.go.kr/admRulSc.do>

저자 소개



손 주 달

우석대학교 일반대학원 박사과정.
현) 한국위험물안전협회장.
관심분야 : 소방방재, 위험물관련 등



공 하 성

학위 : 공학박사
경력 : 대한안전경영과학회 편집위원,
관심분야 : 소방전기, 소방기계, 소방방재정책 등
근무지 : 우석대학교 소방방재학과 부교수