[Research Paper]

소방성능 관리 측면에서의 재활용 소화약제 소화성능에 관한 연구

김종상 · 한용택^{*†}

한국소방산업기술원 선임연구원, *대구한의대학교 교수

Performance of Recycled Fire-Extinguishing Agents in Terms of Fire-Fighting Performance Management

Jong-Sang Kim · Yong-Taek Han^{*†}

Senior Researcher, Korea Fire Institute,

^{*}Professor, Dept. of Safety and Environmental Prevention, DaeguHanny Univ.

(Received August 11, 2020; Revised September 7, 2020; Accepted September 8, 2020)

요 약

2017년 1월 28일 이후부터 국내에서는 10년이 경과한 분말소화기는 내구연한 범규가 적용되면서 폐소화기가 전국적으로 발생되기 시작하였다. 따라서, 폐소화기에서 발생하는 소화약제 처리의 합리적인 처리가 경제적으로 환경적으로 중요한 이슈가 될 수 있다. 이에 제조업체에서 소화약제 재활용할 수 있도록 소화약제를 재사용하여 소화기의 형식승인을 받아서 재가공하기 시작하였으며, 이와 같은 배경으로 일부에서는 소화기뿐만 아니라 재사용하는 소화약제의 품질에 의문점을 제기하는 경우가 발생되기도 하였다. 따라서 본 연구는 재활용 소화약제의 물리적 및 화학적 성질에 대하여 시험을 실시하였으며, 또한 재활용 소화약제의 품질을 검증하고자 가속노화시험을 실시하였다. 결과적으로 가속노화시험 후 재활용 소화약제의 물리적 및 화학적 성질에 대하여 형식승인 기준에 준하는 결과를 도출하였으며, 이에 따른 대체효과로서 전량 수입하는 소화약제에 대한 순환자원으로 수입대체효과 및 자원효과를 볼 수 있고 소화기의 가격 경쟁력을 확보할 수 있다고 판단된다.

ABSTRACT

Since January 28, 2017, domestic fire extinguishers have been manufactured nationwide, and a domestic fire extinguisher can be used for 10 years. Hence, the treatment of the extinguishing agent existing in waste extinguishers is a critical issue economically and environmentally. Accordingly, the manufacturer reuses and recycles the fire extinguishing agent, and this recycling method has been approved for fire extinguishers. In some cases, the quality of reused extinguishing agents and fire extinguishers are uncertain. Therefore, in this study, the physical and chemical properties of recycled extinguishing agents were evaluated through accelerated aging tests to verify the quality of the recycled extinguishing agents. The accelerated aging test results were obtained according to the approval criteria type for the physical and chemical properties of the recycled extinguishing agent. As a substitute effect, it was found that the import substitution effect and resource effect could be regarded as a circulating resource for fire-extinguishing agents that are imported in full quantity, and the price competitiveness of fire extinguishers can be achieved.

Keywords : Fire extinguisher, Extinguishing agent, Life cycle

1. 서 론

소화기는 크게 분말소화기, CO₂소화기, 할로겐화합물소화기, 자동확산소화기로 분류되어 사용되고 있다. 분말소화기는 소화약제로는 제1인산암모늄(NH₄H₂PO₄)을 소화약

제로 사용하여, 현재 가압식소화기의 경우 충전압 이상으로 약제 방출이 어려울 수도 있고 폭발가능성의 이유로 제조는 중단이 되었고 축압식으로 사용되고 있으며 가장 많이 보급되어 사용되고 있는 상황이다. A급, B급 및 C급 화재 모두 사용이 가능한 초기화재에 효과적으로 대응이 가

[†] Corresponding Author, TEL: +82-53-819-1424, FAX: +82-53-819-1273, E-Mail: rthan102@hanmail.net

© 2020 Korean Institute of Fire Science & Engineering. All right reserved.

Figure 1. Ground-based and underground outdoor fire hydrant.

능한 소화기로 사용되고 있다⁽¹⁻³⁾. 그리고, CO₂ 소화기는 CO₂를 소화약제로 사용하여 분말소화기에 비해 가격이 비싸고, B급과 C급 화재에 대응이 가능한 소화기로 사용되고 있다. 또한 할로겐 소화기는 할론1211(CF₂CLBr), 할론2402(C₂F₄Br₂), 할론1301(CF₃Br)등과 같은 소화약제를 이용하여 B급, C급 화재에 대응하는 소화약제로 사용되고 있지만, 오존층을 파괴하는 물질로 규제되어 있어, 현재는 거의 사용이 제한되어 있는 상황이다⁽⁴⁾. 마지막으로 자동확산소화장치는 주방이나 보일러실에 설치되고 있으며, 소화약제는 제1인산암모늄(NH₄H₂PO₄)을 소화약제로 사용하여 밀폐된 공간에 고정시켜 화재 시 자동으로 소화약제가 확산하여 소화하는 장치이다⁽⁵⁾. Figure 1에서는 각각의 소화기의 모습을 보여주고 있다.

이와 같은 소화기 종류 중, 분말소화기에 대표적으로 사용하는 소화약제는 제1인산암모늄(Mono-ammonium phosphate, MAP)으로 원료인 인광석(인산질 비료의 주요 원료, Phosphate rock)은 전량 수입에 의존하여 사용하고 있다⁽⁶⁾. 분말소화기는 화재 진화력이 뛰어나고 가격이 저렴하나 사용 후 약재 가루가 남아 있어 청소를 해야 하는 번거로움이 있으며, 축압식과 가압식으로 구분되어 사용되고 있으나, 1999년 이후에 압력용기의 압력을 측정할 수 없는 위험성에 따라서 생산이 중단된 상태의 소화기이고, 현재는 축압식 소화기만이 사용되어 유통되고 있는 실정이다.

한편, 2017년 1월 28일 이후부터 전국적으로 내구연한⁽⁷⁾ 따른 10년이 경과한 분말소화기는 교체가 시작하면서 폐소화기가 전국적으로 발생하기 시작했다. 폐소화기에서 발생하는 소화약제 처리가 관건이다. 이에 따라 제조업체에서는 소화약제를 재활용할 수 있도록 재가공하여 소화기 형식승인을 받기 시작하였으며, 원자재 수입 대체 효과 및 자원 재활용 차원에서 내구연한이 지난 폐소화기에서 확보한 분말소화약제를 가공하여 재활용 소화약제 소화기를 만든 후에 한국소방산업기술원에서 소화기 형식승인을 받아 유통하고 있는 현실이다. 현재 일본은 소화기를 재활용하기 위해 재활용 시스템을 도입하여 분말소화기의 약제를 대부분 같은 용도로 재활용하고 있다.

또한, 이와같은 소화기의 재활용에 관한 외국의 사례를 살펴보면, 일본에서는 연간 평균 소화기구의 92.2%를 재활용하고 있으며, 20개의 각 부품들에 대하여 재자원화하고, 분말소화약제는 재생이용하고 있는 실정이다. 그리고, 영국의 소화기 제조업체사에서 하나의 회수 절차를 가지고 자사 제품내에서 재활용을 하고 있다고 보고되고 있다. 반면 다른 소화기 제조사에서는 모든 소화기를 수거하여 재활용하고 있으며, 방법으로는 소화약제는 따로 분해하여 재사용하고 기타 소화용기, 기타 부품은 원자재화 하여 재활용하고 있는 것으로 알려져 있다. 이와같이 선진 외국에서도 소화기의 재사용 및 재활용에 대해서 적극적으로 대응 및 활용하는 것으로 알려져 있으며, 국내보다 많은 연구가 진행되었음을 알 수 있다. 따라서, 국내에서도 폐소화기의 발생 및 수거는 약 100만개로 추정되고 있으며 2017에 설치된 ‘자원순환기본법’을⁽⁸⁾ 근거로 폐소화기 재생처리법의 시행에 따라 재활용업체를 통하여 재사용되고 있다. 그러나 현재 일부에서 재활용 소화약제를 충약해서 승인 받은 소화기의 성능의 의문을 제기하고 있으며, 본 연구는 재활용 소화약제로 충약한 소화기를 가속노화시험⁽⁹⁾ 실시하여 소화약제의 물리적 및 화학적 성질과 소화기의 방사 및 소화 성능시험을 통하여 재활용 소화약제 성능의 검증 및 오랜 시간이 지난 소화기내의 소화약제를 재사용하는 부분에 대한 신뢰성을 확인하고자 실시하였다.

2. 실험방법

2.1 소화기의 소화약제 시료

ABC 분말소화기의 분말소화약제의 시료를 선정하기 위하여 각기 다른 메이커사의 새 원료로 충전된 소화기 2대(A, B), 재활용소화약제로 충전된 소화기 4대(C, D, E, F)와 1대(G)의 수입산 소화기 시료 총 7대를 Figure 2와 같이 시료를 선정하여 물리·화학적 시험 및 가속노화 시험을 실시하였다.

Figure 2. Experimental sample of fire extinguishing agent.

Table 1. Extinguishing Agent Test Items Reference Standard Value

Test items		Standard
Water content (%)		0.2% Below
Moisture absorption (%)		1.5% Below
Trespassing (mm)		15 mm more than
Apparent weight		0.82 g/mL more than
Sedimentation		Not settle within 1 h
Fineness (wt%)	425 μm	0
	150 μm	0~10
	75 μm	12~25
	45 μm	12~25
	Support plate	50~70
Ingredient ratio (%)		Design value : -5~15(%)

2.2 소화약제의 물리 및 화학적 시험

7개의 소화약제 실험 시료를 대상으로 수분함유율, 흡습률, 침입도, 겔보기비중, 침강성 및 미세도의 물리적 성질을 시험하였고, 소화약제의 화학적 성질인 주성분(MAP, 75% 이상 함유) 성분비를 분석하였다. Table 1에서는 시험 항목들의 기준 값을 보여주고 있다.

2.3 가속노화 시험

또한 시간 경과에 따른 소화약제의 물리적 및 화학적 성질 변화 및 변형을 확인하기 위해 가속노화 시험을 병행하였다. 가속노화 시험 조건은 사용수명에 대하여 저장온도

(T_2)에 대하여 25 °C를 적용하며 시험온도(T_1)는 100 °C 항온기에 설정하여 인위적으로 노화에 따른 변화를 살펴보는 시험 항목이다. 또한, 가속노화 시험이란 어떤 장비나 부품의 수명을 시험하기 위하여 사용 환경을 가혹하게 하여 노화를 촉진시키는 시험이다.

다음은 가속노화 시험조건 및 시험 기간을 확인하기 위해 다음 계산식을 이용하여 사용수명 10년 및 20년에 해당하는 시험 시간(일)을 계산하였다⁽¹⁰⁾.

$$t_2/t_1 = 2^{\Delta T/10}$$

t_1 : Test time

Table 2. Experimental Variable Value

$T_1(^{\circ}\text{C})$	$T_2(^{\circ}\text{C})$	Experimental date when the service life is 10 years (t_2)	Experimental date when the service life is 20 years (t_2)	Etc
100	25	20 (t_1)	40 (t_1)	

Table 3. Analysis Results of New Raw Material Extinguishing Agent (2 Type)

Sample name (New materials)		Test results							
		A				B			
Test Items	Standard	Upon type approval	Before accelerated aging test	When the service life is 10 years	When the service life is 20 years	Upon Type Approval	Before accelerated aging test	When the service life is 10 years	When the service life is 20 years
Water content (%)	0.2% Below	0.08	0.08	0.10	0.10	0.10	0.10	0.12	0.11
Moisture absorption (%)	1.5% Below	0.65	0.61	0.67	0.64	1.11	1.12	1.15	1.19
Trespassing (mm)	15 mm more than	20.7	21.2	21.4	21.3	23.5	22.8	22.7	22.9
Apparent weight	0.82 g/mL more than	0.91	0.91	0.92	0.91	0.92	0.93	0.92	0.93
Sedimentation	Not settle within 1 h	X	X	X	X	X	X	X	X
Fineness (wt%)	425 μm	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	150 μm	0~10	3.3	3.8	3.6	3.6	4.4	4.2	4.6
	75 μm	12~25	20.0	19.8	19.6	19.9	18.8	18.7	18.6
	45 μm	12~25	22.3	21.1	20.9	21.3	20.4	19.4	19.2
	Support plate	50~70	54.4	55.4	55.8	55.2	57.2	57.6	57.4
Ingredient ratio (%)	Design value (80) : -5~15(%)	79.2	80.2	80.3	80.3	78.4	78.0	78.2	78.1

t_2 : Expected service life

ΔT : $T_1 - T_2$

T_1 : Test temperature, $^{\circ}\text{C}$

T_2 : Equivalent storage temperature, $^{\circ}\text{C}$

또한, 추가적으로 재활용소화약제의 품질 검증 방법으로 제1인산암모늄의 실리콘 상태를 확인하기 위하여 새 원료의 소화약제와 재활용 소화약제를 증류수에 용해를 진행하여, 용해한 증류수를 이온 크로마토그래피를⁽¹⁾ 통해서 제1인산암모늄의 인산이온 검출 여부를 확인해 보았다.

3. 실험결과

3.1 새원료 소화약제 분석 결과

첫 번째로, 2가지의 새 원료 소화약제의 가속노화 시험 전과 후의 소화약제 물리적 성질인 수분 함유율, 흡습율, 성분비, 침입도, 겔보기비중, 침강성 및 미세도 시험에서 새 원료 소화약제에서는 유의미한 차이점을 찾을 수 없었다. 2가지의 새 원료 소화약제는 모두 형식승인에 적합한 결과를 나타내고 있었으며, 또한 소화약제의 화학적 성질인 성분비도 새 원료 소화약제에서도 특별한 차이점을 찾을 수 없었다. 모두 형식승인에 적합한 시험결과를 Table 3에서 보여주고 있다.

3.2 재활용 소화약제 분석 결과

두 번째로, 4가지의 재활용 소화약제의 가속노화 시험 전과 후의 소화약제 물리적 성질인 수분 함유율, 흡습율, 성분비, 침입도, 겔보기비중, 침강성 및 미세도 시험에서 재활용 소화약제 역시 유의미한 차이점을 찾을 수 없었다. 4가지의 재활용 소화약제는 모두 형식승인에 적합한 결과를 나타내고 있었으며, 또한 소화약제의 화학적 성질인 성분비도 재활용 소화약제 전부 특별한 차이점을 찾을 수 없었다. 모두 형식승인에 적합한 시험결과를 Table 4에서 보여주고 있다.

3.3 수입산 소화약제

세 번째로, 수입산 소화약제의 가속노화 시험 전과 후의 소화약제 물리적 성질인 수분 함유율, 흡습율, 성분비, 침입도, 겔보기비중, 침강성 및 미세도 시험에서 수입산 소화약제 역시 유의미한 차이점을 찾을 수 없었다. 수입산 소화약제는 모두 형식승인에 적합한 결과를 나타내고 있었으며, 또한 소화약제의 화학적 성질인 성분비 역시 수입산 소화약제에서 차이점을 찾을 수 없었다. 형식승인에 적합한 시험결과를 Table 5에서 보여주고 있다.

3.4 방사성능 및 소화성능

또한 새 원료 소화약제로 충약된 소화기, 재활용 소화약제로 충약된 소화기와 수입산 소화기에서 방사성능 및 소

Table 4. Recycling Extinguishing Agent Analysis Results (4 Type)

Sample name (Recycling materials)			Test Results							
Sample name (Recycling materials)			C				D			
Test Items		Standard	Upon type approval	Before accelerated aging test	When the service life is 10 years	When the service life is 20 years	Upon Type Approval	Before accelerated aging test	When the service life is 10 years	When the service life is 20 years
Water content (%)		0.2% Below	0.15	0.15	0.16	0.16	0.16	0.16	0.15	0.17
Moisture absorption (%)		1.5% Below	0.77	0.79	0.77	0.81	0.57	0.59	0.55	0.57
Trespassing (mm)		15 mm more than	22.1	21.9	21.9	21.9	21.2	21.7	21.5	21.7
Apparent weight		0.82 g/mL more than	0.93	0.92	0.93	0.92	0.92	0.92	0.91	0.92
Sedimentation		Not settle within 1 h	X	X	X	X	X	X	X	X
Fineness (wt%)	425 μm	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	150 μm	0~10	4.8	3.7	3.5	3.8	2.7	3.1	3.2	2.9
	75 μm	12~25	23.1	18.4	18.6	18.2	15.3	19.2	19.1	19.4
	45 μm	12~25	21.1	19.8	19.9	19.9	19.9	20.7	20.8	20.5
	Support plate	50~70	51.0	58.2	58.0	58.1	62.3	57.0	56.9	57.3
Ingredient ratio (%)		Design value (80) : -5~15(%)	78.5	78.1	78.0	77.9	79.7	79.5	78.9	79.1
Sample name (Recycling materials)			E				F			
Test Items		Standard	Upon type approval	Before accelerated aging test	When the service life is 10 years	When the service life is 20 years	Upon Type Approval	Before accelerated aging test	When the service life is 10 years	When the service life is 20 years
Water content (%)		0.2% Below	0.11	0.12	0.10	0.11	0.08	0.08	0.07	0.08
Moisture absorption (%)		1.5% Below	0.31	0.32	0.28	0.27	0.85	0.84	0.86	0.87
Trespassing (mm)		15 mm more than	24.0	23.4	21.2	23.7	21.1	20.7	21.5	20.7
Apparent weight		0.82 g/mL more than	0.89	0.93	0.92	0.94	0.92	0.93	0.92	0.93
Sedimentation		Not settle within 1 h	X	X	X	X	X	X	X	X
Fineness (wt%)	425 μm	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	150 μm	0~10	4.3	4.0	4.2	4.2	4.1	4.3	4.4	4.9
	75 μm	12~25	21.0	21.1	20.9	21.2	19.7	19.7	20.1	19.8
	45 μm	12~25	22.3	22.4	22.4	22.2	22.0	22.1	22.2	22.3
	Support plate	50~70	52.4	52.6	52.4	52.5	53.1	53.9	53.3	53.0
Ingredient ratio (%)		Design value (80) : -5~15(%)	80.6	80.5	80.5	80.2	79.2	79.4	79.0	79.1

Table 5. Imported Extinguishing Agent Analysis Result (1 Type)

Sample name (Imported material)			Test results			
			G			
Test Items		Standard	Upon type approval	Before accelerated aging test	When the service life is 10 years	When the service life is 20 years
Water content (%)		0.2% Below	0.11	0.13	0.14	0.14
Moisture absorption (%)		1.5% Below	1.05	1.01	1.09	1.06
Trespassing (mm)		15 mm more than	22.4	23.2	21.3	23.2
Apparent weight		0.82 g/mL more than	0.90	0.92	0.93	0.92
Sedimentation		Not settle within 1 h	X	X	X	X
Fineness (wt%)	425 μm	0	0.0	0.0	0.0	0.0
	150 μm	0~10	3.6	5.3	5.0	5.3
	75 μm	12~25	19.0	20.0	20.0	20.3
	45 μm	12~25	20.4	19.3	19.3	19.0
	Support plate	50~70	57.0	55.3	55.3	55.4
Ingredient ratio (%)		Design value (80) : -5~15(%)	79.7	80.0	80.0	80.0

Table 6. Extinguish Performance Test Results of New Raw Material Extinguishing Agent (2 Type)

Sample name (New materials)		Test Results							
		A				B			
Test Items	Standard	Upon type approval	Before accelerated aging test	When the service life is 10 years	When the service life is 20 years	Upon type approval	Before accelerated aging test	When the service life is 10 years	When the service life is 20 years
Radiation performance test	Design value: +30%, 8 s or more	12				12			
		11.7	10.4	9.8	9.8	9.5	10.9	15.2	10.6
	Emissivity over 90%	96.9	97.6	39.6	31.3	97.1	96.6	96.2	42.2
Extinguish performance test	Class B	O	O	X	X	O	O	O	X

Table 7. Extinguish Performance Test Results of Recycling Extinguishing Agent (4 Type)

Sample name (New materials)		Test Results							
		C				D			
Test Items	Standard	Upon type approval	Before accelerated aging test	When the service life is 10 years	When the service life is 20 years	Upon type approval	Before accelerated aging test	When the service life is 10 years	When the service life is 20 years
Radiation performance test	Design value: +30%, 8 s or more	12				9			
		10.1	10.4	9.5	11.0	8.4	8.1	9.0	9.1
	Emissivity over 90%	96.6	96.3	38.8	40.0	96.8	96.4	96.6	97.0
Extinguish performance test	Class B	O	O	X	O	O	O	O	O

Sample name (New materials)		Test Results							
		E				F			
Test Items	Standard	Upon type approval	Before accelerated aging test	When the service life is 10 years	When the service life is 20 years	Upon type approval	Before accelerated aging test	When the service life is 10 years	When the service life is 20 years
Radiation performance test	Design value: +30%, 8 s or more	9				12			
		9.2	8.2	8.8	7.5	10.9	11.3	14.7	13.3
	Emissivity over 90%	96.6	96.7	95.7	94.4	96.9	97.1	98.1	97.1
Extinguish performance test	Class B	O	O	O	O	O	O	O	O

화성능(B급) 시험에서 모두 유의미한 차이점 없이 형식승인에 적합한 결과를 나타냈다. Table 6에서는 역시 2가지 타입의 새 원료 소화약제 방사성능 및 소화성능 결과를 보여주고 있으며, Table 7에서는 4가지의 재활용 소화약제의 성능 및 Table 8에서는 수입산 소화기의 성능시험 결과를 보여주고 있다.

그러나, 가속노화 시험 후에 일부 소화기의 구조적인 부분에서 충전된 질소 가스가 용기 안의 연결관과 연결 밸브와의 이격과 용기와 연결 밸브와의 이격에 의하여 누출이 되는 경우가 발생하였다. 이는 가속노화 시험 시 고온에 의한 열의 경과 시간에 의해서 소화기의 금속과 금속 사이의 기밀 역할을 하는 고무 부분에서 발생했고 이는 고무의 노화에 의한 결점으로 판단된다. 따라서, 일부 소화기에서는 방사성능과 소화성능 시험을 진행하지 못하였다. Figure 3

에서는 가속노화 시험후의 기밀에 이상이 발생하는 소화기의 모습을 보여주고 있다.

또한, 재활용 소화약제의 품질 검증을 위하여 새 원료 소화약제와 재활용 소화약제를 증류수에 넣어 소화약제의 용해를 진행해서 이온 크로마토그래피(IC)를 통해서 제1인산암모늄의 인산이온 검출을 확인하였으며, 코팅이 되지 않은 상태에서의 제1인산암모늄의 이온 크로마토그래피(IC)의 판정은 Figure 4에서 보여주고 있다. 그 결과로서 용해한 새 원료 소화약제와 용해한 재활용 소화약제에서도 인산이온은 검출되지 않았으며, 이온 크로마토그래피(IC)의 판정은 Figure 5에서 보여주고 있다. 이는 새 원료(a) 및 재활용(b) 소화약제 중 제1인산암모늄의 실리콘 코팅한 부분에서 손상 없이 유지가 되었다는 것을 보여주고 있다.

결론적으로 재활용 소화약제를 사용하여 만든 소화기의

Table 8. Extinguish Performance Test Results of Imported Extinguishing Agent (1 Type)

Sample name (New materials)		Test Results			
		G			
Test Items	Standard	Upon type approval	Before accelerated aging test	When the service life is 10 years	When the service life is 20 years
Radiation performance test	Design value (10): +30%, 8 s or more	8.1	9.7	11.4	10.9
	Emissivity over 90%	96.2	96.6	95.6	96.2
Extinguish performance test	Class B	O	O	O	O

Figure 3. Fire extinguisher with an airtight abnormality. **Figure 4.** Detection of $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ using ion chromatography.

(a) New raw material extinguishing agent

(b) Recycled extinguishing agent

Figure 5. Detection of coated $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ using ion chromatography.

품질에 이상이 없음을 나타내고 있다. 또한 소화약제 원료인 인광석을 전량 수입으로 의존하는 현실에서 폐소화기에서 얻은 소화약제의 순환 자원으로 인한 수입 대체 효과 및 자원절약 측면으로 경제적 효과를 볼 수 있고 뿐만 아니라 소화기 가격 경쟁력도 확보할 수 있을 수 있음을 나타내고 있다.

4. 결론 및 제언

내구연한 범규가 적용되면서 폐소화기가 전국적으로 발생되기 시작하였다. 따라서, 본 연구에서는 새 원료 소화약제, 재활용 소화약제 및 수입산 소화약제의 물리적 및

화학적 성질에 대하여 시험을 하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1) 3가지 다른 소화약제의 가속노화 시험 후 소화약제 물리적 성질인 수분 함유율, 흡습율, 성분비, 침입도, 겔보기비중, 침강성 및 미세도 시험에서 새 원료 소화약제에서 유의미한 차이점을 찾을 수 없었다.

2) 새 원료 소화약제로 충약된 소화기, 재활용 소화약제로 충약된 소화기와 수입산 소화기에서 방사성능 및 소화성능(B급) 시험에서 모두 유의미한 차이점 없이 형식승인에 적합한 결과를 나타냈다.

3) 가속노화 시험 시 고온에 의한 열의 경과 시간에 의해서 소화기의 기밀 역할을 하는 고무와 금속 부분에서 소

화기 내부의 질소 가스의 누출이 발생할 수 있는데, 향후 이와 같은 유사 시험 및 테스트에서는 주의가 필요한 부분임을 확인할 수 있었다.

4) 새 원료 소화약제와 재활용 소화약제를 증류수에 넣어 소화약제의 용해를 진행하여 이온 크로마토그래피(IC)를 통한 인산이온의 검출을 확인 결과, 용해한 새 원료 소화약제와 재활용 소화약제에서도 인산이온은 검출되지 않는 결과를 보여주었고, 이는 새 원료 및 재활용 소화약제 중 제1인산암모늄의 실리콘 코팅한 부분에서 손상 없이 유지가 되었다는 것을 보여주고 있다.

5) 따라서, 내구연한을 지난 소화약제의 경우에도 비교적 새 제품의 소화약제와 거의 유사한 성능을 갖는다는 것을 확인할 수 있었으며, 향후 이와 같은 재활용 소화약제에 대한 사용에 대한 기준 및 사용측면에서 보다 학술적인 연구가 필요하다는 것을 제언하는 바이다.

후 기

본 연구 논문은 행정안전부 공간정보 기반 실감 재난관리 맞춤형 콘텐츠 제공 기술 개발 사업의 연구비 지원(과제번호 20DRMS-B146826-03)에 의해 수행되었습니다.

References

1. Y. B. Jin, "Development and Effect of Environmentally Friendly Fire Extinguishing Agent Based on Recycling System of Lung Powder Fire Extinguisher", Ph.d thesis of Univ. of Han-Se Univ. (2020).
2. B. Y. Oh, H. S. Kim and D. M. Choi, "Effect of Chemical Fire Extinguisher's Useful Life on Characteristics of Dry Chemical Powder", Proceedings of 2019 Fall Annual Conference, Korean Institute of Fire Science & Engineering, p. 59 (2019).
3. E. P. Lee, "Analysis of the Precautionary Measures and Causes on Explosion Accidents of a Old Dry Chemical Powder Extinguisher", Journal of Korean Institute of Fire Science & Engineering, Vol. 26, No. 3, pp. 91-99 (2012).
4. G. S. Jeong, "A Study on Clean Agents for Halon Replacement in the Portable Extinguisher with CO₂ as an Expellant Gas", Fire Science and Engineering, Vol. 33, No. 3, pp. 51-55 (2019).
5. C. S. Baek and I. S. Park, "Policy Direction for Fire Products Life Expentancy Legislation", Fire Science and Engineering, Vol. 30, No. 1, pp. 111-120 (2016).
6. W. Y. Go and S. J. In, "Study on the Effect of the ABC Dry Chemical on Wood in Pyrolysis", Fire Science and Engineering, Vol. 33, No. 3, pp. 1-7 (2018).
7. B. G. Min, "A Study on the Effective Fire Safety Management of Old Apartment House", Master thesis of Ga-Cheon Univ. (2018).
8. T. S. Ham, "The Tasks of Waste Legislation System and Framework Act on Resource Circulation", Kyung Hee Law Journal, Vol. 11, No. 5, pp. 1-13 (1998).
9. S. H. Hong, "Prediction of Long-Term Performance of a Composite Material Using Accelerated Environmental Test", The Korean Society for Composite Materials, Vol. 33, No. 3, pp. 1-7 (2018).
10. National Fire Service Notice., "Type Approval of Solid Aerosol Automatic Fire Extinguishing Device and Technical Standard of Product Inspection Article 15" (2019).
11. Y. S. Park, D. Y. Kim, K. S. Choi, S. D. Park and S. H. Han, "Determination of Trace Iodide in Sodium Bisulfite Solution by Ion Chromatography with UV Detection", Analytical Science & Technology, Vol. 13, No. 3, pp. 304-308 (1998).