

<http://dx.doi.org/10.17703/JCCT.2022.8.6.661>

JCCT 2022-11-81

## 제3종 분말소화기 대상별 내용연수에 따른 저장용기의 부식도 분석

### An Analysis on Storing Container Corrosion of Powder Extinguisher according to Durable Years of Each Type-3 Powder Extinguisher

손주달\*, 공하성\*\*

Son, Ju-Dal\*, Kong, Ha-Sung\*\*

**요약** 이 연구는 내용연수에 따른 분말소화기 저장용기의 부식정도 와 소화성능 변화를 고찰하여 상시 적정 성능을 확보하기 위해 시장지역, 공장지역, 공동주택지역을 대상으로 실험을 실시하여 다음과 같은 결론을 도출하였다. 첫째, 외부접촉 저장용기 부식 정도에 대한 실험값이 2012년 공동주택지역에서 부적합으로 나타났다. 둘째, 소화기 내구연한은 10년이나 1회에 한하여 샘플검사에 통과하면 길게는 13년을 사용하게 되지만, 사실상 소화기 수명은 배치장소의 주위환경 과 내용연수에 따라 차이가 크게 다르게 나타나는 것으로 분석되었다. 마지막으로 소화기 배치장소의 환경이 취약한 경우에는 더욱 빠르나, 통상적인 관리하에서 소화기의 내용연수 7~8년부터 소화기 저장용기의 부식이 일어나기 시작하므로 소화기의 내용연수를 5년 정도로 줄이는 것이 타당하다고 판단된다.

**주요어** : 제3종, 분말소화기, 내용연수, 저장용기

**Abstract** This study presented the criteria for analyzing the corrosion of the powder extinguisher storage container according to the useful life, and conducted an experiment on the market area, the factory area, and the apartment building area to ensure proper performance at all times and drew the following conclusions. First, the experimental value for the degree of corrosion of external contact storage containers was found to be unsuitable in the factory area in 2014. In 2012, the experimental value for the degree of corrosion of external contact storage containers in apartment complexes was found to be inappropriate. Second, the experimental value for the dropout of the external paint in the storage container was found to be inappropriate in the factory area in 2014. In 2012, the experimental value of the degree of coating of the external paint storage container in the apartment building area was found to be inappropriate. It was analyzed that the useful life of the fire extinguisher is 10 years, and if it passes the sample test only once, it will be used for up to 13 years, but in fact, the difference varies greatly depending on the surrounding environment of the fire extinguisher place. Since the degree of corrosion of the storage container of the fire extinguisher from 8 years of the fire extinguisher's useful life is clearly decreased, it is judged that 5 years of the fire extinguisher is appropriate.

**Key words** : Type 3, Powder Extinguisher, Useful Life, Storage Container

\*정회원, 우석대학교 일반대학원 소방안전공학과 박사과정 (제1저자)

\*\*정회원, 우석대학교 소방방재학과 교수 (교신저자)  
접수일: 2022년 9월 13일, 수정완료일: 2022년 10월 5일  
게재확정일: 2022년 10월 25일

Received: September 13, 2022 / Revised: October 5, 2022  
Accepted: October 25, 2022

\*\*Corresponding Author: 119wsu@naver.com  
Dept. of Fire and Disaster Prevention, Woosuk Univ, Korea

## I. 서 론

소방이나 화재에 대해 문의한이라도 알 수 있을 만큼 소화기는 소화시설의 대명사라 할 수 있고 우리 주위에서 흔히 볼 수 있다. 소화기가 소화시설을 대표하는 이유는 우리 주위에 가장 많이 보급되어 설치되어 있고 초기 소화기구로서 효과가 좋기 때문일 것이다[1].

소화기는 화재를 진화하여 안전을 담보해주는 만큼 아주 안전할 것이고, 소화기로 인한 사고는 발생하지 않을 것 이라고 생각하기 쉬우나 화재를 진화하기 위해 소화기를 사용하다가 또는 폐기하기 위해 해체작업과정 등에서 사고가 발생하였다. 소화기로 인한 사고의 대부분은 소화기의 폭발로 인해 소화기 내부에 충전된 고압가스가 갑작스럽게 방출되는 것과 관련되어 있고, 고압의 가스가 방출되면서 반작용으로 인해 소화기 본체가 튕겨서 소화기를 잡고 있던 사람이나 주위에서 작업하던 사람의 머리카락 상체를 가격하여 사망사고가 발생하기도 한다[2].

이런 위험성 때문에 가압식소화기는 1999년 이후에는 생산이 중단되었다. 또한 2017년부터 분말소화기의 경우 내용연수를 적용하여 소화성능을 유지하고 있다. 분말소화기의 경우 사용연한으로 10년을 적용하고 1회에 한하여 샘플 성능검사에 이상이 없으면 3년 연장 사용이 가능하다. 화재 시 초기소화 및 연소확대 방지가 매우 중요한데, 초기소화 및 연소확대 방지에 사용되는 소화기에 대한 성능유지 및 관리 방안이 부족한 상태이며, 소화기의 성능은 자체점검 및 종합정밀 점검 시 육안 점검으로 이루어지고 있다. 따라서 일부 취약장소에 배치된 소화기의 소화약제 피상화현상 등으로 사용 시 적정소화력이 미달 되거나 아예 방사 불능 상태에 이를 수 있다[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. 이의평(2012)은 분말소화기 파열사고사례 및 원인을 분석하였다. 교육 및 훈련에 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[6]. 선행연구들은 대부분 분말소화기의

소화약제 재활용방안 및 장비, 회수시스템을 기준으로 탐색하는데 그치고 있으며, 분말소화기 저장용기에 대한 부식이 대상처별로 얼마나 변화가 있었는지, 부식의 크기는 어떠한지 등을 분석하는데까지는 나아가지 못하였다. 이러한 문제 인식 때문에, 이 연구는 화재 시 화원의 확대 방지 및 초기화제진압에 분말소화기 사용은 필수적이다. 기존에 소화기의 내용연수는 분말형태의 소화약제를 사용하는 소화기는 10년을 적용하고 있다. 분말소화약제 사용연한에 따른 소화성능을 확보하기 위해 시장지역, 공장지역, 공동주택지역에서 수거한 소화기에서 소화약제를 분리하고 외부접촉 저장용기 부식시험을 실시하여 분말소화기 교체 시기에 대한 기준을 제시하여 상시 적정 성능이 유지되는 소화기로 화재 시 초기 대응에 원활히 사용될 수 있는 계기를 마련하고자 한다.

## II. 소화기 관련규정 및 실태분석

### 1. 소화기의 정의 및 분류

“「소화기구 및 자동소화장치의 화재안전기준(NFSC 101)」에서 소화기구는 소화기, 간이소화용구, 자동화산소화기 3가지로 구분하며, 소방대상물의 방호공간, 장치, 장비 등에서 화재가 발생한 경우 초기에 화재를 진압할 수 있는 가장 간편한 기구로서 물 또는 소화약제 등을 이용하여 사람이 직접 조작하거나 자동으로 약제를 방출할 수 있는 것을 말한다[5].

소화기의 종류에는 가압방식에 따라 축압식, 가압식 소화기로 분류되며 축압식 소화기는 본체용기 중에 소화약제와 함께 소화약제의 방출원이 되는 압축가스(질소 등)를 봉입한 방식의 소화기를 말한다. 용기 내 압력을 확인할 수 있도록 지시 압력계가 부착되어 사용 가능한 범위가 0.7~0.98MPa로 녹색으로 되어 있다. 가압식 소화기는 소화약제의 방출원이 되는 가압가스를 소화기 본체용기와는 별도의 전용 용기에 충전하여 설치하고 소화기 가압용 가스용기의 작동 봉판을 파괴하는 등의 조작에 의하여 방출되는 가스의 압력으로 소화약제를 방사하는 방식의 소화기를 말한다. 능력단위에 따라 소형소화기, 대형소화기로 나누는데 소형소화기는 A급소화기 또는 B급소화기로 능력 단위의 수치가 1이상 이어야 한다. 또한 대형소화기 이외의 소화기를 말한다. 대형소화기 능력단위의 수치는 A급화제에 사용

하는 소화기는 10단위이상, B급화재에 사용하는 소화기는 20단위이상 이어야 한다.

소화기의 설치기준은 각 층마다 설치하되, 특정소방대상물의 각 부분으로부터 1개의 소화기까지의 보행거리가 소형소화기의 경우에는 20m 이내, 대형소화기의 경우에는 30m 이내가 되도록 배치할 것. 다만, 가연성 물질이 없는 작업장의 경우에는 작업장의 실정에 맞게 보행거리를 완화하여 배치할 수 있도록 규정하고 있다 [6].

## 2. 소화기의 설치대상

“「화재예방, 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률」 제9조 “(특정소방대상물에 설치하는 소방시설의 유지·관리 등) 특정소방대상물의 관계인은 대통령령으로 정하는 소방시설을 소방청장이 정하여 고시하는 화재안전기준에 따라 설치 또는 유지·관리하여야 한다[4]. 이 경우 “「장애인·노인·임산부 등의 편의증진 보장에 관한 법률」 제2조 제1호에 따른 장애인 등이 사용하는 소방시설(경보설비 및 피난설비를 말한다)은 대통령령으로 정하는 바에 따라 장애인 등에 적합하게 설치 또는 유지·관리하여야 한다. “「화재예방, 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률 시행령」 [별표5]에서 소화기구 설치장소(다만, 노유자시설의 경우에는 투척용 소화용구 등을 화재안전기준에 따라 산정된 소화기 수량의 2분의 1 이상으로 설치할 수 있다.)연면적 33㎡ 이상인 것, 지정문화재 및 가스시설 터널로 하고 있다. 주거용 주방자동소화장치는 아파트 및 30층 이상 오피스텔의 모든 층이며, 캐비닛형 자동소화장치, 가스자동소화장치, 분말자동소화장치 또는 고체에어로졸자동소화장치 설치는 화재안전기준에서 정하는 장소에 설치하여야 한다.

## 3. 소화기의 특성

이의평(2012)은“2001년 3월 28일 오후 3시 30분경 경북 울주군 소재 화학공장에서 소방훈련을 하던 직원이 4.5kg 가압식 분말소화기 안전핀을 뽑고 레버를 누르는 순간 아랫부분이 터지면서 강하게 튀어 오른 소화기 윗부분에 목을 맞아 쓰러졌고, 병원 치료를 받다 하루 만에 숨졌다[7]. 경찰은 이 소화기는 1992년에 만든 제품으로 9년이나 됐고 화학공장의 특성상 철을 녹슬게 하는 가스나 습기 때문에 밑바닥이 부식돼 소화기를 작동

하는 순간 밑바닥이 터져 나가면서 그 반발력에 의해 소화기 윗부분이 사망자의 목을 때린 것이라고 결론 내렸다고 한다” 최근 판매되고 있는 분말소화기가 모두 축압식 소화기이지만 일부 소방대상물에는 가압식 분말소화기가 아직도 비치되어 있는 곳이 있다. 가압식 분말소화기는 부식이 진행되기 쉬운 장소(옥외나처마 아래 등)에서 유지관리가 불충분한 상황에 있어 기간 경과에 따라 본체용기, 특히 밑바닥 부분이 부식되어 강도가 저하된 상태에서 레버를 조작하면 가압용가스용기의 압력이 본체 용기 내부에 방출되면서 부식된 부분을 뚫어서 파열사고가 발생할 수 있다. 또한 분말소화기는 사용연한에 따라 습기가 높은 장소에 있거나 비바람에 노출된 곳에 있는 것이라면 부식되어 있을 가능성이 높으며 빗물, 결로 등에 의한 수분이 본체용기의 밑부분(특히 본체와 밑 부분의 용접부근)의 페인트칠에 상처가 있는 개소 등에서부터 페인트칠을 한 안쪽에 수분이 침투하여 그 부분의 용기 재질을 부식시키고, 더 나아가 부식을 확대 시켜 재질의 살두께 등을 얇게 한다. 이런 부식상태일 때 레버조작을 하여 소화기가스용기의 고압이 본체용기에 급격히 가해지면 본체용기가 파열될 수 있다[8].

## 4. 소화기가 배치된 현장 실태분석

ABC 분말소화기가 배치된 경상북도와 대구시에 위치한 OO시장지역, OO공장지역, OO공동주택지역을 중심으로 현장실사를 진행한 결과 다음과 같이 위험요소를 확인하고 정리하였다.

### 1) 소화기 습기가 많은 장소에 배치

OO공동주택지역 노화된 지하주차장에는 누수와 습기 등으로 평상시 습도가 높으며 문, 창 또는 출입구가 멀리 있어서 환기가 잘되지 않고 주차장 안에는 공기유입이 원활하지 않은 것으로 확인되었다. 소화기 비치장소 부근에는 고인 물과 습기로 소화기 밑면 부식 발생과 외부 도료가 박리 되어서 녹이 발생되어 질소가스의 누기로 소화약제의 피상화가 발생 될 여지가 있어 보였다.

### 2) 소화기의 중요성 인식 부족

OO시장지역에는 지상 2층 규모로 이불과 다량의 의류품목으로 밀집한 점포로 구성되어 있으며 소화기

배치장소에 소화기 자체가 존재하지 않는 곳도 있으며 소화기가 비치된 장소에는 물건이 적재되어 소화기 존재 확인이 어려워 보였다. 이는 평소에도 소화기 유지 관리가 되지 않은 것으로 시장상인들도 소화기의 중요성과 안전의식 부족으로 소화기 배치장소에 물건을 적재하는 등 화재 시 소화기를 사용할 수 없는 문제점이 발견되었다.

### 3) 소화기 배치도와 상이 한 소화기 배치

OO공장지역에는 외부에 노출된 출입문 부근에 소화기가 존재하거나 배치장소가 아닌 장소에 놓여있는 것으로 파악되었고, 소화기가 비치된 장소에는 공장 내 먼지로 인해 소화기 자체를 구별하기 힘들게 관리되는 등 소화기 배치도면과 상이 하게 놓여있는 것으로 확인되었다. 공장에서도 매년 소방시설에 대한 작동기능점검을 실시 하지만 소규모 공장은 자체적으로 점검을 하므로 서류로만 해보고 실제로는 하지 않는 곳도 있었다.

### 4) 소화기 손잡이, 안전핀 등 유지관리 불량

OO공장지역에는 공장에서 지게차로 생산한 물품을 적재 및 보관하는 중 물건이 떨어지거나 다른 충격이나 외력으로 소화기 본체 손잡이가 손상되어 사용할 수 없는 소화기가 교체되지 않고 방치되어 있었고 또한 안전핀이 존재하지 않거나 구부러져 쉽게 제거할 수 없는 상황으로 초기 화재 진압이 어려운 것으로 확인되었다.

### 5) 소화기 위치 확인 어려움

OO시장지역에서는 오래된 건축물로 지하주차장 구석에는 가연물이 방치되어 있으며 계단에는 자전거 등이 정차되어 유사시 소화활동 및 피난에 장애가 되고 연소확대 우려가 큰 것으로 확인되었다. 또한 시장 내부에는 다른 장애물이나 조명등으로 소화기의 위치를 쉽게 확인하기 어려워 유사시 용이하게 소화기를 사용하기 어려운 것으로 확인되었다.

## III. 실험방법

### 1. 시료준비

“「소화기의 형식승인 및 제품검사의 기술기준」 제7조 “내식 및 방청” 기준을 Table 1과 같이 실험에 적용하였다. ABC 분말소화기를 생산연도별 2012년 1월

부터 2022년 1월까지 10년 중 시장지역 10개, 공장지역 10개, 공동주택지역을 10개 합쳐 30개를 수거하여 1차적으로 육안 검사를 거쳐 최종적으로 사용연한 6년에서 10년이하 분말소화기 15개를 실험에 사용하였다. 우선 수거한 소화기를 노출환경에 대한 상태를 확인하고 소화약제 추출을 위해 분말소화기 밸브부분 해체 및 저장용기 취급 부속품을 제거하고 소화약제를 추출하였다. 시료 추출 후 소화약제에 대한 경화여부를 육안으로 확인하였다. 또한 “「소화기의 형식승인 및 제품검사의 기술기준」”에 근거하여 외부접촉 저장용기 부식시험을 실시하였다.

이 실험에서는 Figure 1과 같이 ABC 분말소화 약제를 사용한 소화기를 시장지역, 공장지역, 공동주택지역에서 수거된 것 중 생산연도별 2012년 1월에서 2017년 1월까지 6년에서 10년 된 소화기 15개를 분류하여 보관상태 등 육안검사를 통해 최종적으로 선정하여 실험을 실시하였다.



그림 1. 소화기 실험재료  
Figure 1. Experimental Materials of Fire Extinguisher

### 2. 외부접촉 저장용기 부식 시험[9]

“「소화기의 형식승인 및 제품검사의 기술기준」 제7조 “내식 및 방청에서 외부와 접촉하는 부분은 표 1과 같이 20 wt%의 염수분부에 240시간 노출하였을 때 부식방지를 위한 칠을 엄지손가락 또는 손가락으로 문지를 때 밀리거나 떨어지지 아니하여야 한다”.

표 1. 소화기 저장용기의 부식 판정기준  
Table 1. Criteria for Storing Container Corrosion of Fire Extinguisher

구분	“외부접촉 저장용기 부식시험”
판단 기준	“외부와 접촉하는 부분은 20 wt %의 염수분부에 240시간 노출하였을 때 적합하여야 한다”.

#### IV. 실험결과 및 고찰

##### 1. 외부접촉 저장용기 부식시험 분석결과

분말소화기의 저장용기의 외부접촉 부식을 분석한 결과 Table 2에서 보는 바와 같이 내용연수 6년의 경우 시장지역, 공장지역, 공동주택지역 대상으로 외부접촉 저장용기 부식에 대한 실험값 시장지역 적합, 공장지역 적합, 공동주택지역 적합으로 모두 적합으로 나타났다. 내용연수 7년의 경우 시장지역, 공장지역, 공동주택지역 대상으로 외부접촉 저장용기 부식에 대한 실험값 시장지역 적합, 공장지역 적합, 공동주택지역 적합으로 모두 적합으로 나타났다. 내용연수 8년의 경우 시장지역, 공장지역, 공동주택지역 대상으로 외부접촉 저장용기 부식에 대한 실험값은 시장지역 적합, 공장지역 적합, 공동

주택지역 적합으로 나타났다. 내용연수 9년의 경우 시장지역, 공장지역, 공동주택지역 대상으로 외부접촉 저장용기 부식에 대한 실험값 시장지역, 공장지역, 공동주택지역 적합으로 나타났다. 내용연수 10년의 경우 시장지역, 공장지역, 공동주택지역 대상으로 외부접촉 저장용기 부식에 대한 실험값 시장지역, 공장지역은 적합으로 나타났다. 나머지 공동주택지역은 부적합으로 나타났다. 즉 분말소화기 사용연한 6년부터 10년을 기점으로 15개 중 1개(6.67%)가 분말소화기 저장 용기 외부접촉 부식이 기준치에 미달 된 것으로 나타났다. 2012년 사용연한 10년 공동주택지역이 불량으로 나타났다. 이는 분말소화기가 배치된 장소의 외부환경, 노출상태, 사용 연한에 따라 외부접촉 저장 용기 부식에 차이가 발생하는 것으로 분석된다. 또 한 소화기 본체 충격이나 외부의 외력에 의해 소화기가 손상되거나 마모되어 소화기본체 용기 도료가 벗겨진 틈새로 용기를 부식시켜 파열사고의 원인이 될 수 있다. 따라서 수분 및 습기로 인한 저장 용기의 부식을 방지하기 위한 조치가 필요하다. 또한 소화기 제조업체는 소화기 본체를 연결하는 패킹 및 캡 구성품은 가압용 질소가스가 누기 되지 않도록 패킹의 재질을 우수하게 만드는 기술도 검토되어야 할 것이다.

표 2. 분말소화기 용기 부식시험  
 Table 2. A Test on Powder Extinguisher Container Corrosion

구분			시험결과
생산 년도	번호	시료 분석지역	외부접촉 저장 용기 부식시험
2016 (내용연수6년)	1	시장지역	적합
	2	공장지역	적합
	3	공동주택지역	적합
2015 (내용연수7년)	4	시장지역	적합
	5	공장지역	적합
	6	공동주택지역	적합
2014 (내용연수8년)	7	시장지역	적합
	8	공장지역	적합
	9	공동주택지역	적합
2013 (내용연수9년)	10	시장지역	적합
	11	공장지역	적합
	12	공동주택지역	적합
2012 (내용연수10년)	13	시장지역	적합
	14	공장지역	적합
	15	공동주택지역	부적합
소계/ 불량율	15/(100%)		1/(6.67%)



그림 2. 분말소화기의 저장용기 부식 상태  
 Figure 2. Corrosion State of Storing Container of Powder Extinguisher

Figure 2에서 보는 바와 같이 분말소화기 외부 접촉 저장용기 부식 상태를 살펴보면 내용연수가 6년, 7년은 관리상태가 양호하나 내용연수 8년이 지나면 도료의 박리 등이 일어나는 것을 볼 수 있었다. 내용연수 10년 공동주택지역 저장용기의 부식상태는 수분 및 습기로 인해 저장용기의 부식 정도는 상당히 진행된 것으로

나타났다. 따라서 외부 접촉에 의해 소화기 저장용기 부식과 소화기의 유지관리 불량 및 배치장소의 주위환경으로 인해 비바람에 노출되거나 습기가 많은 장소에 보관되거나 방치되다가 본체용기의 외부충격이나 도료의 박리 또는 고무오링 등이 마모되어 가스누출에 따른 소화약제 피상화 현상이 발생되어 소화력이 상실될 수 있다.

## 2. 실험결과에 따른 고찰

분말소화기의 저장용기의 외부접촉 부식을 분석한 결과 내용연수 6년, 7년, 8년, 9년 경우 시장지역, 공장지역, 공동주택지역 대상으로 모두 적합으로 나타났다. 내용연수 10년의 경우 시장지역, 공장지역, 공동주택지역 대상으로 외부접촉 저장용기 부식에 대한 실험값 시장지역, 공장지역은 적합으로 나타났다. 나머지 공동주택지역은 부적합으로 나타났다. 즉 분말소화기 사용연한 6년부터 10년을 기점으로 15개중 1개(6.67%)가 분말소화기 저장 용기 외부접촉 부식이 기준치에 미달된 것으로 나타났다. 2012년 사용연한 10년 공동주택지역이 불량으로 나타났다. 외부의 외력에 의해 소화기가 손상되거나 마모되어 소화기본체 용기 도료가 벗겨진 틈새로 용기를 부식시켜 파열사고의 원인이 될 수 있다.

## V. 결 론

이 연구는 사용연한에 따른 분말소화기 저장용기의 부식도 분석의 기준을 제시하여 상시 적정 성능이 확보하기 위해 시장지역, 공장지역, 공동주택지역을 대상으로 실험을 실시하여 다음과 같은 결론을 도출하였다.

(1) 외부접촉으로 인한 저장용기 부식에 대한 실험값이 2012년 공동주택지역에서 외부접촉 저장용기 부식정도 실험값이 부적합으로 나타났다. 따라서 용기 도료 및 용기 본체를 연결하는 패킹 및 구성품은 내구성이 우수한 부품을 사용하여 경년변화에 따른 용기내 가압된 기동용 질소가스가 빠져 나가지 않도록 구성부품 재질을 강화하는 등의 노력을 기울여야 할 것이다.

(2) 소화기 사용연한 및 배치장소 주위환경에 따라 부식정도의 차이가 크게 나타나 소화기 저장용기의 부식상태의 위험성 및 화재예방을 위해서는 내용연수를 기존 10년에서 5년으로 적용하는 제도 개선이 필요하다고 판단된다.

이 연구 결과를 통해, 사용연한에 따른 소화기 저장용기의 부식상태와 성능을 확인하고 현재 소화기의 배치 수가 많고 주위환경에 따라 유지관리가 열악한 시장지역, 공장지역, 공동주택지역의 소화기의 실태와 성능에 대하여 분석하여, 초기 화재 진압 시 소화기의 작동 신뢰도를 높여, 실제적인 화재안전에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

## References

- [1] Y. G. Sim, "A Study on the Performance Characteristic of Automatic Fire Extinguisher System Using Eco-friendly Form Fire Extinguisher Agent", Dongmyeong University Graduate School, Mechanical Systems Engineering, Ph.D. thesis, pp. 122-123 (2020).
- [2] M.J. Jeong and J.M. Yeon, "Assessment of Hazard and Recycling for Discarded Agent in Powder Fire Extinguisher", J. of Korea Society of Waste Management, Vol. 32, No. 3, pp. 238-246, (2015).
- [3] <https://www.law.go.kr/LSW/lsSc.do>
- [4] Y. B. Jean, "Development and Effect of Environmentally Friendly Fire Extinguishing Agent based on Recycling System of Lung Powder Fire Extinguisher", A Ph.D. dissertation in Industrial Safety Department of Hanse University. pp. 118-120 (2020).
- [5] E. P. Lee, "Analysis of the Precautionary Measures and Causes on Explosion Accidents of a Old Dry Chemical Powder Extinguisher", J. Kor. Inst. Fire Sci. Eng, Vol. 26, No. 3, pp. 91-99, (2012).
- [6] S. S. Kim, "Safety-pin-free Fire Extinguisher for Early Fire Suppression and Experiment and Analysis of Image Output Evacuation Guidance Facilities", doctorate of Fire and Disaster Prevention at Wooseok University General School. pp. 11-12 (2021).
- [7] B. S. Son, "A study of recycling standard for dry chemical powder extinguisher", Department of Industrial Engineering, Graduate School, Pusan National University, pp. 88-89 (2015).
- [8] H. H. Heo, "A Study on the Installation of Fire Safety and Fire Safety of Fire Extinguishers and Single Alarm Sensors in General Housing : Focused on Gyeonggi-gu, Incheon", Master's Degree in Emergency Rescue, Gachon University Graduate School. pp. 7-8 (2020).
- [9] <https://www.law.go.kr/admRulSc.do>