[Research Paper]

공기호흡기용 공기충전기의 고순도 필터 시스템에 관한 연구

성시민^{*} · 양정모^{*} · 박태율^{**} · 지대준^{***} · 오재성^{****} · 임우섭^{*****} · 정재한^{*****†}

엠에스엘컴프레서 대표, ^{*}엠에스엘컴프레서 팀장, ^{**}엠에스엘컴프레서 대리, ^{***}엠에스엘컴프레서 사원,
^{****}한국소방산업기술원 연구원, ^{*****}한국소방산업기술원 연구소장, ^{*****}한국소방산업기술원 기술기준연구센터장

A Study on a High-Purity Filter System of an Air Charger for an Air Respirator

Si-Min Sung · Jung-Mo Yang^{*} · Tae-yul Park^{**} · Dae-Jun Ji^{***} ·
Jaesung Oh^{****} · Woo-Sub Lim^{*****} · Jae-Han Jung^{*****†}

CEO, MSL COMPRESSOR Corp., ^{*}Team Leader, MSL COMPRESSOR Corp.,

^{**}Assistant Manager, MSL COMPRESSOR Corp., ^{***}Staff, MSL COMPRESSOR Corp.,

^{****}Researcher, Korea Fire Institute, ^{*****}Researcher Director, Korea Fire Institute,

^{*****}Head of Fire R&D Laboratory, Korea Fire Institute

(Received June 29, 2021; Revised August 20, 2021; Accepted August 25, 2021)

요 약

공기충전기를 통해 충전되는 공기는 불순물이 없고 순수해야 하므로, 수분, oil, 탄화물 등의 이물질들을 제거해주는 필터의 역할이 매우 중요하다. 이러한 필터의 수명은 약 50 h이며, 이 수명을 초과한다면 정화기능이 급격히 감소하므로 주기적으로 교체해야 한다. 하지만 필터를 교체하는 과정에서 경제적, 환경적 문제가 발생하므로 본 연구에서는 필터의 수명 연장(60 h)과 정화기능 강화에 관한 연구를 수행하였다. 본 연구에서는 필터 이전에 이물질 자동배출 장치를 설치하였다. 이 장치의 성능을 확인하기 위하여 배출액, 배출 및 수집장치 최대 소음, 필터 수명을 실험 및 의뢰분석을 통해 확인하였다. 배출액을 확인하여 자동배출장치의 오염물 배출기능 및 구조의 적합성을 검증하였다. 또한, 최대 소음은 공기충전기 4면 모두 성능 기준인 80 dB 이하로 성능 확인하였다. 최종적으로, 60 h 사용 후 충전된 공기의 질을 분석하였으며, 분석한 모든 수치가 성능 기준 범위 내에 있는 것으로 확인되었다.

ABSTRACT

The air charged through the air charger must be pure and free from impurities; hence, the role of a filter that removes pollutants, such as moisture, oil, and carbides is very important. The lifespan of the filter is approximately 50 h, and if exceeded, the purification function decreases rapidly. Therefore, it must be replaced periodically. However, economic and environmental problems occur in the process of replacing the filter. This study investigated the extension of the filter lifespan (60 h) and enhancement of the purification function. An auto drain system was installed. The pollutant discharge, maximum noise, and lifespan were confirmed through experiments and commissioned inspections to check the performance. The compatibility of the pollutant discharge function and the structure of the auto drain system was verified by checking the discharge of pollutants. In addition, the maximum noise was certified to be less than 80 dB according to the performance-standard. Finally, the charged air quality was analyzed after 60 h of use, and all the analyzed values were confirmed to be within the performance-standard range.

Keywords : Air charger, Filter, Auto drain system, Pollutants, Industrial waste

[†] Corresponding Author, TEL: +82-31-289-2961, FAX: +82-31-289-3232, E-Mail: cjh@kfi.or.kr

© 2021 Korean Institute of Fire Science & Engineering. All right reserved.

1. 서 론

공기충전기는 공기호흡기 용기에 고압으로 청정한 공기를 신속하게 충전하는데 사용되는 장비이다. 이 장비는 현재 소방대원들에게 화재 진압 및 인명 구조 시 호흡용 공기를 공급해주는 역할로 주로 사용되고 있다. 이때 공기호흡기 용기에 충전되는 공기에는 불순물이 없는 청정한 상태이어야 한다. 이는 화재 진압 및 구조 시 소방대원들의 안전과 건강에 직결되기 때문이다. 이로 인해 청정한 공기를 충전하는 과정에서 불순물을 제거하고 청정한 공기만을 흡입해주는 필터의 역할이 매우 중요하다. 또한, 필터의 정화기능을 수시 점검하고 수명이 끝난 필터는 바로 교체해 주어야 한다.

현재 공기충전기에서 사용되는 필터의 수명은 약 50 h이며 필터의 수분 수치가 25 mg 이상이 되면 수명이 끝난다. 50 h를 사용하는 동안 필터는 많은 수분 등의 이물질들을 제거한다. 흔히 공기를 압축하면 공기 중에 습기가 포화되어 물방울이 맺히게 된다. 이러한 수분은 필터로 인해 걸러지게 되며, 동시에 수분과 결합한 오염물로 구분되는 oil 및 탄화물 등의 불순물을 함께 제거된다. 이렇게 기본 사용시간 50 h를 초과하게 된 필터는 Figure 1과 같이 오염물이 필터의 정화량을 초과하여, 필터에서 더 이상 제거되지 못하고 외부로 배출되며 최종 배출되는 공기는 급격히 순도가 저하되게 된다. 또한, 이 오염된 공기는 oil 액상 및 악취와 유증기, 수분, 일산화탄소 등으로 구성된 불순물이 포함된 공기가 되어 공기 호흡기로 충전된다^(1,2). 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 수명이 끝난 필터는 주기적으로 교체해야 한다. 하지만, 필터를 교체하는 과정에서 경제적, 환경적 문제가 발생한다. 첫 번째로 필터는 모델의 종류에 따라 다소 비용 차이가 있지만, 보통 1회 교체 시 약 100만 원 이상의 고가의 비용이 발생한다. 이는 1년에 수천만 원 이상의 비용이 발생하기도 한다. 두 번째로 버려지는 필터 등의 소모품들은 산업용 폐기물로서 2차 오염을 발생시킨다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 필터의 수명을 비약적으로 연장할 수 있는 연구가 필요하다. 또한, 산업발전, 대기 오염, 황사 등으로 인해 공기충전기의 정화기능이 증대돼야 할 필요성이 꾸준히 제기되고 있다. 이로 인해, 필터의 수명 연장과 정화기능 강화 등의 연구가 필요하다. 이러한 연구들은 활발하게 이루어지고 있다.

Oleg bazaluk는 공기호흡기 필터로 인한 압력강하의 변화 대해 연구하였다⁽³⁾. 이를 통해 필터로 인한 유체 흐름, 압력 변화의 원인 등을 파악하였다. don-hee, han은 정화기능을 위해 설치된 필터의 종류에 따라 성능을 한국에서 사용되는 quality factor를 사용하여 평가하였다⁽⁴⁾. 이 연구를 통해 사용 환경에 맞는 필터의 종류를 구별하였다. bong-sei, son은 소방대원용 공기호흡기의 성능 안전을 확보하기 위하여 공기충전기가 아닌 공기호흡기에서 발생하는 문제점을 파악하였다⁽⁵⁾. 이를 통해 공기호흡기의 품질을 향상시킬 수 있

Figure 1. Air charger and used filter.

는 기초자료를 제시할 수 있었다. 독일 bauer 사에서는 공기가 최종적으로 공기 정화 필터로 유입되기 전, 압축공기 중 수분을 제거하는 장치가 장착하였다⁽⁶⁾. 더욱 자세하게는 공기충전기 마지막 단 유수분리기에 필터를 장착하여 수분의 유입을 최대한 제거하는 방식을 사용하였다. 이외에 많은 국가에서도 공기를 정화과정 중에 발생하는 이물질을 친환경적으로 처리하는 장치를 적용하는 사례가 많으며, 이를 통해 필터 수명 연장과 친환경적인 사용이 가능하게 되었다. 하지만, 국내에서는 친환경적 요인을 적용한 장치가 도입된 공기충전기에 관한 연구 개발은 이루어지지 않았다. 또한, 고순도 정화 필터와 이를 구현하기 위한 기계적 시스템을 적용하기 위한 연구도 미비하다.

따라서, 본 연구에서는 친환경적이며 필터의 수명 연장과 기존보다 정화기능이 향상된 필터를 연구 개발하고자 한다. 이를 위해 전처리 여과 효율을 증대한 고성능 auto drain system (자동배출장치)을 적용하였다. 이 장치는 공기를 흡입하여 필터로 유입되기 전 이물질을 친환경적으로 처리할 수 있는 기능이 있다. 또한, 필터의 수명을 비약적으로 연장할 수 있다.

이를 통해 목표 사용시간인 60 h 도달 및 호흡용 공기 품질 기준상 제시한 수분, 일산화탄소, oil 등의 수치가 기준을 만족하는 친환경적인 필터 시스템을 개발하고자 한다.

2. 공기충전기 성능 시험

2.1 자동배출장치의 원리 및 구조

본 연구에서 연구 개발한 자동배출장치는 독일 Bauer 사의 automatic condensate drain 기술을 응용하여 Figure 2(a)와 같이 구조를 간소화하여 제작하였다. 자동배출장치는 필터 전단의 고농도 이물질을 자동으로 배출할 수 있는 장치이다. 장치의 작동 원리는 Figure 2(b)와 같다. 기본적인 원리는 응축과 배출이다. 우선, 흡기구를 통해 자동배출장치 내부로 공기를 흡입한다. 흡입하는 과정과 함께 압축공기를 주입하게 된다. 압축공기의 주입으로 인해 고압으로 흡입된 공기를 압축하기 때문에 수분과 이물질이 액화된다. 이후 이물질이 포함된 액체의 부피가 일정한 수치에 도

Figure 2. Auto drain system [(a) auto drain system geometry, (b) features by structure, (c) installation auto drain system].

달하게 되면 순간적인 힘으로 수집장치로 배출하게 된다. 이 과정은 전기적인 제어를 통해 이루어진다. 이러한 일련의 과정이 순환적으로 이루어지며 이를 통해 후단 필터에 도달하는 이물질의 축적되는 정도를 감소시킬 수 있다. 개발된 자동배출장치는 Figure 2(c)와 같이 설치되어 필터 전단에서 이물질을 배출할 수 있도록 배치하였다.

2.2 실험장비 및 방법

본 연구에서는 이물질의 친환경 배출 및 필터 수명 연장을 위하여 자동배출장치를 도입한 고순도 필터 시스템의 성능을 확인하였다. 도입한 자동배출장치의 성능 및 필터의 수명 연장 여부를 효과적으로 확인하기 위하여 이물질의 종류는 수분 및 유분으로 한정하였다. 이를 위해 압축기 대기 공기 유입부에 1 L의 물과, 1 L의 합성유를 혼합시킨 총 2 L의 가상 오염물을 제작하였다.

성능 인증 실험은 총 3가지로 나눌 수 있다. 배출액 확인, 배출 및 수집장치 최대 소음 확인, 필터 수명 확인이다.

2.2.1 배출액 확인

배출액 확인은 자동배출장치의 성능을 확인하기 위한 실험이다. 공기 흡입구에 가상 오염물을 주입했을 경우, 자동배출장치에서 이물질을 제거할 수 있는 양을 측정한다. 본 연구에서 공기 정화 필터 이전에 설치된 자동배출장치

의 성능은 자동으로 이물질이 80% 이상 배출할 수 있도록 압축공기를 통한 응축도를 설정하였다. 이는 자동배출장치를 통해 80% 이상 이물질이 배출될 경우 필터를 통해 제거되는 이물질의 양이 크게 감소하게 되며, 후단에 설치된 필터의 사용수명을 60 h까지 비약적으로 연장시킬 수 있다. 이러한 자동배출장치의 배출 성능을 확인하기 위해 실험을 진행하였다. 실험 과정은 다음과 같다.

1. 시료(공기충전기)의 전원을 On하여 1 h 동안 운전시킨다.
2. 가상 오염물을 2 L를 준비한다(Figure 3(a)).
3. 1 h 후 시료 전원을 Off, 압축부 필터 제거 후 가상 오염물 주입구 연결 및 배출물 수집통 설치한다.
4. 가상 오염물을 약 100 ml를 주입 후 시료의 전원을 On하여 약 3~5 s 가동 후 전원을 Off 한다(Figure 3(b)).
5. 4번의 과정을 반복하여 가상 오염물 2 L를 모두 주입한다.
6. 시료 내부에 고인 오염물의 배출을 위해 시료를 약 10 s 운전 후 전원 Off를 10회 반복한다.
7. 수집장치 하단의 배출부를 통해 배출된 오염물 부피를 확인한다.
8. 배출액 확인을 위한 실험은 총 5회 실시한다.

2.2.2 배출 및 수집장치 최대 소음 측정

배출 및 수집장치의 최대 소음측정은 공기충전기에서 이물질을 배출하거나 수집할 경우의 소음을 측정하는 실험이다. 소음에 대한 평가 기준은 한국소방산업기술원(KFI)의 기술기준인 「공기호흡기 형식승인 및 제품검사의 기술기준」 제34조에 따라 장치에서 발생하는 소음이 80 dB 미만으로 설정하였다⁷⁾. 이 수치를 초과하는 소리에서는 사용자가 장치 사용에 불편함을 느낄 수 있으므로 80 dB 이하로 작동하는 것이 중요하다. 이를 위해 Figure 4와 같이 기준에 따라 1 m의 이격 거리에서 공기충전기의 4면(전면, 후면, 좌측면, 우측면)에서 측정한다. 실험 과정은 다음과 같다.

1. 운전상태의 시료를 전원 Off (압축 중단) 후 배출·수집장치 동작 시 최대 소음측정(총 5회 측정)
2. 측정 위치
 - ① 수집장치 좌측으로부터 1 m 지점
 - ② 수집장치 후면으로부터 1 m 지점
 - ③ 수집장치 우측으로부터 1 m 지점
 - ④ 시료 전면(컨트롤 패널)으로부터 1 m 지점

2.2.3 필터 수명 확인

필터 수명 확인은 장치를 60 h 사용한 후 수집한 공기의 공기질을 측정하는 실험이다. 이는 일상적인 대기 상태인 10~30 °C 온도, 10~70% RH 습도 범위 내의 자연상태에서 장치를 60 h 가동한 후의 공기질을 측정하여 고순도의 공

Figure 3. Establishing an experiment to confirm the discharge [(a) virtual pollutant, (b) pollutant injection].

Figure 4. Experimental construction to check the maximum noise [(a) the left side, (b) the rear side, (c) the front side].

기를 수집할 수 있는지 측정하였다. 우선, 자동배출장치 도입에 따른 성능 차이를 확인하기 위하여 기초 실험을 통해 공기질을 분석하였다.

기초 실험은 자동배출장치 설치 여부에 따라 Figure 5와 같이 Factair사의 앰플식 검지기를 사용하여 수분과 oil의 수치를 측정하였다. 실험에서 비교할 공기충전기는 필터만 설치한 공기충전기이다. 실험은 1 h에서 60 h까지 10 h 단위로 수분과 oil의 수치를 확인하였다. 수분과 oil의 공기질 기준은 Table 1과 같다. 수분 수치는 25 mg/m^3 이하이며, oil 수치는 1 mg/m^3 이하이다. 더욱 정확한 공기질을 측정하기 위하여 KFI의 「공기호흡기 형식승인 및 제품검사의

Table 1. Performance Standard of KFI

Reference	Performance standard
Moisture level	25 mg/m^3
Oxygen level	20~22 Vol%
Carbon dioxide level	$\leq 1000 \text{ ppm}$
Carbon monoxide level	$\leq 5 \text{ ppm}$
Oil Mist level	1 mg/m^3
Filter system noise	$\leq 80 \text{ dB}$
Auto drain system noise	$\leq 80 \text{ dB}$

Figure 5. Ampoule type detector safe-air tester.

기술기준」 제35조를 토대로 자동배출장치가 설치된 공기충전기의 공기질 분석 의뢰 시험하였다. 이를 통해 자동배출장치의 도입에 따른 성능 차이를 정량적인 수치로 확인하였다.

2.3 실험 결과 및 고찰

2.3.1 배출액 확인 결과

후단의 흡착식 필터의 부하를 최대한 줄여주기 위한 자동배출장치의 성능을 만족하기 위해서는 오염물의 80%가 필터에 도달하기 전에 제거 및 배출되도록 압축공기를 통한 응축 성능을 설정하였다. 예를 들어, 주입한 가상 오염물을 총 2 L 중 최소 1.6 L 이상 배출되어야 한다. Table 2와 같이 총 5번의 실험 결과 모두 1.6 L 이상 배출된 것으로 확인하였으며, Figure 6과 같이 오염물이 배출되었다. 이는 가상의 오염물을 압축공기로 인해 충분히 응축되어 배출된 것으로 압축공기의 양, 응축도, 자동배출장치의 구조적 기능 등이 설정에 맞게 작동되고 있음을 보여준다. 이를 통해 자동배출장치를 설치함으로써 필터에 도달하기 전 오염물을 충분히 제거 및 배출되며, 필터의 오염물 축적 정도가 감소하는 것으로 판단된다.

2.3.2 배출 및 수집장치 최대 소음측정 결과

KFI의 기술기준인 「공기호흡기 형식승인 및 제품검사의

Table 2. Discharge Volume of Pollutants

Reference	Entry 1	Entry 2	Entry 3	Entry 4	Entry 5
Discharge volume (≥ 1.6 L)	1.64	1.62	1.63	1.63	1.61

(a)

(b)

Figure 6. Confirmation of discharge [(a) discharge of pollutants, (b) discharge volume].

(a)

(b)

Figure 7. Noise test [(a) auto drain system, (b) low-noise auto drain system].**Table 3.** Noise Measurement Results for Low-Noise Auto Drain System

Reference	Entry 1	Entry 2
Low-noise auto drain system	78 dB	77 dB
Auto drain system	90 dB	88 dB

기술기준」 제34조 소음측정에서는 이격거리 1 m에서 소음을 측정할 경우, 정상작동 중 소음은 80 dB 미만, 시동·드레인 기타 일시적 최대소음은 90 dB 미만으로 규정하고 있다. 이를 위하여 Figure 7과 같이 저소음 자동 드레인을 우선적으로 개발하여 소음 실험을 진행하였다. 실험 시료는 저소음 자동 드레인 설치 장치(실험군)와 자동 드레인 장치만 설치한 장치(비교군)로 설정하였다. 측정은 이격 1 m에서 소음을 측정하였다. 측정 결과 Table 3과 같이 실험군의 소음이 최대 78 dB로 비교군에 비해 12 dB 작은 것으로 나타났다.

Table 4. Maximum Noise Measurement Result for Each Point

	Maximum noise [dB(A)]				
	Entry 1	Entry 2	Entry 3	Entry 4	Entry 5
Point ①	72.7	74.6	73.2	74.5	71.7
Point ②	73.6	73.5	74.6	75.7	75.7
Point ③	76.3	78.8	77.6	77.7	78.0
Point ④	60.3	61.2	57.7	60.5	61.0

기초 비교 실험을 통해 성능을 확인한 저소음 자동 드레인 장치를 공기충전기에 설치한 후 본 소음 실험을 진행하였다. 결과는 Table 4와 같다. 4면 중 시료 우측면에서 최대 78.8 dB이 측정되었으며, 시료 전면에서 최소 57.7 dB이 측정되었다. 이를 통해 기술기준인 80 dB 이하로 모두 측정되어 성능을 확인하였다. 이를 통해 공기충전기 사용 시 사용자에게 불편함을 주는 소음 요소를 최소화시킬 수 있는 것으로 판단된다.

2.3.3 필터 수명 확인 결과

필터의 수명을 기존 사용시간보다 20% 연장하기 위해 자동배출장치를 적용하였다. 이 장치는 단순히 필터 수명 연장뿐만 아니라 정화기능도 함께 강화시키기 위하여 도입하였다. 성능 확인 여부는 60 h를 사용한 후, 수집한 공기의 공기질이 KFI의 기술기준 범위 내에 있어야 한다. 우선, 기초실험을 통해 자동배출장치 설치 여부 따른 시간당 수분과 oil의 수치를 측정하였다. 결과는 Table 5와 같다. 자동배출장치가 설치되어 있지 않은 경우, 가동시간이 10 h에서 기준 수치를 초과하였다. 하지만 자동배출장치가 설치된 경우 60 h까지 수분과 oil 수치가 기준 수치 내에 있는 것을 확인하였다. 이를 통해 자동배출장치의 이물질 제거 성능은 확보된 것으로 판단된다.

더욱 정확한 공기질을 분석하기 위해 60 h 이후 수집한 공기를 KFI에 공기질 분석을 의뢰하였다. 결과는 Table 6과 같다. 수분, 산소 등의 모든 수치는 기술기준 범위 내에 있는 것으로 나타났다. 분석 결과를 통하여 필터의 수명이 60 h까지 연장된 것으로 확인하였다. 이를 통해 자동배출장치의 도입을 통해 필터의 수명뿐만 아니라 정화기능까지 확보한 것으로 사료된다.

3. 결 론

본 연구의 주요 목적은 공기충전기의 필터 수명을 60 h까지 연장하고 더불어 정화기능을 강화시켜 충전된 공기의 안정성과 청정도를 확보할 수 있는 고순도 필터 시스템을 개발하는 것이다. 이를 위해 auto drain system (자동배출장치)를 도입하였고, 성능 입증하기 위하여 실험을 수행하였다.

첫 번째로, 필터의 수명을 연장하기 위한 실험으로 가상 오염물 배출 실험 및 공기질 분석을 수행하였다. 이 실험을

Table 5. Air Quality Analysis According to Auto Drain System Installation [Moisture (M), Oil (O)]

Time	Performance standard	No auto drain system installation	Auto drain system installation
1 h	M: 25.0 mg/m ³ O: 1.0 mg/m ³	M: 0.0 mg/m ³ O: 0.0 mg/m ³	M: 0.0 mg/m ³ O: 0.0 mg/m ³
10 h		M: 34.0 mg/m ³ O: 3.0 mg/m ³	M: 6.0 mg/m ³ O: 0.0 mg/m ³
20 h		Exceeding standard	M: 7.0 mg/m ³ O: 0.0 mg/m ³
30 h			M: 8.0 mg/m ³ O: 0.0 mg/m ³
40 h			M: 12.0 mg/m ³ O: 0.0 mg/m ³
50 h			M: 13.0 mg/m ³ O: 0.1 mg/m ³
60 h			M: 15.0 mg/m ³ O: 0.22 mg/m ³

Table 6. Air Quality Analysis Result

Reference	Performance standard	Result
Moisture	25 mg/m ³	15.0 mg/m ³
Oxygen	20~22%	20.9 Vol%
Carbon dioxide	≤ 1000 ppm	479.9 ppm
Carbon monoxide	≤ 5 ppm	≤ 0.8 ppm
Oil mist	1 mg/m ³	0.22 mg/m ³

통해 외기 흡입구로 들어오는 오염물이 자동배출장치를 통과하는 과정에서 약 82%가 제거 및 배출을 확인하였다. 또한, 공기충전기를 60 h 가동 후 수집한 공기의 질이 KFI의 기술기준 범위 내에 있는 것으로 확인하였다. 이는 필터의 도달하는 오염물의 양과 필터의 수명이 상충관계이며, 필터 자체의 성능을 향상하는 것만이 필터의 수명 연장이나 정화기능을 강화하는 방법이 아니라는 것을 확인할 수 있었다. 또한, 필터의 수명이 연장됨에 따라 종전보다 필터 폐기로 인한 폐기물의 발생량 상당수 줄일 수 있는 효과가 있을 것으로 판단된다. 감소하는 폐기물의 양을 국내 소방서에 설치된 공기충전기로 추정할 수 있다. 현재 국내 소방서에 설치된 공기충전기는 약 1000대이다. 모델에 따라 다르지만, 평균적으로 공기충전기 1대 당 필터 재료는 약 1 kg이며, 필터 교체 횟수는 평균 연 2회 정도 된다. 이 수치를 토대로 추정해보면 연간 필터 폐기물 발생량은 연간 약 2 t 발생한다. 소방분야뿐만 아니라 민간 분야에서 사용되는

공기충전기를 포함한다면 폐기물의 발생량은 2~3배까지 증가할 것이다. 하지만, 이번 연구를 통해 필터 성능을 20% 강화할 수 있으므로 소방분야의 필터 폐기물은 연간 약 400 kg 이상 감소할 것으로 추정되며, 이는 폐기물로 인한 환경오염의 문제를 감소할 수 있을 것으로 판단된다.

두 번째로 소음측정 실험을 통하여 자동배출장치의 구조적 적합성을 분석하였다. 이 실험을 통하여 기술기준인 80 dB보다 약 1.2 dB 낮은 78.8 dB의 소음을 발생하는 것을 확인하였다. 이를 통해 사용자의 안전 확보와 불편 요소를 제거할 수 있는 구조임을 확인할 수 있었다.

본 연구를 통해 필터의 성능 확보를 위한 연구뿐만 아니라 공기충전기의 구조 변경 및 장치 도입을 통한 연구가 활발하게 일어날 것으로 사료된다. 또한, 이번 연구 결과를 공기충전기 및 공기호흡용기의 연구 개발을 확대 및 활성화할 수 있는 응용자료로 제시하고자 한다.

향후 연구에서는 냉매를 이용한 필터 성능 변화에 대해 실험 및 분석을 진행할 것이다.

Reference

1. C. W. Lee, Y. J. Lee, S. H. Hyun, J. M. Seong, Y. S. Song, D. M. Choi and M. O. Yoon, "A Study on the Actual Condition for Air Respirators Using Air-breathing", Fire Science and Engineering, Vol. 18, No. 4, pp. 16-21 (2004).
2. E. Francis, "The effect of inspiratory air humidity and temperature on performance time while wearing a respirator", Doctoral dissertation, University of Maryland, College Park, pp. 122-126 (2006).
3. O. Bazaluk, A. Ennan, S. Cheberiachko, O. Deryugin, Y. Cheberiachko, P. Saik, V. Lozynskyi and I. Knysh, "Research on Regularities of Cyclic Air Motion through a Respirator Filter", Applied Sciences, Vol. 11, No. 7, pp. 3157-3171 (2021). <https://doi.org/10.3390/app11073157>
4. D. H. Han, "Performance of respirator filters using quality factor in Korea", Industrial health, Vol. 38, No. 4, pp. 380-384 (2000).
5. B. S. Son, S. H. Oh and Y. R. Kim, "A study on measures to achieve performance and safety of air respirators for fire fighters", Fire Science and Engineering, Vol. 26, No. 4, pp. 77-81 (2012). <https://doi.org/10.7731/KIFSE.2012.26.4.077>
6. BAUER KOMPRESSOREN, "Bauer accessory systems-The ideal enhancement to your compressor" (2016).
7. Korea Fire Institute (KFI), "Technical standards for type approval and product inspection of air respirator" (2019).