

[Research Paper]

## 재난현장 소형격리장비의 성능 및 기능평가에 관련된 탐색적 연구

최진우 · 함승희\* · 윤명오\*\*

서울시립대학교 일반대학원 재난과학과 책임연구원, \*서울시립대학교 소방방재학과 교수

### The Investigative Study on the Small-sized Isolation Device: regarding of the isolation performance and function test In Emergency Disaster Circumstances

Jin Woo Choi · Sunnie Haam\* · Myuong O Yoon\*\*

Principal Researcher, Dept. of Disaster Science, University of Seoul,  
\*Professor, Dept of Fire and Disaster, University of Seoul

(Received November 29, 2019; Revised December 20, 2019; Accepted December 27, 2019)

#### 요 약

2015년 바레인에서 귀국한 한국인이 처음으로 메르스 확진 판정을 받으면서 대한민국 메르스 유입이 확인되었다. 최초 메르스 확진 판정 후 감염자가 병원으로 후송된 후 2차 감염자가 늘어났고 그 이후 대한민국은 메르스 공포에 떨어야 했다. 이 때 격리구급차 도입이 이루어지고 있었으나 들것 이송 중 오염에 대해서는 부족한 방법이 없었고 격리구급차 도입이 제한적으로만 이루어지고 있었기에 서울대학교 병원과 서울시립대학교에서는 이송용 격리 이송장치 및 공기정화장치(양-음압기)를 개발하였다. 하지만 메르스 사태가 발생한지 4년이 지난 현재까지도 격리이송장치 및 공기정화장치에 대한 성능평가 시험법이 미흡한바 본 연구에서는 시뮬레이션 및 시험을 통하여 도출된 차압, 공기의 흐름에 따른 결과를 통하여 소형격리장비 내부와 외부의 차압을 측정하여 바이러스의 외부유출 및 내부밀폐가 가능한 최소 수치를 제안 하였으며, 이를 통하여 소형격리이송장비의 성능평가 및 시험법에 대하여 제안하였다. 해당 소형격리이송장비의 중요 기능을 정의하고 이를 평가항목으로 선정하여 현실과 유사한 상황을 모사하여 성능평가를 수행하였다. 그 결과 격리이송장치 내부의 양압과 음압의 적절한 압력 구성과 HEPA필터의 명확한 기준이 명시되어 격리이송장치 및 공기정화장치의 성능기준을 명확하게 규정해야 함을 도출하였다.

#### ABSTRACT

The first case of Middle East Respiratory Syndrome (MERS) was reported in Korea in 2015, after a Korean man from Bahrain tested positive for the infection. After first eruption, there were numbers of secondary infectees and whole country were frightened. At the time, isolated ambulances were available but few, and there was no specific way to prevent contamination during transfer. Therefore, Seoul National University Hospital and the University of Seoul developed isolation units and air filters. Four years after the MERS outbreak, this study measured the differential pressure inside and outside the small isolation units based on the differential pressure and air flow derived from simulation and testing, and proposed minimum values for virus leakage and internal sealing. A performance evaluation and testing method for the transfer equipment is proposed. The critical function of the small isolated transport equipment was defined and selected as an evaluation item; performance evaluation was carried out by simulating a real-world case. The results provide the proper pressure configuration of positive and negative pressure inside the segregation feeder; the clear criteria for the HEPA filter; and the performance criteria for the segregation feeder and air purifier.

**Keywords :** Mers, Isolation unit, Test, Simulations, Evaluation, HEPA filter

† Corresponding Author, E-Mail: [choijaja@uos.ac.kr](mailto:choijaja@uos.ac.kr). TEL: +82-2-6490-5376, FAX: +82-2-6490-5380

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

### 1. 서 론

음압시설에 대한 관심은 최근 전염병(메르스, 아프리카 돼지 열병 등)에 의해 높아지고 있으나, 실질적인 방역을 위해서는 차량이 아닌 이송장치에 음압시설이 설치되어 사고 발생지 - 구급차 - 병원 이송 시 오염 가능성을 차단할 수 있어야 한다. 그러나 현재까지 개발된 장비는 구급차, 병실 등의 특정 시설, 수단에 설치하는 음압시설 관련 연구가 대부분으로 해당 시설을 보유한 곳은 한정적이며, 이를 이용하여 오염 원인을 100% 차단하기는 어렵다. 전염병과 같은 재난 발생 시 다수의 피해자를 전문 의료기관으로 긴급하게 이송해야 하며, 이 때 오염 가능성을 차단하기 위해서는 구급차가 아닌 구급대원들이 사용하는 들것 등에 음압장비가 설치되어야 가능하다. 더불어 내부 공기의 정화를 위해서는 양압장비가 설치되어 있어야 한다. 이에 본 연구진은 00대와 공동으로 밀폐되고 양압/음압 장비가 설치된 격리이송장치를 다음의 Figure 1과 같이 개발하였다<sup>1)</sup>. 기존의 제품들은 오염방지 기능 위주이며, 본 연구진이 개발한



Figure 1. Isolation unit set.

장비는 오염된 공기가 외부로 유출되는 것을 방지하면서 환자에게 최적의 호흡환경을 제공할 수 있도록 하였다.

개발한 이송장비를 제품화하기 위해서는 성능평가를 거쳐 안전성을 확보하여야 한다. 그러나 개발한 제품은 새로운 형태의 격리이송장치로 성능평가 방법 및 기준이 존재하지 않는다. 따라서 본 연구에서는 성능평가 방법 및 기준을 수립하고 실제 테스트를 통한 평가 수행 후 결과 및 한계점 등을 제시하고자 한다. 본 연구의 방법을 도식화하면 다음과 같다.

### 2. 관련 문헌 검토

#### 2.1 음압 및 양압 입원 치료(격리) 병실의 기술 사양 및 평가항목 검토

양압/음압 장비에서 가장 중요한 항목은 외부 공기 유입 및 내부 공기 유출 차단, 그리고 오염된 공기의 정화이다. 이러한 관점에서 기존 시설물인 양압/음압 입원 치료 병실의 설치 시설물 평가 기준을 검토하였다.

음압격리병상은 오염물질 확산을 위해 실내의 공기가 실외로 흘러나가지 않도록 공조/급기/배기 설비가 잘 되어 있어야 하며, 병실 내 문 및 창문 등의 밀폐성이 높아야 한다<sup>2)</sup>. 특히 병원체가 음압병상 등으로 다시 흘러 들어가지 않도록 충분한 성능의 여과 시설(HEPA filter<sup>1)</sup>) 성능 이상을 Table 1과 같이 갖추어야 한다.

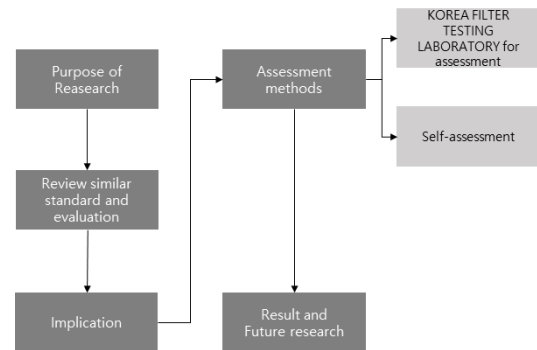


Figure 2. Purpose of research.

Table 1. Positive Pressure Standard

Division	Protective Environment (PE)	Aalborne Infectiom Isolation (AII)
Pressure Difference	> +2.5 pa (0.01 Water Gauge)	> +2.5 pa (0.01 Water Gauge)
Air Circulation	> 12	≥ 12 (Remodeling or New Build)
Filter Efficiency	Input : 99.7%@0.3 μmDOP Output: No Required	Input : 90% (Dust Spot Test) Output : 99.7%@0.3 μmDOP
Indoor Airflow Direction	Direction to An Adjacent Place	Direction of Air Flow in the Room
clean to Dirty	Away from the Patient	In the Direction of the Patient
Static Pressure Difference	> +8 pa	> -2.5 pa

1) 고효율 입자공기 필터로써, 여재 전체를 수용하는 단단한 케이스 내에 소모성의 확장여재, 건식필터. 단분산되는 0.3 μm 시험 에어로졸 입자로 시험할 경우, 최소 99.97 %의 효율을 나타내어야 한다.

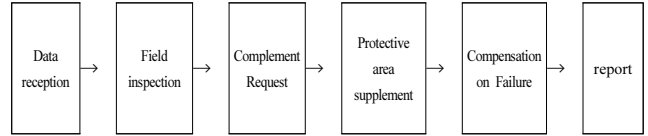
**Table 2.** Nationally Designated Hospital Evaluation

Evaluation Item	Evaluation Index	Score
Negative Pressure Isolation Ward Facility	Is the Facility Structure Appropriate?	6
	Is the Space Arrangement in the Facility Appropriate?	4
	Are Copper Lines for Medical Staff, Patients and Waste Properly Separated?	4
	Has the Facility been Isolate?	3
	Was Cross Infection Suppression Device Applied?	3
Facility Standard	Is the Supply / Exhaust System in the Sound Pressure Isolation Zone Installed and Operated Properly?	6
	Are the Differential Pressures in the Sound Pressure Isolation Zone Properly Maintained?	4
	Was the Water Supply and Drainage and Wastewater Treatment Facility in the Negative Pressure Isolation Zone Properly Installed and Operated?	4
	Are the Telecommunication Equipment in the Sound Pressure Isolation Area Properly Installed and Operated?	3
	Is the Automatic Control System of Sound Pressure Isolation area Installed and Operated Properly?	3

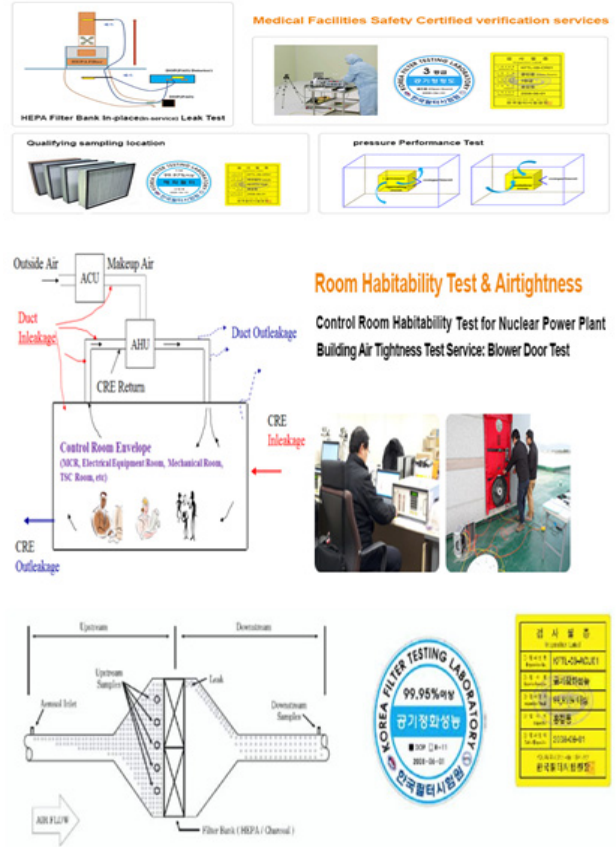
해당 병상은 국가지정 입원치료 병상 적용 지표(시설, 인력, 운영으로 구분)를 통해 적합성 및 적정성을 평가한다<sup>3)</sup>. 이 중 음압설비 관련된 지표는 총 5개로 본 연구에서 활용 가능한 항목은 2) 음압격리구역 내 차압이 적절하게 유지되는가이다(Table 2 참조). 해당 지표의 평가기준은 음압격리구역 내 각 실 간 음압차가 -2.5 pa 이상을 유지해야 하며, 일반구역에서 오염구역으로 공기가 흐르도록 단계적 차압을 설정해야 하며, 음압구역 내 차압 모니터링을 위한 차압계 및 차압표시기를 설치하여야 한다.

**2.2 방호구역 밀폐도 테스트(도어팬 밀폐도 테스트)**

국외에서는 소화설비 중 하나로 가스계 소화설비는 변전실, 통신실, 전기실 등 수계소화설비로 인한 2차 피해의 우려가 있는 장소에 주로 설치하고 있다. 가스계 소화설비 설치조건으로 방호구역을 선정하여 가스가 방출될 경우 개구부의 자동폐쇄장치를 이용, 개구부 및 통기구를 폐쇄할 수 있는 시설을 구비하여 이에 대한 성능 평가를 진행한다. 이러한 방호구역은 완벽하게 밀폐가 되어야 하며 약제 방사 시 약제가 방호구역 외부로 누설되지 않아야 하기 때문에 방호구역에 대한 밀폐도 시험을 진행하여 성능을 확보한다. 방호구역 밀폐도 테스트는 Figure 3과 같이, 이 때 규정을 준수하여 진행한다.



**Figure 3.** Doorfan test.



**Figure 4.** KFTL test service.

국내에서도 Figure 3과 같은 방법으로 진행하며, 국가화재안전기준(NFSC) 106,107,107 A 및 NFPA 2001, NFPA12, NFPA12A 규정을 준용한다.

평가 방법은 Figure 4와 같이 가스계 소화설비 방호구역에 도어팬을 설치하여 가압 및 강압 또는 강압만 하는 방법으로 방호구역의 누설 면적 및 누설량을 측정하고 소화능도유지시간(Retention time) 첨두압력(Peak pressure) 및 과압배출구 (Pressure relief vent)의 면적을 시뮬레이션하여 소화설비의 적정성 여부(온도, 압력, 풍속, 측정 후 도어팬 설치 가압/감압 실험하여 정밀도 검증 및 적합 유무)를 판단한다.

**2.3 음압급차 성능시험**

한국필터시험원은 국내에서 유일하게 밀폐도 검사를 하고 있는 기관으로 Figures 5, 6과 같은 절차로 공기 및 가스 필터 시험검사, 공기정화시스템 시험검사, 기체유출물 감시시스템 시험(RMS), 공기청정도 등급 인증 서비스, 다중이

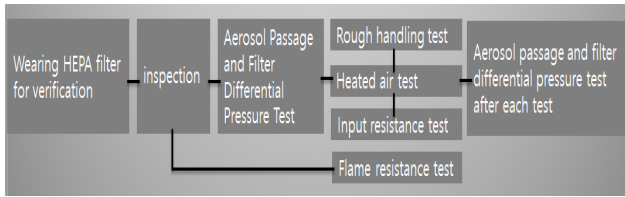


Figure 5. Nuclear power HEPA filter test.

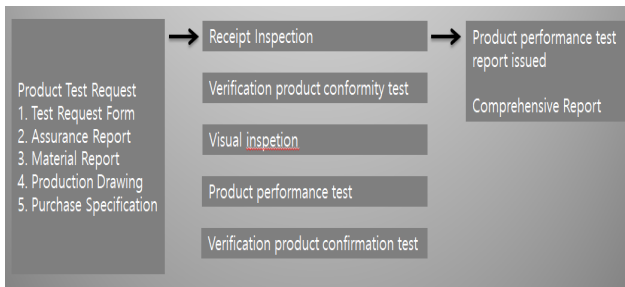


Figure 6. Nuclear power HEPA filter test step.

용/산업시설 검증서비스, 활성성탄의 물리적시험, 석면조사 및 분석, 이온교환수지 성능시험, 화재방집단 보호 여과시설, 건물기밀도 시험 공인 서비스, 주제어실 거주성 시험공인 서비스, 의료시설 안전성 검증서비스 등의 다양한 검사 및 서비스를 수행한다. 해당 시험기관은 최근부터 음압구급차 성능시험 서비스를 실시하고 있으며, 성능평가 항목은 HEPA filter, 공기정화기, 음압 성능 등이다.

2.4 원자력등급 HEPA filter의 검증 및 제품 시험

원자력에서는 새로운 필터의 설계 또는 필터의 설계가 수정되는 경우에는 승인 및 생산 작업 전 검증 시험을 반드시 수행해야 한다. 필터의 설계는 적어도 매 5년마다 재검증을 수행하여야 하며, 시험은 독립적인 시험기관에서 수행하고 인증한다.

검증시험을 통해 성능이 검증된 HEPA filter는 원자력이용시설 및 원자력발전시설에 납품되기 전 모든 제품에 대한 시험이 수반된다. 제품시험은 다음과 같은 절차를 통해 제작회사와 이해관계가 없는 독립된 시험기관에서 수행하여야 한다.

2.5 시사점 도출

격리이송장비는 완벽하게 밀폐되어 내외부의 오염 위험원을 차단하여야 한다. 이를 위해서는 격리이송장치 내부의 양·음압 차가 일정 수준 이상 유지되어야 하며, 공기가 흐르도록 단계적 차압 설정이 가능해야 한다.

그러나 현재 캡슐내부와 외부의 차압 성능평가 시험법에 대하여 명확한 규정이 존재하지 않기 때문에 앞서 검토한 자료들(밀폐된 방호구역 또는 음압실에 대한 성능평가 방법)을 바탕으로 격리이송장치 양·음압 적정 차압 및 누설량의 성능평가를 수행하고자 한다. 더불어 음압구급차 성능

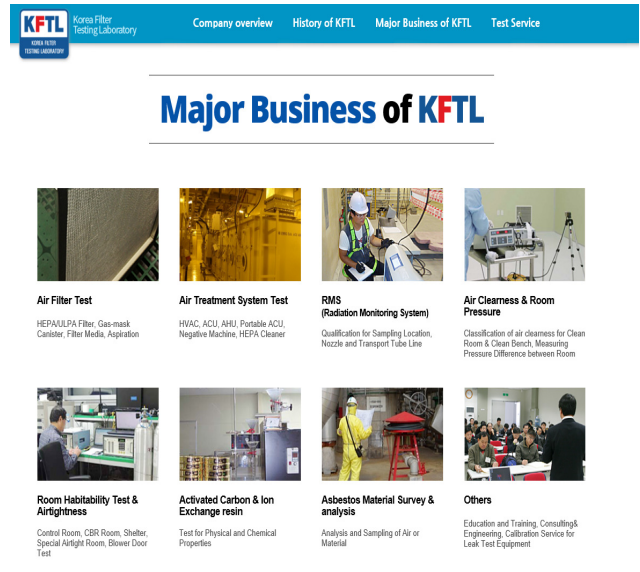


Figure 7. Air cleaning units test.

시험을 수행하고 있는 한국필터시험원에 의뢰하여 밀폐된 공간에 대한 누설량 측정, 차압측정, HEPA필터 누설량 측정 테스트를 시행하여 실험 결과를 상호 보완하고자 한다.

3. 성능평가 방법 수립 및 분석 결과

3.1 한국필터시험원의 성능평가(HEPA filter뱅크 누설 시험)

앞서 제시한 바와 같이 유사 시험을 수행하고 있는 한국필터시험원에 HEPA filter 뱅크 누설 시험을 의뢰하였다. 아래의 Figure 7과 같이 한국필터시험원에서는 HEPA filter 뱅크 누설시험을 실시 하고 있다. HEPA filter 뱅크 누설 시험은 양·음압기 내부에 설치 되어 있는 HEPA필터 뱅크 내부에서 뱅크의 누설 여부를 테스트 진행을 실시 한다. 이때 뱅크의 누설검사는 200초동안 진행되며 시간의 흐름에 따라 압력의 변화가 없이 일정하게 지속되어야 한다. 본 연구에서 개발한 양·음압기는 최고압력 수치가 50 s부터 -27 pa 이 확인 되었으며 이로부터 200 s까지 -27 pa~-29 pa을 유지 하였다. 이에 본 격리이송장비의 경우 적정 압력을 유지할 수 있다고 판단되었으며 한국필터시험원에서 시험의뢰 결과 시험성적서에서 적합 함을 확인 할 수 있었다.

그 결과 다음의 Figure 8 같이 양·음압을 가압 하였을시 일정 시간이 경과 후 일정 차압 유지가 가능하며, 이는 격리이송장치 내 환자의 바이러스 누출 및 외부 바이러스 침투에 대한 저항성을 갖고 있다고 판단된다.

현재의 평가 기준은 팬 또는 구급차와 같이 방호구역 또는 자동차 내부와 같이 한 공간 내의 차압 또는 누설량을 측정하는 장치에 대한 규정으로 판단한 것으로 격리이송장치와 같이 챔버와 같은 형태의 압력 또는 누설량을 측정할 수 있는 장치에 대한 규정이 존재하지 않기 때문에 본 연



Figure 8. Result of HEPA filter leaks test.

구에서는 자체적인 성능평가 기준을 수립하여 추가적인 테스트를 수행하였다.

3.2 자체 성능평가 수행 방법 및 결과

한국필터시험원에서 진행한 방법은 정적인 상황에서의 장비 성능을 측정한 것으로 실제 상황 발생시 해당 장치의 이용에 따른 변화를 추가적으로 수행해야 실질적인 성능 검증이 되었다고 볼 수 있다.

따라서 본 연구진은 시나리오를 작성하고, Figure 9 와 같이 모의 테스트를 수행하여 해당 장치 내 내부 압력 변화와 차압 및 외부오염도(Figures 10, 11)를 평가하고자 하였다.

이를 위해 00대학교병원 응급의학과와 00시립대학교 산학협력단이 협력하여 시험 절차를 다음과 같이 수립하였다. 테스트는 오염지대에 환자가 발생하여 구급대원이 차량을 통해 이동, PPE를 착용 후 오염지대로 출동하여 들것을 통해 환자를 이송 후 격리이송장치에 환자를 격리하여 응급 처치, 구급차로 이동하여 병원으로 이송하는 시나리오를 바탕으로 수행하였다.

테스트의 시작은 COLD ZONE에 두 차량이 있는 상태로 가정하였다.

- 1) 차량에서 팀원들이 내리면서 이송카-격리유닛(내부 AUTOPULSE, 산소탱크, 모니터)을 내림
- 2) 내린 후 PPE를 각자 착용(CBRN 팀 PPE 착용 순서 및 방법 교육됨)
- 3) 구급대원 A가 판단하여 해당 팀이 준비 완료된 것으로 판단되면 통신 시작
- 4) 3인 구급대원 통신연결 확인
- 5) 오염지대로 구조대원 출동
- 6) 오염지대에서 들것으로 환자 이송 후 격리이송장치에 환자 격리
- 7) 격리이송장치내 환자 격리 후 음압 가압 후, 환자 응급 조치



Figure 9. Isolation units simulation.

8) 격리이송장치 구급차로 이동 후 병원으로 이송 해당 평가는 총 6회에 걸쳐 수행하였으며, ① 해당 장치 내 내부 압력 변화 측정을 통한 음압차 유지 평가, ② 격리이송장치 차압 및 외부 오염도를 분석하였다.

① 격리이송장치 내 내부 압력 변화 측정 결과

시간대별 압력을 체크하여 격리이송장치 내부의 압력 변화와 환자 응급처치시 외부로부터의 캡슐 눌림 또는 폐짐에 의한 압력 변화 및 캡슐 내부와 외부의 차압을 체크하여 캡슐의 밀폐도 역시 확인하였으며 그 결과는 다음의 Table 3과 같다.

Table 3 을 살펴보면 2차의 양-음압기 음압 유지 측정 수치값에서 -4 Pa 로 도출되었는데, 이는 격리이송장치 이동 시 지퍼 부근에서 밀폐가 유지되어 있지 않아 발생한 것으로 분석된다. 5차 시뮬레이션 역시 지퍼를 완벽하게 밀폐하지 않은 상태에서 이동하였을 때 음압을 유지할 수 없는 상황이 발생한 것으로 판단된다.

또한 압력이 펄스가 발생하는 것은 응급구조사가 환자를 글러브 포트를 통하여 환자 응급처치시 캡슐의 눌림으로서 압력이 팽창됨으로서 발생하는 현상으로 보여진다.

② 격리이송장비 차압 및 외부 오염도 분석 결과

격리이송장치의 차압 및 외부 오염도는 유색의 연막탄을 활용하여 압력의 수치에 따라 양압시 바이러스 침투 방지 여부를, 음압시 바이러스 누출 방지 가능 여부를 분석하였다.

실험 진행 단계는 다음의 그림과 같다.

격리이송장치의 유량을 측정한 결과 음압은 176.4 m<sup>3</sup>/s 양압은 272.3 m<sup>3</sup>/s 로 측정되었으며, 세부적인 내용은 Table 4 와 같다.

유량을 측정 한 후 유색 연막탄을 사용하여 캡슐 내부에 연막탄을 유입시켜 연기이동 경로와 양압시 연기의 누출, 음압시 연기의 흡입을 다음의 사진과 같이 확인하였다.

이는 격리이송장치의 외부 오염도를 평가하기 위한 것으로 유색의 연막탄을 터트려 격리이송장치 내부에 양압을 가압하였을 경우 0 pa, 2 pa, 4 pa, 6 pa, 8 pa, 10 pa 단위로

**Table 3.** Change to Pressure Inside Isolation Units

Evaluation Agent Record			Team	Training Degree					
Evaluation Item	Evaluation Item	Contents	CBRN	1 <sup>th</sup>	2 <sup>th</sup>	3 <sup>th</sup>	4 <sup>th</sup>	5 <sup>th</sup>	6 <sup>th</sup>
			Evaluation System						
The Air Purification System	Ready Operating Time	Time Required to Complete Preparation of Equipment Operation	Start Time	23600	35000	000000	104400	115300	130000
			power ON Time	23800	35200	000128	104700	115500	130200
	Bettery	Can be used for more than 30 Min after Charging	power ON Time	23800	35200	000128	104700	115500	130200
			After 30 min	Y	Y	Y	Y	Y	Y
	Equipment Function	Negative Pressure in Isolation Transport	Environmental Measurement in Isolation Transport	Y	Y	Y	Y	Y	Y
		Display Temperature un Isolation Transport		Y	Y	Y	Y	Y	Y
		Display Co <sub>2</sub> in Isolation Transport		Y	Y	Y	Y	Y	Y
		Display Timer in Isolation Transport		Y	Y	Y	Y	Y	Y
	Function	Sound Pressure When Operating A Positive Pressure	Positive Pressure	-11	-17	-12	-11	-3	-11
			Negative Pressure	-13	-4	-16	-17	-0	-13
			Retention Measurement (Negative Value)	-12	-12	-11	-23	-4	-14



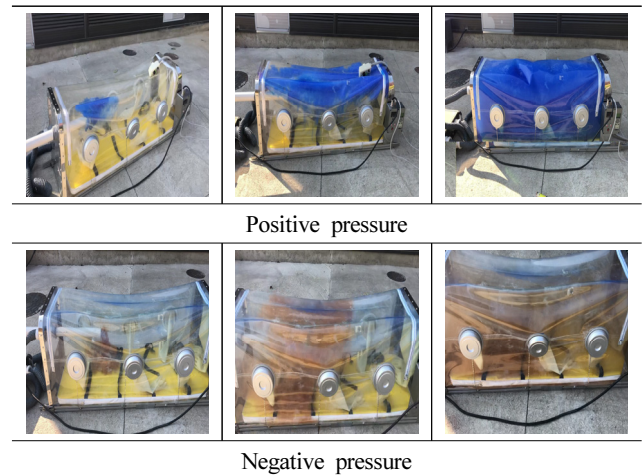
**Figure 10.** Flow measurement.

시간 변화별로 기록한 결과 내부의 유색 연기가 밖으로 노출되지 않았으나, 15 pa 이상이 되었을 때는 유색의 연기가 밖으로 미세하게 새어 나오는 것을 확인할 수 있었다. 이는 격리이송장치 외부의 바이러스가 격리이송장치 내부의 환자에게 바이러스 감염의 우려가 존재하는 경우 내부에 양압을 가하여 내부의 환자를 보호할 수 있도록 조치한 후 격리 이송을 해야 한다는 것을 의미한다.

반대로 음압 역시 -0 pa, -2 a, -4 pa, -6 pa, -8 pa, -10 pa 단위로 시간변화별로 기록한 결과 -12 pa 이상에서 유색의 연기를 내부의 HEPA filter가 흡입하는 것으로 확인되었다. 이 또한 내부 환자의 오염원이 격리이송장치 외부에 누출되지 않기 위해서는 적절한 음압으로 환자를 이송해야 한다는 것을 의미한다.

**Table 4.** Positive Pressure Flow Measurement (Pa : m<sup>3</sup>/s)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Q
NP	1.4	1.43	3.69	2.83	3.36	2.03	2.81	1.44	2.47	1.45	176.4
PP	4.42	4.36	3.43	3.19	4.58	3.29	2.12	2.37			272.3



**Figure 11.** Positive pressure test and leak test.

마지막으로 모든 실험이 끝난 후 공기정화장치를 분리하여 HEPA filter의 흡입부와 배출부 측의 오염 여부를 확인한 결과 흡입한 부분은 오염이 되어 있었으나 반대로 공기중으로 배출되는 부분은 오염되지 않은 것으로 나타났다.

## 4. 결 론

본 연구는 재난현장에서 사용할 수 있는 격리이송장치를 개발하고, 해당 시설에 대한 성능평가 항목 정의 및 현실 모사를 통한 해당 항목의 타당성을 검증하였다. 격리이송장치는 현재 기초 개발 수준으로 이를 평가할 수 있는 근거, 항목, 방법 등이 정의되어 있지 않으며, 기존의 시험법을 그대로 적용하기에는 한계가 존재한다.

따라서 본 연구에서는 관련 문헌을 검토하여 해당 시설물의 중요 기능을 정의하고 이를 평가항목으로 선정하여 현실과 유사한 상황을 모사하여 성능평가를 수행하였다. 그 결과 격리이송장치 내부의 양압과 음압의 적절한 압력 구성과 HEPA필터의 명확한 기준이 명시되어 격리이송장치 및 공기정화장치의 성능기준을 명확하게 규정해야 함을 도출하였다. 성능기준은 본 연구에서 시험과 시뮬레이션을 통하여 도출 하였으며 양·음압 최소  $\pm 10 \text{ pa} \sim \pm 30 \text{ pa}$ 로 제시 하였으며, 재난의 형태와 특성에 따라 내부와 외부의 바이러스 침투상황이 상이하기 때문에 양·음압을 동시에 작동 할 수 있으며 상황에 따라 양압 과 음압이 각각 작동 할 수 있도록 제작하였다.

본 연구에서 제시하는 시험방법은 현재 국소적인 면적 밀폐 누설량에 대한 규정 기준을 적용한 것으로 소형 격리이송장치와 같은 밀폐된 캡슐 내부의 누설 및 차압에 관한 규정 및 시험방법에 대하여 향후 연구를 통해 수립해야 할 것으로 판단된다.

## 후 기

본 연구는 소방방재청 차세대핵심소방안전기술개발사업 「긴급재난현장 대응 구급장비 패키지 기술개발(“2014-NFA001-006-01010001-2019”)」의 연구비 지원으로 수행된 연구 결과이며 이에 감사드립니다.

## References

1. S. H. Ham, N. k. Park and M. O. Yoon, “An Exploratory Study on the Development of a Device for Isolation unit in CBRNE Disaster”, *Journal of the Society of Disaster Information*, Vol. 14, No. 1, pp. 64-5-71 (2018).
2. Centers for Disease Control Prevention, “SARS Operation and Management of Avian Influenza Human Infectious Disease, New Influenza Inpatient Treatment (Isolated)”, pp. 13-28 (2013).
3. Ministry of Health & Welfare (MOHW), “Assessment of Adequacy of Facility, Manpower and Operation of Infectious Disease Management Institution”, p. 5 (2017).
4. NFPA CODE.
5. “Gas Fire Extinguisher System”, <https://blog.naver.com/ohhyosik/221432758048>.
6. Korea Filter Testing Laboratory, <http://www.kftl.re.kr/>.