



비상대피공간의 환기시설 구축을 위한 기술지침 연구

A Study on Technical Guidelines for Ventilation Facilities in Emergency Evacuation Spaces

이태구*

Tae-Goo Lee*

* Professor, Dept. of Architectural Engineering, Semyung Univ., South Korea (tglee2911@naver.com)

ABSTRACT

Purpose: This study intends to suggest the correct guidelines for the future facility and operation management through analysis of domestic and international design guidelines for ventilation facilities in emergency evacuation spaces. **Method:** First, it analyzes changes in indoor climate in evacuation facilities and examines the importance of ventilation necessary to maintain a certain standard indoor climate according to these changes. Second, it analyzes the current state of ventilation facilities in emergency evacuation spaces and analyzes actual ventilation guidelines and research results in Korea. Third, it analyzes more specific guidelines and related technologies, such as the structure of the evacuation space in foreign countries, the connection of ventilation systems, the composition of ventilation systems, and ventilation rates. Finally, based on the results of this analysis, it would like to propose what system implementation is required to respond to emergency situations in the future. **Result:** In the evacuation facility, changes of indoor climate are rapidly changed according to the size of the space and the ventilation rate of the ventilation system when people stay for a certain period, so it is necessary to establish a system for this. Depending on the structure or area of the emergency evacuation space and the ventilation facilities applied, domestic and foreign established guidelines differ. It can be seen that the guidelines are more specifically.

KEYWORD

비상대피공간
환기시설
환기속도
필터장치

Emergency Evacuation Space
Ventilation Facility
Ventilation Speed
Filter Device

ACCEPTANCE INFO

Received Apr. 6, 2020
Final revision received May. 7, 2020
Accepted May. 12, 2020

© 2020. KIEAE all rights reserved.

1. 서론

1.1. 연구의 배경 및 목적

우리나라의 현실에서 비상대피공간은 비단 북한의 핵실험 과 같은 위협적 상황에 대한 대비 뿐 아니라 우리나라 내부적으로도 원전시설에 대한 사고 등을 대비하기 위하여 구축해야 할 필요성이 있다. 외국의 경우, 특히 스위스는 건물 신축 시 핵 방공호 기능의 건축물을 짓는 것이 의무화되었는데 이는 1963년부터 민방위법에 규정된 사항이다. 이로써 주거시설과 공공시설에 전 국민을 수용하는 것 뿐만 아니라 외국인까지 수용 가능한 규모로 전체 30만 개에 이르는 것으로 알려졌다.

우리나라의 경우 대피시설 설치 및 운영에 관하여는 민방위 기본법과 민방위 시설장비 운영 매뉴얼의 규정을 따르고 있다. 민방위 기본법에서는 시설과 관련하여 기본적으로 민방위 계획에 따른 각 시설을 준비하도록 명시하고 있다. 즉, 대피호 등 비상대피시설의 설치, 소방과 방공 장비의 비치 및 정비, 그 밖에 대통령령으로 정하는 물자의 비축과 시설 및 장비의 설치·정비 등에 관한 것이다(제15조). 또한 지하층을 두고 있는 건축물이나 소방시설을 설치하거나 유지·관리하여야 하는 건축물 및 시설물, 그 밖에 민방위 장비를 비치하고 정비하기 위하여 행정안전부령으로 정하는 건축물 및 시설물에 대하여 대피시설을 준비하도록 명시하고 있다.

한편, 민방위 시설장비 운영 매뉴얼에서는 일반적으로 비상대피공간에 대하여 시설면적, 구조물 벽체두께 등 구조적 안전관련 기준 등을 중점적으로 다루고 있으며, 특별히 충무지휘용 정부지원시설의 경우에는 환기시설을 중요하게 다루고 있다. 이는 비상사태 발생되는 화생방이나 가스폭발로 인한 공기 오염을 대비하여 대피공간에 머물 시 최소한의 공기 질 확보를 위한 조치이기도 하다.

국내 대피시설 중 화생방 대피호 방호도 조건에 따라 화생방 대피 가능한 시설이 전체의 33~38%로 정도로 기존시설이 화생방 대피호로서의 기능이 제한적이거나 불가능한 시설이 많이 나타난다. 현재의 대피시설 기준 및 분류로는 대부분의 대피시설이 단순한 고풍탄에 대한 방호만 가능함으로서 재난·재해의 유형별, 영향력별 안전성이 확보되지 못하는 실정이다.

따라서, 현재 대피개념 및 시설기준으로는 종합적 방재체제를 갖추는 데 한계가 있으며, 특히 이제까지 구조적 안전성에 초점을 맞추어 온 측면에서 확대되어, 실제 대피시설에서 거주자에 의한 실내 대기환경변화 등을 고려한 시스템 구축이 요구되는 상황이다.

이에 본 연구에서는 비상대피공간에서 환기시설에 대한 국내외 설계 지침 분석을 통해 앞으로 조성되는 시설 및 운영관리에 대해 올바른 지침을 제시하고자 한다.

1.2. 연구의 범위 및 방법

민방위 시설장비 운영매뉴얼에서는 보다 구체적으로 비상대피시설에 대한 구분과 각 구분에 따른 설치시설 종류 및 규모등을 명시하

고 있다. 주요 내용이 정부지원시설과 공공용시설을 구분¹⁾하여 공통적으로 위치, 건축물 규격, 수용인원, 인접대피시설과의 거리, 개구부 및 출입문, 계단·통로, 진입방식, 시설관리, 안내시설, 전기·통신·소방시설, 냉난방시설, 급배수시설, 위생시설, 기타 비상용품 등으로 구분하여 필요한 사항을 명시하고 있다.

이러한 항목은 주로 구조적인 분야로 대피시설을 계획하는 단계에서 필수적으로 구비되어야 하는 시설이다. 다만, 환기시설에 대해서는 공공용시설의 기준보다는 정부지원시설에 대해서는 보다 구체적으로 명시하고 있다. 이에 본 연구에서는 방사능이나 화재방재난을 대비하여 대피공간으로 활용되는 정부지원시설의 환기시설을 중심으로 계획지침 및 기술을 분석하고 이를 토대로 대피공간으로서의 성능확보를 위한 방안을 제시하고자 한다.

연구의 주요 내용은 다음과 같다. 첫째, 대피시설에서 실내기후의 변화가 어떻게 일어나는지, 이러한 변화에 따라 일정한 기준의 실내기후를 유지하기 위하여 필요한 환기의 중요성을 검토한다. 둘째, 우리나라 비상대피공간의 환기시설을 중심으로 현황을 파악하고, 실제 환기와 관련하여 어떠한 규정 등을 제시하는지 관련지침이나 연구결과를 분석하고자 한다. 셋째, 대피공간의 구축에 있어 선진화된 스위스를 대상으로 대피공간의 구조와 환기시스템의 연계, 환기시스템의 구성 및 환기율 등 보다 구체적인 지침 및 관련기술 등을 분석하였다. 끝으로, 이러한 분석결과를 토대로 향후 국내 일반대피시설을 화재방 등의 비상상황 발생 시에 대응하기 위하여 어떠한 시스템 구현이 요구되는지를 제안하고자 한다.

2. 대피공간에서 환기시설의 중요성

2.1. 대피공간에서의 실내기후

위급상황이 발생하여 대피시설에서 생활할 경우 시설내의 기후는 삶의 질 뿐 아니라 생존에도 큰 영향을 미친다. 시설내 점유자에 의해 많은 양의 열이 방출되는데, 인체 표면에서 방출되는 열은 높은 체온에서 발생하는 땀 등으로 주로 복사와 대류에 의해 온도가 증가한다²⁾. 복사 및 대류에 의해 방출되는 열(Q_{sens})과 수분증발에 의해 방출된 잠열(Q_{lat})은 모두 대피공간에서 제거되어야 한다. 실내기후는 그곳에 있는 사람들의 현열과 잠열이 영향을 주며, 이는 지면과 접촉하는 벽, 대피공간의 바닥을 통해 주변 토양으로, 천장과 내부벽을 통해 1층 또는 지하실로 전달된다[1]. 한편, 땀에 의해 방출된 열(Q_{sen})은 환기시설에 의해 제거된다(Fig. 1).

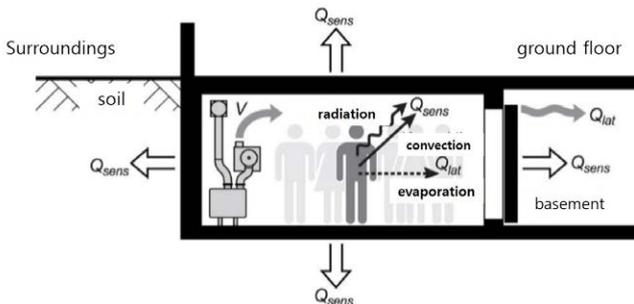


Fig. 1. Heat transfer and dispersion by residents in evacuation spaces

대피공간에서 온도와 습도의 변화는 급격한 상승이 이루어진다는 특징이 있다(Fig. 2.). 대피공간내 거주하는 사람들에 의해 방출되는 수분과 비교적 공기의 이동속도가 느리기 때문에 공기 중에 모든 습도가 단시간 내에 최대로 상승한다. 침대 하나 당 $6m^3/h$ 의 속도로 신선한 공기가 유입될 때 상대습도는 약 90%이며, 그보다 이동속도가 느리면 상대습도는 100%에 이르게 된다[2]. 온도 상승도 처음에는 가파르지만 공간내 열이 땅과 건물로 전달되기 시작하면 속도가 느려지며, 일반적으로 며칠이 지나면 안정된 상태에 도달하게 된다(Fig. 2.).

또한 인체의 열 방출 외에도 조명 및 기타장치에 의해 열이 발생된다. 따라서 환기장치를 설치함으로써 공간 내 습도를 조절하여야 하며, 장시간 체류를 하더라도 대피공간에서 $30^{\circ}C$ 의 온도 이상을 넘지는 않는다. 환기장치는 구성상으로 프리필터, 기밀장치, 가스필터가 있는 방폭밸브 다음에 환기체인에 설치하는 장비로 구성된다[2]. 외부공기는 폭발방지밸브(ESV) 및 프리필터(VF)를 통해 환기장치로 직접 유입되며, 드라이브는 로컬 네트워크 또는 비상전원공급장치를 통해 작동된다.

스위스의 경우, 건축물의 지하공간을 이용하여 대피공간을 조성할 때 허용 공기질 기준을 규정하고 있다. 이는 스위스 국방 및 국민보호·스포츠 연방부서(Eidgenössisches Departement für Verteidigung, Bevölkerungsschutz und Sport VBS)와 국민보호를 위한 BABS 연방사무소(Bundesamt für Bevölkerungsschutz BABS)가 발간한 기술지침 및 관련 규정이며, 특히 핵폭발과 같은 극한 재난에 대비하는 대피공간을 구축할 때 각 시설의 계획, 용량산정, 시공 및 관리 등의 해당 규정을 준수하도록 하고 있다[3].

3. 국내 관련현황 및 규정분석

3.1. 국내 시설현황

국내 민방위 대피시설의 실태 및 문제점을 파악하기 위하여 전국 16개 권역 23,040개소('11년 기준) 대피시설 중 분석이 가능한 21,060개소의 시설을 분석한 결과에 따르면, 서울, 경기 등 수도권을 중심으로 공공용 지정시설, 특히 아파트주차장에 민방위 대피시설이 가장 많이 위치하고 있는 것으로 나타났다. 이러한 시설들 중 자가발전기, 방송설비, 냉난방공기조화설비, 공기공급장치, 급수시설, 화장실 등 대부분 설비가 갖추어지지 않은 대피시설이 더 많은 것으로 나타났다[4].

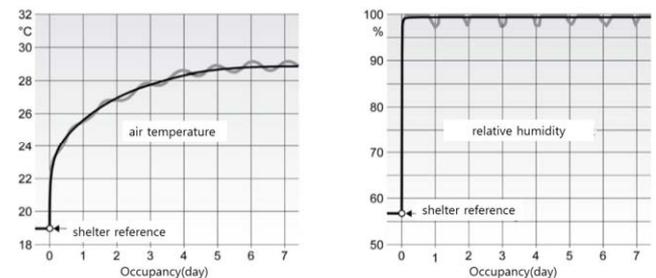


Fig. 2. Changes in air temperature and relative humidity in the evacuation space[5].

특히, 대피공간 조사대상 중 대기환경에 영향을 주는 시설 중 냉난방공기조화설비가 없는 시설(76.6%)이 있는 시설(23.4%)보다 3배 이상 높으며, 공기공급장치가 없는 시설(65.3%)이 있는 시설(34.7%)보다 더 높은 것으로 나타났다[4]. 이러한 시설은 대피시설의 유형을 구분하는데 있어서 고평탄이나 미사일 및 핵, 방사능 공격 등에 대응하는 시설과 더불어 화학재난에 대비하여 필요한 시설이 있음에도 불구하고 이러한 시설이 제대로 갖추어져 있지 않기 때문이다. 보다 구체적으로는 화생방 대피호 방호도 조건에 따라 화생방 대피가 가능한 시설이 전체의 33-38% 정도로 기존시설이 화생방 대피호로서의 기능이 제한적이거나 불가능한 시설이 많이 나타났다. 따라서, 만약의 사태에 대비하여 평상시 공조기, 송풍기 가동으로 습기 제거 등 최적 환경을 유지하고 냉난방공기조화설비(HVAC)의 공기공급장치(AHU)를 개별적으로 설치-운용함으로써 오염의 확산 방지 및 제거를 용이하게 구비하여야 한다.

3.2. 국내 시설기준 현황

우리나라의 민방위 시설장비 운영매뉴얼에 의하면, 정부지원용 화생방시설에 대하여 대피공간 내 각 실에 따라 공기압력³⁾과 환기량을 제시하고 있다(Table 1., 2.). 이는 외부의 오염된 공기가 대피시설 내부로 출입하지 못하도록 하며 오염된 공기를 효과적으로 배출할 수 있도록 대기압보다 높은 압력을 유지하도록 함이다.

한편, 각 실은 무해구역, 공기폐쇄실, 기체위험지역, 액체위험지역, 전실로 구분된다. 공기밀폐실의 경우 오염된 공기의 청정구역 침투 방지 및 공기밀폐실로의 유입된 오염가스를 제거하기 위하여 최소 7회 공기사워 및 분당 2회 공기순환실에서 3분간 대기 등을 구체적으로 명시하고 있다. 총환기량은 수용인원수, 활동내용, 양압, 내부용적 등을 고려하여 결정하게 되며, 지휘통제 활동과 긴급 대피시에는 가스여과기가 작동되며, 이때의 환기량은 각각 17m³/h/인과 10 m³/h/인으로 명시되어 있다. 다만 재래전 혹은 평시에는 가스여과기가 미작동되므로 25m³/h/인으로 더 많은 환기량을 요구하고 있다(Table 2.).

민방위시설기준(2011)에 의하면 대피공간시설은 정부 및 지자체 청사의 충무지휘용 시설과, 서해5도 및 접경지역의 주민대피시설, 공공용시설 등으로 구분된다. 공공용시설은 정부 및 지자체, 공공단체 소유의 지하시설, 건축법에 의거 설치된 민간소유시설 중 대피기능을 갖추고, 방송청취가 가능한 지하층을 말한다[4].

Table 1. Air pressure in each room (unit: Pa)

| Clean area (Including clean machine room) | Air closed room | Gas Hazardous Area | Liquid Hazardous Area | Front room |
|---|-----------------|--------------------|-----------------------|------------|
| 250 | 210 | 170 | 130 | 80 |

Table 2. Required ventilation by activity type

| Command control activities | Simple evacuation | Conventional or peacetime |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------|
| 17m ³ /h/person | 10 m ³ /h/person | 25 m ³ /h/person |
| When operating the gas filter | | When the gas filter is not working |

Table 3. Minimum area standards for Chungmu commanding chemical facilities

| Division | | Pure area (Area including public areas) | Volume | Average ratio to total area (%) |
|------------------------|------------------------------------|---|----------------------------|---------------------------------|
| Clean area | Command control or special purpose | 7m ² /person | 17.5m ³ /person | 70 |
| | For simple evacuation | 1.4m ² /person | 3.5m ³ /person | |
| Pollution Control Area | | 60m ² ±10% | - | 1 |
| Clean Machine Room | | Actual demand application | - | 14 |
| Pollution machine room | | Actual demand application | - | 15 |

충무지휘용 화생방시설⁴⁾의 관리 및 운영 지침에 따라 시설면적 및 환기량 등을 제시하는 기준이 명시되어 있다. 본 시설은 청정구역 목적에 따라 시설면적을 제시하고 있으며, 각 실의 압력 및 환기량을 제시하고 있어 외국에서 지정하고 있는 대피공간의 환기지침과 비교가 가능하다(Table 3.).

시설의 내부구조는 오염통제구역, 무해구역, 기계실, 기타 구역등으로 구분가능하다. 오염통제구역은 시설내부 무해구역으로 진입하기 위해 오염인원 및 장비물자 제독을 실시하는 곳으로 장비저장구역, 액체위험구역, 기체위험구역, 공기밀폐실로 구성된다. 무해구역은 개인보호장구 착용없이 정화된 공기가 제공되는 대피지역으로 주대피실, 피복 지급실, 중앙통제실, 공기밀폐실로 구성된다. 기계실은 오염기계실, 청정기계실로 구분되며 기타시설로는 출입구, 식품저장 및 조리시설, 화장실, 세면장 등의 위생시설과 냉난방시설, 전기급수시설 등이 있다[5].

화생방용 지휘시설 표준도면에서 보여지는 공간구획과 이에 따른 환기장치 및 공기의 흐름을 보면 다음과 같다(Fig. 3.). 실제 대피자가 머무는 무해구역과 기타 피복 및 응급처리실에 공기를 공급하기 위하여 프리필터실과 청정기계실의 송풍기를 거쳐 정화된 공기가 급기된다. 또한 대피공간내의 거주자의 호흡과 활동으로 인해 오염된 공기를 재정화하기 위해 이를 재순환모드의 환기장치를 거쳐 다시급공기가 순환되도록 하고 있다(Fig. 3.).

4. 대피공간의 환기시스템 기술요소 분석

4.1. 대피공간의 구조와 환기시스템

대피공간내 사람들이 거주하게 되면 실내기온이 상승하게 되고 또한 호흡에 의한 공기질 저하 등이 발생된다. 또한 외부의 오염된 공기가 들어오면 이를 정화해야 하기 때문에 환기장치의 성능이 일정수준 되어야 한다. 이에 습기나 미세입자, 방사능 등을 정화하기 위한 기계적 환기장치 및 모래, 활성탄 및 헤파필터 등의 필터장치를 추가적으로 설치하는 것이 요구된다[6]. 지하에 배치되는 대피공간이 그 기능을 정상적으로 수행하기 위하여 일반적으로 요구되는 구조는 다음과 같다.

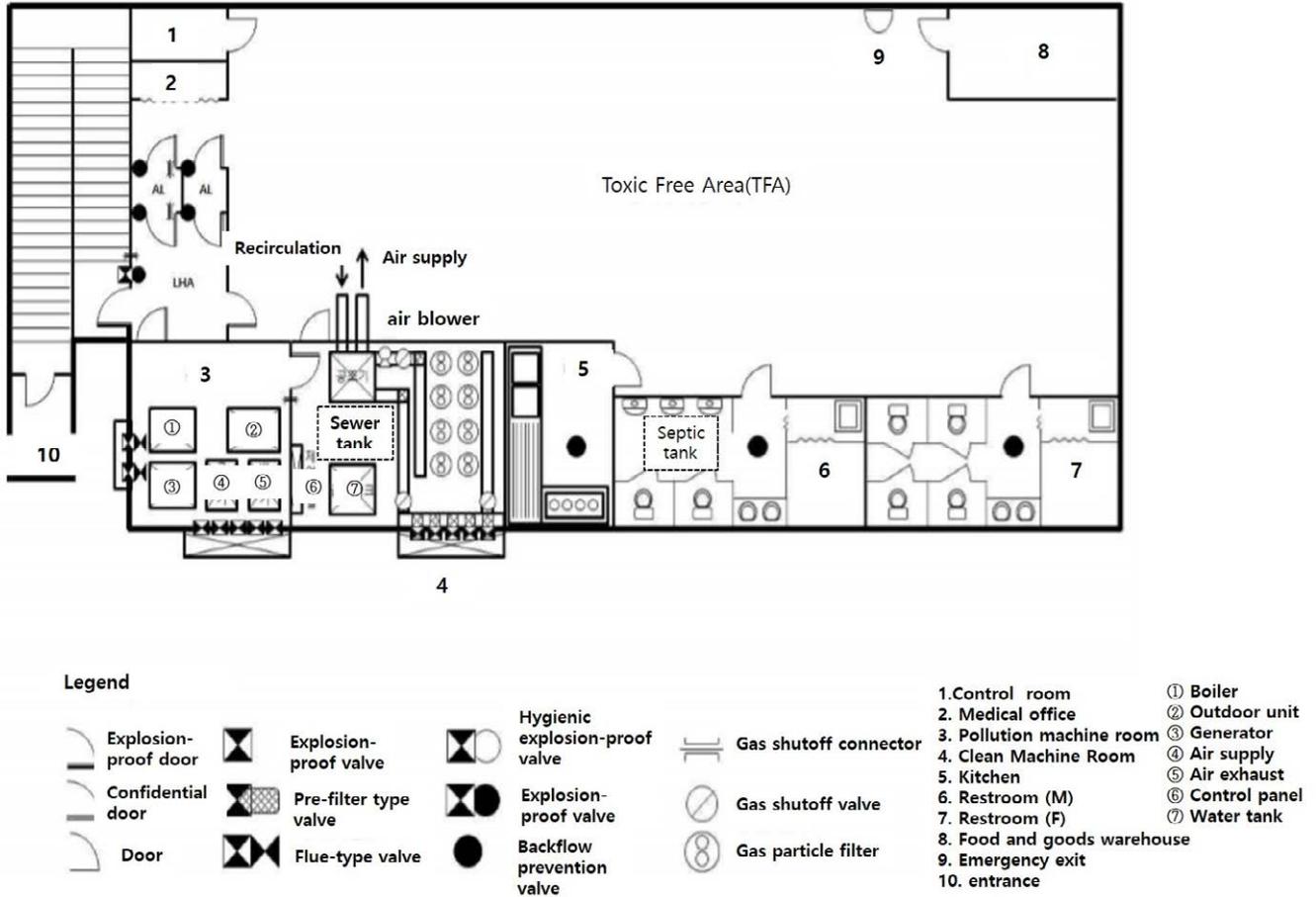


Fig. 3. Standard drawing of the first-floor structure for the command facilities(for CBR based on 660 m²)[4]

전실은 대피소 출입 시 오염 물질이 대피공간 내부로 유입되지 않도록 출입구 부분에 계획되는 공간으로 구조적으로는 완전히 밀폐되며, 압력조절 밸브 및 환기장치로 구성되어 있다⁵⁾. 방폭문을 지나 대피공간으로 들어가며, 이곳은 비상탈출구와 연결된다. 비상탈출구는 외부의 영향으로 인해 주 출입구를 사용할 수 없는 경우, 대피소를 빠져나갈 수 있도록 반드시 외부와 직접 연결된 비상탈출구를 계획하여야 한다. 또한, 비상탈출구는 환기장치의 공기흡입구 역할을 한다. 환기시스템은 방폭밸브 및 공기정화필터, 환기장치, 가스필터, 감압밸브로 구성되어 있다.

4.2. 환기장치의 환기율

대피공간에 머무는 동안 환기는 기계적 정화장치를 통해 이루어진다. 화재가 발생하거나 외부 온도가 낮은 경우 등의 환기 중단을 제외하고는 대피공간의 환기는 영구적으로 작동되도록 하고 있다. 환기시설의 작동모드는 크게 일반환기와 필터환기로 구분된다.

일반 환기는 가스필터가 연결되지 않고 관이 직접 연결되어 외부의 신선한 공기를 유입시키는 것으로 환기속도는 대피침대 당 6m³/h 이상이 된다[2]. 필터환기는 필터장치(FIL)가 작동되는 동안, 플렉시블한 관로는 가스필터에 연결되고, 외부 공기가 가스필터를 통해 유입된다(Fig. 4.). 공기유입속도가 대피침대 당 3m³/h 이상으로 일반 환기 모드 때의 것보다 작다. 일반적으로 일반 환기 모드로 이루어지다가 위험상황이나 특별상황에서 필터장치로의 전환이 이루어지며,

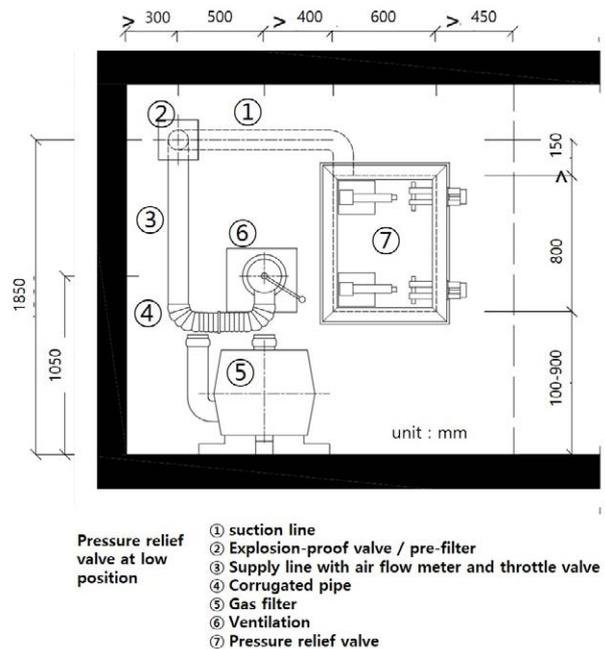


Fig. 4. Elevation view of the ventilation system(VA) located on the wall

이때 대피공간에서 머무는 시간은 몇 시간에서 최대 하루까지 가능하다. 이때 대피공간의 온도는 더 빠르게 상승하고, 이 기간 동안 3

Table 4. Ventilation rate according to ventilation mode for each evacuation facility

| Ventilation mode | General ventilation | | Filter ventilation | |
|------------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|
| | Small-scale | Large-scale | Small-scale | Large-scale |
| Ventilation rate | 6m ³ /h | 12m ³ /h | 3m ³ /h | 6m ³ /h |

0°C의 한계온도 이상을 도달하거나 초과하지 않도록 환기가 이루어져야 한다. 다만, 대피침대가 51개 이상인 대규모 대피시설에서는 일반 환기 모드에서 대피침대 한 개 당 12m³/h, 필터환기 모드 시 대피침대 한개 당 6m³/h의 이동속도로 두배의 공기속도로 환기해야 한다 (Table 4.)[7].

4.3. 환기장치의 구성

흡입관①은 비상탈출구의 방폭문과 연결되어 있으며 외벽에 흡입덕트가 있다. 이 흡입관을 통해 응축수 수집기가 있는 방폭밸브 및 프리필터②에 연결된다. 여기서 나온 관은 공기유량계 및 스톱밸브가 있는 공급라인③으로서 하단의 커플링이 있는 주름관 형태의 배관④과 연결된다. 이 배관은 하부의 가스필터⑤에 연결되어 공기를 정화하게 된다. 가스 필터는 부유입자 필터와 활성탄 필터로 구성되어 있다. 이것과 비상등이 있는 환기장치⑥가 대피공간 내부의 주요 환기장치 시설이 된다. 정화된 공기가 대피공간에 공급되고 보호실 입구의 방폭밸브가 있는 압력릴리프 밸브⑦에 의해 전실로 배기되며 이후 대피공간 외부로 배기된다. 외부 배기관은 잠금기능이 있어서 외부의 공기가 역으로 들어오지 못하도록 하고 있다(Fig. 4.).

이외에도 환기시설에는 고정적으로 비상 전원 공급장치가 있어야 하는데 이는 정전 시 수동모드에서도 작동할 수 있도록 함이다. 정전 시 수동모드에서 1인당 3m³/h의 공기가 공급되도록 하며 환기장치는 대피공간 내 별도의 환기실에 설치하도록 하고 있다. 환기시설에서 주전원 및 비상전원 공급장치에 장애가 발생하면 비상 작동이 이루어져야 한다. 또한 각 실로의 공기분배 및 실내공기 중 습도유지 등을 위해 환기장치를 공기재순환 모드로 작동할 수 있어야 하며, 재순환 모드 시 실외의 신선한 공기유입량의 최대 75%가 될 수 있도록 한다[7].

환기시설의 작동모드는 필터작동(FIL), 신선한 공기유입(FRL), 비상작동(NL), 공기재순환작동(UML), 유지보수필터작동(FIL) 이렇게 총 5개로 구성되어 있다. 신선한 공기유입 작동모드에서는 필터 공기량의 두 배를 펌핑할 수 있어야 한다.

5. 결론

재난 발생 시 주민의 생명과 안전을 보호하기 위하여 지정·운용되는 민방위 대피시설은 대응하고자 하는 재난의 유형이나 체류기간 등에 따라 구조적, 설비적 시스템이 다르게 적용된다. 이중 화재방호 대피시설은 인적재난 및 무력공격, 전시의 화재방 공격이나 방사능 사고에 이르기까지 발생 가능한 재난에 대하여 총체적 대응이 가능하도록 계획·설계된다. 밀폐 및 양압을 기본 원리로 하여 위험물질이 대피시설 내부로의 침투를 방지하도록 하여 인원을 보호하는

개념이며, 또한 실내에서의 환기시스템 구축을 통해 이를 대응하게 된다.

본 논문에서는 대피공간의 환기시설을 중심으로 계획지침 및 기술을 분석하고 이를 토대로 대피공간으로서의 성능확보를 위한 방안을 제시하고자 하였다.

대피시설에서 실내기후의 변화는 일정기간 사람들의 체류가 일어날 때 공간의 규모 및 환기장치의 환기율에 따라 급격히 변하기 때문에 이에 대한 시스템 구축이 더욱 필요한 것으로 사료된다. 비상대피공간의 구조나 면적, 적용되는 환기시설에 따라 각기 국내·외의 정해진 지침은 다르나, 스위스와 같이 대피공간에 대한 지침 및 계획, 설계, 시공이 선진화된 나라에서는 해당 장치에 대한 회전을 등을 명시함으로써 보다 구체적으로 지침화하고 있다는 것을 알 수 있다.

이러한 분석결과를 토대로 향후 국내 일반대피시설을 화재방 등의 비상상황 발생 시 이에 대응하기 위하여 기존의 시설에서 어떠한 시스템 구현이 요구되는지를 면밀히 분석하여 적용하는 것이 필요하다.

Acknowledgement

본 연구는 2019년도 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업의 결과입니다(No. NRF-2019R1D1A1A02047963).

Reference

- [1] Bundesamt für Bevölkerungsschutz, Technisches Pflichtenheft, Switzerland, 2016.
- [2] Bundesamt für Bevölkerungsschutz BABS Infrastruktur, Technische Weisungen für die Belüftung von Schutzräumen mit Wärmedämmungen, 2012.
- [3] Bundesamt für Bevölkerungsschutz, Checkliste Herrichten RBB-2. Switzerland, 2004.
- [4] 국립재난안전연구원, 재난유형별 대피소 통합관리 및 대피생활지원 기술개발, 2014.11. // (National Disaster Management Institute, Technology Development of Integrated Shelter Management and Evacuee Support in Shelter, 2014.11.)
- [5] 소방방재청, 민방위 사태에 대응한 대피체계 구축 및 대피시설의 운영관리 기술개발, 2013.5. // (National Emergency Management Agency, Development of evacuation system in response to civil defense and operation management technology development of evacuation facility, 2013.5.)
- [6] 이태구, 한영해, 기존 공동주택의 지하주차장을 활용한 재난대피시설 확보방안 연구, 한국방재학회논문집, 제19권 2호, 2019.04. // (T.G. Lee & Y.H. Han, Measures to Ensure Effective Disaster Shelter Facilities Using Underground Parking Lots in Existing Apartment Houses, J. Korean Soc. Hazard Mitig. 19(2), 2019.04.)
- [7] Bundesamt für Zivilschutz(1992), Technisches Pflichtenheft für die Herstellung von Belüftungsgeräten der Typen VA 1200-VA4800 für Schutzanlagen der Organisation und des Sanitätsdienstes, Switzerland

- 1) 민방위시설은 정부지원시설과 공공용시설로 나뉘며, 정부지원시설은 대피용도를 주목적으로 하여 설치한 시설을 말한다. 공공용시설은 민간소유, 공공기관 지하시설물을 비상대피시설로 지정한 시설을 말한다. 따라서 정부청사나 지자체청사 등 공공기관은 공공용시설에 해당된다.
- 2) 편안한 환경에서 성인이 앉아 있을 경우 평균 열 방출은 약 120와트 정도이다. 이 열의 일부분, 약 20W는 피부와 호흡을 통한 수증기 증발로 열을 방출한다.
- 3) 양압이란 대기압보다 높은 공기압과 대기압의 차이를 말한다. Pa(파스칼)은 압력단위로 1Pa은 0.00001기압이다.
- 4) 충무지휘용 화재방시설은 정부 및 시·도청사, 인구 50만 명 이상 시·구청사를 대상으로 충무사태시 화재방상황 대비 행정기능 유지 및 전시장황실 운영 등 지휘용 시설로 운영되는 곳을 말한다. 본 시설의 운영시기는 전시 화재방경

보 발령 및 화생방공격 또는 공격이 예상되는 경우에 이용되며, 시설은 660m² 이상으로 규정하고 있다.

- 5) 다만 전실공간은 51명 이상 수용하는 대피시설의 경우에 해당하며, 바닥면적은 3.5m²정도이다.