기존 공동주택의 지하주차장을 활용한 재난대피시설 확보방안 연구

Measures to Ensure Effective Disaster Shelter Facilities Using Underground Parking Lots in Existing Apartment Houses

이태구* · 한영해**

Lee, Taegoo*, and Han, Younghae**

Abstract

The purpose of this study is to propose a technical alternative for the establishment of facilities that are safe from disasters caused by chemical, biological, and nuclear substances and other dangerous materials. In this study, the present situation of the underground parking lot of an apartment house is analyzed and a plan for securing this underground space to perform as a shelter is proposed. Because of this new use for the underground parking lot, explosion-proof doors are provided at the parking ramp, and at the main entrance. Additionally, an air purifier, a dry toilet, and a rain water supply facility are installed. The air purifier can purify an air volume of 3.5-4.0 m³ per person depending upon the area of the compartment to be purified.

Key words : Shelter Space, Underground Parking Lot, Explosion-Proof Door, Air Purifier, Environmental Disaster, Radiation

요 지

본 연구는 환경재난에 준하는 사건사고를 대비하기 위한 목적으로 특히 화학, 생물학, 핵물질 등에 의한 재난으로부터 안전한 시설을 구축하는데 필요한 기술적인 대안을 제시하는데 있다. 이에 본 연구에서는 재난 시 대피공간으로 활용될 수 있는 지하공간 중 공동주택의 지하주차장을 대상으로 현황을 파악하고 이를 토대로 대피공간으로서의 성능확보를 위한 방안을 제시하였다. 우선, 장기체류를 목적으로 대피공간 조성 시 기존 공동주택 지하주차장의 가능성을 검토하고 이를 위해 면적, 구조, 환기시설 등 국내 관련규정을 분석하였다. 한편, 국외의 관련기준 및 항목을 검토하여 현재 공동주택 지하주차장의 대피공간으로서의 관련규정 보완사항 및 개선안을 도출하였다. 주차장 램프 진출입로와 주동 출입구에 방폭문 설치 및 구획된 공간의 면적에 따라 1인당 3.5~4.0 m³의 환기량을 정확할 수 있는 공기정화장치, 건조식화장실 및 빗물이용 급수시설 등이 검토되었다.

핵심용어 : 대피공간, 지하주차장, 방폭문, 공기정화장치, 환경재난, 방사능

1. 서 론

1.1 연구의 목적

환경재해로부터 안전한 사회를 구축하는 것은 선진국 사회의 필요 불가결한 과제이다. 지난 수 십년간 국내의 급격한 산업화 결과로 우리사회는 다양한 형태의 화학적, 생물학적 더 나아가 원자력 시설과 같은 산업시설로 인해

발생 가능한 재난에 대비하는 안전사회 구축이 절실해지고 있는 실정이다.

지난 20세기 후반부터 최근까지 발생한 재난들은 자연재난과 더불어 우리가 예상치 못했던 특히, 방사능, 화학물질, 유류 유출 등과 같은 인위적 사고들로 인해 일단 재난상황이 발생되면 우리사회에 미치는 피해규모 및 재난발생 후 정상 사회로 회복에 소요되는 시간이 상당한 것을 알 수 있다.

*정회원, 세명대학교 건축공학과 교수(E-mail: tglee2911@naver.com)

Member, Professor, Department of Architectural Engineering, Semyung University

**교신저자, 정회원, 공학박사, 에코아르케 생태도시건축연구소 대표(Tel: +82-43-653-7291, Fax: +82-43-653-7291, E-mail: youngseahan@naver.com)

Corresponding Author, Member, Ph.D, President, Eco-Arche Institute of Ecological Urban Planning

일례로, 1986년 4월 우크라이나에 있는 체르노빌 원자력발전소와 2011년 3월 일본의 대규모 지진과 쓰나미로 인한 후쿠시마 현의 원자력발전소 방사능 누출사고는 국내에 이미 원전시설이 25기가 가동되고 있는 시점에서 시사하는 바가 크다.¹⁾ 또한 중국과 북한, 러시아 등 우리나라 주변국이 많은 핵무기를 보유하고 있으며, 주변국가와의 관계성에서 일어나는 돌발상황에 대해서는 정세의 흐름에 상관없이 일관되게 준비하고 대응할 필요성이 있다. 스위스나 독일, 오스트리아 등의 유럽권 나라들이 오랜 정치적 사회적 평화의 분위기에도 주도적으로 방비책을 구축하는 것은 이와 무관하지 않다.

2013년 개정된 『재난 및 안전관리 기본법』에 의하면, 재난의 유형을 자연재난과 사회재난으로 구분하고 있는데, 이는 단지 재난의 발생원인에 초점을 맞춘 것이기 때문에 실제 재난발생 이후 초래되는 환경적 피해를 어떻게 대비하고 이를 극복할 것인가에 대한 논의는 다소 미흡하다고 판단된다. 이에 본 연구에서는 환경재난²⁾에 준하는 사건사고를 대비하기 위한 목적으로 진행되었다. 특히 화학, 생물학, 핵물질 등에 의한 재난으로부터 안전한 시설을 구축하는데 필요한 기술적인 대안을 제시하는데 있다.³⁾

1.2 연구의 내용 및 방법

국내외 대피소 현황을 비교분석한 연구에 따르면, 가장 큰 차이점은 관련사항의 체계적인 기술여부이다. 국내의 경우 대피소의 선정, 관리, 운영의 전반적인 사항이 관련 지침 및 계획 등이 언급되어 있으나, 세부적인 상세함은 국외의 사례에 비해 부족한 것을 들고 있다(Kim et al., 2014). 즉, 실제 대피시설에 대한 물리적 계획, 성능기준 등에 대한 기준이 불분명하고 표준 모델 제시안에 그쳐 실제 시설을 구축하는데 실효성에서 많은 문제점이 있는 것으로 보인다.

이에 본 연구에서는 재난 시 대피공간으로 활용될 수 있는 지하공간 중에서 공동주택의 지하주차장을 대상으로 현황을 파악하고 이를 토대로 대피공간으로서의 성능확보를 위한 방안을 제시하고자 한다.

대피시설을 지정할 때에는 사건의 발생 직후 또는 직전 얼마나 빨리 경보를 받고 이동하느냐가 중요한 문제이다.⁴⁾

주민이 최단시간에 자기의 거주지로부터 멀지 않은 곳에 안전하게 대피할 수 있는 공간은 공동주택의 지하주차장인 것으로 보여진다. 우리나라 주거형태의 70% 이상이 공동주택단지이며, 다수의 주민이 살고 있는 주거형태이고, 또한 지하주차장은 어느 공동주택이던지 간에 일정한 기능을 갖추고 있는 시설이기 때문에 지하대피시설로 조성하는 방안을 검토하고자 한다.

연구의 주요내용은 다음과 같다. 첫째, 화학·생물학·핵물질 등에 의한 사회재난에 대비하여 장기체류를 목적으로 대피공간 조성 시 기존 공동주택 지하주차장의 가능성을 검토한다. 이를 위해 면적, 구조, 환기시설 등 국내 관련규정을 분석한다. 한편, 국외의 관련기준 및 항목을 검토하여 보다 구체적이고 실효성 있는 계획·설계안을 제시하고자 한다. 이는 현재 공동주택 지하주차장의 현황분석을 통한 대피공간으로서의 관련규정 보완사항 및 개선안을 도출하기 위함이다.

2. 국내 관련규정 분석

2.1 재난 대피시설로의 활용공간 도출

민방위 기본법 제15조에 의하면 대피호 등 비상대피시설을 설치하고 소방과 방공장비의 비치 및 정비를 하도록 규정하고 있다.⁵⁾ 그러나 대피소 현황을 분석한 다수의 논문에서 의하면 상업건물의 지하주차장이나 근린생활시설의 지하상가 등은 형식적으로 지정만 되어있고 주민들의 접근성이 떨어지는 것으로 나타나고 있다(Kim et al., 2013; Kim and Hwang, 2014).

공동주택의 경우, 지하에 설치된 대피소는 문을 설치하여 별도로 장소를 구획하거나 지하주차장을 대피소로 지정하고 있다. 그러나 대부분 화장실이나 창고, 기계실 등은 냉난방장치가 설치되지 않고, 방호를 위한 문 등이 없어 시설규정에서 벗어난 곳이 많은 것으로 나타났다(Jung and Lee, 2013). 이에 비하여 지하철이나 관공서 등은 급수, 화장실, 냉·난방시설이 있고 강제 환기장치를 하는 등 시설규정을 준수하는 것으로 나타났다.

다만, 지하철의 경우에는 서울을 비롯한 부산, 대구 등 대도시권에만 설치되어 있으므로 전 국민을 대상으로 하는 대피공간 구축에는 공간적 한계가 있을 것으로 사료된다. 반면, 공동주택은 우리나라의 대표 주거형태로서 대부분 지하주차장을 보유하고 있으며, 5층의 저층 공동주택의 경우에도 지하실등을 보유하고 있기 때문에 극한 재난에 대비한 대피공간 조성에 유용할 것으로 보여진다.

1) 또한 중국은 37기의 원전이 가동 중이며, 2030년까지 100기 정도의 원전을 추가로 지을 예정으로 주로 서해안에 계획되고 있다.
2) Kang and Jo (2014)의 연구에 의하면 환경재난이란 인명 및 재산 피해를 동반하는 사회재난의 양상을 띠는 의도적이지 않은 환경오염 및 환경사고로 정의하고 있다.
3) 도시에서 발생 가능한 화학적 재난은 화학물사고나 화재사고, 폭발사고 등에 의해 유독물질 확산으로 피해를 줄 수 있다(Choi et al., 2016). 또한 생물학적 재난으로는 세균과 바이러스 등 병원체에 의해 감염 및 확산으로 인명피해를 유발하는 재난으로, 2015년 국내에서 발생한 중동호흡기증후군 유행으로 사회적으로 큰 문제를 야기시킨 바 있다.
4) 우리나라는 좁은 국토와 인구밀도 등을 고려할 때, 5~10분이 적정할 것으로 조사되었으며, 따라서 대피시설로의 이동속도를 고려할 때 최대 250 m 이내의 지역에 대피시설을 설치하는 것이 바람직한 것으로 나타났다(KICT, 2008).

5) 『건축법』 제2조제1항제5호에 따른 지하층을 두고 있는 건축물과 『소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률』 제9조 및 소방기본법 제13조에 따라 소방시설을 설치하거나 유지·관리하여야 하는 건축물 및 시설물, 그 밖에 행정안전부령으로 정하는 건축물 및 시설물 등이다.

2.2 재난대피시설의 관련규정

2.2.1 체류시간에 따른 면적규정

민방위 대피시설의 소요기준에 따르면 Table 1과 같이, 우리나라의 정부지원시설인 경우 최대 14일 장기체류를 기준으로 일인당 1.65 m²의 공간을 필요면적으로 규정하고 있다. 이는 핵전쟁이나 핵폭발과 같은 재난에 대비한 기준이다.⁶⁾ 반면, 선진국의 경우 대부분 장기체류 기준으로 필요면적을 규정하고 있다. 스위스나 핀란드, 독일의 경우 비교적 소요면적을 넓게 정하고 있으나 미국, 스웨덴은 우리나라의 기준과 비교하여 비교적 적은 면적을 요구하고 있다.

Table 1. Estimated Area Per Shelter Facility

Category	Area required (m ² /person)	Capacity per m ²	Remarks
Korea (14days stay)	1.65	0.6	Preparing for Nuclear War
United States of America	0.89	1.1	US Navy test results
Sweden	0.95	1.0	
Swiss	3.30	0.3	One room per person
Finland	2.41	0.4	
Germany	1.98	0.5	

Source: KICT (2008)

2.2.2 건축물 구조 규정

대피시설의 건축구조는 기준면적에 의한 소요면적 산정, 건축물의 콘크리트 두께, 천정의 높이, 복도, 환기를 위한 외부공기 유입장치, 대피공간의 벽체 및 지중, 슬래브, 바닥 등의 두께 등을 명시하고 있다.

2016년 국민안전처에서 제시한 민방위 주민 대피시설의 규정에 의하면 1인당 1.43 m²의 면적을 확보하도록 하고 있다. 또한 콘크리트 두께는 50 cm 이상, 벽체 및 지붕, 슬래브 두께는 0.5 m, 바닥 0.3 m가 되어야 안전성을 확보할 수 있으며, 천정높이 2.5 m 이상의 구조를 가져야 한다. 환기량은 시간당 3.5~4.0 m³/hr 이상으로 규정하고 있다.

2.2.3 환기시설 규정

대피시설 내 공기공급은 인간의 신체적 활동과 에너지 소모 등으로 인해 환기설비를 하는 것이 필요하다. 더욱이 대피시설 내 전문적인 유독성가스를 여과할 수 있는 환기장치를 설치하는 것이 요구된다. 여과기의 이용이 불가능한

경우엔 공기 재생장치를 활용하여 실내 공기의 균형을 유지하도록 하고 있다.

기능적으로는 방사능 낙진, 화학 작용제 혹은 세균으로 말미암은 대피시설 내 공기오염을 막고, 연기, 탄산가스, 일산화탄소 등의 유해가스가 대피시설 내부로 유입되는 것을 막을 수 있어야 하며, 체취, 음식이나 배설물로부터 악취를 제거하도록 규정하고 있다(KICT, 2008). 공기 공급량은 1인당 3~11.8 m³/hr의 신선한 공기가 유입되면 대피시설 내부의 공기상태는 견딜 수 있는 수준을 유지할 수 있다. 그러나 대피시설 내에서의 활동을 감안한다면 1인당 최소 5 m³/hr의 신선한 공기공급이 적정하다. 대피시설 설치 및 운영은 민방위 기본법과 민방위 시설장비 운영매뉴얼의 규정에 따르고 있고 별도의 세부규정이 없는 항목들도 민방위 시설장비 운영 매뉴얼을 따르고 있다.

이외에도 전기나 소방, 급수배수시설과 관련된 사항은 Table 2에서 보는 바와 같이 각각의 법에서 정하는 사항을 따르게 된다. 전기시설 중 비상조명등, 유도등 및 유도표지의 화재안전기준은 소방법에서 규정하고 있으며, 소방시설에 대해서는 ‘건축물의 피난·방화구조등의 기준에 관한 규칙’과 ‘소방법’, ‘소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률’ 등의 상세내용에 준하여 계획된다. 또한, 급수배수시설에 관해서는 ‘주택건설기준등에 관한 규정’에서 정하는 비상급수시설 기준과 ‘민방위기본법 시행규칙’의 제15조 공공용 대피시설 및 비상급수시설의 지정 내용에 따른다. 이와 같이 각각의 법이나 규칙에서 재난대피시설에 관한 규정들을 명시하고 있기 때문에 종합적인 설계규정이 요구되는 바이다.

3. 외국의 관련규정 기준

재난 대피시설의 건축설계 규정을 마련하기 위해서는 각각의 시설에 대한 종합적인 명시가 필요하다. 그러나 이전의 선행 연구된 규정검토 내용을 보면, 여러 국가에서 규정하고 있는 대상범위, 규모, 관리방안 등 항목별 구분은 제시하고 있지만 구체적으로 어떠한 내용을 담고 있는지 알 수 없다. 이에 본 연구에서는 실제 대피시설에 대한 물리적 계획, 성능기준 등을 알아보기 위하여 오스트리아의 재난 대피공간 건축규정집을 분석하였다.

오스트리아의 경우, 건축물의 지하공간을 이용하여 대피공간을 조성할 때 허용 공기질 기준이나 기존 거주공간에서의 피난처 최소 크기 확보 등 대피공간에 대한 환경조건 등을 규정하고 있다. 이는 오스트리아 연방 경제노동부(Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit)가 발간한 기술 지침 및 관련 규정이며, 특별히 핵폭발과 같은 극한 재난에 대비하는 방어공간 또는 안전대피공간을 구축할 때 계획, 용량 산정, 시공 및 관리 등의 해당 규정을 준수하도록 하고 있다.

건축규정의 상세한 내용은 Table 3에서 보는 바와 같이, 대피공간에 대한 정의(S 6001), 대피공간의 환기, 과압밸브,

6) 한국의 민방위대피시설은 ‘공공용시설’과 ‘정부지원시설’ 기준으로 나뉘며, 공공용시설은 10시간까지 체류가 가능한 시설이며, 정부지원시설은 23일까지 체류가 가능한 시설로 구분한다. 경우에 따라서는 14일 장기체류 시 소요면적을 1.65 m²로 확보하도록 하고 있다.

Table 2. Act on Shelter Facilities

Item	Legal name	Detailed regulations
Electric facility	Fire Service Act	Fire safety standards for emergency lights (NFSC 304) Fire safety standards for guide lights and guidance signs (NFSC 303)
Fire fighting facility	Regulations on standards for evacuation fire prevention structures of buildings	Article 8-2 (Establishment of safe area for evacuation)
	Fire Service Act	Fire safety standards for emergency broadcasting facilities (NFSC 202)
	Act on Installation, Maintenance and Safety Management of Fire Fighting Facilities	Article 9 (maintenance such as fire fighting facilities to install in specific fire prevention object)
	Fire Service Act	Fire safety standard of emergency alarm facility (NFSC201) Fire safety standard of automatic fire detection equipment (NFSC 203) Fire safety standards for sprinkler installations (NFSC 103) Fire safety standards for fire fighting appliances (NFSC 101)
Water supply & drainage	Regulations on Housing Construction Standards	Article 35 (Emergency water supply facility) Article 43 (Water supply and drainage facilities)
	Civil Defense Basic Law Enforcement Rules	Article 15 (Designation of Public Shelter Facility and Emergency Water Supply Facility)
	Eating water management law	Article 5 (Water Quality Management of Eating Water)

Source: NEMA (2013)

Table 3. Building Regulations of the Austrian Federal Disaster Shelter Space

ÖNORM- Austrian Standards Regulations	
S 6001	Shelter space: definition [77]
S 6020	Shelter space: Space planning - Ventilation - Equipment - Standard label [78]
S 6021	Shelter space; Overpressure valve - requirements, inspection, standard label [79]
S 6022	Shelter space; Explosion Proof Valve (ESV) - Requirements, Inspection, Standard Label [80]
S 6023	Shelter space; Overpressure - explosion-proof valve (UV-ESV) - requirements, inspection, standard label [81]
S 6050	Guard door [82]
S 6051	Guard door [83]
S 6052	Shelter space; Emergency Exit - Requirements, Inspection, Standard Label [84]
S 6053	Shelter space - Sliding walls - planning, calculation, inspection [84]
S 6070	Equipment planning - Facilities, equipment and furniture [86]
S 6072	Equipment - Criteria for Impact Test and Impact - Protective Equipment [87]
S 6075	Equipment - Requirements, Inspection, Standard Label [89]
S 6076	Equipment - Bed - Requirements, Inspection, Standard Label [90]
S 6077	Equipment - Chair - Requirements, Inspection, Standard Label [90]
S 6078	Equipment - a combination of tables and chairs of evacuation spaces - Requirements, inspection, standard labels [91]
S 6090	Mark of shelter space [92]
Technical Guidelines - Federal Ministry of Economy and Labor	
Technical guidelines for basic protection of new buildings [38]	
Technical guidelines for basic protection of existing buildings [37]	
Technical Guidelines for Airborne Explosion-Proof Structures [32]	
Technical guidelines for medium-sized shelter [39]	
Technical guidelines for collective shelter spaces [33]	
Technical guidelines for general shelter planning [29]	
Technical guidance for sand filters (added to the 2002 Technical Guidance) [31]	
Technical guidelines for maintenance of shelter space [30]	

Source: Pech and Kolbitsch (2017)

방폭밸브, 과압-방폭밸브 등의 요구사항(S 6020~S 6023), 방호문, 비상출구(S 6052) 및 슬라이딩 벽의 계획내용(S 6053), 침대 및 의자 등 보유해야 하는 장비(S 6070~S 6078), 표식(S 6090) 등을 명시하고 있다.

또한 신축건물과 기존건물을 구분하여 기술적 지침(38,37)을 하고 있으며 공기폭발 방지구조, 집단대피공간, 일반적인 대피공간, 대피공간의 유지관리를 위한 지침 등을 명시하고 있다.

이러한 건축규정은 각 내용마다 설계안을 함께 제시하고 있어 보다 구체적인 계획안을 마련할 수 있도록 하고 있다. 일례로 Fig. 1은 8명 수용규모의 대피공간에 대한 설계예시이다. 보는 바와 같이 전이공간인 대기실을 제외하고 전체 체류공간인 거실의 면적을 명시하고 여기에 세면실, 공기보호구역, 화장실, 공기정화를 위한 필터구역 등을 명시하고 있다. 설계도에서 문의 방향과 외벽의 두께, 출입구의 위치 등을 표시하고 위의 규정에 따라 건축재료 및 방법, 환기방식, 설비시설, 내부 장비, 특별히 보안해야 할 장치에 대한 특별규정 등을 명시하고 있다.

오스트리아는 신축건물과 기존건축물을 구분하여 대피공간 조성을 위한 기술적 지침을 규정하고 있으며, 공통적으로 화학 및 생물학적 위험물질의 영향에 대비할 수 있도록 하고 있다. 또한 핵 발 및 사고에 따른 잔류 방사선에 대해서는 1/250(0.004)보다 작게 영향을 미치도록 시설규정을 하고

있으며, 지진 또는 여진 등 자연재해에 따른 건물 붕괴 및 파편에 의한 영향 최소화, 화재 및 그에 따른 붕괴, 모든 종류의 폭발에 의한 파편 피해로부터 안전하게 대피할 수 있도록 규정하고 있다(Pech and Kolbitsch, 2017).

Fig. 1. Example of Floor Plan (Interior room up to 8 persons with anteroom)

Table 4의 대피공간의 계획규정에 따르면, 총 6장으로 구분하고 있다. 우선 기본계획 부분에서 대피공간 내 필요공간별 수치, 대피공간의 위치, 출입구, 비상구 등의 위치와 규격을 제시하고 있다. 2장에서는 각 구조의 건축재료와 건축방법 등에 대해 규정하고 있으며, 3장에서는 환기, 4장 설비, 5장 시설 및 장비, 6장 보안공간에 대한 특별규정을 담고 있다.

Table 4. Regulations of Shelter Space Planning in Austria

chapter	Item	Main Contents
Basic plan	Dimensions per required space	Living room, floor area, air protection area, toilet, washroom etc.
		Ceiling height
		Exit height
		anteroom
		Guard door
Building materials and methods	location	Type according to location of shelter space
	entrance, emergency exit	location of Emergency, Minimum size of passage
	standard, weight	Concrete strength of Outer wall, ceiling
	Outside wall, ceiling	Minimum concrete thickness
	inside wall	Concrete thickness, Flame retardant material
	floor	waterproof concrete
	Separation and connection joint	Gas and radiation protection structure
Ventilation	door	Size of Protective door, Emergency exit flap
	Natural ventilation	Size of tuyer, inlet, outlet
	General ventilation	Ventilation by device
equipment	Protection of ventilation facilities	Filterroom, protection of vents, sand filter, fan unit, inlet, outlet
	pipeline	Drinking water pipe, sewer pipe
	Electrical equipment	Ventilation electric equipment, electric lamp,
	Piping protection device	Equipment requiring attention such as water pipe, gas pipe, piping damper, fuel supply pipe
Facilities and equipment	equipment	Chairs and bed unit, combination, etc.
	equipment	Evacuation space marker
Security space	Selection of security space	Wall, ceiling etc.
	Wall thickness, Load etc.	Calculation method according to wind pressure

Source: Pech and Kolbitsch (2017)

4. 공동주택 지하주차장의 적용방안

4.1 공동주택 지하주차장의 공간분석

현행 지하주차장 구조를 보면 지하1층의 층고는 보와 설비를 포함하여 3.4 m에 이른다. 이는 대피공간으로 활용 시 층고가 2.5 m 이상의 기준을 만족하게 된다. 또한 현행 지하주차장 규정상 개부부의 면적을 바닥면적의 1/40 이상으로 하고 있으므로, 이에 대한 방폭문 설치가 필수적이다. 또한 지하주차장의 실내공기질을 유지하기 위하여 강제환기를 할 경우 기계실의 크기를 5×5 m 이상으로 규정하고 있으며, 실내로 자연환기에 의한 흡입과 실내공기를 환풍기에 의해 흡입하고 배기하는 3중환기를 기본으로 하고 있다. 따라서 대피공간으로 활용하기 위해서는 미세먼지 및 방진, 방사선 등의 제거가 가능한 모래, 활성탄 및 헤파필터를 추가적으로 설치하는 것이 요구된다.

Fig. 2는 지하주차장의 현황으로 주차 출입구와 주동 이동로, 기계실 등의 위치 및 성능분석을 통해 대피공간으로 활용하고자 한다.

Fig. 2. Status of Underground Parking Lot in Apartment House

4.2 지하주차장의 대피공간 활용 방안

4.2.1 주차 출입구 방폭문 설치

주차출입구에 방폭문을 설치하는 것은 외부로부터의 방사능 낙진, 화학 작용제 혹은 세균으로 말미암은 대피시설 내 공기오염을 막고, 연기, 탄산가스, 일산화탄소 등의 유해가스가 대피시설 내부로 유입되는 것을 막기 위함이다. 주차출입구 방폭문은 열처리된 금속 정밀문이어야 하며 폭에 따라 1~2개가 설치가능하다. 방폭문의 경우 양개 또는 편개식이나 수동문이 안전하며, 반사압력 30~40 BAR 이상, 내부잠금 방식의 내방폭 구조, 문과 프레임이 완전히 밀착된 구조이어야 한다.

지하주차장의 층고는 총 3.4 m로 보와 설비, 바닥마감을

포함한 높이이다. 이는 대피공간의 층고 규정 2.5 m를 상회하고 있어 활용이 가능할 것으로 분석되었다. 또한 주차입구로 인한 개구부 부분과 기계실의 현황분석을 통해 방폭문과 공기정화를 위한 장치를 추가로 제안할 수 있다(Table 5).

Table 5. Application of Shelter Space Through Existing Underground Parking Lots Structure

Item	Contents	Estimated shelter space and suitability	Remarks
Height	B1: H 3400 mm	H > 2500 (MPSS, 2016)	beam: 600, pipe line: 400, Passage of car 2300, Floor finish 100
Area of Open part	More than 1/40 of floor space	Install explosion proof doors	B1
Forced ventilation	Fan Room Size: 5×5 m B1: 3-grade ventilation	Adding ventilation (Hepa filter)	If the area of the open part is 1/10 or more of the floor area, Natural ventilation

4.2.2 주동 출입구 방폭문 설치

지하주차장에서 주동으로 들어가는 출입구는 기존에는 슬라이딩 도어로 재질은 주로 유리이다. 이를 방폭문으로 교체하는 것이 필요하다. 출입구에 설치하는 방폭문에 비하면 크기나 기밀도면에서 작으며, 편개일 경우 $1400 \times 2100 \times 200$, 양개의 경우 폭 2400이 일반적이다. 기밀도는 400pa 가압단위면적당 0.18 cm/h 정도이다(Fig. 3 참조).

4.2.3 환기장치

지하주차장을 대피공간으로 사용하기 위해서는 환기장치가 중요하다. 대피공간내 공기질을 일정 수준 유지하거나 외부의 오염된 공기를 유입할 때 이를 정화하여 들어와야 하기 때문에 환기장치의 성능이 일정수준 되어야 한다. 이에 미세입자나 방사능 등을 필터링이 가능한 모래, 활성탄 및 헤파필터를 추가적으로 설치하는 것이 요구된다. 국내 I사의 환기장치를 적용할 경우 풍량이 28 m³/min이다(Fig. 3 참조). 한편, 방사능이나 생화학으로 오염된 공기는 추가적으로 정화할 수 있는 NBC필터와 같은 고성능 정화필터가 필요하다.

그 외에도 화장실, 급수시설 등 위생설비에 대한 추가 계획이 필요하다. 화장실의 경우, 재난 시 상수의 공급이 원활하지 못하기 때문에 대부분 건조식 화장실을 적용하게 되며, 급수시설은 만약의 상황을 고려하여 빗물을 집수하여 이를 정화하는 시스템을 고려하여야 한다. Fig. 4는 공동주택 지하주차장의 평면도에 앞서 검토된 계획요소를 적용, 대피공간으로서의 활용방안을 제시한 것이다.

Fig. 3. Applicable Facilities

Fig. 4. Example of Underground Parking Lot as Shelter Space

5. 결 론

본 연구는 환경재난에 준하는 사건사고를 대비하기 위한 목적으로 특히 화학, 생물학, 핵물질 등에 의한 재난으로부터 안전한 시설을 구축하는데 필요한 기술적인 대안을 제시하는데 있다. 이에 본 연구에서는 재난 시 대피공간으로 활용될

수 있는 지하공간 중 공동주택의 지하주차장을 대상으로 현황을 파악하고 이를 토대로 대피공간으로서의 성능확보를 위한 방안을 제시하였다.

우선, 장기체류를 목적으로 대피공간 조성 시 기존 공동주택 지하주차장의 가능성을 검토하고 이를 위해 면적, 구조, 환기시설 등 국내 관련규정을 분석하였다. 또한 국외의 관련 기준 및 항목을 검토하여 현재 공동주택 지하주차장의 대피공간으로서의 관련규정 보완사항 및 개선안을 도출하였다.

주차 출입구와 주동 출입구에 방폭문 설치 및 구획된 공간의 면적에 따라 1인당 3.5~4.0 m²의 환기량을 정화할 수 있는 공기정화장치, 건조식화장실 및 빗물이용 급수시설 등이 검토되었다.

기존의 연구가 재난 대피공간의 공간적 구분이나 계획적 요소의 개론 정도였다면 본 연구에서는 내부시설 계획을 수립하는데 보다 구체적인 방안을 제시하는데 초점을 두었다. 다만, 본 연구가 공동주택 지하주차장의 다양한 조건을 모두 고려하지 못하고, 대피공간으로 활용하기 위하여 적용 가능한 시설 및 장치등을 다양하게 적용하지 못한 한계가 있다. 이에 대해서는 본 연구결과를 토대로 지하주차장을 보다 유형화하고, 리모델링 시 소요되는 비용 등 경제성 분석 또한 보완하고자 한다.

감사의 글

이 논문은 2018년도 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업입니다(No. NRF-2018R1D1A1A02047963).

References

- Choi, Y.B., Kim, D.H., Shim, H.J., and Lim, J.C. (2016). *Establishment of a safety capability enhancement system using integrated safety information*. NDMI-ER-2016-16-01, National Disaster Management Research Institute.
- Ministry of Public Safety and Security (MPSS). (2016). *Manual of evacuation construction by government support*.
- Jung, Y.J., and Lee, J.H. (2013). Research on the present condition of the shelter spaces in preparation against natural and other disasters: Focused on the Seongsbuk-gu district. *Proceedings of Autumn Annual Conference*, Architectural Institute of Korea, Vol. 33, No. 1, pp. 7-8.
- Kang, S.J., and Jo, S.H. (2014). *Policy directions for safe society from environmental disasters*. Report No. 2014-02, Gyeonggi Reserch Institute.
- Kim, E.Y., and Hwang, E.K. (2014). A study on improvement of legal system for using a subway station in disaster

situations. *Proceedings of Autumn Annual Conference*, Architectural Institute of Korea, Vol. 34, No. 2, pp. 133-134.

Kim, J.T. et al. (2014). *Technology development of integrated shelter management and evacuee support in shelter*. NDMI-BA-2014-04-02, National Disaster Management Institute.

Kim, Y.J., Hwang, E.K., and Lee, J.S. (2013). A study on prototype for using the temporary housing space in subway in the event of disaster. *Journal of Architectural Institute of Korea, Planning & Desing*, Vol. 29, No. 8, pp.13-24.

Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology

(KICT). (2008). *A study on the establishment of underground unclear shelter*. Ministry of Land, Infrastructure and Transport.

National Emergency Management Agency (NEMA). (2013). *Manual of civil defense equipment operation*.

Pech, A., and Kolbitsch, A. (2017) *Keller*. Part of the Baukonstruktionen book series Vol. 6, New York: Springer Wien.

Received	March 5, 2019
Revised	March 6, 2019
Accepted	March 13, 2019