

지하공간 안전성 향상을 위한 개선방안에 대한 연구

이정은* · 황현숙** · 김창수***

1. 서 론

최근 대도시로의 인구밀집이 심화되어 추가적인 주거공간 및 건물의 필요성이 증대되고 있음에도 한정된 토지로 인해 평면적인 지상공간의 개발이 한계에 이르고 있다. 이러한 지상공간 개발의 한계에 대한 돌파구로 도시의 입체적인 개발에 대한 관심이 증대되고 있으며, 초고층 건물 및 지하공간에 대한 개발이 확대되고 있다. 현재 계획 중인 국내 100층 이상의 대표적인 초고층 빌딩은 151층(610m)의 인천타워, 120~130층(540m)의 DMC 빌딩, 112층(555m)의 잠실 제2롯데월드, 107층(494m)의 부산 제2롯데월드, 110층(500m)의 부산 월드비즈니스센터 등이 있으며, 40층 이상의 아파트도 주상복합 형태로 많이 시공되고 있다. 또한 지하공간 개발의 경우 단독으로 지하역사, 지하상가 등을 건설하는 곳도 일부 있으나 대부분은 백화점이나 초고층 상가들과 연계된 대규모 지하공간의 활용을 중심으로 개발되고 있고,

대규모 지하복합센터의 건립이 계획되고 있다.

하지만 기존 건물에 비해 초고층 건물이나 지하공간은 그 공간적 특성으로 인해 위험요인이 다양하며 복합적인 재난으로 연계될 확률이 높기 때문에 인적·물적 피해 규모가 상대적으로 크다. 즉, 초고층 건물은 필연적으로 건물 내부에 상주하는 사람이 많고, 지상으로부터 높은 곳에 위치하므로 화재 등의 재난 상황에서 피난 시 탈출하는데 시간이 많이 걸릴 뿐 아니라, 진압 및 구조 활동에도 많은 시간과 어려움이 동반된다. 그리고 지하공간의 경우 지하철 및 지하상가의 이용자가 지속적으로 증가하고 있으며, 재난 발생시 전원이 차단되게 되면 폐쇄적인 공간의 특성으로 인해 사용자들이 공포에 휩싸여 적절한 대응을 하기 어렵다. 따라서 우리는 지하공간의 특성과 지하공간과 연계된 복합건축물에 대해 재난 발생시 여러 가지 위험요소들을 미리 파악하고 예상되는 재난에 대비를 해야 한다.

본 연구에서는 지하공간의 특성과 재난 요인에 대해 관련 자료를 분석하고, 현재까지의 지하공간 안전과 관련된 관련 내용을 기반으로 문제점을 분석하여 적합한 개선방안을 법령 중심으로 기술한다. 또한, 추가적으로 지하공간 안전과 관련된 공기질 개선 방안 및 정보화시스템 구축 방향에 대해 설명한다.

※ 교신저자(Corresponding Author): 김창수, 주소: 부산광역시 남구 대연3동 599-1(608-737), 전화: 051)629-6245, FAX: 051)629-6245, E-mail: cskim@pknu.ac.kr

* 부경대학교 정보보호협동과정 석사과정
(E-mail: lju82@paran.com)

** 부경대학교 BK21 사업단 연구원
(E-mail: hhs@pknu.ac.kr)

*** 부경대학교 전자컴퓨터정보통신공학부 교수

2. 지하공간에 대한 분석

2.1 지하공간의 정의 및 이용형태

미국지하공간협회에서는 지하공간을 경제적 이용이 가능한 범위 내에서 지표면의 하부에 자연적으로 형성되었거나 또는 인위적으로 조성된 공간으로 정의하고 있고, 서울시정개발연구원에서 발간한 “서울시 지하공간개발에 관한 연구”에서는 지하공간을 지표면 하부에 자연적, 인위적으로 조성한 일정규모의 공간자원으로 보행, 구매, 휴식 등을 위한 여러 가지 기능과 시설들이 복합된 지하의 경제적 이용이 가능한 활용공간이라고 정의하고 있다. 위와 같이 공간적으로는 지표 하부에 위치하고 있으며, 자연적·인위적으로 조성된 공간자원으로 경제적 이용이 가능한 활용공간을 지하공간으로 정의하고 있다[1].

지하공간에 대한 국내에서의 이용형태를 살펴보면 크게 기반시설, 생활시설, 사업시설로 구분할 수 있으며, 각각의 세부적인 이용형태 구분은 다음과 같다[2].

■ 기반시설

- 교통시설 : 지하도로, 지하철, 지하보도, 지하주차장
- 공급시설 : 식수, 폐수, 하수, 열수, 가스, 전기, 전화선, 유해가스 처리관
- 에너지시설 : 지역냉난방, 송·배전용 관, 발전소
- 환경시설 : 폐기물 처리시설, 상·하수도 처리시설, 도수관, 배수관, 하수 배수관, 유해가스 처리관
- 저장시설 : 유류 저장(원유·연료유·액화가스), 에너지 저장(열수·압축공기), 식품·곡물 저장, 냉동 저장, 문서창고
- 방어시설 : 군사시설, 지하대피소, 전략시설

■ 생활시설

- 주거시설 : 주택, 지하실
- 공공시설 : 공원, 도서관
- 기타시설 : 사무실, 학교, 지하상가, 스포츠 시설

■ 사업시설

- 정보·통신시설 : 전선의 지중화, 동로, 관로
- 산업시설 : 공장, 창고, 농작물재배, 양조장, 채석장
- 연구시설 : 실험·연구시설

그리고 지하공간의 안전관리와 매우 연관성이 깊은 지하공간 심도에 대한 구분은 법령 및 관련 매뉴얼에서 깊이(m)와 층의 두 가지 용어를 혼용하여 사용하고 있으며, 깊이를 기준으로 봤을 때 천심도(지표면에서 4.5m까지), 저심도(지하 4.5m에서 지하 20m까지), 중심도(지하 20m에서 지하 30m까지), 대심도(지하 40m 이하)로 구분하고 있다[1].

2.2 지하공간의 특성과 문제점

지하공간은 폐쇄적인 공간의 특성으로 인해 대부분의 경우 태양광 등이 직접적으로 도달하지 못한다. 이러한 환경적, 물리적 특성 때문에 사람들은 재난 발생 시 정전, 유독 가스, 정신적 충격 등으로 정상적인 행동을 취할 수 없다[3].

■ 심리적 문제

- 시야의 제한 때문에 건물 전체에 대한 구조를 파악하는 것이 불가능함.
- 지하공간의 출입구는 이동 동선이 지하계단이나 엘리베이터를 이용하기 때문에 잠정적으로 폐쇄적인 연상 작용과 막연한 두려움을 가질 수 있음.
- 건물의 전체 규모와 내부 통행로의 윤곽을 쉽게 파악할 수 없기 때문에 재난 발생시 심한 심리적 압박감과 공황 상태에서 방향

감각을 유지하는 것이 매우 어렵고, 이러한 이유로 일정한 영역에서 탈출하지 못하는 경우가 발생함.

- 지하공간에서 재난발생시 맹목적으로 타인의 행동을 따라 하는 것이 일반적임. 긴급한 상황에서 최소한 정보 또는 유도할 수 있는 방향을 제시함으로써 사람들의 심리적 공황을 예방할 수 있는 방법이 필요함.
 - 화재, 가스폭발, 방화/테러 등 갑작스러운 재난 및 붕괴의 위험이 발생할 경우 사람들은 고도의 두려움이 연상됨.
- 시설물 및 장비/설비의 문제
- 대부분의 지하공간 시설물은 사용의 편리성과 상업적인 측면이 강조되어 비상시 재난 대피를 위한 피난이나 어린이, 노약자 중심의 요소는 부족함.
 - 지하공간을 포함하는 건축물 설계시 건축법에 제시하는 규정이 중요한 것이 아니라 건축물 사용 중에서 발생할 수 있는 피난 및 안전관리를 고려한 합리적인 시설물 및 내화구조의 설계가 필요함.
 - 복합건축물의 경우 연계된 시설물과의 피난 및 안전관리를 위한 정보 공유 및 종합적인 설계 기준이 필요함.
 - 지하공간은 외부와의 공기 유통이 부족하기 때문에 지하공간의 실내공기 오염과 온도 상승을 막는 공기질 및 환기 시설에 대한 기준의 강화가 필요함.
 - 지상과 지하가 구분되지 않은 화재안전기준에서 장비/설비 기준을 강화하는 것이 필요함[2,4,5].

2.3 지하공간의 주요 재난요인의 특성

현재까지 발생한 지하공간의 주요 재난요인으

로는 화재, 폭발, 붕괴, 침수, 테러 등이 있으며, 이러한 재난 요인들 중 발생 빈도가 상대적으로 높은 재난요인에 대해 특성을 살펴보면 다음과 같다[2,4,6].

■ 화재

- 화재 발생시 급기가 부족하여 불완전 연소나 훈소 상태에서의 연소에 의한 다량의 연기가 발생.
- 화재 발생시 열·연기가 외부로 배출되기 어렵고, 모든 연기가 지하도, 지하상가 등의 피난경로로 유입되거나, 체류가스에 의한 폭발가능성이 존재.
- 덕트 화재에 의해 예상하지 않은 장소로의 연소 확대 위험이 있으며, 연기의 확산에 의한 점화 확인이 곤란함.
- 지하철의 경우 통행 열차의 바람으로 내부에 생기는 기류의 복잡성으로 연기의 발생원 및 발생지점의 확인이 늦어져 공간 전체에 연기가 충전할 위험이 존재.
- 지하공간의 화재진압은 화염과 연기가 분출해 나오는 통로계단을 통해 진입해야 하기 때문에 진입하는 단계에서 연기에 시계를 차단당하여 발화 지점에 접근하지 못하는 경우가 있다. 그리고 일반 건물에 비해 화재 층의 아래에 거점을 두고 소화활동을 취하기 때문에 잘못할 경우 소방대원이 고립되는 위험이 존재.

■ 가스(폭발)

- 지하공간의 특성 상 지상에 비해 공기의 흐름이 원활하지 못하므로 가스 누출로 인한 축적이 쉽게 이루어지고, 이에 따른 폭발 사고가 발생할 수 있음.
- 지하에서 가스 폭발이 발생하게 될 경우 화염, 열기 등이 외부로의 분출이 없이 통로를

따라 주변지역 전체를 휩쓸게 되므로 지상에 비해 그 피해가 더욱 커짐.

- 1차 폭발 후에도 2차 폭발, 혹은 폭발시 충격으로 인한 붕괴 등의 2차적 피해의 위험이 있어 사후 대응에 신속하게 이루어지기가 어려움.

■ 침수

- 하천 및 하수도로부터의 범람수가 도시의 저지대에 집결함에 따라 지하공간이 침수되는 경우가 많음.
- 지하역사의 갑작스런 침수는 인명 및 재산상의 피해가 순간적으로 발생.
- 복합 지하공간 확장으로 침수의 재해 범위가 증가하고 있음.
- 밀폐된 공간에서의 위험은 감시와 조기발견이 중요함.
- 외부로부터의 구조작업 및 작전수행에 어려움이 발생하여 초기대응이 중요함.

■ 방화/테러

- 방화 및 생화학 테러로 인한 피해는 외부로 대피에 많은 시간이 걸리고, 상대적으로 좁은 공간에 많은 이용객들이 존재해 그 피해의 규모가 커질 수 있음.
- 방화 및 테러는 긴급한 재난 발생으로 사전에 예방하는 것이 무엇보다 중요하며, 다양한 재난 발생을 대비하여 준비와 훈련이 중요함.

2.4 지하공간 안전을 위한 고려요소

앞에서 나열한 지하공간의 재난유형별 특성들을 바탕으로 재난 발생 시 인적·물적 피해를 방지하고, 또한 피해 발생의 경우에도 그 확산을 최소화하기 위해 표 1과 같은 재난유형별 안전관리를 위한 고려요소는 다음과 같다.

표 1. 재난유형별 안전관리를 위한 고려요소(2)

재난 유형	안전관리를 위한 고려요소
화재	<ul style="list-style-type: none"> • 내장재의 불연화 • 가연물의 삭감 • 화기사용의 제한 • 화기설비의 장기적인 점검과 관리체계 • 주기적이고 일상적인 감시 및 화재방재 자동시스템 도입 • 화재감지기나 감시를 통한 조기발견 • 소화설비 및 자동화재 진압 시스템 설치 • 방화구획 설정 • 효과적인 배연계획에 의한 연기제어 및 제연시설확보 • 통제센터 설치 • 소방거점 공간 확보 • 정보방송시설 설치 • 근무자들의 교육 • 시민의 교육 • 화재발생시 관리자의 대응 매뉴얼 개발 및 훈련 • 피난경로 정보 (인터넷)홍보 및 안내 • 복합시설물의 경우 종합 안전관리 대비 계획 • 시설물 및 장비/설비의 안전관리 규정 준수 점검 • 피난 유도를 위한 최선 장비 도입을 위한 재원 확보
침수	<ul style="list-style-type: none"> • 배수설비의 설치 및 유지관리 • 출입구의 침수방지 설비 • 침수 확대방지를 위한 설비 • 침수 발생시 잔류자의 소재파악 및 피난유도대책 수립 • 침수시 통신수단 확보 • 피난장소 및 경로의 안전확보 • 유도, 안내시스템 확립(비상등, 유도경로) • 비상용 전력공급 설비의 설치 • 누전차단장치 • 역류방지 밸브 • 정보방송 시설 설치 • 정전에 대비한 확성기 비치 • 근무자들의 교육 • 침수발생시 현장 중심의 대응 매뉴얼 개발 및 훈련 • 침수시 차단 또는 개방을 해야하는 시설 장비관리목록 제작
대피	<ul style="list-style-type: none"> • 채광 및 배연을 위한 지하방재 광장 설치 • 지하광장, 피난실과 같은 일시적인 피난공간의 확보 • 공조의 불력화를 통한 수평 피난시설 설치 • 지상으로의 직통계단, 충분한 통로폭 확보 • 연기유동, 피난, 소방활동 방향을 고려한 피난계획 수립 • 피난자를 위한 경보시스템 및 유도시스템 제공 • 각 건축물별 대피를 위한 현장 중심의 안내 책자 및 홍보물 제작 • 복합시설물의 경우 재난유형, 위치에 따른 피난 경로 다양화 방법 연구 및 안내정보 제공 • 긴급상황에서의 대피시 침착하고 순서있게 유도할 수 있는 방안 마련
가스	<ul style="list-style-type: none"> • 가스누출감지설비 및 모니터링 시스템 설치 • 가스누출 감지 시 자동 가스차단 시스템 설치 • 유해가스 감지설비 및 모니터링 시스템 설치 • 관리자의 가스시설에 대한 위치 및 대응매뉴얼 개발 및 제공 • 화재발생시 가스 폭발의 위험성에 대한 지리정보 및 피난 유도 방향 연구

3. 지하공간의 기존 법령 분석

3.1 국내 지하공간 법령

그림 1은 국내 법령 중 지하공간 안전과 관련된 법령들을 부처별로 정리한 것이다. 국토해양부에서는 주로 지하공간 건설 시 갖추어야 할 안전설비 등에 대한 규정과 건축물 구조 등에 대한 규정을 다루고 있으며, 지식경제부에서는 가스의 사용과 관련된 규정을, 환경부에서는 실내 공기질 관련 규정을, 노동부에서는 노동자 입장에서의 안전 관련 규정을 다루고 있으며, 행정안전부에서는 소방 설비 및 재난 대처 등에 대한 규정을 주로 다루고 있다[7,8].

3.1.1 기존 지하공간관련 법체계의 문제점

지하공간의 안전과 관련된 법령은 각 관계부처

에서 해당 업무별로 각각의 법령들이 산재되어 있으며, 따라서 지하공간의 안전과 관련된 법령의 준수 여부를 확인하기 위해서는 산재되어 있는 여러 법률들에서 규정하고 있는 내용을 모두 확인하여야 하는 어려움이 있다. 또한, 대부분의 법률들에서는 지상과 지하공간의 법률을 별도로 구분하지 않고 있어 지상에 비해 지하의 위험성이 높음에도 지상의 규정을 그대로 적용함으로써 현실에 부합하지 않는 규정으로 판단되며, 이에 따른 제도적 보완과 정비가 필요하다.

가) 부처간 법령의 표준화 필요

- ‘지하공공보도시설의 결정·구조 및 설치기준에 관한 규칙’과 다른 법률과의 지하공간 시설 정의의 비교 필요
- ‘건축물의 피난·방화구조 등의 기준’에서 지

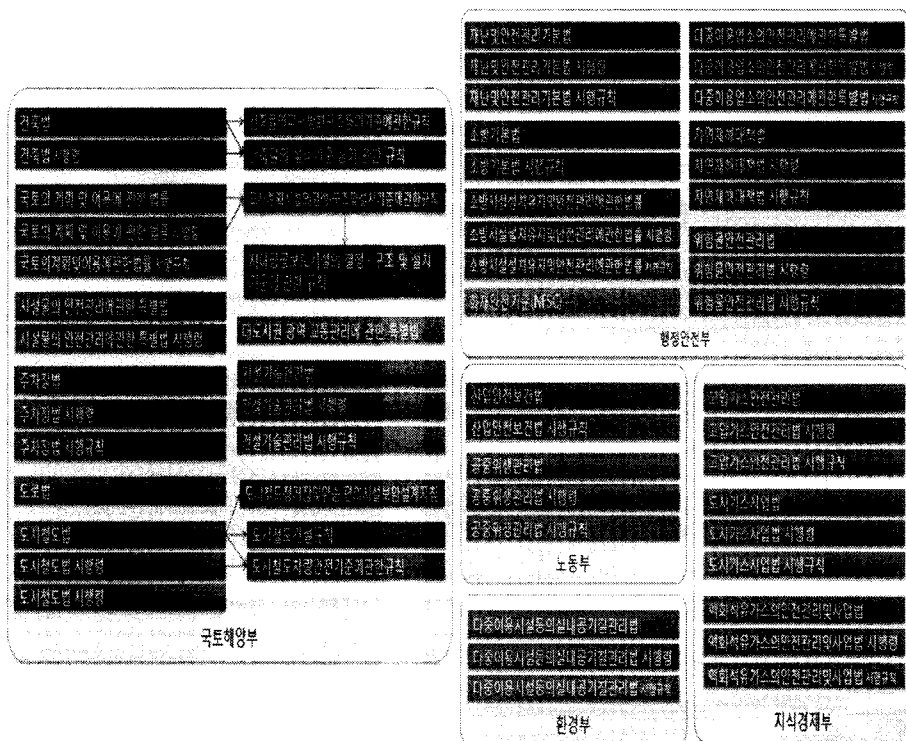


그림 1. 지하공간의 안전과 관련된 법령

하공간에 관한 규정 강화 필요

- 국토해양부 : 건축법의 건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙
 - 직통계단, 피난계단, 특별피난계단의 기준에 지하공간에 대한 별도의 기준이 마련되어있지 않음.
 - 지하층의 기준은 건축법 제44조를 따르는데 건축법 제44조의 지하층의 정의로 건축물의 일부에 포함하는 지하층을 말하고 있음. 이는 법 적용에 있어 혼란이 예상되므로 지하공간에 대한 별도의 기준이 마련되어야 함.
 - 방화문의 구조는 지하공간에 대한 고려가 없으므로 별도의 규칙 제정이나 강화가 필요함.

나) 지상과 지하 구분 없이 법령 제시

- 고압가스안전관리법 : 고압가스 안전관리규정은 지상과 지하의 구분이 없이 일률적으로 규정.
- 지하주차장의 정의나 시설기준이 명확하지 않음. 주차장법에 따르면 노상주차장, 노외주차장, 건축물부설주차장으로 구분되고, 일반적으로 지하주차장은 건축물 부설주차장으로 보고 있음.
- 소방시설설치유지및안전관리에관한법률 : 포소화설비, 이산화탄소소화설비, 할로젠화합물소화설비의 설치대상이 주차용 건축물에 한하고 지하층이나 지하주차장에 대한 지시가 없음.
- 소방시설설치유지및안전관리에관한법률 시행령 : 소화설비, 경보설비, 피난설비 소화활동 설비의 설치를 보면 지상·지하 구분 없이 일률적으로 설치를 지시하고 있음. 단, 일부 지하층에만 단독으로 설치하는 설비는 제

시되어 있음.

- 위험물안전관리법 : 위험물시설의 저장소 분류에서 지하공간에 설치된 저장소에 대한 분류가 없음.
- 건축법 시행령 제46조 및 57조 : 지하층은 층마다 구획하게 되어있음. 그러나 구획구분의 구조(내화구조, 갑종방화문, 자동방화셔터) 등이 지상의 것과 동일하게 사용되고 있음.
- 건축법 시행령 : 건축물의 내화구조에는 지하층도 적용되지만 지상층과 일률적으로 방화구조를 정하고 있음.

다) 복잡한 법령 구조

- 건축법 '제44조 (지하층)건축물에 설치하는 지하층은 그 구조 및 설비를 국토해양부령이 정하는 기준에 적합하게 하여야한다.'라고 되어 있는데 정확한 규칙을 설명하지 않고 있음. 즉, '건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙' 의 1조에 보면 건축법 제44조의 기술적 기준을 정한다고 명시되어 있으나, 건축법에는 어떤 규칙을 따라야하는지 알 수가 없음.

3.2 일본의 지하공간 안전관련 법령

일본의 지하공간 안전 관련 법령을 살펴보면, 일본의 법령 또한 국내 지하공간 법령과 유사한 형태를 가지고 있음을 알 수 있다. 건축법에서 피난계단, 비상용 조명설비, 배연설비, 특별피난계단, 비상용 엘리베이터 등의 건축관련 안전설비에 대한 설치기준을 규정하고 있으며, 소방법에서 소화기구, 실내소화전설비, 스프링클러 설비, 자동화재알림설비, 가스누출화재경보설비, 누전화재경보기, 비상경보기구 및 비상경보설비, 유도등 및 유도표지, 배연설비, 연결살수설비, 연결송수

관, 비상콘센트 설비, 무선통신 보조설비, 할로겐 화물 소화기의 설치 및 성능 등에 대한 기준을 규정하고 있다.

3.2.1 대심도 지하층에 대한 안전성 연구[6]

- 일본은 '대심도 지하의 공공적 사용에 관한 특별조치법'을 통해 대심도 지하공간에 공익 목적을 위한 도로, 철도 등의 공공교통시설을 갖추는 데에는 토지소유자의 동의나 보상 없이도 사용이 가능하도록 하였음.
- 이 법을 마련하면서 기존의 심도를 고려하지 않은 지하층에 대한 안전 기준에 대한 문제점을 인식하였고, 관련 각 청에서 연구를 통해 규제를 강화하고자 하고 있는 실정임.

3.2.2 건축법에서의 건축관련 안전설비에 대한 기준

- 건축법 시행령에서 피난시설, 환기설비, 계단, 방화벽, 직통계단, 피난계단 및 특별피난계단, 배연설비, 급수·배수 및 배관설비, 엘리베이터 등의 안전설비에 대한 설치, 구조, 기술적 기준에 대해 제시하고 있음.
- 환기설비, 배연설비주요 설비의 작동 상태에 대한 감시는 건축물을 관리하는 사람이 근무하는 장소(중앙 관리실)에 두어 이상여부를 확인할 수 있도록 규정하고 있음.
- 계단의 폭에 있어서는 면적에 비례하여 폭을 확보하도록 하고 있으며, 피난계단과 특별피난계단의 경우 계단실의 면적을 전체 면적의 일정 비율로 확보하도록 규정.
- 지하층의 주요 구조부를 내화 구조 및 불연 재료를 적용하도록 규정.

3.2.3 소방법에서의 소방설비에 대한 기준

- 소방법 시행령에서는 소화기 및 간이소화용구, 실내소화전 설비, 스프링클러 설비, 자동

화재알림설비, 가스누출화재경보설비, 누전화재경보기, 비상정보기구 및 비상경보설비, 유도등 및 유도표지, 배연설비, 연결 살수설비, 연결 송수관, 비상 콘센트 설비, 무선통신 보조설비, 옥내소화전설비에 대한 설치, 성능, 기술적 기준에 대해 제시하고 있음.

- 대부분의 소화기 및 소화기구의 경우 지하층에 대해 설치하도록 되어있으며, 그 외의 경우 지하층의 면적이 일정규모 이상이 될 경우 설치하도록 규정되어 있음.

3.3 지하공간 관련 법령의 개선방안

일본은 이미 지하공간의 심도별 기준의 구분을 통해 심도가 깊어질수록 적용되는 기준을 강화해야 한다는 것에 의견을 일치하고, 이에 대한 연구를 지속적으로 수행 중에 있다. 하지만 국내에서는 아직 지상과 지하공간에 대해 동일한 기준으로 적용하는 경우도 많이 존재하고 있어 지하공간의 심도에 따라 기준을 차등 적용하는 것에 대하여는 고려하지 못하고 있다. 지상과 동일하게 적용하던 기준에 대해 연구를 통해 지하공간의 특성을 반영하여 필요하다면 더욱 강화된 기준을 적용하여야 하고, 대심도 지하공간에 대해서는 저심도와 비교하여 위험도가 더욱 높기 때문에 반드시 기준의 차등적용이 필요하다. 따라서 심도별 최소한의 안전 기준 마련을 위한 연구를 통해 적절한 관련 법령의 수정/보완이 이루어져야 할 것이다.

4. 지하공간 안전과 관련된 추가 연구 분야

4.1 공기질 개선과 관련된 연구

지하공간은 지상공간과 달리 폐쇄적인 공간으로서 공기의 유동이 어렵고, 환기가 자연적으로 되지 못한다. 또한 환기시설의 미비나 불량으로

유독가스나 먼지 등의 오염물질이 정체될 경우 장기적으로 지하공간에서 생활하고 있는 거주자 및 이용자를 위한 쾌적한 환경 확보에 문제점을 야기할 수 있다. 따라서 지하공간의 쾌적한 공기질 개선을 위해 기존 법령과 관련 자료들을 분석하여 지하공간 공기질 개선방안을 설명한다[9-11].

4.1.1 현황 및 문제점

- 현재의 관련법규에서는 관리자가 시설물을 점검하는 주기가 정해져 있지 않고 관리자 교육에 대한 내용 규정이 없음.
- 계절별 공기질 측정 구분이나 유동 인구에 따른 온도, 습도를 고려한 공기질 오염물질에 대한 기준이 없음.
- 지하공간의 환경문제에 대해 시민들에 대한 교육이나 홍보가 부족함.
- 공조 및 환기설비의 운전이 현장 여건에 따라 실시간으로 점검되지 못하고 있음. 즉, 지하공간에서 유동인구가 많은 시간대에 따라 오염물질의 효과적인 점검과 제거에 대한 정확한 분석이 불가능함. 또한 이미 사용하고 있는 지하공간의 개보수시 효과적인 공조를 위한 설비 장치에 필요한 공간 부족의 원인도 있음.
- 자연환기가 곤란하고 환기량이 부족하여 악취, 라돈 등 공기오염이 심함.

4.1.2 개선방안

- 고심도/저심도와 같은 다양한 깊이를 가진 지하역사가 존재하고 있으므로 공기질을 측정함에 있어서 심도를 구분하여 측정할 필요가 있음. 즉, 고심도일 경우 공기질 측정에 필요한 권고기준 및 유지기준의 기준치를 감소시킬 필요가 있음.
- 측정 횟수에 대하여 유지기준은 연 1회, 권고

기준은 2년 1회로 되어있으나 시간대 및 다양한 환경을 고려하여 측정 횟수의 증가가 필요함[5].

- 지하공간의 밀폐성, 환기 장치의 계절별 작동성 등을 고려하여 사용자들에게 쾌적한 환경을 제공하기 위해 가장 취약한 계절에 공기질을 측정하도록 권장할 필요가 있음.
- 현재의 지하공간 환기시설은 정적으로 계속 작동하고 있음. 이를 계절별 공기측정, 사계절 온도, 습도의 변환, 유동인구의 수량에 의하여 동적으로 운영되도록 규정해야 함[12].
- 지하공간의 공간적인 특성과 구역별 배치, 통행량 등을 사전에 고려하여 환기량을 산정하여야 하며, 특히 공간 배치는 기류특성 및 공기연령을 예측하여 급기구 및 환기구의 위치와 방식, 수량을 다르게 적용하는 것을 설계에 반영하여야 함.
- 지하공간 내부의 구역별 기류 및 오염가스를 실시간으로 감지할 수 있는 감지 시스템을 구축하고 감지된 정보를 분석하여 필요한 환기량을 조정할 수 있는 자동 제어 운전방식이 필요함[4].
- 지하공간에서의 환경문제에 대해서 환경교육을 강화시켜야 하며, 많은 홍보를 하여야 함.

4.2 정보화 시스템에 대한 연구

현재 지하공간에서는 화재 발생 등을 탐지하기 위해 무인자동시스템이 도입되고 있으며 이는 경비절감 차원에서 더욱더 확장될 것으로 예상된다. 따라서 지하공간에서 최우선으로 고려되어야 하는 안전한 지하공간 생활을 위해 최첨단 기법을 적용한 자동화 정보 시스템의 구축이 필요하다.

최근 신속한 대응을 위한 다양한 감지기의 성능 개선과 더불어 지하역사, 지하도상가 등의 지하공

간에 적응성이 높은 감지기의 개발과 적용에 관한 연구가 활발하게 진행되고 있으며, 해당 시설 특성에 적합한 감지기의 적용을 통하여 오보율을 최소화하고 재난을 신속하게 감지 및 경보하기 위한 방재용 감지기가 활발하게 개발되고 있다. 무선 센서네트워크는 다양한 분야에 적용 될 수 있기 때문에 이들에 관한 연구들을 바탕으로 지하공간의 통합적 정보를 수집하여 지하공간 정보화 시스템을 구축하는 것이 지하공간의 재해를 줄일 수 있다[13-16]. 또한 감지된 재난정보를 바탕으로 지하공간 이용자의 신속한 대피를 유도하는 시스템들에 대한 연구도 활발히 진행 중에 있다[17].

현재는 지하공간 전용의 정보화 시스템에 대한 법률적인 지침이 마련되어있지 않은 것은 물론 대형 복합시설물에서도 관련 주체들간의 정보화 시스템 구축에 대한 규정이 없다. 그러나 지하공간에서의 재난발생 시 상호 협조를 위해 정보화 시스템의 구축은 반드시 필요하다. 따라서 향후 다양한 지하공간 시설물과 연계된 대형 건축물들에 대해 재난에 대비한 통합정보화시스템이 구축이 도입될 수 있도록 관련 법령에 대한 개선이 필요하다.

5. 결 론

대도시의 경우 인구밀집과 도시의 확장 등으로 지하철 노선의 확장이 지속적으로 이루어지고 있다. 추가되는 지하역사는 기본적으로 주변의 백화점, 지하상가, 공공기관, 대형 아파트를 중심으로 연계되어 건설되고 있다. 그리고 교통 혼잡과 고유가에 의한 교통비 절감, 약속시간의 정확성 등으로 많은 일반 시민들이 지하공간을 이용하고 있다. 이러한 관점에서 지하공간의 안전성은 매우 중요한 사회적 이슈이며, 재난 발생시 대형 인명피해와 재산피해가 동반되기 때문에 다양한 연구

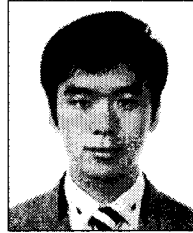
와 관심이 필요하다. 본 연구에서는 IT 관점에서 지하공간의 안전성을 위해 매우 제한된 범위의 필요한 내용을 조사하였다. 지하공간의 안전성에 대해 정부는 물론 지자체, 건설기업체, 관련연구기관 등에서 문제점을 제시하고 있지만, 무엇보다 중요한 것은 현실에 적합한 법령을 규정하는 것이다. 지하공간의 안전 관련하여 필수적인 관련 법령과 해당 정부부처에 대해 설명하였으며, 개선되어야할 내용을 부분적으로 기술하였다. 또한 최근 지하공간을 만남의 장소 등으로 활용하는 등 지하공간에서 대기하는 시간이 많아짐으로 지하공간 공기질에 대한 문제점 및 개선 방안에 대해 관련 자료를 기반으로 분석하였다. 마지막으로 지하공간은 아직도 대부분 CCTV만을 이용한 정보화시스템이 일반화되어 있지만 대형 지하공간에서 다양한 관련 주체들간의 정보 연계는 매우 필수적이므로, 최근 초고층 복합건물들과 연계되어 있는 지하공간에서의 재난 발생시 시민들의 안전을 위한 통합 정보화시스템 구축에 대한 필요성에 대해 설명하였다

참 고 문 헌

- [1] 윤태욱, 송철호, "서울시 지하공간개발에 관한 연구", 서울시정개발연구원, 1992.
- [2] 김현주, "지하도시공간 방재계획의 가이드라인", 방재연구, 제6권, 제1호, 2004.
- [3] 염형민, 박재길, 신동진, 문채, "지하공간 개발에 관한 연구", 국토개발연구원, 1994. 10.
- [4] 황인주, "지하생활공간의 환경개선", 설비저널, 제34권, 제3호, pp. 15-20, 2005.
- [5] 조영민, 박덕신, 박병현, 박은영, "수도권 전철 과친선 지하역사의 실내 공기질 연구", 한국대기환경학회 춘계학술대회 논문집, pp. 463-464, 2005.
- [6] "심층화한 방화대상물의 지하층에 관한 방화안전대책 방법에 관한 조사 연구 보고서" (일본)
- [7] 소방방재청, 지하공간 안전관리 시스템 구축 최

중보고서, 2008. 5.

- [8] 서태웅, 이정은, 김창수, “지하공간 안전관리규정 개선에 관한 연구”, 2008년 한국멀티미디어학회 춘계학술발표대회논문집, 제11권, 제1호, pp. 749-752, 2008. 5.
- [9] 김신도, “지하생활공간의 공기질”, 한국생활환경학회지, 제9권, 제2호, pp. 129-135, 2002.
- [10] 배상호, 최우건, 박덕신, 정우성, 김태오, “지하철 역에서의 공기질 평가에 관한 연구”, 한국철도학회 춘계학술대회 논문집, pp. 555-560, 2002.
- [11] 한국건설기술연구원, “건축시설계획기준 및 관리지침”, 지하생활공간개발 요소기술연구보고서, 1997.
- [12] 정국삼, “지하가 시설의 방화대책”, 한국산업안전기술지, 제1권, 제1호, pp. 35-39, 2001.
- [13] 이석철, 김창수, 정신일, 황현숙, 정수환, 김명호, “USN기반의 지하철 환경상태 모니터링 시스템 구현”, 2005년도 한국멀티미디어학회 추계학술발표대회 논문집, 제8권, 제2호, pp. 130-133, 2005. 11.
- [14] 이석철, 이진욱, 김창수, “실시간 환경정보 모니터링 통합 시스템의 설계”, 2006년 한국정보보호학회 영남지부 학술발표대회 논문집, pp. 146-150, 2006. 2.
- [15] 박덕신, 조영민, 권순박, 은성배, “USN을 이용한 철도 역사에서의 환경모니터링”, 한국철도학회, 2006년도 춘계학술대회 논문집, pp. 7-10, 2006. 5.
- [16] 최기철, “광케이블 센서를 이용한 터널 화재 감지시스템”, 대한설비공학회, 2006년도 자동제어 부문 학술강연회, pp. 131-141, 2006. 1.
- [17] 윤명오, 송철호, 김태운, 최윤수, 최연이, “유비쿼터스 기법을 적용한 실시간 피난유도 시스템 : RFID를 이용한 효율적 피난유도시스템”, 한국화재소방학회 논문지, 제21권, 제4호, pp. 115-122, 2007. 12.



이 정 은

- 2007년 부경대학교 전자컴퓨터정보통신공학부 학사
- 2007년~현재 부경대학교 정보보호협동과정 석사과정
- 관심분야 : 공간 데이터베이스, LBS/GIS, 도시방재시스템



황 현 숙

- 2001년 부경대학교 경영정보학 박사
- 2003년~2004 미국 UMKC Post Doc. 연수과정 수행
- 2006년~2007 학술진흥재단 국내 Post Doc. 연수과정 수행
- 2008년~현재 부경대학교 BK21사업단 연구원
- 관심분야 : u-방재시스템, LBS/GIS 시스템, 온톨로지, 데이터마이닝, 유비쿼터스 센서 네트워크



김 창 수

- 1991년 중앙대학교 컴퓨터공학과 박사
 - 1992년~현재 부경대학교 전자컴퓨터정보통신공학부 교수
 - 2006년~현재 UBF 방재분과 위원장
 - 2008년~현재 한국멀티미디어학회 학회지 편집위원장
 - 관심분야 : 운영체제, 임베디드 시스템, LBS/ GIS, 시멘틱 웹, 도시방재시스템 등
-
-