

대규모 실내경기장의 소방방재설비 적용현황 분석

A Study on the Application of Fire Protection Facilities in Large Enclosure Gymnasium

최 동 호*
Choi, Dong-Ho

김 춘 동**
Kim, Choon-Dong

양 정 훈***
Yang, Jeong-Hoon

조 영 흠****
Cho, Young-Hum

요 약

본 논문은 사례조사를 통해 국내의 대규모 실내경기장의 소방방재계획상의 특징을 분석함으로써 향후 국내에 건립될 대공간 건축물의 소방방재계획 수립에 활용될 기초자료를 도출코자 하였다. 본 논문에서는 국내의 소방방재설비관련 법규 검토와 국내 3개, 국외 8개의 대규모 실내경기장을 대상으로 화재감지설비, 소화설비, 배연설비, 피난계획 적용현황을 조사하여 대공간의 소방방재시스템의 동향을 파악하고 이들을 비교, 분석하였다. 연구 결과 대규모 실내경기장의 화재감지설비는 공간특성에 적합한 적외선화재감지기, 열감지기 등이 유력한 화재감지설비로 사용되며, 소화설비는 건식살수설비, 방수총소화설비 등이 채택되었으며 배연에서는 축연시스템이 적극 활용됨을 확인하였다.

Abstract

The objective of this study is to draw basic data for the application of the fire protection planning for the future plan large enclosure buildings in Korea through an analysis of its characteristics by case studies of the domestic and foreign large scale gymnasiums. In this study, domestic building codes for the fire protection are investigated and fire detection systems, fire extinguishing systems, smoke control systems and evacuation systems of three large scale gymnasiums located at Korea and eight foreign countries are compared and analyzed. The results of this study show that infrared light fire detection system and flame detector for spacial characteristics are potentially used in fire protection systems of large scale gymnasiums; dry type sprinkler and sprinkler water gun are adopted in fire detection system; and smoke accumulation system is widely utilized in smoke control system.

키워드 : 대공간, 실내체육관, 소방방재계획, 화재감지설비, 소화설비, 배연설비, 피난설비, 건축법규

Keywords : Large enclosure, Gymnasium, Fire protection planning, Fire detection system, Fire extinguishing system, Smoke control system, Fire escape apparatus, Building code

1. 서 론

1.1 연구개요 및 목적

현대의 건축물들은 점차 복잡화, 대형화, 고층화됨으로써 재난이나 화재발생시 대형사고에 대한 우려가 커지고 있다. 대형 건축물에서의 화재나 재난은 발생빈도는 낮지만 한번 발생하면 대규모 피해로 이어지기 때문에 소방방재 계획시 특별한 배려가 필요하다. 이에 대규모 건축물 중 실내경기장을 대상으로 소방방재계획에 관한

* 정희원, 대구가톨릭대학교 건축학부 교수, 공학박사
Tel: 053-850-2733 Fax:053-850-2730

E-mail : dhchoi2@cu.ac.kr

** 학생회원, 대구가톨릭대학교 건축학부 석사과정

E-mail : beer1211@hanmail.net

*** 정희원, 영남대학교 건축학부 조교수, 공학박사

E-mail : yangjh@ynu.ac.kr

**** 정희원, 금오공과대학교 건축학부 전임강사, 공학박사

E-mail : yhcho@kumoh.ac.kr

법규검토와 소방방재계획의 특징, 화재감지설비, 소화설비, 배연설비와 피난계획을 문헌 및 현장조사를 실시하여 소방방재설비의 적용현황과 특징에 대해 분석하였다.

1.2 연구방법 및 절차

본 연구에서는 소방시설물에 관한 국내의 관련법규 검토와 국내외 대규모 실내경기장에 대한 문헌 및 현장조사로 구분하여 실시하였다. 국내외 대공간의 문헌·현장조사의 경우 국내외 대규모 실내경기장 중 실내체육관 및 돐구조의 밀폐형 공간을 검토대상 건물로 선정하였다. 선정기준은 최신의 대공간 건축물 소방방재시스템 파악에 주안점을 두어 각 건축물의 기본적인 건축개요와 소방방재계획상의 특징, 대공간영역과 기타영역에 대한 화재감지설비, 소화설비, 배연설비, 피난계획과 방재상의 신기술과 신공법에 대해 문헌조사와 현장조사를 통해 파악하였다.

〈표 1〉 국내 소방시설의 설치기준

구분	문화집회 및 운동시설
소화설비	소화기 ·수동식소화기 : 연면적 33㎡ 이상
	옥내 소화전 설비 ·연면적 3,000㎡이상 전층
	옥외 소화전 설비 ·지하층 및 2층 바닥면적의 합계 9,000㎡ 이상 ·연소우려가 있는 구조
	스프링클러 설비 ·수용인원 100인 이상 ·무대부가 지하, 무창층, 4층이상, 연면적300㎡ 이상(그외의 층은 500㎡이상)
	간이스프링클러 설비 ·다중이용업소(지하층) 바닥면적 150㎡이상 ·근린생활시설(주용도) 바닥면적 1,000㎡이상 전층
	물분무 설비 ·기계식 주차시설 20대 이상 ·차고, 주차장(건물내부에 설치된 것) 바닥면적 200㎡이상 ·전기실, 발전실, 변전실, 축전지실, 전산실 등 바닥면적 300㎡이상

경보설비	자동 화재 탐지 설비 ·연면적 1,000㎡이상	
	비상 경보 ·지하층, 무창층의 바닥면적 150㎡이상 (공연장 100㎡이상) ·연면적 400㎡이상	
	비상 방송 설비 ·연면적 3,500㎡이상 ·지하층의 층수가 3개층 이상 ·지하층을 제외한 층수가 11층 이상	
	누전 경보기 ·계약전류용량 100A 초과	
	자동 화재 속도 ·노유자 시설 바닥면적 500㎡이상인 층이 있는 것 ·공장, 창고, 업무시설 바닥면적 1,500㎡ 이상 인 층이 있는 것	
	단독 경보 감지기 ·연면적 600㎡ 미만 숙박시설 ·연면적 1,000㎡ 미만 아파트	
	시각경보기 ·근린생활시설, 위락시설, 문화집회 및 운동시설 및 영업시설	
	가스 누설 경보기 ·숙박시설, 노유자시설, 판매 및 영업시설 ·교육시설 중 청소년시설, 의료시설, 문화집회 및 운동시설	
	피난설비	피난 기구 ·피난층, 지상층, 지상2층 및 11층 이상의 층을 제외한 모든층
		인명 구조 기구 ·100인 이상의 지하역사, 백화점, 쇼핑센터, 지하상가 - 층마다 공기호흡기 2대 이상
피난 유도등 ·모든 소방대상물 ·객석유도등 - 문화집회 및 운동시설		
비상 조명등 ·지하층, 무창층의 바닥면적이 450㎡이상인 경우 ·5층 이상으로서 연면적 3,000㎡이상		
소화활동설비	휴대용 비상 조명등 ·100인 이상의 지하역사, 백화점, 쇼핑센터, 지하상가	
	제연 설비 ·판매 및 영업시설로 지하층, 무창층의 바닥면적 1,000㎡이상인 것은 당해용도로 사용되는 모든 층 ·판매 및 영업시설중 철도역사, 공항시설, 해운 시설의 대합실 또는 휴게시설로 지하층, 무창층의 바닥면적 1,000㎡이상 ·문화집회 및 운동시설로서 무대부의 바닥면적 200㎡이상 ·지하가 연면적 1,000㎡이상	
	연결 살수 설비 ·지하층의 바닥면적 150㎡이상	

소 화 활 동 설 비	연결 송수관	· 7층이상(지하층 포함) · 지하층의 층수가 3개층 이상으로 바닥면적의 합계 1,000㎡이상 · 5층 이상으로 연면적 6,000㎡이상
	비상 콘센트	· 11층 이상인 경우 11층 이상의 층(지하층 포함) · 지하층의 층수가 3개층 이상으로 지하층 바닥 면적의 합계 1,000㎡이상인 것은 지하 전층
	무선 통신 보조	· 지하층 연면적 1,000㎡이상 · 지하층 바닥면적의 합계 3,000㎡이상인 것은 지하 전층 · 지하층의 층수가 3개층 이상이고 바닥면적의 합계 1,000㎡이상인 것은 지하 전층
소화용수 (상수도설비)		· 연면적 5,000㎡이상

2. 소방시설 설치에 관한 관련 법규검토

표1은 국내 소방시설의 법적 설치기준이다. 소화설비, 정보설비, 피난설비, 소화용수설비, 소화활동설비로 구분되어지며, 각 시설의 용도에 따라 적용기준이 달라진다.²⁾ 조사대상 대규모 실내경기장들은 문화집회 및 운동 시설에 포함되며 소화설비 중 수동식소화기는 연면적 33㎡이상일 때 마다 설치하며, 옥내소화전 설비는 연면적 3,000㎡이상일 경우 전층에 설치토록 규정하고 있다. 옥외소화전 설비는 연소우려가 있는 구조, 지하1층 및 2층 바닥면적의 합계가 9,000㎡이상일 때 설치하며, 스프링클러 설비는 수용인원 100인 이상일 경우에 설치한다. 물분무 등 소화설비는 전기실, 발전실, 변전실, 축전지실, 전산실 등 바닥면적이 300㎡이상일 경우와 기계식 주차시설 20대 이상인 경우 등에 설치토록 규정하고 있다.

정보설비는 연면적 1,000㎡이상일 때 자동화재 탐지설비를 설치하고, 비상경보장치는 지하층, 무창층의 바닥면적이 150㎡이상일 때와 연면적 400㎡이상일 때 기본적으로 설치하여야 한다.

비상방송설비는 연면적 3,500㎡이상, 지하층의 층수가 3개층 이상, 지하층을 제외한 층수가 11층 이상일 경우에 설치하며 계약전류용량이 100A를 초과할 시에 누전경보기를 설치한다.

시각경보기와 가스누설경보기는 문화집회 및 운동시

설에 필히 설치되어야 하며, 피난을 위한 피난기구는 피난층, 지상1층, 지상2층 및 11층 이상의 층을 제외한 모든 층에 설치한다.

피난유도등은 모든 소방 대상물에 적용되며 문화집회 및 운동시설에는 객석유도등도 필수로 설치해야 하는 장치이다. 인명구조기구와 휴대용비상조명등은 100인 이상의 지하역사, 백화점, 쇼핑센터, 지하상가에 층마다 공기호흡기 2대 이상과, 비상조명등은 필히 설치하여야 한다.

소화용수설비는 연면적 5,000㎡이상일 경우에 사용되며, 소화활동을 위한 제연설비는 문화집회 및 운동시설의 경우 무대부의 바닥면적이 200㎡이상이거나 지하가 연면적 1,000㎡이상일 경우 설치해야 한다.

연결살수설비는 지하층의 바닥면적 150㎡이상일 경우에 설치하며, 연결송수관은 지하층을 포함한 층수가 7층 이상이거나 지하층의 층수가 3개층 이상으로 바닥면적의 합계가 1,000㎡이상이거나 5층이상으로 연면적 6,000㎡이상일 경우에 설치토록 규정하고 있다.

무선통신보조설비는 지하층 연면적 1,000㎡이상이거나 지하층 바닥면적의 합계가 3,000㎡이상인 경우는 지하 전층, 지하층의 층수가 3개층 이상이고 바닥면적 합계 1,000㎡이상인 경우 지하 전층에 설치토록 규정하고 있다.

3. 국내 대규모 실내경기장의 소방방재 설비 현황분석

3.1 건축개요

표2는 국내 소방설비 조사대상 대공간의 건축개요를 나타내었다. 먼저 광명돔은 2000년에 건립된 경륜장으로써 건축면적은 39,338㎡, 수용인원은 최대 3만명에 달한다. 광명돔경륜장은 지하1층, 지상 5층이고, 최대높이는 49.5m, 대공간 최대직경은 333.3m 규모의 대공간이다.^{3)~5)}

그 다음으로 경산실내체육관은 가장 최근에 신축된 대공간으로서 2008년 12월에 준공되었다. 건축면적은 14,243㎡이고 좌석수는 5,200여석이지만 최대수용인원

은 7,000명에 달하며 지하1층, 지상3층으로 이루어져 있다. 경기장의 최대높이는 27.7m에 달하며 최대직경은 64.4m×84.4m(가로×세로)이다.

세번째 대상 건축물은 무주에 건립예정인 무주태권도공원으로 2013년에 준공을 목표로 계획되었다. 무주태권도공원의 경우 향후 건립될 대공간의 소방방재시스템

〈표 2〉 검토대상 대공간의 건축개요

구 분	광명돔 경륜장	경산실내체육관	무주태권도공원
전 경			
준공연도	2000.04	2008.12	2013년 예정
건축면적	39,338㎡	14,243㎡	30,508㎡
연 면 적	75,443㎡	23,000㎡	66,882㎡
수용인원	돔 스탠드(10,863명), 최대 30,000명	5,185명	5,000명
층 수	지하1층, 지상5층	지하1층, 지상3층	지하2층, 지상4층
최대높이	최대높이 49.5m	최대높이 : 27.7m	최대높이 : 25m
최대직경	333.3m(피스타)	64.4m×84.4m(가로×세로)	98m×100m(가로×세로)
용 도	문화 및 집회시설 (다목적 경기장)	스포츠시설	문화집회시설

〈표 3〉 검토대상 대공간의 소방, 배연설비 채용 현황

구 분	광명돔 경륜장	경산실내체육관	무주태권도공원
소방방재 계획상의 특징	· 경기장 부분의 소화설비 관련하여 방수총 6개설치	· 성능위주의 소화설비로 인명 및 재산피해 최소화	-
화재 감지 설비	대공간 영역	· 불꽃감지기	· 광전식 분리형 자동화재 탐지기
	기타 공간	· 아날로그 감지기 · R형 화재 수신반, P형1급 발신기, 분산형 중계기	· 공기흡입형 감지기
소화 설비	대공간 영역	· 방수총설비 (6개, 사정거리 65m)	· 옥내소화전설비 · 스프링클러설비
	기타 공간	· 분말소화기(일반거실), 적응소화기(가스구역) · 옥내외 소화전설비 · 스프링클러설비 · 물분무 등 소화설비	· 분말소화기 · 옥내소화전설비 · 스프링클러설비 · 원강기설비 · 상수도 소화전
	공통 사항	· 화재보험협회 보험료 할인규정 적용	· 소방차 진입동선 확보
배연 설비	대공간 영역	· 중간기 환기 · 가변형 기류유인팬	-
	기타 공간	-	· 청정소화약제 적용

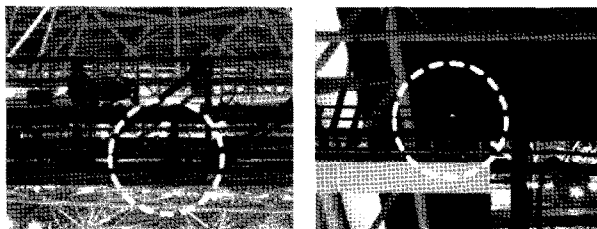
을 파악하고자 선정한 것으로 30,508㎡의 건축면적에 전체 5,000여석의 좌석을 갖추고 있다. 지하2층에서 지상4층으로 구성되었으며 최대높이는 25m, 최대직경은 98m×100m(가로×세로)에 달한다.

3.2 소방설비의 현황과 특징

검토대상 대공간의 소방방재계획상의 특징을 표3에 나타내었다. 광명돔 경륜장은 경기장 부분의 소화설비와 관련하여 방수총 6기를 최상층에 설치하였고, 경산실내체육관은 성능위주의 소화설비로 인명 및 재산피해를 최소화할 수 있도록 계획하였다.

3.2.1 화재감지설비

각 건축물에 적용된 화재감지설비 현황을 표3에 나타내었다. 화재감지설비는 화재 발생시 초기단계에서 발생하는 열 또는 연기를 자동적으로 검출하여 건물내의 관계자에게 발화장소를 표시함과 동시에 정보를 발하는 설비로서, 광명돔 경륜장의 화재감지설비는 대공간 영역에 불꽃감지기를 설치하였고, 대공간 이외 영역에는 아날로그 감지기, R형 화재 수신반, P형1급 발신기, 분산형 중계기가 설치되었다. 경산실내체육관의 경우 대공간 영역에만 광전식 분리형 자동화재탐지기를 채택하였고, 무주태권도공원은 대공간 영역에 광전식 분리형 자동화재탐지기를, 그 외 공간에서는 공기흡입형 감지기를 설치하였다.



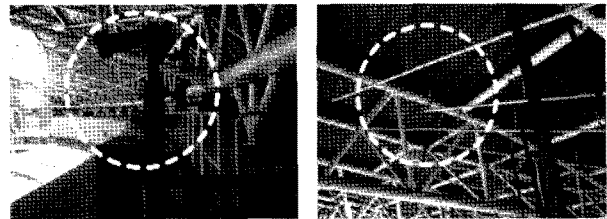
a) 광명돔 경륜장 b) 경산실내체육관

그림1. 불꽃감지기 적용사례

3.2.2 소화설비

각 건축물에 적용된 소화설비 현황을 표3에 나타내었

다. 소화설비는 물이나 그 밖의 소화약제를 사용하여 소화하는 기구·기계 또는 설비로서, 광명돔 경륜장의 소화설비는 대공간 영역에서 사정거리 65m의 방수총 6대를 설치하였고, 대공간 이외의 공간에서는 분말소화기, 적응소화기, 옥내·외 소화전설비, 스프링클러설비, 물분무설비, 연결송수관설비 등이 공통으로 설치되었다. 경산실내체육관의 경우 대공간 영역에서는 분말소화기, 옥내소화전설비, 스프링클러설비를 설치하였고, 대공간 이외 영역에서는 분말소화기, 옥내소화전설비, 스프링클러설비, 물분무 소화설비가 설치되었다. 무주태권도공원은 대공간 영역에서 분말소화기, 옥내소화전설비, 스프링클러설비가 설치되었고, 대공간 이외 영역에서는 분말소화기, 옥내소화전설비, 스프링클러설비, 완강기설비, 상수도 소화전이 설치되었다.

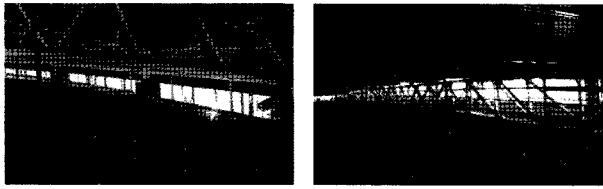


a) 방수총(광명돔 경륜장) b) 상향식 스프링클러 (경산실내체육관)

그림2. 소화설비 적용사례

3.2.3 배연설비

각 건축물에 적용된 배연설비 현황을 표3에 나타내었다. 배연 및 제연설비는 화재시 연기가 피난경로인 복도, 계단, 전실 및 거실 등에 침입하는 것을 방지하고 거주자를 유해한 연기로부터 보호하여 안전하게 피난시키는 동시에 소화활동을 유리하게 할 수 있도록 돕기 위한 설비이다. 광명돔 경륜장의 배연설비는 대공간 영역에만 가변형 기류유인팬이 설치되었고, 경산실내체육관의 경우에는 대공간 영역에서 전동창 개폐를 통한 연기 배출과, 가변형 기류유인팬을 설치하였다. 무주태권도공원은 별도의 배연에 관련된 설비가 파악되지 않았다.



a) 광명동 경륜장 b) 경산실내체육관

그림3. 배연창 적용사례

경산실내체육관도 대공간 영역에서 허용피난시간은 5분 46초~9분 13초이고 피난 완료시간은 2분 15초(135초)가 소요되는 것으로 나타났고, 기타공간은 야외 육상경기장이므로 피난시간에 대한 검토는 큰 의미가 없는 것으로 판단된다. 무주태권도공원의 경우에는 대공간 영역의 허용피난시간은 8분 57초이고, 피난완료시간은

〈표 4〉 실내체육관의 피난계획

구분		광명동 경륜장		경산실내체육관		무주태권도공원	
피난계획	피난계획상의 특징	-		· 불특정 다수인의 사용하는 관람석계통의 피난계획 수립으로 안전성 확보		-	
	대공간 영역	허용피난시간	480초	적합	346초~553초	· 실내체육관	537초
		피난완료시간	260초		135초		305초
	기타공간	허용피난시간	160초	적합	-	· 육상경기장	-
		피난완료시간	98초		4분30초		-
	시뮬레이션 적용 후 추가 혹은 개선된 피난계획상의 특징		· 주위 좌석을 줄여 인원을 제한하여 피난안전성을 높임 · 피난시 복도의 폭에 비해 인원이 많아 폭을 넓힘		· 양방향 및 중앙부 출입구 계획		· 화재시 인체 피난 특성을 고려한 피난 출입구 재배치를 통해 피난 안전성 향상
방재상의 신기술, 신공법		-		· 친환경 고무발포 보온재 사용으로 화재시 유해가스 발생 최소화로 안전성 향상 · 무용접 접합배관(소화펌프) · 스프링클러 배관 플렉시블 이음		· 공동구입구에 화재전파 방지를 위한 수막설비 설치 · 무용접 접합배관(소화펌프)	
기타		-		· CRT 일체형 R형 수신기 · 청각장애인용 시각경보장치		· 전망대에 산불 감시카메라 설치 · 단지내 저류지를 소화수원으로 활용	

3.3 피난계획

3.3.1 피난계획

각 건축물에 적용된 피난계획 현황을 표4에 나타내었다. 피난계획에 관한 자료는 시뮬레이션에 의한 수치해석 결과이며, 광명동 경륜장의 경우 대공간 영역에서 허용피난시간은 480초이고 피난완료시간은 260초, 기타공간에서 허용피난시간은 160초이고 피난완료시간은 98초로 해석되어 적합 판정을 받았다.

5분 5초로 적합한 것으로 판정되었다.

피난시뮬레이션 결과에 따라 건축설계에 반영된 추가 혹은 개선된 사항으로는 광명동 경륜장의 경우 주위 좌석수를 줄여 수용인원을 제한함으로써 피난안전성을 높이고, 복도폭에 비해 인원이 많은 것으로 판정되어 피난복도의 폭을 넓혀 피난안전성을 제고하였다. 경산실내체육관의 경우는 양방향 및 중앙부의 출입구계획을 수정하였고, 무주태권도공원은 화재시 이용자 피난 특성을

〈표 5〉 검토대상 대공간 건축개요(국외)

구 분	도쿄돔	이즈모돔	후쿠오카돔	오사카돔
전경				
준공연도	1988.03	1992.03	1993.03	1997.02
건축면적	46,755㎡	16,277㎡	69,130㎡	33,800㎡
연면적	116,463㎡	15,742㎡	176,068㎡	156,400㎡
수용인원	56,000명	5,000명	52,000명	55,000명
층수	지상6층, 지하2층	지상2층	지상7층	지상9층, 지하총목탑1층
최대높이	56.2m	53.9m	84m	83m
용 도	야구장, 경기장	스포츠 이벤트	야구장, 다목적경기장	관람장, 사무소
구 분	나고야돔	키타큐슈 미디어돔	사이타마 슈퍼아레나	삿포르돔
전경				
준공연도	1997.02	1998.09	2000.03	2001.05
건축면적	48,304㎡	35,740㎡	43,730㎡	53,644㎡
연면적	119,707㎡	91,686㎡	132,130㎡	93,271㎡
수용인원	40,500명	20,000명	36,500명	42,300명
층수	지상6층	지상8층, 지하1층	지상7층, 지하1층	지상4층, 지하2층, 옥탑2층
최대높이	66.9m	48.5m	66m	63.8m
용 도	야구장, 다목적경기장	관람장, 다목적전시장	관람장, 점포	축구장, 야구장

고려한 피난 출입구 재배치를 통해 피난안전성을 향상시켰다.

3.3.2 방재상의 신기술, 신공법

경산실내체육관은 친환경 고무발포보온재 사용으로 화재시 유해가스 발생을 최소화하였으며, 청정소화약제를 사용하였고 무용접 접합배관, 스프링클러 배관 플렉시블 이음을 채택하였다. 무주태권도공원에서는 공동구 입구에 화재전파 방지를 위한 수막설비를 설치하였고, 무용접 접합배관(소화펌프)을 이용하여 내구성 향상에도 중점을 두었다.

3.3.3 기타 적용 설비

그 외에 추가적으로 설치된 설비로서, 경산실내체육관에서는 CRT 일체형 R형 수신기, 청각장애인용 시각경보장치를 적용하였다. 무주태권도공원은 전망대에 산불감시 카메라를 설치하였고, 단지내 저류지를 소화수원으로 활용하였다.

4. 국외 대규모 실내경기장의 소방방재설비 현황분석

4.1 건축개요

국외대공간 소방방재설비 검토대상 건축물에 대한 건

축개요를 표5에 나타내었다. 국외의 소방, 배연설비 검토대상 대공간은 국가별로 많은 대상들이 있지만, 본 연구에서는 우리나라와 사회환경적 여건이 많이 유사하고 다수의 건립사례가 있는 일본 지역에 국한하여 조사하였다. 본 연구에서는 건립연도와 건축면적, 수용인원 등을 고려하여 도쿄돔, 이즈모돔, 후쿠오카돔, 오사카돔, 나고야돔, 기타큐슈 미디어돔, 사이타마 슈퍼아레나, 삿포르돔의 8곳을 검토대상으로 선택하였다. 도쿄돔의 경우 1988년에 완공된 대공간으로 수용인원은 56,000명에 달하며 지하2층, 지상6층으로 이루어져 있고, 최대높이는 56.2m로 야구장 및 다목적 공간으로 사용되고 있다. 이즈모돔의 경우 1992년에 건축되어 5,000명을 수용할 수 있는 스포츠와 이벤트시설로 사용되고 있다. 후쿠오카돔의 경우 1993년에 완공되어 52,000명의 수용인원에 지상7층으로 이루어져 있고, 최대높이 84m의 다목적 경기장 및 야구장으로 사용되고 있다. 오사카돔은 1997년에 건축되어 55,000명의 인원이 수용가능하고 지하1층, 지상9층에 최대높이는 83m에 달하며 관람장 및 다용도로 사용되고 있다. 나고야돔은 1997년에 완공되어 수용인원은 40,000여명에 달하며 지상6층에 최대높이 66.9m의 야구장과 다목적 경기장으로 사용되고 있다. 기타큐슈 미디어돔은 20,000명을 수용할 수 있으며 지하1층, 지상8층, 최대높이는 48.5m로 경륜과 관람, 다목적 전시장으로 사용되고 있다. 사이타마 슈퍼아레나는 2000년에 완공된 건물로 36,500여명을 수용할 수 있으며 지하1층, 지상7층 최대높이 66m에 달한다. 삿포르돔은 2001년에 완공되어 수용인원 42,300명의 지하2층, 지상4층, 옥탑2층으로 이루어져 있고, 최대높이는 63.8m로 축구장, 야구장, 다목적 관람장으로 사용되고 있다.⁶⁾⁹⁾

4.2 소방설비의 현황과 특징

4.2.1 화재감지설비

검토대상 대공간의 화재감지설비 채용현황을 표6에 나타내었다. 화재감지설비의 경우 도쿄돔은 아레나 영역에 열방사식 주사형 화재감지기(2대)가 설치되었으며,

〈표 6〉 검토대상 대공간의 화재감지설비 채용현황(국외)

구분	화재감지설비
도쿄돔	· 아레나 : 열방사식 주사형 화재감지기(2대)
이즈모돔	· 그라운드 : 광전분리형 감지기
후쿠오카돔	· 아레나 : 적외선카메라에 의한 화재감 · 피난유도시스템(영상표시, 비상방송, 유도등을 연계한 블록방재시스템)
오사카돔	· 아레나 : 적외선카메라에 의한 화재감지 · 피난유도시스템(영상표시, 비상방송, 유도등을 연계한 블록방재시스템)
나고야돔	· 자동화재감지시스템
기타큐슈 미디어돔	· 아레나 : 적외선화재감지기(2대)
사이타마 슈퍼아레나	· 아레나, 스타디움 : 방수형헤드열감지기 · 객석부 : 연기·열감지기
삿포르돔	· 자동화재감지시스템



a) 열감지기 b) 열선식 주사형 화재 감지기 c) 광전식 분리형 연기 감지기

〈그림 4〉 화재감지설비 적용사례

이즈모돔은 그라운드 영역에 광전분리형 감지기를 설치, 후쿠오카돔은 아레나 영역에 적외선카메라에 의한 복사열 감지센서(2대)가 설치되었다. 오사카돔은 아레나 영역에는 적외선카메라에 의한 화재감지기가 설치되었으며, 기타큐슈 미디어돔의 경우 아레나 영역에는 적외선 화재감지기(2대)가 설치되었다. 사이타마 슈퍼아레나의 아레나 영역에는 방수형 헤드열감지기, 객석부에는 연기·열감지기가 설치되었고, 삿포르돔과 나고야돔에는 자동화재감지시스템이 설치되었다.

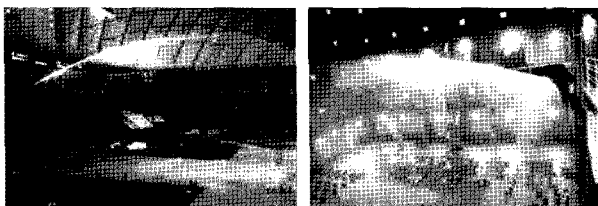
4.2.2 소화설비

소화설비 채용현황을 표7에 나타내었다. 도쿄돔은 아레나 영역에 방수총 4기가 설치되었고, 이즈모돔은 그라운드 영역에 5기의 옥외소화전과 주요구조부(목조부)에 연소방지를 위한 건식 살수설비가 설치되었다. 후쿠오카돔은 방수포 3기가 설치, 오사카돔은 아레나 영역에 방

수총과 측벽형 스프링클러설비가 설치되었으며, 나고야 돐은 아레나 영역에 방수총 6기가 설치되었다. 기타큐슈 미디어돐은 아레나 영역에 방수포 소화설비가 설치되었다. 사이타마 슈퍼아레나의 아레나, 스타디움, 객석일부는 5기의 방수형 헤드설비가 설치되었고, 공간가변에 대응한 대공간 소화시스템이 구축되어 있고 콘코스와 일반실은 스프링클러설비가 완비되었다. 또한 특고 전기실, 발전기실은 이나젠 가스소화설비, 지하주차장은 포소화설비, 그 외 기타공간에는 소화용수설비, 연결송수관설비 등이 설치되었다. 삿포르돐은 필드부에 가동식 방수형 헤드를 가진 4기의 방수총으로 화재에 대비하고 있고, 콘코스 부분은 고정식 방수형 헤드를 설치하여 화재에 대비토록 설계되었다.

〈표 7〉 검토대상 대공간의 소화설비 채용현황(국외)

구분	소화설비
도쿄돐	· 아레나 : 방수총(4기)
이즈모돐	· 그라운드 : 5기의호스카(옥외소화전) · 주요구조부(목조부)연소방지를 위한 건식살수설비
후쿠오카돐	· 아레나 : 방수포(3기)
오사카돐	· 아레나 : 방수총, 측벽형 스프링클러설비
나고야돐	· 아레나 : 방수총(6기)
기타큐슈 미디어돐	· 아레나 : 방수포소화설비 (가동식 방수형 헤드 4기)
사이타마 슈퍼아레나	· 아레나, 스타디움, 객석일부 : 5기의 방수형 헤드설비 · 공간가변에 대응한 대공간소화시스템 구축 · 콘코스, 일반실 : 스프링클러 · 특고전기실,발전기실 : 이나젠 가스소화설비 · 지하주차장 : 포소화설비
삿포르돐	· 필드부 : 4기의 방수총(가동식 방수형 헤드) · 콘코스 : 방수형 헤드(고정식)



a) 방수총 b) 측벽형 살수설비

〈그림 5〉 소화설비 적용사례

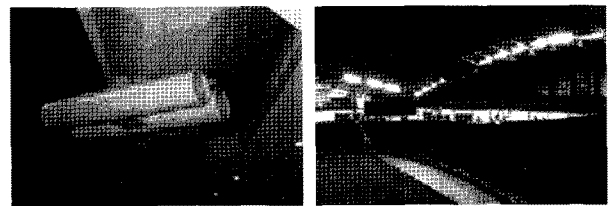
이번 조사대상 대공간에서는 대부분 방수총, 방수포를 비롯한 넓은 영역까지 신속한 소화활동이 가능한 설비를 채택하여 용적이 큰 대공간 실내화재시 인명피해를 최소화하고 조속한 소화활동이 이루어지도록 하였다.

4.2.3 배연설비

배연설비 채용현황을 표8에 나타내었다. 도쿄돐, 이즈모돐, 후쿠오카돐, 기타큐슈 미디어돐의 경우는 대공간의 넓은 실내기적을 이용한 축연방식을 채택하여 특별한 배연설비 없이도 피난시간을 확보할 수 있도록 계획되었으며, 오사카돐의 경우는 아레나 영역은 축연방식과 자연배연을, 아레나 이외의 3~9층은 자연배기를, 지하1층에서 지상2층까지는 기계배연을 채택하였다. 나고야돐은 축연과 자연배연을 위한 배연창을 설치하였다. 사이타마 슈퍼아레나의 아레나 영역은 축연과 자연배연을 동시에 채택하였고, 기타공간은 기계배연을 위한 설비를 갖추었다. 삿포르돐의 아레나 영역은 축연방식을 채

〈표 8〉 검토대상 대공간의 배연설비 채용현황(국외)

구분	아레나 부분	기타 공간
도쿄돐	축연방식	-
이즈모돐	축연방식	-
후쿠오카돐	축연방식	-
오사카돐	축연+자연배연	3~9F:자연배연 B1~2F:기계배연
나고야돐	축연+자연배연	-
기타큐슈 미디어돐	축연방식	-
사이타마 슈퍼아레나	축연+자연배연	기계배연기
삿포르돐	축연방식	기계+자연배연



a) 기류유인팬 b) 배연창

〈그림 6〉 배연설비 적용사례

택하였고 이외의 영역에서는 자연배연과 기계배연을 적용하였다.

검토대상 대공간에서는 모든 경기장에서 아레나 영역은 축연방식을 채택하였고, 오사카돔과 나고야돔, 사이타마 슈퍼아레나는 축연방식 이외에 자연배연을 추가로 채택하였다. 아레나 이외의 공간에서는 오사카돔과 삿포로돔의 경우 자연배연과 기계배연 설비를 갖추었으며, 사이타마 슈퍼아레나에서는 기계배연을 채택하였다.

5. 소방계획 및 소방설비 적용특성 고찰

국내외 대규모 실내경기장의 사례조사를 통해 대공간의 소방계획 및 소방설비시스템의 특징을 확인할 수 있었다. 통상의 소규모 일반건축물과는 달리 대규모 실내경기장은 일정면적단위의 방화구획 획정이 불가능하므로 화재발생시 타 영역에의 화재 및 연기의 확대를 한정하고 구조체의 붕괴를 방지하며 소방활동에 대응할 수 있는 수준으로 화원을 억제하거나 대응할 수 있는 공간 스케일로 공간을 제한함으로써 화원을 일정범위 내에서 억제할 수 있게 계획하는 것을 원칙으로 하고 있다. 소규모 건축물에 적용되는 종래의 소방방재설비를 천장고가 높고 대응적의 대규모 실내공간에 적용하는 것은 부적절하므로 화재감지, 소화, 배연설비에서 대공간에 적합한 특별한 고려가 요구된다. 이번 사례조사 결과 화재감지설비에서는 화염에서 발생된 특정파장이나 에너지의 감지를 통해 화재를 인식하는 염감지기(Flame detector), 화재감지기(열주사식 화재감지기), 연기발생에 따른 송광부와 수광부간의 광도달량 감소를 측정하여 화재임을 인식하는 감광식 분리형 화재감지기 등이 대공간의 유력한 화재감지설비로서 채택될 수 있음을 확인할 수 있었다.

대공간의 소화설비로서는 고압상태로 가압된 물을 노즐을 통해 화원이 위치한 원격지로 살수하는 방수총 소화설비나 방수포 소화설비, 그리고 종래의 천장설치형 스프링클러설비와 달리 측벽면에 헤드를 설치하고 벽을 따라 상향으로 살수함으로써 연소 확대 방지에 효과적으로 작용할 수 있는 건식살수설비 등이 대공간 소화설비

로 주목할 수 있었다.

배연설비로서는 화재발생시 천장하부 대응적의 기적을 축연을 위한 공간으로 활용하여 재실자의 피난소요시간을 확보토록 하는 축연방식, 그리고 지붕 혹은 공간상부의 벽체에 설치된 개구부 혹은 환기구를 통한 자연배연과 기계배연 방식이 대공간의 유력한 배연설비방식으로 자리매김하고 있음을 재차 확인할 수 있었다.

6. 결 론

본 연구에서는 국내외 대공간의 소방방재시스템에 대한 문헌 및 현장조사를 통해 대공간 소방방재시스템의 현황을 분석함으로써 향후 계획될 대공간의 소방방재시스템 검토에 참고할 수 있는 기초자료를 제시하였다. 본 연구를 통해 다음과 같은 결론을 도출할 수 있었다.

1) 국내 대공간에 대한 현황분석 결과, 화재감지설비, 소화설비, 배연설비, 피난계획은 소방설비 설치관련 규정을 준수하는 선에서 제한적으로 계획되고 있어 최신의 소방방재설비 도입에는 소극적임을 확인할 수 있었다.

2) 대규모 실내경기장에서는 대공간영역과 기타공간을 분리하여 공간특성에 맞게 화재감지설비, 소화설비를 계획하였으며 소화설비는 넓은 공간에 신속한 화재진압이 가능하도록 계획되었고, 배연은 축연방식을 토대로 전동창 개폐를 통한 연기배출을 통해 허용피난시간을 확보하여 신속하고 안전한 피난이 가능하도록 계획되었다.

3) 대공간의 화재감지설비에는 화염으로부터 방출되는 적외선을 카메라로 감지하여 화재임을 인식하는 적외선화재감지기, 특정 파장과 에너지의 감지를 통해 화재를 인식하는 열주사식 화재감지기, 염감지기(Flame detector), 연기의 발생에 따른 센서의 광도달량 감소를 측정하여 화재임을 인식하는 감광식 분리형 화재감지기 등이 유력한 화재감지 설비로 채택됨이 확인되었다.

4) 대공간의 소화설비에는 주요구조부(목조부)의 연소방지를 위한 건식살수설비, 기존의 천장설치형 스프링클러설비와 달리 측벽면에 헤드를 설치하고 벽을 따라 상향으로 살수하여 연소확대 방지에 효과적인 측벽형 스프링클러설비, 노즐을 통해 고압상태로 가압된 물을 화원

이 위치한 원격지로 살수하는 방수총 소화설비나 방수포 소화설비 등이 대공간 소화설비로 채택됨이 확인되었다.

5) 배연에 있어서는 대공간의 큰 공기용적을 활용한 축연시스템이 적극 활용되고 있으며 상세하고 정확한 연기성상 예측은 피난계획 수립의 중요 근거자료로 활용되고 있다.

6) 대공간은 일반 소규모 건물과는 차별화된 방재계획의 수립이 필요하며 대규모 실내공간에 대응한 소방방재계획의 수립과 대공간의 다목적 이용형태, 다양한 구조형태와 재료에 적극 대응할 수 있는 소방방재계획을 수립하여 대공간에 적합한 최적의 소방방재계획이 요구된다.

-감사의 글-

본 연구는 2009년도 국토해양부 첨단도시개발사업의 연구비지원(과제번호 : # '06건설핵심 B03)에 의해 수행되었습니다.

-참고문헌-

1. 이상진(2007), 컨벤션 센터에서의 피난 규정에 관한 비교 연구, 대한건축학회 논문집 9권 3호(통권31호).
2. 박형주와 1인(2008), 방재성능개선을 위한 국·내외 관련 제도 연구, 대한건축학회, 제24권 5호.
3. 변운섭, 강호석(2002), 경륜 돔경기장 기계설비 설계사례, 설비저널 제31권 제9호.
4. 김석완(2002), 광명시 경륜 돔경기장 터키설비설계 사례(I), 설비.
5. 김석완(2002), 광명시 경륜 돔경기장 터키설비설계 사례(II), 설비.
6. 原田和典(2007), 建築火災のメカニズムと火災安全設計, 財團法人日本建築センター, 東京, (2007), p.169
7. 防災研究會 AFRI編(2006), 建築防災計劃の考え方・まとめ方, オーム社, 東京, (2006), p.176
8. 日本建築學會編(2001), 事例で解く改正建築基準

法 性能規定化時代の防災・安全計劃, 彰國社, 東京, (2001), p.188

9. 中原利之(1999), ドーム建築の事例, 空氣調和・衛生工學, 第73卷 第10号, (1999), pp.11~51

▶접수일자 : 2010년 4월 29일

▶심사 완료일자 : 2010년 6월 15일

▶게재 확정일자 : 2010년 6월 15일