지하연계복합건축물의 선큰 피난관련기준 분석

Egress Code of Sunken Area in Underground Multiple Occupancy

김운형* · 김종성** · 이용재*** · 최병배****

Kim, Woon Hyung · Kim, Jong Sung · Lee, Yong Jae · Choi, Byeong Bay

Abstract

To achieve required safe escape time is first step in a performance based egress design of underground multiple occupancy buildings. A sunken space as a refuge area in a current code expects a meaningful role for achieving life safety design in this kind of crowded facilities. In this study, comparison and analysis of egress time between sunken space and escape stairwell was performed to review egress capacity. Egress Modeling results show that the movement time from ignition to escape into sunken space applying to minimum required area and exit width is shorter than 20~30% than that of stairs, so demonstrate this code can be adopted as a effective and practical egress design alternative.

Key words : Performance based egress design, Underground multiple occupancy, Sunken space, Egress capacity, Movement time

요 지

지하공간 건축물의 피난공간확보는 인명안전설계의 첫 단계로서 이를 위한 선큰설치 기준은 피난안전기준의 제도적 선진화를 위한 매우 중요한 규정으로 볼 수 있다. 본 연구에서는 현재 적용되는 초고층 건축물의 선큰의 제도적 접근을 위하여 사례 분석을 통하여 검토하였다. 연구 결과, 현재 초고층 특별법은 설치면적과 출구 폭이 중점적인 내용으로 정의되며 선큰이 피난공간에 비해 약 2.8배에서 26배까지 많은 면적이 요구되나 선큰으로의 도달하는 피난시간은 출구 폭에 따라 약 20~30%의 차이를 보이는 것으로 나타났다.

핵심용어 : 지하 공간, 선큰, 초고층 건축물, 피난, 성능위주설계

1. 서 론

1.1 연구 배경 및 목적

지하 공간은 한정된 피난 경로, 높은 인구 밀집도, 외부 대응의 한계 등 건축물내의 일반적인 지상층에 비하여 피난 활동에 제한적인 요소가 매우 높은 특성을 가지고 있다. 지난 2003년 발생한 대구 지하철 화재는 사상자 339명, 재산 피해 414억원 등 엄청난 피해가 발생하여 지하공간의 높은 화재위험성을 보여준다. 그러나 이러한 화재 위험성에도 불구하고 고층 공간에 비하여 경제성과 접근성의 장점으로 초고층 건축물에서 필수적인 공간으로 설계되고 있다. 초기 설계 단계에서부터 지하층을 고려하여 설계되며 유동 인구가 많은 멀티플렉스형 영화관이나 대규모 판매시설 등이 집중되어 건축물의 지하 공간에 대한 화재 위험성이 강조된다. 실질적으로 한국건설기술연구원의 2011년도 초고층 건축물의 실태 조사 자료에 의하면 지하층의 용도 중 상업용도가 전체 중

27%를 차지하고 있으며 예상되는 다양한 용도에 대한 지하 피난안전대책이 설계 시 반영될 필요가 있다.

현행 건축법에서는 바닥면적 합계가 3,000 m²이상인 공연장 · 집회장 · 관람장 또는 전시장은 지하개방 공간, 즉 선큰(Sunken)설치를 요구하며 초고층 건축물의 화재 안전을 위하여 2012년 3월 제정된 초고층 특별법에서도 피난 공간의 확보 목적으로 선큰설치를 법제화하였다. 그러나 선큰은 일반적으로 건축물의 디자인적인 측면이 매우 강하게 반영되어 제도적으로 명문화하기에는 많은 어려움이 있다. 본 연구에서는 지하피난안전공간의 제도적 접근을 위하여 현재 제정된 선큰의 설계기준을 사례분석을 통하여 검토하고자 한다.

1.2 연구 방법

본 연구에서는 현재 도입되고 있는 초고층 및 지하연계복합건축물 재난관리에 관한 특별법을 중점적으로 지하개방공간인 선큰에 대하여 다음 그림과 같이 연구를 진행하였다.

*정회원 · 경민대학교 소방행정과(E-mail : nfpa101@hanmail.net)

**정회원 · 한국소방안전협회(교신저자)

***정회원 · 경민대학교 소방행정과

****정회원 · 소방방재청 특수재난대비과

그림 1. 연구 흐름도

먼저 이론적 고찰로 선큰에 대한 피난분야에서의 명확한 정의와 유형을 정립하고 최근 제정되는 법령을 기준으로 타 관계 법령을 비교 분석하여 중점적인 법령의 내용을 중심으로 사례 분석을 통하여 현재 법령 내에서 제시되는 초고층 건축물 내 지하 공간의 선큰 설계 기준을 분석하였다.

2. 선큰의 정의 및 유형

2.1 선큰의 정의

선큰에 대해서는 아직 피난안전에 있어서 많은 연구가 진행되지 않았으며 그에 대한 정의 또한 불분명하다. 초고층 특별법 시행령 14조 1항 3호에 따르면 지표 아래에 있고 외기(外氣)에 개방된 공간으로서 건축물 사용자 등의 보행·휴식 및 피난 등에 제공되는 공간으로 정의된다. 일반적으로 건축분야에서 선큰의 의미는 바닥이 지표면보다 아래에 있고 지하에 자연광을 유입시키기 위한 공간으로 해석할 수 있으나 피난분야에서의 선큰은 화재 등 유사시 지하공간에서 지상으로 재실자를 연기와 화염으로부터 지상으로 안전하게 대피시키는 피난의 경로가 되는 장소를 의미한다. 따라서 본 연구에서의 선큰이란 건축물의 지하층 바닥면과 동일한 높이에 위치하고 외기에 개방되는 구조로서, 건축물의 옥외공간과 지하공간을 연결하는 역할을 담당하는 공간으로 건축물의 내부를 거치지 않고 지상으로 출입이 가능한 공간으로 그 의미를 한정한다.

2.2 선큰의 유형

2.2.1 기능에 따른 분류

선큰은 정해진 유형이나 구조가 없으므로 건축 디자인적인 요소가 강하게 반영이 되어 구조나 모습이 다양하다. 선행 연구에서의 선큰은 사적 선큰과 공적인 선큰으로 구분하여 건축 계획적인 요소를 살펴보고 있으나 피난 안전 측면에서는 이러한 기능 제공의 유형에 따라 주 이용자가 다르고 규모가 다르므로 별개의 공간 유형으로 보는 것이 타당하다. 공적 선큰에서 대표적인 유형은 지하상가나 지하역사 등과 같은 지하와 연계된 연결 통로로서의 외부적인 공간을 제공하는 선큰이다. 인근 지하철과 연계하여 선큰 공간 자체를

표 1. 기능에 따른 선큰 유형

	공적 선큰	사적 선큰
주 기능	지하 역사와 연결 통로 제공	커뮤니티 시설 제공
주 이용자	유동 인구	관계인
인구 밀집도	높음	낮음
반복 이용률	낮음	높음
사 진		

표 2. 구조에 따른 선큰 유형

	개방형 선큰	밀폐형 선큰	진입형 선큰
평면 및 상부구조	구형평면 1면 개방 완전 개방	구형평면 비상시 개방	타원형 평면 완전개방
외기 유동	높음	적음	높음
사 진			

건축물로 출입할 수 있도록 통로를 제공한다. 따라서 해당 공간의 주 이용자가 유동인구로 높은 인구 밀집도를 가진다. 이에 반하여 사적인 선큰은 해당 건물 내 이용자에게 커뮤니티 시설로서의 공간을 제공한 선큰을 말한다. 대개 아파트의 공원이나 휴게시설로 이용되고 있으며 공적인 선큰에 비하여 출입이 자유롭지 못하다. 따라서 해당 건축물의 관계인이 주 이용자가 되며 낮은 인구 밀집도를 가지고 높은 건물 친숙도를 가진다.

2.2.2 구조에 따른 분류

선큰은 앞서 정의한 바와 같이 외부 공간과 직접적으로 연계된 구조로 외기가 잘 통풍될 수 있는 구조로 정의된다. 이러한 구조는 개방형 구조로 선큰 상부를 전면 개방하여 외기와 직접적으로 마주한다. 그러나 공조 등의 에너지 효율적인 측면과 디자인적인 측면에서 선큰 천장에 차양을 설치하여 선큰 상부가 외기에 전면 개방되지 않는 밀폐형 구조로 설치되는 경우가 존재한다. 이러한 경우 선큰의 기류가 차양에 의하여 방해받는다. 또한 중간층(Mezzanine)이 건물 외부로 돌출되어 발코니와 같이 건축물 내부에서 유출되는 연기의 흐름이 건물에 의하여 방해하는 경우도 존재한다.

3. 선큰의 피난 관련 기준

현재 도입된 초고층 특별법 시행령 제14조 제1항 제3호(피난안전구역의 설치 기준 등)에서 초고층 건축물의 지하층이 문화 및 집회시설, 판매시설, 운수시설, 업무시설, 숙박시설, 유원시설업 등의 용도가 설치될 경우 [별표 2]에 따라 피난

표 3. 선큰 관련 규정

	초고층 특별법	건축법/피난규칙	건축기준법
설치 대상	선큰	지하개방공간(시행령 제37조)	부속실
설치면적	- 백화점, 마켓, 목욕장, 음식점 7% - 집회장, 공연장, 관람장, 학원, 무도장 21% - 사무실, 기타 3%	-	- 집회장, 극장, 백화점, 마켓 8% - 사무소 3%
최종 피난 경로	- 1.8 m 이상의 직통 계단	- 지하층 바닥면적 100 평방미터 이상 : 120cm 이상(피난규칙 제15조) - 경우에 따라서 1.5m 이상	
진입경로	- 100평방 미터당 0.6 m 이상	- 100평방 미터당 0.6m 이상(시행령 제 10,11조)	- 100평방 미터당 지상 0.27 m 이상, 지하 0.36 m 이상

안전 구역을 설치하거나 또는 지하 개방 공간인 선큰을 두도록 규정하고 있다. 이는 건축법 등의 관련 규정과 유사한 형태를 보이나 몇 가지 차이점이 있다.

현재의 기준은 건축법 시행령 제37조 지하개방공간의 설치 기준과 유사하나 법령의 대상인 초고층 건축물의 공간적인 특성에 따라 용도의 세분화 및 최소 유효면적 기준과 출구 폭에 대한 기준이 추가되었다. 지상으로 나가는 계단의 폭은 현 건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙의 지하층 용도나 학교 등의 다른 고위험도의 용도보다 강화된 기준으로 설정되었으며 거실에 접하되 선큰의 출구 폭을 지하층의 거실 바닥면적 100㎡마다 0.6m 이상으로 규정하였다. 이는 위험도가 높아 특별히 규제되고 있는 문화 및 집회시설의 공연장 개별관람석의 출구 폭(동법 시행령 제10조)과 판매시설의 피난층의 최종 출구 폭(동법 시행령 제11조)의 기준과 동일하다. 또한 선큰의 설치면적의 경우에는 각각의 지하층의 용도에 따라 3%, 7%, 21%로 최소 면적을 규제하고 있다. 이는 일본의 건축기준법과 유사한 모습을 보인다. 건축기준법 시행령 123조에 의하면 계단으로 진입하는 부속실 면적의 최소 면적 기준의 경우, 집회장, 극장, 백화점, 마켓 등은 당해 층 거실면적의 8%로, 사무소는 3%로 규정하고 있어 피난경로에 대한 최소 면적 기준이 강화 적용되고 있다.

4. 사례를 통한 적정성 분석

4.1 유효 면적

초고층 특별법 내에서 건축물 내 지하공간에 피난공간이나 선큰을 설치하도록 되어 있다. 선큰을 설치하는 경우 동법 제14조 3항에 의하여 지하공간의 면적에 비례하여 백화점, 마켓, 목욕장, 음식점 등은 7%, 집회장, 공연장, 관람장, 학원, 무도장은 21%, 사무실 및 그 외의 용도는 3%로 설치된다. 그러나 [별표 2] 피난안전구역면적 산정기준에 의하여 피난공간을 설치할 경우, 제시되는 선큰의 면적과 다르게 수용인원에 비례하여 수용인원당 0.28㎡으로 적용된다.

다음 그림 2와 3은 각각의 유효면적 산정방법에 따라서 유사한 용도별로 분류하여 건축면적에 따른 피난공간과 선큰의 증가를 나타낸다. 초고층 건축물의 주요 용도인 문화 및 집회, 상업, 업무, 주거, 의료 용도는 선큰에서는 문화 및 집회가 21%, 상업 7%, 그 외가 3%로 적용되어 건축면적에 비례하여 $y=21x$, $7x$, $3x$ 의 선형 방정식이 나타나나 피난공간

그림 2. 선큰 설치 면적 비교

그림 3. 피난공간 설치 면적 비교

을 설치할 경우 100㎡당 문화 및 집회시설이 최소 3.64~7.28㎡, 상업시설은 1.4㎡, 업무시설은 0.7㎡, 그 외 주거(0.14㎡)와 의료(0.112~0.252㎡)는 근소한 값으로 나타났다.

따라서 관련 기준에 의하여 선큰을 설치할 경우, 지하층에 설치되는 피난공간에 비하여 보다 많은 면적이 필요하며 공간의 경제성 측면에서 설계 시 부담이 될 수 있다. 피난공간이 다소 많이 요구되는 문화 및 집회, 상업, 업무용도는 약 4배정도의 면적 차이가 나며 주거나 의료용도같이 수용인원이 적은 용도의 경우에는 약 20배 내외로 많은 차이를 보이는 것으로 나타났다.

또한 그 외에도 선큰의 경우에는 외부 공간과 연결되는 직통계단이 설치됨으로 법령 내에서 요구되는 면적뿐만 아니라 추가적인 계단의 유효면적이 산정되어야 하며 또한 외부 공간과 직접적으로 맞닿을 수 있어 건축물 내부에서 선큰을 설치할 수 있는 공간에 한계가 있을 수 있다.

4.2 출구 폭

초고층 특별법 내에서 특징적으로 나타난 유효출구 폭은 전체적인 피난의 프로세스에 있어서 최종피난시간과 직접적으로 연계된다. 따라서 현재 설치된 건축물을 대상으로 선크의 수용규모와 평면배치를 기준으로 피난모델인 패스 파인더(Pathfinder) v3.11을 적용하여 수직이동통로 및 선크공간으로의 피난이동시간을 비교 분석하였다. 패스 파인더 모델은 다양한 이동현상 구현방법 등의 장점이 있어 본 연구에 활용하였다.

수행 대상 건축물은 앞서 정의된 선크의 유형 중 기능, 규모, 형태 등을 고려하여 실제 건축물에 대한 기준의 적용성을 분석하기 위하여 계단과 선크의 효용성을 확인하고자 피난공간의 사용인원인 50%의 비율로 설정하되, 출구의 폭은 기준 상 제시된 기준을 인용하였다.

4.2.1 사례 1 분석

수행결과, 계단을 이용한 Case 1은 585.8초로 선크를 이용한 Case 2의 377.95초에 비하여 약 155%의 피난시간 증가가 확인되었다. 각 실에서 선크으로의 출구통과 시간은 Case

표 4. 사례 적용 분석 개요

	사례 1 (C 선크)	사례 2 (K 선크)
유동인구	많음	적음
수용 규모	대규모 (바닥면적 : 6641.6 m ²)	소규모 (바닥면적 : 453.08 m ²)
평면 배치	삼각형	사각형
주 이용자	유동 인원(반복 이용 낮음)	관계자(반복 이용 높음)
대상 평면

2에서 245.5초로 분석되었으나 0.6 m 기준 폭을 적용한 Case 4의 경우, 173.08초로 Case 1에 비하여 약 71% 정도의 피난시간이 단축됨을 알 수 있다. 선크에 설치된 옥외계단을 통과한 피난 종료 시간은 Case 2에서는 377.95초로 분석되었으나 Case 3과 Case 4의 경우 각각 243.83초와 245.75초로 분석되어 약 65% 정도로 감소 효과가 나타났다. 출구 폭의 증가에 대한 영향을 분석한 Case 3과 Case 4에서 피난시간의 차이가 거의 없는 것으로 나타나 출구 폭과 더불어 선크의 평면구성상 설치 위치가 매우 중요한 변수임을 보여주고 있다.

4.2.2 사례 2 분석

대상 건물의 선크공간의 면적은 322.98 m²로서 동 시행령에서 요구하는 최소기준인 21%를 초과하고 있으며 출구 폭 역시 3.34m로 최소기준을 만족하고 있다. 그러나 비상계단만을 이용한 Case 1은 384.3초로 선크와 계단으로 대피하는 Case 2의 199.8초보다 피난시간의 지체가 매우 높은 것으로 확인되었다. 각 실에서 선크으로의 출구 시간은 약 170초 내외로 모든 Case에서 유사하게 나타났다. 출구폭에 따른 피난층 진입 종료시간은 Case1을 제외한 경우, 선크의 수용면적에 대한 대피자의 밀도가 상대적으로 낮음으로 인하여 거의 차이가 없음을 알 수 있었다.

결과를 종합하면 현행 건축법상 피난계단으로의 대피에 비하여 선크의 피난 효용성이 매우 높음을 알 수 있다. 특히 외부로의 계단 이동시간과 비교할 때 선크 도달시간은 출구 폭에 따라 약 20~30%의 피난시간 감소효과가 나타나 피난 용량에 따라서 선크의 적절한 출입 관리가 필요하다. 모델링 수행 중 출입구의 위치에 따라 병목현상이 자주 발생되어 선크 출입구의 설치 위치 및 평면 배치형태와 피난시간감소와의 연구가 요구된다. 한편, 외부로 피난하는 피난종료시간도 일정 부분 감소하는 것으로 나타났다.

표 5. 사례 1 C선크 분석

	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
피난경로/출구 폭	계단으로 피난 (계단사용비율 100%)	현재사용 중인 출구 폭 (계단사용 비율 50%)	0.36 m/ 100 m ² 출구 폭 (계단사용 비율 50%)	0.6 m/100 m ² 출구 폭 (계단사용 비율 50%)
수용 인원	2,372명	2,372명	2,489명	2,489명
출구 유효 폭 합계	7.25 m	10.8 m	77.4 m	129 m
최종 피난 시간	각 실> 선크 진입	-	245.5초	173.1초
	피난층 진입 종료 시간	585.8초	378초	243.8초

표 6. 사례 2 K선크 분석

	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
피난경로/출구 폭	계단만 이용 가정 (계단사용비율 100%)	현재 설치된 출구 폭 기준 (계단사용 비율 50%)	거실 100 m ² 당 출입구폭 0.36 m 적용 (계단사용 비율 50%)	거실 100 m ² 당 출입구폭 0.6 m 적용 (계단사용 비율 50%)
수용 인원	442명	442명	442명	442명
출구 유효 폭 합계	0.8m	3.34m	1.63m	2.78m
최종 피난 시간	각 실> 선크진입	-	169.1초	170.8초
	피난층진입 종료 시간	384.3초	199.8초	203초

5. 결 론

기존의 선행 연구에서 피난 공간을 포함한 초고층 건축물에 대한 많은 피난적 수단이 검토되었다. 선큰은 지하공간에 대하여 피난공간과 피난경로의 동시적 해결방안이 될 수 있다. 이에 본 연구에서는 초고층 건축물의 지하피난안전공간의 제도적 접근을 위하여 현재 제정된 초고층 법령내의 선큰의 설계기준을 사례분석을 통하여 검토하였다. 그 결과는 다음과 같다.

- 1) 선큰은 기본적으로 건축물의 옥외공간과 지하공간을 연결하여 피난이 가능한 공간으로 그 기능과 구조형태에 따라 구분될 수 있다.
- 2) 선큰의 피난 관련 규정은 건축법/피난규칙과 유사한 목적을 가지고 있으나, 중점적으로 다루고 있는 내용은 설치면적과 출구 폭으로 구분되며 일본의 건축기준법의 부속실 기준과 유사한 형태를 보인다.
- 3) 지하 공간에 선큰을 설치할 경우 피난공간 기준에 따라 설치되는 요구면적에 비해 각각의 용도에 따라 최소 2.8배에서 26배까지 차이가 나는 것으로 나타났다.
- 4) 실제 건축물 사례를 통한 모델링 분석 결과, 직접적인 외부로의 계단 이동시간과 비교할 때 선큰으로의 도달시간은 출구 폭에 따라 약 20~30%의 피난시간 감소효과가 나타났다.
- 5) 출입구의 위치에 따라 병목현상이 발생되어 선큰 출입구의 설치 위치 및 평면 배치형태가 피난시간에 미치는

영향이 나타나 평면 배치형태에 따른 피난 감소효과에 대한 제도적 개선이 필요한 것으로 판단된다.

피난안전구역은 안전한 피난을 위한 일시적인 체류를 전제로 하지만 선큰은 외부와의 직통 계단으로 자력적인 피난이 가능하므로 개방 공간인 선큰의 설치가 인명안전상 보다 유리하다고 할 수 있다. 따라서 선큰설치에 따른 적극적인 보상방안도 관련규정에 요구된다.

참고문헌

- 박준옥 (2010) 지하공간 피난 안전 규정 분석 및 설계가이드라인에 관한 연구, **대한건축학회 논문집 계획계** 제26권, 제5호.
- 서동구 (2010) 성능적 피난안전계획을 위한 출구유동계수 조사 및 방법제안에 관한 연구, **대한건축학회 논문집 계획계**, 제26권, 제1호, pp. 167.
- 윤호주 (2010) 국내의 피난용량 관련 기준 비교 연구, **대한건축학회 학술발표대회 논문집**, pp. 191.
- 이동원 (1999) 지하공간의 활성화를 위한 선큰 스페이스의 계획에 관한 연구, **대한건축학회 학술발표대회 논문집**.
- 일본 국토성 건축기준법 시행령 (2011).
- 한국건설기술연구원 (2010) **표준화재 모델에 따른 화재 확대 방지 및 피난안전 설계기술 개발**.
- 한국건설기술연구원 (2011) **지능형 유지관리기술 개발**, 연구보고서 NFPA 101 Life Safety Code HandBook (2009).

◎ 논문접수일 : 2012년 05월 16일

◎ 심사의뢰일 : 2012년 05월 17일

◎ 심사완료일 : 2012년 05월 31일