

# 지하공간의 방화안전대책

본 내용은 『火災』No.5(194)에 실린 것으로 증가하고 있는 日本의 地下空間에 대한 防火安全對策에 대해 기술하고 있다. 東京 消防廳豫防課에서 작성한 것으로 避難對策, 煙氣制御對策, 防火安全對策, 시스템의 高度化 등에 대해 개괄적으로 기술하고 있다.

합적으로 검토하여 도시의 地下空間에 있어서 시설의 防火安全對策에 대해 논하여 보고자 한다.

## 1. 序言

近年, 都市機能의 집중화에 따라 공간의 효과적인 이용이라는 觀點에서 새롭게 地下空間이 평가되고 있다. 즉, 건물의 深層化, 地下街, 地下停車場 및 地下驛 등의 地下施設이 상당수 건립되었고, 今後의 地下空間의 高度利用이 검토되어 그 건설의 증가와 아울러 더욱 深度化, 大規模化되어 갈 것으로 생각된다.

이들 地下空間의 이용에 대해서는 많은 과제가 있으나, 防火安全性에 대해서도 충분히 고려되어야 할 것이다. 이와 같은 상황에서 이들 건설의 防火安全對策을 중

## 2. 防火安全對策의 檢討

防火安全對策의 상황을 검토함에 있어 대상으로 하는 地下施設 및 火災危險要因의 抽出은 다음과 같다.

### 2-1 檢討對象으로 하는 地下施設

(그림 1)에 표시한 바와 같이 다음의 3요소에 해당하는 것을 검토대상으로 하였다.

- 1) 인명안전상의 觀點에서 有人型的 施設(설비의 운전 등을 위하여 運轉要員만이 출입하는 시설을 제외)인 것.
- 2) 地下多層을 갖는 시설(地下鐵道, 地下自動車道 등은 대상에서 제외)
- 3) 深度로서는 中心度까지로 한다. (소위 大深度인 지하 50m정도 이상은 제외한다)

<b>1. 對象施設分類</b>			
有人型施設로 합		面的施設로 합	
無人型施設	수리 등을 보통은 사람이 들어가지 않는 시설	面的施設	地下多層을 갖는 시설(건물지층의 이미지)에 초점을 맞춤
有人型施設	설비의 운전 등을 위하여 한정된 요원만이 들어간(특정소수)시설을 제외함.	線的施設	地下鐵道, 地下自動車道 등
<b>2 對象深度</b>			
中深度까지로 합		(深度레벨)	
●얕은層	地下1層程度(-5m정도까지)	I	
●中深度	얕은層과 大深度의 中間	지하 2·3층정도까지(-5~15m 정도)	II
		지하 4층~지하 10층정도까지 (-15~-50m정도)	III
大深度	支持層보다 깊은 부분(-50m정도이하)	IV	

그림 1 檢討對象

### 2-2 地下施設의 火災危險要因의 抽出

지상과 비교한 地下空間의 특색은 1) 避難(救出)에 있어서 施設外部空間(창, 베란다 등)을 활용한 最終避難(救出)수단이 없으며, 2) 밀폐된 공간이거나, 3) 避難方向이 上方

으로 되어 火災性狀, 煙氣流動性狀의 特異性 및 避難·消火活動上 어려움이 있다.

또한, 地下施設은 건물의 지하층, 지하가, 지하주차장 및 地下驛舍 등 복수의 시설이 지하에서 접속하여 평면적이

나 입체적으로 상당한 넓이를 갖는 공간으로서 大規模化, 複合化하여 가는 경향으로서 火災危險要因을 들면 다음과 같다.

### 1) 피난상의 곤란성

- ① 不安感
- ② 煙氣와 同·方向으로 避難
- ③ 上方避難에 따른 體力的인 곤란
- ④ 地下全體가 위험하게 됨
- ⑤ 外部空間에서의 最終避難手段이 없음

### 2) 消火活動上的 어려움

- ① 狀況把握이 곤란
- ② 施設로의 進入困難
- ③ 長時間 消火活動으로 인한 곤란
- ④ 漏水·水沒에 대한 두려움
- ⑤ 地上과의 無線交信의 곤란

### 3) 大規模化·複合化에 따른 火災危險要因

- ① 連絡通路 등 接續部分과 연속하여 타 시설로 燃燒擴大, 煙氣擴散
- ② 평면적인 넓이, 立體的인 複雜化에 의한 迷路化
- ③ 接續部分에 있어 防火管理體制의 不明確性 및 不正確性
- ④ 각 시설을 단위로 하는 防火安全對策의 考慮方法이 불충분한 상황

## 3. 地下施設의 防火安全對策에 관한 提言

地下施設의 防火安全對策에 관한 提言事項은 다음과 같다.

### 3-1 出火(着火), 初期擴大, 燃燒擴大 防止 및 관리상의 대책

地下施設의 火災危險要因과 큰 차는 없다고 생각되어지나 地下施設에서는 避難 및 消防活動에 있어서 危險성이 높고, 地下施設보다도 火災危險이 크므로 避難, 消防活動對策을 강화하는 것 뿐만이 아니라 出火(着火), 初期擴大, 燃燒擴大 防止 및 管理上的의 대책에 대해서도 종합적으로 강화한다.

### 3-2 避難對策

地下施設에 있어서는 避難方向이 上方이며, 煙氣의 擴散方向과 같으므로 避難對策에 대해서 특히 배려할 필요가 있다.

#### 1) 避難時的 心理的 不安感을 緩和하는 對策

地下施設에 있어서는 (1)밖에서 보이지 않음에 의한 位置喪失感, (2)어두움에 대한 不安感, (3)地下에 대한 潛在的인 不安感이 있으므로 다음의 대책을 고려한다.

a. 避難者에 대한 位置, 避難經路에 명확히 하기 위한 位置表示시스템, 避難誘導시스템의 導入, 平面計劃上 避難經路의 單純, 明確化.

b. 화재시에 불안감을 조장치 않게 하기 위해 필요한 非常照明的 照度를 높이는 조치.

c. 지상으로부터 자연광의 도입 및 위치의 symbol로서의 공간(地下아트리움, 地下廣場 등)

d. 不安感을 緩和하는 심리적 효과를 충분히 고려한 非常放送 등에 의한 적절한 避難誘導

#### 2) 上方避難에 대한 대책

a. 上方으로의 避難經路가 되는 階段部分의 대책(계단 및 그 주변부분)

上方으로의 避難經路가 되는 階段部分을 연기의 영향에서 배제하여 안전하게 피난하도록 계단부분에서 안전화를 도모한다.

가. 階段部分의 防·排煙對策을 세운다. 連續避難時에 문이 개방된 상태에서도 연기의 침입을 방지한다.

나. 階段室內의 계단차에서 수개층마다 문에 의해 防火區劃하므로써(地上層이나 地下層의 區劃化를 포함)階段室內에 給氣機械防, 排煙方式을 채용한 경우 유효성을 확보한다.

#### b. 機械附設 避難裝置의 開發, 導入

부상자 등 弱者는 계단을 자력으로 오르는 것이 곤란하며, 피난용 엘리베이터, 피난용 에스카레이터는 수용인원이 적어 避難誘導上的 혼란이 생길 위험이 있으므로 원칙적으로 일반인의 이용은 피하도록 한다.

또한, 避難用 에스카레이터는 防火, 防煙性能에 대한 향상과 각층에서 피난자의 합류시의 대책에 대해서도 검토한다.

이들 機械式 避難裝置의 개발, 도입에 있어서는 防火, 防煙性能 등이나 避難時的 혼란 방지를 모두 고려한다.

#### 3) 地下全體가 위험한 것에 대한 대책

地下火災는 지상층과 달리 화재층보다 낮은 아래층도 위험하므로 地下全體가 위험하게 될 우려가 있다.

그러므로 피난에 대해서는 전관의 피난에 대한 안전대책 및 타층으로의 연소, 연기확산방지대책이 필요하다.

#### a. 全館 避難에 대한 대책

##### 가. 避難開始 時間의 短縮

火災感知를 포함한 避難誘導시스템의 高度化, 火災確認의 迅速化(監視카메라의 설치 등), 非常放送 메뉴얼의 정비

##### 나. 滯留者의 安全空間의 확보

階段面積에 대하여 在室者가 많은 경우에는 각층에 滯留人員이 상당수 생기는 것이 예측되므로 피난완료까지의 일정시간. 각층에 있어서 열, 연기 등으로부터 滯留者를 보호하기 위하여 안전한 空間(水平避難 區劃 및 時避難據點 등)을 확보한다.

또한, 連絡通路 등에 의한 타 시설의 避難手段에 대해서도 검토한다.

##### 다. 滯留時間의 短縮

전호 「나」는 滯留者가 다수 생긴 경우의 대책으로 滯留

者的 滯留時間을 단축하는 대책으로서는 滯留時間이 危險時間 以內가 되게 하는 계단, 일시 避難據點 등의 面積確保 및 在室者의 정원관리가 필요하다.

라. 가스의 感知, 警報시스템의 開發, 導入

地下施設에서는 一酸化炭素, 未燃燒가스 등이 다량으로 발생할 가능성이 높은 곳에서 이들 가스의 感知, 警報시스템을 개발, 도입한다.

b 타 층으로의 燃燒, 煙氣擴散防止 대책

가. 防火, 防煙區劃의 性能向上

타 층으로의 燃燒, 煙氣擴散防止를 위해 바다, 벽 및 방화문 등의 防火, 防煙性能의 향상을 도모한다.

나. 空調시스템의 block化

深層化에 따라 空調 給排氣의 경로가 길게 되고 습기가 많게 되어 닥트를 포함한 공조시스템은 대규모로 될 것이 예측된다.

공조닥트가 연소, 연기확산의 경로로 되는 경우가 적지 않으므로 공조시스템을 수평, 수직으로 block화할 필요가 있다.

4) 外部空間에서의 最終避難手段이 없는 것에 대한 대책  
地上施設이라면 피난이 늦어진 경우 창, 베란다 및 옥상에 나와서 구조를 기다리거나 홈통, 로프, 救助帶 등에 의해 지상까지 피난하게 된다.

또한, 外光을 의지하여 창, 베란다 등에 힘들게 도착, 거기서 구조를 기다리는 사람은 소방대의 구조상황을 알고 안심을 하게 된다.

또한, 피난이 늦어지는 自體를 없애는 방안도 필요하다.

a. 外部化된 空間의 導入

地下施設에 있어서 이들의 효과를 기대하기 위해서는 防·排煙對策 등이 충분히 된 open cut 등 外部化된 空間을 도입하는 것이 유효하다.

b. 避難이 늦어지지 않게 하는 對策

피난이 늦어지지 않도록 在室者 全員을 확실하게 피난 유도하기 위해 非常放送設備의 音質 明確化 및 在室者의 數·位置 등을 파악하는 시스템 등이 필요하다.

### 3-3 消火活動對策

地下施設에 있어 消火活動上의 어려움에 대해서는 地下施設과 비교하여 현저히 곤란하며, 地下施設에 있어서는 消防活動對策은 避難對策과 같이 배려할 필요가 있다.

1) 內部狀況 등을 把握하기 위한 對策

消防活動 初期에 있어서는 殘留者의 상황과 消防戰術을 구성하는 狀況把握이 중요하지만, 지하시설에 대해서는 (1)窓 등에서 殘留者의 상태를 파악하는 것이 불가능하고 (2)火災狀況을 알기 어려우며 (3)建物內部狀況을 알기 어려우므로 다음 대책이 필요하다.

a. 殘留者의 위치 등이 파악되는 시스템의 把握, 導入

b. 火災狀況이 파악되는 시스템의 開發, 導入

2) 進入經路의 確保, 安全化對策

地下火災에 있어서 濃煙·熱氣의 環境하에서 신속하고 안전하게 진입하여 원활한 消防活動이 되도록 다음의 대책이 필요하다.

a. 消防隊 專用의 進入路 確保

b. 消防活動據點의 確保

c. 消防活動用 엘리베이터의 위치, 기능향상

d. 消防活動施設 등의 防·排煙對策

e. 消火設備의 位置

3) 長期間 活動을 可能하게 하는 對策

地下施設의 화재에서는 濃煙의 充滿, 熱의 蓄積에 의해서 消防活動이 특히 困難하고, 長時間 活動이 행해지는 경향이 있어 현재로서 충분치는 않으나 다음의 대책이 필요하다.

a. 消防裝備의 輕量化

b. 長時間 使用이 가능한 呼吸器의 開發

c. 隊員을 위한 輕量의 冷却裝置의 開發 등

4) 消防 로봇의 開發·利用 및 常設化

地下火災와 같은 惡環境下에서 情報收集에서 구조에 이르기까지 인간을 대신하여 地下施設內에서 충분히 활동할 수 있는 消防로봇(偵察, 消火 및 救助用)의 효용은 대단히 크며, 이와 같은 消防로봇의 開發·利用을 추진할 필요가 있다.

또한, 피해가 발생하고서 현장에 수송하는 것은 迅速性이 결여될 수 있으므로 地下施設에 常設하는 것이 바람직하다.

5) 消火水對策

地下施設에 있어서는 消火水가 최하층에서 고여 漏水, 水沒할 가능성이 있다.

또한, 地下層에는 機械室, 電氣室 등이 설치되기 쉽고 防災設備의 조작에도 영향이 미칠 가능성이 있으므로 (1)바닥의 防水措置, (2)防火水의 排水措置, (3)酸化劑인 消火水의 사용 등을 피한다.

6) 通信手段의 確保對策

地下施設에 있어서는 지상과의 無線連絡이 곤란하므로 通信補助施設 등의 설치를 피한다.

### 3-4 煙氣制御對策

地下施設의 防·排煙方式에 대해서는 避難經路, 時 避難據點의 防護 및 消防隊, 進入路, 消防活動 據點의 확보에 중점을 두고 給氣機械防·排煙方式이 바람직하다. 단, 給氣機械方式에 대해서는 문제점도 지적되고 있어 다음의 대책이 필요하다.

1) 방호되어야 할 구획의 합기와 동시에 火災室 및 煙氣가 확산된 구획에서 排氣를 행한다. 이것은 排氣를 행하지 않으면 壓力이 평형하여 防煙效果가 기대되지 않기 때문이다. 그러므로 방연담과의 성상에 대해서도 검토할 필요가 있다.

2) 문의 개방이 용이하도록 給氣하는 구획과 타 구획과

의 壓力差를 조정하는 조치를 강구한다.

3) 階段室 등 문의 다수가 개방될 위험이 있는 경우, 일정한 압력을 유지하도록 배려할 것.

또한, 火災事例나 火災實驗 등에서 알 수 있는 바와 같이 地下施設의 防·排煙에는 어려움이 따르므로 防·排煙 區劃이나 排煙機의 排煙能力 등 시설의 실태에 있어 煙氣 制御方式의 성상에 대해 세심한 검토가 필요하다.

### 3-5 地下施設의 大規模化, 複合化에 대한 防火安全對策

地下施設은 건물의 지층, 지하가, 지하주차장, 지하역사 등 복수의 시설이 지하에서 연속하여 平面的이나 立體的으로도 상당한 넓이를 갖는 공간으로서 大規模化, 複合化되어 가는 경향이다. 그러므로 接續部分의 조치 및 각 시설마다의 防火安全對策에는 충분히 대응하지 못한 상황이 예측된다.

#### 1) 連絡通路 等 接續部分의 防火安全對策

다른 施設을 接續하는 地下連絡通路 등은 避難上으로는 有效하나 燃燒擴大 및 煙氣擴散의 가능성이 있다.

그러므로 該當部分의 防火·防煙性能의 향상을 도모함과 함께 自衛消防隊의 活動體制의 정비를 꾀하는 등 防火管理上의 대책이 필요하다.

#### 2) 廣域的인 防火施設·設備의 설치 및 防火管理方式

이들 大規模化, 複合化하는 地下施設에 있어 防火施設, 設備의 설치 및 防火管理方式에 대해서 廣域的으로 취한 防火安全上의 기본적인 단위의 성상에 대해 검토한다.

또한, 이들 기본적인 單位相互間의 情報傳達 및 初動對應 등에 있어 협력체제 등 安全對策에 대해서도 검토한다.

#### 3) 空間의 明確化

지상으로부터 自然光의 도입 및 위치의 symbol인 공간(地下아트리움, 地下廣場 등)의 도입에 대해서 검토할 필요가 있다.

### 3-6 防災시스템의 高度化

地下施設에 있어서는 情報把握의 重要性 및 효과적인 방재시스템의 구축을 위해 火災感知에서 避難誘導, 消防活動 등에 이르기까지 방재시스템의 고도화를 도모할 필요가 있다.

또한, 이들 방재시스템과 인간과의 접점이 방재센터·요원의 교육 등 방재센터의 성상에 대해 세밀히 검토한다.

### 3-7 消防機關의 事前關與

地下施設은 完成後에 시설 등의 개수가 필요하여도 地下라는 특성때문에 개수가 극히 곤란하므로 방재면에 대해서는 檢討段階에서 消防機關의 사전관여가 필요하다. (㉞)