

# 성능적 화재안전설계법의 현상

## -CIB 오타와회의에서의 각국의 케이스 스터디(스웨덴 편)

본 고에서는 96년 9월 캐나다 오타와에서 SFPE (방화기술자협회), CIB(국제건축연구정보회의) 및 NRCC(캐나다국가연구평의회)가 공동 주최한 「성능 기준과 화재안전설계법에 관한 국제회의」에서 발표된 케이스 스터디 리포트 중 스웨덴과 일본의 것을 선택하여 성능적 화재안전설계법의 현상에 대해 알아보고자 한다.

### 1. 케이스 스터디의 과제

케이스 스터디의 과제는 복미를 중심으로 조직된 방화기술자의 단체인 SFPE가 각국의 성능적 화재안전설계법을 연구 또는 실천하고 있는 기관에 제시하였는데, 그 과제는 다음과 같다.

#### 가. 케이스 스터디의 목적

구체적인 건물에 대해 다음의 각 항목을 명확히 함으로써 성능적 화재안전설계법의 방안을 검토하는 것이 목적이다.

- a. 사양서적 설계시의 화재안전설계례
- b. 스프링클러가 없을 경우의 성능설계례
- c. 스프링클러가 있는 경우의 성능설계례
- d. a, b, c의 형태적인 비교
- e. a, b, c의 화재·인명안전성능의 비교
- f. a, b, c의 비용 비교

#### 나. 건물의 설계내용

건물의 시공주는 임대용 사무실용도의 건물설계를 의뢰하면서 아래의 항목을 요구하고 있다.

- 임차인의 다양한 요구에 따라 법률, 회계 금융,

보험 등의 사무소, 소프트웨어 회사, 컨설턴트, 회의실, 카페테리아, 1층 접수부, 창고, 기계실, 관련 설비를 건축설계에 포함할 것.

- 각 임차 타입의 비율변경에 따를 수 있도록 유연하게 할 것.
- 각 층의 바닥면적은 약 3,000㎡로 하고, 지상 4층, 지하 1층의 직사각형으로 할 것.
- 건축재료, 구조형식, 내장사양은 설계하는 나라나 지역에 적합한 것으로 할 것.

#### 다. 화재 인명안전의 목표

건물 시공주의 목표는 아래와 같다.

- a. 안전한 장소에 도달할 때까지 화재로부터 재실자를 지킨다.
- b. 건물 이외로의 연소가능성을 최소한으로 한다.
- c. a, b를 만족하도록 구조안정성을 부여한다.
- d. 임차인의 화재·인명안전성에 대한 요망을 만족시킨다.
- e. 성능적 설계와 사양서적 설계를 비교하여 건물에 적합한 화재·인명안전성의 목표를 정한다.
- f. a~e를 최소 비용으로 실시한다.

### 2. 스웨덴의 케이스 스터디

#### 가. 서 두

스웨덴의 케이스 스터디에서 다룬 건물은 중앙에 아트리움이 있고 그 주변에 거실이 나란히 있는 타입이다. 건물설계의 기본적인 것은 대부분 주택·건축 및 계획평의회에서 간행한 「피난경로 설계핸드북」에 따르고, 그 일부만 성능적인 대체 解로 변경하였다.

성능적으로 검토된 문제는 집회시설(영화관)의 피난출구폭과 연기 제어의 대체, 연기 감지·통보시스템과 보행거리의 대체, 피난경로 구획의 차열성 저감, 스프링클러와 구조재 내화피복의 대체 등이다.

이 가운데 스프링클러와 구조재 내화피복의 대체는 유로코드의 최신 성과를 도입한 새로운 방안이라 볼 수 있다.

### 나. 스웨덴에서의 성능기준

스웨덴에서는 94년부터 성능지향형 기준(BBR 94, BKR 94)을 채용하고 있다. 성능지향형 기준은 「과거의 화재 경험에 기초한 방법을 줄이고 과학적 근거에 기초한 방법을 채용한다」는 1985년 회의의 합의에 근거하며, 성능기준의 채용이 건축법규에 적합함을 증명하는 책임이 건물소유주에게 있다.

BBR 94에 기술되어 있는 목적은 (1) 발화방지, (2) 연소와 연기확산의 제어, (3) 피난안전의 확보, (4) 구출 가능성의 담보이다.

### 다. 기본방침

재실자의 안전한 피난은 조기 경보, 명확한 유도, 피난경로의 확보, 초기 화재성장의 억제를 통해 이룰 수 있다. 피난경로의 확보와 화재성장의 억제는 주로 구획화로 달성되는데, 구획화는 최소한의 부분에만 실시한다. 조기 경보와 명확한 피난유도를 위해서는 자동화재탐지설비와 비상경보장치를 설치한다. 소방출동시간(10분 이내)을 설정하고, 인근 동으로의 연소확대 위험성은 고려하지 않는다.

### 라. 건물개요

그림1과 같은 지하 1층, 지상 4층의 사무실빌딩으로 중앙에는 아트리움이 있다. 지하 일부는 400명을 수용하는 영화관, 창고 등이고 영화관은 1층까지 中井으로 되어 있다. 1층은 은행, 집회장(상부), 카페테리아(아트리움의 저부), 보험회사 등이 있다. 각층에 2개의 회의실이 있고, 각층마다 1~4개로 분할하여 임대하는 것으로 가정하였다.

경보로부터 10분 이내의 소방출동과 인근 동과의 거리를 8m로 설정하였으므로 연소위험성은 특별히

고려하지 않는다.

### 마. 표준적 방법-지침 및 표준적인 방법에 따른 설계

#### (1) 내화등급

주요구조재와 칸막이 모두 EI 60이 요구된다. 피난로로의 문은 EI 30으로 한다. 집회실, 계단실 안쪽은 클래스 I(도장), 그 외는 클래스 II(얇은 벽지)로 한다. 계단 표면의 마무리는 허용하지 않는다.

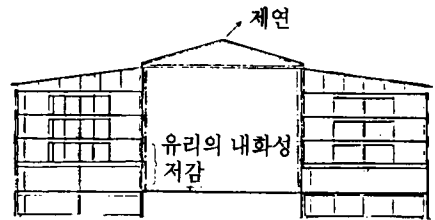
#### (2) 피난경로

피난출구의 최소 폭을 90cm(유효 80cm) 이상으로 하며, 150명 이상을 수용하는 사무실의 출구폭은 1.2m 이상, 출구 폭의 합계는 150명 당 1m 이상으로 한다.

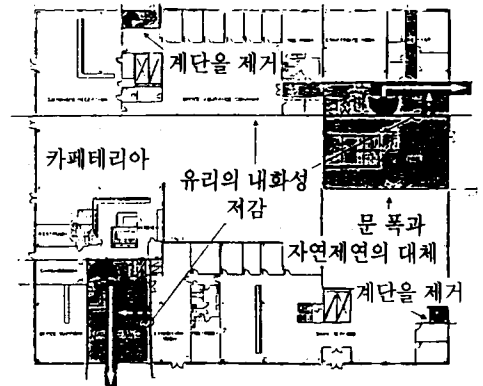
계단까지의 보행거리는 45m 이하, 중복보행거리 실거리의 1.5배로 계산한다. 이에 따라 2~4층에서는 3개의 계단이 필요해진다.

#### (3) 설비

피난경로유도등, 피난구유도등, 비상조명을 회의실, 지하부분의 복도, 계단에 설치하고, 영화관과 회의실에 경보장치를 설치한다.



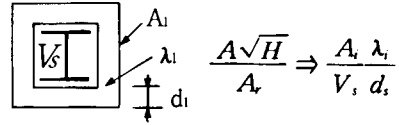
단면도



【그림1】 케이스 스타디의 건물

(4) 방화구획

수직관통부구획과 층간구획을 원칙으로 하고, 150명 이상의 집회장은 다른 부분과 방화구획한다.



【그림2】 구획조건과 구조내화성의 대체

(5) 제연설비

제연설비는 구조·소방활동에 대비하여 계단, 전실이 없는 엘리베이터의 정상부, 지하부분에 설치한다.

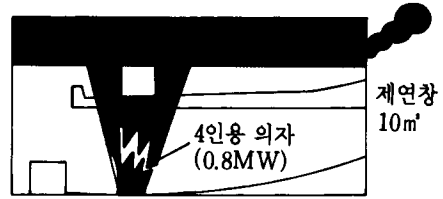
분만에 사용 불가능해지므로 약 10m<sup>2</sup>의 자연배연구를 설치하면 연기층 강하를 지연시켜 피난이 가능해지는 것으로 나타났다(그림3 참조).

(6) 경보설비

집회장에는 피난용 경보설비를 설치한다.

(7) 아트리움

아트리움 바닥부의 카페테리아는 하나의 방화구획으로 간주하여 1~4층 사무소 부분과 EI 60의 벽으로 구획한다. 아트리움 제연은 필요없으나, 지붕 자체는 강화적층유리를 사용하여 EI 60으로 한다.



【그림3】 피난출구폭과 자연배연의 대체

바. 화재공학적 설계(스프링클러 없음)

표준적 방법으로 건물 전체를 설계하여 그 결과를 분석한 후에 안전성과 경제성이란 두 측면에서 최적화할 수 있는 부분에 대해 성능적 대체 해를 구하고 있다. 다음에 성능설계를 적용한 부분을 대체 관계로 표시한다.

(4) 보행거리와 설비의 대체

계단은 표준적 방법에선 적어도 3개가 필요하나, 이것을 2개로 줄여도 사무실부분의 최대보행거리는 55m로 초과거리는 불과 10m이다. 복도를 10m 더 걷는데 필요한 시간은 10초이므로 자동경보설비가 있으면 이 차이는 충분히 극복할 수 있다(표1).

(1) 피난경로 설정과 칸막이 내화성의 대체

피난경로를 구획할 목적의 유리는 표준적 방법에서는 내화칸막이(EI 60)이나, 피난경로를 유리로부터 먼 곳에 설정하면 피난자가 받는 복사량을 줄일 수 있어 유리는 안정성(E 60)만이 요구된다(그림4 참고).

【표1】 보행거리와 감지·경보설비의 대체

	경보 있음	경보 없음
감지시간D[s]	72	120
응답시간R[s]	60	120
보행시간E[s]	26	26
피난시간D+R+E[s]	156	266

(2) 구획조건과 구조내화성의 대체

주요구조재(강재)의 내화피복두께는 표준적 방법에서 석고보드 12mm를 요구하는 것을, ECCS의 방법(내화하중밀도와 개구부 조건으로 정해지는 설계화재온도에 비례하여 필요두께를 결정하는 방법)에 따름으로써 4~9mm로 줄이고 있다(그림2).

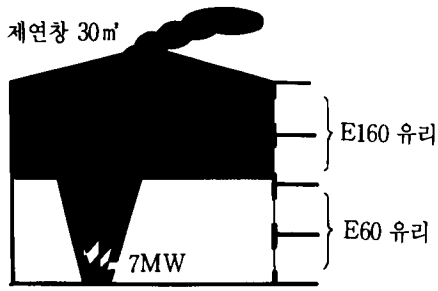
(5) 자연배기와 유리 내화성의 대체

아트리움의 연기제어는 법령상으로는 불필요하나, 오너가 요구하여 아트리움 내의 카페테리아에서의 화재로 아트리움의 유리가 파손되어 연소나 煙損하지 않을지 검토하였다.

(3) 피난출구폭과 자연제연의 대체

1층 영화관의 정원을 표준적 방법의 360명에서 490명으로 늘릴 것을 검토하였다. 영화관에는 상하 2곳에 출구가 있어 둘 다 사용하면 490명이 피난하는 시간은 5분이라 계산되나, 연기층 강하로 상부의 출구는 2

그림4와 같이 아트리움 바닥부에 7MW의 화원을



**[그림4] 아트리움의 연기 제어와 유리 내화성의 대체**

설정하여 아트리움에 체류된 연기층 높이와 온도를 계산하였다. 아트리움의 유리는 표준적 방법에서는 적층내화유리(EI 60)이지만, 자연제연을 하면 연기층이 어느 높이 이상으로 유지되므로 그보다 낮은 부분에 유리의 내화성이 필요없다.

자연제연설비에 드는 비용 상승과 유리의 내화성을 줄임으로써 얻는 비용 삭감을 비교하여 30m²의 자연제연구를 설치하는 것이 가장 경제적이라는 것을 알았다. 이 때 연기층 높이는 3층 바닥보다 높은 위치에서 유지되므로 3~4층의 유리만을 적층내화유리(EI 60)로 한다.

#### 사. 화재공학설계 -스프링클러 있음

스프링클러는 스웨덴보험협회규격(RUS 120)에 따라 설치하고, 칸막이 벽의 내화등급, 내장제한의 완화, 공조시스템의 내열성, 아트리움의 연기 제어에 대해 검토하였다.

#### 아. 경제성 비교

화재공학설계를 하면 설계비용은 증가하지만 그 이상의 건설비용삭감이 가능하다. 이러한 유효성때문

에 스웨덴에서는 화재공학설계가 일반화되고 있다. 이 케이스 스터디 건물에서의 경제적 효과는

- (1) 아트리움의 유리를 내화유리에서 내열유리로 바꿈으로써 약 137,000달러의 건설비용삭감이 가능
- (2) 계단의 수가 하나 줄어듬(비용산출은 어려움)이다.

설계계산에 소요되는 비용이 삭감되는 건설비용의 불과 3% 정도라는 것을 감안하면 화재공학설계는 대단히 유효하다.

#### 자. 케이스 스터디의 내용을 개괄하고

스웨덴의 법령에서는 성능설계를 함으로써 오너에게 법적 책임이 발생하는 반면, 상당한 자유가 주어진다. 책임으로 인한 중압감과 반면에 얻어지는 설계의 자유도가 균형을 잘 이루는 것이다. 한편, 비용에 상당히 구애를 받고 있다.

아트리움의 연기 제어 등은 일본에서도 정착하고 있는 방법이다. 스프링클러와 주요구조재의 구조내화성의 대체는 타당하지만, 감지·경보설비와 피난보행거리의 대체는 좀 대담하다고 생각된다. 보행거리제한은 단순한 피난시간 비교(표1)만으로는 해결되지 않을 것이다. 피난경로의 명쾌성 확보나 화염에 간헐리스크를 줄이는 것 등이 보행거리제한에 포함된다고 해석하는 것이 타당하며, 정량화가 어려운 부분을 잘라내는 기분이 들어서는 안된다. 여기서 나타난 검토는 필요조건이지, 충분조건이라고는 할 수 없다.

“火災” Vol. 47 No. 3 (97. 6)에서 발췌