

# Century Tower의 방재시스템

본 내용은 “火災”紙 최근호에 게재된 내용으로서 면적별, 층별구획 등에 관한 범규 및 안전 기준에 맞지 않는 open된 아트리움의 방재시스템 설계에 관한 개요를 번역한 것이다.

## 1. 서 언

東京都 文京區 本郷에 완성된 고층사무소 빌딩 Century Tower는 영국의 유명한 건축사인 노만 포스터氏의 일본에서의 첫번째 작품이다.

이 건물에서 제안된 포스터氏의 건축디자인을 실현하기 위해 방재계획 전반에 걸쳐서 기본개념의 입안과 그 안전성의 평가를 할 수 있는 기회를 얻었다.

계획의 초기에는 포스터氏의 건축디자인의 침신함에 놀라움과 동시에 일본의 방화에 관한 범규, 안전기준에는 도저히 맞지 않는 점이 당혹감을 느꼈다. 그 주된 점을 열거하면 다음과 같다.

- 방화샷다, 유리간막이 없이 완전히 open된 18층의 아트리움.
- 각층 사무실의 외벽측에 설치된 완전히 open된 2층空井.
- 망입유리 부착의 특별피난계단 외벽.
- 방연구획이 없는 고층 엘리베이터 로비.

이 중에서도 가장 큰 과제를 제공하고 있다고 생각되는 것은 아트리움이었다. 거대한 거실에 대해서 open된 이와 같은 대규모 아트리움은 국외(특히 미국)에서는 볼 수 있으나 일본에서는 면적구획, 층별구획의 제약으로 이제까지 실현되지 못했었다. (다만, 최근에는 아트리움 주위를 피난의 주된 루트로 하지 않는 아트리움이 출현하기 시작하고 있지만) 일본에 있어 이와 같은 아트리움을 실현하기 위해서는 그 방화안전성을 기존의 것과 같은 정도까지 끌고 올라가야 하는 것이 최소한의 필요라 생각된다.

## 2. 建築的인 特徴

이 건물이 지향하는 것은 고급 인텔리전트빌딩이다. 건축계획상의 특징중에서 방재에 관련된 항목을 열거하면 다음과 같다.

○약 1,000m<sup>2</sup>의 기준층 면적에 대해서 특별피난계단이 균등하게 4개소나 설치되어 있고 명쾌한 동선과 함께 어느 장소에서도 30초이내의 보행시간으로 특별피난계단 전실에 들어 갈 수 있다.

○아트리움 사이의 양 tower는 홀수층에서 bridge로 연결되어 있다.

○아트리움은 지상 18층이지만 도중의 11층 바닥 레벨에서 망입유리(드렌차-살수부착)를 넣어 건물을 방화적인 아트리움도 포함하여 상부 zone과 하부 zone으로 분리되어 있다.

○아트리움 지부의 1층로비에서 화재의 발생방지에 최대한의 고려를 하고 있다. (바닥은 돌붙임, 가연물은 두지 않는다. 1층 로비에 면하여 방재센타를 설치).

○2층 거실의 짝수층 바닥이 홀수층 바닥보다도 아트리움측에서 보아 약 2.7m 후퇴하여 있으므로 상층 연소방지상 대단히 유효하다.

○부지의 3방향에 도로에 면하여 있고 다른 1방향도 open space에 면하여 있으므로주의에서의 연소 위험성이 적다.

- 구조, 층수 : S조(지상), SRC조, 일부 RC조(지하), 지하 3층, 지상 21층
- 바닥면적 : 2,426m<sup>2</sup>, 연면적 : 26,517m<sup>2</sup>

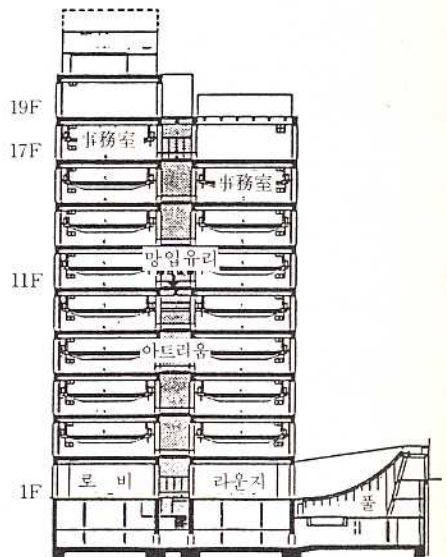


그림 1. Century Tower의 단면

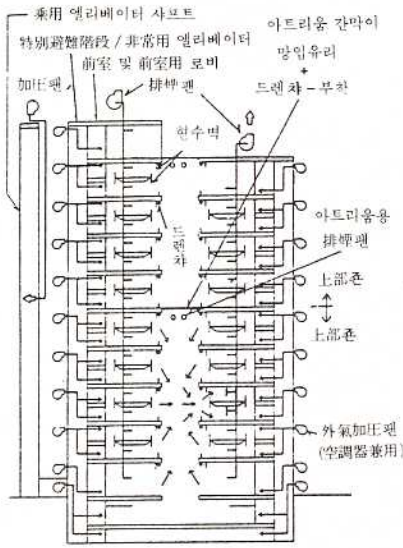


그림 2. 아트리움의 가압방배연시스템

### 3. 防災 基本計劃

개방적인 아트리움을 갖는 이 건물의 방화안전성의 기본개념은 다음과 같이 입안하였다.

1) 煙制御에 대해서는 發火에서 盛期火災로 될 때까지의 시간대에는 (全館의 피난은 완료) 아트리움의 연기확산을 방지하고 비화재층에 있어서 피난의 안전성을 보증한다.

2) 上層, 對向面居室로의 연소는 盛期火災의 시점에 있어서도 완전히 방지한다.

3) 초기소화를 철저히 하기 위해 전관에 Sprinkler를 설치함과 아울러 不動作을 일으키는 갖가지의 안전대책을 강구한다.

4) 방재시스템을 다수 구성하여 Fail Safe를 높인다.

우선 1)에 관해서는 아트리움을 포함한 건물 전체의 가압방배연 System을 채용했다. system은 그림 2에 나타내었다. 이 system에서는 화재실에

서 강력한 排煙을 하는 한편, 전체 거실의 공조기 Fan을 외기가압 Fan에 轉用하여 전실을 가압한다. 전실과 거실, 전실과 계단실과의 사이벽에는 Relief Damer를 설치하고, 전실 가압공기는 거실, 아트리움을 經由하여 화재실로 흘러 들어간다.

이와 같이 하여 연기를 화재실에 가두는 것이다. 만일, 연기가 아트리움에서 나와 상부의 비화재실로 확대했다 해도 가압공기에 의해서 희석된다. 이 system에서는 아트리움의 배연은 보조적인 것이다. 이 가압방배연 system은 연기를 가두는데 중요한 역할을 하는 것이 아트리움과 거실과의 사이에 설치된 가동 현수벽(roll식)이다. 현수벽의 높이(깊이)는 후술하는 煙流動構形實驗에서 1.5m로 결정되었다. 또한, 이들의 일련의 system은 전체가 자동적으로 운전된다.

다음으로 2)에 관해서는 이 건물에서는 짝수층의 바닥이 2.7m정도 아트리움에서 후퇴되어 있으므로 2층 거실을 넘어서 상층으로의 연소는 대개 방지된다고 생각되었지만 더욱 1층의 안전성을 확보하기 위해 아트리움층의 內側에 드레인지-散水 헤드를 설치하였다. 이 살수설비는 화재가 발생한 2층 거실과 그 직상의 2층 거실의 합계 4층분을 30분간 살수가능한 성능을 갖는다. 더우기 또 하나의 드레인지-살수설비가 아트리움을 중간에서 간막이한 망입유리의 下面에 설치되어 있다. 연소위험이 있을 때에는 이 드레인지에 의해서 유리하면이 대개 균일하게 살수된다.

또한, 3)에 관해서는 10ton의 용량을 가진 대용량의 보조탱크를 옥상에 설치하고 만일의 경우에도 중력낙하로 살수되도록 하고 있다. 더우기 스프링클러설비의 정기점검 완료후에 스프링클러 배관의 밸브가 폐쇄된 그대로의 상태일 때에는 경보가 방재센타에 표시되도록 되어 있다.

이상과 같이 이 건물에서 채용된 방재시스템의 개략을 기술하였으나 이외의 현행 법규에 저촉되는 항목에 대해서도 동등이상의 성능을 확보하기 위하여 특별한 대책이 세워져 있다. 이들을 정리하여 표 1에 표시하였다.

맞지않는 주 항목	對 策	安全性 確認의 方法
아트리움 空井과 거실과의 사이에 바닥까지의 방화구획 안됨. (층별구획, 면적구획)	○아트리움의 加壓防排煙 ○아트리움과 居室과의 사이의 드렌차 시스템 ○2層의 中間 바닥이 2.7M 후퇴	○煙流動에 관한 縮尺模型實驗 ○實大實驗 ○上階延燒에 관한 시뮬레이션
居室의 2層空井의 防火區画 없음 (층별구획)	○스프링클러-헤드 數의 增加 ○居室로의 強力한 排煙	○縮尺模型實驗
特別避難階段前室의 排煙 없음	○前室의 加壓防煙	○全館의 壓力分布 시뮬레이션
特別避難階段外壁의 網入유리 부착	○特別避難階段이 面한 인접시와의 사이에 높이 9m(최대높이)의 콘크리트벽 設置	○인접지에서의 車輛火災에 의한 影響의 시뮬레이션
常用엘리베이터 로비에 바닥까지의 防煙區画 없음	○엘리베이터 샤프트의 加壓防煙	○全館의 壓力分布 시뮬레이션

표 1. 현행법규에 적합하지 않은 항목과 대책

## 4. 防災 system의 性能豫側 및 건물 준공시의 性能檢査

### 4.1 아트리움의 加壓 防排煙 system

이와 같은 방배연 system의 고려방법은 미국, 캐나다의 문헌에는 보이지만 그 타당성, 신뢰성에 관한 data가 거의 발견되지 않으므로 기본부터 검토를 해야 한다. 그 때문에 설계단계에서 1/10의축척모형(건물의 부분모형)을 제작하여 연기유동실험을 행하였다. 화재하중으로서 3인용 쇼파 연소시 3MW를 設定하고 모형을 再現하였다.

실험은 可動縣垂壓의 높이, 배연풍량 등을 변화시켜 행하였다. 일련의 실험에서 현수벽높이가 1.5m, 현수벽 직하의 유입풍속이 0.5m/s 이상이라면 연기는 아트리움으로 대개 나오지 않는 것으로 판명되었다.

이들의 수치는 설계에 반영되었다.

아트리움에는 누설된 연기가 조금은 있으나 그 농도는 화재실 농도에 비하여 상층 화재시에서 1/230 정도, 하층 화재시에서 1/60정도이지만 2층 기실보다 더욱 위의 상층 기실에서는 어떠한 경우에도 우선 허용치인 1/250의 값을 훨씬 밑돌고 있어 안전하다는 것이 확인되었다.

별도로 행한 일반적 현상이 아트리움 실험에서는 유입속도가 0.8m/s 이상 필요했지만 이 건물에서는 0.5m/s 정도로 좋은 결과가 얻어졌다.

그 이유로는 현수벽의 높이가 1.5m인 것 (일반

형의 아트리움의 실험에서는 1.0m), 2층 거실의 중간바닥이 후퇴하고 있으므로 아트리움에서의 유입공기의 흐름방향에 각도가 있어 이것이 연기의 유출방지상 유리하다는 것 등을 들 수 있다. 한편, 이 2층 거실에 있어서는 화재의 감지, 피난에 兩層으로의 시간지체는 대개 없다고 판단되므로 방재계획적으로는 一單位(室)로 생각하고 하층 화재시에 상층의 연기오염은 어느정도 허용되고 있다.

또한, 건물준공 직전에 실제의 건물에 있어서 아트리움의 방배연성능 확인실험을 행하였다.

현수벽의 위치에서 아트리움으로는 연기가 나오지 않는 것을 알 수 있다. 발화실은 5층으로 했지만 상부의 비화제실의 연기농도(CO<sup>2</sup>가스농도로 대용)는 전부 오르지 않았으며 신선공기에 의한 가압환기의 영향으로 역으로 저하하고 있다.

### 4.2 아트리움측 드렌차 살수 system

상층연소를 방지하기 위하여 채용된 드렌차의 성능을 설계단계에서 확인하기 위하여 實大實驗을 행하였다. 그림 4에 표시한 바와 같이 기실을 싨대스케일로 제작하고 실물의 드렌차헤드를 2.25m 간격으로 2개소 설치했다(散水量 40ℓ/min 個). 연소는 2m<sup>2</sup>의 연소쟁반에 넣은 Normal Heptane 에 착화시켜 행하였다. 그림 5에 싨험결과를 표시했지만 드렌차-살수하지 않은 경우와 비교한 드렌차-살수가 어떤 경우에는 아트리움에 분출하는 熱氣流溫度, 對向面으로의 복사열량도 반이하로 감소하

고 상층, 대항면거실로의 연소위험성은 거의 고려하지 않았음이 판명되었다.

더우기 실제의 건물에는 상층의 선단부분 약 1m

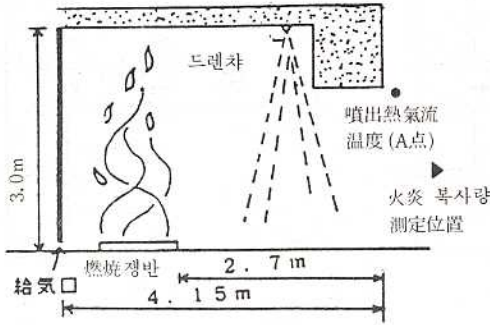


그림 4. 드레차 - 살수시스템 실험장치

#### 4.3 全館의 壓力分布, 空氣의 흐름

이 건물에는 前室, 승용 엘리베이터 샤프트를 외기로 가압하는 환관 화재실에서는 강력한 배연을 행하고 있다. 풍량의 balance가 적절하지 않은 경우

를 포함하여 전체 알미늄판넬로 카바되어 있는 것을 고려하면 연소의 위험성은 더욱 적게 된다고 여겨진다.

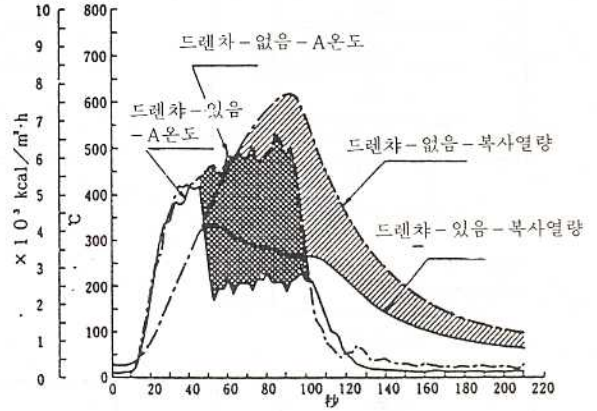


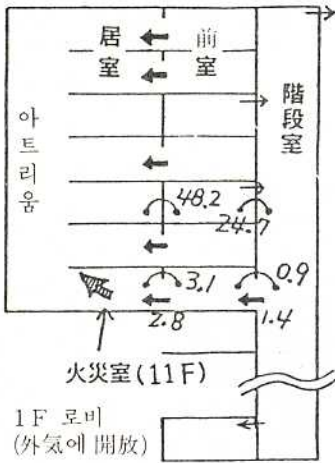
그림 5. 드레차 살수시험에 의한 드레차 효과

에는 전실, 계단실로 연기가 역류할 가능성도 약간은 있을 수 있다. 그래서 설계단계에서 전관의 압력 분포, 공기의 흐름을 壓力假定法에 의해 전관 Net-Work 계산으로 예측하였다. 결과는 배연이 작동

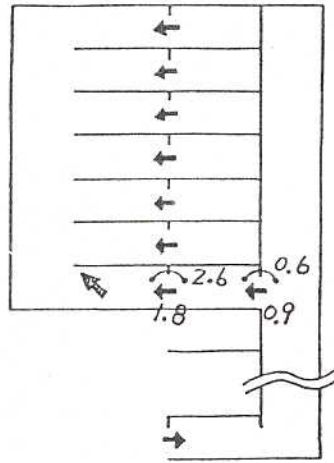
표 2. 實際의 建物에 있어 全館의 空氣流動實驗

(○는 開放, ×는 閉鎖를 나타냄)

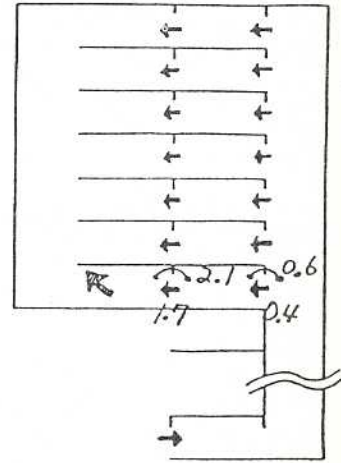
case		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪
排煙		運轉	運轉	運轉	運轉	運轉	運轉	運轉	停止	停止	停止	停止
17F	居室~前室(문)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	前室~階段(문)	×	×	×	×	×	○	○	×	×	×	○
16F	居室~前室(문)	×	○	○	○	○	○	○	×	○	○	○
	前室~階段(문)	×	×	×	×	×	○	○	×	×	×	○
15F	居室~前室(문)	×	×	×	○	○	○	○	×	○	○	○
	前室~階段(문)	×	×	×	×	×	○	○	×	×	×	○
14F	居室~前室(문)	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	前室~階段(문)	×	×	×	×	×	○	○	×	×	×	○
13F	居室~前室(문)	×	×	×	○	○	○	○	×	○	○	○
	前室~階段(문)	×	×	×	×	×	○	○	×	×	×	○
12F	居室~前室(문)	×	○	○	○	○	○	○	×	○	○	○
	前室~階段(문)	×	×	×	×	×	○	○	×	×	×	○
11F	居室~前室(문)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	前室~階段(문)	○	○	○	○	○	○	○	○	×	○	○
階段室 1階外部(문)		×	×	○	×	○	×	○	○	×	○	○



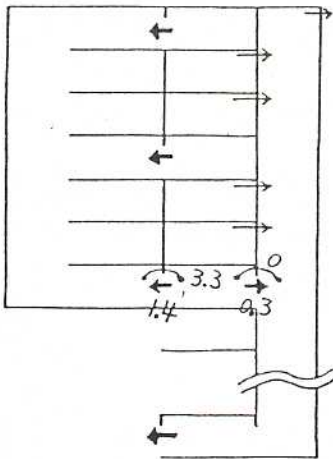
case ②



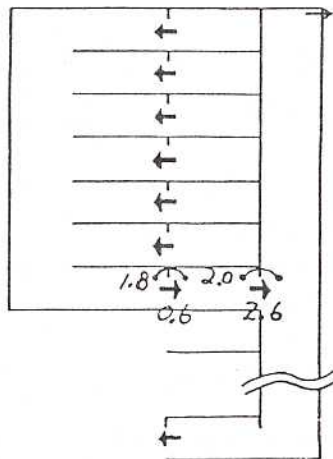
case ⑤



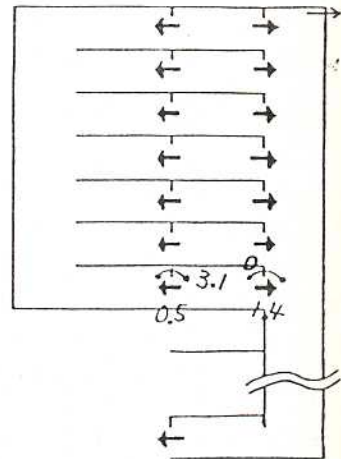
case ⑦



case ⑧



case ⑩



case ⑪

(差圧은 높은 쪽에 표시, 單位는 Pa, 風量의 單位는  $m^3/s$ )

←개방된 문에서의 흐름 ←Relief Damper를 통해 흐름 ⇨排煙

그림 6. 實際의 建物에서 加壓防排煙 System 運轉時의 上部층의 空氣흐름, 差壓(11階이 火災室)

하고 있는 한 전실로 연기의 역류 가능성은 전혀 없음이 판명되었다. 가압시의 공기 흐름에 대해서는 건물준공 직전에 실제의 건물에 있어서도 실험을 하였다. 실험의 대상은 상부 20cm로 하고 화재실은 11층을 상징하였다.

실험은 표 2에 표시한 것처럼 화재실의 배연유무, 각부분 문의 개폐상태를 바꾸어 실시했다. 이 건물에서는 그림 7에 표시한 것처럼 전실이 4개소 있으나 제반사정에 의해 No4계통의 전실(그림 7에서 가장 하층의 전실)만 표 2의 조건으로 하였다. 다른 전실의 문은 원칙적으로 폐쇄상태를 유지했다. 실험

결과를 정리하여 그림 6에 표시했다. 전실 양측의 벽에 설치된 Relief Damper는 전실측에 대해서는 50pa에서 열리고, 계단실측에서는 20pa에서 열리도록 되어 있다.

화재실의 배연 ( $30\sim35 m^3/s$ )이 행해지고 있는 어떠한 조건하에서도 전실, 계단실로의 화재실로부터 연기 역류현상은 발견할 수 없었다. 다만, 배연이 정지된 case 10에 있어서는 역류가 관찰되었다.

그러므로 이 case와 같이 화재층만 양방향의 문이 열리고 다른 전부의 비화재층에서는 거실과 전실과의 사이 문만 열린 상황은 그다지 생각하기 어렵

고 배연까지 정지한 case는 확률적으로도 극히 희소한 case라 할 수 있다. (이 건물에는 배연구에서

배연 Fan 사이클 내화성을 높여 방화담판을 설치하지 않았으며 배연은 최후까지 하도록 되어 있다)

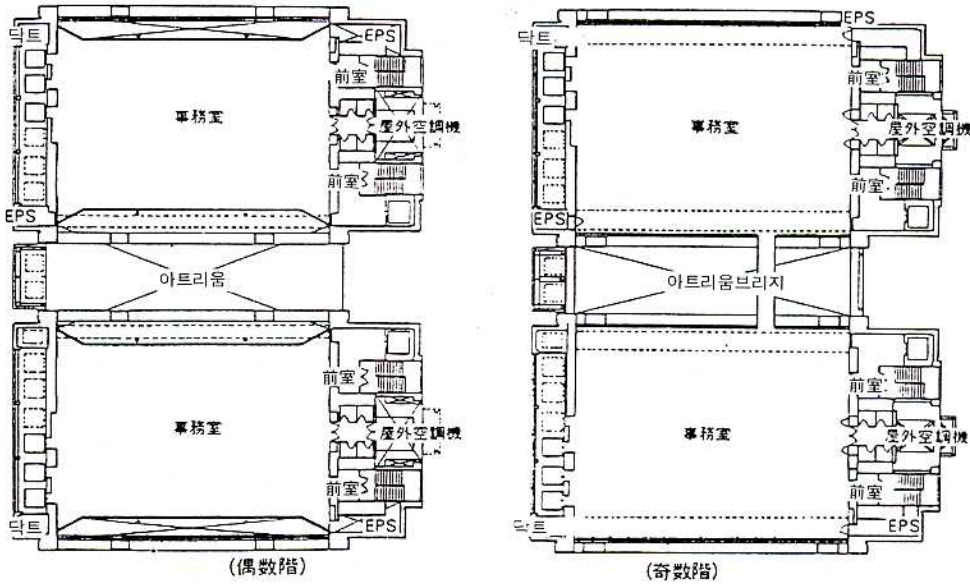


그림 7. Century Tower 기준층 평면

### 5. 결 어

앞에서의 해설에서 이 건물의 防災計劃은 기계에 의한 방재 system에 의지하고 있다는 인상을 줄지도 모른다. 그러면서도 居住者의 避難安全을 고려할 때 이 건물 자체는 기본적으로 안전한 건축공간이 실현되어 있다. 이 안전한 공간을 더욱 보강하기 위하여 機械式의 방재 system이 채용되고 있다는 사실에 유의했으면 좋겠다. 건물 자체가 안전하지 않다면 이와 같은 대담한 방재 system은 인정되지 않았을 것이다. 피난의 면에서 본 건물의 안정성의 예를 들면,

- 보기 좋은 open된 건물공간
- 아트리움에 나와 보면 화재의 상황을 한눈으로 알 수 있고 피난방향 등의 판단이 가능
- 기준층 약 1,000m<sup>2</sup>의 바닥면적에 대해 4개의 특별피난계단
- 어느 위치에서도 계단까지 30초 이내의 보행거리
- 피난방향으로만 열리는 방화문
- 자신의 현재위치, 외부의 상황을 명확하게 알 수 있는 유리부착 피난계단(물론 이 계단은 건물 내에서의 연소위험성은 없다) 등이다.

이들의 상호 보완성에 대해 어떠한 상황에서도 (예를들면 피난유도 방송이 향해지지 않는 등) 거주자는 확실한 상황판단이 가능하여 결과적으로 Panic을 일으키지 않으며 충분한 여유를 갖고 피난할 수 있다.

**“불낼사람 따로없다  
너도조심 나도조심”**