

## 소방기술사 정규반 제 10 강의

: 제 2 장 건축물 화재 기구 및 소방·방화대책

소방기술사 박 성 수, 신 부 환 著

- 문제1) 비상용 승강기(피난용 승강기)
- 문제2) 피난수단으로의 승강기 사용
- 문제3) 건축물의 바깥쪽으로의 출구
- 문제4) 회전문, 관람석의 출구
- 문제5) 비상구와 비상탈출구
- 문제6) 방화 상 용도의 제한 규정
- 문제7) 복도 및 계단의 설치기준
- 문제8) 건축법상 배연설비
- 문제9) 성능 위주 소방 설계(P.B.D)
- 문제10) 시나리오 작성방법
- 문제11) 화재성상 예측방법
- 문제12) 화재 시뮬레이션
- 문제13) 피난 시뮬레이션

## 문제1) 비상용 승강기(피난용 승강기)

### 1. 비상용 승강기

#### (1) 설치대상

- ① 높이 31m를 넘는 건축물
- ② 10층 이상의 공동주택

#### (2) 설치예외

- ① 높이 31m를 넘는 각층을 거실외의 용도로 쓰는 건축물
- ② 높이 31m를 넘는 각층의 바닥면적의 합계가 500㎡ 이하인 건축물
- ③ 높이 31m를 넘는 층수가 4개층 이하로서 당해 각층의 바닥면적의 합계 200㎡ 이내 마다 방화구획으로 구획한 건축물(마감이 불연재료 : 500㎡)

#### (3) 설치대수

- ① 일반 건축물
  - : 높이 31m를 넘는 각 층의 바닥면적중 최대 바닥 면적이
  - ㉠ 1,500㎡ 이하 : 1대 이상
  - ㉡ 1,500㎡ 초과 : 1대 + 1,500㎡를 넘는 3,000㎡마다 1대씩 가산
- ② 공동주택(주택건설기준)
  - ㉠ 계단실형 공동주택 : 계단실마다 1대 이상
  - ㉡ 복도형 공동주택 : ㉠100세대 이하 : 1대 이상
  - ㉢100세대 초과 : 100세대마다 1대 이상 추가

#### (4) 비상용 승강기 승강장의 구조

| 구 분   | 구 조 기 준                                            |
|-------|----------------------------------------------------|
| ①구획   | ·건축물의 다른 부분과 내화구조로 구획<br>(공동주택의 특별피난계단 부속실과는 겸용가능) |
| ②출입문  | ·피난층을 제외한 각층의 내부와 연결되며, 갑종방화문을 설치(언제나 닫힌 상태 유지)    |
| ③조명   | ·채광이 되는 창문이나 예비전원에 의한 조명설비                         |
| ④보행거리 | ·피난층의 승강장 출입구에서 도로 또는 공지까지의 거리 30m 이하              |
| ⑤내장재  | ·불연재료                                              |
| ⑥바닥면적 | ·6 m <sup>2</sup> × N 이상(N:승강기 수)                  |
| ⑦배연설비 | ·노대, 외부로 열리는 창, 배연설비 중 하나 설치                       |
| ⑧표지   | ·승강장 출입구에 피난용 승강기임을 알 수 있는 표지                      |

#### (5) 비상용 승강기 승강로의 구조

- ① 타 부분과 내화구조로 구획
- ② 승강로는 전 층을 단일 구조로 연결하여 설치

### 2. 피난용 승강기

#### (1) 설치대상

- ① 층수 30층 이상 건축물 : 승용승강기 중 1대 이상을 피난용승강기로 설치
- ② 다만, 준 초고층 건축물 중 공동주택은 제외

(2) 피난용 승강기의 구조(승강기시설 안전관리법)

| 구 분    | 구 조 기 준                                                                                      |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| ①일반기준  | ·승용승강기 구조기준에 적합할 것                                                                           |
| ②통화장치  | ·외부와 연락할 수 있는 통화 장치 설치                                                                       |
| ③예비전원  | ㉠상용전원 차단 시 예비전원 가동<br>㉡60초 이내 자동 전환방식, 수동 전환가능<br>㉢2시간 이상 작동 가능                              |
| ④예비조명  | ·정전 시 2m 떨어진 수직면상의 조도 1[lx] 이상인 예비 조명 장치 설치                                                  |
| ⑤운행속도  | ·분당 60m 이상                                                                                   |
| ⑥소방스위치 | ㉠비상시 소방 활동 전용으로 전환하는 1차 소방스위치(키스위치)<br>㉡승강기 및 승강장 문이 열려 있어도 승강기를 승강시킬 수 있는 2차 소방스위치 설치(키스위치) |

(3) 피난용 승강기 승강장의 구조

| 구 분   | 구 조 기 준                                                            |
|-------|--------------------------------------------------------------------|
| ①구획   | ·건축물의 다른 부분과 내화구조로 구획<br>(공동주택의 특별피난계단 부속실과는 겸용가능)                 |
| ②출입문  | ·피난층을 제외한 각층의 내부와 연결되며, 갑종방화문을 설치(언제나 닫힌 상태 유지)                    |
| ③조명   | ·채광이 되는 창문이나 예비전원에 의한 조명설비                                         |
| ④보행거리 | ·피난층의 승강장 출입구에서 도로 또는 공지까지의 거리 30m 이하                              |
| ⑤내장재  | ·불연재료                                                              |
| ⑥바닥면적 | ·6 m <sup>2</sup> × N 이상(N:승강기 수)                                  |
| ⑦배연설비 | ㉠건축법 제14조의 배연설비(배연창 또는 소방법의 기계배연설비)<br>㉡소방법 제15조의 소화활동설비(제연설비만 해당) |
| ⑧표지   | ·승강장 출입구에 피난용 승강기임을 알 수 있는 표지                                      |
| ⑨배수   | ·바닥기울기 1/100 이상, 배수용 트렌치 설치                                        |

(4) 피난용 승강기 승강로의 구조

- ① 타 부분과 내화구조로 구획
- ② 승강로는 전 층을 단일 구조로 연결하여 설치
- ③ 승강로 상부에 건축법 제14조의 배연설비 설치

(5) 피난용 승강기 기계실의 구조

- ① 출입구 제외한 다른 부분과 내화구조의 벽·바닥으로 구획
- ② 출입구는 갑종방화문 설치

(6) 피난용 승강기 전용 예비전원

- ① 정전시 작동할 수 있는 예비전원 설치(피난용승강기, 기계실, 승강장 및 폐쇄회로 텔레비전 등)
- ② 초고층 건축물은 2시간 이상, 준 초고층 건축물은 1시간 이상 용량일 것
- ③ 상용전원과 예비전원의 자동 또는 수동 절환 가능한 설비
- ④ 전선관 및 배선은 내열성 자재 사용, 방수조치

## 문제2) 피난수단으로의 승강기 사용

### 1. 승강기 피난의 필요성

#### (1) 초고층 건축물

- ① 초고층 빌딩에서의 계단을 이용한 피난의 문제점
  - ㉠ 장시간동안 매우 긴 피난 경로를 이동해야 한다
  - ㉡ 각 층에서의 피난 인원의 추가 유입으로 혼란이 발생할 우려가 있다
  - ㉢ 재해약자(노약자·장애인 등)의 피난상 문제
- ② 초고층 피난에서 엘리베이터의 활용
  - ㉠ 화재 발생 층의 1~2층 아래 지역에서는 화재의 영향이 초기에는 매우 작아서 이용할 수 있다
  - ㉡ 경보설비와 피난유도설비가 승강기 운행과 상호 연동되어야 한다

#### (2) 심층 지하 공간

- ① 피난의 문제점
  - ㉠ 지상 층과 달리 계단을 올라가야 피난이 가능하다
  - ㉡ 지하 4층 이상의 지하층의 심층화 개발이 증가하는 추세이다
  - ㉢ 연기이동 방향과 피난 방향이 같다
- ② 심층 지하에서 엘리베이터의 활용
  - : NFPA 기준에서는 층 깊이가 피난층 아래로 9[m] 이상인 층에서는 최소 2개의 제연구획실로 분할하여 각 구획실에서 사람을 에스커레이터나 엘리베이터로 이송 시키도록 하고 있다

#### (3) 재해약자의 피난 대책

- ① 고령 노인·영아·어린이
- ② 환자 및 중증 장애인
- ③ Life Safety Code 에서는 4층 이상에는 1개 이상의 장애자 피난용 엘리베이터 설치를 의무화하고 있다

### 2. 피난시 승강기 이용의 문제점

#### (1) 승강기가 올 때까지 기다려야 한다

- ① 기다리는 동안 연기·독성가스에 노출될 우려가 있다
- ② 기다리면서 패닉 상태에 빠질 수 있다

#### (2) Door가 닫히지 않으면 운행되지 않는다

- ① 승강기는 안전을 위해 Door가 닫히지 않거나, 수용 인원이 초과 시 운행되지 않는다
- ② 피난 시에는 많은 사람들의 이용으로 정상적인 운행이 불가능해진다

#### (3) 화재층에 정지할 위험이 있다

- ① 화재 층에서 버튼이 눌러져 있는 경우 화재 층에서 정지하여 화염·연기 등에 노

출될 수 있다

- ② 층별로 승강기 이용을 위해 정지버튼을 눌러 피난시간이 지연될 수 있다

(4) 정전

- ① 화재가 발생하면 언제 정전이 될지 알 수 없다
- ② 화재로 인한 전기 케이블이 소실될 경우 정전되어 승강기가 정지된다

(5) 승강기 샤프트의 연돌효과

- ① 샤프트 내부의 압력이 충분히 높지 않은 경우 샤프트 내로 연기가 침입하게 된다
- ② 승강기가 정지하지 않고 운행되더라도 탑승자들은 유독가스에 중독될 수 있다

(6) 수송능력이 작다

- ① 단시간에 많은 사람을 소송할 수 있는 능력을 승강기에 기대할 수 없다
- ② 비상시에 피난에 30분~1시간 정도 소요된다면 피난의 효과는 의문시 된다

### 3. 피난용 승강기의 보호대책

- (1) 화열과 화염 대책 : 로비와 샤프트의 방화구획
- (2) 연기 대책 : 승강기 샤프트실의 가압방식
- (3) 수손 대책 : Door주위에 표준지브(□자형 쇠기)와 평판사용, 로비에 개방형 바닥 배수면을 설치
- (4) 승강기 기계실 장비의 과열 대책 : 장비 최대 운영 온도 30~35[°C], 전용A/C 권장
- (5) 전력 대책 : 내화배선, 다중 전원 공급 장치, 2회선수전방식, 비상발전기 등
- (6) 지진 대책 : 지진스위치설치(보강레일과 함께 비상모드로 전환되어 운영을 중지)
- (7) 승강기 운행 대책 : 화재 시 제어 방식의 연구
- (8) 승강기, 승강로, 승강장등의 대책
- (9) 승강기의 안전장치
  - ① 출입문 잠금 장치
  - ② 추락 방지판
  - ③ 출입문 결쇠
  - ④ 전자 브레이크
  - ⑤ 조속기
  - ⑥ 강제 정지장치
  - ⑦ 끼임 방지장치
  - ⑧ 과적 방지장치
  - ⑨ 리미트 스위치
  - ⑩ 완충기
  - ⑪ 과전류 차단기
  - ⑫ 역상 결상계전기

### 4. 피난용 엘리베이터의 구비조건(Life Safety Code)

- (1) 엘릴베이터의 피난용량

- ① 각 엘리베이터의 피난용량 : 8명 이상
- ② 승강장의 피난 용량 : 수용인원의 50[%] 이상일 것(0.28㎡당 1인)
- (2) 승강장의 구조
  - : 1시간 이상의 내화 성능을 가진 벽일 것
- (3) 엘리베이터 출입문(승강장 출입문)
  - ① 1시간 이상의 방화성능
  - ② 자기폐쇄식일 것
  - ③ 승강장 밖의 연기감지기의 작동 또는 자동 화재탐지설비의 화재 신호에 의해 자동으로 닫힐 것
- (4) 수손 방호
  - ① 경사진 바닥, 배수로, 엘리베이터 샤프트 밀폐 등을 조합
  - ② 건물 외부에 엘리베이터를 설치하고 승강장 문 밀폐
  - ③ 건물 외부에 승강장을 설치하고, 건물의 각 층과 구획
- (5) 전력·통신
  - ① 비상전원 및 승강장-방재센터-엘리베이터간의 통신설비를 설치할 것
  - ② 각각 1시간 이상의 용량을 구비할 것
- (6) 리콜기능
  - ① 승강장 내의 연기감지기 작동 시, 엘리베이터가 정지할 것
  - ② 방재센터에서의 수동 조작할 수 있을 것

※ 기출문제분석25(비상용승강기관련)

1. 고층 병원에서 피난계획과 비상용 엘리베이터와의 상관관계 및 각층의 피난기구의 형태를 설명하시오?(62회,25점)
2. 특별피난엘리베이터에 대해 설명하시오(63회,25점)
3. 피난수단으로서 승강기 사용에 대하여 논하시오(74회,25점)
4. 비상용승강기의 안전장치에 대해 5가지를 쓰고 간단히 설명하시오(76회,10점)
5. 건축법상 비상용 승강기의 설치대상과 비상용승강기 승강장의 구조에 대하여 기술하시오(84회,25점)
6. 건축법상 비상용 승강기의 설치제외 기준과 기술 표준원 고시에서 규정하고 있는 로프식 비상용엘리베이터의 설치기준에 대하여 기술하시오(88회,25점)
7. 비상용 승강기에 대하여 설치대상, 설치목적, 설치소요대수, 설치예외규정, 승강장의 구조 및 승강로의 구조에 대하여 설명하시오(91회,25점)
8. 초고층 건축물 화재의 경우, 일반용 승강기에 의한 피난시 예상되는 문제점을 설명하시오(92회,10점)
9. 대부분의 국가에서는 엘리베이터를 피난수단으로 사용하지 않는 것이 원칙이나 최근 선진국을 중심으로 피난수단으로 활용하는 방안이 모색되고 있다. 피난수단으로서 엘리베이터가 필요한 이유와 NFPA 101(Life Safety Code)에서 요구하는 피난용 엘리베이터 설치 시 최소한의 구비조건에 대하여 설명하시오(93회,25점)
10. 초고층 건축물의 피난을 위해 제시되고 있는 피난용 승강기의 성능기준에 대하여 설명하시오(96회,25점)

### 문제3) 건축물의 바깥쪽으로의 출구

#### 1. 건물 외부로의 출구수의 산정기준

(1) 계단에서 바깥으로의 출구까지의 보행거리

| 주요 구조부 |      |        | 내화구조 또는 불연재료 | 기타구조   |
|--------|------|--------|--------------|--------|
| 용도     | 일반용도 |        | 50m 이하       | 30m 이하 |
|        | 공동주택 | 15층 이하 | 50m 이하       | 30m 이하 |
|        |      | 16층 이상 | 40m 이하       | 30m 이하 |

(2) 거실에서 바깥으로의 출구까지의 보행거리

: 위의 기준에서의 보행거리의 2배 이하가 되도록 할 것

#### 2. 출구의 설치기준

(1) 출구의 개방방향

: 문화 및 집회시설, 장례식장, 위락시설의 건축물에서의 출구는 안여닫이로 설치 금지(즉, 밖으로 열리거나, 미닫이의 형태 가능)

(2) 보조 출구 등을 설해야 하는 경우

: 관람석의 바닥면적의 합계가 300㎡ 이상인 집회장 또는 공연장

→주 출구 외에 보조출구 또는 비상구를 2개소 이상 설치

(3) 출구의 폭

: 도소매시장의 경우에는 다음과 같이 산출한 너비 이상의 폭으로 할 것

→폭 = 당해용도로 쓰이는 층 중에서 최대인 층의 바닥면적 × ( 0.6 [m] ÷ 100 [㎡] )

#### 3. 경사로의 설치

: 다음에 해당하는 건축물의 피난층 또는 피난층의 승강장에서 건축물의 바깥쪽에 이르는 통로에는 경사로를 설치할 것

(1) 설치대상

① 동사무소, 파출소, 소방서, 우체국, 전화국, 방송국, 보건소, 도서관, 의료보험조합 등: 바닥면적1,000㎡미만

② 마을 공회장, 공동작업소, 정수장, 대피소, 공중화장실 등

③ 연면적 5,000㎡ 이상인 판매 및 영업시설

④ 학교

⑤ 지방자치단체 청사 및 외국공관

⑥ 승강기를 설치해야 하는 건축물

(2) 경사로의 기준

① 경사도는 1 : 8을 넘지 않을 것

② 표면을 거친 면으로 하거나, 미끄러지지 않는 재료로 마감할 것



## **문제4) 회전문, 관람석의 출구**

### **1. 회전문 설치기준**

- (1) 위치 : 계단이나 에스컬레이터로부터 2m 이상의 거리
- (2) 문틈 : ① 회전문과 문틀 사이는 5cm 이상  
② 회전문과 바닥 사이는 3cm 이하
- (3) 회전방향 : 출입에 지장이 없도록 일정한 방향으로 회전하는 구조
- (4) 회전문 폭 : 회전문의 중심축에서 회전문과 문틀 사이의 간격을 포함한 회전문날개 끝부분까지의 길이는 140cm 이상이 될 것
- (5) 회전속도 : 분당회전수가 8회를 넘지 아니할 것(8회/분 이내)
- (6) 안전장치 : 충격이나 사용자가 위험한 위치에 있는 경우에는 전자감지장치 등을 사용하여 정지하는 구조일 것

### **2. 관람석으로부터의 출구 설치기준**

- (1) 관람석 또는 집회실로부터 바깥쪽으로의 출구로 쓰이는 문은 안여닫이로 설치 금지
- (2) 문화 집회시설 중 공연장의 개별관람석의 출구 설치기준
  - ① 관람석 별로 2개소 이상 설치할 것
  - ② 각 출구의 유효너비는 1.5[m]이상일 것
  - ③ 개별 관람석 출구의 유효너비의 합계는 개별 관람석의 바닥면적 100[m<sup>2</sup>]마다 0.6 [m]의 비율로 산정한 너비 이상으로 할 것

## 문제5) 비상구와 비상탈출구

### 1. 비상구 설치기준

#### (1) 공통기준

- ① 설치대상 : 비상구는 다중이용업소의 영업장마다 1개 이상 설치할 것
- ② 설치예외
  - ㉠ 주 출입구 외에 피난 층 또는 지상으로 통하는 직통계단이 별도로 설치된 경우
  - ㉡ 피난 층에 설치된 바닥면적 33[m<sup>2</sup>]이하로서, 전체 개방된 영업장인 경우에서 그 영업장의 각 부분으로부터 출입구까지의 수평거리가 10[m]이하
- ③ 설치위치
  - ㉠ 비상구는 영업장의 주 출입구 반대방향에 설치할 것
  - ㉡ 단, 구조상 불가피한 경우에는 영업장의 장변길이의 1/2이상 이격된 위치에 설치가 가능함
- ④ 비상구 규격(크기) : 가로 75[cm]이상, 세로 150[cm]이상
- ⑤ 문의 열림 방향
  - ㉠ 피난방향으로 열리는 구조
  - ㉡ 비상구는 구획된 실 또는 천장으로 통하는 구조가 아닐 것(구획된 실이 영업장의 바닥에서 천장까지 준불연재료 이상의 것으로 구획된 경우를 제외)
- ⑥ 문의 재질
  - ㉠ 주요 구조부(영업장의 벽, 천장, 바닥)가 내화구조인 경우 비상구 및 주 출입구의 문은 방화문으로 설치할 것
  - ㉡ 불연재료로 설치할 수 있는 경우
    - ㉢ 주요 구조부가 내화구조가 아닌 경우
    - ㉣ 건물의 구조상 비상구 또는 주 출입구의 문이 지표면과 접하는 경우로서 화재의 연소 확대 우려가 없는 경우
    - ㉤ 건축법에 따른 방화구획 및 계단의 설치 기준을 적용받지 아니하는 건축물에 다중이용업소가 위치한 경우

#### (2) 복층구조의 영업장의 비상구 설치기준

- ① 각 층마다 외부로 피난 가능한 비상구를 설치할 것
- ② 비상구는 방화문일 것
- ③ 비상구는 실내에서 외부로 열리는 구조일 것
- ④ 특례기준 : 다음 구조의 경우 1개 층에만 비상구 설치가 가능함
  - ㉠ 건축물의 주요 구조부를 훼손하는 경우
  - ㉡ 옹벽 또는 외벽이 유리로 설치된 경우 등

#### (3) 영업장의 위치가 4층(지하층을 제외) 이하인 경우

- ① 피난에 유효한 발코니 또는 부속실을 설치하고, 그 장소에 적절한 피난기구를 설치할 것

② 발코니 및 부속실의 구조

- ㉠ 발코니 : 75[cm]×150[cm]이상, 높이 100[cm]이상의 난간을 설치한 것
- ㉡ 부속실 : 75[cm]×150[cm]이상 크기에 준불연 이상의 재료로 구획된 실

**2. 지하층 및 비상탈출구**

**(1) 지하층의 정의**

: 건축물의 바닥이 지표면 아래에 있는 층으로서, 바닥으로부터 지표면까지의 평균높이가 층높이의 1/2이상

**(2) 건축물에 설치하는 지하층의 구조·설비 기준**

- ① 거실 바닥면적 50m<sup>2</sup> 이상인 층
  - 직통계단 외에 다음의 것들을 설치할 것
  - ㉠ 피난 층 또는 지상으로 통하는 비상탈출구
  - ㉡ 환기통(직통계단이 2개소 이상 설치된 경우에 제외)
- ② 아래의 용도로 사용되는 층의 거실 바닥면적 합계 50m<sup>2</sup> 이상인 건축물
  - 직통계단을 2개소 이상 설치할 것
  - ㉠ 제2종 근린생활시설 중 : 공연장, 단란주점, 당구장, 노래연습장
  - ㉡ 문화 및 집회시설 중 : 음식점, 공연장
  - ㉢ 교육연구 및 복지시설 중 : 생활권수련시설, 자연관수련시설
  - ㉣ 숙박시설 중 : 여관, 여인숙
  - ㉤ 위락시설 중 : 단란주점, 주점영업
  - ㉥ 소방 설치 유지법에서의 다중이용업소
- ③ 바닥면적 1,000m<sup>2</sup> 이상인 층
  - ㉠ 피난계단 또는 특별피난계단을 방화구획 부분마다 1개소 이상 설치할 것
  - ㉡ 거실의 바닥면적 1,000m<sup>2</sup> 이상인 층에는 환기설비를 설치할 것
- ④ 바닥면적 300m<sup>2</sup> 이상인 층 : 식수공급을 위한 급수전을 1개소 이상 설치할 것

**(3) 지하층의 비상탈출구(주택 제외)의 기준**

- ① 비상탈출구의 크기
  - : 유효너비 × 유효높이가 0.75m ×1.5m 이상일 것
- ② 비상탈출구의 개방구조
  - : 피난방향으로 열리도록 하고, 실내에서 항상 열 수 있는 구조로 하며, 내·외부에는 비상탈출구의 표지
- ③ 사다리
  - : 바닥으로부터 비상탈출구의 아랫부분까지의 높이가 1.2m 이상, 벽체 발판의 너비가 20cm 이상인 사다리 설치할 것
- ④ 위치
  - : 출입구로부터 3m 이상 이격 설치
- ⑤ 피난통로
  - : 유효너비 0.75m 이상, 피내장재는 불연재료

⑥ 조명

: 유도등과 피난통로의 비상조명등의 소방법령에 따라 설치

⑦ 장애물 제거

: 진입부부。피난통로에는 통행에 지장이 있는 물건방치나 시설물 설치금지

## 문제6) 방화상 용도의 제한 규정

### 1. 용도 제한의 원칙

| 공동주택 등                | 위락시설 등            |
|-----------------------|-------------------|
| 의료시설                  | 위락시설              |
| 노유자시설                 | 위험물 저장 및 처리시설     |
| (아동관련시설 및 노인복지시설에 한함) | 공장                |
| 공동주택                  | 자동차관련시설(정비공장에 한함) |

### 2. 용도 제한의 혼재가 가능한 경우

(1) 다음 중의 하나로서, 건교부령이 정하는 경우에 가능함

- ① 기숙사와 공장이 같은 건축물 안에 있는 경우
- ② 중심상업지역, 일반상업지역 또는 근린상업지역 안에서 도시 및 주거환경 정비법에 의한 도시환경정비사업을 시행하는 경우

(2) 건설교통부령의 기준

- ① 출입구 상호간의 보행거리가 30m 이상
- ② 내화구조의 바닥, 벽으로 구획(통로 포함)
- ③ 서로 이웃하게 배치되지 않을 것
- ④ 건축물의 주요 구조부를 내화구조로 할 것
- ⑤ 실내마감재료
  - ㉠ 거실의 실내마감 : 불연, 준불연, 난연재료
  - ㉡ 복도 등의 실내마감 : 불연, 준불연재료

## 문제7) 복도 및 계단의 설치기준

### 1. 복도의 너비 및 설치기준

#### (1) 복도의 유효너비

| 구 분                       | 양옆에 거실이 있는 복도                | 기타의 복도   |
|---------------------------|------------------------------|----------|
| 유치원, 초등학교, 중학교, 고등학교      | 2.4 m 이상                     | 1.8 m 이상 |
| 공동주택, 오피스텔                | 1.8 m 이상                     | 1.2 m 이상 |
| 당해 층 거실의 바닥면적 합계가 200㎡ 이상 | 1.5 m 이상<br>(의료시설 : 1.8m 이상) | 1.2m 이상  |

#### (2) 강화기준

→ 종교집회장, 공연장, 집회장, 관람장, 전시장과 아동관련시설, 노인복지시설, 생활권 수련시설 및 주점영업, 의료시설 중의 장례식장의 관람석 또는 집회실에 접하는 복도의 유효너비는 아래의 기준에 의함

| 당해 층의 바닥면적 합계                                | 복도의 유효너비 |
|----------------------------------------------|----------|
| 500 m <sup>2</sup> 미만                        | 1.5 m 이상 |
| 500 m <sup>2</sup> ~ 1,000 m <sup>2</sup> 미만 | 1.8 m 이상 |
| 1,000 m <sup>2</sup> 이상                      | 2.4 m 이상 |

#### (3) 공연장의 복도 설치기준

| 구 분           | 개별 관람석 바닥면적           | 복도의 위치  |
|---------------|-----------------------|---------|
| 개별 관람석        | 300 m <sup>2</sup> 이상 | 양쪽 및 뒤쪽 |
| 2개소 이상 연속 관람석 | 300 m <sup>2</sup> 미만 | 앞쪽 및 뒤쪽 |

### 2. 계단의 설치기준

#### (1) 용도별 계단 각 부분의 치수

| 용 도                                           | 계단 및 계단참의 폭 | 단높이      | 단너비      |
|-----------------------------------------------|-------------|----------|----------|
| 초등학교                                          | 150 cm 이상   | 16 cm 이하 | 26 cm 이상 |
| 중, 고등학교                                       | 150 cm 이상   | 18 cm 이하 | 26 cm 이상 |
| 공연장, 집회장, 관람장, 도소매시장, 상점                      | 120 cm 이상   | -        | -        |
| 직상층 거실 바닥면적 200㎡ 이상, 거실바닥면적 합계 100㎡이상인 지하층 계단 | 120 cm 이상   | -        | -        |
| 기타계단                                          | 60 cm 이상    | -        | -        |

##### ① 돌음계단의 단너비 측정

→ 좁은 너비의 끝부분으로부터 30cm 위치에서 측정

##### ② 계단대체 경사로

㉠ 경사도 1 : 8을 넘지 않을 것

㉡ 표면을 거친 면으로 하거나 미끄러지지 않는 재료로 마감

#### (2) 계단참 및 난간의 설치기준

① 높이 3m를 넘는 계단 : 높이 3m이내마다 너비 1.2m이상의 계단참을 설치

- ② 높이 1m를 넘는 계단 : 그 계단 및 계단참의 양 옆에 난간(벽 또는 이에 대치되는 것)을 설치
- ③ 너비 3m를 넘는 계단 : 계단의 중간에 너비 3m이내마다 난간을 설치(단, 단높이가 15cm 이하이고, 단너비가 30cm 이상은 설치 제외)

※ 기출문제분석26(건축법피난시설관련)

1. 문화 및 집회시설, 판매시설 등의 용도로 사용하는 건축물에는 건축물로부터 바깥쪽으로 나가는 출구를 설치하여야 한다. 이 경우 건축규정에서 요구하는 옥외로의 출구 설치기준(출구의 구조, 설치 수, 유효폭 등)을 기술하시오(87회,25점)
2. 건축물 바깥쪽에서의 출구 설치 대상건물의 회전문 설치기준에 대하여 설명하시오(90회,10점)
3. 지하층 규정에 의하여 설치되는 비상탈출구의 구조기준에 대해 열거하시오(78회,10점)
4. 비상구(소방기본법시행령 상)와 비상탈출구(건축 관계법규 상)의 설치대상 및 세부적인 설치기준을 중심으로 비교 기술하시오(81회,25점)
5. 국내 건축법규에서는 화재 방호를 위해 동일한 건축물에 함께 설치할 수 없는 용도를 규정하고 있다. 노인복지시설과 동일 건축물에 설치할 수 없는 용도 5가지를 기술하시오(87회,10점)
6. 같은 건축물안에 공동주택과 위락시설 등 중 하나 이상을 함께 설치하고자 하는 경우에 적용되는 "복합 건축물의 피난시설 등"의 기준에 대하여 기술하시오(88회,10점)
7. 건축물 복도의 너비와 설치기준 및 관람석 등으로부터의 출구 설치기준에 대하여 설명하시오(96회,25점)
8. 방화에 장애가 되는 용도의 제한과 복합건축물의 피난시설 등 설치기준에 대하여 설명하시오(96회,25점)



## 문제8) 건축법상 거실 배연설비

### 1. 설치대상

(1) 6층 이상의 건축물로서 다음의 용도인 것

- ① 문화 및 집회시설, 판매 및 영업시설, 의료시설
- ② 연구소, 아동관련시설, 노인복지시설, 유스호스텔
- ③ 운동시설, 업무시설, 숙박시설, 위락시설, 관광휴게시설

(2) 설치위치 : 피난층을 제외한 해당용도의 거실

→ 건축법상 거실배연설비 대상이면서 소방법상 거실제연설비의 대상인 경우에는 소방법상의 기준에 준함

### 2. 설치기준

(1) 배연창의 위치

① 건축물에 방화구획이 설치된 경우

- ㉠ 그 구획마다 1개소 이상의 배연창을 설치하되, 배연창의 상변과 천장 또는 반자로부터 수직거리가 0.9[m] 이내일 것
- ㉡ 다만, 반자높이가 3[m] 이상인 경우 배연창의 하변이 바닥으로부터 2.1[m] 이상의 위치에 놓이도록 설치할 것

(2) 배연창의 유효면적

- ① 배연창 면적이 1[m<sup>2</sup>] 이상으로서 그 면적의 합계가 당해 건축물의 바닥면적의 1/100 이상일 것(방화구획이 설치된 경우, 구획부분의 바닥면적을 말함)
- ② 바닥면적 산정 시에는 거실 바닥면적의 1/20 이상으로서 환기창을 설치한 거실면적은 제외한다

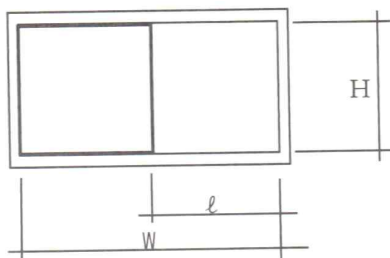
(3) 배연구의 구조

- ① 배연구는 연기 또는 열감지기에 의해 자동적으로 열 수 있는 구조로 하되, 손으로도 열고 닫을 수 있도록 할 것
- ② 배연구는 예비전원에 의하여 열 수 있도록 할 것

(4) 기계식 배연설비를 설치할 경우에는 소방관계법령의 규정에 적합하도록 할 것

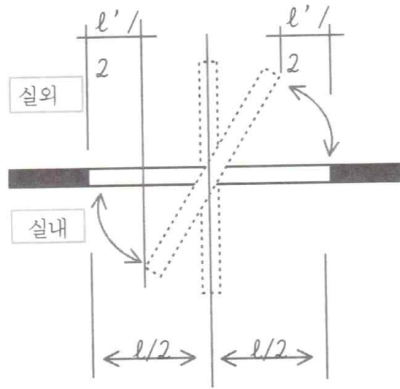
(5) 배연창의 유효면적 별표2

① 미서기창 :  $H \times l$



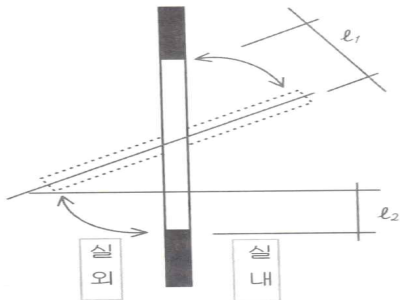
$l$  : 미서기 창 of 유효폭  
 $H$  : 창 of 유효 높이  
 $W$  : 창문의 폭

② Pivot 종축창 :  $\frac{H \times l'}{2} \times 2H \times \frac{l'}{2} \times 2$



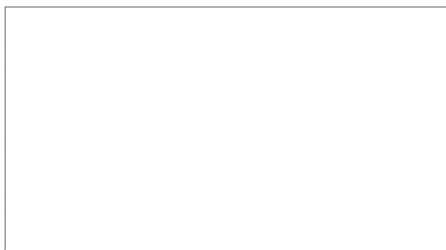
H : 창의 유효 높이  
 $l$  : 90°회전시 창호와 직각방향으로 개방된 수평거리  
 $l'$  : 90°미만 0°초과시 창호와 직각방향으로 개방된 수평거리

③ Pivot 횡축창 :  $(W \times l_1) + (W \times l_2)$



W : 창의 폭  
 $l_1$  : 실내측으로 열린 상부창호의 길이 방향으로 평행하게 개방된 순 거리  
 $l_2$  : 실외측으로 열린 하부창호로서 창틀과 평행하게 개방된 순수수평투영거리

④ 들창 :  $W \times l_2$



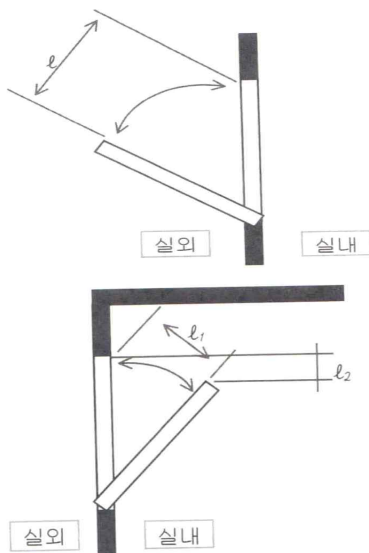
W : 창의 폭  
 $l_2$  : 창틀과 평행하게 개방된 순수 수평투영면적

⑤ 미들창

㉠ 창이 실외 측으로 열리는 경우 :  $W \times l$

㉡ 창이 실내 측으로 열리는 경우 :  $W \times l_2$

(단, 창이 천장(반자)에 근접하는 경우 :  $W \times l_2$ )



W : 창의 폭  
 $l$  : 실외측으로 열린 상부창호의 길이 방향으로 평행하게 개방된 순거리  
 $l_1$  : 실내측으로 열린 상호창호의 길이 방향으로 개방된 순거리  
 $l_2$  : 창틀과 평행하게 개방된 순수 수평투영면적  
 ※ 창이 천장(반자)에 근접한 경우  
 창의 상단에서 천장면까지의 거리  $\leq l_1$

### 3. 특별피난계단 및 비상용승강기의 승강장에 설치하는 배연설비의 구조

- (1) 배연구 및 배연풍도는 불연재료로 하고, 화재가 발생한 경우 원활하게 배연시킬 수 있는 규모로서 외기 또는 평상시에 사용하지 아니하는 굴뚝에 연결할 것
- (2) 배연구에 설치하는 수동개방장치 또는 자동개방장치(열감지기 또는 연기감지기에 의한 것)는 손으로도 열고 닫을 수 있도록 할 것
- (3) 배연구는 평상시에는 닫힌 상태를 유지하고, 연 경우에는 배연에 의한 기류로 인하여 닫히지 아니하도록 할 것
- (4) 배연구가 외기에 접하지 아니하는 경우에는 배연기를 설치할 것
- (5) 배연기는 배연구에 열림에 따라 자동적으로 작동하고, 충분한 공기배출 또는 가압능력이 있을 것
- (6) 배연기에는 예비전원을 설치할 것
- (7) 공기유입방식을 급기가압방식 또는 급·배기방식으로 하는 경우에는 제(1)호 내지 제(6)호의 규정에 불구하고 소방관계법령의 규정에 적합하게 할 것

※ 기출문제분석27(건축법상배연설비관련)

1. 건축법규 상 최근 설치되고 있는 배연설비의 대상 건축물을 열거하고, 설치방식에 대하여 설명하시오(36회,25점)
2. 노인 복지시설의 배연 설비(배연창)설치에 대해 설명하시오(63회,25점)
3. 배연창의 작동시스템에 대하여 기술하시오(Diagram포함)(69회,10점)
4. 건축법상의 거실 배연설비 설치대상과 설치기준에 대하여 기술하시오(80회,25점)
5. 건축물의 설비기준 등에 관한 규칙에서 규정한 특별피난계단과 비상용 승강기 승강장에 설치하는 배연설비의 구조기준에 대하여 설명하시오(98회,10점)

## 문제9) 성능위주 소방설계(PBD, Performance Based Design)

### 1. 배경

#### (1) 방화설계의 한계

- ① 사양위주 설계(CBD, Code Based Design) : 법규 기준(예 : 규약배관방식)
- ② 성능위주 설계(PBD, Performance Based Design) : 성능 기준(예 : 수리계산방식)

#### (2) PBD의 필요성

- ① 화재안전의 극대화
- ② 법 규정에 유연성 부여
- ③ 경제적인 이익
- ④ 고급 소방전문가의 양성 및 소방분야의 발전

#### (3) PBD 대상

- ① 연면적 20만[m<sup>2</sup>] 이상인 특정소방대상물(APT 제외)
- ② 건물높이가 100[m] 이상인 특정소방대상물(APT 제외)  
(지하층을 포함하여 30층 이상인 건물 포함)
- ③ 연면적 3만[m<sup>2</sup>] 이상인 철도역사, 공항시설
- ④ 하나의 건축물에 영화상영관이 10개 이상인 특정소방대상물

### 2. 사양위주설계와 성능위주설계의 비교

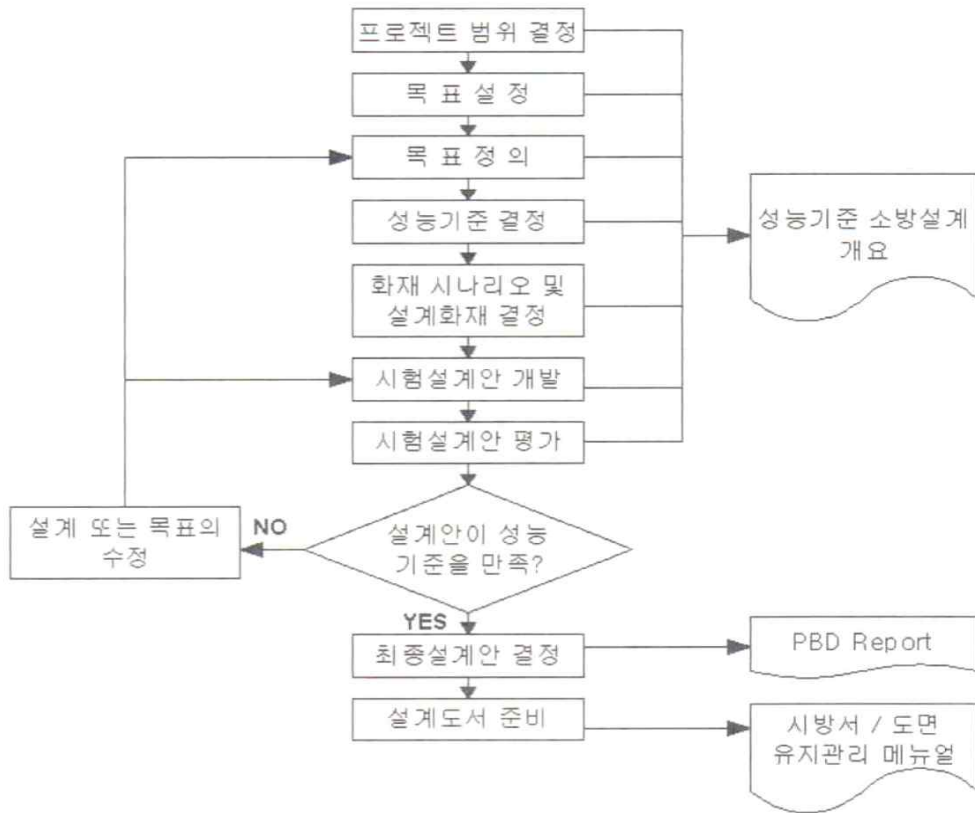
|           | 사양위주설계                                                       | 성능위주설계                                                                                    |
|-----------|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| (1) 설계 방식 | ·법규에 의한 설계                                                   | ·화재성상을 예측, 이에 적합하게 설계                                                                     |
| (2)근거     | ·화재조사결과에 의한 경험                                               | ·공학적 분석(Modeling, Simulation)                                                             |
| (3)특징     | ① 고비용 저효율<br>② 유연성 부족<br>③ 신기술 적용이 곤란                        | ① 저비용 고효율<br>② 유연성 풍부<br>③ 신기술 적용이 용이                                                     |
| (4)장점     | ① 법규준수 여부의 확인이 용이<br>② 전문적인 지식·기술이 불필요                       | ① 실행목표에 적합한 획기적 설계<br>② 경제적 설계<br>③ 설계의 유연성<br>④ 신기술의 신속한 적용                              |
| (5)단점     | ① 법규체계가 복잡<br>② 경제적 설계가 곤란<br>③ 유연성 부족<br>④ 안전확보방법을 한가지로만 가정 | ① 법규준수 여부의 확인의 어려움<br>② 전문적인 지식·기술이 필요<br>③ 목표하는 안전수준의 계량화가 어려움<br>④ 성능평가를 위해 컴퓨터 모델링이 필요 |

### 3. PBD의 절차

#### (1) 프로젝트의 범위 설정

- ① 설계한계 및 프로젝트 스케줄 작성
- ② 프로젝트와 관련된 이해관계자(건축주, 소방서, 입주자, 설계회사 등)와 협의

- ③ 거주자 및 건축물의 특성
- ④ 의도된 건축물의 용도
- ⑤ 적용된 법규 및 기준



[SFPE 핸드북에 표현된 성능위주 소방설계의 절차도]

## (2) 목표설정

- ① 이해관계자들의 화재안전 목표를 설정하는 단계
- ② 인명안전 및 재산보호, 영업의 연속성 확보, 문화재나 중요 재산의 보호, 환경 보호 등 화재안전목표 중에서 어떤 목표가 가장 중요한지를 결정

## (3) 목적의 정의

- ① 설계목표를 구체적인 엔지니어링 용어로 정량화한 값으로 표현하는 것
- ② 화재전파나 열, 연기 등에 의한 피해, 수용 가능한 최대피해 규모를 줄이는 것을 포함한다

## (4) 성능기준의 개발 및 선택

- ① 설계목적이 더 구체적인 형태로 나타나며, 이는 시험설계에서 예상되는 성능이 비교될 수 있는 항목의 구체적 숫자로 표시된다
- ② 성능기준은 일반적으로 물질의 온도, 가스온도, 연기의 농도, 연기 층의 높이, 복사열의 세기 등의 한계치로 표기된다

## (5) 화재시나리오의 개발

- ① 발생 가능한 화재사고를 설명하고, 시나리오 상에서 벌어지는 화재특성, 건물특성, 거주인원들의 특성 등을 포함하는 화재시나리오를 개발한다

- ② NFPA 5000에서는 8가지의 화재시나리오를 요구하고 있으며, 이것들은 순차적으로 시험설계에 평가될 설계화재 시나리오로 합치거나 제외시켜 나가게 된다
- ③ 화재시나리오의 도출을 위한 Tools : FMEA, HAZOP, What-if, FTA, ETA 등의 위험분석 기법을 활용한다

(6) 시험설계 개발

- ① 설계 요구를 충족시키기 위한 시험설계 초안을 개발한다
- ② 시험 설계는 제안된 화재방지시스템, 시공특성, 운영 등을 고려하여 설계화재 시나리오를 사용하여 평가 시 성능기준을 만족시키는 설계를 도출해 내는 것이다

(7) 시험설계 평가

- ① 설계된 시험설계안에 대하여 성능기준을 만족시키는지 여부를 평가하는 것
- ② 시험설계의 평가방법

㉠ 화재 시뮬레이션

- ㉠ 화재시나리오의 설계화재에서의 성장속도와 소방 설비 작동시간 등을 고려
- ㉠ FDS와 Smokeview를 사용하거나, CFAST 프로그램을 이용하여 화재 시뮬레이션을 수행한다
- ㉠ 성능기준에서의 거주한계와 비교하여 거주가능시간을 산출한다

㉡ 피난 시뮬레이션

- ㉠ SFPE핸드북에 제안된 피난시간 계산법이나 피난 모델링 프로그램 등을 이용하여 피난 이동시간을 산출한다
- ㉠ 총 피난시간은 산출된 감지시간 + 반응·지연시간 + 피난이동시간이 된다
- ㉠ 결정론적 방법에서는 만일 거주가능시간이 총 피난시간보다 크면 안전하다. 하지만 총 피난시간보다 거주가능시간이 짧은 경우에는 거주가능 시간 이후에 피난하는 인원은 사망하는 것으로 간주된다

(8) 최종설계의 선택

- ① 시험설계가 평가에서 합격되면, 최종설계로 고려된다
- ② 경제성, 시간적소요, 유지관리성 등을 기준으로 수용 가능한 것이 최종 설계가 된다

(9) 설계문서화

- ① 성능위주소방설계 보고서
- ② 시방서 및 도면
- ③ 상세도면
- ④ 운전 및 부수작업 지침서
- ⑤ 시험성적서

## 문제10) 시나리오 작성방법

### 1. 설계화재 시나리오의 요건(Life Safety Code)

- (1) 설계화재 시나리오는 다음 3가지 중에서 최소한 1가지에 대해 현실성이 있어야 한다
  - ① 초기 화재 위치
  - ② 화재의 초기성장속도
  - ③ 연기의 발생
- (2) 시나리오의 상황이 건물에서 실제로 발생할 수 있는 위험상황이어야 한다

### 2. 설계화재 시나리오의 구성요소

- (1) 발화요소
  - ① 발화원
    - ㉠ 설계화재의 발생 빈도를 고려할 때 가장 중요한 요소가 된다
    - ㉡ 종류 : 나화, 방화, 전기, 복사열원 등
  - ② 최초 착화물품
    - ㉠ 그 자체의 열, 연기 등의 위험성
    - ㉡ 2번째 착화물품으로의 연소 확대를 발생 시킨다
  - ③ 2번째 착화물품
    - ㉠ Flash-over가 고려되고, 구조물의 구조 안전성이 고려되는 시나리오에서는 2번째 착화물품도 중요하다
    - ㉡ 최대 열방출속도, 화재의 성장기를 가속 시킨다
- (2) 열방출속도(HRR) 곡선
- (3) 거주자의 위치 : 재실 위치
- (4) 거주자의 특성 : 수면, 음주, 노약자 또는 장애인 등의 특성
- (5) 특수상황
  - ① 발화지점 : 은폐된 위치인 경우, 화재확대 이전에 발견이 어려운 경우
  - ② 잠긴 출입문 또는 막힌 통로 : 피난을 방해하여 피난시간이 길어진다
  - ③ 설비의 유지관리 상태 불량
- (6) 기타
  - ① 건축물의 특성
  - ② 가연물의 특성
  - ③ 환기특성

### 3. 화재시나리오의 예

- (1) 시나리오 1
  - ① 건물의 용도, 사용자 중심의 일반적인 화재를 가상한다



② 다음 사항이 필수적으로 명확히 설명되어야 한다

- ㉠ 건물사용자 특성
- ㉡ 사용자의 수와 장소
- ㉢ 실 크기
- ㉣ 가구와 실내 내용물
- ㉤ 연소 가능한 물질들과 그 특성 및 발화원
- ㉥ 환기조건
- ㉦ 최초 발화물과 발화물의 위치

(2) 시나리오 2

- ① 내부 문들이 개방되어 있는 상황에서 피난로에 화재가 발생하여 급격한 화재연소가 이루어지는 상황을 가상한다
- ② 화재시 가능한 피난방법의 수에 중심을 두고 작성한다

(3) 시나리오 3

- ① 사람이 상주하지 않는 실에서 화재가 발생하지만, 잠재적으로 많은 재실자에게 위험이 되는 상황을 가상한다
- ② 건축물 내의 재실자가 없는 곳에서 화재가 발생하여 많은 재실자가 있는 공간으로 연소 확대되는 상황에 중심을 두고 작성한다

(4) 시나리오 4

- ① 많은 사람들이 있는 인접한 벽이나 덕트 공간 등에서 화재가 발생한 상황을 가상
- ② 화재감지설비나 화재진압설비가 없는 은폐 공간의 화재가 많은 재실자가 있는 곳으로 확산되는 상황에 중심을 두고 작성한다

(5) 시나리오 5

- ① 많은 거주자가 있는 아주 인접한 장소 중 소방시설의 작동범위에 들어가지 않는 장소에서 아주 천천히 성장하는 화재를 가상하다
- ② 작은 화재에서 시작하지만 큰 대형화재를 일으킬 수 있는 화재에 중심을 두고 작성한다

(6) 시나리오 6

- ① 건축물의 일반적인 사용 특성과 관련, 화재하중에 가장 큰 장소에서 발생한 아주 심각한 화재를 가상한다
- ② 재실자가 있는 공간에서 급격하게 연소 확대되는 화재를 중심으로 작성한다

(7) 시나리오 7

- ① 외부에서 발생하여 본 건물로 화재가 확대되는 경우를 가상한다
- ② 본 건물에서 떨어진 장소에서 화재가 발생하여 본 건물로 화재가 확대되거나 피난로를 막거나 거주가 불가능한 조건을 만드는 화재에 중심을 두고 작성한다

(8) 시나리오 8

- ① 수동적, 능동적 방화설비를 사용 불가능한 상황에서의 화재를 가상한다
- ② 소방설비 또는 소방시설의 신뢰도가 떨어지는 상황 또는 사용할 수 없는 상황에 중심을 두고 작성한다

## 문제11) 화재성상 예측 방법

### 1. 화재성상 예측 방법

- (1) 실제화재 시험결과를 이용 : 실험모델
- (2) 수학적 방법을 이용 : 결정론적 모델, 위험론적 모델
- (3) 결정론 모델의 Hardware : Zone Model, Field Model

### 2. 화재특성의 예측

- (1) 화재성장속도 예측
  - ① 화재의 모델링을 위하여 가장 보편적으로 사용되는 방법이 t-squared curve이다
  - ② Pre-flashover fire의 열방출속도의 증가가 시간의 제곱( $t^2$ )에 비례한다는 가정으로 표현한 것이다
- (2) 스프링클러 작동시간 예측
  - ① 헤드 설치간격의 선택이 가능하다
  - ② 열 특성치(열감도, 작동온도)의 선택이 가능하다
- (3) 연기 발생량 및 이동 예측
  - ① 연기의 유해성 : 가시거리 저하, 호흡곤란, 피난장애
  - ② 피난가능시간의 판단 요소
- (4) 실내온도 변화 예측
  - ① 피난가능온도 :  $100 \sim 110[^\circ\text{C}]$
  - ② 피난가능시간 판단 요소
- (5) 안전 피난시간 예측
  - ①  $RSET < ASET$  = 안전피난 가능  
: 최소피난시간이 허용피난시간보다 적은 경우에는 화재로부터 안전하게 대피할 것으로 가정한다
  - ②  $RSET > ASET$  = 안전피난 불가능  
: 최소피난시간이 허용피난시간보다 많은 시간이 걸리는 경우 안전하게 피난하지 못한 것으로 간주한다
  - ③ 안전시간(Margin of safety)
    - ㉠ 안전시간 =  $ASET - RSET$ (여유시간을 의미)
    - ㉡ 이 값이 클수록 피난안전성이 크다는 것을 의미한다
- (6) Flash-over발생여부 및 도달시간 예측
  - ① Babrauskas의 계산식  
 $Q_{fo} = 750 \cdot A \sqrt{H} [\text{kW}]$
  - ② Flash Over 발생시간의 영향인자
    - ㉠ 화원의 크기
    - ㉡ 내장재료 특성(열관성)

㉔ 실내의 산소분압

㉕ 화재하중

㉖ 개구율

㉗ 가연물의 발열량

(7) 창을 통한 화재전파여부 예측

- ① 창문의 크기가 클수록 화재전파 가능성이 커진다
- ② 미리 예측하여 방지대책을 강구할 수 있다

※ 기출문제분석28(성능위주소방설계관련)

1. Performance Based Fire Design을 설명하시오(53회,15점)
2. Performance Based Fire Protection설계의 과정을 설명하시오(60회,25점)
3. 성능위주 방화설계의 필요성 및 장점을 쓰시오(65회,10점)
4. 성능위주설계(PBD)의 필요성, 장점, 선결조건에 관해 설명하시오(68회,25점)
5. 성능위주의 소방설계(Performance Based Design)을 설명하고 기존의 설계 방법과 비교하여 장·단점을 논하시오(72회,25점)
6. 성능위주의 소방설계 서류작성을 요약하시오(74회,10점)
7. 성능위주의 소방설계 절차에 대하여 설명하고, 기존 법규위주의 설계와 비교하여 장·단점에 대하여 기술하시오(77회,25점)
8. 소방시설공사법에서 규정하고 있는 성능위주설계를 해야 하는 특정 소방대상물의 범위와 성능위주설계자의 자격을 기술하고, 2009년 1월부터 소방방재청에서 시행하고 있는 성능위주설계 수행지침 주요내용에 대해 설명하시오(87회,25점)
9. 성능위주설계(Performance Based Design, PBD)의 흐름도와 장·단점을 설명하시오(94회,25점)
10. 소방시설등의 성능위주 설계 방법 및 기준 중 화재 및 피난시물레이션의 시나리오 작성 기준 및 성능위주설계 보고서 제출 서류에 대하여 설명하시오(96회,25점)
11. 건축규모가 지하 5층, 지상 10층, 연면적 약 300,000㎡인 대형 판매시설에 대한 화재영향평가를 수행하고자 한다. 그 목적과 내용을 설명하시오(85회,25점)

## **문제12) 화재 시뮬레이션**

### **1. 정의**

- (1) 화재 Modeling이란 건물과 같은 공간에 화재가 발생하는 것으로 가정하고 공간내의 물리적 화학적 현상을 시간의 진행에 따라 예측하는 기술을 말한다
- (2) 화재성상 예측 방법
  - ① 실제화재 시험결과를 이용 : 실험모델
  - ② 수학적 방법을 이용 : 결정론적 모델, 위험론적 모델
- (3) 결정론 모델의 Hardware : Zone Model, Field Model

### **2. 화재 시뮬레이션에서 입력해야 할 사항**

- (1) 내적 요소
  - ① 구획실 및 연결부분에 대한 기하학적 자료
  - ② 천장, 벽, 바닥 등의 열역학적 자료
  - ③ 연소생성물의 발생속도
  - ④ 질량 손실율로 표시된 연소속도
  - ⑤ 상부 층 및 하부 층의 온도
  - ⑥ 표면온도 및 열방출율
  - ⑦ 가연물의 발열량
  - ⑧ 화재하중
- (2) 외적 요소
  - ① 화재건물 외부의 풍속 풍향
  - ② 외부의 기온
  - ③ 공기 중의 상대습도
  - ④ 날씨(눈, 비 등)

### **3. Zone Model, Field Model**

- (1) Zone Model
  - ① 방화 구획되어 있는 구획공간(Compartment)의 구역을 분할하여 화재 현상을 분석하기 위한 것으로 화재실을 상부경계층과 하부경계층으로 묘사하여 두개의 검사체적을 사용한다
  - ② 각 영역에 질량 및 에너지 보존 법칙을 적용하여 시간경과에 따른 수치해석의 방법을 이용하여 화재의 영향을 계산해내는 모델 방법이다
  - ③ Software : FIRST, FAST, ASET, ASET-B, CFAST(미국의 NIST) 등
- (2) Field Model
  - ① 작은 여러 개 또는 다수의 검사체적으로 분할하여 화재의 진행 양상을 예측해내는 모델 방법이다

- ② 각 영역에 질량, 에너지, 운동량 보존 법칙을 적용하여 독립적 거동이 아닌 상호 영향을 주면서 시간에 따라 변화하게 되므로 계산과정은 복잡하다

③ Software : FDS(NIST, Fire Dynamics Simulator), Smartfire, Jasmine 등

(3) Zone Model, Field Model 비교

|         | Zone Model                | Field Model                     |
|---------|---------------------------|---------------------------------|
| ① 분석공간  | 2차원 단면                    | 3차원 공간(공간을 세분화)                 |
| ② 화재규모  | 다층·다수실 화재                 | 수개층·수개실 화재                      |
| ③ 지배방정식 | 상미분방정식                    | 편미분방정식                          |
| ④ 적용화재  | 확대화재 이후                   | 초기화재 + 확대화재                     |
| ⑤ 보존식   | ① 질량 보존<br>② 에너지 보존       | ① 질량 보존<br>② 에너지 보존<br>③ 운동량 보존 |
| ⑥ 수치해석  | ① 룡계구터법<br>② 기어법<br>③ 뉴튼법 | ① 유한 요소법<br>② 경계 요소법            |
| ⑦ 계산    | 소형 컴퓨터                    | 대형 컴퓨터                          |
| ⑧ 계산시간  | 짧다(수분~수시간)                | 길다(수시간~수일)                      |
| ⑨ 경제성   | 무료~수만원                    | 수백만~수천만원                        |

#### 4. CFAST, FDS

(1) CFAST

① 구획 화재의 영향을 예측할 수 있는 화재 모델링 Software로써 Zone Model을 이용한 화재역학과 연기확산을 연구하는 Software이다

② 장점

- ㉠ 다수의 구획실을 가진 건물의 화재 온도 및 연기 층의 높이를 예측할 수 있다
- ㉡ 환기시스템의 모델링이 가능하다
- ㉢ 여러 가지 가연물질의 특정화된 데이터 베이스가 포함되어 있다
- ㉣ 결과 도출이 빠르다

③ 단점

- ㉠ 화재성장 모델이 없어서 사용자가 화재성장속도를 입력해야 한다
- ㉡ Zone Model이기 때문에 이동에 제한이 있다
- ㉢ 온도와 독성과의 상호관계가 고려되지 않았다
- ㉣ 화재실은 4각형으로 제한되고 구획실은 30개 까지, 스프링클러와 감지기는 20개까지만 입력할 수 있다
- ㉤ 일반적으로 3개의 구획 실까지는 신뢰도가 있지만 이를 초과할 때는 시뮬레이션의 결과의 신뢰도가 떨어진다

(2) FDS

① 화재 모델링 Software로써 Field Model을 이용한 열과 연기의 이동을 예측하는 Software이다

② 장점

- ㉠ 공간크기에 제한을 두지 않는다
- ㉡ 모델 결과치와 실제 측정치의 오차범위는 5~20[%] 정도이다
- ㉢ 격자간격이 조밀할 경우 오차율이 낮아진다
- ㉣ Smokeview를 구동하게 되면 연기의 유동 상태, 화재 공간의 온도 분포와 가시 거리, 일산화탄소와 같은 연소 생성물의 시간에 따른 변화를 확인할 수 있다

③ 단점

- ㉤ 연기 및 열전달이 저속유동일 경우 적합하며 고속유동인 폭발 등에는 부적합하다
- ㉥ 환기 지배형 화재에 상대적으로 적응성이 없다

## 문제13) 피난 시뮬레이션

### 1. 정의

- (1) 피난 시뮬레이션이란 컴퓨터 프로그램에 데이터를 입력, 화재 시 건물 안에 있는 사람들이 출구까지 대피하는 데 걸리는 시간과 피난계단별 인원 집중도, 피난 병목구간 등을 측정하는 기법이다
- (2) 재실자가 안전하게 피난할 수 있기 위해서는 어떤 경우에도 ASET > RSET일 것이 요구되는데, 실제의 화재상황이 아닌 상태에서 이를 컴퓨터로 모의시험을 해보는 프로그램이 피난 시뮬레이션 프로그램이다
- (2) 피난 시뮬레이션 프로그램은 여러 나라에서 개발되어 여러 가지가 있으나 현재 우리나라에서 많이 사용되고 있는 것은 Simulex와 Exodus이다

### 2. Simulex, Exodus 비교

|                        | Simulex             | Exodus                              |
|------------------------|---------------------|-------------------------------------|
| ①Display               | 2D                  | 3D                                  |
| ②피난방향                  | 거주자에게 가장 가까운 출구를 이용 | 출구와 비상구를 구분하여 이용, 거주자의 친밀도에 따라 선택가능 |
| ③인간의 구체적 행동<br>(요드림 등) | 없음                  | 있음                                  |
| ④인체 유독성                | 미계산                 | FED모델로 계산                           |
| ⑤화재와 연계성               | 없음                  | CFAST와 Smartfire와 연계                |
| ⑥가격                    | 저가                  | 고가                                  |
| ⑦건물구조                  | CAD도면               | 입체적                                 |



※ 기출문제분석29(PBD모델링관련)

1. 화재의 연기 수치해석에서 Zone모델과 Field모델의 개념 및 차이점을 설명하시오(54회,20점)
2. 실내화재시 화원을 중심으로 열연기 거동을 화염(plume), 고온열가스층(ceiling plume zone 및 ceiling jet zone) 및 청정공기층으로 구분할 수 있다. 이를 존모델 그림 형태로 표시하고 화재모델링을 이용하여 온도, 열유속, 열기류의 직접 접촉등 열연기 거동을 평가할 수 있는 항목을 열거하고 기술하시오(79회,25점)
3. 화재시물레이션에 이용되는 존모델(Zone Model)의 대표적인 "CFAST"의 장점과 단점에 대해 기술하시오(87회,25점)
4. 피난시물레이션 프로그램인 Simulex와 Exodus의 특징을 비교 분석하시오(83회,10점)
5. 일반화재의 경우 화재성장현상을 예측하기 위한 방법으로 화재시물레이션을 이용하는 경우가 많다. 화재시물레이션을 실시할 때 주요 입력요소 및 세부요소에 대하여 설명하시오(95회,25점)
6. 화재 및 피난시물레이션 수행 시 인명안전적용기준을 설명하시오(97회,10점)