

발 간 등 록 번 호
11-1661000-000072-10

2020년도

국가화재안전기준 해설서 (5권)

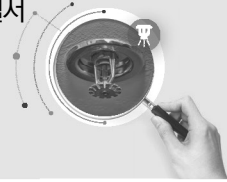
| NFSC 501A |



소방청
National Fire Agency 119

특별피난계단의 계단실 및
부속실 제연설비의
화재안전기준
(NFSC 501A)





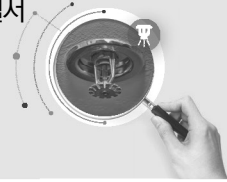
개 요

특별피난계단의 계단실 및 부속실 제연설비의 다른 명칭에 대해 소방방재 분야에서 통상적으로 급기가압제연설비라고 부른다.

제연설비는 글자 그대로 연기를 제어하는 설비의 뜻을 갖고 있다. 물론 제어 대상이 되는 것은 어디까지나 건물의 화재 시에 생성되어 주위 공간으로 확산되어어나가는 연기이다.

건물의 화재는 사실상 거의 대부분 크던 작던 거실과 같은 구획된 장소에서 발생하며, 연기는 불로 인한 고열을 함유하고 있어 천장 쪽으로 맹렬히 떠올라 천장에 부딪침과 동시에 주위의 사방으로 급속히 흘러가는 이른 바, 천장급류(天障急流, Ceiling jet flow)에 의한 유동성 연층(Smoke layer)의 형상을 이루면서 그 지배영역을 넓혀간다. 그 진행과정에서 연기는 냉각과 더불어 아래로도 하강하면서 연층의 영역이 넓어지기도 한다. 물론 구획된 화재장소에서 플래시오버(Flashover)가 일어나면, 그 장소의 연기는 당해 장소의 전 공간을 지배하면서 진압을 위한 조치가 따르지 않는 한 인접 장소로 영역을 확대하거나, 화열 및 연기가 유동할 수 있는 특별한 공간적 경로가 있는 경우에는 화재 발생 장소와는 다소 떨어진 장소로도 화재도약(火災跳躍, Fire jumping)이 유발되기도 한다.

이와 같은 연기의 총체적인 유동은 연기의 주성분들이 열기류에 분산·편승된 상태에서 일어나는 것이므로, 그 유동특성은 사실상 열기류의 유체유동과 같은 맥락을 갖게 된다. 유체유동의 특성을 지배하는 가장 주된 요소는 압력과 지구의 중력이지만, 중력은 연기가 유동하는 모든 지점에 공평하게 작용하므로, 연기의 수평이동의 실질적인 동력인자는 압력이라고 할 수 있다. 배관속의 물 흐름이 결국은 물의 압력차에 의해 진행되는 것처럼, 연기의 유동 역시 그러하다. 그런데 연기는 밀도가 매우 작다. 그것도 고열을 함유하기 때문에 열팽창으로 인해 상온의 공기 밀도보다 작다. 즉 가벼워지는 것이다. 그래서 지구의 중력에 의해 상대적으로 무거운 공기는 내려가고 가벼운 연기는 올라가는 자리바꿈의 현상이 일어나지만, 이는 곧 중력에 의해 압력(기압)의 차이가 유발되는 결과로 이어진다. 열기류의 상하 관계에 있어서도 그 배경은 압력이다.



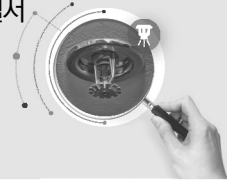
개 요

계다가 화재층은 화재 장소에서 발생하는 막대한 열로 인해 당해 장소의 공기가 열팽창함으로써 그 장소의 기압이 상승하게 되고, 그것은 인접 장소에도 조금씩 연쇄적인 기압상승을 유발한다. 건물은 어느 층이든 드러나지 아니한 수많은 틈새가 존재하므로, 이들 틈새를 통한 공기의 누설로 인해 화재 층의 기압 상승이 지나치게 현저해지지 않는다. 화재상황과 건물의 상태조건이 건물마다 천차 만별이므로 일률적인 일정한 기압이 나타날 수는 없지만, 그래도 기껏해야 수 파스칼(Pascal<Pa>) 내지 수십 파스칼 정도이다. 그러나 이 정도로 상승된 기압만으로도 화재 층의 공기는 보다 기압이 낮은 공간(화열의 영향을 상대적으로 적게 받은 공간)으로 매우 쉽게 흘러갈 수 있다. 밀도가 큰물이 배관 속을 흐를 때의 수압과는 달리, 파스칼 단위로 나타낼 정도의 미압(微壓)만으로도 공기는 쉽게 유동할 수 있는 것이다.

그리하여 이와 같은 특성의 공기를 타고 흐르는 연기성분(집합적으로 말해 연기 그 자체)이 전용의 피난경로가 되는 특별피난계단(부속실 포함) 및 비상용승강기의 승강장 속으로 침투해 들어와 이들 장소가 오염되면, 당해 건물의 인명피난은 사실상 포기될 수밖에 없는 상황이 될 수도 있다. 특히 대량 인원의 불특정 다수인이 머무는 고층 또는 대형건물의 경우에는 특별피난계단 속에 많은 피난자가 집결하여 지상으로 향하는 군중의 흐름(Crowd flow) 속도가 정체될 수도 있으며, 이런 상황에서 계단실이 연기로 오염되면 인명 사상(死傷)의 대형사고로 이어질 수도 있다. 그러므로 피난경로의 연기오염 방지는 건물화재에 대처하는 방재계획의 근간을 이루는 필수요소 중의 하나가 되어야 하는 중요성을 갖는다.

피난경로에 대한 연기오염의 방지방법으로 국내외적으로 가장 보편화된 것이 피난경로에 대해 옥외의 신선한 공기를 공급하여 피난경로의 기압을 화열로 인해 기압의 상승이 유발되는 옥내보다 높게 함으로써 피난경로에 대한 연기의 침투를 방지하는 것, 즉 급기압압 제연설비를 설치, 운용하는 것이다.

이 방법에 대한 연구의 발단은 오래전에 영국의 Fire Research Center(FRS)에서 시작되었고, 누적된 연구결과를 분석하여 이 연구소에서 체계적으로 정립한 데서 시작되었다.



개 요

그러나 공기 속의 위험요소가 침투하는 것을 방지하기 위한 급기가압의 발상은 2차 세계대전 당시 독일에서 시작되었다. 독일은 전쟁 당시 대량살상무기에 대한 연구·개발의 일환으로 추진하였던 독가스의 개발과, 미생물 전(戰)에 사용할 세균의 개발 및 배양과 관련하여, 관련 연구소의 건물 내에 있는 독가스의 제조 및 보관, 세균의 배양 및 보관을 위한 장소에서 이런 유독성 물질이나 미생물의 우발적인 누출사고가 발생하는 경우, 이들 위험물이 당해 장소 이외의 장소로 퍼져나가는 것을 방지하기 위해, 그 장소의 출입 시 별도의 인접 실을 경유토록 하고, 당해 경유 실에 대해 급기가압설비를 설치, 가압함으로써 당해 위험장소와 차압이 형성되게 하고, 당해 위험장소에 대해서는 공기배출시설을 설치하여 누출된 위험물이 섞여 있는 배출공기가 로(爐, Furnace)를 통해 배출되게 함으로써, 배출과정에서 위험물을 태워 없애는 것은 물론, 가압된 경유 실의 틈새를 통해 유입되거나 경유실-위험장소 출입문의 일시 개방으로 위험장소로 유입되는 공기로 인해 경유 실과 당해 위험장소 간의 차압이 점차 사라지는 것을 방지하여 차압이 지속 되게 조치하였던 사실에서 힌트를 얻어, 화재 시의 연기에 대한 응용 가능성도 예견하게 됨으로써, FRS에서 많은 실험을 통한 연구의 결과 그 실효성을 확인하게 된 것이다. 그리하여 1978년 영국의 BS(British Standard) 5588의 Part 4에 "Code of practice for Pressurization in Protected Escape Route"라는 제목의 기술기준이 세계 최초로 발효되었으며, 이후 EN12101 Part 6로 대체되어 활용하고 있다.

따라서 특별피난계단의 계단실 및 부속실 제연설비 소방시설의 설계, 시공, 감리 및 점검업무 등을 담당하고 있는 관계자와 방화관리자 등이 유용하게 활용할 수 있도록 기술하였으며, 설비의 안전성 및 신뢰도를 향상시키고자 하는데 이 해설서의 목표라고 할 수 있다.

일러두기 : 본 해설서는 실무능력을 배양하기 위한 참고도서이므로 다툼의 기준으로 사용할 수 없음

특별피난계단의 계단실 및 부속실 제연설비의 화재안전기준 (NFSC 501A)

소방청고시 제2017-1호(2017. 7. 26.)

제1조(목적) 이 기준은 「화재예방, 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률」 제9조제1항에 따라 소방청장에게 위임한 사항 중 소화활동설비인 특별 피난계단의 계단실 및 부속실 제연설비의 설치유지 및 안전관리에 관하여 필요한 사항을 규정함을 목적으로 한다. <개정 2013. 9. 3., 2015. 10. 28., 2016. 7. 13., 2017. 7. 26.>

해설

1. 기준 및 설치목적

- 가. 특별피난계단의 계단실 및 부속실(비상용승강기의 승강장과 겸용하는 부속실과 비상용승강기의 승강장도 포함한다)에 대해 제연설비를 설치·유지함으로써 피난로 및 피난공간의 안전성을 확보하여 인명안전은 물론 소방관의 소화/구조 활동을 원활하게 하는 데에 그 목적이 있다.
- 나. 급기가압제연설비는 소방대상물의 제연구역 내(계단실, 부속실 또는 비상용승강기의 승강장)에 신선한 공기를 주입하여 옥내(화재발생 부분)보다 압력을 높게 하여 화재 시 발생한 연기 또는 열기가 제연구역으로 확산, 침투하지 못하도록 하여 피난자의 피난과 소화 종사자의 원활한 소화활동을 위해 설치한다.

2. 급기풍도

특별피난계단이나 비상용승강기가 있는 건축물은 일반적으로 고층건축물에 해당하며, 동일 수직선상에 여러 개의 부속실이 있기 마련이다. 이 경우 독립된 각각의

제연구역에 급기경로를 설치하면 이상적이겠지만, 경제성과 효율성을 고려하여 하나의 공통된 수직 급기풍도를 설치하여 급기하게 된다. 하지만 동일수직선상의 급기풍도를 이용하여 각각의 부속실을 동시에 급기 하는 문제에 대해서는 별도의 지속적인 연구를 통해 개선방안을 마련할 필요가 있을 것으로 보인다.

3. 피난로의 유형 및 성격

- 가. 화재 시 피난전용의 동선을 제공할 수 있는 공간구조로서 내화구조의 벽체를 위주로 구획된 것(The escape route enclosed and protected by fire resistant wall)
- 나. 건물 내 피난자의 대피 수단 및 소방대원을 비롯한 필요관계자들이 화재 장소에 도달하기 위한 접근경로
- 다. 피난로가 되는 공간은 피난자의 출입이 가능해야 하므로, 모두 벽체만으로 구획 될 수는 없고 부분적으로 피난구(개구부)가 존재한다. 즉, 방화문(Fire door)이나 방화셔터 등에 의한 출입구가 존재한다.
- 라. 급기가압의 가능대상이 될 수 있는 대표적인 피난로는 다음과 같다.
 - 1) 피난계단(특별피난계단 포함), 내화구조로 구획 된 복도, 승강기(상용, 피난용 또는 비상용 승강기)의 승강장과 그 승강로 등
 - 2) 화재가 발생하여 가연물이 연소 중인 장소(화재실(Fire Area)은 즉, 연기가 지속적으로 생성되는 장소)의 연기제어는 생성되는 연기량 만큼 또는 그 이상의 용량으로 옥외로 배출시켜줌으로써 달성)

4. 특별피난계단

특별피난계단은 『건축법 시행령』 제35조제2항 및 제3항에서 건축물의 11층 이상 또는 지하 3층 이하의 층에 적용대상을 규정하고 있다. 특별피난계단은 피난층 또는 지상으로 통하는 직통계단으로 설치하여야 하며, 『건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙』 제9조 제2항 제3호'에서 그 구조를 규정하고 있다.

특별피난계단은 구조적으로 안전하고, 피난자를 1층 또는 피난층까지 안전하게 수직 이동할 수 있도록 한 피난 통로이다.

5. 부속실

비상용승강기 승강장 부속실은『건축물의 설비기준 등에 관한 규칙』 제10조 제2호 가목에서 규정하고 있으며, 특별피난계단 부속실은『건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙』제9조 제2항 제3호'의 규정에서 정하고 있으며, 공동주택에 설치하는 비상용승강기의 승강장은 특별피난계단의 부속실과 겸용이 가능하도록 하고 있다. 부속실은 화재 시 가압공간으로 만들어 연기가 들어오지 못하도록 하여 피난을 위한 경유 공간, 자력으로 피난을 하지 못하는 거주자가 구조되기까지 일시적으로 머무는 피난장소 또는 제2의 안전구역이며, 거실의 연기가 피난계단으로 흘러들어가지 못하도록 하는 일종의 장벽(barrier)역할을 하기도 한다.

6. 제연설비

자연적인 방법 또는 송풍기나 배출기를 이용한 기계적인 방법을 이용하여 연기 이동 및 확산을 제한하는 설비를 말하며, 송풍기로 물리적 장벽사이를 가압시켜 가압공간으로 연기가 들어오지 못하도록 연기를 방어(방연=smoke defense)하거나, 배출기로 화재실의 연기를 배출(배연=smoke ventilation)하는 설비를 말한다.

가. 연기(smoke)

가연성 가스에서 유리된 탄소인자(유리탄소)와 덩어리인 매연, 또는 미연소 물질이 연소 도중에 응축액, 물방울 입자 등이 공기 중에 부유·확산되어 있는 상태를 연기라고 부른다. 연기 미립자의 크기는 0.01 ~ 10 μm 정도이고, 화재 시의 연기란 연기 입자만을 구분해서 다루는 것이 아니라 연기입자를 포함한 열기류 전체를 뜻한다.

나. 제연(smoke control)

“제연”이란 피난수단, 건물 내의 재실자가 연기로부터 안전하게 피난을 할 수 있도록 피난로의 환경을 조성하거나 소화활동을 돕기 위하여 건물에서 연기의 생성, 이동, 제거에 영향을 미치는 기술을 말하며, 또한 제연에는 배연과 방연의 두 가지 개념이 단독으로 또는 병용하여 적용된다.

7. 안전관리

화재로부터 발생하는 재난을 사전에 예방하고, 예측하고, 관리함으로써 인명과 재산피해를 최소화하는 것을 말한다.

※ EN12101 Part 6(BS 5588 Part 4) 개요

EN12101 Part 6에서 규정하는 차압 시스템은 방호된 피난경로, 피난 공간, 소화활동 샤프트, 승강장(부속실) 등에 화재(연기)로부터 극복할 수 있는 조건을 유지함으로써 인명안전과 소화활동의 주된 목적을 가지고 있다. 이 때 영국 건축 환경은 부속실 개념이 없고(일본만 있음) 계단에서 거실로 직접 연결되는 건축물의 구조로 모든 제연 이론 및 공식이 설정 되어 있었다.

※ NFPA 92A 목적

1. 피난기간동안 피난로에 방어환경을 유지한다.
2. 화재구역으로부터 연기이동을 제어하고 감소시킨다.
3. 화재발생 위치를 규명하고 제어하여 조사 및 구조작업을 원활히 할 수 있도록 화재구역의 외부 조건을 마련한다.
4. 인명을 보호하고 재산손실을 감소시킨다.

제2조(적용범위) 「화재예방, 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률 시행령」(이하 "영"이라 한다) 별표 5의 제5호가목6)에 따른 특별피난계단의 계단실(이하 "계단실"이라 한다) 및 부속실(비상용승강기의 승강장과 겸용하는 것 또는 비상용승강기의 승강장을 포함한다. 이하 "부속실"이라 한다)의 제연설비는 이 기준에서 정하는 규정에 따라 설비를 설치하고 유지·관리하여야 한다. <개정 2013. 9. 3., 2015. 10. 28., 2016. 7. 13.>

해설

1. 관련 법령

- 가. 『화재예방, 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률』 제9조(특정대상물에 설치하는 소방시설의 유지·관리 등)① 특정소방대상물의 관계인은 대통령령

령이 정하는 바에 따라 특정소방대상물의 규모·용도 및 수용인원 등을 고려하여 갖추어야 하는 소방시설을 소방청장이 정하여 고시하는 『화재안전기준』에 따라 설치 또는 유지·관리하여야 한다. 이 경우 「장애인·노인·임산부 등의 편의증진 보장에 관한 법률」 제2조제1호에 따른 장애인등이 사용하는 소방시설(경보설비 및 피난설비를 말한다)은 대통령령으로 정하는 바에 따라 장애인등에 적합하게 설치 또는 유지·관리하여야 한다.

나. 화재예방, 소방시설 설치유지 및 안전관리에 관한 법률 시행령 제15조 별표 5 제5호 가목에서 제연설비를 설치하여야 할 특정소방대상물을 정하고 있으며, 다음 각호의 1과 같다.

- 1) 문화 및 집회시설, 종교시설, 운동시설로서 무대부의 바닥면적이 200㎡ 이상 또는 문화 및 집회시설 중 영화상영관으로서 수용인원 100명 이상인 것
- 2) 지하층이나 무창층에 설치된 근린생활시설, 판매시설, 운수시설, 숙박시설, 위락시설, 의료시설, 노유자시설 또는 창고시설(물류터미널만 해당한다)로서 해당 용도로 사용되는 바닥면적의 합계가 1천㎡ 이상인 층
- 3) 운수시설 중 시외버스정류장, 철도 및 도시철도 시설, 공항시설 및 항만시설의 대합실 또는 휴게시설로서 지하층 또는 무창층의 바닥면적이 1천㎡ 이상인 것
- 4) 지하가(터널을 제외한다)로서 연면적 1천 제곱미터 이상인 것
- 5) 지하가 중 예상 교통량, 경사도 등 터널의 특성을 고려하여 총리령으로 정하는 터널
- 6) 특정소방대상물(갯복도형 아파트를 제외한다)에 부설된 특별피난계단 또는 비상용승강기의 승강장

2. 무창층

화재예방, 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률 시행령 제2조 제1항 제1호에서 "무창층(無窓層)이란 지상층 중 다음 각 목의 요건을 모두 갖춘 개구부(건축물에서 채광·환기·통풍 또는 출입 등을 위하여 만든 창·출입구, 그 밖에 이와 비슷한 것을 말한다)의 면적의 합계가 해당 층의 바닥면적(「건축법 시행령」 제119조 제1항 제3호에 따라 산정된 면적을 말한다. 이하 같다)의 30분의 1 이하가 되는 층을 말한다."로 정의하고 있다.

- 가. 개구부의 크기가 지름 50센티미터 이상의 원이 내접할 수 있을 것
 - 나. 그 층의 바닥 면으로부터 개구부 밑 부분까지의 높이가 1.2 미터이내일 것
 - 다. 개구부는 도로 또는 차량의 진입이 가능한 공지에 면할 것
 - 라. 화재 시 건축물로부터 쉽게 피난할 수 있도록 창살 그 밖의 장애물이 설치되지 아니할 것
 - 마. 내부 또는 외부에서 쉽게 파괴 또는 개방이 가능할 것
- 무창층에 대한 해석에 대해서 그동안 많은 논란이 있어 왔다. 특히 창문을 쉽게 파괴 또는 개방할 수 있는 것에 대한 명확한 기준이 없었기 때문이다. 그러나 2011년 3월 소방방재청(현 소방청)의 지침에서 무창층 기준 해석에 대한 업무처리 지침을 내놓으면서 이러한 논란은 해결되었다. 무창층 해석에 대한 주요 내용은 아래 표와 같다.

| 업무지침 | 무창층 업무지침 |
|------|--|
| | <p>1. 가목 중 '개구부의 크기가 지름 50cm 이상의 원이 내접할 수 있을 것' 관련 개구부의 크기 기준</p> <p>가. 쉽게 파괴가 불가능한 개구부의 경우에는 문이 열리는 부분(공간)이 지름 50cm 이상의 원이 내접할 수 있는 경우에만 개구부로 인정</p> <p>나. 쉽게 파괴가 가능한 개구부인 경우에는 유리를 일부 파괴하고 내·외부로부터 개방할 수 있는 부분이 지름 50cm 이상의 원이 내접할 수 있는 경우에만 개구부로 인정</p> <p>※ 지름산정 시 창틀은 포함하지 않으며 파괴가 가능한 유리부분의 지름만을 인정</p> <p>다. 일반유리창의 경우 바닥으로부터 1.2m 이내에 파괴가 가능하거나 문이 열리는 부분(공간)이 지름 50cm 이상의 원이 내접할 수 있는 경우에만 개구부로 인정</p> <p>라. 프로젝트창의 경우 하부창이 바닥으로부터 1.2m 이내에 파괴가 가능하거나 문이 열리는 부분(공간)이 지름 50cm 이상의 원이 내접할 수 있는 경우로서 상부창이 "[4] 쉽게 파괴할 수 있는 유리의 종류"에 해당하고 지름 50cm 이상의 원이 내접할 수 있는 경우에는 상·하부 창 모두를 인정</p> <p>2. 나목 중 '바닥면으로부터 개구부 밑 부분까지의 높이가 1.2m 이내일 것' 관련 개구부의 밑 부분에 대한 해석</p> <p>가. 지름 50cm 이상의 원이 내접할 수 있는 개구부의 하단이 바닥으로부터 1.2m 이내에 있어야 함</p> <p>3. 다목 중 도로 폭에 대한 기준</p> <p>가. 건축법 제2조 제11호 및 제44조 제1항 "도로"준용</p> <p>※ 일반도로 4m, 막다른 도로 2m</p> <p>4. 마목 중 '쉽게 파괴 또는 개방할 수 있을 것' 으로 볼 수 있는 경우</p> <p>가. 쉽게 파괴할 수 있는 유리의 종류</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 일반유리 : 두께 6mm 이하 2) 강화유리 : 두께 5mm 이하 3) 복층유리 : <ul style="list-style-type: none"> - 일반유리 두께 6mm 이하 + 공기층 + 일반유리 두께 6mm 이하 - 강화유리 두께 5mm 이하 + 공기층 + 강화유리 두께 5mm 이하 4) 기타 소방서장이 쉽게 파괴할 수 있다고 판단되는 것 |

3. 특별피난계단 설치대상

가. 설치대상 : 건축법 시행령 제35조

- 1) 11층 이상의 층(공동주택의 경우 16 층 이상)
- 2) 지하 3층 이하의 층
- 3) 5층 이상 또는 지하 2층의 건물 중 판매시설, 영업시설 중 도매시장, 소매시장 및 상점의 용도로 쓰이는 층으로부터의 직통계단은 그 중 1개소 이상 특별피난계단을 설치하여야 한다.

나. 제외대상 : 갓 복도식 공동주택, 바닥면적 400 m² 미만인 층

※ “갓 복도식 공동주택”을『건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙』제9조제4항에서 각 층의 계단실 및 승강기에서 각 세대로 통하는 복도의 한쪽 면이 외기(外氣)에 개방된 구조의 공동주택을 말한다.라고 정의하고 있다. 즉, 한쪽 면이 외기에 개방된 구조라는 것은 창문이 없이 외기가 직접 면하는 개방된 구조를 말하며, 창문이 있는 복도 또는 중복도 형태로 복도의 끝부분이 외기에 개방된 복도는 갓 복도식에 해당하지 않는다.

※ “바닥면적 400 m² 미만인 층”에 대해서는 특별피난계단 구조로 설치하지 않아도 된다는 것이다. 즉 하나의 수직공간에서 해당 층의 면적이 400 m² 미만인 층에 대해서는 특별피난계단 구조를 제외해도 된다는 것으로 이해할 수 있다. 이는 상당히 위험한 발상이다. 수직피난구역에서 계단의 구조를 다르게 한다는 것은 피난에 위험을 초래하게 된다. 따라서 하나의 수직계단에서 층의 면적이 400 m² 미만인 층이 있어도 전체 수직계단을 모두 특별피난계단 구조로 하여야 한다.

4. 특별피난계단의 구조

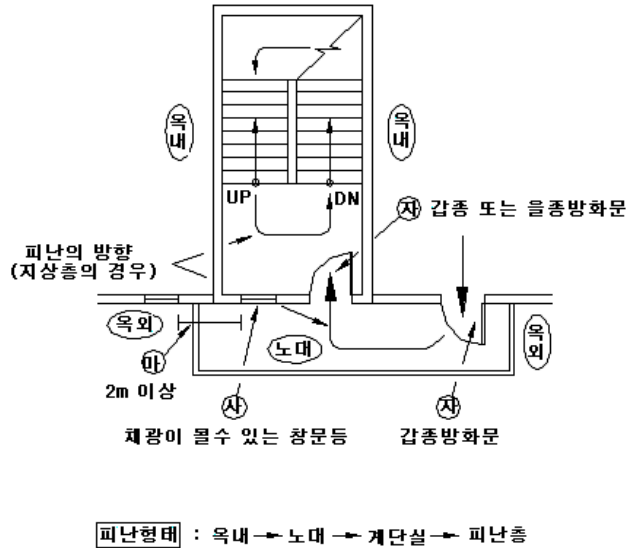
가. 건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙 제9조 제2항 제3호

- 1) 건축물의 내부와 계단실은 노대를 통하여 연결하거나 외부로 향하여 열 수 있는 면적 1 제곱미터 이상인 창문(바닥으로부터 1미터 이상의 높이에 설치한 것에 한한다) 또는『건축물의 설비기준 등에 관한 규칙』제14조의 규정에 적합한 구조의 배연설비가 있는 면적 3제곱미터 이상인 부속실을 통하여 연결할 것
- 2) 계단실·노대 및 부속실(「건축물의 설비기준 등에 관한 규칙」 제10조제2호 가목의 규정에 의하여 비상용승강기의 승강장을 겸용하는 부속실을 포함한

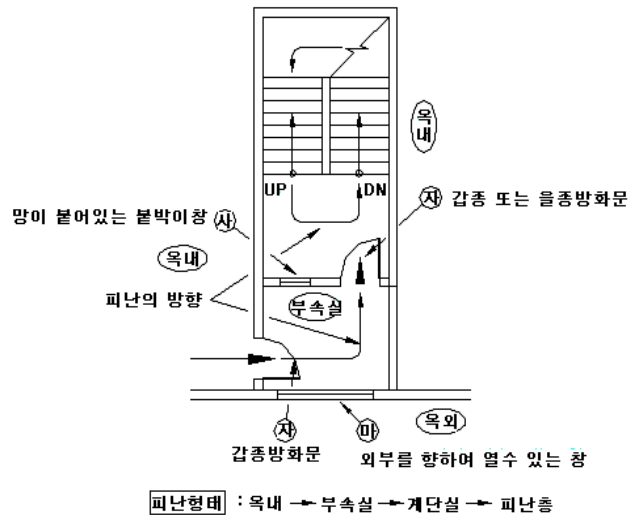
- 다)은 창문등을 제외하고는 내화구조의 벽으로 각각 구획할 것
- 3) 계단실 및 부속실의 실내에 접하는 부분(바닥 및 반자 등 실내에 면한 모든 부분을 말한다)의 마감(마감을 위한 바탕을 포함한다)은 불연재료로 할 것
 - 4) 계단실에는 예비전원에 의한 조명설비를 할 것
 - 5) 계단실, 노대 또는 부속실에 설치하는 건축물의 바깥쪽에 접하는 창문 등 (망이 들어 있는 유리의 불박이창으로서 그 면적이 각각 1제곱미터 이하인 것을 제외한다)은 계단실, 노대 또는 부속실외의 당해 건축물의 다른 부분에 설치하는 창문 등으로부터 2미터 이상의 거리를 두고 설치할 것.
 - 6) 계단실에는 노대 또는 부속실에 접하는 부분 외에는 건축물의 내부와 접하는 창문 등을 설치하지 아니할 것
 - 7) 계단실의 노대 또는 부속실에 접하는 창문 등(출입구를 제외한다)은 망이 들어있는 유리의 불박이창으로서 그 면적을 각각 1제곱미터 이하로 할 것
 - 8) 노대 및 부속실에는 계단실외의 건축물의 내부와 접하는 창문 등(출입구를 제외한다)을 설치하지 아니할 것
 - 9) 건축물의 내부에서 노대 또는 부속실로 통하는 출입구에는 제26조 제1항의 규정에 의한 갑종방화문을 설치하고, 노대 또는 부속실로부터 계단실로 통하는 출입구에는 제26조의 규정에 의한 갑종방화문 또는 을종방화문을 설치할 것
 - 10) 계단은 내화구조로 하되, 피난층 또는 지상까지 직접 연결되도록 할 것.
 - 11) 출입구의 유효너비는 0.9 미터 이상, 피난방향으로 열 수 있을 것

5. 특별피난계단의 예

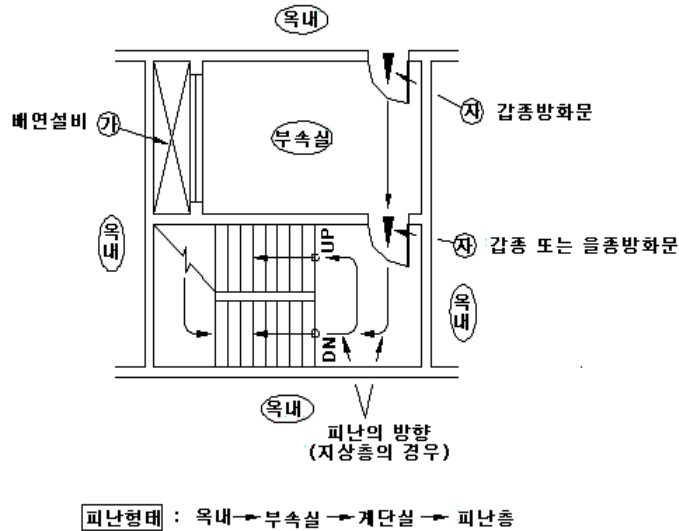
특별피난계단(노대를 통하여 연결) 예



특별피난계단(외부개방창이 있는 부속실로 연결로) 예



특별피난계단(배연설비가 있는 부속실로 연결) 예



※ “○” 내의 첨자는 건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙 제9조 제2항 제3호 제목을 표시함.

6. 비상용승강기 설치대상

가. 설치대상 : 건축법시행령 제90조에 따라 높이가 31 m를 넘는 건축물, 공동주택의 경우에는 주택건설기준 등에 관한 규정 제15조제2항에 따라 10층 이상인 경우에는 비상용승강기를 설치하여야 한다. 비상용승강기 적용에 대한 변천을 살펴보면 1999년4월3일 시행령이 변경되어 2000년5월9일 이전까지는 높이 31m를 적용하였으며, 2000년5월9일부터는 41m를 적용하였다. 그러나 2006년 5월 9일부터 다시 31 m로 설치 대상을 변경하여 현재까지 적용하고 있다. 공동주택의 경우에는 2007년7월24일 주택건설기준 등에 관한 규정 제15조제2항이 변경되어 16층 이상에서 10층 이상인 경우로 비상용승강기의 설치대상을 변경하였다..

나. 제외대상 :

- 1) 『건축법 시행령』제89조의 규정에 의하여 설치되는 승용승강기를 비상용승강기의 구조로 하는 경우

- 2) 『건축물의 설비기준에 관한 규칙』 제9조에 따라 높이 31 m를 넘는 각층부분에 있어서 다음에 해당하는 경우에는 비상용승강기 설치를 제외할 수 있다.
- 가) 그 부분을 거실외의 용도로 사용하는 건축물
 - 나) 그 부분의 바닥면적의 합계가 500 m² 이하인 건축물
 - 다) 그 부분의 층수가 4 개 층 이하로서 당해 각 층의 바닥면적의 합계 200 m² (불연내장인 경우 500 m²)이내마다 방화구획 한 건축물

7. 비상용승강기의 승강장 및 승강로의 구조

『건축물의 설비기준 등에 관한 규칙』 제10조 : 법 제64조제2항의 규정에 의한 비상용승강기의 승강장 및 승강로의 구조는 다음 각목의 기준에 적합하여야 한다. 또한 비상용승강기의 승강장 및 승강로 구조는『승강기의 검사기준』제2015-86의 기준(별표 1. 전기식 엘리베이터의 구조)에 따라야 한다.

가. 비상용승강기 승강장의 구조

- 1) 승강장의 창문·출입구 기타 개구부를 제외한 부분은 당해 건축물의 다른 부분과 내화구조의 바닥 및 벽으로 구획할 것. 다만, 공동주택의 경우에는 승강장과 특별피난계단(『건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙』 제9조의 규정에 의한 특별피난계단을 말한다. 이하 같다)의 부속실과의 겸용부분을 특별피난계단의 계단실과 별도로 구획하는 때에는 승강장을 특별피난계단의 부속실과 겸용할 수 있다.
- 2) 승강장은 각층의 내부와 연결될 수 있도록 하되, 그 출입구(승강로의 출입구를 제외한다)에는 갑종방화문을 설치할 것. 다만, 피난층에는 갑종방화문을 설치하지 아니할 수 있다.
- 3) 노대 또는 외부로 향하여 열 수 있는 창문이나 제14조제2항의 규정에 의한 배연설비를 설치할 것
- 4) 벽 및 반자가 실내에 접하는 부분의 마감재료(마감을 위한 바탕을 포함한다)는 불연재료로 할 것
- 5) 채광이 되는 창문이 있거나 예비전원에 의한 조명설비를 할 것
- 6) 승강장의 바닥면적은 비상용승강기 1대에 대하여 6 제곱미터이상으로 할 것. 다만, 옥외에 승강장을 설치하는 경우에는 그러하지 아니하다.
- 7) 피난층이 있는 승강장의 출입구(승강장이 없는 경우에는 승강로의 출입구)

로부터 도로 또는 공지(공원·광장 기타 이와 유사한 것으로서 피난 및 소화를 위한 당해 대지에의 출입에 지장이 없는 것을 말한다)에 이르는 거리가 30 미터 이하일 것

- 8) 승강장 출입구 부근의 잘 보이는 곳에 당해 승강기가 비상용승강기임을 알 수 있는 표지를 할 것

나. 비상용승강기의 승강로의 구조

- 1) 승강로는 당해 건축물의 다른 부분과 내화구조로 구획할 것
- 2) 각층으로부터 피난층까지 이르는 승강로를 단일구조로서 연결하여 설치할 것

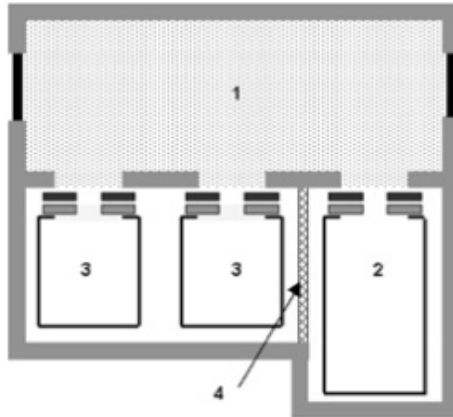
다. 비상용 승강기 승강장은 그림 1과 같이 승강로를 포함하여 방화구획으로 설치하여야 한다. 비상용승강기 단독으로 설치된 경우에는 문제가 없지만 일반용 승강기와 비상용승강기를 하나의 방화구획 된 공간 내에 설치한 경우에는 공용되는 모든 승강로를 포함하여 비상용승강기에 적합한 구조로 구획하여야 한다. 즉, 모든 승강기를 비상용승강기로 볼 수 있다. 이때 방화구획 기준은 기계실을 포함하여 적용하여야 한다.

그림 2와 같이 공용 승강로에 비상용 엘리베이터를 다른 엘리베이터와 구분시키기 위해 중간에 내화구조의 벽으로 구획하지 않은 경우에는 비상용 엘리베이터의 정확한 기능을 수행하기 위해 모든 엘리베이터 및 전기장치는 비상용 엘리베이터와 같은 방화조치가 되어야 한다.

단독 비상용 승강기 및 방화 구획된 로비 배치도

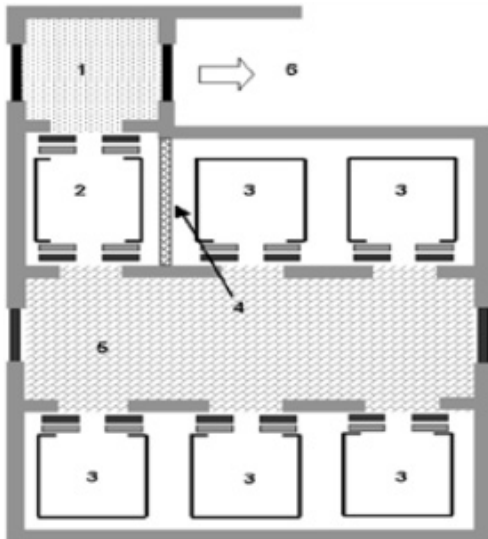


1개 이상의 승강기가 설치된 비상용 승강기
및 방화 구획된 로비의 배치도



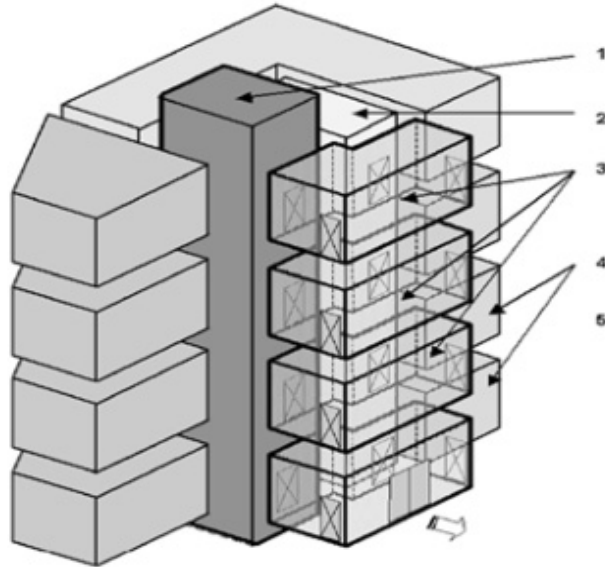
- 1. 방화 구획된 로비
- 2. 비상용 승강기
- 3. 일반 승강기
- 4. 중간 방화벽

다수의 승강로에 있는 이중 출입 비상용
승강기
및 방화 구획된 로비의 배치도



- 1. 방화 구획된 로비
- 2. 비상용 승강기
- 3. 일반 승강기
- 4. 중간 방화벽
- 5. 주 승강기 방화구획 로비
- 6. 피난통로

방화구획의 개념



1. 승강기 승강로: 승강로와 연결된 모든 승강장은 바닥을 기준으로 방화구획으로 구성
2. 계단(피난 통로): 계단은 다른 부분과 방화구획으로 구성
3. 승강장: 승강장 바닥을 방화구획으로 구성
4. 유용 구역: 방화구획 된 로비를 통해서만 비상용 승강장에 연결
5. 기계실: 상기 그림에서는 나타나 있지 않지만, 일반적으로 승강기 승강로와 동일한 방화구획에 속한다.

제3조(정의) 이 기준에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

1. "제연구역"이란 제연 하고자 하는 계단실, 부속실 또는 비상용승강기의 승강장을 말한다. <개정 2013. 9. 3.>
2. "방연풍속"이란 옥내로부터 제연구역내로 연기의 유입을 유효하게 방지할 수 있는 풍속을 말한다.
3. "급기량"이란 제연구역에 공급하여야 할 공기의 양을 말한다.
4. "누설량"이란 틈새를 통하여 제연구역으로부터 흘러나가는 공기량을 말한다.

해 설

1. 제연구역

"제연구역"이란 내화구조의 벽으로 구획된 공간 내에 외부의 신선한 공기를 주입하여 옥내(화재 실)에서 발생한 연기가 구획된 공간(제연구역)으로 침입하는 것을 방지하여 거주자의 피난 및 소방대의 소화활동을 목적으로 나눈 공간으로서 제연구역 대상에 따라 계단실, 부속실, 계단실과 부속실 동시, 비상용승강기승강장을 말한다.

2. 방연풍속

가. 재실자(또는 거주자)가 화재 시 피난계단을 통해 피난할 때, 또는 소방대가 비상용승강기승강장을 이용하여 소방작업을 할 때 가압공간인 제연구역은 피난경로 또는 소방대의 진입경로에 해당하므로 출입이 반복적으로 발생하고, 이때 출입문은 일시적인 개방상태를 반복하게 된다. 이와 같이 출입문의 일시적인개방에 따라 제연구역의 차압은 순간적으로 낮아지고 화재실의 연기는 제연구역으로 유입된다. 이 때, 출입문의 개방에 따라 연기가 옥내로부터 제연구역으로 유입되는 것을 막기 위해서 그에 상응하는 방연풍량을 제연구역으로부터 옥내쪽으로 공급하는데, 이 때의 공기흐름에서 출입문의 크기와 흐르는 공기량에 따라 풍속이 결정된다. 이때의 풍속을 "방연풍속"이라 한다. 또, 이 때의 방연풍량은 보충량과 24쪽의 "유입공기"를 합한 공기량이

다. 이 때 기류의 분포가 방화문의 상부로 향하여야 화재실의 연기가 부속실로 유입을 방지할 수 있다. 따라서 설계자는 자동차압·과압조절형 급기댐퍼의 설치위치와 구조에 대해서 건축구조 등을 고려하여 신중하게 결정하여야 한다.

나. 방연풍속의 측정위치를 정리하면 다음과 같다.

- 1) 계단실만을 단독으로 제연하는 경우는 계단실의 출입문
- 2) 계단실과 부속실을 동시에 제연하는 경우는 부속실 출입문
- 3) 비상용승강기의 승강장만을 제연하는 경우는 승강장 출입문
- 4) 비상용승강기 및 피난용승강기의 승강로만을 제연하는 경우는 승강장 출입문
- 5) 특별피난계단 부속실만을 제연하는 경우는 거실방향의 부속실 출입문
- 6) 비상용승강기의 승강장과 특별피난계단의 부속실을 겸용하는 경우는 세대(옥내)출입문

방연풍속 측정 예



3. 누설량

“누설량”이란, 제연구역의 출입문이 닫힌 상태로 가압되고 있는 상태에서, 제연구역 출입문 등의 누설틈새를 통하여 제연구역 외부로 누설되어 나가는 공기의 양을 말한다. 이때, 설계자는 누설량을 결정하기 위해서 부속실을 구성하는 건물구조와 건축자재 및 시공의 특징에 따라 고려하여야 한다. 즉 건축물에서의 틈새는

건축구조에 따라서 다양하게 발생할 수 있으며, 방화문의 틈새 또한 시공방법, 제품사양에 따라 각기 다른 특성을 보일 수 있기 때문이다.

4. 급기량

옥외로부터 신선한 공기를 가압공간인 제연구역에 차압 및 방연풍속을 유지하기 위해 가압되는 공기의 공급량을 말한다. 누설량과 보충량의 합을 급기량이라 한다.

5. "보충량"이란 방연풍속을 유지하기 위하여 제연구역에 보충하여야 할 공기량을 말한다.
6. "플랩댐퍼"란 부속실의 설정압력범위를 초과하는 경우 압력을 배출하여 설정압 범위를 유지하게 하는 과압방지장치를 말한다.
7. "유입공기"란 제연구역으로부터 옥내로 유입하는 공기로서 차압에 따라 누설하는 것과 출입문의 일시적인 개방에 따라 유입하는 것을 말한다.
8. "거실제연설비"란 『제연설비의화재안전기준(KFSC 501)』의 기준에 따른 옥내의 제연설비를 말한다.
9. "자동차압·과압조절형 급기댐퍼"란 제연구역과 옥내사이의 차압을 압력센서 등으로 감지하여 제연구역에 공급되는 풍량의 조절로 제연구역의 차압유지 및 과압방지를 자동으로 제어할 수 있는 댐퍼를 말한다.
10. "자동폐쇄장치"란 제연구역의 출입문 등에 설치하는 것으로서 화재발생시 옥내에 설치된 감지기 작동과 연동하여 출입문을 자동적으로 닫게 하는 장치를 말한다. <개정 2010. 12. 27., 2013. 9. 3.>

해설

1. 보충량

보충량이란 방연풍량이라고도 할 수 있다. 보충량은 재실자(거주자)가 피난을 할 때 출입문의 개방(양여닫이문 인 경우 1개의 방화문 개방 기준)에 따라 화재실에서 유입되는 연기를 차단할 수 있도록 제연구역과 거실사이의 방연풍속을 유지하기 위해 외부로부터 공급되는 보충 공기량을 말한다.

2. 플랩댐퍼

플랩댐퍼란 “5호 보충량”으로 제연구역의 차압을 유지할 때 설정 차압 이상으로 제연구역이 가압되면 출입문이 닫히지 않기 때문에 이를 막기 위해 설정 차압 이상의 압력을 제연구역 밖으로 배출하는 장치 즉 과압방지장치를 말한다.

제연구역의 과압 발생은 누설틈새 면적이 설계 값보다 적거나, 자동차압·과압조절형댐퍼의 누설량이 클 경우 플랩댐퍼의 설계면적이 적거나 조절이 잘 못된 경우, 송풍기 회전수 제어방식의 경우에는 차압 설정을 잘못 설정한 경우 등을 들 수 있다.

3. 유입공기

유입공기란, 제연구역 출입문의 일시적인 개방에 따라 제연구역(부속실)으로부터 옥내(화재구역)로 유입하는 공기를 말한다. 여기서, “출입문 개방”은 화재안전기준(501A) 제25조제2항제5호에 따라 제연구역과 면하는 옥내 및 계단실의 출입문을 동시에 개방하는 경우를 말한다. 즉, 하나의 부속실의 차압형성을 위한

급기량($\frac{Q_1}{N}$)과, 출입문 개방 층을 제외한 모든 층의 부속실에서 계단실로 누설되는 공기량(Q_0) 및 출입문 개방에 따른 방연풍속을 유지하도록 제연구역내로 보충 공급되는 공기량(Q_2)의 합산공기량이 “유입공기량”이다. 즉, 유입공기량 = $\frac{Q_1}{N} + Q_0 + Q_2$ 가 된다. 다만, 여기서 계단실에 열림식 창문이 설치된 경우에는 창문에 자동폐쇄장치가 설치되어야 위의 Q_0 가 인정된다.

4. 거실제연설비

거실제연설비란 화재안전기준(NFSC 501)의 기준에서 정의한 제연설비로서 피난로가 아닌 옥내(거실)의 연기제어에 필요한 설비를 말한다. 즉, 화재 시 옥내에 거주하는 재실자가 거실로부터 피난을 위하여 안전하게 퇴실하기까지의 연기층 하강을 지연시켜 연기를 제어하는 설비 시스템을 말한다.

5. 자동차압·과압조절형 급기댐퍼

“자동차압·과압조절형 급기댐퍼”란 제연구역과 화재실사이의 차압(압력차이)을 압력센서 등으로 감지하여 제연구역에 공급되는 풍량을 조절하여 제연구역의 차압을 유지하고 과압을 자동으로 제어할 수 있는 일종의 자동 풍량조절댐퍼를 말한다. “자동차압·과압조절형 급기댐퍼”의 과압조절 가능 차압은 소방산업기술원의 “「자동차압·과압조절형 급기댐퍼의 성능인증 및 제품검사의 기술기준」(소방청 고시)”에 따른 성능에 따른다. 동기준 제5조의2(누설량 시험)은 제조자가 제시한 성능을 소방산업기술원이 검사기준에 의하여 검사하여 누설량 성능을 제공하며, 2016.4.21.일부 시행하고 있다. 설계자는 부속실의 과압 여부의 판단을 “자동차압·과압조절형 급기댐퍼” 제조사가 제시한 누설량 성능을 반영하여 부속실의 과압 여부를 판단하여야 하며, 과압이 발생할 우려가 있는 경우에는 적절한 과압 배출장치를 선정하여 설계도서에 명기하여야 한다.

제4조(제연방식) 이 기준에 따른 제연설비는 다음 각 호의 기준에 적합하여야 한다.

1. 제연구역에 옥외의 신선한 공기를 공급하여 제연구역의 기압을 제연구역 이외의 옥내(이하 “옥내”라 한다)보다 높게 하되 일정한 기압의 차이(이하 “차압”이하 한다)를 유지하게 함으로써 옥내로부터 제연구역내로 연기가 침투하지 못하도록 할 것
2. 피난을 위하여 제연구역의 출입문이 일시적으로 개방되는 경우 방연풍속을 유지하도록 옥외의 공기를 제연구역내로 보충공급 하도록 할 것
3. 출입문이 닫히는 경우 제연구역의 과압을 방지할 수 있는 유효한 조치를 하여 차압을 유지할 것

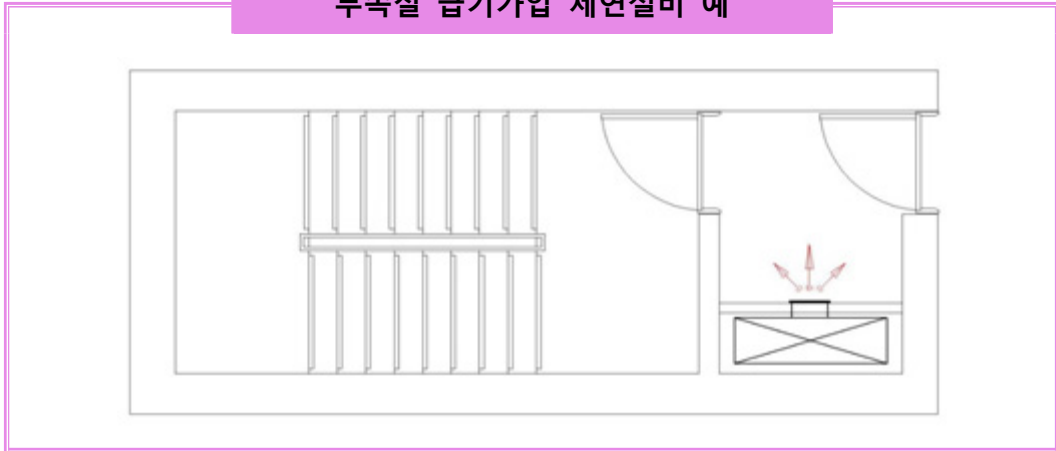
해설 =

제연방식은 급기가압 제연설비가 출입문이 개방되지 않은 상태에서 차압을 유지하기 위한 개념, 피난을 위해서 출입문이 일시적으로 개방될 경우 방연풍속을 유지하기 위한 개념, 제연구역에 과압 형성으로 인한 피난장애 발생 방지 개념 등을 갖고 있음을 나타내고 있다.

1. 급기가압제연설비

제연구역 내 압력을 화재실보다 높게 하여 화재실에서 발생한 연기가 제연구역으로 유입되는 것을 차단하는 설비를 말한다.

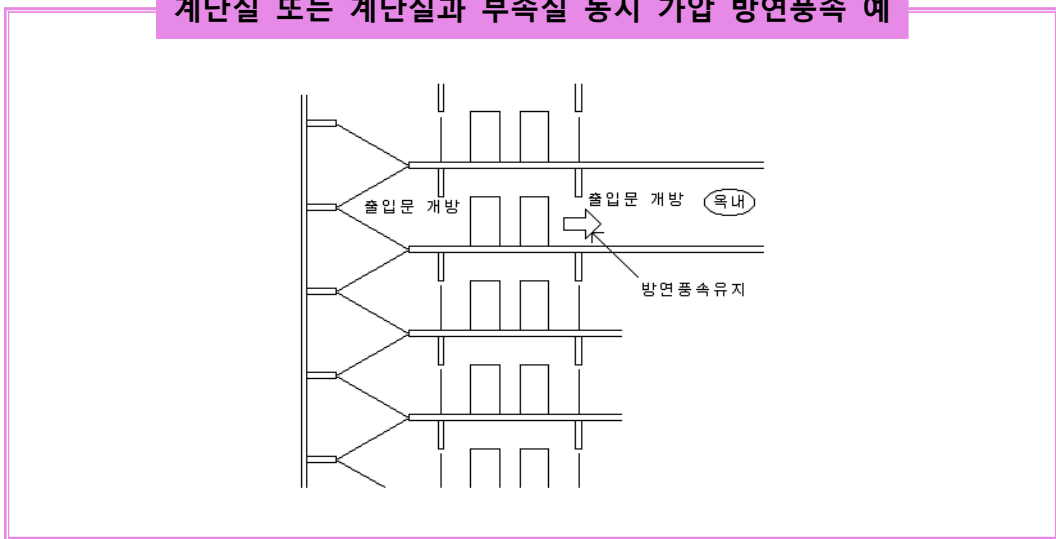
부속실 급기가압 제연설비 예



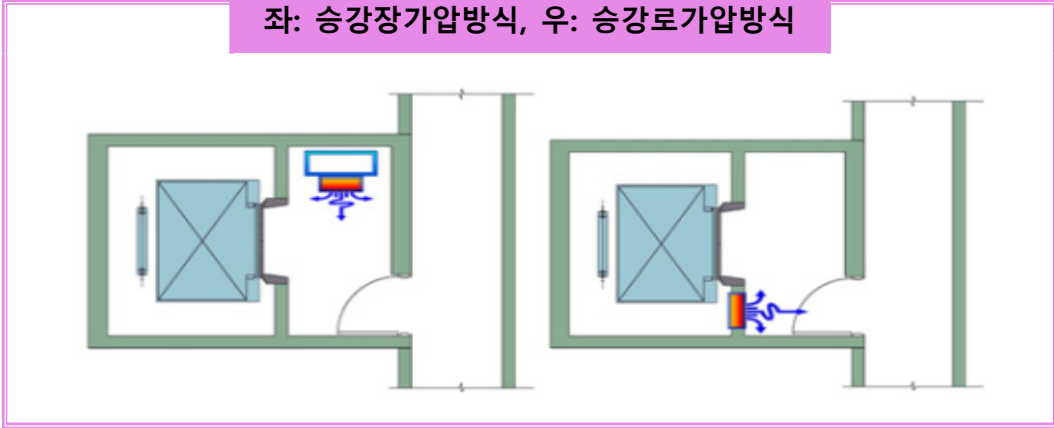
2. 방연풍속

옥내로부터 제연구역내로 연기의 유입을 유효하게 방지 할 수 있는 풍속을 말한다. 방연풍속의 검사는 제연구역과 옥내 사이의 방화문 위치에서 한다.

계단실 또는 계단실과 부속실 동시 가압 방연풍속 예



비상용승강기 승강장 제연설비
 좌: 승강장가압방식, 우: 승강로가압방식

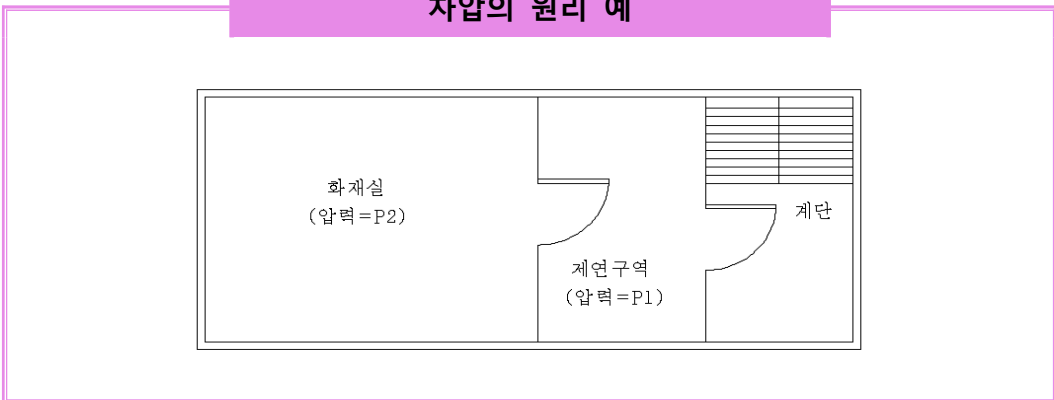


3. 가압방법

- 가. "제연구역의 기압"이란 송풍기에 의해 제연구역에 가압(加壓)된 압력을 말한다.
- 나. "이외의 옥내"라 함은 화재가 발생한 화재실을 의미한다.
- 다. "일정한 기압의 차이(이하 "차압"이하 한다)"라 함은 다음의 그림과 같이 화재실과 제연구역과의 압력차(pressure differential, 차압)를 말한다. 이때 차압은 화재안전기준 501A 제6조(차압 등) 1항에 제시된 최소차압 40 Pa(옥내에 스프링클러설비가 설치된 경우에는 12.5 Pa) 이상, 제2항의 제연설비가 가동되었을 때 제연구역 출입문의 개방에 필요한 힘을 110 N 이하로 유지하는 것을 의미한다.

$$\therefore \text{차압} = \text{제연구역의 압력 } P_1 - \text{화재실의 압력 } P_2$$

차압의 원리 예



※ 차압 시스템의 두 가지 기본 조건

기계적인 방법으로 신선한 공기를 제연구역으로 공급하여 화재구역보다 높은 압력을 유지해야 한다.

비 화재구역으로부터 외기로 향하는 누설경로를 확보하고, 제연구역에서 지속적인 공기의 유출을 유지하여 압력이 같아지는 것을 막아야 한다.

※ 방연풍속과 보충량(방연풍량)

화재 시 재실자(또는 거주자)의 피난으로 인해 제연구역의 출입문(20층 이하 1개, 21개 층 이상 2개)이 개방될 때, 비 개방층의 제연구역의 규정 차압(40 Pa 이상 또는 옥내에 스프링클러설비가 설치된 경우에는 12.5 Pa 이상)은 떨어지게 되고, 개방 층에서는 옥내로부터 제연구역으로 연기가 유입되게 된다. 이렇게 개방 층에서 제연구역으로 유입되는 연기를 차단하기 위해서 방연 풍량을 유지하게 된다. 즉, “공기를 제연구역내로 보충·공급하도록 할 것”이란 제연구역으로 유입되는 연기를 막기 위해 방연풍속(0.5~0.7 m/s)을 갖는 화재안전기준 501A 제9조의 보충량 공기를 제연구역으로 공급하는 것을 말한다.

※ 과압방지

“제연구역의 과압을 방지할 수 있는 유효한 조치”란 재실자(또는 거주자)의 피난에 따른 제연구역 출입문의 일시적인 개방으로 제연구역에 공급되는 보충량의 공기는 출입문이 닫힐 때까지 제연구역으로 공급되기 때문에, 출입문이 닫히는 순간 제연구역은 화재안전기준 501A 제6조 제2항의 규정 차압 상한계인 110 N을 넘어, 출입문이 닫히지 않기 때문에 화재안전기준 501A 제11조의 과압 방지조치로 과압 배출장치인 플랩댐퍼를 설치하라는 것이다. 단, 제연구역에 자동차압·과압조절형 급기댐퍼를 설치하였을 경우에는 이 댐퍼가 과압조절 기능이 있기 때문에 화재안전기준 501A 제11조에 따라 설치하지 않아도 된다. 그러나 자동차압·과압조절형 급기댐퍼의 누기율이 제조사별로 다르기 때문에 설계 시 급기댐퍼의 누기량을 제조사별로 정확하게 반영하여 설계를 하여야 과압을 방지할 수 있다. 또한 설계자는 필요 시 플랩댐퍼를 추가하는 등의 과압 방지조치를 하여야 한다.

※ 자동차압·과압조절형 급기댐퍼의 누설량은 “「자동차압·과압조절형 급기댐퍼의 성능인증 및 제품검사의 기술기준」(소방청 고시) 제5조의2(누설량 시험)은 “자동차압·과압조절형 급기댐퍼”의 기준에 따라 제조자가 제시한 성능을 소방산업기술원이 검사기준에 의하여 검사를 하고 있으며, 설계자는 부속실의 과압여부 판단을 “자동차압·과압조절형 급기댐퍼” 제조사의 누설량 성능을 적용하여 부속실의 과압 여부를 판단하여야 한다.

제5조(제연구역의 선정) 제연구역은 다음 각 호의 1에 따라야 한다.

1. 계단실 및 그 부속실을 동시에 제연하는 것
2. 부속실만을 단독으로 제연하는 것
3. 계단실 단독제연하는 것
4. 비상용승강기 승강장 단독 제연하는 것

해설

1. 제연구역의 구분

제연구역은 계단실, 부속실, 또는 계단실과 부속실 동시가압, 비상용승강기 승강장으로 구분한다. 이러한 제연구역에는 건축물의 구조, 출입문의 크기, 출입문의 열림 방향, 누설틈새 등을 고려하여 필요한 풍량과 정압을 결정하고, 제연구역에 필요한 차압과 방연풍속을 유지하여 옥내로부터 연기가 제연구역으로 유입되지 않도록 시스템을 구성하여야 한다.

- 가. 계단실·부속실 동시 제연방식 또는 계단실과 부속실을 각각 단독제연하는 방식은 모든 건축물에 적용할 수 있다. 계단실과 부속실에 옥외의 신선한 공기를 동시에 급기 하는 것을 말한다.
- 나. 비상용승강기 승강장 단독 제연방식은 비상용승강기가 설치되는 모든 건축물에 적용되며, 『건축물의 설비 기준 등에 관한 규칙』 제10조제2호 단서의 “공동주택의 경우에는 승강장과 특별피난계단(「건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙」 제9조의 규정에 의한 특별피난계단을 말한다. 이하 같다)의 부속실과의 겸용부분을 특별피난계단의 계단실과 별도로 구획하는 때에는 승강장을 특별피난계단의 부속실과 겸용할 수 있다.”에 따라 공동주택의 경우에는 특별피난계단 부속실과 비상용승강기 승강장을 겸용으로 제연구역을 설정할 수 있다.

2. 제연방식

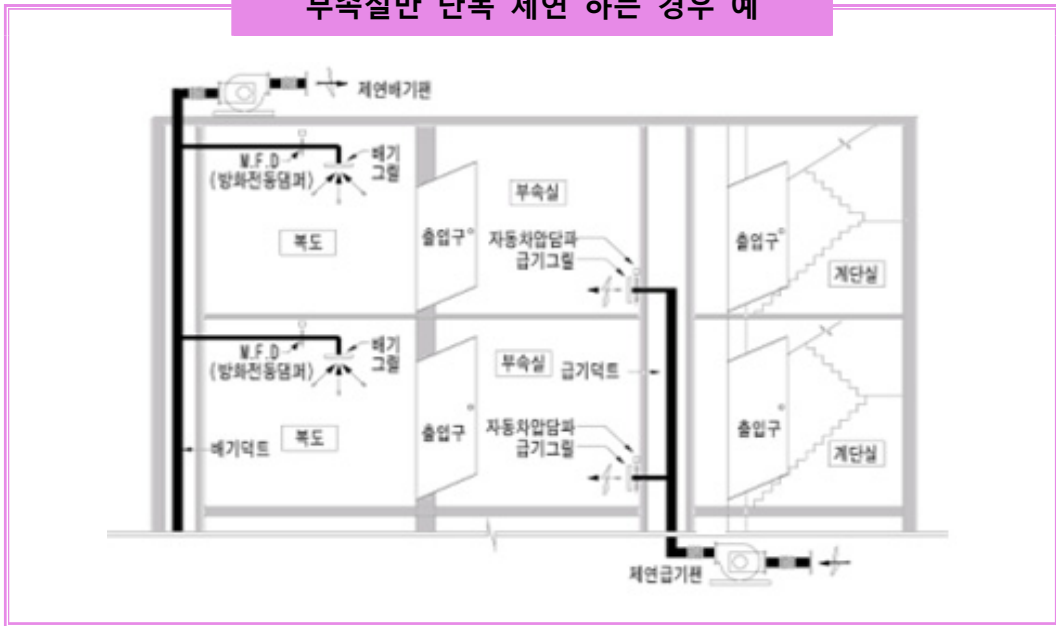
- 가. 계단실 및 부속실 동시 제연

“계단실 및 그 부속실을 동시에 제연하는 것은” 건물의 어떤 층이나 거주구역

으로부터 계단실을 분리해 놓은 부속실은 화재가 발생한 거주구역으로 연결된 출입문으로부터 연기의 침투를 막기 위해 계단실과 부속실을 동시에 가압하여야 한다.

일반적으로 계단실을 50 Pa로 가압을 시킨다면 부속실은 계단실보다 5 Pa 정도 낮은 45 Pa 이상이 되도록 가압해야 한다. 모든 층의 계단실과 부속실은 화재경보와 동시에 가압되도록 해야 한다. 하지만 실제로는 계단실과 부속실이 동일압력을 형성하는 경우가 많다.

부속실만 단독 제연 하는 경우 예



나. 부속실 단독 제연

비 가압계단실과 연결된 부속실은 부속실로 들어오는 연기가 비 가압계단실로 침투되지 않도록 가압하여야 한다. 부속실을 가압하고 부속실의 양쪽 출입문을 닫게 되면, 부속실로 들어가는 연기를 제한할 수 있고 피난구역으로서 유지할 수 있는 환경을 제공할 수 있다. 또한 부속실에 인접한 계단실은 간접적으로 일정 가압 부속실로부터 기류에 의해서 가압된다. 그러나 거실과 부속실 사이 및 계단실과 거실 사이의 벽에 출입문 틈새 이외의 틈새가 있다면 이러한 틈새를 통해 화재실의 연기가 부속실과 계단실로 유입될 수 있다. 따라

서 벽은 가압 부속실 시스템에 의해 보호된 계단실의 누설을 최소화할 수 있도록 건축되어야 하며, 부속실만 단독으로 제연을 할 경우에는 출입문의 구조 및 틈새에 대한 관리가 무엇보다도 중요하다. 상시 개방된 상태로 유지되는 출입문은 화재 시 연기감지기에 의해 자동으로 닫히는 구조가 되어야 하고, 출입문이 닫힐 때 차압을 충분히 이겨낼 수 있는 힘을 가진 『화재안전기준』 501A 제21조의 자동폐쇄장치를 반드시 설치해야 한다.

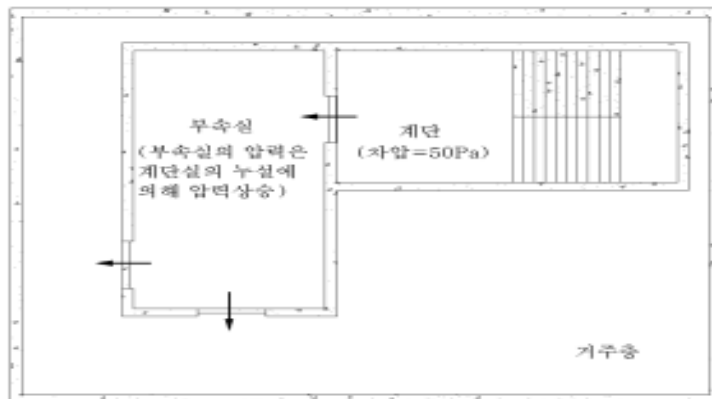
다. 계단실 단독 제연

1) 계단실 가압

계단실만을 가압하는 경우는 가장 간단한 방법이다. 일반적으로 각 층의 피난통로 중 수평부분이 비교적 짧을 때만 주로 이용된다. 제연은 피난로의 수직부분에 대해서만 이루어진다. 따라서 각 층의 수평 피난경로에는 다른 특별한 방호가 제공되지 않는다. 이 방법은 방호가 계단실에만 국한되기 때문에 일반적으로 계단실에서 직접 접근하거나 단순히 승강장을 경유하여 거주 층으로 접근하게 될 때만 사용된다.

모든 층의 계단을 가압하는 모든 시스템은 화재경보와 함께 동시에 가동되어야 한다. 계단실 가압시스템에는 단일 급기방식과 다중 급기방식이 있다. 계단실급기가압의 특징은 계단실이 수직 덕트 역할을 하고, 방화문이 댐퍼가 되는 시스템으로 이해하면 된다.

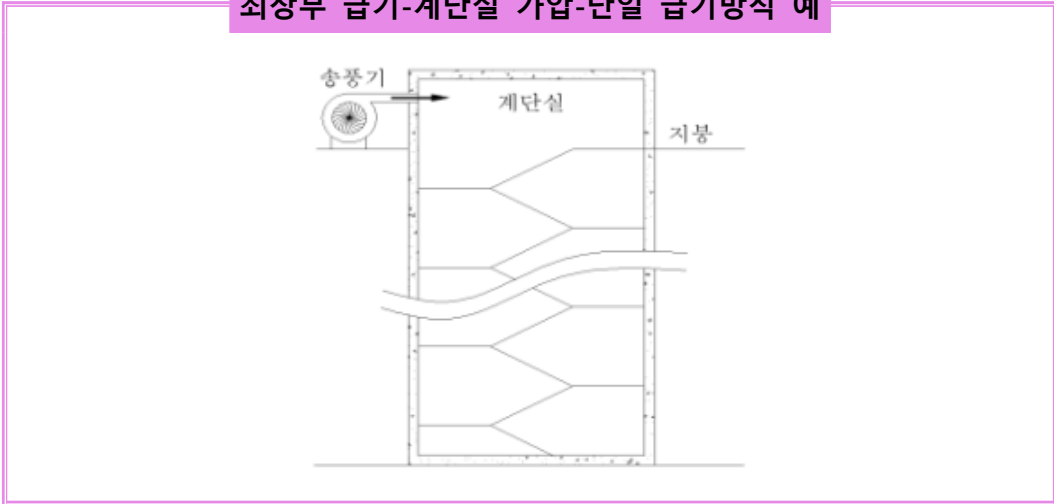
계단실만 단독 제연 하는 경우 예



2) 단일 급기와 다중 급기방식

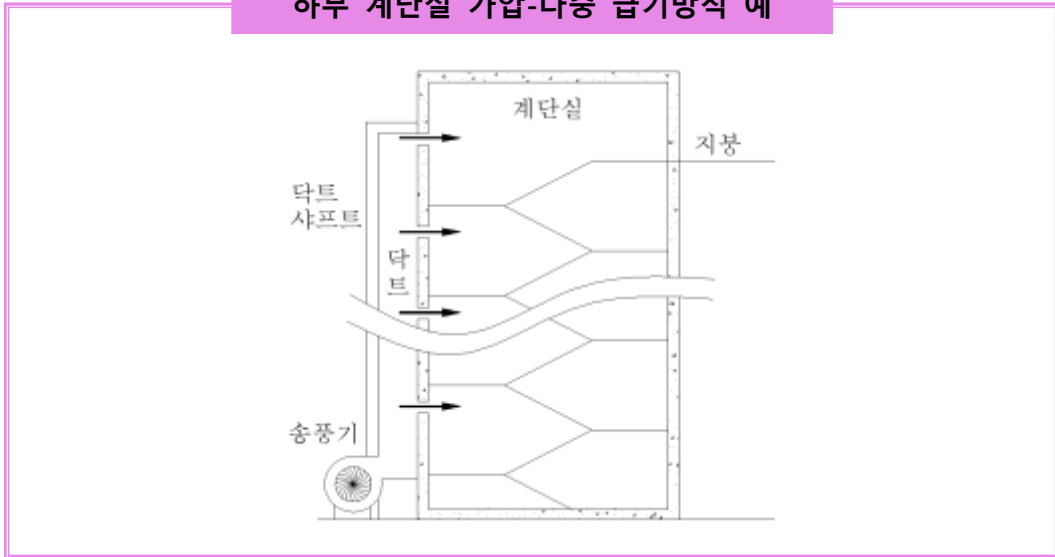
단일 급기방식은 하나의 지점에서 계단실로 가압공기를 공급하는 방식이다. 아래 그림에 나타난 것처럼 단일 급기방식의 급기지점은 계단실의 최 상부 또는 하부가 될 수 있다.

최상부 급기-계단실 가압-단일 급기방식 예



이 방식은 가압 송풍기의 유입구를 통하여 가압 계단실로 연기를 역류시킬 가능성이 있다. 따라서 이러한 사고에 대비해서 자동 폐쇄기능을 고려해야 한다. 계단실이 높을 경우, 급기지점 부근에 일부 문이 열려 있을 때 단일 급기시스템은 그 기능을 상실할 수 있다. 이들의 열려 있는 문을 통하여 모든 가압공기가 빠져나갈 수 있고, 이 경우 그 시스템은 급기지점으로부터 더욱 더 멀리 떨어진 문에 대해서는 양(+)압을 유지하지 못할 수도 있다. 이것을 막기 위하여 일부 제연 설계자들은 단일 급기 계단실의 높이를 8개 층으로 제한하여 적용하기도 한다. 하부에 송풍기를 연결한 급기방식은 1층 계단실 문이 열려 있을 경우에는 기능을 상실할 가능성이 특히 더 높아진다. 아래 두 가지 그림은 단일 급기방식의 한계를 극복하기 위해 사용되는 여러 가지 다중 급기방식 중 두 가지 예를 나타낸 것이다. 아래 첫 번째 그림에서 급기용 덕트(Duct)가 독립된 샤프트로 제시되었지만, 이들 시스템은 계단실 자체에 급기용 덕트를 배치해 독립된 덕트 샤프트의 설치비용을 줄이고자 만들어진 것이다.

하부 계단실 가압-다중 급기방식 예



만약 덕트가 계단실 내에 배치된다면, 덕트가 피난에 장애가 되지 않도록 세심한 주의를 기울여야 한다. 대다수의 다중 급기방식은 각 층마다 급기지점을 가지고 있다. 이것은 일부 개방된 문을 통과하는 가압공기의 손실을 막기 위한 근본적인 원리를 제시한 것이지만, 그렇다고 많은 급기지점이 필요한 것은 아니다. 아주 멀리 떨어진 급기지점이 얼마나 안전하게 배치될 수 있느냐에 따라 의견은 조금씩 다를 수 있다. 8층의 거리가 기준에 적합할지라도 급기지점은 3개 층을 초과하지 않아야 한다. 이것은 몇 개의 개방 문을 통과하는 가압공기의 손실이 계단실 가압의 손실을 초과하지 않도록 하기 위해서이다.

라. 지하층에만 부속실이 설치된 경우

특별피난계단이 지하층에만 해당하는 경우에는 건축법에서 지하층에만 피난계단을 적용하여 부속실을 설치하고 있기 때문에 제연설비의 적용 또한 지하층에만 설치하고 있다. 그러나 지하층에만 부속실을 적용하게 되면 지하층에서 화재가 발생하는 경우 계단실을 이용하기 위해 출입문을 개방하게 되고 계단실로 연기가 유입될 수 있으며, 유입된 연기로 인하여 계단실 전체가 오염되어 피난에 장애를 줄 수도 있다. 따라서 지하층에만 특별피난계단을 적용하는 것은 연기제어 목적을 달성하기가 곤란할 수도 있다.

마. 건축법상 지상 층이 특별피난계단인 경우 지하층은 층수에 관계없이 특별피난계단으로 설치되어야 하나 지하층은 피난계단이고, 지상층은 특별피난계단으로 시공하는 경우도 있다. 이 경우 지하층에서 발생한 화재로 인하여 계단실로 연기가 유입되는 경우 지상 층 계단실까지 오염될 수 있으며, 이러한 경우 지상 전 층 피난을 방해하여 피난로가 완전히 폐쇄될 수도 있다. 따라서 설계자는 안전을 고려한 설계를 하여야 한다.

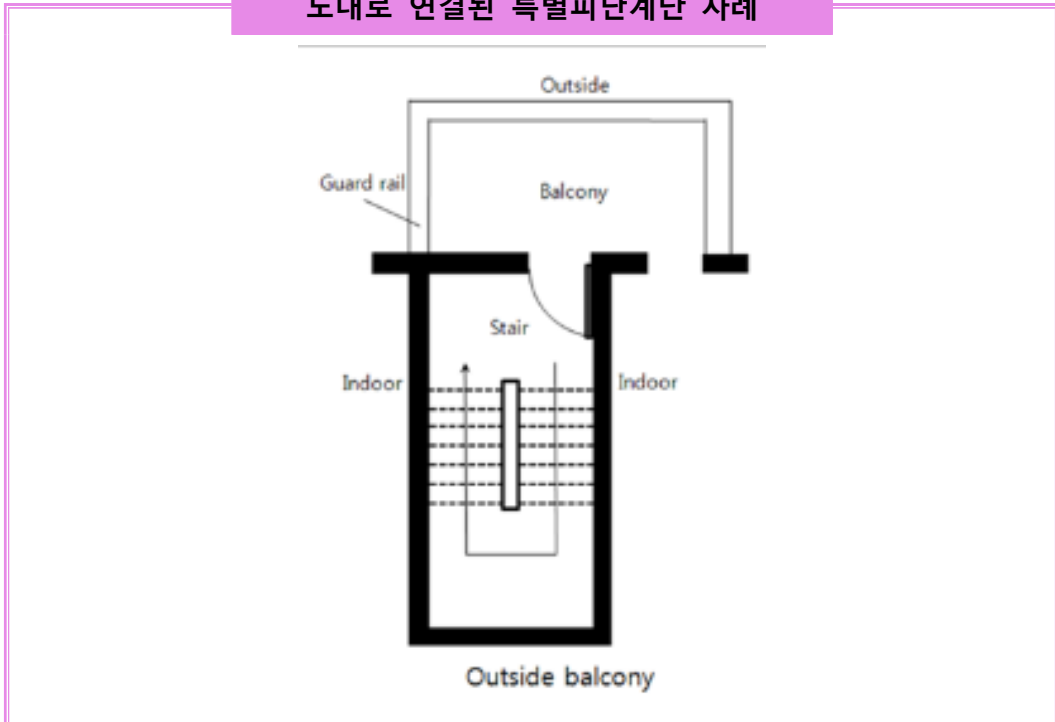
바. 비상용승강기 승강장 단독 제연 하는 것

- 1) 비상용승강기 승강장 단독 제연은 옥내로부터 승강로에 연기가 침입하는 것을 방지하여 소방관에게 원활한 소방활동로를 제공하는데 목적이 있다.
- 2) 『건축물의 설비기준 등에 관한 규칙』 제10조제2호 나목 단서에 의하면 피난층에는 승강장과 옥내사이에 방화문을 면제할 수 있다. 따라서 피난층에서 화재가 발생할 경우 승강로에 연기가 침입할 우려가 있다. 소방관의 소화활동 측면에서는 문제가 없으나, 공동주택의 특성상 특별피난계단 또는 피난계단 접근로와 겸용하고 있기 때문에 화재 시 실제 피난에는 문제가 될 수 있다.
- 3) 공동주택은 특별피난계단의 부속실과 비상용승강기의 승강장을 겸용하는 것이 가능하다. 그러나 공동주택 이외의 건축물에는 특별피난계단의 부속실과 비상용승강장을 겸용하여 적용할 수 없다.
- 4) 공동주택의 경우에는 비상용승강기 승강장과 특별피난계단의 부속실을 겸용하는 것이 일반적이다. 이는 『건축물의 설비 기준 등에 관한 규칙』 제10조제2호 단서에 의거하여 특별피난계단 부속실과 비상용승강장을 겸용할 수 있도록 함에 따라 대부분의 공동주택에 겸용 방식을 적용하고 있다. 여기서 부속실을 겸용할 수 있는 경우는 특별피난계단의 계단실과 부속실을 별도로 구획한 것에 한해서 겸용이 가능하도록 하고 있다. 즉, 화재실에서 발생된 연기가 부속실로 침입하여 계단을 통해 상층으로 확산되는 것을 방지하기 위한 것이다. 『건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙』 제9조에서도 특별피난계단과 피난계단은 내화구조로 구획하고, 그 출입구를 갑종방화문으로 구획하도록 규정하고 있다.

3. 부속실제연설비를 설치하지 않을 수 있는 경우

특정소방대상물(갯복도형 아파트등은 제외한다)에 부설된 특별피난계단 또는 비상용 승강기의 승강장으로서 노대(露臺)와 연결된 특별피난계단 또는 노대가 설치된 비상용 승강기의 승강장에는 제연설비의 설치가 면제된다.

노대로 연결된 특별피난계단 사례



※ EN12101 Part 6 : 가압공간

- 계단실 단독 가압, - 계단실과 부속실 가압
- 계단실 및 부속실가압, 복도배출 - 계단실, 부속실 및 복도 가압
- 계단실 및 비상용승강기 승강로
- 거실 배기를 갖춘 계단실 및 복도 - 계단실 및 복도/부속실 배출구
- 계단실, 부속실 및 승강기 승강로

※ NFPA 92A : 제연시스템과 응용

- 계단실 가압 - 엘리베이터 제연
- 구역 제연 - 부속실 제연
- 피난구역

제6조(차압 등) ① 제4조제1호의 기준에 따라 제연구역과 옥내와의 사이에 유지하여야 하는 최소차압은 40Pa(옥내에 스프링클러설비가 설치된 경우에는 12.5Pa) 이상으로 하여야 한다.

② 제연설비가 가동되었을 경우 출입문의 개방에 필요한 힘은 110N 이하로 하여야 한다.

해설

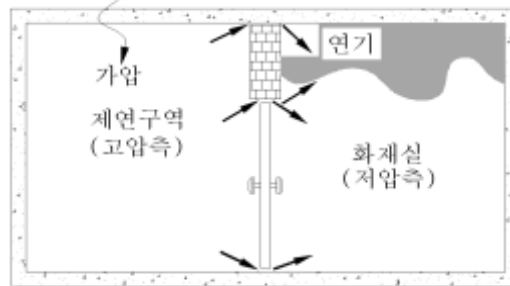
1. Pascal(Pa) 단위

- 1 kg의 질량을 가진 물체의 중력 1 kg는
 $F = m \cdot a = 1 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m/s}^2 = 9.8 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2 = 9.8 \text{ N}$ 이다.
- $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$
- 1 m수두는
 $P = \gamma \cdot h = 1,000 \text{ kg/m}^3 \times 1 \text{ m} = 1,000 \text{ kg/m}^3$
 $= 1,000 \text{ kg/m}^3 \times 9.8 \text{ N/kg} = 9,800 \text{ N/m}^2 = 9800 \text{ Pa}$
- 1 mm수두 = 1/1,000 m수두
- $1 \text{ mmAq} = 1/1,000 \times 9,800 \text{ Pa} = 9.8 \text{ Pa}$
 따라서 $1 \text{ Pa} = 1/9.8 \text{ mmAq}$
- $40 \text{ Pa} = 40/9.8 \text{ mmAq} \approx 4.1 \text{ mmAq}$
 $50 \text{ Pa} = 50/9.8 \text{ mmAq} \approx 5.1 \text{ mmAq}$
 $60 \text{ Pa} = 60/9.8 \text{ mmAq} \approx 6.1 \text{ mmAq}$

2. 차압

“차압이란” 화재 시 화재실과 제연구역간의 압력차를 말하며, 다음의 그림과 같이 화재실보다 제연구역의 압력을 높게 가압·유지시킴으로서 차압을 형성시킬 수 있다. 형성된 차압에 의해 연기제어의 목적을 달성하는 가압방식이다.

제연구역으로 침투하는 연기방지 메커니즘 예



가. “최소차압은 40 Pa(옥내에 스프링클러설비가 설치된 경우에는 12.5 Pa) 이상”은 다음의 ‘참고 1’에서 설명한 바와 같이 화재 시 발생할 수 있는 굴뚝효과, 바람, 부력으로부터 발생할 수 있는 복합 압력을 극복할 수 있는 최소 허용차압을 말한다.

※ 허용차압

1. 제연시스템 경계사이의 최대와 최소허용 차압을 모두 고려해야 한다. 최대 허용차압은 문의 개방력이 너무 커지지 않는 정도가 되어 하지만, 문의 개방력을 과도하게 작용하지 않도록 하는 것은 쉽지 않다. 사람이 문을 여는데 필요한 힘은 사람의 힘, 손잡이의 위치, 바닥재와 신발사이의 마찰계수 그리고 문이 밀거나 당기는 것에 좌우된다. 분명한 것은 개인의 신체상태가 문의 개방력을 결정하는 주요인자라는 사실이다. NFPA 101에서는 문의 개방력이 133N을 초과하지 않도록 하고 있고, BS 5588 Part 4에서는 100N 이하로 규정하고 있으며, 화재안전기준 501A에서는 110 N 이하로 규정하고 있다. 『자동방화셔터 및 방화문의 기준』 제5조 제2항제4호에서는 도어클로저가 부착된 상태에서 방화문을 작동하는데 필요한 힘은 문을 열 때 133N 이하, 완전 개방한 때 67N 이하로 규정하고 있다. 이는 건축법과 소방법 규정이 다른 부분이다. 소방법에서는 피난을 고려하여 출입문의 개방력을 110N으로 제한하고 있다.
2. 제연구역의 최소허용차압은 바람의 힘, 굴뚝효과, 뜨거운 연기의 부력에 의해 압도되지 않도록 충분한 차압을 발생시켜야 한다. 방화구획실의 창문이 파손될 경우, 바람이나 굴뚝효과로 인한 차압은 매우 커질 수 있다. 이들 차압에 대한 평가는 피난시간, 화재성장률, 건축물 구성, 그리고 화재진압 시스템의 존재여부에

달려있다.

3. 특정 용도를 위해서는 제연구역의 경계에 있는 문과 인접한 곳에서 발생한 강렬한 화재를 이겨낼 수 있는 제연시스템을 설계해야 할지도 모른다. NFPA 92A에서는 제연구역 옆의 가스온도가 925 °C 일 때 최소 설계 차압을 다음의 표와 같이 제시하였다.

최소 설계차압(NFPA 92A)^a

| 건물의 유형 ^b | 천장 높이(m) | 설계차압(Pa) ^c |
|---------------------|----------|-----------------------|
| AS | Any | 12.5 |
| NS | 2.7 | 25.0 |
| NS | 4.6 | 35.0 |
| NS | 6.4 | 45.0 |

- a. 설계목적을 위해 제연시스템은 굴뚝효과 또는 바람의 영향과 같은 조건하에서 이들 최소차압은 유지되어야 한다.
- b. AS는 스프링클러가 설치된 경우이고, NS는 스프링클러가 설치되지 않은 경우이다.
- c. 영향을 받은 지역이 제연모드로 있는 동안에 제연구역과 인접한 공간사이에서 차압이 측정된 것이다.

또한 제연시스템에 의해 형성되는 차압은 바람, 송풍기의 맥동, 문의 개방, 문의 폐쇄 그리고 그 밖의 인자들에 의해 압력변동을 일으키는 경향이 있다. 제안된 최소 설계차압으로부터 짧은 시간동안 발생하는 편차가 제연시스템에 전달되는 정도가 그 영향을 보호할 정도로 심각하지 않더라도, 이 편차는 완벽하게 제거되어야 한다.

※ 과압방지

1. 우리나라뿐만 아니라 외국에서도 출입문의 원활한 개폐와 차압에 대한 할 수 있도록 최고 허용 차압을 출입문의 개방력(100~133N)로 규정하고 있다. 제연공간에서 정상적으로 제연이 이루어지고 있다면, 출입문이 닫혀 있을 때는 차압이 정상적으로 형성되고 출입문이 일시 개방될 때는 기준풍속 이상의 방연풍속을 가진 공기가 옥내로 유입될 수 있어야 한다.
 이와 같은 제연성능을 발휘하기 위해서는 첫째, 출입문이 닫혀 있을 때는 차압 형성을 위한 공기량만 급기 되어야 하고, 둘째, 출입문이 일시 개방될 때는 보충량만큼만 급기량이 증가하여야 한다. 이렇게 되더라도 일시적으로 열렸던 출입문은 자동폐쇄장치에 의해 곧 바로 닫히게 되어 제연공간은 처음과 같은 폐공간이 되므로, 이때는 당연히 처음 상태의 차압만 형성되어야 한다.
2. 제연공간에는 사람이 출입할 때마다 이와 같은 방연풍속 및 차압 형성의 현상도 반복

되어져야 한다. 따라서 출입문의 개방에 따라 방연풍속 유지를 위한 보충량으로 인하여 상승된 차압을 정상상태로 회복시키기 위해 보충량을 곧 바로 제연공간으로부터 배출시켜 줄 수 있는 릴리프 밸브의 기능을 가진 과압방지장치(과압배출밸브), 플랩댐퍼(flap damper) 또는 송풍기 회전수 제어방식 시스템을 설치해야 한다.

나. 일반적으로 화재가 발생하였을 때 flash-over가 발생하기 이전까지는 연기의 이동은 부력의 영향이 가장 크다. 화재발생 시 부력으로 발생하는 압력이 16~20 Pa정도이고, 극한의 경우 50 Pa까지 이르게 된다. 또한 앞의 표에서 제시한 바와 같이 NFPA 92A에서는 제연구역 인접의 가스온도가 925 °C일 때 최소 설계 차압을 스프링클러가 설치된 건물의 경우 12.5 Pa, 스프링클러 없이 천장 높이가 2.7m일 때 25Pa로 규정하고 있다.

※ EN12101 Part 6 : 최소 차압

Class B 시스템의 지정된 구획 간의 허용 최소 차압

| 지정된 구획 | 유지되어야 할 최소 차압 |
|----------------------------|---------------|
| 승강기 승강로 및 거실 구역 사이 | 50 Pa |
| 계단실 및 거실 구역 사이 | 50 Pa |
| 각 부속실과 거실 구역 상이의 닫힌 방화문 안팎 | 45 Pa |

주: 인수시험결과에 대한 여유량으로 계측 값의 ± 10 % 공차를 허용한다.

※ 인수사항 결과

NFPA 92A : 스프링클러 설정차압 50 Pa ± 10 Pa

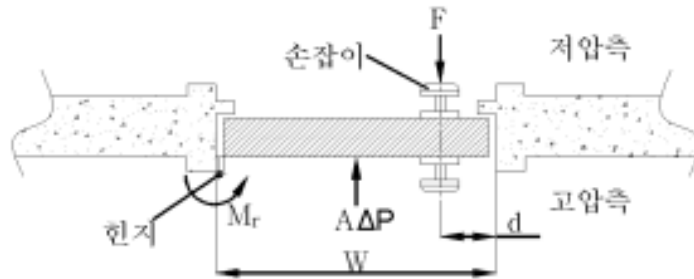
※ 개방에 필요한 힘

1. "힘 110N"은 앞의 '참고 1'에서 설명한 바와 같이 화재 시 제연구역에 가압되는 최대 허용 차압을 의미한다.
2. 실무에서의 최대 차압 크기는 방화문 크기와 시중에서 구입할 수 있는 도어클로저의 장력을 계산하여 힘 110N에 해당하는 부속실의 차압을 설정하여야 한다. 특히 방화문의 크기가 표준 규격 이상인 경우 부속실의 차압이 현행 50Pa 이하의 설정 여부에 대한 검토를 하여야 한다. 특히 TAB를 실시하면서 제연설비가 동작하지 않은 상태에서 개방력과 폐쇄력을 측정하여 방화문의 크기와 도어클로저의 장력을 반드시 확인하여 설계 값과의 차이를 확인하여 적정성을 평가하여야 한다.
3. 힘 110N에 상응하는 최대 차압의 크기는 다음의 식을 이용하면 계산할 수 있다.

$$F = F_r + \frac{K_d W A \Delta P}{2(W-d)}$$

- 여기서 F = 문을 개방하는데 필요한 전체 힘(N)
 F_r = 자동폐쇄장치와 마찰을 이겨내는 힘(N)
 W = 문의 폭(m)
 A = 문의 면적(m²)
 ΔP = 문에 작용하는 차압(Pa)
 d = 문의 손잡이에서 문의 모서리까지의 거리(m)
 K_d = 상수(1.0)

제연시스템에 의해 출입문에 작용하는 힘 예



앞의 식을 차압 ΔP 로 고치면 다음 식과 같이 된다.

$$\Delta P = \frac{2(F - F_r)(W - d)}{A W}$$

예를 들어, 출입문의 개방력 $F = 110$ N이고 출입문의 크기가 $W 0.9$ m \times $H 2.1$ m일 경우, 이 문에 작용할 수 있는 최대 차압을 구해 보기로 한다. 이때 $F_r = 50$ N, $d = 0.076$ m, $K_d = 1.0$ 이라고 가정한다.

$$\Delta P = \frac{2(110 - 50)(0.9 - 0.076)}{(0.9 \times 2.1) \times 0.9} \approx 58.13 Pa$$

출입문의 형상과 자동폐쇄장치와 마찰을 이겨내는 힘(N)을 정확히 알아야 계산할 수 있다.

※ BS 5588 Part 4 : 문의 최대 개방력 100 N

※ NFPA 101 : 문의 최대 개방력 133 N

③ 제4조제2호의 기준에 따라 출입문이 일시적으로 개방되는 경우 개방되지 아니하는 제연구역과 옥내와의 차압은 제1항의 기준에 불구하고 제1항의 기준에 따른 차압의 70% 미만인 되어서는 아니 된다.

해설

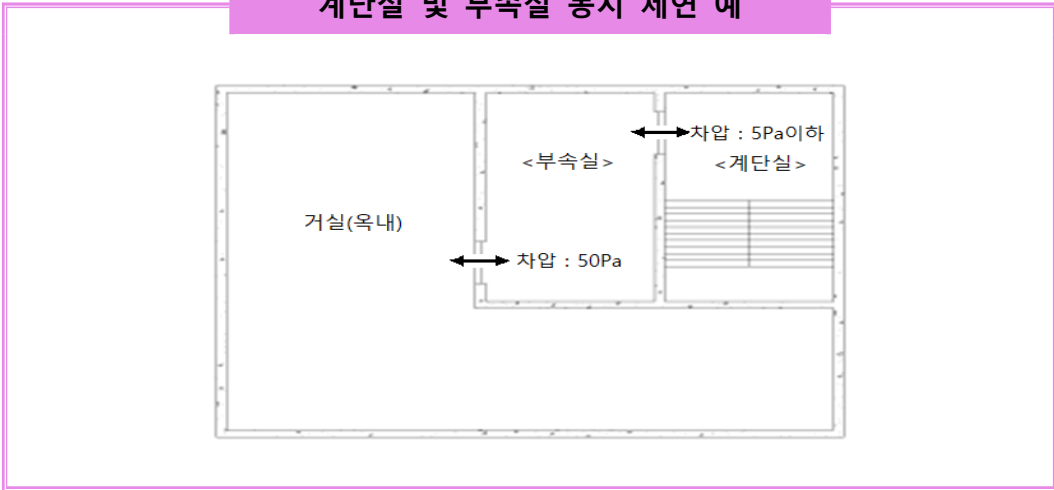
1. 화재층 혹은 피난층의 출입문이 열린 경우에도 그 외의 모든 층에서 일정 차압은 유지할 수 있어야 하는데, 그 기준을 대략 70%로 정한 것이다. 하지만 이 조항은 특별피난계단의 부속실 또는 비상용승강기의 승강장만을 단독으로 제연하는 경우에 자동차압과압조절형댐퍼가 설치된 경우에만 성립한다. 따라서, 계단실만을 단독으로 가압하는 경우에는 이 조항을 적용하지 않아야 한다. 이와 관련하여 EN-12101 part-6에서는 최소 차압으로 10 [Pa]를 제안하고 있다.
2. 제연구역의 출입문이 일시적으로 개방될 때는 반드시 제4조 제2호와 제10조에 의하여 제연구역에는 연기를 막기 위해 방연풍속(0.5~0.7 m/s)을 갖는 보충량 공기를 제연구역에 공급해야 한다. 여기서, "일시적"이란 순간적인 열림과 닫힘을 의미하는 것이 아니라 영구적으로 개방되지 않고, 피난을 위해 필요한 시간 동안 연속적으로 개방 상태가 유지된다는 것으로 이해하여야 한다. 왜냐하면 공연장, 판매시설과 같이 많은 재실자가 있는 공간에서의 피난은 특별피난계단의 출입문이 연속적인 피난 행렬에 의해 상당히 긴 시간동안 개방된 상태를 유지할 수 있기 때문이다.

④ 계단실과 부속실을 동시에 제연 하는 경우 부속실의 기압은 계단실과 같게 하거나, 계단실의 기압보다 낮게 할 경우에는 부속실과 계단실의 압력 차이는 5Pa 이하가 되도록 하여야 한다.

해설

1. 계단실과 부속실의 차압(계단실과 부속실을 동시에 제연 하는 경우)
 $[계단실기압 - 5 Pa] \leq [부속실기압] = [옥내기압 + 40 Pa(옥내에 스프링클러설비가 설치된 경우에는 12.5 Pa)]$
 또는 $[계단실기압] = [부속실기압] = [옥내기압] + 40 Pa(옥내에 스프링클러설비가 설치된 경우에는 12.5 Pa)$
2. 이때, 계단실과 부속실의 압력차를 제시하는 이유는 최종적으로 보호해야 할 공간이 연속적으로 수직피난에 사용되는 계단실이라는 점을 제시한 것이다. 즉 어떤 상황에서도 부속실보다 계단실이 높은 압력 상태를 유지하여 연기가 침투하지 못하게 하라는 의미이다.
3. 설계자는 목표로 하는 차압설계의 압력을 계단실이 높도록 고려하여야 한다. 이때 제시하고 있는 5[Pa] 이내의 차압은 실제 건축물의 개별 공간에서 언제나 유지되어야 하는 결과값의 의미보다는 설계자가 고려해야 할 차압의 목표로 이해하여야 한다. 왜냐하면 고층건축물의 역열돌효과가 발생하는 조건에서는 이러한 설계 목표치를 달성하지 못하거나 5[Pa]의 압력을 초과하는 부분이 발생할 수 있기 때문이다.

계단실 및 부속실 동시 제연 예



제7조(급기량) 급기량은 다음 각 호의 양을 합한 양 이상이 되어야 한다.

1. 제4조제1호의 기준에 따른 차압을 유지하기 위하여 제연구역에 공급하여야 할 공기량. 이 경우 제연구역에 설치된 출입문(창문을 포함한다. 이하 "출입문 등"이라 한다)의 누설량과 같아야 한다.
2. 제4조제2호의 기준에 따른 보충량

해설

1. 제연구역에 공급하여야 할 공기의 양

$$\text{급기량} \geq \text{누설량} + \text{보충량}$$

$$\text{급기량 } Q = (Ql * f + n * Qc) * a$$

여기서, Q : 급기량(m³/s, m³/min, m³/h)

Ql : 누설량(m³/s, m³/min, m³/h)

Qc : 보충량(m³/s, m³/min, m³/h)

f : 부속실이 있는 층수 또는 f-n

a : 여유율

- 가. 누설량 : 제연구역 틈새를 통하여 흘러나가는 공기량 (전 층 누설량의 합계)
- 나. 보충량 : 방연풍속을 유지하기 위하여 제연구역에 보충하여야 하는 공기량
(20개 층 이하 : 1개 층 출입문 개방, 20개 층 초과 : 2개 층 출입문 개방)
- 다. 출입문이 개방된 1개의 층(부속실)에 급기 하여야 할 급기량

$$Q = \left(\frac{\text{누설량}}{\text{층수}} \right) + \left(\frac{\text{보충량}}{n} \right)$$

n : 연결된 부속실의 수 20개 이상일 때는 2
연결된 부속실의 수 20개 이하일 때는 1

2. 급기량

제연구역과 거실사이에 차압을 형성하기 위해서는 제연구역으로 공급하여야 할 공기의 급기량은 제연구역으로부터 누설되는 공기량(누설량)과 출입문의 일시적인 개방될 때 보충되는 공기량(보충량)을 합한 양이 된다.

3. 공기량

제연구역의 공기 누설량은 방화문의 경우 KS F 3109에 규정된 최대 허용 누설량을 적용하여야 한다. 그 외 KS에 허용 누설량이 있는 경우 이를 적용하며 그 외의 적용은 아래와 같다.

아래의 다음 식에서 알 수 있는 바와 같이 누설량은 누설경로가 되는 개구부나 틈새의 면적에 비례하고, 차압과는 지수함수 관계가 있다. 누설량은 아래 식을 이용하여 구할 수 있다.

$$Q = K_f A_e P^{\frac{1}{n}}$$

여기서 Q = 누설량(m³/s)

A_e = 유효누설면적(m²)

ΔP = 유동경로사이의 차압(Pa)

K_f = 계수(0.827)

n = 2(출입문), 1.6(창문)

위의 식에서 누설면적 $A_e(m^2)$ 는 공기의 누설경로 배치형태에 아래의 '참고 2'에서 설명하는 유효유동면적으로 계산하거나, '참고 3'의 표 1 ~ 표 3에서 제시하는 누설면적 데이터를 이용하면 된다. 물론 제5조(제연구역의 선정)에 따라 다르지만, 전체 층의 누설면적이 같다면 위의 식에 층수 N 을 곱하고 열린 출입문을 제외한 누설률 등을 감안하여 1.15배를 한다. 따라서 총 누설량은 다음 식과 같이 된다.

$$Q = 0.827 A_e \Delta P^{\frac{1}{n}} \times 1.15 \times N$$

※ 균열, 틈새 또는 다른 개구부에서의 차압은 공기의 유동이 높은 압력에서 낮은 압력으로 흐르기 때문에 발생한다. 많은 식들이 건물에서 공기와 연기유동에 대한 관계를 유체유량과 차압과의 관계로 나타낸다. 건물구조물의 균열, 문의 틈새 또는 기타 유동경로를 통한 유동은 점성에 지배되고 동적인 힘에 지배된다. 이와 같이 점성에 지배되고 동적인 힘에 지배되는 유동의 유량은 다음의 식과 같이 차압의 지수 n 승에 비례한다.

$$Q = C_e (\Delta P)^n$$

여기서 Q = 체적유량(m^3/s)

C_e = 지수 유동식에 대한 유량계수($m^3 s^{-1} Pa^{-n}$)

ΔP = 경로사이의 차압(Pa)

n = 유동지수(0.5 ~ 1)

가. 기하학적으로 고정된 형상을 갖는 유동경로의 경우, $n=0.5 \sim 1$ 의 값을 갖는다. 앞의 식은 유량과 차압에만 관계가 있는 근사식이고, C_e 와 n 값은 ΔP 의 범위에 좌우된다. 건물의 기류를 해석할 경우, 내부경로의 유동지수는 일반적으로 0.5로 주어지고, 창문 주위나 외벽의 틈새에 대해서는 약 0.6~0.65를 사용한다. 따라서 매우 좁은 균열을 제외한 모든 경로에 대한 유동지수 $n=0.5$ 를 적용 할 수 있고, n 값을 앞의 식에 대입하고 정리하면 다음의 식이 얻어진다. 이 식은 가압방식에서 누설면적에 의한 제연구역의 급기량을 계산하는데 활용된다.

$$Q = K_f A P^n$$

여기서 Q = 경로를 통과하는 체적유량(m³/s)

A = 유동면적(또는 누설면적)(m²)

ΔP = 유동경로사이의 차압(Pa)

K_f = 계수(0.827)

※ 유효유동면적

연기는 연기가 가지고 있는 고유부력으로 건물의 계단실, 승강기 승강로 등의 여러 가지 이동(누설)경로를 통하여 빠르게 상승하고 가시성을 줄이며 패닉현상과 같이 보다 위험한 화재상황을 만든다. 일반적으로 건축물에서 연기의 이동경로는 다음과 같다.

- 1) 층을 연결하는 공기덕트
- 2) 주방, 화장실, 다방 등의 배출덕트
- 3) 승강기 승강로
- 4) 계단실
- 5) 서비스 덕트
- 6) 유리벽 커튼과 바닥사이의 틈새, 균열 등

건물에서 연기의 이동경로는 하나 이상의 병렬, 직렬 또는 병렬과 직렬경로가 혼합되어 구성될 수 있다. 건물의 유동면적에서 유효면적은 전체 유동경로에 동일한 압력차로 가해질 때 동일한 유량을 발생시키는 면적을 말한다. 유동면적은 전기저항계를 흐르는 전류와 유사하다. 유효유동면적(effective flow areas)의 개념은 연기이동과 제연시스템의 해석에 매우 유용하게 사용된다.

나. 병렬경로

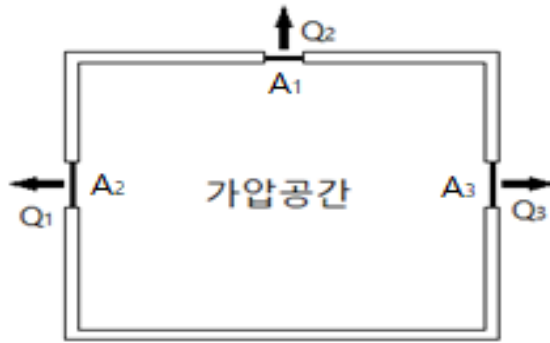
아래의 그림에 나타낸바와 같이 3개의 병렬누설경로가 있는 가압공간에 대한 유효유동면적 A_e는 각 개구부를 통과하는 유량을 구하고, 각 개구부의 유동면적에 대한 식으로 정리하면 다음 식과 같이 된다.

$$A_e = A_1 + A_2 + A_3$$

위의 식은 유동경로가 임의 수만큼 확장될 수 있음을 의미하고, 병렬누설경로가 n 개인 유효면적은 각 유동면적을 합한 것과 같게 된다. 따라서 다음의 식처럼 나타낼 수 있다.

$$A_e = \sum_{i=1}^n A_i$$

병렬누설경로 예



다. 직렬경로

아래의 그림에 나타낸 바와 같이 3개의 직렬누설경로가 있는 가압공간의 유효유동면적 A_e 는 가압공간으로부터 외부에서 가해지는 전 압력차 ΔP_T 를 구함으로써 구할 수 있다.

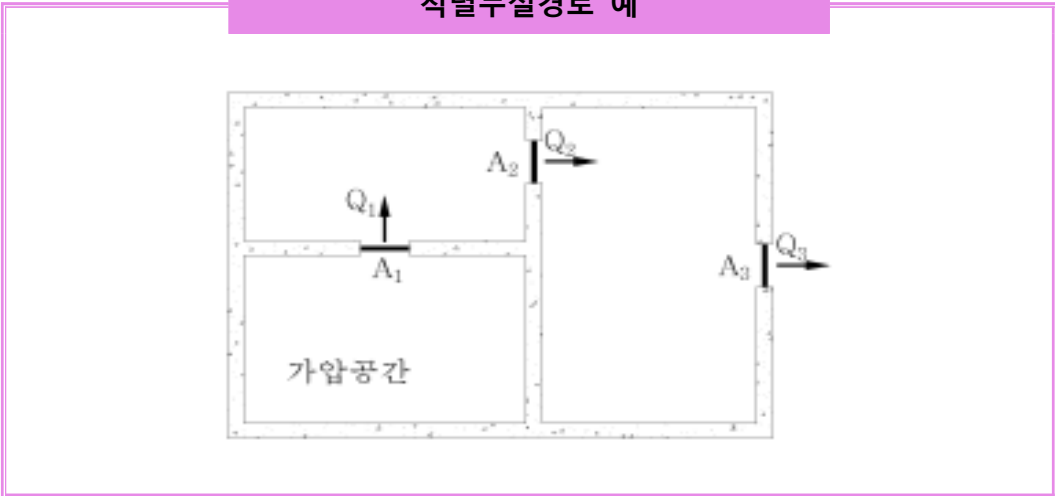
$$A_e = \left[\frac{1}{A_1^2} + \frac{1}{A_2^2} + \frac{1}{A_3^2} \right]^{-1/2}$$

설계자는 제조사가 제공하는 최대허용 누설틈새와 최소허용누설틈새의 조건에서 현실적으로 적용이 가능한 누설틈새를 적용하여야 한다. 즉 제품에 따라 누설틈새 면적이 달라진다는 것이다.

임의 수만큼의 개구부를 갖는 직렬누설경로에 대한 유효면적은 다음 식과 같다.

$$A_e = \left[\sum_{i=1}^n \frac{1}{A_i^2} \right]^{-1/2}$$

직렬누설경로 예



라. 병렬과 직렬의 혼합경로

아래의 그림과 같이 직렬과 병렬경로가 혼합된 총 유효유동면적은 각 경로를 단순 그룹으로 묶고 연속적으로 결합하면 유효 단일경로에 대한 값으로 구할 수 있다. 아래의 그림에서 면적 A2와 A3는 병렬이므로, 유효면적은 다음 식과 같다.

$$A_{23e} = A_2 + A_3$$

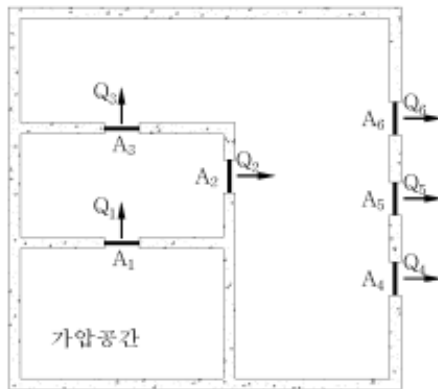
면적 A4, A5와 A6 역시 병렬이므로, 유효면적은 다음 식과 같이 된다.

$$A_{456e} = A_4 + A_5 + A_6$$

이들 두 개의 유효유동면적은 A1과 직렬이다. 따라서 건물의 유효면적은 다음 식과 같이 된다.

$$A_e = \left[\frac{1}{A_1^2} + \frac{1}{A_{23e}^2} + \frac{1}{A_{456e}^2} \right]^{-1/2}$$

병렬과 직렬의 혼합누설경로 예



※ 방화문 : KS F 3109 차연량

기타 : KS를 획득한 제품은 KS 허용 누설량 또는 누설특새를 적용한다.

문에 대한 공기누설 데이터 - EN 12101 Part 6

| 문의 형태 | 누설면적(m ²) | 차압(Pa) | 공기누설(m ³ /s) |
|-------------------|-----------------------|--------|-------------------------|
| 가압공간으로 열리는 단문 | 0.01 | 8 | 0.02 |
| | | 15 | 0.03 |
| | | 20 | 0.04 |
| | | 25 | 0.04 |
| | | 50 | 0.06 |
| 가압공간에서 외부로 열리는 단문 | 0.02 | 8 | 0.05 |
| | | 15 | 0.06 |
| | | 20 | 0.07 |
| | | 25 | 0.08 |
| | | 50 | 0.12 |
| 쌍 문 | 0.03 | 8 | 0.07 |
| | | 15 | 0.10 |
| | | 20 | 0.11 |
| | | 25 | 0.12 |
| | | 50 | 0.18 |
| 승강기 문 | 0.06 | 8 | 0.14 |
| | | 15 | 0.19 |
| | | 20 | 0.22 |
| | | 25 | 0.25 |
| | | 50 | 0.35 |

창문의 공기누설 데이터- EN 12101 Part 6

| 창문 형태 | 단위길이(m)당 새면적(m ²) | 차압(Pa) | 공기누설(m ³ /s) |
|----------|-------------------------------|--------|-------------------------|
| 방풍 패킹 없음 | 2.5×10 ⁻⁴ | 8 | 0.77×10 ⁻³ |
| | | 15 | 1.1×10 ⁻³ |
| | | 20 | 1.4×10 ⁻³ |
| | | 25 | 1.6×10 ⁻³ |
| | | 50 | 2.4×10 ⁻³ |
| 방풍 패킹 없음 | 3.6×10 ⁻⁴ | 8 | 0.11×10 ⁻³ |
| | | 15 | 0.16×10 ⁻³ |
| | | 20 | 0.19×10 ⁻³ |
| | | 25 | 0.22×10 ⁻³ |
| | | 50 | 0.34×10 ⁻³ |
| 미닫이 | 1.00×10 ⁻⁴ | 8 | 0.30×10 ⁻³ |
| | | 15 | 0.45×10 ⁻³ |
| | | 20 | 0.54×10 ⁻³ |
| | | 25 | 0.62×10 ⁻³ |
| | | 50 | 0.95×10 ⁻³ |

벽에 대한 공기누설 데이터 - EN 12101 Part 6

| 구조 요소 | 벽의 기밀성 | 누설 면적 비율(A/A _W) |
|---------------------------------------|------------|-----------------------------|
| 건물 외벽(시공 균열, 문과 창문 주위 균열 포함) | Tight | 0.70×10 ⁻⁴ |
| | Average | 0.21×10 ⁻³ |
| | Loose | 0.42×10 ⁻³ |
| | Very loose | 0.13×10 ⁻³ |
| 건물 내벽과 계단실(시공 균열 포함, 문과 창문 주위 균열은 제외) | Tight | 0.14×10 ⁻⁴ |
| | Average | 0.11×10 ⁻³ |
| | Loose | 0.35×10 ⁻³ |
| 승강로 벽(시공 균열 포함, 문과 창문 주위 균열은 제외) | Tight | 0.18×10 ⁻³ |
| | Average | 0.84×10 ⁻³ |
| | Loose | 0.18×10 ⁻² |

A : 누설면적 A_W : 벽 면적 A_F :바닥면적

※ BS 5588 Part 4에서는 열린 출입문을 제외한 누설률을 감안하여 위의 첫 번째 식에 1.5 배를 하고, 만약 가압 송풍기의 성능이 출입문을 제외한 누설량을 보상할 수 있을 경우에는 1.5 배를 하지 않는다.

※ 보충량

앞서 설명했듯이 출입문의 일시적인 개방에 따라 제연구역의 압력은 순간적으로 떨어지게 되고, 이때 제연구역으로 연기가 유입될 수 있다. 보충량은 화재실로부터 제연구역으로 연기유입을 방지하기 위한 방연풍속을 유지하기 위해 제연구역에 보충해야 할 공기의 양이다.

보충량은

첫째 : 모든 부속실(또는 승강장)의 출입문들 중 동시에 몇 개 층에서 개방이 일어날 수 있는가를 예상해야 한다.

둘째 : 동일 부속실에 대해서도 계단실과 면하는 출입문까지 동시에 개방되는 상황도 설정해야 한다.

셋째 : 출입문이 쌍여닫이문일 경우 한 개의 출입문만 열리는 것이 원칙이지만 두 개의 문이 모두 열리는 조건이 필요한 경우에는 송풍량의 제어가 가능한 제어시스템이 시중에 적용할 수 있는지 검토하여야 한다.

이것은 건물 내 거주자의 체류밀도, 피난동선의 폭과 길이, 부속실과 면하는 두 출입문(부속실과 옥내 사이의 출입문 및 부속실과 계단실 사이의 출입문)사이의 거리(부속실의 크기) 등이 주요 요소가 되므로, 어떤 한 가지 상황만을 설정한다는 것은 엄밀히 말해 정확성은 없다고 할 수 있기 때문에 설계자의 정확한 판단이 매우 중요한 요소이다. 화재안전기준에서는 약간의 여유성을 고려하여 다음과 같은 상황설정을 바탕으로 보충량을 제시하고 있다.

- 동시 개방 부속실의 수는 20개의 부속실을 기준하여, 부속실의 수가 20 이하인 경우 1개의 부속실만이 개방되는 것으로 하고, 부속실의 수가 20을 초과하는 경우 2개의 부속실이 동시에 개방되는 것으로 한다.

이것의 의미는 부속실의 수가 20개 이하인 건물에서는 개방개수를 1개로 한다는 것이 1개의 특정부속실만이 고정 개방된다는 것이 아니라 동일 시각에 두 개 이상의 부속실이 함께 개방될 것으로 간주하지는 않는다는 의미이다. 실제상황에서는 부속실들이 번갈아(동시 개방은 아님) 개방되었다가 닫히는 일이 발생할 수 있다. 다시 말하면 어떤 두 개의 부속실이 같

은 시각에 함께 개방되는 것으로 인정하지 않을 뿐이다. 그러나 동일 수직선상에서 20개를 초과하는 많은 부속실이 존재하는 경우 확률적으로 보아 두 부속실이 개방순간 서로 일치될 수 있는 상황의 존재가능성을 배제할 수 없기 때문에 동시개방 부속실을 두 개로 설정하고 있다.

- 또, 고층건축물의 경우 층수가 많을수록 화재시 출입문의 동시개방 층수가 많아질 확률이 높으므로, 보충량 적용층 수를 부속실의 수 50부터는 30초과마다 1개층씩 추가하여 적용하는 것이 피난안전상 바람직하다고 할 수 있다. 즉, 부속실의 수 20까지는 1개층 적용, 21~50은 2개층 적용, 51~80은 3개층 적용, 이런 식으로 적용하여야 한다. 다만, 관련 시뮬레이션 등을 수행하여 보충량 적용층 수에 대해 안전한 것으로 확인·검증이 된 경우에는, 이에 따라 적용하여도 피난안전 및 소화활동상 문제가 없다고 할 수 있다.
- 다만, 고층건축물에서 동일수직선상에 2대 이상의 급기송풍기가 설치되고 수직풍도를 분리하여 Zone 구분해 설치하는 경우에는 각 Zone별로 위의 보충량 적용층 수를 적용하여 보충풍량을 산정하여야 한다. 이것은 화재시 발화층과 인접한 층의 재실자들이 동시에 피난하기 위해 제연구역 출입문을 동시에 개방할 확률이 높기 때문이다. 한편, 고층건축물의 경보설비 관련 화재안전기준에서도 화재경보 시 발화층 및 그 직상 4개층에 동시에 경보를 발하도록 규정하고 있다.
- 개방되는 부속실마다 제연구역의 선정 방식에 따라 옥내와 면하는 출입문 또는 계단실과 면하는 출입문이 동시에 개방되는 것으로 하되 각 출입문마다 한쪽만 열리는 것으로 간주한다.

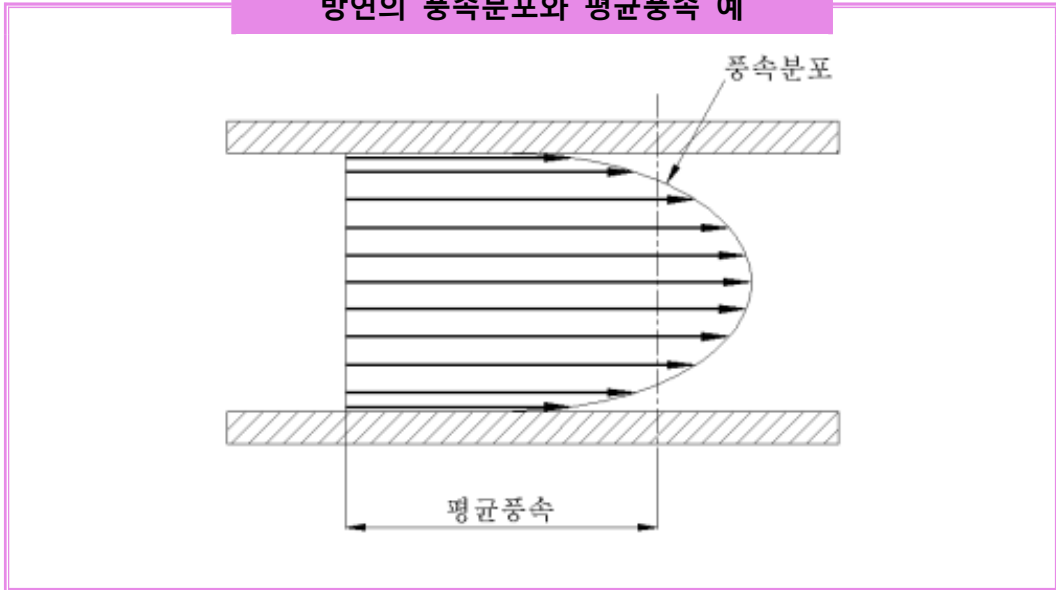
보충량은 연기의 유입을 막을 수 있도록 제10조 방연풍속에 의해 제연구역에 급기하는 공기의 급기량을 말한다.

※ 제연구역의 보충량(방연풍량)(Q_S m³/s)=방화문면적(A m²)*(방연풍속 m/s)또는 제연구역의 보충량(Q_S)(m³/s)=방연풍량(Q_D)-누설량(Q_A)

방연풍량은 개방 출입문의 단면적(A)과 방연풍속(V)의 곱으로 구할 수 있으며, 누설량(Q_A)은 누설부분의 누설면적의 합을 AT 라고 하면 추가 누설량의 식은 다음 식과 같이 된다.

$$Q_A = 0.827 A_T P^{1/n} \times 1.25$$

방연의 풍속분포와 평균풍속 예



제8조(누설량) 제7조제1호의 기준에 따른 누설량은 제연구역의 누설량을 합한 양으로 한다. 이 경우 출입문이 2개소 이상인 경우에는 각 출입문의 누설틈새면적을 합한 것으로 한다.

해설

1. 누설량은 차압을 유지하기 위하여 제연구역에 공급하여야 할 공기량으로서 최대 허용 차연량이 된다.
2. 제연구역의 누설면적(m^2)은 공기의 누설경로의 배치형태 즉, 병렬, 직렬, 병렬과 직렬 혼합에 따라 유효유동면적으로 계산할 수 있다. 단 제조사의 제품에 따라 누설틈새 면적이 다를 수 있기 때문에 제조사 기준 또는 KS 3109 기준의 최대 허용오차와 최소허용오차 범위의 기준에 따라 적용하거나, 적용 가능한 범위를 설계자가 결정하여야 한다.

제9조(보충량) 제7조제2호의 기준에 따른 보충량은 부속실(또는 승강장)의 수가 20 이하는 1개층 이상, 20을 초과하는 경우에는 2개층 이상의 보충량으로 한다.

해설 ☞ 제7조 제2호의 해설을 참조할 것

제10조(방연풍속) 방연풍속은 제연구역의 선정방식에 따라 다음 표의 기준에 따라야 한다.

| 제 연구역 | | 방연풍속 |
|---|--|------------|
| 계단실 및 그 부속실을 동시에 제연 하는 것 또는 계단실만 단독으로 제연 하는 것 | | 0.5 m/s 이상 |
| 부속실만 단독으로 제연 하는 것 또는 비상용승강기의 승강장만 단독으로 제연하는 것 | 부속실 또는 승강장이 면하는 옥내가 거실인 경우 | 0.7 m/s 이상 |
| | 부속실 또는 승강장이 면하는 옥내가 복도로서 그 구조가 방화구조(내화시간이 30분 이상인 구조를 포함한다)인 것 | 0.5 m/s 이상 |

해설

1. 제연구역의 차압은 제연구역의 출입문 등 모든 개구부가 닫혀있다는 조건하에 형성되는 압력이다. 만약 제연구역의 출입문 등 개구부가 항상 열리지 않고 닫혀만 있다면, 제연구역에 대한 급기는 차압에 필요한 공기의 양만으로도 충분하다. 하지만 제연구역은 화재 시 피난경로이므로 거주자(재실자)들의 출입이 반복되고, 아울러 출입문의 일시개방은 반복되게 된다. 이와 같이 출입문의 일시적인 개방에 따라 제연구역의 차압은 순간적으로 떨어지게 되면서 제연구역의 차압 유지를 위해 급기 되는 공기와 또 다른 제연구역으로부터 누설되는 공기는 해당 제연구역으로 혼입되어 열린 출입문을 통해 모두 옥내로 유입되게

된다. 공기가 옥내로 유입될 때 베르누이 방정식에 따라 약간의 풍속을 갖게 되고, 그 풍속이 어느 적절한 크기 이상이 되지 않으면 옥내의 연기가 제연구역으로 침투하게 된다.

2. 수많은 모델실험과 실제 현장실험에 의하면, 출입문이 일시 개방되는 경우에는 옥내의 여건에 따라 다소 차이는 있지만 상황에 따라 대체로 0.5~0.75 m/s의 풍속으로 연기침투를 효과적으로 차단할 수 있는 것으로 알려져 있다. 이와 같은 풍속을 방연풍속이라고 한다.
 3. 화재안전기준에서는 제연구역의 선정에 따라 제연구역과 면하는 옥내가 복도일 때는 방연풍속이 0.5 m/s 이상, 그 밖의 경우에는 0.7 m/s 이상으로 차등 적용한 것은 화재와 연기의 규모(크기)가 복도보다 거실이 더 강하기 때문이다. 복도의 구획이 내화시간 30분 미만인 때는 0.7 m/s의 방연풍속을 적용해야 하는 것은 내화시간 30분미만의 구획은 법적으로 내화구조로 인정하지 않기 때문이다.
- 가. 계단실 및 부속실을 동시에 제연하거나 계단실만 단독 제연하는 경우 : 0.5 m/s 이상
- 나. 부속실만 단독 제연하거나 비상용승강기의 승강장만 단독 제연하는 경우
- 1) 부속실 또는 승강장이 면하는 옥내가 거실인 경우 : 0.7 m/s 이상
 - 2) 부속실 또는 승강장이 면하는 옥내가 복도로 그 구조가 방화구조(내화시간이 30분 이상인 구조를 포함) : 0.5 m/s 이상

※ EN 12101 Part 6

- 일반적인 경우 : 0.7 m/s - 소방용 계단실 : 2.0 m/s

※ 베르누이 방정식

유체가 유선(流線)을 따라 흐를 때, 두 점 A와 B의 높이, 압력, 속도에너지의 합은 일정하다는 것이다. 즉, 유체의 운동에 관한 에너지 보존의 법칙을 나타내는 것이다.

관계식. $P + pgh + 1/2\rho v^2 = \text{일정}$

여기서 v=유속, P=압력, ρ=밀도, g=중력 가속도, h=어떤 임의의 수평면으로부터의 높이를 나타낸다.

또는 $PA + pghA + 1/2\rho v^2A = PB + pghB + 1/2\rho v^2B$

위의 관계식을 이용하여 흐르는 유체의 유속을 측정할 수 있다. 즉 흐르는 유체의 압력이 유체의 유속과 기준점에 대한 높이와 관계되기 때문이다. 유관을 흐르는 물의 속도, 비행기의 속도 등을 측정하는 데 응용된다. 유체의 흐름 속도나 비행기의 속도 등을 측정하는데 피토관을 사용한다.(두산백과 참조)

제11조(과압방지조치) 제4조제3호의 기준에 따른 제연구역에 과압의 우려가 있는 경우에는 과압방지를 위하여 해당 제연구역에 자동차압·과압조절형댐퍼 또는 과압방지장치를 다음 각 호의 기준에 따라 설치하여야 한다. <개정 2013.9.3.>

1. 과압방지장치는 제연구역의 압력을 자동으로 조절하는 성능이 있는 것으로 할 것 <개정 2013.9.3.>
2. 과압방지를 위한 과압방지장치는 제6조와 제10조의 해당 조건을 만족하여야 한다. <개정 2013.9.3.>
3. 플랩댐퍼는 소방청장이 고시하는 성능인증 및 제품검사의 기술기준에 적합한 것으로 설치하여야 한다. <개정 2013.9.3., 2015.1.6., 2017.7.26.>
4. 삭제
5. 플랩댐퍼에 사용하는 철판은 두께 1.5mm 이상의 열간압연 연강판(KS D 3501) 또는 이와 동등 이상의 내식성 및 내열성이 있는 것으로 할 것
6. 자동차압·과압조절형댐퍼를 설치하는 경우에는 제17조제3호나목부터 마목의 기준에 적합할 것 <개정 2013.9.3.>

해설

1. 제11조는 과압조절, 과압조절방식 및 과압방지장치의 성능과 설계기준에 관련된 것으로 자세한 내용은 다음과 같다.

가. 과압

제연구역에 공기가 공급되고, 이 공기에 의해 제연구역에 문을 개방하는데 요구되는 힘이 110 N을 초과하는 경우에 피난 시 출입문을 개방할 수 없게 만드는 상황이 발생할 수도 있다. 출입문에 걸리는 힘이 110 N을 초과 할 경우를 과압이라고 한다.

나. 과압조절방식

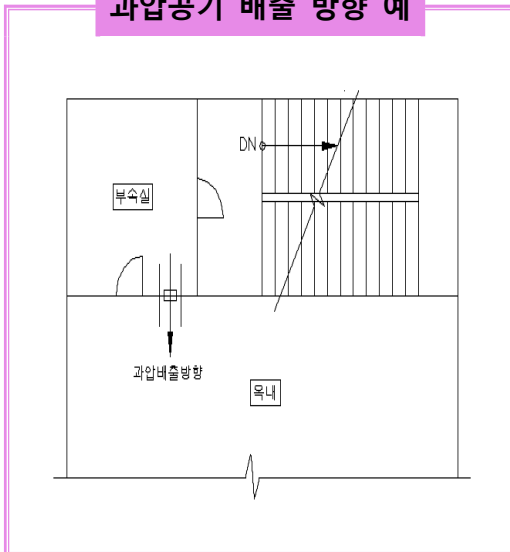
1) 압력조절방식

BS 5588 Part 4에서는 압력조절방식을 과압 배출구 방식이라고 칭한다. 제6조의 해설에서 나타낸 제연구역의 최대 차압을 구하는 다음의 식에서 얻은 차압을 초과하여 과대한 차압이 출입문에 가해지지 않도록 설계해야 한다.

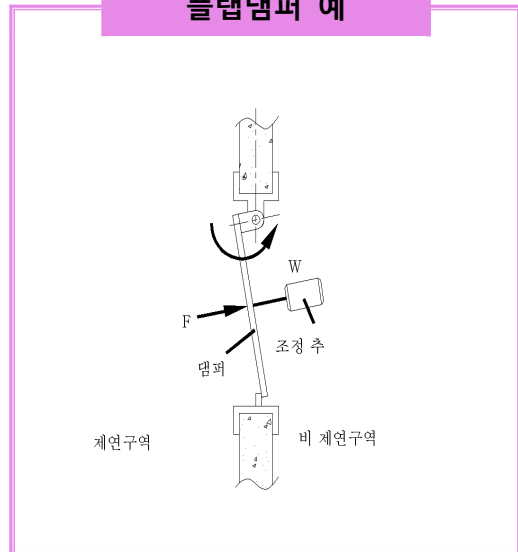
$$P = \frac{2(F - F_r)(W - d)}{AW}$$

보충량으로 인해 상승된 차압을 정상상태로 회복시키기 위해 보충량을 곧바로 제연구역으로부터 배출시켜 줄 수 있는 릴리프 밸브의 기능을 가진 장치인 과압방지장치 또는 과압배출장치가 설치되어야 한다. 이장치를 플랩 밸브(flap valve) 또는 플랩댐퍼(flap damper)라고 한다. 플랩댐퍼는 압력용기에 설치하는 안전밸브(릴리프밸브)의 기능 및 원리와 유사하고 구조만 다르다. 플랩댐퍼의 구조는 아래의 그림 2와 같고, 원리는 제연구역에 설치된 댐퍼의 날개에 과압이 작용할 때 댐퍼날개의 중앙에 작용하는 힘(F=과압ΔP×댐퍼의 면적A)과 초기에 기준 차압의 크기에 맞추어 놓은 조정 추(adjustable weight)의 힘이 불균형을 이루면 댐퍼가 열려 보충량 공기를 제연구역 밖으로 배출하는 것이다. 이때 조정 추는 제연구역 또는 급기가압 제연설비에 설치할 때 실제 기준 차압의 크기에 따라 개방상태를 조정한다.

과압공기 배출 방향 예



플랩댐퍼 예



플랩댐퍼는 설치 시 댐퍼의 크기를 결정하는 것이 매우 중요하다. 댐퍼날개의 크기 계산방법은 제3호의 해설을 참조한다. 댐퍼 날개의 크기에 따라 개구부의 크기가 결정되고, 개구부의 크기는 보충량의 크기에 의해 결정된다. 그리고 댐퍼의 작동 설계압력(기준 설계 차압)은 50Pa로 하는 것이 합리적이다. 이것은 실제 상황에서 오차를 감안하여 일정 범위의 차압을 허용하는 융통성을 제공할 수 있다. 플랩댐퍼의 설계 기준은 50Pa로 하는 것이 현실적으로도 차압범위의 조정을 위해 안정적인 수 있다. 하지만 플랩댐퍼의 설계기준 차압을 비록 50Pa로 하더라도 작동압력은 60Pa로 조정해두면 유용성 면에서 편리하다.

다. 풍량 조절방식

BS 5588 Part 4에서는 풍량 조절방식을 압력 센서에 의한 조절방식이라 칭한다. 풍량조절방식은 차압과 보충량을 필요상황에 따라 급기구의 개구율을 조절하여 급기량을 조절하는 방식이다. 따라서 급기댐퍼가 개구율의 조절기능을 가져야 하며, 그 기능 또한 완전 자동으로 이루어져야 한다.

급기댐퍼는 다음과 같은 기능을 가져야 한다. 첫째, 차압이 기준 차압 범위 내에 있도록 개구율을 조절할 수 있어야 하고, 둘째, 출입문이 개방되면 댐퍼의 날개가 완전히 개방되어 보충량을 공급할 수 있도록 하여야 하며, 셋째, 출입문이 다시 닫히기 시작하면 완전히 개방되었던 댐퍼의 날개는 곧 바로 닫혀져 급기량이 감소되도록 해야 한다.

풍량 조절방식은 급기구 개구율의 자동 조절기능뿐만 아니라 출입문 개방 이후의 닫히는 과정에서 급기량을 사전에 조절할 수 있는 기능을 병행할 수 있어야 하고, 이 같은 정량적인 조절을 위하여 반드시 압력센서에 의해 차압을 자동 감지할 수 있는 기능도 가지고 있어야 한다. 따라서 이와 같은 기능이 모두 갖추어지면 풍량 조절방식에서는 압력 조절방식에서 필수적으로 갖추어야 하는 과압 배출장치(플랩댐퍼)를 설치하지 않아도 된다. 제17조(급기구) 3호 나목의 자동차압·과압조절형 급기댐퍼가 이에 속한다.

※ BS 5588 Part 4에서는 압력센서로 조절되는 가변 송풍기나 댐퍼는 출입문이 닫히거나 열릴 때 새 체적의 요구조건을 시스템이 5 초 이내에 90 %~110 %를 달성할 수 있는 경우가 아니면 사용하지 않을 것을 권하고 있다.

- ※ KFIS “자동차압·과압조절형 급기댐퍼의 인정기준” 제2장 시험기준에서도 출입문이 닫힌 시점부터 차압이 60 Pa로 떨어질 때까지의 평균시간을 5 초 이내로 규정하고 있다.
- ※ “제11조(과압방지조치) 제17조 제3호 나목의 기준에 따른 자동차압·과압조절형 급기댐퍼 한다.”에서 자동차압·과압조절형 급기댐퍼는 해설 위의 “풍량조절방식”에서 설명한 기능을 갖추도록 되어 있으나 정밀성의 한계 때문에 과압예방이 되지 않는 경우가 많아 별도의 과압배출장치를 검토할 필요가 있다.
- ※ EN12101 Part 6에서는 과압 배출장치는 모든 방화문이 닫힘 상태에서 방호 구역 내 설정된 압력을 확보할 수 있어야 하고, 설계에서 설정된 압력 또는 그 이상으로서 방화문의 개방력에 따라 설정되는 최대압력 이하인 압력을 유지하도록 하고 있다. 또한 압력센서에 의해 제어되는 가변풍량방식의 경우 급기팬 또는 댐퍼는 방화문의 열림과 닫힘에 따라 새로운 급기량 요구조건의 90 % 이상을 3초 이내에 공급할 수 없으면 사용하지 말도록 하고 있다.

2. 과압방지장치의 성능

과압방지장치의 배출장치는 동력이든 무동력이든 인력에 의한 방법이 아닌 자동으로 작동되어 배출하는 방식이 되어야 한다.

3. 과압배출

플랩댐퍼를 통하여 옥내로 유입된 공기는 제13조에 따라 수직풍도 등의 시설에 이용하여 건물의 옥외로 완전히 배출시켜야 한다. 그리고 플랩댐퍼는 제연구역과 옥내사이의 출입문의 상부에 설치하여 배출공기가 옥내로 유입되게 하는 것이 최적이다. 이때 주의할 점은 배출공기를 옥내(거실이나 복도를 의미한다)의 반자 속으로 아무런 조치 없이 유입시키지 않아야 한다. 만약 반자 속으로 유입시키려면, 플랩댐퍼와 면하는 반자속의 폐공간과 면하는 반자에 플랩댐퍼의 개구면적보다 큰 면적의 개구율을 가진 그릴 등의 개구부를 설치해야 배출공기가 원활하게 반자 밑의 옥내로 유입될 수 있다. 따라서 반자에 이러한 장치를 설치하지 않으면, 반자 속 폐공간의 압력이 점점 상승하여 제연구역과 해당 폐공간사이의 압력차가 없어지게 되어 플랩댐퍼를 열 수 없게 될 수도 있다.

- ※ BS 5588 Part 4에서는 과압을 주거공간으로 배출하지 않도록 되어있고, 가압공간으로부터 외부로 직접 배출되거나 적절한 덕트를 통해 배출하도록 규정하고 있다.

4. 과압방지장치

과압방지장치는 기준 차압과 출입문 개방을 위해 필요한 힘 110 N 이하를 유지하여야 한다. 과압방지장치는『플랩댐퍼의 성능인증 및 제품검사의 기술기준』에서 정하고 있으며, 그 성능은 동기준 제6조 성능시험에서 출입문 틈새 외에는 급기되는 누설이 없는 구조이어야 하며, 출입문의 틈새면적은 대기와 풍도의 차압이 (150 ± 5) Pa(풍도와 부속실모형과의 개구면적이 0 m^2 인 상태)의 상태에서 풍도와 부속실모형과의 차압 (22 ± 2) Pa(풍도와 부속실모형과의 개구면적이 0.0625 m^2 이며 출입문이 닫힌 상태)이 되도록 규정하고 있다.

- ※ 각 국의 출입문의 폐쇄력 기준 (100 N에서 130 N정도)
 - 미국 : 133 N (13.57 kg), - 영국 : 110 N (11.22 kg)
 - 호주 : 110 N (11.22 kg), - 싱가포르 : 110 N (11.22 kg)
 - 국내 : 110 N (2004. 6. 4 개정 전에 차압 60 Pa에서의 폐쇄력은 대략 105 N으로 비슷한 개념이다)
- ※ 자동차압과압조절형 급기댐퍼 제품 확인
- ※ 1999. 4. 26 : 자동차압·과압조절형 급기댐퍼 사용할 수 있는 개념 도입 (제15조 제3호 나목) → 개정되는 기준을 적용할 수 있으므로 이전에 허가 동의된 건물에 적용 시 적법함
- ※ KFI 인정 의무화
 - 2001. 10. 20 적용
 - 2001. 10. 20 이전에 허가 동의된 건축물에 납품된 경우라도 해당 제조업체에서 최초 KFI인정 받은 날 이후 납품된 경우에는 KFI인정 제품이어야 한다.
- ※ 공동주택 : 2001. 10. 20 보충량 개념이 도입되면서 개념 적용됨 → 개정되는 기준을 적용할 수 있으므로 이전에 허가 동의된 건물에 적용 시 적법

5. 플랩댐퍼를 철판 두께 1.5 밀리미터 이상의 열간압연강판(KS D 3501) 또는 이와 동등이상의 내식성 및 내열성이 있는 것으로 설치하는 이유는 250 °C에서도 그 성능을 유지할 필요가 있기 때문이다.

제12조(누설틈새의 면적 등) 제연구역으로부터 공기가 누설하는 틈새면적은 다음 각 호의 기준에 따라야 한다.

1. 출입문의 틈새면적은 다음의 식에 따라 산출하는 수치를 기준으로 할 것. 다만, 방화문의 경우에는 「한국산업표준」에서 정하는 「문세트(KS F 3109)」에 따른 기준을 고려하여 산출할 수 있다. <개정 2013.9.3.>

$$A = (L / \ell) \times Ad$$

A : 출입문의 틈새 (m²)

L : 출입문 틈새의 길이 (m). 다만, L의 수치가 ℓ의 수치이하인 경우에는 ℓ의 수치로 할 것

ℓ : 외 여닫이문이 설치되어 있는 경우에는 5.6, 쌍여닫이문이 설치되어 있는 경우에는 9.2, 승강기의 출입문이 설치되어 있는 경우에는 8.0으로 할 것

Ad : 외 여닫이문으로 제연구역의 실내쪽으로 열리도록 설치하는 경우에는 0.01, 제연구역의 실외쪽으로 열리도록 설치하는 경우에는 0.02, 쌍여닫이문의 경우에는 0.03, 승강기의 출입문에 대하여는 0.06으로 할 것

해설

1. 차압을 이용한 제연시스템의 설계

차압을 이용한 제연시스템의 설계에는 건물의 내부와 외부로 흐르는 기류의 균형과 제연경계사이의 압력차 분석이 포함된다. 이들은 모두 공기의 유동경로와 관계가 있고, 이들 유동경로의 유효유동면적을 정확하게 계산해야만 제연구역의 균형과 기준 차압을 잘 유지할 수 있다. 건물 내에 있는 전형적인 누설경로는 개방문, 닫힌 문 주변의 틈새, 엘리베이터 문, 창문 등이 있고, 벽, 바닥, 구획에 있는 구조체의 균열 등과 고유의 틈새들이 있다. 구조물 재료의 형태나 작업자의 능력이 이들 틈새면적에 상당한 영향을 준다.

차압 시스템에서 요구되는 급기량은 공기의 누설면적에 의해 결정된다. 요구 급기량은 두 가지 상황에서 고려해야 한다. 모든 문이 닫혔거나 열린 경우를 시스템의 종류에 따라 적합하게 해야 한다. 급기량과 유효유동면적, 누설면적에 대해서는 제7조의 해설 중 '참고 1' 및 '참고 2'에서 이미 설명하였다. 화재안전 기준에서 제시한 계산방법으로도 간략하게 계산할 수 있다. 개구부의 유형에 따른 누설틈새 면적을 계산한 뒤 개구부의 배열형태에 따라 제7조의 해설 중 '참고 2'의 식들에 의해 유효유동면적으로 계산해야 한다.

2. 출입문의 틈새면적

제연구역의 출입문, 창문, 승강기의 승강로(路)로부터 공기가 누설하는 틈새면적은 다음과 같이 계산한다.

가. 출입문의 틈새면적 계산식

$$A = \left(\frac{L}{l} \right) \times A_d$$

여기서 A : 출입문의 틈새면적(m²)

L : 출입문의 틈새길이(m)(단, L의 수치가 l의 수치 이하인 경우에는 l 수치로 할 것)

l : 표준 출입문의 틈새길이(m)

A_d : 표준 출입문의 틈새면적(m²)

나. 출입문 유형에 따른 틈새길이와 틈새면적의 적용

각종 출입문의 유형에 따른 틈새길이와 틈새면적은 다음 표를 적용하고 크기가 다를 경우 비례식으로 누설면적을 구한다. 출입문의 틈새의 길이가 다음 표의 표준 틈새길이보다 작을 경우, 표준 틈새길이를 이용하여 계산한다. 「한국산업표준」에서 정하는 「문세트(KS F 3109)」에 따른 기준을 고려하여 산출할 수 있다. 출입문의 틈새면적이 KS F 3109 차연량 환산면적을 초과하는 경우에는 결국 불량 방화문을 설계에 적용하는 것이 되므로 이를 참고하여 틈새면적을 적용하여야 한다.

출입문의 유형에 따른 표준 틈새 길이 및 틈새면적 예

| 출 입 문 의 유 형 | | 틈새길이 / (m) | 틈새면적 Ad(m ²) |
|-------------|---------------------------|------------|--------------------------|
| 외여단이문 | 제연구역의 실내 쪽으로 열리도록 설치하는 경우 | 5.6 | 0.01 |
| | 제연구역의 실외 쪽으로 열리도록 설치하는 경우 | | 0.02 |
| 쌍여단이문 | | 9.2 | 0.03 |
| 승강기의 출입문 | | 8.0 | 0.06 |

2. 창문의 틈새면적은 다음의 식에 따라 산출하는 수치를 기준으로 할 것. 다만, 「한국산업표준」에서 정하는 「창세트(KS F 3117)」에 따른 기준을 고려하여 산출할 수 있다. <개정 2013. 9. 3.>

가. 여단이식 창문으로서 창틀에 방수팩킹이 없는 경우

$$\text{틈새면적(m}^2\text{)} = 2.55 \times 10^{-4} \times \text{틈새의 길이(m)}$$

나. 여단이식 창문으로서 창틀에 방수팩킹이 있는 경우

$$\text{틈새면적(m}^2\text{)} = 3.61 \times 10^{-5} \times \text{틈새의 길이(m)}$$

다. 미단이식 창문이 설치되어 있는 경우

$$\text{틈새면적(m}^2\text{)} = 1.00 \times 10^{-4} \times \text{틈새의 길이(m)}$$

해 설

1. 창문의 틈새면적

가. 창문의 누설틈새면적은 단위 길이(m)당의 값으로 아래 표의 값에 누설틈새 길이를 곱하면 누설면적을 계산할 수 있다.

1) 여단이식 창문으로서 창틀에 방수팩킹이 없는 경우

$$\text{틈새면적 (m}^2\text{)} = 2.55 \times 10^{-4} \times \text{틈새의 길이 (m)}$$

2) 여닫이식 창문으로서 창틀에 방수패킹이 있는 경우

$$\text{틈새면적 (m}^2\text{)} = 3.61 \times 10^{-5} \times \text{틈새의 길이 (m)}$$

3) 미닫이식 창문이 설치되어 있는 경우

$$\text{틈새면적 (m}^2\text{)} = 1.00 \times 10^{-4} \times \text{틈새의 길이 (m)}$$

2. 계단실의 창문이 개방되어 있을 시 굴뚝효과가 발생되어 피난루트(안전공간)으로서의 역할을 상실될 수 있다. 또 불박이창의 경우에는 틈새면적이 없는 것으로 보는 것이 바람직하다.
3. 계단실에 설치되는 창이 불박이가 아닌 경우로서 평상시 필요에 따라 개방하는 경우를 대비하여 옥내의 화재감지기에 연동하여 닫힐 수 있도록 함이 합리적이며, 누설틈새면적 적용 시 별도 실험을 실시하여 얻어진 값과 비교하여 설계 시 적용 검토하는 것도 바람직하다.
4. **창문틈새면적을** 「한국산업표준」에서 정하는 「창세트(KS F 3117)」에 따른 기준을 고려하여 산출할 수 있다.

※ 공기누설은 출입문과 창문의 틈새를 통하여 대부분 발생하지만 가압공간의 구획이 콘크리트와 같은 내화성 재료의 벽체일지라도 미세하지만 통기성이 전혀 없는 것이 아니고, 벽체의 접합부에도 눈에 보이지 아니한 통기성의 틈새가 존재할 수 있으며, 그 밖에도 나타나지 않는 틈새의 존재 가능성도 전혀 배제할 수 없다. 따라서 이와 같은 변수의 요인을 감안하여 실제 누설량을 산정할 때는 누설량 계산식에서 계산된 이론값에 1.15 배(15%)를 가산해주는 것이 바람직하다.

※ BS 5588 Part 4에서는 열린 출입문을 제외한 그 밖의 누설률을 감안하여 누설량 계산식에서 계상된 량의 1.5 배를 하고, 만약 가압 송풍기의 성능을 보장할 수 있는 경우에는 1.5 배를 하지 않는다.

※ 그 밖의 누설틈새면적은 제7조의 해설 중 '참고 3'의 표에서 제시한 값을 참조하기 바란다.

3. 제연구역으로부터 누설하는 공기가 승강기의 승강로를 경유하여 승강로의 외부로 유출하는 유출면적은 승강로 상부의 승강로와 기계실 사이의 개구부 면적을 합한 것을 기준으로 할 것 <개정 2013.9.3.>

해설

1. “승강로 상부의 환기구 면적”이란 승강기 기계실 바닥의 개구부 면적을 의미한다. 승강로와 기계실 사이의 개구부 합산면적을 승강로 외부로 유출하는 유출면적으로 하도록 규정을 마련하였다.

4. 제연구역을 구성하는 벽체(반자속의 벽체를 포함한다)가 벽돌 또는 시멘트블록 등의 조적구이거나 석고판 등의 조립구조인 경우에는 불연재료를 사용하여 틈새를 조정할 것. 다만, 제연구역의 내부 또는 외부 면을 시멘트모르타르 마감하거나 철근콘크리트 구조의 벽체로 하는 경우에는 그 벽체의 공기누설은 무시할 수 있다.
5. 제연설비의 완공 시 제연구역의 출입문등은 크기 및 개방방식이 당해 설비의 설계 시와 같아야 한다.

해설

☞ 제12조 제1호 및 제2호의 해설을 참조할 것

1. 제연구역 벽체의 구성

- 가. 제연구역은 수직 덕트가 설치된 수직 샤프트(Shaft)와 거실, 계단실 등과 맞닿는 벽체로 구성되어 있다. 이들 벽체는 조적 또는 콘크리트, 석고보드 등으로 구성된다. 콘크리트 구조 벽체의 누설문제는 무시할 수 있다. 그러다 조적 또는 석고보드 등을 활용한 부분의 벽체는 시공과정에서 많은 누설틈새가 발생할 수 있다.
- 나. 조적부분의 틈새는 조적을 쌓아 올리면서 조적과 조적 사이의 줄눈부분과 조적과 천장 슬래브가 맞닿는 부분, 조적과 콘크리트 벽이 맞닿는 부분에서

많은 틈새가 발생한다. 반자를 기준으로 반자 하부는 조적 벽체에 미장을 하기 때문에 틈새가 없지만 반자 속에는 미장 시공을 하지 않아 많은 틈새가 발생한다. 이러한 틈새는 정확한 시공관리와 설계도서 관리를 통해 해결해야 한다.

반자상부 조적시공 사례



다. 석고보드의 틈새 또한 벽체 및 천장과 맞닿는 부분에서 주로 발생한다. 또 발생한 틈새는 내화용 충전재로 정확하게 충전 하여야 한다. 그러나 내화용 충전재가 아닌 우레탄폼 등으로 충전하는 사례도 많다. 제연구역은 내화구조의 벽으로 구성되어야 하는 공간으로서 틈새 마감 또한 내화성능을 확보하여야 한다. 또한 석고보드가 벽체 또는 천장과 맞닿는 부분에 충전재를 처리하지 않아 틈새가 그대로 발생하는 사례도 많다. 따라서 정확한 시공과 관리가 필요하다.

2. 제연구역 출입문 등

제연구역에 설치되는 출입문의 구조는 설계도서와 시공내용이 일치하여야 한다. 출입문의 크기, 열리는 방향, 상시 폐쇄 또는 상시 개방여부, 방화문실, 출입문 틈새 등이 설계와 달라졌을 경우 누설틈새 면적 등이 달라져 정상적인 성능이 확보되지 않을 수 있다. 이러한 문제는 설계도면과 일치되는 자재를 선정할 수 있도록 건축과 기밀한 협조가 필요한 부분이다.



제연구역 출입문, 거실 → 부속실 → 계단실로 향하는 출입문의 설치 사례



제13조(유입공기의 배출) ① 유입공기는 화재층의 제연구역과 면하는 옥내로부터 옥외로 배출되도록 하여야 한다. 다만, 직통계단식 공동주택의 경우에는 그러하지 아니하다.

해설

1. 유입공기의 배출

가. "유입공기"란, 제연구역 출입문의 일시적인 개방에 따라 제연구역과 옥내(화

- 재구역) 사이에 방연풍속을 유지하기 위하여 개방된 출입문을 통해 제연구역으로부터 옥내로 유입되는 공기를 말한다.
- 나. 제연설비 가동 중 위와 같이 옥내로 유입된 공기가 점차 누적되어 옥내에 충만할 경우에는 제연구역과 옥내와의 차압이 없어지므로, 옥내의 연기가 제연구역으로 유입될 수 있게 된다. 따라서, 이의 방지를 위해 유입된 공기를 제연구역과 면하는 옥내에서 옥외로 배출되도록 하는 장치가 필요하다. 이러한 것을 “유입공기배출”이라 한다.
- 다. 소방관의 소방활동을 위한 비상용승강기승강장 및 특별피난계단 부속실의 출입문을 열린 상태로 설계를 하기 때문에 화재층 부속실의 모든 방화문이 개방되는 경우에도 방연풍속의 성능이 유지되어야 비상용승강기 승강장 및 특별피난계단 피난로의 안전성을 확보할 수 있다. 따라서 유입공기 배출설비는 반드시 설치되어야 하는 것이다. 다만, 직통계단식 공동주택의 경우에는 배출설비 설치가 현실적으로 어려움이 있으며, 단 시간 내에 피난이 이루어지므로 배출설비가 없더라도 차압 유지가 일반 건축물보다 비교적 안정적이므로 설치를 제외한 것이다. 그러나 외기가 면하는 부분에 샷시 등을 설치하여 구획한 복도식 아파트의 경우에는 유입공기 배출장치를 설치하여야 한다.
- 라. 제연구역과 면하는 옥내의 어느 한 부분이라도 외기와 면하여 개방되어 있는 구조로서 유입공기가 외부로 자연배출되는 구조인 경우에는 유입공기의 강제배출이 필요없다고 할 수 있다. 즉, 지하주차장 등에 환기송풍기용 외기루버가 설치되거나, 이의 연결덕트가 외기루버또는 Dry Area까지 연결되는 구조인 경우에는 이를 통해 자연배출이 이루어 지므로, 유입공기배출설비의 설치가 불필요하다고 할 수 있다.
- 마. 유입공기의 배출은 방화구획별로 이루어져야 한다.

② 유입공기의 배출은 다음 각 호의 어느 하나의 기준에 따른 배출방식으로 하여야 한다. <개정 2013.9.3.>

1. 수직풍도에 따른 배출 : 옥상으로 직통하는 전용의 배출용 수직풍도를 설치하여 배출하는 것으로서 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 것 <개정 2013. 9. 3.>
 - 가. 자연배출식 : 굴뚝효과에 따라 배출하는 것
 - 나. 기계배출식 : 수직풍도의 상부에 전용의 배출용 송풍기를 설치하여 강제로 배출하는 것. 다만, 지하층만을 제연하는 경우 배출용 송풍기의 설치 위치는 배출된 공기로 인하여 피난 및 소화활동에 지장을 주지 아니하는 곳에 설치할 수 있다. <개정 2013.9.3.>
2. 배출구에 따른 배출 : 건물의 옥내와 면하는 외벽마다 옥외와 통하는 배출구를 설치하여 배출하는 것
3. 제연설비에 따른 배출 : 거실제연설비가 설치되어 있고 당해 옥내로부터 옥외로 배출하여야 하는 유입공기의 양을 거실제연설비의 배출량에 합하여 배출하는 경우 유입공기의 배출은 당해 거실제연설비에 따른 배출로 같음할 수 있다.

해 설

1. 유입공기의 배출 방식

가. 수직풍도에 따른 배출

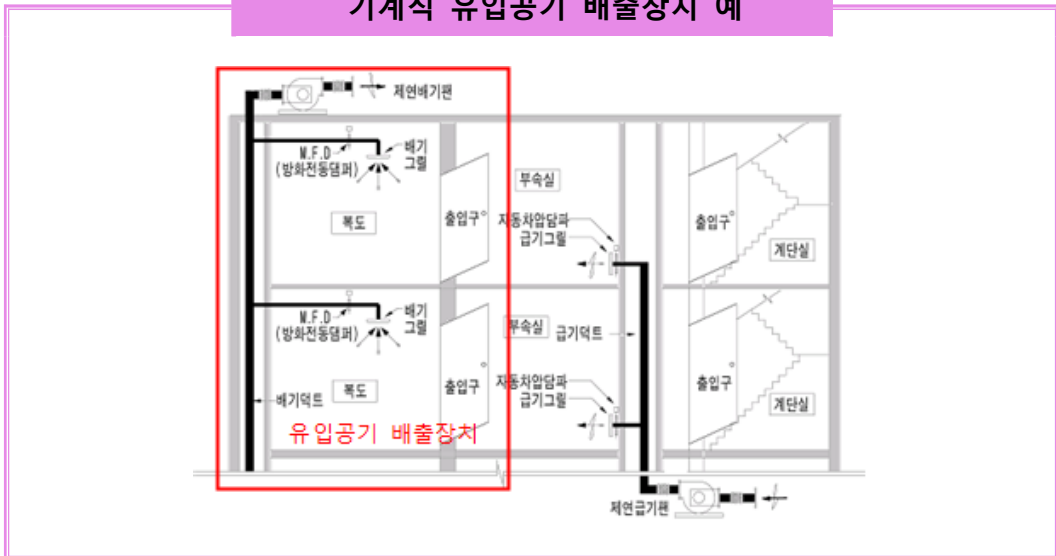
이 방식은 옥상으로 직통하는 전용의 배출용 수직풍도를 설치하여 배출하는 것으로, 제연 대상건물의 경우 거의 이 방식을 이용하여 유입공기를 옥외로 배출하고 있다. 정량적으로 신뢰도가 높은 방식이라 할 수 있다. 급기에서 전용 수직급기풍도를 설치하는 것처럼 유입공기의 배출도 수직풍도를 설치하여 전용케 하는 방식이다. 외관상 급기용 수직풍도와 같으며 통기에 대처해야 하는 기밀성 확보 또한 중요하다. 급기풍도는 전 층의 급기를 담당하지만, 유입 공기 배출용 수직풍도는 반드시 화재 층의 유입공기만을 선택적으로 배출하므로 급기용과는 다르다.

- 1) 자연 배출방식은 굴뚝효과(stack effect)에 의해 유입공기를 배출하는 방식이기 때문에 기계 배출방식보다 풍도의 단면적이 커질 수 있다.
- 2) 기계 배출방식은 전용 배출기에 의해 강제적으로 배출하는 방식이다. 유입 공기 배출용 송풍기는 수직풍도 상부에는 전용으로 설치하여 강제로 배출하는 방식으로 송풍기는 수직풍도 상부에 설치하도록 규정하고 있다. 그러나 지하층에만 제연설비를 적용하고 있는 경우에는 배출된 공기로 인하여 피난 및 소화활동을 하는데 장애가 되지 않는 위치에 송풍기 위치를 완화하여 적용하고 있다.

송풍기에서 가장 먼 배출덤퍼에서 보충량(방연풍량)이 배출되는 조건으로 설계를 하기 때문에 배출덤퍼는 닫힌 상태에서 덕트 내부의 부압에 따른 누설량이 설계에 반영이 되어야 한다.

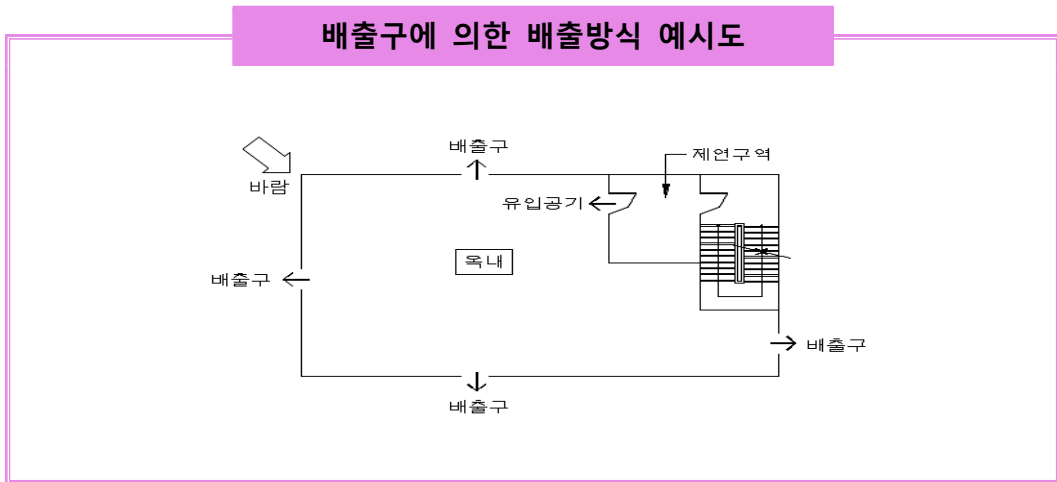
배출덤퍼의 누설량은 "KS F 6266 방연덤퍼"의 누설량을 적용하거나 UL555s 누설등급 Class1-4를 참조하여 시중에서 구입이 가능한 덤퍼의 누설량을 설계 풍량에 추가하여야 『화재안전기준』의 보충량 배출성능을 얻을 수 있다.

기계식 유입공기 배출장치 예



나. 배출구 배출

- 1) 이 방식은 건물의 옥내와 면하는 외벽마다 옥외와 통하도록 설치된 배출구를 통해 옥외로 배출하는 것으로서 감지기와 연동하도록 해야 하며, 모터나 솔레노이드(solenoid)에 의해 자동으로 댐퍼가 개방되도록 해야 한다.
- 2) 옥외 풍압에 의해 배출구가 자동으로 닫혀야 하므로 배연창은 배출구로 인정할 수 없다
- 3) 외부에서 벽을 향하여 불어오는 바람의 영향을 고려할 때 다음의 예시도와 같은 경우 4 개 벽면 중 2 개 벽면만 유효한 배출구의 역할을 할 수 있다.



다. 제연설비에 의한 배출

거실 제연설비를 이용하여 거실의 유입공기를 유입공기량과 함께 배출하는 경우에는 거실 제연설비에 의한 배출로 같음할 수 있다. 즉 거실제연설비 배기용량에 유입공기 배출용량을 더해서 배출하는 방식을 말한다. 하지만 이 방식은 적용하기에는 다소 문제가 있다. 해당 방식을 적용하기 위해서는 전 층에 거실제연설비가 설치된 장소에 적용하여야 가장 효율적인 기능을 할 수 있기 때문이다.

※ BS 5588 Part 4에서는 공기배출방식을 다음과 같이 규정하고 있다.

1. 건물 외벽의 특별 배출구(외벽 환기구, 자동개방식 창문과 환기팬을 포함) : 건물이 밀폐된 곳은 특별 배출구가 최소한 건물의 측면 2 곳에 설치되어야 한다.

2. 배출구의 폐쇄장치가 평상시에는 닫힘 위치에 있어야 한다.
3. 비상 차압 시스템이 작동할 때 배출구의 폐쇄장치가 풀려야 하고, 가압공기는 임의의 적당한 압력이 되거나 되지 않더라도 자유로이 배출되어야 한다.

※ 다수의 제연구역을 댐퍼로 구획하는 경우 제연구역용 댐퍼의 누설량 산출은 “KS F 6266 방연댐퍼”의 누설량을 적용하거나 UL555s 누설등급 Class1-4를 참조하여 가능한 등급을 적용하여야 한다.

UL555s 누설량 등급과 누설량 성능선도

UL555s의 댐퍼의 누기 등급

| Classification | Leakage [m ³ /min/m ²] | | | |
|----------------|---|----------|----------|----------|
| | 250 Pa | 1,000 Pa | 2,000 Pa | 3,000 Pa |
| I | 1.23 | 2.45 | 3.38 | 4.29 |
| II | 3.06 | 6.12 | 8.57 | 10.72 |
| III | 12.25 | 24.49 | 34.29 | 42.86 |
| IV | 18.37 | 36.73 | 51.43 | 64.29 |

“UL555s”의 댐퍼의 누설량 성능선도



제14조(수직풍도에 따른 배출) 수직풍도에 따른 배출은 다음 각 호의 기준에 적합하여야 한다.

1. 수직풍도는 내화구조로 「건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙」 제3조제1호 또는 제2호의 기준 이상의 성능으로 할 것 <개정 2013. 9. 3.>
2. 수직풍도의 내부면은 두께 0.5mm 이상의 아연도금강판 또는 동등이상의 내식성·내열성이 있는 것으로 마감되는 접합부에 대하여는 통기성이 없도록 조치할 것 <개정 2008. 12. 15.>
3. 각층의 옥내와 면하는 수직풍도의 관통부에는 다음 각목의 기준에 적합한 댐퍼 (이하 “배출댐퍼”라 한다)를 설치하여야 한다.

가. 배출댐퍼는 두께 1.5mm 이상의 강판 또는 이와 동등 이상의 성능이 있는 것으로 설치하여 하며 비내식성 재료의 경우에는 부식방지 조치를 할 것
나. 평상시 닫힌 구조로 기밀상태를 유지할 것

다. 개폐여부를 당해 장치 및 제어반에서 확인할 수 있는 감지기능을 내장하고 있을 것

라. 구동부의 작동상태와 닫혀 있을 때의 기밀상태를 수시로 점검할 수 있는 구조일 것

마. 풍도의 내부마감상태에 대한 점검 및 댐퍼의 정비가 가능한 이·탈착 구조로 할 것

바. 화재층의 옥내에 설치된 화재감지기의 동작에 따라 당해층의 댐퍼가 개방될 것. <개정 2008.12.15.>

사. 개방시의 실제개구부(개구율을 감안한 것을 말한다)의 크기는 수직풍도의 내부단면적과 같도록 할 것

아. 댐퍼는 풍도내의 공기흐름에 지장을 주지 않도록 수직풍도의 내부로 돌출하지 않게 설치할 것

4. 수직풍도의 내부단면적은 다음 각 목의 기준에 적합할 것

가. 자연배출식의 경우 다음 식에 따라 산출하는 수치이상으로 할 것. 다만, 수직풍도의 길이가 100m를 초과하는 경우에는 산출수치의 1.2배 이상의 수치를 기준으로 하여야 한다.

$$AP = QN / 2$$

AP : 수직풍도의 내부단면적 (m²)

- QN : 수직풍도가 담당하는 1개층의 제연구역의 출입문(옥내와 면하는 출입문을 말한다) 1개의 면적(m^2)과 방연풍속(m/s)를 곱한 값(m^3/s) 이상
- 나. 송풍기를 이용한 기계배출식의 경우 풍속 $15m/s$ 이하로 할 것
5. 기계배출식에 따라 배출하는 경우 배출용 송풍기는 다음 각 목의 기준에 적합할 것
- 가. 열기류에 노출되는 송풍기 및 그 부품들은 $250^{\circ}C$ 의 온도에서 1시간 이상 가동상태를 유지할 것
- 나. 송풍기의 풍량은 제4호가목의 기준에 따른 QN에 여유량을 더한 양을 기준으로 할 것 <개정 2013.9.3.>
- 다. 송풍기는 옥내의 화재감지기의 동작에 따라 연동하도록 할 것
6. 수직풍도의 상부의 말단(기계배출식의 송풍기도 포함한다)은 빗물이 흘러 들지 아니하는 구조로 하고, 옥외의 풍압에 따라 배출성능이 감소하지 아니하도록 유효한 조치를 할 것

해 설

1. 수직풍도 및 수직풍도 내부면

- 가. 수직풍도의 내화구조기준은 「건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙」 제3조제1호 기준을 의무적으로 적용해야 하는 부분이 아닌 경우 즉, 방화구획선에 해당하여 내화구조로 설치해야 하는 부분에 해당하지 않는 경우에는 「건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙」 제3조제2호 기준(벽돌조 두께 $7cm$ 이상)에 따른 수직풍도 설치가 가능하다.
- 나. 수직풍도의 내부 면은 두께 0.5 mm 이상의 아연도금강판으로 통기성이 없도록 시공하여야 한다. 수직풍도 내부 면에 아연도금강판으로 마감하는 것은 공기흐름에 지장을 주지 않음으로써 풍도내의 마찰손실을 줄이기 위함이다. 그러나 비상용승강기 승강로 가압방식에서는 『화재안전기준』 501A 제16조 5호에 의하여 『건축법』 또는 『승강기의 검사기준』에 따른 승강로 구조에 적합하여야 하며, 제18조 1호의 기준에 따라 제14조제1호와 2호의 수직풍도 구조는 적용되지 않는다. 수직덕트의 저항계산은 콘크리트 덕트의 마찰손실

계수를 적용하여야 할 것이다.

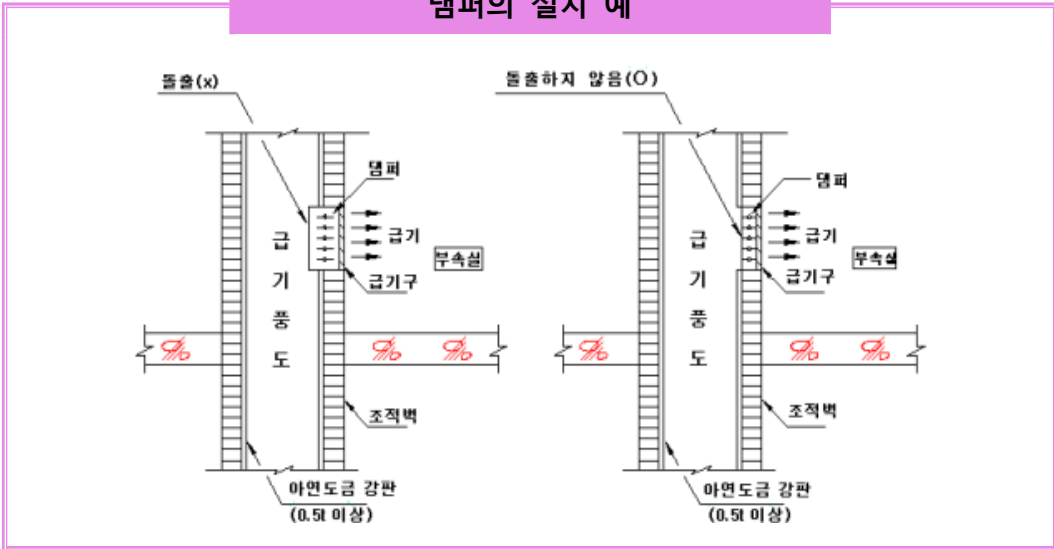
- 다. 유입공기 배출장치의 크기(면적)는 [보충량(방연풍량+유입공기 배출용 수직 덕트에 설치된 모든 배출댐퍼 누설량 성능에 따른 누설량)] × 여유량을 근거로 계산한다.
- 라. 수직풍도는 설정된 누기율 기준에 적합한 누기품질을 가진 덕트와 시공방법으로 설치되어야 하며, 공기가 흐를 때 마찰은 설계도서에 지정한 제품과 시공방법으로 시공되어야 한다. 풍도의 재질을 철판으로 사용할 경우 설계도서에 명기된 누기율 이내에 접합부에는 통기성이 없도록 기밀을 유지하도록 시공해야 한다. 즉 연결부위에 상용화된 제품으로 내식성·내열성이 있는 재질을 사용하여 기밀성을 유지하여야 한다. 철근콘크리트 구조는 통기성을 무시할 수 있을 정도는 허용되지만 반드시 내부 면을 시멘트 모르타르로 매끄럽게 마감해야 하고, 시멘트 벽돌의 조적구조는 통기성이 크고 거칠기 때문에 수직풍도 내면에는 0.5 mm 이상의 아연도금강판 또는 동등 이상의 내식성·내열성이 있는 재료를 사용하여 누기가 발생하지 않도록 마감하여야 하고, 조적구조 외부면은 부속실에 가압된 공기가 조적 사이의 틈새로 누기가 되어 차압이 유지되지 않을 수 있기 때문에 반드시 모르타르로 두껍게 미장마감을 하여야 한다.

승강로가 건식벽체(석고보드 등)인 경우 접합부에서는 반드시 누설이 발생하므로 설계자는 적절한 누설량을 설계에 반영하여야 하며, 제연TAB 담당자는 현장건축담당과 누설량에 대한 협의를 하여 누설량에 따른 적절한 품질의 시공이 이루어지도록 협의를 하여 누설량을 조절할 수 있다. 이때 건식벽체의 접합부는 선형조인트 기준에 적합한 내화충전재로 마감하여야 한다.

2. 각층의 옥내와 면하는 수직풍도의 관통부

- 가. 댐퍼는 풍도내의 공기흐름에 지장을 주지 않도록 다음의 그림과 같이 수직풍도의 내부로 돌출하지 않게 설치하여야 한다. 유입공기를 배출하는 덕트에서는 마찰손실에 따라 압력저하가 발생하여 성능저하가 될 수 있으며, 급기가압시스템에서는 댐퍼를 설치하면서 풍도 내부로 돌출하거나, 덕트를 연결하면서 연결부위가 풍도 내부로 돌출될 경우 많은 마찰손실이 발생하여 규정된 차압과 방연풍속이 형성되지 않을 수 있다.

댐퍼의 설치 예



- 나. 배출댐퍼는 화재층에서만 개방되며, 유입공기를 효율적으로 배출하기 위해서는 기밀성이 요구된다. 또한 배출댐퍼는 방화성능이 요구된다.
 - 다. 유입공기를 배출하므로 법적인 높이 규정은 없으나 가능한 높게 설치하는 것이 바람직하다.
 - 라. 현행기준에 의하면 개방 시의 실제 개구부(개구율을 감안한 것을 말한다)의 크기는 수직풍도의 내부단면적과 같도록 한다. 설계과정에서 개구부 면적과 그릴의 경우 개구율을 정확하게 도면에 명기하여야 한다. 또한 설치과정 및 그릴 제작과정에서 개구부 면적이 축소되지 않도록 철저한 자재관리 및 시공관리가 이루어져야 한다.
- 그러나 설계조건은 상용화된 댐퍼의 압력강하량에 따라 배기덕트 내 압력과 배기댐퍼의 누설량을 고려하여 적용하고, 배기댐퍼 크기는 설계자가 공학적인 방법으로 재량에 의하여 결정하며, 성능확보가 가능한 계산에 따라 결정하여야 한다.

3. 수직풍도의 내부단면적

가. 자연배출방식

- 1) 내부 단면적 AP(m²)의 의미는 건물 외부로 나가는 경로의 단면적이 최소한

유지되어야 하는 면적으로, 예를 들면, 옥내에서 샤프트로 들어가는 경로, 샤프트의 단면적과 최상부의 배출면적(즉, 대기로 나가는 샤프트)(m²)이다.

- 2) $QN(\text{m}^3/\text{s}) = (\text{출입문 1개의 면적}(\text{m}^2) \times \text{방연풍속}(\text{m}/\text{s}) + \text{수직덕트 내 배출댐퍼 누설량 합계}) \times \text{여유율}$
- 3) 송풍기를 이용한 기계식 배출방식은 풍속 15 m/s 이하로 제한하고 있다.
- 4) 수직풍도의 내부 단면적을 결정할 때 우선적으로 고려하여야 할 사항은 덕트 내부 부압에 따른 덕트 단면적의 축소를 고려하여야 한다. 덕트를 보강하거나 내부 단면적을 충분히 확보하여 덕트의 변형이 허용되는 부압의 범위 내에서 풍속을 결정하여야 송풍기에서 가장 먼 배출댐퍼에서까지 보충량(방연풍량)을 충분히 배출 가능하게 한다.

※ BS 5588 Part 4(1998) : 비가압공간의 공기배출

- BS 5588 Part 4에서는 배출풍도의 면적에 대해 다음과 같이 규정하고 있다. 상세한 압력손실 계산이 수행되지 못했을 경우, 샤프트와 배출구의 최소 크기는 다음 식과 같이 계산한다.

$$A_v = \frac{Q_N}{2}$$

여기서 A_v = 층당 순 배출면적(m²)이고 건물 외부로 나가는 경로를 유지해야 하는 최소 면적, 예를 들면, 거주지역에서 샤프트로 들어가는 경로, 샤프트의 단면적 및 최상부의 배출면적(대기로 나가는 샤프트)(m²)

5) 기계배출방식

※ BS 5588 Part 4(1998)(비가압공간의 공기배출)

BS 5588 Part 4에서는 기계배출방식에 대해 다음과 같이 규정하고 있다. 개방된 출입문을 통해 가압공간으로 들어가는 자유경로가 존재할 때 층당 배출량은 $QN(\text{m}^3/\text{s})$ 보다 작아서는 아니된다. 수직풍도와 배출구 방식의 배출구 크기계산에 사용되는 식에서 계산된 공기 배출량은 거주지역과 외부와의 차압을 10 Pa로 가정하여 계산한 것이다. 그러나 거주지역과 외부와의 차압이 증가된다면 공기량을 증가시키거나 배출면적을 줄이는 것이 가능하다.

이 경우 식 $Q = K_f A_e \Delta P^{\frac{1}{n}}$ 에 따라 공기누설량을 재검토 해볼 필요가 있다.

- 나. 두 개 또는 그 이상의 가압계단이나 로비가 비가압공간과 같이 열리는 곳에서는 층당 배출면적은 해당 가압계단이나 로비의 수를 곱해야 한다. 비가압공간이 사무실이나 그와 유사한 구성으로 분할된 곳에서는 가압공간의 출입문과 최초 칸막이 벽 사이에 배출구가 설치되어야 한다.
- 다. 유입공기배출량 산정 시 제연구역의 출입문(옥내와 면하는 출입문을 말한다)이 여러 개가 있어도 그 중 1개 출입문만 개방된다는 개념으로 적용할 수 있다.

4. 기계배출식의 배출용 송풍기

다음을 참조할 것

※ BS 5588 Part 4(1998)(공기배출)

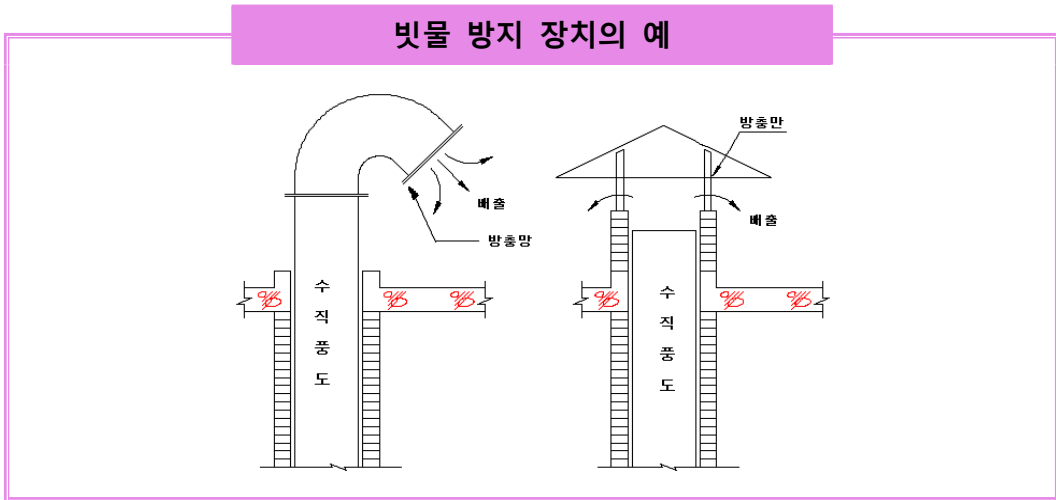
- BS5588 Part 4에서는 공기배출을 기계배출방식으로 할 경우 송풍기와 덕트의 최소온도와 운전시간을 다음 표와 같이 규정하고 있다.

공기/연기배출 송풍기와 HVAC 덕트에 대한 최소온도와 시간설계한계 예

| 건물설계의 특색 | | | 최소온도와 시간설계의 한계 |
|----------------------|-------|------------|----------------|
| 30 m 높이 또는 그 이상에서 배출 | 소방샤프트 | 인명안전 스프링클러 | |
| Yes | No | No | 2시간동안 600 °C |
| Yes | Yes | No | 2시간동안 600 °C |
| Yes | Yes | Yes | 2시간동안 600 °C |
| Yes | No | Yes | 2시간동안 600 °C |
| No | No | Yes | 1시간동안 600 °C |
| No | No | No | 1시간동안 600 °C |
| No | Yes | Yes | 2시간동안 600 °C |
| No | Yes | No | 2시간동안 600 °C |

5. 수직풍도의 말단

수직풍도의 상부의 말단은 옥외의 풍압에 영향을 받지 않도록 상방향으로 설치하고 빗물 등의 이물질이 쉽게 들어가지 않도록 적절한 지붕을 씌어야 한다.



제15조(배출구에 따른 배출) 배출구에 따른 배출은 다음 각 호의 기준에 적합하여야 한다.

1. 배출구에는 다음 각 목의 기준에 적합한 장치(이하 "개폐기"라 한다)를 설치할 것

가. 빗물과 이물질이 유입하지 아니하는 구조로 할 것

나. 옥외쪽으로부터 열리도록 하고 옥외의 풍압에 따라 자동으로 닫히도록 할 것

다. 그 밖의 설치기준은 제14조제3호가목 내지 사목의 기준을 준용할 것

2. 개폐기의 개구면적은 다음 식에 따라 산출한 수치 이상으로 할 것

$$AO = QN / 2.5$$

AO : 개폐기의 개구면적(m²)

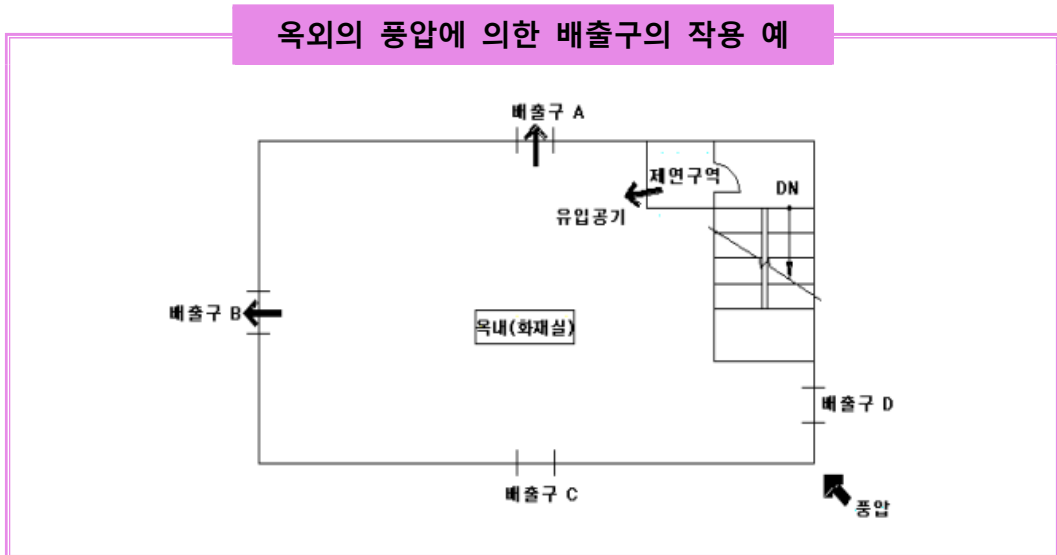
QN : 수직풍도가 담당하는 1개 층의 제연구역의 출입문(옥내와 면하는 출입문을 말한다) 1개의 면적(m²)과 방연풍속(m/s)를 곱한 값(m³/s)

해설

배출구에 따른 배출은 건물의 옥내와 면하는 외벽마다 옥외와 통하는 배출구를 설치하여 배출하는 방식이다.

1. 배출구

- 가. 실제 건축물에서 복도 또는 내부 칸막이 등에 의하여 배출구에 의한 배출이 곤란한 구조의 경우에는 설계 시 이런 점을 반드시 고려하여야 한다. 즉 제연구역으로부터 유입된 공기가 옥외로 정상적으로 배출되어 방연풍속을 유지할 수 있어야 한다.
- 나. 배출구의 경우는 옥외의 풍압에 의하여 자동으로 닫혀야 하므로 배연창은 배출구로서 인정할 수 없다.
- 다. 배출구는 건물의 각 면에 설치하여 화재 시 유입공기를 배출하다가 외부에서 배출구 방향으로 바람이 불면 풍압에 의해 제15조에 따라 자동으로 닫혀야 하는 기능 때문에 경제적 측면을 고려하여 국내에서는 설치 사례가 없는 실정이다.
- 라. 제연구역이 옥내와의 최적 차압을 형성하기 위해서는 될 수 있는 한 옥내의 기압을 대기압에 가깝게 유지하는 것이 좋다.



위의 그림에서 옥외의 풍압에 의하여 배출구 A 및 배출구 B는 유입공기를 배출할 수 있도록 옥외로 열려야 하고, 배출구 C 및 배출구 D는 옥외의 풍압에 의하여 자동으로 닫혀야 한다.

2. 개폐기의 설계기준

$$A_v = \frac{Q_N}{2.5}$$

여기서 A_v = 층당 배출면적(m^2)

Q_N = 방출해야 될 공기량(m^3/s)

※ BS 5588 Part 4(1998)(비가압공간의 공기배출)

BS 5588 Part 4에서는 비가압공간의 공기 배출구의 면적에 대해 다음과 같이 규정하고 있다. 층당 총 유효면적을 다음 식과 같이 계산한다.

제16조(급기) 제연구역에 대한 급기는 다음 각 호의 기준에 따라야 한다.

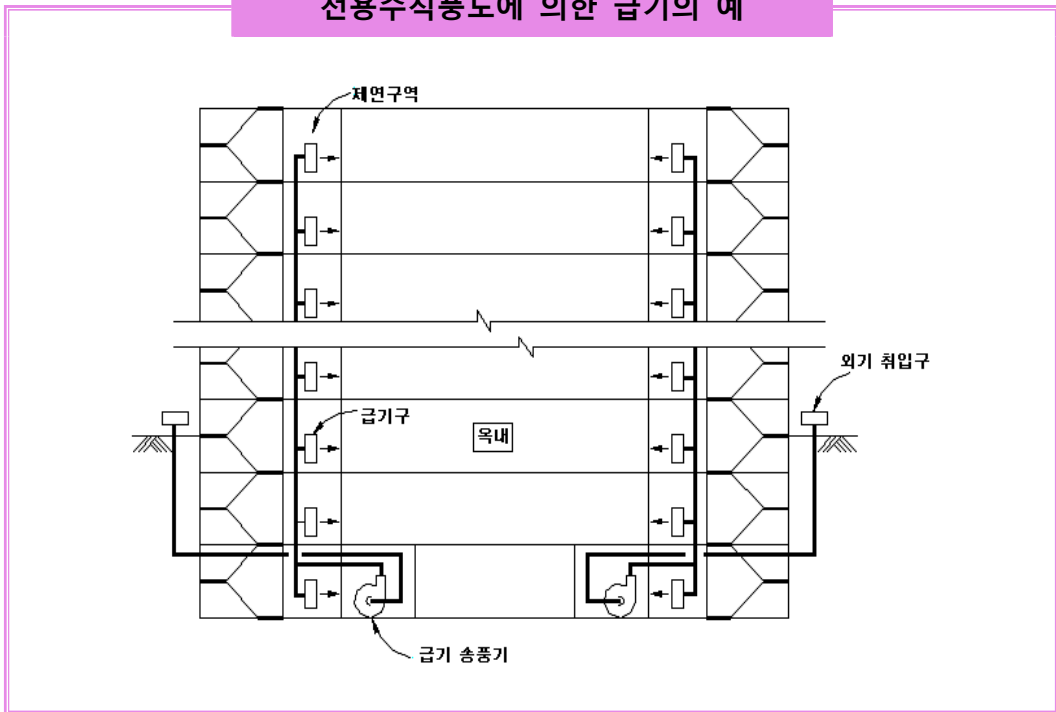
1. 부속실을 제연하는 경우 동일수직선상의 모든 부속실은 하나의 전용수직풍도에 따라 동시에 급기 할 것. 다만, 동일수직선상에 2대 이상의 급기송풍기가 설치되는 경우에는 수직풍도를 분리하여 설치할 수 있다.
<개정 2013.9.3.>
2. 계단실 및 부속실을 동시에 제연하는 경우 계단실에 대하여는 그 부속실의 수직풍도를 통해 급기 할 수 있다.
3. 계단실만 제연하는 경우에는 전용수직풍도를 설치하거나 계단실에 급기풍도 또는 급기송풍기를 직접 연결하여 급기하는 방식으로 할 것
4. 하나의 수직풍도마다 전용의 송풍기로 급기 할 것

해설

1. 부속실을 제연하는 경우 동일 수직선상의 모든 부속실은 하나의 전용 수직풍도

에 따라 동시에 급기 할 것”은 연기가 부력 등의 연기구동력에 의해 상층부로 확산·이동하기 때문에 화재층만 급기하지 않고 동일 수직선상의 부속실에 전층 급기를 하는 것이다. 그러나 화재 층에서 계단실로의 연기유입을 차단한다면 계단실을 통한 상층부 확산은 방지할 수 있을 것이다. 따라서 연돌효과와 피난, 시스템 안전성 등을 종합적으로 고려하여 전 층 급기가압에 대해서는 향후 재검토가 필요한 사항이다. 그리고 “동일수직선상에 2대 이상의 급기송풍기가 설치되는 경우 수직풍도를 분리하여 설치할 수 있다.”는 것은 고층 건축물에서 수직풍도를 분리하여 설치할 수 있다는 것이다. 그러나 전층 급기가압을 분리해서 한다는 것은 아니다.

전용수직풍도에 의한 급기의 예



2. 하나의 수직풍도마다 전용의 송풍기로 급기할 것"이란 부속실이 한 층에 여러 곳이 있을 경우 각 부속실마다 전용의 수직풍도를 설치하고 수직풍도마다 전용의 송풍기를 설치하여 급기가 이루어지도록 하는 것이다.

송풍기의 예



※ BS 5588 Part 4(9.2 가압시스템)에서는 가압공간의 급기에 대해 다음과 같이 규정하고 있다.

1) 계단실 단독 가압

이 방법에 의해 방호되는 공간은 수직 피난경로뿐이고, 각 층의 수평 피난경로에는 별다른 방호가 이루어지지 않는다. 가압된 계단실이 자연 환기가 이루어지는 부속실에 의하여 화재구역으로부터 분리될 경우, 가압방호를 계단실에만 국한한다. 부속실이 제연이외의 수단으로 환기가 이루어진다면 차압시스템은 부속실로 연기가 들어오는 것을 막지 못할 것이고, 다만 지속적으로 신선한 외부 공기를 공급하여 부속실로 들어오는 연기를 희석만 하게 된다.

2) 계단실과 부속실 가압

임의 층, 계단실과 거주공간을 구분한 부속실이 건물 내에 다른 층으로 연기를 확산시키는 중요한 누설경로가 될 수 있는 엘리베이터, 샤프트 또는 덕트 등에 직접 접촉되지 않는 부속실이 아닌 경우, 이 같은 부속실은 화재가 발생한 거주공간으로 연결된 출입문으로부터 연기침투를 막기 위해서는 계단실과 독립적으로 가압되어야 한다. 이때 부속실과 계단실은 각기 다른 덕트를 통하여 가압 급기 되어야 한다. 부속실과 거주구역과의 차압은 출입문의 개폐를 위해 제5조 제1호 해설 그림에 나타낸 것처럼 계단실을 50 Pa로 가압을 시킨다면 부속실

은 계단실보다 5 Pa 정도 낮게 가압해야 한다.

3) 부속실 및/또는 복도만 가압

비 가압계단실로 연결되는 부속실 및/또는 복도는 부속실로 들어오는 연기가 비 가압계단실로 들어가지 않도록 가압되지 않아야 한다.

5. 비상용승강기의 승강장을 제연하는 경우에는 비상용승강기의 승강로를 급기풍도로 사용할 수 있다. <신설 2013. 9. 3.>
<단서 삭제 2015. 10. 28.>

해 설

1. “비상용승강기의 승강장을 제연하는 경우에는 비상용승강기의 승강로를 급기풍도로 사용할 수 있다.”는 것은 비상용승강기승강장 급기가압방식을 아래 그림과 같이 기존에는 별도의 수직덕트(『화재안전기준』 제14조1호,2호적용)를 설치하여 급기가압 하는 방식만 적용하였으나, 이제는 수직풍도로 비상용승강기 승강로(『화재안전기준』 제16조5호)를 활용하여 급기가압(이하 승강로 가압방식이라 한다.)을 할 수 있도록 함으로써 화재안전기준제14조 1호 및 2호에 따른 수직덕트 가압방식과 승강로 가압 두 가지 방식을 모두를 적용할 수 있도록 한 것이다.

| 구 분 | 전용덕트 가압방식 | 승강로 가압방식 |
|------|---|--|
| 급기방법 |  <p style="text-align: center;">전용덕트방식</p> |  <p style="text-align: center;">승강로 방식</p> |

2. 승강로 가압방식은 급기 송풍기에서 공급되는 외기를 승강로의 측면이나 후면에 수평 덕트를 연결하여 외기를 승강로에 공급한다. 즉, 외부의 공기를 공급하는 수직공기통로로서 승강기 승강로를 이용하는 것이다. 승강기 승강로 하부측에 연통된 급기팬을 구동시켜 설정된 풍량을 승강기 승강로 내로 이동할 때 풍속이 극히 적어 마찰손실을 무시할 수 있을 정도로 줄어들어 승강기 승강로 내 상하층간 균압통 개념의 정압이 유지되므로 건물 전체의 제연구역에 설정 풍량을 정확하게 공급이 가능하여 설정된 차압을 유지할 수 있도록 한 방식이다.
3. 승강로 가압방식은 송풍량, 피스톤효과는 수직덕트 방식과 동일하며, 연돌효과는 이론적으로 수직덕트 방식보다 승강로에 외기를 직접 유입하여 승강로 온도를 낮춤으로써 유리하게 생각할 수 있으나 공기의 비열량이 매우 작고 구조체의 축열량이 크므로 동일하게 간주 할 수 있다.
4. 승강로를 급기풍도로 사용하는 방식은 별개의 규정으로서 수직풍도의 규정을 적용하지 않고 건축법 및 『승강기의 검사기준』에 의한 구조로 한다.

제17조(급기구) 제연구역에 설치하는 급기구는 다음 각 호의 기준에 적합하여야 한다.

1. 급기용 수직풍도와 직접 면하는 벽체 또는 천장(당해 수직풍도와 천장급기구 사이의 풍도를 포함한다)에 고정하되, 급기되는 기류 흐름이 출입문으로 인하여 차단되거나 방해받지 아니하도록 옥내와 면하는 출입문으로부터 가능한 먼 위치에 설치할 것
2. 계단실과 그 부속실을 동시에 제연하거나 또는 계단실만을 제연하는 경우 급기구는 계단실 매 3개층 이하의 높이마다 설치할 것. 다만, 계단실의 높이가 31m 이하로서 계단실만을 제연하는 경우에는 하나의 계단실에 하나의 급기구만을 설치할 수 있다.
3. 급기구의 댐퍼설치는 다음 각 목의 기준에 적합할 것
 - 가. 급기댐퍼는 두께 1.5mm 이상의 강판 또는 이와 동등 이상의 강도가 있는 것으로 설치하여야 하며, 비내식성 재료의 경우에는 부식방지조치를 할 것
 - 나. 자동차압·과압조절형 댐퍼를 설치하는 경우 차압 범위의 수동설정기능과 설정범위의 차압이 유지되도록 개구율을 자동조절 하는 기능이 있을 것
 - 다. 자동차압·과압조절형 댐퍼는 옥내와 면하는 개방된 출입문이 완전히 닫히기 전에 개구율을 자동감소시켜 과압을 방지하는 기능이 있을 것
 - 라. 자동차압·과압조절형 댐퍼는 주위온도 및 습도의 변화에 의해 기능이 영향을 받지 아니하는 구조일 것
 - 마. 자동차압·과압조절형댐퍼는 「자동차압·과압조절형댐퍼의 성능인증 및 제품검사의 기술기준」에 적합한 것으로 설치할 것 <개정 2013.9.3.>
 - 바. 자동차압·과압조절형이 아닌 댐퍼는 개구율을 수동으로 조절할 수 있는 구조로 할 것
 - 사. 옥내에 설치된 화재감지기에 따라 모든 제연구역의 댐퍼가 개방되도록 할 것. 다만, 둘 이상의 특정소방대상물이 지하에 설치된 주차장으로 연결되어 있는 경우에는 주차장에서 하나의 특정소방대상물의 제연구역으로 들어가는 입구에 설치된 제연용 연기감지기의 작동에 따라 특정소방대상물의 해당 수직풍도에 연결된 모든 제연구역의 댐퍼가 개방되도록 할 것 <개정 2013. 9. 3.>

- 아. 댐퍼의 작동이 전기적 방식에 의하는 경우 제14조제3호의 나목 내지 마목의 기준을, 기계적 방식에 따른 경우 제14조제3호의 다목, 라목 및 마목 기준을 준용할 것
- 자. 그 밖의 설치기준은 제14조제3호 가목 및 아목의 기준을 준용할 것

해설

1. 급기풍도는 동일 수직선상의 부속실(또는 비상 승강장)마다 전용으로 설치하고 급기 풍도마다 송풍기를 전용으로 설치하고 있다. 각 수직선상에 있는 제연구역의 방화문 누설틈새가 시공편차에 따라서 서로 균일하지 않거나 급기경로의 압력변화가 동일하지 않을 경우에는 차압 및 보충량의 분배가 어렵고 제연성능 확보가 불가능하게 될 수 있다. 하지만 하나의 특별피난계단에서 계단실과 부속실을 동시에 제연하는 경우에는 하나의 급기풍도만으로 두 실에 급기하여도 큰 문제는 발생하지 않는다. 그러나 계단실은 수직으로 관통된 하나의 공간이므로 가급적 급기의 균등한 분배공급을 위해 화재안전기준에서는 최소한 3개 층마다 급기구를 설치하도록 규정하고 있는 것이다.

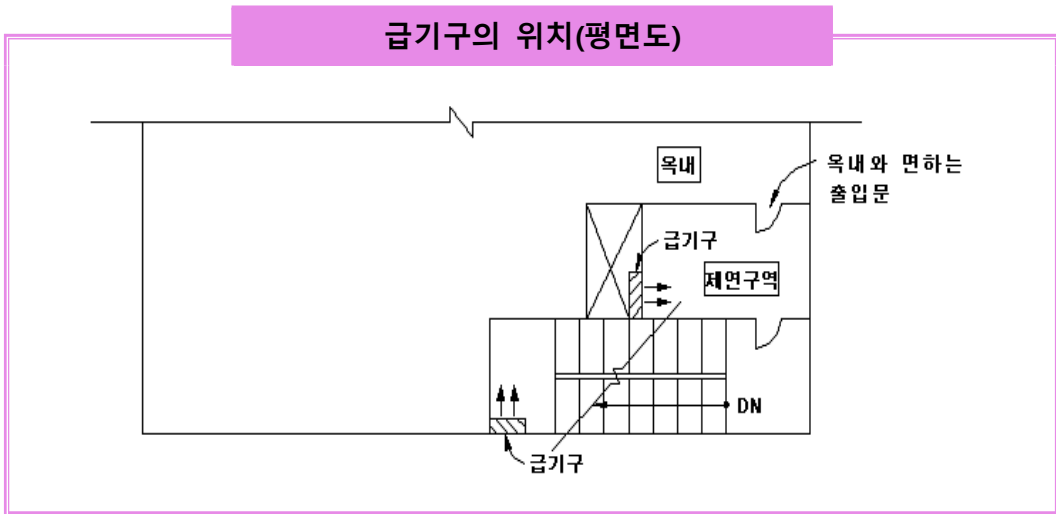
계단실을 제연구역으로 설계를 하는 경우 계단실을 수직 덕트로 방화문을 댐퍼로 가정하면 이해가 용이하다. 따라서 계단실을 가압하거나 계단실 부속실을 동시에 급기하는 방식에서 송풍량 계산은 계단실의 비 개방 층 차압을 EN규정에 따라 10Pa을 적용하는 경우에 방연풍속이 2.5-3m/s가 되어야 하므로 보충량이 약 4배가 되므로 급기 송풍기와 덕트, 자동차압댐퍼 용량이 이에 준하여 증가되어야 하며 유입공기배출용 덕트 크기와 송풍기, 댐퍼크기도 이에 준하여 증가된 크기로 설계가 되어야 한다.

계단실과 부속실을 동시에 급기하는 경우 계단실과 부속실의 수직덕트를 별개로 설치하는 경우 부속실만의 가압에도 계단실은 균압에 가까운 압력 범위 내에 이른다. 여기에 별도의 계단실에 수직덕트를 설치하여 송풍기를 설치하는 경우 계단실 송풍기의 풍량 제어는 "0~송풍기의 풍량"으로 가변성을 부여하여야 하며, 송풍기 풍량을 제어하는 상용 가능한 제어시스템을 확인 후 설계에 반영하여야 한다.

2. 급기구의 설치위치 : 옥내와 면하는 출입문으로부터 가능한 한 먼 위치에 설치
(다음 그림 참조)

가. 급기구는 벽체 또는 천장에 설치하여 외기를 제연구역에 공급한다. 이때 급기구의 위치 및 날개의 방향에 따라 기류특성이 달라질 수 있으며, 이는 방연풍속이 정상적으로 확보되지 않을 수 있다. 따라서 옥내와 면하는 출입문으로부터 가능한 먼 위치에 급기구를 설치하도록 하고 있다.

나. 설계자는 급기구의 위치를 선정할 때 제연설비의 거실 방화문의 상부에 방연풍속의 기류분포가 형성될 수 있도록 성능확보를 우선적으로 고려하여야 한다. 제연설비의 성능을 효율적으로 확보할 수 있도록 건축물의 구조와 방화문의 위치, 자동차압댐퍼의 기류분포 성능 등을 충분히 고려하여 신중하게 배치하여야 한다.



3. 계단실과 그 부속실을 동시에 제연하는 경우 수직풍도를 단독 또는 겸용하여 설치하는 경우 안전성 및 경제성에 대하여 재검토가 필요하다. 또한 송풍량과 송풍량제어에 대한 기본 개념은 위에 설명한 내용을 충분히 고려하여 선정을 하여야 한다.

4. “둘 이상의 특정소방대상물이 지하에 설치된 주차장으로 연결되어 있는 경우에는 주차장에서 하나의 특정소방대상물의 제연구역으로 들어가는 입구에 설치된

제연용 연기감지기의 작동에 따라 특정소방대상물의 해당 수직풍도에 연결된 모든 제연구역의 댐퍼가 개방되도록 할 것”에 관한 내용은 지상은 여러 개의 동이 구성되지만 아래 그림과 같이 지하주차장을 하나의 대형 공간으로 된 건축물로 구성한 경우로서 지하주차장에서 화재가 발생한 경우 화재가 발생한 구역에 설치된 감지기가 동작하여 해당 동에 대해서만 제연설비를 가동시키기 위한 조건이다.

즉, 통합 주차장에서 화재가 발생한 경우에 화재가 발생한 지역의 연기감지기가 동작하여 화재가 발생한 지역의 동에 대해서만 제연을 함으로서 효과적인 시스템 운영을 하는데 목적이 있다.

감지기는 아래 그림에서와 같이 동별 출입구 앞에 설치하는 것이 적절한 위치이며, 출입구 앞의 감지기가 동작하는 경우 감지기가 동작한 동(동 출입구가 2개 이상인 경우 해당 동 전체)의 제연설비 동작하도록 함으로써 제연설비의 동작 기준을 명확하게 하였다.

지하층의 연기확산에 따라 다소 위험성은 내재하고는 있지만 화재가 확산되지 않은 장소까지 예측하여 제연설비를 제어하기에는 너무나 복잡한 시스템 구성으로 제연설비의 신뢰성에 불확실성이 크고, 많은 비용 소요와 유지관리에 문제점이 많이 발생하여 도입된 사항 이다.

여러 개의 동이 연결된 지하주차장(공동주택)



지하주차장 공동주택 출입구(제연구역 입구)



※ BS 5588 Part 4의 계단실 가압시스템

건물높이가 11 m를 넘지 않을 경우, 각 가압계단실에 대해 급기점이 하나라도 충분하다. 급기점을 하나만 설치할 경우에는 급기점을 최종 피난문이 있는 층이나 그 근처에 두어서는 안 된다. 대부분 가장 적당한 위치는 계단실 꼭대기이다. 건물높이가 11 m를 넘는 경우, 급기점은 계단실 높이에 고르게 분포되도록 해야 하고, 컴퓨터시뮬레이션이나 완성된 시설의 인수시험 등으로부터 넓은 공간에도 충족되는 상태를 증명하지 않는 한 급기점 사이의 최대 거리는 3개 층을 넘지 않아야 한다.

※ NFPA 92A : 계단실의 단일 및 다중 급기시스템

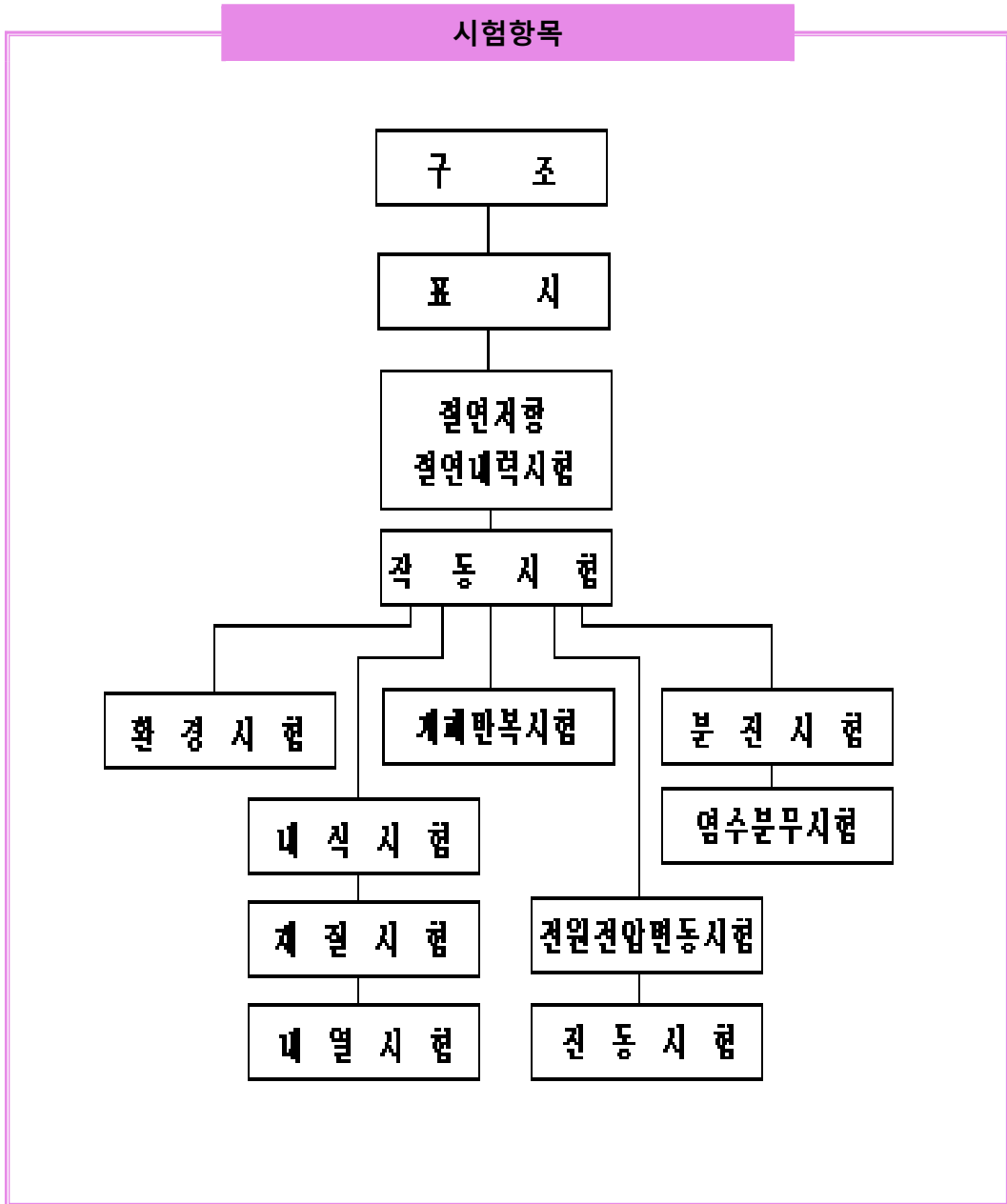
1. 단일 급기시스템

높이가 30.5m를 초과하는 계단실의 경우 하부 단일 급기시스템이나 그 밖의 모든 단일 급기시스템에 대해서는 세심한 설계해석이 필요하다.

2. 다중 급기시스템

3개 층 이상 떨어진 급기점을 갖는 다중 급기시스템을 설계할 경우, 계단실의 출입문의 개방에 따른 가압공기의 손실로 인한 계단실의 압력이 최소 압력(최소 차압)을 유지할 수 있는지 확인하기 위해 ASHRAE나 SFPE 핸드북(Design of smoke management systems)에서 제시하는 컴퓨터 해석을 해야 한다.

※ 자동차압·과압조절형 댐퍼의 KFI인정 시험 항목은 다음의 그림과 같다.



제18조(급기풍도) 급기풍도(이하 “풍도”라 한다)의 설치는 다음 각 호의 기준에 적합하여야 한다.

1. 수직풍도는 제14조제1호 및 제2호의 기준을 준용할 것
2. 수직풍도 이외의 풍도로서 금속판으로 설치하는 풍도는 다음 각 목의 기준에 적합할 것
 - 가. 풍도는 아연도금강판 또는 이와 동등 이상의 내식성·내열성이 있는 것으로 하며, 불연재료(석면재료를 제외한다)의 단열재로 유효한 단열 처리를 하고, 강판의 두께는 풍도의 크기에 따라 다음 표에 따른 기준이상으로 할 것. 다만, 방화구획이 되는 전용실에 급기송풍기와 연결되는 닥트는 단열이 필요 없다. <개정 2008. 12. 15., 2013. 9. 3.>

| 풍도단면의 긴변 또는 직경의 크기 | 450mm이하 | 450mm초과 750mm이하 | 750mm 초과 1,500mm이하 | 1,500mm초과 2,250mm이하 | 2,250mm 초과 |
|--------------------|---------|-----------------|--------------------|---------------------|------------|
| 강판두께 | 0.5mm | 0.6mm | 0.8mm | 1.0mm | 1.2mm |

- 나. 풍도에서의 누설량은 급기량의 10%를 초과하지 아니할 것
3. 풍도는 정기적으로 풍도내부를 청소할 수 있는 구조로 설치할 것

해 설

1. 급기풍도는 가능한 한 제연공간과 직접 면하는 것이 가장 바람직하다. 만약 급기풍도가 제연공간과 거리를 두고 설치되어 있다면, 그 사이에는 반드시 수평풍도가 분기설치 되어야 할 것이며, 이는 설치비용의 과다지출 요인 및 급기 경로상의 공기 누설 가능성을 제공한다.
2. 급기풍도는 동일수직선상의 부속실(또는 비상승강장)마다 전용으로 하면서, 담당하는 급기송풍기도 당해 풍도마다 각각 설치하는 것이 최적이다. 만약 하나의 급기풍도가 둘 이상 수직선상의 모든 제연공간을 담당하도록 하게 되면, 결국 문제의 가능성을 많이 내포하는 수평분지 풍도만이 대량 증가될 것이며, 특히 각 수직선상에 있는 제연공간의 누설틈새가 상호 균등하지 않거나 급기경로

상의 기압변화가 동등하지 않을 경우에도 차압 및 보충량의 안배가 어렵거나 불가능하게 될 수 있는 것이다. 다만, 하나의 특별피난계단에서 계단실과 부속실을 동시제연 하는 경우에는 하나의 급기풍도만으로 두 실에 급기 하여도 무리는 발생하지 않는다.

3. 유입공기 배출장치에서는 풍도의 가장 상부에서 원활한 배출이 가능하도록 풍도를 구성하도록 규정하고 있지만, 급기풍도에서는 지상의 신선한 공기를 제연 구역에 공급하기 위해서 급기 송풍기를 1층 또는 지하층에 설치하는 것이 대부분이다. 따라서 부득이하게 수평풍도가 필요하다. 수평으로 설치되는 급기풍도는 풍도 단면의 긴변(원형의 풍도의 경우 직경)을 기준으로 덕트를 구성하는 강판의 두께를 규정하고 있다.
4. 수직풍도는 내화구조의 벽으로 구획하고 그 내부에 마찰손실을 줄이기 위해 0.5 mm 이상의 아연도금 강판 또는 동등이상의 내식성·내열성의 것으로 마감하도록 한 것으로서 안전하게 보호되어 있기 때문에 별도의 단열재를 처리할 필요가 없지만 수평풍도의 경우에는 화재가 확산되거나 화재가 발생할 수 있는 지역 내에 설치되기 때문에 수평풍도를 보호할 수 있도록 불에 타지 않는 불연 재료를 사용하여 단열처리를 하도록 하고 있다.
5. “방화구획이 되는 전용실에 급기송풍기와 연결되는 덕트는 단열이 필요 없다.”는 것은 급기 송풍기를 내화구조로 구획된 실에 설치하고, 그 구획된 실에서 구성되는 풍도는 안전하게 보호된 공간으로서 단열처리를 제외하고 있는 것이다.
6. 급기풍도는 가능한 한 통기성이 무시할 만큼 적어야 하며, 공기 흐름시 마찰에 의한 기압의 손실도 가능한 한 적도록 시공되어야 한다. 풍도의 구성재질로서 철판을 사용하는 경우 접합부에 통기성이 없도록 철저히 치밀하게 용접해야 하며, 철근콘크리트 구조는 일단 통기성이 무시할 수 있을 정도로 간주되지만 반드시 내부 면을 시멘트모르타르로 매끄럽게 마감하여야 하고, 시멘트 벽돌의 조적구조는 통기성이 크고 거칠기 때문에 반드시 시멘트모르타르로 두껍게 마감하거나 내면에 철판을 대어 철저히 용접, 마감하여야 한다.
7. 건축관계법규에 따라, 제연설비 풍도의 방화구획 관통부에 방화댐퍼를 설치해야 하는 경우에는 작동온도 280°C의 방화댐퍼를 설치해야 한다. 이것은, 낮은 작동온도의 방화댐퍼를 설치하였을 경우에는 화재초기에 방화댐퍼가 닫히게 되는데, 이 경우 풍도의 기능이 상실되므로, 피난이 완료되고 난 이 후 즉, 중기

화재 이 후에 방화댐퍼가 닫히도록 작동온도 280°C의 방화댐퍼를 설치하여야 한다.

※ 단열재의 종류

단열재료에는 글라스 울(Glass Wool), 암면(Rock Wool) 폴리스틸렌 폼(EPU), 우레아 폼(Ureaform aldehyde), 폴리에틸렌 폼(EPE), 펄라이트(Perlite) 및 고무발포단열재(EFCI) 등이 있다.

글라스 울은 단열성, 내화성, 흡음성이 우수하고, 암면은 규산알루미늄과 석회를 주성분으로 하고 있으며, 현무암·안산암·혈암 등의 자연석 또는 철, 동 등의 제련에서 부생되는 슬래그에 석회석을 섞은 재료를 전기로에서 1500 °C - 1600 °C의 고열로 용융하고, 원심력을 이용하여 섬유화시킨 것이다. 발포 폴리스틸렌 단열재는 입상 폴리스틸렌수지 비드를 원료로 1차 발포한 후 가열·냉각의 증기 성형 공정을 거치는 몰드팽창 기법과 수지와 발포제를 압출기에서 용융·혼합하여 연속적으로 진공상태에서 압출하여 제조한다. 우레아 폼은 요소수지를 경화제와 공기를 사용하여 현장에서 발포시켜 사용한다.

폴리에틸렌 폼은 폴리에틸렌을 가교제로 발포시킨 발포제로서 종류에 따라 가교 폼과 무가교 폼으로 구분한다. 고무발포보온재는 고분자 합성고무를 주 원료로 하여 발포시킨 완전 독립기포상태의 단열재로서 합성고무에 발포제, 난연제, 가소제 외에 제조업체별로 특수 첨가제(PVC, 플라스틱계 수지 등)를 발포시킨 것이다.

※ 주요 보온재의 특성

제연용 단열재는 불연성능을 인정받은 제품만이 사용이 가능하다.

| 특성/소재 | 유리면 (Fiber Glass) | 스티로 폼 (Polystyrene) | 우레탄 (Polyurethane) | 고무발포 (EFCI) |
|-----------------------|----------------------|-------------------------------------|--|----------------|
| 밀도(kg/m³) | | | | 48~136 |
| 안전사용온도 (°C) | 300 | 70 | 100 | -200~105 |
| 열전도율 (kcal/m.h.°C) | 0.039 | 압출 : 0.023 형물 : 0.027 ~ 0.039 | spray: 0.022~ 0.025 skin: 1.58~ 1.45 | 0.030~0.032 |

| | | | | |
|-------------------------------|-----------------|------------------------|----------------------------------|-----------|
| 투습성 (g/m ² .hr) | > 100perm-in | 압출: 0.6 형물: 1.2~3.0 | 2~3 | 0.10~0.15 |
| 내화염성 | 비연소성 | 연소성 | 연소성 | 난연성 |
| 화염전파 (F.S.I.) | 15 ~ 20 | 5~25 | 30~50 | 25 |
| 연기발생 (S.D.I.) | 0 ~ 20 | 10~400 | 155~500 | 50 |
| 유해성 | 고착제의 연소로 유해함 | CFC 사용 CO 가스유출 | CFC 사용 CO 가스유출 | CFC FREE |
| 모세관 현상 | 있음 | 없음 | 없음 | 없음 |
| 흡수율 | 흡수 | < 4 % | 3.0 g/ 100 cm ² 이하 | 0.2 이하 |
| 분진발생 | 있음 | 조각날림 | 적음 | 없음 |

※ 외국의 난연성능 규정

NFPA 90B에서는 최대화염확산지수를 25, 최대연기발생율을 50으로 제한하고 있으며, ASTM C 411에 의해 시험하도록 명시하고 있다. 실제 사용온도에서 화염 및 불꽃이 발생하지 않고, 그을음, 연기발생이 없어야하며, 시험온도는 121 °C보다 낮아서는 안되고, 천장공간을 급기용 공간으로 이용하는 경우에 급기 온도는 74 °C이하로 제한하고 있다.

일본에서는 “소방기본 6법”에서 규정하고 있으며, 방화댐퍼의 폐쇄온도를 280 °C 이상으로 하고 있다. 국내에서는 방화댐퍼에 대한 기준이 없어 이 기준을 준용하여 제연설비에 설치된 방화댐퍼의 폐쇄온도를 270 °C ~ 280 °C로 현장에서 적용하고 있다.

제19조(급기송풍기) 급기송풍기의 설치는 다음 각 호의 기준에 적합하여야 한다.

1. 송풍기의 송풍능력은 송풍기가 담당하는 제연구역에 대한 급기량의 1.15배 이상으로 할 것. 다만, 풍도에서의 누설을 실측하여 조정하는 경우에는 그러하지 아니한다.
2. 송풍기에는 풍량조절장치를 설치하여 풍량조절을 할 수 있도록 할 것 <개정 2013.9.3.>
3. 송풍기에는 풍량을 실측할 수 있는 유효한 조치를 할 것 <개정 2013.9.3.>
4. 송풍기는 인접장소의 화재로부터 영향을 받지 아니하고 접근 및 점검이 용이한 곳에 설치할 것
5. 송풍기는 옥내의 화재감지기의 동작에 따라 작동하도록 할 것
6. 송풍기와 연결되는 캔버스는 내열성(석면재료를 제외한다)이 있는 것으로 할 것

해설

1. 제16조와 같이 차압 및 보충량의 적절한 분배가 사실상 어렵기 때문에 급기풍도마다 전용 송풍기를 설치하도록 규정하고 있다. 또한 송풍기의 배출측에는 풍량조절 댐퍼 즉 볼륨댐퍼(volume damper)를 설치하고, 풍량과 풍압을 계측할 수 있는 유효한 조치를 하도록 정하고 있는데, 볼륨댐퍼를 설치하는 것은 송풍기 및 풍도의 설치과정에서 제연에 대한 차압 및 보충량의 균형을 맞추기 위한 일련의 조치로서 송풍량을 조정하게 하는 것이다. 풍량과 풍압을 실측할 수 있는 유효한 조치란 이들에 대한 측정기를 배출측 풍도내로 삽입하여 측정된 다음 용이하게 원상태로 풍도를 폐쇄할 수 있는 적절한 구조를 갖추라는 의미이다.

2013년 9월3일 화재안전기준 개정에 따라 송풍기 배출 측에만 풍량조절장치를 설치하도록 하던 것을 자유롭게 풍량조절장치를 설치할 수 있도록 개정하였다. 기존에 설치하던 볼륨댐퍼는 필요한량만큼 볼륨을 조절하여 수동으로 고정하여 설치하는 댐퍼로서 차압에 대한 풍량은 조절이 쉽게 가능하지만 댐퍼가 고정되

어 있어서 출입문이 일시적으로 개방될 경우 제10조에서 요구하는 방연풍속은 확보하기가 어렵다. 즉 차압은 볼륨댐퍼를 고정하여 풍량을 조절하기 때문에 제6조에서 요구하는 성능에 적합하게 조정이 가능하지만 실제 보충량까지 고려된 송풍기의 전체 풍량을 요구하는 방연풍속은 확보할 수가 없다.

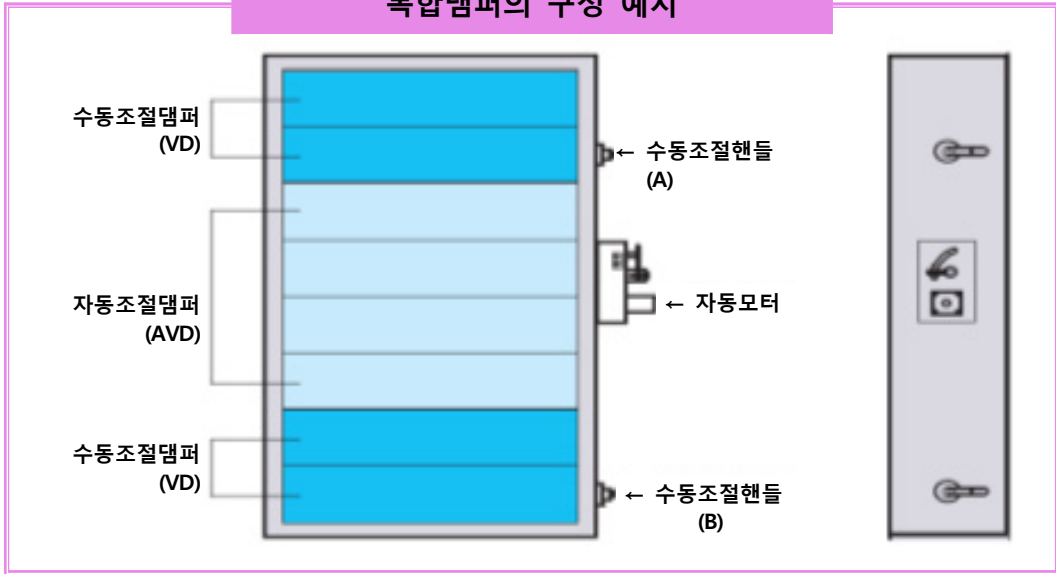
복합댐퍼는 댐퍼를 둘로 분류하여 한쪽은 수동조절에 따라 조정된 상태로 상시 개방된 상태를 유지하고 있으며, 다른 한쪽은 풍량 변화에 따라 자동조절되는 자동조절댐퍼가 설치된다. 볼륨댐퍼는 화재신호에 의해 송풍기가 동작하면 차압에 필요한 누설량 만큼의 풍량을 즉시공급하고, 제연구역의 닫혀있던 출입문이 개방되면 자동조절댐퍼가 개방되어 방연풍속과 비개방층의 차압을 유지해주는 기능을 가진다. 그러나 송풍기성능선도로 비교하면 저항의 변화가 1개만 되므로 방연풍량이 1개인 경우에는 적정하나 방연풍량이 2개인 경우에는 가변 저항이 되지 않으므로 적정하지 않다. 방화문 개방이 2개 이상인 경우 적정한 과압배출이 이루어지도록 화재안전기준에 적합한 플랩댐퍼를 설치하거나 또는 송풍기회전수제어 시스템의 적용이 바람직하다.

플랩댐퍼는 직통계단식 부속실을 제외한 모든 용도의 건물에 적용이 가능하며 수직덕트 내의 압력에 대하여 자동차압·과압조절형 급기댐퍼 크기에 따른 누설량을 제조사별로 소방산업기술원의 검사 성적표에 있는 누설량 성능을 감안하여 플랩댐퍼의 수량을 설치하면 수직덕트의 단면적을 설정할 수 있다. 특히 평면도에서 수직덕트의 단면적이 제한되는 경우에도 과압제어가 가능한 장점을 가진다.

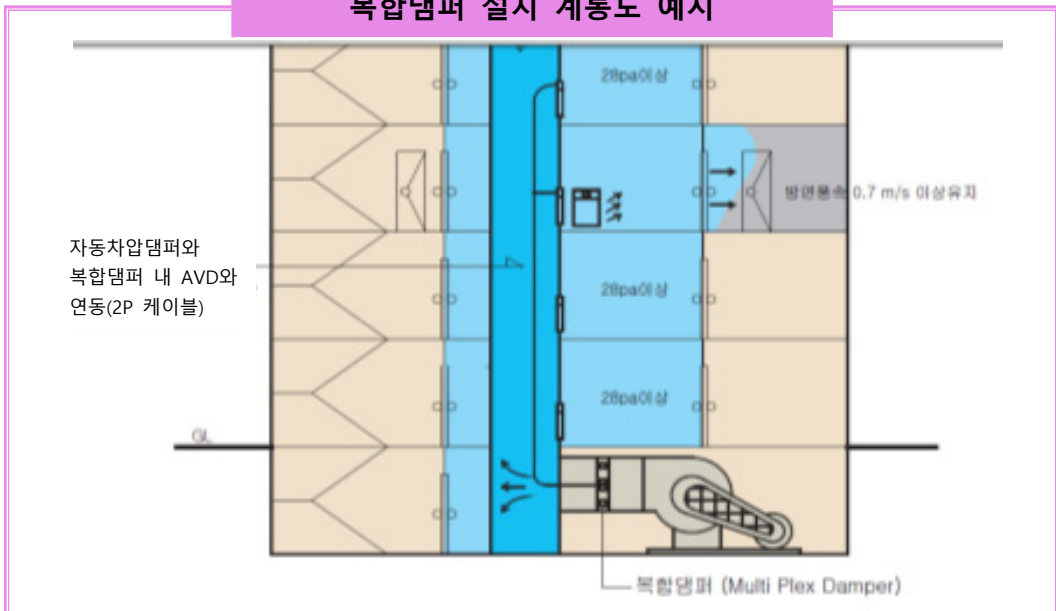
송풍기회전수 시스템은 모든 용도의 건물에 적용이 가능하며 수직덕트의 단면적이 송풍기에서 가장 먼 수직덕트에 설치된 자동차압·과압조절형 급기댐퍼에서 방연풍량이 배출되는 경우 마찰손실로 인한 압력차에 의하여 송풍기에서 가까운 부속실의 과압이 발생하지 않는 크기가 확보되어야 제연성능이 확보된다. 따라서 수직덕트의 규격을 확인 후 선정하여야 한다.

2. 급기송풍기의 풍량 \geq (제5조에 의하여 산출된 급기량) \times 1.15

복합댐퍼의 구성 예시

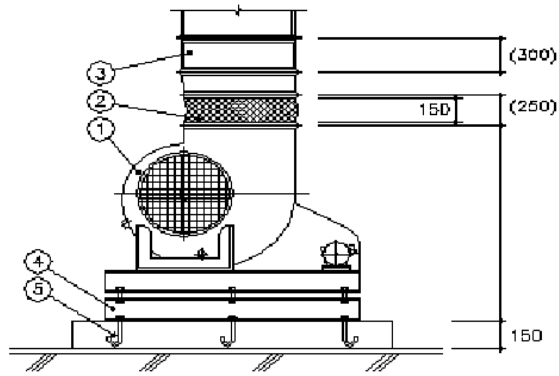


복합댐퍼 설치 계통도 예시



3. 급기송풍기의 설치 예

급기 송풍기설치 구성



- ① 송풍기
- ② 캔버스 : 내열성 (석면재료를 제외한다)
- ③ 송풍조
- ④ □형강
- ⑤ 기초블

급기 송풍기설치(복합댐퍼) 사례



급기 송풍기 복합댐퍼 사례

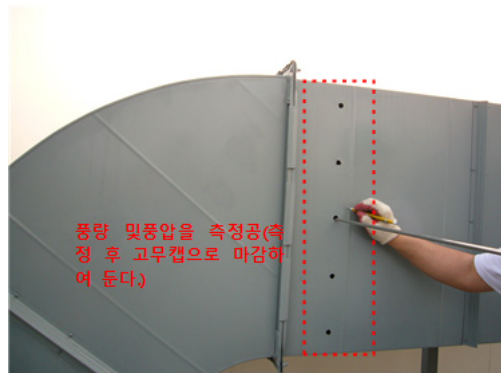


4. 캔버스 설치이유:

송풍기 진동이 덕트로 전달되는 것을 방지하기 위해 설치한다. 즉 충격 흡수장치이다.

5. 풍량 풍압을 실측할 수 있는 유효한 조치란 송풍기의 풍량, 풍압을 측정하기 위한 측정공(15 mm)을 말한다.

풍량 · 풍압 측정공



6. 캔버스에서, “내열성”이 있는 것이란, 건축법상 불연재료, 준불연재료 또는 난연재료인 것을 말한다.
7. 송풍기는 인접장소의 화재로부터 영향을 받지 아니하고 접근이 용이한 방화구획 된 전용실에 설치하는 것이 바람직하다. 천장 속에 설치하거나 옥외 노출로 설치하는 것은 바람직하지 않다.

※ “송풍기의 송풍능력은 송풍기가 담당하는 제연구역에 대한 급기량의 1.15배 이상으로 할 것.”으로 규정하고 있으나, BS 5588 Part 4에서는 출입문을 제외한 누설률을 감안하여 누설량의 1.5 배를 하고, 만약 가압 송풍기의 성능이 출입문을 제외한 누설률을 보상할 수 있을 경우에는 1.5 배를 하지 않고 있다.

제20조(외기취입구) 외기취입구(이하 “취입구”라 한다)는 다음 각 호의 기준에 적합하여야 한다.

1. 외기를 옥외로부터 취입하는 경우 취입구는 연기 또는 공해물질 등으로 오염된 공기를 취입하지 아니하는 위치에 설치하여야 하며, 배기구 등(유입공기, 주방의 조리대의 배출공기 또는 화장실의 배출공기 등을 배출하는 배기구를 말한다)으로부터 수평거리 5m 이상, 수직거리 1m 이상 낮은 위치에 설치할 것 <개정 2013. 9. 3.>
2. 취입구를 옥상에 설치하는 경우에는 옥상의 외곽 면으로부터 수평거리 5m 이상, 외곽면의 상단으로부터 하부로 수직거리 1m 이하의 위치에 설치할 것 <개정 2013. 9. 3.>
3. 취입구는 빗물과 이물질이 유입하지 아니하는 구조로 할 것
4. 취입구는 취입공기가 옥외의 바람의 속도와 방향에 따라 영향을 받지 아니하는 구조로 할 것

해설

1. 급기설비에는 급기풍도와 송풍기 외에도 흡입풍도, 외기 취입구 및 급기댐퍼 등이 포함된다. 급기가압방식의 제연시스템은 연기로부터 피난공간의 안전을 확보하는 것이므로 반드시 건물 외부의 신선한 공기를 제연구역으로 공급해야

한다. 그러므로 화재 시 옥외로 흘러나가는 연기가 외기 취입구 쪽으로 혼입되어서는 아니 되므로, 외기 취입구의 설치지점 선정이 매우 중요하다. 외기취입구는 가급적 옥상에는 설치하지 않는 것이 바람직하며, 부득이 옥상에 설치할 수밖에 없는 상황이라도 설치지점은 화재안전기준에서 정하는 조건과 같이 옥상의 외곽 면으로부터 수평거리 5m 이상, 외곽 면의 상단으로부터 하부로 1m 이상 더 낮은 위치에 설치해야 한다.

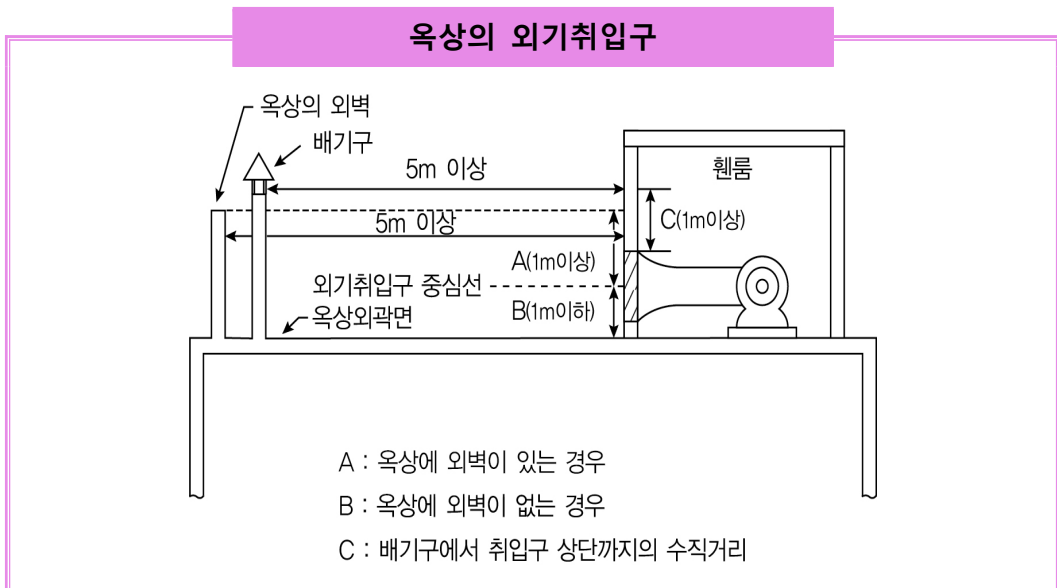
외기 취입구로 연기 또는 옥내에서 배출된 오염된 공기가 재 유입될 경우 오히려 부속실을 오염시켜 피난로로서의 역할을 상실할 수 있다. 따라서 주방배기, 화장실 배기 등으로부터 이격거리를 두어야 하며, 외벽을 타고 올라온 연기가 기압에 따라 외기 취입구로 흡입될 수 있기 때문에 급기송풍기의 설치위치와 취입구의 위치 선정이 매우 중요한 사항이며, 가능한 급기 송풍기는 옥상보다는 1층 또는 지하층에 설치하는 것이 바람직하다. 아래 그림과 같이 옥상에 송풍기실을 설치하고 그 송풍기실의 외기 취입구를 외벽을 향하여 설치한 경우에는 하부에서 상승한 연기가 재유입 될 수 있기 때문에 주의가 필요한 사항이다.

옥상에 설치된 제연 팬룸(급기그릴이 외부로 향한 사례)



2. 외기취입구는 가능한 옥내와 면하는 출입문으로부터 먼 위치에 설치해야 한다. 또한 외기 취입구 방향은 가능한 위쪽으로 되게 하는 것이 좋다. 구조상 우천 시에는 빗물이 유입되고 또는 공기의 청정도에 영향을 줄 수 있는 이물질들이 쉽게 들어올 수 있기 때문에 지붕을 씌워야 한다. 외기 취입구가 측면으로 설치되면 바람이 강하게 불 경우 송풍기의 송풍압력에 상당한 영향을 줄 수 있으므로 가급적 배제하는 것이 바람직하다. 부득이한 경우에는 강풍의 직접적인 영향을 피할 수 있도록 취입구 앞면에 바람막이를 설치하는 것이 바람직하다.

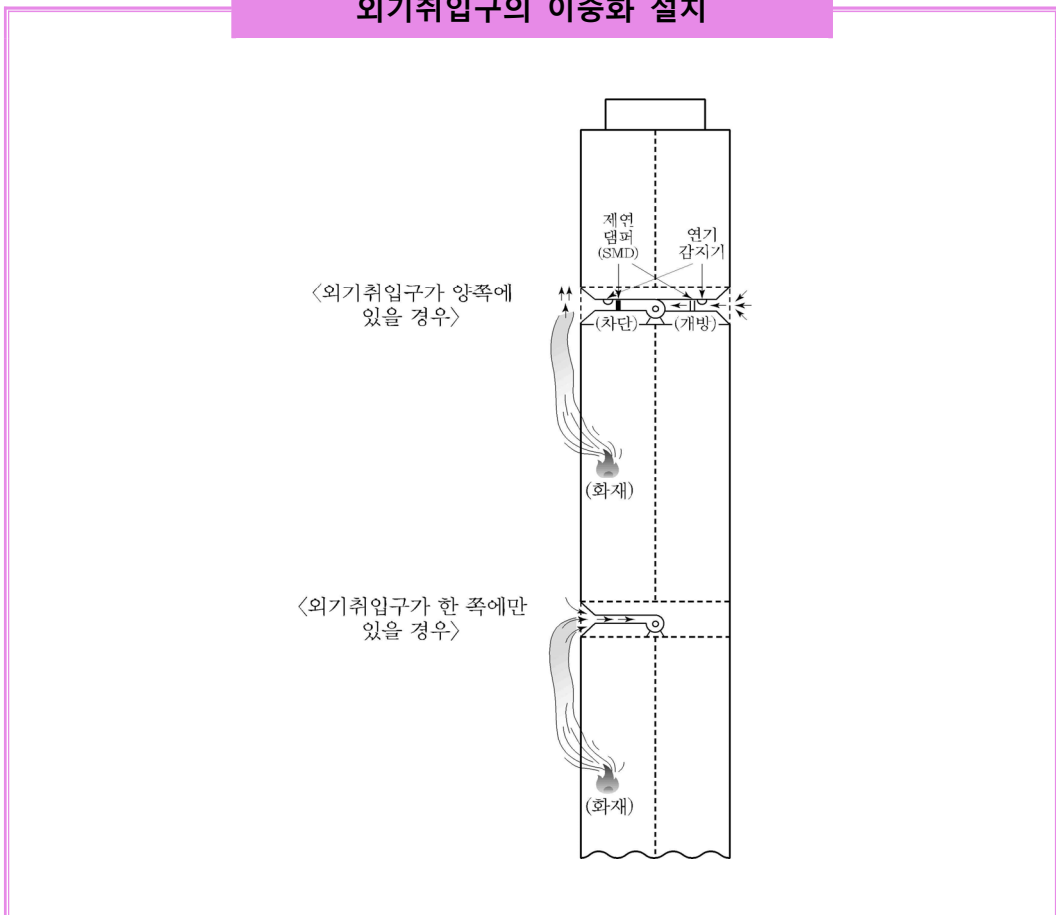
3. 옥상 외기취입구 설치기준에 대한 해설



- 위 그림에서 옥상의 외벽(parapet) 면에서 외기취입구까지의 수직거리 및 수평 거리에 대해 화재안전기준에는 어느 지점(중심선 또는 상·하단선)까지의 거리로 한다는 세부기준은 없는 상태이나, 이것은 중심선을 기준으로 적용하는 것이 합리적이라 할 수 있다.
- 다만, 배기구에 대하여는 이를 통한 배기가스 등이 외기취입구로 유입될 확률이 훨씬 더 높으며 또, 통상 배기구의 높이에는 비교적 여유가 있는 편이므로, 배기구에 대하여는 좀 더 보수적으로 적용하여 외기취입구의 상단면까지로 적용하는 것이 합리적이라고 할 수 있다.

- 또, 옥상 외벽면에서 외기취입구까지의 수평거리가 충분히 멀어 수직거리에 관계없이 외기취입구로 연기가 유입될 우려가 현저히 적은 것으로 확인되는 경우에는 수직거리는 적용하지 아니할 수 있다.
 - 또한, 외기취입구와 배기구가 설치된 변이 서로 다른 변인 경우에는 최소 수평거리를 변을 따라 측정한 보행거리로 적용하고, 이 경우에도 수직거리에 관계없이 외기취입구로 연기가 유입될 우려가 현저히 적은 것으로 확인되는 경우에는 수직거리는 적용하지 아니할 수 있다.
4. 고층건축물의 중간피난층에 설치되는 외기취입구에 대하여는 하부층에서 화재 시 외부로 분출되어 상승하는 연기의 유입방지책으로 외기취입구의 이중화 설치가 필요하다.

외기취입구의 이중화 설치



위 그림과 같이 각 중간피난층의 급기송풍기용 외기취입구를 양쪽으로 설치하고, 각 OA덕트(외기취입구와 송풍기간의 연결덕트) 내에 연기감지기와 제연댐퍼(SMD)를 설치하여, 화재 시 연기가 유입되는쪽의 OA덕트 내 제연댐퍼가 자동 폐쇄되도록 시스템을 구성하면 화재 시 외기취입구로의 연기유입을 방지할 수 있다.

5. 웬룸 내 송풍기 흡입구에서 외기루버까지 덕트를 연결 설치하지 아니하고, 웬룸 내로 유입된 외기를 송풍기에서 직접 흡입하도록 하는 경우에는 송풍기가 공기를 흡입할 때 외기 외에 옥내로부터의 오염된 공기도 흡입되기 때문에 송풍기 흡입구에서 외기루버까지 덕트를 설치하는 것이 바람직하며 만일, 덕트를 설치하지 않을 경우에는 송풍기실을 방화구획하여 옥내의 오염된 공기가 흡입되지 않도록 조치해야 한다.

빗물투입 방지조치



이물질 투입 방지망 사례



※ BS 5588 Part 4의 설치 및 시운전 사항

공기 흡입구는 화재로부터 위험성이 있는 곳에서 멀리 떨어져 있어야 하고, 상승하는 연기로부터 오염되지 않도록 지상 또는 지하층의 배연구로부터 떨어진 곳에 있어야 한다. 만일 이것이 불가능하다면 공기 흡입구는 옥상에 있어야 한다. 두 개의 공기 흡입구가 옥상에 있을 경우 두 흡입구를 서로 떨어지게 하여 연기에 직접 향하지 않도록 서로 다른 방향으로 설치하여야 한다. 각 흡입구는 시스템에 필요한 전체 공기량을 따로 공급할 수 있어야 한다. 각 흡입구는 각각 운전되는 제연댐퍼로 보호되어 한 댐퍼가 연기에 오염되어 닫히면 다른 흡입구가 계속하여 시스템에 필

요한 공기를 공급하도록 해야 한다. 배연덕트의 위치는 공기 흡입구로부터 수직으로 1 m 이상 위에, 수평으로 5 m 이상 떨어져야 한다. 소방관이 닫힌 댐퍼를 다시 열고 열린 댐퍼를 닫을 수 있는 스위치를 설치해야 한다.

공기 흡입구가 지붕 높이에 있지 않을 경우 연기감지기가 흡입구 내부나 급기덕트의 근처에 설치되어 연기가 급기에 상당량 포함될 경우를 대비하여 차압시스템을 자동으로 차단할 수 있도록 해야 한다. 소방관이 닫힌 댐퍼를 다시 열 수 있도록 스위치를 설치해야 한다. 또한 급기그릴은 가압구역으로부터 주요 누설경로의 근처에 위치해서는 아니 된다.

※ NFPA 92A의 급기원의 위치

급기구는 건물의 배기구, 배연샤프트의 배기구, 지붕의 연기/열 환기구, 승강기 샤프트의 개구부, 건물화재에서 연기를 배출 할 수 있는 그 밖의 건물 개구부로부터 격리되어야 한다.

제21조(제연구역 및 옥내의 출입문) ① 제연구역의 출입문은 다음 각 호의 기준에 적합하여야 한다.

1. 제연구역의 출입문(창문을 포함 한다)은 언제나 닫힌 상태를 유지하거나 자동폐쇄장치에 의해 자동으로 닫히는 구조로 할 것. 다만, 아파트인 경우 제연구역과 계단실 사이의 출입문은 자동폐쇄장치에 의하여 자동으로 닫히는 구조로 하여야 한다.
2. 제연구역의 출입문에 설치하는 자동폐쇄장치는 제연구역의 기압에도 불구하고 출입문을 용이하게 닫을 수 있는 충분한 폐쇄력이 있을 것
3. 제연구역의 출입문등에 자동폐쇄장치를 사용하는 경우에는 「자동폐쇄장치의 성능인증 및 제품검사의 기술기준」에 적합한 것으로 설치하여야 한다.
<개정 2013. 9. 3.>

해 설

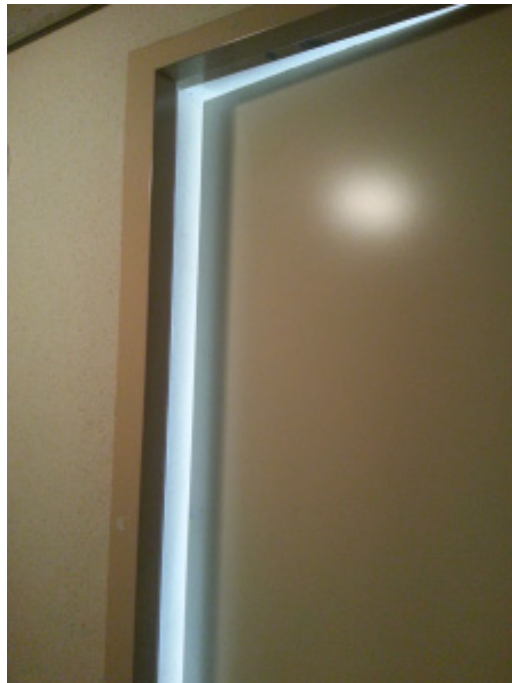
1. 제연구역의 출입문

가. 급기가압에 의해 가압되는 공간과 면하는 모든 출입문에는 가압(차압)을 극복할 수 있는 자동폐쇄장치가 설치되어 있거나 자동폐쇄의 기능이 내장되어

있어야 한다. 제연구역에 가압(차압)을 극복할 수 있는 자동폐쇄장치나 그 기능이 없으면 출입문의 개방으로 기준차압을 보장할 수 없다.

제연구역이나 옥내 출입문은 화재상황에서 피난자의 일시적인 개방 외에는 항상 닫힌 상태를 유지해야 할뿐만 아니라, 평상시에도 화재에 대비하여 항상 닫힘 상태를 유지하는 것이 최상의 방법이라 할 수 있다. 아래 그림의 경우처럼 제연구역에 급기가압을 할 때 출입문이 완전히 폐쇄되지 않을 경우 모든 층에서의 정상적인 차압형성은 기대할 수 없다.

제연구역 출입문이 완전히 폐쇄되지 않은 사례



나. 제연구역의 출입문이 고정·개방되어 있을 경우 화재 층의 연기는 계단실(특별피난계단) 또는 승강로(비상 승강장)의 굴뚝효과로 인해 빠르게 비 화재 층으로 이동·확산되어 인명안전을 위협할 수 있다. 계단실 등의 수직공간을 통한 연기의 상승속도는 계절에 따라 다소 차이는 있지만 약 3~5 m/s 정도를 고려해 볼 때, 일상생활의 관습처럼 되어버린 출입문의 고정·개방을 금

정적인 측면에서 이를 극복할 수 있는 대책과 방안은 자동해정장치의 설치라고 할 수 있다.

자동해정장치는 출입문의 개방상태에 따라 고정·유지케 하는 것과 고정 상태를 해제하는 것의 두 가지 상반된 기능을 함께 가지고 있다. 일반적으로 이 장치는 두 부류로 나누어지는데, 하나는 출입문 개방 쪽 측면의 상부에 설치하는 도어클로저의 형태와 또 하나는 출입문이 열리는 벽체 쪽에 설치하는 자력(磁力)으로 문을 고정시키는 것이 있다. 이들 장치는 화재 시 옥내에 설치된 연기감지기의 작동과 연동되어 결합이 자동으로 해제되고 자동폐쇄기능의 폐쇄력에 의해 출입문이 자동으로 닫혀야 한다. 아래 좌측 그림은 자동폐쇄장치에 의해 상시 개방되어 있다가 연기감지기의 동작에 의해 자동으로 폐쇄되는 방화문이고, 우측 그림의 경우에는 상시 폐쇄상태를 유지하는 방화문이다.

자동폐쇄장치에 의해
상시 개방된 방화문



상시폐쇄 방화문 사례



다. 아파트의 경우에는 계단실과 부속실 사이의 출입문을 상시 개방된 상태로 유지하도록 하고 있다. 계단실과 부속실 사이에 설치된 출입문은 제연설비가 동작한 경우 부속실에 공급된 바람의 영향을 이겨내고 출입문이 완전히 폐쇄되어 차압을 유지할 수 있어야 한다. 따라서 출입문의 폐쇄력이 바람의 영향을 이겨내고 완전히 폐쇄될 수 있도록 아파트 제연구역 계단실 출입문

도어클로저의 폐쇄력을 일반 방화문의 도어클로저 압력보다 강하게 설계하고 있다. 때문에 거주자는 평상시 출입문을 열고 계단을 출입하는데 불편함이 있을 수 있다. 이러한 문제점을 해소하기 위해 아파트 계단 출입문에 자동폐쇄장치를 설치하여 상시 개방된 상태로 유지 관리하여 거주자가 자유롭게 출입이 가능하도록 한 것이다. 아래 좌측 그림은 아파트 계단실 출입문에 설치된 자동폐쇄장치이며, 우측 그림은 일반 도어클로저 이다.

자동폐쇄장치

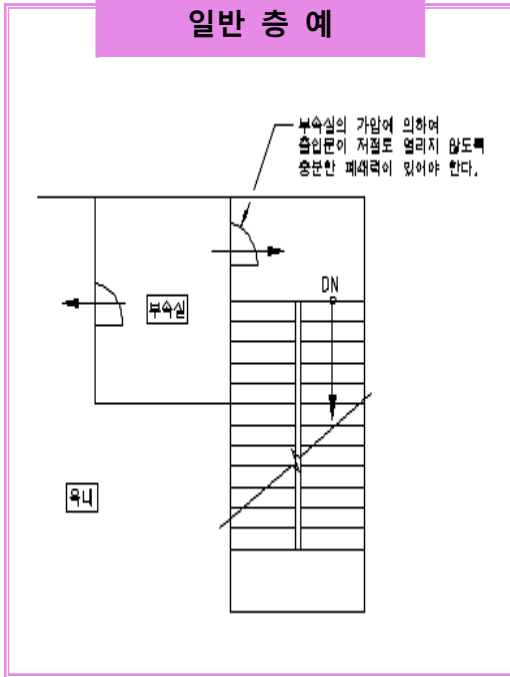


일반 도어클로저

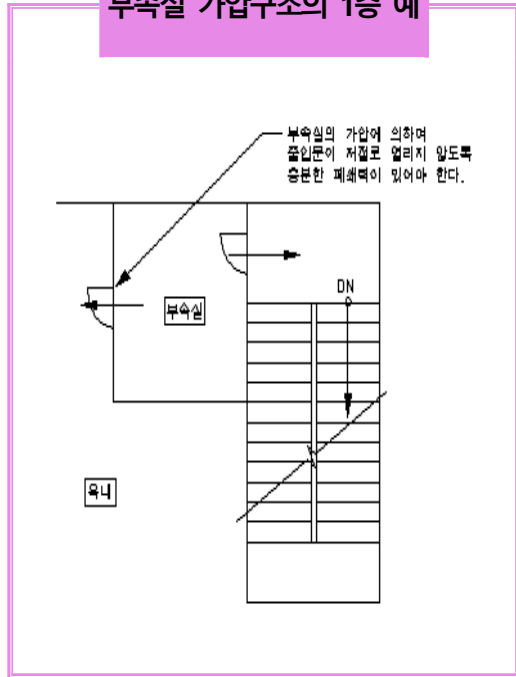


라. 평상시 자동폐쇄장치..... 연기감지기 작동과 연동되어 즉시 닫히는 방식으로 할 것"은 화재 시 제연구역의 차압유지와 부력 및 굴뚝효과 등으로 연기의 이동·확산을 막기 위해서는 반드시 출입문은 항상 닫힘 상태를 유지하거나 개방상태로 유지할 경우에는 반드시 연기감지기에 따라 연동되는 자동폐쇄장치를 설치해야 하는 것을 의미한다.

부속실 가압구조의
일반 층 예



부속실 가압구조의 1층 예



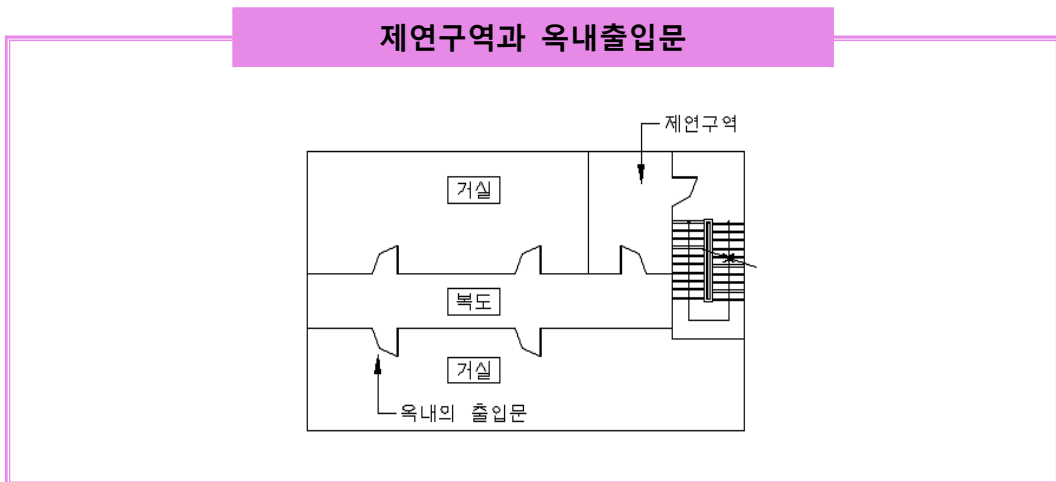
- 마. “제연구역의 출입문을 용이하게 닫을 수 있는 충분한 폐쇄력이 있을 것”은 제6조 해설의 ‘참고 2’에서 설명한 바와 같이 연기로부터 제연구역을 보호하기 위해 가압하는 허용 차압에도 출입문이 원활하게 개폐될 수 있도록 제한한 최대 차압의 크기인 110 N을 의미한다.
- 바. 가압 공간과 면하는 모든 출입문에는 자동폐쇄장치가 설치되어 있거나 자동폐쇄의 기능이 내장되어 있어야 하지만, 퓨지블링크 타입의 폐쇄기동기능은 배제되어야 한다.
- 사. “제연구역의 출입문 등에 사용되는 자동폐쇄장치는 『자동폐쇄장치의 성능인증 및 제품검사의 기술기준』에 적합한 것으로 설치하여야 한다.”는 것은 제연구역에 출입문을 상시 개방하여 관리하고자 하는 경우에는 반드시 성능인증 제품을 사용하여야 한다는 것을 의미한다.

- ② 옥내의 출입문(제10조의 기준에 따른 방화구조의 복도가 있는 경우로서 복도와 거실사이의 출입문에 한한다)은 다음 각 호의 기준에 적합하도록 할 것
1. 출입문은 언제나 닫힌 상태를 유지하거나 자동폐쇄장치에 따라 자동으로 닫히는 구조로 설치 할 것
 2. 거실 쪽으로 열리는 구조의 출입문에 설치하는 자동폐쇄장치는 출입문의 개방 시 유입공기의 압력에도 불구하고 출입문을 용이하게 닫을 수 있는 충분한 폐쇄력이 있는 것으로 할 것

해설

1. 옥내의 출입문

옥내 출입문은 화재 시 해당 화재 층의 옥내가 될 수 있기 때문에 반드시 항상 자동폐쇄장치에 의해 자동으로 닫히는 구조로 해야 한다. 그 외 내용은 제1항의 해설을 참조한다.



제22조(수동기동장치) ① 배출댐퍼 및 개폐기의 직근과 제연구역에는 다음 각 호의 기준에 따른 장치의 작동을 위하여 전용의 수동기동장치를 설치하여야 한다. 다만, 계단실 및 그 부속실을 동시에 제연 하는 제연구역에는 그 부속 실에만 설치할 수 있다.

1. 전층의 제연구역에 설치된 급기댐퍼의 개방
2. 당해층의 배출댐퍼 또는 개폐기의 개방
3. 급기송풍기 및 유입공기의 배출용 송풍기(설치한 경우에 한한다)의 작동
4. 개방·고정된 모든 출입문(제연구역과 옥내사이의 출입문에 한한다)의 개폐 장치의 작동 <개정 2008. 12. 15.>

② 제1항 각 호의 기준에 따른 장치는 옥내에 설치된 수동발신기의 조작에 따라서도 작동할 수 있도록 하여야 한다.

해 설

1. 수동기동장치의 설치 목적은 화재 시 감지기 등과 연동하여 동작되지 아니하는 경우 해당 설비를 수동으로 동작시키기 위한 것이므로, 해당 댐퍼의 작동뿐 만 아니라 감지기 작동 시와 동일하게 시스템이 작동될 수 있도록 하여야 한다.
2. 제연구역과 배출댐퍼, 개폐기의 직근에 전용 수동기동장치를 설치해야 하고, 급기댐퍼는 전 층에서 배출댐퍼는 해당 층에 한해 기동할 수 있도록 수동기동장치는 상기 제1호~제4호 항목들의 작동이 일어날 수 있도록 해야 한다.
3. 일부 건축물에서는 제연구역의 출입문에 썬치를 설치하여 출입문을 개방하여 관리하는 경우가 있다. 이는 제연시스템 전체를 무용지물로 만드는 결과를 가진다. 따라서 설계 또는 시공과정에서 출입문을 열어서 관리할 가능성이 있는 경우에는 출입문에 자동폐쇄장치 설치를 사전에 발주자와 협의를 통해서 설계 또는 시공에 반영하도록 하여야 한다.

소화기로 방화문 개방



괘기로 방화문 개방한 사례



제23조(제어반) 제연설비의 제어반은 다음 각 호의 기준에 적합하도록 설치하여야 한다.

1. 제어반에는 제어반의 기능을 1시간 이상 유지할 수 있는 용량의 비상용 축전지를 내장할 것. 다만, 당해 제어반이 종합방재제어반에 함께 설치되어 종합방재제어반으로부터 이 기준에 따른 용량의 전원을 공급 받을 수 있는 경우에는 그러하지 아니한다.
2. 제어반은 다음 각 목의 기능을 보유할 것
 - 가. 급기용 댐퍼의 개폐에 대한 감시 및 원격조작기능
 - 나. 배출댐퍼 또는 개폐기의 작동여부에 대한 감시 및 원격조작기능
 - 다. 급기송풍기와 유입공기의 배출용 송풍기(설치한 경우에 한한다)의 작동여부에 대한 감시 및 원격조작기능
 - 라. 제연구역의 출입문의 일시적인 고정개방 및 해정에 대한 감시 및 원격조작기능
 - 마. 수동기동장치의 작동여부에 대한 감시기능
 - 바. 급기구 개구울의 자동조절장치(설치하는 경우에 한한다)의 작동 여부에 대한 감시기. 다만, 급기구에 차압표시계를 고정부착한 자동차압·과압 조절형 댐퍼를 설치하고 당해 제어반에도 차압표시계를 설치한 경우에는 그러하지 아니하다.
 - 사. 감시선로의 단선에 대한 감시기능
 - 아. 예비전원이 확보되고 예비전원의 적합여부를 시험할 수 있어야 할 것 <신설 2013. 9. 3.>

해설

1. 제어반에서 댐퍼의 개폐상태, 송풍기의 기동여부, 출입문의 개폐여부, 수동기동 장치의 작동여부 등을 확인하고, 수동으로 조작하고자 하는 이유는 위에서 열거한 제연설비 구성 장치 중 어느 하나라도 동작이 되지 않을 경우 제연설비의 모든 시스템이 무용지물이 되기 때문이다. 이러한 이유로 설비의 동작유무를 감시하고, 동작하지 않은 설비에 대해서는 제어반에서 수동으로 동작할 수 있는 기능을 갖추으로써 유사시 수동조작에 의해 시스템을 정상적으로 동작시켜 제연설비의 기능인 차압 유지와 방연풍속을 유지하여 화재 시 안전하고, 신뢰성이 있는 설비를 유지하기 위한 페일 세이프(Fail safe)¹⁾ 개념이라고 할 수 있다. 또한 수동조작스위치의 동작여부에 대한 감시기능은 유지관리의 기능을 포함한 것이라 할 수 있다. 즉, 제연설비 성능을 확인하기 위해서 또는 거주자 중 어느 한사람이 수동조작 스위치를 동작시킨 경우 확인기능이 없다면 동작한 수동조작함을 찾기 위해 모든 수동조작함을 점검하여야 할 것이다. 그러나 확인기능이 있기 때문에 동작한 조작스위치의 위치를 바로 확인하여 조치가 가능한 것이다.
2. 제연설비의 제어반의 비상용 축전지는 제어반의 기능을 1 시간 이상 유지할 수 있는 용량을 내장하여야 한다.
3. 제연설비의 차압전송부와 제어반 간의 통신케이블은 차폐기능이 있는 케이블을 사용하는 것이 바람직하다. 특히, 급기송풍기의 회전수를 제어하는 통신케이블은 인버터판넬의 제어반과 차압전송부간의 원활한 통신을 위해 전자파 장애를 받지 아니하는 차폐기능이 있는 케이블을 사용하여야 한다.
 - (1) 신호선은 전력선이 아닌 제어용 케이블이며 소방시설용 제어시스템에서 전송하는 신호는 매우 약한 신호이므로 주위로부터 전자파 및 전자유도에 의해 오동작될 우려가 있다. 따라서, 이를 방지하기 위해 신호선을 차폐선(Shield wire)으로 적용하여야 한다.
 - (2) 현재 국내에서 생산되고 있는 차폐선(Shield wire)은 여러 종류가 있으나 화

1) 세이프(Fail safe)란 설비 일부에 사고, 고장, 오조작 등이 발생했을 때 그 피해가 확대되거나 다른 곳으로 영향이 미치는 것을 방지하기 위한 것으로서 한가지가 고장이 나도 다른 수단을 이용할 수 있도록 고안한 방법이다. 소방에서는 시스템의 병렬화, 2방향 피난로, 예비펌프 등을 예로 들 수 있다.

재안전기준상의 내열배선의 규정에 적합한 것으로는 HF-TSP, FR-CVV-SB, H-CVV-SB가 있다.

제24조(비상전원) 비상전원은 자가발전설비, 축전지설비 또는 전기저장장치(외부 전기에너지를 저장해 두었다가 필요한 때 전기를 공급하는 장치)로서 다음 각호의 기준에 따라 설치하여야 한다. 다만, 둘 이상의 변전소(전기사업법 제67조의 규정에 따른 변전소를 말한다)에서 전력을 동시에 공급받을 수 있거나 하나의 변전소로부터 전력의 공급이 중단되는 때에는 자동으로 다른 변전소로부터 전원을 공급받을 수 있도록 상용전원을 설치한 경우에는 그러하지 아니하다. <개정 2013. 9. 3., 2016. 7. 13.>

1. 점검에 편리하고 화재 및 침수 등의 재해로 인한 피해를 받을 우려가 없는 곳에 설치할 것
2. 제연설비를 유효하게 20분(층수가 30층 이상 49층 이하는 40분, 50층 이상은 60분) 이상 작동할 수 있도록 할 것 <개정 2013. 9. 3.>
3. 상용전원으로부터 전력의 공급이 중단된 때에는 자동으로 비상전원으로부터 전력을 공급받을 수 있도록 할 것
4. 비상전원의 설치장소는 다른 장소와 방화구획 할 것. 이 경우 그 장소에는 비상전원의 공급에 필요한 기구나 설비외의 것(열병합발전설비에 필요한 기구나 설비는 제외한다)을 두어서는 아니 된다.
5. 비상전원을 실내에 설치하는 때에는 그 실내에 비상조명등을 설치할 것

해설

1. 피난 완결이 실질적으로 20 분 이상 소요될 수도 있을 것으로 예상되는 곳은 기준 시간 이상 제연설비의 가동이 가능하도록 설계자가 판단하여 설정하는 것이 바람직하다. 법률적 기준은 어디까지나 최저 수준을 정하고 있는 것이므로 그 이상이 위법이 되는 것은 아닌 것이다.
2. 고층건축물과 초고층 건축물에 대해서는 비상전원의 용량을 추가하여 확보하도록 기준을 마련하였다. 층수가 30층 이상 49층 이하는 40분, 50층 이상은 60분으로 규정한 것이다. "1항"에서 논한바와 같이 여기서도 비상전원에 대한 최소

기준을 정한 것이다. 따라서 설계자가 건축물의 규모, 소방대의 출동거리, 건축 물로의 진입특성 등을 종합적으로 고려하여 비상전원 용량을 결정하는 것이 적 합할 것이다.

3. 공동주택과 같이 지상에는 여러 개의 동으로 구성되어있고 지하 주차장을 하나 의 공간으로 구성한 건축물은 각 동의 출입구에 설치된 감지기 동작에 따라서 기동되는 팬 중 가장 많이 동작하는 시스템을 기준으로 비상전원 용량을 확보 하여야 한다.
4. 계단실에 연기가 침입하지 않도록 설치하는 것이 제연설비의 목적이므로 옥내 직근에 전용의 연기감지기를 설치하여 제연설비를 작동시키더라도 제연설비의 유효성을 확보할 수 있으므로, 특정소방대상물의 현실적 여건을 고려하여 설계 할 수 있도록 함이 합리적일 것이다.
5. 비상전원의 가장 큰 문제점은 상용전원이 차단된 경우에만 동작한다는 것이다. 즉, 한전 전원이 차단되어야만 비상발전기 또는 축전지설비의 전원을 활용할 수 있다. MCC, 분전반 등에서 사고가 발생하여 전원이 차단되어도 비상전원은 가동되지 않는다. 이러한 문제점은 조속히 개선되어야 할 것이다.

제25조(시험, 측정 및 조정 등) ① 제연설비는 설계목적에 적합한지 사전에 검 토하고 건물의 모든 부분(건축설비를 포함한다)을 완성하는 시점부터 시험등 (확인, 측정 및 조정을 포함한다)을 하여야 한다.

② 제연설비의 시험 등은 다음 각 호의 기준에 따라 실시하여야 한다.

1. 제연구역의 모든 출입문등의 크기와 열리는 방향이 설계시와 동일한지 여 부를 확인하고, 동일하지 아니한 경우 급기량과 보충량 등을 다시 산출하 여 조정가능여부 또는 재설계·개수의 여부를 결정할 것
2. 제1호의 기준에 따른 확인결과 출입문 등이 설계시와 동일한 경우에는 출 입문마다 그 바닥사이의 틈새가 평균적으로 균일한지 여부를 확인하고, 큰 편차가 있는 출입문 등에 대하여는 그 바닥의 마감을 재시공하거나, 출입문 등에 불연재료를 사용하여 틈새를 조정할 것
3. 제연구역의 출입문 및 복도와 거실(옥내가 복도와 거실로 되어 있는 경우 에 한한다) 사이의 출입문마다 제연설비가 작동하고 있지 아니한 상태에 서 그 폐쇄력을 측정할 것

4. 옥내의 층별로 화재감지기(수동기동장치를 포함한다)를 동작시켜 제연설비가 작동하는지 여부를 확인할 것. 다만, 둘 이상의 특정소방대상물이 지하에 설치된 주차장으로 연결되어 있는 경우에는 주차장에서 하나의 특정소방대상물의 제연구역으로 들어가는 입구에 설치된 제연용 연기감지기의 작동에 따라 특정소방대상물의 해당 수직풍도에 연결된 모든 제연구역의 댐퍼가 개방되도록 하고 비상전원을 작동시켜 급기 및 배기용 송풍기의 성능이 정상인지 확인할 것 <개정 2013. 9. 3.>
5. 제4호의 기준에 따라 제연설비가 작동하는 경우 다음 각 목의 기준에 따른 시험 등을 실시 할 것
 - 가. 부속실과 면하는 옥내 및 계단실의 출입문을 동시에 개방할 경우, 유입공기의 풍속이 제10조의 규정에 따른 방연풍속에 적합한지 여부를 확인하고, 적합하지 아니한 경우에는 급기구의 개구율과 송풍기의 풍량조절댐퍼 등을 조정하여 적합하게 할 것. 이 경우 유입공기의 풍속은 출입문의 개방에 따른 개구부를 대칭적으로 균등 분할하는 10 이상의 지점에서 측정하는 풍속의 평균치로 할 것 <개정 2008. 12. 15.>
 - 나. 가목의 기준에 따른 시험 등의 과정에서 출입문을 개방하지 아니하는 제연구역의 실제 차압이 제6조3항의 기준에 적합한지 여부를 출입문 등에 차압측정공을 설치하고 이를 통하여 차압측정기구로 실측하여 확인·조정할 것.
 - 다. 제연구역의 출입문이 모든 닫혀 있는 상태에서 제연설비를 가동시킨 후 출입문의 개방에 필요한 힘을 측정하여 제6조제2항의 규정에 따른 개방력에 적합한지 여부를 확인하고, 적합하지 아니한 경우에는 급기구의 개구율 조정 및 플랩댐퍼(설치하는 경우에 한한다)와 풍량조절용 댐퍼 등의 조정에 따라 적합하도록 조치할 것.
 - 라. 가목의 기준에 따른 시험 등의 과정에서 부속실의 개방된 출입문이 자동으로 완전히 닫히는지 여부를 확인하고, 닫힌 상태를 유지할 수 있도록 조정할 것

해설

1. 제연설비의 시험 준비사항 등

제연설비의 시험 측정 및 성능시험의 목적은 『국가화재안전기준』에 설정된 목표값을 설계조건에 따라 설계목적에 적합여부를 검사하는 것이다. 안전을 우선 고려하여 설계목적과의 별개의 사항을 검사조건으로 착각하는 경우는 배제되어야 한다.

검사조건은 『국가화재안전기준』의 정의에 따른 성능에 여유량이 감안된 설계값을 확인하는데 있다.

제연설비의 도면검토 및 장비선정 등을 시작으로 시험 등(확인, 측정 및 조정 포함) 즉, TAB[testing(성능시험), adjusting(압력, 풍량, 풍속, 개폐력 등의 조정), balancing(균형=압력, 풍량 등)]을 통하여 시스템의 기능과 성능을 시험하고 조정하며, 정량적으로 균형이 이루어지도록 하는 과정이다.

TAB는 거의 모든 설비에서 공통적으로 적용되는 개념으로 제연시스템에서도 필수적이라 할 수 있다. 설계와 계산이 아무리 정확하게 완성되었다 하더라도 시설물의 환경적인 영향과 현장설치 및 시공과정에서 허용오차 범위를 벗어나거나 설계와 다르게 시공하는 사항이 발생하게 된다. 따라서 건축물 착공 전단계, 시공단계, 성능시험단계로 구분하여 운영하여야 한다.

건축물을 착공 전 단계에서는 설계도서 검토 과정으로 건축구조, 시공환경, 현장환경 등의 환경적인 요소와 제연시스템의 구성, 설계에 반영한 제품의 특성과 품질, 계산서의 적합성, 방화문의 구조 등의 설계조건을 검토하여 문제점을 찾아내고, 개선이 필요한 부분은 개선하여야 한다.

시공단계에서는 건축시공과 제연설비 시공이 설계도서와 일치하는지 여부 등의 시공사항을 확인하고, 덕트에 대한 누기시험을 시행하여 누기부분을 밀실하게 조정하는 작업을 하여야 한다.

성능시험단계에서는 시스템의 작동시험을 거쳐 제연시스템의 신뢰성이 확보되도록 해야 한다. 예를 들면, 출입문의 크기 및 틈새, 열리는 방향, 자동폐쇄기능의 확보와 그 기능의 정상적인 상태여부(문의 닫힘 상태), 옥내와 면하는 제연구역의 출입문 폐쇄력의 크기, 쌍여닫이 출입문의 닫힘 순서, 모든 출입문마다 하단부의 틈새편차, 비상 승강로의 환기구의 크기, 비상용 승강기 출입문의 크기 등을 확인해야 한다.

2. 제연설비의 시험방법

가. 가압제연설비의 T.A.B 절차

(1) 모든 제연구역의 출입문 상태를 점검한다.

- 1) 해당 수직라인 모든 층의 제연구역 출입문 및 계단실 창문의 설치완료 여부를 확인한다.
- 2) 도어클로져, 자동폐쇄장치 등 출입문 부속물의 설치완료 및 정상작동여부를 확인한다.
- 3) 해당 수직라인 모든 제연구역의 출입문 및 계단실 창문이 닫힌 상태인지 확인한다.

(2) 제연구역에 승강기승강로가 접해 있는 경우에는 승강기의 운영을 중지시킨다.

(3) 각 출입문의 폐쇄력 측정 : 제연설비를 가동하지 않은 상태에서 측정

(4) 화재감지기 또는 수동기동장치를 동작시킨다. : 제연설비 작동 여부의 확인 (이 때, 2개 棟 이상이 주차장 등으로 연결된 경우에는, 그 주차장 등에서 棟으로 들어가는 입구에 설치된 제연용 연기감지기가 작동하는 해당 棟의 모든 층에서 제연설비가 작동하도록 하여야 한다)

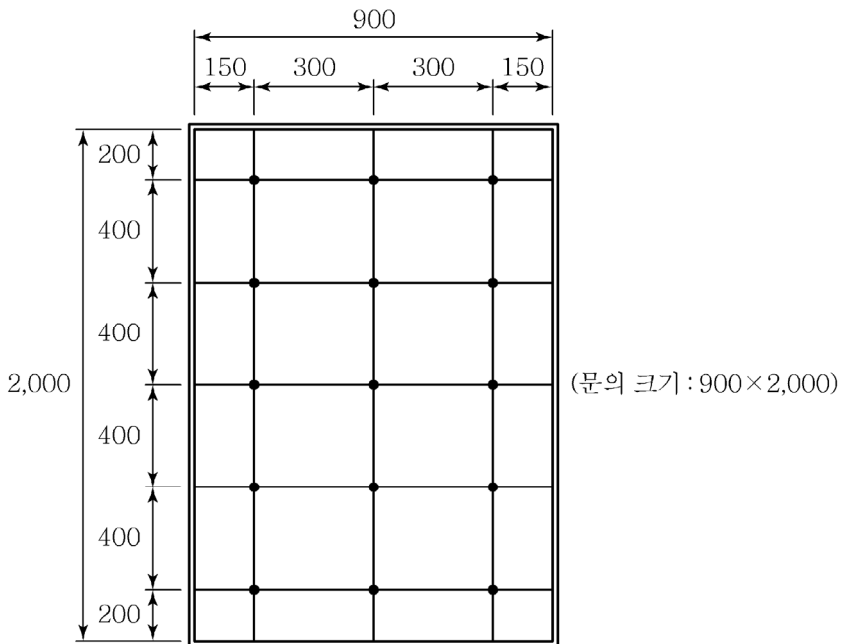
(5) 차압측정

- 1) 옥내와 부속실 간의 차압을 측정하고, 기준치 이내인지 확인한다.
- 2) 각 층마다 차압을 측정하고 각 층별 편차를 확인한다. : (이 때의 차압측정은 전 층을 측정하며, 차압측정공을 통하여 차압측정기구로 실측하는 것이 원칙이다)
- 3) 차압의 판정기준
 - ① 최소차압 : 40Pa(단, 스프링클러설비가 설치된 경우 12.5Pa) 이상
 - ② 최대차압 : 출입문의 개방력이 110N 이하 되는 차압
- 4) 차압 측정결과 부적합한 경우
 - ① 자동복합댐퍼의 정상작동여부 확인 및 조정
 - ② 송풍기측의 풍량조절댐퍼(VD) 조정
 - ③ 플랩댐퍼의 조정(설치된 경우)
 - ④ 송풍기의 폴리비율 조정 : 송풍기의 회전수(RPM) 조정

(6) 방연풍속 측정

- 1) 송풍기에서 가장 먼 층을 기준으로 1개층 (20층 초과시 연속되는 2개층)의 제연구역에 대한 측정을 원칙으로 하며 필요시 그 이상으로 할 수 있다.
- 2) 측정하는 층의 유입공기배출장치(설치된 경우)를 작동시킨다.
- 3) 측정하는 층의 제연구역과 면하는 옥내 출입문과 계단실 출입문을 동시에 개방한 상태에서 제연구역으로부터 옥내로 유입되는 풍속을 측정한다. 다만, 이때 부속실의 수가 20을 초과하는 경우에는 2개층, 또는 설계 계산서에서 보충풍량적용 층 수가 2개층을 초과하여 적용한 경우에는 그에 따른 층 수의 제연구역 출입문을 동시에 개방한 상태에서 측정한다.
- 5) 이때, 출입문의 개방에 따른 개구부를 아래의 그림과 같이 대칭적으로 균등 분할하는 10 이상의 지점에서 측정한 풍속의 평균치를 방연풍속으로 한다.

방연풍속의 측정점 선정 예



6) 직통계단식 공동주택일 경우에는, 출입문 개방층의 제연구역과 접하는 세대의 외기문(발코니창문)을 개방한 상태에서 측정하여야 한다.

7) 방연풍속의 판정기준

- ① 계단실 단독제연방식 및 계단실과 부속실의 동시제연방식 : 0.5m/s 이상
- ② 부속실 단독제연방식 또는 비상용승강기승강장 단독제연방식의 경우
 - ㉠ 부속실(또는 승강장)과 면하는 옥내가 거실인 경우 : 0.7m/s 이상
 - ㉡ 부속실(또는 승강장)과 면하는 옥내가 복도로서 그 구조가 방화구조인 것 : 0.5m/s 이상

8) 방연풍속 측정결과 부적합한 경우

- ① 자동복합댐퍼의 정상작동여부 확인 및 조정
- ② 송풍기축의 풍량조절댐퍼(VD) 조정
- ③ 플랩댐퍼의 조정(설치된 경우)
- ④ 급기구(자동차압·과압조절형 댐퍼)의 개구율 조정
- ⑤ 송풍기의 폴리비율 조정 : 송풍기의 회전수(RPM) 조정

(7) 출입문 비개방 제연구역의 차압변동치 확인

위의 "(6) 방연풍속 측정"의 시험상태에서 출입문을 개방하지 아니한 직상층 및 직하층의 차압을 측정하여 정상 최소차압(40Pa 이상)의 70% 이상이 되는지 확인하고 필요시 조정한다. : (이 때 출입문이 열린층의 직상 및 직하층을 기준으로 5개층마다 1개소 측정을 원칙으로 하며, 출입문 등에 설치된 차압측정공을 통한 차압측정기구로 실측하거나, 또는 조작반 내의 차압관에서 T-분기한 노즐에서도 측정할 수 있다)

(8) 출입문의 개방력 측정 : (제연설비 가동상태에서 측정)

- 1) 제연구역의 모든 출입문이 닫힌 상태에서 측정
- 2) 출입문 개방력이 110[N] 이하가 되는지 확인
- 3) 개방력이 부적합한 경우
 - ① 자동복합댐퍼의 정상작동여부 확인 및 조정
 - ② 송풍기축의 풍량조절댐퍼(VD) 조정
 - ③ 플랩댐퍼의 조정(설치된 경우)
 - ④ 송풍기의 폴리비율 조정 : 송풍기의 회전수(RPM) 조정

(9) 출입문의 자동폐쇄상태 확인

제연설비의 가동(급기가압) 상태에서 제연구역의 일시 개방되었던 출입문이 자동으로 완전히 닫히는지 여부와 닫힌 상태를 계속 유지할 수 있는지를 확인하고 필요시 조정한다.

나. T.A.B의 개별 측정·시험 방법

(1) 덕트 누기시험

- 1) 누기시험은 덕트 시공이 완료되거나 또는 일정 구역이 완료된 시점에 시행한다.
- 2) 누기가 발생한 부위는 구조적으로 보완이 불가능한 부분은 재시공하고, 보완이 가능한 부분은 누기부분을 보완하여 조치한다.
- 3) 보완이 완료된 후 재시험을 실시하여 누기율 10% 이내이고, 구조적으로 발생할 수 있는 부위라면 성능확보로 시험을 종료한다.

덕트 누기시험



덕트 누설부위 사례



송풍기 풍압 및 정압측정(예) : 송풍기 풍압, 풍속측정사례

풍압 풍속 측정기로 측정



측정값 읽기



- 누기시험은 덕트 시공이 완료되거나 또는 일정 구역이 완료된 시점에 시행한다.

송풍기 풍압·풍속측정

피토관으로 각 부위별 측정

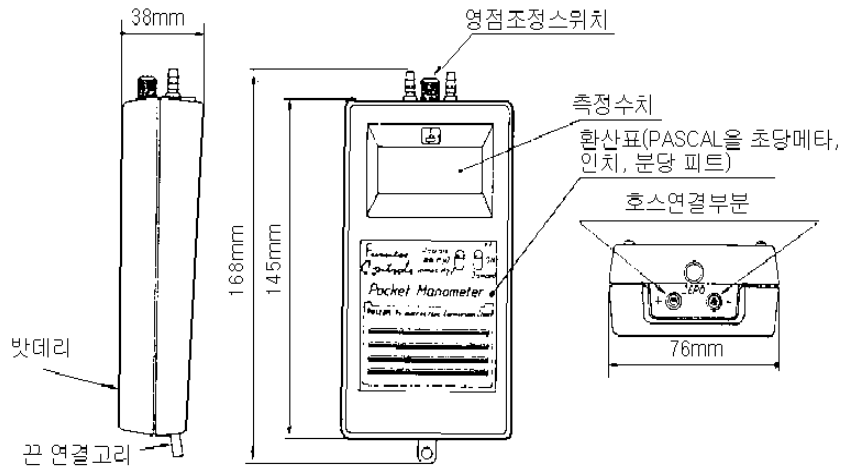


마노미터읽기



송차압의 측정 예

차압 계측장비(차압계)의 구조



(2) 차압측정 요령

- 1) 측정하고자 하는 단위 값으로 스위치를 전환한다. (Pascal, Inch 등)
- 2) 영점조정스위치를 좌우로 돌려 수치가 영이 되도록 영점을 조정한다.
- 3) Prandtl type pitot(호스 튜브)를 연결한다. 이때 차압을 측정하는 위치에 따라 (+) 부의 호스연결부는 압력이 높은 곳 (-)부는 압력이 낮은 곳에 위치가 될 수 있도록 호스를 연결하면 된다.
- 4) 지시되는 수치를 읽어 기록한다.
- 5) 차압 측정 및 방법
 - ① 자동차압·과압조절형 댐퍼에 의한 차압 측정은 『자동차압·과압조절형댐퍼의 성능인증 및 제품검사의 기술기준』에 따라 검증된 차압 측정 장치로서 디지털로 수치를 표시하며, 표시된 수치를 읽음으로 차압을 확인한다.
 - ② 차압 측정공에 의한 차압 측정은 출입문에 설치된 차압 측정공 또는 조작반 내에 차압관에서 분기한 노즐에서 측정한다.
 - ③ 차압 측정 방법은 차압 측정 공에 차압계 호스를 연결하여 거실(화재실)과 제연구역 사이의 차압을 차압계에 표시된 수치를 읽어서 확인한다. 차압 관에서 분기한 노즐에 차압계의 호스를 연결하여 차압계에 표시된 수치를 읽어서 확인한다.
 - ④ 차압 측정은 제연송풍기가 동작한 후 출입문이 모두 닫힌 상태에서 측정하며, 기준차압 이상인지 확인한다. 또한 일시적인 피난을 위해서 출입문이 개방된 경우에는 비개방 층에서는 기준 차압의 70 % 이상을 충족하여야 한다.

자동차압·과압조절형 댐퍼의 수치읽기



차압 측정공 사례



차압계를 이용한 차압측정



(3) 출입문의 폐쇄력 측정

출입문의 폐쇄력 측정은 다음의 사진과 같이 스프링의 탄성력을 이용한 푸시 풀 스케일(push-pull scale)을 이용하여 측정한다. 이 사진은 출입문의 폐쇄력을 도어에서 측정하는 장면을 나타낸 것이다.

자동폐쇄장치의 폐쇄력을 측정하는 장면 예



출입문은 개방력과 폐쇄력을 측정한다. 개방력은 거실(화재실)에서 제연구역으로 출입문을 열 때 필요하며, 제연설비가 동작하기 전과 동작한 후에 측정하여야 하며, 동작하기 전에는 도어클로저의 힘을 측정하며, 동작 후에는 110 N 이하로 하여야 한다. 폐쇄력은 계단실 출입문에서 측정하며, 제연설비 동작 전과 동작 후에 측정한다. 일반적으로 폐쇄력은 제연설비 동작 전에는 도어클로저의 폐쇄력을 측정하며, 동작 후에는 제연구역에 공급되는 급기 되는 힘을 충분히 이겨내고 출입문이 닫혀야 한다.

개방력 및 폐쇄력을 측정하는 위치는 출입문 손잡이에서 측정한다. 『자동방화셔터 및 방화문의 기준』제5조에서 개방력 측정위치를 바닥으로부터 86cm에서 122cm사이, 개폐부 끝단에서 10cm이내에서 측정하도록 하고 있다.

개방력 측정 장면: 거실방향에서 측정 사례



(4) 방연풍속의 측정

방연풍속은 다음의 그림과 같이 출입문의 크기와 같은 트레이버스(traverse)를 만들어 유입공기의 풍속을 피토관을 이용하여 동일면적 분할법이나 대수선형 분할법에 의해 측정한다. 이때 풍속은 산술평균값으로 하고, 구해진 풍속 값으로 유량을 계산한다. 자세한 내용은 참고문헌 1과 ASHRAE 핸드북을 참조할 것.

방연풍속은 제연구역의 수 20 이하는 1개층, 20을 초과하는 경우에는 2개층, 또는 설계계산서에서 보충풍량 적용층 수가 2개층을 초과하여 적용한 경우에는 그에 따른 층 수의 제연구역 출입문을 동시에 개방한 상태에서 측정하여야 한다.

또, 이 상태에서 출입문 비개방 층의 차압은 기준차압의 70% 이상 되어야 한다.

직통계단식 공동주택일 경우에는, 출입문 개방층의 제연구역과 접하는 세대의 외기문(발코니창문)을 개방한 상태에서 측정하여야 한다. 그 이유는, 직통계단식 공동주택에는 유입공기배출장치가 없으므로 제연구역 출입문(세대 현관문)을 개방하였을 때, 세대 내에서 외기로 통하는 문(발코니창문)이 모두 닫힌 상태에서는 제연구역과 화재실(세대 내)에 동일압력이 형성되어 공기 흐름이 없어지므로 방연풍속이 발생되지 않기 때문이다.

비상용 승강기 승강장 방연풍속 측정모습 사례



특별피난계단 방연풍속 측정모습 사례

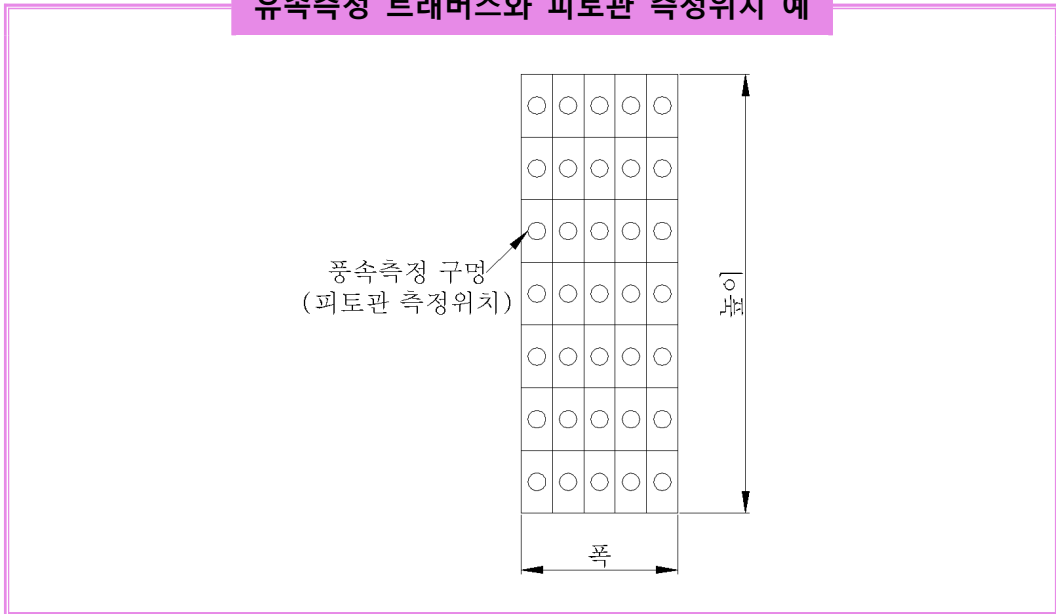


※ ASHRAE 핸드북에서는 트래버스(traverse)를 이용하여 덕트의 유속을 측정할 때 16~64 개의 값을 취하도록 권하고 있다. 그러나 출구와 복도의 속도변화는 같기 때문에 적어도 30개소 이상의 값을 취할 것을 권장하고 있다.

※ NFPA 92A의 인수시험(계단실 가압시스템)

1. 가압시스템의 정상작동 상태에서 출입문을 닫고 계단실 출입문사이의 압력을 측정하고 기록한다.
2. 가압시스템의 정상작동 상태에서 스프링형 스케일을 사용하여 출입문의 폐쇄력을 측정하고 기록한다.
3. 가압시스템의 정상작동 상태에서 개방되도록 설계된 출입문을 열고 스프링형 스케일을 사용하여 출입문의 폐쇄력을 측정하고 기록한다.

유속측정 트래버스와 피토관 측정위치 예



- (5) 제연구역의 모든 출입문 등의 크기와 열리는 방향을 확인한 결과 출입문 등이 설계 시와 동일한 경우에는 출입문마다 그 바닥사이의 틈새가 평균적으로 균일한지 여부를 확인하고, 큰 편차가 있는 출입문 등에 대하여는 그 바닥의 마감을 재시공하거나, 출입문 등에 불연재료를 사용하여 틈새를 조정한 후에 시험·측정을 하여야 한다. 이것은 만일 바닥사이의 틈새가 큰 편차가 있는 출입문 상태일 경우 등에 대하여 위와 같은 조치가 없는 상

태에서 측정·시험하는 것은 무의미한 것이기 때문이다.

- (6) 자동차압·과압조절형 급기댐퍼의 차압감지관(도압관)의 찌그러짐, 누설 및 차압 표시계 고장 등에 대하여 확인하기 위해 차압 측정공이 설치되어야 한다.

제26조(설치·유지기준의 특례) 소방본부장 또는 소방서장은 기존건축물이 증축·개축·대수선되거나 용도변경되는 경우에 있어서 이 기준이 정하는 기준에 따라 당해 건축물에 설치하여야 할 특별피난계단의 계단실 및 부속실 제연설비의 배관·배선 등의 공사가 현저하게 곤란하다고 인정되는 경우에는 당해 설비의 기능 및 사용에 지장이 없는 범위안에서 특별피난계단의 계단실 및 부속실의 제연설비의 설치·유지기준의 일부를 적용하지 아니할 수 있다.

제27조(재검토기한) 소방청장은「훈령·예규 등의 발령 및 관리에 관한 규정」에 따라 이 고시에 대하여 2016년 1월 1일을 기준으로 매3년이 되는 시점(매 3년째의 12월 31일까지를 말한다)마다 그 타당성을 검토하여 개선 등의 조치를 하여야 한다.<전문개정 2015. 10. 28., 2017. 7. 26.>

부 칙 (2017. 7. 26.)

제1조(시행일) 이 고시는 발령한 날부터 시행한다.

제2조 생략

참고 문헌

1. 이동명, 제연공학, 성안당, 2008
2. 대한설비공학회, 설비공학편람 제1권 & 제2권, 대한설비공학회, 2000
3. 건설교통부, 건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙, 건설교통부령 제 563호, 2007. 6. 28
4. 건설교통부, 건축물의 설비기준 등에 관한 규칙, 건설교통부령 제512호, 2006. 5. 12
5. NFPA 92A, Recommended Practice for Smoke Control System, 2003
6. NFPA 101, Code for Safety to Life from Fire in Buildings and Structures, 2003
7. EN12101 Smoke and heat control systems. Part 6: Specification for pressure differential systems-Kits, 2005
8. BS 5588 : Fire Precaution in the Design, Construction and Use of Buildings, Part 4 : Code of Practice for Smoke Control Using Pressure Differentials, 1998
9. NFPA, Fire Protection Handbook, 19th Edition, 2003
10. NFPA, The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 3rd ed, 2005
11. 그림 및 사진 일부 인터넷 참조

2020년도 국가화재안전기준 해설서
특별피난계단의 계단실 및 부속실 제연설비의 화재안전기준(NFSC 501A)

< 2020년 위원 >

□ 집필위원

- 권순택(㈜목양종합건축)

□ 감수단체

- (사)한국소방기술사회

□ 기획위원

소방청 소방정책국

- 소방정책국장 최병일
- 소방분석제도과장 배덕곤
- 안전기준계장 정홍영
- 소방시설민원센터 문찬호, 도진선, 안성수, 이진기
 안진, 권태규, 여광동, 차선영