

排煙設備 (Smoke Exhaust Systems) 概論

李 承 九 - 중앙소방연구소 / 본회설비연구분과위원

화재가 발생하면 燃燒生成物 (Products of Combustion)로 많은 양의 煙氣 (Smoke)가 발생되며 이 연기 속에는 탄산가스 (Carbon Dioxide) · 일산화탄소 (Co) 및 여러가지의 有毒性 가스 (Virulence Gas)가 포함되어 있으나 그 중에서 가장 위험한 것이 일산화탄소 (Carbon Monoxide)이다.

耐火構造 (Fire Resisting Construction)의 建築들 중에는 氣密性이 높은 구조의 건물이 많으며, 이런 경우 外部와의 氣流 (Air Current)의 유통이 不良하기 때문에 산소 (Oxygen)의 공급이 부족하여 不完全燃燒 (In Complete Combustion)가 일어나며 특히 그 양이 많아지고 있다.

사람은 이 일산화탄소가 약 1% 포함된 공기를 1~3분 호흡하면 窒息死에 이르며 이것은 화재초기에서 이미 발생되고 있다.

외국의 통계에 의하면 화재로 인한 死亡者 중 60% 이상이 가스와 연기로 인한 것이라 하며 국내의 경우에도 상당수에 이르고 있다.

排煙設備 (Smoke Exhaust Systems Or Smoke Control System)란 화재시에 발생된 연기 (Smoke)를 建物 外部로 排出 (Exhaust) 시킴으로 人命의 안전과 재산의 보호를 도모하는 동시에, 지하실의 경우 매연 때문에 消防隊員의 진입이 불가능해지며 消防活動이 지연되기 때문에 연기를 배출하여 消防活動을 가능케 하는 設備이다.

1. 種類 (Types of Systems)

배연설비의 종류는 배연설비를 적용하는 대상물에 따라 구분하는 것과 작동 (Operation) 방법에 따라 구분하는 것이 있다.

A : 적용대상물에 따른 분류

a. 특별피난계단의 부속실이나 비상용승강기, 승강장에 설치하는 배연설비

이것은 피난을 위한 排煙設備로 建築法에 규정된 배연설비를 말한다.

건축법시행령 제41조 (피난계단 및 특별피난계단의 구조) ③에 의하면 “특별피난계단의 구조는 다음에 정하는 바에 의한다.

1. 옥내와 계단실과는 노대를 통하여 연결하거나 외부를 향하여 열 수 있는 창이나 건설부령이 정하는 배연설비가 있는 부속실을 통하여 연결할 것” - 이하생략 - 으로 되어 있으며 동령 제54조 (비상용승강기의 설치) ④에 의하면 “제1항의 규정에 의한 비상용승강기의 승강장의 구조는 다음에 정하는 바에 의한다.

1. 생략

2. 생략

3. 직접 노대 또는 외부를 향하여 열 수 있는 창이나 건설부령이 정하는 배연설비를 설치할 것” - 이하생략 - 으로 되어 있어 이에 따라 설치하는 배연설비를 말한다.

이것은 엄밀한 의미에서 排煙設備 (Smoke Exhaust Systems)라기 보다는 특수한 換氣 (Ventilation) 設備로 給氣 (Air Supply)와 排氣 (Air Vent)를 동시에 행하여 화재시의 발생된 연기를 배출하며 신선한 공기를 투입하여 대피하는 사람들에게 질식할 우려가 없도록 하는 것이다.

이러한 이유로 이것은 건축법에서 다루어지며 소방법에서는 논의되지 않고 있다.

b. 地下層이나 無窓層에 설치하는 排煙設備

이것은 消防法에서 정하는 排煙設備를 말하며 生成된 연기를 옥외로 배출함으로써 화재를 窒息시키며 消防活動을 용이하게 하는 것으로 消防活動상 필요한 設備이다. 즉 건물 내의 사람들을 직접적으로 위한 것이 아니고 消防隊員을 위한 것이다. 따라서 이것은 火災가 확대 되었을 때에 비로소 사용하는 것이기 때문에 設計나 施工

등에 틀림이 없어야 한다.

B : 作動方法 (Operation Methods)에 따른 분류

a. 自然換氣에 의한 排煙

外氣에 關한 窓 등의 開口部에 의해 연기를 外部로 내보내는 방법으로 自然換氣力은 室內外의溫度差 (Thermal Ratio)에 의한 壓力差 (Air Pressure Ratio)로 생기는 것임으로 바람의 영향을 받기 쉽다. 階段室에 설치하는 自然換氣에 의한 排煙은 高層建物일수록 有效하게 작용하나 夏季에 冷房時에는 窓門을 開放함에 따라 下降氣流 (Air Down Current)가 생기게 된다.

地下層에 설치하는 消防活動상 필요한 배연설비의 경우 開口部를 설치하는 위치에 관한 규정은 없으나 피난 방향이나 소방대원의 消防活動의 필요한 공간 등을 고려하여 설치하도록 하며 보 (樑, Beam or Garder)에 의해 연기의 유통이 지연되거나 차단되지 않도록 하여야 한다.

b. 排煙機에 의한 強制排煙 (Forced Exhaust Systems)

排煙機 (Smoke Exhaust Fan or Blower)를 설치하여 강제로 排煙하는 방법을 말하며 이것은 또다시 다음의 두 방법으로 구분한다.

가. 吸引式의 排煙

火災區域의 연기를 吸引하여 他區劃으로 연기가 퍼지지 않도록 하는 방식으로 가장 많이 사용되고 있다.

消防法에서 정하는 地層에 설치하는 배연의 경우 排煙機와 댐퍼 (Damper)는 뜨거운 熱風을 끌어들이므로 특별히 규제되며 또한 제한시간을 운전하게 된다.

특별피난계단의 전실이나 승강기의 승강장에 설치하는 排煙設備의 경우 給氣 (Air Supply)와 排氣 (Air Vent)를 충분하게 하여 항상 신선한 공기가 충만하도록 하여야 한다.

나. 加壓에 의한 방법 (Air Press-

ure Methods)

避難路가 되는 階段室 또는 複道 등에 다량으로 신선한 공기를 送入하여 침입해오는 연기를 밀어내는 방식으로 피난로 또는 계단실을 新鮮室氣로 충전시킬 수 있으나 ① 耐火壁(Fire Resisting Wall)에 따라 오히려 화재 를 확대시키는 결과가 오거나 ② 大區劃側에 배연통로가 형성되어 있지 않으면 加圧함으로 인하여 火煙이 예상 외의 틈새기를 통하여 他구획으로 침 입할 가능성과 ③ 建築物에 따라서는 加圧할 수 없는 것이 있으므로 아직은 연구단계에 있는 방식이다.

2. 排煙設備의 構成

排煙設備의 구성은 종류에 따라 다르지만 보편적으로 다음과 같다.

火災發生→• 감지기 (Detectors) (Fire Occur) • 발견 및 수동조작 (Manual Operation)
→運動制御盤에 수신 (Smoke Control Panel) →排煙口개방 (Smoke Damper Open) →배연기 작동→排煙 (Smoke Exhaust)

A : 煙感知器 (Smoke Detectors)

排煙設備의 경우 感知器의 선택은 매우 중요한 요소로서 대부분의 경우 煙氣感知器를 사용하고 있다.

煙氣感知器에는 구성요소에 따라 이온화식감지기 (Ionization Smoke Detectors), 光電式 감지기(Flame Type Smoke Detectors)로 나누어지며 어느 것이나 배연설비에 사용할 수 있으며 설치방법은 일반 열감지기와 동일하다.

B : 防煙壁 · 防煙區劃

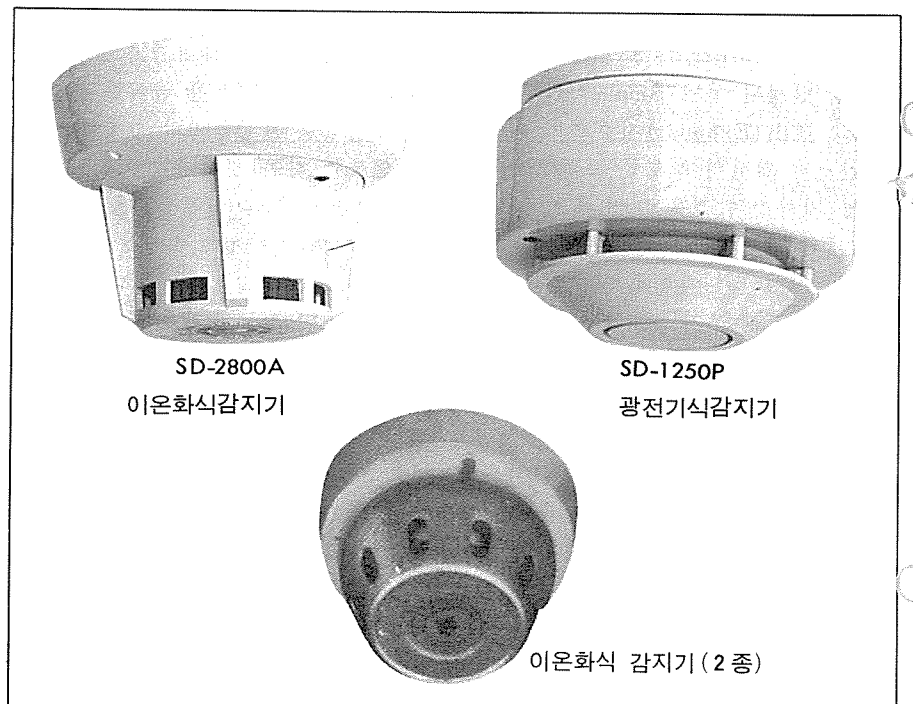
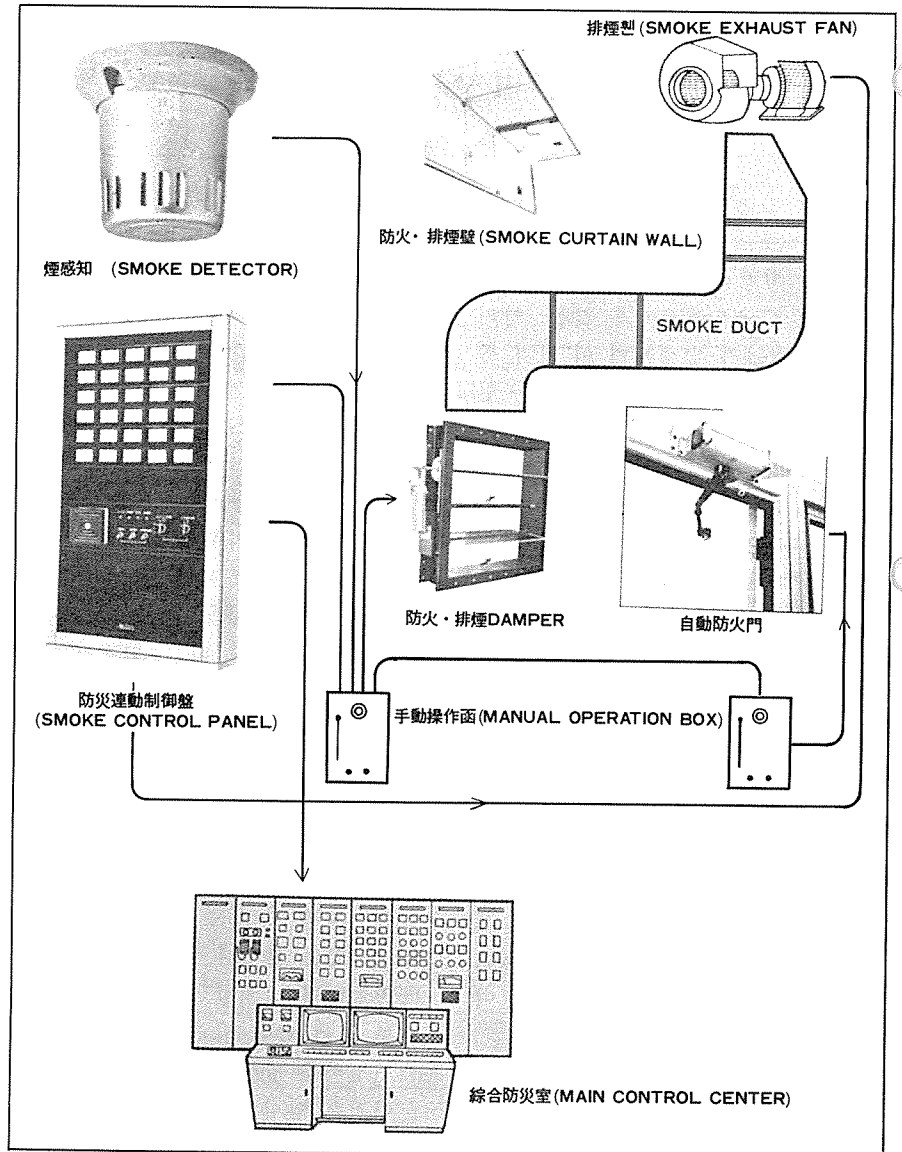
防煙壁이란 화재가 발생하여 생성된 연기의 활동을 방해하기 위하여 만들어진 것으로 不燃材料(Non Combustible Materials)로 되어지며 천정으로부터 50cm 이상 돌출하게 되어 있다. 防煙壁의 종류는 항상 돌출되어 있는 고정식과 평시에는 천정에 부착되어 있다가 화재시에만 작동되는 “가동벽”이 있다.

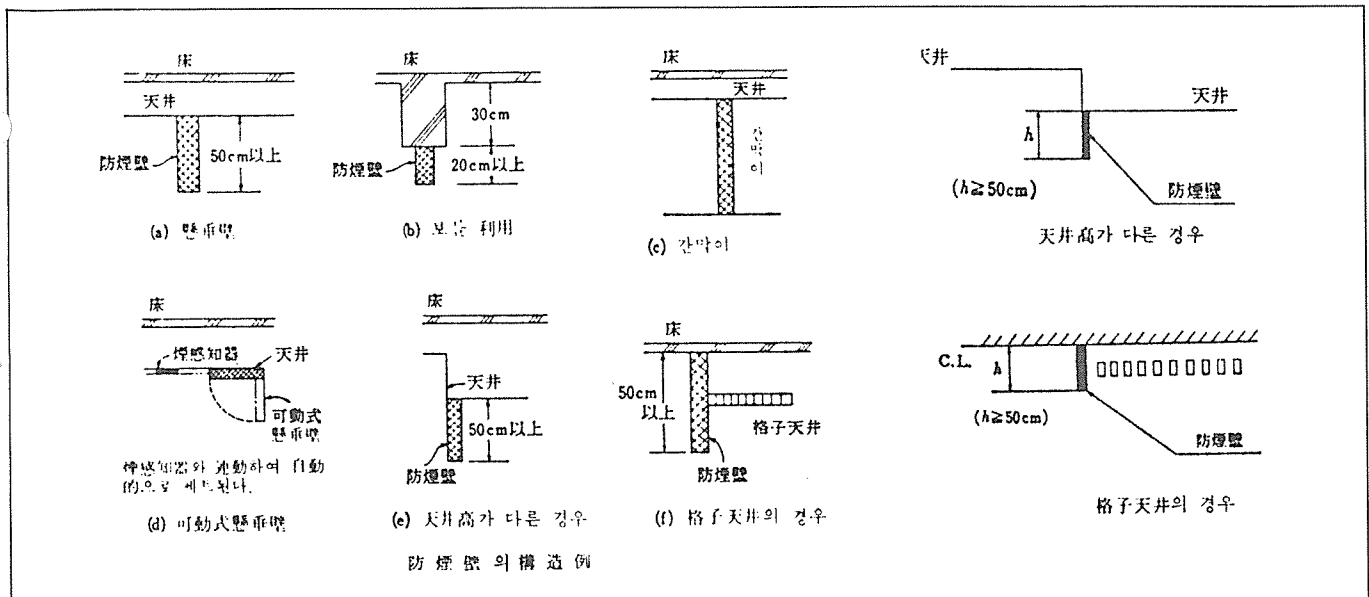
防煙區劃이란 防煙壁으로 구획된 면적을 말하며 하나의 방연구획은 1,000 m² 이하로 하여야 한다.

C : 排煙口 (Smoke Dampers)

연기를 外部로 排出할 때 자연배연

構成 (COMPOSITION)





방식인 경우에는 창 등의 개구부가 배연구가 되며 강제배연일 경우에는 제작된 排煙口가 필요하며 배연구는 닥트(Duct) 또는 스모크 타워(Smoke Tower)와 연결되어 있다. 배연구의 종류는 형태에 따라 角型(Square Type)·圓型(Round Type)·橢圓型(Ellipse Type)이 있으며 내부에 설치된 날개에 따라 多翼型和 單翼型이 있다.

排煙口(Damper)는 평소에는 닫혀 있다가 화재시의 발생된 연기의 신호에 따라 개방되며 배연구의 驅動部는 그림과 같은 종류가 있다.

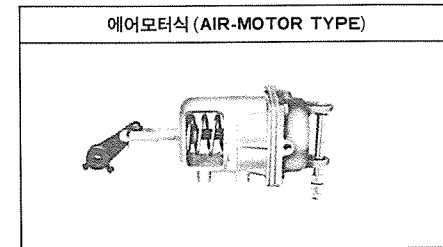
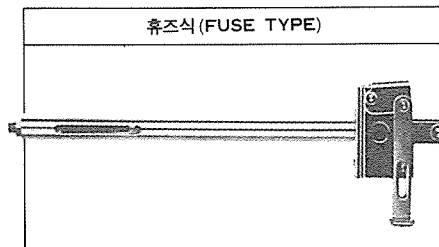
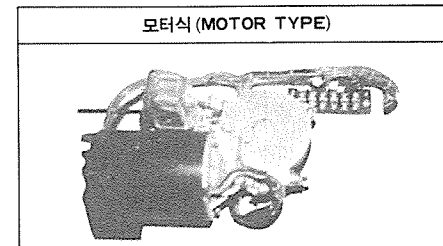
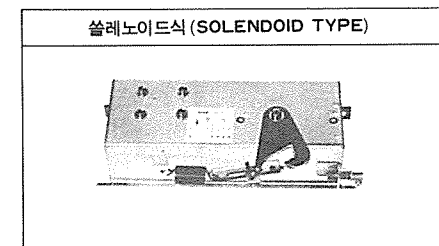
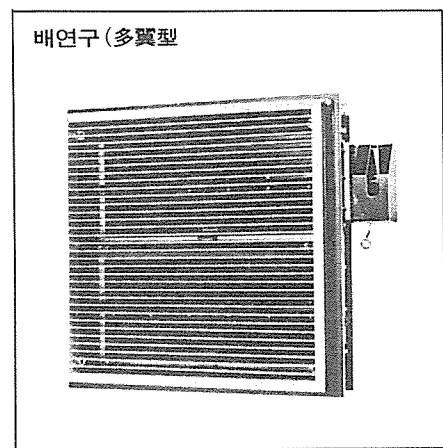
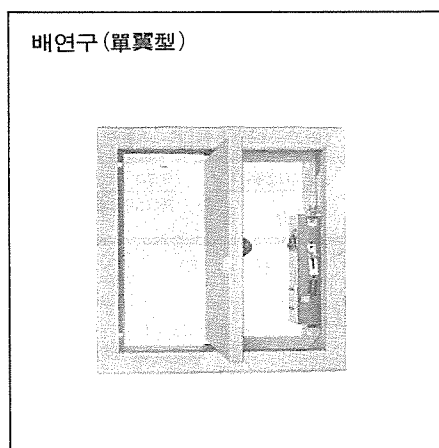
D: 排煙機(Smoke Exhaust Fan and Blowers)

배연기의 종류는 원심팬(Centrifugal Fan)과 축류팬(Axial Fan)이 있으며 날개(Blades)의 수에 따라 多翼팬·翼形팬 등으로 나누어 진다.

각 제조회사별로 또한 모델에 따라 특성이 있으나 지면관계상 열거할 수는 없으므로 생략하기로 한다.

E: 닥트(Duct)

排煙닥트는 일반 換氣用 닥트와 근본적으로 다를 것은 없지만 그 재질과 설치에 대하여는 消防法에서 정하는 방법에 따라 1.6mm 이상의 철판 또는 동등 이상의 耐熱性材料(Heating Proof Materials)로 하여야 하며 排煙機와 排煙送風의 접속부분에 사용하는 캔버스는 石綿(Asbestos) 등의 내열성이 있는 것으로 하고 벽 등을 관통한 경우에는 틈이 없도록 몰탈(Cement Mortar)등으로 충전하여야 한다. 닥트의 설계를 할 때는 動庄



(Dynamic Pressure)· 靜庄(Static Pressure) 그리고 全庄(Total Pressure)을 고려하여 계산하게 되나 이것은 상당한 기술적 지식이 필요하게 되며 복잡한 계산을 필요로 하게되나 특별피난계단의 부속실에 설치하는 배면 설비의 경우 대개 콘크리트의 닥트를 사용하게 된다.

F: 制御盤(Control Panels)

연기감지기 혹은 수동조작함(Manual Operation Box)의 신호를 받아 배연구를 개방하며 排煙機를 가동시키는 역할을 한다. 별도로 설치된 제어반을 사용하며 종합 방재실이 있는 경우 연동을 시키거나 직접 종합방재반 내에 수납할 수 있다.

3. 排煙設備의 計劃 (Planning)

排煙設備의 계획시의 기본이 되는 몇가지만을 살펴보면 다음과 같다.

A: 消防法에서 정하는 배연설비

소화활동상 필요한 설비로 消防法에서 하도록 규정된 소방대상물은 다음과 같으며 설치의무가 있는 대상물에 배연상 유효한 개구부가 설치되어 있는 경우 배연설비를 배제 받을 수 있다.

배연상 유효한 개구부란 여닫이창 (Casement Window) 이나 미서기창 (Horizontally Sliding Window) 의 경우 열었을 때의 개방된 면적을 말하며 고정창 (Fixed Window) 의 경우 인정되지 않고 있으나 수동조작에 의해 창문전체가 열릴 수 있거나 파괴될 수 있으면 된다.

소화활동상 필요한 배연설비의 설치 및 배제

소 방 대 상 물	면 적	배 제
극 영 음 공회당·예식장	장 부대부 200 M ² 이상	개구부의 합 계가 그 부분 의 바닥 면적 의 1/1000이 상
카 바 당 백 시 여인숙·여관·호텔 음 정 대 지	바 어 구 화 점 장 ·호텔 점 장 실 가	지하층, 무창층 1000m ² 이상 의 바닥면적 의 1/200이 상

B: 建築法에서 정하는 배연설비

특별피난계단이나 비상용승강기의 승강장에 설치하는 배연설비는 직접 外部로 향하여 열 수 있는 개구부가 없는 경우 설치하도록 되어 있으나 국내에서는 이때의 개구부 면적에 대한 규정이 없으며 일본의 경우 2m² 이상으로 되어 있다.

中央코어 (Core) 식 건물의 경우 배연설비를 설치하여야 하며 이때의 설치방법은 給氣口와 排煙口를 따로 설치하여야 한다.

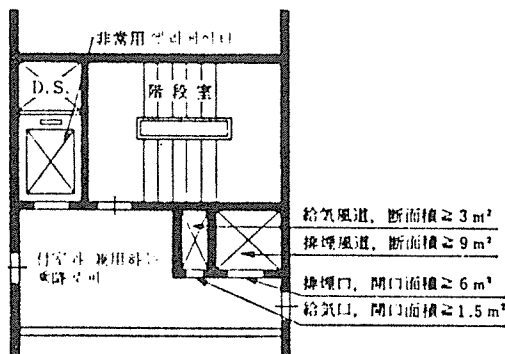
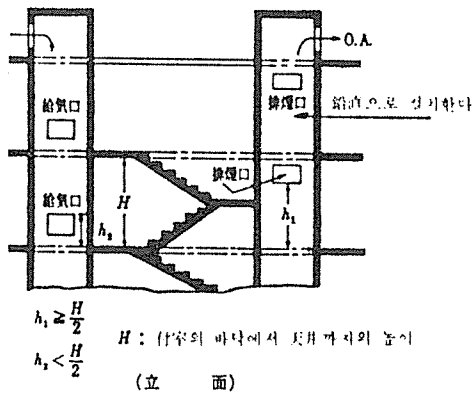
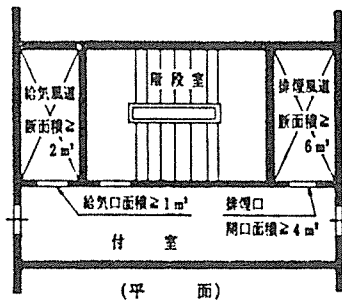
給氣口와 排煙口의 크기는 설치방법에 따라 결정된다. 즉 배연기를 설치하여 강제배연을 할 경우와 급기구

와 배연구만 설치하여 자연환기에 의한 방법으로 할 경우로 구분되어 진다.

또 특별피난계단의 부속실과 비상용 승강기의 승강장을 겸용할 경우에도 필요한 개구면적이 다르게 된다.

배연기를 설치할 경우 풍속에 따라 계산하여 배연기를 설치하게 되며 이때의 풍속은 2m/sec 이상 10m/sec 이하가 된다.

어느 경우에나 급기구의 위치는 층고의 1/2 이하에 설치하며 배연구의 위치는 1/2 이상 부분인 벽이나 천정 등에 설치하도록 하며 수동조작을 할 수 있도록 하여야 한다.



付室과 兼用하는 乘降로비
(자연환기의 배연설비)

C: 강제배연시의 風量과 排煙口의 面積

建築設計時에 문제가 되는 것은 풍

량보다는 배연구의 면적과 닥트가 되는 스모크 타워의 내면적을 얼마로 처리하느냐에 고심하게 된다.

소방법에서 정하는 이른바 소화활동상 필요한 배연설비의 경우 배연하여야 할량은 방화구획되거나 방연구획된 바닥의 상부 1m에 쌓인 양으로 한다. 즉 연기는 상부로 부터 쌓이기 때문에 천정면으로 부터 1m까지만 계산하게 된다. 그러나 특별피난계단의 부속실이나 비상용 승강기의 승강장에 설치하는 배연설비의 경우 구획된 내의 空氣 (Air) 를 전체로 한다. 즉 구획된 체적과 동일하며 급기량은 배기량의 1.5배 이상이어야 한다. 그러므로 배연구 (Smoke Dampers) 의 유효한 개구면적의 산정은 風量과 風速에 따라 결정한다.

풍속의 단위는 m/sec로 표시하며 매초의 움직일 수 있는 거리를 말하며 풍량은 CMM (Cubic Meter For Minute), CMH (Cubic Meter For Hour) 로 나타내며 1 CMM = 60 CMH 가 된다.

풍량과 유속 그리고 유효 단면적을 관계식으로 표시하면 다음과 같다.

$$Q = 60AV$$

$$Q = \text{풍량 (Quantity)}$$

$$A = \text{유효개구면적 (有效開口面積)}$$

$$V = \text{속도 (Velocity)}$$

풍속을 10m/sec 할 경우 예를 들면 다음과 같게 된다.

實開口 (mm)	有效開口面積 Am ²	吸込風量 m ³ /min	最大風速 10m/SA 등 최대풍량 Q m ³ /min
280×280	0.078	4.68	47
330×330	0.109	6.54	65
380×380	0.144	8.64	86
430×430	0.185	11.10	111
480×480	0.230	13.80	138
580×580	0.336	20.18	202
730×730	0.533	31.98	320
780×780	0.608	36.48	365
880×880	0.774	46.44	464

이제까지의 모든 것은 이해 (Understanding) 를 위한 것이며 실제의 설계 및 시공 등은 전문업체의 상담과 도움을 필요로 하는 것이며 내일의 消防과 建築을 위하여 더욱 연구되어야 할 분야가 排煙設備이다.