

쇼핑몰의 배연설비 성능비교

(직접배연방식과 몰배연방식)

세계적으로 도시화 및 이에 따른 인구집중화가 가속되고 있다. 이들에 대한 요구에 부응하기 위해서는 많은 사람들이 동시에 자신의 욕구를 충족시킬 수 있는 대형공간이 필요하며 이러한 시설중의 하나가 쇼핑몰이다. 그러나 이는 대형화 뿐만 아니라 복잡화를 수반하므로 화재 안전면에서도 매우 신중히 대처하여야 한다. 국내에서도 이미 이러한 대형 쇼핑몰이 점차 증가하고 있으며 소규모의 화재가 발생한 사례들도 있는 것이 사실이다. 여기에서는 인명안전을 위해서 무엇보다도 중요하며 피난 및 소화활동을 위해서도 필수적인 배연설비(실제로는 제연설비라 하는 것이 더 타당하겠지만)의 방법에 대하여 최근 Fire Prevention지에 실린 내용을 소개한다.

-편집자 주-

대형 쇼핑몰에는 바쁜시간대인 경우 수천명이상 고객으로 붐빈다. 이러한 장소에서의 화재시 배연설비가 얼마나 중요한가에 대해서는 매우 잘 알려져 있다. 만약 배연설비가 없다면 순식간에 물은 연기로 차게 되어 고객은 물론 직원들도 뜨거운 유독가스에 휩싸이게 될 것이다.

개방상태의 상점가와 쇼핑몰의 근본적인 차이점은 쇼핑몰내의 어느 한 판매장에서 화재가 발생하면 전체 쇼핑몰의 사람들에게 피해를 입힐 수 있다는 것이다. 쇼핑몰에서의 배연설비는 건축계획 초기에 고려해야 할 필수적인 사항이다.

배연설비는 연기로부터 피난통로를 보호할 수 있는 구조로 하여야 하고 쇼핑몰의 입주가 완료되었다 하여 설계자의 책임이 끝나는 것은 아니다.

대부분의 타 건물설비는 건물인도전에 시험을 실시하여 불량요소를 보수할 수 있지만 배연설비만

은 대략 10년정도의 주기를 갖는 화재가 발생되기까지는 완전한 시험을 할 수 없다. 가능하면 복잡하고 안전조치가 되지 않아 유지관리가 어려운 설비는 피하고 설비자체내에 신뢰성이 부여되는 구조로 설계하여야 한다. 화재는 특성상 예측불허이므로 설비는 간단하면 할수록 정상작동할 가능성이 높아진다.

영국화재연구소(FRS)에서의 연구결과 안전한 피난로를 확보할 수 있도록 설계된 단순한 몰배연방식의 설비가 도입되었다. 몰의 상부에 집연공간을 설치하여 일정구역내의 모든 판매장에서 발생하는 연기가 이 집연공간으로 모이도록 한다. 모인 연기는 일반적인 연기배출장치를 이용하여 외부로 내보내고 화재영향을 받지 않은 집연공간으로부터 보충공기를 공급받는다.

영국화재연구소의 이러한 배연방식과는 다른 배연방법은 화재가 발생한 판매점으로부터 직접 연기를 외부로 배출시키는 방식이며 편의상 직접 배연방식이라고 칭하겠다. 여기에서는 상기 두방식의 배연설비에 대해 비교·검토하고자 한다.

1. 직접배연방식

가. 배연원리

단일 판매장의 발화에 의한 연기가 몰내부로 유입되는 것을 방지하기 위해서는 모든 판매장과 십지어는 소규모의 간이 판매장까지도 배연설비를 설치해야 한다.

일반적인 비내화성 유리는 화재발생초기에 파열되게 된다. 화재시는 많은 양의 연기가 발생되므로

몰내부로의 연기유입방지를 위해 단일 판매장에서 배출량은 고온상태에서 20~30m/s가 되어야 한다.

환기설비는 몰센타의 모든 부분으로 공기를 공급시켜 주도록 설계되어 있다. 그러므로 연기가 감지되면 모든 환기설비는 작동이 정지되어야 한다. 연기배출에 필요한 용량은 환기설비의 용량보다 10~15배나 되고 주위온도도 500°C 이상이 된다. 따라서 환기설비를 배연설비로 이용하기는 상당히 곤란하다.

직접배연방식으로 가장 많이 추천되고 있는 방법은 판매장 후면으로부터 대형덕트를 이용하여 배출시키는 것이다(그림1 참조). 화재가 발생하면 발

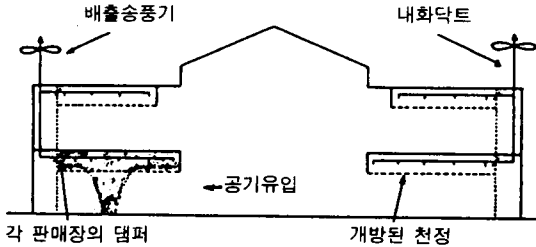


그림1 직접배연설비

화된 판매장의 대퍼가 개방되어 연기를 덕트내로 유입시킨다. 반면에 발화장소가 아닌 기타 판매장의 모든 대퍼는 폐쇄상태를 유지한다. (그림2 참조)

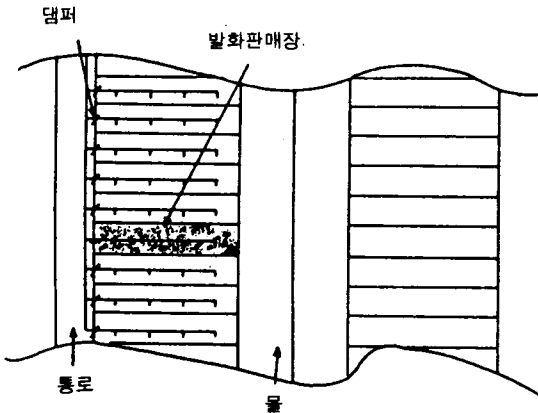


그림2 발화판매장의 배연

그리고 덕트내로 유입된 연기는 수직덕트를 통해 송풍기가 설치되어 있는 최상부로 배출된다.

이러한 경우의 직접배연방식에서는 각각의 판매장에 연기감지설비를 설치하고 연기감지설비의 작동에 의해 해당 대퍼와 최상부에 위치한 송풍기를 작동시킬 수 있는 구조가 필요하다. 덕트설비는 방화구획선상을 지나가기 때문에 내화성을 갖추어야 한다.

나. 직접배연방식의 장점

① 배연용량

발화시 발생한 연기가 판매장에서부터 몰내로 유입되게 되면 난류가 형성되어 주위공기와 혼합되게 된다. 이 결과 배출시켜야 되는 연기량이 훨씬 많아진다. 따라서 판매장에서 직접 배출시키는 방식은 모든 판매장에 각각의 배출설비가 설치되어야 하지만 배출용량이 작아도 된다는 이점이 있다.

② 연기피해

연기가 판매장내로 국한된다. 그러므로 연기에 의한 피해가 적어진다.

③ 소규모 화재

인명안전상 위협이 되지 않는 소규모 화재시에는 판매장내부에서 진압이 가능하므로 쇼핑센터 전체에 대한 영업방해 영향을 최소화시킬 수 있다.

다. 직접배연방식의 단점

① 단일소유권 및 관리의 계속성

영국 건축법(1985년)에 따르면 쇼핑센터에 대해서 "단일소유권 및 화재예방 대책에 대한 관리의 연속성"이 유지되도록 규정한다.

여기에서 우려되는 사항은 규정된 책임사항이 소유주에서 판매장 임차인에게 쉽게 떠넘겨져 버린다는 것이다. 임차인들은 수시로 바뀌게 되고 배연설비에 대한 구조와 중요성에 대해 별로 인식을 하지 못한다.

예를 들어 새로운 임차인이 들어오면서 기존의 내부장식을 제거하고 배연덕트 아래에 밀폐된 반자

를 설치하는 경우가 있고 이러한 판매장에서는 배연효과가 없으며 전체 쇼핑센터에 있는 사람들에게 위협을 줄 수 있다. 이는 물배연방식이 아닌 직접 배연방식을 채택하고 있는 쇼핑센터에서는 건축법에 따라 지켜져야 하는 “단일소유권 및 관리의 계속성” 정신에 위배되는 것이다.

② 유입공기

모든 배연설비는 공기유입장치와 함께 작동하도록 되어 있다. 판매장으로부터 연기를 배출시키기 위해서는 동일량의 공기를 보충시켜 주어야 한다. 공기의 유입속도는 3m/s를 초과해서는 안되며 그렇지 않을 경우에는 피난에 지장을 초래하게 된다.

공기를 보충해 주기 위한 적절한 장치를 갖추지 않은 배연설비가 설치된 경우도 간혹 있는데, 이러한 경우에는 물로부터 피난을 용이하게 할 목적으로 개별 판매장에 설치된 설비가 연기감지에 의해 작동하는 결과를 가져와서 그때까지 개별 판매장에 남아 있던 사람들이 판매장으로부터 피난하는데 어려움을 주게 된다.

이런 문제를 방지하기 위해서는 판매장 전면에 대형 개구부가 필요한데 이에 영구적인 개구부나 또는 감지기와 연동으로 배연설비가 작동하면 개방되는 구조로 할 수 있다.

③ 스프링클러 작동

배연설비와 스프링클러설비와의 상호작용에 대해서는 영국화재연구소(FRS) 등에서 연구해 온 분야이다.

상기 두 설비에 대한 많은 논문과 실험모형시험에 따르면 스프링클러와 배연설비의 상호작용은 양호한 것으로 결론지어졌다. 이는 화재사례에 의해서 증명된다. 그러나 모든 연구가 다소 적게 사용되는 강제배연방식보다는 자연배연방식에 대해서 이루어져 왔다.

강제배연설비는 피난동안에 물내로 연기가 유입되는 것을 방지시킬 목적이라면 판매장에서의 연기감지에 의해 작동되어야 한다. 이런 경우의 배연설비는 스프링클러가 작동되기 전에 20~30m/s의 배출량으로 배출시킬 수 있게 된다.

이 상태이후에 있어서 스프링클러의 작동과 배

연설비에 미치는 상호작용에 대해서는 확실하지 않다.

배연설비에 의해 스프링클러의 작동이 지연된다면 화재는 설계치의 열발생량 5MW, 화재둘레길이 12m보다 더 확대될 가능성이 있다. 쇼핑센터에서 직접배연 방식의 배연설비가 더욱 일반적으로 사용된다면 이 분야에 대해 더욱 많은 연구가 필요할 것으로 여겨진다.

④ 제 어

화재가 발생하게 되면 발화판매장에 대한 뎀퍼는 개방시키고 기타 판매장에 대한 뎀퍼는 폐쇄상태를 유지함과 아울러 해당되는 특정 송풍기만을 작동시키도록 해야 하므로 제어방법이 복잡해질 수 밖에 없다.

⑤ 유지관리 및 신뢰성

대형 쇼핑센터의 배연설비에 대해서는 높은 수준의 시험 및 유지관리가 필요하다. 특정 판매장에서 연기가 감지되었을 때 뎀퍼가 개방되고 해당 송풍기가 제대로 작동되도록 하기 위해서 정기적인 시험과 검사를 실시해야 한다. 그러므로 각각의 판매장에 대해 별도의 시험이 필요하다.

이러한 설비의 제반문제는 기술적인 사항으로 고려되겠지만 예비제너레이터, 송풍기, 닥트설비, 복잡한 제어설비 및 뎀퍼는 단순한 물배연방식의 설비보다는 근본적으로 신뢰도가 떨어지는 것이다.

⑥ 대형화재

발생가능한 최대의 화재에 대처하기 위한 배연설비를 설계하는 것은 건물전체가 화재에 휩싸였을 경우이므로 실용적이지 못하다.

그러므로 배연설비는 이 화재규모보다는 적지않게 쉽게 초과되지 않을만큼 큰 화재규모를 기준으로 설계된다. 스프링클러설비가 설치된 판매장의 경우는 화재의 규모가 열발생량이 5MW이고 화재둘레는 12m인 경우를 기준으로 한다.

이는 안전에 대한 하나의 표준이지만 일반적으로 화재가 이보다는 더 크게 확대되지 않을 것으로 여겨진다.

기준 화재보다 더 큰 화재에 대해서 설계할 필요

는 없겠지만 이러한 화재로 진전했을 경우의 결과를 분석해 보기 위해서 대형화재에 대한 배연설비의 상대적인 장점들을 비교·검토해 보는 것은 중요하다. 대형화재가 될 수 있는 하나의 원인은 스프링클러설비 작동고장을 들 수 있다. 영국의 사례자료에 따르면 스프링클러설비는 약 75%의 신뢰도가 있는 것을 나타낸다.

1989년도의 한 대형쇼핑몰에서 스프링클러가 작동되지 않아 매우 큰 화재가 발생한 결과를 가져왔다. 스프링클러설비가 없다면 화재는 대형화될 것이고 플래쉬오버까지 도달될 것이다.

이는 배연설비가 초기에 고장나도록 하는 효과를 주고 따라서 연기는 물내로 유입된다.

적절히 설계된 물배연설비가 없으면 물은 매우 빠르게, 아마 1, 2분 이내에 연기로 충만될 것이고 전체 쇼핑센터내의 사람들을 위험에 빠지게 할 것이다.

⑦ 판매장 설계에 대한 제한

판매장으로부터 물내로 연기가 유입되는 것을 방지하기 위해서 판매장과 물과의 연결부분에 내화도를 갖춘 방연벽을 설치해야 한다. 반자의 설치시에는 반자속에 있는 배연구로 연기가 빠져나갈 수 있는 구조로 해야 한다.

판매장내에서의 연기층이 상대적으로 얇기 때문에 플러그홀(Plughoing) 현상이 일어나지 않고서 하나의 배연구에서 모든 연기를 배출시키기는 불가능하다(그림3 참조).

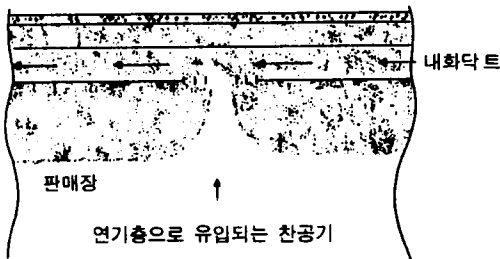


그림3. 얇은 연기층에서 불충분한 배출구에 따른 플러그홀현상

그러므로 판매장의 상부에 많은 배출구를 갖춘

다트를 설치할 필요가 있다.

⑧ 연기온도

판매장으로부터 직접 연기를 배출시키는 경우에는 배연설비가 고온의 연기온도를 전달 수 있어야 한다.

⑨ 물 화재

직접배연방식의 가장 큰 단점은 물에서 발생한 화재와 판매장 전면에서의 화재로부터 물내로 유입된 연기에 대해서는 속수무책이라는 것이다.

물의 용도로는 무역거래, 상품진열 및 전시회가 일반적이다. 약간 거리감이 있긴 하지만 많은 조명설비, 광고물, 에스컬레이터 및 엘리베이터 등 모두가 화재위험을 가진다. 그러므로 물에서의 배연을 위해 직접 배연방식을 채택하였다도 물배연설비는 별도로 설치하여야 한다는 결론이다.

⑩ 비용

직접배연방식의 설비는 다음과 같은 필요성 때문에 훨씬 많은 비용이 소요된다.

- 모든 판매장에 연기감지기의 설치
 - 모든 판매장까지 내화도를 갖춘 다트와 덤퍼의 설치
 - 복잡한 제어 설비
 - 예비 제너레이터의 필요성
 - 송풍기, 덤퍼, 제어설비에 사용되는 전선은 내화성이 필요함.
- 또한 훨씬 많이 소요되는 유지관리비용도 고려하여야 한다.

2. 물배연방식의 원리

가. 배연원리

자연배연설비를 물의 천정부에 설치한다. 물은 집연공간을 형성해 주기 위해 상층부에서 분리되어 있다. 분리된 물부분에 있는 판매장중의 한곳에서 발생한 연기는 해당 물의 집연공간으로 유입되어 자연배연구를 통해 외부로 배출된다(그림 4 참조).

물의 지붕이 고층빌딩과 밀접해 있다면 역풍(逆

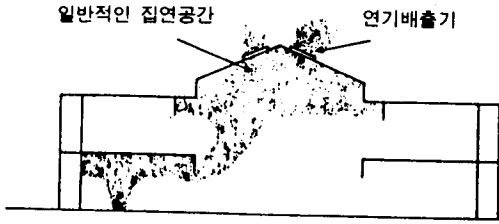


그림4. 물배연설비

風) 압력에 의해 자연배연기의 성능이 영향을 받을 수 있다. 이러한 경우에는 자연배연기 대신에 송풍기를 설치하여 강제배연을 시키도록 한다. 물에 설치된 연기감지설비는 배연설비와 연동하여 작동시키도록 한다.

나. 물배연방식의 장점

① 단일소유권 및 관리의 계속성

배연설비가 공동장소에 설치되기 때문에 관리의 책임이 임차인이 아닌 소평 센터측에 있으므로 관리 및 통제가 용이하다.

② 공기 유입

자연배연방식을 채택하면 인접물에 설치되어 배연장치로부터 공기의 유입이 충분하다. 강제배연방식을 사용한다면 유입공기는 인접물 구역의 자연배연기와 문으로부터 공급가능하다.

③ 스프링클러설비

물배연방식에서는 판매장의 스프링클러 작동에 배연설비가 전혀 영향을 주지 않는다.

④ 제 어

이의 제어방법은 매우 간단하다. 화재를 감지하면 모든 자연배연장치를 개방시킨다.

⑤ 유지관리 및 신뢰성

자연배연장치의 유지관리는 최소한의 노력만으로도 가능하다. 그러나 설비의 작동시험은 정기적으로 실시하여 이상유무를 점검해야 하는 것은 물론이다.

설비자체가 이의 작동이 단순하기 때문에 신뢰성이 매우 높으며 특히 여름철과 같은 경우에 정기적으로 사용한다면 이때에는 더욱 신뢰성이 높다.

⑥ 각기 규모가 다른 화재

자연배연방식은 다양한 화재조건에 대해 어느정도 적응능력을 갖추고 있다.

대형화재의 경우에는 더 많은 연기를 발생시키고 연기층의 온도도 높게 된다. 자연배연방식은 연기의 부력에 의해 작동되기 때문에 연기층이 두껍고 온도가 높을수록 연기배출량도 증가한다.

원인에 관계없이 스프링클러가 작동되지 않게 되어 판매장내에서 플래쉬오버가 발생한다면 매우 큰 화재가 일어나게 된다. 이런 경우에는 설계조건보다 나쁜상황이 되는 것은 자명한 일이지만 이에 대한 설비로서 자연배연방식의 배연설비보다 우수한 설비는 없다. 반면에 자연배연방식이 연기의 부력에 의해 작동되므로 연기온도가 낮은 경우에는 효율이 감소된다. 2층 쇼핑센터에서의 열발생량이 5MW보다 적은 화재의 경우가 최악의 상태가 되는 것으로 나타났다. 판매장으로부터 상부로 형성된 연기플럼(Smoke Plume)과 공기의 혼합은 연기와 공기 온도차에 의해 이루어진다.

그러므로 화재규모가 작고 온도가 낮으면 연기플럼과 공기의 초기혼합율이 낮게 되고 열발생량이 5MW이하의 화재에서는 적은량의 저온 연기를 발생하게 된다. 그러므로 소규모이고 온도가 높지 않은 화재에 대해서는 열발생량이 5MW인 화재용으로 설계된 배연설비로 충분하다.

매우 소규모인 화재는 인명에 대한 위험을 주지는 않지만 물부분으로 번져나갈 수 있고 시간의 경과에 따른 회색을 제외하고는 배연효과를 얻기 어렵다. 실제로 이렇게 소규모인 화재는 스프링클러에 의해 짧은 시간에 소화된다.

⑦ 판매장설계에 대한 제약

물배연설비의 효과적인 작동을 위해 특별히 갖추어야 할 사항은 없다. 대부분의 경우 판매장 전면부의 방연벽도 필요하지 않다.

⑧ 물 화재

판매장 화재를 위해 설계된 배연설비는 판매장 화재와 동일규모의 화재가 물에서 발생하였을 때 필요한 배연용량보다 훨씬 큰 용량을 갖는다. 2층 물에서는 일반적으로 판매장화재로부터 배연속도가

110kg/s가 된다. 동일규모의 화재가 물에서 발생한다면 이때의 배연속도는 60kg/s에 불과할 것이다.

⑨ 안전장치

자연배연설비는 공기압에 의해 폐쇄상태를 유지하고 있다가 스프링작용에 의해 개방되는 것이 일반적이다. 제어밸브가 개방되어 있거나 고장이 발생되면, 배연기는 자동적으로 개방상태가 되며 따라서 안전장치의 역할을 하게 된다. 이는 인명안전을 목적으로 설치한 설비에서 중요한 사항이다. 비상시를 위해서 온도가 72℃를 초과하면 배연기에 붙어 있는 퓨지블링크가 분해되어 배연기를 개방시키도록 한다.

⑩ 여름철 환풍설비

물배연설비를 여름철에는 환풍용으로 사용하는 경우가 많고 이로 인하여 비용절감효과 뿐만 아니라 배연설비의 상태를 항상 정상가동상태로 유지시킬 수가 있다.

다. 물배연설비의 단점

① 물의 외관손상

물배연설비를 설치하기 위해서는 집연공간을 확보하기 위해 매 60m마다 물의 상부를 간막이로 분리시켜야 한다.

자연배연기나 배연송풍기는 물론이고 발코니하부에 간막이를 설치하여야 한다. 유리간막이 또는 접혀 들어가는 커튼 및 주변과 일체감을 주도록 설계된 배연기를 사용하여 배관상의 나쁜 영향을 최소화 할 수 있다.

② 저온 연기

대부분의 화재는 매우 크게 확대되지 않는다. 판매장 전면이 완전히 밀폐되어 있다면 연기는 물내로 유입하지 못한다. 판매장 전면의 유리를 파괴시킬 만큼 온도가 올라가면 여기는 상부로 이동하여 물배연설비가 작동하게 된다.

그렇지만 판매장 전면이 개방된 상태에서 소규모의 저온화재가 발생한 상황에서는 연기가 물내로 유입되고 안정된 연기층을 형성하지 않는다. 그리고 난후 연기는 건물내에서 일반적인 공기유동상태

와 같이 이동하게 된다.

자연배연기 또는 강제배연기가 작동되면 연기는 굴뚝효과 또는 회석현상에 의해 제거된다. 이와 똑같은 효과를 저온연기시험에서 볼 수 있다.

소규모의 저온화재는 인명위험이 없으므로 이는 단점보다는 편리한 점이 많은 것으로 여겨진다. 인명안전을 위협하는 화재는 확산이 빠르고 많은 양의 열과 연기를 발생시키는 경우이다.

③ 많은 연기량

연기가 판매장에서 발생하여 물상부에 있는 배출구까지 이동하는 동안에 상승하는 연기플럼과 많은 양의 공기가 혼합되는 결과를 가져온다. 이는 연기온도를 떨어뜨리는 효과는 있지만 배출시켜야 하는 연기량은 훨씬 많아진다.

3. 권장사항

상기 두 설비를 비교하면서 일반적인 쇼퍼센타에 적용시킬 수 있도록 많은 부분을 보완화시켰으

表1. 직접배연설비와 물배연설비의 장단점 비교

직접 배연 설비	물 배연 설비
<p><장 점></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 연기량이 적음 2. 연기손상이 적음 3. 화재의 소규모 	<p><장 점></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 단일소유권 및 관리의 계속성 2. 인접 집연공간으로부터 공기유입 3. 판매장의 스프링클라에 대한 영향이 없음. 4. 제어장치가 간단함. 5. 유지관리 및 신뢰성이 좋음 6. 화재규모에 관계없음. 7. 판매장 설계에 제약이 없음. 8. 물 화재에 효과적임. 9. 자연배연기의 안전장치 역할이 있음. 10. 여름철 환풍설비로 이용가능함.

직접 배연설비	물 배연설비
<p>(단 점)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 단일소유권 및 관리의 지속성이 어려움. 2. 판매장에 공기를 유입해야 함. 3. 판매장내의 스프링클러의 작동에 대한 지연여부가 불명확함. 4. 제어장치의 복잡성 5. 유지관리 및 신뢰성이 낮음 6. 대형화재에 대처못함. 7. 판매장 설계에 제약이 많음. 8. 연기온도가 높음. 9. 물 화재에 대처 못함. 	<p>(단 점)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 물의 외관을 손상시킴. 2. 연기온도가 낮음. 3. 배출연기량이 많음.

이러한 경우에는 이와 관련된 문제점들을 검토하여 건축 및 소방관계당국과의 협의하에 설계팀이 설계초기에 해결할 수 있을 것이다.

며 지금까지의 비교사항을 대부분의 쇼핑몰에 적용시킬 수 있는데 이를 요약하면 표1과 같다.

지금까지는 수동적인 화재안전설비에 대해 익숙해져 왔으며 인명안전을 위한 능동적설비에 대한 경험은 비교적 최근의 일이다. 쇼핑몰의 인명안전을 위해서는 능동적설비에 의존해야 한다.

인명안전설비의 신뢰도는 설비가 단순하고 확실하며 복잡한 제어설비를 갖추지 않고, 또한 안전장치를 갖추며 유지관리가 간편할수록 높아진다. 영국건축법에서는 이런 사항을 "단일소유권 및 화재 예방대책에 대한 관리의 연속성"이란 규정에서 반영하고 있는 것 같다.

대부분의 쇼핑몰에서는 신뢰도가 높은 경제적 이면서 판매장 임차인들에게 제약을 적게 가하는 물배연설비를 설치하고 있으며 또한 이 설비는 소유주의 관리하에 있으므로 유지관리가 용이하다.

그리고 직접배연설비에만 의존하는 쇼핑몰은 상대적으로 소수에 불과하다. 물배연설비를 설치한 쇼핑몰의 경우 특정 판매장으로부터는 직접 물내로 배연시키는 것을 허용하지 않고 있는 경우 특정 판매장으로부터는 직접 물내로 배연시키는 것은 허용하지 않고 있는 경우도 있다.