

高層建物 火災時 排煙計劃에 關한 研究

A Study on the Smoke Venting Plan in the High-Rise Building Fires

金 友 英*
Kim, Woo Young

Abstract

The suffering damage of persons and properties from fires has become large sized in modern society that buildings are rapidly higher, denser and more complex

Especially, in the building fires, it is recently the most important issue that the treatment of smoke which is the hardest hindrance in escape.

Therefore, as effective exhaust matter of smoke or poisonous gas is connected directly, synthetic, fundamental fire prevention countermeasure must be achieved after mutual connections between architecture and mechanical system and regulations are sufficiently examined.

From this studies, I show the structure computation data which can be applied to smoke venting plan and architectural design for safety after find necessity and point at issue of prevention plan of fires by examining statistical data about cause and damage situation.

I. 序 論

현대문명의 발달에 따른 건축기술의 향상은 건축물의 고층화, 고밀도화 그리고 大型化를 가능하게 하였다. 그러나 이러한 대규모의 고층건물은 그 자체의 根本的인 취약점과 함께 경제적 이윤 추구에 집착한 결과 비상사태시, 특히 火災時의 피난에 대한 안전성을 무시하게 되는 경향이 있으므로 많은 문제점을 내포하고 있다. 물론 이러한 점을 고려하여 建築諸般法規가 있어 많

은 규제를 하고 있으나, 法規란 어디까지나 최소한의 규정을 명시한 것으로서 이를 이행하는 것이 곧 충분한 안전도를 확보하는 것이라고 볼 수 없기 때문에, 이에 대한 충분한 연구와 검토가 이루어져야 할 것이다.

건축물의 火災時 피난상 가장 큰 장애가 되는 연기의 처리는 최근 火災의 가장 중요한 문제가 되고 있다.

氣密된 건물내의 화재의 경우, 외부로부터의 산소공급이 不足하여 불완전연소되면 濃煙이 발생하여, 일산화탄소등 유해가스를 포함한 연기가 빌딩내에 충전하면 窒息死亡者가 생긴다.

* 正會員 · 한국공업표준협회 연수운영부

특히 최근에는 密閉型의 건물이나 地下街등이 급격히 증가되고 있는 추세이므로, 이와같은 살인적인 연기의 발생을 방지하거나 조속한 排煙을 하여야 한다.

따라서 본 研究에서는 건축물에서의 火災발생시 인명 및 재산피해를 최소한으로 줄일 수 있는 合理的인 안전계획을 위한 諸般문제점들을 조사 검토하여, 앞으로의 건축물의 건축계획시 排煙계획에 관한 기초자료를 제시하고자 한다.

II. 建物の 排煙計劃

1. 排煙의 概念

排煙이 되지 않는 단층건물의 예를 아래의 그림1에서 보는 바와 같이 煙氣때문에 視野가 차단되고 효과적인 구출작업 및 소화활동에 막대한 지장을 초래한다.

또 그열기로 인하여 건물구조체에 심각한 손상을 줄 수 있다.

그러나 배연이 가능하게 설계된 건물에서는 연기와 熱氣가 배연구를 통해 배출됨으로써 소

방관이 건물내로 진입하여 많은 消防水を 소비함이 없이도 화재를 진압할 수 있다.(그림2 참조)

2. 배연의 방식

火災時 실내에 정체한 연기는 다른 구획으로 유출, 확산하기 전에 조속히 옥외로 배출해야 하는데, 여기에는 자연배연과 기계배연의 방법이 있다. 채광용 개구부를 두어야 하는 아파트, 학교, 병원 등에서는 자연배연의 방법이 쉽다. 그 개구부의 설치위치와 면적 및 기능은 연기의 性狀에 거슬리지 않게 신중히 계획하여야 한다. 기계배연은 천정이나 그 가까이에 설치된 배연구와 이와 연결되는 댐퍼, 배연덕트, 排煙機, 排出口로 구성된다. 이것은 그 실에너 외부開口를 내기 어려운 경우에 유효하지만, 火災時에도 電源이 확보될 수 있어야 한다. 또 확실히 작동되기 위해서는, 시스템의 耐久性이나 각 기기의 신뢰성이 문제가 되므로 일상적인 보수 점검이 중요하다.

배연방식을 더 세분하면 다음과 같은 종류가 있다.

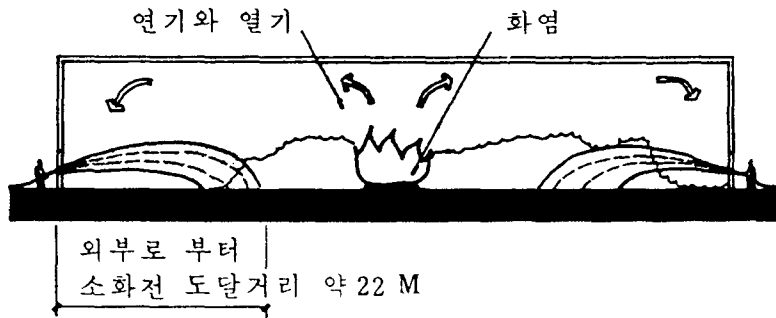


그림 1. 배연이 불가능한 건물

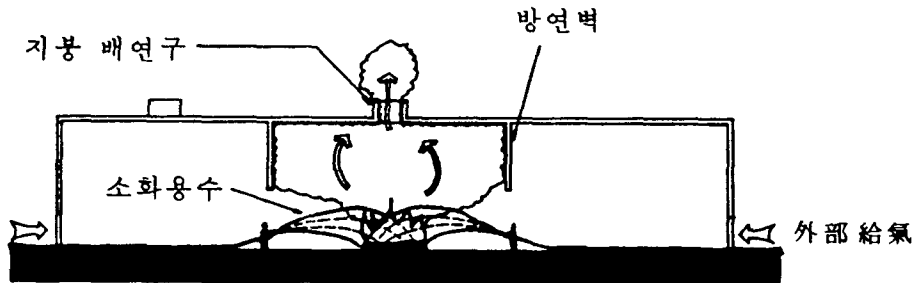


그림 2. 배연이 가능한 건물

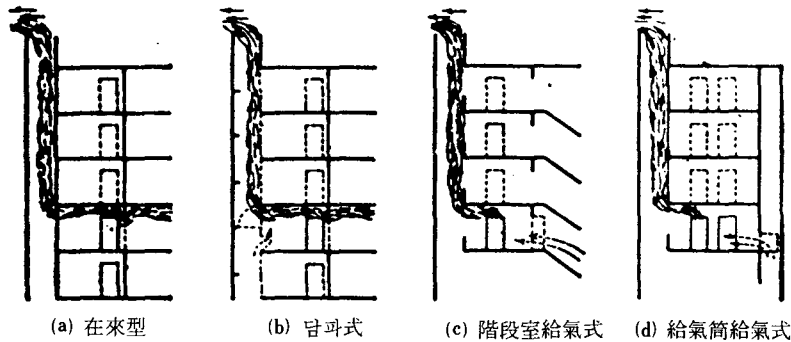


그림 3. 배연탑의 형식 예

(1) 在來方式

재래의 배연탑의 형식은 특히 급기통을 설치하면 1本の Shaft의 상승기류에 따라서 前室로 侵入한 연기를 전실의 上半에 설치한 깔러리로서 배연탑에 배출하는 방법이며, 이 경우에는 전실 및 계단실문의 개방에 따라서 유입하는 공기의 보급에 따라서 연기가 배출되는 것으로 되며, 계단실의 기밀성이 좋은 경우에는 오로지 연소실에서 연기와 함께 오염공기를引出하는 것이 되며, 배연효과는 비교적 적은 것으로 보여진다. (그림3-a 참조)

(2) 댐퍼방식

재래방식을 개량한 방법으로서 전실의 하부에 급기용의 개구부를 설치하고 상부에 배기구를 설치하면 배연효과는 다소 좋아지고, 더욱 안전하게 하기 위하여 배연탑내에 댐퍼를 설치하여 완전한 급기와 배기를 행하는 방법이다.

이 형식은 완전하게 작동하면 유효하며 배연탑의 단면적이 절약될 수 있지만, 혹시 연기가 여러층에 이르러 층만한 때에는 연기를 상층의 전실로 도입하는 결과로 되는 결점이 있다. 또 상층에서 잘못하여 댐퍼를 닫으면, 그층의 전실에는 하층으로 부터의 연기가 침입하는 것으로 된다. (그림3-b 참조)

(3) 계단실 급기방식

계단실에서 필요한 신선한 공기를 流入시키도록 설계를 하면, 계단실을 급기통으로 하여 이용하는 것도 가능하다. 이 경우 계단실, 전실간의 문을 폐쇄하면, 곧 전실에 침입한 연기는 바닥부근까지 低下하는 것으로 되므로 門밖으로 統氣

口가 필요하게 되며, 이것에 따라서 전실은 계단실에 면한 부분에 신선한 공기층을 남기는 것이 가능하게 된다. 이 형식은 당연히 경제적으로 잘 맞는다고 생각되기 쉬우나, 문제는 피난에 수반하여 계단실문의 개폐가 비정상적으로 일어나서 배연능력 이상의 연기가 침입한 때에 逶流는 방지시기를 잃는 것으로 되기 쉽다. 또 급기원으로 되는 계단실에 기압의 변동이 일어나기 쉬우므로, 배연능력이 불안정하게 되는 결점을 갖고 있다. (그림3-c 참조)

(4) 급기통 급기방식

전용의 급기통을 설치하는 것으로서 배연탑중에 배연통과 급기통의 병립하는 것으로 되며 한편 보면 단면적이 비경제적으로 보이지만 1本の 통의 것보다도 동일단면 같으면 이 형식의 것이 훨씬 능률이 좋다. 계획상 안정된 배연이 행하지기 쉬운 이점이 있다. (그림3-d 참조)

고층건물의 경우에는 상층과 하층에서는 풍속에 차이가 있고, 높이 100m 내외에서는 지상보다도 4~5m 정도는 풍속이 크다고 생각되는 경우가 많으므로 적당한 루프벤틸레타형을 설치하면 자연풍만으로 상당한 상당한 吸引力이 기대되고, 이것에 연기의 온도에 의한 浮力효과를 합치면 배연기능력을 알 수 있다.

3. 고층건물의 배연계획

고층건물은 목조건물과 달라 외벽이 내화구조로 되어 있어 창의 개구부의 면적이 비교적 작거나 또는 밀폐되어 있어 화재가 발생했을 경우 연기와 가스가 건물외부로 분출되지 않고 건물

내부에 머물러 있기가 쉽다.

(1) Zoning

사람이 밀집되어 있는 고층건물의 몇개의 층을 하나의 Zone으로 구획하여서 화재시 발생된 연기를 Exhaust Duct를 통하여 직접 외부로 배출시키고, 연기가 섞인 공기는 Return Air Duct를 이용하여 그 Zone의 다른 층에 있는 환기실에서 신선한 공기로 희석시켜져야 한다. 이때 환기실에는 연기감지기에 의해서 오염된 공기를 淸淨시킬수 있는 System 이어야 한다.(그림4-a, b 참조)

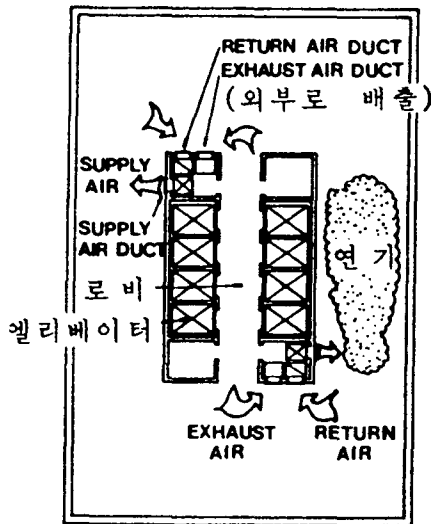


그림 4 - a. 火災初期

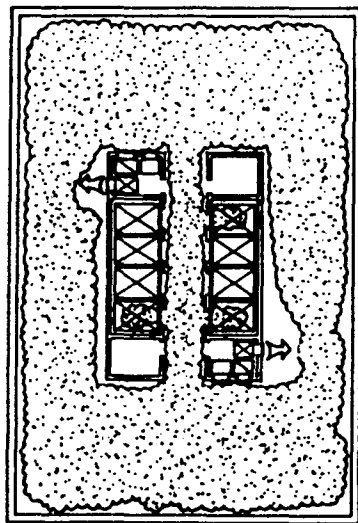


그림 4 - b. 煙氣의 확산後

(2) 내외부의 배연구 위치

화재시 소방관들은 연기의 배출을 위해서 고층건물의 고정창을 깨뜨린다. 그러나 그 유리판들로 인해서 1층의 보행자들에게 위험을 초래

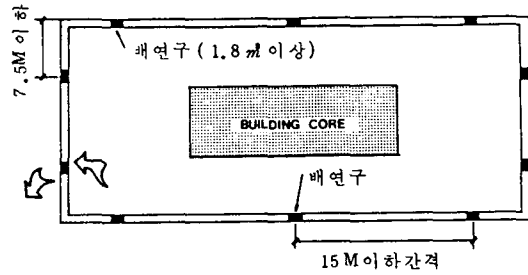


그림 - 5. 외부배연구

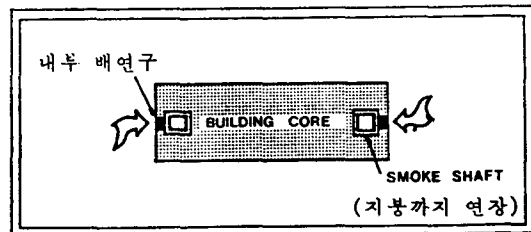


그림 - 6. 내부배연구

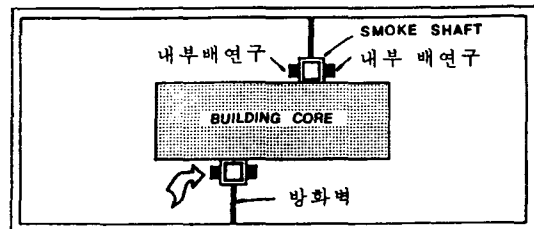


그림 - 7. 내부배연구

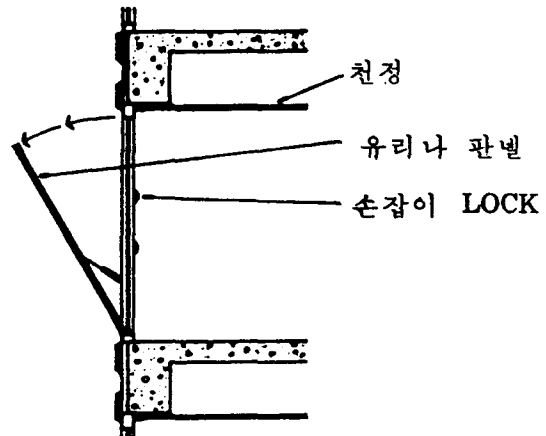


그림 - 8. 壁排煙口 詳細圖

할 수 있고 조속한 배연을 위해서 설계초기부터 아래의 그림 처럼 연기와 열을 배출시킬 수 있는 배연구를 마련하여야 한다.(그림-5, 6, 7, 8 참조)

(3) 에스컬레이터 주변의 배연계획

에스컬레이터 주위에 배치된 연기감지기에 의해서 연기의 발생이 확인되며 자동뎀퍼가 작동되어서 연기와 유해가스는 외부로 배출되어야 한다.

신선한 공기는 에스컬레이터 상부 개구부를 통해서 급기(給氣)되며, 효과적으로 연기를 조절하기 위해서는 시간당 60회의 공기교체가 필요하다.(그림-9 참조)

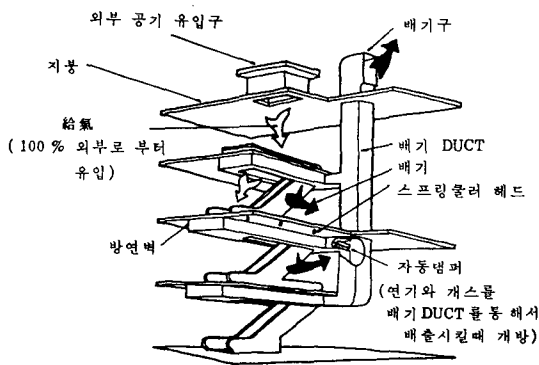


그림-9. 에스컬레이터 주변의 給排氣

(4) Void 홀의 배연

건물의 입구홀이나 로비에 종종 도입되는 Void 홀은 화재시 굴뚝역할을 하게되어 연기나 화염

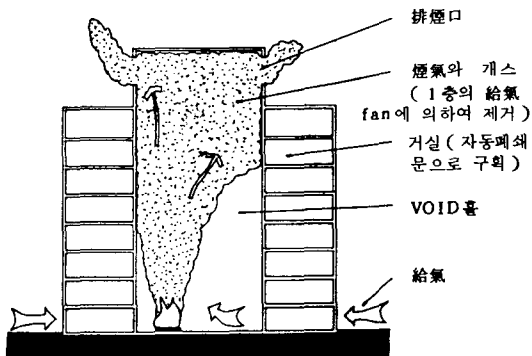


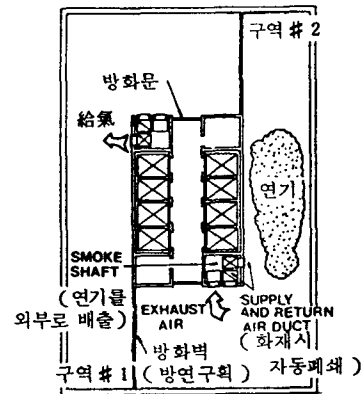
그림-10. Void홀의 배연

을 인접한 다른 건축공간으로 확산시킬 수 있다. 그러므로 Void로 인한 주위를 防火區劃하고 배연설비를 하여야 한다. 그러나 공공시설의 Void 홀에 동선이 집중되게 처리하였을 때는 방화셔터가 피난을 저해하게 되므로 유의해야 한다. Void 홀의 연기는 연기감지기에 의해서 감지되며 연기는 자동으로 개방된 지붕의 배연구를 통해서 강제배기 시켜야 하고 1층급기구의 Fan으로서 급기하는 System이어야 한다. 이때 피난로의 안전을 위해서 계단실은 가압시켜져야 한다.

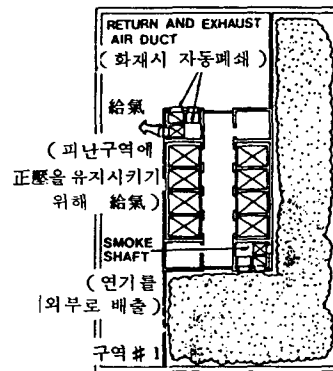
(5) 防煙區劃

① 평면구획

한 층에 2개 이상의 방연구획을 함으로써 연기의 확산을 방지하고 단시간내 배연이 가능하다.



a. 화재초기



b. 연기의 확산후

그림-11. 급, 배기에

그림-11의 예에서 화재가 발생한 #2 방연구획내에서는 공기조절용 Supply, Return Duct는 댐퍼에 의해서 닫혀져야 하고 연기는 Exhaust Duct와 배연구를통하여 Smoke Shaft와 외부로 배출되어야 한다. 인접한 #1 구역에서는 Return Duct와 Exhaust는 닫혀져야 하고 Supply Duct를 통해서 급기를 함으로써 압력(正壓)을 유지시켜서 피난지역의 안전성을 보장해 주어야 한다. 즉 #1 피난지역에는 충분한 산소가 공급되고 연기와 유해가스와 열로부터 보호되어야 하는 것이다.

② 층별구획

그림-12는 건물내 연기의 움직임이 기계시스템에 의해 제어되어 있고 화재층의 급기와 냉난방용 공조시스템은 정지되고 연기는 옥외로 배출시켜서 내부를 負壓으로 만든다.

화재 상하층에서는 기계에 의해 환기와 배기의 담판을 폐쇄하고 급기담판을 개방함에 따라 상하층의 압력을 증대시켜서 내부를 정압(正壓)으로 유지시킴으로서 화재층의 연기의 움직임을 그 층으로 한정시킬 수 있다.

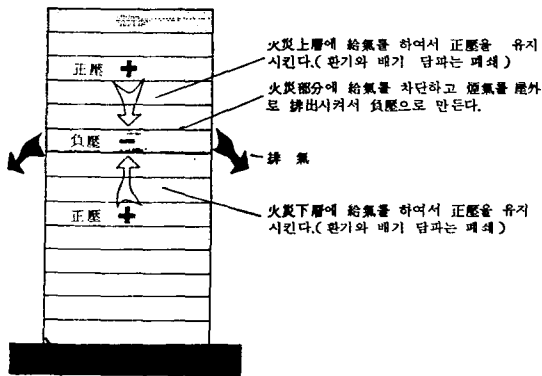


그림-12. 층별 방연구획의 예

Ⅲ. 배연구획을 위한 기초자료 산정

1. 환기량산정

연기에 의해서 오염된 실내공기는 자연대류나

배기Fan에 의한 강제순환방식에 의해서 신선한 공기가 보급됨으로써 제거될 수 있다.

분당 환기량은 아래의 공식으로 산정할 수 있다.

$$Q = \frac{NV}{60}$$

Q: 환기량 (cfm : Cubic Feet Per Minute)

N : 시간당 환기회수

V : 실내체적 (Cuft)

2. 지붕배연구 간격 및 면적의 산정

단층건물에 있어서 배연상 필요한 배연구의 간격이 연소물질을 사용하는 정도에 따라 아래 표-1, 2에 나타나 있다. (그림-13 참조)

표-1. 배연구의간격

표-2. 연소물질 사용정도

분 류	분 류
적 음 (드문드문 있는 소량의 연소물질 사용)	제빵소, 양조장, 酪農場, 주물공장, 유리 공장, 기계공장, 고기가공공장, 금속공장 등.
보 통 (균등히 분포해 있는 보통양의 가연성 물질사용)	자동차 조립공장, 가죽제품 제조공장, 연소물질을 사용하는 기계공장, 출판인쇄 공장 등.
많 음 (위험물질 취급이나 다량의 연소물질 사용)	화학공장, 창고, 페인트 공장, 종이공장, 고무제품 생산공장 등.

최소 1.2 M 이상

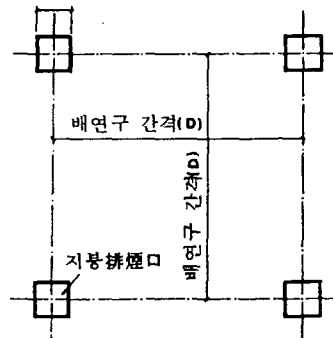


그림-13. 지붕배연구 천정 평면도

지붕배연구의 면적산정은 표-3의 방법으로 구할 수 있다.

표-3 지붕배연구 면적 단위: sqft

排煙口 높이 (ft)	防煙壁의 높이(ft)							
	10	15	20	25	30	35	40	45
15	2.0							
20	1.4	3.6						
25	1.2	2.6	5.6					
30	1.0	2.1	4.0	7.9				
35	0.89	1.8	3.2	5.6	10			
40	0.81	1.6	2.8	4.5	7.3	13		
45	0.75	1.5	2.5	3.9	6.0	9.2	16	
50	0.7	1.4	2.3	3.5	5.1	7.5	11	19

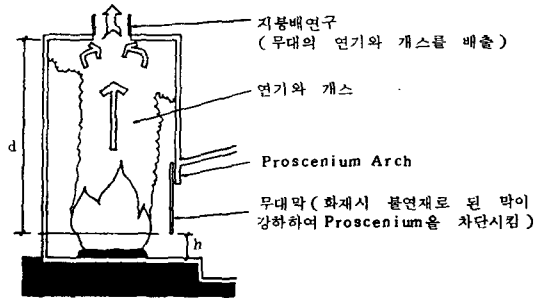


그림-16. 배연이 가능한 무대

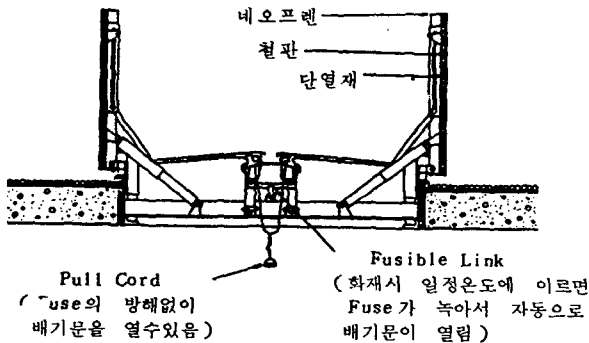


그림-14. 지붕배연구 상세도

3. 극장무대의 배연구 산정

극장무대의 배연구의 면적은 아래의 식으로 산정할 수 있다.

$$A_v = 1.6A_o \sqrt{h/d} \text{ (sqft)}$$

h : 무대 (Proscenium) 커튼플 사이의 거리 (ft)

d : 지붕배연구와 무대커튼플 사이의 거리 (ft)

A_o : 무대의 개방된 면적 (ft²)

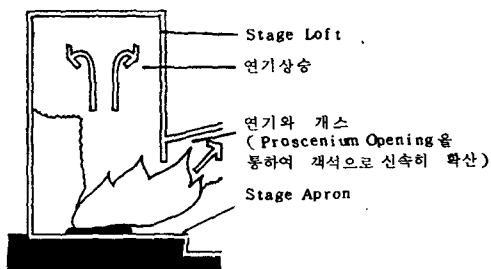


그림-15. 배연이 불가능한 무대

4. Smoke Shaft의 면적산정

연기를 배출하기 위한 Smoke Shaft의 단면적은 아래의 표를 이용하여 구할 수 있다. 이 단면적은 Shaft의 공기누출에 따라 영향을 크게 받게 되는데 이 표의 값은 2%의 공기누출율을 기준한 최소 크기이다. Shaft가 완전히 밀폐되어 있다면 이 표보다 다소 적게 사용하여도 가능하다.

표-4. Smoke Shaft 단면적 sqft(m²)

Shaft 높이 (層數)	건물바닥면적 단위: sq ft (m ²)					
	2,000 (186)	5,000 (465)	10,000 (929)	20,000 (1,858)	30,000 (2,787)	40,000 (3,716)
5	1(0.09)	2(0.18)	5(0.46)	9(0.84)	13(1.21)	17(1.58)
10	1(0.09)	3(0.28)	6(0.56)	11(1.02)	15(1.39)	20(1.86)
20	2(0.18)	4(0.37)	7(0.65)	14(1.3)	20(1.86)	26(2.41)
30	3(0.28)	5(0.46)	10(0.93)	17(1.58)	25(2.32)	32(2.97)
40	4(0.37)	8(0.74)	13(1.21)	24(2.23)	33(3.07)	43(2.97)
50	6(0.56)	12(1.11)	19(1.76)	33(3.07)	46(4.27)	59(5.48)
60	13(1.21)	22(2.04)	34(3.16)	55(5.11)	74(6.87)	93(8.64)

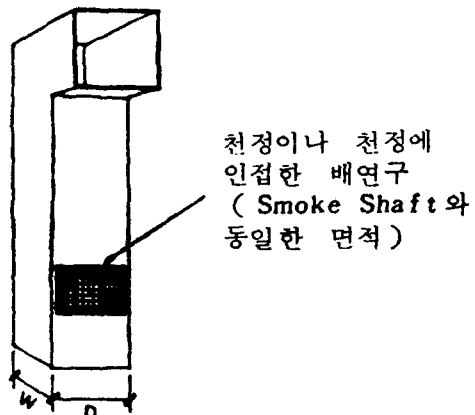


그림-17. Smoke Shaft

IV. 결 론

건축물의 고층화, 고밀화 및 복잡화가 급속히 일어나고 있는 현대사회에서는 화재로 인한 인명 및 재산피해도 대형화 되고 있다.

특히 연기나 유독가스의 효과적인 배출여부는 인명의 보호와 직결되므로 건축과 설비 그리고法規 등의 상호관련성이 충분히 檢討되어 종합적이고 근본적인 防火對策이 이루어져야 할 것이다.

더구나 國內에서는 設計的 法的으로 규정된 최소한의 준수만으로 安全設計를 마무리 지어 버리고, 또한 규정자체의 내용도 획일적이고 빈약한 실정이다.

그래서 本 研究는 화재시 人命被害의 감소를 위한 排煙施設의 計劃, 규모산정을 위한 자료를 提示하고자 進行하였으며 다음과 같은 結論을 얻었다.

- (1) 고층건물은 내, 외부에 排煙口를 설치하여 조속한 배연이 될 수 있도록 하여야 한다.
- (2) 고층건물에는 한층에 2개 이상의 방연구획, 또 층별로 구획하여야 하며 급, 배기가 원활히 될 수 있는 기계적 System이 되어야 한다.
- (3) 건물내의 천정고를 가능한 높이고 기능에 지장이 없는한 충분한 방연벽을 설치하여서 연기의 확산을 최대한 통제하여야 한다.
- (4) 現行 2元化되어 있는 건축관계법과 消防關係法の 배연과 防煙에 관한 내용을 통합하여

일관성있게 체계화, 세분화하여 規定을 보완, 수정 및 개선하여야 한다.

參 考 文 獻

1. 건설부 국립건설연구소, 「건설연구소 자료 No.390. 건축물의 防火 및 피난시설」 1979.
2. 한국소방안전협회, 「특별보수교육교본」 1986.
3. 한국화재보험, 화재시 유해가스 발생에 관한 연구 서울, 1980.
4. 조현호, 고층사무소 건축물의 피난시설에 관한 연구, 석사학위논문, 한양대학교 대학원, 1983.
5. 南信祐, 「방해 및 건축시설 핸드북」 제9권, 서울 大光書林, 1981.
6. 金眞一, 「건축계획론」 서울, 普成文化社, 1985.
7. 건설부 국립건설연구소 「화재와 건물」 번역판.
8. 田耕培, 「건축법규해설」 서울, 世進社, 1987.
9. 朴熙擇, 「소방관계법령집」 서울, 東逸出版社, 1987.
10. 日本火災學會 「建築防火教材」東京, 1980.
11. M.David Egan "Concepts in Building Fire Safety A Willey Interscience Publication JOHN WILEY & SONS, New York, 1987.
12. Degenkolb, J.G. "Atriums and Fire Safety. Are They Compatible?" The Building Official and Code Administrator, March, 1975.
13. NFPA "Guide for Smoke and Heat Venting," No. 204, 1968.
14. James K.Lathrop "Life Safety Code Handbook," NFPA Massachusetts, 1981.
15. T.T. Lie "Fire and Buildings" APPLIED SCIENC PUBLISHERS LTD, LONDON 1972.