

제24회 소방공무원 교육훈련 경연대회

참가분야	강의분야
------	------

제 목	비워라! 숨길이 열린다! [부제 : ventilation]
-----	--

소 속	인천소방학교		
직 급	지방소방위	성명 [한자]	이 명 주 [李 明 周]

교 안 요약서

발 표 자	소속	인천소방학교		직급	지방소방위	
	성명 (한자)	한글	이 명 주	생년월일	1972.6.20	
		한자	李 明 周	연락처	휴대폰	
					이메일	leemj0620@korea.kr
발표제목	<p style="text-align: center;">비워라! 숨길이 열린다! (부제 : ventilation)</p>					
교수대상	과정명	초급간부 지휘역량반		직급	지방소방위	
	특 성	<ul style="list-style-type: none"> • 학습자 연령평균 44.5세, 근무연수 평균 17년 이상 • 대부분 화재진압 또는 구조대근무 경험이 있음 				
교수목표	<ul style="list-style-type: none"> • 배연에 대한 내용을 이해하고 기초 습득할 수 있다 • 배연 설정방법 및 배연 방법을 설명할 수 있다 • 송·배풍기 설치를 하고 배연을 수행할 수 있다 					
교수내용	<ul style="list-style-type: none"> • 배연의 개념과 종류 • 자연배연과 강제배연의 활용법 • 배연활용 문제점 • 상황에 따른 배연기 설치방법 					
교수매체	<ul style="list-style-type: none"> • 교재, PPT, 동영상, 송배풍기 등 기자재 • 컴퓨터, 빔프로젝트, 스크린 등 					

교 재

비워라! 숨길이 열린다!
[부제 : VENTILATION]

제1장 배연(排煙)의 개요

1. 배연의 필요성

배연은 건물의 온도가 상승한 공기, 매연, 가스를 체계적으로 제거하고 신선한 공기로 대체하는 것이다.

신선한 공기를 집어넣음으로써 대원의 진입을 용이하게 하여 구조와 기타 대원의 인명안전을 확보할 수 있다. 배연을 통해 발화 장소를 쉽게 볼 수 있으며, 요구조자가 뜨거운 독성가스에 노출될 위험을 줄인다. 또한 플래시오버나 백드래프트의 가능성도 낮아진다, 현장에서 배연의 중요성을 간과해서는 안 된다.

현대의 화재진압 에서는 배연을 좀 더 강조 한다 플라스틱과 합성물질을 많이 사용하게 됨에 따라, 가연물 하중이 급격히 증가하였다. 화재로 인한 연소 부산물은 전보다 더 위험하고 양이 많아졌으며 인명구조, 화재진압의 위험감소를 위해서는 항상 즉각적인 배연이 점차 강조되고 있다.

좀 더 많은 단열재를 쓰는 현대의 에너지 보존행태 때문에 또 다른 배연의 문제가 발생할 수도 있으며, 또한 에너지절약 유리, 단열 강철문, 방습의 건물 때문에 열보존율은 더욱더 높아졌다. 이는 화재로 인한 열을 더욱더 건물에 보존하게 되고, 플래시오버가 단열이 덜된 건물에서 보다 더 빨리 발생할 수 있는 것을 의미한다.

지붕덮개는 지붕의 노출된 부분이다. 이는 환경(날씨)으로부터 집을 보호하는 역할을 한다. 화재방어의 측면에서 볼 때 지붕덮개 자체가 스파크와 불티가 될 수도 있기 때문에 유형이 무엇인가가 중요하다. 내화 지붕건축의 지붕덮개에 단열처리를 하면 열을 효과적으로 보존할 수 있으며 조기에 지붕붕괴를 일으켜 방화계수를 급격히 떨어뜨릴 수 있다. 그러므로 배연의 필요성은 더 커지게 되고 전보다 빨리 배연을 해야 한다.

대원들은 관내에 있는 지붕들이 어떻게 건축 되었는지를 알아야 한다. 경방조사(소방활동자료조사)시에 지붕건축과 기존의 지붕과 다락방 쪽에 또 다른 단열 장치가 있는지를 기록해야 한다. 또한 건축비를 줄이기 위해 값싼 재료를 사용하기도 한다. 한 예로는 경량의 건축자재를 사용하는 것이다. 목재 I빔과 트러스 건축의 경량지붕 구조물은 화재 시 붕괴의 위험이

있다. 경방계획에서 조사한 정보를 통해 대원은 배연 시 발생할 수 있는 문제를 미리 알아야 한다.

화재발생 시 배연을 하는 4가지 기본적인 이유는 다음과 같다.

- 1) 생명을 구하기 위해
- 2) 호스연장과 관창배치를 원활하게 하기 위해
- 3) 폭발의 발생을 막거나 줄이기 위해
- 4) 연소 확대를 제한하기 위해

2. 배연활동 시 유의점

지휘자는 배연명령을 내리기 전에 건물 및 화재상황을 종합적으로 판단하여 그 판단에 근거한 배연작업의 결정을 해야 한다.

가. 배연의 타이밍

건물 내부의 연기, 열기 및 건물상태, 인명위험의 유무를 판단하여 적시에 환기를 해야 한다. 잘못된 판단에 기초한 환기는 화재를 더욱 확산시킬 수 있고, 배출경로가 되는 곳에 요구조자가 있는 경우 위험을 가중시킬 수 있다. 보통의 환기작업은 소방호스라인이 내부에 진입하여 진화작업 준비가 완료 되었을 때가 적기이다.

나. 배연 장소

화재 건물의 특징이나 개구부, 풍향, 화점의 위치, 화재범위를 판단하여 개방 및 폐쇄해야 할 개구부를 결정해야 한다.

다. 배연의 방법

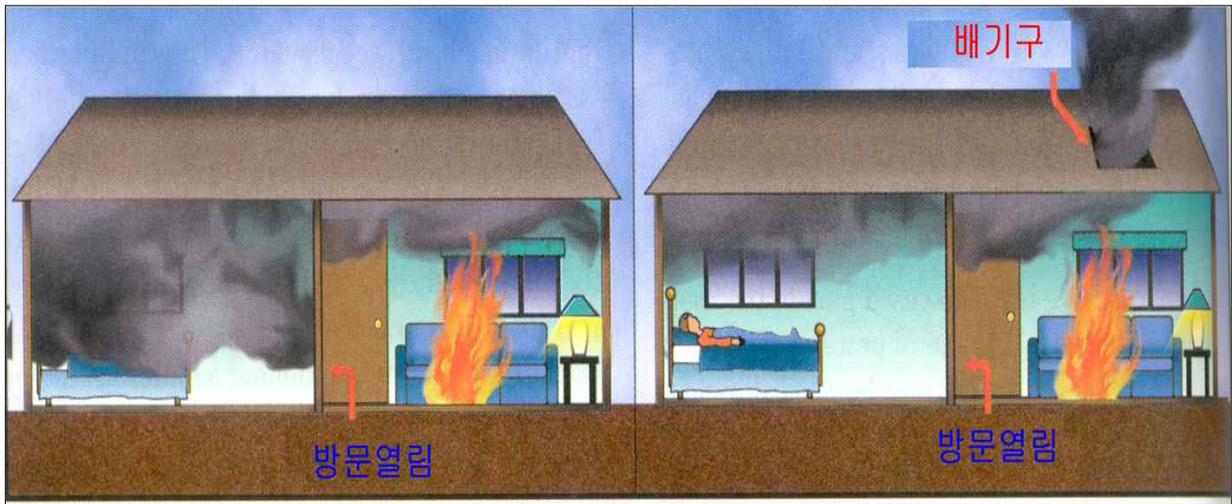
자연환기방식, 강제환기방식 중에 효율적이라고 판단하는 것을 선택하여 수평환기 또는 수직환기를 실시한다.

3. 배연의 장점

배연은 화재진압이라는 목표를 달성하는데 도움을 준다. 적절한 배연은 분명 화재진압 작전 전반에 이득이 된다. 다음은 그 장점들을 나열한 것이다.

가. 구조작업

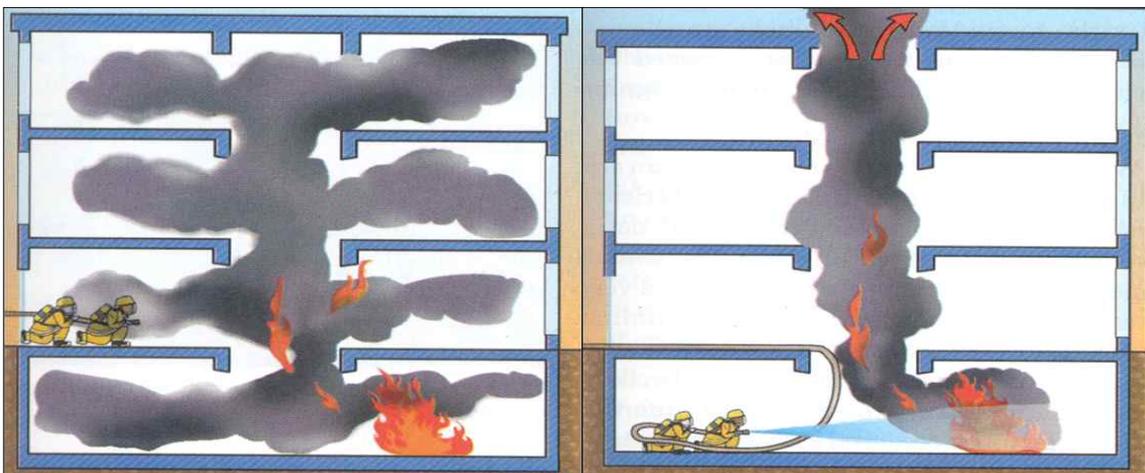
적절한 배연은 갇히거나 의식이 없는 요구조자에게 치명적인 매연과 가스를 제거함으로써 구조작업을 단순화하며 용이하게 해준다. 열, 연기, 가스를 차갑고 신선한 공기로 대체함으로써 요구조자의 생존확률을 높일 수 있다. 또한 배연은 대원에게 좀 더 안전한 환경을 제공하고 요구조자를 좀 더 쉽게 발견할 수 있도록 해준다.



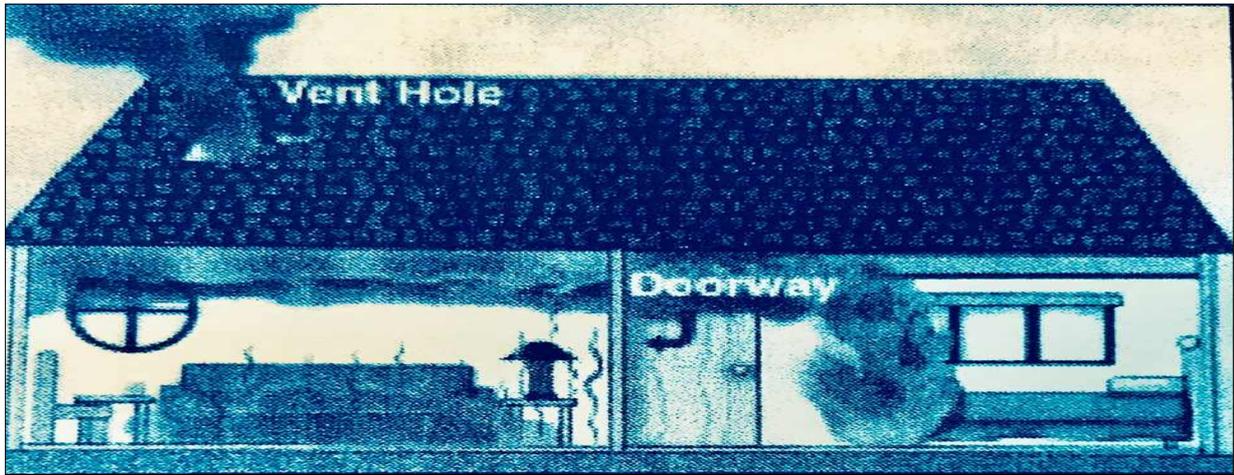
【그림 1】 배연으로 소방대원의 시계를 향상시키고 연기와 독성가스를 위로 내보내 요구조자로부터 멀어지게 한다.

나. 화재진압

배연은 화재진압과 조화를 이루어야 한다. 배연구를 건물상층부에 만들면 굴뚝효과(공기흐름을 배연구 방향으로 이끄는 것)가 발생한다.



예를 들어 이 배연구를 화재 바로위에 만든다면 화재를 최소한으로 국한 할 수 있다. 배연구를 다른곳에 만든다면 화재를 연소 확대 시킬 수도 있다.



【그림2】 배연구가 화재장소 바로위에 있지 않으면 개구부를 통해 화재가 확산되고 피해가 커질 것이다

적절한 위치에 구멍을 내서 이루는 굴뚝효과는 연기, 가스, 열의 제거를 도우며 대원이 화재 위치를 빨리 파악하고 소화 작업을 할 수 있도록 한다. 또한 대원이 방수 시 물이 증기로 변하면서 입을 수 있는 화상의 위험도 줄인다. 제한된 시계와 과도한 열과 같이 대원이 소화, 구조, 조사 작업을 방해하는 장애요인을 줄일 수도 있다.

다. 재산보호

화재를 신속히 진압하게 되면, 물, 열, 매연으로 인한 피해를 줄일 수 있다. 적절한 배연은 이러한 피해를 최소화 하는데 일조를 한다.

효과 있는 배연 방법 중 하나는 열이 있는 지역에 물을 분무(fog)나 스프레이의 형태로 방수하는 것이다. 증기로 변환될 때 물의 급격한 팽창에 의해 가스와 매연은 흩어지거나, 흡수되거나 또는 배출된다. 이 효과 외에도 이 방법은 화재를 진압하는데 필요한 물의 양도 줄일 수 있다.

연소중인 건물에서 연기를 제거하는 방법으로는 열의 흐름을 콘트롤 하는 것, 물의 팽창률을 이용하여 연기를 흩어지게 하는 것, 또는 기계적인 방법 등이 있다. 기계적인 방법에는 팬을 이용한 것이 있다. 어떤 방법을 쓰던 간에 배연은 매연으로 인한 피해를 줄인다.

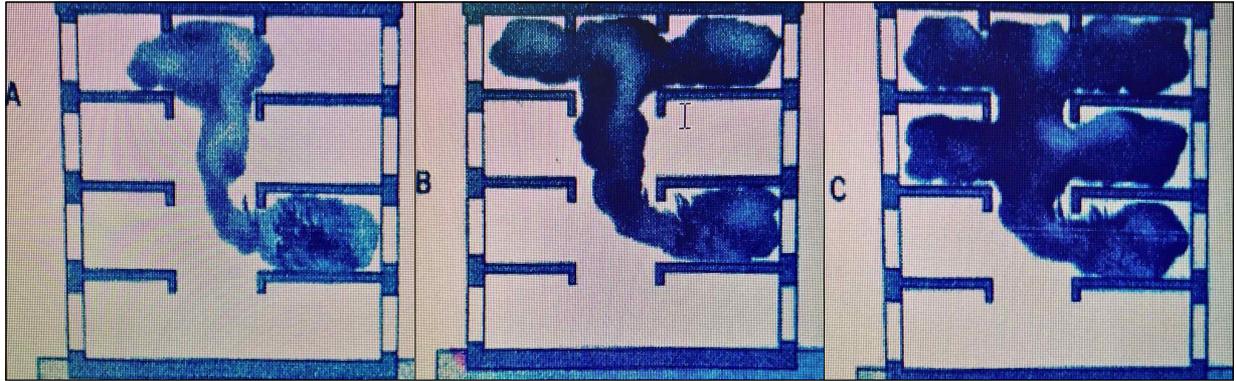
매연, 가스, 열이 제거되면 화재를 신속히 국소지역으로 제한할 수 있다. 이로써 화재진압 작전이 진행 중에도 효과적인 구조작업을 수행할 수 있다.

라. 연소확대 억제

대류작용 때문에 열, 매연, 가스는 지붕이나 천장에 막힐 때까지 올라간다.

열, 매연, 가스가 올라가서 축적되면 건물 내 다른 지역으로 넓게 퍼지게 된다. (그림6) 이 과정을 버섯모양 연소(mushrooming)라고 한다.

배연을 적절히 하면 버섯모양 연소의 가능성은 줄어든다. 또한 고온의 가스를 배출함으로써 짧은 시간이나마 화재의 연소도 억제할 수 있다. 그러나 배연을 적절히 한다고 해도 곧바로 소화하지 않는다면 새로운 공기의 공급으로 화재는 더욱 커지게 될 것이다. 그러므로 배연은 관창수가 진입하여 진압할 준비가 된 상태에서 실행해야 한다.



【그림6】 배연하지 않으면 버섯구름이 발생할 것이다

마. 플래시오버 및 백드레프트 가능성 감소

플래시오버는 화재중기와 최성기의 과도기이다. 연소가 계속됨에 따라 실내의 가연물은 발화온도까지 온도가 올라가게 된다. 발화 온도까지 올라가면 전체 실내가 화염에 휩싸이게 되고, 실내에 있는 사람에게 끔찍한 결과를 초래할 수 있다. 배연은 열을 제거함으로써 대량 발화의 상황에 다다르지 않도록 한다.

한 지역에 열이 축만할 때 가연물질의 온도는 발화온도까지 올라가게 된다. 그러나 산소가 충분하지 않으면 발화하지 않는다. 이 상황에서 공기의 공급은 초고온의 지역을 순간적으로 대화재의 장소로 전환시키는 요인이 된다.

이러한 갑작스런 발화를 백드레프트라고 한다. 이 끔찍한 상황을 방지하기 위해서는 고온의 가스와 매연을 배출시키기 위한 수직배연을 실시해야 한다.

대원은 이런 폭발 가능성에 대해 잘 알아야 하고 과도한 열이 축적된 지역은 주의를 기울여 진입해야 하며 백드레프트 발생 가능성의 징후들을 잘 살펴야 한다. 백드레프트의 어떤 징후라도 보인다면 수직배연을 통해 위험을 줄일 때까지는 문 밖에 있어야 한다.

백드레프트 징후는 다음과 같다.

- 창문에 연기가 낀다
- 건물에서 숨쉬듯 연기가 간헐적으로 나온다
- 작은 틈에서 고압의 연기가 나온다
- 건물의 외부에 작은 불꽃이 보인다
- 검은 연기가 진한 회황색으로 변한다
- 국한된 과도한 열이 있다

4. 배연 결정의 요인

지휘관은 배연을 명령하기 전에 화재진압 계획의 조건들을 고려하여야 하며 일련의 결정과정은 배연이 필요한가에 관한 것이 우선되어야 한다.

이 결정은 다음순서로 구분된다.

- 지금 배연이 필요한가? 건물, 건물구조 상황, 인명위협과 관련하여 배연의 필요는 열, 연기, 가스의 상황에 기초하여 결정한다.
- 어느 곳에 배연을 할 것인가? 이 질문에 대한 답은 건물의 건축특징, 내용물, 위험정도, 풍향, 화재정도, 위치, 수직개구부의 위치. 수평 개구부의 위치를 알아야 한다.
- 어떤 종류의 배연을 할 것인가? 수평 · 수직(자연 또는 기계)?
- 화재와 건물의 구조적 상태가 지붕에서 작업하기에 안전한가?

이 질문들에 대한 답을 알기 위해서 대원은 정보를 평가하고 수많은 요인들을 고려해야 한다. 자세한 설명은 다음과 같다.

가. 인명 위험요인

인명 위험요인을 제거하는 것이 가장 중요하며 화재발생 시 다음 두 가지 상황을 고려해야 한다. 첫 번째 고려해야 할 것은 대원과 요구조자의 안전이다. 요구조자가 깨어 있기만 하면 위험요인은 줄어들 수 있다. 그러나 요구조자가 화재가 발생한 건물 내에서 잠들어 있다면 위험요인은 크게 증가 될 수 있다. 둘째 건물 내에서 길을 잃고 패닉에 빠질 수 있다. 두 경우에 있어서 구조 작업과 함께 적절한 배연이 필요하다. 화재상황에 따라 구조작업 전에 배연이

필요할 수도 있고, 화재진압을 우선해야 할 경우도 있으며 때로는 동시에 수행해야만 하는 경우도 있다. 요구조자에게 위험이 되는 요인 외에, 진압대원과 구조대원에게도 잠재적인 위험이 있다. 건물구조, 개구부의 적정여부 그리고 지붕, 벽, 바닥(다른 요인과 결합하여)의 개방 필요여부는 결정과정에 더 많은 문제들을 던진다. 연기와 가스로 가득 찬 건물에서 발생하는 위험은 다음과 같은 것이 있다.

- 농연으로 인한 시야 장애
- 유독성 가스
- 산소결핍
- 가연성가스
- 백드래프트
- 플래쉬오버

나. 연기상태

화재현장에 도착하면 대원은 연기의 상태를 보고 다른 전술적 결정뿐만 아니라 배연의 결정을 할 수 있다. 대부분의 연소과정에서는 연기를 수반하며, 연소물질의 종류에 따라 연기의 상태가 크게 달라진다. 연기의 밀도는 부유하는 분자의 양에 대한 직접적인 비율이다. 연기의 상태는 연소가 어떻게 진행 되는가에 따라 다르다. 성장단계의 화재는 쇠퇴단계의 화재와는 다르게 취급해야 한다. 목재, 의류, 기타 가구가 연소하는 초기 화재에서는 연기의 농도가 그리 진하지 않다. 연소가 진행됨에 따라 농도는 진해지고 연기는 탄소분자의 양이 많아지면서 검게 변한다.

다. 화재 발생 건물

배연에 관한 결정을 하는데 있어 건물에 대한 지식을 갖고 있으면 유리하다. 수평 또는 수직배연의 여부를 결정하는데 있어 건물의 형태나 디자인을 맨 먼저 고려해야 한다. 기타 고려요인은 다음과 같다

- 개구부의 수와 크기
- 층, 계단, 샤프트, 소방용엘리베이터, 덕트, 지붕 개구부의 수
- 외부 피난로와 연소확대 위험대상의 유무

소방관서에서의 건축물 허가를 통해 건물의 용도변경이나 세분화되는 것을 알 수 있다 이런 허가를 검토하여 난방, 배연, 에어컨(HVAC: Heating, Ventilation, Air-conditioning) 시스템과 연기, 열, 가스로부터의 피난로에 대한 정보를 얻을 수 있다. 인접건물과의 근접 정도 또한 배연의 결정에 약간은 관계가 있다. 건물 소방검사와 경방조사를 통해 좀 더 중요하고 자세한 정보를 얻을 수 있다.

라. 고층건물

고층건물에 있어 주요 관심은 열과 연기로 인한 인명위험이다. 고층건물은 보통 병원, 호텔, 아파트, 상업건물이다. 어떤 경우든 많은 사람들이 위험에 노출될 수 있다.

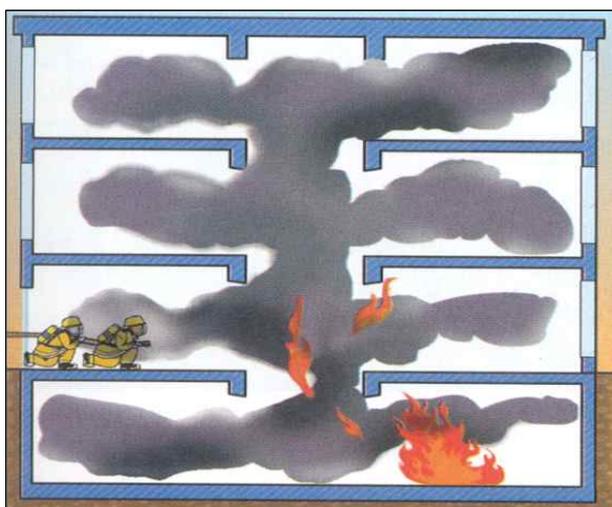
화재와 연기가 파이프샤프트, 계단, 엘리베이터샤프트, 공기조화시스템, 기타 수직 개구부를 통해 급격히 번질 수 있다. 이런 개구부는 위쪽으로 통풍을 조성하고 구출과 배연을 방해하며, 연돌효과(stack effect : 열과 연기의 자연적·수직적인 움직임)를 야기한다(그림7)

공기배출이 안 되는 다층 건물의 꼭대기 층 아래에 연기와 가스층이 생길 수 있다. 연기와 가스는 자체온도가 주위 공기 온도와 같은 온도로 떨어질 때 까지 움직인다. 이런 온도의 안정 활동이 발생할 때, 건물 내에 연기와 가스층이 생긴다. 대개 꼭대기 층에서 발생하는 버섯모양구름 효과는 고층건물의 저층에 모여 층을 이룬 연기와 가스가 상층으로 움직일 만큼의 열이 있어야만 발생한다. 경방계획에 층을 이룬 연기에 존재하는 배연과 인명위험요인을 다루는 기술을 포함해야 한다.

고층건물의 배연은 직원이 다루는 장비 및 소화장비와 효율적인 조화를 이루도록 해야 한다. 이런 형태의 건물에서 필요한 대원의 수는 보통의 주택 화재보다 4-6배가 더 필요하다. 많은 경우에 배연은 기계배연 장치를 사용하여 수평으로 실행해야 한다. 호흡보호 장비가 필수이며 신선한 공기호흡기 실린더를 많이 확보해야 한다. 대원의 수가 늘어남에 따라 진압대와 배연팀 간의 의사소통과 협조가 중요하다.

고층건물의 상층 배연은 경방계획 시에 고려해야 한다. 예를 들어 건물에서 오로지 한 계단통만 옥상으로 뚫려 있다면 이 수직의 굴뚝으로 다양한 층에서

나오는 연기, 열과 가스를 배출해야 한다. 화재 발생층의 문을 열어 계단샤프트로 배연하기 전에 옥상으로 나가는 문을 열어두어야 한다(그림8). 샤프트의 꼭대기의 문을 제거하면 문이 닫힐 염려가 없으며, 배연을 시작한 후에 고열의 가스로 샤프트가 꼭 차게 된다. 승강기 샤프트의 대부분은 옥상까지 뚫려있고 배연을 위해 사용할 수도 있다. 계단통과 엘리베이터 샤프트를 이용하여 구출과 배연을 동시에 실행하는 것은 인명을 위협하는 장애요인이 될 수 있다.



【그림7】 고층건물 연돌효과



【그림8】 옥상문 개방후 고임목 설치

마. 지하실과 무창층

지하실 화재는 대원이 진압하기 가장 힘든 화재중 하나이다. 발화장소까지 가려면 악조건의 열과 연기 속을 뚫고 내려가야 하기 때문에 지하실에 접근하는 것은 매우 어렵다. 지하실에 들어가는 방법으로는 내부 또는 외부 계단, 외부창문 또는 승강로를 통한 것들이 있다. 지하실로 가는 많은 외부 진입로는 날씨로부터 보호와 도난 방지를 이유로 쇠창살, 강철셔터, 목재 문, 또는 이들의 조합으로 막아놓는 경우가 많다.

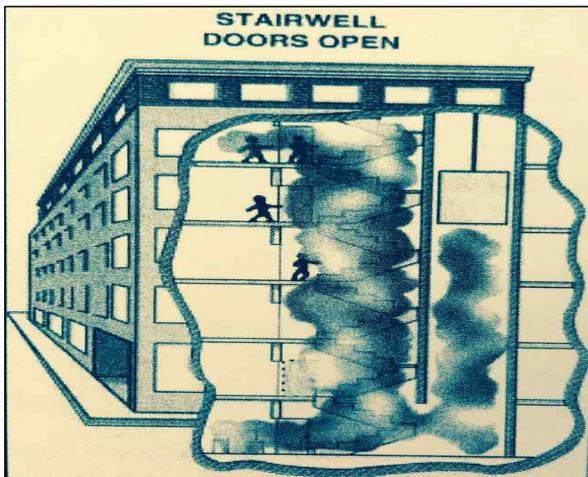
많은 건물 특히 상업지역의 건물에는 벽에 창문이 없는 경우가 많다. 화재가 발생한 건물에 있어서 창문이 바람직한 탈출수단은 될 수 없으나, 배연의 측면에서는 중요하다. 창문이 없는 건물은 화재진압과 배연작전에 역 효과를 끼친다. 창문이 없는 건물에서의 배연은 상당시간 지연 될 수 있으며 화재가 상당히 진행되고 백드레프트의 상황이 조성 될 수 있다. 이런 유형의 건물을 배연하는 데는 고유의 문제들이 내재하며 그 문제들은 건물의 크기, 용도, 배치 그리고 건축자재에 따라 다르다. 창문이 없는

건물의 배연은 대개 기계배연을 해야 한다. 대부분 이런 건물은 자동으로 덕트를 통해 난방과 냉방이 이루어진다. 기계배연장비로 효과적인 배연을 할 수 있는 경우도 있지만 열과 화재를 번지게 하는 경우도 고려되어야 한다.

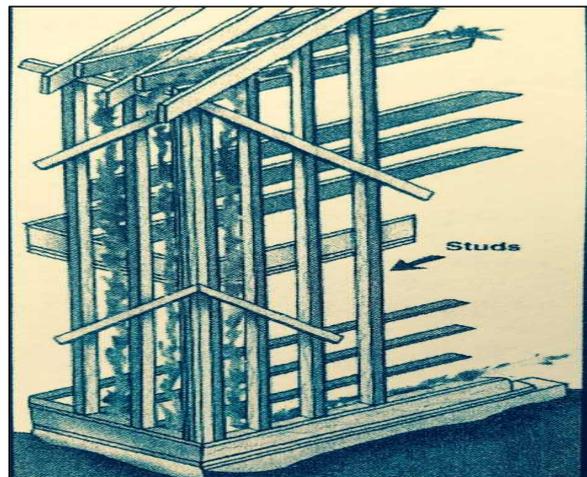
바. 화재의 위치와 크기

화재진압대가 도착할 때쯤이면 화재는 상당한 거리까지 번져 있을 수도 있고 화재의 위치뿐만 아니라 크기까지 고려해야 한다. 발화장소를 파악하기 전에 배연 목적으로 개구부를 열면 화재가 확대 될 위험이 있다. 화재의 심각성과 크기는 보통 가연물의 종류, 연소시간, 경보설비 유무, 그리고 화재의 차단 정도에 달려 있다. 화재의 진행정도에 따라 배연의 절차를 판단해야하며, 수직으로 화재가 연소 확대 되는 경우의 예는 다음과 같다.

- 계단통, 엘리베이터, 샤프트를 통해 불꽃이 직접 접하거나 대류에 의한 확대(그림9)
- 칸막이나 벽, 벽사이의 위쪽으로 불꽃이 직접 접하거나 대류에 의한 확대(그림10)

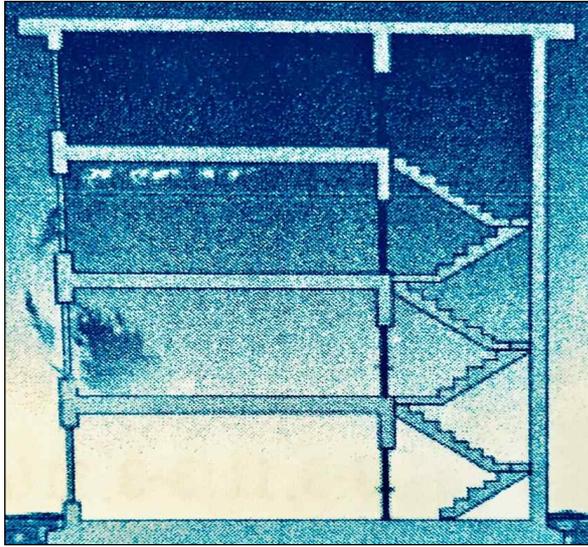


【그림9】 계단통을 통해 확산

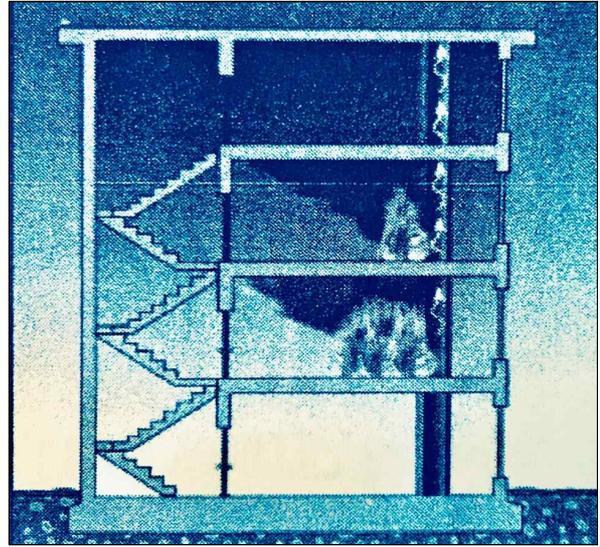


【그림10】 벽구조물을 통한 확대

- 불꽃이 외부 개구부로 나와 상층으로 들어가는 창문 또는 기타 외부 개구부를 통한 확대(그림11)
- 층 사이를 연결하는 빔, 파이프, 기타 물질을 통한 열의 전도에 의한 천장과 마루로의 확대(그림12)



【그림11】 창문을 통한수직 확대



【그림12】 자재,설비,전도에 의해 확산

- 아래층으로 스파크와 연소물질이 떨어지는 확대
- 바닥과 지붕의 붕괴에 의한 확대

사. 배연장소 선정

배연을 할 장소를 선정하는데 있어서 이상적인 전제조건은 대원이 건물과 용도에 대한 지식을 미리 알고 있는 것이다. 배연장소를 선정하는데 있어서 “가능한 발화 장소 바로 위” 라는 것 외에 다른 실용적인 방법은 없다. 배연장소와 관계된 요인들은 다음과 같다.

- 발화위치 그리고 현장지휘관이 바라는 화재의 진행방향
- 건축유형, 바람방향
- 화재의 진행정도, 건물과 용도 상태
- 지붕의 구조적 본래모습의 약화징후
- 배연이 화재에 미칠 영향
- 화재진압팀의 준비 상태
- 실제로 건물을 열기 전에 연소위험대상을 보호하는 능력 · 채광창 (skylights), 배연샤프트, 모니터 및 해치(hatches)와 같은 자연적 개구부의 사용(그림13)



【그림13】 지붕 개구부

배연으로 인해 화재가 급속이 번질 염려가 있기 때문에 배연을 하기 전에 대원과 장비를 적절히 준비해야 한다. 이 인원과 장비는 화재가 발생한 건물과 화재에 노출된 다른 건물의 연소 확대를 고려해야한다. 뜨거운 가스와 연기가 빠져나가도록 배연을 하자마자 상황이 안전하다면 발화장소에 가서 진화를 시도해야 하고, 바람방향이 유리하다면 가능한 발화장소에 가까이 다가가야 한다. 격하게 연소중이거나 폭발의 경우에 개방 할 때에는 충수된 소방호스를 준비해야한다. 또한 연소 확대를 방지하기 위해 심각한 연소위험지역에도 충수된 소방호스를 배치해야 한다(경계관찰)

2장 배연의 방식

<p>자연배연 방식</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 수직배연 : 건물의 경우 천정, 지붕의 배출구를 파괴 또는 개방하여 배출구로 배연 하는 방식이다. ○ 수평배연 : 벽에 있는 창문이나 출입문을 개방하여 배연하는 방식이다
<p>강제배연 방식</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 송풍기 활용 : 회전식 강철 팬의 회전력에 의한 압력으로 배연 하는 방식이다. ○ 분무주수 활용 : 분무주수에 의한 수압으로 배연하는 방식이다. ○ 배연차 활용 : 배연차에 장착된 기계장치에 의해 연기를 흡입 하여 배출하는 방식이다. ○ 고발포 활용 : 고발포 방사시의 압력에 의해 배연하는 방식 ○ 제연설비 및 공기조화설비 활용 : 건물에 설비된 제연설비 및 공기조화설비는 소방대의 장비와 인력이 필요하지 않은 장점이 있으므로 최대한 활용할 수 있는 방안을 강구해야 한다.

1. 자연환기에 의한 배연

배연의 기본은 화재실의 중성대 위쪽에는 연기가 외부로 분출되고 아래쪽은 외부로부터 신선한 공기가 유입되는 자연환기의 법칙을 충실히 따르는 것이다.

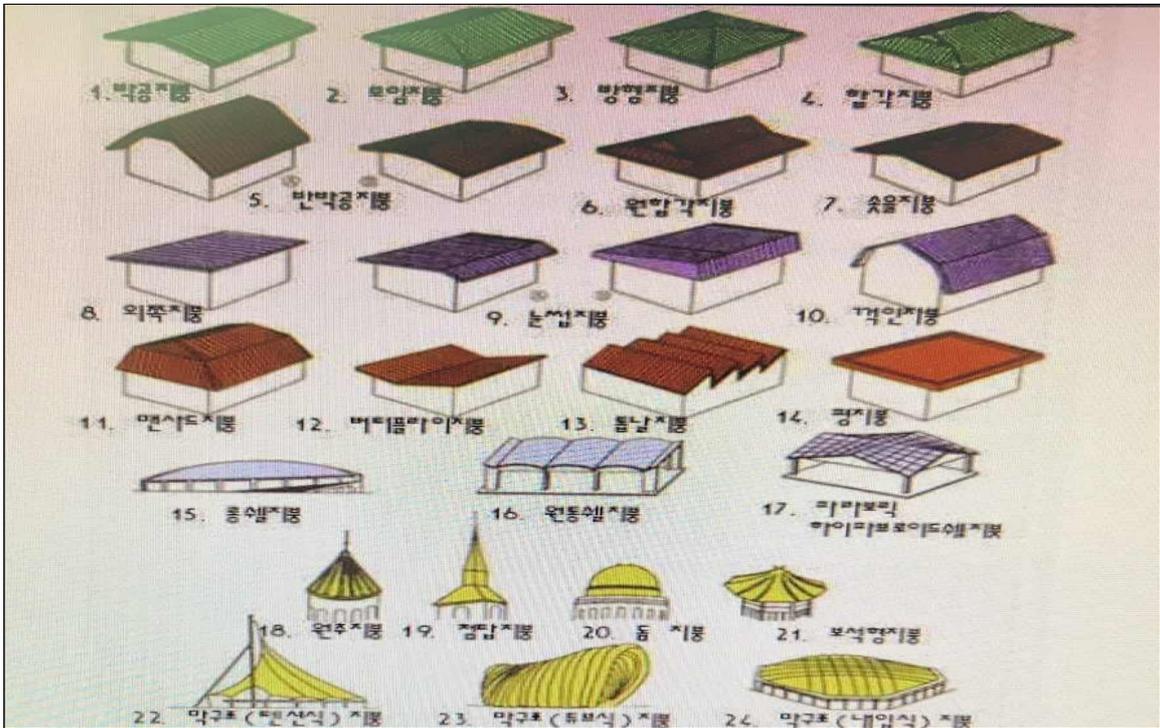
가. 수직 배연

1) 배연요령

수직배연이란 일반적으로 지붕을 개방하거나 기존에 있는 지붕의 개구부를 열어서 고온의 가스와 연기를 대기 중으로 빼내는 것을 의미한다. 지붕배연을 적절하게 수행하기 위해서는 먼저 지붕의 기본적 유형과 디자인을 이해해야 한다. 디자인 종류는 많고 그 이름도 지역에 따라 다르다.

효과적인 배연정책과 절차를 개발하기 위해서는 그 지역의 지붕유형과 그에 따른 배연에 미치는 영향에 관한 연구가 필요하다. 대원은 가장 많은 3가지 종류의 지붕 형태 즉 평지붕(flat), 경사지붕(pitched), 아치지붕(arched)에 대해 알아야 한다. 이들의 조합으로 된 지붕도 있을 수 있다. 좀 더 흔한 유형으로 , 평지붕(flat), 박공지붕(gable), sled, hip, 만사드지붕(mansard),

돔지붕(dome), 채광창(lantern), 나비지붕(butterfly)이 있다(그림14)



【그림14】 다양한 지붕 유형

수직배연은 지휘관이 다음을 완료한 후에 수행해야 한다.

- 화재발생 건물의 유형 파악
- 화재의 위치, 연소시간, 정도파악
- 안전관련 주의사항 관찰
- 피난경로 확인 및 배연장소 선정
- 대원과 연장을 지붕에 배치

지붕 위 대응팀은 지휘관과 계속 교신을 해야 하며, 이 경우 휴대용 무전기가 가장 적합하다. 지붕 위 팀장의 역할은 다음과 같다

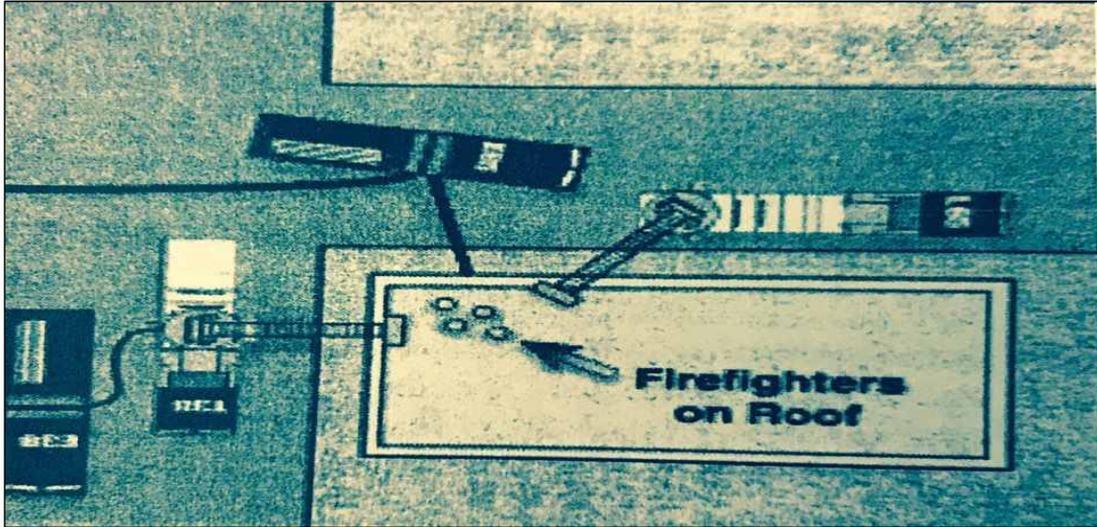
- 필요한 정도의 파괴만 하도록 한다.
- 2차 피해(화재진압으로 인한 피해)를 최소화 할 수 있도록 지도한다.
- 건물 안에 있는 대원과 공조한다.
- 건물 배연을 위해 동원된 모든 대원의 안전을 확인한다.

2) 안전관련 사항

지켜야 할 안전관련 사항은 다음과 같다.

- 연소우려지역과 관련하여 바람의 방향을 관찰한다.
- 지붕을 뚫을 때는 바람을 뒤 또는 옆으로 지고 작업한다.

- 지붕위에 장애물 또는 과 하중이 있는지 관찰하라. 이러한 것은 작업을 더 어렵게 하며 지붕이 붕괴하는 시간을 단축시킨다.
- 지붕위의 대원은 2차 피난로를 확보한다.(그림15)



【그림15】 지붕에서 탈출할 수단은 두 군데가 있어야한다

- 주요 구조부를 자르지 않도록 주의한다.
- 구멍에 대원이 빠지지 않도록 주의한다.
- 배연이 끝나면 곧바로 지붕에서 철수한다.
- 대원이 지붕에서 미끄러지거나 떨어지는 것을 방지하기 위해 구명줄, 지붕사다리, 기타 수단을 사용한다.
- 지붕사다리를 지붕 꼭대기에 견고하게 걸쳐라
- 전선이나 빗금줄(guy wire:전봇대를 바로세우는 줄) 주위에서 작업 시는 주의한다.
- 지붕위의 대원은 공기호흡기를 포함한 모든 개인보호장비를 착용 한다.
- 도끼나 전동 톱을 사용하는 대원 주위에는 다른 대원이 접근하지 못하도록 한다.
- 지상에서 전동도구가 작동하는지를 알아보기 위해 시동을 걸어본다. 그러나 지붕에 올리거나 운반 할 때는 시동을 분명히 꺼야 한다.
- 자르는 각이 몸 쪽으로 오지 않도록 한다.
- 사다리의 가로대가 최소한 5개는 지붕위로 올라가도록 연장한다. 승강 작업대를 사용할 때는 작업대의 바닥이 지붕과 높이가 같거나 약간 높아야 한다.

- 지붕위에 발을 디기 전에 지붕이 견고한지 확인하라. 확인하기 전에 지붕 위로 뛰어 올라가지 않는다.
- 경방계획과 조사를 통해 건물이 경량 또는 목재 트러스의 지붕으로 된 것인지를 확인하라. 이런 종류의 지붕은 쉽게 무너지며, 위 또는 아래에 있으면 매우 위험하다.

3) trench 또는 strip 배연

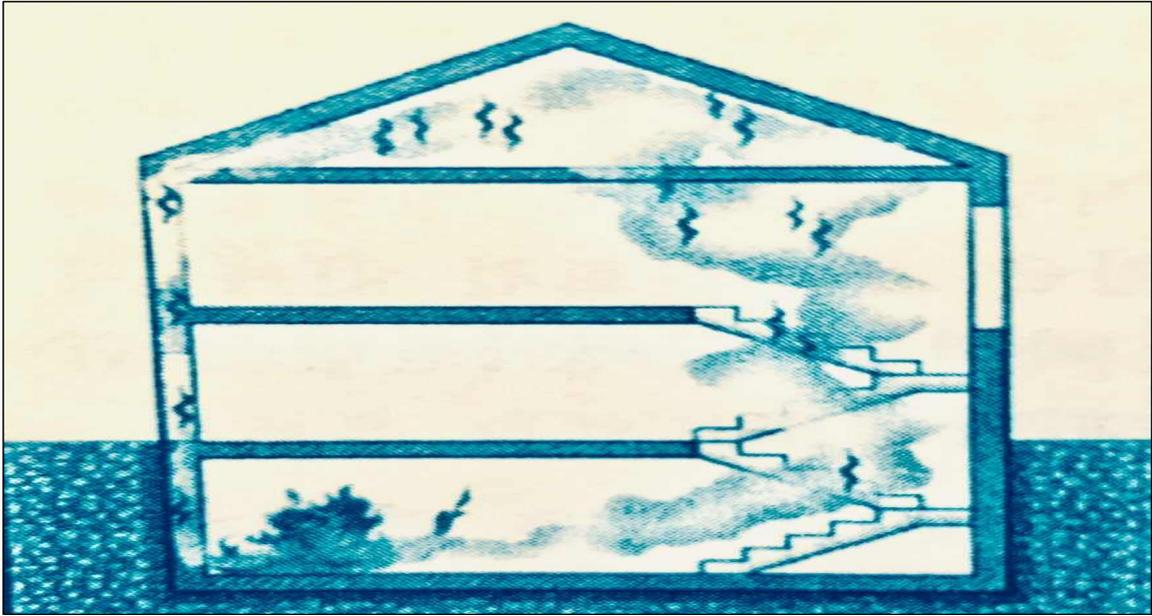
trench배연(strip 배연이라고도 함)은 전에 기술한 표준 수직배연과는 조금 다르다. 표준 수직배연은 단순히 고온의 연기와 가스를 건물에서 제거하려는 것이며, 화재장소 바로 위에서 가장 효과가 있다. trench 배연은 길고 좁은 건물에서 화재의 확대를 막기 위한 것이다. trench 배연은 큰 구멍 즉 적어도 4피트(1.2m)넓이에 한쪽 벽에서 다른 쪽 벽까지의 trench(도랑)을 만드는 것이다(그림16) 이 구멍은 화재가 진행되는 방향에 만들어서 화재가 확대되지 않도록 하는 것이다.



【그림16】 trench 배연은 지붕 전체폭에 해당한다

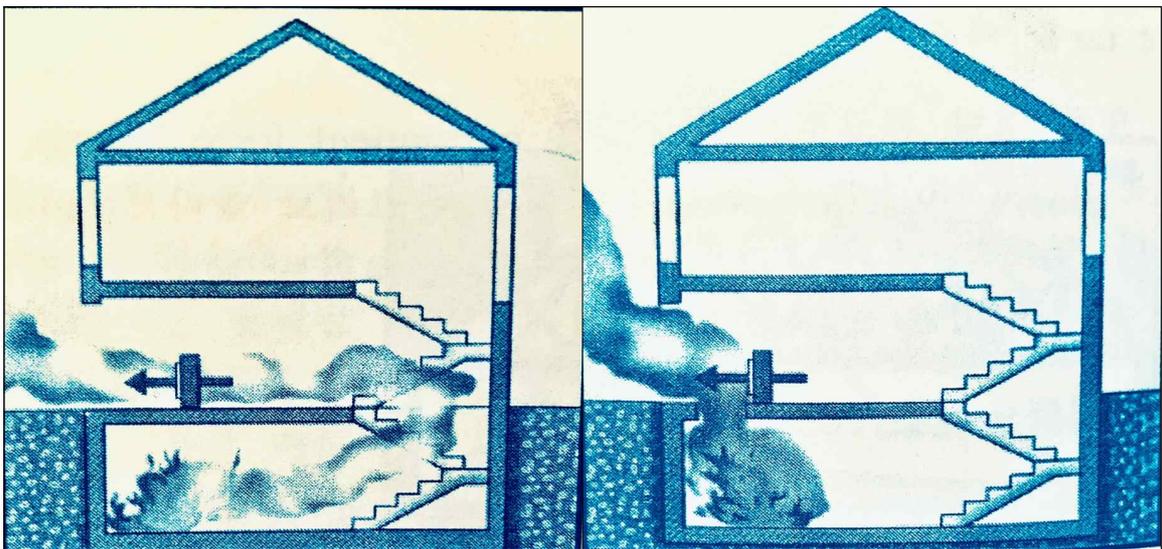
4) 지하실 화재

지하실 화재 시 배연이 매우 중요하다. 지하실에 붙은 배기구가 없을 경우 화재로 인한 연기와 열은 건물 위로 급격히 번질 것이다.(그림17).이런 현상은 특히 기초부터 지붕까지 벽 셋기둥이 이어지는 풍선 형 골조 건축물에서 잘 나타난다.



【그림17】 지하실화재의 연소부산물(연기)이 건물의 최상층에 단시간에 모임

지하실의 직접배연에는 몇 가지 방법이 있다. 지하실에 지면과 같은 높이의 또는 조금 낮은 높이에 창문이 있다면 수평배연을 효과적으로 할 수 있다. 이런 창문이 없다면 내부수직배연을 해야 한다. 건물의 다른 지역으로 위험이 번지지 않게 하면서 열과 연기를 대기 중으로 내보낼 방법이 있다면 계단과 승강기 통로와 같은 지하실에서의 자연통로를 이용할 수 있다.(그림18) 마지막 방법으로 지면 높이의 창문이 있는 곳 가까이에 있는 바닥을 뚫어서 팬을 사용하여 열과 연기를 배출 할 수도 있다.(그림19)



【그림18】 계단으로 배연할수 있다

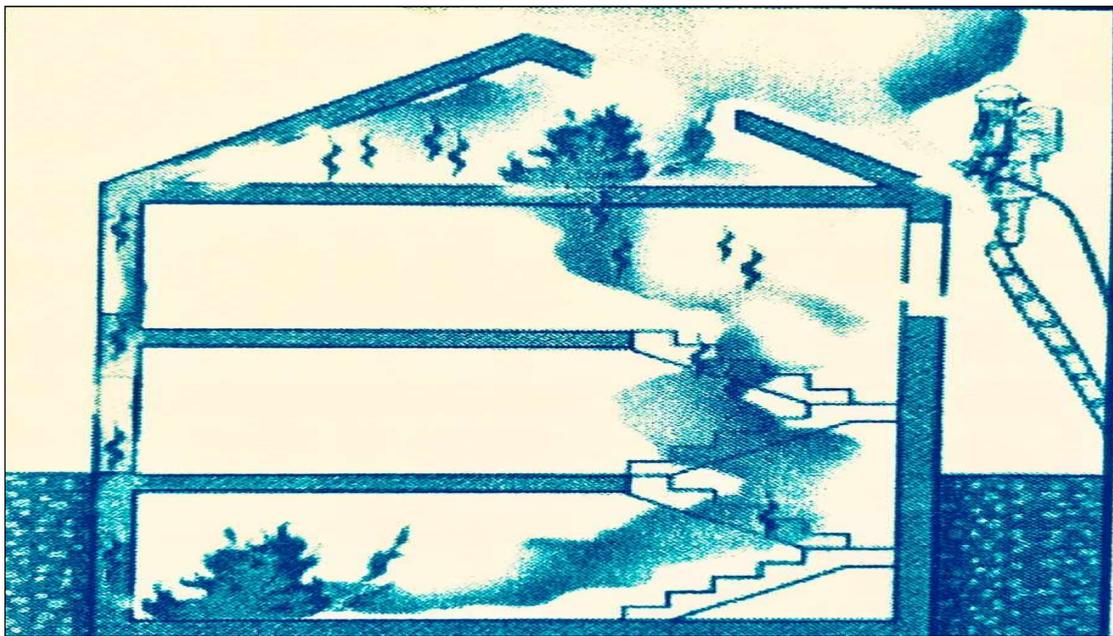
【그림19】 개구부를 만들어 배연함

5) 유의점

수직배연 시에는 고온의 가스가 대류에 의해 불과 열이 위쪽의 배기구로 가는 가느다란 기류가 형성된다. 화재진압팀이 낮은 위치에서 화재를 진압하면 시야가 확보되고 공기가 덜 오염된 곳에서 활동 할 수 있다.

높은 방수법은 연소건물에서 스파크나 불씨가 날리는 것을 방지하거나 건물에 열 기둥(thermal column)을 줄이기 위해 종종 사용한다. 그러나 높은 방수를 배기구를 통해 아래쪽으로 방수되거나 연기를 줄이기 위해 잘못 사용하면, 건물에서 나오는 가스의 질서정연한 움직임이 파괴 될 수 있다.

이는 고온의 기체가 대원에게 돌아가서 부상이나 사망까지도 초래 할 수 있다. 최소한 건물을 통해 화재가 번지게 하는 원인이 될 수도 있다. 배기구 바로 위에서 방수 할 때는 수평면보다 약간 위로 방수해야한다(그림20). 이 위치에서 열 기둥을 식히고 스파크를 소화할 수 있다. 방수는 또한 배연을 촉진할 수도 있다.



【그림20】 배기구를 통한 직접적인 방수로 배연을 돕고 부유하는 불티에 의한 2차 화재를 예방할 수 있다

배연으로 인한 문제들은 대원의 훈련과 잘 조화된 화재진압을 통해 해결할 수 있다. 다음은 수직배연에 악영향을 미치는 요인들이다

- 강제배연법의 부적절한 사용
- 유리를 과도하게 파괴하는 것

- 배기구로 직접 방수 하는 것
- 채광창 파괴, 폭발
- 화재진압팀과 위쪽 배기구 사이에 또 다른 개구부

방어작전 시에는 어떤 종류의 방수도 배기구에 하지마라, 방수를 하면 배연 과정이 끊어지고 내부에 있는 대원이 위험에 빠질 수 있다.

수직배연이 비실용적이고 불가능한 예가 많이 있는 만큼, 수직배연이 모든 배연문제의 해결책일수 없다. 이런 경우에 수평배연과 같은 다른 전략을 사용해야 한다.

나. 수평배연

1) 배연요령

창문이나 출입문처럼 벽에 있는 출구를 통하여 연기가 빠져나가게 하는 것을 수평배연이라 한다. 일반적으로 수직배연을 하기에 알맞은 건물이 수평배연에도 좋다. 수평배연은 바람의 방향에 따라서 풍상방향의 개구부를 급기구로 풍하방향의 개구부를 배출구로 설정하는 것이 가장 효과적이다.

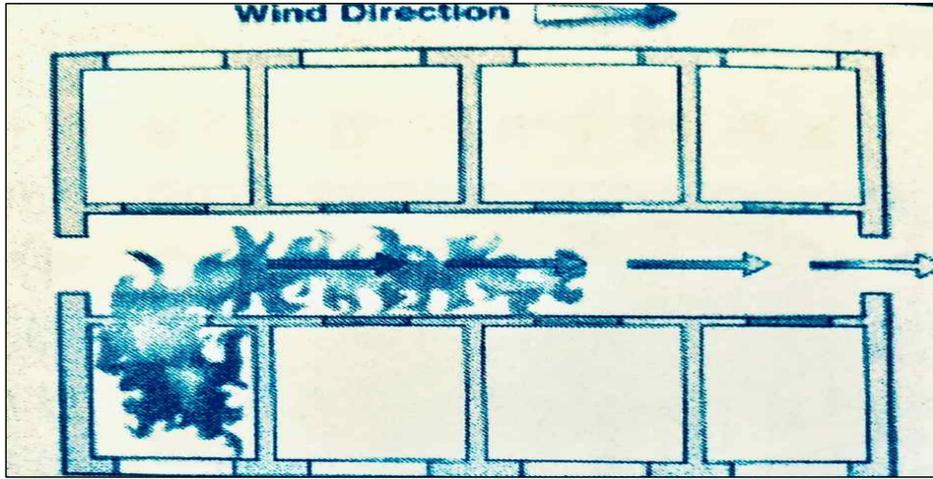
2) 수평배연의 적응성 있는 건물

- 화재가 다락까지 번지지 않은 주택
- 최상층 아래 다층건물의 복잡한 바닥 또는 다락에 연소 확대된 경우의 최상층
- 화재 때문에 약화된 건축물의 지붕 밑에 지지물이 없는 넓은 공간이 있는 건물

수직배연에 적용되는 많은 것들이 수평배연에서도 적용이 가능하다. 그러나 거실, 바닥, 다락, 지하실을 수평으로 배연할 때에 지켜야 하는 절차가 있다. 절차는 화재의 위치와 정도에 영향을 받는다.

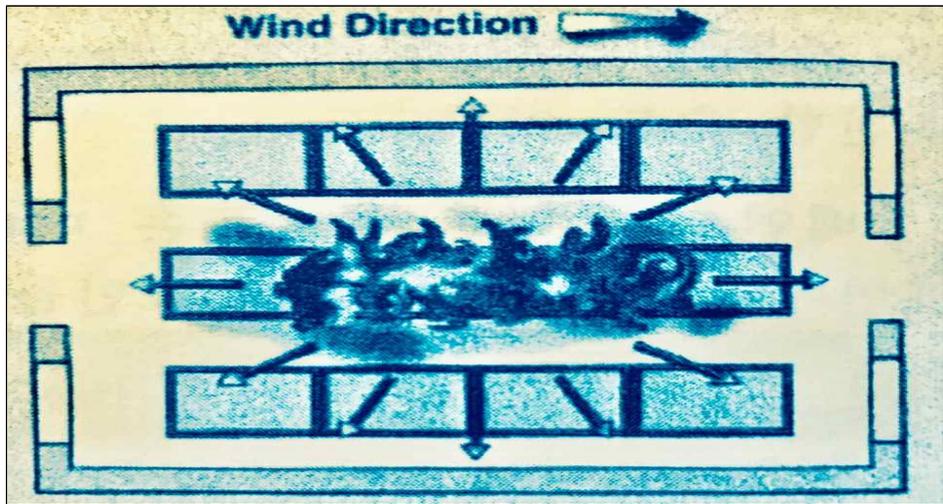
화재가 수평으로 확대되는 경로는 다음과 같다.

- 벽의 개구부를 통한 직접적인 불꽃의 접촉 또는 공기의 대류
- 대류, 복사, 불꽃접촉에 의한 복도, 홀, 통로(그림21)



【그림21】 화재가 특히 바람방향과 맞을 때 복도를 따라 번질수 있다

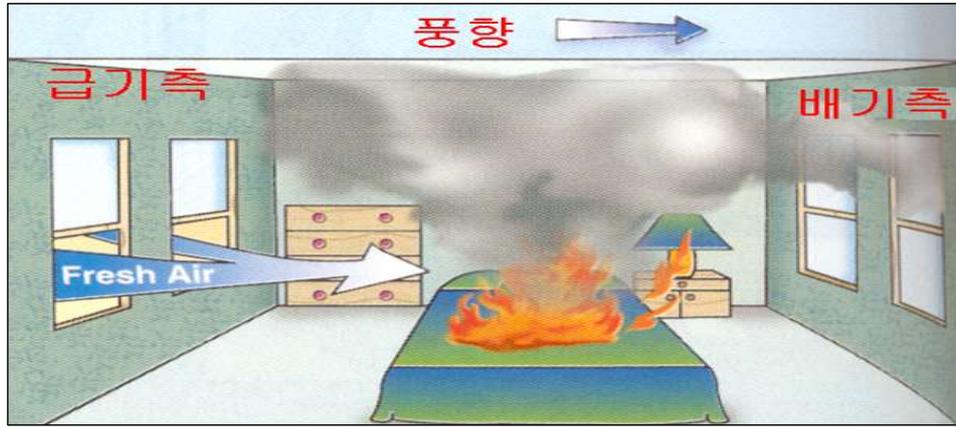
- 복사열 또는 대류에 의해 공지(open space)(그림22)



【그림22】 넓은 지역에서는 모든방향 으로 급격히 확대 될 수 있다

- 기체, 가연성증기, 먼지 등의 폭발에 의한 모든 방향
- 벽과 내부 칸막이에 직접 불꽃의 접촉
- 벽체를 닿는 빔, 파이프, 기타 물질을 통한 열의 전도

적절한 수평배연 방법을 결정하는데 있어 날씨 상황은 항상 고려해야 한다. 배연에 있어 바람은 중요한 역할을 하며, 바람의 방향은 풍상과 풍하로 나눈다. 건물에서 바람이 불어오는 쪽은 풍상이고, 그 반대는 풍하이다.(그림23) 바람이 없는 상황에서는 연기를 제거할 힘이 없기 때문에 수평배연이 덜 효과적이다. 연소우려지역으로 바람이 불거나 산소를 공급할 위험 때문에 자연스런 수평배연이 이루어 질 수 없는 경우도 있다.



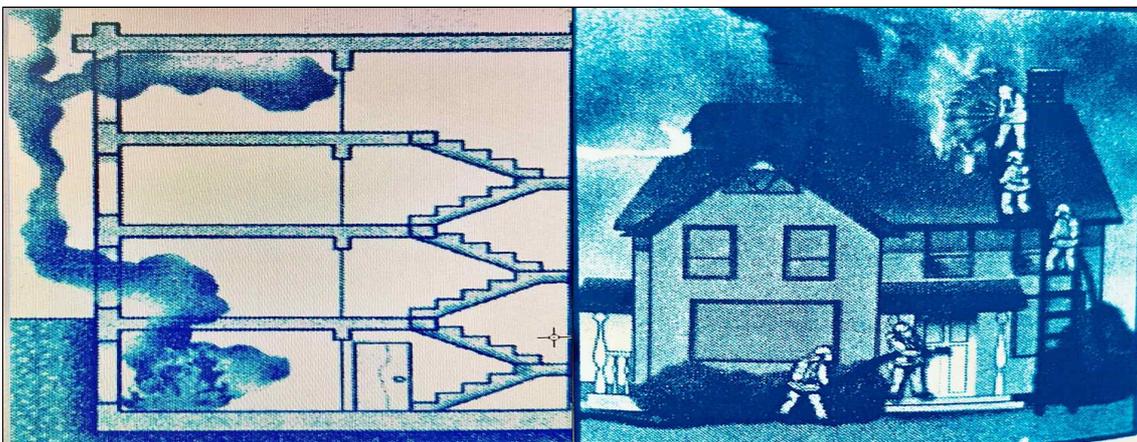
【그림23】 풍상방향에서 신선한 공기가 들어오고 풍하방향으로 연기와 열, 가스가 나간다

수평배연이 보통 발화장소 바로 위로 열과 연기를 배출하는 것이 아니기 때문에 일종의 통로가 필요하다. 대원은 외부의 연소우려지역 뿐만 아니라, 내부의 연소우려지역도 잘 알아야 한다. 건물 내의 요구조자가 피신하는 통로가 연기와 고온의 가스가 빠져나가는 통로가 될 수도 있다. 그러므로 요구조자의 구조작전을 고려하지 않고 수평배연을 실시하면 요구조자의 피난을 방해할 수도 있다.

연기와 열의 배출은 화재진압을 돕고 피해를 줄이려는 것이기 때문에 수평배연의 이론은 기본적으로 수직배연의 이론과 같다.

수평배연은 건물의 꼭대기에서 하는 것이 아니기 때문에 고온의 가스가 배출되어 올라갈 때 건물 상층부에 점화 될 수 있는 위험이 항상 있다.

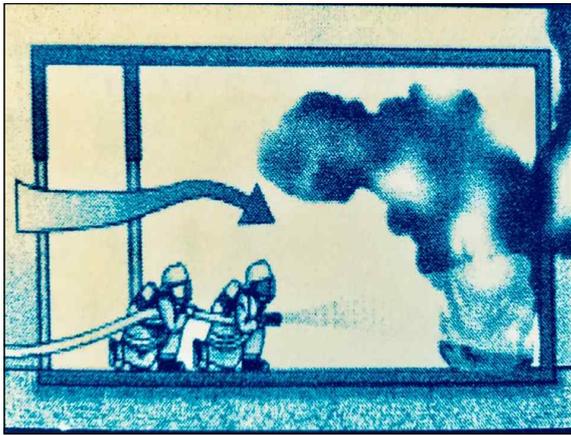
배출된 고온의 가스가 인접 건물의 처마에 점화하거나 위쪽의 창문에 빨려 들어 갈수도 있다.(그림24). 구조를 돕기 위한 특별한 목적이 아니라면, 화재연소 예상 구역과 다른 연소우려지역을 방어하기 위해 경계관찰을 준비하지 않은 채 문을 열면 안 된다.(그림25)



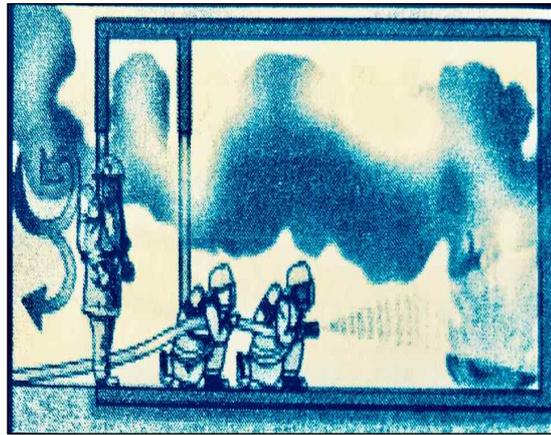
【그림24】 연기가 상층으로 다시 들어온다 【그림25】 배연이 끝나자마자 들어갈 준비를 하라

3) 수평배연 시 유의점

풍하의 문을 열기 전에 풍상의 문 또는 창문을 열면 건물에 압력을 가하게 되고 온도층의 일반적인 과정을 파괴할 수 있다. 진입하는 소방대원과 배연구 사이의 문과 창문을 열면 대원 뒤쪽의 개구부로부터 신선한 공기가 들어오는 것을 방해 할 수 있다. 자연스런 배연 흐름을 보여주며 (그림26) 문턱에 대원 또는 기타 장애물이 바람의 흐름을 막아서 연기와 열이 강한 것을 보여 준다. (그림27)



【그림26】 적절한 배연으로 효과적인 화재진압을 할수 있다



【그림27】 배연작업을 막고 있는 대원 때문에 전체적인 작업에 지장

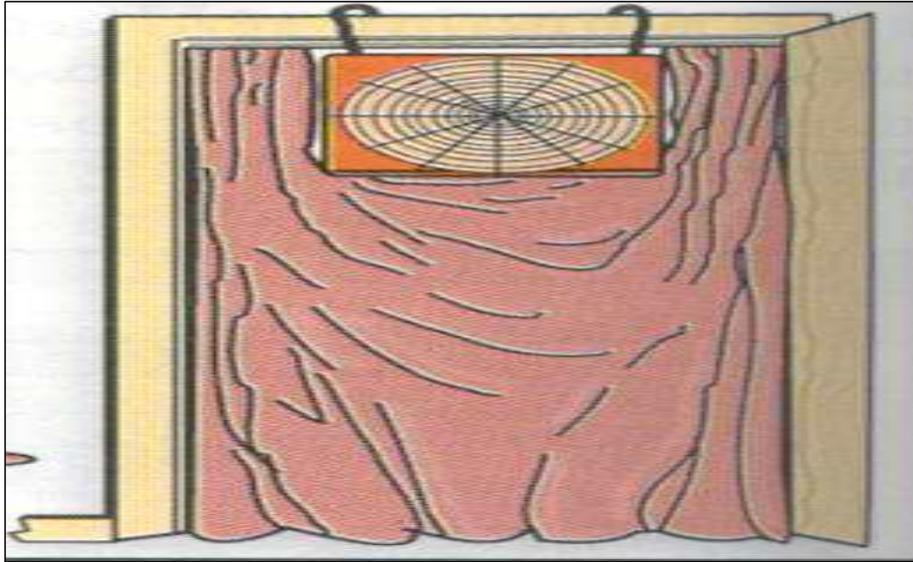
2. 강제환기에 의한 배연

가. 배연요령

지금까지는 배연을 자연스런 공기의 흐름과 화재에 의한 흐름의 관점에서 다루었다. 강제배연은 기계적으로 (팬을 이용) 또는 수압으로 (분무방수) 하는 것이다. 대량의 공기와 연기를 제거하고자 하는 것이 원칙이다. 자연환기에 의한 배연방법이 효과적이지 못할 때 강제배연이 열과 연기 제거에 효과적이라는 사실 때문에 그 가치와 중요성이 있다. 강제배연 장비를 유형별로 나누기는 어렵다. 이들 팬은 전기, 가솔린엔진 또는 수압을 동력으로 하기도 한다.

이동용 팬(portablefans)과 사용법은 (그림28) 을 참고하라.

이 장에서는 강제배연의 장·단점, 강제배연 시 필요한 장비, 강제배연 법을 실고 있다. 또한 강제배연에 있어 음압과 양압배연을 실었다



【그림28】 문 또는 창문에 이동용 팬을 설치하는 방법 공기가 개구부로 다시 들어가는 것을 방지하기 위해 열린 공간을 모두 가린다.

나. 강제배연의 장점

화재 시 오염된 공기는 빨리 그리고 철저히 제거해야 한다. 오염된 공기를 제거하는 유일한 방법은 아니지만, 강제배연은 일반적인 배연과 더불어 많이 사용한다. 강제배연을 실시하는 이유는 다음과 같다.

- 화재에 대한 적극적인 제어
- 자연배연의 보충
- 안전한 환경에서 신속한 구조를 할 수 있도록 촉진 및 신속한 오염물의 제거
- 연기로 인한 피해 경감
- 공공관계의 증진

다. 강제배연의 단점

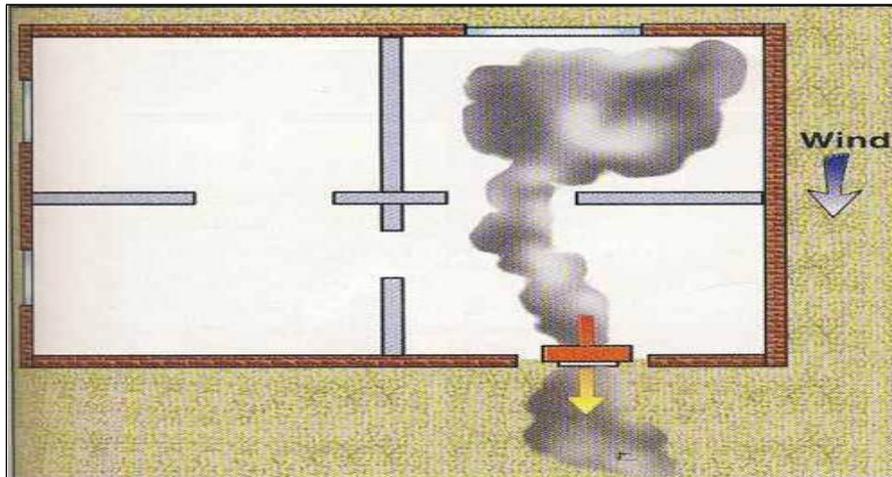
강제배연을 잘못 실시하면 큰 피해를 끼칠 수 있다. 강제배연을 실시 할 때 감시를 잘 해야 한다. 강제배연의 단점은 다음과 같다.

- 화재를 연소 확대시킬 정도로 많은 양의 공기를 투입 시킨다
- 전원이 있어야 한다.
- 특수 장비가 필요하다.

라. 음압배연(negative-pressure)

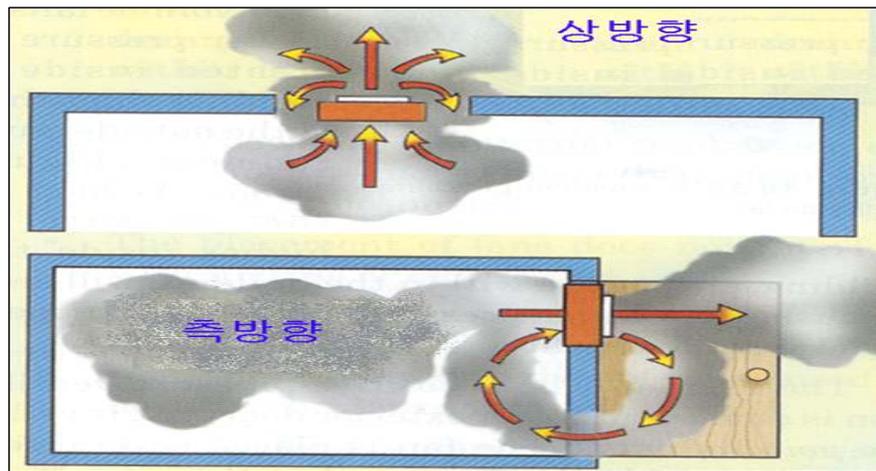
음압배연이란 가장 오래된 기계적 강제배연법 으로 팬을 사용하여 인공적으로 공기를 순환 시키고 연기를 건물 밖으로 빼내는 것이다. 팬을 창문,

문, 지붕환기구에 놓고 연기, 열, 가스를 건물에서 빼내 밖으로 배출한다(그림29)



【그림29】 음압배연은 이동용 팬으로 연기를 밖으로 빼내는 것이다

문제는 팬 주위에서 공기가 재순환하는 것이다. 공기가 팬 옆에서 개구부로 들락날락할 수 있으면 효과를 감소시키는 교란이 발생한다(그림30) 만일 팬 주위가 열린 상태로 놓아두면 대기압이 공기를 출입구 바닥으로 누르고 열기를 방으로 되돌려 보낸다. 공기교란을 방지하기 위해서는 팬 주위를 구조 담요나 기타 물건으로 덮어준다.



【그림30】 이동용 팬을 사용할 때 교란현상을 방지한다.

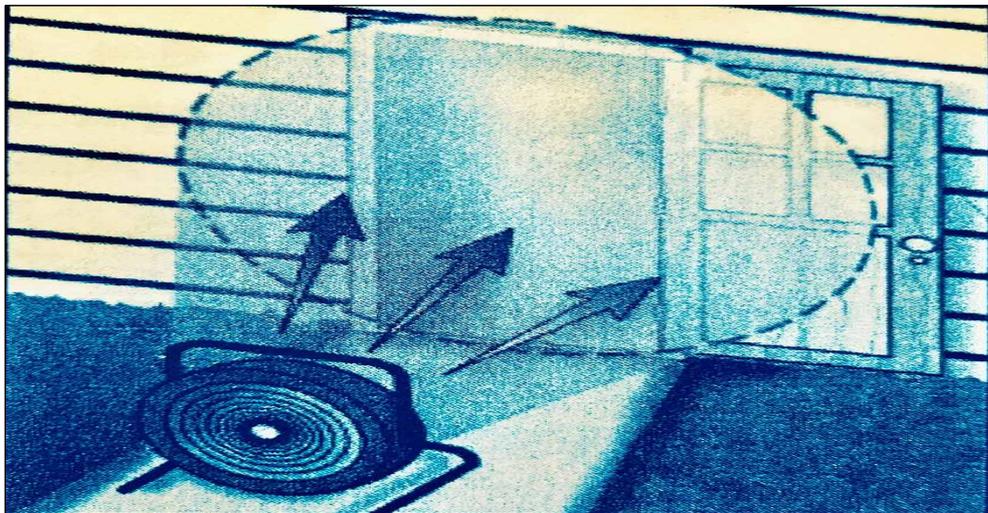
통풍로를 확보하고 가능한 공기가 곧게 흐르도록 한다. 코너 가 있으면 공기가 교란운동을 하고 효율성이 떨어진다. 팬 근처에 있는 창문이나 문을 열면서 순환을 분명히 촉진하는 것이 아니라면 열지 말아야한다. 공기흐름에 장애물을 제거한다. 창문의 방충망도 배출 효과를 반으로 줄인다. 팬의 흡입구에 부스러기, 커튼, 또는 공기흡입을 방해하는 어떤 것으로도 막지 말아야한다. 강제배연 팬을 가연성 기체가 있는 곳에서 사용할 때는 방폭모터와 전원

케이블을 갖추어야 한다. 팬을 옮길 때는 전원을 꺼야하며, 옮길 때는 손잡이를 잡고 옮겨야 한다. 팬의 시동을 켜기 전에 회전 날 주위에는 아무것도 없어야 하며, 팬 속으로 빨려 들어갈만한 옷, 커튼 등이 없어야 한다. 방출되는 공기 속에는 이물질이 있을 수 있으니 피해야 한다.

다. 양압배연

양압배연은 압력 차이를 만드는 원리를 사용한다. 대용량의 팬을 사용하여 건물 안에 높은 압력을 만든다. 건물 내의 압력이 높으면 건물 내의 연기는 대원이 만든 배출구를 통해 낮은 압력 지역으로 나가게 된다.

양압배연은 대개 진입 구(point of entry)라고 부르는 현관문에서 실시한다. 팬에서 나오는 원뿔형 공기가 문 전체를 완전히 덮을 수 있도록 문에서 몇 미터(m) 떨어진 곳에 팬을 놓아야 한다.(그림31) 그러면 연기가 진입구와 같은 크기의 배출구로 나가게 된다. 연기를 배출하려고 열어 놓은 곳 이외의 다른 어떤 외부 개구부를 열어 놓지 않는 것이 중요하다.



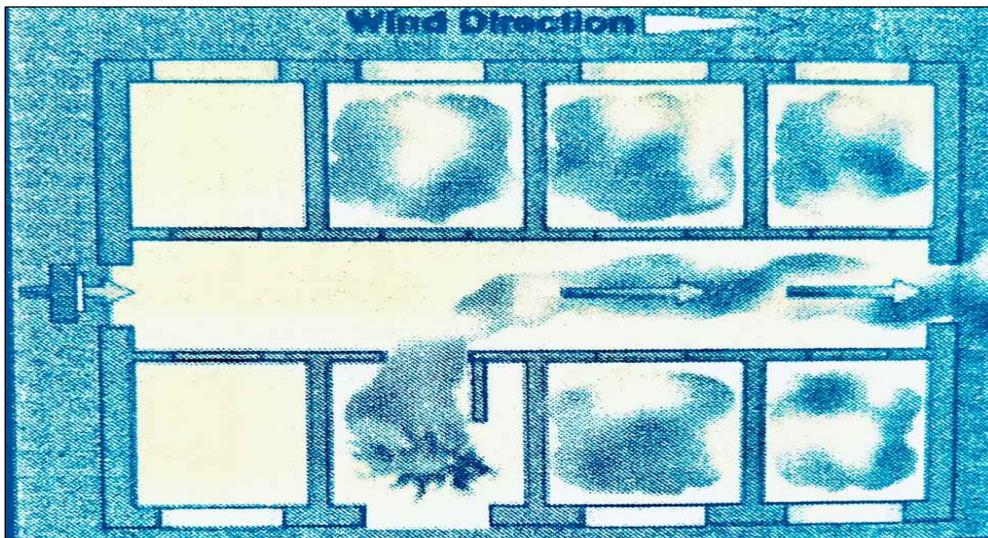
【그림31】 공기가 개구부 전체를 덮어야 한다.

건물 내의 문을 닫고 한 번에 방 한개 또는 한 지역에 압력을 가하면 공기 움직임 속도가 증가하기 때문에 연기제거가 빨라진다. 진입구에 팬을 추가로 놓아 배연속도를 높일 수도 있다. 건물의 문을 모두 닫았다면 연기제거가 될 수는 있지만 오래 걸릴 것이다. 다층인 건물에서 연기를 제거하기 위해 양압배연법을 사용할 때는 건물의 낮은 부분에서 실시하는 것이 가장 효과적이다(그림32).



【그림32】 건물의 낮은 곳에 팬을 놓아야한다.

연기가 가장 많이 찬 층을 시작으로 한 번에 한 층씩 체계적으로 연기를 제거할 수 있다. 양압배연법은 하나 또는 그 이상의 팬을 사용하여 지면에서 사용하는 것이라는 것을 주목하라. 건물에서 대원이 선택한 개구부를 통해 연기가 빠져 나갈 때 까지 양압배연법을 사용한다. 이는 발화층을 교차환기(cross-ventilating) 하거나 연기를 계단통을 통해 옥상 개구부로 유도하여 제거할 수 있다.(그림33)



【그림33】 배연효과를 높이기 위해 문을 사용한다. 한번에 방 하나씩 깨끗이 하는데도 사용할 수 있다.

양압배연은 훈련, 조화, 전술이 필요하다. 지상 층에서 이 배연법을 실행하는데 있어 가장 큰 문제는 배연을 위해 사용하는 계단통의 문을 열고 닫는데 조화를 이루는 것이다. 어떤 거주자는 문을 계단통이나 방 쪽으로 열어두어서

화재 층으로부터 양압을 다시 유도하기도 한다. 개구부와 압력 누출을 제어하기 위해 양압을 맡을 대원을 한명 배치하며, 무전기를 휴대하게 하고 대원이 계단통을 순회하는 것이 도움이 된다. 양압배연을 효과적으로 수행하기 위해서는 다음과 같은 점을 고려해야 한다

- 바람의 상태를 이용하라.
- 팬으로부터 나오는 공기가 개구부 전체를 덮도록 하라.
- 배연과정을 신속하게 하기 위해 문을 체계적으로 열고 닫거나 팬 숫자를 늘려서 배연지역을 좁혀라.
- 진입구에 비례하여 배출구를 열어라.

1). 양압배연 의 장점.

- 연기로 가득 찬 곳에 들어가지 않고도 강제배연을 할 수 있다.
- 양압배연은 단순히 자연배연 흐름을 보조하기 때문에 수평 또는 수직배연과 효과가 동등하다.
- 건축물에서 좀 더 효과적으로 연기와 열을 제거할 수 있다.
- 건물 내 공기흐름의 속도는 영향이 미미하며, 있다 하더라도 건물용도 또는 연기 나는 잔해 물에 영향을 거의 미치지 않는다. 그러나 건물 내의 전체적인 공기량은 음압배연을 사용하는 것보다 빠르다.
- 내연기관으로 구동하는 팬은 깨끗하고 산소가 많은 환경에서 좀 더 효과적으로 작동한다.
- 팬의 배치로 인해 진입과 탈출을 방해하지 않는다.
- 양압배연에 이용한 팬의 유지관리는 음압배연법에 사용된 것보다 쉽다
- 양압배연법은 모든 유형의 건물, 선박 등에 적용할 수 있으며 특히 음압배연법에 효과적이지 못한 크고 높은 천장이 있는 지역에서 연기를 제거하는데 효과적이다.
- 미연소지역 또는 탈출구 지역에서 열과 연기를 되돌릴 수 있다.

2). 양압배연의 단점

- 건물의 형태가 그대로 유지되어 있어야 한다.
- 건물내 일산화탄소 수치가 올라 갈수 있다.
- 숨겨진 불씨가 확대될 수 있다.

바. 수압배연

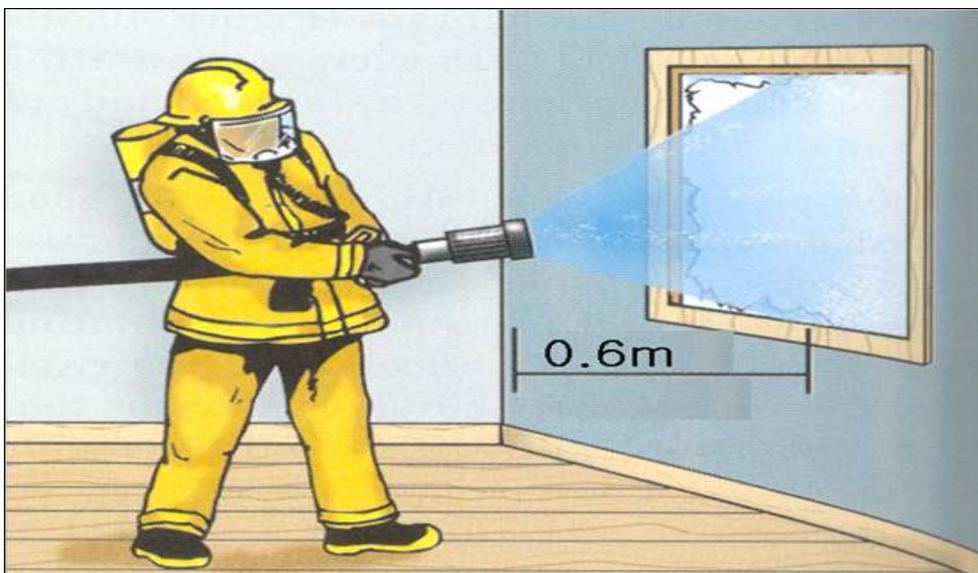
다른 종류의 강제배연을 사용하지 않을 때 수압배연을 사용 할 수 있다(그림34)



【그림34】 수압배연

수압배연은 화재 시 내부진입을 하는 진압팀이 수행한다. 전형적으로 이 기법은 건물이나 방에서 연기, 열, 증기, 가스를 배출한 후 초기 진화를 하기 위해 사용한다. 이 기법은 건물에서 연소물을 밖으로 배출하기 위해 사용하는 분무방수의 공기를 이용하는 것이다.

수압배연을 실시할 때는 열기를 밀어낼 개구부나 창문의 85~90%를 덮도록 분무방수를 해야 한다. 관창은 적어도 개구부에서 0.6미터(m)떨어져야 한다(그림35). 개구부가 크면 클수록 배연은 빨라진다.



【그림35】 창문에서 관창을 0.6m 떨어져야 한다

수압배연의 단점

- 구조물에 수손피해가 커질 수 있다
- 소방용수의 낭비가 있을 수 있다.
- 일정 온도까지 내려가는 기후에서는 건물주위에 빙판이 형성 될 수 있다.
- 관창을 조작하는 대원이 작전 중 내내 열로 가득차고 오염된 지역에 있어야 한다.
- 관창팀이 현장을 떠나야 하는 이유가 있을 때 작전이 끊길 수 있다

제3장. 상황별 배연작전

1. 인명구조 중점의 배연작전(Venting for Life)

다층 건물에서 화재 발생 시, 가장 높은 부분에 있는 개구부를 통해 배연하는 것은 독성가스와 농연을 배출시킴으로써 생명을 구할 수 있다. 만약 화재가 낮은 층에서 발생했다면, 소방대원들은 내부계단을 통해 화재를 진압한다. 대원들이 건물 내부로 호스를 연장하기 위해 개구부(출입문)을 개방할 때 농연과 가열된 가스 등 치명적인 연소물이 분출되면서 꼭대기 층에서부터 아래층으로 급속히 확대된다. 이것은 가장 위층에 살고 있는 주거자들을 위협에 빠트린다.

종종 다층구조의 화재 현장에서 배연작전을 소홀히 하는 경우 화점 층 화재를 진압하거나 연소확대를 방지했다 하더라도 상층부에 주거하는 사람들이 질식사하는 사례가 있다. 그만큼 다층구조의 화재현장에서 내부계단의 꼭대기 층을 배연하는 것은 상층으로 독성가스가 축적되는 것을 막아주는 중요한 작전요소이다.

2. 화재진압 중점의 배연작전(Venting for Extinguishment)

화재현장을 배연시키는 것은 소방활동 환경개선 관점에서 필요하며, 이것은 소방대원들이 쉽게 관창을 이용할 수 있게 만든다. 배연이 효과가 있다면 건물구조가 복잡하거나 장애물이 있는 열악한 작업환경일지라도 화점까지 수십 미터를 효율적으로 접근 하여 화점에 정확히 방수할 수 있다. 이와 같이 시기적절한 배연의 효과는 화점을 정확히 공격하지 못하는 여러 개의 관창(방수)보다 전술적 가치가 높다.

공기호흡기는 독성가스로부터 소방대원들을 보호하지만, 질은 농연과 가열된 공기는 가시성이 떨어지게 하여 신속한 화재진압을 방해한다.

특히 공격방향과 반대쪽에 있는 창문이나 문을 통해 배연하는 것이 대원들이 안전하고 신속하게 화점에 접근하여 효과적으로 화재를 진압하도록 해 준다.

단층 건물에서, 배연은 출입문과 창문을 개방함으로써, 다층건물에서는, 굴절 또는 고가 사다리와 복식사다리를 활용한 배연이 가능하다.

그러나, 배연작업은 반드시 진압팀(관창수)의 행동개시와 동시에 시행

되어야 한다. 만약 배연작업이 진압팀(관찰수)의 방수준비가 되기도 전에 개시한다면, 갑작스러운 플래쉬오버현상(Flashover)이나 역류현상(Backdraft)에 의해 오히려 화재확산을 조장하거나 인명검색팀을 화염에 휩싸이게 하는 최악의 상황을 유발시킬 수 있다.

또한 배연할 때는 가능한 배연구(배기구)를 통해 진압팀이 들어가도록 해서는 안 된다. 배연은 인명구조와 진압을 효과적으로 해주기 위한 조치인 만큼 가능한 진입대원들의 안전을 고려하여 배연구 위치를 선택(결정)해야 한다.

3. 폭발방지 중점의 배연작전(Venting to Prevent Explosions)

배연작업은 역류현상(Backdraft)이나 가스폭발, 기타 폭발환경이 조성되는 것을 방지하거나 그 위험성을 줄여줄 수 있다. 배연작전의 실패로 인한 가스폭발과 BLEVE현상(Boiling-liquid, expanding-vapor explosion)으로 대원들이 얼굴화상을 입거나 신체부상을 입는 안전사고가 종종 발생된다는 것이 공공연한 비밀로 알려져 있다.

폭발 위험을 제거하기 위한 배연작전의 구체적 목적은 바람(공기)을 불어 넣어 가연성 가스를 폭발 하한계 이하로 희석시켜 폭발환경이 조성되는 것을 방지하는 것과 가연성가스가 폭발할 경우 배연구를 통해 화염과 가스가 방출할 수 있도록 퇴로를 마련하여 폭발로 인한 위험성을 줄이는 것이다.

초기에 옥상 채광창¹⁾이나 옥상 출입구²⁾를 제거한다면, 이와 같은 목표를 달성할 수 있다. 만약 이때 폭발이 발생된다 하더라도, 확대되는 가스는 앞문으로 향하기보다 개방된 상층부로 향하므로 대원들의 진입을 보다 안전하고 용이하게 해준다.

화재가 상가건물 앞쪽에서 발생했을 때, 상가건물 뒤쪽에 이중벽이 존재한다면 뒤쪽을 배연하는 것은 바람직하지 못하므로 앞쪽 개구부를 통해 배연한다. 이때, 앞쪽 개구부를 개방(제거)할 경우 최소 좌우 한쪽 이상에 경계관찰을 배치해야 한다. 앞문이 개방되어 가열된 가스가 빠져나간 후에, 화재가 오히려 되살아 날 수 있다. 따라서 배연이 이루어진 후, 경계관찰에 배치된 팀(내부에 투입할 진압팀이 없다면)은 신속히 내부진입을 시도해야 한다.

1) 상가건물과 같이 단층건물 또는 저층건물의 천장(옥상)에 실내로 빛이 들어오도록 설치된 유리창문

2) 사다리나 비상계단을 통하여 출입하는 옥상의 해치형 비상문

지붕과 뒷문 어느 곳도 배연되지 않은 상가 건물로 진입할 경우 폭발이나 이상 연소현상에 완전 노출되게 된다.

4. 확산방지 중점의 배연작전(Venting to Limit Extension)

가장 심각하고 가장 빈번한 연소 확대 문제는 감추어져 있는 지붕공간에서 일어난다. 지붕 아래와 천장 위의 구역(통로)은 수직적으로 몇 채의 가게와 주거지로 확대되는 은밀한 통로가 된다. 화재가 천장을 통해 연소하면서 이 통로(공간)에 침투되고, 가연성가스가 흘러들어 가면서, 화염은 수직·수평으로 급격하게 확대될 것이다.

천장(또는 지붕) 공간 내의 화염이 인근 천장으로 확대되는 것을 막기 위해 화재발생장소(구역)의 천장을 먼저 파괴하여 화염과 농연을 방출시켜야 한다. 이렇게 함으로써 천장부분의 온도를 낮추고 농연을 배출시켜 대원들의 진입을 용이하게 만들고 추가적인 천장부분의 파괴나 방수 활동을 쉽고 효과적으로 할 수 있도록 해 준다.

올바른 배연기법에 대해 훈련을 받는 것 이외에도, 소방대원들은 왜, 어디서, 언제 연소 중인 건물을 배연해야 하는지 알아야 한다. 더 중요한 것은 현장 지휘관이 이러한 운영을 감독하면서 효과적으로 배연이 이루어지도록 상황을 분석하고 자원을 조정 통제해야 한다.

5. 고층건물³⁾화재 배연작전(Venting High-Rise—General)

가. 개요

저층 건물에서, 농연의 흐름을 좌우하는 요소는 화재로 인한 열, 대류의 흐름, 연소 압(Fire pressure), 창문 등 개구부 개방을 통한 외부 바람에 의해 결정된다. 고층건물에서, 농연은 이러한 요소에 더하여 굴뚝효과(Stack effect, 연돌효과라고도 함)⁴⁾와 공조시스템(HVAC System)의 영향을 받는다. 굴뚝효과는 기온의 차이와 안·밖의 대기압 차이로 인한 공기의 자연스러운 흐름을 나타낸다.

굴뚝효과는 고층건물에서 공기의 흐름에 가장 큰 영향을 끼치며, 계단실 또는 엘리베이터 샤프트에서 가장 두드러진다. 창문과 같은 개구부가

3) 고층건물이란 지하층을 제외한 층수가 11층 이상, 준 초고층건물은 30~49층(120~200m) 건물, 초고층 건물은 50층이상, 200m이상의 건축물로 정의되나 여기서의 고층건물은 11층 이상의 건물을 총칭한다.

4) 굴뚝효과(Stack effect, 연돌효과)란 고층건물의 내외부에서 발생하는 온도와 기압의 차이로 발생하는 자연적 대류현상을 말함

열리거나 깨질 때, 굴뚝효과는 이상기류를 만들어낸다. 이러한 기류는 창문이 열려있는 저층건물에서는 발생하지 않는다. 화재 시 농연의 흐름은 공조시스템 차단을 통해 어느 정도 통제할 수 있으나 아무 것도 굴뚝효과를 막을 수는 없다.

저층 건물에서 배연하는 것은 상대적으로 덜 복잡하며 다음 두 가지 배연원리만 고려하면 된다. 소방대원들이 수평부분의 개구부(창문)를 개방할 때, 화재와 바람의 압력에 의해 농연이 압력이 낮은 쪽 수평으로 배출되는 수평배연(Cross-ventilation)⁵⁾과 소방대원들이 옥상 채광창이나 옥상 출입구 뚜껑을 열 때, 뜨거운 gas와 농연이 수직 상승하여 빠져나가는 수직배연(Vertical ventilation)의 경우이다.

그러나 고층건물에서의 배연은 훨씬 복잡한 변수들이 작용한다. 소방대원이 창문이나 개구부를 열 때, 농연은 통제 불가능하게 이동한다. 굴뚝효과로 인해 전체적 상승기류 속에서 특정부분에서 농연이 아래로 움직일 수도 있고, 공조 시스템을 통해 화점층으로 부터 10층 또는 20층 위의 창고로 연소 확대가 될 수 있다.

또는, 제연계단 출입구 앞에 있는 농연통로나 다용도 샤프트에 열과 농연이 빨려 들어갈 수도 있고, 농연이 콘크리트와 철 구조물에 열을 빼앗기고 배연구로 상승하지 못할 수도 있다. 아니면 초고속 엘리베이터의 이동으로 농연이 강제로 상·하층으로 이동할 수 있다.

고층건물화재는 지하실 화재와 유사하다. 가끔 배연작업 없이 화재를 진압해야 한다. 창문을 개방할 열쇠가 없거나 굴뚝효과로 인한 배연금지 결정이 내려진 상태에서 고온의 열과 농연으로 진압작전은 난관에 봉착할 수 있다.

고층건물화재 배연작전에 반드시 고려해야 할 사항은 다음과 같다.

나. 주거용 고층건물 화재 배연작전(Venting High-Rise Residences)

배연절차는 건물의 종류에 따라 다르다. 고층아파트와 같은 주거용 고층건물 중에서 콘크리트 내력벽 위주로 지어진 건물은 비교적 열에 강하고 각 실별 방화구획의 기능은 대체로 제 기능을 한다. 이와 같은

5) Cross-ventilation 이란 방의 창문을 상대적으로 크게 여는 것 등으로 하여 통상의 자연통풍(Natural-ventilation) 보다 개구부 면적을 크게 하고 실내에 상당히 빠른 속도의 기류를 만들어 빠져나가도록 하는 것을 말한다.

주거용 고층건물은 문이 닫혀있을 때 건물 밖으로 연소가 잘 확대되지 않는다. 창문은 열릴 수 있도록 고안되었고, 따라서 필요시 쉽게 배연이 가능하다. 이와 같은 건물에 대한 배연작업은 바람이 개방된 창문을 통해 들어와 진입팀에 위협이 되는 것 이외에는 큰 문제가 없다.

그러나, 최근 지어지는 주상복합건물형태의 고층건물은 30~40층 이상의 높이가 대부분이고, 플라스터 보드(Plasterboard)로 이루어진 외벽과 중앙 공조시스템에 의해 공기가 공급되는 시설구조를 가지고 있다. 이와 같은 주거용 고층건물은 화재진압이 낙관적으로 진행되고 있거나 화재가 완전히 진압된 후에 배연을 시작하는 것이 바람직하다. 이때의 배연은 신중한 상황분석과 판단이 필요하다.

주거용 고층건물은 비교적 좁게 세분화된 방화구획 구조로 되어 있어 굴뚝효과가 최소화되기 때문에 배연작업은 효과적이며 많은 생명을 구하는데 결정적인 기능을 할 수 있다. 또한 이러한 건물에서의 창문은 쉽게 개방이 되며, 배연의 역기능으로 인한 농연과 연소의 확대여부를 쉽게 예측 할 수 있다.

배연작업은 우선 열과 농연이 유입되고 있는 창문과 계단을 배연하고, 열쇠나 손으로 창문을 개방하거나 파괴한다. 계단실 배연을 위해 옥상 채광창이나 창문, 파괴 가능한 칸막이벽을 개방한다.

다. 상업용 고층건물 화재 배연작전(Venting High-Rise Office Buildings)

상업용 고층건물은 주거용 고층건물과 다르다. 사무실용 고층건물은 보통 수 십층 이상의 초고층으로 상대적으로 넓은 개방공간을 가지고 있다. 이러한 공간과 거대한 높이는 창문 개방 시 상당한 대류를 일으키는 원인이 된다. 공조 시스템의 배관과 통로는 10층 혹은 20층 이상의 넓은 층계를 연결한다.

이러한 통로는 불길과 농연을 확대시키는 주요 요인이 된다. 이러한 건물 내의 창문은 주로 잠겨있으며 열리기 쉬운 구조로 되어있지 않다. 창문과 계단 배연을 어렵고 예측할 수 없게 만드는 것은 굴뚝효과이다. 이러한 굴뚝효과는 상하층간의 온도 차이와 내외부의 대기압 차이로 강력한 공기의 흐름(대류)을 형성시킨다.

심각한 생명의 위협이 없고 화재를 통제할 수 없을 경우, 배연은 금지된다. 배연은 연소확대 가능성이 매우 낮은 화재진압이 완료된 후에 실시해야 한다.

상업용 고층건물 화재시 배연을 하지 않는 4가지 구체적 이유는 다음과 같다.

- 굴뚝효과로 인해, 당신은 건물 내부의 대류 흐름을 예측할 수 없다.
- 배연은 불꽃 폭풍을 촉발할 지도 모르고, 주거자들과 소방대원들을 위층에 가두면서 계단실을 농연으로 가득 차게 만들 수 있다.
- 이와 같은 건물 내에서의 대류 흐름은 예측할 수 없기 때문에 배연으로 인하여 오히려 청정구역에 농연을 끌어들이는 결과를 초래할 수 있다.
- 기류의 산소가 화재의 크기와 강도를 증가시킬지도 모른다.

사무실용 고층화재시 일반적으로 쓰이는 기본적 진압방법은 공조 시스템을 차단하고 배연작용 없이 화재를 진압하는 것이다. 이것은 예측할 수 없는 위험한 기류보다는 어떤 기류도 없는 것이 더 낫다는 믿음에 근거한다. 이것은 주거용 고층건물의 배연방침과 배치되는 것이다. 상업용 고층건물 화재 시 배연을 하지 않는 방침은 생명을 구하는 가장 효과적인 방법이다. 그러나, 화재가 완전히 진압된 후에는 배연금지 방침은 변화된다. 화재가 진압되고, 잔류 농연 통제가 용이해 지면 창문과 계단에 있는 농연과 열을 방출시킨다. 이것은 화재가 진압된 후 또는 지휘관의 지시가 있을 후에 시행되어야 한다.

상업용 고층건물에서의 배연 방식은 다음과 같다.

1). 창문 개방

선착대가 해야 할 첫 번째 임무 중 하나는 화점층의 창문, 개구부를 열기 위한 열쇠를 확보하는 것이다. 일반적으로 열쇠는 로비 데스크에 보관되어 있다. 이와 같은 건물의 창문은 대개 잠겨있다. 고층에 있는 창문에는 보통 2~3개의 잠금 장치가 있을 수도 있다. 창문을 개방하기로 결정하기 전에 창문개방 방식에는 상하식, 좌우개폐식, 회전식, 여닫이식, 미닫이식 등 다양한 방식이 있다는 것을 고려한다.

이와 같은 건물 내의 창문은 공조 시스템을 따라 10년 혹은 20년 동안 닫혀있는 상태로 있었으며, 쉽게 열리지 않을 수 있다.

2). 창문 파괴

창문을 파괴하는 문제는 많은 주의사항이 따른다. 떨어지는 유리 조각은 거리에 있던 보행자나 소방대원들의 목숨을 앗아갈 수 있다. 연결송수구에 호스를 연결하고 있던 소방대원이 떨어지는 유리로 척추에 심한 부상을

입은 사례도 있다.

창문 유리를 파괴할 때 창문 아래 난간이 있다면, 창문을 안전하게 깨뜨릴 수 있다. 그렇지 않다면 지휘관이 거리에 있는 사람들을 모두 이동시키는 등 지상층의 안전반경(최소 50m)을 확보한 후에 창문파괴를 시작해야 한다. 그러나 지상층의 사람들을 이동시키고 안전하게 통제하는 것이 쉽지는 않다. 업무시간 중에 건물 내에 대피가 이루어지고 있는 시간에 창문을 파괴하는 것은 많은 사람들의 목숨을 앗아갈 수 있다. 복잡한 상가나 식당들이 밀집에 있는 지역이라면 불시에 위험반경 안으로 보행하는 사람들이 나타나기도 한다. 그러므로 안전지대 내 출입을 통제하는 전담 대원의 배치가 반드시 필요하다.

3). 송풍기 사용

화재가 진압된 후, 소방대원들은 남아있는 농연과 열을 방출시키기 위해 송풍기를 이용할 수 있다. 우선, 계단 통로 아래에 환풍기를 설치하고, 신선한 공기가 들어올 수 있도록 문을 연다. 배연하고자 하는 층의 계단 통로 위에 두 번째 환풍기를 설치하고, 계단 통로에서 농연이 가득 찬 층으로 문을 연다. 그외 상층부에 있는 문을 닫거나 지붕에 있는 옥상 출입구 뚜껑을 닫고, 계단 통로를 따라 모든 문을 닫은 후 양쪽 환풍기를 작동하기 시작한다. 외부에서 불어 들어오는 바람이 강하지 않다면 농연이 가득 찬 층계의 창문을 통해 배출될 수 있다.

4). 공조 시스템(HVAC System)을 통한 배연

화재가 진압된 후, 창문을 열 수 없다면 공조 시스템이 건물의 배연을 위해 이용될 수 있다. 이렇게 하기 위해 이 시스템에 정통한, 숙련된 건물 관리인의 지식이 요구된다. 이 시스템은 적절하게 운영되지 않으면 해가 될 수 있기 때문에 조작책임자나 설비 기술자가 없다면, 함부로 시도해서는 안 된다. 공조 시스템을 조작할 수 있는 관리인이 확보되면 다음의 사항(공조시스템 가동절차 4단계)을 요청한다.

- 신선한 공기 유입을 위해 공기 흡입구를 열도록 한다.
- 연기가 차있는 층의 재순환 통로를 차단하도록 한다.
- 외부 배출을 위해 배기구를 열도록 한다.
- 공조 시스템을 작동시키도록 한다.

5). 배연을 위해 굴뚝효과 이용하기(그림36)

미리 언급했듯이, 굴뚝효과는 밀폐된 공간 내의 자연스러운 수직적 공기의 흐름이다. 굴뚝효과는 고층건물 내에서 가장 강력한 농연과 공기의 이동을 만들어 내며, 외부 상황에 따라 다르게 나타난다.

예를 들어, 안이 밖보다 따뜻한 겨울에는 공기의 흐름은 일반적으로 위쪽이다. 여름에는 굴뚝효과로 인한 공기의 흐름이 아래가 될 수 있다. 공기의 움직임은 건물의 높이에 영향을 받는데, 높은 건물일수록 그 효과가 크다. 또한 건물이 좀 더 강하게 밀폐되어 있으면 굴뚝효과가 더 강해진다.

지표면과 혹은 지붕 수준으로 출입구를 개방함으로써 기류를 느낄 수 있다. 소방대원들은 화재가 진압된 후 계단이 지붕으로 연결된다면, 계단에 남아있는 농연을 배출하기 위해 가끔 굴뚝효과를 이용한다. 예를 들어, 겨울에 계단을 수색한 후 주거자가 없다는 것이 밝혀지고, 농연이 몇몇 중간 층계에서 층을 이룬다면 지붕, 옥상 채광창, 옥상 출입구의 뚜껑과 동시에 일층 출입문을 열어야 한다.

계단에 있는 다른 모든 문이 닫혀있다면, 기류가 가끔 자동으로 계단실로 배출된다. 만약 창문이 있는 중간층의 문을 개방한다면, 남아있는 농연을 배출할 수 있다. 굴뚝효과의 흐름은 농연을 위와 계단실 밖으로 이동시킬 것이다. 굴뚝효과를 보조하기 위해 송풍기가 이용될 수도 있다.

6). 계단 지정

고층건물 화재 시, 2개 이상의 건물 계단이 있을 경우에는 대개 사용 목적에 따라 구분하여 이용된다.

소방대원들에 의해 이용되는 공격통로(Attack stairway)는 유독가스과 연기가 가득 찬 채 이용되고 또 하나의 계단은 연기유입을 차단하여 맑은 공기환경을 유지한 채 건물 내 구조자들의 대피통로(Evacuation stairway)로 이용된다.

화재 발생 층의 공격통로와 대피통로는 구획되어 있어야 하므로 즉시 문을 닫는다.

상황이 허락되면, 공격통로 내에 희생자가 있는지 검색해야 한다.

가끔 사람들은 대피를 위해 실수로 위로 올라가기도 한다.

소방대원들이 화점층의 화재를 진압하기 위해 문을 열 때 공격통로 안으로

급속히 농연이 유입되므로 유의해야 한다.

7). 배연을 위한 계단 이용

어떤 빌딩은 건물 내의 계단이 지붕까지 직접 연결되지 않는다. 이런 건물에는 계단 꼭대기에 옥상 채광창, 옥상 출입구, 승강구의 뚜껑 등이 없을 수도 있다. 어떤 건물에는, 맨 꼭대기 층이 공조설비, 엘리베이터 모터, 펌프, 물탱크를 보유하고 있는 설비 층계로 활용된다. 옥상에 접근하려면 복잡한 파이프와 펌프 뒤에 숨겨진 출입문을 통과해야 하며, 검색대원들이 이와 같은 출입문을 발견하기는 어렵다. 때로는 공기호흡기를 착용하고 건물관리인의 안내를 받아야 할지도 모른다. 이와 같은 상황에서 옥상 출입구를 통한 배연은 효과적인 방법이 아닐지도 모른다.

그러나 주거용 고층건물에서는 화세 통제가 어려운 경우에도 창문을 통한 배연이 선택 사항이 될 수 있다. 대부분의 고층건물은 꼭대기 층에 옥상출입구를 가지고 있다. 고층건물에 두 개 이상의 계단실이 있고 모두 꼭대기에 옥상출입구가 있다면, 요구조자가 없는 통로를 통해 지붕을 통한 배연에 이용될 수 있다. 이런 방식의 배연이 가능하도록 옥상출입구 담당 팀은 엘리베이터를 통해 옥상으로 가거나 농연이 없는 계단을 통해 옥상출입구를 개폐할 수 있는 위치로 가야 한다. 옥상에 도착한 팀은 어느 계단 통로가 공격과 대피에 이용될 수 있을지 결정해서 보고해야 한다.

옥상출입구 담당팀도 지휘관이 굴뚝효과를 약화시키기 위해 옥상출입구를 닫도록 지시하면 즉각 조치할 수 있도록 대기상태를 유지해야 한다.

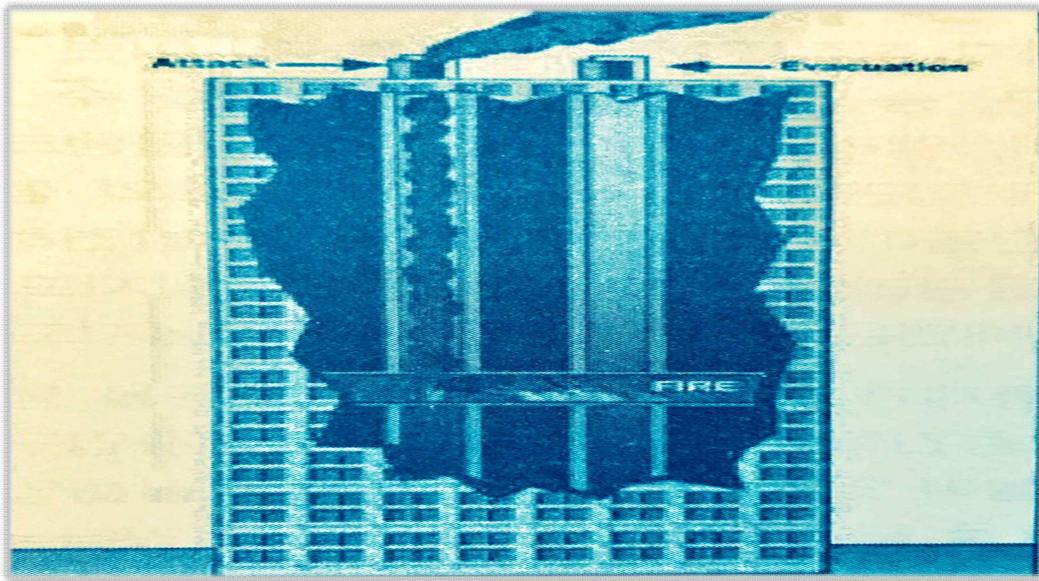
또한 굴뚝효과를 약화시키기 위해 공격통로로 통하는 1층 현관 문(Lobby Door)은 닫힌 상태로 유지되도록 통제해야 한다. 그러나, 피난통로로 통하는 1층 현관 문(Lobby Door)은 신선한 공기의 유입량을 증가시키기 위해 개방되도록 해야 한다.

이와 같은 배연작전은 건물내 기류의 변화나 건물외부의 바람의 상태에 영향을 받으므로 현관, 옥상, 화점층 출입구에 각각 배치된 팀 간의 상호 긴밀한 팀워크와 지휘통제가 필요하다. 누적된 농연과 열을 방출시키기 위해 공격통로(Attack stairway)와 대피통로(Evacuation stairway)를 배연시킨다.

화점층에서 공격통로의 배연을 담당하는 대원은 입구를 개방 할 때는 지휘관에게 반드시 보고하고, 승인을 받아야 한다.

터널효과로 인해 화염과 열이 공격통로 급격히 유입되어 진압팀의 진입이나

활동을 방해할 경우 지휘관은 즉시 그 입구를 다시 닫을 것을 지시해야 한다.



【그림36】 배연을 위한 계단이용

라. 창문 배연작전(Venting Windows in High-Rises)(그림36)

주거용 다층구조의 건물에는 두꺼운 대형 판유리 형태의 창문이 화재 시 열기에 의해 쉽게 변형되는 알루미늄 프레임에 설치되어 있다. 화재 시 깨진 유리는 강풍에 날려 상당히 먼 거리에 까지 떨어진다. 이것은 많은 사상자를 유발시킬 수 있으며, 소방호스가 잘려나가 화점층 깊숙이 진입한 팀을 위협에 빠뜨릴 수 있다.⁶⁾

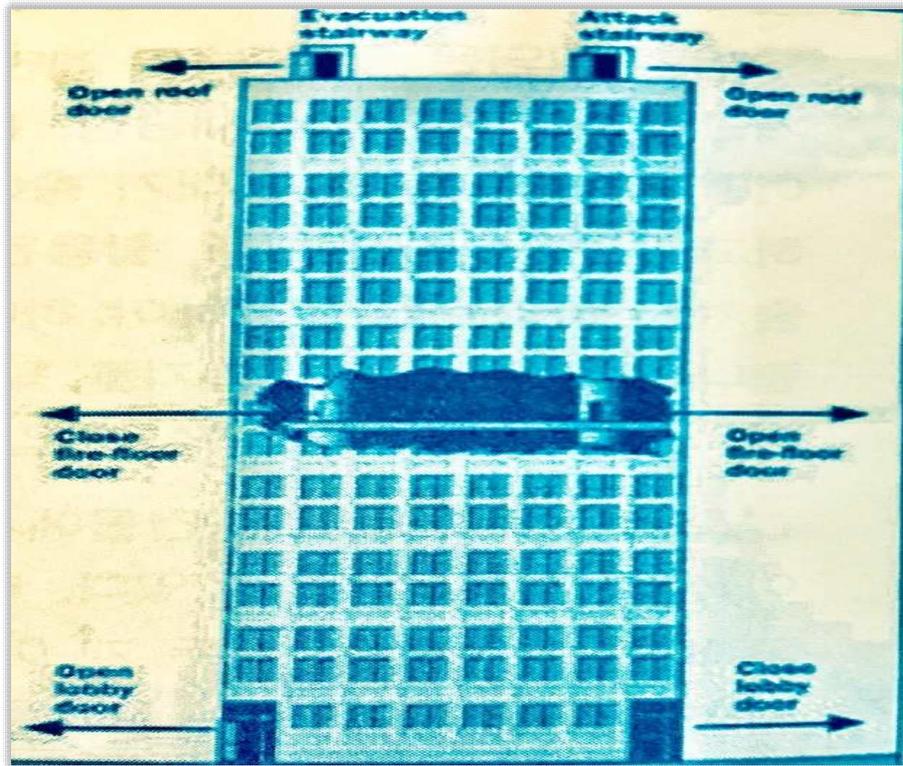
열쇠로 대형 창문을 열거나 창문틀에서 유리 파편을 제거할 때 반드시 지휘관에게 그 상황을 알리고 건물 주변 소방통제선(Fire-line)을 통제하는 팀과 협력하여야 한다.

유리파편의 추락위험이 있을 때마다, 지휘관(또는 배연팀)은 소방통제선(Fire-line)을 통제하는 팀이 건물주변 거리(인도)를 통제하여 구경꾼(보행자)이나 운전요원들이 위험반경 안에서 지나가지 않도록 해야 한다. 마찬가지로 건물내부 중앙홀 부분에서의 유리파편 낙하위험이 있는 곳과 이와 유사한 위험이 예상되는 곳도 동일한 수준의 안전조치를 취해야 한다. 이와 같은 안전통제를 위해서는 많은 인원이 필요하다는 점을 고려하여 신속한 인력지원을 요청해야 한다. 건물내부로 들어가는 소방호스는 질긴 천이나 기타 보호물질로 덮는 조치도 필요하다. 이와 같은 조치가 완료

6) 고층화재시 떨어지는 유리로 인해 소방호스가 잘려나가고 부상자가 발생한 미국의 사례: Los Angeles, First Interstate Bank 화재(1988)와 Philadelphia, Meridian 쇼핑센터 화재(1992)

되고 나면, 배연팀장은 창문파괴나 유리파편 제거를 시작한다는 것을 지휘관에게 알려야 한다.

비록 고층건물에서 발생하는 다른 위험요인에 비해 사소한 문제로 인식될 수 있으나, 유리파편 추락으로 치명적인 위험결과를 유발할 수 있다는 점을 알아야 한다. 창문을 깨뜨리는 간단한 행위로 사람이 죽거나 소방호스가 절단될지도 모른다.



【그림37】 창문을 통한 배연

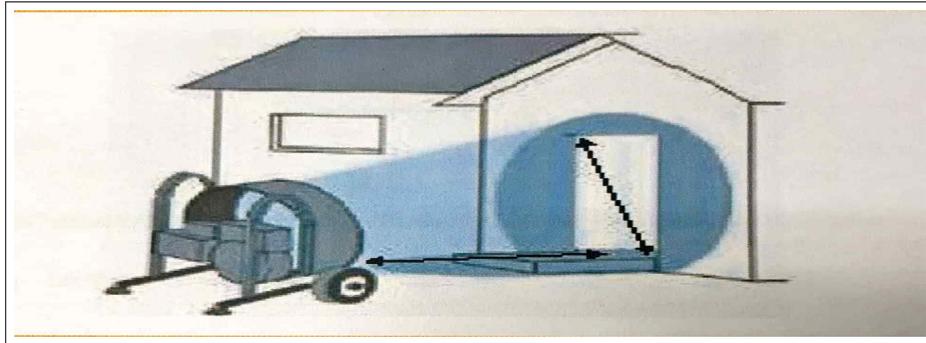
제4장. 배연기 활용방법

1. 배연기의 설치 및 위치선정

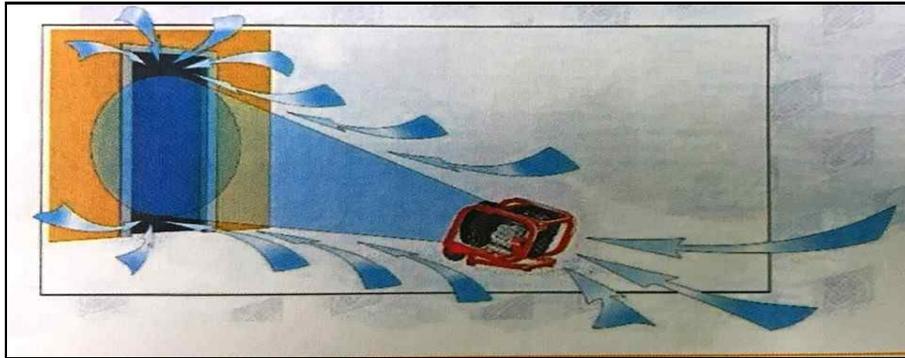
가. 급기구의 대각선 길이 = 급기구와 배연기 사이의 거리

나. 배연기가 입구에 비해 클 경우 배연기는 입구 쪽에 근거리 배치

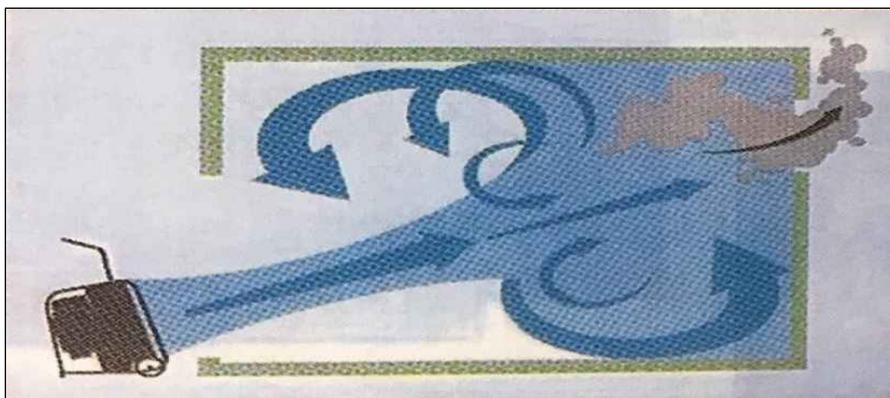
다. 배연기가 입구에 비해 작을 경우 배연기를 입구에서 원거리 배치



라. 배연기의 바람으로 급기구를 완전히 막아주지 않을 경우, 틈새로 산소를 머금은 공기가 들어가게 되어 불길의 더 커질 수 있다.



마. 급기구를 완전히 막지 않으면 양압이 제대로 형성되지 않을 뿐만 아니라 바람이 소용돌이를 일으켜 연소 확대를 초래할 수 있다.



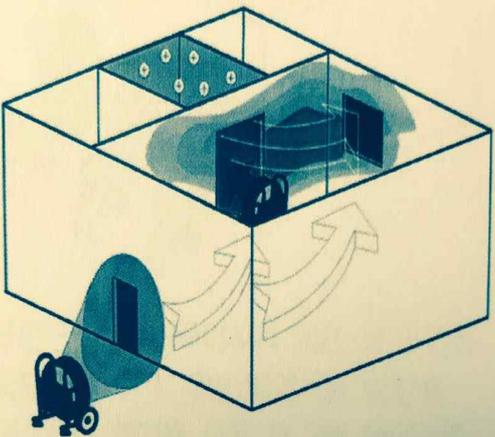
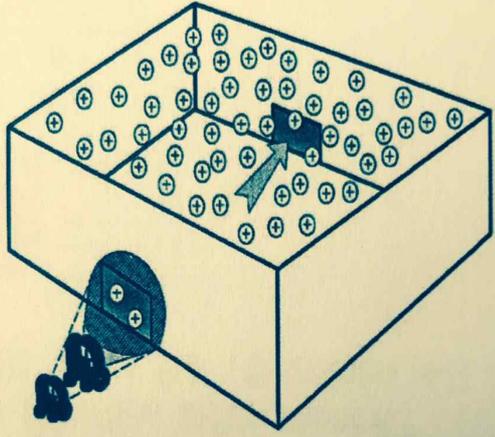
바. 양압배연기는 바람이 아닌 공기의 압력을 이용하는 방식임

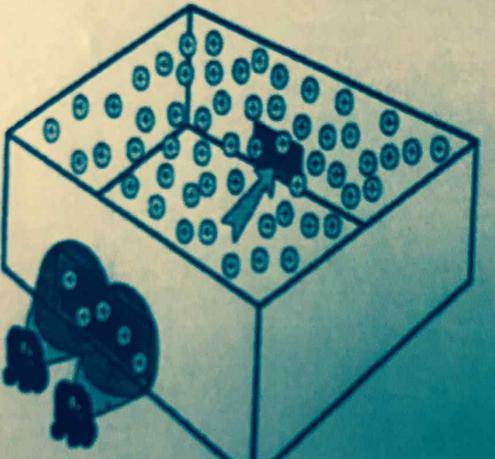
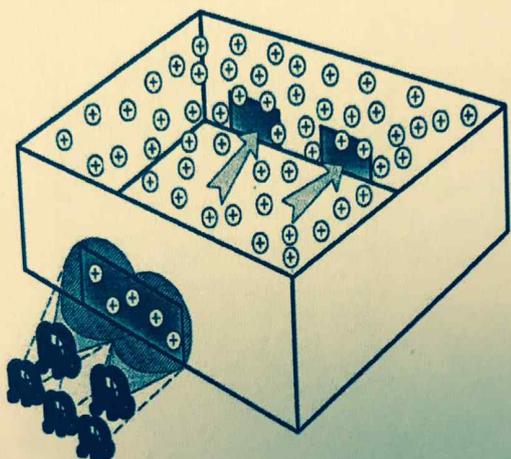
잘못된 설치 예	올바른 설치 예
<p>연기가 제대로 배출되지 않는다. 바람을 불어넣는 면적이 작기 때문에 급기구로 대원이 진입할 때마다 공기의 흐름이 막혀 배연 작업이 끊길 수 있다</p>	<p>건물 내부 전체가 일정한 기압상태가 되어 연기를 전부 제거할 수 있다. 충분한 양의 공기를 계속 불어넣어 줄 수 있기 때문에 중단될 염려가 없다.</p>

2. 양압배연을 활용한 진압 작전

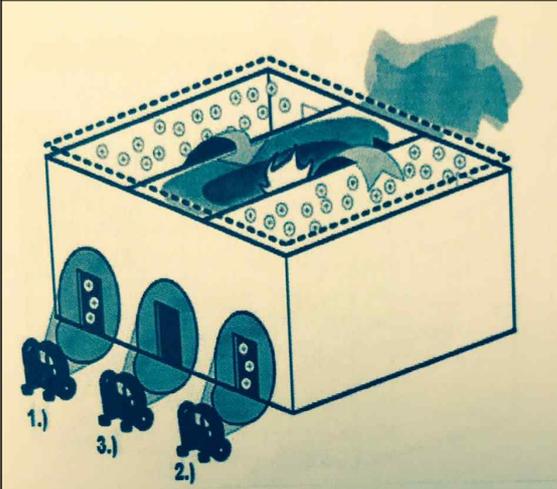
<p>① 현장 도착 시 건물이 연기로 완전히 가득한 상태</p>	<p>② 효율적인 배연을 위한 급기구와 배기구를 설정</p>
<p>③ 문과 창문을 적절히 열고 닫음으로써 배기구를 조절하여 구획별로 배연작업을 하면 효과적으로 시간을 단축할 수 있다</p>	

3. 상황에 따른 양압배연기 설치방법

<p>배기구가 없는 방에서 화재 발생 시</p>	<p>배연기 2대 이상 일렬배치</p>
	
<p>건물 입구에 배연기를 설치하고 배연을 실시할 부분의 입구에서 추가 배연기를 이용한 배연작업 실시한다</p>	<p>대형 배풍기를 급기구에서 약 0.6m 후방에 놓고 소형배풍기를 대형배풍기 뒤에 놓아 급기구를 추가 가압공기로 봉인한다.이러한 조합은 앞쪽 배풍기의 효율을 약 10% 증가시켜준다</p>

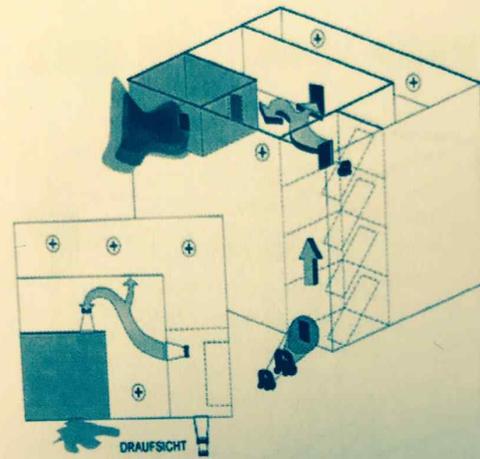
<p>화재현장의 개구부가 클 경우</p>	<p>대형건물의 화재 발생 시</p>
	
<p>두 대 이상의 배연기를 옆으로 나란히 배열하는 방식은 일렬배치보다는 덜 효율적이다. 그러나 급기구의 면적이 대형일 때 필요한 배치방식이다</p>	<p>대형건물 배연 작업 시, 다수의 배연기를 앞서 설명한 두 가지 방법을 응용하여 설치한다.</p>

완전 구획이 이루어지지 않은 건물



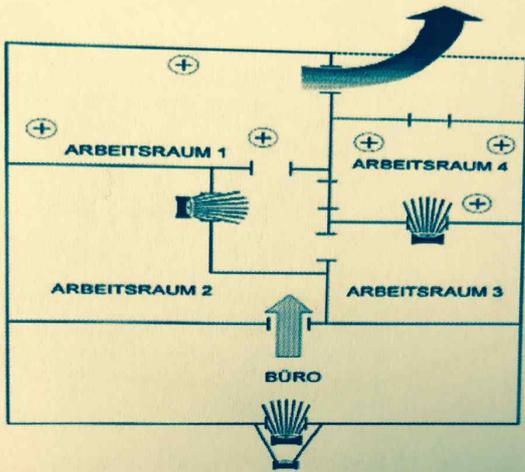
완전구획이 이루어지지 않은 상가 건물 화재의 경우 1,2번 배연기로 양압을 형성하여 연기를 모은 후 3번 배연기를 이용해 배연한다

고층건물 화재



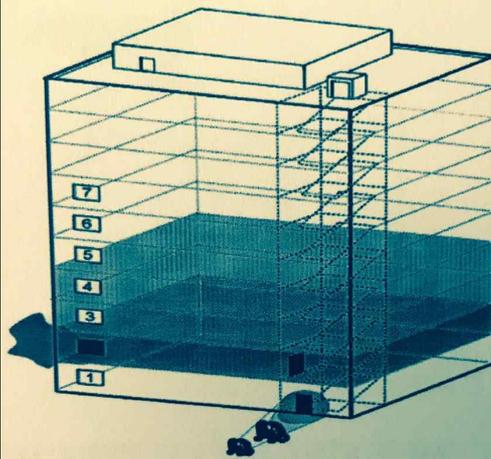
고층건물 화재의 경우 1층 외부에서 배연 작업을 실시하면서 화점층 내부에서도 배연기를 가동하면 더 효과적이다.

면적이 넓은 건물



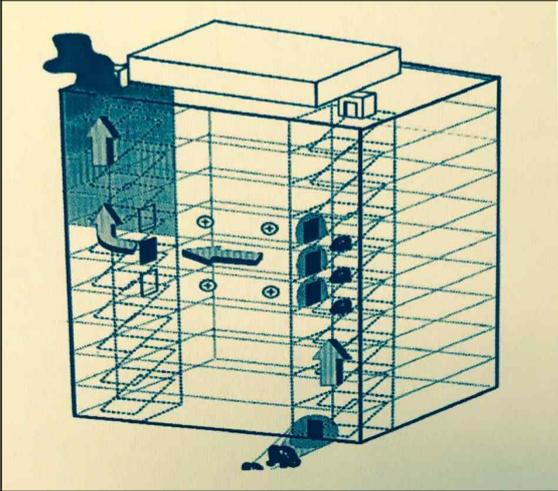
면적이 넓은 건물에서 여러 대의 배연기와 출입문을 적절히 이용해 양압을 형성하고 연기가 없는 방을 보호하는 작전을 적용할 수 있다.

고층건물 화재시 저층에서 화재발생



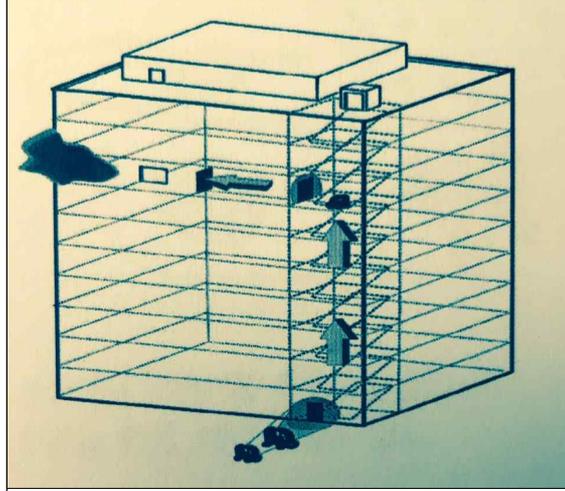
2층에서 화재가 발생한 경우 1단계로 계단을 이용해 양압을 형성하여 화점층을 배연, 그 다음 순차적으로 3층과 4층의 배연 실시

고층건물 계단통로가 두 군데인 경우



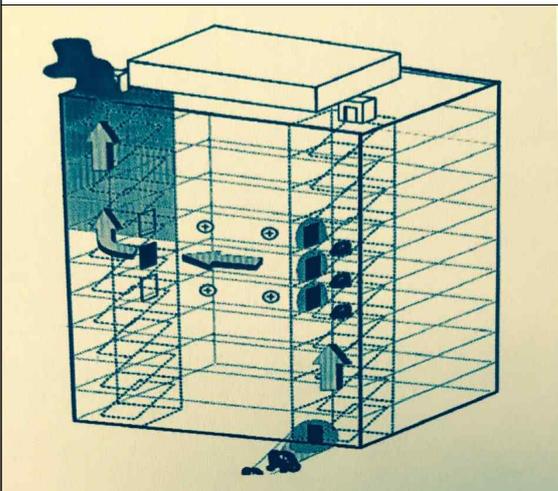
계단통로가 두 군데인 경우 내부에 추가로 배연기를 설치하여 연기를 한 쪽 계단으로 유도한 다음 나머지 계단 통로를 진압 및 구조작업에 사용가능

고층건물 화재 시 고층에서 화재발생



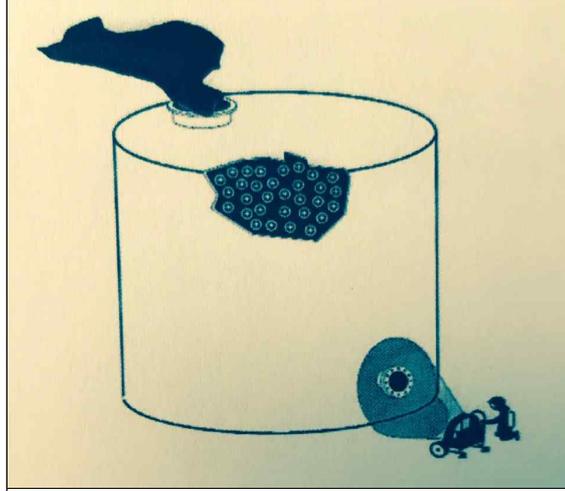
계단을 이용하여 양압형성 후, 화점층 창문을 배출구로 사용하여 배연작업 실시

고층건물 화재 시

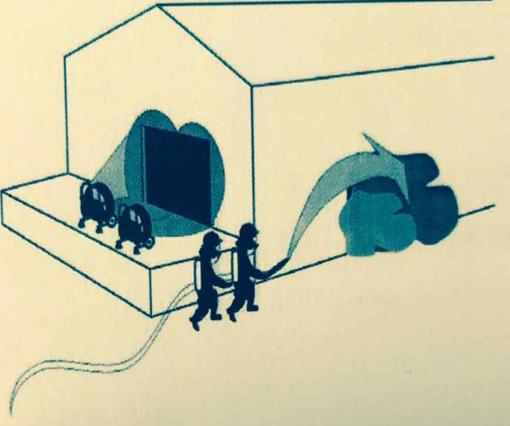
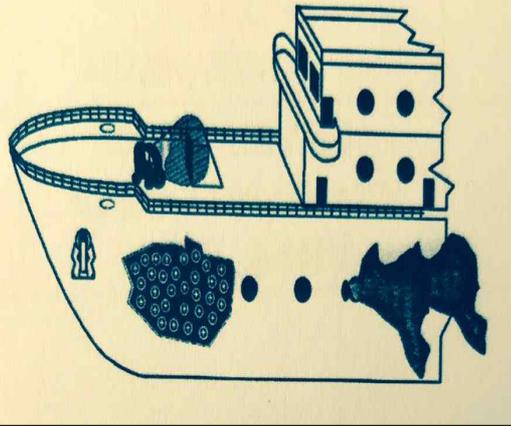


배연작업을 실시하면서 화점층과 직상층, 직하층에 추가로 배연기를 설치하여 양압을 형성, 타 층을 보호하는 작업

대형 저장소 화재 시



폭발 위험이 있는 대형 저장고 등에서 배연작업 실시 가능

수용성 유독물질	선박 화재 시
	
<p>수용성 유독물질 제거 시 1차로 물을 더해 배연작업을 실시하고 2차로 방수를 실시하여 독성을 제거하는 방법</p>	<p>선상에서 배연기를 이용하여 선실 내 양압을 형성, 배연작업을 실시</p>

4. 배연소방차

가. 음압식 배연소방차

- 1) 화재현장의 농연을 차량의 배연기로 흡입하여 배기구로 배출하는 구조
- 2) 오염물질이 배풍기를 통하여 유입되어 추가적인 장비청소와 정비요함



나. 양압식 배연소방차

- 1) 화재현장 개구부 입구에서 건물 안쪽으로 바람을 불어 양압을 형성하여 배기구로 농연을 배출하는 구조

- 2) 대원들이 배풍기 사용 시 유해내부 오염물에 노출되지 않는다
- 3) 배풍기의 위치상 배풍기 사용 후 청소 및 정비를 최소화 시켜준다
- 4) 양압식은 음압식보다 효율면 에서 약 2배의 효과가 있다



다. 양압식 배연소방차의 사용사례



제5장. 결 론

- ① 배연은 화재진압과 동시에 이루어져야 효과적이며, 배연의 가장 큰 목적은 화재와 싸우는 소방관과 요구조자의 안전을 보호 하는데 있을 것이다.
- ② 배연은 앞으로 그 쓰임의 범위가 넓어지고 그에 따라 생명과 재산의 보호도 증가 할 것이다.
- ③ 배연기는 화재현장에서 다양하게 효과적으로 사용할 수 있으며 화재의 유형에 따라서는 적절한 훈련을 통해 그 활용방법을 익힐 필요가 있다.

VIII. 참고 문헌

1. 《소방전술 I》, 중앙소방학교
2. 《Essentials of fire fighting》, 대전소방본부 김화식 번역