



고층건축물 샤프트 가압방법에 대한 연구

김진수 · 이의평*
전주대학교 대학원

A Study on the Shaft pressurization methods in tall buildings

Jinsoo Kim · Eui-pyeong Lee
Jeonju Graduate school

요 약

고층건축물의 피난경로 제연설비는 차압형성과 방연풍량공급의 두 가지 목적을 가진다. 그러나 고층건축물의 구조와 연돌효과 때문에 가압에 어느 정도의 기술적 고려가 필요하다. 피난계단실과 승강기승강로를 직접 가압하고 과압배출설비를 설치함으로써 합리적인 가압효과를 얻을 수 있다.

1. 서 론

고층건축물의 피난계단실, 승강기 승강로 등의 샤프트를 연기로부터 보호하기 위한 급기 가압 방식이, 중위도 이상의 온한대 지역 고층건축물에서는 호한기 연돌효과 때문에 높이에 따른 옥내 압력분포의 변화가 심하여 고른 가압효과를 얻기가 어렵다. NFPA 92A나 BS/EN 12101-6에는 계단실 가압이나 승강로 가압을 권장하지만 국내에서는 부속실 혹은 승강장 가압이 주류를 이룬다. 최근 승강로 가압방식이 개발되었음에도 아직 보편적으로 보급되지 못하고 있으나, 고층건축물의 피난용승강기가 범제화됨으로써 피난용 승강기와 비상용 승강기로 가압시설이 이중화되는 부담을 줄이기 위해 승강로 가압이 늘어날 것으로 전망된다.

2. 고층건축물 샤프트 가압에서 고려할 점

고층 건축물에 급기가압을 적용할 때에는 가압에 가장 불리한 조건인 연돌효과에 대비하여야 하고, 또한 피난초기 1층(피난층)의 계단실 문이 안 열린 상황과 피난 중기 1층의 계단실이 열린 상황에서의 심한 편차를 고려하여야 한다.

* kr-fire-chief@hanmail.net

2.1 출입문의 적정 차압 범위

출입문 차압의 하한은 문의 열림방향에 반대방향으로 25 Pa 또는 50 Pa가 보편적으로 채택되고 있다. NFPA 92A와 NFSC 501A에서는 이 하한을 스프링클러가 있는 공간에 대해 12.5 Pa까지 완화하고 있으나 측정오차 및 계기오차를 고려하면 20 Pa 이상이 되어야 한다. 또한 연돌효과와 화재상황을 포함한 모든 상황에서 이 차압조건을 충족하여야 하므로 평시 조건에서의 측정은 50 Pa 이상이 되어야 한다. 차압의 상한은 어느 표준에도 정한 바 없고 단지 문을 여는데 필요한 힘이 100 내지 133 N을 넘지 않도록 하고 있다. 국내 규정은 110 N을 넘지 않도록 하는 것인데, KSF 4505 규격의 도어 클로저를 사용하는 표준 크기의 문에서 이 조건을 충족하기 위해서는 차압이 80 Pa을 넘어서는 아니 된다.

2.2 과압 방지

적정차압을 유지하지 못하는 경우는 대부분 과압이 발생한다. 차압 부족의 우려는 가압능력을 높여줌으로써 해소할 수 있지만 과잉 차압의 경우는 별도의 과압방지 대책을 강구하여야 한다. 차압을 감지하여 자동조절되는 형식의 급기댐퍼를 쓰더라도 댐퍼의 정밀성에 한계가 있어 미세누설을 방지할 수 없는데다 방화문의 제작 정밀도가 높아 누설공기가 배출되지 않기 때문에 과압의 발생은 피할 수 없다.

2.3 계단실 압력 상태의 변화

계단실 압력상태는 옥내의 온도차에 따라 다르고, 문의 개방상태에 따라 다르다. 흑한기의 경우 피난을 시작하는 시점에서는 중성대가 일반적으로 건물 중간쯤에 있지만, 피난이 계속되면서 계단실 1층의 피난문이 열리면 중성대가 아래로 이동하여 고층부의 계단실 차압이 급격히 상승한다. 이러한 모든 경우에 차압조건을 충족시키려면 다양한 시뮬레이션이 필요하다.

2.3 승강기 승강로 조건

승강기에 대해서는 국내의 규정에 정한 바가 없으나 IBC 2012년 판에는 승강기 문에 작용하는 차압범위를 25 내지 67 Pa로 규정하고 있다. 25 Pa 이상은 연기의 침입을 막기 위한 것이므로 승강로에서 승강장 방향으로 작용하여야 하고, 67 Pa 이내는 승강기 문의 원활한 작동을 보장하는 것이므로 어느 방향이든 관계가 없다. 이러한 방향성이 문제가 되는 곳은 1층(피난층)이다. 피난층에서는 피난이나 소방대의 활동을 위해 1층 외부 출입문이 열려 있어야 하는데, 이러한 경우 흑한기 연돌효과 상황에서는 압력의 작용 방향이 승강장에서 승강로 안쪽을 향하기 때문이다. 피난층에서는 연기의 유입이 없는 것으로 보아야하므로 1층의 승강기 문에 걸리는 차압은 어느 방향으로나 67 Pa 이내이면 된다.

2.4 배출설비

배출설비는 화재층 부속실의 열린 문에서 공급되는 방연풍량을 배출하여 옥내에 적치되지 않도록 함으로써 방연풍속을 계속 유지하기 위해 절대로 필요한 설비이다. 화재층에서만 배출기능을 발휘하여야 하므로 연기감지기와 연동 개방하는 댐퍼가 필요하다. 이 배출설비는 단순히 가압용 급기의 배출 기능만이 아니라 화재층에 부압을 형성함으로써 건물 전체적으로 샌드위치 가압 효과를 얻는 기능도 있다. 오피스 건물의 공용 화재상실 배기

설비는 배출용량과 방화성능을 검토하여 배출설비의 역할을 하도록 할 수도 있으나, 신뢰성을 확보할 수 없다면 별도의 배출설비와 연동하여 단허야 한다.

3. 고층건물 샤프트 가압방법

3.1 부속실(승강장) 단독 급기방식

부속실 급기방식은 국내 제연방식의 주된 관행이다. 이 방식은 부속실이나 승강장 그 자체에서 연돌효과가 발생하지 않는다는 장점이 있다. 그러나 승강로에서 발생한 연돌효과가 고층부의 승강기 문틈으로 새어나와 생긴 과압에 대응할 수 없다는 문제가 있다. 또한 초고층의 모든 층 부속실(승강장)마다 별도로 차압을 제어해야 하는 등 시스템이 아주 복잡해진다. 부속실과 승강장을 겸용하는 경우에는 하나의 가압설비만으로 두 가지 가압효과를 볼 수 있어서 경제적이지만 계단실과 승강로의 기류유동특성이 달라 차압형성조건도 다르기 때문에 시스템 해석은 그만큼 더 어려워진다. 이 시스템은 모든 제연구역에 과압배출장치를 설치할 경우 어느 정도 안정된 성능을 발휘할 수 있다.

3.2 계단실 단독 급기방식

계단실 단독 급기방식은 NFPA 92A나 BS/EN 12101-6에서 권장하는 방식으로서, 별도의 급기 샤프트가 없어서 구조가 간단하지만, 연돌효과 상황에서 계단실 전체를 균일 가압하면 연돌효과를 더 악화시키는 요인이 된다. 그러나 계단실 하부에서 단일점(Single point supply) 급기를 하고 적당량을 옥탑에서 배출하면 계단실에 상승기류가 생기게 되고, 계단실의 복잡한 구조 때문에 기류가 상승하면서 급격히 정압이 감소하게 되므로 연돌효과를 상쇄할 수 있는 이점이 있다. 계단실 하부 단일점 급기방식은 계단실을 상향 유동하는 공기의 정압감소와 흡기관의 연돌효과가 상보효과를 이루는 장점이 있으나 연돌효과가 없을 경우에는 오히려 정압이 불균형해지므로 다중점(Multi point supply) 급기를 병용하는 것이 좋다.(Hybrid supply) 이 방식은 계단실과 병행하는 별도의 수직 급기샤프트를 만들고 급기 팬은 하부에서 급기하되, 하부에서는 계단실과 급기샤프트를 통합하고, 건물 높이의 중간 위치와 최상부에 급기구를 두어 계단실로 급기를 하는 것이다. 하부의 통합공간과 중간부, 최상부의 급기구 위치에서 양쪽 공간의 압력균형에 따라 급기가 자동조절 되어 적절한 가압 균형을 이룰 수 있다. 중간부와 최상부 급기구의 크기 및 급기량은 시뮬레이션을 통해 결정한다. 다양한 시나리오로 시뮬레이션을 하여도 초고층의 경우에는 해석이 매우 복잡해지지만, 계단실과 부속실 사이 간벽마다 과압배출장치를 설치함으로써 차압분포를 균일화하고 시스템을 단순화 할 수 있다.

3.3 승강로 단독 급기방식

승강로 단독 급기방식은 계단실 단독급기방식과 유사한 개념이지만 구조적 상이점 때문에 상당히 다른 결과를 보인다. 승강로는 구조가 단순하여 공기의 상승유동에 따른 정압의 저하가 없으나, 승강기 문의 누설면적이 커서 그 틈으로 누설된 공기가 승강장을 간접 가압하기 때문에 승강로와 승강장 사이의 차압이 작아진다. 또한 승강기 문을 열 경우에는 열린 문 주변의 개방면적이 커서 충분한 방연풍량을 공급할 수 있다. 승강로 과압

때문에 급기 압력을 낮춤으로써 승강기 문틈을 통한 방연풍량 공급이 부족하게 될 경우에는 승강로와 승강장 사이의 간벽에 자동조절형 급기댐퍼를 설치하여 충분한 방연풍량을 공급할 수도 있다.

4. 재래식 아파트의 문제

4.1 재래식 아파트의 가압 구조

승강기 승강장과 계단실 부속실을 겸용하며 공용복도가 없는 구조의 재래식 아파트는 보통 거실 내부에 배출구를 두지 않으므로 세대 출입문을 열어도 부속실에서 거실을 향한 방연풍속을 형성할 수가 없다. 따라서 거실 화재시 해당 세대의 출입문을 열면 가압공기가 아파트 출입문의 하단으로 들어가 상단으로 나옴으로써 연기를 부속실과 계단실은 물론 승강기 승강로에까지 밀어 넣게 된다. 옥내 배출구 대신 배연창을 자동 개방하도록 하는 방법도 고려할 수 있으나, 바람이 들이치면 역효과가 심하고 저층부에서는 연돌효과로 인해 오히려 외기를 유인하는 효과가 나타날 수도 있다.

최근의 경향은 한 층의 코어를 여러 세대가 공용하도록 공용복도를 만드는 것인데, 이러한 구조에는 공용복도에 배출구를 뒀으로써 부속실 가압의 효용을 살릴 수 있다. 피난 계단실에 환기창이 많으면 외부개방효과가 커져서 연돌효과가 줄어들게 되고 환기창이 극한적으로 커지면 계단실이 외부계단화 되어 제연시스템이 필요 없게 된다. 옥내배출구가 없는 구조에서 피난계단실의 환기창 개폐 여부는 제연시스템의 성능과 관련이 없다.

4.2 재래식 아파트 부속실 가압의 효용

재래식 아파트는 한 코어에 두 세대 뿐이므로 피난인원이 많지 않다. 따라서 화재피난 시 출입문 개방시간이 짧아 연기의 유입량이 그리 많지 않을 뿐 아니라 부속실 체류인원이 적고 체류시간도 적다. 또한 피난 시 일시 개방된 문으로 유입하는 연기의 양은 계단실이나 승강기 승강로에 유입되더라도 충분히 안전범위로 희석될 수 있는 양이다. 따라서 재래식 아파트 급기가압시설에서 방연풍속 형성의 의미는 상대적으로 적다. 다만 화재가 완전히 진압될 때까지 연기의 지속적인 누설을 막기 위한 차압형성효과는 대단히 중요하다.

5. 결 론

고층건물의 급기가압은 계단실과 승강로의 서로 다른 조건과 차압형성 및 방연풍량을 모두 만족시켜야 한다. 복수의 피난계단실과 승강로 등 여러 샤프트를 동시에 가압하기 위해서는 샤프트를 직접 가압하는 방법과 과압을 해소대책을 강구하는 것이 관건이다.

참고문헌

1. Bongsei Son, Jinsoo Kim, Performance Improvement Measures of Pressurized Smoke Control Systems for Exit Passageways of High-Rise Buildings, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering : Vol.21 No.12(2009-12)