

급기가압제연설비의 누설량 산출공식의 유도(Ⅳ)

김 상 옥
 <소방인연합회장·기술사>

<전호에 이어>

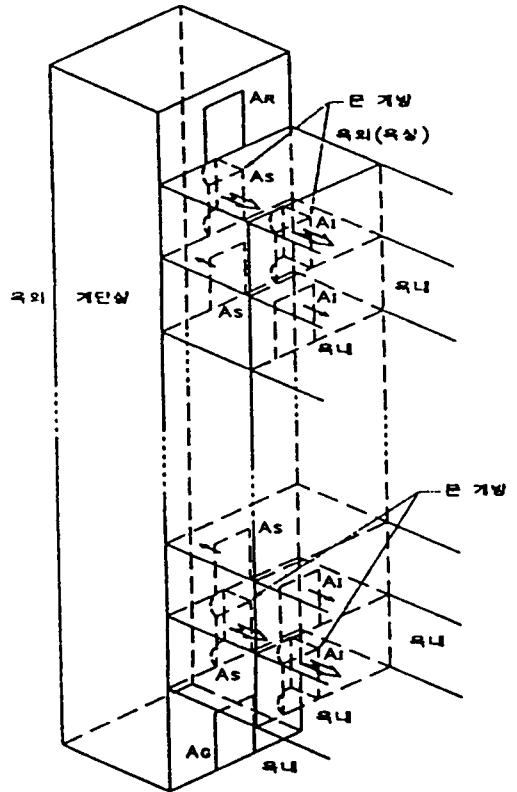
(2) 부속실의 수가 20을 초과하는 건물에서, 「계단실 및 그 부속실의 동시제연」으로서 부속실에 비상용 승강기가 없고, 계단실에 창문이 없는 경우(예시도 10) :

층수가 지나치게 많지 아니한 고층건물에 비해 많은 부속실을 수용하고 있는 초고층건물의 경우에는 같은 시각에 부속실 출입문의 개방이 서로 일치할 수 있는 층의 존재 가능성이 높아질 것이라는 관점에서, 정량적으로는 20개의 부속실을 기준으로 하여 그 수를 초과하는 경우 두개의 동시 개방부속실을 설정하고 있다는 것을 이미 앞에서 설명한 바 있다. 예시도 10에서는 개방된 부속실이 맨 윗층과 맨 아랫층에 있는 것으로 나타나 있으나, 예시도 9의 경우처럼 그 층들 역시 편의상 선정된 것일 뿐 전체의 부속실 중 임의의 두 부속실의 개방상황을 표시한 것으로 이해하여야 하며, 이 상황에서 혼동하지 않아야 할 가장 중요한 사실은 비개방 부속실로부터 계단실로 누설되는 공기의 양이 이번에는 두개의 개방부속실로 분배되어 들어가게 될 것이라는 점이다. 뿐만 아니라 계단실에 급기되고 있는 공기 역시 두개의 개방부속실로 분배될 것이다. 그러므로, 하나의 개방부속실로부터 옥내로 흘러나가는 공기의 양(Q_1)은 다음의 공기량을 합한 것이 된다.

- 1) 모든 부속실의 출입문이 닫혀 있을 때,
 - 하나의 부속실에 공급되고 있던 공기량(㉔)

식과 같다)

- 계단실에 공급되고 있던 공기량(㉔식과 같다)의 $1/2$
- 2) 두개의 개방부속실이 존재하게 된 경우, 나머지 비개방부속실(N-2개)로부터 계단실로 누설식과 같다.



예시도 10

○ 계단실에 공급되고 있던 공기량(㉑식과 같다)의 1/2

3) 두개의 개방부속실이 존재하게 된 경우, 나머지 비개방부속실(N-2개)로부터 계단실로 누설되는 공기량의 1/2

상기 3)의 경우에 해당하는 공기량(Q_{s'})은 다음과 같게 될 것이다.

$$Q_{s'} = \text{㉑식의 공기량} \times \frac{A_s}{A_s + A_r} \times (N-2) \times \frac{1}{2} \dots\dots\dots \text{㉓}$$

따라서, 하나의 개방부속실로부터 옥내로 흘러나가는 공기의 양(Q_T)은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} Q_T &= \text{㉒식} + \text{㉑식} + \text{㉓식} \\ &= (K \times N \times A_r \times P^{1/2} \times 1.25) \times \frac{1}{N} + K(A_R \times A_G) \times P^{1/2} \times 1.25 \times \frac{1}{2} + (K \times N \times A_r \times P^{1/2} \times 1.25) \times \frac{1}{N} \times \frac{A_s}{A_s + A_r} \times (N-2) \times \frac{1}{2} = \frac{1}{2} \times [(K \times N \times A_r \times P^{1/2} \times 1.25) \times \frac{1}{N} \times (2 + \frac{A_s(N-2)}{A_s + A_r}) + K \times (A_R + A_G) \times P^{1/2} \times 1.25] = \frac{1}{2} \times [(K \times N \times A_r \times P^{1/2} \times 1.25) \times \frac{1}{N} \times \frac{NA_s + 2A_r}{A_s + A_r} + K \times (A_R + A_G) \times P^{1/2} \times 1.25] \dots\dots\dots \text{㉔} \end{aligned}$$

예시도 9의 경우에서 이미 설명한 바와 같이, 하나의 개방부속실로부터 옥내로 흘러드는 공기량이 적정 방연풍속을 가질 수 있도록 하기 위한 소요보충량(Q_c)은 다음과 같다.

$$Q_c = Q_b' - Q_T \text{ [㉕식 및 ㉔식 참조]} = \frac{S \times V}{0.6} \dots\dots\dots \text{㉕}$$

그런데, 위의 Q_c의 값은 어디까지나 개방부속실에 대한 보충량이며, 예시도 10의 경우에는 두개의 개방부속실이 존재하게 되므로, 구하고자 하는 총 보충량(Q_{c'})은 2Q_c가 됨에 유의하여야 한다.

그러므로,

$$\begin{aligned} Q_{c'} &= 2Q_c \\ &= 2[\frac{S \times V}{0.6} - \text{㉕식}] \\ &= \frac{S \times V}{0.3} - 2 \times \text{㉕식} \\ &= \frac{S \times V}{0.3} - [(K \times N \times A_r \times P^{1/2} \times 1.25) \times \frac{1}{N} \times \frac{NA_s + 2A_r}{A_s + A_r} + K \times (A_R \times A_G) \times P^{1/2} \times 1.25] = \frac{S \times V}{0.3} - (\text{「기술기준」의 별표 1 제1항제1호의 식} \times \frac{1}{N} \times \frac{NA_s + 2A_r}{A_s + A_r} + \text{「기술기준」의 별표 1 제1항제2호의 식}) \dots\dots \text{㉖} \end{aligned}$$

위의 식이 「기술기준」의 「별표 2 보충량의 산출기준」중 제2호의 식과 일치함을 알 수 있다. 그런데 이 식은 1층에 부속실이 없는 경우에 해당한다. 그러므로 1층에 부속실이 설치되는 경우에 대하여도 보충량을 산출해 보자. 예시도 9의 경우처럼 1층에 부속실이 있는 경우라도 전체부속실의 수는 1층 부속실을 포함하여 N으로 나타낼 수 있다.

이제 1층 부속실의 경우 계단실에 면하는 출입문의 틈새면적을 A_{s'}, 옥내와 면하는 출입문의 틈새면적을 A_{r'}라고 하면, 1층 부속실의 누설량(Q_{L1})은 ㉒식과 같으며, 1층을 제외한 나머지 N-1개의 부속실의 누설량(Q'_{L1})은 ㉑식과 같고, 모든 부속실의 누설량(Q_L)은 ㉓식과 같다.

이제 임의적으로 두개의 부속실이 개방된 경우 하나의 개방부속실로부터 옥내로 유입되는 공기량은, 개방부속실이 개방되기 전 당해 실에 공급되던 공기량과, 1층 부속실의 누설량과 동일한 양의

공기가 A_s' 및 A_i' 에 대해 분배되면서 A_s' 를 통하여 계단실로 누설하는 공기량(Q_{si})의 $1/2$, 그리고 1층 부속실 및 두 개방부속실을 제외한 나머지 $N-3$ 개의 부속실로부터 계단실로 누설하는 공기량(Q_s')의 $1/2$ 을 모두 합한 양이 될 것이다. 개방부속실이 모두 개방되기 전 당해 실에 공급되던 공기량(Q_L)은 ④식의 N 대신 $N-1$ 을 대입한 값과 같을 것이다(1층 부속실을 제외하기 때문이다). 즉,

$$Q_L = [K \times (N-1) \times A_i \times P^{1/2} \times 1.25] \times \frac{1}{N-1} \\ = K \times A_i \times P^{1/2} \times 1.25 \dots\dots\dots \textcircled{57}$$

1층 부속실로부터 계단실로 누설되는 공기량(Q_{si})은 다음의 식으로 나타난다.

$$Q_{si} = Q_{Li} \times \frac{A_s}{A_s + A_i} \\ = K \times A_i' \times P^{1/2} \times 1.25 \times \frac{A_s}{A_s + A_i} \\ = K \times \frac{A_i \times A_s}{A_s + A_i} \times P^{1/2} \times 1.25 \\ \dots\dots\dots \textcircled{58}$$

1층 부속실 및 두 개방부속실을 제외한 나머지 $N-3$ 개의 부속실로부터 계단실로 누설하는 공기량(Q_s')은 다음과 같이 나타난다.

$$Q_s' = \textcircled{57} \text{식} \times \frac{A_s}{A_s \times A_i} \times (N-3) \\ = [K \times (N-1) \times A_i \times P^{1/2} \times 1.25] \times \frac{1}{N-1} \\ \times \frac{A_s}{A_s \times A_i} \times (N-3) \\ = K \times \frac{A_i \times A_s}{A_s \times A_i} \times (N-3) \times P^{1/2} \times 1.25 \\ \dots\dots\dots \textcircled{59}$$

그러므로, 하나의 개방부속실에서 적정 방연풍속을 갖게 하기 위한 소요보충량(Q_c)은 다음과 같다.

$$Q_c = \frac{S \times V}{0.6} - [\textcircled{57} \text{식} + \frac{1}{2} \times \textcircled{47} \text{식} + \frac{1}{2} \times \textcircled{58} \text{식} \\ + \frac{1}{2} \times \textcircled{59} \text{식}] \\ = \frac{S \times V}{0.3} - [2 \times K \times A_i \times P^{1/2} + K \times A_R \\ \times P^{1/2} \times 1.25 + K \times \frac{A_i \times A_s}{A_s \times A_i} \times P^{1/2} \times 1.25 \\ + K + \frac{A_i \times A_s}{A_s \times A_i} \times (N-3) \times P^{1/2} \times 1.25] \\ = \frac{S \times V}{0.3} - [2A_i + A_R + \frac{A_i \times A_s}{A_s \times A_i} + \\ \frac{(N-3)A_s A_i}{A_s + A_i}] \times K \times P^{1/2} \times 1.25 \dots\dots\dots \textcircled{60}$$

(3) 부속실의 수가 20이하인 건물에서, 「계단실 및 그 부속실의 동시 제연」으로써 부속실에 비상용 승강기가 없고, 계단실에 창문이 있는 경우: 이 상황은 계단실에 창문이 있다는 점 외에는 예시도 9의 경우와 같으므로 ④6식의 구조에서 별표 1 제1항제2호의 식이 제4호의 식으로 대체될 뿐임을 쉽게 이해할 수 있을 것이므로, 예시도 9의 경우와 같은 중복적인 설명은 생략한다.

또한 1층에 부속실이 있는 경우에 있어서도 공식의 유도과정은 생략하나, 이 경우의 총 소요보충량은 다음의 식으로 나타낼 수 있으므로, 스스로 풀어보기 바란다.

$$\text{총소요보충량} = \frac{S \times V}{0.6} - [K \times \{ \frac{A_s A_i}{A_s A_i} + A_R \\ + \frac{(N-2)A_s A_i}{A_s + A_i} \} \times P^{1/2} \times 1.25 + K \times A_w \times \\ P^{1/2} \times 1.25]$$

(4) 부속실의 수가 20을 초과하는 건물에서, 「계단실 및 그 부속실의 동시제연」으로써 부속실

에 비상용 승강기가 없고, 계단실에 창문이 있는 경우:

이 상황은 계단실에 창문이 있다는 점 외에는 예시도 10의 경우와 같으므로 ㉞식의 구조에서 별표1 제1항제2호의 식이 제4호의 식으로 대체될 뿐이다. 따라서 이에 대한 설명 역시 생략한다. 또한 1층에 부속실이 있는 경우에 있어서도 공식의 유도과정은 생략하나, 이 경우의 총소요보충량은 다음 식과 같으므로 스스로 풀어보기 바란다.

$$\begin{aligned} \text{총소요보충량} = & \frac{S \times V}{0.3} - [K \times \left\{ \frac{A_s A_v}{A_s A_r} + A_r \right. \\ & \left. + \frac{(N-3) A_s A_v}{A_s + A_r} \right\} \times P^{1/2} \times 1.25 + K \times A_w \times \\ & P^{1/1.6} \times 1.25] \end{aligned}$$

(5) 부속실의 수가 20이하인 건물에서, 「계단실 및 그 부속실의 동시제연」으로써 부속실에 비상용 승강기가 있고, 계단실에 창문이 없는 경우 (예시도 11):

개방부속실로부터 옥내로 유입되는 공기의 양은 개방부속실내로 흘러드는 공기의 양과 같을 것임은 앞에서 전개과정을 통하여 이미 이해되었다.

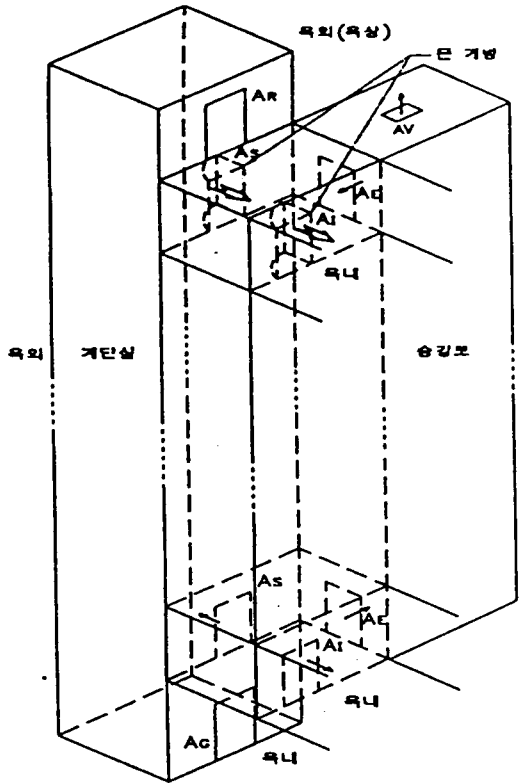
따라서, 예시도 11과 같은 상황에서 개방부속실로 흘러드는 공기의 유동경로를 파악하여 각 경로마다 흐르는 공기의 양을 구하는데에 초점을 맞출 필요가 있다. 부속실의 수가 20이하인 경우에는 하나의 부속실만을 개방부속실로 간주하게 되므로, 개방부속실내로 흘러드는 공기량은 다음과 같은 4가지 성격의 공기량을 합산한 것이 될 것이다.

1) 전체부속실의 출입문이 모두 닫혀 있는 상태일 때 하나의 부속실에 대한 급기량(Q_L').

이 급기량은 ㉞식으로 N 으로 나눈 값과 같을 것임은 쉽게 알 수 있다.

즉,

$$Q_L' = \text{㉞식} \times \frac{1}{N}$$



예시도 11

$$= Q_L \times \frac{1}{N} \dots \dots \dots \text{㉞}$$

2) 개방되지 아니한 $N-1$ 개의 부속실로부터 계단실로 누설되는 공기량(Q_S').

$N-1$ 개의 비개방부속실로부터 계단실로 누설되는 공기량은 생각처럼 간단히 구해지지는 않는다. 그것은 부속실의 출입문 개방에 따른 공기누설경로의 변화가 일어나기 때문이다. 이 변화상황은 그림 8과 같이 생각하면 이해하기가 쉽다.

그림 8에서 볼 때, $N-1$ 개의 비개방부속실로부터 계단실로 누설되는 공기의 양은 모든 비개방부속실에 급기되는 공기가 틈새면적 $(N-1)A_s$ 를 통하여 분배되어 나가는 양과 같지만, 틈새면적 $A_E + A_v$ (A_E 는 개방부속실의 A_E 임)가 틈새면적 $(N-1)A_E$ (이경우의 A_E 는 비개방부속실의 A_E 이다)

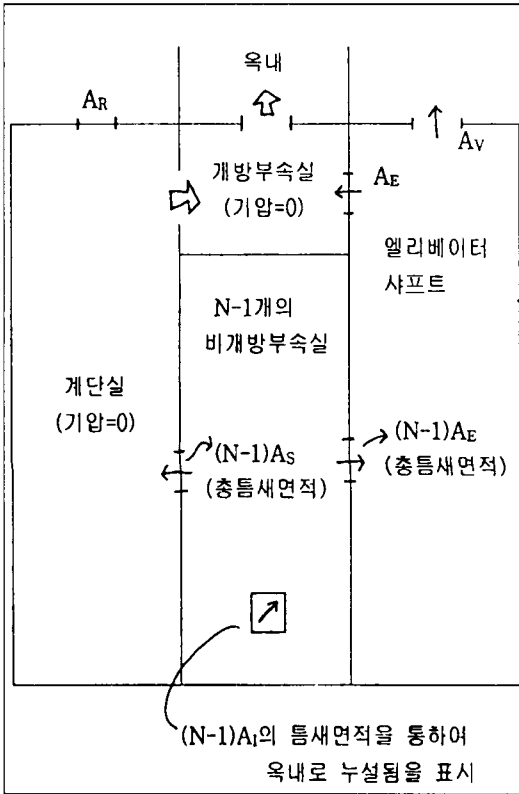


그림 8

와는 서로 직렬관계에 있으므로, 이들간의 등가틈새면적(A_t)을 비개방부속실에서 분배되는 하나의 틈새요소로 고려하여야 한다.

A_t 는 직렬관계의 기본공식을 이용하여 다음과 같이 쉽게 얻을 수 있다.

$$A_t = \frac{(N-1)A_E \times (A_E + A_V)}{[(N-1)A_E]^2 + (A_E + A_E)^2} \quad \text{⑥2}$$

위의 등가틈새면적 A_t 는 $N-1$ 개의 비개방부속실을 하나의 공간으로 보고 산출된 값이므로, 1개의 비개방부속실에 대한 등가틈새면적(A_F')를 A_t 를 $N-1$ 로 나눈 것과 같다. 즉,

$$A_F = \frac{A_E \times (A_E + A_V)}{[(N-1)A_E]^2 + (A_E + A_E)^2} \quad \text{⑥2}$$

그러므로, $N-1$ 개의 비개방부속실로부터 계단실로 누설되는 공기량(Q_S')은 다음의 식으로 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned} Q_S' &= Q_L \times (N-1) \times \frac{A_S}{A_S + A_t + A_F} \\ &= Q_L \times \frac{1}{N} \times (N-1) \times \frac{A_S}{A_S + A_t + A_F} \end{aligned} \quad \text{⑥3}$$

3) 비개방부속실의 엘리베이터 출입문의 틈새를 통하여 엘리베이터 샤프트내로 누설되는 공기 중 개방부속실의 틈새면적 A_E 를 통해 개방부속실내로 흘러드는 공기량.

이와 같은 공기유동상황은, 개방부속실의 기압이 소멸됨으로써 경유공간인 샤프트와 개방부속실간에 약간의 차압이 발생하게 되기 때문이다.

그림 8을 참고하면, 모든 비개방부속실로부터 엘리베이터 샤프트내로 흘러드는 공기가 A_V 및 A_E (개방부속실의 A_E)로 분배되어 흐를 것임을 알 수 있으므로, 이 A_E 를 통하여 개방부속실내로 분배되는 공기량(Q_E')은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned} Q_E' &= Q_L \times (N-1) \times \frac{A_F'}{A_S + A_t + A_F} \times \frac{A_E}{A_E + A_V} \\ &= Q_L \times \frac{1}{N} \times (N-1) \times \frac{A_F'}{A_S + A_t + A_F} \times \frac{A_E}{A_E + A_V} \end{aligned} \quad \text{⑥4}$$

4) 전체부속실의 출입문이 모두 닫혀 있을 때 계단실에 대한 급기량(Q_S).

이 공기량은 부속실이 개방되더라도 여전히 공급되고 있을 것이며, 이 공기가 개방부속실과 계단실간의 출입문 개방으로 인하여 개방된 문을 통해 개방부속실로 흘러들 것이다.

Q_s는 ③식과 같음을 또한 쉽게 알 수 있다. 즉,

$$Q_s = K \times (A_R + A_G) \times P^{1/2} \times 1.25 \dots \dots \dots \textcircled{3}$$

앞에서 이미 설명한 바와 같이, 개방부속실로 흘러드는 총 공기량, 즉 개방부속실로부터 옥내로 유입되는 공기량(Q_i)은 위의 4가지 공기량을 합산하면 된다. 즉,

$$\begin{aligned} Q_i &= \textcircled{1}\text{식} + \textcircled{3}\text{식} + \textcircled{4}\text{식} + \textcircled{3}\text{식} \\ &= Q_L \times \frac{1}{N} + Q_L \times \frac{1}{N} \times (N-1) \times \\ &\quad \frac{A_s}{A_s + A_l + A_f} + Q_L \times \frac{1}{N} \times (N-1) \times \\ &\quad \frac{A_s}{A_s + A_l + A_f} \times \frac{A_e}{A_e + A_v} + K \times (A_R + A_G) \\ &\quad \times P^{1/2} \times 1.25 \\ &= Q_L \times \frac{1}{N} \times \left[1 + \frac{NA_s - A_s}{A_s + A_l + A_f} + \right. \\ &\quad \left. \frac{(N-1) \times A_f \times A_e}{(A_s + A_l + A_f) \times (A_e + A_v)} \right] + K \times \\ &\quad (A_R + A_G) \times P^{1/2} \times 1.25 \\ &= Q_L \times \frac{1}{N} \times \left[\frac{NA_s + A_l + A_f}{A_s + A_l + A_f} + \right. \\ &\quad \left. \frac{(N-1) \times A_f \times A_e}{(A_s + A_e + A_f) \times (A_e + A_v)} \right] + K \times \\ &\quad (A_R + A_G) \times P^{1/2} \times 1.25 \\ &= K \times N \times (A_l + A_f) \times P^{1/2} \times 1.25 \times \frac{1}{N} \times \\ &\quad \left[\frac{NA_s + A_l + A_f}{A_s + A_l + A_f} \right. \\ &\quad \left. + \frac{(N-1) \times A_f \times A_e}{(A_s + A_l + A_f) \times (A_e + A_v)} \right] + K \times \\ &\quad (A_R + A_G) \times P^{1/2} \times 1.25 \dots \dots \dots \textcircled{65} \end{aligned}$$

따라서, 예시도 9에서 보충량을 구할 때 설명한

바와 같이 보충량(Q_c)은 $\frac{S \times V}{0.6}$ 에서 위의 Q_i를 감하여 구할 수 있게 된다. 즉,

$$\begin{aligned} Q_c &= \frac{S \times V}{0.6} - Q_i \\ &= \frac{S \times V}{0.6} - K \times N \times (A_l + A_f) \times P^{1/2} \times 1.25 \\ &\quad \times \frac{1}{N} \times \left\{ \frac{NA_s + A_l + A_f}{A_s + A_l + A_f} + \right. \\ &\quad \left. \frac{(N-1) \times A_f \times A_e}{(A_s + A_l + A_f) \times (A_e + A_v)} \right\} + K \times \\ &\quad (A_R + A_G) \times P^{1/2} \times 1.25 \\ &= \frac{S \times V}{0.6} - [\text{기술기준의 별표 1 제1항제5호} \\ &\quad \text{의 식} \times \frac{1}{N} \times \left\{ \frac{NA_s + A_l + A_f}{A_s + A_l + A_f} + \right. \\ &\quad \left. \frac{(N-1) \times A_f \times A_e}{(A_s + A_l + A_f) \times (A_e + A_v)} \right\} + \text{별표1 제1} \\ &\quad \text{항제6호의 식}] \dots \dots \dots \textcircled{66} \end{aligned}$$

산출된 위의 공식은 「기술기준」의 별표2 제2항 제5호의 공식(「기술기준」의 예시도 5에 해당하는 것)과 정확히 일치한다.

이제 1층에 부속실이 있는 경우에 대하여도 살펴보자.

1층에 부속실이 있는 경우로서 하나의 부속실이 개방되는 경우(부속실의 수가 20이하이므로 하나의 부속실이 개방되는 상황으로 간주한다. 또한 개방부속실 중에는 1층 부속실은 포함하지 아니한다), 개방부속실로 흘러드는 공기의 유동경로로 다음의 5가지 경우가 고려되어야 할 것이다.

- ① 전층의 부속실이 모두 닫혀 있는 상태에서 1층 부속실을 제외한 하나의 부속실에 공급되는 공기
- ② 1층 부속실을 제외한 N-1개의 부속실 중 하나의 부속실이 개방될 경우, N-2개의 비개방부속실(1층 부속실을 일단 제외한 것)로부터 계단실로 분배누설하는 공기

③ 하나의 부속실(1층 부속실 제외)이 개방될 경우, 1층 부속실로부터 계단실로 분배누설하는 공기

④ 전층 부속실이 모두 닫혀 있는 상태에서 계단실로 공급되는 공기

⑤ 하나의 부속실(1층 부속실 제외)이 개방될 경우 나머지 N-1개의 부속실(1층 부속실을 포함한다)로부터 엘리베이터 샤프트로 분배누설되어 들어간 공기중 다시 개방부속실로 분배누설되어 들어가는 공기

먼저 상기 ①항의 경우에 대한 공기량을 구하여 보자. 이 공기량은 전층의 부속실이 모두 닫혀 있는 상태에서 각 부속실과 옥내와의 차압을 유지하기 위한 급기량으로서 부속실로부터의 누설량과 같은 양이므로, 누설량을 구하는 일과 일치한다.

1층 부속실이 계단실과 면하는 출입문의 틈새면적을 A_s' , 옥내와 면하는 출입문의 틈새면적을 A_i 라고 하자. 이들 틈새면적을 다른 부속실들의 틈새면적 A_s , A_i 와 다르게 놓은 것은 1층 부속실 출입문의 개방방향이 나머지 부속실과는 다르기 때문이다.

1층 부속실로부터의 공기누설은 옥내로의 누설과, 엘리베이터 샤프트를 경유공간으로 하여 샤프트 상부의 환기구를 통한 외부로의 누설이 동시에 일어난다. 그것은 나머지 N-1개의 부속실의 경우에도 마찬가지이다. 그러므로 전층의 모든 부속실의 총 등가틈새면적(A_{FN})은 다음과 같은 식으로 표현될 것이다.

$$A_{FN} = \frac{N A_E \times A_V}{[(N A_E)^2 + A_V^2]^{1/2}} \dots\dots\dots ⑥7$$

따라서 엘리베이터 샤프트에 대한 부속실 1개의 등가틈새면적(A_F)은 다음과 같다.

$$A_F = \frac{A_{FN}}{N} = \frac{A_E \times A_V}{[(N A_E)^2 + A_V^2]^{1/2}} \dots\dots\dots ⑥8$$

이제 등가틈새면적이 구하여졌으므로, 전층의

부속실이 모두 닫혀있는 상태에서 1층 부속실을 제외한 하나의 부속실에 공급되는 공기량(Q_L)은,

$$Q_L = K \times (A_i + A_F) \times P^{1/2} \times 1.25 \dots\dots\dots ⑥9$$

상기 ②항의 분배공기량($Q_{S'}$)을 구해보면 다음과 같다.

$$Q_S = ⑥9\text{식} \times (N-2) \times \frac{A_s}{A_s + A_i + A_F} \dots\dots\dots ⑦0$$

상기 ③항의 분배공기량($Q_{S1'}$) 다음과 같다.

$$\begin{aligned} Q_{S1'} &= 1\text{층 부속실의 누설량} \times \frac{A_s}{A_s + A_i + A_F} \\ &= K \times (A_i + A_F) \times P^{1/2} \times 1.25 \times \\ &\quad \frac{A_s}{A_s + A_i + A_F} \\ &= K \times (A_i + A_F) \times \frac{A_s'}{A_s + A_i + A_F} \times P^{1/2} \\ &\quad \times 1.25 \dots\dots\dots ⑦1 \end{aligned}$$

상기 ④항의 계단실 급기량(Q_{ST})은 다음과 같다.

$$Q_{ST} = K \times A_R \times P^{1/2} \times 1.25 \dots\dots\dots ⑦2$$

이제 상기 ⑤항의 분배공기량을 구하여 보자. 이 분배공기량은 경유공간이 되는 엘리베이터 샤프트에서 개방부속실과 면하는 엘리베이터 출입문의 틈새를 통한 공기의 유동방향이 모든 부속실이 닫혀 있을 때에는 반대방향으로 변하게 되어(개방부속실의 기압이 일시 소멸되기 때문이다), 비개방부속실들의 등가틈새면적도 변하게 되므로 이 상황에서의 등가틈새면적을 다음과 같이 다시 구하여야 한다. 개방부속실을 제외한 N-1개 부속실들의 총 등가틈새면적(A_{FN}')은,

$$A_{FN} = \frac{(N-1)A_E \times (A_E \times A_V)}{[(N-1)A_E]^2 + (A_E + A_V)^2} \dots\dots\dots ⑦③$$

따라서, 개방부속실을 제외한 부속실 1개의 등가틈새면적(A_F')은,

$$A_F' = \frac{A_{FN}}{(N-1)} = \frac{(N-1)A_E \times (A_E + A_V)}{[(N-1)A_E]^2 + (A_E + A_V)^2} \dots\dots\dots ⑦④$$

그러므로, 경유공간(샤프트)으로부터 개방부속실로 누설되어 들어가는 공기량(Q_{LS}')은,

$$\begin{aligned} Q_{LS}' &= [(1\text{층 부속실로부터 경유공간으로 분배 누설하는 공기량}) + (1\text{층 부속실 및 개방부속실을 제외한 } N-2\text{개 부속실로부터 경유공간으로 분배누설하는 공기량}] \\ &\times \frac{A_E}{A_E + A_V} \\ &= [K \times (A_I + A_F) \times P^{1/2} \times 1.25 \times \frac{A_F}{A_S + A_I + A_F} + K \times (N-2) \times (A_I + A_F) \times P^{1/2} \times 1.25 \times \frac{A_F'}{A_S + A_I + A_F}] \times \frac{A_E}{A_E + A_V} \\ &= \left[\frac{(A_I + A_F) \times A_F'}{A_S + A_I + A_F} + \frac{(N-2) \times (A_I + A_F) \times A_F'}{A_S + A_I + A_F} \right] \times \frac{A_E}{A_E + A_V} \times P^{1/2} \times 1.25 \dots\dots\dots ⑦⑤ \end{aligned}$$

이제 상기 ①~⑤항 까지의 모든 공기량이 구하여졌으므로, 개방부 속실로 흘러드는 공기량, 즉 개방부속실로부터 옥내로 유입하는 공기량(Q_i)은 위의 5가지 공기량을 합산함으로써 얻어진다.

$$\begin{aligned} Q_i &= ⑥⑨\text{식} + ⑦⑥\text{식} + ⑦⑦\text{식} + ⑦⑧\text{식} + ⑦⑤\text{식} \\ &= K \times (A_I + A_F) \times P^{1/2} \times 1.25 + K \times (A_I + A_F) \times P^{1/2} \times 1.25 \times (N-2) + K \times \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &\frac{(A_I + A_F) \times A_S}{A_S + A_I + A_F} \times P^{1/2} \times 1.25 + K \times A_R \times P^{1/2} \times 1.25 + \left[\frac{(A_I + A_F) \times A_F'}{A_S + A_I + A_F} + \frac{(N-2) \times (A_I + A_F) \times A_F'}{A_S + A_I + A_F} \right] \times \frac{A_E}{A_E + A_V} \times P^{1/2} \times 1.25 \\ &= [(N-1)(A_I + A_F) + \frac{(A_I + A_F)A_S}{A_S + A_I + A_F} + A_R + \left\{ \frac{(A_I + A_F)A_F'}{A_S + A_I + A_F} + \frac{(N-2) \times (A_I + A_F) \times A_F'}{A_S + A_I + A_F} \right\} \times \frac{A_E}{A_E + A_V}] \times P^{1/2} \times 1.25 \dots\dots\dots ⑦⑥ \end{aligned}$$

Q_i를 구할 수 있는 식이 유도되었으므로 소요보충량(Q_c)은,

$$\begin{aligned} Q_c &= \frac{S \times V}{0.6} - Q_i \\ &= \frac{S \times V}{0.6} - [(N-1)(A_I + A_F) + \frac{(A_I + A_F)A_S}{A_S + A_I + A_F} + A_R + \left\{ \frac{(A_I + A_F)A_F'}{A_S + A_I + A_F} + \frac{(N-2) \times (A_I + A_F) \times A_F'}{A_S + A_I + A_F} \right\} \times \frac{A_E}{A_E + A_V}] \times P^{1/2} \times 1.25 \dots\dots\dots ⑦⑦ \end{aligned}$$

<다음호에 계속>

화재위험!
저희를 불러주십시오

- 화재위험 진단
- 방재설계도면 검토
- 방재기술 실무교육
- 방재시험연구소 품질인증
- 위험관리정보 수집



한국화재보험협회
(02) 780-8111~24