

## 급기가압제연설비의 누설량 산출공식의 유도(Ⅳ)

김 상 옥  
(소방인연합회장, 기술사)

〈전호에 이어〉

② 1층에 부속실이 있는 경우

1층에 부속실이 있는 경우에는, 계단실로부터 누설되어 나갈 수 있는 누설틈새는  $A_W$  및  $A_R$ (있는 경우를 전제한다. 만약 없으면 유도되는 최종 공식에  $A_R=0$ 의 값을 대입하면 된다)이므로, 이들 틈새를 통한 누설량은 각각  $Q_W$  및  $Q_R$ 이라 할 때 다음의 관계식이 성립된다.

$$Q_W = K \times A_W \times P_o^{1/1.6} \times 1.25 \dots \textcircled{32} [\textcircled{25} \text{식과 같다.}]$$

$$Q_R = K \times A_R \times P_o^{1/2} \times 1.25 \dots \textcircled{33}$$

③⑥식의 값은  $Q_W + Q_R$ 과 같으므로,

$$\begin{aligned} & K \times [(N-1)A_{S1} + A_{S2}] \times (P - P_o)^{1/2} \times 1.25 \\ &= K \times A_W \times P_o^{1/1.6} \times 1.25 + K \times A_R \\ & \quad \times P_o^{1/2} \times 1.25 \dots \textcircled{34} \end{aligned}$$

위의 ③④식을 정리하면,

$$\begin{aligned} & [(N-1)A_{S1} + A_{S2}] \times (P - P_o)^{1/2} \\ &= A_W \times P_o^{1/1.6} + A_R \times P_o^{1/2} \dots \textcircled{35} \end{aligned}$$

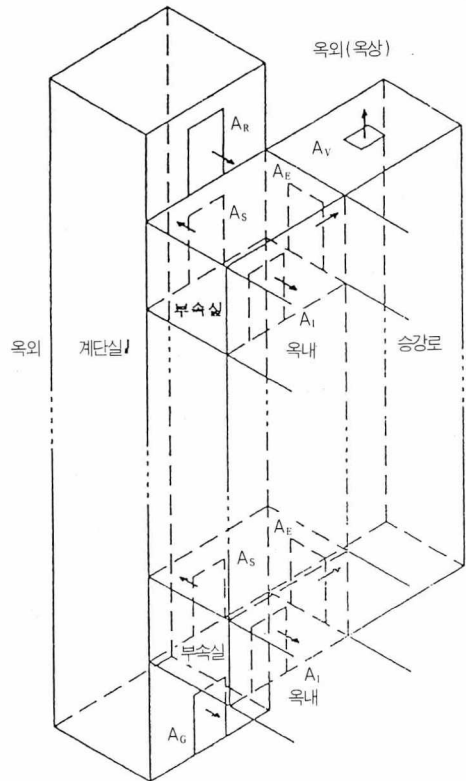
③⑤식에 대하여 함수그래프를 이용하는 시행착오법에 의해  $P_o$ 를 구할 수 있게 된다.

(7) 「부속실만의 단독제연」으로서 계단실에는 창문이 없고, 부속실에 비상용 승강기가 설치되어 있는 경우(예시도 7)

이 조건의 상황에서 일어나는 모든 부속실의 누설공기량은 다음의 세가지 경우에 대한 누설량을 합산한 것이 될 것이다.

① 부속실과 옥내간의 출입문의 틈새( $A_1$ )를 통하여 옥내로 누설하는 공기량( $Q_1$ )

② 부속실과 계단실간의 출입문의 틈새를 통하여 일단 계단실내로 누설하되, 계단실을 경유공간으로 하여  $A_R$  및  $A_G$ 를 통하여 누설되어 나가는



예시도 7 : 부속실만의 제연

[부속실 : 승강장 없음]  
[계단실 창문 : 없음]

공기량(Q<sub>s</sub>)

③ 부속실과 승강기 출입문의 틈새(A<sub>E</sub>)를 통하여 일단 승강기의 수직 샤프트내로 누설하되, 당해 샤프트를 경유공간으로 하여 샤프트 상부의 환기구(A<sub>V</sub>)를 통하여 누설되어 나가는 공기량(Q<sub>E</sub>)

①의 경우에는 그 누설량이 ②식과 같게 됨은 쉽게 알 수 있다.

즉, Q<sub>i</sub>=K×N×A<sub>i</sub>×P<sup>1/2</sup>×1.25이다.

②의 경우에는 그 누설량이 ④식과 같게 될 것이다.

즉, Q<sub>s</sub>=K×A×A<sub>T</sub>×P<sup>1/2</sup>×1.25이며, 이 식에서 A<sub>T</sub>는 다음과 같다.

$$A_T = \frac{NA_S \times (A_R + A_G)}{[(NA_S)^2 + (A_R + A_G)^2]^{1/2}}$$

③의 경우, 그 누설량은 ⑧식과 같게 되는 바, 그것은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} Q_E &= K \times \frac{NA_E \times A_V}{[(NA_E)^2 + A_V^2]^{1/2}} \times P^{1/2} \times 1.25 \\ &= K \times N \times \frac{A_E \times A_V}{[(NA_E)^2 + A_V^2]^{1/2}} \times P^{1/2} \times 1.25 \\ &= K \times N \times A_F \times P^{1/2} \times 1.25 \dots\dots\dots ③6 \end{aligned}$$

$$\text{단, } A_F = \frac{A_E \times A_V}{[(NA_E)^2 + A_V^2]^{1/2}}$$

위의 세가지 경우에 대한 누설량을 합하면 총누설량(Q<sub>L</sub>)이 되므로,

$$\begin{aligned} Q_L &= K \times N \times A_i \times P^{1/2} \times 1.25 + K \times N \times A_T \times P^{1/2} \\ &\quad \times 1.25 + K \times N \times A_F \times P^{1/2} \times 1.25 \\ &= K \times N \times (A_i + A_T + A_F) \times P^{1/2} \times 1.25 \dots\dots\dots ③7 \end{aligned}$$

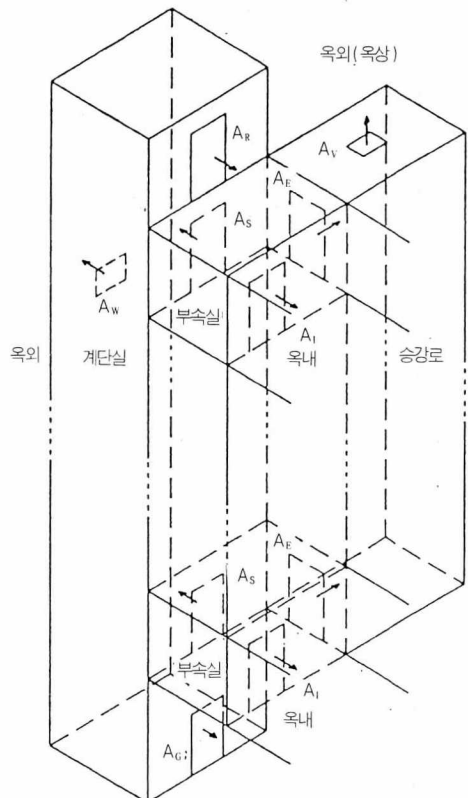
위의 ③7식은 「기술기준」〈별표 1〉의 11호 식과 일치한다.

그런데, 위의 산출공식(③7식) 역시 1층에 부속실이 없는 경우를 전제하여 유도된 것이며, 1층에 부속실로부터 계단실을 경유한 누설공기량은 ①9식과 같고, 옥내로 누설되는 공기량은 ②0식과 같게 되며, 비상용 승강기의 출입문 틈새를 통해 당해 샤프트를 경유한 누설량은 ③6식과 같게 된다.

따라서 1층에 부속실이 있는 경우의 총누설량(Q<sub>L</sub>)은 다음과 같이 위의 3식(①9, ②0 및 ③6식)을 합산한 것이 될 것이다.

$$\begin{aligned} Q_L &= ①9\text{식} + ②0\text{식} + ③6\text{식} = ②2\text{식} + ③6\text{식} \\ &= K \times \left[ (N-1)A_{i1} + A_{i2} + \frac{[(N-1)A_{S1} + A_{S2}]}{[(N-1)A_{S1} + A_{S2}]^2 + A_R^2]^{1/2}} \right] \\ &\quad \times P^{1/2} \times 1.25 + K \times N \times A_F \times P^{1/2} \times 1.25 \\ &= K \times \left[ (N-1)A_{i1} + A_{i2} + \frac{[(N-1)A_{S1} + A_{S2}] \times A_R}{[(N-1)A_{S1} + A_{S2}]^2 + A_R^2]^{1/2}} + N \times A_F \right] \\ &\quad \times P^{1/2} \times 1.25 \dots\dots\dots ③8 \end{aligned}$$

⑧ 「부속실만의 단독제연」으로서 계단실에 창



예시도 8 : 부속실만의 제연  
[ 부속실 : 승강장 전용 ]  
[ 계단실 창문 : 있음 ]

문이 있고, 부속실에 비상용 승강기가 설치되어 있는 경우(예시도 8)

이 조건의 상황은 계단실에 창문이 설치되어 있다는 점 외에는 전술한 (7)의 경우와 다르지 않다. 따라서 1층에 부속실이 없는 경우, 모든 부속실과 옥내 사이의 누설량은 ②식 즉 ⑭식과 같고, 모든 부속실과 승강기 샤프트 사이의 누설량은 ⑧식 즉 ⑳식과 같으며, 모든 부속실과 계단실 사이의 누설량은 ㉔식과 같다. ㉔식의 경우 당해 식에 들어있는 Po의 값은, 이미 설명한 바와 같이 ㉘식에 대해 함수그래프를 이용하는 시행착오법으로 구할 수 있다.

그러므로 1층에 부속실이 없는 경우 모든 부속실의 총누설량(Q<sub>L</sub>)은 다음과 같이 위의 3식을 합산함으로써 얻어진다.

$$\begin{aligned}
 Q_L &= \text{⑭식} + \text{⑳식} + \text{㉔식} \\
 &= K \times N \times A_T \times P^{1/2} \times 1.25 + K \times N \times A_F \times P^{1/2} \\
 &\quad \times 1.25 + K \times N \times A_S \times (P - P_o)^{1/2} \times 1.25 \\
 &= K \times N \times [(A_T + A_F)] \times P^{1/2} + A_S \\
 &\quad \times (P - P_o)^{1/2} \times 1.25 \dots\dots\dots \text{㉙}
 \end{aligned}$$

만약 1층에 부속실이 있는 경우에는, 모든 부속실과 옥내의 사이 및 모든 부속실과 승강기 샤프트 사이의 누설량은 각각 ㉚식 및 ㉜식과 같게 될 것이나, 계단실을 경유한 누설량은 창문의 존재를 감안하여 다시 평가해 보아야 할 것이다.

그것은 전술한 <그림 5>에서 계단실에 창문이 있는 상황으로 생각하면 누설량을 유도할 수 있다. 이 경우 누설경유공간이 되는 모든 부속실의 틈새면적(A<sub>ST</sub>)은 여전히 ㉞식과 같다. 즉,

$$A_{ST} = (N - 1)A_{S1} + A_{S2}$$

이제 계단실의 기압을 Po라 하면, 모든 부속실에서 계단실로 흘러드는 누설량(Q<sub>S</sub>)은 다음 식과 같게 됨을 알 수 있다.

$$\begin{aligned}
 Q_S &= K \times A_{ST} \times (P - P_o)^{1/2} \times 1.25 \\
 &= K \times [(N - 1)A_{S1} + A_{S2}]
 \end{aligned}$$

$$\times (P - P_o)^{1/2} \times 1.25 \dots\dots\dots \text{㉚}$$

위의 ㉚식에서 볼 때 Po의 값을 구할 수만 있으면 되는데, 그것은 (6)에서 전개한 방식과 다를 바 없으므로 ㉜식을 이용함으로써 구할 수 있다.

**라. 보충량의 산출**

옥내의 화재시 인명이 대피하는 행위의 일환으로 부속실과 면하는 출입문이 일시적으로 개방되는 상황이 발생할 것인 바, 이 경우 부속실로부터 옥내로 흘러나가는 공기의 풍속이 적정한 방연풍속에 미달할 때에는 미달량만큼의 공기를 부속실 내로 더 보충 공급하여야 함을 이미 설명한 바 있다.

이러한 보충량은 모든 부속실의 출입문들 중 (비상용 승강기의 출입문 제외) 동시개방이 몇개 층에 걸쳐 일어날 것으로 예상해야 할 것인가, 그리고 동일 부속실에 있어서도 옥내와 면하는 출입문도 동시에 개방되는 상황을 설정해야 할 것인가 뿐만 아니라 출입문이 쌍여닫이문일 경우 두짝 모두 열릴 것인가, 아니면 한개만 열리는 상황으로 보아야 할 것인가 등에 따라 크게 영향을 받는다.

그것은 건물이 수용하는 인명의 체류밀도, 피난 동선의 폭과 길이 등의 공간성, 부속실과 면하는 두 출입문(부속실과 옥내 사이의 출입문 및 부속실과 계단실 사이의 출입문) 사이의 거리(즉, 부속실의 크기) 등이 주요 배경요소가 되므로, 어떤 한가지 상황만을 설정한다는 것은 엄밀히 말하여 정확성은 없다.

우리나라의 현행 기술기준에서는 해외선진국의 기준을 토대로 해외의 설계상황을 참고, 약간의 여유성을 고려하여 다음과 같은 상황설정을 바탕으로 보충량의 산출기준을 고시하고 있다.

① 동시개방 층수(즉, 동시개방 부속실의 수)에 대한 구분을 20개층(즉, 부속실의 수)으로 기준하여, 부속실의 수(하나의 수직선상에 있는 부속실의 수)가 20 이하인 건물에는 1개의 부속실만이 개방되는 것으로, 부속실의 수가 20을 초과

하는 건물의 경우 2개층의 부속실 출입문이 동시에 개방될 수 있는 것으로 한다.

\* 여기서 혼동하지 않아야 할 것은, 부속실의 수가 20 이하인 건물의 경우 어느 1개의 특정 부속실만이 고정 개방된다는 것이 아니라, 동일시각에 2 이상의 부속실이 동시에 개방될 것으로 간주하지 않아도 무방하다는 점이다. 다시 말하여, 화재시 모든 층의 부속실이 인명대피행위에 의해 교대로 빈번히 개방될 수 있으나, 어느 2개의 부속실이 같은 시각에 동시에 개방되는 것으로까지 간

주하지는 않는다는 것이다. 그러나, 부속실의 수가 20개를 초과하는 건물의 경우 많은 부속실을 수용하고 있기 때문에 같은 시각에 개방이 서로 일치할 수 있는 상황이 존재할 가능성을 배제할 수 없을 것이라는 관점에서 2개의 동시개방부속실을 설정하고 있다.

② 개방되는 하나의 부속실에서도 옥내와 면하는 출입문과, 계단실과 면하는 출입문이 동시에 개방되는 것으로 하되, 각 출입문마다 한개의 문짝만이 개방되는 것으로 한다.

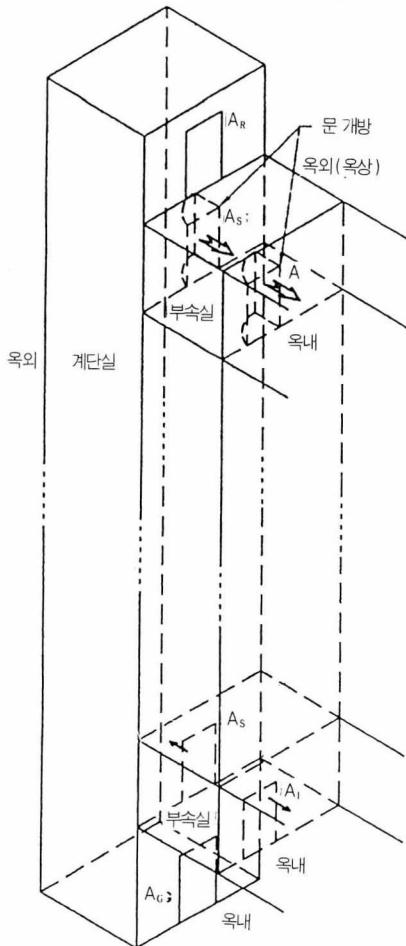
이상과 같은 상황설정기준을 토대로 보충량의 산출공식을 구하여 보기로 한다.

(1) 부속실의 수가 20 이하인 건물에서, 「계단실 및 그 부속실의 동시제연」으로서 부속실에 비상용 승강기가 없고, 계단실에 창문이 없는 경우 (예시도 9)

예시도 9에서는 개방된 부속실이 맨 윗층에 있는 것으로 나타나 있으나, 그 층은 편의상 선정된 것일 뿐 전체의 부속실 중 임의의 한 부속실의 개방상황을 나타낸 것으로 이해할 필요가 있다. 그것은 어느 층의 부속실을 설정하더라도 각 부속실에 대하여 동등한 상황이 되기 때문이다. 또한 이 예시도에 표기되어 있는  $\square$  모양의 화살표의 방향이 모두 옥내쪽으로 향하고 있음에 유의할 필요가 있다.

부속실과 계단실이 동시에 급기가압되는 상황이므로 부속실의 개방시 공기의 흐름방향이 모두 옥내쪽이 될 수밖에 없을 것임을 쉽게 판단할 수 있다. 그런데 여기서 또 유의 하여야 할 것은 개방 부속실로부터 옥내로 흘러드는 공기중에는 계단실에 대한 급기량과 개방부속실(1개의 부속실)에 대한 급기량이 모두 포함되어야 하지만 이 공기량만이 옥내로 흘러드는 것은 아니라는 사실이다. 따라서 그 이유를 먼저 이해할 필요가 있다.

계단실의 급기와 개방부속실의 급기가 모두 합하여져 옥내쪽으로 흐른다는 것은, 일단 모든 가압공간의 출입문이 닫혀 있을때  $A_R$ ,  $A_G$ 와 같은



예시도 9 : 계단실 및 그 부속실의 동시제연

부속실 : 승강장 비겸용  
 창문 : 없음  
 부속실의 수 : 20 이하  
 $\square$  : 유입공기의 흐름방향  
 (기타 예시도의 경우에도 같음)

틈새를 통하여 계단실로부터 공기의 누설현상이 일어나고 있었다라도 부속실의 개방과 더불어 그 현상이 일시적으로 사라져 버림을 뜻한다. 그것은 개방된 개구부의 크기가 이들 틈새와는 비교가 되지 않을 정도로 커서, 계단실과 개방부속실의 기압(계기압)이 일시적으로 영(零)이 되어, 당초의 차압형성 상황이 사라져 버리기 때문이다.

그리고, 개방부속실로부터 옥내로 흐르는 공기 중에는 계단실 및 개방부속실의 급기량만이 포함되는 것이 아니라 하는 것은, 그외에도 함께 포함되는 공기가 또 있다는 말이다. 바로 이 사실을 두고 혼동을 일으키기 쉽다. 흔히들 계단실 및 개방부속실의 급기를 합한 공기량만이 옥내로 흘러든다고 단정해 버리고, 이 둘만을 합산한 공기량에 의하여 옥내로 향하는 공기유속을 방연유속과 비교하여 보충량을 산정할 수 있는 것으로 이해하는 경우가 적지 않다. 올바른 이해를 위해서는 예시도에 나타나 있는 ← 모양의 화살표에 유의할 필요가 있다.

하나의 부속실이 개방될 경우, 계단실과 개방부속실의 기압(계기압)이 일시적으로 영(零)이 됨을, 즉 가압효과가 사라져버림을 앞에서 설명하였듯이, 이 상황에서는 개방되지 아니한 모든 부속실(그 수는  $N-1$ 개이다)과 계단실간에는 당초에 없던 차압이 발생하게 됨으로, 비개방부속실들이 계단실과 면하는 모든 출입문의 틈새(각 틈새의 면적은  $A_s$ 임)를 통하여 계단실내로 공기누설이 발생하고, 그 누설공기가 개방부속실을 통하여 급기량(계단실 및 개방부속실의 급기량)과 함께 옥내로 흘러들게 된다는 점을 유의하여야 하는 것이다.

계단실과 개방부속실에 대한 각각의 급기량은 쉽게 파악할 수 있다. 계단실에 대한 급기량( $Q_s$ )은, 가압공간의 출입문이 모두 닫혀 있을 때 계단실로부터 누설되어 나가는 공기량과 같은 양이므로, 전술한 「다. 누설량의 산출 (1)」에서 유도되었던 ③식에 의하여 산출된 누설량과 같으며, 동일

한 원리로 개방부속실에 대한 급기량( $Q'_L$ )은 ②식에 의하여 산출된 급기량을 모든 부속실의 수(즉  $N$ )으로 나눈 값과 같다.

이들을 다시 수식으로 나타내면 다음과 같다.

$$Q_s = K \times (A_R + A_G) \times P^{1/2} \times 1.25 \text{ ④(③식과 같다)}$$

$$Q'_L = (K \times N \times A_L \times P^{1/2} \times 1.25) \times \frac{1}{N} \dots\dots\dots \text{④}$$

이제 부속실의 개방으로 인해 계단실의 가압효과가 소멸함으로써  $N-1$ 개의 비개방부속실로부터 계단실로 누설하는 공기량( $Q'_s$ )을 구하여 위의 ④, ④식의 산출량과 합산하면, 개방부속실로부터 옥내로 흘러드는 공기의 총량이 구하여진다. 그런데  $Q'_s$ 를 구하고자 할 때도 매우 혼동을 일으키기 쉽다. 즉, 계단실과 면하는 비개방부속실의 모든 출입문의 틈새면적이  $(N-1) \times A_s$ 이므로, 누설량 산출의 기본식인  $Q = K \times A \times P^{1/2} \times 1.25$ 를 이용하여  $Q'_s = K \times (N-1) \times A_s \times P^{1/2} \times 1.25$ 로 단정하는 오류를 범하는 것이다.

만약 계단실이 애초부터 비가압공간으로 설정되고 부속실만 급기가압하는 상황이라면, 하나의 부속실에는  $A_L$ 와  $A_s$ 의 두 틈새를 통한 공기누설이 있을 것이므로 그 누설량을 합한 것이 당해 부속실에 대한 급기량이 될 것이다. 따라서, 그 양( $Q_{L1}$ )을 하나의 부속실에 대해 나타내면,

$$Q_{L1} = K \times (A_s + A_L) \times P^{1/2} \times 1.25 \text{ 가 될 것이다.}$$

그러나, 지금까지 고찰하고 있는 것은 계단실과 부속실의 동시가압이므로 계단실과 부속실간에는 공기의 유통이 없고 부속실로부터의 누설은  $A_L$ 를 통해서만 일어나는 상황이다. 따라서, 이 경우 하나의 부속실에 대한 급기량( $Q'_{L1}$ )은  $Q'_{L1} = K \times A_L \times P^{1/2} \times 1.25$ 이며, 계단실의 가압상태가 사라질 경우 이 급기량은  $A_s$ 와  $A_L$ 의 두 틈새를 통하여 분배되어 누설될 것이다. 그러므로  $N-1$ 개의 비개방부속실로부터 계단실로 분배누설되는 공기량( $Q'_s$ )은 다음의 식으로 나타낼 수 있다.

$$Q'_s = Q'_{L1} \times (N-1) \times \frac{A_s}{A_L + A_s}$$

$$\begin{aligned}
&= K \times A_1 \times P^{1/2} \times 1.25 \times (N-1) \times \frac{A_s}{A_1 + A_s} \\
&= (K \times N \times A_1 \times P^{1/2} \times 1.25) \\
&\quad \times \frac{1}{N} \times \frac{NA_s - A_s}{A_1 + A_s} \dots\dots\dots ④③
\end{aligned}$$

이제 구하고자 하는 모든 공기량의 산출식이 얻어졌으므로, 개방부속실로부터 옥내로 유입되는 총 공기량(Q<sub>T</sub>)은 다음과 같다.

$$\begin{aligned}
Q_T &= ④①식 + ④②식 + ④③식 \\
&= K \times (A_R + A_G) \times P^{1/2} \times 1.25 \\
&\quad + (K \times N \times A_1 \times P^{1/2} \times 1.25) \times \frac{1}{N} \\
&\quad + (K \times N \times A_1 \times P^{1/2} \times 1.25) \times \frac{1}{N} \times \frac{NA_s - A_s}{A_1 + A_s} \\
&= K \times (A_R + A_G) \times P^{1/2} \times 1.25 \\
&\quad + (K \times N \times A_1 \times P^{1/2} \times 1.25) \\
&\quad \times \frac{1}{N} \times \left[ 1 + \frac{NA_s - A_s}{A_1 + A_s} \right] \\
&= K \times (A_R + A_G) \times P^{1/2} \times 1.25 \\
&\quad + (K \times N \times A_1 \times P^{1/2} \times 1.25) \times \frac{1}{N} \\
&\quad \times \frac{NA_s + A_1}{A_1 + A_s} \dots\dots\dots ④④
\end{aligned}$$

위의 ④④식 중  $K \times (A_R + A_G) \times P^{1/2} \times 1.25$ 는 「기술기준」의 「별표 제1항 제2호의 식」과 같고,  $K \times A \times A_1 \times P^{1/2} \times 1.25$ 는 「별표 제1항 제1호의 식」과 같으므로, ④④식은 다음과 같이 고쳐 쓸 수 있다.

$$\begin{aligned}
Q_T &= \text{별표 제1항 제1호의 식} \times \frac{1}{N} \times \frac{NA_s + A_1}{A_1 + A_s} \\
&\quad + \text{별표 제1항 제2호의 식}
\end{aligned}$$

이제부터는 방연풍속과 Q<sub>T</sub>와의 상관관계를 살펴보고 필요한 보충량을 산출할 차례이다.

필요한 평균방연풍속을 V(단위 : m/sec), 개방부속실과 옥내간에 개방된 개구부의 크기(즉, 출입문의 면적)를(단위 : m<sup>2</sup>)이라 하면, 방연풍속을 줄 수 있는 공기량(Q<sub>D</sub>), 방연풍속 및 개구부의 크기 사이에는 이론적으로 Q<sub>D</sub>=S×V의 관계가 성립된다. 그러나 매우 가볍고(즉, 밀도가 작고)

압축성의 유체인 공기의 흐름은 약간의 저항요소에 의해서도 큰 영향을 받기 때문에, 실제상황에서는 Q<sub>D</sub>(이론치)보다 훨씬 적은 양의 흐름이 일어난다. 실제상황의 필요공기량을 Q'<sub>D</sub>라 하면, 대체로 Q<sub>D</sub>=0.6Q'<sub>D</sub>의 관계가 있는 것으로 알려져 있으며, 이 상수(0.6)를 저항인자(Resistance Factor)라고 부른다.

$$\text{따라서, } Q'_D = \frac{Q_D}{0.6} = \frac{S \times V}{0.6} \dots\dots\dots ④⑤$$

④⑤식의 Q'<sub>D</sub>는 V만큼의 방연풍속을 얻기에 필요한 실제의 공기량이며, ④④식에 의한 Q<sub>T</sub>값은 부속실의 개방시 옥내로 흐를 수 있는 공기량이므로 보충량(Q<sub>C</sub>)은 다음의 식으로 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned}
Q_C &= Q'_D - Q_T \\
&= \frac{S \times V}{0.6} - \left[ \text{별표 제1항 제1호의 식} \times \frac{1}{N} \right. \\
&\quad \left. \times \frac{NA_s + A_1}{A_1 + A_s} + \text{별표 제1항 제2호의 식} \right] \dots\dots\dots ④⑥
\end{aligned}$$

위의 식은 「기술기준」의 「별표 2 보충량의 산출기준」 중 제1호의 식과 일치한다. 그런데, 지금까지 설명한 것은 1층에 부속실이 없는 경우를 전제한 것이다. 그러므로 1층에 부속실이 설치되는 경우 그 보충량은 어떻게 구할 수 있는지 살펴보자. 「다. 누설량의 산출 (1)」에서 이 경우에 대한 누설량의 고찰이 누락되었으므로, 먼저 그 누설량부터 파악한 다음 보충량을 구하기로 한다.

1층에 부속실이 있는 경우라도 전체 부속실의 수는 1층 부속실을 포함하여 N으로 나타낼 수 있다.

계단실과 부속실의 동시제연(가압)이므로 모든 부속실과 계단실간의 공기유통은 없고, 부속실의 경우 부속실과 옥내간의 출입문 틈새를 통한 옥내 쪽으로의 누설만이 존재하고, 계단실의 경우 A<sub>R</sub>(있는 경우에 적용한다. 만약 없는 경우에는 전개되는 산출공식에서 A<sub>R</sub>=0의 값을 대입하면 된다)을 통한 누설이 일어난다. 따라서 계단실의 누설량(Q<sub>S</sub>)은 다음과 같다.

$$Q_s = K \times A_R \times P^{1/2} \times 1.25 \dots\dots\dots(47)$$

부속실의 누설량은 1층 부속실과 나머지 N-1개의 부속실의 누설이 서로 달라지므로, 상호 구분하여 구하여야 한다. 그것은 1층 부속실 출입문의 개방방향이 나머지 부속실과는 반대가 되기 때문에, 같은 크기의 출입문이라도 누설량 계산에 필요한 틈새면적의 설계기준치가 달라지기 때문이다. 이에 대하여는 「기술기준」 중 제10조 제1호의 기준을 참고하면 될 것이다.

이제 1층 부속실의 경우 계단실에 면하는 출입문의 틈새면적을 A's, 옥내와 면하는 출입문의 틈새를 A'라고 하면, 1층 부속실의 누설량(Q<sub>L1</sub>)은 다음과 같이 된다.

$$Q_{L1} = K \times A'_1 \times P^{1/2} \times 1.25 \dots\dots\dots(48)$$

1층을 제외한 나머지 N-1개의 부속실의 누설량(Q' <sub>L1</sub>)은 다음과 같다.

$$Q'_{L1} = K \times (N-1) \times A_1 \times P^{1/2} \times 1.25 \dots\dots\dots(49)$$

따라서, 모든 부속실의 누설량(Q<sub>L</sub>)은 다음과 같다.

$$Q_L = (48)식 + (49)식 \\ = K \times [A'_1 + (N-1)A_1] \times P^{1/2} \times 1.25 \dots\dots\dots(50)$$

이제, 임의적으로 1개의 부속실이 개방된 경우에 일어나는 공기의 흐름량을 살펴보자. 임의의 개방부속실은 1층을 제외한 N-1개의 부속실 중에서 일어날 것이다(따라서 비개방부속실의 수는 N-2가 된다). 1층은 건물외부로 향하는 피난층이므로, 화재시 피난을 위하여 영뚱하게 계단실로 진입하는 경우는 배제되기 때문이다. 따라서, 개방부속실로 유입되는 공기는 (47)식에 의한 계단실의 누설량과 동일한 양의 공기와, 1층 부속실의 누설량과 동일한 양의 공기가 A's 및 A'에 대해 분배되면서 A's를 통하여 계단실로 누설하는 공기량(Q'<sub>s1</sub>)[계단실의 기압이 영(零)이 되면서 1층 부속실과 계단실간에 차압이 발생하게 되는 사실에 유의할 것], 그리고 1층을 제외한 각 부속실

의 누설량과 동일한 양의 공기가 A<sub>s</sub> 및 A<sub>1</sub>에 대해 분배되면서 A<sub>s</sub>를 통하여 누설하는 것을 비개방부속실(N-2개임을 유의할 것)에 대해 합산한 공기량(Q'<sub>s1</sub>)이 모두 계단실을 경유하여 개방부속실로 유입될 것이다.

이와같이 개방부속실로 유입되는 공기가, 개방부속실에 공급되고 있던 공기(제연공간의 출입문이 모두 닫혀 있을때 이 부속실에서 일어나는 누설량과 같다. 즉, Q'<sub>L</sub> = K × A<sub>1</sub> × P<sup>1/2</sup> × 1.25로서 (42)식과 같다)와 함께 개방부속실로부터 옥내로 흐르게 되며, 그 양(Q<sub>T</sub>)은 다음의 식으로 나타난다.

$$Q_T = (47)식 + Q'_{s1} + (42)식 \\ = K \times A_R \times P^{1/2} \times 1.25 + K \times A_1 \times (N-2) \\ \times \frac{A_s}{A_1 + A_s} \times P^{1/2} \times 1.25 \\ + (K \times N \times A_1 \times P^{1/2} \times 1.25) \times \frac{1}{N} \\ = K \times A_R \times P^{1/2} \times 1.25 + (K \times N \times A_1 \times P^{1/2} \\ \times 1.25) \times \frac{1}{N} \times \frac{NA_s - 2A_s}{A_1 + A_s} \\ + (K \times N \times A_1 \times P^{1/2} \times 1.25) \times \frac{1}{N} \\ = K \times A_R \times P^{1/2} \times 1.25 + (K \times N \times A_1 \times P^{1/2} \\ \times 1.25) \times \frac{1}{N} \times \left( 1 + \frac{NA_s - 2A_s}{A_1 + A_s} \right) \\ = K \times A_R \times P^{1/2} \times 1.25 + \text{별표1 제1호의 식} \\ \times \frac{1}{N} \times \frac{(N-1)A_s + A_1}{A_1 + A_s} \dots\dots\dots(51)$$

그러므로 보충량(Q'<sub>D</sub>)은 다음과 같다.

$$Q'_D = \frac{S \times V}{0.6} - Q_T \\ = \frac{S \times V}{0.6} - \left[ K \times A_R \times P^{1/2} \times 1.25 \right. \\ \left. + \text{별표1 제1호의 식} \times \frac{1}{N} \right. \\ \left. \times \frac{(N-1)A_s + A_1}{A_1 + A_s} \dots\dots\dots(52) \right]$$