

급기압제연설비의 누설량 산출공식의 유도 (VII)

김 상 옥
(소방인연합회 회장·기술사)

(마지막회)

(11) 부속실의 수가 20 이하인 건물에서, 「부속실만의 제연」으로서 부속실에 비상용 승강기가 없고, 계단실에 창문이 있는 경우:

이 상황을 전술한 (9)의 상황과 비교하면 계단실에 창문이 있다는 점 외에는 다를 바 없다. 따라서 이 경우에는 ⑧식에서 그 속에 포함되어 있는 「기술기준 별표1제1항제9호의 식」 대신 「기술기준 별표1제1항제10호의 식」이 대체되어 들어가면 될 것이라는 것을 쉽게 이해할 수 있다. 대체한 식을 나타내면 다음과 같다.

$$Q_{Ls} = \frac{S \times V}{0.6} - \left\{ (\text{기술기준 별표1제1항제10호의 식}) \times \frac{1}{N} \times \frac{NA_s + A_I}{A_s \times A_I} \right\} \dots\dots\dots \textcircled{90}$$

(12) 부속실의 수가 20을 초과하는 건물에서 「부속실만의 제연」으로서 부속실에 비상용 승강기가 없고, 계단실에 창문이 있는 경우:

이 상황은 전 호에서 설명한 (10)의 상황과 비교할 때 부속실의 수가 20을 초과한다는 점 외에는 다를 바 없으나, 두 개의 부속실이 동시에 개방되는 것으로 간주한다는 점이 다르다.

따라서 이 경우에는 ⑨식에서 그 속에 포함되어 있는 「기술기준 별표제1항제9호의 식」 대신 「기술기준 별표제1항제10호의 식」이 대체되어 들어가면 될 것이다.

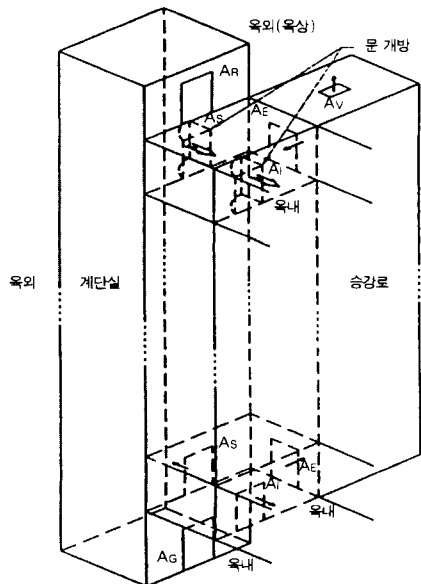
대체한 식을 나타내면 다음과 같다.

$$Q_{Ls} = \frac{S \times V}{0.3} - \left\{ (\text{기술기준 별표1제1항제10호의 식}) \times \frac{1}{N} \times \frac{NA_s + 2A_I}{A_s \times A_I} \right\} \dots\dots\dots \textcircled{91}$$

(13) 부속실의 수가 20 이하인 건물에서, 「부속실만의 제연」으로서 부속실에 비상용 승강기가 있고, 계단실에 창문이 없는 경우:

이 상황에서는 개방부속실을 1개층에 국한하므로, 보충량(Qc)은 다음의 식으로 나타낼 수 있다.

$$Q_c = \frac{S \times V}{0.6} - (\text{개방부속실로부터 옥내로 흘러드는 공기량}) \dots\dots\dots \textcircled{92}$$



(예시도 14)

개방부속실에서 옥내로 흘러 드는 공기량(Q_L)은 다음 세 가지 상황의 공기량을 합산한 것과 같게 될 것이다.

- ① 모든 부속실의 출입문이 닫힌 상태에서 하나의 부속실에 공급되는 공기량(Q_{LI})
- ② 비개방부속실에서 계단실로 누설되어 들어가는 공기량(Q_{LS})
- ③ 비개방부속실로에서 비상용 승강기의 출입문 틈새를 통하여 승강기샤프트 내로 흘러들어가는 공기량 중 개방부속실의 승강기 출입문 틈새를 통하여 개방부속실 내로 스며드는 공기량(Q_{SLI})

위의 ①의 상황에 해당하는 공기량(Q_{LI})은, 누설량 산출공식의 유도과정에서 이미 구해본 바가 있는데, 그것은 ⑳식을 부속실의 수(N)로 나눈 값과 같을 것이다. ㉑식은 다음과 같이 표현된 바 있다.

$$Q_L = K \times N \times (A_I + A_T + A_F) \times P^{1/2} \times 1.25$$

단, $A_F = \frac{A_E \times A_V}{\{(N A_E)^2 + A_V^2\}^{1/2}}$

위의 식은 「기술기준 별표1제1항제11호의 식」과 같다.

따라서,

$$Q_{LI} = Q_L / N = [\text{기술기준 별표1제1항제11호의 식}] \times \frac{1}{N} \dots \dots \dots \text{㉒}$$

이제 위의 ② 및 ③의 상황에 해당하는 공기량(Q_{LS} 및 Q_{SLI})을 구하여 보자.

모든 부속실과 계단실의 출입문이 닫혀 있는 상태에서 급기되는 상황에서는 부속실과 계단실의 동시제연이 아니더라도 계단실이 경유공간이 되기 때문에 계단실도 약간의 기압이 형성되지만, 하나의 부속실 출입문(비상용 승강기 출입문 제외)이 모두 개방되는 경우 계단실의 기압은 Zero Level이 되므로, 이 경우 비개방부속실에서 계단실로 스며드는 누설량은 출입문이 모두 폐쇄된 상태에서 일어나는 누설량과 같을 수 없게 된다는 점에 유의하여야 한

다. 승강기 샤프트를 경유한 공기누설의 경우도 마찬가지이다. 왜냐하면 모든 부속실의 출입문이 닫힌 상태에서는 부속실로부터 승강기 출입문의 틈새를 통하여 샤프트를 경유, 환기구(Vent)를 통하여 흘러나가는 공기가 1개의 부속실이 개방되는 경우에는 그 일부가 환기구를 통하여 흘러나가되, 일부는 개방부속실로 흘러들게 되기 때문이다. 따라서 비개방부속실로부터 계단실 및 샤프트로 분배되어 나가는 공기량을 각각 산출하면서, 샤프트에서 개방부속실로 흘러드는 공기량도 다시 산출할 필요가 있게 된다.

먼저 계단실과 옥내의 기압은 Zero Level이므로, 이들 두 장소와 비개방부속실(여전히 가압되고 있는 부속실)간의 차압은 상호 동등하다. 그러나 승강기 샤프트와 비개방부속실간의 차압은 그러하지 않다. 왜냐하면 샤프트는 여전히 경유공간이 되고 있어 샤프트 내부에는 약간의 기압이 형성되고 있기 때문이다. 만약 샤프트 내부의 기압까지도 Zero Level이라면 상황분석은 매우 단순해지지만, 샤프트는 그런 조건이 아니기 때문에 직렬관계의 상황에서 총등가틈새의 면적을 고려하여 문제를 해결하여야 할 것이다. 경유공간인 샤프트를 기준으로 볼 때, 환기구의 면적 A_V와 개방부속실의 승강기 출입문의 틈새면적 A_E는 상호 병렬관계에 있고, 개방부속실을 제외한 모든 비개방부속실 {그 수는(N-1)개이다}의 승강기 출입문의 틈새면적{즉 (N-1) A_E이다}은 A_V 및 A_E와 직렬관계에 있다. 따라서 (N-1)개의 비개방부속실을 하나의 공간으로 볼 때, 샤프트를 대상으로 하는 당해 공간의 총등가틈새면적(A_F)은 다음의 식으로 나타낼 수 있음이 명백하다.

$$A_F = \frac{(N-1)A_E \times (A_V + A_E)}{\{(N-1) A_E\}^2 + (A_V + A_E)^2\}^{1/2}}$$

위의 A_F는 (N-1)개의 A_E를 포괄하는 비개방공간의 샤프트에 대한 총등가틈새면적이므로, 1개의 비개방부속실에 대한 등가틈새면적(A_F')은 다

음과 같게 된다.

$$A_F' = \frac{A_F}{(N-1)} = \frac{A_E \times (A_V + A_E)}{\{((N-1)A_E)^2 + (A_V + A_E)^2\}^{1/2}} \dots \textcircled{94}$$

A_F' 가 갖는 의미를 다시 생각해 보면, 그것은 곧 하나의 비개방부속실로부터 샤프트를 경유공간으로 하는 공기누설의 양을 경유공간(샤프트)이 없이 바로 외기(Zero Level의 기압)와 직접 면하는 상황에서의 누설량과 같게 될 수 있게 하는 틈새면적을 뜻하는 것이다.

따라서 하나의 비개방부속실에서 A_S , A_I 및 A_F' 는 완전히 상호 동등한 상황적 입장에 있는 틈새면적이므로, 모든 비개방부속실에서 계단실로 흘러드는 공기량($Q_{L,S}$)과 샤프트 내로 흘러드는 공기량($Q_{L,E}$)은 각각 다음의 식으로 나타낼 수 있게 된다.

$$Q_{L,S} = Q_{L,I} \times \frac{A_S}{A_I + A_{F'} + A_S} \times (N-1) \dots \textcircled{95}$$

$$Q_{L,E} = Q_{L,I} \times \frac{A_{F'}}{A_I + A_{F'} + A_S} \times (N-1) \dots \textcircled{96}$$

또한 위의 $Q_{L,E}$ 는 상호 병렬관계에 있는 A_V 와 A_E 로 각각 분배되어 흘러나가므로 샤프트를 경유하여 개방부속실로 흘러드는 공기량($Q_{S,L1}$)은 다음과 같게 된다.

$$Q_{S,L1} = Q_{L,E} \times \frac{A_E}{A_V + A_E} = Q_{L,I} \times \frac{A_{F'}}{A_I + A_{F'} + A_S} \times (N-1) \times \frac{A_E}{A_V + A_E} \dots \textcircled{97}$$

이제 위 ①, ②, ③의 상황에 대한 공기량들이 모두 구하여졌으므로 ⑨7식은 다음과 같게 될 것이다.

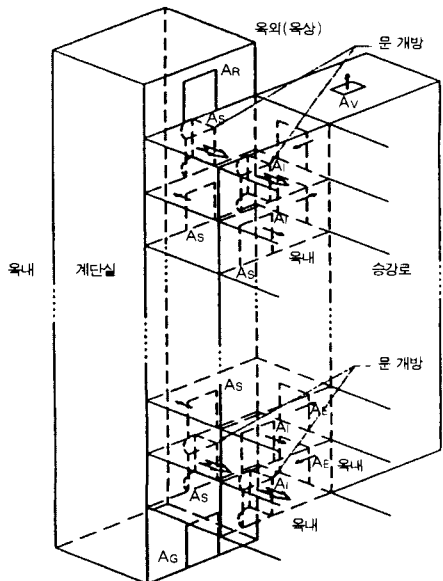
$$\begin{aligned} Q_C &= \frac{S \times V}{0.6} - (Q_{L,I} + Q_{L,S} + Q_{S,L1}) \\ &= \frac{S \times V}{0.6} - (\textcircled{93}\text{식} + \textcircled{95}\text{식} + \textcircled{97}\text{식}) \\ &= \frac{S \times V}{0.6} - \{Q_{L,I} + Q_{L,I} \times \frac{A_S}{A_I + A_{F'} + A_S} \times (N-1) \\ &\quad + Q_{L,I} \times \frac{A_{F'}}{A_I + A_{F'} + A_S} \times (N-1) \times \frac{A_E}{A_V + A_E}\} \\ &= \frac{S \times V}{0.6} - Q_{L,I} \times \{1 + \frac{(N-1)A_S}{A_I + A_{F'} + A_S} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &+ \frac{(N-1)A_{F'} \times A_E}{(A_I + A_{F'} + A_S)(A_V + A_E)}\} = \frac{S \times V}{0.6} - Q_{L,I} \\ &\times \{ \frac{NA_S + A_{F'} + A_I}{A_I + A_{F'} + A_S} + \frac{(N-1)A_{F'} \times A_E}{(A_I + A_{F'} + A_S)(A_V + A_E)} \} \\ &= \frac{S \times V}{0.6} - (\text{기술기준 별표1제1항제11호의 식}) \\ &\times \frac{1}{N} \times \{ \frac{NA_S + A_{F'} + A_I}{A_I + A_{F'} + A_S} + \frac{(N-1)A_{F'} \times A_E}{(A_I + A_{F'} + A_S)(A_V + A_E)} \} \\ &\dots \dots \dots \textcircled{98} \end{aligned}$$

위의 ⑨8식은 기술기준의 별표2제1항제13호의 식과 완전히 일치한다.

(14) 부속실의 수가 20을 초과하는 건물에서 「부속실만의 제연」으로서 부속실에 비상용 승강기가 있고, 계단실에 창문이 없는 경우:

이 상황을 전술한 (13)의 상황과 비교하면, 부속실의 수가 20을 초과한다는 점이 다르다. 따라서 개방부속실의 수를 2개로 간주한다는 점에서 (13)의 경우와 다른 것은 비개방부속실의 수가 (N-2)개가 된다는 것과, 비개방부속실로부터 계단실 및 승강기 샤프트 내로 흘러드는 공기가 두 개의 개방부속실로 각각 균등하게 분배되어 들어간다는 점이다. 따라서 이 경우의 소요보충량(Q_C)은 하나의 개방부속실에 대한 보충량의 2배가 될 것이다.



(예시도 15)

즉 $Q_C = 2 \times$ (하나의 개방부속실에 대한 보충량)
 ㉑

하나의 개방부속실에 대한 소요보충량(Q_{C1})은 다음과 같은 관계식으로 나타낼 수 있다.

$$Q_{C1} + \frac{S \times V}{0.6} = (\text{하나의 개방부속실로부터 옥내로 흘러드는 공기량}) \dots\dots\dots ㉒$$

여기서, 하나의 개방부속실로부터 옥내로 흘러드는 공기량은 다음 세 가지 상황의 공기량을 합산한 것이 될 것이다.

- ① 모든 부속실의 출입문이 닫힌 상태에서 하나의 부속실을 가압하기 위해 공급되는 공기량(Q_{L1})
- ② (N-2)개의 비개방부속실에서 계단실로 누설되어 들어가는 공기량(Q_{LS})의 1/2(두개의 개방부속실로 균배되어 흘러들 것이기 때문에 1/2이 된다)
- ③ (N-2)개의 비개방부속실에서 비상용 승강기의 샤프트로 흘러드는 공기량 중 환기구(A_V)를 통하여 옥외로 흘러 나가 버리는 양을 제외한 나머지 공기량(Q_{LS2})의 1/2(이 또한 두개의 개방부속실로 균배되어 흘러들 것이기 때문에 1/2이 된다)

위 ①의 상황에 해당하는 공기량(Q_{L1})은 ㉑식의 경우와 같다. 따라서 위 ② 및 ③의 상황에 해당하는 공기량(Q_{LS} 및 Q_{SL2})을 구하여 보자.

먼저 계단실과 옥내의 기압은 Zero Level이므로, 이들 두 장소와 비개방부속실간의 차압은 (13)의 경우처럼 상호 동등하나, 승강기 샤프트와 비개방부속실간의 차압은 그러하지 않다. 그러므로 이 경우 또한 비개방부속실과 샤프트와의 관계에서 비개방부속실의 등가틈새면적을 구하여야만 문제가 해결된다.

(13)의 상황에서는 환기구 A_V 와 하나의 개방부속실의 A_E 와는 병렬관계에 있었으나, 이번의 경우에는 환기구 A_V 와 두 개의 개방부속실의 A_E 즉

$2A_E$ 가 상호 병렬관계에 있다는 사실과, (N-2)개의 비개방부속실의 A_E 즉 $(N-2)A_E$ 가 이들(A_V 및 $2A_E$)과 직렬관계에 있음에 유의할 필요가 있다.

따라서 A_E 및 $2A_E$ 와 (N-2) A_E 간의 총등가틈새면적(A_F)은 다음의 식으로 나타난다.

$$A_F = \frac{(N-2)A_E \times (A_V + 2A_E)}{\{(N-2)A_E\}^2 + (A_V + 2A_E)^2}^{1/2}$$

위의 A_F 는 (N-2)개의 A_E 를 포괄하는 비개방공간의 샤프트에 대한 총등가틈새면적이므로, 1개의 비개방부속실에 대한 등가틈새면적(A_F'')은 다음과 같게 된다.

$$A_F'' = \frac{A_F}{(N-2)} = \frac{A_E \times (A_V + 2A_E)}{\{(N-2)A_E\}^2 + (A_V + 2A_E)^2}^{1/2} \dots\dots\dots ㉓$$

이 경우 A_F'' 가 갖는 의미는 (13)의 경우와 다르지 않다. 따라서 모든 비개방부속실((N-2)개)에서 계단실로 흘러드는 공기량(Q_{LS})과 샤프트로 흘러드는 공기량(Q_{LE})은 각각 다음의 식으로 나타낼 수 있게 된다.

$$Q_{LS} = Q_{L1} \times \frac{A_S}{A_I + A_F'' + A_S} \times (N-2) \dots\dots\dots ㉔$$

$$Q_{LE} = Q_{L1} \times \frac{A_S}{A_I + A_F'' + A_S} \times (N-2) \dots\dots\dots ㉕$$

또한 위의 Q_{LE} 는 상호 병렬관계에 있는 A_V 및 $2A_E$ 로 각각 분배되어 흐르게 될 것이므로, 샤프트를 경유하여 개방부속실로 흘러드는 공기량(Q_{SL2})은 다음과 같게 된다.

$$Q_{SL2} = Q_{LE} \times \frac{2A_E}{A_V + 2A_E} = Q_{L1} \times \frac{A_F''}{A_I + A_F'' + A_S} \times (N-2) \times \frac{2A_E}{A_V + 2A_E} \dots\dots\dots ㉖$$

이제 위 ①, ②, ③의 상황에 대한 공기량들을 구할 수 있게 되었으므로 ㉑식은 다음과 같게 될 것이다.

$$Q_C = 2 \times \left\{ \frac{S \times V}{0.6} - (Q_{L1} + \frac{1}{2} \times Q_{LS} + \frac{1}{2} \times Q_{SL2}) \right\} = \frac{S \times V}{0.3} - 2(Q_{L1} + \frac{1}{2} \times Q_{LS} + \frac{1}{2} \times Q_{SL2})$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{S \times V}{0.3} - 2 \times (Q_{L1} + \frac{1}{2} \times Q_{L1} \times \frac{A_s}{A_1 + A_{F'} + A_s}) \\
 &\times (N-2) + \frac{1}{2} \times Q_{L1} \times \frac{A_{F'}}{A_1 + A_{F'} + A_s} \times (N-2) \\
 &\times \frac{2A_E}{A_V + 2A_E} = \frac{S \times V}{0.3} - 2 \times Q_{L1} \\
 &\times \{1 + \frac{NA_s - 2A_s}{2(A_1 + A_{F'} + A_s)} \\
 &+ \frac{(N-2) \times A_{F'} \times A_E}{(A_1 + A_{F'} + A_s) \times (A_V + 2A_E)}\} = \frac{S \times V}{0.3} - 2 \\
 &\times (\text{기술기준 별표1제1항제11호의 식}) \times \frac{1}{N} \times \\
 &(\frac{NA_s + 2A_{F'} + 2A_1}{2(A_1 + A_{F'} + A_s)} + \frac{(N-2) \times A_{F'} \times A_E}{(A_1 + A_{F'} + A_s) \times (A_V + 2A_E)}) \\
 &\dots\dots\dots \textcircled{15}
 \end{aligned}$$

위의 ⑮식은 기술기준 별표2제1항제14호의 식과 정확히 일치한다.

(15) 부속실의 수가 20 이하인 건물에서 「부속실만의 제연」으로서 부속실에 비상용 승강장이 있

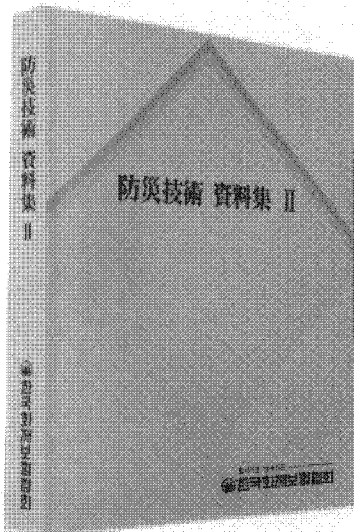
고, 계단실에 창문이 있는 경우:

이 상황은 계단실에 창문이 있다는 점 외에는 (13)의 상황과 다를 바 없다. 따라서 ⑬식에 포함되어 있는 「기술기준 별표제1항제11호의 식」을 「별표제1항제12호의 식」으로 대체하면 될 것임을 쉽게 이해할 수 있다.

(16) 부속실의 수가 20을 초과하는 건물에서 「부속실만의 제연」으로서 부속실에 비상용 승강장이 있고, 계단실에 창문이 있는 경우:

이 상황은 계단실에 창문이 있다는 점 외에는 (14)의 상황과 다를 바 없다. 따라서 이 경우 역시 (15)의 경우처럼 ⑮식에 포함되어 있는 「기술기준 별표제1항제11호의 식」을 「별표제1항제12호의 식」으로 대체하면 될 것이다. ⑯

“방재기술자료집 II” 발간



한국화재보험협회는 최근 화재예방 및 손실방지의 신기술 보급의 일환으로 “방재기술자료집 II” 를 발간하였다.

이 책은 화보험회에서 지난 '92년 제 1집을 발간하여 호평을 받는데 힘입은 바 크며, 「연소폭발」, 「건축방재」, 「위험물·가스」, 「전기시설」, 「방·배연설비」, 「경보·소화설비」, 「위험관리」, 「방재일반」 등 8개 주제 총 450페이지 분량으로 구성되어 있다.

이 자료집에는 신 방재기술의 창구역할을 담당하고 있는 협회의 간행물인 “위험관리정보”, “방재와 보험”, “방재기술” 에 소개되었던 최신 및 우수내용을 발췌한 자료가 실려 있어 소방관련업계 종사자 및 소방관련학과 학생들에게도 좋은 반응을 얻을 것으로 기대된다.(정가: 20,000원).

◎문의전화: (02)780~8111 (호) 353~355