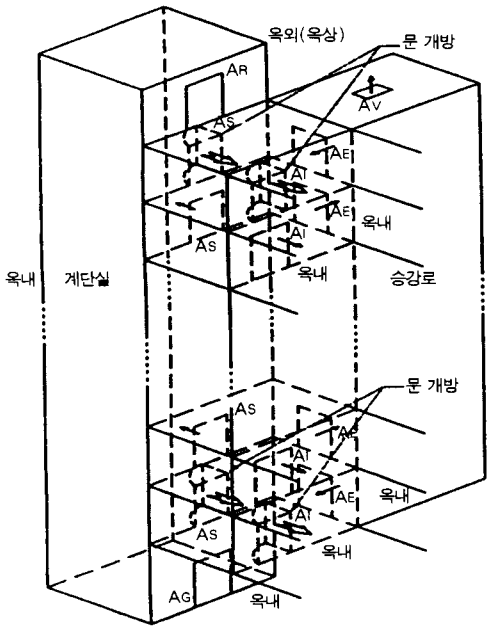
급기가압제연설비의 누설량 산출공식의 유도(VI)

김 상 옥
(소방인연합회 회장·기술사)

(봄호에 이어)

(6) 부속실의 수가 20을 초과하는 건물에서, 「계단실 및 그 부속실의 동시제연」으로서 부속실에 비상용 승강기가 있고, 계단실에 창문이 없는 경우 (예시도 12) :



계단실 및 그 부속실의 동시제연
[부속실 : 승강장 겸용
창문 : 없음
부속실의 수 : 20초과]

(예시도 12)

이 상황에서는 두 개의 부속실이 동시 개방되는 것으로 간주하게 되므로, 보충량(Q_C)은 다음과 같게 될 것이다.(전호 (2)의 설명 참조)

$$Q_c = 2 \times \{\frac{S \times V}{0.6} - (\text{하나의 개방 부속실로부터 옥내로 흘러드는 공기량}\} \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots ⑱$$

그리고 하나의 개방부속실로부터 옥내로 흘러드는 공기량은 다음 조건의 공기량을 합산한 것이 된다.

1) 개방부속실의 출입문이 개방되기 전(즉, 닫혀 있을 때)에 하나의 부속실에 공급되던 공기량(Q_L).

2) 두개의 부속실이 동시 개방되었을 때,

①계단실로부터 하나의 개방부속실로 유입되는 공기량(Q_{SL}). 이 공기량은 다음과 같은 상황의 공기량을 합산한 것과 같다.

• 개방부속실의 출입문이 개방되기 전 계단실에 공급되던 공기량(Q_S)의 1/2(개방부속실이 두 개이므로 1/2이 됨).

• 개방부속실 이외의 부속실 즉, 비개방부속실(N-2개)로부터 계단실로 흘러드는(계단실과 이들 부속실 사이의 닫혀 있는 출입문 틈새를 통하여 흘러드는 것을 말한다) 공기량(Q_{SL})의 1/2.

②비개방부속실(N-2개)로부터 비상용 승강기의 샤프트 내로 흘러드는(비개방부속실의 비상용 승강기의 출입문 틈새를 통하여 샤프트 내로 흘러드는 것을 말한다) 공기량 중 개방부속실의 비상용 승강기의 출입문 틈새를 통하여 하나의 개방부속실

내로 역류하여 흘러드는 공기량(Q_{EL}).

이제 위의 상황들에 따른 공기량 Q_L, Q_S, Q_{SL}, Q_{LS}, Q_{EL}들을 순서대로 구하여 보자. Q_L 및 Q_S는 이미 앞에서 산출한 바 있는 양들로서 각각 다음의 식으로 나타난다.

$$Q_L = K \times (A_F + A_I) \times P^{1/2} \times 1.25 \cdots\cdots ⑲$$

단, $A_t = \frac{A_E \times A_v}{\{(NA_E)^2 + A_v^2\}^{1/2}}$

$$Q_S = K \times (A_R + A_G) \times P^{1/2} \times 1.25 \cdots\cdots ⑳$$

또, $Q_{SL} = {}^{1/2}Q_S + {}^{1/2}Q_{LS}$이므로, 여기서 Q_{LS}의 값을 구하여 보자. 그것은 N-2개의 비개방부속실에 대한 급기량 A_S, A_I 및 승강기 출입문에 부과되는 새로운 등가틈새에 대해 균배되어 A_S를 통하여 계단실 내로 흘러드는 공기량이므로, 그 새로운 등가틈새면적을 A_F''라고 표시하면 A_F''의 산출은 잠시 뒤로 미루기로 하고, Q_{LS}는 다음의 식으로 나타날 것이다.

$$Q_{LS} = Q_L \times \frac{(N-2)A_S}{A_I + A_F'' + A_S} \cdots\cdots ㉑$$

또한 Q_{EL}의 값도 A_F''를 사용하면 다음의 식으로 나타낼 수 있다.

$$Q_{EL} = Q_L \times \frac{(N-2)A_F''}{A_I + A_F'' + A_S} \times \frac{A_E}{2A_E + A_V} \cdots\cdots ㉒$$

이제 A_F''를 구하여 위의 상황들에 따른 공기량을 합산하기만 하면 된다.

위의 ⑲식에서 나타난 A_F는 출입문이 모두 닫혀 있을 때 비상용 승강기의 샤프트를 경유공간으로 하는 승강기 출입문의 등가틈새 면적이었으나, 두 개의 부속실이 개방됨에 따른 N-2개의 비개방부속실을 기준으로 하여 샤프트가 경유공간이 되기 때문임을 고려하면, A_F''의 값은 다음과 같이 나타나게 됨을 쉽게 알 수 있다.

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

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

이상과 같이 모든 필요 공기량이 구하여졌으므로, 보충량(Q_C)은 다음과 같다.

$$Q_C = 2 \times \{\frac{S \times V}{0.6} - (Q_L + Q_{SL} + Q_{EL})\} = \frac{S \times V}{0.3} - 2$$

$$(Q_L + 1/2 \times ⑳식 + 1/2 \times ㉑식 + ㉒식) = \frac{S \times V}{0.3}$$

$$- 2(1/2 \times ⑳식 + Q_L + 1/2 \times ㉑식 + ㉒식)$$

위의 식을 정리하면 보충량의 공식을 다음과 같이 얻을 수 있다.

$$Q_C = \frac{S \times V}{0.3} - 2 \times [\{K \times N \times (A_F + A_I) \times P^{1/2}$$

$$\times 1.25\} \times \frac{1}{N} \times \{\frac{NA_S + 2A_F'' + 2A_I}{2(A_S + A_F'' + A_I)}$$

$$+ \frac{(N-2)A_F'' \times A_E}{(A_S + A_F'' + A_I) \times (A_V + 2A_E)}\} + K \times (A_R + A_G) \times$$

$$P^{1/2} \times 1.25] = \frac{S \times V}{0.3} - 2 \times [\text{기술기준 별표 제1항}$$

제5호의 식 $\times \frac{1}{N} \times \{\frac{NA_S + 2A_F'' + 2A_I}{2(A_S + A_F'' + A_I)}$

$$+ \frac{(N-2)A_F'' \times A_E}{(A_S + A_F'' + A_I) \times (A_V + 2A_E)}\} +$$ 별표1 제1항제6호의 식] $\cdots\cdots ㉓$

(7) 부속실의 수가 20 이하인 건물에서, 「계단실 및 그 부속실의 동시제연」으로서 부속실에 비상용 승강기가 있고, 계단실에는 창문이 있는 경우 :

이 상황은 계단실에 창문이 있다는 것 외에는 예시도 11의 조건과 일치한다.

따라서, 모든 부속실과 계단실의 출입문 및 창문들이 모두 닫혀 있을 때의 소요급기량 중 계단실에 대한 소요량이 창문의 누설틈새를 통하여 옥외로 흘러나가는 것을 감안하게 되는 것이므로, 창문의 누설량이 창문없는 조건에 비해 추가될 것이며, 이 추가량이 1개층 부속실 출입문 개방시 모두 개방부속실로 흘러들게 될 것이므로, ㊱식 중의 「별표1 제1항제6호의 식」대신에 창문누설을 고려한 「별표1 제1항제8호의 식」을 사용하면 된다. 따라서, 그 보충량(Q_C)은 다음의 식으로 나타난다.

$$Q_C = \frac{S \times V}{0.6} - [\text{기술기준 별표1 제1항제7호의 식} \times$$

$$\frac{1}{N} \times \{\frac{NA_S + A_I + A_F'}{A_S + A_I + A_F'} + \frac{(N-1) \times A_F' \times A_E}{(A_S + A_I + A_F') \times (A_E + A_V)}\}$$

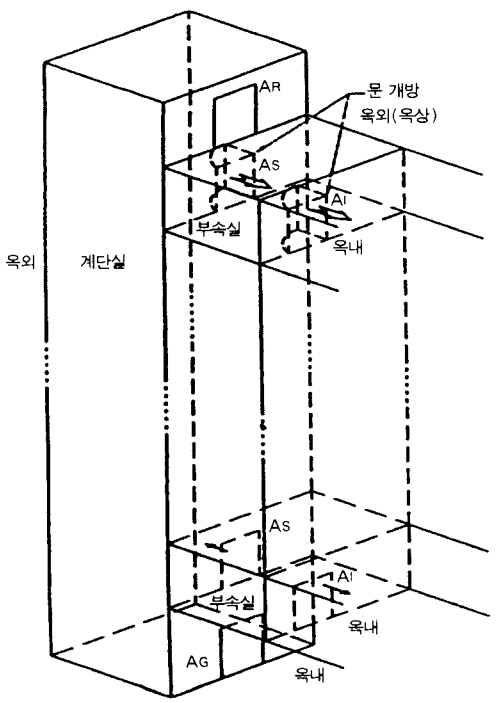
+별표1 제1항제8호의 식〕·····⑭

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

(8) 부속실의 수가 20을 초과하는 건물에서, 「계단실 및 그 부속실의 동시제연」으로서 부속실에 비상용 승강기가 있고, 계단실에 창문이 있는 경우 :

이 상황은 계단실에 창문이 있다는 점 외에는 예시도 12의 경우와 모든 조건이 일치하므로 ⑬식 중 「별표1 제1항제6호의 식」을 동 제8호의 식(이 식은 제4호의 식과 같음)으로 대체하면 된다.

(9) 부속실의 수가 20 이하인 건물에서, 「부속실만의 제연」으로 부속실에 비상용 승강기가 없고, 계단실에는 창문이 없는 경우(예시도 13) :



부속실만의 제연

〔부속실 : 승강장 비겸용
창문 : 없음
부속실의 수 : 20 이하〕

(예시도 13)

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

$Q_C = \frac{S \times V}{0.6}$ −〔개방부속실로부터 옥내로 흘러드는 공기량〕

개방부속실로부터 옥내로 흘러드는 공기량(Q_I)은 다음과 같은 상황의 공기량을 합산한 것과 같게 될 것이다.

Q_I=모든 부속실이 개방되기전 하나의 부속실에 공급되던 공기량(Q_L)+비개방부속실로부터 계단실로 흘러드는 공기량(Q_{LS})

Q_L은 이미 산출해 보았던 값으로서, 다음의 식으로 나타난다.

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

$=$(기술기준 별표1 제1항제9호의 식)$\times \frac{1}{N}$ ···⑮

단, $A_T = \frac{(A_R + A_G) \times A_s}{\{(A_R + A_G)^2 + (N \times A_s)^2\}^{1/2}}$

모든 출입문이 닫혀 있는 상황에서 부속실에 급기를 하게 되면, 계단실은 직렬관계의 경유공간이 되어 약간의 기압이 형성되지만, 하나의 부속실이 개방되는 경우 문의 미세한 틈새 면적과는 비교되지 않는 큰 면적의 문짝이 열리는 것이므로, 계단실 내에 흘러드는 공기는 개방부속실 내로 즉시 모두 흘러들게 되어 계단실의 기압이 사라져 버리게 된다는 점에 유의할 필요가 있다.

따라서 비개방부속실과 계단실간에는 기준차압(P)이 형성되므로, 비개방부속실로부터 계단실로 스며나가는 공기량은 옥내로 스며나가는 공기량과 상호 대등한 분배관계가 될 것이다. 이와 같은 상황을 이해하면 Q_{LS}는 다음의 식이 될 수 있음을 쉽게 알 수 있다.

$Q_{LS} = Q_L \times \frac{A_s}{A_s + A_I} \times (N-1)$ ·····⑯

따라서, $Q_C = \frac{S \times V}{0.6} - Q_I = \frac{S \times V}{0.6} - (Q_L + Q_{LS})$

$= \frac{S \times V}{0.6} - \{Q_L + Q_L \times \frac{A_s}{A_s + A_I} \times (N-1)\}$

$$= \frac{S\times V}{0.6} - Q_L \times (1 + \frac{NA_S - A_S}{A_S + A_I})$$

$$= \frac{S\times V}{0.6} - (Q_L \times \frac{NA_S + A_I}{A_S + A_I}) = \frac{S\times V}{0.6} - \{(\text{기술기준 별표1 제1항제9호의 식}) \times \frac{1}{N} \times \frac{NA_S + A_I}{A_S + A_I}\} \quad \cdots\cdots (87)$$

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

이 상황은 전술한 (9)의 상황과 비교할 때 부속실의 수가 20을 초과한다는 점 외에는 다를 바 없으나, 두 개의 부속실이 동시 개방되는 것으로 간주한다는 점이 다르다. 따라서, 보충량(Q_C)은 다음의 식으로 나타낼 수 있다.

$$Q_C = 2 \times \{\frac{S\times V}{0.6} - (\text{하나의 개방부속실로부터 옥내로 흘러드는 공기량})\} \quad \cdots\cdots (88)$$

하나의 개방부속실로부터 옥내로 흘러드는 공기량은 다음의 상황에서 고려되는 공기량을 합산한 것과 같다.

1) 부속실의 모든 출입문이 닫혀 있을 때 하나의 부속실에 공급되는 공기량(Q_L).

2) 두 개방부속실 이외의 비개방부속실(N−2개)로부터 계단실로 스며드는 공기량(Q_{LS})의 1/2.

위의 상황과 관련되는 Q_L은 (85)식과 동일하며 Q_{LS}는 다음과 같이 될 것이다.

$$Q_{LS} = Q_L \times \frac{A_S}{A_S + A_I} \times (N-2)$$

그러므로,

$$Q_C = 2 \times \{\frac{S\times V}{0.6} - (Q_L + \frac{1}{2}Q_{LS})\}$$

$$= \frac{S\times V}{0.3} - 2\{Q_L + \frac{1}{2}Q_L \times \frac{A_S}{A_S \times A_I} \times (N-2)\}$$

$$= \frac{S\times V}{0.3} - 2\times Q_L\{1 + \frac{1}{2} \times \frac{A_S(N-2)}{A_S \times A_I}\}$$

$$= \frac{S\times V}{0.3} - 2\times Q_L \times \frac{NA_S + 2A_I}{2(A_S \times A_I)}$$

$$= \frac{S\times V}{0.3} - Q_L \times \frac{NA_S + 2A_I}{A_S + A_I}$$

$$= \frac{S\times V}{0.3} - \{(\text{기술기준 별표1 제1항제9호의 식}) \times \frac{1}{N} \times \frac{NA_S + 2A_I}{A_S + A_I}\} \quad \cdots\cdots (89)$$

〈다음호에 계속〉

"FILK"란

우수 방화·안전 관련 제품에 대해서 방재시험연구소가 품질을 인증하는 마크입니다.

한국화재보험협회 부설

방재시험연구소

경기도 여주군 가남면 심석리 69-1

전화 : (0337)883-9861~4 Fax : (0337)882-3527