

소방설비기사 (기계) 실기공식 (Phycho B-Type)

시험 보기 전 유의 사항

- 문제를 눈으로 만 읽지 말고 마음으로 소리 내어 읽어라.
 - 문제를 눈으로만 보면 공부하면서 봤던 문제 구나 하면서 단서 조항을 보지 못하고 놓치는 경우가 많음.
 - 아는 문제라도 그냥 2번 정도 읽어 보고 문제에 손을 대어 본다.(실전에서는 쉽지만 조금씩 비튼 문제들이 다수 출제됨.)
- 문제에 주어진 단위를 잘 본다. 그리고 계산하는 과정에서 항상 단위도 같이 써주면서 풀이한다.
 - 예를 들어 SCH.No를 구하는 문제에서 자주 범하는 실수 인데 인장강도가 KG/mm² 로 주어지는 경우가 많다. 그리고 최고작업압력은 KG/cm² 로 주어지는 경우가 많아 인장강도를 그냥 안전율로 나누고 그 후 다시 최고작업압력에 나누는 우를 범하는 경우가 많다. 항상 풀이과정에서 단위를 써주면서 푸는 습관을 들이면 이러한 우를 범하는 일이 줄어든다.
 - 공식을 외울 때 공식만 외우지 말고 단위와 함께 외운다.

-유체역학-

1. 온도

$$^{\circ}\text{C} = 5/9 (^{\circ}\text{F}-32)$$

$$^{\circ}\text{F} = 9/5^{\circ}\text{C} + 32$$

2.노즐에 걸리는 반발력(플랜지 볼트에 작용하는 힘)

$$F = \frac{\gamma Q^2 A_1}{2g} \left(\frac{A_1 - A_2}{A_1 A_2} \right)^2$$

F : 플랜지 볼트에 작용하는 힘(노즐에 걸리는 반발력) (kg)

γ :비중량 (물의 비중량 1000kgf/m³)

Q : 유량 (m³ /sec)

A₁ : 소방호스의 단면적 (m²)

A₂ : 노즐의 단면적 (m²)

g : 중력가속도 (9.8 m/sec²)

3. 일량

$$W = JQ$$

W : 일량 (J/cal)

J : 열의 일당량 (J)

Q : 열량 (cal)

$$1\text{cal} = 3.968 \text{ Btu} = 2.205 \text{ chu}$$

$$W = FS$$

W : 일(joule)

F : 힘 (N)

S : 거리 (m)

$$1\text{kw} = 102\text{kg}\cdot\text{m}/\text{sec}$$

$$1\text{HP} = 0.746 \text{ kw}$$

$$1\text{PS} = 0.735 \text{ kw}$$

$$1\text{W} = 1 \text{ j}/\text{sec}$$

4. 압력

$$p = \gamma h \quad p = F/A$$

p : 압력 (kg/cm²)

γ : 비중량 ((kgf/cm³)

h : 높이 (cm)

A : 단면적(cm²)

5. 물속의 압력

$$P = P_0 + \gamma h$$

P : 물속의 압력 (kg/cm²)

P₀ : 대기압 (1.0332kgf/cm²)

γ :비중량 (물의 비중량 1000kgf/m³)

h : 물의 깊이 (m)

$$\text{cf) 전압} = \text{동압} + \text{정압}$$

6.동점성계수

$$\nu = \mu / \rho$$

ν : 동점도 (cm² /sec)

μ : 일반점도 (g/cm·sec)

ρ : 밀도 (g/cm³)

7. 비중

$$S = \rho / \rho_w = \gamma / \gamma_w$$

S : 비중(무차원)

ρ : 어떤 물질의 밀도 (kg/m³)

ρ_w : 표준물질의 밀도 (물의 밀도)(kg/m³)

γ : 어떤 물질의 비중량 (kgf/m³)

γ_w : 표준물질의 비중량 (물의 비중량)(kgf/m³)

8. 비중량

$$\gamma = 1/V_s = W/V = \rho g$$

V_s : 비체적 (1/ ρ)

9. 밀도

$$\rho = m/V$$

m : 질량 (kg)

V : 부피 (m³)

$$\text{물의 밀도 : } 1 \text{ g/cm}^3 = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$= 1000\text{N}\cdot\text{sec}^2 / \text{m}^4$$

$$= 102 \text{ kgf}\cdot\text{sec}^2 / \text{m}^4$$

10.이상기체 상태방정식

$$\textcircled{1} PV = nRT = W/MRT, \quad \rho = PM / RT$$

P : 압력 (atm)

V : 부피 (m³)

$$\text{cf: } \textcircled{2} \text{ 방출가스량} = \frac{21 - O_2}{O_2} \times 100$$

n : 몰수 (W/M)

R : 0.082 (atm·m³ /kg·mole·K)

T : 절대온도 (273 + $^{\circ}\text{C}$) (K)

W : 무게 (kg)

M : 분자량

ρ : 밀도 (kg/m³)

$$\textcircled{2} PV = W R t \quad , \quad \rho = P / R T$$

P : 압력 (kg/m²)
V : 부피 (m³)
W : 무게(kg)
R : 848 / M (kg·m/kg·K)
T : 절대온도 (273 + ℃) (K)
ρ : 밀도 (kg/m³)

$$\textcircled{3} PV = G R T$$

P : 압력 (Pa)
V : 부피 (m³)
T : 절대온도 (273 + ℃) (K)
G : 무게 (kg)

11. 연속방정식(질량 보존 법칙의 일종)

① 질량유량

$$m = A V \rho$$

② 중량유량

$$G = A V \gamma$$

③ 유량

$$Q = A V$$

12. 베르누이 방정식

① 이상유체

$$\frac{V_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} + Z_1$$

$$= \frac{V_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma} + Z_2$$

V₁ , V₂ : 유속 (m/ sec)
p₁ , p₂ : 압력(kg/cm²)
Z₁ , Z₂ : 높이(m)
g : 중력가속도 (9.8 m/sec²)
γ : 비중량 (물의 비중량 1000kgf/m³)

② 비압축성 유체

$$\frac{V_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} + Z_1$$

$$= \frac{V_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma} + Z_2 + \Delta H$$

ΔH : 손실수두 (m)

13. 토리첼리의 식

V = √ (2gH)
V : 유속 (m/ sec)
g : 중력가속도 (9.8 m/sec²)
H : 높이 (m)

14. 운동량의 원리

: 운동량의 시간변화율은 그 물체에 작용한 힘과 같다

$$F = m \frac{du}{dt}$$

F : 힘 (kg·m/sec² = n)

m : 질량 (kg)

du : 운동속도 (m/sec)

dt : 운동시간 (sec)

15. 보일 샤를 법칙

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

P₁ P₂ : 기압 (atm)

V₁ V₂ : 부피 (m³)

T₁ T₂ : 절대온도 (K)

16. 관마찰계수

$$f = \frac{64}{Re}$$

f : 관마찰계수

Re : 레이놀드수

17. 국부속도

$$V = U_{\max} [1 - (r_0 / r)^2]$$

V : 국부속도 (cm/sec)

U_{max} : 중심속도 (cm/sec)

r₀ : 반경 (cm)

r : 중심에서의 거리 (cm)

18. 마찰손실

① 달시- 웨버의 식(층류): 곧고 긴 관에서의 손실 수두

$$H = \frac{\Delta p}{r} = \frac{f l V^2}{2gD}$$

H : 마찰손실(m) Δp : 입력차 (kg/cm²)

r : 비중량 f : 관마찰계수

l : 길이 V : 유속 (m/sec)

g : 중력가속도 D : 내경 (m)

② 하젠 - 포아젤의 법칙 (난류:일정한 물이 층류로 원관에 흐를 때 이 손실 계산)

$$H = \frac{32 \mu l V}{g D^2 r}$$

H : 마찰손실(m) μ : 점도 (kg/m·sec)

l : 길이 (m) V : 유속 (m/s)

g : 중력가속도 D : 내경 (m)

r : 비중량

$$\Delta p = \frac{128 \mu l Q}{\pi D^4}$$

Δp : 압력차 (압력강하) (kgf/m²) μ : 점도 (kg/m·sec)

Q : 유량 (m³ /min) l : 길이 (m)

D : 내경 (m)

③ 하젠-윌리엄의 식

$$\Delta p_m = 6.174 \times 10^5 \times \frac{Q^{1.85}}{C^{1.85} \times D^{4.87}}$$

Δp_m : 배관 1m당 압력손실 (kgf/cm² ·m)

C : 조도

100	주철관, 흑관(건식, 준비작동식)
120	백관(아연도금강관), 흑관(습식, 일제살수식)
150	동관(구리관)

D : 관의 내경 (mm)

(주의) 관의 호칭경을 넣는 게 아니라 내경임을 명심.

Q : 관의 유량 (l/min)

18. 돌연 축소 · 확대관에서의 손실

① 돌연축소관에서의 손실

$$H = k \frac{V_2^2}{2g}$$

H : 손실수두 (m) k : 손실계수

V₂ : 축소관 유속 (m/sec)

g : 중력가속도

② 돌연확대관에서의 손실

$$H = k \frac{(V_1 - V_2)^2}{2g}$$

V₁ : 축소관에서의 유속 V₂ : 확대관에서의 유속

19. 관의 상당길이(등가길이, 직관장 길이)

$$Le = \frac{KD}{f}$$

Le : 관의 상당 길이 (m)

k : 손실계수

D : 내경 (m)

f : 마찰손실계수

20. 최대연직범위

$$V = 0.15 \frac{H^2}{Q^{0.3}}$$

V : 적정 소방수류의 최대 연직범위 (m)

H : 소화노즐에서 화재 건물까지의 거리

Q : 유량 (l/min)

lpm : liter per minute 의 약자로서 l/min 과 같다.

21. 동압(유속)측정

① 시차액주계 : 유속 및 두지점의 압력 측정

$$p_A + r_1 h_1 = p_B + r_2 h_2 + r_3 h_3$$

② 피토크 : 유체의 국부속도

$$V = C \sqrt{2gH}$$

V : 유속(m/sec)

C: 측정계수

g : 중력가속도

H : 높이 (m)

22. 유량측정

① 벤츨리미터 : 고가 , 유량·유속의 손실이 적은 유체의 유량 측정

$$Q = C \frac{A_2}{\sqrt{1-m^2}} \times \sqrt{\frac{2g(r_s-r)}{r}} \times R$$

Q : 유량 (m³/min) C : 유량계수 R : 마노미터 읽음(m)

A₂ : 출구면적(m²) A₁ : 입구면적 g : 중력가속도

m : A₂/A₁ = (D₁/D₂)² D₁: 입구 직경(m) D₂: 출구 직경(m)

r_s : 수은의 비중량 (13600kgf/m³)

r : 물의 비중량 (1000kgf/m³)

토출량(유량)

$$Q = 10.99 D^2 \sqrt{P}$$

Q : 토출량 (m³/min) D : 구경 (m) P : 방사압력(kg/cm²)

$$Q = 0.653 D^2 \sqrt{P}$$

Q : 토출량 (l/min) D : 구경 (mm) P : 방사압력(kg/cm²)

②오리피스 : 저가

$$\Delta p = p_2 - p_1 = R (r_s - r)$$

Δp : U자관 마노미터의 압력차 (kgf/m²)

p₂ : 출구 압력 p₁ : 입구 압력

R : 마노미터 읽음 (m)

23. 배관의 스케줄 NO.

$$\text{Schedule No} = \frac{\text{내부작업응력}}{\text{재료의 허용응력}} \times 1000$$

$$\text{안전율} = \frac{\text{인장강도}}{\text{재료의 허용응력}}$$

인장강도(kg/mm²)으로 많이 나옴. (kg/cm²) 전환해서 풀것.

$$\text{허용응력} (\sigma) = \frac{pD}{2t}$$

σ : 허용응력(kg/cm²)

p : 압력 (kg/cm²)

D : 내경 (cm)

t : 두께 (cm)

24. 유효흡입양정(NPSH : Net Positive Suction Head)

① 흡입 NPSH (수조가 펌프보다 낮을 때)

$$NPSH = H_a - H_v - H_s - H_L$$

②압입 NPSH (수조가 펌프보다 높을 때)

$$NPSH = H_a - H_v + H_s - H_L$$

- NPSH : 유효흡입양정 (m)
H_a : 대기압수두 (m)
H_v : 수증기압수두
H_s : 흡입수두; 후드밸브에서 펌프의 중심선까지
압입수두; 수면 최상단부터 펌프 중심선까지
H_L : 마찰손실수두 (m)
-대수흡(약)마 ; 이렇게 외웠음.

25. 펌프의 동력

① 전동력

$$P = \frac{0.163 \text{ KQH}}{\eta}$$

② 축동력

$$P = \frac{0.163 \text{ QH}}{\eta}$$

③ 수동력

$$P = 0.163 \text{ QH}$$

- K : 동력 (kw) ; 1HP = 0.746 KW, 1PS = 0.735KW
Q : 유량 (m³/min) : 주의 할것.(이식에서는 분당유량임)
H : 전양정 (m) K : 전달계수
η : 효율($\eta = \eta_m \times \eta_h \times \eta_v$)
; 전효율= 기계효율, 수력효율, 체적효율을 모두 곱한 값.

참고) $P = \frac{rKQH}{102\eta} = \frac{0.163 \text{ KQH}}{\eta}$

; 두식은 같은 식인 이유
r ; 비중량 (1000kgf/m³)
첫번째 (왼쪽식) 유량(Q)는 m³/sec 임.
두 번째 (오른쪽) 유량은 m³/min 임.
 $1000 / (102 \times 60) = 0.163 \dots$ 가 나옴.
그래서 두식은 같은 식임.
첫 번째 두 번째 식 아무식이나 써서 동력을 구해도
상관은 없지만 유량의 단위는 염두해서 풀것.

26. 유량(풍량), 양정, 동력의 관계(상사법칙)

- ① $Q_1 : Q_2 = N_1 : N_2 = D_1^3 : D_2^3$
② $H_1 : H_2 = N_1^2 : N_2^2 = D_1^2 : D_2^2$
③ $P_1 : P_2 = N_1^3 : N_2^3 = D_1^5 : D_2^5$
Q : 변경 전후 풍량 유량 (m³/min)
H : 변경 전후 양정 (m)
P : 변경 전후 동력 (kw)
N : 변경 전후 회전수 (rpm)
D : 변경 전후 관경 (mm)

27. 압축비

$$K = \sqrt[\epsilon]{(p_1/p_2)}$$

가압송수능력 = $(p_2 - p_1) / \epsilon$

- K : 압축비
ε : 단수
p₁ : 흡입측 압력 p₂: 토출측 압력

-소방기계 구조 · 원리 -

1. 소화기 추가 설치

전기설비 = $\frac{\text{당해바닥면적}}{55m^2}$

보일러, 음식점, 의료시설, 업무시설등

= $\frac{\text{당해바닥면적}}{25m^2}$

*주의 사항

소방설비 문제를 풀 경우 하나의 펌프에 두 개의 설비가 있는 경우
(예를 들어 스프링클러설비와 옥내소화전설비가 하나의 펌프를 같이
사용하는 경우)

펌프의 전양정	두 설비중 큰(大) 값
펌프의 유량	두 설비 (+) 값
펌프의 수원	두 설비 (+) 값

옥 내 소 화 전

1. 수원의 저수량

- $Q \geq 2.6 \text{ N}$ (호스릴은 1.2N)
; 펌프의 분당 토출량이 130리터임. 옥내소화전은 화재발생 후
20분 이상 동작해야 됨으로
 $130 \text{ l/min} \times 20\text{min} = 2600 \text{ l} = 2.6m^3$ 임

- Q : 수원의 저수량 (m³)
N : 가장 많은 층의 소화전 개수 (최대5개)

2. 옥상수원의 저수량

$Q \geq 2.6 \text{ N} \times 1/3$ (호스릴은 $1.2N \times 1/3$)

3. 토출량

① 옥내소화전설비

$Q = N \times 130 \text{ l/min}$

② 호스릴 옥내소화전 설비

- $Q = N \times 60 \text{ l/min}$
Q : 토출량 (l/min)
N : 가장 많은 층의 소화전 개수 (최대 5개)

4. 가압송수장치

① 고가수조방식

- $H \geq h_1 + h_2 + 17$ (호스릴은 25)
H : 필요한 낙차(m)
h₁ : 소방호스의 마찰손실수두 (m)

h₂ : 배관 및 관부속품의 마찰수두 (m)
 17 : 옥내소화전의 정격 마찰손실수두 (m)

② 압력수조

$$P = P_1 + P_2 + P_3 + 0.7$$

P : 필요한 압력(Mpa)

P₁ : 소방호스의 마찰손실수두압

P₂ : 배관 및 관부속품의 마찰손실수두압

P₃ : 낙차의 환산수두압

③ 펌프방식 (지하수조방식)

$$H = h_1 + h_2 + h_3 + 17$$

H : 전양정 (m)

h₁ : 소방호스의 마찰손실수두(m)

=> 자연낙차의 N%라고 주어질때는

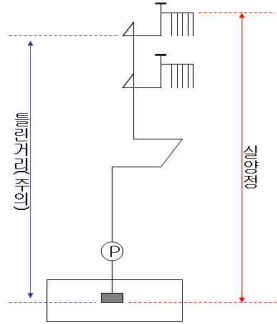
펌프의 토출양정의 N%임

h₂ : 배관 및 관부속품의 마찰수두(m)

h₃ : 실양정(흡입양정 + 토출양정) (m)

=> 후드밸브에서 옥내소화전 최상층의 최상단까지 거리임.

17 : 옥내소화전의 정격 마찰손실수두 (m)



5. 방수압 및 방수량

: 법정 방수압 - 0.17 Mpa

법정 방수량 - 130 l/min

$$Q = 0.653 D^2 \sqrt{P}$$

$$Q = K \sqrt{P}$$

Q : 토출량 (l/min) D : 구경 (mm) P : 방사압력(kg/cm²)

K : 방출계수

6. 성능시험배관 관경

$$1.5Q = 0.653 D^2 \sqrt{(0.65P)}$$

펌프의 성능 : 체절운전시 정격토출압력의 140%를 초과하지 아니하고 정격토출량의 150%로 운전시 정격토출압력의 65%이상이어야 함.

=> 이러한 조건에 의해서 성능시험배관 관경을 구할 때 유량에 1.5배를 곱해 주고 압력에는 0.65를 곱해줌.

참고)

체절압력 (kg/cm²) = 펌프명판에 표기된 양정 × 1.4 × (1/10)

=> 1.4배는 펌프성능에서 체절운전시 정격토출압의 140%를 넘지 않아야 하므로

7. 펌프의 압력손실

① 배관의 압력손실 (하젠-윌리암식)

$$\Delta p_m = 6.174 \times 10^5 \times \frac{Q^{1.85}}{C^{1.85} \times D^{4.87}}$$

△p_m : 배관 1m당 압력손실 (kgf/cm² · m)

C : 조도

100	주철관, 흑관(건식, 준비작동식)
120	백관(아연도금강관), 흑관(습식, 일제살수식)
150	동관(구리관)

D : 관의 내경 (mm)

Q : 관의 유량 (l/min)

8. 옥내소화전설비 문제

① 펌프의 송수량

Q = N × 노즐의 최소방수량 (l/min) × 여유율

Q : 펌프의 송수량 (l/min)

N : 가장 많은 층의 소화전 개수(최대 5개)

여유율(전달계수아님)을 20%준다라고 할 경우 : 1.2를 곱함.

② 수원의 소요저수량

$$Q' = Q \times 20 \text{ min}$$

Q' : 수원의 소요저수량 (l)

(옥내소화전 설비는 20분 동안 작동 해야됨.)

③ 소방호스의 마찰손실 수두(h₁)

15m × 2EA × 호스의 호칭경당 마찰손실수두/100m

- 옥내소화전호스의 규격길이 : 415m

- 옥내소화전에 갖추어야 하는 개수 : 2개

- 100m당 호스의 호칭경 (호스의 재질 염두할것.)

④ 배관 및 관부속품의 마찰손실수두 (h₂)

호칭구경	문제에서 주어짐.
유량	문제에서 주어짐.
직관 및 등가길이	직선으로 뻗은 관의 총합 -호칭마다 따로 계산함.
관부속품의 등가길이	관부속품 개수 × 관이음 및 밸브등의 등가길이(주어짐.) - 호칭과 종류마다 따로 계산함.
m당 마찰손실	직관의 마찰손실(100m 당)이 표에서 주어짐. 호스의호칭규격 및 유량을 잘 보고 맞는 값을 찾음.
마찰손실수두	같은 호칭의 직관 및 부속품의 등가길이 × 100m당 마찰손실 값 -해당 호칭의 마찰손실 수두 따로 계산

⑤ 실양정 (h₃)

실양정= 흡입양정 + 토출양정

- 실양정 : 후드밸브~ 최상층 옥내소화전의 앵글밸브까지의 수직거리로써 흡입양정과 토출양정을 합한값.

⑥ 전양정 (H)

$$H = h_1 + h_2 + h_3 + 17$$

H : 전양정 (m)

h₁ : 소방호스의 마찰손실수두(m)

h₂ : 배관 및 관부속품의 마찰수두(m)

h₃ : 실양정(흡입양정 + 토출양정) (m)

17 : 옥내소화전의 정격 마찰손실수두 (m)

⑦ 전동기의 소요동력(P)

$$P = \frac{0.163 Q H K}{\eta}$$

P : 소요동력 (kw) Q : 유량 (m³/min)

H : 전양정 (m)

K : 전달계수 (문제에서 주어지지 않을 경우는 “ 1 ”)

η : 효율

옥 외 소 화 전

1. 수원

Q ≥ 7 N
Q : 수원의 저수량(m³)
N : 가장 많은 층의 소화전 개수 (최대2개)

2. 토출량

Q = N × 350 l/min
Q : 토출량 (l/min)
N : 가장 많은 층의 소화전 개수 (최대2개)

법정 방수압 - 2.5kg/cm²
법정 방수량 - 350 l/min

3. 가압송수장치

① 고가수조방식

H ≥ h₁ +h₂ + 25
H : 필요한 낙차(m)
h₁ : 소방호스의 마찰손실수두 (m) ; 20m× 2EA
h₂ : 배관 및 관부속품의 마찰수두 (m)
25 : 옥외소화전의 정격 마찰손실수두 (m)

② 압력수조

P = P₁ +P₂ +P₃ +0.25
P : 필요한 압력(Mpa)
P₁ : 소방호스의 마찰손실수두압
P₂ : 배관 및 관부속품의 마찰손실수두압
P₃ : 낙차의 환산수두압

③ 펌프방식 (지하수조방식)

H = h₁ +h₂ +h₃ + 25
H : 전양정 (m)
h₁ : 소방호스의 마찰손실수두(m)
h₂ : 배관 및 관부속품의 마찰수두(m)
h₃ : 실양정 (흡입양정 + 토출양정) (m)
25 : 옥외소화전의 정격 마찰손실수두 (m)

4. 참고

- ① 펌프로부터 각 소화전까지 전마찰손실(kg/cm²) = 정압 - 방사압력
- ② 소화전간의 배관마찰손실(kg/cm²)
=펌프로부터 각 소화전까지 전마찰손실
(현 소화전의 전마찰손실 - 앞 소화전의 마찰손실)
- ③ gauge elevation(kg/cm²) =기준elevation - 정압
- ④ 경사선의 elevation(kg/cm²) = 방사압력 - gauge elevation

스프링클러 설비

1. 헤드의 배치 형태

① 정방향 (정사각형)

S= 2R cos45°
S : 수평헤드간격
R : 수평거리(유효반경, 직선거리)
L : 배관간격

② 장방향 (직사각형)

S = √ (4R² -L²)
L = 2R cosθ
S' = 2R
S : 수평헤드간격 R : 수평거리 L : 배관간격
S' : 대각선 헤드간격 θ : 각도

③ 지그재그형 (나란히펼형)

S = 2R cos30°
b = 2S cos30°
L = b/2

참고) R: 수평거리(유효반경, 직선거리)

설치장소	설치기준(수평거리;m)
무대부	1.7
기타구조(일반구조)	2.1
내화구조	2.3
랙크식 창고	2.5
아파트	3.2

2. 수원의 저수량

; -.문제를 풀기전 경보장치가 습식(▲ ;폐쇄형)인지
건식(△;개방형) 인지 확인 할것.
- 소방대상물이 어떤 것인지 확인 할 것.

1) 폐쇄형

Q = 1.6N
Q : 수원의 저수량(m³)
N : 폐쇄형 헤드의 기준개수

소방대상물	폐쇄형헤드의 기준개수
지하가 · 지하역사	30
11층 이상	
10층 이하 공장,창고(특수가연물) 수퍼마켓,도소매시장(백화점)	
10층 이하 (8m 이상)	20
10층 이하 (8m 미만), 아파트	10

2) 개방형

① 30개 이하

Q = 1.6N
Q : 수원의 저수량(m³)
N : 개방형 헤드의 기준개수

②30개 초과

Q = K √ (0.1P × N)
Q : 헤드의 방수량 (l/min)
K : 유출계수(15A : 80, 20A :114)
P : 방수압력 (MPa)
N : 개방형헤드의 설치개수

3) 토출량

Q = N × 80 l/min
Q : 토출량 (l/min)
N : 헤드의 기준개수

4) 방수량

Q = 0.653 D²√ (0.1*P)
Q = K√ (0.1*P)
Q : 토출량 (l/min) D : 구경 (mm) P : 방사압력(MPa)
K : 유출계수

5)스프링클러 설비 규정방수량, 방수압
방수량 : 80 l/min
방수압 :1.0 kg/cm²

3. 가압송수장치

① 고가수조방식

$H \geq h_1 + 10$
H : 필요한 낙차(m)
 h_1 : 배관 및 관부속품의 마찰손실수두 (m)
10 : 스프링클러의 정격 마찰손실수두 (m)

② 압력수조

$P = P_1 + P_2 + 0.1$
P : 필요한 압력(MPa)
 P_1 : 배관 및 관부속품의 마찰손실압
 P_2 : 낙차의 환산수두압

- 압력수조내의 공기압력-

$P_0 = V/V_a (P + P_a) - P_a$

P_0 : 수조내의 공기 압력(kg/cm²)
V : 수조체적(m³)
 V_a : 수조내의 공기 체적(m³)
P : 필요한 압력 (kg/cm²)
 P_a : 대기압 (kg/cm²)

③ 펌프방식 (지하수조방식)

$H = h_1 + h_2 + 10$
H : 전양정 (m)
 h_1 : 배관 및 관부속품의 마찰손실수두 (m)
 h_2 : 실양정(흡입양정 + 토출양정) (m)
10 : 스프링클러의 정격 마찰손실수두 (m)

④ 화재조기진압용 스프링클러설비 수원

$Q = K \sqrt{P} \times 12 \times 60\text{min}$
Q : 방수량 (l)
K : 상수 [203 l/min/(kg/cm²)^{1/2}]

4. 스프링클러헤드의 방사압력 및 유량 등

① 유량 (kg/sec) = 약제소요량(kg) / 약제방출시간(sec)
; 구간유량은 집합관의 유량을 헤드수(오리피스수)로 나눔.
② 헤드의 방사압력
= 약제저장압력 - (초기압력강하 + 고저에 의한압력손실 +
1구간에의한 압력손실+2구간에 의한압력손실 +...)
= 약제저장량 - 총손실압

③ 등가분구면적
$$= \frac{\text{유량 (kg/sec)}}{\text{방출량(kg/sec.cm}^2\text{)} \times \text{오리피스갯수 (오리피스가 없을땐 헤드갯수)}}$$

참고) 약제별 방사 시간

		전역방출방식		국소방출방식	
		일반	위험물	일반	위험물
할론		10초	30초	10초	30초
분말		30초	30초	30초	30초
CO ₂	표면	1분	1분	30초	30초
	심부	7분	1분	30초	30초

물 분 무 소 화 설 비

1. 가압송수장치

① 고가수조방식

$H \geq h_1 + h_2$
H : 필요한 낙차(m)
 h_1 : 물분무헤드의 설계압력 환산수두 (m)
 h_2 : 배관 및 관부속품의 마찰수두 (m)

② 압력수조

$P = P_1 + P_2 + P_3 + 2.5$
P : 필요한 압력(kg/cm²)
 P_1 : 물분무 헤드의 설계압력 (kg/cm²)
 P_2 : 배관 및 관부속품의 마찰손실수두압
 P_3 : 낙차의 환산수두압

③ 펌프방식 (지하수조방식)

$H = h_1 + h_2 + h_3 + 25$
H : 전양정 (m)
 h_1 : 물분무헤드의 설계압력 환산수두(m)
 h_2 : 배관 및 관부속품의 마찰수두(m)
 h_3 : 실양정(흡입양정 + 토출양정) (m)

2. 물분무설비의 수원

$Q = \text{바닥면적} \times \text{토출량} \times 20\text{min}$

소방대상물	토출량	비고
콘베어벨트·절연유·붕입변압기	10 l/min·m ²	
특수가연물	10 l/min·m ²	최대 50m ²
케이블트레이·덕트	12 l/min·m ²	
차고·주차장	20 l/min·m ²	최대 50m ²

포 소 화 설 비

1. 가압송수장치

① 고가수조방식

$H \geq h_1 + h_2 + h_3$
H : 필요한 낙차(m)
 h_1 : 방출구의 설계압력 환산수두
또는 노즐선단의 방사압력 환산수두 (m)
 h_2 : 배관의 마찰수두 (m)
 h_3 : 소방호스의 마찰손실수두 (m)

② 압력수조

$P = P_1 + P_2 + P_3 + P_4$
P : 필요한 압력(MPa)
 P_1 : 방출구의 설계압력 환산수두
또는 노즐선단의 방사압력 환산수두(MPa)
 P_2 : 배관 및 마찰손실수두압
 P_3 : 소방호스의 마찰손실수두압
 P_4 : 낙차의 환산수두압

③ 펌프방식 (지하수조방식)

$H = h_1 + h_2 + h_3 + h_4$
H : 전양정 (m)
 h_1 : 물분무헤드의 설계압력 환산수두(m)
 h_2 : 배관 및 마찰수두(m)
 h_3 : 소방호스의 마찰손실수두 (m)
 h_4 : 낙차 (m)

표준방사량 : 75 l/min (포워터 스프링클러헤드)
포헤드의 표준방사시간 : 10분

2. 발포배율식

$$\begin{aligned} \text{발포배율(팽창비)} &= \frac{\text{내용적 (용량)}}{\text{전체중량} - \text{빈시료용기의 중량}} \\ &= \frac{\text{방출된 포의 체적 (l)}}{\text{방출전 포수용액의 체적 (l)}} \end{aligned}$$

-포소화설비 펌프의 최소토출량 $Q(l/min) = A \times Q_1$
 A : 탱크의 액표면적 (m^2)
 $= (\pi \times (D^2 - (D-2 \times \text{굽도리판의 두께})^2) / 4$
 Q_1 : 단위 포소화수용액의 양 ($l/m^2 \cdot min$)
-가압송수장치의 용량 = ① + ② (배관정보량은 제외됨.)
 $= \text{수용액량}(l) / \text{방사시간}(min)$

참고) 포원액의 농도(%) = 포원액(g) / 포수용액(g) × 100
물(수원)의 농도(%) = 물(g) / 포수용액(g) × 100
포수용액(g) = 포원액 + 물

2) 옥내포소화전방식 또는 호스릴방식
 $Q = N \times S \times 6000$ (바닥면적 200 m^2 미만은 75%)
 Q : 포소화약제의 양 (l)
 N : 호스접결구 수 (최대 5개)
 S : 포소화약제의 사용농도

참고) 포소화약제의 방사량 ($Q_1 : l/m^2 \cdot min$)

	차고, 주차장 비행기격납고	특수가연물 저장, 취급소
수성막포	3.7	6.5
단백포	6.5	
합성계면활성제포	8.0	

3. 포헤드 상호간의 거리기준

1) 정방형 (정사각형)

$S = 2R \cos 45^\circ$
 S : 포헤드 상호간의 간격 (m)
 R : 수평거리(유효반경, 직선거리) [2.1m]
 L : 배관간격

2) 장방형 (직사각형)

$P_t = 2R$
 P_t : 대각선의 길이 (m)
 R : 유효반경 (2.1m)

4. 포소화약제의 저장량

1) 고정포 방출구 방식

① 고정포 방출구(포소화약제의 저장량)

$Q = A \times Q_1 \times T \times S$
 Q : 포소화약제의 양(l)
 A : 탱크의 액표면적 (m^2)
 $= (\pi \times (D^2 - (D-2 \times \text{굽도리판의 두께})^2) / 4$
 Q_1 : 단위 포소화수용액의 양 ($l/m^2 \cdot min$)
 T : 방출시간 (min)
 $= \text{포수용액량}(l/m^2) / \text{방출률}(l/m^2 \cdot min)$
; 특별한 시간이 나와 있지 않으면 화재안전기준에
의거하여 10분이상 방사할수 있는 양 일것.
 S : 포소화약제의 사용농도
(참고) 수원의 양을 구할때는 S대신 (1-S)
 $Q = A \times Q_1 \times T \times (1-S)$
수용액의 양을 구할때는 S 대신 1 을 넣어 구함.
 $Q = A \times Q_1 \times T \times 1$

② 보조소화전(20분 기준)

$Q = N \times S \times 8000$
 Q : 포소화약제의 양 (l)
 N : 호스접결구 수 (최대 3개)
=> 쌍구형이 2개면 호스접결구는 4개가 됨.
하지만 최대3개이므로 3을 넣어 계산함.
 S : 포소화약제의 사용농도

참고) 보조소화전 수용액양(토출량)

$Q(l/min) = N \times S \times 400(l/min)$
8000(l)는 20(min)동안 토출되는 양이므로
분당 400(l)=8000/20 의 양이 토출된다.

③ 배관정보량 (30분기준)

$Q = A \times L \times S \times 1000 l / m^3$ (내경 75mm 초과시에만 적용)

Q : 배관정보량 (l) A : 배관단면적 (m^2)-송액관의 단면적임.
 L : 배관길이 (m) S : 포소화약제의 사용농도

-포저장탱크의 용량 = ① + ② + ③

이산화탄소 소화설비

1. 충전비

C = V/G
C : 충전비 (l/kg)
V : 내용적 (l)
G : 저장량 (kg)

참고)이산화탄소저장용기

자동냉동장치	21kg/cm ² 이상 , -18℃
압력경보장치	23kg/cm ² 이상 ,
의 작동	19kg/cm ² 이하
내압시험압력	고압식 : 250kg/cm ² 저압식 : 35kg/cm ²
안전밸브	고압식 :내압시험의 0.8배 저압식 : 내압시험의 0.64~0.8배
선택개폐밸브	내압시험압의 0.8배
안전장치작동압	내압시험압0.8배~내압시험압
봉판	고압식 1.5~1.9이하 저압식 1.1~1.4이하

2. 이산화탄소 소화설비와 관련된 식

① CO₂ = $\frac{\text{방출가스량}}{\text{방호구역체적} + \text{방출가스량}} \times 100$
= $\frac{21 - O_2}{O_2} \times 100$
CO₂ : CO₂의 농도 (%)
O₂ : O₂의 농도 (%)

② 방출가스량 = $\frac{21 - O_2}{O_2} \times \text{방호구역체적}$
= 약제량(kg) × 비체적(m³/kg))
O₂ : O₂의 농도 (%)

③ PV= $\frac{W}{M} RT$
P : 기압 (atm)
V : 방출가스량 (m³)
W : 무게 (kg)
M : 분자량 (CO₂ -44)
R : 기체상수 (0.082 atm.m³/kg.mole.k)
T : 절대온도 (273 +℃)

④ 액화 CO₂증발량
 $Q = \frac{W_i C (t_1 - t_2)}{H}$
Q : 액화 CO₂증발량 (kg)
W_i : 배관의 중량 (kg)
t₁ ,t₂ :방출전 방출시 배관의 온도 (℃)
H : 액화 CO₂증발잠열 (kcal/kg)

3. 저장량

1) 전역방출방식

①표면 화재

이산화탄소저장량(kg)
= 방호구역 체적 (m³) × 약제량 (kg/m³) × 보정계수
+ 개구부면적(m²) × 개구부 가산량 (5kg/m²)

방호구역체적(m³)	45m³		150m³		1450m³	
	←	→	→	→	→	→
약제량(kg/m³)	1	0.9	0.8	0.75		
개구부 가산량 (자동폐쇄장치 미설치시)	5					
최소저장량(kg)	45		135		1125	

미만 : ←
이상~ 미만 : ←→

② 심부화재
이산화탄소저장량(kg)
= 방호구역 체적 (m³) × 약제량 (kg/m³)
+ 개구부면적(m²) × 개구부 가산량 (10kg/m²)

방호대상물	약제량(kg/m ³)	개구부 가산량 (자동폐쇄장치 미설치시)
전기설비	1.3	10
전기설비(55m ³ 미만)	1.6	
서고, 박물관 목재가공품창고,전자제품창고	2.0	
석탄창고, 면화류창고 고무류, 모피창고,집진설비	2.7	

암기법 :목전박서이영, 석면고모집 미칠(이칠)

2) 국소방출방식 이산화탄소 저장량

소방대상물	고압식	저압식
제4류 위험물 특수가연물 (윗면 개방용기사용)	방호대상물 표면적 × 13kg/m ³ × 1.4	방호대상물 표면적 × 13kg/m ³ × 1.1
제1종 가연물	방호공간체적 (8-6× a/A) × 1.4	방호공간체적 (8-6× a/A) × 1.1
제2종 가연물	방호공간체적 (16-12× a/A) × 1.4	방호공간체적 (16-12× a/A) × 1.1

a : 방호대상물 주위에 설치된 벽면적의 합계 (m²)
A : 방호공간의 벽면적의 합계(m²)

4. CO₂ 저장용기본수 = 약제저장량 /충전량
약제의 유량속도
= 1분당충전량(kg)× 가스용기본수/약제방출시간(S)

5.(1)저장용기수 = 소화약제량 / 1분당 저장량

(2)분구면적 (mm²)
= $\frac{\text{약제량(kg)}}{\text{방사율(kg/mm}^2\cdot\text{min)} \times \text{분사헤드개수} \times \text{방출시간(min)}}$

(3) 선택밸브 직후 유량(kg/sec) =
약제의 유량= 개방용기(용기밸브)직후의 유량× 용기수
= $\frac{\text{1분당 충전량(kg)} \times \text{병수}}{\text{약제방출시간(sec)}}$

(4) 개방용기(용기밸브)직후의 유량(kg/sec)
= 1분당충전량(kg)/ 약제방출시간(sec)

할 로 겐 소 화 설 비

1. 할론 저장량

1) 전역방출방식

저장량(kg) = 방호구역 체적 (m³) × 약제량 (kg/m³) + 개구부면적(m²) × 개구부 가산량 (kg/m²)

방호대상물	약제량(kg/m³)	개구부 가산량 (자동폐쇄장치 미설치시)
차고, 주차장, 전기실, 전산실, 통신기기실(전통차)	0.32	2.4
고무류, 면화류(고무면)	0.52	3.9

암기법 : 전통차 영삼이(0.32) 이사(2.4)
고무면 영오이(0.52) 삼꾸(3.9)

2) 국소방출방식

①제 4류 위험물 및 특수 가연물(윗면 개방용기사용)

약제종별	저장량
할론 1301	방호대상물 표면적 × 6.8kg/m² × 1.25
할론 1211	방호대상물 표면적 × 7.6kg/m² × 1.25
할론 2402	방호대상물 표면적 × 8.8kg/m² × 1.1

② 기타

Q = X - Y × (a/A)

약제종별	X	Y
할론 1301	4.0	3.0
할론 1211	4.4	3.3
할론 2402	0.2	3.9

Q : 방호공간 1m³ 에 대한 할로겐 화합물 소화약제의 양(kg/m³)

a : 방호대상물 주위에 설치된 벽면적의 합계 (m²)

A : 방호공간의 벽면적의 합계(m²)

2. 분사헤드의 오리피스 분구면적(cm²)

= $\frac{\text{유량 (kg/sec)}}{\text{방출량(kg/sec.cm}^2\text{)} \times \text{오리피스갯수(분사헤드 개수)}}$

분말소화약제

1. 분말소화약제 저장량

1) 전역방출방식

저장량(kg) = 방호구역 체적 (m³) × 약제량 (kg/m³) + 개구부면적(m²) × 개구부 가산량 (kg/m²)

방호대상물	약제량(kg/m³)	개구부 가산량 (자동폐쇄장치 미설치시)
제1종분말	0.6	4.5
제 2,3종분말	0.36	2.7
제4종분말	0.24	1.8

2) 국소방출방식

①제 4류 위험물 및 특수 가연물(윗면 개방용기사용)

약제종별	저장량
제1종분말	방호대상물 표면적 × 8.8kg/m² × 1.1
제 2,3종분말	방호대상물 표면적 × 5.2kg/m² × 1.1
제4종분말	방호대상물 표면적 × 3.6kg/m² × 1.1

② 기타

Q = X - Y × (a/A)

약제종별	X	Y
제1종분말1	5.2	3.9
제 2,3종분말	3.2	2.4
제4종분말	2.0	1.5

Q : 방호공간 1m³ 에 대한 할로겐 화합물 소화약제의 양(kg/m³)

a : 방호대상물 주위에 설치된 벽면적의 합계 (m²)

A : 방호공간의 벽면적의 합계(m²)

제 연 설 비

1.배출량

1) 통로

예상제연구역이 통로인 경우의 배출량은 45,000(m³/hr)이상

2) 거실

① 바닥면적 400m²미만 (최저치 5,000m³/hr 이상)

㉠ 일반적인 경우

배출량 (m³/min) = 바닥면적(m²) × 1 m³/ m²·min

㉡ 경유거실인 경우

배출량 (m³/min) = 바닥면적(m²) × 1 m³/ m²·min × 1.5

② 바닥면적 400m²이상

㉢직경 40m이하 (40,000m³/hr 이상)

수직거리(m)	2m	2.5m	3m	
배출량(m³/hr)	40,000	45,000	50,000	60,000

㉣ 직경 40m초과 (45,000m³/hr 이상)

수직거리(m)	2m	2.5m	3m	
배출량(m³/hr)	45,000	50,000	55,000	65,000

이하 : ←|

초과 : →

2. 공기유입방식 및 유입구

공기유입구면적(cm²) = 바닥면적(m²) × 1 m³/ m²·min × 35 cm²·min/m³

3.급기량

급기량(m³/sec) = 기본량(Q) + 보충량(q)

4.누설량(급기해양 될 풍량, 누설되는 공기량)

Q = 0.827 A√P

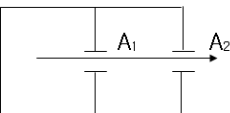
Q :누설량 (m³/sec) A : 누설틈새면적 (m²)

P : 차압 (Pa) -대기압과 실내 기압차

5. 누설틈새 면적

① 직렬상태

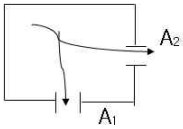
A = $\frac{1}{\sqrt{(1/A_1^2 + 1/A_2^2 + \dots\dots\dots)}}$



: 흐름이 분리되지 않는 것

② 병렬상태

$$A = A_1 + A_2 + A_3 + \dots$$



흐름이 분리 되는 것.

A : 전체 누설틈새면적 (m^2)

A_1, A_2, A_3 : 각실의 누설 틈새면적

6. 누설틈새의면적의 기준

1) 출입문의 틈새면적

$$A = (L/l)A_d$$

A : 출입문의 틈새면적

L : 출입문의 틈새의 길이 (m) (조건 : $L \geq l$)

l : 표준출입문의 틈새길이

(외여닫이문 : 5.6 , 쌍여닫이문 : 9.2 승강기 출입문:8.0)

A_d : 표준출입문의 누설면적

외여닫이문 : 제연구역 실내쪽으로 개방 : 0.01

제연구역 실외쪽으로 개방 : 0.02

쌍여닫이문 : 0.03

승강기 출입문 : 0.06

2) 창문의 틈새면적

가) 여닫이식 창문으로서 창틀에 방수패킹이 없을 경우

$$A = 2.55 \times 10^{-4} L$$

나) 여닫이식 창문으로서 창틀에 방수패킹이 있을 경우

$$A = 3.61 \times 10^{-5} L$$

다) 미닫이식 창문이 설치되어 있는 경우

$$A = 1.00 \times 10^{-4} L$$

A : 창문의 틈새면적

L : 창문틈새의 길이(m)

7. 수직풍도의 내부단면적 적합기준

(가) 자연배출식 (풍도길이 100m 이하)

$$A_p = 0.5 Q_N$$

(나) 자연배출식 (풍도길이 100m이상)

$$A_p = 0.6 Q_N$$

A_p : 수직풍도의 내부단면적

Q_N : 1개층의 방연풍량(m^3/sec)

8. 개폐기의 개구면적

$$A_0 = 0.4 Q_N$$

A_0 : 개폐기의 면적

Q_N : 1개층의 방연풍량(m^3/sec)

1. 반응지수(RTI)

$$RTI = \tau \sqrt{u}$$

RTI : 반응지수 ($m \cdot s$)^{0.5}

τ : 감열체의 시간상수(sec)

u : 기류속도 (m/s)

2. 상승압력(수격작용시 나 밸브를 급격히 잠글시)

$$\Delta p = 9.81aV / (g)$$

Δp = 상승압력(kPa)

A : 압력파의 속도 (m/s)

v : 유속 (m/s)

a : 중력 가속도

3. 연결송수관설비의 펌프트출량

① 방수구 3개 이하

$$Q = 2,400 \text{ l/min}$$

② 방수구 4개 이상

$$Q = 2,400 + (N-3) \times 800$$

Q : 펌프트출량 (l/min)

N : 가장 많은 층의 방수구 개수 (최대 5개)

4. 피스톤펌프의 유량

$$Q = A H N = (\pi D^2 / 4) H N$$

Q : 이론 송출량 (m^3/min)

A : 단면적 (m^2)

N : 속도 (rpm)

rpm (revolution per minute) : 분당회전속도 l/min

5. 포수용액 = 포원액 + 물

$$\text{포원액의 농도} = \text{포원액} / \text{포수용액} \times 100\%$$

$$\text{물(수원)의 농도} = \text{물} / \text{포수용액} \times 100\%$$

6.노즐의 반동력

$$R = 0.015PD^2$$

R : 반동력 (kgf)

P : 방수압력(kg/cm²)

D : 구경(내경) mm

7. 혼합가스 폭발 상한계, 하한계

$$U = \frac{100}{V_1/U_1 + V_2/U_2 + V_3/U_3 + V_4/U_4 + V_5/U_5 + \dots}$$

U : 혼합가스의 폭발상한계 (vol %)

V_1, V_2, V_3, V_4, V_5 : 가연성가스의 폭발상한계 (vol %)

U_1, U_2, U_3, U_4, U_5 : 가연성가스의 용량 (vol%)

$$100/L = V_1/L_1 + V_2/L_2 + V_3/L_3 + V_4/L_4 + V_5/L_5 + \dots$$

L : 혼합가스의 폭발하한계 (vol%)

$L_1 \sim L_5$: 가연성가스의 폭발하한계(vol%)

이 공식집은 많은 오타가 있습니다. 공부하시면서 수정해야 될것입니다. 그리고 본인이 직접만들어 보면 더 잘 될 듯 싶습니다.