

방재기술 코너

우리 협회 소방기술사(윤희상 기술사, 신병철 기술사, 지춘근 기술사)로 구성된 집필진에 의해 최신 소방관련 기술 및 수험생을 위한 코너로 준비하여 새롭게 연재합니다.

■ Schedule 40 Welded Steel 100mm Pipe를 통하여 10°C의 소화수 1890 ℓpm이 30m 직관 부분을 흐르고 있다. 이 때, 이 부분에서의 배관 마찰손실을 Darcy 방정식과 Hazen-Williams 방정식을 이용하여 각각 구하여라.

1. 적용공식

(1) Darcy - Weisbach Formula

$$h_L = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$$

여기서 h_L : Friction Factor

L : Pipe Length (m)

D : Pipe Inside Diameter (m)

V : 평균유속 (m/s)

g : 중력가속도 (m/s²)

(2) f (Friction Factor)

㉠ 층류영역 ($Re \leq 2100$)

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

㉡ 천이영역 ($2100 \leq Re \leq 4000$)

$$f = 1.14 - 2 \log \left[\frac{\varepsilon}{D} + \frac{9.35}{Re \sqrt{f}} \right]^{-2}$$

여기서 ε : 절대조도(mm)

㉢ 난류영역 ($Re \geq 4000$)

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = 1.14 + 2 \log \frac{D}{\varepsilon}$$

(3) Reynolds 수

$$Re = \frac{V \cdot D}{\nu}$$

여기서 Re : Reynolds 수 (무차원수)

V : 평균유속 (m/s)

D : 관내경 (m)

ν : 동점성계수 (m²/s)

(4) Hazen-Williams Formula

$$P = 6.17 \times 10^5 \cdot \frac{Q^{1.85}}{C^{1.85} \cdot D^{4.87}}$$

여기서 P : 마찰손실압력(kgf/cm²/m)

Q : 체적유량(ℓ pm)

D : 관내경 (mm)

C : 관 조도

2. 풀이

(1) Darcy Formula

$$Q = A \cdot V = \frac{\pi}{4} D^2 \cdot V$$

$$V = \frac{4 \times 1890}{\pi D^2 \times 60 \times 1000} = 4.0127 \text{ m/s}$$

레이놀드수

$$Re = \frac{V \cdot d}{\nu} = \frac{4.0127 \times 0.1}{1.306 \times 10^{-6}} = 307,251.2$$

∴ 난류영역이 된다.

난류영역(Complete Turbulence Flow for Rough Pipes)에 대한 friction factor의 공식은

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = 1.14 + 2 \log \frac{D}{\epsilon}$$

여기서 ϵ 은 절대조도로서 4.572×10^{-5} 임

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = 1.14 + 2 \log \frac{0.1}{4.572 \times 10^{-5}}$$

$$\therefore f = 0.0163$$

$$h_L = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$$

$$= 0.0163 \times \frac{30}{0.1} \cdot \frac{4.0127^2}{2 \times 9.8} = 4.017 \text{ m}$$

(2) Hazen-Williams Formula

$$P = \frac{6.17 \times Q^{1.85} \times L}{C^{1.85} \times D^{4.87}} \times 10^5$$

$$= \frac{6.17 \times 1890^{1.85} \times 30}{120^{1.85} \times 100^{4.87}} \times 10^5 = 0.5526$$

$$(\text{kgf} / \text{cm}^2) = 5.526 \text{ m}$$

(3) 두 방정식을 이용한 결과

$$5.526 - 4.017 = 1.509 \text{ m의 차이가 남}$$

■ 고정식 물분무 system 이 LPG 탱크와 유입변압기의 방호에 이용될 때의 고찰사항에 대해 설명하시오.

1. 개요

- ① 고정식 물분무 system 은 가장 일반적으로
 - 가연성 액체/가스저장탱크
 - 공정기기
 - 전기기기
 - 회전기기
 - Cable Tray
 - 구조물

등의 노출화재에 대한 방호용으로 이용된다.

- ② 특정재해에 요구되는 물분무 system 의 형식은 재해의 성격과 방화(防火)하려는 목적에 좌우된다.

2. LPG 탱크의 물분무설비

- ① 전체탱크표면을 정해진 물의 밀도로 적실 수 있도록
 - Nozzle 형식
 - Nozzle 크기
 - Nozzle 간격
 - Nozzle 바람
 - Nozzle 가류

등의 영향이 고려되어 설계되어야 한다.

- ② 물이 흘러내릴 가능성
 - 표면에 매연이나 탄소성분의 습윤 상태 집적을 방지 하는 것 그리고
 - 방수형태가 표면에 겹치게 한다.

- ③ 모든 노즐에 적절한 수압이 걸리도록 하는 급수능력에 대한 고려
- ④ 확산되는 LP가스화재의 진압용으로 물분무 설비가 기대되어서는 안되며, 탱크에 대한 냉각효과로 연소속도를 제어하여 화재노출에 대한 심각성을 감소시켜야 한다.

3. 유입변압기에 대한 물분무설비

- ① 변압기유의 인화점과 비점이 비교적 높기 때문에 변압기화재는 물분무설비가 적절히

설계되면 신속한 소화가 가능하다.

- ② 변압기 Case 의 금속표면과 지지구조는 변압기유가 연소될 때의 복사열로부터 방호되어야 한다.
- ③ 노즐, 배관, 지지물의 위치와 관련하여 전기적으로 charge된 부분으로부터의 거리에 주의를 기울여야 한다.
전기적으로 charge 된 단자나 절연 Bushing에 직접 물분무는 피해야 한다.
- ④ 물분무가 적용되기전에 변압기로의 통 전이 작동으로 되도록 하는 것이 바람직하다. Ⓜ

■ Flash over와 Back draft 현상을 상호 비교 하시오.

구분	Flash over	Back draft
정의	구획 내 가연성 재료의 전표면이 불로 덮히는 전이현상 즉, 화재가 발생하는 과정에 있어서 화원 근처에 한정되어 있던 연소영역이 조금씩 확대된다. 이 단계에서 발생한 가연성가스는 천장 근처에 체류한다. 이 가스농도가 증가하여 연소범위 내의 농도에 도달하면 착화하여 화염에 쌓이게 된다. 그 이후에는 천장면으로 부터의 복사열에 의하여 바닥면 위의 가연물이 급속히 가열 착화하여 바닥면 전체가 화염으로 덮이게 된다.	소방대가 소화활동을 위하여 화재실의 문을 개방할 때 신선한 공기가 유입되어 실내에 축적되었던 가연성가스가 단시간에 폭발적으로 연소함으로써 화재가 폭발을 동반하여 실외로 분출되는 현상
조건	평균온도 : 500℃ 전후 바닥면의 복사 수열량 : 2-4 w/cm ² 산소농도 : 10 % CO ₂ /CO = 150	실내가 충분히 가열 다량의 가연성가스가 축적
폭풍 혹은 충격파	없다.	수반한다.
발생시기	성장기	감쇠기
공급요인	열의 공급이 요인	산소의 공급이 요인
피해	개구부에서 농연 혹은 화염의 분출이 시작되고 상층 또는 인접 건물에 대한 연소 위험이 높아진다.	농연의 분출, Fire Ball의 형성, 건물의 벽체 도괴
방지대책	천장의 불연화 개구부의 제한 가연물량의 제한 화원의 억제	폭발력의 억제 환기 소화 격리