

소방기술사 정규반 제 17 강의

: 제 6 장 소방기계시스템

소방기술사 박 성 수, 신 부 환 著

- 문제1) 비속도(Specific speed), 상사법칙
- 문제2) 소방펌프의 진동 및 소음
- 문제3) 기동용수압개폐장치
- 문제4) 소방펌프의 압력 세팅법
- 문제5) 소방펌프의 대수분할의 필요성
- 문제6) 소방펌프의 직·병렬 운전
- 문제7) 소화펌프의 성능시험
- 문제8) 성능시험배관에 의한 유량측정 방법
- 문제9) 유량계
- 문제10) 압력계
- 문제11) Temper Switch
- 문제12) Post Indicator Valve
- 문제13) 스프링클러의 소화특성
- 문제14) RDD & ADD
- 문제15) 스프링클러의 성능시험

문제1) 비속도(Specific speed), 상사법칙

1. 비속도(Specific speed)

(1) 개념

- ① 최적성능시험(효율이 최대인 지점)에서의 펌프의 토출량, 양정 및 회전수를 하나의 수치로 표현한 추상적인 개념을 말한다
- ② 정격 유량과 양정이 동일한 펌프더라도 펌프의 고유특성이 다를 수 있으며, 이러한 펌프의 고유특성을 구분하기 위해 도입된 개념이 비속도이다
- ③ 펌프의 비속도는 물리적으로 실제 속도는 아니며, 기하학적으로 상사인 펌프가 1[m]인 양정에 대해 1[m³/min]의 유량을 운반하기 위한 회전수로 표시한다
- ④ 비속도가 같은 펌프는 같은 고유 특성을 가진다(기하학적으로 상사)

(2) 비속도의 계산

$$N_s = \frac{N\sqrt{Q}}{H^{\frac{3}{4}}}$$

여기서, N_s : 비속도, N : 펌프의 회전수 [rpm]

Q : 토출량 [m³/min], H : 전양정 [m]

- ① 토출량 Q 와 전양정 H 는 펌프의 최고 효율점에서의 수치를 대입해야 한다
- ② 양흡입펌프의 경우 : $Q/2$ 의 한쪽 유량만을 대입한다
- ③ 다단 펌프의 경우 : 1단당의 양정을 대입한다

(3) 비속도의 특성

- ① 고양정, 저유량 펌프 : 비속도가 낮다
- ② 저양정, 고유량의 펌프 ; 비속도가 높다
- ③ 회전수가 높을수록 비속도가 크다
- ④ 원심펌프의 비속도는 보통 100 ~ 500 정도이다
- ⑤ 성능곡선(H-Q곡선)과의 관계
 - ㉠ 비속도가 크면, 성능곡선의 기울기가 매우 가파르다
 - ㉡ 비속도가 작은 경우, 성능곡선의 기울기가 비교적 완만하다

(4) 비속도 계산식의 유도

2. 상사법칙

(1) 개념

- ① 비속도가 같은 펌프는 크기가 다른 경우에도 기하학적으로 상하하다고 한다
- ② 이러한 비속도가 같은 펌프는 양정, 회전수, 동력 등의 펌프 성능과 임펠러 직경 사이에 일정한 관계식이 성립한다
- ③ 이러한 비속도가 같은 펌프의 관계식을 펌프의 상사법칙이라 한다

(2) 펌프의 상사법칙

구 분	2대의 펌프가 상사일 경우 ($D_1 \neq D_2, N_1 \neq N_2$)	동일 펌프를 다른 속도로 운전할 경우($D_1 = D_2, N_1 \neq N_2$)
유량비	$\frac{Q_1}{Q_2} = \left(\frac{N_1}{N_2}\right) \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^3$	$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{N_1}{N_2}$
양정비	$\frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2 \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^2$	$\frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2$
축동력비	$\frac{L_1}{L_2} = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^3 \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^5$	$\frac{L_1}{L_2} = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^3$

(3) 상사법칙의 활용

- ① 1개의 펌프($D_1=D_2$)의 회전수를 2배로 증가시키면, 유량은 2배, 양정은 4배, 동력은 8배가 증가된다
- ② 펌프의 성능을 변경하고자 할 경우, 이를 위한 회전수 변경이나 임펠러 직경을 변화시키는 계산식이 된다

(4) 상사법칙의 유도

문제2) 소방펌프의 진동 및 소음

1. 진동 및 소음의 원인

(1) 유체역학적 원인

- ① 공동현상(Cavitation)발생시 소방펌프의 진동 및 소음이 발생한다
- ② 수격작용(Water Hammering)발생시 소방펌프의 진동 및 소음이 발생한다
- ③ 맥동현상(Surging)발생시 소방펌프의 진동 및 소음이 발생한다

(2) 전기적 원인

- ① 동기 전동기는 난조에 의한 진동이 발생할 수 있다
- ② 공극 각부의 간격이 일정하지 않으면 자기적인 불균형이 생겨서 진동 및 소음이 발생한다
- ③ 고조파 발생시 전압파형의 일그러짐으로 진동 및 소음이 발생할 수 있다
- ④ 3상 전동기가 경부하로 운전중에 1상이 결상되면 회전은 계속되나 회전자계가 불균형하게 되므로 진동 및 소음을 일으킨다

(3) 기계적 원인

- ① 베어링의 마모나 파손시 진동 및 소음이 발생한다
- ② 공극에 미물질이 들어가면 회전자와의 마찰에 의해서 진동 및 소음이 발생하고 심하면 전동기가 정지한다
- ③ 회전축의 기하학적 중심이 편심 되거나 기계적인 응력으로 축이 휘거나 하면 진동 및 소음이 발생한다
- ④ 단상 유도전동기는 토크의 순시값이 맥동하여 진동 및 소음이 발생한다
- ⑤ 볼트 등의 이완시 진동 및 소음이 발생된다
- ⑥ 회전속도가 회전자의 고유진동 주기와 일치하는 임계속도에서 운전되면 심한 진동이 발생한다

(4) 엔진펌프의 진동 및 원인

- ① 원동기로 엔진을 사용하는 경우에는 엔진소음과 진동이 전동기보다 훨씬 크다

2. 진동 및 소음의 대책

(1) 공동현상(Cavitation)에 대한 대책

(2) 수격작용(Water Hammering)에 대한 대책

(3) 맥동현상(Surging)에 대한 대책

(4) 전기적 원인에 대한 대책

- ① 3상 전동기의 경우 결상계전기를 설치해서 결상을 예방한다
- ② 난조를 방지하기 위해서 동기전동기 보다는 유도전동기를 사용한다
- ③ 맥동을 감소시키기 위해서 단상보다는 3상 전동기를 사용한다

(5) 기계적 원인에 대한 대책

- ① 마모된 베어링을 교체하고 공극에 이물질을 제거한다

② 볼트 등이 이완되지 않도록 점검, 정비한다

(6) 엔진펌프의 진동 및 소음에 대한 대책

- ① 방진고무, 방진스프링, 방진매트 등을 사용하여 진동이 전달되는 것을 방지한다
- ② 엔진본체와 배기연통을 Flexible Tube로 접속해서 엔진의 진동이 연통에 전달되는 것을 방지한다
- ③ 소음기를 사용하고, 방음 카바로 차음하여 방음벽을 설치한다
- ④ 발전기 설치용 콘크리트 패드와 바닥 본체 사이에 완충재를 삽입하여 발전기의 진동이 건물전체로 전달되는 것을 방지한다

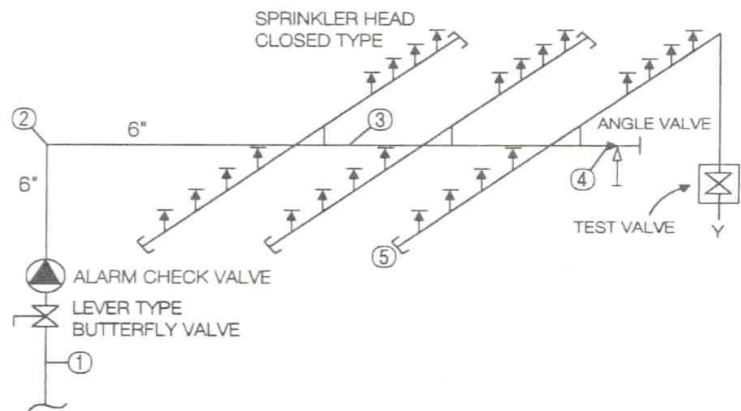
※ 기술문제분석13(소화펌프의 이상현상관련)

1. 공동현상의 원인, 피해, 방지대책에 대하여 설명하라(43회,20점)

2. 우측 그림은 스프링클러설비 계통도이다.

다음 문제에 답하시오(53회,15점)

- ① 수격(Water Hammer)에 대하여 설명하시오(5점)
- ② 우측 그림에서 수격방지기를 설치할 경우, 가장 적절한 위치를 선정하고 그 이유를 설명하시오(10점)



3. 소화펌프 작동시 발생하는 공동현상(Cavitation)의 발생원인과 방지대책을 설명하시오(57회,20점)

4. Cavitation의 방지대책 5가지를 기술하시오(59회,20점)

5. 소화펌프에서 NPSH 와 Cavitation 의 상관관계에 대해서 설명하시오(62회,25점)

6. NPSH av 와 NPSH re를 설명하고 상호관계에 대해서 설명하시오(68회,25점)

7. 소화펌프의 진동원인, 현상특징 및 대책에 대하여 설명하시오(74회,25점)

8. NPSH(원심펌프)의 용어를 설명하시오(38회,5점)

9. 송풍기 관련 다음 사항에 대해 기술하시오(59회,20점)

- ① 비속도
- ② 덕트 설계시 소요압력 산출에서 송풍기와 제일 높은 방출구 사이의 높이차를 계산하지 않는 이유
- ③ NPSH관련 펌프의 상사칙

10. 수계소화설비의 가압송수장치에 사용하는 소화펌프에 대한 비교회전도(Specific speed)의 개요 및 비교회전도에 따른 특성에 대하여 기술하시오(79회,25점)

11. 오래된 고층건물을 개보수하면서 소화펌프의 유효흡입양정(NPSH)을 4[m]에서 12[m]로 변경하였다. 기존 시설들을 변경한 내용과 펌프 운전시 개선된 사항들을 설명하시오(82회,10점)

12. 펌프의 흡입특성에 따른 1)유효흡입양정(Net Positive Suction Head)의 ①유효흡입수두, ②필요흡입수두의 개념에 대하여 설명하고, 2)캐비테이션(Cavitation)의 ①발생원인, ②발생시의 현상, ③방지대책과 유효흡입양정과 캐비테이션의 상관 관계에 대하여 설명하시오(83회,25점)

13. 소화펌프시스템의 유효흡입수두 정의와 유효흡입수두에 영향을 미치는 요소에 대하여 설명하시오(86회,10점)

14. 소화펌프에서 발생할 수 있는 공동현상(Cavitation)의 개요, 판정방법, 발생원인 및 현상, 방지대책에 대

하여 각각 기술하시오(88회,25점)

15. 원심펌프의 흡입 측에서 손실수두가 발생시 원인 및 펌프성능에 미치는 영향을 설명하시오(89회,10점)
16. 양흡입 원심펌프 및 배관의 규격이 다음과 같을 때 캐비테이션 발생여부를 판정하고, 캐비테이션 방지 대책을 설명하시오(91회,25점)

〈 조건 〉 $Q : 5.6\text{m}^3/\text{min}$, $H : 70\text{m}$, $N : 1750\text{rpm}$, 흡입고 : 3.9m

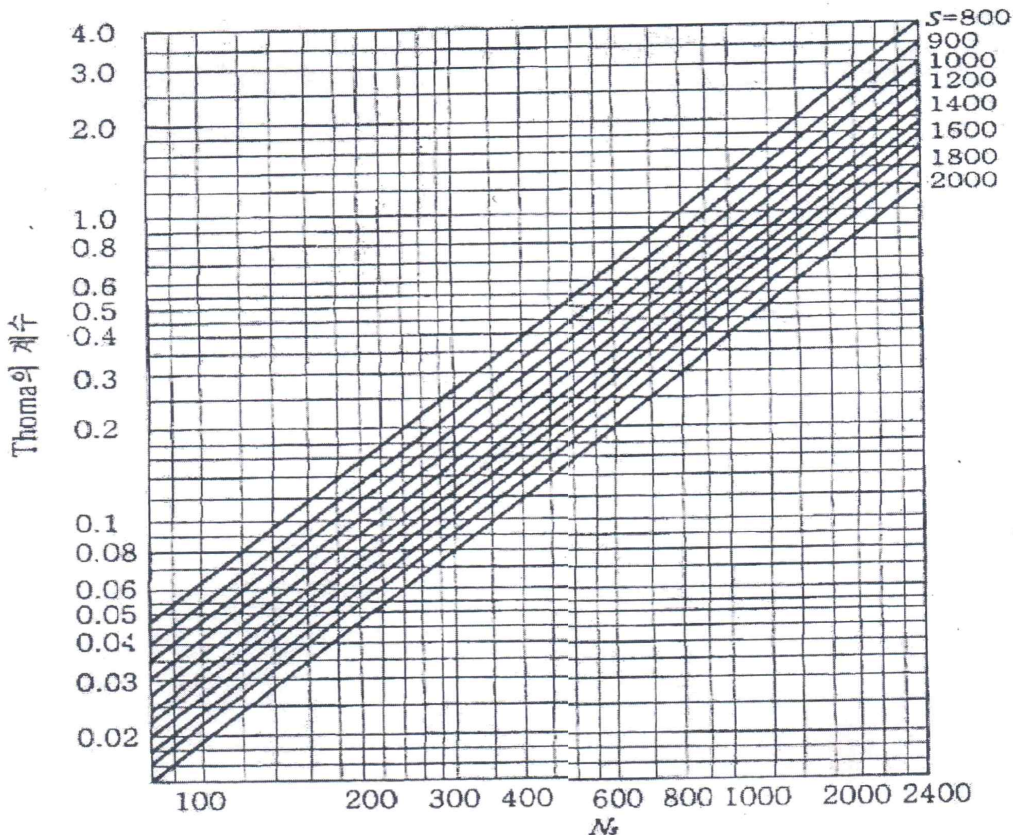
흡입손실수두 : 0.91m , 수온 : 20°C (포화증기압- $0.024\text{kgf}/\text{cm}^2$)

펌프흡입고도 : 0m , 대기압 : $1.0344\text{kgf}/\text{cm}^2$

흡입비속도 $S : 1,300$ 이다

Thoma의 계수는 다음 그림과 같으며 계수는 근사치를 적용한다

※ Thoma의 계수



17. 물소화설비의 배관의 Air Lock현상과 Water Hammering에 관하여 약술하시오(80회,10점)
18. 유체의 박리현상(Separation)이 일어나는 조건에 대하여 기술하시오(69회,10점)
19. Surging(송풍기)의 용어를 설명하시오(38회,5점)
20. 서징(Surging)의 정의 및 방지 대책을 설명하시오(60회,10점)
21. 소방펌프의 맥동(Surging)현상 발생원인과 방지대책에 대하여 설명하시오(86회,10점)
22. 소방펌프의 소음 발생원인과 예방대책에 대하여 설명하시오(97회,25점)

문제3) 기동용수압개폐장치

1. 기동용수압개폐장치

- ① 기동용수압개폐장치란 소화설비의 배관 내 압력변동을 검지하여 자동적으로 소방펌프를 기동 또는 정지시키는 것을 말한다
- ② 과거에는 압력챔버만이 이에 해당되었으나 소방방재청고시 제2005-12호(2005. 3. 17 개정고시)로 기동용수압개폐장치를 압력챔버와 기동용압력스위치로 구분하였다
- ③ 또한 기동용압력스위치로 전자식기동용압력스위치 등을 사용 할 수 있도록 소방방재청고시 제2009-31호(2009. 8. 24)을 개정하였다

2. 압력챔버

(1) 압력챔버의 사용목적

- ① 펌프의 자동기동 및 정지
- ② 압력변동의 완충작용
- ③ 구성 : 압력탱크, 압력스위치, 안전변, 압력계, 배수구 등

(2) 압력챔버의 문제점

- ① 헌팅현상 : 펌프의 신뢰도 저하
- ② 압력스위치 셋팅 : 셋팅값의 변화, 미세조정 불가, Diff값 제한, 셋팅값 제한 등

3. 전자식기동용압력스위치

(1) 개요

- ① 형식승인 및 검정기술기준의 기동용압력스위치의 정의는 수격 또는 순간압력변동 등으로부터 안정적으로 압력을 검지할 수 있도록 부르동관 또는 압력검지신호 제어장치(전자식) 등을 사용하는 기동용수압개폐장치를 말한다
- ② 현재 출시중인 부르동관식 기동용압력스위치와 전자식기동용압력스위치 2종류가 있으며, 전자식기동용압력스위치가 기능과 편리성이 부르동관식에 비하여 월등히 뛰어나다

(2) 구조

- ① 구조는 압력표시부, 접속나사부, 압력조정부, 신호제어부 및 시험밸브 등으로 구성되어 있다
- ② 압력표시부는 5개의 LCD창으로 구성되어 있으며 배관내 현재 압력과 펌프의 각 정지압력과 기동압력을 표시한다
- ③ 압력조정부는 상하 누름보턴식(▲, ▼)으로 펌프의 기동과 정지 압력값을 0.01 [MPa]단위로 매우 쉽게 셋팅 할 수 있는 구조이다
- ④ 시험밸브는 볼형식으로 펌프를 수동으로 서서 간편하고 쉽게 시험할 수 있는 구조로 되어 있다

(3) 특징

- ① 압력탱크를 사용하지 않아 점검 및 유지관리가 용이하다
- ② 펌프의 헌팅현상이 없고 기동 및 정지값을 정확히 세팅할 수 있다
- ③ 하나의 압력스위치로 2개의 펌프를 제어할 수 있다
- ④ 설치공간을 최소화할 수 있다
- ⑤ LED디지털로 표시되어 어두운 기계실 환경에 적합하다
- ⑥ 설정된 압력에 대하여 응답시간이 빠르게 펌프를 작동시킨다
- ⑦ 셋팅에 불편함이 없이 전자식은 마음대로 조정이 가능하다

4. 압력챔버방식과 전자식기동용압력스위치방식 비교

구분	압력챔버방식	전자식기동용압력스위치방식
①구성품	복잡(20mm배관, 압력계, 안전변, 배수밸브, 배수배관 등)	간단함
②헌팅현상	있음	없음
③압력조정값 (Diff값)	Diff값 차이가 적어 문제 (0.3Mpa)	전압력범위 조정가능
④미세압력조정	조정 불가	정확하게 조정(0.01MPa)
④설치장소	설치공간 필요	공간 구매 받지 않음
⑤설치가격	고가이고 설치시간 소요	압력챔버와 배관이 없어 저가
⑥유지관리	-누기 및 헌팅으로 물빠기 및 공기 넣기의 주기적인 작업 -형식승인품으로 기존의 압력스위치 교체는 불법 -정기적인 점검 필수(이유:탱크 누기 여부를 확인)	-펌프 점검 시간 단축 -셋팅값이 정확함 -누기 걱정 없음 -현재 셋팅된 압력을 쉽게 확인 -펌프테스트 버튼으로 시험 용이
⑦장,단점	-압력 셋팅값에 대한 신뢰도가 떨어짐(측정시 마다 변경) -셋팅값에 대한 불안 -누기진행 상태 확인 불가 -펌프 작동여부에 대한 불안감	-펌프작동여부의 불안감 없음 -펌프의 기동, 정지값의 신뢰 -펌프실 공간 확보 -점검시간 단축

문제4) 소방펌프의 압력 세팅법

1. 소화펌프의 기동 및 정지 원칙

(1) 주펌프

- ① 기동 : ㉠ 펌프의 기동점에서 자동기동할 것
㉡ 동력제어반이나 수신반에서 수동기동이 가능할 것
- ② 정지 : ㉠ 자동정지는 금지
㉡ 수동정지 : 펌프의 동력제어반에서만 정지가능하며 수신반에서의 원격정지는 금지

(2) 예비펌프

- ① 기동 : ㉠ 주펌프 기동후, 타이머에 의해 약 30초 정도 경과된 후에 압력이 상승하지 않으면 자동기동될 것
㉡ 동력제어반이나 수신반에서 수동기동이 가능할 것

(3) 충압펌프(보조펌프)

- ① 배관내의 압력 변동에 의해 자동기동 및 정지될 것
- ② 주펌프나 예비펌프가 기동되면 자동으로 정지될 것
- ③ 수신기 및 동력제어반에서 수동기동 기능을 설정할 것

2. 주펌프 수동정지의 장·단점

(1) 장점

- ① 화재시 펌프의 가동중단이 없으므로 지속적으로 소화수를 공급할 수 있다
- ② 화재시 안정적인 방사량과 방사압을 확보할 수 있다
- ③ 펌프를 자동기동만 결정하면 되므로 대형건물이나 복잡한 시스템일 경우에도 펌프운전이 단순해진다

(2) 단점

- ① 펌프 오동작시 관계인이 없는 소규모 건물의 경우는 대처하기가 곤란하다
- ② 펌프가 장시간 운전하게 될 경우 배관의 취약한 부분에서 누수가 발생하거나 모터의 고장을 초래할 수 있다
- ③ 펌프 작동 후에는 반드시 관계인이 펌프를 수동으로 정지시켜야 한다

3. NFPA기준에 의한 압력세팅

(1) 충압펌프(보조펌프)

- ① 정지점 : 체절압력 + 공공용수의 최소 정수압력
- ② 기동점 : 충압펌프 정지점 - 10[psi] 이상

(2) 주펌프

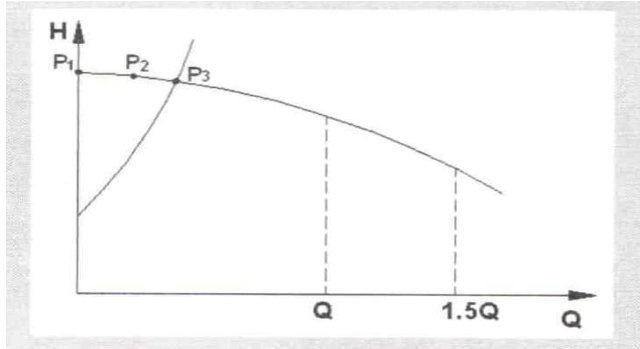
- ① 기동점 : 충압펌프 기동점 - 5[psi] 이상
- ② 정지점 : 수동정지 또는 충압펌프의 정지점

(3) 예비펌프

- ① 기동점 : 주펌프 기동점 - 10[psi] 이상
- ② 정지점 : 주펌프 정지점과 동일

4. 국내기준에 의한 압력세팅

: 국내에는 명시된 기준은 없으나 일반적으로 다음과 같이 압력을 세팅한다



P_1 : 체절압력
 P_2 : 릴리프밸브 작동압력
 P_3 : 성능곡선과 배관저항곡선의 교점

(1) 주펌프

- ① 정지점
 - ㉠ 정지점은 $P_2 \sim P_3$ 사이에서 정한다(2006년 12월 수동정지 개정)
 - ㉡ 정지점을 펌프의 전양정으로 설정하면, 정격운전이 아닌 상태에서는 펌프의 기동, 정지가 반복되고 펌프의 고장을 유발할 수 있다
 - ㉢ 수동정지를 원칙으로 체절압보다 높게 설정한다(체절압 + 0.5 ~ 1.0 [kgf/cm^2])
- ② 기동점
 - ㉠ 자연압 + K(옥내소화전 : $K=2$, 스프링클러 : $K=1.5$)
 - ㉡ 옥내소화전 방수압은 1.7 [kgf/cm^2] 이고, 스프링클러 헤드의 방수압은 1 [kgf/cm^2] 인데, 여기에 펌프의 기동에서 압력도달까지의 시간 지연을 감안하여 여유를 둔 것이다

(2) 충압펌프(보조펌프)

- ① 기동점
 - ㉠ 주펌프 기동점 + 0.5~1.0 [kgf/cm^2]
 - ㉡ 평상시에 주펌프가 기동하지 않도록 하기 위하여, 압력이 저하되면 보조펌프가 먼저 기동되도록 한다
- ② 정지점
 - ㉠ 보조펌프 기동점 + 1~2 [kgf/cm^2]
 - ㉡ 보조펌프의 정지점이 너무 낮으면, 충압범위가 너무 좁아서 펌프가 자주 기동, 정지된다
 - ㉢ 보조펌프의 기동점이 너무 높으면, 배관 내의 평상시 압력이 너무 높게 유지됨

(3) 압력세팅 방법

- ① 압력에 챔버에 부착된 압력스위치의 Range, Diff 점의 설정으로 압력을 세팅한다
- ② Range : 펌프의 정지압력
Diff : 펌프의 정지압력 - 기동압력

※ 기출문제분석14(펌프압력설정관련)

1. 주, 보조펌프의 압력설정 방법을 논하라(42회,20점)
2. 보조 펌프의 압력설정 방법을 설명하시오(43회,10점)
3. 스프링클러 소화설비의 가압송수장치 중 주펌프와 충압펌프의 압력 setting방법을 설명하시오(60회,25점)
주펌프의 체절 압력 : 135 psi
주펌프의 정격 양정 : 120 psi
주펌프의 토출량 : 2400 lpm
보조 펌프의 토출량 : 60 lpm
고가수조의 최대 정압 : 10 psi
고가수조의 최소 정압 : 5 psi
4. 기동용수압개폐장치의 압력설정방법을 설명하시오(66회,10점)
5. 소화펌프시스템에서 기동용수압개폐장치를 이용한 기동 및 정지 압력을 설정하고자 한다. 다음과 같은 조건일 때 각 펌프별로 기동 및 정지설정압력을 NFPA 20에서 제시된 기준에 의거하여 결정하시오(84회,10점)
 - ① 펌프사양 : 용량(1,000gpm), 정격압력(100psi), 체절압력(115psi)
 - ② 흡입측압력 : 최소 50(psi), 최대 60(psi)(단, 펌프는 충압펌프 1대, 주펌프 2대(연차기동)설치 기준임)
6. 최상층의 옥내소화전 방수구까지의 수직높이가 85m인 24층 건축물의 1층에 설치된 소화펌프의 정격토출압력은 1.2Mpa이고, 옥내소화전설비의 요구압력이 0.27Mpa이며, 펌프의 설정압력(Setting)은 0.8Mpa이다. 기타 마찰손실을 무시할 경우 다음 항목에 대하여 설명하시오(86회,10점)
 - ① 펌프 사양(양정)의 적합성 여부
 - ② 펌프의 자동기동 여부
7. 소방펌프의 압력세팅방법(국내기준, NFPA)에 대해 설명하시오(87회,10점)
8. 스프링클러 소화설비에서 펌프 기동방법에 대해 설명하시오(60회,25점)
9. 습식 스프링클러 소화설비는 압력탱크기동방식으로 하여 건물의 최상층(기계실)에서 고가수조와 압력탱크를 동일 높이로 설치하였을 시 설계 및 시공시 주의사항을 기술하시오(37회,20점)
10. 소화설비에서 일반적으로 가압송수장치로 전기구동식 다단원심펌프를 사용하고 있다. 이 가압송수장치를 가압용과 충압용으로 구분하여 설치하고 전자동기동방식으로 하였을 때 각 펌프의 사용목적과 소방대상물의 수직높이가 80m일 때 기동, 정지방식에 대하여 상술하시오(38회,20점)
11. 기동용수압개폐장치 중 전자식 압력스위치의 특성 및 구조를 설명하고, 압력챔버방식과 전작식 압력스위치방식을 비교하여 설명하시오(99회,25점)

문제5) 소방펌프의 대수분할의 필요성

1. 개요

- ① 소요유량이 작은 경우 대용량 펌프 기동시 과부하로 인한 손상방지와 고양정 필요시 펌프의 양정이 부족할 경우 대수 분할을 이용하여 해결할 수 있다
- ② 국가화재안전기준에 소화펌프 겸용에 대한 규정은 있으나 분할에 대한 규정은 없어 모두 겸용으로 최대용량에 맞추어 설계하므로 펌프용량이 커지게 된다

2. 소방펌프의 대수분할의 필요성

(1) 수전용량

- ① 해당 소방대상물의 수전용량이 펌프용량을 충분히 공급할 수 있는가를 검토해야 한다
- ② 소방펌프로 사용되는 유도전동기는 기동시 정격전류의 7~8배 정도의 대전류가 흐르기 때문에 펌프용량에 비해 수전용량이 비교적 작으면 전압강하에 의해서 해당 수용가의 다른 모든 전기기기에 악영향을 주게 된다

(2) 양정이 다른 조합

: 고층 건물의 경우 높이가 60[m] 이하인 경우에도 펌프를 고층용, 중층용, 저층용으로 분할해서 설치하면 수압도 어느 정도 균일하게 할 수가 있고 펌프 운전에 필요한 동력비도 절감할 수 있다

(3) 대소용량으로 분할

- ① 두 대의 펌프를 설치하는 경우 그 용량은 $a : b = 1 : 2$ 로 나누면 용량이 가장 적게 필요할 때는 a만 가동하고, 용량이 좀더 필요할 때는 b만 가동한다
- ② 용량이 최대로 필요할 때는 a, b를 동시에 가동함으로써 3단계의 용량을 이용할 수 있게 된다

(4) 예비 펌프

- ① 신뢰도 향상 측면에서 또는 위험을 분산시키기 위해 펌프를 분할하는 경우에 예비 펌프의 필요성을 느끼게 된다
- ② 대용량 펌프 1대만을 설치하는 경우에는 예비펌프도 대용량이어야 하나, 중소용량 여러 대의 펌프로 분할한 경우에는 예비펌프도 중소형이면 되므로 경제적이다

(5) 동력비

- ① 펌프는 전부하로 회전할 때 그 효율과 역율이 가장 높다
- ② 따라서, 대용량 전동기 1대만 설치해두고 전부하가 아닌 경부하로 운전하는 기회가 많아지면 그 만큼 효율과 역율이 떨어지므로 동력비 측면에서 비경제적이다

(6) 경제성

: 표준규격의 제작되는 중소용량의 전동기가 특별주문제작 전동기보다 경제적이다

(7) 호환성

: 유지보수상 유리하고 경제이다

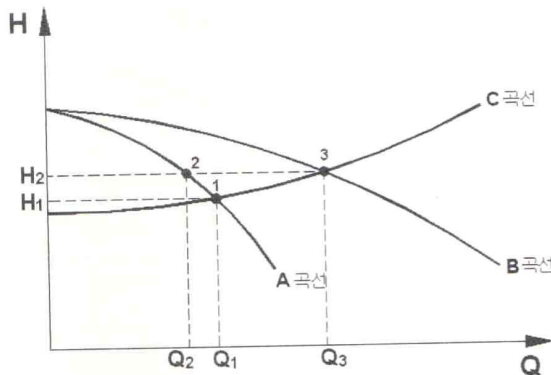
문제6) 소방펌프의 직·병렬 운전

1. 개요

- ① 펌프의 직렬, 병렬 운전은 건물의 증축 또는 고양정, 저장정 부분의 분리 등에 이용하여 펌프를 분할 설치하는 것이다
- ② 펌프의 직·병렬 운전 여부는 펌프의 성능곡선을 그려서 운전점, 효율, 동력 및 공동현상 발생여부 등을 검토하여 결정해야 한다
- ③ 고양정이 필요한 경우 : 직렬 운전 또는 다단형 펌프 사용
대유량이 필요한 경우 : 병렬 운전

2. 소방펌프의 병렬운전

(1) 특성이 동일한 펌프의 병렬운전



① 곡선 명칭

- ㉠ A곡선 : 펌프 1대의 단독 운전시의 성능곡선
- ㉡ B곡선 : 펌프 2대의 병렬 운전시의 성능곡선
- ㉢ C곡선 : 배관시스템에서의 저항곡선(배관저항곡선)

② 각 지점의 명칭

- ㉠ 1지점 : 펌프 1대의 단독 운전시의 운전점(Q_1 , H_1)
- ㉡ 2지점 : 병렬운전시의 펌프별 운전점(Q_2 , H_2)
- ㉢ 3지점 : 병렬운전시의 펌프 토출성능(Q_3 , H_3)

- ③ 적용 : 일반적으로 건물의 신축 시점에서 적용되는 방법으로, 필요한 유량의 변동 폭이 큰 장소에 펌프를 분할 설치하기 위해 채택된다

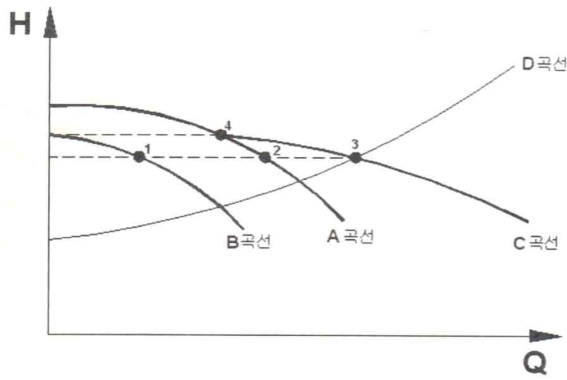
④ 설계시 고려할 사항

: 일반적으로 양정은 변동이 없고 유량은 2배가 된다고 단순히 적용하는 경우가 많은데, 실제로는 배관 내 마찰손실로 인해 유량이 2배보다는 적게 나오게 되며 양정도 약간 증가하게 된다

(2) 특성이 다른 펌프의 병렬운전

① 곡선 명칭

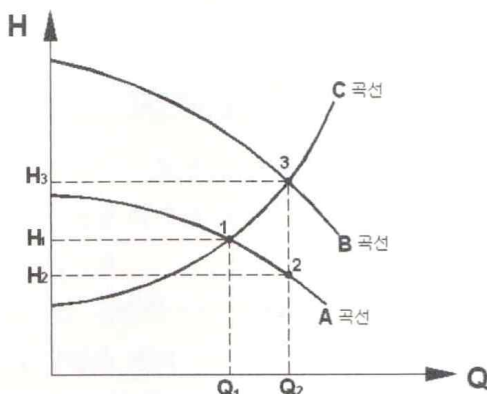
- ㉠ A곡선 : 펌프 A(대유량)의 단독 운전시의 성능곡선



- ㉠ B곡선 : 펌프 B(소유량)의 단독 운전시의 성능곡선
- ㉡ C곡선 : 펌프 2대의 병렬 운전시의 성능곡선
- ㉢ D곡선 : 배관시스템에서의 저항곡선(배관저항곡선)
- ② 각 지점의 명칭
 - ㉠ 1지점 : 병렬운전시 펌프B의 운전점(Q_1 , H_1)
 - ㉡ 2지점 : 병렬운전시 펌프A의 운전점(Q_2 , H_2)
 - ㉢ 3지점 : 병렬운전시 펌프의 토출성능(Q_3 , H_3)
 - ㉣ 4지점 : 펌프 B(소유량)의 체절양정과 펌프 A의 성능곡선의 교점
- ③ 설계시 고려할 사항
 - ㉠ 4지점보다 적은 유량인 지점이 합성 운전점이 되면, 저양정 펌프는 체절운전 상태가 된다(이 경우 하나의 펌프만 기동 세팅)
 - ㉡ 주펌프와 보조펌프의 체절양정이 다른 경우 : 초기화재로 소유량 운전상태로 주 펌프와 보조펌프가 동시에 기동되면 체절압력이 낮은 펌프는 송수불능이 된다
 - ㉢ 따라서, 보조펌프의 체절압력은 주펌프와 같거나 낮아야 하며, 주펌프 기동시 보조펌프는 정지되도록 구성한다

3. 소방펌프의 직렬운전

(1) 특성이 동일한 펌프의 직렬운전



- ① 곡선 명칭
 - ㉠ A곡선 : 펌프 1대의 단독 운전시의 성능곡선
 - ㉡ B곡선 : 펌프 2대의 직렬 운전시의 성능곡선
 - ㉢ C곡선 : 배관시스템에서의 저항곡선(배관저항곡선)
- ② 각 지점의 명칭

㉠ 1지점 : 펌프 1대의 단독 운전시의 운전점(Q_1, H_1)

㉡ 2지점 : 직렬운전시의 펌프별 운전점(Q_2, H_2)

㉢ 3지점 : 직렬운전시의 펌프 토출성능(Q_3, H_3)

㉣ H축과의 교점

-저항곡선 : 낙차수두

-A곡선 : 펌프 1대의 체절양정

-B곡선 : 직렬운전의 체절양정

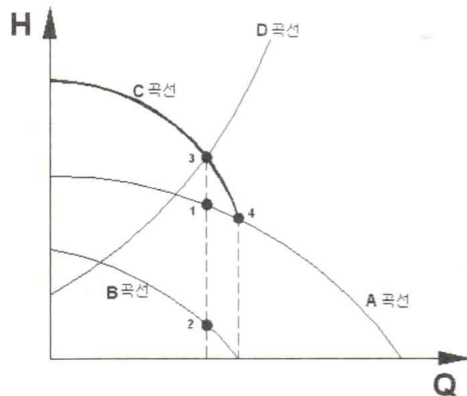
③ 설계시 고려할 사항

㉠ 직렬운전의 특성곡선은 매우 가파른 형태가 되며, 따라서 소유량으로 운전될 때에는 토출압력이 지나치게 높다

㉡ 상류측 펌프에는 가압수가 공급되므로, 내압이 높은 재질로 제작해야 한다

㉢ 상류측 펌프의 흡입 배관에 상시 물이 충만되어 있도록 해야 공동현상이 발생되지 않는다(물올림장치 설치)

(2) 특성이 다른 펌프의 직렬운전



① 곡선 명칭

㉠ A곡선 : 펌프 A의 단독 운전시의 성능곡선

㉡ B곡선 : 펌프 B의 단독 운전시의 성능곡선

㉢ C곡선 : 펌프 2대의 직렬 운전시의 성능곡선

㉣ D곡선 : 배관시스템에서의 저항곡선(배관저항곡선)

② 각 지점의 명칭

㉠ 1지점 : 직렬운전시 펌프A(고양정)의 운전점(Q_1, H_1)

㉡ 2지점 : 직렬운전시 펌프B(저양정)의 운전점(Q_2, H_2)

㉢ 3지점 : 직렬운전시 펌프의 토출성능(Q_3, H_3)

㉣ 4지점 : 저양정 펌프의 양정이 0인 점과 고양정 펌프의 성능곡선의 교점

③ 설계시 고려할 사항

㉠ 건물의 증축 등으로 고양정이 필요한 경우에 많이 채택되는 방식이다

㉡ 4점 이상의 유량으로 운전되면, 저양정 펌프는 오히려 저항으로 작용되어 고양정 펌프의 단독운전보다도 양정이 낮아진다(저양정 펌프는 정지시킴)

㉢ 수조에 가까운 펌프는 반드시 고양정이어야 한다(반대의 경우 공동현상 우려)

문제7) 소화펌프의 성능시험

1. 개요

(1) 수동기동시험

- ① 체절운전 : 토출량이 0인 상태로 운전시의 압력은 정격압력의 140[%]를 이하
- ② 정격운전 : 정격 토출량으로 운전시의 압력은 정격압력 이상일 것
- ③ 최대운전 : 정격 토출량의 1.5배의 유량으로 운전시의 압력은 정격압력의 65[%] 이상일 것

(2) 자동기동시험 : 펌프의 설정된 기동점, 정지점에서 기동, 정지할 것

2. 수동기동시험

(1) 성능시험을 위한 Setting

- ① 펌프 토출측 개폐밸브 폐쇄
- ② 순환배관의 릴리프 밸브 폐쇄
- ③ 성능시험배관의 개폐밸브 개방
- ④ 펌프~흡입측 수면까지의 높이를 측정한다
- ⑤ 펌프~토출측 압력계까지의 높이를 측정한다

(2) 체절운전

- ① 스모렌스키 체크밸브의 바이패스를 개방한다
- ② 펌프를 수동으로 기동시킨다
- ③ 압력계에서 압력이 상승되어 바늘이 흔들리다가 일정 압력으로 정지된다
- ④ 이 때의 유량이 0임을 확인하고, 압력계와 연성계의 압력을 측정한다

(3) 릴리프 밸브의 조정

- ① 릴리프 밸브는 체절압 미만에서 물이 방출되어야 한다
- ② 체절운전 상태에서 릴리프 밸브의 캡을 빼내고, 스패너를 이용하여 반시계 방향으로 서서히 릴리프 밸브에서 물이 흐르는 소리가 확인될 때까지 돌린다
- ③ 충분히 물이 흐르는 것을 확인하면 세팅된 것이다

(4) 정격운전

- ① 성능시험배관의 유량조절밸브를 서서히 개방시키면서, 유량계가 정격유량을 가리키도록 한다
- ② 이 때의 압력계와 연성계의 압력을 기록한다

(5) 최대운전

- ① 유량조절밸브를 더욱 개방시켜 유량계가 정격유량의 150[%]를 가리키도록 한다
- ② 이 때의 압력계와 연성계의 압력을 기록한다

(6) 펌프의 정지 및 주변배관 복구

(7) 기록된 각 상황별 압력을 가지고 전양정을 계산하고, 적합여부를 판단한다

3. 자동기동시험

- ① 압력챔버의 배수밸브를 개방한다
- ② 펌프의 기동점까지 압력이 저하되면, 펌프가 기동될 것이다(기동점 확인)
- ③ 압력챔버의 배수밸브를 닫는다
- ④ 펌프가 기동되고 있으므로 토출측 압력이 상승된다
- ⑤ 펌프의 정지점까지 압력이 상승되면, 펌프는 정지할 것이다(정지점 확인)

※ 기출문제분석15(펌프직/병렬관련)

1. 펌프의 운전시 병렬 운전과 직렬 운전의 양정, 유량특성, 운전점, 특성을 설명하라(45회,20점)
2. 소방펌프 설계시, 대수(수량) 분할의 필요성에 대하여 논하시오(78회,25점)
3. 특성이 동일한 펌프 2대를 직렬운전 할 경우 특성곡선을 X(유량)-Y(전양정) 축으로 표기하시오(80회,10점)

문제8) 유량계

1. 차압식 유량계

(1) 원리 : 관로상에 일부 구간을 축소시켜 그 전후에 차압을 발생시키고, 그 차압과 유량의 관계인 베르누이의 정리를 이용하여 유량을 측정하다

(2) 종류

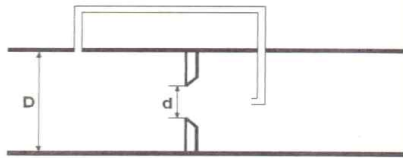
① 벤츄리 미터

② 오리피스 미터

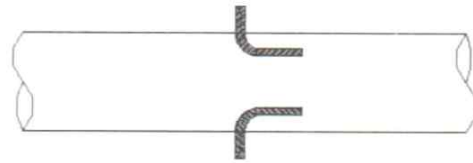
㉠ 오리피스가 있는 원판을 설치하고, 상·하류에서의 차압을 측정한다

㉡ 상류 탭은 D만큼, 하류 탭은 β -ratio(d/D)만큼 오리피스에서 이격시킨다

㉢ 설치는 쉽지만, 압력손실이 크다



【오리피스 미터】



【플로우 노즐】

③ 플로우 노즐

: 압력손실과 가격이 모두 오리피스 미터와 벤츄리 미터의 중간 수준이다

(3) 차압식 유량계의 장점

① 구조가 간단하다

② 별도 교정없이 비교적 정확한 측정이 가능하다

③ 대구경 관로에 적합하다

④ 거의 모든 유체에 적용이 가능하다

(4) 차압식 유량계의 단점

① 유량의 측정범위가 제한적이다

② 일정길이 이상의 직관부가 필요하다

③ 배관의 마모나 부식에 대한 영향을 많이 받는다

2. 면적식 유량계

(1) 원리 : 배관에 테이퍼관과 Float를 수직으로 연결시키고 유체에 의해 부유되는 Float 위치의 눈금을 읽는다

(2) 특징 : 소구경 배관에 설치되며, 높은 정밀도가 요구될 때 사용한다. 로터미터가 대표적인 면적식 유량계이다

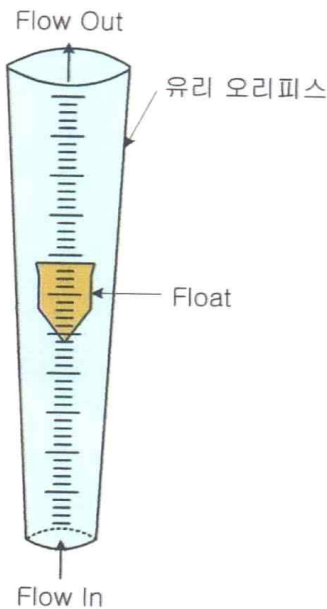
(3) 장·단점

① 유량 측정범위가 넓다

② 맥동류에서도 오차가 적다

③ 설치시 차압식 유량계에 비해 긴 직관부가 필요하지 않다

- ④ 압력손실이 크다
- ⑤ 여러 종류의 유체에 대한 측정은 불가능하다
- ⑥ 대유량, 대구경에는 고비용으로 인해 부적합하다



$$Q = A_w C \sqrt{\frac{2g v_f (\rho_f - \rho_w)}{\rho_w A_f}}$$

Q = 유량

v_f = 플로트의 체적

g = 중력가속도

ρ_f = 플로트의 밀도

ρ_w = 액체의 밀도

A_f = 플로트의 면적

C = 방출계수

$$A_w = \text{환형오리피스의 면적} = \frac{\pi}{4} [(D + by)^2 - d^2]$$

D = 기준점의 관의 직경

b = 높이의 단위변화에 대한 관지름의 변화

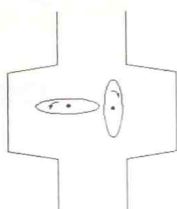
d = 플로트의 최대직경

y = 기준점에서부터 플로트의 높이

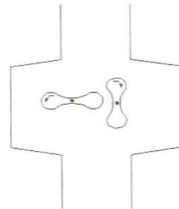
3. 용적식 유량계

- (1) 원리 : 일정체적을 가진 회전자를 설치하여 유체의 유입, 유출에 따라 의한 회전자의 회전수를 측정하여 유량을 계측하는 유량계이다

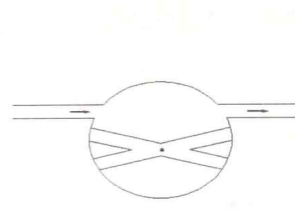
(2) 종류



【기어형】



【roots형】



【rotating vane형】

(3) 용적식 유량계의 장점

- ① 점도, 밀도의 영향이 적어 고점도 유체의 유량 측정에 적합하다
- ② 정밀도가 매우 우수하여 표준기기로 사용된다
- ③ 유량계 전, 후단의 직관부가 필요하지 않다

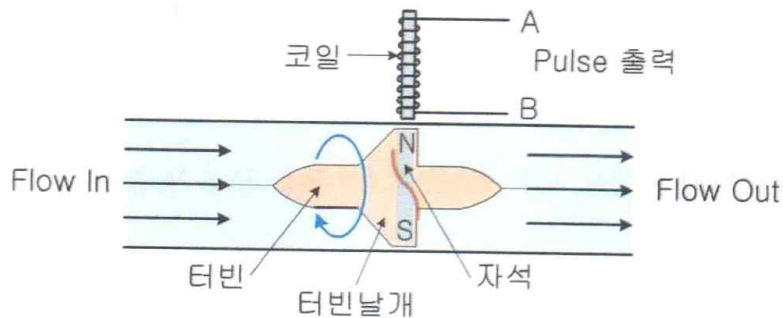
(4) 용적식 유량계의 단점

- ① 유량계의 설치 단면적이 크다
- ② 이물질이 많은 경우, 여과기가 필요하다

4. 터빈식 유량계

(1) 원리

- ① 유량이 많아서 유속이 빨라질수록 터빈의 회전속도는 빨라진다
- ② 터빈 내부에는 자석이 있어서 이 자석의 N극과 S극이 교대로 코일 밑을 지날 때 마다 코일의 A, B단자 사이에 그림과 같은 펄스 형태의 기전력을 유기한다
- ③ 이 때 일정시간(분 또는 초)동안에 발생하는 펄스의 수는 터빈의 회전속도에 비례하고 터빈의 회전속도는 유량에 비례하므로 단위 시간동안에 발생하는 펄스의 수를 카운트해서 유량을 측정한다
- ㉠ 발생하는 펄스를 카운터로 계수한다
- ㉡ 주파수계로 측정하여 일정 시간동안에 발생하는 펄스의 수를 계측한다
- ㉢ 펄스의 수에 비례하는 직류(DC)출력으로 변환시켜 전압계로 전압을 측정하여 유량을 직접 읽을 수 있도록 한다



(2) 종류

- ① 자성 pick-off형
- ② 라디오 주파수 pick-off형

(3) 단점 : 유량계의 상, 하부에 10D, 5D이상의 긴 직관부가 필요하다

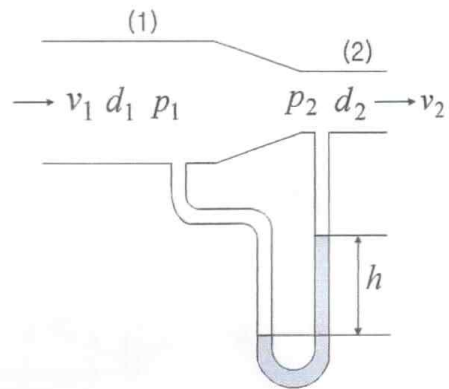
문제9) 성능시험배관에 의한 유량측정 방법

1. 유량측정방법의 종류

(1) 벤츄리 미터(Venturi meter)

- ① 관로의 일부 단면을 축소하여 평행 부분을 약간 두고, 다시 완만하게 확대한 관을 Venturi meter라 한다
- ② 유체의 압력 에너지의 일부를 속도 에너지로 변환시켜 유량을 측정하는데 쓰이는 계기이다
- ③ 두 액주 높이의 차를 $\Delta h (= h_1 - h_2)$ 라 하고, 벤츄리 관의 유량계수를 C_v 라하면 유량은 다음과 같이 나타낼 수 있다

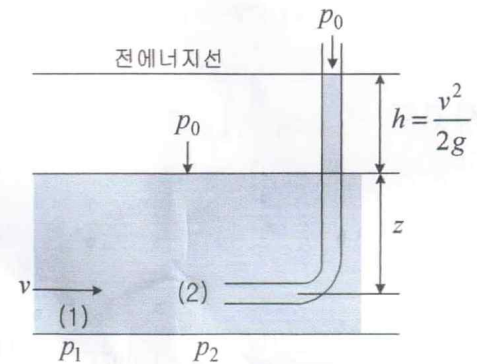
$$Q = c_v \cdot \frac{A_1 A_2}{\sqrt{A_1^2 - A_2^2}} \cdot \sqrt{2g\Delta h}$$



(2) 피토관(Pitot)

- ① 그림과 같은 피토관을 이용해서 수면에서 켄 수주의 높이 h 를 읽어서 $V = \sqrt{(2gh)}$ 의 식으로 점1의 유속이 구해진다
- ② 유속에 단면적을 곱해주어 쉽게 유량을 계산할 수 있다

$$Q = Av = c_p A \sqrt{2gh}$$



여기서, C_p 는 피토관의 유량계수

(3) 용적에 의한 측정

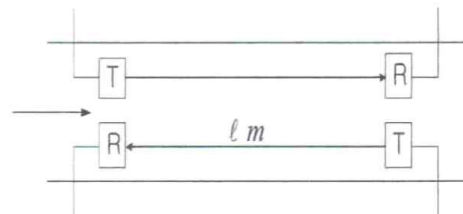
- ① 비중량 r 의 일반 유체에 대하여 t 초간에 용기에 들어간 유체중량 G , 또는 체적 V 를 측정하면 유량 Q [m^3/sec]를 구할 수 있다
- ② 소용량의 경우에만 가능하고 개략적인 측정이 된다

(4) Rotor Meter

- ① 흐름 속에서 동압을 받아 회전하는 익차에서는 회전속도가 유량 [m^3/sec], 누적 회전수가 적산 유량 [m^3]을 나타낸다
- ② 이는 수도 미터에 많이 사용되고 있다

(5) 초음파 유량계

- ① 2조의 초음파 발신기와 수신기를 그림과 같이 유속 v 의 흐름에 대하여 거리 ℓ 만큼 떨어져 설치한다
- ② T는 발신기이고 R은 수신기이다. 2조의



송수신기에서 음이 수신기에 도달하는 시간의 차이 Δt 를 측정하고 음속을 c 로 하면 아래의 식에서 v 를 구할 수 있으므로, 여기에 단면적을 곱해서 유량을 계산할 수 있다

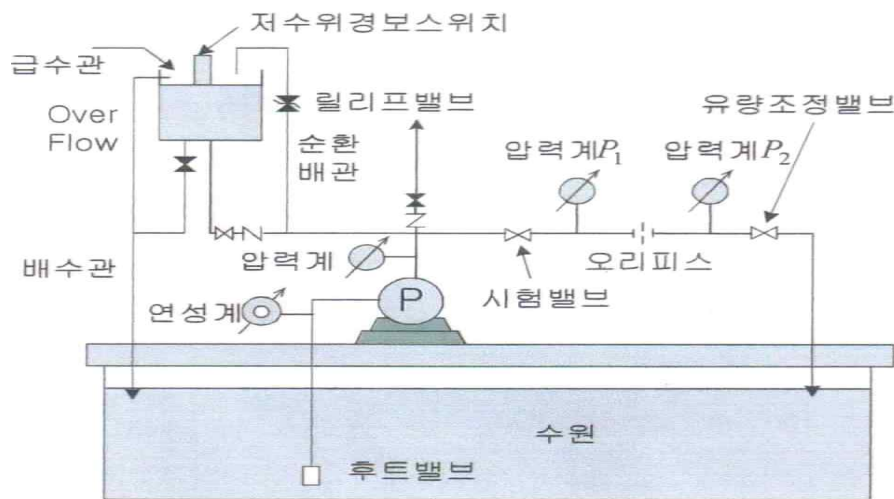
$$\Delta t = \frac{\ell}{c-v} - \frac{\ell}{c+v}$$

2. 소방펌프의 성능시험에 있어서 유량 측정방법

(1) 압력계를 설치하는 경우

- ① 성능시험배관에 오리피스를 설치하고 그 전후에 압력계를 설치하여 두 압력계가 지시하는 압력의 차이로부터 유량을 산출하는 방식이다

$$\textcircled{2} Q = k\sqrt{P_1 - P_2}$$



(2) 유량계를 설치하는 경우

- ① 압력계 P2와 오리피스 대신 그 자리에 유량계를 설치하는 방법이다
- ② 이 때 유량계의 호칭구경은 성능시험배관의 구경과 동일한 것이어야 한다.
- ③ 다음은 유량계의 호칭구경 및 표준유량을 보인 것이다

호칭구경	25A	32A	40A	50A	65A	80A	100A	125A	150A
유량범위 [ℓ/min]	35~ 100	70~ 360	110~ 550	220~ 1100	450~ 2200	700~ 3300	900~ 4500	1200~ 6000	2000~ 10000

문제10) 압력계

1. 개요

- ① 압력계는 크게 절대압력을 측정하는 장치와 게이지압력을 측정하는 것으로 구분되며, 소방에서는 주로 게이지압력을 측정하는 압력계를 사용한다
- ② 게이지 압력을 측정하는 방식에서는 정압, 동압, 전압을 측정하는 장치로 구분할 수 있다

2. 절대압 측정 압력계

(1) 수은 압력계

$$P = P_a + rh$$

여기서, P_a : 대기압, r : 수은의 비중량, h : 수은주 높이

(2) 아네로이드 압력계

- ① 원통 내부를 진공으로 하여 진동판에 가해진 압력으로 인한 기구의 운동에 의해 압력을 측정한다
- ② 작은 압력 측정에 이용한다

3. 계기압 측정 압력계

(1) 부르돈 압력계

- ① 소방설비에서의 압력계는 대부분 부르돈 압력계이다
- ② 압력상승, 저하에 따라 부르돈 관이 팽창 또는 수축되어 그 곡률변화에 의해 지침이 이동된다
- ③ 정압이 측정된다

(2) 피토 게이지

- ① 파이프에서 토출되는 동압을 측정할 때, 사용된다
- ② 배관 내에 설치되는 경우에는 전압이 측정된다

4. 액주계

- (1) 측정유체의 압력과 액주계 내의 중량을 평형시켜 압력을 측정하는 장치
- (2) 사용되는 액체로는 수은, 물, 알코올 등이 있다
 - ① 수은 : 비중이 크므로, 고압 측정에 이용한다
 - ② 물, 알코올 : 비중이 낮으므로, 저압 측정에 이용한다
- (3) 액주계의 종류
 - ① 피에조 미터
 - ㉠ 미소 압력의 측정
 - ㉡ 측정유체와 액주계 내의 액체가 같다
 - ② U자관

- ㉠ 측정유체와 액주계 내의 액체가 다르다
 - ㉡ U자관에 비중이 큰 액체를 주입한다
 - ㉢ 외부 대기와 접촉이 곤란한 액체의 압력 측정용이다
- ③ 시차 액주계
- ㉠ 2가지 액체의 압력차를 측정하는 것이다
 - ㉡ 2개의 탱크 또는 배관에 액주계를 연결한다
- ④ 미압계, 경사미압계
- ㉠ 미소한 압력차를 측정하는 장치이다
 - ㉡ 미압계는 계산이 비교적 복잡하다
 - ㉢ 경사 미압계는 계산이 간단하다

문제11) Temper Switch

1. 목적

- ① 급수개폐밸브의 개폐상태를 감시제어반에서 확인할 수 있도록 하여 자동식 소화설비의 개폐밸브 폐쇄여부를 용이하게 확인하기 위하여 설치한다
- ② 밸브를 차단할 경우 이에 따라 전기적으로 밸브차단 접점신호 및 경보음을 감시제어반에 발한다

2. 설치위치

- (1) 급수배관에 설치되어 급수를 차단할 수 있는 개폐밸브
- (2) 급수를 차단할 수 있는 개폐밸브(S/P설비의 경우)
 - ① 지하수조부터 펌프 흡입측 배관에 설치한 개폐밸브
 - ② 주펌프와 충압펌프의 흡입측 개폐밸브
 - ③ 주펌프와 충압펌프의 토출측 개폐밸브
(충압펌프의 경우는 헤드에 급수하는 목적이 아니므로 제외)
 - ④ 스프링클러설비의 송수구에 설치하는 개폐표시형 밸브
 - ⑤ 유수검지장치의 1차측 개폐밸브 또는 일제개방밸브의 1차측 및 2차측 개폐밸브
 - ⑥ 입상관과 접속된 고가수조의 개폐밸브

3. 설치기준

- ① 급수 개폐밸브 폐쇄시 탬퍼 스위치 동작으로 인해 감시제어반 수신기에 표시되고, 경보음을 발할 것
- ② 탬퍼 스위치는 감시제어반에서 동작유무확인, 동작시험, 도통시험을 할 수 있을 것
- ③ 급수 개폐밸브의 작동표시 스위치에 사용되는 전기배선은 내화 또는 내열전선으로 설치할 것

문제12) Post Indicator Valve

1. 정의

: PIV는 옥외 Loop식 배관망에 설치하여 일부 구간의 고장으로 인한 수리나 증축시 다른 지역으로의 정상적인 소화용수 공급을 위해 설치하는 밸브이다

2. 구조

- ① 평상시에는 디스크가 열린 상태로 되어 있으며, 개폐 표시창에 OPEN표시가 된다
- ② PIV를 폐쇄하면, 디스크가 지하배관을 닫으며, 개폐 표시창에 CLOSE표시가 된다
- ③ 이러한 개폐 조작은 스패너를 이용하여 상부의 조작부를 돌려 실시하게 된다

3. 설치기준

- (1) PIV는 육안으로 개폐 여부를 확인할 수 있을 것
- (2) 탬퍼 스위치를 부착하여 중앙 제어반에서도 그 개폐여부를 확인할 수 있을 것
(국내 기준의 개폐표시형 밸브 기준)
- (3) NFPA 설치기준
 - ① 소화 주배관에서 소방대상물로 분기되는 부분에 설치할 것
 - ② 화재시 건물 붕괴나 복사열에 대비하여 건물 외벽에서 12m 이상 이격하여 설치할 것
 - ③ 차량 통행 등으로 PIV를 설치할 수 없는 장소에는 밸브 Pit를 설치하여 그 내부에 설치할 것

4. 용도

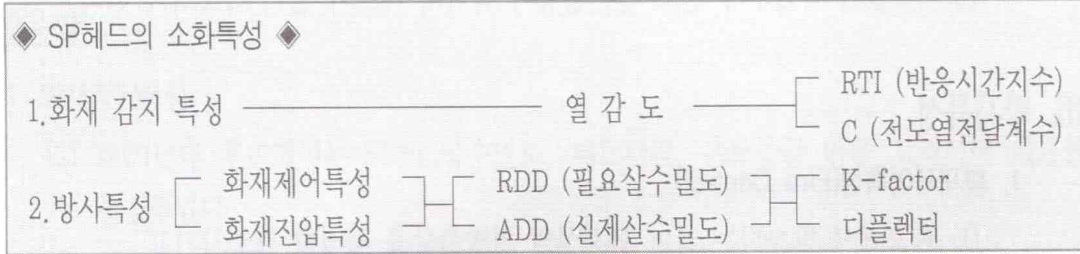
- ① 일부 지역의 설비 보수나 증축 등의 경우에 PIV를 폐쇄하여 타 지역으로의 소화용수 공급은 정상적으로 이루어지도록 한다
- ② 지하배관 경로의 확인용도
- ③ 누수점검

※ 기출문제분석16(성능시험배관관련)

1. FIRE PUMP의 TEST 방법과 절차를 기술하라(48회,10점)
2. 소화펌프의 성능시험배관의 설치방법과 성능확인사항에 대하여 설명하시오(78회,10점)
3. 소화펌프의 유량성능시험(Flow Test) 방법에 대하여 설명하라(50회,25점)
4. 유량을 측정하는 유량계는 면적유량계, 용적유량계, 터빈유량계가 있다. 이 중 면적유량계 및 터빈유량계에 대하여 각각 기술하시오(69회,25점)
5. 정격토출압력 $6[\text{kgf}/\text{cm}^2]$, 정격토출량 $0.05[\text{m}^3/\text{sec}]$ 인 소화펌프의 성능을 측정하기 위한 성능시험배관의 구경을 산정하시오(82회,25점)
일반 배관경 산출공식 : $Q[\text{lpm}] = k \cdot d^2 \sqrt{P}$ (단, $k = 0.6$ 이고, P 의 단위는 kgf/cm^2 이다)
6. 옥내소화전설비의 가압송수장치(Pump)의 성능시험배관에 의한 유량측정 방법 2가지에 대해 설명하시오(87회,25점)
7. Churn Pressure를 설명하시오(50회,5점), (58회,5점)
8. 스프링클러 시스템에서 시험밸브(테스트 Box)의 사용목적 및 압력챔버내 압력계 설치에 따른 기술적 내용을 구체적으로 설명하시오(53회,20점)
9. 리타딩 챔버의 구조와 기능을 설명하시오(45회,10점)
10. Retarding Chamber를 설명하시오(48회,5점)
11. 템퍼스위치(Temper Switch)의 기능, 설치기준 및 설치장소에 대하여 설명하시오(85회,10점)
12. Post Indicator Valve란 무엇인가(42회,5점)
13. 소방펌프의 성능시험에 있어서 유량 측정방법의 종류를 설명하고, 소방펌프의 Test 방법 및 절차에 대하여 설명하시오(91회,25점)
14. 소방준공과 관련하여 시운전(성능시험) 계획서와 시운전 성과품에 포함될 사항에 대하여 설명하시오(93회,10점)

문제13) 스프링클러의 소화특성

1. 개요



2. 화재감지특성

(1) RTI(Response Time Index, 반응시간지수)

- ① 화재시 스프링클러 작동에 필요한 충분한 양의 열을 감열부가 얼마나 빨리 흡수할 수 있는지를 나타낸 지수
- ② 공기온도와 기류속도에 의해 달라지며, RTI가 작을수록 조기작동
- ③ RTI의 계산

$$RTI = \tau \sqrt{v}, \quad \text{시간상수 } \tau = \frac{mc}{hA}$$

여기서, τ : 시간상수[s], m : 열감지부 질량, c : 열감지부 비열
 v : 기류속도[m/s], h : 대류열 전달계수, A : 감지부 표면적

④ 스프링클러 작동시간

$$t = \frac{RTI}{\sqrt{v}} \ln \left(\frac{T_g - T_a}{T_g - T_d} \right)$$

여기서, T_g : 기류 온도, T_d : 감지부 온도, T_a : 주위 온도

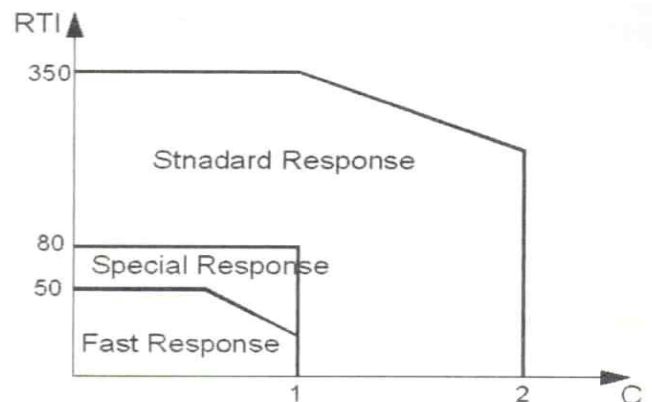
- ㉠ 작을수록 응답시간이 빨라지는 것 : RTI, 감지온도
- ㉡ 클수록 응답시간이 빨라지는 것 : 화재의 크기, 기류속도 등

(2) 열전달계수(C, Conductivity)

- ① 헤드가 주위에서 흡수한 열량 중 배관 내 물에 의해 손실되는 열량을 나타내는 요소
- ② C가 작을수록 열손실이 적어 헤드가 조기에 작동한다
- ③ 이 값은 비교적 작아서 일반적으로 무시한다

(3) 화재감지특성에 따른 헤드의 분류

- ① 표준반응형 헤드
(Standard Response Sprinkler Head)
- ② 특수반응형 헤드
(Special Response Sprinkler Head)
- ③ 조기반응형 헤드
(Fast Response Sprinkler Head)



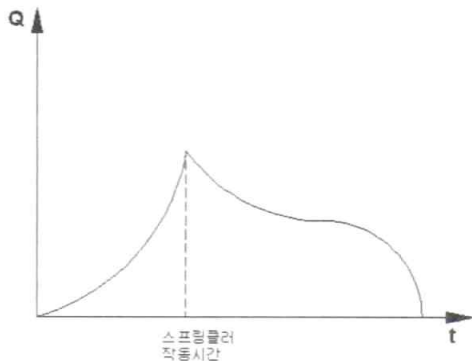
3. 방사특성

(1) 화재제어(fire contril)

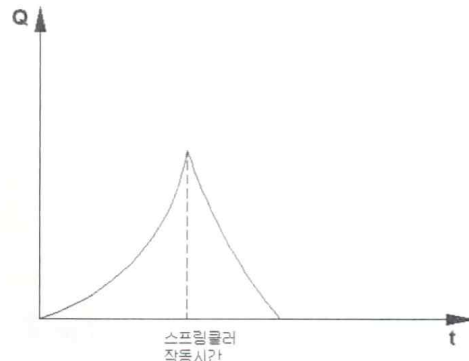
- ① 개념 : ㉠ 화재가 스프링클러설비의 설계지역을 벗어나 확산되지 않도록 헤드에서 충분한 양의 물이 방수되도록 하는 것이다
 - ㉡ 스프링클러의 냉각특성을 우선적으로 하며, 대부분의 스프링클러가 이에 해당된다
- ② 목적 : ㉠ 물을 방수하여 열방출율을 감소시킨다
 - ㉡ 인접 가연물을 미리 물에 적심으로써 화재의 크기를 제한한다
 - ㉢ 구조물이 손상되지 않도록 천장의 온도를 제어하는 것이다
- ③ 열방출율-시간곡선 : 스프링클러가 작동하여 열방출율의 상승을 억제하면서 서서히 화재를 제어한다

(2) 화재진압(fire suppression)

- ① 개념 : ㉠ 화재가 연소중인 연료표면에 충분한 양의 물을 직접 방수하여 화재의 열방출율을 격감시키고, 재발화를 방지하는 것이다
 - ㉡ 스프링클러의 침투성능을 우선시하며, 물방울 크기와 운동량에 영향을 받는다(ESFR이 해당됨)
- ② 열방출율-시간곡선 : 물방울이 화심을 뚫고 침투하여 화재시 열방출율을 경감시키고 재발화를 방지한다



< 화재 제어 >



< 화재 진압 >

문제14) RDD & ADD

1. RDD(Required Delivered Density : 필요살수밀도)

(1) 정의

- ① 소방대상물의 화재심도에 관련된 것으로서, 연소표면에 소화를 위해 필요한 방수량을 가연물 상단 면적으로 나눈 값
- ② $RDD = \frac{\text{요구 방수량}}{\text{가연물 상단의 면적}} [lpm/m^2]$
- ③ 화재하중은 화재의 지속시간을 결정하며, 주수시간[min]과 관계된 인자
- ④ 화재강도는 화재시 최고온도를 결정하며, 주수량[l/m²]을 결정하는 인자
- ⑤ 즉, 화재심도는 주수시간, 주수량과 모두 관련되며, 주수율[lpm/m²]을 결정

(2) 영향을 주는 인자

- ① 천장고
- ② 가연물 종류
- ③ 살수특성
- ④ 방사특성

2. ADD(Actual Delivered Density : 실제살수밀도)

(1) 정의

- ① 화재시 소화에 이용된 실제 연료면 도달량(스프링클러의 방수형태와 관련)
- ② $ADD = \frac{\text{실제 가연물 상단에 도달된 방수량}}{\text{가연물 상단의 면적}} [lpm/m^2]$

(2) 영향을 주는 인자

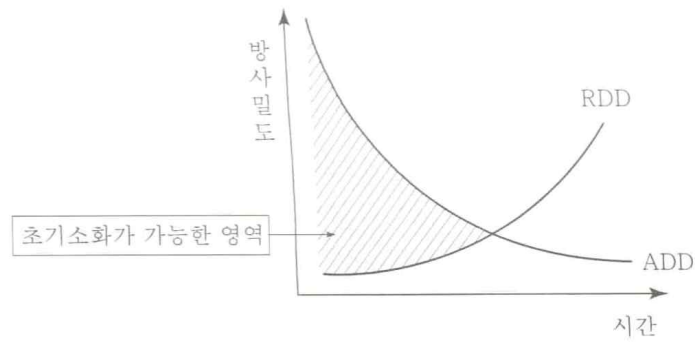
- ① 헤드의 물방울의 크기
- ② 헤드의 개수
- ③ 헤드의 방사압력
- ④ 헤드의 구경(K-factor), 유량
- ⑤ 헤드의 개방시 화재강도(상승 열기류)
- ⑥ 헤드의 살수분포
- ⑦ 헤드의 배치 간격
- ⑧ 헤드와 가연물상단간의 거리

3. RDD와 ADD의 관계

- ① RDD는 시간 경과에 따라 화세 확대로 더 많은 양의 물이 필요하여 증가한다
- ② ADD는 시간 경과에 따라 화세 확대로 비산, 증발되어 감소한다
- ③ 초기 소화영역 : $ADD > RDD$
- ④ 초기소화를 위해서는 단시간 내에 필요한 물의 양보다 더 많은 양의 물을 화원에 침투시켜야 한다(ESFR이 해당됨)

4. RTI와의 관계

- ① RTI가 작은 경우 : 화재 확대 이전에 헤드가 조기 작동하므로 RDD는 작아지고, ADD는 커진다
- ② RTI가 큰 경우 : 헤드 개방전에 화재가 성장하므로, RDD는 커지고 ADD는 작아진다



문제15) 스프링클러의 성능시험

1. ADD 성능시험

(1) 시험방법

- ① 가스버너를 설치하고, 그 아래에 채수용 메스실린더를 설치한다
- ② 가스버너를 착화하지 않은 상태에서 스프링클러로부터 물을 방수하여 살수도달량을 측정한다
- ③ 가스버너를 착화하여 정해진 열방출율의 상태에서 스프링클러로부터 물을 방수하여 살수도달량을 측정한다
- ④ 천장고, 스프링클러헤드의 종류, 방사압력, 헤드의 위치 등의 조건을 변경시키면서 살수도달량을 측정한다

(2) ADD의 산정

$$\text{살수도달율(ADD)} = \frac{\text{화염이 있는 상태에서의 살수도달량}}{\text{화염이 없는 상태에서의 살수도달량}}$$

(3) 측정결과의 분석

- ① 천장고 : 높을수록 ADD가 저하된다
- ② 평균 입자경 : 작을수록 ADD가 저하된다
- ③ 방사 압력 : 클수록 ADD가 저하된다
- ④ 방사되는 물의 기울기 : 방사패턴이 경사지면, 화염기류의 영향이 적어져 ADD가 증가 된다

2. RDD 성능시험

(1) 시험방법

- ① 4개의 헤드 사이의 중심에 화재모형을 두고, 화재의 제어, 화재의 진압, 진화 불능 등의 여부를 검토한다
- ② NFPA 기준에 의한 성장곡선에 해당하는 목재크리브 화재모형을 설치한다
- ③ 이를 가열시켜서 일정 발열량에서 스프링클러 헤드로부터 방수를 실시한다
- ④ 이러한 상태에서 화재의 제어, 진압, 불능의 여부를 검토한다
- ⑤ 발열량 확인은 하부 저울에서 확인되는 크리브의 중량감소로부터 가능하며, 소화 성능의 목표 달성여부는 천장에 설치한 열전대의 온도변화로 확인한다

(2) RDD의 산정 : 요구되는 스프링클러의 성능목표를 달성하는 때의 살수밀도를 RDD로 한다

(3) 측정결과의 분석

- ① 천장고가 높을수록 RDD는 증대
- ② 가연물의 종류, 살수특성, 소화의 판정기준에 따라서 RDD 영향
- ③ 스프링클러의 목적(화재제어 또는 진압 등)

※ 기출문제분석17(ADD,RDD,RTI관련)

1. ADD(Actual Delivered Density)를 설명하시오(56회,10점)
2. 스프링클러헤드 소화성능에 영향을 주는 RTI, ADD, RDD 정의 및 상호관계를 설명하시오(65회,10점)
3. ESFR(Early Suppression Fast Response)스프링클러는 표준형 스프링클러헤드보다 화재발생초기에 작동하여 화재를 진압하는 것으로서 조기화재진압을 위한 3가지의 시간의존 특성에 대하여 각각 설명하시오(77회,10점)
4. 스프링클러의 화재 감지 특성과 방사 특성을 설명하시오(62회,10점)
5. 스프링클러 소화설비에서 헤드의 방사 특성 중 열방출율과 화재 제어시간의 관계에 대해 설명하시오(63회,25점)
6. RDD(Required Delivery Density), ADD(Actual Delivery Density)의 정의 및 측정 방법에 대하여 기술하시오(83회,10점)
7. 화재 조기진압용 스프링클러 헤드의 조기진압특성(열감도, 소요밀도, 실제침투밀도)과 본 소화설비의 교차배관의 위치, 청소구, 가지배관의 헤드 설치기준에 대하여 각각 기술하시오(84회,10점)
8. ESFR(Early Suppression Fast Response) 스프링클러설비의 개발배경, 개발이론 3가지(RTI, ADD, RDD), 설치장소의 구조, 설치제외 장소에 대해 논하시오(87회,25점)
9. RTI(Response Time Index)를 설명하시오(56회,10점)
10. 스프링클러 열감지 메카니즘에 대하여 기술하시오(74회,10점)
11. 스프링클러의 RDD(Required Delivered Density), ADD(Actual Delivered Density), RTI(Response Time Index)에 대하여 설명하시오(94회,25점)
12. ISO 6182-1에 규정된 스프링클러헤드 열응답성 특성치인 전도계수(Conductivity Factor, C)값을 구하는 방법을 설명하시오(97회,25점)