

## 수리학 기초 및 기본상식 난이도(상)

1. 처리량이 28,800m<sup>3</sup>/일인 정수장의 응집제 투입율이 25ml/m<sup>3</sup>이라면 평균 약품투입량은 다음 중 얼마인가? ①

- ① 0.1 ℓ / 분
- ② 0.25 ℓ / 분
- ③ 0.5 ℓ / 분
- ④ 1.0 ℓ / 분

(해설) 투입량 = 28,800m<sup>3</sup>/일 × 1/1440일/분 × 5ml/m<sup>3</sup>  
× 1/1,000 ℓ / ml = 0.1 ℓ / 분

2. 다음 중 응집기, 혼화기 등의 교반강도를 나타내는 속도경사(G)를 표시하는 인자와 관계가 적은 것은 어느 것인가? ④

- ① 소비전력
- ② 점성계수
- ③ 지의 체적
- ④ 약품의 농도

(해설)  $G = \sqrt{\frac{P}{\mu \times V}}$ 로서 P : 소비전력(W=N m/sec),  $\mu$  : 점성계수 (N sec/m<sup>2</sup>), V : 혼화지 등의 체적(m<sup>3</sup>)

3. 다음 중 장방형 침전지 내의 수류상태를 평가하는 인자 중의 하나인 레이놀즈(Reynolds) 수(Re)를 나타내는 함수가 아닌 것은 어느 것인가? ③

- ① 침전지의 동수반경
- ② 유체의 점성
- ③ 중력가속도
- ④ 지내의 평균유속

(해설)  $Re = v R / \nu = \text{유속} \times \text{동수반경} / \text{동점성 계수}$

4. 폭6m 길이 8m 깊이 4m인 급속여과지 5지가 있을 때 36,000m<sup>3</sup>/일의 물을 처리한

다면 이 여과지의 여과속도는 얼마인가? ③

- ① 100m/일
- ② 120m/일
- ③ 150m/일
- ④ 180m/일

(해설) 여과속도 =  $Q/A = 36000\text{m}^3/\text{일} / (6 \times 8\text{m}^2 \times 5\text{지}) = 150\text{m}/\text{일}$

5. 급속여과지의 여과사의 선택에서 중요한 요소인 유효경은 모래의 입도가적곡선에서 다음 중 어디에 해당되는가? ①

- ① 10% 통과경
- ② 20% 통과경
- ③ 40% 통과경
- ④ 60% 통과경

(해설) 유효경은 모래의 입도가적곡선에서 10% 통과경을 말한다.

6. 처리유량이 864m<sup>3</sup>/일(0.6m<sup>3</sup>/분)이고 규격이 폭3.0m, 길이 10.0m, 깊이 3.0m 인 완속여과지가 2지가 있을 때 표면부하율은 얼마인가? ②

- ① 5mm/분
- ② 10mm/분
- ③ 15m/분
- ④ 20mm/분

(해설) 표면부하율 = 유량/표면적 =  $0.6\text{m}^3/\text{분} / (3 \times 10\text{m}^2 \times 2\text{지}) = 0.01\text{m}/\text{분} = 10\text{mm}/\text{분}$

7. 급속여과지의 여과사의 최대경은 다음 중 어느 것인가? ②

- ① 1mm 이내
- ② 2mm 이내
- ③ 3mm 이내
- ④ 4mm 이내

(해설) 급속여과지의 최대경은 2mm 이내라야 한다.

(Ref.) 상수도시설기준 P232

8. 급속여과지의 여과사의 최소경은 다음 중 어느 것인가? ③

- ① 0.1mm 이상
- ② 0.2mm 이상
- ③ 0.3mm 이상
- ④ 0.4mm 이상

(해설) 급속여과지의 최소경은 0.3mm 이상이라야 한다.

(Ref.) 상수도시설기준 P232

9. 수돗물 중 오염물질로 인해 급수대상 지역주민들의 건강에 단기간에 위해 영향을 미칠 수 있는 위급한 상황으로 오염인지 후 지체 없이(24시간 이내) 주민공고를 실시해야하는 상황은 다음 중 어떤 오염 상황판단기준에 해당되는가? ②

- ① 급수정지 상황
- ② I 급 상황
- ③ II 급 상황
- ④ III 급 상황

(해설) 수질 사고대응 판단기준의 I 급 상황은 정수에서의 병원성미생물 검출, 수인성질 별방생 등의 상황으로 즉시 공고 및 대책을 수립하여야 한다.

(Ref.) 정수장내 오염물질 유입시 행동요령 P8, 2003, 환경부

10. 수면으로부터 20m인 수중의 압력은 얼마인가? ①

(단, 이 수조의 면적은 15m<sup>2</sup>이다.)

- ① 2kg/cm<sup>2</sup>
- ② 20kg/cm<sup>2</sup>
- ③ 1.5kg/cm<sup>2</sup>
- ④ 15kg/cm<sup>2</sup>

(해설) 수중의 압력은 면적과 상관없다.

11. 유체가 관속을 흐를 때 마찰계수가 가장 큰 경우는? ④

- ① 음속으로 흐를 때                      ② 난류로 흐를 때
- ③ 과도류 일 때                          ④ creeping류 일 때

(Ref.) 단위조작, 시험센터 박문각 p40

[illegible]

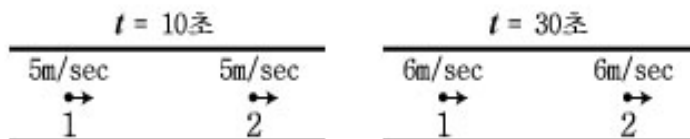
① N/m<sup>2</sup>  
② mmHg  
③ mAq  
④ kg<sub>f</sub>/m<sup>3</sup>

①  $8.24 \times 10^6$                       ②  $84 \times 10^6$   
③ 824                                  ④ 800



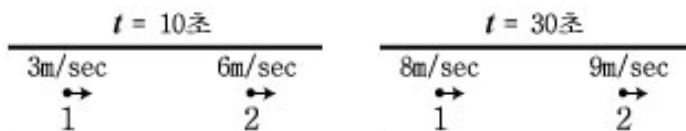
- ① 정상 균속도유동                      ② 정상 비균속도유동  
③ 비정상 균속도유동                  ④ 비정상 비균속도유동

16. 유체의 흐름 특성은 시간에 따라 특성이 변화하지 않는 흐름을 정상류, 변화하는 흐름을 비정상류, 임의의 모든 점에서 속도가 일정한 흐름을 균속도유동, 속도가 일정치 않은 흐름을 비균속도유동이라 정의한다. 다음의 경우의 흐름은? ③



- ① 정상 균속도유동                      ② 정상 비균속도유동  
③ 비정상 균속도유동                  ④ 비정상 비균속도유동

17. 유체의 흐름 특성은 시간에 따라 특성이 변화하지 않는 흐름을 정상류, 변화하는 흐름을 비정상류, 임의의 모든 점에서 속도가 일정한 흐름을 균속도유동, 속도가 일정치 않은 흐름을 비균속도유동이라 정의한다. 다음의 경우의 흐름은? ④



- ① 정상 균속도유동                      ② 정상 비균속도유동  
③ 비정상 균속도유동                  ④ 비정상 비균속도유동

18. 다음 중 펌프가 흡입할 수 있는 이론상 최대 높이는 어느 것인가? ④

- ① 15m                  ② 13m  
③ 12m                  ④ 10m









① 작다.                      ② 많다.  
③ 같다.                      ④ 일정하지 않다.

33. 관로의 어느 지점에서 압력계의 압력이  $1.5\text{kg/cm}^2$ 일 때 이 지점의 절대압력은 얼마인가? 단 표준 대기압 =  $1.033\text{kg/cm}^2$  ①

34. 수격작용이 발생하였을 경우, 관로내에 진공상태가 발생할 수 있다. 이때 진공에 대한 옳은 설명은? ①

35. 송수관로를 설계할 때 고려해야 할 사항과 관련이 적은 것은? ④

- (해설) 유지관리 비용을 고려하여 될 수 있으면 자연유하식이 되도록 설계하는 것이 좋다.

36. 다음 물의 흐름에 대하여 설명한 것 중 옳지 않은 것은? ②



- ① 314mm                      ② 254mm  
③ 214mm                      ④ 154mm

$$Q = AV = \frac{\pi D^2}{4} V \text{에서}$$

$$(\text{해설}) \quad 10,000/86400 \text{초} = \frac{\pi D^2}{4} 1.5$$

$$D = 0.3134\text{m} = 314\text{mm}$$

41. 관로 내 흐름에서 동수경사선은 다음 어느 값을 연결한 선의 기울기 인가? ③

- ① 속도수두 + 압력수두                      ② 속도수두 + 위치수두  
③ 압력수두 + 위치수두                      ④ 속도수두 + 압력수두 + 위치수두

(해설) 동수경사선은 기준면에서 압력수두를 합친 값을 연결한 선을 말한다.

$$H.G.L = \frac{P}{\gamma} + Z$$

42. 어느 지점에서 압력계를 이용하여 압력을 측정한 결과  $1.5\text{kg/cm}^2$ 이었다. 이 지점의 압력수두는 얼마인가? ②

- ① 1.5m                      ② 15m  
③ 150m                      ④ 0.15m

$$\begin{aligned} (\text{해설}) \quad \text{수두}(h) &= \frac{\text{압력}(P)}{\text{단위중량}(\gamma)} = \frac{1.5\text{kg/cm}^2}{1,000\text{kg/m}^3} \\ &= \frac{1.5\text{kg}/(1/100^2\text{m}^2)}{1,000\text{kg/m}^3} = \frac{15,000\text{kg/m}^2}{1,000\text{kg/m}^3} = 15\text{m} \end{aligned}$$

43. 관로내의 미소손실(minor loss)은? ③

- ① 위치수두에 비례한다.                      ② 압력수두에 비례한다.  
③ 속도수두에 비례한다.                      ④ 레이놀즈수에 비례한다.

$$(\text{해설}) \quad \text{미소손실}(h_m) = f \frac{V^2}{2g} \text{이므로 미소손실은 속도수두} \left( \frac{V^2}{2g} \right) \text{에 비례한다.}$$

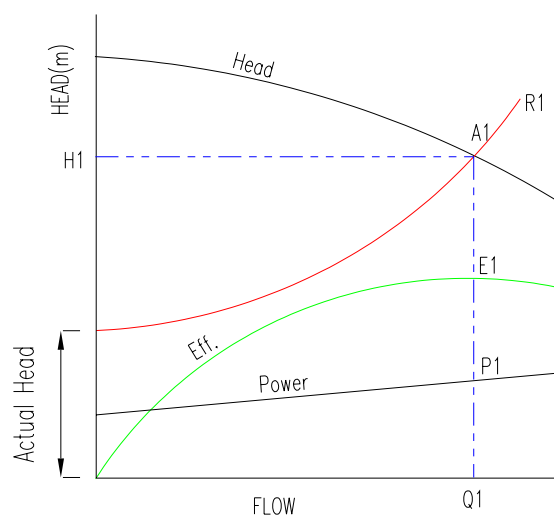
44. 관수로 내의 손실수두를 대별하면 마찰에 의한 손실수두와 마찰 이외의 손실수두 즉 미소손실(minor loss)로 구분된다. 이것들을 모두 어느 것에 비례한다고 할 수 있는가? ④

45. 개수로의 흐름과 관수로의 흐름의 구별은 다음의 어느 것에 의한 것이 옳은가?  
①

- (해설) 개수로는 자연유하식(중력식)에 적용하는 수로로서 자연유하는 물이 중력작용에 의해 경사에 따라 유하하는 상태를 말하는데 즉, 물이 자유표면을 갖고 흐르는 상태를 말하며, 관수로는 항상 만수로 되어 압력에 의해 흐르는 흐름을 말한다.

- ① 펌프운전곡선                      ② 펌프효율곡선  
③ 펌프동력곡선                      ④ 펌프특성곡선

일반적으로 펌프의 성능은 아래 그림과 같이 횡축에 유량( $\text{m}^3/\text{min}$ ), 종축에 양정(m), 효율(%), 동력(kW)을 표시하는데, 펌프의 양정은 유량이 증가함에 따라 조금씩 작아지는 우하향 곡선이 된다.



- 12 -

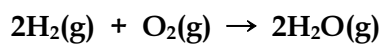
47. 20℃에서 두액체 A와 B의 증기압이 각각 15mmHg, 100mmHg이 었다. 두 액체에 대한 증발열과 분자간의 인력을 올바르게 비교한 것은? ①

- | 증발열     | 분자간 인력 | 증발열     | 분자간 인력 |
|---------|--------|---------|--------|
| ① A > B | A > B  | ② A > B | A < B  |
| ③ A < B | A > B  | ④ A < B | A < B  |

(해설) 분자간의 인력이 강할수록 증발하기가 어려우므로 증기압은 작아지기 때문에 증기압이 작은 A가 B보다 분자간의 인력이 강하고 증발하기 위해서 보다 많은 에너지가 필요하다

(Ref.) 기출문제 및 예상문제, 한국고시회p76

48. 다음 반응에서 그 비가 다른 것은? ①



- ① 질량비      ② 몰비      ③ 분자수비      ④ 부피비

(해설) 계수는 몰비=부피의비(기체)=분자수비

(Ref.) 기출문제 및 예상문제, 한국고시회p44

49. 물의 성질 중 수소결합과 관계가 없는 것은? ②

- ① 비열이 매우 크다      ② 이온성물질을 잘 용해시킨다  
③ 분자량에 비해 끓는점이 높다      ④ 물 증발열이 매우 크다

(해설) 물의 성질 : 대부분 수소결합 때문에 갖는 성질이다. 녹는점, 끓는점이 매우 높다, 비열이 매우 크다, 용해열과 증발열이 매우 크다, 4℃에서 밀도가 가장 크다

(Ref.) 기출문제 및 예상문제, 한국고시회p174

50. 산화 · 환원에 대한 설명으로 옳은 것은? ④

- ① 산화 반응에서는 전자를 얻는다
- ② 수소와 결합하면 산화반응이다
- ③ 원자의 산화수가 증가하면 환원이다
- ④ 산화 · 환원반응은 동시에 일어난다.

(해설) ①② 전자를 잃으면 산화이다 ③산화수가 증가하면 산화이다  
(Ref.) 기출문제 및 예상문제, 한국고시회p320

51. 25% NaOH수용액에서 H<sub>2</sub>O 몰분율은 얼마인가? ③

- ① 87                      ② 8.7                      ③ 0.87                      ④ 0.087

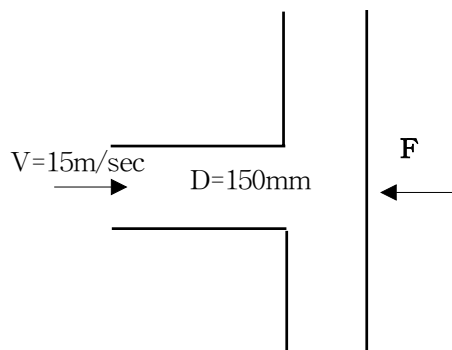
(해설) H<sub>2</sub>O 몰분율은 = (75/18)/ [(25/40)+(75/18)] = 0.87  
(Ref.) 1·2급 기사 및 기술사 단위조작연습, 학연사 교재편찬회p15

52. Van der waals의 실제기체 방정식에서 이상기체에 근접시키려면 다음 중 어떤 경우가 가장 근접되겠는가? ②

- ① 온도가 낮고 압력이 높다                      ② 온도가 높고 압력이 낮다
- ③ 온도 및 압력이 모두 낮다                      ④ 온도 및 압력이 모두 높다

(해설) 실제기체라도 온도가 높고 압력이 낮으면 기체의 용적은 커져서 이상기체에 가까워진다  
(Ref.) 1·2급 기사 및 기술사 물리화학연습, 학연사 교재편찬회p24

53. 운동량 방정식을 사용하여 그림과 같이 흐르는 물이 벽에 작용하는 힘을 구하라.  
(단, 물의 단위중량은 1ton/m<sup>3</sup>) ③

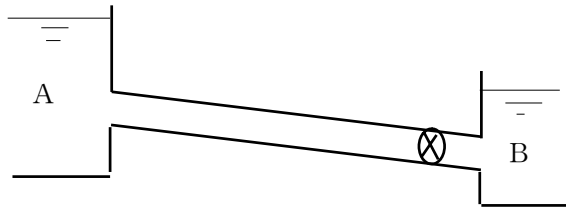


- ① 0.35ton ② 0.44ton ③ 0.41ton ④ 0.51ton

54. 거리가 7,000m 떨어졌고 표고차가 55.00m인 두 저수지 사이를 0.70m<sup>3</sup>/sec의 유량을 송수하는 관경을 결정하라. (용접강관을 부설하는 것으로 가정하며, C값은 110을 적용하고, Hazen-Williams 식을 사용하라) ②

- ① D=600mm ② D=700mm ③ D=800mm ④ D=900mm

55. 그림과 같이 날카로운 모서리의 유입부를 가진 관로에 버터플라이 밸브가 50%열린상태로 있다. 관로내 유속은 1.4m/sec이며, 두지점간의 거리는 650m,관경은 400mm 일 때, 두 지점간의 전체 손실수두를 구하여라.(단  $f=0.0135$ ,관로유입부 $K_L=0.5$ , 버터플라이 밸브에 의한  $K_L=24.9$ ) ③



- ① 2.45m ② 3.45m ③ 4.83m ④ 5.83m

56. 정상조건으로부터 순적으로 압력 또는 유량의 변동을 일으키는 모든현상을 과도 수리현상이라하며, 통상 서지 또는 수격작용(Water Hammer)이라 부르는데, 수격작용의 크기에 영향을 미치는 인자와 거리가 먼 것은? ④

- ① 유속변화의 정도  
② 유체의 밀도  
③ 유체와 관로계통에서의 압력파의 속도  
④ 그 지점에서의 압력

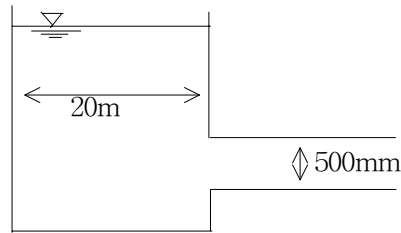
57. 급속여과지의 세척을 설명한 사항으로 옳지 않은 것은? ③

- ① 세척에는 염소가 잔류하고 있는 정수를 사용하여야 한다.  
② 세척에 필요한 수량, 수압 및 시간은 충분한 세척효과를 얻을 수 있도록 한다.  
③ 탱크의 용량은 1지를 세척할 수 있는 크기로 하고, 20지를 넘는 경우에는 3지 이상을 동시에 세척할 수 있는 용량의 탱크를 갖추는 것이 바람직하다.  
④ 세척탱크의 양수펌프는 30분-1시간 안에 세척탱크를 채울 수 있는 용량으로 하고 반드시 예비를 설치하여야 한다.

58. 밀도가 30[kg.S<sup>2</sup>/m<sup>4</sup>]인 유체의 비중량은 얼마인가? ③

- ① 29.4[kg/m<sup>3</sup>] ② 50[kg/m<sup>3</sup>] ③ 294[kg/m<sup>3</sup>] ④ 500[kg/m<sup>3</sup>]

59. 그림과 같은 직경 20m의 배수지에서 직경 500mm의 관으로 배수할 때 관내 유속이 1m/sec라면 배수지의 시간당 수면 강하속도는 얼마인가? ②



- ① 1.25m                      ② 2.25m  
③ 4.5m                      ④ 3.5m

60. 안지름이 2.4m 이고 길이 150m 인 관을 설치하여 유량 8.5m<sup>3</sup>/sec를 송수하려면 관로의 경사를 얼마로 하면 좋겠는가? 단  $f = 0.026$ 으로 한다. ②

- ① 1/33  
② 1/500  
③ 1/100  
④ 1/1000

61. 취수원의 수위는 EL 84m, 정수장 착수정의 수위는 EL 140m로 관로를 통해 1일 24,000m<sup>3</sup>를 펌프로 송수하고자 한다. 관로의 조건은 다음과 같을 때 다음 질문에 답하십시오? 관로길이 : 5km, 관경:0.6m, 관마찰손실계수 $f$ :0.02

상기의 조건에서 펌프의 총양정(m)은 얼마로 결정하여야 하나? 단, 여유 양정은 1.8m로 결정한다. ①

- ① 66                      ② 67                      ③ 68                      ④ 69

62. 전자 및 초음파 유량계등은 사용 년수의 경과에 따라 유량계 내부에 스케일이 발생한다. 동일한 유량을 송수할 경우에 이 스케일이 유량계 유량측정에 미치는 영향으로 맞게 기술한 것은? ①

① 스케일의 발생으로 관 내경이 축소되므로 유속이 증가하고, 유량계는 이때의 평균유속을 측정하여 단면적을 곱해 유량을 산출하므로 실제보다 많은 과다 유량을 지시한다.



- ② 스케일의 발생으로 관의 마찰계수가 증가하고 이로 인해 손실수두의 증가로 평균 유속이 감소되어 실제보다 적은 과소 유량을 지시한다.
- ③ 스케일의 발생으로 관 내경이 축소되므로 유속이 증가하고, 유량계는 이때의 평균유속을 측정하여 단면적을 곱해 유량을 산출하므로 실제보다 적은 과소 유량을 지시한다.
- ④ 스케일의 발생으로 관의 마찰계수가 증가하고 이로 인해 손실수두의 증가로 평균 유속이 감소되어 실제보다 많은 과다 유량을 지시한다

63. 관로의 평균 유속 지점에 동압 Tube를 설치하고, 관 벽에 정압 Tube를 설치하고 이 Tube 내부는 수온으로 충전되었다. 이때 평균 유속 5m/sec로 물이 흐를 때 이곳에 설치한 동압관과 관 벽에 설치한 정압관의 수두차이(m)는 얼마인가? 단, 수온의 비중은 13.6이다. ③

- ① 1.276                      ② 2.276
- ③ 0.0938                    ④ 0.938

64. 질량 4kg을 스프링저울에 달았더니 3.6kgf의 무게를 지시하였다. 이지방의 중력가속도(m/sec<sup>2</sup>)는 얼마인가? ②

- ① 9.8      ② 8.8      ③ 5.6      ④ 4.3

65. 다음 펌프중 서징(Surging) 현상 발생원인을 설명하였다. 다음 중 맞지 않는 것은? ③

- ① 토출량이 H-Q 곡선에서 위로 향해서 다시 내려오는 지점의 양정이 체절 양정점과 같은 점의 이하에서 운전할 때
- ② 펌프의 토출관로가 길고 배관 중간에 수조 또는 기체상태의 부분이 존재할 때
- ③ 펌프의 H-Q곡선이 왼쪽위로 향하는 산형구배 특성에서
- ④ 기체가 있는 부분의 하류측 밸브에서 토출량을 조절할 때

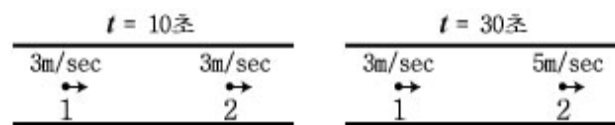
66. 마찰손실수두에 대한 설명 중 틀린 것은? ①

- ① Hazen-Williams식의 조도값은 C로 표시되며 값이 클수록 손실수두가 커진다.
- ② Manning 식의 조도값은 n으로 표시되며 값이 클수록 손실수두가 커진다.
- ③ Hazen-Williams식은 매끈한 관에는 잘 맞으나, 거친 관. 작은 관 또는 층류에 대해서는 정확성이 떨어진다.
- ④ Manning 식은 거친관 흐름에 적용하고 매끈한 관이나 층류에 대해서는 적용하지 않는 것이 좋다.

67. 관로의 어느 지점에 압력계의 압력이  $2.5\text{kg/cm}^2$ 일 때 이 지점의 절대 압력수두는 얼마인가? (단, 표준대기압= $1.033\text{kg/cm}^2$ ) ②

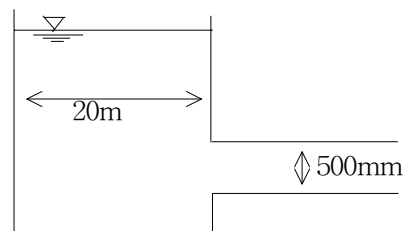
- ① 25.33m    ② 35.33m    ③ 15.33m    ④ 10.33m

68. 유체의 흐름 특성은 시간에 따라 특성이 변화하지 않는 흐름을 정상류, 변화하는 흐름을 비정상류, 임의의 모든 점에서 속도가 일정한 흐름을 균속도유동, 속도가 일정치 않은 흐름을 비균속도유동이라 정의한다. 다음의 경우의 흐름은? ③



- ① 정상 균속도유동    ② 비정상 균속도유동  
③ 정상 비균속도유동    ④ 비정상 비균속도유동

69. 그림과 같은 직경 20m의 배수지에서 직경 500mm의 관으로 배수할 때 관내 유속이  $4\text{m/sec}$ 라면 배수지의 시간당 수면 강하속도( $\text{m/h}$ )는 얼마인가? ④



- ① 4.5    ② 5.5    ③ 6.0    ④ 9.0

70. 펌프의 종류별 구조 및 특징에 대한 설명이다. 다음 중 틀린 것은? ①

- ① 회전차의 바깥둘레에 안내깃이 없는 것을 터버빈 펌프, 안내깃이 달린 것을 볼류트 펌프라고 한다.  
② 원심펌프는 상하수도용, 농업용, 공업용 등 광범위하게 사용되며 원심펌프가 전체펌프의 90%이상을 차지하고 있다.  
③ 축류펌프는 효율면에서 소형은 나쁘지만 대형은 원심펌프보다 훨씬 좋고 운전 동력비가 절감된다.  
④ 사류펌프는 유량변화에 따른 동력변화의 폭이 적다.

71. 배출수 처리공정에서 가장 핵심적인 기계시설인 탈수기에 대한 설명이다. 다음 중 틀린 것은? ③

- ① 원심탈수기는 연속운전 및 원격운전이 용이하며, 탈수 후의 함수율은 75-80% 정도이다
- ② 벨트프레스 탈수기는 탈수후의 함수율은 표준형이 75-80%, 고압형이 70-75%정도이다
- ③ 벨트프레스 탈수기는 특수막으로 만들어진 여과판 사이에 슬러지를 넣은 후 유압 또는 기타의 방법으로 여과판을 고압으로 눌러 탈수시키는 기계이다.
- ④ 필터프레스는 고압운전이므로 중량이 크고 대형이지만 응집제를 사용하지 않아도 되며, 또한 케익 함수율이 55-65% 정도로 낮아 케익처리 비용이 절감된다.

72. 취급하는 액체약품과 접촉되는 마찰부위나 미끄럼부위가 없고 씨일이나 패킹이 필요 없어서 재료선택이 폭이 비교적 넓은 액체 응집제 주입시스템은 다음 중 어느 것인가? ①

- ① Diaphragm Metering Pump
- ② Roto Dipper Wheel System
- ③ 가변오리피스방식
- ④ 원심펌프와 전자유량계의 조합시스템

73. 염소투입실에 설치된 중화설비의 관리에 대한 설명이다. 다음 중 틀린 것은? ①

- ① 일반적으로 가성소오다 용액을 구입할 경우에는 농도가 45%이다. 이것을 중화에 사용하면 식염의 석출, 동결 등으로 지장을 받게 되므로 가성소다 용액은 10%정도 희석하여 보관한다.
- ② 가스누설감지기가 격막 galvanic 전지방식인 경우에는 경보센서 내부의 충전용액을 년 1회 이상 보충한다.
- ③ 중화설비내 가성소다액이 석출되어 배관 및 펌프의 회전차를 폐쇄하는 경우가 있으므로 정기적으로 확인하여야 한다.
- ④ 경보센서는 염소투입실과 염소저장실의 바닥면 둘레 10m 당 1개이상 비율로 설치하는 것이 바람직하다.

74. 다음은 전자식 유량계에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? ②

- ① 전자식 유량계는 파라데이의 전자유도법칙을 이용한 원리이다
- ② 전자식 유량계는 도전성이 있는 액체만 측정가능하여 도전율에 관한 고려가 필요하다
- ③ 정밀측정을 위하여 상류측에 5~10D(D는 관내경)의 직관부가 필요하다
- ④ 압력손실은 많으나 바이패스관이나 밸브가 불필요하다

75. 소석회의 투입시 발생하는 분진을 방지하기 위해서는 여러 가지 방안이 모색되고 있다. 다음 중에서 소석회 분진방지 방안이 아닌 것은? ②

- ① 집진장치에 의한 제거
- ② 호퍼내 진동장치에 의한 방법
- ③ 자동개폐기에 의한 충전방법
- ④ 공기수송장치에 의한 방법

76. 혼화기 및 응집기 운영 및 유지관리 방법 중 잘못된 것은? ②

- ① 혼화기 기계식 교반방식에서는 처리수량, 응집제의 종류, 투입량에 따라 교반강도를 조절할 수 있도록 하는 것이 바람직하다.
- ② 응집약품을 혼화지의 교반믹서의 회전날개에 가능한한 먼 지점에 약품을 투입 하도록 하여야 한다
- ③ 응집기 기계식 교반의 경우는 하류쪽으로 갈수록 회전수를 줄이고 가변속 전동기를 사용하는 경우에는 시동시에는 최소 속도로 설정해 두어야 한다
- ④ 응집기를 장기간 운휴시에는 축과 베어링이 고착될 염려가 있으므로 주기적으로 점검을 실시하여야 한다

77. 계기용 변류기(CT)에 대한 설명 중 잘못된 것은 어느 것인가? ④

- ① 고압회로나 저압회로의 1차측 도체에 흐르는 대전류를 그에 비례하는 소전류(0.1, 1, 1.5A)로 변성하여 2차측에 연결된 계기나 계전기를 동작시키는 기기이다.
- ② 1차 정격전류는 전력회로의 전류크기에 따라 다르므로 적절한 것을 선정하여 사용하고 2차 정격전류는 특수한 것을 제외하고 상수도설비의 배전반에서는 일반적으로 5A를 사용한다.
- ③ 2차 정격전류가 1A인 것을 사용하는 경우에는 계기용 변류기 설치 위치와 배전반 사이의 거리가 멀어 2차 도선이 긴 경우에 사용한다.
- ④ 계기용변류기에 있어서 1차 회로가 통전중일 때는 2차 회로를 개방하여야 한다.

78. 계측제어용 전원으로서 요구되는 조건이 아닌 것은? ④

- ① 전압의 변화가 적을 것
- ② 전압파형은 정현파로서 변조가 적을 것
- ③ 일반의 전등, 전기기기 등의 회로와 분리할 것
- ④ 전원 임피던스가 클 것

79. 다음은 일반적인 MMI 화면을 설명한 것이다. 옳지 않는 것은? ①

- ① 알람표시화면 - 계측항목마다 상·하한 경보 및 변화율 경보값을 설치하기도 하고 제어 루프의 설정값이나 제어값을 설정하기 위한 화면
- ② 트렌드 화면 - 공정의 제어성을 감시하는 리얼타임 트렌드와 1일 공정의 시간 경과 변동을 감시하는 히스토리컬 트렌드(historical trend)를 표시하는 화면
- ③ 그룹표시화면 - 공정의 상태를 감시하는데 있어서 관련자료를 동일화면상에 표시하는 화면
- ④ 오버뷰화면 - 계측자료의 상황을 전체적으로 파악하기 위하여 한 화면에 많은 항목을 동시에 표시하는 화면

(주관식)

1. 직경이 4cm인 파이프 안으로 비중이 0.75인 물을 31.4kg/min의 유량으로 수송하면 파이프 안에서 물이 흐르는 평균속도는 몇 m/min인가?

(정답) 33.33 m/min

(해설)  $u = 31.4 / [(0.75 \times 1000) \times (\pi/4) \times (4 \times 10^{-2})^2] = 33.33 \text{ m/min}$

(Ref.) 1·2급 기사 및 기술사 단위조작연습, 학연사 교재편찬회 p27

2. 관로내 유체 흐름이 다음과 같은 경우 Reynolds수를 구하여라? 관경  $D=0.1\text{m}$ , 유속  $V=3\text{m/sec}$ , 유체(물) 밀도  $\rho=1000\text{kg/m}^3$ , 유체(물) 점성계수  $\mu=0.001\text{kg/m} \cdot \text{sec}$  단, Reynolds 식은 다음과 같다

$$Re = \frac{\rho \times V \times D}{\mu}$$

(정답)  $Re = \frac{1000 \times 3 \times 0.1}{0.001} = 300,000$

3. 직경이 0.5m인 관로를 통하여 1일 20,000m<sup>3</sup>의 물을 공급할 경우 관로의 평균 유속 (m/sec)은 얼마가 되겠는가?

$$A = \frac{\pi}{4} D^2 = 3.14 \times \frac{0.3^2}{4} = 0.07 \text{ m}^2$$

(정답)  $Q = 20,000 \frac{\text{m}^3}{\text{day}} \times \frac{1}{86,400} \frac{\text{day}}{\text{sec}} = 0.23 \frac{\text{m}^3}{\text{sec}}$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0.23}{0.07} = 3.3 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$$

4. 직경이 0.5m에서 0.3m로 축소된 관로를 통하여 1일 20,000m<sup>3</sup>의 물을 공급할 경우 관로의 평균 유속(m/sec)은  $v_1$ ,  $v_2$ 는 각각 얼마가 되겠는가?

$$Q = 20,000 \frac{\text{m}^3}{\text{day}} \times \frac{1}{86,400} \frac{\text{day}}{\text{sec}} = 0.23 \frac{\text{m}^3}{\text{sec}}$$

$$A_1 = \frac{\pi}{4} D^2 = 3.14 \times \frac{0.5^2}{4} = 0.196 \text{ m}^2$$

(정답)  $A_2 = \frac{\pi}{4} D^2 = 3.14 \times \frac{0.3^2}{4} = 0.07 \text{ m}^2$

$$V_1 = \frac{Q}{A_1} = \frac{0.23}{0.196} = 1.17 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$$

$$V_2 = \frac{Q}{A_2} = \frac{0.23}{0.07} = 3.3 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$$

5. 수면차가 4m인 2개의 저수지를 연결하는 길이 2,000m의 철근콘크리트 관에 의하여 100,000m<sup>3</sup>/day의 물을 송수하는데 요구되는 관경을 Hazen-Williams 공식 및 Manning 공식으로 계산하라. 단, C는 130, n은 0.014이다.

(정답) Manning 공식

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} I^{1/2}$$

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

상기 두 식을 정리하면 다음과 같다

$$V = \frac{1}{n} \left( \frac{D}{4} \right)^{2/3} \left( \frac{h_L}{L} \right)^{1/2}$$

$$D^{8/3} = \frac{(n \cdot Q \cdot 4^{5/3} \cdot L^{1/2})}{(\pi \sqrt{h_L})}$$

$$= \frac{(0.014 \times 1.157 \times 4^{5/3} \times \sqrt{2,000})}{\pi \times \sqrt{4}}$$

$$= 1.162m$$

$$\therefore D = 1.056m$$

Hazen-Williams 공식

$$Q = 0.27853 C \cdot D^{2.63} \cdot I^{0.54} \text{에 서}$$

$$1.157 = 0.27853 \times 130 \times D^{2.63} \times \left( \frac{4}{2,000} \right)^{0.54}$$

$$D^{2.63} = 0.916$$

$$\therefore D = 0.967m$$

6. 1000mm의 관이 매설되어 있는 구간에서 사고가 발생하여 단수를 하여야 할 경우 두 제수밸브 사이 500m 구간을 0.2m³/sec의 펌프로 펴내야 할 경우 배수시간을 구하라.

(정답) 32.7분 또는 약 33분

(해설) 이 관로 구간에 있는 물의 양은 면적 × 관길이 이므로

$$\text{물의 양 } V = \frac{\pi \times 1.0(m)^2}{4} \times 500m = 392.7m^3$$

$$\text{배수시간 } t = \frac{\text{관내 물의 양}}{\text{배수유량}}$$

$$t = \frac{392.7m^3}{0.2m^3/sec} = 1963.5sec$$

$$1963.5sec / 60sec/min = 32.7분 \approx 33분$$

7. 관로내 어느 지점에서 압력계를 측정한 결과 2.0kg/cm²이고 이 지점의 표고가 10.0m일 때 이 지점에서의 동수두를 구하라.

(정답) 30.0m

(해설) 동수두 = 압력수두 + 위치수두이며,

$$\text{압력수두} = 2.0kg/cm^2 = 20.0m, \text{ 위치수두} = 10.0m \text{ 이므로}$$

$$\text{동수두} = 20.0 + 10.0\text{m} = 30.0\text{m}$$

8. 관로내 어느 지점에서 압력계를 측정한 결과  $2.0\text{kg/cm}^2$ , 유속이  $3.1\text{m/sec}$ 이고 이 지점의 표고가  $10.0\text{m}$ 일 때 이 지점에서의 전수두(또는 에너지 수두)를 구하라.

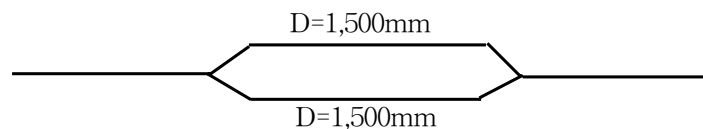
(정답)  $30.5\text{m}$

(해설) 전수두 = 압력수두 + 위치수두이며 + 속도수두

$$\text{압력수두} = 2.0\text{kg/cm}^2 = 20.0\text{m}, \text{ 위치수두} = 10.0\text{m}, \text{ 속도수두} = 0.5\text{m} \text{이므로}$$

$$\text{전수두} = 20.0 + 10.0\text{m} + 0.5\text{m} = 30.5\text{m}$$

9. 아래 그림과 같이 직경이  $1,500\text{mm}$ 인 관이 병렬(2열)로 매설되어 있을 경우, 같은 길이를 가진 등치관(단일관)의 관경을 구하라(단, 사용공식은 Hazen-Williams식,  $Q = 0.27853CD^{2.63}I^{0.54}$ 를 이용하고, 유속계수 C는 같다).



(정답)  $D \approx 1,952\text{mm}$

(해설) 이 관을 지나는 유량  $Q = Q_1 + Q_2$ 이므로

$$Q = Q_1 + Q_2$$

$$0.27853CD^{2.63}I^{0.54} = 0.27853C_1D_1^{2.63}I_1^{0.54} + 0.27853C_2D_2^{2.63}I_2^{0.54} \text{가 된다.}$$

여기에서 유속계수 C와 같으며, 이 구간에서 발생하는 손실은 두 관로에서 같으므로 동수경사 I도 같다.

$$Q = Q_1 + Q_2$$

$$\text{따라서 } D^{2.63} = D_1^{2.63} + D_2^{2.63}$$

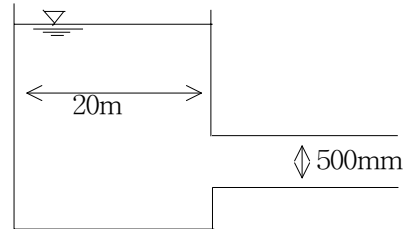
$$D^{2.63} = 1.5^{2.63} + 1.5^{2.63}$$

$$D = 5.81^{1/2.63} = 1.952\text{m} = 1,952\text{mm}$$

10. 그림과 같은 직경  $20\text{m}$ 의 배수지에서 직경  $500\text{mm}$ 의 관으로 배수할 때 관내 유속



이 1.5m/sec라면 배수지의 시간당 수면 강하속도를 구하라.



(정답) 배수지 시간당 수면강하속도  $V = 3.4\text{m/시간}$

$$A_1 V_1 = A_2 V_2 \text{에서}$$

$$(\text{해설}) \quad V_1 = \frac{A_2}{A_1} V_2 = \left( \frac{D_2}{D_1} \right)^2 V_2 = \left( \frac{0.5}{20} \right)^2 \times 1.5 = 0.0009375\text{m/sec}$$

$$= 3.375\text{m/hr} \approx 3.4\text{m/시간}$$

11. 관길이가 1,000m인 관로의 두 지점에서 압력을 측정한 결과 상류 가. 지점 표고 10.0m, 압력 1.5kg/cm<sup>2</sup>, 하류 나. 지점 표고 10.0m, 압력 1.0kg/cm<sup>2</sup>으로 조사되었을 때 이 구간에 발생한 손실은 얼마인가(이때 속도는 두 지점 모두 같다.)?

(정답) 5.0m

(해설) 두지점 사이의 속도가 같을 때(속도수두가 동일), 동수두 차이가 손실수두이다. 따라서, 손실수두 = 가. 지점 동수두 - 나. 지점 동수두 = (10.0m + 15.0m) - (10.0m + 10.0m) = 5.0m

12. 송수관로 본관의 동수두가 50.0m인 지점에서 1,000m 떨어진 수용가에서 10,000 m<sup>3</sup>/일의 신규 급수신청이 있을 때, 이 수용가까지 공급하는 적정 관경을 결정하라. 이 수용가의 급수지점 표고는 47.00이다(단, 사용공식은 Hazen-Williams식의

$D = 1.6258 C^{-0.38} Q^{0.38} I^{-0.205}$ 를 사용하고, C값은 100을 사용한다. 상용관의 관경은 450mm, 500mm, 600mm가 있다).

(정답) 500mm

$$D = 1.6258 C^{-0.38} Q^{0.38} I^{-0.205} \text{에서}$$

$$(\text{해설}) \quad D = 1.6258 \times 100^{-0.38} \times 0.11574^{0.38} \times \left( \frac{50.0 - 47.0}{1000} \right)^{-0.205}$$

$$D = 0.469\text{m} = 469\text{mm} \rightarrow 500\text{mm}$$

13. 관수로에서 물이 흐를 때 밸브를 갑자기 닫으면 상류의 수압은 현저히 상승하고 밸브 위치의 유속은 0이 된다. 이와같이 펌프의 정지 또는 밸브의 급폐쇄 등에 의하여 압력이 급격히 증가 또는 저하되는 현상을 ( )작용이라 한다.

(정답) 수격

14. 관로의 마찰에 의한 손실 이외에 단면변화, 방향변화, 밸브와 같은 장애물 등에 의해 일어나는 와류에 의한 국부적인 손실을 무엇이라 하는가?

(정답) 미소손실(minor loss)

15. 수격작용 중에서 관로내의 압력이 물의 포화 증기압 이하로 떨어져 공동이 발생하고 물에 녹아있던 용존공기가 용출되어 공기포켓을 형성하는 현상을 무엇이라 하는가?

(정답) 수주분리

16. 완속여과지 여과모래의 품질에서 상수도시설기준에서 정하는 균등계수는 얼마 이하인가?

(정답) 2.0

(해설) 완속여과는 표면여과이므로 급속여과와 같이 세척에 따른 조립자와 미립자의 상하분리가 발생하지 않으므로 2.0 이하로 규정하고 있다.

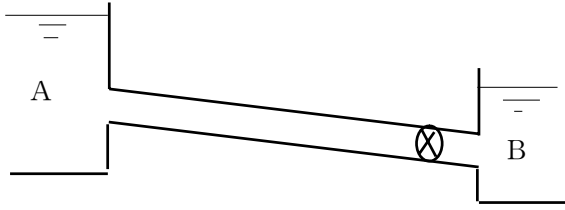
(Ref.) 상수도시설기준 P264

17. 액화염소의 저장에 있어 일정 온도이상이면 액화염소가 기화하여 폭발의 위험이 있기 때문에 저장실은 필요한 경우에는 냉방시설도 갖추어 일정 온도 이하가 유지되도록 하여야 하는데 이 온도는 얼마 이하인가?

(정답) 40℃

(Ref.) 상수도시설기준(유지관리편) P142

18. 그림과 같이 날카로운 모서리의 유입부를 가진관로에 버터플라이 밸브가 50%열린상태로 있다. 관로내 유속은 1.5m/sec이며, 두지점간의 거리는 1000m,관경은 400mm 일 때, 두 지점간의 전체손실수두를 구하여라.(단  $f=0.0135$ , 관로유입부  $K_L=0.5$ , 버터플라이 밸브에 의한  $K_L=24.9$ )



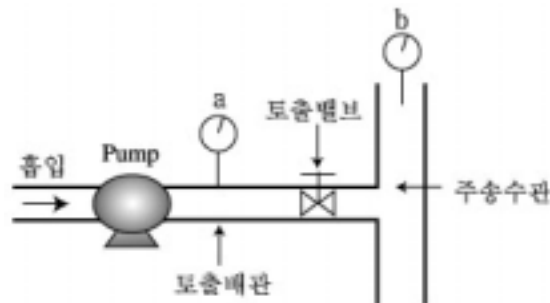
$$\begin{aligned} \sum h_L &= k_L \frac{v^2}{2g} + f \frac{l}{d} \frac{v^2}{2g} + k_L \frac{v^2}{2g} + \frac{v^2}{2g} \\ (\text{정답}) \quad &= (0.5 + 0.0135 \cdot \frac{1000}{0.4} + 24.9 + 1) \frac{1.5^2}{19.6} \\ &= 6.9m \end{aligned}$$

19. 다음 조건이 주어질 때 소요동력을 계산하시오.  $G=700/\text{sec}$ ,  $\mu = 1.5 \times 10^{-3} \text{N} \cdot \text{S}/\text{m}^2$ ,  $V=27.4\text{m}^3$ ,  $\eta=75\%$ 이다.

(정답)

$$\begin{aligned} G &= \sqrt{\frac{P}{\mu \cdot v}} \\ G &= 700 \text{s}^{-1}, \quad \mu = 1.5 \times 10^{-3} \cdot \text{N} \cdot \text{S}/\text{m}^2, \quad V = 27.4 \text{m}^3, \quad \eta = 75\% \\ 700 &= \sqrt{\frac{0.75P}{1.5 \times 10^{-3} \times 27.4}} \Rightarrow P = \frac{700^2 \times 1.5 \times 10^{-3} \times 27.4}{0.75} = 26.8 \text{kW} \end{aligned}$$

20. 다음과 같이 펌프와 밸브가 설치되어있다. 여기서 펌프의 토출량을 줄이기 위해 토출밸브의 개도 조절을 하였더니 압력계 a의 압력은  $10 \text{kgf}/\text{cm}^2$ 이고 압력계 b의 압력은  $8 \text{kgf}/\text{cm}^2$ 이 되었다. 압력계 a와 b지점 사이의 손실은 없고, 관경 및 관재질은 같다고 가정할 때 밸브의 손실계수를 구하라? 단, 유량은  $5 \text{m}^3/\text{min}$ , 관경은  $200 \text{mm}$ 이다.



[해설4] 밸브의 손실계수를 구하는 식은 다음과 같다(56.2)

$$H_L = K \times \frac{V^2}{2g}$$

$$K = H_L \times \frac{2g}{V^2}$$

$H_L$  : 손실수두     $K$  : 밸브손실계수

유속  $V$ 는

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0.083}{0.0314} = 2.64 \text{ m/sec}$$

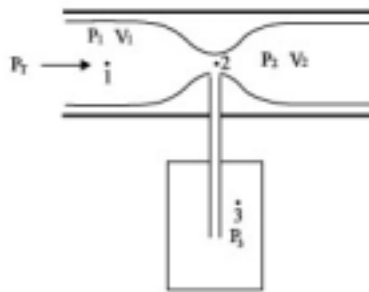
$$Q = 5 \text{ m}^3/\text{min} = 0.083 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$A = \frac{3.14 \times 0.2^2}{4} = 0.0314 \text{ m}^2$$

따라서 손실계수는

$$K = 20 \times \frac{2 \times 9.8}{2.64^2} = 56.2$$

21. 다음과 같은 염소투입기의 injector에서 펌프로 압력  $P_T$ 를  $1 \text{ kgf/cm}^2$ 로 형성하여 염소용해수  $Q$ 를  $0.01 \text{ m}^3/\text{sec}$ 를 통과시킬 경우 2지점의 압력을 계산하고 하부에 있는 염소가 투입될 수 있는지 검토하여라? 단, 2 지점의 직경  $D_2$ 는  $30 \text{ mm}$ 이고 염소용기와 injector의 높이는 무시하고, 염소용기내 압력  $P_3$ 는  $1 \text{ kgf/cm}^2$ 이라 가정한다.



(정답)

2 지점에서의 단면적 및 유속

$$A_2 = \frac{\pi \times D^2}{4} = \frac{3.14 \times 0.03^2}{4} = 0.0007065 \text{ m}^2$$

$$V_2 = \frac{Q}{A} = \frac{0.01}{0.0007065} = 14.15 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$$

베르누이 방정식에서 염소용기와 injector의 높이를 무시하고, 펌프압력( $P_T$ ), 2 지점의 유속  $v_2$ 를 대입하여 2지점의 압력을 구하면 다음과 같다.

$$\begin{aligned}\frac{P_T}{\gamma} &= \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + z_2 \\ P_2 &= \gamma \left( \frac{P_T}{\gamma} - \frac{v_2^2}{2g} \right) \\ &= 1,000 \left( \frac{10,000}{1000} - \frac{14.15^2}{2 \times 9.8} \right) \\ &= -215 \frac{\text{kg}_f}{\text{m}^2} \\ &= -0.0215 \frac{\text{kg}_f}{\text{cm}^2}\end{aligned}$$

모든 유체는 항상 높은 압력에서 낮은 압력으로 이동한다. 따라서 3 지점의 압력(1kgf/cm<sup>2</sup>)이 2 지점의 압력(-0.0215kgf/cm<sup>2</sup>)은 보다 높기 때문에 염소는 투입된다

## 22. 캐비테이션 방지대책 5가지를 쓰시오

(정답)

- 펌프의 설치 높이를 될 수 있는 한 낮추어 흡입양정을 짧게한다.
- 입축펌프를 사용하고 회전차를 수중에 완전히 잠기게 한다.
- 흡입비교회전도를 낮춘다.
- 양흡입펌프를 사용한다.
- 두 대이상의 펌프를 사용한다
- 흡입관 길이는 짧게한다
- 흡입측 밸브를 전개하고 운전한다.
- 캐비테이션에 강한 재질을 선택한다

23. 1,500mm의 관이 매설되어 있는 구간에 사고가 발생하여 두 제수밸브 사이 350m 구간을 4m<sup>3</sup>/min의 펌프 2대로 펌프로 퍼내야 할 경우 배수시간을 구하라.

(정답) 1시간 17분 또는 77분

(해설) 관내 물의 양  $V = \pi \times D^2 / 4 \times L = 3.14 \times 1.5^2 / 4 \times 350 = 618.2 \text{m}^3$

배수 능력 =  $4.0 \times 2 = 8.0 \text{ m}^3/\text{min}$

배수시간  $t = 618.2 \div 8 = 77.3 \text{ 분}$  (1시간 17분)

24. 펌프 및 관로내 밸브에서 발생될 수 있는 캐비테이션 현상은 펌프의 설치조건에 의해 결정되는 ( ① )수두가 펌프의 자체의 고유 특성에 의해 결정되는 ( ② )수두 보다 작아지면 발생된다.(6점)

답) ① : ○ 유효흡입(NPSH<sub>av</sub>)

② : ○ 필요흡입(NPSH<sub>re</sub>)

25. 다이어프램펌프의 유량제어방식에는 플런저의 행정을 조정하는 ( ① ) 제어, 플런저의 왕복 빈도를 조정하는 ( ② ) 제어, 그리고 이것을 조합한 복합방식등 3종류가 있다.(6점)

답) ① : ○ 스트로크(Stroke)

② : ○ 회전수

26. CT 200/5 [A], PT 3,300/110[V]를 채용하고 있는 3상회로의 CT,PT 2차측을 측정하니 CT 2차측은 전류가 각 선 공히 3.5[A], PT 2차측은 전압이 각 선간 공히 105[V]가 측정되었다. 이 회로의 전력을 구하시오 (단 역률은 100[%]로 본다).(6점)

답) 회로 실제 전류값 :  $3.5 * 200/5 = 140[A]$

회로 실제 전압값 :  $105 * 3,300/110 = 3,150[V]$

전력 :  $\sqrt{3} * V * I = \sqrt{3} * 3,150 * 140 \div 1,000 = 763.8[kW]$