

廢水處理時 적용 설계 Factor

이규성 / 환경청 기술감리위원

3. 장치사양시 장치의 기능과 설계

제품생산별 공정시설, 세정집진시설, 오수 및 정수시설, 학교·병원·연구소 등의 연구·실험실 등과 그 부대시설로부터 발생된 폐수의 단독 처리나 합병 또는 공동처리 공정의 각 장치별 기능을 먼저 검토한 후에 처리대상 오염물질을 환경보전법에 의거한 해당 지역의 배출허용 기준치보다 훨씬 낮은 농도(guarantee)로 처리할수 있는 가장 적합한 처리공법에 대한 자료 및 연구논문 등을 충분히 검토한 후 폐수량을 산출하고 그 값에 안전률 1.2를 곱하여 설계사양시 적용시켜야 한다.

따라서 각 장치의 기능을 간략하게 기술하면 다음과 같다.

1) Screen box

생산공정 등으로부터 분리되어 pumping 및 자연유하로 유입된 폐수가 유량조정조(집수조)에 투입되기 전에 粗大固形物을 분리시키기 위한 설비로서 시간최대 유입량(유입 폐수량×최대 배출계수(3))을 산출한다. screen내 평균유속은 0.3 m/sec 이하, 설치각도는 지표면으로부터 60° 정도, 체류시간은 2분정도와 유효수심은 일반적으로 500~1000mm로 설계하는 것이 효율적이다.

부대시설로서 bar screen의 slit는 5, 10, 12, 25mm, 망screen은 50mm, rake screen은 3mm, auto bar screen은 5.8mm, brush rotary screen은 1mm 등이 많이 사용된다.

특히 fine screen인 Hydrasieve screen의 slit는 0.5, 0.75mm, ultra screen은 0.5mm 등으로서 재질은 SUS-304(all-24G)이다.

[사례 1]

1일 8hr 작업하는 폐수가 800 m³ 배출할 경우

$$\textcircled{1} \text{ 1시간 최대유입량} = \frac{800 \text{ m}^3/\text{d}}{8 \text{ hr}/\text{d}} \quad (3) = 300 \text{ m}^3/\text{hr}$$

$$\textcircled{2} A = (800 \text{ m}^3 / 10 \text{ hr}) (1 \text{ hr} / 3600 \text{ sec}) \div (0.3 \text{ m} / \text{sec}) \approx 2.67 \text{ m}^2 (\text{설치각도} : 60^\circ)$$

$$\textcircled{3} V = W \times L \times H = 950 \text{ w} \times 2830 \text{ L} \times 1500 \text{ H} \quad (\text{EH} : 1000)$$

$$V = t \times Q = (2 \text{ 분}) (800 \text{ m}^3 / 10 \text{ hr}) (1 \text{ hr} / 60 \text{ 분}) = 2.67 \text{ m}^3$$

< 점검확인사항 >

조의 폭과 길이의 곱으로 면적 구한다.

$$A = 0.95 \times 2.83 \approx 2.69 \text{ m}^2 > 2.67 \text{ m}^2 \quad \therefore \text{OK}$$

조의 유효용량을 구한다.

$$E.V = 0.95 \times 2.83 \times 1.0 \approx 2.69 \text{ m}^3 > 2.67 \text{ m}^3 \quad \therefore \text{OK}$$

따라서 폐수 중에 함유된 粗大物 제거를 위한 사양을 마치고 부대시설에 대한 설비로 들어가면 된다.

④ 재질은 철근 콘크리트로서 물탈미장후 방수 마감을 실시해야 하며 tank내에 용도에 적합한 부대시설로 screen을 설비해야 한다.

운전시 screen에 의해 폐수로부터 분리된 고형물을 처분할 때 특히 장마철, 여름철, 겨울철에 만전을 기해서 주위환경에 영향없도록 오물통을 설비해 모았다가 탈수 cake와 함께 폐기물처리업자에게 위탁처리시킴이 바람직하다고 말할 수 있다.

2) 침사조(Grit chamber)

스크린을 거친 폐수 중에 비중이 2.65 이상 함 유된 고형물을 제거하기 위해 가능하면 공정으로부터 최대한 가까운 곳에 설치함이 바람직하다. 불가피할 경우는 pipe line 이나 hume tube 를 이용해 이송할 경우 도중에 manhole 을 만들어 자연유하나 pumping에 따른 관로의 퇴적물이 없도록 구조물 관로공사에 유념해야 한다.

침사조를 설계시 자연침강력에 의해 체류시간은 30 분 미만, 수면적부하는 $1800 m^3/m^2 \cdot day$ 유입부에 편류없도록 baffle 등을 설치하고 유효수심은 3~4 m 정도(침사물의 퇴적높이는 0.5~1 m 정도)로 하고 길이는 폭의 3~8 배 정도로 설비해야 하며, 또한 유속은 $0.15 \sim 0.3 m/sec$, 바닥의 물매는 $\frac{1}{100} \sim \frac{1}{200}$ 로 유지하거나 침전된 침사물을 강제로 모을 경우는 예외로 한다. 제거할 대상 grit 는 비중 2.65 와 입경이 0.22 mm 이 상이어야 하며, 유입 및 유출구에는 control valve 나 gate 를 설치하고 바닥은 침사물의 배출위해 중앙에 gutter 를 만들어야 하며, 비중 2.05 인 모래입경의 $10^\circ C$ 일 경우 침강속도와 토사류(grit) 비중에 따른 평균유속은 다음과 같다.

[표 1] 모래입경따른 침강속도

입 경 (mm)	침강속도 (cm/sec)
0.08	0.6
0.10	0.8
0.15	1.5
0.20	2.1
0.30	3.2

[표 2] 토사류비중에 따른 평균유속

비 중	평균유속 (m/sec)
1.26	0.38 ~ 0.45
1.33	0.45 ~ 0.52
2.00	0.52 ~ 0.60
2.12	0.60 ~ 0.68
2.18	0.68 ~ 0.75
2.66	0.75 ~ 0.82

한편 장방형인 침사조의 길이는 다음 식에 의해 산출한다.

$$L = K \left(\frac{h}{V_s} \right) (u)$$

여기서, L : 침사지 길이(m)

K : 안전율(1.5~2.0)

V_s : 제거될 입자의 침강속도(cm/sec)

h : 유효수심(m)

u : 침사지내 평균유속(cm/sec)

[사례 2]

입경 0.2 mm, 비중 2.05 인 구형 grit 가 유효깊이 3 m 의 침사로 하부까지 도달하는 시간을 산출한 다음 침강입자의 제거율을 구하라. (단, 체류시간은 20 분이다)

① 침사로 하부까지 도달시간

$$t = \frac{EH}{V_s} = \frac{3 m}{0.021 m/sec} \cong 142.86 sec$$

$$\cong 2.38 \text{ 분}$$

② 침강입자의 제거율

$$\eta = \left(1 - \frac{1}{1 + \frac{a}{t}} \right) \times 100$$

$$= \left(1 - \frac{1}{1 + \frac{20 \text{ 분}}{2.38 \text{ 분}}} \right) \times 100$$

$$\cong 89.37 \%$$

3) 집수조(Storage tank)

집수조의 명칭은 다양한데 이를 알아보면 원폐를 저류·저장해 후속처리의 충격부하를 줄이기 위한 설비로서 저류조, 유량조정조, 균등조, 폭기조, 안정조 또는 집수조라 칭하며 폐수의 균질화를 유지하기 위해서 후속장치의 처리효율 증대를 위해서는 아주 중요한 공정 system이다. 따라서 설계시 각 공정의 배출시설에 발생하는 폐수배출량의 시간적 변동과 정량적으로 농도를 정확히 파악해 후속 처리시설의 기능 부하를 균등화시키기 위하여 root's blower 이용해 air를 강제 주입시켜 완전 혼합시켜주고 있다.

이때 집수조에 체류시 혼합과 부패방지위한 폭기를 실시할 때 공기배관, 산기장치 등을 설치하는데 국내 산기관 성능상 유효깊이(고) (net height) 3~4 m 정도가 가장 이상적으로 알려졌고, 폭기시 안전성을 유지하기 위해서 여유고는 500~1000 mm 정도를 두어야 하며, 폭기 목적을

위한 공기량은 집수조의 유효용량당 $1 \sim 1.5m^3$ -air/hr 또는 유효용량에 25 ~ 30 배를 곱한 값 (m^3 - air/hr)으로 산출되며, 이에 따라 roots blower 용량 결정으로 장비시양을 결정하게 된다.

설계시 조의 바닥으로부터 500 mm 위치에 공기 배관을 설치하고 바닥은 1/10 정도로 물매를 두어 pump pit로 향하도록 하여야 한다. 한편 폭기시 거품이 많을 경우는 소포(spray)장치를 설치해야 하며, 원폐수의 PH가 높을 경우는 폐수 유입부에 중화위한 화공약품을 주입시킴으로서 부대시설의 부식을 방지시킬 수도 있다.

집수조의 체류시간은 작업시간에 따라서 크게 차이가 있으나 가장 안전한 것은 제품 생산시 사용된 원료와 부원료에 따라서 설계자를 정해야 한다. 그러나 원칙은 1일용으로 폐수의 배출시간과 체류시간을 일치시킴이 바람직하다. 1일 작업시간이 8 hr 일 경우로서 만일 구정, 신정, 중추절 등의 24 hr 작업시 대책이 없어 고민에 빠질 경우가 있기 때문에 이때 화학적 처리공법보다는 생물학적 처리공법에 trouble 많을 것으로 사료되는 바 고려되어야 하며, 만일을 대비해 예비 집수조도 설치함도 안전운전에 효용성이 많을 것으로 사료된다.

부대시설로는 feed pump, root's blower, diffuser, level switch의 규격, 재질, 수량을 정량적으로 정확히 산출한 후 안전율(20 ~ 30%)을 고려해 사양하여야 한다. pump는 submersible cutter pump (○○A×○○m³/분×○HP×2 set : 1 set는 stand by 용), root's blower (○○A×○○m³/분×○○○mmH₂O×○kw×2 set : 1 set는 stand by 용), air장치는 R/B로부터 air tank에 포집시킨 후 air diffuser system (○○○ℓ/분×○○EA), floatless switch level(low & alarm high 3 단계)를 설치해 pump의 공회전이 없도록 지시계

를 운용하도록 해야 하며, pump 양수량은 저수위와 양정수위를 고려한 수위 이상의 용량을 선정해야 한다.

재질은 수밀한 철근 콘크리트(R·C)구조나 이와 유사한 강도 및 내구성이 있는 사용하며, 형상은 원수의 특성, 장치의 배치도에 따라서 장방형, 정방형, 원형으로 설치해야 하며, 토목구조물이 수압에 의해 균열이 없도록 지질에 따라 pile 등을 박아서라도 안전하게 설치하고 터파기시 너무 깊게 파면 하중에 의해 균열 등이 생길 우려도 있으니 대개 실깊이(gross height)보다 500 mm 이하로 파고 만일 너무 깊게 팠을 경우는 판 흙으로 메꾸되 100 mm정도 마다 흙을 다져서 흙의 공간력 따른 수압영향 없도록 만전을 기해야 한다. 재질에 대한 부식과 방수는 원수에 따라 크게 차이가 있으나 일반적으로 내부는 몰탈 방수후 FRP×3 t lining, epoxy coating, rubber lining 등을 실시하도록 한다.

[예제 3]

1일 작업시간이 8 hr 인 사업장에서 최대폐수량이 800 m³/d를 생물학적 처리하고자 할 때 집수조의 유효용량을 산출하라(단, 유량조정비는 1.5임).

$$E.V = \left(\frac{800}{8} - \frac{1.5 \times 800}{24} \right) \times 24$$

$$= 1200 m^3$$

[참조] 폐수 배출시간의 변동이 심할 경우의 집수조 용량 계산공식

$$E.V = \left(\frac{Q}{t_1} - \frac{K \cdot Q}{t_2} \right) \times T$$

여기서, t_1 : 작업시간(hr/day)

Q : 폐수배출량(m³/day)

K : 조정유량비(대개 1.5)

t_2 : 생물학적 처리시간(hr/day)

T : 방지시설 가동시간(hr)

< 다음호에 계속 >

실천하는 환경보전 꽃피우는 '88오륜