

廢水處理時 적용 설계 Factor

이규성 / 환경청 기술감리위원

2. 폐수처리설계사양시 폐수량 건설

폐수처리에 대한 인류관심사는 고대 로마 (Rome) 시대라고 하지만 실제로는 약 100년 정도의 역사를 가지고 있다고 볼 수 있다. 1871년 영국의 Birmingham에서 살수여상법이 최초로 실시되었으며, 그 후 1890년 Waring Jr.의 접촉여상법(Contact Bed), 1907년 독일 Imhoff Taut의 임호프법, 1914년 Manchester, Arden Lochett, Fowler 3인에 의하여 발명된 활성오니법 등이 있다.

폐수처리의 목적은 폐수 중에 함유된 오염물질을 분리, 반응 및 분해, 안정화시켜 무해한 안정한 물질로 전환시키거나 감용화시켜서 하천 또는 해면에 방류시 환경용량을 초과해 생태계에 영향이 없도록 하는데 있다. 따라서 그 궁극적인 목적은 자연환경과 수자원을 보호함으로써 수질 오염의 요인을 제거하는데 있다.

폐수처리공법은 크게 분류하면 주로 물리적인 방법을 응용한 단위조작(Unit operation)과 화학·생물학적 방법을 응용해 오염물질을 감소화시키는 단위공정(Unit process)가 있다. 특히 기존사업장은 각 배출시설에서 발생된 폐수량과 오염물질의 특성을 정확히 측정·분석하되 매일 시간별로 1년간 배출상황을 정확히 파악한 후에 최대값을 적용시켜 설계에 임해야 한다.

신규사업소는 국내 또는 외국의 문헌을 참고하거나 유사 기존업종의 상황을 참고해 설계해야 하며, 폐수량 산출은 생산공정에 이용되는 Water balance에 근거를 두고 실시되어야만 한다.

매일 시간별 폐수량과 농도(pH, BOD, COD, SS, n-Hexane, 온도, 중금속 등)를 측정 한 Data에 의해 Graph를 그려서 가장 적합한처리 System을 수립해야 하며, 신규시설일 경우 특수한 공정의 폐수배출량 산출방식 몇가지를 예시하고 생산제품량에 따른 폐수량의 내역을 제시함으로써 많은 설계시 참고가 되기를 바랄뿐이다.

[사례 1] 바렐도금 (CN계) 일 경우

CN농도 20000 mg/l 도금액조에서 일반적으로 아연도금한 다음에 3 단계 이상 직렬 수세하는데 이 때 마지막 수세조의 CN농도는 5mg/l 정도가 된다. 특히 바렐도금시 폐수발생량은 2.5 ~ 3.5ml/dm² (dm²: deci square meter)이며, 비표면적이 생산제품 1kg당 20dm²인 Volt 및 Nut의 총생산량이 1.5ton/day일 경우 다음 식으로 구한다.

$$\begin{aligned} \text{수세효과 (R)} &= 1 + A + A^2 + A^3 + \dots + A^N \\ &= \frac{A^N + 1}{A - 1} \end{aligned}$$

여기서, A : 희석비 (급수량(W) ÷ 반출량(Q))

R : 수세비 (도금액농도(Ci) ÷ 최종수세조 농도(Co))

N : 직렬 수세횟수

따라서 각조의 수세조 농도를 구하는 근사식은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \text{첫번째 수세조농도 근사식 (C}_1\text{)} &\approx \frac{C_i \cdot Q}{W} \\ &\vdots \end{aligned}$$

∴
K 번째 수세 조농도 (C_k) 근사식은 $C_n'(1 + A + A^2 + \dots + A^{n-k})$

이 때 급수량 (W) 가 폐수반출량 (Q) 에 비례한다면 폐수량은 다음 식으로 구해진다.

$$R = A^n$$

만일 3 단 직렬로 수세를 할 경우라면 다음과 같이 폐수량이 발생된다.

$$R = \frac{20000}{5} = 4000$$

$$R = A^n \quad \therefore A = R^{\frac{1}{n}} = (4000)^{\frac{1}{3}} \approx 15.87$$

$$\begin{aligned} \text{폐수반출량 } (Q) &= (15000 \text{ kg/day}) (20 \text{ dm}^2 / \text{kg}) (3.5 \times 10^{-3} \text{ l/dm}^2) \\ &= 105 \text{ l/day} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{폐수량} &= (150 \text{ l/day}) (10^{-3} \text{ ml/l}) (15.87) \\ &= 1.67 \text{ ml/day} \end{aligned}$$

[사례 2] 정지도금일 경우

Cr^{6+} 농도가 250000 mg/l 인 도금액조에서 일반적으로 도금을 실시한 다음 3 단직렬수세시킨 결과 최종 수세조에서 CN 농도가 10 mg/l 이었다. 특히 정지도금시 폐수반출량 (Q) 는 $0.5 \sim 1.5 \text{ ml/dm}^2$ 이며, 비표면적이 Volt 와 Nut 당 1 kg 당 72 dm^2 인 1 ton/day 와 비표면적이 전자부품 1 kg 당 145 dm^2 인 500 kg/day 를 생산할 경우 폐수량을 구하는 식은 다음과 같이 구한다.

$$\text{수세 효과 } (R) = \frac{250000}{10} = 25000$$

$$\text{회석비 } (R) = (25000)^{\frac{1}{3}} \approx 29.24$$

$$\begin{aligned} \text{최대반출량 } (Q) &= (1000 \text{ kg/day}) (72 \text{ dm}^2 / \text{kg}) (1.5 \times 10^{-3} \text{ l/day}) + (500 \text{ kg/day}) \\ &\quad (145 \text{ dm}^2 / \text{kg}) (1.5 \times 10^{-3} \text{ l/dm}^2) \\ &= 216.7 \text{ l/day} \end{aligned}$$

$$\therefore \text{폐수량} = (216.7 \text{ l/day}) (10^{-3} \text{ ml/l}) (29.24) = 6.34 \text{ ml/day}$$

[사례 3] 습식집진시설의 세정수일 경우

대기오염방지시설인 습식집진시설에서 1일 순환수의 순환횟수 n 에 의해 폐수량은 지배되며, 이 때 매일 사용된 처리수는 폐수 (Blow Down Water) 로 발생되는데 Blow Down Water와

증발수만큼 반드시 신수 (Make up Water) 로 공급해 채워주어야 한다. 그러나 생산공정에 따라서 전량을 폐수로 발생시키고 필요량을 순환수만큼 신수로 채우기도 한다.

$$\text{폐수량} = (L/G) (G) \left(\frac{1}{n}\right) (t) (10^{-3}) [\text{ml/day}]$$

여기서, L/G : 액기비 (l/ml)

G : 대기배출가스량 (ml/분)

t : 작업시간 ($\text{day} : t = 60 \times \text{작업시간}$)

n : 순환횟수 (회)

[사례 4] 쓰레기매립장의 누출수일 경우

수 (Leachate) 량은 강우량의 $10 \sim 40\%$ (평균 20%) 를 일반적으로 보고 있으며, 그 산출식은 다음과 같다.

$$C = P(1-R) - S - E$$

여기서, C : 강우량에 의한 지하침투량 (mm)

P : 총강우량 (지역 1 달 최고강우량 : mm)

R : 유출률

S : 토양내 수분저장량 (mm)

E : 증발량 (mm)

[사례 5] 병원폐수일 경우

① 중앙부 세척실의 폐수발생량 (Q_1)

$$\begin{aligned} Q_1 &= (\text{Sink 대수}) (\text{싱크용량/회}) (\text{횟수/hr}) (\text{동시사용률}) (\text{배출시간/day}) \\ &\quad (10^{-3} \text{ ml/l}) \end{aligned}$$

② 외래처치실과 수술실의 폐수발생량 (Q_2)

$$\begin{aligned} Q_2 &= (\text{Sink 대수}) (\text{싱크용량/회}) (\text{횟수/hr}) (\text{동시사용률}) (\text{배출시간/day}) \\ &\quad (10^{-3} \text{ ml/l}) \end{aligned}$$

③ 연구실험실 (X-Ray 실과 임상병리실) 의 폐수발생량 (Q_3)

$$\begin{aligned} Q_3 &= (\text{Sink 대수}) (\text{싱크용량/회}) (\text{횟수/hr}) (\text{동시사용률}) (\text{배출시간/day}) \\ &\quad (10^{-3} \text{ ml/l}) \end{aligned}$$

④ 세탁기의 폐수발생량 (Q_4)

$$\begin{aligned} Q_4 &= (\text{대형세탁기용량} \times \text{충전횟수} \times \text{행급횟수/회}) + (\text{중형세탁기용량} \times \text{충전횟수} \times \text{행급횟수/회}) \\ &\quad + (\text{소형세탁기용량} \times \text{충전횟수} \times \text{행급횟수/회}) \end{aligned}$$

[사례 6] 혼합용기 등인 세척시설일 경우

각 용기의 세척은 매회 사용할때마다 세척하게 되는데 이유는 용기의 재사용시 불순물혼합을 방지하기 위해서이며, 사용횟수는 제품생산량, 작업공정, 생산계획시 주원료와 부원료의 사용량 등에 따라서 일정하지 않으나 예상횟수를 산출해야 하는데 만일 세척횟수가 1일평균 3회정도라면 최대 4회정도로 예상해서 각 용기의 용량과 거의 동일한 물량이 폐수발생량으로 예상해 결정해야 한다.

$$\text{폐수량} = \text{용기총용량} (\text{m}^3/\text{횟수}) (\text{총횟수}/\text{day})$$

$$[\text{m}^3/\text{day}]$$

[사례 7] 실험실 폐수일 경우

실험실의 기구세척수량은 실험실에 설치된 수도꼭지 (13mm)의 사용수에 따라서 폐수량을 산출예상하나 실험실 (기기분석·화학분석·물성시험·입상·X-Ray·생물 등) 특성에 따라서 차이가 있으나 대개 1개당 300~500ℓ/day의 수세수 (Washing Water)를 사용할 것을 예상해서 결정하게 된다.

$$\text{폐수량} = (\text{총수도전수}) (0.3\text{m}^3/\text{day}) [\text{m}^3/\text{day}]$$

<참고> 건축용도별 오수량과 농도의 산출표

분 류	건 축	용 도	1일오수량	생물화학적 산소요구량 (mg/ℓ)	비 고
1	급식시설	주택시설, 집회장시설, 사회복지시설, 점포시설, 오락시설, 자동차차고, 학교시설, 사무소, 공회당, 역·버스터미널등	15ℓ/급식	350	
2	주택시설	주택, 공동주택, 하숙·기숙사, 합숙소	200ℓ/인	200	
3	숙박시설	여관, 호텔, 모텔, 콘도미니엄	300ℓ/인	200	1. 온천온수는 포함하지 않는다. 2. 연회장, 결혼식장을 포함한 경우에는 그 용도의 부분면적에 대하여 20ℓ/m ² 일을 가산하고 BOD는 연회장 300mg/ℓ 결

[참고 1] 각종 생산제품별 폐수량산출

① 피혁폐수일 경우

우피 1매당 탄닌공정일 경우는 1~3.3m³, 크롬공정은 1~1.7m³, 1차가공피인 물피는 0.3~0.5m³이고, 양피일 경우는 0.5~0.7m³이며, 돈피일 경우는 0.5~1.0m³가 배출된다.

② 축산폐수일 경우

돼지일 경우 육돈과 모돈이 약간 차이가 있으나 1두당 1일 11~13.6ℓ의 물을 먹고 뇨로 4~6ℓ를 배설하며, 분은 10~25kg/day을 발생시킨다. 또한 뇨는 소(牛)일 경우 40ℓ/day, 말(馬)일 경우 3~8ℓ/day발생시킨다.

특히 도계장일 경우 닭(2kg)은 1마리당 12.5~25ℓ, 도살장일 경우 돼지, 소는 20~100ℓ 사용된다.

③ 농수산물 가공폐수일 경우

가자미의 연육(fillet)은 1kg당 400ℓ 정도, 명태의 연육은 20~100ℓ, 감오징어는 15~30ℓ, 새우는 10~20ℓ가 배출되며, 포도당 제조시 옥수수 1kg당 2.6ℓ, 감자는 13~44ℓ, 고구마는 4.0~22ℓ가 발생된다.

4	의료시설	병원	1,000 ℓ/병상	300	<p>혼식장은 200mg/ℓ으로 한다.</p> <p>1. 병상수가 300을 초과하는 부분에 대하여는 1,500ℓ/병상·일로 한다.</p> <p>2. 외래환자의 오수량은 별도 가산한다.</p>
5	점포	수퍼마켓, 백화점, 시장	30ℓ/㎡	250	<p>육류, 어류점의 바닥면적 합계가 연면적의 20% 이상을 차지할 경우에는 오수량은 35ℓ/㎡·일BOD는 300mg/ℓ로 한다.</p> <p>면적은 연면적의 20%로 한다.</p>
		식품·접객업소	300ℓ/㎡	250	
6	학교시설	국민학교	30ℓ/인	100	<p>통상근무자수로 하되 급식시설이 있을때 그 부하량을 가산한다.</p>
		중학교	35ℓ/인		
		고등학교 및 대학교	40ℓ/인		
7	사무소	은행·행정관청·일반관청	15ℓ/인	100	
8	작업소및 영화관	작업장·공장·연구소·극장, 연예장, 체육관	40ℓ/인	100	
9	기타	카바레, 비어홀, 다방, 당구장, 기원, 헬스크럽, 안마시술소, 골프연습장, 수영장, 보링장, 스케이트장, 의원, 교회목욕탕, 탁구장, 주차장, 이·미용실	30ℓ/㎡ 15ℓ/㎡	100 100	

< 다음호에 계속 >

우리모두 환경보전

- 공장·세차장 등에서 나오는 폐수는 깨끗이 정화합시다.
- 정화조는 반드시 1년에 한번씩 청소합시다.
- 합성세제는 포장지의 표시에 따라 알맞게 사용합시다.
- 음식찌꺼기는 하수구에 버리지 말고 따로 싸서 버립시다.
- 하천이나 빈터에 오물을 버리지 맙시다.
- 자연보호에 적극 참여하여 쾌적한 환경을 이룩합시다.