

오수정화조 설비

황 원 택
삼신설비연구소

1. 머릿말

인간은 항상 건강하고 쾌적한 생활을 원하고 있다. 더우기 현대와 같이 각종 공해가 만연하는 곳에선 주변 환경위생에 더욱 만전을 기하려 하고 있다.

한편, 급배수 위생설비는 인간의 건강위생에 직접적인 영향을 주는 불가분의 관계를 갖는 절대적인 설비로서 최근 문화수준이 향상됨에 따라 수세식 변소와 욕조, 또는 주방싱크가 필수적인 것으로 되어버린 현 시대에는 건축의 어느 설비보다도 중요한 설비이다.

그런데 이러한 건물내 위생설비 시설에서 소요된 물이 오배수배관으로, 옥외하수관 또는 오수정화조로 자연낙하식으로 버려지게 되는 도중 오수처리가 문제되어 자연환경이 오염되거나 전염병 및 기생충의 발생 나아가 농작물 수산자원의 해 등과 각종 공해문제를 유발시키기도 한다.

이에 본 고에서는 너무나 중요하기 때문에 소홀히 하기쉬운 오수정화조 설비에 대하여 살펴보고자 한다.

2. 위생설비

2-1. 인간과 물

물은 깨끗한것, 시원한것, 갈증을 없애는 매체의 세가지 속성을 가지고 있으며 환경창조의 근원이라고 볼 수 있다.

사람과 더불어 모든생물이 생명현상을 영위하기 위해 “물”은 필요불가결한것으로 인체의 60~70%(중량)는 수분으로 구성되어 있는 인간은 따라서 항상 물을 먹어야 하며 실제 생활에서

도 가장 필요한 것이 물이라 할 수 있다.

물은 또한 음료수로서 혹은 빨래, 목욕, 청소, 살수, 취사용으로서 인간 생활상 매우 중요하며 따라서 좋은 물을 확보하는 것은 위생상, 능률상, 경제상으로 꼭 필요하며 주택선정시 중요한 요건이 된다.

한편 사람이 쓰는 水量은 문화의 정도나 기후 등 여러조건에 따라 다르지만 대략 하루 필요수량은 2.5~3.5ℓ, 취사용수 10~15ℓ 세탁, 청소등의 물을 포함 100~150ℓ이며, 욕실 60ℓ도 필요하다.

2-2. 급배수 시설

한편 인간생활도중 물을 통해 방출된 오배수는 주위환경을 오염시킴으로써 인간의 건강과 재산에 직접 혹은 간접으로 피해를 준다.

과거에는 사람의 배설물은 자연의 재순환 법칙에 따라 축적되지가 않았으나 문명화가 진보됨에 따라서 급배수 배관시설이 나타나기 시작하였다.

한세기 전만해도 급배수 공사가 건물에 이용되지 않았고 변소, 욕실 등이 옥외로 개방된 방에 설치되었고, 때로 내부에 설치할 경우 냄새방지를 위해 2 중문이 사용되었다.

삶을 영위하기 위해서는 물의 공급만큼이나 오물의 처리도 중요한 것이다. 위생설비가 건물내 급수, 급탕, 배수, 통기, 위생기구, 소화, 오물정화조 설비등 건물내 물의 흐름과 관계있는 설비인 반면 급배수 시설의 기능은 인체조직에 부패물들이 영향을 주기 전에 가능한 빨리 제거해 버리는 것이다.

위생기구에서 쓴 물은 배수배관으로

버려지고, 기구의 물은 배수배관으로 옥외의 하수관 또는 오수정화조로 자연낙하식으로 버려진다. 물이 그림 1과 같은 배수배관을 꼭차서 흘러내릴 때에는 배수입관에서의 가속으로 그 배후가 진공상태로 되면서 기구의 물을 빨아들이며 트랩내 봉수까지도 빨리게된다. 봉수를 보호하기 위해서는 이런 싸이폰 작용이 일어나지 않게 하여야 하며 그림 2와 같이 배수입관을 통기관으로 연결시켜서 기구내 수면보다 높게 신장하여 대기와 통하게 하여야 한다. 이와같이 배수배관에는 통기관이 필수적이며 통기관이 없을 때에는 봉수가 파괴되어 악취가 역류할 뿐더러 배수시에 시끄러운 소음이 발생하므로 주의를 요한다.

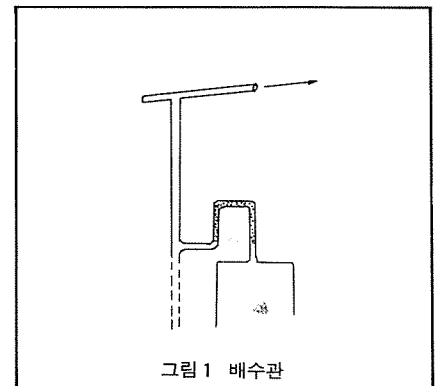


그림 1 배수관

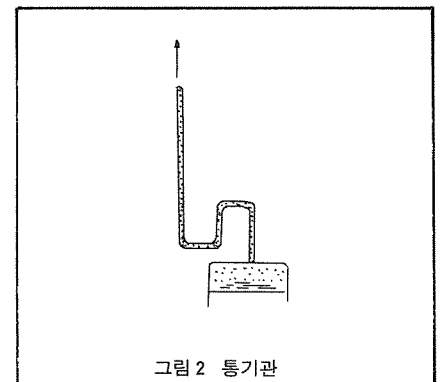


그림 2 통기관

3. 변소 및 오수정화조의 관계법규

위생설비 설계의 기준과 공사기준에 관해서 건물내의 급배수 설계를 위한 기술기준이 아직 제정된바 없으며 외국의 기술자료를 준용하고 있는 실정이다. 건축법에 건축설비에 관한 장이 있으나 세부규정이 제정되어 있지 않고, 소방은 소방법에, 오수정화조는 오물 청소법에 따르도록 위임하고 있다.

변소 및 오수정화조의 관계법규에 대한 사항은 다음과 같다.

- 건축법 1962년 1월 20일 법률 제 984호
- 개정 1982년 12. 31 法3644호
- 건축법 제20조(변소)

제 1 항 : 하수도법의 규정에 의한 중말 처리장의 처리구역안의 변소는 수세식으로 하여야 한다.
(1970. 1. 1 본령 개정)

제 2 항; 변소에서 배출하는 오물을 제 1 항의 하수도 이외에 방류하고자 할 때에는 위생상 지장이 없는 구조의 오수정화시설 또는 분뇨정화조를 설치하여야 한다.
(1982. 4. 3 본령개정)

- 건축법 시행령 1982. 8. 7 대통령령 제10882호

개정. 1983. 5. 30 령11137호

제 2 장 제 7 절, 제 56조(오수정화시설 등의 구조) 법 제20조 제2항의 규정에 의한 오수정화시설 또는 분뇨정화조의 구조는 오물청소법이 정하는 바에 의한다고 되어있다.

오물청소법 제 3 장 제15조 오수정화시설, 제17조 오수정화시설 및 분뇨정화조의 설치 및 관리기준이 규정되어 있고, 시행령 제 5 조에는 오수정화시설 설치지역 등에 관한 규정이 있다. 시행규칙 제24조, 제25조의 설치기준과 관리기준은 다음 표-1,2와 같다.

4. 처리대상인원산정

건축용도별 처리대상인원 산정기준은 표-3에 기준하여 보건사회부 환위 제1435호(74. 4. 27) "액상폐기물정화조 검사지침 및 처리대상 인원산정 기준 시달"의 유첨물로 공표된바 있다.

5. 오수정화조

오수정화조는 미생물에 의한 消化 작용과 산화작용을 이용하여 오배수정화를 기대하는 장치로서 수세식변소의 분뇨(오물)만을 처리하는 분뇨정화조와 주방배수, 세탁배수, 욕실배수 등의 생활하수(잡배수)를 함께 처리하는 오수정화시설의 2 종류로 구분한다.

오수정화조는 오배수에 포함되어 있는 오탁물질을 될수있는대로 많이 제거하여서, 제거된 오탁물질(汚泥)를 청소할때까지 貯留해 놓는 일과 방류수를 환경위생상 지장이 생기지 않도록 소독할 것을 목적으로 한다.

5-1. 분뇨정화조(단독처리정화조)

분뇨정화조란 우수는 물론 주방, 욕실, 등의 생활하수(잡배수)를 혼입시키지 않고, 수세식변소에서 분뇨

(오물)만의 처리를 위한 장치로 BOD 제거율 65% 이상 방수류 BOD 90피피엠이하의 분뇨처리정화조, BOD 제거율 55% 이상, BOD 120피피엠 이하의 간이처리정화조 및 부유물질량의 제거율이 55% 이상이거나 1차처리된 유출수에 포함된 SS(부유물질)량이 250피피엠 이하인 지하침투처리 정화조가 있다.

1) 분뇨정화조

처리방법은 분리접촉폭기 방식이나 살수여상식과 같은 생물막법과 활성오니법의 변법인 장시간 폭기에 의한 분리폭기방식이 있다. 생물막법으로는 접촉재 여재라고 불리는 고체표면에 생물이 생성되어 생물막을 만들고, 이 생물막에 분뇨를 순환접촉시켜 정화를 하는 처리법으로 다시 분류한다.

① 접촉폭기방식

접촉재가 접촉폭기실내액중에 침적해 있어서 산소를 공급하면서 분뇨를 순환시키는 방식이다.

② 살수여상방식

여재를 여상내에 積重해 놓고 상방으로 부터 분뇨를 살수하여 생물막의 표면을 유하시켜 정화하는 방식이다.

그림-3과 같은 살수여상방식의 분뇨정화조는 부패조, 예비여과조, 산화조, 소독조로 구성된다.

부패조: 분뇨는 부패조로 들어와 혐기성균의 작용으로 부패 분해된다. 부패조는 2 개조 이상으로 하며, 제 1 부패조에서 완전히 부패한 분뇨만이 제 2 부패조로 넘어갈 수 있는 구조로 해야 한다.

여과조: 예비여과조는 부패조와 산화조 사이에 설치하며 분뇨는 예비여과조 하부에서 위로 흐르게 함으로써 분뇨중의 부유물을 쇄석층에서 제거하게 되어있다.

산화조: 여과조를 통과한 분뇨는 산화조 상부의 살수흡통으로 균일하게 분산되어 쇄석층을 흘러내린다. 이와 동시에 신선한 공기가 쇄석층의 아래에서 위로 통과하여 배기관으로 배출되는 동안 분뇨와 접촉하여 호기성 박테리아의 증식활동을 왕성하게 하고 산화작용을 촉진한다. 호기성균은 산소를 필요로 하므로 산화조 쇄석층에는 공기의 유통이 잘되게 하여야 하며 따라서 여기서는 환기구와 배기통으로 불리는 공기의 유통장치가 구비되

표-1. 제24조 설치기준

시설구분	처리대상인원	성 능
	500인 미만	생물화학적 산소요구량에 50퍼센트 이상 제거
오수 정화 시설	500인 이상 - 1천인 미만	생물화학적 산소요구량에 60퍼센트 이상 제거
	1천인 이상	생물화학적 산소요구량에 70퍼센트 이상 제거
분뇨정화조	—	생물화학적 산소요구량 50퍼센트 이상 제거

표-2. 제25조 관리기준

처리대상인원	수 질 기 준
500인 미만	생물화학적 산소요구량에 100피피엠 이하
500인 이상-1천인 미만	생물화학적 산소요구량 80피피엠 이하
1천인 이상	생물화학적 산소요구량 60피피엠 이하

표 3. 건축 용도별 처리 대상 인원 산정 기준

유사 용도 별 번호	건 축 용 도		처 리 대 상 인 원	
			단위 면적당 산정 인원	산정 바닥 면적
1	집회장 시 설 관 계	공회당, 집회장	동시에 수용할 수 있는 인원(정원)의 1/2	
		극장, 영화관, 연예장	동시에 사용할 수 있는 인원(정원)의 3/4	
		관람장	$n = \frac{20c + 120u}{8} \times t$ $t = 0.5 \sim 3.0$	
		경기장 체육관	여기에서 n : 처리 대상 인원(인) c : 대변기 수(개) $u(1)$: 소변기 수 및 양용 변기수(개) t : 단위 변기당 1일 평균 사용 시간(시간)	
2	주 택 시 설 관 계	주 택	연면적 100㎡이하 일 때는 5인, 100㎡이상부분의 면적에 대하여는 30㎡이내 마다 1인을 가산함. 다만, 연면적 220㎡을 넘을 때는 전부 10인으로 한다.	
		공동주택	1호에 대해서 3.5인으로 하고, 거실(2)수가 그 이상일 때는 1거실(2)을 더할 때마다 0.5인을 가산한다. 다만, 1호가 1거실(2)만으로 구성되어 있을 때에 는 2인으로 할 수 있다.	
		하숙, 기숙사	1㎡당 0.2인	거실(2)바닥 면적. 다만, 고정침대 등으로 정원이 명확 한 것은 유사 용도별 2의 학교 기숙사에 따른다.
3	숙 박 시 설 관 계	학교기숙사, 양로원, 양호시설	동시에 수용할 수 있는 인원(정원)	
		여관, 호텔, 모텔	1㎡당 0.1인	거실(2)의 바닥 면적
		간이숙박소, 합숙소	1㎡당 0.3인	
4	의 료 시 설	유스호스텔	동시에 수용할 수 있는 인원(정원)	
		병원, 요양소, 전염병원 진료소, 의원	1㎡당 1.5인 1㎡당 0.3인	다만, 외래자 부분은 진료소를 적용함. 거실(2)의 바닥면적
5	점 포 관 계	점포, 시장	1㎡당 0.1인	영업의 용도에 쓰이는 부분의 바닥 면적
		요정, 연회장	1㎡당 0.1인	거실(2)의 바닥 면적
		백화점	1㎡당 0.2인	영업의 용도에 쓰이는 부분의 바닥 면적
		음식점, 레스토랑, 다방, 카바레, 비어홀	1㎡당 0.3인	
		시 장	$n = \frac{20c + 120u}{8} \times t$ $t = 0.5 \sim 3.0$	
		당구장, 탁구장, 댄스홀 스리트머신점, 기원	1㎡당 0.3인 1㎡당 0.6인	영업의 용도에 쓰이는 부분의 바닥 면적
		골프연습소, 유원지, 볼링장, 해수욕장, 수영장, 스케이트장	$n = \frac{20c + 120u}{8} \times t$ $t = 0.4 \sim 2.0$	
6	오락시 설관계	골프장, 클럽하우스	12홀까지는 50인(3), 36홀은 100명(3)	
		자동차 차 고 관 계	자동차 차고, 주차장	$n = \frac{20c + 120u}{8} \times t$ $t = 0.4 \sim 2.0$
8	학교시 설관도	주 유 소	1영업소당 20인	
		보육원, 유치원, 국민학교	동시에 수용할 수 있는 인원(정원)의 1/4	
		중·고등학교, 전문학교	동시에 수용할 수 있는 인원(정원)의 1/3, 또는 고등학교 및 전문학교 등으로 야간과정을 병성할 경우 야간 정원의 1/4를 가산 함.	
		대학, 각종 학교	동시에 수용할 수 있는 인원(정원)의 1/2	
		도서관	동시에 수용할 수 있는 인원(정원)의 1/4	
9	사무소	대학부속도서관	$n = \frac{20c + 120u}{8} \times t$ $t = 0.5 \sim 1.0$	
		사무소	1㎡당 0.1인	사무실(4)의 바닥 면적
10	작업소 관 계	행정관청, 외래자가 많은 사무소	1㎡당 0.2인	
		공장, 작업소, 관리실 연구소, 시험소	직원 인원의 1/2 동시에 수용할 수 있는 인원(정원)의 1/3	
11	1~10 인의용 도에따 른시설	역, 버스터미널, 공중변소	$n = \frac{20c + 120u}{8} \times t$ $t = 1 \sim 10$	
		공중욕탕(방에 붙은 욕탕은 제외 함)	1㎡당 0.5인	탈의장(5)의 바닥 면적
		방에 붙은 욕탕(터어키탕, 사우나 나탕)	1㎡당 0.3인	영업의 용도에 쓰이는 부분의 바닥 면적

- [주] ① 여자전용 변소에 있어서는 변기 수의 1/2을 소변기로 간주한다.
 ② 거실이란 건축법상 거실을 말하며 작업·집회·오락 기타 이에 속하는 목적으로 사용하는 방을 말한다. 단, 공동 주택
 에서의 부엌·식당은 제외
 ③ 골프장의 클럽 하우스의 처리 대상 인원에는 종업원수를 별도로 가산한다.
 ④ 사무실이란 사장실·비서실·중역실·회의실·용접실을 포함한다.
 ⑤ 탈의장에는 카운터 및 벽에 붙은 로커 부분은 포함하지 않는다.

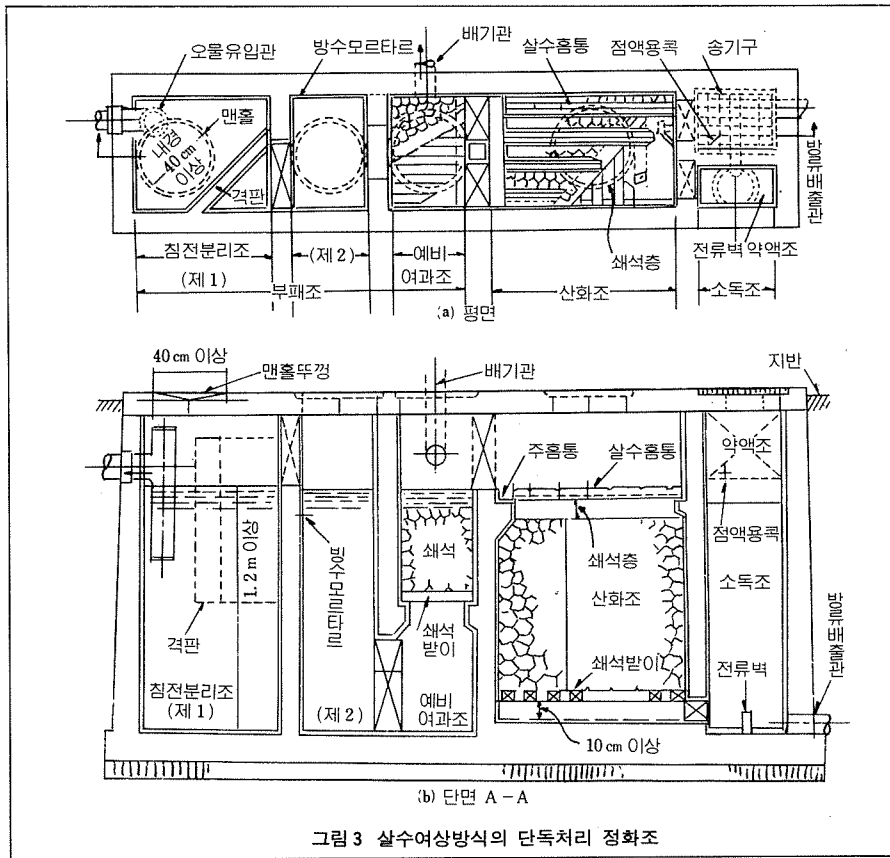


그림 3 살수여상방식의 단독처리 정화조

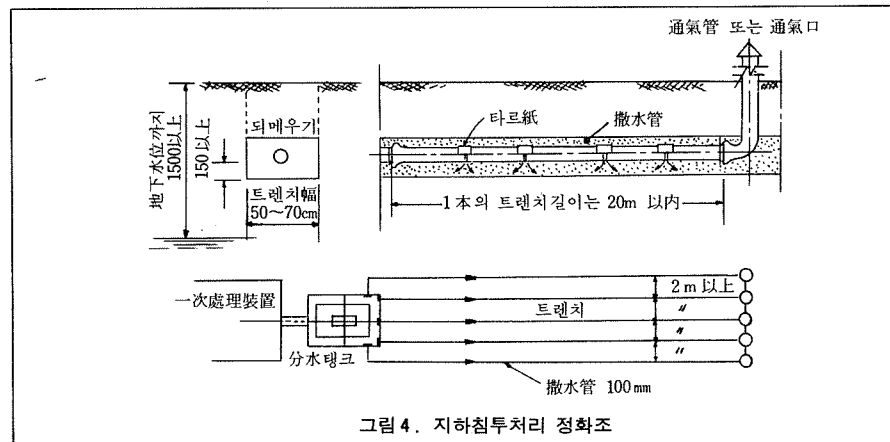


그림 4. 지하침투처리 정화조

토양의 침투시간 (min)	1	2	3	4	5	10	15	30	45	45
1인당침투면적 (m ²)	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	7	9	11	15	16.5

어야 한다.

소독조 : 산화조에서 완전히 정화된 처리수라도 각종세균을 포함하고 있으므로 소독조로 들어가서 멸균소독을 하게한 다음 하수관으로 방류하며 자연배수가 불가능 할 경우에는 펌핑하여야 하므로 펌프실이 필요하다.

③ 활성오니법

폭기실내액에 생물을 부유시켜놓고, 산소를 공급하면서 槽内液을 혼합·회전시켜서 분뇨와 생물을 접촉시켜 다음의 침전실에서 생물성의 오니와 上澄液(Scum : 위에 뜬 맑은물)을 분리시켜 분뇨를 정화하는 방식으로 생물막

법을 부착생물법이라 한다면 활성오니법은 부유생물법이라고 한다.

2) 간이처리정화조

부패조와 소독조로 구성되며 부패조에서 분뇨중의 고형물을 침전분리하여 上澄液(Scum)은 소독하여 방류하고, 침전된 고형물은 혐기성균에 의해 분해시켜 消化된 오니(Sludge)는 청소시 방출처분한다.

3) 지하침투처리정화조

지하침투방식의 정화조는 분뇨가 토양에 고루 살수되어 토양속에 침투하는 사이에 토양의 작은 입자사이에 생식하는 많은 생물에 의해 정화되는 것

을 이용한 것이다.

분뇨를 침투시키기 위한 필요면적은 토양의 透水性에 따라 다르므로 반드시 현지에서 구조기준에 정해진 방법으로 침투실험을 한 후에 결정하며, 처리대상인원 1인당 필요면적은, 실험결과, 다음수치 이상으로 한다.

침투장치의 구조, 치수는 아래 그림-4와 같고, 침투 부분은 트렌치 바닥에 자갈을 깔고, 직경 100mm 정도의 도관을 묻던가 구멍난 경질 염화비닐관을 살수관으로 부설하고 그 위에 자갈이나 모래를 깔고 표토를 덮는다. 살수관의 구멍 윗면은 토사가 들어가지 않도록 타르紙 등으로 덮는 것이 좋고 살수관의 구배는 100분의 2~4 정도가 보통이다.

지하침투 처리에서 문제되는 것은 지하수의 오염이며, 이의 최대원인은 토양의 틈이 막힌 정화불량이므로 1차처리장치로 될수있는대로 SS(부유물질)를 제거하는 것과 공기의 유통을 잘 되게 하며 틈이 막혔을때 용이하게 청소할 수 있는 구조로 하는 것이 중요하다. 또 지하수가 오염될 경우를 고려해서 우물, 그밖의 수원으로부터 수평거리 30m이상의 위치에 설치하여야 한다.

5 - 2. 오수정화시설(합병처리 정화조)

합병처리 정화조는 수세식변소로 부터 배출되는 분뇨(오수)와 생활하수(배수)를 합병하여 처리하는 정화조로서 단독처리장치보다 규모가 크며 그 기능도 하수처리시설에 가깝다.

합병처리방식은 일반적으로 처리대상인원 500~20,000인 정도의 병원, 주택단지, 학교, 호텔 사무실, 백화점, 공장, 극장, 체육관 등에서 채택하며 처리방식은 크게 나뉘서 생물막법과 활성오니법이 있고 각각 몇개의 방법이 있다. 이들 처리방식은 어느것이냐 옛부터 하수처리에 쓰여져 오늘에 이르고 있는 생물처리방식을 소규모 정화조에 응용한 것이다.

1) 생물막법

단독처리에도 이용할 수 있는 접촉폭기방식, 살수여상방식에 회전관점축식이 있다. 어느것이냐 자연통풍으로서 여재표면에 호기성 미생물을 번식하게하여, 침전분리시킨 오배수중의

잔존유기물을 생물막에 의하여 흡착 제거한다.

회전판접촉법은 회전축에 고정된 다수의 플라스틱제 원판을 회전시킨다. 원판의 40% 정도가 처리수에 항상 침지(沈漬)되어 있으므로 그 양면에 부착된 생물막이 회전에 따라 산소의 흡수와 물의 정화를 반복한다.

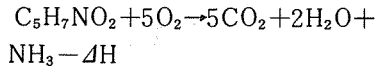
2) 활성오니법

상온의 오배수중에 송풍기로 다량의 공기를 연속적으로 공급하여 유동하는 오배수와 접촉시켜 호기성균을 번식시킨다. 이 결과 오물성분은 분해되어 후록화하며 침전된 후록은 다량의 호기성균이 있어 이를 활성오니(Activated Sludge)라 하며, 장시간폭기방식과 표준활성오니법이 있다.

① 장시간폭기방식

폭기조의 용량을 크게하여 활성오니의 체류시간을 길게하여 사멸된 미생물(세포물질)에 산소를 공급하여 산화시켜 탄산가스와 물에 분해된 잉여오니의 발생량을 적게한다. 이것을 화학

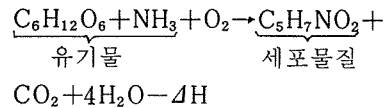
방정식으로 나타내면 다음과 같이 된다.



장시간폭기방식은 처리대상인원 5000인 이하의 규모에 적합하다.

② 표준활성오니법

배수중의 유기물을 영양으로 섭취하고 폭기에 의해 보급되는 산소를 공급받아 번식하는 미생물에 의해 정화를 주로하는 방법으로서, 화학방정식은 아래와 같다.



배수가 연속적으로 유입하여 활성오니에 의해 정화되면, 제거된 유기물의 양에 비례하여 세포물질이 증가하며, 이 잉여오니는 밖으로 버릴 필요가 있다.

이상의 처리 프로세스를 일부 포함하여, 합병처리정화조의 처리과정을 조합하여 보면 다음과 같다.

침전분리조(생물막법의 전처리) 또는 스크린+유량조정조→2차처리장치(회전원판, 장시간폭기, 활성오니)→침전조(호퍼형, 평저형+교반기)→소독조

오니반송←오니농축저류조(500인이상은, 농축조+저류조)

6. 맺음말

지금까지 오수정화조 설비에관해 전반적인 사항을 검토해 보았다.

서론에서 밝힌 것처럼 급배수 위생설비가 인간 환경생활에 차지하는 막중한 비중을 감안하여 불배 앞으로 이에 대한 보다 체계적인 연구 검토가 필요로 된다고 본다.

앞으로 방류수의 수량, 수질 또 부지선정이나 건설비, 배수방식, —기술상 처리방식의 선정등에 주의하여 시설계획에 임하여야 하며 악취, 소음등 공해 요소등도 고려한 계획이 요구된다.

용어설명

분뇨: 大便과 小便

생활하수: 세면기, 욕조, 주방싱크등의 배수

단, 빗물, 공장폐수, 실험실싱크배수 등 기타 특수배수 제외

오물: 분뇨, 쓰레기, 재, 汚泥 등으로 일상생활에 필요없는 물질

오수: ① 분뇨와 생활하수

오배수: 오수

잡배수: 생활하수

배수: ① 오배수를 밖으로 뽑아 내는 것, ② 잡배수

급배수: 급수, (급탕), 오배수 및 통기

오수정화조: 분뇨정화조와 오수정화시설

분뇨정화조: 침전·호기성 또는 혐기성 분해등의 방법에 의하여 분뇨를 안전하게 처리하는 정화시설

오수정화시설: 분뇨와 생활하수를 함께 처리하는 정화시설

단독처리정화조: 분뇨정화조

합병처리정화조: 오수정화시설

배수트랩: 세면기와 같은 위생기구에 접속시켜 하수구로부터 올라오는 악취를 방지하기 위하여 설치하는 것

으로서 P. S. U모양의 트랩이 있다.

(그림-1,2 참조)

봉수: 악취가 올라오는 것을 막기 위하여 배수트랩내에 채워진 물

생물화학적 산소 요구량: BOD(Biochemical Oxygen Demand)라고 하며 오수중의 오염원 물질이 되는 유기물이 오수중에서 이것과 공존하는 미생물에 의해 분해하여 안정화하는 과정에서 소비되는 수중에 녹아있는 산소의 감소를 20°C, 5일간 시료를 방치해서 측정된 값이며, 수중물질의 지표치이다.

BOD제거율: 오물정화조의 유입수와 유출수 사이의 BOD의 차를 유입수의 BOD로 나눈 값이다.

$$BOD제거율(\%) = \frac{\text{유입수}BOD - \text{유출수}BOD}{\text{유입수}BOD} \times 100$$

피피엠: PPM(Parts Per Million)으로서 100만분의 몇인가를 나타내는 분율, 수질 오락으로는 1ℓ 중에 1mg 오락물질이 존재하는 경우의 농도를 1PPM으로 나타내며 이 경우

1mg/kg과 1mg/ℓ을 동일하게 본다.

SS (Suspended Solid): 부유물질을 말하며 오수중에 부유하는 粒徑 2mm 이하의 懸濁物質의 양을 ppm으로 표시한다. 스크린으로 제거되는 것과 같은 큰 것은 포함하지 않으며, 처리에 의해 생성되는 汚泥量은 부유물질의 다소에 따라 좌우된다.

—참고문헌—

공기조화위생공학회(일본)편: 공기조화위생공학편람 3권, 1981. 4.
유동열: 소형주택 및 근린생활시설의 급배수 위생설비, 건축사, 1983. 4. No. 169.
유동열: 유동열 논문집, 1984. 9.
서승직: 건축설비, 영문사, 1983. 8.
이 건: 정화조의 설계자료, 공기조화 냉동공학회, 1974. Vol. 3, No. 4.
이 건: 합병처리장치개설, 공기조화냉동공학회, 1978. Vol. 7, No. 2.
노승현: 정화조의 합병처리에 대하여, 공기조화냉동공학회, 1978. Vol. 7, No. 2.
Forrest Wilson저 박홍역: 건축과 실내환경, 형제사 1981. 3.
일본건축학회편: 건축학회편람 I 계획, 제 2판, 1980. 2.
산업공해연구소: 환경관계법규, 1983. 8.
石福昭外 2人: 대학과정 건축설비(제 3판) 1982. 11.