



日本の 糞尿浄化槽の 現狀

—糞尿浄化槽의 原理와 構造—

岡田 誠元

〈日本關東學院大學 工學部 講師・工博〉

金 甲 守

〈日本關東學院大學 大學院 博士課程〉

1. 서론

어떤 건축물에 설비되는 汚水처리시설은 都市下水處理場과는 틀린 특성을 가지고 있다. 즉, 건축물에 따라서 배출되는 水量, 水質이 틀리며 또한 「糞尿浄化槽에서 처리되어 방류되는 水質의 기준이 복잡하기 때문에 분뇨정화조의 구조기준은 각종의 조건에 대응할 수 있게끔 되어있다. 이 기준은 건축기준법제 31 조 2 항에 의거해서 건축기준법시행령제 32 조 1 항 및 2 항에 있어서 대상구역, 규모 그리고 성능기준이 정해졌으며, 그것들의 구조기준에 대해서는 건설성고시 제 1292 호에 명시되어 있다. 本稿에 있어서는 汚水處理의 원리로부터 분뇨정화조의 분류와 그것들의 구조에 대해서 정리해보기로 한다.

2. 처리의 목표

생활배수의 처리목표로서는 다음의 사항을 들 수 있다.

(1) 안전하게 할 것 (安全化)

병의 원인이 되는 미생물이나 유독성분을 제거시켜 안전하게 함을 말한다. 즉, 방류수를 충분히 염소소독시켜 병의 원인이 되는 균을 멸균시키며 또한 汚泥를 60℃ 이상으로 가온시켜 기생충 알을 죽이는 것 등이 이것에 해당된다.

(2) 부패성이 없는 것으로 할 것 (安定化)

처리된 것이 아직 불쾌감이 있다든지, 악취를 발생한다든지 아니면 방류되는 곳의 하천의 수중 용존산소를 많이 소비시켜서는 안된다. 散水濾床法, 活性汚泥法 혹은 자연정화못 등을 이용해서 생물화학적처리를 행하여 부패성오물을 생물의 영양원으로서 충족시키는 방법등이 이것에 해당된다.



(3) 양을 줄일것

汚泥를 가능한 탈수· 건조시켜 양을 줄이는 것도 처리의 큰 목적이다.

3. 汚水處理의 원리

3.1 생활배수의 특성

오늘날 건축물의 다양화 및 생활양식의 변화에 따라서 오수배수량 및 수질을 간단하게 논할 수 없게 되었다. 우선 오수배수량에 대해서 생각해 보면 분뇨를 대상으로 하는 오수배수량은 인체로부터 배출되는 양과 변기의 洗淨水量을 합치면 하루 1인당 50 l이다. 또 住宅을 대상으로 하는 汚水排水量은 하루 1인당 200 l를 표준으로 삼고 있다. 그것을 분류해보면 변소배수가 25%를 차지하며, 厠房배수가 15%, 목욕배수가 30%, 세탁배수가 20%, 세면장배수가 5%, 그 외가 5%로 되어있다. 그 외의 건축물에 대해서는 물의 사용방법과 사용되어지는 물의 분류가 확실히 보고되어있지않아 정확한 배수량을 계산하기가 곤란하기 때문에 각각의 건축물에 대한 배수의 특성과 오염부하량 原單位에 대해서 생각해 볼 필요가 있다.

水量에 오염물의 농도를 곱하여 산출한 오염량을 오염부하량이라 하다. 즉, 인구 1인당 하루 몇 g이라고 계산되어지는 것을 말한다. 즉, 淨化槽의 설계를 할때 BOD를 하루 1인당 40 g 아니면 50 g으로 설정하여 계산하고 있는데 이 값이 BOD의 原單位가 되겠다.

예를 들면 생활잡배수의 배출수에 대한 BOD 농도가 평균치로서 200mg/l이며 하루 1인당의 평균오수량이 200l 정도이기 때문에 앞에서 논한 것처럼 40g/c.d로 된다.

수세식변소에 포함되어 있는 오염물질은 분뇨와 종이이며 이것들이 세정되는 물에 의하여 希釋되면서 배출되어지고 있다. 또한 수거식변소는 변소에서 약 1개월간 貯留되고 있기 때문에 수세식변소에서 배출되는 신선한 분뇨와는 약간 틀리는 상태를 보여주고 있다. 즉, 분뇨의 특성을 살펴보면 다음과 같다.

- 1) 상당한 고농도 수질이다.
- 2) 암모니아, 황화수소 등의 생물에 대한 阻害성분을 많이 품고 있다.
- 3) BOD에 대한 질소분의 비율이 높고 영양바란스가 한쪽으로 기울어져 있다.
- 4) 생물분해가 곤란한 유기물질이 많이 포함되어 있다.

수거식변소의 분뇨의 농도는 계절과 지역에 따라서 상당한 차이가 있으나 <표-1>과 같이 나타낼 수 있다. 또 <표-2>는 不特定多數의 사람이 사용하는 공중변소의 오수를 조사한 결과이다.

이 결과로서 염소이온농도가 수거식변소의 약 1/27인 것을 보아 분뇨가 洗淨水에 의해서 20~30 배로 希釋되고 있는 것을 알 수 있다.

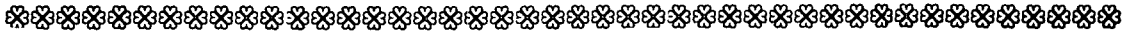
<표-1> 수거식분뇨의 농도와 그 때의 오염부하량 原單位

項 目	標準值	範 圍	原單位 g/人·日
pH	7~9	-	-
BOD (mg/l)	13,500	8,000~15,000	16.2
COD (mg/l)	7,000	4,000~9,000	4.8
SS (mg/l)	21,000	25,000~32,000	24
蒸發殘留物 (mg/l)	30,000	-	36
(有機物%)	(60)	-	-
(灰分%)	(40)	-	-
總窒素 (mg/l)	5,000	-	6
鹽素이온 (mg/l)	5,500	-	6.6
인 酸 (mg/l)	1,000	-	1.2
一般細菌數 (1ml中)	10 ⁸ ~10 ¹⁰	-	-
大腸菌群數 (1ml中)	10 ⁶ ~10 ⁷	-	-
比重	1.02	-	-
沈砂量 (%)	0.3	0.2~0.5	-
夾雜物* (kg/k l)	15	10~20	-

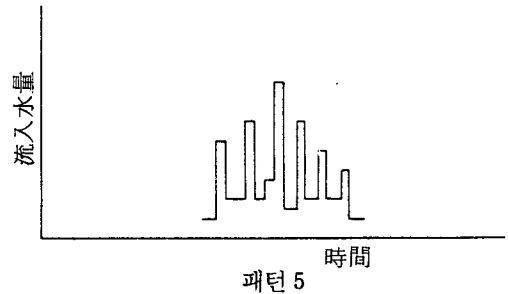
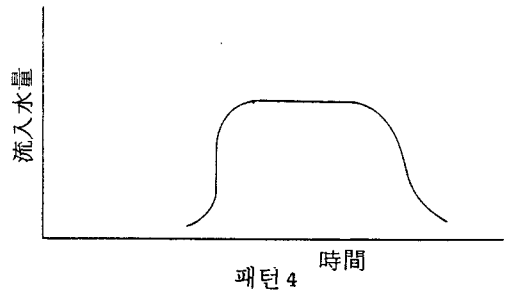
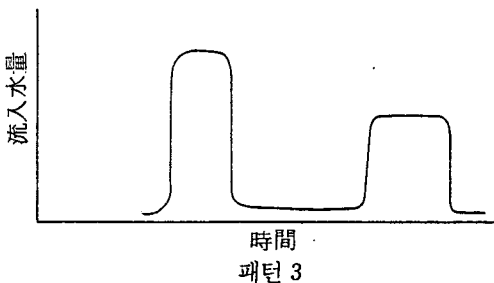
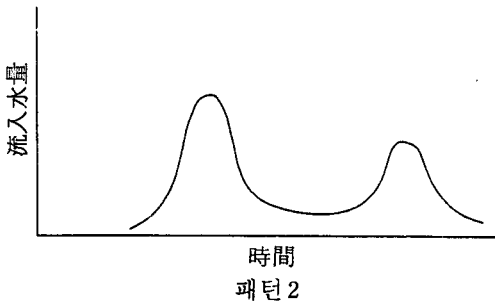
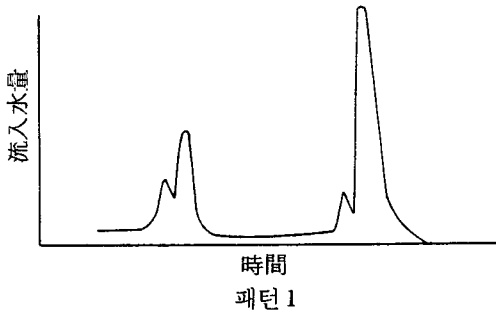
* 수분: 80%로서

<표-2> 수세식변소의 조사 예

分析項目	單位	某公衆便所	某競技場
蒸發殘留物	mg/l	746	931
浮遊物質	"	108	214
溶解性物質	"	638	717
B O D	"	138	309
C O D	"	35	84
암모니아性窒素	"	87	187
알부미노이드性窒素	"	19	19
鹽素이온	"	204	270



다음에 각 건축물에 따른 배출양식을 검토해보면 <그림-1>과 같다. 즉, 하루 배출량에 대한 시간변동의 특성을 보여주고 있다. 패턴1은 가정정화조를 설치하고 있는 개인주택의 경우 이와같은 특징을 보여주고 있다. 즉, 7시~10시, 18~20 시간에 있어서 피크가 나타나는 경우가 많으며, 이 경우에 있어서 7~10시 사이의 피크는 목욕탕의 청소와 세탁배수이며, 오후의 피크는 厨房 및 入浴의 배수가 대부분을 차지하고 있다. 그러나 생활활동의 시간과 배출패턴은 밀접한 상관관계를 가지고 있을 뿐더러 특히 이 패턴은 변동이 많기 때문에 처리장의 시공면에 있어서 流量調整槽의 설계에 대한 어려움을 주고 있다.

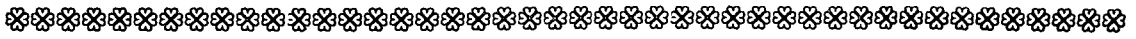


<그림-1> 기본적인 오수배출패턴(종일)

패턴 2는 집단주택 (맨션아파트, 團地, 서민아파트)의 배수패턴을 보여주고 있으며 밤 이외에도 소량의 배수가 유통되고 있으며 오전과 오후의 피크는 패턴 1과 같은 내용을 배출수이며, 단지 오전중의 피크시에는 수세식변소의 배수가 유통되고 있는 것이 특징이다. 일본에 있어서는 500~1만명이하의 團地의 생활계배수 (수세식변소배수를 포함하는 가정내외의 전 배수)는 그 지역의 정화조 (합병처리정화조, Community plant)에 의해서 처리되고 있으며 대부분이 이 배출패턴을 보여주고 있다. 특히 이 경우는 오전중의 피크가 하루 전배수량의 1/3~1/4을 차지하고 있어 流量調整槽가 설치되어있지 않는 정화조에 있어서는 유지관리의 많은 어려움을 겪고 있는 실정이다.

패턴 3은 오전과 오후에 피크가 있으며주간에는 거의 배수가 없는 것이 특징이다. 이것들의 건축물은 비즈니스호텔, 기숙사 등이 해당된다.

패턴 4는 사무소, 쇼핑센터와 같은 하루일과중 규칙적인 일을 하고 있는 곳의 배출패턴의 특징을 보여주고 있으며, 패턴 5는 휴게시간에 집중



적으로 변소가 사용되며, 間缺적으로 오수가 배출되어지고 있다. 이 건축물은 학교, 극장, 공회장 등을 들 수 있다. 또, 하루에 대한 오수배출 패턴 이외에 일주간의 변동, 한달의 변동, 계절적인 변동과 그리고 특정한 날에 한해서 변동이 있기 때문에 처리시설의 설계를 더욱 더 어렵게 만들고 있다.

한편, 패턴 2 에 보여준 집단주택에 있어서 농도와 原單位를 표시하면 < 표 - 3 > 과 같다. 또 某호텔에 있어서의 농도와 原單位는 < 표 - 4 > 와 같다.

< 표 - 3 > 某住宅團地汚水の濃도와 原單位

오염물질	濃度 mg/l	負荷量原單位 g/人·日
蒸發殘留物	550	110
浮遊物質	200	40
溶解性物質	350	70
強熱減量	280	56
B O D	200	40
C O D	60	12
總窒素	40	8
암모니아性窒素	24	4.8
有機性窒素	14	2.8
鹽素이온	60	12

(註) 原單位는 汚水量을 200l/人·日로서

< 표 - 4 > 某 호텔에 있어서의 (便汚水) + (주방배수)의 농도와 오염부하량 원단위

汚濁物質	濃度 mg/l			汚染負荷量原單位 g/人·日
	最小	最大	平均	
BOD	31	395	120	56.2
SS	20	188	98	45.6
COD	11	43	25	11.5
(Amn-N) + (Alb-N)	11	64	28	13.3
핵산抽出物質	1.6	28.4	14.2	6.7
인산이온	0.3	16.7	6.7	3.1
ABS	0.3	5.1	1.9	0.9

2.2 오수정화의 원리

오수가 처리되지 않은 채로 하천등에 방류되면 하천이 일시적으로 오염되지만 시간의 경과와 함께 오염은 감소되고, 그 오염의 농도가 낮을 경

우 하천은 다시 원상태의 깨끗한 수역으로 된다. 이 현상을 하천의 자연정화작용 (자정작용, Self-purification) 이라고 말하고 있다. 이 현상은 오수가 흘러가는 과정에 있어서 希釋되기도 하며 교반되기도 하는 물리적 작용이나 또한 대기중의 산소가 수중에 용해됨으로써 발생하는 화학적 산화작용에 의해서 그 위에 하천중에 생육하는 생물의 代謝作用을 받음으로써 오염물질이 분해되고 나아가 유기물질이 무기물질화로 되면서 최종적으로는 안정된 수역으로 되는 것이다.

오수처리의 원리는 前記와 같이 하천의 自淨작용 즉, 물리적작용, 화학적작용, 생물학적작용을 인공적으로 합리시켜 처리공정을 고찰·종합한 것이다.

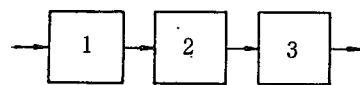
이것들의 원리를 오수처리의 공정으로서 구별해보면 다음과 같다.

- ① 물리적방법...스크리닝, 침사, 破碎, 침전, 교반
- ② 화학적방법...中和, 응집, 산화, 소독
- ③ 생물화학적방법...호기성분해, 혐기성분해

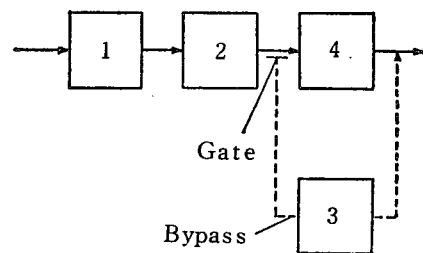
2.3 물리적인 처리

(1) 스크리닝 (Screening)

스크리닝이라는 것은 스크린에 의해서 유입되는 오수중의 대형의 부유물질이나 협잡물을 제거하는 것을 말한다. 스크린후의 공정 즉, 펌프류



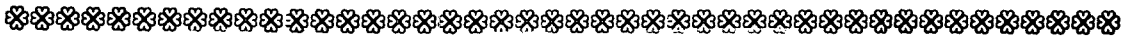
(1) 破碎機가 없는 경우



(2) 破碎機가 있는 경우

- (註): 1. 沈砂池 2. 荒目스크린
3. 細目스크린 4. 破碎機

< 그림 - 2 > 스크린의 구성



의 파쇄나 損傷을 막기 위해서, 또 처리설비의 기능의 보전이나 스크린의 후에 계속되는 처리설비의 부하를 경감하기 위함이다. 이 스크린은 破碎機를 이용하는 경우와 이용하지 않는 경우의 2종류가 있으며 그 구성은 <그림-2>와 같다. 이 경우의 스크린의 간격은 荒目 스크린으로서는 50mm 정도, 微細目 스크린으로서는 1~2.5 mm 정도이다.

(2) 沈砂

오수중의 土砂, 돌, 금속 등을 제거하며 처리설비의 기능과 보전을 살리기 위함이다. 일반적으로 침사지라고 불리어지고 있으며 침사지내의 평균流速은 0.15~0.30m/sec, 체류시간 30~60 sec, 유효수심은 30 cm 정도로 하고 있다.

한편, 폭기에 의하여 침사를 시키는 경우에 있어서는 체류시간을 3분 정도로 하고 있다.

沈砂의 양에 대해서는 각종시설조건에 따라서 틀리나 일반적으로서는 流入水量 1,000 m³에 대해서 5~10ℓ 정도를 하나의 표준으로 삼고 있다.

침사지 부분이 너무 크면 유기성부유물질까지도 쌓이기 때문에, 주변을 불결하게 하기 때문에 설계상 고려하지 않으면 안된다.

(3) 破碎

荒目스크린을 통과한 고�형물질을 파쇄하기 위해서 사용되어 진다. 일반적으로는 「Comminuter」라고 불리어지고 있다. 설치상 주의하여야 할 점은 모타에 물이 닿지 않도록 하여야 하며 스크린의 다음의 펌프 고장이나 우천시등에, 스크린주변의 水位가 급히 상승되더라도 파쇄기의 모타가 침수되지 않도록 충분한 높이로 설치되어야 한다.

(4) 침전

침전효과를 노리기 위한 공정으로서 침전분리조, 최초침전조 및 최종침전조가 있다. 앞에서 논한 침사지, 스크리닝, 파쇄기 등의 처리시설은 기능보전을 위한 것이고 침전은 그 후의 공정에 있어서의 부하를 輕減하기 위함이다. 특히, 침전조는 처리시설에 있어서 중요한 역할을 맡고 있다.

일반적으로 침전현상을 설명할 때에는 다음에 표시하는 스톡스의 이론이 적용되는 경우가 많다.

$$v = \frac{g(\rho_s - \rho_l) d^2}{18 \mu}$$

여기에서

v : 침강속도 [cm/sec]

g : 중력가속도 [cm/sec²]

ρ_s : 粒子的 밀도 [g/cm³]

ρ_l : 액체(물)의 밀도 [g/cm³]

μ : 액체의 粘度 [g/cm·sec]

d : 粒子的 직경 [cm²]

즉, 수중의 粒子的 침강속도는 물과 粒子的의 비 중차와 粒子직경의 2乘의 곱합에 비례하고 있으며, 물의 粘性係數에 반비례하고 있다. 따라서 粒子가 작으면 용이하게 침강안되는 것을 알 수 있다. 또 스톡스의 식에 粒徑과 대상침전물질을 정하여 산출해 보면 <표-5>와 같다. 중력 침전을 이용하는 한계는 2~4 시간의 침전시간이 한계이며 최종침전조의 처리수가 0.001 mm 정도이면 기계적인 여과를 할 필요가 있다. 침전조의 형태는 처리장의 규모, 부지 면적, 전면적 배치 등에 의하여 長方形, 正方形 및 円形이 있으며 흐름의 방향에 따라서 구분해보면 수평류(평행류, 방사류)와 수직류가 있다. 주로 평행류는 장방형, 정방형으로 방사류는 원형과 정방형으로, 수직류는 원형과 정방형이 채용되고 있다.

<표-5> 砂, 汚泥類의 자연침강시간

粒子的直徑 (mm)	粒子的種類	1m沈降의所要時間
10.0	砂利	1 秒
1.0	거치큰모래	10 秒
0.1	작은 모래	2 分
0.01	汚泥	2 時間
0.001	細菌	5 日
0.0001	粘土의粒子	2 年

침전시간은 길면 길수록 침강율이 향상되어지나, 침전오니가 혐기성이 되어 부패함으로써 침



전조 상부에 떠오르는 경향이 허다하기 때문에 설계상 고려를 필요로 한다. 일반적으로 3시간을 표준으로 하고 있으나 流量변동을 고려하여 구조기준법 제6항은 6시간으로 되어 있다.

침전조의 기능을 향상시키기 위한 중요한 因子로서는 수면적부하와 越流負荷가 있다.

도시하수처리장에서는 수면적부하를 30 ~ 40 $m^3/m^2 \cdot d$ 로 하고 있으며, 합병처리정화조에서는 15 ~ 20 $m^3/m^2 \cdot d$ 로 하고 있다. 또 越流負荷는 가능한 한 작게 잡아 침전오니의 부상이나 SS의 유출을 방지하고 있다.

즉, 越流積부하는 30 $m^3/m \cdot d$ 로서 제어하고 있는 관계로 특별히 수면적부하를 규정하지 않고 있다.

(5) 농 축

침전조의 여잉오니로서 반출된 오니는 그대로는 수분농도 (약 99%)가 높고, 그 수분농도를

저하시키는 목적으로서 오니농축조에서 농축을 행한다. 수분을 줄여 용적을 줄이는 것은 汚泥의 수집, 운반, 처분에 있어서 중요한 항목이다.

여잉오니로서 반출된 오니는 <그림-3> 과 같이 오니농축조에서 농축된다.

오니의 수분과 농축오니와의 관계는 다음과 같다.

$$Q' = Q \times \frac{100 - P}{100 - P'}$$

여기에서

Q' : 농축후의 오니량 (m^3)

Q : 농축전의 오니량 (m^3)

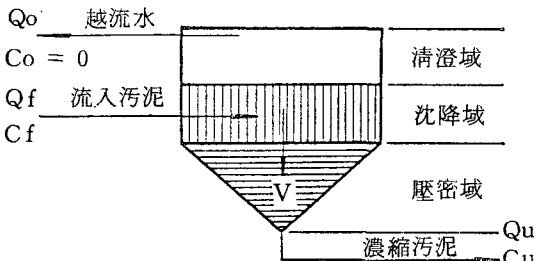
P : 농축후의 오니수분 (%)

P' : 농축전의 오니수분 (%)

이와같이 오니를 농축시켜 탈수시키는 것은 유지관리상 상당히 중요한 사항이다.

(6) 교 반

교반에 의해서 액체와 액체, 액체와 고체의 혼합을 시키면 각각의 정화력이 촉진되어진다. 유량조정조에서의 폭기교반은 고체가 침전되지 않게하며 또, 활성오니법의 폭기교반은 오수정화에 있어서 생물체와의 접촉, 공기중의 산소를 수중에 보급하는 등 그 역할은 대단히 크다.



<그림-3> 오니농축조와 槽内の 오니분리의 상황

< 다음호에 계속 >

건전휴가보내기

- 민폐 끼치지 않기
- 가족과 함께 보내기
- 피서지 행락질서 지키기
- 고향 찾기