

공동주택단지 오수정화시설에 관한 조사 연구

○ 환경학, 한형진, 윤여진, 전석준, 최명수

1. 서 론

인간의 일상생활과 관련되어 발생하는 오수는 각 가정이나 산업체에 설치된 오수정화시설, 정화조 및 하·폐수종말처리시설이나 농공단지 오·폐수처리시설 등에서 처리되고 있다. 그러나, 96년말 현재 하수종말처리시설에서 처리되는 하수량은 전체의 53%이고, 하수관거의 보급률은 63% 정도이다.

그러나, 이러한 생활오수는 최근 인구의 도시 집중화 및 신도시 건설 등으로 아파트 거주인구가 증가하고, 생활수준의 향상으로 생활오수의 발생량 및 성상이 변화하고 있다. 여기에서 환경에 대한 관심의 고조로 방류수 수질기준은 1997년 9월 18일부터 오수·분뇨 및 축산폐수에 관한 법률 시행규칙에 의하여 오수정화시설, 합병정화조의 처리용량에 관계없이 40mg/L에서 20mg/L로 강화되었다.

따라서 공동주택단지내 소규모처리시설에 대한 적정 설계 및 유지관리 등이 요구되고 있다. 그러므로 여기에서는 현재 운영되고 있는 공동주택단지내 오수정화시설의 DO, F/M비, BOD/COD비, VSS/TSS비 등을 살펴봄으로써 운전 상태에 대한 일정 정도의 조사·분석 내용을 살펴보고자 한다.

2. 연구 방법

2.1 조사대상지역

조사대상을 선정함에 있어 오수관에 우수, 지하수 등의 유출입으로 인한 오수량 변화가 없이 발생오수가 전량 차집되는 공동주택단지를 선정하였다.

이러한 기준에 의하여 주택공사의 대전 둔산지구, 수원 우만지구 및 평택 합정지구를 선정하여 실험을 실시하였다. 대전 둔산지구의 처리용량은 1,200톤/일이고 수원 우만지구의 처리용량은 1,100톤/일이며, 평택 합정지구는 900톤/일이다.

2.2 조사방법

현장에서 DO, MLSS 등을 공정의 흐름에 따라 유입지점, 유량조정조, 폭기조, 유출지점에서 실

-
- 환경학(대한주택공사 연구소 환경연구부 연구원)
 - 한형진(대한주택공사 연구소 단지 토목·토질연구부 위촉연구원)
 - 윤여진(정회원, 대한주택공사 연구소 환경연구부 연구원)
 - 전석준(대한주택공사 토목설계처 수질환경과 대리)
 - 최명수(정회원, 대한주택공사 연구소 환경연구부 책임연구원)

측하였고, 수질은 TBOD₅, TCOD, TSS, VSS 등의 항목에 대하여 측정하였다.

각 항목에 대한 시료분석은 수질시험 공정시험법과 Standard Method의 방법에 따라 BOD₅는 azide변법으로, SS 및 VSS는 GF/C 여과지에 시료 100ml를 여과하여 건조기에서 105±5℃로 2시간 건조하거나 550±50℃에서 30분간 가열하여 칭량하였다. COD(Cr법)는 환류냉각법으로 2시간 산화하여 적정후 측정하였다. DO는 DO meter(KASAHARA, DO-2F), MLSS는 MLSS meter(KASAHARA, SS-32Z)를 이용하여 측정하였다. 시료분석은 수질시험 공정시험법과 Standard Method의 방법에 따라 실험하였다.

3. 시험결과 및 고찰

3.1 용존산소농도(DO)

대상지구의 유입지점, 유량조정조, 폭기조 및 유출지점 DO의 변화는 다음과 같다.

표 1 오수정화시설 각 지점 DO의 변화

단위 : mg/L

측정지점	시간	대전		수원	평택	
		97년 3월	97년 5월	97년 6월	97년 5월	97년 6월
침사조	9	5.6	5.4	1.5	1.6	1.4
	14	5.8	6.2	1.4	1.5	1.6
	19	5.5	6.6	1.4	1.4	1.5
유량조정조	9	1.8	1.2	0.1	0.2	0.1
	14	1.6	2.6	0.1	0.1	0.1
	19	2.2	8.4	0.1	0.1	0.1
폭기조	9	0.2	0.2	0.2	0.5	0.3
	14	0.4	0.2	0.2	0.4	0.3
	19	0.2	0.95	0.3	0.4	0.4
유출수	9	2.8	2.05	2.7	0.9	1.2
	14	1.0	5.2	2.8	1.2	1.2
	19	2.5	5.2	2.6	0.9	1.0

대전, 수원 및 평택 지구 오수정화시설 침사조 DO농도에서 나타나는 큰차이는 침사조에서의 폭기유무에 따른 것으로 둔산지구 오수정화시설 침사조에서는 폭기하고 있음을 알수 있다. 또한, 유량조정조 DO농도에서도 큰 차이를 보이고 있는데, 이 역시 둔산지구 오수정화시설 유량조정조에서 폭기함에 따라 나타난 값이다. 침사조, 유량조정조에서 폭기하는 대전지구와 폭기하지 않고 있는 수원, 평택 지구를 비교해볼때 폭기여부가 생물학적 활동이 왕성하게 나타나는 폭기조의 DO농도에 미치는 영향은 거의 없는 것으로 보인다. 따라서, 침사조 및 유량조정조에서의 폭기는 불필요한 것으로 보인다.

또한, 유출수의 평균 BOD가 둔산지구의 경우 97년 3월에 18.33mg/L, 97년 5월에는 19.33mg/L, 수원지구의 경우는 97년 6월에 7mg/L, 평택지구의 경우에는 97년 5월에 14.02mg/L, 97년 6월에는 22.8mg/L로 방류수 수질 기준인 20mg/L를 대개 만족하는 것으로 나타나고 있다. 그리고, 3지구 폭기조의 DO농도는 대개 0.2 - 0.5mg/L 범위로 문헌상에 나타나고 있는 적정 DO 농도인 1 - 2mg/L에 비해 낮으나, 양호한 방류수 수질로 볼 때 활발한 미생물 활동 후의 DO값으로 보여 부족한 DO값은 아닌 것으로 보이며, 폭기조 DO농도와 더불어 OUR 측정값에 의한 폭기조 상태의 파악이 타당할 것으로 보인다.

3.2 유입오수의 BOD/COD비, VSS/TSS비

공동주택단지 아파트 오수의 BOD/COD비를 분석해봄으로써 오수정화시설 유입 오수의 생물학적 분해가능성을 가늠해볼 수 있다. 표 2에서 보듯이 대전 둔산지구의 BOD/COD비는 0.67 - 0.87로 나타나고 있으며, 평택지구의 BOD/COD비는 0.70 - 0.78로 나타나고 있다. 이 측정값은 1994년 환경처에서 실시한 '하수발생량 절감방안 등에 관한 연구'의 BOD(183mg/L)/COD(400mg/L) = 0.46에 비해 대단히 높은 값이라 할 수 있으며, 미국 중서부 가정오수의 전형적인 BOD/COD비인 0.5에 비해서도 상당히 높게 나타나는 값이라 할 수 있다. 또한 1986년 12월 대한환경공회지의 0.66에 비해서도 높은 값이다. 이러한 이유는 본 실험값은 오수정화시설로 유입되는 침사지에서 채취하여 분석한 것이고, 환경부의 자료는 오염발생 출처별로 시료를 채취하여 분석한 탓으로 보인다. 즉, 본 실험오수는 발생원에서 오수정화시설로 유입되는 시간동안 오수 관거에서 유기물이

표 2 대전 둔산지구의 BOD/COD비

단위 : mg/L

시간	97년 3월			97년 5월			97년 6월			97년 8월		
	BOD	COD	BOD/COD	BOD	COD	BOD/COD	BOD	COD	BOD/COD	BOD	COD	BOD/COD
10시	270	346	0.78	214	340	0.63	166	200	0.83	167	195	0.86
14시	168	243	0.69	198	270	0.73	201	250	0.80	176	208	0.85
19시	232	340	0.68	252	380	0.66	155	180	0.86	165	182	0.91
평균	223.3	309.7	0.72	221.3	330	0.67	174	210	0.83	169	195	0.87

표 3 평택지구의 BOD/COD비

단위 : mg/L

시간	97년 5월			97년 6월			97년 8월				
	BOD	COD	BOD/COD	시간	BOD	COD	BOD/COD	시간	BOD	COD	BOD/COD
14시	123	174.6	0.70	10시	198	217.3	0.91	10시	207	245	0.84
17시	135	213.4	0.63	14시	180	264.8	0.68	14시	192	357	0.54
20시	235.2	349.2	0.67	20시	207	267.1	0.77	20시	189	227	0.83
평균	164.4	245.7	0.70	평균	195	249.7	0.78	평균	196	276.3	0.71

분해되는 시간적 여유가 있어서 그러한 실험값을 보이는 것이 아닌가 판단된다.

VSS/TSS비는 표 4에서 보듯이 0.71 - 0.88로 BOD/COD비와 비슷한 경향을 보이고 있다.

표 4 대전 둔산지구의 VSS/TSS비

단위 : mg/L

시간	97년 3월			97년 5월			97년 6월			97년 8월		
	VSS	TSS	VSS/TSS	VSS	TSS	VSS/TSS	VSS	TSS	VSS/TSS	VSS	TSS	VSS/TSS
10시	105	140	0.75	120	140	0.86	124	136	0.91	118	138	0.86
14시	82	124	0.66	140	160	0.88	92	108	0.85	110	126	0.87
19시	95	135	0.70	100	120	0.86	128	148	0.86	116	136	0.85
평균	94	133	0.71	120	140	0.86	114.7	130.7	0.88	115	133	0.86

3.3 F/M비

대전 둔산지구 오수정화시설 폭기조의 MLSS와 F/M비는 표 4와 같다. 표 4에서 보듯이 MLSS값은 2,000 - 3,800mg/L로 그 폭이 크게 나타나고 있으며, 이는 반송량의 차이에 의한 것으로 보인다.

표 5 대전둔산지구 폭기조의 MLSS, F/M비

단위 : mg/L

측정월 측정시간	97년 3월	97년 5월	97년 6월	97년 8월
10시	3500	3800	2800	2000
14시	3300	3000	2900	2300
19시	3300	3700	3000	2100
평균	3366.7	3500	2900	2033.3
BOD 평균	223.3	221.3	174	169
F/M비	0.086	0.082	0.078	0.108

슬러지 반송은 현장관리인의 유입오수량의 변화, 폭기조 혼합액의 색깔, 침전조의 침전정도를 경험을 통해 파악하여 반송량을 조절하는 방식으로 슬러지 반송이 관리인의 감각에 의해 이루어지고 있었다. 현장에서는 MLSS 미터에 의한 MLSS의 측정과 SVI의 측정에 의해 관리가 이루어지고 있었으나, 기기의 고장 등으로 현장관리인의 감각에 의한 관리가 주로 이루어지고 있었다.

포기조의 MLSS농도는 주택공사 오수정화시설 설계기준에서 적시하고 있는 3,000 - 6,000mg/L 보다 낮은 값으로 운영되고 있었고, F/M비는 0.078 - 0.108 사이로 나타나고 있다. 이러한 F/M비(적정 F/M비 범위 : 0.05 - 0.15)는 낮은 MLSS값에 비해 폭기조의 용적이 큰 탓으로 보인다. 단지내 부지의 제약, 공사비의 절감 등의 요소를 고려한다면 폭기조의 용적은 줄이고 반송량은 증가시켜 운영해보는 방안도 고려해볼만하다고 본다.

4. 결론

1. 침사조, 유량조정조에서의 폭기는 폭기하고 있는 대전지구와 폭기하지 않고 있는 수원, 평택 지구를 비교해볼때 폭기여부가 생물학적 활동이 왕성하게 나타나는 폭기조의 DO농도에 미치는 영향은 거의 없는 것으로 보인다. 따라서, 침사조 및 유량조정조에서의 폭기는 불필요한 것으로 보인다.
2. 대전 둔산지구의 BOD/COD비는 0.67 - 0.87로 나타나고 있으며, 평택지구의 BOD/COD비는 0.70 - 0.78로 나타나고 있다. 이 측정값은 1994년 환경처에서 실시한 '하수발생량 절감방안 등에 관한 연구'의 BOD(183mg/L)/COD(400mg/L) = 0.46 및 미국 중서부 가정오수의 전형적인 BOD/COD비인 0.5에 비해서도 상당히 높게 나타나는 값이며, 1986년 12월 대한환경공학회지의 0.66에 비해서도 높은 값이다.
3. 포기조의 MLSS농도는 주택공사 오수정화시설 설계기준에서 적시하고 있는 3,000 - 6,000mg/L 보다 낮은 값으로 운영되고 있었고, F/M비는 0.078 - 0.108 사이로 나타나고 있다.

참 고 문 헌

1. 환경처, "하수발생량 절감 방안 등에 관한 연구", 요약보고서, 1994.7
2. 정계기, 조광명, 김낙주, "가정오수의 오염부하량 원단위에 관한 조사연구", 대한환경공학회지, Vol.8, No.2, 1986
3. 대한주택공사, "아파트 오수량 및 오탁부하량 산정에 관한 연구", 연구보고서, 1996
4. 대한주택공사, "오수정화시설의 유형별 최적운전을 위한 관리방안에 관한 연구", 연구보고서, 1997
5. 동화기술, "수질오염·폐기물 공정시험방법", 1995
6. 대한주택공사, "오수정화시설 설계보고서", 1993
7. 고광백외 6인 역, "폐수처리공학", 동화기술, 1995
8. APHA, AWWA & WPCF, "Standard Method for the Examination of Water and Wastewater", 17th ed.,1989