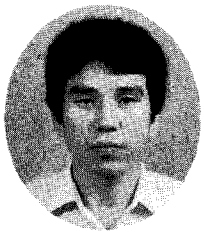
폐수처리시설 운영 및 현황



신 대 승

〈강남화성(주) 환경보전과장〉

본 회사는 제비표 페인트 제조회사인 건설화학과 대일본 잉크화학공업(주)와 합작회사로서 1971년에 설립되어 공업용 접착제인 폐놀수지를 국내 최초로 생산하여 자동차, 도료, 전자산업 발전에 이바지 하였고, 각종 도로 경기장용 우레탄 수지를 생산하므로서 88올림픽 경기를 통하여 국제적으로 품질의 우수성을 인정받은 바 있습니다.

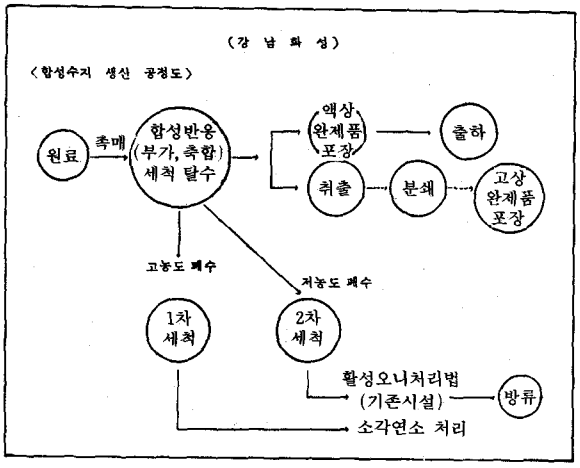
현재 반월공장은 대지가 12,523평, 건평 4,694 평, 종업원 280명으로서 안양에서 '88. 10. 12 이전하여 본사와 공장기능이 일원화 되었고 년간 40,000톤의 생산능력을 갖추고 있습니다.

본사의 공해방지시설투자액은 전체 공장건설 투자금액의 10%을 차지할만큼 공해방지시설 투자에 적극적이며 작업환경 개선에도 심혈을 기울이고 있습니다.

한편, 폐사는,'83년부터 환경관리 전담부서를 설치하였으며, 현재 대기2종, 수질3종 업체로 환경관리에 최선을 다하고 있습니다.

본 폐수처리 현황과 운영요령은 신설된 반월 공장폐수처리장 설치시 많은 설계요인을 제공하였으며, 반월공장이 가동된지 아직 1년도 되지 않아 다른 업체에서 활용하기에는 폐수처리장 운영 현황자료가 부족하여 '82-'88년까지 안양 공장폐수처리 운영현황을 제공합니다.

1. 생산공정도



〈공정설명 요약〉

1) 원료인 페놀과 호르마린(37%)을 촉매와 배합후
2) 합성반응(부가, 축합)시키고
3) 반응이 숙성되면 탈수시키고, 취출하여 분쇄시킨 후 포장(고상 완제품)출하한다.
4) 반응이 종료되면 탈수하고 용제 회석후 포장 (액상 완제품) 출하한다.

2. 폐수처리 효율

구분 \ 오염물질			폐수 (mg/ℓ)				
			PH	BOD	COD	SS	N-핵산	폐놀
처리전농도			6.0-9.0	2500	2300	120	20	350~150
처리효율	저장조	제거율	6.5-8.0	8%	4.3	50	75	6.7%
		농도		2300	2200	60	5	330~140
	포기조	제거율	6.8-7.5			4500		
		농도				6500		
	2차침전지	제거율	6.8-7.5	88.4	91.7	33.3	20	93.2
		농도		90	90	20	1	0.1
	3차침전지	제거율	6.8-7.5	0.4	0.43	12.5		
		농도		80	80	5	1	0.1
총제거율(%)				96.8	96.5	95.8	95	99.9

3. 폐수처리 현황

항목 / 년도	폐수처리량 (㎥/일)	원 수 (ppm)	처리수 (ppm)	폭기조용적부하	COD 제거율(%)	MLSS	전력kw/ kg-COD	전력kw /㎥	DO	F/M비	침전시간	수면적부하	월류부하
1982	186	2444	92	0.60	96.2		1.75	4.42			3	20.7	30
1983	229	2634	75	0.80	97.1		1.75	4.43			2.8	22.3	32
1984	301	2599	51	1.04	98	5097	1.60	3.98	2.3	0.20	2.5	25.0	36
1985	320	2855	47	1.22	98.3	5254	1.12	3.16	1.4	0.22	2.47	25.7	37
1986	356	2892	58	1.38	97.9	6509	1.09	3.05	1.5	1.20	2.3	27.1	39
1987	351	3112	74	1.44	97.6	6155	1.27	3.77	1.5	0.23	2.36	26.9	39
1988	380	3206	64	1.59	98	5914	1.18	3.67	1.7	0.27	2.2	28	40

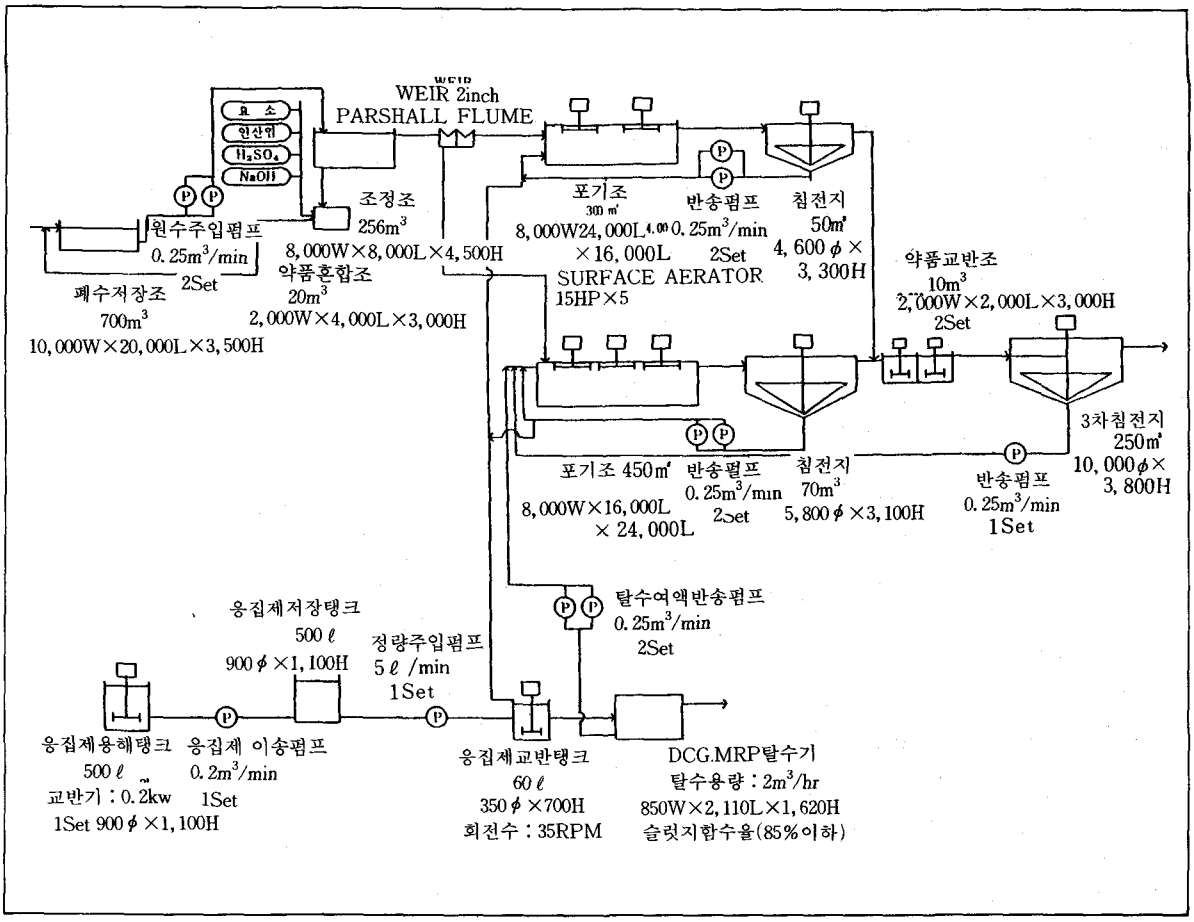
※ 일반적인 침전지 설계시방

$$\text{침전시간} = \frac{\text{침전지용량}(m^3)}{\text{처리수량}(m^3/hr)} = 2-3 \text{ hrs}$$

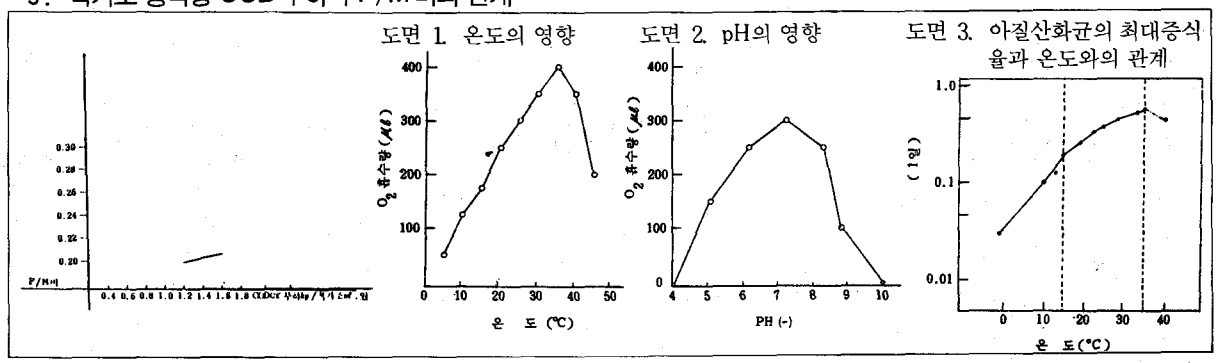
$$\text{수면적부하} = \frac{\text{처리수량}(m^3/\text{일})}{\text{침전지유효면적}(m^2)} = 20-30 m^3/m^2 \cdot \text{일}$$

$$\text{월류부하} = \frac{\text{처리수량}(m^3/\text{일})}{\text{WIRE의 유효길이}(m)} < 100 m^3/m \cdot \text{일}$$

4. 폐수처리 공정도



5. 폭기조 용적당 COD 부하와 F/M 비의 관계



도면 1. 온도의 영향

도면 2. pH의 영향

도면 3. 아질산화균의 최대증식율과 온도와의 관계

* 폐수처리 시설 운영 요령및 현황 *

[배출시설 및 폐수처리 시설운영 요령]

(1) 폐수의 분류처리

고농도 폐수와 난분해성 폐수, 독성폐수를 발생원에서 부터 분류하여 저장하고 밸브와 펌프등에서 처리가 잘되는 일반폐수와 혼입을 방지하도록 한다. 펌프의 고장등으로 트러블이 발생하면 예비펌프를 설치하고 저장탱크를 넘치는 경우가 있을때는 자동감지 FLOAT와 펌프를 연동시켜 현장 작업자의 실수와 부주의에 의한 누출을 사전에 예방한다.

(2) 폐수의 발생량과 농도의 균일화

폐수발생량의 변화가 심할 때는 생산현장에서 폐수를 과다하게 사용하는 원인을 파악하여 배출시설관리지침을 제정하여 생산부서에서 자체 점검 시정토록 유도하고, 과다하게 발생할 경우는 현장을 방문하여 시정케 하거나 협조공문을 발송한다. 폐수 농도가 불균일 할 경우는 가능하면 저장조에서 폐수의 체류시간이 48시간되게 한다. 원폐수의 농도가 과다하게 늘거나 폐수 발생량이 적으면 처리수를 보충하여 활성오니가 일정한 농도와 처리량을 처리하도록 한다.

(3) 온도의 유지관리

생물학적 처리법에서 수온이 10℃상승에 반응속도는 2배 증가한다고 알려져 있고 도면1과 같이 최적온도는 35℃을 중심으로 하고 있으나 활성오니법에서는 25℃부근을 최적온도로 삼고 있다. 그러나 35℃이상과 15℃이하에서는 처리율이 저하되기 때문에 하절기에는 SURFACE AERATOR가 수온을 낮추어 주고 동절기에는 15℃이상을 유지하도록 비닐하우스를 설치해 주었다.

(4) 온도와 MLSS 농도와의 관계

하절기에는 수온이 올라가므로 MLSS을 4500PPM정도 유지하고 N.P를 적게 투입하고 동절기에는 혹한기에 수온이 15℃이상 유지케하며 MLSS 농도는 6500PPM정도 유지한다. 수온이 낮은 대신에 미생물의 활성이 떨어지므로 미생물의 양을 증가시켜 준다. 그대신에 수온이 떨어지므로 공기중의 산소의 용존율은 높아진다.

(5) PH와 온도와의 관계

수온이 15℃부근에서는 PH의 변화가 심하다. 그 원인은 질산화세균의 질산화 작용에 기인한듯하다.

$$NH_4^- + \frac{3}{2}O_2 \xrightarrow{\text{아질산화균}} NO^-_2 + 2H^+ + H_2O$$

$$NO_2^- + \frac{1}{2}O_2 \xrightarrow{\text{질산화균}} NO_3^-$$

질산화세균은 BOD분해균보다 환경변화에 민감하고 도면3과 같이 아질산화균은 15℃이하에서 증식율이 떨어지고, 수온이 떨어지면 질산화가 일어나기 어렵고 PH가 덜 떨어지고 수온이 35℃ 정도 높아지면 질산화가 진행되어 PH가 떨어진다.

보통 PH가 떨어지고 질산화가 진행되면 수질이 나빠지고 유지관리가 어려워 진다. 아질산화균의 증식으로 NO_2-N 1mg/L은 COD_{Mn} 약 0.3mg/L에 해당되어 미생물은 침전지에서 침전이 잘 되지 않는 경우가 생긴다. 따라서 하절기에 BLOWER등을 가동하여 수온을 30℃ 이상 유지하면 수질이 악화되는 경우가 있다.

(6) PH와 산소흡수율(도면2 PH의 영향참조)

활성오니는 PH가 7부근에서 산소호흡율이 좋으므로 가능한 폭기조의 PH는 7.0부근을 유지하게 한다.

(7) 독극물의 유입방지

원수중 페놀의 농도가 350PPM이하면 활성오니에 큰 지장이 없이 분해된다 450PPM이상이면 살균

력이 강해서 미생물에 SHOCK을 줄뿐아니라 회복하는데 2주일 정도가 소요된다. 특히 AMINE종류의 화합물은 조금만 원폐수에 유입되면 미생물이 죽게된다. AMINE화합물중에서 ANILINE MATA XYLENE DIAMINE은 독성이 강하므로 세심한 주의가 요망된다.

(8) 산소의 용존율 감소물질

일반적으로 PH중화를 하는데 황산과 가성소다를 많이 사용하는데 이 화합물인 망초(Na_2SO_4)는 공기중의 산소가 물속에 녹는 것을 방해 한다. 따라서 황산을 쓸 경우 알칼리는 암모니아를 사용하고 가성소다를 중화시킬 경우는 염산을 사용하는 것이 산소의 용존율을 높여 준다.

(9) COD측정방법의 선택

원폐수와 처리수를 COD_{Cr}법으로 측정하여 95%이상 생물학적으로 처리가 된다. COD_{Cr}치와 BOD치는 같다고 보아도 된다. 각회사마다 수질에 차이가 있겠으나 강남화성 폐수의 경우는 COD_{Mn}측정치는 COD_{Cr}의 57±15%나타내고 있었다. 미생물처리에 있어서 COD_{Mn}의 측정치에 측정오차가 많아서는 폐수처리장을 제대로 운전할 수 없다. 따라서, COD 측정치가 크롬법이 망간법보다도 높게 나오더라도 크롬법으로 측정해서 150PPM이하를 유지하면 단속기관에서 시료 채취를 하여 과망간산칼륨법이나 BOD에 오차가 있더라도 COD_{Cr}측정치를 초과치 않기 때문에 안심해도 좋다.

COD_{Cr}제거율과 BOD제거율이 97.3%같다. 그런데 BOD는 COD_{Cr}측정치의 67.6%를 나타낸다면 분명히 생물학적 처리로 원수의 차 $COD_{Cr}-BOD=1105PPM$처리수의 차 $COD_{Cr}-BOD=22.5PPM$을 보면 1105−22.5=1082.5PPM은 생물학적으로 처리되었다고 보면 폐수처리장의 운전관리의 정확성을 위해서는 COD_{Cr}치로 측정해서 관리해야 안전성을 확보할 수 있다고 본다. 만일 COD_{Mn}법으로 측정해서 관리한다면 측정치의 47.6%만을 관리대상으로 삼는다면 PPM 단위로 관리해야 하는 폐수처리장이 나머지 52.4%에 해당하는 오염 물질을 처리하는데는 상당히 어렵다고 보여진다.

원폐수(시료수22)	처리수(시료수25)	비 고
COD_{Cr} 3408	69.3	COD_{Cr} 제거율 97.0%
BOD 2303	46.3	BOD 제거율 97.9%
COD_{Mn}	33	
$BOD=COD_{Cr}\times 67.6\%$	$BOD=COD_{Cr}\times 67.5\%$	
	$COD_{Mn}=COD_{Cr}\times 47.6\%$	

(10) 폭기조용적당 COD부하

일반적인 환경청의 기술감리기준은 폭기조용적당 BOD 부하를 0.6kgBOD/㎥일이 확보토록 하고 있으나 실제로는 폐수의 특징에 따라 다르겠지만 산소 공급능력과 침전지 용량만 충분하다면 포기조 유효용적당 COD_{Cr}1.59kg/m^3. 일까지도 처리가 가능했다.

(11) 침전지의 설계조건

폐수처리 현황에서 나타난 바와 같이 일반적으로 채택되는 침전시간은 2~3hrs 수면적부하는 20~30㎥/㎡.일 월류부하 100m^3/m.일로 정하고 있으나 이는 처리수량의 기준이고 실제로는 반송오니가 포기조로 반송되기 때문에 처리수량과 반송되는 유량을 포함해서 설계를 하면 처리수량만을 계산하여 침전지를 설계할 때보다도 침전지에 여유가 생기고 MLSS를 높일 수 있음.

(12) 폭기조용적당 부하와 F/M비

폭기조의 용적당부하를 높이려면 상대적으로 미생물의 농도를 증가시키고 산소의 공급이 늘어나야 하지만 상대적으로 슬럿지 일령이 길어져 침전이 잘 안될 우려가 있으므로 F/M비를 0.2에서 0.35까지 높게하여 슬럿지일령을 짧게하여 주면 침전지에서 침전이 잘된다.

(13) 오니의 BULKING대책

원 인	대 책
1. 과부하	1. 공기량증가 2. 폭기조용량 증설
2. 수온이 32℃ 이상	1. BLOWER을 SURFACE AERATOR, SUBMERSIBLE AERATOR로 교체가동 2. MLSS농도저하(탈수량 증가) 3. SPRAY PUMP 가동(수온저하)
3. 점성임의성미생물의 번식(특징) 용존산소가 낮아도 생존하고 용존산소증가시키면 COD 제거율은 70~80%까지 높으나 침전이 되지 않아 처리수 약화 색깔 : 회색(발생원인) 분해가 쉽고 N.P가 풍 부한 원수저장조에 활성오니없이 폭기시킬 경우	1. 공기주입중단 2. 응집침전 탈수 3. 폐수저장조 살균(ClO_2)
4. 과폭기 SV는 낮으나 상등액이 현탁되어있고 Philodina 등이 유영할 때	1. 공기 주입량 감소 2. 폐수 주입량 증가 3. 오니 탈수량 감소