

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.⁶
C02F 1/52

(11) 공개번호 특1998-083279
(43) 공개일자 1998년12월05일

(21) 출원번호	특1997-018526
(22) 출원일자	1997년05월13일
(71) 출원인	주식회사 진로 문상목 서울특별시 서초구 서초동 1448-3한국과학기술연구원 박원훈
(72) 발명자	장문석 서울특별시 성북구 하월곡동 39-1 최효수 서울특별시 송파구 송파동 138-10 203호 한명남 서울특별시 동대문구 용두동 689-59 박동기 서울특별시 서초구 서초3동 1451-27 서민주택 302호 이두진 서울특별시 동작구 사당1동 1014-9번지 102호 김재진 서울특별시 강남구 압구정동 528 한양아파트 72-902
(74) 대리인	오규환, 이남경

심사청구 : 있음

(54) 침지형 정밀여과막-활성슬러지 공정을 이용한 고농도 유기폐수 및 영양물질 처리방법

요약

본 발명은 유입폐수를 스크린(screen)에 통과시키고, 스크린 처리수를 폭기조에 배플(baffle)을 설치하여 형성된 무산소조에 유입시켜 탈질화 반응을 위한 탄소원으로 사용될 수 있도록 하고, 무산소조 처리수를 기공크기가 0.05 내지 0.2 μ m인 정밀여과막(microfiltration)으로 이루어진 여과막 모듈이 침지된 폭기조의 하단부로 유입시킨 다음 막세정공기를 투입하면서 폭기시킨 후, 폭기조에서 처리된 일부 처리수는 저압 흡입펌프를 이용하여 배출시키고 유입유량의 2배의 혼합용액(mixed liquor)은 다시 폭기조로부터 무산소조로 반송시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 고농도의 유기폐수를 처리하는 방법에 관한 것이다. 본 발명의 폐수 처리방법에 의하면 폭기조내의 미생물을 고농도로 유지할 수 있어 유기물 및 일부 난분해성 물질까지 처리할 수 있음은 물론 폭기조내의 간단한 구조변경을 통하여 영양물질(N, P)까지 처리할 수 있고 폭기조에 공급되는 공기에 의해 막의 막힘현상(fouling)을 방지할 수 있기 때문에 경제적이면서 효율적인 폐수처리가 가능하다.

대표도

도1

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명에 따른 고농도 유기폐수의 처리공정을 도식적으로 나타낸 것이다.

도 2는 본 발명에 사용된 여과막 모듈(module)의 단면도이다.

도 3은 본 발명 방법에 따라 폐수처리시 운전시간에 따른 MLSS(mixed liquor suspended solids)와 COD_{cr}, 총 질소(T-N) 및 총 인(T-P)의 농도변화를 나타낸 그래프이다.

도 4는 본 발명의 방법에 따라 폐수처리시 MLSS 농도에 따른 운전압력의 변화를 나타낸 그래프이다.

<도면의 주요부분에 대한 부호의 설명>

11: 원수	12: 스크린(screen)
13: 공급펌프	14: 무산소조
15: 레벨스위치	16: 폭기조
17: 송풍기	18: 반송펌프
19: 압력계	20: 정(定) 유량계
21: 흡인펌프(suction pump)	22: 투과수
23: 혼합기	24: 여과막 모듈
25: 배플(baffle)	

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 고농도 유기물 및 영양물질(N, P)을 포함하는 폐수의 효율적이고 경제적인 처리방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 기존 활성슬러지 공정에서의 폭기조에 배플(baffle)을 설치하여 폭기조의 한쪽에는 무산소조를 형성시키고, 다른 한쪽에는 여과막 모듈(module)이 침지된 폭기조를 형성시킴으로써, 기존의 침전조 대신 여과막을 이용하여 고/액분리(solid/liquid separation)를 실시하는 물리학적 처리방법을 활성슬러지 공정에 조합시킨 고농도 유기폐수의 처리방법에 관한 것이다.

활성슬러지 공정에 분리막을 조합시킨 고농도의 유기성 폐수처리 공정은 여러 가지 잇점을 가지고 있어 중수도, 분뇨 등의 처리에 일부 이용되고 있지만, 이들 기술들은 대부분 관형(tubular type) 또는 중공사막(hollow fiber)형의 한외여과막(ultrafiltration)을 사용한 교차흐름 형태(cross flow type)를 기본으로 하는 공정으로써, 여과막 이외에 순환여과를 위한 투과수량의 5 내지 10 배 이상의 순환펌프 및 배관 등이 추가로 더 필요하고, 정기적인 막세정 또한 필요하므로 인건비 및 약품비가 많이 소요될 뿐만 아니라, 높은 운전압력을 유지하기 위한 전기료 등 운전비용이 많이 소요된다는 문제점이 있다.

이에 본 발명자들은 상기 문제점들을 해결하고 보다 효율적이고 경제적인 고농도의 유기폐수를 처리하기 위한 방법을 개발하기 위해 연구를 계속 진행한 결과, 최소 입자크기가 0.2 μ m 정도인 활성슬러지의 고/액분리에는 기공크기가 0.05 내지 0.2 μ m인 정밀여과막(microfiltration)이 가장 적합하다는 사실을 발견하고, 기존 활성슬러지 공정에서의 폭기조에 배플(baffle)을 설치하여 한쪽을 무산소조로 만들고, 다른 한쪽에는 정밀여과막으로 이루어진 여과막 모듈을 침지시킨 폭기조를 형성시켜 OUT-IN 방식의 잔량여과방식(dead-end type)으로 저압(0.2kg/cm²: 150mmHg) 흡인시킴으로써 막의 막힘현상(fouling)을 최소화하고, 운전 및 유지관리 장치를 소규모화할 수 있고, 에너지 비용을 절감할 수 있는 본 발명을 완성하게 되었다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명의 목적은 고농도 유기물 및 영양물질(N, P)을 포함하는 폐수의 효율적이고 경제적인 처리방법을 제공하는 것이다.

발명의 구성 및 작용

상기 목적에 따라, 본 발명에서는 유입폐수를 스크린(screen)에 통과시키고, 스크린 처리수를 폭기조에 배플(baffle)을 설치하여 형성된 무산소조에 유입시켜 탈질화 반응을 위한 탄소원으로 사용될 수 있도록 하고, 무산소조 처리수를 기공크기가 0.05 내지 0.2 μ m인 정밀여과막(microfiltration)으로 이루어진 여과막 모듈이 침지된 폭기조의 하단부로 유입시킨 다음 막세정공기를 투입하면서 폭기시킨 후, 폭기조에서 처리된 일부 처리수는 저압 흡입펌프를 이용하여 배출시키고 유입유량의 2배의 혼합용액(mixed liquor)은 다시 폭기조로부터 무산소조로 반송시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 고농도 유기폐수의 처리방법을 제공한다.

이하, 본 발명을 좀더 상세하게 설명한다.

본 발명의 폐수 처리방법에서는 폭기조의 MLSS(mixed liquor suspended solids) 농도를 10,000mg/l 내지 20,000mg/l 까지 유지할 수 있으므로 고농도 유기물 처리는 물론 일부 난분해성 물질까지 처리할 수 있고 유입수의 수질변동에도 불구하고 처리수의 수질을 일정하게 유지할 수 있다. 생물학적 폐수처리에서 MLSS로 표현되는 미생물의 농도가 높을수록 유기물 처리효율은 높고 유입수의 수질변동 등과 같은 충격부하에도 강하다.

본 발명의 폐수 처리방법은 고농도 유기물 및 영양물질을 포함하는 폐수를 처리하는데 있어서 매우 효율적인 방법으로, 특히 기존의 폭기조내에 배플(baffle)을 설치하여 혐기조건의 무산소조와 호기조건의 폭기조를 형성시킴으로써 미생물(니트로조모나스(*Nitrosomonas*), 니트로박터(*Nitrobacter*) 및 슈도모나스(*Pseudomonas*)) 등을 이용하여 질소 성분의 보다 효율적인 제거를 함과 동시에 마찬가지로 혐기조건의 무산소조와 호기조건의 폭기조를 이용하여 미생물의 인성분 과잉섭취(luxury uptake) 방법을 이용하여 보다 효율적으로 인성분을 제거할 수 있다는 특징이 있다.

도 1은 본 발명에 따른 고농도 유기폐수의 처리공정을 도식적으로 나타낸 것으로, 이를 참고로 본 발명을 좀더 구체적으로 설명하면 다음과 같다. 즉, 고농도 유기물 및 영양물질을 포함하는 폐수를 스크린(screen)(12)에 통과시킴으로써 1차적으로 폐수를 처리한 다음, 본 발명의 다음 단계인 무산소조(14)에

유입시켜 탈질화 반응을 위한 탄소원으로 사용될 수 있도록 한다.

한편, 수중에 함유된 질소(N) 성분의 생물학적 제거방법은, 호기성 조건에서는 니트로조모나스(*Nitrosomonas*)와 니트로박터(*Nitrobacter*)에 의해 암모늄이온(NH_4^+)은 질산이온(NO_3^-)으로 변환시키는 질산화 공정과 무산소상태에서 슈도모나스(*Pseudomonas*)에 의해 질산이온(NO_3^-)을 질소(N_2)로 변환시키는 탈질화 공정으로 구성되어 있다. 일반적으로 효과적인 질소제거를 위해서는 탈질화공정 이전에 질산화($\text{NH}_4^+ \rightarrow \text{NO}_3^-$)가 충분히 일어나야 하고 질산(NO_3^-) 성분의 유출(overflow)을 방지하기 위해서는 많은 양의 MLSS(mixed liquor suspended solids)를 재순환시켜야 하는데, 실제로 유입 유량의 4배 이상의 양을 재순환시켜야 하기 때문에 많은 동력비가 소요된다. 따라서 본 발명에서는 기존의 폭기조에 배플(baffle)(25)을 설치하여 인위적으로 무산소조(14)를 형성시키고 폭기조의 하단부로 무산소조(14)의 ML(mixed liquor)가 자연 유입되게 하고 폭기공기를 상부로 폭기하여 유입 유량의 2배에 해당하는 ML만이 무산소조로 반송되게 함으로써 질소(N) 성분을 효과적이면서도 경제적으로 처리할 수 있다.

또한, 수중에서 인을 제거하는 방법은, 활성슬러지의 미생물이 혐기성 조건에서 인을 방출시키고, 이어서 호기성 조건에서 과잉섭취(luxury uptake)하게 하여 잉여 슬러지의 형태로 폐기하는 생물학적 처리방법과 혐기성 조건하에서 인을 화학적으로 응집침전시켜 제거하는 처리방법이 있다. 본 발명에서는 배플의 설치에 의해 형성된 무산소조(14)와 폭기조(16)의 혐기-호기 조건을 이용하여 미생물이 인을 과잉섭취하게 한 다음 간헐적으로 슬러지를 폐기하여 1차적으로 인을 제거하는 동시에 폭기조에 응집제, 예를 들면 알루미늄(alum)계 응집제를 인:알루미늄계 응집제의 비율이 1:1이 되도록 첨가하여 잔류 인성분을 화학적으로 침전제거함으로써 보다 효율적으로 인(P) 성분을 처리할 수 있다.

또한 활성슬러지 공정과 막분리를 조합한 기존의 폐수처리 공정에서는 막의 오염에 기인한 투과수의 감소 현상이 빨리 나타나기 때문에 일정한 투과율과 처리수질을 유지하기 위해 세정작업이 추가로 필요하므로 비경제적인데 비해, 본 발명은 0.05 내지 0.2 μm , 특히 바람직하게는 0.1 μm 의 기공크기를 갖는 정밀여과막으로 이루어진 유동식 여과막 모듈(24)을 폭기조에 침지하여 정밀여과막이 항상 움직이는 상태에서 저압, 바람직하게는 150mmHg 이하의 저압 흡인여과시키고 동시에 송풍기(17)를 이용하여 막세정공기를 11 내지 14 $\ell/\text{m}^2 \cdot \text{분}$ 으로 투입함으로써 막오염 현상을 대폭 줄일 수 있는 경제적인 방법이다. 본 발명의 폭기조에 침지한 여과막 모듈을 이루는 정밀여과막은 중공사막 형태인 것이 더욱 바람직하며, 또한 이의 재질은 친수성 폴리에틸렌으로 하여 활성 슬러지 등과 같은 고분자 물질이 막표면에 부착되는 것을 현저하게 줄일 수 있다.

이하, 본 발명을 하기 실시예에 의거하여 좀더 상세하게 설명하고자 한다. 단, 하기 실시예는 본 발명을 예시하기 위한 것일 뿐, 본 발명의 범위가 이들만으로 제한되는 것은 아니다.

실시예

경기도 이천군에 위치한 2000 $\text{m}^3/\text{일}$ 규모의 당사의 폐수처리장에서 도 1에 도시한 바와 같은 본 발명의 공정을 이용한 고농도 유기물 및 영양물질(N, P)을 함유하는 폐수를 1 $\text{m}^3/\text{일}$ 의 규모로 처리하였다.

먼저, 본 발명의 공정에 따라 원수(raw water)를 스크린(12)에 통과시켜 1차 처리하고, 이를 무산소조(14)로 유입시켜 혼합기(23)에 의해 유량을 조정하는 동시에 탈질화 반응을 위한 탄소원으로 사용될 수 있도록 하고, 0.1 μm 의 중공사막으로 이루어진 여과막 모듈(module)(24)이 침지된 폭기조(16)의 하단부로 유입한 다음 45 $\ell/\text{분}$ 의 폭기량으로 폭기시켰다. 이 때 송풍기(17)를 이용하여 13 $\ell/\text{m}^2 \cdot \text{분}$ 으로 막세정공기를 폭기조에 공급함으로써 MLSS(mixed liquor suspended solids)에 의한 막오염을 방지하였다. 한편, 폭기조를 거친 유입유량의 2배에 해당하는 ML(mixed liquor)는 폭기조(16)로부터 무산소조(14)로 다시 반송하여 질산이온(NO_3^-)을 질소(N_2)로 탈기함으로써 질소를 제거함과 동시에 무산소조(14) 및 폭기조(16)의 혐기-호기 조건을 이용하여 미생물이 인을 과잉섭취(luxury uptake)하도록 하여 인 성분을 슬러지 형태로 1차 폐기시키고, 잔여 인 성분은 폭기조(16)에 알루미늄(alum)계 응집제를 1:1(alum:P)의 비율로 첨가하여 침전제거시켰다. 폭기조로부터 처리된 처리수는 저압(0.2 kg/cm^2 , 150mmHg 이하)하에서 투과선속도를 0.01m/h로 유지하면서 흡입펌프에 배출하였다. 하기 표 1에는 본 폐수처리의 운전조건을 나타내었다.

[표 1]

폭기량	45 $\ell/\text{분}$
막세정시간	2분
막세정빈도	1회/10분
막세정공기량	13 $\ell/\text{m}^2 \cdot \text{분}$
막투과속도	0.01m/시간
HRT	24시간
반송유량	유입수의 2배

또한 기존의 활성슬러지 공정에 의해 폐수를 처리하고 본 발명의 방법에 따라 처리된 처리수의 수질과 비교하여 하기 표 2에 나타내었다.

[표 2]

구분	기존 표준 활성슬러지공정			본 발명의 공정		
	처리전	처리후	평균효율(%)	처리전	처리후	평균효율(%)
COD _{Cr} (mg/ℓ)	1,500	48	86.5	1,500	27	98.2

BOD(mg/ℓ)	700	10	98.5	700	5	99.2
T-N(mg/ℓ)	50	15	70	50	7.5	85
T-P(mg/ℓ)	13	2	84.6	13	1.2	90.8
SS(mg/ℓ)	150	18	88	150	4	97.3

도 2는 본 발명에 사용된 여과막 모듈(module)의 단면도이다.

도 3은 본 발명 방법에 따라 폐수처리시 운전시간에 따른 MLSS(mixed liquor suspended solids)와 COD_{cr} , 총 질소(T-N) 및 총 인(T-P)의 농도변화를 나타낸 그래프로서, 여기에서 보듯이 모든 항목에서 우수한 처리효율을 나타냄을 알 수 있다.

도 4는 본 발명의 방법에 따라 폐수처리시 MLSS 농도에 따른 운전압력의 변화를 나타낸 그래프로서, 여기에서 보듯이 MLSS 농도가 상승함에도 불구하고 저압상태에서 막의 막힘현상(fouling)이 나타나지 않고 본 폐수처리 공정을 원활하게 수행할 수 있었다.

발명의 효과

이상에서와 같이, 본 발명에 방법을 이용하면 폭기조내의 미생물을 고농도로 유지할 수 있어 유기물 및 일부 난분해성 물질까지 처리할 수 있음은 물론 폭기조내의 간단한 구조변경을 통하여 영양물질(N, P)까지 처리할 수 있고 폭기조에 공급되는 공기에 의해 막의 막힘현상(fouling)을 방지할 수 있기 때문에 경제적이면서도 효율적인 폐수처리가 가능하다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

유입폐수를 스크린(screen)에 통과시키고, 스크린 처리수를 폭기조에 배플(baffle)을 설치하여 형성된 무산소조에 유입시켜 탈질화 반응을 위한 탄소원으로 사용될 수 있도록 하고, 무산소조 처리수를 기공크기가 0.05 내지 0.2 μ m인 정밀여과막(microfiltration)으로 이루어진 여과막 모듈이 침지된 폭기조의 하단부로 유입시킨 다음 막세정공기를 투입하면서 폭기시킨 후, 폭기조에서 처리된 일부 처리수는 저압 흡입펌프를 이용하여 배출시키고 유입유량의 2배의 혼합용액(mixed liquor)은 다시 폭기조로부터 무산소조로 반송시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 고농도 유기폐수의 처리방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 폭기조에 알루미늄(alum)계 응집제를 인(P) : 알루미늄계 응집제의 비율을 1:1로하여 첨가하는 것을 추가로 포함하는 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 폭기조에 투입되는 막세정공기가 11 내지 14 ℓ / m² · 분인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 정밀여과막이 기공크기가 0.1 μ m인 중공사막 형인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 정밀여과막의 재질이 친수성 폴리에틸렌임을 특징으로 하는 방법.

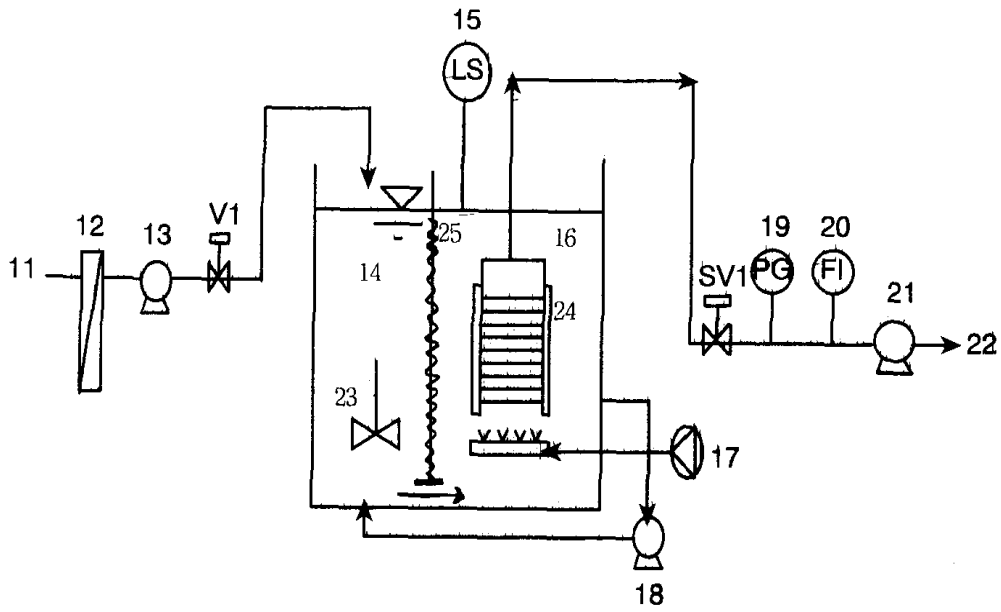
청구항 6

제 1 항에 있어서,

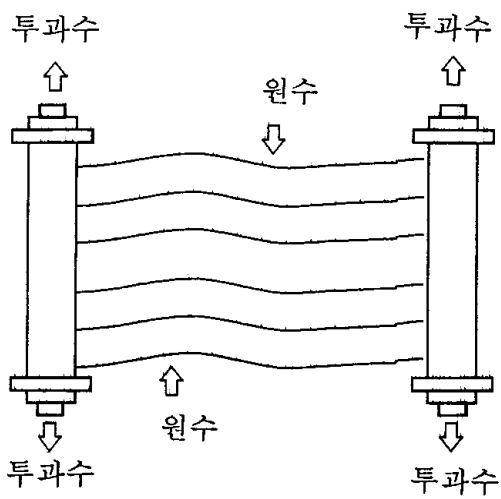
상기 저압이 150mmHg 이하인 것을 특징으로 하는 방법.

도면

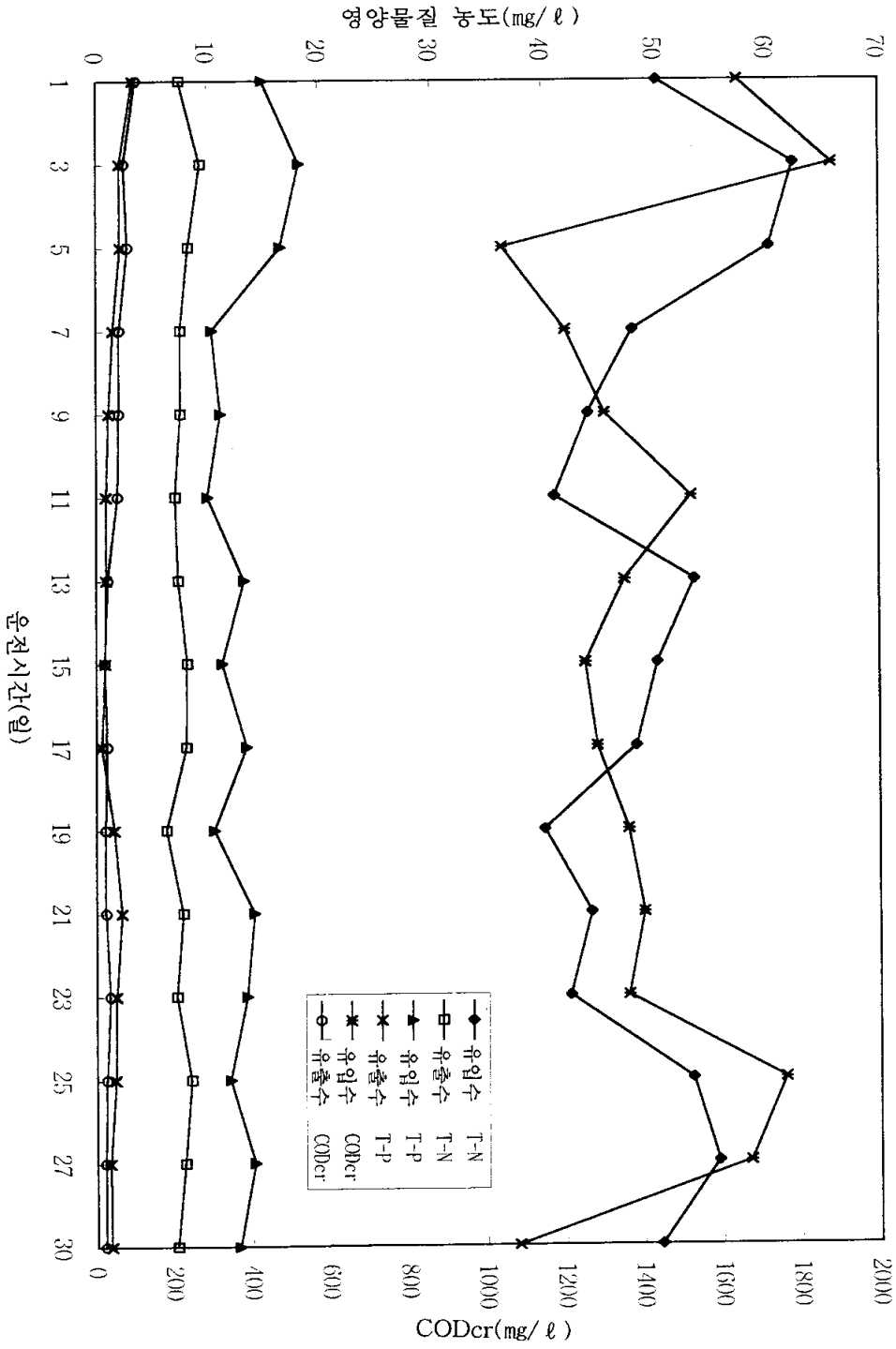
도면1



도면2



도면3



도면4

