



김명호
(주)수산이엔씨 대표

폐수처리 부상공법

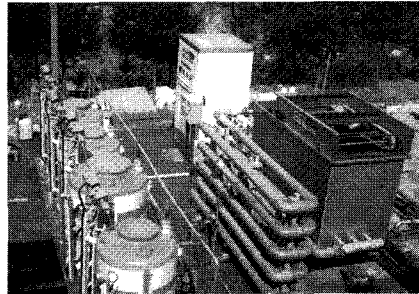
Microbble (발명특허 제 163659호)

이온화된 이중막 초미세기포를 이용한
이온 흡착포집 부상공법의 신기술

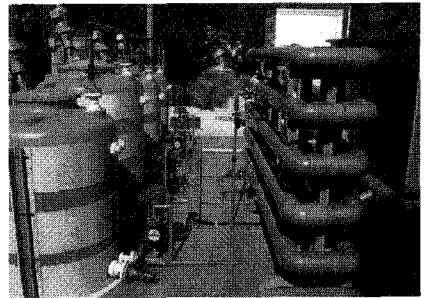
1. MICROBBLE 의 기본 개요 및 구성

● MICROBBLE은 (주)수산이엔씨가 16년간 축적된 부상공학기술과 미국 캘리포니아 주립대학교 DAN McLEAN 박사의 이중막 초미세기포 이론을 응용하여 폐수내 Suspended Solid 및 Colloid, Heavymetal등의 오염물질을 이온화된 초 미세 기포를 분사 주입하여 폐수속의 처리고형물을 순간적으로 이온 흡착시켜 미세기포와 폐수의 부력차에 의해 물표면으로 부상 농축시켜 고농도 유입원수의 초기 부하량을 극저감 시키는 최첨단 고액 분리 폐수처리 장치입니다.

● MICROBBLE 의 기본 구성은 약품을 이용 반응시키는 응집설비와 이온화된 초미세 기포를 생성시키는 생성장치, 응집 Floc과 처리수를 분리시키는 부상조로 크게 세가지 설비로 구성되어 있습니다.

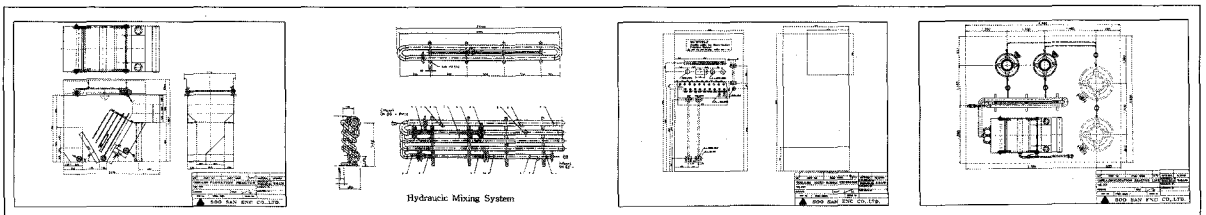


MICROBBLE 설치전경



약품tank 및 응집 system

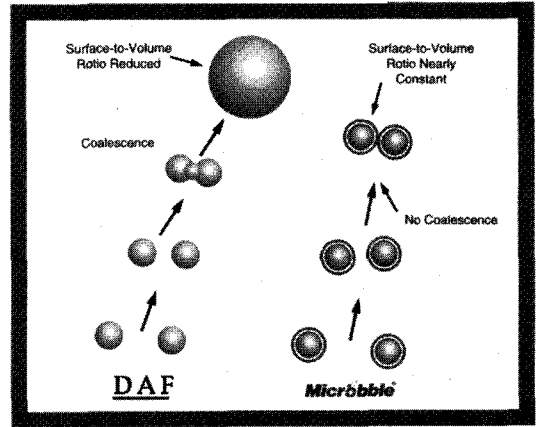
(설계도면)



2. MICROBBLE 의 이온화된 이중막 조미세 기포 생성 원리

● MICROBBLE의 이온화된 이중구조의 Bubble 생성 원리는 계면활성제 단분자가 갖는 계면 흡착현상을 응용한 것으로서 단분자의 소수·친수기 특성에서 기인되며 액·기상간 분자 배향되는 이온성 단분자 피막 생성의 계면화학원리를 응용한 것입니다.

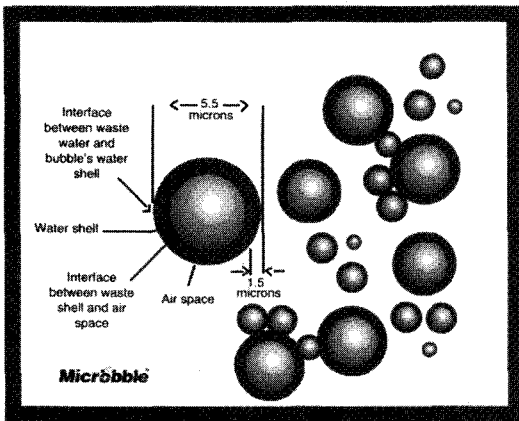
● MICROBBLE 의 이온화된 이중구조의 Bubble 형성은 계면활성제를 임계 미셀 농도 이하 상태에서 유체 역학적 펌핑 순환을 유도하는 제네레이터에 의해 발생되며 이러한 역학적 펌핑 순환은 특수 챔버 내에서 임의적으로 액·기상의 2개의 상을 부여하므로써 단분자의 규칙적분자 배향 집단의 5 ~ 10 μm 범위의 버시클을 형성함과 동시에 전기적 성질을 내포한 2분자 막구조의 조미세 기포를 형성 합니다.



(일반 단일구조 BUBBLE 및 이온화된 이중막 구조의 BUBBLE)

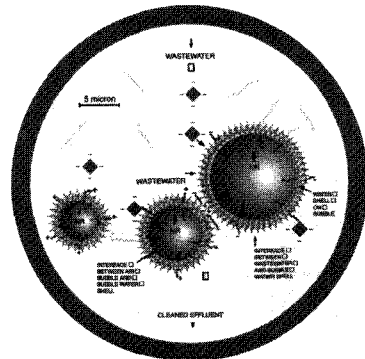
3 MICROBBLE 의 이온화된 이중막 조미세 기포의 성상

CONTENTS	MICROBBLE®
Average Bubble Size (기포의 크기)	5~50 μm
Number of Bubble (기포의 수량)	60 억/ℓ
Bubble Surface Area (기포의 표면적)	1,200,000 cm ²
Recycle Ratio (순환율)	2.5~5 %
Available Flotation Process (공기 체적의 범위)	40~65 % (vol)
Operating Aeration Pressure (기포 생성 압력)	1~1.5 kg/cm ²
Compressed Air Required (공기 압력 장치)	None (m/MD)
Typical Power Costs (대표적 동력비)	2 won/m ³
Bubble Size Control Range (기포 크기 조정 범위)	2~80 μm
Bubble Surface Chemistry (기포 표면의 화학적 제어)	Unlimited

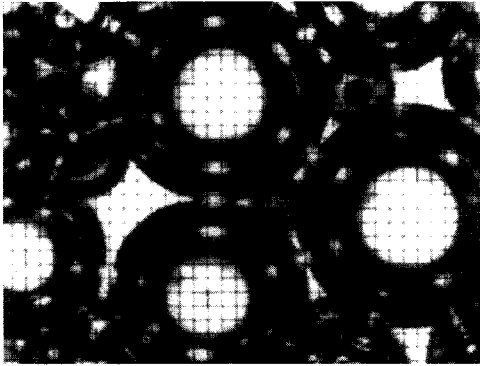


(계면활성제 분자구조)

● 생성된 MICROBBLE의 이온성 이중막 Bubble은 쉽게 합류 되지않고 처리후 미세제거된 미세 물질의 흡착 부상 제거를 증가 시켜 처리수의 수질을 최대한 개선시킬 수 있습니다.



(Microbbble 형태)

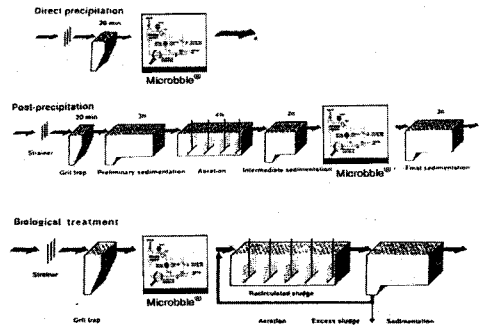


(Microbble x 4000배 확대)

4. MICROBBLE 의 주요 특징

- 이온화된 이중막의 Bubble은 응집 Floc 및 Suspended Solids등과 강하게 전기적으로 흡착하여 부력에 의해 부상되므로 잔류되는 고형물이 거의 없고 처리 효율이 뛰어납니다.
- 폐수 성상에 알맞은 이온성을 부여하여 처리효율을 극대화 시킬수 있으며 처리 속도 및 효율 증가로 인하여 설치되는 Reactor Volum 이 최소화 되어 부지면적 절감 및 운전 비용을 최소화 시킬 수 있습니다.
- 별도의 Bubble 생성장치에 의해 운전되므로 유지 관리가 쉽고 기존 시설을 조합하여 그대로 사용하거나 변형 사용이 용의합니다.
- 부하량이 늘어난 기존 System 에 개별적으로 합류 설치가 가능하여 공정개선시 설치가 용의하고 전체 System상 복합적 효율상승을 얻을 수있어 중장기적으로 운영비용을 절감 시킬 수 있습니다.

5. MICROBBLE 의 합류 설치 공정도



6. MICROBBLE 의 성능 비교

공법 구분	MICROBBLE (Micro-Bubble Flotation System)	DAF (Dissolved Air Flotation)	Sedimentation
고형물 분리 효율	농도 (비중/밀도/점도) 가 높은 부유고형물-응집 floc-등을 Bubble 표면에 이온간 흡착시켜 부력에 의해 부상하므로 분리 효율이 월등하다.	고농도 폐수의 경우 고가압에도 일정한 계 이상의 Bubble이 생성되기 힘들어 처리효율이 저감된다.	고형물 분리시간이 장시간 필요하므로 필요 이상의 부지면적이 소모되고 폐수 유입시 난류의 영향을 많이 받아 효율이 떨어진다.
유지 관리비	단시간내 고액분리가 가능하기 때문에 적은 부지면적이 소모되고 많은 부하량 감소로 인해 전공정상의 관리비가 저감 된다.	많은 양의 반응수가 필요하여 불필요한 부상조의 부피가 소모되고 고농도 폐수의 경우 용존을 저감현상에 따라 많은 동력비와 유지비가 필요로 된다.	많은 부지면적 소모로 설치 경비가 과다 소모되고 유지관리 비용이 많이 든다.
적용 대상	·약품응집이 가능한 전폐수 ·부유고형물이 다량 포함된 폐수 ·미세하여 침전이 불가능한 폐수 ·고농도 고점도 고밀도 폐수로 부상분리가 어려운 폐수	·저농도 폐수로 공기 용존율이 일정량이상이 되는 폐수	·장시간 침전이 가능한 폐수

7. MICROBBLE 의 기술 핵심내용

1) Bubble Gnerater

- 5 ~ 50 μm Dubble Film Micro - Bubble 생성 기술
- 계면활성제 분자의 단분자막 배향구조 부여기술 (Micro - Bubble 형태)

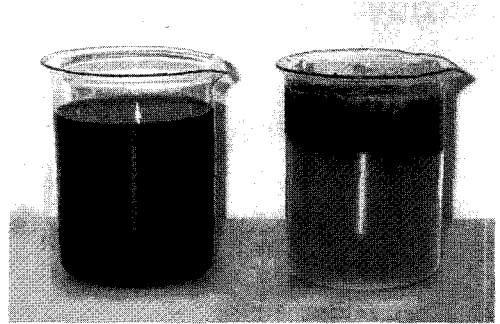
- Micro - Bubble 액/기상 분리 및 size 임의조절 기술
- Micro - Bubble 생성장치내 전 system main control 기술
- Bubble 생성시 저압 운전 기술

2) 응집 혼화 장치

- 수압 조절에 의한 강제 응집 / 응결 기술
- 최소 부지면적을 이용한 응집교반 System 설계기술
- 수압 조절용 변형 오리피스 제조 기술
- 폐수 성상과 유량에 따른 최적 응집 상태 유도 기술

3) 부상분리장치

- 수면적 부하량 최적 증가 설계기술
- 이온성 Bubble과 응집 Floc 부상 최적 여건 설계 기술
- 최소 부피 산출에 따른 부지면적 저감 설계 시공 기술

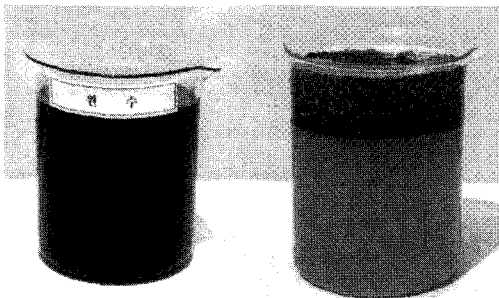


침출수 ⇒ 즉시 부상(30초)

8. MICROBBLE 의 적용 대상

- | | |
|---------------|---------------|
| 1) 축산, 분뇨 폐수 | 2) 식품제조 공정 폐수 |
| 3) 도시 하수 처리장 | 4) 염색 및 염료 폐수 |
| 5) 생선 가공 폐수 | 6) 섬유 및 피혁 폐수 |
| 7) 광산 및 도금 폐수 | 8) 석유 화학 폐수 |
| 9) 제기 및 펄프 폐수 | 10) 기타 각종 폐수 |

9. MICROBBLE 의 폐수처리 실험 결과



축산폐수 ⇒ 즉시 부상(30초)

폐수종류		유입수농도 (mg / ℓ)	유출수농도 (mg / ℓ)	제거율
도시폐수	활성슬러지	6,000	10	99%이상
	혼합용액	2,000	1.25	99%이상
축산폐수 SS		26,649	519	98.1%
COD		54,860	12,350	77.5%
BOD		22,255	6,450	71.1%
생선폐수	SS	10,000	20	99%이상
	COD	24,000	3,000	87%
염색폐수의 염료		300	5	98%
디젤유 침출수		1,900	5	99%이상
세탁폐기물의 COD		5,500	900	84%
제지폐수의 글로코스		2,500	10	99%이상
천기도금 폐수	Cu	100	0	100%
	Zn	200	1	99%이상
	Ni	200	1	99%이상
	Pb	110	1	99%이상
	CN	150	1	99%이상

문의전화 및 기술상담 : (02)422-7575

침지식 분리막을 이용한 하수처리기술(HANT)

최송휴 / 대한통운(주) 환경사업팀장/entech@korex.co.kr
장정희 / 현대건설 기술연구소 환경기술부 공학박사

1. 분리막(중공사막)이란?

일반적으로 정밀여과막은 내압용기속에 정밀 여과막을 설치해서 막 모듈을 구성하고 가압압력원을 사용한다.

그러나 활성오니와 같이 SS성분이 많은 것을 가압용기 내에서 가압여과를 하면 퇴적물에 의한 막간폐색이 일어나 여과를 안정되게 장시간 실시할 수 없다. 중공사막은 내압용기가 필요하지 않고 직접 폭기조에 침적시켜 흡인 펌프로 여액을 흡인 하므로써 전량 여과가 가능하고 운전 에 필요한 전력비도 매우 적게 든다

가. 막소재

본 중공사막은 열연신법으로 폴리에틸렌 중공사막 표면을 친수성이 되도록 코팅을 하여 오탁이 심한 수질에 대해서도 막면에 오탁물의 부착 및 퇴적이 최소화 되도록 제조되었다

나. 막의 형상

모듈형상을 기존의 Housing type에서 Submersible Type(Immerse)으로 개선하여 Housing을 없앴고, 중공사막을 고정부 양단에 고정시켜 직접 수중에 침지시킴으로써 고액분리를 행한다.

다. 특징

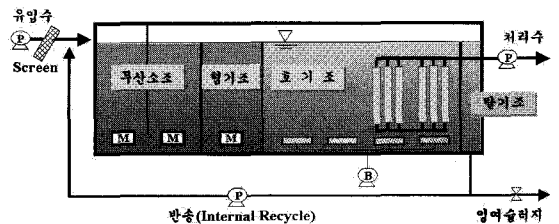
- 1) 조내에 직접 침적하므로 내압용기의 설비가 불필요하다.
- 2) 활성오니처리의 폭기에어를 이용해서 막표면에 붙은 SS성분을 세정하므로 에너지 효율이 좋다.

- 3) 강인하고 유연한 막재질의 특성을 살려서 스크린 형상의 필터구조로 하였으므로 막간의 폐색이 없다.
- 4) 기존의 조를 활용하여 콤팩트한 설계가 가능하다.
- 5) 막소재의 뛰어난 내약품성, 내구성에 의해 수명이 길고 장기간의 안정성을 유지한다.

2. 공정개요:

본 공정은 하·폐수 중의 유기물 및 질소와 인을 동시 제거하는 연속식 생물학적 고도처리공정으로서, 변형 A2O 공정의 최종침전지 시설을 침지식 막공정으로 대체함으로써 생물반응조내 고농도의 MLSS를 유지시켜 처리효율을 획기적으로 향상시킴과 동시에 슬러지 별킹으로 인한 처리수질 악화의 위험성도 제거시킨 차세대 고도처리 기술이다.

· 공정 구성도



〈그림 1〉 막일체형 생물학적 고도처리 공정 구성도

· 공정의 원리

본 공정의 제거대상 물질인 유기물, SS, 질소, 인의 제거 원리를 살펴보면, 유기물의 경우 반응조내 유기물 제거

미생물에 흡수되고 일부 탈질반응에서 소모되면서 제거된다. 또한, 후단에 설치된 중공사 막에 의해 완전한 고액분리가 일어나 SS와 유기물은 거의 완벽한 제거 효율을 얻을 수 있다. 질소의 경우는 호기조에서 질산화 시킨후 무산소조에서 탈질 미생물에 의해 제거되며, 막 분리공정으로 질산화 미생물의 유실이 방지되므로 처리효율이 더욱 증가하게 된다. 인의 경우는 인 축적미생물에 의한 혐기조내 인방출 및 호기조내 인의 과잉흡수 메카니즘으로 잉여슬러지 제거시 효율적인 인의 제거가 이루어진다.

3. 공정의 특징

· 생물학적 측면

- 막분리 공정을 적용함으로써 처리효율이 슬러지의 침강성에 영향을 받지 않으며, 유입수량 및 수질의 부하 변동에도 안정적인 처리수질을 얻을 수 있다.
- 반응조내 고농도의 MLSS를 유지시킴으로써 충격부하에 강하며, 특히 동절기에도 우수한 처리효율 확보가 가능하다.
- 장기간의 체류시간으로 운전함으로써 난분해성 고분자 유기물의 제거가 가능하다.
- 별도의 소독시설 없이 대장균의 제거가 가능하다.

· 경제적 측면

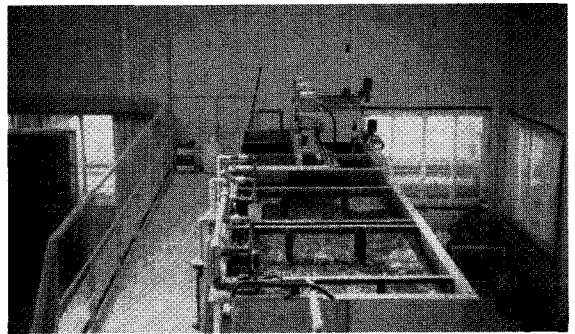
- 최종침전지가 불필요함에 따라 기존 공정에 비해 약 30% 이상의 소요부지 절감이 가능하다.
- 미생물에 의한 탈질 및 질산화 공정이 진행되므로 운전 유지비가 절감된다.
- Out-In 방식의 흡인여과방식을 채택함으로써 전량 여과가 가능하고 가압여과시 보다 설비용량을 절약할 수 있으며, 폭기가 막의 공기세정을 겸하기 때문에 분리막의 수명 및 성능 향상을 기할 수 있다.
- 안정적인 처리로 인해 수질 사고의 위험성이 거의 없고 유지관리가 용이하며, 탁월한 처리 수질로 인해 처리수의 중수도 활용이 가능하다.

4. 구리하수처리장 Pilot Plant 현장실험결과

□ 설계 및 운전조건

항목	단위	운영기준	비고
유입유량	m ³ /일	60	
HRT	시간	5.7	
운영 DO	mg/ℓ	2.0	
운영 MLSS	"	7,000~10,000	
내부반출율	%	100~200	유입량 대비
운영 SRT	일	15~60	
막투과유속(Flux)	m ³ /m ² ·d	0.25~0.35	

□ HANT Pilot Plant 전경

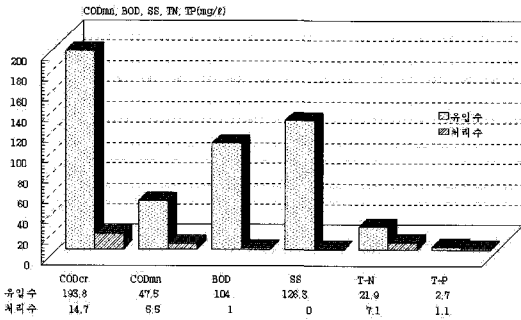


<그림 2> 구리하수처리장에 설치된 HANT 모형시설 전경

□ 처리수질 결과요약표

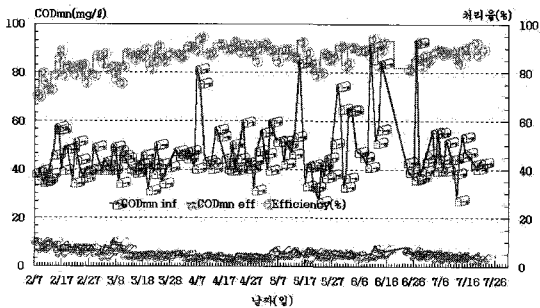
구분	2000년 2월 7일~7월31일(평균값)			
	유입수	처리수	제거율(%)	
pH	-	7.2	7.1	-
COD _{Cr}	mg/ℓ	193.8	14.7	92.4%
COD _{Mn}	mg/ℓ	47.5	5.5	88.5%
BOD	mg/ℓ	104.0	1.0	99.1%
NH ₄ -N	mg/ℓ	15.3	0.3	98.3%
NO ₃ -N	mg/ℓ	1.4	5.4	-
TKN	mg/ℓ	20.3	1.7	91.8%
TN	mg/ℓ	21.9	7.1	67.6%
TP	mg/ℓ	2.7	1.1	59.4%
Alk	mg/ℓ	147.0	73.8	-
SS	mg/ℓ	126.3	0.0	100%

□ 항목별 처리수질 결과그래프

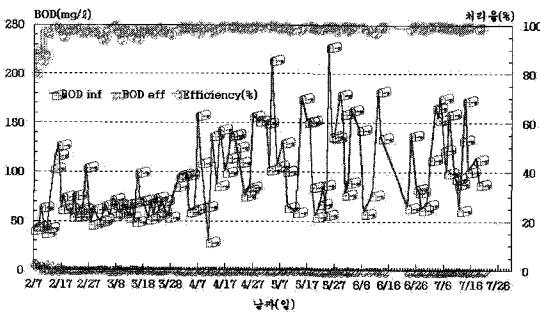


〈그림 3〉 항목별 유입 및 처리수 농도변화

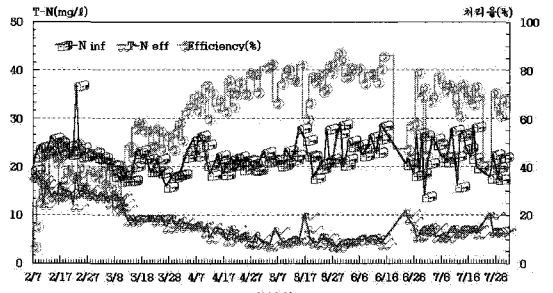
□ 운영일자별 처리수질 변화 그래프



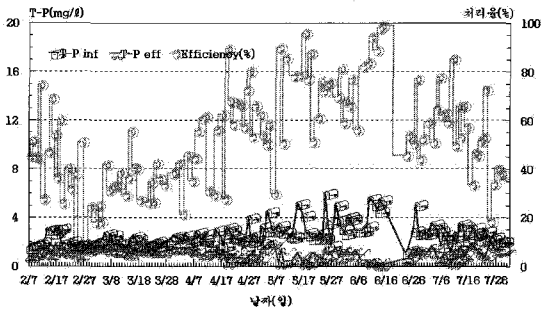
〈운영일수 경과에 따른 유기물(CODMn) 처리결과〉



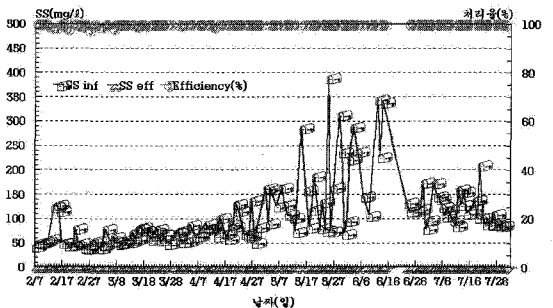
〈운영일수 경과에 따른 유기물(BOD) 처리결과〉



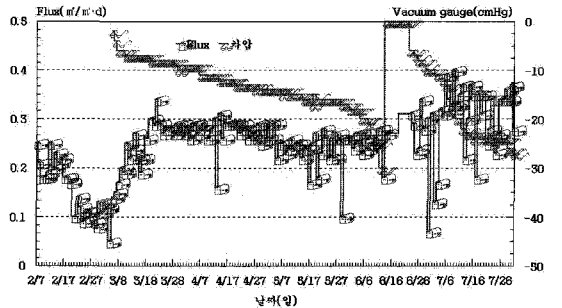
〈운영일수 경과에 따른 질소(T-N) 처리결과〉



〈운영일수 경과에 따른 인(T-P) 처리결과〉



〈운영일수 경과에 따른 SS 처리결과〉



〈운영일수 경과에 따른 Flux 및 차압 변화〉

상담 및 문의전화: (02)3782-0418~9