

[OPERATION MANUAL]
사 용 설 명 서

- FP MEMBRANE MODULE & MBR PROCESS -



비 엘 테 크

T.02-434-9800, F.02-434-9805
<http://blog.naver.com/chochongjoo>
010-7605-4222

목 차

1. 서 문	3
2. MBR 개론	4
3. FP 모듈 소개	5
3.1 FP 모듈 라벨	5
3.2 FP 모듈 제원	6
4. FP 모듈 준비 및 설치	7
4.1 포장과 보존	7
4.2 수송 과 보관	7
4.3 검사와 누수시험	7
4.4 모듈 설치	8
5. FP 모듈 운전	11
5.1 MBR PROCESS	11
5.2 운전인자	12
5.3 운전준비	15
5.4 운 전	15
부 록	16
MBR 설계 지침서	16
1. 설계 조건	16
2. 설계 기준	17
MBR 운전 지침서	19
1. 운전방법	19
2. 세정방법	20

1. 서 문

1.1 비엘테크의 침지형 중공사막 모듈을 이용해주셔서 감사합니다. 본사 FP 모듈을 사용하기 전에 사용 설명서를 충분히 숙지하시기 바랍니다. 모듈 운전시 본 지침을 철저히 따르시기 바랍니다.

1.2 본 설명서는 본사에서 수행한 실험결과를 근거로 작성된 것입니다. 따라서 참고용과 지침용으로만 사용하시기 바랍니다.

본 설명서에 제시된 자료의 기술적 정확성과 타당성을 위해 최선을 다했지만, 잘못 이해로 인한 또는 잘못 기술 된 것에 대해서는 책임을 지지 않습니다. 본 설명서의 수정은 비엘테크에서 만 할 수 있습니다.

1.3 본 설명서의 자료는 2017년 1월 현재 기준으로 작성 된 것이고 이 시점에서 정확하고 유효합니다. 최신판은 사전 예고 없이 출판 될 수 있으며 기술적인 질문이 있으면 본사에 연락하시면 답변 해드리고 최신판을 받아 보실 수 있습니다.

1.4 막분리 기술은 40년 전에만 해도 분리공정에서 그다지 주목받지 못했으나 막분리 기술은 가장 경제적인 기술로 평가 받기 시작했고, 단순한 디자인과 간단한 조작, 그리고 안전하고 효과적인 분리공정을 제공하며, 최근 15~20년간 환경 분야 뿐만 아니라 식음료, 생-제약, 제조, 화학산업에서 고도분리기술로 급성장하고 있습니다.

특히 침지형 중공사막을 이용한 막분리기술은 기존의 재래식 생물학적처리공법에 비해 처리 성능면이나 운전편이성 및 경제성면에서 매우 탁월한 장점을 갖게 되었으며 각종 오폐수처리 분야 및 중수 재이용 분야에서 널리 보급 적용되어지고 있습니다. 비엘테크의 침지형 중공사막 모듈인 FP 모듈은 폴리비닐리덴불화물(PVDF Polyvinylidene Fluoride)로 만들어져서 고효율, 내화학적인 중공사막 입니다. FP 모듈을 살펴보면 많은 장점을 가지고 있는데 매우 낮은 운전 압력 범위, 고효율과 안정된 플럭스, 유입수 조건의 제한이 적음, 처리수 수질의 우수함 등 입니다.

2. MBR 개론

MBR(MEMBRANE BIO REACTOR: 막분리 활성오니법) PROCESS는 활성슬러지 공정에 멤브레인 분리 기술을 결합한 여과기술입니다. 즉 활성슬러지 공정과 분리막 기술의 장점을 결합하여, 기존의 활성슬러지 공정의 단점을 해결하고자 중력침전에 의한 고액분리를 막분리로 대체한 공법입니다.

MBR PROCESS의 특징은 다음과 같습니다.

- 부유고형물을 100% 제거할 수 있어 슬러지의 침강성에 관계없이 안정적인 처리가 가능합니다.
- 활성슬러지법에 비해 미생물 농도를 3~4배 높게 유지하는 것이 가능하므로 폭기조의 용량이 감소하고 유기물 또는 염류등의 분해에 효과적입니다.
- 침전조가 필요 없고 폭기조 부피 또한 감소되므로 공정의 COMPACT화가 가능합니다.
- 슬러지 체류시간(SRT)의 극대화가 가능하여 질산화를 유도할 수 있으며, 잉여슬러지 발생량이 적어 집니다.
- 막 단독으로 제거할 수 없는 저분자의 용존유기물질을 미생물이 분해 또는 균체성분으로 전환시켜 처리수질이 향상됩니다.
- 세균이나 바이러스의 제거가 가능합니다.

비엘테크의 FP 중공사막 모듈은 박테리아를 제거하고 부유성고형물(SS) 및 영양물질을 제거하여 고품질의 처리수를 생산하는 고효율 멤브레인입니다. FP 모듈을 적용한 MBR PROCESS는 재래식 활성슬러지공법에 비해 많은 장점을 가지는 첨단 수처리 공법입니다.

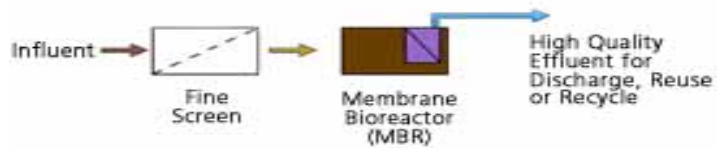
PVDF MF 중공사막으로 고농도의 화학약품에 대해 강한 내성을 가지고 있는 FP 모듈은 특히 MBR PROCESS에 유리한 모듈로서 이 MANUAL은 FP 모듈의 특징과 MBR PROCESS에 대한 적용 및 그 운전 특성에 대해 세부적으로 기술되어 있습니다.

	MBR Process	Conventional Process
침전조(Clarifier)	No	Yes
여과기(Filter)	No	Yes
MLSS	> 8,000 mg/L	< 4,000 mg/L
SRT	20~100 days	< 10 days
소요부지(Footprint)	40~50%	100%
안정성(Process Stability)	충격부하 및 슬러지벌킹에 강함(수질변동 없음)	충격부하 및 슬러지 벌킹에 약함(수질악화)

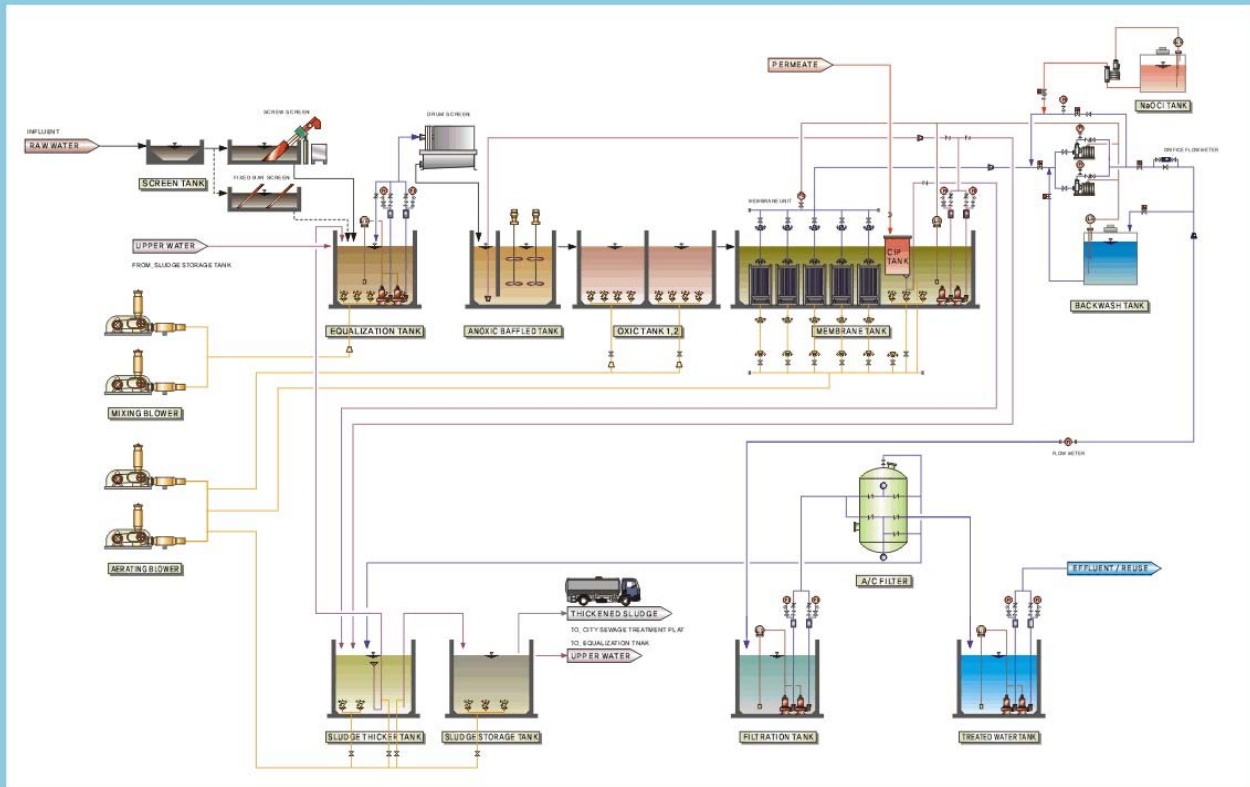
재래식 활성슬러지 공정(CONVENTIONAL PROCESS)



MBR PROCESS



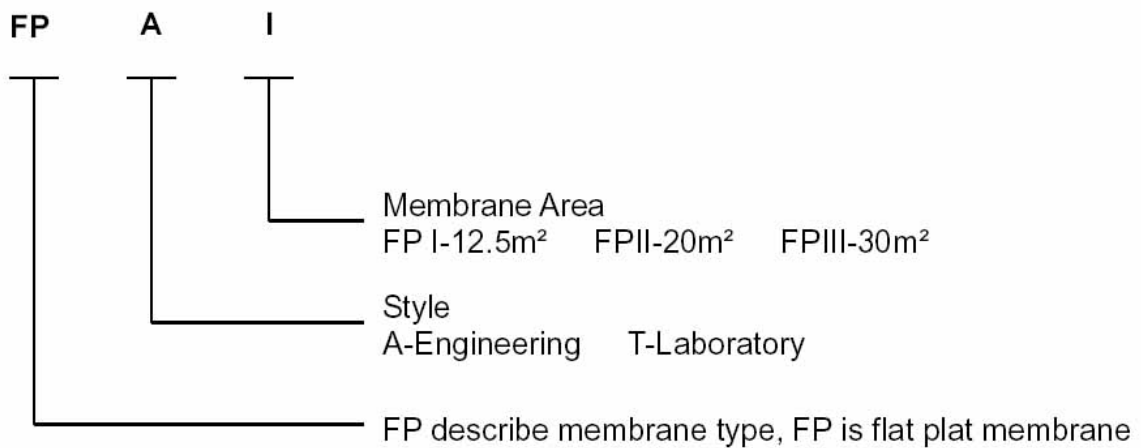
RBMBR SYSTEM



3. FP 모듈 소개

3.1 FP 모듈 라벨

모든 비엘테크의 막모듈은 단순분류로 되어 있습니다. 예를 들어 FP-A I 의 모델은 다음과 같이 설명됩니다.



3.2 FP 모듈 제원

FP 모듈 운전 인자				
제 원		FP-A1	FP-A215	FP-A4
	막의 형태	MF 외압식 중공사막		
	막 특성	비대칭, 친수성		
	중공사 재질	PVDF		
	중공사막 내경	≤0.6mm		
	중공사막 외경	≤1.0mm		
	접착재 재질	에폭시수지		
	집수 파이프 재질	ABS		
	막 면적	12.5 m ²	20 m ²	25 m ²
	모듈 외부 치수	530×45×1010	530×45×1010	530×45×1010
	공극 치수	≤0.1μm		
운전인자	최대 흡인압	-0.8 kg/cm ²		
	완결성 시험 최대 공기압	1.2 kg/cm ²		
	최대 플럭스	20 LMH(ℓ/m ² ·h)		
	막투과 압력(TMP)	0.1~0.4 kg/cm ²		
	온도	5 ~ 40℃		
	pH	2 ~ 10		
	설계 플럭스	12.5 LMH(ℓ/m ² ·h)		
	최대 역세수량	25 LMH(ℓ/m ² ·h)		
유입수**의 특성/성능		유입수	처리수	
	BOD ₅	200~400mg/ℓ	≤3mg/ℓ	
	SS	200~400mg/ℓ	≤2mg/ℓ	
	총 대장균군	>33백만개/L	3~4LOG제거율	
	투과 플럭스*	10~20 LMH(ℓ/m ² ·h)		
	조작 흡인압력	-0.1~-0.4 kg/cm ²		
	공기 소비량	0.06m ³ /min·module		
	역세 압력	0.2~0.5 kg/cm ²		
	역세수량	20~25 LMH(ℓ/m ² ·h)		
	역세시간	30 ~ 60 초		
	CEB(약품역세) 주기	1일~3일		
	CEB(약품역세) 시간	30 ~ 60 초/10~30 분		
	CIP(조외 화학적 세정) 주기	6개월		
	CEB 약품 및 주입농도	차염산소다(NaOCl) 400~500mg/ℓ		
	CIP 약품 및 농도	차염산소다 1000mg/ℓ+가성소다0.5%		

* 투과플럭스는 일반적인 오수 및 하수처리에 적용시 설계기준으로 12.5LMH를 적용하고 있습니다.

** 유입수는 일반적인 오수 및 하수를 기준으로 합니다.

4. FP 모듈 준비 및 설치

모든 막모듈은 출고전 공장에서 확인 및 테스트를 거칩니다. 우리의 품질보증 프로그램은 각각의 모듈에 대해 결함, 파손, 손상상태 등을 확인, 점검합니다. 게다가 각 제품에서 임의 추출을 통해 플렉스 성능을 점검합니다.

4.1 포장과 보존

포장된 상자에는 다음과 같은 정보를 보여 줍니다.

- ◆ 메인 라벨
- ◆ 제품의 이름, 모듈의 설명과 수량
- ◆ 제조자 이름, 주소, 연락처
- ◆ “조심해서 다루십시오”, “물에 젖게 하지 마십시오” 등과 같은 주의 사항

포장과 보존

포장과 보존은 FP 모듈을 폴리에틸렌으로 내부 포장하고 판지상자로 모듈을 포장합니다. 모듈은 건조상태로 포장되므로 임의의 보존약품을 필요로 하지 않습니다.

4.2 수송 과 보관

FP 모듈상자는 수송하는 동안 조심해서 다루어져야 합니다. 충격을 피하고 물이나 습기에 노출되어서는 안됩니다. 그리고 햇빛을 피해야 하며 자외선이나 화기로부터 보호되어야 합니다.

박테리아의 증식을 피하기 위해서, 보관상태는 건조한 상태에서 보관되어야 하며 공기가 잘 통하고 직사광선을 피해 그늘진 곳에서 보관되어야 합니다. 보관온도는 5℃~40℃사이가 적당합니다.

주의:

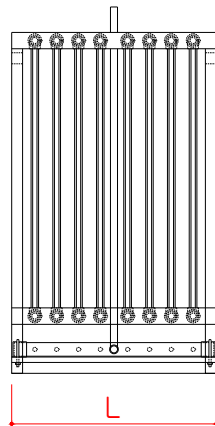
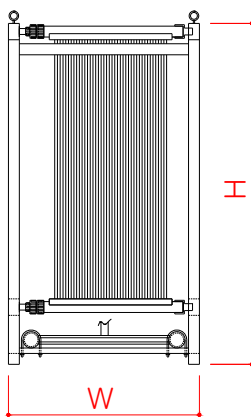
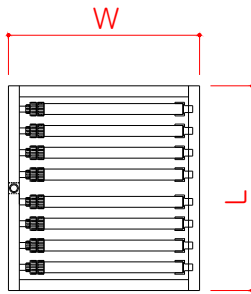
가연성 물질 또는 폭발성 물질과 함께 보관하지 마십시오. 비닐포장을 개봉한 상태에서는 대기중에 장기간(1개월 이상) 노출된 상태로 두지 마십시오.

4.3 검사와 누수시험

포장을 개봉한 후에 파손된 모듈이 있는지 확인하십시오. FP 모듈의 표면은 깨끗하여야 하며, 레진의 표면은 부드러워야 합니다. FP 모듈은 출고전에 임의 추출을 하여 누수시험을 합니다.

4.4 모듈 설치

FP 모듈은 침지형으로 생물반응조에 직접 침지하여 흡입여과방식으로 운전하게 되어 있기 때문에 조내에 침지하기 위한 방법으로 여러개의 모듈을 FRAME 형태의 UNIT에 장착하여 사용하게 되어 있습니다.



FP 모듈의 UNIT 장착

- ▶ FP 모듈의 중공사막은 유동이 가능하도록 약간 느슨하게 UNIT 내부에 설치되어야 합니다.
- ▶ 모듈 상하부 집수관 사이의 중공사막이 유동이 가능한 간격은 약 10~20mm정도가 좋습니다.
- ▶ UNIT 에 모듈의 고정은 상하부의 집수관을 접속구를 이용하여 연결하며 집수관의 한 쪽은 밀폐하여 고정하며 다른 한 쪽은 유니온 방식의 접속구를 이용하여 UNIT의 흡입헤다에 연결합니다.
- ▶ 모듈과 모듈의 배열 간격은 수류의 흐름이 원활하고 중공사막의 수류 및 공기방울에 의한 세정이 효과적인 간격으로 약 80mm(집수관의 중앙과 중앙간격) 정도를 띄우는 것이 좋습니다.
- ▶ 막면의 AIR SCRUBBING을 위한 산기관을 UNIT 일체형으로 설치하며 모듈 하단의 약 150~200mm하부에 모듈과 나란하게 배열합니다.

주의:

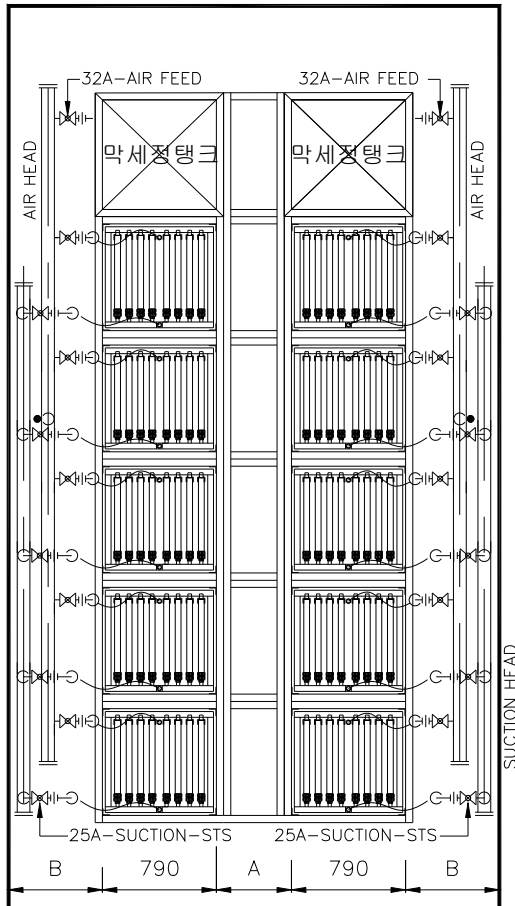
FP 모듈과 UNIT 흡입헤다의 연결은 모듈의 연결과 해체가 용이하도록 하여야 하며 이 연결부위에서 누수가 없도록 완벽한 SEALING을 하여야 합니다.

[FP 모듈 UNIT 사양]

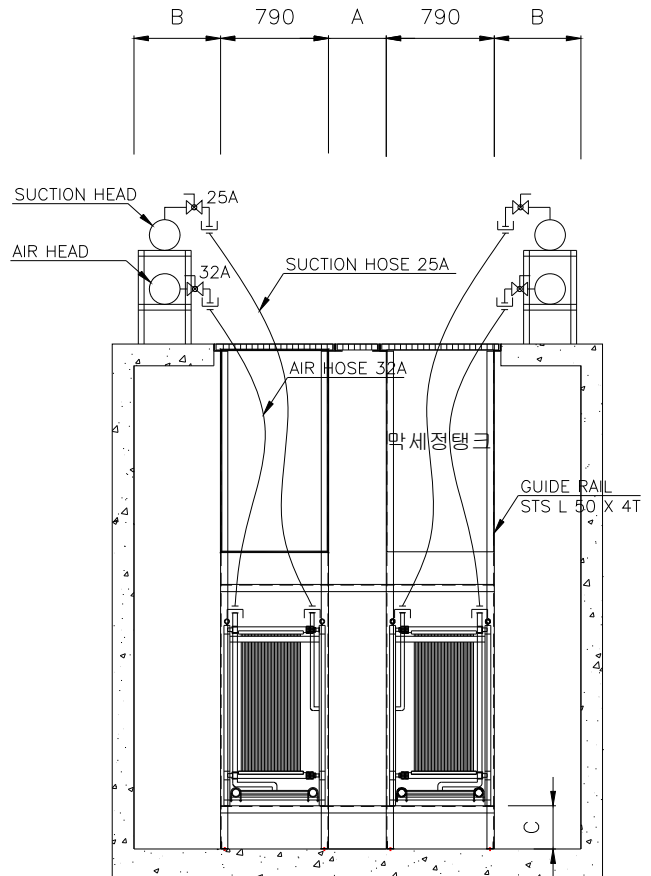
용 량 (m ³ /day)	MODEL	FRAME 크 기	MEMBRANE 재 질	MODULE 규 격	MODULE 수량(EA)	MEMBRANE 면 적 (m ²)
10	MIF-10	700W×430L×1250H	PVDF	530×1010	4	50
15	MIF-15	700W×510L×1250H	PVDF	530×1010	5	62.5
20	MIF-20	700W×670L×1250H	PVDF	530×1010	7	87.5
25	MIF-25	700W×750L×1250H	PVDF	530×1010	8	100
30	MIF-30	700W×910L×1250H	PVDF	530×1010	10	125
40	MIF-40	700W×1250L×1250H	PVDF	530×1010	14	175
50	MIF-50	700W×1450L×1250H	PVDF	530×1010	16	200

조내 UNIT의 설치

FP 모듈 UNIT의 조내 설치는 단순한 행과 열의 나란한 배치로서 일정한 간격을 유지합니다.



UNIT LAY-OUT



UNIT GUIDE RAIL DETAIL

- ▶ UNIT의 조내 배치는 가능한 조의 중심부분에 배치합니다.
- ▶ 유닛과 유닛의 간격("A")은 약 400~800mm을 유지하며 유닛과 조 벽체와의 간격("B") 또한 약 400~800mm을 유지하도록 합니다. 가능한 이와 같은 간격을 유지하도록 하며 이를 벗어나게 설치하게 될 경우에는 조내 DEAD SPACE 형성으로 인한 슬러지의 퇴적 및 부패를 방지하기 위해 적당한 간격으로 산기관을 설치하도록 합니다.
- ▶ 유닛과 조바닥의 간격("C")은 약 200~300mm 정도를 띄워서 설치하도록 합니다. 유닛의 하부 고정은 최대한 수평을 유지하도록 합니다.(하부 산기관의 AIR 분배를 고르게 하기 위해)
- ▶ 유닛의 인양을 위해서 인양가이드를 설치합니다. 인양가이드는 STS ANGLE 50 X 4T 규격으로 하며 유닛의 네귀통이를 걸치게 하여 조바닥과 수직으로 설치하며 가이드 ANGLE과 유닛 후레임과의 간격은 양쪽으로 각각 20mm정도 띄우도록 합니다.
- ▶ 유닛 단위의 막세정을 현장에서 용이하게 할 수 있도록 위의 그림과 같이 세정약품에 의한 부식에 견딜수 있는 STS 재질의 막세정탱크를 설치하도록 합니다. 막세정탱크는 유닛이 충분히 들어갈 수 있

는 크기로 합니다.

▶ 조 상부의 OPEN 부위는 유니트의 인양 및 관리가 용이하도록 그레이팅 처리를 하며 그레이팅은 유니트를 조 외부로 끄집어 내는데 용이하도록 유니트 크기보다 약간 크게 제작하여 설치합니다.

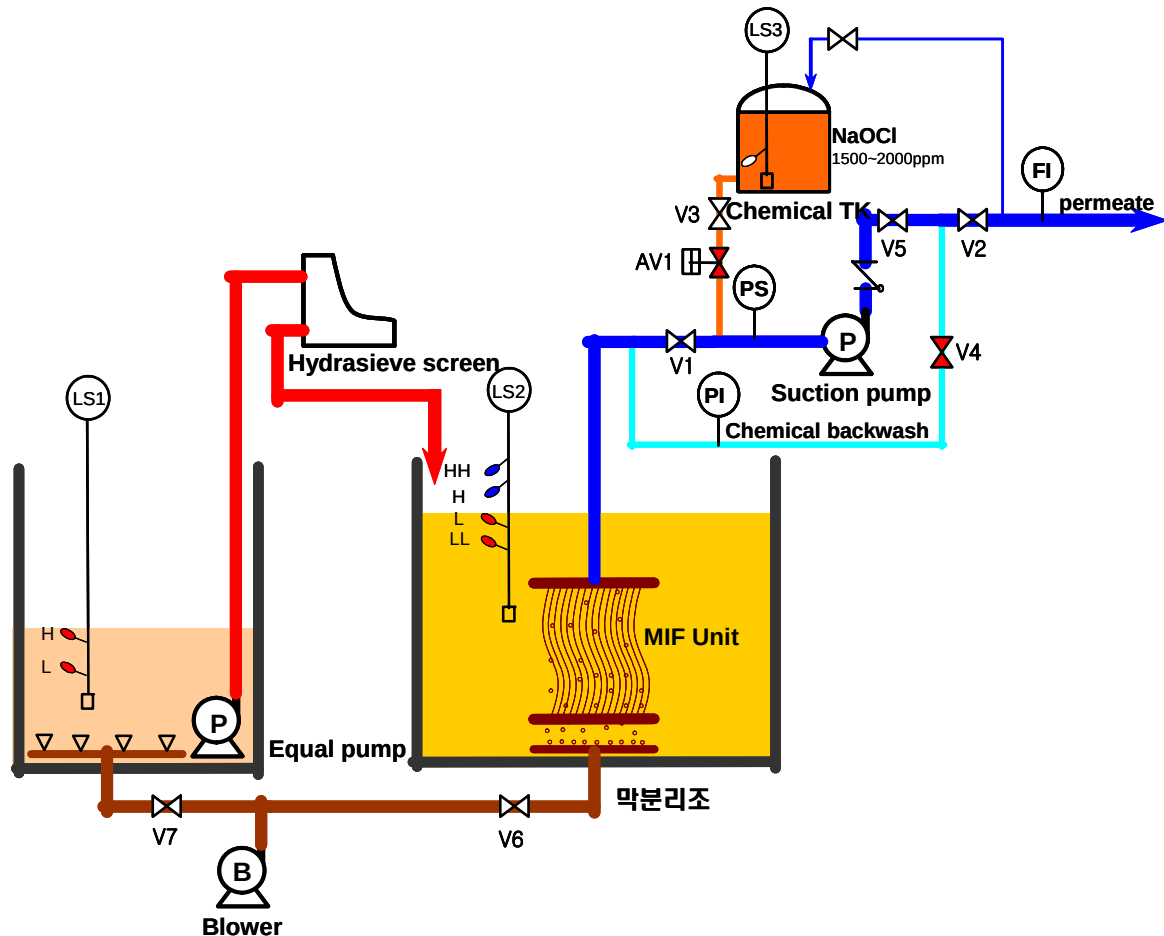
▶ 조 상부에 유니트와 연결되는 SUCTION(흡인) HEAD 및 AIR FEED HEAD를 설치하며 SUCTION HEAD와 UNIT SUCTION 부분과의 연결을 위해 HEAD 상부측에 25A 볼밸브를 설치하며 유연성이 있는 고압비닐호스를 이용하여 연결합니다. 호스의 탈착이 용이하도록 접속부분에 호스용 COUPLING LOCK을 사용합니다. 이와 동일한 방법으로 AIR FEED HEAD 와 UNIT AIR 접속부분과의 연결을 위해 AIR FEED HEAD 측부에 32A 볼밸브를 설치하여 UNIT AIR 접속부분과 고압비닐호스를 통해 연결하며 호스 양단에 COUPLING LOCK을 통해 체결하도록 합니다.



5. FP 모듈 운전

5.1 MBR PROCESS

MBR PROCESS는 컴팩트한 활성슬러지 공정내에 비엘테크의 FP 중공사막 모듈을 결합합니다. 아래의 DIAGRAM은 이러한 MBR PROCESS를 보여줍니다.



▶ 위 그림과 같이 MBR PROCESS는 매우 단순한 공정입니다.

▶ 공정상 특별히 필요한 장치는

- ① 미세스크린: MBR PROCESS에서 중공사막에 협잡물의 부착에 의한 막간폐색을 방지하기 위해서 1mm이하의 간극을 갖는 미세스크린이 필요합니다.
- ② 중공사막 UNIT: MBR PROCESS에서 가장 중요한 장치로서 기존의 재래식 활성슬러지 공정에서 활성화된 슬러지와 처리수를 침전조를 통한 중력식 침강법을 통해 고액분리를 하였으나 MBR PROCESS에서는 0.2 μ m이하의 기공을 갖는 중공사막을 통해서 고액분리를 합니다.
- ③ 흡인펌프: 막분리조내 중공사막에 진공압을 가해 흡인여과하기 위한 시설로서 약 6~8m이상의 흡인양정이 있는 자흡식 펌프를 사용합니다.
- ④ 약품역세장치: 위의 그림과 같이 흡인펌프를 이용한 역세가 가능하도록 배관을 구성하며 역세시 막의 BIO FOULING의 제거 및 부착 유기물을 산화분해시키기 위한 약품탱크 및 약품펌프 등의 시

설이 필요합니다.

⑤ 필요한 계측기로는

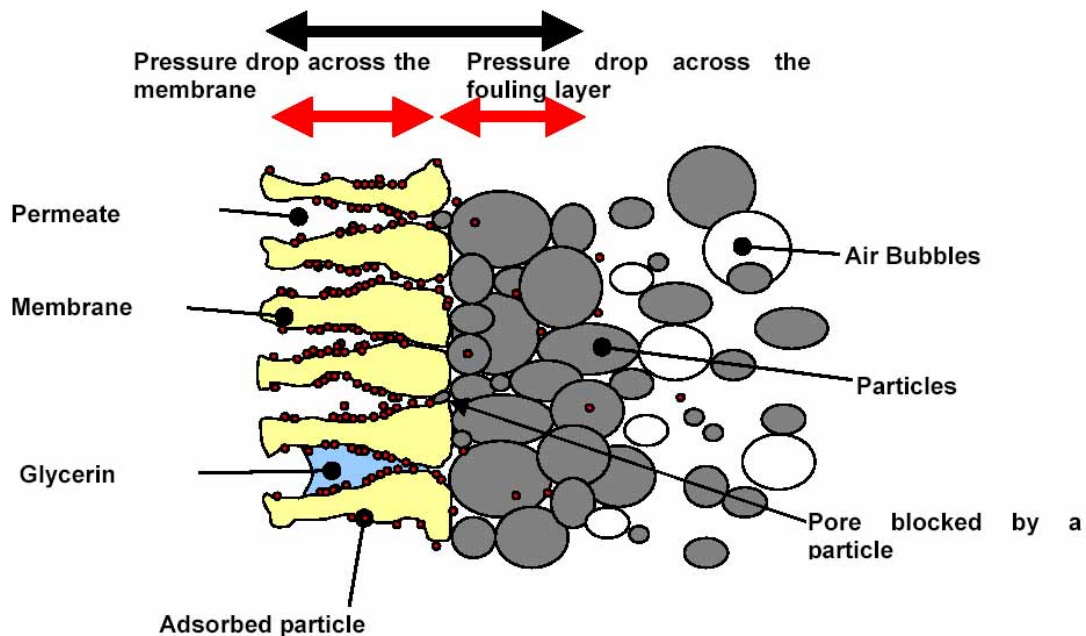
명 칭	규 격	용 도	설치위치
접점식 진공압력계	0~-760mmHg	중공사막에 가해지는 진공압력을 지시하며 HIGH접점에 도달시 흡인펌프를 자동정지시켜 막의 손상을 예방함	흡인펌프 흡인라인
접점식 압력계	0~1kg/cm ²	역세시 역세압력을 지시하며 HIGH접점에 도달시 흡인펌프를 자동정지시켜 막의 손상을 예방함	역세라인
순간유량계	오리피스 타입	막의 투과수량을 지시	흡인펌프 토출라인
레벨스위치	4점점 레벨센서	막분리조의 수위를 지시하며 흡인펌프와 연동하여 수위에 따른 기동 및 정지를 제어한다.	막분리조 내

5.2 운전인자

■ TMP

TMP(Trans Membrane Pressure)는 침지형 중공사막의 흡인여과시 막(Membrane)을 통과하는 압력차를 말하며 막분리 공정에서 가장 중요한 운전인자가 됩니다.

MBR PROCESS에서 흡인여과 공정 동안에 조내의 오염입자 및 슬러지 층이 막의 표면에 부착됨으로써 막면 공극의 폐색을 초래하게 되며 그 결과로서, 막을 통과하는 압력차(TMP)가 증가하게 됩니다. 즉 TMP의 증가는 막면 공극의 폐색이 심화됨을 의미하며, 따라서 막을 통과하는 처리수량이 감소하게 되는 것입니다.



■ Flux

Flux 는 단위시간당 막을 투과하는 처리수량을 의미하며 MBR PROCESS의 설계시 모듈의 성능에 따른 일정한 여과유량을 설정해야 합니다.

이러한 Flux의 설정은 Pilot Test로부터 혹은 유사한 성상의 원수를 대상으로 하는 MBR PROCESS의 운전경험으로부터 결정될 수 있습니다. 비엘테크 FP 모듈의 설계 Flux는 일반적인 오수 및 하수처리 공정에서 12.5LMH($\ell/\text{m}^2\cdot\text{hr}$)로 합니다.

■ 세 정(Cleaning)

공기세정(Aeration Scrubbing)

흡인여과 공정에서 막면에 부착되는 오염물질 및 슬러지는 TMP의 증가 및 Flux의 감소를 초래하게 되므로 이를 제어하기 위해 막 모듈의 하부로부터 공기를 분사하여 오염물질 및 슬러지의 막면 부착을 최소화 시킵니다. 즉 분사되는 공기는 작은 공기방울이 되어 상승하며 상승되는 공기방울에 의해 상승수류가 발생하게 됩니다. 이러한 공기방울 및 수류는 막면을 타고 상승하면서 중공사막에 진동을 유발하고 막면에 전단력을 형성시켜 줌으로써 오염물질 및 슬러지의 막면 부착을 막게 되는 것입니다.

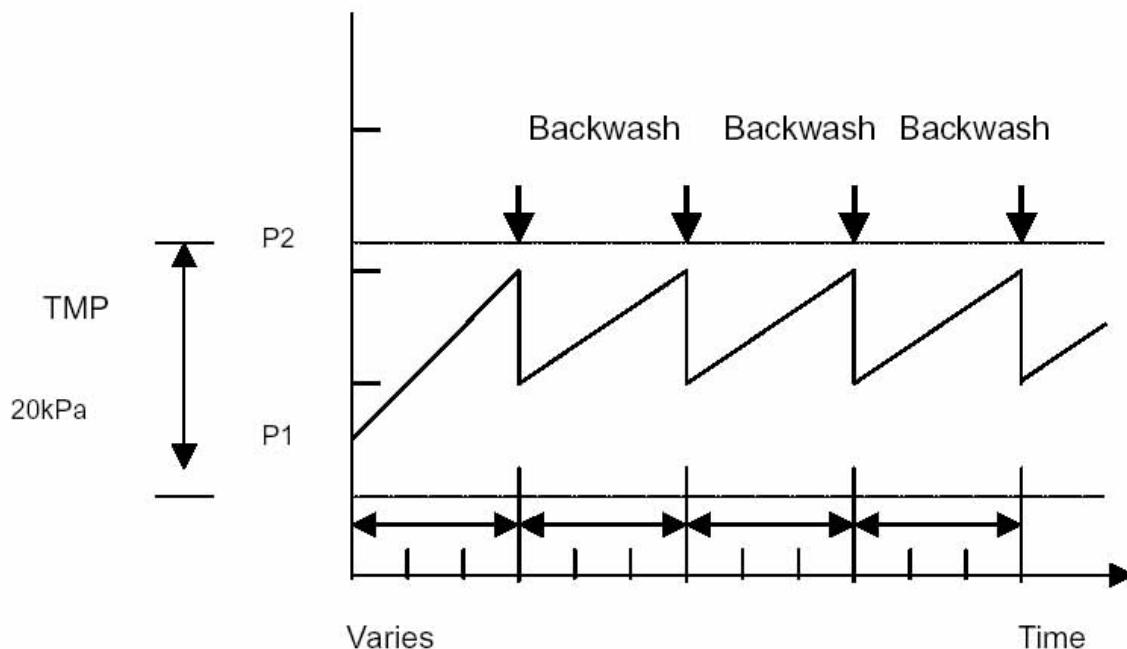
비엘테크 FP 모듈의 공기세정에 필요한 공기 소비량은 각 모듈당 $0.06\text{m}^3/\text{min}\cdot\text{모듈}$ 입니다.

약품역세(Chemical Backwash)

약품역세는 MBR PROCESS를 장기간 안정하게 운전하기 위해 필요합니다.

역세는 FP 모듈의 흡인여과의 역방향으로 처리수(막투과수)를 원수방향으로 지나가게 하는 IN-LINE세정방식을 말합니다. 이러한 역세과정에 약품(NaOCl)을 주입하여 막면에 부착된 미생물(Bio Fouling)을 사멸시키고 부착된 유기성 입자들을 분해시킴으로써 TMP 및 Flux를 회복 할 수 있습니다.

비엘테크의 MBR PROCESS는 이러한 약품역세공정의 자동화가 가능하며 소용량의 오수처리공정에서는 일반적으로 수동공정에 의해 월 1회 주기로 진행하도록 하고 있습니다.



OFF-LINE 침적식 약품세정(Clean in Place)

AIR SCRUBBING 이나 약품역세(CEB) 만으로는 근본적인 막오염의 제어 및 완전한 FLUX 회복이 불가능합니다. 따라서 년2회 주기로 약품탱크에 막모듈 UNIT를 직접 침적하여 약품세정함으로써 막의 성능

을 회복하게 되는데 이를 OFF-LINE 침적식 약품세정 또는 계외세정이라고 하며 일반적으로 CIP라고 합니다.

[권장하는 CIP 약품 및 세정조건]

세정물질	세정약품	농도
무기물질	염산(HCl)	0.3~1%
유기물질(조류, 박테리아등)	차염소산소다(NaOCl)	1,500~2,000mg/ℓ
유기물질(단백질,박테리아잔해등)	가성소다(NaOH)	0.5~1.0%

위의 표는 일반적인 조건을 나타낸 것이며 현장마다 수질조건이나 오염물질에 따라 변경될 수 있습니다. 화학약품의 농도는 일정하지 않으며 시간과 온도 그리고 현장조건에 따라 변화될 것입니다. 일반적인 화학약품의 온도는 20~30℃의 온도가 적절합니다. 유기물질에 의한 오염을 세정할 때는 차염소소다와 가성소다를 혼합(차염 1,000~1,500PPM + 가성소다 0.5%)하여 사용하면 더욱 효과가 있습니다.

PVDF MEMBRANE의 내화학적성

[25℃에서의 PVDF 멤브레인 모듈의 화학적 내성]

Acid	Alkali	Alcohol	Organic solvent	Other liquids
Acetic acid 5% ◎	Sodium hydroxide 0.3% ◎	Methanol 100% ×	Esters ×	Sodium hypochlorite 100mg/ℓ ◎
Acetic acid 25% ○	Sodium hydroxide 0.5% ○	Ethanol 20% ◎	Ketoses ×	Hydrogen peroxide 100mg/ℓ ◎
Acetic acid 30% ○	Sodium hydroxide 1.0% △	Ethanol 95% ×	Halogenated ×	Sea water ◎
Acetic acid 100% ×	Ammonia 2.5% △	IPA 50% △	Hydrocarbons ×	Pure water ◎
Nitric acid 5% ◎		Glycerin 100% ○	Kerosene ×	
Nitric acid 20% ×			Gasoline ×	
Phosphoric acid 25% ◎				
Phosphoric acid 80% △				
Sulphuric acid 5% ◎				
Sulphuric acid 30% ○				

◎ 어떠한 제한 없이 사용될 수 있음

○ 짧은 기간 동안 사용될 수 있음

△ 제한된 조건에서만 사용될 수 있음

× 사용할 수 없음

5.3 운전준비

- ▶ 시스템 설치가 완료된 후 운전을 시작하기 전에 청수를 이용한 막세정이 필요합니다.
막분리조에 청수를 채우고(막 유닛 가 충분히 잠기도록) AIR를 공급하여 12시간이상 지속적으로 막면을 세정합니다. FP 모듈은 출고시 막의 보호를 위해 막면에 미세한 분말상의 약품이 묻어 있기 때문에 이를 씻어내기 위한 세정이 필요합니다. 세정시 흰 거품이 발생합니다. 12시간이상 세정후 막분리조의 물을 드레인하도록 합니다.
- ▶ 청수를 이용한 막세정이 끝나면 원수를 투입하고 활성슬러지 PROCESS와 동일한 방법으로 식종을 합니다. 단, 생슬러지를 투입시 1mm이하의 망목을 갖는 스크린을 통해 투입하도록 합니다. 헛잡물이 막분리조로 유입되지 않도록 철저히 주의해야 합니다.
- ▶ 식종후 막분리조의 미생물 활성상태가 양호한 상태라고 판단되면 운전준비가 완료되었다고 할 수 있습니다. 막분리조 혼합액의 상등수가 맑은지 확인하시기 바랍니다.

5.4 운 전

- ▶ 막분리조의 막유닛으로 AIR 가 원활하게 공급되는지 확인한 후 흡인펌프의 케이싱내에 물을 채웁니다.(흡인헤다까지 채움)
- ▶ 흡인펌프의 흡인측 밸브는 열고 토출측 밸브를 잠급니다. 그리고 나서 흡인펌프를 기동합니다.
- ▶ 흡인펌프 기동후 약 10초~20초후에 토출밸브를 서서히 열면서 흡인측의 진공압력계의 지시바늘을 확인하고 토출측 순간유량계의 유량지시치를 확인합니다. 진공압력계의 지시바늘은 0.1~0.3kg/cm²범위에서, 순간유량은 단위시간당 처리용량에 맞게 조정합니다.(토출밸브를 조절하여 압력 및 유량을 조정합니다)
- ▶ 흡인펌프 기동후 일정시간(10초~20초)이 경과하여도 물이 나오지 않을 경우에는 흡인라인의 연결부위의 기밀상태가 불량하여 AIR가 빨려 들어오기 때문일 수 있습니다.
- ▶ 초기 투과수(Permeate)는 막면의 약품에 의해 흰색거품이 섞여 나올 수 있습니다. 20~30분정도 경과하면 깨끗한 처리수가 발생하게 됩니다.
- ▶ 흡인펌프의 간헐운전을 위해 TIMER의 가동시간을 10분이하로하고 정지시간을 2분이상으로 맞춥니다.

< 기 술 부 록 >

MBR 설계 지침서

1. 설계조건

1.1 원수조건

MBR PROCESS는 일반적으로 오수 및 하수처리에 적용하고 있습니다. 그러나 고농도의 유기성폐수에 적용을 하게 될 경우에는 사전 PILOT TEST를 통해서 적절한 설계인자를 구해야 할 것입니다.

또한 산업폐수처리에 대하여 MBR공법을 고려할 때, 원수에서의 유기성 물질이 멤브레인에 손상을 유발하는지에 대하여 판단하는 것이 필요합니다. 비록 멤브레인 재질이 고효율의 화학적 내성을 가지고 있다 하더라도 멤브레인에 손상을 끼치는 물질이 함유되어 있다면 적절한 전처리를 통해 제거되어야 합니다.

1.2 기름 함유량

원수는 너무 많은 오일을 함유해서는 안됩니다. 기름은 멤브레인에 부착되고 멤브레인 표면의 공극을 넓게 막기 때문입니다.

N-Hexane의 값은 50mg/ℓ을 초과해서는 안됩니다.

만약 원수에 광유류가 존재한다면, 멤브레인은 더 많은 손상을 받을 수 있습니다.

이러한 경우에 N-Hexane의 값은 3mg/ℓ이하 이어야 합니다.

1.3 소포제 요구량

MBR PROCESS의 운전 초기단계에서, 반응조 슬러지는 거품을 발생할 수 있으며 이 때 소포제를 이용하여 거품을 제거할 수 있습니다. 소포제를 사용하게 될 경우에는 오일이 함유된 규소제품 보다는 오히려 고농도의 알콜성 소포제가 추천할 만 합니다.

멤브레인 표면에 실리콘이 부착될 때, 멤브레인의 압력(TMP)은 빠르게 상승할 것이며, 멤브레인 표면은 효과적으로 회복될 수 없습니다.

1.4 활성슬러지 조건

MBR PROCESS는 MLSS가 보통 6000~10000mg/ℓ정도의 고농도로 유지됩니다. 만약 MLSS가 상위 한계를 초과한다면, TMP는 빠르게 증가 될 것이고 MBR PROCESS의 효율은 감소될 것입니다.

MLSS가 3000mg/ℓ이하 일 때, MBR을 운전하기 전에 농도를 증가시키는 방법을 고려할 필요가 있습니다.

생물학적 활동은 안정한 MBR운전을 가능하게 하는 중요한 요소입니다.

최대의 효율을 도출하기 위한 조내 물의 온도는 15~30℃사이를 유지시켜 주는 것이 좋습니다.

일단 생물학적 처리가 안정하게 유지될 때, 여과공정이 시작될 수 있습니다.

비엘테크는 일반적인 오수 및 하수처리 공정의 초기 설계시 처리수량을 12.5LMH(ℓ/㎡·hr)로 설정할 것을 권장하고 있습니다. 그러나 폐수처리 공정의 설계시는 실제 원수를 바탕으로 수행된 완전한 PILOT TEST를 기초로 하여야 합니다.

2. 설계기준

■ 침사 및 스크린조

유입되는 오수 중에 포함된 토사 및 협잡물 등을 제거하여 펌프등 기계장치를 보호합니다.

- (1) 유효용량은 시간당 최대오수량의 1/60에 해당하는 용량 이상으로 하고 평균유속을 0.3m/sec로 합니다.
- (2) 조목스크린은 간극 50mm로 하고 뒤에 간극 20mm의 세목스크린을 설치합니다.

■ 유량조정조

유입되는 오수를 균등히 이송시키기 위해 저류하여 유량조정펌프로 균등히 이송합니다

- (1) 유효용량은 조 밑부분 50cm 조윗부분 50cm는 포함하지 않으며 체류시간 6시간~12시간으로 합니다.
- (2) 유량조정펌프는 수중형 컷타 타입으로 하고 유량의 2배를 기준으로 선정합니다.
 - 1) Level switch를 설치하여 수위조절 및 펌프 콘트롤이 가능하도록 합니다.
 - 2) 오수의 혐기성 방지 및 교반을 위하여 조저부에 산기관을 설치하며 조용량 1㎥당 1㎥/hr공기를 취입합니다.
 - 3) 폭기조로의 이송라인에 간극 #60내지 1mm이하의 Drum Screen 이나 Sieve Screen을 설치합니다.

■ 막폭기조(막분리조)

고농도의 미생물을 활성화하여 유기물의 분해율을 높이고 중공사막을 침지하여 직접 고액분리합니다.

- (1) 최소 유효수심을 2.5m이상으로 하고 관리층이 있는 경우 높이는 2.5m이상으로 합니다.
- (2) 유효용량은 F/M비를 기준으로 0.07~0.12이하(MLSS농도 6,000 ~ 10,000mg/l)로 하며 체류시간으로는 6시간~8시간 정도로 합니다.
- (3) 중공사막은 0.2micron의 공극을 가지며 재질은 내오염성, 내화학적, 신축성이 강한 PVDF로 합니다
- (4) 중공사막 후레임은 조바닥에서 20~30cm이상 상부에 설치하며 인양이 용이하도록 가이드를 설치합니다.
- (5) AIR량은 생물학적 산소요구량 계산방식에 의해 산정하며 중공사막의 AIR FLUSHING에 필요한 공기량은 "중공사막 후레임에 장착된 모듈수량 X 3.75㎥/모듈.hr"로 계산합니다. 생물학적 산소요구량과 중공사막의 AIR FLUSHING에 필요한 공기량 중 큰 쪽으로 합니다.
- (6) 중공사막 후레임의 인양이 가능하도록 적당한 크기로 조상부를 개방하며 후레임 네귀통이에 후레임 가이드 파이프를 설치하고 조바닥에서 20~30cm 상부에서 후레임이 정착되도록 받침대를 설치한다. 또한 체인블록이나 HOIST 등을 이용하여 인양할 수 있도록 인양시설을 합니다.
- (7) 막폭기조의 수위조절 및 흡인펌프의 콘트롤을 위해 LEVEL SWITCH를 설치합니다.
- (8) 흡인펌프는 자흡식 펌프로 하여 흡인양정이 6M이상, 압상양정이 6M이상이어야 하며 1일 가동시간 20시간 기준으로 흡인유량의 1.5배 정도 되는 사양으로 합니다.
- (9) 블라워는 유량조정조 교반용, 폭기조 폭기용으로 별도 설치한다. 용량 선정은 전체 소요공기량의 1.2배 이상 되는 크기로 합니다.
- (10) 흡인펌프 흡인라인쪽에는 점점식진공압력계를 설치하여 막의 차압 확인 및 한계압이 걸릴 경우 흡인펌프를 정지시킬 수 있도록 하며 펌프 토출 라인쪽에는 순간유량계 내지 적산유량계를 설치하여 유량을 확인할 수 있도록 합니다.

■ 방류조

체류시간은 2~3HR 로 하며 소규모 용량에서는 기성맨홀로 대체합니다.

■ 막세정조

현장에서 중공사막을 세정할 수 있도록 별도의 세정조를 둡니다.

- (1)막후레이미 완전히 잠길 수 있도록 깊이를 충분히 합니다.
- (2)하부에 산기관을 설치하거나 막유닛상에 있는 AIR HOSE를 연결하여 AIR 주입이 가능하도록 시설하여 세정효과를 높일 수 있도록 합니다.
- (3)세정폐액을 이송 할 수 있도록 세정조 하부에 연결하여 AIR LIFT PUMP를 설치하며 슬러지농축저류조로 이송시킬 수 있도록 배관을 구성합니다.
- (4)처리수를 채울 수 있도록 배관라인을 구성합니다.
- (5)막후레이미를 인양 할 수 있는 인양시설을 설치합니다.
- (6) 조의 재질은 내산성 및 내알카리성에 강한 STS재질로 합니다.

■ 슬러지 농축저류조

- (1)점촉산화방식의 농축저류조에 비해 1/3~1/5 정도의 크기로 합니다.
- (2)상등수는 유량조정조로 이송할 수 있도록 OVER FLOW 관을 설치합니다.
- (3)슬러지의 교반이 가능하도록 하부에 산기관을 설치합니다.

■ 기 타

- (1)관리층이 있는 경우에는 급기 및 배기시설을 설치합니다.
- (2)관리층이 없이 지하 매입형의 구조물일 경우는 기계실을 막폭기조 옆에 지하구조물로 하여 위치하도록 합니다.
- (3)질소.인 제거를 위해 막폭기조 전단에 무산소조 및 혐기조를 두고 막폭기조의 슬러지 혼합액을 반송하여 질소 .인 제거효율을 높일 수 있습니다.

MBR 운전 지침서

1. 운전방법

MBR PROCESS의 운전은 유량조정조 및 막폭기조에 설치되어 있는 LEVEL SWITCH 및 제어판넬의 TIMER 등에 의해 유량조정펌프, 흡인펌프, 블라워 등이 자동으로 운전되도록 합니다.

■ 유량조정펌프

유량조정펌프는 막폭기조와 유량조정조 내에 설치되어 있는 LEVEL SWITCH에 의해 자동으로 운전하게 됩니다.

- 가동: 막폭기조 LEVEL이 LOW이고, 유량조정조 LEVEL 또한 LOW 해제시 가동
- 정지: 막폭기조 LEVEL 이 HIGH이거나 유량조정조 LEVEL이 LOW시 정지

■ 흡인펌프

흡인펌프는 막폭기조의 LEVEL SWITCH에 의해서 자동운전하게 됩니다.

- 가동: 막폭기조 LEVEL이 LOW 해제시
- 정지: 막폭기조 LEVEL이 LOW시 정지
- 운전방법:
 - TWIN TIMER에 의해 간헐적인 운전이 되도록 합니다. 운전시간은 현장조건에 따라 조정하나 **가동시간 이 10분이하, 정지시간 2분이상**으로 합니다.
 - 흡인 진공압이 **$< 0.3\text{kg/cm}^2(220\text{mmHg})$** 에서 운전하도록 하며 진공압이 **$0.4\text{kg/cm}^2(300\text{mmHg})$** 에 접근하면 막세정을 실시한다. **$0.5\text{kg/cm}^2(350\text{mmHg})$** 에서 SHUT DOWN이 되도록 하며 이 때는 반드시 계외 막세정을 실시하여 FLUX를 회복시킨 후 재운전 하여야 합니다.

■ 블라워

24hr TIMER에 의해 간헐운전이 가능하도록 합니다. 현장조건 및 미생물 상태에 따라 운전시간을 조정합니다. 막폭기조 LEVEL이 LOW 해제시에는 흡인펌프가 항상 가동하므로 이때는 무조건 가동할 수 있도록 합니다.(흡인펌프 가동시는 막의 여과가 진행되므로 막표면의 오염물 부착을 막기위한 AIR SCRUBBING이 필요하므로)

■ 교대운전

- 유량조정펌프는 자동 내지 수동으로 교대운전을 할 수 있도록 설정합니다.
- 흡인펌프 및 블라워는 24hr TIMER나 TWIN TIMER를 통해 자동 교대가 가능하도록 하며 고장시 자동으로 교대가 되도록 합니다.

■ LEVEL SWITCH

- 유량조정조 LEVEL의 LOW는 유량조정펌프 30cm 상부에 설치합니다.
- 막폭기조 LEVEL의 LOW는 막후레임 상단으로부터 최소한 20cm 상부에 설치해야 하며, HIGH와 LOW LEVEL의 수직간격은 40~60cm 정도로 합니다. 그리고 유입수량의 충격부하로 막폭기조 수위의 급상승에 따른 기계실 침수 등의 문제에 대처하기 위하여 HIGH LEVEL 20~30cm 상부에 경보용 HI HI LEVEL을 설치합니다.

■ 경 보

다음과 같은 경우에는 경보램프 및 부저가 울리도록 합니다.

- 유량조정펌프 고장시
- 흡인펌프 고장시
- 블라워 고장시
- 흡인펌프의 진공차압이 HIGH 점점에 도달시
- 막폭기조 의 수위가 HI HI LEVEL 에 도달시

2. 세정방법

■ 계외세정(OFF LINE 세정)

비엘테크의 FP 모듈은 정상적인 운전시 2회/년 주기로 계외 화학세정을 하는 것이 필요합니다. 막표면에 부착된 오염물의 압밀화를 막고 막의 FLUX를 지속시키기 위해서 주기적인 화학세정이 필요합니다.

1) 세정 주기

안정초기의 진공압보다 약 0.2kg/cm^2 (150mmHg)정도 상승하면 계외 화학세정을 실시합니다. 그러나 진공압이 상승하지 않았다 하더라도 년 2회주기로 계외세정을 하는 것이 막수명의 유지 및 연장을 위해서 필요합니다.

2) 약품제조

차아염소산나트륨(NaOCl) 을 물에 희석하여 약 1,500~2,000ppm의 수용액으로 만들어 사용합니다. 가성소다(NaOH) 0.5~1%(W/V)를 혼합하여 사용하면 세정효과가 더욱 좋습니다.

3) 세정방법

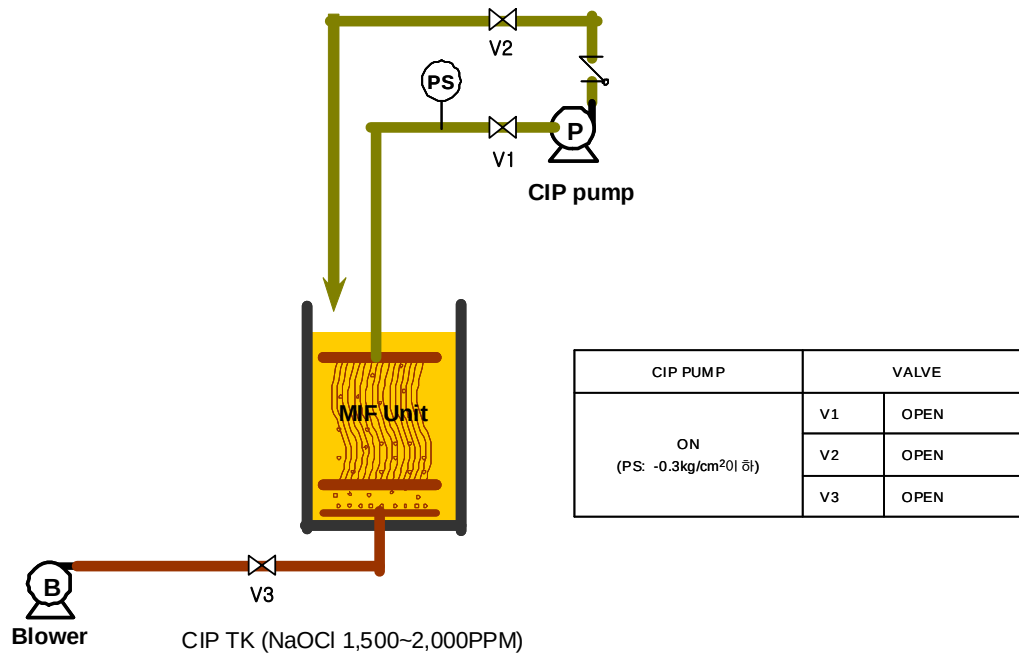
- ①세정조에 물(막투과수) 과 약품(NaOCl) 을 넣어 약 1,500~2,000ppm 정도로 농도를 맞춥니다.
- ②막유니트를 막폭기조에서 꺼냅니다.
- ③막유니트에 부착된 오염물질을 물로 씻어 냅니다.
- ④막유니트를 막세정조에 넣어 약품액에 충분히 잠기도록 합니다.
- ⑤막유니트의 AIR LINE 및 SUCTION LINE을 각각 AIR 공급 접속구 및 CIP PUMP*에 연결합니다.
- ⑥AERATION를 하면서 CIP PUMP를 가동하여 막투과수를 막세정조로 순환시킵니다. 약 15min~20min 정도 실시합니다.
- ⑦AERATION 및 CIP PUMP를 정지한 상태로 약 1hr ~ 2hr 정도 soaking 합니다.
- ⑧재차 AERATION 및 CIP PUMP 순환세정을 약 15min~20min 정도 실시합니다.
- ⑨막폭기조에 다시 침지하여 운전을 재개합니다.
- ⑩사용한 약품액은 슬러지 농축저류조로 이송합니다.

* CIP PUMP를 이용한 순환세정은 막오염이 심할 때 사용하는 것으로 하며 일반적인 CIP 공정에서는 약품에 침적(SOAKING) 및 AIR SCRUBBING 만으로도 충분합니다.

MIF SYSTEM - CIP

Process-1 : 1'st Chemical circulation

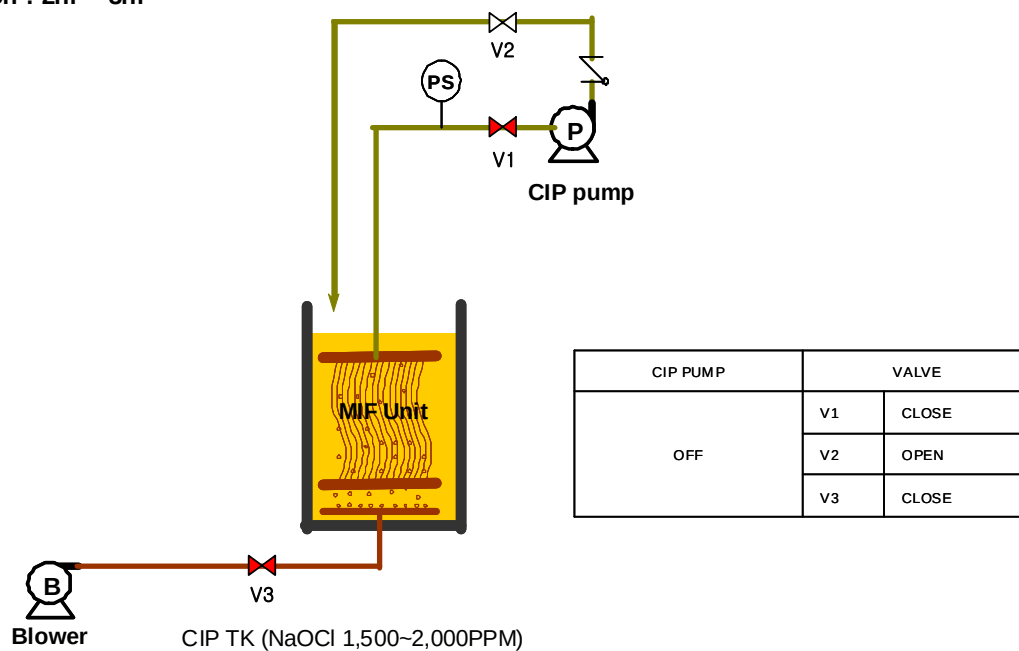
Duration : 15 ~ 20min



MIF SYSTEM - CIP

Process-2 : Chemical soaking

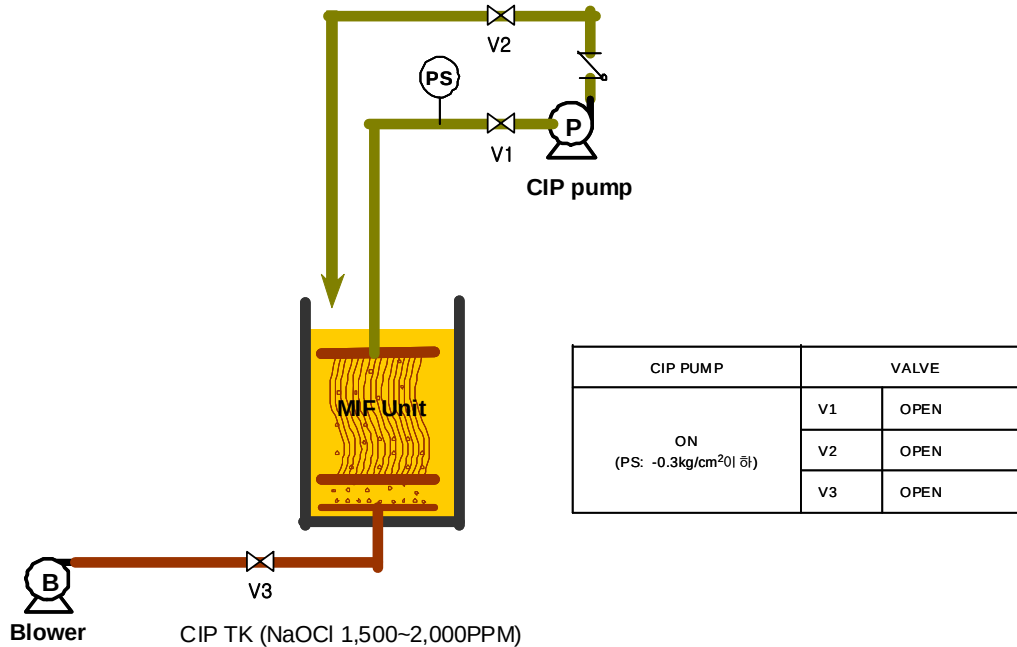
Duration : 2hr ~ 3hr



MIF SYSTEM - CIP

Process-3 : 2'nd Chemical circulation

Duration : 15 ~ 20min



■ 계내세정(ON LINE 세정)

중공사막을 막폭기조내에 둔 채 세정하는 방법으로 역세 및 약품역세, 공기역세 등이 있으며 자동 및 수동으로 조작됩니다.

1) 세정조건

- ①NaOCl : 1,500~2,000ppm정도
- ②약품주입량 : 1.0~1.5L/M²(막면적)
- ③약품주입시간 : 1회 1 ~ 2min (간헐적)
- ④약품침윤(soaking) 시간 : 20min ~ 40min
- ⑤세정주기 : 차압 상승시(초기차압에 비해 약0.1kg/cm²(60mmHg) 상승시)에 실시하나 가능한 1개월에 1회 주기로 지속적으로 실시하는 것이 투과FLUX의 유지 및 막수명의 연장을 위해서 필요합니다.

2) 세정방법

	PUMP	AV1	V1	V2	V3	V4
흡인여과시	ON	CLOSE	OPEN	OPEN	OPEN	CLOSE
약품역세정시	ON	OPEN	CLOSE	CLOSE	OPEN	OPEN

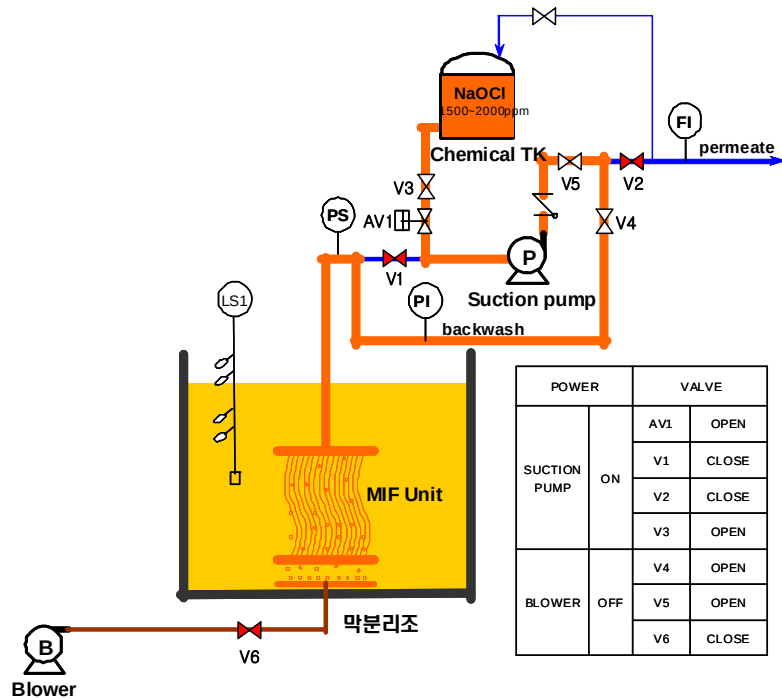
① 역세정시, 먼저 V1, V2를 잠그고 AV1, V3를 열고 나서 펌프를 START합니다.

② 그리고 나서 V4를 서서히 열면서 PS의 지시바늘이 0.2kg/cm²~0.3kg/cm² 사이에 오도록 합니다.

③ 20sec~40sec 동안 약품역세를 하여 약품을 충분히 주입한 후 약품이 막모듈 내에 충전된 상태에서 펌프를 정지하고 약 20min ~ 40min정도 침윤(Soaking)한 후 다시 20sec~40sec 동안 약품역세를 실시한 후 정상 운전에 들어 갑니다.

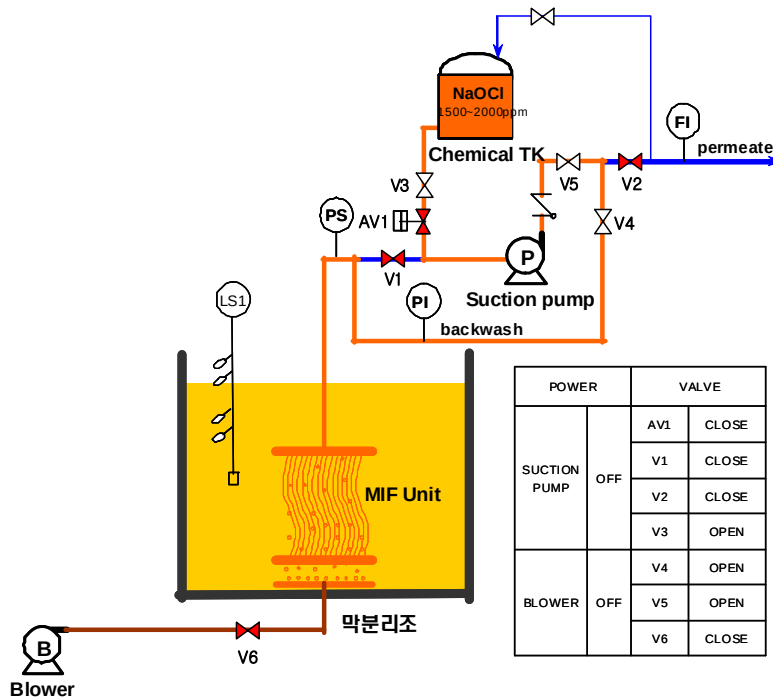
MIF SYSTEM - ONLINE CLEANING

Process-1 : Chemical feeding
Duration : 1 ~ 2min



MIF SYSTEM - ONLINE CLEANING

Process-2 : Chemical soaking
duration : 20 ~ 30min



MIF SYSTEM - ONLINE CLEANING

Process-3 : Chemical backwashing
duration : 30 ~ 60sec

