

---

---

## 정수처리용 침지형 막분리 시스템

---

---

김 형 수 교수  
(성균관대)

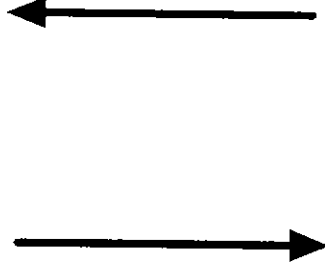
## 1. 수도에서의 막여과법의 의미

- 수질 확보
  - 자연수 유지 상태에서 최상의 수질 확보 가능
  - 저탁도 규제의 대응(크립토폰스포리디움, 지아디아 제거)
  - 다양한 수질의 처리수 제조 가능
  - 원수 수질 변화에 안정적 대응
- 환경 보호
  - 회수율 제고(수자원 이용 극대화),
  - 슬러지 발생 최소화 및 슬러지 감량화
  - 부지의 축소 및 지리적 제한의 극복
- 경영 개선
  - 자동화 용이
  - 무인 운전 가능, 유지 관리 용이(원격 감시 및 제어 가능)

## 2. 기술의 도입 과정

대 규모

- 기존 정수처리법
- 토목 구조물 기초
- 대용량이 사업 이익 있음
- 노하우 축적에 장기간 소요
- 소용량화에 어려움 따름



- 막분리법
- 기계 설비 기초
- 소용량도 사업 이익 있음
- 단기간의 노하우 축적
- 소규모의 병렬 조합에 따른 대용량화 용이

소 규모

### 3. 정수처리용 막여과법의 과제

- 분리막의 보호
  - 분리막 특성의 정확한 파악
  - 최적 전처리 공정의 확립
  - 물리적, 화학적 세정 방법의 확립
- 막여과 공정
  - 최적 분리막의 선정
  - 기존 공정과의 조합 및 에너지 절감
  - Risk 증가에 따른 정수 처리용 분리막의 기준 필요
- 수질 모니터링 시스템
  - 공정의 단일화에 따른 Risk 증가
  - Particle counting(monitoring), Turbidity monitoring 필요
- 원격 제어 시스템

## 4. 수도용 막모듈(일본의 예)

수도 정수 프로세스 협회와 막분리 기술 진흥 협회가 설치한 “수도용 막모듈 규격 제정 위원회”를 구성하고 합동 규격(WPPA-001)을 정함

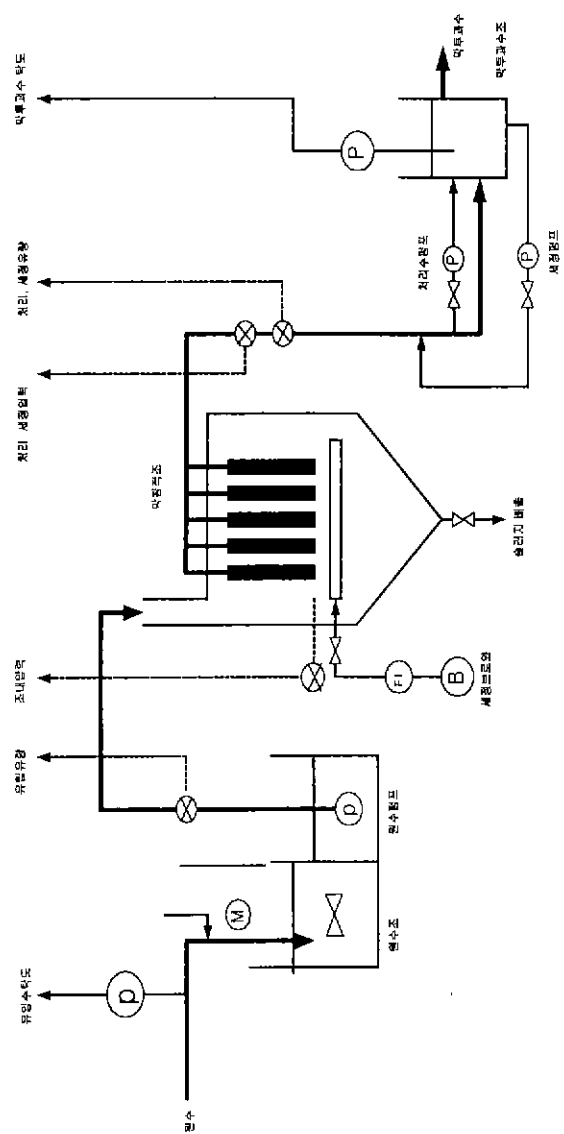
- 적용 범위는 수도 정수 처리에 사용하는 막모듈(정밀여과 및 한외여과용)으로 한다.
- 막모듈의 성능은 다음을 만족하여야 한다.
  - ① 투과 능력은 300kPa이하의 압력에서 단위막차암(98.1kPa)당  $0.5 \sim 3 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{일}$ 이어야 함.
  - ② 탁도 제거능은 탁도 100도의 원수를 막여과 시킨 막여과수의 탁도가 0.05도 이하이어야 함.
  - ③ 세균 제거 성능은 시험군으로서 슈도모나스와 같은 입경이 거의  $0.3\mu\text{m}$ 인 지표균을 이용하여 균수  $10^3 \sim 10^4/\text{ml}$ 의 원수를 막여과시켰을 때, 1ml의 막여과수에서 형성된 집락수가 10 이하이어야 함.
- 모듈내에 체류시킨 물을 수도법 수질 기준 46항에 의해 검사하여 규정의 수치에 적합하여야 한다.
- 통상 사용하는 압력의 1.5배 정도의 압력을 가해 이상이 없어야 한다.
- 막모듈의 일반적인 구조에 대한 규정은, 수도용 막모듈 규정 인정 위원회(사무국 : 수도 정수 프로세스 협회)가 설치되어 있고, 합격한 제품에는 규격 인정 증표를 붙이고 있다.

## 5. 적용 방법

- 신설 정수장
  - 주로 원수를 대상으로 한 시스템 개발
  - 입자성의 현탁물질 제거와 용존성 물질의 제거가 가능해야함
  - 안전성 확보를 위한 2단계 이상의 시스템 조합이 바람직함
  - 세계적으로는 벤처형이 아닌 일반화된 기술임
  - 국내에서도 다수의 연구 수행 경험 있음
- 증설(개보수) 정수장
  - 모래여과수를 대상으로 한 시스템 개발
  - 용존성 물질의 제거에 목적을 두고 있음
  - NF 단일 막분리법과 기존 고도처리 공정과 조합된 막분리법이 경합중임
  - 국내 정수장은 신설보다 고도처리를 위한 개보수에 문제를 안고 있음
  - 국내 현안 문제에 대처할 수 있는 연구 분야임

## 6. 개발 방향

- 에너지 절감형 막분리 시스템 개발
  - 정수 처리는 대용량임
  - 에너지 절감은 필수 사항임
  - Crossflow 방식 → Dead-End Filtration 방식
  - 분리형 수납 방식 모듈 방식 → 일체형 칩지식 모듈 방식
  - 전기 에너지를 이용한 펌프의 구동력 → 비전기적 에너지를 이용한 구동력
  - 자연 수두압을 구동력으로 최대한 이용할 수 있는 막분리 시스템의 개발
  - 기존의 모래여과법의 여과법 개념을 막분리법에 도입
- 여과수 고도처리용 막분리 시스템 개발
  - 기존 모래여과수중의 용존성 물질 제거를 목적으로함
  - 기존 고도처리 공정과 조합된 막분리법 개발
  - 예)(호기성 생물처리) + (활성탄 흡착) + MF/ UF 방식
  - 그외 오존 처리등의 고도처리법도 도입할 수 있음



자연 수두압을 이용한 여과법 개념도 도입한 막분리 시스템 개요도



MF/UF막과 고도처리의 조합 방식에 의한 처리 프로세스 특성

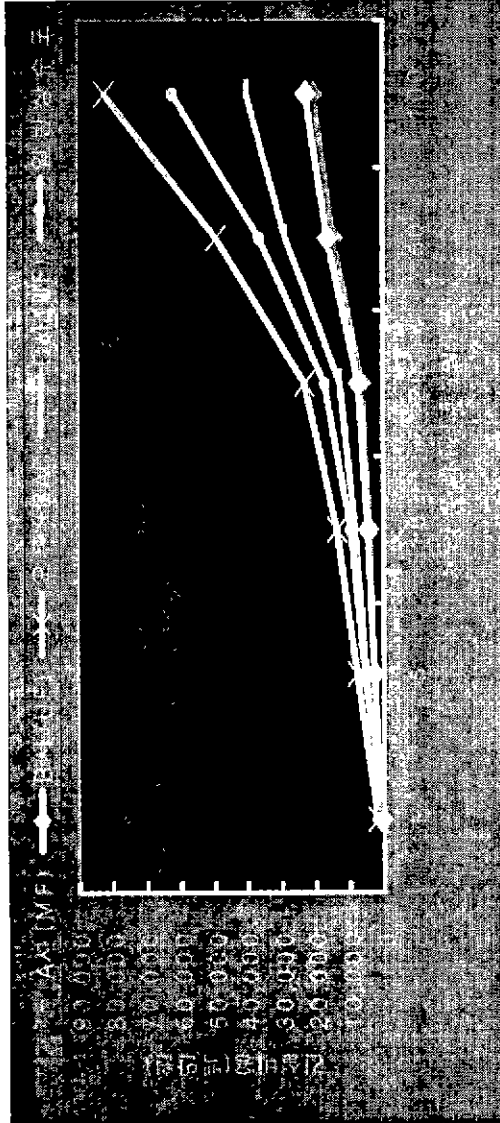
	조합 방식	적용 가능한 원수의 수질 특성	처리 특성
1	PAC-MF/UF	농약·음이온계면활성제·취기 농도가 높고, 소독부생성물진구물질, 색도가 지나치게 높지 않은 원수, 이들 오염물질의 발생 기간이 비교적 짧은 암모니아성 질소농도가 낮은 원수.	농약·음이온계면활성제·취기 등의 성분은 분말활성탄의 첨가량이 적어도 제거하기 쉽지만 소독부생성물 진구물질과 색도의 제거에는 다량의 분말활성탄이 필요하다. 탁질이 첨가된 분말활성탄은 막여과로 제거된다.
2	O <sub>3</sub> -PAC-MF/UF	농약·음이온계면활성제·취기 농도가 높고, 소독부생성물진구물질의 농도가 지나치게 높지 않은 원수. 암모니아성 질소 농도가 낮은 원수.	오존 처리에 있어 농약·취기·색도 등의 산화분해와 분말활성탄에 의한 농약·음이온계면활성제·취기 등의 흡착제거가 효과적이다. 소독부생성물진구물질을 제거하기 위해서는 다량의 분말활성탄이 필수적이다. 탁질을 첨가한 분말활성탄은 막여과에서 제거된다.
3	생물처리-MF/UF	암모니아성 질소가 높은 원수와 생물분해성 취기를 함유한 원수. 유기물 농도가 낮은 원수.	호기성생물처리에 의한 암모니아성질소의 제거 및 생물분해성의 유기물과 취기, 철·망간의 제거에 효과가 있다. 탁질과 미생물은 막여과로 제거된다.
4	MF/UF-GAC	소독부생성물진구물질·농약·음이온계면활성제·색도 등의 유기물 농도가 높은 원수. 암모니아성 질소 농도가 낮은 원수.	정밀여과/한외여과에 의한 탁질제거로 부하를 경감. 입상활성탄에 의한 용존성유기물을 흡착제거한다. 입상활성탄의 사용일수에 따라 각제거대상물질의 제거성능이 다르다.
5	MF/UF-O <sub>3</sub> -GAC	소독부생성물진구물질·농약·음이온계면활성제·색도 등의 유기물 농도가 상당히 높은 원수. 암모니아성 질소 농도가 낮은 원수	정밀여과/한외여과에 의한 탁질제거로 부하를 경감. 오존처리에 의한 취기·색도·농약 등의 산화분해와 입상활성탄에 의한 소독부생성물진구물질·농약·음이온계면활성제·취기·색도 등의 제거가 기대된다.
6	생물처리-MF/UF-GAC	암모니아성 질소의 농도가 높고, 소독부생성물진구물질·농약·음이온계면활성제·색도 등의 유기물 농도가 높은 원수	호기성생물처리에 의한 암모니아성질소의 제거 및 생물분해성의 유기물과 취기 및 철·망간을 제거하고 정밀여과/한외여과에 의한 탁질제거의 부하를 경감시킨 후 입상활성탄에 의한 용존유기물을 흡착제거한다. 입상활성탄의 사용일수에 따라 각제거대상물질의 제거성능이 다르다.

조합 방식	적용 가능한 원수의 수질 특성	처리 특성
7 생물처리-MF /UF-O <sub>3</sub> -GAC	암모니아성 질소가 높고, 소독부생성물 전구물질·농약·음 이온계면활성제·취기·색도 등의 유기물 농도가 상당히 높 은 원수	호기성생물처리에 의한 암모니아성질소의 제거 및 생물분해성의 유기물과 취기 및 철·망간을 제거하고 정밀여과/한외여과에 의한 탁질제거의 부하를 경감. 오 존처리에 의한 취기·색도·농약 등의 산화분해와 임상활성탄에 의한 소독부생 성물전구물질·농약·음이온계면활성제·취기·색도 등의 제거가 기대된다.
8 GAC-MF/UF	탁도가 거의 없는 지하수 등의 깨끗한 원수에, 농약·유기용 제 등 미량유기경우와 소독부생성물 전구물질 농도, 색도가 높은 원수	용존유기물을 제거하기 위한 임상활성탄처리가 주체로서 정밀여과 또는 한외여 과는 임상활성탄에서 누출되는 미분탄이나 미생물 등의 탁질을 제거한다.
9 O <sub>3</sub> -GAC-MF /UF	탁도가 거의 없는 지하수 등의 깨끗한 원수에, 농약·유기용 제 등 미량유기경우와 소독부생성물 전구물질 농도, 색도가 높은 원수	용존유기물을 제거하기 위한 오존처리와 임상활성탄처리가 주체로서 정밀여과 또는 한외여과는 임상활성탄에서 누출되는 미분탄이나 미생물 등의 탁질을 제거 한다.
10 생물처리- GAC -MF/UF	탁도가 거의 없는 지하수 등의 깨끗한 원수에, 암모니아성 질소·농약·유기용제 등의 농도가 높은 경우 또한 원수 소 독부생성물 전구물질의 농도와 색도가 높은 경우	호기성생물처리에 의한 암모니아성질소나 철·망간 등의 제거와 임상활성탄처리 에 의한 용존유기물의 제거가 기대된다. 정밀여과 또는 한외여과는 임상활성탄에 서 누출되는 미분탄이나 미생물 등의 탁질을 제거한다.
11 생물처리-O <sub>3</sub> -GAC-MF /UF	탁도가 거의 없는 지하수 등의 깨끗한 원수에, 암모니아성 질소의 농도가 높고, 소독부생성물 전구물질·농약·색도가 높은 경우	호기성생물처리에 의한 암모니아성질소나 철·망간 등의 제거 및 오존처리와 임 상활성탄처리에 의한 용존유기물의 제거가 기대된다.정밀여과 또는 한외여과는 임상활성탄에서 누출되는 미분탄이나 미생물 등의 탁질을 제거한다.

출전 : 막여과 고도 정수시설 도입 GUIDE LINE

## 7. 경제성 비교

### 1) 건설 비용



## 2) 운전 비용

