

중수도 시스템의 실시 예**동경도 미나토구청사의 중수도설비****서론**

근래 도시의 물사정은 매년 악화되고 있다. 이것은 도시의 인구집중과 도시기능의 고도화가 가져온 수급의 불균형에 의한 것이다. 급수 및 배수시스템의 능력향상이 어렵게 된 것도 이유의 하나이다. 따라서 절수·효과적이용의 필요성이 강조되고 있다.

배수의 재이용은 지역단위로 시행되는 것과 전물단위로 시행되는 것이 있으며, 각각의 규모와 물이용의 유형 등에 의하여 한외여과막법과 생물법, 혹은 한외여과법과 생물법이 병용되고 있다.

기술적으로는 건물단위로 시행되는 것이 수량변동과 수질변동이 크고, 또 규모도 작으므로 어렵다. 1970년 후반 이후 막의 성능향상과 응용기술이 진보된 결과 한외여과막법이 이용되게 되었다.

한외여과막법의 특징을 요약하면, 물리처리법이므로 부하변동에 강하고 자동운전이 용이하게 이루어지므로 개별건물용에 자주 이용된다.

1. 설비개요**1. 1 계획수량과 수질**

〈표-1〉에 재이용 대상의 배수와 중수의 수량과 수질을 표시한다.

1. 2 시스템

〈그림-1〉에 본 시스템을 블록다이아그램으로 표시한다.

1) 주방배수는 주방에 설치된 그리스 트랩을 거쳐서 중수설비에 연결된다. 1차스크린으로

〈표-1〉 계획수량과 수질

| | 수량 [m ³ /d] | BOD [mg/l] | COD [mg/l] | SS [mg/l] |
|--------------------|---------------------------|---------------|---------------|--------------|
| 주방배수 (중수원수) | 24 | 150-500 | 400-100 | 30-100 |
| 세면기 배수 배수(중수원수) | 34 | 30-60 | 10-20 | 10-20 |
| 회수 중수 (중수) | 41 | 100이하 | 100이하 | 50이하 |

큰 이물질을 제거한 후 접촉산화조에서 BOD수치가 60~100까지 전처리되어 원수조에 유입된다.

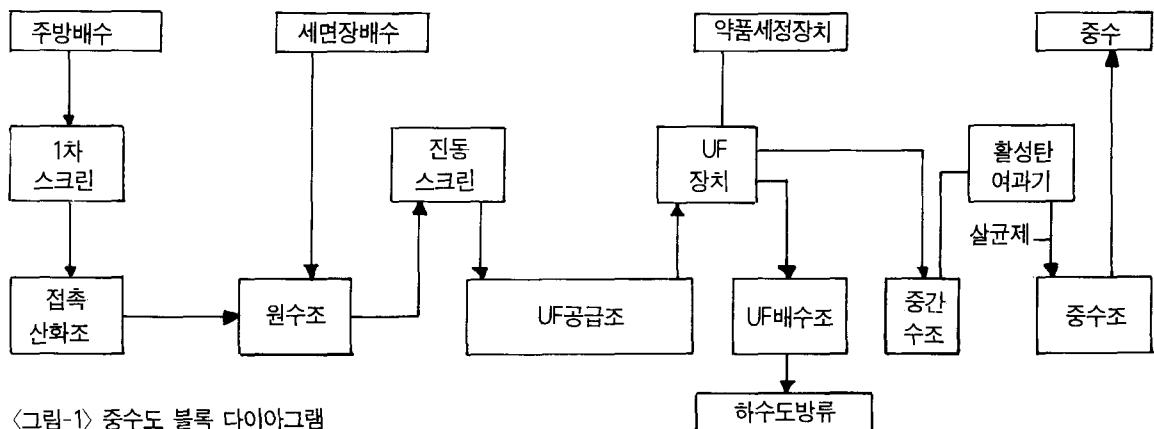
2) 세면기배수는 바로 원수조에 유입되어 전처리된 주방배수와 혼합된다.

3) 한외여과(이하 UF라 한다) 막의 여과에 관계되는 표피층은 두께가 미크론 정도로 극히 얕으며 UF막에 공급되는 물중에 딱딱한 이물질이 있으면 표피층에 흠집이 생기므로 바이브로 스크린에 의해 1차스크린으로 제거되지 않은 미세한 이물질을 제거한다.

4) UF장치로는 UF막의 투과수와 막을 투과하지 않은 UF배수로 분리되고, 투과수는 중간수조로, 또 UF배수는 배수조로 보내어진 후 하수로 방류되어진다.

5) UF투과수중에는 UF막의 분화분자량(시장에 있는 것은 막의 종류에 의해 수천에서 수백만)이하의 저분자물질이 함유되며, 변기세정수로서 기능상 혹은 위생상 전혀 문제는 없지만, 투과수에 약간의 색과 악취가 나는 일이 있다. 따라서 최종처리로 활성탄여과를 한다.

6) 활성탄여과수에는 살균제(보통 차아염소



〈그림-1〉 중수도 블록 다이아그램

산소다(次亞鹽素酸소다)가 첨가되어 중수조에 고이게 된다.

7) UF장치에 부속되는 약품세정장치는 UF 막의 표피층 표면에 조금씩 침적하는 스케일을 주주일간마다 없애기 위해서이다.

한편 본 중수설비에는 비(雨)의 이용설비도 설치되어 있으나 막기술의 응용이 아니므로 여기서는 생략한다.

1.3. 주요설비시방

(1) 진동스크린

1) 전자(電磁)진동식스크린 : 진동수 매초 50, 진폭 0.1~2mm

2) 스크린 : 80매시

3) 처리능력 : 50m³/h

(2) UF장치

1) 튜브리(Tubular)형 아크릴니트릴막 : 직경24mm, 길이 3m

2) 막의 수 : 196개(합계 막면적 43m²)

3) 가압공급펌프 : Volute형, 50 l/min, 30m, 1.5Kw)

4) 순환펌프 : Volute형 850 l/min, 17m, 3, 7Kw)

5) 처리능력 : 41m³/d

6) 부속기구 : 스폰지볼 세정기구 부착

(3) 활성탄여과기

1) 입상활성탄사용의 하향류식 : 활성탄량 800l

2) 처리능력 : 4.7m³/h

1.4 운전방식

각수조의 수위에 의해 각 기구는 자동적으로

기동, 정지되며 일상의 운전은 완전히 자동화되어 있다. 평상시 운전관리는 UF막 투과수의 투시도를 눈대중으로 확인하는 정도이며, 무인 운전이 가능하다. 주1회의 설비점검시 필요에 따라서 막의 화학세정과 활성탄을 월평균 2~2.5회 역세(逆洗·Back Wash)하는 것 외에 살균제를 보충한다.

2 운전결과

각 공정별 수질분석결과의 한 예를 〈표-2〉로 표시한다.

〈표-2〉 공정별 수질

| | 주방 배수 | UF 공급수 | UF 투과수 | 활성탄 여과수 |
|---------------|-------|--------|--------|---------|
| pH(13°C) | 6.4 | 6.6 | 7.2 | 7.0 |
| BOD (mg/l) | 179 | 58.6 | 8.2 | 6.8 |
| COD-Mn (mg/l) | 50 | 34.3 | 10.1 | 9.0 |
| SS (mg/l) | 32 | 24.3 | 1.9 | 1.00이하 |
| 핵산추출물질 (mg/l) | 7.2 | 8.5 | 1.7 | 1.4 |
| ABS (mg/l) | 2.47 | 6.53 | 0.37 | 0.44 |
| 色度 (度) | - | 25 | 25 | 4 |

3. 특징

본 설비의 특징중 물리처리를 주체로 하고 있으므로 운전관리가 극히 간단하다는 것은 앞내용에서도 서술하였으나 또 하나의 특징은 튜브

러형의 UF막을 이용하고 있는 점이다.

중수도에는 본 설비에 사용되고 있는 튜부러형 UF막외에 평막형(平膜形)의 것이 일반적으로 이용되고 있다. 막을 사용하는데 있어서는 처리해야 할 배수중에 존재하는 불순물이 막의 표면에 축적되지 않도록 하는 것이 필요하다. 특히 중수도의 경우, 대량의 혼탁물질이 있기 때문에 스파이럴형 또는 중공계(中空系)형의 막은 이용되지 않는다.

막의 성능, 즉 투과수량(Flux)와 분리특성을 일정하게 유지하는데는 막표면의 불순물(혼탁 및 용해물질)의 축적 또는 체류를 허용할 수 있는 범위로 맞추어야 한다. 범위를 초과하면 유량을 저하시킬 뿐 아니라 막경계면의 불순물 농도가 높게 되고 분리특성도 저하한다. 따라서 보통 막표면의 유속을 높인다. 직경 25mm의 튜부러형 UF막의 경우 관내 평균유속과 유량의 관계를 <그림-2>에 표시한다. 중수에 이용되는 배수의 경우, 그림에서 사선으로 나타난 범위의 특성을 표시한다. 이 그림에서 알 수 있는 바와 같이 유속이 클수록 유량도 크게 되는데 그만큼 소요동력도 커지므로 경제성을 저하시킨다. 따라서 본 설비에서는 경제성을 중시하고 관내유속을 2~2.3m/s로 하고 시간의 단위로 발생하는 불순물의 축적을 스폰지볼 세정으로 방지하고 있다.

스폰지볼 세정이라 함은 튜부러형의 막표면 세정에 자주 이용되고 있는 수단으로 막의 표피층을 손상시키지 않는 부드러운 볼을 관내로 통과시켜 막표면에 붙은 불순물을 긁어내는 것이다. 2종류의 방법이 있는데, 하나는 막의 내경보다 작은 볼을 여려개 통과시키는 것, 또 다른 하나는 본 설비에서 사용하고 있는 방법으로, 내경보다 큰 볼 1개를 통과시켜 <그림-3>의

모식도(模式圖)와 같이 부착물을 확실하게 제거하는 것이다.

한편, 유량은 거의 운전압력에 비례한다. 튜부러형의 막에서는 단위막 면적당의 필요순환(송수)량이 크지만 막내의 압력강하가 작은 것을 이용해서 <그림-4>에서와 같은 회로에 의해 다른 형태의 막보다 오히려 소요동력을 적게 하고 있다.

또 막 면적은 막경에 비례하지만 단면적은 2승에 비례한다. 따라서 물의 순환량은 막경이 클수록 많아지고 소요동력이 크게 된다는 의견이 있으나 처리하는 배수에 의해 펄렉스를 다루는 것은 유속에도 있고 압력도 있으므로 단순하지 않다. 막경과 소요동력의 관계는 레이놀즈수가 일정한 경우는 다음 식과 같으며, 막경이 작을수록 소요동력은 크게 된다.

$$W'/W = K(D/D')^3$$

여기서, W : 소요동력

D : 막경

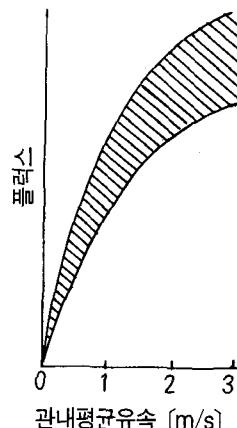
K : 정수

또, 평균유속이 일정한 경우는 다음식과 같으며 막경이 작을수록 소요동력은 약간 크게 된다.

여기서,

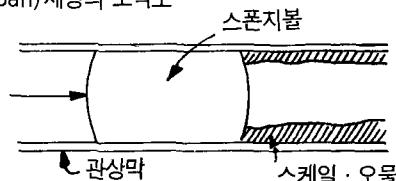
F : 레이놀즈수로 결정되는 계수

따라서 일반 배수 처리에 응용하는 한 막경 12~25mm의 범위에서는 실용상 큰 차이는 없다고 할 수 있다.



<그림-2> 관내 평균유속과 펄렉스

<그림-3> 볼(Ball) 세정의 모식도



<그림-4> 튜블러형 UF의 순환회로

