

신주꾸 스테이션 빌딩의 배수 재이용 설비

이 빌딩은 JR신주꾸역에 인접한 상가빌딩으로 화장실 세정수는 우물물을 사용하고 있었으나 1972년부터 범규제에 의해 시수로 바꾸었다.

근년에 상하수도 요금이 올라서 배수 재이용 설비의 설치를 검토하면서

- ① 경제효과를 얻을 수 있다.
- ② 2중배관·지하수조 등 기존설비를 이용할 수 있다.
- ③ 원배수(原排水)는 주방폐수를 이용할 수 있는 것에 착안하여 산키(三機)공업(주)의 MSR시스템을 채용하였다.

1985년부터 실제 운전에 들어갔으며 유분이 많은 배수를 이용함에도 불구하고 중수는 고도의 수질을 얻을 수 있어서 화장실 세정수로 이용하였다.

또한 상하수도 요금 지불이 대폭적으로 내려가고 경제효과가 크다는 것이 확인되었다.

이와같이 기존빌딩도 조건만 조정하면 배수 재이용 설비의 설치가 가능한 예로서 아래에 기술한다.

1. 건물개요

신주꾸 스테이션 빌딩은 JR신주꾸역에 인접한 상가빌딩으로 1964년에 건설 되었다.

명칭 : 신주꾸 스테이션 빌딩

건물규모 : 지하3층, 지상8층

건축면적 : 연면적 52,973㎡(16,024평)

건물용도 : 상가

2. 배수재이용설비 설치의 동기

이 빌딩은 건설 당초에 우물물을 이용한 잡용수계통(화장실 세정수, 바닥세수, 냉각수등)과 시수를 이용하는 음료수 계통의 2중배관으로

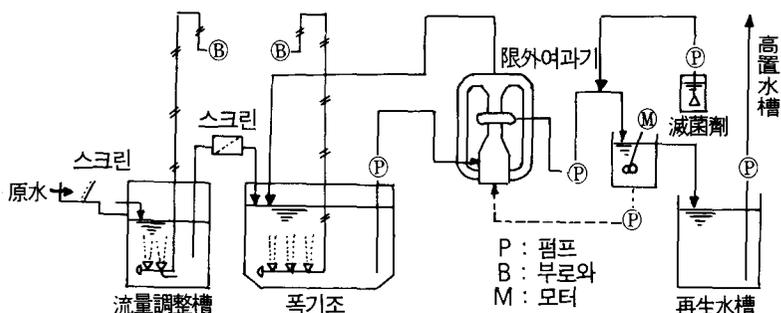
되어 있어서, 우물물과 시수를 겸용하고 있었다. 그후 “건축물용지하수채취의 규제에 관한 법”에 의해 신주꾸지구는 1972년부터 우물물을 사용할 수 없게 되어, 이 빌딩의 잡용수도 시수를 사용할 수 밖에 없었다.

이와 같이 시수사용량이 많아지고 또한 상하수도요금이 올라서 막대한 요금을 지불하고 있었다. 이 때문에 식당가의 주방배수를 배수재이용설비로 처리하여, 잡용수계통의 변기세정수로 재이용할 것을 계획하였고 경제적 효과가 보이기 때문에 1985년에 배수재이용설비(중수설비)의 설치를 단행하였다.

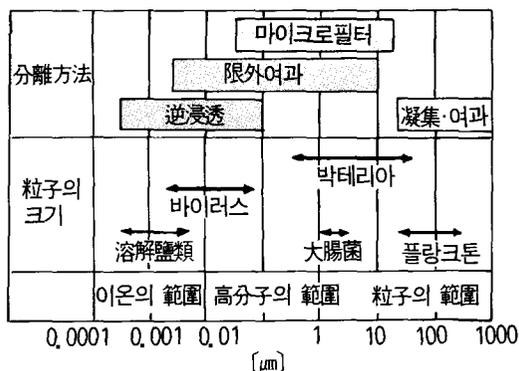
본 건물의 배수재이용설비는 당초부터 계획된 것이 아니고 절수로 인한 경제적 메리트가 생길 것을 과제로 해서, 빌딩건설 21년후에 설치되었다.

3. 설비의 선정기준

- 1) 1일 250m³의 배수재이용설비로하여 용도는 변기세정수로 한다.
- 2) 목표수질은 SS(Suopended Solid) 5mg/l 이하, BOD(Biological Oxygen Demand) 5mg/l 이하, 노말헥산(Normal Hexane) 추출물질 5mg/l 이하로 한다.

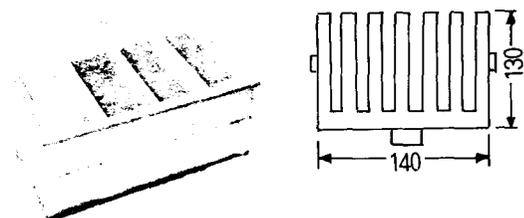


〈그림-1〉 MSR시스템의 플로



〈그림-2〉 분리방법과 粒子的 크기

- 3) 이용하는 원배수는 주방배수로, 그 유입시간은 영업시간대로 한다.
- 4) 오니발생량이 적어서 오니처리설비는 설치하지 않는다.



〈그림-3〉 플레이트식 限外여과기

- 5) 취기발생이 없을것, 진동·소음발생이 없을것.
- 6) 장치가 소형화로 설치면적이 작을것.
- 7) 운전보수관리가 용이할것.
- 8) 라이닝코스트가 싸고, 경제적 메리트가 있을것.
- 9) 기존설비에 대규모로 손을 대지말것.

4. 본 빌딩에 채용한 설비의 개요

위에서 말한 조건에 적합한 설비로서, MSR 시스템 (Membrane Sewage Rec-lamation)이 채용 되었다. 이 시스템은 생물처리(활성오니법)와 물리처리(한외

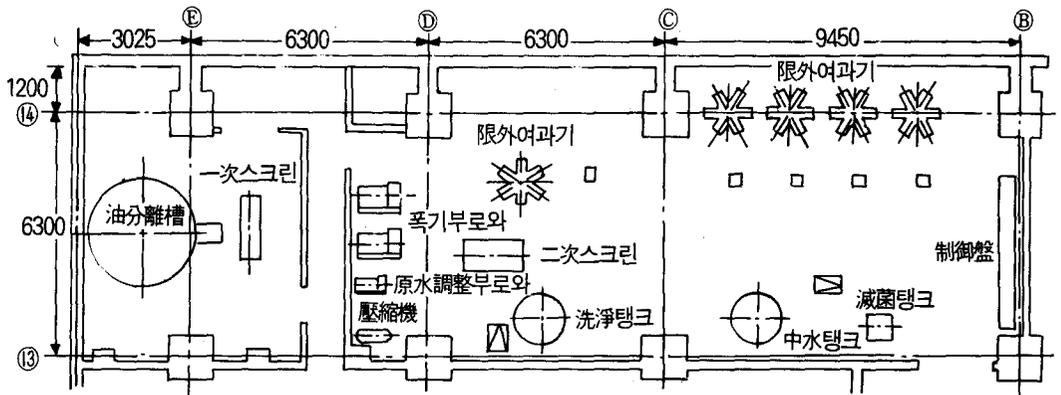
여과막법)을 조합한 시스템으로 일반의 활성오니법에 있어서 폭기조에 잇따르는 침전조를 생략하고 그 기능을 한외여과막에서 행하도록 하여, 설비의 소형화와 운전의 자동화·무인화를 용이하게 가능토록한 새로운 설비이다(그림-1 참조). 이하 설비내용을 열거한다.

- 1) 배수재이용설비 : MSR 시스템
- 2) 시공 : 산키공업(주)
- 3) 준공일 : 1985년 1월 31일
- 4) 중수생산량 : 250m³/day
- 5) 원배수 : 음식점 주방배수 330m³/d(설계 원배수 수질은 BOD 500mg/l 이하, SS 190mg/l 이하, 노말헥산 추출물질 90mg/l 이하)
- 6) 중수용도 : 변기세정수

5. MSR 시스템

MSR 시스템의 개요와 주요구성기기인 한외여과기·한외(限外)여과막에 대하여 기술한다.

5.1 MSR 시스템의 처리기구



水槽名稱	面積(m ²)	容積(m ³)	水槽名稱	面積(m ²)	容積(m ³)
原水受槽	8	10	原水調整槽	100	200
排出槽	16	20	폭기槽	60	120
中繼槽	8	10	雜用水槽	150	300

그림-4 중수設備配置圖

빌딩배수에는 다량의 유기질과 소량의 무기질이 포함되어 있다. 이 유기질분 안에는 고형분(固形分)으로서의 SS도 있고 물에 용해된 용해성의 유기분 및 유분(油分)도 포함되어 있다.

스크린에 의해서 잡물을 제거한 배수를 폭기조에 도입하여 수조내에 공기를 강제적으로 분산시켜, 이 공기와 오니물질(유기물)을 액중의 호기성(好氣性) 미생물과 잘 접촉시켜서, 미생물이 유기물을 식물(食物)로서 섭취하는 소화작용을 일으키게 한다.

이 과정에서, 미생물의 움직임에 의하여 배수중의 유기물이 물·탄산가스·질소등이나 배수로 부터 분리하기 쉬운 잔류물로 변화하여 가며, 조내 배수중의 유기물농도가 차례로 감소하면서 정화가 행해진다. 이 미생물은 조내에서 액중에 부유(浮遊)하는 플록크(Flock)상을 하고 있는 활성오니이다.

활성오니처리법에는 고액(固液)분리 때문에 침전지를 이용하고 있으나 MSR 시스템에서는 침전지 대신에 한외여과기중의 한외여과막에 의하고, 폭기조혼합액중의 청등수와 활성오니를 물리적으로 분리하는 구조로 되어있다.

분리된 폭기조 혼합액은 다시 폭기조에 되돌아 오므로, 폭기조내의 MLSS 농도를 용이하게 높일수 있다. 따라서 활성오니의 오탁물(汚

濁物)에 대한 집축효과가 향상되어, 배수의 폭기조내 체류시간을 줄여서 폭기조의 크기를 소형화하는것이 가능하다.

또한, MLSS 농도를 높일수 있으므로 유입 배수의 수질변동을 용이하게 흡수하고 항상 안정된 처리가 가능하며 결과로서는 처리수질의 안정을 얻을 수 있게되었다. 더욱이 고형분의 전량이 폭기조에 반복하여 반송되므로 오니로서의 시스템내 체류시간이 매우 길어지고, MLSS의 농도가 높음으로 인하여 자기소화(自己消化)가 이루어지며, 폐기 해야할 오니(잉여 오니)의 량이 극히 적기 때문에 오니처리설비를 설치할 필요가 없게 되었다.

5.2 한외여과기·한외여과막

한외여과는 UF(Ultrafiltration)이라고도 말하며, 다공질의 막을 사용하여 고액분리조작을 행하는 것이다. 이 막에는 육안으로 보이지 않는 무수한 적은 구멍이 있어서 기압 또는 감압하는 것에 의하여 용해물질을 투과하나 부유물·활성오니등은 거의 통과하지 않는다.

막의 구멍의 지름은 0.01 μ m정도로써 이 구멍은 통과한 처리수는 매우 깨끗한 여과수가 된다(그림-2, 3 참조).

이 한외여과막을 내장하고 있는 용기가 한외여과기이며, 1기의 크기는 세로 1.6m×가로

1.6m×높이 2.5m의 콤팩트한 장치로 되어 있다.

한외여과막으로 연속하여 분리조작을 하면, 액이 투과함에 따라서 원액측(활성오니액)면에 처지게 되는 입자 때문에 농도구배가 생겨 투과수량이 감소하는 일이 있다. 이 현상을 제거하기 위하여 한외여과기의 하부에 순환펌프를 설치하여 원액을 항상 유동시켜, 난류를 만들어 막표면의 고형분을 확산시킴으로서 투과수량(중수)이 저하 하는것을 방지하고 있다.

또한, 통수저항이 상승하는 경우에는 약품에 의한 막세정을 할수있는 설비를 갖추고 있다.

6. 배수재이용설비

6.1 설치장소

기계실은, 지하3층 창고의 일부를 개조하여

이용 하였다. 기계실 면적은 188㎡이다(그림-4 참조). 수조는 지하 피트를 이용하여 유효수심 1.8m로 잡았으나 각 수조간의 연락관이 가늘기 때문에 일부에서는 수조간의 물을 펌프로 이송 하였다.

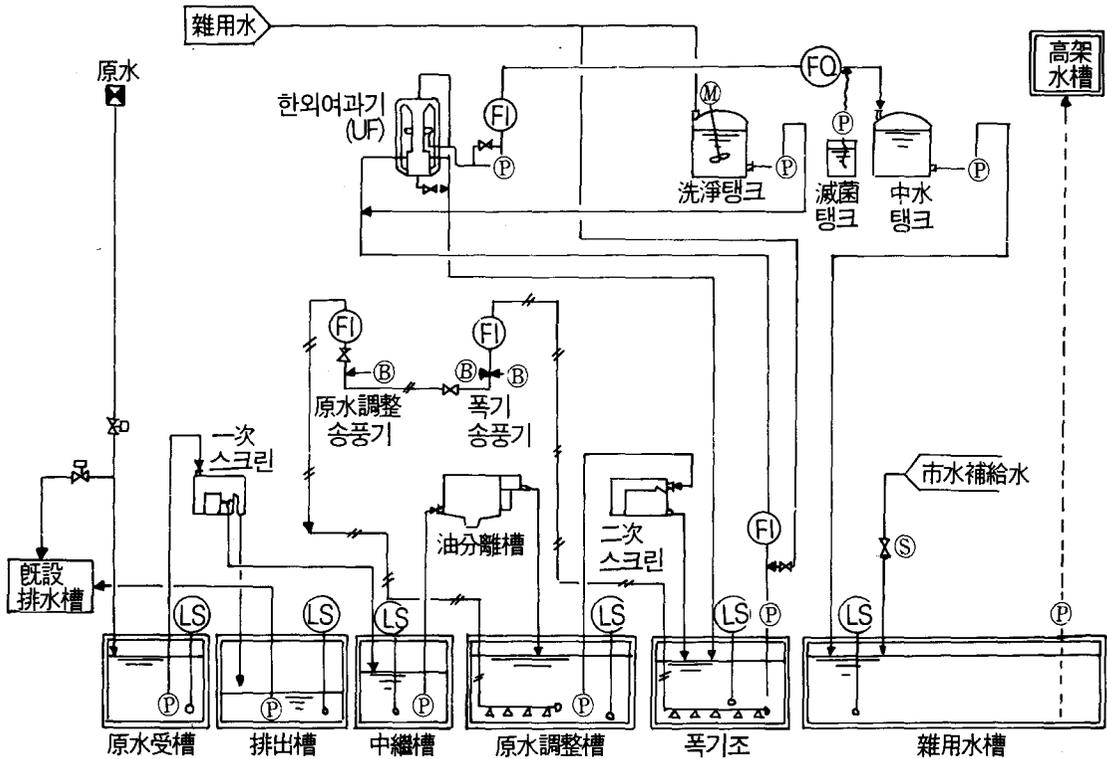
6.2 기기설비

플로 시트를 <그림-5>에 표시하고 주요한 기기일람을 <표-1>에 표시한다.

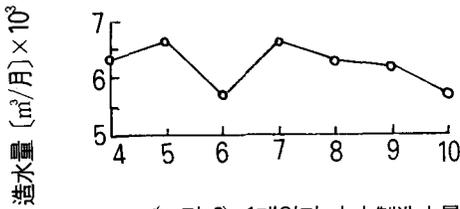
더구나 본 건물 배수에는 다량의 유분이 포함 되어 있기 때문에 전 단계에서, 약품을 주입하지 않는 유분리장치를 설치하고 있다.

6.3 운전실적

본 설비의 운전은 원배수조정조 및 중수를 저장하는 잡용수조의 수위에 따라 중수의 제조를 간헐운전 하고 있다. 즉 중수사용량의 요구에 따라서 기기가 자동운전·정지를 반복하고 있다. 이러한 사항하에서 본 빌딩의 1개월간 중수 제조수량은 5,700~6,600㎡로서 연간 제조수량은 73,200㎡이다(그림-6참조).



<그림-5> 중수設備플로시트



〈그림-6〉 1개월당 中水製造水量

〈표-1〉 主要機器一覽

名稱	仕樣	台數
油分離裝置	浮上分離式 φ2900	1
一次스크린	自動式 스크린	1
二次스크린	振動式 스크린	1
限外여과기	立形循環펌프內置式	5
限外여과막	플레이트형, 膜面積 80m ²	
洗淨槽	2000 l, PE製	1
原水調整송풍기	2.3m ³ /min	1
폭기송풍기	9m ³ /min	2
滅菌劑貯槽	密閉式 500 l, PE製	1

한외여과기를 연속운전하면 한외여과막의 구멍막힘이 서서히 진행되어, 그 결과 투과수 펌프의 흡인압이 올라가서, 한외여과막의 투과수량이 감소하기 때문에 1~2개월 마다 약품액으로 한외여과막을 세정하여 막의 막힘을 떨어내어서 중수제조수량을 일정하게 유지 시킨다(그림-7 참조).

원배수 수질은 설계치 SS 190mg/l, BOD 500mg/l, 노말핵산 추출물질 90mg/l에 대하여 실적치의 BOD·SS는 거의 같았으나 주방배수 때문에 유분은 80~160mg/l로서 설계치를 대폭적으로 상회 하였다.

한편으로, 중수(재생수) 수질은 설계목표의 SS 5mg/l 이하, BOD 5mg/l 이하, 노말핵산 추출물질 5mg/l 이하에 대하여 실적치는 설계치보다 적으며 고도의 수질이 안정되게 얻어졌다(표-2 참조).

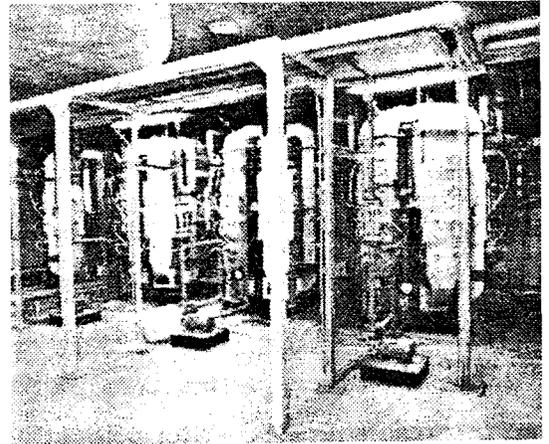
6.4 경제성

본 빌딩의 재생수 가격은, ① 라이닝코스트의 전력요금, 보수비(한외여과막대금, 메이커의 정기정검비, 원수조등의 청소비, 멸균제비, 수질검사비, 소모품비) ② 상각비(배수재이용 설비비, 배관개조 공사비, 수조, 맨홀의 토목개조

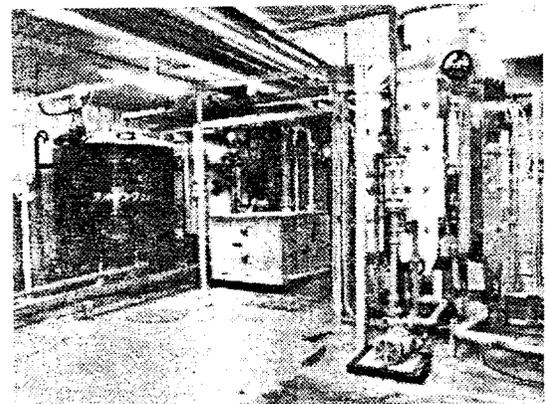
비), 금리 등이 있으며, 이들의 실운전 결과는 재생수 1m³당 458.8₩/m³(약 3,100원/m³)이었다.

한편, 본 빌딩에서 구입하고 있는 상하수도요금은 1m³당 ₩676.5/m³(약 ₩4,570/m³)이며 배수재이용설비를 설치한것의 중수제조 메리트는 676.5-458.8=217.7₩/m³(약 ₩1,470/m³)이 되어 재생수 1m³당 ₩217.7의 경제적 메리트를 얻는 결과가 되었다.

1986년도의 제조수량은 1개월 평균 6,100m³, 연간 73,200m³ 였으며 금액으로 환산하면 1,600만₩(약 1억8백1십만원)의 경제효과를 얻었다.



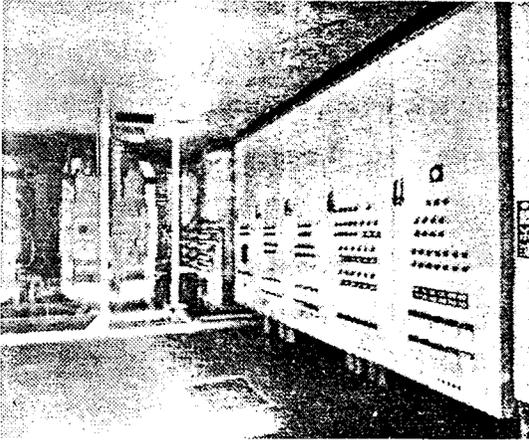
〈사진-1〉 洗淨탱크·二次스크린



〈사진-2〉 限外여과기 全貌

7. 맺음말

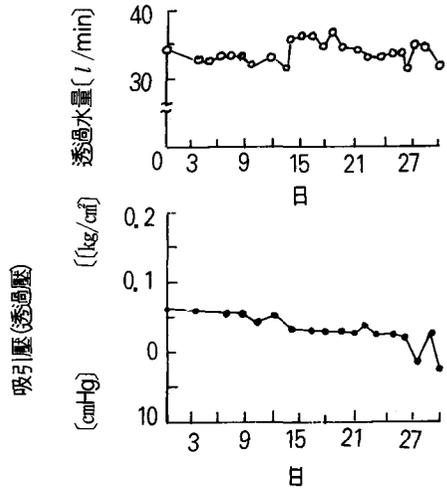
대도시에 있어서, 물의 수요는 매년 증가일로



〈사진-3〉 制御盤

에 있으며 그 수요요구의 전부를 수용하는 것은 어려운 사정으로 되었다. 그래서 최근, 물을 될수있는 한 절약하는 것은 물론, 한번 사용한 물을 재이용하는 재이용설비의 설치예가 각지에서 증가하고 있다.

본 빌딩에서는 재이용설비 설치계획이 빌딩 건설 초기부터 있는것이 아니고 상하수도 요금의 상승에 따라 고액부담을 피하기 위해 기존 빌딩의 기존설비를 최대한 이용할 것을 과제로 하여 출발하였고 경제효과를 최고의 중점으로



〈그림-7〉 限外여과막의 透過水量과 吸引壓

해서 완성한 점은 주목할 가치가 있다.

본 빌딩에서는 변기세정수로서 많은 금액의 상하수도 요금을 지불하고 있었으나 배수재이용설비를 설치함으로써 경제효과를 얻을 수 있다는 것을 실증하였다.

〈표-2〉 原排水와 中水(再生水)의 水質

測定 月/日	原 排 水						再 生 水(中水)					
	pH	SS (mg/l)	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	ABS (mg/l)	n-헥산 (mg/l)	pH	SS (mg/l)	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	ABS (mg/l)	n-헥산 (mg/l)
11/5	5.4	164	265	450	10.4	101	7.5	1以下	16.1	3.6	N.D.	0.9
11/27	6.1	264	494	800	6.3	86.4	7.8	1以下	7.3	1.2	0.9	3.1
12/4	5.8	173	328	510	7.4	162	7.6	1以下	7.5	0.7	0.1	3.4
12/11	5.5	195	153	330	5.2	117	7.9	1以下	10.3	0.5	0.1	4.2
1/8	6.7	183	210	400	7.2	161	7.7	1以下	7.6	0.3	0.1	3.1
1/16	6.9	122	182	230	6.1	83.5	7.5	1以下	6.2	1.2	0.1	2.7
平均	6.1	183.5	272	453.3	7.1	118.5	7.7	1以下	9.2	1.3	0.2	2.9
設計値		190以下		500以下		90以下	5.8~8.6	5以下		5以下	1以下	5以下