

중수조 시설 필요성

장래에 일어날 물부족 문제를 해결하고, 오염물질 발생을 저감하기 위하여, 그리고 산업 폐수 처리수의 자원 재활용의 차원에서 물절약에 대한 인식을 재고시켜야 할 것이다.

서론

중수도

중수도의 기본원리는 물을 차별적으로 사용하는 것이다. 즉 수도물로 공급되고 있는 용도 중에서 먹는 물과 같은 정도의 청정도를 필요로 하지 않은 용도에는 중수도로서 그 각각의 용도에 알맞게 물을 공급하는 것이다.

중수도의 원수는 그 순환방식을 감안하여 검토하여 보면 빌딩 등에 있어서 잡배수, 수세식변소배수, 냉동·냉각배수, 하수처리수, 오락하천수, 감조수영수, 우수, 지하수, 해수 등을 들수 있다. 이 가운데 하천수와 우수는 지역성, 자연조건 등의 영향을 크게 받으므로 각각의 경우에 대해 검토할 필요가 있다. 또 지하수는 지역에 따른 지질에 의해 크게 좌우되며, 만약 양수량이 과다할 경우 지반침하의 우려가 있다.

따라서 일반적으로 중수도의 원수로서는 일반하수, 즉 건물 또는 기타 시설물의 잡배수, 수세식변소용수를 우선적으로 생각할 수 있고 하수처리장에서 하수처리수를 사용 하기도 한다.

중수도시설의 필요성

우리나라는 급격한 도시인구 집중, 대규모 산업단지 건설, 국민의 생활수준 향상 등으로 생활용수, 공업용수의 급격한 수요를 감당하기 위해 대규모 댐을 건설하여 왔다.

그러나 이렇게 필요한 물의 공급은 지표수에 의존하고 있는 우리나라 실정을 감안해 볼 때 이제는 그 한계에 이르렀다고 보아야 할 것이다. 이에 따라 물을 적절하게 사용하는 문제에 대한 재평가가 실시되

하인수

(주)삼우설비컨설팅
isha72@naver.com

고 있다. 최근에 남부지방의 가뭄은 생활용수뿐만 아니라 공업용수까지 그 공급에 있어서 위협받고 있는 실정이다.

장래에 일어날 물부족 문제를 해결하고, 오염물질 발생을 저감하기 위하여, 그리고 산업 폐수처리수의 자원 재활용의 차원에서 물절약에 대한 인식을 재고시켜야 할 것이다.

중수도제도 도입의 필요성은 한번 사용한 물을 간단하게 처리하여 재이용함으로써 원수의 처리 비용감소를 비롯한 각종 분야에서의 절약 효과, 배출수의 양을 감소시킬 수 있고 오염된 물을 자체적으로 재처리하는 과정에서 하천 또는 공공수역으로 배출되는 오염부하량을 감소시켜 물환경을 오염시키는 악영향을 감소시킬 수 있는 장점이 있다.

- 지역에 따라 20-50%가량 수도요금을 감면 지원하여 중수 사용이 경제적 이득을 가지게 한다.
- 중수도 시설 투자비에 대한 조세감면과 설치시 금융지원을 실시한다.
- 중수도 시설 설치를 다른 환경기초시설과 마

찬가지로 보고 지방 양여금 중 일부를 지원한다.

- 우선 신축 건물에 대하여 중수도의 설치를 의무화하고 점차 일정규모 이상의 건물에 대해 중수도 설치를 의무화시킨다.
- 중수는 사용목적상 상수로 구분될 수 있으므로 수도법으로 규율하도록 한다.

중수도의 용도별 수질기준(제8조제2항 관련)

- 2014년 12월 31일까지 적용되는 기준 (표 1참조)

본론

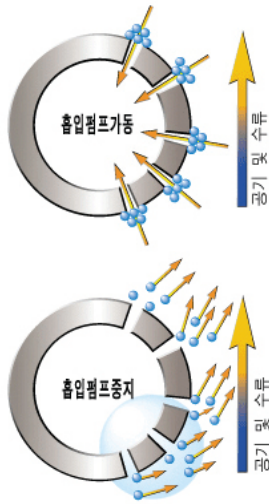
분리막에 의한 처리 원리

처리원리

오수 중의 찌꺼기, 대장균, 세균, 미생물덩어리(floc) 등을 초정밀 여과막 필터를 이용, 고액분리를 완벽하게 처리하는 기술로 호기성처리

〈표 1〉 2014년 12월 31일까지 적용되는 기준

구분	수세식 화장실용수	살수용수	조경용수	세차·청소용수
총대장균군수 (개/100 ml)	불검출	불검출	불검출	불검출
결합잔류염소 (mg/l)	0.2 이상	0.2 이상	-	0.2 이상
외관	이용자가 불쾌감을 느끼지 않을 것	이용자가 불쾌감을 느끼지 않을 것	이용자가 불쾌감을 느끼지 않을 것	이용자가 불쾌감을 느끼지 않을 것
탁도(NTU)	2 이하	2 이하	2 이하	2 이하
생물화학적 산소요구량 (BOD)(mg/l)	10 이하	10 이하	10 이하	10 이하
냄새	불쾌하지 않을 것	불쾌하지 않을 것	불쾌하지 않을 것	불쾌하지 않을 것
수소이온농도 (pH)	5.8~8.5	5.8~8.5	5.8~8.5	5.8~8.5
색도 (도)	20 이하	-	-	20 이하
화학적 산소요구량 (COD 망간법)(mg/l)	20 이하	20 이하	20 이하	20 이하



방법 중 활성슬러지공법과 조합시켜 폭기조에 '중공사막 필터장치'를 직접 침지하여 흡인 여과 (Out-In방식) 처리하는 공법이다.

장점

기본적으로는 표준활성오니법과 같은 원리지만 실제 표준 활성오니법에서 관리상 어려움이 되는 사상균 발생에 의한 Bulking문제의 해결뿐 아니라 MLSS농도를 고농도 유지하는 것이 가능하기 때문에 높은 처리효율을 얻을 수 있고 잉여

오니량이 감소하며 단위용적당 처리량이 증가하고, 침전조의 불필요성과 폭기조의 용적이 기존의 처리시설에 비해 현저히 작다는 장점을 가지고 있다.

기존 공정과 비교

- 기존의 일반적인 처리공정(그림 1 참조)
- MBR 공법 (그림 2 참조)

하·폐수의 처리를 위한 생물학적 반응조에 분리막 기술(Membrane Technology)을 결합한 것으로, 기존의 침강성에 기초한 침전조 대신 생물반응조 내부 또는 외부에 분리막을 적용하여 활성슬러지와 처리수를 완벽히 분리시키는 생물학적 하·폐수 처리공법이다. 이 공법은 간결하고 단순하여 별도의 소독공정을 필요로 하지 않기 때문에 중수도처리 시스템으로 매우 적합한 공법이다.

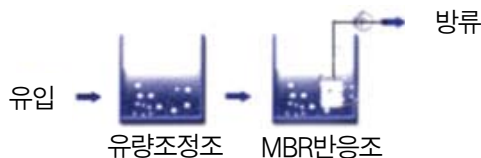
중수도의 편익항목(표 2 참조)

편익결정요인

중수도 설치로 인한 사적편익의 화폐적 가치



[그림 1] 기존의 일반적인 처리공정



[그림 2] MBR 공법

〈표 2〉 중수도의 편익항목

구분	사적	사회적
편익	<ul style="list-style-type: none"> · 상·하수도요금절감 · 환경개선부담금절감 	<ul style="list-style-type: none"> · 상·하수도 원가 절감 · 수량부문 편익 · 댐건설 감소로 댐주변지역의 경제적 손실 감소 · 댐건설비 절감 · 댐건설 감소로 인한 자연자원 훼손감소 · 상수도 시설 총괄원가 현실화 · 갈수기 물부족 감소로 인한 편익 등 · 수지부문 편익 · 상수원 보호지역 감소로 인한 인근 주민들의 편익 · 하수도 시설 총괄원가 현실화 · 하수처리장 건설 감소로 주변환경개선 편익 · 수질악화 감소로 인한 인체피해 (예, 폐놀사건으로 인한 인체피해 등) 감소 편익 · 수질악화 감소로 인한 생태계파괴 감소 (한탄강 주변의 떼죽은 사건) 편익 등

는 상·하수도 요금이나 환경개선부담금 절감액 등으로 나타낼 수 있으나 사회적 편익으로 상·하수도 생산원가의 절감액 이외에 물 수요 감소로 인한 각종 편익(수량부문의 편익)과 물오염 감소로 인한 각종 편익(수질부문의 편익)으로 구

성되어 있다.

먼저 물사용 감소로 인한 편익은 댐 건설비 절감, 수도관 건설비용 절감, 다목적댐 주변지역 지원사업비용감소, 갈수기 물 부족 감소로 인한 경제적·사회적 편익과 댐 건설 감소로 인한 자연 자원보존 및 기상변화로 인한 경제적인 피해감소 등의 편익이 있다.

다음으로 수지부문의 편익으로는 하수 방출량 감소로 인한 하수관거 건설비용감소, 하수처리장 건설비용감소로 인한 주변 환경개선, 수질 악화의 감소로 인한 인체피해감소(예, 폐놀사건으로 인한 인체 피해 등), 수질악화로 인한 생태계파괴(예, 한탄강 주변의 물고기떼죽음사건 등) 감소 등으로 인한 편익이 있다.

중수도 설치로 인한 사회적 편익(표 3 참조)

사회적측면 : 사회적 편익을 사업의 외부 환경성 및 후생성으로 평가하여 분석

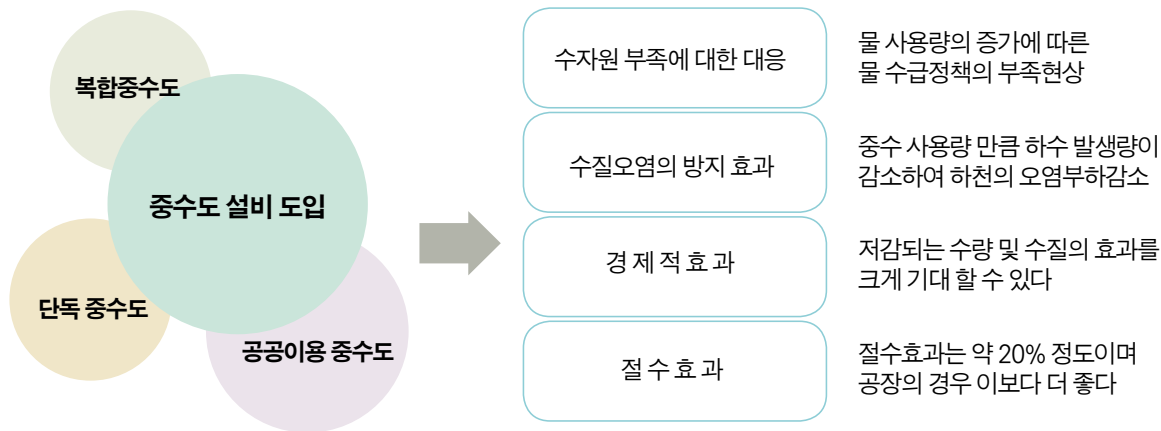
- 중수도 생산비용 < 중수도 도입에 의한 사회적편익+사적편익
- 중수도가 시장내에 도입되지 않으면 시민 전체의 사회후생의 저하를 가져옴

〈표 3〉 중수도 설치로 인한 사회적 편익

상·하수도 생산원가	상하수도총괄원가 현실화	댐의 용수공급 톤당비용 절감	댐 주변지역 및 상수원보호지역 자원비용감소	주변지역관리비용 절감	환경비용절감	계
667	10.9	12.85	1.632	116.27	5.05	813.702(+a)

〈표 4〉 사회적 경제성 분석

용량 (m ² /일)	재래식			미생물첨가방식			한외여과처리방식(UF)		
	비용	편익	순편익	비용	편익	순편익	비용	편익	순편익
50	1,920.7	814.0	-1,106.7	1,442.0	814.0	-628.0	1,964.8	814.0	-1150.8
100	1,209.2	814.0	395.2	887.5	814.0	-73.5	1,264.4	814.0	450.4
300	796.5	814.0	175	520.6	814.0	293.4	899.1	814.0	85.1



[그림 3] 중수도 시스템의 도입효과

- 정부의 적극적인 확대보급 방안이 필요

한국도로공사 사옥의 중수처리 적용사례

사회적 경제성 분석(표 4 참조)

중수도 시스템의 도입효과(그림 3 참조)

- 절수 및 물이용의 합리화 효과
- 지역적인 상수도 수급이 어려움 극복 효과
 - (주택 밀집지역, 인구 집중 지역, 대형 빌딩, 공단 지역 등)
 - 수세식 화장실의 중수 사용, 청소 용수를 중수 사용, 공업용수의 중수 사용
- 하수량 및 하수처리의 부하량 경감 효과
 - 중수도 이용에 따른 하수량의 감소
 - 대규모 하수 처리장의 설치와 동일한 효과
- 공동 및 공공시설 투자의 합리적 효과
 - 초기 시설 투자비의 경감 효과
 - 원거리의 수송량 감소 효과
- 처리 시 에너지 비용 절감 효과
- 상수도 이용 요금의 절약 (경제성)

- 중수용량 결정

1. 급수설비

1.1 급수량 산출

1.1.1 위생용수 계통

(1) 기구수에 의한 결정

- 1) 저층부 업무 (지하2층~지상5층)

(표 5 참조)

- 2) 복지시설 (2~4층)(표 6 참조)

- 3) 기준층 업무 (6~22층)(표 7 참조)

- 4) 기준층 업무 (23~25층)(표 8 참조)

- 5) 식당(표 9 참조)

(2) 인원수에 의한 결정(표 10 참조)

1.1.2 세정용수 계통

- (3) 기준층 업무 (6~22층)(표 11 참조)

1.1.3 소화수량

- (1) 저수조, 고가수조 담수 용량

저수조 = 100ton

고가수조 = 100ton

〈표 5〉 저층부 업무 (지하2층~지상5층)

기구명	수량	1회사용량 (l/회)	1시간당사용 횟수 (회/h)	시간당 최대사용량 (l/h)	시간당 평균사용량 (l/회)	사용시간(h)	하루평균 사용량(h)
세면기	54	10	6~12	3,450~7,080	5,265	8	42,120
탕비싱크	0	15	6~12	0~0	0	8	0
샤워기	18	24~60	3	1,296~3,240	2,268	8	18,144
청소수전	4	25	6~12	2,250~4,500	3,375	8	27,000
대변기FV	0	15	6~12	0~0	0	8	0
대변기LT	110	6	6~12	4,104~8,208	6,156	8	49,248
소변기	46	5	12~20	2,940~4,900	3,920	8	31,360
계	232						167,872

〈표 6〉 복지시설 (2~4층)

기구명	수량	1회사용량 (l/회)	1시간당사용 횟수 (회/h)	시간당 최대사용량 (l/h)	시간당 평균사용량 (l/회)	사용시간(h)	하루평균 사용량(h)
세면기	30	10	6~12	1,260~2,520	5,265	8	15,120
탕비싱크	0	15	6~12	0~0	0	8	0
샤워기	70	24~60	3	5,112~12,780	2,268	8	71,568
청소수전	5	25	6~12	3,000~6,000	3,375	8	36,000
대변기FV	0	15	6~12	0~0	0	8	0
대변기LT	63	6	6~12	4,104~8,208	6,156	8	49,248
소변기	26	5	12~20	1,200~2,000	1,600	8	12,800
계	194						184,736

〈표 7〉 기준층 업무 (6~22층)

기구명	수량	1회사용량 (l/회)	1시간당사용 횟수 (회/h)	시간당 최대사용량 (l/h)	시간당 평균사용량 (l/회)	사용시간(h)	하루평균 사용량(h)
세면기	102	10	6~12	8,160~16,320	12,240	8	97,920
탕비싱크	18	15	6~12	1,620~3,240	2,430	8	19,440
샤워기	0	24~60	3	0~0	0	8	0
청소수전	0	25	6~12	0~0	0	8	0
계	120						117,360

〈표 8〉기준층 업무 (23~25층)

기구명	수량	1회사용량 (l/회)	1시간당사용 횟수 (회/h)	시간당 최대사용량(l/h)	시간당 평균사용량 (l/회)	사용시간(h)	하루평균 사용량(h)
세면기	25	10	6~12	1,440~2,880	2,160	8	17,280
탕비싱크	2	15	6~12	180~360	270	8	2,160
샤워기	1	24~60	3	72~180	126	8	1,008
청소수전	0	25	6~12	0~0	0	8	0
대변기FV	0	15	6~12	0~0	0	8	0
대변기LT	32	6	6~12	1,152~2,304	1,728	8	13,824
소변기	13	5	12~20	900~1,500	1,200	8	9,600
계	73						43,872

〈표 9〉식당

기구명	수량	1회사용량 (l/회)	1시간당사용 횟수 (회/h)	시간당 최대사용량(l/h)	시간당 평균사용량 (l/회)	사용시간(h)	하루평균 사용량(h)
세면기	2	10	6~12	240~480	360	8	2,880
탕비싱크	30	15	6~12	2,700~5,400	4,050	8	32,400
샤워기	6	24~60	3	432~1,080	756	8	6,048
청소수전	0	25	6~12	0~0	0	8	0
대변기FV	0	15	6~12	0~0	0	8	0
대변기LT	3	6	6~12	540~1,080	810	8	6,480
소변기	0	5	12~20	0~0	0	8	0
계	41						47,80

〈표 10〉인원수에 의한 결정

구분	연면적(m ²)	유효면적비 (%)	유효면적 (m ²)	유효면적당 인원(인/m ²)	유효인원 (인)	1일 평균 사용량 (l/인)	사용시간 (h)	1일평균 사용량(m ² /day)
업무	98,184	60	58,910	0.1	5,891	100	-	589,100

⇒ 기구수와 인원수에 의한 사용량 산출방법 검토를 통해 큰 값인 기구수에 의한 값 결정

〈표 11〉기준층 업무 (6~22층)

기구명	수량	1회사용량 (l/회)	1시간당 사용횟수 (회/h)	시간당 최대사용량(l/h)	시간당 평균사용량(l/회)	사용시간(h)	하루평균 사용량(h)
대변기FV	102	15	6~12	0~0	0	8	0
대변기LT	18	6	6~12	4,896~9,792	7,344	8	58,752
소변기	60	5	12~20	3,600~6,000	4,800	8	38,400
계	120				0		97,152

〈표 12〉 저수조 산정

구분	용량산출 (m ³)			선정(m ³)	유효용량(m ³)	저수율 (%)	규격(mm)
	위생용수	소화용수	장비보급				
시수조	561,648	100,000	114,974	777	882	88%	28,000 × 9,000 × 3500
중수조	97,152	-		115	154	75%	11,000 × 4,000 × 3500

〈표 13〉 고가수조 산정

구분	용량산출 (m ³)			선정(m ³)	유효용량(m ³)	저수율 (%)	규격(mm)
	위생용수	소화용수	장비보급				
시수조	40,308	100,000	0	141	144	98%	6,000 × 8,000 × 3000
중수조	0	-		0	30	0%	6,000 × 2,000 × 2500

1.1.4 장비보급수

장비보급수=14,090 L/min(냉각수유량)

* 0.02(비산량%) * 8(운전시간h)

* 0.85(운전율%) * 60(min/h) * (대)

=114,974 m³/day

1.1.5 저수조 산정(표 12 참조)

1.1.6 고가수조 산정(표 13 참조)

1.1.7 시수인입관경 산출

(1) 용량 : 1일분의 급수사용량을 8시간동안 채울 수 있는 관경 산출

(2) 시수탱크 인입관경 산출

$$Q=AV \rightarrow \sqrt{\frac{(4 \times 562)}{(\pi \times 1.5 \times 8 \times 3600)}} = 0.12873 \text{ m}$$

(3) 세정용수탱크 인입관경 산출

$$Q=AV \rightarrow \sqrt{\frac{(4 \times 97)}{(\pi \times 1.5 \times 8 \times 3600)}} = 0.05352 \text{ m}$$

= 54 mm

(4) 통합상황실 시수탱크 인입관경 산출

$$Q=AV \rightarrow \sqrt{\frac{(4 \times 40)}{(\pi \times 1.5 \times 8 \times 3600)}} = 0.03448 \text{ m}$$

= 34 mm

⇒ 급수인입관경은 ϕ 25 로 선정

* 시수인입관경은 시수인입유속에 따라 관경이 달라지므로 추후 공급처와 협의하여 결정

1.1.8 중수사용량 산출

▶ ALT. 1 : 오수전환율에 의한 산정(오수발생량 산정에 의한 상수도 사용수량 전환)

▶ ALT. 2 : 관련법 의한 산정(관련 조례에 의한 상수도 사용수량 산정)

▶ ALT. 3 : 위생기구수에 의한 산정(위생기구수에 의한 중수발생량 및 사용량 산정)

⇒ 중수사용량이 가장 정확한 방법인 ALT.3 으로 선정함.

1) 위생기구수에 의한 산정

▷ 건축물의 대변기 및 소변기등 위생기구수를 이용한 산정

▷ 위생기구수 현황(지하 6층 ~ 22층)

- 화장실 소변기 및 대변기 ⇒ 중수 사용량 산정

(표 14 참조)

① 시간평균 사용량(Qm)(표 15 참조)

· Qm = 4,637 L/hr

〈시간평균 이용량 산출 근거〉(표 16 참조)

② 시간 최대사용량(Qh)

· Qh = 2Qm = 2 × 4,637 L/hr = 9,274 L/hr

〈표 14〉 화장실 소변기 및 대변기

구분	중수사용량 산출 위생기구수		비고
	대변기	소변기	
합계	136	60	

〈표 15〉 시간평균 사용량(Qm)

항목	수량	기구수에 의한 사용량				
		접속관경	1회당 사용수량	1시간당 사용횟수	동시사용율	사용수량
			l/회	회/hr	%	l/hr
대변기	136개	25A	15	6	27	3,305
소변기	60개	20A	5	12	37	1,332
사용수량 합계		3,305 + 1,332 = 4,637 L/hr				
※ 시간당 사용횟수는 평균치를 적용함						

〈표 16〉 시간평균 이용량 산출 근거

구분	기준			설계적용		비고
	1회당 사용량(l)	시간당 사용횟수	구경	1회당 사용량(l)	시간당 사용횟수	
대변기	13.5 ~ 16.5	6 ~ 12	25A	15	9	
	15	6 ~ 12	13A	15	9	
소변기	4 ~ 6	12 ~ 20	20A	5	16	

〈표 17〉 중수처리 시설 설계용량 산출

검토결과	ALT. 1	ALT. 2	ALT. 3	적용용량	여유율	설계 용량
용량	-	-	100 m ³ /일	100 m ³ /일		100 m ³ /일

- ① 중수량 산정 중 가장 위생기구수에 의한 산정으로 중수사용량 100 m³/일으로 산정함.
- ② 유입량의 변화를 고려하여 시수라인을 별도로 설치하여 화장실 용수를 원활히 공급한다.

- ③ 1일 평균 사용량(Qd)
 - Qd (10시간 사용기준) = 9,274 L/hr × 10hr / 일 = 92,740 L/일 ≒ 100 m³/일
 - 2) 중수처리 시설 설계용량 산출(표 17 참조)
 - 1.1.8 중수처리시설 경제성 검토서(표 18 참조)
 - 1) 초기 투자비(표 19 참조)

- 2) 연간 유지관리비(표 20 참조)
 - 2-1) 전력비 세부 산출근거(표 21 참조)
 - 2-2) 슬러지처리비 세부 산출근거(표 22 참조)
 - 2-3) 분리막 감가 상각비 세부 산출근거(표 23 참조)

〈표 18〉 중수처리시설 경제성 검토서

구분	중수도 미 사용시	중수도 사용시
상수도 사용료	- 일 발생량 : 100 m ³ /일=2,500 m ³ /월(25일) ① 사용요금 : (2,000 m ³ ×970원+500 m ³ ×830원) × 12개월 = 13,849,200원 ∴ 28,260,000원/년	- 없음
하수도 사용료	① 사용요금 : (2,000 m ³ ×550원+500 m ³ ×430원) × 12개월 = 13,849,200원 ∴ 1,315,000원/년	① 사용요금 : (2,000 m ³ ×550원+500 m ³ ×430원) × 12개월 = 13,849,200원 ∴ 1,315,000원/년
구분	중수도 미 사용시	중수도 사용시
물이용 부담금	2,500 m ³ * 160원 * 12개월 = 4,800,000원	2,500 m ³ * 160원 * 12개월 = 4,800,000원
처리시설 유지관리비	2,000,000 원/년 (상수도 비용 10%)	5,450,000 원/년 (유지관리비 산출 참조)
합 계	36,375,000 원/년 (원단위 절삭)	11,565,000 원/년 (원단위 절삭)
검토 결과	◆ 개략공사비 (100 m ³ /일) : 254,000,000원 (설계가 기준) ◆ 중수처리시설 운영시 연간 약 24,810,000원(36,375,000원 - 11,565,000원)의 상수도 요금 절감. ◆ 투자비 회수기간 : 254,000,000 ÷ 24,810,000 ≒ 10.3년 (설계가 기준이며 기간이 실공사시 더 단축가능함.)	

〈표 19〉 초기 투자비

구분	금 액	비 고
기계공사	180,000,000원	
배관공사	40,000,000원	
잡철물 공사	4,000,000원	
전기공사	30,000,000원	
합계	254,000,000원	VAT 별도

※ 개략공사 금액임

〈표 20〉 연간 유지관리비

구분	금 액	유지관리비 산정근거	비 고
전력비	5,000,000원	사용전력 : 247 kwh/일	
슬러지 처리비	438,000원	발생량 : 29.2 ton/년	
분리막감가상각비	5,400원	연간 필요량 : 0.12 m ³ /년	
합 계	5,450,000 원		만원단위 절삭

〈표 21〉 전력비 세부 산출근거

구 분	소요동력(kW)	수량 (대)			운전시간 (hr)	사용전력 (kWh)	비고
		상용	예비	계			
유량조정펌프	0.75	1	1	2	8	6	
비상방류펌프	7.5	1	1	2	8	60	
슬러지 이송펌프	7.5	1	1	2	8	60	
드럼 스크린	0.4	1	0	1	8	3.2	
자동 스크린	0.4	1	0	1	8	3.2	
흡인 펌프	0.6	1	1	2	8	4.8	
BLOWER	5.5	1	1	2	8	44	
BLOWER	3.7	1	1	2	8	29.6	
인양장치	0.75	1	0	1	1	0.75	
중수 이송펌프	3.7	1	1	2	8	29.6	
반송 펌프	0.75	1	1	2	8	6	
AOP 반응기	0.75	1	0	1	8	6	
가압펌프	1.5	1	0	1	8	12	
TANKMAN	0.06	1	0	1	8	0.48	
계						247.15	

∴ 전력비 : (5,070원/월 × 12개월) + (247 × 365일 × 55원/kWh)
 = 60,840원/년 + 4,958,525원/년 = 5,019,365원/년 ≒ 5,000,000원/년

〈표 22〉 슬러지처리비 세부 산출근거

① 고형물 발생량 : 0.8 kg/일 ② 슬러지처리비 · 0.8 kg/일 × 100/(100-99) × 365일/1년 × 10-3 = 29.2ton/년 × 15,000원/ton = 438,000원/년 - 함수율 : 99% 기준
--

〈표 23〉 분리막 감가상각비 세부 산출근거

① 분리막 내구연한 : 8년 ② 적용분리막 유효면적 : 0.93 m ² ③ 분리막의 연간 필요량으로 환산 : 0.93 / 8 = 0.12 m ² /년 ④ 분리막 교체비 : 45,000원/m ² ⑤ 연간 분리막 감가상각비 : 0.12 × 45,000원 = 5,400원/년

〈표 24〉 전국 중수도 시설 설치 사례

시도명	건물명	중수도원수	공급능력(톤/일)	용도	설치년도
서울시	롯데호텔(본점)	세면수, 목욕수	150	화장실세정수, 청소용수	99.10
	고려아카데미텔	"	100	"	98.09
	군인공제회관	"	150	"	99.11
	LG유통	"	300	"	99.08
	리버타워빌딩	"	120	"	00.01
	현대백화점	"	100	"	97.08
부산시	부산광역시청	"	350	"	98.06
	부산지방경찰청	"	180	"	98.05
광주시	(주)OB맥주광주공장	공업용수	150	세척수, 청소용수	96.09
대전시	한국수자원공사	세면수, 목욕수	70	화장실세정수, 청소용수	97.12
경기도	주택공사	"	200	화장실세정수, 조경용	97.06
	고양올림픽스포츠클럽센터	"	150	화장실세정수, 청소용수	98.09
전라남도	여수화력발전소	공업용수	60	청소용수	96.12
경상북도	대진산업	세면수, 목욕수	100	냉각수	94.06
	(주)태성금속	공업용수	72	냉각수	86.12
	쌍용양회(주)	"	100	세차, 레미콘생산	93.01
	(주)태평양금속	"	200	냉각수	98.04

결론

전국 중수도 시설 설치 사례(표 24 참조)

외국 중수도 시설 설치 사례

미국의 중수도 이용의 역사는 꽤 오래된 편으로 1926년 아리조나주의 Grand Canyon National Park에서 중수를 화장실용수 및 조경용수로 사용한 이래 꾸준히 그 사용량이 증가하여 1975년 미국전역의 중수도 이용 실태의 조사 결과에 의하면 대략 540건 가량의 중수도 시설 설치 사업이 진행됐으며, EPA의 조사 결과에 의하면 그 수는 1900건에 달하게 되었다.

미국의 중수는 대부분 하수처리장 방류수나 유입수의 일부를 이용한 광역순환방식을 이용하

여 제조되고 있으며, 농업관개 용수가 중수도 사용 중 가장 많은 부분을 차지하고 있다. 또한 일부 수원이 부족한 지역에서는 중수를 음용수로 이용하는 방안이 연구 중인데 Colorado주의 Denver시가 그 대표적이 예이다. Denver시에서는 대략 20년 이상 이러한 연구가 진행중이며 여러 가지 처리 시설을 거친 후 최종적으로 UF공정과 RO공정을 거치게 하여 그 수질을 비교 중이다. 연구결과 만족할 만한 수질을 얻기는 했으나 시민들의 심미적인 이유로 인하여 아직까지 실용화되지는 못하고 있다. 이외에 미국에서 진행중인 대표적인 중수관련 사업으로 California주 Orange County에서 실시한 "Water Factory 21 project"를 들 수 있다. 이 사업은 중수를 지하 대수층에 충전시켜 상수원으로 이용되는 지하 대수층으로의 해수 침입을 막기 위한 목적으로 실시됐으며 약 60000

m³/d의 규모로 운전되고 있다.

일본의 중수도 이용은 업무용 빌딩배수의 재사용이 대부분을 차지하고 있다. 일본의 빌딩배수 재사용에 대한 연구는 1970년대부터 시작됐으며 1980년대 이후 실용화되기 시작했다. 이후 일본에서는 막분리를 이용한 중수생산 시설에 대해 관심을 가졌으며, MAC21이라는 이름의 막분리 기술을 이용한 상수 생산기술연구 사업을 수행하였고, 이후 MAC21의 2차년도 과제를 수행하는 등 막분리 기술을 이용한 상수 및 중수 생산에 주력하고 있다.

일본의 빌딩배수의 재이용 사례는 1970년대 이후 꾸준히 증가하여 1980년대 후반에는 800여 곳에 이르게 되었다.

향후 중수도(중수도시설)의 보급 방안

환경부는 중수도 보급확대를 위하여 여러 가지 정책적 노력을 기울였으나 아직까지 그 효율은 미미한 편이다. 여기에는 여러 가지 요인이 있겠으나 크게 경제적 요인과 기술적 요인의 두 가지 정도로 생각해 볼 수 있다.

중수도 보급 확대의 가장 큰 저해요인으로 너무 낮은 수도요금을 들 수 있다. 현재 우리나라의 수도요금은 지역과 사용수량에 따라 차이가 있지만 서울시를 기준으로 대략 가정용의 경우 톤당 300-500원, 영업용의 경우 톤당 500-700원 정도로 미국이나 일본 등 외국의 1000-2000원/톤에 비해 매우 낮은 수준이다. 따라서 중수도 시설을 설치함으로써 얻는 경제적 이득이 적기 때문에 중수도의 설치를 기피하는 것이 사실이다. 이를 해결하기 위해 수도요금 인상 등의 방안이 논의되고 있으나 현실적으로 적용되기에는 여러 가지 어려움이 있다. 환경부는 이러한 문제를 해결하고

중수도 시설 설치로 인한 경제적 이득을 늘이기 위해 다음과 같은 정책적 방안을 제시하고 있다.

기술적인 요인은 경제적인 요인과 연관하여 고려되어야 한다. 현재까지 수많은 중수도 공정이 개발되었으나 현실적으로 적용하여 중수공급이 경제적 이점을 가지도록 하기 위해서는 해결되어야 할 많은 문제점을 가지고 있다. 특히 중수도의 특성상 부지사용이 제한되는 지역에 설치하는 경우가 많으므로 장치의 간소화를 통한 부지소요의 감소가 필요하며, 지속적인 유지를 위해서는 전문인력이 필요치 않은 간편한 운전이 가능한 공정의 개발이 필요하다. 기술적인 측면에서 중수도의 보급확대를 위하여 고려해야 할 방안은 다음과 같이 요약할 수 있다.

- 공정의 간소화를 통한 부지 소요 감소
- 운전 조작의 단순화를 통하여 전문인력의 소요를 최소화시킴
- 막의 막힘 현상 등의 운전상의 문제점 해결
- 중수처리시설의 수질과 수량의 안정적 보급 방안 모색

정리

우리나라는 세계에서 정한 물 부족국가로 선정되었다. 더 이상 우리는 물이 풍족한 나라가 아니다. 인구는 증가하고 생활수준이 높아지면서 물의 수요량은 점점 급증하게 되었고 물 부족으로 제한급수에 이르기까지 얼마 남지않게 되었다. 이 시점에서 중수 사용은 사회적·경제적으로 물 부족으로 해소할 수 있는 하나의 대책으로 생각한다.

중수란 크게 사람의 피부에 닿지 않는 부분에 쓰이는 것을 말하는 것이다. 주거상황에서 예를 들면 목욕, 세면시 사용물을 대소변기에 다시 쓰이게끔 하는 것이다. 대소변기에 희석 및 운반에

이동되는 물의 양은 1회 사용시 대변기 13~15 L, 소변기가 5~7 L 쓰인다. 가정집에서는 대소변기가 합쳐져 있어서 13~15 L가 1회 사용하게 된다. 여기에 10000세대인 아파트 단지를 예를 들어보면 한 세대당 4명씩 산다면 40000명이 된다. 하루에 한 사람이 두 번씩만 사용한다고 할때 120만 L가 사용되고 우리나라 전 인구가 4천만일 때 12억 L, 무게로 환산한다면 120만 ton 이다. 이 사용량은 대소변기의 사용량만을 계산하였을 때의

이야기다.

이것만이라도 중수를 이용한다면 우리에게 있어 사회적으로는 댐 건설로 인한 자연파괴를 막고 부지를 더욱 이용할 수 있으며 경제적으로는 상수의 요금을 내릴 수 있을 것이다.

중수 사용이 의무화가 되지는 않았지만 정부와 민간이 나서서 적극적인 정책과 자본을 투자해야 할 것이고 전 국민이 물 부족에 대한 의식을 함양해야 할 것이다. 