

제 9 장 상수도 수요관리계획

1.0 개 요

2.0 중수도 개발, 보급계획

3.0 유수율 향상계획

4.0 절수시책 및 절수설비 보급계획

5.0 수도요금 체계 확립 계획

6.0 빗물 이용방안 검토

7.0 하·폐수 처리수 재이용 계획

제 9장 상수도 수요관리 계획

1.0 개 요

최근 우리나라에서도 물부족, 하천의 오염, 수도수질 악화, 그리고 적합한 원수확보 곤란 등 물문제가 심각하게 나타나고 있으며, 앞으로도 더욱 악화될 전망이다. 이를 해결하기 위하여 정부와 국민 모두가 많은 노력을 기울이고 있다. 그러나 지금과 같은 추세로 나간다면 머지않은 장래에 물의 절대량이 부족하게 되어 필요한 양의 원수를 제때에 확보하기 곤란할 때가 올 것이며, 그때에는 아무리 많은 돈을 들여도 필요한 양의 물을 구할 수 없게 될 것이다.

최근에는 수자원 확보를 위한 댐 개발 적지의 감소, 지역사회의 갈등으로 양적인 물공급의 확대는 점점 한계점을 드러내고 있으며, 소비측면에서도 1인당 물사용량이 선진국에 비하여 훨씬 많은 물을 낭비하며 사용하고 있다. 따라서 점점 물부족은 심화되어 갈 추세이며, 이를 극복하고 물부족에 대비한 물절약형 사회를 만들기 위해서는 물을 절약하고 효율적으로 이용하는 수요관리 정책을 적극적으로 시행하여야 한다.

21세기 물부족에 대비하여 물절약형 사회를 만들기 위해서는 물절약에 대한 장기적인 목표를 설정하고 각종 대책의 계획적인 추진이 필요하다. 수요관리에는 공급자적인 측면에서의 중수도개발, 절수기기의 확대보급, 누수율 저감 등의 공급자측의 관리정책 뿐 아니라 소비자가 물을 덜 쓰도록 유도하여 물을 절약하는 소비자측 관리(Demand Side Management)의 개념이 적극 도입되어야 한다. 소비자측 관리란 실제 물을 사용하는 소비자에게 물절약에 대한 홍보, 교육을 통하여 소비자들의 자발적인 협조를 유도하고 이를 관리함으로써 물부족 문제를 해결해 나가는 방법이다.

본 계획에서는 대전광역시청 환경녹지국에서 수립한 대전광역시 물수요 관리 종합계획(2006. 10)의 내용을 인용하여 수록하였으며, 물수요관리 시행은 대전광역시 상수도사업본부와 별도로 대전광역시청 환경녹지국에서 수행하므로, 본 수도정비 기본계획의 재정계획에서는 유수율향상 및 노후관 개량을 제외한 사업비를 반영하지 않는 것으로 계획하였다.

1.1 상수도 수요관리 계획의 배경

1.1.1 상수도 수요관리의 필요성

- 용수수급 불균형 전망
 - 1993년 UN의 국제인구행동연구소(PAI : Population Action Institute)에서는 한국을 물 부족 국가 군으로 분류(한국의 1인당 연간 물 사용 가능량 : 170m³)
 - 수자원 장기종합계획에 따르면, 2006년부터 용수부족이 예상됨
- 기존 공급시설(댐, 저수지)확대의 한계
 - 댐 건설비 상승, 댐 개발 적지 감소, 환경문제, 지역주민의 반대 등으로 물 공급확대의 한계
- 공급시설 건설에 의한 물의 양적 확보에 수요관리에 의한 물 사용의 질적 개선요구

1.1.2 국내 상수도 수요관리의 전망

- 상수도 수요관리는 최근 에너지 절약을 위한 효과적인 정책 수단으로써 전력산업을 중심으로 많은 나라에서 적극적으로 연구 및 도입이 진행
- 현재까지의 연구 결과들은 상수도 수요관리의 도입으로 인하여 소비자와 공급자 모두가 자원을 절약하면서 동시에 경제적 이윤을 지속적으로 확대시킬 수 있음을 시사
- 상수도는 지금까지 공공서비스라는 개념에서 생산·공급되었기 때문에 상수의 경제적 가치 고려가 미흡
- 향후 생산된 물을 보다 효율적으로 사용하는 상수도 수요관리 계획의 도입이 확대될 것으로 전망

1.2 상수도 수요관리 계획의 목적

상수도 수요관리의 국내외 현황조사, 수요관리수단 경제성 분석 등을 바탕으로 체

계획이며, 종합적인 상수도 수요관리 계획 수립

1.3 상수도 수요관리 계획의 기본방향

- 상수도 수요관리 계획은 물을 보다 효율적으로 사용할 수 있는 합리적인 수요관리 목표를 설정하고, 이를 달성하기 위한 실현 가능하며 현실성 있는 추진체계와 정책수단이 확보 될 수 있도록 수립
- 상수도 수요관리 계획의 정책목표는 물을 효율적으로 사용함으로써 얻을 수 있는 사회적인 편익과 지속가능한 수자원관리에 있으므로 목표설정, 정책수단의 우선순위 선정 및 제반 세부계획의 수립에 있어서는 항상 이 목적을 달성하는데 방향을 맞추도록 계획 수립
- 상수도 수요관리 계획의 목표를 달성하기 위한 정책수단 및 세부계획을 단계별로 설정·수립하고, 사업의 추진성과에 대하여 평가가 가능하도록 가급적 계량화
- 상수도 수요관리 계획은 수돗물의 효율적인 이용뿐만 아니라 중수도·빗물이용시설 활용 및 하·폐수 처리수의 재이용 등을 포함하므로 관련 상·하수도 시설 현황 및 계획, 중수도 시설현황 및 계획, 빗물이용시설 설치 현황 및 계획 등을 종합적으로 고려
- 상수도 수요관리 계획 수립시 관계법령 및 문헌·연구보고서 등 자료조사와 함께 지역적 여건을 충분히 고려하여 합리적이고 현실성 있는 계획 수립
- 지역 여건 및 특색 등을 충분히 고려하여 시행계획을 수립
- 상수도 수요관리 계획의 내용은 구체적인 목표를 제시하고 이를 달성하기 위한 합리적, 효율적인 수단을 개발함
- 상수도 수요관리 계획에 사용하는 용어는 수도법령 및 하수도법령, 상수도 시설기준 및 하수도 시설기준에 정의된 용어를 사용

2.0 중수도개발, 보급계획

2.1 개 론

'97년 IMF에 의한 영향이 최근의 경기침체에 상당한 영향을 미쳐 산업절반에 걸쳐 효율적인 구조조정이 촉진되면서 물사용도 보다 절약적이고 환경친화적인 소비패턴으로 전환되어 한번 쓰고 난 수돗물을 정화하여 허드렛물이나, 청소용수, 조경용수, 공업용수 등으로 다시 사용하는 중수도시설이 점차 늘어나는 추세를 보이고 있다.

정부에서는 장래 물부족에 대비하고 하수발생량을 줄이기 위해 쓰고 버리는 물을 정화하여 허드렛물이나 공업용수로 다시 사용토록 하는 중수도제도를 도입하였다. 1991년 수도법에 중수도제도를 신설하여 국가 또는 지방자치단체는 물을 다량으로 사용하는 시설물에 중수도 시설의 설치를 권장하도록 하였으며, 1994년에는 중수도설치와 유지관리방안 제시한 “중수도시설기준 및 유지관리지침”을 보급하였다.

또한 중수도시설 설치를 확대하기 위하여 1994년부터는 조세감면규제법에 의거, 중수도 설치투자에 대하여 조세감면을 받을 수 있도록 하였다. 또한, 2001년 3월 수도법을 개정하여 물사용량이 일정 규모 이상인 대규모 신축 건물에는 중수도의 시설을 의무화하였다.

현재 중수도시설은 2007년말 기준 잠실 롯데월드 등 전국 221개소에 설치되어 1일 처리용량 600천톤을 처리할 수 있으며 1일 285천톤을 청소용수 등으로 다시 사용하고 있으며, 일부 시설에서는 세면수, 목욕수로도 이용하고 있다.

중수도시설 설치·운영자에 대한 수도요금 감면을 위한 지방자치단체의 조례 개정도 '96년도에 33개 지방자치단체에 불과하던 것이 '98년도에는 대구·인천광역시 등 45개 지방자치단체로 확대되었으며 현재에도 기타 지방자치단체들도 조례개정을 추진 중에 있어 중수도설치는 앞으로도 지속적으로 증가할 것으로 전망된다.

앞으로도 환경부는 중수도시설의 보급확대를 위하여 장기적으로 경제적인 중수도 처리기법 개발, 하수처리수의 중수도로의 활용 등 다양한 중수도 개발 등 시설의 보급확대를 지속적으로 추진할 예정이다.

2.2 중수도의 개요

2.2.1 중수도의 정의

중수(中水)라 함은 한번 사용한 물을 어떠한 형태로든 한번 이상 반복하여 사용하는 물을 의미한다. 상수(上水)의 의미가 마시는 물, 하수가 쓰고 버리는 물이라면 중수는 상수를 재사용함으로써 아껴 쓰는 물의 의미를 내포하고 있다. 따라서, 중수도는 Water Recycling System을 포함한 모든 물의 재이용시설로서 미국에서는 Water Reclamation & Reusing System, 일본에서는 배수재이용수 또는 중수도로 표현되고 있다.

이렇듯 여러 용도로 다량을 물을 이용하고 있는 빌딩에서 중수도를 설치, 운영한다는 것은 도시 한가운데 작은 댐을 만드는 것과 같다. 즉, 공단 및 공장의 시설확장에 필요한 용수를 확보하기 위해 원거리의 수원에서 새로운 수도관을 매설하기 위해서는 많은 시설비를 부담해야 할 뿐 아니라 수원의 수량이 부족한 경우 새로운 수원을 확보해야 하므로 이러한 점을 해결하기 위한 것이 중수도를 설치, 운영하는 것이다. 따라서, 중수도는 수자원 개발과 수도 및 하수 도시설의 설치에 따른 부담을 경감시키는 정책으로 중요한 위치를 차지한다.

2.2.2 중수도의 필요성

도시화, 산업화에 따른 인구증가, 생활수준의 향상으로 인한 생활용수나 공업용수 등에 대한 물수요는 기하급수적으로 증가할 것이 예상되므로 장래 야기될 물부족 사태에 대비한 능동적 대처방안과 오염물질의 저감 차원에서 물질약에 대한 인식을 제고시켜야 할 것이며, 그에 따른 가정 및 대형 건물에서 발생하는 각종 오·폐수를 처리하여 수세식 화장실 용수, 청소용수, 살수용수, 세차용수 및 공업용수 등 식수와 같이 청정하지 않아도 되는 용수로 재활용하는 중수도시설을 보급하여 장래 물 부족 사태에 대한 대비가 필요하다.

이러한 중수도시설의 도입에 따른 처리수의 재이용은 쓰고 난 물을 재이용하여 원수 및 배출수의 양을 감소시킬 수 있으므로 수자원의 절감효과와 오염된

물을 자체적으로 재처리하는 과정에서 하천 등 수계로 방류되는 오염물질의 부하를 감소시켜 환경에 미치는 악영향을 감소시킬 수 있다. 특히, 수질의 총량규제방식이 도입되면 수량의 감량 뿐 아니라 농도의 저감도 동시에 필요하므로 중수도의 도입으로 이러한 문제를 쉽게 해결할 수 있을 것이다.

일상적인 생활과 생산활동에서 물은 필수적 요소이고, 이 물은 대부분 수도시설을 통해 소비자에게 공급된다. 이렇게 공급된 수도물 중 음용, 취사, 목욕, 세면 및 수세식 화장실 용수, 세탁, 청소, 세차 등의 가정용수가 전체에서 약 70%로 대부분을 차지하고, 영업용으로는 약 20%, 기타 목욕용, 공공용, 소방용으로 약 10%가 소비되고 있다.

중수도는 이와 같이 여러 형태의 물사용 용도 중 음용수에 필요한 정도의 청정도를 필요로 하지 않는 용도의 용수에 대해 각각의 용도에 적합한 물을 공급하는 시설이므로 장래 물부족에 대처하기 위해 쓰고 버린 물을 재이용하는 중수도 제도의 도입은 필요하다. 특히, 물사용량이 많은 대형건물 및 대규모 시설물들이 늘어나면서 공급량을 늘려 가는 데는 한계가 있으며, 대도시 하수처리장의 하수처리 능력은 수도물의 과대 사용으로 인해 각 도시의 하수량은 급증하고 있어 이에 대한 대책이 시급한 실정인데, 업무용 대형빌딩에서는 용수량의 30~50%는 중수도로 대체 가능하다.

수자원의 낭비를 최소화함과 동시에 사회간접자본 시설의 확보라는 효과도 가지고 있는 중수도의 필요성은 더 이상 강조할 여지가 없으나, 중수도의 도입에 있어서 해결해야 할 선결과제가 남아 있다. 즉, 중수도를 이용하면 톤당 약 500~1000원 정도의 비용이 소요되나 수도요금은 톤당 약 400~700원 정도로 수도물 값이 상대적으로 중수도보다 저렴하므로 현재로서는 중수도는 단순한 외형적인 수자원 확보의 대체재로 이용될 뿐 특별한 혜택이 주어지지 않는 한 일반화시키기 어려운 제도이므로 이 제도의 확대 보급을 위해서는 다양한 보급모델의 제시, 세제자원, 수도요금의 감면, 장기저리의 용자제도, 건축물의 용

적률 완화 등의 행정조치가 수반되어야 할 것이다.

또한, 중수도를 도입할 경우 수돗물의 공급량을 줄일 수 있을 뿐 아니라 수도 시설을 확충하는데 필요한 재원을 깨끗한 수돗물 생산을 위한 투자비로 투입할 수 있게 되며, 원수의 공급량도 줄일 수 있으므로 댐건설 수요도 감소시키는 효과와 수돗물 사용량 감소에 따른 하수발생량의 감소에 의해 하수관거나 하수처리장 규모를 줄일 수 있고, 갈수기에 수요량이 특히 많은 대도시의 물부족 상황에 효과적으로 대처할 수 있는 탄력성을 확보할 수 있다.

2.2.3 중수도의 현황

가. 수자원 현황

우리나라는 수자원 부존 여건이 좋지 않고 지역적 편차가 심할 뿐만 아니라 도시화의 진행, 인구과밀화의 심화, 생활수준의 향상 등으로 용수의 수요가 증대되고 있으나, 수자원 개발여건과 댐에 의한 공급능력은 이에 미치지 못하고 있다. 현재 우리나라는 수자원의 대부분을 강우에 의존하고 있으며, 연평균 강우량은 1,274mm이다. 이는 세계 연평균 강우량 973mm의 1.31배에 해당하는 수치이나 인구밀도가 높아 1인당 강우량은 세계 평균 1인당 강우량에 비해 약 9% 정도에 머물고 있는 실정이다. 또 강우량의 약 45%는 증발되거나 침투하여 지하수로 유입되어 거의 이용되고 있지 않으며 하천으로 유출되어 하천수로 공급되거나 댐에 저장되는 55%의 강우도 6월, 9월 홍수시에 약 2/3가 그냥 바다로 유출되어 이용하지 못하는 상황이다. 우리나라 단계별 물수급 전망을 살펴보면 용수 부족량이 2006년에는 4억 톤에서 2011년에는 20억 톤으로 확대되어 용수 확보가 시급한 실정이다.

따라서, 다목적댐과 같은 용수시설의 확충만으로는 이제 늘어나는 수요량을 감당하기 어려우므로 용수사용량을 절감하거나 수질관리 등을 합리화함으로써 상대적으로 공급량을 늘리는 방법을 모색해야 한다.

단계별 물수급 전망

(단위 : 백만톤/년)

구 분	1994	2001	2006	2011
용 수 수 요 량	30,144	33,662	35,014	36,673
용 수 공 급 량	32,463	34,364	34,607	34,662
과 부 족 량	2,319	702	△ 407	△2,011

자료) 수자원 장기 종합계획(2001. 7 건설교통부)

나. 중수도 보급현황

1) 국내 중수도 설치현황

2007년 말까지 국내에 도입되어 있는 중수도시설은 주로 민간에서 자율적으로 설치 운영하고 있으며, 다음 표와 같이 221개소에서 공급능력 600천m³/일을 가동 중에 있으며, 대전광역시의 경우에는 5개소에서 1,525m³일의 시설이 가동 중에 있으며 주로 청소 및 화장실용수로 이용되고 있다.

국내 중수도설치 건축물 현황 (2007년말 기준)

행정구역	개소수	처리용량(톤/일)	이용량(톤/일)	비 고
2007	221	599,979	285,307	
서울특별시	52	17,484	7,389	
부산광역시	17	5,986	3,985	
대구광역시	4	6,350	4,925	
인천광역시	11	26,510	7,369	
광주광역시	7	6,850	1,734	
대전광역시	5	1,525	423	
울산광역시	3	1,216	298	
경기도	56	83,222	45,871	
강원도	7	19,550	7,800	
충청북도	2	465	465	
충청남도	8	23,350	16,788	
전라북도	7	100,410	60,888	
전라남도	7	149,960	51,943	
경상북도	27	151,366	73,600	
경상남도	5	5,440	1,644	
제주특별자치도	3	295	185	
수자원공사	16	1,309,507	143,859	

<표 계속>

행정구역	건축물명	처리능력 (톤/일)	이용량 (톤/일)	가동개시일	용 도
서울특별시	52	17,484	7,389	—	
	홍국생명보험	250	210	2002-01-01	화장실용수
	현대백화점	600	600	—	—
	뉴존빌딩	200	—	—	—
	신동아화재	250	250	2002-01-01	—
	SK텔레콤(주)	100	10	2005-01-01	—
	(주)대우건설	100	100	2006-11-01	—
	국립중앙박물관	64	40	2005-01-01	—
	성동종합행정마을	30	30	2004-11-01	화장실 용수
	테크노마트	1,300	600	1998-04-01	화장실, 청소용수
	현대백화점	50	50	2001-08-01	화장실 용수
	롯데백화점미아점	300	60	2007-08-01	화장실 용수
	세브란스병원	900	300	2005-01-01	—
	고려아카데미텔	90	70	1998-09-01	화장실 용수
	마포트라펠리스	100	—	—	—
	첨단IT복합센터	250	250	2007-11-01	화장실 용수
	현대목동타워41	200	100	2003-10-01	화장실 용수
	(주)KT IT정보센터	90	30	2002-11-01	화장실 용수
	(주)한무쇼핑센터-현대백화점	1,130	300	2003-11-01	화장실 용수, 조경수, 청소용수
	에스비에스(SBS)	600	100	—	화장실 용수, 조경수, 청소용수
	대한항공(주)	400	110	1997-03-01	화장실 용수
	신도림 포스빌	200	—	—	화장실 용수
	신도림 복합빌딩	160	—	—	화장실 용수
	프라임빌딩	740	—	—	화장실 용수
	시흥유통상가	500	330	2001-03-26	화장실 용수
	리버타워빌딩	120	—	—	—
	한국산업은행	100	62	—	—
	금융감독원	150	50	—	—
	KT여의도지점	100	—	—	—
	롯데백화점 관악점	100	70	—	—
	스포타임	60	60	1994-06-01	화장실, 조경, 청소용수
	서울고속터미널	450	—	2005-08-01	—
	센트럴시티	900	370	2000-12-01	화장실 용수

<표 계속>

행정구역	건축물명	처리능력 (톤/일)	이용량 (톤/일)	가동개시일	용 도
서울특별시	농수산물유통센터(H센터)	250	50	2002-12-01	—
	서초동아크로비스타	150	—	2005-05-01	—
	서초동 SR 주상복합	250	—	2005-10-01	—
	(주)현대자동차 빌딩	90	90	—	화장실 조경용수
	삼성생명(주)	—	—	—	—
	그랜드 인터콘티넨탈	500	314	1993-04-01	화장실, 청소소화, 조경용수
	포스코센터	300	—	—	—
	군인공제회관	150	80	1999-11-01	화장실, 조경용수
	코엑스인터콘티넨탈	200	200	1999-12-01	화장실, 조경용수
	LG유통(GS타워)	300	109	1999-08-01	화장실, 조경용수
	대림아트로빌	350	—	—	—
	(주)코엑스 기술지원팀	1,100	500	2005-03-01	—
	강남금융센터	600	—	—	—
	한무컨벤션(주)오쿠우드호텔	40	8	2001-11-01	화장실 용수
	동부금융센터	200	40	2002-01-01	화장실 용수
	라마다르네상스 호텔	300	—	—	—
	LIG손해보험(주)	70	26	2006-07-01	화장실 용수
	한신인터밸리24	100	—	—	화장실 용수
	롯데월드(잠실)	1,850	1,820	—	—
	롯데호텔(본점)	100	—	1999-01-01	—
부산광역시	17	5,986	3,985	—	
	반여농산물도매시장	311	100	2000-11-18	대소변기 세척수
	팔레트시즈콘도미니엄	100	90	2008-01-01	화장실
	부산롯데호텔	1,500	1,200	1995-11-01	화장실용수, 공조냉각용수
	해운대그랜드호텔	350	200	1997-06-01	화장실, 분수대, 냉각수, 조경
	롯데동래백화점	270	110	1991-08-24	화장실용수
	부산광역시청	350	125	1997-12-31	화장실, 조경, 소방, 카펫세척
	부산지방경찰청	180	60	1997-12-31	화장실, 조경, 소방, 냉각수
	한국남부발전(주) 부산복합화력본부	510	510	2002-08-01	발전용수
	BEXCO	100	81	2001-04-01	화장실
	메리어트호텔부산	300	250	2002-08-10	화장실, 분수대, 냉각수, 조경
	현대백화점	300	118	2002-09-13	화장실
	유니온스틸	800	556	1999-09-16	철강세척용

<표 계속>

행정구역	건축물명	처리능력 (톤/일)	이용량 (톤/일)	가동개시일	용 도
부산광역시	이안오피스텔	35	35	2006-12-01	화장실
	롯데백화점(해운대)	300	190	2007-12-01	화장실, 조경
	동아대학교병원	400	350	2000-09-05	대소변기 세척수
대구광역시	4	6,350	4,925	—	
	무림SP(주)	4,000	3,000	1998-04-10	공업용수
	(주)삼보	1,850	1,850	2007-11-10	공업용수
	대한주택공사 대구경북지역본부	100	10	2007-06-25	화장실용
	(주)호텔인터불고	400	65	2001-04-20	조경용수, 화장실용
인천광역시	11	26,510	7,369	—	
	인천국제공항	20,000	4,456	2001-03-13	화장실용, 조경수
	(주)유니드	700	300	2001-12-01	냉각수
	인천교통공사	220	200	1998-06-02	화장실용
	롯데백화점	300	124	2002-11-01	화장실용
	서인천복합화력제1발전소	200	73	2001-01-22	발전용수(공업용수)
	CJ(주) 인천1공장	1,000	690	2002-02-23	공업용수
	한국서부발전(주)	2,500	920	1979-04-01	발전용수(공업용수)
	국립환경연구원	200	150	2000-10-30	화장실용
	동부제강	1,200	266	2005-03-01	냉각수
	신성삼산미소지움	170	170	2005-05-13	조경용수, 청소용수
	삼산월드체육관	20	20	2006-09-28	화장실용수
광주광역시	7	6,850	1,734	—	
	엠코테크놀로지코리아(주)	770	150	1996-10-15	청소, 화장실 세정수
	OB맥주광주공장	360	104	1987-05-20	청소, 화장실 세정수
	대우전자(주)광주공장	800	470	1996-10-25	청소, 화장실 세정수
	광주광역시청사	120	50	2004-03-12	청소, 화장실
	세방전지	1,400	150	1996-10-15	청소, 화장실 세정수
	광주월드컵경기장	400	210	1996-10-21	화장실, 조경, 소화용수
	삼성 광주전자	3,000	600	1996-10-21	청소, 화장실 세정수
대전광역시	5	1,525	423	—	
	정부대전청사	800	120	1997-12-20	청소, 화장실 세정수
	한국에너지기술연구원그린빌딩	5	5	2001-03-10	청소, 화장실 세정수
	한국수자원공사	70	48	1998-07-01	청소, 화장실 세정수
	대전광역시청	100	20	1999-11-23	청소, 화장실 세정수

<표 계속>

행정구역	건축물명	처리능력 (톤/일)	이용량 (톤/일)	가동개시일	용 도
대전광역시	롯데백화점	550	230	1999-12-31	청소, 화장실 세정수
울산광역시	3	1,216	298	—	
	롯데쇼핑	196	20	2003-01-01	화장실 용수
	롯데호텔	220	28	2003-01-01	화장실 용수
	롯데백화점 및 버스 터미널	800	250	2001-12-30	화장실 대, 소변기용 공급
경기도	56	83,222	45,871	—	
수원시	삼성코닝	5,500	5,500	1993-02-01	세척수
	삼성전기	4,500	40	1997-02-01	화장실수
	엘지화재보험	100	100	2004-04-01	화장실수
	삼성전자	2,400	1,200	1980-02-01	냉각수, 세정수
	한국지역난방공사	720	214	1998-02-01	난방용
	삼성전관	7,080	3,500	1978-02-01	냉각수, 세정수
성남시	뉴코아미금백화점	170	—	1997-04-15	화장실
	SK건설(주)	170	170	2005-05-15	화장실
	아이스페이스2	75	75	2003-09-15	화장실
	분당벤처타운펜트	100	100	2004-11-15	화장실
	분당파라곤	100	50	2007-09-15	화장실
	풍림산업	300	300	2004-03-15	화장실
	아이스페이스1	40	40	2003-03-15	화장실
	트리폴리스	400	200	2002-01-15	화장실
	분당서울대병원	600	600	2003-08-15	화장실
	시그마2	200	—	1999-01-15	화장실
	KT	240	—	1998-02-15	화장실
	주택공사분당사옥	200	43	1997-06-15	화장실
	분당서현역사	350	—	1998-03-15	화장실
	SK건설(주)	170	170	2005-05-15	화장실
	아이스페이스2	75	75	2003-09-15	화장실
	분당벤처타운펜트	100	100	2004-11-15	화장실
	분당파라곤	100	50	2007-09-15	화장실
	풍림산업	300	300	2004-03-15	화장실
	아이스페이스1	40	40	2003-03-15	화장실
	트리폴리스	400	200	2002-01-15	화장실
	분당서울대병원	600	600	2003-08-15	화장실

<표 계속>

행정구역	건축물명	처리능력 (톤/일)	이용량 (톤/일)	가동개시일	용 도
성남시	시그마2	200	—	1999-01-15	화장실
	KT	240	—	1998-02-15	화장실
	뉴코아미금백화점	170	—	1997-04-15	화장실
	주택공사분당사옥	200	43	1997-06-15	화장실
	분당서현역사	350	—	1998-03-15	화장실
부천시	LG백화점	300	200	1996-10-30	세정수
평택시	(주)신세계E-마트	100	44	2002-01-02	세정수, 세척수
	쌍용자동차(주)	600	240	2002-02-01	세정수, 세척수
안산시	STX에너지	960	900	2007-11-29	보일러 공정수
	대덕GDS	800	600	2002-07-08	생산라인 세척수
고양시	올림픽스포츠허브	150	50	1998-12-01	화장실용
	고양여울림누리	100	30	2005-10-01	화장실용
	동국대불교병원	600	50	2006-11-01	화장실용
	일산방송COMPLEX	60	60	2007-07-16	화장실용
오산시		3,480	1,640	—	공업용수
용인시	삼성SDI(주) 중앙연구소	700	419	2003-05-07	조순수원수
	르노삼성자동차 중앙연구소	150	50	2001-09-21	화장수, 조정세척수
	문화복지행정타운	150	150	2005-01-10	대, 소변기 세정수
	(주)신세계이마트 죽전점	150	150	2005-08-20	대, 소변기 세정수
	에버랜드	7,500	3,890	1992-06-15	화장수, 청소수, 소방수, 조경용수
	삼성전자	25,000	17,500	1992-06-11	냉각수, 화장수, 조순수원수
파주시	E마트	100	40	2004-08-13	생활하수로 재활용
	ASA코리아	650	600	2004-10-20	생산라인에 재사용
이천시	하이닉스반도체(주)	4,000	3,916	1996-03-02	세정수
안성시	동아예술방송대학	557	250	1997-04-30	청소수, 화장실수, 조경수
	(주)농심	200	200	2001-09-28	냉각수
화성시	현대자동차(주)	179	30	2006-05-01	화장실, 조경수
	영흥남동발전소	9,000	1,152	2006-05-26	공업용수
양주시	영신물산	1,546	—	2002-09-01	공업용
강원도	7	19,550	7,800	—	
원주시	한솔오크밸리	2,700	300	1998-06-19	청소, 식당용수
홍천군	하이트맥주	2,100	350	1992-06-09	병세척, 청소, 식당용수
	홍천온천	50	50	1998-02-27	목욕, 식당, 생활용수

<표 계속>

행정구역	건축물명	처리능력 (톤/일)	이용량 (톤/일)	가동개시일	용 도
홍천군	대명레저	3,800	800	1994-11-16	생활, 세탁용수
횡성군	성우시멘트(주)레저사업본부	4,500	1,500	1995-12-05	생활용수(비음용)
정선군	(주)강원랜드	4,000	4,000	2004.01.01	화장실, 조경수
평창군	(주)보광휘닉스파크	2,400	800	1995-11-01	청소및 화장실세정수
충청북도	2	465	465	—	—
청주시	라마다플라자호텔	300	300	2007-05-18	수세식변소용수
제천시	능강콘도(ES리조트)	165	165	'2002.12.30	화장실 청소용, 녹지살수
충청남도	8	23,350	16,788	—	—
천안시	(주)MEMC코리아	2,300	2,182	1998-04-10	공업용 세정용수
	(주)삼성SDI	12,490	8,145	1999-08-15	공업용 세정용수
	(주)롯데삼강	300	62	2005-07-13	생활용수(조경수, 청소용수)
	(주)피케이엘	530	293	2005-05-08	공업용 세정용수
	천안시청	120	6	2005-11-23	화장실용수(수세식변소용수)
아산시	(주)삼성전자	2,110	1,800	1999-06-30	공정수, 위생수, 조경수
금산군	한국타이어	1,500	300	2001-09-05	위생수, 세정수
연기군	삼성전기	4,000	4,000	1999-06-01	공업용수
전라북도	7	100,410	60,888	—	—
전주시	휴비스(주)신공장	1,000	636	1996-09-01	공업용수재활용
	청	260	33	2005-04-01	청소용수등
	한국노스케스코그(주)	27,000	12,000	1995-10-01	공업용수재활용
	휴비스(주)본공장	2,500	1,606	1997-01-01	공업용수재활용
	롯데백화점(전주점)	200	53	2005-03-01	청소용수
군산시	페이퍼코리아	65,000	45,000	1992-01-01	공정에 재사용
익산시	일진소재	4,450	1,560	2002-07-01	공업용수
전라남도	7	149,960	51,943	—	—
여수시	LG칼텍스정유	8,000	1,174	—	운영중단(고장수리중)냉각수, 소방수, 세척수
	LG화학SM	900	300	1994-10-30	냉각수, 소방수, 세척수
	한화종합화학	1,680	960	1999-08-23	보일러수, 냉각수, 소방수
	호남화력발전소	1,920	480	1995-09-04	세정수
	여수화력발전소	60	4	1996-11-22	잔공염프릿봉수저장탄살수용수
	LG화학여천공단	2,400	2,000	2000-03-21	세정탑보충수
광양시	광양제철소	135,000	47,025	1987-03-31	공업용, 살수용

<표 계속>

행정구역	건축물명	처리능력 (톤/일)	이용량 (톤/일)	가동개시일	용 도
경상북도	27	151,366	73,600	—	
김천시	(주)코오롱	720	650	2000-02-28	공업용수
구미시	LG필립스LCD(주)5공장	7,200	6,100	2003-12-01	공업용수
	LG필립스LCD(주)4.5공장	36,200	23,000	2004-10-01	공업용수
	(주)엘지실트론	2,200	2,000	2003-08-01	공업용수
	(주)엘지실트론 2공장	1,800	1,800	2004-04-01	공업용수
	(주)엘지실트론 2공장	1,440	1,000	2005-10-01	공업용수
	(주)LG마이크론	1,296	1,000	2004-09-01	공업용수
	(주)LG마이크론2공장	1,200	800	2006-03-01	공업용수
	(주)새한	4,000	2,500	2002-10-01	공업용수
	LG필립스 디스플레이(주)	5,000	3,100	2002-11-01	공업용수
	(주)KEC	800	600	2004-02-01	공업용수
	LG필립스 디스플레이(주)	1,000	700	2004-03-01	공업용수
	(주)엘지실트론 3공장	1,080	900	2004-07-01	공업용수
	(주)스웨코	1,560	700	2005-09-01	공업용수
	LG필립스엘시디(주)	1,440	1,000	2006-04-01	공업용수
	매그나칩반도체	3,000	2,000	2006-05-01	공업용수
	삼성코닝	3,000	2,500	2002-12-01	공업용수
	LG필립스LCD(주)4공장	23,000	11,000	2003-07-01	공업용수
	STX에너지(주)	2,350	2,100	2007-08-01	공업용수
	LG전자(주)PDPA3공장	2,660	2,000	2007-03-01	공업용수
	(주)새한2공장	1,000	700	2006-12-01	공업용수
	(주)실트론	360	300	2006-08-01	공업용수
	(주)코오롱	4,100	3,000	2001-10-01	공업용수
	(주)LG마이크론	1,600	1,450	2002-04-01	공업용수
	매그나칩반도체	1,360	500	2006-06-01	공업용수
상주시	(주)올품	2,000	1,500	2007-07-07	세차청소 용수
경산시	하수종말처리장	40,000	700	—	약품용해 및 여포세척용
경상남도	5	5,440	1,644	—	
창원시	롯데쇼핑(주)	140	80	2005-12-14	화장실
	한국철강(주)	1,000	460	2005-02-20	공정수
마산시	마산삼성병원	100	72	2002-06-24	화장실
	신세계백화점	200	160	2002-01-05	화장실

<표 계속>

행정구역	건축물명	처리능력 (톤/일)	이용량 (톤/일)	가동개시일	용 도
거제시	대우조선해양(주)	4,000	872	2002-12-03	선박지수, 기타
제주도	3	295	185	—	
	금강산콘도미니엄	110	50	2002-01-01	청소용수, 조경용수
	한마음병원	50	—	—	화장실, 청소용수, 조경용수
	라마다프라자제주호텔	135	135	2003-07-01	화장실세정수
수자원공사	16	1,309,507	143,859	—	
	한화석유화학(주)가성소다	1,440	884	2004-11-30	공업용수
	엘에스니꼬동제련	16,608	11,616	1984-12-31	생산공정수로 재사용
	동해펄프(주)	27,000	22,224	1980-09-30	펄프 회석수 및 세척수
	(주)효성	22,000	22,088	1987-12-31	생산공정수 방류수 재이용수
	용연4공구 공업용수 관리조합	8,000	9,118	1975-05-31	생산공정수로 재사용
	삼성에스디아이(주)	6,000	3,579	1986-12-31	생산공정수로 재사용
	태광산업	26,880	16,142	1991-12-31	생산공정수로 재사용
	한화석유화학	2,400	1,308	1994-09-30	생산공정수로 재사용
	한국제지	12,000	8,399	1989-11-30	생산공정수로 재사용
	엘지디스플레이 주식회사	19,000	22,824	2005-11-18	공업용수, 조경용수, 화장실 등
	(주)포스코	1,159,300	25,229	1989-11-30	공업용수, 살수용수, 조경용수, 화장실
	엘지전자(주) 창원2공장	2,640	165	1995-05-31	세탁기수명 시험실용
	엘지필립스 디스플레이(주)	1,280	6	1999-04-20	흑연현상수 재활용
	한국서부발전(주)	2,423	136	2003-08-01	발전용수(탈황설비)
	(주)풍산	1,000	86	2007-09-30	폐수 재처리후 재사용
	한국동서발전(주)	1,536	55	2007-11-30	탈화용수용

2) 외국의 중수도 개발현황

(1) 일 본

○ 전국 실시 개소수 및 이용수량

생활용수 중 수세식 화장실용수, 냉·난방용수 등 생활계 용도를 위한 잡용수 이용은 공공시설, 사무소 빌딩, 집합주택단지를 대상으로 1965년 후반부터 실시되어 왔으며, 1987년 이용건수는 844건, 이용수량은 약 11.4만㎥/일이다. 1983년의 이용건수는 437건, 이용수량은 약 5.1만㎥/일로서 1987년

의 이용건수와 이용수량은 1983년보다 약 2배의 증가를 보이고 있다. 그렇지만 1987년의 이용수량은 1일 생활용수량 4천만 m^3 /일의 0.3%에 불과한 실정이다.

○ 이용방식

중수도 이용방식은 개별순환방식, 지역순환방식, 광역순환방식의 3가지로 구분된다. 개별순환방식은 사무소 빌딩 등의 개별빌딩 내에서 생활배수나 우수를 재생처리해서 잡용수로 공급하는 방식이다. 지역순환방식은 대규모 집합주택이나, 시가지 재개발 구역 등 비교적 건물밀도가 높은 지역의 사무소나 건축물의 소유자가 공동으로 급수하는 방식이다. 광역순환방식은 일정 지역 내에서 잡용수도를 설치하여 광역적, 대규모적으로 재생수를 공급하는 방식으로 공공하수도의 처리장에서 공급되는 것이 일반적이다. 다음 표는 순환방식별 중수도 이용상황을 나타낸 것으로 개별순환방식이 이용건수 70%, 사용수량 60%로 가장 많이 적용되고 있는 반면, 지역순환 방식이나, 광역순환방식의 적용 비율은 그리 높지 않은 것으로 나타나고 있다. 특히, 광역순환방식은 1983년에 비해 추진상황이 악화되고 있는 실정이다.

이용방식별 잡용수 이용상황

방식별	1983년				1987년			
	건 수 (건)	비 율 (%)	사용량 (m^3 /일)	비 율 (%)	건 수 (건)	비 율 (%)	사용량 (m^3 /일)	비 율 (%)
개별순환	(100) 257	58.8	(100) 30.4	59.1	(230) 590	69.9	(222) 67.4	59.3
지역순환	(100) 20	4.6	(100) 2.0	3.9	(290) 58	6.9	(140) 28.0	24.6
광역순환	(100) 160	36.6	(100) 19.0	37.0	(122) 196	23.2	(96) 18.2	16.0
계	(100) 437	100	(100) 51.4	100	(193) 844	100	(221) 113.6	100

주) ()내는 1983년을 100으로 한 비율임
자료) 중수도 기술개발방안 연구(건설교통부, 1994)

○ 이용용도

중수도의 이용용도는 수세식 화장실용수 및 세정용수가 가장 많은 91%, 냉각·냉방용수 25.6%, 살수용수 20.4% 순으로 많이 이용되고 있다.

○ 이용시설

이용시설의 종류별 사용수량은 다음 표와 같다. 이용시설별 사용수량은 업무용 빌딩과 공장의 사용량이 가장 많고, 기타 호텔, 학교, 하천 등이다. 시설당 사용수량의 평균치는 약 135m³/일 정도이다.

이용시설의 종류별 사용수량

건물종류 \ 항목	시설건수 (건)	사용수량 (m ³ /일)	시설당 평균사용수량 (m ³ /일)
사무실빌딩	136	22,193	163.2
청사, 회관	84	2,665	31.7
학교	154	4,657	30.2
의료, 복지기관	38	2,876	75.7
연구소	10	530	53.0
백화점	23	1,454	63.2
역, 공항, 버스터미널	8	328	41.0
체육관	8	137	17.2
주택단지	7	455	65.1
공장	84	23,426	278.9
차고, 차량기지	19	2,970	156.3
시장, 유통센터	5	300	60.1
공원녹지, 골프장	19	1,374	72.3
하천, 연못, 분수	6	4,544	757.4
동물원, 축산센터	4	688	172.1
기타, 불명	207	39,687	191.7
합계	844	113,602	134.6

자료) 일본 국토청 수자원부, 「잡용수 이용시설 실태조사 보고서」

(3) 미 국

○ 보급개요

처리수 재이용은 지역에 따라 차이가 있으나 용도별로 분류하면 크게 다음과 같이 5가지 범주로 구분할 수 있다. 미국에 있어서 처리수 재이용의 특징은 대형빌딩의 잡배수를 처리하여 잡용수로 공급하는 일본의 단독이용방식과는 달리 주로 하수처리장의 유출수를 고도처리하여 재이용하는 사례가 많다는 점이다. 미국에 있어서 하수처리수의 용도별 재이용 사례는 다음과 같다.

- 농업용수 재이용 (Agriculture Reuse)
- 공업용수 재이용 (Industrial Reuse)
- 지하수 함양 (Ground Water Recharge)
- 레크레이션 재이용 (Recreation Reuse)
- 도시용수 재이용 (Municipal Reuse)

미국에서 재이용수의 사용 용도는 주로 농업용(관개용)으로 가장 많이 이용되고 있다. 특히 캘리포니아주는 미국 전체의 25%인 1억 4천만 m^3 의 처리수가 농업 및 관개용수로 재이용되고 있다. 다음으로 많이 사용되는 용도는 공장의 냉각용수나 공정용수이며 기타 지하수 함양 및 레크레이션용으로 재이용되고 있고, 생활용수로 재이용되고 있는 양은 극히 일부분에 불과한 실정이다. 1975년에 조사된 보고에 의하면, 미국에서 하수처리수를 재이용하는 곳은 536개소로 총 시설용량은 257만 m^3 /일에 이르고 있다. 다음 표는 미국의 하수처리수 재이용 현황을 나타내고 있다.

미국에서의 재이용은 강수량의 지역적인 편차에 따른 영향이 크게 작용하는데 주로 건조 및 반건조지역에 해당하는 캘리포니아주, 플로리다주, 텍사스주, 콜로라도주 및 아리조나주에서 재이용이 활발히 도입되고 있다. 특히 연평균 강우량이 30mm 정도밖에 되지 않는 남캘리포니아주는 미국의 처리수

재이용 시스템을 선도하는 지역으로서 하수처리수를 지하수로 재공급하여 상수원 및 기타 용도로 재이용하는 Ground Water Recharge System이 적극적으로 도입되고 있다. 하수처리수는 건강이나 안정상의 이유 때문에 공원이나 골프장의 관개용수와 같은 비음용의 목적으로만 사용되고 있지만, 상수원 확보가 극히 곤란한 지역에서는 처리된 하수를 상수와 희석하여 음용으로의 사용까지 계획되고 있는 실정이다.

미국의 하수처리수 재이용의 사업현황(1975년 기준)

구 분	사 업 장 수	재이용량(만 ^m ³ /일)
관개용수	470	159
- 농업용수	150	75
- 관상용수	60	12
- 미확인	260	71
산업용수	29	81
- 공정용수		25
- 냉각용수		54
- 보일러 용수		3
지하수보급용	11	13
레크레이션용	26	4
합 계	536	257

(4) 영 국

○ 공업용수로 직업 재이용

100년 이상 된 Appleby-Frodingham 제철소에서는 1톤의 철을 생산하는데 약 200^m³이상의 용수가 필요한데 순환이용으로 용수사용량을 톤당 5^m³으로 감소시켰다. 소비한 물의 대부분은 대기중에서 증발한다. 재이용되는 하수처리수의 평균 사용량은 67ℓ/s로 이용율은 79%이다. 또 다른 수원인 Ancholme 강물은 계절의 영향을 많이 받아 염화물 농도가 보통은 40~60mg/L이나, 건기가 길어지면 하수처리수의 비율이 증가하여 1,200~1,500mg/L가 된다. 또 Ashby Village의 물은 오염물(세제) 농도는 높으나 수질적으로는 안전하지만, 이

물은 처리되지 않은 채 용광로의 가스세정 System 보급수로 사용되거나 석회 연화처리 후 티보블로아, 코크스로 가스의 냉각 및 순환 System의 보급수로 사용되고 있다.

○ 모직물 공업에서의 하수처리수 재이용

인구가 약 4만명인 Pudsey는 요크셔의 모직물 공업지대에 있다. 공장의 물사용량은 약 $1,123\text{m}^3/\text{일}$ 로서 물부족을 고려하여 하수처리수 재이용이 제안되었다. 모직물 공업은 고급수질의 물을 필요로 하는데 모직공업 연구협회의 연구 결과 탁도, 색, 현탁물질을 제외하고 하수처리수가 요구 수질에 적합한 것으로 나타났다. 따라서 하수처리장내에 Pilot Plant를 설치하고 모래여과와 염소처리를 거친 처리수를 대상으로 실험한 결과 염색 공정의 약 50% 정도가 하수처리수 사용이 가능함을 알게 되었다. 이와 같은 연구 결과에 기초해서 하수처리수를 직접 재이용하기 위해 공장내 전처리를 위한 Process를 수정하자는 의견이 강력하게 제시되고 있다.

○ 하수 처리수를 냉각용수로 재이용

영국에서의 물의 최대 용도는 냉각용수로 용수량의 2/3이상을 차지한다. 그 중에서도 발전소와 석유정제소, 제철소, 제지공업 및 화학공업에서의 사용량이 많다. 하수처리수는 하구의 수원보다 용해성 물질과 현탁물질이 적을 때도 있어 냉각용수로 사용하는데 별 문제점은 없는 것으로 파악되고 있다.

(5) 독 일

라인강, 엘베, 다뉴브강의 독일령 유역은 여러 나라에 걸쳐 있으며 국내의 강 몇 개도 다른 나라로 흘러간다. 이와 같은 자연조건으로 독일은 인접국과 수원관리, 수이용, 수질오염방지, 항해 등의 문제에 관해 국제협력을 하고 있다. 인구밀도가 높은 지역의 자연수는 급수와 배수처분에 이용되므로 배수처분을 고려하지 않고 지표수를 기준으로 급수 계획을 세우는 것은 불가능하다.

하천의 취수구 상류에서 배수가 유입되므로 배수를 간접 재이용 하는 것이 되나, 위생학적, 미학적 관점에서 문제가 되므로 적절한 배수처리는 배수재이용을 위해 필요하다. 배수의 재이용은 North Rhine-Westphalia 준공업지대에 상수, 공업용수를 공급하는 하천수의 중요한 수원으로 이용되고 있고 Ruhr 강에는 수원관리를 위해 배수처리수가 이용되고 있다. 근래 Ruhr강 유량에 대한 오염배수량의 비율은 적절한 수원관리로 일정기준 이하로 유지되어 건조기 하천유량이 최저였던 기간에 최고 22%로 유지되었다.

독일은 공장 외부의 배수를 직접 재이용하지 않으나, 표류수에 유입된 배수처리수의 간접 재이용을 실시하고 있다. 공업용수로 공급되는 물의 약 2/3는 표류수를 수원으로 하나 상당한 배수가 유입된다. 공장내 폐수의 재이용은 공공하수도나 자연수로의 배수량을 감소시키므로 많은 공장에서 채택되어 왔다. 공장내에서 순환이용된 폐수는 냉각, 물질수송, 원료나 제품의 세정 등에 사용되고 재생처리에 많은 비용이 들지 않아 다량의 물을 필요로 하는 공장에 적합하다. 공장내 순환이용은 석탄세정, 석유정제, 제지공업, 제철소, 가스공업, 전기도금업 등에 이용됨으로써 공업용수 사용량의 60%를 차지한다.

2.3 중수도의 일반적 사항

2.3.1 중수도의 범위

가. 광의의 중수도

우리나라 수도법 제3조에는 중수도를 “사용한 수도물을 생활용수, 공업용수 등으로 재활용할 수 있도록 다시 처리하는 시설을 말한다”라 정의되어 있으므로 현행 수도법에서 우리나라 중수도의 범위는 최초 사용한 원수를 상수로 한정할 수 있으나, 이것은 수도요금을 감면할 수 있는 중수도 범위를 칭하는 것으로 해석할 수 있다.

따라서, 넓은 의미에서 중수도란 수자원의 차원에서 접근해야 하는 것이므로 원수를 상수도로만 국한하지 말고 가정오수와 빌딩 등의 업무용수, 하수처리수, 공

장 및 공단폐수, 하천수, 지하수 및 우수 등으로 확대하고 사용용도도 물을 절약할 수 있는 곳이면 어떠한 형태로도 가능하다. 즉, 중수도의 목적이 물을 절약하는 것이므로 어떤 형태로든 사용한 물을 재이용하는 용도로 이용되는 것을 중수도에 포함한다. 중수도의 초기단계는 개별 건축물 자체내 생활오수를 대상으로 처리하여 사용하는 것이 주 과정이 되나, 중수도의 확대보급을 위해서는 하수처리수, 공장폐수, 우수, 하천수, 지하수 등 원수 이용형태를 다변화하여 사용용도의 범위도 확대하여야 한다. 따라서, 중수도의 범위를 넓게 보면 도시의 친수공간과 경관조성, 인공수로나 하천조성을 위한 환경용수도 포함된다.

그러므로, 중수도의 용도를 음용이 불가능한 것을 원칙으로 하고 수세식 화장실용수, 냉각용수, 청소 및 관개용수 등으로 용도를 설정할 수 있다.

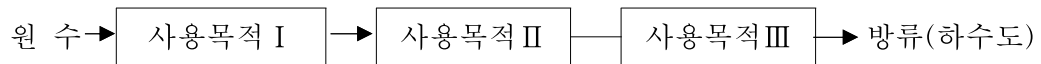
중수도의 구성범위를 보면

- 처리과정을 거치지 않고 재이용하는 단순 재이용의 형태
- 한번 사용된 물의 수질조건이 단순재이용하기에 그 수질조건이 적합하지 않아 사용 목적과 용도에 맞게 별도의 처리과정을 거친 후 이용하는 형태
- 사용한 물을 중수처리 후 동일 목적에 재공급하여 이용하는 형태 등 3가지로 나눌 수 있다.

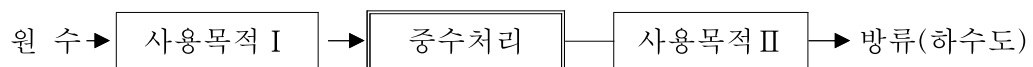
다음 그림은 중수도의 구성범위를 나타낸 것으로서 A와 같이 처리과정을 거치지 않고 사용되는 경우를 단순 재이용이라 하며, 현행 수도요금 감면 대상범위에서는 제외되고 있다. 단순 재이용은 처리과정 없이 한 번 사용한 물을 다른 용도에 직접 이용되는 형태로서 세수한 물을 청소용수로 이용할 경우와 같다. 이와 같은 형태는 공장의 공정용수 등에 쉽게 적용할 수 있으며, 사용회수의 증가량만큼 물을 절약할 수 있다. B의 경우는 일단 사용된 물의 수질조건이 추후 연결되는 사용용도에 직접 사용하기에는 적합하지 않아 용도에 맞도록 별도의 처리과정을 거친 후 사용하는 형태이다. 처리정도는 사용목적과 용도에 따라 결정된다.

C는 사용한 물을 중수처리 후 동일한 목적에 재공급하는 것으로써 보일러 급수 용수 등이 예가 된다.

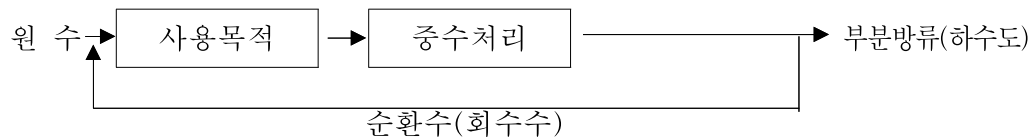
A. 단수 재이용



B. 중수처리 후 사용(사용목적이 다름)



C. 중수처리 후 사용(동일한 사용목적)



중수도의 구성범위

나. 요금감면대상 중수도

중수도의 활성화를 위해 중수 사용량에 대해 수도요금 감면, 세제지원, 융자지원 등의 촉진방안을 마련하고 있는데, 수도법 제14조제3항에 중수도 설치자의 수도요금 감면, 조세감면 특별법에 세제지원, 기타 중수도 설치를 위한 융자지원 등이 그 예이다. 그러나, 수도법 시행규칙에 중수도 설치자가 요금감면 혜택을 받을 수 있는 요건은 요금을 낸 수도물을 대상으로 처리하여 재이용하는 것으로 중수도를 도입하여 재사용한 수도물을 절수할 수 있는 것이어야 하므로 처리과정이 없는 단순 재이용의 형태인 Gray Water, 지하수, 우수 등은 수도요금의 감면대상에서 제외되고 있는 실정이다. 이렇게 범위를 제한하는 것은 단순히 중수도 제도의 초기단계에서 보급 활성화를 위해 한시적으로 실시하고 있는 수도요금 감면의 지원범위를 명확히 하기 위한 것이지 중수의 이용범위 자체를 제한하려는 것은 아니다. 중수도의 범위를 넓게 할 경우 도시의 환경용수도 포함이 된다. 환경용수는 도시의 아름답고 양호한 경관 및 친수공간을 조성함과 아울러

휴식공간을 만들고, 야생동식물의 보호와 보전 등에 이용되는 물로써 하천, 수로 등에 인공적으로 물을 흐르게 하거나, 저류시켜 이용할 수 있다.

2.3.2 중수도의 용도

중수도는 음용을 목적으로 하는 생활용수로 이용해서는 안 되며, 사회적 용인도 및 인체의 접촉 가능성 측면에서 생활용수 중 수세식 화장실 용수, 살수용수, 조경용수와 청소용수, 공업용수, 그리고 도시의 환경용수로 국한함을 원칙으로 하나, 지방자치단체장이 조례에서 정하는 특별한 경우의 인정하는 부분에 대해서는 그 용도에 상응하는 제반기준 및 관련조치를 통해 용도의 범위를 확대할 수 있다.

중수도는 모든 물을 절약하는 용도에 적용될 수 있으며, 사용빈도 면에서 보면, 수세식 화장실 용수, 냉각수, 세차·살수·소화·도로청소용수, 환경용수 등의 순으로 분류된다. 이 중 가장 많이 사용되는 수세식 화장실용수는 직접 사용자의 피부에 접촉할 가능성이 적고 수돗물 보다 수질이 떨어져도 아무런 문제가 없다.

이러한 중수도에서 중수도로 이용시 고려되어야 할 사항으로는 대상시설물의 용도별 물 사용량, 중수도 용도와 수질기준, 원수 선택과 수량, 수질에 적합한 처리장치 및 처리기술, 대상 시설물의 물수지 분석, 건설비, 설비 소요면적, 슬러지 처분비를 포함한 유지관리비, 절수 효과와 경제성 등 종합적인 관점에서 판단하여야 한다.

2.3.3 중수도 이용시 문제점

가. 수자원 대책과 중수도 이용 가능성

- 대도시나 공단지역 등 물수급 불균형이 예상되는 지역
 - 중수이용을 포함한 새로운 수원확보가 불가피
- 물 수급이 절박하지 않는 지역
 - 중수도 보급의 필요성의 제고

- 수원확보가 극히 곤란한 지역
 - 해안도시나 공단 등 특정지역에서는 물을 재이용하여 수원개발 시기를 지연시킬 수 있으며, 상수관을 확장하지 않고도 어느 정도 물 공급수지를 맞출 수 있다.

나. 기술상의 문제점

상수보다 중수생산비용이 저렴하고 유지관리가 간단해야 하고 중수도의 확대 이용을 늘일 수 있는 결정적 요인은 비용의 문제이다.

- 중수의 용도별 적합 처리기술의 개발
- 부식, 슬라임 등의 장애요인 해결
- 소량의 슬러지 처리방안
- 상수도와 중수도의 오접합 방지대책

다. 위생상의 문제점

- 물 사용단계에서의 오염, 오사용 방지
- 세균, 바이러스 등의 병원성 미생물의 효과적 제거
- 냉각탑이나 처리공정 등에서 발생하는 휘발물질의 비산에 따른 악영향 해소

라. 유지관리상의 문제점

마. 비용의 문제

바. 법령상의 문제점

사. 기타 문제점

2.4 관련법규 및 제도

2.4.1 중수도의 법률근거

수도법을 개정(법률 제 4429호 1991. 12. 9)하여 중수도의 법적 기반 마련하였고, 2001. 3.28일 개정 한 수도법(법률 제 6449호)에서는 중수도의 설치기준을

확대 및 강화하였다.

- 중수도의 인정(수도법 제3조 제15호)
- 중수도의 설치(수도법 제14조 등)

2.4.2 설치대상 및 시설기준 등

수도법 시행령(대통령령 제21629호 2009. 7. 31)과 수도법 시행규칙(환경부령 제291호 2008. 6. 27)에 중수도 설치대상과 시설기준 등을 규정하였으며, 자세한 내용은 다음과 같다.

가. 중수도의 인정(수도법 제3조 제15호)

“중수도”라 함은 사용한 수돗물을 생활용수, 공업용수 등으로 재활용할 수 있도록 다시 처리하는 시설을 말한다.

나. 수도정비 기본계획의 수립(수도법 제4조)

국토해양부장관과 특별시장·광역시장·시장·군수(광역시의 군수는 제외한다)는 일반수도 및 공업용수도를 적정하고 합리적으로 설치·관리하기 위하여 10년마다 수도의 정비에 관한 종합적인 기본계획을 수립하여야 한다. 수도정비 기본계획에는 중수도의 개발·보급에 관한 사항이 포함되어야 한다.

다. 중수도 설치(수도법 제14조)

- (1) 물을 효율적으로 이용하기 위하여 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 시설 물을 신축(증축·개축 또는 재축되는 부분이 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우를 포함한다. 이하 이 조에서 같다)하려는 자는 단독 또는 공동으로 사용수량의 10퍼센트 이상을 재이용할 수 있는 중수도를 설치·운영하여야 하고, 중수도의 설치결과를 환경부령이 정하는 바에 따라 시장·군수·구청장에게 알려야 한다.

- 「공중위생관리법」 제2조 제1항 제2호 또는 제3호에 따른 숙박업이나 목욕장업에 사용되는 시설로서 건축 연면적이 6만제곱미터 이상인 시설

- 「산업집적활성화 및 공장설립에 관한 법률」 제2조 제1호에 따른 공장으로서 1일 폐수배출량이 1천500세제곱미터 이상인 시설
- 그 밖에 대통령령으로 정하는 종류 및 규모 이상인 시설
- (2) 중수도의 시설기준 및 관리에 관한 사항과 제1항 본문에 따른 사용수량, 같은 항 제1호에 따른 건축 연면적, 같은 항 제2호에 따른 폐수 배출량의 산정, 그 밖에 필요한 사항은 환경부령으로 정한다.
- (3) 국가 및 지방자치단체는 중수도를 설치한 시설물의 소유자에게 그 중수도의 설치비용을 지원할 수 있고, 지방자치단체는 조례로 정하는 바에 따라 수도요금을 경감할 수 있다.
- (4) 시장, 군수 또는 구청장은 제1항에 따른 시설물을 신축하는 자가 중수도를 설치·운영하지 아니하면 그 이행을 명할 수 있다.

라. 중수도의 설치대상(수도법 시행령 제24조)

- (1) 법 제14조 제1항 제3호에서 “대통령령이 정하는 종류 및 규모 이상인 시설”이란 건축연면적이 6만 제곱미터 이상인 시설로서 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 시설을 말한다.
 - 「유통산업발전법」 제2조제3호에 따른 대규모 점포
 - 「건축법 시행령」 별표 1 제8호에 따른 운수시설 중 여객자동차 터미널 및 화물터미널, 철도역사, 공항시설, 항만시설 및 종합여객시설
 - 「건축법 시행령」 별표 1 제14호에 따른 업무시설
 - 「건축법 시행령」 별표 1 제23호에 따른 교정 및 군사시설 중 교정시설, 소년원 및 소년분류심사원
 - 「건축법 시행령」 별표 1 제24호에 따른 방송통신시설 중 방송국 및 전신전화국
 - 그 밖에 물의 효율적인 이용을 위하여 특히 필요하다고 인정하여 지방자치단체의 조례가 정하는 시설

- (2) 국가나 지방자치단체는 법 제14조제1항에 따라 중수도를 설치하는 자에게 그 설치방법 등에 관한 기술을 지원할 수 있다.

마. 중수도 시설기준(수도법 시행규칙 제3조)

- (1) 법 제14조제2항에 따라 중수도에는 다음 각 호의 시설을 갖추어야 한다.
- 사용된 수돗물을 생활용수·공업용수 등의 용도에 맞는 수질로 재처리할 수 있는 침전지·여과지·소독설비 등의 재처리시설
 - 필요한 양의 물을 보낼 수 있는 펌프·송수관 등의 송수시설
 - 필요한 양의 물을 배수할 수 있는 배수관 등의 배수시설
- (2) 제1항에 따른 중수도의 시설은 위생과 안전 등에 필요한 조치를 하여야 하고, 중수도에 설치하는 배관은 상수도·하수도 및 가스공급 등의 배관과 구분할 수 있도록 하여야 한다.

바. 중수도의 수질기준(수도법 시행규칙 제4조)

중수도를 설치·관리하는 자는 중수도의 수질을 별표 1의 기준에 맞도록 유지·관리하여야 한다.

사. 중수도 사용수량 산정기준 등(수도법 시행규칙 제5조)

- (1) 법 제14조 제2항에 따른 중수도 설치대상 건축물의 사용수량 산정은 다음 각 호의 구분에 따른다.
- 법 제14조 제1항 제1호 및 제3호의 시설인 경우에는 법 제3조 제7호에 따른 광역상수도나 같은 조 제8호에 따른 지방상수도를 통하여 공급받은 수량과 「지하수법」 제2조 제1호에 따른 지하수 사용수량을 합산한 양
 - 법 제14조 제1항 제2호의 공장인 경우에는 제3항에 따라 산정된 폐수배출량
- (2) 법 제14조제2항에 따른 건축 연면적은 「건축법 시행령」 제119조 제1항 제4호에서 정하는 것으로 한다.
- (3) 법 제14조 제2항에 따른 폐수 배출량은 「수질 및 수생태계 보전에 관한 법

를 시행령」 별표 13 비고 제1호에서 정하는 바에 따라 산정한 양에서 같은
법 시행령 제33조 제2호에서 정하는 바에 따라 위탁처리하는 양은 제외한 것
으로 한다.

아. 요금의 징수 및 가산금 등(공업용수 공급규칙 제11조)

- (1) 요금은 요금납입고지서에 의하여 매월분을 익월말까지 징수한다. 다만, 급수의 중지 또는 폐지나 일시급수의 경우에는 수시 이를 징수 할 수 있다.
- (2) 요금을 기일안에 완납하지 아니한 때에는 그 체납액의 100분의 5에 상당하는 가산금을 징수한다.
- (3) 공업용수도사업자는 법 제11조의 규정에 의한 중수도를 설치·관리하는 자에 대하여는 수도요금을 감면할 수 있다.
- (4) 제3항의 규정에 의하여 수도요금의 감면을 받고자 하는 자는 중수도에 관한 다음 각호의 도서를 갖추어 공업용수도사업자에게 제출하여야 한다.
 - 시설의 위치·용량·사업비 및 사업기간 등을 기재한 사업개요서
 - 설계도·평면도·배관도 및 지방서
 - 중수도 시설용량의 산출근거를 기재한 서류
 - 중수도처리계통도 및 중수도처리시설의 구조물도
 - 중수도사용계획서

2.5 중수도 처리방식

2.5.1 중수의 용도

중수도의 용도는 사회적 용인도와 인체에 대한 안전성을 감안하여 정하여야 하며 원칙적으로 수세식화장실용수, 살수용수, 세차용수 및 공업용수 등이 있다. 살수용수는 도로청소작업 및 건설공사 등을 하는 경우에 뿌리는 물을 말하며, 조경용수는 주택단지 등에서 인공연못, 인공폭포, 인공하천, 분수 등에 이용하는 물을 말한다.

중수의 용도선정에 있어서는 수요량, 수질의 적합성, 경제성 및 유지관리의 난

이도 등에 대하여도 검토할 필요가 있으며 일상생활에서 사용되는 급수용도를 인체의 접촉가능성 면에서 본 급수용도는 다음과 같다.

접촉가능성면에서 본 급수용도의 구분

접촉가능성	급수용도
비교적 가능성이 적은 것	• 수세식 화장실 용수 • 냉각용수 • 살수용수 • 조경용수
가능성이 높은 것	• 세차용수 • 청소용수 • 소화용수 • 용설용수
체외 접촉하는 것(피부를 통하여)	• 세탁용수 • 목욕용수 • 세면용수
체내 접촉하는 것(입을 통하여)	• 음 용 수

2.5.2 용도별 목표수질

수질항목 및 목표치의 설정에 따라 중수처리방식 및 중수처리시설의 규모가 결정되고 시스템 전체의 경제성에 영향을 미치기 때문에 중수도 이용을 추진할 때 가장 중요한 과제이며, 개정(2006. 6. 29)한 수도법 시행규칙 제4조에서 중수도의 수질기준을 다음 표와 같다.

용도별 목표수질

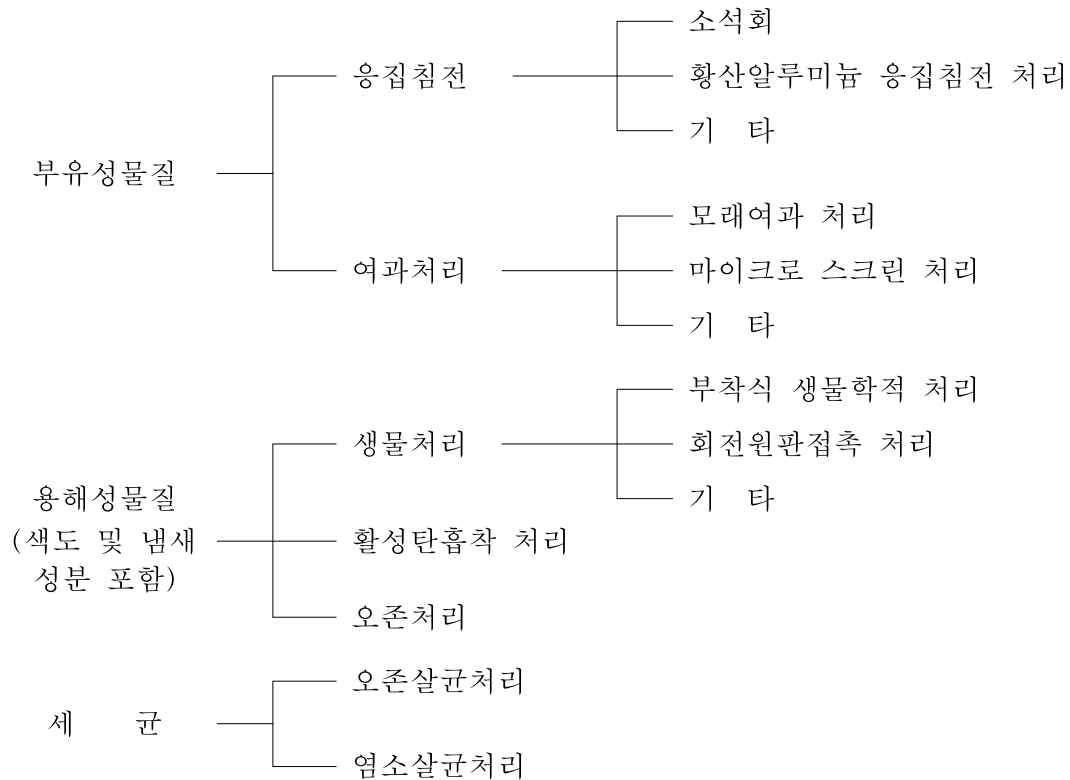
구분	수세식변소용수	살수용수	조경용수	세차·청소 용수
대장균군수	불검출/100ml	불검출/100ml	불검출/100ml	불검출/100ml
잔류염소 (결합)	0.2mg/ℓ 이상일 것	0.2mg/ℓ 이상일 것	-	0.2mg/ℓ 이상일 것
외관	이용자가 불쾌감을 느끼지 아니할 것	이용자가 불쾌감을 느끼지 아니할 것	이용자가 불쾌감을 느끼지 아니할 것	이용자가 불쾌감을 느끼지 아니할 것
탁도	2NTU를 넘지 아니할 것	2NTU를 넘지 아니할 것	2NTU를 넘지 아니할 것	2NTU를 넘지 아니할 것
생물학적 산소요구량 (BOD)	10mg/ℓ 를 넘지 아니할 것	10mg/ℓ 를 넘지 아니할 것	10mg/ℓ 를 넘지 아니할 것	10mg/ℓ 를 넘지 아니할 것
냄새	불쾌한 냄새가 나지 아니할 것	불쾌한 냄새가 나지 아니할 것	불쾌한 냄새가 나지 아니할 것	불쾌한 냄새가 나지 아니할 것
pH	5.8~8.5	5.8~8.5	5.8~8.5	5.8~8.5
색도	20도를 넘지 아니할 것	-	-	20도를 넘지 아니할 것
화학적 산소요구량 (COD, Mn기준)	20mg/ℓ 를 넘지 아니할 것	20mg/ℓ 를 넘지 아니할 것	20mg/ℓ 를 넘지 아니할 것	20mg/ℓ 를 넘지 아니할 것

- 주) 1. 총대장균군, 잔류염소, 탁도, 냄새는 먹는물 공정 시험방법에 따라 분석하여야 한다.
 2. 생물학적 산소요구량, pH, 색도, 화학적 산소요구량은 수질오염 공정 시험방법에 따라 분석하여야 한다.

2.5.3 처리방식

중수의 처리방식은 원수의 수질, 중수이용수량, 용도별 목표수질을 기초로 하여 현재 운영되고 있는 실적을 고려하여 결정하며 원수는 가능한 한 양질의 것을 선택하는 것이 중요하다.

중수의 용도별 목표수질 면에서 볼 때 처리대상이 되는 오염물질은 주로 부유성 물질, 용해성 유기물질, 색도성분, 냄새성분 및 세균 등이며 이들 물질별 처리방식은 다음과 같이 구분할 수 있다.



중수의 물질별 처리방식

이들 물질을 종합적으로 처리할 수 있는 단독 처리공정은 없으며, 각각의 물질에 대응되는 처리공정을 조합하여 중수처리시설을 구성하며 기본적 중수처리 방식의 예는 다음과 같으며 최근에는 다양한 처리방식이 개발되고 있다.

처리공정의 구성

원 수	처 리 과 정	적용대상
양질 잡배수 (세탁, 세면 및 목표배수)	(응집침전)→여과→염소 (응집침전)→여과→활성탄처리→염소	공동주택 배수
일반 잡배수 (양질잡배수+청소, 주방배수)	(생물학적처리)→응집침전→여과→염소 (생물학적처리)→응집침전→여과→활성탄처리→염소 응집침전→막처리→염소	공동주택, 대형빌딩 배수
잡배수+오수 (잡배수+수세식 화장실배수)	생물학적처리→응집침전→여과→염소 생물학적처리→여과→활성탄처리→염소 생물학적처리→응집침전→막처리→염소	대형빌딩 배수
하수처리수	응집침전→여과→염소	하수처리장 처리수

처리대안의 기준설정

적 용 대 상	전 처 리	주 처 리	후 처 리
대 형 빌 딩 배 수	스크린→유량조정조	응집침전→여과	염소소독
	스크린→유량조정조	응집침전→여과→활성탄처리	염소소독
	스크린→유량조정조	응집침전→막(MF)→여과	—
공 동 주 택 배 수	스크린→유량조정조	응집침전→여과	염소소독
	스크린→유량조정조	응집침전→여과→활성탄처리	염소소독
하수처리장처리수	2차 처리수	응집침전→여과	염소소독

2.5.4 설계수량

중수도 시설별 설계수량의 기준은 다음 표와 같다.

시설별 설계수량

시 설 명	설 계 수 량
처 리 시 설	일 최 대 이용수량
송 수 시 설	일 최 대 이용수량
배 수 시 설	시간최대 이용수량
이 용 설 비	순간최대 이용수량

주) 단, 저수조에 대해서는 순간최대 이용수량을 사용하여 설계한다.

2.6 중수도 보급계획

2.6.1 중수도 사용효과

가. 수자원부족에 대한 대응

대도시권에서의 근본적인 물부족 현상은 물 수급 정책이 물수요의 증가에 따르지 못했기 때문이며, 점차 수자원의 확보 방안은 어려워지고 물사용량의 증가 추세는 여전하므로 이에 대한 대비책으로서 중수도를 이용하는 것이 바람직하다.

하수처리수를 중수의 원수로 이용할 경우 하수처리수는 가뭄이 없는 수원이 된다. 정수는 절대적으로 필요하다. 사무실에 소화수, 공조용 냉각수가 없으면 생산효율은 떨어져 본래의 건축물의 기능은 마비되어 버린다. 이러한 문제점을 중수도가 해결해 줄 수 있으며 궁극적으로 중수도는 증가추세에 있는 용수사용량의 확보를 위한 댐건설의 부담을 해소할 수 있어서 갈수시 물부족 문제를 해결해 준다. 평상시에는 물 사용량을 감소시켜 댐의 저수 여유량이 확보되어 댐의 용도를 최대화 할 수 있을 것이다.

나. 수질오염의 방지효과

하수를 살수용으로 사용할 경우 이는 하수의 처리법인 동시에 물의 재이용이기도 하며, 중수도가 수질오염방지 측면에서 기여하는 점은 방류수량의 감소에 있다. 공공하수도에 있어 관로의 수량부하를 감소시키는 것은 우수의 월류차집관로의 용량 및 양수펌프의 동력을 절감시키는 것이다. 아울러 하수처리설비는 수량부하에서부터 설계되므로 전력비도 수량에 의해 결정된다. 즉, 댐에서의 여유용량이 많아져 양질의 물을 상수원수로 이용할 수 있으며 중수 사용량만큼 하수 발생량이 감소하여 하천의 오염부하가 경감된다. 또한 댐의 여유수량 증대는 하천 유지용수의 양을 증가시켜 하천 수질 개선에도 기여할 수 있다.

다. 경제적 효과

중수도를 이용함으로써 얻을 수 있는 경제적인 효과는 공익의 차원과 사적인 경우를 나누어 생각할 수 있다. 공익 차원에서의 이익은 댐 건설이나 정수장 및 하수처리장의 시설확충시기의 연장과 시설용량을 축소시킬 수 있어 공공투자의 우선순위를 정하는데 있어 여유를 가질 수 있다.

특히 최근 들어 연속되는 수질 사고는 고도정수처리의 설치가 불가피하게 되므로 제한된 재정 상태에서는 중수도에 따른 공공투자의 여력을 백분 활용할 수 있을 것이다.

아울러 현재 세계의 여러 도시의 사례에서 나타난 바와 같이 중수도의 개념을

인식하고 있는 도시는 물 사용량에 비해 최소한 20%의 절수 효과를 얻을 수 있다. 따라서 중수도 설치와 절수에서 얻어지는 수량의 확보는 공공의 시설에 투자할 수 있게 된다.

기업의 차원에서의 효과는 전술한 내용과 의미를 같이하는 것이며, 나아가 중수도 설치에 따른 수도요금의 감면 등의 효과가 있다. 다만 현재까지의 중수 생산비에 비해 수도요금이 낮은 이유로 시설용량이 적은 시설에 대해서는 경제성이 떨어지는 경우가 있으나 장차 수도요금의 현실화와 중수도 시설의 의무화가 실현될 경우 중수도를 운영하는 기업에서도 충분한 경제적 효과를 얻을 수 있을 것이다. 또한 수질 및 수량에 대한 총량 규제가 실시된 시점부터는 중수처리시설로 인해 저감되는 수량 및 수질의 효과를 크게 기대할 수 있다.

라. 절수효과

중수도의 설치 목적은 물절약으로 연결된다. 중수도 설치는 대용량의 물을 절수하고 가정 등 일상생활에서 낭비하고 있는 물을 절약하는 유기적 관계가 조성되어야 한다.

특히 중수도 운영에 의한 절수는 실시하기 쉽고 효과가 큰 대형건축물인 공장시설에서부터 시작되어야 한다. 일반적으로 건물에서의 중수도 설치에 따른 절수 효과는 약 20% 정도이며 공장의 경우는 이보다 훨씬 높다. 중수도는 피크 수요에 대해 대응할 수 있는 여력을 확보하는 것이다. 건축물의 공조용 냉각수는 하절기 중 가장 갈수가 되기 쉬운 시기에 사용량이 많다. 따라서 이때의 절수는 평상시보다 가치가 높은 것이다. 따라서 공조용 보급수를 공급할 수 있는 중수시설은 저수탱을 건설하는 것과 같은 효과가 있다. 중수도의 설치운영으로 절약되는 수량 만큼 정수장에서 처리된 물을 원거리까지 송수할 필요가 없으므로 에너지를 절약 할 수 있다. 더욱이 계단식으로 상류에서부터 사용한 물을 하류로 순차적으로 사용할 수 있다면 효과적인 에너지 절약책이 될 수 있을 것이다. 즉 위치에너지를 이용할 수 있기 때문이다. 물의 재이용을 효율적으로 하기 위한

방안으로 하수의 재이용 등 대규모일 경우에는 중수도 처리시설을 상류에 설치하는 것이 좋다.

건물 등에 설치된 중수도는 대부분 이중 배관이기 때문에 에너지소비가 많을 것이라는 오해를 할 수 있으나, 중수도를 설치하지 않더라도 물 사용량에는 변화가 없기 때문에 급수에 필요한 에너지는 동일하다.

지금까지의 낭비에 가까운 물 사용 형태는 더 이상 방치될 수 없으며, 다른 물가에 비해 상대적으로 싼값으로 쉽게 사용해왔던 물은 이제는 더 이상의 무한 재화가 아니라 멀지 않은 장래에 고가의 유한 재화로 바뀔 가능성이 크다. 따라서 중수도 도입에 따른 물의 재이용은 수자원의 유효 이용과 아울러 절수의식을 인식시키는 계기가 되어야 할 것이다.

2.6.2 중수도 보급계획

가. 중수도 제도의 추진 방향

1) 시범사업의 전개

중수도 제도를 확대 보급시키기 위해서는 우선 공공 차원에서의 다양한 시범사업을 실시하여 초기 단계에서 겪어야 할 시행착오의 경험을 사용자에게 주지시켜야 한다. 즉, 중수 이용의 효과와 문제점, 설계 및 유지관리 방법 등을 사전에 입증시키는 것이 중요하다. 대전광역시에서는 공장, 아파트단지 및 대형건물에서 시범적으로 운전을 통하여 적당한 모델을 제시하는 것이 바람직하다.

2) 주요 시설에 대한 설치 권장

중수도의 확대 보급과 절수 효과를 높이기 위해서 주요 시설에 대한 중수도 설치를 적극적으로 유도해야 한다. 대부분의 중수도 적용대상 시설물은 내구연수가 30년 이상이므로 계획의 초기단계에서부터 중수도를 적용하는 것이 중요하다. 따라서 수도법에서 규정하는 물을 다량으로 사용하는 시설물을 신설하는 경우에 인·허가 또는 심의조건으로 중수도 설치를 적극적으로 유도할 필요가

있다. 즉, 도시권정비 기본계획 심의위원회의 심의를 요하는 공공업무시설, 일반업무 및 판매시설, 교육시설, 공업단지, 아파트단지 등에 우선적으로 중수도 설치를 권장하고, 중앙건축위원회의 심의를 요하는 건축물, 시설물에도 선택적으로 설치를 권장케 한다.

3) 중수도 개발의 경제성 확보

중수도 제도의 도입을 촉진하기 위해서는 중수의 생산비가 수돗물 값보다 싸게 되도록 중수도의 경제성을 확보하는 것이 무엇보다 중요하다. 정부의 물가안정 시책의 일환으로 인상이 억제되고 있는 현행의 수도요금 수준으로는 중수도의 경제성을 확보하기 힘든 상황이다. 특히, 요율 체계상 수도요금이 싼 가정용의 경우는 경제성이 거의 없는 상태이고 다만 일부 영업용 수돗물을 사용하는 경우에는 사용 규모에 따라 어느 정도의 경제성이 확보되는 것으로 분석되고 있다.

중수도를 설치하기 위해 수도요금을 인상시킬 수 없으나 중수도의 목적이 물의 낭비를 줄이는데 있으므로 절수의 의식이 결여된 현재의 물 사용 패턴을 전환 시키기 위해서는 상수도 생산원가에 알맞은 수도요금으로 인상하여야 할 것이다.

또한 중수도의 경제성 확보를 위한 또 다른 방법은 처리비를 절감시킬 수 있는 중수 처리공법을 개발 보급하는 것이다.

4) 하수처리수 재이용 확대

앞으로 중수도제도가 정착되면 하수처리수의 재이용 방안도 본격적으로 연구되어야 할 것이다. 막대한 투자비를 들여 건설하는 하수처리장이 단순히 하수의 위생적 처리기능으로 그칠 것이 아니라 한정된 물자원의 부활을 갖는 시설로서 효용을 갖추기 위해서는 처리된 하수의 재이용을 촉진하는 일이 중요하다.

나. 중수도의 보급계획 수립시 검토사항

1) 중수도의 이용 추진체계

- 중수도는 중앙정부가 주체적 역할을 수행하고, 구체적 추진시책은 지방자치단체가 한다.
- 물수급은 불균형은 지방자치단체마다 다르므로 일률적인 중수도 보급을 추진할 수는 없다.
- 대상지역 내에 건설된 모든 시설물에 대해 중수도의 도입을 의무화시킬 필요는 없고 다량의 물 수요 시설물을 대상으로 한다.
- 중수도 계획단계에서 사업자는 도입에 따른 제반 계획서를 당해 지방자치단체의 장 또는 수도사업자 등과 사전에 협의하며, 지방자치단체는 이와 관련된 행정지침(조례상의 규정)을 마련해야 한다.

2) 중수도 공급사업 체계

- 중수도 공급사업에 대한 목적과 정의를 명확히 할 필요가 있다.
(수자원의 유효이용과 환경보전에 기여함)
- 공적 성격이 강한 광역 및 복합이용방식은 중앙정부 또는 지방자치단체의 허가를 취득한 사업자가 실시하는 것이 타당하다.
- 사적 성격이 강한 단독이용방식의 공급사업은 필요 요건만 충족되는 경우, 공급이 이루어질 수 있도록 조치한다.
- 중수도의 공급사업을 합리적으로 운영하고, 그 보급을 강력히 추진하기 위해서는 정부 또는 지방자치단체의 육성책이 필요하다.
- 물공급과 관련이 있는 수도사업자와의 조정이 필요하다.

다. 중수도의 보급

1) 보급대상

중수도의 보급대상은 단기적인 대상 범위와 장기적인 대상 범위로 구분할 수

있다.

단기적으로 물수급이 긴박한 지역 및 장래 수자원개발이 곤란한 지역과 특정지역에 대규모 건축물 또는 기타 시설물이 집중되어 건축될 예정인 지역, 대도시 시가지, 신개발지구, 재개발지구 등을 대상으로 생·공용수를 우선으로 하고, 장기적 보급대상으로는 공공차원에서 도시의 기능을 최대한 발휘할 수 있는 도시용수 및 환경용수 등으로 한다.

2) 중수도 이용방식

중수도의 이용방식은 다음과 같이 크게 3가지로 구분할 수 있다.

① 단독이용방식

단독건축물이나 공장의 폐수를 자체적으로 처리하여 수세식 화장실용수, 냉각용수, 청소용수 등에 중수를 이용한다.

② 복합이용 방식

인접한 두 개 이상의 복합 건축물, 혹은 공동주택(아파트단지)등 도시개발지역이나 대규모 공동주택 단지의 구역 내에서 발생하는 오수를 처리하여 해당 구역 내에서 중수도로 이용한다. 단독이용방식과의 차이점은 하나의 중수처리시설로 인접한 다수의 시설물에 중수를 공급하는 것이다.

③ 공공이용방식

하수처리수나 공단폐수를 용도에 맞게 한 번 더 처리한 후, 중수로 이용하는 방식으로 현행 상수도 개념과 공급방식이 비슷하다. 공공이용방식은 관 주도의 대량공급이 가능하므로 절수효과나 경제성 면에서 앞으로 적극적인 추진이 필요한 방식이다. 가용한 원수는 보통 하수나 공장폐수 등 다양하며, 도시 하수는 연중 수량변화가 없어 안정적으로 중수를 공급할 수 있다. 이용가능한 용도는 생·공용수, 농업용수 및 기타 도시의 환경용수이다.

④ 중수도의 이용방식과 사업주체

중수도의 이용방식은 단독이용, 복합이용, 공공이용방식으로 구분할 수 있는

데, 중수도를 계획·보급함에 있어 각 이용방침에 대한 사업주체, 공급대상 등을 사전에 명확히 할 필요가 있다. 기본적인 구성 요소는 다음과 같다.

라. 중수도 이용의 형태

1) 원수의 종류

중수도의 원수는 수요의 발생장소, 수요량, 공급방식, 이용용도, 수질, 수량의 안정성 및 원수수급의 지속성 및 연속성, 처리방법 및 처리비용에 따라 여러 가지 경우를 선정할 수 있다. 예를 들어 순환방식에 따라 대상으로 삼을 수 있는 원수는 다음과 같이 구분할 수 있다.

중수도의 이용방식과 사업주체

이용방식	사업주체	급수대상	비고
단독이용	• 건축물소유자 • 건축물관리자	• 건축물 또는 시설물 • 대상이 비교적 대규모 건축물에 한정된다.	• 원수수질이 일정하기 때문에 처리가 용이하다. • 상수계 용도의 배수만을 원수로 하면 물수지면에서 중수도의 용도가 한정될 수 있다.
복합이용	• 건축물소유자 • 민간기업 • 주택공사 • 조합 • 공공단체	• 구역내 일정 규모, 일정 사용량 이상의 건축물로서 중수도시설 건설시 대상이 원칙적으로 결정된다.	• 구역내 건축물 또는 시설물이 거의 동시에 건설되는 것이 요건이 된다. • 중수도의 용도가 거의 동일해진다. • 재개발, 신도시 등에 적합하다. • 중수도의 용도가 중수처리시설 건설시 결정되기 때문에 적절한 처리방식을 채택할 수 있다. • 하수처리수를 원수로 선정할 수 있다.
공공이용	• 지방자치단체 • 공공단체	• 구역내 건축물이 대상이 되며, 중수처리시설 건설시에는 대상이 구분되지 않는다. • 비교적 소규모 수요자도 대상이 될 수 있다.	• 중수도 설치 후에도 새로운 수요자를 급수대상으로 할 수 있다. • 중수도의 용도가 다양해질 소지가 높기 때문에 수질기준 설정이 용이하지 않다.

- 공공이용방식 : 하수처리장 처리수, 공장배수, 우수 조정지수 등
 - 복합이용방식 : 하수처리장 처리수, 오수정화시설 배출수, 우수조정지수 등
- 중수도의 대상 원수의 조합은 다음과 같다.
- 주방배수를 포함하지 않는 생활잡배수
 - 주방배수를 포함하는 생활잡배수
 - 오수(수세식 화장실배수) + 잡배수(주방배수를 포함하는 경우)

2) 원수의 수량 및 수질특성

중수도의 원수는 크게 개별빌딩, 공동주택의 생활계 배수 및 하수처리수로 구분할 수 있다. 생활계 배수는 용도에 따라 수세식 화장실배수인 오수와 잡배수로 구분할 수 있으며, 양질의 잡배수는 세면(세수) 배수, 목욕배수, 냉각수 등을 들 수 있으며, 일반 잡배수에는 청소배수 및 주방배수를 들 수 있다. 공동주택 등에서의 생활계 배수 중에서 수세식 화장실배수가 차지하는 비율은 20~25% 수준이며 잡배수가 차지하는 비율은 75~80%, 이중에서 양질 잡배수는 50~55% 정도를 차지한다. 한편, 빌딩 배수인 경우 오수인 수세식 화장실배수가 차지하는 비율은 전체 배수량의 50~60% 수준이며, 잡배수가 차지하는 비율은 40~50%, 이중에서 양질 잡배수는 15~20% 정도를 차지하고 있다. 하수처리수의 경우 수량 면에서는 충분한 대체량이 확보될 수 있기 때문에 문제는 없을 것으로 판단된다.

(1) 수질특성

- 공동주택 및 빌딩배수에 있어서 단위 원수의 수질특성
 - 세면(수세) 배수

공동주택 및 빌딩에서 발생하는 배수 중 세면(세수) 배수는 전체 배수량은 적으나 비교적 오염도가 낮기 때문에 대상 원수 선정시 최우선적으로 고려되고 있다.

- 목욕배수

공동주택 및 호텔, 여관 등 숙박시설을 갖춘 빌딩에서 발생하는 목욕배수는 수량 및 수질측면에서 중수도의 대상 원수로 선정하기에 적합하며, 물리, 화학적 처리만으로 재이용이 가능하다.

- 냉각수

냉각수는 유기물 성분이 거의 없으나 용존염류가 농축될 소지가 높다. 일반적으로 여과 및 염소처리 정도의 간단한 처리로서 재이용이 가능하나 전체 배수량 중에서 차지하는 비중이 높지 않을 뿐만 아니라, 여름철에만 한시적으로 이용되기 때문에 년중 운전이 안 되는 점이 제약요건이 된다.

- 주방배수

공동주택의 주방 및 식당, 카페, 레스토랑 등을 갖춘 빌딩에서 배출되는 주방배수인 경우 BOD, COD 등으로 대표되는 유기성분의 오염도가 높고 유지류 및 계면활성제 등이 고농도이기 때문에 수질적인 측면에서 중수도의 대상 원수로 설정하는데 신중한 검토가 필요하다.

- 수세식 화장실배수

수세식 화장실배수는 세정량에 따라 배수량이 달라질 수 있는데, 일반적으로 수세식 화장실배수에는 배설물이 포함되어 있는 관계로 BOD, COD 및 세균에 의한 오염도가 높고 $\text{NH}_4\text{-N}$, pH 및 용존염류의 농도가 높다.

○ 공동주택 및 빌딩배수 혼합 원수의 수질특성

양질의 잡배수(세면배수, 목욕배수, 냉각수)와 주방배수가 섞인 혼합 배수의 수질은 단위 원수의 혼합 비율에 따라 수질은 상당히 달라지게 된다.

이들 혼합 배수의 수질 중 주방배수가 미치는 영향은 상당히 큰데, BOD, SS, ABS 등은 하수와 동등 또는 그 이상의 농도를 가지는 경우도 있기

때문에 재이용을 위해서는 상당한 수준의 처리가 요구된다. 이용 형태가 다른 빌딩에 있어서 양질의 잡배수와 주방배수가 섞인 혼합원수의 일반적인 수질특성은 다음 표와 같다.

혼합 배수의 수질특성

수 질 항 목	단 위	Type-1 빌딩			Type-2 빌딩		
		최 소	최 대	평 균	최 소	최 대	평 균
COD _{Mn}	mg/L	33	71	47	28	56	44
BOD	mg/L	44	220	167	150	400	250
SS	mg/L	52	104	67	328	513	432
ABS	mg/L	8.4	36.0	19.9	1.3	17	8.9
NH ₄ -N	mg/L	0.4	2.5	2.0	7.6	17	12
Cl ⁻	mg/L	40.0	50.0	43.6	0	0	0
pH	—	6.8	7.1	6.9	5.0	6.1	5.5

주) Type-1 빌딩 : 빌딩내 식당 및 레스토랑이 입주해 있는 초고층 빌딩

Type-2 빌딩 : 빌딩내 사무실 및 주택이 입주해 있는 혼합 빌딩

(2) 수량특성

○ 용도별 사용수량 비율

공동주택 및 빌딩의 용도별 사용수량 비율은 건물 규모, 이용형태 및 다른 요인들에 의해 다양하게 변화할 수 있으나, 일반적인 측면에서 공동주택 및 빌딩의 용도별 사용수량 비율은 다음 표와 같다. 공동주택의 경우, 수세식 화장실 용수가 차지하는 비율은 전체 배수량의 15~20% 정도인데 반해, 대형빌딩에 있어서 수세식 화장실 용수가 차지하는 비율은 전체 배수량의 50~60%의 절대적인 비중을 차지하고 있다.

이와는 별도로 대형 빌딩의 사용수량에 커다란 영향을 미치는 요소로는 빌딩 내에 식당, 다방 등과 같은 영업장소의 입주 분포를 들 수 있다. 따라서

대형빌딩 내에 중수도를 설치하고자 하는 경우에는 사전에 영업장소의 구성비 및 이들 영업장소의 사용수량을 파악하는 것이 중수도의 수요와 공급의 균형을 맞추는데 중요한 인자로 작용하게 된다.

공동주택 및 빌딩의 용도별 사용수량 비율

(단위 : %)

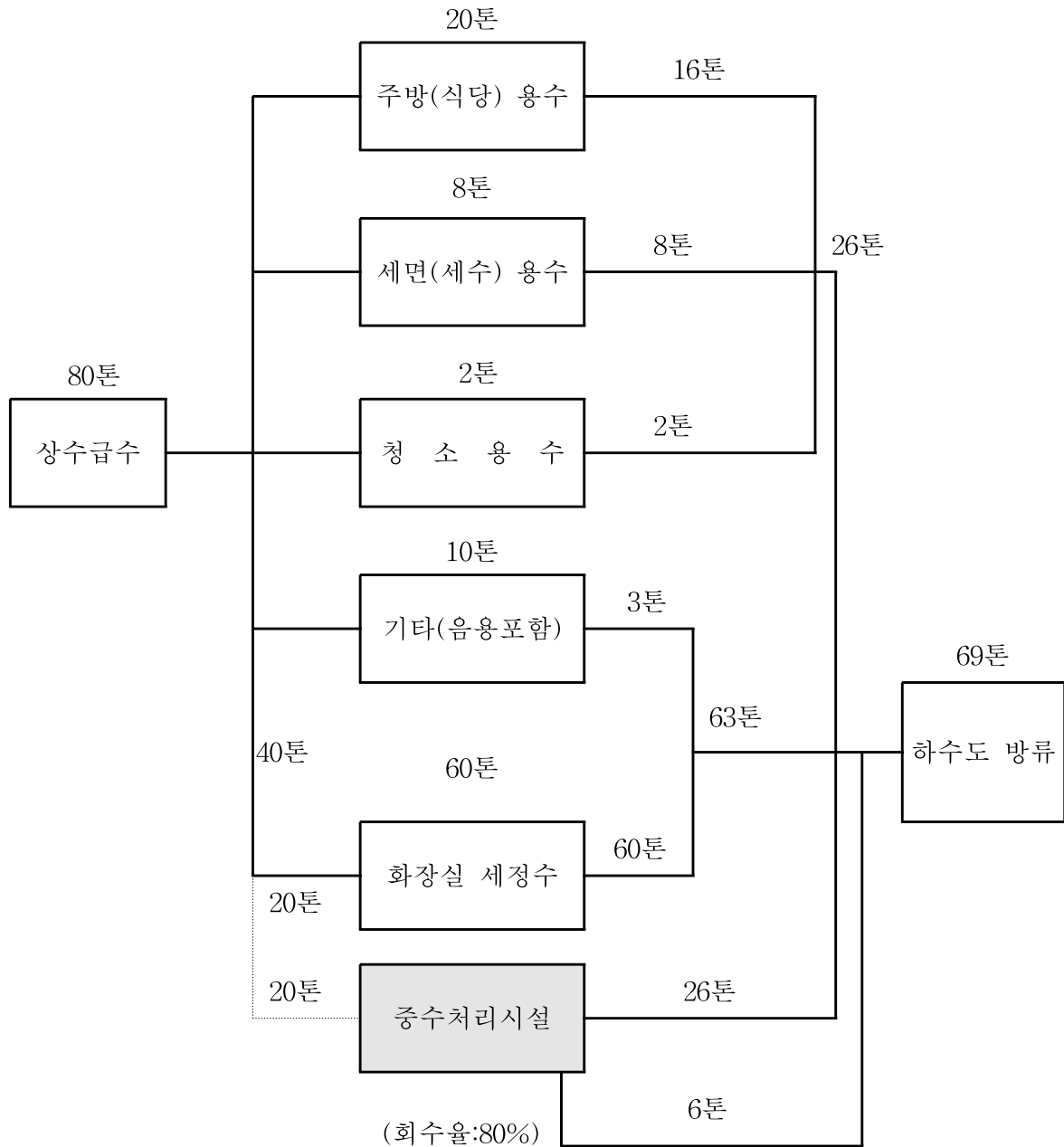
건물 용도	목욕	세탁	세면	주방	변소	청소	기타	합계
공동주택	20	24	12	20	16	4	4	100
대형빌딩	-	-	8	18	55	3	16	100

○ 급수량과 배수량의 물수지

대형빌딩에 있어서 중수도의 도입을 계획하는 경우, 우선적으로 재이용 수량에 해당하는 원수량의 확보와 양호한 수질의 원수 선정이 전제조건이 된다. 다음 그림은 하루 100톤의 수돗물을 이용하고 있는 빌딩에서 중수도를 도입한 이후의 용도별 배수량 및 급수량의 물수지 예를 나타낸 것이다. 중수도의 용도는 수세식 화장실용수로 국한하였으며, 중수의 원수는 주방, 세면 그리고 청소용수로 하였다. 원수의 회수량은 약 26톤/일이며, 중수처리 시설에서의 회수율을 25%로 했을 경우 하루 생산 가용한 중수는 20톤이므로 실제로 20톤/일의 수돗물을 절약하게 된다. 결과적으로 대형빌딩에 중수도를 설치하게 되는 경우 그림에서 보는 바와 같이 상수 급수량은 20%, 하수도 배수량은 약 30%의 저감효과를 얻을 수 있다.

공동주택이나 기타 중수도 사용 시설에 있어서 중수도 도입 이전의 용도별 배수량 및 급수량의 물수지와 중수도 도입 이후의 용도별 배수량 및 급수량에 대한 물수지 비교도 그림과 같은 방법으로 할 수 있다.

공동주택의 경우 재이용 용도는 수세식 화장실 용수, 하수도 방류량은 67%로 줄게 되어 결과적으로 상수도 급수량은 25%, 하수도 배수량은 33% 정도의 저감효과를 기대할 수 있다.



(80톤은 상수, 20톤은 중수로 보충)

중수도 도입이후의 물수지(100톤/일을 사용하는 빌딩의 예)

마. 중수도 설치 대상기준

중수도 제도 도입의 법적 근거는 1991년 12월 14일 법률 제4429호에 의한 수도법의 개정에서 시작되었다. 수도법에서 권장하고 있는 중수도의 설치를 권장할 수 있는 범위는 다음과 같이 1일 물사용량을 기준으로 1,000톤 이상의 물을 사용하는 공장, 500톤 이상의 물을 사용하는 대형 빌딩에 대해서 중수도의 설치를 권장할 수 있게 되어 있고, 공동주택(아파트단지)의 경우는 300세대 이상의 주택단지에 대해서 중수도의 설치를 권장할 수 있게 되어 있다.

그러나 2001년 3월 28일 수도법 개정을 통해 다음과 같은 시설물에 대해서는 중수도 설비를 의무화하였다.

중수도 설치 대상기준

시 설 구 분	대 상 기 준
숙박업 또는 목욕장업장 공 장	건축연면적 60,000㎡ 이상 폐수배출량 1,500㎥/일 이상

참고로 다음 표는 일본의 중수도 설치기준이다.

일본의 중수도 설치 대상기준

도 시 명	중 수 도 설 치 대 상 기 준
후쿠오카시	대형 건축물 : 구경 50mm 이상의 급수장치 또는 연면적 5,000㎡ 이상의 연면적
동 경	- 잡용수 이용에 관한 지도지침(개별 및 지구순환방식) 연면적 30,000㎡이상 또는 중수 사용수량 100㎥/일 이상 (단, 당해 건축물의 연면적 및 중수 사용수량의 산정시 주거용으로 사용되는 면적 및 수량은 제외) - 광역순환방식 하수처리장의 재생수의 공급이 가능한 구역으로 연면적 30,000㎡이상 또는 중수 사용수량 100㎥/일 이상

바. 중수도 보급모델

중수도 실무지침서(1994, 건설부)에 의한 중수도 보급모델은 다음과 같다.

중수도의 보급모델은 이용방식 중 단독이용방식인 경우는 단일 빌딩 군으로 구분했으며, 복합이용방식은 빌딩군 또는 아파트단지를 대상으로 하는 보급모델을 설정하였다. 하수처리장을 보유하고 있는 도시에 대해서는 하수처리수를 유효하게 재이용하기 위한 방안으로서 기존 2차 처리수를 응집침전 및 모래여과 등의 추가공정을 거친 중수도를 수요지 근처의 중계센터에 공급하고 여기서 다시 중수를 공급받기 원하는 개별 수요자에게 중수를 배분하는 중계형 모델을 설정하였다.

각 경우의 시설범위, 대상지역, 보급모델의 개략적 시스템 구성은 다음 표와 같고 보급모델별 시설의 용도, 가용한 대상원수 이용용도 및 시스템의 장·단점은 다음 표와 같다.

중수도 보급모델의 지속적이고 효과적인 추진을 위해서는 추진시책의 수립과 지원이 필요하다. 개별빌딩을 대상으로 하는 Model-1과 Model-2의 경우 설치 주체는 빌딩의 소유주가 되며, 이를 지도·감독하는 행정주체는 지방자치단체장이 된다.

아파트단지 및 빌딩군을 대상으로 하는 Model-3의 경우는 아파트의 건설을 담당하는 주택공사, 민간 주택건설업체 및 빌딩 사업주이다. 이 경우 행정적인 지원 및 지도, 감독은 지방자치단체장이다. 하수처리장의 Model-4의 경우 보급모델의 추진은 하수처리장 건설업무를 담당하는 환경부 및 이를 관리하는 지방자치단체간의 긴밀한 행정협조에 의해 공급된다.

중수도 보급모델 설정

보급모델	시 설 범 위	순환방식	대 상 지 역	보 급 모 델
Model-1	- 단일 빌딩	단독이용	빌딩의 분포가 분산되어 있는 지역	- 상수+중수 고가수조
Model-2	- 복수 빌딩	복합이용	인접된 지역에 일정 규모 이상의 빌딩이 거의 같은 시기에 건설되는 경우	상수+중수 고가수조
Model-3	- 빌딩군 (Block) - 아파트단지	복합이용	구역내 일정 규모 이상의 빌딩이 밀집되어 있는 지역	
Model-4	- 빌딩군 (Block) - 아파트단지 - 공단지역	공공이용	하수처리장의 인근 지역	

중수도 보급모델의 장·단점 분석

보급 모델	시 설 용 도	용 도	장 점	단 점	처 리 공 정
Model -1	-업무빌딩 -백화점 -호텔 -병원 -청사 -학교(단일빌딩)	수세식 화장실용수, 청소용수, 기타	-단일빌딩을 대상으로 하기 때문에 계획 수립 및 사업추진이 용이	-사용수량 및 발생하수량 변동이 크다. -초기 시설비가 높다.	①생물처리-(응집침전)-여과-염소처리 ②생물처리-(응집침전)-여과-(활성탄처리)-염소처리 ③생물처리-막처리-염소처리
Model -2	-사무용 빌딩 -백화점 -호텔 -병원 -청사 -학교 -공항, 역사	수세식 화장실용수, 청소용수, 기타	-시설투자비 비용부담이 적다. -시설유지의 인력, 비용을 절감 -사용 수량 및 발생하수량 변동이 적다.	-빌딩의 사업주가 달라 계획, 사업 추진이 곤란 -시설투자비에 대한 비용분담상의 문제	①생물처리-(응집침전)-여과-염소처리 ②생물처리-(응집침전)-여과-(활성탄처리)-염소처리 ③생물처리-막처리-염소처리
Model -3	-대단위 아파트 -상가 -시장 -도심지내 사무용 빌딩군 -개별 공장 또는 공단 내에 유사 업종의 복수공장	수 세 식 화장실용수, 청소용수, 공업용수, 기타	-Scale Merit가 있다 -형태가 유사한 빌딩을 대상으로 하므로 처리시설의 공정 구성이 단순 -수량 및 수질이 안정	-처리시설의 설치, 관리주체의 설정이 곤란 -중수 수급상 민원 발생 소지가 있어 사업주 간 쌍무협약이 필요 -유지관리 비용이 크다.	①생물처리-(응집침전)-여과-(활성탄처리)-염소처리 ②생물처리-막처리-염소처리
Model -4	-대단위 아파트 -상가 -시장 -도심지내 사무용 빌딩군 -개별 공장 또는 공단내 유사 업종의 복수공장(Block)	하수처리수	-수량변동이 적고 안정된 수원 확보 -방류수의 이용이 가능 -하수처리장 인력을 활용하므로 수질의 신뢰도가 확보 -처리시설의 비용보조가 가능	-하수처리장 인근 지역에 제한적 -하수처리장과 수요지가 원거리이면 배관비가 상승 -처리장내 중수처리시설, 중계시설의 사업주체 구분이 모호하다.	①(응집침전)-여과-활성탄처리-염소처리 ②막처리-염소처리

중수도 보급모델의 추진계획

보급모델	추진주체	보급시기	보급 우선순위	보급추진 대책
Model-1	- 대규모 건물의 사업주 - 자치단체장(청사)	- 2000년 이후	① 청 사 ② 호 텔 ③ 백화점 ④ 사무용빌딩 ⑤ 병원 ⑥ 학교(국립)	- 자치단체에서 발주하는 청사 및 공공 시설물을 대상으로 보급을 우선적으로 실시(관련법규 검토) - 기타 민간시설분에 대해서는 세제 및 요금감면 실시로 경제성 제고 - 현행 일정규모 이상의 시설물에 대해 권장사항을 의무규정으로 전환 - 2000년 이후 신설되는 국공립학교에 대 해 보급지도를 실시(관련법규검토) - 보급시기는 2000년 이후 하되 보완사항 에 대해서는 진행과정에서 정비
Model-2	- 대규모 건물 사업주 - 자치단체장(청사)	- 2000년 이후	① 청 사 ② 공항, 역사 ③ 호 텔 ④ 백화점 ⑤ 사무용 빌딩 ⑥ 병 원 ⑦ 학교(국립)	- 청사에 대해서는 상기와 동일 - 공항 및 역사(철도, 지하철)에 대해서도 보급을 우선적으로 실시(관련부처간 협 의, 관련법규 검토) - 기타 민간시설분에 대해서는 지도지침 제정(설치 및 관리주체 구분, 기타사항 검토) - 검토사항에 대한 정비기간을 고려 보 급시기를 2000년 이후 설정
Model-3	- 아파트공사 발주처 (주택공사 민간건설 업체) - 대규모 건물 및 공장의 사업주	- 2000년 이후	① 아파트단지 (주택공사분) ② 공 항 ③ 아파트단지 (민영주택분) ④ 도심내 빌딩 ⑤ 상가, 시장	- 주택공사에서 발주하는 대단위 아파트 에 대한 보급추진을 우선적으로 실시 - 공장에 대해서는 세제지원 및 공업용 수의 감면조치 등 경제성 확보로 보급 유도 - 민영 아파트 부분에 대해서는 세제지 원, 요금감면 및 처리장 설치면적에 준 한 부지를 별도 용도로의 사용인정
Model-4	- 자치단체장 (하수처리장)	- 2001년 이후	① 공 장 ② 아파트단지 (주택공사분) ③ 도심내빌딩 ④ 아파트단지 (민영주택분) ⑤ 상가, 시장	- 하수처리장 처리수의 공급은 공기업적 차원에서 운영되어야 함 따라서 기존 2차 처리공정에 부가되는 중수처리시설, 관로시설 및 중계시설에 대한 국고보조 조치가 필요 - 중수처리시설, 관로, 중계시설 설치 는 지방자치단체에서 주관하고, 사용자로 하여금 사용료를 징수 - 처리수의 공급은 처리장이 위치한 지 역의 상황을 고려하되, 우선적으로 공 장 및 주택공사에서 발주하는 아파트 와 도심내 빌딩을 대상으로 보급을 추 진(하수처리장 건설현황 및 계획과 연 계해서 보급을 추진)

2.7 대전광역시 중수도 도입 검토

2.7.1 중수도 도입의 과제와 확대방안

가. 문제점 및 과제

수자원의 효율적 이용을 위하여 권장되고 있는 중수도를 대전광역시에 도입하기 위해서는 다음과 같은 문제점 내지는 앞으로 해결해야 할 과제를 안고 있다.

1) 경제성

중수도를 도입할 경우 도입자는 처리시설을 위한 공사비와 종래 빌딩에는 필요하지 않았던 2중 배관에 따른 추가 공사비가 소요되고, Plant의 설치를 위한 공간이 필요하게 되므로 이 또한 부담으로 작용하게 된다. 또 현시점에 있어서 중수의 생산비용은 상수도 요금에 비하여 고가이며, 앞으로 상당 기간 까지 그 차이는 줄어들겠지만 고가인 상태가 계속될 것으로 판단된다. 따라서 수질은 나쁘고 생산비는 비싼 모순을 어떻게 해결할 것인가 하는 문제점과 과제가 있게 된다.

2) 오니의 처리, 처분

중수도의 보급이 적고, 대부분 비교적 소규모이기 때문에 발생오니량이 적어 아직은 문제가 되지 않고 있지만, 규모가 커지게 되면 오니발생량이 증가하는 것은 당연하고 이것들을 공공하수도에 방류하는 것은 불가능할 것이므로 외부로 반출처리할 것인지 빌딩 내에서 소각처리할 것인지 등에 대한 대책이 필요하다.

3) 오접합(Cross Connection)

현재까지는 중수도의 보급율이 매우 낮으므로 문제가 되지 않고 있지만 보급이 늘어남에 따라 오접합(Cross Connection)에 의한 사고의 발생이 우려되는 것은 당연하다. 배관재질을 바꾸든지 파이프에 착색을 하여 식별이 용이하게 한다든지 하는 등의 조치가 필요하다.

나. 중수도공급 확대방안

중수도의 공급확대는 전적으로 정부 및 각 지방자치단체의 확고한 정책의지 및 실천 의지와 국민의 의식전환 및 실행의지에 의존하며 국민의 의식전환과 실행 의지는 정부의 정책의지와 실천의지에 따르게 되므로 결과적으로 중수도의 공급 확대는 전적으로 정부의 정책의지와 대전광역시의 실천의지에 의한다고 볼 수 있다.

1) 정부의 행정시책

중수도의 설치에 관한 사항과 중수도 설치자에 대한 수요요금의 감면 조항은 수도법에 규정되어 있으며 중수도 설치자에 대한 세금감면 사항은 조세 감면 규제법에 규정되어 있다.

따라서, 중수도의 설치를 권장할 수 있는 최소한의 법령은 준비되어 있다고 사료되나 중수도를 도입하는 자가 현재의 제도 하에서 얻게 되는 경제적 이득과 중수도를 설치 운영함으로써 추가적으로 지출하는 비용의 이해득실에 대한 분석을 실시하여 이를 토대로 중수도설치 권장 대상규모의 시설 중 공공시설 등 설치의 유도가 용이한 시설에 대하여는 의무규정으로 변경하여 시설비 전액용자 또는 시설비의 일정규모를 국고에서 지원, 하수도 요금의 감면 또는 면제 등의 대폭적인 지원을 통하여 중수도 설치 대상자들의 자발적인 참여를 유도할 수 있는 추가적인 조치가 있어야 할 것으로 사료된다.

2) 대전광역시의 행정지도

중수도의 보급확대를 위해서는 정부의 정책 못지 않게 대전광역시의 적극적인 다음과 같은 행정지도가 중요한 역할을 한다.

- 공공시설물, 신규택지개발지구 등은 건축심의회나 개발사업 협의시 중수도를 시범적으로 설치, 운영하도록 적극 유도
- 현재 타 시·도에서 시설중인 중수도시설의 운영실태를 분석, 홍보하여 설치

유도

- 공공기관부터 선도적으로 설치하고 민간분야로 확대 보급
- 상하수도 요금인상으로 중수도 도입의 경제성을 확보하고 자발적인 도입을 유도한다.
- 오염물질 총량에 배출부과금을 부과함으로써 산업체 스스로 중수도시설을 설치하도록 유도
- 수도요금 감면을 확대하고 설치비 및 운영비에 용자 등 적극 지원

다. 중수도시설 설치 현황

건축물명	소재지	연면적 (㎡)	처리용량 (㎥/일)	중수도 이용수량 (㎥/일)	설치 완료일	가동 개시일	중수도 주용도
5개소		436,656	1,525	411			
정부대전청사	서구 만년동	225,024	800	120	97.12.20	99.1.3	청소, 화장실 세정수
롯데백화점	서구 괴정동	37,907	550	230	99.12.31	00.3.17	청소, 화장실 세정수
대전광역시청	서구 둔산동	87,213	100	20	99.11.23	99.12.27	청소, 화장실 세정수
한국수자원공사	대덕 연축동	35,504	70	40	98.7.1	98.7.1	청소, 화장실 세정수
한국에너지기술 연구원 그린빌딩	유성구 장동	51,008	5	1	2000.3.8	2000.3.8	청소, 화장실 세정수

라. 중수도시설 설치 계획

대전광역시의 중수도 보급은 공공기관인 시청, 동구청, 중구청 등으로 2009년부터 2011년까지 각 년도 별로 시범적으로 중수도를 설치할 계획이며, 이 후 서구청, 대덕구청, 유성구청 등으로 확대해 나갈 계획이다.

중수도 보급계획

구 분	절감량 (㎥/일)	절수효과 (%)	계획년도	사업비 (백만원)	비 고
대전광역시	129.8	0.012	-	4,500	
시 청	57.8	0.006	2009	1,500	
동구청	35.8	0.003	2010	1,500	
중구청	36.2	0.003	2011	1,500	

3.0 유수율 향상계획

3.1 개 요

기업적인 측면에서 본 상수도사업은 정수를 생산하여 공급, 판매한 수입에 의존하여 운영이 되기 때문에 최적 비용을 들여서 요구하는 수질은 생산하는 문제와 공급과정에서 유수율을 높이는 문제는 상수도사업의 기본적인 명제이다. 특히, 유수율 문제는 정수를 생산하여 사용자에게 수송, 개량, 공급하는 과정에서 관로에서의 누수, 계량기의 부정확, 계량기를 통하지 않는 도수, 그리고 관로파손 등에 의한 손실, 상수도 공사 등에 소요되는 사업용수 등의 기타용수 형태로 소모됨으로 인해 전체 생산에 대한 요금징수율(유수율)이 감소되고 있으며, 이는 시설의 노후화나 부적절한 시정유지관리에 비례하여 늘어나는 것이 일반적이기 때문에 대책이 필요하다.

3.2 유수율 향상 기본방향

3.2.1 상수도 생산량 구성

생산량 분석은 유수율 향상을 도모하는 대책을 입안함에 있어서 유효수량과 무효수량을 파악하고 이중 누수량 및 기타 무수량을 감소시키기 위하여 상수의 사용에 대한 자료를 수집 및 분석하여 실태, 동향을 파악할 필요가 있다.

일반적으로 생산량 분석을 통하여 유량의 행방 분석을 하고 있으나 생산량 분석의 각 내용을 고정시켜 놓고 수치를 작성하기 때문에 각 시·시군의 관리방법, 관리능력, 습관 등에 따라 문제점 도출이 어려운 상태이다.

이렇듯 생산량 분석을 위하여 상수도 생산량 구성을 살펴보면 정수장에서 생산된 물을 여러 형태와 경로를 통해서 상수도 계통 밖으로 유출되는데 이를 형태별로 구분하며 유효하게 사용하는 유효수량과 실질적으로 사용되지 못한 무효수량으로 분류되며 내용은 다음과 같다.

가. 생 산 량 : 정수장의 송수관 시점에서의 유량 합계

나. 유효수량 : 사용상 유효라고 인정되는 수량

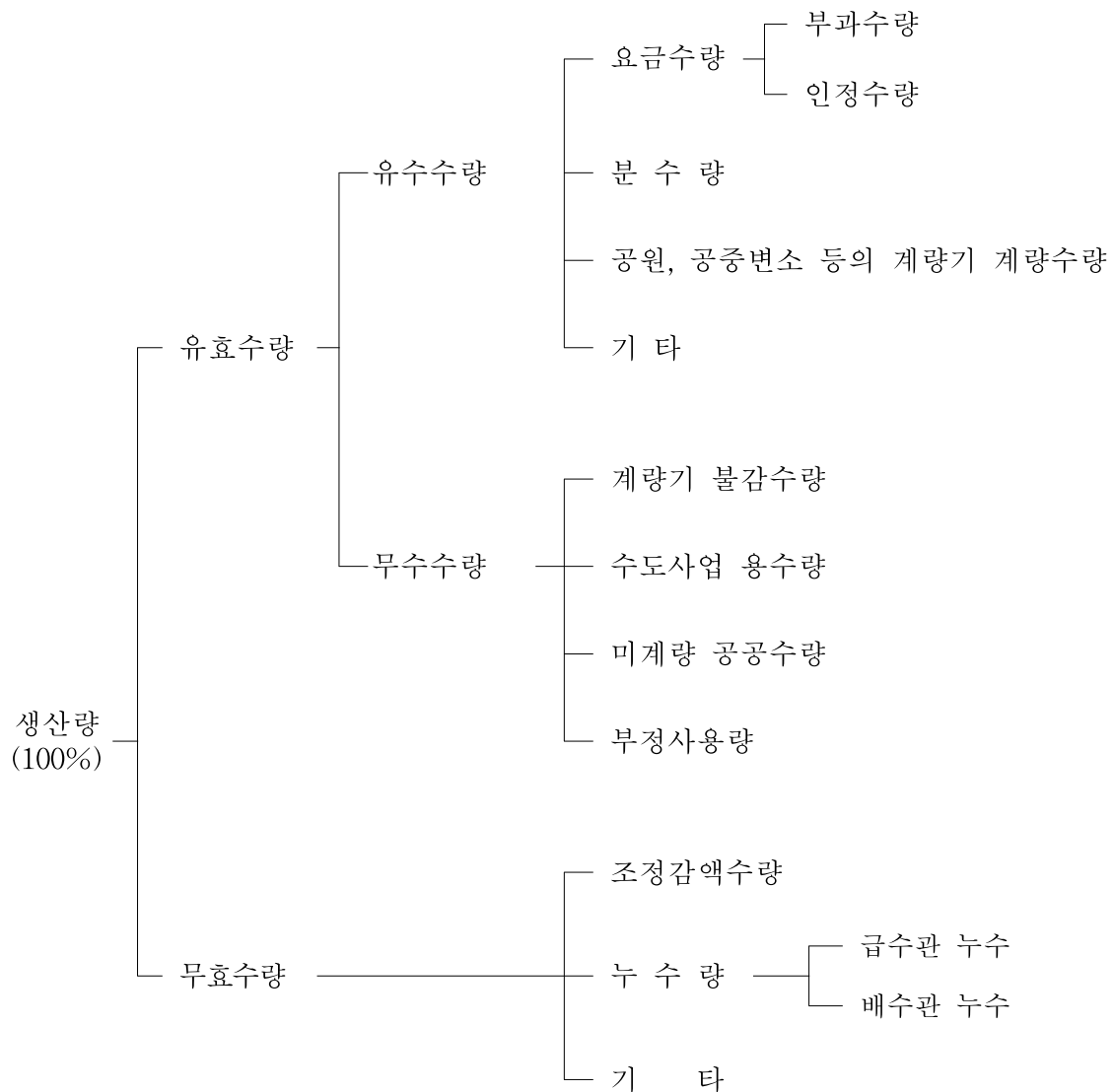
- 유수수량(有收水量) : 유효수량 중 수돗물 사용량을 요금으로 징수할 수 있는 수량, 즉, 계량기가 측정하지 못하는 수량이나 기타 부정한 사용, 공공의 목적으로 수도요금을 받지 못하는 경우를 제외한 수량임.
 - 요금수량 : 계량기에서 직접 계측되어 수도요금을 징수하는 수량으로 유수수량에서 타수도 사업자에게 나누어준 수량 등을 제외한 수량
 - 분수량(分水量) : 수돗물이 부족한 다른 수도사업자에게 나누어 준 수량으로 기타 수도사업자에게서 수입을 받을 수 있는 수량
- 무수수량(無收水量) : 유효수량 중 수입이 없는 수량
 - 계량기불감수량 : 유효하게 사용된 수량 중 계량기 불감으로 요금 징수 대상이 되지 않는 수량
 - 수도사업용수량 : 정수장, 배수지에서의 사용수량과 수도관 세정수량, 누수방지 작업용수 등 수도사업자가 사용한 수량
 - 미계량 공공수량 : 소방용수 및 운반공급 용수 등으로 요금수입이 없는 수량
 - 부정사용량 : 수도사업자 외 허가를 받지 아니한 수도용수 및 급수 업종변경, 계량기 조작 등의 방법으로 불법적으로 사용한 수량

다. 무효수량 : 사용상 무효라고 인정되는 수량

- 조정감액수량 : 오염 등으로 요금 징수지 조정에 의하여 감액 대상이 된 수량
- 누수량(漏水量) : 수도사용자의 계량기 이전까지 발생한 누수량, 즉 노후 수도관 등으로 누수된 량
- 기 타 : 타공사 등으로 인한 수도시설의 손상에서 오는 수량 및 계측오차, 인정오차 등의 불명 수량

라. 지 표 율

- 유효율 : 유효수량 ÷ 생산량 × 100
- 무효율 : 무효수량 ÷ 생산량 × 100
- 유수율 : 유수수량 ÷ 생산량 × 100
- 무수율 : 100 - 유수율
- 유효무수율 : 무수수량 ÷ 생산량 × 100
- 누수율 : 누수량 ÷ 생산량 × 100



3.2.2 생산량 분석

상수도 생산성 향상을 위해서는 유수율 증대가 관건이며, 유수율 증대는 생산량 저감과 요금수익 증대 등 직·간접적인 많은 효과를 유발하고 상수도 재정의 건전화를 도모케 한다.

유수율 증대를 위해서는 요금수량을 증대시키는 계량기 불감수량의 축소와 낭비되는 수돗물을 저감시키는 누수방지 및 절수가 주된 과제이다.

국내 대부분의 도시는 유수율 제고를 위한 사업추진 미흡으로 유수율 증가 속도가 매년 평균 1.1% 정도에 불과하고, 사용량에 맞는 적정 계량기의 미설치와 품질이 낮은 계량기의 설치 등의 원인으로 낮은 유수율을 나타내고 있다. 또한, 지방자치단체 특히, 일반 시·군의 경우 재정상 여건이 열악하여 정수장 신설 확충에도 투자여력이 부족한 상태에서 노후관 개량사업 등 누수율 저감을 위한 투자를 더욱 더 못하고 있는 실정이다.

대전광역시는 노후관 교체, 누수탐사 및 수도계량기 교체 등을 통한 지속적인 누수방지사업의 수행으로 꾸준히 누수율을 감소시켜 2007년말 기준 9.7%로서 전국평균인 12.8% 보다 양호한 값을 보이고 있다. 또한 유수율의 경우도 86.2%로 전국평균인 81.1% 보다 높은 것으로 분석되었다.

대전광역시 상수도 생산량 분석현황

(단위 : 천톤/년, ()는 %)

구 분			2003	2004	2005	2006	2007	비 고
년 간 생 산 량			192,099 (100.0)	193,191 (100.0)	193,740 (100.0)	187,862 (100.0)	186,882 (100.0)	
유효 수량	계		169,694 (88.3)	170,974 (88.5)	171,566 (88.6)	167,385 (89.1)	168,722 (90.3)	
	유수 수량	소 계	150,676 (78.4)	154,704 (80.1)	156,067 (80.6)	159,434 (84.9)	161,059 (86.2)	
		요 금 수 량	148,030 (77.1)	151,834 (78.6)	153,126 (79.0)	156,307 (83.2)	157,721 (84.4)	
		분 수 량	2,646 (1.4)	2,870 (1.5)	2,941 (1.5)	3,127 (1.7)	3,338 (1.8)	
		기 타	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	
	무수 수량	소 계	19,018 (9.9)	16,270 (8.4)	15,499 (8.0)	7,950 (4.2)	7,662 (4.1)	
		계량기불감수량	14,792 (7.7)	8,887 (4.6)	8,912 (4.6)	7,554 (4.0)	7,475 (4.0)	
		수도사업용수량	4,226 (2.2)	7,383 (3.8)	6,587 (3.4)	396 (0.2)	187 (0.1)	
		공 공 수 량	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	
		부 정 사 용 량	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	
무효 수량	계		22,405 (11.7)	22,217 (11.5)	22,174 (11.4)	20,477 (10.9)	18,161 (9.7)	
	조 정 감 액 수 량		0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	
	누 수 량		22,405 (11.7)	22,217 (11.5)	22,174 (11.4)	20,477 (10.9)	18,161 (9.7)	
	기 타		0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	

자료) 상수도통계(2004~2008, 환경부)

3.2.3 유수율 향상 기본방향

상수도 사업의 경영 합리화를 위해서는 유수율을 높이지 않고서는 비효율적인 경영이라는 비난을 면할 수 없으며, 국가적으로도 자원의 낭비를 초래하게 된다. 또한 장래 물부족에 대비하기 위해서라도 절수와 더불어 유수율의 제고는 반드시 해결해야 한다.

따라서, 체계적이고 계획적인 유수율 제고를 위하여 환경부에서 수도관의 관망도 작성 및 전산화(GIS), 블록시스템 구축, 노후수도관 및 부적정 수도계량기 교체·정비 등 송·배수시설의 효율적 운영·관리체계의 구축을 위해 “상수도 유수율 제고 업무처리규정(2001. 2, 환경부)”을 제시한 바 있다.

유수율 향상을 위한 기본방향

구 분	세 부 내 용
수도관 관리체계의 개선장비	○ 상수도 대장 정비 및 DB구축 -급·배수관 탐사 및 현장조사 -GIS 구축과 연계하여 관망의 DB 구축 -신설 교체되는 상수도관에 대한 기록 정비 -건축물 공사시 옥내 급수관망에 대한 정보 제공 체계 확립 ○ 배수구역별 급수체계 구축 -배수지 중심의 배수구역 설정 -배수구역을 소구역으로 분할하여 Block System구축 -Block별 배·급수관 순화 배관망 형성 ○ 급수운영의 자동화 시스템 구축 -취수, 정수, 배수구역 유량 및 수압 등의 자동측정 및 관리 ○ 적정수압, 수량을 유지토록 배관시스템 개선 -관내 동수압 $1.5\text{kg}/\text{cm}^2 \sim 4.0\text{kg}/\text{cm}^2$로 유지 -제수밸브조작, 펌프운전에 의한 수압 조정 -배수관의 관경 변경, 연결 개량 -가압펌프, 감압밸브 설치 ○ 노후관 개량사업의 추진 -상수관로의 노후화 진단 평가 -부식의 영향인자 파악 및 대책 -사업의 우선순위 선정기준 마련
누수방지 사업의 추진	○ 구역개량의 실시 확대를 체계적인 누수방지 사업의 기반 구축 ○ 급·배수구역의 Block System 구축 -구역 유량계, 수압계, 구역별 제수변·공기변 신설·교체 ○ 누수방지 및 담당 인력의 전문성 제고 -누수신고에 의한 응급대처에서 누수탐사 용역 등의 실시로 체계적이고 적극적인 누수탐지 -누수탐지에 대한 인력 및 장비 확보, 전문 교육 강화
계량기 교체사업의 추진	○ 사용수량에 따른 적정 규격의 계량기 교체 -과대, 과소 규격의 계량기 교체 -회전불량, 불회전, 사용년수가 지난 계량기 교체 -2급 계량기를 1급 계량기로 교체 ○ 계량기 전수조사 진단 실시 -과대, 과소, 고장 등 계량기에 대한 현황 파악 -전체적인 개선계획을 수립하여 체계적이고 효과적인 예산투자 -계량기 개선계획에 의한 유수율 제고 대책 추진시 국고 우선 지원

3.3 누수방지에 의한 유수율 증대

3.3.1 누수의 종류와 특성

상수도 시설에서의 누수라고 하는 것은 상수도 시설 내에 저류되어 있는 물이 원하지 않는 시간과 장소에서 시설의 파손이나 균열 등의 이유로 물이 시설 밖으로 흐르는 모든 경우를 의미한다. 그러나 급수전이 잘 잠기지 않아 떨어지는 물이 사용되지 않고 흐르는 경우는 누수라고는 볼 수 없고 단순한 계량기 불감수량이 되는 것이다. 누수의 발생 원인으로서는 여러 요인이 있으며 누수에 영향을 미치는 요소들을 요약하면 다음과 같다.

가. 누수의 발생원인

1) 관내수압

(1) 누 수 율

누수가 여러 곳에서 발생하고 관파열이나 잘못된 계통은 수압변화로 인한 손실을 변동이 있게 된다. 수압에 따른 배·급수본관 누수는 이론적인 제곱근 상관관계보다 더 많다.

(2) 파열주기

관로계통내의 수압이 높아지면 단기간에 많은 파열사고가 일어나며 반면 수압이 낮아지는 경우 파열주기가 감소된다. 이와 같은 현상은 과도적인 것으로 주기도 원상태로 돌아간다.

원상태로 돌아가는데 걸리는 시간은 부식 또는 관의 취약도에 따라 다른바 수개월에서 수년에 걸리는 등 다양하다.

(3) 이상수압

가압펌프나 밸브 개폐를 급격히 하는 경우 관로내에 서어징이 발생하여 본관 또는 급수관의 균열, 고정대에 대한 충격 또는 연결부 접합이 이탈되게 된다. 경우에 따라서는 서어징이나 수압변화로 관이 휘어(거나) 암벽에 부딪쳐서 압력이 국지적으로 집중된다. 따라서 관의 기능이 발휘 안 되는 경우도 있다.

(4) 반복압력

펌프나 가압펌프를 개폐하거나 감압밸브가 제대로 기능을 발휘치 못하면 수압의 고저 반복으로 피로가 생긴다. 이로 인한 누수발생은 극히 적으나 프라스틱관을 설치하는 경우 특히 주의해야 한다.

2) 토층운동

토층운동의 원인은 특히 점토의 함수량 변화, 온도변화 또는 침하이다. 이런 경우 관이 파열되거나 조인트가 움직여 응력의 국지집중 현상이 일어나 관로기능이 제대로 안 된다. 약간의 토층운동으로 회주철관의 경우 국지응력 집중으로 균열부식이 생기는 사례도 있다.

3) 본관의 노화

가장 심각한 문제는 철관의 부식이다. 이 침식에는 토층부식과 전기부식이 있다.

4) 부 식

수질에 의한 것으로 연수의 경우 내부 부식이 심하다. 철부식의 경우 관근에서 소피가 생겨 국부부식이 발생한다. 철관이 부식되면 관두께가 줄어 내부수압을 지탱하는 능력이 감소되며 관파열이 일어나며 보편적 현상은 구멍이 생기거나 종횡으로 균열이 있게 된다.

외부부식의 원인은 여러 가지가 있으나 풍화, 축매로 인한 급속부식작용 용존 염도의 변화, 미생물작용 등을 들 수 있다. 외부부식의 영향은 내부의 것과 유사하다. 콘크리트 또는 석면시멘트관의 부식은 황산 함유량이 많은 물이나 토양으로 인해 발생한다.

5) 저질의 관재료, 접합 및 시공

자치단체의 상수도 시설이나 수용가의 시설물에서 이러한 원인으로 누수가 생기고 사례가 다양하여 다 열거할 수는 없다. 누수를 극소화하기 위해서는 시방

서와 설계, 공사감리에 세심한 유의를 해야 한다. 또한 타시공에 의한 손상 등을 최대한으로 방지해야 한다.

6) 요 약

일단 관이 부설된 후 수압을 제외하고 다른 요소는 상수도 당국이 변동시킬 수 없다. 따라서 설계 및 공사기간 중 이들 요소를 세밀히 고려하는 것이 중요하며 적절한 감리를 하여 소정의 규격대로 시공토록 해야 한다.

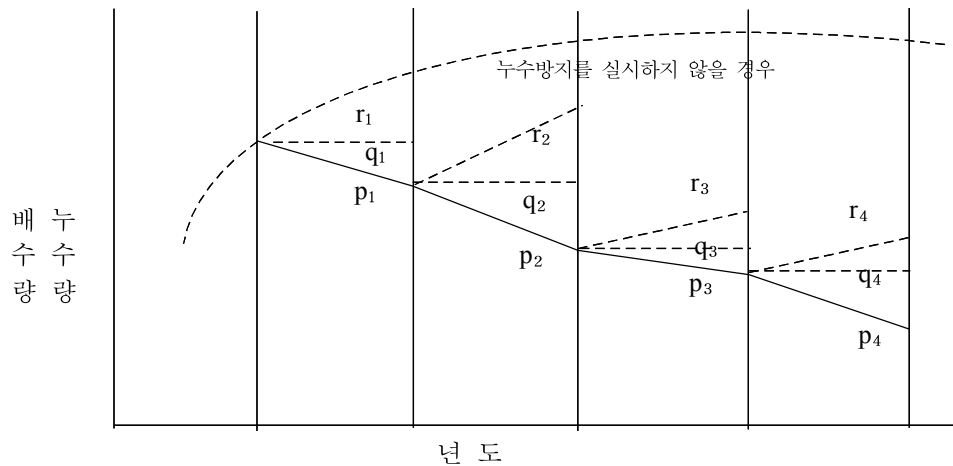
이러한 누수는 취수장에서 급수전에 도달하기까지 모든 상수도시설에서 발생할 수 있으나 그 대부분이 관로시설(배수관로, 급수관로)에서 발생하고 있으며 일반적으로 누수방지계획도 주로 관로시설을 대상으로 하고 있으므로 본 장에서도 관로의 누수방지대책을 중심으로 하여 검토하고자 한다.

그러나 그 외의 시설 특히 정수를 저류하는 구조물(배수지 등)의 누수에 대해서도 별도의 적절한 방안이 강구되어야 한다.

나. 누수의 특성

수돗물은 물리적, 위생적 이유에서 관로를 통하여 피압수 상태로 수요지점에서 급수되며 이 수압으로 인하여 수도관의 절손, 균열, 부식에 의한 누수현상이 발생한다. 또한 이러한 누수현상은 누수지점을 발견하여 수리한 후에도 재생하는 경우가 많으므로 복원 수리작업을 지속적으로 실시해야 한다.

누수방지와 복원과의 관계를 나타내면 다음과 같다.



누수방지와 복원과의 관계

r : 복원량(유효율유지분)

q : 외관방지량(유효율상승분)

p : 잔존누수량(÷무효수량)

$r+p$: 실제의 방지량

$\frac{rn}{pn-1}$: 복원율(무효수량의약20%)

p 는 점차 감소하지만 누수 발견기술상 0에 이르지 못함

다. 누수의 분류

일반적으로 누수는 형태별, 시설별, 지역별로 구분할 수 있으며 이렇게 구분하여 조사, 분석하는 것이 누수방지대책에 효과적이다.

1) 누수형태별

누수는 그 형태별로 지상누수와 지하누수로 크게 나눌 수 있다. 지상누수는 가시누수라고도 하며 지상으로 누수되어 눈으로 확인할 수 있어 발견이 용이하고 신속하며 일반적으로 단기간에 수리할 수 있다.

그러나 지하누수는 누수된 물이 지하로 스며들고 그 경로도 일정치 않기 때문에 특별한 조사를 거치지 않고서는 발견할 수가 없고 따라서 누수가 발생한 지점에서부터 수리할 때까지의 기간이 장기화될 수 있다.

2) 누수시설별

관로에서의 누수의 시설별 분류는 관로의 분류방법에 따른다. 일반적으로 배수 본관 누수, 배수지관 누수, 급수관 누수 등으로 분류하며 포설된 관로가 더욱 세분되어 설계되어 있는 경우는 누수분류도 같이 세분할 수 있다.

급수 누수인 경우, 수도계량기까지의 급수관의 누수와 수도계량기로부터 급수 전까지의 누수로 다시 세분한다.

모든 누수는 가공된 수자원의 손실이라는 면에서는 동일하며 누수방지의 필요성도 동일하게 요구되고 있지만 손실을 부담한다는 경제적인 면에서는 수도계량기의 상류와 하류의 누수는 다르다.

즉 계량기의 상류 측에서의 누수는 수도사업소의 손실이 되고 수도요금의 상승요인이 되지만, 계량기를 통과한 후의 누수는 계량기불감수량을 제외하면 사용수와 같이 유효량에 포함된다.

3) 누수지역별

누수방지작업을 효과적으로 추진하기 위해서는 누수를 지역별 또는 구획별로 분류하고 관거길이당 누수량과 누수 수리진수 등을 기록하여 정리하는 것이 바람직하다.

라. 허용누수량

누수는 가능한 한 제어해야 하지만 경제적 혹은 기술적인 이유 때문에 방지할 수 없는 경우가 있다. 따라서 이러한 경우의 허용하지 않으면 안 될 누수량을 허용누수량이라 한다.

일반적으로 이 한계에 대해서는 누수량을 중심으로 허용누수량과 총배수량에 대한 비율인 허용누수율을 설정하여 사용하고 있다.

따라서 누수의 제어에 앞서 각 지역의 특성에 맞는 허용누수량 또는 허용누수율을 정하여 이를 초과하는 누수에 대해서만 그 대책을 수립하여 누수방지를 도모

하는 것이 바람직하다. 허용누수량의 단위로서는 배수관거 1km당의 누수량($\text{m}^3/\text{km}/\text{일}$), 관경 1mm당의 누수량($\text{m}^3/\text{mm}/\text{일}$)이 사용되며 허용누수량은 총허용누수량/총배수량의 관계로 표시한다. 허용누수량은 기술상 또는 경제적인 면을 고려하여 약 10% 내·외로 책정하고 있다.

마. 누수량의 복원

누수는 복잡한 요인에 의해 항상 새로이 발생하고 성장하며 거의 그 성장을 중단하는 법이 없다. 따라서 일단 누수를 어느 정도 제어했다 하더라도 일정기간 누수방지작업을 중단하면 누수량은 증가하기 시작하여 또다시 예전의 상태로 복원되기 마련이다. 이 때문에 일정기간마다 이 복원량을 상쇄시킬 수 있도록 지속적으로 누수방지작업을 해야 할 필요가 있다.

복원속도는 관거와 지역의 상황에 따라 다르며 이러한 복원속도 또는 복원량을 확정하기 위해서도 누수량을 계속해서 주기적으로 측정할 필요가 있다.

즉 최초의 측정 후 반년 또는 1년마다 누수량을 측정하고 전회의 잔존누수량과 비교하여 그 증가율을 누수복원량으로 본다. 경우에 따라서는 관거를 기준으로 하여 배수관 1km당 1년간의 누수량을 복원율이라 하여 누수지표로 사용하기도 한다. 누수복원의 정도는 허용누수량의 책정에도 큰 영향을 미친다.

바. 누수량과 수압

배수관내의 수압은 누수에 대해서도 중대한 영향을 주는 인자이다. 즉 과도한 수압이 배수관내에 작용하였을 경우는 관거의 균열이나 파열, 접속부분의 이완 등으로 인하여 누수가 발생할 기회가 많아지며 동일한 누수 공에서 유출하는 누수량도 대단히 증가한다.

하나의 누수 공에서 유출하는 누수량은 관내수압, 관중, 관경, 누수공의 단면적, 주변토질 등에 영향을 받는다고 알려지고 있으며 다음과 같은 공식으로 표시되고 있다.

$$Q = c \cdot a \cdot h^n$$

여기서, Q : 누수량

c : 누수공의 형상 등에 관한 정수

a : 누수공의 단면적

h : 관내압력수두

n : 정 수

지수 n 에 대해서는 다음과 같이 고려되고 있다.

$$\bigcirc n = 0.5 \text{ 즉 } Q = c \cdot a \cdot h^{0.5}$$

이 경우는 누수공으로 부터의 유출량을 오리피스와 같이 고려한 것이다.

$\bigcirc n = 1.15$ 즉 $Q = c \cdot a \cdot h^{1.15}$ 이 경우는 누수의 대부분이 파열 또는 변이나 관류의 이음부분에서 유출하는 것이라고 가정하고 계산한 것이다.

누수량을 측정해서 얻어진 결과는 측정당시의 수압에 의한 누수량이다.

그러나 수압은 계절과 시각에 따라 변화하기 때문에 2개 이상의 자료를 서로 비교 검토하려면 수압조건을 동일하게 해야 한다. 따라서 실제의 누수량을 추정하는 데에는 측정지구의 평균수압을 조사하고 이 수압에 의한 평균누수량을 구할 필요가 있다.

누수량의 수압환산에는 위의 식에서 유도한 다음 식이 사용된다.

$$Q = \left(\frac{P}{P_0} \right)^n \times Q_0$$

여기서, Q_0 : 측정시 누수량

Q : 환산누수량

n : 지 수

P_0 : 측정시수압

P : 환산수압

이와 같이하여 적당한 기준수압으로 환산한 누수량과 측정시의 누수량을 명기하여 두어야만 이 자료가 재현성과 보편성을 지닌 통계자료로서의 가치를 높일 수

있으며 일반적인 기준수압으로서는 $1.5\text{kg}/\text{cm}^2$ 또는 $2.0\text{kg}/\text{cm}^2$ 이 사용된다.

3.3.2 누수예방 및 감소대책

상수관은 일반적으로 다른 지하매설물 즉 하수관, 가스관, 전기, 전화케이블 등과 함께 도로 밑에 매설되므로 수압, 토압 및 노면하중 등의 포설시의 조건만이 아니라 타 공로나 급수관의 분기공사 등에 의해 관거가 노출되거나 손상을 받는 경우가 빈번히 발생한다.

따라서 누수의 예방을 위해서는 적절한 관종선정, 관망의 정비, 배·급수관의 순찰점검, 관의 부식방지, 노후관의 교체 또는 갱생 및 주기적이고 지속적인 누수방지사업의 시행이 필요하다.

가. 관종선정에 의한 누수방지

(1) 상수도 관로에 사용되는 주관종으로 강관, 주철관, PVC관, PE관 등이 사용되는데 각 관종별 특성에 따라 적합한 용도로 선정되어야 한다.

(2) 시내 배수관로

급수관 분기가 많은 시가지 관로는 대체로 분기가 용이한 주철관이 많이 사용되는 편이나 최근에는 PE관도 사용하고 있는데 수압 높은 곳에서는 가능한 사용하지 않는 것이 좋다.

따라서 상기 언급한 관종 선정에 의한 누수방지 대책으로는 다음과 같다.

- 송수관로 : 주로 관경이 큰 경우가 대부분으로 강관을 사용
 - 대구경관(600mm 이상) : 강관, T형분기관 사용
 - 중구경관(250~500mm) : 닥타일주철관(DCIP), T형 십자형 분기관 사용
 - 소구경관(75~200mm) : 닥타일주철관, PE관, 새들분기에 의한 급수관 분기
- 관종별 특성 비교 및 장·단점은 다음과 같다.

소구경관의 관종별 특성 비교

구 분	스테인레스관	강 관	아연도강관	에폭시강관	PE 관	PVC관
허용수압(kg/cm ²)			7.5~10.0	7.5~10.0	4.0	7.5
인장강도(kg/cm ²)	7,670	2,470	3,550	3,550	260~280	350~600
열 팽 창 계 수 (10mm/mC)	17.3	17.6	11.6	11.6	0.11	0.07
사용 온도 (℃)	-260~305		-15~350	-15~350	-80~120	-18~80
중 량	강관의 1/3~1/4	강관의 1/2	1	1	강관의 1/8	강관의 1/5.5
접 합 방 식	Molco System	용접접합, 소켓	Screw접합 작 다	Screw접합 작 다	플랜지, 소켓	소켓, 칼라
내부마찰계수	작 다	부식발생 으로 크다.			작 다	작 다
내 식 성	우 수 함	청수현상 발생	불 량	양 호	양 호	양 호
위 생 문 제	우 수 함	등이온용출	불 량	양 호	양 호	양 호
내 구 년 수	60년 이상	40~60년	10~20년	10~20년	30~42년	30~40년
경 제 성	고 가	고 가	저 렬	저 렬	저 렬	저 렬

대구경관의 관종별 특성비교

구 분	강 관		주 철 관	
	일 반 관	도복장강관	회 주 철 관	Ductile 주철관
허용수압(kg/cm ²)	7.5~10.0		10.0, 75, 4.5	10.2~25.0
인장강도(kg/cm ²)	4,000~5,000		-	3,800~4,000
중 량 비 율	1		강관의 2배	1.6~1.7배
내 식 성	약 함	양 호	양 호	
이 음 방 법	용접 · 플랜지		메카니칼, 플랜지	
내 부 마 찰 계 수	부식으로 불량	작 다	Cement Lining으로 작다	
경 제 성	도복장강관보다 저렴	D=700mm 이상에서 주철관보다 저렴	고 가	D=700mm 이하에서 강관보다 저렴
기 타	충격에 강하고, 가공성이 좋으나 현장용접인 경우 용접공이 필요 전기방식이 고려되어야 함	D=600mm 이하에서는 내부 도장 및 용접이 곤란하므로, 이 부분의 부식으로 수질이 악화되며, 외부 아스팔트는 수중에서 품질저하로 염분에서 분리	압축강도는 크지만 충격에 약하며 토질의 부식성이 강할 경우 외면방식이 필요	이음부 이탈에 대비하여 이형관 보호공이 필요

관종별 장·단점 비교

구 분	고밀도 폴리에틸렌관 (PE PIPE)	덕 타 일 주 철 관 (DUCTILE IRON PIPE)	도 복 장 강 관 (STEEL PIPE)
장 점	• 이형관 제작이 자유롭다. • 이음이 용착 및 플렌지 이음으로 수밀성이 양호 하다. • 공사비 및 공기가 절감 단축된다. • 내충격성이 크고 탄성이 풍부하며 가벼워서 운반등 취급이 쉽다. • 마찰계수(k=0.01)가 작아 동일규격에서 통수 능력이 크다. • 전식 및 부식이 없으며 특히 해수에 강하다. • 관이 유연하여 지진이나 부등침하에 절단되지 않음 • 내약품성에 우수함	• 강한 내압, 외압에 견딘다. • 이형관이 제품이 다양하므로 연결이 편리하다. • 내부 시멘트 라이닝으로 부식에 강하다. • 기계적 접합으로 시공성이 높고 보수가 용이하다. • 지반의 굴곡에도 안전성이 높다. • 소구경관일수록 공사비가 저렴하다. • 온도변화에 의한 변형이 적어 신축관이 필요없다. • 급수시 분기가 용이하다.	• 강도, 인성이 강하다. • 충격에 강하다. • 강한 내압, 외압에 견딘다. • 중량이 가볍다. • 이음이 용접이기 때문에 수밀성이 대단히 강하다. • 지진에 의한 이음의 절단이 없다. • 곡관에 작용하는 압력에 대해 충분한 지지력을 갖는다. • 대구경관일수록 공사비가 저렴하다.
단 점	• 동결시 해빙 불가 • 우천시 작업 불가 • 발전기 및 용착기 필요 • 선팽창계수가 크므로 온도차가 큰 장소에서는 신축에 주의해야 한다. • 경도가 약하므로 타 공사에 약하다. • 관 용착으로 보수유지가 불편하다.	• 전식 및 부식에 약함 특히 염분에 약함 • 온도변화에 따른 신축 이음 필요 • 내부에 Scale발생 유체의 흐름성이 좋지 못함 • 충격, 수격작용에 약하며 접합부 이탈이 일어난다. • 관중량이 무겁다. • 공사비가 고가이다. • 곡관에 작용하는 압력에 대해 약하며, 보호공이 필요하다.	• 소형 생산이 안됨 • 전식에 약함 • 신축이음관 필요 • 현장 용접접합시 내부도장이 소홀해지기 쉽다. • 용접에서 도장할 때 가스를 빼기 위해 되메우기를 할 수 없다. • 소구경관 일수록 공사비가 고가이다. • 관의 용접으로 보수가 불편하다.

나. 관로구성에 의한 누수방지

배수관로의 BLOCK 구성이나 관부설 형태에 따라서도 관로상의 누수에 많은 영향을 미친다. 이에 대한 대책으로는 배수관로의 연장을 최소화함으로써 관로의 접합수를 줄이고 BLOCK간 분기부에 제수변을 설치하여 급수사고가 발생하더라도 구간 단수에 의해서 가능한 소량의 유출만 시키고 신속한 사고처리로 사고시 발생하는 누수를 최소화하도록 한다.

- BLOCK간 분기부에 제수변을 설치한다.
- 배수관로의 연장을 최소화하기 위하여 복수관로 부설을 지양하고 기존 복수관로도 점차 단일관로로 개량한다.
- 배수간선 분기는 새들 분기를 하지 않고 이형관 분기를 한다.
- 모든 변류는 변실 내에 설치하는 것을 원칙으로 한다.
- BLOCK 구성은 격점 간격을 150~300m를 기준으로 한다.
- 50mm 이상 급수관에 대하여는 별도 관리가 가능하도록 분기시설을 한다.

다. 부정 급수전에 의한 무수방지

도시 상수도의 전체 무수율 중에는 부정 급수전(경찰서, 소방서, 공동기관)에 의한 무수율과 계량기 고장 또는 계량기 미부착에 의한 무수율이 상당부분 차지하는 것으로 분석되므로 이에 대한 방지가 무수율을 낮추는 방법이기도 하다.

- 관로 확장시 노후관을 교체 철거하고 철거가 어려운 경우는 폐기한다.
- 불량계기는 신속하게 수리 혹은 교체한다.
- 대형 급수전에 대하여는 수시로 점검하여 별도 관리를 하도록 한다.
- 공동 급수전은 지양한다.
- 소화전은 철저히 관리하여 불필요한 배출을 억제한다.
- 배수관로에 대한 확장 및 교체시 불명확한 급수관로는 폐기한다.
- 상수도 관로대장을 작성하여 철저한 시설관리가 이루어지도록 한다.

라. 노후관의 갱생 및 교체

지하에 매설한 관은 오래되면 여러 문제가 발생한다. 즉,

- 관의 부식에 기인하는 누수
- 통수능력의 저하로 동력비의 상승
- 관의 연결지점에서의 누수
- 관 파열 등 사고의 다발

이러한 문제가 발생하는 노후관에 대하여는 노후관 정비를 실시하여야 하며 노후관 정비에는 갱생시키는 방법과 교체하는 방법 등이 있으므로 노후관 정비계획을 수립하여 대비하여야 한다.

관 교체는 교통소통에의 영향, 주위 상점의 영향 등 사회적 손실과 비용에 있어서도 갱생시 공사비는 교체시 공사비의 65% 정도인 것으로 알려져 있으므로, 관의 상태와 경제성 등을 고려하여 교체와 갱생중의 한 방법을 선택하는 것이 필요하다.

또한 현재 포설년도를 기준으로 노후관 판정을 내리고 있으나, 관별로 통수능력 시험 등 정확한 조사 후 대상관의 선정과 우선순위를 결정하여 시행해야 할 것이다.

마. 배수관로의 점검

누수예방과 조기발견을 위하여 배수관로를 유지관리지침에 따라 순찰해서 그 시설을 점검할 필요가 있다.

도로상에서는 지하누수, 노면의 침하, 관로용지의 불법점검 및 각종 변이나 전류의 점검 외에 타관련 공사에 의한 관로에의 영향 유무에 대해서도 조사하여 누수발생을 미연에 방지하도록 하며 수도관이 노출되어 있을 때에는 이의 점검과 함께 그 부근의 누수유무를 조사하면 더욱 효과적이다.

특히 도로에는 상수관 외에 많은 시설이 매설되어 있어 각종 공사가 빈번히 시행되고 있어 이에 대한 대책을 수립해야 한다. 일반적으로 고려되는 대책은 다

음과 같다.

1) 입회 감독

타 관련공사에 대해 공사정보를 조기에 파악하여 착공 전에 충분히 협의하고 매설물이 존재하는 장소에서는 입회감독을 철저히 한다.

2) 공사현장의 관로보호

배수관에 가깝거나 배수관을 노출시키는 타관련 공사가 시행되는 때에는 공사현장에서 배수관을 보호할 필요가 있다. 보호방법은 공사의 종류나 크기에 따라 각기 다르다.

3) 되메우기 공사

관매설 또는 타공사 후 되메우기시나 그 후의 지반침하에 의하여 배수관이 훼손되는 경우가 종종 발생한다. 이를 방지하기 위해 양질의 토사로 배수관의 상단까지 각 층으로 나누고 견고하게 매립해야 한다. 매설물이 복잡하여 충분한 다짐을 할 수 없는 때에는 몰탈 등을 주입하여 지반을 개량하든가 관에 적절한 기초공을 시공할 필요가 있다.

바. 관 부 식

관거에서의 부식은 장소에 따라 내면부식과 외면부식으로 나눌 수 있다.

관의 내면부식은 주로 관에서의 통수능력을 저하시키고 철관에서의 적수문제 등 수질오염을 유발하며 흙과 접촉하여 일으키는 외면부식은 누수의 직접적인 원인이 된다.

이들 지하에 매설된 금속은 정도의 차는 있으나 부식을 면하기는 어려우며 특히 볼트와 너트류의 부식은 부식정도가 빨라 큰 문제를 야기한다.

외면부식은 부식의 원인에 따라 토양부식과 전기부식으로 크게 나눌 수 있다.

1) 토양부식

지중에서의 부식의 속도는 토질 및 지하수의 수질 등에 따라 현저하게 차이가

난다. 즉 지하수에 염분을 다량 함유한 해안지방에서는 용해염류의 국부전지작용에 의해서, 산성의 공장폐수가 지하에 침투하는 곳에서는 화학작용에 의해서, 또는 매립지나 하구부근에서의 혐기성박테리아 등에 의해 조기에 부식이 진행된다.

흙의 부식성을 유발시키는 인자로서는 비저항, pH, 산화환원전위, 유화물, 함유수율, 통기성 등이 있으며 이중 토질의 비저항에 의한 영향이 제일 크다. 그리고 유화물의 농도는 황산염박테리아에 의한 피해를 일으키는 요인이 된다.

이러한 요인을 검토하면 일반적으로 부식성이 강한 토양으로서는 점토, 실트질토, 부식토, 이탄, 소택지토양, 해수를 함유한 토양 등이다.

이러한 토질에 금속관을 포설하는 경우에는 방식대책의 필요여부를 재검토하여 충분히 대비하여야 한다.

금속관의 방식대책으로서는 폴리에틸렌에 의한 피복이 아주 효과적이며 그 외의 방법으로서 다음과 같은 것이 있다.

- 부식성의 토양에 주철관을 매설하는 경우는 외면을 콘크리트로 피복하고 아스팔트장치, 에폭시장치 또는 폴리에틸렌피복 등을 해야 한다.
- 나관은 콘크리트, 알칼리성 토양에서는 현저히 침식당하기 때문에 사용을 금하며 합금배관을 지중에 매설하는 경우도 원칙적으로 배관완료 후 방식테이프로 피복하든가 또는 방식도료로 방호를 해야 한다.
- 강관의 접합부는 부식되기가 쉬운 것이 가장 큰 약점이므로 배관완료 후 방식테이프로 피복하는 등 대비해야 한다. 또한 부식성 토양에 외면아연도금강관을 매설하는 경우도 방식테이프 또는 방식도료 등으로 방호해야 한다.
- 이음부의 볼트, 너트류에 대해서는 최대의 주의를 요하며 방식산화피복처리나 에폭시분체장치 또는 스테인레스를 사용하는 것이 좋다.
- 경질염화비닐관을 포설하는 경우는 자외선의 영향을 받을 우려가 있는 곳, 높은 온도를 받거나 온도 저하가 심한 것은 피해야 된다. 또한 유기용매에

침식을 당할 우려가 있는 곳도 피해야 한다.

2) 전기부식

미세전류에 의한 전기부식은 직류전기철도의 경우 레일의 전류가 변전소로 돌아가는 귀로로 이용된다. 이때 수도관 등의 금속관이 통로에 존재하면 저항이 작기 때문에 이 관로로 전기가 인입하여 다시 변전소 부근에서 전류가 관로에서 인출되며 이 인출부에서 격심한 국부부식이 발생한다.

이것이 전기부식이며 전기부식의 피해는 소켓트 이음의 주철관에서는 그리 크지 않으나 강관의 경우는 대단히 크기 때문에 주의를 요한다. 전기부식을 방지하기 위하여 레일과 변전소를 연결하는 전선을 강화하는 방법이 있고 수도관의 방식대책으로서 배류법, 전기방식법, 절연접속법 등이 있으며 이 중 반도체식 선택배류법은 구조가 간단하여 고장도 적고 비교적 공사비가 저렴해 많이 이용되고 있다.

전기부식은 금속관에서 발생하는 것이고 강관, 주철관, 백관 등이 그 대상이 되며 특히 강관의 경우 그 정도가 높아 대단히 주의해야 한다.

그러나 대상관 전체에 대하여 방식을 하는 것은 비경제적이므로 전기부식의 우려가 있는 지역에서는 비금속관을 사용하는 것도 바람직한 방법이다.

사. 관부설공사의 시공품질 향상

누수율은 관거의 관거부설 공사의 낮은 시공품질에 의한 영향이 크므로 관로공사시에는 전문 용역사에 의한 감리 및 감독을 철저히 하고 되메우기 작업 전에 수압시험을 반드시 실시하도록 할 필요가 있다. 수압시험은 시공자로 하여금 경각심을 고취시키기 위해서도 필요하다. 또 D=50mm이하의 급수관에서 누수가 많이 발생하므로 신설급수관의 설치나 누수 수리 후에는 누수방지 담당부서의 검사와 승인을 받도록 한다.

3.3.3 상수도관 부식방지

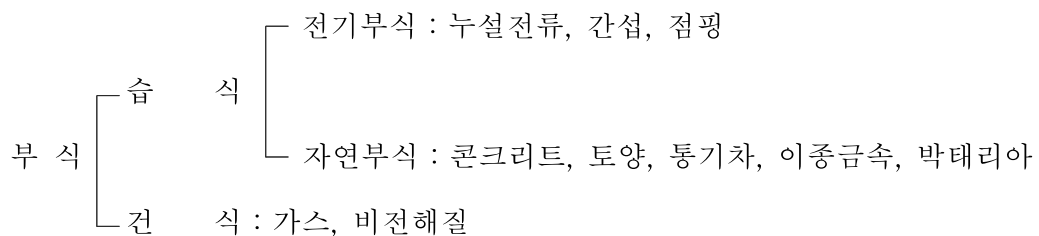
가. 개 요

동이나 철과 같은 금속은 광석 중에 산화물이나 유화물 형태로 자연에 존재하며 화학적 조작에 의하여 환원되어 제조된 금속은 다시 광물로 되돌아가려는 성질을 가지고 있고, 금속이 자연현상에 따라 다시 광물상태로 되돌아가려는 화학반응을 부식이라 하며 이를 억제하는 것을 방식이라 한다.

나. 부식 및 방식

1) 부 식

부식은 습식부식과 건식부식으로 분류되며 매설배관의 부식은 수분을 수반하는 습식부식에 해당되며 습식은 자연전위차에 의해 양극부와 음극부가 형성되는 자연부식과 인위적인 전기로부터의 직류전류에 의하여 음극부와 양극부가 형성되는 전식으로 분류된다.



2) 방 식

방식의 방법은 금속단면에 도장법, 귀금속 도금법, 전기방식법이 있으며 관로시설에서는 도장법과 전기방식법을 사용한다.

① 유전(희생)양극법

유전양극법은 이종금속간의 전위차를 이용하여 방식전류를 얻는 방법으로, 피방식구조 물보다 이온화 경향이 큰 금속을 전해질내에서 전기적으로 연결하며, 이온화 경향이 큰 금속이 양극, 피방식구조물이 음극이 되어 방식전류

가 양극에서 전해질을 통해 음극으로 흐르게 된다.

이 방법은 전지작용에 의해서 방식전류를 얻기 때문에, 방식전류에 제한이 있어 피방식구조물이 대형인 경우에는 부적합하며, 또 전식의 영향이 있는 곳에서는 방식의 효과가 감소한다. 유전양극법의 양극재료로는 마그네슘, 알루미늄 및 아연합금 등이 쓰이며, 접지저항이 높을 경우 양극의 접지저항을 낮추어 발생전류를 많게 하기 위하여, 양극을 BACKFILL재 속에 넣어 사용한다.(마그네슘 : 토양, 아연합금 : 해양, 알루미늄 : 수중)

② 외부 전원법

외부전원법은 직류전원장치의 $\oplus$ 극을 전해질 내에 설치한 전극(ANODE)에 접속하고, $\ominus$ 극을 피방식구조물에 접속한 후, 전압을 가하여 방식전류를 얻는 방법으로써 직류전원장치, 전극군(ANODE BED) 및 부속배선으로 구성되어 있다.

이 방법은 전원을 외부에서 얻기 때문에, 큰 전류를 흘려줄 수 있어서 피방식구조물이 대형인 경우에도 적합하나, 주위의 다른 매설물에게 간섭으로 인한 부식을 일으킬 수 있으므로, 도시 지역에서는 적용에 주의를 요한다.

③ 직접 배류법

전철의 누설전류가 상당히 경미한 곳에 적용하며, 피방식구조물의 누설전류 유출부분과 전철레일을 전기적으로 연결하여 누설전류가 전해질을 통하지 않고 전기적인 경로를 통하도록 하여 부식을 방지하는 방법으로 전철의 누설전류를 방식전류로 이용하기 때문에, 가장 낮은 비용으로 전식을 효과적으로 방지할 수 있으나, 피방식구조물에 대해 레일의 전압이 높거나 전압이 없을 때(전철운전 정지시간)는 피방식구조물이 무방식 상태가 되므로, 이론적으로는 이 방법을 분류하나 실제적으로는 거의 쓰이지 않는다.

④ 선택 배류법

전철의 누설전류에 의해 전식을 일으키는 피방식구조물의 누설전류 유출부분과 전철레일을 전기적으로 연결하고, 중간에 DIODE를 설치하여 누설전류가

전해질을 통하지 않고 전기적인 경로를 통해 유출하게 함으로써, 부식을 방지하는 방법으로 전철의 누설전류를 방식전류로 이용하기 때문에, 낮은 비용으로 전식을 효과적으로 방지할 수 있으나, 피방식구조물에 대해 레일의 전압이 높거나 전압이 없을 때(전철운전 정지기간)은 피방식구조물이 무방식 상태가 되며, 특히 압출전식의 경우에는 효과가 없으므로, 주로 외부전원법과 병용하여 쓰인다.

⑤ 강제 배류법

이 방법은 직류전원장치에 의해 레일에 강제적으로 배류하는 것으로서, 선택 배류법에 외부전원법을 가미한 것과 같다. 선택배류법과 비교하여 항상 배류하기 때문에 압출에 의한 전식도 포함하여 피방식구조물을 항상 방식할 수 있으며, 외부전원법과 비교하여 레일을 전극으로 이용하기 때문에 전극설치 장소 및 매설비용이 들지 않는 장점이 있으나, 배류점 부근이 과방식이 되기 쉽고 인근 구조물에 영향을 미치기 쉬우므로 설계시 주의가 요구된다.

전기방식법 비교

구분		장점	단점
유전 (희생) 양극식		- 간편하다. - 단거리의 피방식구조물에는 비용이 싸다. - 다른 매설금속체에 대한 간섭이 거의 없다. - 과방식의 염려가 없다.	- 효과범위가 좋다. - 장거리의 피방식구조물에는 값이 비싸다. - 소모되기 때문에 일정한 기간마다 보충해야 한다. - 전류의 조절이 곤란하다. - 강한 전식에 대해서는 효과가 없다.
	외부전원법	- 효과범위가 넓다. - 장거리의 피방식구조물에는 양극의 수가 적어서 좋다. - 전극의 소모가 적으므로, 평상시의 관리가 손쉽다. - 전압, 전류의 조절이 손쉽다. - 전식에 대해서도 방식이 된다.	- 초기 투자가 약간 크다. - 강력하기 때문에 다른 매설금속체에 대한 간섭에 대해서 충분히 검토해야 한다. - 전원을 필요로 한다.
	직접배류법	- 전철운행시 자연부식도 방지된다. - 전철의 전류를 이용하므로, 유지비가 매우 싸다. - 배류법 중 공사비가 제일 싸다.	- 전철과의 관계 위치에 따라서 효과가 제한된다. - 전철의 휴지기간(야간 등) 또는 레일 전위가 높을 때는 전기방식이 효용을 발휘할 수 없다.
배류법	선택배류법	- 전철의 전류를 이용하므로, 유지비가 싸다. - 전철과의 관계위치에 따라서는 매우 효과적이다. - 매우 싸다. - 전철 운행시에는 자연부식도 방지된다.	- 다른 매설금속체에 대한 간섭에 대해서 충분히 검토해야 한다. - 전철과의 관계위치에 따라서 효과범위가 제한한다. - 전철의 휴지기간(야간 등) 또는 레일 전위가 높을 때는 전기방식의 효용을 발휘할 수 없다.
	강제배류법	- 효과범위가 넓다. - 전압전류의 조절이 손쉽다. - 외부전원법에 비해서 값이 싸다. - 전철의 휴지기간 중에도 방식이 된다. - 양극효과에 의한 간섭은 거의 없다.	- 강력하기 때문에 다른 매설금속체에 대한 간섭에 대해서 충분히 검토해야 한다. - 전철에 대한 신호장애에 대해서 충분히 검토해야 한다. - 전원을 필요로 한다. - 배류점 부근의 과방식에 대하여 충분히 검토해야 한다.

3.3.4 누수방지사업 시행방안

누수방지사업은 무효수량(누수량) 감소를 위한 현장누수조사, 누수수리, 배급수 계통의 유지관리 등을 포함한다.

가. 누수탐사

상수도 시설물의 대부분의 누수는 관로부에서 발생되나 예상치 못했던 정수장 또는 배수지에서도 발생된다는 것을 간과해서는 안 된다. 우리나라의 누수율 산정방법도 또한 정확치 못해 누수율 산정시 먼저 개량을 정확히 할 수 있는 시설을 구비하여야 하며 상수도 시설물 대장을 작성하여 누수를 정기적으로 심사하는데 문제가 없어야 한다. 물론 사전에 누수가 발생하지 않도록 최선을 다하고 누수가 다량 발생하였을 경우 신속히 탐사하므로 누수율을 줄일 수 있다.

나. 누수탐사원리

누수의 정확한 위치탐사는 수압관에서 흘러나오는 소리에 전적으로 의존하고 있다.

누수탐사의 중요한 요소는 두 가지이며, 첫째는 장비의 신뢰도, 둘째는 중요한 장비의 사용기술이다. 기술전달에는 수년이 걸리지만 초기에 체계적으로 교육시켜 정기적 실습을 하도록 하는 것이 누수조사사업 성공의 관건이다. 현대 장비와 완벽한 탐사방식에도 불구하고 최종성과는 인내를 가지고 누수를 조심스럽게 탐사하는데 좌우된다.

영국에서 가장 널리 이용되고 있는 누수탐사법은 인근설비(변류, 소화전, 계량기 등)를 청음하는 것이다. 가장 크게 소리가 나는 위치를 파악하고 도로표면이나 관로상의 기타시설물에 대한 청음을 하여 보다 더 정확한 누수 위치를 찾아낸다. 이와 같은 직접 청음기술로 모든 누수의 약 3/4은 탐사할 수 있다.

이 방법을 이용시 애로사항은 주야간 언제나 발생하는 교통소음이다. 청음방식을 직접 귀로 들을 수 있는 청진기를 사용하여 보완해 나갈 수 있다.

또한 직접 또는 간접방식으로 누수음을 증폭하는데 여러 가지 전자식 누수탐사

기(Geophone 또는 증폭기)가 있다.

다. 누수탐사방법

상수도 누수탐사방법은 도시 상수도 규모에 따라 방법을 달리 선택할 수 있으나 일반적으로 적용하는 누수탐사방법은 다음과 같다.

1) 청음봉에 의한 누수탐사

소규모 도시 상수도 지역에서 실시하는 방법으로 상수도 파열로 인한 파열음을 청음봉으로 감지하여서 누수를 탐사하는 방법이다. 이 방법은 특별한 탐사장비와 인력이 필요치 않으며 정기적으로 관로 매설부근을 탐사한다.

비교적 쉬운 방법이나 상수도 관로 확장이 정확할 경우 소도시에서 적용할 수 있는 적절한 방법이라 사료된다.

- 인력조직 : 2인 1조
- 소요장비 : 청음봉 1SET

2) 소극적인 구역 계량방법

본 방법은 비교적 누수가 적게 발생하는 중소도시에서 채택하는 누수탐사 방법이며 전체배수구역을 계수변을 이용하여 2~3개 배수구역으로 분할하여 구역 유량계를 이용하여 유량을 계량한 후 과다한 유량이 계량되었을 경우 구역전체를 청음봉을 이용하여 누수를 탐사하는 방법이다.

본 누수탐사방법은 청음봉에 의한 전 배수구역을 탐사하지 않고 유량 측정 후 판단하기 때문에 시간, 인력을 절감할 수 있으나 계수변 설치 및 조작 미숙 등으로 구역분리가 완벽하게 되지 않을 경우 효과를 기대할 수 없다. 또한 구역 내의 유량을 수시로 측정하여 상수도 자료로 이용할 수 있으며 특별히 과다한 유량이 측정되었을 경우 누수를 탐사한다.

3.4 수도관 관리체계 개선에 대한 유수율 증대

3.4.1 송·배수의 유량계측

가. 유량측정의 목적

유량측정의 목적은 관로 상태의 파악에 분배량을 조절하기 위한 것이다. 관로상태를 파악하기 위한 유량측정은 주간선 사이에서의 유량측정과 간선과 지선 사이에서의 측정이 있으며, 분배량을 조절하기 위한 상수도의 공급 관망에서의 유량측정이 있다. 이와 같은 유량측정 결과에 따라 분기점들 간의 구간에서 관로상태를 파악하고 여러 구간에서의 유량조절로 유량의 균형이 유지된다면 관로의 상태와 유량조절이 정상이라는 것을 알 수 있다.

관로에 이상이 발생하여 유량의 균형이 맞지 않게 되면 누수량이 발생한 것으로 관로를 점검하여 누수발생 지점을 찾아 대책을 세울 수 있다.

유량측정의 기본목적은 정수량과 송·배수관로에서의 분배와 공급량의 상태 파악, 그리고 시, 일, 월, 년별로 여러 지점에서의 상수 소비량 변화의 통계자료 축적과 분석의 최종 목적이 있는 것이다.

나. 상수 수요량 변화 통계자료 구축

상수 수요량을 일정한 시간 간격으로 측정하며 하루 동안 상수 소비량의 변화를 알 수 있다. 이 변화곡선을 상수 소비량이 최소, 최대로 되는 시간대를 알 수 있으며, 또 일일 평균 유량도 알 수 있다.

이와 같이 소비량 시간표를 작성하며 도시, 구역별, 소비자별(주택단지, 공공단지 등)로 시간, 일간, 주간, 월간, 연간 소비량 변화를 알 수 있고 통계자료를 분석하면 1인당 평균소비량 변화 상태도 알 수 있다. 따라서 도시발전, 인구증가 예측에 근거하여 상수 수요량을 예측할 수 있어 장기적으로 정수장 개선 및 확장, 관로의 유지관리와 누수의 확인 등 효율적인 상수도 운영을 도모할 수 있다.

이렇듯 상수도 소비량 변화 통계 자료는 상당히 중요하므로 상수도 사업자는 생

산성 향상과 유수율 증대 방안을 위하여 계획적인 통계자료와 구축에 힘써야 할 것이다.

다. 유량계 선택 조건

1) 유량계의 중요 특성

유량계의 선택에 앞서 유량계의 중요 특성을 알고 있어야만 올바르게 선택할 수 있다. 또한 주위의 유량계 사용조건에 대해서는 유량계의 주변 온도, 습도, 전원전압과 주파수의 허용 변화율, 그리고 직관 부분의 최소 길이 등에 대해 주의 깊게 살펴봐야 한다.

유량계 특성 중 가장 중요한 것은 다음과 같다.

- 유량계 측정범위 : 최소 유량과 최대 유량의 측정
- 유량계 오차
- 유량계 특성 수명 : 유량계 특성 검수 주기
- 유량계 사용조건, 압력손실

2) 유량계 선택 및 설치 전제 조건

- 유량측정 범위와 유량측정 허용오차를 정확히 파악하고 있어야 한다.
- 유량측정 시스템을 구축하기 위해서는 유량계들을 주기적으로 특성검사를 할 수 있는 기술적 토대와 운영 예산이 확보되어야 한다.
- 유량을 측정하려면 유량계 설치시 단수하지 않고 설치가 가능하여야 하며, 특성검사를 하기 위해 분리도 하고 유량계 교체가 가능하도록 배관이 되어 있어야 한다.
- 관로 상태에서 기포, 공기의 제거장치가 반드시 필요하다. 이러한 장치가 없으면 유량측정 오차의 증가와 동작을 하지 않는다.

3.4.2 Block System

가. 개 요

원래 블록시스템은 일본 新潟市에서 1964년의 대지진 이후에 이를 복구하기 위하여 적용된 배수관망조직법을 말한다. 당시에는 재해에 강한 배수시스템의 건설이 주목적이었지만, 이러한 조직방법이 배수시스템의 유지관리에도 효율적으로 대처할 수 있다는 것이 증명되면서 일본에서 널리 보급되기 시작하였다.

배수관망의 블록화는 초기에는 복구하기 쉬운 배수관망을 형성한다는 것에 주안점을 두었으나, 최근에는 이에 부가하여 유지관리를 효율적이면서 용이하게 할 수 있는 관망의 형성을 목표로 하고 있다.

현재에는 이 개념이 우리나라에서도 어느 정도 잘 알려져 있고, 일부의 도시에서 이 개념에 의해 기존 배수관망의 재정비를 진행 중에 있다. 그러나 대부분의 도시는 아직도 기존의 배수관망조직을 그대로 유지하고 있기 때문에 일부 개선되어야 할 점이 있는 것으로 평가되고 있다.

이러한 블록시스템이 일반적으로 고려하고 있는 기본적인 구성 원칙은 다음과 같다.

- 관로의 독립성(기능분리, 지역성, 세분화)
- 관로의 연대성(망상화, 중치화, 연락화)
- 관로의 단순성(관로의 생략, 통합, 규격화)

배수관망의 블록화는 여러 가지 장점들을 가지고 있다고 알려지고 있으나, 이는 블록시스템이 가지고 있는 소기의 목적을 달성할 수 있도록 배수관망이 구성되어 있을 때의 이점이다. 바꿔 말하면, 배수관망을 블록화 할 때에는 블록시스템이 갖고 있는 장점들이 충분히 나타나도록 해야 한다. 이를 위해서는 배수계통에서부터 소블록(배수지관망)에 이르기까지 모든 블록단위마다 그 지역의 특성에 맞게 구성되어야만 한다. 일본의 경우에도, 초기에 블록시스템을 도입하면서 상황이 각기 다른 모든 지역에 거의 표준적인 관망으로 블록시스템을 구성시켰기 때문에 지역에 따라 관경이 큰 $\phi 300\text{mm}$ 를 지관블록의 일부로서 추가한 경우도 있었고, 블록의 독립성이 보존되지 못하는 경우도 있었다. 또한 단수시 대상관로

가 길어서 관리상 문제가 발생하는 등 블록시스템의 장점이 충분히 발휘되지 못하는 지역도 있음을 인식하고 이를 계속적으로 개량을 하고 있는 도시도 있다.

3.4.3 수도계량기 성능향상과 유수율 증대

가. 개 요

수도계량기 불감량은 수요가에 까지 실제로 도달된 수돗물 양으로서 계량기의 성능향상을 통해 어느 정도는 줄일 수 있는 양이다. 계량기의 성능향상을 위해서는 계량기 자체의 성능(정밀도)을 향상시키는 것과 사용량에 적합한 구경의 계량기를 설치함으로써 사용량을 정확하게 계량되도록 하는 것이 있다.

계량기 자체의 성능향상을 위해 성능이 향상된 1급 계량기를 설치하고 납품시 검사를 강화하여 업체에서 우수한 수도계량기를 제작하도록 유도해야 한다.

또한 수도계량기는 구경별로 정확하게 계량할 수 있는 범위가 있어 수돗물 사용에 비해 구경이 과대한 경우에는 실제 사용한 수돗물의 양은 계량이 안 되는 경우가 발생하므로 수도계량기를 수돗물 사용량에 적합한 구경으로 축소 변경하는 것도 동시에 추진하여야 한다.

나. 수도계량기의 불감율 발생원인

상수도사업의 경영화를 위해서는 여러 가지 방안이 있지만 특히 강조되는 것은 유수율을 향상시키는 것이다.

유수율을 높이지 않고는 비효율적인 경영이라는 비난과 국가적으로도 자원을 낭비하게 된다. 또한, 향후 예견되는 물부족에 대비하기 위해서라도 절수와 더불어 유수율 향상은 반드시 해결해야 할 중요한 과제이다.

유수율이 저조한 원인 중 주요원인은 수도계량기 계측불감량에 있다고 보며, 이로 인하여 재정적자가 가중되는 문제점이 있다. 이러한 수도계량기 불감량의 주요 원인은 다음과 같다.

- 사용량에 맞는 적정 계량기의 미설치
- 품질이 낮은 계량기 설치

- 적치물에 의한 미검침
- 계량기의 미봉인으로 인한 탈착 및 반대 부착
- 문제 계량기의 미교체(지속, 회전불량, 불회전, 공전, 지침손상, 유리파손, 패킹누수, 불선명 등)
- 검침원의 검침 부정확
- 옥내 누수에 의한 야간에 미계량 등이 있는 것으로 볼 수 있다.

다. 수도계량기 불감율 해소방안

1) 수도계량기 정밀도 향상

① 수도계량기 성능시험 기준

수요가가 사용한 수돗물의 양을 측정하기 위해서 가장 중요한 것은 수도계량기 자체의 성능이다. 수도계량기 성능을 알아보기 위한 기준에는 지침시동유량, 표준유량, 최소유량, 전이유량, 최대유량, 소류유량, 대류유량 등에서 얼마나 정확하게 계측이 되는가 하는 것이 있다.

우리나라 수도계량기 검정시험은 구경 50mm 이하의 것에 대해서는 표준유량, 최소유량, 전이유량, 대류유량, 최대유량에 대하여 검사를 하고, 구경 50mm를 초과하는 것에 대해서는 소류유량, 대류유량에 대하여 검사를 하고 있다.

- 지침시동유량 : 3분간 물을 통과하게 할 때 지침의 변화를 명확하게 알 수 있는 유량을 말한다. 시동유량이 적으면 수돗물의 사용량을 정확하게 계량할 수 있다.
- 표준유량 : 수도계량기 입구와 출구의 압력차가 0.5kg/cm^2 일 때의 유량으로 허용검정오차 범위는 $\pm 2\%$ 이다.
- 최소유량 : 1급 수도계량기는 표준유량의 0.01배, 2급 수도계량기는 표준유량의 0.02배의 유량으로 허용검정오차범위는 각각 $\pm 2\%$ 이다.
- 전이유량 : 1급 수도계량기는 표준유량의 0.06배, 2급 수도계량기는 표준유량의 0.08배의 유량으로 허용검정오차범위는 $\pm 2\%$ 이다.

- 소류유량 : 구경 50mm를 초과하는 수도계량기에 대한 검정기준으로서 표준유량의 0.1배의 유량으로 허용검정오차범위는 $\pm 5\%$ 이다
- 대류유량 : 표준유량의 0.5배의 유량으로 허용검정오차범위는 $\pm 2\%$ 이다.
- 최대유량 : 수도계량기 입구와 출구의 압력차가 $1\text{kg}/\text{cm}^2$ 일 때의 유량으로 허용검정오차 범위는 $\pm 2\%$ 이다.

② 수도계량기 납품검사 강화

대전광역시는 성능이 우수한 계량기 보급을 확대하는 한편 계량기 제작업체에서의 계량기 생산을 유도하기 위하여 납품되는 계량기에 대하여 검사를 강화해야 하며, KS 규격에 따라 성능검사를 실시해야 한다. 또한 수도계량기는 수돗물 생산자와 사용자간의 거래를 하기 위한 도구로 서로간의 신뢰를 가져야 한다. 이를 위하여 계량기 제작업체는 신기술 개발로 신개발품을 지속적으로 내놓아야 한다.

따라서 사용 계량기의 검사민원이 해마다 증가하는 추세에 있으므로 업체에서의 고성능 제품개발을 지속적으로 추진해야 하며, 관련 공무원은 납품검사를 강화함으로써 계량기의 성능향상을 적극적으로 유도해야 할 것이다. 참고로, 수도계량기 납품검사를 강화하기 위하여 수도자재를 검사할 수 있는 시험소 등을 설치 운영하는 것도 고려하는 것이 바람직할 것이다.

2) 사용량에 적합한 구경의 수도계량기의 설치

최근까지 수도사업자는 출수불량이 발생하지 않도록 하는데 주력하였고, 이를 위해 주로 건물 규모를 기준으로 수돗물을 충분히 사용할 수 있는 구경으로 인입급수관을 설치하고 급수관의 구경과 동일한 구경의 수도계량기를 설치하여 급수관과 계량기에서의 수압손실이 적도록 하였다. 따라서, 수도계량기의 구경이 사용량에 비해 과대함으로 인해서 미계측되는 수량에 대해서는 거의 무시하고 지나쳐 왔다. 그러나 수도계량기는 구경별로 정확하게 계량할 수 있는 범위가 있어 수돗물을 적게 사용하거나 많이 사용하는 경우에는 실제 사용량을 정

확하게 예측할 수 없는 경우가 발생하게 된다.

현재 사용하고 있는 수도계량기의 성능을 보면 다음 표와 같이 유량이 적은 경우에는 오차의 범위가 커서 수돗물 사용량에 비해 계량기 구경이 과대하면 실제 상사용은 수돗물의 많은 양이 계량이 안 되는 경우도 발생할 수 있다. 따라서 정확한 계량을 위해서는 수도계량기 자체의 성능 향상과 더불어 사용량에 적합한 구경으로 수도계량기를 설치하는 것이 필요하며, 참고로 “상수도 유수율 제고 업무처리규정. (2001. 12, 환경부)”에서 제시한 월 수돗물 사용량별 적정 구경 계량기 판단 표는 아래와 같다.

KS 규격 수도계량기의 성능

구 경 (mm)	시동유량 (m ³ /h)	최소유량 (m ³ /h, ± 5%)	전이유량 (m ³ /h, ± 2%)	최대유량 (m ³ /h, ± 12%)	표준유량 (m ³ /h, ± 2%)
13	0.015	0.04	0.16	3	2
20	0.030	0.06	0.24	4	3
25	0.035	0.08	0.32	5	4
32	0.040	0.10	0.40	8	5
40	0.070	0.20	0.80	15	10
50	0.150	0.30	1.20	25	15

라. 수도계량기 유지관리 계획

1) 이상(고장)의 점검

사용중의 수도계량기의 이상현상에는 다음과 같은 종류가 있다.

○ 지 속

내부에 흙, 모래 등의 고형물이 들어가거나 또는 축반이, 피벗트(pivot), 톱니바퀴 등의 국부적인 파손이나 마모에 의하여 회전부의 저항이 변화하고 기차가 심하게 커졌을 때, 또는 동결에 의하여 톱니바퀴 또는 피니온(pinion)의

톱니바퀴 부분이 절손 굴곡한 경우에도 지속이 일어난다.

○ 회전불량

톱니바퀴의 결손 등에 의하여 회전부가 불원활하게 된 것

○ 불회전

위에 기술한 바와 같은 원인으로 인하여 회전부가 부동으로 된 것

○ 공 전

톱니바퀴의 조합이 느슨해져서 마손에 의하여 톱니바퀴가 회전하지 않게 된 것

○ 지침손상

지침의 일부 혹은 전부가 탈락 또는 손상할 것

○ 유리파손

유리가 파손하여 누수되는 것

○ 패킹 누수

윗 케이스와 유리 사이의 패킹이 느슨해져서 누수하는 것

○ 불선명

유리가 녹이나 물 등에 의하여 더러워져서 읽을 수 없게 된 것.

이들 고장 중에서 불회전, 낙침, 유리파손, 패킹누수, 불선명 등은 외부로부터 용이하게 발견될 수 있으나 지손, 회전불량, 공전 등의 고장은 기차 시험에 의하지 않고는 외부로부터 발견하는 것이 곤란하다. 이들을 비교적 쉽게 발견하기 위해서는 정기점검의 경우 항상 사용량에 유의하고 계량수량에 의문이 생겼을 때에는 즉시 사용 상태나 급수장치의 유무를 조사함과 동시에 기준 수도계량기 등을 사용하여 수도계량기의 고장여부를 정밀검사 하는 것이 필요하다.

2) 설치위치 및 봉인

수도계량기의 설치위치는 경계선으로부터 가능한 한 가까운 위치(1~3m 이내)에 설치하도록 하되 검침 및 교체작업을 쉽게 할 수 있도록 접근이 용이해야

하며 침수 및 손상의 위험이 없는 장소라야 한다.

수도계량기의 설치위치의 상태는 가옥의 증·개축 등에 의하여 변할 염려가 있으므로 정기검침의 경우 등에는 항상 설치위치에 유의함과 동시에 사용자에게 대하여도 설치위치의 요건을 기회가 있을 때마다 홍보하고 적절한 설치위치가 유지되도록 노력하여야 한다.

3) 적정구격의 조사와 기종의 선정

수도계량기의 구격은 일반적으로 수도계량기 설치부분의 급수관의 구격과 동일하게 설치한다. 그러나 수도계량기는 여러 가지 형식의 것이 사용되고 있으며, 특히 구격 50mm 이상의 대형 수도계량기는 형식에 따라서 시동유량, 정확 최소 지시구량 표준유량 등의 성능 및 내구력이 차이가 있으므로 미리 자기로 유량계 등을 사용하여 당해 장치의 사용 상태를 조하하고 거기에 적합한 형식과 구격의 수도계량기를 선정하여 설치하는 것이 좋다.

수도계량기 구격에 비하여 사용수량이 심하게 차이가 있는 경우에는 사용수량에 적합한 구격의 수도계량기를 설치하여 적정하게 계량되도록 노력하여야 한다.

4) 보수대책

수도계량기의 수리를 할 경우에는 수도사업자 자신이 법률상 필요한 설비를 구비하고 허가를 받아서 직접 수리를 하거나 또는 관계법에 의하여 인가를 받은 제조업자나 수리업자에게 위탁하여야 한다. 또 수리를 마친 수도계량기는 반드시 교정검사를 받아 사용하여야 한다.

5) 수도계량기의 조기교환 효과

수도계량기는 설치 후 사용기간이 길어짐에 따라 불감수량(마이너스 기차)이 커지며, 이 현상은 구격이 커짐에 따라서 더욱 현저하다.

수도계량기의 사용년수에 따른 기차의 증대경향으로 인한 불감수량의 누적은

경영상 묵과 할 수 없는 손실이 따른다.

따라서, 수도계량기의 구경별 사용년수에 따라 변하는 불감수량과 조기교환에 따른 경비의 증가를 감안하여 유수율 향상과 관련하여 조기교환에 대한 검토가 필요하다.

3.5 대전광역시 유수율향상 계획

3.5.1 수도계량기 교체

유수수량을 증대시키기 위해서는 대전광역시에서 생산된 수도용수 중에 무수수량인 계량기 불감수량, 수도사업용수량 및 공공수량을 낮추어야 한다. 따라서, 본 절에서는 무수율을 저감시키기 위해 년차별 계량기 교체비용을 산정하여 사업계획을 수립하고 상수도시설 중의 유량계 정비 등을 검토하였다.

가. 개요

1) 유량측정의 중요성

상수도 관망에서의 유량 측정은 매우 중요한 의미를 가진다. 특히 유량계는 유수율 제고나 정수장의 효율적인 운전관리, 누수지역발견 등 각종 유체의 계량, 배수, 송수 등의 에너지로서 유체의 상거래와 가정에서 소비되는 수도의 계량, 산업의 발전이나 환경보존을 비롯한 민원의 해결 등 우리들의 일상생활과 밀접한 관계가 있다.

최근에는 측정대상이 되는 유체의 종류와 양의 증가에 따라, 여기에 대응하는 관리레벨의 향상이 요구되며, 유량계의 높은 정확도, 높은 신뢰성, PL법(제조물 책임법)을 고려한 장기적 안정성과 경제성들이 평가되고 있다. 한편, 상세한 실험을 통한 유량계의 구조나 설치조건 등도 규격화되고 있어 유량계에 따라서는 규격을 잘 이용하면 유량측정에서 최대의 효과를 얻을 수 있다.

2) 무수수량 저감방안

앞 절에서 누수량 저감계획을 검토하였기 때문에 누수와 같은 무효수량을 제외하고 나면 정해진 유효수량 내에서 유수수량을 증대하는 것은 무수수량을 저감시키는 방안으로 직결된다. 무수수량은 수도사업용수량, 공공수량, 계량기 불감수량, 부정수량(도수량) 및 기타 불명수량으로 구성된다. 이러한 무수수량을 절감시키기 위하여 Block System등의 구축으로 어느 정도까지는 합리적인 저감이 가능하지만, 보다 정확한 무수수량의 계측과 생산량 분석, 불량계량기의 교체 및 보수를 통해서 보다 효율적으로 무수수량 저감이 가능하다.

3) 계량기 불감율 산정의 문제점

2007년말 현재 전국 평균 무수율은 약 18.9% 정도이며, 누수율이 12.8%, 계량기 불감율이 3.9%, 공공수량 및 수도사업용수량이 2.3%로 알려져 있다. 누수율의 경우 단위 블록에서는 야간 최소유량을 이용하여 어느 정도 정확하게 측정하는 것은 가능하지만 대전광역시 전체에 대한 누수율을 정확히 측정하는 것은 현실적으로 불가능하다.

나. 수도계량기 교체 방안

1) 적정 수도계량기 선정 및 교체

(1) 물 사용량 선정

현재 사용되고 있는 수도미터는 그 종류가 많으며, 각각 특성이 다르므로 사용조건에 따라 형식을 달리하게 되므로 시간, 일간, 월간 최대 사용량과 최소 사용량 등을 종합 판단하여 시간당 유량에 적합한 적정 사용 유량표에 의해서 기종을 선택하지 않으면 유량과다로 인한 과부하 계량으로 미터기가 초기에 고장나거나 유량 감소로 인한 불감유량 때문에 부정확한 계량의 원인이 된다. 그러므로 공동주택, 다가구 및 일반주택 등의 물사용량 산정시 각 주택별 급수상태, 실사용량, 저수조 유무 등을 파악하여 선정하여야 한다.

(2) 적정 수도미터 판단

우선 수용가의 물 사용량을 파악한 후 각 수도미터 적정유량(검정 유량)을 검토하여 다음 표와 같이 적정 수도미터를 선정한다.

물 사용량에 따른 계량기 구경 선정표 - 서울시

구 경 (mm)	직결급수인 경우 (1일 2 ~ 5시간 : 급수시간)		저수조가 있는 경우 (1일 2 ~ 5시간 : 급수시간)	
	최 소	최 대	최 소	최 대
13	0	85	85	190
20	85	190	190	270
25	150	270	270	410
32	200	410	410	700
40	300	620	620	1,300
50	520	1,100	1,100	2,600
50(터빈)	1,050	2,600	2,600	6,800
65(터빈)	2,500	5,600	5,600	13,000
75(터빈)	4,500	9,000	9,000	21,000
100(터빈)	7,000	14,500	14,500	34,000
125(터빈)	11,500	21,000	21,000	58,000
150(터빈)	18,000	37,000	37,000	88,000
200(터빈)	27,000	58,000	58,000	130,000
250(터빈)	39,000	81,000	81,000	180,000
300(터빈)	53,000	110,000	110,000	280,000

자료 : 서울시 유수율대책백서(2000년, 서울시 상수도 사업본부)

(3) 수도 계량기 교체

상수도유수율제고 업무처리 규정(환경부 훈령 제486호)에 따르면 수도사업자는 3년마다 수도계량기를 전수조사하여 교체 및 정비대상 계량기를 파악해야 하며, 전수조사 결과에 따라 교체 및 정비계획을 수립하여 시행하여야 한다.

수도계량기 교체·정비대상 판단기준

구 분		기 준	비 고
교체대상	문제계량기	파손, 회전불가, 매물, 수물 등 계량기	
	내구년 경과 계량기	내구연한은 직경 50mm 이하 8년, 50mm 초과 6년	
	구경 부적정 계량기	물사용량에 비하여 계량기의 구경이 지나치게 크거나 적은 계량기	
보수·정비 대상 계량기	미봉인 계량기	계량기가 봉인되지 않아 임의 조작이 가능한 계량기	
	위치 부적합 계량기	계량기의 설치위치가 부적합하여 이전이 필요한 계량기	
	적치물 계량기	적치물이 쌓여 계량기 검침이 불가능한 계량기	
	규격외 보호통	계량기 보호통의 규격이 부적합하여 보수·정비가 필요한 보호통	

월 수돗물 사용량별 적정 구경 계량기 판단표

구 분	φ 13	φ 20	φ 25	φ 32	φ 40	φ 50	φ 80	φ 100	φ 150	φ 200	φ 250	φ 250 이상
0 -10m³												
10 -20m³												
20 -40m³												
40 -60m³												
60 -80m³												
80-100m³												
100-125m³												
125-150m³												
150-175m³												
175-200m³												
200-225m³												
225-250m³												
250-275m³												
275-300m³												
300-325m³												
325-350m³												
350-375m³												
375-400m³												
400-425m³												
425-450m³												
450-475m³												
475-500m³												
500-550m³												
550-600m³												
600-650m³												
650-700m³												
700-750m³												
750-800m³												
800-850m³												
850-900m³												
900-950m³												
950-1000m³												
1000-1250m³												
1250-1500m³												
1500-1750m³												
1750-2000m³												
2000-2500m³												
2500-3000m³												
3000-3500m³												
3500-4000m³												
4000-4500m³												
4500-5000m³												
5000-6000m³												
6000-7000m³												
7000-8000m³												
8000-9000m³												
9000-10000m³												

주) 음영은 평균 수돗물 사용량 대비 적정 구경의 계량기임

2) 수도계량기 감지불량 분석

(1) 수도계량기 감지불량 원인

수도미터 감지불량 원인은 주로 다음과 같은 원인에 의하여 발생된다.

- ① 기어부분에 이물질(돌, 모래, 용접찌꺼기, 녹 및 응결물)이 끼일 경우
- ② 물 공급시 유량이 시간대별로 변동이 클 경우
- ③ 과대유량시
- ④ 워터해머(Water Hammer)
- ⑤ 동결
- ⑥ 제한급수 등으로 역류발생시 역유량 감지불량
- ⑦ 미소유량 감지불량
- ⑧ 설치시 미터의 입,출구 확대 및 축소관에 따른 과대 혹은 과소 계량오차발생
- ⑨ 설치각도에 의한 감지불량

(2) 감지 불량률 산정방법

감지불량률 산정 방법은 아래와 같이 여러 가지가 있으므로 감지 불량률 산정시 설치환경에 따라 종합적으로 검토하여 현장시험 등을 거쳐 산정하여야 한다.

- ① 최소유량(Q1)이하의 영역에서 구경별 오차시험
- ② 월 평균사용량 비교데이터
- ③ 설치계량기의 형식이나 누적 사용량(내구연한)에 따른 비교 데이터
- ④ 저장용기에 실량을 검사하는 방법
- ⑤ 설치각도 : 미터에 표기된 수평설치가 아닌 경사설치에 의한 오차산출 방법

(3) 수도계량기 교체 및 정비에 따른 유수율 제고 효과

단순 노후된 수도계량기의 경우 수도계량기의 오차 발생 범위를 기준으로 산

정하면 노후된 수도미터 교체 및 정비에 따른 유수율은 약 2.5% 정도(제조업소 실험치)는 향상 될 수 있을 것으로 판단된다. 그러나 현장에 설치된 수도미터는 여러 가지 다양한 조건(수도미터의 고장의 원인이 되는 각종 환경)에서 계량 오차에 영향을 받을 수 있기 때문에 상기에서 산정한 수치와 다를 수 밖에 없다. 또한 대형 계량기로 갈수록 그 영향이 커지므로 이에 대한 대책도 필요하다.

3) 구역유량의 효율적 관리

수도요금 부과 기준이 되는 수도 계량기의 교체도 중요하지만 생산량 및 공급량을 정확히 파악하여 불감수량 산정의 정확도를 높이는 것 또한 중요하다. 이를 위해 정수장, 배수지, 송·배수관로의 유량을 관리할 필요가 있으며 송·배수관로의 경우 다음과 같은 구역 유량 관리가 필요하다.

(1) 구역 유량 관리

- ① 주기적으로 야간 최소유량을 확인 구역내 누수량 판단
- ② 누수 징후가 있는 구역은 집중 탐사로 누수지점 확인 조치
- ③ 유량계 설치 구역별 검침체제로 유수율 제고 및 누수원인 분석
- ④ 누수가 빈번한 노후 급·배수관 교체 계획 수립
- ⑤ 적정수압, 수량이 유지되도록 배관시스템 개선
- ⑥ 구역유량계는 년 1회 이상 검·교정 실시

(2) 유량계 관리 계획

- ① 유량계 고장 발생시 발생 일시와 고장내용 확인하여 즉각 조치
- ② 경미한 고장시는 유량계 유지보수 지침서나 제조업체에 문의하여 능동적 대처
- ③ 중대한 고장 시는 24시간 이내 조치 가능토록 제조업체의 협조공조 유지
- ④ 매월 2회 각 유량계 데이터를 수집하여 유량 분석 자료 활용(TM 전송전 까지)
- ⑤ 매년 1회 제조사측에 의뢰하여 법에 의한 교정검사 의뢰하여 정밀도 유지

(3) 원격 모니터링 및 감시 시스템 구축

- ① 목적 : 기 설치되어있는 구역유량계의 통합관리 및 데이터의 원격관리를 통한 주간, 월간, 연간 단위별로 유수율 관리를 목적으로 함.
- ② 추진방향 : T/M(원격 모니터링 시스템)을 활용한 효과적인 구역유량 관리

③ T/M의 필요성

- 정보화 시대를 앞서가는 행정능력 확보 및 원격감시
- 컴퓨터 및 통신을 이용한 효율적인 물 관리 및 목표 유수율 관리
- 향후 구역유량 data의 체계적인 관리

다. 수도계량기 교체 계획

1) 대전광역시 현황

대전광역시 2009년 말 현재 수도계량기는 총 129,404전으로 이중 13mm가 73.72%인 95,401전, 20mm가 14.79%인 19,143전이며, 25mm가 7.27%인 9,413전 순으로 구성되어 있다. 100mm 중 소화전 계량기가 108개소가 포함되어 있다.

수도계량기 현황

구 분		계	동부	중부	서부	유성	대덕	비고
계	급수전(전)	129,404	32,553	31,216	31,217	12,980	21,438	
	구성비(%)	100	25.16	24.12	24.12	10.03	16.57	
13mm	급수전(전)	95,401	27,467	26,220	21,073	5,875	14,766	
	구성비(%)	73.72	21.23	20.26	16.28	4.54	11.41	
20mm	급수전(전)	19,143	2,596	2,134	6,203	4,248	3,962	
	구성비(%)	14.79	2.01	1.65	4.79	3.28	3.06	
25mm	급수전(전)	9,413	1,688	2,023	2,374	1,551	1,777	
	구성비(%)	7.27	1.30	1.56	1.83	1.20	1.37	
32mm	급수전(전)	741	94	78	225	268	76	
	구성비(%)	0.57	0.07	0.06	0.17	0.21	0.06	
40mm	급수전(전)	1,895	284	334	567	374	336	
	구성비(%)	1.46	0.22	0.26	0.44	0.29	0.26	
50mm	급수전(전)	881	164	156	228	173	160	
	구성비(%)	0.68	0.13	0.12	0.18	0.13	0.12	
75mm	급수전(전)	1,191	142	156	361	298	234	
	구성비(%)	0.92	0.11	0.12	0.28	0.23	0.18	
100mm	급수전(전)	462	87	68	105	130	72	
	구성비(%)	0.36	0.07	0.05	0.08	0.10	0.06	
150mm	급수전(전)	184	19	31	55	46	33	
	구성비(%)	0.14	0.01	0.02	0.04	0.04	0.03	
200mm	급수전(전)	76	10	14	22	15	15	
	구성비(%)	0.06	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	
250mm	급수전(전)	8	2	-	2	-	4	
	구성비(%)	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
300mm	급수전(전)	8	-	2	2	2	2	
	구성비(%)	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
400mm	급수전(전)	1	-	-	-	-	1	
	구성비(%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

2008년 말 기준 생산량 분석결과 대전광역시의 유수율은 86.9%로 타 광역시중 상위권의 유수율을 나타내고 있다. 한편 생산량 분석결과 대전광역시의 계량기

불감수량 비율은 4.0%를 나타내고 있다. 지속적인 수도계량기 관리 및 교체로 불감수량을 감소시켜야 할 것이다.

2) 노후(경과년)계량기 현황

2009년 현재 수도계량기는 총 129,404전 이며, 이중 소화전 계량기를 제외한 129,296전 중 2010년을 기준으로 경과년을 적용한 수도계량기는 18,177전 (0.14%)이다. 이중 50mm이하는 18,154전, 80mm이상은 152전으로 구성되어 있다.

경과년별 수도계량기

(단위 : 전)

구 분		계	경 과 년 별 현 황										비 고	
			1년 (09)	2년 (08)	3년 (07)	4년 (06)	5년 (05)	6년 (04)	7년 (03)	8년 (02)	9년 (01)	10년 (00)		
총 괄	계	129,296	9,159	10,551	12,798	14,321	22,568	22,392	13,525	5,805	9,542	8,635		
	동부	32,507	2,065	1,979	2,735	2,532	6,131	7,151	4,681	1,461	2,043	1,729		
	중부	31,204	2,045	2,363	3,238	4,069	6,049	5,850	2,576	825	2,167	2,022		
	서부	31,211	2,276	2,650	3,019	3,846	5,190	4,680	3,248	1,558	2,487	2,257		
	유성	12,958	1,396	1,535	1,447	1,270	1,797	1,525	1,087	875	1,222	804		
	대덕	21,416	1,377	2,024	2,359	2,604	3,401	3,186	1,933	1,086	1,623	1,823		
	50mm 이하	소계	127,474	8,974	10,230	12,392	13,949	22,343	22,231	13,436	5,765	9,528	8,626	
		동부	32,293	2,040	1,942	2,677	2,488	6,110	7,129	4,674	1,461	2,043	1,729	
		중부	30,945	2,021	2,314	3,181	4,036	6,000	5,825	2,567	822	2,163	2,016	
		서부	30,670	2,223	2,542	2,904	3,744	5,132	4,626	3,213	1,543	2,487	2,256	
		유성	12,489	1,353	1,453	1,340	1,169	1,734	1,489	1,065	860	1,222	804	
		대덕	21,077	1,337	1,979	2,290	2,512	3,367	3,162	1,917	1,079	1,613	1,821	
	80mm 이상	소계	1,822	185	321	406	372	225	161	89	40	14	9	
		동부	214	25	37	58	44	21	22	7	0	0	0	
		중부	259	24	49	57	33	49	25	9	3	4	6	
		서부	541	53	108	115	102	58	54	35	15	0	1	
		유성	469	43	82	107	101	63	36	22	15	0	0	
		대덕	339	40	45	69	92	34	24	16	7	10	2	

경과년별 수도계량기(계속)

(단위 : 전)

구 분		계	경 과 년 별 현 황										비 고
			1년 (09)	2년 (08)	3년 (07)	4년 (06)	5년 (05)	6년 (04)	7년 (03)	8년 (02)	9년 (01)	10년 (00)	
13mm	소계	95,401	6,307	6,614	8,720	10,687	18,464	18,545	10,759	3,034	6,322	5,949	
	동부	27,467	1,738	1,487	2,145	1,957	5,333	6,459	4,190	940	1,782	1,436	
	중부	26,220	1,678	1,888	2,597	3,421	5,417	5,230	2,142	480	1,746	1,621	
	서부	21,073	1,310	1,315	1,937	2,880	4,181	3,637	2,364	742	1,279	1,428	
	유성	5,875	619	701	732	524	891	810	516	337	406	339	
	대덕	14,766	962	1,223	1,309	1,905	2,642	2,409	1,547	535	1,109	1,125	
20mm	소계	19,143	1,796	2,289	2,358	1,748	2,179	2,101	1,545	1,402	2,046	1,679	
	동부	2,596	190	240	306	244	419	353	273	227	163	181	
	중부	2,134	154	175	255	251	230	281	219	208	201	160	
	서부	6,203	674	866	714	505	593	564	503	390	814	580	
	유성	4,248	534	525	423	398	488	418	338	277	565	282	
	대덕	3,962	244	483	660	350	449	485	212	300	303	476	
25mm	소계	9,413	624	1,025	1,032	1,079	1,324	1,093	794	841	845	756	
	동부	1,688	81	165	178	207	296	256	160	187	71	87	
	중부	2,023	158	176	276	298	284	231	162	105	160	173	
	서부	2,374	174	277	181	264	272	302	205	251	270	178	
	유성	1,551	142	182	147	104	244	94	144	161	196	137	
	대덕	1,777	69	225	250	206	228	210	123	137	148	181	
32mm	소계	741	50	73	65	95	96	83	93	90	58	38	
	동부	94	3	9	8	23	17	5	5	18	3	3	
	중부	78	3	8	12	12	13	10	11	3	3	3	
	서부	225	15	24	21	19	17	22	36	35	26	10	
	유성	268	26	26	11	36	44	33	31	22	24	15	
	대덕	76	3	6	13	5	5	13	10	12	2	7	

경과년별 수도계량기(계속)

(단위 : 전)

구 분		계	경 과 년 별 현 황										비 고
			1년 (09)	2년 (08)	3년 (07)	4년 (06)	5년 (05)	6년 (04)	7년 (03)	8년 (02)	9년 (01)	10년 (00)	
40mm	소계	1,895	147	160	153	222	216	322	158	177	194	146	
	동부	284	22	28	33	31	39	45	20	32	19	15	
	중부	334	23	48	31	38	37	41	21	12	39	44	
	서부	567	37	47	35	59	49	80	77	65	74	44	
	유성	374	23	9	15	63	54	116	28	25	25	16	
	대덕	336	42	28	39	31	37	40	12	43	37	27	
50mm	소계	881	50	69	64	118	64	87	87	221	63	58	
	동부	164	6	13	7	26	6	11	26	57	5	7	
	중부	156	5	19	10	16	19	32	12	14	14	15	
	서부	228	13	13	16	17	20	21	28	60	24	16	
	유성	173	9	10	12	44	13	18	8	38	6	15	
	대덕	160	17	14	19	15	6	5	13	52	14	5	
75mm	소계	1,191	131	196	252	245	163	99	70	28	5	2	
	동부	142	20	24	35	30	15	11	7	0	0	0	
	중부	156	16	23	39	18	32	17	7	3	1	0	
	서부	361	39	70	72	60	43	36	29	12	0	0	
	유성	298	25	52	60	69	44	24	16	8	0	0	
	대덕	234	31	27	46	68	29	11	11	5	4	2	
100mm	소계	354	37	67	98	60	39	29	14	6	3	1	
	동부	41	3	8	15	7	3	5	0	0	0	0	
	중부	56	5	12	11	4	14	8	1	0	0	1	
	서부	99	10	20	21	23	8	11	5	1	0	0	
	유성	108	15	19	31	16	13	3	6	5	0	0	
	대덕	50	4	8	20	10	1	2	2	0	3	0	

경과년별 수도계량기(계속)

(단위 : 전)

구 분		계	경 과 년 별 현 황										비 고
			1년 (09)	2년 (08)	3년 (07)	4년 (06)	5년 (05)	6년 (04)	7년 (03)	8년 (02)	9년 (01)	10년 (00)	
150mm	소계	184	7	37	40	51	15	22	2	5	2	3	
	동부	19	1	2	7	5	1	3	0	0	0	0	
	중부	31	2	9	4	8	3	0	1	0	1	3	
	서부	55	1	16	12	14	5	5	0	2	0	0	
	유성	46	1	5	14	13	5	6	0	2	0	0	
	대덕	33	2	5	3	11	1	8	1	1	1	0	
200mm	소계	76	7	18	16	14	8	9	0	1	2	1	
	동부	10	1	2	1	2	2	2	0	0	0	0	
	중부	14	1	4	3	3	0	0	0	0	2	1	
	서부	22	2	2	10	5	2	1	0	0	0	0	
	유성	15	2	6	2	1	1	3	0	0	0	0	
	대덕	15	1	4	0	3	3	3	0	1	0	0	
250mm	소계	8	2	1	0	0	0	2	3	0	0	0	
	동부	2	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	
	중부	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	서부	2	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	
	유성	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	대덕	4	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	
300mm	소계	8	1	2	0	2	0	0	0	0	1	2	
	동부	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	중부	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	
	서부	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
	유성	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	
	대덕	2	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	
400mm	소계	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
	동부	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	중부	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	서부	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	유성	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	대덕	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	

3) 부적정 계량기 현황

수도계량기 129,296전에 대한 월별사용량 분석결과 적정계량기 54,894전, 부적정 계량기 74,402전으로 나타났다. 부적정계량기 중 13mm계량기를 교체대상에서 제외하면 24,409전이다.

적정·부적정계량기 현황(2009.6~10월분 평균)

구 분			계	동부	중부	서부	유성	대덕
전체	계		129,296	32,507	31,204	31,211	12,958	21,416
	적정		54,902	14,397	14,277	16,543	350	9,335
	부적정		74,394	18,110	16,927	14,668	12,608	12,081
13mm	소계		95,401	27,467	26,220	21,073	5,875	14,766
	적정	20~550m³	45,308	12,762	12,665	12,245	278	7,358
	부적정	20m³ 미만, 550m³~	50,093	14,705	13,555	8,828	5,597	7,408
20mm	소계		19,143	2,596	2,134	6,203	4,248	3,962
	적정	80~1,250m³	5,265	861	699	2,734	10	961
	부적정	80m³ 미만, 1,250m³~	13,878	1,735	1,435	3,469	4,238	3,001
25mm	소계		9,413	1,688	2,023	2,374	1,551	1,777
	적정	125~2,000m³	3,027	564	673	1,072	13	705
	부적정	125m³ 미만, 2,000m³~	6,386	1,124	1,350	1,302	1,538	1,072
32mm	소계		741	94	78	225	268	76
	적정	200~3,500m³	181	34	25	89	2	31
	부적정	200m³ 미만, 3,500m³~	560	60	53	136	266	45
40mm	소계		1,895	284	334	567	374	336
	적정	325~5,000m³	340	51	62	142	3	82
	부적정	325m³ 미만, 5,000m³~	1,555	233	272	425	371	254
50mm	소계		881	164	156	228	173	160
	적정	500~8,000m³	190	35	43	52	2	58
	부적정	500m³ 미만, 8,000m³~	691	129	113	176	171	102
75mm	소계		1,191	142	156	361	298	234
	적정	1,250m³~	241	38	52	76	7	68
	부적정	1,250m³ 미만	950	104	104	285	291	166
100mm	소계		354	41	56	99	108	50
	적정	2,000m³~	179	26	26	63	29	35
	부적정	2,000m³ 미만	175	15	30	36	79	15
150mm	소계		184	19	31	55	46	33
	적정	4,500m³~	111	16	21	48	2	24
	부적정	4,500m³ 미만	73	3	10	7	44	9
200mm	소계		76	10	14	22	15	15
	적정	8,000m³~	49	8	10	19	3	9
	부적정	8,000m³ 미만	27	2	4	3	12	6
250mm	소계		8	2	0	2	0	4
	적정	10,000m³~	6	2	0	2	0	2
	부적정	10,000m³ 미만	2	0	0	0	0	2
300mm	소계		8	0	2	2	2	2
	적정	10,000m³~	4	0	1	1	1	1
	부적정	10,000m³ 미만	4	0	1	1	1	1
400mm	소계		1	0	0	0	0	1
	적정	10,000m³~	1	0	0	0	0	1
	부적정	10,000m³ 미만	0	0	0	0	0	0

월사용량현황(동부)

구분	비율	계	φ13	φ20	φ25	φ32	φ40	φ50	φ75	φ100	φ125	φ150	φ200	φ250	φ300	φ350	φ400	기타
비율		100.00	84.50	7.99	5.19	0.29	0.87	0.50	0.44	0.13	0.00	0.06	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
계	100.0	32,507	27,467	2,596	1,688	94	284	164	142	41	0	19	10	2	0	0	0	0
0~10	27.50	8,940	8,280	409	176	7	33	11	20	3	0	0	1	0	0	0	0	0
10~20	20.82	6,767	6,422	232	91	4	12	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20~40	26.90	8,746	8,049	448	210	3	22	13	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
40~60	10.64	3,460	2,881	389	157	7	17	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
60~80	4.35	1,413	935	257	172	6	32	8	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
80~100	2.36	767	381	217	139	9	17	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
100~125	2.01	652	214	229	179	7	17	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
125~150	1.60	519	144	165	176	9	11	10	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0
150~175	1.06	344	65	108	140	5	14	9	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
175~200	0.62	201	40	58	79	3	13	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
200~225	0.42	137	23	31	58	4	11	6	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
225~250	0.25	81	13	10	27	5	19	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
250~275	0.17	55	7	7	21	4	8	6	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
275~300	0.13	42	1	6	17	3	7	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
300~325	0.14	44	3	9	9	4	8	10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
325~350	0.09	30	1	0	9	4	9	5	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
350~375	0.06	21	1	4	4	1	6	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
375~400	0.06	20	2	4	4	0	7	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
400~425	0.08	26	2	5	5	2	6	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
425~450	0.05	16	0	0	4	2	2	3	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
450~475	0.03	9	0	1	1	1	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
475~500	0.05	15	0	1	4	2	2	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
500~550	0.03	10	0	2	1	1	2	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
550~600	0.03	11	1	0	1	1	3	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
600~650	0.03	11	2	1	1	0	0	1	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
650~700	0.01	4	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
700~750	0.01	4	0	1	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
750~800	0.03	9	0	0	0	0	2	2	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
800~850	0.01	4	0	0	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
850~900	0.02	8	0	1	2	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
900~950	0.03	9	0	0	0	0	1	4	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0
950~1000	0.02	5	0	0	1	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1000~1250	0.05	15	0	1	0	0	1	3	9	1	0	0	0	0	0	0	0	0
1250~1500	0.03	11	0	0	0	0	1	4	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0
1500~1750	0.04	12	0	0	0	0	0	3	6	2	0	1	0	0	0	0	0	0
1750~2000	0.02	8	0	0	0	0	0	3	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2000~2500	0.03	9	0	0	0	0	0	1	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0
2500~3000	0.02	7	0	0	0	0	0	0	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0
3000~3500	0.02	8	0	0	0	0	0	1	4	2	0	0	1	0	0	0	0	0
3500~4000	0.02	7	0	0	0	0	0	0	4	2	0	1	0	0	0	0	0	0
4000~4500	0.01	3	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0
4500~5000	0.01	4	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0
5000~6000	0.01	3	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0
6000~7000	0.01	3	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
7000~8000	0.02	7	0	0	0	0	0	1	1	3	0	2	0	0	0	0	0	0
8000~9000	0.02	5	0	0	0	0	0	0	0	2	0	3	0	0	0	0	0	0
9000~10000	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10000~15000	0.04	12	0	0	0	0	0	0	1	3	0	5	3	0	0	0	0	0
15000~20000	0.02	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	0	0	0	0	0
20000~25000	0.01	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0
25000~30000	0.00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
30000~35000	0.00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
35000~40000	0.00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
40000~45000	0.00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
45000~50000	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50000~55000	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
55000~60000	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
60000이상	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
기타	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

월사용량현황(중부)

구분	비율	계	φ13	φ20	φ25	φ32	φ40	φ50	φ75	φ100	φ125	φ150	φ200	φ250	φ300	φ350	φ400	기타
비율		100.00	84.03	6.84	6.48	0.25	1.07	0.50	0.50	0.18	0.00	0.10	0.04	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
계	100.0	31,204	26,220	2,134	2,023	78	334	156	156	56	0	31	14	0	2	0	0	0
0~10	25.54	7,969	7,274	327	268	5	50	13	18	5	0	4	4	0	1	0	0	0
10~20	21.16	6,603	6,281	188	112	6	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20~40	28.17	8,790	8,075	416	258	9	24	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40~60	10.13	3,161	2,656	286	186	3	22	6	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
60~80	4.36	1,359	920	218	178	9	25	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
80~100	2.24	700	368	151	152	4	16	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
100~125	2.10	654	267	161	196	6	12	10	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
125~150	1.49	466	148	121	170	3	14	7	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
150~175	1.22	381	91	95	159	4	19	9	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
175~200	0.85	264	60	71	108	4	15	4	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
200~225	0.46	142	26	33	60	2	10	9	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
225~250	0.34	105	17	21	42	1	15	4	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0
250~275	0.21	67	15	11	16	3	13	1	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0
275~300	0.16	49	6	5	25	1	9	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
300~325	0.16	51	6	5	19	1	12	5	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
325~350	0.15	48	2	7	20	6	7	2	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0
350~375	0.09	27	2	4	10	1	8	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
375~400	0.08	25	2	4	4	4	7	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
400~425	0.05	16	1	1	4	0	3	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
425~450	0.06	19	3	2	2	1	4	6	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
450~475	0.05	16	0	2	5	1	2	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
475~500	0.05	17	0	1	6	1	3	2	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0
500~550	0.07	21	0	1	6	1	4	2	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
550~600	0.08	25	0	0	4	1	5	6	6	3	0	0	0	0	0	0	0	0
600~650	0.05	15	0	1	2	1	3	3	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
650~700	0.04	12	0	1	3	0	1	2	3	1	0	1	0	0	0	0	0	0
700~750	0.04	14	0	1	2	0	3	2	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
750~800	0.03	9	0	0	0	0	1	3	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0
800~850	0.02	5	0	0	0	0	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
850~900	0.02	6	0	0	0	0	1	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
900~950	0.01	4	0	0	0	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
950~1000	0.02	6	0	0	2	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1000~1250	0.08	26	0	0	3	0	5	9	7	0	0	2	0	0	0	0	0	0
1250~1500	0.09	29	0	0	1	0	0	8	16	4	0	0	0	0	0	0	0	0
1500~1750	0.03	8	0	0	0	0	2	2	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0
1750~2000	0.01	4	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2000~2500	0.03	10	0	0	0	0	0	0	8	1	0	1	0	0	0	0	0	0
2500~3000	0.03	8	0	0	0	0	0	1	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0
3000~3500	0.01	4	0	0	0	0	0	0	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0
3500~4000	0.04	11	0	0	0	0	0	0	4	6	0	1	0	0	0	0	0	0
4000~4500	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4500~5000	0.02	7	0	0	0	0	0	0	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0
5000~6000	0.02	7	0	0	0	0	0	0	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0
6000~7000	0.02	5	0	0	0	0	0	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0
7000~8000	0.01	3	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0
8000~9000	0.01	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
9000~10000	0.01	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0
10000~15000	0.03	10	0	0	0	0	0	0	0	3	0	7	0	0	0	0	0	0
15000~20000	0.03	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	5	0	0	0	0	0
20000~25000	0.02	6	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	3	0	0	0	0	0
25000~30000	0.01	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
30000~35000	0.00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
35000~40000	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40000~45000	0.00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
45000~50000	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50000~55000	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
55000~60000	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
60000이상	0.01	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
기타	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

월사용량현황(서부)

구분	비율	계	φ13	φ20	φ25	φ32	φ40	φ50	φ75	φ100	φ125	φ150	φ200	φ250	φ300	φ350	φ400	기타
비율		100.00	67.52	19.87	7.61	0.72	1.82	0.73	1.16	0.32	0.00	0.18	0.07	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
계	100.0	31,211	21,073	6,203	2,374	225	567	228	361	99	0	55	22	2	2	0	0	0
0~10	18.68	5,830	4,513	935	247	15	49	21	33	12	0	3	1	0	1	0	0	0
10~20	15.02	4,687	4,315	285	67	7	9	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20~40	26.59	8,298	7,318	732	193	17	31	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40~60	12.82	4,000	3,003	759	181	8	38	6	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0
60~80	6.44	2,009	998	758	189	15	33	9	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
80~100	3.97	1,240	376	613	203	13	29	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
100~125	3.57	1,113	230	594	222	15	36	10	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0
125~150	3.01	938	133	499	245	14	35	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
150~175	2.44	762	64	405	223	18	37	9	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
175~200	2.00	624	44	298	219	14	34	12	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
200~225	1.03	321	21	132	126	13	21	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
225~250	0.75	233	15	96	73	6	28	9	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0
250~275	0.45	142	16	38	45	5	16	17	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
275~300	0.31	98	5	15	32	9	18	8	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0
300~325	0.25	79	3	18	24	9	11	5	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
325~350	0.20	62	3	10	16	2	14	12	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
350~375	0.18	55	5	3	14	4	17	9	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
375~400	0.11	34	3	4	8	4	7	3	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
400~425	0.13	42	4	3	6	7	6	7	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
425~450	0.11	35	1	0	8	5	10	5	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0
450~475	0.16	51	2	2	6	5	16	9	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0
475~500	0.08	26	0	2	4	1	8	4	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0
500~550	0.16	51	1	1	6	4	20	4	14	1	0	0	0	0	0	0	0	0
550~600	0.12	38	0	0	5	1	8	4	19	0	0	1	0	0	0	0	0	0
600~650	0.07	22	0	0	1	3	6	5	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0
650~700	0.08	25	0	0	1	3	5	5	10	1	0	0	0	0	0	0	0	0
700~750	0.10	30	0	0	2	1	5	7	14	1	0	0	0	0	0	0	0	0
750~800	0.06	20	0	0	1	1	2	2	12	2	0	0	0	0	0	0	0	0
800~850	0.08	24	0	0	4	0	1	6	12	1	0	0	0	0	0	0	0	0
850~900	0.04	14	0	1	0	0	5	2	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0
900~950	0.04	12	0	0	0	1	2	2	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
950~1000	0.04	12	0	0	1	1	1	3	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1000~1250	0.15	47	0	0	0	3	5	2	33	3	0	1	0	0	0	0	0	0
1250~1500	0.09	29	0	0	1	0	1	3	20	4	0	0	0	0	0	0	0	0
1500~1750	0.04	14	0	0	0	0	0	1	12	1	0	0	0	0	0	0	0	0
1750~2000	0.06	19	0	0	1	1	0	2	12	3	0	0	0	0	0	0	0	0
2000~2500	0.06	20	0	0	0	0	2	2	10	6	0	0	0	0	0	0	0	0
2500~3000	0.05	17	0	0	0	0	1	1	5	10	0	0	0	0	0	0	0	0
3000~3500	0.03	8	0	0	0	0	0	0	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0
3500~4000	0.02	5	0	0	0	0	0	0	0	4	0	1	0	0	0	0	0	0
4000~4500	0.01	4	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0
4500~5000	0.02	7	0	0	0	0	0	0	2	4	0	1	0	0	0	0	0	0
5000~6000	0.02	7	0	0	0	0	0	1	2	2	0	1	1	0	0	0	0	0
6000~7000	0.03	8	0	0	0	0	0	0	3	4	0	0	1	0	0	0	0	0
7000~8000	0.01	4	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0
8000~9000	0.02	5	0	0	0	0	0	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0
9000~10000	0.00	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
10000~15000	0.10	31	0	0	0	0	0	0	2	15	0	11	2	0	1	0	0	0
15000~20000	0.07	23	0	0	0	0	0	0	0	6	0	15	2	0	0	0	0	0
20000~25000	0.04	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	1	0	0	0	0	0
25000~30000	0.03	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	1	0	0	0	0
30000~35000	0.01	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0
35000~40000	0.01	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0
40000~45000	0.01	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0
45000~50000	0.01	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0
50000~55000	0.00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
55000~60000	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
60000이상	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
기타	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

월사용량현황(유성)

구분	비율	계	φ13	φ20	φ25	φ32	φ40	φ50	φ75	φ100	φ125	φ150	φ200	φ250	φ300	φ350	φ400	기타
비율		100.00	45.34	32.78	11.97	2.07	2.89	1.34	2.30	0.83	0.00	0.35	0.12	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00
계	100.0	12,958	5,875	4,248	1,551	268	374	173	298	108	0	46	15	0	2	0	0	0
0~10	19.33	2,505	1,700	534	159	32	24	16	28	10	0	1	1	0	0	0	0	0
10~20	12.10	1,568	1,186	263	87	11	12	4	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0
20~40	18.59	2,409	1,526	654	171	30	19	6	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
40~60	12.35	1,600	684	680	178	20	22	10	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0
60~80	8.90	1,153	332	611	142	31	22	9	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0
80~100	6.27	813	169	465	125	24	16	9	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
100~125	5.71	740	137	392	166	16	14	14	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
125~150	3.65	473	65	248	116	18	16	6	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0
150~175	2.58	334	36	169	95	11	14	3	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0
175~200	2.05	265	16	110	90	14	17	9	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0
200~225	1.11	144	6	48	54	6	16	7	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0
225~250	0.86	111	6	30	39	7	18	2	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
250~275	0.47	61	4	12	17	7	16	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
275~300	0.41	53	2	10	19	3	12	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
300~325	0.45	58	2	2	20	6	16	5	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
325~350	0.32	41	0	5	6	3	10	6	10	1	0	0	0	0	0	0	0	0
350~375	0.39	51	0	2	12	4	23	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
375~400	0.39	50	1	3	8	7	19	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
400~425	0.27	35	0	1	6	2	16	7	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
425~450	0.15	19	0	0	5	1	6	2	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
450~475	0.18	23	0	3	3	2	10	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
475~500	0.17	22	0	0	5	1	6	2	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0
500~550	0.35	45	0	1	9	2	9	5	15	3	0	1	0	0	0	0	0	0
550~600	0.23	30	0	2	4	3	10	3	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0
600~650	0.14	18	1	0	4	0	2	5	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0
650~700	0.10	13	1	0	1	1	0	1	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
700~750	0.15	19	0	0	2	1	0	4	9	3	0	0	0	0	0	0	0	0
750~800	0.11	14	0	1	1	1	3	1	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
800~850	0.08	10	1	0	0	1	2	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
850~900	0.09	12	0	1	3	1	0	2	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0
900~950	0.05	6	0	1	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
950~1000	0.05	6	0	0	1	0	0	0	3	0	0	1	1	0	0	0	0	0
1000~1250	0.29	37	0	0	2	1	0	2	28	3	0	0	1	0	0	0	0	0
1250~1500	0.15	19	0	0	0	0	1	2	11	5	0	0	0	0	0	0	0	0
1500~1750	0.10	13	0	0	0	1	0	0	9	3	0	0	0	0	0	0	0	0
1750~2000	0.09	12	0	0	0	0	0	2	8	2	0	0	0	0	0	0	0	0
2000~2500	0.17	22	0	0	0	0	3	0	15	4	0	0	0	0	0	0	0	0
2500~3000	0.11	14	0	0	1	0	0	1	5	5	0	1	0	0	1	0	0	0
3000~3500	0.14	18	0	0	0	0	0	1	10	7	0	0	0	0	0	0	0	0
3500~4000	0.05	7	0	0	0	0	0	0	4	2	0	1	0	0	0	0	0	0
4000~4500	0.07	9	0	0	0	0	0	0	5	1	0	2	1	0	0	0	0	0
4500~5000	0.05	7	0	0	0	0	0	0	2	3	0	2	0	0	0	0	0	0
5000~6000	0.04	5	0	0	0	0	0	0	1	2	0	1	1	0	0	0	0	0
6000~7000	0.06	8	0	0	0	0	0	0	4	2	0	1	1	0	0	0	0	0
7000~8000	0.04	5	0	0	0	0	0	0	1	2	0	2	0	0	0	0	0	0
8000~9000	0.06	8	0	0	0	0	0	0	1	4	0	3	0	0	0	0	0	0
9000~10000	0.03	4	0	0	0	0	0	0	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0
10000~15000	0.32	42	0	0	0	0	0	0	1	21	0	19	1	0	0	0	0	0
15000~20000	0.12	16	0	0	0	0	0	0	0	7	0	6	3	0	0	0	0	0
20000~25000	0.02	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
25000~30000	0.02	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
30000~35000	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35000~40000	0.02	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
40000~45000	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
45000~50000	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50000~55000	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
55000~60000	0.02	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
60000이상	0.01	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
기타	0.01	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0

월사용량현황(대덕)

구분	비율	계	φ13	φ20	φ25	φ32	φ40	φ50	φ75	φ100	φ125	φ150	φ200	φ250	φ300	φ350	φ400	기타
비율		100.00	68.95	18.50	8.30	0.35	1.57	0.75	1.09	0.23	0.00	0.15	0.07	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00
계	100.0	21,416	14,766	3,962	1,777	76	336	160	234	50	0	33	15	4	2	0	1	0
0~10	22.67	4,856	4,036	501	187	7	57	21	31	9	0	4	2	0	1	0	0	0
10~20	17.64	3,778	3,370	327	68	2	8	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20~40	25.51	5,464	4,509	738	180	6	18	7	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40~60	13.01	2,786	1,773	835	156	3	10	5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
60~80	6.39	1,368	565	600	174	6	11	5	6	0	0	1	0	0	0	0	0	0
80~100	3.35	718	229	336	135	3	8	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
100~125	2.84	608	113	292	172	3	18	4	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
125~150	1.84	394	60	135	171	4	13	5	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0
150~175	1.57	336	43	72	189	4	16	8	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0
175~200	1.03	221	26	53	110	6	18	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
200~225	0.68	146	14	20	82	4	20	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
225~250	0.42	90	7	11	42	4	20	1	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0
250~275	0.30	64	6	10	25	4	12	5	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
275~300	0.26	56	3	9	21	2	15	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
300~325	0.19	41	1	6	14	2	10	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
325~350	0.15	32	1	1	12	1	9	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
350~375	0.14	31	2	2	4	2	13	1	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
375~400	0.12	25	2	1	4	3	8	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
400~425	0.11	23	2	7	3	1	4	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
425~450	0.08	17	0	0	5	1	7	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
450~475	0.05	11	0	0	2	0	3	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
475~500	0.05	10	1	0	0	1	5	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
500~550	0.09	20	1	1	4	1	3	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
550~600	0.07	15	0	0	2	0	5	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
600~650	0.09	19	2	3	5	3	1	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
650~700	0.08	17	0	0	7	1	3	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
700~750	0.05	10	0	0	0	0	1	4	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
750~800	0.05	10	0	0	1	0	2	1	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
800~850	0.05	10	0	0	0	0	0	4	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0
850~900	0.04	9	0	1	0	0	2	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
900~950	0.03	6	0	0	0	0	1	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
950~1000	0.04	8	0	0	1	0	3	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1000~1250	0.16	35	0	1	1	0	5	10	17	1	0	0	0	0	0	0	0	0
1250~1500	0.07	15	0	0	0	0	3	4	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0
1500~1750	0.05	11	0	0	0	0	2	3	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1750~2000	0.07	16	0	0	0	1	0	1	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2000~2500	0.08	18	0	0	0	0	0	6	10	1	0	1	0	0	0	0	0	0
2500~3000	0.07	15	0	0	0	0	1	2	9	3	0	0	0	0	0	0	0	0
3000~3500	0.03	7	0	0	0	0	0	2	1	3	0	1	0	0	0	0	0	0
3500~4000	0.05	10	0	0	0	1	1	3	3	1	0	0	1	0	0	0	0	0
4000~4500	0.01	3	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
4500~5000	0.02	5	0	0	0	0	0	0	2	2	0	1	0	0	0	0	0	0
5000~6000	0.06	12	0	0	0	0	0	0	6	5	0	0	1	0	0	0	0	0
6000~7000	0.03	7	0	0	0	0	0	0	1	3	0	1	2	0	0	0	0	0
7000~8000	0.02	5	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	1	0	0	0	0
8000~9000	0.04	8	0	0	0	0	0	0	4	3	0	1	0	0	0	0	0	0
9000~10000	0.03	7	0	0	0	0	0	0	4	0	1	1	1	0	0	0	0	0
10000~15000	0.08	17	0	0	0	0	0	1	2	5	0	7	2	0	0	0	0	0
15000~20000	0.03	6	0	0	0	0	0	0	2	1	0	2	1	0	0	0	0	0
20000~25000	0.03	6	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	2	0	0	0	0	0
25000~30000	0.01	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0
30000~35000	0.01	3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0
35000~40000	0.00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
40000~45000	0.01	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
45000~50000	0.00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
50000~55000	0.00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
55000~60000	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
60000이상	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
기타	0.01	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0

4) 수도계량기 교체 사업비

수도계량기 교체 계획

(단위 : 전, 백만원)

구 분		계	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년
계	수량	79,209	5,926	13,661	22,603	22,749	14,270
	사업비	3,563	368	581	948	967	699
50mm 이하 (8년)	소계	수량	77,724	5,765	13,436	22,231	22,343
		사업비	2,405	235	412	655	443
	동부	수량	21,862	1,461	4,674	7,129	6,110
		사업비	634	56	131	196	78
	중부	수량	19,250	822	2,567	5,825	6,000
		사업비	560	31	76	164	120
	서부	수량	18,258	1,543	3,213	4,626	5,132
		사업비	576	65	104	140	151
	유성	수량	6,317	860	1,065	1,489	1,734
		사업비	254	39	42	58	65
	대덕	수량	12,037	1,079	1,917	3,162	3,367
		사업비	381	44	59	97	102
80mm 이상 (6년)	소계	수량	1,485	161	225	372	406
		사업비	1,158	133	169	293	307
	동부	수량	182	22	21	44	58
		사업비	150	21	18	35	45
	중부	수량	213	25	49	33	57
		사업비	167	17	36	29	42
	서부	수량	437	54	58	102	115
		사업비	336	42	43	80	89
	유성	수량	389	36	63	101	107
		사업비	300	30	46	80	82
	대덕	수량	264	24	34	92	69
		사업비	205	23	26	69	49

라. 다량수용가 관리

월 1,000m³이상 사용하는 다량 수용가 점검대상은 총 1,079전 이며, 동부 140전, 중부 166전, 서부 293전, 유성 262전 대덕 218전 으로 조사 되었다.

다량수용가(1,000 m³/월이상사용수용가) 현황(단위 : m³/월, 전)

구분	계	동부	중부	서부	유성	대덕
계	1,079	140	166	293	262	218
1,000~2,000	395	57	68	113	85	72
2,001~3,000	140	20	19	34	38	29
3,001~4,000	86	11	13	18	20	24
4,001~5,000	60	4	13	12	19	12
5,001~6,000	40	8	8	6	8	10
6,001~7,000	26	2	3	8	5	8
7,001~8,000	24	3	3	5	7	6
8,001~9,000	21	4	3	5	3	6
9,001~10,000	26	4	4	5	9	4
10,001~	261	27	32	87	68	47

2008.11년~2009.10의 자료를 월 평균사용량의 분석 결과 월1,000이상 사용수용가 1,079전의 월평균 사용량은 8,033,451m³이다. 이는 시 전체 월 평균 14,259,405m³의 약 56%를 차지하고 있다. 다량사용수용가의 증감은 유수율 부분에도 크게 작용할 요소이다.

현재 지역사업소 요금담당자가 월1회 관리를 하고 있으며 계량기 작동 상태 및 고장, 봉인탈락, 매물등 문제점에 대하여 신속한 조치가 이루어져야 할 것이다.

마. 배수유량계 관리

1) 현황

원배수유량계는 총 18대이며, 그중 배수유량계는 송촌 2대, 회덕 3대, 월평 4대, 신탄진 1대로 총 10대가 설치되어 운영되고 있다. 배수유량계에 대한 검·교정 및 점검을 통해 유량계의 정확도를 유지함으로서 정확한 생산량 분석이 이루어져야 한다.

정수장 유량계 현황

구분	유량계명		형 식	구경(mm)	시설연도
계	18대				
송 촌 (4대)	1단계 원수		초음파식	1,000	2005년
	2단계 원수		초음파식	1,200	2006년
	1단계 배수		초음파식	1,350	2003년
	2단계 배수		초음파식	1,650	2006년
회 덕 (5대)	생활	원수	벤츄리식	900	1969년
		배수	초음파식	800	2003년
	공업	원수	전자식	1,000	1992년
		전체배수	전자식	900	1992년
		3,4공단배수	전자식	700	1992년
월 평 (7대)	1단계 원수		초음파식	1,500	1992년
	2단계 원수		초음파식	1,500	1995년
	3단계 원수		초음파식	1,500	1998년
	1단계 배수		초음파식	1,650	2006년
	2단계 배수		초음파식	1,650	2006년
	3단계(1) 배수		초음파식	1,650	2005년
	3단계(2) 배수		초음파식	1,500	2006년
신탄진 (2대)	원수		초음파식	1,650	2005년
	배수		초음파식	2,300	2005년

2) 교정검사

법적 근거는 '수도법시행규칙 제9조 제3항, 별표3'으로 년1회, 국가공인기관에서 실시하도록한다. 정수장 유량계 보다 정확도가 높은 기준치를 선정하여 실시하며, 교정검사 완료 후 봉인을 하여 신뢰도를 높인다.

월평, 송촌, 신탄진 정수장은 매년 1회 공인기관에 검·교정을 하고 있으며, 자체로 3회, 년 4회 검·교정을 하고 있다.

3.5.2 유수율제고(누수탐사)추진계획

누수발생의 원인 중 수도관 노후에 의한 누수가 가장 큰 비중을 차지한다. 이를 개선하기 위한 가장 효과적인 방법은 노후관 교체로 대전광역시의 경우 기 추진된 사업과 연계하여 추진할 경우 유수율제고에 긍정적인 것으로 검토되었으며 이에 따라 사업계획을 수립하였다.

가. 개요

1) 누수의 정의 및 저감의 필요성

누수는 정수장에서 많은 돈을 들여 생산한 수돗물이 관로를 통하여 수용가까지 운반하는 과정 중에 수용가에서 사용되지 않고 수용가 이전에서 없어지는 수량으로 관로, 밸브류 등 기타 시설물을 통하여 시설물 밖으로 유출되는 것을 말한다.

누수는 시간이 경과하면서 누수부위 및 누수량은 커지게 되어 주위 수압이 낮아지기 때문에 주변 수용가의 주민은 출수불량 등의 불편을 겪게 된다. 그러므로 누수를 그대로 방치할 경우, 생산된 수돗물이 유출되어 손실이 커지게 된다. 이를 방지하기 위한 누수방지사업에는 누수지점을 탐사해서 처리하는 치료차원, 누수를 발생하지 못하게 조치를 취하는 예방차원으로 구분할 수 있다. 또한, 누수는 여러 원인에 의해 연속적으로 발생하므로 예방과 치료차원의 누수방지사업은 지속적으로 추진하여야 한다.

2) 누수발생의 원인

누수는 여러 가지 다양한 원인에 의해 발생한다. 부식성 수도관이 주변의 환경요인 등에 의한 부식에 따른 누수도 있지만, 노후된 수도관을 교체하면서 기존 노후관을 분기점에서 제거하거나 폐쇄하지 않아 발생하는 잔존 수도관에서의 누수도 있다. 또한, 시공불량과 외부의 충격 등에 의해 발생하기도 한다. 다음 표는 누수발생요인을 나타낸 것으로 누수발생요인별로 보면 시단위에서는 관노

후 53.1%, 충격 2.4%, 부등침하 5.6%, 타기관 공사 7.4%, 부식 6.9%, 수압 4.4% 순이며, 노후관으로 인한 누수가 가장 많은 것으로 보고 되었다.

누수발생원인

(단위 : %)

구 분	계	관노후	충격	부등 침하	타기관 공사	부식	수압	시공 불량	자재 불량	기타
특광역시	100	50.0	1.0	1.3	3.3	12.1	7.8	5.5	1.2	17.8
시	100	53.1	2.4	5.6	7.4	6.9	4.4	3.0	5.5	11.7
군	100	50.0	12.7	8.6	6.5	5.5	5.4	1.7	2.9	6.7

주) 유수율제고 연구(2001. 10, 환경부)

나. 누수발생 현황

1) 누수발생현황

과거 10년간 누수발생은 총 34,525건으로 그 현황은 다음과 같다. 2001년을 기준으로 2006년까지 연평균 351건씩 감소 추세를 보였으나 2007년 지상누수가 전년 보다 465건이 증가하였다가 2008년 다시 감소하였다. 지속적인 유수율제고사업으로 누수에 대한 관리가 이루어지고 있다.

누수발생현황

(단위:건)

연도 별	계	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
계	32,940	3,146	3,790	4,494	3,907	3,732	3,353	3,162	2,741	2,363	2,252
지상 누수	26,300	2,896	3,468	4,265	3,301	2,813	2,452	2,191	1,898	1,541	1,475
지하 누수	6,640	250	322	229	606	919	901	971	843	822	777

2) 2008년 관로연장 대비 누수현황

2008년 관로 연장당 누수발생 현황은 km당 0.43개소가 발생하였다. 연장 대비 동구, 중구가 0.55개소로 가장 높았으며, 유성이 0.25개소로 가장 낮았다.

관로연장대비 누수현황

누수건수	관로연장	관로연장대비 누수발생(건/km)					
		평균	동구	중구	서구	유성	대덕
1,896건	4,226km	0.43	0.55	0.55	0.37	0.25	0.43

주) 계량기보호통내 누수는 제외

3) 누수량 저감에 의한 절감량 산정

유수율제고사업 시행전 일최대 용수공급량은 2015년에 766.7천m³/일이며 년단위로 환산시 279,853천m³/년이다. 한편 유수율제고사업 시행후 년최대 용수공급량은 2015년에 718.13천m³/일, 년단위로 262,096천m³/일으로서 사업시행으로 약 17,757천m³/년의 용수량 절감효과가 있는 것으로 산정되었다.

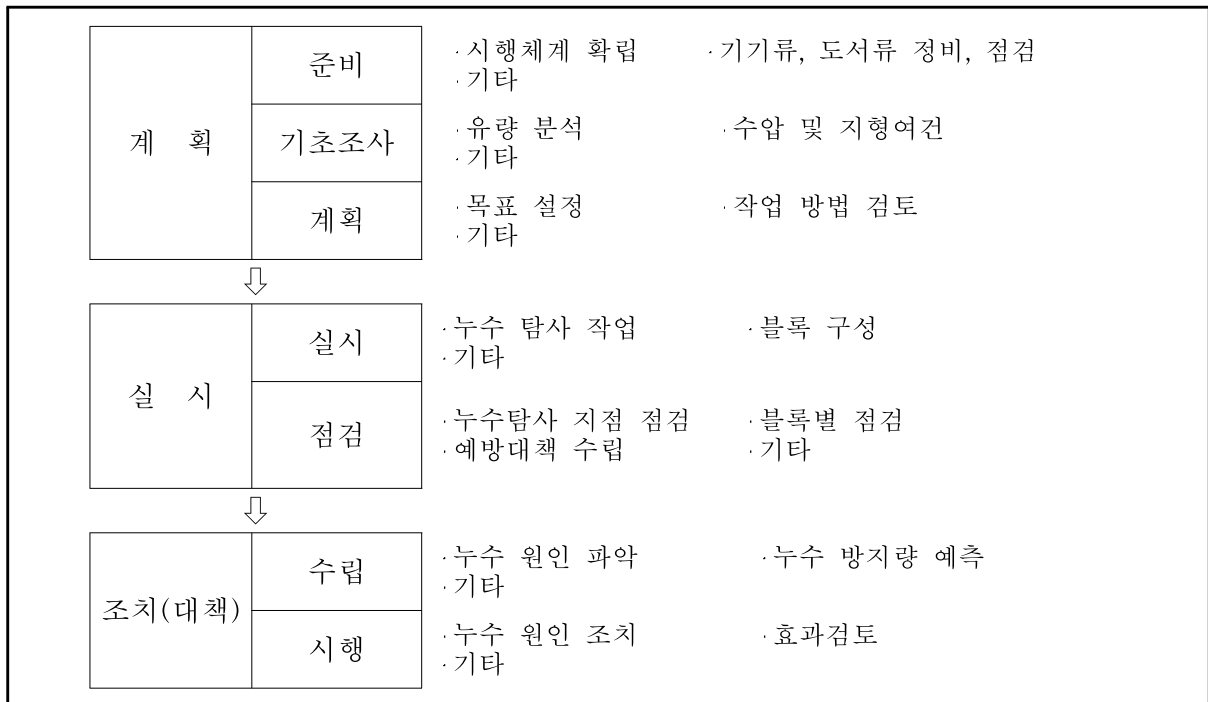
용수 절감액 산정

구 분		단위	2007년	2010년	2015년	비고
유수율제고 사업시행전	일최대	천 m ³ /일	629.9	669.6	766.7	
	년최대	천 m ³ /년	229,914	244,393	279,853	
사업시행후	일최대	천 m ³ /일	629.9	640.8	718.1	
	년최대	천 m ³ /년	229,914	233,892	262,096	
절감량		천 m ³ /년		10,501	17,757	

다. 효율적인 누수저감방안

1) 누수방지사업의 추진

누수방지사업은 지속적으로 이루어져야 하는 것으로 우선 누수발생의 원인 및 누수발생의 여건을 정확하게 파악하여 완벽한 대책을 수립하고 조치하여야 하며 누수원인을 분석하여 향후 동일한 누수의 발생을 억제하여야 한다. 이를 정리하면 다음 그림과 같으며 P(Plan)→D,C(Do,Check)→A(Action)순으로 자발적이며, 지속적으로 추진하여야 효율적인 누수방지사업이 될 수 있다.



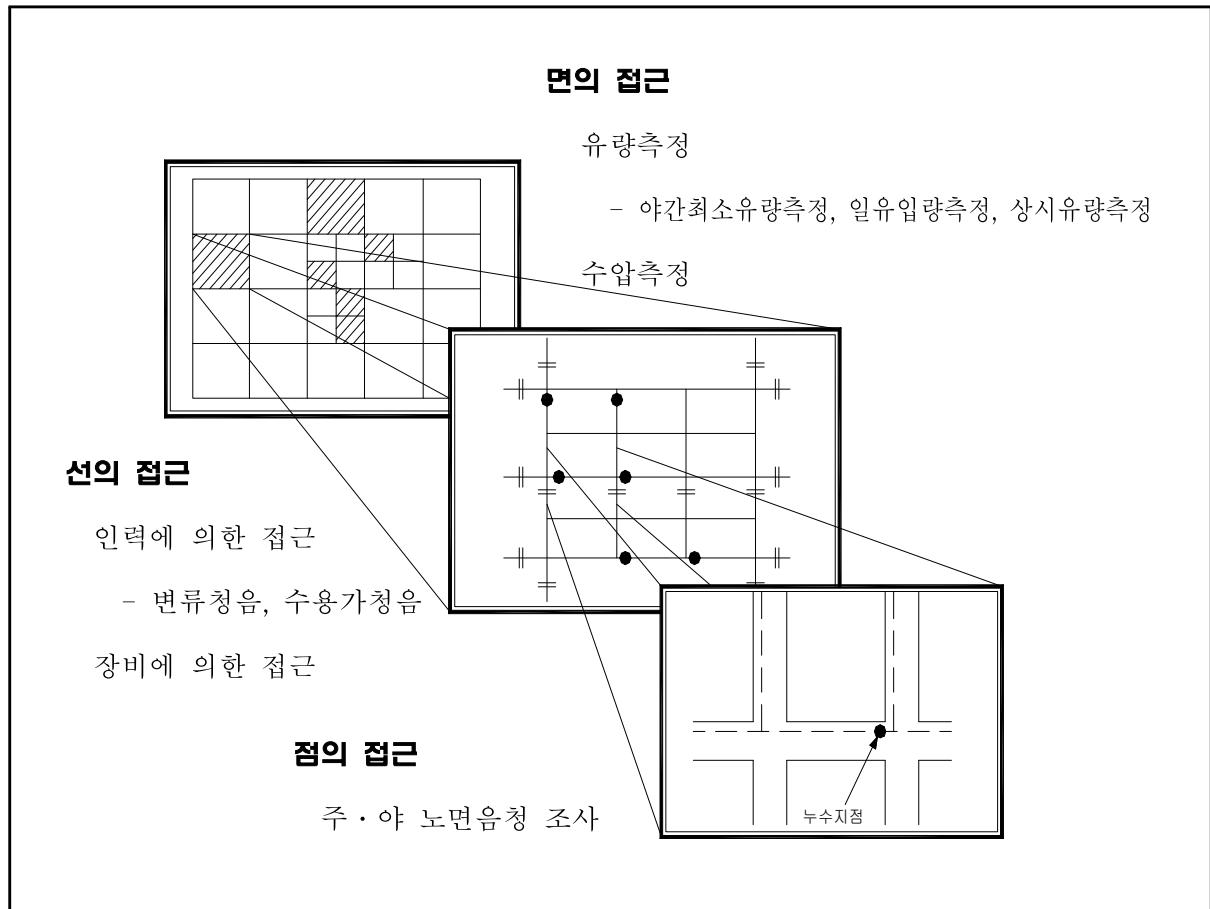
누수방지사업의 진행순서

2) 누수탐사 방법

누수탐사 방법은 면 개념의 접근방법, 선 개념의 접근방법, 점 개념의 접근방법 순으로 시행하며 각 지자체 현 시설 및 인원구성의 여건, 중장기 계획 등에 의해 자체 시행 및 용역 발주 등으로 시행하게 된다.

면의 접근은 유량, 수압측정 등을 통해 유수율이 저조하고 누수가 많은 구역을

선정하는 개념이고 선의 접근은 선정된 구역에 대해 변류청음, 수용가 청음, Leak hunter, 상관식 누수탐지기 등을 사용하여 누수가 존재하는 관로로 접근하는 개념이며 점의 접근은 선정된 관에 대해 노면음청 조사 등을 통해 정확한 누수지점을 포착하는 개념이다.



누수 접근방법

(1) 면개념의 접근방법

면개념의 접근방법은 구역으로 접근한다는 측면으로 구역 또는 블록으로 구분되어야 함으로써 구역고립 및 관정비가 동시에 시행되어야 한다. 배수관망 내 유량 측정 방법으로는 야간최소유량측정, 일유입량 측정, 상시유량측정 세 가지 방법이 있는데 야간최소유량측정에서는 누수량 정도는 평가 할 수 있지

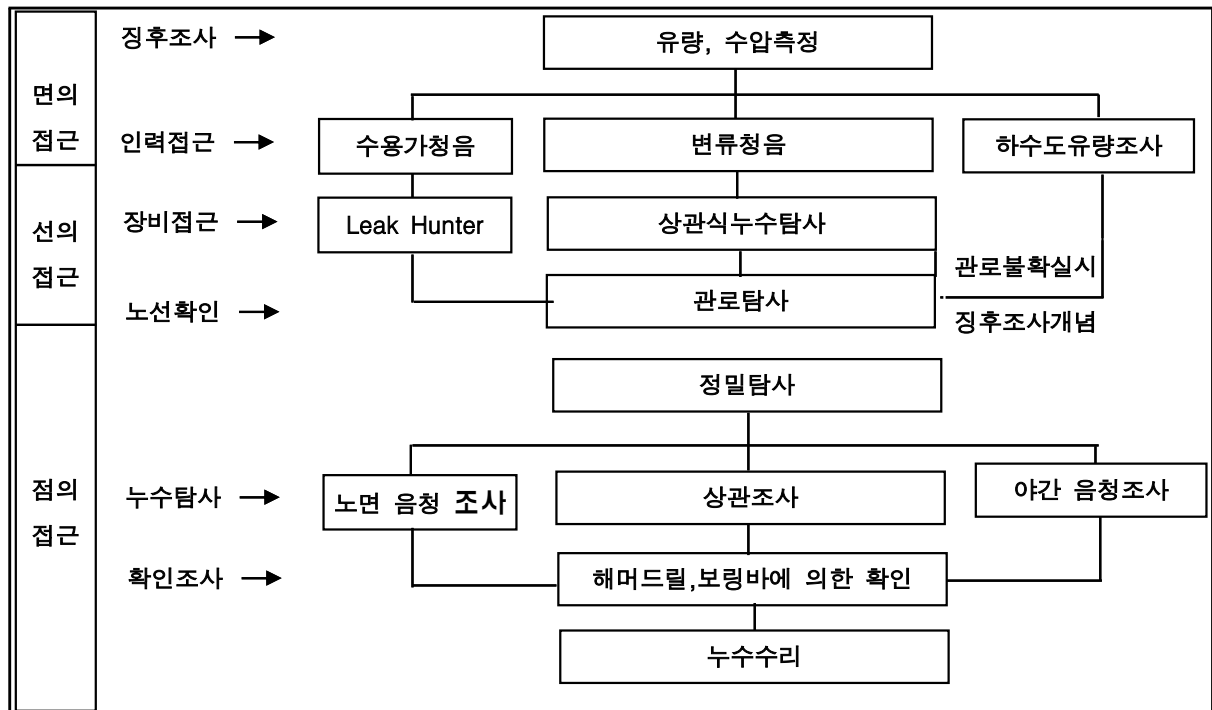
만, 일유입량 측정 및 상시유량측정의 경우 각 무수요인 산출이 가능하다. 유량측정 분석시 사용량 적용은 검침을 실시하거나 기존 검침자료를 활용할 수도 있다.

유량 측정 방법

측정구분	야간최소유량측정	일 유입량 측정	상시(영구) 유량측정
투자비	·유량계실 설치 ·밸브수리, 교체, 신설	·유량계실 설치 ·밸브수리, 교체, 신설 ·주 관로 부설	·유량계실 설치 ·밸브수리, 교체, 신설 ·주 관로 부설 ·외곽관로 부설
작업시간	·야간 시간대	·주간 시간대	·일시적(필요시간)
요인분석	·누수요인	·무수요인(누수포함)	·무수요인(누수포함)

(2) 선, 점개념의 접근방법

일반적으로 누수탐사는 지상누수가 발생하는 지점과 지하에서 누수가 발생하고 있는 지점을 찾아내는 작업으로 어느 관로, 어느 지점에서 한 곳으로 접근하는 방법이다. 어떤 관로(선)이냐는 숙련된 기술자에 의한 방법과 기계에 의존하는 방법이 있으며, 최종적인 점으로의 접근에서 기계에 의한 방법은 정탐율을 높이기 위하여 인력 즉, 숙련된 기술자에 의존하여야 한다.



선, 점에 의한 누수 접근

3) 누수원인별 분석 및 저감방안

누수 발생 인자를 보다 세분하여 더 정확히 파악하여야 보다 나은 저감방안 도출이 가능하므로 다음과 같이 정리하였다.

누수원인별 대책

내 용	대 책
관의 부식 및 노후화	·내식성 자재로 교체(다타일 주철관, 도복장 강관, PFP, Stainless Steel 등), 토질 조건을 고려한 관종 선택
고수압	·수압조절, 감압밸브 등을 활용한 수압저하
토양의 이동	·내진 설계를 통한 시공 및 충분한 다짐, 충분한 심도 유지
도로의 교통하중	·교통량이 적은 보도 등을 이용한 시공 ·충분한 심도로 시공
폐관 미비	·관로 통폐합 등 정비 공사 시 폐관 철거 시행
자재불량, 토질조건	·KS 규격에 적합한 자재 사용, 자재조달시 시험을 통한 반입 ·토질조건을 고려한 관종 선택
시공불량	·엄격한 공사관리, 정기적인 기술 및 정신 교육
타공사 부주의	·수도공사를 포함한 타 공사 시행 시 상수도 관리자 참석

(1) 관의 부식 및 노후화

노후관은 내외부의 부식부분이 침식되어 누수공이 발생하는 것으로 이것 또한 분류하면, 외부적으로는 토질·전식과, 내부적으로는 관종·수질 등에 의해 누수가 발생하는 것이며, 누수가 빈번히 발생하는 곳은 정밀 분석하여 내식성 자재로 교체하여야 한다. 부설교체의 판단기준은 누수다발 관로, 관종 불량, 관로 및 급수전 다발 분기관로, 수압저하 및 단면부족관로, 박스속 및 하수관 거속 관로, 사유지 통과관로 등을 고려하여 판단하여야 한다.

(2) 고수압

수압의 고·저가 누수율, 관의 파손 빈도에 관계된다. 일반적으로 누수량은 관 내 수압에 비례하기 때문에 감압하는 것은 그만큼 누수량을 감소시키는 것이 되어 누수방지에 아주 큰 효과가 있다. 따라서 고수압지역에 감압밸브 설치, 가압장의 경우는 양정조절을 통하여 안정된 급수가 가능한 범위(적정수압 : $1.5 \sim 4.0 \text{kgf/cm}^2$)에서 되도록 낮은 수압으로 한다.

(3) 토양의 이동

토양의 이동은 흙의 함수율 변화나 온도변화에 따른 것으로 우리나라의 경우도 동절기에서 봄이 되는 해빙기에 누수사고가 많이 발생하게 된다. 그러므로 관 부설시 겨울철의 동파를 방지하기 위하여 충분한 심도로 부설하여 겨울철 동파를 미연에 방지하여야 한다.

(4) 도로의 교통하중

도로의 교통하중에 의한 지속적인 충격으로부터 수도관 파열을 방지하기 위해서는 관부설시 교통량이 적은 보도 등을 이용하여 시공하는 것이 바람직하다. 부득이하게 도로를 횡단할 경우는 상부의 충격하중으로부터 보호받을 수 있도록 충분한 심도로 시공하여야 하며, 강판 등을 부설하여 하중을 노면에 넓게 분산하는 것이 필요하다.

(5) 폐관미비(잔존관)

폐쇄 및 분리에 따른 잔존관 등에서 발생하는 누수로써, 노후된 수도관을 교체하면서 기존 노후관을 분기점에서 철저히 폐쇄하지 않아 발생하는 잔존 수도관에서의 누수가 발생하고 있다. 따라서 기존관을 교체하거나 폐전할 경우는 배수관의 분기점에서 완전 철거 또는 철저한 폐쇄로 잔존급수관에서의 누수로 인한 손실을 방지해야 한다.

(6) 자재 및 시공기술 불량

자재의 경우 충분한 관중검토를 거쳐 관종을 채택하도록 하며 시공기술의 경우 수도 공사업체의 정기적인 기술교육 및 정신교육을 통하여 예방하여야 한다.

(7) 타공사에 따른 손상

지하매설물에 대한 부정확한 자료로 인하여 각종 도로공사 및 타 배관의 공사 굴착시 상수도관의 파열사고가 빈번히 발생하는데 타공사시 현장 입회하여 사고발생을 미연에 방지하여야 하며, 정확한 관망도를 작성하고 GIS화하여 체계적인 관리체계를 확립하여야 한다.

4) 옥내누수저감

옥내누수란 수도계량기 통과 이후의 수용가 내부배관에서 발생하는 누수를 일컫는다. 상기에서 살펴본 누수는 수도계량기 통과 이전에 발생하는 옥외누수로써 대부분의 누수원인을 차지하지만 옥내누수 또한 간과할 수는 없는 부분이다. 옥내누수가 발생하면 가정의 경제적 손실은 물론 수용가 건물의 손상으로 붕괴의 위험도 초래할 수 있으며, 더 나아가 수돗물 생산량의 증가를 초래하여 국가적으로 막대한 경제적 손실을 발생시킬 수 있다. 따라서 옥내누수의 제거는 필수적이며 장래의 물부족을 대비한 물 절약의 일환으로도 꼭 제거하여야 하며 수도 생산량을 절감하여 경제적 손실을 방지하여야 한다. 옥내누수여부는 정기적인 검침에 의하거나 수용가 자체에서 확인하여야 하는데 수용가에서는 다음과 같은 방법으로 간편하게 옥내누수여부를 판단할 수 있다.

- ① 수용가의 수도 사용료가 전월보다 큰 폭으로 증가된 경우
- ② 물사용량이 없어도 계량기가 작동하는 경우
- ③ 물이 바닥으로 배어 나오는 경우

전문적인 누수탐사장비로는 ① 단순 청음봉, ② 전자 청음봉, ③ 전자식 누수 탐지기, ④ 공기 압축기(에어 콤프레샤), ⑤ 금속관로 탐지기, ⑥ 비금속 관로 탐지기가 있으며 옥내누수가 확인된 경우에는 신고를 통해 신속히 조치하여야 한다.

라. 지하누수탐사계획

누수탐사는 누수복원이 심한지역, 가압블록, 누수다발지역에 대한 집중적으로 반복해서 누수탐사를 하며 노후관 밀집지역 등 누수발생 가능성이 높은 지역을 집중적으로 실시한다.

상시유량측정블록과 일유입량 블록은 유수율 분석을 하여 누수발생 여부를 판단하여 누수탐사를 시행하며, 야간최소유량측정 블록은 야간최소유량을 분석하여 누수탐사를 계획하여 체계적이고 효율적으로 누수에 대처해야 한다.

누수탐사는 2010년부터 전체 블록에 대하여 누수탐사를 실시계획이다. 2010년, 2011년은 용역분이 포함되어 있다.

누수탐사추진계획

구 분	계	2010	2011	2012	2013	2014	2015
블록수	1,164	234	234	174	174	174	174

마. 탐사장비 현대화 및 탐사반 정예화계획

1) 누수탐사 관련 장비의 현대화

누수탐사의 기술로서는 누수장소에서 발생하는 누수음을 탐지하는 방법외에 지중레이다를 이용하는 방법, 가스를 주입시켜 누수공에서 유출하는 가스를 탐지하는 방법등이 있지만 현재 사용되고 있는 기술로서는 누수음을 탐지하는 방법

이 가장 일반적이다.

누수탐사에는 여러 종류의 기기들을 복합적으로 사용함으로써 정확하고 신속한 탐사를 할 수 있다.

유수율제고 적정 인력 및 장비기준(유수율제고 업무처리규정 훈령486호(제9조관련))

구 분			특·광역시	우리시	비 고
담 당 부 서			사업소별 1개계	1개	<명칭> 누수방지계 또는 유수율제고계
	1개계 구성 인원	총괄	6급 1인	1	
		계획 및 분석(토목)	7급 1인	1	
		현장총괄(기계,토목)	8~9급 1인	1	
		현장조사	기능 및 기타 3인	20	
		자료,도면관리	기능 1인	2	
장 비	휴대용유량계		1대	5	
	누수탐지기		2대	5	
	관로탐지기		1대	5	
	매몰변류탐지기		1대	4	
	수압계(자기록)		4대	8	
	간이수압계		3대		
	기타	전자청음봉	1식	5	
		상관식탐지기		4	
		다지점상관식탐지기		3	
		하수관카메라		1	
		제수변표시봉탐지기		4	

2) 유수율제고 인력 현황

우리시는 상수도 사업본부 급수과에 유수율 향상팀이 총괄하고 수도시설관리사업소 누수방지계에서 5개반으로 담당구역 지정운영하고 있다. 급수전 및 노면음청 누수탐사 등 유수율제고사업을 전담하여 실시하고 있다.

누수탐사반 운영

구분	계	1반	2반	3반	4반	5반
인원	20	4	4	4	4	4

3) 시보유 장비 현황

번호	장 비 명	보유수량	비고
합계		93	
1	단순 청음봉	20	
2	다점형상관식누수탐지기	3	
3	전자청음탐지기	5	
4	전자청음봉	5	
5	금속관로탐지기	5	
6	제수변탐지기	4	
7	휴대용유량계	5	
8	수압계	8	
9	상관식누수탐지기	4	
10	누수진단기	1	
11	기타 반사경, 해머드릴,양수기 등	33	

4) 장비현대화 계획

매년 장비의 내구연수가 경과함에 따라 장비의 현대화 계획에 의해 노후 장비의 교체가 이루어져야 한다.

장비현대화 계획

(단위 : 대, 백만원)

구분	계	2011	2012	2013	2014	2015	2015이후
장비	29	3	1	-	5	4	16
비용	75	1.2	0.8	-	40	16	17

바. 누수방지 용역 추진계획

1) 그동안 추진실적

1998년 구역계량 시범사업을 시작으로 1~3단계(2000년~2009년 2월)를 추진하였다. 122개 블록은 구역계량사업이며, 이와 병행하여 213개 기존 블록의 유지관리를 하였다. 누수방지사업추진 결과 누수발견은 2,171건으로 연간 3,374천³m의 누수방지 효과가 있었으며 방지금액으로 환산시 연간 1,671백만원의 효과가 발생하여 전체 용역비 대비 약 3배의 효과가 있었다.

유수율제고사업 추진현황

구 분		계	시범실시 (1998)	1단계 사업 (2000~2003)	2단계 사업 (2003~2006)	3단계사업 (2006~2009)
구역 계량 (신규)	구역수 (개소)	122	8	34	32	48
	수용가조사(전)	60,039	5,078	25,263	20,704	8,994
	관로탐사(km)	2,510	130	785	1,303	292
	유량측정(회)	228	16	83	63	66
유량 관리 (기존)	구역수 (개소)	213	-	50	81	82
	관로탐사(km)	3,237	-	606	1,481	1,150
	유량측정 (회)	421	-	188	137	96
용역 결과	누수발견(건)	2,171	24	620	748	779
	방지량(천 ³ m/년)	37,358	886	12,626	13,818	10,028
	방지액(백만원)	16,713	286	5,576	6,034	4,817
사업비(백만원)		5,242	307	1,632	1,775	1,528

2) 누수방지 용역 추진계획

그 동안 누수방지 사업으로 우리시는 많은 유수율 향상을 하였다. 유수율이 높아질수록 이를 유지 및 향상시키기는 더욱 어려워지게 된다. 지속적인 투자와 유지관리 노력을 기울이지 않으면 현재의 유수율을 유지하기도 어렵다. 2009년 2월 구역계량사업용역은 3단계로 마무리 되었으며, 현재 유수율제고(블록유량관리)사업용역을 2009~2012년까지 계획 추진하고 있으나 2013년 이후도 지속적으로 유수율제고 사업을 추진하여야 한다.

유수율제고(블록유량관리)사업용역 개요

구 분		계	2010 1차 (2009~2010)	2011 2차 (2010~2011)	2012 3차 (2011~2012)
유수율 제고	블록수 (블록)	180	50	66	64
	누수탐사(km)	3,294	928	1,232	1,134
	유량측정(회)	192	44	76	72
	수압측정(회)	384	88	152	144
사업비(백만원)		1,849	500	700	649

3.5.3 제수밸브 정비계획

가. 제수밸브 현황

2008년 말 현재 총 21,159개소의 밸브가 설치되어 있으며 그 현황은 다음과 같다.

제수밸브현황

(단위:개소)

구분	합 계	동 구	중 구	서구	유성	대덕
합 계	21,159	4,277	4,504	4,909	3,807	3,662
ø80	2,215	272	342	693	588	320
ø100	10,501	2,227	2,463	2,237	1,745	1,829
ø150	4,085	1,033	909	903	500	740
ø200	2,032	408	392	413	479	340
ø250	239	32	37	130	13	27
ø300	985	141	146	235	248	215
ø350	1	-	-	1	-	-
ø400	434	92	96	90	106	50
ø500	174	12	36	53	41	32
ø600	251	41	67	60	52	31
ø700	58	7	9	14	1	27
ø800	26	2	1	6	-	17
ø900	53	10	5	8	14	16
ø1000	26	-	1	17	4	4
ø1100	43	-	-	27	16	-
ø1200	2	-	-	-	-	2
ø1350	9	-	-	9	-	-
ø1500	7	-	-	7	-	-
ø1650	8	-	-	-	-	8
ø1800	1	-	-	1	-	-
ø2000	-	-	-	-	-	-
ø2300	1	-	-	-	-	1
ø2400	8	-	-	5	-	3

자료) 2009년 상수도사업본부 자료(2008년말 현재)

나. 제수밸브 정비 계획

1985년 이전에 설치된 주철게이트 밸브에 대한 전면적인 교체를 계획하였다. 정비 대상 제수밸브는 총 7,147개소로 교체 개략사업비는 5,038백만원이다.

노후제수밸브 교체 계획

(단위:개소,백만원)

구분		합 계	2011	2012	2013	2014	2015
합 계	사업량	7,147	1,745	565	1,127	2,228	1,482
	사업비	5,038	1,185	405	735	1,730	983
ø80	사업량	864	224	69	152	277	142
	사업비	311	80.64	24.84	54.72	99.72	51.12
ø100	사업량	3,505	840	281	555	978	851
	사업비	1,612	386.4	129.26	255.3	449.88	391.46
ø150	사업량	1,620	421	124	266	518	291
	사업비	1,264	328.38	96.72	207.48	404.04	226.98
ø200	사업량	608	154	37	96	210	111
	사업비	602	152.46	36.63	95.04	207.9	109.89
ø250	사업량	134	38	16	22	38	20
	사업비	214	60.8	25.6	35.2	60.8	32
ø300	사업량	369	54	34	32	195	54
	사업비	849	124.2	78.2	73.6	448.5	124.2
ø350	사업량	38	11	4	4	7	12
	사업비	133	38.5	14	14	24.5	42
ø400	사업량	2	2				
	사업비	8	8.2				
ø500	사업량	5	1			3	1
	사업비	26	5.2			15.6	5.2
ø900	사업량	1				1	
	사업비	9				9	
ø1,000	사업량	1				1	
	사업비	10				10	

4.0 절수시책 및 절수설비 보급계획

4.1 절수정책 추진방향

4.1.1 절수의 개념

절수란 공급자 측에서 물의 공급을 강제로 제한하는 것이 아니라 수도서비스의 수준인 양적 측면 및 질적 측면의 저하 없이 소비자들이 물을 효율적으로 현명하게 사용하도록 유도, 관리하여 궁극적으로 물사용량을 줄이는 것을 말하며, 다음과 같은 여러 가지 방법에 의하여 달성될 수 있다.

- 기술적 사항(절수기기의 설치, 효율적인 관개시스템 채택, 누수량 절감 등)
- 공정이나 사용방법의 변경(보다 효율적인 공정의 개발이나 선택, 물의 재이용, 물을 많이 사용하지 않는 조정방법으로 변경)
- 행정지도나 법규제정
- 수도요금 체계 및 절수보상금 등 재정지원
- 대중에 대한 홍보, 교육, 계도

4.1.2 절수의 효과

절수를 통하여 얻을 수 있는 효과는 다음과 같다.

가. 에너지 절약

- 물을 효율적으로 사용하면 펌프의 운전이나, 정수, 하수처리의 운전에 사용되는 전력량을 줄일 수 있다.
- 물을 적게 사용하면 온수를 만드는데 드는 에너지의 양도 줄일 수 있다.
- 에너지를 적게 사용하면 발전소 건설을 최소화할 수 있고 발전소에서 나오는 유해한 부산물의 양도 줄일 수 있다.

나. 경비의 절약

- 물 사용이 줄면 펌프비용이나 정수, 하수처리 비용이 줄어든다.
- 정수·하수처리 시설의 운전비용을 줄여 수질목표, 공중건강, 처리목표달성 등

의 용도로 사용할 수 있다.

- 절약된 물을 시민들을 위해 절약된 에너지이며, 돈이다.

다. 오염물질의 경감

- 상수 사용량이 적어짐에 따라 하천이나, 호수로 흘러 들어가는 하수의 양도 그만큼 줄게 된다.
- 하수량의 감소로 처리장의 부담을 경감하여 처리효율이 향상된다.
- 공장에서 사용하는 물을 순환이용하면 배출되는 오염물질의 양을 줄일 수 있다.
- 농업용수를 효율적으로 사용하면 농경지 오염물질의 유출을 최소한으로 줄일 수 있고 비료나 농약의 사용도 줄일 수 있다.

라. 상수원수의 보호

- 지하수를 적게 취수하면 다른 오염물질이 상수원으로 사용되는 지하수로 흘러들어오는 기회가 적어진다.
- 물 사용량이 적어지면 정화조의 효율이 향상되어 지하유출수의 오염 위험을 줄일 수 있다.
- 음용 이외의 용도에 재처리수를 사용하면 음용수로 최상질의 물을 확보할 수 있다.

마. 신뢰도의 향상

- 절수를 하면 가뭄의 피해에 대비할 수 있다.
- 물 사용의 효율을 높이는 것이 새로운 수원을 개발하는 것보다 투자비가 적게 들고 더 빠른 사업효과를 기대할 수 있다.
- 물 사용량이 줄면 상하수도 시설의 수명을 연장시킬 수 있다.
- 물 사용량이 줄면 하수처리의 효율을 높일 수 있고 강우시 월류량을 줄일 수 있다.

바. 자연생태계의 보호

- 신규 수도사업의 규모 및 건수를 줄일 수 있어 개발에 수반되는 환경파괴를

최소화할 수 있다.

- 취수량이 줄면 하천수량을 보다 풍부하게 유지함으로서 생태계의 기능을 건강하게 유지할 수 있다.

4.1.3 외국의 절수정책 시행사례

가. 가정에서의 절수방법(미국에서의 사례)

일반도시에서 가정용수 소비량은 전체 사용량의 60~70% 내·외이며, 이 물들은 주방 및 욕실의 수도꼭지, 샤워기, 수세변기를 통하여 소비자에게 공급되고 있다. 따라서 이들 급수시설에 각각 효율적인 절수기기를 설치하여 물을 절약할 수 있다. 수도꼭지(가정용수의 12%)는 보통 1분에 11~27ℓ의 물을 소비하는데, 각각의 사용목적에 적당한 유속으로 억제한다거나, 조작이 간편한 잠금, 조절장치를 부착하여 냉·온수의 혼합량을 일정하게 하여 물을 절약할 수 있다. 그 밖에도 공기혼입이나 분무장치를 부착하여 이용에 별 불편을 주지 않고도 물사용량을 획기적으로 줄일 수 있다.

샤워기(가정용수의 21%)의 경우 보통 1분당 17~30ℓ의 물을 사용하는데 분출량을 1/2로 줄이면서도 별 불편 없이 물을 효율적으로 이용할 수 있도록 고안된 각종 부착기기, 수압이 높아져도 분출량은 억제되도록 고안된 장치들이 실용화되어 있다. 수세변기(가정용수의 28%)에서는 1회 사용할 때 약 19ℓ 정도의 물을 소비하는데, 진공펌프나 송풍기 등을 이용하여 적은 물로도 효과적인 세척이 되도록 하는 새로운 절수형 변기, 1회 사용할 때 6ℓ 정도로 세척이 가능한 초절수형 수세변기, Flush한 후 조절마개가 신속히 닫히도록 기존변기에 부착하는 각종 장치, 탱크내의 물저장량을 줄이는 각종 삽입물, 가정에서 쉽게 누수여부를 진단해 볼 수 있는 착색용 알약 등이 있다.

그 밖에도 사용자 스스로 물을 낭비(수량, 시간)하고 있음을 깨닫게 하기 위하여 수도관이나, 호스에 간단히 설치하는 탈착식 유량계나 목욕시간 측정용 모래시계 등이 개발되어 있으며, 가정에서 직접 용도별로 소비량을 확인이나 점검해

볼 수 있도록 일명 “수계부(Water Audit)”라는 기록양식을 개발하여 보급하고 있다.

기타 옥외에서는 빗물이나, 가정잡배수를 저장하여 정원용수 등 허드렛물로 쓰도록 고안된 System이나, 절수형 Sprinkler등을 도입하여 사용효과는 충분히 발휘하면서 물을 최대한 절약하고 있다.

나. LA 시

LA시는 급수조례를 개정하여 각 가정에 일정 성능이상의 절수기기를 설치하는 것을 의무화하고 이를 위반할 시는 8개월간의 유예기간 경과 후 10~100%의 추정금을 부과하고 있으며, 계절별로도 요금을 차등부과하고 있다. 이와 병행하여 설치비 저리대부 및 보상, 포상금지금, 절수자문단제도를 시행하고 있다. 시민 계몽방안으로는 광고물 제작배포, 물절약 강조의 달 제정, 전시회, 심포지움, 학교에서의 교육 등 다양한 시책을 펴고 있다. 이러한 절수정책으로 초기단계에 4%의 절수효과가 있었으며, 2000년까지 15%를 절약하도록 목표를 세워놓고 있다.

다. 뉴욕시

뉴욕시에서는 시 전역에 10,000km 이상의 상수관에 대한 누수탐사 후 60,000건의 보수로 15,000m³/일의 누수량을 절감하였다. 신축건물에서는 절수형 수세변기만을 쓰도록 법제화하고 정부건물 20개동에 시범 설치하였다. 각 가정을 방문하여 절수설명회 및 무료조사를 해주며, 물절약센터에서는 전시회, 그림이나 글짓기 대회, 홍보책자나 비디오 제작배포 등을 하며, 학교 교과과정에 정규과정으로 교육하고 있다.

라. 기타도시

Massachusetts주에서는 기존 정수시설이 적정생산량을 10% 이상 초과하여 운영되던 상황에서 물절약, 재활용, 누수탐사 및 보수작업을 적극적으로 시행하여 125만톤/일의 수요를 95만톤/일로 25% 정도 절감하는 성과를 거두었다. Florida

주의 Cape Coral시에서는 정수처리(R/O Plant)비용을 절약하기 위해 하수처리수, 하천원수를 공급하는 전용배관망을 건설하여 생활용수 16만톤/일, 잡용수 44만톤/일을 별도로 공급하는 사업을 추진 중에 있다.

4.1.4 절수시책 추진계획

절수대책은 정부에서 단독으로 수행하는 것이 아니라 물을 사용하는 일반 수요자와 정부의 정책의지가 일치되어야 절수의 효과를 얻을 수 있다. 정부가 주체가 되어 절수시책을 추진함에 있어서 선행되어야 할 조건은 일반 수요자의 참여를 유도하는 것이다.

개별 혹은 집단적으로 물을 사용하는 사용처에서는 절수의 필요성과 방법 그리고 절수의 효과를 인지하지 못하고 있기 때문에 물이 낭비되고 있는 것이므로 절수의식을 고취시켜 주는 것이 중요하다. 절수의식의 환기는 대중매체 등을 통한 홍보나, 교육 등의 방법으로 가능하다. 아울러 시민의 참여를 유도하기 위한 방안으로 매년 “세계 물의 날” 행사에 절수와 관련된 다양한 행사를 진행하는 것도 좋은 방법이 될 수 있다.

또한 정부에서는 절수뿐만 아니라 수돗물의 귀중함을 알릴 수 있는 수도 박물관을 건립하여 상수도, 하수도, 중수도 등 모든 물의 생산 및 처리과정과 기타 수도업무 전반에 대한 정확한 전달을 하여 시민 스스로가 물의 귀중함을 알 수 있게 하는 것들도 한 방법이 될 수 있는 것이다. 특히 현안 문제로 대두되고 있는 물 값 인상 등 각종의 문제점들에 대해서 시민의 여론을 수렴할 수 있는 창구를 설치하여 문제해결을 정부가 일방적으로 결정하지 말고 수요자 스스로 결정할 수 있게 하는 것이 바람직하다.

정부에서 수립하고 있는 물 관련 정책을 시민들이 토론할 수 있게 하여 여론으로 결정된 사항을 정책에 반영함으로써 시민이 원하는 방향으로 우선순위를 결정할 수 있다. 이러한 관점에서 정부가 펼쳐야 할 종합 물관리 프로그램의 하나인 절수시책을 장기적인 대책과 단기적인 대책을 구분하여 수립할 수 있다.

가. 장기적인 절수 시책

- 절수형 변기, 샤워기 등 효과적인 절수기기의 보급
- 유량 절수기기의 인정제도 확립
- 법개정을 통한 절수기기 설치의 의무화
- 중수도 설치의 확대 및 의무화
- 누수방지 대책
- 요금체계의 조정
- 절수형 산업구조 형성
- 수도 박물관의 설치운영
- 가뭄시 대규모 물 사용자에 대한 제한급수를 목적으로 하는 법령 제정

나. 단기적인 절수시책

- 절수 팜플렛 배포
- 반상회나 대중매체를 통한 절수의 필요성, 방법 및 효과 전파
- 학생, 주부 등 일반인의 시설견학 유도
- 학교 교육을 통한 절수 계몽운동 전개
- 절수형 변기, 샤워기 등 효과적인 절수기기의 보급 유도
- 절수기기의 무료 배포
- 물 사용이 많은 업소에 대한 절수 홍보

4.2 물절약형 수도기기 보급확대

4.2.1 수도기기 사용현황 및 절약효과

생활용수의 대부분은 수세식 변기와 수도꼭지를 통해 소비되므로 수세식 변기와 수도꼭지를 절수형으로 보급 확대하도록 한다.

기존 건축물에 설치되어 있는 대부분의 수도기기도 필요량보다 많은 물을 소비하고 있다. 다음 표에서는 일반용 수도기기와 절약형 수도기기의 물 소요량

을 비교하였다.

급수기기의 물 소요량

용	도	상수도 시설기준	절약형 수도기기
대	변 기	13.5~16.5 ℓ/회	9 ℓ/회 이하
소	변 기	2~30 ℓ/회	4 ℓ/회 이하
샤	워 기	8~15 ℓ/분	9.5 ℓ/분 이하
수	도 꼭 지 (주 방 용)	12~40 ℓ/분	9 ℓ/분 이하
수	도 꼭 지 (세 면 용)	8~15 ℓ/분	5 ℓ/분 이하

주) 절약형 수도기기의 소요량은 수도법 시행규칙 제6조의 규정기준임

상기의 표에서 보는 바와 같이 일반 수도기기를 절수형 수도기기로 교체할 경우 50~70%의 용수를 절약할 수 있으며, 가정용수 1인당 사용량 207 ℓ/인으로 가정했을 경우 20% 정도의 용수를 절약할 수 있을 것으로 예상된다.

절수기기 사용시 가정용수 절약 효과

용	도	일사용량(ℓ/인)	사용비율	절 감 율	사용가능 절수기기
화장실	용수	57	27%	30%	양 변 기
음료 및 취사		43	21%	20%	수 도 꼭 지
세탁용수		41	20%	10%	수 도 꼭 지
샤워 및 목욕		29	14%	10%	샤 워 기
세수, 세면		23	11%	20%	수 도 꼭 지
청소, 기타		14	7%	10%	수 도 꼭 지
계		207	100%	20%	-

4.2.2 절수형 수도기기 설치 의무화 현황

가. 절수설비 보급

2000년 1월부터 모든 신축건물에 절수기기(수도꼭지, 샤워기, 변기) 설치가 의무화되며 기존 건물에는 공공근로사업으로 절수기기보급을 지원하게 되어있다.

구 분	1995	1998	2000
설치대상	100㎡이상, 20세대이상	모든 신축건물	모든 신축건물
종 류	양 변 기	양 변 기	양변기, 수도전, 샤워기

나. 절수설비관련 규정

1) 절수설비의 설치(수도법 제15조)

- 건축주는 대통령령이 정하는 건축물 및 시설을 건축하려는 경우에 수도물의 절약과 효율적 이용을 위하여 절수설비를 설치하여야 한다.
- 「공중위생관리법」 제2조 제1항 제2호 및 제3호에 따른 숙박업(객실이 10실 이하인 경우는 제외한다) 및 목욕장업 또는 「체육시설의 설치·이용에 관한 법률」 제10조 제1항 제1호에 따른 골프장업을 영위하는 자는 절수설비 및 절수기기를 설치하여야 한다.
- 제1항 및 제1항에 따른 절수설비 및 절수기기의 종류·기준 등에 관한 사항은 환경부령으로 정한다.
- 시장·군수 또는 구청장은 제2항에 따른 숙박업 및 목욕장업 또는 골프장업을 영위하는 자가 절수설비 및 절수기기를 설치하지 아니하면 그 이행을 명할 수 있다.

2) 절수설비의 설치대상(수도법 시행령 제25조)

법 제15조 제1항에서 “대통령령으로 정하는 건축물 및 시설”이라 함은 다음 각

호의 어느 하나에 해당하는 건축물 및 시설을 말한다.

- 「건축법」 제2조 제1항 제2호에 따른 건축물
- 그 밖에 물의 절약과 효율적인 이용을 위하여 특히 필요하다고 인정하여 지방자치단체의 조례로 정하는 시설

3) 절수설비의 종류 및 기준(수도법 시행규칙 제6조 별표2)

(1) 수도꼭지

종 류	기 준
샤워용	공급수압 98kPa에서 최대토수유량이 1분당 9.5리터 이하인 것
샤워·욕조용	공급수압 98kPa에서 최대토수유량이 1분당 9.5리터 이하인 것. 다만, 토수구 방향의 최대토수유량은 제외한다.
세면용	공급수압 98kPa에서 최대토수유량이 1분당 7.5리터 이하인 것. 다만, 공중용 화장실에 설치하는 수도꼭지는 공급수압 98kPa에서 최대토수유량이 1분당 5리터 이하인 것이어야 한다.
세면·샤워용	다음 기준에 모두 맞는 것 가) 토수구 방향: 공급수압 98kPa에서 최대토수유량이 1분당 7.5리터 이하인 것 나) 샤워헤드 방향: 공급수압 98kPa에서 최대토수유량이 1분당 9.5리터 이하인 것
주방용	공급수압 98kPa에서 최대토수유량이 1분당 9.0리터 이하인 것

(2) 변기

종 류	기 준
로탱크형 대변기	가) 따로 소변기를 설치한 경우에는 최대사용수량이 9리터 이하인 것 나) 따로 소변기를 설치하지 아니한 경우에는 다음 기준에 적합한 것 (1) 최대사용수량이 6리터 이하인 것. 다만, 대·소변을 구분하여 수세 헨들을 작동하는 변기는 제외하며, 일체형 변기의 경우에는 2003 년 9월 28일까지는 9리터 이하인 것을 설치할 수 있다. (2) 대·소변을 구분하여 수세헨들을 작동하는 변기는 대변용으로 작 동하였을 때의 최대사용수량이 9리터 이하이며, 소변용으로 작동 하였을 때의 사용수량이 대변용 사용수량의 70% 이하인 것
세척밸브부착형 대변기	가) 따로 소변기를 설치한 경우에는 수세헨들을 1초 동안 작동하였을 때 사용수량이 15리터 이하인 것 나) 따로 소변기를 설치하지 아니한 경우에는 다음 기준에 맞는 것 (1) 수세헨들을 1초 동안 작동하였을 때 사용수량이 9리터 이하인 것. 다만, 대·소변을 구분하여 수세헨들을 작동하는 변기는 제외 한다. (2) 대·소변을 구분하여 수세헨들을 작동하는 변기는 1초 동안 작동 하였을 때 사용수량이 대변용 15리터 이하, 소변용 9리터 이하인 것
소변기	물을 사용하지 아니하거나 1회사용수량이 4리터 이하인 것

- 주) 1. 최대공급수압이 98kPa 미만인 지점에 설치되는 수도꼭지는 위 기준의 공급수압 조건은 적용하지 아니한다. 이 경우 최대공급수압이란 수도꼭지 직전의 위치에서의 수압을 말한다.
2. "토수량"이란 일정 시간 동안 수도꼭지를 통하여 배출되는 물의 총량[ℓ]을 말한다.
3. "토수유량"이란 수도꼭지를 통하여 배출되는 단위시간당 물의 양[ℓ/min]을 말한다. 다만, 토수가 시작된 이후 시간 경과에 따라 토수유량이 달라지는 경우에는 토수가 시작되어 토수가 그칠 때까지의 토수량을 토수유량으로 환산하여 적용한다.
4. "최대토수유량"이란 수도꼭지의 핸들이나 레버를 완전히 열었을 때 배출되는 단위시간당 물의 양[ℓ/min]을 말한다. 다만, 온·냉수 혼합 수도꼭지의 경우 온수 쪽 또는 냉수 쪽 어느 한 쪽을 완전히 열었을 때의 토수유량을 최대 토수유량으로 본다.
5. "즉시지수" 방식이란 어떠한 기구·장치를 부착하거나 내장하여 이를 작동시킴으로써 물의 배출과 배출중지가 즉시 이루어지는 방식을 말한다. 즉시지수 방식으로는 전자감응식, 풋밸브(foot valve) 부착 방식 등이 있으며, 스위치의 개폐에 의하여 물의 배출과 배출중지가 이루어지는 방식은 제외한다.
6. "자폐식"이란 레버·핸들 등 조작부를 작동시키면 일정 시간 물이 배출된 후 자동으로 배출이 중지되는 방식을 말한다.
7. "정량지수" 방식이란 레버·핸들 등 조작부에서 미리 설정한 양의 물만 배출된 다음 자동으로 배출의 중지가 이루어지는 방식을 말하며, 주로 물받이용으로 이용한다.
8. "세척밸브"란 물탱크가 없는 양변기에 설치하는 수세밸브를 말한다.
9. "사용수량"이란 수도관으로부터 물이 공급되는 상황에서 수세핸들을 작동시켜 변기를 세척할 때 드는 1회분 물의 양을 말한다. 다만, 변기 세척 후 물탱크 외의 부분을 다시 채우는 보충수는 제외한다.
10. "최대사용수량"이란 가장 많은 양의 물이 나올 수 있는 상태로 로탱크 절수부속을 설치하였을 때의 사용수량을 말한다.
11. 공중용 화장실은 「공중화장실 등에 관한 법률」 제2조제1호조에 따른 공중화장실과 「건축법 시행령」 별표 1에 따른 공공도서관·판매시설·관람집회시설·전시시설·운수시설 또는 관광휴게시설에서 공중용으로 사용되는 화장실을 말한다.
12. "일체형 변기"란 물탱크와 변기가 일체로 되어 있는 변기를 말한다.

4.2.3 절수형 수도기기 보급확대 방안

가. 교체가 가능한 절수형 수도기기의 설치권장

- 기존 건축물에 대해 별도의 공사 없이 절수형 수도기기 설치권장
- 우선적으로 목욕탕, 숙박업, 대형빌딩 등 물을 다량으로 사용하는 건축물에 대해 교체를 유도한다.
- 모든 공공기관 및 산하단체에 대하여는 우선적으로 설치를 유도하고 지도·점검을 실시한다.

나. 인증 및 우선구매

- 건축업체를 대상으로 제도내용 홍보를 강화한다.
- 샤워기 등 새로운 절수형 수도기기의 환경마크 인증을 확대

- 환경마크 인증 절수형 수도기기의 공공기관 우선 구매 유도

다. 기술개발 및 세제·금융지원 방안을 강구

- 절수형 제품개발 촉진 및 지원을 강화한다.
- 절전형 전기기구를 개발하는 것과 같이 절수형 수도기기 개발을 유도한다.
- 대형화 추세인 세탁기 등을 물절약형으로 개발하도록 유도한다.
- 물 절약형 제품 개발시 세제·금융지원 방안을 강구하여 시행한다.

4.2.4 대전광역시 절수기기 보급계획

대전광역시의 절수설비 보급방안으로는 모든 공공기관 및 산하단체에 대하여 우선적으로 설치를 우선적으로 설치하도록 한다. 특히 목욕탕, 숙박시설, 백화점을 비롯한 대형 빌딩 등 물을 다량으로 사용하는 건축물에 대하여 교체가 가능한 절수형 수도기기의 설치를 권장하도록 계획하였다.

2006년부터 2011년까지 6년 동안 점차적으로 절수설비를 공급하여 9,946톤/일 규모만큼의 절수기 절수효과(2006년은 731톤/일, 매년마다 1,843톤/일 추가)를 대체 유도하되 첫해인 2006년은 급격히 시설 수를 늘이기에 어려움이 있을 것으로 보아 731톤/일을 목표로 산정하여 목표치에 도달할 수 있도록 유도하였다.

매년 추가절수기 설치 및 운영계획

구 분	동구	중구	서구	대덕구	유성구	계
절수용량 (m ³ /일)	219	244	809	333	238	1,843
비용 (백만원/년)	53.3	59.1	195.6	80.5	57.5	446
기간	2007년 ~ 2011년(5년간), 2006년은 731톤/일					

5.0 수도요금 체계 확립 계획

5.1 개 요

물은 무한정 사용이 가능한 자원으로 인식하여 사회 전반적으로 물을 아껴 쓰려는 노력이 부족하고 더구나 지방상수도의 경우 상수도 요금이 생산원가의 60~70%의 수준에 불과하여 상수도 재정악화 및 물 낭비의 주요요인이 되고 있다.

따라서 수돗물 값을 현실화하여 지나치게 낮은 수도요금이 오히려 수돗물 낭비의 요인이 되지 않도록 요금제도를 개선하여 물절약을 유도하되 지역간, 업종간 요금 수준의 형평성을 제고하여 물수요의 효율적 관리를 촉진시킬 수 있도록 수도요금 체계를 합리적으로 조정하여야 한다.

5.1.1 상수도 요금의 문제점

가. 낮은 요금수준

현행 수도요금은 수도당국에서 시행한 각종 사업의 차입금 상환에도 불충분한 정도의 요금수준인 생산원가 대비 86.2%(2004년 말 전국 평균)에 불과하여, 수돗물 낭비의 주원인이 되고 있다.

나. 지역별 요금격차가 심하다.

행정구역별 상수도 요금격차는 면급, 읍급, 광역시급, 시급의 순서로 그 격차가 크게 발생하고 있는데, 이는 읍·면급은 인근 수원에서 원수를 취수하여 원가가 저렴하고, 광역시급은 대규모 광역시설로 급수되기 때문에 상대적으로 원가가 절감되나, 일반시급은 수원확보의 문제와 자체시설 설치재원 부족 및 유지비 과다로 높은 원가를 발생시키는 요인이 되고 있다. 이러한 지역별 요금격차가 너무 크면 지역간 균형성장 측면에서도 저해요인이 될 수 있다.

다. 업종별 차별요금체제로 되어 있는데, 업종별 요금의 격차가 심하다.

생산량의 60% 정도를 소비하고 있는 가정용의 경우 다른 업종에 비해 낮게 책정되어 있어 이러한 요금구조는 낭비를 초래할 가능성이 있다.

5.1.2 요금제도의 개선방향

가. 절수형 누진요금제의 도입 및 업종 구분의 단순화

세계 각국에서 수요관리대책의 가장 중요한 정책으로 누진요금제도를 많이 채택하고 있다. 우리나라의 경우에도 소득과 용수사용량 사이에 강한 상관관계가 있으므로 누진요금제도를 통해 소득재분배 효과를 누릴 수 있다. 그러나 2단계 이하인 낮은 단계에 대부분의 소비자들이 분포하고 있어 누진요금 체계에 의한 절수효과가 거의 없는 실정이다. 이에 따라 행정자치부에서 업종별로 실제 사용량 위주의 단순화된 누진체계로 요금체계 개편 권고안을 마련하였으며, 주 내용은 종래 6단계이던 가정용을 3단계로, 5단계인 업무용을 4단계로, 4단계인 옥탕용을 3단계로 조정하고, 업종구분은 종래 가정용, 업무용, 영업용, 옥탕 1종, 옥탕 2종, 공업용 등 6개 구분을 가정용, 일반용, 옥탕용, 산업용의 4종으로 개편할 것을 포함하고 있다.

누진요금 개선안

지 역	구 간	개선(원)	인상율(%)
가 정 용	0~20 이하	380	0.0
	20~30 이하	550	44.7
	30 초과	800	45.5
일 반 용	0~100 이하	760	0.0
	100~300 이하	910	19.7
	300~1,000 이하	970	6.6
	1,000~20,000 이하	1,010	4.1
	20,000 초과	1,030	2.0
대중탕용	0~1,000 이하	650	0.0
	1,000~1,500 이하	820	26.2
	1,500~2,000 이하	970	18.3
	2,000 초과	1,010	4.1

나. 요금수준의 현실화

현행 요금수준은 생산원가 대비 판매단가가 너무 낮아 수원의 오염, 수원의 고갈, 급증하는 용수수요 등에 대해 능동적으로 대처할 수 있는 투자재원을 확보하기가 어려울 뿐만 아니라 낭비의 원인이 되고 있다.

따라서 사업의 계속성을 유지하고 가격신호(price signal)를 통해 소비자에게 절수의 유인을 제공할 수 있도록 생산원가수준으로 요금을 연차적으로 인상하는 것이 필요하다.

특히, 사용량이 많으면서 요금이 지나치게 낮은 가정용 물값을 점진적으로 상향조정하여 물낭비를 억제하는 업종간 부담의 형평성을 제고하도록 한다.

다. 수요관리 정책을 위한 장기한계비용의 도입

장기한계비용에 근거한 가격설정은 소비자들에게 진정한 경제적 비용을 반영하여 수자원을 효율적으로 이용하도록 하므로 물절약 혹은 수요관리라는 정책목표에 부합한다.

특히 급증하는 용수수요로 거대투자가 발생하면서 큰 가격변동이 허용되지 않는 곳에 사용하도록 고안된 것으로 우리나라의 상황에 적합하며, 대부분의 OECD 국가들도 물절약을 위해 장기한계 비용 가격설정을 하고 있고, 세계은행에서도 이를 추천하고 있다.

따라서 여러 가지 준비를 통해 장기한계비용을 새로운 요금제도로 받아들이는 것이 바람직하다.

5.2 대전광역시 수도요금 체계 개선 계획

대전광역시는 2007년 말 현재 수도요금 현실화율이 99.3%에 도달하여 있고, 요금 체계 또한 행정안전부 권고안대로 개선하여 시행하고 있어, 향후 현실화율을 100% 이상으로 유지하는 것으로 계획하였다.

대전광역시 수도요금 현황

구 분	연간생산량 (천톤/년)	연간부과량 (천톤/년)	부과액 (천원/년)	유수율 (%)	평균단가 (원/톤)	생산원가 (원/톤)	현실화율 (%)
2003	192,099	150,676	63,865	78.4	423.9	433.0	97.9
2004	193,191	154,704	72,155	80.1	466.4	394.4	118.3
2005	193,740	156,067	75,906	80.6	486.4	487.0	99.9
2006	187,862	159,434	77,492	84.9	486.0	486.4	99.9
2007	186,882	161,059	78,077	86.2	484.8	488.0	99.3

6.0 빗물 이용방안 검토

6.1 개 요

지구촌의 수자원가운데 우리가 이용할 수 있는 담수는 2.6%에 불과하고 그중 곧바로 먹을 수 있는 물은 고작 0.0072% 뿐이다.

특히 우리나라는 봄·가을엔 가뭄, 여름철에는 홍수로 이중의 물난리를 겪고 있는 현실로서 한 방울의 비가 아쉬워 기우제를 지낼 정도의 가뭄이 해소되고 나면 비가 너무 많이 쏟아져 막대한 수해를 입기 일쑤다.

따라서, 이러한 국내 여건을 고려할 때 빗물이용을 통한 수자원의 효율적 이용이 절실히 요구되며, 이웃 일본의 사례처럼 집집마다 빗물탱크를 설치하는 것이 보편화된다면 환경파괴 없이 물을 저장하는 소규모 댐의 역할까지 기대할 수 있을 것으로 예상된다. 또한 아스팔트로 뒤덮인 도시에서 지하로 스며들지 못하고 하수도로 유입되는 빗물의 양을 줄여 하수처리 비용을 감소시킬 수 있으며 화재와 단수 등 긴급상황 발생시에도 활용할 수 있다.

6.2 관련법규

2001년에 개정된 수도법에는 빗물이용시설에 대한 규정이 있다.

가. 빗물이용시설의 설치(수도법 제3조의 16)

“빗물이용시설”이란 빗물을 모아 생활용수·조경용수·공업용수 등으로 이용할 수 있도록 처리하는 시설을 말한다.

나. 빗물이용시설의 설치(수도법 제16조)

- 종합운동장·실내체육관 등 지붕의 면적이 넓은 시설물 중 대통령령으로 정하는 시설물을 신축(대통령령이 정하는 규모 이상으로 증축·개축 또는 재축하는 경우를 포함한다)하려는 자는 빗물이용시설을 설치·운영하여야 한다.
- 빗물이용시설의 시설기준 및 관리, 그 밖에 필요한 사항은 환경부령으로 정한다
- 국가와 지방자치단체는 빗물이용시설을 설치한 시설물의 소유자에게 그 빗물

이용시설의 설치비용을 지원할 수 있고, 지방자치단체는 조례가 정하는 바에 따라 수도 요금을 경감할 수 있다.

다. 빗물이용시설의 설치대상(수도법 시행령 제26조)

- 법 제16조 제1항에서 “대통령령으로 정하는 시설물”이란 「체육시설의 설치·이용에 관한 법률 시행령」 별표 1에 따른 운동장 또는 체육관으로서 지붕면적이 2천400제곱미터 이상이고, 관람석 수가 1천400석인 경우를 말한다.

라. 빗물이용시설의 시설기준 등(수도법 시행규칙 제7조)

- 법 제16조 제2항에 따른 빗물이용시설은 다음 각 호의 시설을 갖추어야 한다.
 - 지붕에 떨어지는 빗물을 모을 수 있는 집수시설
 - 비가 내리기 시작한 후 처음 내린 빗물을 배제할 수 있는 시설이거나 빗물에 섞여 있는 이물질을 제거할 수 있는 여과장치 등 처리시설
 - 처리시설에서 처리된 빗물을 일정 기간 저장할 수 있는 빗물 저류조(저류조)로서 다음 각 목의 요건을 갖춘 것
 - 제곱미터 단위로 표시한 지붕 면적에 0.05미터를 곱한 규모 이상의 용량
 - 물의 증발이나 이물질이 섞이지 아니하도록 되어 있어야 하며 햇빛을 막을 수 있는 구조
 - 내부 청소에 적합한 구조
 - 처리한 빗물을 화장실 등 빗물을 사용하는 곳으로 운반할 수 있는 펌프·송수관·배수관 등 송수·배수 시설
- 제1항 각 호의 시설에 대하여는 제3조 제2항을 준용한다.
- 빗물이용시설을 다음 각 호의 기준에 따라 관리하여야 한다.
 - 음용(음용) 등 다른 용도에 사용되지 아니하도록 배관의 색을 다르게 하고 표시를 분명히 하여야 한다.
 - 제1항 각 호의 시설은 연 2회 이상 주기적으로 점검하고 이물질 제거 등 청소를 하여야 한다.

- 빗물이용시설의 관리자는 관리대장을 만들어 빗물사용량, 누수 및 정상가동 점검, 청소일시 등을 적어야 한다.

6.3 빗물이용 사례

6.3.1 국내의 빗물이용

과거부터 국내 해안지역 및 도서지역은 적절한 물 공급 시스템이 갖추어져 있지 않아 일부 빗물을 이용하거나 지하수를 취하여 식수와 생활용수로써 사용하여 왔으며, 이들 지역에서의 빗물이용은 개인차원의 소규모 시설로서 이용되었다.

그러나 최근 들어 정부에서도 빗물이용의 필요성을 인식하여 수도법을 개정해 2001년부터 빗물이용시설의 설치를 의무화 하도록 하였으며, 빗물이용시설 의무화 대상을 2,400m² 이상이고 관람석수, 1,400석 이상인 운동장 또는 체육관으로 정하여 2002년 월드컵 개최에 발맞추어 월드컵 개최 도시의 운동장 10개 중 서울, 인천, 대전, 수원, 전주, 서귀포의 6개에 대하여 빗물 이용시설의 설치와 화장실 세정수, 청소용수, 조경수 등으로의 빗물활용 방안을 계획하였다.

국내 빗물이용시설 도입현황 (월드컵경기장)

구 분	서 울	인 천	대 전	수 원	전 주	서귀포
빗물이용시설(t)	1,100	480	200	22,500	710	1,350

자료) 물절약 범국민운동본부 Homepage

6.3.2 외국의 빗물이용

가. 일 본

일본은 1985년 도쿄돔이 건설된 이래로 물의 공급과 유출 제어를 위해 빗물이용이 효과 적이라는 생각이 전국적으로 확산되었다. 더욱이 1995년 일본서부에서

발생된 대지진 때 기존 급수 체제의 마비로 심각한 물 부족이 발생하면서 빗물 이용에 대한 관심이 더욱 크게 증가하였다.

일본은 주로 도심지역의 빗물이용에 많은 관심을 쏟고 있다. 도시 외 지역에서 빗물이용의 목적이 주로 용수공급인 것과는 달리 일본 도심에서의 빗물이용은 용수공급 이외에도 홍수제어 효율의 증대, 수자원 보전, 하천오염의 감소, 지하수의 함량, 배수관망시스템의 건설 경비 절감 등의 효과를 위한 것이다.

또한 화재진압과 비상시 물 공급에 대비하기 위해서도 빗물을 사용하기도 하며 환경 교육 측면에서도 빗물의 이용을 장려하고 있다.

1) 스미다시(Simida City) 시청

스미다시 시청 건물은 일본에서 빗물을 이용하게 된 13번째 공공기관으로 5,000m²의 집수면적과 저류용량 1,000m³의 지하저장 탱크를 가지고 있다.

저류된 빗물은 주로 건물 내의 화장실 용수로 사용되며, 1997년 당시 스미다시 시청에서 사용된 화장실 용수의 43.7%를 빗물로 대체 사용하였다.

2) 로지슨(Rojison)

가정집의 지붕면을 통해 내려 온 빗물은 집 근처의 로지슨의 지하 탱크에 저장되며 물이 필요할 때마다 수동펌프를 이용해 손쉽게 빗물을 이용할 수 있다.

과거에는 화재용수로 사용하였으나 현재는 식물을 재배하기 위해 주로 사용되며 긴급사태가 발생할 경우 소방용수로 사용하기도 하고 때에 따라서는 적절히 소독하여 마시기도 한다.

3) 코쿠기칸(Kokugikan)

스모경기장인 코쿠기칸은 일본에서 빗물을 사용하는 대형 건물 중의 하나로 집수면적은 8,400m²이며, 1,000m³의 저장조를 가지고 있다. 저장된 빗물은 주로 화장실 용수나 건물 냉각수로 사용되어지고 있다.

나. 독 일

독일은 대부분의 도시가 지하수를 원수로 사용하고 있으나 현재에는 유럽에서 가정용수나 그 밖의 용도에 있어서 빗물의 이용을 가장 적극적으로 추진하고 있는 나라이다.

독일에서 빗물이용을 추진하는 주된 이유는 빗물 사용의 증가를 통해 제한된 수자원인 지하수를 보존할 수 있기 때문이다.

공해로 인한 대기중의 오염과 새나 기타 원인으로 인한 집수면의 오염 때문에 빗물을 음용수로써 사용하고 있지는 않지만 정원용수, 화장실 용수 또는 세차용수 등으로 이용하여 많은 경제적 이익을 얻고 있다.

또한 이러한 빗물이용시설을 침투정과 함께 사용함으로써 도시홍수의 예방과 지하수를 함양하는 이외에 홍수시의 배수나 하수처리에 있어서의 부하율이 감소하는 효과를 얻고 있으며, 빗물의 이용은 학교, 세차장 혹은 산업용으로 범위가 증가하고 있는 추세이다.

다. 미 국

괌(Guam), 카롤린 군도(Caroline Islands), 마셜군도(Marshall Islands), 푸에르토리코(Puerto Rico) 등의 많은 섬 지역에서 빗물을 이용하는 것이 일반적이며, 특히 대체 수자원이 부족한 더 작은 섬들의 경우에는 그 의존도가 더욱 크다.

인구 110,000명의 버진 군도(Virginia Islands)에서는 신축 건물을 지을 경우 지붕 유출부를 저류할 수 있는 저장조를 설치할 것을 법으로 규정하고 있으며, 이때 그 용량은 1㎡의 지붕면적당 400L를 필요로 하는데 주로 저장조는 지하에 매설되며 그 크기는 대략 5~100m³ 용량을 갖는다.



미국 빗물이용 사례(가정 빗물 저장조)

버진 군도는 섬에 거주하는 인구는 얼마 되지 않지만 일년에 180만명의 관광객을 유치하는 곳이기 때문에 보다 많은 용수를 공급하기 위해 불투수성 물질로 포장된 언덕을 이용해 빗물을 모으기도 한다.

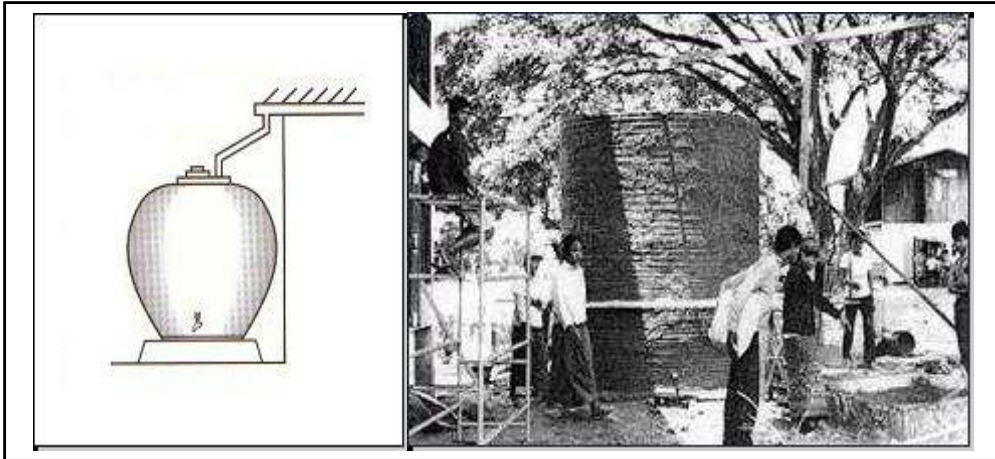
이외에도 빗물을 일반적으로 사용하고 있는 지역으로 오하이오(Ohio), 애리조나(Arizona), 캘리포니아(California), 플로리다(Florida), 켄터키(Kentucky), 뉴멕시코(New Mexico), 펜실베이니아(Pennsylvania) 텍사스(Texas), 버지니아(Virginia) 등의 있으며, 최근에 점차 증대되는 환경에 대한 관심과 기존 수자원의 고갈이 관계당국의 빗물 이용에 대한 관심을 증가시켰고 많은 도시들이 빗물이용에 대한 기술을 적극적으로 개발하고 있다.

라. 태 국

태국은 가정용 빗물 집수 시스템을 1980년부터 개발해왔고 그 분야에 있어 큰 향상을 보여 왔다.

특히 태국 자-프로그램(Jar Program)은 세계에서 가장 잘 알려진 가정용 빗물집수저장조 설치 프로젝트로써 정부에 의해 주도되었는데 1980년대 중반 이후 2m³

부피의 철근 콘크리트로 된 빗물 저장조가 가정용으로 수백만 개나 건설되었고 약 11m^3 의 페로스먼트 탱크의 경우 매우 폭넓게 이용되어 태국의 북동부 지역에서 수천 개가 설치되어 있다.



태국 빗물이용 사례(빗물저장 Tank)

6.4 대전광역시의 빗물이용 검토

빗물의 이용은 중수와 마찬가지로 수자원의 유효이용이라는 관점에서는 그 의의가 크지만 강우시 하수도나 처리시설의 부담을 경감시키고 또한 폭우가 내릴 때 도시형 홍수의 방지도 효과가 있다는 점을 잊어서는 안 된다.

또한 적당한 저류시설이 있을 경우 주택단지에서는 공원이나 광장의 살수, 인공개울 등에 대한 조경용이나 녹지의 살수용으로 활용하여 윤택한 주택환경을 연출하고 도시기후의 완화에도 기여하게 된다.

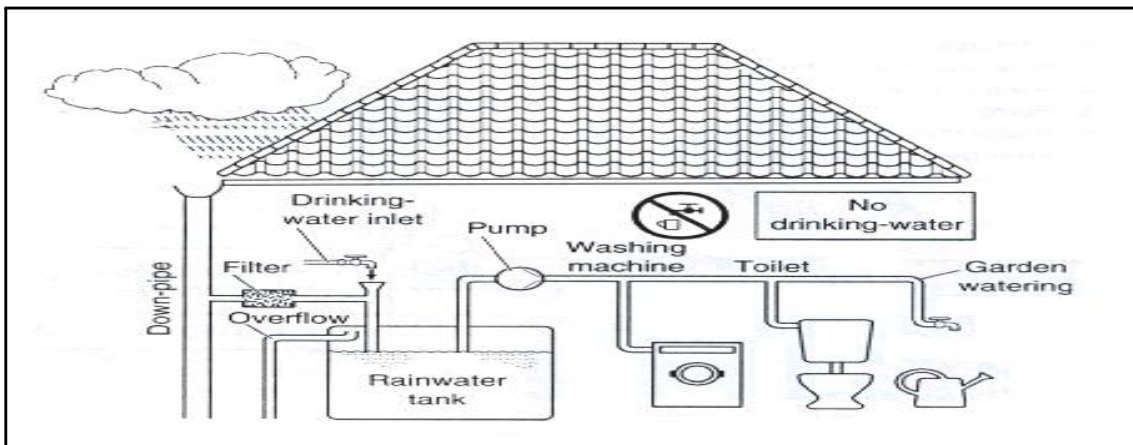
본 계획에서는 아직 도입 초기단계인 빗물이용방법 및 빗물이용시설에 대하여 관련법규를 기초로 접근방법을 검토하였다.

6.4.1 빗물 이용방법

빗물의 이용은 단독주택에서 비가 올 때 빗물을 모아 두었다가 정원에 뿌리는 간단한 예로부터 단지 내 공용으로 적절한 물처리와 저류를 거쳐 다용도 잡용수로 이용하는 예까지 다양하다.

1) 단독이용

빗물의 단독이용은 단독주택에서의 이용방법으로 지붕이나 테라스, 데크 등에서 빗물을 집수하여 이것을 지하 등에 설치된 저류조에 저장하고 화장실용 세정수나 상수 등의 잡용수로 이용하는 것이다. 집수면의 오염이 적은 장소에서의 집수는 간단한 침전이나 여과 정도만으로 이용이 가능하며 단독주택에서의 빗물이용 개념도는 다음과 같다.



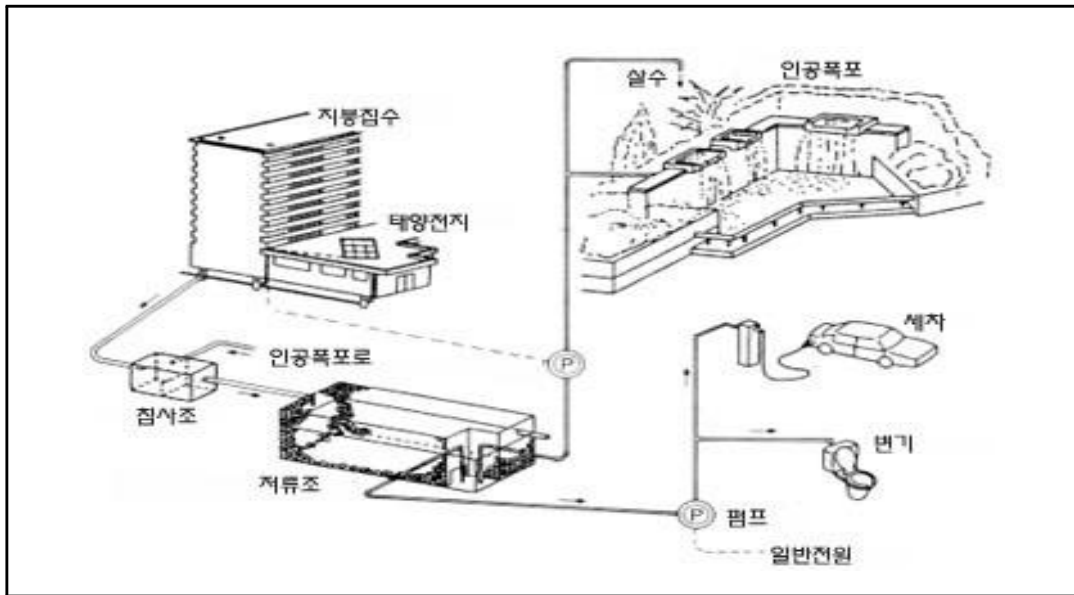
단독주택 빗물이용 시스템 예시

2) 공동이용

빗물의 공동이용은 아파트 및 주택단지 등에서의 적용방법으로 빗물을 지붕이나 주차장을 통해 집수하여 공동저류조를 통한 공원의 살수, 조경용, 세차용, 화장실 세정용으로의 효과적인 이용이 가능하다.

또한, 아파트의 경우 낙수 배출을 위한 수직연결과 내부를 약간 개조하면 각층에서 고르게 빗물을 뽑아서 쓸 수 있으며, 일본 수미타구의 경우는 아파트 주차장 둘레에 턱을 높여 주차장내로 쏟아지는 빗물을 지하저류탱크로 모아 공공유지용수로 사용하고 있다.

다음은 주택단지에서의 빗물이용 시스템 예시이며, 여기서는 태양전지를 이용한 빗물배수펌프도 병용하고 있다.



주택단지 빗물이용 시스템 예시

6.4.2 빗물이용시설 계획시 고려사항

1) 빗물 사용관을 수도관과 구별하여야 한다.

수도관의 오작에 의한 수질사고 발생의 예방을 위하여 배관의 색을 다르게 칠하고 표시를 분명히 해야 한다.

2) 빗물이용시설 계획시 초기우수 배제를 위한 적절한 시설을 갖추어야 한다.

빗물에 황산과 질산 등 대기오염 물질이 포함되는 산성비 문제가 발생 할 수 있으므로 저장탱크에 초기우수제거장치를 부착토록 한다. 산성비는 초기강우에 오염물질이 집중되므로 처음 내리기 시작하는 2mm 정도의 빗물을 자동적으로 저장용기 밖으로 빼내는 장치가 필요하다.

3) 빗물이용시설 계획시 빗물과 섞여 있는 이물질의 제거를 위한 여과장치 등의 처리 시설을 갖추어야 한다.

빗물 저류시설 유입부에 낙엽 등 기타 쓰레기를 제거하기 위한 스크린 설치하고 부유물질을 제거하기 위한 필터장치도 장착한다.

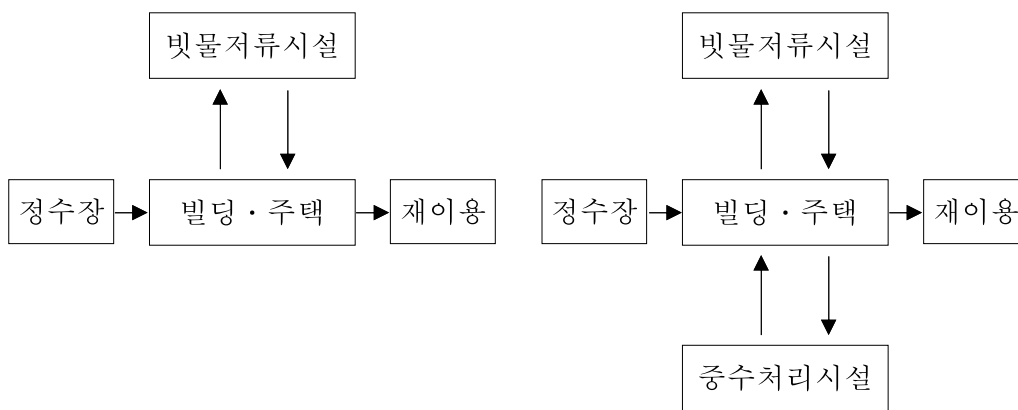
4) 빗물저류시설의 유지관리를 위한 부대설비를 갖추도록 한다.

연 2회 이상 주기적으로 점검하고 이물질 제거 등 청소를 실시하며, 유지관리의 편리성을 위해 저류시설에 모아진 물의 수위를 볼 수 있는 수위계 부착도 고려한다.

5) 토지의 효율적 이용측면에서 빗물저류시설의 지하매설이 일반화 될것으로 예상되므로 가능한 한 주택 건축시에 빗물이용시설의 도입을 검토하도록 한다.

6) 빗물을 이용할 경우 그 용도가 화장실의 세정수나 살수 등의 잡용수로 사용되므로 중수도의 용도와 중복된다.

따라서 빗물이용 주택에서 잡용수 공급시스템을 계획할 경우에는 해당 주택의 규모나 등급, 강우 데이터 등을 감안하여 빗물이용, 중수이용 중 어떤 것을 선택할 것인가 또는 양쪽을 조합시켜 운용할 것인가를 검토할 필요가 있다.



[단독]

[생활용수+빗물병용재이용]

빗물 재이용 시스템 분류

6.4.3 빗물 이용시 장점

- 가정에서 빗물을 모아 사용할 경우 30% 정도의 수돗물을 줄일 수 있기 때문에 수자원의 효율적 이용 측면에서 빗물이 좋은 수자원으로 여겨지고 있다.

- 건물 지붕에서 집수한 빗물은 저장용기를 통해 침전처리만으로도 화장실 세정용수와 정원 살수·세차용 등 각종 허드렛물로 유용하게 쓸 수 있다.
- 빗물은 증류수이기 때문에 모래여과의 자외선램프(UV램프) 살균과정을 거쳐 대기 중 오염물질만 제거하면 도서지역에서 비상시 식수로도 사용할 수 있다.
- 빗물은 오래 저장해도 순수한 상태로 남아있게 되므로 악취문제는 걱정하지 않아도 된다.
- 지하수의 경우 센물의 정도가 매우 높아 비누가 잘 씻겨내려 가지 못할 정도이나 상대적으로 빗물이야말로 매우 좋은 수자원이다.

6.4.4 대전광역시의 빗물이용 검토

대전광역시는 과거 기상자료에서 나타난 바와 같이 2000년 이후 연평균 강수량이 1,470mm로서 국내 평균값을 상회하는 것으로 나타나 빗물이용에 있어 유리할 것으로 예상된다.

따라서, 본 계획에서는 관련법규에 의한 일정규모 이상의 빗물이용시설 설치 대상 시설물은 없으나 수자원의 효율적 이용 측면에서 빗물이용시설의 적극적 도입이 요구되는 바, 다음과 같이 현실적인 빗물이용방안을 제시하고자 한다.

빗물이용시설 도입방안

구 분	도 입 방 안	비 고
1단계	• 행정구역내 빗물이용 현황조사 및 분석 • 기존시설의 문제점 및 개선방안 검토 • 빗물이용 관련 대민홍보(시설설치 자원, 수도요금 경감) 및 자발적 도입 유도 • 빗물이용시설 개발 및 표준모델 제시	수도급수조례 개정
2단계	• 빗물이용시설 설치 시 무상지원(저류 Tank 등) • 대규모 개발지에 대한 시범적용 실시	타당성검토 실시

7.0 하·폐수처리수 재이용 계획

7.1 제도적 현황

우리나라는 수자원을 풍부히 확보하고 수질을 깨끗이 유지할 목적으로 물의 재이용 확대를 추진하고 있으며 이에 필요한 법규를 중수도란 항목으로 규정하고 있다.

하수처리수 재이용에 대해 정확히 규정하고 있는 법규는 없지만 물을 광역적으로 재이용하는 의미에서 보면 중수도에 포함되므로 재이용에 대한 법적 근거를 중수도의 관련법에서 찾을 수 있으며, 중수도 관련법의 내용은 중수도 시설과 설비 투자에 대한 세액공제 그리고 중수도 사용량에 해당하는 수도요금의 감면으로 구분되고 있다.

하수처리수 재이용사업은 추진주체가 지방자치단체로서 하수처리수를 하수처리장에서 재처리하여 일반수요자에게 공급하고 수요자는 건물 내에 배관을 설치하고 재이용수의 사용요금을 지불한다는 점에서 개별중수도와 다르나, 상수도와 유사한 공급 및 지불체계를 가진다고 할 수 있으므로 하수재이용 사업을 위한 관련법은 중수도에 관련하여 지방자치 조례를 별도 규정토록 하는 제도적 보완이 필요하다.

하수처리수 재이용 시스템과 개별 중수도 시스템의 차이점

구 분		개별 중수도	하수처리수 재이용
중수도설치, 관리자		중수도 사용자(설치자)	지방자치단체
물공급자		중수도사용자	지방자치단체
물사용요금		필요 없음	하수처리수 재이용요금
시설설치에 대한 지원대상자		물사용자(설치자)	지방자치단체(처리시설, 송·배수관) 물사용자(건물내 급수관)
수도요금감면		중수사용량만큼 수도요금감면	하수처리 재이용수 사용요금감면
필요시설	공급자	중수도 시설, 건물내 급수관	재처리시설, 송·배수관
	수요자		건물내 급수관

하수처리수 재이용 시스템과 개별 중수도 시스템의 차이점

■ 조세특례제한법	
▶ 특정설비투자에 대한 세액공제 ▶ 수도법에 의한 중수도시설	▶ 하수처리 재이용시설에 대한 세액공제 ▶ 재이용시설, 송배수관시설(공급자) 급수관시설(재이용수사용자)
■ 수자원공사 공급규정, 건설부령 공업용수공급규칙	
▶ 중수도생산량에 대한 수도요금감면 (중수도설치관리자) ▶ 중수도 설치, 관리하는 공업용수도사업자에 대한 수도요금감면	▶ 하수처리 재이용수 생산량에 대한 수도요금 감면(공급자) ▶ 하수처리 재이용수 사용자에 대한 재이용수 요금감면
중수도 관련법	하수처리수재이용 관련법

중수도의 관련법에서 하수처리수 재이용과 연관되는 법률로는 수도법, 조세특례제한법, 수자원공사 공급규정, 국토해양부령 공업용수규칙, 지방자치단체의 조례 등이 있으며 이를 정의하면 아래 표와 같다.

수도법에서는 중수도의 정의, 수도정비기본계획의 수립, 중수도의 권장, 중수도의 설치, 중수도의 설치 및 관리자, 중수도 시설기준 및 수질기준, 중수도 설치자에 대한 요금감면 등을 규정하고 있고, 조세특례제한법에서는 중수도 설치 및 관리자에게 세제지원방안을 규정하고 있으며 수자원공사 규정, 국토해양부령인 공업용수규칙, 지방자치단체의 조례 등에 의해 수도요금을 감면할 수 있는 근거를 마련하고 있다.

이상의 내용에서 우리나라 하수처리수 재이용에 대한 법적근거는 수도법의 중수도관련법에서 찾을 수 있으며 중수도 제도 도입의 법적 근거는 1991년 12월 14일 제4429호에 의한 수도법 개정에서 시작되었다고 볼 수 있다.

하수처리수 재이용에 관련된 각종법규 및 내용

관 련 내 용	규 정 항 목	관 련 법
하수처리수 재이용계획	중수도기본계획수립	수도법 제4조 제7항 제9호
하수처리수 재이용시설	중수도의 정의 시설설치, 관리시설 및 수질기준	수도법 제3조 제15호, 제14조 수도법 시행령 제24조 수도법 시행규칙 제2조, 제3조, 제4조, 제5조
재용시설 조세감면	설치 및 관리자에 대한 세제 공제방안 설비투자범위	조세특례제한법 제11조, 제25조 조세특례제한법 시행령 제22조
재이용량 요금감면	사용요금감면	수자원공사 공급규정 제50조 국토해양부령 공업용수규칙 제11조 지방자치단체조례

- 주) 1. 수도법은 수도에 관한 종합적인 계획을 수립하고 수도를 적정하고 합리적으로 설치·관리함으로써 공중 위생의 향상과 생활환경의 개선에 이바지함을 목적으로 한다.
2. 조세특례제한법은 조세의 감면 또는 중과 등 조세특례와 이의 제한에 관한 사항을 규정하여 과세의 공평을 기하고 조세정책을 효율적으로 수행함으로서 국민경제의 건전한 발전에 이바지함을 목적으로 한다.
3. 국토해양부령에 의한 공업용수공급규칙은 수도법 제48조의 규정에 의하여 국가 등이 공업용수도 사업자가 공급하는 공업용수의 요금·급수 기타 공급에 관하여 필요한 사항을 규정하고 있다.

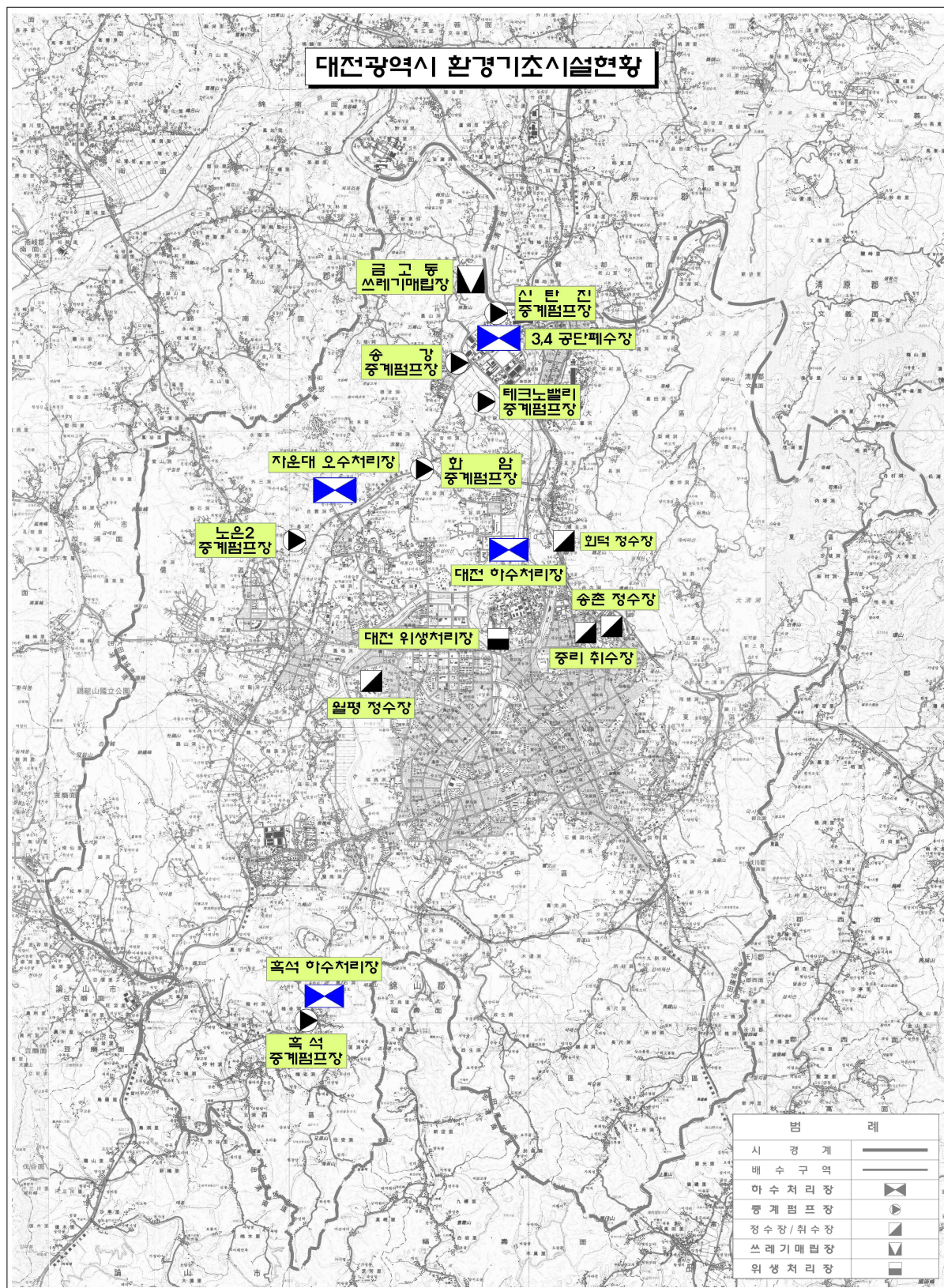
7.2 대전광역시 하·폐수 처리수 이용계획

7.2.1 하수처리시설 현황

대전광역시는 $Q=900,000\text{m}^3/\text{일}$ 의 대전하수처리장이 운영되고 있으며, $Q=1,000\text{m}^3/\text{일}$ 의 흑석하수처리장이 2005년 말부터 가동중에 있다. 또한 자운동 군부대지 역내에 별도의 오수처리장($Q=9,000\text{m}^3/\text{일}$)이 운영되고 있다.

하수도 시설현황

구 분	시 설 용 량	시 설 현 황	비 고
1. 하수처리장			
- 대전하수처리장	Q=900,000m ³ /일	표준활성슬러지법	고도처리로 전환중
- 흑석하수처리장	Q= 1,000m ³ /일	연속회분식 활성슬러지법(SBR)	운영중
- 자운대오수처리장	Q= 9,000m ³ /일	표준활성슬러지법(기존) 장시간, 접촉 포기법(신규)	군부대자체 처리장임
2. 오수중계펌프장	오수유입량(시간최대)		
- 화암펌프장	Q=1,500m ³ /일	20HP×3대(1대예비)	
- 신탄진펌프장	Q=26,000m ³ /일	50HP×1대, 75HP×1대	
- 송강펌프장	Q=6,500m ³ /일	30HP×3대(예비1대)	
- 대덕밸리펌프장	Q=300m ³ /일	150HP×4대	
- 노은2지구 펌프장	Q=6,000m ³ /일	20HP×2대	
- 회덕펌프장	Q=3,800m ³ /일	30HP×4대	
- 흑석펌프장	Q=120m ³ /일	15HP×3대	



대전광역시 하수도시설 현황도

7.2.2 하수처리수 재이용 현황

대전광역시의 하수처리수 재이용은 현재 대전하수처리장에서 급수동에 설치된 시설용량 17,000m³/일의 여과설비를 이용하여 약 4,000m³/일의 여과수가 처리장 내 각종 용수로 재이용 되고 있으며, 재이용수 공급시설 현황은 다음과 같다.

○ 용수공급시설 현황

- － 건축물 : 지하1층, 지상1층의 총면적 542m², 제2처리장 251.31m²
- － 설치시설 및 기기 : 유입수문, 급속모래 여과지, 원수공급펌프, 역세 송풍기, 공기압축기, 수공급펌프, No. 1-4, 압력수 공급펌프, 소포수 공급 오토스트레너, 배수펌프, 회석수 공급펌프 텔레스코프밸브 및 변전설비동

대전하수처리장 여과시설 용량

구 분	여과기 용량 (m ³ /일)	대 수	시설용량 (m ³ /일)	비 고
3 단 계	2,800	4	11,200	
4 단 계	1,920	3	5,760	
계			16,960	≒ 17,000m ³ /일

자료) 대전광역시 하수도정비기본계획 변경(2007, 대전광역시)

대전하수처리장 하수처리수 재이용 현황

(단위: 천 m³/년)

구 분		2003년	2004년	2005년	2006년	비 고
장내용수	세 척 수	2,244	2,244	2,244	-	
	냉 각 수	1,550	1,550	1,550	-	
	청 소 수	112	112	112	-	
	식수대살포	-	-	-	-	
	회석용수	-	-	-	-	
	기 타	165	165	175	-	
	소 계	4,071	4,071	4,081	4,087	
장외용수	중 수 도	-	-	-	-	
	공업용수	-	-	-	-	
	농업용수	-	-	-	-	
	하천유지용수	-	-	-	-	
	기 타	-	-	-	-	
	소 계	-	-	-	-	
합 계		4,071	4,071	4,081	4,087	≒4,000

자료 : 대전광역시 시설관리공단

7.2.3 하수처리수 재이용 계획

정부가 추진중인 「하수처리수 재이용 촉진 시범사업 추진계획(2005. 3. 환경부)」이 완료되는 시점인 2007년말 이후 평가결과를 반영하여 사업을 추진하도록 하고, 인근의 하천유지용수, 농업용수, 조경용수 및 공업용수 등의 용도를 점차로 다양화 할 수 있도록 하수처리수 이용사업 촉진을 위한 조례 마련, 하수처리장 건설시 처리수 이송관 설치자금지원 등의 행정적 보완이 필요한 것으로 판단된다. 본계획에서는 「대전광역시 하수도정비 기본계획 변경(2007, 대전광역시)」에서 반영한 하수처리수 재이용 계획에 대해서 언급하였다.

가. 「대전광역시 하수도정비 기본계획 변경(2007, 대전광역시)」 상 하수처리수 재이용 계획

대전광역시의 도시특성에 부합하고 지역여건에 맞는 하수처리수 재이용방안을 다음과 같이 계획하였다.

- 처리장내 가동용수와 잡용수 등의 장내용수
- 처리장내 공원화시설과 인근 공원을 연계하여 조경용수 등의 환경친화시설 유지용수
- 하천 상류로 이송 방류하여 건천화된 도시하천의 수질을 개선하고 생태하천의 기반을 조성하여 시민들에게 자연친화적 도시공간을 제공할 수 있는 하천유지용수
- 「3대 하천 생태복원사업」과 연계하여 처리수를 하천 유지용수로 활용

나. 대전시 「3대 하천 생태복원사업」의 추진현황

대전시가 단계별로 추진중인 3대 하천(대전천, 유등천, 갑천) 생태복원 및 공원화사업의 일환인 하천수량 확보계획 중 대전하수처리장 처리수($Q=80,000\text{m}^3/\text{일}$)를 유등천 하천유지용수로 이용하도록 기계획되어 있는 바, 금회 계획시 이를 하수처리수 재이용계획에 반영하였다.

1) 대전생태하천조성 학술연구(대전광역시, 2003. 12)

- 대전시의 3대 하천(대전천, 유등천, 갑천)에 대하여 하천 내 생물 종다양성을 증대시키고 수변경관을 개선함으로써 시민들에게 휴식의 장소로, 청소년들에게는 자연학습과 생태체험의 장소로 활용할 수 있게 하천환경정비를 시행하여 건강하고 살아있는 자연형 하천을 만들고자 함.
- 하천특성을 고려한 필요유량 산정
하천유지용수 산정은 각 지천별, 주요 지점별 생태적 기능, 경관적 기능, 친수적 기능 중 주요기능을 설정하고 각 기능에 대해 앞으로 설정한 기준을 적용하여 유지용수를 산정하였다.

하천경관을 고려한 필요유량 산정을 위해 하천이나 하천변에 접근하는 사람으로 하여금 정서적으로 풍부하고 안정된 심적 감정을 가질 수 있도록 수면폭(W)과 하폭(B)의 비($W/B \geq 0.2$)를 고려한 대표 지점별 하천유지유량은 다음과 같다.

필요유량 산정기준

구 분	필요유량 산정기준
수 면 폭	하천경관에 필요한 수면폭(W)과 하폭(B)비 • 갑 천 W/B : 0.2 • 유등천 W/B : 0.3 • 대전천 W/B : 0.3
유 속	어느 정도 흐름을 확보 가능한 0.2m/sec 적용
수 심	피라미 등이 살 수 있도록 최소 수심 0.1m 적용

자료 : 도심생태하천조성 학술연구(대전광역시, 2003)

대표지점별 하천유지유량 결정

하 천	구 간	대표지점	유역면적 (km ²)	유지용수 산정(m ³ /sec)			
				갈수량	하천 수질	하천 특성	유지용수 결 정 량
유 등 천	상류~유등철교	침산교	165.20	0.32	-	0.77	0.32
	유등철교~대전천 합류전	대전천 합류전	184.88	0.32	-	0.95	0.95
	대전천 합류후~ 갑천 합류전	갑천 합류점	282.28	0.48	0.90	1.38	1.38
대 전 천	구도교~보문교	옥계교	46.58	0.09	-	0.42	0.09
	보문교~삼선교	대동천 합류전	61.97	0.10	-	0.60	0.60
	삼선교~유등천 합류전	유등천 합류전	87.82	0.13	0.46	0.90	0.90

자료 : 도심생태하천조성 학술연구(대전광역시, 2003)

도심생태하천조성 하천유지유량 확보 계획

구 분		1 단 계	2 단 계
유지용수 공급방안		갑천의 하천수 이용	하수처리장 처리수 이용
안별개요		갑천의 하천수를 갑천·유등천 합류점에서 옥계교 지점으로 압송하여 방류($Q=70,000\text{m}^3/\text{일}$)	대전하수처리장 처리수를 유등천 상류 호남철교 지점으로 압송하여 방류($Q=80,000\text{m}^3/\text{일}$)
장 단 점	장점	하천기능 유지	수량확보 용이
	단점	안정적이고 충분한 수량확보 검토 필요	추가처리 필요
사 업 비		관로 및 펌프장 8,800백만원	관로 및 펌프장 8,700백만원
검토결과		- 유지용수 공급 1단계 사업으로 별도의 정수시설 없이 하천유지용수로 바로 이용할 수 있는 갑천의 하천수를 이용하여 대전천에 우선적으로 공급 - 용수 공급에 의한 갑천 구간내 유량감소 방지를 위하여 갑천·유등천 합류지점에 유지용수 공급시설 설치 - 지속적인 가뭄 드으로 인한 하천수 고갈시 하수처리장 처리수와 연계하여 유지용수 공급방안 검토 - 유지용수 공급 2단계 사업으로 고도처리된 하수처리장 처리수를 이용하여 유등천의 유지용수로 공급 - 정부에서는 하수처리수 재이용을 적극 권장하는 법개정(하수도법, 2000. 12)을 추진중에 있고, 하수처리수 재이용시설도 하수도 시설에 포함하여 지방양여금을 지원함으로써 재이용시설 설치확대를 지원하고 있다.	

자료 : 도심생태하천조성 학술연구(대전광역시, 2003)

2) 대전천 유지유량 확보사업

대전생태하천조성 학술연구에서 제시한 하천유지유량 확보계획 중 현재 1단계 사업으로 갑천의 하천수를 대전천 상류로 압송하여 하천유지용수로 이용하는 「대전천 유지용수 확보사업」이다.

○ 공 사 명 : 대전천 유지유량 확보사업

- 용 량 : 75,000m³/일
- 위 치 : 한밭대교 상류~옥계교
- 공사개요 : 가압펌프장 1개소, 취수보 L=145m, H=1.2m
관로 L=8.8km (D=900~800mm)
- 공사기간 : 2005. 7~2007. 12(30개월)

다. 하수처리수 재이용계획

대전시 기존 하수처리수는 「3대 하천 생태복원사업」과 연계하여 하천유지용수로 재이용하도록 한다.

1) 처리장 가동용수 및 잡용수로 활용

이는 기존의 하수처리시설에서 활발히 사용되고 있는 재이용방식으로 처리장 가동 및 잡용수로 활용하도록 한다.

하수처리장내 잡용수 이용

용 도		이 용 내 용
가동용수	기자재용 잡용수	펌프셀링수, 냉각수 등
	약품 용해용수	염소 투입용수, 폴리머 용해수 등
	공정용수	포기조, 소포수, 침사 세정수 등
	세 척 수	탈수기 세척수, 슬러지 배관 세척수 등
잡 용 수		기타 잡용수

2) 환경친화시설 유지용수

하수처리시설에 대한 부정적 이미지 제고를 위하여 주민친화시설, 환경친화시설로의 진일보된 처리장 건설이 요구되고 있는 실정을 감안할 때 주민 편의시설 설치에 따른 용수확보가 필요하게 되므로 처리수 재이용은 유용하고 경제적인 방법이다. 따라서 처리장내 주민친화시설(체육공원 등) 및 조경용수로 처리장의 최종처리수를 이용하도록 한다.

3) 하천유지용수

「도심생태하천조성 학술연구」에서는 기계획한 대전하수처리장 고도처리수 ($Q=80,000\text{m}^3/\text{일}$)을 압송하여 유등천 하천유지용수로 이용하는 계획이 수립되어 있다.

하천유지용수 재이용수질은 환경부 재이용수질 권고기준 및 오염총량제 목표수질 등을 고려하여 다음과 같이 계획하였으며, 향후 설계시 보다 세밀한 검토 후 최종 적용하도록 한다.

대전하수처리장의 경우, 총시설용량 $900,000\text{m}^3/\text{일}$ 중 일부 $Q=80,000\text{m}^3/\text{일}$ 을 하천유지용수로 활용할 계획인바, 재이용수질 달성을 위한 추가설비 필요시 경제성을 고려하여 적정시설용량 계획을 수립하도록 한다. 단 하수처리수 방류부하류에 갑천수영장 설치 등이 현재 논의중인 바 수영용수 등의 친수용수로 활용계획 확정시는 보다 강화된 수질기준을 적용하여 처리장의 시설계획을 수립하도록 한다.

재이용수질 계획

구 분	활용방안	재이용수질 계획(하천유지용수)					
		BOD (mg/ℓ)	COD (mg/ℓ)	SS (mg/ℓ)	T-N (mg/ℓ)	T-P (mg/ℓ)	대장균군수 (개/ml)
대전하수처리장	유등천 유지용수	6.0	15.0	6.0	10.0	1.0	1,000

주) () : 수영용수 등의 친수용수로 활용시

라. 처리장별 하수처리수 재이용계획

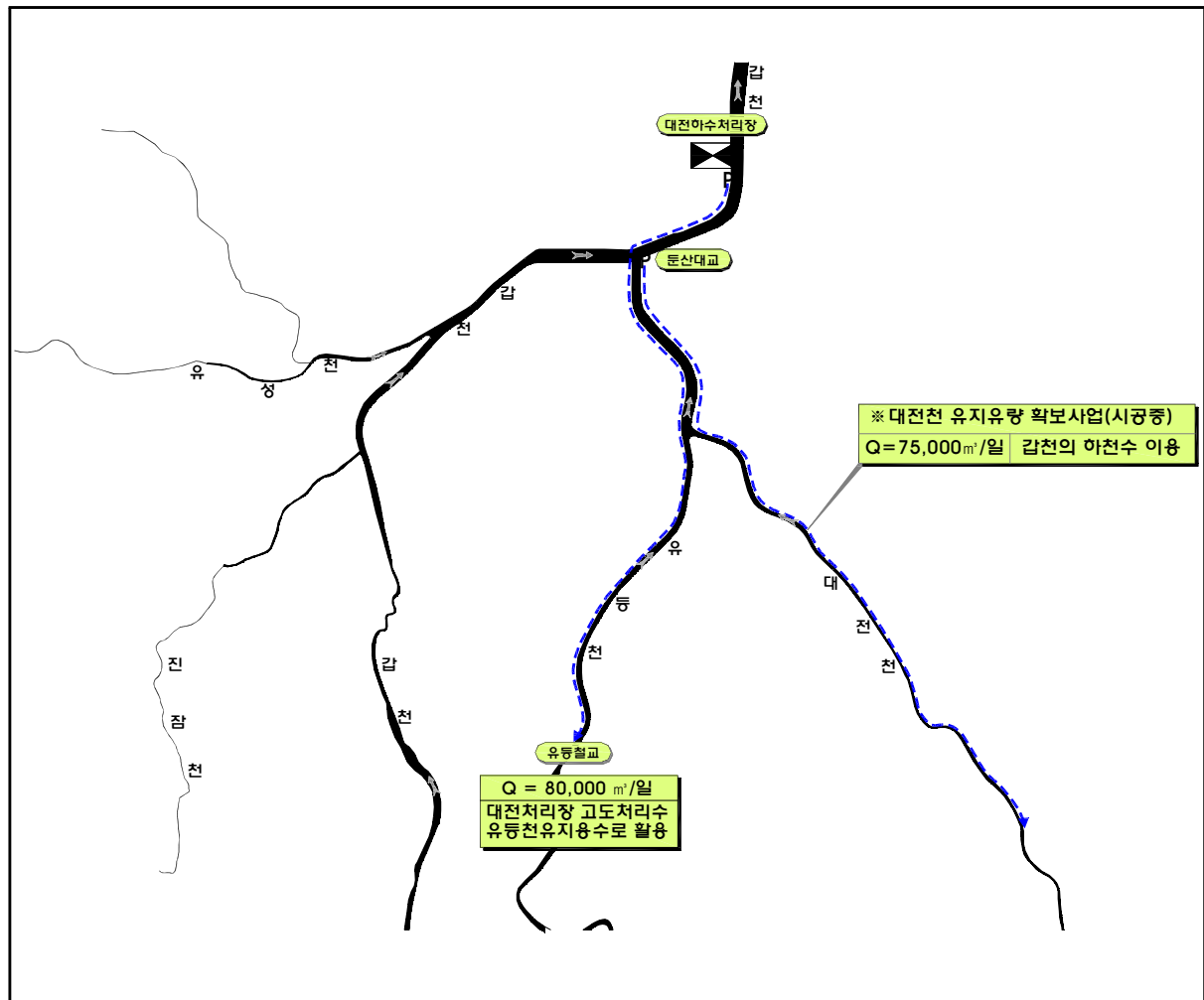
앞서 검토한 바를 토대로 처리장별 재이용 용도 및 이용수량 계획은 다음과 같다.

단계별 하수처리수 재이용 계획

(단위 : m³/일)

하수 처리장	재이용 용도	재이용수 용수량(m ³ /일)					비 고
		2005년	2010년	2015년	2020년	2025년	
대 전	- 처리장내 잡용수 - 처리장내 체육공원 및 조경용수 - 유등천 하천유지용수	17,000	97,000	97,000	97,000	97,000	고도처리 개량공사중
	계	17,000	97,000	97,000	97,000	97,000	

주) ()는 시설용량 대비 재이용수 용수량 비율임.



대전광역시 하수처리수 재이용 계획

8.0 교육 및 홍보 계획

8.1 교육 및 홍보 현황

8.1.1 대전광역시의 교육 및 홍보 현황

대전광역시는 현재 초·중등학교를 중심으로 환경시범학교 50개교가 지정되어 환경에 대한 올바른 가치관을 확립시키고자 2년 단위로 운영되고 있다.

8.1.2 교육 및 홍보의 문제점

가. 절수방법에 관한 효과적인 교육과 홍보 부족

- 실제 물 사용자를 대상으로 하는 절수수단 및 절수방법에 대한 교육과 홍보에 소극적임.

나. 교육과 홍보의 표적 집단(Target group)에 대한 식별, 분류 및 대응 부족

- 절수기 설치 가구의 경우, 비 설치 가구에 비해 물 절약에 대한 인식도가 더 높으나, 추가적인 절수 방법에 대한 정보 제공 등이 미미함.
- 숙박업소 및 목욕업소의 현 수도요금에 주거용 수도요금에 비해 훨씬 높은 실정으로 비주거용시설의 경우 자체적으로 운영 중인 프로그램이 있는 경우 절수에 대한 효과가 높으므로 절수 방법에 대한 홍보 및 교육이 효과적일 것으로 기대하나, 현 체계 내에서는 대응이 미흡함.

다. 물 절약 교육 및 홍보를 위한 행정체계 미흡

- 물 절약 교육 및 홍보 전담 전문가의 부재
 - 수도 관련 실무담당자들은 교육 및 홍보의 중요성을 인식하고 있으나, 관련 인력 부족 및 체계 미흡을 문제점으로 제기됨.
- 교육 및 홍보 자료 개발 및 실천을 위한 타부서와의 네트워크가 진행되고 있지 않음.

- 물 자원 가치 인식을 어렸을 때부터 심어주기 위한 학생 교육이 중요함에도 불구하고 정기적이고, 체계적인 교육이 이루어지지 않음.

8.2 교육 및 홍보 추진계획

8.2.1 물 관련 시설 견학의 활성화

- 물과 관련된 시설의 견학 프로그램을 재정비하여 물 절약 정보제공에 주력
- 학교, 주민, 직장인 등의 방학 및 휴가기간이나 소풍 등을 이용한 초청 견학을 통해 물 절약 습관 유도

8.2.2 물 다량 사용 사업자에게 정기적으로 물 절약 관련 뉴스레터 발송

- 일반인이 할 수 있는 절수 방법 소개
- 샤워기 앞에 붙일 수 있는 절수 스티커 발송
- 절수기기 및 절수시설 설치 방법 및 업체 안내

8.2.3 수도요금 고지서 활용

- 수도요금 고지서 뒷면에 누진 구간에 대한 설명이 있는 도표 삽입
- 수도요금 고지서 당월 사용량에 대한 분포 그래프를 삽입하여 해당 가구가 물을 어느 정도 사용하고 있는지에 대한 정보 제공
- 간단한 절수 상식 삽입
- 옥내누수 탐사 서비스 홍보
- 현 생산원가와 현실화율, 유수율 제고 노력 등을 기입하여 수도요금 인상에 대한 저항을 줄임

8.2.4 홈페이지 콘텐츠의 양질화 및 다양화

- 홈페이지를 단순정보의 전달을 넘어서 물 수요관리를 위한 홍보 및 교육의 도구로 이용하기 위해 지속적인 업데이트와 콘텐츠 개발
- 물 절약 관련 시민단체의 카페 또는 대화방 개설, 모범사례 소개, 관련 링크를 활성화하여 물 절약에 관심이 있는 시민이면 누구나 쉽게 물 절약 정보를

및 사례를 공유할 수 있도록 함

- 물 절약 및 환경 교육 콘텐츠를 수록 및 연결(물 절약 교육과 연계하여 물 절약 습관 및 중요성을 표적 집단별로 홍보)
- 관내 절수기기 판매처 목록 및 연락처 등을 기재하고 관련 내용을 홍보, 지역 업체와의 유기적 연결체계 확립
- 수도과 홈페이지를 이용한 지속적인 홍보 홈페이지에 배너 추가 및 콘텐츠 확보
 - 물 수요관리정책의 진행 현황의 지속적인 업데이트
 - 상대적으로 물 절약 인식이 낮은 청년층을 대상으로 집중 홍보
 - 절수 수단에 대한 정보 제공
- 물 절약 홍보지 배포
 - 절수방법에 대한 팸플렛, 스티커 및 지침서를 가정, 학교, 직장 등에 배포
 - 관공서, 은행 등 시민들의 출입이 잦은 접근성 높은 곳에 비치
- 옥내누수 탐사 서비스 홍보
- 지역 환경관련 시민단체와 함께 시민행사 기간 동안 물 절약 홍보

8.2.5 모범사례 포상

정기적으로 물 절약 모범 사례를 공모하여 우수사례 포상과 홍보를 시행한다.

모범사례 포상과 홍보 방법

대상	대규모 물 사용시설을 먼저 실시함(목욕업, 숙박 등)
홍보방법	물절약 관련 정책 및 공사 후 물절약 효과를 인터넷 및 지역자치구에 게시하고 홍보를 강화해줌
홍보유도 방안	우수사례 창출을 위한 인센티브 책정 및 홍보 (각 절수수단별 인센티브를 홍보)

8.3 교육 및 홍보 활성화 계획

8.3.1 기본목표

- 주체 : 대전광역시 관내
- 대상 : 물 수요 관련 공무원, 일반 공무원, 일반 시민, 초·중·고교 학생
- 목표
 - 물 사용 습관의 변화 유도
 - 현재 국내 물 자원 실정 및 향후 예상되는 물 부족량 및 물 부족시 발생하게 될 문제점 등에 대한 교육 및 홍보 강화를 통해 물 사용자의 의식 변화 유도
 - 다양한 절수 수단에 관한 정보를 제공함으로써 쉽게 물 절약 습관을 갖도록 유도

8.3.2 국가 계획

가. 현황

- 물 절약 범국민 운동본부의 구성을 통해 절수 정책 연구, 제안, 입법 활동 지원에서 대국민 캠페인, 절수기술 개발 및 보급, 절수기기 성능 검증 등의 역할 수행
- 취·정수장 및 지방 수자원공사, 댐 등을 코스로 하는 water tour 코스를 개발하여 수자원의 중요성 교육
- 언론, 광고매체를 통한 홍보
- 물 절약 모범사례 발굴, 표창, 스티커 부착 등의 활동 수행

나. 단기 추진 계획

- 실질적 물 사용자인 주부, 청소원 등을 대상으로 교육 및 홍보를 집중하여 물 자원 가치인식의 변화 유도

- 수도요금 고지서에 자신의 물 사용량 위치를 표시하여 물 사용 습관 변화를 유도
- 시간대별 물 사용량이 다른 사실에 착안하여 텔레비전 및 라디오를 통한 홍보를 물 사용량이 많은 시간에 집중

다. 중·장기 추진 계획

- 시·군의 특성과 상황을 고려한 차별적 교육 및 홍보 실시
- 절수기기에 대한 교육 및 홍보 강화
- 교육 및 홍보 효과에 대한 효과 측정

8.3.3 단기 추진계획

- 요금 고지서를 통한 홍보 강화
 - 요금 납부자가 고지서만으로도 물 사용과 절약에 대한 정보를 얻도록 콘텐츠 개발
- 홈페이지를 이용한 실질적인 홍보 및 교육이 가능하도록 콘텐츠 개발
- 물 다량 사용 사업자에게 절수기 설치 유도
- 지역 모임, 운동회, 반상회 등 주민 접촉을 통한 홍보 및 교육
- 절수 키트 교육 준비 및 시행

8.3.4 중기 추진계획

- 요금 고지서 뒷면을 이용한 지속적 홍보
 - 절수 방법, 절수기기 설치법 및 절수 기기 구입처 등 명시
- 물 관련 시설(정수장, 하수처리장 등) 견학 활성화
 - 물과 관련된 시설의 견학 프로그램을 재정비하여 물 절약 정보제공에 주력
 - 학교, 주민, 직장인 등을 초청 견학을 통해 물 절약 습관유도
- 물 다량 사용 사업자(목욕업, 숙박업)에게 정기적으로 물 절약 관련 뉴스레터 발송하고 관련 책자를 비치하도록 하여 방문자의 물 절약의식 유도

- 일반인이 할 수 있는 절수 방법 소개
- 샤워기 앞에 붙일 수 있는 절수 스티커 발송
- 절수기기 및 절수시설 설치 방법 및 업체 안내
- 전단지, 소책자, 스티커 배포
- 절수기기 및 절수 키트 설치·사용법 교육
- 지역 환경관련 시민단체와 물 절약 공동 캠페인 실시

8.4 교육 및 홍보 계획

8.4.1 추진체계

- 추진 주체는 대전광역시로서 시민의 물 절약 의식고취 및 실천방안을 위한 전반적인 시스템을 제공
 - 물 절약 의식 고취를 위한 전 시민 대상 홍보는 시가 적극적으로 추진
 - 대중매체, 인터넷 등 지역민 전체가 접촉할 수 있는 방법 활용
- 실행주체로서 각 구·동은 민간 부문과 협력하여 물 절약 방법 제공에 중점을 두고 홍보 및 교육 계획을 추진
 - 주민의 왕래가 많은 곳에 팜플렛, 지침서, 스티커 등을 비치 및 배포
 - 반상회 및 주민 행사 등에서 주민들과 직접 접촉하여 홍보
 - 시민단체, 절수 기기 업체와 연계를 추진
- 절수수단에 있어 유지·보수·신설 등 관련업체와 협조체제를 구축하여 신속한 조치 및 설치가 가능하도록 하며, 사용 불편신고에 대한 의견을 수렴하여 제 업체에 통고, 개선하도록 유도
- 물 수요자가 절수 기기 설치 의사가 있을 시에 신속하고 편리하게 서비스에 접근할 수 있도록 정보 제공하여 물 절약에 대해 민간과 공공이 공동으로 대응

물 절약 캠페인을 위한 추진체계

대상	내용
일반인	· 절수기기 설치 가구에 대한 추가 절수 정보 제공 · 옥내 누수 탐사 서비스 홍보 및 탐사법 홍보 · 절수기기 보급 및 설치 · 절수기기 키트 설치 교육 · 물 절약 시범 가정 선정 및 표창, 정기 워크숍 개최 · 주민 행사 및 반상회 등에서 주민들과 직접 접촉 · 팸플릿, 지침서, 스티커 등의 배포 및 홍보
기업	· 옥당, 숙박업소 및 체육시설 등 물 대량 소비 사업자에 대한 옥내 누수 탐지 서비스 홍보 및 행정지도 · 관내 절수 기기 판매업소 목록 작성
공무원	· 절수 관련 담당자에 대한 교육 실시

8.4.2 추진일정 및 연차별 투자계획

- 직접적 정보제공
 - 팸플릿, 스티커 제공 등을 업무로 하는 직접적 정보제공은 수시로 수행
- 대중매체 홍보
 - 물 사용이 많은 하절기에 집중 홍보 실시
- 모범사례 홍보
 - 물 절약 모범사례는 물 절약 교육 등을 실시할 때 적극적으로 홍보하여 시민들의 자발적인 참여의식 고취
- 교육 프로그램
 - 학교 및 각 읍면동사무소에서의 교육 프로그램을 통해 시민들의 물 절약 의식 고취
- 인터넷 홈페이지
 - 인터넷 홈페이지를 통해 다양한 정보를 연중 개체하여 시민들이 쉽게 물 절약 정보에 접촉할 수 있도록 하고, 여론수렴 창구역할 수행

교육 및 홍보 연차별 투자계획

(단위 : 백만원)

구분	2006년	2007년	2008년	2009년	2010년	2011년
교육 및 홍보계획	200	200	200	200	200	200