

유수율제고와 효율적인 수질관리를 위한

배수시스템의 구축

현 인 환 교수

단국대학교 토목환경공학과

1. 서론

1999년 12월말 현재 우리나라의 급수구역은 830개소이며 급수보급율은 전체인구의 86.1%, 상수도 시설용량은 1일 2,659만 m^3 , 1인1일당 평균급수량은 388리터에 이르고 있다. 또한 배수시설로서는 송수관이 4,952km, 배수관이 48,404km 그리고 급수관이 61,065km가 매설되어 있어 관의 총연장은 115,740km이며 이 중 21년 이상이 된 관은 전체의 9.5%로서 10,963km이고 매설된지 15년~20년이 된 관은 전체의 13.8%로서 16,022km에 달하고 있다. 이렇듯 15년 이하의 관이 77%를 차지하고 있음에도 배수관의 노후화와 수질문제가 종종 언급되기도 한다.

또한, 우리나라의 연간 수돗물 생산량은 1999년 현재 5,798,429천 m^3 에 이르고 있으나, 이중 유수율은 73.4%에 불과하여 연간 무수수량이 1,540,734천 m^3 에 이르고 있어 이에 따른 경제적 손실이 막대한 실정이다. 특히, 세계의 많은 나라들 중에서 물이 부족한 국가(water stressed countries) 중의 하나로 평가되고 있는 우리나라는 인구증가나 물 소비경향의 변화에 따른 수요량을 감당하지 못하는 경우, 상수의 수급에도 상당한 어려움이 예상된다. 따라서, 경제적인 손실뿐만 아니라 부족한 수자원의 효율적인 이용이라는 차원에서도 지금부터 유수율의 향상에 총력을 기울여야 한다.

특히, 최근에는 상수도의 수질기준을 강화시키는 추세에 있고, 이에 따라 정수처리의 정도를 강화시킴과 더불어 배수시설에서의 수질관리도 중요한 문제로 대두되고 있다.

2. 배수시스템의 목표설정

안전한 수질, 충분한 수량, 적정한 수압은 상수도시설의 근본적인 3대 목표로 알려져 왔다. 그러나 상수도에 대한 시민들의 상승하는 요구도를 만족시키기 위해서는 이러한 포괄적인 목표와 함께 구체적이고도 세부적인 지향 목표가 설정될 필요가 있다.

배수시설의 역할은 소비자에게 필요한 수량을 적절한 수압과 안전한 수질로 항상 안정되게 공급하는 것이다. 이러한 목표의 달성은 개념적으로는 매우 간단하게 보이나 실제로 이러한 목적을 원활히 수행하기 위해서는 지역의 특성을 고려한 체계적인 접근이 필요하다. 왜냐하면 배수지역 마다 고저차, 주거형태 그리고 주거밀도 등 그 특성이 다르고 특히, 그 시설관리의 범위가 넓을 수록 배수관망이 매우 복잡하게 형성되기 때문에 기존의 배수관망 조직방법으로는 각 배수관의 능력이나 배수지역의 수요특성을 파악하기 어렵기 때문이다.

배수시설은 정수장에서 정수된 물을 원래의 수질을 유지하면서 수송도중에 손실이 없이 각 수요자에게 편리하게 공급시켜주는 중요한 시설이다. 따라서 배수시설을 구축함에 있어서도 이러한 원래의 목적을 달성할 수 있도록 구축목표를 설정할 필요가 있다.

배수시설은 상수도시설의 많은 부분을 차지하는 중요한 자산이다. 따라서 이를 재구축하는데에도 막대한 자원과 시간이 필요하다. 따라서 합리적인 배수관망을 구축하기 위해서는 한정된 자원에서 연간 투자가능성을 고려하여 단계적으로 추진할 필요가 있다. 따라서 이루고자 하는 전체적인 최종목표를 이룰 수 있도록 중간 단계마다 달성할 수 있는 단기적인 추진 과제를 설정할 필요가 있다.

2.1 유수율제고와 누수방지

누수는 수도사업의 경영손실과 더불어 귀중한 자원의 손실을 의미하는 것이다. 유수율제고를 추진하는 경우에 일반적으로 누수에 의한 현재의 정수비용(생산비)만을 평가인자로 하는 경우가 있다. 누수로 인한 정수의 손실가치를 평가하는 경우에는 지역의 상황에 따라 원수의 추가확보가 어려운 지역에서는 정상적인 생산비용만이 아니라 추가적인 원수를 확보하는데 필요한 비용도 함께 고려해야 한다.

누수의 발생은 정수의 손실만을 야기하는 것은 아니다. 관로가 파손되어 그 지점에서 누수가 발생하고 있는 시스템에서는 일시적인 수압저하시나 단수시 관내의 수두가 외부의 지하수위보다 낮아지는 경우에는 누수공에서 유출된 물이 지하의 기타 오염물질과 함께 재유입(외부오염)될 가능성이 있다. 단수가 자주 행해지는 열악한 배수시스템에서는 이러한 외부오염의 가능성이 높아진다. 따라서 이를 방지하는 것도 편익비용으로 포함할 필요가 있다. 그리고 누수발생량이 아주 많은 경우에 나타나는 현상이지만 누수가 발생하면 필요한 유량과 더불어 누수량이 관로내에 흐르게 되므로 이것은 평상시의 수압저하의 원인이 된다. 따라서 누수량을 감소시킴으로서 관말지역에서 발생하는 수압부족을 어느 정도 해소시킬 수도 있다.

누수량을 어느 정도로 허용할 것인가는 예전부터 중요한 문제로 등장하였으며, 배수관의 교체를 포함한 누수방지 계획의 수립에 결정적인 영향을 주어 왔다. 미국의 도시들에 있어서 과거에는 85%이상의 유수율을 유지하는 것이 목표로 되어 있었다. 그러나, 최근에 미국을 비롯한 일본이나 유럽의 여러 도시들에서는 유수율이 90%가 넘는 예를 많이 볼 수 있다. AWWA의 유수율향상위원회에서도 최근에 유수율을 90%이상(무수율 10%이하)으로 유지하는 것이 충분히 가능하다고 보고하고 있다. 또한, 이 보고서는 목표유수율을 책정함에 있어서는 단순한 비율만을 가지고 검토할 것이 아니라, 전체 무수량과 이로 인해 손실되는 비용(일반적으로는 생산비만을 고려하고 있으나, 정수장의 건설비를 포함하면 더욱 커짐)을 항상 염두에 두도록 권고하고 있다. 이렇게 하면, 누수방지에 투자해야 할 당위성이 더욱 명확해 진다고 설명하고 있다. 이러한 비용의 개념은 다른 도시에서도 목표유수율을 책정함에 있어서 기본이 되고 있는 사항으로서, 계획적인 누수방지사업에 소요되는 재원 확보를 위한 정책적인 결정과정에도 도움을 주고 있다. 우리나라의 경우에도 도시의 특성에 따라 누수방지에 소요되는 비용과 누수방지로 인해 얻을 수 있는 이익을 비교하여 각 도시마다의 자체적인 목표유수율을 수립하고, 이를 달성하기 위한 장·단기의 합리적인 계획을 수립할 필요가 있다.

2.2 배수시스템에서의 수질관리

정수장에서 송수된 정수는, 장시간 동안 송수, 배수 및 급수시설을 통과하는 사이에 점차 수질이 변화하게 되어 주로 다음과 같은 문제점을 유발하게 된다.

① 잔류염소의 감소

② 탁수의 발생 (적수문제)

③ 이물질의 혼입

④ 트리할로메탄(THM, Trihalomethane)의 증가

청정한 물을 안정되게 공급한다고 하는 수도 본래의 목표를 달성하기 위해서는 배수시스템내에서의 수질변화를 최소화할 필요가 있으며, 이는 상수도의 유지관리상 아주 중대한 과제가 아닐 수 없다. 현재, 탁수발생과 이물질혼입 등의 대책으로서, 노후관의 교체나 내면 라이닝 등의 적극적인 재질개선에 대한 노력은 많이 행해지고 있으나 잔류염소의 감소에 따른 문제는 보다 근본적인 대책이 수립하여 대처할 수 있도록 해야 한다. 따라서, 배수 Block화 계획을 효율적으로 시행하기 위해서는 관로내의 수압, 유량, 유향의 해석외에 수질에 대한 해석이 필요하다.

우리나라에서는 배수관망에서의 병원균의 유입이나 증식을 제어할 목적으로 급수전에서 잔류염소의 농도가 0.2mg/l 이상이 유지되도록 하고 있다. 따라서 정수장에서는 수송도중의 잔류염소 감소를 고려하여 송배수시스템내에서의 염소소비량보다 약간 많은 염소를 주입하여 만일의 장애가 생기지 않도록 하고 있지만, 이 결과 잔류염소는 일반적으로 높게 되는 경향이 있다. 그리고 잔류염소의 농도가 높아질수록 맛과 냄새의 문제, 트리할로메탄 등이 높은 농도로 생성된다는 것이 문제가 되기 때문에 염소의 과대한 첨가를 방지하여 배수시스템에서의 수질관리를 철저하게 할 필요가 있다.

급수전에서의 잔류염소농도는 기준값이상이면 항상 좋은 것이 아니고, 오히려 가능한 한 모든 배수구역내의 급수전에서 잔류염소가 기준값에 근접하게 되도록 할 필요가 있다. 이를 위해서는 관로내의 체류시간이 배수시스템의 전체에 걸쳐 될 수 있는 한 균등하게 될 수 있도록 배수관망을 구축할 필요가 있다. 이러한 구축방법으로서 체류시간을 균등화하는 배수관망의 블록화와, 막힌 관로를 없게 하기 위해 관로의 말단을 연결하는 격자형 관망의 구성, 그리고 적절한 배수지의 분산배치 방법들을 강구할 필요가 있다. 또한 직접적인 해결방법으로서 정수장이외의 배수지나 송수관로에서 염소를 추가로 주입하는 중간염소주입도 효과적이고 현실적인 방법으로서 이의 도입을 적극 검토할 필요가 있다.

THM의 문제가 제기된 이후 염소이외의 대체 소독제에 대한 연구가 계속되어지고 있다. 그러나, 소독효과, 경제성, 주입 제어 능력 등 총괄적인 관점에서, 현재도 염소를 소독제로 계속 이용하고 있는 경우가 많은 상태이며, 앞으로도 소독제로서

의 염소의 역할은 당분간 계속될 전망이다. 따라서 염소를 잔류시키는 한 배수시스템내에서의 잔류염소의 균등화 또는 저감화는 중요한 문제가 아닐 수 없다. 그러나 염소소독의 본래 목적에 부합하면서 조금이라도 염소의 부작용을 감소시키기 위해서는 배수시스템내에서의 잔류염소의 평균화와 저감화 문제를 신중하게 다루어야 한다. 위생면에서 소독의 역할은 중요한 것이기 때문에, 잔류염소농도의 저감화로 인해 본래의 역할을 약화시켜서는 안된다.

또한 급수전에 있어서 잔류염소농도의 규정은 지금까지는 하한치만 설정되어 있다. 그러나 전반적으로 맛있는 물에 대한 요망이 높아지고 있기 때문에 장차는 음료수의 잔류염소농도의 상한값도 설정하게 될 것이다.

이와 같이 잔류염소의 상한값이 설정된다면 말단 급수전에 상당하는 지점에서 잔류염소를 상시 연속적으로 측정하여 염소투입의 최적지점의 선정 등에 활용할 수 있도록 할 필요가 있다.

2.3 공급의 안정성

상수도시설은 도시의 기능을 원활히 유지시키기 위해 필수불가결한 시설로서 흔히 도시의 생명선으로 불리기도 한다. 이렇듯 배수시스템은 각종 사고시에도 가능한 단수가 없도록 구축하는 것이 바람직하다. 평상시는 서로 독립하여 운전을 하고 있는 시설들을 한쪽의 계통이 사고를 일으킨 경우에는 다른 한쪽의 계통으로부터 보충이 가능하도록 송수, 배수간선을 구축할 수 있다면, 원수의 수질오염이나 송수관의 파손 등 비상시에 적절히 이용하여 시민의 불편을 최소한으로 할 수 있다.

일반적으로 상수도보급이 진행되면, 그간에 신설 또는 증설하여 왔던 각종 수도 시설들은 정도의 차이는 있으나 점점 노후화 되기 시작하여, 노후화시설의 안정성 확보와 시스템 전체의 안전안정화 대책이 큰 과제가 되며 이러한 목표를 달성하기 위한 가장 중요한 방법으로서 배수지 등 저류능력의 증강과 백업기능의 강화가 중요하게 된다. 노후화가 진행되어 정수장을 전면 개수하고자 하는 경우에는, 외국의 예에서도 보듯이, 경우에 따라서는 몇 개월이라는 장기간을 필요로 하는 경우도 있기 때문에 그 동안 정수장의 보수로 인해 발생하는 부족수량의 확보방법이 최대의 문제가 될 수 있다. 이러한 대비가 없는 경우는 노후화된 정수시설을 필요한 시기에 적절히 보수 또는 개량할 수 없게 된다.

정수장간 연결시스템은 정수시설의 이중화라고 할 수 있을 정도의 안전을 도모하

는 시스템으로서, 정수장 사고가 있는 경우에도 언제나 정수장의 운전을 정지할 수 있고, 노후화 시설의 보수나 개선 등의 사업을 수시로 할 수 있기 때문에 아주 효율적인 시스템이라 할 수 있다. 이 시스템은 다음과 같은 효과를 기대할 수 있다.

① 정수장끼리를 연결함으로써 종래의 배수구역과 배수 방법을 변경할 필요가 없다.

② 정수장을 정지시킨 상태에서 보수, 개선 등의 사업을 제약없이 수시로 할 수 있다.

③ 간선, 연결관을 포함한 효율적인 관망 운영의 폭이 현저히 넓어짐에 따라, 다각적인 배수조절이 가능하게 되고, 배수관의 유지관리업무에도 크게 공헌할 수 있다.

④ 수원이나 정수장의 사고에 대한 중요한 대책이 될 수 있다.

3. 신뢰성이 있는 자료의 구축

배수시설을 합리적으로 평가하기 위해서는 믿을 수 있는 많은 자료가 확보되어 있어야 한다. 다른 모든 시설도 자료의 확보는 그 시설을 평가하는 중요한 사항이지만, 지하에 매설되어 있어 단시간에는 원하는 자료를 측정하거나 파악하기 어려운 배수시설에 있어서는 필수적이고 절대적이라 할 수 있다. 예를 들어 수질항목과 같은 사항이나 지상에 노출되어 있는 시설의 노후도 등을 판단하고자 할 때에는 필요하다면 과거의 자료가 없는 경우에도 현재의 상태에서 운전상황을 분석하여 그 시설을 평가할 수 있으나, 지하에 매설되어 있는 배수관의 경우에는 기존에 축적된 자료가 없는 경우에는 단기간내에 배수시설의 운영상황을 분석하여 평가할 수 있는 자료를 획득한다는 것은 쉬운 일이 아니다. 따라서 가능한 한 배수시설에 대한 모든 자료를 가능한 한 정확히 그리고 오랜 기간동안 확보해 둘 필요가 있다. 외국의 경우, 배수시설의 보수 등에 관한 자료를 수십년간 보관하고 필요할 때에 이를 이용할 수 있도록 하고 있는 도시들이 많다.

배수시설의 설계나 평가에 대한 자료는 가능한 한 장기간에 걸쳐 신뢰성이 있는 방법으로 수집하고 이를 장기간 보관하여야 한다. 상수도의 모든 설계의 기준이 되는 수량이 일최대급수량과 일최대사용수량이다. 상수도시설기준에서도 수도시설은

일최대급수량을 기준으로 한다고 정의하고 있지만, 우리나라의 대부분의 상수도통계자료에는 이에 대한 기록을 찾아볼 수가 없다. 따라서 어떠한 경우에는 분석할만한 자료가 없음을 이유로 하여 일최대급수량에 대한 부하율을 임의의 방법으로 결정하는 경우도 있어 시설설계의 정확성이 결여되는 경우도 있다. 우리나라의 경우 수도통계를 살펴보면, 배수시설에 대해서 기록으로 남기는 자료는 그렇게 많지 않은 실정이다.

모든 자료는 신뢰성이 있어야 한다. 신뢰할 수 없는 자료에 의해서는 문제가 발생하여도 그에 대한 합리적인 대책을 마련할 수 없다. 예를 들어 누수발생시에 복구작업을 시행하면서 누수발생의 원인을 보다 명확히 파악할 수 있고, 이를 분류하여 계속적으로 정리하여 둘 수 있다면 장래의 정비계획을 수립하는데 귀중한 자료로 이용할 수 있을 것이다.

표 1. A시의 누수발생원인 분석(예)

원인별	계	노후	충격	부등침하	자재불량	시공불량	기타
비율(%)	100.0	73.0	18.2	0.6	0.1	0.2	7.8

대부분의 상수도통계자료에는 누수량과 누수율을 제시하고 있으며 이는 배수시설의 유지관리에 중요한 지표로 되고 있다. 누수량의 분석에서도 많은 관심을 쏟을 필요가 있다고 판단된다. 누수량은 계량기불감수량의 책정과 밀접한 관련이 있으며 이에 대해서 보다 정확한 판단근거를 마련해야 할 필요가 있다.

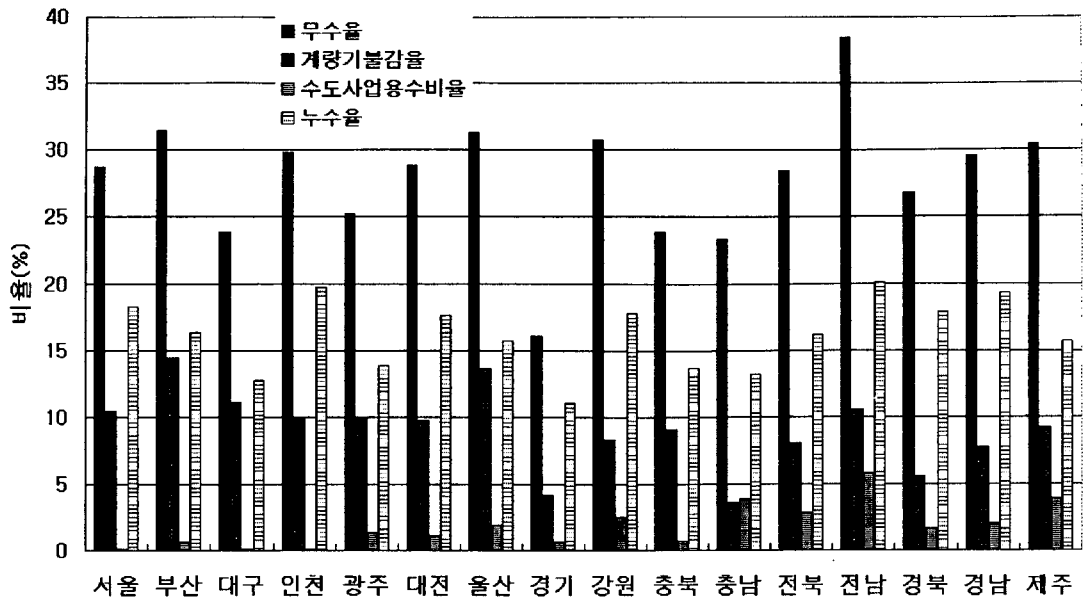


그림 1. 무수수량의 분석 예

배수관망의 해석에 있어서 C계수는 중요한 역할을 한다. 현재로서는 배수관망을 단순히 해석한다는 것은 그리 복잡하지도 않으며, 비용이 많이 소요되는 것이 아니다. 보다 중요한 것은 기존의 배수시스템을 얼마나 정확히 진단하고 있는가, 그리고 이를 바탕으로 장래의 예측을 얼마나 정확히 하는가에 있다. 배수시스템을 정확히 진단할 수 있어야만 배수시스템이 갖고 있는 문제를 가장 경제적이고도 신속하게 해결할 수 있다. 이에 가장 많은 영향을 미치는 것이 배수관의 C계수(조도계수)의 결정이다. C계수는 잘 알려진 바와 같이 관의 매설년수, 관종에도 영향을 받지만, 매설지역의 특성과 수질 그리고 관의 재질에 따라서 많은 영향을 받게 된다. 따라서 지역에 따른 경년변화를 충분히 고려하지 않으면 안된다. 최근에는 관의 파손이나, 노후관의 교체시에 교체되는 관의 C계수를 측정하거나, 또는 소화전 개방시험 등을 이용하여 지역의 특성에 따른 관의 C계수(조도계수)의 변화에 대한 자료를 수집·정리하는 것이 중요한 과제로 되어 있다.

배수시설의 성능진단을 함에 있어서는 기존의 자료를 분석하여 그 신뢰성을 평가할 필요가 있다. 자료의 신뢰성평가에 있어서는 자료의 수집방법, 측정기기의 정밀도, 보존방법, 자료이용성 등을 대상으로 할 수 있으며, 만일 신뢰성이 작다고 판정하는 경우에는 그 이유를 밝히고 그 개선책을 제시하도록 할 필요가 있다. 또한, 필

요한 자료가 없는 경우에도 그 항목을 예시하고 자료의 수집방법 등을 구체적으로 제시할 필요가 있다. 이렇게 함으로써 다음 진단시에는 그 동안 축적된 자료를 이용하여 보다 합리적이고 신뢰성이 있는 평가를 할 수 있도록 해야 한다.

현재 만족할 만한 자료가 없는 경우에는 정비계획을 수립하게 되는 기간 동안만이라도 그 기간내에 발생하는 누수, 관의 파손 등에 대한 정밀한 자료를 취득하여, 이 때에 발생하는 문제점, 경향 등을 평가하면, 해당 지역의 특성에 맞는 평가에 도움이 될 수도 있다.

4. 블록시스템 구축

블록시스템은 상기 열거한 배수시스템의 목표를 실제로 구현할 수 있도록 하는 구축방법의 하나이다.

원래 블록시스템은 일본 Niigata시에서 1964년의 대지진 이후에 이를 복구하기 위하여 Niigata대학의 小出 등에 의해 제안된 배수관망조직법을 말한다. 당시에는 재해에 강한 배수시스템의 건설이 주목적이었지만, 이러한 조직방법이 배수시스템의 유지관리에도 효율적인 방법이라는 것이 증명되면서 일본에서 널리 보급되기 시작하였다. 현재에는 이 개념이 우리나라에서도 어느 정도 잘 알려져 있고, 서울시, 대구시를 비롯한 일부의 도시에서 이 개념에 의해 기존 배수관망의 재정비를 진행 중에 있다. 그러나 대부분의 도시는 아직도 기존의 배수관망조직을 그대로 유지하고 있으며, 일부 개선되어야 할 점이 있는 것으로 평가되고 있다.

배수관망의 블록화는 이러한 여러 가지 장점들을 가지고 있다고 알려지고 있으나, 이는 배수관망이 블록시스템이 가지고 있는 소기의 목적을 달성할 수 있도록 구성되어 있을 때의 이점이다. 바꿔 말하면, 배수관망을 블록화할 때에는 이와 같은 장점들이 충분히 나타나도록 해야 한다. 이를 위해서는, 배수계통에서부터 소블록(배수지관망)에 이르기까지 모든 블록단위마다 그 지역의 특성에 맞게 구성되어야만 한다. 외국의 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 있고, 블록의 독립성이 보존

되지 못하는 경우가 있고, 또한 단수시 대상관로가 길어서 관리상 문제가 발생하는 등 블록시스템의 장점이 충분히 발휘되지 못하는 지역도 있음을 알고 이를 계속적으로 개량을 하고 있는 도시도 있다.

배수관망을 블록시스템으로 변환시키는 초기의 단계에서는 배수지를 기점으로 하는 배수구역의 분할이나 배수본관을 체계적으로 구성하는 배수본관망의 형성에 주안점을 두는 경우가 많이 있다. 그러나, 이러한 블록시스템의 장점들 중에서 많은 부분은 배수관망을 소블록화 함으로써 이루어 질 수 있는 것들이다. 따라서, 블록시스템을 구성하고자 할 때에는 지역의 특성을 충분히 감안하여 그 장점이 최대한 발휘될 수 있도록 배수계통의 분할에서 소블록의 구성에 이르는 모든 과정에서 최선의 노력을 다 해야 한다. 또한, 일단 블록화를 완료한 후에도 블록화의 결과가 소기의 목적을 달성하고 있는 지 검증을 해야만 하며 만일 처음 수립했던 목표에 도달하지 못했다고 판단되는 경우에는 그 원인을 밝혀내고 이를 개량해야 한다.

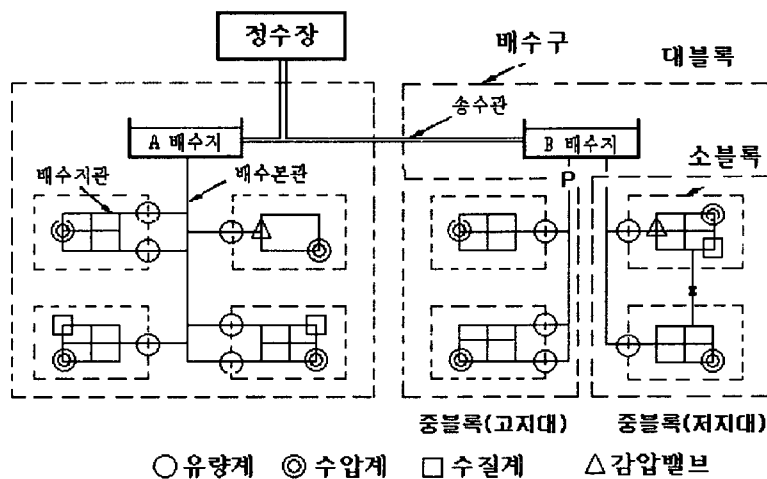


그림 2 블록시스템의 개념도

배수시스템을 평가하기 위해서는 해당 지역에 알맞은 평가 지표가 설정되어야 하며 그 평가지표에 따라 절대적인 기준값, 또는 상대적인 기준값을 설정하여 배수시스템의 합리적인 운영 여부를 판정해야 한다. 일반적으로 배수시설의 성능을 평가하기 위해서는 우선 평가의 기준이 되는 지표를 설정해야 한다. 또한 이들 지표는 가능한 한 계량화 즉, 수치화가 가능한 것이어야 한다.

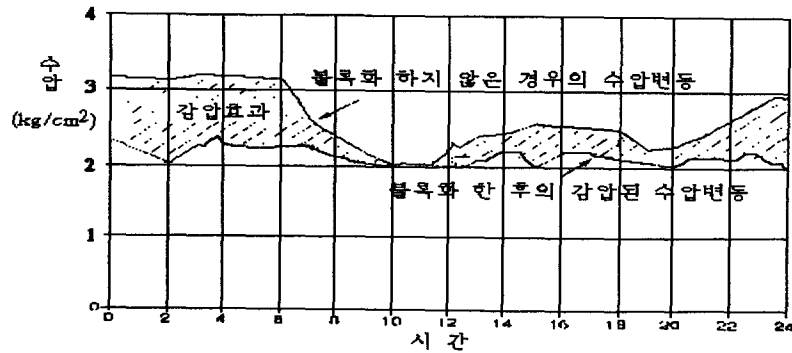


그림 3 배수블록시스템에 의한 감압 효과의 예

상수도시설 중 배수시설은 해당 지역의 영향을 가장 많이 민감하게 받는 시설이다. 따라서 그 시설의 설계나 성능을 평가함에 있어서는 해당시설의 특성을 충분히 고려해야 한다. 배수시설은 설치된 각 해당지역에 따라 그 특성이 아주 다르기 때문에, 평가지표 또한 해당 도시마다 다르게 설정될 수 있다. 도시의 규모가 크거나, 그 특성이 구역에 따라서 크게 다른 경우에는 같은 도시의 경우라도 대상 구역에 따라 다른 지표를 사용하는 경우도 있다.

현재 우리나라의 상수도시설기준에서는 배수시스템의 설계와 평가에 관해서는 그 기준을 아주 몇 개의 부분에서만 수치를 제시하고 있다. 따라서 배수시스템의 평가에 있어서는 우선 이들 수치들이 기준이 되어야 하나, 이것만으로는 배수시스템의 기능을 정확히 평가할 수 없다. 따라서 배수시스템의 기능을 보다 정확하고 합리적으로 평가하기 위해서는 별도의 평가기준을 마련할 필요가 있다.

표 2. 블록화의 목적

구분	요소	정보 관리	평상시 유지관리	긴급시의 대응
대블록	수량	-대블록 별 유수율, 유효율 시간계수 등	-수량관리가 용이	-대블록간 백업기능 활용. -가뭄시 공평 급수제한 가능.
	수압	-수압분포 파악	-등압급수 용이.	-가뭄시 공평한 급수제한 가능.
	수질	-수질변화 추적	-계획적인 적수·정체수의 배제 계획 수립가능.	-수질오염을 국지화. -수질오염 원인규명이 용이.
	관로 시설	-관로 기능이 명확해 짐.	-배수간선 등의 합리적 계획 가능.	-간선의 복구계획 수립 용이. -배수지를 응급급수거점으로 이용 가능.
소블록	수량	-소블록단위에의 유수율, 유효율, 시간계수 등의 정밀 추적 가능. -누수조사 용이.	-소블록에서 급수구역 변경 용이. -소블록간의 융통성 향상. -배수조절 용이. -누수방지 작업의 효율화	-소블록단위 수량조절 가능. -가뭄시 공평 급수제한 가능.
	수압	-수압변동의 자세한 파악.	-감압·가압구역 설정용이. -출수불량지점 개량 용이.	-소블록단위 수량조절 가능. -가뭄시 공평 급수제한 가능.
	수질	-수질변화 추적 용이.	-적수, 정체수에 대한 계획적인 대책 수립가능.	-수질변화의 최소화, 국지화. -수질변화 원인규명 용이.
	관로 시설	-관로 기능이 명확해 짐.	-관로의 우선순위 설정가능.	-돌발사고 대처 용이. -소블록 복구계획 수립 용이.

6. 결론

수도사업은 본래가 서비스업이기 때문에 수도사업자는 가능한 한 시민의 입장에서 사용자가 이용하기에 편리하고 안전하도록 최선의 노력을 기우려야 한다. 또한, 시민들이 가지고 있는 수돗물에 대한 불신을 해소하기 위해서는 수도시스템 전반에 걸친 분석을 통하여 체계적으로 효율적이고도 합리적인 방법을 이용하여 해결해 나갈 필요가 있다. 어떠한 경우에는, 현재 전국적으로 획일화되어 있는 배수시스템에 대한 기준도 각 지역의 특성에 맞도록 수정되어야 할 필요도 있다.

가장 많은 비용을 들여 건설되는 배수시설인 경우에는 일단 건설하고 난 후에는 이 시설이 가지는 중요성에 비해서 유지관리는 충분치 못한 실정이다. 따라서, 보다 경제적이고도 안정적으로 수돗물을 공급하기 위해서는 객관적이고도 체계적이며 우리

나라의 시설기준이나 지역특성 등 우리나라의 상황에 알맞은 배수시설 진단기술을 개발하고 이를 통하여 모든 배수시설을 개선하여 합리적으로 운영해야 할 것이다.

참고문헌

- 1) 상수도시설기준, 환경부, 1997
- 2) '99 상수도통계, 환경부, 2000
- 3) '96 상수도통계연보, 서울시상수도사업본부, 1996
- 4) 수도관개량을 위한 의사결정시스템 개발, 한국수자원공사, 1995.2.
- 5) 현인환, "유수율향상을 위한 배수시설의 유지관리", 대한환경공학회, 서울시 상수도사업본부, '99서울상수도기술세미나, pp. 89 - 107, 1999. 9. 1
- 6) 현인환, 김지진, 이상목, 이제인, "일최대부하율의 확률분포특성", 대한상하수도학회, 한국물환경학회, 2000년 공동 추계 학술발표회, pp 31 - 34, 2000. 11. 17
- 7) 현인환, 강호, 이상준, "수돗물에 있어서 잔류염소의 감소계수에 관한 연구", 대한상하수도학회, 한국물환경학회, 2000년 공동 추계 학술발표회, pp 59 - 62, 2000. 11. 17
- 8) AWWA Leak Detection and Water Accountability Committee, 'Water Accountability, Journal AWWA, July 1996, pp. 108-111
- 9) Assessment of Existing and Developing Water Main Rehabilitation Practices. Arun K. Deb, Jerry K. Snyder, James J. Chelius, and Jack Urie etc. 1990, AWWARF
- 10) Bargiela, A. and Hainsworth, G. D., "Pressure and Flow Uncertainty in Water Systems", Journal of Water Resources Planning and Management, Vol. 115, No. 2, March, 1989
- 11) Walski, T. M., "Assuring Accurate Model Calibration", Journal of American Water Works Association, December, 1985

- 12) Walski, T. M., "Case Study : Pipe Network Model Calibration Issues",
Journal of Water Resources Planning and Management, Vol. 112, No.
2, April, 1986
- 13) 小出 崇, "配水管作業を考慮した配水管の組織方法(I) : 配水管作業とその
作業性," 日本水道協會紙, 第468號, 昭和48.9
- 14) 小出 崇, "配水管作業を考慮した配水管の組織方法(II) : 配水管の組織方
法," 日本水道協會紙, 第470號, 昭和48.11