

I. 머리말

민선 이후 지방행정에 가장 큰 변화 중의 하나를 꼽으라고 한다면 각 부분에 경제마인드가 확대도입되고 있다는 것이다, 상수도행정 또한 여기에서 예외가 아니다.

기업이 불량품 없는 제품을 생산하여 100% 소비자에게 판매하고 최대의 이윤을 얻기 위해서는 공급과정에서의 손실(누수)을 최소화해야 하는 것처럼, 현재 공기업화 과정에 있는 상수도행정에도 이러한 경제원리가 빠르게 확대 도입되어 가고 있다.

따라서 수돗물을 생산하여 과부족이나 손실 없이 수요자에게 공급하고, 생산과정에서 흔적 없이 사라지는 물을 어떻게 관리 개량하여야 할 것인지가 우리 수도행정이 시급히 해결해야 할 당면한 과제이다.

그러나 시스템이 부족하고 그 원인을 규명하는 데에 시간과 비용이 많이 소요되므로, 이를 최소화 할 수 있는 수도행정의 전문화 및 효율적인 관리 방안이 획기적으로 모색되어야 할 시점에 와 있다.

무수량 관리를 위한 수도행정

글 _ 오광록 전라남도 상수도담당사무관



특히, 수도행정의 가장 큰 문제점으로 지적되어온 무수량에 대한 과학적인 분석이 어렵기 때문에 더욱이 그렇다.

즉, 무수량 중 얼마만큼이 수도관 및 시설의 누수이고, 얼마만큼이 계량기 감지불가능 수량인지, 부정급수를 통한 수량은 얼마인지를 직·간접적으로 추정하기는 대단히 어렵다.

따라서, 유수율제고를 위해서는 우선적으로 무수량에 대한 철저한 연구·분석이 이루어져야 하지만, 그러한 연구·분석은 단시간에 이루어지는 것은 아니므로, 지금까지의 수도행정 경험을 토대로 최소한 현실적이고 실현 가능한 무수량 관리를 위한 몇 가지 핵심사항을 정리하여 제언하고 그 해결방안을 모색해 보고자 한다.

II. 무수량의 원인

의사의 처방보다 더 중요한 것이 이에 앞서 행해지는 진단일 것이다. 수도행정의 종사자에게도 역시 무수량을 시스템 내에서 얼마나 고민하며

성실하게 연구·분석하고, 그 원인을 찾아내어 그에 따른 적절한 처방을 찾느냐 하는 것이 중요하다.

1. 원인을 찾아서

① 지형적인 원인

우리 나라는 구릉지가 많은 국토이나, 저지대와 고지대가 구분되지 않은 배수시스템으로 과도한 수압(2.0~8.0Kg/cm²)에 의하여 피로에 누적된 급수관의 누수가 전체누수의 85~90%에 이른다. 또한 해안선을 따라 형성된 크고 작은 도시는 대부분의 지반이 매립지이거나 바다의 영향을 받아 염분에 의한 급배수관의 부식도가 높다고 할 수 있으며, 매립지의 특성상 누수가 지상으로 나타나지 않고 지하에서 해안으로 흘러 누수의 식별 또한 어렵다.

② 급·배수관 자재선택

배수관은 대체적으로 주철관이 주종을 이루고 있으나, 급수관의 경우에는 많은 시설자재가 70~80년대에 사용되었던 아연도강관 및 PVC관으로써 많은 부식과 계절적인 신축작용 및 저장도에 의한 누수의 발생이 심화되지 않았는지 추정하게 된다.

③ 시설물 정비점검 소홀

수도시설에는 송수관, 배수관, 급수관 이외에 중요한 시설물이 많이 있다. 이들 시설물(정수시설, 취수시설, 송·배수펌프, 배수지 등)이 무수량에 직·간접으로 영향을 끼치는 경우가 많다.

이 시설물의 안전점검을 철저히 한다면 누수여부를 덤으로 얻을 수도 있을 것이다.

구조물의 시공이음에 의한 누수, 유입·유출관의 구조물과 연결부 누수, 구조물의 중·개보수로 인한 연결부 누수, 월류관의 위치선정 잘못으로 인한 누수 등도 충분히 일상의 업무과정에서 찾아 낼 수 있는 것들이다.

④ 부정한 수돗물 사용

수도계량기를 거치지 않고 수돗물을 사용하는 경우는 대단히 발견하기 어렵다.

부정한 방법으로 사용한 사례는 새로이 개발한 주택단지에서 단지개발시 미리 시설된 수도시설에서 건축중에 무단으로 사용하거나, 계획적으로 건축물 기초콘크리트에 도수시설을 설치하여 사용하거나, 수돗물 다량사용자의 의도적인 계량기 우회 시설로 인한 도수, 계량기 조작 및 역설치 등 계량을 방해하는 행위 등이 있다. 이러한 것들은 최근의 수도요금 현실화 취지(물절약)와 상반된 문제를 일으킬 소지를 안고 있다.

⑤ 계량기의 기기적인 오차

어느 기계기구나 정밀도가 있고 오차의 허용범위는 있는 것이다. 그러나 우리의 수도계량기는 기술부족인지 연구개발의 투자부족

인지 아니면 사업자의 예산절감의지 때문인지 문제가 많이 발생하고 있으나, 그 원인은 아무래도 예산 절감측면이 많아 보인다.

수도사업자가 예산이 없어 B급 수도계량기를 사용한다거나, 재생품을 사용하는 경우, 또는 계량기의 기계적·전자적 성능 등의 충분한 고찰 없이 구매하여 사용한 경우 등이 이에 속한다.

수도계량기의 구경별 점유비율은 13mm가 86% 이상을 차지하고 있는 것으로 알려지고 있으며, 서울시의 우수율대책백서(2000년 4월)를 보면 만기수도계량기가 신품계량기(13mm)보다 최소유량에서 -9.56% 정도의 미감지율을 보이고 있는 것으로 조사된 바 있다.

⑥ 수도관리자의 관심도

상수도행정(경영)은 대단히 의욕적인 업무에 속한다. 그 이유는 노력하면 그 만큼 성과가 나타나기 때문이다.

상수도업무 최고관리자가 우수율 향상(무수원인을 찾는 일)이 경영수지개선에 어떠한 영향을 미치고 있는지 확실히 알고 그 개선을 위하여 부단히 노력한다면 회계연도 결산에서 반드시 효과가 나타나는 것을 체험할 수 있기 때문이다.

이는 상수도 실무자들이 꺼리는 일을 시책업무로 제시하지 않기 때문에 필요한 일을 모르고는 지시할 수도, 대안을 제시할 수도 없다. 예를 들면, 원인분석 없이 쉬운 배수관교체 공사만을 시행하기 때문에 경영은 개선되지 않고 예산만 소모되는 경우가 이에 속한다.

⑦ 기타 손실수량

송·배수관과 급수관의 공사 후 관로 청소 및 관로 연결 작업시에 발생된 용수의 수량계측이 불가능하고, 각종 도로굴착 또는 건축시에도 수도관 파손으로 인한 원인자 부담금 수량계측 및 유량산출 공식을 어떻게 적용할 것인지에 따라서 수량 차이도 많다. 또한 관말지역의 정체수 제거를 위한 청소수량이 계측이 되지 않는 것도 무수량 발생의 원인이라고 할 수 있다.

Ⅲ. 무수량계량(누수개선) 방안

누수를 개선하기 위해서는 무수량을 계량하고 무수 원인을 찾아야하므로 관망도 작성, 배수관망의 정비, 구역 유량계 설치, 누수 개선시스템, 급수관교체, 수도계량기 미감지 대책, 기타 손실수량 관리의 순서로 살펴보고자 한다.

① 관망도 작성

유수율관리를 위한 송수관, 배수관, 급수관 및 상수도 시설물의 운영과 유지관리에 필수적인 관망도를 작성하고 기록을 보존하여야 한다.

관망도는 그 지역 지적도 크기의 축척에 지적도 4배 정도의 크기로 하고, 신설관로 또는 교체관로를 수시로 보완정비하여 상수도관계자가 교체될 경우에도 수도시설 정보를 누구나 알 수 있도록 해야한다. 여기에는 수도관의 노후정도, 관종, 시설년도 등이 연속관리 기록되도록 할 필요가 있으며, 보완정비는 공사완료 후 준공검사 전에 관망도 등재 여부를 먼저 확인한 후 준공하는 것을 원칙으로 해야하고 반드시 실행하여야 한다.

② 배수관망의 정비

우리 나라의 지형구조상 구릉지대에 도시가 형성되어있어 수돗물 공급을 원활히 하기 위해서는 가압이 필요하게 되고, 단일배수지에서 지형과 수압의 고려 없이 배수함으로써 적정수압의 유지가 불가능하며, 급·배수관의 자재능력을 초과한 과도한 수압에 의한 피로누적이 누수로 연결되는 경우가 많다.

그러므로 장기계획으로 적정 수압(1.5~2.0kg/cm²)의 범위에서 배수될 수 있도록 고·중·저지대로 분리된 배수지를 시설하고 안정적인 급수가 되도록 배수관망을 정비하여야 한다.

이와 함께 급수 구역별 특성에 알맞는 수압을 결정하고, 야간 수압이 높은 곳에는 감압변을 설치함으로써 이상수압, 과다수압에 의한 누수발생 요인을 제거해야 한다.

③ 유량계 설치

수돗물의 생산량과 소비량의 계량을 위하여는 반드시 필요한 시설이 유량계이다.

따라서 유량계를 설치하기 전에 반드시 수도행정이 앞서있는 광역시급 이상의 도시에서 벤치마킹후, 유량계의 종류별 장·단점을 충분히 파악하여 기기를 선정하는 것이 적정 기기선택의 피해를 최소화하는 길이다.

유량계의 설치 위치는 펌프의 토출부에서 유량계까지의 거리가 짧을 경우, 펌프 토출부로 부터 50D 이상 되는 곳으로 유량계를 이설 하도록 하고, 유량 계측조건을 충족하는 장소를 확보할 수 없는 경우에는 펌프 토출쪽 배관에 정류관을 설치하거나 2측정성 방식 이상의 초음파 유량계를 설치하여 오차율을 최소화해야 한다.

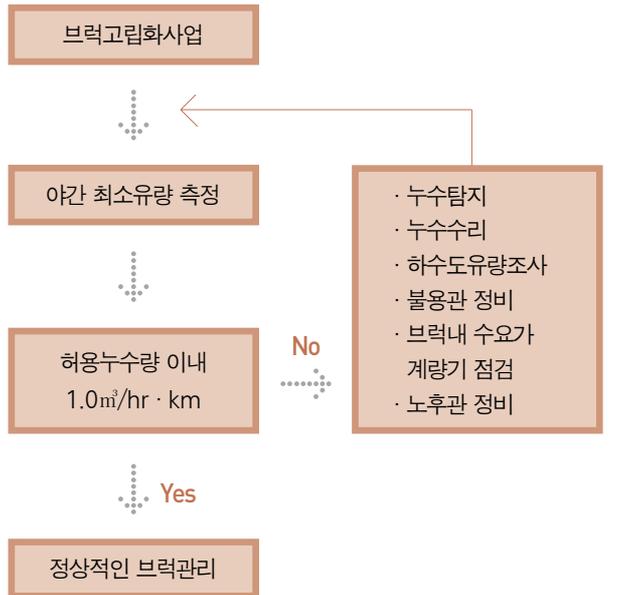
또한, 직관부 배관조건이 유량계 전후 10D, 5D 이상인 곳에 유량계를 설치하여야 하나, 주변 여건이 여의치 않으면 초음파유량계를 설치하여야 한다. 벤츄리 유량계의 경우는 반드시 관측실을 설치하고 유량계의 전·후 계측에 지장을 주는 분기관은 폐쇄해야 한다. 이러한 시설을 설치한 후에는 매년 기기 점검기간을 설정하여, 제품회사 등의 A/S를 받아 유량 측정이 오차의 범위 내에 있는지 아니면 이상 계량이 되고 있는지 여부를 점검해야 한다.

④ 누수개선 시스템운용

무수량을 찾아내는 기능이 여기에서 많은 비중을 차지한다. 무수의 원인인 누수, 계량기고장·조작, 도수, 원인을 알 수 없는 손실 등도 브력을 고립화한 야간 최소 유량측정을 통하여 원인을 찾아 낼 수 있다.

이 방법을 통하여 무수원인을 규명하는 일은 관계공무원의 계속된 야간작업 및 관리감독, 단수예고, 급수민원, 주·야간 수요가 방문 등 현장 행정이 주·야를 가리지 않고 이루어지기 때문에 실무자들이 현실적으로 꺼려하는 누수개선대책에 속한다. 특히, 소규모의 지방상수도의 경우에는 주민의 누수신고에만 의존하고 누수를 찾는 일에 매달릴 시간적인 여유가 없다, 그렇지만 현재까지는 브력고립화 사업이 누수 개량 방법으로는 공인된 매뉴얼이 아닌가 싶다.

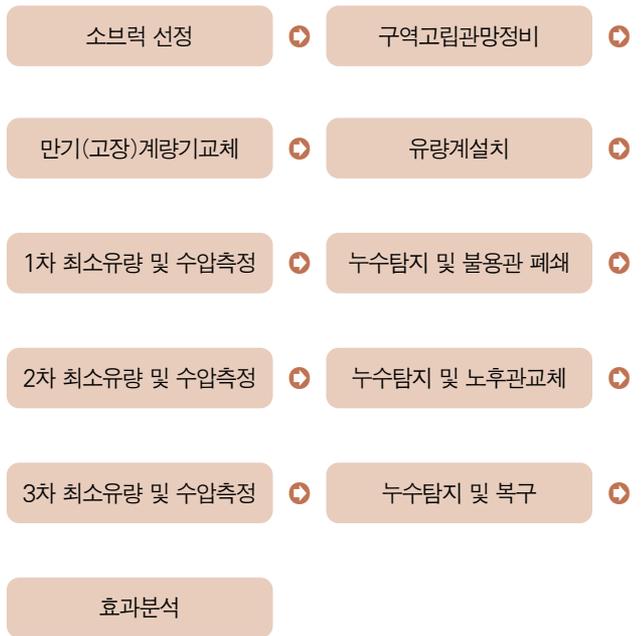
따라서 기록되지 않고 버려지는 물을 찾아내는 브력고립화 사업추진 과정을 도표화하면 아래와 같다.



이 과정에서 특히 중요한 부분인 야간 최소유량측정은 누수개량에서 가장 중요한 성과를 기대할 수 있는 누수개량 핵심 사항이고, 최소유량측정시 노후관교체도 병행해야 올바른 누수개량 방안이 될 것이다.

특·광역시 또는 수도사업 규모가 큰 시 단위에서는 이러한 매뉴얼에 의한 누수개량사업을 체계적으로 시행하고 있으나, 수도사업규모가 적은 시·군에서는 누수개량 또는 유수율을 향상시키기 위한 사업을 노후관 교체로 잘못 판단하는 사례가 많고, 이러한 것들이 예산의 낭비적 요소가 되는 경우에 속한다.

야간 최소 유량측정을 하는 순서는



순으로 이루어는 것이 효과적이다.

이러한 최소유량측정 과정의 반복을 통하여 누수를 개량한다면 누수탐사의 한 공정에서 배수관 교체 대상까지 선정할 수 있기 때문에 누수개량을 위한 경제적인 상수도 행정이라고 말할 수 있을 것이나, 배수관 교체가 곧 누수개량이라는 선후가 뒤바뀐 등식은 낭비적 요소가 많다는 것을 지금까지 수도행정 경험을 통하여 느낄 수 있었다.

수도사업 인·허가시에도 누수방지 매뉴얼에 알 맞는 브릭화·구역계량이 가능한 관망배치 등을 감안한 검토가 필요하다고 본다. ※ 필요시 서울시의 구역유량계 유지관리지침 참고

⑤ 급·배수관 교체

유수율 향상 측면에서 본인이 전라남도 상수도 누수발생 현황을

누수발생현황

구분	계	급수관	배수관	송수관	도수관	비고
개소수	4,387	3,917	437	31	2	
%	100	89.29	9.96	0.71	0.05	

급수관 구경별 누수발생 현황

구분	계	13mm	20	25	30	40	50	60	75	비고
개소수	3,917	2,308	604	371	78	123	373	4	56	
%	100	59	15	9	2	3	10	0	1	

배수관 구경별 누수발생 현황

구분	계	80mm	100	150	200	250	300	350 ~ 450	500 이상	비고
개소수	437	133	148	85	42	9	9	9	2	
%	100	30	34	19	10	2	2	2	-	

조사한 결과는 다음과 같다(2002년 1년 동안의 통계임)

송수관의 누수는 전체 31건 전체가 300mm 이하의 관에서 발생하고, 도수관의 누수는 전체 2건 중 350mm, 500mm에서 각각 발생하였다.

이와 같은 결과는 누수의 발생 비중이 어느 곳에 있는지 단적으로 보여준다.

배수관의 교체는 누수개선의 기대에 미치지 못하였기 때문에 부득이 교체가 필요한 경우에 노후배수관 평가 및 관리 매뉴얼(환경부)에 따라 교체해야 한다. 그 이유는 교체사업비가 과다하게 소요되고 수도사업자의 부채비중이 증가되며 투자비만큼의 효과가 나타나지 않기 때문이다.

따라서, 배수관교체는 수요증가로 인한 구경확대, 스케일 누적으로 인한 구경축소, 내구년한 초과, 기존 매설관 재질 불량 등의 경우로 지극히 제한하고 싶다.

또한 1980년대 중반부터 사용되기 시작한 주철관(송·배수관)은 시멘트몰탈라이닝관으로 내부스케일(철박테리아) 정도가 미약할

것이라 사료된다. 다만, 녹물(황토색깔) 출수의 경우에는 급·배수방향을 일정하게 공급하고, 급수 중단이 없이 수압 등이 일정하면 크게 문제되지 않은 것으로 보고되고 있다. 급수관의 경우에는 브러화되지 않은 주거환경 개선대상지역 등은 골목단위 급수관 통합공사를 빠짐없이 시행하고, 도시정비가 잘된 지역은 브러화, 구역계량을 통하여 급수관 교체 또는 폐쇄관 정비 등에 중점을 두어야 누수개선의 효과가 크다.

⑥ 수도계량기 미감지 대책방안

계량기 미감지는 크게 기기정밀도, 내구연한초과, 구경선정의 부적정, 관리 및 인위적인 원인 등으로 구분할 수 있다.

수도 계량기는 계량기에 관한 법률 시행규칙 제20조 제1항의 규정에 따라 구경이 50mm를 초과하면 6년, 그 외에는 8년에 1회의 검정을 받도록 규정되어 있고, 유량계는 한국표준기본법 제3조 제17호의 규정에 따라 매년 1회 이상 교정을 받거나 오차 시험을 받도록 되어 있으나 그렇지 못한 경우가 훨씬 많은 편이다(※노후수도관 평가 및 관리 메뉴얼(환경부) 177쪽부터 217쪽 참고).

만기(고장) 계량기도 교체로 인한 비용과 미감지량을 비교 분석하여 1급 계량기로 교체시 유수량 증대(미감지율 약7~9.56%) 효과가 있으므로, 2급 계량기 사용은 가급적 피하는 것이 좋다.

아울러 계량기 검침수량에 대하여 문제의식 속에서 관찰하면 계량기고장·훼손, 작동방해, 역방향 설치, 부정관(도수)사용, 업종간 혼용 등의 문제도 간파할 수 있다.

이와 함께 탁상검침 및 허위검침을 일소하고 정확한 요금조정이 필요하며 장기적으로는 매월검침 구역을 점진적으로 확대해야 한다.

또한, 검침업무 관리자는 수요가의 매월 검침량, 전년도 월별 검침량 등을 비교분석하며, 다량사용 수요가의 검침내용을 그래프 등으로 공개하고 지속적으로 관리해야하며, 의심스러운 계량기나 수요가는 10일 단위, 일일단위 수도물 사용량을 몇 개월만 지속관리하여 월평균 사용량과 비교검증 하면 계량기 조작으로 인한 무수 원인을 상당부분 해소할 수 있을 것이다. 필자는 위와 같은 방법으로 1년에 8~10% 유수율을 향상시켰던 경험도 가지고 있다. 이 과정에서는 스스로 부정한 사례를 자백하거나 계량기조작, 도수 등 갖가지 검침 방해 사례 등을 접할 수 있었고, 검침 방해 사례를 진실되게 고백하는 경우에는 책임을 묻지 않고 계량기를 원상회복하는 것만으로도 소득

이 있었으므로 차후에 이러한 사례가 없도록 주의를 환기시켰던 기억이 있다.

이러한 부정 사례중 수도물 다량 수요가가 적발되면 그 수요가는 요금부담 해소대책으로 지하수를 자체개발하여 사용하는 사례도 많이 보았다.

⑦ 기타 손실 수량

공사용수 관리는 공사감독공무원 또는 감리 및 시공자로 하여금 작업일지에 청소시간 및 당시의 관내 수압·유속 등을 측정하고 소비물량까지 기록하여 준공계 제출때 침부물로 제출하도록 한다.

시설물 손괴로 인한 손실 물량(도로굴착·건축물 신 개축 등으로 인한 손실량)도 원인자 부담금 산정조례 등의 규정에 따라 소비된 수량을 기록 관리하되, 산출물량은 어느 한 공식에 의존하지 말고 최소한 2~3개의 공식을 적용 산정 한 후 평균치를 취하는 것이 수량산정의 정확도를 높일 수 있다.

또한, 관 말 지역 정체수, 이토수 등의 제거를 위한 청소의 경우에도 청소일지를 작성하여 시·종점의 수압 및 시간과 수량 산출을 기록하여 연말 통계 작성시 참고하여야 한다.

⑧ 수도관리 책임자의 자세

물의 중요도에 대한 지방자치단체장의 인식과 함께 수도행정 책임자가 무수량을 돈과 연계 검토하여 고민한 적이 있는지를 묻고 싶다. 수도관리 책임자(장)는 최소한 유수율 향상 방안이 무엇인지를 파악하고, 예산의 비중을 누수개량에 중점을 두어 예산을 편성해야 한다.

수도업무에 종사하는 공무원은 잦은 민원발생으로 언제라도 다른 자리로 옮기고 싶어하는 의식이 팽배해 있으므로, 최소한의 전문성을 갖추 수 있도록 수도관리자 교육과 누수개량 메뉴얼에 대한 확고한 사명감을 갖도록 해야 한다. 수도행정은 공무원의 노력여하에 따라 실적이 나타나므로 실로 의욕을 갖고 일하고 싶은 경영행정이다.

수도관리책임자(장)가 수도에 대한 전문성이 부족하거나 식견이 없다면 상수도행정 실무자의 편의적 예산요구에 대안을 제시하지 못하고 유수율 향상과는 거리가 먼 예산을 결정하는 우를 범하게 된다.

즉 여기에서 제시하는 누수개선 방안은 이미 상수도행정을 일정기간 경험한 공무원이라면 알 수 있으나, 특히 야간유량측정 및 탐사 등은 공무원으로서 많은 어려움이 따른다. 따라서 수도관리책임자는 인내를 가지고 실무선의 사기를 북돋아 주

고 예산편성에서도 복지적 예산의 적극적인 지원이 큰 소득으로 연결된다는 것을 알아야 한다.

Ⅳ. 끝맺음

상수도 사업은 인체에 해가 없는 맑은 물을 생산하여 주민에게 불편함이 없도록 공급하고 기업이 정신으로 경영개선을 통하여 원가절감을 위한 부단한 노력을 기울임으로써 시민 부담을 최소화하는 서비스 사업이다.

여기에 유수율 향상을 위해서는 상수도 관망도 작성, 배수관망 정비, 구역계량기 설치, 누수개선 시스템운영, 급·배수관교체, 수도계량기 미감지대책, 기타 손실수량 관리 등 수도관리 책임자의 자세를 열거하였으나, 가장 중요한 부분은 누수개량이라 할 수 있으며, 이 것은 가장 과학적이며 검증된 방법으로써 효과 또한 즉시 발생하는 유수율 향상과 무수량 관리의 총체적 해결책이라 감히 말 할 수 있다.

다만, 배수관교체는 많은 예산이 소요되고 유수율 향상 효과가 미미함으로, 노후배수관 교체보다는 노후급수관 교체가 누수개선을 위한 현실성 있는 최선의 행정이라고 판단된다

또한 수도행정책임자는 한번쯤 관계공무원들과 중점토론을 통하여 애로사항과 경영개선을 위한 책임자로서의 역할이 무엇인지를 간파하고, 관계공무원의 사기진작에도 노력해야 한다 아울러, 무수량을 계량하지는 것은 누수원인을 찾아 처방하지는 것이므로, 무수량계량을 위한 지침(로드맵) 작성과 수도계량기의 정밀도 확보를 위한 정책적인 뒷받침이 요구된다 하겠다. ☺

『2003 WATER KOREA』 세미나 및 신기술 발표회 안내 2 한국수자원공사 ‘상수도 운영 건설 기술발표회’

한국수자원공사는 올해 2003 Water Korea 행사 기간 동안 한국상하수도협회와 공동으로 ‘상수도 운영 건설 기술발표회’를 개최합니다. 이번 행사에서는 상수도 분야에 몸담고 있는 현장 근무자들의 생생한 경험담과 개선사례를 들을 수 있는 자리로 마련됩니다.

특히, 발표장을 상수도 운영 부분과 건설 부분으로 분리 운영함으로써 각 주제별로 전문적이고 폭 넓은 정보 교류가 이루어질 것입니다. 관심 있는 분들의 많은 참여 부탁드립니다.

1. 날짜 : 2003년 11월 12일 (수) 09:30~16:50
2. 장소 : BEXCO 컨벤션홀 201호+202호(통합), 203호
3. 참가대상 : 한국수자원공사 직원 및 지자체 공무원, 학계 및 업계 종사자
4. 문의처 : 한국수자원공사 042-629-2803

www.kwwa.or.kr

물은 생명 그리고 미래입니다