

## 누수 방지 및 저감 기술의 적용사례

구자용 · 이현동\* · 홍인식\*\* · 김정구\*\*\* · 김경필

서울시립대학교 환경공학부 · \*한국건설기술연구원 첨단환경연구실 · \*\*순천향대학교 컴퓨터공학부 · \*\*\*성균관대학교 신소재공학부

## Protection and Reduction Technology of the Leakage in the Water Distribution System

Ja-Yong Koo · Hyun-Dong Lee\* · In-Sik Hong\*\* · Jung-Gu Kim\*\*\* · Kyoung-Pil Kim

Department of Environmental Engineering, University of Seoul

\*Advanced Environment Technology Research Division, Korea Institute of Construction Technology

\*\*Division of Computer Science and Engineering, Soonchunhyang University

\*\*\*Department of Advanced Materials Engineering, SungKyunKwan University

### 1. 서 론

근대적인 상수도시설이 도입된 이래 약 100년의 역사를 가진 한국의 상수도는 새로운 21세기의 패러다임으로 고효율 상수도 시스템을 구축하고자 노력하고 있다. 고효율 상수도라 함은 상수도의 3대 목표인 수량의 안정적 공급, 수질의 안전성 확보, 수압의 균등성 확보라는 목표를 보다 효율적이며 경제적으로 유지관리 할 수 있는 방법을 찾아 수질의 안정성과 수압의 균등성을 확보하여 최적의 유지관리가 가능한 상수도 시스템을 구축하는 것이다.

한편 1960년대 이후 경제개발 정책에 따른 인구의 급격한 도시유입과 공업용수의 급격한 수요증가로 상수도시설은 공급이 수요를 충족시키지 못하다가 2000년대에 들어 서울시를 비롯한 대도시부터 공급이 수요를 충족시키기 시작하였다. 2005년 12월말 현재 우리나라의 상수도는 1,060개 급수구역(90市, 212邑, 758面)내에 전체인구의 90.7%인 약 44,671천명에게 상수도를 공급하고 있으며, 특히 7개 특·광역시는 98.9%의 수도보급율을 나타낼 만큼 많은 성장을 하여왔다. 그러나 상수도시설의 생산량대비 요금징수량인 유수율은 약 79.3%로 선진외국에 비해 매우 낮게 나타나고 있는데 이의 대부분은 배·급수 관망에서의 누수에 기인한 것으로 보고되고 있다.<sup>1)</sup>

한편 건설교통부의 수자원장기종합계획(2006~2020)에 따

르면 기준수요시나리오일 경우 2011년 약 797백만m<sup>3</sup>(지역간의 가용수자원 이동시 340백만m<sup>3</sup>)의 용수부족이 예상되고 있어<sup>3)</sup> 새로운 맴건설 등의 새로운 수자원개발의 필요성이 제기되고 있으나 맴건설과 같은 개발사업은 환경파괴, 막대한 비용 등의 문제를 갖고 있다. 따라서 이와 같은 상수도의 주변 환경에서도 알 수 있듯이 수자원의 효율적 사용이 그 언제보다도 매우 중요한 시점이라고 판단된다. 이와 같은 관점에서 상수도시설의 효율적인 관리로 누수량을 절감한다는 것은 신규수자원 개발비용의 절약과 수자원 개발에 따른 환경파괴의 최소화, 상수도 사업의 경영 개선이라는 일석삼조의 효과를 동시에 얻을 수 있는 매우 중요한 과제라고 판단된다.

상수도관망에서 누수현상은 수자원의 손실일 뿐만 아니라 압력손실로 인한 추가적 가압 설비의 필요 및 누수가 발생한 관로 주변의 토질 악화 등을 초래하여 관망의 유지관리를 어렵게 하고, 심각한 경제적 손실을 야기하고 있다. 따라서 상수도관망을 경제적으로 관리하기 위해서는 반드시 효과적인 누수방지대책이 포함되어야 한다.

현재 누수율 저감을 위한 지자체의 노력은 야간최소 유량 측정과 노후관 개량사업에 의해 이루어지고 있다. 그러나 이러한 사업들은 소규모 배수구역별 누수량 저감을 위한 과학적 진단 및 저감기술이 도입되고 있지 않은 상태에서 시행되고 있어 그 효과가 매우 낮은 실정이다. 이것은 기본적인 배수시스템에 대한 자료관리시스템의 부재와 이에 대한 활용기술의 부재 등에 의한 것으로, 앞으로도 누수방지사업에서 근본적인 발상전환 없이는 효율성이 매우 낮으리라는 것이 전문가들의 지적이다. 이러한 관점에서 지속적인 누수 저감기술의 개발과 소규모 배수구역에서의 활용기술 개발 및 개발된 기술의 현장적용이 매우 시급한 시점이라고 판단된다.

본고에서는 과학기술부와 건설교통부의 지원하에 2001년 8월부터 수행되어 오고 있는 “21세기 프론티어연구개발사업”

Table 1. 한국과 일본의 유수율 비교<sup>1,2)</sup>

년도	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
일본	73.8	77.4	79.9	82.8	85.7	87.1	88.6	88.8	89.2	89.2	-	-
한국	-	-	-	-	70.7	73.4	74.7	75.4	77.2	78.4	78.4	79.3

E-mail: jykoo@uos.ac.kr

Tel: 02-2210-2946

Fax: 02-2244-2245

의 “수자원의 지속적 확보기술개발 사업” 중 “누수 방지 및 저감 시스템” 연구사업의 연구결과의 소개와 현장적용 실적 등을 중심으로 국내 상수도 누수관리 실태 및 기술동향을 살펴보았다.

## 2. 상수도 배수관망의 누수관리

상수도 배수관망에서의 누수란 일반적으로 정수장을 지나 각 수용가에 공급되는 송·배·급수시설에서의 물 손실을 말하며, 아래 Table 2와 같이 다양한 요인들의 복잡한 상호 작용에 의해서 발생하게 된다.

이와 같이 다양한 요인들에 의해 발생한 누수는 탐지 및 조사를 통해 발견된 누수부위를 보수한다 하더라도 일정한 시간(순환년수)이 경과하게 되면 다음 Fig. 1과 같이 기존의 발견되지 못한 미세한 누수부위의 성장이나 새로운 누수에 의하여 복원된다.

Table 2. 누수 발생의 요인<sup>4)</sup>

내적요인	외적요인
관재질에 기인	매설환경에 기인
· 관, 연결 부속설비의 재질 및 구조의 부적절 · 부식에 의한 강도저하 · 재료의 경년 열화	· 교통하중 · 누수방지에 의한 주변의 공동화 · 지반이동 · 관내부의 동결에 의한 파열 · 설계와 현실적인 조건의 차이 · 외부 응력의 파소 · 공장폐수 등에 의한 토양오염
설계 및 시공기술에 기인	타공사·재해에 기인
· 설계오류 · 이음 등의 접합불량 · 부적절한 매설 · 타구조물과의 접촉 · 방식공법의 부적합 · 이종금속에 의한 전위차 부식 · 매설심도의 부족	· 타기업 공사에 의한 외부 손상 · 타기업 공사에 의한 매설환경의 변화 · 지진 등의 재해에 의한 지반·도로의 변동
관내요인에 기인	
· 수압, 수질(내부부식) · 수격압(Water Hammer) · 온도변화	

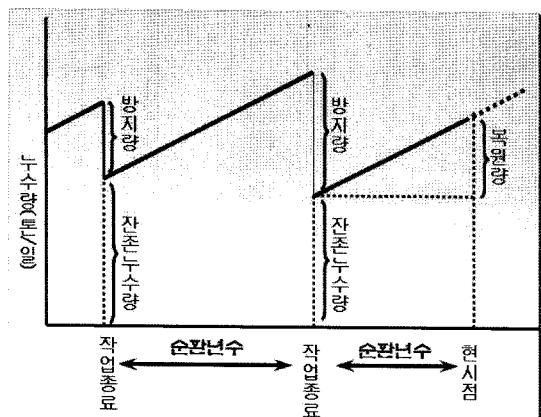


Fig. 1. 누수량의 복원도.<sup>4)</sup>

Table 3. 누수방지 대책<sup>4)</sup>

부문	항 목	시책
기초 대책	· 누수방지작업 준비	· 재원, 조직 확보 · 도면류(관망도, 구역도) · 구역설정, 계량설비의 정비
	· 실태조사	· 배수량 및 누수량 분석, 수압측정 · 누수원인의 추적, 사고기록 자료의 보존
	· 관재료 연구 및 개량, 개발	· 배수관 및 급수관의 관재질, 이음재질, 부속기기류
대중 요법적 대책	· 기동작업	· 지상누수의 즉시 수리
	· 계획작업	· 지하누수의 조기발견 · 계획적인 누수탐지에 의해 발견된 누수지점 수리
예방적 대책	· 수도사업계획	· 누수방지를 고려한 계획
	· 수도시설의 설계시공	· 내진성, 내구성, 내식성, 수밀성
	· 경년관 교체	· 배수관 및 급수관의 교체
	· 급수장치의 구조개선	· 도로횡단관의 집중화 · 계량기를 관민경제에 근접한 위치에 설치
	· 관로의 보호	· 방식, 곡관부의 보강
	· 잔존관 처리	· 분기점의 완벽한 처리 · 급수장치의 관리 철저
	· 관로 순찰	· 타기업 공사현장의 지도 및 감독
	· 수압 조경	· 배수계통의 분할, 감압밸브 설치

누수 방지 계획을 수립하는데 있어서 해당 수도사업체의 급수계획, 수자원의 실태, 규모 등이 고려되어야 한다. 누수방지 대책은 Table 3과 같이 크게 기초적·대중요법적·예방적 대책 3개로 구분할 수 있다. 이들은 동시에 추진할 필요가 있지만 장기간에 걸쳐 근본적으로 누수를 감소시키기 위해서는 예방적 대책에 비중을 두는 것이 바람직하다.

한편, IWA에서는 그동안 개발되어 사용 중인 IWA Standard Balance Method, BABE, FAVAD 등을 보조하기 위한 누수방지 및 대책의 활동을 다음 Fig. 2와 같이 성공적인 누수관리를 위해 요구되는 전략들과 누수량의 관계로서 설명하고 있다. 여기서 커다란 사각형은 현재 발생하고 있는 누수량을 의미하며, 이 누수량을 잠재적으로 수압관리, 누수

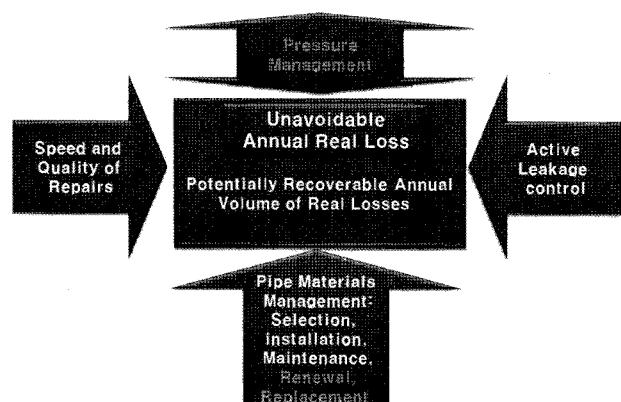


Fig. 2. Water Loss Control Strategies, WRP(Pty) Ltd, 2001.<sup>5)</sup>

의 감지 및 탐지를 통한 복구시간의 단축, 적극적인 누수탐지 활동, 관종의 선택, 시공, 유지관리, 교체, 간생 등에 의해 저감될 수 있는 누수량과 현재의 어떠한 노력으로도 완벽하게 없앨 수 없는 누수량 UARL(Unavoidable Annual Real Loss)으로 구분하여 나타내고 있다. 따라서 누수의 증가, 감소 및 현상유지는 이와 같은 4가지 누수 저감 및 방지 노력의 수행정도에 의해 결정되며, 현재의 누수량과 UARL의 비를 누수지수(ILI, Infrastructure Leakage Index)라 하여 얼마나 효율적으로 누수의 관리가 이루어지고 있는가를 평가하고 있다.

### 3. 누수 방지 및 저감 시스템 적용 연구의 주요연구성과

누수 방지 및 저감 시스템 적용연구는 연간 약 8억 4천만

톤<sup>1)</sup>에 달하는 상수도에서의 누수를 사전에 방지 및 저감할 수 있는 기술을 개발하여 물 부족 위기의 대응방안을 마련하고 새로운 패러다임의 친환경적인 상수도 배수관망의 통합관리시스템을 제공하기 위한 연구로서 총 3단계(2001년~2011년)의 연구로 구성되어 있으며 현재는 3단계 1차년도의 연구를 수행 중에 있다.

본 연구는 누수저감 최적운영 시스템의 실용화 및 현장적용성 기술개발(서울시립대학교, 구자용), 관망 진단시스템의 실용화 및 현장적용성 기술개발(한국건설기술연구원, 이현동), 상수관의 부식진단 및 부식방지기술개발(성균관대학교, 김정구), TDR기술을 이용한 상수도 관망의 누수탐지 시스템 개발(순천향대학교, 홍인식) 등의 4개의 연구기관과 4개 기업((주)수경산업, (주)위스코, (주)와콘, (주)아이에스테크놀로지)의 참여 및 협력에 의해서 연구가 수행되고 있다. 본 연구의 주요연구 성과를 소개하면 다음과 같다.

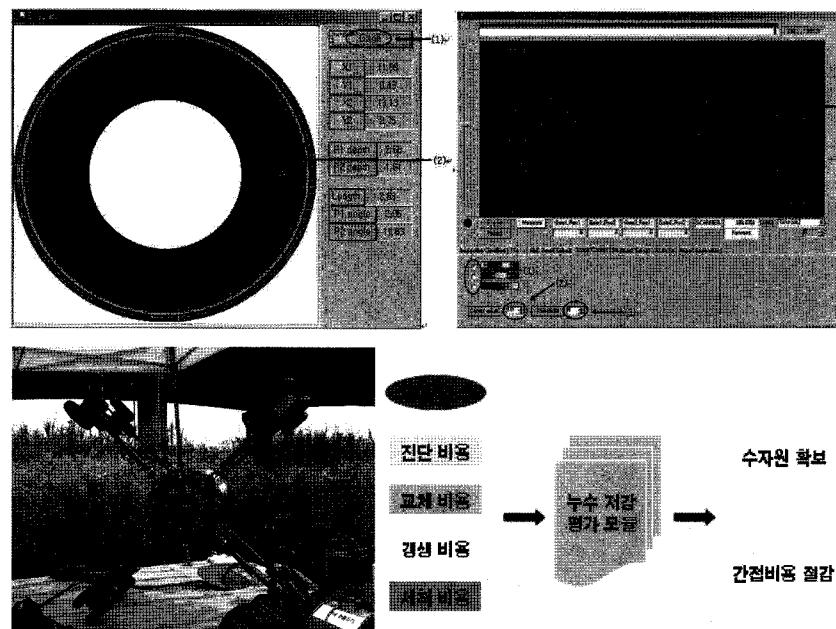


Fig. 3. 관망진단시스템-초음파 진단장비, 관망진단 로봇, 누수저감 평가모델.

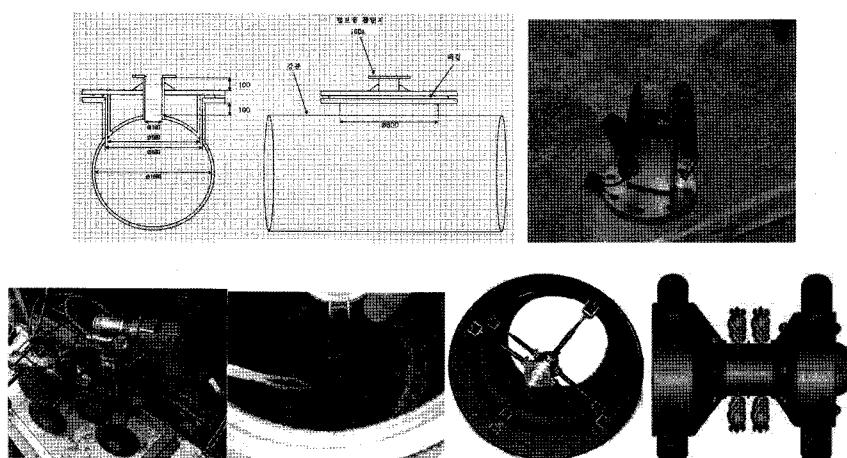


Fig. 4. 관내점검구를 이용한 관망유지관리시스템에 적용가능한 부속장비.

### 3.1. 관망 진단시스템 및 관내 점검구를 이용한 유지관리 시스템

관체의 파손은 특정화시키기 매우 어려운 많은 인자들에 의해 복합적으로 발생하며 항상 그 위협이 잠재되어 있다. 본 연구의 관망 진단시스템은 관파손에 따른 누수발생의 주요 원인이 되는 관망의 노후도를 평가하기 위한 것으로, 주요 영향인자인 수리적, 수질적, 시설적 측면의 인자를 고려하여 관체의 내·외면의 상태와 같은 물리적 특성과 토양 및 수질 등 매설환경을 종합적으로 분석하여 관체의 노후도, 관망의 건전도, 관로의 잔존수명을 평가 할 수 있는 소프트웨어적인 평가 프로그램과, 초음파 진단장비와 진단로봇을 이용한 하드웨어적인 진단장비 및 관체의 진단, 교체, 개생, 세척 등의 유지관리 방안별 누수저감 효과에 의한 경제적 편의의 평가가 가능한 누수저감 평가모듈로 구성된 시스템이다.

진단에 의해 발견된 문제를 교체, 교체/개생, 개생고려(유량/수압/수질 모니터링), 주의(유량/수압 모니터링), 건전(수질 모니터링), 전전(주기적 모니터링)의 6개 수준의 해결방안을 제시함으로서 해당 배수구역의 누수 방지 및 저감에 기여 할 수 있는 기술로 현재 6개시에 시범적용연구를 수행하였다.

상수도 관망의 누수/파손 등 상태를 진단하는 가장 정확한 방법은 관체의 내·외면을 직접진단하는 것이다. 이를 위해서는 관체를 절단하거나 연결부를 해체한 후 육안 또는 CCTV 등의 장비를 이용하여야만 진단이 가능하다. 본 연구에서는 관체에 절단이나 해체 작업없이 관체의 직접진단이 가능한 관내점검구를 개발하였으며, 또한 여기에 적용 가능한 CCTV, 수압계, 통합 수질센서 등을 설치한 모니터링 시스템과 진단로봇을 개발하여 정기적 점검과 내부보수가 가능한 관망유지관리시스템을 개발하여 현장에 적용 중에 있다.

로봇을 이용한 관망진단은 다음 Fig. 5와 같이 관내 점검구가 설치된 장소에서 점검구의 입구를 열고 점검로봇을 투입하여 관내의 동영상 및 사진을 촬영하여 작업통제차량에 전송하면, 점검결과에 따라서 녹 및 이물질 제거로봇 또는 누수보수로봇을 투입하여 보수 및 보강작업을 완료하게 된다.

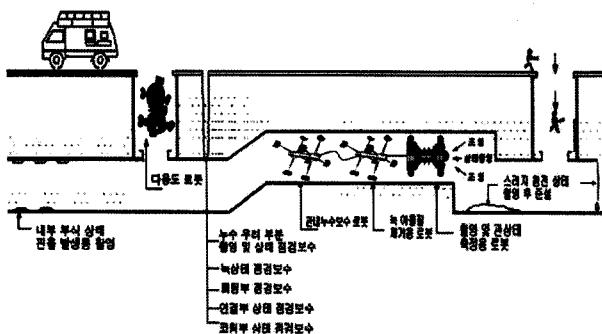


Fig. 5. 로봇을 이용한 관망의 유지관리 개념도.

### 3.2. 상수관의 부식진단 및 부식방지 시스템

상수관의 부식진단 및 부식방지기술개발 연구는 전기화학

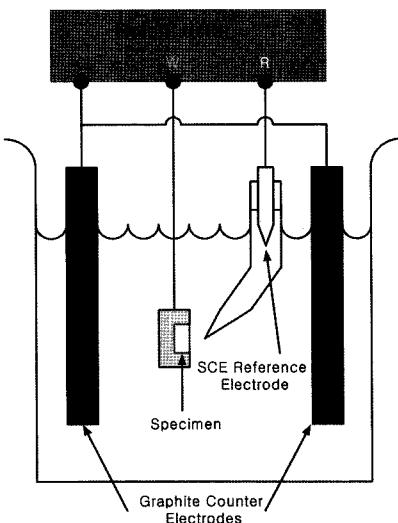


Fig. 6. 전기화학적 시험을 위한 Cell 구성.

적 가속화 기법을 사용한 배관의 부식진단을 통하여 교체시기, 잔여수명을 예측하고 최적음극방식 설계에 필요한 요소를 결정하여, 효율적이고 경제적인 부식방지를 위한 최적의 음극방식 설계를 통하여 상수도 관망의 부식으로 인한 조기파손을 사전에 방지하여 누수를 최소화하고 관의 사용수명을 연장하여 관로교체에 소요되는 예산을 절감하기 위한 기술이다.

기존에 사용되는 상수도 관로, 즉 도복장 강관(STWW 400)과 덕타일 주철관(DCI)의 균일부식에 의한 부식속도를 측정하기 위해 동전위 분극시험과 미주전류에 의한 전식특성을 평가하기 위해 일정한 전류를 시편에 인가하는 정전류 시험법을 통해 상수도 관로의 부식수명 및 전식특성을 정량적으로 평가하는 기술을 개발하였다.

또한 개발기술의 현장적용성을 검증하기 위하여 현재 음극방식 시설이 설치되어 운영 중인 한국수자원공사 과천관리단에 협조를 받아 안산과 과천에 위치한 2개 현장에서 대상관로의 방식상태 및 미주전류 간섭에 의한 전식의 영향을 예측하기 위하여 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 방식능을 평가하고 방식상태에 영향을 미치는 환경적인 인자들과 IR-drop의 관계를 규명, 본 연구에서 개발된 기술이 효율적인 음극방식 모니터링을 위한 방법임을 확인하였다. 또한 연구진은 표준화된 설계방법을 개발하여 초보자도 쉽게 접근할 수 있도록 음극방식 설계에 대한 기준을 제시하였고 이를 기반으로 관로관리자가 설계인자를 편리하게 web상에서 얻을 수 있도록 사용이 용이한 음극방식 설계 프로그램을 개발하였다.

한편 음극방식 설계프로그램은 방식능 시뮬레이션을 통해 선정된 방식효율의 주요 영향인자인 토양비저항, 외부코팅의 특성(저항, 결함율), 방식 소요전류밀도의 유기적인 관계에 따른 방식전위, 방식전류, 코팅저항의 변화를 정량적으로 분석하여 음극방식의 효율 및 신뢰성을 최대화시킨 설계 프로그램이며, 2개시에서의 시범현장적용연구를 통하여 음극방식 설계법의 신뢰성을 확보하였다.

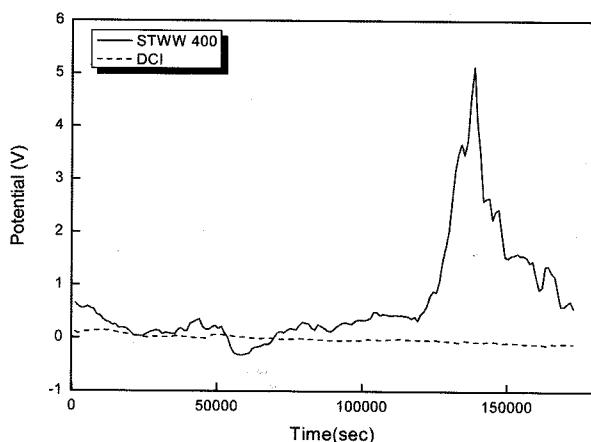


Fig. 7. 전식 손상을 관찰하기 위한 정전류 시험 결과.

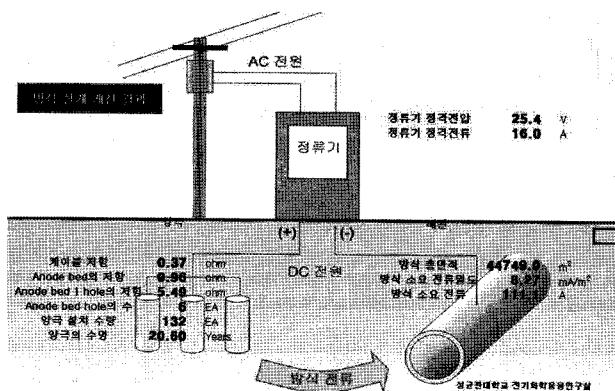


Fig. 8. 음극방식 설계 프로그램.

또한 대상구역의 방식상태를 조사하기 위해 각 현장에 상수관로의 방식전위를 측정하기 위한 기준전극과 부식쿠폰 및 부식감지센서를 Fig. 9와 같이 매설하였고 측정장비를 설치하여 센서에서 유기되는 전류와 배관의 방식전위 및 부식속도와의 상관관계를 규명하여 배관의 방식상태 및 부식감지를 위한 기준을 제시하였다.

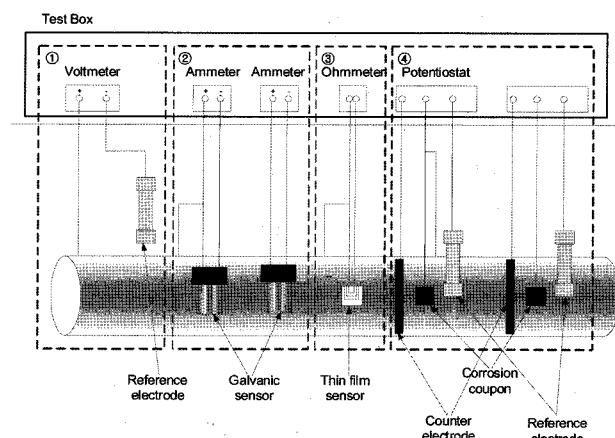


Fig. 9. 방식상태 조사용 측정 장비.

### 3.3. TDR 기술을 이용한 상수도 관망의 누수탐지 시스템

본 연구에서 개발된 누수감지관, 누수감지 센서, 파이프 연결조인트, 누수감지 전용 TDR 등으로 구성된 누수탐지모니터링 시스템은 누수가 발생한 정확한 위치를 실시간으로 알려줌으로서 파손된 관로와 정확한 파손위치를 쉽게 파악할 수 있으며, 보수 및 교체 등의 대책을 조기에 세울 수 있도록 함으로서 누수로 인한 수자원의 손실을 최소화 시킬 수 있는 기술이다. 특히 상수도 관망은 지역적으로 범위가 넓고 많은 관망으로 매우 복잡하게 구성되어 있기 때문에 관리에 많은 어려움이 있다. 본 기술은 상대적으로 소수의 관리자에 의해서 상수도망의 효율적인 유지관리가 가능하다.

다음 Fig. 10은 누수탐지 모니터링 시스템의 구성도로서 관체의 파손에 의한 누수감지를 위한 누수감지관과 이음부의 누수감지를 위한 누수감지센서에 삽입되어 있는 도선이 누수로 인하여 끊어지는 경우 누수감지전용 TDR(RTD-1000)에 의해서 누수신호가 감지되고, 이것은 인터넷 또는 CDMA를 통해 모니터링 센터로 전송되어 공간분석을 통한 정확한 누수사고지점의 위치가 상수도 GIS상에 경보로 나타나게 됨으로서 신속한 누수보수작업이 가능하게 된다.

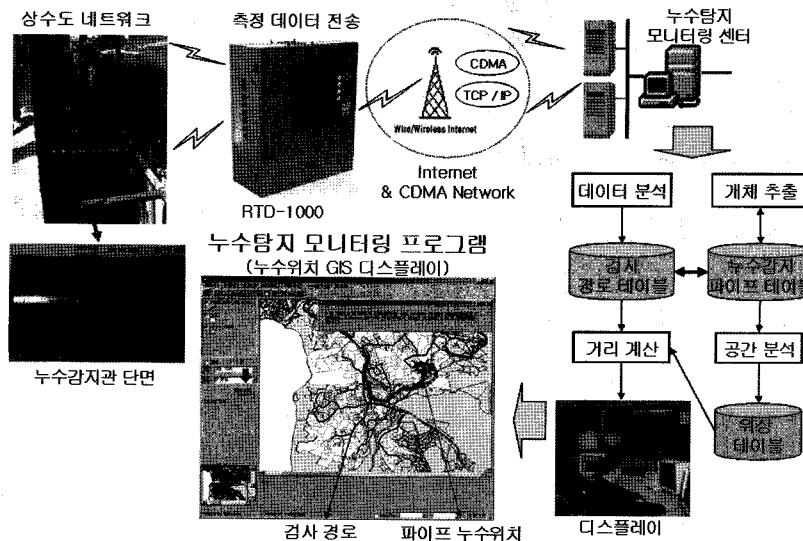


Fig. 10. 누수감지 모니터링 시스템 개요.

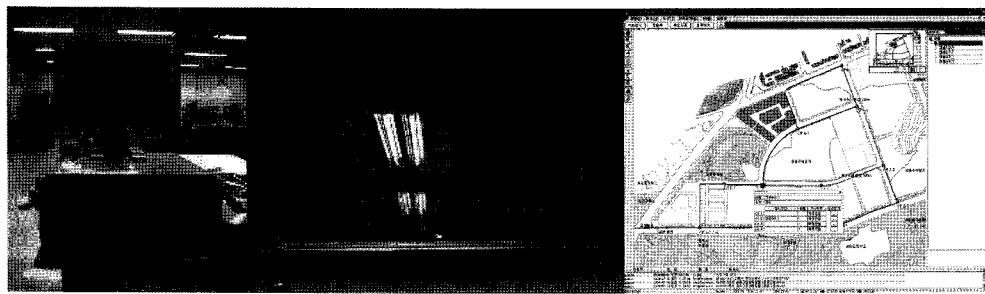


Fig. 11. P시의 누수탐지모니터링 시스템.

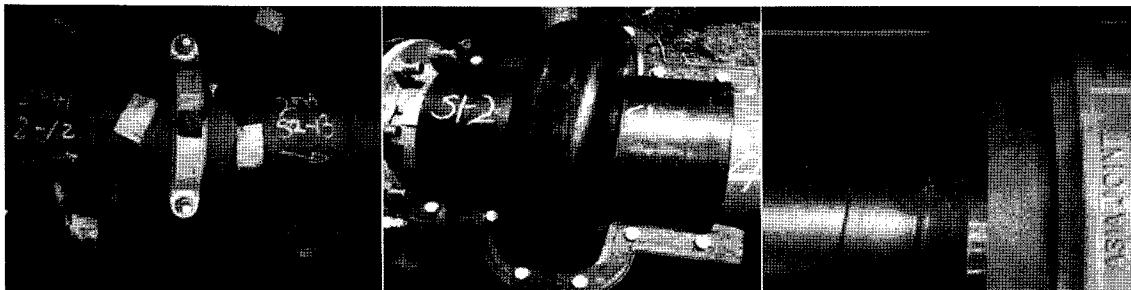


Fig. 12. 개량된 침수센서, 센서보호용 보호커버, 감지도선 보호용 피복도선.

본 연구의 효율성 입증 및 시공 가능성을 타진하기 위한 시범현장적용연구로서 T시 1지역에서 관경 700 mm의 2.8 km 공사구간과 P시 2지역에서 관경 400 mm의 2.4 km 공사구간, 관경 200~400 mm의 3.2 km 공사구간에 시범시공을 하였으며 현재 온/오프라인 누수탐지 모니터링 시스템을 구축하여 운영 중에 있다.

또한 시공 및 시스템 구축, 운영을 통해 도출된 문제점을 개선하기 위하여 감지관 보호용 하드커버, 수밀시공을 위한 스텔렌딩, 누수감지관에 삽입된 감지도선의 개선 등을 통하여 T시 1지역에 시공 중에 있다.

#### 3.4. 누수저감 최적운영 시스템의 실용화 및 현장적용성 기술 개발

누수저감 최적운영 시스템의 실용화 및 현장적용성 기술개발연구는 “유수율 낮은 지역 → 관로갱생 및 교체 → 유수율 제고”라는 단순화된 접근을 통해 누수를 저감시키는 것이 아니라 수량관리, 수압관리, 적극적인 누수복구 활동 등을 통하여 다각적인 방법으로 문제해결 및 개선으로 상수도에서의 누수를 최소화하기 위한 시스템으로 상수관망정보 관리 시스템, 누수빈도 공간분석 프로그램, 배수관망 전진도 평가 프로그램, 배수량 수지분석 프로그램, 배수블록 수압최적관리 프로그램 5개의 하부 시스템으로 구성되어 있다.

상수관망정보관리 시스템은 상수관망 GIS DB를 이용하여 상수관망을 최적관리 할 수 있는 방안에 대한 종합적인 시스템을 개발하기 위한 것으로서 상수관망 및 기타 관련 부속물에 대한 자료를 가치 있게 이용 할 수 있게 하여 누수방지 대책 등의 수립에 과학적인 근거 자료로 사용할 수 있게 하기 위한 시스템이다.

누수빈도 공간분석 프로그램은 누수사고에 관한 데이터를

집계, 관리, 정리하여 분석함으로서 누수방지 대책 또는 배수관의 관로갱신 대상선정을 위한 판단 자료로 사용하여 배수블록별 누수사고의 이력자료를 종합적으로 분석할 수 있는 기능을 제공할 수 있도록 하기 위해 개발된 프로그램이다.

배수관망 전진도 평가 프로그램은 배수블록 단위로 관망의 노후도를 체계적으로 분석하고 관리하여 효율적인 관로 관리 및 갱생을 시행하는데 기여하기 위한 프로그램으로서 성능지표를 활용한 일반평가 방법과 관파손 확률에 의한 전문평가 방법의 2가지 방법으로 개발되었다. 성능지표를 이용한 평가는 수도사업자가 보유하고 있는 자료가 충분치 못한 경우 개략적인 평가가 가능할 수 있도록 하기 위해 개발된 평가기법으로 상세한 평가에 앞서 예비평가의 성격도 갖고 있다. 반면, 관 파손확률함수에 의한 평가방법은 많은 자료와 이론적인 배경지식이 요구되는 상세평가방법으로서 각 관로의 파손확률의 산정과 소블록별 위험도 산정을 통해 면적관리의 방향을 제시할 수 있다.

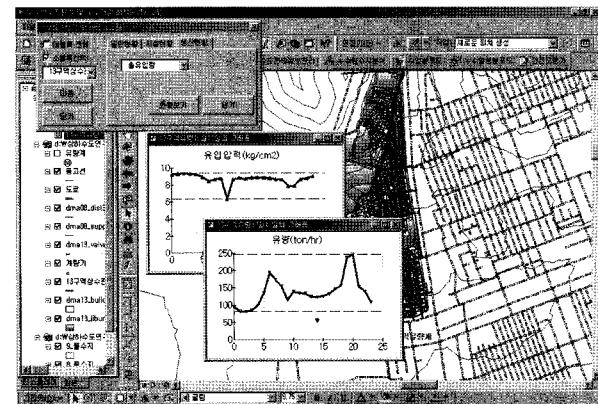


Fig. 13. 상수관망 정보시스템-생산현황.

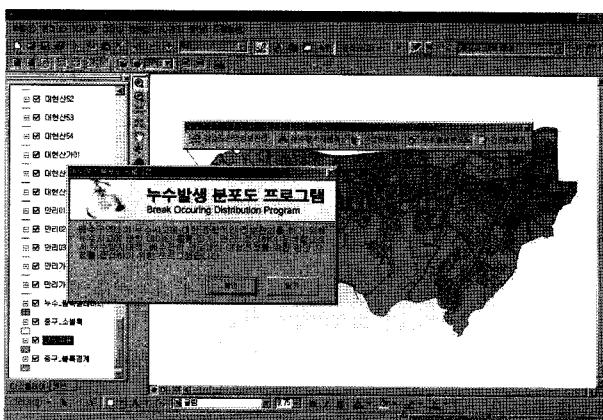


Fig. 14. 누수반도의 공간분석 프로그램.

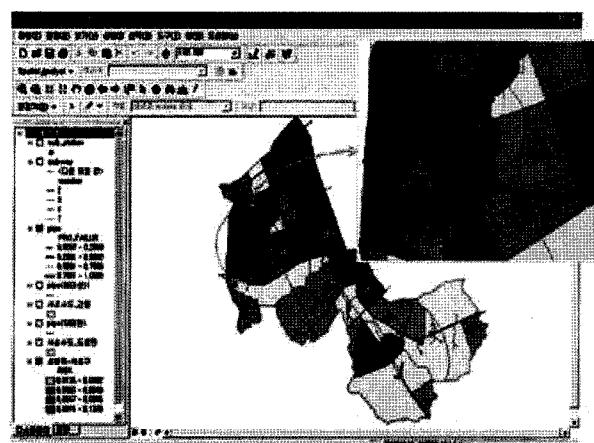


Fig. 16. 소블록별 파손위험도.



Fig. 15. 배수관망 건전도 프로그램.

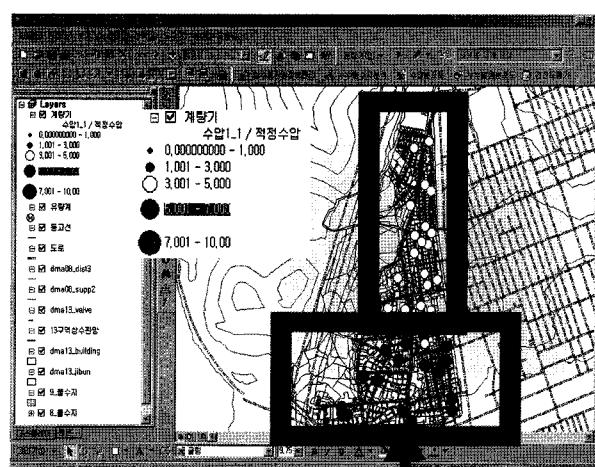


Fig. 18. 수압 분포도 프로그램.

배수량 수지분석 프로그램은 기존의 유수율이 아닌 블록별 물수지에 대한 구성요소의 명확한 정의와 계산을 통한 과학적인 누수량 분석과 누수발생이 큰 부분을 판정, 블록별 누수저감 계획을 수립하는데 있어 방향을 제시하기 위한 프로그램이다.

배수블록 수압최적관리 프로그램은 배수시스템 내에 수압이 적절히 분포되어 있는가를 판단하고 특히 필요이상의 과잉수압을 제어함으로서 수압에 의한 누수량 증가와 누수사고위험을 줄이기 위한 프로그램이다. 현장적용연구로서 1개 소블록에 감압밸브를 설치, 운영하여 연간 약  $8 \text{ m}^3/\text{yr}$ 의 적접적인 누수저감 성과를 거두었다.

#### 4. 결 론

국내의 누수 방지 및 저감 기술의 개발 및 적용 실정을 일본, 유럽, 미국 등의 기술선진국과 비교해 보면, 각 세부 기술별로 많게는 10년에서 적게는 5년 정도의 격차를 나타내고 있다. 단편적이긴 하지만, 그 예로 현재까지 국내의 상수도 생산량분석과 상수도 누수에 대한 평가지표로서 널리 사용되고 있는 유수율을 상수도선진국이라 할 수 있는 일본과 비교해 보면, 2005년 말 현재 국내의 유수율은 79.3%<sup>1)</sup>는 일본의 1996년 79.9%<sup>2)</sup>에 상응하는 수준으로 약 9년의 기술격차가 있다고 판단할 수 있다.

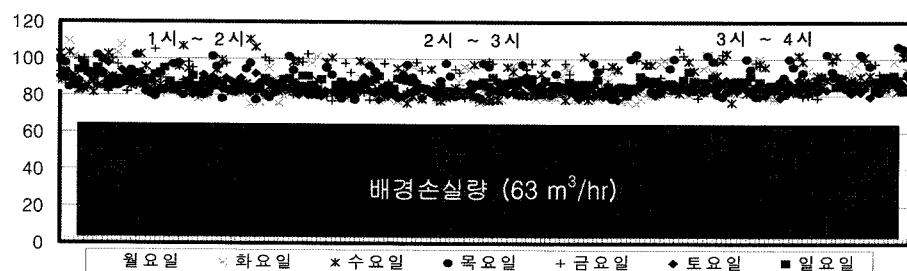


Fig. 17. 야간최소유량시의 배경손실량.

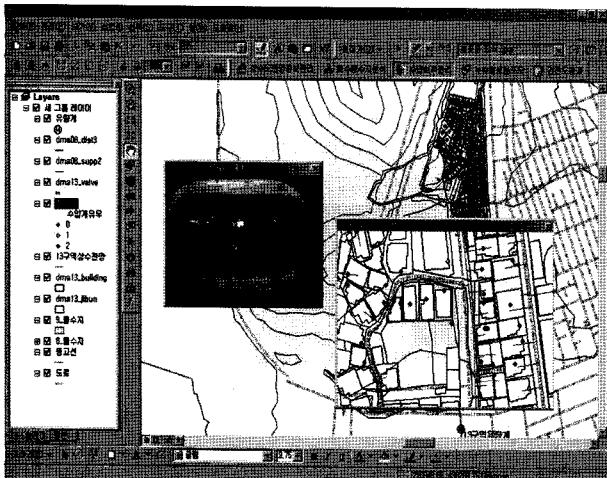


Fig. 19. 수압 최적화 프로그램.

이러한 차이가 나타나는 이유는 공급에 치우친 수자원 정책에 의해 상대적으로 시설 및 수요 측면의 관리가 이루어지지 않았기 때문이며, 관련 기반기술의 사용자가 정부나 지방자치단체로 자유경쟁에 의한 시장경제원리가 통용되지 않아 관련 산업체의 자발적인 기술개발 의욕이 부족하며 또한 정부에 의한 기반기술 개발을 위한 종합적인 연구지원이 이루어지지 않았기 때문이다.

특히, 상수도관망은 지방자치단체나 수자원공사에서 관리하는 시스템으로 관련 자료의 수집이 어렵고 연구자들의 접근이 어려워 문제점을 정확하게 파악할 수 있는 여건이 조성되어 있지 않았다. 또한 상수도 관망시스템은 지형적, 환경적 특성이 매우 상이하여 지자체가 적극적으로 연구에 참여하여 현장을 바탕으로 하는 연구가 이루어지지 않는다면 관련 기반기술의 발전은 이루어지지 않을 것으로 판단된다.

한편 국제 물 시장 현황을 살펴보면, 2003년을 기준으로 세계의 상수도시장 규모가 349.6조원, 국내의 상수도 시장이 5.14조원에 달하고 있다.<sup>6)</sup> 현재 세계 인구의 10%가 민간기

업에 의해 상하수도 서비스를 제공받고 있으며 2015년에는 17%까지 상승할 것으로 예상되며, 특히 상하수도 서비스시장의 81.5%가 세계 10대 물 기업이 점유하고 있다. 즉, 상수도시장은 사업자의 민영화 및 광역화, 소수 다국적 물 전문기업에 의한 집중화 현상이 발생하고 있다. 또한 국제적으로 국제표준화기구(ISO/TC 224)에 의해 2007년 11월 상하수도 서비스의 국제 표준화가 행해질 예정으로 있어 국내외 사업자간 서비스 품질에 대한 상호비교가 가능하게 되어 향후 수도시장 개방촉진 및 외국기업의 국내시장 진입, 서비스 수준의 공개와 투명화로 소비자로부터 더욱 질 높은 서비스 제공에 대한 압력으로 작용할 것이다.

상수도 시설운영 및 유지관리 측면에서 신뢰성과 수준 높은 상수도시스템의 구축과 최적화된 운영이 상수도사업의 세계적인 흐름으로 본 개발기술과 같은 독자적인 국내기술의 개발이 시급하다고 할 수 있다.

## 참 고 문 헌

- 환경부, “2006 상수도통계,” (2007).
- 일본 후생성 “2004 수도통계,” (2005).
- 건설교통부 수자원국, “수자원 장기 종합계획(2006~2020),” (2006).
- 일본 수도관로기술센터(JPRC), “수도관로의 누수방지,” (1990).
- A.O. Lambert and Dr R.D. McKenzie, “Practical Experience in using the Infrastructure Leakage Index,” International Water Association Conference ‘Leakage Management: A Practical Approach’ in Lemesos, Cyprus in November 2002.
- 환경부, “물산업 육성방안,” (2006).
- 수자원의 지속적 확보기술개발 사업단, “누수 방지 및 저감 시스템(2단계 연구보고서 : 2004.3~2007.3),” (2007).