

## 상수도 무선 원격검침 시스템 개발

### Development of Water Supply Wireless Remote Inspection System

정경진<sup>1)</sup>, Jeong, Kyeong-Jin · 이강일<sup>2)</sup>, Lee, Kang-Il

정성혁<sup>3)</sup>, Jung, Sung-Hyuk · 이재기<sup>4)</sup>, Lee, Jae-Kee

<sup>1)</sup> 정회원 · Embedded Wireless Technology · 대표이사 · 031-259-7447 (E-mail:lkjeong@est21.co.kr)

<sup>2)</sup> 정회원 · 원 측량설계 · 대표이사 · 043-285-1031 (E-mail:gangil0@hanmail.net)

<sup>3)</sup> 정회원 · 충북대학교 토목공학과 · 박사수료 · 043-273-0485 (E-mail:email@chungbuk.ac.kr)

<sup>4)</sup> 정회원 · 충북대학교 토목공학과 · 교수 · 043-261-2403 (E-mail:leejk@chungbuk.ac.kr)

## 1. 서 론

급속히 발전하고 있는 유·무선 통신 기술은 모든 분야에서의 업무환경을 바꾸어 놓고 있는 것이 현실이며, 경쟁적으로 개발되고 있는 계측 및 제어기술과 함께 상수도, 하수도 시설 및 수자원 관리 분야의 업무역시 자연스러운 변화를 겪고 있다.

따라서, 본 연구에서는 이러한 변화의 흐름에 발 맞추어 대부분의 업무를 인력에 의존해 오고있는 상·하수도 시설 및 자원 관리의 주요 업무에 관하여, 자동화를 통한 관리 효율 개선과 이를 위한 대안을 제시하여 보고자 하였다.

## 2. 현황분석

수자원공사의 2001년 상수도 통계에 따르면, 2000년 12월말 현재 국내에서는 861개 급수구역(80市, 196郡, 585面)내에 전체인구의 87.1%인 약 4,177만 명이 상수도를 공급받고 있으며, 상수도 시설용량은 1일 2,698만 톤이다. 시설 부문을 보면, 2000년 12월말을 기준으로, 상수도 시설용량은 2,698만톤이며, 이중 서울시가 690만톤(25.6%), 경기도가 524만톤(19.4%)의 시설용량을 보유하고 있고, 기타 지역의 세부 사항은 표1과 같다.

표 1. 시·도 상수도 시설용량 현황 (단위 : 만톤/일)

서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	경기
690	271	181	152	83	96	39	524
강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주
73	54	49	118	76	118	125	49

이러한 보급율과 시설에 기반한 2000년도 총세입액은 4조 3,278억원으로 이중 자본수입(수도요금, 과년도 이월금, 시설분담금, 수탁공사비 등)이 3조 5,414억원, 보조수입(도보조, 교부세, 일반회계보조금 등)이 4,131억원, 기채수입(재정융자, 공채, 차관, 차입금 등)이 3,733억원이다. 또한 2000년의 부채액은 4조 2,893억원으로 전년도 4조 2,631억원에 비해 262억원이 증가하였다.

세입대비 세출부문을 보면, 2000년도 총 세출액은 4조 3,278억원으로 이중 공사비(확장, 개량 등)가 1조 3,675억원, 유지관리비(동력비, 인건비, 약품비, 수선유지비, 원·정수 구입비등)가 1조 3,206억원, 원리금상환액(이자, 원금)이 5,702억원, 기타 이월금등이 1조 695억원이다. (세부사항 표2 참조)

표 2. 연도별 상수도 세출 추이 (단위 : 억원)

구분	'94	'95	'96	'97	'98	'99	2000
세출액	26,584	31,596	37,757	42,056	41,334	41,615	43,278
공사비	8,882	10,706	13,589	15,244	14,578	13,647	13,675
유지관리비	7,371	9,007	10,072	10,880	11,219	12,323	13,206
원리금 상환액	3,235	4,098	3,926	3,853	4,577	5,062	5,702
기타 (이월금)	7,096	7,785	10,169	12,079	10,960	10,583	10,695

생산량에 대한 분석으로는, 2000년도 1년간 우리나라에서 생산·공급한 수돗물 총량은 5,812백만톤으로 이 가운데 누수량 등을 제외한 실제 유효수량은 4,953백만톤이며, 수도요금에 부과된 양(유수수량)은 4,342백만톤으로 유수율은 74.7%으로 나타났다.

표 3. 연도별 상수도생산량분석추이

구분	'94	'95	'96	'97	'98	'99	2000
생산량(백만톤)	5,625	5,580	5,836	6,039	5,840	5,798	5,812
유수수량(백만톤)	3,947	3,929	4,133	4,344	4,129	4,258	4,342
유수율(%)	70.2	70.4	70.8	71.9	71.0	73.4	74.7
누수량(백만톤)	1,153	1,090	1,143	1,145	1,056	934	859
누수율(%)	20.5(16.8)	19.5(16.2)	19.6(15.3)	18.5(14.8)	18.1	16.1	14.8

※ ( )은 기타량을 누수량에 포함시키지 않았을 경우의 누수율임

실로 엄청난 규모의 업무라 아니할 수 없으며, 이에 투입되어 있는 인력은, 2000년 12월말 기준 총 16,101명으로 이중 행정직 1,771명(11.0%), 기술직 3,239명(20.1%), 기능직 6,914명(42.9%), 청정 및 일용직 등이 4,177명(25.9%)이다. 이상과 같은 통계에서 볼 수 있듯이 수많은 인력이 투입되어 있으나, 실질적인 세수를 결정지을 수 있는 유수율은 아직도 75%에도 못 미치고 있으며, 누수율 역시 15%에 가까운 수치를 보이고 있어, 아직까지는 현실화율이 100%에 미치지 못하는 지방자치단체가 대부분임을 고려할 때, 매년 엄청난 액수의 손실을 감수하고 있는 것이 현실이다.

### 3. 무선 원격검침 시스템 개발

현황분석을 통한 표 4와 같은 핵심 사안들에 대한 분석을 통하여, 보다 효율적인 사업 경영을 추구하고, 시민에 대한 서비스의 품질을 향상시킬 수 있는 대안을 제시하기 위하여 무선 원격 검침 시스템을 개발하였다. 이러한 요소들은 자연스럽게 유수율 저하, 누수율 증가 그리고 민원의 발생 등을 야기 시키며, 이로 인한 세수의 부족과 인적·물적 자원의 낭비, 시설물의 노후화 촉진 등이 발생하게 된다.

표 4. 상수도 자원 및 시설관리의 문제점

분야	항목	세부내용
시설물 관 리	지하 시설물	대부분의 시설물이 지하에 매설, 육안 확인 불가능
	관리상의 문제	기존 시설물의 시공시점에서는 현재와 같은 디지털 관리가 불가능하여, 지적도에 의존한 시공과 관리가 이루어져 왔음.
	변경 및 이동	지형지물의 개발, 변형에 따라 시설물의 임의 변경 발생
자원 및 세수관리	접근 불가	시설물 감시 및 계측을 위해 투입된 인력의 접근이 어려움
	조작 변경	인정검침, 계량기기 조작 등의 고의적인 사고에도 인지/대응이 실질적으로 불가능

상기의 문제점들을 해소하고, 전반적인 경영의 효율을 피하기 위해서는, 최소 비용의 투입과 효율적인 인적·물적 자원의 관리가 필수적이며, 이는 기 갖추어진 통신 인프라를 활용, 자동화된 관리시스템을 도입함으로써 가능하다.

현재의 운영체제에 대한 원천적인 개선을 위하여 원격시스템의 구축을 기반으로 디지털 시대에 걸맞는 선진 시·도의 위상을 대내외에 과시하고, 대민 서비스의 디지털화를 통하여, 보다 높은 행정 신뢰도를 확보할 수 있다.

표 5. 원격시스템 도입 효과

항목	세부내용
유수율 증가	인정검침, 누락, 오기 등은 물론 계량기기 조작등에 의한 사고를 원천적으로 방지.
누수율 감소	원격 시스템을 통한 누수 구간의 감지를 통하여, 효율적인 시설물 관리 및 유지보수
민원 감소	통신시스템 및 전산처리에 의한 명확한 근거 제시로 민원처리의 효율성 및 대민신뢰성 증대
효율적인 감시 및 제어	지리정보시스템과 연계된 실시간 감시 및 제어를 통하여, 효과적인 시설물 관리

본 연구에서 개발한 무선 원격검침 시스템의 구성은 그림 1과 같으며, 시스템의 세부 기능은 표 6과 같다.

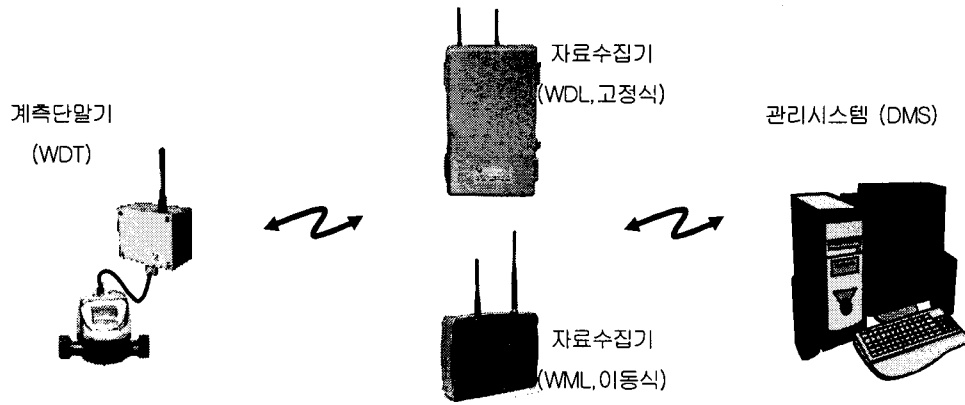


그림 1. 무선 원격검침 시스템의 구성

표 6. 무선 원격검침 시스템의 구성 및 세부 기능

구 성	세 부 기 능
계측단말기	유량계측기기의 상태를 지속적으로 감시, 출력되는 신호를 정확하게 검출하고, 저장하며, 지정된 시간에 자료수집기로 전송. WDT에 침수, 조작 방지 등의 기능이 설정된 때에는 이에 관한 정보도 함께 전송
자료수집기	고정식 (WDL)과 이동식 (WML)이 있으며, 다수의 WDT로부터 전송된 자료를 수집, 저장하여, 관리시스템으로 전송
관리시스템	전송된 모든 자료를 데이터베이스화하여 저장 관리하며, 관리자의 필요에 따라, 자료에 대한 다양한 검색, 분석, 점검 등을 수행한다.

#### 4. 무선 원격검침 시스템 시범 운영

무선 원격검침 시스템의 안정성, 정확성 및 신뢰성에 대한 검증을 위하여 청주시 상당구 우암동 일부지역을 시범지역으로 선정하고, 2002년 11월 27일부터 30일 까지 테스트 기간을 거쳐, 12월 1일부터 26일 까지 매시간 자동검침을 시행하였다.

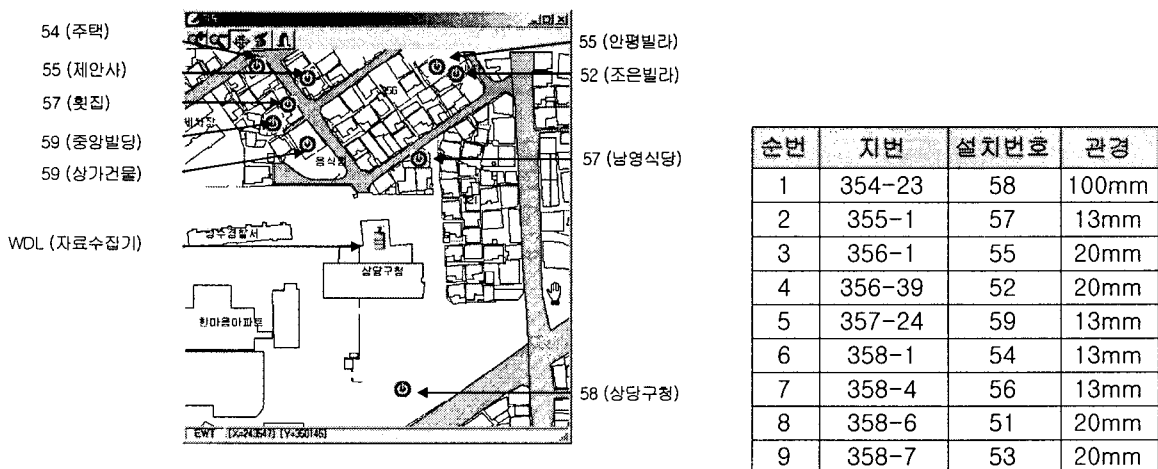


그림 2. 설치 장소 및 분포

검침자료의 정확성 확인과 사용량 추이에 대한 실시간 개념의 관리를 적용, 검침주기를 매 1시간간격으로 결정하였으며, 네트워크 연결이 가능한 곳이면 어느 곳이나 설치가능한 시스템의 특징을 살려 추가적인 서버 설치 없이 사용할 수 있다. 시스템의 주요 기능은 다음과 같다.

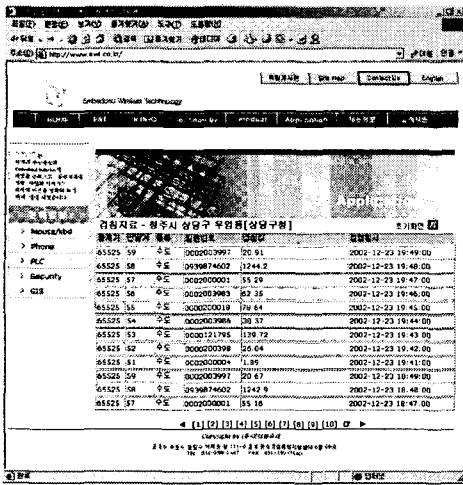


그림 3. Web를 통한 검침자료 열람

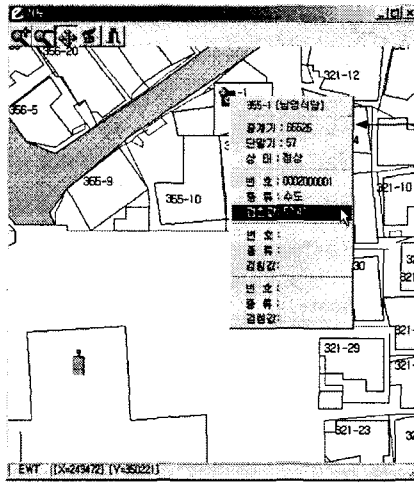


그림 4. 지리정보 시스템과 연계, 개별 상태 확인

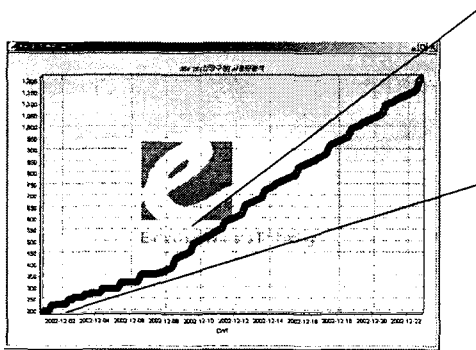


그림 5. DMS를 통한 사용량 추이 분석



그림 6. DMS를 통한 증감 추이분석

## 5. 결론

- 1) 현장 사진촬영과 수집된 검침자료의 비교를 통하여 검침자료의 정확성 및 신뢰성을 검증할 수 있었으며, 검침자료의 분석을 누수 가능성 및 기기의 이상상태에 대한 자동 확인 가능성을 검증하였다.
- 2) 강수, 강설 및 강추위가 지속된 가운데 안정적인 시스템을 운용함으로써 대환경 안정성을 입증하였고, 열악한 주변 전파환경에도 안정적인 통신으로 검침자료 수집할 수 있었으므로 무선통신 네트워크의 안정성을 검증하였다.
- 3) 실제 상황발생에 따른 자동적인 대응으로 사고 및 재난 대비의 효율성 및 기기수명 및 안정성을 검증할 수 있었다.

이상과 같이 연구결과 무선 원격검침 시스템의 시범운용을 바탕으로 집중관리 대상지역 혹은 난검침 지역을 선정, 확대 구축하고 운용함으로써, 자동화된 검침 시스템을 국내 최초로 완성하고, 디지털 행정의 선두에서 선진시의 위상을 드높일 수 있는 기틀이 될 것으로 사료된다.