

상수도 유수율 향상을 위한 무선 영상원격검침시스템 적용 분석

○ 김덕현*, 문영일**, 조성진***, 오태석****

1. 서론

우리나라의 연 수돗물 생산량은 1999년 현재 5,798,429천 m³에 이르고 있으나, 이중 유수율은 73.4%에 불과하여 연간 무수 수량이 1,540,734천 m³에 이르고 있으며, 이에 따른 경제적 손실이 막대한 실정이다(환경부, 2000). 특히, UN이 정한 물 부족국가로 평가되는 우리나라는 향후 물 소비경향의 변화에 따른 수요량을 충원하지 못할 경우, 수돗물 수급에 상당한 어려움이 예상된다. 따라서 부족한 수자원의 효율적인 이용이라는 차원에서 무수 수량을 줄여 유수율을 향상하는 것은 무엇보다 중요한 일이라고 할 수 있다(서울특별시 상수도사업본부, 2000).

본 연구에서는 경기도 의정부시를 대상으로 기존의 검침방법을 제고하고, 무선 영상원격검침시스템을 통한 구역내 실시간 검침을 통해 공급량과 사용량을 비교함으로써, 정확한 무수 수량을 측정하고 실시간 자동측정 압력 게이지를 신설하여 야간에 계측기간의 압력차를 이용하여 배수관의 누수를 관리함으로써 상수도 유수율 향상을 도모하고자 하였다.

2. 무선 영상원격 검침시스템

유수율이란 정수장에서 생산된 수돗물 중 요금 수입으로 받아들인 수량의 비율이다. 배수관을 통해 수용가에게 공급되는 과정에서 요금을 부과할 수 없는 무수 수량은 누수, 계량기불량, 부정 급수 등 다양하다. 유수율을 향상시키기 위해선 무엇보다 무수 수량 중 대부분을 차지하는 누수량을 파악하는 것이 중요하다.

* 의정부시 상하수도과

** 서울시립대학교 토목공학과 부교수

*** 서울시립대학교 토목공학과 박사과정

**** 서울시립대학교 토목공학과 석사과정

누수량의 추정은 수돗물이 공급되는 급수구역을 블록화 하여 블록내의 공급량과 사용량을 비교함으로써 가능하다(한국수도협회, 1992). 그러나, 무수 수량이 되는 수돗물 중 어떤 이유로 얼마만큼의 무수 수량이 발생하는지를 알아내는 것은 매우 어려운 일이다.

수용가에게 부과하는 요금은 검침에 의해 대상 수용가가 일정기간 사용한 수돗물을 대상으로 한다. 현재 검침작업은 인력에 의해 이루어지고 있으며, 이로 인해 일일 검침 가능한 수용가의 수가 한정된다. 따라서, 수돗물이 공급되는 임의 구역에 대하여 일정기간 하나의 수용가가 사용한 수돗물은 검침에 의해 알 수 있으나, 동일한 기간에 구역 안의 모든 수용가가 사용한 수돗물, 즉 전체 사용량은 파악할 수 없는 실정이다.

또한, 현재의 유수율 산정방법은 연간 공급된 수돗물 총량과 요금을 부과한 수돗물 총량을 대상으로 산정하고 있으며, 이로 인해 일정기간 임의 구역의 유수율을 산정하는 것은 사실상 불가능하다고 할 수 있다.

무선 영상원격 검침시스템은 대상이 되는 구역내의 계량기에 영상원격검침 장치를 부착, 중앙 Main Computer에서 각 수용가의 사용량을 무선으로 동시 검침하는 방식으로, 기존의 인력검침에 의한 오차를 줄이고, 동일기간 구역 내 전체 수용가의 사용량을 파악함으로써 공급량과 사용량을 비교하여 유수율을 산정할 수 있다. 또한, 인력과 예산을 효과적으로 절감하여 검침업무의 효율성을 도모할 수 있다(그림 1.참조).

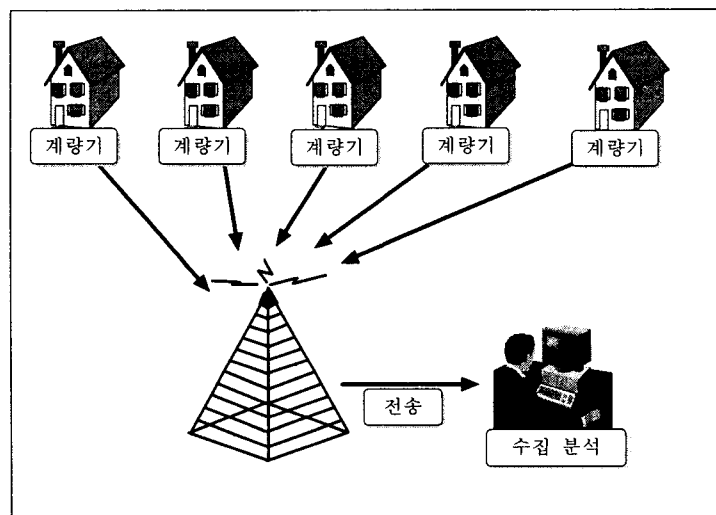


그림 1. 무선 영상 원격 검침시스템 개략도

무선 영상원격검침시스템을 통한 검침으로 구역내의 임의 기간 사용량과 공급량을 비교함으로써, 대상 구역의 무수 수량을 파악할 수 있으며, 그 수량에 따라 구역내 누수 존재 여부 및 누수량을 추정해 낼 수 있다.

3. 배수구역내 수계분리

무선 영상원격 검침시스템을 이용하여 유수율을 파악하기 위해서는 우선적으로 배수관망을 정비해야 한다. 즉, 대상구역에 대하여 공급하는 수돗물이 배수관을 통해 다른 구역으로 공급되는 것을 막아야한다. 현재 급수지로부터 배수관을 통해 급수되는 상수도 망은 매우 복잡하다. 배수지역마다 고저차, 주거형태, 주거밀도 등 그 특성이 다르며 시설관리 범위가 넓을수록 배수관망이 매우 복잡하게 형성되어 수요특성에 따른 관리가 어려운 것이 사실이다(최철식, 2001). 이러한 어려움을 피하기 위해 배수지역을 분할하여 관리하는 배수관망의 블록화 계획이 여러 도시에서 계획, 시행되고 있다.

배수관망의 블록화는 블록단위마다 그 지역 특성을 고려하여 설정되어야 하며 이러한 고려가 충분하지 못할 경우, 대구경관의 신설, 블록의 독립성 결여 등의 관리상의 문제점을 나타내게 되며, 결국 블록화로 인한 장점을 살리지 못하는 결과를 겪게 된다(현인환, 2001).

따라서, 배수구역내의 수계분리 작업을 기존의 구역화(행정구역, 도로, 구조물 중심)와 다르게 실제 배수지로부터 수돗물이 공급되는 지역으로 분리하여, 보다 효과적으로 검침이 가능한 수계분리가 선행되어야 한다. 이러한 배수구역 분리는 효과적으로 구역을 고립할 수 있을뿐더러, 무분별한 배수관 연장에 의한 수압저하, 신설 배수지의 낮은 고도로 인한 효율성 저하 등의 문제를 해결할 수 있는 방안이 된다.

4. 상수도 상시누수 감시 시스템

구역화가 이루어진 구역에 대한 영상원격 검침시스템은 구역내의 누수량을 가늠할 수 있는 효과적인 방법이 될 수 있으나, 구역 내 누수발생 원인을 찾아내는 것은 어려운 일이다. 기존에 사용하는 방법은, 주간에 육안으로 도로나, 벽 등으로 나온 누수흔적을 찾거나, 차량소음 등 소음이 적은 야간에 청음기를 이용, 누수시 생기는 소리를 통해 누수발생 지점을 찾는 방법이 주를 이루고 있다. 효과적인 누수탐사를 위해 수도관의 압력을 관측하여 실시간으로 누수를 감시하는 방법을 이용하면, 인력과 시간을 절약한 효율적인 누수탐사가 가능하다.

이러한, 누수 감시 시스템은 무선 원격원격검침에 의해서 유수율을 산정 할 때 해당 구역 배수관의 수압을 실시간으로 측정하여, 향후 수압 변화를 관리함으로써 누수관리를 보다 세부적이고, 체계화할 수 있다.

5. 적용 및 고찰

본 연구에서는 의정부시 가능 소비수지 수계를 분리하고, 녹양동 장미지구에 대한 구역고립화를 계획, 실시하였다(그림 2.참조).

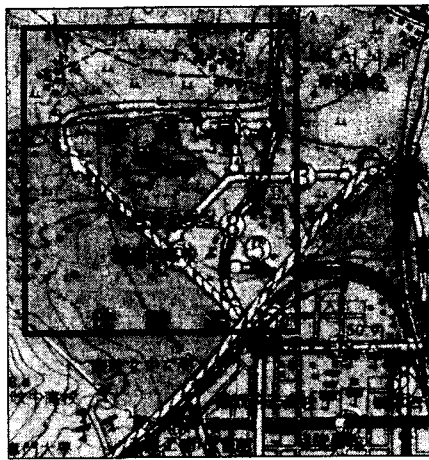


그림 2. 녹양동 장미지구

또한, 735세대, 급수인구 2465명인 대상구역에 대하여, 구역내 115개소¹⁾ 전 계량기에 무선 원격검침장치를 설치(그림 3.참조)하여, 대상기간동안의 사용량을 측정하였으며, 그 결과는 다음 표 1.과 같다.

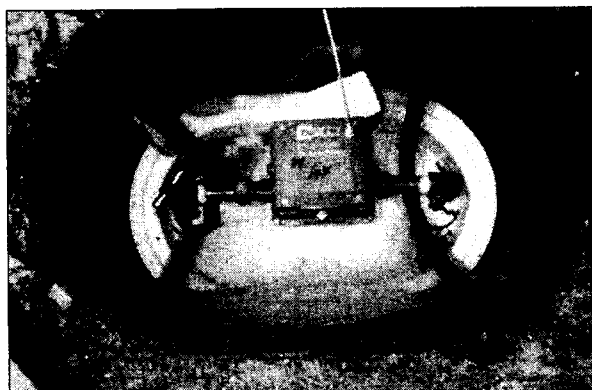


그림 3. 무선 원격 검침기

1) 대상 732세대 중 아파트 단지의 경우 중앙 계량기에 설치.

표 1. 무선 영상원격검침 결과(녹양동 장미지구)

검침 일시	총 사용량	총 공급량	무수 수량	유수율
2002.3.25 18시 ~ 2002.3.26 18시	1,151 m ³	1,217 m ³	66 m ³	94.6 %
2002.3.26 18시 ~ 2002.3.27 18시	1,006 m ³	1,059 m ³	53 m ³	95.0 %
2002.3.27 18시 ~ 2002.3.28 18시	1,161 m ³	1,217 m ³	56 m ³	95.4 %
합계	3,318 m ³	3,493 m ³	175 m ³	95.0 %

표 1.에서 나타내는 것과 같이 기간내 녹양동 장미지구의 총 공급량은 3,493 m³인데 반해, 총 사용량(계량기 검침 총량)은 3,318 m³가 되어 무수 수량이 175 m³으로 유수율이 95%로 나타난다. 무선 영상원격검침에 의해 산정된 유수율이 의정부시의 연간 유수율 83.46%(2001년 현재 : 의정부시, 2002)에 비해 크게 산정되는 것을 볼 수 있다. 누수 여부를 측정하기 위하여 22개소에 압력계를 설치하여, 야간에 압력을 측정하였으며, 측정결과는 다음 표 2.와 같다.

표 2. 압력측정 결과(22개소 중 2개소)

수압기번	측정 일시	최소치	최대치	압력차
0009	2002. 3.28 01:00 ~ 05:30	6.42 kg/cm ²	6.97 kg/cm ²	0.55 kg/cm ²
0011	2002. 3.28 01:00 ~ 05:30	6.15 kg/cm ²	6.65 kg/cm ²	0.50 kg/cm ²

압력계를 통한 누수탐사 결과 수도관내 특이할 만한 수압의 증감함을 보이고 있지 않아, 구간의 누수 징후가 없다고 판단된다.

6. 결론

기존의 유수율 산정방법은 전 배수구역에 대하여 연간 공급량과 인력검침에 의해 기록되어 요금이 부과된 사용량을 대상으로 이루어졌다. 이러한 방법은 구역별 유수율의 산정이 불가능 할 뿐더러, 인력검침의 한계로 인해 임의기간의 정확한 유수율 산정이 어려웠다. 무선 영상원격검침을 이용한 유수율 산정은 임의 구역에 대하여 유수율 산정을 가능하게 할 뿐만 아니라, 인력검침의 한계를 넘어 임의 기간 공급량과 사용량을 정확히 측정하며, 인력검침의 오차를 제거함으로써, 보다 신뢰할 수 있는 검침 자료를 제공해 줄 수 있다는 장점을 지닌다. 적용 결과, 무선 영상원격검침에 의한 기간내 유수율이 95%의 높은 값을 나타내었으며,

의정부시의 연간 유수율(83.46% : 2001년)보다 높은 값이다. 이는 기존의 유수율 산정방법에 의해 산정된 무수 수량이 과다하게 산정 되었음을 보여준다. 향후 대상지역에 대한 누수 및 상수도 관리, 계획과정에서 중요한 기초자료가 될 수 있다고 사료된다.

배수지별 배수구역의 수계분리 작업은 무선 영상 원격 점검의 효율성을 높일 수 있으며, 기존의 배수구역 분리가 지니는 배수지 효율저하, 수압저하 등의 문제를 해결할 수 있는 방안이 될 수 있다.

압력계를 통한 누수탐사는 기존 누수탐사방법의 야간에 작업이 한정되며, 육안이나 소리에 의해 탐색을 해야하는 현장 여건상의 어려움을 최소화시킬 수 있으며, 무선 영상원격점검 시스템과 병행하여, 구역별 상수도 누수를 관리할 수 있는 장점을 지닌다고 하겠다.

구역을 고립하여 실시하게 되는 무선 영상원격점검시스템은 기존의 점검시스템이 제공하지 못하는 구역의 유수율을 정확히 산정 할 수 있게 함으로써, 상수도 유수율을 향상시킬 수 있는 기본 자료를 제공할 수 있다. 앞으로 무선 영상 원격 점검시스템으로부터 산정되는 유수율을 분석하고, 무수 수량을 절감할 수 있는 방법에 대한 연구가 지속되어야 하리라 사료된다.

7. 참고문헌

- 서울특별시 상수도사업본부(2000), 서울시 유수율 대책 백서
의정부시(2002), 가능소배수구역 수계분리(구역고립)실시 운영계획
최철식(2001), “상수도 배수관망의 BLOCK SYSTEM”, 관로연구회 연구발표 논문
집, 관로연구회, pp. 175~206.
한국수도협회(1992), 상수도시설기준
현인환(2001), “유수율제고를 위한 배수시스템의 체계적 정비”, 환경부·수자원공사 2001년 상수도 운영관리 WORKSHOP, pp. 13~31.
환경부(2000), 상수도통계연보