

안양천 실시간 통합 수문모니터링 시스템 개발

Development of Integrated Real-time Hydrologic Monitoring System in Anyangcheon Basin

정승권*,이경도**,김남일***,이길성****

Seung Kwon Jung·Kyoung Do Lee·Nam Il Kim·Kil Seoung Lee

요 지

수자원의 이수 및 치수관리에 있어서 우량, 하천수위, 하천유속, 하천유량, 지하수위, 하수유량 등의 수문 자료는 가장 기초적이면서 중요한 요소이다. 그럼에도 불구하고 최근까지 우리나라의 수자원관리 실태를 살펴보면 신뢰성 있는 수문자료의 구축이 매우 미비한 실정이며, 이로 인해 하천유역의 수문특성 해석에 많은 어려움을 겪고 있다. 본 논문에서는 21세기 프론티어연구사업과 관련하여 구축·시범운영하고 있는 “안양천 실시간 통합 수문모니터링 시스템”의 운영현황을 소개하고, 2단계 사업에서 신규로 구축된 하수관거 모니터링 시스템에 대해 소개하고자 한다.

실시간 통합 수문 모니터링 시스템이란 하천유역내의 강우량, 하천수위, 지하수위, 하수관거유량, 수질 등 수문 상황을 실시간으로 모니터링함으로써 유역내의 수문자료를 구축함은 물론 지하수위와 하천수위와의 연관성, 하천유량 증가로 인한 하수관거로의 우수유입량 등의 분석을 통해 유역 전반에 걸친 물순환체계에 대한 해석과 평가를 내릴 수 있도록 지원하는 시스템이다. 이를 위해 주요 지점에 수문 모니터링 장비를 설치하고, 통신모듈을 통해 현장에서 서버로 모니터링 자료를 실시간으로 전송하고, 전송된 자료를 웹상에서 보여줌으로써 유역관리자의 의사결정지원 자료로 활용할 뿐만 아니라 일반인들에게 거주지역내 하천에 대한 정보를 제공할 수 있게 된다.

또한 안양시청을 시범 행정기관으로 선정하여 안양시에서 운영하고 있는 실시간 수문모니터링 자료를 취합하여 웹상에서 공유할 수 있도록 시스템을 통합하는 방안을 마련하였으며, 향후 안양천에 속해 있는 지자체이 참여를 유도할 예정이다. 안양천 실시간 모니터링 시스템은 안양천 웹페이지(<http://anyang.river.or.kr>)에서 구현되고 있으며, 앞서 설명한 바와 같이 1단계 프론티어 사업으로 설치된 4개의 하천수위, 2개의 지하수위 관측시설과 함께, 2단계에 (주)웹솔루스에서 자체적으로 설치 운영하고 있는 2개소의 하수관거 모니터링 관측시설, 그리고 안양시에서 운영하고 있는 5개소의 강우관측소와 7개소의 수위관측소를 모두 통합하여 실시간 자료를 제공하고 있다. 수위자료는 10분단위의 텍스트정보와 그래프형태로 지원되며, 검색기간 설정을 통해 원하는 기간내의 자료를 선별, 검색할 수 있다.

핵심용어 : 실시간 수문모니터링 시스템, 하수관거 모니터링 시스템, 안양천, 수문분석

* 정회원.(주)웹솔루스 시스템사업부 대리-E-mail : jsk@websolus.co.kr
**** 정회원.(주)웹솔루스 시스템사업부 대리-E-mail : kdl@websolus.co.kr
**** 정회원.(주)웹솔루스 대표이사 공학박사-E-mail : utopia@websolus.co.kr
**** 정회원.서울대학교 지구환경시스템공학부 정교수-E-mail : kilselee@snu.ac.kr

1. 서론

수자원의 이수 및 치수관리에 있어서 우량, 하천수위, 하천유속, 하천유량, 지하수위, 하수유량 등의 수문 자료는 가장 기초적이면서 중요한 요소이다. 그럼에도 불구하고 최근까지 우리나라의 수자원관리 실태를 살펴보면 신뢰성 있는 수문자료의 구축이 매우 미비한 실정이며, 이로 인해 하천유역의 수문특성 해석에 많은 어려움을 겪고 있다. 외국의 경우 소규모 단위로 시험유역을 조밀하게 운영하여 하천유역별로 신뢰성 높은 수문자료를 구축하고 있지만, 국내의 경우는 국제수문개발계획(IHP)에 의해 운영되는 보청천, 위천, 평창강 등 3개의 대표유역과 일부 연구과제와 관련하여 운영되고 있는 몇 개의 시험유역에서만 수문자료가 구축되는 실정이다. 이외에 한국건설기술연구원에서는 1995년부터 설마천 시험유역을 시작으로 현재까지 총 6개의 시험유역을 운영하고 있다. 본 논문에서는 21세기 프론티어연구 2단계 사업에서 구축·시범운영하고 있는 “안양천 실시간 통합 수문모니터링 시스템”의 운영현황을 소개하고, 현 안양천 유역에서 관측되고 있는 수문 관측자료 현황 및 활용방안에 대하여 고찰해 보고자 한다.

2. 실시간 통합 수문 모니터링 시스템

2.1 대상유역

본 연구에서는 대상유역으로 서울, 경기지역의 대표적인 도시하천인 안양천을 선정하였다. 안양천은 경기도 의왕시 백운산에서 발원하여 왕곡천과 오전천, 학의천, 삼성천, 수암천, 삼봉천 및 목감천과 합류한 후 광명시, 금천구, 구로구를 거쳐 북서쪽으로 흘러 영등포구에서 도림천과 합류하여 한강으로 흐르는 대표적인 도시하천이다. 1977년 7월 8일 대홍수로 인한 대규모 피해 발생 후 1978년 하천정비기본계획 수립을 통해 현재의 하천모습을 이루게 되었으며, 경기도 7개시(과천시, 의왕시, 군포시, 안양시, 광명시, 시흥시, 부천시)와 서울시 7개구(강서구, 양천구, 영등포구, 구로구, 동작구, 관악구, 금천구)를 유역으로 하고 있는 하천으로 수도권의 심장부에 위치한 중요한 하천이다.

특히 오늘날 급속한 도시화로 인하여 불투수면적의 증가와 함께 건천으로 변화된 대표적인 도시하천으로 유역면적이 288 km², 하천연장이 28.84 km(지방2급:8.13 km)의 국가하천이다(건설교통부, 2003). 안양천은 도시화에 따라 치수, 이수, 환경적인 기능보다는 토지이용 증대를 위해 하천의 복개가 무분별하게 이루어졌으며, 지방2급하천 구간인 경우 총 유로연장 95.99 km 중에서 30.937 km(약 32%)가 복개된 것으로 조사되었다. 2002년 지하수 이용량 조사결과 안양천 유역 내에는 총 8,312개소의 관정이 위치하고 있으며, 지하수 전체 이용량은 약 20,488 천m³/년으로 산정되었다(과학기술부, 2004). 안양천 유역내 총 하수도시설 연장은 3,006.8 km 달하는 것으로 나타났으며 이중 원형관이 약 2,588.7 km로 전체의 86.1%를 차지하고 있으며 암거가 약 300.5 km로 전체의 10.0%, 차집관거가 약 117.6 km로 전체의 3.9%를 차지하고 있는 것으로 나타났다.

2.2. 통합 수문모니터링 지점 현황

안양천 유역에서의 통합 수문모니터링 관측망을 구축하기 위하여 프론티어 사업에서 구축된 하천, 지하수 및 하수관거 유량관측 지점과 현 안양시청에서 운영하고 있는 하천수위 및 강우관측 지점을 조사하였다.

현 안양천 유역에서 수문자료 관측을 위하여 강우관측소 총 5개소, 수위(하천, 저수지)관측소 총 11개소, 지하수위관측소 총 2개소 그리고 하수관거 모니터링 지점 총 2개 지점이 운영되고 있다. 이 중 안양시청에서 운영하고 있는 관측소는 서울농대수목원, 만안구청, 안양9동사무소, 동안구청 그리고 안양시청 등의 강우관측소, 안양교, 삼성1교, 비산교, 대한교, 호안교, 산본2교, 백운저수지 등의 수위관측소가 있으며, 프론티어 사업을 통하여 운영되고 있는 관측소는 웃우물교, 금정3교, 수암천, 삼막3교 등의 하천수위관측소, 박달초등학교, 범계초등학교 등의 지하수위관측소, 그리고 (주)웹솔루스가 독



그림 1. 하수관거 모니터링지점

자적으로 설치하여 운영 중인 수촌교 아래 차집관거(지점 1), 삼진기술연구원 앞 합류관거(지점2) 등의 하수관거관측 지점이 있다(그림 1, 2). 수문자료의 관측은 매 10분 단위로 관측하여 실시간으로 중앙 서버로 전송되고 있으며 강우관측시설은 모두 전도형 우량계로서 대부분 시청, 구청, 동사무소 등의 옥상에 설치되어 있는 실정이다. 수위관측시설 중 안양시청관할 관측소의 측정 방식은 부자식, 음파식, 초음파식, 압력식 등으로 다양하며, 프론티어 사업에서 운영 중인 관측소는 초음파식과 압력식을 활용하여 자료를 관측, 실시간으로 중앙 서버로 전송되고 있다.

안양천 유역내의 수문변화의 전반적인 분석을 위해 강우시 하천수위, 지하수위 변화와 하수유량의 변화를 동시에 모니터링 하고자 설치된 하수관거 유량 모니터링 장비는 다음과 같다. 그림 3, 4에 나타난바와 같이 설치 1지점인 학의천 수촌교 아래 차집관거로 내의 설치한 경우는 주변 자전거 도로를 이용하는 시민들의 불편을 최소화하기 위해 관널설치를 기존의 수촌교 교각상부 설치계획을 변경하여 자전거도로와 차도를 지나 화단에 설치하였으며, 이를 위해 지하 3 m 이상 땅파기를 하여 센서 케이블을 차집관거 내에 연결, 설치하였다. 설치 2지점의 경우는 비교적 접근이 용이한 합류식 관거로 관거 내에 유량이 적절히 흐르는 지점을 선정하여 설치하였다.



그림 2. 안양천 유역의 강우-수위 및 지하수위 관측소 현황



그림 3. 하수관거 모니터링 설치지점



그림 4. 지점1, 2 관거 내 센서설치모습

2.3 실시간 통합 수문모니터링 시스템 구축

실시간 수문모니터링 시스템이란 하천유역내의 강우량, 하천수위, 지하수위, 하수관거유량, 수질 등 수문 상황을 실시간으로 모니터링함으로써 유역내의 수문자료를 구축함은 물론 지하수위와 하천수위와의 연관성, 하천유량 증가로 인한 하수관거로의 우수유입량 등의 분석을 통해 유역 전반에 걸친 물순환 체계에 대한 해석과 평가를 내릴 수 있도록 지원하는 시스템이다. 이를 위해서는 주요 지점에 수문 모니터링 장비를 설치하고, 통신도들을 통해 현장에서 서버로 모니터링 자료를 실시간으로 전송하고, 전송된 자료를 웹상에서 보여줌으로써 유역관리자의 의사결정지원 자료로 활용할 뿐만 아니라 일반인들에게 거주지역내

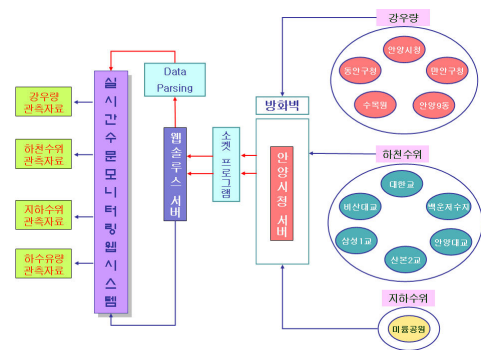


그림 5. 안양천 통합 수문모니터링 시스템 모식도

하천에 대한 정보를 제공할 수 있게 된다. 그러므로 본 연구에서는 안양천 유역내 물순환 체계에 대한 해석 및 평가를 위하여 앞서 언급된 안양시청에서 운영하는 수문관측지점과 프론티어 사업에서 운영하고 있는 수문관측지점을 통합하여 시스템을 구축하였으며, 모든 자료들은 웹을 통하여 자료들을 수집, 관리하고 있다. 특히 안양천 통합 수문모니터링 시스템은

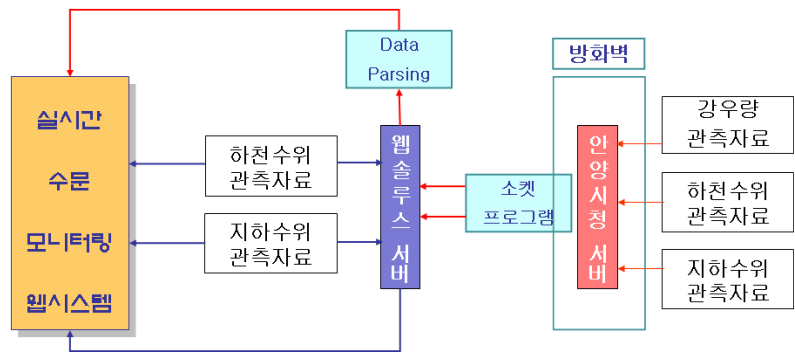


그림 6. 안양천 실시간 통합 수문모니터링 웹시스템 구성도

SYBASE의 안양시청 서버와 Oracle 프론티어 서버를 통합함으로써 서로 이원화된 모니터링 자료를 수집, 관리할 수 있도록 구축되었다. 이는 향후 안양천을 포함하고 있는 지자체에서 운영, 관리하고 있는 시스템의 통합에 좋은 예가 될 것으로 사료된다. 그림 5는 안양천 통합 수문모니터링 시스템의 모식도를 설명하고 있으며, 그림 6에 제시된 구성도를 통하여 그림 7과 같이 웹을 통하여 모니터링 시스템을 구축하였다.



그림 7. 안양천 실시간 통합 수문모니터링 웹시스템

2.4 통합 수문모니터링 관측자료 현황

현 안양천 통합 수문 모니터링 시스템으로부터 수신되고 있는 안양시청 자료를 근간으로 강우에 따른 수위응답 및 관측강우자료의 신뢰도 검증 등을 통하여 수문 모니터링 관측자료의 현황을 분석하였다. 이들 중 안양시청의 강우 및 수위관측자료의 현황을 다음에서 간략히 제시하였으며 그 외 자료들은 발표자료를 참고하기 바란다.

본 연구에서는 2001년 8월 27일부터 2004년 12월 1일까지의 안양시의 하천수위관측 및 2003년 4월 24일부터 2004년 12월 1일까지의 강우 관측 자료를 수집하였다. 특히 수위관측 지점 중 대한교, 호한교 자료가 가장 장기간 관측된 자료이며, 안양대교 및 비산대교는 2001년 11월 22일부터, 산본2교, 삼성1교, 백운저수지 자료는 2003년 4월 24일부터 자료가 관측되었다. 또한 2002년 6월 25일을 기점으로 10분 단위의 자료가 관측되었다. 관측된 수위자료의 현황을 살펴보면, 2001년 수위자료는 관측된 기간이 매우 짧

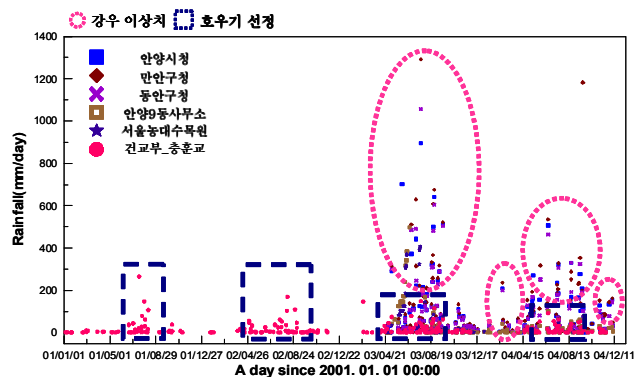


그림 8. 안양천 유역의 2001 ~ 2004년

으며 그 자료의 연속성이 없는 실정이다. 강우자료는 2003년 4월 24일부터 총 5개의 지점으로부터 자료의 수신이 이루어지고 있었다. 강우-수위자료는 연속적인 기간의 자료이므로 관측된 기간 동안에 자료가 빈공란으로 표현된 기간을 결측으로 추정하였다. 특히 수집된 강우자료를 이용하여 일자료로 변환한 후, 변환된 일자료를 이용하여 각 강우관측소별 자료를 그래프로 표현하였으며 비교자료인 건교부 충훈교 자료와 함께 전체적인 분포 형태를 도식적으로 파악하였다. 그림 8을 통해 알 수 있듯이 2001년부터 2004년 동안의 주요 호우가 대체적으로 우리나라의 호우기에 해당되는 5월에서 9월 사이에 발생된 것을 볼 수 있으며 6개 지점의 강우가 대체적으로 비슷한 일자에 발생된 것을 볼 수 있다. 그러나 일부 관측소에서만 강우가 발생된 것을 볼 수 있었고, 충훈교 관측자료와 비교하여 관측지점별 강우량의 차이가 호우기간동안 많은 양적인 차이를 보인다. 이는 종전의 안양시관할 강우계측기의 지속적인 관리가 이루어지지 않았음을 단적으로 설명하고 있다.

3. 고찰 및 결론

안양천 실시간 통합 수문모니터링 시스템은 안양천 유역의 물순환 건전화를 위한 기술적용의 일환으로 개발되었으며, 또한 지자체에서 운영하고 있는 수문관측소 및 관측자료의 통합 관리에 그 목적이 있다. 현재 유역내 4개의 하천수위 관측지점과 2개의 지하수위 관측지점 및 2개의 하수관거유량 관측지점을 통해 실시간 수위자료가 모니터링이 되고, 데이터베이스화 되어 유역관리를 위한 기초수문자료로의 활용을 위해 구축되고 있다. 또한 안양시청에서 운영하고 있는 수문자료를 수집, 통합 관리함으로써 수자원의 효율적인 관리를 위한 기초를 마련하였다. 그러나 현 안양시청에서 운영하고 있는 수문관측자료 현황 분석을 통하여 알 수 있듯이 지금까지 지자체에서 운영하고 수문자료의 수집 및 관리가 원활히 이루어지지 않고 있음을 확인하였다. 그러므로 앞으로 통합적으로 수문자료를 관리함에 있어 계측기 보정, 결측자료의 보완 및 자료의 안정적인 수집과 관리는 필수적인 것으로 사료된다. 또한 효율적인 하천유역관리를 위하여 강우량과 하천수위 뿐만 아니라 인근의 지하수위, 하수유량의 변화를 동시에 분석하여야 할 것이다. 이를 위하여 본 연구에서 구축한 실시간 통합 수문모니터링 시스템을 주요하천에 적용함으로써 상시적으로 수문자료를 모니터링하고 데이터베이스내의 축적된 자료를 수문분석하여 활용한다면 유역관리자의 의사결정을 위한 자료로 활용하기에 더없이 좋을 것이라 사료된다. 이와 함께 하천에 대한 관리는 유역단위로 이루어지는 것이 바람직하기 때문에 이를 위해서 지방자치단체가 유역관리의 필요성을 인식하고, 하천유역에 대한 이수 및 치수사업을 활성화시켜야 할 것이다. 이와 더불어 수자원 전문가들로 구성된 기관 및 업체들을 통해 지속적인 하천유역관리가 이루어지도록 정책적으로 시행하여 가뭄으로 인한 하천 건천화나 집중호우로 인한 하천범람 등의 재난을 미리 예방할 수 있도록 사업화 방안을 마련하는 것이 바람직하다 하겠다.

감 사 의 글

본 연구는 21세기 프론티어연구개발사업인 수자원의 지속적 확보기술개발사업단의 연구비지원(과제번호: 1-7-2 등)에 의해 수행되었습니다.

참 고 문 헌

1. 건설교통부(2003), 안양천 유역종합 치수계획 보고서
2. 과학기술부(2004), 안양천 유역의 물순환 건전화 기술적용 프론티어 사업 1단계 보고서
3. 한국건설기술연구원(2003), 시험유역의 운영 및 수문특성 조사연구