수자원 수량, 수질관리를 위한 수문관측시스템 구축방안

유세환* · 장동배*

*한국수자원공사

Hydrological observation system deployment for water Water quantity, quality management

Se-hwan Yu* · Dong-bae Jang**

*K-water

E-mail : ysh32@kwater.or.kr

요 약

최근, 기후변화에 의해 가뭄 및 홍수의 발생빈도 및 지속시간이 길어지고, 하천유량감소 및 연도별 편차가 증대하고 있다. 이러한 추세는 지속될 것으로 예상되며, 수자원의 관리는 수량, 수질 등을 종합적으로 분석하고 관리하는 쪽으로 변화하고 있다. 이러한 수자원의 관리를 위해서는 수자원관련 기초자료의 취득, 저장, 처리, 활용 등이 유기적으로 이루어져야 하는데, 이를 전자적으로 수행하는 것을 홍수경보시스템이라 하고, 이는 수문관측시스템과 경보방송시스템으로 구분할 수 있다. 수문관측시스템은 댐 유역의 수문현황을 관측할 수 있는 수문관측소(수위, 강우량, 수질)에서 계측된 수문관측자료를 인공위성 등 다양한 통신망을 통하여 댐 사무소에 위치한 중앙감시제어시스템에 전송되고, 수집된 수문관측자료는 1분 단위로 K-water본사에 전송된다. 전송된 자료를 활용하여 각종 수문분석 및 표출을 통해 대내·외에 제공되어 댐에 대한 이·치수의 의사결정을 지원한다. 본 논문에서는 수문관측시스템 구축방안에 대해서 알아본다.

ABSTRACT

The duration and frequency of flooding and not last long, by the time climate change drought. The increased accordingly by reducing stream flow and year variation. This trend is expected to continue, and change towards a comprehensive analysis of such quantity, quality and management of water resources are managed. Flood warning system is called to perform them electronically to the management of water resources such as these to be in the organic water-related basic data acquisition, storage, processing and utilization. Can be divided into hydrological observations and flood warning systems alert system broadcast system.

Hydrological observation system is the measurement from the hydrological stations (water level, rainfall, water) that can be observed hydrological status of the dam basin hydrological observation data transmitted to the central office, located at the dam monitoring and control system through a variety of networks including satellite, and the collected defined as the system that sent the K-water head office in 1 minute increments hydrological observation data.

Headquartered in support of this decision. Dimensions of the dam are provided in addition to inward. Channeled through various hydrologic analysis and leveraging the data transfer. This paper looks at ways to build out hydrological observation system.

키워드

실시간수문정보시스템, 수문관측시스템, 수문자료, 수문정보, 수위, 우량, 수질

Ⅰ. 서 론

수문관측의 종류로는 수위국, 우량국, 수질국, 기상국(AWS : 자동기상관측시스템)이 있고, 이를 중앙에서 감시·제어할 수 있는 중앙감시제어설비가 있다. 수문관측국의 구축시기는 댐 건설 착공이후부터 준공전까지 세분화되어 구축된다. 댐 건설초기에는 댐 공사기간동안 환경영향평가법에 명시된 환경영향평가 협의내용 이행을 위해, 댐 건설 전·후의 기상변화를 측정하기위한 기상국(AWS)가 설치된다. 또한 댐건설현장보호를 위해 가물막이에 수위국을 설치하여 운용한다.

댐 건설이 착공되면, 댐 상류의 유입량 및 수질측정을 위한 수위국 및 우량국, 수질국이 설치가 되고, 댐 하류의 방류량 및 수질측정을 위한 수위국 및 수질국이 건설된다.

본댐 축조가 완료되고 댐 사무소 건설이 완료되면, 본댐의 수위국과 수질국, 사무소내 중앙감시제어설비가 설치완료되며 수문관측국 설치가 완료된다.

본 논문에서는 각각의 수문관측국설비를 구축하기 위한 방안을 제안한다. 2장에서는 수문관측국 위치선정 및 구축 프로세스에 대해 알아보고, 3장에서는 각각의 수문관측국에 대한 세부 설비 구축방안, 4장에서는 중앙감시제어설비 및 K-water본사 실시간 수문정보시스템 구축에 대해서 알아보고, 5장에서는 결론을 맺는다

Ⅱ. 수문관측국 구축 프로세스

수문관측국은 아래의 표와 같은 순서대로 구축된다.

표 1. 수문관측국 구축 프로세스

구 분	주 요 내 용
위치선정	수위/우량/수질/기상국 배치 및 위치 선정
계측기 선정	주요 계측기 선정 (·우량계, 수위계, 수질측정장치, 자동기상관측장치)
계측기 검교정	우량계, 수위계 등 설치전 검교정 의뢰
설계검토	설비 수량 및 규격, 구성방안 검토
설치 및 준공	타공정(건축 등)과 연계한 설치공사 설치완료 후 시운전기간 확보

우선, 수문관측국에 대한 위치선정이 필요하다. 수위국의 배치는 하천의 개발관리, 계획 및 하천구조물의 시공상 중요한 지점, 주요 지류 및 파천의 합류/분류 전후 지점, 주요 하천구조물(댐, 보, 수문)의 상·하류, 하천 협곡부, 유수지, 호소 및 하구 등 수리현상을 파악하기 위해 필요한 지점에 배치하고 수위국의 설치위치는 흐름이 일정하고 흐름이 일정하고 유속이 크게 변하지 않는 곳, 유로 및 하상변동이 작은 곳(골재채취 등 하상변동을 억제), 관측 시 위험하지 않고, 유지관리가 용이한 곳, 관측 및 접근하기 용이한 곳, 갈수 시에도 물이 마르지 않는 곳, 유수가 충돌하는 곳(수충부)은 지양하여 설치 위치를 선정한다.

우량국은 관측소간 상관성 분석 등을 이용하여 개략적으로 균등한 강우상황을 나타내는 지역으로 구분하여 관측소 배치하되 하천법 시행령 제47조의 설치기준 및 세계기상기구(WMO) 권장 최소 강우관측소 밀도를 준수하고 평면과 표고차를 고려하여 관측망을 구성하고 점검과 유지관리 측면을 위한 접근성 확보할 수 있도록 배치한다. 설치위치로는 풍향, 풍속이 특수한 값을 나타내지 않는 양호한 장소, 바람의 영향으로 인하여 특수한 강수상황이 나타나지 않는 장소, 사방 10m 이상 넓이의 평활한 토지로서 인근 장애물 높이의 2배 이상 이격되어 있고 대기의 변화가 적은 장소, 물이 고일 염려가 없는 장소, 관측과 순회 점검이 편리하고 관측원을 확보하기 쉬운 지점을 선정한다.

수질국은 측정수역의 수질을 대표할 수 있는 지점, 댐 저수지 수질 대표 가능지역 최소 1개소 선정(댐 내, 댐 앞 등), 탁수 자동측정장치는 유입부, 댐 내, 방류수의 3개소를 선정한다. 유입부는 탁수 및 부영양화 영향이 많은 본류 하천과 저수구역의 경계지점 댐 내는 저수지로 유입된 탁수가 댐 하류로 방류되는 거동상황 및 부영양화 현황을 대표할 수 있는 댐 앞 혹은 취수탑 지점, 방류부는 댐에서 방류된 탁수현황 및 부영양화를 대표할 수 있는 지점으로 가능한 유입 지천과 합류되기 이전의 지점을 선정한다.

마지막으로 기상국(AWS)은 환경영향평가 협의사항을 준수하여 배치하고, 설치위치는 기상관측 표준화법 및 기상측기별 설치기준 고시 등을 참고하여 표준 기상관측환경조성하되, 관측장소의 면적은 70m^{2}이상을 원칙으로 하되 최소 35m^{2}이상으로 하고, 형태는 원형 또는 정사각형으로 구성한다. 또한 건물·나무·숲 등 장애물 및 아스팔트 등 인공물의 영향이 적은 주변지형이 평탄한 곳상에 설치하고 자연잔디를 조성한다.

Ⅲ. 설비구축방안

수문관측국의 계측기는 설치위치 및 자료활용도(정확도 등)에 따라 선정하되, 현장 환경조건에 적합하고, 지속적으로 안정된 자료를 얻을 수 있고, 유지관리가 용이하고 내구성이 확보되고, 필요정확도를 만족하고, 소요예산이 적정하여야 한다. 계측기 선정과정은 아래 그림과 같다.

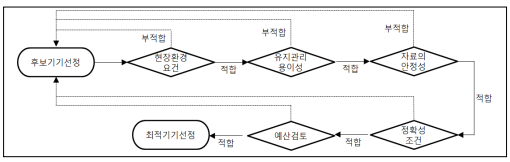

그림 1. 계측기선정과정

수위계는 아래표와 같이 장단점을 비교검토하여 선정한다.

표 2. 현장환경별 장단점

종류	적합	부적합
부자식	· 구조물 등의 부대시설의 설치 가능 지점	· 하상의 퇴적 또는 세굴이 발생하는 지점 · 홍수시 물줄기가 크게 변하는 현장
레이더식	· 센서와 부대시설 설치가능 지점 · 구조물 등 부대시설의 설치가 어려운 지점 · 하상변동이 심한 하천 · 토사유출이 많은 하천 · 유속이 빠른 하천	· 측정 빔각도 내에 장애물이 있는 경우 · 교량진동이 심한지점 · 사람들의 왕래가 많은 지점 · 비바람이 심한지점
초음파식	· 구조물 등 부대시설의 설치가 어려운 지점 · 저수지나 호수와 같이 흐름이 안정된 지점 · 하상변동이 심한 하천 · 토사유출이 많은 하천 · 유속이 빠른 하천	· 비바람이 심한지점 · 센서부가 직사광선을 오랫동안 받는 지점 · 대기의 온도편차가 큰 지점 · 수초 등의 영향이 큰 지점 · 수심이 낮은지점 · 고온 다습하고, 통풍이 나쁜지점

표 3. 유지관리 용이성

종류	장점	단점
부자식	· 원리와 기기가 단순하고, 고장시 대응이 쉬움	· 정기적인 구조물의 유지관리 필요 · 구조물 고장시 긴급복구 어려움 · 환경변화에 의한 이설 어려움
레이더식	· 센서부의 접근과 탈부착 및 유지관리 용이	· 대부분이 수입기기로 고장발생시 수리기간 장기화 · 첨단장비로 운영자의 정비 어려움
초음파식	· 국사기종을 이용할 경우 유지관리 시간과 비용 등이 수입기기보다 유리	· 센서부까지 결빙되었을 경우에는 결측, 고장가능성이 높음 · 고장시 수리보다는 교체를 해야하는 경우가 많음

표 4. 자료의 신뢰성

종류	장점	단점
부자식	· 자료의 취득이 가장 안정적임	· 결빙시 측정곤란 · 구조물의 유지관리가 불량할 경우 수위 반영이 늦음
레이더식	· 비접촉식으로 최적환경조건의 경우, 안정된 자료 획득이 가능	· 하천 결빙시 측정값 이상 · 빔각도, 적산시간의 조정 필요
초음파식	· 비접촉식으로 최적환경조건의 경우, 안정된 자료 획득이 가능	· 바람, 기온, 수면의 변동이 크거나, 기타 장애물이 있을 경우 안정된 자료획득의 어려움 · 하천 결빙시 측정곤란
압력식	· 하천 결빙시 가장 안정된 자료를 취득	· 홍수등에 의한 계기의 손상이 발생 할 수 있음

우량계는 전국의 90%이상 전도형을 사용한다. 측정단위는 1mm를 기본으로 하되, 현장여건에 따라 0.5mm를 사용할 수 있다.

수질계는 측정수역의 수질을 고려하여, 측정장치의 종류를 선정하되, 수질 자동측정장치는 중·부영양시 설치하고, 탁수 자동측정장치는 탁수발생빈도를 고려하여 선정한다. 이는 최근 5년간 탁도 30NTU 이상 방류일수가 30일 이상일경우에 설치한다. 측정항목으로는 수질 자동측정장치는 pH, DO, E.C, 탁도, 수온, 수심, Chl-a 등이고 탁수 자동측정장치는 탁도, 수온, 수심 등이 필수 항목이다. 수질측정장치의 운영방식은 수심이 깊은 지점의 전층을 오르내리며 측정하는 승강식과 수심이 얕은 지점의 일정수심에 고정하여 측정하는 고정식으로 구분하여 선정하고, 설치지점의 현장여건 및 측정항목을 고려하여 운영방식을 선정한다.

기상국은 아래 표의 항목을 측정하는 것을 포함하여 계측기를 선정하고 현장여건에 따라 기압계를 추가 설치할 수 있다.

표 5. 계측항목

종류	장점
풍향풍속계	프로펠러, 필스, Potentiometer
온도계	30 ~ 60℃,
습도계	0.8 ~100%
일조량계	120W/㎡ 동작
강우설량계	직경 200㎜, 0.5㎜분해능
지온계	50 ~ 100℃
시정계	0 ~ 20Km

수문관측국 설비는 계측설비로부터 취득된 정보를 취득·처리·전송하는 전송설비, 댐 사무소로 전송하는 통신설비로 구성되고, 기타 전원설비, 접지 및 피뢰설비, 건축설비등으로 구분할 수 있다. 아래의 그림은 수위국 시스템 구성예이다.

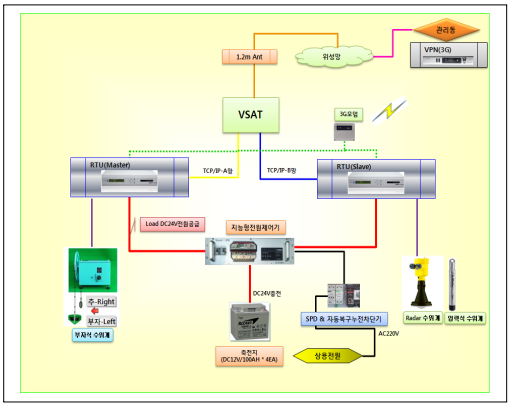

그림 2. 수위국 시스템 구성도

계측자료를 취득하여 전송하기위한 통신망으로는 유선, 위성통신, 이동통신(2G, 3G), VHF 등을 활용하여 이중화로 구성하고, 주통신망 이상시 보조통신망으로 자동절체 후 전송할 수 있도록 구성한다.

Ⅳ. 중앙감시제어설비

강우나 수위의 변화가 발생할 때마다 이벤트 데이터를 전송하여 댐 사무소에서는 실시간 자료를 확보한다. 또한 관측소에 이상이 발생할 때마다 제어국으로 이벤트 상황을 전송함으로써 관측국의 상태를 원격으로 파악할 수 있다. 한편, 각 관측국은 댐으로부터 부여된 주기마다 관측 데이터를 포함한 댐의 요구정보를 전송할 수 있다. 댐은 이를 위하여 개별 관측국마다 필요한 주기 파라메터와 호출모드를 개별적 혹은 그룹별로 관리하고 제어할 수 있다. 주기 간격은 15분, 30분, 1시간, 3시간, 12시간으로 선택 운용할 수 있다. 댐 사무소 중앙감시제어설비의 시스템 구성은 아래 그림과 같다.

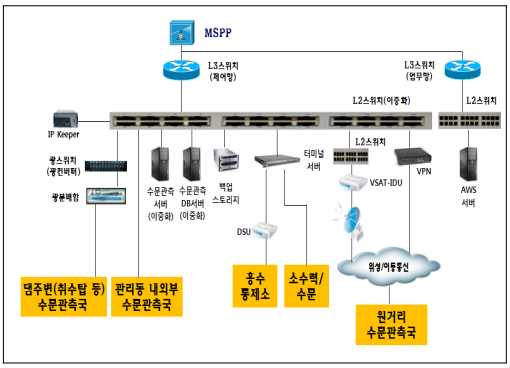

그림 3. 주요설비 구성도

최종 저장된 자료는 이를 활용한 각종 분석 및 표출 시스템을 통하여 대·내외에 제공되어 분석 모형 등에 사용 후 댐에 대한 이·치수 의사결정을 지원한다. 그리고 댐의 수문조작이나 발전을 위한 방류 시 하류 하천 주변에 경보방송을 실시한다.

Ⅴ. 결 론

댐의 '홍수경보시스템' 이외에도 전국의 16개 다목적댐과 14개 용수전용댐, 2개 홍수조절용 댐, 16개 다기능 보의 안정적인 수문운영과 물 관리를 위해 K-water는 '실시간 수자원정보시스템'을 구축하여 운영하고 있다. 전국의 댐을 24시간 365일 상시모니터링 함으로써, 시간과 장소의 제약없이 전체 유역의 수문관측자료 및 영상을 실시간으로 모니터링하고 홍수발생 시 신속한 의사결정과 상황 대응에 만전을 기하고 있다. 또한 홍수통제소, 소방방재청 및 K-water 홈페이지를 통해 국민에게 신뢰성 있는 물 정보를 제공하고 있다.

참고문헌

[1] 하천법
[2] 기상관측표준화법
[2] 환경영향평가법