

용담호 홍수기 유입량 산정 개선을 위한 수면곡선 추적

Tracking of water level curve for improvement of dam inflow measurement in Youngdam

황의호*, 권형중**, 이근상***, 이을래****

Eui-Ho Hwang, Hyung-Joong Kwon, Geun-Sang Lee, Eul-Rae Lee

요 지

기존 댐저수지 유입량 산정은 수위-저수량곡선에 댐측에서 측정된 수위를 적용하여 시간당 저수량변화를 계산한 후 방류량을 감안하여 산정하고 있으나, 특히 홍수시 저수지내의 수위가 균일하지 않아 유입량 산정 시 오차 원인이 되고 있다. 홍수기 댐 저수지의 운영에 있어서 가장 큰 불확실도를 가지고 있는 유입량의 정확한 모의를 위해서는 유역 상류 유입부 유량뿐 아니라 저수지 내에서의 수위관측 필요하며, 또한 기존 방법에 의한 유입량 계산의 오차 규명 필요하다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 GIS를 이용한 저수지의 저수위-저류량곡선 개선 및 댐저수지 구간별 수위관측을 통한 실시간 홍수 유입량 산정 시스템 도입이 절실히 요구되고 있는 실정이다.

본 연구에서 현행 댐 저수지에서 운영되고 있는 수위관측소를 포함하여 관측지점을 확대하고 실시간 수위관측이 가능한 통신체계를 구축하고자 하였다. 관측지점의 확대는 기존의 문제점을 해결하는데 있어 주요 지점의 수면 프로파일을 구축하여 호내 유입량 산정에 대한 재검토를 진행하고자 하였으며, 이를 위해 구간별 수위 모의가 가능한 HEC-RAS 모형을 이용하여 저수지 내의 수면곡선 분포를 모의하고 저수지 내에서 관측한 수위자료와 비교하였다. 또한 관측된 수위자료의 체계적인 관리 체계 구축을 위해 실시간 모니터링이 가능하고, 통신망의 안전성 확보를 통한 결측 자료가 발생하지 않도록 USN Gateway와 CDMA를 연동하여 통신망을 구성하였다. 나아가, 댐 저수지 유입량 산정에 대한 재검토와 실시간 수위관측 방법에 대한 신기술 도입을 통하여 물관리 부서에 즉시 적용이 가능하도록 유입량 산정 방법과 센서 기술 적용 방법 및 확장성을 제시하였다.

핵심용어 : 유입량, 수면곡선, USN, HEC-RAS

1. 서 론

기존 댐저수지 유입량 산정은 수위-저수량곡선에 댐측에서 측정된 수위를 적용하여 시간당 저수량변화를 계산한 후 방류량을 감안하여 산정하고 있으나, 특히 홍수시 저수지내의 수위가 균일하지 않아 유입량 산정 시 오차 원인이 되고 있다. 홍수기 댐 저수지의 운영에 있어서 가장 큰 불확실도를 가지고 있는 유입량의 정확한 모의를 위해서는 유역 상류 유입부 유량뿐 아니라 저수지 내에서의 수위관측 필요하며, 또한 기존 방법에 의한 유입량 계산의 오차 규명 필요하다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 GIS를 이용한 저수지의 저수위-저류량곡선 개선 및 댐저수지 구간별

* 정회원 · 한국수자원공사 수자원연구원 선임연구원 · E-mail : ehwang@kwater.or.kr
** 정회원 · 국립환경과학원 한강물환경연구소 전문위원 · E-mail : kwonhj@me.go.kr
*** 정회원 · 한국수자원공사 수자원연구원 책임연구원 · E-mail : ilovegod@kwater.or.kr
**** 정회원 · 한국수자원공사 수자원연구원 선임연구원 · E-mail : erlee@kwater.or.kr

수위관측을 통한 실시간 홍수 유입량 산정 시스템 도입이 절실히 요구되고 있는 실정이다. 수위관측 자료의 전송방식에 있어 기존에는 M to M 통신 방식으로 실시간 데이터 취득에 어려움이 있었으며, 관측장비별 상이한 통신방법으로 불필요한 통신망 설치 예산이 소요되고 있는 실정이다.

이에 따라, 본 연구에서 현행 댐 저수지에서 운영되고 있는 수위관측소를 포함하여 관측지점을 확대하고 실시간 수위관측이 가능한 통신체계를 구축하고자 하였다. 관측지점의 확대는 기존의 문제점을 해결하는데 있어 주요 지점의 수면 프로파일을 구축하여 호내 유입량 산정에 대한 재검토를 진행하고자 하였다. 또한 관측된 수위자료의 체계적인 관리 체계 구축을 위해 실시간 모니터링이 가능하고, 통신망의 안전성 확보를 통한 결측 자료가 발생하지 않도록 USN Gateway와 CDMA를 연동하여 통신망을 구성하고자 하였다. 나아가, 댐 저수지 유입량 산정에 대한 재검토와 실시간 수위관측 방법에 대한 신기술 도입을 통하여 물관리 부서에 즉시 적용이 가능하도록 유입량 산정 방법과 센서 기술 적용 방법 및 확장성을 제시함으로써 실용성을 제고하고자 하였다.

2. u-IT 기술 적용을 통한 유입량 산정

2.1 u-IT 기술 적용

본 연구에서 적용할 u-IT 적용 센서 및 기술은 크게 4가지로 수위측정기술, 데이터저장기술, USN망 연동기술, 수치모형(HEC-RAS)을 이용한 유입량산정 기술로 분류된다(그림 1).

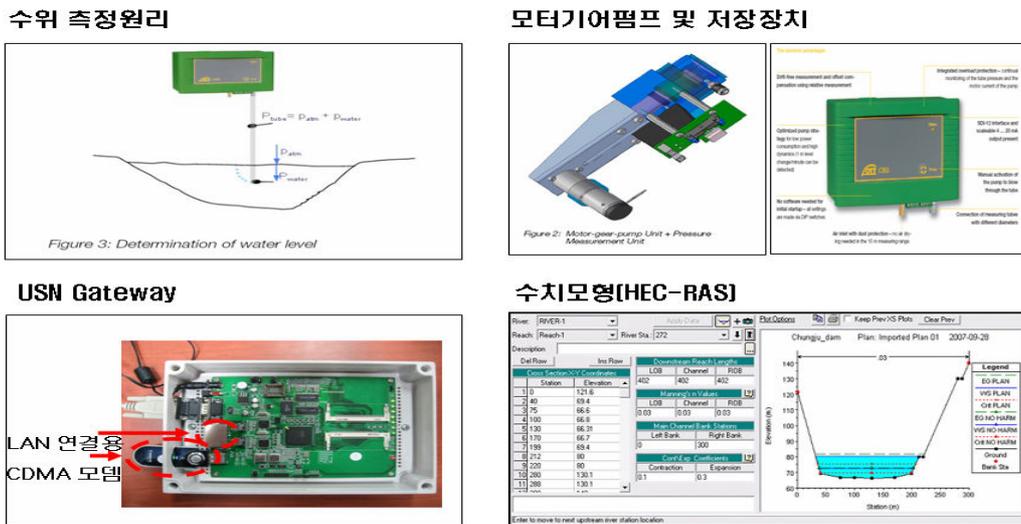


그림 1. 저수지 유입량 계산방법 개선을 위한 적용센서 및 기술

2.2 센서 기술 적용을 통한 수위관측소 설치

용담호의 호내 수위관측을 통하여 댐 유입량 산정방식에 대한 재검토를 수행하기 위하여 호내 주요 지점을 조사하였다. 조사의 목적은 수위관측 지점 선정과 수위계 영점을 설정하기 위한 국가 수준점과 댐 경계표석 등을 조사하는 것이다. 현장조사는 3회에 걸쳐 진행되었으며 현장실사 및 기술검토를 통하여 호내 수위를 대표하고 설치 및 운영에 있어 적합한 4개(죽도교, 용평대교, 갈두교, 사근교) 관측지점을 선정하여 수위관측 센서를 설치하였다.

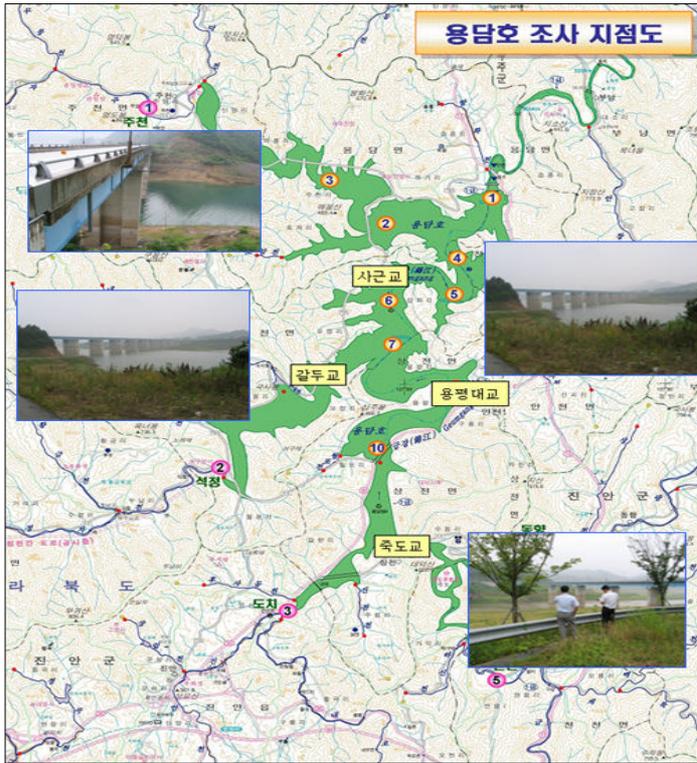


그림 2. 수위관측망 시범 적용대상 지역

교량에 설치된 수위관측 시스템은 기존의 M to M 통신방식을 적용한 시스템과는 달리 USN Gateway와 CDMA를 연동하여 통신망의 안정성확보를 통한 결측자료가 발생하지 않는 실시간 모니터링이 가능하고, 또한 관측 장비별 상의한 통신방법으로 인한 불필요한 통신망 설치비용을 줄일 수 있다. 적용된 수위 관측장비는 크게 수위관측 센서부, 데이터 전송부, 전원부로 나눌 수 있겠다.

전체적인 구성은 교각에 설치된 수위 센서가 데이터로거와 USN Gateway에 연결되어 데이터를 CDMA망을 통해 인터넷에 전달되고 데이터 수집 서버에 관측된 값이 실시간으로 저장이 되고 그것을 서버에서 어플리케이션을 통해 직접현장에 나가지 않아도 실시간 모니터링이 가능하다.

2.3 실시간 수위 모니터링 시스템 구축

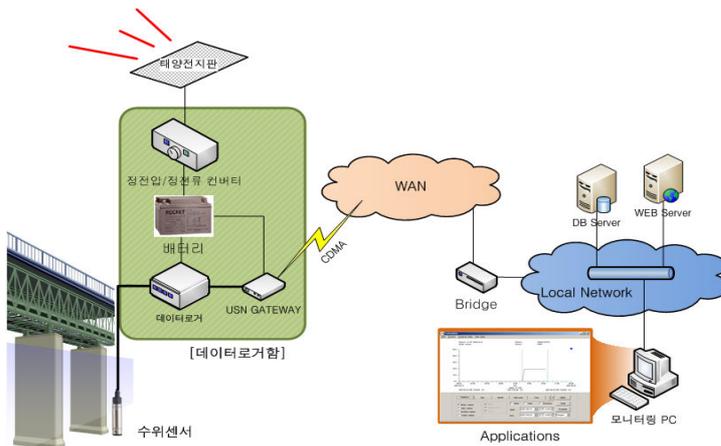


그림 3. 수위관측 시스템 구성도

USN 게이트웨이 모듈을 통하여 실시간 정보를 모니터링 하고 설치된 장비의 안전한 운영상태 및 시설의 실시간 관리체계 구축을 위하여 웹기반 관제시스템을 구축하였다. 현장에서 수집된 정보를 CDMA망을 이용하여 서버실로 전송되고 전송된 정보를 ORACLE DBMS에 저장하여 관제시스템에 실시간 조회 및 모니터링이 가능하게 구현하였다. 또한 C/S 환경이 아닌 Web 기반의 Application으로서 인터넷이 되는 곳이면 어디든지 담당자가 자리에 없어도 실시간으로 모니터링이 가능하다.

현재 구축된 관제시스템은 그래픽 기반으로 운영되고 있으나 향후 GIS 시스템과 연동하여 위험상황 발생시 즉각적인 조치를 취할 수 있도록 위치정보를 제공할 예정이다. 또한 수자원관리의 체계적인 의사결정 지원을 위하여 데이터마이닝을 통한 불필요한 정보의 수집 및 관리가 되지 않도록 데이터 분석시스템이 탑재될 예정이다. 이러한 관제시스템은 수자원관리체계의 효율성 및 유지관리에 신뢰성을 제공할 수 있는 시스템으로 사료된다.

2.4 댐저수지 수위예측 모형 적용

본 연구에서는 저수지 내에 댐 제체로부터 상류방향으로 일정한 간격의 수위관측을 통하여 저수지 내의 수면곡선이 분포되는 형상을 파악하고자 하였다. 기존의 댐 유입량 산정은 댐 제체의 수위로서 수위-저수량 곡선식과 방류량의 관계를 통하여 산정하는데 수위-저수량 곡선식에 사용되는 댐 제체의 수위가 저수지 전체의 수위를 대표할 수 있는지 검토하고자 하였다. 구간별 수위 모의가 가능한 HEC-RAS 모형을 이용하여 저수지 내의 수면곡선 분포를 모의하고 저수지 내에서 관측한 수위자료와 비교하였다.

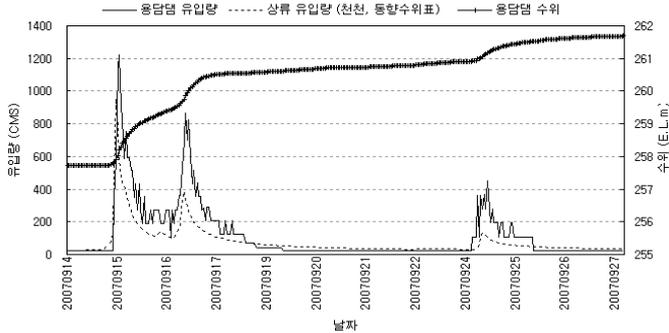


그림 4. 부정류 모의기간에 대한 수문현황

홍수시 댐으로 유입되는 홍수량에 의하여 댐 저수지 내의 수면곡선 변화를 모의하기 위하여 HEC-RAS 모형을 이용한 부정류 모의를 수행하였다. 용담댐 유입량 자료(WAMIS)에 의하면 2007년 9월 15일 최대 약 1,200 CMS가 유입되면서 15일부터 18일까지 평수기 유입량 이상이 지속적으로 유입되었다.

또한 2007년 9월 24일에 최대 약 450 CMS가 유입되면서 24, 25일에 걸쳐 홍수사상이 발생하였다. 본 연구에서는 2007년 9월 15일 및 24일에 발생한 홍수사상에 대하여 홍수량의 저수지 유입으로 인한 저수지 수면곡선 추적을 모의하였다. 그림 4는 상류의 천천 및 동향수위표에서 관측된 하천유출량과 용담댐의 총 유입량을 나타낸 것이다. 용담호 내에 4개의 수위표를 설치하여 2007년 9월부터 현재까지 운영하고 있는데 설치된 관측소에 해당하는 단면의 모의 수위를 실측 수위 값과 비교하였다. 4개의 수위표 중에서 용담호 본류구간에 위치한 3개의 수위표(죽도교, 용평대교, 갈두교, 사근교)에 대하여 비교하였다. 그림 5는 설치된 수위표 지점의 모의 및 실측값을 나타낸 것이다.

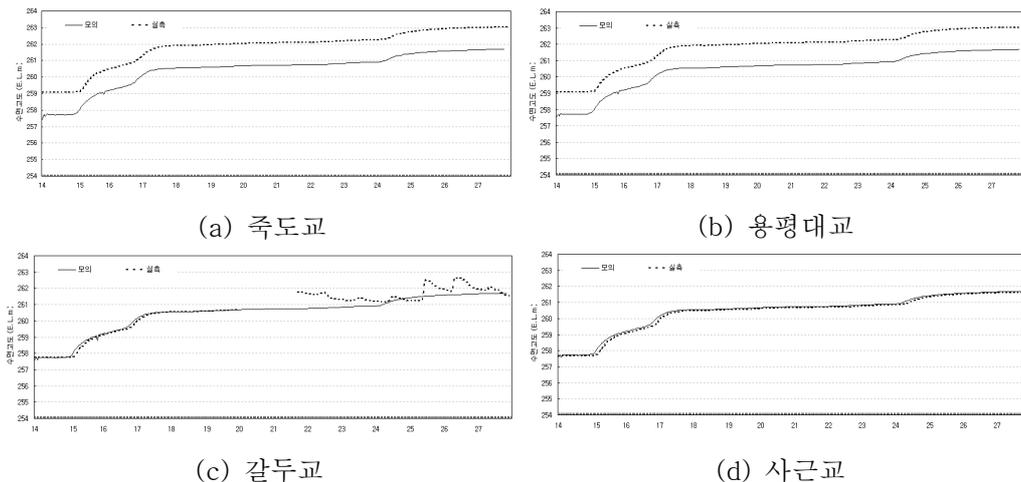


그림 5. 지점별 모의 및 실측 수위변화 비교 (2007년 9월)

저수지 내의 수위 변화에 대하여 홍수기 전·후의 수위 차이를 살펴보기 위하여 홍수 유입이 시작하기 전인 14일 4시와 홍수 유입이 진행되고 있는 15일 6시, 홍수 유입이 끝난 후 수면이 안정적으로 유지되는 22일 22시의 상·하류간의 수면고도 차이를 나타내었다(그림 6).

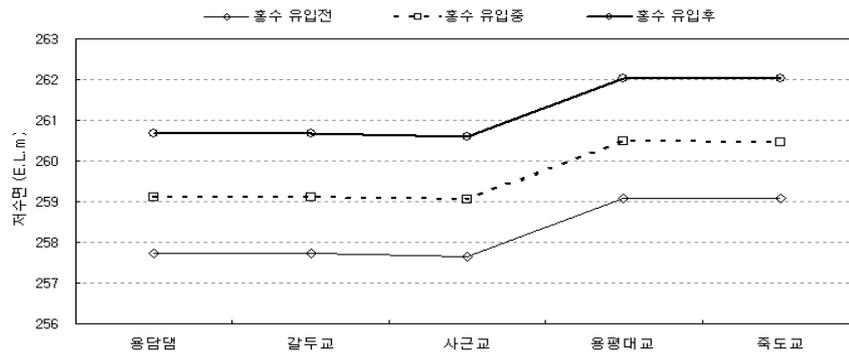


그림 6. 홍수 전·후의 지점별 수위

홍수 유입 전·후 모두 지점별 수위 차는 용담댐 지점에 비하여 저수지 상류의 죽도교 지점의 수위가 평균 1.35m 차이가 발생하였다. 시기별로 살펴보면 홍수 유입 전에는 죽도교 지점이 용담댐 지점에 비하여 1.33m 높았으며 홍수 유입이 진행되는 시기에는 1.39m, 홍수 유입이 끝난 후에는 1.35m 높게 관측되었다. 용담호의 저수용량을 고려해 볼 때 저수지 상·하류간의 평균 1.35m의 수위 차이는 저수량을 산정할 때 막대한 양의 오차를 초래할 수 있으며 홍수의 유입 전·후의 수위 차이도 일정하지 않으므로 저수량 산정에 사용되는 H-V 곡선식의 수위를 댐 지점의 수위만을 사용하기 보다는 저수지 전체의 수위를 고려하여 산정하는 것이 바람직 할 것으로 사료된다.

4. 요약 및 결론

종래의 댐 유입량은 수위-저수용량 곡선에 댐측에서 측정된 수위를 적용하여 시간당 저수량 변화를 계산한 후 방류량을 감안하여 산정하고 있으나, 특히 홍수시 저수지내의 수위가 균일하지 않아 유입량 산정시 오차 원인으로 나타나고 있다. 이에 따라, 본 연구에서는 이러한 문제점을 해결하기 위하여 유비쿼터스 기술인 USN, CDMA 등의 센서 및 통신기술을 적용하여 안정적인 실시간 수위모니터링이 가능하도록 호내 4개(죽도교, 용평대교, 갈두교, 사근교)의 수위관측지점을 확대하였다. 또한, 홍수기 관측된 수위관측 자료를 활용하여 HEC-RAS 모형을 구동하여 홍수기 호내 수위프로파일을 예측하였으며, 홍수 유입 전·후 모두 지점별 수위 차는 용담댐 지점에 비하여 저수지 상류의 죽도교 지점의 수위가 평균 1.35m 차이가 발생하였다. 시기별로 살펴보면 홍수 유입 전에는 죽도교 지점이 용담댐 지점에 비하여 1.33m 높았으며 홍수 유입이 진행되는 시기에는 1.39m, 홍수 유입이 끝난 후에는 1.35m 높게 관측되었다. 용담호의 저수용량을 고려해 볼 때 저수지 상·하류간의 평균 1.35m의 수위 차이는 저수량을 산정할 때 막대한 양의 오차를 초래할 수 있으며 홍수의 유입 전·후의 수위 차이도 일정하지 않으므로 저수량 산정에 사용되는 H-V 곡선식의 수위를 댐 지점의 수위만을 사용하기 보다는 저수지 전체의 수위를 고려하여 산정하는 것이 바람직 할 것으로 사료된다.

참고문헌

1. 김영만(2004), "센서 네트워크 미들웨어 구조 및 연구 현황," 한국정보과학회지, 제 22권 제 12호 통권 제 187호.
2. 수자원의 지속적 확보기술개발 사업단(2004), "하천 유량측정 지침".
3. 한국수자원학회(2004), "제13회 수공학 워크샵 교재(HEC-RAS의 이론과 실무적용)".
4. 한국수자원공사(2006), "댐운영 실무편람".
5. 황의준, 전경수(1997), "한강 본류에 대한 부정류 계산모형: 모형의 보장", 한국수자원학회지, 제30권, 제5호, pp.54-559.