

# 조석 영향을 받는 하구호에서의 저수지추적

## Reservoir Routing in Estuary Lake Influenced by Tidal Effects

김주영\*, 이정규\*\*, 윤광석\*\*\*, 김한섭\*\*\*\*  
Joo-Young Kim, Jong-Kyu Lee, Kwang Seok Yoon, Hansup Kim

### Abstract

Geum River Estuary Barrage is very important for the irrigation, municipal and industrial uses in the cities of Gunsan, Iksan and Jeonju. The Geum River Control Office has a flood forecasting system; however, the current system does not consider the backwater effects. As a result, it is very difficult to give correct flood information, and it is difficult to accurately assess the water resource supply and saltwater invasion into freshwater, as frequently occurs due to over-discharge during floods.

In this study, we investigate the flood forecasting system for the Geum River reach influenced by the estuary barrage. The current system cannot consider the backwater effect because the estuary barrage blocks the end of the river. We calculated the discharge from the tide lock and evaluated the inside water level of the estuary barrage during floods. The results show that the calculation agrees well with the observed data at the river stage stations in the Geum River. The results also show that this program is a reasonable substitute for the current system.

**Key words :** estuary barrage, flood forecasting system, reservoir routing, backwater effect

### 요지

1990년 건설된 금강 하구둑은 반경강 하류 농경지에 농업용수를 공급하며 군산, 익산, 전주를 비롯하여 부근 소도시에 생활 및 공업용수를 공급하는데 있어 매우 중요한 기능을 하고 있다. 하구둑 건설과 함께 금강홍수통제소가 개소되어 홍수예측시스템을 운영해 오고 있다. 그러나 현재의 운영 시스템은 배수효과를 고려할 수 없는 결정적 문제를 가지고 있다. 따라서 상류에서의 홍수발생시간과 홍수에 대한 올바른 정보를 정확히 제공하기 힘들 뿐만 아니라 홍수 초기나 말기의 과다 방류로 용수자원 확보의 곤란, 담수의 염수화 등의 문제점을 가지고 있다.

본 연구에서는 하구둑의 영향을 받는 금강에 대한 홍수 예측 시스템을 연구하였다. 현재의 시스템이 배수영향을 고려할 수 없는 이유는 하구둑이 강을 차단하여 불연속이 존재하기 때문이다. 이를 해결하기 위해서 배수갑문에서의 유출량을 계산하였고 시간변화에 따른 하구둑 내수위를 계산하였다. 그 결과 계산치는 관측치와 양호하게 일치하는 결과를 볼 수 있었으며 본 연구가 현재의 시스템을 크게 개선할 수 있으리라 생각된다.

**핵심용어 :** 하구둑, 홍수예보시스템, 저수지추적, 배수효과

\* 정회원 · 한양대학교 토목공학과 박사과정 · E-mail : orion@hanyang.ac.kr

\*\* 정회원 · 한양대학교 토목공학과 교수 · E-mail : leejk@hanyang.ac.kr

\*\*\* 정회원 · 한국건설기술연구원 수자원연구부 선임연구원 · E-mail : ksyoon@kict.re.kr

\*\*\*\* 정회원 · 한양대학교 토목공학과 박사과정 · E-mail : becool@hanyang.ac.kr

## 1. 서 론

현재의 금강 홍수예보시스템은 저류함수 모형을 바탕으로 구성되어 있으며 배수갑문 운영에 따른 배수영향을 반영하지 못하고 있어 상류의 수위를 정확히 예측하는데 한계를 가지고 있다. 또한 금강 홍수예보시스템은 배수갑문 운영 시스템과 유기적인 체계가 갖추어 있지 않아 홍수 초기 또는 말기의 과다한 내수 방류로 용수자원 확보에 많은 문제점을 가지고 있다. 따라서 본 연구에서는 이러한 문제를 해결하기 위해서 조석의 영향을 고려한 저수지 추적 모형과 수리학적 모형을 결합하여 홍수추적모형을 개발하였다.

하구언에서 가장 가까운 수위관측소인 입포 관측소에서 금강하구언까지의 구간을 하나의 저수지로 가정하였고 시간에 따라 변동하는 외부 조위와 입포유입량을 고려한 저수지 추적을 실시하여 배수갑문 개도와 개방시간을 산정하였다. 계산된 내수위와 관측된 내수위를 비교 검토 하였으며 예측된 내수위를 수리학적 홍수추적 모형인 FLDWAV 모형의 하류 경계조건으로 사용하여 상류수위를 계산하였다. 그 결과 금강 수위관측소인 매포, 금남, 공주, 규암, 강경, 입포에서의 홍수위를 예측하였으며 실제 관측치와 양호하게 일치하는 결과를 얻을 수 있었다.

## 2. 수리학적 모형의 구축

### 2.1 FLDWAV 모형

본 연구에서는 1차원 부정류 흐름을 해석하기 위해서 미국 기상청(U.S. National Weather Service)에서 기존의 DWOPER 모형과 램파괴 모의모형인 DAMBRK 모형을 통합하여 개선한 FLDWAV 모형을 사용하였다.

### 2.2 대상 영역

본 연구의 대상구간은 그림 1의 금강유역의 대청댐 역조정지 ~ 금강하구언까지 약 130.47km이며, 상류 경계조건으로 대청댐 역조정지 방류량과 14개 지천의 유입량을 사용하였고, 하류 경계조건으로 금강하구언의 내수위 자료를 이용하였다.

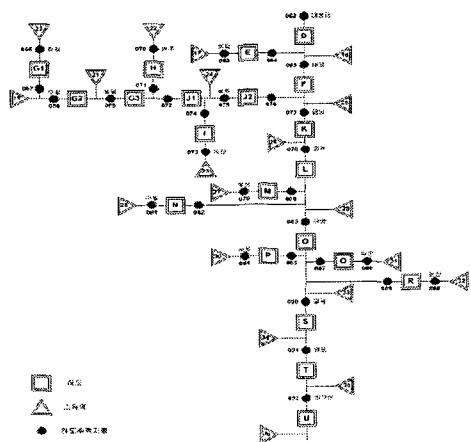


그림 1. 금강의 홍수추적 모식도

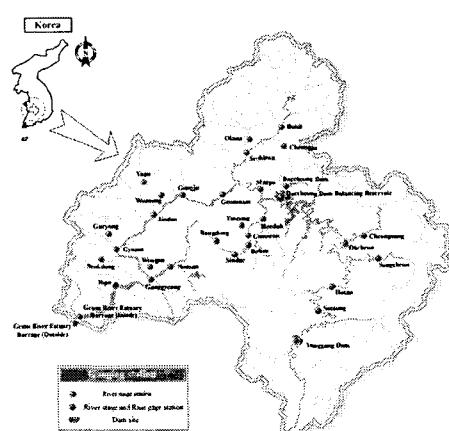


그림 2. 금강유역 및 수위관측소현황

측방 유입량의 경우 지류에 수위관측소가 있는 회덕, 석화, 우성, 구룡, 석동, 우곤, 논산의 자료는 수위-유량 관계곡선을 이용한 유량자료를 사용하였으며 수위관측소가 없는 지류는 미계측 소유역의 유출량을 산정하는 방법중 NASH 합성단위도법의 결과를 이용하였다. 그림 2는 금강유역에 위치해있는 수위-수문 관측소 현황이다.

### 2.3 상·하류 경계조건

본 모형에 적용한 상류 경계조건은 2000년과 2002년 8월 대청댐 역조정지 방류량을 이용하였으며 하류 경계 조건으로는 금강 하구둑 내수위를 사용하였다. 그림 3과 그림 4는 2000년 8월 20~8월 31일까지의 상류경계조건 및 하류 경계조건으로 각각 대청댐 역조정지 방류량과 하구둑 내수위 관측자료이다.

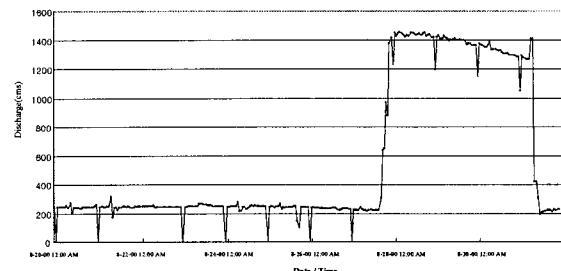


그림 3. 2000년 8월 대청댐 역조정지 방류량

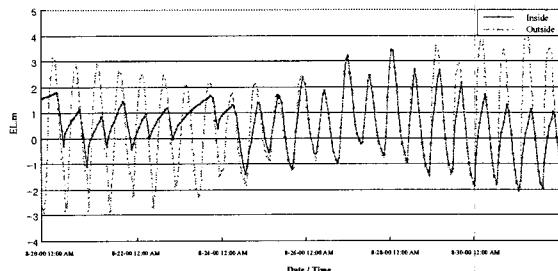


그림 4. 2000년 8월 금강 하구둑 내·외수위

### 3. 저수지 추적모형 개발

저수지의 수위상승과 하강은 배수갑문의 방류량과 저수지로의 홍수유입량의 차에 따라 저수지에 저류되는 현상을 나타낸다. 내수위 분석은 유역내 홍수량의 저류현상을 분석하는 것으로서 다음과 같은 저류방정식(storage equation)을 이용한다.

$$\left( \frac{I_1 + I_2}{2} \right) \Delta t - \left( \frac{O_1 + O_2}{2} \right) \Delta t = S_2 - S_1$$

여기서  $\Delta t = t_2 - t_1$ 이며  $I_1, O_1, S_1$ 과  $I_2, O_2, S_2$ 는 각각 임의시간  $t = t_1, t = t_2$ 에서의 유입량, 유출량, 저류량이다. 위 식에서  $O_1$ 과  $O_2$ 가 배수갑문을 통해 유출되는 유량으로 오리피스 공식을 이용하여 시간에 따른 조위와 내수위 관계를 고려하여 해석하였다.

### 4. 본 모형의 적용 결과

상류경계조건으로는 대청댐 역조정지 방류량과 14개 지천의 유입량을 사용하였고, 하류 경계조건으로는 그림 5의 예측 내수위 자료를 이용하였다. 그림 6의 실선이 본 연구에서 계산된 입포에서의 내수위 예측 결과이다. 전반적으로 하구둑 배수갑문 조작에 따른 배수영향을 잘 반영하고 있으며, 특히 홍수위 예측에서 가장 중요하게 생각하는 첨두 홍수위 시점인 2000년 8월 27일 3시, 15

시, 8월28일 3시에서 표 1과 같은 예측 결과를 얻을 수 있었다. 전체 결과를 종합하면 입포의 경우 최대 0.2m의 차이를 보였고, 강경과 규암에서는 각각 0.33m와 0.60m의 차이를 보였다. 상류로 갈수록 실측자료와 계산 결과가 일치하지 않는 것을 볼 수 있는데 이는 상류 유입량과 FLDWAV 모형의 문제점으로 본 연구에서는 하구호 내수위 예측에 중점을 두었기 때문에 추후 연구할 예정이다.

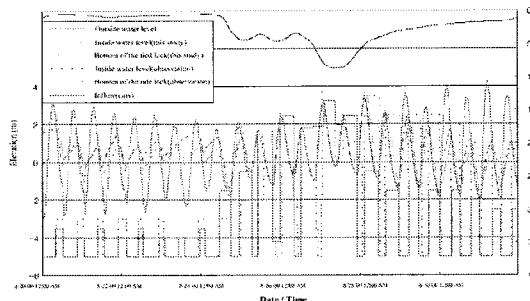


그림 5. 내수위 및 배수감문 예측결과(2000)

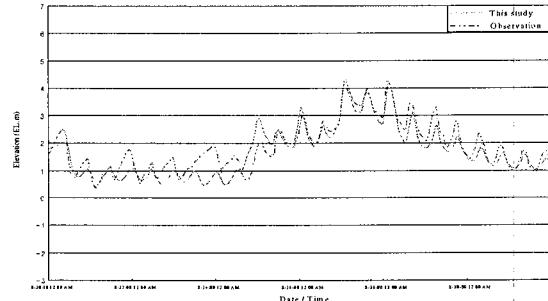


그림 6. 입포에서의 홍수위 예측결과(2000)

표 1. 첨두 홍수 발생시점에서의 홍수위 결과 (단위: E.L.)

| 위치<br>첨두 발생 시점        | 입 포   |       | 강 경   |       | 규 암   |       |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                       | 관 측   | 본 연구  | 관 측   | 본 연구  | 관 측   | 본 연구  |
| 3:00A.M., 27Aug, 2000 | 4.14m | 4.34m | 6.08m | 6.05m | 8.02m | 8.14m |
| 3:00P.M., 27Aug, 2000 | 3.88m | 3.97m | 6.12m | 6.14m | 8.79m | 8.52m |
| 3:00A.M., 28Aug, 2000 | 4.26m | 4.10m | 5.61m | 5.28m | 7.73m | 7.13m |

## 5. 결 론

본 연구에서는 하구둑의 영향을 받는 금강에 대한 홍수 예측 시스템을 개발하였다. 배수영향을 고려할 수 없는 현재 금강 홍수위 예측시스템의 문제점을 해결하였고 특히 배수감문 조작프로그램을 개발하여 수리학적 홍수추적 모형의 하류단 경계조건인 금강 하구호 내수위를 예측하였다.

예측된 금강 하구호 내수위를 1차원 부정류 해석 프로그램인 FLDWAV의 하류경계조건으로 하고 상류 유입량을 상류 경계조건으로 하여 금강의 내수위를 예측한 결과 계산치는 관측치와 양호하게 일치하는 결과를 볼 수 있었으며 본 연구가 현재의 시스템을 크게 개선할 수 있으리라 생각된다.

## 참 고 문 헌

- 건설교통부(1993). 금강 수계 하천수 사용실태 조사 및 하천유지유량 산정 보고서.
- 건설교통부(2002). 금강수계 하천정비기본계획.
- 금강홍수통제소(1999 ~ 2004). 금강하구둑 배수감문 조작일지.
- 이정규, 이재홍(2003). 강우분포유형이 저수지의 홍수위에 미치는 영향-시화호를 중심으로, 한국수자원학회논문집, 제36권, 제2호, pp.325-343.
- National Weather Service(1998). NOAA, Department of Commerce, U.S., NWA FLDWAV.