

# 용담댐 방류를 고려한 대청댐 홍수도달시간 검토

## Application of Flood Concentration Time of Daechung Dam Considering Outflow of Youngdam Dam

강권수\*  
Kwon Su Kang

### 요 지

본 연구의 목적은 대청댐 수문방류에 의한 하류 주요지점까지의 방류수 도달시간을 검토하여 수문방류에 따른 홍수피해 예방 및 방류 증가 등 홍수조절업무에 만전을 기하고자 함이며, '06년 홍수기 대청댐 수문방류량에 의한 하류 주요 수위국 지점별 수위상승과의 연관성을 가지고 하류 홍수도달시간을 실측, 산정하고 기존 도달시간 산정 자료의 신뢰성을 검토하고자 한다.

도달시간 산정방법은 평균유속 상승에 따른 검토, 하류 수위상승 기점에 따른 검토, 수리학적 홍수추적에 따른 검토(FLDWAV, LOOPNET, HEC-RAS, Muskingum), 수문학적 홍수추적에 따른 검토(Progressive lag method)을 시행하고자 한다.

**핵심용어** : FLDWAV, LOOPNET, HEC-RAS, Muskingum

## 1. 서 론

홍수 유출에 영향을 주는 요소로는 크게 지형학적인 요소와 기상학적 요소로 나눌 수 있다. 먼저 지형학적 요소는 유역의 크기와 형상, 하천의 분포, 하천의 경사, 지표면 경사 및 지표면의 상태인 토지이용 상태와 임상 등이다. 다음으로 기상학적 요소로서 강우강도와 지속시간, 강우의 시간적 공간적 분포 및 강우의 진행 방향이다. 여기서 강우강도 및 지속시간은 홍수수문곡선의 첨두 유량, 기저시간 및 총 유출량 등에 영향을 준다.

따라서, 본 연구에서는 유역 홍수추적은 고려하지 않고 하도추적만으로 홍수추적을 수행하며 상류부의 홍수량에 대한 하류부의 영향을 실시간으로 예측 가능하게 하고자 하며 상류부(대청댐) 방류량에 대한 하류부 주요지점에서의 도달시간을 산정함으로써 상류부(대청댐) 홍수량에 대한 하류부 영향을 실시간으로 예측 가능한 모형을 구성, 기존의 모형을 이용하여 각 모형의 적용성을 비교 및 평가를 수행하고자 한다.

## 2. 적용모형

### 2.1 FLDWAV 모형

\* 정희원 · 한국수자원공사 대청댐관리단 공사팀 운영과 과장 · E-mail : [kgs2770@kwater.or.kr](mailto:kgs2770@kwater.or.kr)

FLDWAV 모형은 미국 기상청(NWS, National Weather Service)에서 개발한 수리학적 흐름 분석 프로그램으로 기존의 DAMBRK 모형과 DWOPER 모형을 결합하고 각 모형의 제한점을 개선한 모형이며 다음과 같은 특징을 가지고 있다.

- 1) St. Venant 방정식을 4점 유한차분법으로 해석
- 2) 상류와 사류에 적용 가능
- 3) Newtonian 흐름과 Mud/Debris 흐름, Tailing dam에서의 흐름 등과 같은 Non-Newtonian 흐름에 적용 가능
- 4) 홍수와 추적시 하류구조물, 지류유입, 하천의 사행, 제방 및 조석 영향 고려 가능
- 5) 댐 파괴시의 유출수문곡선 생성 가능
- 6) 여수로 흐름, 댐 월류수 흐름, 수문조절 흐름에 대한 모의
- 7) 여러 가지 추적기법 선택 가능
- 8) 실시간 예측을 위한 실시간 Kalman filter 적용
- 9) 단일 수로나 수지형 수로 적용 가능
- 10) 유량이나 수위에 따른 Manning 조도계수 자동 검정 기능

## 2.2 HECRAS 모형

HECRAS 모형은 인공 하도망 및 자연 하천망을 분석하고 1차원 개수로 수리학에 기초한 수면 곡선을 개발하기 위해 미 육군 공병단에서 개발한 모형이다.

HEC-RAS의 분석기능으로는 복합 하도망, 상류-사류, 사류-상류 해석, 교량, 암거 계산, 세굴 계산을 할 수 있으며, 부동류 수면곡선의 홍수위계산/제방설계, 홍수터관리/홍수보험, 하도개수효과를 산정하고, 부정류 모의를 위해 UNET 모형 활용, 다양한 상하류 경계조건을 부여할 수 있다. 유사해석을 위해 홍수사상 동안에 발생하는 세굴계산, 수로수심을 유지하기 위한 설계, 장기하상 세굴 및 침식(계획)을 계산할 수 있다.

## 2.3 LOOPNET 모형

LOOPNET모형은 개수로에서 물의 흐름에 관한 De Saint Venant의 연속 방정식과 운동량 방정식을 Priessmann Scheme을 적용하여, 유한차분 방정식으로 선형 연립 방정식을 구성하였다. 선형연립 방정식의 해(유량과 수위)를 구하기 위해 Friazinov(1970)가 개발하고 프랑스의 SOGREAH에서 Cunge가 적용한 바 있는 나뭇가지 모양(Branch, Tree-Like)의 모형 뿐만 아니라 그물 모양의 Looped 모형에도 적용 할 수 있는 Looped Network 해석 알고리즘을 사용하였다.

LOOPNET모형의 특성은 다음과 같다.

- ① 하천의 구조가 나뭇가지 모양 뿐만 아니라 그물 모양의 Looped Network 모형에도 적용할 수 있다.
- ② 홍수터의 영향을 고려 할 수 있다.
- ③ 댐 등 하천 수리구조물의 수리 특성을 고려하여 계산에 포함 할 수 있다.
- ④ 외부 및 내부의 경계 조건 외부의 유입량 및 유출량을 고려하여 적용할 수 있다.
- ⑤ 조수 및 감조 하천의 수위와 같이 주기적인 특성을 가진 자료도 프로그램에서 Subroutine을 활용하여 입력 사용할 수 있다.
- ⑥ 필요한 시간 및 위치에서 결과를 선택 출력할 수 있다.

- ⑦ 계산 중 시간 간격을 임의로 조정할 수 있으며, 계산 시간 간격에 제약 조건이 거의 없다
- ⑧ 실시간 하도홍수추적 프로그램에 사용할 수 있으며, 실측 자료와 비교 계산 결과를 조도계 수 등의 모델Option을 사용하여 보정할 수 있다

## 2.4 Muskingum 모형

Muskingum 모형으로 홍수추적을 수행하기 위하여 주어진 자료로부터 매개변수 K와 X를 산정하게 되는데 0.1~0.5의 X값을 가정하여 다음 식 (2.1)로부터 K를 계산한다. 식 (2.1)의 분모와 분자를 각각 x축과 y축에 도시하면 Loop 형태를 가지는 그래프가 얻어지게 된다. 이렇게 그려진 그래프의 Loop가 직선에 가까워지도록 X값을 변화시켜 가며 가장 직선에 가까울 때의 K와 X를 홍수추적에 사용할 매개변수로 선택한다.

$$K = \frac{0.5\Delta t[(I_{i+1} + I_i) - Q_{j+1} + Q_j]}{X(I_{j+1} - I_j) + (1-X)(Q_{j+1} - Q_j)} \quad (2.1)$$

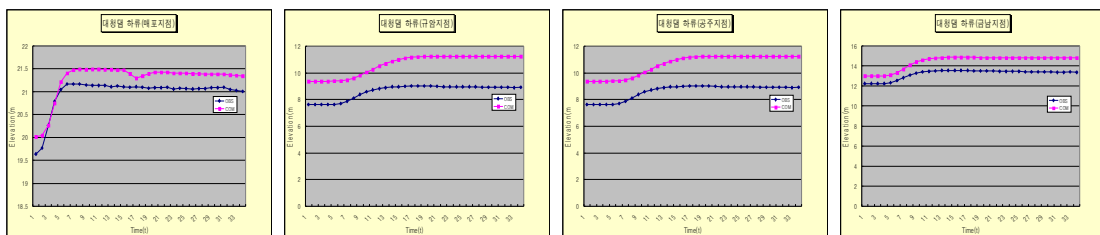
이로부터 도출된 K와 X값을 이용하여 홍수추적을 수행하게 되며 다음 식 (2.2)와 같이 유입량과 유출량 자료로부터 저류량을 산정한다.

$$S = KQ + KX(1 - Q) \quad (2.2)$$

## 3. 적용결과

### 3.1 FLDWAV 모형

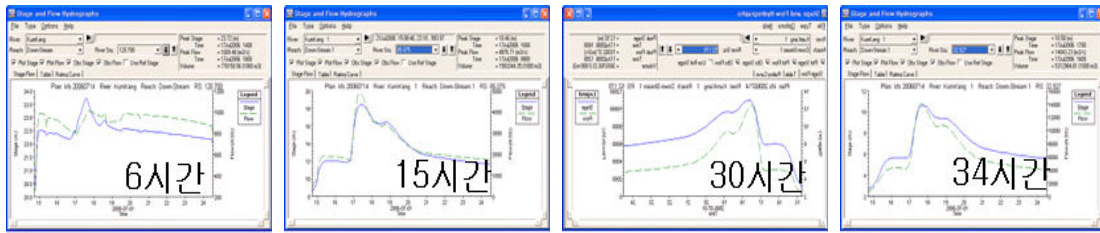
대청댐 수문방류 기간은 '06년 7월 14일 18시에서 7월 24일 12시까지이며, 저류유입은 고려하지 않았다. 대청댐 수문방류에 따른 하류 도달시간은 규암, 강경 수위표 지점에서 차이가 두드러지게 나타났다.



지점	거리(km)	도 달 시 간(hr)	유 속 (m/s)
매포	14	5.5	1.8
금남	33	13.0	0.9
공주	50	14.5	1.5
규암	82	26.5	0.7
강경	102	28.0	1.2

### 3.2 HECRAS 모형

대청댐 수문방류 기간은 FLDWAV모형의 분석기간과 같으며, 검토결과는 아래와 같다.



지점	거리(km)	도 달 시 간(hr)	유 속 (m/s)
매포	14	6.0	
공주	50	15.0	
규암	82	30.0	
강경	102	34.0	

### 3.3 LOOPNET 모형

대청댐 수문방류 기간은 FLDWAV, HECRAS모형과 동일하며, 검토결과는 아래와 같다.

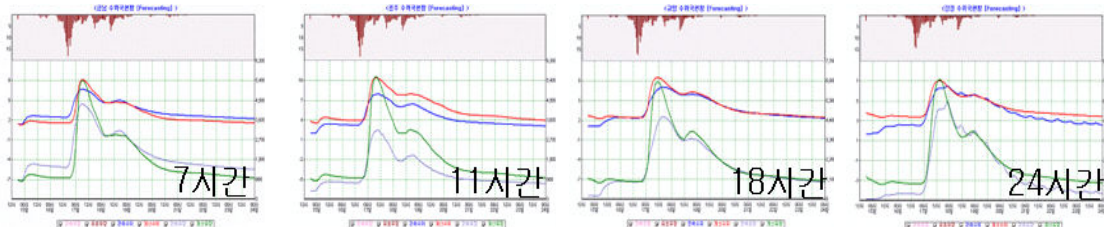
1) 지류유입량 미고려시

방류량	단위	금남	공주	규암	강경	하구
500CMS	Hr	8.5	13.0	22.5	23.0	24.0
1,000 "		7.0	12.0	19.5	21.0	22.0
2,000 "		4.7	10.0	15.0	17.5	18.0
3,000 "		3.3	5.9	12.0	14.9	16.6
4,000 "		2.8	5.5	10.0	13.0	14.0
5,000 "		2.5	5.0	8.5	12.0	13.5
6,000 "		2.3	4.9	7.5	10.5	11.5
누가거리	Km	33	50	82	102	135

※ 대청댐 방류에 따른 금강하류부의 홍수추적 연구(한국수자원학회, '97.4)

### 3.4 Muskingum 모형

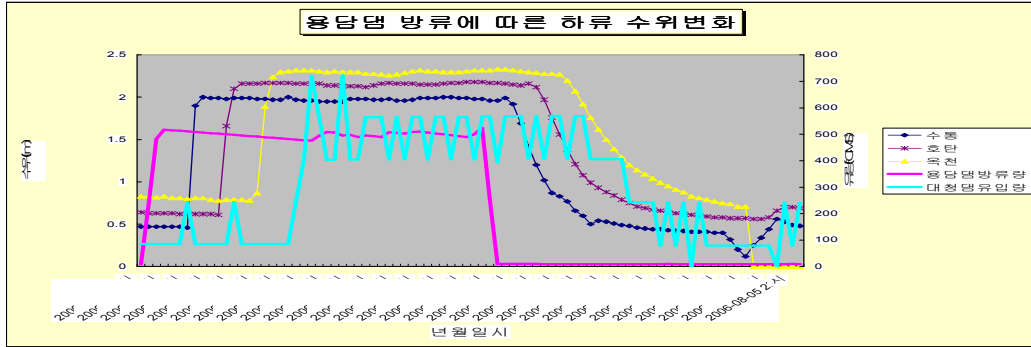
대청댐 수문방류 기간은 FLDWAV, HECRAS, LOOPNET모형과 같으며, 검토결과는 아래와 같다.



지점	거리(km)	도 달 시 간(hr)	비 고
매포	14	7.0	
공주	50	11.0	
규암	82	18.0	
강경	102	24.0	

### 3.5 하류 수위상승 기점에 따른 검토

용담댐 수문방류 기간은 '06년 8월 2일 11시부터 8월 4일 08시까지 이루어졌다. 용담댐 방류에 따른 하류 수위변화 그래프는 아래와 같다.



지점	거리(km)	도 달 시 간(hr)		비 고 (m/s)
		수위 상승		
수통	39.8	6		1.58
호탄	68.0	10		1.72
옥천	106.0	15		1.84
대청댐	120.0	20		-

용담댐 하류 도달시간 분석결과에 따르면 대청댐까지 16~17.6시간을 예측하였는데, 금번 검토시의 결과(20시간)가 약간 과다 산정되었으며, 용담댐 수문방류후 대청댐 유입이 감소하는 감소 도달시간 검토시에는 상승시보다 4시간이 적은 16시간만에 수문곡선 감수현상이 나타났다.

### 4. 결 론

금년 홍수시(7. 14 18:00 ~ 7. 24 12:00) 방류에 따른 대청댐과 용담댐의 도달시간을 검토 분석한 결과 대청댐에서 1,000CMS 방류시 댐에서 가까운 지점(매포, 금남, 공주지점)은 댐운영 실무편람(2006)에서 제시한 자료와 비슷하였으나, 먼 지점(규암, 강경)은 차이(3.3~6hr)가 발생하였으며, 용담댐에서 500CMS 방류시 수통, 호탄 지점은 용담댐 자체검토 자료와 비슷하였으나, 옥천, 대청댐 지점은 약간 큰 차이(3.2, 2.4~4)가 발생하였다.

금번 대청댐과 용담댐 도달시간을 분석해 본 결과 댐운영 실무편람의 도달시간과 약간의 차이가 발생하였으나, 분석조건중 하류 수문상황, 지류 유입조건 등이 동일 조건이 아닐 것으로 판단되는 바, 다소 미미한 차이는 있으나 댐운영 실무편람상의 도달시간을 그대로 사용하는 데에 문제가 없다고 사료된다.

### 참 고 문 헌

- 이은석(2002). "홍수추적 기법을 이용한 금강유역 홍수도달시간 산정에 관한 연구", 석사학위논문, 연세대학교
- 박봉진, 강권수, 정관수(1997). "대청댐 방류에 따른 금강 하류부의 홍수추적", 1997년 한국수자원학회논문집, 한국수자원학회, pp. 131-141.