

# 태풍루사시 장현·동막저수지 붕괴에 따른 홍수범람해석

## Dam-Break Analysis from Janghyun and Dongmak Reservoir due to Typhoon Rusa

한건연\* 김극수\*\* 김병현\*\* 박상덕\*\*\*

Kun Yeun Han, Keuk Su Kim, Byung Hyun Kim, Sang Duk Park

### 요 지

본 연구에서는 저수지 붕괴에 대한 하류부 홍수추적을 단순하도와 실제하도로 구분하여 적용하였다. 먼저 단순하도에 대해서는 1차원 동역학적 모형인 DAMBRK 모형과 HEC-RAS 모형을 적용하여 결과를 비교해 보았으며, 실제하도에 대해서는 2002년 태풍 루사에 의해 붕괴된 남대천 유역의 장현 및 동막저수지의 실제 붕괴양상에 대하여 DAMBRK 모형을 이용하여 홍수범람해석을 수행하였다. 태풍 루사시의 저수지 유입량 자료와 붕괴 형상자료를 이용하여 실제 붕괴상황을 재현함으로써, 붕괴유출수문곡선을 유도하고 하류부에 대한 홍수량의 감쇠특성과 지점별 홍수위 변동특성을 해석하였으며, 지점별 유량수문곡선, 최고홍수량, 그리고, 최고수위 등의 모의결과를 나타내었다. 그리고 분석된 결과를 토대로 현장에서 실제 조사된 홍수범위와 침수 위와의 검증을 실시하였으며, 최대 홍수범람도를 GIS를 이용하여 2차원 및 3차원의 형태로 가시화하였다.

**핵심용어** : DAMBRK, HEC-RAS, 저수지붕괴, 태풍 루사, 수리학적 홍수추적, 홍수범람도

### 1. 서 론

최근에 들어 빈번하게 발생하는 이상기후 현상으로 인해서 수공구조물의 설계규모를 초과하는 극한홍수가 발생할 가능성이 증대되고 있다. 천재지변이나 예기치 못한 상황에 의하여 저수지 붕괴와 같은 저수지의 비상상황이 발생 할 경우, 저수지 하류 지역에 많은 인명 및 재산피해를 가져오므로 사전에 이를 방지하는 것이 가장 바람직할 것이다. 이를 위하여 대규모 홍수나 지진과 같은 자연 현상으로부터 기존 저수지에 대한 안정성 여부를 평가하고 저수지의 안정성에 문제가 있을 경우 그에 대한 대책을 강구하여야 한다. 또한, 저수지의 비상상황시 하류에 미치는 영향을 분석하여 홍수범람예상지역을 선정하고 이에 대한 비상대처계획이 사전에 수립되어야 할 것이다. 그러나, 기존의 국내에서의 홍수예측을 위한 연구는 주로 과거 홍수상황으로부터의 유추, 지형도를 통한 추정 등이 있을 수 있으나 모두 수리학적인 기초이론에 근거하지 못하였으므로 홍수파의 전파양상이나 범람수심의 분포 등을 정확하게 예측하지 못하였다. 본 연구에서는 장현, 동막저수지 하류부의 섬석천과 금광천 유역을 대상으로 조사된 수리·수문자료 및 하천현황을 기반으로 태풍 루사 내습 시 저수지의 붕괴과정에 대한 합리적인 홍수파 해석을 통해서 하류부에 대한 수리학적 분석을 실시하였다.

### 2. 기본방정식

기본방정식은 자연하천에서 흐름의 1차원 부정류해석에 이용되는 동역학적 방정식으로서 연속방정식과 운동량방정식으로 구성된다.

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial(A+ A_0)}{\partial t} - q = 0 \quad (1)$$

\* 정회원·경북대학교 토목공학과 교수 E-mail : kshanj@knu.ac.kr  
\*\* 정회원·경북대학교 토목공학과 박사과정 E-mail : logic4@nate.com  
\*\*\* 정회원·경북대학교 토목공학과 박사과정 E-mail : hydrobk@naver.com  
정회원·강릉대학교 토목공학과 교수 E-mail : sdpark@kangnung.ac.kr

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial(Q^2/A)}{\partial x} + gA\left(\frac{\partial h}{\partial x} + S_f + S_e\right) + L = 0 \quad (2)$$

여기서,  $Q$  = 유량,  $A$  = 흐름단면적,  $A_0$  = 저류단면적,  $q$  = 측방유입량,  $x$  = 거리,  $t$  = 시간,  $h$  = 수위,  $S_f$  = 마찰경사,  $S_e$  = 단면 확대·축소에 의한 손실경사,  $L$  = 측방유출입량에 의한 운동량의 변화를 나타낸다. 위의 식을 주수로와 홍수터에 대해 표현하면 식 (3)~(5)와 같은 형태로 표현이 가능하다.

$$\frac{\partial Q_c}{\partial x_c} + \frac{\partial A_c}{\partial t} = q_f \frac{\partial Q_f}{\partial x_f} + \frac{\partial(A_f + A_0)}{\partial t} = q_c + q \quad (3)$$

$$\frac{\partial Q_c}{\partial t} + \frac{\partial(Q_c^2/A_c)}{\partial x_c} + gA_c\left(\frac{\partial h}{\partial x_c} + S_{fc} + S_{ec}\right) + L_c = M_f \quad (4)$$

$$\frac{\partial Q_f}{\partial t} + \frac{\partial(Q_f^2/A_f)}{\partial x_f} + gA_f\left(\frac{\partial h}{\partial x_f} + S_{ff} + S_{ef}\right) + L_f = M_c \quad (5)$$

여기서, 아래첨자 c와 f는 주수로와 홍수터를 나타내고,  $q_c$ 와  $q_f$ 는 주수로와 홍수터 사이의 물의 교환을 나타내며,  $M_c$ 와  $M_f$ 는 주수로와 홍수터 사이에서 교환되는 단위길이당 운동량의 흐름율을 나타낸다.

### 3. 모형의 적용

#### 3.1 단순하도에서의 적용

본 연구에서는 DAMBRK 모형과 HEC-RAS 모형을 이용하여 단순하도에서의 저수지 붕괴모의를 수행하였다. 그림 2는 두 모형에 대한 다중 저수지 붕괴조건에 대한 모의결과를 비교하여 나타내었다.

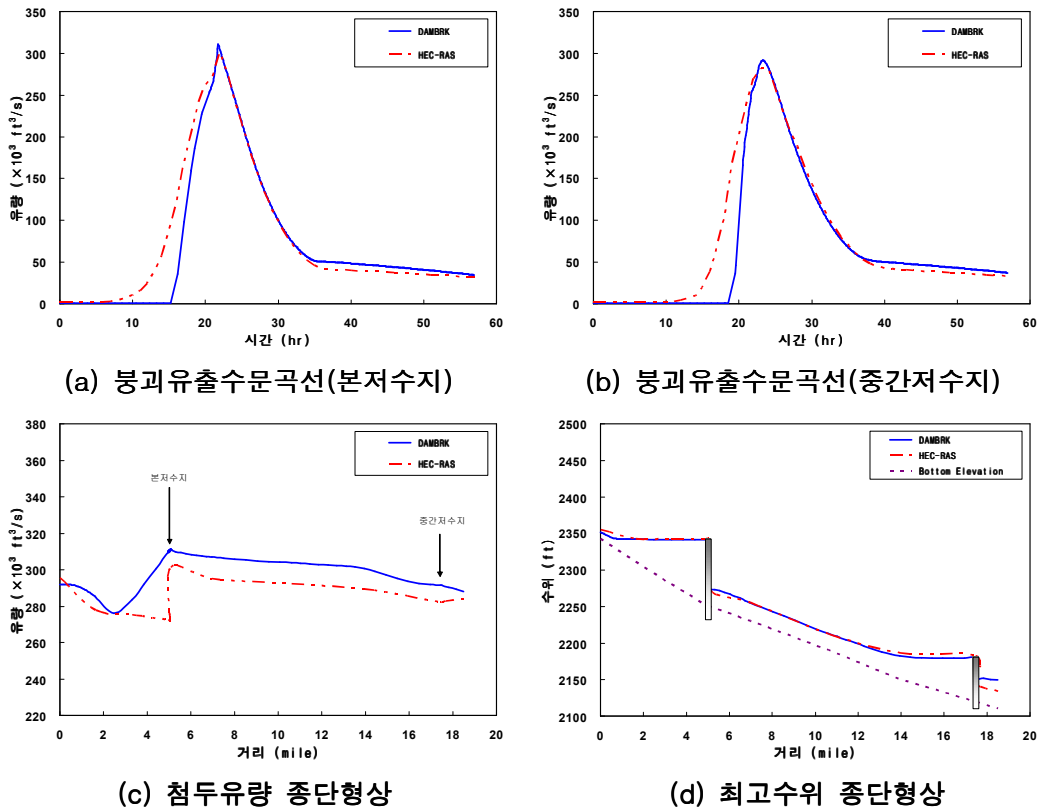


그림 1. DAMBRK 모형과 HEC-RAS 모형의 모의결과 비교

### 3.2 실제하도에서의 적용

본 연구는 태풍 루사 내습시 붕괴된 강원도 남대천 유역의 장현저수지와 동막저수지를 대상으로 저수지 붕괴에 따른 하류부 홍수과 해석을 실시하였으며, 대상유역의 3차원 모식도를 그림2에 나타내었다.

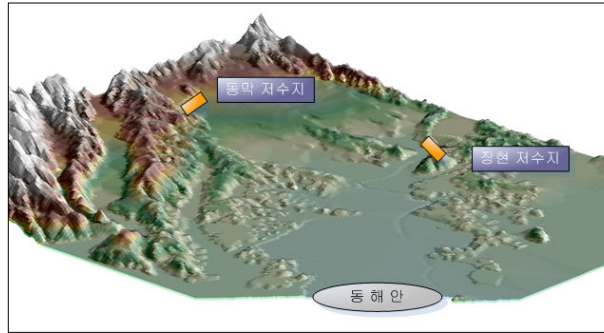


그림 2. 대상유역의 3차원 모식도

저수지붕괴 하류부 홍수과 해석을 위해 태풍 루사 당시의 저수지 유입량 조건에 의한 붕괴유출수문곡선을 유도하였고, 붕괴부는 장현저수지와 동막저수지의 실제 붕괴에서 형성된 붕괴부 형상을 반영하였다. 모의결과인 하류 주요지점의 시간별 홍수량의 크기와 최고수위 등은 하천에서 일관되게 모의계산을 수행하여 산정하였다. 또한, 실측된 수위 자료를 이용하여 DAMBRK 모형이 저수지 붕괴 상황을 모의함에 있어서의 적합성을 검토하였다. 그림 3은 모의결과 및 실측된 수위자료와 계산 홍수위와의 비교결과를 나타낸다.

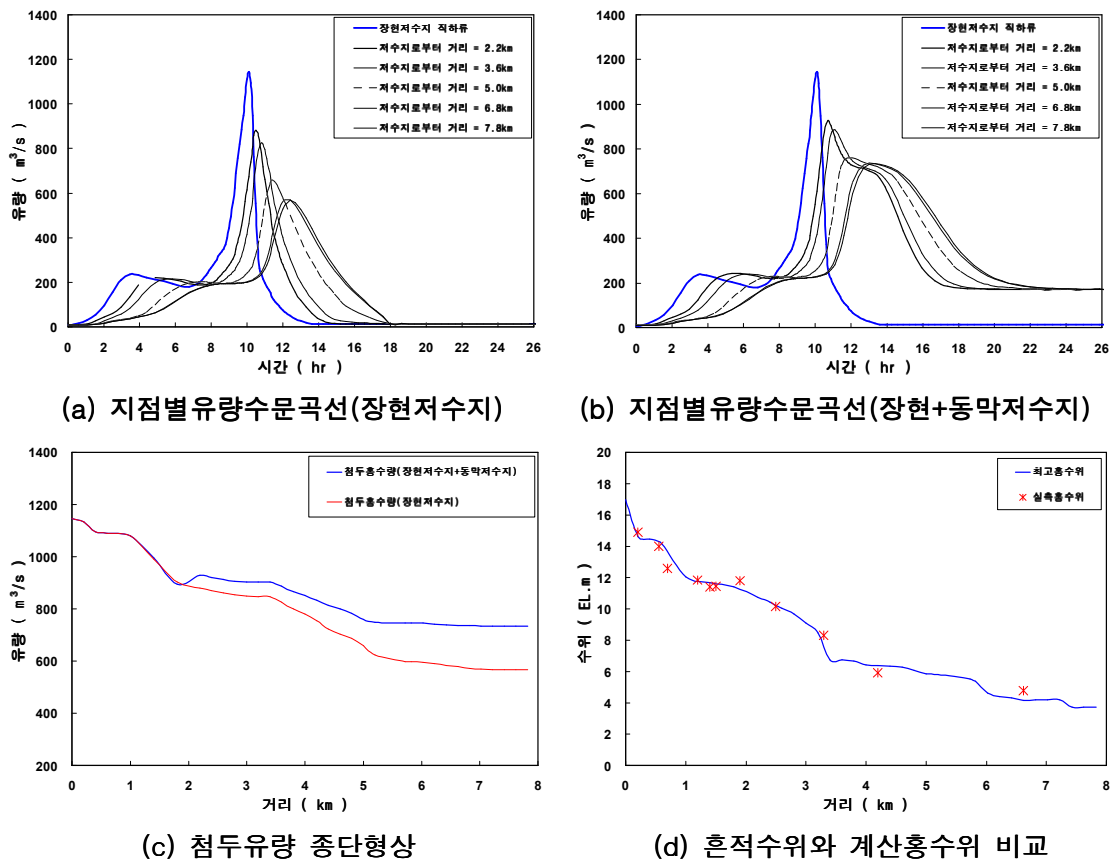
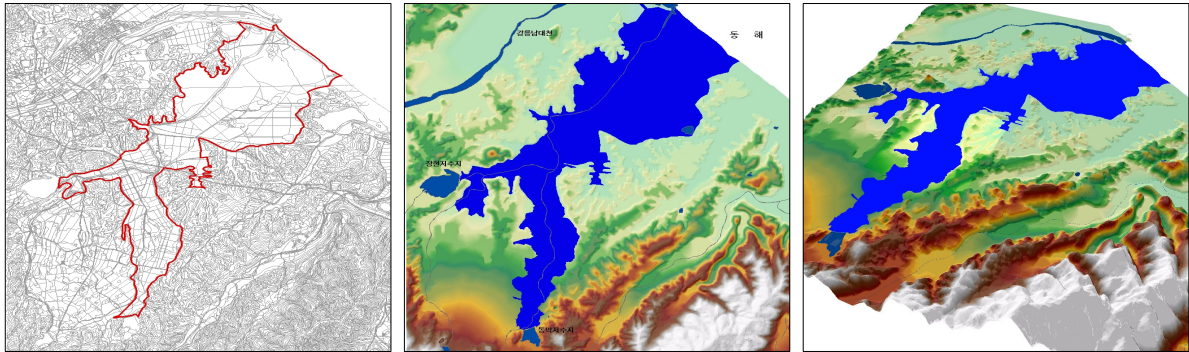


그림 3. 모의결과 및 흔적수위와의 비교

장현 및 동막저수지 동시붕괴에 대한 모의결과를 GIS와 연계하여 2차원 및 3차원의 홍수범람지도를 작성함으로써 가시화된 모의결과를 제시하였다. 이는 현장 조사된 홍수흔적 자료와 거의 일치된 결과를 나타내었으며, 홍수범람범위 및 홍수범람도를 그림 4에 나타내었다.



(a) 현장조사된 홍수범람범위 (b) 2차원 홍수범람도 (c) 3차원 홍수범람도

그림 4. 홍수범람범위 및 홍수범람도

#### 4. 결론

본 연구에서는 DAMBRK 모형을 이용하여 태풍 루사시에 붕괴된 장현저수지와 동막저수지의 실제 붕괴 조건과 동일한 상황을 모의하여 댐 지점에서의 붕괴유출수문곡선을 유도하였고, 주요지점에서의 침투유량, 최고홍수위를 해석하여 실측 홍수위와의 검증을 실시하였다. 또한 모의결과를 GIS 연계하여 2차원 및 3차원의 홍수범람지도를 작성함으로써 가시화된 모의결과를 제시하였으며, 이 결과는 현장 조사된 홍수범람의 범위와 거의 일치된 결과를 나타냄을 확인할 수 있었다. 본 연구결과는 지구온난화 및 기상이변에 따른 이상홍수 발생시 등에 대한 사전계획을 확보하고 홍수과 해석을 통한 홍수범람지도를 작성하여, 하류부의 인명과 재산을 보호하고 비상상황시 홍수피해를 최소화하기 위한 방안인 비상대처계획수립에 효과적으로 응용될 수 있을 것으로 판단된다.

#### 감 사 의 글

본 연구의 일부는 농림부 및 농업기반공사의 “저수지 비상대처계획” 수립에 의한 결과로서 지원당국에 감사드립니다.

#### 참 고 문 헌

1. 한건연, 이재영, 이을래, 송재우 (1998). “댐 붕괴 수치모형에 대한 적용성 평가.” 한국수자원학회 논문집, 제31권 제2호, pp. 189-198
2. 한건연, 김원 (2002). “댐-제방 붕괴 및 홍수범람.” 한국수자원학회지, 제34권 제1호, pp. 53-60
3. 한건연 (2002). “댐 붕괴 홍수해석 모형의 검토.” 한국수자원학회지, 제35권 제1호, pp. 64-72
4. Chow, V.T. and Maidment, D.R. and Mays, L.W. (1988). Applied Hydrology. McGraw-Hill, pp. 310-349
5. Fread, D.L. (1988). The NWS DAMBRK Model : Theoretical Background/User Documentation. Hydrologic Research Laboratory, NWS, Silver Spring, Md.
6. Hydrologic Engineering Center. (2002). HEC-RAS, River Analysis System, User's Manual, Version 3.1. US Army Corps of Engineers, Davis, California.