

# 가능최대강수량 및 홍수량 산정에 대한 개선방안 연구

## A Study on the Improvement of Probability Maximum Precipitation and Probability Maximum Flood Estimation

전시영\* / 문영일\*\* / 안재현\*\*\* / 김종석\*\*\*\*

Chun, Si Young / Moon, Young-Il / Ahn, Jae Hyun / Kim, Jong Suk

---

### Abstract

In order to protect properties and human lives from disasters such as heavy rainfall, rational Probability Maximum Flood(PMF) estimation procedures for existing dam basins are recently required. This study analyzes the Probable Maximum Flood(PMF) as a part of a counterplan for disaster preventions of hydraulic structures such as dams, according to recent unfavorable weather conditions. In this study, an improvement method of parameter estimation was proposed, being estimated as an appropriate method for application to the unit hydrograph, the time of concentration and storage constant corresponding to the discharge of flood were considered differently when estimating PMF in Hoengseong dam basin.

*keywords* : PMP, PMF, optimization, parameter estimation

---

### 1. 서 론

수자원의 효과적인 이용과 홍수로부터 초래되는 피해를 줄이기 위해 하천에서 수공구조물이 설치된 것은 오래 전부터이다. 인구의 증가와 산업 발달로 물의 소비가 증가함에 따라 대규모 수공구조물의 경우는 소규모 구조물의 경우와 달리 구조물의 파괴가 막대한 경제손실, 대규모 인명피해 등 대단위의 사회, 경제적인 피해를 낳기 때문에 사실상 초과 위험이 없는 가능최대강수량을 기본으로 구조물을 설계하고 있다. 그러나 최근의 기상이변 등으로 인한 이상홍수가 빈번하게 발생됨에 따라 댐시설물의 안전을 위협할 때에는 대규모의 국민의 생명과 재산에 심각한 피해를 초래할 수 있는 실정이다. 따라서 홍수방어에 대한 부분은 국가적 차원에서도 관심이 고조되고 있다. 이를 반영하듯이 정부에서는 댐시설기준을 기존의 빈도개념에서 사실상 초과 위험이 없는 가능최대홍수량(PMF)으로 변경하였다. 그러나 가능최대홍수량(PMF) 산정에 있어서 각 호우사상별로 산정된 매개변수들의 평균값이나 중앙값을 사용하여 PMP에 준하는 극대 호우사상이 발생할 경우 과소추정될 위험이 존재한다. 따라서 PMP 및 PMF에 대한 합리

---

\* 정회원·원광대학교 공과대학 토목환경도시공학부 교수E-mail : chunsy@wonkwang.ac.kr

\*\* 정회원·서울시립대학교 공과대학 토목공학과 부교수E-mail : ymoon@uos.ac.kr

\*\*\* 정회원·서경대학교 이공대학 토목공학과 조교수E-mail : wr@skuniv.ac.kr

\*\*\*\* 정회원·서울시립대학교 공과대학 토목공학과 박사과정E-mail : jongsuk@uos.ac.kr

적인 연구가 필요한 실정이다. 본 연구에서는 한국가능최대강수량도의 독치를 통한 PMP 산정 및 태풍 루사를 포함한 주요호우사상의 전이를 통한 가능최대강수량을 산정하고 호우의 중심 조건별 공간분포를 고려하여 댐유역의 PMP를 산정하여 지속시간에 따른 변화를 분석하였다. PMF 산정시 적용될 단위도를 산정하기 위해서는 PWRMSE (Peak-Weighted RMS Error), PEPF (Percent Error in Peak Flow), PEV (Percent Error in Volume) 등 3개의 목적함수에 대해서 Univariate Gradient법과 Downhill Simplex 기법을 적용하여 매개변수의 최적화(Optimization)과정을 수행하였으며 유출량에 따른 각각의 매개변수의 변화 특성을 분석하였다. PMP 및 PMF 산정시 본 연구의 분석결과를 고려하면 우리나라의 기존 댐에 대한 수문학적 안전성 평가와 기존댐 재개발 등의 수문 설계시 활용할 수 있는 신뢰성 있는 분석이 될 수 있을 것이다.

## 2. 본 론

### 2.1 가능최대강수량(PMP) 및 가능최대홍수량(PMF) 추정

가능최대강수량(probable maximum precipitation, PMP)란 어떤 지역에서 생성될 수 있는 가장 극심한 기상조건하에서 발생 가능한 호우로 인한 최대강수량을 의미하며 지속시간(duration)과 유역면적(area)에 따라 크기가 달라진다. 기상학적으로 가장 극심한 조건은 대기 중의 가강수량이라든지 구름층의 두께, 바람, 기온 등 호우를 발생시킬 기단의 여러 특성과 지형특성, 계절 및 유역의 위치 등을 분석함으로써 파악한다. 호우의 크기는 과거 발생호우의 극값을 사용한 통계학적 방법과 대기 중의 수분량으로부터 추정하는 기상학적 방법에 의해서 추정된다. 가능최대홍수량(PMF)은 기상학적으로 가능한 최대가능강수량(Probable Maximum Precipitation)으로 인한 홍수량을 의미하며 PMP에 해당하는 유역의 단위도를 적용하여 구한 것이 보통이다. 가능최대홍수량은 적절한 선행강우조건 및 토양조건을 고려하여 유효우량을 산정하며 단위도나 유출추적 모형을 이용하여 유효강우량을 직접수문곡선으로 전환하여 추정한다. 만일 자료가 있는 지역이라면 강우-유출 자료를 이용하여 선택된 강우-유출모형을 보정하고, 없는 지역이라면 인접유역의 자료 혹은 지역적 해설결과로써 모형을 보정한다. 유효우량을 이용하여 직접수문곡선을 유도하는 방법에는 단위도법과 유출추적방법이 있으며 자료가 있는 유역인 경우 유역내 여러 홍수로부터 단위도를 유도할 수 있으며 자료가 없는 지역인 경우는 합성단위도를 이용하여 추정한다.

### 2.2 대상유역

본 황성다목적댐은 섬강 제1지류 계천의 하류부인 황성군 갑천면 대관대리에 위치하고 있고, 연간 119.5백만 $m^3$ 의 용수공급, 5.6GWH의 수력발전과 9.5백만 $m^3$ 의 홍수저절능력을 가지고 있다. 또한, 유역면적은 207.88 $km^2$ 이고, 유로연장은 28.71km이다.

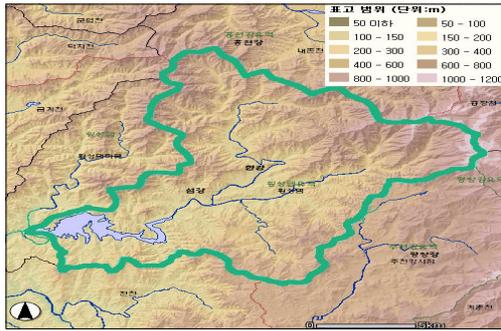


Fig. 1. 황성댐유역

Table 1. 황성댐유역의 하천정보

하천 특성		유역 특성	
최원유로연장	32.30 km	유역면적	207.88 km <sup>2</sup>
유로연장	28.71 km	최고표고	1,246 m
하천총길이	140.00 km	출구표고	140.00 m
주하천길이	17.84 km	평균폭	6.44 m

### 2.3 가능최대강수량 산정결과

본 연구에는 기왕의 131개의 주요 호우 중 유역의 영향을 미칠 만한 주요호우 5개와 2002년 태풍 RUSA를 포함하여 호우전이를 고려한 수문학적 방법과 기존의 가능최대강수량(PMP)도에 의한 방법을 통해 황성댐 유역의 가능최대강수량을 산정하였다. 다음 Table 2는 산정방법별 PMP추정 결과이다.

Table 2. 지속시간별 방법별 PMP산정결과 비교

구 분	지속시간별 PMP(mm)			
	6hr	12hr	18hr	24hr
PMP도	404	553	636	718
호우전이	398	576	792	878
공간분포 고려	355	518	686	772

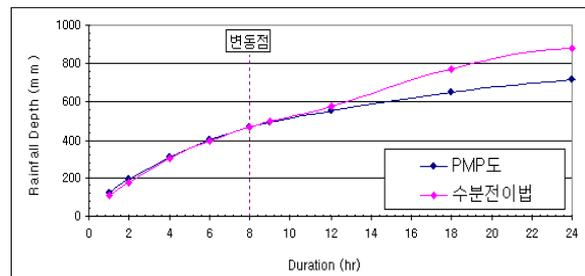


Fig. 2. 지속시간에 따른 PMP 특성비교

Fig. 2에서 보는 바와 같이 지속시간 8시간 이하에서는 PMP도(2001,건교부)에 의한 가능최대강수량이 크게 나타났으며 지속시간 8~24시간에서는 태풍 루사를 포함한 주요 기왕최대 호우를 적용한 경우가 크게 나타났다. 이와 같이 2002년 태풍 “루사”로 인한 강릉지방 호우는 지속시간 8시간 이하에서는 기존 PMP규모보다는 작은 강우량이나, 12시간보다 큰 지속시간에서는 기존 PMP를 능가하는 큰 호우인 것으로 판단된다. 따라서 이러한 분석결과를 감안하여 향후 어떠한 경우에도 수문학적인 안정성을 확보할 수 있도록 대상유역의 PMP는 PMP도(2001,건교부)에 의한 방법과 태풍 루사를 포함한 기왕최대 호우의 전이를 비교하여 각각의 지속시간에 따른 영향을 분석하고 공간적 분포 특성을 반영하여 채택해야 할 것으로 사료된다.

### 2.4 가능최대홍수량(PMF) 산정

#### 2.4.1 매개변수 최적화

PMF 산정시 적용될 단위도의 매개변수를 산정하기 위하여 Univariate Gradient법과 Downhill Simplex법을 적용을 적용하여 매개변수 최적화과정을 수행하였다. 수행결과는 다음

Fig 3과 같다.

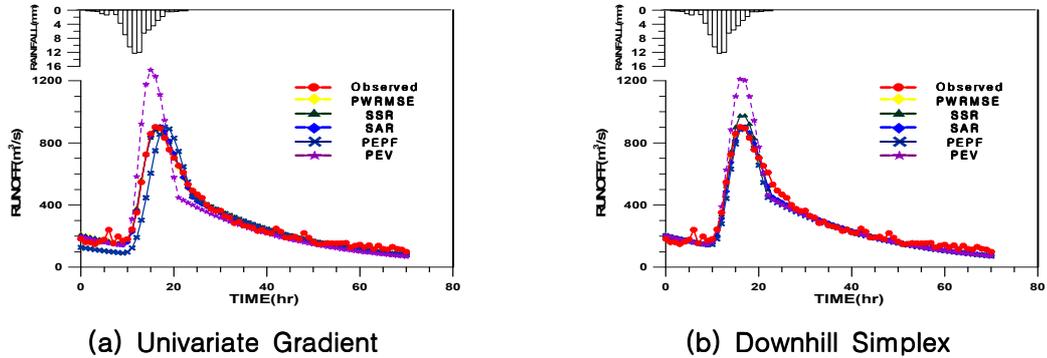


Fig 3. 목적함수와 최적화 기법에 따른 유출모의 결과

거의 모든 목적함수에서 Downhill Simplex법의 통계치가 Univariate Gradient법의 탐색결과보다 양호한 결과를 보였으며 검정결과가 보정결과보다 우수한 예측을 보이는 것으로 나타났다. 따라서 본 연구에서 호우사상별 매개변수의 최적화는 Downhill Simplex기법을 적용하여 분석하였다.

#### 2.4.2 유출량에 따른 매개변수의 변화분석

다음 Fig 4는 유출량에 따른  $T_c$  및  $K$  변화를 분석한 결과이다.

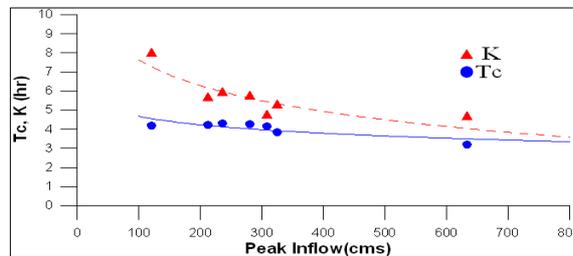


Fig. 4. 실측유량에 따른 K와  $T_c$ 의 변화 (횡성댐)

$T_c$  와  $K$ 는 첨두치에 따라 지수적으로 감소하는 경향을 보였으며 유출량이 증가할수록  $T_c/K$ 의 비가 1에 가까운 결과를 보이는 것으로 나타났다. 또한 유출량의 크기와 저류상수( $K$ )의 상관성은 77.81%로 나타났고 유출량과 도달시간( $T_c$ )과의 상관성은 91.88%로 유출량의 크기 변화는 저류상수보다 도달시간의 변화에 대해서 더 큰 상관성을 보이는 것으로 분석되었다.

#### 2.4.3 가능최대홍수량(PMF) 산정결과

Table 4는 횡성댐 유역의 가능최대홍수량 (PMF) 분석결과를 비교한 것이다. 여기서, T-Value(Trend Value)는 경향분석을 통해 얻어진 최소한계값을 나타내며 SA(Simple Average)는 각각의 매개변수에 대해 동등한 가중값을 부여하는 방법이다. 또한, S-Value(Smallest Value)는 관측호우사상에 대해서 유출이 가장 클 때의 매개변수를 적용한

경우이다. 가능최대강수량(PMP)의 추정방법에 따라 14%~23%의 가능최대홍수량 추정값의 차이를 나타나는 것으로 분석되었다.

Table 4. 방법별 PMF 산정결과 비교

구 분	PMP (mm)	PMF (m <sup>3</sup> /sec)	비 고
S.A	772	2,539	
S-Value	772	2,817	
T-Value	<b>772</b>	<b>3,280</b>	

### 3. 결 론

- (1) 황성다목적댐 유역의 가능최대강수량(PMP)은 1시간~8시간의 지속시간에서는 PMP도를 이용하여 산정한 PMP값이 크게 분석되었으며, 8시간~24시간의 지속시간에서는 태풍 “루사”시의 강릉호우를 전이시켜 구한 PMP 값이 큰 것으로 나타났다. 따라서 PMP산정 시 이와 같은 특성을 고려해야 할 것으로 사료된다.
- (2) 최적화과정을 통해 산정된 매개변수는 관측유량의 크기에 따라 변화하는 특성을 보이는 것으로 나타났다. 특히 도달시간( $T_c$ )과 저류상수( $K$ )의 경우 첨두홍수량의 크기에 따라 지수적으로 감소하는 경향을 보였으며 유출량이 증가할수록  $T_c/K$ 의 비가 1에 가까운 결과를 보이는 것으로 나타났다. 또한 유출량의 크기 변화는 저류상수보다 도달시간의 변화에 대해서 더 큰 상관성을 보이는 것으로 분석되었다.
- (3) 가능최대홍수량(PMF) 산정시 매개변수의 적용방법에 따라 14%~23%의 추정값의 차이를 나타내는 것으로 분석되었다. 따라서 기존 댐에 대한 수문학적 안전성 평가와 댐 재개발 등의 수문 설계시에는 기존의 SA(Simple Average)나 S-Value(Smallest Value)에 의한 매개변수의 적용보다는 실측유량스케일에 따른 변화양상을 고려한 T-Value(Trend Value)를 적용하는 것이 바람직하다고 생각한다.
- (4) 본 연구에서 적용된 강우-유출모형의 매개변수는 황성다목적댐의 운영기간(2000-2005)이 짧아 제한된 자료를 이용하여 산정되었으므로, 모든 홍수사상에 대한 대표단위도를 이용하기에는 많은 부족함이 있을 수 있다. 따라서 향후 다년간의 관측자료 축적을 통한 매개변수를 재검토하는 등 향후에도 이에 대한 지속적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

### 참 고 문 헌

1. 이상진, 최현, 신희범, 박상길(2004). 수공구조물 설계를 위한 PMF 및 임계지속시간 분석, 한국수자원학회 논문집, 제37권 제9호, pp 707-718.
2. 권지혜, 김남원, 허준행(2004). 가능최대홍수량 산정 절차 변경에 따른 결과 분석, 한국수자원학회 학술발표회 논문집, pp. 1-5.
3. 류재일(2002). 변화된 수문량(PMP)을 고려한 황성다목적댐의 운영방안 연구, 대한토목학회학술발표회 논문집 pp. 243-246.
4. 박석재, 정상만, 박무중(2000). 황성댐 상하류의 홍수량 산정과 상류의 배수영향 분석, 대한토목학회학술발표회논문집 pp. 457-460.