

# 댐 유역별 PMF 및 확률홍수량 변화양상 고찰

## Review on the Changes of PMF and Design Flood According to Dam Basins

박 세 훈<sup>1)</sup>, 김 경 덕<sup>2)</sup>, 문 영 일<sup>3)</sup>  
Sei Hoon Park, Kyung Duk Kim, Jun Haeng Heo

### 요 지

본 연구에서는 수리, 수문학적 안전성을 평가한 댐들에 대하여 설계보고서, 정밀안전진단 등 준공 후 현재까지 시행된 용역결과들을 토대로 PMF 및 확률홍수량의 변화양상을 대상유역의 지역적 특수성, 대상 수문자료, 해석기법에 대하여 차이점을 각기 분석하고 이에 따른 결과를 비교·분석하였다. 대상댐의 설계홍수량 및 PMF에 대한 포락곡선을 도시하여 분석한 결과 Francou-Rodier 상수 K값 6.4를 4개댐의 PMF에서 초과하는 것으로 나타났다. 개선된 PMF 산정절차 기준에 따라 홍수량을 재산정하여 본 연구에서 분석한 내용과 비교·분석할 예정이며, 이러한 결과는 우리나라 기존 댐에 대한 수문학적 안전등급 설정에 중요한 정보를 제공할 수 있을 것이다.

**핵심용어** : 수문학적 안전성, Francou-Rodier 상수, PMF

---

### 1. 서 론

댐건설 초기에는 수문자료가 부족하고 주로 경험적인 기법에 의해 댐 설계가 이루어져 왔으나 그 동안 수문학적 자료가 확충되고 댐 설계를 위한 수리, 수문학적 기술이 꾸준히 발전해 오면서 현시점에서 기존 댐에 대한 수리, 수문학적 안전성을 평가해 보면 설계당시에 계획되었던 상황과는 많은 차이가 발생하고 있다. 특히, 최근의 이상기후에 따른 수문량의 변화와 안전기준에 대한 높은 기대치로 인하여 기존 댐의 절대적 댐 안전성에 대한 요구가 날로 커지고 있어 이러한 설계당시와의 차이점을 심각하게 고민해야 할 시점이라고 판단된다.

1995년 제정된 “시설물의안전관리에관한특별법(이하 시특법)”에 의거 1종 댐 시설물의 경우 5년에 1회 이상 수리, 수문학적으로 댐 안전성을 평가하고 있어 현재 2차 정밀안전진단을 수행하고 있는 중이다. 이러한 댐 안전진단에서 설계 자료와 기존 관련용역 보고서 등을 면밀히 검토하는 관계로 우리나라 1종 댐에 대한 수리, 수문학적 자료가 축적이 되었다.

따라서, 본 연구에서는 수리, 수문학적 안전성을 평가한 댐들에 대하여 설계당시, 1차 및 2차 정밀안전진단 등 준공 후 현재까지 시행된 용역결과들을 토대로 PMF 및 확률홍수량의 변화양상을 대상유역의 지역적 특수성, 대상 수문자료, 해석기법에 대하여 차이점을 각기 분석하고 이에 따른 결과를 비교·분석하였다.

특히, 최근에 PMF 산정절차 기준을 재정립하고 있는 상황에서 이에 대한 결과가 과거에 수행된 방법과 어떠한 차이가 발생하고 있는지 검토하는 것은 신뢰성 있는 산정절차를 도출하는데 중요한 정보를 제공할 것으로 판단된다.

---

1) 정회원 · 한국시설안전기술공단 진단2본부 댐항만실 부장 · 기술사 · E-mail : shpark@kistec.or.kr

2) 정회원 · 한국시설안전기술공단 진단2본부 댐항만실 과장 · 공학박사 · E-mail : kkd@kistec.or.kr

3) 정회원 · 서울시립대학교 토목공학과 교수 · 공학박사 · E-mail : ymoon@uos.ac.kr

## 2. 본 문

### 2.1 대상댐 현황 및 홍수량 산정방법 조사

본 연구에서 댐 여수로 방류능력 검토 현황을 분석한 댐은 35개댐으로 다목적댐인 소양강댐, 충주댐, 대청댐, 안동댐, 임하댐, 합천댐, 남강댐, 주암댐, 섬진강댐, 부안댐 등 10개 댐과 발전전용댐인 청평댐, 팔당댐, 화천댐, 춘천댐, 의암댐, 괴산댐, 무주양수댐, 보성강댐 등 8개 댐 그리고 용수전용댐인 영천댐, 운문댐, 사연댐, 수어댐, 보령댐, 덕동댐, 동북댐, 백곡저수지, 예당저수지, 청천저수지, 탑정저수지, 경천지(경북), 경천저수지(전북), 대아저수지, 장성호, 담양댐, 나주호 등 17개 댐이다(한국시설안전기술공단, 2002).

<표 2.1-1> 대상댐 개요

대상댐 명칭		관 리 주 체	준공 연도	1차 진단 연도	2차 진단 연도	비 고
다 목 적 댐	소양강댐	한국수자원공사	1973	1999	-	진단중
	충 주 댐	한국수자원공사	1986	1997	2002	
	대 청 댐	한국수자원공사	1981	2000	-	
	안 동 댐	한국수자원공사	1977	2001	-	
	임 하 댐	한국수자원공사	1992	1997	-	
	합 천 댐	한국수자원공사	1989	2000	-	
	남 강 댐	한국수자원공사	1969	1998	-	
	주 암 댐	한국수자원공사	1992	1997	-	
	섬진강댐	한국수자원공사	1965	2001	-	
	부 안 댐	한국수자원공사	1996	1996	-	
발 전 용 댐	청 평 댐	한국전력공사	1968	1998	2003	
	팔 당 댐	한국전력공사	1974	1997	2002	
	화 천 댐	한국전력공사	1944	1999	-	진단중
	춘 천 댐	한국전력공사	1965	1997	2002	
	의 암 댐	한국전력공사	1967	1997	2002	
	강 릉 댐	한국전력공사	1991	2001		
	괴 산 댐	한국전력공사	1957	1999	-	진단중
	삼랑진양수댐	한국전력공사	1986	1998	2003	
	무주양수댐	한국전력공사	1995	1999	-	
	보성강댐	한국전력공사	1937	1998	2003	
용 수 전 용 댐	평화의댐	한국수자원공사	1988	2002		
	영 천 댐	한국수자원공사	1980	1998	-	진단중
	운 문 댐	한국수자원공사	1994	1997	-	
	사 연 댐	한국수자원공사	1965	1998	2004	
	수 어 댐	한국수자원공사	1978	1998	2004	
	보 령 댐	한국수자원공사	1998	2000	-	
	덕 동 댐	경 주 시	1977	1998	2001	
	동 북 댐	광 주 광 역 시	1985	1999	2004	
	백곡저수지	농업기반공사	1984	1996	2003	
	예당저수지	농업기반공사	1964	1999	-	
	청천저수지	농업기반공사	1960	1999	-	
	탑정저수지	농업기반공사	1944	1998	2003	
	경천지(경북)	농업기반공사	1986	2000	-	진단중
	하 동 댐	농업기반공사	1993	-	-	대상에서 제외
	경천지(전북)	농업기반공사	1935	2000	-	진단중
대아저수지	농업기반공사	1989	2000	-		
장 성 호	농업기반공사	1979	1999	-		
담 양 댐	농업기반공사	1976	1999	-		
나 주 호	농업기반공사	1976	1999	-		

### 2.2.1 확률강우량 산정

가장 많이 사용된 분포형은 Gumbel 분포형과 log-Pearson type III 분포형으로 모두 29개소에서 사용되었으며, 3변수 gamma 분포형과 2변수 lognormal 분포형이 28개소에서 사용되었다. 사용비율 I 이 50%를 넘는 확률분포형을 살펴보면 3변수 gamma 분포형, Gumbel 분포형, 2변수 lognormal 분포형, log-Pearson type III 분포형, 정규분포형, Gumbel-Chow 분포형의 6가지 분포형에 국한되고 있다.

$\chi^2$ -검정만을 사용한 경우는 18개소, K-S검정만을 사용한 경우는 4개소,  $\chi^2$ -검정, K-S검정을 사용한 경우가 3개소,  $\chi^2$ -검정, K-S검정, CVM검정, PPCC검정을 모두 사용한 경우는 4개소, 기타의 경우가 6개소이다. 적합도 검정을 통해 채택된 적정 확률분포형은 26개소에서 Gumbel 분포형, 3개소에서 log-Pearson type III 분포형, 1개소에서 GEV 분포형, 1개소에서 2변수 lognormal 분포형, 1개소에 3변수 gamma 분포형이 선정되었으며, 기타의 경우는 3개소이다. 합천 다목적댐의 경우 지속기간별로 적정 확률분포형을 선정하였으며, 수어댐은 지속기간 6시간인 경우는 Gumbel 분포형을, 지속기간 24시간인 경우는 log-Pearson type III 분포형을 적정 확률분포형으로 선정하였다.

### 2.2.2 가능최대강수량 산정

한국가능최대강수량도를 사용한 경우는 26개소, 기존보고서의 결과를 인용한 경우는 사연댐으로서 ‘울산권광역상수도 기본계획’에 나와 있는 값을 인용했고, 부안댐, 운문댐, 보령댐의 경우는 실측 강우자료를 이용했으며, 가능최대강수량에 대한 내용이 없는 경우는 5개소이다.

### 2.2.3 홍수량 산정

Huff 제 3분위를 적용한 경우는 9개소, Huff 제 2분위를 적용한 경우는 3개소, 모노노베공식을 사용한 경우는 4개소, 이원환의 경험공식을 사용한 경우는 2개소, 실측강우를 이용한 경우는 2개소, ‘소규모시설 설계 지침보고서’를 이용한 경우는 11개소로서 주로 농업기반공사가 유지관리하는 댐이다.

유효우량의 산정은 SCS 유효우량 산정방법을 사용한 경우는 18개소이고, 설계보고서를 인용한 경우는 임하다목적댐, 주암다목적댐의 2개소, 기존보고서를 인용한 경우는 소양강댐의 1개소이며, 유효우량에 대해서 명확히 언급이 되지 않은 경우가 14개소이다.

Clark 단위도법을 사용한 경우는 14개소, SCS모형을 사용한 경우는 15개소, Nakayasu중합단위도법을 사용한 경우는 3개소, Muskingum 방법을 사용한 경우는 1개소이며, 기왕의 홍수량 자료를 빈도분석한 경우는 2개소로 나타났다.

## 2.2 개선된 단위도 유도방법

최근 이상기후로 인하여 2002년에 발생한 태풍 루사에 의하여 한국에 가능최대강수량(PMP)에 가까운 강우량이 기록되는 등 예상치 못한 큰 호우가 빈발하고 있으며 그에 의한 피해 규모도 증가하고 있어 PMP 및 가능최대홍수량(PMF)의 산정에 관한 중요성이 강조되고 있는 실정이다. 또한, 한국에서는 확률홍수량과 PMF 산정시 필요한 단위도를 유도할 때 현재까지는 이들간의 구분 없이 일반적인 평균단위도 개념을 일괄적으로 적용하고 있는 실정인데, 이는 미국, 영국, 호주 등 선진국에서 PMF 산정을 위한 단위도 유도시 침투발생시각을 줄이거나 침투치를 증가시키는 등의 차별화된 기준을 적용하고 있는 추세와 비교할 때 비합리적인 기준이 고수되고 있는 문제점이 있었다. 따라서 Clark 단위도법에 대한 다음과 같은 절차의 변경을 통하여 합리적으로 PMF를 산정하고자 한다

### 2.2.1 집중시간 $T_c$ , 저류상수 K

기존에는 각 호우사상별로 최적화시킨 결과값을 평균하여 사용하는 것이 일반적이었으나, 이를 도시하여 호우사상별 침투홍수량이 증가함에 따라  $T_c$  및 K 값이 지수적으로 감소함을 확인하고 이 값이 수렴하는 한계값에 가까운 값을 선정하여 단위도에 적용하는 것으로 변경함. 이 과정에서  $T_c$  및 K 값의 추세와 함께

호우사상별  $T_c/K$  값이 Sabol(1988)이 제안한 두 매개변수간 관계와 어떠한 관계가 있는지에 대해서도 확인할 필요가 있다.

### 2.2.2 강우손실 및 유효우량

기존에는 AMC-III 조건을 가정하여 강우-유출관계에 있어 불리한 조건을 가정하여 홍수량을 산정하였으며 실측 호우사상별 CN 값을 평균하여 사용하는 것이 일반적이었으나 실제로는 이 조건을 초과하는 경우도 발생할 가능성이 있기 때문에 관측값 중 최소 강우손실을 채택하고 CN 값도 최적화된 값 중 최대값을 채택하는 것으로 변경한다.

### 2.2.3 기저유량

기존에는 기저유량을 고려하지 않거나 월평균유량으로 가정하여 적용하는 것이 일반적이었으나 이 매개변수 역시 관측값 중 최대값을 채택하여 최대단위도에 적용한다.

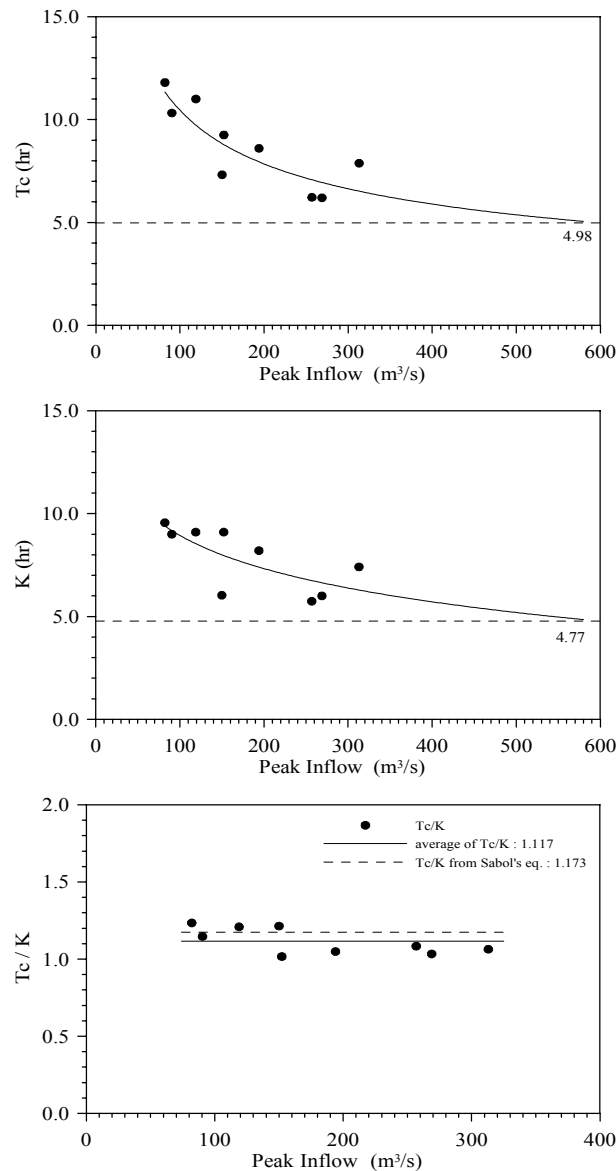


그림 1. 단위도 매개변수 결정방법을 위한 회귀분석

다음 그림은 설계보고서 및 관련보고서에서 산정한 대상댐의 설계홍수량 및 PMF에 대한 포락곡선을 나타내고 있다(IAHR, 1984). 여기서, PMF-1, PMF-2는 정밀안전진단 또는 관련 보고서에서 산정한 PMF를 나타내며, K는 Francou-Rodier 상수를 나타낸다(Francou와 Rodier, 1967). 세계의 대댐에 있어서 극대홍수량에 대한 K값은 6.4로 알려져있는데, 대상댐에 대하여 분석한 결과 4개댐의 PMF에서 이를 초과하는 것으로 나타났다(ICOLD, 2002).

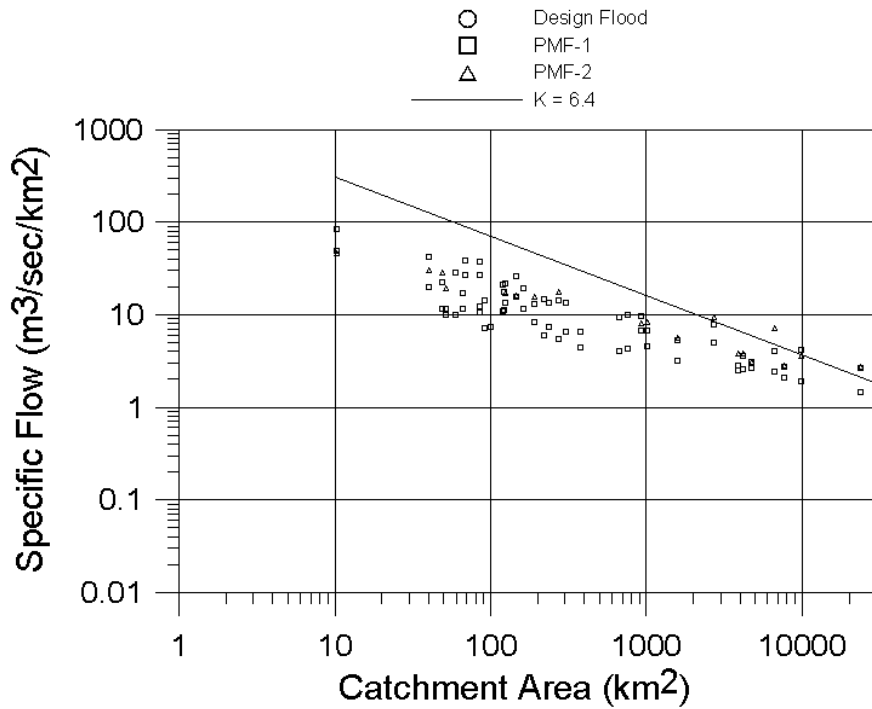


그림 2. 극대홍수량에 대한 포락곡선도

### 3. 결 론

본 연구에서는 수리, 수문학적 안전성을 평가한 댐들에 대하여 설계보고서, 정밀안전진단 등 준공 후 현재까지 시행된 용역결과들을 토대로 PMF 및 확률홍수량의 변화양상을 대상유역의 지역적 특수성, 대상 수문자료, 해석기법에 대하여 차이점을 각기 분석하고 이에 따른 결과를 비교·분석하였다.

개선된 PMF 산정절차 기준에 따라 홍수량을 재산정하여 본 연구에서 분석한 내용과 비교·분석할 예정이며, 이러한 결과는 우리나라 기존댐에 대한 수문학적 안전등급 설정에 중요한 정보를 제공할 수 있을 것이다.

### 참고문헌

한국시설안전기술공단 (2002). 댐여수로 방류능력 검토기법 체계화 및 프로그램 개발.

Francou, J. and Rodier, J. A. (1967). "Essai De classification de crues maximales observees dans le mond" Chaiers ORSTOM, Serie Hydrologie, Vol. 4, No. 3, pp. 19-46.

International Association of Hydrological Science, IAHS (1984). World Catalogue of maximum observed floods, IAHS Publication No. 143.