



# 댐 홍수량 산정방법에 관한 검토



이재훈

(주)유신 수자원부 차장  
leejh@yooshin.co.kr

## 1. 서론

최근에 댐 설계시 적용되고 있는 다양한 강수량 및 홍수량 산정방법이 과거에 수행된 방법과 다름에 따라 댐 구조물 규모 결정시 산정결과의 변화에 의해 설계조건이 변화하는 경우가 발생하고 있다. 특히, 댐 건설시에는 강우-유출 등 계측자료가 부족하여 해외의 경험공식을 적용한 반면, 최근에는 계측자료의 축적으로 우리나라의 기상학적 특성과 지형학적 특성을 반영한 다양한 홍수량 산정방법이 시도되고 있다. 본 연구에서는 이러한 방법상의 차이점을 분석하여 원인을 규명하고, 향후 댐 설계시 수문량 산정을 위한 고려사항에 대해 검토하고자 한다.

댐 건설시와 최근의 홍수량 산정방법을 분석하기 위하여 댐 건설시는 「안동다목적댐 공사지(1977. 5, 건설부/산업기지개발공사)」의 자료를 활용하였고, 최근의 방법은 「안동댐 비상여수로 건설공사 실시설계(2008. 8, 건설교통부/한국수자원공사)을 대상으로 검토하였는데, 특히 가능최대강수량(PMP) 및 가능최대홍수량(PMF) 산정결과, 댐 건설시와 비교하여 PMP는 530mm에서 580mm로 9.4% 증가한 반면, PMF는 8,350m<sup>3</sup>/s에서 15,094m<sup>3</sup>/s로 80.8% 증가하

였다. 강우-유출모형에 의한 홍수량 산정이라는 점을 고려할 때, PMP가 약 10% 미만의 증가를 보인 반면, PMF는 약 80% 이상 증가하는 것으로 나타나, 이에 대하여 PMP의 지속기간, 강우의 시간분포, 손실분석(유효우량산정), 강우-유출모형(단위도), 기저유량 등을 대상으로 민감도 분석을 수행하여 댐 건설시와 금회(실시설계)의 강우량 대비 홍수량 증감원인을 비교·검토 하였다.

## 2. 홍수량 산정조건

댐 건설시와 금회 검토시의 지속기간별 PMP 및 PMF 산정조건을 조합한 후, 4개의 시나리오를 구성하여 수문분석 과정을 수행하였다. 댐 건설시와 금회 홍수량 산정결과를 상대비교하기 위하여 강우지속기간을 24시간 PMP에 대하여 각각 가능최대홍수량을 산정하였다.

### (1) 댐 건설시 홍수량 산정조건

- 강우 시간분포 : Mononobe 공식
- 손실분석 : 초기손실-일정량방법(60mm/0.5mm)
- 단위도법 : 미국개발국 무차원 단위도법(예안 지역 단위도 수정)
- 기저유량 : 인근 관측소의 실측자료를 참조하여 일정량 100m<sup>3</sup>/s 적용

### (2) 금회 검토시 홍수량 산정조건

- 강우 시간분포 : Huff 분포(봉화관측소 3분위



50% 적용)

- 손실분석 : NRCS 유효우량 산정법(CN값 최적화 결과 적용)
- 단위도법 : Clark 단위도법
  - 집중시간(Tc) : 매개변수 최적화 결과(HEC-HMS 최적화 모형 적용)
  - 저류상수(K) : 매개변수 최적화 결과(HEC-HMS 최적화 모형 적용)
- 기저유량 : 매개변수 최적화(초기유량, 감수상수, Threshold 유량)

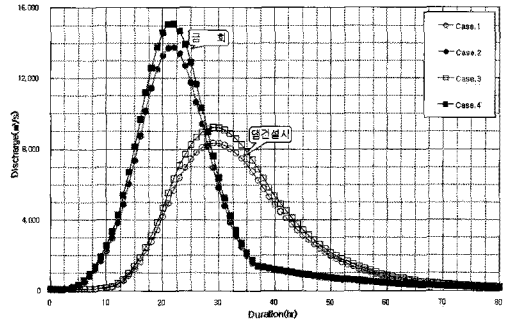


그림 1. PMF 홍수수문곡선

### 3. 시나리오별 홍수량 산정결과

댐 건설시의 24시간 PMP와 금회 24시간 PMP를 대상으로 앞서 제시한 댐 건설시 홍수량 산정조건과 금회 검토시 조건을 적용하여 시나리오별 첨두홍수량을 산정하였다. 산정결과는 표 1 및 그림 1과 같다.

분석결과를 살펴보면, Case.1과 Case.2는 동일한 강우량(댐건설시 530mm)으로 댐 건설시의 홍수량 산정조건과 금회 홍수량 산정조건을 상대 비교한 것으로 첨두홍수량이 8,350m³/s에서 13,755m³/s로 약 65% 증가한 것을 볼 수 있다. 이와 같은 결과는 Case.3과 Case.4에서도 동일한 경향으로 나타났다. 이는 홍수량 산정시 댐 건설시의 조건보다 금회 검토시의 조건이 더 큰 첨두홍수량을 유발하는 것을 의미한다. 다음으로 댐 설계시 채택된 Case.1과 금회 채택된 Case.4의 결과를 비교하면, 우선 PMP가 증가하였고, 홍수량 산정조건에 의하여 첨두홍수량이 8,350m³/s에서 15,094m³/s로 80.8% 증가하였다.

표 1. 홍수량 산정결과(시나리오별)

구분	PMP(mm)	지속시간(hr)	분석조건	첨두홍수량(PMF)(m³/s)
Case. 1	댐건설시	530	24	댐건설시 8,350
Case. 2	금회	530	24	금회 13,756 (↑ 64.7%)
Case. 3	댐건설시	580	24	댐건설시 9,230
Case. 4	금회	580	24	금회 15,094 (↑ 63.5%)

### 4. 홍수량 증감 원인 분석

#### 4.1 홍수량 증감 원인

4개의 시나리오별 홍수량 산정결과를 바탕으로 댐 건설시와 금회 검토시를 비교·검토한 결과, 홍수량 증감 원인은 표 2에 나타난 바와 같이 1)강우량의 증가, 2)강우의 시간분포 변경, 3)단위도 및 매개변수 적용상의 차이, 4)유효우량 산정방법의 변경, 5)기저유량 적용의 변경 등으로 요약된다.

특히, 댐 건설시와 비교하여 현저한 차이를 보이는 조건은 강우의 시간분포 방법과 단위도인데, 그림 2에서 보는 바와 같이 댐 건설시에는 Blocking 방법의 일종인 중앙집중형 Mononobe 방식을 적용하였고, 금회 검토시에는 최근 수자원 설계시 가장 많이

표 2. 홍수량 증감원인에 대한 비교

구분	댐건설시	금회
가능 최대강수량	530mm	580mm
강우의 시간분포	Mononobe 공식 (Blocking법)	Huff 분포
단위도	미국개발국 무차원 단위도법	Clark 단위도법
단위도	지체시간(Tg) 인근관속소(예안) 수정	실측치를 이용한 매개변수 최적화 집중시간(Tc) & 저류상수(K)
매개변수 손실분석	초기손실-일정량법 (초기손실 : 60mm, 일정량 : 0.5mm)	실측치를 이용한 매개변수 최적화 (NRCS 유효우량 산정법, CN)
기저유량	일정량 방법 (일정량 : 100m³/s)	실측치를 이용한 매개변수최적화 (초기유량, 감수상수, Threshold유량)

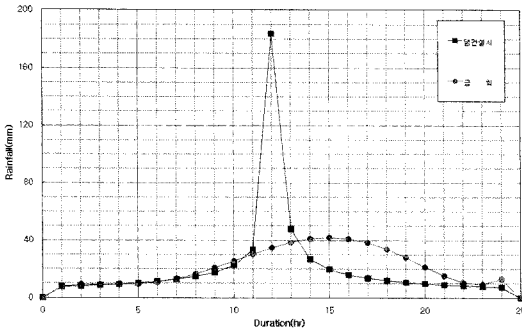


그림 2. 댐건설시와 금회 강우의 시간분포 비교

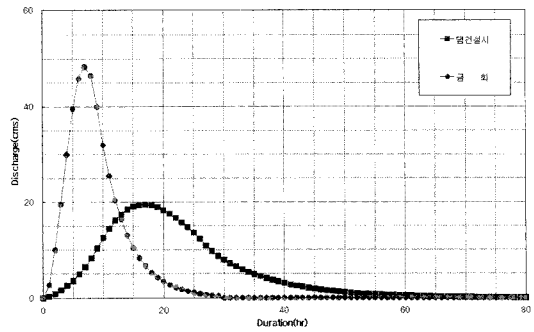


그림 3. 댐건설시와 금회 단위도 비교

적용하고 있는 Huff 방법을 적용하였다. 그림 3은 댐 건설시와 금회 적용한 단위도를 도시한 것으로, 댐 건설시에는 미국개발국의 SCS 무차원 단위도법을 적용하였고, 금회 검토시에는 실측자료를 최적화하여 매개변수를 추정한 Clark 단위도를 적용하였다.

#### 4.2 민감도 분석

상기와 같이 강우-유출모형(rainfall-runoff simulation)에 의한 홍수량 산정결과, PMP가 약 10% 미만의 증가를 보인 반면, PMF는 약 80% 이상 증가하는 것으로 나타났다. 따라서 본 검토에서는 상기에서 제시한 홍수량 산정조건 중 강우의 시간분포, 유효우량 산정방법, 단위도의 매개변수, 기저유량 등이 첨두홍수량 및 홍수체적에 미치는 각각의 영향을 파악하기 위하여 민감도 분석을 수행하였다.

강우입력 조건으로는 댐 건설시의 24시간 PMP를 기준으로 하였고, 검토대상인 강우의 시간분포, 유효

우량 산정방법, 단위도(Clark)의 매개변수 및 기저유량 중 한 가지가 선택되면 나머지 세 가지 조건은 고정하여 각각의 경우에 대한 PMF를 산정하였다. 각각의 경우에 대한 홍수량 산정조건과 분석결과는 다음 표 3과 같다.

분석결과 Case.1(댐건설시)를 기준으로 PMF의 첨두홍수량은 ①강우의 시간분포 방식의 변경(Case.2)에 의해 약간 감소(2.2%)하였고, ②유효우량 산정방식의 변경(Case.3)에 의해 약간 증가(4.6%)하였으며, ③단위도 변경(Case.4)에 의해 상당히 증가(98.8%)하였고, ④기저유량 변경(Case.5)에 의해 약간 감소(1.0%)한 것으로 나타났다. 즉 댐 건설시와 비교하여 금회 PMF의 첨두홍수량이 크게 증가한 원인은 유효우량 산정방식과 단위도의 변경에 의한 것으로 검토되었다. 특히, 단위도 및 매개변수 선정방식을 변경한 것이 홍수량 증가에 지배적인 영향을 미친 것으로 분석되었다.

표 3. 민감도 분석결과

구성	PMP	① 강우시간분포	② 유효우량 산정방법	③ 단위도 매개변수	④ 기저유량	첨두홍수 (m³/s)	증감 (%)	비고
Case1	530	Mononobe식	초기손실-일정량법	미국 무차원 단위도 (지체시간 Tg)	일정량 100mm	8,350	-	-
Case2		Huff 분포	초기손실-일정량법	미국 무차원 단위도 (지체시간 Tg)	일정량 100mm	8,166	↓ 2.2	소폭 감소
Case3		Mononobe식	매개변수 최적화 (NRCS 유효우량법)	미국 무차원 단위도 (지체시간 Tg)	일정량 100mm	8,737	↑ 4.6	소폭 증가
Case4		Mononobe식	초기손실-일정량법	Clark 단위도 (Tc & K 최적화)	일정량 100mm	16,600	↑ 98.8	대폭 증가
Case5		Mononobe식	초기손실-일정량법	미국 무차원 단위도 (지체시간 Tg)	매개변수 최적화 (Qs, Ratio, Qth)	일정량 100mm	8,267	↓ 1.0

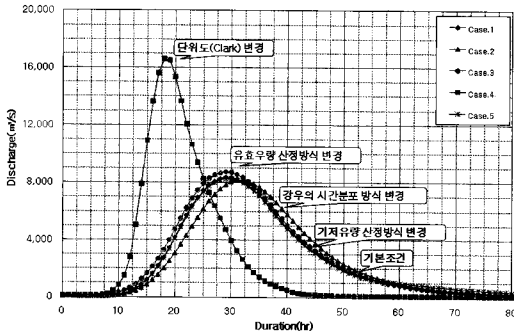


그림 4. 홍수량 증감원인 분석결과

### 4.3 홍수량 증감원인 검토 결과

홍수량 산정결과 댐 건설시의 첨두홍수량이 8,350 m<sup>3</sup>/s에서 15,094m<sup>3</sup>/s로 80.8% 증가하였는데 그 이유는 다음과 같이 설명될 수 있다.

첫째, 강수량이 댐 건설시에 비해 9.4%(530mm → 580mm) 증가하였다. 댐 건설시와 금회 공회 강우-유출 모형을 적용하였기 때문에 강우량의 증가로 인해 유출량도 증가하였다. 둘째, 댐 건설시 적용한 유효우량 산정방식은 초기손실-일정량법(초기손실 60mm, 일정량 0.5mm)을 적용하였는데, 금회 검토 시에는 유출곡선지수(CN)값을 이용한 NRCS 유효우량 산정방법을 적용하여 다소 홍수량이 증가하는 원인을 제공하였다. 셋째, 강우-유출 모형에 적용된 단위도와 매개변수는 댐 건설시에는 미국개발국의 무차원 단위도와 지체시간을 적용하였고, 금회 검토시에는 최근 가장 일반적으로 적용하고 있는 Clark 단위도와 실측자료를 통한 매개변수 최적화 과정을 수행하여 산정하였다. 댐 건설시에는 지체시간(Tg)를 적용한 반면, 금회 검토시에는 집중시간(Tc)과 저류상

수(K)를 실측치에 의한 매개변수 최적화 결과를 적용하였는데, 그림 3의 단위도 비교에서 보는 바와 같이 금회 적용한 조건이 댐 건설시와 비교하여 홍수과의 집중현상이 빠르고, 단위도의 첨두 종기값도 상당히 큰 것으로 나타나 금회 검토시 첨두홍수량이 매우 크게 증가한 것으로 분석되었다.

## 5. 결론

본 연구에서는 기존 댐을 대상으로 과거의 수문량 산정방식과 최근의 수문량 산정방식을 비교하여 강수량, 강우의 시간분포, 손실분석, 기저유출 및 단위도의 매개변수 등을 변수로 홍수량 규모에 미치는 영향을 분석하였다. 분석결과 최근 계측자료를 활용하여 홍수량을 산정하는 방법이 과거의 경험식에 의한 방법과 차이를 보여 홍수량이 큰 폭으로 증가하였는데, 홍수량이 증가한 원인은 강수량의 증가와 단위도의 변경이 가장 큰 원인으로 검토되었다.

본 연구에서 적용한 대상 댐의 경우 홍수량이 증가하였으나, 국내의 다목적댐 등 다수의 댐을 대상으로 검토할 경우 홍수량이 감소하거나 증가하는 다양한 경향을 나타낼 것으로 판단된다. 주암댐, 보령댐, 주암조절지댐의 경우 상기와 같은 분석결과 주암댐은 댐 건설시와 비교하여 홍수량이 약 80% 증가하였고, 보령댐은 비슷하게 나타났으며, 주암조절지댐은 약 25% 감소하는 것으로 분석되었다. 따라서, 향후 국내의 댐을 대상으로 상기의 분석과정을 수행하여 홍수량 증감 경향을 분석하고, 객관적이고 합리적인 홍수량 산정방법을 수립하는 것이 필요할 것으로 사료된다.

## 참고문헌

1. 건설부/산업기지개발공사 (1977), 안동다목적댐 공사지.
2. 건설교통부/한국수자원공사(2008), 안동댐 비상여수로 건설공사 실시설계.
3. 한국건설기술연구원 (2000) "시험유역의 운영 및 수문특성 조사·연구 - 합성단위도 개발을 중심으로".
4. Huff, F.A. (1967), "Time Distribution of Rainfall in Heavy Storms," Water Resources Research, Vol. 3.