

## 댐 설계 홍수량 산정방법에 관한 연구

### Study on the Calculation Method of Design Flood Discharge of Dam

이재홍\*, 문영일\*\*, 백유현\*\*\*, 장광진\*\*\*\*

Jai Hong Lee\*, Young Il Moon\*\*, Yoo Hyun Beck\*\*\*, Kwang Jin Jang\*\*\*\*

#### Abstract

In this study, past method and recent method for flood discharge with domestic multi-purpose dams in Korea were compared and analyzed with respect to the scale of watershed. Rainfall depth, temporal distribution, effective rainfall, rainfall-runoff model, parameter estimation and base flow were selected as the principal factors affecting flood discharge and effects on flood discharge were analyzed quantitatively by using sensitivity analysis. The results showed that the flood discharges calculated by past and recent method increased and decreased with a wide range of discharge with respect to the scale of watershed. The reason for decrease of flood discharge is the exchange of temporal distribution pattern of rainfall and the principal reason for increase of flood discharge are the increase of rainfall depth by unusual weather phenomena and the difference of estimation method of parameters of unit hydrograph.

*Key word:* hydraulic model tests, numerical analysis, hydraulic structures design

#### 요 지

본 연구에서는 국내의 다목적 댐 전체를 대상으로 강우-유출 모형에 의한 과거의 홍수량 산정방식과 최근의 홍수량 산정방식을 유역 면적 규모별로 분류하여 비교·분석하였다. 홍수량에 영향을 미치는 기본인자로 강우량, 강우의 시간분포, 유효유량 산정방법(손실분석), 강우-유출 모형, 매개변수 추정 및 기저유량 등을 선정하여 각 인자별 민감도 분석을 수행함으로써 홍수량에 미치는 영향을 정량적으로 분석하였다. 분석결과 최근의 방법으로 산정한 홍수량과 과거의 방법으로 산정한 홍수량이 유역면적 규모에 따라 다양한 변동폭으로 증가하거나 감소하였는데, 강우의 시간분포 변경이 홍수량을 감소시키는 원인으로 분석되었고, 최근 기상이변에 의한 강우량의 증가와 단위도의 매개변수 추정방법의 변경이 홍수량을 증가시키는 가장 큰 원인으로 분석되었다.

**핵심용어:** 강우-유출 모형, 강우 시간분포, 단위유량도, 기저유출

---

\* 정회원 • (주)유신 · 한양대학교 공과대학 토목공학과 박사 • E-mail : leejh@yooshin.co.kr  
\*\* 정회원 • 서울시립대학교 공과대학 토목공학과 교수 • E-mail : ymoon@uos.ac.kr  
\*\*\* 정회원 • 서울시립대학교 공과대학 토목공학과 석사과정 • E-mail : y13459@yooshin.co.kr  
\*\*\*\* 정회원 • (주)유신 · 영남대학교 토목공학과 석사 • E-mail : y13460@hanyang.ac.kr

## 1. 서론

최근에 댐 설계시 적용되고 있는 다양한 홍수량 산정방법이 과거에 수행된 방법과 큰 차이를 보이고 있어 댐 구조물 규모 결정시 많은 혼란을 빚고 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 과거와 최근의 홍수량 산정 방법상의 차이점을 분석하여 원인을 규명하고, 향후 댐 설계시 수문량 산정을 위한 적절한 방안을 제시하고자 한다. 댐 건설시와 최근의 홍수량 산정방법을 분석하기 위하여 국내의 모든 다목적댐을 대상으로 하였는데, Table 1에서 보는 바와 같이 유역면적의 규모에 따라 1500km<sup>2</sup> 이상은 대규모 유역, 500km<sup>2</sup>에서 1500km<sup>2</sup>까지는 중규모 유역, 500km<sup>2</sup>이하는 소규모 유역으로 구분하였다. 대규모 유역에는 충주댐, 대청댐, 소양강댐, 남강댐, 안동댐 등이 있고, 중규모 유역은 임하댐, 주암댐, 용담댐, 합천댐, 섬진강댐이 해당되며, 소규모 유역은 황성댐, 보령댐, 주암조절지댐(이하 주암조댐), 밀양댐, 부안댐 등이 포함된다. 과거의 홍수량 산정방법으로는 댐 건설시 작성된 공사지, 기본·실시설계 및 준공보고서의 자료를 활용하였고, 최근의 홍수량 산정방법은 가장 최근에 수행된 댐 관련 기본 및 실시설계에서 적용한 방법을 준용하였다. 이들 대상 댐들의 최근 수행된 홍수량 산정결과를 살펴보면, 댐 건설시와 비교하여 강우량은 평균 14.2%(최고 32.6%) 증가한 반면, 홍수량은 평균 33.4%(최고 96.0%) 증가하였다. 강우-유출모형에 의한 홍수량 산정이라는 점을 고려할 때, 강우량의 증가폭에 비하여 홍수량의 증가폭이 매우 크게 나타났는데 이에 대한 원인을 규명하여 체계적이고 일관성 있는 홍수량 산정방법을 제시할 필요가 있다. 따라서, 본 연구에서는 지속기간별 강우에 대한 강우 시간분포방법, 유효우량 산정방법(손실분석), 강우-유출모형(단위도), 매개변수 추정방법 및 기저유량 적용방법 등을 대상으로 적용요소별 분석을 수행하여 댐 건설시와 최근의 강우량 대비 홍수량 증감 원인을 비교·분석 하였다.

**Table 1. 유역면적 규모별 다목적댐 분류**

댐 명	수 계	공사기간(년)	유역면적(km <sup>2</sup> )	유역규모	
				유역면적(km <sup>2</sup> )	유역규모
① 충주댐	한 강	'78 - '86	6,648.0	대규모 유역 (1,500km <sup>2</sup> 이상)	
② 대청댐	금 강	'75 - '81	4,134.0		
③ 소양강댐	한 강	'67 - '73	2,703.0		
④ 남강댐	낙동강	'87 - '03	2,285.0		
⑤ 안동댐	낙동강	'71 - '77	1,584.0		
⑥ 임하댐	낙동강	'84 - '93	1,361.0	중규모 유역 (500-1,500km <sup>2</sup> )	
⑦ 주암댐	섬진강	'84 - '92	1,010.0		
⑧ 용담댐	금 강	'90 - '06	930.0		
⑨ 합천댐	낙동강	'82 - '89	925.0		
⑩ 섬진강댐	섬진강	'61 - '66	763.0	소규모 유역 (500km <sup>2</sup> 이하)	
⑪ 황성댐	한 강	'90 - '02	209.0		
⑫ 보령댐	기 타	'90 - '00	163.6		
⑬ 주암조댐	섬진강	'84 - '96	134.6		
⑭ 밀양댐	낙동강	'90 - '02	95.4		
⑮ 부안댐	기 타	'90 - '96	59.0		

## 2. 본론

### 2.1 기본이론 및 방법

댐 건설시 강우 지속기간은 당시에 채택된 각 댐별 지속기간인 1일, 2일, 24시간 및 48시간을 적용하였고, 금회 검토시에는 1시간 단위 지속기간별 저수지 홍수추적을 수행하여 결정된 임계지속기간을 적용하였다. 강우-유출 분석 및 매개변수 최적화를 위하여 미육군공병단의 HEC-HMS(v3.3) 모형을 적용하였고, 각 유역에 대한 지형특성인자 분석에는 Arc-view(v3.2) 및 Auto-Cad LDDT 프로그램을 활용하였으며, 저수지 홍수추적(Reservoir flood routing)은 미육군공병단의 HEC-5 모형을 적용하였다.

**Table 2. 댐건설시와 금회 홍수량 산정 방법 비교**

댐 명	강우량(지속기간)		강우의 시간분포		유효우량 산정방법	
	댐건설시	최근	댐건설시	최근	댐건설시	최근
① 충 주 댐	510.5(48h)	598.0(48h)	6hr-Block	Huff(제천:3분위)	일정손실률	NRCS(최적화)
② 대 청 댐	531.6(2일)	591.0(48h)	Mononobe	Huff(금산:2분위)	일정손실률	NRCS(토양/토지)
③ 소양강댐	631.9(48h)	810.0(48h)	Sherman	Huff(인제:3분위)	일정손실률	NRCS 최적화
④ 남 강 댐	655.0(48h)	654.0(30h)	Mononobe	Huff(산청:3분위)	일정손실률	NRCS 최적화
⑤ 안 동 댐	530.0(1일)	580.0(24h)	Mononobe	Huff(봉화:3분위)	초기-일정손실률	NRCS 최적화
⑥ 임 하 댐	423.0(1일)	561.0(24h)	중앙집중형	Huff(안동:3분위)	일정손실률	NRCS 최적화
⑦ 주 압 댐	722.0(48h)	846.0(30h)	Block(이원환)	Huff(순천:3분위)	초기-일정손실률	NRCS 최적화
⑧ 용 담 댐	634.5(48h)	578.0(48h)	Mononobe	Huff(금산:2분위)	일정손실률	NRCS 최적화
⑨ 합 천 댐	519.0(48h)	608.0(48h)	Block(이원환)	Huff(거창:2분위)	일정손실률	NRCS 최적화
⑩ 섬진강댐	332.0(1일)	559.0(18h)	Mononobe	Huff(임실:3분위)	일정손실률	NRCS 최적화
⑪ 형 성 댐	607.0(24h)	687.0(18h)	Mononobe	Huff(홍천:2분위)	일정손실률	NRCS 최적화
⑫ 보 령 댐	682.0(1일)	718.0(18h)	Mononobe	Huff(보령:2분위)	NRCS 방법	NRCS(토양/토지)
⑬ 주압조댐	777.0(48h)	992.0(24h)	Block(이원환)	Huff(순천:3분위)	초기-일정손실률	NRCS 최적화
⑭ 밀 양 댐	554.0(24h)	674.0(12h)	Block(이원환)	Huff(밀양:3분위)	NRCS 방법	NRCS 최적화
⑮ 부 안 댐	741.6(24h)	880.0(18h)	Mononobe	Huff(부안:2분위)	NRCS 방법	NRCS 최적화

댐 명	단위도		매개변수 추정		기저유량	
	댐건설시	최근	댐건설시	최근	댐건설시	최근
① 충 주 댐	Snyder	Clark	경험식	Tc, K 최적화	인근 실측치	감수곡선법(최적화)
② 대 청 댐	Tank	Clark	경험식	Tc, K 최적화	인근 실측치	감수곡선법(최적화)
③ 소양강댐	Nakayasu	저류함수법	Tp 8h, Qp 46.1	'90 7,9월 평균	400 /s	150m <sup>3</sup> /s
④ 남 강 댐	Clark	Clark	경험식	Tc, K 최적화	인근 실측치	감수곡선법(최적화)
⑤ 안 동 댐	SCS 무차원	Clark	경험식(tg16.39)	Tc, K 최적화	인근 실측치	감수곡선법(최적화)
⑥ 임 하 댐	집중저류법	Clark	경험식	Tc, K 최적화	인근 실측치	감수곡선법(최적화)
⑦ 주 압 댐	Clark	Clark	Kirpich/0.8Tc	Tc, K 최적화	인근 실측치	감수곡선법(최적화)
⑧ 용 담 댐	집중저류법	Clark	경험식	Tc, K 최적화	인근 실측치	감수곡선법(최적화)
⑨ 합 천 댐	Clark	Clark	경험식	Tc, K 최적화	인근 실측치	감수곡선법(최적화)
⑩ 섬진강댐	실측치 통계분석	Clark	경험식	Tc, K 최적화	인근 실측치	홍수기 전년평균
⑪ 형 성 댐	집중저류법	Clark	경험식	Tc, K 최적화	인근 실측치	감수곡선법(최적화)
⑫ 보 령 댐	Clark	Clark	Kirpich/Clark	Tc, K 최적화	인근 실측치	홍수기 전년평균
⑬ 주압조댐	Clark	Clark	Kirpich/0.8Tc	Tc, K 최적화	인근 실측치	감수곡선법(최적화)
⑭ 밀 양 댐	Clark	Clark	Kirpich/Clark	Tc, K 최적화	최대 월평균	감수곡선법(최적화)
⑮ 부 안 댐	집중저류법	Clark	경험식	Tc, K 최적화	인근 실측치	감수곡선법(최적화)

**2.2. 홍수량 증감원인 분석**

댐 건설시와 최근의 홍수량 산정결과가 서로 다르게 나타나는 원인을 규명하기 위하여 홍수량 산정에 영향을 주는 기본인자로 강우량, 강우의 시간분포, 유효우량 산정방법(손실분석), 강우-유출 모형, 매개변수 추정 및 기저유량 등을 선정하였다. 강우량 입력 조건으로는 댐 건설시의 24시간 강우량을 기준으로 하였고, 검토 대상인 강우의 시간분포, 유효우량 산정방법, 단위도(Clark)의 매개변수 및 기저유량 중 한 가지가 선택되면 나머지 조건은 고정하여 각각의 경우에 대한 홍수량을 산정하였다.

**Table 3. 홍수량 산정시 적용요소**

적용요소	Case1	Case2	Case3	Case4	Case5	Case6
① 강우량	댐건설시 조건 (기존 강우량)	<b>최근 조건 (최근 강우량)</b>	댐건설시 조건 (기존 강우량)	댐건설시 조건 (기존 강우량)	댐건설시 조건 (기존 강우량)	댐건설시 조건 (기존 강우량)
② 강우시간분포	댐건설시 조건 (Mononobe)	댐건설시 조건 (Mononobe)	<b>최근 조건 (Buff)</b>	댐건설시 조건 (Mononobe)	댐건설시 조건 (Mononobe)	댐건설시 조건 (Mononobe)
③ 유효우량 산정방법	댐건설시 조건 (일정손실률)	댐건설시 조건 (일정손실률)	댐건설시 조건 (일정손실률)	<b>최근 조건 (NRCS 방법)</b>	댐건설시 조건 (일정손실률)	댐건설시 조건 (일정손실률)
④ 단위도 매개변수	댐건설시 조건 (경험공식)	댐건설시 조건 (경험공식)	댐건설시 조건 (경험공식)	댐건설시 조건 (경험공식)	<b>최근 조건 (삼각 비격파)</b>	댐건설시 조건 (경험공식)
⑤ 기저유량	댐건설시 조건 (인근의 자료)	댐건설시 조건 (인근의 자료)	댐건설시 조건 (인근의 자료)	댐건설시 조건 (인근의 자료)	댐건설시 조건 (인근의 자료)	<b>최근 조건 (감수곡선법)</b>

**Table 4. 홍수량 산정시 적용요소별 분석 결과**

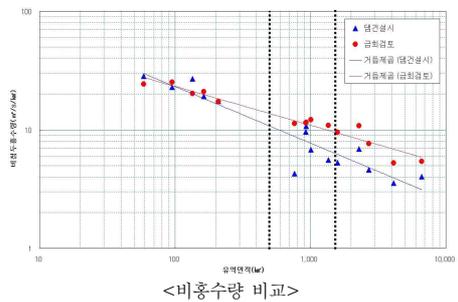
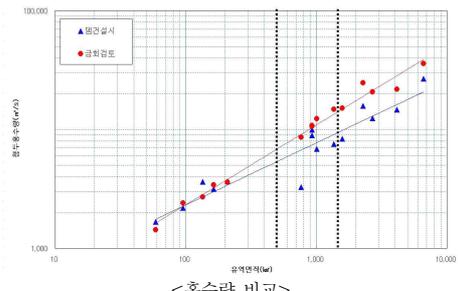
댐 명	홍수량 산정결과( /s)						증감률(%) (Case 1 기준)					
	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4	Case 5	Case 6	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4	Case 5	Case 6
<b>대규모</b>	<b>12,998</b>	<b>17,385</b>	<b>12,589</b>	<b>13,742</b>	<b>22,383</b>	<b>12,917</b>		<b>34.0 ▲</b>	<b>2.9 ▼</b>	<b>6.0 ▲</b>	<b>73.4 ▲</b>	<b>0.8 ▼</b>
① 충주댐	19,513	27,315	18,911	19,002	33,074	19,477	-	40.0 ▲	3.1 ▼	2.6 ▼	69.5 ▲	0.2 ▼
② 대청댐	11,436	16,607	10,819	13,787	16,906	11,384	-	45.2 ▲	5.4 ▼	20.6 ▲	47.8 ▲	0.5 ▼
③ 소양강댐	9,888	15,972	9,917	9,349	16,937	9,638	-	61.5 ▲	0.3 ▲	5.5 ▼	71.3 ▲	2.5 ▼
④ 남강댐	15,804	17,800	15,133	17,836	28,398	15,819	-	12.6 ▲	4.2 ▼	12.9 ▲	79.7 ▲	0.1 ▲
⑤ 안동댐	8,350	9,230	8,166	8,737	16,600	8,267	-	10.5 ▲	2.2 ▼	4.6 ▲	98.8 ▲	1.0 ▼
<b>중규모</b>	<b>7,228</b>	<b>10,272</b>	<b>6,207</b>	<b>7,857</b>	<b>10,064</b>	<b>7,221</b>		<b>52.5 ▲</b>	<b>12.2 ▼</b>	<b>9.5 ▲</b>	<b>37.9 ▲</b>	<b>0.1 ▲</b>
⑥ 임하댐	7,550	10,528	7,235	8,504	12,299	7,469	-	39.4 ▲	4.2 ▼	12.6 ▲	62.9 ▲	1.1 ▼
⑦ 주암댐	6,847	10,049	6,372	7,181	9,931	6,872	-	46.8 ▲	6.9 ▼	4.9 ▲	45.0 ▲	0.4 ▲
⑧ 용담댐	10,553	10,959	8,294	11,253	15,015	10,542	-	3.8 ▲	21.4 ▼	6.6 ▲	42.3 ▲	0.1 ▼
⑨ 합천댐	7,923	13,031	5,994	8,591	8,955	7,915	-	64.5 ▲	24.3 ▼	8.4 ▲	13.0 ▲	0.1 ▼
⑩ 섬진강댐	3,268	6,791	3,138	3,757	4,121	3,307	-	108 ▲	4.0 ▼	15.0 ▲	26.1 ▲	1.2 ▲
<b>소규모</b>	<b>2,857</b>	<b>3,908</b>	<b>1,658</b>	<b>2,925</b>	<b>3,124</b>	<b>2,850</b>		<b>35.3 ▲</b>	<b>42.3 ▼</b>	<b>2.5 ▲</b>	<b>12.9 ▲</b>	<b>0.3 ▼</b>
⑪ 횡성댐	3,658	4,571	2,335	3,752	4,297	3,649	-	25.0 ▲	36.2 ▼	2.6 ▲	17.5 ▲	0.2 ▼
⑫ 보령댐	3,145	3,627	2,097	3,517	4,534	3,133	-	15.3 ▲	33.3 ▼	11.8 ▲	44.2 ▲	0.4 ▼
⑬ 주암조댐	3,625	6,102	1,761	3,424	2,292	3,624	-	68.3 ▲	51.4 ▼	5.5 ▼	36.8 ▼	0.0 ▲
⑭ 밀양댐	2,182	3,254	1,155	2,225	2,059	2,176	-	49.1 ▲	47.1 ▼	2.0 ▲	5.6 ▼	0.3 ▼
⑮ 부안댐	1,674	1,984	942	1,706	2,436	1,666	-	18.5 ▲	43.7 ▼	1.9 ▲	45.5 ▲	0.5 ▼

분석 결과 댐 건설시(Case 1)를 기준으로 홍수량은 ①강우량의 증가(Case 2)로 인해 대·중·소 유역에 걸쳐 각각 평균 34.0%, 52.5%, 35.3% 증가하여 전체적으로 약 40% 증가하였고, ②강우의 시간분포 방법의 변경(Case 3)에 의해 대·중·소 유역에 걸쳐 각각 평균 2.9%, 12.2%, 42.3% 감소하여 전체적으로 약 18% 감소하였다. 또한, ③유효우량 산정방식 변경(Case 4)에 의해 대·중·소 유역에 걸쳐 각각 평균 6.0%, 9.5%, 2.5% 증가하여 전체적으로 약 6% 증가하였고, ④단위도 매개변수 추정 방법의 변경(Case 5)에 의해 대·중·소 유역에 걸쳐 각각 73.4%, 37.9%, 12.9% 증가하여 전체적으로 약 43% 증가하였으며, ⑤ 기저유량 조건 변경(Case 6)에 의해 대·중·소 전 유역에 걸쳐 약 1% 미만의 변화를 보이는 것으로 나타났다. 이러한 결과를 유역면적 규모에 따라 검토해 보면, 강우량의 증가에 따른 홍수량의 증가율은 중규모 유역에서 가장 크게 나타났고, 강우의 시간분포 방법 변경에 따른 홍수량의 감소율은 소규모 유역에서 가장 크게 나타났으며, 유효우량 산정방법의 변경에 따른 홍수량의 증가율은 중규모 유역에서 가장 크게 나

타났다. 또한, 단위도의 매개변수 추정방법 변경에 따른 홍수량의 증가율은 대규모 유역에서 가장 크게 나타났으며, 기저유량의 적용 방법의 변경은 홍수량 산정결과에 거의 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

**Table 5. 댐건설시와 최근의 홍수량 산정결과 비교**

댐 명	유역면적 ( $\text{km}^2$ )	댐건설시		최근	
		홍수량 ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	비홍수량 ( $\text{m}^3/\text{s}/\text{km}^2$ )	홍수량 ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	비홍수량 ( $\text{m}^3/\text{s}/\text{km}^2$ )
<b>대규모</b>	<b>3,470.8</b>	<b>15,584</b>	<b>4.9</b>	<b>23,630</b>	<b>7.7</b>
① 충주댐	6,648.0	26,680	4.0	35,950	5.4
② 대청댐	4,134.0	14,700	3.6	21,742	5.3
③ 소양강댐	2,703.0	12,390	4.6	20,715	7.7
④ 남강댐	2,285.0	15,800	6.9	24,650	10.8
⑤ 안동댐	1,584.0	8,350	5.3	15,094	9.5
<b>중규모</b>	<b>997.8</b>	<b>7313</b>	<b>7.4</b>	<b>11,414</b>	<b>11.5</b>
⑥ 임하댐	1,361.0	7,550	5.5	14,800	10.9
⑦ 주암댐	1,010.0	6,847	6.8	12,292	12.2
⑧ 용담댐	930.0	10,000	10.8	10,760	11.6
⑨ 합천댐	925.0	8,900	9.6	10,610	11.5
⑩ 섬진강댐	763.0	3,268	4.3	8,606	11.3
<b>소규모</b>	<b>132.3</b>	<b>2,857</b>	<b>23.0</b>	<b>2,717</b>	<b>21.6</b>
⑪ 횡성댐	209.0	3,658	17.5	3,610	17.3
⑫ 보령댐	163.6	3,145	19.2	3,424	20.9
⑬ 주암조댐	134.6	3,625	26.9	2,711	20.1
⑭ 밀양댐	95.4	2,182	22.9	2,410	25.3
⑮ 부안댐	59.0	1,674	28.4	1,430	24.2



### 3. 결론

본 연구에서는 국내의 다목적 댐을 대상으로 강우-유출 모형에 의한 과거의 홍수량 산정방식과 최근의 홍수량 산정방식을 유역면적 규모별로 분류하여 비교·분석하였다. 홍수량에 영향을 미치는 기본인자로 강우량, 강우의 시간분포, 유효우량 산정방법(손실분석), 강우-유출 모형, 단위도 매개변수 추정방법 및 기저유량 등을 선정하여 각 적용요소별 분석을 수행함으로써 홍수량에 미치는 영향을 정량적으로 분석하였다. 분석 결과 최근의 방법으로 산정한 홍수량과 과거의 방법으로 산정한 홍수량이 유역면적 규모에 따라 다양한 변동폭으로 증가하거나 감소하였는데, 강우의 시간분포 변경이 홍수량을 감소시키는 원인으로 분석되었고, 최근 기상이변에 의한 강우량의 증가와 단위도의 매개변수 추정방법의 변경이 홍수량을 증가시키는 가장 큰 원인으로 분석되었다. 한편, 댐 건설시와 최근의 홍수량 산정 결과를 비교·분석한 결과 최근의 비홍수량이 댐 건설시와 비교하여 약  $18\text{m}^3/\text{s}/\text{km}^2$ 의 편차에서 약  $14\text{m}^3/\text{s}/\text{km}^2$ 의 편차로 줄어 과거의 홍수량 산정방법보다 최근의 홍수량 산정방법이 보다 일관성 있는 것으로 검토되었다.

### 참고문헌

한국수자원학회 (2005). 댐 설계기준.  
 한국수자원공사 (2006). 다목적댐 운영 실무편람.  
 건설교통부 (2004). 댐의 수문학적 안정성 검토 및 치수능력 증대 기본계획수립 보고서.  
 한국개발연구원(KDI) (2007). 댐 설계기준의 적정성 검토 - PMP 및 PMF 산정을 중심으로-.