

## 국내댐 홍수방어능력 평가방안 모색

○ 김 경 덕<sup>1)</sup> · 신 은 우<sup>2)</sup> · 박 세 훈<sup>3)</sup> · 안 상 로<sup>4)</sup>

### 1. 서론

1995년 시설물의 안전관리에 대한 특별법(이하 시특법)이 제정되었고 시설안전기술공단이 설립되어 1종 시설물에 대한 정밀안전진단이 실시되었다. 시행 초기에 관련법령이 정비되고 정밀안전진단을 수행하기 위한 기술 및 인력개발이 가속화되었다. 물론, 시행착오도 많이 겪으면서 점차적으로 진단 및 유지관리 기술이 개발, 축적되었다.

댐의 안전을 평가하는데 가장 중요한 요소는 홍수와 지진으로서 최근 그 양과 빈도가 증가추세에 있으며, 그에 따라 시설물의 안전을 확보하기 위한 설계기준도 점차 강화되는 추세에 있다. 댐 시설물의 경우 과거에 건설된 대부분의 시설물들은 현재의 강화된 설계기준을 만족하지 못하고 있으며, 기실시한 댐 정밀안전진단 결과 또한 일부 다목적댐을 제외한 대부분의 1종 시설물이 홍수와 지진에 대한 안전성이 확보되지 않는 것으로 나타나고 있다. 이렇듯 설계기준은 지속적으로 개정 및 상향조정되고 있는 반면, 기존 시설물에 대한 안전을 확보하기 위한 구체적인 대책은 전무한 상태이다. 그러나 홍수와 지진에 대비한 기존 시설물 보강은 막대한 국가예산이 투입되는 문제이므로 구체적이고 현실적인 대책이 마련되어야 할 것이다.

따라서, 홍수방어에 대한 기존 시설물에 적절한 보수·보강 수준 및 방법 등의 대책을 수립하기 위하여 다음과 같은 주요 사항에 대하여 댐관련 전문가들의 의견을 수렴하여 국내댐의 홍수방어능력 평가방안을 모색하고자 한다. 다음 표 1과 2는 현재 시특법에 고시된 1종 댐시설물에 대한 현황을 나타내고 있으며, 이러한 1종 댐시설물에 대한 전문가 토론회·자문의 개요 및 주요안건은 다음과 같다.

- 
- 1) 정회원 · 시설안전기술공단 과장 · 공학박사 · 031) 910-4079 (E-mail : kkd@kistec.or.kr)
  - 2) 정회원 · 시설안전기술공단 본부장 · 기술사 · 031) 910-4008 (E-mail : ewshin@kistec.or.kr)
  - 3) 정회원 · 시설안전기술공단 부장 · 기술사 · 031) 910-4124 (E-mail : shpark@kistec.or.kr)
  - 4) 정회원 · 시설안전기술공단 실장 · 공학박사 · 031) 910-4097 (E-mail : srahn@kistec.or.kr)

<표 1> 1종 댐 시설물 현황(45개)

구 분	시설물명	형식	저수용량 (백만톤)	규 모 (L×H)	계획홍수량	준공년도	비고
다목적댐 (14개)	소양강댐	Fill	2,900	530×123	1000년	1973	
	충 주 댐	Conc	2,750	447×80	PMF	1985	
	대 청 댐	F&C	1,490	495×72	PMF	1980	
	안 동 댐	Fill	1,248	612×83	PMF	1976	
	임 하 댐	Fill	595	515×73	PMF	1992	
	합 천 댐	Conc	790	472×96	PMF	1989	
	남 강 댐	CFRD	309	1126×34	800년	1999	
	주 양 댐	Fill	457	330×58	PMF	1991	
	섬진강댐	Conc	466	344×64	PMF	1965	
	부 안 댐	CFRD	42	282×50	PMF	1996	
	보 령 댐	Fill	117	291×50		1999	
	용 단 댐	CFRD	815	496×69	PMF	2000	
	밀 양 댐	CFRD	74	535×89	PMF	2000	
	횡 성 댐	Fill	87	205×49	PMF	2000	
발전용댐 (11개)	청 평 댐	Conc	186	407×31	100년	1943	
	팔 당 댐	Conc	244	575×29	100년	1973	
	화 천 댐	Conc	1,018	435×82	100년	1944	
	춘 천 댐	Conc	150	453×40	100년	1965	
	의 양 댐	Conc	80	273×23	100년	1967	
	강 릉 댐	Fill	51	300×72	PMF	1991	
	괴 산 댐	Conc	15	171×28	약 50년	1957	
	삼랑진양수댐	Fill	10	529×78	200년×1.2	1984	
	무주양수댐	Fill	6	287×61	PMF	1994	
	보성강댐	Conc	6	274×12	100년	1937	
	산청양수댐	CFRD	-	360×87	PMF	2001	
용수전용댐 (20개)	평 화 댐	CFRD	590	410×80		1989	
	영 천 댐	Fill	96	300×42	200년×1.2	1980	
	운 문 댐	Fill	135	407×55		1994	
	사 연 댐	Fill	25	300×46	200년	1965	
	수 어 댐	Fill	28	437×67	200년	1978	
	덕 동 댐	Fill	33	169×50	기왕최대	1977	
	동 북 댐	CFRD	92	188×45	200년	1985	
	백 곡 댐	Fill	22	410×27		1984	
	예 당 호	Fill	47	315×13		1964	
	청 천 댐	Fill	21	306×23		1968	
	탑 정 지	Fill	32	573×18		1944	
	경 천 댐	Fill	28	368×64		1989	
	하 동 댐	Fill	31	486×59		1993	
	경 천 지	Fill	28	291×23		1935	
	대 아 댐	Fill	55	255×55		1990	
	장 성 댐	Fill	90	603×36		1976	
	담 양 댐	Fill	67	305×46		1976	
	나 주 댐	Fill	91	496×31		1976	
	성 주 댐	Fill	38	430×60		1997	
동 화 댐	Fill	31	474×59		1996		

<표 2> 1종 시설물 구분

• 댐 형식에 의한 구분

구 분	시설물 수	다목적댐	발전용댐	용수전용댐	비 고
필댐	27	5	4	19	
콘크리트댐	10	3	6		
CFRD	7	4	1	2	
복합댐	1	1			

• 경과년수에 의한 구분

구 분	시설물 수	다목적댐	발전용댐	용수전용댐	비 고
41년 이상	5	-	3	2	
31년~40년	6	1	2	3	
21년~30년	11	3	2	6	
11년~20년	8	2	1	5	
10년 이내	15	7	3	5	

• 저수용량에 의한 구분

구 분	시설물 수	다목적댐	발전용댐	용수전용댐	비 고
6천만톤 이상	25	12	5	8	
2천만톤~6천만톤	15	1	1	13	
2천만톤 미만	5	-	5	-	

• 댐 높이에 의한 구분

구 분	시설물 수	다목적댐	발전용댐	용수전용댐	비 고
30m 이상	36	13	7	16	
12m ~ 30m	9	-	4	5	

• 계획홍수량에 의한 구분

구 분	시설물 수	다목적댐	발전용댐	용수전용댐	비 고
PMF	14	11	3	-	
기타	31	2	8	21	

- 일 시 : 2001년 12월 20일 (목) 오후 2시
- 장 소 : 시설안전기술공단 2층 대회의실
- 제 목 : 국내댐 홍수방어능력 평가 및 대책방안 토론회
- 좌 장 : 윤용남 고려대학교 교수
- 사 회 : 안상로 시설안전기술공단 댐항만실장
- 참석자 : 이 성 용 (주)유신코퍼레이션 기술고문      이 희 승 (주)삼안건설기술공사 부회장  
 신 동 배 대한건설턴트 고문                      우 광 국 (주)도화종합기술공사 부회장  
 이 중 태 경기대학교 교수                      조 원 철 연세대학교 교수

지 흥 기 영남대학교 교수

우 효 섭 한국건설기술연구원 부장

엄 광 용 한국수력원자력(주) 부장

한 형 규 농업기반공사 부장

허 준 행 연세대학교 교수

신 은 우 시설안전기술공단 본부장

● 서면자문: 박 승 우 서울대학교 교수

한 수 남 전 시설안전기술공단 본부장

윤 광 희 한국수자원공사 처장

문 영 일 서울시립대학교 교수

● 안 건

- 1) 100년내지 200년 빈도로 설계된 기존댐(1종 시설물)에 대하여 PMF를 적용하면 방류 능력이 부족하게 되는데, 이에 대한 대책방안은 무엇인가?
- 2) PMF에 대한 댐 형식별 적정 여유고는 어떻게 설정할 것인가?
- 3) 팔당댐과 같이 홍수조절능력이 없으면서 한강유역 최말단에 위치한 댐에 대하여 PMF 적용이 과연 적절한가?

2. 본 론

다음은 토론회 및 자문내용을 요약 및 정리한 것이다(시설안전기술공단, 2002). 참고적으로 괄호( )안의 숫자는 의견을 내주신 자문위원의 人數를 나타내고 있다.

2.1 PMF로 설계되지 않은 기존댐에 PMF를 적용할 경우 현실적인 대책방안

과거에는 당시의 댐 설계기준에 따라 100년 또는 200년 빈도로 댐을 설계하였으나 오늘날에는 댐의 구분 및 댐 파괴로 인한 인명 피해 등을 고려하여 PMF로 설계하고 있다(건설교통부, 2001). 그러나 과거의 기준으로 설계 시공된 기존의 댐의 경우 PMF를 적용하는 경우 필연적으로 여수로 방류에 문제가 발생할 소지가 있다. 이런 경우 가능한 대안으로 ① 우선적으로 가능한 범위내에서 제한수위를 조정하여 소통여부를 확인, ② 최대한 제한수위를 낮추어도 소통에 문제가 생기는 경우에는 비상여수로의 규모를 산정, ③ PMF로 인한 방류량의 증가가 하류부 피해상황에 미치는 영향을 파악하여 댐 비상여수로 신설 및 증축에 따른 경제성 및 사회적 영향을 비교 검토하여 대안을 결정하는 것이 바람직하다. 비상여수로의 신설은 하류부에 영향을 주며, 댐 증축은 상류부에 영향을 줄 수 있으므로 댐관리기관과 진단기관사이에 의견조율과 관계 정부기관의 협의 하에 대안을 검토하는 것이 바람직하다. 다음은 위원들이 제시한 댐별 대책방안을 정리한 것이다.

1) 다목적댐

- 저수지 운영방식 개선
- 상류 신규댐 건설
- 비상여수로 신설 및 기존 여수로 구조변경
- 홍수방벽(파라페트)

- 홍수기 제한수위 변경
- 댐 연계 운영
- 수리모형실험을 통한 대책제시
- 2) 발전용댐
  - 댐월류시 댐 본체 및 양안부 보강
  - 하류부(에이프런 및 세굴방지공) 보강
- 3) 용수전용댐
  - 표면 차수 Facing 시공
  - 위험도에 따른 PMF의 적정 % 적용
  - 월류부 표고 저하
  - 비상방수구 설치
- 4) 기타
  - 관리주체가 대책방안 제시하여 그 결과를 바탕으로 기술적, 사회적, 경제적 측면에서 공통부분을 세워가는 방식
  - 장기간의 수문변동을 고려하여 대책방안 제시

## 2.2 PMF에 대한 댐 형식별 적정 여유고

설계인 경우와 진단의 경우로 구분할 필요성 있는데(건교부, 2001), 필댐은PMF 유입시 여수로의 홍수배제능력의 초과로 상승하는 저수지 최고수위에 1m의 여유고(불투수성부 0.5m와 이를 보호하는 보호층 0.5m를 합한 값)를 더한 값으로 결정하고 있고, CFRD 댐은 비탈경사 및 조도에 따라 기어올라가는 높이를 포함한 파고, 여수로 형식 및 댐형식에 의한 안전고를 합한 값을 여유고로 고려하도록 하고 있으나, PMF에 대한 여유고는 명확하게 규정하고 있지 않다. 콘크리트댐은 바람과 지진에 의한 파랑고를 여유고로 고려하도록 하고 있으나, PMF에 대한 여유고를 계산하면 필댐보다 여유고가 더 크게 나타날 수 있는 문제점을 내포하고 있다. 이러한 사항에 대하여 위원들의 의견은 다음과 같이 정리할 수 있었다.

- 1) 설계 및 진단의 경우 동일한 기준 적용(4).
- 2) 댐 형식별로 여유고 기준이 상이할 수 없음(2).
- 3) 댐 형식별로 여유고 기준을 구분할 필요 있음(3).
- 4) 외국의 결정사례를 조사하여 국내실정에 맞는 기준정립 필요(3).
- 5) 설계와 진단을 구분하여 경제성, 안전성을 고려한 적정 여유고 산정 필요(2).
- 6) 여유고 고려할 필요 없음(1).

## 2.3 상류에 다목적댐이 위치하는 하류부 발전용댐에 대하여 PMF를 적용하는 것이

## 과연 타당한가?

상류에 다목적댐이 위치하고 하류부에 발전용댐이 있는 경우에도 PMF에 대해서 적용 해보는 것이 바람직한 의견이 대부분이었다. 우선, 과거의 설계빈도 홍수량(예를들어 100년빈도)이 현재의 수문·기상상태에서는 몇 년 빈도에 해당하는가를 파악할 필요가 있다. 추가적으로 발전용댐 자체유역에서의 최악의 수문기상상태에서 발생할 수 있는 유입량과 상류 다목적댐에서의 최대방류량이 유입되는 상황을 고려하여 발전용댐의 수문학적 안정성(여수로 방류능력)을 검토할 필요가 있는 것으로 의견이 모아졌다. 다음은 PMF 적용에 대한 위원들의 의견수를 나타내고 있다.

- PMF 적용이 불필요함(4).
- PMF 적용이 필요함(7).
- 보류(4)

## 3. 결 론

이상과 같이 국내 수자원분야 전문가들의 서면 자문의견서 16명, 토론회 참가자 13명의 고견을 접하고 이를 정리하면서 우리 공단이 재정밀안전진단의 방향을 설정하는데 방향 설정에 많은 도움이 되었으며, 이를 바탕으로 보다 발전된, 안정적인 정밀안전진단을 수행하도록 할 것이다. 물론, 논의된 안건은 대단히 난해한 문제이며, 일거에 결정되어질 수 있는 문제가 아님이 명백하다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 관련 기관 및 전문가들의 공감대 형성과 문제해결을 위한 부단한 노력이 필요하다고 본다.

## 참고문헌

- 건설교통부(2001). 댐설계기준.
- 건설부(1993). 댐시설기준.
- 시설안전기술공단(2002). 국내댐 홍수방어능력 평가 및 대책방안 토론회 결과 보고서.