

# 필댐의 홍수방어능력평가에 따른 보수·보강 방안 검토

## Repair and Reinforcement for Flood Prevention Ability of Fill Dams

박대규\*, 권지혜\*\*, 권혁기\*\*\*, 배태호\*\*\*\*, 류근준\*\*\*\*\*

Dae-Kyu Park, Ji-Hye Kwon, Hyeok-Ki Kwon, Tae-Ho Bae, Geun-Jun Ryu

### 요 지

우리나라의 수문학적 특성을 살펴보면 유로가 짧고 경사가 급하며, 하계에 연강우량의 2/3 이상이 집중하기 때문에 치수적으로 매우 불리한 조건에 처해 있다. 수문학적으로 연최대 유량 대 연최소 유량의 비인 하상계수(河狀係數)를 외국하천의 경우와 비교해 보면 우리나라 하천의 경우가 수십 배에 달해 매년 홍수피해에 노출되어 있음을 알 수 있다. 특히 필댐의 경우 월류에 매우 불안정하므로 홍수방어능력의 중요성은 더욱 커진다. 따라서 본 연구에서 홍수방어능력이 부족한 필댐을 통하여 그 원인과 보수·보강 대책에 대하여 다양한 방법으로 검토하고자 한다.

**핵심용어 : 홍수방어능력, 보수·보강**

### 1. 서언

한국시설안전공단에서는 1995년부터 현재에 이르기까지 수리시설물에 대한 정밀안전진단을 주기적으로 실시하고 있으며 상세외관조사에서 발견된 결함 및 손상의 발생 원인을 분석·정리하고, 내구성 조사 및 각종 추가조사를 근거로 시설물의 결함정도를 포함한 현 상태를 평가기준에 따라 5단계로 등급을 부여하여 상태평가를 실시하고 있다. 또한, 댐에 대하여 각종 설계 자료의 검토 및 홍수방어능력평가, 사면안정해석, 침투류 해석, 내진 성능평가, 구조적 안전성 등을 종합적으로 고려하여 안전성평가를 하고 있다. 이러한 평가를 통하여 시설물에서 발견된 결함에 대하여는 시설물 본래의 기능회복, 잔존수명 연장, 내하력 증대 등을 위한 적절한 보수·보강 방안을 제시하고 있다.

본 연구에서는 정밀안전진단 시설물 중 홍수방어능력 및 체체의 안전성 확보가 결여된 시설물에 대하여 그 원인과 이를 개선하기 위한 보수·보강법 제시 방안에 대하여 검토하고자 한다.

### 2. 시설물 제원

본 사례는 2006년 한국시설안전공단에서 정밀안전진단을 수행한 필댐을 대상으로 하였다. 1952년에 착공하여 1962년에 준공된 약 46년이 경과한 댐으로서 체체는 높이 13.3m, 길이 314.5m의

\* 정회원, 한국시설안전공단 진단2본부 수리시설실, 공학사 parkdaekyu@kistec.or.kr

\*\* 정회원, 한국시설안전공단 진단2본부 수리시설실, 공학석사, wisdom@kistec.or.kr

\*\*\* 정회원, 한국시설안전공단 진단2본부 수리시설실, 기술사, hkkwon@kistec.or.kr

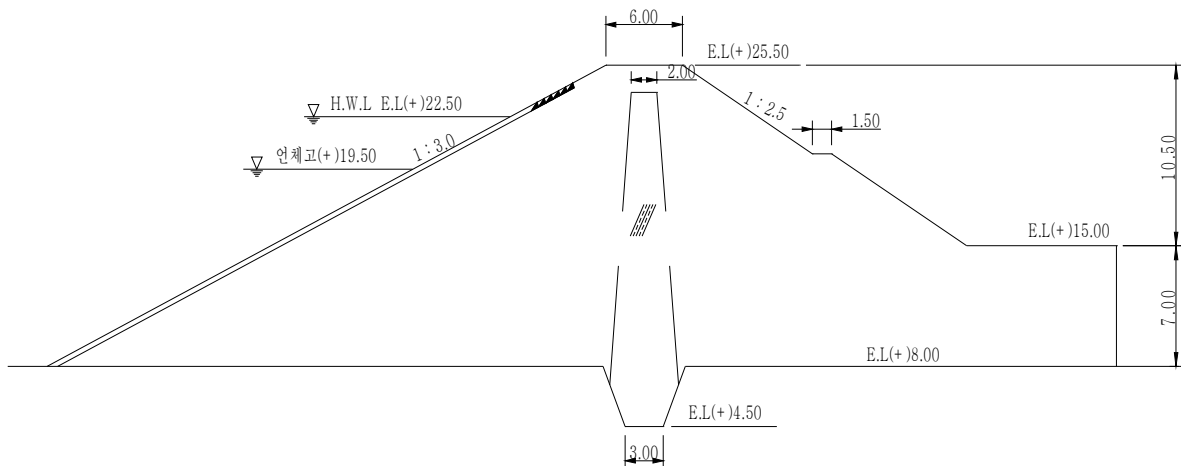
\*\*\*\* 정회원, 한국시설안전공단 진단2본부 수리시설실, 팀장, baeth@kistec.or.kr

\*\*\*\*\* 정회원, 한국시설안전공단 진단2본부 수리시설실 실장, 기술사, ryukj@kistec.or.kr

존형 필댐으로서, 제체의 우안에 여수로 방수로가 위치하고 있다. 여수로 방수로는 수문조절식으로 월류웨어 폭이 198.42m, 홍수위에서의 월류수심이 3.0m로 설계홍수량 1,645m<sup>3</sup>/s를 방류할 수 있다. 댐의 제원 및 표준단면도는 다음과 같다.

<표1> 시설물 제원

구 분		시 설 현 황
1. 저 수 지	총저수용량	47,100,000m <sup>3</sup>
	유효저수용량	46,070,000m <sup>3</sup>
	관리수위(홍수위)	EL. 22.50m
	홍수기 운영수위	EL. 21.50m
2. 제 체	형 식	존형 필댐
	제정표고	EL. 25.50m
	길이×높이	314.5m×13.3m
	제 정 폭	6.0m
	사면기울기	상류 1 : 3.0 / 하류 1 : 2.5
3. 여 수 로	형 식	Tainter Gate
	수 문	B=6.0m, H=3.6m, 26련
	웨어표고	EL. 19.50m
	방수로 폭	198.42m
	설계홍수량(최대방류량)	1,645m <sup>3</sup> /s



<그림1>표준단면도

### 3. 홍수방어능력평가

가. 정밀안전진단시 ○○저수지의 저수위별 저류용량, 방류량 관계에 따른 저수지 홍수추적 결과 PMF시 최고수위는 EL.25.77m로 댐마루 EL.25.50m를 월류하는 것으로 검토되었다.

나. 홍수방어능력 확보를 위하여 초기수위를 현재 웨어마루 표고인 EL.19.5m까지 낮추어 홍수 유입시 수문을 전개하는 비구조적 방안(Case 1), 기존 여수로 일부의 웨어마루표고를 낮추어 PMF 유입시 초기방류가 가능하게 운영함으로써 홍수방어능력을 확보할 수 있는 방안을 고려하였으며(Case 2), 현재 비월류부인 댐체를 콘크리트댐으로 개축할 경우 일부를 월류부로 만들어 수문 또는 가동웨어 설치 등으로 홍수시 방류 시작수위를 낮추어 방류할 수 있도록 하는 방안(Case 3), 역시 콘크리트부로 개축한 댐체의 일부를 월류부로 만들고 이 부분의 웨어마루표고를 낮추어 수문을 달아 운영하는 방안(Case 4) 등의 대안에 대하여 검토하였다. 그 결과 Case 3의 경우 높이 3m인 수문 또는 가동웨어를 설치하여 저류시에는 현재 상시만수위인 EL.22.5m까지 저류가 가능하고 홍수시에는 표고를 EL.19.5m까지 낮추어 방류가 가능하도록 한 결과 수문 또는 가동웨어 설치 부분의 길이가 250m는 되어야 최고수위가 EL.22.5m에 도달하는 것으로 나타났다. Case 4의 경우에는 높이 6m인 수문을 순폭 100m가 되도록 설치하여 표고 EL.16.5m부터 방류가 가능하도록 하고 폭 100m를 제외한 나머지 부분은 EL.25.5m로 현재 댐마루표고와 같게 하는 경우로 이렇게 운영할 경우 수위를 EL.22.5m 이하로 유지할 수 있는 것으로 나타났다.

다. 홍수방어능력 평가 결과 현재 운영방안을 따르면 PMF 유입시 댐체의 월류가 불가피한 상황이므로 안전성평가등급은 “안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(댐), 건설교통부, 2003”의 댐체 여유고에 대한 평가 기준을 준용할 경우, “댐월류가 발생하는 경우(하류부 피해정도가 중대)”에 대해 E 등급으로 평가하도록 제시하고 있는 바, ○○저수지는 E 등급(최하등급)으로 평가되었다.

### 4. 제체 안정성평가

가. 침투류해석

1) 투수시험결과를 이용하여 홍수위시 간극수압분포 및 침투수량, 수위급강하시 침윤선 형상 등에 대해 검토하였으며, 단면은 기존의 표준단면도와 시추조사를 실시하면서 확인된 실측단면에 대해 실시하였다.

2) 침투류 해석결과 이론적인 침투수량은 상시 계획홍수위시 표준단면과 실측단면 각각  $102.63\text{m}^3/\text{d}$ ,  $271.36\text{m}^3/\text{d}$ 로 산출되었으며, 해석결과에 의한 침윤선은 사면안정해석시의 간극수압자료로 적용하였다.

3) 한계동수경사 방법에 의해 파이핑에 대한 안전성 검토결과, 최대동수경사는 한계동수경사와 비교시 안정조건을 만족하는 것으로 나타났다.

나. 사면안정해석

1) 사면안정해석은 제체에서 실시된 토질조사 및 시험결과에 의한 물성치를 반영하여 재검토하였다.

2) 해석결과에서는 수위급강하시 상류사면의 안전율이 가장 작은 것으로 해석되었으며, 안전율은 Bishop 방법을 적용한 경우가 1.241로서 현재의 설계기준을 만족하는 상태이며, 이외의 조건에서

도 최소안전율을 초과하는 것으로 나타나 제체의 사면안정성에는 문제가 없는 것으로 판단된다.

### 5. 보수·보강방안

○○저수지의 경우 여수로 방수로 구조물은 대부분 보수가 이루어진 상태로 특별한 문제가 될 만한 손상은 없으나, 제체의 코어존에 연약대가 존재하는 것으로 나타났고, 또한 홍수와 지진에 대한 안전성평가 결과 지진에 대해서는 문제가 없으나, PMF에 대해 홍수배제능력이 부족한 것으로 평가되어 이에 대한 보수·보강방법을 제시하였다.

**<표2>보수·보강 우선순위**

개별시설명	보수·보강방법	보수·보강수준	우선 순위
여수로	홍수배제능력증대를 위한 여수로 방류단면 확대	개축	①
제체	·코어 존 그라우팅 ·연약층까지 제거 후 재성토	초기수준이상으로 개선	②

**<표3>홍수배제능력 증대를 위한 개축방안**

방안			웨어마루 (EL. m)	초기수위 (EL. m)	첨두유입량 (m³/s)	첨두방류량 (m³/s)	최고수위 (EL. m)	여유높이 (m)
①안	여수로 부분개축	20련의 웨어마루 EL. 16.5m로 낮춤	19.5 16.5	21.5	5,007	4,654	22.50	3.00
②안	제체 부분개축	순폭 100m, 높이 6m 수문을 갖는 필댐으로 개축	16.5	21.5	5,007	4,766	22.30	3.20
③안	제체 전면개축	순폭 100m, 높이 6m 수문을 갖는 콘크리트댐으로 개축						
④안	제체 증고	여유고가 확보되도록 증고	19.5	21.5	5,007	3,693	25.77	2.13

- 1) ①안은 여수로 26련 중 15련의 웨어마루를 현재의 EL. 19.5m에서 EL. 16.0m로 낮추고, 수문의 크기를 H=3.6m에서 H=7.1m로 교체하는 방안이다.
- 2) ②안과 ③안은 제체에 여수로를 설치하는 방안으로서, ②안은 여수로가 증설되는 부분만을 개축하고 나머지 구간의 기존 제체는 유지하는 방안이다.
- 3) ③안은 ②안의 기존 제체 전체를 콘크리트 비월류부로 개축하는 방안이다.
- 4) ④안은 하류 피해를 최소화하기 위한 적극적인 홍수방어 대책으로 제체를 증고하여 홍수배제

능력을 향상하는 방안이다.

## 6. 결론

본 사례에서 수행된 ○○저수지의 제체, 여수토 방수로 및 취수시설에 대해 정밀안전진단을 실시한 결과를 종합하여 요약하면 다음과 같다.

외관상으로는 특별한 손상이 발견되지 않았으나, 토질조사에서 제체의 코어존에 연약대가 부분적으로 존재하는 것이 확인되었고, 가능최대홍수량(PMF)에 대해 홍수배제능력이 부족한 것으로 검토되어 장기적인 안전성을 확보하기 위해서는 제체의 연약대 보강과 방류능력증대를 위한 개축이 필요할 것으로 판단된다.

본 연구에서 제시한 제체의 안전성 확보를 위한 코어 존 그라우팅, 연약층까지 제거 후 재성토 등과 홍수방어능력 확보를 위해 위에서 제시한 다양한 방안들은 향후 필댐의 홍수방어능력 및 제체의 안전성 확보가 결여된 시설물에 대한 적용에 큰 도움이 될 것으로 기대되며, 필댐의 관리주체 및 진단 기술자들이 활용함으로써 보다 정확하고 신속하게 시설물의 안전을 유지 할 것으로 생각된다.

## 참고문헌

1. 건설교통부(2003), 댐설계기준.
2. 건설교통부, 한국건설기술연구원, “한국가능최대 강수량 추정”, 2000.
3. 건설교통부, 한국시설안전기술공단, “안전점검 및 정밀안전진단 지침”, 2003. 12.
4. 건설교통부, “댐시설 유지관리기준”, 1994