

# 댐 및 저수지 비상대처계획



**오윤근** 부사장 (주)유신 수자원부  
**서상원** 전무 (주)유신 수자원부  
**이진수** 부장 (주)유신 수자원부

## 1. 머리말

### 가. 비상대처계획의 개념 및 목적

최근 전 세계적인 기상이변으로 대규모 호우가 빈번히 발생하고, 지구온난화에 따른 태풍 및 홍수규모가 거대화되고 있으며, 세계 도처에서 일어난 대규모 지진 등으로 많은 인명 및 재산피해가 발생하고 있다. 이에 따라 이상강우 및 지진 등 천재지변이나 예기치 못한 상황 발생 시 안전문제가 대두됨에 따라 댐 및 저수지에서 발생할 수 있는 여러 가지 비상상황을 가정한 비상대처계획(EAP, Emergency Action Plan) 수립이 필요하다.

비상대처계획수립의 목적은 댐·저수지 붕괴 등 비상상황이 발생하였을 때 대상 지역의 생명과 재산 손실을 최소화하기 위한 것으로서 댐·저수지 운영 및 관리책임자가 극한 홍수 및 지진발생 조건하에서 댐·저수지의 물리적, 지형적, 구조적 특성에 따른 발생 가능한 비상상황을 예상하고 이에 효율적으로 대처하기 위해 가능한 최선의 사전계획을 수립하는 것이다. 또한, 댐·저수지의 비상상황에 대처하기 위한 비상대처계획 수립 의무화 및 이에 대한 실제적인 모의훈련 등에 필요한 기초자료를 체계적으로 제공하고자 함에 있다.

### 나. 비상대처계획 수립배경

비상대처계획수립에 대한 그간의 국내 추진상황을 정리하면 다음과 같다. 1999년 12월에 비상대처계획 수립에 관련된 사항들이 수해방지 종합대책으로 시행 확정되었으며, 2003년 4월에는 국무총리 국무조정실 수해방지대책기획단 수해방지대책백서에서 이를 추진하도록 명기하였고 다음해인 2004년 1월 하천법 제15조 2항의 하천부속물의 비상대처계획 신설, 하천법 시행령 제8조 2항의 비상대처계획수립 신설 및 부칙에 시행일 및 수립기간을 병기하였다. 2005년 1월에는 자연재해대책법 제37조에 각종 시설물에 대한 비상대처계획수립에 대한 사항이 개정되었다. 2005년 8월에는 농업기반시설에 대한 비상

대처계획수립 의무화 <농어촌정비법>을 개정 공포하였으며, 2012년 5월 농어촌정비법 일부 개정을 통해 비상대처계획 대상을 총 저수량 30만㎥ 이상으로 확대 시행하였다.

### 다. 비상대처계획 관련규정

비상대처 계획 관련 규정은 자연재해대책법 제37조, 동법시행령 제30조, 제31조, 농어촌정비법 제20조, 동법시행령 제27조와 하천법 제26조, 동법시행령 제25조 등에 근거하고 있으며, 행정안전부에서 “댐·저수지 붕괴 등에 따른 비상대처계획(EAP)수립 지침(2018)”을 제공하고 있다.

**자연재해대책법 제37조** “태풍, 지진, 해일 등 자연현상으로 인하여 대규모 인명 또는 재산피해가 우려되는 댐, 다중이용시설 또는 해안지역 등에 대하여 시설물 또는 지역의 관리주체는 피해경감을 위한 비상대처계획을 수립하여야 한다.  
**농어촌정비법 제20조** “저수지 축조 등 대통령령으로 정하는 농업기반시설을 설치하려는 자는 농업기반시설을 착공한 후 1년 이내에 농업기반시설 붕괴 등의 비상 상황으로 발생할 수 있는 국민의 생명, 재산의 피해를 예방하고 줄이는 데에 필요한 종합적인 대처계획(이하 “비상대처계획”이라 한다)을 세워야 한다.”  
**하천법 제26조** 비상대처계획 ①댐 등 대통령령으로 정하는 하천시설을 설치하는 자는 하천시설의 붕괴 등의 비상상황으로 발생할 수 있는 국민의 생명·재산상 피해를 예방하거나 줄이기 위한 비상대처계획을 수립하여야 한다. 다만, 다른 법률에 따라 비상대처계획을 수립하는 경우에는 그러하지 아니하다.

### 라. 비상대처계획 수립 대상시설물

국내에서 비상대처계획을 수립하여야 하는 대상 댐·저수지는 한국수자원공사에서 관리하는 다목적댐, 생·공용수댐과 한국농어촌공사에서 관리하는 농업용저수지, 한국수력원자력주식회사에서 관리하는 수력발전댐, 환경부 산하의 상수원 저수시설 및 지방자치단체에서 관리하는 저수지 등이 해당된다.

구분	자연재해대책법(행안부) (시행령 제30조)	농어촌정비법(농식품부) (시행령 제27조)	하천법(국토부) (시행령 제25조)
수립 대상	대규모 인명 또는 재산피해가 우려되는 시설물 또는 지역 1. 내진설계대상시설물 2. 해일 하천법령, 호우 태풍 등 피해우려 시설물·지역 3. 댐 및 저수지 - 다목적 댐, 발전용 댐 - 총 저수량 30만톤 이상인 댐 - 붕괴위험 등으로 행안부장관이 고시하는 저수지·댐 4. 자연재해위험개선지구 중 비상대처계획의 수립이 필요하다고 지방자치단체장이 인정하는 지역 등	농업생산기반시설 1. 총 저수량이 30만㎥ 이상인 저수지 ※'12.5.18.부터 적용 2. 「방조제관리법」제2조제3항에 따른 포용 조수량이 3천만㎥ 이상인 방조제 3. 그 밖에 저수지 및 방조제 중 붕괴될 경우 인명이나 재산의 피해가 예상되는 시설로서 농림축산식품부장관이 비상대처계획의 수립이 필요하다고 인정하여 고시하는 시설	하천시설 1. 다목적 댐 2. 발전용 댐 3. 그 외 총 저수량 30만톤 이상인 댐

## 2. 국내외 댐·저수지 붕괴 사례

### 가. 국내 댐·저수지 붕괴 사례

우리나라에서의 댐 붕괴 사례는 1961년 전북 남원군 효기리댐 붕괴사고로 155명이 사망·실종되었으며, 1972년 부산의 구덕저수지 1900년 충북 보은의 장속 저수지가 붕괴되었고, 보청천 유역에서 소규모 소류지들이 연쇄적으로 유실된 적이 있다. 1984년 9월 한강유역에서의 호우로 인한 침수피해, 1990년 9월 일산제 붕괴에 따른 제내지에서의 범람 피해, 1996년 7월 한탄강 유역 연천댐의 붕괴 등은 댐의 적절한 수문조작과 댐 및 하천제방 붕괴에 따른 홍수해석에 관한 연구의 필요성을 증대시켰다. 1996년 이후로 지속적으로 발생하고 있는 이상홍수로 인해 1998년에는 40개, 1999년에는 5개의 소규모 저수지가 붕괴된 바 있다. 특히 2002년 태풍 루사의 경우 강릉 남대천 유역의 장현 저수지와 동막저수지가 붕괴되어 하류부 섬석천과 금광천 유역에 큰 피해를 입혔다.



장현저수지 붕괴 사진(2002.8.31.)

동막저수지 붕괴 사진(2002. 8. 31.)

### 나. 국외 댐·저수지 붕괴 사례

외국의 Ffill 댐 붕괴 사례를 살펴보면, 1889년 미국 South Fork 댐이 붕괴되어 하류부 Johnstown 지역에 2,200여명의 사상자가 발생하였고, 1963년 이탈리아의 Vaiont 댐은 2,600여명이 사망한 대규모 댐 붕괴 사고가 있었다. 또한 미국에서는 1972년 Buffalo Creek 댐, 1976년 Teton 댐 등의 다수의 댐 붕괴로 수백명의 인명피해와 수억 달러의 재산피해가 발생하였으며, 1979년 인도의 Marchu II 댐 붕괴시 2,000명 이상의 인명 피해와 400만 달러 이상의 재산피해가 발생하였다.



Tendon댐 붕괴 사진

Campos Novos댐 균열 사진

### 다. 지진에 의한 댐·저수지 붕괴 사례

1999년 9월 21일 오전 1시 47분에 발생한 Chi-Chi지진(또는'921지진'으로 불리움)은 진원이 지표로부터 불과 6.99km 깊이인 천발지진으로 규모는 7.6으로써 2,415명의 사망자와 1,305명의 부상자가 발생하였고, 수많은 시설물 파괴 등으로 인해 약 100억달러의 피해가 발생하였다.

Shih-Kang(石岡)댐은 높이 21.4m, 길이 357m, 저수용량 338만ton, 용수전용 중력식 콘크리트댐으로 18개의 수문형 여수로 구조물이다. 지진이 발생한 주단층(main fault) Che-Lung-Pu 단층으로부터 불과 약 300m 떨어진 위치에 있었다. 단층작용에 의해 Shih-Kang댐은 우안측(수문 16번~18번)이 약 2m, 나머지 우안측 댐체가 약 11m 상승하여 결과적으로 수직방향으로 9m의 단차와 수평방향으로 약 7m의 격차가 발생하면서 댐 체가 절단되는 사고가 발생하였다. 그러나 Shih-Kang댐은 댐체의 변위와 손상이 매우 컸으나 엄밀한 의미의 댐 붕괴(저수지물이 완전히 빠져나갈 정도의 붕괴)는 아니었다. 왜냐하면 상류측의 지형적 조건, 탈락한 수문 및 주저앉은 피어 등이 물이 빠져나가는 것을 막아 방류량이 약 100~200m³/s에 불과하였기 때문이다.

이외에도 중국에서는 Wenchuan 지진에 의해 1,803개의 콘크리트 및 필댐, 403개의 수력발전설비가 피해를 입었고, 일본에서는 Tohoku 지진발생 직후부터 약 400여개 댐에 대해 안전도 조사가 이루어져, 대부분 경미한 손상(소규모 사면활동, 콘크리트 탈락, 약간의 균열 등)만 입고 긴급복구 공사가 이루어졌으나 Fukushima현에 있는 Fujinuma댐(농업용댐)은 완전히 붕괴되었고, 8명의 사망자도 발생하였다.



Shih-Kang댐 붕괴 사진

### 라. 댐 유형별 붕괴사례 및 붕괴 원인

과거 미국군공병단이 미국 내 8,639개 댐에 대하여 실시한 안전도 진단결과 약 1/30이 불안정한 것으로 판정되었는데, 주된 결함원인의 85%가 여수로 단면부족으로 나타났다. Gruner(1963)의 조사에 의하면 1799~1944년의 기간에 308건의 댐 붕괴가 발생하였는데 이 중 57%가 흙댐이었고, 23%는 중력댐, 3%는 아치댐, 나머지 17%는 기타 형식이였다. 붕괴의 주된 요인으로는 부등침하 및 지진에 의한 기초부 유실이 51%, 부적당한 여수로가 23%, 파이프 및 침투가 7%, 부실시공 및 운영실수 등의 기타 원인이 19%였다.

국제대담회(ICOLD)에서는 1900년과 1973년 사이에 붕괴된 높이 15m 이상의 댐에 대한 조사를 실시하였으며, 주요한 붕괴요인은 월류 및 부적절한 여수로(34%), 기초부 결함(30%), 파이핑(28%) 등의 순으로 나타났다. 콘크리트 댐의 주요 붕괴원인은 기초부 결함(53%)이었으며, 흙댐의 경우는 파이핑과 침투(38%) 및 월류에 의한 붕괴(35%)였다.

형식 구분(Gruner, 1963)				흙댐 붕괴 원인(ICOLD, 1900~1973)		
흙댐	중력댐	아치댐	기 타	파이핑, 침투	월 류	기 타
57%	23%	3%	17%	38%	35%	27%

### 3. 비상대처계획 수립 현황 및 수립 절차

#### 가. 비상대처계획 수립 현황

비상대처계획 수립대상 저수지 및 댐은 총 1,389개소이며, 이중 1,371개소가 수립되었으며, 18개소가 수립중 또는 수립이 필요한 실정이다.

구분	계	저수지			댐				기타*
		소계	농어촌	지자체	소계	수자원공사	수력원자력	지자체	
수립대상	1,389	1,264	1,193	71	119	36	21	62	6
수립현황	1,371	1,264	1,193	71	103	36	21	46	4
미수립	18	-	-	-	16	-	-	16	2

\* 출처 : 수자원공사 내부자료, 농어촌공사 내부자료

#### 1) 수자원공사 재수립 계획

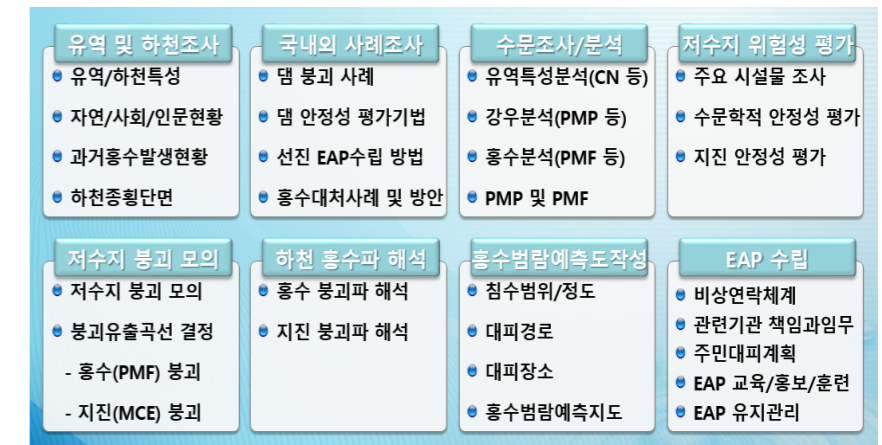
수자원공사에서 비상대처계획을 수립하여 관리하고 있는 40개 댐(다목적 21개소, 용수 14개소, 홍수조절댐 3개소, 홍수조절지 2개소)중 최초 수립된 30개댐은 '11~'13년 재수립 (갱신 13개소, 보완 17개소)을 완료하였으며, 재수립 주기(5년) 도래에 따라 '18~'19년 37개댐 갱신 및 보완계획을 수립하였다.

구분	한강 (7)	낙동강 (18)	금강 (3)	영산 · 섬진강(9)
갱 신 (21개)	소양강, 충주, 달방, 평화, 군남	남강, 군위, 영천, 안계, 운문, 대곡, 사연, 대암, 연초, 구천	대청, 용담	주암, 주암(조), 장흥, 수어
보 완 (16개)	횡성, 광동	안동, 임하, 합천, 밀양, 성덕, 김천부향, 감포, 선암	보령	섬진강, 부안, 평림, 담양, 화순

#### 2) 농어촌공사 재수립 계획

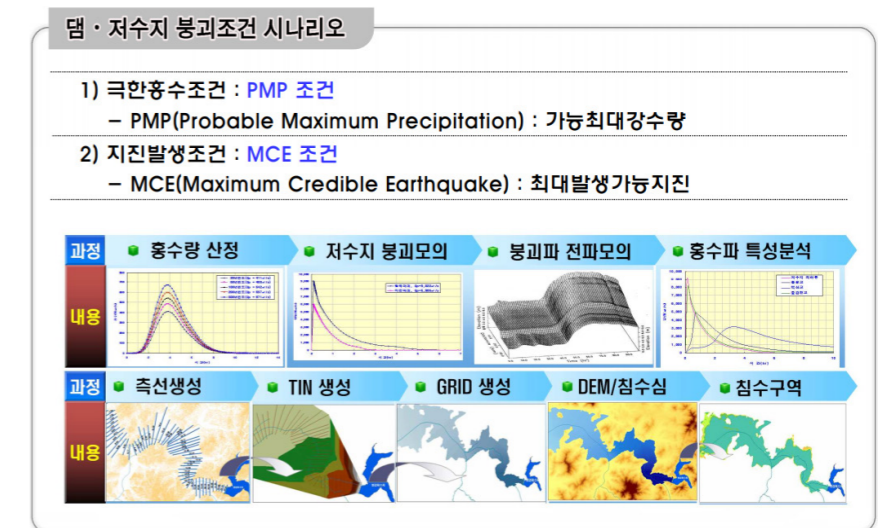
농어촌공사에서는 비상대처계획을 수립하여 관리하고 있는 저수지 1,193개소에 대하여 하류부 대피주민수, 안전점검 결과, 시설물 준공년도 등 재해위험정도를 종합적으로 고려하여 보완대상 600개소를 우선 선정하여 순차적으로 보완할 계획을 수립하였다.

#### 나. 비상대처계획 수립 절차



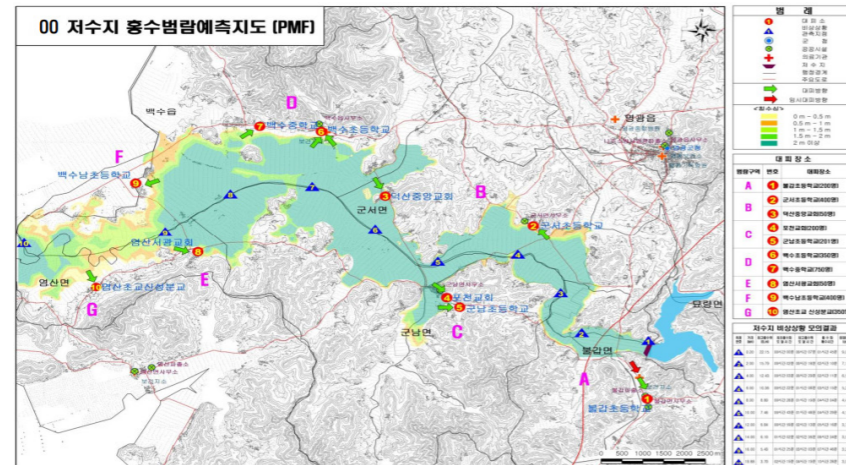
### 4. 비상대처계획 수립시 건의사항

#### 가. 가상붕괴 시나리오 구성



가상붕괴조건은 축조형식에 따라 댐의 붕괴시간, 붕괴단면의 형상 및 붕괴폭 등을 고려한 극한홍수시(PMF)와 지진발생시(MCE)에 대한 가상붕괴시나리오를 구성하고 각각 모의 결과를 비교·검토하여야 한다. 모든 시나리오를 검토하기에는 어려움이 있으므로 가능성이 높고 피해규모가 큰 가상시나리오를 적절히 선정하는 것이 중요하다. 가상붕괴 시나리오 구성시 복합댐 등 특수한 경우에 대해서는 붕괴부 형상을 단정하기 어려워 경우의 수가 증가하게 되므로 전문가 자문 등을 활용하여 가상붕괴 시나리오를 구성하는 것을 건의한다.

나. 비상대처계획도 작성



비상대처계획도 작성시 현장조사를 반드시 실시하여 대피장소의 위치가 바뀌지 않았는지를 확인할 필요가 있다. 또한, 대피장소 선정시 지자체에서 관리하고 있는 안전관리계획서 및 자연재난표준행동 매뉴얼을 참고하여 대피소를 선정하는 것을 건의한다. 홍수범람도 작성시 극한홍수시(PMF)와 지진발생시(MCE)에 대한 홍수범람 범위가 상이한 점을 감안하여 각각의 대피장소를 선정하여 운영하면 비상상황 발생시 주민들의 혼란이 가중될 것으로 판단되어 홍수범람시 대피장소는 일원화하여 대피할 수 있도록 수립하는 것을 건의한다. 홍수범람시 대피장소 표지판을 제작 설치하여 지자체 마을 주민 뿐 아니라 관광객 등 외부 주민들도 안전한 대피가 가능하도록 하는 것을 건의한다.

다. EAP 실습 및 훈련

**EAP 실습 및 훈련**

**훈련의 종류**

- 1) 전산(도상) 훈련
- 2) 기능 훈련
- 3) 실제 훈련

용담댐 붕괴대해 주민대피 도상훈련

▲ 경주시는 현안을 북군저수지에서 유관기관 합동으로 저수지붕괴를 가상한 대응훈련을 실시했다.

경주시는 2016년 5월 19일 천군동 북군저수지에서 유관기관 합동 저수지 붕괴를 가상한 대응훈련을 실시하였고, 수원시는 2019년 8월 30일에 광고저수지 비상대처 훈련을 광고공원 일원에서 지역주민, 수원시 시민안전과, 상수도 사업소, 보건소, 구청, 동행정복지센터, 경찰서, 소방서, 대한적십자, 한국전력공사, K수원지사, 비상복구업체 관계자 등 100명이 훈련에 참여했다. 이러한 실전훈련에서 미흡했던 부분 등을 파악하여 재수립시 반영한다면 효율적인 비상대처계획이 될 것으로 판단된다. 또한, 홍수범람시 행동요령과 대피장소가 표시된 브로셔를 제작하여 사전 배포하고 침수위험지역에 대피로와 대피장소가 표시된 표지판을 설치하여 비상상황 발생시 안전한 대피가 가능하도록 할 필요가 있다.

최근 전 지구적인 기상이변 등에 따른 자연재해의 양상이 점차 대형화되고 빈번하게 발생함에 따라 댐 및 저수지 붕괴 등에 대비한 비상대처계획이 필요한 실정이다. 방재 선진국으로 불리는 미국과 일본에서도 최근 슈퍼 태풍 등에 의한 큰 피해가 발생하고 있는 점 등을 감안하면 방재에 대한 내용은 아무리 강조해도 부족하다고 판단된다. 댐의 안전성을 강화하기 위해 댐 안전성 강화사업 등 구조적인 대책을 수립하고, 붕괴시를 대비한 비구조적 대책인 비상대처계획에 의한 실습 및 훈련을 실시하여 문제점 및 보완점 등을 5년마다 재수립시 반영한다면 댐 및 저수지 붕괴에 의한 피해를 최소화 할 수 있을 것이다.

4. 맺음말

참고문헌

1. 윤용남외 2명, 2005, 댐 붕괴에 대비한 EAP 수립 방안
2. 심좌근, 2011, 농업용 저수지 비상대처계획(EAP) 수립에 관한 고찰
3. 한국방재협회, 2017, 풍수해 비상대처계획수립
4. 정인주, 2019, EAP 훈련실습 및 평가
5. 국회법률도서관, 저수지법법 개정 참고자료