

노후저수지의 붕괴위험과 안전관리

JOURNAL OF DISASTER PREVENTION



이 백

한국농어촌공사
농어촌연구원 연구원

1. 서론

우리나라 식량부족현상은 단군시대 이래 1970년대 후반까지 계속되어 왔다. 광복 후 정부는 쌀 증산을 기하고자 농업용수 개발에 집중적인 투자를 계속하면서 의림지를 비롯하여 아산호, 남양호, 삼교호, 대호, 담양호, 장성호, 영산호 등 대규모 저수지를 축조하였다. 이러한 저수지를 중심으로 하는 다양한 수리시설물 구축사업의 결과로 1980년을 전후로 쌀을 중심으로 한 자급을 달성하게 되었다.

식량주권을 위한 핵심 농업생산기반시설인 전국 저수지는 17,427개이며, 공용연수가 50년을 넘긴 저수지는 69.4%에 달하고 있다. 이중 절반정도가 노후화로 인한 보수 및 보강이 시급한 현실이다. 그러나 예산과 인력의 부족으로 원활한 정비사업이 진행되고 있는 것은 않은 실정이다. 특히 소규모 댐과 저수지는 관리 전문인력의 부족, 점검시 제도적 평가기준의 미흡 등으로 체계적인 유지관리가 이루어지고 있지 못한 실정으로 규모가 큰 댐, 저수지에 비해 붕괴 사고가 다수 발생하고 있는 실정이다.

최근 지구온난화 등 기후변화와 기상이변에 의한 태풍이나 집중호우, 가뭄 등을 포함한 기상재해가 빈번히 발생되고 있으며, 현재 자연재해의 90%이상이 기상재해로 인하여 발생하고 있는 실정이며, 이러한 기후변화에 따른 재해의 증가는 노후저수지의 안전성을 위협하는 요인으로 작용하는 실정이다. 공공시설물인 저수지 관

리체계를 개선하기 위해서는 현재 운영되고 있는 저수지 관리현황을 파악하고 이를 개선하기 위한 방안을 모색할 필요가 있다. 이러한 상황에서 본고는 노후화로 인한 저수지 붕괴위험에 대하여 소개하고 이에 대한 관심을 통해 피해를 최소화 하는데 기여하기를 바라며 기술하였다.

2. 노후저수지 현황과 위험요인

2013 농업생산기반 정비사업 통계연보에 따르면 농업용수용 댐 및 저수지는 17,427개에 달하며, 한국농어촌공사가 3,377개 그리고 지자체가 14,050개를 관리하고 있다. 전체 저수지중 51.9%가 1945년 이전에 준공된 저수지이고, 이중 50년을 넘긴 저수지가 69.4%에 달한다. 표 1에 따르면 한국농어촌공사 관리 저수지의 경우 50년을 넘긴 저수지는 67.3%에 달한다. 농업토목핸드북(1982, 농수산부, 농어촌진흥공사)에 따른 저수지 설계수명(또는 내구연한)은 60년이고 이를 고려하면 10개 중 6개 정도가 낡은 시설이다. 공용연수가 증가함에 따른 기능저하 및 노후화는 피할 수 없는 사실이다. 또한 70년대 이전의 저개발시대에 축조된 저수지는 관개수량의 확보가 우선시되어 안전성 측면에서는 미비점을 내포하고 있어 더욱 조심스러운 관리가 요구되고 있다.

표 1. 한국농어촌공사 농업용 댐과 저수지의 경과연수 (2013 농업생산기반 정비사업 통계연보)

계	경과연수			
	30년 이하	30년 이상 50년 미만	50년 이상 '45년 이후	'45년 이전
17,427 (전체)	851 (4.9%)	4,482 (25.7%)	3,089 (17.7%)	9,005 (51.7%)
3,377 (농어촌공사)	453 (13.4%)	651 (19.3%)	986 (29.2%)	1,287 (38.1%)

지난 2013년 4월 경주 안강읍에 있는 산대저수지(총저수량 25만톤)의 제방 일부가 유실되면서 16만 톤 이상의 농업용수가 하류부에 위치한 마을과 논밭 등을 덮쳤다. 이 사고로 농경지 2ha가 유실되었고 아파트, 주택, 종합운동장 등이 물과 토사로 잠기는 피해를 입혔다. 사고의 원인은 1964년 축조된 지은 지 50년이 다된 노후저수지 복통누수의 원인으로 제방 10m가 유실됐기 때문인 것으로 조사됐다. 산대저수지의 제방 붕괴 사고는 안전점검에서 D등급을 받고 정밀안전진단 예산을 확보하는 절차에서 발생한 사고였다.

이처럼 대형 재난사고 위험이 커지고 있지만 보수·보강작업은 더디기만 하다. 전체 저수지의

| 기획특집 |

80.6%를 관리하고 있는 지자체가 정비 예산을 마련하지 못하고 있기 때문이다. 노후 저수지의 60% 이상이 몰려 있는 경북·전남·전북도 관계자들은 지방비와 지역발전특별회계에서 정비사업 예산을 충당하는데 우선순위에서 밀려 예산확보가 어려운 실정이다.

최근 지구온난화 등 기후변화에 따른 자연재난 위험 요인은 증가하고 있다. 최근 대규모 태풍·호우 빈발, 태풍피해액은 매 10년 단위로 3.2배로 증가되어 왔으며, 강수량은 17% 증가 하였고, 강수 일수는 18% 감소하고, 80mm/일(12시간) 이상 집중호우 일수는 90년대 대비 2000년대에 2.1배가 증가 등으로 설계기준 초과 강우에 따른 시설피해가 빈발하고 있다. 이러한 기후변화에 따른 재해의 증가는 노후저수지의 안전성을 위협하는 요인으로 작용하는 실정이다.

현재 농업용 댐과 저수지의 형식은 99.3%가 필댐(흙댐, 석괴댐, 사력댐 등)이고 콘크리트댐은 0.2%에 불과하다. 농업용 댐과 저수지의 대부분을 차지하고 있는 필댐은 축조 당시에는 최대한의 기술을 적용하여 축조되었다 할지라도 오늘날의 재료 및 토질 역학적 관점에서 불안정한 측면도 있다. 일반적으로 필댐의 주요 파괴형태는 제체 내부 또는 외부로 흐르는 물에 의해 재료가 침식되어 발생한다. 파괴 시 최종적으로 나타나는 형태는 저수지가 가지고 있는 특성에 따라 나타나게 되나 파이핑(Piping), 월류(Overtopping), 사면활동(Sliding), 부속 구조물의 파괴등으로 구분된다. 필댐의 특성상 국지성 집중호우 등에 의한 월류 파괴, 집중 누수에 의한 파이핑 등에 취약할 수밖에 없어 지속적인 대책이 필요하다. 그림 1과 같이 흙댐이 전체 붕괴사례 중 81%를 차지하고 있고 댐의 붕괴원인은 월류와 파이핑이 75%를 차지하고 있어 필댐에서 이러한 붕괴원인에 대한 안정조건이 얼마나 중요한지를 시사하고 있다.

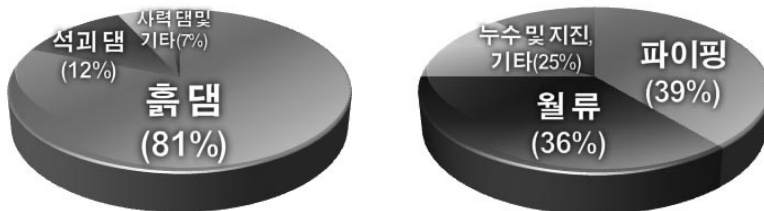


그림 1. 필댐의 형식별 붕괴사례(좌)와 댐의 붕괴원인(우)

3. 노후저수지의 붕괴방지 노력

표 2. 관련 법률에 따른 시설물의 분류

구분	시설물의 안전관리에 관한 특별법		농어촌정비법	
	1종	2종	1종	2종
저수지 (댐)	<ul style="list-style-type: none"> 다목적댐 발전용댐 용수전용댐 (총 저수량 1천만톤 이상) 	<ul style="list-style-type: none"> 1종 시설물 외의 지방상수도 전용댐 용수전용댐 (총저수량 1백만톤 이상) 	총저수량 30만톤 이상	총저수량 30만톤 미만

저수지·댐은 표 2의 「농어촌정비법」과 「시설물의 안전관리에 관한 특별법」(이하 시특법)에 따라 분류하여 관리된다. 「농어촌정비법」과 「농업생산기반시설 관리규정」에 따라 관리하여야 하며, 또한 「시특법」 등 개별 법률이 정하고 있는 사항은 해당 개별 법률에 의해 관리해야 한다. 따라서 시설관리자는 안전점검(정기점검, 긴급점검, 정밀점검), 정밀안전진단, 유지·개수·보수, 사용제한, 철거 등을 하여야 한다. 여기서 안전점검은 경험과 기술을 갖춘 자가 육안이나 점검기구 등으로 저수지·댐의 결함 등을 조사하는 행위를 말하며, 정밀안전진단이란 안전점검을 한 결과 저수지·댐의 물리적·기능적 결함을 발견하고 그에 대한 조치를 신속하고 적절하게 하기 위하여 시설의 구조적 안정성 및 결함의 원인 등을 조사, 측정 및 평가하여 보수, 보강 등의 방안을 제시하는 것을 말한다. 따라서 정밀안전진단 없이는 보수, 보강 등을 할 수가 없다고 볼 수 있다.

현행법상 총저수량 30만톤 이상의 저수지는 안전점검을 분기별로 1회 이상 실시해야하며 영농기 전에는 반드시 실시하여야 하고, 정밀안전진단은 준공 후 10년 이상 지난 저수지를 대상으로 5년에 1회 이상 정기적으로 실시하도록 규정되어 있다. 총저수량 30만톤 미만의 저수지의 경우에는 안전점검을 분기별로 1회 이상 실시해야하며, 정밀안전진단의 정기적 실시는 규정되어 있지 않지만, 안전점검에서 이상상황이 발견되었을 경우 예산을 신청하여 정밀안전진단을 받을 수 있다고 명시되어 있으나 예산과 인력의 부족으로 신속히 이루어지지는 않고 있다. 2013년에 붕괴된 산대저수지가 이러한 경우이기도 하다. 이에 대한 대책으로 한국농어촌공사에서는 2013년부터 진단대상지 추가선정을 위한 유보액 운영을 시행하여 진단시급 저수지에 활용하고 있으며, 사전재해예방을 위하여 ‘재해예방 계측시스템’ 설치 사업을 확대하고 있다. 이는 안전점검과 지진의 영향을 원격·자동으로 점검할 수 있는 시스템으로 정밀안전진단과 보수·보강에 준비에 소요되는 시간을 단축시키려는 노력의 일환으로 시행되고 있다. 또한 한국농어촌공사에서는 안전행정부 시범사업으로 ‘저수지 붕괴예·경보 서비스 구축 사업’을 진행하고 있으며 이는 저수지·댐 붕괴 시 하류부 주민들에게 경보하여 신속히 대피할 수 있도록 하는 시스템이다.

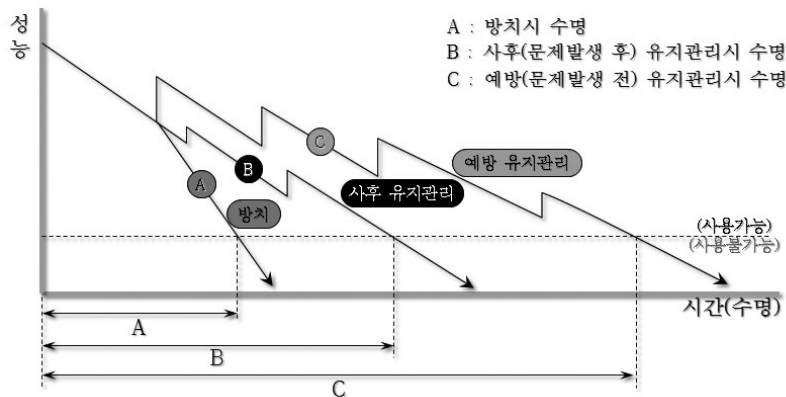


그림 2. 저수지·댐의 내구연한과 시설관리

저수지·댐의 내구연한은 60년이지만, 1종 저수지의 경우 관련법령에 따라 예방 유지관리가 이루어지고 있어 그림 2와 같이 그 수명이 증가하여 붕괴의 위험요인은 극히 적다고 할 수 있다. 하지만 2종 저수지의 경우 관련법령에 따른 안전관리를 하고 있으나 이는 사후 유지관리 또는 방지로 귀결되기에 그 수명이 상대적으로 길다고 할 수는 없는 상황이다. 노후화되는 2종 저수지의 예방 유지관리를 위해서 정밀안전진단 실시 주기를 마련하는 방안을 활용하고 있다. 현재의 1종 저수지는 총저수량 30만톤 이상을 의미하지만 이는 50만톤에서 하향 조정된 「농어촌정비법」 시행령 개정에 따른 결과이다. 이에 따르면 한국농어촌공사 관리의 1종 저수지가 272개소(31.6%)가 증가한 하였다.

우리나라는 최근 기상이변 등의 기후적 요인으로 매년 크고 작은 수해가 발생하면서 많은 재산과 인명피해를 겪어 왔다. 특히 '96년과 '98년의 임진강 유역과 경기북부 지역의 집중호우를 시작으로 2000~2014년까지 대형 태풍의 영향으로 대규모는 물론 중소 수공 구조물의 설계빈도를 초월하는 폭우를 동반하여 전국적으로 사상 유례없는 막대한 홍수피해 및 저수지 붕괴사고를 발생시켰다. 이와 같은, 대규모 수해발생은 기상이변 등의 불가피한 측면이 직접적인 원인이나 그동안의 재해예방에 대한 노력 부족, 예방 및 복구체계의 미흡 등의 인프라 부족도 원인으로 작용함을 부인할 수 없기 때문에 사전 예방능력 강화 등 재해방지를 위한 물적·제도적 기반구축을 위한 효과적인 재해대응시스템이 요구되고 있다.

현행법상 총저수량 30만톤 이상의 1종 저수지는 비상대처계획(EAP, Emergency Action Plan)의 의무적 수립을 규정하고 있다. 비상대처계획(EAP)이란 예기치 못한 이상홍수나 지진으로 댐이나 저수지에 예기치 못한 비상상황이 발생될 경우 하류부 지역 주민들의 생명과 재산의 피해가 발생할 수 있으므로 발생 가능한 재난에 대비한 비상대처계획을 수립하여 실습과 훈련을 통해 피해규모를 최소화하는 실천적 사전계획을 말한다. 여기에 더하여 한국농어촌공사의 경우 위험요인별 위기관리 매뉴얼을 수립하여 대처하고 있다. 저수지 붕괴 등의 사고에 따른 시설피해 및 하류지역에 대한 인명 또는 재산의 피해 정도가 매우 큰 긴급 상황에 대해 전사적인 위기관리체계와 부서별 활동방향을 규정하여 피해를 최소화하려는데 목적이 있고, 매뉴얼의 작성근거로는 국가위기관리지침 및 공공기관 및 공사 위기관리 지침에 근거하여 작성되었다.

최근 기후변화와 도시화의 진행으로 예측이 어려운 돌발적 재난과 여러 피해유형이 결합된 대규모 복합재난이 증가함에 따라 재난대응 및 복구업무를 제대로 수행할 수 있는 전문인력을 육성하는 일은 국가적으로 매우 중요한 일이다. 재난발생시 재난에 대하여 모든 역량을 집중하여 재난대응에 앞장서는 재난대응 전문가로서의 역량을 발휘하도록 사전에 충분한 교육과 훈련이 필요하다. 2013년 8월 6일 재난상황시 신속한 대응을 위해서 재난안전관리 역량강화를 위한 법률이 개정되었고 현재 한국농어촌공사에서는 시설물관리 책임관리제 및 「농어촌정비법」에 따라 교육 강화를 위하여 농업생산기반시설 안전관리 과정을 운영하고 있다.

4. 결론

저수지의 노후화는 공용연수의 증가에 따른 필연적인 결과이며, 시설관리자가 유지관리에 더욱 노력을 기울여야 하는 이유이기도 하다. 특히 이상기후로 인한 위험도의 증가는 노후 저수지의 안정성에 악영향을 미치고 있다. 이러한 상황에서 1종 저수지(총저수량 30만톤 이상)은 관련 법률에 따라 제도적으로 충분한 정도의 유지관리(주기적 안전점검 및 정밀안전진단, 재난대응교육, EAP 수립 의무화 등)가 규정되어 있지만 소규모 저수지(총저수량 30만톤 미만)의 경우 제도적으로도 취약한 상황이고 전문인력과 예산이 부족한 지자체의 경우에는 더욱 어려울 수밖에 없는 실정이다.

이러한 상황을 극복하기 위하여 저수지·댐을 농업기반시설을 넘어 국가기반시설로 보고 국비지원으로 제때 보수해 대형재난사고를 예방하는 보호제도를 구축할 필요가 있다. 저수지와 같은 수리시설물을 합리적이고 과학적으로 보호하기 위해서는 위험관리체계를 선진화할 필요가 있다. 대규모 복합재난으로 인하여 피해규모와 범위가 광역화되고 있어서 이에 대비한 위험관리의 중요성 역시 증대되고 있다. 이에 따라 자연재해 및 인적재해까지 포함하는 포괄적인 노후저수지 위험관리의 전반적인 수정이 필요하며 기후변화 대비 필요성이 강조되고 있다. 단순히 안전점검 및 정밀안전진단을 통하여 구조적 위험만을 가지고 정비여부를 결정하고 예산을 확보하는 체계를 보다 합리적으로 개선할 필요가 있다. 또한 저수지 관리주체가 한국농어촌공사와 지자체로 이원화되어 있어 대형재난사고의 위험이 높아 저수지 관리를 한국농어촌공사로 일원화해 전액 국비로 정비할 수 있도록 국가예산 지원 근거를 마련하기 위한 농어촌정비법의 조속한 개정도 전국시도지사협의회에서 제안하고 있는 실정이다.

보다 안전한 사회를 만들기 위해서는 정부, 지방자치단체, 국민 모두가 노후저수지의 위험요소에 대한 인식을 가지고 시설관리자가 안전관리에 만전을 기할 수 있도록 많은 관심을 가져야 할 것이다.

