연천댐 일부 붕괴에 대한 소고

전 병 호*

금년 7월 하순 경기도 북부지방에 내린 기록적인 집중호우는 연천군과 파주군에 막대한 피해를 가져왔습니다

이번 물난리는 근본적으로 전체 유역면적이 11,000㎢ 달하는 임진강 유역의 특성상 2/3 면적이 북한땅이고 그나마 대부분 지역이 군사 지역이며 여타 주요 강과는 달리 홍수 예방시설은 물론 수위 측정 장치 조차 제대로 갖추지 못한 수계입니다. 7월 25일부터 7월 28일간 국지적으로 엄청난 강우량을 기록하고 있는 한편 이 기간동안의 강우전선 이동형태를 보면 북부 지역으로부터 홍수량 유하속도와 유사한 속도로 기단이 남하함으로써, 하류지역에서는 강우 지속시간이 비교적 짧았음에도 불구하고 심각한 침수와 유실 등의 피해를 배가시켰다고 봅니다. 아울러 이번 집중호우는 강원도 철원지역에도 내려 한탄강을 따라 유출량을 크게 증가 시켰으며 결국 감당하기 힘든 물난리를 겪도록 만들었습니다.

특히 한탄강 수계 하류부인 연천군과 포천군에 걸쳐 위치한 소수력발전 전용으로 건설된 연천댐의 일부 붕괴는 우리 수자원분야 종사자들에게 충격을 가져다 주었습니다. 댐 붕괴의 원인 및 대책 등에 대한 분석은 다각적인 검토가 있은 후에 가능하겠지만 우선 모든 회원들의 궁금증을 해결해 주기위한 방안으로 지상 대담형식(Q/A형식)의 특집을 학회지에 수록하기로 하고 댐 전문가들의 의견을 수집하였습니다. 대면형식의 좌담회라면 어떤 결론이 유도되겠으나 이번 형식은 정밀 분석이 이루어지지 않은 상태에서 우선 관심있는 전문가의 현재 느낌이나 개략분석 또는 일반적인 의견을 듣고자 하는 것입니다. 아울러 앞으로 우리가 해야 할 것이 무엇인가 하는 것도 짚어보고자 하는 것이 이번 지상 대담형식의 특집을 마련한 목적입니다.

이런 목적하에 학회에서 구성한 피해현장 조사팀의 견해와 비록 현장을 직접 답사하지는 못했지만 회원의 적극적인 참여라는 견지에서 몇분의 일반적인 견해도 함께 수록하였습니다.

학회에서는 지난 8월 2일 김계호회장님의 소집으로 〈'96년 7월 하순 경기 및 강원지역 홍수피해〉 조사팀을 구성하였습니다. 팀은 기상관계(김승 실장), 경기도 지역(이종태 교수), 강원도 지역(최예환 교수)과 연천댐 및 총괄(전병호 교수)로 나누어 구성하였으며, 현재 피해지역을 현지 답사하면서 정밀 분석에 도움을 주기 위한 기초 자료 보고서를 작성중에 있습니다.

1. (느낀 소감) 댐 붕괴에 대한 소식을 접하고 느끼신 소감을 말씀해 주십시오.

최예환(강원대 교수, 학회부회장) ☞ 사고 소식을 접한 후 실시한 현장 답사 및 탐문조사 결과를 분석할 때 우선 이번처럼 예기치 못한 강우량이 국지적으로 지역적 시차를 두고 흩뿌린 자연 현상이 신비스럽기까지 합니다. 임진강 유역의 특징중의 하

* 정회원, 육군사관학교 토목공학과 교수

나는 지리, 지역적 특수성과 다른 강보다 협소하지만 급한 유역 면적, 급한 하상경사와 일정한 유로 단면의 자연적 단애상 등 자연적 특성을 거론치 않을수 없을 것입니다.

특히 강원도의 철원, 하천지역의 피해지역을 조사하면서는 집중호우가 우리가 생각했던 것보다 훨씬 컷음을 알 수 있었습니다.

이번 홍수피해가 심했던 연천읍의 경우에는 600mm 이상을 기록한 이번 강우량에 대해 연천읍을 차수하던 4-5m 높이의 제방은 별로 제구실을 할 수 없는 상황이였고 한탄강 수계상의 연천댐의 범람과 결과적인 유실은 피할수 없는 재앙이 아니였나 생각됩니다.

이번 연천 댐의 유실 원인과 분석을 보다 철저히 실시하여 기존의 관계 규정과 시방서를 좀더 면밀히 재검토하여 학회에서도 나름대로 항구적인 재해방지 대책 수립에 필요한 기준과 법규를 손질해야 되지 않나 생각됩니다.

김 승(건기연 기획실장, 수문분과 위원회 간사) ☞ 앞으로 조사를 통하여 붕괴원인은 차차 밝혀 지겠지만, 우리가 자연의 힘을 너무 과소평가하고 있다고 느껴집니다. 한편, 유역면적이 1800 평방킬로미터 이상되는 큰 댐이 붕괴되었다는 그 사실자체가 제대로 알려지지 않고 있으므로, 붕괴시 하천의 수위와 유량 그리고 댐조작 등 기초적인 정보를 공식적으로 발표하여 학계와 관련기관의 연구와 검토가 면밀히 이루어지는 사회적 책임과 의무를 다해야 된다고 봅니다.

정상만(공주대 교수, 교육분과 위원회 간사) ☞ 우리 주변에서 발생하는 재해는 홍수재해, 가뭄재해, 지진재해 등의 자연재해와 시설물 안전재해, 환경재해, 산업안전재해 등과 같은 인위재해로 구분할 수 있을 것입니다. 연천댐의 경우는 이상 홍수량이라는 자연재해가 원인이 되어 하천공작물인 댐이 유실된 결과로 해석할 수 있을 것입니다.

우리는 자연재해든 인위재해든 이에 대한 예방과 복구에 대한 체계적인 시스템구축과 제도가 갖추어져 있는가에 의문을 제기할 필요가 있습니다. 특히, 자연재해발생의 경우 "천재"냐? "인재"냐? 의 공방만 계속하고 원인규명과 대책에는 미흡하다고 생각합니다.

특히, 삼풍참사와 같은 인위재해 사건이 발생할 때는 인위재해에 대해서만 논하고 홍수와 가뭄과 같은 자연재해가 발생될 때에는 자연재해에 대해서만 대책을 세우려고 합니다. 재해라는 총체적인 관점에서 예방체계구축과 함께 재난 관리의 체계화가 시급하다 할 수 있겠습니다.

연천댐의 일부 붕괴는 통제 불가능한 이북지역의 집중호우와 호우를 동반한 구름대가 하천을 따라 이동하며 유출량을 배가시킴으로써 발생했다고 판단됩니다. 치수와 이수 그리고 하천환경의 기능을 동시에 고려한 체계적인 유역관리가 이루어져야만 재해에 의한 피해를 최소화 할 수 있을 것입니다. 태풍 "커크"가 일본을 강타했지만 피해가 최소화되는 것을 볼 때, 우리나라의 현실과는 전혀 다르다는 것을 알 수 있습니다.

권오헌(충남대교수, 학회부회장) ☞ 차제에 소수력발전댐이나 소규모댐에 대하여도 안전도 검토가 이루어져야 한다고 봅니다.

윤태훈(한양대교수) ☞ 설계, 시공 및 운전의 총체적인 문제점을 정밀분석해야 할 표본이라 생각됩니다. 연천댐 붕괴사고를 심층 조사해석하여 댐안전에 관한 규정을 상세히 문서화하여 향후 학교 교육에도 이용하여야 할 필요가 있다고 생각합니다.

심순보(충북대교수) ☞ 한마디로 수자원 시설 관리에 대한 삼무(三無)의 당연한 결과라고 느꼈습니다. 즉 현 정부의 "수자원에 관한 근원적인 정책부재, 제도적 무관심, 행정적 무방비의 자연적 결과" 라고 느꼈습니다. 유비무환(有備無患)이 아니라 무비유환(無備有患)에 따른 집중호우로 인한 자연 재해와 정책 결여와 제도적/행정적 무방비에 따른 관재가 최악의 상태로 복합적으로 나타난 대재앙이라고 느꼈습니다.

서병하(인하대 교수) ☞ 소규모 댐이긴 하지만 우리나라에서도 홍수시 댐 붕괴사고가 일어났다는 사실에 놀라움을 금치 못하며, 수자원 분야에 종사하는 사람으로 책임을 통감하였습니다. 우리나라도 이제는 소규모 댐이나 대규모 댐을 포함한 수공구조물 관리에 홍수시와 같은 비상시에 대비한 구조물별 비상대처계획(Emergency Preparedness Plan)을 수립하고, 더나아가 구조물별로 SOP (Standing Operation Procesure)를 작성할 필요를 느꼈습니다.

2. 댐 붕괴의 주요 원인

댐 붕괴 원인으로는 집중호우, 댐 자체의 결함, 하천폭 감소에 따른 영향, 수문 조작 등의 댐운영 문제 및 대비 소홀 등을 생각할 수 있을 것입니다.

댐자체의 결함에서도 설계빈도 설정 잘못, 댐체 설계 잘못, 시공잘못, 기본 계획상의 잘못을 비롯한 여러 가지 원인을 상정할 수 있을 것입니다. 그렇다면 이번 연천댐 붕괴의 주요원인은 무엇이라고 보십니까?(가능성까지도 말씀해 주십시오)

김 승 ☞ 댐붕괴 현장의 방문 그리고 기상자료와 기본적인 댐의 제원으로써 미루어 판단할 때 댐붕괴의 원인은 복합적인 것으로 판단됩니다. 그러므로 어느 한가지를 붕괴원인으로 단정할 때는 신중을 기하여야 할 것으로 봅니다. 설계측면에서는 기초지반의 처리, 구조설계, 홍수설계빈도 결정, 설계홍수량 산정 등을 검토해 볼 필요가 있다고 생각합니다. 특히 설계홍수량의 산정을 면밀히 검토해 볼 필요가 있다고 봅니다.

이현삼(한국종합 부사장) ☞ 댐과의 원인을 진단하기 위해서는 적어도 다음에 열거하는 자료가 필요한 것으로 판단됩니다.

- 연천댐 실시설계 보고서 및 도면
- 연천댐 지질 보고서
- 연천댐 시공변경여부에 관한 자료
- 금회 발생한 댐파괴 과정자료(수문조작자료 포함)
- 금회 발생한 수문량 관측자료(유역강우량 및 홍수위자료, 유출량자료 등)
- 연천댐 파괴에 관련하여 시간적 댐 상, 하류의 홍수흔적 및 홍수피해 상황 자료

그러나 아직 이들 자료를 전연 입수하지 못해 연천댐의 파괴원인이 어디에 있는지 정확히 파악 할 수 없었으나 TV에서 보여진 댐 파괴형태 및 댐형식, 현장답사자의 현지 답사결과를 들어본 바에 의하면 대략 다음 세가지 원인이 크게 작용할 가능성이 높을 것으로 예감됩니다.

가) 댐체의 구조체적 원인에 있지 않을까 생각됩니다. 다시 말해서 연천댐은 복합댐형식(Combined Dam)－일류부는 홍수배제용 수문달린 콘크리트댐형식, 비일류부는 흙댐(Fill Dam)－으로 구성되어 있기 때문에 콘크리트댐과 흙댐과의 접합부에 일어날 수 있는 Piping Action방지를 위한 구조체적 결함이 있지 않았을까 하는 염려가 있습니다.

나) 금회 홍수의 댐월류로 인한 구조체적 원인이 있지 않았을까 생각됩니다. 상술하면 일반적으로 흙댐구조체는 홍수가 댐체를 월류할 때 가장 취약한 구조체입니다. 이와 관련하여 예견할 수 있는 것은 금회 발생한 홍수량이 연천댐의 설계홍수량보다 크지 않았을까 판단되며 이로 인한 댐월류가 흙댐 구조체부분을 파괴했을 염려가 있습니다.

다) 수문조작의 오류로 인해서 인공적 댐월류가 발생할 수 있다고 생각됩니다. 이와같은 염려는 상기한바 연천댐에 관한 많은 자료를 조사하여 분석하므로서 가능하다고 판단됩니다.

정상만 ☞ 연천댐은 소수력발전의 단일 목적으로 건설되었습니다. 그런데 7월 25일 오전부터 연천군과 한탄강 상류의 철원군 일대에 폭우가 내리기 시작 했으며 7월 26일 12시경에는 수문전체를 만개 시켰음에도 불구하고 7월 27일 오전 10시경 댐이 범람하여 우안 사력댐 부분의 붕괴를 가져 온 것으로 알려져 있습니다. 이는 기록적인 순간 홍수량 엄습이 하나의 원인이라고 할 수 있을 것입니

다. 또다른 원인은 무너져버린 댐의 양측날개벽 부분의 기초부분과 측벽의 처리에 문제가 있었을 가능성도 높다고 봅니다.

안상진(충북대교수) ☞ 이번 경기 북부지역의 7월 26일부터 내린 연속강우량 700mm 이상(연천농촌지도소) 으로 이 지역 강우사상 최대의 강우량으로 기록되었습니다. 연천댐은 소수력댐으로 한탄강에 위치하고 있습니다. 우리나라 소하천은 대부분 1日 강우량 300mm를 기준으로 설계하고 있기에 소하천인 한탄강도 예외는 아닐 것입니다. 그러므로 많은 집중강우에 대한 대비가 미흡하였을 것으로 생각됩니다. 그러므로 앞으로 이 지역의 정확한 수문자료 분석을 실시하여 하천의 대대적인 개수작업과 아울러 댐 보강공사를 실시하고 제방의 수문이 항상 작동 가능하도록 수시점검을 실시함으로써 재해에 대비하도록 만반의 대책이 시급히 이루어져야 합니다.

심순보 ☞ 현장 답사 조사 및 기존의 제반 설계 및 시공 도서와 그간의 관리 실태 등을 종합적으로 검토 분석하기 전에는 무어라 단정하기 어렵습니다. 그러나 댐 파괴 TV보도와 언론 보도에 의하면 댐 지점 선정 및 기본 계획, 조사 수문설계 및 세부 구조물 설계, 시공관리의 전과정, 시공후 댐 관리, 전반에 걸친 종합적인 검토를 요하는 사건으로 생각됩니다.

일반적인 댐파괴의 경우에는 토사 혼합 부분의 댐 사면의 배부름 현상, 공동 현상, 파이핑 현상, 부분 함몰 및 붕괴 현상 및 댐 날개벽 벽체와 댐 본체의 이음부의 누수와 부분 결괴 등의 댐 파괴 전 이상 현상이 나타나는 것이 보통입니다. 그러므로 이와 같은 현상이 사전에 탐지되었었나 하는 점도 집고 넘어가야 할 것입니다.

서병하 ☞ 현장 답사나 조사 및 자료분석을 통한 세부적인 붕괴원인 조사가 수행되어야 확실한 원인이 규명될 것입니다. 표면적으로 나타난 현상을 고려하여 유추할 수 있는 붕괴 원인으로는 다음을 열거할 수 있겠습니다.

- 연천댐 상류의 수문상황에 대한 정보가 결핍된 상태에서 설계가 이루어져서 기본계획이나 댐 설계상의 오류 발생 가능
- 홍수시나 비상시의 댐 운영조작 규정의 작성 미비나 오류
- 댐 기초부나 양안부의 설계나 시공상의 오류 등

권오헌 ☞ 정밀분석이 이루어져야 알 수 있겠지만, 연천댐의 설계빈도를 200년으로 설정하였다고하나 관계법규정 혹은 홍수량 산정상에 문제가 있지 않았나 판단됩니다.

최상기(삼안건설 부회장) ☞ 현지 여건과 설계내용을 알지 못하고 붕괴 원인에 대한 현장 조사에 참여하지 않은 상태에서 붕괴 원인을 말하기는 어렵습니다. 다만 이번에 발생한 이상홍수량에 비해 댐의 홍수배제 능력이 부족하여 홍수량이 댐을 월류한데서 댐붕괴가 이루어진 것이라고 생각됩니다. 결국 예기치 못한 홍수량이 발생되지 않았나 생각합니다.

3. 향후 관리대책

소수력 발전댐은 주로 관공서가 아닌 댐 건설자가 관리를 맡고 있어 이번과 같은 경우에 홍수관리에 문제가 있을 수 있다고 봅니다. 이번 댐 붕괴후 연천군은 댐관리권을 군으로 이관해 줄 것을 요청하고 있습니다. 댐 관리를 포함한 홍수방어 대책에 대한 의견과 향후 관리대책에 대하여 말씀해 주실 시오.

최예환 ☞ 현지에서 댐관리자 및 연천군 관계자 등과 면담을 실시하였으며 댐 관리지침서, 수문의 조작 일체에 대한 사항, 연천군과 관리 운영사간에 사전 보고 상태, 금번 홍수 기간의 운전 일지 등을 입수하여 문제점이 있는가를 분석하고 있습니다. 아무튼 실제 현지를 답사한 결과, 홍수조절 기능을 갖추기 위해 하천 단면이 단애형상인 조건에서 저

수능력을 증대시키기는 지형적 및 지리적 위치를 고려 할 때 상당히 제한적일 것으로 생각되었습니다. 피해 당사자인 댐 운영사에 향후 관리대책 및 복구대책에 대해 문의한 결과 향후 복구 및 운영 전반에 대한 관리회사측의 입장은 관계법규에 준하여 관계기관과 충분한 의견교환과 합의를 바탕으로 대처해나가겠다는 것입니다. 또한 향후 유사 사건 재발 방지를 위해 필요한 시설보강과 필요한 방법을 동원하여 기업의 사회적 책임을 다 할 것이라는 의지를 피력했습니다.

김 승 ☞ 붕괴된 댐은 발전용 댐으로서 현재와 같이 민간회사가 계속적으로 관리할 수도 있다고 봅니다. 그러나, 현재의 관리주체가 댐설치후 지금까지 법(하천법 38조, 39조, 40조)에 준하여 댐을 관리하였는지를 평가한 후 계속관리 여부를 설정해야 한다고 봅니다. 만일 댐관리주체가 그 동안 법을 준수하지 않았다면 응분의 책임을 물어야 할 것이며 다른 관리주체를 찾아야 한다고 봅니다.

서병하 ☞ 이수목적으로 건설되는 소수력 발전댐의 기본계획이나 타당성 조사 단계에서 댐 건설에 따른 해당 유역의 상류나 하류의 홍수 피해영향에 대한 조사가 반드시 이루어 지도록 제도적인 장치가 마련되어야 한다고 봅니다.

최상기 ☞ 군에서 댐 관리권을 장악하겠다는 것도 현명한 조치는 아닌 것 같고 결국 임진강에 대한 하천홍수 통제체제 속에서 홍수시의 댐 운영이 이루어져야 한다고 생각합니다. 임진강에 대한 중앙하천 관리체제가 구축되어야 한다고 생각합니다.

정상만 ☞ 우리나라의 9개 다목적댐은 한국수자원공사가 관리하고 있고 발전을 위한 댐은 한국전력공사에서 관리하고 있습니다. 그러나 홍수시 댐의 방류량은 각 유역의 홍수통제소가 결정합니다. 따라서, 소수력 발전댐의 방류량 결정은 해당 시.군의 재해대책관련기관이 맡는 것은 당연한 것이라고 판단됩니다.

안상진 ☞ 홍수방어대책으로는 댐의 수문조작으로 홍수조절이 가능하다고 보며, 문비의 평소 유지관리가 대단히 중요합니다. 그 다음은 하도내의 장해물 제거로 유로정비와 하도개량을 함으로써 가능할 것이고 마지막은 범람방지로서 제방설치 및 유실된 제방보강 공사와 하폭을 확대하고 하저를 굴착하여 범람방지가 가능한지 현지 사정에 맞도록 해야합니다.

윤태훈 ☞ 관리는 소유권자가 할 수 있다고 생각됩니다. 그러나 관리자의 저수지 조작이 수립되고 관리자는 이를 숙지하고 관계기관의 통제 계통내에 있도록 함이 필요합니다.

심순보 ☞ 우리나라의 부존 수자원 및 개발 가능 수력 지점을 감안할 때 연천댐과 같은 민자유치 소수력 개발은 그간 정부에서 적극 권장해 왔으며 청정 에너지를 전력 공급 계통상 취약한 지역에 양질의 전력을 공급할 수 있는 등 많은 장점을 가지고 있다고 봅니다. 그러나 어떠한 형태의 수자원 개발 사업도 우리나라에서는 국리 민복을 위한 공공복지의 사업이지 순수 이윤추구의 개인 사업이 될 수 없다고 봅니다.

그러므로 정부에서는 민자유치 수자원/수력 개발 사업에 대한 법적/제도적/행정적 기술적 제반 사업에 대한 기준 선정과 관리체계가 하루 속히 보완/완비 되어야 할 것으로 봅니다.

또한 자체 수문 관측 및 예.경보 시스템도 당연히 구축하여 철저히 관리가 되어야 할 것이며, 해당 시.군 및 자치 기구와 댐 주변 주민들의 의견수렴은 제도적으로 수렴하여 철저한 댐 안전관리가 이루어져야 할 것입니다. 또한 기상 이변에 의한 집중호우에 대한 예.경보 체제의 완벽한 구축 운영이 기본적으로 이루어져야 하겠습니다.

즉 기상관측 전문가들의 견해와 같이 휴전선 일대 및 임진강 유역의 60%이상을 차지하는 북한지역에 대한 강우/호우 예보를 포함한 종합적인 예.경보 정도를 높일 수 있도록 인공위성 활용, 기상레이다 설치, 낙뢰 방지형 전자동 텔레 매터링 시

스템 설치.운영 등 획기적인 관측 시설의 확충 운영과 조기 경보 체제의 강화가 불가결한 선결 과제라고 생각됩니다.

이현삼 ☞ 연천댐은 소수력발전 단일 목적으로 건설된 댐이며 이 댐은 사업승인시 해당 하천의 치수측면에서 댐 건설전후의 계획홍수위를 동일하게 한다는 기본전제하에 주로 수문으로 구성된 댐 형식을 택하였을 것으로 추정됩니다. 이와같이 주로 수문으로 구성된 댐은 댐운영관리 주체가 민이던 관이던 댐 상,하류의 치수적 안전성을 고려한 과학적 수문조작 관리지침을 작성하여 운영되어야 될 것입니다. 특히 수문조작지침의 작성은 수문분석 전문가를 상주시켜 실측수문량과 상관시켜 검증하므로서 오차가 적은 수문조작규정이 작성되어야 하며 이는 장래 유역전체의 홍수 예경보시스템구축의 기초자료가 되어야 할 것입니다.

4. 댐붕괴가 미친 영향

댐의 직하류에는 댐의 붕괴로 영향을 받은 시설물들이 적으나 좀더 하류의 국민관광지에 피해를 가중시켰다고 주민들은 주장하고 있습니다. 이번 댐붕괴가 수계에 과연 어떤 영향을 주었을 것으로 보십니까?

최예환 ☞ 금번 홍수피해에 대한 언론보도 내용을 시간별로 분석해보면 7월 25일 경에는 북한 지역 임진강 상류지역과 강원도 일원에 상당한 강우가 내렸으며 7월 26일 새벽에는 철원지역 일원으로 남하한 강우 전선이 27일 새벽에는 포천지역에 걸치게 되는 이현상을 보이고 있습니다. 따라서 7월 26일에는 전방 군부대의 홍수피해 사실이 보도되고 있고 7월 27일 새벽에는 연천읍 지역과 임진강 유역일대가 범람하드니 27일 오전 10시경에는 전곡 지역의 수재 발생을 보도하고 있습니다.

연천댐의 월류시작 시간은 27일 오전 10시경이며 연천댐의 수위 기록을 보면 월류 수위는 오후 2시경까지 별 변동없이 지속되고 있습니다. 댐 일부가 유실되어 저수지 용량이 유하됨에도 불구하고 저수내 수위가 강하하지 않았다는 사실은 유입량이 상대적으로 댐이 유실된 이후에도 계속 증가되었다는 사실을 시사하고 있읍니다.

따라서 댐 유실로 인한 어느정도의 하류측 수위 상승은 유발되었을 것으로 추정되나 많은 유입량으로 인한 하류측 범람은 충분히 예견된 현상이었읍니다.

김 승 ☞ 댐붕괴의 영향 때문에 하류에서 갑자기 하천의 유량이 늘어 났었고 수위가 상승했었을 것으로 추측할 수 있습니다. 그러나 댐붕괴 시점과 강우 시작과도 거의 일치하므로 댐붕괴로 인하여 유량이 얼마나 늘어났는지는 면밀한 자료 조사와 수리모의를 거쳐 판단해야 할 것입니다. 댐의 저수량은 1천 3백만m^3에 불과하여 만일 댐의 유입량이 없었다면 댐붕괴후 1시간내에 댐의 저수량이 모두 빠져나갔을 것입니다. 그러나 댐 바로 하류에 위치한 전곡수위표지점에서 높은 홍수위가 10시간 이상 지속되었으므로 댐붕괴가 하류의 홍수와 관련은 있지만 전적인 원인이라고 할 수는 없을 것으로 판단됩니다.

이현삼 ☞ 이 사항은 앞으로 이루어질 연천댐 복구사업의 방향 설정 및 댐하류에 주거하는 주민들의 의견 수렴과정에서 반드시 짚고 넘어가야 할 매우 중요한 시안이므로 다음 사항을 면밀히 검토하여 결론지어야 될 것입니다.

- 금회발생한 홍수량의 크기 분석
- 댐하류의 홍수흔적조사 및 홍수위 분석 (시간별)
- 댐파괴과정의 조사(시간별 파괴과정조사, 시간별 연천댐 저수위 변화조사)
- 댐하류의 침수현황조사(시간별) 및 개수현황조사

최상기 ☞ 댐이 유실된 단면으로 어느 정도 물이 유출된 것인지 모르겠으나 댐이 붕괴되지 않은 경우에 비하여 하류부에 유량의 증가를 초래했을 것

으로는 생각됩니다. 댐과 피해 지점이 가까웠다면 피해도가 상대적으로 컸겠으나 피해지점과의 거리가 먼 거리 였다면 피해도는 상당히 완화되었을 것으로 생각합니다.

심순보 ☞ 언론 보도에 의하면 금번 홍수로인한 임진강 수계의 피해는 지대하다고 봅니다. 즉 전곡을 한탄강 국민 관광지의 각종 위락시설, 음식점들, 상가, 주택 농경지 등 제대로 남아 있는 것이 없을 정도라고 합니다.

더구나 연천댐을 건설/운영 하는 현대건설 측의 피해와 손해는 더 말할 것이 없을 것입니다.

즉 댐 붕괴로 인한 피해와 그 영향을 정부, 사업주체, 토지자원, 각종 시설 및 모든 형태의 재산권의 손실을 유발했읍니다.

뿐만아니라 주민/지방정부/중앙정부/관련 사업주체간에 불신에 의한 사회·경제적 악 영향은 오래도록 그 잔영이 남게 된 것으로 봅니다.

권오헌 ☞ 이 역시 정밀 분석이 요구되며 수위, 유량, 유속의 급격한 증가로 하류 피해를 증가시켰을 가능성이 있다고 봅니다.

안상진 ☞ 댐우안 일부가 유실되면서 댐안측 저수량 약 1300만 m3 가 유실된 단면을 통하여 방류되면서 하류지역의 수위 상승을 가중시켰을 것으로 추정됩니다. 기정된 사실이지만 댐 붕괴는 하류에 막대한 피해를 줍니다. 이번의 경우는 현장실사에 참여하지 않아 알 수는 없으나, 과거 1980년 7월 충북 보은군 보청천 홍수실사의 경험에서는 하류에 인명 피해도 발생하였고 많은 토사를 한꺼번에 쓸어내려 농경지를 폐허로 만들고, 가축도 폐사시키며 모든 공공시설을 한번에 폐허를 만들었기에 댐하류는 불이 난 것 이상으로 황폐하게 되었었습니다.

한마디로 일정한 지역까지 완전히 초토화 시킬 수 있는 것이 댐붕괴로 인한 하류지역의 피해입니다.

서병하 ☞ 세부적인 홍수류의 분석에 의하여 판단할 수 있는 사항이지만 댐 붕괴에 의한 토석류의 유출량을 증가시켰다고 판단할 수는 있으나, 이것이 하류의 홍수피해를 가중시켰다고는 단정하기 어렵습니다.

5. 댐의 복구

댐의 복구에 대한 댐 상하류 주민들의 이해가 상반되어 댐을 해체하자는 주장과 댐을 견고하게 복구해야한다는 주장이 대립되고 있습니다. 또한 댐의 일부붕괴 지점 복구시에도 전체폭을 수문으로 설치하자는 의견도 개진되고 있습니다. 이런점을 감안하여 댐복구에 대한 의견을 말씀해 주십시오.

최예환 ☞ 현지의 일반적인 분위기는 연천댐의 폐쇄를 주장하고 있으나 과연 폐쇄해야 되는지 여부는 차치하고 복구안은 원칙적으로 주민과 관할 행정기관의 근본적인 요구 사항인 제반 민원 해결과 항구적인 대책이 아니고서는 시공자체가 집행되기 어려운 분위기로 인식되었읍니다. 운영 관리 책임회사의 입장 또한 보편 타당한 의견수렴을 원칙으로 항구적인 제 문제점 해결 방안을 위해 노력하겠다는 입장이였습니다.

김 승 ☞ 댐을 복구할 것인지 해제할 것인지는 법적인 문제라고 봅니다. 댐을 복구한다면 기존의 설계빈도와 설계홍수량을 재검토하여 댐의 홍수처리능력을 보강할 필요가 있다고 판단됩니다.

이현삼 ☞ 연천댐은 건설후 많은 시간이 흘렀으므로 연안의 모든 자연환경은 연천댐의 호반화 영향(지하수위, 댐하류의 갈수량, 수계의 생태계 등)에 익숙해져 있을 뿐만아니라 현재 댐상류의 농업용수 공급기능을 담당하고 있는 것으로 알고있습니다. 따라서 현 시점에서 연천댐을 제거한다면 또다시 자연환경의 변화 (一요인증가 예측)를 유발할 뿐만 아니라 국가적 재정손실 및 사회적 문제 발생소지가 많을 것으로 판단됩니다. 따라서 연천댐의 복구는 현재의 연천댐을 여하이 복구하여야하는 복구

방법에 달려있다고 봅니다. 연천댐의 복구방법은 우선 비파괴 구조물의 재사용 여부와 관련된 구조물 안전진단을 수행하면서 댐형식을 현재의 복합댐 형식에서 콘크리트 단일 댐형식으로 바꾸는 구조적 변경방식과 추후 가능한 계획홍수량의 변화에 따른 수문의 증가 등을 고려해 보는 것이 바람직할 것으로 판단됩니다.

권오헌 ☞ 댐의 복구 여부와 복구 방법의 결정은 임진강(한탄강) 종합계획의 일환으로 판단하여 결정하는 것이 타당하다고 생각합니다.

윤태훈 ☞ 복구가 되어야 한다고 봅니다. 비록 이해가 상반된다고는 하나 이미 존재했던 댐이고 예상 피해는 보상됐을 것이니 이해 상반은 문제가 되지 않는다고 판단됩니다. 또한 연천소수력발전소는 인근 주변 전력의 35%이상을 공급하고 있고, 수자원확보 문제가 심각해지는 상황에서 용수원으로 보전 활용하는 차원에서 필요합니다.

정상만 ☞ 댐의 건설은 경제적인 검토후 이루어졌을 것입니다. 또한 건설회사와 허가를 내준 관청간에도 계약이 체결되어 있을 것입니다. 댐 붕괴의 원인이 설계빈도를 훨씬 웃도는 강우량, 고장난 수문의 방치 등의 문제가 존재하고 있기 때문에 댐을 무조건 해제하자는 의견에는 선뜻 동의하기는 어렵습니다. 다만, 콘크리트댐의 경우 설계빈도 이상의 강우 발생시에는 흐름이 월류 할 수 있도록 견고하게 설계 및 시공되어야 합니다. 댐의 복구는 경제성을 검토한 후 적정한 조치를 취하면 될 것입니다. 중요한 것은 댐 복구후의 유지관리와 비상시 대처방안에 더 신경을 써야 할 것입니다.

안상진 ☞ 댐 설치는 댐의 상류보다 댐의 하류가 항상 더 혜택을 받게 됩니다. 적절히 수문을 열어 홍수조절을 하면 하류지역의 용수공급은 가능할 것이나, 문제에서 지적한 것 처럼 댐의 복구는 상하류의 이해가 상반되기에 기존댐을 민의를 수렴하여 복구하는 것이 민원을 해결하는 가장 좋은 방법이라 할 수 있습니다.

그러나 타당한 설계빈도를 설정하고 저류량을 계산해 보아 잘못된 부분이 있으면 즉시 시정을 해야 합니다.

최상기 ☞ 홍수량 재검토 결과에 의해 여수로의 증폭 방침과 함께 파괴 부분을 복구해야 하리라고 생각합니다.

심순보 ☞ 댐의 복구는 근본적으로 재 검토되어야 된다고 봅니다. 즉 복구될 부분 뿐만아니라 전체 구조물의 안전도 진단에 따라 기본계획, 설계세부내용, 시공방법 등의 기술적이 사항과 사업주체의 사업성 및 댐 상.하류 지역에 미칠 사회 경제적 영향과 수 환경적 제반 영향을 철저히 조사 분석한 후에 이루어져야 된다고 봅니다.

서병하 ☞ 댐의 복구는 이루어져야 한다고 생각되며 복구시 좀더 구체적인 치수, 방재에 대한 기술적인 검토가 병행되어야 합니다.

6. 설계빈도 설정

연천댐의 설계빈도는 200년으로 책정 되어 있는 것으로 추정됩니다. 연천댐과 같은 소규모댐의 설계빈도 선정에 대하여 말씀해 주십시오.

김 승 ☞ 댐의 중요도나 규모로 볼 때 설계빈도가 낮다고 생각됩니다. 연천댐은 높이가 22M로서 중규모댐으로 분류할 수 있으며 붕괴시 하류부 주민의 생명과 경제활동에 상당한 피해를 줄 수 있으므로 설계빈도를 높아야 할 것으로 판단됩니다. 또한, 댐의 중요도로 볼 때 설계빈도뿐만 아니라 가능최대홍수의 적용도 검토해야 한다고 봅니다.

이현삼 ☞ 일반적으로 댐높이가 15M이상이면 대댐이라 호칭하고 있습니다. 이는 댐 높이가 15M 이상되면 댐설계기준에 맞추어 설계하여야 한다는 의미를 내포하고 있습니다. 이런 관점에서 설계 홍

수량은 휠댐(기존댐: 콘크리트댐+휠댐)의 경우 적용되는 설계기준빈도인 약 500-1000년 빈도(휠댐은 200년 빈도 홍수량의 1.2배)로 하는 것이 바람직하다고 판단됩니다. 단 복구방법에 있어 현재의 복합댐형식을 콘크리트 단일 형식댐으로 변경하는 구조적 변경이 가능하다면 콘크리트댐의 설계홍수량설정 기준에 맞추어 휠댐의 설계빈도보다 낮은 빈도로 해도 될 것입니다.

서병하 ☞ 해당 하천내의 타 수리구조물과 마찬가지의 설계빈도를 적용하는 것이 바람직하나, 소규모 댐의 건설목적과 위치에 따라 상향조정도 가능하다고 하겠습니다.

윤태훈 ☞ 붕괴로 인한 인명손실이 예상된다면 설계빈도를 상향 조정함이 필요합니다. 또한 인명손실이 예상되지 않는다고 하더라도 단순히 붕괴된 댐을 복구하는 것보다는 설계빈도를 상향조정해서 이번 기회에 댐의 안전을 기하는 것이 현명하다고 생각됩니다.

심순보 ☞ 연천댐과 같이 댐 하류에 어떤 형태로든 관리 보호되어야 할 토지자원과 재산권 행사가 가능한 시설, 주거 생활 공간이 있는 지역의 저류형 댐 시설은 단순히 과거 기록에 의한 빈도 개념만으로 설계 홍수량을 책정한다는 것은 무리라고 봅니다. 원상복구가 미칠 영향에 대한 철저한 사회.경제적/환경적 영향 검토가 이루어진 후 종합적인 안전을 고려하여 설계 홍수량이 결정되어져야 할 것입니다.

7. 학회의 역할

댐붕괴 사건이나 대규모 홍수피해를 비롯한 토목과 관련된 각종피해나 사건발생시 학회가 담당해야 할 역할에 대하여 말씀해 주십시오.

김 승 ☞ 학회의 역할은 토목관련 사건이 발생하였을 때 객관적 입장에서 사건 해결을 유도하는 것이라고 생각됩니다. 따라서 사건발생의 원인이 공정하게 밝혀질 수 있도록 학술적인 지원을 해야하며, 향후 비슷한 종류의 사고가 발생하지 않도록 필요한 조치를 정부에 요구하는 역할을 담당해야 한다고 봅니다.

최상기 ☞ 정부 관계 기관의 협조를 얻어 토목학회나 수자원학회 중심으로 피해 또는 사고 원인 규명 조치 등에 적극적으로 나서야 하리라 생각됩니다.

서병하 ☞ 소수력 발전을 위한 댐 건설에 대한 종합적인 연구가 수행되도록 정부 당국에 적극적인 설득이 필요합니다. 현재는 에너지 개발차원에서 통산산업부에서 주관하고 있으나 국토의 이용이나 치수, 방재 차원에서 건설교통부가 할 일을 찾아야 하리라고 사료됩니다.

권오헌 ☞ 학회에서는 필요시 기술적 판정을 실시하고 아울러 정부 기관에 정책 건의를 해야 한다고 봅니다.

심순보 ☞ 지금까지 우리학회는 홍수재해에 대해서는 너무나 피동적인 대처밖에 한 것이 없었다고 봅니다. 대부분 경제적 이익이 없는 골치아픈 일이며, 잘되어도 본전이 되지 않는다는 너무나도 안이하고 범부적인 생각밖에 하지 않는 듯한 느낌이 듭니다.

본인도 이런 학회의 일원으로서 또한 수자원 전문가로서 재삼 사회적 책임감을 통감하며 재삼 유사 사고 방지에 적극 노력해야 됨을 다짐합니다.

만약에 학회 회장단 및 지도부가 "아주 새로운 각오"를 하여, 우리 토목 분야의 학회는 국가와 민족의 전체 기반 시설과 복지 사회 구현을 위한 실질적인 보루 역할을 한다는 겸허하고 순수한 생각을 한다면 학회의 조직과 운영체제 및 인적 구성을 대폭 개선해야 한다고 봅니다.

그리하여 우리사회의 기반을 지키고 선도하는 파수꾼으로서, 자발적이며 능동적으로 정부/여당/국

댐 형 식	콘크리트 문비형 토사혼합식댐	저 수 위	EL 45.0m (수심 13.5m)
댐 길 이	169.5m	하 상 수 위	EL 30.0m
총 저 수 량	1,300만m³	수 문	7개(10.5m×11.3m)
유 효 저 수 량	850만m³		1문 개방시 747 CMS
총 유 역 면 적	1,838㎢		(총 5,230 CMS)
만 수 면 적	3.9㎢	발 전 시 설 용 량	6,000kW
계획최대홍수량	5,230 CMS		(3,000kW×2기)
댐 정 상 표 고	EL 53.5m	도 수 로	길이 2.6㎞
	(높이 22.0m)		직경 4.2m
만 수 위	EL. 50.0m	심 사 승 인	'82. 12. 27
	(수심 18.5m)	준 공 년 월 일	'86. 11. 19

회/사회단체/기초단체 및 지방정부/토목관련 각종 기업체 및 연구소 등에 적극적이고 전폭적인 협동체제를 구축하여 홍수재해 방지와 유사시 피해 최소화 노력에 적극 임해야 될 것입니다.

윤태훈 ☞ 느낀 소감에서 언급했듯이 붕괴는 불행한 일이나 이미 일어난 사고이므로 댐안전을 기하는 좋은 자료가 될 수 있도록 함이 학회의 역할이라고 생각합니다.

안상진 ☞ 전문적인 지식을 가진 많은 석학들과 경험이 많은 전문가들이 모여있는 단체이므로 각종 시방서 규정과 법령으로 공포 못한 내규 등 자세한 기술수칙 등을 제정하고 심의하여 실무에 종사하는 분들에게 도움을 주는 단체로 활동하여야 할 것입니다.

8. 맺는말

우리는 빈번하게 홍수 피해를 비롯한 물난리를 겪으면서도 쉽게 잊어버리는 인간의 습성 때문에 애타하며 매번 수많은 피해를 반복하여 겪고 있습니다. 수자원분야 용역 단가가 매우 낮아 각 업체에서는 이 분야가 비정상적으로 위축 받고 있으며 수공시설에의 투자가 쉽게 눈에 들어나지 않는 점 때문에 매번 큰 피해를 입으면서도 그때만 소란을 피워대는 현실에서 우리는 보다 현실을 직시하고 우리의 길을 열어 나가야 할 것입니다. 특히 이번 댐의 붕괴 사건은 우리 수자원분야 종사자들에게 시사하는 바가 매우 크다고 봅니다. 사고의 원인이야 정밀분석 후에 나오겠지만 이번과 같은 사고는 앞으로도 또 일어날 수 있다는 것입니다. 만일 다목적댐과 같은 대규모댐의 붕괴가 일어난다면 그야말로 상상할 수 없는 아비규환의 현장이 될 것입니다.

이런 시점에서 우리는 우리 주변의 물관련 시설들에 대한 안전성 검토를 실시해야 할 것이며, 각종 계획과 설계에서부터 시공에 이르기까지 장인정신을 가지고 임해야 할 것입니다. 이번 댐사고뿐만 아니라 경기도와 강원도에 입힌 집중호우에 의한 피해의 원인을 정밀분석하고 대책을 수립하여 앞으로 이런 피해가 일어나지 않도록 하는 좋은 교훈으로 삼아야 할 것입니다.

정밀분석이 이루어지지 않은 상태에서 이번 지상대담에 기꺼이 응해주신 분들께 감사드리며,경우에 따라서는 여기에 제시된 견해들이 불완전한 정보에 의한 것이어서 추후 수정되어야 할 부분들이 있을 수 있다는 것을 회원님들께 알려드립니다. 감사합니다.