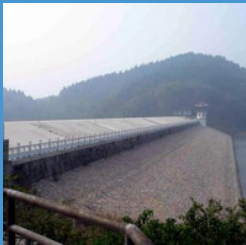


해외 댐 사업



- 01. 외국의 댐 재개발 사업
- 02. 수력 발전과 HVDC 를 이용한 송전
- 03. 북한 수자원 사업, 대박은 가능한가?
- 04. 라오스의 포장수력발전 현황



01 외국의 댐 재개발 사업



대림산업(주) 부장
조 민 수

서론

작년 대담회지에 기고한 글을 다시 읽어보다 문득 다큐멘터리 영화, “Dams: The Lethal Water Bombs”의 주 무대였던 인도의 몰라페리아르 댐의 현재 상태가 궁금해졌다. 인터넷에서 인도의 댐 안전에 관해 검색을 해보니 DRIP(dam rehabilitation and improvement project)에 관한 내용이 많이 올라온다. 호기심 반 기대 반으로 내용을 살펴보니 역시 이 댐도 재개발 대상에 포함되어 있어 다행이라는 생각이 든다.

이제 노후댐의 안전과 기능 정상화는 세계적으로 뜨거운 문제가 되고 있다. 어느 나라든 댐 안전은 사고 발생 시 예상되는 피해규모가 엄청나 안전에 대한 투자 우선순위는 높으나 제대로 시행되지 못하고 있는 것이 현실이다. ICOLD(1995)의 자료에 따르면 200여개의 댐이 붕괴되어 8,000명 이상이 사망한 것으로 조사되었다.

국내에서도 이와 같이 댐 안전 문제와 함께 노후댐 재개발 및 개선 사업이 공론화되고 있어 외국의 사례를 소개하고 시사점을 얻고자 한다.

미국의 댐 재개발 사업

미국에서 댐 안전 문제는 기본적으로 주 정주에서 다루고 있다. 미국토목학회(ASCE)는 미국의 인프라 시설을 대상으로 평가한 결과 댐은 ‘D’등급으로 평가했다. ASCE는 2007년 기준 미국내 85,000여개의 댐 중에서 4,000여개가 결함이 있는 것으로 평가했다. 이중 1,819개의 댐은 고위험도 댐으로 분류했다. 게다가 이 문제를 해결하기 위해 향후 5년간 125억 달러가 필요한 것으로 분석하였다.

이에 반해 실제 투자된 것은 절반에도 미치지 못하는 50.5억 달러로 추정하였다. 이렇듯 미국에서도 댐의 안전에 대한 관심에 비해 투자는 미흡한 수준이다.

미국의 Association of State Dam Safety Officials(ASDSO, 2009)는 비연방정부 소유의 댐에 대한 재개발 및 보수비용이 500억 달러에 달할 것이라는 보고서를 냈다. ASDSO는 댐 안전에 관한 연구와 교육을 시행하고 있는 비영리기구이다. 이 보고서에 따르면 댐의 안전 및 기능유지를 위해 2003년에는 300억 달러가 필요했지만 2009년에는 500억 달러로 늘었다고 평가했다. 오바마 정부와 새로 구성된 의회는 경기부양을 위해 7,870억 달러를 풀었는데 이 패키지에는 댐을 포함한 인프라사업에 상당부분이 할당되었다. 개략 1,500억 달러가 인프라에 투자될 것으로 평가되었다.



[사진 1] 전면적 개보수중인 미국 뉴욕주의 길보아 댐 (출처: HydroWorld.com)

현재 어느 정도의 예산이 댐 재개발에 투자되고 있는지는 정확히 알 수 없으나 개략 400억 달러가 2년에 걸쳐 댐을 포함하여 도로, 교량, 항만 및 물 공급 시설에 투자된 것으로 예상되고 이 돈 중 일부가 2,000 여개의 물 관련 인프라 사업에 지원됐다. 이로 인해 미국에서의 댐 재개발 사업이 본격화되기 시작했으며, 21개 주에서 272개 사업이 추진되었다. 이중 재개발에 지원되는 예산은 3.82억 달러로 추정하였다. ASDSO는 이 보고서를 통해 정부가 댐 개발기금에 대한 연방정부차원의 프로그램을 개발할 것을 권고했다. 이 프로그램은 비연방정부 소유의 댐 재개발에 대한 비용분담을 통해 주정부 프로그램을 지원하도록 하고 있다. 즉 연방정부가 65%를, 나머지 35%를 주정부가 부담하는 방안이다.

이런 예산지원은 주로 고위험도 시설을 대상으로 하고 있는데 개략 1/3이 이에 속하는 것으로 나타났다. 특히 댐의 경우 정부소유나 민간소유를 막론하고 붕괴될 경우 인명손실이 발생할 수 있는 위험성이 높은 것들을 대상으로 하고 있다. 고 위험도 댐은 단순히 댐의 조건이나 안전도와 관계된 것은 아니며, 댐이 결함이 있다는 것을 의미하지 않는다. 규모, 여건, 자금, 장래수요, 운영유지관리, 안전 및

회복력 등을 고려하여 평가한다. 미국에는 관리 대상 댐이 약 85,000개에 이르는데 이중 고위험도 댐이 지난 5년 동안 36% 증가했다. ASDSO에 따르면 고 위험도 댐이 재개발되는 것보다 더 급격하게 고 위험도 댐이 늘어나는 것으로 나타났다.

1998년에서 2006년 사이 불안정한 댐이 3,300개로 33% 증가하였다. 이런 상황은 매년 270개의 댐이 고 위험도 댐으로 분류되고 있는 실정이다. 이를 재개발하기 위한 연간비용은 8.5억 달러가 필요한 것으로 추정되며, 일례로 2007년에 341개의 댐을 재개발하는데 7억 달러가 소요되었다. 문제는 연방정부 소유의 댐들도 재개발이 필요하다는 것이다. 연방정부는 85,000개의 댐 중 4%만 소유하고 있지만 이 역시 다수의 댐이 재개발이 필요한 것으로 평가되고 있다. 실제 캘리포니아의 Folsom댐, 캔터키의 Wolf Creek 댐, 테네시의 Center Hill댐 등 대규모 댐에 대한 재개발이 진행되고 있다. 이중 Folsom댐은 미공병단, 미 개척국, 캘리포니아 수자원국, 세크라멘토지역 홍수 조절위원회 등이 댐 안전성 향상과 홍수조절능력증대 사업에 참여하고 있다. Wolf Creek댐은 미공병단이 콘크리트차수벽을 설치하는 공사이고 Center Hill 댐은 그라우트 커튼을 설치하는 보강사업이다.

인도의 댐 재개발 프로그램



[사진 2] 재개발 중인 인도의 Maharashtra주의 Bhatsa댐 (출처: CWC)

인도 정부의 수리부(Ministry of Water Resources) 산하 중앙 수리위원회(Central Water Commission, CWC)는 세계은행의 지원을 받아 댐 재개발 및 개선사업(Dam Rehabilitation and Improvement Project)을 수행하고 있다. 이 사업은 2011년부터 6년에 걸쳐 시행되고 있으며, 4개주에 대한 댐 재개발 및 개선 프로그램이 주요 골자이다.

인도정부는 Madhya Pradesh, Tamil Nadu, Kerala 그리고 Orissa주의 댐 안전성 향상을 위한 재개발과 제도 개선을 위해 세계은행에 3.7억 달러 차관을 신청했다. 사업은 댐의 재개발과 개선, 안정성에 대한 컨설팅과 자문, 4개주와 CWC에 대한 제도적 개선방안, 사업지원 및 감리 컨설팅, 댐 안전 훈련과정 지원, 댐 운영관리 하드웨어와 소프트웨어 지원, 경보 시스템 개발 그리고 기후모니터링 시스템 개발 등이다.

이 사업은 Kerala주의 물라페리아르 댐과 같이 4개 주에 산재해 있는 노후화된 댐 중 재개발이 시급한 223개의 댐을 대상으로 하고 있다. 특히 모든 대규모 댐에 대한 적정 운영관리 체계 개발도 포함되었다. 이에 따라 CWC는 국가차원의 댐 안전도 조사 등을 수행하기 위한 가이드라인 개발 등과 같은 제도적 체계를 구축하고 있다.

이 사업의 시행기관은 해당 주의 수리국에서 담당하고 있으며, 주전력위원회도 참여하고 있다. 이 사업의 전체 총괄은 외부 컨설팅 지원을 받으면서 CWC가 담당하고 있다.

어느 나라나 마찬가지이지만 인도에서 댐은 농업과 농촌 발전을 견인하는 중요한 역할을 하고 있다. 이는 독립이후 인도정부 정책의 핵심과제이며, 식량문제와도 연계되어 있는 최 우선과제이다. 특히 인도는 우기동안에는 집중호우가 시도 때도 없이 발생해 물 관리가 어려운 나라이다. 이와 같은 인도에서 불규칙한 수문사상은 물 공급관리를 어렵게 하고 있어 중국과 미국에 이어 가장 많은 댐이 건설되어 있다.

2009년 기준 지난 50년 동안 4,711개의 대댐이 건설되었으며, 현재도 390개의 댐이 건설 중이다. 이중 3,750개의 댐이 20년 이상된 댐이다. 특히 물라페리아르 댐과 같이 식민지 시대에 건설된 댐들은 100년이 넘고 있어 댐 체의 강도나 기초 등에 여러 가지 문제점을 안고 있으며, 운영관리에 어려움을 겪고 있다.

많은 댐들이 댐체누수, 기초불안정, 콘크리트 강조 저하, 여수로 규모 부족 등 문제점을 안고 있으며, 물라페리아르 댐의 경우는 댐의 붕괴위험 때문에 주민들이 대책을 요구하는 항의시위도 있었다.

따라서 인도정부는 기존의 고위험군 댐에 대하여 댐의 안전과 운영 상태를 정상화하기 위한 재개발과 현대화를 추진하며, 적정 유지관리 프로그램을 개발하고, 댐의 지속가능한 운영과 관리를 위해 문제점에 대해 정기적으로 조사할 수 있는 규정을 만들고, 댐 붕괴에 따른 피해를 최소화하기 위한 자산관리시스템을 구축하고자 하였다. 게다가 중앙정부 차원에서 댐 안전성을 강화하기 위한 기술 및 자원지원정책을 마련하고자 하였다. 인도정부는 이 사업을 통해 댐의 물리적 안정성은 물론 제도개선을 통해 댐 현대화 사업을 이끌고 있다.

중국의 댐 재개발 사업

중국에는 약 85,000개의 댐이 있으며, 이중 420개는 초대형이고, 2,744개는 대댐이다. 이들 댐들은 홍수조절, 관개, 용수공급, 발전, 환경개선 등 중국 근대화에 중요한 역할을 해왔다. 그러나 이들 대부분은 낮은 홍수설계기준과 시공품질이 떨어지던 1950~70년대에 건설되었다.

지금 이들 댐들은 노후화되어 적정 운영이 어려운 형평이나 예산부족으로 특별한 대책이 마련되지 못했다. 개략 40%에 해당하는 댐이 주민의 생명이나 재산상에 위험도가 높은 것으로 나타났다.

1954~2001년의 통계자료에 따르면 3,462개의 댐에서 균열이 발생했고 연평균 댐균열율은 세계평균보다 높은 0.0009% 정도로 파악되었다. 1980년 이후 중국정부는 댐 안전에 관심을 갖기 시작하였으며, 댐균열율을 대폭 감소시키는 정책을 추진하여 0.0006%로 낮추었으나 여전히 세계평균보다 높은 수치를 나타내고 있다.

1986년과 1992년 중국 수리부는 81개의 댐에 대한 1단계 재개발계획을 수립하였으며, 중앙정부의 지원 속에 고위험도 댐에 대한 보수, 보강사업이 추진되었다.

중국 수리부는 2000년에 위험도 댐에 대한 보강 및 재개발 계획을 통해 1단계로 81개 댐에 대한 보강사업을 1.9억 달러를 들여 완료하였고 2001년부터 2단계 사업을 추진하였다.

2002~2005년에 4억 달러를 투자하여 1,346개의 댐을 재개발하였다. 2006~2010년에는 2.5억 달러가 투자되었고, 2015년까지 국가홍수표준에 맞추기 위하여 8.3억 달러가 투자될 예정이다. 재원은 중앙정부, 성정부, 댐 소유자 등이 분담하여 본 사업을 완료키로 하였다.

댐 안전과 재개발 사업과 관련된 법률과 규정으로 Regulations of Reservoir Safety Management(1991), the Regulations on Dam Registration and the Reservoir Safety Appraisal Procedures(1996), the Guideline on Reservoir Safety Evaluation(2001) 그리고 the Norm on Dam Degrading or Decommissioning Management(2003) 등이 제정되었다. 이들 규정에 의거 6~10년 주기로 댐 안전점검이 이루어지고 있으며 공인된 기관이 수행하고 있다. 또한 이 사업관련 모든 책임을 중국 수리부가 지고 있으며, 전문가 그룹이 감리를 담당하고 품질확보를 위하여 담수 전에 안전에 관한 검사를 철저히 수행하고 있다.



[사진 3]
재개발 및 보강이 완료된 중국의 Huanglishu 댐
(출처: www.mwr.gov.cn)



결론

결국 미국의 댐 재개발 사업이나 인도의 DRIP사업은 주민의 생명을 보호하는 사업이다. 즉 댐 하류 주민들을 댐 붕괴의 공포로부터 해방시키고 지방경제의 핵심인 농업용수의 원활한 공급을 통해 주민생활개선에 기여하고 신규댐 개발에 따른 이주민 발생을 억제시키는 것이다.

댐 전문기관들이 앞 다투어 노후화 문제를 거론하는 것은 우리가 고령화 사회의 문제점을 걱정하는 것과 다를 바가 없다. ASDSO의 지적과 같이 댐 노후화율이 급격히 진행되고 있다.

국내의 경우도 일찍이 댐 개발이 정체된 선진국에 비해 양호한 편이지만 용수전용댐 14개 가운데 준공되어진지 30년 이상 경과한 댐이 7개소로 50%를 차지하고 있어 각종 시설 및 설비의 노후화가 진행 중에 있는 것으로 조사되고 있다. 특히 18,000개로 추정되는 농업용수댐의 경우 노후화율이 클 것으로 판단되어 이에 대한 종합적인 대책이 필요하다.

ASDSO가 권고하고 있듯이 댐개발기금에 대한 정부차원의 프로그램이 마련되어야 한다. 또한 댐 안전관련 규정과 이를 통합관리 할 수 있는 시스템의 개발이 요구된다. 우리 사회가 고령화에 대해 염려하는 것처럼 지금 준비하지 않으면 미래에 더 큰 비용을 지불해야하는 것은 자명한 사실이다.

