

한국대담회 50년 성과 및 향후 담 기술 발전방안에 대한 제언



백운일

한국대담회 기술부회장

약 10년 전 한국대담회(KNCOLD) 40년 기념사를 청탁받고 무척이나 어려움을 겪으며 '한국 대담회의 과거, 현재 그리고 미래'라는 주제로 기고했던 기억이 엇그제 같은데 어느새 10년이 훌쩍 지나 50주년 기념사를 청탁받고 원고를 쓰려고 하니 너무 부족했던 나의 기술력과 엉터리 같았던 과거의 행적이 속속들이 떠올라 글쓰기가 쉽지 않기는 하지만 나의 소회와 제언을 통해 우리 모두의 발전에 디딤돌이 되었으면 한다.

1967년 소양강 다목적담 건설을 필두로 시작된 대규모 다목적담인 충주담, 안동담, 평화의담, 임하담, 대청담, 합천담 등의 담 건설은 주로 홍수 또는 가뭄 즉 수량 관리에 중점을 두고 대한민국 주요 수계에 대한 수문학적 안정성에 주력해 온 것으로 볼 수 있다. 우리나라 최초의 대역사였던 소양강담 건설 당시에는 우리의 담 설계 및 건설 기술이 미약하여 일본 공영(Nippon Koei)의 도움을 받아 건설되었다. 이후 약 50년간 초기에는 몇 국가의 기술적인 도움을 받기는 하였으나 우리 기술진은 담 후보지의 현지 지형과 주변 재료 취득 여건을 고려한 다양한 형식의 담 설계 및 건설 기술을 독자적으로 발전시키고자 노력해 왔다. 모두가 한국대담회 회원들이 우리나라 담 기술진들의 지난 50년간의 노고를 기억하며 한국의 담 기술 발전에 일익을 담당해온 한국

대담회 50주년 기념을 맞이하여 지난날의 성과를 돌아보고자 한다.

1970년에서 1990년 초반까지 다목적담의 건설이 활발하게 이루어졌으며, 이 시기 담 기술은 재래적인 흙담과 콘크리트담을 위주로 발전하였고, 담 후보지의 여건에 맞추어 최적의 공법을 선정하고 담 설계 및 건설 기술을 발전시켰다. 2000년대에는 다목적담뿐만 아니라 양수발전담에 대하여 경제적이고 공기가 짧은 표면 차수벽형 콘크리트담이 널리 활용되었다. 또한 비록 적은 수이긴 하나 RCD(Roller Compacted Concrete Dam) 공법도 도입되었다. 1971년 11월 27일 창립총회를 시작으로 활동을 시작한 한국대담회는 1972년 4월 18일 호주 캔버라에서 개최된 제40차 ICOLD(International Committee on Large Dams) 집행위원회 참가를 필두로 매년 ICOLD 참석을 통해 세계의 담 기술 동향을 파악하고 기술 교류를 통해 시대별로 우리나라에 필요한 담의 신기술, 신공법을 적극적으로 국내에 도입하여 우리의 담 기술을 발전시켰다.

기후변화의 위험을 알리는 기록적인 폭우와 엄청난 피해를 가져왔던 2002년 태풍 루사로 인한 확률 최대강우량(PMP)의 증대는 모든 다목적담의 수문학적 안전성을 위협하게 되었다. 이로 인해 담의 치

수능력 증대를 위한 보조 여수로 또는 비상 여수로 건설을 위한 설계와 시공기술이 크게 발전되었다. 2022년 서울지역 또는 포항지역에 내린 집중호우는 뚜렷한 기후변화의 징후이며 대형 담의 월류 안전에 대해 사전 대응으로 취한 치수능력 증대사업의 시의적절함을 입증하는 결과이다.

이 시기에 한국대담회는 다양한 치수능력 증대방안을 주제로 한 세미나를 개최하여 터널형 보조 또는 비상 여수를 우리의 고유 기술로 발전시키려는 노력을 기울였다. 특히 2005년부터 중국, 일본, 한국이 주축이 되는 EADC(East Asia Dam Conference) meeting을 개최하여 일본의 디테일한 기술력과 전 세계 대담의 약 40%를 차지하는 중국의 다양한 담 형식과 여수로 등의 기술적 시도를 기술교류를 통해 담의 설계 및 건설 기술을 발전시켜 왔다.

지난 50년간 담 기술 발전을 위해 큰 역할을 해온 한국대담회는 정체성을 재정립하고 회원사 및 회원들의 발전을 위해 "50년 담 기술 발전의 발자취를 총정리하여 우리가 지닌 담 기술력을 총정리하고 향후 50년의 담 기술 발전을 위한 로드맵을 작성하는 기획이 요구된다"라고 판단되어 한국대담회 50년 기념사업으로 『담 기술 발전 50년사』를 발간할 것을 제안한다. 이와 더불어 그간에 축적된 담 기술과 부족한 기술적인 부분을 보강하여 국내 사업뿐만 아니라 세계의 담 기술 발전에 이바지하는 한국대담회가 되기 위해 향후 10년의 담 기술 발전을 위한 로드맵을 작성하는데 미약하나마 도움이 되기 위하여 필자가 품은 몇 가지 소고를 제언하고자 한다.

2023년 10월 준공수령 50년이 되는 소양강담을 시작으로 수령 50년이 되는 노후 담들의 지속적인 출현이 예정되어 있으며 국가계획으로 담 안전성 강화사업 추진계획이 수립되어 있어 국가시책으로 향후 노후 담의 장수명화가 시행될 계획이다.

소양강담은 1967년 4월에 착수하여 1973년 10월 준공된 대형 다목적담으로 건설 당시 차관 도입으로 인한 예산 부족, 사회적 요구에 의한 담 형식의 변경, 설계 및 시공 기술력의 부족 등으로 인해 주여수로는 현지 지형만을 고려한 공격적인 배치로 설계되었다고 판단된다. 그로 인해 지난 50년 계획 홍수량 이하의 방류 유량에 대해서도 고속 사류로 인한 콘크리트의 표면의 탈락 등 피해가 발생하여 여러 차례의 보수, 보강이 시행되었다. 또한 2003년 이후 기후변화로 인한 치수능력 증대를 위해 설치된 터널형 보조 여수로는 수문학적 안전성에만 중점을 둔 설계와 건설이 이루어졌다고 판단된다. 하지만 지난 20년간에 발전된 수리 역학의 이해와 컴퓨터 연산 처리능력의 현격한 증대로 인해 고속 사류가 생기는 구조물의 수리 역학적 안전성 분석을 수행하고 이를 바탕으로 한 안전한 구조물 설계가 가능하게 되었다.

따라서 노후 담의 이상 상황에 대비하고 담의 안전성과 기능을 고도화하기 위해 설치하는 비상 방수로, 치수능력 증대를 위해 설치한 개방형 여수로 또는 터널형 여수로 같이 고속 사류가 생기는 구조물에 대해서는 반드시 수리 역학적 안전성을 검토해야 한다. 특히 폐쇄형 방류 설비가 불가피한 경우에는 공기의 혼입이 원활하지 않으면 구조물의 안전성에 큰 피해가 발생할 수 있으므로 반드시 Air-water interaction을 고려한 Two phase flow에 대한 수리학적 안전성이 분석되어야 한다.

노후 담을 장수명화하는 데 있어 담 본체의 구조적 안전성을 확보하는 것이 중요하지만 담의 월류를 막기 위해 여수로 또는 방수로의 방류에 대한 안전성을 담보하는 것도 담의 안전성에 매우 중요하다. 그러므로 첫 번째 제언으로서 여수로 구조물의 안전성을 높이기 위해 수문학적 안전성은 충분히 반영하였으므로 고속 사류가 생기는 구조물에 대하여는

반드시 수리 역학적 안전성을 검토하고 그 결과를 설계에 반영할 것을 제언한다.

신규 댐 및 노후 댐의 수문학, 수리학 기술적인 안전성도 중요하겠지만 댐의 고급화 및 친화적인 기능을 부가하여 댐의 부정적 이미지를 탈피하고자 노력해야 한다고 판단된다. 예를 들면 환경친화적 이슈인 댐 건설로 인한 유사 공급단절을 해결하기 위한 유사 터널의 설치, 어도 설치, 생태통로의 연결, 어종 및 생물종의 변화 최소화 등이 검토되어야 한다.

두 번째 제언으로 댐 안전뿐만 아니라 댐 주변 지역에 유익을 주기 위한 사회적 책임을 실천하기 위해 댐의 고급화 및 친화를 주제로 삼을 것을 제언한다. 향후 댐의 안전성 강화사업 계획 시 기술적 보강 비용과 사회적 비용을 합계한 비용과 편익을 검토하여 댐의 안전성 강화사업보다는 댐의 재개발 또는 재건축 등 다양한 방안을 함께 검토할 것을 제언한다.

마지막으로 4차산업혁명의 도움을 받아 거의 모든 산업 분야에서 활발히 진행되고 있는 디지털트윈(Digital Twin, DT) 기술은 댐의 설계 및 건설뿐만 아니라 유지관리 모든 분야에서 유용하게 활용될 수 있으므로 대댐회에서 댐 기술 향상을 위해 DT 기술을 단계적으로 도입하려는 시도는 필연적이다. 필자가 파악하기로는 현재 댐 분야의 DT 기술활용은 드론 촬영 및 Data digitization을 통해 Physical object를 Digital object로 구축하는 DT 1단계(Mir-

roring)가 활발히 진행되고 있으며, 지진계측 등 일부에서는 DT 2단계(Monitoring)가 활용되는 수준에 머물러있는 실정으로 거의 하드웨어 활용기술에 의존하고 있다고 판단된다.

그러나 향후 댐 분야의 디지털트윈 기술의 활용도를 높이기 위해서는 DT 2단계, DT 3단계(Simulation) 기술 분야를 위한 소프트웨어의 활용 및 구축 노력이 절대적으로 필요하다. DT 2단계인 모니터링이 요구되는 댐의 대상구조물은 각각의 종류에 따라 1차원 또는 2차원 수문학적 안전성 해석프로그램뿐만 아니라 2차원 또는 3차원 수리학적 안전성 해석프로그램을 활용하여 분석된 과학적인 결과를 설계에 반영하려는 시도가 필요하다. 끊임없이 대상구조물마다 모니터링을 하려는 시도를 통해 댐의 수리 역학적 분석능력이 축적되고 흐름 분석용 3차원 소프트웨어와 컴퓨터의 연산처리 능력이 발달하면 댐 기술도 충분히 DT 3단계 및 4단계(Federated)까지 도달하며, 끊임없는 도전과 실패의 삼질이 결국에는 우리를 DT 기술의 마지막 운영단계인 5단계(Autonomous)까지 인도할 것으로 판단된다.

50년의 한국대댐회가 댐 기술을 위해 조직되었다는 정체성을 확고히 하기 위해 『댐 기술 발전 50년사』 발간 및 '향후 20년 댐 기술 향상을 위한 로드맵' 작성을 제언한다. 향후 로드맵 작성 시 참여하는 기술진은 필자가 제언한 항목에 대하여 조금이나마 참조하시길 희망하며 원고를 마친다.

Korea National Committee on Large Dams

