

국내 댐 산업 전망



김종해

수우회 회장
(주)이산 부회장

1. 국내 댐 산업의 어제와 오늘

1.1 댐 건설의 역사

필자는 K-water 수자원사업본부장 재임 시 기고했던 『한국대담회 40년사』를 근간으로 최근의 국내 댐 산업을 전망해 보고자 한다.

우리나라는 아시아 문순지역에 속하여 일찍부터 물을 이용하는 쌀농사가 시작되었고 6~9월까지 1년 강우의 대부분(2/3)이 내리는 특성으로 예부터 제언(堤堰) 등의 수리시설이 발달하였다.

삼국시대 및 통일신라시대(BC 57년~AD 917년)의 역사를 기록한 『삼국사기』에는 신라와 백제의 제방과 저수지 건설에 관한 기록이 발견되고 있으며, 전북 김제의 벽골제는 기록상 우리나라 최초의 댐으로 330년에 축조되었다고 한다.

이외에도 신라시대에 축조되었다고 알려진 저수지로 체천 의림지, 상주 공검지, 의성 대제지, 밀양 수산제 등이 있으며 의림지와 수산제는 현재까지 존중하고 있다.

고려시대에는 중농 정책 및 토지 국유제 실시로 수해 방지, 농업용수 확보를 위한 제방 신축과 보수가 왕성하게 이루어졌으며, 당시 재축조된 상주 공검지는 영남 최대 규모의 저수지였다.

특히 995년(성종15) 공조 산하에 수리 행정을 담당하는 우수부를 설치하였다는 것은 국가에서 물 관리에 관심을 기울였다는 것으로 특기할 만하다.

조선시대에는 ‘농자천하지대본(農者天下之大本)’이란 말에서 알 수 있듯이 농업 우선, 관개 중심의 행정으로 벽골제(1415년) 및 놀제 보수공사(1419년), 18세기 후반 만년제, 혜정제, 남대지 건설 등 수많은 댐, 제방 축조와 보수공사가 이루어졌으며 이를 관장하는 제언사가 있었다. 오늘날 「하천법」에 해당하는 제언사목, 제언절목 공포 등 제도적 측면에서도 괄목할 만한 발전이 있었다.

1.2 근대기 이후의 댐 건설

근대에 들어 일제 강점기에 치수 위주의 하천 정비와 더불어 부분적으로 관개용댐 및 발전용댐이 건설되었다.

1920년대 산미증식 정책으로 토지개량사업이 활발히

추진되어 많은 관개용댐이 건설되었으며 1930년부터는 전기 확보를 위한 수력발전댐 건설이 추진되었다.

1945년까지 남한지역에 건설된 댐은 135개소였으며 그중 1940년까지 건설된 댐은 36개소, 1941~1945년에는 99개소가 건설되었다. 관개용댐으로 1922년 대아댐(높이 33m), 1928년 운암댐(높이 26m)이 콘크리트댐 형식으로 건설되었으며, 수력발전용 댐으로는 1944년 화천댐(높이 81.5m), 청평댐(높이 31m) 등이 건설되었다.

해방 후에도 댐 건설 목적의 근간은 관개담의 확장을 위한 농업용수의 개발과 생·공용수 공급, 수력발전 등 주로 이수 위주의 단일목적댐을 건설하여 왔다.

이 당시 건설된 댐으로는 1957년 건설된 괴산댐(높이 28m, 수력댐), 1958년 건설된 입암댐(높이 15.8m, 농업용댐) 등이 있으며, 이 기간에 준공된 댐의 총수는 171개소로 대부분 관개용댐이다.

1960년대 이후 ‘경제개발 5개년계획’의 추진과 더불어 단일목적댐과 함께 다목적댐 개발이 시작되었으며, 댐 건설의 양적 팽창과 더불어 댐 건설 기술면의 질적 향상에도 많은 진전을 이루었다. 이 시기에 우리나라 최초로 섬진강 다목적댐(높이 64m, 발전·농업용댐)이 축조되었으며 4대강 유역을 중심으로 유역조사사업이 활발히 추진되어 댐 건설사업 선정의 기초자료로 활용되었다.

1970년대와 1980년대에는 이수 및 치수 위주의 대규모 다목적댐 건설 시기로 한강 유역에는 그 시대 동양 최대 다목적댐인 소양강댐(1973년)과 충주댐(1986년)이 건설되었고, 낙동강 유역에는 안동댐(1977년), 낙동강하굿둑(1987년), 합천댐(1989년)과 임하댐(1993년), 금강 유역에는 대청댐(1981년)과

금강하구언(1990년), 그리고 섬진강 유역에는 주암댐(1992년)이 건설되었다.

1990년대 이후는 댐 건설 적지 감소와 지역주민 반대, 환경에 대한 국민 의식 전환 등 댐 건설 여건 변화로 이수·치수·환경 보전·치수 목적의 중소 규모 댐 건설이 이루어졌으며 부안댐(1996년), 보령댐(2000년), 밀양댐(2002년), 황성댐(2002년), 용담댐(2006년), 장흥댐(2007년), 평림댐(2007년), 군위댐(2012년), 보현산댐(2015년), 김천부항댐(2016년), 성덕댐(2016년), 영주댐(2021년) 등이 건설되었다.

국내 댐 건설 경험 및 기술을 바탕으로 1999년 캄보디아 수자원조사사업을 필두로 42개의 해외사업(ODA, PM, 투자 등)을 추진하였으며, 현재도 파트린드(파키스탄), 양갓(필리핀), 넌스크라(조지아)의 수력발전사업(투자)을 수행하고 있다.

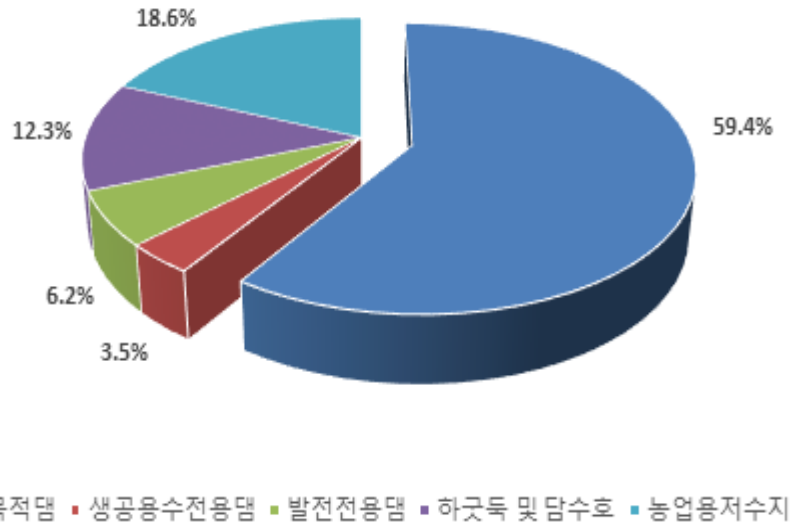
1.3 국내 댐 현황

현재 우리나라에서 운영·관리 중인 댐은 다목적댐 20개소, 생공용수 전용댐 127개소, 농업용저수지 1만 7,145개소 등 총 1만 7,338개소이다.

한정된 수자원의 효율적인 활용을 위해 다목적댐, 용수댐, 농업용 저수지 등 물그릇을 확보하여 154억m³의 유효 저수 용량을 확보하고 있으며, 이중 20개 다목적댐의 저수용량이 92억m³으로 59%를 차지하고 있다.

건설 중인 댐은 지역건익에 의해 추진 중인 소규모댐(원주천댐, 봉화댐)으로 설계를 완료하고 공사가 진행 중이며, 원주천댐 및 봉화댐이 완공되면 연간 홍수조절용량 약 3.82백만m³, 연간 약 1.26백만m³의 용수 공급 능력을 추가 확보하게 되어 지류하천에 대한 기후변화 대응력 제고와 물 수요 증가에 대비한 안정적인 물 공급에 기여할 수 있을 것으로 예상된다.

표 1. 국내 댐 및 저수지 현황



구분	합계	다목적댐	생공용수 전용댐	발전 전용댐	하굿둑 및 담수호	농업용 저수지
개소수(개)	17,338	20	127	21	25	17,145
유효 저수 용량 (백만m³)	15,440.2	9,170.0	545.6	961.1	1,898.7	2,864.8
		59.4%	3.5%	6.2%	12.3%	18.6%
물 공급 능력 (백만m³)	20,398.9	11,305.2	907.9	1,050.0	4010.3	3125.5

- 『국가물관리기본계획 수립 연구 최종보고서』, 2020, 환경부

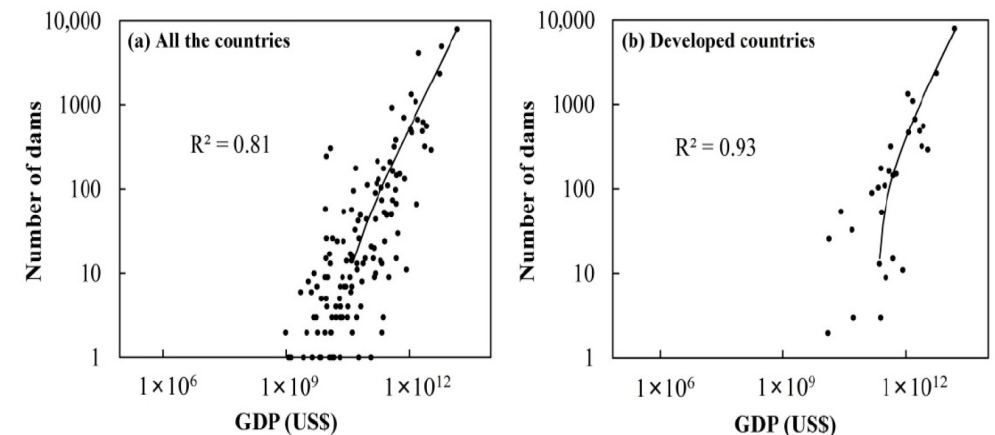
수계명	댐명	유역 면적 (km²)	제원		총 저수량 (백만m³)	유효 저수 용량 (백만m³)	발전시설 용량 (천kW)	사업 효과		사업 기간
			높이 (m)	길이 (m)				홍수 조절 (백만m³/년)	용수 공급 (백만m³/년)	
한강	원주천댐	7.5	49	210	1.8	-	-	1.74	-	'18~'23
낙동강	봉화댐	27.8	41.5	266	3.10	-	-	2.08	1.26	'14~'24

- 『물 관리 실무편람』, 2021, K-water

1.4 댐 건설과 경제 성장

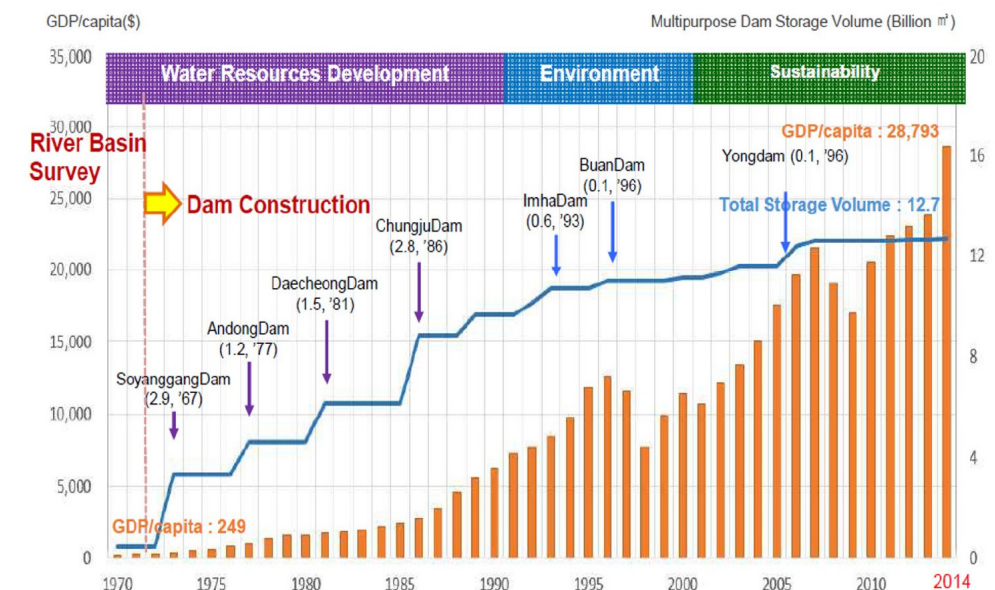
고대 인류문명의 4대 발상지 모두가 물이 풍부한 강을 중심으로 문명의 꽃을 피웠듯, 역사상 언제나 물의 통제와 조정은 인류문명 발전의 핵심적 역할을 해왔다. 현대의 국가 발전 역시 수자원의 개발 현황

과 밀접한 관계가 있다. 선진국(44개국), 개발도상국가(150개국), 저개발국가(49개국)에 대해 GDP와 대담의 상관관계를 분석한 결과, 상관성이 매우 높은 것으로 나타났다. 즉, 대담의 수가 많을수록(저수 용량이 많을수록) GDP가 높은 것으로 나타났으며 이는 우리나라의 경우에도 동일한 경향을 나타낸다.



- 대담의 수와 GDP 상관관계 분석, 2019, Shi et al.

GDP per capita vs Multipurpose dam storage volume



- 『한국의 다목적댐 건설과 GDP의 관계』, 2021, 『한국지반환경공학회지』

2. 우리나라 댐 정책 및 댐 건설 패러다임 변화

정부의 수자원 개발·관리 정책에 대한 구조적인 변천과 더불어 급속한 산업화, 환경인식 제고 등에 따라 댐 정책은 시대에 맞춰 변천되어 왔으며, 댐의 순기능 이외 역기능 발생, 댐 건설사업에 대한 사회적 가치관 등의 변화로 댐 건설 여건도 변화되고 있다. 또한 현대 토목 기술의 발전과 더불어 댐 기술(형식) 등의 변화도 함께 이루어지고 있다.

2.1 댐 정책의 변천

1950년대까지는 식량 증산을 위한 안정적 농업용수 확보와 산업화에 필요한 전력에너지 확보가 중요한 시기였다. 이에 따라 농업용 저수지와 수력발전 등 단일목적댐 개발에 정책의 중심이 맞춰졌으며, 불갈제(1926년), 탑정제(1944년) 등 농업용 저수지와 청평댐(1943년), 화천댐(1944년), 괴산댐(1957년) 등의 수력발전댐이 건설되었다.

1960년대는 종합적인 수자원 개발을 위한 초기 다목적댐 개발 시기로 1965년 '수자원개발 10개년계획'이 수립되었고, 이를 제도적으로 뒷받침하기 위해 1966년 「특정다목적댐법」이 제정되었으며, 섬진강댐(1965년), 남강댐(1970년), 소양강댐(1973년) 등 홍수 조절, 용수 공급, 수력발전 등 다목적 기능 수행을 위한 다목적댐이 건설되었다.

1970~1980년대에는 인구 증가와 본격적인 산업 발달에 따른 급격한 용수 수요 증가에 안정적으로 대처하고, 항구적 홍수피해 예방을 위한 대규모 다목적댐을 본격적으로 건설하여 안동댐(1977년), 대청댐(1981년), 충주댐(1986년), 합천댐(1989년), 임하댐(1993년) 등이 완공되었다. 특히 1981년 '환경영

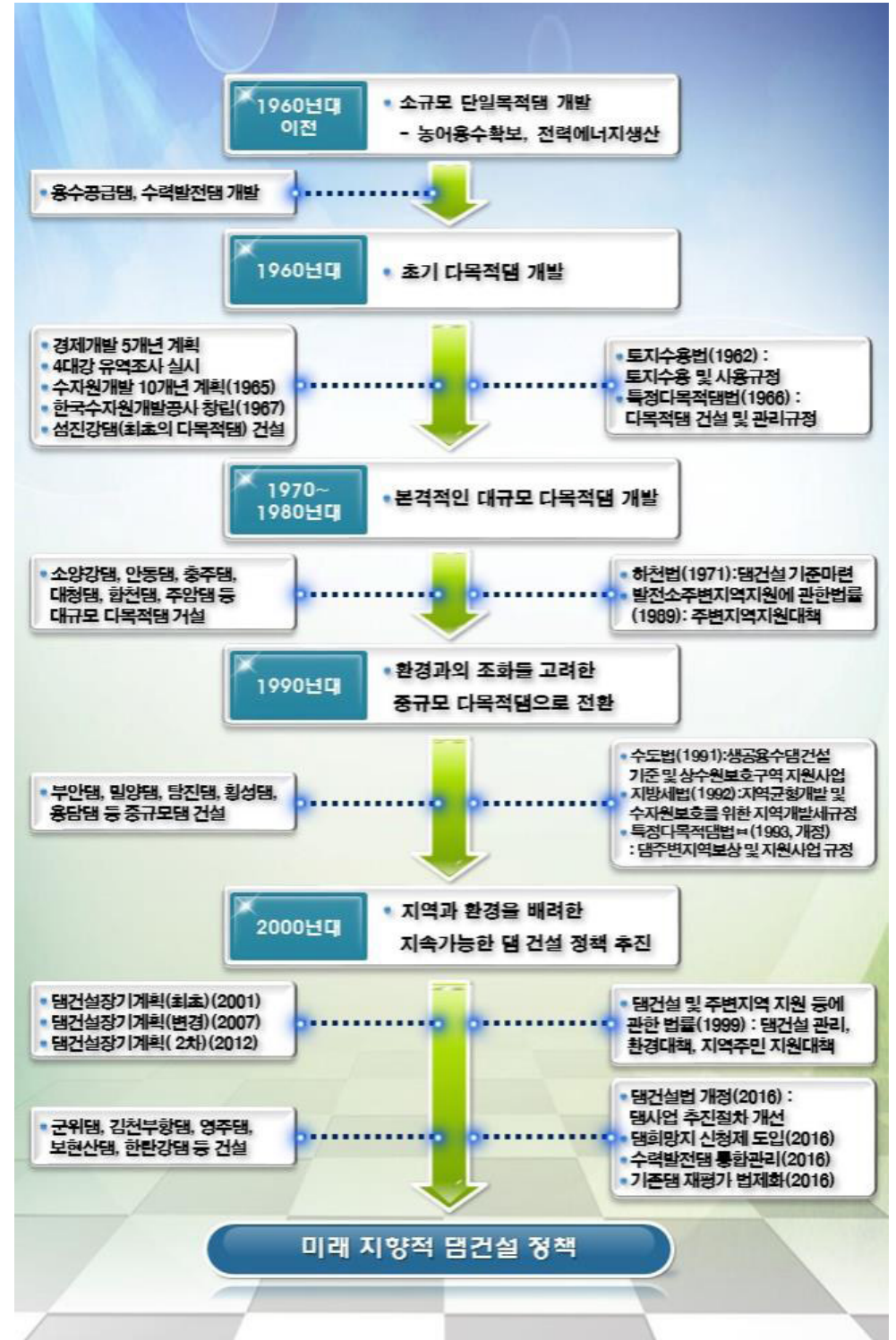
향평가제도'의 도입으로 댐 등 주요 공공사업은 환경영향평가를 실시토록 제도화되어 환경 측면을 고려한 댐 건설이 이루어지게 되었다.

1990년대에는 환경보전의 중요성 증가 등 여건의 변화로 인해 댐 건설 정책방향이 전환된 시점으로, 환경과의 조화를 고려한 중규모 다목적댐 개발이 본격화된 시기이다. 또한 불안댐(1996년), 횡성댐(2002년), 밀양댐(2002년) 등 1억m³ 이하의 중규모 다목적댐 건설이 추진되었으며, 1993년 「환경영향평가법」이 제정되어 보다 철저한 환경영향 저감 방안이 마련되도록 제도화하였으며 댐 주변지역 지원사업 시행 및 수몰이주민 이주정착금 지원 등 댐 주변지역 확대 방안이 시행되었다.

2000년대에는 환경보전과 개발의 조화를 위하여 댐 건설 정책방향이 '환경적으로 건전하고 지속가능한 개발개념(ESSD)'이 채택되어 환경친화적인 중소 규모 댐인 군위댐(2011년), 부항댐, 성덕댐, 보현산댐 등이 건설되었다. 법·제도적 뒷받침으로 1999년 댐 건설에 따른 환경대책, 지역주민에 대한 지원 등에 관해 규정함으로써 수자원을 합리적으로 개발·이용하여 국민경제 발전의 도모를 위한 '댐 건설 및 주변지역지원 등에 관한 법률'이 제정되었으며 동법(4조)에 근거하여 2001년 '댐건설장기계획' 수립을 통해 댐이 건설되었다.

2008년 이후에는 친수관리, 친환경 하천관리 기반 조성을 위해 4대강 살리기사업이 추진되며 보현산댐(2015년), 영주댐(2021년)이 건설되었고, 2016년 이후로는 정부의 '댐 희망지 신청제'가 시행되어 지자체가 댐을 희망할 경우 사전검토협의회 심의를 통해 댐 건설이 추진되고 있다.

2018년부터는 환경부와 국토부가 나누어하던 수량, 수질, 재해 관리 등 물 관련 업무를 환경부에서



- 댐 건설 정책의 변화, 댐 건설 및 주변지역지원 등에 관한 법률 개정안 마련 연구, 2022, 환경부

표 2. 주요 수자원 정책 120년사

근대적 물 관리 체계 도입	
~1960년	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 발전용댐 및 저수지 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 1914~1944년 10개 수력발전 댐 건설(부전강댐, 보성강댐, 장진강댐, 화천댐, 청평댐 등) - 1957년 5개년 전원개발계획 수립 및 과산댐 준공 - 1906~1959년 1만 803개 농업용 저수지 건설 ▷ 치수 <ul style="list-style-type: none"> - 1915~1939년 2차에 걸친 하천조사 실시 및 조사하천 치수계획 수립·정비
수자원 종합개발 착수 시기	
1960년대	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 유역조사 및 하천관리 <ul style="list-style-type: none"> - 1966~1972년 4대강 유역조사 시행, 홍수·가뭄 피해방지를 위한 하천종합개발 추진 ▷ 전국적 수자원 개발 착수 <ul style="list-style-type: none"> - 1965년 수자원종합개발 10개년 계획('66~'75) 수립 - 1966년 「특정다목적댐법」 제정, 한국수자원개발공사 설립 - 섬진강 다목적댐 준공('65), 3,646개 농업용저수지 건설 - 선암·사연 용수댐, 한강수계 춘천댐, 의암댐 등 완공
수자원 종합개발 정착 시기	
1970년대	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 이·치수 사업 시행 <ul style="list-style-type: none"> - 1971년 4대강유역종합개발계획 수립 - 다목적댐 건설(소양강댐, 안동댐 등), 안계·연초·수어 용수댐 건설, 농업용 저수지 1,579개
수자원 종합개발 고도화시기	
1980년대	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 댐 등 수자원 개발사업 지속 추진 <ul style="list-style-type: none"> - 1980년 수자원장기종합개발계획('81~'01) 수립 - 다목적댐 건설(대청댐, 충주댐, 합천댐 등) - 하굿둑 준공(낙동강, 영산강) - 1981년 농업용수개발 10개년 계획 수립
친환경 수자원 관리 태동기	
1990년대	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 중소 규모 다목적 댐건설 등 <ul style="list-style-type: none"> - 주암댐, 임하댐, 부안댐 준공 - 환경영향 등 대규모 댐 건설 반대 심화로 친환경적 중규모 댐 개발(보령댐, 밀양댐 등) - 1990년 수자원장기종합계획('91~'11) 수립, 1996년 수자원장기종합계획('97~'11) 보완·수립
친수 관리, 친환경 하천 관리 기반조성 시기	
2000년대	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 중소 규모 댐 건설 등 <ul style="list-style-type: none"> - 2001년 수자원장기종합계획 수립, 2006년 수자원장기종합계획 제1차 수정계획 수립 - 중소 규모 댐 건설(평림댐·감포댐·군위댐·부항댐 등) ▷ 대규모 하천사업 시행 <ul style="list-style-type: none"> - 4대강살리기 사업, 경인 아라뱃길 사업 추진
기후변화 적응형 물 관리 체계 태동	
2010년~	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 기후변화를 고려한 수자원계획 수립 및 시행 <ul style="list-style-type: none"> - 2011년 수자원장기종합계획 제2차 수정계획 수립 - 4대강 살리기사업, 경인아라뱃길 준공 - 2010년 친수구역 활용에 관한 특별법 제정 - 2011년 수자원장기종합계획 제3차 수정계획 수립

통합 물 관리 시대 진입	
2018년~	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 물관리위원회 관련 3법(정부조직법, 물관리기본법 등) 제·개정('18~'19) ▷ 하천관리 일원화(정부조직법 개정, '20. 12. 9.) ▷ 국가물관리기본계획(2021-2030) 수립('21. 6.)

- 「국가물관리기본계획 수립 연구 최종보고서」, 2020, 환경부

일괄적으로 추진하는 물관리위원회가 시행되었다. 2018년 6월 8일 정부조직법이 공포·시행되었고, 환경부로 인력 188명과 약 6,000억원의 예산이 이관되었다. 2020년 12월 31일 정부조직법 개정으로 남아있던 하천 관리 기능까지 이관(2022년 1월 1일 시행)되는 것이 결정되어 마침내 물관리위원회가 완성되었다.

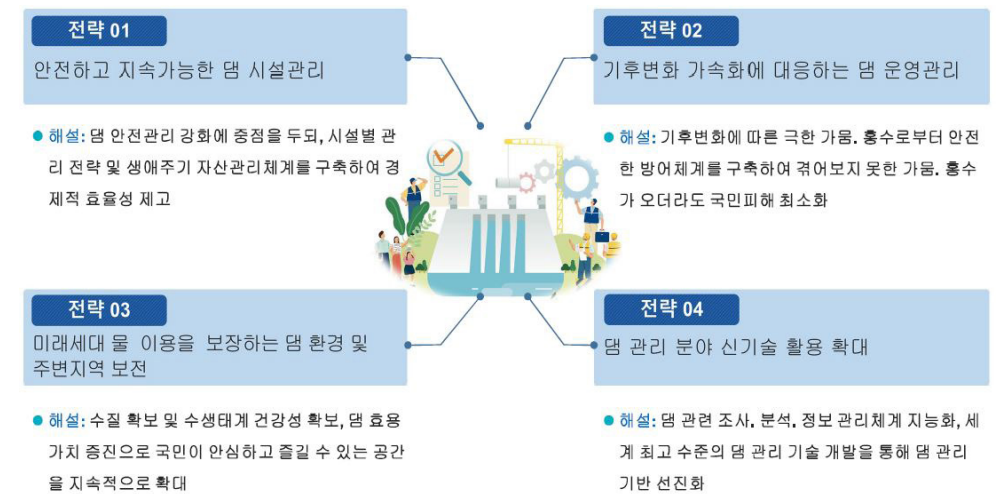
2018년 물관리위원회 이후에는 지속가능한 통합 물 관리 체계구축을 위한 새로운 국가 물 관리 정책이 요구되어 댐 정책은 건설에서 관리로 패러다임이 전환되었다. 2022년 6월부터는 「댐 건설 및 주변지역지원 등에 관한 법률」이 「댐 건설·관리 및 주변지역지원 등에 관한 법률」로, 동법(4조)의 「댐 건설 장기계획」은 「댐 관리 기본계획」으로 변경되어 현재 해당 계획을 수립 중에 있다.

2. 2 댐 건설 패러다임 변화

댐의 순기능은 갈수기 생·공·농업용수의 안정적 공급, 청정에너지 개발, 하천유지용수 공급에 따른 하천수질 개선 및 홍수 조절에 의한 댐 하류지역의 홍수 피해 경감 등이다.

하지만 이와 같은 순기능 외에 대규모 수몰이주민 발생, 댐 상·하류지역 간 이해관계 상이로 인한 사회적 갈등 및 하천생태계 영향 등의 역기능이 댐과 관련된 많은 논쟁들을 불러일으키고 있는 것도 사실이다.

그동안의 지속적인 댐 건설 및 국토개발 등에 따라 댐 건설 적지는 감소되고 지가상승으로 인한 보상비 증가 등으로 댐 개발비용 상승, 환경영향에 대한



댐 관리기본계획 추진전략, 기후위기 대응 댐 정책방향 심포지엄, 2022

문제 제기 및 댐 반대 증가 등으로 댐 건설 여건은 악화되어 가고 있는 실정이며, 1990년대 오랜 논란 끝에 10년간 추진되어온 남한강 상류의 영월댐 건설계획이 백지화되는 사례도 있었다.

또한 지금까지의 댐 사업이 주로 중앙정부 주도로 추진되어 왔다면 최근에는 댐 희망지 신청제 등 사회·환경적 측면의 여건 변화로 댐 사업에 대한 지방 자치단체와 지역주민의 참여요구가 크게 증대되고 있는 상황이다.

환경보전과 개발이 조화를 이루는 환경친화적 중소 규모 댐 건설을 추진하고, 댐 계획 시 환경적 측면의 타당성 검토를 강화하기 위하여「환경친화적 댐 설계지침」을 제정하는 한편 환경훼손을 최소화하기 위한 대책, 환경영향의 저감방안, 대체환경 조성방안 등 보다 적극적인 환경친화적 댐 건설을 위해 노력하고 있다.

아울러 댐 건설에 따른 혜택을 댐 상·하류 지역 모두에게 고르게 제공하기 위하여 댐 계획단계부터 댐 주변지역 지원계획을 포함하는 종합적 댐 건설계획을 수립하며 관련 법 개정을 통해 댐 주변지역에 대한 지원을 지속적으로 확대해 나가고 있는 등 사회·환경적 요구에 충실히 대응하고 있다.

이러한 댐의 순기능에도 불구하고 역기능 발생, 댐 건설사업에 대한 사회적 가치관 등의 변화로 인해 물관리위원회 이후로는 댐 정책 패러다임이 신규 댐 건설에서 기존 댐의 관리 강화로 전환되었다.

2.3 댐 기술의 변화

시대적 흐름에 따른 댐 정책 및 댐 건설 여건 변화와 함께 토공장비, 댐 축조방식 등 토목기술의 발전으로 댐 건설기술(형식)도 변화하고 있다.

댐 형식은 직접적으로는 댐 지점의 지형, 지질, 환경, 수문 등의 자연적 조건과 축제재료의 부존도, 교통 관계 등 지역조건에 의해 좌우되지만 간접적으로는 댐의 건설목적, 규모, 공사기간, 기술력, 건설장비 등 시대별 여건에 의해 영향을 받아 왔다.

우리나라의 시대별 댐 형식을 살펴보면 1960년대 이전에는 대부분 관개용댐으로 댐 형식에 있어 초보적인 기술만으로도 가능한 균질형 필댐과 코아형 필댐이 대부분을 차지하였다.

1960년대 이후부터 1980년대까지 관개용댐은 모두 흙댐으로 건설되었지만, 균질형 필댐이 123개소(28.8%), 코아형 필댐이 282개소(59.7%)로 코아형 필댐의 비중이 높아졌으며, 종전에는 없던 록필댐 10개소가 건설되었다.

이 시기 공업 기반과 과학기술의 발달로 새로운 대형기계가 지속적으로 등장하였으며 댐 건설에도 도입되어 기계화 시공에 의한 공사비 절감을 도모할 수 있게 되었고, 대형기계에 의한 시공의 이점을 최대한 효과적으로 이용하여 발전시킨 것이 필댐(Fill Dam)으로서 1960년대 이후 대형 댐의 대부분이 이 형식으로 건설되게 되었다.

다목적댐 건설이 활성화된 1980년대부터 1990년대에는 콘크리트 표면차수벽형 록필댐이 처음 도입되었으며, 이 시기에 건설된 다목적댐 6개소 중 횡성댐을 제외하고 모두 이 형식을 채택하였다. 콘크리트 표면차수벽형댐은 필댐에 비하여 댐 체적이 작아 경제성 측면에서 유리하고 건설기간이 짧은 장점이 있으나, 대규모 석산 개발 등 환경훼손 등의 문제가 제기되었다.

최근에 준공된 다목적댐 5개소(군위, 영주, 성덕, 보현산, 부항)와 홍수조절댐 4개소(군남, 한탄강, 담양

홍수조절지, 화순홍수조절지) 등 총 9개소의 댐 중 6개소가 콘크리트 중력식댐으로 시행되고 있다.

이는 필댐의 경우 구성 재료의 특성상 제체 월류에 대한 안정성이 콘크리트댐에 비해 낮으며 댐 제체에 여수로를 설치할 수 없어 별도의 대규모 여수로 건설이 필요함에 따라 경제적으로 유리하지 않는 경우가 많아졌으며, 필댐과 같이 대형기계에 의한 기계화 시공을 가능하게 하는 새로운 콘크리트댐 시공법이 개발되었기 때문이다.

한탄강 홍수조절댐은 국내 최초로 RCD(Roller Compacted Dam Concrete) 공법을 이용하여 축조한 댐으로 콘크리트댐 시공을 합리화하기 위해 콘

크리트 운반은 덤프트럭을 이용하고 템핑은 진동롤러로, 타설은 블록식(Block)이 아닌 레이어(Layer) 타설방식으로 시공하였다.

국내외 댐 및 제방의 건설 및 기술동향 등에 따르면 세계 각국은 댐 축조원가 절감을 위한 다양한 기술·장비 개발 및 형식·재료·공법 간 기술을 융합하는 형태로 건설기술이 발전 중에 있다. Hardfill댐(CSG 댐), ACRD(Asphalt Core Rockfill Dam), Precast댐 등과 같은 댐 건설분야 신기술·신공법을 개선·융합한 Hybrid 댐 건설기술 개발·적용을 바탕으로 경제·시공·경관성 향상 및 해외 댐 건설시장 진출 대비 경쟁력을 확보할 필요가 있다.

3. 최근의 댐 산업 동향 및 미래

과거 우리나라 댐 건설산업은 인구증가 및 본격적인 산업발전에 따른 급격한 용수수요 증가에 대처하기 위해 대규모 다목적댐 건설이 추진되어 왔으나, 최근에는 환경보전과 조화를 이루며 지역특성을 감안한 특성화된 댐 건설이 이루어지고 있으며, 2016년 이후에는 소규모 지역건의댐이 건설 또는 계획되고 있다.

또한 국토 균형적 홍수 방어를 위해 다목적 저류지를 설치하고, 기후변화에 따른 댐 방류량에 직접적 영향을 받는 직하류하천 관리 강화 등 댐-하천 연계 등의 다양한 노력이 이루어지고 있다.

특히 기존 댐의 수문학적 안정성 확보를 위한 치수 능력증대사업의 마무리와 4차산업 기술 기반의 스

마트 안전관리, 디지털트윈 기반의 통합물관리 기술 개발 등의 노력도 병행 추진되고 있다.

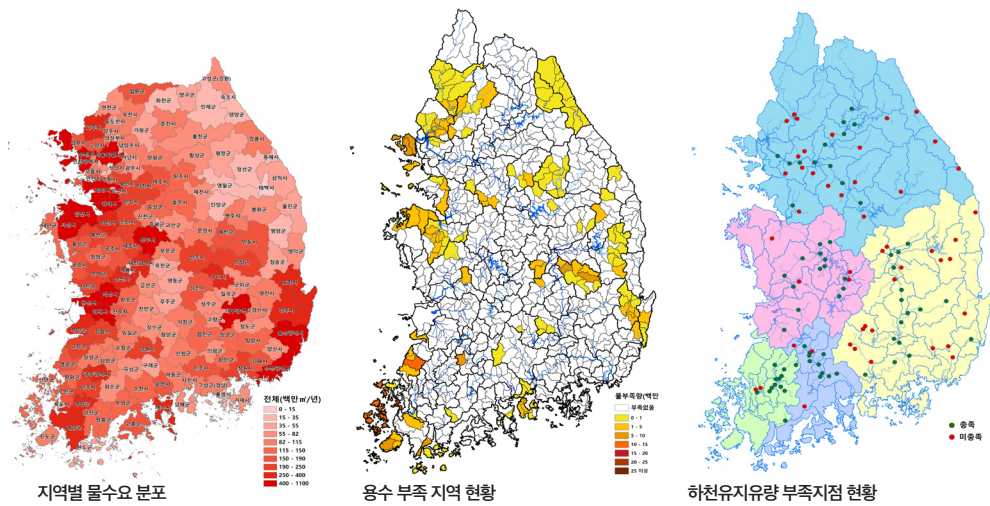
3.1 지속가능한 신규 수자원개발

3.1.1 신규 댐 건설

국가물관리기본계획(2021년) 등에 따르면 기후변화에 따른 강수·홍수·가뭄·물 수급 전망 시나리오를 분석한 결과, 우리나라의 강수량(강우 강도)은 대체로 증가하는 경향을 보이지만 이에도 불구하고 대체로 가뭄이 심화되고 불안정한 물수급 및 물 부족량 증가가 전망되며, 장래 용수수급 예측에서도 생활 및 공업용수 부족으로 신규 댐 건설을 통한 수자원 확보는 필요하다.

목표연도 2030년(기준수요)에 대한 분석결과, 1967년 이후 과거 최대가뭄 발생 시 전국적으로 약 2.6억m³의 물 부족이 전망된다.

구분 (백만m ³ /년)	2016년 수장기 (목표연도 '20년)	금회 (목표연도 '30년, 50년 빈도)	증, ↓감
물 부족량 (생·공/농)	404.9 (17.1 / 387.8)	256.9 (6.6 / 250.3)	△148.0 (△10.5/△137.5)
한강 (생·공/농)	52.2 (3.6 / 48.6)	82.9 (1.2 / 81.7)	30.7 (△2.4 / 33.1)
낙동강 (생·공/농)	16.1 (0.6 / 15.5)	67.9 (0.6 / 67.3)	51.8 (- / 51.8)
금강 (생·공/농)	140.4 (12.3 / 128.1)	27.7 (0.1 / 27.6)	△112.7 (△12.2 / △100.5)
영산강·섬진강 (생·공/농)	196.2 (0.6 / 195.6)	78.4 (4.7 / 73.7)	△117.8 (4.1/△121.9)



자연·사회·환경에 미치는 영향으로 댐과 관련된 많은 논쟁들이 있음에도 불구하고 최근의 경제성장 및 도시화 등으로 맑고 풍부한 물에 대한 수요는 더욱 증대되고 있고 '물은 곧 자원'이라는 인식변화, 지역발전을 위한 수변공간 조성 요구 증대 등으로 신규 댐 건설 필요성은 충분하다 할 것이다.

현재 건설 중인 댐은 2개소(원주천댐, 봉화댐)로 지역별 가뭄, 홍수 등에 보다 능동적이고 맞춤형으로 대응하기 위한 소규모 지역건이댐이다. 향후 지자체에서 희망하는 신규 소규모 댐 건설사업 발생 시에는 '하천유역수자원관리계획(2022년 예정)'에 근거하여 추진이 필요하다.

3. 1. 2 홍수조절댐 등 특성화된 댐 건설

그동안 하천개수사업 및 다목적댐 건설 등 지속적 치수사업을 통하여 국토의 홍수 조절능력을 꾸준히 제고하여 왔으나 지리·위치지적 특성 등으로 인해 임진강과 같이 홍수 조절용량이 부족한 하천은 막대한 피해를 입어왔다. 이로 인해 한탄강홍수조절댐(높이 83.5m, 길이 690m)과 군남 홍수 조절지(높이 26m, 길이 658m)사업이 추진되었는데, 장래에는 위 사업과 같이 지역의 수해 위험도 등 수자원 특성, 환경 및 물 관리 여건에 따라 특성화된 댐 건설이 보다 활발히 추진될 것으로 전망된다.

3. 1. 3 기존 댐 재개발

신규 수자원개발에 비해 환경적 영향이 적고 지역 내 수자원 활용 요구에 의해 이미 개발된 수자원시설의 활용을 극대화하기 위한 기존 댐 재개발사업은 댐 지점의 지질지형 및 각종 기초자료가 확보되어 있고, 추가 수몰지역이 적어 사업비가 저렴하며

민원발생 등이 적어 비교적 사업추진이 용이하다.

주요 재개발 대상 댐은 건설한지 오래되고 시설 노후화로 보강이 필요한 댐, 퇴사 등으로 당초 능력을 발휘하지 못하는 댐, 기상이변 등을 감안할 때 추가 홍수 조절능력이 필요한 댐, 축적된 수문자료 등을 토대로 댐 운영개선이 필요한 댐, 당초 목적(농업용수 공급 등)이 줄어들고, 신규 목적(생공용수 공급, 홍수 조절 등)이 필요한 댐을 들 수 있다.

3. 1. 4 다목적 저류지

하천환경의 생태적 건강성 확대 및 이상홍수·가뭄 등의 기후변화 대응, 수면·수변공간에 대한 국민적 요구 증대 등 댐 산업 여건이 변화되고 있으며, 기존 댐과는 차별화되어 지역에서 환영받는 물그릇 확보에 대한 관심이 커지고 있다.

평상시에는 하천의 건천화 방지 등 수환경 개선을 위해 하천유지유량, 환경생태유량을 확보하고, 하천

표 3. 국내 기존 댐 재개발 사례

댐명	재개발 시기	재개발 내용	저수 용량(백만m ³)	
			당초	재개발 후
섬진강댐	1965년	기존댐 하류 신규 건설	66	466
동북댐	1985년	기존댐 하류 신규 건설	2.6	99.5
가창댐	1986년	기존댐 증고(16m)	2.0	9.1
대아댐	1989년	기존댐 하류 신규 건설	20	51
남강댐	1999년	기존댐 하류 신규 건설	136	309
성덕댐	2015년	기존댐 하류 신규 건설	0.8	27.9

- 물과 미래, 2022, 환경부 / K-water

표 4. 국외 기존 댐 재개발 사례

국가명	댐명	재개발 내용	저수 용량(백만m³)	
			당초	재개발 후
일본	신마루야마댐	댐 하류 신설 댐 및 추가 방류구 설치	79.5	146.4
호주	Awoonga댐	Rockfill댐 증고(댐높이 44m→54m)	283	800
인도	Kakdiamba댐 외 3개	농업용수법에 Fusegate 설치로 저수용량 증대	4.6~6.9	6.7~8.4
미국	Roosevelt댐	아치댐 증고(댐 높이 85m→108m)	-	370백만m³증가
	Waddel댐	아치댐→존형댐 증고(53m→91m)	190	1,060
이집트	Aswan댐	콘크리트 중력식댐 1·2차 증고	1,000	5,000

- 물과 미래, 2022, 환경부 / K-water

환경 개선 및 건전한 수환경 조성으로 어메니티 제공(수변공간 조성, 수상레저 및 문화·관광 활성화 등) 및 지역발전 촉진을 추진하며, 비상시에는 기후변화로 인한 국지적 중소 규모 저류하천의 홍수가림에 대응하는 등 지역별 시기별 상황에 따라 해당 주목적 외 필요한 부가적 목적으로 탄력적으로 운영할 수 있는 신개념의 다기능 저류시설(다목적 저류지)에 대한 검토가 추진되고 있다.

시설 등으로 활용하고 있다.

이에 앞으로는 치수 중심의 강변 저류지 및 조절지에 이수, 환경, 친수 등의 기능을 추가한 다목적 저류지를 유역별로 검토하고, 신규사업 적지를 발굴하여 「하천유역수자원관리계획(2022 예정)」 등 국가 계획 반영을 통해 정책화 및 사업화를 추진하고, 근거 및 재원 마련 등의 제도 정비도 병행하여야 한다.

우리와 여건이 비슷한 일본의 경우에도 홍수 조절과 불특정용수(하천의 정상적 기능유지 등) 공급목적의 하천환경 개선 댐, 이상가뭀에 대처하기 위한 갈수대책 댐 등 다양한 목적을 가진 저류지를 운영 중이며, 독일(이자르강) 등 유럽에서도 정수 전처리

3. 1. 5 유사조절지

신규 댐 건설이 어려워진 현재 시점에서는 기존 댐의 실정에 맞는 방법을 통해 댐의 토사유입량 및 탁수저감을 통해 댐의 생애주기를 연장하며 활용기간을 증



그림 1. 국내외 다목적 저류지 사례



- 국민 물 안심 통합물관리 미래과제, 2022, 한국수자원학회 / K-water

가시켜, 각 댐의 건설 목적인 이치수 및 환경 등의 역할을 충실히 수행할 수 있는 대책이 필요하다.

대책 검토가 추진 중이다. 앞으로도 댐-직하류하천 통합관리 근거 마련을 위해 「하천법」 등을 개정하고, 국가 및 지자체, 물 전문기관이 협업하여 국가 물 재해 위험성을 방지하여야 한다.

이를 위해서는 댐 퇴사저감, 수질개선, 하류하천 하상복원 및 수변공간 창출의 기능을 가진 유사조절지 설치를 위한 국가 설계기준을 마련하고 적지를 계획 및 추진 검토하여야 한다.

3. 2 기존 댐 활용도 제고 사업

각 댐은 댐 및 부대시설의 점검, 정비, 유지보수를 통해 용수 공급, 홍수 조절, 발전 등 댐의 건설 목적을 얻을 수 있도록 관리가 되어왔다.

3. 1. 6 댐-직하류하천 연계 강화

2020년 여름은 기상관측(73년) 이래 최장기간 장마(중부 54일, 제주 49일)와 역대 2위 강수량(687mm), 연이은 태풍으로 인해 큰 인명(최근 10년 평균의 3배)·재산피해(최근 10년 평균의 4배)가 발생하였다. 특히 전국적으로 하천 범람, 급경사지 붕괴, 도시침수 피해가 심각하였으며, 앞으로도 강수량 증가, 국지성 집중호우 빈발 등이 예상되는 만큼 기후변화 대응이 시급하다.

최근에는 단순 시설물 유지보수의 개념에서 발전하여 수원 및 수자원시설 간 연계, 댐 유지 관리 전반에 대한 취약성과 원인분석 등을 통해 노후화된 시설에 대한 성능개선을 도모하고, 가치 향상과 효율 증진을 위한 노력이 이뤄지고 있다.

댐은 기후변화 대비 치수안정성을 확보하고 있으나, 하천은 댐보다 낮은 설계빈도(다목적댐 200년, 국가하천 100~200년, 지방하천 50~80년), 낮은 하천정비율(국가하천 80%, 지방하천 47%) 등으로 인해 홍수 피해가 빈번하게 발생하고 있다. 특히 댐 하류하천은 댐의 계획방류량을 감안하여 설계빈도를 결정하도록 해야 하나, 중요성에 비해 관리체계가 미흡하다.

3. 2. 1 댐 기능 고도화

① 수원 간 연계(Water-Grid)

물 관련 기후위기가 점차 현실화됨에 따라 극한 가뭄 시에도 국가 경제발전 및 국민 물 복지를 위한 안정적인 용수 공급방안 마련이 필요하다. 대규모 신규 개발 한계 및 국가 물 관리 정책 변화에 발맞추어 기존 수자원의 최적 활용을 위한 수원 간 연계를 시행하면 국가적으로 큰 효과가 있을 것으로 기대된다.

이에 정부에서는 기후위기 대비 하천의 치수안전성 제고를 위한 구조적(제방)·비구조적(기존강화 등)

이를 추진하기 위해서는 유역별 물 배분·공급 원칙은 준수하되 극한 가뭄 및 지역 간 수요 공급 불균형 등 특수한 상황에 한해서 수질·수생태 영향을 최



- 국민 물 안심 통합물관리 미래과제, 2022, 한국수자원학회 / K-water



- 국민 물 안심 통합물관리 미래과제, 2022, 한국수자원학회 / K-water

소화하고 기존시설 활용도를 제고하며, 지역 수용성을 고려해야 할 것이다.

최신 용수 공급 전망 및 댐 재평가 결과 등을 반영하여 여유가 있는 수원에서 부족한 수원으로 유역간 Water-Grid 구축, 하천의 높은 물 공급 안전도를 활용한 댐-하천 연계, 농업용수 여유분을 활용한 댐-농업시설 연계, 물 안보 강화 측면 시설 연계를 적극 검토 및 추진하여 용수 공급의 안정성을 제고하여야 한다.

② 기존 댐 안전성 강화

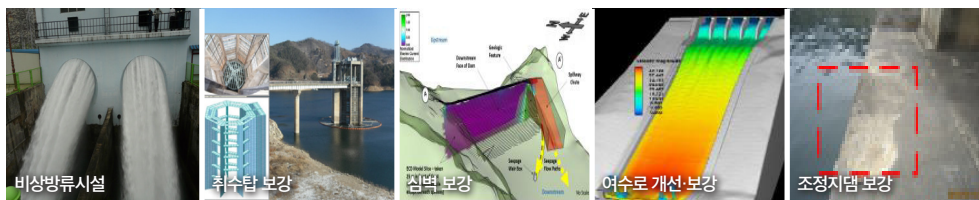
이상기후에 따른 빈번한 대홍수 및 집중호우, 최근에 발생했던 경주(규모 5.8, 2016년)와 포항(규모 5.4, 2017년)의 강한 지진 등과 같은 외부 위협요인과 타 사회기반시설에 비해 노후도가 심각한 국가수자원시설의 고령화(K-water 관리 37개댐의 51%, 즉, 19개댐이 30년 이상 경과) 및 시설관리 미흡 등의 내부적 결함요인들로 인해 언제든 댐 붕괴 등의

복합재난이 발생할 수 있다.

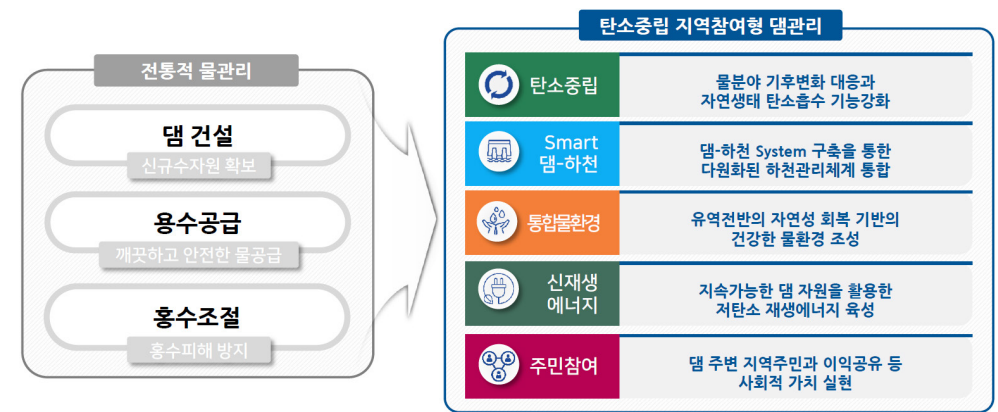
외부 위협환경 및 국가 노후 SOC 시설의 선제적 정비를 통해 댐의 구조적 안전성을 확보하는 것이 그 어느 때보다 필요한 상황이다.

이에 2013년부터 상대적으로 노후화가 심한 용수댐을 대상으로 우선적으로 마스터플랜을 수립하여 수도정비기본계획 등 상위계획에 반영하고, 2018년부터 댐 안전성 강화(1단계, 용수댐)를 추진 중에 있다. 주요 사업내용은 강화된 댐 설계기준에 따라 14개 용수댐을 대상으로 비상방류시설 확충·신설, 부대시설물(취수탑, 공도교 등) 내진보강, 댐체 심벽보강 등 댐 붕괴 방지 및 노후화가 심각한 댐 및 부속 시설물에 대한 보강을 추진하는 것이다.

다목적댐은 2단계 사업으로 통합 마스터플랜 수립 후 사업계획 적정성 검토를 거쳐 2022년부터 본격



- 댐 안전성강화 사업 추진현황, 2022, K-water



- 탄소중립 참여형 스마트 댐 효용증진사업 마스터플랜, 2022, 환경부 / K-water

적으로 추진될 예정이다. 주요 사업내용은 1단계 용수댐 사업과 마찬가지로 비상방류시설 신설·확충, 부속시설(취수탑, 공도교 등) 내진보강, 댐체 및 여수로 보강 등으로 대규모 가물막이 공사 및 안전과 직결된 수중작업은 최소화하고, 비상방류시설과 취수탑 신설보다는 기존시설을 최대한 활용하는 방식으로 추진될 예정이다.

③ 기존 댐 준설

호우량 증가에 따른 댐 상류 비점원오염의 호소 유입 및 댐(유역) 노후화로 상류 퇴사량이 증가되어 댐 저수 용량 회복을 위한 국가대책이 필요하다. 특히 영천댐 및 대암댐의 경우 댐 내 퇴적도 증가 등 저수 용량 감소(영천댐 △ 9%, 대암댐 △ 51%) 증으로 설계 대비 퇴사량 과다로 이상기후 대비 이·차수 용량 확보 대책이 시급한 여건이다.

기존 댐 퇴적도 준설 기초조사 및 계획 수립, 시범사업 추진 등을 통한 이수 용량 확보(회원)를 통해 국가 가물 대응 및 물 안보 확보 노력을 다하여야 한다.

④ 기존 댐 효용 증진

물환경, 친수공간 등 다양한 사회적 가치 실현 요구 증대 및 정부 정책(탄소중립, 그린뉴딜)이 반영된 댐 관리 정책이 요구되어, 댐 주변지역에서 다양하게

추진되는 사업을 '디지털' 댐 효용증진'이라는 하나의 계획으로 통합 관리하는 구상이 추진되고 있다.

이는 댐법에 따라 댐 주변지역의 사회·문화 발전과 경제발전 및 댐을 적정하게 관리하기 위한 사업으로, 댐별 지역의 특성, 문화, 환경, 인프라, 지역주민 니즈 등을 반영하여 검토될 계획이다.

3. 2. 2 기존 댐 재평가

댐이 위치하고 있는 유역에서도 신규 수자원 확보 및 치수능력 확보에 대한 필요성은 지속적으로 제기되어 왔고, 댐 건설 당시와 비교하여 새로운 사회적 환경 및 댐 운영에 있어서의 요구사항 증가로 댐 건설 당시의 기준과 기술에 따라 건설된 기존 댐에 대한 재평가의 필요성도 제기되어 왔다.

재평가는 기존 댐에 대한 용수 공급 및 치수능력을 재검토하고 평가 결과 이수·치수 능력 증가(감소)부분을 활용하는 개념으로 댐 공급 능력이 증가되었을 경우 환경용수 등 추가 용수 공급 또는 홍수 조절 용량을 확대하고 반대로 댐 공급 능력이 감소되었을 경우 새로운 수자원 확보방안을 검토할 수 있다.

- ④ 수문/수질과 관련된 사항
 - 수문학적 유입량 조건 평가
 - 침퇴적 사항
 - 수질 관리 사항
 - 하류유량 변화 사항
- ⑤ 댐의 구조적 안정성 평가 사항
 - 댐 시설(asset)의 신뢰성 및 효율성
 - 댐 안전성(safety)
- ⑥ 댐의 운영상 경제/편의 평가 사항
 - 댐 시설(asset)의 신뢰성 및 효율성
 - 댐의 경제적 안정성(수익구조)
 - 댐 신설 시 기대되었던 편의

- 댐 재평가 확대 개념, 기후위기 대응 댐 정책방향 심포지엄, 2022

- ⑦ 댐 주변지역 주민 지원 사항
 - 댐 건설로 인한 이주민들의 안전성
 - 지역주민에 대한 건강
 - 댐 주변 지역의 안정적 발전
- ⑧ 환경 및 생태 관련 사항
 - 환경/사회적 이슈 관리
 - 종다양성 및 침입종 여부
- ⑨ 기후변화 및 기타 사항
 - 기후변화 영향 및 회복도 평가
 - 타 유관기관과의 원활한 의사소통 → 거버넌스
 - 주변 문화유산 관리

1998년 한강, 낙동강 유역 등 대유역에 위치한 기존 댐에 대해 '기존 댐 용수공급능력조사', 2011년 '기존 댐 재평가 및 최적활용 시행계획 수립', 2019년 '기존 댐 재평가', 2021년 '가능 최대강수량 산정절차 재평가 및 보완' 등이 이루어진바 있다.

댐 건설 이후 50년이 경과한 현 시점에서 볼 때 기후변화 등으로 수문상이 변화되었으며 경지면적, 농업인구 감소로 인해 물 이용 측면에서의 여건 변화, 최근의 수자원 개발에 대한 사회적(사업 공감대 형성)에 장기간 소요, 환경적 여건을 고려해볼 때 기존 댐 재평가 필요성은 더욱 증대하고 있다.

이를 위해서는 현행의 소극적 재평가에서 벗어나 기존 댐 재평가에 대한 지침 및 정책 정비, 재평가 사업의 법적 근거 강화, 재평가 사후 관리(이행평가) 강화 등의 적극적 재평가를 위해 노력하여야 한다.

근원적으로는 댐 서비스 기간 동안의 순기능적 역할을 평가할 수 있는 재평가 개념의 도입이 필요하다. 건강한 생태시스템, 지속적인 지역발전, 회복력 있는 댐, 거버넌스 구축 등 ESG를 재평가의 핵심 향

목으로 고려하여 재평가를 실시하고, 환경적, 지역 경제에 영향이 없는 지속가능한 투자를 바탕으로 댐 리노베이션이 추진되어야 한다.

3. 3 기존 댐 안전도 제고 사업

3. 3. 1 댐 치수 능력증대(댐 수문학적 안정성 확보)

세계적인 기상이변과 더불어 우리나라에도 2002년 태풍 '루사'때 강릉지역에 1일 870.5mm의 기록적인 폭우가 내리는 등 이상기후로 인한 홍수기 강수량이 증가하는 추세이다. 이에 따라 '댐 설계기준'으로 사용되는 가능최대강수량(PMP, Probable Maximum Precipitation)이 대폭 상향 조정되었다.

2003년 정부에서는 댐 및 저수지의 안정성 평가 및 보강대책 수립 등 범정부적 수해방지대책을 마련하였으며 이의 후속대책으로 2004년 '댐 수문학적 안정성 검토 및 치수 능력증대 기본계획'을 수립하였다.

현재 운영 중인 댐 중 증가된 PMP에 대응할 수 없는 댐과 설계 또는 시공 중에 있는 댐 중 변경된 PMP에 대응할 수 없는 댐을 대상으로 한 수문학적

표 5. 치수 능력증대사업 추진현황

구분	완료(19)	추진 중(4)	미착수 (1)
월류(14개 댐)	광동, 영천, 수어, 연초, 소양강, 대암, 섬진강, 대청, 안동, 임하, 운문, 평화의댐	충주, 남강	-
여유고 부족(10개 댐)	달방, 구천, 합천, 보령, 밀양, 부안, 주암	안계, 선암	사연

- 기후위기 대응 댐 정책방향 심포지엄, 2022, 한국수자원학회

안정성 검토 결과 댐체 월류 등으로 구조적(보조여수로, 파라펫월 설치 등), 비구조적 대책(홍수기 제한수위 설정 등)이 필요한 소양강댐 등 24개 댐에 대해 사업별 우선순위에 따라 치수 능력증대사업을 추진 중에 있다.

현재 24개 댐(다목적댐 12개, 용수댐 11개, 홍수조절 댐 1개) 중 19개 댐사업을 완료하였으며 남강댐, 충주댐 등은 사업시행 중에 있다.

3. 3. 2 다목적댐 독 높임

댐은 파괴 시 사회적·경제적으로 미치는 파장이 지대할 것으로, 국지적 집중호우로 인한 이상홍수 발생 등 그 어떠한 경우에도 절대 안전이 보장되어야 한다.

그러나 이상기후로 인한 가능최대강수량(PMP) 및 가능최대홍수량(PMF)의 지속적 증가, 단시간 대규모 집중호우에 대한 강우예보의 불확실성 증가와

더불어 2020년 수해 이후 하류 침수 피해를 감안한 댐 운영(방류) 의사결정 부담이 지속적으로 증대하고 있다.

아울러 전 국토 물그릇 확보가 현실적으로 어려운 상황으로, 홍수 관리 패러다임의 획기적 전환을 도모하기 위해서는 다목적댐 독 높임사업 추진이 필요하다.

다목적댐 독 높임(중고)을 통해 댐(저수지) 내 단시간 집중호우 및 초과홍수 유입 시에는 댐 내 저류용량(비상대응 용량)을 확보하고, PMP / PMF 수준의 대규모 수해발생 시에는 댐 하류 홍수도달 시간을 지체시켜 재난을 예방할 수 있다.

이와 병행하여 댐 체체의 안정성을 확보하고, 공간 제기된 취락요소를 일제 보강하는 종합적 댐 리모델링을 추진하여 기존의 사후대처식 시설 관리에서 벗어나 안전성, 사용성, 내구성을 증진시키는 생애주기 연장 및 생애주기비용(LCC) 최소화를 도모하



- 국외 댐 독 높임(중고) 사례, 국민 물 안심 통합물관리 미래과제, 2022



- 스마트 댐 안전관리센터 개소, 2021, 환경부 보도자료

여야 한다. 이를 통해 댐의 경제수명(50년) 경과 이후의 불확실성 해소 및 댐 효용가치를 증대하여야 한다.

3. 3. 3 스마트 댐 안전관리

물에 대한 사회적 가치는 시간이 지날수록 지속적으로 증가하고 있으며, 이에 따라 기존 홍수 조절, 용수 공급, 발전에 집중되어 있던 댐의 용도 또한 보다 다양한 분야로 확대되어 나아가고 있는 동시에 본연의 기능 유지 및 안전관리가 그 어느 때보다 중시되고 있는 실정이다. 특히 K-water가 관리 중인 환경부의 37개댐은 전체 저수 용량도 농업용댐이나 발전용댐에 비해 월등히 크고, 홍수 조절을 통해 물 재해를 예방하는 등 그 역할이 매우 지대한데, 전체의 51%가 30년 이상 경과되어 노후도가 심각하여 평상시 체계적인 안전점검 및 관리가 매우 중요한 실정이다.

또한 국가적으로도 데이터·5G·인공지능(AI) 등 디지털 인프라 구축, 비대면산업 육성, SOC 디지털화 등 3대 영역에 중점을 둔 한국판 뉴딜 정책을 통해 4차산업 기술 도입을 통한 노후 국가기반 시설물의 안전관리 및 디지털화를 강조하고 있다. 이에 4차산업혁명 기반의 드론, 인공지능(AI), 빅데이터 분석시스템 등 댐 안전관리체계 구축을 통한 선제적 보수보강, 성능개선으로 댐을 안전하고 보다 오랜 기간 동안 사용하고자 K-water에서는 디지털 뉴딜 추진 및 Dam Safety 선도를 위해 관리 중인 37개 댐에

대한 스마트 댐 안전관리사업을 추진하고 있다.

주요 사업내용은 첫째, 실시간 모니터링 시스템 구축이다. 첨단장비(GPS, 실시간 계측기 등)를 활용, 기존 하루 1회 실시한 댐의 거동계측을 실시간 안전체계로 전환하게 된다. 둘째, 드론 기반의 안전점검이다. 기존 육안진단에서 항공(댐 사면·여수로 등 접근 제약·위험 지대 안전점검용)·수중(취수탑용 소형 수중드론 및 터널용 ROV) 드론을 이용한 비대면 3차원 영상분석으로 보다 정밀하게 댐 손상 여부를 진단할 수 있게 된다. 셋째, 안전관리 플랫폼 구축이다. 계측자료의 빅데이터화, 인공지능(AI) 분석 등을 활용하는 디지털 트윈 기반의 플랫폼 및 댐 안전관리센터를 구축하게 되며 사업은 2025년까지 추진될 예정이다.

기반시설 안전관리분야의 디지털 전환은 디지털 기술을 바탕으로 SOC 생애전주기(계획, 설계, 시공, 유지 관리)에 걸쳐 잔존가치 제고, 장수명화, 안전진단의 단위비용 절감, 정밀하고 정확한 진단으로서 초연결을 통해 밸류체인의 변화를 가져오게 된다.

향후 개발 및 구축된 기술은 유관기관들과 공유하여 정보의 확산 및 신기술의 재생산으로 이어지고, 대국민 정보공개로 통해 국민의 알권리를 충족시키며 국내기업들이 성장할 수 있는 여건을 조성할 필요가 있다.

이처럼 댐 안전진단 및 관리에 대한 선진기술을 확



- 디지털 트윈(DT) 기술 기반 스마트 물 관리 추진 로드맵, 2021, K-water

보하면 국민의 안전과 복지향상에 기여함은 물론 해외시장에서도 높은 경쟁력을 갖추게 될 것으로 앞으로도 적극적이며 지속적인 노력과 투자가 필요하다.

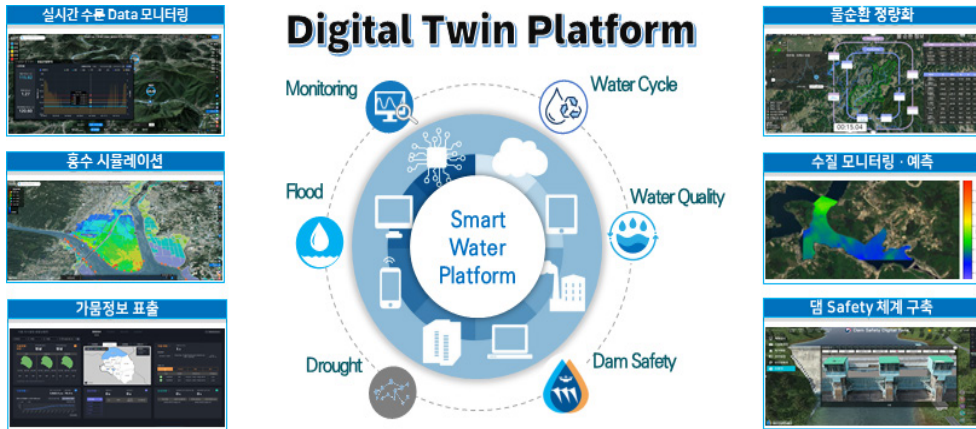
3. 4 스마트 물 관리 기술개발

유역통합물관리는 공간적으로는 댐 중심에서 댐, 보 및 제방·배수문 등 하천시설의 통합운영 관리로의 확대를 의미하며, 기능적으로는 이·치수 수량 중심에서 수질 그리고, 생태·환경, 유사, 지하수 등의 유역 내 수자원을 통합적으로 관리하여 지속가능한 발전을 모색하는 것이다.

통합물관리사업은 대부분 국가 주도로 시행되고 있으며, 지속가능한 수자원 개발을 위해 고도화된 수계 물 순환 해석기술이 필요하다. 미국, 유럽 등은 국가 차원에서 수질·수량 통합 관리기술 및 이에 필요한 계측 및 정보시스템 기술 개발을 위한 산업이 형성되어 있다. 특히 미국 WARSMP(Watershed and River Systems Management Program), 네덜란드 RIBASIM(River BASin SIMmulation), 덴마크(MIKE-BASIN) 등의 통합물관리 기술이 상용화되어 있으며, RIBASIM은 전 세계 20여 개국에 적용되고 있다.

그간 K-water에서는 지난 50여 년간 물 관리 노하우를 기반으로 유역차원 댐·보 연계운영 물 공급 체계의 정립을 위한 저수지 운영모형 개발(최적화, 모의운영 및 공간정보 가시화), 장단기 유출 모의예측 기술 기능 확장을 통한 관련 핵심기술 확보 및 댐·보 연계발전 통합운영 체계구축 등 신규기술 개발 및 기상예측, 수문 자료 관리, 이·치수 물 관리, 발전 통합운영 등 수자원 시설물 운영 통합시스템인 '지능형 유역통합물관리 의사결정 툴킷(KHIT, K-water Hydro Intelligent Toolkit for Integrated Water Resources Management Decision Support)'을 개발, 운영하고 있다.

최근에는 기후변화에 대비한 안전한 사회 조성 및 디지털 물 관리 패러다임 선도를 위해 디지털트윈(DT: Digital Twin) 기반의 스마트 물관리 체계로의 전환을 추진하고 있다. 디지털트윈이란 현실세계를 3D 모델로 가상화하고 다양한 데이터를 연계·시각화하여 실시간 자동관제 및 시뮬레이션 기반 분석·예측·최적화를 구현하는 융합기술로 정의되며, 그중 수자원 DT는 물 정보접근성을 대폭 강화하고, 가상 세계에서 분석·모의 후 최적 물 관리 의사결정을 지원하는 지능화 융합기술(3차원 가상세계 활용 물 관리 감시·예측·분석)로 정의하고 있다.



- 디지털트윈(DT)기술 개념, DT 기술 기반 스마트 물관리 추진 로드맵, 2021, K-water

정부는 한국판 뉴딜 대표과제로 디지털트윈을 선정하고, 댐-하천 디지털트윈을 2026년까지 추진할 계획이며, K-water는 극한 가뭄·홍수 빈번에 따른 물 관리의 복잡성·불확실성 증가, 디지털 전환 선도를 위한 정부 정책 부응 및 다양한 분야에서 성장동력·전략으로 급성장한 디지털트윈기술 등의 여건 변화를 고려하여 2021년부터 DT 기반의 물 관리 플랫폼 기술개발 및 댐·유역 시범사업(섬진강유역 DT 플랫폼 구축, 홍수가뭄·수질·물 순환 등 6개 패키지 탑재)을 선도적으로 추진하고, 이후부터는 공간적 영역을 5대강 전체 유역으로 확대하고, 기능적으로는 지하수 등 물 관리 전 영역으로 순차적으로 확대 시행할 계획이다.

이러한 기술투자 및 노력으로 우리나라 통합물관리 기술은 선진국 기술 수준에 도달했으며 향후 해외 시장에서 새로운 도약이 기대되는 분야이다.

3.5 댐산업 기술개발

3.5.1 하이브리드댐 건설기술 개발 추진

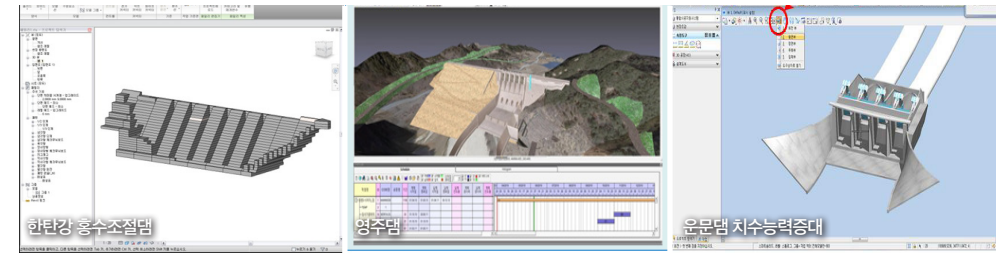
과거 수자원개발사업은 대규모 공공프로젝트로서 중앙정부를 중심으로 한 재정사업으로 추진되었으나, 최근 들어 국내에서는 소규모 댐에 대해 지자체 위탁사업이 진행되고 있으며, 해외에서는 BOT 등의

민자사업으로 대규모 수력발전사업이 추진되는 실정이다.

이에 미래의 수자원개발을 이끌어갈 경쟁력 있는 기술력 확보를 위해서는 재료와 시공기술 측면에서 한계 범위를 벗어나 다양한 기술들이 융합되는 경제적인 댐 기술개발이 불가피한 상황이다.

K-water에서는 차세대 미래 핵심 댐 건설기술로 5개 키워드(경제성 및 시공성, 지속가능성, 유지 관리, 수력발전, 경관개선) 기준으로 시공방법 및 댐 형식 검토를 통해 4개 타입의 댐 건설기술(필댐: ACRD(Asphalt Concrete core Rockfill Dam), 콘크리트댐: Hardfill dam(CSG: Cemented Sand and Gravel dam), 복합댐: PCPT(Precast Concrete Post Tension), RCCR(Roller Compacted Concrete and Rockfill))을 선정하고 국내 정착화를 위한 설계기준 및 시방서 등이 개정되어 건설기술 표준화의 틀이 구축되고 있다.

아울러 기존 댐 형식(CFRD, CGD, CCRD 등)의 재해석 및 장점 결합, 조립식 공법 등 대형 토목구조물에 적용된 신공법의 댐 건설 적용 등을 통한 하이브리드 댐 형식 개발, 기존 축조공법(Block 타설, RCD, ELCM) 등



- 다목적댐 BIM 적용사례, K-water

국내외 축조공법의 기술분석을 통한 중소규모 댐에 적합한 최적 하이브리드 축조기술 개발, 댐체 경관특화 등을 고려한 댐 설계기술(댐체배면 조형·디자인 공법) 개발 및 시험시공 등의 노력을 기울이고 있다.

앞으로도 댐산업의 기술 고도화를 통한 댐 시공성 향상, 공기단축 및 투입인력 감소, 국가 기술경쟁력 확보 등으로 향후 해외 신규시장 선점에 유리하도록 지속적인 동향·기술 습득 및 개발 추진이 필요하다.

3.5.2 IT를 이용한 댐 건설기술 고도화

최근 해외 건설시장은 건설 전주기에 BIM(Building Information Modeling) 기술 적용을 의무화하고 프로젝트 기간 내 발생하는 모든 정보를 공유, 관리 및 활용이 가능하도록 공동데이터 환경의 도입을 요구하고 있다.

BIM은 시설물의 설계-시공-유지관리 전 단계에서 발생하는 프로세스 정보와 각 프로세스에 소요되는 공사정보들을 3D 객체기반으로 통합 연계한 건설정보 모델이다. 그간 사용된 2D화된 도면 등의 정보를 3D화 및 시뮬레이션(Simulation)을 통해 복잡한 댐 건설 프로젝트 전반에 대한 사전이해를 돕고, 나아가 공정 연계 기능까지 강화된 4D프로그램, 공사비까지 연계 가능한 5D프로그램까지 실무에 적용되고 있어 공사 기간 단축 및 공사비 절감 등에 큰 도움을 주고 있다. 지금까지 한탄강댐, 영주댐, 운문댐 치수능력증대사업 등에 BIM을 적용하고 있으며, 현재에도 총주

댐 치수능력증대사업 등에 적용하고 있다.

우리나라 최대 강점인 IT 기술력을 활용하여 댐 건설 기술뿐 아니라 수자원을 개발·관리·공급하는 기존의 기술에 IT를 접목한 'Smart Water Grid' 등 선진 물 관리 시스템에 대한 기술경쟁력 확보를 통해 세계 물시장에서 우위선점이 가능할 것으로 기대된다.

산업 전반에 걸쳐서 빅데이터와 인공지능과 같은 디지털 전환이 빠르게 이루어지고 있는 시대가 도래함을 고려하더라도 댐 건설과정에서부터 디지털에 기반한 물 재해 관리로의 전환은 지극히 필수적이다.

3.6 탄소중립 이행 확대

기후변화에 대한 적극적인 대응을 위해 전 세계 각국은 탄소중립(Net-zero)에 노력하여야 하며 물분야도 2030 탄소중립 이행로드맵 수립 등이 요구된다.

수자원시설과 관련해서는 물 순환 전 과정에서 탄소중립 목표이행을 위한 노력이 필요하며, 저탄소 중립 에너지 재편 및 물 공급, 물 분배, 물 송수 측면에서 탄소 감축을 추진하여야 한다.

댐에서는 에너지 전환 정책에 부응하여 물이 가진 에너지를 활용하여 태양광 발전시설을 확대, 수열 에너지 보급 확대, 친환경 수력발전 확대를 실시하여야 한다.



- K-water 탄소중립 로드맵, 2021, K-water

먼저 친환경 녹색전환 수상태양광사업은 댐 수면의 공간자원을 활용한 산림훼손 없는 친환경 재생에너지를 개발하는 것으로, 국가 온실가스 저감의 핵심 키인 기후위기 대응과 지속가능한 발전을 만족시킨다. 국가 전 수자원시설을 활용한 수상태양광 개발 확대가 필요하다.

아울러 저에너지형 물 관리를 위해 물이 가진 풍부한 열에너지와 냉동공조기술(히트펌프)이 결합된 친환경 냉난방 시스템인 수열에너지 활성화가 시행되어야 한다. 해외에서는 이미 하천수, 호소수 등을 활용한 수열에너지를 건물 냉난방으로 공급하여 에너지 절감 및 탄소 저감에 기여하고 있으며, 국내에서도 강원도 수열에너지 융복합 클러스터 조성 등이 추진되고 있다. 그린뉴딜의 대표사업으로써 수열에너지 보급 확대가 탄소중립 이행에 크게 기여할 것으로 판단된다.

3.7 남북 공유하천 수자원 협력 강화

비무장지대를 통과하는 남북 공유하천은 임진강과 북한강이 있다. 임진강은 전체 유역 면적의 63%가, 북한강은 23%가 북측지역에 해당되어 공유하천에 대한 협력 강화가 필요하다. 하지만 정보 미공유로 인해 북측 무단방류에 따른 인명·재산피해가 발생하는 등 하류지역 홍수 피해가 다수 발생(2009년, 2019년)하고 있는 실정이다. 아울러 평화의담(북한강), 군남댐(임진강) 등은 평상시에 댐을 비워두었다가 홍수 조절전용으로만 활용되어 수자원이 비효율적으로 활용되고 있으며, 북한은 수력발전 및 농업용수 공급을 위해 상류에 댐을 건설 후 유역 외로 물을 돌리고 있어 하류 유량감소 및 수생태계가 악화되고 있다(북측댐 건설 이후 하류로 내려오는 물은 19~45% 감소).

우선적으로 접근이 어려운 북측 댐 운영상황 모니터링을 위해서는 위성영상 활용 및 수문정보 공유 체계 구축이 필요하다. 임진강 유역 대상 관측소(수위, 우량, 기상 등) 신설·증설, 통신체계 확충 등을

구분	임진강			북한강		
	전체	남한	북한	전체	남한	북한
유역 면적 (km ²)	8,118 (100.0%)	3,009 (37.1%)	5,109 (62.9%)	10,124 (100.0%)	7,787 (76.9%)	2,337 (23.1%)
유로 연장 (km)	254.6 (100.0%)	92.0 (36.1%)	162.6 (63.9%)	291.3 (100.0%)	158.8 (54.5%)	132.5 (45.5%)

- 공유하천 공동관리를 통한 남북협력방안 세미나, 2021, 국회 입법조사처 / 한국물학술단체연합회

통해 기상·수문자료의 실시간 취득 및 남북 간 공동 활용 시 수해방지가 가능하다.

향구적으로는 하류지역(남측) 홍수대응 구조적 대책(천변 저류지, 방수로 등) 마련, 상류지역(북측) 기존시설 보강(수문 설치·운영, 비상여수로 설치 등) 및 다목적댐 신설 등을 통해 공유하천 물 문제 해소가 가능하다. 그 외 남북 간 상호호혜적인 협력사업으로는 물-에너지(또는 대체사업) 교환 등이 있다.

3.8 해외 물산업 진출

세계 물시장은 현재 800조원 규모로 연평균 4.2%의 꾸준한 성장세를 보이고 있다. 특히 개발도상국에서 도시화와 산업화, 그에 따른 인구 증가로 물 수요가 늘면서 지속적인 성장이 예고된다. 반면 국내 물 관리기술은 선진국 대비 70% 수준이며, 물산업의 해외 수출액은 1.7조원으로 물산업 전체 매출대비 4.7%이다. 이는 물 관련 기반시설 설치 및 수처리 중심의 부분별, 분산된 공공산업 위주의 진출방식, 국내 내수시장에 안주하는 분위기, 기술혁신 미흡, 취약한 제품경쟁력 등으로 인해 시장 성장세가 다소 둔화된 상황으로, 국내 물기업의 경쟁력 강화가 요구된다.

현재 전 세계는 홍수와 가뭄, 수질오염, 식량 생산의 감소 등 물과 관련한 어려움에 직면해 있다. 최근 기후변화 해결을 위한 핵심요소로 물 관리의 중요성이 대두되고 있다. 이러한 기후변화에 대응하기 위해서는 국제사회와의 협력이 무엇보다 중요하다. 한 국형 물 관련 국제협력 개발사업을 확대해 개발 잠재력이 높은 신남방·신북방지역의 물 문제 해결에 기여하고 국내 물기업의 해외진출 확대에 노력하여야 한다.

포스트 코로나시대 글로벌 물 어젠다 선도를 위해

서는 첫째, 산학연관(産學研官)의 연계를 통한 물산업 육성 증진이 필요하다. 둘째, 물산업 플랫폼 확대를 통한 해외진출의 판로 개척 및 물산업 제고 전략을 수립하여야 하며, 셋째로는 물산업 기술들을 융합하고 실증하여 표준화 및 확산을 도모하여야 한다. 넷째, 물산업 확대를 위한 상생 및 거버넌스 전략을 강화하여야 하며, 마지막으로 물산업 제고를 위한 인력 양성을 통한 경쟁력 강화가 무엇보다 필요하다.

3.9 미래 댐 산업 전망

RCP 시나리오에 따른 한반도 21세기 기후변화 전망 자료에 따르면 미래(2100년대)에 평균기온은 6.0°C, 강수량은 17.6% 증가하는 등 기후변화는 더욱 심화될 전망이며, 이로 인하여 전 세계적인 물 문제의 불확실성(물 재해, 물 부족 등)이 가속화될 것으로 예상된다.

OECD 물 관리 종합보고서에 따르면 미래 수자원 정책방향은 통합 수자원 관리, 물 안보 강화 등으로 요약할 수 있으며, 기존의 깨끗한 물에 대한 기본적인 욕구에서 물 관리 효율화를 넘어 이제는 물 문제의 패러다임이 기후변화에 따른 '물 안보(Water Security)'로 확대되고 있음을 알 수 있다.

OECD는 가용 수자원 중 취수량이 높아 물 균형이 위협받고 있는 한국을 물 스트레스가 심한 국가로 분류하고 있으며, 연도별 및 시기별 강수량 변화가 심해 매년 홍수와 가뭄이 발생하고 있다. 특히 국지성 집중호우로 인한 하천 및 도시지역 홍수 피해가 지속 발생하고 있으며, 중·소하천 건전화로 지하수 및 하천을 수원으로 이용하고 있는 지역의 물 공급 안정성이 여전히 취약한 실정으로 2030년 기준 전국적으로 약 3억m³의 물 부족이 발생할 전망이다.

물관리일원화 이후 처음 수립된 향후 10년의 통합 물관리 이정표이자 물분야 최상위 계획인 제1차 국가물관리기본계획(2021~2030)의 비전은 자연과 인간이 함께 누리는 생명의 물로, 물 환경·물 이용·물 안전 등 통합물관리의 원활한 이행을 위한 6대 분야별 추진전략을 아래와 같이 제시하고 있다.

먼저 전통적 물 관리 3대 분야별(수질·수생태, 이수, 치수) 전략은 다음과 같다. 첫째, 물 환경의 자연성 회복이다. 공공수역의 깨끗한 수질 확보 및 수생태계 건강성 확보를 통해 국민이 안심하고 즐길 수 있는 하천공간을 지속적으로 확대하게 된다. 둘째, 지속가능한 물 이용 체계 확립이다. 물 절약, 효과적 배분, 수원 다변화, 수도물 안전 관리 강화 등을 통해 국민 모두가 깨끗한 물을 지속적으로 이용할 수 있게 보장하고자 함이다. 셋째는 물 재해 안전체계 구축이다. 기후변화에 따른 극한 가뭄·홍수로부터 안전한 방어체계를 구축하여 겪어보지 못한 가뭄·홍수가 오더라도 국민들의 피해를 최소화할 계획이다.

3대 분야별 전략을 효과적으로 추진하기 위한 기반·역량강화 3대 전략으로는 첫째, 미래 인력 양성 및 물 정보 선진화이다. 전문인력 양성, 물 관련 조사·분석·정보 관리체계 지능화, 세계 최고 수준의 물 관리 기술 개발을 통해 물 관리 기반을 선진화한다. 둘째, 물 기반시설 관리 효율화이다. 물 기반시설 안전 관리 강화에 중점을 두되, 시설별 관리전략 및 생애주기 자산관리 체계를 구축하여 관리상 경제적 효율성을 제고하게 된다. 셋째는 물산업 육성 및 국제협력 활성화이다. 국제적 물 이슈에 주도적으로 참여하여 국격을 제고하고, 물산업 육성 생태계 조성 및 해외진출 지원을 통해 글로벌 물산업을 선도할 예정이다.

미래 댐산업은 기후변화 및 유역 중심 통합물관리가 키워드로, 일상화된 기후변화에 따른 수자원의

시공간적 불균형이 더욱 가속화될 전망이므로 지역별 불균형 해소를 위한 국토의 균형적인 물그릇 배분이 무엇보다 중요하다. 한정된 수자원을 효율적으로 배분하는 방안으로 수계 간 또는 수계 내 물 이동(연결) 등이 논의되고 있으며, 댐산업 분야로는 기존 수자원 시설 간 연결사업, 평상시 일정 유량 이하는 하류하천의 유지를 위해 전량 하류로 흘려주고 일정 유량 이상은 타 유역으로 도수하여 저류지에 저수하는 오프라인 댐(Off-line dam) 등의 검토가 가능하다.

기후변화로 인해 증가, 빈발하고 있는 초과홍수에 효율적으로 대응할 수 있는 대책 마련도 중요하다. 친환경 중소규모 댐, 홍수조절 전용 댐 및 하천변 홍수조절지 등과 함께 지류하천의 홍수방어 등을 위한 다목적 저류지, 댐-하천 연계 강화, 다목적댐 독 높임 등 지역(댐)의 특성에 적합한 대책을 마련해야 할 것이다. 특히 급격한 인구증가 및 도시화에 따른 대도시 홍수 유출량 및 하수관거 월류수의 증가로 도시지역의 잦은 침수 피해 발생도 해결해야 할 과제이다.

이에 대한 근본적인 대책 차원의 신개념 저류시설(대심도 터널 등) 도입 등이 검토되고 있으며, 대심도 지하공간을 이용한 저류시설 및 지하수 저류지 등도 넓은 의미에서 신개념의 물그릇(댐산업) 확보 분야로서 활성화가 기대된다.

앞으로 댐산업은 기존 댐의 활용도 및 안전도 제고와 더불어 미래 기후변화의 불확실성 대응 및 환경에 대한 영향 최소화를 위해 유역 중심 통합물관리 기반으로 추진될 전망이다. 과거와 같은 대규모 댐 건설 중심의 사업추진이 어려운 실정므로 유역 특성에 맞는 새로운 개념의 물그릇 확보를 위한 많은 관심과 노력만이 댐산업의 지속가능한 발전의 밑바탕이라고 생각한다.

4. 맺음말

일상화된 집중호우 등 기후변화에 대비한 국지적 홍수방어, 가뭄대처 능력제고 등을 통한 지역적 물 부족 해소, 유역 통합물관리 실현 등은 미래에도 당면하게 될 과제이자 국가 발전을 위해 지속적으로 고려해야 할 사안이며, 향후 댐산업의 방향이기도 하다.

댐 건설은 국토의 보존과 수자원의 이용 및 청정에너지 개발 등을 위해 없어서는 안 될 대상으로 사회적·환경적 영향을 최소화하는 방향으로 지속적으로 추진되어야 할 사안이며, 제1차 국가물관리기본계획(2021~2030) 등의 국가 계획에 따라 홍수조절 댐, 다목적 저류지, 유사조절지, 댐-하천 연계 등 최근의 사회적 요구 반영을 위해 특성화된 댐사업이 본격적으로 추진될 것으로 보여진다.

또한 댐 기능 고도화, 기존 댐 재평가 등 기개발된 수자원의 효율성을 높이기 위한 기존 댐 활용도 제고 사업과 다목적댐 독 높임, 스마트댐 안전 관리 등 기존 댐 안전도 제고사업도 지속적으로 이루어지고 있어 추후에도 댐산업의 한 축을 이룰 것으로 전망된다.

물이라는 청정에너지를 통해 수상태양광, 수열에너지 등을 확대하여 탄소중립을 실현함과 동시에 댐의 현재와 미래 역할을 반영한 재평가 및 가치 부여를 통해 지속적으로 리노베이션을 추진하여야 한다.

앞으로 차세대 댐 건설 기술의 지속적 연구, 스마트 통합물관리 기술의 개발 및 고도화와 함께 남북협력 강화 등을 병행한다면 해외사업에도 많은 성과가 기대되는 바이다.

아울러 기상 변화에 대한 댐시설의 대응에 있어서 는 단순히 개별시설로서 대응하는 방식에서 나아가 기상이변이 유역 전반에 걸쳐 야기할 수 있는 재난 상황에 맞추어 댐시설을 계획하는 방식으로 변화하는 것이 필요하다고 판단된다. 효과적인 물 관리의 사결정지원을 위해서는 다양한 수자원 시설운영 경험을 보유한 기관들과 산학 간 협력을 바탕으로 유입량 예측, 댐-보-하천 연계운영 및 최적화 등 기반 기술을 효과적으로 연계하고, 다목적 최적 의사결정을 위해 수질, 유사, 발전 등의 모듈 개발을 추진하여야 하며, 이를 위해서는 확률론적 의사결정 기법 도입, 선진화된 플랫폼 도입 등이 요구된다.

영국의 물 전문 리서치기관인 GWI에 따르면 2020년 글로벌 물시장은 약 8,034억달러(996조원)로 추정되며, 2024년까지 연평균 3.4%대로 성장할 전망이라고 밝혔다. 또한 글로벌 물시장의 성장속도는 그 규모나 범위에 있어서 여타 산업을 능가하고 있고, 특히 기존 물 관련 시설 운영분야의 시장 확대와 점유율이 더욱 증가할 것으로 예상하였다.

기획재정부(2021년)에 따르면 2021년 해외건설시장은 세계경제 회복 기대로 전년 대비 12.2% 증가한 12.4조달러로 예상되며, 특히 아시아 등 개도국 개발수요가 큰 폭으로 증가(2.5→4.2조원)할 것으로 전망하였다. 이처럼 글로벌 차원의 대형 인프라 확충, 도시문제 해소를 위한 '대규모(Package) 투자개발사업'이 확대되는 추세를 고려하여, 정부 및 관련 기관·단체에서는 한국형 물산업 해외시장 진출 민간 통합형 모델 개발 및 공공부문 역할 강화, 해외 시장 수주 확대를 위한 금융지원 강화, 해외사업 및 민간 건설사 프로젝트에 중소벤처기업의 우수 기술과 운영관리·컨설팅 역량을 결합한 스타(Star) 프로젝트 추진 등에 노력하여야 한다.