

제3편
댜 산업 전망

국내 댐 산업 전망



김종해
K-water 수자원사업본부장

의성 대제지(大堤池), 밀양 수산제(守山堤) 등이 있으며 의림지와 수산제는 현재까지 잔존하고 있다. 고려시대에는 중농(重農)정책 및 토지국유제 실시로 수해방지, 농업용수 확보를 위한 제방 신축과 보수가 왕성하게 이루어졌으며, 당시 재축조된 상주 공검지는 영남 최대 규모의 저수지였다. 특히, 995년(성종15년) 공조 산하에 수리(水利)행정을 담당하는 우수부(虞水部)를 설치하였다는 것은 국가에서 물관리에 관심을 기울였다는 것으로 특기할 만하다.

조선시대에는 '농자천하지대본(農者天下之大本)'이란 말에서 알 수 있듯이 농업 우선, 관개(灌漑) 중심의 행정으로 벽골제(1415년) 및 눌제(訥堤) 보수공사(1419년), 18세기 후반 만년제, 혜정제, 남대지 건설 등 수많은 댐, 제방 축조와 보수공사가 이루어졌으며 이를 관장하는 제언사(堤堰司)가 있었다. 오늘날「하천법」에 해당하는 제언사목(堤堰事目), 제언절목(堤堰節目) 공포 등 제도적 측면에서도 괄목할 만한 발전이 있었다.

(2) 근대기 이후의 댐 건설

근대에 들어 일제 강점기에 치수위주의 하천정비와 더불어 부분적으로 관개용댐 및 발전용댐이 건설되었다. 1920년대 산미증식정책으로 토지개발사업이 활발히 추진되어 많은 관개용댐이 건설되었으며 1930년대부터는 전기확보를 위한 수력

발전용 댐 건설이 추진되었다.

1945년까지 남한지역에 건설된 댐은 135개소였으며 그중 1940년까지 건설된 댐은 36개소, 1941년~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 관개답의 확장을 위한 농업용수의 개발과 생·공용수 공급, 수력발전 등 주로 이수위주의 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 171개소로서 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 섬진강다목적댐(높이 64m, 발전·농업용댐)이 축조되었으며 4대강 유역을 중심으로 유역조사사업이 활발히 추진되어 댐건설사업 선정의 기초자료로 활용되었다.

1970년대와 1980년대에는 이수 및 치수위주의 대규모 다목적댐 건설 시기로 한강유역에는 그시대 동양최대 다목적댐인 소양강댐(1973)과 충주댐(1986)이 건설되었고, 낙동강유역에는 안동댐(1977), 낙동강하구둑(1987), 합천댐(1989)과 임하댐(1993), 금강유역에는 대청댐(1981)과 금강하구연(1990), 그리고 섬진강 유역에는 주암댐(1992)이 건설되었다.

1990년대 이후는 댐건설 적지 감소와 지역주민 반대, 환경에 대한 국민의식 전환 등 댐건설 여건 변화로 이수·치수·환경보전 목적의 중규모 댐 건설이 이루어졌으며 부안댐(1996), 밀양댐(2002), 남강보강댐(2003), 용담댐(2006), 횡성댐(2002), 장흥댐(2007) 등이 건설되었다.

1. 국내 댐 산업의 어제와 오늘

(1) 댐 건설의 역사적 기록

우리나라는 아시아몬순지역에 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 삼국사기에는 신라와 백제의 제방과 저수지 건설에 관한 기록이 발견되고 있으며, 전북 김제의 벽골제(碧骨堤)는 기록상 우리나라 최초의 댐으로 330년에 축조되었다고 한다.

이외에도 신라에 축조되었다고 알려진 저수지로 제천 의림지(義林池)와 상주 공검지(恭儉池),



소양강댐

안동댐

춘천댐

국내 댐 및 저수지 현황

* 수자원장기종합계획(2011~2020)

구 분	전 국	다목적댐	용수전용댐	발전전용댐	농업용저수지	하구둑 및 담수호	홍수조절댐
개 소	17,737	15	54	12	17,643	12	1
총저수용량(백만m³)	21,682	12,589	609	1,794	2,802	1,258	2,630
용수공급(백만m³/년)	18,771	10,883	881	1,335	2,742	2,930	-
홍수조절(백만m³)	5,136	2,198	23	266	19	-	2,630

(3) 국내 댐 현황

현재 우리나라에서 운영·관리 중인 댐은 다목적 댐 15개소, 용수전용댐 54개소, 농업용저수지 17,643개소 등 총 17,737개소이다.

국내 댐·저수지의 총 저수용량은 217억m³이며, 이중 15개 다목적댐의 저수용량이 126억m³으로 58%를 차지하고 있다. 국내 수자원 총 이용량

333억m³ 중 댐 및 저수지에서의 용수공급량이 188억m³으로 전체 56%를 차지하고 있으며, 홍수 조절용량은 51억m³이다.

건설중인 댐은 다목적댐 5개소(군위, 성덕, 부항, 영주, 보현산), 홍수조절댐 2개소(군남, 한탄강) 및 조절지 2개소(담양, 화순) 등 총 9개소이며, 이들 댐이 완공되면 총저수용량 6.9억m³을 확보하여 연간 3.1억m³ 용수공급, 4.5억m³의 홍수조절 용량을 추가 확보 할 수 있게 된다.

건설중인 댐 현황

수계명	댐 명	유역면적 (km²)	제 원			총저수량 (백만m³)	유효 저수용량 (백만m³)	발전시설 용량 (천kW)	사업효과		사 업 기 간
			높이 (m)	길이 (m)	형 식				홍수조절 (백만m³)	용수공급 (백만m³/년)	
						686.8	637.5	6.37	449.8	313.4	
낙동강(5)	군위댐	87.5	45	390	CFGD	48.7	40.1	0.5	3.1	38.3	
	성덕댐	41.3	58.5	274	CGD	27.9	24.8	0.2	4.2	20.6	'02~'12
	부항댐	82.0	64	472	CFRD	54.3	42.6	0.5	12.3	36.3	'02~'12
	영주댐	500.0	55.5	400	복합식	181.1	160.4	5.0	75.0	203.3	'09~'14
	보현산댐	32.6	58.5	250	CGD	22.1	17.9	0.17	3.5	14.9	'10~'14
임진강(2)	군남홍수	4,191	26	658	CGD	71.6	70.6	-	70.6	-	'03~'12
	한탄강댐	1,279	83.5	690	CGD	270.0	270.0	-	270.0	-	'06~'14
영산강(2)	담양홍수	44.0	16.5	130	CGD	3.8	3.8	-	3.8	-	'09~'12
	화순홍수	106.0	14.4	142	CGD	7.3	7.3	-	7.3	-	'09~'12

* 담양, 화순 홍수조절지는 제수문의 제원임

2. 우리나라 댐정책 및 댐건설 여건

정부의 수자원 개발·관리정책에 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 토목기술의 발전과 더불어 댐 기술(형식) 등의 변화도 함께 이루어지고 있다.

(1) 댐 정책의 변천

1950년대까지는 식량증산을 목표로 안정적인 농업용수 확보를 위한 농업용저수지와 산업화에 필요한 전력에너지 확보를 위한 수력발전댐 등 단일목적댐 개발에 정책의 중심이 맞추어졌던 시기로 불갑제(1926), 탐정제(1944) 등 농업용저수지와 청평댐(1943), 화천댐(1944), 괴산댐(1957) 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(1965), 남강댐(1970), 소양강댐(1973) 등 홍수조절, 용수공급, 수력발전 등 다목적 기능 수행을 위한 다목적댐이 건설되었다.

1970~1980년대에는 인구증가와 본격적인 산업 발달에 따른 급격한 용수수요 증가에 안정적으로

대처하고, 항구적 홍수피해 예방을 위한 대규모 다목적댐을 본격적으로 건설하여 안동댐(1977), 대청댐(1981), 충주댐(1986), 합천댐(1989), 임하댐(1993) 등이 완공되었다. 특히, 1981년 「환경영향평가제도」의 도입으로 댐 등 주요 공공사업은 환경영향평가를 실시토록 제도화되어 환경측면을 고려한 댐 건설이 이루어지게 되었다.

1990년대에는 환경과의 조화를 고려한 중규모 다목적댐 개발 시기로 환경보전 중요성 증가 등의 여건변화로 댐건설 정책방향이 전환된 시점이기도 하다. 부안댐(1996), 횡성댐(2002), 밀양댐(2002) 등 1억m³ 이하의 중규모 다목적댐 건설이 추진되었으며 1993년 「환경영향평가법」이 제정되어 보다 철저한 환경영향 저감방안이 마련되도록 제도화하였으며 댐주변지역 지원사업 시행 및 수몰이주민 이주정착금 지원 등 댐주변지역 확대방안이 시행되었다.(1993년 특정다목적댐법 개정)

2000년대에는 환경보전과 개발의 조화를 위하여 댐 건설 정책방향으로 「환경적으로 건전하고 지속가능한 개발개념(ESSD)」이 채택되어 환경친화적인 중·소규모 댐건설이 추진되었으며 군위댐(2011), 부항댐, 성덕댐, 보현산댐 등이 건설 중에 있다. 법·제도적 뒷받침으로 1999년 댐건설에 따른 환경대책, 지역주민에 대한 지원 등에 관해 규정함으로써 수자원을 합리적으로 개발·이용하여 국민경제 발전 도모를 위한 「댐건설및주변지역지원등에관한법률」이 제정되었으며 동법(4조)에 근거하여 2001년 「댐건설장기계획」이 수립되어 오늘에 이르고 있다.

년도별 목적별 댐건설 현황

(단위 : 개소)

연차별	소 계	다목적댐	생공용수댐	발전용댐	관개용수댐	홍수조절댐
1946~1960	171	-	2	1	168	-
1961~1980	427	3	21	4	399	-
1981~1995	364	6	28	7	322	1
1996~	117	6	5	6	100	-
계	1,079(100.0%)	15(1.4%)	56(5.2%)	18(1.7%)	989(91.7%)	1(0.0%)

*한국의댐 (2002.9, K-water)

(2) 댐 건설 여건

댐의 순기능은 갈수기 생·공·농업용수의 안정적인 공급, 청정에너지 개발, 하천유지용수 공급에 따른 하천수질 개선 및 홍수조절에 의한 댐 하류 지역의 홍수피해 경감 등이다. 하지만, 이와 같은 순기능 외에 대규모 수몰이주민 발생, 댐 상·하류 지역간 이해관계 상이로 인한 사회적 갈등 및 하천생태계 영향 등의 역기능이 댐과 관련된 많은 논쟁들을 불러일으키고 있는 것도 사실이다.

그동안의 지속적인 댐건설 및 국토개발 등에 따라 댐건설 적지는 감소되고 지가상승으로 인한 보상비 증가 등으로 댐 개발비용 상승, 환경영향에 대한 문제제기 및 댐 반대 증가 등으로 댐 건설 여건은 악화되어 가고 있는 실정이며, 1990년대 오랜 논란 끝에 10년간 추진되어 온 남한강 상류의 영월댐 건설 계획이 백지화되는 사례도 있었다. 또한, 지금까지의 댐 사업이 주로 중앙정부 주도로 추진되어 왔다면 최근의 사회·환경적 측면의 여건 변화로 댐 사업에 대한 지방자치단체와 지역주민의 참여요구가 크게 증대되고 있는 상황이다.

이와 같은 요구에 부응하기 위해 정부는 새로운 댐 정책을 수립하고 실천하기 위해 노력하고 있는 중이다.

환경보전과 개발이 조화를 이루는 환경친화적인 중·소규모 댐 건설을 추진하고, 댐 계획시 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.

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

(3) 댐 기술(형식)의 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, 교통관계 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 관개용(灌溉用)댐으로 댐 형식에 있어 초보적인 기술만으로도 가능한 균질형 필댐과 코아형 필댐이 대부분을 차지하였다.

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

이시기 공업기반과 과학기술의 발달로 새로운 대형기계가 지속적으로 등장하였으며 댐 건설에도 도입되어 기계화 시공에 의한 공사비 절감을 도

모 할 수 있게 되었고, 대형기계에 의한 시공의 이점을 최대한 효과적으로 이용하여 발전시킨 것이 Fill Dam으로서 1960년대 이후 대형 댐의 대부분이 이 형식으로 건설되게 되었다.

다목적댐 건설이 활성화된 1980년대부터 1990년대에는 콘크리트 표면차수벽형 락필댐이 처음 도입되었으며, 이시기 건설된 다목적댐 6개소 중 횡성댐을 제외하고 모두 이 형식을 채택하였다. 콘크리트 표면차수벽형댐은 필댐에 비하여 댐체적이 작아 경제성측면에서 유리하고 건설기간이 짧은 장점이 있으나, 대규모 석산개발 등 환경훼손 등의 문제가 제기되었다.

현재 건설중인 다목적댐 5개소(군위, 영주, 성덕, 보현산, 부향)와 홍수조절댐 4개소(군남, 한탄강, 담양홍수조절지, 화순홍수조절지) 등 총 9개소의 댐 중 6개소가 콘크리트 중력식댐으로 시행되고 있다.

이는 Fill Dam의 경우 구성 재료의 특성상 제체

형식별 대담 건설 현황

(단위 : 개소)

연차별	소 계	균질형필댐 (HE)	코아형필댐 (CE)	락필댐 (ER)	표면차수벽락필댐 (CFRD)	콘크리트중력식댐 (CGD)	복합형 (CGD/ER)	방조제/ 하구둑
1946~1960	171	62	107	-	-	2	-	-
1961~1980	427	123	282	10	-	7	-	5
1981~1995	364	65	254	24	2	7	1	11
1996~	117	16	79	7	9	3	-	3
계	1,079	266	722	41	11	19	1	19
	(100.0%)	(24.7%)	(66.9%)	(3.8%)	(1.0%)	(1.8%)	(0.0%)	(1.8%)

*한국의댐 (2002.9, K-water)

월류에 대한 안정성이 콘크리트담에 비해 낮으며, 담 제체에 여수로를 설치할 수 없어 별도의 대규모 여수로건설이 필요함에 따라 경제적으로 유리하지 않는 경우가 많아졌으며, Fill Dam과 같이 대형기계에 의한 기계화 시공을 가능하게 하는 새로운 콘크리트 담 시공법이 개발되었기 때문이다.

한탄강홍수조절담은 국내 최초로 RCD(Roller Compacted Dam Concrete)공법을 이용하여 축조하는 담으로 콘크리트 담 시공을 합리화하기 위해 콘크리트 운반은 덤프트럭을 이용하고 탬핑은 진동롤러로, 타설은 블록식(Block)이 아닌 레이어(Layer) 타설방식이다.

3. 최근의 담 산업 동향 및 전망

과거 우리나라 담 건설산업은 인구증가 및 본격적인 산업발전에 따른 급격한 용수수요 증가에 대처하기 위해 대규모 다목적담 건설이 추진되어 왔으나, 최근에는 환경보전과 조화를 이루며 지역특성을 감안한 특성화된 담건설이 건설이 이루어지고 있으며 한탄강홍수조절담과 같이 국토의 홍수방어능력 제고를 위한 홍수조절 단일목적담도 건설 또는 계획되고 있다.

또한, 담 상류로부터 대규모 탁수의 유입방지를 위한 탁수저감 및 유사조절담 건설에 대한 타당성이 논의 되고 있으며 기존담 활용도 제고 및 기 능고도화를 위한 다양한 노력이 이루어지고 있

다. 특히, 최근의 기후변화 대응을 위한 선제적 대처 노력으로 기존담 수문학적 안정성 확보를 위한 치수능력증대사업이 활발히 추진되고 있으며, 담 내진성능 강화, 안전관리 및 통합 물관리 기술개발 등의 노력도 병행 추진되고 있다.

(1) 지속가능한 신규 수자원개발

1) 신규 담 건설

「수자원장기종합계획(11)」등에 따르면 2020년까지 장래 물 수요는 과거와 달리 완만한 증가세가 예측되나 도서 및 산간 등 일부지역에서 물 부족이 전망되며, 장래 용수수급 예측에서도 생활 및 공업용수 부족으로 신규 담 건설을 통한 수자원 확보는 필요하다.

자연·사회·환경에 미치는 영향으로 담과 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 담 건설 필요성은 충분하다 할 것이다.

현재 건설중인 영주다목적담(2009착공)의 경우를 보더라도 낙동강 수질개선을 위한 하천유지용수공급량이 전체 용수공급량(203.3백만³/년)의 92%(186.6백만³/년) 수준으로 기존의 생·공용수 공급 위주의 담 건설 목적과는 분명한 차이가 있으며 사회적 요구의 다양화로 앞으로는 이러한

담이 많이 건설될 것으로 전망된다.

신규 담 건설은 사회적 공감대속에 환경훼손 최소화, 환경영향 저감방안 등 보다 적극적인 환경친화적 담 건설방안이 계획되어져야 하며, 관할 지자체 의견과 관계중앙행정기관의 협의를 거쳐 수립되는「담건설장기계획」에 근거하여 추진이 필요하다.

2) 홍수조절담 등 특성화된 담 건설

그동안 하천개수사업 및 다목적담 건설 등 지속적 치수사업을 통하여 국토의 홍수조절능력을 꾸준히 제고하여 왔으나 임진강과 같이 홍수조절용량이 부족한 하천은 막대한 피해를 입어 왔다. 임진강유역(8,117km²)의 경우 유역면적이 금강유역(9,810km²)과 비슷하나 홍수를 조절할 수 있는 담이 없고 대규모 홍수가 빈발하는 유역특성이 있다.

1996년, 1998년, 1999년 순차적으로 발생한 임진강 대홍수(인명피해 128명, 재산피해 9,006억원)를 계기로 한탄강홍수조절담(높이 83.5m, 길이 690m)과 군남홍수조절지(높이 26m, 길이 658m) 사업이 추진되어 현재 건설 중에 있다. 장

래에는 위 사업과 같이 지역의 수해위험도 등 수자원 특성, 환경 및 물관리 여건에 따라 특성화된 담 건설이 보다 활발히 추진될 것으로 전망된다.

3) 기존담 재개발

건설된 지 수십년이 경과되어 건설 당시의 목표치가 현재의 기대치를 충족하는데 부족한 담이 많은 것으로 조사되고 있으며, 새로운 담의 적지를 찾기 어려운 현실 등을 감안하여 기존담 재개발사업이 추진되고 있다. 대상 담으로는 건설한 지 오래되고 시설 노후화로 보강이 필요한 담, 퇴사 등으로 당초 능력을 발휘하지 못하는 담, 과소개발 담 및 농업용수 공급 등 단일목적에서 다목적으로 이용이 필요한 담 등으로 경북 청송에 건설 중인 성덕담(농업용 → 다목적담)이 대표적인 사례라 할 수 있다.

기존담 재개발은 담지점의 지질·지형 등 각종 기초자료가 확보되어 있고, 추가 수몰지역이 적어 사업비가 저렴하며 민원발생 등 담 건설 반대가 적어 사업추진에 유리한 특성이 있어 활성화가 기대되는 사업이다.

국내 기존담 재개발 사례

담 명	재개발시기	재개발내용	저수용량(백만 ³)	
			당 초	재개발 후
섬진강담	1965년	기존담 하류 신규 건설	66	466
동북담	1985년	기존담 하류 신규 건설	2.6	99.5
가창담	1986년	기존담 증고(16m)	2.0	9.1
대아담	1989년	기존담 하류 신규 건설	20	51
남강담	1999년	기존담 하류 신규 건설	136	309

*물과미래 (2012, K-water)

기존담 재개발 추진현황

담 명	담목적	담규모	총저수량	사업효과		
				홍수조절량	용수공급량	전력생산
성덕담	다목적담	H58.5m×L274m	27,9백만m³	4,2백만m³	20,6백만m³/년	1.4Gwh
	(농업용담)	(19×150)	(0.8)	(-)	(0.2)	(-)

* ()수치는 재개발전 수치임

4) 탁수저감 보조담 및 유사조절지

기후변화로 인한 집중호우 증가 등으로 다량의 탁수가 담으로 유입, 장기화되는 것을 방지할 목적의 탁수저감 보조담과, 홍수시 급속한 퇴사 또는 상류 오염물질 유입 방지를 위해 유사조절담 등의 설치 검토가 추진되고 있다.

탁수저감 보조담은 고령지 경작지 등 난개발 및 탁수발생에 취약한 지역을 선정, 그 하류에 설치하여 탁수발생에 따른 연쇄 피해예방을 위한 사업이며, 유사조절지는 저수지내 유사퇴적을 막아 저수용량 확보 및 담 생애주기 연장을 위한 사업이다. 2010.3월「수계단위 탁수예방 기본계획」이 수립되었고 우선적으로 안동담 토사유입 방지시설사업에 대하여 예비타당성 조사가 진행 중에 있으며 최근 건설중인 경북 영주담 상류에 퇴사

저감을 위한 유사조절지가 계획되어 있다.

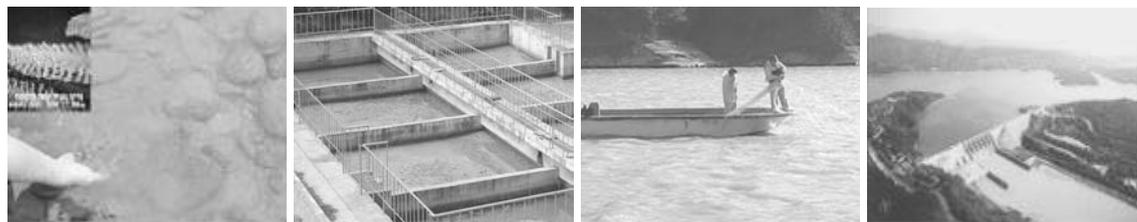
사업 타당성 결과 및 시급성 등에 따라 추진여부가 결정될 사안이나, 장기적 관점에서 탁수 등으로 인한 피해예방을 위해서는 꼭 필요한 사업이다.

5) 다목적 저류지

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

평상시에는 하천의 건천화 방지 및 하천환경을 개선하며, 건전한 수환경 조성으로 어메니티 제공(수변공간 조성, 수상레저 및 문화·관광활성화 등) 및 지역발전을 촉진하고, 비상시에는 기후변화로 인한 국지적 홍수·가뭄에 대응하는 등

탁수로 인한 피해



수생태계 파괴·수질악화

정수 장애, 비용증가

어업·관광황폐화

하류하천 연쇄피해



지역별·시기별 상황에 따라 해당 주목적 외 필요한 부가적 목적으로 탄력적으로 운영할 수 있는 신개념의 다기능 저류시설(다목적 저류지)에 대한 검토가 추진되고 있다.

우리와 여건 비슷한 일본의 경우에도 홍수조절과 불특정용수(하천의 정상적 기능유지 등) 공급목적의 하천환경개선담, 이상가뭄에 대처하기 위한 갈수대책담 등 다양한 목적을 가진 저류지를 운영 중이다. 다목적 저류지는 국가계획 반영(수자원장기종합계획, 담건설장기계획 등) 및 경제적 타당성 확보 등을 통해 사업을 구체화할 계획으로 신규 담 산업의 활성화에 기여할 전망이다.

(2) 기존담 활용도 제고 사업

각 담의 관리기관은 관련법령 및 관리기준 등에 담 및 부대시설의 점검, 정비, 유지보수를 통해 용수공급, 홍수조절, 발전 등 담의 목적을 얻을 수 있도록 관리를 시행하여 왔다.

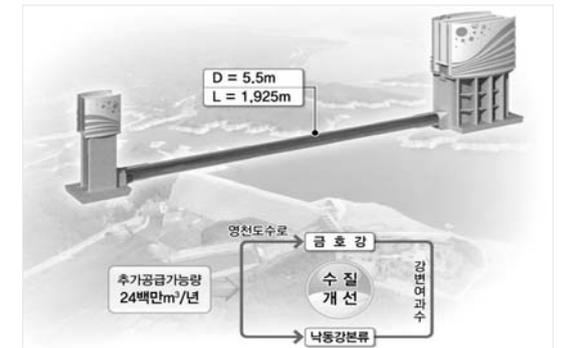
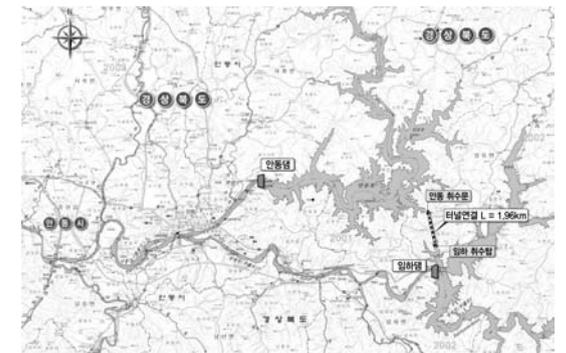
최근에는 시설물에 대한 단순 유지보수의 개념에서 발전하여 담 유지관리 전반에 대한 취약성 및 원인분석 등을 통해 노후화된 기존 시설에 대한 성능개선을 도모하기 위해 노력하고 있다.

1) 담 기능 고도화

① 담 시설간 연계운영

기 개발된 담을 연계운영 할 경우 용수공급 및 홍수조절능력을 증대할 수 있는 효과 발생으로 최근 신규 담 건설이 어려운 상황에서 이와 같은 운영방안은 새로운 담 건설 수요를 덜어줄 수 있을 것으로 기대된다.

2011년 착수한「안동·임하담 연결사업」은 인접



한 안동댐과 임하댐을 도수터널(D5.5m, L1,915m)로 연결하여 홍수기에 무효 방류되는 임하댐의 물을 안동댐의 여유공간에 보내 수자원을 추가 확보(23.7백만m³/년)하는 사업으로 중·소규모의 신규 댐 건설 효과가 있으며 추가 확보된 용수는 낙동강의 수질개선 용수로 이용, 기후변화 및 하류 수질사고 대응 등에 활용할 수 있는 시너지 효과가 발생할 수 있다. 장래 수계별로 기존댐의 연계운전을 추진할 경우 신규 수자원 확보 측면에서 큰 효과가 있을 것으로 이에 대한 적극적인 검토가 필요하다.

② 기존 댐 성능개선

최근 댐 개방, 수면사용, 수변공간 활용 등 국민 Needs는 증가하고 있으며 지진 등 비상상황시 외부 위협환경에 대한 댐의 구조적 안정성 확보는 그 어느 때보다 필요한 상황이다. 하지만 용수댐의 경우 경과년수 30년 이상이 50%를 차지하고 있고 댐 시설(설비)의 노후화로 다목적댐에 비해 관리가 취약한 실정이다.

이에 따라, 댐 기능개선, 안정성 및 경관성 향상 등 내·외부 환경변화에 대응한 시설개량 중심의 보완이 필요한 시점으로 기존 용수댐 성능개선을 위한 노력이 진행 중에 있다.

우선 시범댐(운문댐)을 대상으로 성능개선 기본 구상 및 표준가이드라인을 수립하고 이후 기본계획(Master Plan)을 수립하여 사업 우선순위에 따라 순차적으로 추진할 계획으로 댐 안정성 확보 및 생애주기 연장 측면에서 효과가 기대된다

할 수 있다. 이외, 기존 댐 성능개선 방안으로 2009년 공사착수한「소양강댐 선택취수설비 건설사업」을 들 수 있다. 본 사업은 댐 탁수방류기간 단축을 통해 댐의 부정적 이미지 개선 및 하류 영향 최소화를 위한 댐내 대책으로 선택취수설비(취수탑 B16m, L22.2m, H89.2m)를 설치하는 사업으로 댐 하류 탁수방류일수 감소, 정수처리 비용 절감(목표탁수 30?50NTU) 및 탁수로 손상될 수 있는 댐과 하천의 심미적 기능저하를 방지하는 효과가 있다.

이와 같이 기존 댐 노후화와 댐 운영시 문제점 해결을 위한 기존 댐에 대한 성능개선 사업도 최근의 댐 산업 추세라 볼 수 있다.

2) 기존댐 재평가

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

재평가는 기존댐에 대한 용수공급 및 치수능력을 재검토하고 평가결과 이수·치수능력 증가(감소)부분을 활용하는 개념으로 댐 공급능력이 증가되었을 경우 환경용수 등 추가 용수공급 또는 홍수 조절용량을 확대하고 반대로 댐 공급능력이 감소되었을 경우 새로운 수자원 확보방안을 검토할

수 있다. 1998년 한강, 낙동강 유역 등 대유역에 위치한 기존댐에 대해「기존댐 용수공급능력조사」, 2011년 「기존댐 재평가 및 최적활용 시행계획 수립」조사가 기존댐 재평가의 일환으로 이루어진바 있다.

댐 건설 이후 기후변화 등으로 수문사상이 변화되었으며 경지면적, 농업인구 감소로 인해 물이용 측면에서의 환경 변화, 최근의 수자원 개발(댐 등)에 대한 사회적(사업공감대 형성에 장기간 소요), 환경적 여건을 고려해볼 때 기존댐 재평가 필요성은 더욱 증대하고 있으며 앞으로는 이에 대한 논의 및 연구가 더욱 활발히 이루어질 것으로 예상된다.

(3) 기존댐 안전도 제고 사업

1) 댐 치수능력증대(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 「댐설계기준」으로 사용되는 가능최대강수량

(Probable Maximum Precipitation)이 대폭 상향 조정되었다.

2003년 정부에서는 댐 및 저수지의 안정성 평가 및 보강대책 수립 등 범 정부적 수해방지대책을 마련하였으며 이의 후속대책으로 2004년「댐 수문학적 안정성 검토 및 치수능력증대 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 안정성 검토 결과 댐체 월류 등으로 구조적(보조여수로, 파라펫 설치 등), 비구조적 대책(홍수기 제한수위 설정 등)이 필요한 소양강댐 등 24개 댐에 대해 사업별 우선순위에 따라「치수능력증대사업」을 추진 중에 있다. 「치수능력증대사업」대상인 24개 댐 중 현재까지 소양강댐, 대암댐 등 12개 댐 사업을 완료하였으며 대청댐, 안동댐, 임하댐 등 7개 댐은 사업 시행 중에 있다. 미착수된 대청댐, 남강댐 등 5개 댐은 사업여건, 관계기관 협의결과에 따라 순차적으로 추진할 계획이다.

댐은 파괴시 사회적, 경제적으로 미치는 파장이 지대할 것으로 국지적 집중호우로 인한 이상홍수

치수능력증대사업 추진현황

구 분	완료 (12)	공사중 (7)	미착수 (5)
월 류 (14개 댐)	광동, 영천, 수어, 연초, 소양강, 대암	섬진강, 대청, 안동, 임하, 운문, 평화의댐	충주, 남강
여유고부족 (10개 댐)	달방, 구천, 합천, 보령, 밀양, 부안	주암	선암, 안계, 사연

발생 등 그 어떠한 경우에도 절대 안전이 보장되어야 할 것으로 「치수능력증대사업」은 중요성을 아무리 강조해도 지나치지 않을 것이다.

2) 댐 내진 성능 강화

최근 세계 곳곳에서 대규모 지진이 발생하고 있으며 우리나라에서도 지진발생 빈도 횡수는 해마다 증가하고 있는 추세로 전문가들은 한반도도 더 이상 지진의 안전지대가 아니라고 경고 하고 있다. 기상청에서 발표한 지진 발생횟수(규모3이상, 유감지진 포함)를 보면 1978년~1998년까지의 연평균 횟수는 19.2회, 1999년~2011년까지는 43.6회로 급격히 늘어나고 있고 2000년대 들어 규모 4 이상의 지진만 4차례(2004년 규모 5.2 발생, 울진)에 걸쳐 발생하였다. 이러한 지진과 지진해일로 인한 재해로부터 국민의 생명과 재산 및 주요 기간시설을 보호하기 위하여 2009년「지진재해대책법」이 시행되었다.

「지진재해대책법」에서는 댐 시설물에 대한 내진 보강대책(지진관측 및 분석 등)을 수립·추진토록 규정하고 있으며 다목적댐과 생·공·농업용수의 저장, 발전, 홍수조절 등의 용도로 이용하기 위한 높이 15미터 이상인 댐 및 부속시설이 그 대상이다.

2011년에는「댐설계기준」이 개정되어 지역계수 조정, 댐 부대시설에 대한 내진설계를 의무화하는 등 지진에 대한 기준이 더 한층 강화하였다.

2008년 중국 쓰촨성 대지진, 같은 해 일본 이와

데미야자키 지진의 영향으로 진양지 주변에 위치한 댐에 막대한 피해를 가져온 바 있어 이러한 제도, 기준의 강화는 매우 필요하다고 할 수 있겠다. 또한, 지진 등의 위협요인에 적절히 대처하기 위해서는 지진발생 예측, 예방 등을 위한 이상징후 감지능력 향상이 필요하다. 매설계기 등 계측기기로부터 계측된 자료에 대한 분석을 통해 댐 지점별 주변지역의 지반운동 특성을 파악하고 지진의 물성 등을 파악하는 것이다.

K-water에서는 2008년 관리중인 31개 댐 시설에 대해 댐 지진계 및 실시간 감시시스템을 구축하는 등 지진통합감시 및 계측자동화를 시행 중에 있으며 앞으로 기술연구개발을 통해 더욱 발전시켜 나갈 부분이라 하겠다.

3) 댐 안전관리

댐은 생활·공업·농업용수 공급, 전력생산, 홍수조절 및 여가활용 공간 제공 등을 목적으로 하는 국가 기간 시설물이며, 대홍수 또는 지진 등에 의해 구조물에 심각한 위해가 발생했을 경우 그 영향 및 피해는 막대할 것으로 매우 안전하게 관리되어야 할 시설물이다.

1970년대 미국에서는 Canyon Lake 댐(237명 사망), Teton 댐 등의 붕괴가 발생하여 큰 피해를 입은바 있으며 1979년 인도 마쉴담의 붕괴로 약 2,000명 사망, 1993년 중국 Gouhou 댐 붕괴로 414명의 인명피해가 발생하였다. 최근 대만에서는 강진으로 인해 Shihkang 댐이 붕괴되었으며

우리나라도 1996년 대홍수로 연천댐이 붕괴된 바 있다.

미국에서는 붕괴사고 이후 댐 안전관리의 필요성이 제기되어 1972년 댐안전에 관한 법률(Dam Inspection Act) 제정, 1996년 국가 댐안전 프로그램법(National Dam Safety Program Act) 제정, 2002년 국가 댐안전 및 보안법(National Dam Safety and Security) 제정을 통해 댐을 보다 안전하게 관리하기 위하여 많은 노력을 기울이고 있으며 일본, 중국 등에서도 댐 안전관리에 대한 법과 법규를 제정하여 시행하고 있다.

우리나라에서는 1986년 제정된 건설기술관리법을 근거로 이루어지다가 1990년대 발생한 대형 사고 등을 계기로 1995년「시설물의 안전관리에 관한 특별법」을 제정, 동법에 의거 댐의 안전과 관련된 진단 등의 업무가 이루어지고 있다.

위 법률에 따라 다목적댐, 발전용댐 및 저수용량 2,000만^m이상의 용수전용댐, 하구둑은 1종 시설물로 지정되어 완공 후 10년 경과시, 그 이후는 매 5년마다 정밀안전진단을 시행하고 있으며 진단결과에 따라 시설물 보수·보강을 시행하고 있다.

초기에 건설된 대규모 댐들이 노후화되고 최근의 기후변화, 지진 등으로 국가 시설물의 안전에 대한 많은 우려가 있는 가운데 댐 구조물에 대한 체계적이고 종합적인 안전관리가 요구되고 있는 것이 현실이다.

또한, 댐 안전관리 중요성에 대한 사회적 인식 및 관심이 높아짐에 따라 K-water에서는 댐 안전관리 기술개발 및 체제 선진화에 노력하고 있다.

2009년「댐안전 중장기 실행계획(2009~2013)」을 수립하여 ICT 기반의 지능형 댐 안전감시 구축, 잠재취약부 진단·평가기술, 댐안전관리 의사결정 시스템 등에 대한 연구가 이루어지고 있는 등 댐 안전관리 체제 선진화를 위해 노력하고 있다.

댐 감시·보강·분석에 이르는 일련의 통합관리 체계 구축으로 과학적 댐 안전관리 실현을 위해 계측 및 유지관리 기준수립, 댐별 안전관리 SOP 수립, 안정성 해석 및 취약부 평가기술 및 위험도 분석기법 등 다양한 노력을 기울이고 있다.

댐 안전진단 및 관리에 대한 선진 기술을 확보한다면 국민의 안전과 복지향상에 기여함은 물론 해외시장에서도 높은 경쟁력을 갖추게 될 것으로 앞으로도 적극적이며 지속적인 노력과 투자가 필요하다.

(4) 통합물관리 기술개발

그 동안 댐은 용수공급, 홍수조절, 수력발전 등 건설목적에 따라 개별 댐 관리자가 독자적으로 건설·운영하여 왔으나, 기후변화 등으로 영향가뭄·홍수가 빈발하고 4대강 사업에 따른 보 건설로 댐-보시설간 연계운영 등 통합관리 필요성이 증대되고 있다.

유역통합 물관리는 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 유역내 수자원을 통합적으로 관리하여 지속가능한 발전을 모색하는 것이라 할 수 있다.

통합 물관리 사업은 대부분 국가주도로 시행되고 있으며, 지속 가능한 수자원 개발을 위해 고도화된 수계 물순환 해석기술이 필요하다. 미국, 유럽 등은 국가 차원에서 수질·수량통합관리기술 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(MIKEBASIN) 등의 통합 물관리 기술이 상용화 되어 있으며, RIBASIM은 전세계 20여개국에 적용되고 있다. 우리나라의 경우, 통합 물관리(IWRM, Integrated Water Resources Management)라는 세계화 흐름에 능동적으로 대처하지 못하였으나 최근 들어 21C 프론티어 사업으로 기후변화 대비「유역통합물관리 기술개발(2001~2011)」, 4대강 살리기사업 R&D 기술개발의 일환으로「하천시설물 연계기술 개발(2010~2012)」등 유역통합물관리 기술개발 연구에 많은 투자 및 노력을 하고 있다.

또한, K-water에서도 지난 40여년간 물관리

Know-how를 기반으로 유역차원 댐-보 연계운영 물공급 체계의 정립을 위한 저수지운영 모형 개발(최적화, 모의운영 및 공간정보 가시화), 장단기 유출모의 예측기술 기능 확장을 통한 관련 핵심기술 확보 및 댐-보 연계 발전통합운영 체계 구축 등 신규기술 개발에 노력하고 있다.

특히, 2011년부터 기상예측, 수문자료 관리, 이·치수 물관리, 발전통합운영 등 수자원시설물 운영 통합시스템인「지능형 유역통합물관리 의사결정 툴킷(KHIT, K-water Hydro Intelligent Toolkit for Integrated Water Resources Management Decision Support)」을 개발하여 상용화를 추진하고 있다.

이러한 기술투자 및 노력으로 우리나라 통합 물관리 기술은 선진국 기술수준에 도달했으며, 이러한 기술력을 바탕으로 현재 개도국 대상 ODA(국가개발원조) 형식으로 진출하고 있는 통합물관리(홍수예경보, 저수지관리, 발전통합운영 등) 분야에서도 큰 역할을 담당하고 있어 향후 해외시장에서 새로운 도약이 기대되는 분야이다.

(5) 댐산업 기술개발

1) Hybrid 댐 건설기술 개발추진

국내 댐 건설 기술은 지난 반세기 동안 다양한 댐형식의 설계·시공을 통해 괄목할 만한 성장을 이루었으나, 댐건설 원천기술 개발 보다는 해외 개발기술을 도입하여 적용하는데 치중하여 왔다.

이제는 그 간 축적한 댐 건설기술을 바탕으로 국내 여건에 맞는, 사회적 요구에 부합하는 우리만의 독자적인 기술개발 노력이 필요한 시점이다.

최근 산업전반에 걸쳐 새로운 기술혁신의 키워드라 할 수 있는 하이브리드 기술(Hybrid Technology)이 댐건설 기술분야에서도 주목받고 있다. 하이브리드 기술은 적용대상이나 산업 분야에 따라 그 개념이 조금씩 다르나 근본적으로 이종의 두 대상을 결합하여 서로간의 장점은 유지하고 단점은 없애거나 줄이는 기술이다. 콘크리트댐의 구조적 장점과 필댐의 시공성 및 경제성을 접목한 미국의 R.C.C(Roller Compacted Concrete dam), 일본의 R.C.D(Roller Compacted Dam concrete), 중국의 R.F.C(Rock Filled Concrete dam) 등을 하이브리드 기술로 볼 수 있다.

K-water에서는 중·소규모 댐으로의 댐건설 정책 변화, 댐의 관광 명소화 및 경관특화 등에 대한 욕구 증대, 해외 물시장 확대 등 변화되고 있는 댐 산업여건 변화에 부응하기 위해 Hybrid 기술을 접목한 댐기술 개발이 추진되고 있다.

주요 기술개발 과제로 대규모 댐 건설에서 효율적인 기존 댐형식(C.F.R.D, C.G.D, C.C.R.D 등)의 재해석 및 장점결합, 조립식 공법 등 대형 토목구조물에 적용된 신공법의 댐건설 적용 등을 통한 Hybrid 댐 형식 개발, 기존 축조공법(Block 타설, R.C.D, E.L.C.M) 등 국내외 축조공법의 기술분석을 통한 중소규모댐에 적합한 최적

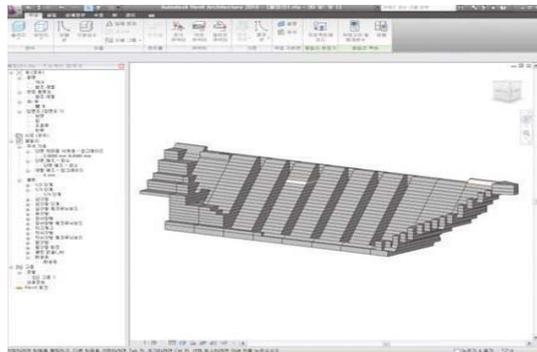
Hybrid 축조기술 개발, 댐체 경관특화를 고려한 댐 설계기술(댐체배면 조형·디자인 공법) 개발 등을 검토 중에 있다.

2) IT를 이용한 댐 건설기술 고도화

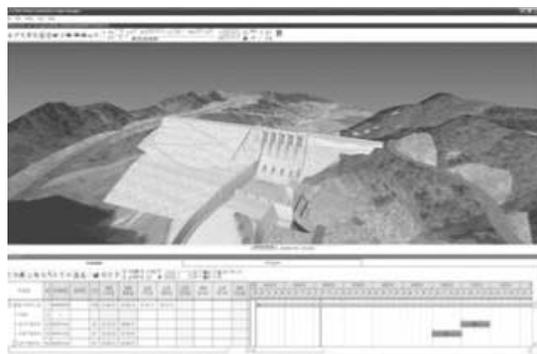
IT의 발달은 산업전반에 걸쳐 기술력 향상에 영향을 주고 있으며, 댐 기술 분야에서도 IT의 적용이 활성화 되고 있다. 대표적으로 BIM(Building Information Modeling)을 이용한 설계·시공관리를 들 수 있다.

BIM(Building Information Modeling)은 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 Simulation을 통해 복잡한 댐건설 Project 전반에 대한 사전이해를 돕고, 나아가 공정연계 기능까지 강화된 4D 프로그램, 공사비까지 연계 가능한 5D프로그램까지 실무에 적용되고 있어 공사기간 단축 및 공사비 절감 등에 큰 도움을 주고 있다.

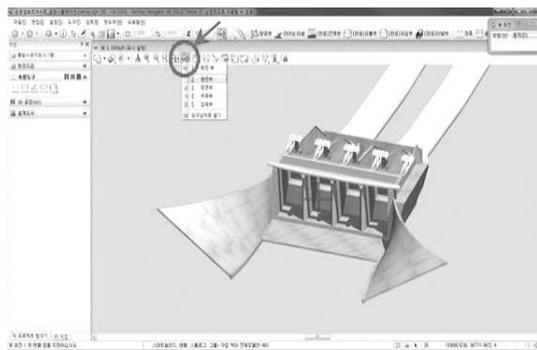
현재 건설중인 한탄강댐, 영주댐, 운문댐 치수능력증대사업 등에 BIM을 적용하고 있으며, 특히, 한탄강댐에서는 BIM을 이용한 상류 Cofferdam 축조 경험을 바탕으로 본댐 축조를 시행하고 있다. 우리나라 최대 강점인 IT기술력을 활용하여 댐 건설기술뿐 아니라, 수자원개발·관리·공급하는 기존의 기술에 IT를 접목한「Smart Water



한탄강홍수조절댐



영주댐



운문댐치수능력증대

(6) 미래 댐 산업의 흐름

최근 기후변화 전망자료(신시나리오 RCP 8.5)에 따르면 미래(2090년대)에 평균기온 6.0℃, 강수량 20.4% 증가 등 기후변화는 더욱 심화될 전망이며, 이로 인하여 전 세계적인 물문제의 불확실성(물재해, 물부족 등)이 가속화될 것으로 예상된다.

OECD 물관리 종합보고서에 따르면 미래 수자원 정책방향은 통합수자원관리, 물관리체계 개선, 물안보 강화 등으로 요약할 수 있으며, 기존의 깨끗한 물에 대한 기본적인 욕구에서 물관리 효율화를 넘어 이제는 물문제의 패러다임이 기후변화에 따른 “물 안보(Water Security)”로 확대되고 있음을 알 수 있다.

우리나라는 현재도 높은 인구밀도 및 수자원이용율로 물 스트레스 국가로 분류되고 있으며, 연도별 및 시기별 강수량 변화가 심해 매년 홍수와 가뭄이 발생하고 있다. 특히, 국지성 집중호우로 인한 하천 및 도시지역 홍수피해가 지속 발생하고 있으며, 중·소하천 건전화로 지하수 및 하천을 수원으로 이용하고 있는 지역의 물 공급 안정성이 여전히 취약한 실정으로 2020년 기준 전국적으로 약 5억³의 물 부족이 발생할 전망이다.

미래 수자원분야의 키워드라 할 수 있는 “물 안보” 강화를 위해 국내에서도 다양한 대책이 논의 및 검토되고 있으며, 충분한 수자원(물그릇)의 확보, 지역간 물 불균형 해소, 대규모 홍수 대처능

력 확보 등 많은 대책들이 물그릇 확보와 연계되어 있다는 점에서 댐 산업의 미래 방향이라고도 할 수 있다.

기후변화의 불확실성에 대비한 근본적인 물 부족 문제 해소를 위한 지속적인 수자원 확보대책뿐 아니라, 최근에는 전력, 석유 등과 같이 수자원에 도 예비물 도입에 대한 필요성 인식 및 논의가 이루어지고 있다.

이미 선진국에서는 예비 수자원 확보를 위한 대책이 시행되고 있으며, 예로 일본의 갈수대책댐, 호주의 환경용수비축제도(2010년기준 8억³ 확보) 등을 들 수 있다. 지속적인 수자원 확보와 예비 공급량 확보를 위해서는 기존 시설의 효율성 제고 및 통합물관리 체계개선 등이 우선되어야 하겠지만, 무엇보다 신규 물그릇 확보가 뒷받침되어야 할 것이다.

또한, 수자원의 시공간적 불균형이 더욱 가속화될 전망으로 지역별 불균형 해소를 위한 국토의 균형적인 물그릇 배분도 미래 주요 과제이다. 한정된 수자원을 효율적으로 배분하는 방안으로 수계간 또는 수계내 물이동(연결) 등이 논의되고 있으며, 댐 산업 분야로는 안동-임하연결 사업과 같은 기존 수자원시설(댐) 간 연결사업, 평상시 일정유량 이하는 하류하천의 유지를 위해 전량 하류로 흘려주고 일정유량이상은 타 유역으로 도수하여 저류지에 저수하는 오프라인 댐(Off-line dam) 등이 검토되고 있다. 댐 간 연결사업, 오프라인 댐 등은 지역간 물 불균형 해소에 많은 역할을 할 수 있을 것으로 생각된다.

기후변화로 인해 증가, 빈발하고 있는 초과홍수에 효율적으로 대응할 수 있는 대책마련도 중요하다. 친환경 중소댐, 홍수조절 전용댐 및 하천변 홍수조절지 등과 함께 지류하천의 홍수방어 등을 위한 다목적 저류지 등 지역의 특성에 적합한 대책을 개발하여야 할 것이다. 특히, 급격한 인구증가 및 도시화에 따른 대도시 홍수유출량 및 하수관거 월류수의 증가로 도시지역의 잦은 침수피해 발생도 해결해야할 과제이다. 이에 대한 근본적인 대책 차원의 신개념 저류시설(대심도터널 등) 도입 등이 검토되고 있으며, 대심도 지하공간을 이용한 저류시설도 넓은 의미에서 신개념의 물그릇(댐산업) 확보 분야로서 활성화가 기대된다.

앞으로 댐 산업은 미래 기후변화의 불확실성에 대응하기 위해 사업기반이 확대될 전망이나, 과거와 같은 대규모 댐 건설 중심의 사업추진이 어려운 실정이므로 유역특성에 맞는 새로운 개념의 물그릇 확보를 위한 많은 관심과 노력만이 댐 산업의 지속가능한 발전의 밑바탕이라고 생각한다.

4. 맺음말

2012년 6월 일본 교토에서 개최된 국제대담회(ICOLD) 제24차 총회에서 채택된 「Water Storage for Sustainable Development(지속가능한 성장을 위한 물 그릇 확보)」라는 선언문은 전 세계의 공통적 화두로 그만큼 높은 관심사를 반영한 것이라 할 수 있다.

일상화된 집중호우 등 기후변화에 대비한 국지적

홍수방어, 가뭄대처 능력제고 등 지역적 물 부족 해소 등은 미래에도 지속되어야 할 국가발전을 위해 해결해야 하는 당면 과제이자 앞으로의 댐 산업의 방향이기도 하다.

댐 건설은 국토의 보존과 수자원의 이용 및 청정 에너지 개발 등을 위해 없어서는 안 될 대상으로 사회적, 환경적 영향을 최소화하는 방향으로 지속적으로 추진되어야 할 사안이며 홍수조절댐, 탁수저감 보조댐 및 환경용수 공급 등 최근의 사회적 요구 반영을 위해 특성화된 댐 건설이 앞으로 활발히 추진될 것으로 보여진다.

이와 더불어 댐 기능 고도화, 기존댐 재평가 등 기 개발된 수자원의 효율성을 높이기 위한 기존 댐 활용도 제고 사업과 치수능력증대사업, 댐 내 진성능 강화 등 기존댐 안전도 제고 사업도 지속

적 연구·개발이 이루어지고 있어 향후 댐 산업의 한 축을 이룰 것으로 전망되며 통합물관리 기술개발 역시 국내 Know-how 축적으로 해외진출시 많은 성과가 기대되는 분야이다.

영국의 물전문 리서치기관인 GWI(Global water Intelligence)에 따르면, 2010년 세계 물산업 규모는 4,828억달러(579조원)으로 추정되고 있으며, 향후 연평균 4.9% 성장하여 8,650억달러로 성장할 전망이다.

하지만, 지난 10년간(2001~2010) 국내업체의 해외 댐산업 분야 수주실적은 5억달러(한국무역협회, 2011)에 불과한 실정이므로 신항 개발도상국들의 경제성장에 따른 물 수요(인프라 투자 등)에 대비할 경우 큰 발전이 기대된다.

【참고문헌】

- 물과미래, 국토해양부/K-water(2012)
- 수자원장기종합계획(2011~2020), 국토해양부(2011)
- 한국의 댐, K-water(2002)
- 댐건설장기계획, 국토해양부(2001)
- 전국의댐 현황조사 및 특성에 관한연구 「한국의댐」, K-water/한국대담회(2000)
- 국내 물산업의 해외진출 동향 및 확대방안, 한국무역협회 국제무역연구원(2011)

