

'98 다목적댐 홍수조절현황

장기환 (한국수자원공사 댐관리처장)

1. 물관리상황실의 상시운영

한국수자원공사는 수자원을 조사, 분석하고 다목적댐, 용수댐등 개발과 효율적 운영, 관리를 통하여 홍수피해경감과 각종 용수를 안정적으로 공급하며 수질 개선과 함께 국민생활의 향상과 공공복리 증진에 이바지함을 목적으로 하고 있다. 수자원전문기관으로써 최근의 점점 심해지는 기상이변과 날로 증가하는 용수수요로 우리 나라가 물부족국가로 분류되는등 다가오는 21세기 물의시대에 대비하여 한정된 수자원의 효율적 관리, 이용을 위하여 댐관리처내에 물관리상황실을 상시운영하고 있다.

물관리상황실은 재해대책기간(6.15~10.15, 4개월)에는 24시간 상시체제로, 갈수기간에는 일상(주간상주)근무체제로 운영되어 다목적댐의 이수, 치수업무를 담당하는 한편 기상관측자료를 수집, 분석하여 수자원관리용 강우예보를 자체생산, 활용하고 있다. 아울러, 실시간(모니터링 : 1분단위, DB화 : 시간단위) 단위의 기상, 수문 및 운영자료를 생산, 관리하고 있다. 물관리상황실을 운영하는 댐관리처 댐방재팀의 주요업무는 이수와 치수의 저수지운영과 댐유역 강우예보 제공, 각종자료(기상,수문,운영)의 관리 및 저수지운영 기술개선으로 구분되어 있다.

2. 다목적댐 운영

전국에 걸쳐 10개 다목적댐을 운영 중으로써 총저수용량은 약 111억^m³이며, 이중 홍수조절용량은 약 18억^m³, 연간 용수공급량은 약 94억^m³에 이른다. 최

근의 기상이변과 용수수요증가에 대비한 안정적 수량 확보는 댐건설에 따른 지역주민들의 NIMBY현상과 환경단체의 반대등으로 어려움에 처해있으며, 점점 심화되는 물문제 해결책으로써 수자원관리의 효율화가 점점 강조되고 있는 실정이다. 이런 이유로, 최근의 물관리 환경이 복잡해짐에 따라 수자원을 효율적으로 관리하기 위하여 댐군의 연계운영, 이수 및 치수의 동시고려등 수자원 관리에 종합관리 개념이 다양하게 고려되고 있다.

2.1 홍수기 운영

홍수기 저수지운영은 안정적 용수공급을 위한 저수지 확보수위를 설정하고, 이 수위를 밑돌지 않은 범위에서 최대 발전 방류로 수위를 가급적 낮추어 홍수조절용량을 추가로 확보한다. 또한 홍수기 제한수위를 초과할 것이 확실한 강우에 대해서는 예비 방류를 실시하고, 홍수조절과정 후반기에 제한수위를 초과하는 양은 후속강우예보를 고려하여 조절한다. 즉 후속강우에 대한 확실한 기상정보가 없는 경우에는 무피해 방류량기준 방류규모로 제한수위까지 수위를 저하시키며, 후속강우가 없거나 약하여 발전방류만으로도 수위상승없이 수위를 제한수위까지 낮출수 있는 경우에는 발전방류만으로 수위조절한다(그림 2.1). 그러나, 홍수기 종료(9/20)이후 우리 나라 갈수기 강우특성을 고려할 때 안정적 이수용량확보를 보장하기 위하여는 현재, 홍수기간중 일률적으로 적용되는 홍수기 제한수위를 가변적으로 적용하는등 효율적 운영방안이 요구된다.

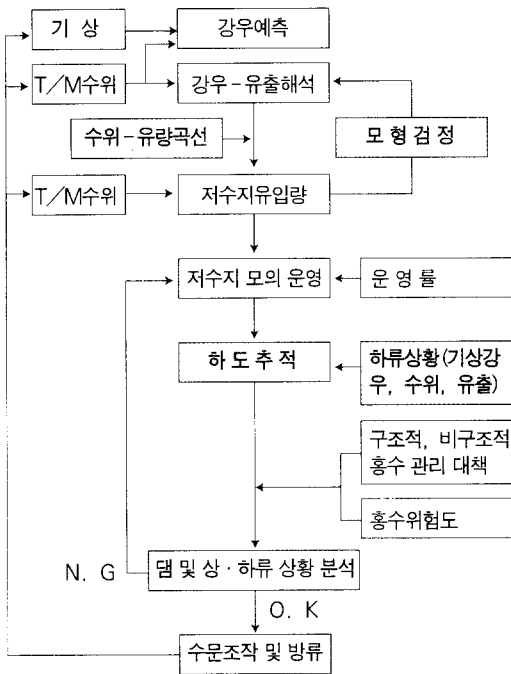


그림 2.1 다목적댐 홍수조절 흐름도

2.2 이수기 운영

이수기 저수지운영은 준공후 운영 수문기록에 기초한 실제유입량조건에서 기본계획공급량을 보장하고 저수지수위를 저수위(LWL)이상으로 유지하는 조건에서 산출된 저수지 수위를 그 해의 갈수에 대비하는 저수지확보수위로 하고 이 수위중에서 준공이후 최대 갈수수문조건에서도 안정적인 용수공급을 보장하기 위하여 최고 높은수위를 갈수대용수위로 정한다. 그리고, 일유입량을 누가, 빈도분석하여 장래유입량을 예상하고 현재 저수지 저류량과 함께 댐의 공급능력으로 하고 기본계획방류량을 수요량으로 하여 물수지를 분석한다. 이는 수문-기상에 따라 수계별 주기적으로 검토하여 저수지를 (연계)운영한다(그림 2.2). 그러나, 현재 댐기준 일정량공급의 용수공급방식에 의하는 저수지운영은 이수추진에서 보장개념만 강조되고 하류유황을 고려한 조절개념이 배제되었으므로 오히려 용수공급보장에 실패의 우려가 높다. 따라서, 공급(취수)지점 보장을 기준하여 댐공급량을 결정하도

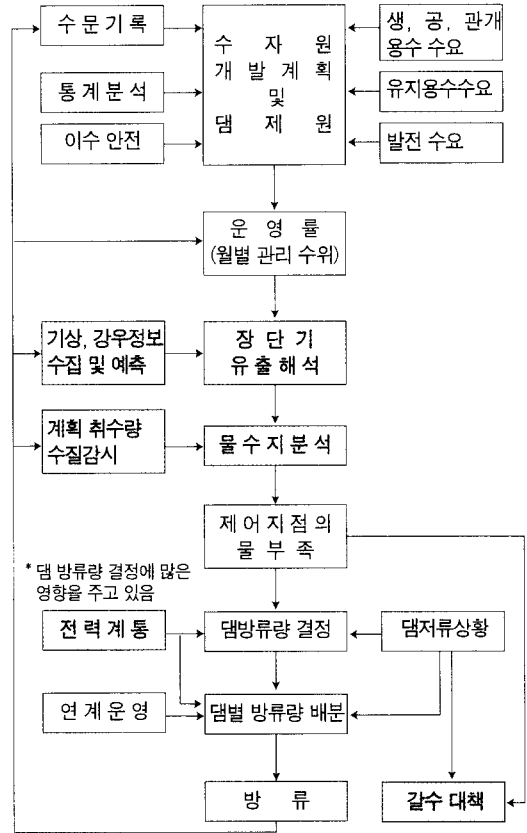


그림 2.2 다목적댐 이수관리 흐름도

록 변경되어야 할 것이다.

3. 물관리시스템

한국수자원공사 물관리시스템(KWMS)은 우리나라 수문기상특성상 수자원의 효율적 개발과 이용은 다목적댐에 의함이 최적이며, 효율적 운영은 실시간 개념의 상시운영을 지원하는 수계종합 시스템임을 고려하여 개발되었다. 실시간에 기초한 기상정보, 댐을 포함한 수계내 실시간 수문자료 검색기능, 홍수조절 의사결정을 위한 수문분석기능, 갈수기 안정적 용수공급을 지원하는 이수현황기능, DB의 자료관리 및 검색기능을 제공하며, 제공, 검색되는 모든 수문자료의 최근 변화경향을 영상(그림, 그래프형식), 제공하므로써 수자원관리자의 의사결정을 지원하고 있다. 또한,

서버-클라이언트 방식을 채택, 사용자위주로 개발되어 대부분의 시스템에서 요구되는 개선, 보완 및 확장에 탄력적 대응이 가능하도록 구축되어 개발자의 도움없이 사용자 스스로 개선이 가능하여 지속적 시스템의 기능 개선이 용이하다.

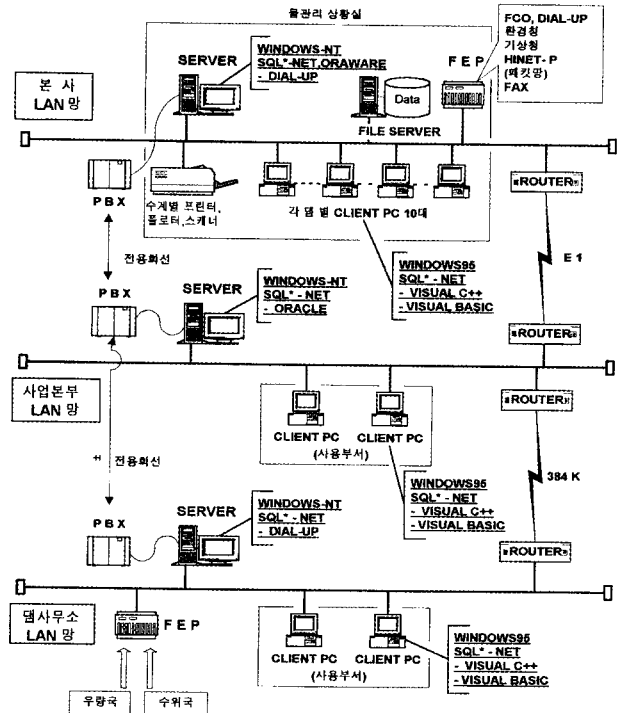
3.1 시스템 구성

각 수계와 댐(다목적댐, 용수 전용댐 포함)의 실시간 수문데이터를 수집, 처리하므로써 수계 내 물관리현황을 쉽게 파악하여 치수, 이수목표의 단기적 수자원 이용관리 효율화는 물론 취득데이터를 저장, 조회, 수정, 분석하므로써 장기적 저수지운영에 신뢰성있는 실시간 수문자료를 제공한다. 또한 공사내 LAN을 이용하여 수문데이터가 각 댐사무소와 수문관측소로부터 본사 상황실로 전송되어 전국의 물관리 상황 파악에 신뢰성과 즉시성 부여하므로써 효율적 물관리를 지원한다(그림 3.1).

3.2 운영기능

(1) 기상정보기능

기상정보기능은 각종 기상자료(기상위성수신 구름 사진, 일기도, 레이다에코, AWS관측자료, 기상청 강우자료등)를 기상유관기관(기상청, 공군, 일본기상협회등)으로부터 실시간으로 수신하여 현재의 기상상황과 대기상태, 기상예보(특보)를 영상으로 제공한다. 취득된 기상정보는 기상전문가의 분석을 거쳐 수자원 관리용 기상예보(유역개념, 강우진행방향, 강우 시간, 공간분포등)로 제공한다.



구분	SERVER	CLIENT
H/W	Compaq(133Mhz, 4CPU, 128MB)	IBM호환 586PC(133Mhz, 32MB)
O.S	WINDOWS-NT	WINDOWS95
S/W	SMS, Oracle Workgroup Visual C++, Visual basic	Oracle Workgroup, Visual C++ Visual basic, SMS-Client

그림 3.1 시스템 H/W 및 S/W 구성도

(2) 실시간수문모니터링

한반도 여름철 수문기상특성을 고려하여 실시간(대분)으로 수문정보를 취득, 제공한다. 댐은 물론 상하류의 수문상황도 실시간 모니터링하므로써 댐상하류의 홍수피해예방에 크게 기여하고 있다. 또한 주요 수리구조물에 대한 실시간 정보도 제공되어 홍수조절을 극대화하고 있다.

(3) 수문분석기능

홍수기 수문분석기능은 상황의 즉시적 분석과 대응이 그 어느 상황보다 중요하므로 관측 수문자료, 분석 조건 및 저수지 모의운영 등의 입력에 편의성과 신속성을 유지하도록 개발되었다. 본 기능은 입력자료 관

리는 물론, 분석결과의 출력, 그래픽지원, 파일링기능을 포함하며, 데이터파일과 분석을 위한 옵션파일을 연결하여 관측수문자료, 분석옵션, 저수지모의운영, 강우형태등을 설정, 제어한다. 즉, 데이터파일의 관측수문자료(TM 및 DDPS자료)로부터 사용자는 쉽게 분석기간을 설정하게 되며 기왕의 수문분석결과 파일로부터 매개변수를 재적용하거나 임의의 값을 지정 선택하거나 또는 기본값을 지정할수 있다. 분석결과는 GUI형태로 제공되므로 댐운영의사결정이 용이하도록 지원한다.

(4) 이수현황기능

이수현황은 다목적댐 이수목표 추구의 효율적 달성을 위하여 일반현황과 운영현황으로 구분되었으며 운영현황을 세부항목별로 제공하며 그래픽 지원하므로써 검토 및 분석에 효율성을 부여하였다. 본 기능은 댐별 강우량, 저수위(저수량, 저수율포함), 유입량, 방류량등 수문운영자료를 과거 실적자료와 함께 일단위로 제공된다.

(5) 자료관리 및 검색

자료관리는 제원관리, 시자료관리 및 일자료관리로 구성하였으며, 자료검색은 시자료, 일자료 및 수문관측소자료로 구성된다. 효율적으로 자료축적, 분석, 관리를 위하여 서버-클라이언트방식을 채택하고 있어 사용자가 자료의 검색조건을 간단히 부여할수 있으므로 쉽게 검색하고 검토할수 있도록 하였다.

4. 홍수조절현황(게릴라성 기습호우 : 7.31~8.20)

4.1 기상현황

보통, 장마후반(7월하순이후)은 고온다습한 전선이 세력을 확장하여 장마전선을 북한지방으로 북상시킴으로 우리 나라에는 무더위가 기승을 부리게 되지만 금년 5월부터 엘니뇨가 소멸하고 라니냐가 급격히 발달하면서 북태평양 고기압 세력이 제대로 발달하지 못하였다. 따라서, 장마전선이 우리 나라 동서로 계속 정체하면서 장마가 8월18일까지 지속되었다. 또한 5

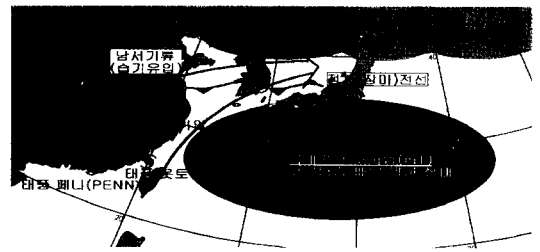


그림 4.1 우리 나라 부근의 기상현황

월부터 인도네시아와 동남아시아 지역에는 엘니뇨의 영향으로 강한 건조대가 위치하여 가뭄 및 잦은 산불을 일으킨 반면, 이곳에 내려야 할 열대성 호우대는 중국 화남(양쯔강유역) 지방으로 이동하여 이곳에 많은 비를 내리게 했다. 우리 나라의 경우, 양쯔강 기단의 간접적 영향권에 있으므로 지속적인 남서기류(상층 편서풍)에 의한 습기가 유입되고 중국대륙에 상륙한 2호(OTTO)와 3호(PENNY) 태풍이 저기압화하여 장마전선과 합쳐지면서 기습적인 집중호우로 나타났다(그림 4.1).

4.2 강우현황

지구촌 곳곳에서 기상이변을 발생시킨 엘니뇨현상의 영향으로 금년은 년초부터 잦은 강우를 기록하였으며, 장마기간에는 3차례의 호우(댐유역평균 50mm 이상)가 있었으나 장마 전반기에 집중되었다. 금년의 장마는 장마전선이 북한지역으로 북상하면서 종료되는 예년과는 달리 일본남쪽에 머무르는등 8월중순까지 지속되었다. 그러다가, 일본남쪽에 남하한 장마전선이 지난 7월31일 이후 북상하면서 오랫동안 우리 나라에 머무르면서 게릴라성 집중호우를 발생시켰다. 집중호우기간(7.31~8.20) 댐별 강우량을 보면, 유역평균 452mm를 기록하여 예년기록의 2~3배로써 기습적이었으며, 전국을 순회하였던 기습호우로 인하여 댐별로는 비슷한 강우량을 기록하였다.

소양강	충주댐	안동댐	임하댐	합천댐
472	424	339	347	481
남강댐	대청댐	섬진강	주암댐	비고
500	523	573	379	7.31~8.22

표 1. 댐수문현황

구 분	단위	계	소양강	충주	안동	임하	합천	남강	대청	섬진강	주암(본)	주암(조)	
강우전	수위	EL.m	-	177.51	128.57	151.21	152.19	157.77	33.19	70.29	189.87	105.98	96.13
	저수량	106m ³	6,337	1663	1462	820	318	365	45	877	279	358	149
	저수율	%	57.2	41.3	41.4	51.3	25.7	44.0	32.2	50.7	59.1	61.1	56.6
강우후	수위	EL.m	-	187.88	134.36	158.09	161.11	174.98	32.99	75.89	192.99	107.54	102.12
	저수량	106m ³	8,540	2203	1854	1128	500	686	42	1202	340	399	185
	저수율	%	77.1	76.5	69.7	91.3	86.0	86.6	31.2	81.6	76.4	86.1	74.3

※ 강우전 : '98. 7.30 07:00, 강우후 : '98. 8.22 07:00 자료임

4.2 댐수문현황

다목적댐 평균저수량은 기습호우이전은 예년수준이었으나 홍수유입으로 인하여 약 22억m³의 저수량이 증가, 저수율은 약 20%가 증가되어 안정적 용수공급량을 확보하게 되었다.(표 1 참고)

4.3 홍수조절현황

기습호우기간 중 홍수규모는 호우의 기습성으로 인하여 빠른 유출과 첨두홍수량규모로 볼 때 대홍수로 분석되었으며 총유입량 86.7억m³중 63.3억m³을 홍수조절을 위하여 하류로 방류하므로써 21.7억m³을 댐에 저류하였다. 이 기간중 전국의 10개 다목적댐 중 자유월류시킨 부안댐을 제외하고 7개 댐에서 홍수조절 수문방류를 실시하여 같은시기에 전국유역에서 홍수가 발생되었음을 보이기도 하였다.(표 2. 참고)

- 여수로수문개방(7댐): 소양강, 충주, 임하, 남강, 대청, 섬진강, 주암댐
- 여수로수문미개방댐(2댐) : 안동, 합천댐
- 자유월류댐(1댐) : 부안댐

4.4 홍수조절효과

금년 8월 홍수의 특징은 전국은 물론 수계별 댐상

하류에 걸쳐 고루게 기습됨으로 인하여 상하류에서 동시에 발생되었고 이로 인하여 다목적댐 홍수조절의 사결정(방류규모, 시기등)에 매우 어려움이 있었다. 다목적댐이 운영중인 4대강 유역에서 홍수조절 여수로 방류가 있었으며 낙동강과 금강수계에서는 댐하류지역의 하천범람이 우려되기도 하였다.

■ 한강수계

소양강댐은 홍수를 약 8일간 댐에 저류한후 하류수위가 호전되는 시점에 방류를 개시하여 다목적댐의 효율적인 치수운영표본을 보이는 등 소양강댐과 충주댐의 연계운영으로 하류 주요지점인 인도교의 수위를 약 2.6m 저하시켜 3,400여 억원의 홍수피해를 줄이는데 기여하였다. 그러나 충주댐의 경우 단위면적당 홍수조절용량비가 0.093백만m³/km²으로써 소양강댐(0.285백만m³/km²)의 1/3수준에 불과하는 등 남한강유역의 치수용량의 추가확보 필요성이 대두되었다.

■ 낙동강수계

과거 수문상황을 기준할 때 치수 측면에서는 다소 여유가 있던 수계이었으나 금년도 기습호우는 낙동강

표 2. 홍수조절현황

구 분	단위	소양강*	충주*	안동	임하*	합천	남강*	대청*	섬진강*	주암*
· 최고 수위	EL.m	189.96	140.99	158.34	163.08	175.06	37.24	78.07	194.80	109.35
· 최고 유입량	m ³ /초	2,800	8,100	2,100	3,400	1,250	6,800	5,800	1,270	1,700
· 방류량	m ³ /초	1,000	4,000	150	500	90	3,500	2,500	570	1,000
· 홍수 조절율	%	64	51	93	85	93	49	57	55	41
· 조절 저류량	백만m ³	533	359	216	90	318	-	345	64	291

* 여수로수문 방류댐

수계를 더 이상 예외로 하지 않았다. 임하댐은 약 100년빈도 홍수규모가 유입됨에도 불구하고 발전방류를 포함하여 방류규모를 초당 500m³로 최소화하였고 수문방류 없이 발전방류만으로 수위를 조절한 안동, 합천댐과 함께 하류주요지점인 진동의 수위를 약 1.98m 저하시켜 6,600여 억원의 홍수피해를 줄이는데 기여하였다. 특히, 진동지점은 최고수위가 10.47m로써 위험수위(10.50m)를 가까스로 초과하지 않는등 댐에 의한 홍수조절효과가 극대화되었다.

■ 금강수계

대청댐은 유역면적에 비하여 저수용량이 적음에도 불구하고 하류수위상황을 고려, 증·감 조절하므로써 하류 공주지점 수위를 약 4.12m 저하시켰으며 780여 억원의 홍수피해를 줄이는데 기여하였다. 특히, 보은지방의 집중호우와 보청천의 제방붕괴로 인하여 빠른 저수지유입에 따른 댐유입량의 급격한증가는 금강하류 치수능력(치수취약성)과 함께 여수로수문방류의 사결정에 어려움을 안겨주었다.

■ 섬진강수계

섬진강댐, 주암댐의 홍수조절로 하류 송정지점 수위를 약 2.49m 저하시켰다. 지리산일대의 집중호우로 인한 인명피해에 따른 사체인양 등 조사작업을 지원하기 위하여 주암댐의 홍수조절 방류는 무피해방류량범위에서 시행되었다.

4.5 운영기록사항

전국을 고루 기습한 계절라성으로 인하여 각종 수문, 운영자료가 당초기록을 갱신하기도 하였다.

■ 다목적댐 여수로수문개방(7댐)

동시 여수로수문방류기간 : 8.16 16:00 ~ 8.17

08:00(16시간)

■ 다목적댐 최고저수율 80%(8,864백만m³) '98. 8.17

■ 댐 최고수위

주암댐 El.109.35m('98.8.2) : 당초 El.108.31m ('93.8.21)

임하댐 El.163.08m('98.8.17) : 당초 El.162.81m ('93.8.10)

합천댐 El.175.06m('98.8.21) : 당초 El.174.02m ('89.9.18)

■ 최고유입량

합천댐 1,250cms('98.8.18) : 당초 1,242 cms ('89.7.25)

■ 이상호우기록

· 시간최고강우량 145mm(순천, '98년) : 기왕최고 118mm(서울, '42년)

· 일 최고강우량 640mm(강화, '98년) : 기왕최고 547mm(장흥, '81년)

5. 맺음말

기상이변으로 점점 잦아지는 홍수와 가뭄의 반복은 다목적댐이 갖는 치수와 이수기능 목표달성을 위한 상시적 개념의 저수지운영을 통하여 극복될 수 있을 것이다. 효율적인 저수지운영은 여름철 기상의 정확한 예보와 수자원전문가의 과학적인 댐운영에 달려 있다고 할수 있으며 집중호우, 태풍 등의 형태로 하늘이 베푸는 수자원을 다목적댐, 홍수예경보시설 등 치수시설물을 잘 활용하므로써 홍수피해를 줄임과 동시에 갈수기 이수용량확보는 자연스럽게 달성될 것이다. 한국수자원공사 물관리상황실은 유동적이고 한정적인 수자원의 효율적 운영관리에 앞으로도 최선을 다할 것이다. ●