

예비방류를 고려한 대청댐의 홍수기중 운영방안

○박봉진*, 강권수**, 정관수***

1. 서론

하천유역내의 인구증가와 산업시설의 집중으로 인한 토지이용의 고도화에 따라 홍수시 피해의 종류가 다양화되고 피해규모도 대형화되어가는 실정으로 댐상류유역의 홍수피해만을 고려하여 방류량을 결정하면 하류하도의 기존 하천의 홍수에 댐의 방류량이 추가되어 하류부에 홍수피해를 가중시킬 가능성이 있다. 따라서 댐상류의 유입량과 댐의 방류에 따른 하류의 유황을 사전에 정확히 예측하여 댐의 홍수조절용량을 최대한 활용하여 하류유역의 홍수피해가 최소화 될 수 있도록 하여야만 한다.

그동안 국내에서 다목적댐의 이수목적과 치수목적의 조화를 위하여 홍수기 제한수위를 가변적으로 운영하여 홍수기말에 상시만수위를 원활히 확보할 수 있는 방안(심명필 등, 1995, 1996)이 연구된 바 있으며, 댐의 방류에 따른 하류홍수추적 연구에는 선우중호(1983), 김현영과 박승우(1989), 이원환과 박상덕(1989), 윤용남과 박무종(1992), 박봉진 등(1995), 김규문과 박봉진(1996)의 연구가 있었다.

본 연구의 주된 목적은 대청댐의 홍수조절효과를 극대화하기 위하여 예비방류개념을 도입하여 홍수유입과 댐의 저류상태 및 댐 하류의 하도에서 홍수상황을 다같이 고려하여 홍수조절을 극대화할 수 있는 방안을 제시하는데 있다.

2. 홍수시 댐운영의 기본개념

2.1 예비방류

예비방류는 홍수 발생전에 현 상태의 홍수조절용량으로서는 부족할 것으로 예상될때 추후 댐으로 유입될 홍수를 원활하게 조절하기 위해 취하는 조치로서 현재 저류되어 있는 저류량의 일부를 미리 방류하는 것이다(댐시설유지관리기준, 1994). 댐유역의 수문 상황을 검토 분석하여 상당한 크기의 홍수 발생이 예상될 경우에는 상시 만수위(홍수기 제한수위)이하에서 예비방류를 실시하게 된다. 강우로 인한 저수지의 홍수 유입량이 증가 하는 시점 이후의 방류를 홍수조절 방류 혹은 본방류라 하고 홍수시작 시점이전의 방류는 예비방류로 구분할 수 있다.

2.2 다목적댐의 홍수조절 방법

일반적으로 댐의 홍수조절 방법에는 모의운영(Simulation)에 의한 방법과 선형계획법(LP), 동적계획법(DP)등 이용한 최적화 기법이 있다. 실시간 저수지 운영은 Technical Reservoir Operation

* 한국수자원공사 특수지역사업본부 굴포천건설사무소 과장

** 한국수자원공사 수자원연구소 품질관리실

*** 한국수자원공사 특수지역사업본부 건설1처 선임연구원

Methods(ROM), Spillway rule curve ROM, Rigid ROM, Auto ROM, Schedule release discharge ROM 등과 같은 모의기법에 의한 방법을 주로 적용하고있다. 이들 모의운영기법중 Technical ROM 이 가장 홍수조절 효과가 뛰어난 것으로 분석되었다(댐시설유지관리기준, 1994). 따라서 본 연구에서는 Technical ROM에 의한 홍수조절 방안을 수립하였다. Technical ROM은 예측유입량 수문곡선에 의거 현재시점의 댐 수위로부터 댐운영수위(계획홍수위, 홍수기 제한수위, 또는 목표수위)까지의 홍수조절 용량을 최대한 활용할 수 있도록 방류량을 결정하는 방법이다.

3. 대상구역의 선정

금강구역의 중상류부에 대청댐과 하구부에 금강하구둑이 건설되어 있으나, 홍수에 상당히 취약하여 해마다 금강 하류부가 범람하는 등 많은 홍수피해를 입고 있어, 홍수조절과 홍수공급을 위하여 금강 상류부에 용담댐이 새로 건설중에 있다. 금강구역은 대청댐의 예비방류를 통한 상류구역의 홍수조절방안을 수립하고, 댐방류에 따른 하류하도의 홍수추적을 실시하여 효율적인 수자원관리가 절실히 필요한 구역으로 금번의 연구대상구역으로 선정하였다.

3.2. 대청댐의 홍수기중 운영결과분석

대청댐의 준공이후 1996년까지의 홍수기중 운영을 분석하여 본 결과 표 1에서와 같이 상시만수위 이상에서 방류를 시작하고, 홍수중 저수지 최고수위는 계획홍수위가 되도록 운영하고 있으며, 방류 종료수위도 상시만수위 이상으로 대청댐의 홍수조절용량을 최대로 활용하여 홍수조절을 하고 있음을 알 수 있다.

표 1. 대청댐의 홍수기중 운영분석결과

홍 수 사 상	강우전수위 (EL.m)	방 류 초기수위 (EL.m)	방 류 중 최고수위 (EL.m)	방 류 말기수위 (EL.m)	최대유입량 (m ³ /sec)	최대방류량 (m ³ /sec)
1984. 09.02-09.05	70.82	78.55	78.61	77.96	4,619	1,314
1985 08.16-08.17	75.30	77.41	78.33	76.59	3,884	1,218
1987 08.29-09.01	76.08	76.71	79.81	78.01	6,577	3,713
1989 07.25-07.29	71.69	76.83	77.47	75.32	4,104	3,000
1989 07.25-07.30	71.69	76.83	77.47	75.32	4,490	3,000
1995 08.30-09.05	70.62	74.16	77.15	76.45	5,690	1,740

4. 예비방류에 따른 댐에서의 홍수조절 효과분석

4.1 예비방류를 고려한 댐운영의 기본가정

홍수시 예비방류를 고려한 홍수조절효과를 분석하기 위하여 댐운영의 기본가정을 다음과 같이 결정하였다.

- ① 홍수예보시간은 우리나라 기상청의 예보시간을 고려하여 홍수시작전 24시간으로 하고, 홍수조기의 댐수위는 갈수시 동안 충분한 용수공급을 위하여 9월말 목표수위인 상시만수위로 한다.
- ② 상시만수위 이하에서의 방류량을 예비방류량이라 하고, 상시만수위 이상에서의 방류를 본방류라고 한다. 예비방류량은 댐관리규정에 정해진 무피해방류량으로 한다.
- ③ 본 방류량은 홍수위를 넘지않도록 Technical ROM으로 최적방류량을 결정한다.

4.2 빈도별 홍수의 예비방류 효과분석

표 2는 예비방류를 고려한 댐운영의 기본가정으로 대청댐의 빈도별 홍수가 24시간 후에 댐으로 유입할 경우 예비방류를 홍수유입후 12시간 후(36시)부터 실시하여 모의운영한 결과이다. 5년 빈도의 경우 예비방류를 하지 않았을 경우에는 최대방류량은 1,420m³/sec가 되었으나, 1,000m³/sec로 일정량을 예비방류 하게되면 최대방류량을 1,020 m³/sec으로 줄일 수 있는 것으로 분석되었다. 그러나 홍수량이 커질수록 예비방류효과는 작아지며 100년빈도 이상의 홍수에서는 오히려 예비방류를 실시하기 보다는 본 방류를 일찍 시작하여야 침투홍수량을 줄일 수 있는 것으로 분석되었다. 따라서 예비방류도 홍수유입량이 커질때에는 전적으로 신뢰할 수 있는 홍수조절 방식은 아니다. 그렇지만 갈수기동안 충분한 용수공급을 위하여 상시만수위 이상을 유지할 경우, 기상청의 홍수예보의 신뢰도가 떨어질지라도 댐 하류에 피해를 주지않는 범위에서 예비방류를 실시하면 댐운영의 위험성을 다소나마 줄일 수 있을 것으로 판단된다.

표 3은 10년빈도의 홍수가 24시간 후에 댐으로 유입할 경우를 분석한 결과이다. 예비방류를 하지 않았을때 최대방류량 2,160 m³/sec을 홍수유입 후 12시간 후(36시)부터 예비방류를 실시하여 35시간동안 예비방류를 실시하면 최대방류량을 1,720 m³/sec으로 경감할 수 있으며, 홍수유입후 32시간 후(56시)부터 예비방류를 실시하여 10시간 동안 예비방류를 실시하면, 최대방류량을 2,100 m³/sec으로 경감할 수 있는 것으로 분석되었다.

표 2. 빈도별 홍수의 예비방류 효과분석 결과

홍수빈도 (년)	빈도별홍수량 (m ³ /sec)	예비방류시점 (시)	최대방류량 (m ³ /sec)	예비방류율 (%)
5	5,000	없음	1,420	-
		12	1,020	28.9
10	6,100	없음	2,160	-
		12	1,750	22.7
20	7,100	없음	2,860	-
		12	2,620	19.1
50	8,500	없음	3,940	-
		12	3,920	15.1
100	9,500	없음	4,720	-
		12	4,760	13.5
200	10,700	없음	5,680	-
		12	5,740	11.6

표 3. 10년빈도 홍수의 예비방류 효과분석 결과

예비방류시점 (시)	예비방류기간 (시간)	본방류시점 (시)	최대방류량 (m ³ /sec)	예비방류율 (%)
없음	없음	38	2,160	-
32	10	42	2,100	8.2
26	18	44	2,020	14.3
20	26	46	1,900	18.3
12	35	47	1,720	22.7

5. 예비방류에 따른 댐 하류에서의 홍수조절 효과분석

5.1. 일차원부정류 해석법에 의한 하도홍수 적

댐상류유역의 홍수조절을 위하여 댐의 방류량을 결정하면 댐의 방류량이 하류에 미치는 영향을 반드시 검토하여야 한다. 댐방류에 따른 하류하도의 홍수추적을 위하여 부정류해석법에 의한 하도홍수추적이 필요하다. 금번 연구에서 적용한 부정류해석모형은 경인운하기본설계, 대청댐 방류에 따른 하도추적연구 등에 사용된 바 있는 Loopnet 모형(이환기, 1987; 박봉진 등, 1996)을 사용하였다.

5.2. 하도추적을 위한 하천망 구성

대청댐 방류에 따른 하도홍수추적을 위하여 금강수계의 하천망은 금강수계 종합정비계획(1988)의 하천종횡단자료를 이용하여, 대청 조정지댐부터 미호천 합류지점까지(대청댐직하류) 10개의 계산지점으로 하도 1 과 미호천 합류지점부터 하구둑까지(금강본류) 35개의 계산지점으로 하도 2, 미호천의 석화지점부터 금강 본류와의 합류점까지(미호천) 13개의 계산지점으로 하도 3을 각각 구성하였다. 소유역의 유입은 대청 조정지댐부터 하구둑까지 13개의 구간으로 구성하였다 (그림 1참조).

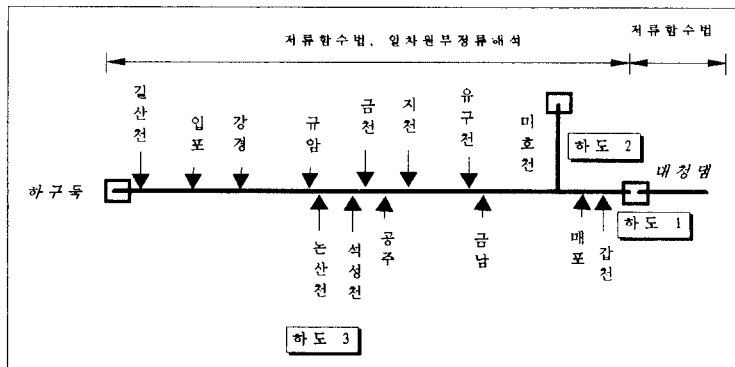


그림 1. 금강수계의 하도추적 하천망 모식도

5.3 빈도별 홍수의 예비방류 효과분석

대청댐의 방류에 따른 댐하류부의 홍수조절효과를 분석하기 위하여 상류측 경계조건은 대청댐의 방류량, 하류측 경계조건은 금강하구둑의 홍수기동안 조절수위인 1.0m(금강하구둑관리요령, 1990)를 일정하게 유지하는 것으로 가정하였다. 하도의 조도계수는 하도구간을 4개구간으로 나누어 0.025~0.030 값을 사용하였다(금강수계 종합정비계획, 1988). 상류측 경계조건인 대청댐의 방류량은 빈도별 홍수유입시 예비방류개념을 도입하여 결정된 댐의 방류량으로 하였다. 대청댐 하류부의 지류의 유입량을 고려한 경우에는 “대청댐 방류에 따른 금강하류부 홍수추적(1997)”에서 산정한 빈도별 홍수량 분석결과를 사용하였다. 지류에서의 유입량은 침투홍수량이 일정하게 유입하는 것으로 가정하고 홍수위 감소효과를 분석하였다.

대청댐 10년빈도의 홍수유입시의 분석결과는 표 4와 같다. 댐하류의 지류유입량을 고려한 경우 예비방류가 없을때에는 공주지점 홍수위가 EL. 16.58m이었으나, 예비방류를 35시간 실시하였을 때의 홍수위는 EL. 16.29m로 0.29m를 낮출 수 있는 것으로 분석되었다.

예비방류를 하였을때 댐 하류의 홍수피해 절감액을 정량적으로 산정할 수는 없지만 홍수위-피해액곡선을 이용하면 금액으로 산정하여 볼 수 있다. 금번에 사용한 홍수위-피해액곡선은 1992년 12월 물가기준으로 작성한 “금강유역의 수위 대 홍수피해 곡선 작성 및 특성분석” 결과를 활용하였다(유주환 등, 1996). 대청댐에서 10년빈도의 홍수유입시, 댐하류의 지류유입량을 고려하면, 공주지점에서는 예비방류가 없을때에는 11억원의 홍수피해가 발생하는 것으로 산정되었으나, 예비방류를 35시간 실시하였을 때에는 2억만원으로 홍수피해를 9억원정도 줄일 수 있는 것으로 분석되었다.

표 4 예비방류에 의한 댐하류부 홍수조절 효과분석결과 (10빈도, 지류유입량고려시)

예비방류시점 (시)	최대방류량 (m ³ /sec)	금남 (EL.m)	공주 (EL.m)	규암 (EL.m)	강경 (EL.m)	입포 (EL.m)
없음	2,160	20.66	16.58	9.78	6.31	4.17
32	2,100	20.62	16.54	9.75	6.28	4.15
26	2,020	20.55	16.48	9.70	6.24	4.12
20	1,900	20.47	16.42	9.66	6.20	4.09
12	1,720	20.31	16.29	9.56	6.12	4.03

6. 결론

본 연구에서는 다목적 댐의 홍수조절효과를 극대화하기 위하여 예비방류개념을 도입하여 홍수유입과 댐의 저류상태 및 댐 하류의 하도에서 홍수 상황을 다 같이 고려하여 홍수 조절효과를 분석하였으며, 연구결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 대청댐의 10년빈도의 홍수가 24시간 후에 댐으로 유입할 경우 예비방류를 하지 않았을때 최대방류량 2,160 m³/sec를, 홍수유입 후 12시간 후(36시)부터 예비방류를 실시하여 35시간동안 예비방류를 실시하면 최대방류량을 1,720 m³/sec로 경감할 수 있었다.
2. 댐에서의 예비방류에 따른 댐하류지역의 예비방류효과를 분석한 결과, 댐하류의 지류유입량을 고려한 경우, 예비방류가 없을때에는 공주지점 홍수위가 EL. 16.58m이었으나, 예비방류를 35시간 실시하였을 때의 홍수위는 EL. 16.29m로 0.29m를 낮출 수 있는 것으로 분석되었다. 예비방류에 따른 댐 하류의 홍수피해를 10년빈도의 홍수유입시 공주지역에서는 9억원정도 줄일 수 있는 것으로 분석되었다.

본 연구결과 예비방류는 댐상류측의 홍수피해를 줄일수 있을뿐만 아니라 하류측의 홍수피해를 절감할 수 있는 방안으로 갈수시 충분한 용수공급을 위하여 홍수기가 끝나는 9월말경 저수위를 상시만수위이상으로 유지할때의 댐운영자가 유용하게 적용할 수 있을 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

- 금강수계 종합정비계획 (1988). 건설부.
 금강하구둑관리요령 (1990). 농업진흥공사.
 김규문, 박봉진 (1996). “대청댐 방류에 따른 금강 하류부의 홍수추적(II).” 1996년 한국수자원학회 학술발표회 논문집, pp. 473-478.
 김현영, 박승우 (1989). “금강하류 홍수의 부정류 해석.” 한국수문학회지, 제22권, 제1호, pp. 99-107.

댐시설유지관리기준 (1994). 건설부 .

박봉진, 박정기, 정관수 (1995). “대청댐 방류에 따른 금강 하류부의 홍수추적.” 1995년 한국수자원학회 학술발표회 논문집, pp. 247-253.

박봉진, 이환기, 정관수 (1996). “폐합형수계 모형에 의한 부정류 해석.” 한국수자원학회지, 제 29권, 제5호, pp. 129-138.

선우중호 (1983). “부정류 해석에 의한 금강하류부 홍수위 결정.” 한국수문학회지, 제16권, 제2호, pp. 123-129.

심명필, 이재형, 권오익 (1996). “홍수에측에 의한 예비방류 방안.” 한국수자원학회지, 제29권, 제1호, pp 235-247.

심명필, 권오익, 이환기 (1995). “홍수기중 가변제한수위에 의한 저수지 운영.” 한국수자원학회지, 제 28권 제6호. pp 217-228.

유주환, 권오현, 고재웅 (1996). “금강유역의 수위 대 홍수피해 곡선 작성 및 특성분석.” 한국수자원학회지, 제29권, 제5호, pp 151-159.

이환기 (1987). “수치모형에 의한 개수로 Network의 부정류 해석.” 제8회한국대댐학회 학술발표회 발표집, pp. 1-27.