

병렬저수지 연계에 의한 홍수조절효과

Flood Control Effects by Parallel Reservoirs System Operation

류재욱*, 최현일**, 지홍기***

요 지

본 연구는 인접한 저수지 간의 연계운동을 통한 홍수조절 및 용수공급능력을 제고시키기 위한 저수용량 공유기법 개발의 일환으로 영주댐과 안동댐 및 임하댐의 병렬저수지 시스템을 연구대상으로 하였다. 홍수조절에 의한 병렬저수지의 연계운영기법으로서 병렬저수지 시스템인 영주/안동/임하댐 유역에서 홍수시 영주/임하댐의 저수량을 안동댐으로 전환시켜 영주/임하댐의 홍수조절능력을 제고시키고 안동댐의 저수량을 확보시켜 용수공급능력을 제고시킬 수 있는 방법을 연구하였다.

연구결과, 최적화계수(유량전환비:a)는 영주댐의 경우 1999년 9월 22일 ~ 26일 호우, 태풍 루사 및 태풍 매미일 때 모두 $a=1.000$, 임하댐의 경우 1999년 9월 22일 ~ 26일 호우, 태풍 루사 및 태풍 매미일 때 각각의 유량전환비는 $a_{1999}=0.135$, $a_{2002}=0.372$ 및 $a_{2003}=0.420$ 으로 산정되었다.

영주댐에서 안동댐으로 그리고 임하댐에서 안동댐으로 전환할 수 있는 유량은 실제 호우적용시 전환유량은 매우 큰 것으로 확인되었다. 그리고 유량전환시 댐하류 안동, 지보, 달지지점에서 홍수조절효과가 큼을 확인할 수 있었다.

핵심용어 : 홍수조절, 연계운영, 유량전환비

1. 서 론

댐의 운영방안은 크게 관개, 발전, 하천정화, 상수도공급 그리고 공업용수 등 하천유황을 조절하면서 운영하는 이수적인 측면의 장기운영방안과 홍수기에 이루어지는 홍수조절 등의 치수적인 측면의 단기운영방안으로 나눌 수 있다. 특히 저수지의 단기적인 운영방안인 홍수조절은 인명 및 재산과 직결되므로 저수지 자체의 공간을 가장 적절하게 활용하여 유입량을 저류함과 동시에 하류측의 상황을 고려하여 최적의 방류량을 결정해야 한다.

이를 위해서는 강우기록을 통한 정확한 유입량의 예측을 하여 댐 하류유역에 홍수피해를 줄이기 위한 시간별 방류량을 결정해야 한다. 즉 단일댐 혹은 댐군을 대상으로 유입홍수량, 조절용량, 하류의 하적상황, 방류량 등의 조절인자를 고려하여 연계해석을 통한 최적의 시스템을 개발해야 하며 궁극적으로 치수유역내 최적의 홍수대응체계를 개발해야 한다.

따라서 본 논문은 병렬저수지에서 최적의 홍수조절시스템을 개발하여 댐의 치수능력 증대를 극대화하기 위한 방안을 제시하고자 한다.

2. 대상유역 선정

영주댐은 낙동강 합류점으로부터 약 55.6km 상류인 내성천에 위치하고 있으며, 2010년 초에 본격적인 공사를 시작할 예정이다. 댐 제원은 길이 380m, 높이 50m이며, 유역면적은 500km²이다. 댐의 총 저수용량은 181.1×10⁶m³이며, 홍수조절용량은 75×10⁶m³이다. 안동댐은 댐 제원은

* 정회원 · 서영엔지니어링 수자원팀 · E-mail : rju2580@nate.com

** 정회원 · 영남대학교 건설시스템공학과 교수

*** 정회원 · 영남대학교 건설시스템공학과 교수

길이 612m, 높이 83m이며, 유역면적은 1,584km²이다. 댐의 총 저수용량은 1,248×10⁶m³이며, 홍수조절용량은 110×10⁶m³이다. 임하댐은 반변천 상류 18km지점에 위치하고 있으며, 1993년 12월 31일 준공되었다. 댐 제원은 길이 515m, 높이 73m이며, 유역면적은 1,361km²이다. 댐의 총 저수용량은 595×10⁶m³이며, 홍수조절용량은 244×10⁶m³이다.

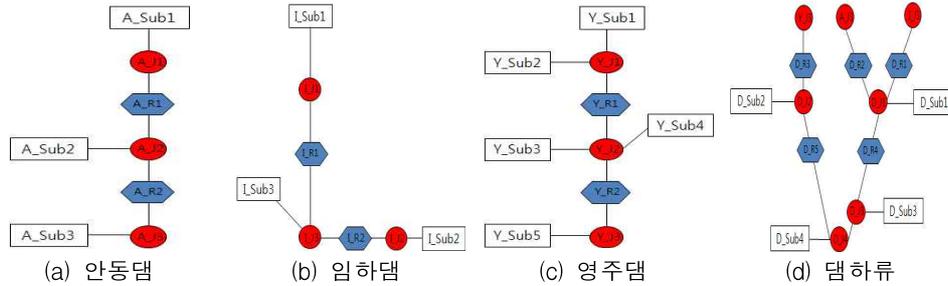


그림 1. 영주/안동/임하댐 및 댐하류 수계시스템도

표 1. 영주/안동/임하댐 및 댐하류 유역분할

유역	유역		하도	
	기호	지점명	기호	지점명
안동댐	A_Sub1	소천수위표	A_R1	소천수위표-도산수위표
	A_Sub2	도산수위표	A_R2	도산수위표-안동댐지점
	A_Sub3	안동댐		
임하댐	I_Sub1	영양수위표	I_R1	영양수위표-용전천합류점
	I_Sub2	용전천	I_R2	용전천합류점-임하댐지점
	I_Sub3	임하댐		
영주댐	Y_Sub1	내성천시점-낙화암천합류점	Y_R1	낙화암천합류점-토일천합류점
	Y_Sub2	낙화암천	Y_R2	토일천합류점-영주댐지점
	Y_Sub3	낙화암천합류점-토일천합류점		
	Y_Sub4	토일천		
	Y_Sub5	영주댐		
댐하류	D_Sub1	안동수위표	D_R1	임하댐지점-안동수위표
	D_Sub2	월포수위표	D_R2	안동댐지점-안동수위표
	D_Sub3	지보수위표	D_R3	영주댐지점-월포수위표
	D_Sub4	달지수위표	D_R4	안동수위표-지보수위표
			D_R5	월포수위표-달지수위표

3. 유역변경에 의한 홍수조절

3.1 영주/안동/임하댐의 저수지운영

영주/안동/임하댐의 홍수조절은 1999년 9월 22일 ~ 26일 호우사상, 2002년 태풍 루사와 2003년 태풍 매미 등 3개의 실제호우사상을 적용하였다. 영주/임하댐에서 치수목적으로 안동댐으로 보낼 방류량은 실제호우일때는 임하댐의 경우 그 당시 실제 방류량에서 영주댐의 경우 계획 방류량에서 영주/임하댐의 최적 유입량 비율을 산정한 값으로 가정하였다.

3.2 유역변경에 의한 홍수조절기법 적용

본 연구는 연계운영에 의한 최적 홍수조절기법을 제시하기 위한 연구로서 대상유역인 영주/임하댐에서 안동댐으로 방류되는 영주/임하댐의 유입량을 최적으로 산정하기 위한 기법을 제시하고자 하였다. 따라서 본 논문에서는 영주/임하댐에서 안동댐으로의 연계운영에 의한 최적홍수조절량

을 산정하기 위하여 아래의 식 1과 그림 2를 제안하였다.

$$X_o = a \times I_i \quad (1)$$

여기서, X_o : 영주/임하댐의 유입량 중 안동댐으로 전환되는 유량(m^3/s), a : 연계운영에 의한 유량전환비(상수), I_i : 영주/임하댐 유입량(m^3/s)

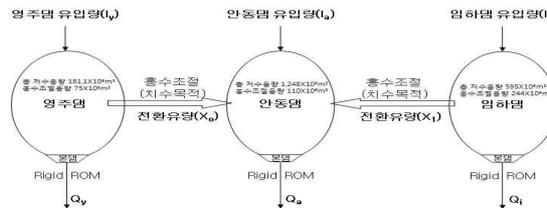


그림 2. 영주-안동-임하댐간 홍수조절 메카니즘

3.3 홍수조절기법 조절결과

최적화계수로 제안한 유량전환비 a 는 영주댐의 경우 1999년 9월 22일 ~ 26일 호우, 태풍 루사 및 태풍 매미일 때 모두 $a=1.000$ 으로 산정되었으며, 임하댐의 경우 1999년 9월 22일 ~ 26일 호우, 태풍 루사 및 태풍 매미일 때 각각의 유량전환비는 $a_{1999}=0.135$, $a_{2002}=0.372$ 및 $a_{2003}=0.420$ 으로 산정되었다.

표 2. 영주/안동/임하댐간 홍수조절기법 적용결과

댐	실제호우		9/22~9/26 (1999)	태풍 루사 (2002)	태풍 매미 (2003)
영주댐	유량전환비, a		1.000	1.000	1.000
	첨두유입량 (m^3/s)	적용전	1,240	821	1,211
		적용후	1,240	821	1,211
	첨두방류량 (m^3/s)	적용전	713	713	713
		적용후	0	0	0
	첨두전환량 (m^3/s)	적용전	0	0	0
적용후		713	713	713	
조절율 (%)	적용전	42.5	13.2	41.1	
	적용후	100.0	100.0	100.0	
안동댐	첨두유입량 (m^3/s)	적용전	2,175	3,678	4,522
		적용후	2,911	4,994	6,255
	첨두방류량 (m^3/s)	적용전	167	591	359
		적용후	167	591	359
	조절율 (%)	적용전	92.3	83.9	92.1
적용후		94.3	88.2	94.3	
임하댐	유량전환비, a		0.135	0.372	0.420
	첨두유입량 (m^3/s)	적용전	2,476	7,113	6,665
		적용후	2,476	7,113	6,665
	첨두방류량 (m^3/s)	적용전	1,713	2,176	1,631
		적용후	1,578	1,466	611
	첨두전환량 (m^3/s)	적용전	0	0	0
		적용후	135	710	1,020
	조절율 (%)	적용전	30.8	69.4	75.5
적용후		36.3	79.4	90.8	

3.4 홍수조절기법 조절결과

본 연구는 연계운영에 의한 최적 홍수조절을 하여 대상유역인 영주/임하/안동댐의 방류량을 최소화 하여 저수지 하류유역에서 첨두홍수량을 최소화하였다. 따라서 본 논문에서는 저수지 하류지

점인 안동, 월포, 지보, 달지에서의 침투홍수량의 변화를 살펴보았다.

표 3. 영주/안동/임하댐 하류유역 침투홍수량 비교결과

하류지역		실제호우	9/22~9/26 (1999)	태풍 루사 (2002)	태풍 매미 (2003)
월포	침투홍수량 (m ³ /s)	적용전	1,990	1,516	1,713
		적용후	1,662	1,026	1,430
		차이	328	490	283
안동	침투홍수량 (m ³ /s)	적용전	2,133	3,248	2,084
		적용후	1,999	2,654	1,350
		차이	134	594	734
지보	침투홍수량 (m ³ /s)	적용전	2,062	3,419	2,117
		적용후	1,946	3,068	1,953
		차이	116	351	164
달지	침투홍수량 (m ³ /s)	적용전	3,114	3,746	2,905
		적용후	2,629	3,078	2,400
		차이	485	668	505

4. 결론

최적화계수로 제안한 유량전환비 a 는 영주댐의 경우 1999년 9월 22일 ~ 26일 호우, 태풍 루사 및 태풍 매미일 때 모두 $a=1.000$ 으로 산정되었으며, 임하댐의 경우 1999년 9월 22일 ~ 26일 호우, 태풍 루사 및 태풍 매미일 때 각각의 유량전환비는 $a_{1999}=0.135$, $a_{2002}=0.372$ 및 $a_{2003}=0.420$ 으로 산정되었다.

영주댐에서 안동댐으로 전환할 수 있는 유량은 1999년 9월 22일 ~ 26일 호우, 태풍 루사 및 태풍 매미일 때 $S_a=56.22 \times 10^6 \text{m}^3$, $S_a=26.28 \times 10^6 \text{m}^3$ 및 $S_a=49.25 \times 10^6 \text{m}^3$ 으로 산정되었으며, 임하댐에서 안동댐으로 전환할 수 있는 유량은 1999년 9월 22일 ~ 26일 호우, 태풍 루사 및 태풍 매미일 때 $S_a=35.85 \times 10^6 \text{m}^3$, $S_a=101.19 \times 10^6 \text{m}^3$ 및 $S_a=121.00 \times 10^6 \text{m}^3$ 으로 산정되었다.

댐 하류지역의 침투홍수량의 차이를 살펴보면 1999년 9월 22일 ~ 26일 호우, 태풍 루사, 태풍 매미일 때 월포에서 각각 $328 \text{m}^3/\text{s}$, $490 \text{m}^3/\text{s}$ 및 $283 \text{m}^3/\text{s}$, 안동에서 각각 $134 \text{m}^3/\text{s}$, $594 \text{m}^3/\text{s}$ 및 $734 \text{m}^3/\text{s}$, 지보에서 $116 \text{m}^3/\text{s}$, $351 \text{m}^3/\text{s}$ 및 $164 \text{m}^3/\text{s}$, 달지에서 $485 \text{m}^3/\text{s}$, $668 \text{m}^3/\text{s}$ 및 $505 \text{m}^3/\text{s}$ 의 차이가 나타난 것으로 분석되었다.

감사의 글

본 연구는 국토해양부가 출연하고 한국건설교통기술평가원에서 위탁시행한 건설기술혁신사업(08기술혁신F01)에 의한 차세대홍수방어기술개발연구단의 연구비 지원에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

1. 장광진(2007), 홍수조절을 위한 병렬저수지의 연계운영기법, 영남대학교 대학원 석사학위논문
2. 손명훈(2007), 홍수기 농업용 저수지의 운영방안 연구, 경북대학교 대학원 석사학위논문
3. 한국수자원공사, 국토해양부(2009), 영주다목적댐 건설사업 환경영향평가서(초안)
4. Bringham Young University(EMRL)(1999), WMS version 7.1 Reference Manual
5. US Army Corps of Engineers(2000), Hydrologic Modeling System User's Manual
6. US Army Corps of Engineers(2007), Reservoir System Simulation User's Manual