

홍수저류지 효과 극대화를 위한 최적위치 선정방안에 관한 연구

A Study of the Optimal Location of Detention Dam

김용명*, 전인배**

Yong Myung Kim, In Bae Jun

요 지

치수대책이 취약한 중·소규모 하천 상류유역에 갑작스런 홍수가 발생될 경우 홍수피해뿐만 아니라 토석류에 의한 2차적인 피해도 발생하고 있고 이러한 홍수피해를 방지하기 위한 구조적 대책으로 홍수저류지를 도입하였다. 치수대책이 취약한 중·소규모 하천 상류유역에서 홍수저류지의 효과를 극대화하기 위해서는 적용지역에 대한 홍수저류지의 적절한 배치가 매우 중요하다.

먼저, 대상유역의 주요보호대상 지점 즉, 목표지점(Target Point)을 결정하고 지형 및 지질, 산사태 위험도, 수물현황, 지역경제 등을 고려하여 홍수저류지 설치 후보지를 다수 선정하였다. 그리고 강우 및 홍수분석, 저수지 홍수추적 등을 실시하여 목표지점을 보호할 수 있도록 홍수저류지간의 조합을 통해 최적 위치 및 개소수를 결정하였고 대상하천의 계획홍수량 즉, 하도분담량 이상의 호우에 대하여 분담할 수 있도록 홍수저류지 설치 개소수를 제한하였다. 그리고 여기서 결정한 홍수저류지가 목표지점뿐만 아니라 대상 유역의 홍수저감에 얼마나 기여를 할 수 있는지 유역전체를 대상으로 수문학적으로 검토하였다. 홍수저류지는 현재 국가의 치수대책의 일환인 면중심의 유역치수계획, 선택적 방어, 홍수량할당제, 예방위주의 치수대책 등과 함께 하고 있는 유역분담형 치수방안으로서 유역상류의 중소하천에 1차적인 홍수방어의 훌륭한 대안이 될 수 있다.

핵심용어 : 국지성 집중호우, 토석류, 주요보호대상, 유역분담, 홍수저류지

1. 서론

최근 빈번하게 발생하는 산사태, 토석류 등에 의해 직접적인 피해를 입고 있는 지역은 대부분 지방하천 이하의 산간지역이다. 한편, 하천 상류의 지방하천 구간에서 치수대책을 수립하지 않았을 때 대하천 인근의 연안지역은 도시화, 산업화 등 토지이용 고도화로 홍수피해규모가 천문학적인 수치로 높아져 가고 있다.

따라서 최근에는 국지성호우 및 돌발홍수, 산사태 등에 대한 방어대책 수립을 위하여 지방하천의 중상류지역에 대한 치수대책 수립의 중요성이 높아져 가고 있는 상황이므로 앞으로 치수대책에 대한 새로운 패러다임으로의 전환이 요구되고 있다.

이에 대한 대책으로 거론되고 있는 사방댐은 초기의 움직임은 에너지원을 차단하여 하류피해를 저감할 수 있으나 홍수에 대한 대책은 미흡함으로 홍수 및 산사태까지 저감할 수 있는 구조물의 설치가 요구된다.

따라서 저류공간을 이용한 구조물적 홍수방어대책의 일환으로 평시에는 비워 두었다가 홍수시

* 정회원 · 한국수자원공사 경인항만건설단 팀장 · E-mail : kimym@kwater.or.kr

** 정회원 · (주)도화엔지니어링 수자원부 차장 · E-mail : ibjun@dohwa.co.kr

만 일시적으로 저류하여 홍수를 자연조절할 수 있는 기능을 가진 저수지인 홍수저류지를 설치하여 산간지역의 홍수 및 산사태 피해를 방지하고 하류의 홍수저감에 기여할 수 있도록 하였다.

이에 본 논문에서는 대상지역을 선정하여 홍수저류지를 설치할 수 있는 최적위치를 선정함으로써 홍수저류지 설치효과를 극대화할 수 있는 위치선정 방안에 대하여 제시하였다.

2. 홍수저류지의 기본개념

홍수저류지는 저류공간을 이용한 구조물적 홍수방어대책의 일환으로 평시에는 비워 두었다가 홍수시만 일시적으로 저류하여 홍수를 자연조절할 수 있는 기능을 가진 저수지를 의미한다.

「하천설계기준·해설(2005, 한국수자원학회)」에서는 구조물적 홍수방어대책의 일환으로 홍수를 조절할 수 있는 기능을 가진 저수지인 홍수조절지와 저지대의 침수를 방지하기 위해 설치하는 인공 및 자연적 저류공간인 유수지로 구분하였고, 홍수조절지는 다시 하도 통수능을 초과하는 양을 하천변에 횡월류시키는 방식인 Off-line 방식과 하도에 직접 저류하는 On-line 방식으로 구분된다. 본 논문에서는 홍수조절지의 일종으로 유역의 유출량을 하도에 직접 저류하는 On-line 방식을 채택하였으며, “조절지”의 의미는 수문에 의한 인위적인 조절의 의미가 강한 반면, “저류지”는 평시에 저수지가 비어 있다가 홍수기에 일시 지체하는 자연적인 조절의 의미가 강하므로 저류지란 용어를 채택하여 홍수저류지라고 하였다.

따라서, 홍수저류지는 홍수조절지의 하나로 평시에는 비워 두었다가 홍수시만 일시 저류하고 홍수를 자연조절하여 홍수피해 및 토석류 피해를 저감할 수 있는 기능을 가진 저수지라고 정의하였다.

3. 홍수저류지의 최적위치 선정

3.1 적용지역 및 목표지점 결정

관련자료 검토 결과 봉황천 유역은 1995년, 1998년의 거둬지는 홍수로 제방이 유실되는 등 1995년에는 66억원(공공시설 58억원, 사유시설 8억원), 1998년에는 63억원(공공시설 54억원, 사유시설 9억원)의 홍수피해가 발생하였다. 이는 하천 중상류부의 홍수저감 실패로 나타난 피해로서 홍수저류지의 설치효과를 확인할 수 있는 유리한 하천이며, 하천 중·횡단 자료 및 수문자료가 풍부하여 분석이 용이함으로 충남 금산에 위치한 봉황천을 적용대상 하천으로 결정하였다.

봉황천은 금강분류의 제1지류로 대청댐 상류에 위치하며, 금산군 남이면 역평리 가오리골에서 발원하여 동남쪽으로 유하하다 유역 중류부에서 북동류하면서 금강분류에 유입하는 하천으로 유역면적은 247.32km², 유로연장 31.21km이다.

상기의 홍수피해는 남이면, 남이면에 집중되어 있었고 이 피해지역중 특히 남이면 소재지, 남이면 소재지 그리고 황풍리, 마장리는 인구가 밀집되어 있으므로 이 지역을 홍수저류지 설치로 보호해야할 주요 목표지점으로 선정하였다.

3.2 홍수저류지 설치예정지점 후보지 선정

충분한 저수용량이 확보될 수 있는 지형으로 댐 지점의 양안의 지질이 좋고 댐 체적이 작아지는 지점을 선정하여야 한다. 그리고 홍수저류지는 홍수지체효과뿐만 아니라 토석류에 대한 피해방지 효과도 있으므로 산사태 위험도를 이용하여 대상하천 유역의 산사태 발생가능성이 대단히 높은 지역의 하류에 설치하여야 한다.

그림 1은 상기에서 언급한 지형 및 지질조건, 산사태에 의한 피해현황, 수물현황 및 지역경제, 주요 보호대상지점 등을 종합검토하여 선정한 홍수저류지 설치예정지점을 나타내고 있다.

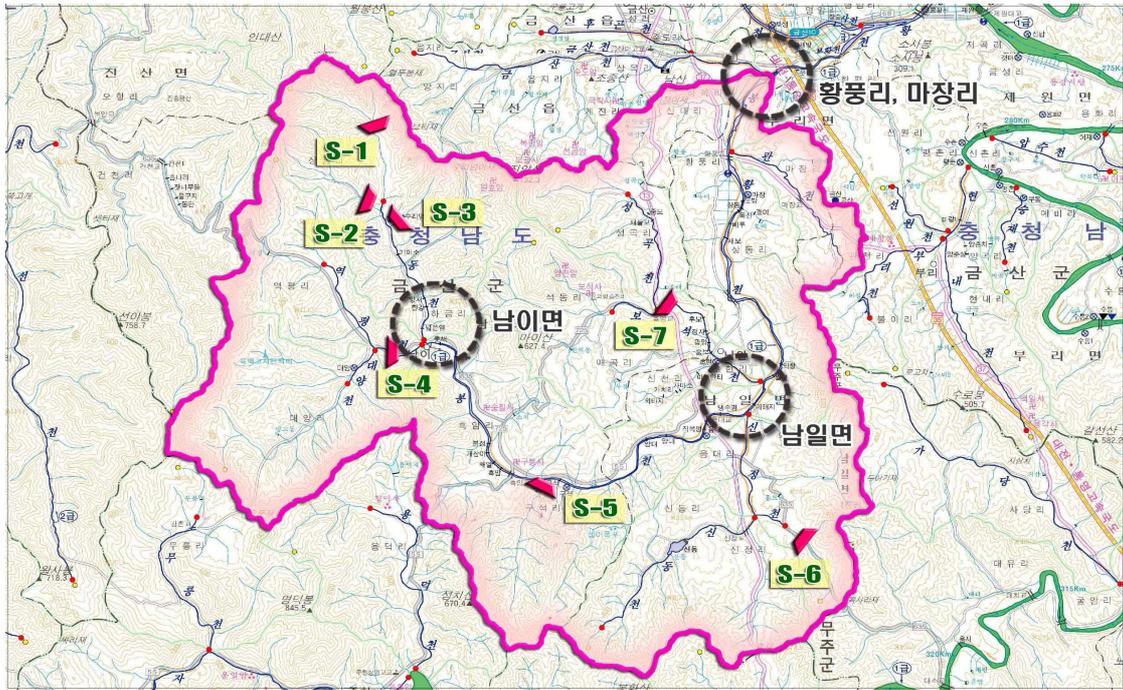


그림 1. 봉황천 홍수저류지 설치 예정지점

3.3 홍수저류지 조합 배치

홍수저류지 설치 예정지점 7개소에 대하여 1개~7개소까지 조합시 목표지점에서의 홍수저감량을 검토한 후 홍수저감량이 가장 큰 조건을 홍수저류지 설치개소별 최적조합으로 결정하였다.

① 홍수저류지 1개소 설치시 저감량

홍수저류지 설치 예정지점 7개소에 대하여 각각 저수지 모의운영 및 하도추적을 실시하고 표 1과 같이 홍수저감량을 산정하였다.

S1, S2, S3, S6는 홍수저류지 설치 후 오히려 목표지점에서 소유역별 수문곡선 중첩현상에 의하여 홍수량이 증가되는 역전현상이 발생하여 홍수저류지 설치계획시 수문분석을 통한 검증이 반드시 필요한 것으로 판단된다.

표 1. 홍수저류지 1개소 설치시 홍수저감량

구 분	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
홍수량(m ³ /s)	896	893	891	862	868	898	777
저감량(m ³ /s)	-8	-5	-3	26	20	-10	111
저감 효과 우선 순위	7	5	4	2	3	6	1

② 홍수저류지 2개소 이상 설치시 최적조합

홍수저류지 7개소에 대하여 2개~7개소 조합시 홍수저감량을 산정하기 위한 조합조건은 무수히 존재하므로 이를 모두 수문분석하여 저감량을 산정하고 비교할 수는 없다. 따라서 홍수저류지 1개 설치시의 각각의 저감량 단순합과 조합시 수문분석결과 도출한 저감량을 몇 가지 경우에 대하여

비교한 결과 저감량은 다르지만 저감효과 순위는 동일한 것으로 나타났다.

이상의 결과를 이용하여 홍수저류지 설치 예정지점 7개소에 대하여 1개~7개 조합시의 최적조합을 산정한 결과 표 2와 같이 분석되었다.

표 2. 홍수저류지 개소별 최적조합

구 분	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
2개				○			○
3개				○	○		○
4개			○	○	○		○
5개		○	○	○	○		○
6개		○	○	○	○	○	○
7개	○	○	○	○	○	○	○

③ 홍수저류지 최적조합에 따른 홍수량 산정결과

기준홍수량이 888m³/s이고 계획홍수량 즉, 봉황천 하도분담량이 740m³/s이므로 홍수저류지는 최소 148m³/s이상 분담하여야 200년빈도 호우시 봉황천이 범람하지 않고 홍수과가 계획홍수위선 아래에서 치수적인 안전을 확보할 수 있다.

봉황천유역에서는 홍수저류지가 3개소(S4, S5, S7) 일 때 최적조합인 것으로 판단된다.

표 2. 홍수저류지 최적조합 선정

구 분	저류지 건설전	저류지 건설후						
		1개	2개	3개	4개	5개	6개	7개
임계지속시간 (min)	300	540	300	300	300	300	300	300
첨두홍수량 (m ³ /s)	888	788	758	737	731	726	726	724
저류지분담량 (m ³ /s)	0	100	130	151	157	162	162	164

4. 홍수저류지 홍수저감효과 분석

홍수저류지 3개 설치시 주요보호지역에서의 홍수량 저감효과 및 수위저감효과를 분석하였다. 금회 수위검토는 「봉황천 하천정비기본계획(보완)(1993.11, 건설교통부)」의 횡단측량자료를 적용하여 HEC-RAS 이용하였다. 검토결과 봉황천 대상유역 최하류에 위치한 황풍리, 마장리 지점에서 첨두홍수량이 151m³/초 저감되었으며, 홍수위는 0.24m 저감되었다.

하류하천에 어떤 영향을 미치는지 검토하기 위해 금강과 만나는 봉황천 하구까지 홍수저류지 설치 전·후의 홍수량 및 수위저감효과를 분석한 결과 금강과 합류되는 봉황천 하구부 직상류 기사천 합류후 지점에서 홍수량은 138m³/초 저감되었으며, 0.13m 수위저감효과가 나타났다.

봉황천 하구에서는 홍수량 111m³/초 저감되었으나, 수위는 금강의 기점수위 영향을 받아 저감효과는 없는 것으로 나타났다.

표 3. 주요보호지역 홍수저감량

구 분	유역면적 (km ²)	첨두 홍수량(m ³ /초)			홍수위(EL.m)		
		건설전	건설후	저감량	건설전	건설후	저감량
남이면	40.4	239	152	87	215.43	215.29	0.14
남일면	89.6	629	550	79	165.11	164.84	0.27
황풍리 마장리	130.9	888	737	151	142.28	142.04	0.24

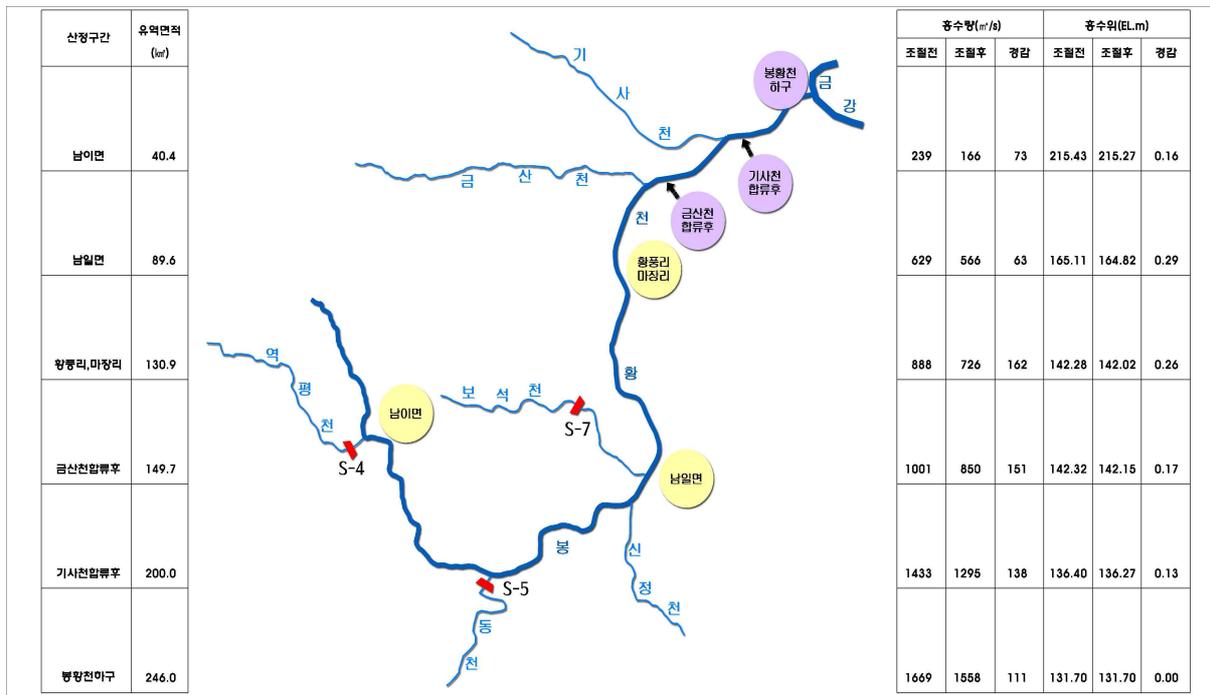


그림 1. 봉황천 하류부 홍수저류지 건설전후 200년빈도 수위

5. 결론

홍수저류지는 현재 국가의 치수대책의 일환인 면중심의 유역치수계획, 선택적 방어, 홍수량할당제, 예방위주의 치수대책 등과 함께 하고 있는 유역분담형 치수방안으로서 유역상류의 중소하천에 1차적인 홍수방어의 훌륭한 대안이 될 수 있다.

본 논문에서는 홍수저류지의 산사태 예방 및 홍수저감 효과 극대화를 위하여 하천지류에서의 홍수저류지 설치 위치 및 적정 조합의 결정방법에 대하여 제시하였다.

향후 홍수저류지 설계기법 개발, 사업화 방안 등의 추가적인 연구가 추진된다면 지방하천 중상류 유역 및 소하천에서의 근본적인 치수대책을 보완할 수 있을 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 건설교통부, 한국수자원공사(2007), 홍수저류지 조사
2. 김용명의 2인(2007), 유역분담 홍수저류지 국내적용 방안 연구, 한국수자원학회 학술발표회 논문집(pp.2013-2018)