

수리모형실험을 통한 금강보 구간의 흐름특성 분석

Analysis of the Flow Characteristics in Geum River Weir for Hydraulic Model Experiments

오국열* / 이성현** / 박민규*** / 전환돈**** / 정상만*****
Kuk Ryul Oh / Sung Hyun Lee / Min Kyu Park
/ Hwan Don Jun / Sang Man Jeong

요 지

현재 진행 중인 4대강 살리기 사업은 정부가 가장 역점을 두는 사업이다. 또한 최근 발생하는 대형 홍수 및 가뭄은 21세기 물 관리에 대한 중요성을 인식시키기에 충분하다. 금강 살리기 사업은 안정적인 수자원 확보를 위하여 금남보, 금강보, 부여보 건설 및 하도준설을 통하여 0.5억^m³의 물을 확보하여 하천유지용수 및 생활용수 등으로 사용할 계획이며, 이중 금강보는 다기능 보로써 용수확보 및 홍수기 홍수조절 기능을 가지며, 공주지역의 랜드마크로 조성될 것이다. 본 연구에서는 금강보 기준 상·하류 2.5km 구간에 대하여 축척 1/60 정상모형으로 계획하였으며, 수리모형실험을 통하여 빈도별 홍수량에 대한 주요지점별 홍수위 검토, 보 상류 수위·유속 및 유황검토를 통해 하도정비 및 다기능 보 설치에 따른 수리적 특성 및 흐름을 검토하였다. 계획홍수량 및 수문의 운영조건에 따른 유량에 대한 흐름분석에서 보가 위치한 지점과 상·하류 구간에서 모두 원활한 흐름이 이루어지는 것으로 나타났다.

핵심용어 : 금강보, 수리모형실험, 정상모형, 유황

1. 서 론

현재 진행 중인 4대강 살리기 사업은 정부가 가장 역점을 두는 사업이다. 또한 최근 발생하는 대형 홍수 및 가뭄은 21세기 물 관리에 대한 중요성을 인식시키기에 충분하다. 4대강 살리기 사업 중 하나인 금강 살리기에는 금남보, 금강보, 부여보가 신설 예정이며, 이중 금강보는 다기능 보로써 용수확보 및 홍수기 홍수조절 기능을 가지며, 공주지역의 랜드마크로 조성될 것이다. 본 연구에서는 수리적인 현상을 실제흐름으로 관찰하기 위해 금강보 기준 상·하류 2.5km 구간에 대하여 축척 1/60 정상모형으로 계획 및 제작하였으며, 수리모형실험과 통하여 빈도별 홍수량에 대한 주요지점별 홍수위 검토, 보 상류 수위·유속 및 유황검토를 통해 하도정비 및 다기능 보 설치에 따른 유황 및 흐름특성을 검토하였다.

* 정회원 · 공주대학교 건설환경공학과 박사과정 · E-mail : kroh@kongju.ac.kr
** 정회원 · 공주대학교 건설환경공학과 석사과정 · E-mail : shlee1@kongju.ac.kr
*** 정회원 · 고려대학교 건설·사회환경시스템 공학과 박사수료 · E-mail : mkhojin@korea.ac.kr
**** 정회원 · 서울산업대학교 건설공학부 조교수 · E-mail : hwjun@snut.ac.kr
***** 정회원 · 공주대학교 건설환경공학부 교수 · E-mail : smjeong@kongju.ac.kr

2. 대상구간 현황

본 연구의 적용대상은 금강살리기 7공구(공주지구) 구간에 건설중인 금강보로서 곰나루 경계 하류 700m지점에 위치하고 있으며 그림 1과 같다. 금강보는 총연장 280m로 고정보(60m(L)×7.0m(H))와 복합형 및 수문형 가동보(220m(L)×7.0m(H))로 구성되어 있으며 보의 형태는 그림 2에 나타내었다.

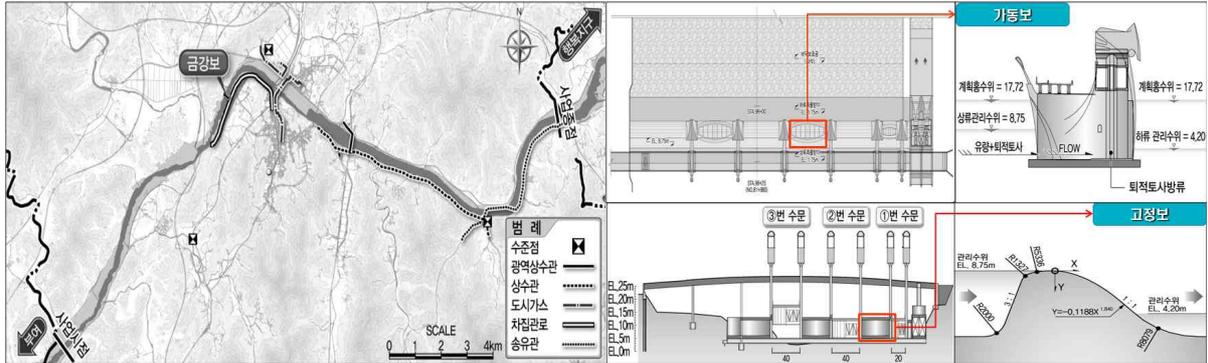


그림 1. 연구 대상구간

그림 2. 금강보 구성 및 제원

3. 수리모형실험

3.1 모형의 제작

원형의 수리현상을 모형에서 재현하기 위해서는 두 흐름사이의 수리학적 상사성이 보장되어야 하며, 모든 모형실험은 원형과 모형 사이의 수리학적 상사성을 근거로 실행되어야 올바른 의미를 가지게 된다. 모형과 원형을 일정한 축척에 따라 작게 만들기 때문에 완전한 의미의 상사란 없다고 할 수 있으나, 본 모형은 시설이 허용하는 범위 안에서 비 왜곡 정상모형으로 제작함으로써 원형에서의 수리적 거동을 정확하게 재현하고자 노력하였다. 또한, 다기능 보를 통하는 흐름, 즉 어도, 소수력발전, 가동보, 고정보 및 하천에서의 흐름을 지배하는 힘은 중력과 관성력이므로, 본 실험에서는 원형과 모형의 Froude 수를 같게 하는 Froude 상사법칙을 적용하여 실험을 수행하였고, 본 실험에서는 길이의 축척을 1/60으로 결정하였고, 길이의 축척과 제반 수리량의 관계를 대비하여 구한 값은 표 1에 제시하였다.

표 1. 수리량의 축척 환산값

구 분	축척 환산값
길이	1/60
면적	1/3,600
시간	1/7.7460
유속	1/7.7460
가속도	1
유량	1/27,885.48
힘	1/216,000
압력수두	1/60
조도계수	1/1.9786

3.2 수리모형실험 방법

본 실험에서의 주요 실험내용은 다음과 같다. 수문 방류시 접근부 흐름영향 분석실험을 통하여 수문 방류시 구조물 주변 접근 유속, 접근 유황 및 와류 등 분석하였다. 보 구조물 수리분석 실험은 고정보 구간 월류부에서의 부압효과 및 유속을 검토하고 접합부 주변 유속측정 및 유황분석을 실시하였다. 실험 조건으로 보의 수리모형실험은 다음 기준을 적용하였으며, 표 2에 제시하였다.

- 보 상류 : 계획홍수량 및 빈도별 홍수량(2년, 10년)
- 보 하류 : 홍수량에 따른 홍수위(하천기본계획 조건)

표 2. 수리모형실험 경계조건

구 분	축 척	빈 도	실험유량(m³/s)		기점수위 (EL. m)
			원 형	모 형	
수리모형 실험조건	LH = 1/60	100년 빈도	12,040	0.432	17.31
		10년 빈도	7,690	0.276	14.56
	Lv = 1/60	2년 빈도	4,545	0.163	11.51
		평수량	93.56	0.003	4.28

3.3 수리모형실험 결과

3.3.1 금강보 구간의 수리특성 관측결과

계획홍수량(100년 빈도) 및 빈도별 홍수량(2년, 10년)과 평수량에 대하여 보 주변 하도구간에 대한 수리특성을 파악하기 위하여 수위와 유속을 측정하였다. 계획홍수시 수위를 측정하여 1차원 모형인 HEC-RAS의 수치해석 결과와 비교한 결과 금강보 설치에 따른 수위가 계획홍수위를 초과하지 않았으며 그 결과는 표 3에 제시하였다. 금강보 구간의 유속 측정결과 평수량 조건에서는 흐름의 세기가 굉장히 미미하여 모형실험에서는 육안으로 판단 가능한 흐름이 거의 발생하지 않았다. 또한 유속계를 이용한 관측에서도 모형상의 유속을 계측할 수 있는 범위보다 느린 유속을 보였다. 계획홍수량 및 빈도별 홍수량에 대한 유속측정 결과는 표 4에 제시하였으며, 보 주변의 흐름특성은 그림 4에 제시하였다.



그림 3. 실험검측을 위한 유속측정

표 3. 계획홍수시 1차원 모형과의 결과비교

측점	유속결과 비교(m/s)		수위결과비교(EL.m)			비교
	HEC-RAS (원형)	모형실험	기본계획(09년) 계획홍수위	HEC-RAS (원형)	모형실험	
110	2.61	2.44	18.04	18.00	17.44	
105	3.24	2.97	17.75	17.68	17.62	
100	2.84	2.71	17.72	17.63	17.20	
90	2.32	2.00	17.42	17.39	17.32	
85	2.24	1.98	17.38	17.31	17.28	

표 4. 계획홍수량 및 빈도별 홍수량 유속측정 결과

홍수량	측선	측점												
		우안 ←						→ 좌안						
100년 빈도 홍수량	96	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
		0.02	0.15	1.47	2.32	2.56	2.94	2.56	2.56	2.79	2.32	2.56	2.56	2.56
		14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
		2.32	2.32	2.32	2.09	2.09	2.09	1.47	1.01	0.39	0.02	0.02	0.02	
	95.6	보 위치 구간												
	95	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
		-	-	-	1.86	2.32	2.56	2.32	0.85	2.56	1.55	1.70	2.32	2.56
		14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
		1.01	2.32	1.70	1.70	2.32	2.09	0.85	0.62	1.24	0.39	0.02	-	
	10년 빈도 홍수량	96	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
-			0.62	0.62	1.47	2.32	2.56	2.32	2.09	2.09	2.32	2.32	2.32	2.09
14			15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
2.09			2.09	2.09	2.09	1.86	1.70	1.24	0.85	0.39	0.01	-	-	
95.6		보 위치 구간												
95		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
		-	-	-	0.85	1.86	2.32	2.56	2.09	2.56	2.56	2.56	2.32	2.56
		14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
		1.86	1.86	2.09	1.86	2.09	2.09	1.01	1.01	0.62	0.62	-	-	
2년 빈도 홍수량		96	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	-		0.08	0.39	0.85	1.24	1.86	1.70	1.86	1.47	1.86	1.86	1.70	1.70
	14		15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
	0.70		1.70	1.47	1.70	1.70	1.47	0.62	0.39	0.15	-	-	-	
	95.6	보 위치 구간												
	95	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
		-	-	-	0.85	1.47	2.09	2.09	0.62	1.70	1.86	2.09	2.09	2.79
		14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
		0.85	2.32	2.32	2.32	1.86	1.86	0.85	0.15	0.15	0.01	-	-	

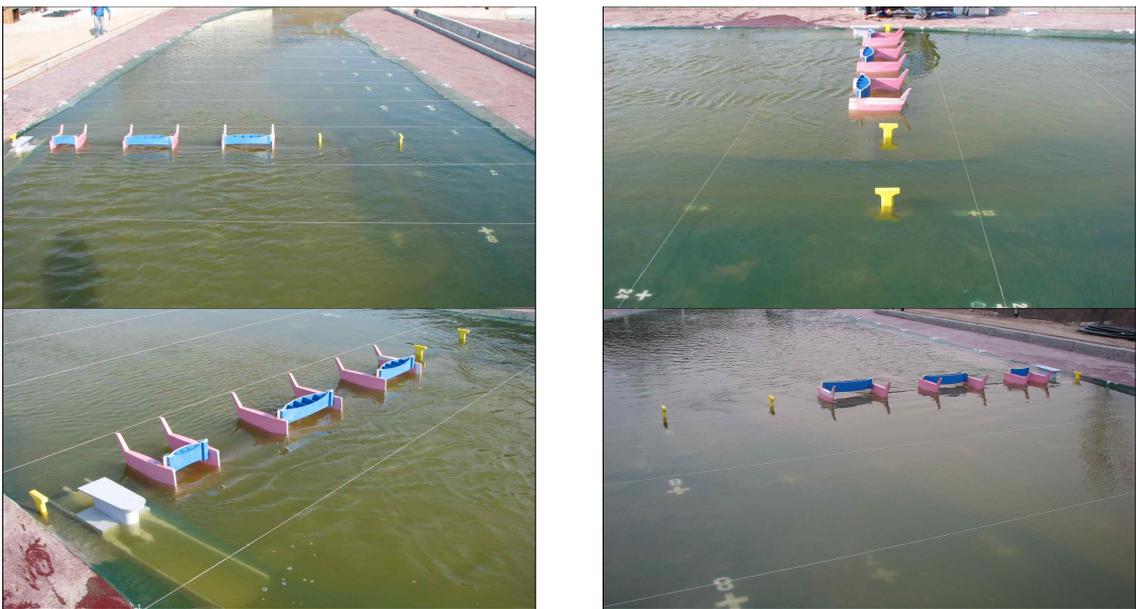


그림 4. 계획홍수시 금강보 주변 흐름

3.3.2 금강보 주변 유·출입 구간의 유황분석

계획홍수량 및 수문의 운영조건에 따라 유황에 대한 흐름분석을 금강보가 위치한 지점과 상·하류 구간에 대하여 실시하였다. 실험결과 유황이 불안정해지는 현상은 없는 것으로 나타났으며, 유황특성에 대한 결과는 그림 5에 나타내었다.



그림 5. 계획홍수시 고정보 및 가동보 통과 흐름 유황

4. 결 론

본 연구에서는 금강보 기준 상·하류 2.5km 구간에 대하여 축척 1/60 정상모형으로 계획 및 제작하여 빈도별 홍수량에 대한 주요지점별 홍수위 검토, 보 상류 수위·유속 및 유황검토를 통하여 하도정비 및 다기능 보 설치에 따른 흐름특성 및 유황을 검토하였으며, 수리모형 실험 결과 결과들을 요약하면 다음과 같다.

- 1) 계획홍수량인 100년 빈도 유량에 대한 치수안정성 검토 결과 사업에 따른 수위가 계획홍수위를 넘지 않고 원활한 흐름이 형성되는 것으로 보아 100년 빈도 홍수시 금강보 건설에 따른 치수안정성은 양호한 것으로 판단된다.
- 2) 계획홍수량 및 수문의 운영조건에 따른 유량에 대한 흐름분석에서 보가 위치한 지점과 상·하류 구간에서 모두 원활한 흐름이 이루어지는 것으로 나타났다.

본 수리모형실험은 구조물 설치에 대한 수리특성을 분석하기 위한 것으로 하도 수리특성 분석(유속, 수위 및 유황검토), 보 구조물 주변 수리특성 분석으로 구분하여 분석하였고, 분석결과 금강보 설치로 인한 흐름은 원활하였으며, 수리적 안정성은 양호한 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

1. 국토해양부, 대전지방국토관리청(2008). “금강 유역종합치수계획”
2. 국토해양부, 대전지방국토관리청(2009). “금강수계 하천정비기본계획(변경)”
3. 국토해양부(2009) “4대강 살리기 마스터플랜”
4. 국토해양부(2009) “금강살리기 7공구(공주지구) 사업 기본설계보고서”