

# 수리모형실험과 수치해석을 통한 부여보의 수리특성 분석

## An Analysis of Hydraulic Characteristics in Buyeo Weir for Hydraulic Experiment and Numerical Modeling

오국열\* / 박무종\*\* / 이정호\*\*\* / 이주현\*\*\*\* / 정상만\*\*\*\*\*

Kuk Ryul Oh / Moo Jong Park / Jung Ho Lee

/ Joo Heon Lee / Sang Man Jeong

### 요 지

4대강 살리기 프로젝트 중 하나인 금강 살리기에는 현재 금남보, 금강보, 부여보가 신설 예정이다. 본 연구에서는 금강 살리기 사업 중 부여보에 대하여 계획홍수량인 100년빈도 유량의 흐름 예측을 위한 1·2차원 수치해석과 수리적인 형상을 실제 흐름으로 관찰하기 위한 수리모형실험을 실시하여 부여보의 치수안정성을 검토 및 분석하였다. 본 연구를 위하여 1차원 수치해석은 HEC-RAS모형, 2차원 수치해석은 SMS RMA2 모형을 사용하였다. 수리모형 실험은 부여보 기준 상·하류 3km 구간에 대하여 축척 1/60 정상모형으로 제작하였다. 그 결과 부여보 상·하류구간에서 원활한 흐름특성이 나타났으며, 100년빈도 유량에 대하여 수치해석과 수리모형실험 모두 계획홍수위를 넘지 않는 것으로 나타났다.

**핵심용어** : 부여보, 수치해석, 수리모형실험

## 1. 서 론

최근 세계적인 기후변화에 따른 가뭄, 홍수, 물 부족, 물 오염에 대한 근본적인 대책 마련을 위해 정부는 2008년 ‘생명이 넘치는 강, 새로운 대한민국’이라는 비전을 토대로 ‘4대강 살리기’를 선언하고 지난해 본격적인 4대강 살리기 마스터 플랜(국토해양부, 2009)을 수립하였다. 4대강 살리기 프로젝트 중 하나인 금강 살리기에는 현재 금남보, 금강보, 부여보가 신설 예정이며, 이는 물 부족 해결 및 용수 확보, 신설보 주변의 지역 랜드마크 조성에 의한 복합 공간 창조 등의 중요한 역할을 가지고 있다. 본 연구에서는 금강 살리기 사업 중 부여보에 계획홍수량인 100년빈도 유량의 흐름 예측을 위한 수치해석과 수리적인 형상을 실제 흐름으로 관찰하기 위한 수리모형실험을 통해 상호 검증을 실시하고 부여보의 치수안정성을 검토 및 분석하였다.

## 2. 연구방법

### 2.1 적용대상

본 연구의 적용대상은 금강살리기 사업구간에 건설중인 부여보로서 하류에 위치한 백마강교로부터 상류

\* 정회원 · 공주대학교 건설환경공학과 박사과정 · E-mail : kroh@kongju.ac.kr

\*\* 정회원 · 한서대학교 토목공학과 교수 · E-mail : mjpark@hanseo.ac.kr

\*\*\* 정회원 · 한밭대학교 토목환경도시공학부 전임강사 · E-mail : leejh@hanbat.ac.kr

\*\*\*\* 정회원 · 중부대학교 토목공학과 부교수 · E-mail : leejh@joongbu.ac.kr

\*\*\*\*\* 정회원 · 공주대학교 건설환경공학부 교수 · E-mail : smjeong@kongju.ac.kr

2.15km에 위치하고 상류에 위치한 왕진교로 부터는 하류 3.33km에 있으며 그림 1과 같다. 부여보는 다기능보로서 고정보, 가동보, 소수력발전소, 자연형어도로 구성되어있다. 보의 총 연장은 680m이며 가동보는 36m(L)×5.3m(H)×3문 2단 셀게이트로 구성되어 있으며, 고정보는 본체 21m, 상류 바닥보호공 20m, 하류 바닥보호공 60m, 하류측 물받이 20m로 되어있고 보의 구성 및 제원은 그림 2에 나타내었다.

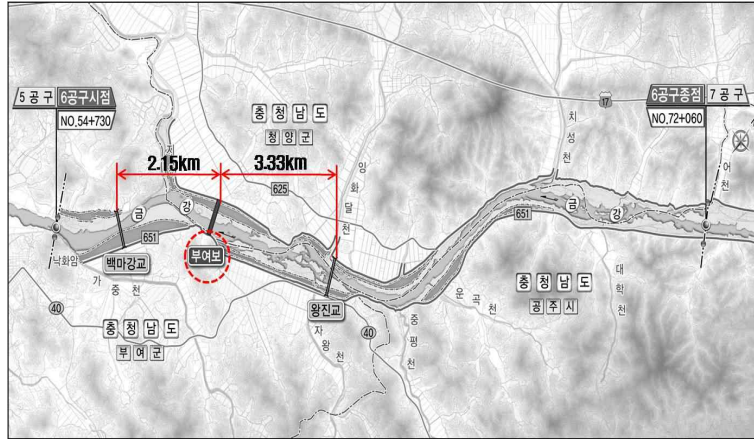


그림 1. 연구 대상구간

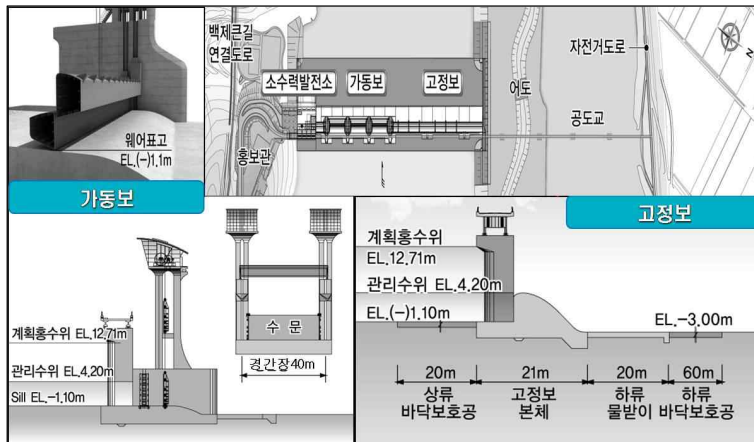


그림 2. 부여보 구성 및 제원

## 2.2 수리모형실험

부여보의 수리모형실험 규모는 유량공급장치 포함 60m×20m의 규모로 제작하였으며, 모형실험에 이용되는 물은 순환방식으로 저수조 → 양수펌프 → 고수조 → 유량측정장치 → 모형 → 귀환수로 → 저수조의 순으로 흐른다. 모형의 수직축척과 수평축척은 1/60 정상모형으로 모형은 부여보를 중심으로 상류 2km, 하류 1km 지점까지 채현하였다. 본 실험에서는 100년 빈도의 계획홍수량 12,580m<sup>3</sup>/s일때의 모의유량 0.45m<sup>3</sup>/s를 적용하여 수리모형을 실시하였으며 표 1에 수리모형 실험조건을 나타내었다. 본 실험에서 유속측정은 소형프로펠러 유속계를 이용하였으며 수심측정은 포인트 게이지를 이용하여 측정하였다. 측정위치는 보 기준 상·하류 2개 단면 각 35개, 140 지점과 하도구간 21개 단면 각 14개, 294개 지점 총 434개 지점을 측정하였으며 그림 3에 모형 전경과 측정지점을 나타내었다. 또한 총 43개(하천중심선 15개, 부여보 21개, 어도 5개, 소수력발전소 2개)의 피에조피터(Piezometer)를 이용하여 모형 전체의 압력분포를 측정하였다.

표 1. 부여보 수리모형 실험 조건

구 분	축 척		빈 도	조도계수	상류단 경계조건		하류단 경계조건	
	수직	수평			유량(m <sup>3</sup> /s)		수위(EL.m)	
					원형	모형	원형	모형
수리모형 실험조건	LV = 1/60	LH = 1/60	100년 빈도	0.026 ~ 0.027	12,580	0.45	12.53	0.208

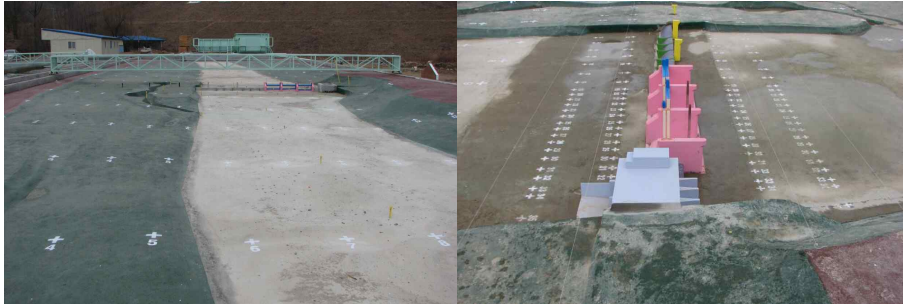


그림 3. 부여보 모형 및 측정지점

수리모형실험결과와 수치해석과의 비교를 위해 6개의 대표단면을 설정하였으며 각 14개 측정에서의 유속측정결과를 표 2에 나타내었다. 최대유속은 27cm/s로 나타났으며, 저수로에서의 평균유속은 26.0cm/s~17.8cm/s, 전 단면에서의 평균유속은 16.4cm/s~10.7cm/s로 관측되었다. 수심의 경우 최대 24cm로 나타났으며, 저수로에서의 평균수심은 20.5cm~23.6cm, 전 단면에서의 평균수심은 10.9cm~13.3cm로 나타났다. 전체 수심측정결과는 표 3에 제시하였다. 또한, 계획홍수량 조건(100년 빈도)에서의 보의 상·하류 구간에서 원활한 흐름이 이루어지는 것으로 나타났으며 그림 4는 계획홍수량 조건에서의 보 주변 흐름특성이다.

표 2. 유속 관측결과

100년 빈도  측선	유속(cm/s)														평균 유속 (저수로)	평균 유속 (전단면)
	우안 ←							→ 좌안								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
142+20	-	19	22	24	24	24	22	27	27	30	5	5	0.1	-	26.0	16.4
128+3.24	-	0	5	22	22	22	22	22	22	19	11	2	0.1	-	22.0	12.1
117+20	-	0	5	19	22	22	24	27	27	22	16	0	0.1	-	25.0	13.2
105+17.40	-	0	2	8	16	16	22	24	24	22	16	11	2	-	21.6	11.6
93+25.04	-	5	13	11	16	20	22	22	22	24	25	5	2	-	23.0	13.4
81+18.36	-	5	16	16	19	16	16	19	22	16	5	0.1	-	-	17.8	10.7

표 3. 수심 관측결과

100년 빈도  측선	수심(cm)														평균 수심 (저수로)	평균 수심 (전단면)
	우안 ←							→ 좌안								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
142+20	-	7	15	20	20.5	20.5	21	20.5	17	13	10.5	7	1	-	20.5	12.4
128+3.24	-	3	6	15	15.5	20.5	20.5	21	21	13	10.9	4.5	1.5	-	20.8	10.9
117+20	-	3.5	7.5	11.5	16	20	22	22	21.5	12	10.5	4.5	1	-	21.4	10.9
105+17.40	-	5	7.8	12	14	13.5	22	22	21.5	21.5	21	13	13	-	21.6	13.3
93+25.04	-	2	6.5	6.5	9.5	9.6	21.5	22	22	22.2	22.7	16	6.5	-	22.08	11.9
81+18.36	-	4.1	8.5	13	15.5	23.5	23.5	23.5	23.5	24	10.5	2.7	0	-	23.6	12.3



그림 4. 부여보 주변 흐름특성(100년 빈도)

### 2.3 수치해석

본 연구에서는 1차원 수치해석으로 HEC-RAS모형을 이용하였으며, 2차원 수치해석으로는 SMS-RMA2를 이용하였다. 1·2차원 수치해석에 적용된 기점홍수위는 금강 유역종합치수계획(국토해양부, 2008)의 분석내용을 토대로 검토하였으며 금강하구(No. 0+000)에 기점홍수위 4.62m를 적용하여 홍수위를 산정하였다. 유속모의결과 두 모형 간 상대오차 14.2%~37.8% 범위로 나타났으며 표 4에 제시하였다. 수위모의결과는 표 5에 제시하였으며 수위의 경우 상대오차 0.8%~-0.5% 범위로 유속에 비해 두 모형이 유사한 결과로 나타났다.

표 4. 1차원 및 2차원 유속 모의결과

측 점	유속(m/s)		상대오차 (%)
	1차원(HEC-RAS)	2차원(SMS-RMA2)	
142+20	2.15	1.61	25.1
128+3.24	1.89	1.62	14.2
117+20	1.85	1.29	30.2
105+17.40	1.55	1.13	27.0
93+25.04	1.98	1.23	37.8
81+18.36	1.82	1.34	26.3

표 5. 1차원 및 2차원 수위 모의결과

측 점	수위(EL.m)		상대오차 (%)
	1차원(HEC-RAS)	2차원(SMS-RMA2)	
142+20	12.96	12.93	0.2
128+3.24	12.92	12.82	0.8
117+20	12.86	12.78	0.6
105+17.40	12.84	12.78	0.5
93+25.04	12.58	12.64	-0.5
81+18.36	12.54	12.57	-0.2

### 2.4 수리모형실험 및 수치해석 비교

부여보의 모형실험을 통해 산정된 홍수위와 1·2차원 수치해석을 통해 분석된 홍수위, 금강수계 하천기본계획 변경(국토해양부, 2009)에서 제시한 홍수위를 비교 검토하였다. 그 결과 기 고시된 금강수계 하천기본계획

홍수위보다 1.2차원 수치해석 결과가 낮은 것으로 분석되었다. 이는 기본계획상의 하도준설계획선형보다 하도의 유수흐름을 원활하게 조정하여 나타난 것으로 판단된다. 또한, 수리모형실험을 통한 홍수위 산정결과 수치해석결과보다 낮게 산정되었다.

### 3. 결 론

본 연구에서는 금강 살리기 사업 중 부여보에 계획홍수량인 100년 빈도 유량조건에서 수리특성을 1차원 및 2차원 수치해석과 수리모형실험을 통하여 분석을 실시하였다. 그 결과 보 상·하류 구간에서 원활한 흐름이 이루어 지는 것으로 나타났으며, 부여보 및 주변 하천사업으로 인해 유황이 불안정해지는 현상은 없는 것으로 나타났다. 100년 빈도 유량에 대한 치수안정성 검토결과 수치해석과 수리모형실험 모두 계획홍수위를 넘지 않는 것으로 나타났고 수리모형실험을 통해 분석된 홍수위가 수치해석보다 대체적으로 낮게 산정되었다.

### 참 고 문 헌

1. 국토해양부(2008) “금강 유역종합치수계획” 국토해양부
2. 국토해양부(2009) “4대강 살리기 마스터플랜” 국토해양부
3. 국토해양부(2009) “금강수계 하천기본계획 변경” 국토해양부
4. 국토해양부(2009) “금강 살리기 6공구(청남지구) 사업 기본설계보고서” 국토해양부