

# 수리모형실험과 수치모의를 이용한 비상여수로 설계-임하댐

## Design of Emergency Spillway Using Hydraulic and Numerical Model

### - ImHa Multipurpose Dam

전태명\*, 김형일\*\*, 박형섭\*\*\*, 백운일\*\*\*\*

Tae Myoung Jeon, Hyung Il Kim, Hyung Seop Park, Un Il Baek

---

#### Abstract

Hydraulic and numerical models were applied to design the emergency spillway of ImHa multipurpose Dam. For the numerical model, FLOW-3D was used to evaluate the three-dimensional flow in the spillway. The results of hydraulic model were compared with those of the numerical model which were separated into four zones such as approaching zone, weir zone, transition & tunnel chute zone, and dissipator zone. Moreover, for optimum design of the spillway, the hydraulic and numerical models were performed for the basic plan. Solving the problems of the basic plan, the optimized alternative design was proposed. The numerical models for various conditions of the spillway were performed, which is not always feasible in the hydraulic models. Verified by using the hydraulic models, the optimum alternative design was proposed.

**Key words:** ImHa Multipurpose Dam, Spillway, Hydraulic Model, Numerical Model, FLOW-3D

---

#### 요 지

본 연구에서는 임하다목적댐의 비상여수로 설계를 위하여 수리모형실험과 수치모형실험을 수행하였다. 수치모의에는 3차원 수치모형인 FLOW-3D를 사용하였다. 비상여수로 설계를 위하여 접근수로부, 월류웨어부, 천이부 및 도류부, 그리고 감세부로 나누어 수리모형실험과 수치모형실험의 수리현상 결과를 비교하였다. 최적의 비상여수로 설계를 위하여 기본계획안에 대하여 모의하고 이에 대한 보완점과 문제점들을 찾아내고 해결책을 제시하였다. 수치모의를 통하여 수리모형실험에서 쉽게 수행하기 어려운 다양한 조건을 모의하고 최적의 결과에 찾아 이를 수리모형실험으로 검증함으로써 비상여수로 기본설계안을 도출하였다.

**핵심용어 :** 임하다목적댐, 비상여수로, 수리모형실험, 수치모형실험, FLOW-3D

---

## 1. 서 론

최근 기상이변에 따른 이상홍수가 빈번하게 발생하여 우리나라에서도 1984년, 1990년 홍수시 소양강댐 저수지 수위가 계획홍수위에 접근하고, 1998년 홍수시 낙동강 수계에서는 막대한 홍수피해

---

\* 정회원-대림산업(주) 기술연구소 연구원-E-mail : jtm333@daelim.co.kr

\*\* 정회원-대림산업(주) 토목사업본부 대리-E-mail : khi@netian.com

\*\*\* 정회원-대림산업(주) 토목사업본부 차장-E-mail : dic21@dic.co.kr

\*\*\*\* 정회원-대림산업(주) 토목사업본부 상무-E-mail : builhjoo@dic.co.kr



표 1. 빈도별 강우 및 홍수량

	강우량 (24시간, mm)		첨두유입량 (m <sup>3</sup> /sec)		첨두방류량 (m <sup>3</sup> /sec)
	200년	PMF	200년	PMF	PMF
기본계획시 (1985)	213	424	4600	7550	5300
수문학적 안정성 평가시 (2003)	234	561	5300	14800	13500

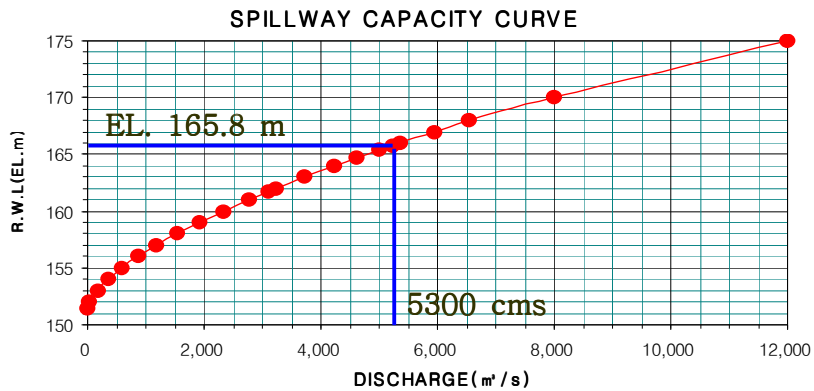


그림 2. 기존여수로 H-Q 곡선

## 2.2 연구방법

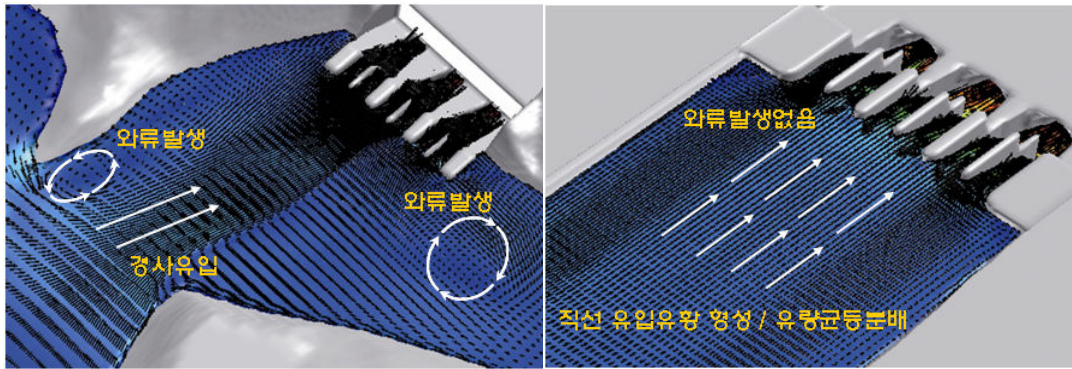
기본계획안의 문제점을 파악하고 해결책을 모색하기 위하여 수치모형실험과 수리모형실험을 수행하였다. 수치모형실험은 3차원 유동해석 프로그램으로 자유표면과 경계면 표현이 우수한 FLOW-3D를 사용하였다. 기본계획안을 개선하기 위해서 접근수로 지형학적 형상 개선, Pier 형상 변화, Rooster Tail 저감 방안 마련, 친이부 단면각도 변화에 따른 수면 상승효과 감소, 도류부 종단 경사 변경, Flip Bucket의 기능성 확보, 정수지 설치로 하류 하천 유황 개선을 통한 하류하천 유황 검토 등 다양한 3차원 수치모의를 수행하였다. 수리모형실험을 위한 모형은 실제 지형구조물을 1/70으로 축소하였고, 기존여수로를 포함하는 저수지, 각 여수로 도류부 및 터널부, 하류하천 등에 대한 검토를 수행하였다. 기본계획안에 대한 수리모형실험을 통하여 문제점을 도출하고 다양한 수리모형실험과 수치모형실험결과와의 비교를 통해 기본설계안을 도출하였다.

## 3. 수리 및 수치모형실험 결과

### 3.1 접근수로부

기본계획안을 검토한 결과, 비상여수로 접근수로는 지형 형상이 협소하여 접근유속이 증가하게 되며, 좌우안 쪽에 와류 현상이 발생하였다. 또한 수위차가 발생하여 여수로 월류 웨어부 유량이 균등하게 유입되기 어려운 점이 검토되었다. 지형학적 원인으로 인해 불리한 흐름 특성을 갖게 되므로 통수능 확보에 불리하며, 와류발생으로 에너지 손실이 발생하고 수위차 현상으로 유입 유량이 불안정하게 된다.

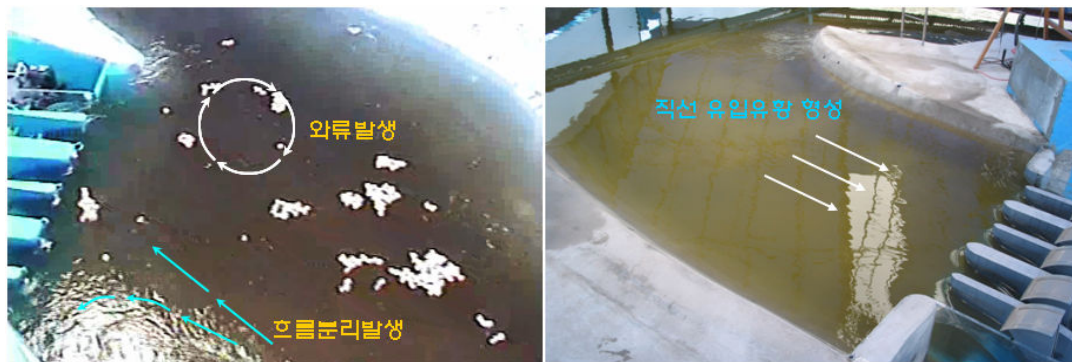
기본설계안에서는 Pier로부터 상류90m 직선수로부를 형성한 결과 좌안과 우안에서 발생하는 와류 현상이 발생하지 않았으며, 월류웨어 유입유황의 안정화를 도모하여 유입유황의 균등배분을 이룩함으로써 통수능을 개선시켰다. 그림 3, 4는 월류웨어부 수치 및 수리모형실험 결과이다.



(a) 기본계획안

(b) 기본설계안

그림 3. 접근수로부 수치모형실험 결과 비교



(a) 기본계획안

(b) 기본설계안

그림 4. 접근수로부 수리모형실험 결과 비교

### 3.2 월류웨어부

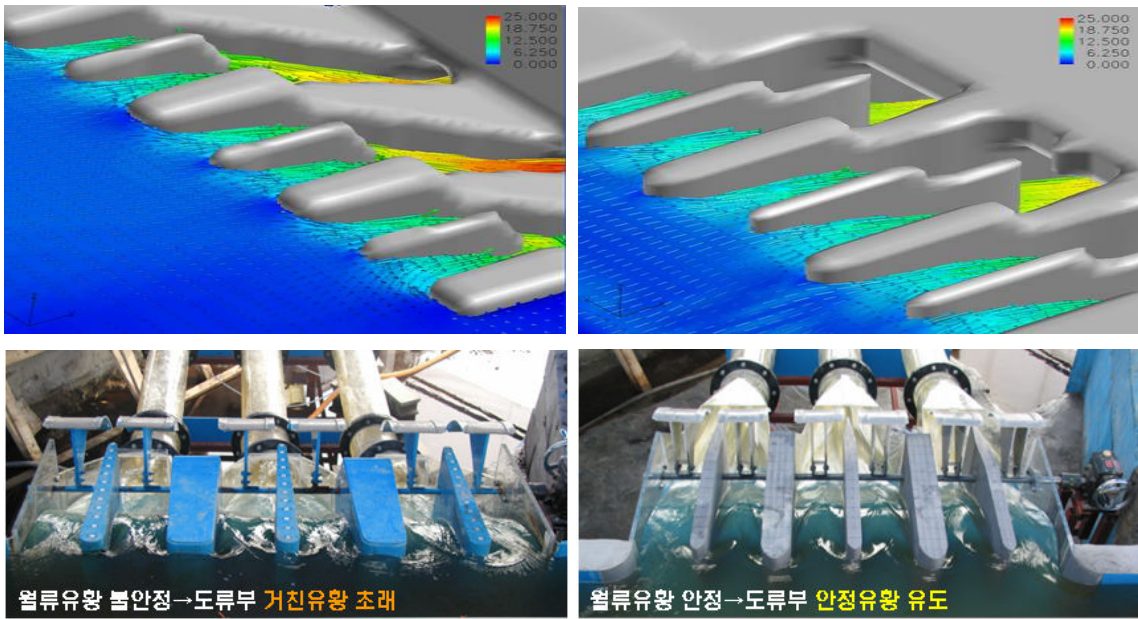
기본계획안의 월류웨어부의 경우 월류유황이 불안정하여 도류부에 거친유황을 초래하였으며 월류웨어부에 -2.72m의 부압이 발생하였다. 이에 피어폭을 축소(8.8→6.0m)하고 Pier nose 형상을 개선(사각형→유선형)하였으며 월류웨어부 경사를 개선(1:1→1:2/3)하여 통수능을 향상시키고 부압을 제거하고 유량을 균등분배하여 도류부의 유황을 현저히 개선시켰다. 그림 5에 수리모형실험 결과를 비교하였으며 그림 6에는 기본계획과 기본설계안에 대한 비교를 하였다.

### 3.3 천이부 및 도류부

기본계획안의 천이부 및 도류부는 모의결과 도류부에서 매우거친 유황이 발생하며 단면변화구간에서 수위상승이 과다하였다. 이에 천이각을 축소(10. →5.5.)하고 단면형상변화구간을 연장(14.7→46.7m)하고 천이부경사를 완화(1:2→1:4.5)하여 천이부 및 도류부의 흐름상태를 개선하였다. 그림 7은 천이부 및 도류부의 수리모형실험 결과를 도시하고 있다.

### 3.4 감세부

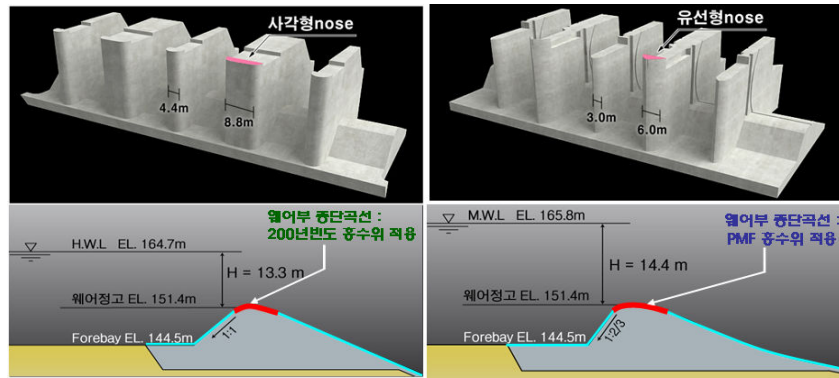
감세부의 경우 기본계획안은 버켓 Tip EL.이 낮아 수중제트형태로 방류하게되며 방류시 하류부의 유속이 과다(약 20m/sec)한 문제점이 발견되어 버켓 Tip EL.을 높이고(EL. 108.09→119.44m), 버켓 각도를 증가시켜(15. →20.)감세효과를 개선하여 하류하천의 피해를 최소화하였다(그림 8 참조).



(a) 기본계획안

(b) 기본설계안

그림 5. 월류웨어부 수치 및 수리모형실험 결과 비교



(a) 기본계획안

(b) 기본설계안

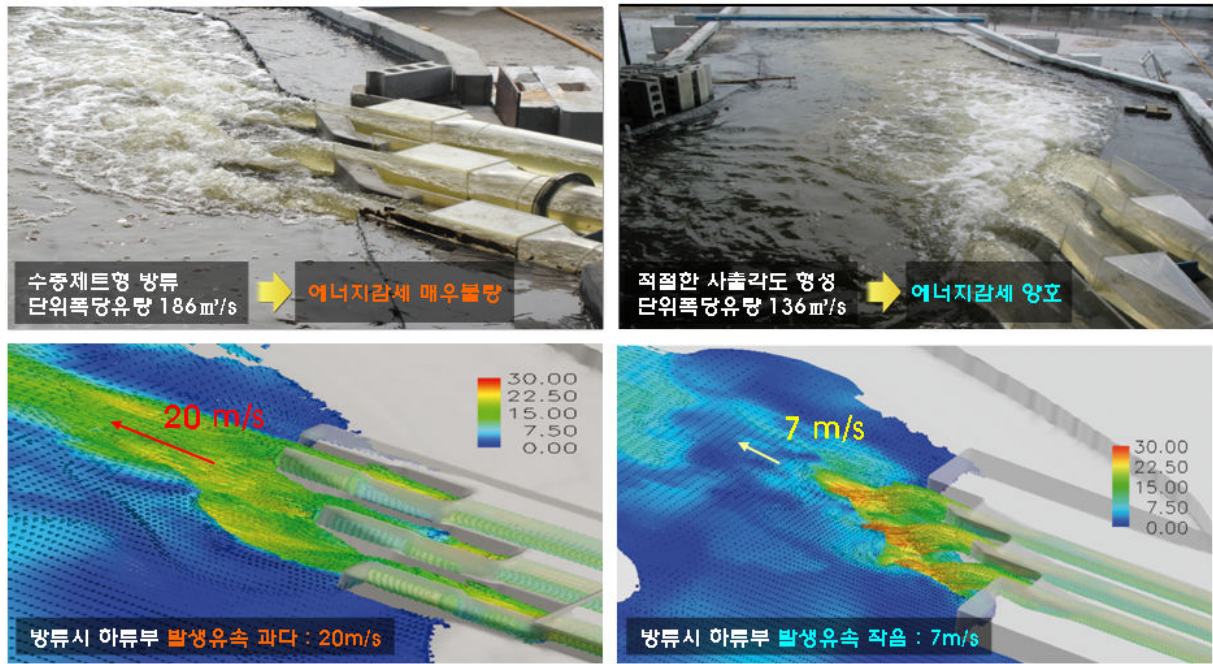
그림 6. 월류웨어부 설계안 비교



(a) 기본계획안

(b) 기본설계안

그림 7. 천이부 및 도류부 수리모형실험 결과 비교



(a) 기본계획안

(b) 기본설계안

그림 8. 감세부 수치 및 수리모형실험 결과 비교

#### 4. 결 론

본 연구에서는 임하댐 치수능력 증대사업의 일환으로 비상여수로의 접근수로부, 월류부, 천이부 및 도류부, 감세부에서의 각종 수리현상 및 수리학적 거동을 수치 및 수치모형실험을 토대로 검토하였다. 기본계획안의 비상여수로에 대한 수치 및 수치모형실험을 통하여 문제점을 찾고 그 문제점을 해결하기 위하여 다양한 케이스의 수치모형실험을 수행하여 최적의 설계안을 도출한 후에 이를 수치모형실험을 통하여 검증하였다. 기본계획안을 검토하여 기본설계안을 도출할 경우 수치모형실험과 수리모형실험의 장단점을 파악하여 두가지 방법을 적절히 병행하여 활용하여야 하며 각각의 적용한계를 설계자가 정확히 이해하여 설계에 반영하여야 한다. 본 연구는 향후 수리모형실험과 수치모형실험을 활용하여 수리구조물을 설계하는데 도움이 될 것으로 사료된다.

#### 참고문헌

1. 건설교통부(2004). 댐의 수문학적 안전성 검토 및 치수능력 증대 기본계획
2. 건설교통부, 한국수자원공사(2004). 임하댐 비상여수로 건설사업 기본계획보고서
3. 건설교통부, 한국수자원공사(2005). 임하댐 비상여수로 건설사업 기본설계보고서
4. 한국수자원공사(2003). 환경친화적 설계지침
5. 한국수자원공사(2003). 댐설계기준
6. 한국수자원공사(2005). 임하댐 비상여수로 건설사업 수리모형실험 보고서
7. 한국수자원공사(2005). 임하댐 비상여수로 건설사업 수치모형실험 보고서
8. USBR(1990). Engineering monograph