

# 사이펀을 활용한 댐체 안정 및 하류하천 재해대비방안



**박 환 철**  
 (주)삼안 수력부 이사  
 gomzila@paran.com

## 1. 개요

그간 이루어진 기존댐에 대한 치수능력 증대사업에서는 홍수량의 차이가 큰 경우 별도의 방류시설인 비상여수로를 설치하는 방안이 적용되었고 홍수량의 차이가 크지 않은 경우 패러핏월이나 제한수위를 적용하는 방안을 주로 채택해왔다.

본고에서 소개하고자 하는 방안은 국내에서는 아직 널리 적용되고 있지 않은 사이펀을 이용한 치수능력증대방안으로 경제적이고 친환경적이며 설치 및 철거가 용이하여 치수능력증대 뿐 만아니라 기존여수로 수문공사시나 신규댐공사시의 가배수, 소수력 등에도 응용이 가능한 잠재가능성이 큰 공법이라 판단된다.

본고에서는 사이펀을 실제 적용한 사례를 바탕으로 사이펀에 대한 활용가능성에 대해 살펴보고자 하였다.

## 2. 기본 원리 및 적용사례

### 2.1 기본원리

사이펀의 기본 원리는 자연 진공 방식으로 흡입력에 의해 방류를 유도하는 것이다. 작동기전은 바이패스관과 유입부까지 수위가 상승하게 되면 바이패스관으로부터 방류가 이루어 짐과 동시에 유입관 내부의 공기가 배출되어 방류관이 진공상태에 이르게 되면 사이펀이 작동되어 저수지의 물을 방류하게 된다.

사이펀의 일반적인 특징은 다음과 같다.

- 무동력, 자동작동으로 유지관리가 용이
  - 관을 사용하므로 방류 위치나 방향에 대한 제약이 없음
  - 유입부 높이나 관의 수량과 규모를 조절하여 필요한 수위-방류량으로 계획가능
  - 댐체 위에도 시공이 가능하여 지형적 여건에 비교적 자유롭고 공간의 최소화 가능
  - 시공성이 용이하고 필요시 해체도 용이
- 시공사례로는 1997년 경남 고성 대가지, 2000

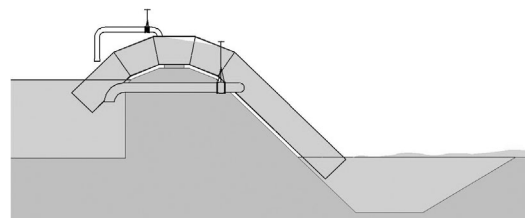


그림 1. 개념도

학술/기술기사

년 강원 횡성 학곡지, 2002년 전남 하순 금전지, 2009년 경남 하동 하동댐에 설치되어 운영 중에 있으며 사이펀의 기본 개념도는 그림 1과 같다.

**2.2 현황 및 계획**

하동댐은 행정구역상 경상남도 하동군 청암면 중이리에 위치하며 하동군과 사천시 일대의 한해상습지에 대한 안정적인 농업용수 공급과 댐 하류의 횡천강의 홍수조절 등을 목적으로 1985년 1월에 착공하여 1993년 11월에 완공한 농업용수 전용댐으로 유역면적 5,850ha, 총저수용량 3,115만<sup>3</sup>m로 지리산에서 발원하여 섬진강으로 유입하는 횡천강 상류지점에 위치하고 있다.

하동댐은 중심코아형 필댐으로 댐높이는 58.6m, 댐길이는 486m이며 홍수위와 동절기만수위는 EL.145.6m, 하절기만수위는 EL.140.1m, 사수위는 EL.108.0m이며 동절기만수위와 사수위 구간의 유효저수량은 2,992.9만<sup>3</sup>m이다.

여수로로는 폭5.2m, 높이 5.7m의 Radial gate 3련이 부착된 조절형이며 방류량은 350<sup>3</sup>m/s으로 계획되었다. 취수시설은 직경 5m, 높이 40.6m의 2중방식 원형 취수탑으로 설치되어 있으며 최대취수량은 6.55<sup>3</sup>m/s이다. 표 1.은 하동댐 설계제원을 정리한 것이다.

하동댐의 경우 원활한 용수공급과 증가된 홍수시 댐체안정과 하류하천의 안정을 확보하기 위해 여러 가지 치수능력증대 방안 중 사전방류방안을 적용하기 위한 방법으로 사이펀 여수로를 설치하였다.

하동댐의 사이펀 설치로 기존여수로 월류웨어 이

표 1. 하동댐 제원 및 현황

명칭	위치	유역면적	수혜면적	만수면적	홍수위	만수위	사수위
		(ha)	(ha)	(ha)	(EL.m)	(EL.m)	(EL.m)
하동댐	하동군 청암면	5,850	3,115	147	145.6	(145.6) 140.1	108.0

명칭	제정표고 (EL.m)	저수량			제당		비고
		총 (ha-m)	유효 (ha-m)	사수량 (ha-m)	제고 (m)	제장 (m)	
하동댐	148.6	3,115	2,993	122	58.6	486.0	

표 2. 여수로 제원

명칭	설계홍수량 (m <sup>3</sup> /sec)	여수로			
		형식	일류심 및 규격	연장 (폭)	방류량 (m <sup>3</sup> /sec)
Radial Gate	1,511.8	수문식	5.5	15.0	150
사이펀		사이펀	D=3.0*2(9련)	18조	1,194.5

명칭	방수로			비고
	진수지형식	연장	평균폭	
Radial Gate	Flip Bucket	180.0	9.50~18.60	
사이펀	"	120.0	32.0~37.0	

하에서도 홍수시 사전방류가 가능하고 기존 여수로 월류웨어 이상에서도 방류능력이 증가되어 기존 댐체 안정과 하류하천의 침투홍수량 감소로 홍수시 하류하천 범람에 의한 피해를 방지하고자 하였다.

사이펀은 설계홍수량 1,512CMS를 대상으로 댐 우안 기존여수로 우측에 총 9련, 방류량은 1,195CMS로 계획하였으여 최대 방류량은 기존여수로방류량 150CMS를 고려할 때 1,345CMS로 증가되었으며 사이펀 여수로의 위치와 형상은 다음 그림과 같다.

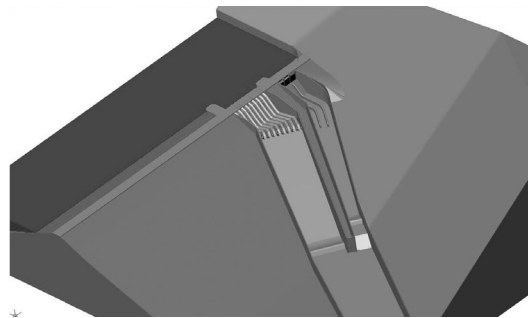


그림 2. 하동댐 전체 형상

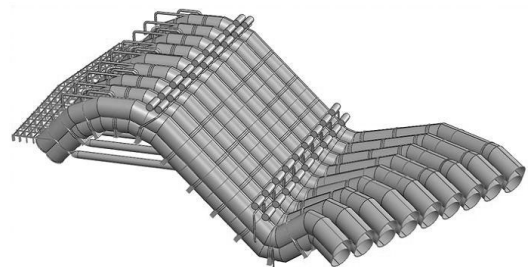


그림 3. 하동댐 사이펀 형상

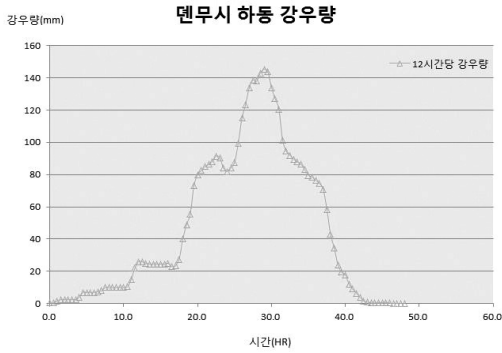


그림 4. '덴무' 시 하동 강우량

### 2.3 방류사례

하동댐에 설치된 사이편의 방류사례로는 2010년 8월에 태풍 덴무와 2010년 9월 곤파스에 의해 하동댐 유역에 발생한 호우에 대해 사이편을 적용하였을 때와 적용하지 않았을 때의 상황을 비교해보았다.

2010.08.11. 태풍 덴무의 상륙으로 아래 그림과 같이 145.5mm의 일 강우량(24시간)을 기록하였고 홍수 유입전 EL. 140.1m에서 레디얼게이트로 방류하여, 저수지 최대수위가 EL.142.9m, 최대방류량은 248m<sup>3</sup>/sec를 기록하였으며 이때, 하류하천의 수위가 만수위에 도달하였다.

2010.09.01. 태풍 '곤파스'의 상륙으로 112.5 mm의 9시간 강우량을 기록하였다. 홍수 유입전 사이편을 이용한 사전방류로 EL.138.85m로 수위를 낮추고 사이편 바이패스 및 레디얼게이트 가동하여

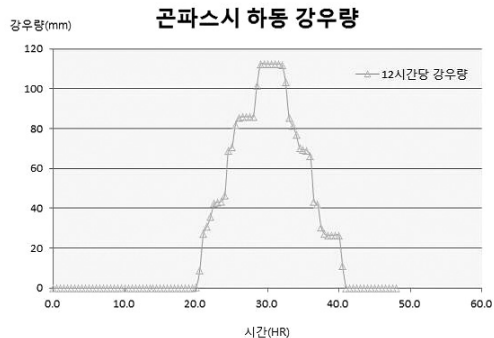


그림 6. '곤파스' 시 강우량



그림 5. 4호태풍 '덴무' 시 수문방류 상황

저수지 최대수위가 EL.141.7m를 기록하였고, 최대방류량은 188m<sup>3</sup>/sec를 기록하였으며, 이때, 하류하천은 안정수위를 유지하였다.

### 2.4 비교

사이편을 적용하여 '덴무' 와 '곤파스' 비교시 표 3과 같이 저수지내 최대수위차가 1.2m 발생 하였으며, 하류의 최대방류량도 60m<sup>3</sup>/sec 차이가 보였다.

태풍 '덴무' - '곤파스' 시 사이편 사전방류에 따른 현황 및 효과로는 사전방류로 댐 안정성 확보하였고 저수지 수위는 1.2m 감소(덴무 : 142.9m, 곤파스 : 141.7m)하는 효과가 있었으며 결과적으로 사전방류로 인해 침투방류량 감소('덴무' : 248CMS, '곤파스' : 188CMS)하여 하류 하천의 부담을 감소시켜 주민의 호의적 반응(태풍 '덴무'



그림 7. 7호태풍 '곤파스' 상륙전 사이편 사전방류 상황

표 3. 사전방류 비교

구 분	제4호 태풍 “덴무” (2010.8.10 ~8.11)	제7호 태풍 “곤파스” (2010.9.1 ~9.2)
수문운영	수문방류	사이편사전방류+수문방류
강우량	144mm (24시간)	119mm (9시간)
홍수유입전 수위	140.1m (만수위)	138.85m (사전방류)
저수지 최고수위	EL. 142.9m	EL. 141.7m
최대방류량	248톤(수문+소수력)	188톤(수문+소수력+사이편)
사전방류에 의한 배출량	-	1,480,000 ton + 목계댐방류량
하류유황	하천 만수위 도달	여유있는 하천수위 및 흐름
주민의견	-	안정적 유황 및 사전방류에 만족

대비)을 얻을 수 있었다.

### 3. 결 론

치수능력증대 방안은 수문이 설치되어 있는 여수로의 경우 사전방류방안적용이 가능하고 기존 사업에서도 이미 검토되었던 사항이나 대부분의 무문식

용수댐의 경우 사전방류가 용이 하지 않으므로 사이편은 적절한 사전방류 방법 중 하나가 될 수 있을 것으로 판단된다.

기존댐에 설치할 경우에도 공사 중에 필요한 가물막이가 필요 없고 홍수시 기존여수로 사용에 지장이 없으므로 적용에 따라 활용잠재성도 클 것으로 판단된다. 🌊

### 참고문헌

1. 건설교통부(2005), 댐설계기준
2. 한국수자원학회(2009), 하천설계기준
3. Henry T. Falvey(1990), Cavitation in chutes and spillways