

정수지형 감세공에서 End Sill 충격력 측정을 통한 감세효과 검증에 관한 연구

○이승한¹⁾, 박형섭²⁾, 백운일³⁾

1. 서론

현재 계획중인 한탄강댐은 홍수조절을 주목적으로 하는 다목적 댐으로서, 홍수초기부터 초기방류를 실시하며, 200년빈도 계획방류량인 1970 m³/sec를 초과하지 않도록 수문조절을 통한 방류량의 조절을 실시한다. 따라서, 홍수조절을 위한 주여수로의 위치는 초기방류를 위하여 댐정부가 아닌 댐체 하단부에 설치됨에 따라 감세공에 유입되는 유속성분은 수평유속이 매우 크게 나타나고, 이는 감세공내의 도수발생이 이루어지지 않을 경우 감세공 말단의 End Sill에 큰 충격력을 작용시켜 구조물의 안정을 찾기가 어렵게 된다.

본 연구에서는 감세공 말단에 설치되는 End Sill에 미치는 충격력을 Load Cell을 통하여 측정함으로써, 감세공내의 감세효과에 대한 정량적인 평가기준을 제시하고, End Sill 구조물의 설계조건을 제시하고자 한다.

2. 실험조건

한탄강댐 수리모형실험은 한탄강댐의 기본계획과 기본설계의 2가지 경우에 대하여 모형을 제작하여 실험을 실시하였고, 기본계획안은 200년빈도 조절방류량인 1,970 m³/sec를 적용하였고, 기본설계안은 1,970 m³/sec는 물론, 장래 개발계획을 고려하여 3,570 m³/sec를 대상으로 하여 실험을 실시하였다. 모형실험의 축척은 Froude 상사법칙을 적용하여 1/35 축척으로 제작하였다.

표 1 한탄강댐 수리모형실험 여수로 및 감세공의 제원

	여수로	바닥고	감세공		계획방류량	PMR 방류량
			폭	깊이		
기본 계획	원형 6.6m(B)×6.6m(H)×2EA 6.0m(B)×6.0m(H)×2EA	EL.41.0m EL.60.0m	51m	77.1m	1,970 m ³ /sec	9,145m ³ /sec
	모형 0.1886m(B)×0.1886m(H)×2EA 0.1714m(B)×0.1714m(H)×2EA		1.457m	2.203m	271.8 ℓ/sec	1,261.8 ℓ/sec
기본 설계	원형 5.6m(B)×5.4m(H)×4EA	EL.55.0m	76m	91m (±17.5m)	1,970 m ³ /sec(현단계) 3,570 m ³ /sec(장래)	9,897m ³ /sec
	모형 0.1600m(B)×0.1543m(H)×4EA		2.171m	2.60m (±0.5m)	271.8 ℓ/sec 492.6 ℓ/sec	1,365.6 ℓ/sec

본 실험은 End Sill의 위치 및 규모에 대한 설계의 검증을 위하여, 우선 기본계획에 대한 감세효과의 검증을 실시하고 기본설계에 대하여 감세효과를 얻을 수 있는 End Sill의 위치와 형상에 대하여 3개 위치에 대하여 비교를 실시하였고, End Sill의 표고를 2가지의 경우에 대하여 검증을 실시한다.

- 1) 대림산업주식회사 기술연구소 대리
- 2) 대림산업주식회사 토목사업부 차장
- 3) 대림산업주식회사 토목사업부 부장

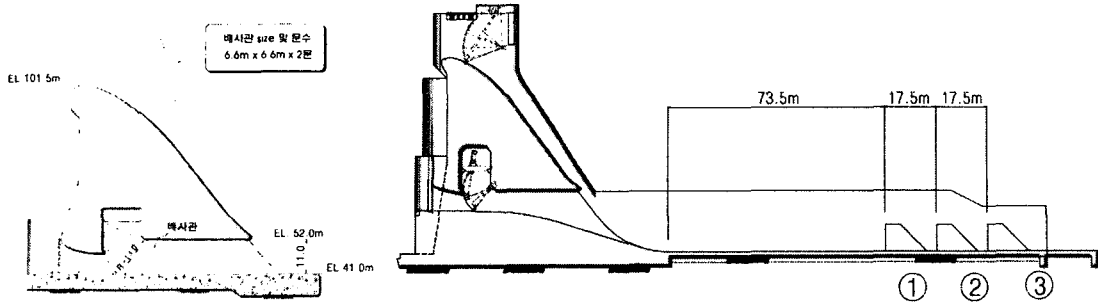


그림 1 여수로 단면도(기본계획)

그림 2 End Sill 위치 결정 실험(기본설계, Case 3-1~3-3)

표 2 실험 Case의 설정 및 실험조건

구분	Case	방류량	End Sill 형상	End Sill 위치	부압고	비고	Load Cell 측정
기본계획	Case 1	1970 CMS	연직형	77.1m	9.2m	기본계획 검증	○
	Case A	9145 CMS		77.1m	9.2m		○
기본설계	Case 2-1	1970 CMS	사변형	73.5m	9.0m	End Sill 최적위치 및 형상	
	Case 2-2			91.0m	9.0m		
	Case 2-3			108.5m	9.0m		
	Case 3-1		연직형	73.5m	9.0m		
	Case 3-2			91.0m	9.0m		○
	Case 3-3			108.5m	9.0m		
	Case 4-1	3570 CMS	연직형	91.0m	9.0m	End Sill 높이 결정	○
	Case 4-2			91.0m	12.0m		
Case B	9897 CMS	연직형	91.0m	9.0m		○	

3. END SILL 형상 및 위치결정 실험

End Sill의 형상 및 위치 결정실험은 사변형과 연직벽형으로 End Sill을 제작하여, 1970 m³/sec의 방류시에 유황을 검토하여 결정한다.

표 3 End Sill 위치 및 형상 결정 실험 결과

	End Sill 위치 73.5m	End Sill 위치 91.0m	End Sill 위치 108.5m	
사 변 형				
연 직 벽				○
				○

표 3.에서 나타난 바와 같이 End Sill의 형상을 사변형으로 하는 경우는 End Sill 이후에 jet류 흐름을 가지므로, 하류하천에 세굴 및 하상저하가 나타날 것으로 나타난다. End Sill의 형상을 연직 벽체로 설치하는 경우는 End Sill의 위치가 91.0m에 설치되는 경우에 가장 안정적인 감세효과가 나타나고 있다.

End Sill의 높이 결정을 위한 실험은 그림 2의 ②위치에 대하여 End Sill의 표고를 조정하여 장래개발계획에서의 방류량인 3570 m³/sec에 대한 방류시의 감세공 유향을 관측하였다.

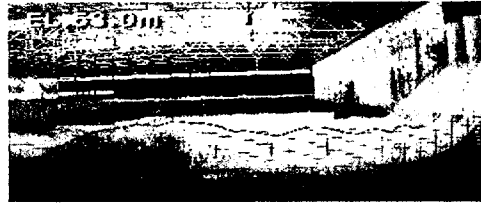


그림 9 End Sill 표고 EL.50.0m(3570m³/sec)

그림 10 End Sill 표고 EL.53.0m(3570m³/sec)

그림 9, 10에서 나타난 바와 같이 End Sill의 표고 조정이 감세효과에 큰 영향을 주지 못함에 따라 경제성을 고려하여 End Sill의 표고는 EL.50.0m를 채택하는 것이 타당한 것으로 나타났다.

4. Load Cell을 이용한 감세공 End Sill 충격력 측정

한탄강댐 기본계획에서는 주여수로의 위치가 댐체 바닥에 설치되었으나, 기본설계에서는 댐체 중심에 주여수로가 설치된다. 본 연구에서는 감세공내의 감세효과 검증을 위하여 End Sill의 충격력으로 비교한다.



그림 11 로드셀 설치과정



그림 12 Load Cell 배치(기본계획)



그림 13 Load Cell 배치(기본설계)

Load Cell의 여수로 방류시 End Sill에 작용하는 충격력의 측정은 Load Cell을 설치하여 수행한다. Load Cell의 원리는 전면의 Plate에 하중이 가해지면, 그 하중값을 최소 7초 간격으로 Data logger에 전달하여 하중의 변화를 나타내는 장치이다. Load Cell은 End Sill의 벽체에 총 4개소를 설치하였고, 방류흐름선상과 일치하게 설치하였다.

아래와 같이, 기본계획은 감세공내 유향이 매우 불안정한 것을 육안으로 관측할 수 있으며, Load Cell의 충격력 또한 약 1,000 ton으로 나타나고 있고, 기본설계에 의한 감세공의 유향은 안정적인 뿐 아니라, 현단계의 계획방류량인 1970 m³/sec 인 경우에는 약 150ton, 장래계획인 3570 m³/sec인 경우에도 250ton 이내로 작용력이 관측되어, 감세효과에 대하여 Load Cell을 이용한 충격력 측정 결과로 판단할 수 있음을 보여준다.

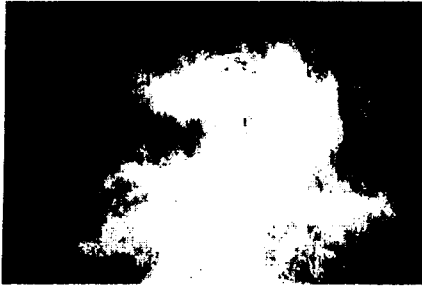


그림 14 기본계획(방류량 : 1970m³/sec)

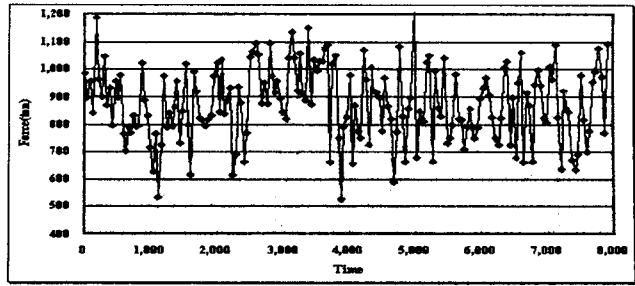


그림 15 기본계획 Load Cell 충격력(1970 m³/sec)

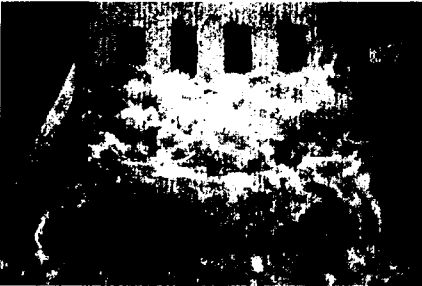


그림 16 기본설계(방류량 : 1970m³/sec)

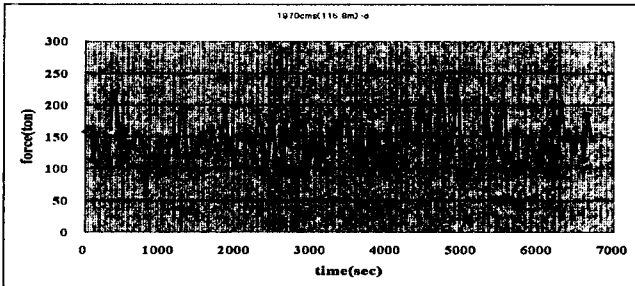


그림 17 기본설계 Load Cell 충격력(1970 m³/sec)

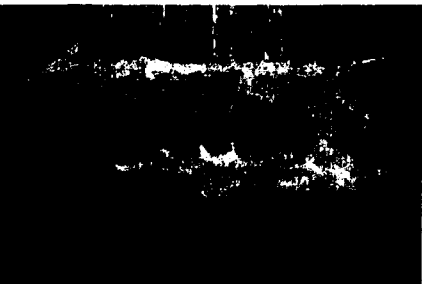


그림 18 기본설계 (방류량 : 3570m³/sec)

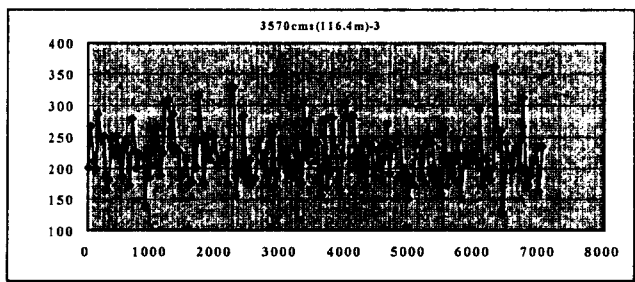


그림 19 기본설계 Load Cell 충격력(3570 m³/sec)

5. 실험결과

본 연구는 한탄강댐 수리모형실험에서 감세공내부의 유황 및 감세효과를 판단하는 기준으로 Load Cell을 이용한 충격력 측정방안에 대하여 실험을 수행하였다. Load Cell에 작용하는 충격력과 충격력의 변동폭의 차이는, 육안으로 관측된 감세효과를 판단하는데 근거로 수립될 수 있으며, 향후, 댐 수리모형실험시에 Load Cell을 이용한 충격력의 측정으로 감세효과의 정량적인 평가 기준을 수립할 수 있다.

6. 참고문헌

- 1) 한국수자원공사(2000), 한탄강댐 기본설계보고서, 2000.12,
- 2) 한국수자원공사(2002), 한탄강댐 본대 및 부대시설공사 기본설계요약보고서, 2002.12
- 3) 한국수자원공사(2002), 한탄강댐 본대 및 부대시설공사 기본설계보고서, 2002.12
- 4) 삼안건설기술공사(2002), 한탄강댐 수리모형실험보고서, 2002.10,