

# 댐 물넘이의 End Sill 위치 및 형상에 따른 수리특성

Hydraulic Characteristics in Stilling Basin Varying by Position and Shape of End Sill

박 영 옥\* · 황 보 연(농업기반공사) · 권 순 국(서울대)  
Park, Yeong-Wook\* · Hwang, Bo-Yeon · Kwun, Soon-Kuk

## Abstract

This study aimed at proposing the optimum design of stilling basins in dam spillways by analyzing hydraulic characteristics for various positions and shapes of end sills through the hydraulic model test. The performance of energy dissipating in the case of vertical shape of end sill was much better than the case of inclined shape. Moreover, we could confirm that no further improvement in hydraulic characteristics at stilling basin as well as downstream of the river were made if the height of end sill was increased up EL 50m, e.g., the proposed design value by computation.

## I. 서 론

감세지는 물넘이의 말단부 혹은 각종 급경사 수로의 방류부에 생기는 빠른 유속이 가지는 막대한 에너지로 인한 수로바닥의 세굴을 방지하기 위해 설치하는 구조물 일체를 말하며, 경사가 아주 작은 감세 수로부와 기타 감세 시설물로 구성된다. 또한 감세지는 물넘이와 하류하천 연결하는 변이수로라 할 수 있으며 도수가 감세공 내에서 발생할 수 있도록 설계함으로써 하류하천의 하상세굴과 침식을 방지하고자 한다.

감세지 내에 설치하는 부속 구조물로는 Chute block, Baffle block, End sill 등이 있다. 이러한 것은 방류량이 많은 경우에 설치되며 도수의 길이를 감소시키고 하류하천의 세굴을 방지하는 기능을 한다.

따라서 본 연구에서는 댐 물넘이 감세공에 설치되는 End Sill의 전면 형상과 설치 길이, 높이 등에 따른 수리특성을 수리모형실험에 의해 분석, 검토하여 최적의 설계내용을 제시하는 것을 목적으로 한다.

## II. 대상지구 및 모형 개요

### 1. 대상지구 현황 및 설계내용

본 연구의 대상지구는 경기 북부의 한탄강 본류 약 4.5km 상류에 설치예정인 홍수조절용 댐으로써 총저수용량 311백만 톤 중 홍수조절용량이 305백만 톤을 차지하고 있다. 댐의 개발규모는 상시만수위 EL. 73m, 홍수기 제한수위 EL. 60m, 계획홍수위 EL. 116.8m, 댐마루 표고 EL. 121m로 설계되었다. 또한 한탄강댐은 일반적인 댐과는 달리 대규모의 홍수

조절이 필요하므로 월류부 물넘이 뿐 만 아니라, 국내 최초로 댐체내에 방류관을 설치하여 이를 상용물넘이로 계획하였다. 그러므로 일반적인 홍수조절 조건인 200년 빈도 홍수량에 대하여서는 방류관으로 홍수조절을 하고, 최악의 상황인 가능최대홍수량(PMF)에 대해서는 상용 및 비상용물넘이(월류부) 수문을 모두 개방하여 홍수를 조절하도록 계획하였다.

## 2. 모형제작 및 실험조건

한탄강 댐 모형은 시설이 허용하는 범위 안에서 최대한 크게 제작함으로써 원형에서의 수리적 거동을 정확하게 재현하고자 하였다. 본 실험에서는 월류수심의 조건 및 모형규모와 유량규모의 적정성 등을 감안하여 모형의 축척은 1/35의 정상모형으로 제작하였다.

Table 1 Scaled parameters of physical model

Dimension of primary plan	Values of prototype	Applied scale	Values of model
Width of stilling basin	EL. 51.0m	1/35	1.457m
Length of apron	L=91.291m	1/35	2.608m
Height of secondary dam	H=8.2m	1/35	0.234m
Height of side wall of stilling basin	H=20.5m	1/35	0.586m

End sill의 최적위치를 결정하기 위한 실험은 먼저 End sill의 전면 형상이 사면형과 연직단면인 경우에 대하여 방류관의 말단부로부터 End sill 전면까지의 거리가 81.0m인 설계치와 설계치 상·하류로 각각  $\pm 17.5\text{m}$ 씩 이동한 3가지 경우에 대해서 검토하였고, 또한 End sill의 최적거리가 결정되고 나면, End sill의 높이를 결정 하여야 한다. 이와 같이 End sill의 적절한 높이를 찾기 위하여 표고가 각각 EL.+50m와 EL.+53m의 2가지 경우에 대한 모형실험을 수행하였다. End Sill의 최적위치를 찾는 실험은 200년 빈도 조절방류량인  $1,970\text{m}^3/\text{s}$ 를 적용하였고, End Sill의 최적높이를 찾는 실험은 장래 개발계획방류량인  $3,570\text{m}^3/\text{s}$ 를 대상으로 하였다.

## III. 결과 및 고찰

### 1. End Sill 전면형상 및 설치 위치

End sill의 전면 형상과 설치 위치에 따라 감세지의 유황 등 전반적인 수리특성을 비교 분석하여 최적의 단면형상과 위치를 도출하는 것으로 하였다.

End sill의 형상이 사면형인 경우 전반적으로 설치 위치에 상관없이 감세지 구조물로서의 기능을 제대로 수행하지 못하는 것으로 나타났다. End sill의 전면형상을 연직 단면으로 변경하여 실험을 수행한 결과 사면형에 비하여 감세지에서의 유황이나 감세효과가 매

우 양호하게 나타났다. 또한 End sill의 설치위치에 따른 실험결과는 End sill의 전면 형상이 사면형인 경우 설계치인 81.0m 보다 17.5m 하류측에서 감세효과 가장 양호하게 나타났으며, 연직단면인 경우에는 설계치에서 수리적 특성이 가장 양호한 것으로 나타났다. 따라서 End sill의 전면형상은 연직 단면인 경우가 가장 적절한 것으로 나타났으며, 설치 위치는 방류관 끝단으로 설계치로 계산된 81.0m 거리에서 수리학적으로 가장 바람직한 것으로 나타났다.

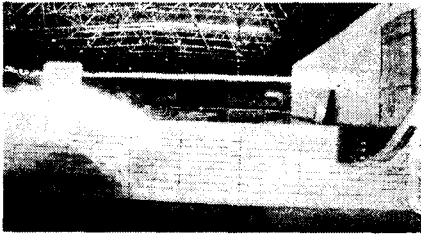


Fig. 1 Hydraulic situation with inclined type of end sill

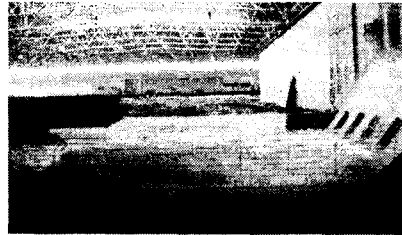


Fig. 2 Hydraulic situation with vertical type of end sill

## 2. End Sill 높이

감세지 능력을 검토하기 위하여 장래계획인 200년 빈도 방류량인 3,570 CMS를 물넘이 월류부만 방류했을 경우에 대하여 End sill의 높이가 설계 계산치인 EL.50.0m와 3.0m 증고된 EL.53.0에 대하여 수리실험을 수행하였다.

End sill의 높이를 약 3.0m 증고했을 때가 설계치인 EL.50m 보다 감세지에서의 전반적인 유황이나 도수후의 수리적 특성 등이 개선된 점을 찾을 수가 없었으며, 오히려 증고했을 때가 End sill에서의 도수후의 월류흐름이 하류하천 구간에 더 강한 유속을 발생시키는 것으로 나타났다. 따라서 설계치로 계산된 EL.50m 보다 End sill의 높이를 더 증고하는 것은 감세지 및 하류하천에서의 수리적 특성을 개선할 것으로 기대되지 않을 뿐 아니라, 도류벽의 높이를 그 만큼 더 증가시켜야 하는 경제적인 이유 등으로 바람직하지 않다고 판단된다.



Fig. 3 Hydraulic situation with end sill before height increasing

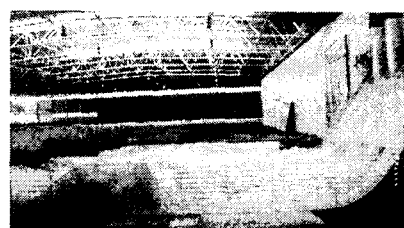


Fig. 4 Hydraulic situation with end sill after height increasing (+3.0m)

### 3. 최적의 End Sill에 작용하는 충격력 검토

End Sill에 대한 규모(형상, 위치, 높이) 결정 후 End Sill에 작용하는 충격력을 검토하기 위한 실험으로 End Sill에 전면부에 Load cell을 설치하여 End sill에 작용하는 충격력을 측정하였다. 200년 빈도 조절방류량인  $1,970\text{m}^3/\text{s}$ 의 홍수량 방류시 End Sill에 대한 충격력 측정결과 2번과 3번 단면에서의 충격력이 도류벽 측에 있는 1번과 4번 단면에서의 충격력에 비하여 크게 나타났지만, 다른 실험조건들과 비교하면 End Sill에 작용하는 진폭의 변화(폭)이 크지 않는 것을 볼 수 있는데 이것은 방류량이 일정하다는 것을 의미한다.

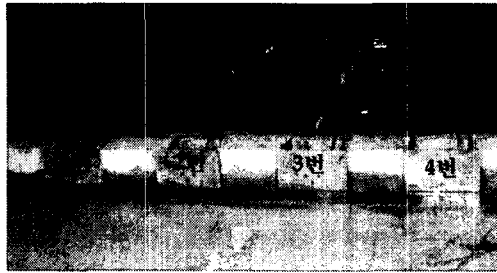


Fig. 5 Installation of load cell at the location of end sill

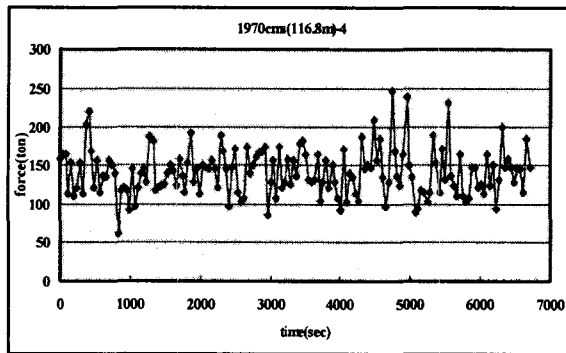


Fig. 6 Impact force of discharge flow at end sill(No.4)

### IV. 참고문헌

1. 이길성, 김남일, 1997, 3차원 흐름해석을 위한 여수로 유입수로의 2차원 흐름해석, 1997년도 대한토목학회 학술발표회 논문집
2. 농업기반공사 농어촌연구원, 2000, 제주 성읍댐 물넘이 수리모형실험
3. Fiorotto, V. & A. Rinaldo, 1992, Turbulent pressure fluctuations under hydraulic jumps, Journal of Hydraulic Research, Vol. 30(4)
4. Peterka, A. J., 1983, Hydraulic design of stilling basins and energy dissipator, U.S. Department of the Interior, Bureau of Reclamation, Engineering Monograph 25, 7th printing, Denver, CO, May