

# 댐 선택취수설비 적용 변천사례

## The Study on The Change of The Selective Intake Gate in Dam

김진태\*, 이갑수\*\*, 이정구\*\*\*

Jin Tae Kim, Kab Soo Lee, Jeong Goo Lee

### 요 지

댐에는 하류 홍수피해 경감을 위한 방류설비와 댐에 저장된 물을 생활·농업·공업용수로 활용하기 위한 취수설비가 구축되어 있다. 취수설비는 고객의 요구에 부응하기 위해 여러 종류의 개선사례와 형식변경을 통해 날로 발전을 거듭하고 있다.

1970년대 소양강댐이 건설된 후 1990년대 중반까지는 수력발전을 목적으로 수차발전기 분해점검을 위한 수리용 게이트가 채택되어 저수지 중층부에 설치한 사례가 많다. 경제부흥 초창기 우리나라가 해외차관으로 건설한 소양강댐, 안동댐, 대청댐 등의 취수설비가 이에 해당한다. 이후 1990년대 말까지 하류 농작물 냉해방지를 위해 상온수의 물을 취수하는 표면취수설비가 임하댐, 주암댐, 용담댐 등에서 채택·운영되고 있다. 그러다가 횡성댐, 장흥댐 등이 건설되는 2000년대 초부터 기존의 냉해방지와 조류 등 환경변화에 대처가 가능하도록 저수지 전 구간을 수심별로 구분·선택하여 취수하는 다공식 취수설비와 표면취수설비가 동시에 설치되는 복식형 취수설비가 채택·운영됨에 따라 단순 수리용 게이트에서 복합적인 기능을 갖춘 취수설비로 발전을 하였다.

2002년 태풍 ‘루사’와 2003년 태풍 ‘매미’로 인해 유입된 고탁도수가 장기간 댐 내에 체류하여 하류용수공급에 심각한 문제점이 발생되고, 부영양화로 인한 적조현상 등이 사회적으로 크게 이슈화됨에 따라 임하댐과 용담댐에서는 표면취수설비를 중간구간 취수가 가능한 분리형 선택취수설비로 개선한 결과(임하댐(2006), 용담댐(2008)) 댐 본래의 순기능인 청정수 담수가 가능해졌을 뿐만 아니라, 하류생태계 보존에도 크게 이바지하였다. 또한, 최근에는 전 구간 선택취수가 가능하도록 화북댐에는 정류판형 선택취수설비, 부항댐 및 성덕댐에는 실린더 게이트가 국내 최초로 도입되는 전환기를 맞이하게 되었다.

**핵심용어 : 선택취수설비, 정류판, 실린더 게이트**

### 1. 취수수문의 효시

1967년 4월부터 건설을 시작, 1973년 12월 준공하여 이수(利水)와 치수(治水)능력을 갖추게 된 우리나라 최초의 다목적댐인 소양강댐은 홍수조절효과 500백만<sup>m<sup>3</sup></sup>, 연간 353GWh를 생산할 수 있는 능력을 갖춰 국가건설의 기초지반을 다졌을 뿐만 아니라, 만성적인 한강 범람을 방지함으로써

\* 김진태·한국수자원공사 차장·E-mail : kjt@kwater.or.kr

\*\* 이갑수·한국수자원공사 과장·E-mail : armor2@kwater.or.kr

\*\*\* 이정구·한국수자원공사 대리·E-mail : tennis209@kwater.or.kr

현재의 수도권 건설이 이루어질 수 있는 초석이 되었다. 그 후 1977년 안동댐, 1981년 대청댐 등 총 15개 다목적댐이 건설되었다.

이러한 다목적댐의 이수와 치수의 기능을 강제로 제작된 수문(Gate)으로 수행하는데 홍수조절을 위한 여수로 수문(Spillway Gate)을 제외하고는 방류관로를 통해 댐 하류로 생활·공업·농업용수가 공급된다. 방류관로에는 최전방에 취수문비(Intake Gate)가 설치되고 전력 생산설비 및 하류용수 공급 설비 등이 부설되어 있다. 관로내부 및 관로에 부설된 각종 설비들의 운영관리 편리성을 도모하기 위해 설치된 취수설비는 1970~1980년대에는 수리용 게이트의 개념으로써 그림 1과 같이 단순 개폐형인 롤러게이트(Roller Gate)가 댐 저수지 저층 또는 심층에 설치되었다. 소양강댐, 안동댐, 대청댐, 충주댐, 함천댐 등이 이러한 수리용 게이트의 개념으로 도입된 수문으로 취수구 구간만을 차단·개방할 수 있는 설비이다.

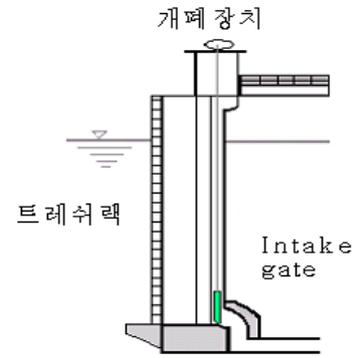


그림 1. 심층취수 게이트

## 2. 취수수문의 변천

### 2.1 수온 성층화 구간

수리용 게이트의 취수수문은 보통 수심 30~50m의 저층부에 설치되어 이구간의 물을 취수하므로 표층수에 비해 10°C 이상 낮은 저온수가 하류에 공급되어 농작물의 냉해피해로 각종 민원이 발생된 사례가 있다.

그림 2는 우리공사 연구소에서 조사한 대청댐의 계절별 수온분포 자료이다. 그림에서 잘 나타난 바와 같이 농절기인 6월중에는 약 6°C의 저온수와 최대 23~24°C 이상의 상온수가 분포한다.

농작물의 성육시기인 6~8월에 저온수가 성육에 크게 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 하류 생태계에도 영향을 끼치는 것으로 알려지고 있어 상온수를 취수할 수 있는 표면취수설비가 도입되는 계기가 되었다.

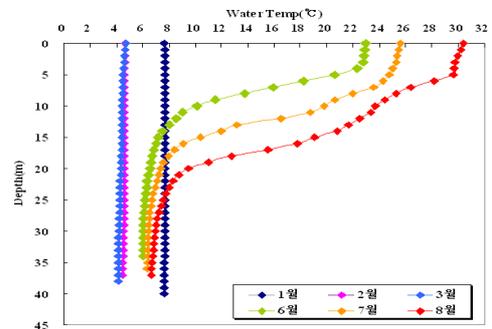


그림 2. 대청댐 계절별 수온분포도

### 2.2 표면취수설비

1984년 건설을 시작한 주암댐, 임하댐에서는 그림 3과 같은 표면취수설비가 채택되었다. 이 설비는 롤러게이트를 5~6짝의 소형으로 제작하고 개폐장치(Hoist)를 최하층 문비(1번 문비)와 최상층 문비(보통 6번 문비)에 각각 설치하였다. 조절문비들은 이탈되지 않도록 조합하고 개폐장치 2대를 이용하여 문비 전체 길이를 신축시킬 수 있도록 구성된 설비이다. 상온수를 취수하기 위해서는 최하층 문비는 취수구 끝까지 내리고, 최상층 문비를 표층층에서 일정구간(약 2~3m) 내림으로써 상온의 표층수가 방류관로를 통해 공급되는 설비이다. 이 설비의 특징은 최상층 상온수와 최

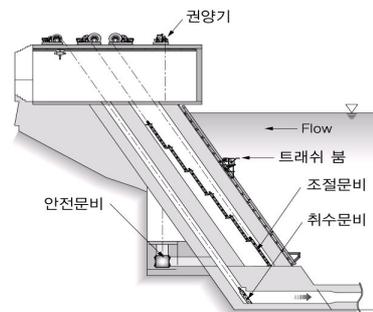


그림 3. 표면취수설비

하층 저온수를 취수하는 설비로 취수량이 100m<sup>3</sup>/s 이상의 대담에서 주로 채택한다.

### 2.3 복식형 취수설비

2000년대 이전까지는 담의 용수공급을 관로 1개와 표면 취수설비가 담당하였다. 표면취수설비로 냉해방지의 문제점은 해결하였으나, 성층형 및 혼합형 담에서는 플랑크톤 성육환경이 표층에서 2~3m 범위에 집중된다고 알려지고 있어 수질대책 문제에 직면해 왔다. 이러한 수질대책 등에 대처하기 위해 황성담, 장흥담 등에는 그림 4와 같이 중간층 취수가 가능한 다공식 취수문비 5짝을 수심별로 각각 설치하여 생·공용수 관로에 직접 연결하고, 상온수를 취수하기 위한 표면취수문비가 농업용수관로에 연결되게 함으로써 2가지 목적을 동시에 달성하였으나, 관로 및 설비가 이중화되어 복잡한 측면을 가지고 있다.

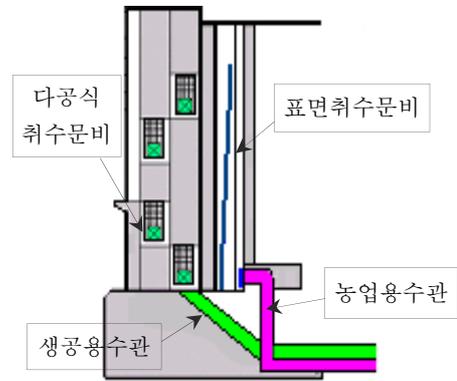


그림 4. 복식형 취수설비

### 2.4 선택 취수설비

#### 2.4.1 분리형 직선다단계이트

임하담의 경우 2002년 태풍 ‘루사’와 2003년 태풍 ‘매미’로 인해 장기간 담 저수지에 고탁도수가 체류하게 되어 하류용수공급에 지장을 초래하였고(그림 5), 담의 순기능인 청정수 담수에 한계를 드러내게 되었다. 환경요인으로 고탁도수가 상류에서 지속적으로 유입되는 것이 가장 큰 문제였으나, 우기에 한꺼번에 유입된 고탁도수를 하류에 즉시 흘러 보낼 수 없는 취수설비의 한계도 무시할 수 없다. 임하담의 표면취수설비는 총 6짝으로 구성된 롤러게이트로 고탁도수가 밀집된 수심 15~25m의 중간층을 선택 취수하기가 불가능한 설비이다. 문제해결을 위한 연구 검토결과 세계에서 유례를 찾아보기 힘든 개선대책이 수립되었다. 그림 6, 7과 같이 최하단 문비의 개폐장치와 최상단 문비에 연결된 개폐장치를 이용하여 취수하던 방식에서 고탁도수가 밀집된 지점을 취수할 수 있도록 문비를 분리하고 3번 문비에 개폐장치를 추가 신설하여 고탁도수를 배제하도록 중간층 취수공간을 만들었다.

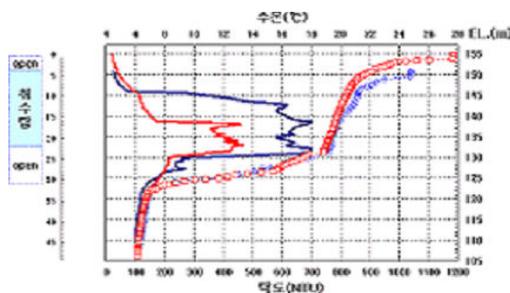


그림 5. 임하담 고탁도현황

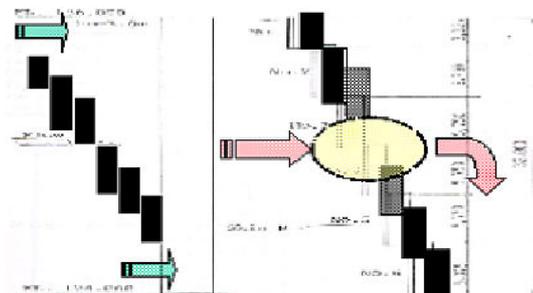


그림 6. 임하담 분리형 직선다단계이트

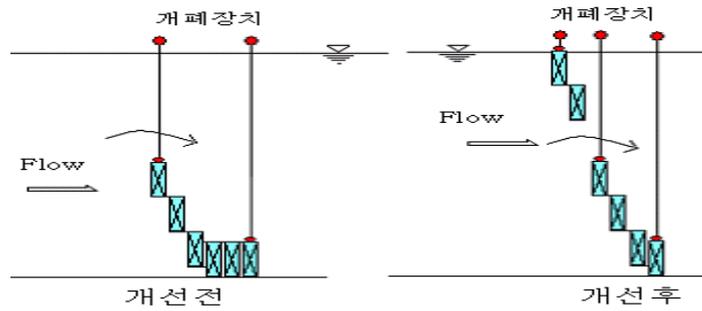


그림 7. 분리형 직선다단계이트 개념도

#### 2.4.2 분리형 직선다단계이트의 개선효과

2005년 10월부터 2006년 5월까지 개선공사를 시행하여, 2006년 홍수기에 개선된 분리형 직선다단계이트의 효과를 분석하였다. 이와 같은 개선사례가 없어 효과에 의구심이 있었으나, 그림 8과 같이 개선 설비로 인해 고탁도수를 일시에 방류할 수 있어 청정수 담수는 물론 하류용수공급에 지장이 없었다. 고탁도수의 배제능력이 약 146% 향상된 것으로 나타나 이를 참고하여 용담댐의 표면취수설비도 2008년에 개선을 완료하였다.

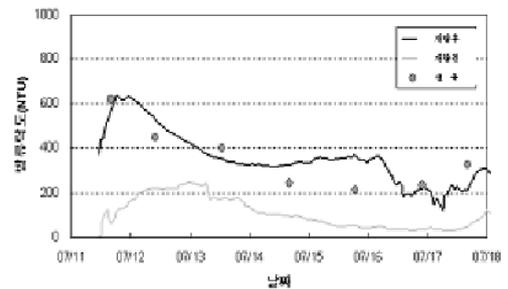


그림 8. 분리형 직선다단계이트 개선효과

#### 2.4.3 정류판(整流板)형 선택취수설비

2004년 착공된 화북댐의 취수설비는 경사형 표면취수설비로 설계되었으나, 최근 기상이변 및 댐 상류지역의 환경변화 요인 등에도 능동적 대처가 가능한 설비로 개선하였다. 2006년 초까지는 본댐 굴착 등 본격적인 공사가 진행되기 이전이기 때문에 임하댐과 용담댐의 경우와 같이 저층·중간층·표층의 취수가 아닌 전 수심에 걸쳐 선택취수가 가능한 설비를 구상하였다. 탁도 발생량을 건설시점에서부터 추정하기 곤란하여 우리공사 연구소에서 고탁도수 밀집 구간과 탁도 배제량을 결정하였다. 이 설비는 그림 9와 같이 기존 표면취수설비의 최상단 문비 상단부에 취수 또는 배제공간을 두어 정류판을 설치함으로써 정류판 위층의 물이 관로에 유입되는 것을 차단하고, 정류판과 최상단문비 사이로만 취수가 가능한 설비이다. 최상단 문비에 부착되었던 개폐장치를 정류판에 설치하고, 취수심을 각종 시설기준 및 적정한 배제일수를 감안하여 취수 또는 배제구간을 결정하였다.

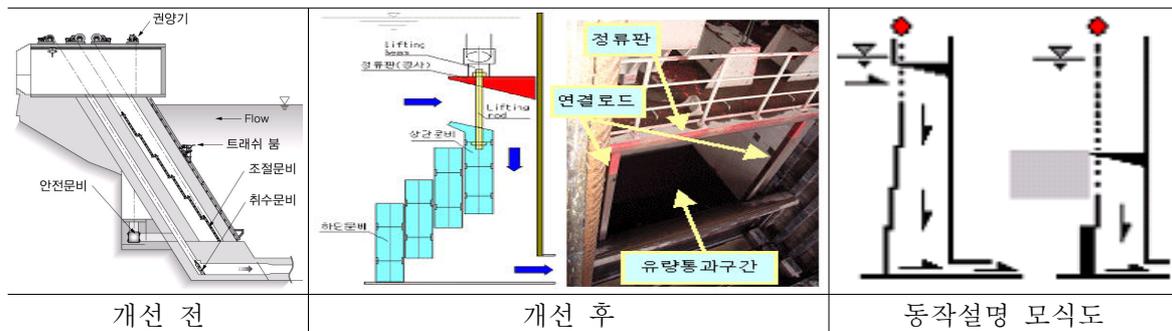


그림 9. 정류판형 취수설비 개념도

그림 9의 동작설명 모식도에서와 같이 정류관이 부착된 직선다단계이트가 정류관 상단에 설치된 개폐장치에 의해 함께 움직이며 취수지점을 선택할 수 있도록 하였다.

#### 2.4.4 실린더(Cylinder)형 선택취수설비

최근에는 수밀성이 아주 좋고, 전 수심 선택취수가 가능한 실린더형의 선택취수설비가 많이 채택되고 있는데 이 문비는 여러 겹으로 설치된 원형파이프를 신축함으로써 전 구간에 걸쳐 취수지점을 선택할 수 있다. 우리공사에서도 부항댐, 성덕댐, 섬진강댐 등에 적용되고 있다. 이 형식은 취수능력이 50m<sup>3</sup>/s 정도로 100m<sup>3</sup>/s 정도의 취수능력을 가진 분리형이나 정류관형의 선택취수설비보다 규모는 작으나, 1조의 가이드 프레임(Guide Frame)만 설치하므로 문비의 수에 비례하여 가이드 프레임을 설치하는 타 형식에 비해 수밀성 및 경제성에서 아주 좋은 측면이 있다.

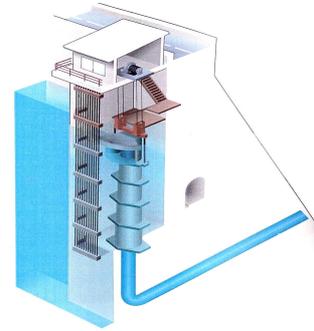


그림 10. 실린더형 선택취수설비

### 3. 결 론

하류용수공급을 위한 취수설비는 저렴하고, 단순한 기능에서 여러 가지 복합기능을 지닌 설비로, 즉 표층수 취수, 중간층 취수에서 전 수심을 선택하여 취수와 배제를 함께 수행하는 설비로 변천을 거듭해 왔다. 변천사항을 볼 때 취수설비는 다음 사항들을 조사하여 적용에 신중을 기하여야 할 것으로 판단된다.

- ① 댐의 저수지 운용계획에 의한 수위빈도와의 관계에서 농작물의 성육에 수온이 크게 영향을 주는 6~8월에 대해서도 검토한다.
- ② 성층형 및 혼합형의 댐에서는 수질대책을 고려한다. 또한, 표층의 플랑크톤 성육환경은 표층에서 2~3m 범위에 집중한다고 알려지고 있으므로 이점을 고려한다.
- ③ 탁수가 장기 체류하는 것이 예상되는지 여부를 고려한다.

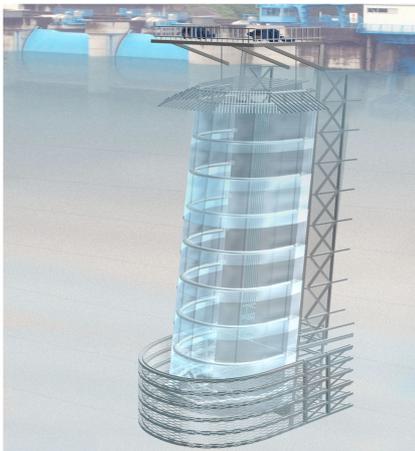


그림 11. 막식 선택취수설비

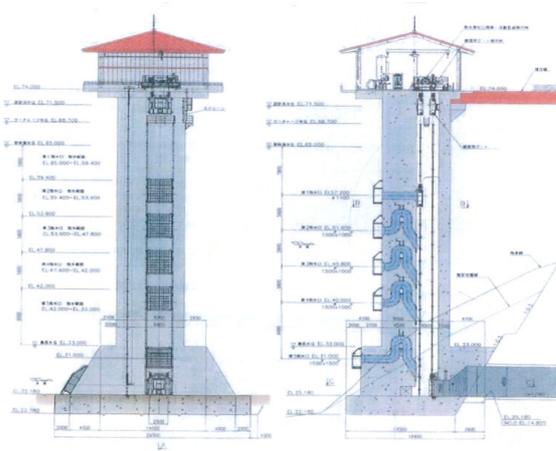


그림 12. Air Lock식 선택취수설비

현재까지는 실린더형 선택취수설비가 위 사항 등에 가장 부합되는 설비로 채택되고 있으나, 이후에는 또 어떤 기능이 추가될지 귀추가 주목된다. 최근 일본에서는 그림 11과 같이 선택취수의 기능과 미세물질 제거가 가능하고 경제적인 막(膜)식 선택취수설비, 그림 12와 같이 별도의 개폐장치가 필요 없이 공기를 이용한 Air Lock식 선택취수설비도 실용화 단계에 이르고 있다.

한번 설치하면 영구적으로 이용되는 취수설비의 채택은 건설 초기에서부터 미래를 예측하고 연구하는 자세로 적용에 신중을 기하여 판단해야 한다. 아울러 친환경·신기술의 적극 도입은 수자원 관리의 효율성 제고 및 고품질 수자원 생산에 기여할 것으로 기대된다.

## 감 사 의 글

본 연구는 단순기능인 취수설비에서 댐 상류지역 환경변화와 이상기후로 인한 고탁도수 유입 문제를 개선한 사례와 선택취수설비를 적용한 사례로써 소양강, 안동댐 등의 취수설비 개선시 참고자료가 될 수 있었으면 하는 바람과 아울러 설비 개선에 아이디어를 창출하고 설계에 참여한 (주)삼안의 임해선 전무님과 강제설비 및 댐분야 기술협력을 위해 우리공사와 MOU를 체결하고 설계를 수행한 (주)INA(일본)의 쿠라키 차장님께도 깊은 감사를 표한다.

## 참 고 문 헌

1. 한국수자원공사(2006). 임하댐 취수설비의 탁수배제 능력에 대한 연구용역 보고서
2. 한국수자원공사(2007). 화북댐 정류관형 취수설비 개선 설계보고서
3. 사단법인 댐·방죽 시설기술협회(日本)(2001). 댐·방죽 시설기술기준
4. 사단법인 댐·방죽 시설기술협회(日本)(1987). 선택취수설비 설계요령(동) 해설