

# 양수발전댐 하류 하천 수질개선 방안 연구

## A Study on Improvement of Water Quality in Downstream at Hydropower Dam

최병규\*, 전상진\*\*, 강태호\*\*\*, 정요한\*\*\*\*

Byung Kyu Choi, Sang Jin Chun, Tae Ho Kang, Yo Han Chung

### 요    지

일반적으로 양수발전댐 설계시 하부댐 인근 하류하천의 유지용수 공급 및 하류지역 농업용수 공급을 위한 용수공급시설을 계획한다. 한편, 2006년 11월 준공 운영되고 있는 양양 양수발전소의 경우 댐하류 지역의 농업용수 및 하천 유지용수를 공급하기 위해 제체내 영구방류설비를 설치하여 비상시에는 하부지 저수량을 일정기간내 배수할 수 있도록 계획·설치되어 있다.

평상시에는 하류지역 용수 공급으로 방류되는 방류량을 이용하여 소수력 발전을 계획하여 하부댐 우안측 여수로에 소수력 발전소를 건설 수자원의 효율성을 높이고자 하였으나 최근 집중호우와 양수발전소 준공후 발전기 시험가동을 한 결과 호우로 인한 상류로 부터의 탁수유입과 발전으로 인한 하부지내 담수지의 교란으로 인해 탁수가 발생하여 댐 하류지역 주민들의 민원이 제기되어 이에 대한 대책을 수립하고자 한다.

양수발전소 운영과정에서 상·하류 저수지 발전수량의 순환으로 생기는 탁수발생은 피할 수 없는 현상으로 판단되나 이에 대한 근본적인 해결방법을 모색하기 위해 5개안을 선정하여 검토한 결과, 상류계곡의 청정수를 이용 하부지 상류에 취수구를 설치 기존 취수구 전면에 연결하는 방안을 선정 댐 하류하천 수질개선 및 민원발생을 해소하는 방안을 수립하였다.

**핵심용어 :** 양수발전댐, 하류하천, 영구방류설비, 소수력 발전, 교란, 탁수, 취수구

### 1. 연구배경

2006년 11월 1,000MW의 시설용량을 갖춘 양양 양수발전소가 준공되어 운영되고 있으며, 남대천의 지류인 후천에 콘크리트 댐인 하부댐을 건설하였다. 이 하부댐 하류지역의 농업용수 및 하천 유지용수를 공급하기 위하여 콘크리트 댐 제체 내 (Block No.12)에 영구 방류설비를 설치였으며, 비상시에는 이를 통하여 하부지 저수량을 일정기간내 배수할 수 있도록 계획하였다. 이 방류설비를 통하여 하부지 댐 하류지역에 용수공급되는 방류수를 이용하여 소수력발전 계획 하부댐 우안측 여수로에 소수력 발전소를 건설하여 수자원의 효율성을 높이고자 하였으나 집중호우 및 양수발전소 발전기 준공후 시험가동을 한 결과 호우로 인한 상류로부터의 탁수 유입과 발전으로 인한 하부지 내 담수지의 교란으로 인해 탁수가 발생하여 댐 하류지역 주민들의 민원이 제기되어 이에 대한 대책을 수립하고자 한다.

### 2. 탁수발생 원인

양양 양수발전소 하부지는 하부댐의 담수후 소수력발전소 시험운전시 탁수발생이 문제시 되어 왔는데 이는 방류설비 취수구 전면의 사토장 조성, 취수구 우안측 사면 및 주변 굴착사면에서의 토사 유입, 선착장 진

\* 정회원 · (주)삼안 수력부    부사장 · E-mail : [bkchoi@samaneng.com](mailto:bkchoi@samaneng.com)

\*\* 정회원 · (주)삼안 수력부 전무이사 · E-mail : [sjchun@samaneng.com](mailto:sjchun@samaneng.com)

\*\*\* 정회원 · (주)삼안 수력부    이사 · E-mail : [thkang@samaneng.com](mailto:thkang@samaneng.com)

\*\*\*\* 정회원 · (주)삼안 수력부    대리 · E-mail : [yhjung@samaneng.com](mailto:yhjung@samaneng.com)

입도로 공사 중 흘러내린 토사의 유입, 기타 상류지역에서 유입된 토사 등이 주요원인으로 추정되었다. 그러나 이러한 탁수현상은 오랫동안 지속되지 않아 이는 담수 완료 후 하부지 수면 아래 사면의 안정화와 토사의 침강으로 탁수발생요인이 감소되어 나타난 것으로 사료되었다.

그러나 집중호우에 따른 토사의 유입과 양수발전소의 운영으로 인한 발전방류수가 저수지내 바닥에 침강해 있던 토사 및 부유물을 교란시켜 발생되는 것으로 추정되는 탁수가 발생되었으며, 비록 홍수로 인한 토사의 일시적인 유입은 그 수량이 상대적으로 적어 하천유지용수의 방류와 여수로 무문의 개도 등으로 적절히 절감할 수 있으나 양수발전소 운영으로 발생하는 저수지내 토사의 교란은 저수지내 탁수 장기화를 우려할 것으로 판단된다.

더욱이 반복적인 발전과 양수의 과정을 거치면서 발전방류수의 출구인 방수구 맞은편에 쌓인 토사 및 기타 부유물이 방류수로 인해 교란된 상태에서 상·하부 저수지로 반복적으로 이동하므로써 저수지 수질을 악화시켰으며 하류 용수공급 및 하천유지용수 공급을 위한 영구방류수의 수질에도 영향을 주게 되었다.

### 3. 하류하천 수질개선을 위한 검토방안

#### 3.1 전제조건

하류하천 수질개선을 위한 방안 검토시 다음과 같은 전제조건을 고려하여 검토를 수행하였다.

- ① 소수력 발전소는 상시발전으로 운영을 하고 있으므로 상시발전을 유지할 수 있는 검토안을 선정할 것
- ② 지역주민들은 댐 건설전의 탁도가 유지되는 용수공급을 원하므로 이를 반영한 탁도가 1.0~2.0인 지점을 취수지점으로 선정할 것

#### 3.2 검토안 선정

양수발전소 운영과정에서 상·하류 저수지 발전수량의 순환으로 생기는 탁수발생은 불가피한 현상으로 판단되므로 이에 대한 근본적 해결방안을 모색하기 위해 다음과 같은 5개안을 선정하여 검토를 수행하였다.

- ① 제 1안 : 산야골 계곡수 이용안
- ② 제 2안 : 하부댐 직하류 침사지 설치안
- ③ 제 3안 : 저수지 상류에 취수구 설치안
  - 제 3-1안 : 기존 취수구 전면에 연결하는 안
  - 제 3-2안 : 기존 가배수터널 유입구에 연결하는 안
- ④ 제 4안 : 기존 취수구 전면에 선택취수탑 설치안
- ⑤ 제 5안 : 기존 취수구 전면에 차단스크린 설치안

#### 3.3 검토안 비교

##### 3.3.1 제 1안 : 산야골 계곡수 이용안

이 안은 양수발전소 종합사무실 좌안측에 위치한 계곡인 산야골의 계곡수를 이용하는 안으로, 이 계곡수는 발전소 진입도로를 따라 흘러내려 국도 56호선을 관통하여 하부댐 진입도로 시점부와 양수발전소 건설사무소 앞을 통과하여 하부저수지 내로 유입되고 있다. 수질은 댐 건설전과 동일하며 현재 취수정을 설치하여 종합사무실 운영자들을 위한 영구 급수용으로 계획하여 사용 중이다.

산야골 계곡에서 취수하여 하부댐 하류로 방류할 경우의 개략 흐름도는 다음과 같다.



산야골 계곡수를 이용하는 안에 대한 장·단점은 다음과 같다.

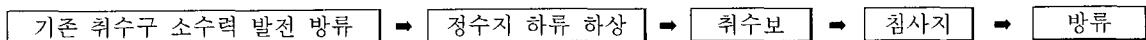
표 1. 제 1안 장·단점 비교

장 점	단 점
·자연유하식으로 별도의 양수시설은 필요 없음	·소수력 발전 중단 없음 ·노선이 길다
·양질의 용수공급 가능	·취수량을 일정하게 확보하기 곤란
·댐 하류 하상구간 바닥정화 가능	·취수관 설치공사가 어려움 ·취수구 전면에 보 및 벨브설치 필요

### 3.3.2 제 2안 : 하부댐 직하류 침사지 설치안

이 안은 하부댐 직하류에 침사지를 설치하여 부유사 및 소류사 등을 침강시켜 탁도를 개선한 후 하류에 방류하는 안으로 하부댐 직하류에 침사지 설치가 가능한 지점으로는 용소리 좌측에 있는 경작지가 적당한 것으로 조사되었다.

이 안에 대한 하류방류수의 개략 흐름도는 다음과 같다.



하부댐 직하류에 침사지를 설치하는 안에 대한 장·단점은 다음과 같다.

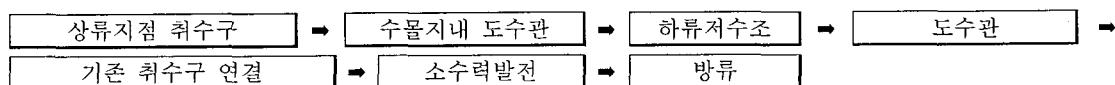
표 2. 제 2안 장·단점 비교

장 점	단 점
·연간 소수력 발전 가능	·침사지 설치지점 선정의 어려움 ·시설물 설치 필요 ·탁도개선 의문 ·탁수발생 원인 규명 불투명 ·필요방류량 공급지연 ·유지관리 필요 ·침사지 및 취수보 규모 과다 ·별도 보상비 필요

### 3.3.3 제 3-1안 : 저수지 상류에 취수구 설치안(기존 취수구 전면에 연결하는 안)

하부지내 탁도는 저수지 지점마다 차이가 있으며 홍수 발생 후 수몰지 상류측은 탁도가 약 1~2일 안에 개선되나 댐 지점으로 가까울수록 지연되어 최대 약 2~3개월이 소요될 경우도 있다. 이러한 관점에서 취수 지점을 최상류 지점으로 선택하여 취수구를 설치하는 안을 검토하였다.

제 3-1안에 대한 하류방류수의 개략 흐름도는 다음과 같다.



제 3-1안에 대한 장·단점은 다음과 같다.

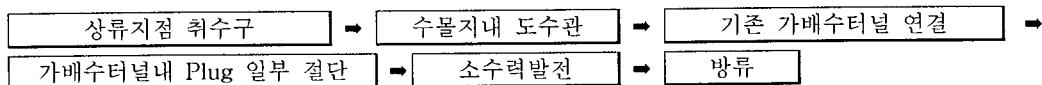
표 3. 제 3-1안 장·단점 비교

장 점	단 점
·연간 소수력 발전 가능 ·담수지내 저류량을 취수심 및 수위에 따라 항시 하류로 방류 가능 ·하류지역 주민들의 민원해결 가능 ·시설물 설치로 인한 추가 보상비 불필요	·시설물의 종류가 많고 공사비가 과다 ·공사시 하부저수지 수위저하가 필요 ·기존 취수구와 연결 필요

### 3.3.4 제 3-2안 : 저수지 상류에 취수구 설치안(기존 가배수터널 유입구에 연결하는 안)

이 안은 제 3-1안과 유사한 방법으로 유출구를 기존 가배수터널 입구에 연결하여 상류 취수구에서 도수관 설치지점은 제 3-1안과 동일하다.

제 3-2안의 하류방류수에 대한 개략 흐름도는 다음과 같다.



제 3-2안에 대한 장·단점은 다음과 같다.

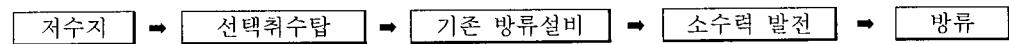
표 4. 제 3-2안 장·단점 비교

장 점	단 점
<ul style="list-style-type: none"> <li>맑은 물 공급 가능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>연간 소수력 발전 가동일수 제한</li> <li>저수지내 수위저하 필요</li> <li>공사비 과다</li> <li>기존 가배수터널내 Plugging 일부 단면 구멍뚫기</li> <li>밸브시설 필요</li> </ul>

### 3.3.5 제 4안 : 기존 취수구 전면에 선택취수탑 설치안

본 안은 기존에 설치되어 있는 취수구 전면에 선택취수탑을 설치하여 저수지내 수질의 탁도에 따라 선택취수가 가능할 수 있도록 하는 것이다. 그러나 현재 저수지내 탁도분포에 따르면 홍수시나 양수발전후 방수구와 땅지점 사이의 탁도는 선택취수를 하여도 소수력발전 방류수의 탁도는 개선될 수가 없는 어려운 상황으로 판단되어 본 안의 채택은 어려운 것으로 나타났다.

기존 취수구 전면에 선택취수탑 설치안에 대한 개략 흐름도는 다음과 같다.



선택취수탑 설치안에 대한 장·단점은 다음과 같다.

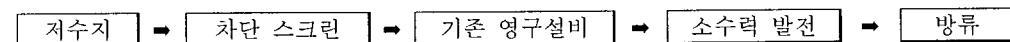
표 5. 제 4안 장·단점 비교

장 점	단 점
<ul style="list-style-type: none"> <li>선택취수가 가능한 구조</li> <li>연간 소수력발전 가능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>저수지내 정확한 탁도분포 파악이 어려울 경우 설치곤란</li> <li>취수탑 규모 커짐</li> <li>구조물 간섭사항 발생</li> <li>수중공사 또는 가물막이 필요</li> <li>다단식 수문설치 필요</li> </ul>

### 3.3.6 제 5안 : 기존 취수구 전면에 차단스크린 설치안

본 안은 제 4안과 동일하나 취수탑 및 다단식 수문 대신 토목섬유를 이용하여 Stoplog형 차단스크린을 설치하여 저수지내 토사 미립자가 취수구내로 유입되는 것을 방지하도록 하는 방법이다. 이 또한 저수지 내의 탁도분포가 수위별로 동일하게 심한 경우 적용이 곤란하다.

기존 취수구 전면에 차단스크린 설치안에 대한 개략 흐름도는 다음과 같다.



기존 취수구 전면에 차단스크린 설치안에 대한 장·단점은 다음과 같다.

표 6. 제 5안 장·단점 비교

장 점	단 점
·선택취수탑 설치비에 미해 공사비가 저렴	·저수지 탁도분포가 정확하지 않을 경우 적용 곤란
·다단식 수문 및 밸브 설치 불필요	·토사미립자 통과여부 파악 곤란
·강재구조로 Frame 설치시 공사가 용이	·저수지 수위가 낮을 경우 월류수량이 부족하면 토목섬유의 투수성이 떨어져 소수력 발전수량 확보 곤란
·구조체가 간단	·저수지 수표면 균쳐에 탁수오염이 심할 경우 탁수 저감 효과 미흡
·선택취수 가능	·유지관리비 과다      ·구조물 간섭사항 발생
·연간 소수력 발전 가능	·별도 보관장소 필요      ·교체시 설치장비 필요

#### 4. 결 론

상기 검토한 양수발전을 통한 하류하천 방류수의 수질개선을 위한 5가지 안을 검토한 결과는 다음과 같다.

제 1안 : 양질의 용수공급이 예상되나 취수량을 일정하게 유지하기 곤란함

제 2안 : 침사지 설치지점 선정이 어려우며 탁도개선여부 의문, 유지관리비 과다

제 3-1안 : 공사비 과다 및 공사시 수위저하가 필요하나 하류지역 민원 해결 및 추가 보상비 불필요, 수위에 따른 상시방류 가능

제 3-2안 : 제 3-1안과 유사하나 Plugging 구멍을 뚫어야 하며 소수력발전 가동일수 제한이 있음

제 4안 및 제 5안 : 저수지 탁도분포가 수위별로 동일하게 심한경우 적용이 곤란

위와 같은 결과에 따라 양수발전에 따른 하류방류수의 수질악화를 해결하기 위한 방법으로 취수원 지점, 수질, 소수력 발전 연계성 및 장·단점을 고려할 때 저수지 상류에 취수구 설치안 중 기존 취수구 전면에 연결하는 방안인 제 3-1안을 적정안으로 선정하였다.

#### 참 고 문 현

1. 한국수자원학회(2005), 댐설계기준
2. USBR(1987), Design of Small Dam
3. 송재우(2004), 수리학
4. 한국전력공사(1997), 양양양수 1~4호기 설계기술용역 기본설계 보고서
5. 한국중부발전주식회사(2006), 양양양수 1~4호기 설계기술용역 소수력운영에 따른 탁수저감대책