



WATER
FOR
FUTURE



소양강댐 탁수저감대책 추진 현황

- 선택취수설비 건설 사례 중심으로 -



염 경 택 |
한국수자원공사 수자원사업본부장
yumkt@kwater.or.kr



고 양 수 |
한국수자원공사 소양강댐관리단장
ysko@kwater.or.kr



이 필 진 |
한국수자원공사 소양강댐관리단 팀장
piljin@kwater.or.kr



김 한 섭 |
한국수자원공사 소양강댐관리단 과장
deepfall@kwater.or.kr

I. 추진배경

소양강다목적댐은 1973년 10월에 홍수조절과 용수공급 및 전력생산을 목적으로 준공되어 최근까지 그 역할과 목적을 충실히 수행해왔다. 그러나 2006년 7월 댐 상류 지역의 고령지밭 경작지 및 산림 개간 지역에 기록적인 폭우(시간당 강우량 최대 88mm, 월강우량 832mm)로 다량의 토사가 댐 내로 유입되

었다. 소양강댐의 평시 방류설비는 EL.130m~150m에 위치하고 있으며, 2006년 7월 발생된 고농도의 탁수층(최대 328NTU)은 수심 30~50m의 심층대에 집중적으로 분포하여 소양강댐은 하루 용수 공급을 위해 불가피하게 고탁수의 흙탕물을 하루로 방류하였다. 이로 인해 하류하천 환경 악화, 소양정수장 등 하류 취·정수시설에서의 정수처리 비용 증가 및 수생태환경 오염 등 사회적으로 큰 이슈가 되었고, 예년의 탁수발생 지속기간이 1~2개월이었음에 반해 2006년 7월에 발생한 탁수가 다음해 2월까지 지속되는 등 장기화되어 정부의 적극적인 대책 수립 필요성이 대두되었다.

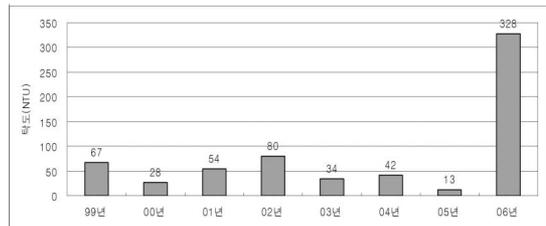


그림 1. 연도별 소양강댐 방류수 최고 탁도

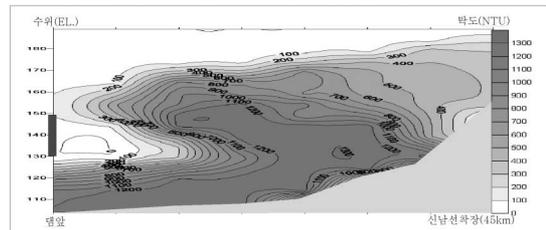


그림 2. 2006년 7월 저수지 탁도분포 현황

II. 탁수저감 정부종합대책의 개요

이에 K-water가 참여한 국정현안정책조정회의에

서 고탁수 발생후 30~60일 이내 댐 저수지 및 방류수 탁도를 30~50NTU 이하로 유지하고, 수온변화로 인한 저수지 상부와 하부층이 혼합되는 전도현상이 발생하는 11월 이전까지 목표수질을 유지하는 것을 목표로 하여 총 사업비 3,839억원을 투자, 소양강 유역 및 댐내의 탁수저감 대책을 수립, 발표하였다.

대책은 크게 시설대책과 제도개선 및 관리대책 등으로 구성되며, 시설대책으로는 탁수발생량의 저감 및 발생한 탁수에 대한 신속한 배출을 위한 받기반정비사업 등을 비롯한 13개 대책, 제도개선 및 관리대책으로는 수생태계조사, 도로건설시 토사유출저감기준 강화, 급경사 농지 감축방안 마련, 고랭지 객토시행 억제 및 사전재해영향성 검토 이행 철저 등 10개 대책으로, 시설대책의 세부 추진내용은 다음과 같다.

표 1. 탁수저감정부종합대책(시설대책)

구분	주요대책	추진내용
유역 대책	받기반정비사업	• 상류지역 받, 주변지역 경지 정리, 우회수로, 농로개설 등(1362ha)
	농업용저수지 건설	• 유입탁수의 저류·침전을 위한 농업용 저수지 건설(양구 만대천 1개소)
	사방댐 건설	• 산사태 유발예상지역 등 취약지구에 사방댐 94개소 설치
	임도구조개량	• 도로유실 및 산사태 발생 우려구간에 옹벽, 석축 및 골막이 설치(43.7km)
	고랭지밭 비점오염저감	• 고랭지밭 경작지(1,603ha)에 대한 우회수로, 배수로, 사면보호시설 및 낙차공 등 설치
	지방하천정비	• 자운천 등 지방하천에 대한 제방보축 및 호안정비(21.0km)
	댐유역 숲가꾸기	• 유역내 산지에 대한 간벌, 수종개량 등 토양유실 감소사업 추진(46,246ha)
	녹비재배사업	• 담상류 유류농지에 사료작물 등을 재배하여 토사유출 저감 및 지역증진(4,405ha)
	소하천정비사업	• 홍천군 등 3개 시군 소하천 정비(78.0km)
	탁수일시배출 시설 설치	• 홍수기간 중 댐내 유입탁수를 일시에 배제하기 위한 시설 설치
댐내 대책	선택취수설비 설치	• 댐하류 탁수개선을 위한 선택취수설비 설치
	저수지내 어족보호사업	• 저수지내 어족보호를 위한 치어방류 및 산란장 설치
	탁수자동측정 장치 설치	• 저수지 유입부 및 저수지내 탁수분포현황의 실시간 측정이 가능토록 자동측정장치 설치 (6개소)

위 사항중 현재 댐내 시설대책으로 진행중인 소양강댐 선택취수설비 건설공사를 위주로 추진현황 및 효과에 관해 중점적으로 검토하였다.

III. 소양강댐 선택취수설비 건설공사

소양강댐 선택취수설비 건설공사는 탁수저감 정부종합대책의 댐내 대책의 일환으로서 탁수방류 일수저감을 위해 취수탑 및 연결터널을 신규로 축조함으로써 임의층의 용수를 선택적으로 취수할 수 있도록 하기 위해 K-water에서 시행하는 사업이다.

본 사업은 기존 취수탑 인근에 임의층의 용수를 선택적으로 취수가 가능한 취수탑을 건설하고, 신규 터널을 개설하여 이를 기존 도수터널에 접속하여, 신규 취수탑 운영시에도 기존 도수터널을 이용하여 발전 및 하류 용수공급이 가능토록 설계되었다.

표 2. 소양강댐 선택취수설비 건설공사 개요

- 공사비 : 426억원
- 시설개요
 - 취수탑 : B16m×L22.2m×H89.2m
 - 취수문비 : B10m×H4.8m×3문(직선단단식 Roller Gate)
 - 연결터널 : D=7.3m, L=70.1m(원형)
 - 가물막이, 수직터널 굴착 및 보강 등



그림 3. 소양강댐 선택취수설비 조감도

소양강댐 선택취수설비 건설공사는 2007년 설계에 착수, 2009년 실시설계를 완료하였고, 2009년 11월에 공사를 착공하여 2011년 10월말 공정률은 42.8%로 정상 추진 중에 있다.

선택취수설비의 건설은 크게 ① 사면굴착(EL.202m~EL.180m) ② 수직구 굴착을 위한 가물막이 축조 ③ 수직구 굴착(EL.180m~EL.126m) ④ 신규 도수터널 굴착(총 70.1m중 기존 터널과의 접속부 구간 제외) ⑤ 신규 취수탑 건설(EL.126m~EL.202m) ⑥ 취수문비 설치 ⑦ 기존터널과의 관통을 위한 하류용수공급 중지 및 접속부 시공 ⑧ 조절문비 거치 및 취수탑 상부구조물 설치 등의 순서로 진행된다.

1. 임시 가물막이 변경

본 공사는 저수구역 내 협소한 급경사 지역에서 시행되며, 저수위 하부 대단면 대심도의 수직터널 굴착, 기존 도수터널과 신설 터널과의 접속 시공 및 접속 시공을 위한 하류 용수공급 중단 등 고난이도 공종으로 구성되어 있으며, 현장 배후에 위치한 소양강댐 선착장 진입도로는 연중 수많은 관광인파와 차량이 통행하고 있는 등 쉽지 않은 여건을 가지고 있다.

한편, 본 공사중 임시 가물막이는 취수탑 축조를 위한 수직굴착 및 신규 도수터널 건설시 저수위 변화에도 영향을 받지 않고 공사를 추진하기 위한 중요한 시설로서, 실시설계를 통해 선정된 가물막이는 강관널말뚝 공법으로 강관말뚝 다수를 지중에 타입하여 벽체를 형성한 후, 벽체 이음부를 지수처리하여 차수기능을 확보하는 방안이었으나, 시공성 및 안전성 측면에서 현장에 적용하기에는 다소 무리가 있는 것으로 검토되어 현장여건 및 시공성, 안전성 측면에서 보다 안전한 원형 콘크리트 구조물 형식으로 변경하여 적용하였다. 임시 가물막이는 2010년 6월 기초보강을 시작으로 하여 9월 말 완료하였으며, 가물막이 축조 이후 2010년 하반기 소양호 저수위가 EL.185m 이상이 3개월 이상 유지될 때에도 누수, 균열 등의 문제가 전혀 발생하지 않았다.

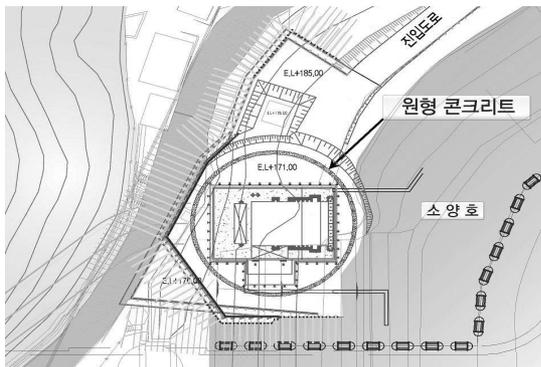
표 3. 임시 가물막이 개요

가물막이 제원	<ul style="list-style-type: none"> • 형 식 : 원형 콘크리트 구조물 • 구 조 : 철근콘크리트(27MPa, 2,605m³) • 높이/내경 : 최대 26m(EL.172m~198m)/31.6m • 벽체 두께 : 0.6m~1.0m
시공성	<ul style="list-style-type: none"> • 자재야적 및 철근가공, 콘크리트 타설에 필요한 면적이 적음 • 레이콘, 철근 등 자재운반시 현장진입이 용이하며, 기존 도로에의 간섭을 최소화할 수 있음 • 시스템 거푸집을 제작, 적용하여 공기단축이 가능
안전성	<ul style="list-style-type: none"> • 원형 구조로 좌굴 위험이 적으며, 지반과의 접촉면이 넓음 • 시공과정에서 난간 및 통행로 확보가 용이하여 작업중 안전사고 가능성이 적음 • 재료의 수밀성이 높으며, 시공이음부의 지수판 효과가 탁월함 • 하자발생율이 낮으며 상시 육안점검이 가능

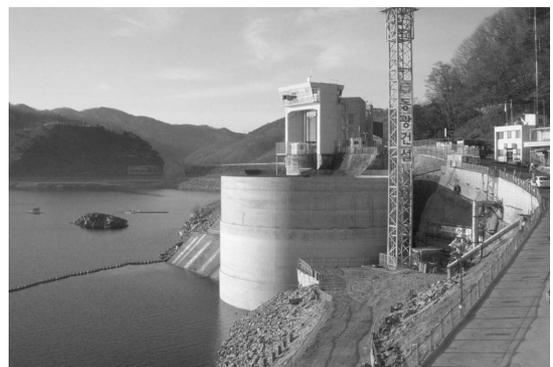
면에서 현장에 적용하기에는 다소 무리가 있는 것으로 검토되어 현장여건 및 시공성, 안전성 측면에서 보다 안전한 원형 콘크리트 구조물 형식으로 변경하여 적용하였다. 임시 가물막이는 2010년 6월 기초보강을 시작으로 하여 9월 말 완료하였으며, 가물막이 축조 이후 2010년 하반기 소양호 저수위가 EL.185m 이상이 3개월 이상 유지될 때에도 누수, 균열 등의 문제가 전혀 발생하지 않았다.

2. 선택취수범위 재선정

선택취수설비 건설공사 착공 후, 강제설비 발주를



<가물막이 단면도>



<공사현장 전경>

그림 4. 임시 가물막이

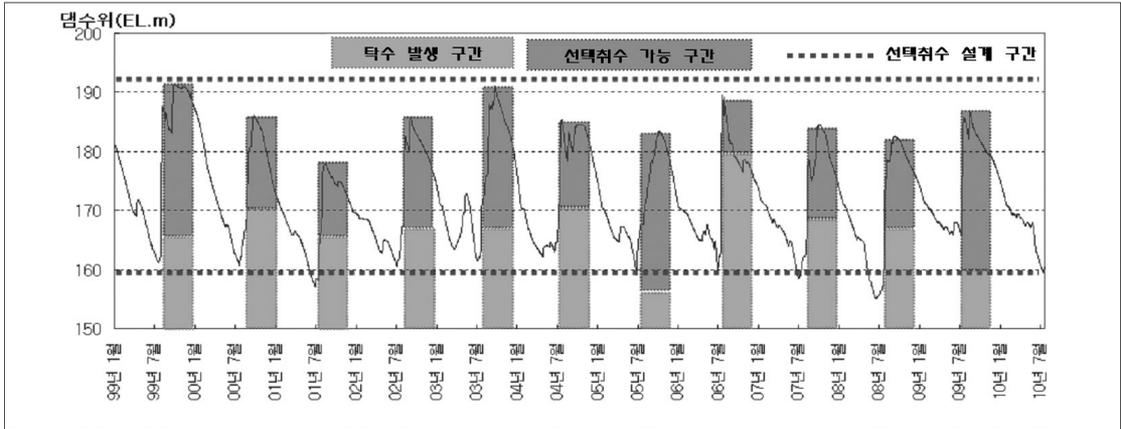


그림 5. 과거 11년간 탁수발생시 수위 및 탁수/취수 분포구간

위한 기존설계에 대한 재검토 과정에서 선택취수범위의 적정성에 대한 분석을 통해 신규 취수탑의 취수구 규모를 EL.160m~EL.193.5m에서 EL.170m~EL.184.5m로 축소하였다.

실시설계 결과, 신규 취수탑의 취수범위는 EL.160m~193.5m로 산정되어 있었으나, 상단부의 고도는 댐의 상시만수위로 상시 물이 차 있는 구간이 아니며, 1999년~2009년 11년간 탁수발생 분포현황을 분석한 결과, 대규모의 탁수가 발생한 2006년을 제외하면 대부분 취수층은 EL.170m 이상에 위치하고 있는 것으로 분석되었다. 한편 저수지 하부구간에서의 탁수발생시에는 기존 취수구(EL.130m~EL.150m)를 통한 취수범위에 해당되므로 기존 취수

탑을 통한 배제가 가능하며, 이에 신규 취수설비의 취수범위 하단부는 당초 EL.160m에서 EL.170m로 상향하여도 탁수배제 기능에는 문제가 없는 것으로 검토되었다.

상단부는 상시만수위(EL.193.5m)를 기준으로 하여 표층 취수설비를 운영중인 용담댐의 사례로 비추어 표층으로부터 수심 5m 지점에서 취수하는 것으로 가정하고, 과거 탁수발생 사례를 기준으로 검토한 결과, EL.184.5m로 변경하여도 상시 취수취수에 지장이 없으며, 공사현장이 협소한 급경사 지대에 위치한 것을 감안할 때 적절하고, 선택취수범위 축소를 통해 강재설비 제작 등에 소요되는 비용도 절감할 수 있는 것으로 나타났다.

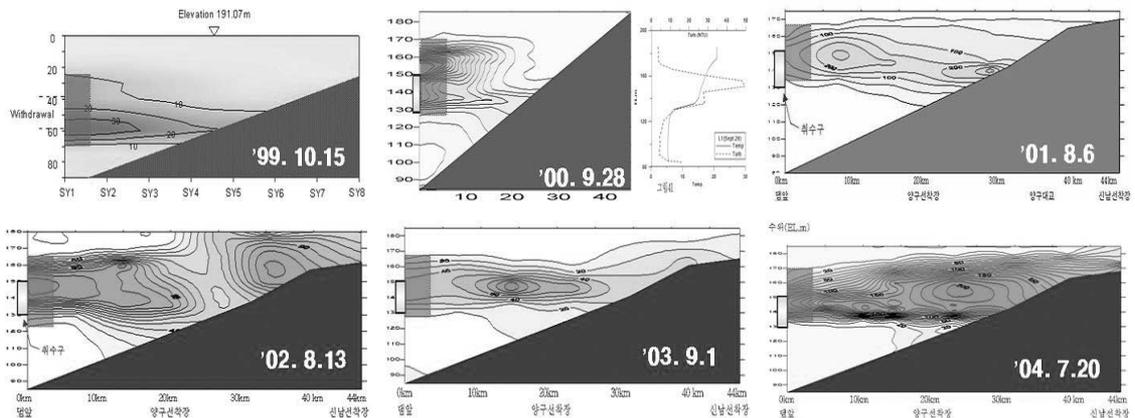


그림 6. 연도별 소양호 탁수발생 현황(1999년~2009년)

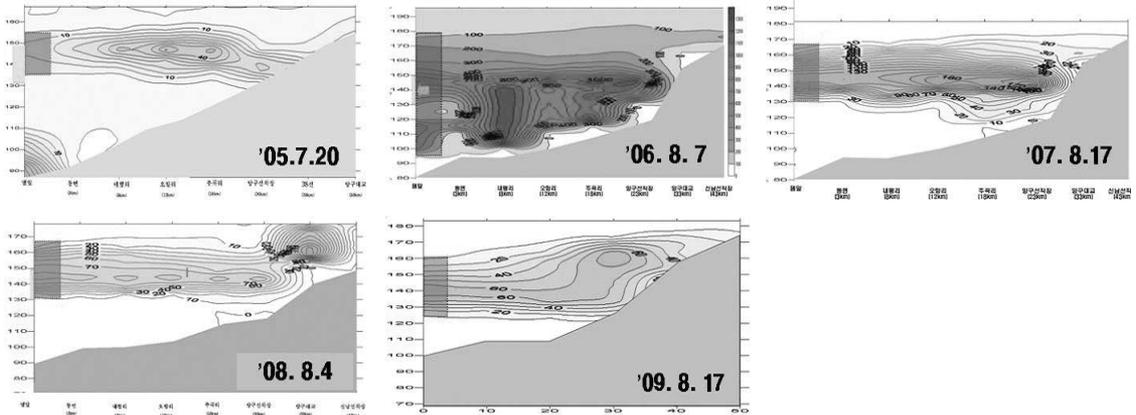


그림 6. 연도별 소양호 탁수발생 현황(1999년~2009년) (계속)

IV. 맺음말

2007년 3월 탁수저감 정부종합대책 확정 이후, 2013년 동 대책의 완료를 위해 관계기관별로 총 4,452억원을 투입하여 추진 중에 있으며, 2011년 1분기까지 54.8%의 추진율을 보이고 있다.(농업용저수지 건설, 탁수자동측정장치 설치 등의 단위사업은 100% 완료됨)

또한, 대책의 실효성 확보 및 목표기간내 완수를 위해 지역주민, 시민단체 및 관계기관이 공동으로 참여하는 ‘소양호유역 수질보전대책 협의회’를 구성, 원주지방국토청장 및 환경청장이 공동의장으로 주

적으로 추진실적을 점검, 관리 중에 있다.

2006년 고탁수 이후, 댐내 최고 탁도는 감소 추세에 있으며, 특히 금년 10월말까지 강수량은 1,555mm(예년대비 133%)로 많았으나 7월 집중호우시 최대탁도는 52.2NTU로서 탁도수치는 크게 낮아져, 상류지역인 홍천, 양구, 인제 지역에서의 대책사업 추진이 결실을 맺고 있는 것으로 볼 수 있다.

앞으로도 K-water를 비롯한 관계기관에서는 탁수저감대책 적기에 완료하기 위해 불철주야 노력할 것이며, 대책사업이 모두 완료되면, 소양강댐은 서울 및 수도권 주민의 청정 식수원이자 생태계 보전의 동지로 다시 태어날 것이다. ☺

참고문헌

1. 국무조정실 등 관계부처 합동(2007.3), 소양강댐 탁수저감 정부종합대책
2. 한국수자원공사(2009), 소양강댐 선택취수설비 건설공사 기본 및 실시설계 보고서