

과 제 명	그래도 돌아야 한다! 역경을 딛고 “다시 돌아가는 소수력발전”		
제출부서	영·섬유역본부 영산강보관리단	과제 분야	적극행정
팀 원	(리더) 이수한 대리 (팀원) 김동진 부장, 장경식 차장, 한정희 과장		

- 정부정책에 의한 보 운영수위 변화로 소수력 발전설비 발전중지(‘17년~)
- K-water 최초 발전제약下 소수력 재가동 프로세스 정립으로 보 발전 운영확대
- 총 발전수익 32.4억원, 탄소중립 9,340tCO<sub>2</sub>, 영산강수계 자연성 회복 효과 기대

기 존	개 선
<ul style="list-style-type: none"> <li>·(발전중지) 보 모니터링 장기화로 발전중지</li> <li>·(사례전무) 발전제약下 운영사례 전무</li> <li>·(무효방류) 발전정지에 따른 무효방류 증대</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>·(발전재개) 성능진단을 통한 발전운영 재개</li> <li>·(프로세스) 발전제약下 운영 프로세스 구축</li> <li>·(기대효과) 수익창출, 탄소중립, 자연성 회복</li> </ul>

## 1. 추진배경

- ◇ 영산강수계 보 운영수위 변화로 인한 소수력 발전설비 발전중지(‘17년~)
  - ‘돌리느냐 vs 멈추느냐’, ‘경영 vs 기술’ 관점의 의견대립!! -
  - ▶ K-water 기술자의 자존심을 걸고, 잠든 소수력을 한번 깨워보자!

- (정부정책) 국가물관리위원회 영산강수계 보 처리방안 심의의결
  - \* 물관리기본법 제22조 제8호 의거, 승촌보 상시개방, 죽산보 해체(‘21.1.18.)
- (발전제약) 보 운영수위 변화\*로 소수력 발전설비 발전중지(‘17년~)
  - \* 승촌보: (상류) 7.5→5.5m/(하류) 3.5→1.5m, (문제점) 방류구 개구
  - \* 죽산보: (상류) 3.5→1.5m/(하류) -1.35m, (문제점) 운영낙차 미달



<b>돌리느냐</b>	VS	<b>멈추느냐</b>
“기술자라면 최적 운전점을 찾아서 돌려야 한다”		“설비 운영기준에 벗어나니 돌려서는 안된다”

- 발전제약下 소수력 발전설비 재가동시 발생 문제점
  - (설비고장) 정격 운영조건(운영수위 미달, 방류구 개구)을 벗어나 소수력발전을 돌릴 경우 설비고장이 발생할 수 있음
  - (비용손실) 보 모니터링 정책 변화 시 재가동으로 인한 소요비용 손실(설비 장기운휴로 인한 점검·수리비용 등)이 발생할 수 있음
- 고장없는 최적 운전점 도출 및 발전 수익을 얻을 수 있다면?
  - (최적운전) 두드리면 열릴 것이다! 사전 기술검토 및 설비점검, 유관부서(사업, 진단, 감사 등)와 협업으로 최적 운전점 도출
  - (기대효과) 보 처리방안에 대한 기대효과(5년)를 적용하였을 때, 총 발전수익 32.4억원 창출, 탄소배출 9,340tCO<sub>2</sub> 저감 예상

## 2. 추진내용

- ◇ K-water 최초로 발전제약下 소수력 재가동 프로세스를 정립하여,
- ◇ 사전점검, 시운전, 성능진단 결과 최적 발전 운영점 도출 및 재가동 실시
  - ▶ 승촌보(소) 상시운전('22.8.1.~) 및 죽산보(소) 확대운영('22.7.12.~) 시행

### 영산강수계 소수력 발전설비 최적 운전점 도출 및 효율적 운영방안 수립

- 최적 운전점 도출을 위한 설비점검 및 성능진단 실시(승촌보(소))
  - (사전점검) 발전계통, 수차계통 및 수문 등 상태 점검('21.4.6)
  - (시 운 전) 발전설비 무부하 및 부하(계통병입)운전 시행('21.4.8, 14)
    - \* 점검결과: 목표값 200kW 설정, 실증출력 150kW시 안정적 출력 발생
  - (성능진단) 단독운전 및 병렬(조합)운전시 단계별 출력시험('21.4.15)
    - \* 점검결과: 150kW 이하시 진동값 기준치 이내 측정, 캐비테이션 발생주파수 검출



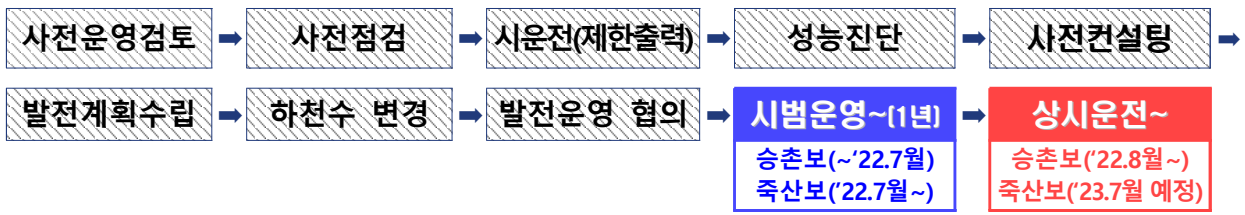
<사전점검>

<시운전>

<성능진단>

<관내시경>

## 《영산강수계 발전제약下 소수력 재가동 프로세스 진행 현황》



- 사전컨설팅을 통한 시범운영 완료(~'22.7, 1년) 및 상시운전 실시('22.8~)
  - (사전컨설팅) 승촌보(소) 발전운영 시행여부 사전컨설팅감사 완료('21.7.27)
    - \* 감사결과: 400kW 대비 150kW로 제한운전, 수차발전기 분기별 정밀점검 실시
  - (시범운영) 사전컨설팅 결과에 의거, 소수력 발전설비 재가동('21.8.9~1년)
    - \* 운영내용: 발전출력 제한(400kW→150kW), 상류 유입량 대비 탄력적 운영
  - (관내시경) 관내부 표면 손상여부 분기별 점검 완료('21.11.12~)
    - \* 점검결과: 이상없음, (사전,1차) '21.7.16 (2차) '21.11.12 (3차) '22.3.29. (4차) '22.7.20.
  - (상시운전) 시범운영(1년) 검토결과, 승촌보(소) 상시운전 실시('22.8.1~)
    - \* 운영결과: 수차 #1, 2호기 진동데이터 기준값 이내, 관내부 캐비테이션 이상없음
- 승촌보 시범운영 결과기반 영산강수계(죽산보(소)) 확대적용 시행('22.7~)
  - 죽산보(소) 사전컨설팅 완료('22.5) 및 시범운영 실시('22.7.12~1년)
    - \* 운영내용: 정격 610kW 대비 250kW로 가동, 수차 표면 손상 발생유무 분기별 점검 실시

### 3. 실무상 어려움과 해결 노력

- ◇ 동일조건인 운영사례가 전무하며, 문제발생 시 책임소재가 불분명하여 실시부담
  - ▶ **의기투합**: 모든 유관부서의 적극적인 협업을 통한 최적 운전점 도출
  - ▶ **주마가편**: 사전컨설팅 감사 결과로 발전설비 재가동 추진력 확보

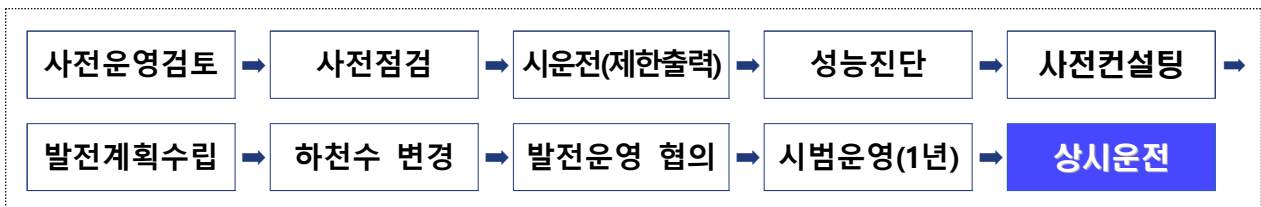
- 발전제약下 소수력 발전 운영 재개시 어려움
  - (사례전무) 타지사 및 타기관 발전 제약下(낙차정격 수위 미충족 및 방류구 개방) 설비운영 유사사례가 없어 운영 가능여부 판단 어려움
  - (책임소재) 사전점검 및 시운전 후 적정 운영점을 찾았으나 실제 발전운영 시 문제 발생에 대한 책임소재 불분명하여 실시부담

- 달리는 말에 채찍을 더하다! 모두 함께 이뤄낸 소수력발전 재가동!
  - (의기투합) 사전점검(점검정비), 시운전(본부), 성능진단(본사) 등 주요사항 추진 시 유관부서와 합동 점검 및 시운전을 통한 최적 운전점 도출
  - (주마가편) 사전컨설팅감사로 전문부서(감사실, 진단처, 영섬유역관리처, 수자원운영처, 수자원시설처) 의견을 수용하여 발전운영 시 문제점 해소

#### 4. 주요 성과

- ◇ K-water 최초 재가동 프로세스 수립으로 승촌보→영산강수계 발전운영 확대
- ◇ 영산강수계 총 발전수익 32.4억원, 소나무 142만그루 효과 예상(5년)
- ◇ 죽산보 구하도 자연성 회복으로 주변 생태계 복원 및 농번기 민원 해소

- 그간 발전운영으로 발전수익(SMP기준, REC미포함) 창출 및 탄소중립 기여
  - (승촌보) 발전수익 256백만원, 탄소중립 856tCO<sub>2</sub> 달성('21.8~'22.7)
  - (죽산보) 발전수익 195백만원, 탄소중립 476tCO<sub>2</sub> 기대('22.7~, 1년)
- 향후 유사사례시 적용 가능한 “소수력 발전설비 재가동 프로세스” 정립



- 죽산보 구하도 자연성 회복 및 지역민 농번기 양수관련 민원 해소
  - 발전용수 흐름(분류→구하도)으로 구하도 재순환 및 주변 생태계 회복
  - 농번기 양수민원(구하도 수위저하)을 발전방류를 통해 구하도 충수로 해소

#### 5. 향후 계획

- ◇ 향후 영산강수계 발전운영 빅데이터 분석을 통한 죽산보 상시운영 실시('23.7) 및 발전제약下 운영 효율성 증대, 유사 제한발전 가능 대상설비 확대 추진

- (안정화) 발전데이터 추적·분석을 통한 운영 효율성 향상 및 안정성 강화
- (성과확산) 효과분석 및 사례전파를 통해 추가 제한발전 가능설비 발굴 지원

## 참고1

# 소수력 재가동을 위한 점검 및 진단 실시

### □ (특별점검) 장기운휴 발전설비 시운전을 위한 사전 특별점검

- **【점검일시】** 2021.04.06.(화) 14:00 ~ 17:00
- **【발전기계통】** 발전기 및 전력설비 등 절연저항 측정, PLC프로그램 로직 확인
- **【수차계통】** W/G, R/B 동작시험, 유압설비(동작,누유), 베어링, 샤프트 점검
- **【기타계통】** 유입.유출수문 및 바닥배수펌프 동작, 상태진단시스템(진동) 점검



변압기 절연저항 측정

전력설비 절연저항 측정

W/G, R/B 동작시험

진동, 소음 측정

### □ (시운전) 발전설비 무부하 및 부하(계통병입) 운전 시행

- **【점검일시】** 1차 2021.04.08.(목) 09:40 ~ 16:10, 2차 2021.04.14.(수) 09:40 ~ 11:40
- **【무부하운전】** 「1호기, 2호기 W/G 14%, R/B 30%」 (소음, 진동값 양호)
- **【부하운전】** 「1호기, 2호기 출력 100kW~200kW」 (목표값 200kW→ 출력150kW)
- **【특이사항】** 목표값(200kW) 설정, 실증출력(150kW) 출력저하 현상 발생



시운전 안전회의

소음 측정

소수력 유출부 전경



계통병입 발전출력값 입력

진동 측정

상태진단시스템 진동값

□ (성능진단) 물종합진단처 성능진단 실시

- 【진단일시】 2021.04.15.(목) ~ 04.16.(금) 09:00 ~ 17:00
- 【진단대상】 승촌보 1, 2호기 수차발전기(400kW×2EA)
- 【진단방법】 호기별 단독운전 및 병렬(조합)운전시 단계별 출력시험
- 【진단장비】 Data취득장치 Dewe-500(Dewetron社)
- 【측정센서】 압력(PTX-630), 변위(WS10SG), 진동(VO622B01), 가속도(622B01)



진동 및 주파수 분석



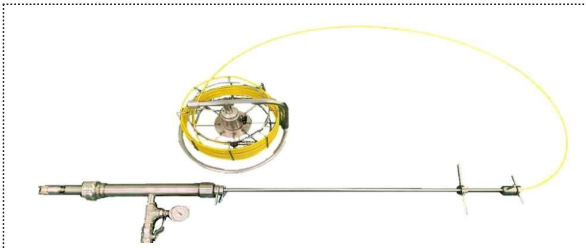
측정센서 부착



#1호기+#2호기 방류구 전경

□ (관내시경) 영·섬유역본부 수도지원센터 관 내부 진단 실시

- 【진단일시】 2021.07.16.(금) 10:00 ~ 17:00
- 【진단대상】 승촌보 수차발전설비 #1, #2호기
- 【진단방법】 관 내시경 장비이용 Cavitation 현상 예상부위(R/B, W/G) 점검
- 【진단장비】 관 내시경 장비(D80mm 이상, HD화질, 녹화장치내장 )



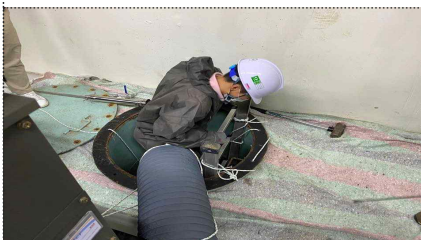
관 내시경 장비



Main 모니터



보조 모니터



점검구 내부 진입



Draft 내부 촬영



영상확인 및 내부제어