

Human Error 발생 방지 및 사전 사고 예방활동으로 안전하고 아름다운 금강을 국민들에게



장 성 원

금강통합물관리센터 운영팀 차장
chang@kwater.or.kr



박 성 수

금강통합물관리센터 운영팀 과장
parkss@kwater.or.kr

최근의 물 관리는 변화무쌍하고 예측하기 힘든 기상현상 때문에 많은 어려움을 겪고 있다. K-water는 4대강 사업이후 보를 운영관리 하면서 금강의 경우 수계내의 댐과 보를 연계하여 효율적으로 운영관리 할 수 있는 기반을 구축하게 되었다. 이를 통하여 하천 전반의 상황을 실시간으로 감시함으로써 홍수 등에 대한 재난에 한층 더 대응할 수 있는 역량을 확보 하게 되었다.

몇 년간 발생했던 하천에서의 사고를 살펴보면 북한 황강댐의 무단방류로 인한 임진강 유역에서의 인명 사고와 어린이가 숨진 보온 수문사고, 청계천에서의 폭우로 인한 급격한 유량 증가로 시민들이 고립되었던 사고 등에서 알 수 있듯이 대형 사고를 유발할 수 있는 개연성을 가지고 있다. 특히 대형 댐이 아닌 지역주민이 상시 출입하는 하천유역의 보의 경우에는 적절하고 정확한 수문운영과 경보 등이 소홀히 될 경우에는 인명에 대한 위험을 초래할 수 있는 상황이 발생할 수 있을 것이다.



임진강 수난사고



보청천 수문사고



청계천 고립사고

<그림 1> 하천 사고 사례

하천에서의 사고를 방지하고, 최적의 물 관리를 위하여 4대강 운영에는 사고발생요소를 사전에 발굴하고 이를 실제 시스템에 반영함으로써 안정적인 운영을 가능하도록 하였다. 또한, 실제 설비의 운영현장이 국민의 생활과 밀접한 영향을 줄 수 있다는 점에서 사고예방은 중요하다고 하겠다.

과학적이고 효율적인 수계별 통합 물 관리 완성

금강 수계에는 대청, 용담댐을 비롯하여 세종, 공주, 백제보가 준공되어 운영하고 있으며 이를 하나의 계통으로 시스템화 함으로써 통합 물관리 체계를 구축하였다. 각 보에는 상·하류 수위국을 설치하여 보의 유입·방류량을 산정하고 있으며, 보별로 하류에 경보 국을 시설하여 방류로 인한 인명피해 예방에 노력하고있다.



금강수계통합 물관리 화면



백제보 보 수문자료 감시화면

〈그림 2〉 K-water 실시간 수문자료 관리시스템

금강수계 내에 설치되어 있는 보의 현황은 아래 표와 같으며, 보는 각 지역의 특징을 살려서 세종보는 측우기와 한글, 공주보는 봉황의 날개짓, 백제보는 백마강을 바라보는 계백장군을 형상화 하여 지역 명품 보로 구축되었다.

〈표 1 금강 수계 보별 현황〉

구분	세종보	공주보	백제보
전경			
수문 형식	 전도 게이트	 트러스 리프트 게이트	 2단 쉘게이트
제어 방법	수문별 각도 값 제어 : 수문크기(4m, 2.8m)	절대값 입력 (최초 위치 → 이동위치)	상대값 입력 (현위치 → 이동위치)

휴면에러 저감을 위한 표준화 된 수문제어 로직 적용

수계센터(백제보)에서 3개보의 통합운영을 실시하고 있으며, <표 1>에서 보여지 듯이 보별로 수문형식이 다르게 구축이 되어 있어 조작방법이 상이하게 되어있다. 통합센터 운영자는 각 보별로 수문을 조작함에 있어서, 개도(cm, 열고자하는 범위)에 따라 수문별 각도 또는 절대, 상대 값으로 운영을 하게 되어 운영자의 실수로 인한 오 입력이 발생 가능하여 이를 연구동호회와 직원간의 소통을 통하여 개선방안을 도출 적용하여 직관적인 단 하나의 방법으로 제어할 수 있도록 구성함으로써 휴면에러를 사전에 예방할 수 있도록 하였다.



수문제어 로직 연구동호회 활동



수문제어 직무교육

<그림 2> 금강통합물관리센터 사고예방 활동

휴면에러 발생요인 도출을 위한 업무분석 결과 2가지 커다란 항목을 확인 할 수 있었으며, 첫째로 수문별 조작 용어가 혼용과 둘째로 수문조작 방법 상이로 인한 휴면에러 발생 가능성을 확인 하였다. 용어는 아래 표와 같이 수문별로 정의하여 혼동을 방지 하였다.

<표 2> 수문별 용어 재 정의에 따른 운영자 혼동 방지

용어 정의	용어 정의		
	전도 게이트	트러스 리프트 게이트	2단 셀게이트
변경	OPEN → 기립 CLOSE → 전도	OPEN → 열림 CLOSE → 닫힘	OPEN(상단) OPEN(하단)
※ 하천 유량이 증가시 수문 OPEN이 형식에 따라 아래, 위로 움직임에 따른 혼동 가능			

두 번째로 금강 수계 각 보별 다양한 수문형식에 따라 제어방법이 상이함에 따라 운영자가 직관적으로 손쉽게 운영할 수 있도록, 센터 내 운영자들의 운영경험을 반영하여 표준제어로직을 개발하였다. 이를 통해 보통 우리가 손쉽게 접하는 엘리베이터와 같이 가고 싶은 층수를 누르면 승강기가 동작하듯이, 하나의 목표 값으로 각각의 다른 형식의 수문이 동일하게 동작하도록 하였다.

표준제어로직에서는 목표 값을 각 수문에 맞는 최종 제어값(각도, 수문위치, 이동거리)으로 환산하여 수문에 전달하게 되어 운영자는 단일 방법으로 조작 가능하여 운영자가 실수할 수 있는 요인을 제거하여 안전한 수문조작 환경을 구현하였다.

〈표 3〉 표준제어로직 적용에 따른 제어방법 개선

제어방법 (기존)	제어방법 (개선 후)

이 외에도 수문별 주요알람을 수준별로 정리하고, 각 등급에 따라 알람 Pop-up, TTS, SMS 문자전송을 통하여 이상증상을 즉시 확인하고 조치할 수 있도록 하여 항상 설비가 정상상태를 유지할 수 있도록 하였다.

노사가 하나 된 안전사고 예방을 위한 지속적 노력

안전사고 예방을 위하여, 노사 모두 전 직원이 인식을 같이하고 하나의 사고가 국민에게 커다란 재앙이 될 수도 있다는 경각심을 가질 수 있도록 노력하고 있다.



사고예방을 위한 결의대회



노·사 간담회를 통한 사고예방 의지 공유

〈그림 3〉 금강통합물관리센터 사고예방 활동

휴먼에러를 방지할 수 있도록 개선된 수문제어방법은 지속적인 직무교육에 반영하여 운영근무자 모두가 숙지 할 수 있도록 하였으며, 운영자 개선요구사항도 즉각적으로 시스템에 반영함으로써 단하나의 에러도 발생하지 않도록 노력을 기하고 있다.

하천 보 주변 사고예방 및 구명시설을 통한 사고예방 노력

하천의 보시설이 구축되고 주변 주민이나 내방객이 증가함에 따라 발생할 수 있는 안전사고 예방을 위하여, 선박의 수상시설 이용자가 보 시설 접근을 방지하고자 하였으며, 보 공도교 주변에 구명시설을 곳곳에 설치하여 사고발생시 초기에 대응이 가능하도록 하였다.



자립식 부표설치(선박접근 제한)



구명환 설치(인명 구조)

〈그림 4〉 보 주변 선박 및 인명 사고 방지시설 설치

또한, 각 보별로 매일 보 주변 순찰과 하천을 수시로 순찰하여 사고발생 요소를 발견하고 즉각 조치되도록 하여 365일 24시간 안전한 금강으로 국민에게 다가갈수 있도록 노력하고 있다.

하천 사고예방 활동내용 공유 및 확산을 위한 노력

안전한 시설물관리 및 하천운영을 위해 노력한 모든 내용들은 유관기관 방문객들이나 요청 시에 상세하게 전달하기 위하여 늘 노력하고 있으며, 방문객들과 더불어 현장에서 실제 적용사례를 생생하게 전달하고 있다.

개별단위의 사업장과 시설물에 대한 운영에 대한 노하우는 많은 기업이나 기관에서 가지고 있겠지만, 수자원분야에 대한 특히 대형수문에 대한 통합제어의 운영경험을 가지고 있는 기관은 K-water가 유일무이 하지 않을까 싶다. 수문조작의 실수나 사고는 인명피해 뿐 아니라 금강의 여러 수환경 생물 등에게 까지 영향을 파급이 있을 수 있음에 사전의 사고방지노력은 더욱 중요하다 하겠다.

본격적으로 4대강이 준공된 12년도에만 해도 공무원, 대학교, 관련업체 약 50여개기관 300여명에게 사례를 전파하여 비슷한 고민을 하고 있는 많은 분들에게 도움을 주었으며, K-water 교육원과 연계하여 수자원관련 교육생(공무원, 업체 등)들이 현장에서 관련 이론 및 실제를 학습할 수 있도록 노력하고 있다.



하천 사고예방 사례 전파



실제 현장 견학을 통한 사례전파

〈그림 5〉 안전한 금강을 위한 경험 공유 노력

국민에게 다가가는 다시 찾고 싶은 금강

4대강 사업이후 금강은 늘 풍부한 수량과 아름다운 주변 환경으로 국민에게 다가가고 있으며, 자전거 라이딩, 단체 및 가족단위 등 내방객들로 지역 명소로 거듭나고 있다. 국민과 함께 살아 숨 쉬는 금강은 우리 모두가 잘 보존하여 후손에게 전달해야 할 아름다운 유산일 것이다.

K-water 금강통합물관리센터는 국민에게 안전하고 모두가 즐길 수 있는 금강을 만들기 위해 했던 모든 고민과 노력의 결과를 관련 분야 지자체나 업체, 해외유관 분야에 적용할 수 있도록 노력을 경주할 것이다.