

통합운영시스템 기반의 과학적인 조정지댐 운영시스템 연구

장 정 호*(한국수자원공사) · 황 인 광(한국수자원공사) · 이 흥 호(충남대학교)

A Study for the Scientific Operation System of Regulation dams Based on the Integrated Operation System

Jeong Ho Chang, In Kwang Whang (Korea Water Resources Corporation)
Heung Ho Lee (Chungnam National University)

Abstract - 한국수자원공사는 자동화 기술의 발달과 발전설비의 현대화 추세에 따라 9개 다목적댐 수력발전소에 선진화된 자동화시스템을 1990년대 초기에 도입하여 2004년도에 원격감시제어시스템인 발전통합운영시스템 구축을 완료하였다.

발전통합운영시스템(Generation Integrated Operation System)은 수력발전소의 발전 및 수문설비의 원격감시제어를 가능하게 하였고 본사 운영센터에서 현장 발전설비의 무인화 운영을 가능하게 함으로써 인력의 효율적 활용 및 자동제어 기술력 향상을 가져왔다.

이러한 통합감시제어 시스템에서 조정지댐의 안정적인 운영을 위한 응용 프로그램을 개발하여 조정지댐을 자동제어 하거나, 운영자의 의사결정을 지원하는 시스템을 구축하여 과학적인 조정지댐 운영 모델을 제시하고자 한다.

1. 서 론

한국수자원공사는 원격 발전제어를 위한 발전통합운영시스템(Generation Integrated Operating System, 이하 GIOS) 구축사업을 2004년 12월에 완료하여 현재 운영하고 있다.

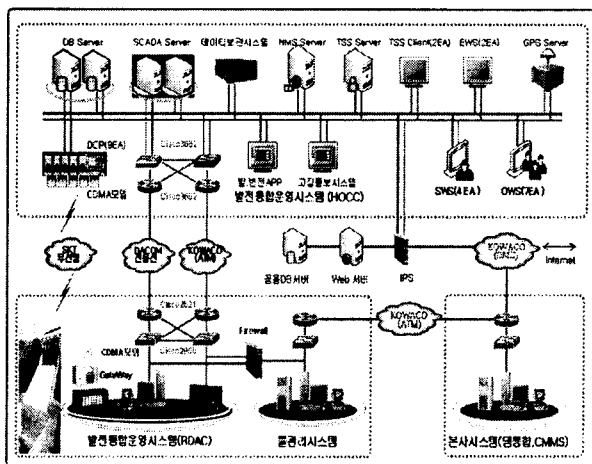
이 사업은 본사 발전통합운영센터(Head Office Control Center, 이하 HOCC)와 댐 단위의 원격감시제어시스템(Remote Data Acquisition & Control, 이하 RDAC)을 상호 연계하여 시스템 간 안정적이고 신뢰성 있는 네트워크로 연결하고, 효율적인 운영 소프트웨어를 개발, 적용함으로써 적은 인력으로 댐 운영과 발전운영을 통합하고, 집중적인 원격감시제어가 가능한 통합운영시스템이다.

이러한 통합운영시스템에서 조정지댐의 체계적인 운영을 위하여 운영 조건에 따른 수문상황 분석 및 예측이 가능한 응용 프로그램을 개발하여, 과학적인 수문 및 발전운영으로 용수공급의 안정성 확보와 전력생산량 증대를 통한 수자원활용을 극대화 하는데 그 목적이 있다.

2. 본 론

2.1 발전통합운영시스템 구성

발전통합운영시스템은 본사 HOCC와 각 지역의 9개 발전소에 구축한 RDAC, 그리고 이를 연결하는 네트워크(WAN) 부분으로 구성된다. Control System의 설계와 운영부분은 컴퓨터 베이스의 하드웨어와 Ethernet, Field bus와 같은 개방형 구조의 표준시스템을 채택하였고, 하부 Field Level 에서 상위 Information Management Level까지 수평적 계층구조로서 고성능의 컴퓨터, 네트워크 통신 그리고 PLC들이 하나의 시스템으로 구성되어 있다.

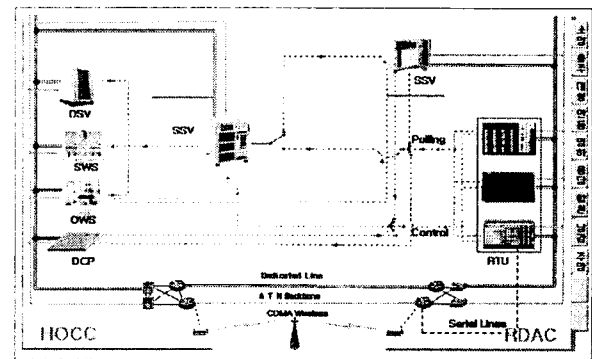


〈그림 1〉 발전통합운영시스템(GIOS) 구성도

2.2. 적용기술

2.2.1 3중 제어방식 설계

주 통신망과 예비통신망을 갖추고 유선 WAN 고장으로 HOCC에서 현장 설비의 원격감시제어 불능 시 비상용으로 최소한의 설비 원격감시제어를 위한 CDMA 무선망을 이용한 백업시스템을 갖추고 있다.



〈그림 2〉 GIOS의 3중 제어 방식

2.2.2 코드공유기법을 이용한 Client/Server 시스템 구성

운영자 Workstation에서 SCADA 서버에 요구한 데이터의 변화가 있을 시에만 Client측의 코드를 SCADA 서버가 호출하여 코드를 공유하는 방식으로, 물리적으로 구분되어 있지만 임의의 상태 정보를 필요 시 자신의 정보처럼 활용할 수 있는 최선의 C/S 환경으로 통신의 Overhead를 최소화 하여 최적의 실시간 처리를 가능하게 한다.

2.2.3 OPC dataway

OPC(OLE for Process Control) 방식은 프로세스 제어에 적용된 OLE 기술로서 software bus라는 공통기준을 정의하여 다수의 응용프로그램을 통합하여 단일 소프트웨어에서 수행할 수 있도록 시스템에 적용된 기술로 각각의 디바이스와 서버와의 원활한 연결을 지원한다.

3.1 GIOS 시스템에서 조정지댐 통합운영시스템 개발

3.1.1 시스템 개요

GIOS 시스템과 연계된 조정지댐 통합운영시스템을 이용하여 증주댐 등 6개 다목적댐에서 취득한 수문데이터와 본댐의 발전계획 및 제약사항을 고려한 운영 데이터를 활용하여 최적의 설정 값을 운영자에게 제공함으로써 무효방류를 최소화하고 고효율 발전 및 안정적인 조정지댐 운영이 가능하도록 구현된 의사결정 지원시스템이다.

3.1.2 조정지댐 운영현황

- (1) 조정지댐 운영 자료가 댐 별로 산재되어 있고 Excel sheet를 이용하여 수문현황을 예측·운영하므로 자료의 안정성 및 신뢰도가 미흡함.
- (2) 별도의 조정지댐 수문 데이터베이스가 구성되지 않아 운영정보에 신속한 접근에 어려움이 있음.
- (3) 각각의 조정지댐이 표준화된 운영시스템 없이 상이한 방식으로 운영되므로 운영자 및 수문상황 변화에 따른 안정적 운영이 어려운 상황임.

3.1.3 시스템 구현 목표

- (1) 최적의 설계를 통한 통합 모듈 구현

기존의 시스템에 추가적인 부하를 주지 않는 방법을 모색하고, 최적 시스템 구축을 위한 최신 기법으로 설계.

(2) 조정지댐 운영상의 문제점 검토

현재 조정지댐 운영상의 불편사항과 문제점을 인식하여 구조적인 분석 및 해결방안을 모색.

(3) DB 서버와의 데이터 연계

과학적이고 체계적인 운영관리를 위한 데이터베이스 구축.

3.2 시스템 개발 사항

3.2.1 데이터베이스 활용

6개 제어대상 다목적댐의 조정지댐 운영 데이터의 통합 및 이력을 관리할 수 있는 최적 데이터베이스를 활용하여 사용자의 정보 취득의 편리성을 제공하고 데이터 신뢰도를 향상 시킨다.

(1) 실시간 조정지댐 발전 및 수문 데이터 : SCADA 서버의 PDB 활용

(2) 과거 운영 이력정보 : DB 서버 RTDB의 PHD 분단위 정보 활용

- 수문현황 정보(실시간 물관리시스템에서 취득)
- 발전운영 정보(현장 SCADA에서 취득)

(3) 조정지댐 운영 기초정보 : DB 서버의 RDB인 Oracle의 시간, 통계정보 활용

- 발전운영 통계 정보
- 수문운영 통계 정보
- 발전계획 정보

3.2.2 운영방안 설계

(1) 조정지댐 수위 분석

조정지댐의 운영 이력 정보를 이용하여 실제 과거의 운전현황을 분석하여 기초 정보로 활용

(2) 조정지댐 수위 예측

현재의 운영조건을 이용한 모의 운영 시행으로 조정지댐의 수위를 예측하여 운영 정보로 활용

3.2.3 시스템 튜닝기능 제공

조정지댐 운영 과학화를 위해 구축된 시스템은 고정된 설정치에 의한 결과값의 도출이 아니라 지속적인 시스템 튜닝을 통하여, 이용되는 각종 기초정보의 정확도를 향상시켜 다양한 조건에서의 운영자 중심의 모의운행을 시행하여 운영 효율성을 증대시킨다.

(1) 연도별 일자별 유입량 튜닝기능

(2) 조정지댐 발전기 사용수량 및 낙차에 대한 출력조건표 튜닝기능

(3) 조정지댐 운영계획 작성을 위한 저수위 및 수문개도 조건표 튜닝기능

3.3 발전통합운영시스템과 조정지댐 통합운영시스템 연계

3.3.1 GIOS 시스템과의 연계

(1) SCADA 시스템의 iFix 프로그램을 통하여 실시간 정보를 습득하고, 모의운행을 통해 얻은 운영 제어 값을 조정지댐 발전 및 수문 조작에 연계할 수 있는 시스템으로 구성한다.

(2) GIOS 시스템 성능 저하 방지를 위하여 MMI와 별도의 어플리케이션으로 구성하고, 각종 연계되는 데이터의 활용방안 및 흐름을 제시하여 효율적인 정보 활용이 가능하도록 구성한다.

(3) 저수위, 수문방류량, 발전기 출력 등 운영 범위를 벗어날 경우 정상적인 운영이 가능하도록 운영자에게 경보 발생 기능을 제공한다.

(4) 시간대별 조정지댐의 운영상황 변화 감시 및 예측이 가능하도록 데이터베이스를 활용한 Trend 분석 기능과 운영자 중심의 GUI(Graphic User Interface)를 구성한다.

(5) 기존 GIOS 시스템의 성능이 저하되지 않도록 연계한다.

3.3.2 시스템과의 연계 원칙

(1) 접근기준 : 이중 시스템 환경과 연계 시 일괄적인 인터페이스를 가짐.

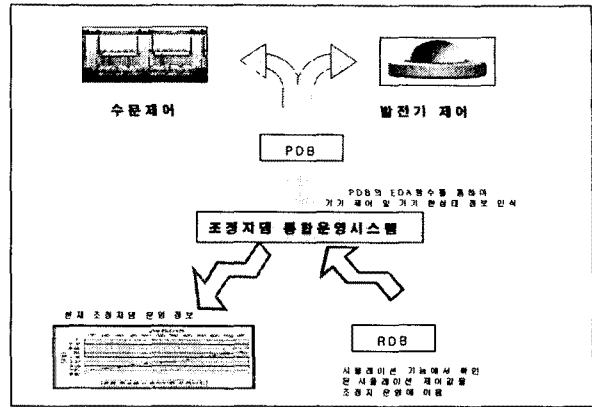
(2) 보안 : 시스템간의 접근은 모듈별로 접근 권한의 강화를 통하여 상호 보완적인 구성.

3.3.3 GIOS에서의 조정지댐 통합운영시스템 시행

GIOS 시스템에서 과거, 현재의 운영자료 및 사용자 임의의 설정에 의한 시뮬레이션 기능을 이용하여 수문 운영 상황을 예측하고 최적의 운영 데이터를 취득하여 실제 운영에 적용할 수 있도록 다양한 정보를 제공한다.

(1) 과거 수문 이력을 통한 수문 분석

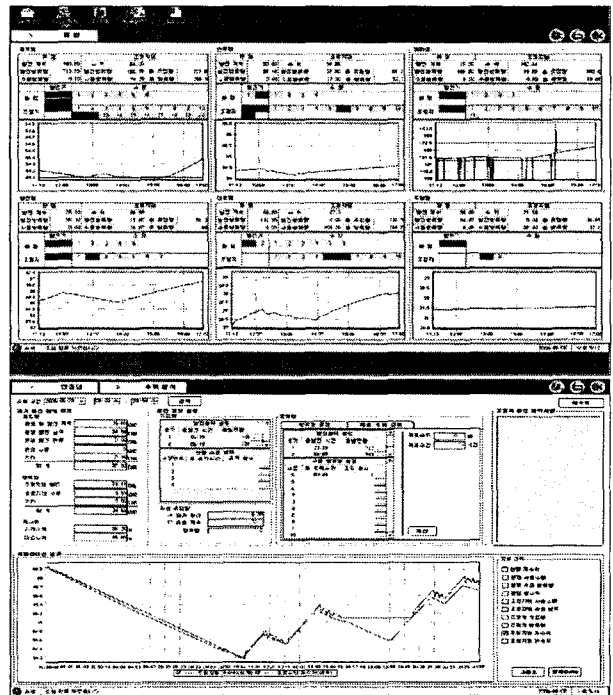
(2) 현재 운영 여건을 적용한 시뮬레이션으로 운영 수위 예측



<그림 3> GIOS와 조정지댐 통합운영시스템 연계

3.3.4 조정지댐 운영시스템 기능

- (1) 유입량에 따른 조정지댐의 저수위 예측 및 분석
- (2) 본댐 및 조정지댐의 저수위, 방수위, 사용수량을 조건으로 모의운행을 통한 조정지댐의 발전량 예측
- (3) 수문 균등 방류를 위한 유입량 및 발전량 분석
- (4) 제약조건 이행 및 안정적 운영 범위 제공
- (5) 모의 운영과 실제 운영 결과의 비교 분석 기능



<그림 4> 조정지댐 통합운영시스템 실행 화면

4. 결 론

조정지댐 운영 과학화의 궁극적인 목표는 안정적인 수위 운영과 발전기 효율 향상을 실현하기 위하여, 다양한 운영정보 및 시뮬레이션 기능을 제공하여 운영자에게 과거 또는 현재의 상황을 분석하여 보다 향상된 운영 방안을 제공하는 시스템 개발에 목적이 있다. 국내 최초의 다목적댐 수력발전소 원격통합운영 체제인 발전통합운영시스템의 운영 기반에 조정지댐 운영이라는 운영자 중심의 관리체제를 자동화 기법을 통하여 구현함으로써 분산된 조정지댐의 통합운영을 가능하게 하여 안정적 수문 및 발전운영으로 용수공급의 안정성을 확보하고 전력생산량 증대를 통한 수자원 활용을 극대화 할 수 있다.

[참고 문헌]

[1] "GIOS 준공도서", 한국수자원공사, 2003
 [2] "GIOS 시스템", 한국수자원공사, 2004
 [3] "다목적댐 운영 실무편람", 한국수자원공사 2005
 [4] "발전통합운영시스템 운영기능보완 설계서", 한국수자원공사, 2006