

# 실시간 수질모형과 모니터링의 최적운동을 위한 연계 운영 시스템(RTMMS) 개발

## Integrated Operation System development for Optimization of Real Time Quality of Water and Monitoring

김유진\*, 정승권\*\*, 정세웅\*\*\*, 김남일\*\*\*\*

Yu Jin Kim, Won Jin Jung, Seung Kwon Jung, Nam il Kim

### 요 지

본 연구는 현장에서 측정되는 수질데이터를 실시간 수집하여 데이터의 적절성을 모니터링하고 모형입력자료로써 신뢰성을 유지하도록 구성되는 시스템과 이를 2차원 수질 해석 모형인 CE-QUAL W2모형의 입력자료로 연계 활용함으로써 그 결과를 그래프 및 하천 변화 모의 동영상으로 표출하는 시스템을 개발하는데 그 목적이 있다.

수질 모형은 물 관련 모형가운데 특히 다량의 자료와 정확한 자료를 입력자료로 사용하며 그 결과 표출에 있어서도 전체적인 결과부터 세밀한 요소자료까지 결과자료가 필요하다.

본 연구에서 개발한 RTMMS(Real-time Turbidity Monitoring & Modeling System)는 현장 계측기로부터 수집되는 실시간 자료를 이용하여 데이터를 모니터링하고 CE-QUAL W2 모형을 이용하여 모델링을 수행한 후 결과를 그래프로 도출 할 수 있도록 하는 시스템이다.

특히 일반적인 어플리케이션의 GUI 환경에서 벗어나 일반 사용자들이 쉽게 프로그램을 사용할 수 있고 공간 활용도를 높이기 위하여 웹 형식의 GUI로 구성하였다.

RTMMS는 기본 크기가 가로 800 픽셀, 세로 600 픽셀로 고정 사이즈이며, 주요 화면 구성으로는 좌측에 네 개의 항목이 있고 우측에는 실시간 모니터링 지점에 대한 유역도가 표시되어 사용자 편의환경을 제공하였다. 사용자는 해당 지점을 선택하여 주요 지점에 대한 정보를 분석할 수 있다. 또한 우측에는 선택된 지점에 대한 정보와 실시간 감시 내용을 조회할 수 있는 탭이 존재한다

각각의 메뉴 항목은 주요지점의 모니터링 현황을 파악할 수 있는 기능, 수질모형의 입력자료로 변환하도록 하는 자료 동화 기능, CE-QUAL W2 모형을 수행하는 기능 및 결과자료를 분석하는 기능으로 구성되어 있으며, 각 기능을 선택하면 해당 화면으로 GUI가 전환된다.

따라서 다량의 측정자료의 신뢰성을 유지하고 이를 모형의 입력자료로 활용하는 일련의 과정을 시스템화 하기 때문에 자료의 이상적 유지 관리가 이루어지며 복잡한 2차원 수질해석 모형을 수월하게 운영할 수 있는 시스템으로 개발하였다.

**핵심용어 : RTMMS, 수질해석모형 CE-QUAL W2, GUI, 실시간 모니터링**

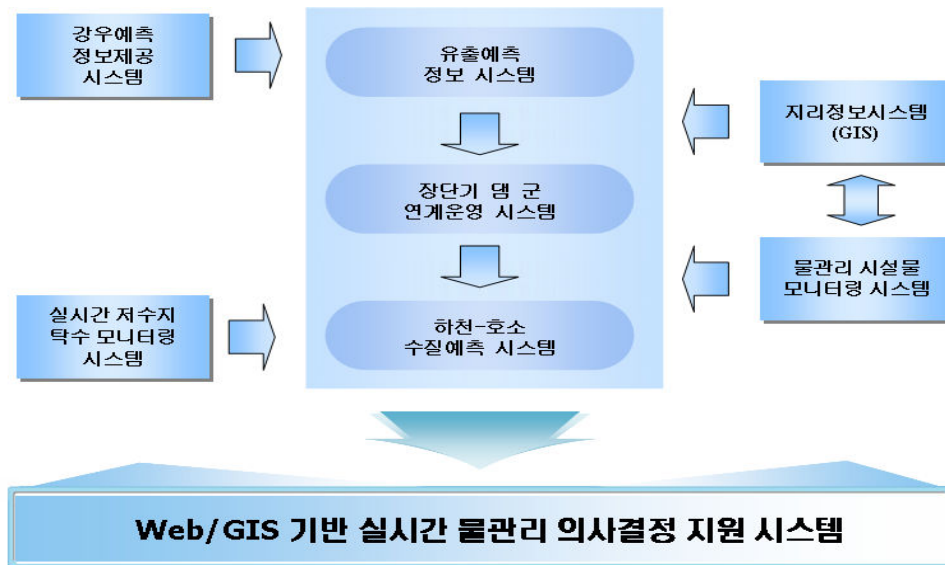
\* 정회원 · (주)웹솔루스 수자원부 차장 · E-mail : icepc@websolus.co.kr  
\*\* 정회원 · (주)웹솔루스 수자원부 팀장 · E-mail : jsk@websolus.co.kr  
\*\*\* 정회원 · 충북대학교 교수 · E-mail : chung@chungbuk.ac.kr  
\*\*\*\* 정회원 · (주)웹솔루스 수자원부 대표이사 · E-mail : utopia@websolus.co.kr

## 1. 연구의 목적 및 필요성

수자원의 효율적 이용을 위해 구축되는 실시간 통합 물정보 시스템은 실시간 통합 물정보 시스템은 강우예측 및 유출량 예측과 실제 관측유출량을 제고하여 지표수, 지하수 등 수자원의 거동을 예측하고 이를 바탕으로 수자원의 효율적인 이용이 이루어 질 수 있는 시스템이다. 또한 이러한 시스템은 수자원의 개발과 관리가 지속적으로 이루어지도록 지표수, 지하수 그리고 대체수자원 등 가용한 모든 수자원을 대상으로 포함하여야 하며, 수문학적, 수리학적, 환경적 그리고 제도적으로 다양한 전문성을 가지고 통합적으로 접근할 때 성공할 수 있다. 따라서 한정된 수자원을 가장 효율적으로 사용할 수 있도록 수량과 수질 조건을 만족시킬 수 있는 대안 기술과 통신 및 정보화기술, 수문-수질 해석기술, 저수지군 시스템 해석기술의 유기적인 통합이 필요하다.

본 연구는 현장에서 측정되는 수질데이터를 실시간 수집하여 데이터의 적절성을 모니터링 하고 모형 입력자료로써 신뢰성을 유지하도록 구성되는 시스템과 이를 2차원 수질 해석 모형인 CE-QUAL W2모형의 입력자료로 연계 활용함으로써 그 결과를 그래프 및 하천 변화 모의 동영상으로 표출하는 시스템을 개발하는데 그 목적이 있다.

이는 Web을 기반으로 한 수문정보 고도화 및 물관리 시설물의 효율적인 연계 운영이 가능하도록 실시간 물관리 시스템 구축 기술 중 “하천-호소 수질예측 시스템 구축”의 일환으로 수행되는 과업이다.

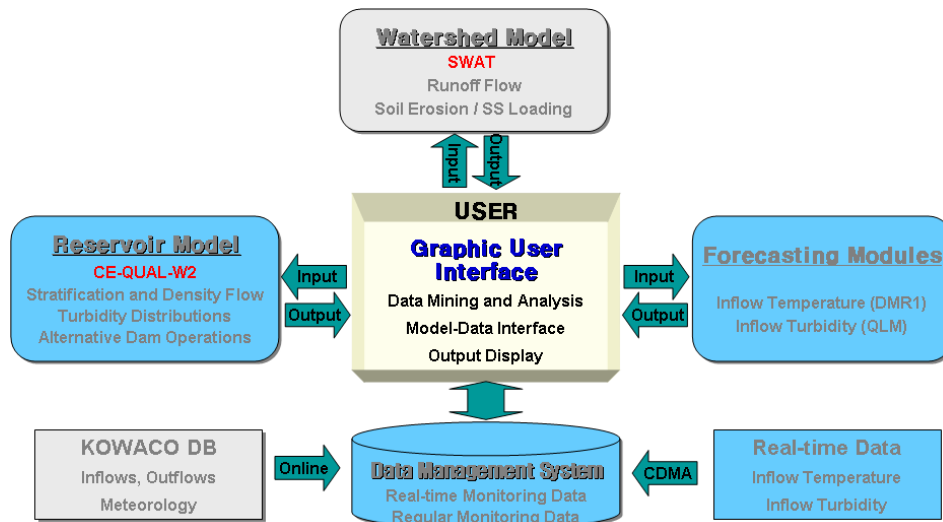
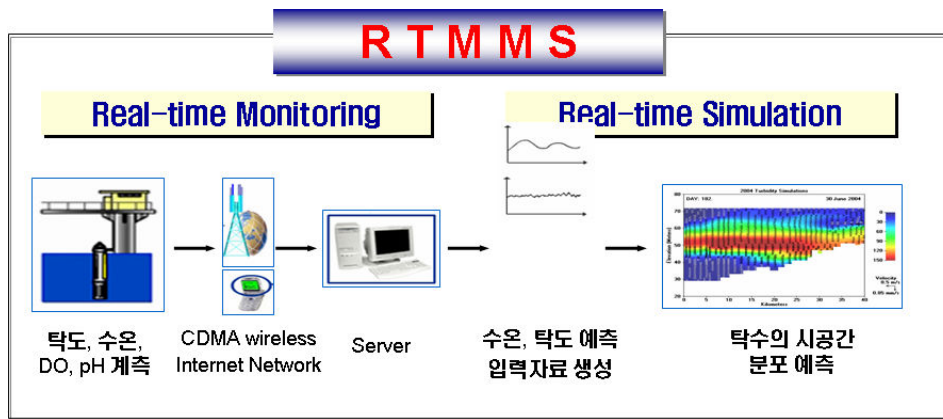


<그림 1> Web/GIS 기반 실시간 물관리 의사결정지원 시스템 연계도

## 2. 실시간 저수지 탁수 모니터링 시스템

실시간 저수지 탁수 모니터링 시스템은 저수지 내의 각 주요 지점에 탁수감시 설비를 도입하여 실시간으로 저수지의 탁도를 모니터링 하고, 이를 2차원 수질 해석 모형인 CE-QUAL W2모형의 입력자료로 연계 활용함으로써 그 결과를 그래프 및 하천 변화 모의 동영상으로 표출하는 시스템이다.

저수지 운영시 방류량에 따라 수질에 탁도가 높아지는 경우가 발생하게 되는데, 상류 댐 방류량에 의해 수질의 탁도가 높아지게 되면 저수지 하류 구간은 더욱더 심각한 영향을 미칠 수 있다. 그러므로 저수지에 탁수가 유입되는 경우 예측 상황을 모의하기 위하여 주요 지점에 대해 저수지 탁수 시뮬레이션 모델을 선정하였고 시험유역의 적용을 통해 모의결과를 도출하여 활용하게 된다. <그림 2>는 탁수 모니터링 시스템에 대한 전반적인 구성도를 나타낸 것이다.



<그림 2> 실시간 탁수감시 시스템 구성도

## 2.1. 시험 유역선정 고려사항

시험 유역을 선정하기 위해서는 몇가지 고려되어야 하는 사항들이 있다. 첫 번째 탁수가 자주 유입되어 모의상황을 쉽게 적용해 비교분석 할 수 있는 지점이어야 한다. 두 번째는 앞선 선정된 지역 가운데 저수지 제어 상황이 가장 적합한 지점을 중심으로 조사한다. 세 번째 대상 유역의 지점선정 이후에는 모형 개발과 자료 수집을 동시에 진행하는 것을 중심으로 일정과 계획을 세우도록 한다.

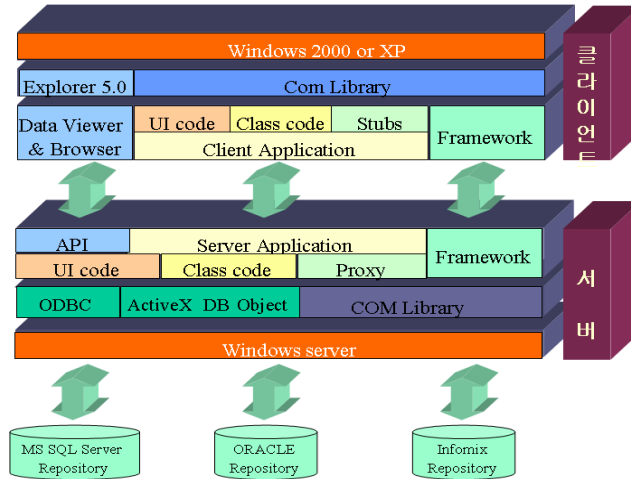
## 2.2 시스템 설계 및 데이터베이스 구축

실시간 저수지 탁수 감시 시스템 설계 및 DB 구축은 감시 모니터링 설비를 선정된 주요 지점에 설치하고, 모니터링 시스템으로부터 측정된 자료는 탁수 감시 시스템 서버에 실시간 저장되도록 구성하였다. 이로부터 산정된 자료는 수질 담당 관리자에 의해 모형이 검보정 된다. 검보정된 자료와 모형상의 매개변수들은 각각의 데이터베이스에 의해 관리되며 실 사용자들은 이러한 자료를 바탕으로 유역내 탁수정도를 분석하거나 예측할 수 있도록 하였다. 한편 탁수 감시 데이터베이스를 구축하기 위해서는 선행 작업으로 저수지 제반 사항에 대한 면밀한 조사가 이루어져야 한다. 특히 탁수 모델링에 필요한 기초 자료를 데이터베이스의 구축목적으로 우선으로 선정해야한다.

이렇게 조사된 자료를 바탕으로 수리, 수질 자료 해석을 위한 유입, 오염도 자료 등의 중요도를 평가하였다. 특히 모의 예측에서 알아보고자 하는 필요한 자료들을 수집하였다.

향후 탁수 모니터링 대상 범위의 확장성을 고려하여 저수지의 수리/수질 자료 항목과 확대될 수 있는 주요지점에 대해 확장형 데이터베이스로 설계 하였다. 또한 저수지 상황을 알아볼 수 있는 다른 프로

젝트들과의 연계성을 조사하고 이때 발생 할 수 있는 데이터 베이스 항목을 검토하였다. <그림 3>은 데이터베이스를 이용하기 위해 서버와 클라이언트의 주요 구성관계를 나타낸 것이다.



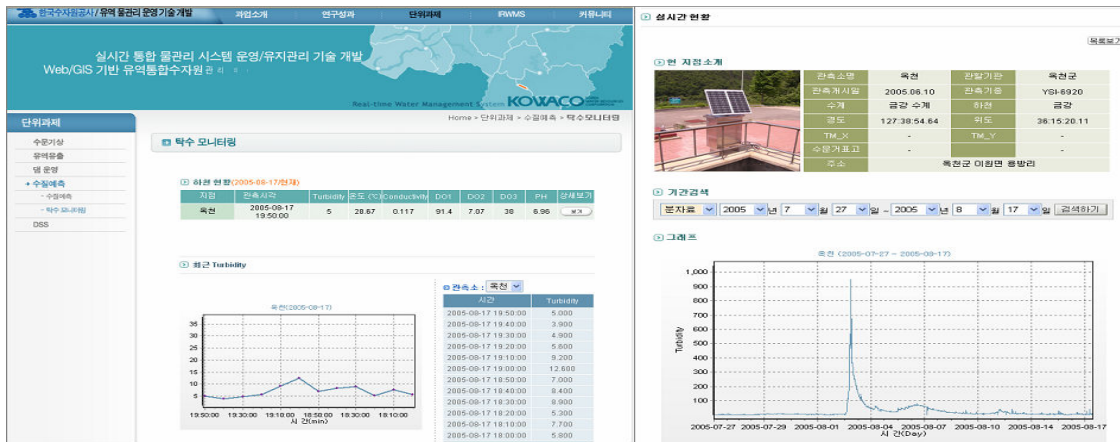
<그림 3> 데이터베이스 연계 구성도

수온/탁도 예측 GUI 모델을 개발하였다. 저수지 수온/탁도 예측 모델을 GUI로 만들기 위해서 입출력 자료에 대해 연구라는 선행 과정이 있다. 그 결과 저수지 입출력 파일을 상황에 맞게 수행 하는 부분도 중요하지만 저수지 상황을 보여 줄 수 있는 모델링 화면에 더욱 많은 기획과 아이디어가 들어가야 되는 것으로 나타났다. 수질 모형은 일반적인 수문모형에 비해 인터페이스화 할 소재가 다양하다. 따라서 실시간으로 저수지 상황을 보여 줄 수 있는 모듈을 기획하고 설계하였으며 이 과정은 수온 및 탁수의 변화과정을 사용자위주의 설계방안으로 구축되었다.

### 3. 실시간 탁수 감시 시스템

실시간 탁수감시시스템을 구축하기 위한 주요 역할 가운데 한가지인 데이터 수집절차는 우선 현장에서 실시간으로 탁수감시 항목을 계속하여 수치자료로 서버에 전송하고 데이터베이스로 저장하는 단계로 구성된다.

데이터베이스 서버에 저장되어 있는 실시간 탁수감시 자료는 인터넷 웹상에서 그래프와 테이블 형식으로 실시간 조회가 가능하도록 하였으며 시스템의 구현 기반은 <그림 4>와 같다.

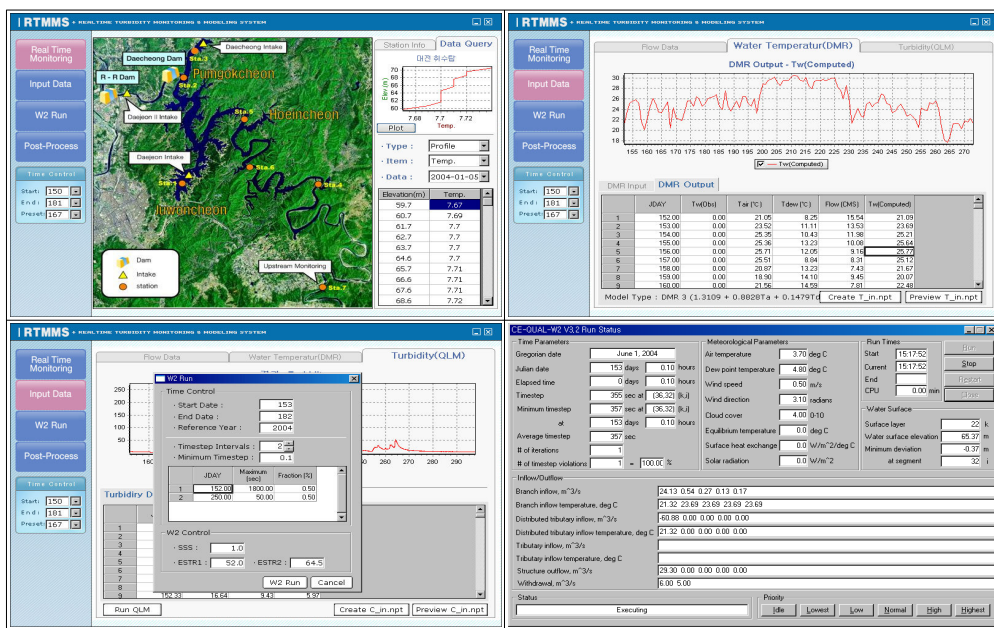


<그림 4> 탁수모니터링 시스템 웹페이지

웹 모니터링 시스템은 전체 지점현황과 상세 지점현황의 두 부분으로 나뉘며, 전체지점현황에서는 계측된 자료가 실시간으로 서버에 도달하는 자료를 웹 페이지로 보여주고, 상세지점현황에서는 데이터베이스화된 자료를 10분 자료, 시간자료, 일 자료의 세가지 형식으로 조회할 수 있도록 하였다.

#### 4. 실시간 수질 모델링 시스템 구축(RTMMS)

RTMMS(Real-time Turbidity Monitoring & Modeling System)는 현장 계측기로부터 수집되는 실시간 자료를 이용하여 데이터를 모니터링하고 CE-QUAL W2 모형을 이용하여 모델링을 수행한 후 결과를 그래프로 도출 하는 시스템이다. 현재 구축되어 있는 RTMMS는 Visual Basic 6 버전을 이용하여 구축하였다. 전문가용 어플리케이션 GUI 환경에서 벗어나 일반 사용자들도 용이하게 프로그램을 사용할 수 있고 공간 활용도를 높이기 위하여 웹 방식의 GUI로 <그림 5>와 같이 구성하였다.



<그림 5> 실시간 수질 모델링 시스템(RTMMS)

#### 5. 결과 및 고찰

RTMMS(Real-time Turbidity Monitoring & Modeling System)는 현장 계측기로부터 실시간 모니터링 자료를 모형의 입력자료로 활용하고, 모형의 모의 결과를 다시 그래프 및 테이블 형태로 제공하는 역할을 수행한다. 향후 이 시스템은 유역내의 유출 및 오염부하량을 모의하기 위한 유역관리모형과 연계하여 활용하게 되며, 21세기 지속가능한 수자원 개발사업단의 2단계 3차년도 과업으로 수행된다. 현재 시스템의 구축이 이루어지고 있는 단계로 최적 연계운영을 위한 방안이 본 연구의 남은 숙제라고 하겠다.

#### 감사의 글

본 연구는 21세기 프론티어연구개발사업인 수자원의 지속적 확보기술개발사업단의 연구비지원(과제번호: 1-6-2 등)에 의해 수행되었습니다.