

〈技術情報〉

## 多目的댐의 利水 및 治水 管理를 위한 意思 決定 支援 시스템 開發

金 洋 一\* 高 錫 九\*\*

### 1. 開發의 必要性 및 背景

저수지 시스템의 운영은 강우로부터의 유역 유출에 의한 저수지 유입량과 저수지에 의한 저류 및 방류량의 결정 등으로 구성된다. 저수지 운영의 궁극적인 목표는 저류된 물자원을 댐건설 목적에 따른 각종 제약 조건을 최대한 충족시키면서 시스템으로부터의 편익을 증대시킬 수 있도록 방류량과 저류량을 적절히 배분시키는 것이라 할 수 있으며, 특히 대용량의 다목적 수자원 시스템의 운영에 있어 용수공급 계획, 발전 운영 및 홍수조절 전략을 수립하고, 결정하는 일은 댐관리자에게 매우 중요한 과제이다. 그러나 다목적댐 운영은 任意性 및 時變性이 강한 推計學的 特性을 갖는 유입량과 저류된 물을 시간 변동에 따라 動的 配分해야 하는 복잡한 문제이며, 각종 용수 공급, 수력발전 등 利水 목적간의 특성과 利水 및 治水(洪水調節) 목적간의 相衝된 특성 때문에 매 기간별 저수지 운영을 어떻게 해야할 것인가를 결정하기란 쉽지 않다.

#### 1.1 利水管理 시스템

利水管理 측면에서 현행 다목적댐 長期 運營 計劃(Long-term hydro-scheduling) 수립 절차를 보면 매년 1월초에 당해 년도의 월별 저수지 운영계획을 입안하여 운영한 뒤 5월초의 홍수기 직전에 실제 저수지 유입량을 감안하여 계획을 수정한다. 또한 홍수기가 끝난 10월초에 차기 년도 渴水期 용수공급을 고려하여 운영계획을 수정하고 11월초에는 년말 목표 수위를 감안하여 재차 수정하여 다목적댐 하류부 용수공

급 및 홍수기 저수지 수위 운영을 고려한 물사용 계획 수립 및 사용계획에 대한 수정을 실시한다. 이와 같은 계획수립에 있어 현재까지는 전년말 저류량을 고려하여 당해 년도의 용수 및 발전공급 계획을 충족시킬 수 있도록 월별 방류량 배분계획을 매우 간단한 模擬 運營 프로그램(simulation program)을 사용하여 왔으며, 이 때 댐지점 유입량은 저수지 운영 기록상의 월별 평균 유입량을 적용하고 있다.

현재까지 사용했던 다목적 저수지 Hydro-scheduling에 대한 주요 문제점으로는 첫째, 最適化 技法(optimization techniques)이나 전문적인 컴퓨터 프로그램을 사용하지 않고 초보적인 模擬 技法만을 사용함으로써 자원의 최대 활용에 미약하였다고 볼 수 있으며; 둘째, 물사용 계획 수립에 있어 과거의 월별 평균 유입량을 사용함으로써 인위적으로 제어 불가능한 推計學的 特性을 고려하지 못하고 있으며; 셋째, 意思 決定을 위해 시스템 기술자가 쉽게 판단할 수 있는 각종 정보의 Graphic Display 및 사용자 중심의 GUI(Graphic User Interface)와 같은 편리한 기능을 확보하지 못한 점이었다.

따라서 저수지 운영상의 각종 제약조건 및 시스템 목적을 최대한 충족시키면서 시스템으로부터 신뢰성을 감안한 便益을 극대화하려면 이러한 현안 문제점들의 보완책으로서 推計學的 방법으로 예측한 수문 조건별 유입량 자료의 적용 및 댐관리자가 Hydro-scheduling을 위한 意思 決定 支援 시스템에서 이용할 수 있는 最適化 模型과 사용자와 컴퓨터를 연결시켜 주는 Graphic User Interface의 개발이 요구되어 왔다.

이러한 시각에서 충주 및 소양강 다목적댐 등 우리나라의 다목적댐을 건설하여 운영하고 있는 韓國水資源公社에서는 水資源研究所를 통하여 1991년초에 利

\* 韓國水資源公社 水資源研究所 所長, 技術士

\*\* 韓國水資源公社 水資源研究所 責任研究員, 工學博士

水管理 시스템을 계획하여 국내 최대 수자원 시스템인 한강수계 충주댐 사업의 본댐 및 조정지댐의 최적 연계 운영을 위한 의사 결정 지원 시스템을 개발하였다. 개발된 시스템은 댐하류 지역의 용수 수요에 부응한 보다 안정된 물 공급과 수력 에너지 생산을 증가시킬 수 있는 방안을 제시하여 주며, 내장된 최적화 모형과 개발된 그래픽 시스템을 이용하여 월간 운영 및 주간 운영 계획을 이상적으로 실현할 수 있다. 아울러 實時間 水文 資料를 On-line화 하여 실제로 활용할 수 있는 Data Base를 구축함으로써 각종 일간, 주간, 월간 보고 사항들을 자동으로 실현할 수 있도록 하였으며, 저수지 및 발전소 운영자료 등 각종 수문 정보를 자동으로 입수하여 누구든지 사용자가 필요시 이용할 수 있도록 하였다.

## 1.2 治水管理 시스템

治水管理의 측면에서 볼 때 우리나라는 季節風 지대에 속해있어 대부분의 강우가 7월에서 9월 사이에 집중적으로 편중되어 洪水로 인한 귀중한 생명과 재산 피해를 매년 겪어왔으며 산업의 발달에 따라 점차 그 중요성이 더해가면서 水資源의 낭비를 감수하고 있다. 특히 1990년에 있었던 漢江 流域의 大洪水를 겪은 후로 기존의 洪水 調節 시스템에 대한 개선의 필요성을 공감 하게 되었으며, 한국 수자원 공사에서는 수자원 연구소를 통하여 홍수 조절용 컴퓨터 시스템의 하드웨어에 대한 보완과 소프트웨어의 개발을 착수 하게 되었다.

다목적댐의 상류에서 발생되는 濠雨에 의한 유출량을 산정하여 유출된 물을 가급적 최대한으로 이용하는 동시에 홍수 피해를 극소화할 수 있는 댐 放流量을 결정하는 홍수 조절 문제에 있어서는 많은 정보를 짧은 시간내에 온라인으로 蒐集하여 저수지로 유입하는 洪水량을 산정한 후 댐 放流量을 결정하여야 한다. 일반적으로 홍수 문제는 상황의 변화가 매우 짧은 시간에 이루어지기 때문에 다목적댐 저수지의 홍수조절 효과를 증대시키기 위해서는 實時間 온라인으로 자료를 取得하여 분석함과 아울러 댐의 水門을 열고 닫는 등의 意思決定이 신속하고 정확하게 이루어져야 한다. 그러나 현재 우리나라에서 사용되고 있는 홍수조절을 위한 방재업무용 컴퓨터 시스템의 하드웨어 및 소프트웨어에 있어 강우 자료를 實時間 온라인으로 取得하여 저수지로 들어오는 홍수량을 산정하여 예측

하는 것 등은 상당한 수준으로 이루어 지고 있다고 판단되나, 댐 방류량을 결정하여야 하는 責任者에게 쉽고 빠르게 정보를 전달하는 意思決定 과정이 매우 미비한 실정이며, 신속한 판단을 위한 그래픽 소프트웨어의 개발과 각종 자료를 보관하고 관리할 수 있는 데이터 베이스 構築등의 보완이 요구되고 있었다.

洪水를 안전하게 조절하기 위한 필수적인 사항은 댐 상류 유역에서 발생한 강우 자료와 日氣豫報를 즉시 有線이나 無線 通信網을 통하여 온라인으로 정확하게 입수한 후 컴퓨터 프로그램에 의한 豫想 洪水流入量을 산정하고, 홍수업무 책임자에게 정보를 신속하게 전달하여 다목적댐으로부터 안전한 홍수 방류량을 결정하는 일로서, 이러한 모든 사항들은 컴퓨터에 의해 수행 되어야 한다.

이러한 治水管理 시스템의 구축을 위해서 누구나 쉽게 사용할 수 있는 개인용 컴퓨터를 이용한 소프트웨어의 자체 개발에 착수하여 컴퓨터 설비의 설치와 소프트웨어의 개발을 완료함에 따라 1992년 하절기부터는 우리나라의 전 다목적 댐의 홍수조절 업무에 직접 이용할 수 있도록 試運轉과 防災要員의 교육을 실시중에 있다. 이번에 개발을 완료한 홍수조절 종합 컴퓨터 시스템을 PC-REFCON 이라 하였으며, PC Based Real-time Flood Forecasting and Reservoir Control의 略語로써 개인용 컴퓨터를 사용한 實時間 洪水 豫測 및 貯水池 制御를 의미 한다.

## 2. 利水管理를 위한 忠州 DSS의 開發

### 2.1 忠州 貯水池 시스템 概要

충주 저수지 시스템은 남한강 상류부에 높이 97.5m, 체적 902,000m<sup>3</sup>에 달하는 국내 최대 규모의 콘크리트 중력식댐인 충주 본댐과 조정지댐 및 2개의 발전소로 구성되어 있다. 댐으로 인하여 형성된 총 저수용량은 27억 5천만 m<sup>3</sup>이고, 홍수조절 용량은 6억 m<sup>3</sup>이며, 본댐에 시설 용량 400,000KW의 제1수력 발전소와 조정지댐에 12,000KW의 제 2 발전소를 갖추고 있다. 이들 발전소는 침투 발전의 역할 뿐 아니라 연간 8억 4천 4백만 KWH의 전력을 생산하도록 되어 있으며, 우리나라 수력에너지의 약 13%를 충당하고 있다.

### 2.2 意思決定 支援 시스템의 構成

충주 다목적댐의 이수관리를 위한 意思決定 支援 시스템 (DSS: Decision Support System)은 Model Base, Data Base 및 User Interface의 3개의 Sub-system으로 구성되어 있으며, Model Base Sub-system은 저수지 運營律을 결정하기 위한 각 기간별 최적 방류량과 저류량을 계산하는 동적계획법 (DP)에 의한 최적화 모형과 최적화 모형에서 얻어진 운영율을 기준으로 실제운영시에 발생될 수 있는 기간별 하류용수 수요량 및 발전량 등을 여러 조건별로 계산, 분석하는 모의운영 모형으로 구성되어 있다.

User Interface Sub-system은 이미 앞서 진행된 동적 계획법 모형의 결과와 모의운영 모형의 결과를 이용해 실제 의사결정자가 운영시 필요한 정보를 다양한 그래픽으로 표시해 주는 Graphic Display System (GDS) 모듈이 포함되어 있다. 이 GDS 모듈은 기존의 많은 모형에서 보여주었던 사용자의 편의를看過한 시스템과는 달리 댐관리 업무 담당자 또는 의사결정권자가 매우 친밀하게 모형에 접근하고 발생하는 현상을 여러 방법으로 시뮬레이션해 볼 수 있도록 하고 있다.

Data Base (DB) Sub-system은 제시된 모형에 신뢰성 있는 자료를 제공하고 효과적으로 자료를 저장할 수 있는 기능을 가지며, 최적화 모형과 모의 운영 모형 및 GDS 모형에 자료를 공급하며, Telemeter (T/M) 로부터 전송되는 자료를 일정 시간 단위로 DB에 자동 추가하는 기능까지도 포함하고 있다. 그리고 각종 데이터에 사용자가 쉽게 접근하여 자료의 검색, 추가, 삭제, 수정 등을 포함한 데이터 관리 기능을 지니고 있고, 모든 부분이 메뉴 방식으로 프로그램되어 있어 사용자가 시스템을 편리하게 운영할 수 있도록

하였으며, 이에 따른 충주 DSS의 구성도는 그림 1과 같다.

### 2.3 Hydro-scheduling의 수행

최적화 모형 HYDRODP의 목적 함수는 본 시스템의 Hydro-scheduling에 사용된 출력과 시스템 하류부 용수 공급을 보장하면서 전력 생산량을 극대화 하도록 하였다. Scheduling에 있어서는 충주 본댐과 조정지댐의 1917년부터 1940년 및 1956년부터 1990년까지 59년 동안의 월 유입량 자료를 토대로 推計學的 모델링에 의하여 예측한 갈수, 평수, 풍수 水文 조건별 유입량 자료를 이용, 현재 고려하는 시점 (월)을 기준으로 향후 12개월간의 계획을 수립할 수 있으며, 사용자의 선택에 따라 주간 Scheduling도 가능하도록 하였다.

충주 저수지 시스템의 Hydro-scheduling을 위하여 개발된 최적화 모형의 입력 자료는 초기 및 말기 저류량 증분값과 저류량, Splicing Factor 등 動的 計劃 技法 적용 관련 자료와 본댐 및 조정지댐 저수지와 발전소 운영 특성 자료, 월별 최소 소요 저류량, 유입량 자료, 상.하류 구간 취수량 자료 및 용수수요 자료 등으로 구성된다. 또한 모형의 수행 결과로서 분석 단계별 저류량, 저수지 수위, 유입량 및 증발량, 발전 및 여수로 방류량, 발전출력 및 발전량, 발전시간 및 효율 등이 출력되며, 동시에 신뢰도 수준별 에너지, 용수 공급 및 보장 출력의 분석도 가능하다.

개발된 사용자와 컴퓨터를 연결하여 주는 GUI (graphic user interface)에 있어서는 Data Base로부터의 자료 입력, 最適化 프로그램인 HYDRODP와 모의 프로그램인 HYDROSIM의 수행 등을 포함한 Hydro-scheduling 과정을 모두 메뉴 방식으로 설계하여 컴퓨터의 초보자도 쉽게 사용할 수 있도록 하였으며, 그림 2는 Graphic Interface를 위한 충주 저수지 시스템의 Schematic Diagram이며, 출력을 원하는 부분을 Mouse로 선택하면 Graphic이 Display 된다. 아울러 월별 유입량 자료나 최소 확보 저류량 등의 주요 입력 자료와 저수지 운영 결과중 월별 최적 방류량 등의 자료를 화면과 프린터 상으로 Graphic Display가 가능하게 하여 의사결정 과정을 위한 시스템 기술자의 이해와 판단을 용이하게 하였다.

충주 저수지 시스템의 Hydro-scheduling을 위한 절차를 요약하면 다음과 같다.

- (1) 월간 혹은 주간 운영을 할 것인가를 결정

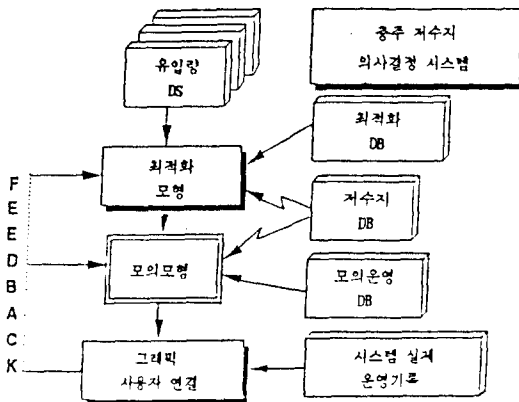


그림 1. 충주댐 이수관리를 위한 의사결정 지원 시스템의 구성도

- (2) 입력 자료로 과거 기록 유입량 자료를 이용할 것인지 추계학적 자료를 이용할 것인지를 선택
- (3) 모형 수행을 위한 Data File의 생성
  - 침투 발전 시간 및 월별 최소 보장 유하량을 결정
  - 유입량의 결정
  - HYDRODP/HYDROSIM 입력 File 생성
- (4) 모형의 수행
- (5) Graphic Display(충주 시스템 Schematic Diagram)
  - 본댐 및 조정지댐 저수지 운영 상태
  - Firm Energy, Power & Water
  - 과거 운영 실적
  - 하류 용수 공급 실적
- (6) (1)~(5) 과정 작업 반복
- (7) Hydro-scheduling에 대한 의사 결정

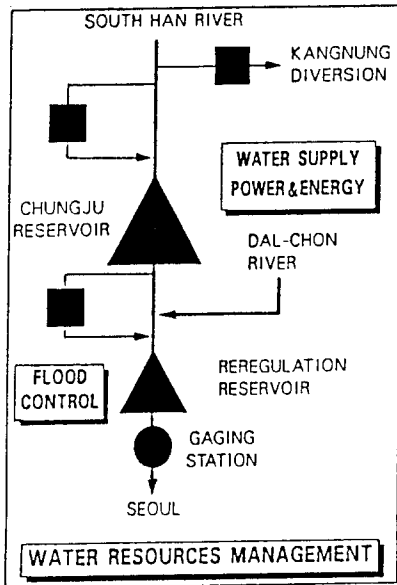


그림 2. Graphic Interface를 위한 충주 저수지 시스템 Schematic Diagram

### 3. 治水管理를 위한 시스템의 構成 및 機能

다목적 댐 홍수 종합 관리를 목적으로 개발한 컴퓨터 시스템인 PC-REFCON 에 의한 홍수조절 가능 댐은 韓國水資源公社에서 주로 건설하여 현재 관리하고 있는 漢江 水系의 충주, 소양강댐, 錦江 水系의 대청

댐, 落東江 水系의 안동, 임하, 합천, 남강댐 및 蟾津江 水系의 섬진강, 주암댐으로서 이들의 9개 댐을 대상으로 홍수제어를 위한 意思決定 支援 시스템을 구축하였다. 기존의 홍수 조절 시스템이 일부의 기능 밖에 갖지 못하고 있었던 반면, 신규 시스템은 다음과 같은 3가지 核心的인 意思決定 支援 시스템의 제반 구성 요소를 포함하고 있다. 즉 遠隔地에서 온라인으로 전송된 각종 자료를 데이터 베이스에 自動으로 입력할 수 있는 Data Sub-system, 입수된 자료를 이용하여 홍수량을 豫測하고 홍수피해 등 각종 영향을 분석할 수 있는 컴퓨터 프로그램들이 탑재된 Model Sub-system, 분석결과를 빠르고 쉽게 전달하여 주는 사용자와 컴퓨터 간의 對話媒體(Man Machine Interface)를 위한 Dialogue Sub-system으로 구성되어 있다.

신규 개발된 PC-REFCON 시스템은 細分하여 다음과 같은 구성 및 기능을 갖고 있으며 홍수방재를 위한 모든 과정이 一元化 되어 있어, 신속한 홍수제어가 가능하도록 하였고, 사용에 있어 특별한 專門性을 요하지 않도록 시스템을 單純化 시켰다.

#### 3.1 시스템 구성(Hardware)

PC-REFCON 컴퓨터 시스템의 구성은 그림 3에서와 같이 PC-386 2대를 병렬로 설치하여 컴퓨터의 고장 등 불시적인 사고에 대비하였으며, 부시스템으로 PC-286 5대로 구성되어 있다. 또한 近距離 通信網(LAN)과 모뎀을 사용하여 홍수조절을 위한 방재업무 실무기술자와 의사결정권자 뿐 아니라 업무를 지원하는 부서와 필요한 정보 및 분석 결과 등을 共有할 수 있도록 하였으며, 실무기술자와 의사결정권자 간에 컴퓨터를 통한 대화가 가능하여 시간별로 변하는 홍수에 대하여 보다 신속한 의사결정이 가능하도록 하였다. 기타 온라인 데이터 집적장치와 無停電 電源裝置 등의 설비가 설치되어 있으며, 컬러 프린터 및 대형 화면을 제공하는 컬러 Projector를 설치하여 효율적인 방재회의가 가능하도록 하였다. 아울러 홍수 방재 업무시 비구름의 이동 상황을 알수 있는 GMS(氣象衛星 受信 裝置)를 병렬로 보강하고 기능을 확대하여 84 시간의 구름 사진을 저장할 수 있도록 하였으며 비구름의 動 畫面(Animation)이 가능하도록 하였다.

새로 구축된 PC-REFCON 시스템은 장래 擴張性을 고려하여 하드웨어 측면에서는 국제 표준 사양에

따랐으며, 소프트웨어는 강우 및 수위 관측소의 증가와 같은 시스템의 수정이 불가피 할 때를 고려하여 최대한 소프트웨어를 수정하지 않도록 시스템의 汎用性에 초점을 두었다.

### 3.2 實時間 데이터 베이스 構築

기존의 통신 설비를 개선하고 데이터 베이스를 구축하여 9개 다목적댐 상류의 254개소의 강우 및 수위 관측소와 9개의 다목적 댐으로부터 각종 정보를 온라인으로 取得하여 自動적으로 데이터 베이스가 구축되며, 각종 水文 情報의 그래픽 출력, 리포트 생성 및 水文 分析 모형의 입력자료로 활용된다. 또한 홍수 자료를 流域 平均 2日 連續 降雨量이 80mm 이상일 경우에 事象별로 自動으로 구분하여 홍수 Calendar를 형성하게 되며, 사용자가 홍수 발생 현황을 쉽게 알 수 있도록 발생 기간이 표시된 Calendar를 그래픽으로 출력되도록 하였다. 수문 분석에 있어서는 입력 자료를 自動으로 생성하도록 하여 결과와 함께 File 형태로 저장하고 의사결정 지원을 위한 代案을 형성하게 된다.

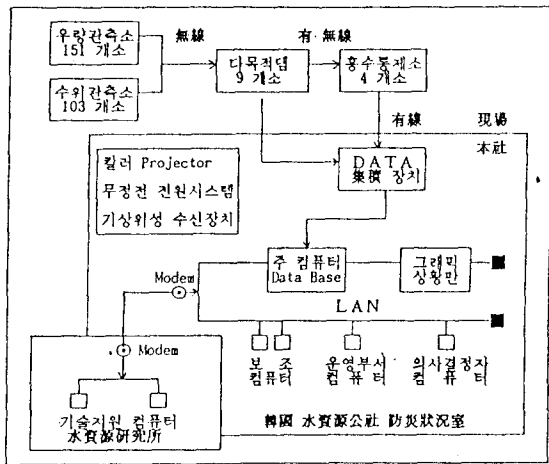


그림 3. 다목적 댐 홍수관리 자료 전송 및 관리 흐름도

### 3.3 貯留函數 流出 模型의 媒介變數 自動補正

홍수 유입량 예측을 위한 貯留函數 流出 模型의 媒介變數 산정에 있어, 현재까지 개개인의 경험을 바탕으로 直感이나 肉眼 관정에 의한 施行錯誤 方法에 의거 媒介變數를 手動 보정 하여 왔으나, 비전문가도 쉽게 업무 수행이 가능토록 매개변수를 自動으로 보정할 수 있는 最適化 프로그램을 개발 하였다. 따라서

기존의 많은 시간이 요구되었던 홍수 분석 과정을 신속하게 처리할 수 있게 되었으며, 개개인의 특별한 經驗과 專門性을 배제하여 비전문가도 수행할 수 있도록 하였다.

### 3.4 PC-REFCON에 의한 실시간 홍수 조절

意思決定 支援을 위한 각종 정보와 분석 결과를 다양한 컬러 Graphic 으로 출력되도록 하여 홍수 피해를 최소화 시킬수 있는 댐 방류량 결정등 방재업무를 더욱 쉽고 빠르게 처리할 수 있도록 하였으며, 수문 정보를 추적할 수 있는 메뉴의 구성은 5가지의 주 메뉴로 설계하고 각 주 메뉴는 부 메뉴로 구성되어 있어 마우스를 이용한 편리한 사용자 중심의 그래픽 Interface를 구현하였다. 주 메뉴 내용은, 1) 댐 및 유역의 일반 현황; 2) 실시간의 강우 데이터를 숫자 및 그래프로 화면에 나타내 주는 강우 현황; 3) 댐지점 및 댐상, 하류에 대한 수위-유량 관계를 그래프로 화면에 나타내 주는 유량 현황; 4) 수문분석 프로그램의 입력 자료를 생성하여 수문분석을 수행하고 보고서를 작성하는 메뉴; 5) 수행 결과를 볼 수 있는 분석결과와 보고서를 출력할 수 있도록 하는 메뉴로 되어 있다.

홍수 현황 등에 대한 리포트의 출력에 있어 미리 지정된 시간에 自動으로 출력되며, 手動 출력시는 총 27개의 리포트가 등록된 테이블이 제공되어 마우스를 이용하여 출력하고자 하는 리포트를 선택할 수 있도록 하였다.

實時間 意思決定 支援을 위해서 방재업무 실무자들은 수문분석 모형을 수행하고 가장 적절하다고 판단되는 결과를 최대 20개까지 저장하며, 컴퓨터 주변 자원을 공유하는 LAN을 통하여 방재업무 실무자용 컴

### ALTERNATIVE SELECTION

ALTER NO. / R.F. TYPE	PREDICTED R.F. (mm)	PREDICTED DUR. (HR)	PREDICTED R.F. TYPE	PLANNED PEAK OUTFLOW (CMS)	PREDICTED PEAK INFLOW (CMS)	PREDICTED PEAK W.L. (EL. m)	Graphical Information
1	150	00	10	3000	4500	130	[Bar Chart]
2	150	00	10	4000	6000	131	[Line Chart]
3	150	100	12	5000	7500	132	[Line Chart]
4	150	120	12	8000	9000	133	[Line Chart]
5	150	140	15	7000	10500	134	[Line Chart]

START TIME : 91.07.23 10:00	FI : HELP	RETURN : ZOOM
END TIME : 91.12.26 12:00	SELECTION	INPUT TABLE
		OUTPUT TABLE

그림 4. 최종 意思決定 支援을 위한 정보 화면

퓨터와 의사결정자용 컴퓨터 사이에 정보를 교환하게 된다. 의사결정자는 메뉴화면을 통해 필요한 수문 정보를 얻으면서 수문분석 모형의 입력자료와 결과로서로 연계된 그림 4의 화면으로부터 代案들을 차례로 검색하여 意思를 결정하게 된다.

#### 4. 맺음말

대용량 다목적 수자원 시스템 운영상의 합리성과 효율성을 제고하기 위해서는 利水 및 治水分野를 동시에 고려하여 각각 수행되어야 하며, 두 분야에 있어 가장 중요한 요소인 유입량을 장단기로 예측할 수 있는 기능과 이를 위한 진보된 과학적 기법들을 수용하는 시스템을 구축하여야 할 것이다.

利水管理 분야에 있어 수자원 관리 기법을 개발하고 실제로 활용 가능한 방안을 마련하기 위하여 현재 韓國水資源公社가 운영 관리중인 충주 저수지 시스템을 대상으로 利水管理용 意思決定 支援 시스템(DSS)이 개발되었다. 最適化 技法을 이용한 저수지 운영 모형과 저수지 운영 모형에 필요한 데이터를 제공하고 자료의 저장, 관리가 용이한 Data Base 및 Graphic User Interface로 구성된 본 DSS의 구축에 따라 충주댐 하류 용수공급과 韓國電力公社와의 발전 계획 협의 및 갈수기의 저수지 목표 수위의 확보 등 저수지 운영계획 수립에 활용할 수 있도록 개인용 컴퓨터(PC)를 이용한 최적화 모형을 사용함으로써 매 기간별 방류량과 저수량을 적절히 배분시키는 Hydro-scheduling을 가능케 하였다.

또한 1990년 漢江 流域內의 大洪水 經驗으로부터 홍수 예측 및 저수지 조절과 방류량 결정 등 일련의 의사결정 과정에 대한 刷新이 필요하게 됨에 따라 韓國水資源公社에서 관리하고 있는 다목적댐 상류에서 발생한 降雨 및 水位 자료와 댐 관련 자료를 有.無線 通信 設備를 통하여 온라인으로 取得과 동시, 데이터 베이스에 저장되고 강우에 의한 洪水 流入量을 豫測할 수 있는 降雨-流出 模型에 있어 媒介變數가 自動으로 보정되어 보다 정확한 예측이 가능하게 되었다. 댐으로부터 방류량을 결정할 수 있도록 각종 자료와 분석 결과를 그래픽으로 처리함에 따라 과거에 복잡했던 의사결정 과정을 보다 친숙하고 쉽게 하였다. 아울러 방재업무 관련자와 지원부서 및 의사결정권자를 LAN(local area network) 및 모뎀으로 연결하여 온라

인화 함으로써 보다 효율적인 업무 수행이 가능토록 하였다.

韓國水資源公社는 물에 대한 量的 및 質的 需要 증가와 안전한 洪水調節 등 利水 및 治水와 관련하여 최신의 컴퓨터 기술에 의한 관리 기법의 첨단화로 수자원 이용의 극대화와 신속한 정보를 제공해 주는 의사결정 지원 시스템을 구축하고 有關 機關과의 온라인 實時間 정보 교환으로 운영체제를 강화하기 위한 水資源 綜合情報 自動管理 시스템인 WEMS(water resources and energy management system)의 개발을 계획하게 되었다. 이러한 목표로 1988년의 妥當性 調査를 거쳐 1991년에 실시설계를 완료하여 세부 추진계획을 수립중에 있으며, 利水 목적의 충주 DSS 및 치수목적의 PC-REFCON은 WEMS의 利水 및 洪水調節 부문에 속하여 장차 WEMS가 구축되면 이들의 소프트웨어 및 하드웨어의 상당 부분을 직접 사용할 수 있을 것이다. 그러나 향후 WEMS 구축 때 까지는 다음과 같은 사항을 利水 및 洪水 차원에서 고려하여야 할 것이다.

다목적댐의 利水 관리에 있어서 충주 시스템의 Hydro Scheduling에 이용할 수 있도록 개발된 본 시스템의 구축에 이어 한강 수계에 위치한 충주댐과 소양강댐을 연계시킨 중. 장기 Hydro-scheduling 모형과 GUI 시스템 개발을 추진중에 있으며, 전 댐을 대상으로 운영자가 쉽게 이용할 수 있는 자동화 시스템이 개발되어야 하고, 용수공급 및 전력수급 등을 감안한 저수지 운영 전략 수립, 실시간 저수지 운영을 수행하므로써 대용량 저수지군 시스템 운영에 있어 便益의 극대화를 도모하게 될 것이다.

또한 PC-REFCON이 국내에서 처음으로 개발된 洪水 管理 綜合 시스템이지만 시간적으로 변하는 홍수를 보다 안전하고 최적 상태로 제어하기 위해서 향후 본 시스템에 High-Technology를 도입하는 등의 연구를 계속 추진할 계획이며, 시스템의 안정성을 고려하여 점차적으로 기능들을 확장할 계획이다. 가까운 장래에 新技術을 이용하는 방안으로써 中央氣象廳의 Radar System을 활용하여 현재의 방법보다 강우량을 보다 정확하게 산정 및 예측할 수 있게 될 것이고, 地形 情報 시스템(GIS: Geographic Information System)을 도입하여 홍수 유출 해석의 신뢰성을 증대시킴과 아울러 각종 정보를 映像化 함으로써 시각적인 효과를 증대 시킬 계획이다. 또한 專門家 시스템(Expert System)을 도입하여 감각 및 지식에 의존하던 사람의

의사 결정 과정을 人工 知能을 겸비한 컴퓨터가 처리 할 수 있도록 하면 홍수 제어에 대한 信賴度를 더욱 높일 수 있을 것이다.

### 5. 課業의 遂行

다목적댐의 치수관리 종합 시스템인 PC-REFCON의 구축은 1991년의 한국수자원공사 수자원연구소의 연구과제의 일환으로 수행되었으며, 컴퓨터 설비 및 LAN (local area network) 구축 등 하드웨어 구입에 1억 4천만원의 개발비가 투입되었고 수문분석 프로그램 및 기타 소프트웨어를 기존 그래픽 패키지를 이용하여 자체 개발하였다.

또한 충주 다목적댐의 이수 관리를 위한 의사 결정 지원 시스템도 수자원 연구소의 연구과제의 일환으로 수행되었으며, Hydro-scheduling을 위한 최적화 프로그램은 자체 개발하였고 그래픽 인터페이스 및 Data Base의 구축 등은 충북대학교와의 공동연구로 수행되었다.

상기 두 시스템의 개발에 있어 각종 소프트웨어의 개발과 하드웨어의 구입과 설치 및 그래픽 개발에도움을 준 연구소 내의 기술진에 감사드리며 특히 코로라도 주립대학의 Fontane 교수께 사의를 포함한다.

### 關聯 資料 및 文獻

1. 高錫九, 高益煥, 李光晚 “PC 基盤 最適化 模型에 의한 忠州 貯水池 시스템 Hydro-scheduling”, 第33回 水工學 研究 發表會 抄錄集, 韓國水文學會, p. 76-87, 1991. 7.
2. 高錫九, 李翰九, 李熙昇, “洪水時 貯水池 實時間 運營 意思決定 支援 시스템”, 大韓土木學會, 1992. 3(계제 豫定).
3. 金洋一, “洪水管理를 위한 컴퓨터 시스템 開發”, 國土와 建設, 1992. 1.
4. 尹在興, 高錫九, 金洋一, “最適化 技法에 의한 貯留函數 流出 模型의 自動補整”, 第33回 水工學 研究 發表會 抄錄集, 韓國水文學會, p. 88-101, 1991.
5. 韓國水資源公社, “漢江水系 忠州 貯水池 시스템의 實時間 最適 運營을 위한 意思決定 支援 시스템 開發(利水管理 部門)”, 水資源研究所/忠北大學校 中間 報告書 1991. 12.
6. 韓國水資源公社, “PC-그래픽을 利用한 多目的 貯水池 洪水管理 綜合 컴퓨터 시스템 開發 研究”, 水資源研究所, 1991. 12.