

# GSIS를 이용한 댐 시설물 및 수문환경 분석 시스템 구축

## Construction of System for Dam Facility and Hydrologic and Environmental Analysis using GSIS

이근상<sup>1)</sup> · 전형섭<sup>2)</sup> · 전재용<sup>3)</sup> · 조기성<sup>4)</sup>

Lee, Geun-Sang · Jeon, Hyeong Sub · Jeon, Jae Yong · Cho, Gi-Sung

### 1. 서 론

현대사회가 점차 복잡 다원화되어 가는 과정에서 국토공간상에 존재하는 토지, 자원, 환경, 시설물 등에 관한 정보들을 체계적으로 관리하지 못해 여러 가지 문제가 발생하기 시작하였다. 이러한 인식하에 1990년대 초부터 지형공간정보체계(Geo-Spatial Information System ; GSIS)가 도입되어 여러분야에서 부분적으로 추진되어 왔으나 1990년대 중반까지 초보적인 실험 단계 수준이어서 많은 효과를 얻지는 못하였다. 체계적인 GSIS 추진을 위해 건설교통부가 주관 이 되어 1995년도부터 2000년도까지 NGIS 1차 사업을 수행하였으며, 2001년도부터 2006년 도까지 산업, 경제, 생활, 문화 등 모든 분야의 지식정보화를 위한 디지털국토를 목표로 2차 사업 이 추진중에 있다.

수자원분야에서도 강우유출 분석, 홍수위험 분석, 하천의 수질분석, DEM을 활용한 유역내의 지형해석, 유역의 토양침식량 분석 등에 GSIS 연구들이 활발히 진행중에 있다. 그러나, 대부분의 연구들이 각 분야별로 독립적인 형태로 추진되고 있으며, 댐관리 GSIS라는 하나의 통합된 주제를 중심으로 발전하지 는 못하였다. 현재 국내는 물론 외국에서도 GSIS와 연계한 댐관리 구축 모델 연구사례를 찾기는 쉽지 않으며, 국토 전반에 걸쳐 GSIS가 활용되고 있는 시점에서 효율적 인 댐관리를 위한 GSIS 구축모델 제시에 관한 연구가 필요하다고 할 수 있다.

최근 수자원분야에서도 이러한 정보기술을 적극 도입하고 있으며, 대표적으로는 수자원관리종합정보시스템(Water Resources Management Information System ; WAMIS)이 있다. 수 자원관리종합정보시스템은 우리나라 주요하천, 댐, 지하수 및 유역의 기상, 수문, 수질정보를 웹 (Web)을 통해 전반적인 수자원정보를 일반사용자에게 제공해주고 있으나 수자원단위지도를 제외 한 대부분의 정보가 문자나 그래프 위주로 구성되어 있어 공간적인 위치를 정확하게 반영하지 못 하고 있는 한계가 있다. 또한 WAMIS 중 댐관리 부분을 보면 전반적인 댐 개황을 소개하는 수준

1) 전북대학교 공과대학 토목공학과 박사수료(063-270-2429, happylks@hanmail.net)

2) 전북대학교 공학연구원 부설 공업기술연구센터 연구원(063-270-2429, jsi2365@yahoo.co.kr)

3) 전북대학교 공과대학 토목공학과 박사과정(063-270-2429, gisrs@nexter.com)

4) 전북대학교 공과대학 사회기반시스템학과 부교수(063-270-2429, gscho@moak.chonbuk.ac.kr)

어서, 실제 댐관리 업무에 필요한 상세정보가 부족하고 각종 시설물에 대한 지도정보 및 분석기능은 전무한 실정이다.

따라서 본 논문에서는 이들 시스템의 단점을 보완하고 효율적인 댐관리를 지원하기 위한 GIS 시스템 구축을 위해 최근 준공된 금강상류에 위치하고 있는 용담댐을 연구대상지역으로 선정하여 댐관리에 필요한 다양한 기능을 도출하기 위해 용담댐 및 기존댐의 업무를 분석하고 개발된 수자원운영시스템 그리고 국내외 연구들을 분석하여 댐관리에 적용 가능한 GIS 구축방향모델을 제시하고자 한다. 또한, 댐관리지원을 위한 GIS 구축방향중 공간분석기법이 적용가능한 수문환경 분석 기능과 함께 수문환경분석의 기초가 되는 DEM, TIN 자료를 활용한 지형분석 기능도 함께 구현하고자 한다.

## 2. 댐 시설물 및 수문환경 분석을 위한 GIS 구축방향

댐관련 시설물 및 수문환경 분석을 위한 GIS 구축방향을 결정하기 위해 연구대상지역인 용담댐을 비롯한 기존댐들의 부서별 업무를 파악하고, 수자원공사에서 운영중인 시스템은 물론 국내외 연구사례를 통해 제시된 댐 유역관리에 필요한 기능들을 분석하여 각 분야별 GIS 구축방향을 결정하였다. 특히, 댐과 관련된 시설물을 구현하기 위해 그 배경이 되는 유역내의 주제도를 함께 고려하였으며, 수문환경 분석 기능을 구현하기 위해 사용되는 DEM 및 TIN 데이터의 활용 측면을 고려하여 지형분석도 함께 추가하여 최종적인 각 분야별 GIS 구축방향을 표 1과 같이 결정하였다.

표 1. GIS 구축방향

분 야	GIS 구축방향
댐관련 시설물 관리	- 삼각점, 수준점 관리 / 강우, 수위, 기상관측소 관리 / 채수지점 관리 - 환경기초시설 관리(하수종말처리장, 축산폐수처리시설, 오수처리시설, 마을하수처리시설, 분뇨처리시설, 쓰레기처리시설, 농공단지) 관리 - 이주단지 관리 / 이설도로 관리 / 이설도로 교량 관리 / 도수터널 관리 - 매설계기의 위치 및 변위량 관리
주제도 관리	- 도로망 관리 / 주요하천 관리 / 소유역 관리 / 토양도 관리 - 지질도 관리 / 토지피복도 관리
지형분석	- TIN 구축 및 3D 지형보기 / 경사 및 방향 분석 / 수표면적 계산 - 수위별 담수지역 보기 / 수위별 저수량 및 취수가능수량 산정
수문분석	- 유역추출 / 수문지형요소 자동추출 / 수문모형 입력인자 제공 - 강우분포도 작성 / 토양침식모형의 입력인자 추출 및 침식량 계산
수질관리	- 연도별, 행정구역별 오염원 관리(토지이용, 산업폐수시설, 양식장, 인구, 가축) - 원단위관리(원단위코드, BOD, TN, TP) - 발생부하량(유역, 행정구역) 및 배출부하량 산정/보기

### 3. 연구지 선정 및 시스템 개발환경

#### 3.1 연구지 선정

본 연구에서는 전북 진안군 용담면 월계리에 위치하고 있는 용담댐과, 용담댐을 유출구로 하는 유역을 대상지역으로 선정하였다.

표 2. 용담댐 유역 현황

위치	좌안	전북 진안군 용담면 월계리
	우안	전북 진안군 안천면 삼락리
유역 및 저수지	유역면적	930 km <sup>2</sup>
	연평균강우량	1,260mm
	연평균유입량	769.5 백만m <sup>3</sup>
	저수지면적	36.24km <sup>2</sup>
	총저수용량	815 백만m <sup>3</sup>
	유효저수량	672 백만m <sup>3</sup>
	계획홍수위	EL. 265.5m
	상시만수위	EL. 263.5m
댐	형식	콘크리트 표면 차수벽형 석괴댐
	높이/길이	70m/498m
여수로	폭(B)/높이(H)	B(14.0m)/H(13.425m)
발전시설	제1발전소	24,000kw(12,000kw×2대)
	제2발전소	2,300kw(1,150kw×2대)
도수터널	길이(L)/직경(D)	L(21.9km)/D(3.2m~3.8m)

#### 3.2 개발환경

본 연구에서 개발한 시스템은 시설물과 같은 벡터기반의 데이터 뿐만 아니라 셀기반의 DEM 및 토지피복, 3차원 정보를 갖는 TIN 그리고 인공위성영상정보까지도 관리해야 하며 각종 지형 및 수문분석을 위해 다양한 GIS 데이터모델을 모두 만족시키기 위해 ArcGIS에서 제공하는 ArcObject 컴포넌트를 마이크로소프트사의 비주얼베이직을 이용하여 프로그래밍 하였으며 지형 분석과 수문분석 기능의 구현은 기존의 Workstation 기반하에서 사용했던 AML(Arc Macro Language)를 배치 형태로 활용하였다.

### 4. 시스템 주요기능

#### 4.1 시설물 관리

댐관련 시설물관리 기능은 삼각점 관리부터 매설계기관리까지를 그림 1과 같이 구현하였다. 이러한 기능중 도수로관리를 보면, 도수로는 지하에 매설되어 있기 때문에 실제 위치를 지상에서

확인하기가 매우 어렵다. 그러나, 본 시스템을 활용할 경우 각 구간별 도수로의 정확한 위치를 확인할 수 있으며 도수터널의 중심점 표고, 추가거리, 중심고, 지반고 및 종단면도 등을 관리할 수 있으므로 도수로 보수공사에 적극 활용 가능할 것으로 기대된다. 그림 2는 도수로 구간에 대한 종단면도 작성 기능이다.

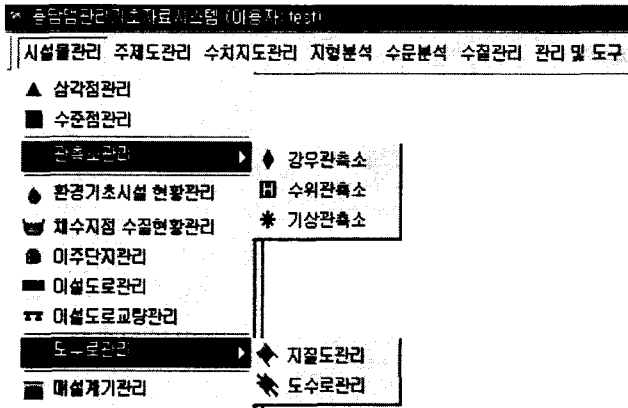


그림 1. 시설물 관리 메뉴 구성도

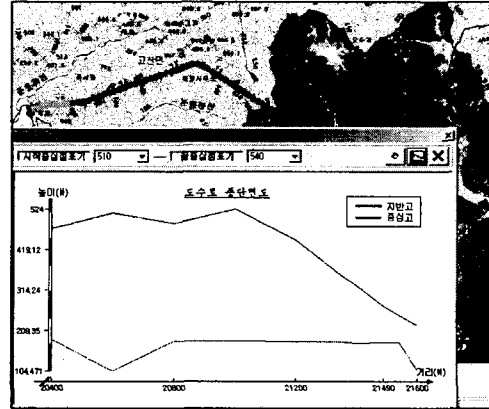


그림 2. 도수로 종단면도 작성 화면

#### 4.2 주제도 관리

주제도 관리 기능은 도로망 관리로부터 토지피복도 관리까지를 그림 3과 같이 구현하였으며, 이중 구역관리 기능은 그림 4와 같이 소유역별 면적, 최장수로의 길이 및 경사, 지체시간 등을 관리할 수 있다.

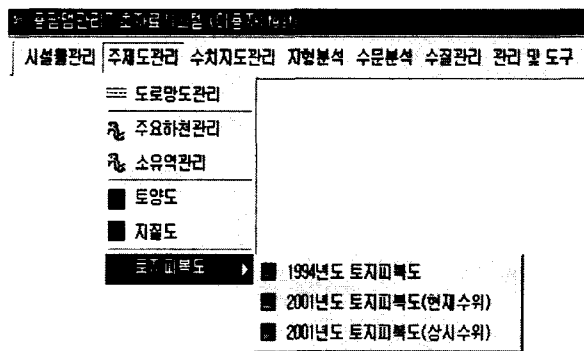


그림 3. 주제도 관리 메뉴 구성도

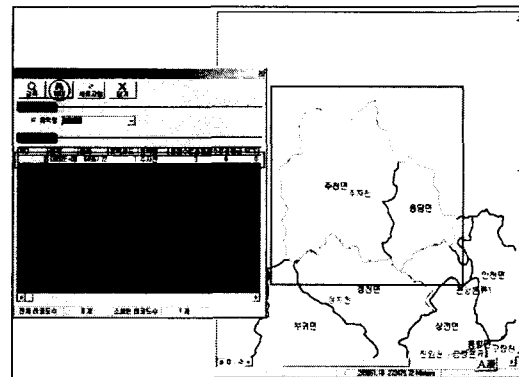


그림 4. 소유역 검색 화면

#### 4.3 수치지도 관리

댐관련 업무 및 수문환경분석에서 주로 활용했던 종이지도는 편집과 수정이 제한적이고 지속적인 활용이 어렵기 때문에 본 연구에서는 용담댐 유역주변의 1/5,000과 1/25,000 수치지형도를 관리할 수 있는 기능을 추가하였다. 특히 수치지도 관리기능에서는 레이어관리 및 출력 기능을 추가하여 실제 수자원 업무에 활용할 수 있도록 구현하였다.

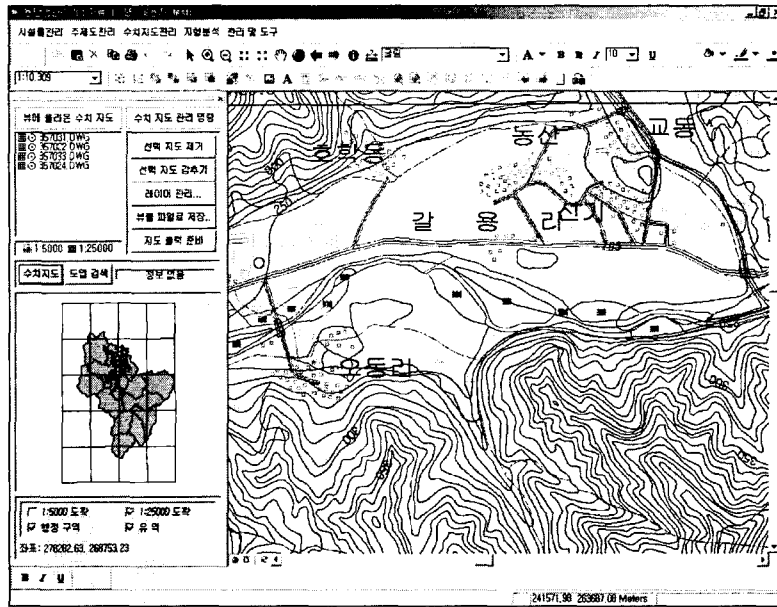


그림 5. 수치지도 관리 화면

#### 4.4 지형분석

지형분석 기능은 3D 지형보기부터 경사와 방향분석까지를 그림 6과 같이 구현하였다. 이중 저수량 계산은 그림 7과 같이 취수구수위와 현재수위로부터 총저수량, 취수가능수량, 잔여수량을 계산하는 것이며, 특히 실시간 저수량계산을 위해 용담댐 수위관측소에서 TCP/IP 형태로 실시간 송신되는 수위자료로부터 2분간격으로 저수량을 자동 계산할 수 있도록 구현하였다.

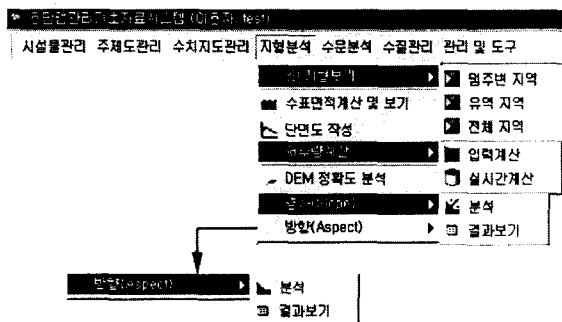


그림 6. 지형분석 메뉴 구성도

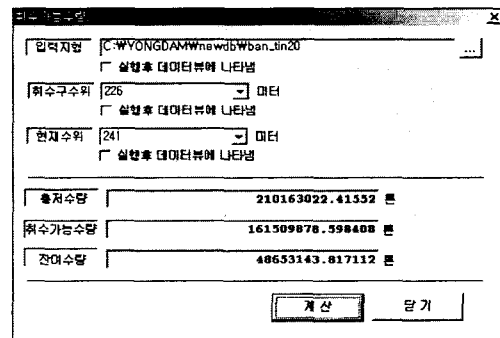


그림 7. 입력에 의한 저수량 계산 화면

#### 4.5 수문분석

수문분석 기능은 하천인식DEM으로부터 토양침식량까지를 그림 8과 같이 구현하였으며, 이중 토양침식량은 RUSLE 모형의 입력인자인 R, K, L, S, C, P인자를 DEM, 토지피복도, 경사도로부터 자동으로 계산하여 분포도, 그래프, 표로서 제공할 수 있도록 구현하였다.

그림 9는 지형인자인 LS를 자동으로 계산하는 초기화면이며 계산된 결과는 그림 10과 같이

전체유역 및 소유역별로 표로서 제공된다.

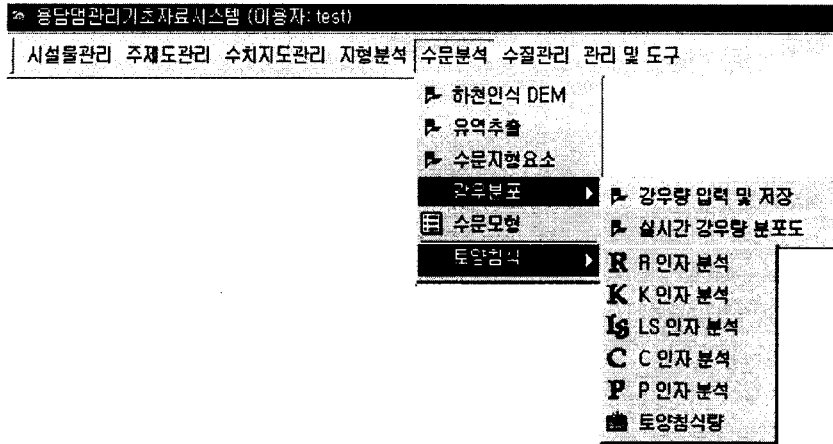


그림 8. 수문분석 메뉴 구성도

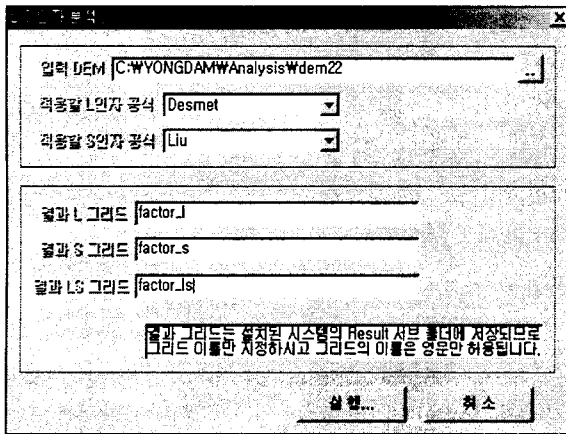


그림 9. 지형인자 분석 초기화면

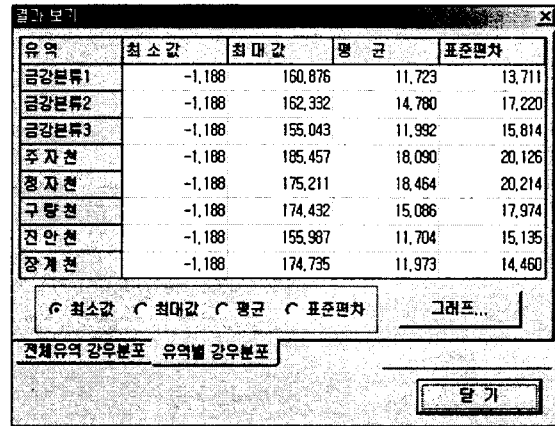


그림 10. 지형인자 분석 결과보기 화면

#### 4.6 수질관리

수질관리 기능은 오염원관리로부터 배출부하량보기까지를 그림 11과 같이 구현하였다. 오염원 및 원단위 관리는 토지이용, 산업폐수시설, 양식장, 인구, 가축에 대한 자료를 관리하는 기능이 며, 이러한 오염원과 원단위 값을 이용하여 발생부하량을 자동으로 계산하게 되며 계산된 결과는 표로서 사용자에게 제공된다.

다만, 배출부하량 계산은 계산과정이 복잡하고 유역마다 특수한 상황을 고려해야 하기 때문에 본 연구에서는 발생부하량만을 자동으로 계산할 수 있기 하였으며, 배출부하량은 수작업으로 계산한 결과만을 볼 수 있게 하였다.

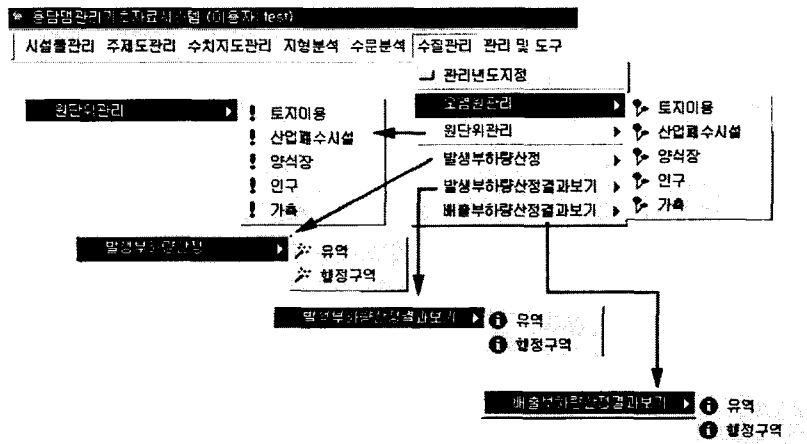


그림 11. 수질관리 메뉴 구성도

## 5. 결론

본 연구는 기존의 문서위주의 댐관련 시설물 관리 및 수문환경 분석 업무를 효율적으로 수행하고자, GIS를 이용한 시스템을 구현하여 용담댐에 적용한 결과, 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 댐관련 시설물 및 주제도에 대한 도면과 관련속성 DB를 입력하고 시스템으로 구축함으로써 체계적인 관리가 가능하게 되었으며, 또한 수치지형도를 시스템에서 관리 및 출력할 수 있도록 구현함으로써 공사나 현황조사시 유용하게 활용될 것으로 기대된다.
2. DEM과 TIN 데이터모델을 기반으로 GIS 공간분석기법을 이용하여 경사와 향, 수표면적 및 저수량 계산과 같은 지형분석을 효과적으로 수행할 수 있었다.
3. DEM과 위성영상을 기반으로 유역추출, 수문지형요소자동추출, HEC-HMS 수문인자추출 및 토양침식량을 GIS와 연계하여 계산할 수 있는 알고리즘을 제시할 수 있었다.
4. 유역 및 행정구역별 오염원 관리를 통해 발생부하량을 자동으로 계산하고 계산된 발생부하량 및 배출부하량을 화면에서 관리할 수 있으므로 효율적인 수질관리 업무가 가능하게 되었다.

## 참고문헌

- 1) 한국수자원공사(1993), GIS를 이용한 수자원관리 및 계획에 관한 연구, 수자원연구소.
- 2) 한국수자원공사(1997), 댐시설물관리시스템 시스템 설계서.
- 3) 한국수자원공사(1998), 하천 수자원 관리 및 개발전략에 관한 비교론적 연구.
- 4) 한국수자원공사(2000), 수자원단위지도개발 : 공간정보 콘텐츠 구축 및 활용을 위한 연구.
- 5) Jameson, D. G.(1996), Integrated river-basin management : real time control, Preproposal for cooperate proposal between UK and Korea.
- 6) Larry W. Mays(1996), *Water Resources Handbook*.

- 7) Morris, D. G. and Heerdegen, R. G.(1988), Automatically derived catchment boundary and channel networks and their hydrological application, *Geomorphology*, pp. 131-141.
- 8) NALMS(1988), *Lake and Reservoir Management*.
- 9) Stephen M. Kopp(1996), Linking GIS and Hydrological models, *HydroGIS 96 : Application of Geographic Information Systems in Hydrology and Water Resources Management*, IAHS Publication No. 235.
- 10) US Army Corps of Engineers(1991), *Optimization of Multiple-Purpose Reservoir System Operations : A Review of Modeling and Analysis Approaches*.
- 11) Vijay P. Singh and Fiorentino, M.(1996), *Geographic Information Systems in Hydrology, Water Science and Technology Library*.1) 한국수자원공사(1993), GIS를 이용한 수자원관리 및 계획에 관한 연구, 수자원연구소.