

# GIS를 이용한 경인운하의 수리·수문 분석

## ( GIS DB Construction and Hydraulic-Hydrologic Analysis of Operation of the Kyungin Canal )

김병국, 이규성, 최정민<sup>1)</sup>

### 1. 연구의 목적

경인운하 사업구역에 대한 수리·수문학적인 분석을 위하여 사업구역 내의 지형, 토양, 수계, 토지이용, 연안해역, 행정구역 등과, 관련된 현황 자료를 공간데이터베이스 형태로 구축함으로써 그 지역의 GIS DB화하고, 수리·수문학적인 분석에의 활용성이 높은 자료의 파악과 함께 다각적인 GIS 적용방법을 개발하고자 하였다. 또한 사업구역내 시범소유역을 선정하여 그 지역을 대상으로 GIS 공간DB를 이용한 유역관리시스템을 개발하고 이를 이용하여 다양한 수리 수문모형과 오염분석 모형을 적용하였다.

### 2. 사업구역 및 시범소유역의 설정

GIS 공간DB 구축에 필요한 자료 획득에 소요되는 시간과 비용, 그리고 GIS 운영상의 효율성을 고려하여, 경인운하와 직접적으로 연결된 하천 유역을 주 대상으로 하여 인접 인천항의 해역과 일부 한강지역을 포함한 지역을 사업지역으로 설정하였다. 즉, 운하와 직접적으로 연결된 굴포천, 시천천, 계양천 유역을 포함하여 인천항 해역과 서울 서부 지역을 통과하는 한강 주변까지 확대하여 장차 예상되는 GIS의 다양한 활용을 기대하고자 하였다. 선정된 사업구역의 면적은 644km<sup>2</sup>로 인천광역시, 경기도 부천시와 김포군, 그리고 서울특별시 일부분을 포함하고 있다. 경인운하 사업구역 내 3개의 소유역 중에서 GIS를 이용한 유역관리와 각종 수리·수문 모형의 분석을 위한 시범소유역으로는 부천시와 인천광역시 부평지역을 포함하고 있는 굴포천유역을 선정하였다.

### 3. 사업구역 내의 GIS 공간DB 구축

GIS 공간DB는 다양한 종류의 주제도를 전산입력하여 수치지도화하고, 속성자료

를 부가함으로써 구축된다. 본 연구에 필요한 각 주제별 레이어는 수치지도에서의 발췌, 디지털라이징, 위성영상처리 등과 같은 방법으로 입력하며, 자료접합, 자료변환, 오차보정 등 일련의 처리과정을 거쳐서 GIS 공간DB로서 완성된다. 경인운하 사업구역내의 GIS DB구축에 필요한 각종 자료는 현재 국가지리정보구축(NGIS) 사업의 하나로 국립지리원에서 추진중인 국가기본도 수치화사업에 의하여 제작된 자료를 최대한 활용하였다. 최근에 조성된 매립지 등을 비롯하여 현재 국립지리원 수치지도에 포함되지 않는 지역에 대해서는 기존의 종이 지도를 디지털라이징하여 제작하였다.

기타 본 연구에 사용된 기존 수치지도로는 농촌진흥청 농업과학기술원에서 제작된 1:25,000 축척의 정밀토양도와 산림청 임업연구원에서 제작된 1:25,000 축척의 임상도를 들 수 있다.

본 연구에서 새롭게 시도된 GIS 자료입력방법은 인공위성 영상자료를 자동 처리하여 토지이용현황을 보여주는 지도를 제작하였다는 것이다. 인공위성 센서에 의하여 촬영된 영상에서 얻어지는 정보는 엄밀한 의미에서 토지이용보다는 현재의 토지피복상태를 보여준다고 할 수 있다. 토지이용현황에 대한 자세한 정보는 항공사진판독과 현장에서의 필지별 조사 등을 통하여 얻어질 수 있지만, 본 연구에서는 수리·수문분석을 위한 개략적인 내용의 토지피복상태가 요구되므로 원격탐사 영상자료로 충분하다고 판단되었다.

1:5,000 혹은 1:25,000 축척의 단위 도엽별로 입력된 각각의 수치지도를 전체 사업구역의 GIS자료로 접합하였으며, 그 과정에서 발생하는 오류를 보정하였다. 속성은 각 layer별로 입력하였다. 시범소유역은 경인운하 사업구역내에 위치하는 굴포천 유역을 대상으로 하였기 때문에 시범소유역만을 대상으로한 별도의 GIS자료 구축은 필요없었으나, 유출모형 및 오염모형 적용을 위한 수계망도의 경우와 같이 매우 상세한 자료가 필요한 경우에는 시범소유역만을 대상으로한 자료가 별도로 구축되었다.

또한, 굴포천 유역의 수계일반현황, 오염현황, 수질현황, 용수이용현황, 구역지정현황, 환경기초시설현황 등의 각종 자료를 GIS DB화하여 GIS 공간자료와 연결함으로써 굴포천의 수질오염모델과 연계된 지역별 오염현황 분석, 수질오염관리 및 오염원 감시등에 활용하게 하였을 뿐만 아니라 경인운하 가동시 운하수질에 미치는 영향 등을 여러 가지 모의 조건하에서 검토하였다. <표 1>에 본 연구에서 구축한 주제도별, 레이어별 GIS DB 구축방법과 과정을 설명하였다.

- GIS를 이용한 경안운하의 수리수문 분석 -

주제도	Layer	구축과정
지형	표고	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 국립지리원 제작 1:5,000 수치지도에서 등고선 및 표고점 추출</li> <li>▶ 도엽 접합, 에러 보정</li> <li>▶ 국립지리원 수치지도 이외 지역은 등고선 digitizing</li> <li>▶ 매립지 해안선 digitizing</li> <li>▶ 자료변환 (DXF -&gt; Arc/Info coverage)</li> <li>▶ 등고선 및 표고점으로부터 수치지형자료(Digital Elevation Model) 추출</li> <li>▶ 격자형(20m resolution), TIN형 DEM 제작</li> </ul>
	경사	▶ 격자형 DEM자료를 이용하여 제작
	방위	
인공위성영상	Image map	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ SPOT 다중파장(3 bands) 영상자료의 보정</li> <li>▶ RGB 합성 칼라영상도 제작</li> <li>▶ DEM과 함께 3차원 경관영상 (전체사업구역, 운하주변지역)</li> </ul>
수계	하천 및 수로	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 국립지리원 제작 1:5,000 수치지도에서 하천레이어 추출</li> <li>▶ 도엽 접합, 에러 보정, 누락부분 보완</li> </ul>
	유역 경계선	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ DEM을 통한 자동 생성 (골포천, 시천천, 계양천 유역)</li> <li>▶ 유역경계선 자동추출은 DEM자료의 형태와 추출 알고리즘에 따라 다소 상이</li> <li>▶ 최종적인 유역경계는 WMS program에 의한 경계선 채택</li> </ul>
	수계망도	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 국립지리원 수치지도의 하천레이어는 불완전 (복개된 하천지역도 표시)</li> <li>▶ 인천광역시와 부천시의 배수유역도 digitizing</li> <li>▶ 시범소유역 유출해석을 위한 수계망 형성</li> </ul>
토지이용	토지이용	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ SPOT 위성 영상 구입 (1995년 10월 6일 scene)</li> <li>▶ 기하학적 보정 및 영상분류 (Supervised classification)</li> <li>▶ 분류된 영상의 후처리 (smoothing, 최소단위 polygon 제거)</li> <li>▶ Vectorizing (격자형 자료를 선형 자료로 변환) 및 속성입력</li> </ul>
토양	토양	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 농업진흥청 농업과학기술원에서 제작된 1:25,000 정밀토양수치지도 구입(총 25 도엽)</li> <li>▶ 시군별 행정구역에 따라 분할된 토양도 접합</li> <li>▶ 접합에 따른 에러 보정</li> <li>▶ 토양별 속성자료입력 (토양명, 토양층, 지형, 유효토심, 토양배수, 토색 등)</li> </ul>
연안해역	해저지형	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 국립해양조사원 발행 인천연안 해도 (chart) 구입</li> <li>▶ 해저 수심 등고선 digitizing</li> <li>▶ 수치해저지형도 제작</li> </ul>
	항로	▶ 국립해양조사원 발행 인천연안 해도 (chart) 를 이용하여 인천항 및 운하 지역 항로 digitizing
행정구역	도, 광역시	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 국립지리원 제작 1:5,000 수치지도에서 행정 및 지역경계 레이어 추출</li> <li>▶ 도엽 접합, 에러 보정</li> </ul>
	시군구	▶ 국립지리원 수치지도 이외 지역은 digitizing
	읍면동	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 국립지리원 수치지도에 읍면동 경계는 누락</li> <li>▶ 각 군구 발행 행정구역도 digitizing</li> </ul>
도로	고속도로	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 국립지리원 제작 1:5,000 수치지도에서 철도 및 도로 레이어 추출</li> <li>▶ 도엽 접합, 에러 보정</li> <li>▶ 국립지리원 수치지도 이외 지역은 digitizing</li> <li>▶ 한국수자원공사 기본 설계도면 digitizing</li> </ul>
	철도	
	지방도	
	계획도로	
운하시설	운하시설	▶ 한국수자원공사 기본 설계도면 digitizing (주운하노선, 터미널부지)
오염원	골포천 유역 오염원	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 환경처 발행 「'95 한강수계 유역별 오염원 현황」 1996년 2월 자료 조사</li> <li>▶ 오염원 속성자료는 각 행정구역별 (시·도·시·군·구·읍·면·동) 입력</li> <li>▶ 수계일반현황 - 오염현황, 수질현황, 용수이용현황, 구역지정현황, 환경기초시설현황 등의 각종 자료를 GIS DB화</li> </ul>

표 1. 경안운하 사업지역 및 시범소유역 GIS DB 구성

#### 4. 수리·수문 분석에의 적용

구축된 GIS DB를 이용하여 실시한 시범소유역에서의 수리·수문분석으로는 홍수유출모형, 갈수유출모형, 수질모형이 있다.

홍수유출모형으로는 GIS기법과 기존 홍수유출모형이 결합된 형태로 유출모의가 가능한 WMS(Watershed Modelling System) v4.1을 선정하였다. 이 유출모의에 사용된 수치자료는 DEM자료, 수계망도, 유역경계선자료, 토양도, 토지이용(피복) 현황도이다. 기존의 수치지도에서의 등고선정보를 WMS에 입력이 가능한 격자형 DEM으로 변환하였으며, 완벽한 수계망도를 위하여 시범유역의 수계망은 따로 조사, 구축하였다. DEM자료와 수계망도를 이용하여, WMS상에서 TINs 해석을 통하여 유역경계선을 자동으로 추출하였다. 유출모의는 HEC-1이라고 하는 프로그램을 사용하였는데, 이 프로그램에서의 인자로서 위에서 구축한 토양도와 토지이용도를 이용하였다.

수질예측을 위한 수질모형으로는 QUAL2E라고하는 수질모형 프로그램을 사용하였다. 이 프로그램의 입력인자로는 지형 등 모형조절자료, 온도자료, 수계자료, 유량자료, 수리자료, BOD등의 화학적 계수 자료, 증가유입유량자료, 하천하류점자료, 수원자료, 점오염원자료, 하천하류지역에 대한 자료 등이다. 오염부하량을 산정하기 위한 자료로 GIS를 이용하여 구축된 행정구역도, 소유역도, 토지이용도, 수계망도를 이용하여 배수 구역도를 작성하고, 그위에 수문환경, 점 및 비점오염원, 폐수배출량 자료 등을 부여하였다.

#### 5. 경인운하와 유역관리를 위한 GIS 활용 Tool 개발

Graphic User Interface(GUI)방식을 채택하여, 유역관리와 관련된 다양한 공간정보를 GIS 환경에서 보다 접근이 용이하도록 하였다. GUI환경 구축은 Arc/Info 자료를 손쉽게 처리할 수 있는 ArcView Macro언어인 Avenue를 이용하여 개발하였는데, 구축된 GIS DB의 다양한 주제도를 목적에 맞게 화면에 display하게 하였다. 먼저 GIS 공간DB에 존재하는 자료들을 주제별로 나타내는 주제누가 구성되었고, 각각의 주제별로 서브메뉴에 의하여 해당 레이어를 출력할 수 있게 하였다. 또한 사용자의 목적에 맞는 여러 가지 주제도를 복합적으로 보여줄 수 있는 스크립트를 작성하였다. <그림 1, 2>에 개발한 메뉴구성과 스크립트를 나타내었다.

## 6. 결론

본 연구에서는 경인운하 사업구역 및 시범소유역내의 각종 자료를 수집, 입력, 보정, 변환하여 도형 DB를 구축하고, 속성자료를 연결하여 GIS 공간 DB를 구축하였다. 이 GIS DB를 이용하여 시범소유역 (굴포천유역) 내에서의 경인운하 건설에 따른 유출모의와 수질예측모의를 수행함으로써 GIS를 이용한 수리·수문 분석의 효용성을 확인하였다. 경인운하와 유역관리를 위한 GIS시스템을 개발하였으며, 시스템에의 접근성 향상을 위하여 GUI를 도입하였다.

## - 참고문헌 -

1. 경인운하건설사업 기본계획 및 기본설계 환경·교통영향검토, 한국수자원공사, 1996
2. 굴포천 수질관리 대책, 인천지방환경관리청 관리과, 1996

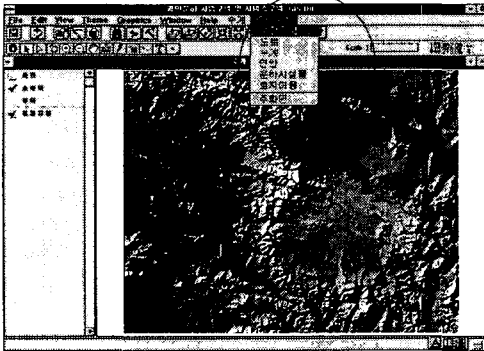


그림 1. 주제도 호출을 위한 메뉴

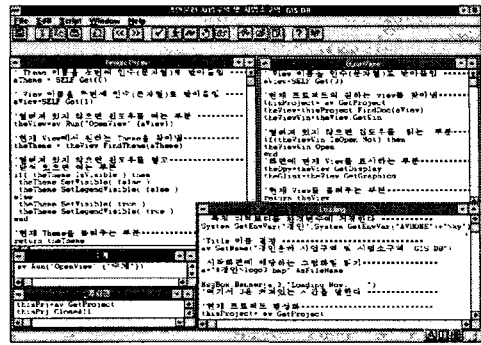


그림 2. 주요 스크립트 작성

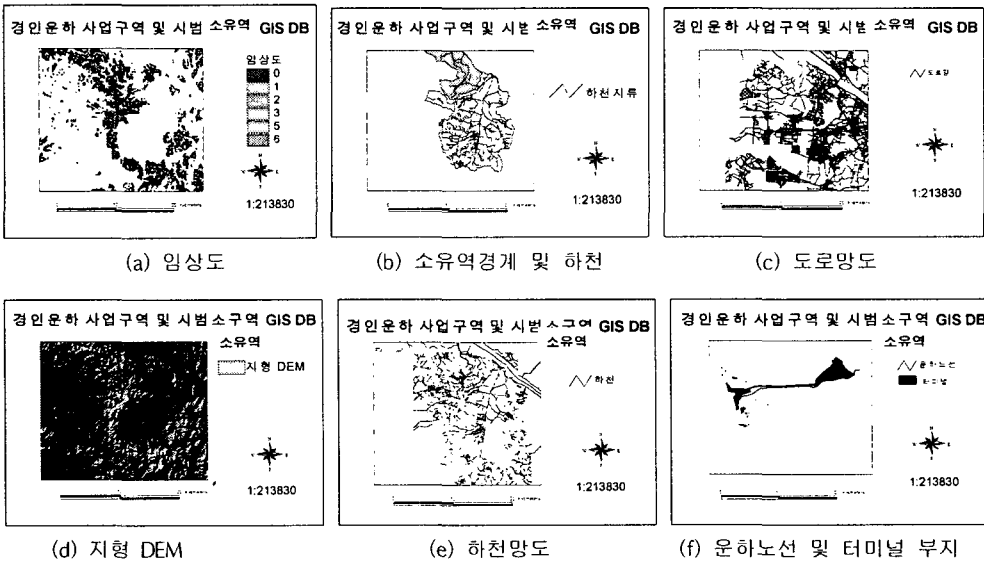


그림 3. 경인운하 사업구역 및 시범소유역의 GIS 공간자료의 구성