

# GIS를 이용한 上水道 計劃 意思決定 支援시스템 研究

## Decision Making Support System for Water Supply Facilities Planning using Geographic Information System

하성룡\*

HA, Sung-Ryung

김주환\*\*

KIM, Ju-Hwan

### 要 旨

상수도 계획시 계획에 필요한 지형 및 공간특성이 갖는 정보들의 상호 유기적인 결합과 분석의 활용 가치를 증대시키기 위하여 보다 체계적이고 합리적인 정보관리체계가 필요하며, 이러한 문제해결을 위한 데이터베이스 관리 시스템(Data Base Management System : DBMS) 및 의사결정 지원시스템의 구축이 불가피하다.

또한 관로상의 수리학적 특성에 관련된 통과경로는 대상경로가 갖는 지리적 특성에 큰 영향을 받으므로 수리학적 안정성과 용수공급 대상지역까지 도수 및 송수가 원활히 이루어질 수 있도록 보다 경제적인 노선의 선정방법이 요구된다.

따라서 본 연구에서는 상수도의 신규개발이나 기존시설 확장시, 계획의 적정성이나 경제성 등을 고려하여 각종 기술 및 사회적·경제적 요인을 종합적으로 분석하고 그 결과를 토대로 보다 합리적이고 효율적인 계획 대안을 제 공할 수 있는 의사결정 지원시스템을 도입한 상수도 계획기법을 개발하고자 하였다. 특히 상수도 관로계획 수립 은 대상지역의 지형 및 토지이용특성에 따른 영향이 지배적인 인자이며 이를 해결하기 위한 방안으로 지리정보시 스템(Geographic Information System ; GIS)을 이용하여 시스템을 구성하였다. 용수공급계통계획의 주된 요인인 지 형적·공간적 특성을 GIS가 지니는 각종 분석기능과 관로 수리해석 프로그램 SAPID, 경제분석 프로그램인 ECOVEL을 개발하여 결합하고, 지형적인 공간특성정보를 데이터베이스화 함으로써 관로의 적정노선을 보다 합리 적으로 선정할 수 있는 의사결정 지원시스템을 개발하였으며 개발시스템의 현장 적용성 평가를 실시하여 그 가능 성을 검토하였다.

### ABSTRACT

In pipeline planning, the systematic and reasonal management of topographical and spatial data are needed in order to omprove the availibilities for data analysis and the effective combinations of spatial informations. According to that fact, DBMS(Database Mangement System) and DSS(Decision makingSupport System) have to be developed for the planning of water supply system. Also, the economic selection for harmonious delivery of water to target area, since the alternatives of pre-designed pipeline are influenced by hydraulic stability and geographic characteristics.

In this study, GIS technique for water supply planning and management which stores graphic features and attributes as digital data sets is considered and engineering application programs are integrated for effective planning of water supply system.

Decision making support system based on analyzing technical, Social and economical aspects is developed for the extension of water supply facilities and pipeline configurations. Especially, Hydraulic, land-use and economic influences are considered as important factors for the purpose of developing the system.

Hydraulic analysis program(SAPID) for pipeline flow which is already developed in Water Resources Research Institue and economic analysis program(ECOVEL) are integrated with GIS for reasonable decision making.

Every possible aspects in pipeline planning for water supply is reviewed and the applicabilities of developed system into the field are evaluated.

\* 충북대학교 도시공학과 부교수

\*\* 한국수자원공사 수자원연구소 선임연구원

## 1. 서론

### 1.1 연구목적

인구의 도시집중 현상과 산업의 발전에 따른 생활 수준의 향상으로 용수의 수요 증가가 상당한 양에 이르고 있는 실정에서 기존 상수도시설의 확장과 함께 신규 상수도의 개발이 활발하게 계획되고 있다. 기존의 상수도 계획방식은 계획에 필요한 정보가 독립적으로 수집되고 분산관리됨으로써 효율성이 떨어져 계획의 적정성이나 경제성 등에 대한 종합적인 평가가 제대로 이루어지지 않고 있는 실정이다. 또한 용수공급을 목적으로 하는 상수도 계획은 용수대상지역의 지형적·공간적 특성을 고려하여 관로매설구간을 설정하고 이에따른 수리학적 관로해석결과에 따라 수행된다. 따라서 본 연구의 목적은 지형적·공간적 특성에 대한 각종 공간정보 분석기능을 가진 GIS와 관로의 수리해석 프로그램을 결합하여 상수도 계획안의 적절한 평가와 의사결정을 지원할 수 있는 통합시스템을 구축하는 것이다.

이를 이용하여 상수도 계획시 고려되는 지형 및 공간정보와 수리학적 관로시스템해석, 그리고 사회적·경제적 정보등을 종합적으로 분석하고 그 결과를 토대로 보다 합리적이고 효율적인 대안을 제공할 수 있는 의사결정 지원시스템의 활용이 가능해질 것이다.

### 1.2 연구내용

본 연구에서는 상수도 계획을 위한 지형적·공간적 특성을 데이터베이스화하고 각종 공간정보의 분석, 관로의 수리해석 및 계획에 따른 경제성 평가과정을 종합적으로 수행할 수 있는 통합시스템을 구성함으로써 의사결정을 지원하고 설정된 사항을 검토할 수 있는 시스템을 구축한다.

이를 위한 본 연구의 내용은 1. 조사/계획 단계, 2. 시스템 분석단계, 3. 시스템 설계 단계, 4. 노선 대체안의 평가시험, 5. 결론의 다섯 단계로 대별된다. 조사/계획 단계에서는 시스템 개발의 필요성을 분석함으로써 연구목적의 도출과 목적 달성을 위한 각 단계

별 개발내용을 정리하였다.

시스템 분석단계에서는 본 의사결정 지원 시스템이 지향하는 상수도 계획의 기본적인 처리과정을 분석함으로써 계획에 필요한 방대한 양의 지형공간정보와 지형공간상의 속성정보를 하나의 정보체계 속에 포함시키고, GIS 기술을 근간으로 하는 정보처리의 기술적 방법론의 검토를 실시하였다.

시스템 설계단계에서는 노선선정 지원시스템 설계, 시험지역의 GIS 데이터베이스(Database)구축 및 시스템을 구현하였다.

노선선정 지원시스템의 설계는 시스템정의와 개념 모형의 구성, 시스템을 구성하는 관로의 수리해석모듈(SAPID 2.0), 경제분석모듈(ECOVEL 1.0), GIS모듈(ARC/INFO)을 개념 설계하고, 객체적 사용자환경을 구축하기 위한 통합환경을 설계하였다. 시험지역의 GIS 데이터베이스 구축은 상업용 GIS S/W인 PC ARC/INFO의 모듈기능을 이용한 대상지역의 지형 분석, 수리해석 및 경제분석 부시스템에서 필요한 지리 및 공간 속성정보의 저장관리를 위한 데이터베이스의 설계와 데이터 베이스 관리시스템을 구축하였다. 또한 개발시스템의 통합환경을 위한 주프로그램의 작성과 각 부프로그램들을 구성하고 프로그램 상호간 정보의 원활한 교류를 위하여 인터페이스 프로그램을 작성하였다.

노선 대체안의 평가시험 단계에서는 구축된 GIS와 노선 선정기준을 조건으로 한 GIS의 모듈의 기능을 이용한 공간분석을 통하여 대상 지역의 노선대체안을 작성하고, 설정된 각 대체안을 대상으로 개발시스템을 이용하여 수리 및 경제분석을 실시하였다. 수리 및 경제분석 결과는 사용자가 원하는 형태의 출력파일로 제공되며, GIS Module의 기능과 계산결과를 통합함으로써 노선공간의 수리특성과 각 대체안별로 경제성을 비교하여 그 결과를 화상출력하였다.

## 2. 상수도 계획에서 의사결정 지원시스템의 개발 방향

상수도 계획을 위한 의사결정지원 시스템은 상수도

계획에 필요한 주요공정의 분석을 통해 자료를 구축하고 이를 토대로 표준화 및 자료변환등의 기능을 이용하여 실제 운용가능한 컴퓨터환경과 목적에 부합되는 H/W 및 S/W로 구성된다.

상수도 계획에 있어 중요한 과정중의 하나는 적절한 관로노선의 통과경로를 선정하는 것이다. 그리고 이 과정에서는 대상 경로가 갖는 지형적 특성에 따라 관로상의 수리특성이 큰 영향을 받으므로 수리적으로 안정된 가운데 대상 용수수요까지 도·송·배수가 원활히 이루어질 수 있는 보다 경제적이고 수리학적으로 안정된 노선의 선정방법이 요구된다. 따라서 본 연구가 지향하는 시스템의 개발 목표는 모든 계획과정에서의 의사결정을 해결하는 Expert System의 개발보

다는 지형적인 공간 특성 정보를 데이터베이스로 하여 경로가 지나는 속성을 보다 합리적인 조합 및 분석을 통하여 노선통과의 적정조건을 도출할 수 있는 시스템의 개발이 바람직할 것으로 판단된다. 이러한 관점에서 지형정보의 수집, 정보의 표시 및 공간분석 기능을 지닌 GIS의 이용이 필수적이라 할 수 있을 것이다.

상수도를 계획함에 있어 주된 검토인자인 지형적·공간적 특성을 GIS가 지나는 각종 공간정보 분석기능과 상수도 관로의 수리해석 프로그램을 결합함으로써 상수도 계획안의 적절한 평가와 의사결정을 지원할 수 있는 시스템을 구축하였다. 본 연구의 내용을 시스템 구축 단계별로 정리하면 다음 그림 2.1과 같다.

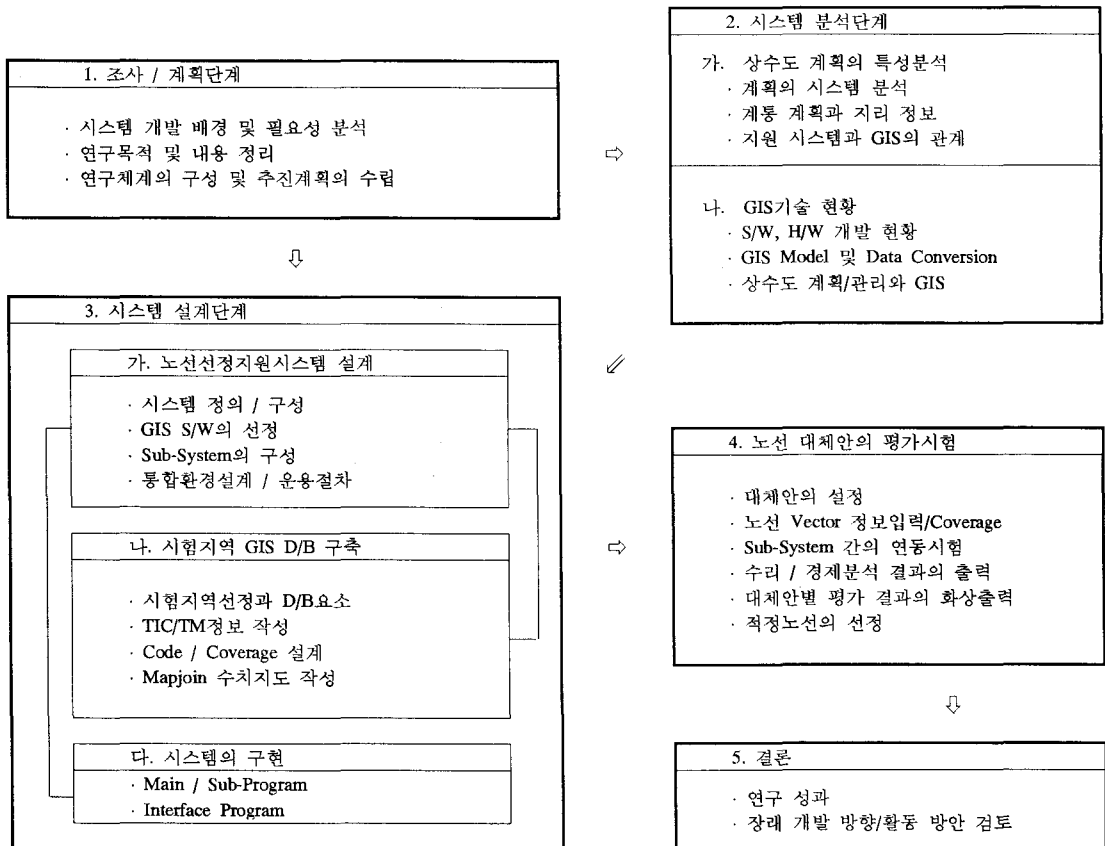


그림 2.1 본 연구의 시스템 구축단계

### 3. 상수도 계획에서 의사결정 지원시스템의 개념설계

- 관로 통과노선의 관로상 유속 및 수압분포 특성의 화상자료 제공.
- 관로 통과노선의 건설비용 산정.

#### 3.1 시스템의 정의 및 범위

본 시스템은 상수도 계획시 용수공급계통계획에 필요한 의사결정사항을 지원하는 정보처리 체계이다. 따라서 상수도 계획에 따른 필요 용수공급 계통설정을 위하여 취수, 정수, 송배수시설의 위치, 지형 및 지리공간을 분석한다. 또 이를 토대로 설정된 용수공급계통과 대체안에 대한 관로의 수리학적 안정성 검토를 위한 정보를 제공한다. 본 시스템이 지원하는 의사결정의 범위는 아래와 같다.

- 취수, 도수, 정수, 가압 및 송배수시설 위치 선정을 위한 지형 및 지리공간 분석
- 관로 통과노선 설정을 위한 지형 및 지리공간 분석.

#### 3.2 시스템의 구성

상수도 계획과정에서 요구되는 용수공급계통계획의 의사결정 문제를 지원함에 있어 본 시스템이 지니는 기능은 크게 세부분으로 구분된다. 첫째는 용수공급계통이 위치하여야 할 공간의 지형 및 지리학적 특성에 관한 정보를 제공하고 필요한 공간분석 기능을 지닌 지리정보 제공기능이다. 둘째는 용수공급계통의 관로 수리학적 특성해석을 위한 수리해석기능이다. 셋째는 의사결정 지원시스템의 결정기능에 해당하는 용수공급계통의 기술적 및 경제적 타당성의 평가이다. S/W의 구성은 의사결정지원용 프로그램, 지리정보의 제공 및 공간분석용 프로그램, 용수공급계통의 수리해석 프로그램으로 이루어지며 그림 3.1과 같이 구성된다.

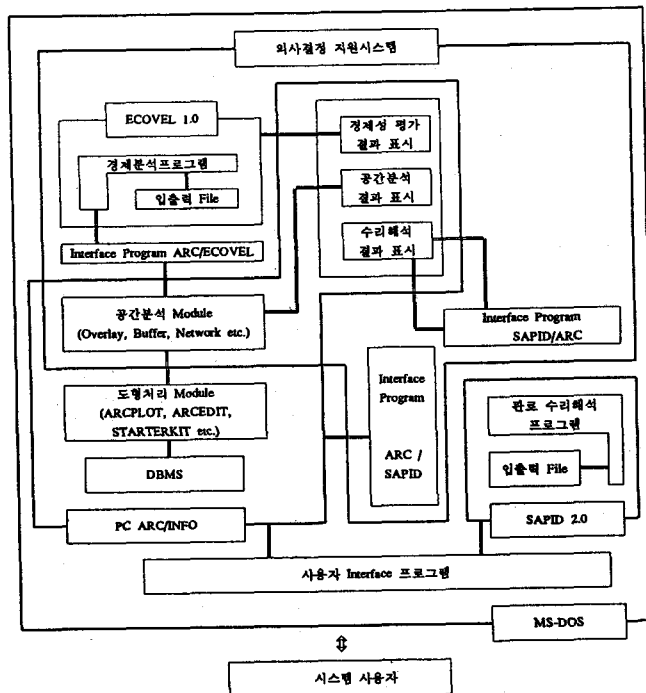


그림 3.1 S/W를 중심으로 한 시스템 구성도

### 3.3 경제분석 부프로그램 (ECOVEL 1.0)

경제분석 부프로그램은 PC ARC/INFO에 의하여 제공되는 용수공급시스템의 시설제원과 통과경로의 공간 특성정보를 토대로 관자재 비용 및 관부설 비용을 이용한 공사비 적산용 프로그램이다. 따라서 단위 용수 공급계통 노선안에 대하여 다음 식에 의거한 관자재 비용 및 관부설비용을 각각 계산하여 그 합계를 총공사비로 제시한다.

#### ○ 관자재 비용

$$Pipecost(\text{원}) = \sum_{i=1}^k \alpha \times L_i \times Mcost \quad (2.1)$$

여기서, k : 소요 관로 갯수

$\alpha$  : 전년도 소비자물가 상승률

$L_i$  : 관로 길이(m)

Mcost : 관로 단위길이당의 관자재 단가로서 관경 D(mm) 및 관종류(주철관 또는 강관)의 함수임.(원/m)

#### ○ 관부설 비용

$$Constcost(\text{원}) = \sum_{i=1}^k \alpha \times L_i \times Ccost \quad (2.2)$$

여기서, Ccost : 관로 단위길이당의 관부설 단가로서 관경(mm), 관종류(주철관 또는 강관) 및 통과 경로의 토지이용특성(토사구간 또는 도로구간)의 함수임.(원/m)

#### ○ 총공사비

$$Totalcost(\text{원}) = Pipecost + Constcost \quad (2.3)$$

위 내용중 총공사비는 관로에 관해서만 산정하였으며 터널은 고려하지 않았다. 2차년도 과업에서는 보상비, 취수장, 가압장, 정수장에 대한 개략공사비를 산정하여 총공사비에 대한 경제분석내용을 보완할 예정이다.

## 4. 대상지역의 수치정보 데이터베이스 구축

### 4.1 대상지역 선정

본 연구의 대상지역은 정부가 광역상수도사업을 계획하고 있는 “포항권 광역상수도”로 선정하여 이 지역의 수치정보 데이터베이스를 구축하였다. 1차년도 연구기간중 데이터베이스구축을 위한 지리정보는 1/25,000 축척의 포항, 경주지역 11개 도엽으로 하였으며, 하천망과 등고선 등의 입력은 1/50,000 축척의 지도를 기준으로 하였다. 작성하고자 하는 수치정보의 종류는 도로 및 철도, 하천 및 제방, 건물 및 주요 문화재, 등고선, 행정구역 및 지역경계로 구분하여 각각을 수치지도로 작성하였다.

### 4.2 TIC 설정 및 TM 투영

TIC의 설정은 북위 35도 45분, 동경 129도를 기준으로 하여 북위 36도 7분 30초 동경 129도 30분 까지를 위도는 2분 30초, 경도는 7분 30초 간격으로 분할하였으며, 도엽번호 설정도 건설부령 제500호 “수치지도작성작업규칙”에서 제안하고 있는 방법에 의하여 그림 4.1과 같이 설정하였다.

|           |           |           |           |           |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 129 00 00 | 129 07 30 | 129 15 00 | 129 22 30 | 129 30 00 |
| 1         | 2         | 3         | 4         | 36 07 30  |
| 용산        | 기계        | 포항        | 환호        | 36 05 00  |
| 368143    | 368144    | 368153    | 368154    | 36 02 30  |
| 5         | 6         | 7         | 8         | 36 00 00  |
| 야화        | 안강        | 연일        | 용덕        | 35 57 30  |
| 358021    | 358022    | 358031    | 358032    | 35 55 00  |
| 9         | 10        | 11        |           | 35 52 30  |
| 건천        | 경주        | 불국        |           | 35 50 00  |
| 358023    | 358024    | 358033    |           | 35 47 30  |
|           |           |           |           | 35 45 00  |

그림 4.1 대상지역의 TIC 및 도엽번호 설정

실제 공간 좌표체계로의 투영방법으로는 Transverse Mercator(TM) 방식을 택하였고, 투영을

위한 S/W는 PC ARC/INFO를 이용하였다.

### 4.3 수치지도 커버리지의 작성

#### 4.3.1 커버리지의 설계

수치지도 작성의 기준이 되는 커버리지(Coverage)는 주제도가 지닌 특성별로 자료층을 구분한 결과이며, 커버리지의 코드내에는 대상도형이 지나는 공간 및 속성정보를 함께 지니게 된다. 도로 및 철도에 관한 속성정보 및 4차선 포장, 고속도로, 2차선 포장 및 비포장, 1차선 포장 및 우마차로, 1차선 비포장, 철도로 구분하였다. 하천의 경우는 큰 하천, 저수지, 호수를 나타내는 Polygon 커버리지, 하천 Line 커버리지, 농업용수 및 하천제방 Line 커버리지로 구분하였고, 특히 하천은 큰하천의 경우 Polygon으로, 지천을 포함한 모든 하천망의 경우에는 Line 커버리지로 구분 작성하였다. 실제 하천에서 하천폭은 매우 중요한 지형적 요소이므로 하천폭을 기준으로 하여 등급을 구분하여 속성정보로 입력하였다. 등급의 구분은 1/25,000 지도상에서 실측하여 하폭 50m이내, 50m - 200m, 200m 이상 세등급으로 나누어 속성 Code를 입력하였다.

여기에서는 하천망을 자주색으로 표현하였고 이에따른 제방은 빨강으로 그리고 도로망은 고속도로, 4차선, 2차선과 1차선의 포장 및 비포장 도로로 각각 청색, 하늘색, 녹색 구분하여 도시하였다.

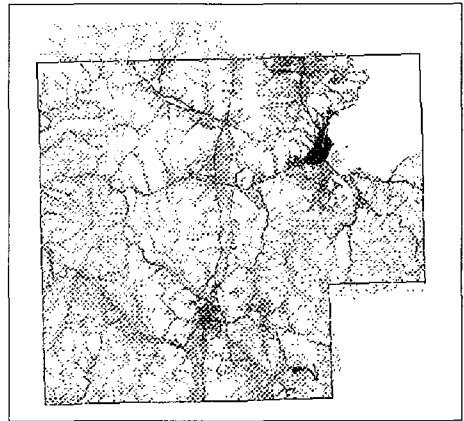


그림 4.2 하천망과 도로망 수치지도의 중첩 결과

표 4.1 Coverage Name 설정

| Feature Type | 내 용  | Coverage Name                     |
|--------------|--|-----------------------------------|
| Polygon      | * 호수, 저수지, 큰 하천(실폭하천)<br>* 행정구역, 바다                  | STREAM_P<br>DISTRICT              |
| Line         | * 등고선<br>* 국도, 지방도, 철도, 고속도로<br>* 작은 하천(용수로)<br>* 제방 | CONTOUR<br>ROAD<br>STREAM<br>BANK |
| Point        | * 공장, 배수지, 취수장, 학교, 교회, 성당, 절, 광산, 취수탑, 명승고적         | BUILDING                          |

#### 4.3.2 커버리지의 구축 예

그림 4.2는 대표적인 Polygon 및 Line 커버리지의 데이터베이스 구축 결과를 PC ARC/INFO의 TABLE 명령어를 이용하여 커버리지의 자료 레코드 구성 ITEM과 데이터 일부를 발췌하여 출력한 결과이며, 작성된 데이터베이스를 토대로 출력한 수치지도이다.

## 5. 의사결정 지원시스템의 상세 설계

### 5.1 통합환경 프로그램

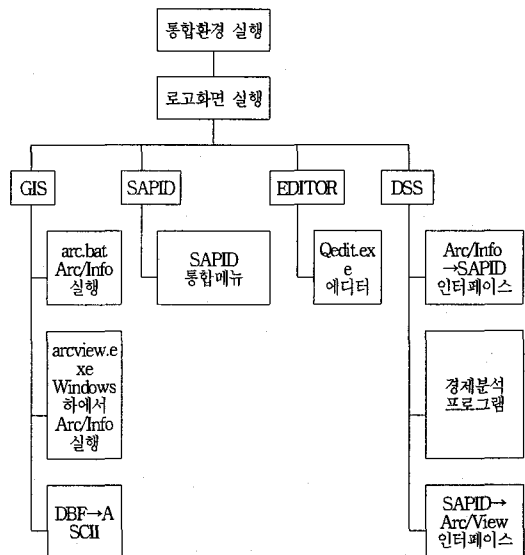


그림 5.1 실행 프로그램 계층도

5.2 ARC/INFO => SAPID 인터페이스 프로그램

본 프로그램은 PC ARC/INFO에 의하여 작성된 관로 통과노선의 수치정보 화일인 \*.DBF가 일단 ASCII 화일로 변형된 FD.DAT화일을 입력 자료로 하여 수리계산 모듈인 SAPID용 입력정보 화일인 SD.DAT 및 노선의 경제분석 모듈인 ECOVEL 입력 정보인 SAPID.DAT 화일을 출력시킨다.

5.3 수리해석 SAPID => ARC/INFO 인터페이스 프로그램

관로 수리해석을 위한 프로그램은 수자원연구소에서 C 언어를 이용하여 개발한 SAPID 2.0을 도입하였고 ARC/INFO로 부터 SAPID의 입력자료 정보화일을 생성시키기 위해 출력형식 설계를 추가하여 사용하였다.

5.4 SAPID => ARC/VIEW 인터페이스 프로그램

수리해석 결과를 기 작성된 관로 화상정보와 결합시켜 노선상의 수리변화를 시각적인 정보로 제공하기 위한 자료 형식변환 프로그램이다. 수리계산 결과중에서 유속은 관로 번호별로, 수압은 절점번호에 상응하여 그 분포등급이 나누어져서 출력되며 이 결과와 GIS의 결합은 관로 및 절점번호를 참조하여 실시된다. 여기서 시각적 표현을 위한 관로내 유속 및 절점 수압의 등급구분 기준은 표 5.1과 같다.

표 5.1 관로내 유속 및 절점 수압의 등급별 표시 색깔 구분

| 등급 | 유 속(m/s) |     |      | 수 압(m) |         |      | 색깔 |
|----|----------|-----|------|--------|---------|------|----|
|    | min      | max | 평가기준 | min    | max     | 평가기준 |    |
| 1  | -∞       | 0.0 | 저속   | -∞     | 1.0     | 부압   | 빨강 |
| 2  | 0.0      | 0.3 | 저속   | 1.0    | 3.0     | 저압   | 주황 |
| 3  | 0.3      | 1.0 | 적정   | 3.0    | 5.0     | 적정   | 녹색 |
| 4  | 1.0      | 2.0 | 적정   | 5.0    | 50.0    | 적정   | 파랑 |
| 5  | 2.0      | 5.0 | 고속   | 50.0   | 100.0   | 고압   | 남색 |
| 6  | 5.0      | ∞   | 고속   | 100.0  | 1,000.0 | 고압   | 검정 |

5.5 경제분석 프로그램

경제분석 프로그램(ECOVEL 1.0)은 대상지역의 관로 통과노선 적지 공간분석 결과를 토대로 설정되어 지는 노선 대체안을 선정하여 관자재 비용 및 관공사 비용을 산정함으로써 각 대체안이 지나는 경제적 타당성을 상호 비교할 목적으로 작성된다. 프로그램의 건설비용 계산기준은 관로가 통과한 노선의 토양특성(본 1차년도에서는 토사지역 또는 도로지역인가를 구분하였음), 환경에 따른 관종류(강관 또는 주철관)별 단가를 이용하였으며, 이 자료는 건설부 및 각 용역업체에서 일반적으로 사용하고 있다.

6. 개발된 시스템을 이용한 관로통과 적지 선정 및 평가

6.1 노선선정 기준의 설정

본 연구의 의사결정 지원시스템은 지형공간을 중심으로 분석능력에 초점을 두고 구축되는 만큼 관로가 통과해야할 경로의 지리·지형학적 특성을 보다 잘 고려할 수 있는 장점을 지녀야 하므로 급변 1차년도의 노선선정 기준은 지형적 요소를 위주로 설정하였다. 노선선정의 기준으로 우선 고려되어야 할 것은 도로내에 관로를 설정할 것인가 또는 도로노선, 도로로부터 이격거리를 두고 관로노선을 설정할 것인가에 대한 문제이며, 그 다음으로는 통과하는 지점의 표고로서 이는 경제적인 측면뿐만 아니라 펌프의 양정과와도 매우 깊은 관련성을 지닌 요소이다. 관로노선은 가능한 직선으로 설치되어야 하고 교량이 설치되지 않은 대하천은 공사기간중 수심이 얇은 시기를 택하여 직접 통과하는 방안도 검토해야 한다. 그러나 호수 또는 저수지를 직접 횡단하는 것은 거의 불가능하므로 가능한 한 우회하는 것이 원칙이라 하겠다.

또한 위에서 언급된 관로 통과노선의 적지선정뿐만 아니라 정수장, 가압장 및 배수지의 위치결정을 위

한 적지선정 역시 매우 중요한 사항이다. 여기서 고려해야 할 용수공급 대상지역과의 관계로부터 고도, 도심으로부터의 이격거리 및 도로로부터의 이격거리 등이 주요 고려사항이다.

## 6.2 관로통과 적지분석 및 대안선정

### 6.2.1 관로통과 적지분석을 위한 정보의 중첩 예

그림 6.1은 관로통과 적지분석을 위하여 50m이상의 폭을 가진 하도의 주변 250m에 대한 Buffering 결과(남색) 및 저수지 둘레 50m를 Buffering한 결과(빨강)를 행정구역과 중첩한 것으로 지도상 남색 및 빨강색으로 구분된 지역으로 관로의 통과가 억제되어야 할 것이다.

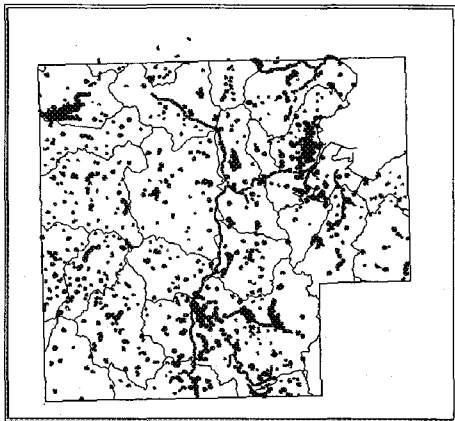
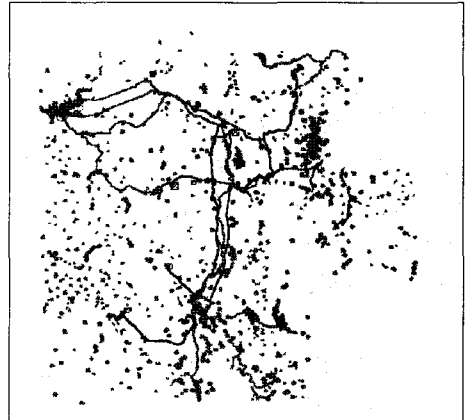


그림 6.1 폭 50m이상의 하도 주변 250m, 저수지 주변 50m에 대하여 Buffering한 결과와 행정구역의 중첩

### 6.2.2 관로통과 가능노선 선정

그림 6.2는 주요건물, 지물 및 저수지와 하천망을 분석하여 관로통과 가능노선을 선정한 것으로 빨간색 노선은 도수관로를 나타내며 검정색노선은 송수관로를 나타낸다.



범례  
 ⊕ 취수장  
 ⊠ 정수장

그림 6.2 중첩된 지리정보를 이용한 관로통과 가능노선 선정

### 6.2.3 관로통과 가능노선의 대안선정

관로통과 가능노선의 대안으로 도수관로 4개안, 송수관로 3개안을 결합하여 총7개의 대안을 표6.1과 같이 선정하였다.

표 6.1 상수도 관로 통과 노선 대안

| 대안   | 구 성   |       |
|------|-------|-------|
|      | 도수관로  | 송수관로  |
| ALT1 | 도수대안1 | 송수대안1 |
| ALT2 | 도수대안1 | 송수대안2 |
| ALT3 | 도수대안2 | 송수대안1 |
| ALT4 | 도수대안2 | 송수대안2 |
| ALT5 | 도수대안3 | 송수대안1 |
| ALT6 | 도수대안3 | 송수대안2 |
| ALT7 | 도수대안4 | 송수대안3 |



### 6.3 대안별 수리해석결과의 화상출력 예

#### 6.3.1 대안 1의 유속분포 및 수압분포

관로노선의 선정에 영향을 미치는 수리특성으로 유속분포는 그림 6.3에서 볼 수 있다. 여기에서는 대안 1(ALT 1)의 유속분포를 색깔별로 표시한 것으로 절점별 숫자는 관로의 EL을 m로 표시한 것이며 절점과 절점사이의 유속은 앞에서 언급한 등급별 색깔(저속:빨강,주황, 적정:녹색,파랑, 고속:남색,검정)로 표시한 것으로 노선선정에 따른 유속의 평가기준이 된다. 또 대안 1에 대한 수압분포는 그림 6.4에 나타내었다. 절점별 숫자는 관로 EL을 m로 표시한 것이며 각 절점에서의 등급별 색깔(부압:빨강, 저압:주황, 적정:녹색, 파랑, 고압:남색,검정)로 표시한 것으로 노선의 적정수압을 판단할 수 있는 기준이 된다.

#### 6.3.2 대안별 수리해석상 안정성 평가

대안별 수리학적 안정성의 평가는 수리해석결과에 의하여 각 절점에서의 수압 및 유속을 표 5.1에서와 같이 6등급으로 나누어 구분하였으며 이 중에서 적정 유속 및 수압은 등급 3, 4로 하였다. 따라서 수리해석상의 우선순위는 적정유속관로비율과 적정수압절점비율을 합산하고 전체 절점에 대하여 적정유속 및 수압이 나타나는 절점의 비율을 %로 나타내어 적정수압 및 적정유속이 제일 많은 순서대로 순위를 결정하였다. 이를 토대로 표 6.2에서는 도수관로와 송수관로에 대한 수리학적 안정성을 볼 수 있으며 도수관로와 송수관로를 포함한 수리학적 안정성의 평가결과는 표 6.3과 같다.

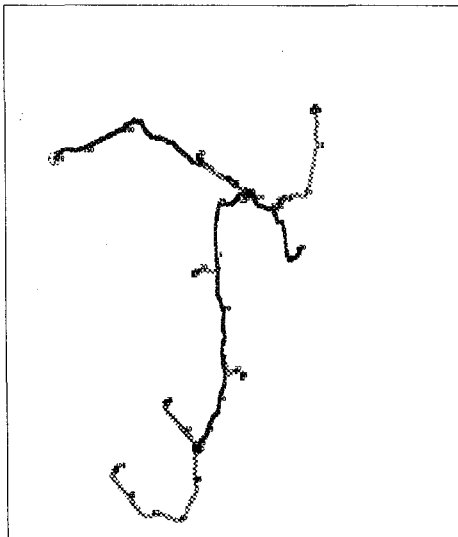


그림 6.3 대안 1의 관로상 유속분포

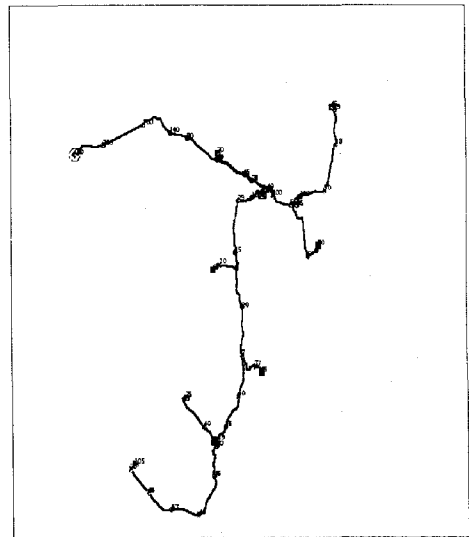


그림 6.4 대안 1의 절점 수압분포

표 6.2 도수관로 및 송수관로 대안별 수리해석상 안정성 평가 (단위:발생개소/총개소)

| 대안       | 구분     | 유속분포           |                |               |        | 수압분포         |              |               |        | 수리해석상<br>우선순위 |   |
|----------|--------|----------------|----------------|---------------|--------|--------------|--------------|---------------|--------|---------------|---|
|          |        | 저속<br>관로<br>비율 | 고속<br>관로<br>비율 | 적정유속<br>관로비율* | 순<br>위 | 고압발생<br>절점비율 | 부압발생<br>절점비율 | 적정수압<br>절점비율* | 순<br>위 |               |   |
| 도수<br>관로 | 도수대안 1 | -              | -              | 10/10         | ①      | 8/11         | -            | 1/11          | ①      | 52.4%         | ② |
|          | 도수대안 2 | -              | -              | 12/12         | ①      | 8/13         | -            | 1/12          | ②      | 54.1%         | ① |
|          | 도수대안 3 | -              | -              | 14/14         | ①      | 8/15         | -            | 1/15          | ③      | 51.7%         | ③ |
|          | 도수대안 4 | -              | -              | 11/11         | ①      | 10/12        | -            | -             | ④      | 47.8%         | ④ |
| 송수<br>관로 | 송수대안 1 | 3/41           | -              | 38/41         | ②      | 5/42         | 4/42         | 14/42         | ①      | 62.6%         | ① |
|          | 송수대안 2 | 2/43           | -              | 41/43         | ①      | 9/44         | 3/44         | 13/44         | ②      | 62.1%         | ② |
|          | 송수대안 3 | 7/39           | -              | 31/39         | ③      | 13/40        | 1/40         | 10/40         | ③      | 51.9%         | ③ |

표 6.3 대안별 수리해석상 안정성 평가 (단위: 발생개소/총개소)

| 대안    | 구분 | 유속분포       |                |            |    | 수압분포         |              |              |    | 수리해석상<br>우선순위 |   |
|-------|----|------------|----------------|------------|----|--------------|--------------|--------------|----|---------------|---|
|       |    | 저속관로<br>비율 | 고속<br>관로<br>비율 | 적정관로<br>비율 | 순위 | 고압발생<br>절점비율 | 부압발생<br>절점비율 | 적정수압<br>절점비율 | 순위 |               |   |
| ALT 1 |    | 3/51       | -              | 48/51      | ⑥  | 13/53        | 4/53         | 15/53        | ①  | 60.6%         | ① |
| ALT 2 |    | 2/53       | -              | 51/53      | ③  | 17/55        | 3/55         | 14/55        | ④  | 60.2%         | ② |
| ALT 3 |    | 3/53       | -              | 50/53      | ⑤  | 13/55        | 4/55         | 15/55        | ②  | 60.2%         | ② |
| ALT 4 |    | 2/55       | -              | 53/55      | ②  | 17/57        | 3/57         | 14/57        | ⑤  | 59.8%         | ④ |
| ALT 5 |    | 3/55       | -              | 52/55      | ④  | 13/57        | 4/57         | 15/57        | ③  | 59.8%         | ④ |
| ALT 6 |    | 2/57       | -              | 55/57      | ①  | 17/59        | 3/59         | 14/59        | ⑥  | 59.5%         | ⑥ |
| ALT 7 |    | 7/50       | -              | 42/50      | ⑦  | 23/52        | 1/52         | 10/52        | ⑦  | 50.9%         | ⑦ |

6.4 대안별 경제분석 평가

대안별 경제성 평가를 위하여 관로의 자재비와 부설비를 계산하여 이들 합계를 각 도수 및 송수대안별 총공사비를 표 6.4에 나타내었으며, 대안별 경제적 우선순위의 결정은 총공사비가 작은 것부터 순위를 결

정하였다. 표 6.4로부터 도수관로의 경우 네 번째대안이, 송수관로에서는 첫번째대안이 각각 가장 경제적인 대안으로 결정될 수 있다. 도수 및 송수대안을 조합하여 결정한 7가지의 대안별 경제적 우선순위는 표 6.5에서 볼 수 있으며 본 연구에서의 분석결과 ALTI으로 표시한 대안의 경제성이 가장 높게 나타났다.

표 6.4 도수관로 및 송수관로 대안별 경제분석 평가 ( 단위 : 천원 )

| 대안 \ 구분 |        | 관자재 비용       | 관부설 비용       | 총공사비         | 경제적<br>우선순위 |
|---------|--------|--------------|--------------|--------------|-------------|
| 도수관로    | 도수대안 1 | 1,259,740.0  | 20,129,020.0 | 32,726,960.0 | ②           |
|         | 도수대안 2 | 1,340,187.0  | 21,413,550.0 | 34,815,420.0 | ③           |
|         | 도수대안 3 | 1,465,570.0  | 23,416,710.0 | 38,072,280.0 | ④           |
|         | 도수대안 4 | 1,198,2010.0 | 19,144,890.0 | 31,126,900.0 | ①           |
| 송수관로    | 송수대안 1 | 1,274,106.0  | 16,750,030.0 | 29,491,090.0 | ①           |
|         | 송수대안 2 | 1,318,751.0  | 17,938,780.0 | 31,126,290.0 | ②           |
|         | 송수대안 3 | 1,340,229.0  | 18,261,320.0 | 31,663,610.0 | ③           |

표 6.5 대안별 경제분석 평가 ( 단위 : 천원 )

| 대안 \ 구분 |  | 관자재 비용      | 관부설 비용       | 총공사비         | 경제적<br>우선순위 |
|---------|--|-------------|--------------|--------------|-------------|
| ALT 1   |  | 2,533,846.0 | 36,879,050.0 | 39,412,896.0 | ①           |
| ALT 2   |  | 2,578,491.0 | 38,067,800.0 | 40,646,291.0 | ②           |
| ALT 3   |  | 2,614,293.0 | 38,163,580.0 | 40,777,873.0 | ④           |
| ALT 4   |  | 2,658,938.0 | 39,352,330.0 | 42,011,268.0 | ⑤           |
| ALT 5   |  | 2,739,676.0 | 40,166,740.0 | 42,906,416.0 | ⑥           |
| ALT 6   |  | 2,784,321.0 | 41,355,490.0 | 44,139,811.0 | ⑦           |
| ALT 7   |  | 3,322,239.0 | 37,406,210.0 | 40,728,449.0 | ③           |

6.5 대안별 종합평가와 적정노선의 선정

대안별 종합평가를 위하여 수리해석상의 안정성과 경제성을 고려하여 이들의 우선순위를 합산한 숫자가 작은 순서대로 적정노선의 선정을 위한 순위를 결정하였다. 그 결과를 표 6.6에 나타내었다.

대안별 종합평가결과로 부터 선정된 ALT 1의 관로노선은 도수관로 대안 1과 송수관로 대안1을 결합한 종합대안으로서 취수장위치 1로 부터 정수장위치 1로 도수하고, 송수관로 1을 따라 7개의 배수지로 송수되는 노선이다. 대안별 종합평가 결과 적정노선으로 선정된 관로노선을 그림 6.5에서와 같이 행정구역별 상수도 수요량과 함께 도시하였다.

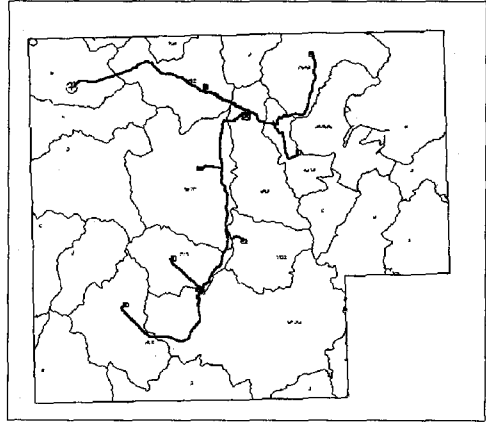


그림 6.5 적정노선으로 선정된 관로노선

표 6.6 대안별 종합평가 결과

| 대안    | 평가항목 | 수리해석상 안정성순위 | 경제적 우선순위 | 종합순위 |
|-------|------|-------------|----------|------|
| ALT 1 |      | ①           | ①        | ①    |
| ALT 2 |      | ②           | ②        | ②    |
| ALT 3 |      | ②           | ④        | ③    |
| ALT 4 |      | ④           | ⑤        | ④    |
| ALT 5 |      | ④           | ⑥        | ⑤    |
| ALT 6 |      | ⑥           | ⑦        | ⑦    |
| ALT 7 |      | ⑦           | ③        | ⑤    |

7. 결 론

본 연구에서는 상수관로의 노선선정시 광범위한 공간의 지형 및 토지이용 특성을 보다 구체적이고 종합적인 검토를 위하여 공간분석 및 필요한 정보의 추출 기능을 가진 GIS를 이용하였으며, GIS의 응용 가능성을 평가하였다. 또한 그 결과를 토대로 보다 합리적이고 효율적인 계획 대안을 제공할 수 있는 의사결정 지원시스템을 도입한 상수도 계획기법을 개발하고자 하였으며 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 광역 상수도 시설 계획이 이루어지고 있는 1/25,000 지도의 지형 정보에 대한 데이터베이스를 구축하였다. 수치화작업은 PC ARC/INFO를 이용하였으며 1/25,000지형도를 기본도로 실시되었다.
- 2) 시스템의 주요 구성은 의사결정지원 부시스템, 관로수리해석 부시스템, 지리정보 관리 부시스템의 세 부분으로 구분하여 메뉴형식의 통합환경에서 구동되도록 하였다. 상수도 시설에 대한 수리해석은 SAPID 2.0을 이용하였으며, 이에 소요되는 각

중 지리 및 수리정보의 제공은 구축된 공간 데이터베이스와 관계층 속성 데이터베이스로서 제공하였다.

- 3) 관망 수리 해석 프로그램 SAPID 2.0과 GIS S/W인 PC ARC/INFO와의 정보 통합 및 공유를 위한 인터페이스 프로그램이 개발되었으며, 이를 이용하여 PC ARC/INFO에 의한 공간 분석 결과는 입력 파일의 형태로 SAPID 2.0에 제공되었다.
- 4) PC ARC/INFO를 이용하여 관로통과 가능지를 대상으로 한 광역상수도망의 대안에 대한 수치 Simulation의 결과로부터 각 대안의 수리학적 타당성(절점수압, 관로유속)을 평가함으로써, 적정 노선의 선정 가능성을 확인하였다.
- 5) 수리해석 결과의 수치정보를 대안별로 관로노선도와 함께 공간상에 영상정보로 제공하는 GUI를 설계·구현함으로써 정보를 시각화하여 의사결정자가 각 대안별 문제점 파악을 용이하게 하였다.

情報 데이터베이스 構築研究(I), 農水産部, pp. 137 - 162, 1991.

6. 水資源研究所, GIS(地理情報시스템)을 이용한 水資源管理 및 計劃에 關한 研究, pp.4-58, 1993.
7. 韓國航空, 地理情報技術研究所, 航測 및 GIS業界 現況, 1993.
8. 東京都市計劃局, 東京都都市地圖情報システム開發 調査報告書, 1990.
9. 任伏處, 林井後治, vector-raster의 變換と raster-vector의 變換, 月刊測量, 15. No.3, pp.54-64, 1992.
10. Tourland, T, C., "Atlanta Water Bureau's AM/FM/GIS", Proc. AM/FM Inter'l '91 Conf.,(14) pp. 523~534, 1991
11. Cantrell, C. J., D. M. Nloesing, and E. H. Burgess, "Integration of a water distribution management system with a geographic information system for Newport, Kentucky", Urban Regional information system association 1992 annual conf. proceedings, (4) pp.109~119, 1992.
12. Hasegawa, K, "Utilization of Computer Mapping System in Water Work", Proc. AM/FM Inter'l '91 Conf., (14) pp.43~54, 1991
13. 한국수자원공사, 일산상수도 도형정보시스템구축 보고서, 1992
14. 水資源研究所, 管路系統內 解析프로그램 SAPID 2.0 使用者 指針書, 韓國水資源 公社 (1993).

## 참 고 문 헌

1. 정보문화센터, 구조적 시스템 분석 및 설계, 1990
2. 건설부, 상수도 시설 기준, 1992
3. G. H. Fisher, Cost Consideration in Systems Analysis, Elsevien, 1971.
4. K. I. Tokida, エキスハトシテムの 開發と 利用, 土木技術資料, 30-2., pp.44-49, 1988.
5. 農漁村振興公社, 農漁村用水費用 合理化計劃 資料