

# GSIS를 이용한 상수도시설물의 데이터베이스 구축 및 관리시스템 개발에 관한 연구

## A Study on the Database Construction and the Management System Development of Water-Facility Using GIS

김영곤\*  
Kim, Young-Kon

### 要 旨

본 연구의 목적은 GIS를 이용한 상수도시설물 데이터베이스 구축과 관리시스템의 개발에 있다. 상수도관의 변류시설을 효과적으로 구축하기 위해 GIS 데이터모델인 라우트시스템과 이벤트 테이블을 활용하는 기법을 적용하였으며, 개발된 관리시스템을 실제로 적용하여 기존의 일반 상수도시설 관리방법과 업무효율성, 정보탐색비용, 데이터베이스 관리효율성 측면에서 비교 분석하였다. 또한, 개발한 상수도관리시스템과 다른 2개 지방자치단체의 시스템들을 기능, 처리속도, 및 운영의 편리성 측면에서 비교 고찰하였다.

업무모델의 일반화는 국내 3개 지방자치단체의 상수도시스템에 대한 자료를 기초로 하여 시도하였고 일반화된 업무모델은 광역상수도시스템의 업무모델로 보완한 다음 이를 다른 2개 지방자치단체의 상수도 업무모델과 비교, 분석하였다. 향후 지방자치단체에서 GIS에 의한 상수도시설물 관리시스템을 구축할 경우, 본 연구에서 일반화 된 업무모델을 이용한다면 좀 더 효율적이고 경제적으로 구축할 수 있을 것이다.

### ABSTRACT

The purpose of this study construct water-facility Database and to develop its management system using GIS. We used route system and event table that are data model in GIS for the construction of water valves on water facility pipe. A water-facility management system using GIS was developed and was actually applied for the city of Yosu and compared with conventional water-facility management systems in terms of workability, information searching cost, and database management efficiency. The system has also been compared with those of two other local governments in terms of functions, process time, and conveniences.

The generalization of the work model for water-facility system was also attempted based on the data collected from three local governments and it was revised by the work model of the wide area water-facility system. The generalized work model in this study was compared with other two local governments' work models. The generalized work model will enable local governments to develop more efficient and economical water-facility management system by GIS in future.

\* 여수대학 겸임교수

## 1. 서론

정보산업의 발달로 지형공간정보체계(Geo-Spatial Information System : GIS)의 필요성이 대두됨에 따라 지형공간정보의 데이터베이스 구축과 다양한 형태의 응용시스템 구축에 대한 수요가 나날이 증가하고 있다(유복모, 1996). 특히 국가지리정보체계 (National Geographic Information System : NGIS) 구축사업의 일환으로 국가차원의 지원이 본격적으로 이루어지면서 관련산업 전반이 매우 역동적으로 움직이고 있다. 그러나 제작된 데이터베이스나 응용시스템들은 사용자의 욕구를 충족시키지 못하고 있는 실정이며, 따라서 많은 비용을 들여 구축한 시스템에 비해 그 활용성은 상대적으로 저조하기 때문에 이들 시스템에 대한 분석을 통하여 실용성과 편리성을 갖춘 시스템을 만들어 비용대비 효과를 높일 필요가 있다(국가GIS추진위원회, 1995).

본 연구에서는 지하시설물탐사를 수행하여 상수관련 시설물을 데이터베이스화하였으며, 특히 변류시설은 GIS 데이터모델인 라우트시스템과 이벤트 테이블을 활용하여 구축하였다. 구축한 데이터를 활용하여 주요 상수도 업무기능에 대하여 데이터베이스 설계 및 시스템 설계 과정을 거쳐 상수도관리시스템을 개발하였다. 구축된 상수도관리시스템은 본 연구대상지역인 여주시청 각 부서의 업무분석을 통해 구축되었으며 B시와 S시의 시스템과 비교 검토하여 1차 시스템 구성도를 도출하였다. 도출된 1차 시스템은 수자원공사에서 구축한 광역상수도 관리시스템과의 비교 검토를 통해 최종 시스템 구성도를 도출하였다. 최종 시스템 구성도를 타 지방자치단체인 T시와 K시의 상수도관리시스템과 비교 분석하여 일반화하였다.

개발에 사용된 GIS 툴은 국내 3개 지방자치단체에서 사용되고 있는 Mapinfo사의 MapInfo의 자체 내장 언어인 Map Basic을 사용하여 구현하였으며, 작성된 시스템의 기능, 처리속도 그리고 운영의 편리성을 비교하였다.

기능 측면은 기존 2개 지방자치단체에서 운영중인 상수도시설물 관리시스템의 단위 업무 수량과 개발한 시스템이 제공하는 단위 업무 수량을 비교·분석하였

으며, 처리속도 측면은 초시계를 이용하여 실행을 시작하는 순간부터 최종 결과가 출력되는 때까지의 시간을 각각 측정하였다. 사용의 편리성은 업무를 수행하는데 몇 단계의 메뉴를 거치는지, 몇 회의 마우스 조작으로 실행이 가능한지, 실행을 위하여 몇 회의 키보드 입력을 해야 하는지 등을 비교·분석하였다.

또한 본 연구에서는 국내 3개 지방자치단체의 상수도시스템에 대하여 상수도업무 모델, 데이터베이스 모델 및 완성된 시스템을 수집한 다음 업무레벨단위로 분류체계 및 업무의 종류를 상호 비교, 최소 공배수를 통하여 상수도 업무모델의 일반화를 시도하였고 일반화된 업무모델은 광역상수도시스템의 업무모델로 보완한 다음 이를 다른 2개 지방자치단체의 상수도 업무모델과 비교·분석하였다.

## 2. GIS 데이터베이스 모델

### 2.1 데이터베이스 모델

데이터베이스는 자료를 어느 한 응용프로그램에 종속시키지 않고 상이한 목적을 가진 여러 응용분야에서 공동으로 사용하게 한다는 개념에서 출발하여 과거 30년 동안 발전해 왔다. 데이터베이스 기술은 4세대로 구별되어 발전해 왔으며 현재 5세대 기술이 개발되고 있는 중이다.

GIS분야에서는 4세대 관계형 데이터베이스가 널리 활용되고 있는데, 그 이유는 그 개념이 간단하고 이 원리에 따라 구축된 데이터베이스의 응용가능성을 뿐만 아니라, 자료간의 관계를 손쉽게 설정할 수 있기 때문이다. 그러나 최근 GIS 분야에서는 영상, 비디오, 음성, 텍스트와 같은 다중매체를 처리하는 사례가 증가하고 있는데, 이 경우 관계형 데이터베이스를 이용할 경우 처리과정에서 여러 가지 매우 불편한 단점들이 나타났다.

이러한 단점들을 1980년대에 등장한 제5세대 데이터베이스 기술이라고 할 수 있는 객체지향 데이터베이스 기술이 해결하고 있다. 객체지향 데이터베이스 기술은 이전 세대까지의 데이터베이스 시스템보다 풍부한 자료모델과 데이터베이스 기능을 제공한다.

## 2.2 공간데이터베이스 설계

### 2.2.1 데이터베이스화 개념

우리는 현실 세계를 이해하고 다른 사람들과 통신하기 위해서 추상화라는 방법을 사용하여 현실세계에 대한 인식을 추상적 개념으로 표현하는데, 이것이 개념 세계이고 이 과정을 정보모형화라 한다. 이 개념 세계를 컴퓨터가 이해하고 처리할 수 있는 논리적인 자료구조로 변환되어야 하는데 이 과정을 자료모형화라고 한다.

이 논리적 자료구조는 컴퓨터가 접근할 수 있는 저장장치 위에 이 자료가 표현될 수 있도록 물리적 자료구조로 변화시켜야 하는데 이 과정을 자료구조화라고 한다. 저장장치에서 검색된 정보는 현실세계와 반드시 일치해야 한다.

### 2.2.2 데이터베이스 설계 단계

데이터베이스 설계의 흐름도를 단계별로 나타내면 그림 2.1과 같다.

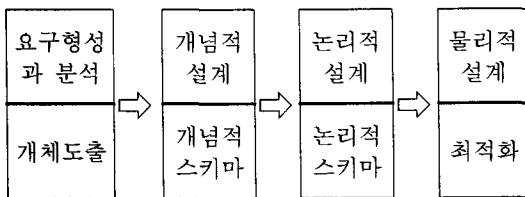


그림 2.1 데이터베이스 설계단계

## 3. 라우트시스템과 이벤트 DB

### 3.1 라우트시스템

라우트시스템은 GIS 데이터모델 중 하나로 공통된 측정 시스템을 사용하는 라우트의 총집합을 의미하며, ‘버스노선’이나 ‘상수관로’와 같은 유사한 속성을 가지는 선형사상을 정의하는데 이용된다. 라우트시스템은 라우트(ROUTE)와 섹션(SECTION)이라는 구조를 가지며, 섹션은 라우트를 구성하는 보조 도형사상이 된다. 여기서 라우트 도형사상 클래스의 정의는 RAT 속성테이블에 저장되며, 섹션 도형사상 클래스

의 정의는 SEC 속성테이블에 저장된다.

### 3.2 이벤트 DB 테이블

이벤트는 라우트의 일부나 라우트상의 단일 위치를 표현하는 속성으로서, 이벤트 DB 테이블에 저장된다. 이벤트는 라우트, 섹션, 아크와 같은 도형사상 클래스가 아니라 INFO나 RDBMS와 같은 DB 파일에 들어 있는 레코드다.

이벤트는 공통적인 주제에 따라 테이블로 구성될 수 있다. 이벤트는 라우트시스템에 있는 특정한 위치의 속성을 참조하는데 라우트와 측정치에 대한 정보를 사용한다. 선형 데이터 모델은 분석과 디스플레이, 조회를 위해 이러한 데이터를 라우트시스템과 통합할 수 있게 해준다. 이벤트는 도형적인 정보가 아니므로 RDBMS 내에서 관리된다.

이벤트 데이터를 코드화하여 사용하는 것은 주소 지오코딩(ADDRESS GEO-CODING)과 유사하다. 주소는 지리데이터를 저장하는 매우 보편적인 형식이며 지도상의 특정한 위치에 대한 데이터를 참조하기 위해 사용된다. 이벤트 역시 주소와 같은 유형을 이용하는데, 라우트시스템에 있는 특정한 위치의 속성을 참조하는데 라우트와 측정치에 대한 정보를 사용한다.

이벤트가 라우트에 대해 작동하거나 출력되려면 라우트시스템과 관계되어야 한다. 이벤트는 이벤트 키 아이템과 측정값에 의해 라우트에 관계된다. 이벤트 테이블에 있는 이벤트 키 아이템은 각 이벤트가 참조하는 라우트를 확인하는데 사용된다. 이벤트 키 아이템에 있는 값은 각자의 라우트에 이벤트를 연결하기 위해 RAT 에 있는 지정된 라우트 키 아이템의 값과 비교된다. 이벤트의 측정위치는 라우트에서 이벤트의 위치를 정하는데 사용된다. 측정값은 라우트시스템의 SEC에 있는 측정치와 비교된다.

## 4. 상수도관리시스템 개발

### 4.1 상수도업무

물은 음료, 취사, 세탁, 목욕, 냉·난방 용도 등 가

정용수 외에도 소방용수, 공업용수, 농업용수, 동력용수, 수송용수 등 여러 가지 용도에 이용되고 있으며 동식물의 성장에도 필수적인 요소다. 이들 중 도시에서 주로 가정용수나 소화용수 및 공공용수로 사용되는 물을 상수라 하고, 상수를 공급하기 위하여 만들어진 시설물을 상수도 또는 상수시설이라 한다.

물 공급이 시작되면 이들 시설을 관리하고 운영하기 위한 제반 업무가 발생하게 되는데 이를 상수도 업무라 하며, 상수도 업무는 크게 시설관리 업무와 물 운영업무로 구분된다.

#### 4.1.1 상수도 시설의 계통적 특성

상수도 시설은 다양한 형태의 취수원으로부터 최종 소비자에게 공급되기까지 수송, 정수, 저장, 가압 등의 과정을 거치게 된다(광주광역시, 1995; 박중현, 1995).

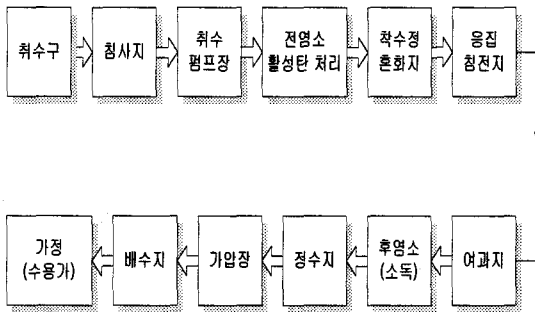


그림 4.1 상수도 계통

이러한 과정을 구성하는데 필요한 제반 시설들을 상수도 계통이라 하며 그림 4.1과 같다.

#### 4.1.2 상수도업무 분류

상수도 관리 및 운영을 위한 실제 업무는 기본적으로 시설관리업무, 물운영업무 및 응용업무로 구성되어 있으며, GIS를 도입함으로써 지리정보를 관리하는 업무와 시스템을 관리하는 업무 등이 부수적으로 신설될 수 있다.

그림 4.2(a)~그림 4.2(c)는 한국수자원공사의 광역상수도종합관리시스템이 구성하고 있는 업무 모형을 나타낸 것이다.

#### 시설정보관리

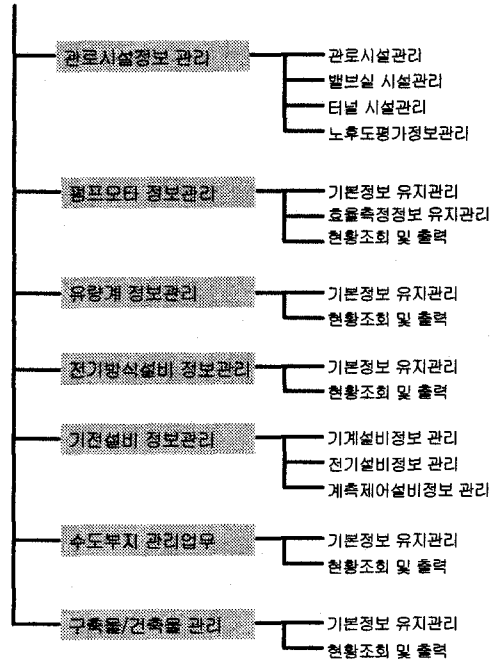


그림 4.2(a) 상수도 업무 분류(시설정보관리)

#### 운영정보관리

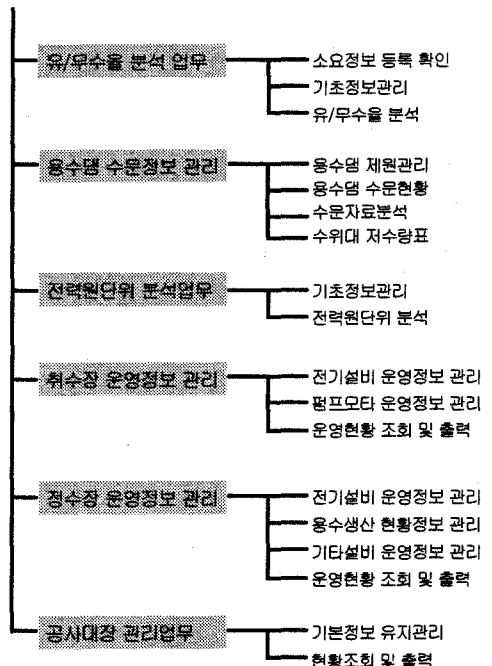


그림 4.2(b) 상수도 업무 분류(운영정보관리)

## 사고관리

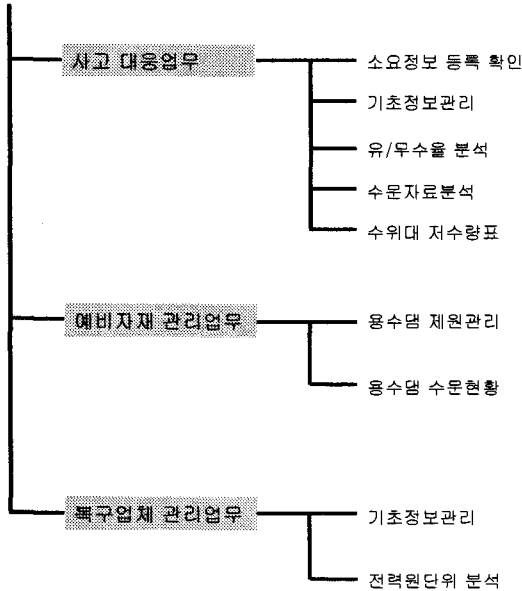


그림 4.2(c) 상수도 업무 분류(사고관리)

## 4.2 상수도관리시스템 구축 절차

소프트웨어 개발방법론은 소프트웨어 산업이 발전하면서 초기에는 소프트웨어의 규모가 개인이 분석하고 설계하고 개발하는 일련의 모든 절차를 수행할 수 있던 때에서 점점 그 규모가 개인이 모든 것을 처리하기에 불가능할 만큼 비약적으로 발전하게 되었다. 그러한 산업의 변화에 따라 필연적으로 개발방법론이 대두되었고 이는 소프트웨어의 위기라는 상황인식에서 기인하였다.

모든 새로운 기술들과 마찬가지로 소프트웨어 개발 방법론도 다양한 종류의 상용화된 제품으로 발전하였으며, 그 대표적인 것들로는 한국전산원에서 채택하고 공공기관에서 사용하도록 하고 있는 Method/1, 초기에 국내에 도입이 활발하다가 지금은 사용하는 곳이 많지 않은 4 Front, 그리고 현재 가장 광범위하게 일반적으로 사용되고 있는 정보공학 방법론 등을 들 수 있다.

정보공학 방법론은 정보전략계획수립(ISP : Information Strategy Planning), 업무분석(BA : Business Analysis), 시스템설계(SD : System

Design) 및 구축/이행(C&T : Construction & Transition)과 같은 4단계로 구분된다. 그리고 이러한 각 단계를 효율적이고 일관성 있게 수행하기 위하여 프로젝트관리(Project Management) 및 품질보증(Quality Assurance)과정이 모든 단계에 적용된다.

이러한 일련의 단계는 그림 4.3과 같이 나타낼 수 있다.

본 연구에서는 상수도관리시스템의 개발에 대한 효율적인 연구 수행에 초점을 두었기 때문에 시스템 개발연구수행에 필요한 최소한의 절차를 개발 경로로 선택하였다(김영균, 1996; Max, J. E., 1998; William E. Huxhold, 1995).

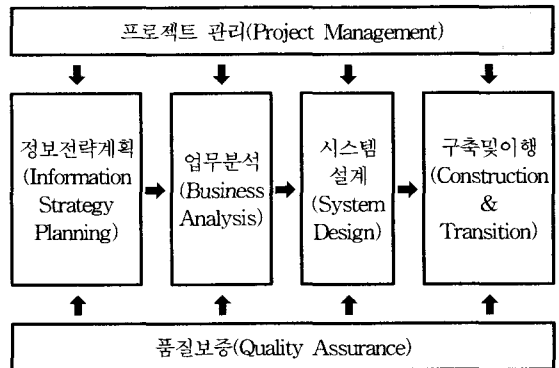


그림 4.3 정보공학 방법론의 구성

## 5. 적용 및 고찰

### 5.1 연구대상지역

본 연구에서는 상수도관리시스템 구축을 위한 지역적 범위를 여수시 시가화 지역 31.0km<sup>2</sup>중 여수시청을 중심으로 한 시전동, 신기동, 안산동, 학동, 학룡동 일대 약 3km<sup>2</sup>으로 정하였다. 특히 연구의 효율성을 높이기 위하여 주거시설이 밀집되어 있고, 각종 상수 시설물들이 위치하고 있는 지역을 선택하였다.

그림 5.1은 연구대상지역으로서, 굵은 사각형 내부가 데이터베이스를 구축한 대상지역을 나타낸다.

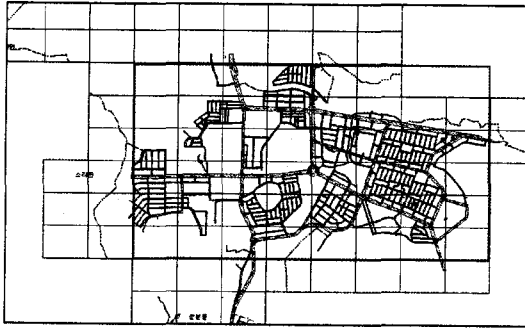


그림 5.1 연구대상지역

## 5.2 데이터베이스 구축

상수도관리시스템 구축을 위해 활용된 데이터베이스는 표 5.1과 같다.

표 5.1 데이터베이스 구축

구분	데이터명
도형 데이터	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 상수관로</li> <li>- 기타 상수관련시설물도</li> <li>- 수치지형도</li> <li>- 지적도</li> </ul>
속성 데이터	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 상수관련 속성 데이터</li> </ul>

수치지형도는 NGIS 사업으로 구축된 도면을 활용하였으며, 지적도는 지적전산화 사업으로 구축된 도면을 활용하였다.

### 5.2.1 자료조사 및 탐사준비

#### 1) 1/500 기본도 확대 출력

먼저, 지하시설물 조사 및 탐사사항을 기입하기 위한 공간확보와 정확한 자료기입을 위하여 NGIS 사업으로 추진되고 있는 1/1,000 수치지도화 사업으로 완성된 도면을 확대한 1/500 축척의 도면을 작성하여 출력하였다. 수치지도 출력시 장비의 기준은 해상도 0.1mm 이내, 출력오차는 0.38mm 이내로 하였다.

#### 2) 자료조사·수집 및 편집

시설물 위치가 표시된 각종 대장, 관망도, 선로도, 평면도, 준공도면 등의 도형정보와 이들에 대한 관의 재질, 설치년도, 보수이력, 관리기관 등이 기록된 속성

정보를 수집하였다.

도면과 대장/조서로부터 수집한 여러 가지 관로 관련 속성정보들이 서로 다른 경우에는 최근의 공사현황을 파악하여 최신의 정보로 업데이트된 내용을 우선적으로 고려하였으며, 확인이 어려운 경우에는 우선순위를 설계서 → 상수관로(수도전대장, 모관대장) → 상수도관망도로 두어 관로 관련 속성정보를 정리하였다.

#### 3) 지상조사

지상조사는 시설물조사, 맨홀개폐, 맨홀 및 변실조사 등으로 이루어진다.

시설물조사에서는 대상지역에 대한 도로 교통상황과 도로굴착지점, 포장공사지점 등의 상황을 조사하여 탐사에 영향을 주는 장애물 등을 조사하였다. 맨홀개폐는 맨홀 관련 속성자료 조사/탐사시 송신기에 접속시킬 경우에 이루어졌으며, 맨홀 및 변실조사에서는 현황도 및 편집도상에 나타나는 지상에 노출된 각종 맨홀 및 변실을 개방하여 속성자료에 필요한 사항을 조사하였다.

#### 4) 조사용 도면작성

현지조사와 수집한 도면 및 대장/조서를 기초로 실제 지하시설물 탐사를 위한 조사용 도면을 1/500 기본도를 활용하여 작성하였다.

### 5.2.2 지하시설물 탐사

지하시설물 탐사과정은 그림 5.2와 같다. MPL-7E 등의 탐사기를 이용하여 80mm 이상 관로, 맨홀 그리고 변류 등을 탐사하여 도면에 심도 및 이격거리 등을 표시하였다.

### 5.2.3 수치지도화

탐사원도를 AutoCAD 상에서 디지털링하여 상수도 도형자료를 수치화하였다. MapInfo를 이용하여 정위치 편집과 구조화 편집을 거친 도형자료에 대해 위치 정확도와 속성정확도를 원도와 비교하는 검수과정을 수행하였다. 검수과정을 수행한 AutoCAD dxf 포맷의 도형자료는 Arc/Info 커버리지와 Shape file로 변환하였다.

### 5.2.4 라우트시스템과 이벤트 테이블 활용

일반적으로 타 지방자치단체의 경우 지상조사를 통해 관측된 제수변, 이토변, 배기변, 역지변, 감압변, 안전변 등의 변류시설은 지거측량 등으로 위치를 도면위에 표기하고 있다.

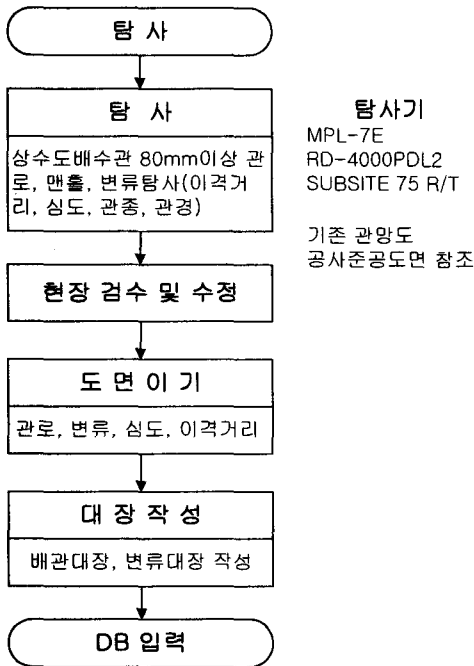


그림 5.2 지하시설물 탐사과정

이와 같은 변류시설은 대부분 상수관로 상에 함께 표현되며, 점(Point) 사상으로 위치를 나타낸다. 하지만, 변류시설을 신설하거나 위치를 이동시 상수관로 상의 변류시설을 정확하게 표기하기 위해서는 새로운 데이터 표현 모델이 필요하며, 본 연구에서는 이와 같은 변류시설의 효과적인 위치 및 관련정보를 표현하기 위해 라우트시스템과 포인트 이벤트 테이블을 활용하였다.

먼저, 상수관로에 대해 SANGSU(상수)라고 하는 라우트시스템을 정의하였으며 각각의 라우트시스템에 색션을 코드화하였다.

구축된 SANGSU(상수) 라우트시스템에 제수변, 이토변, 배기변, 역지변, 감압변, 안전변 등의 변류시설의 위치를 각종대장 내용을 토대로 신속하게 이용하기 위해 포인트형 이벤트 테이블을 작성하였다.

### 5.3 개발시스템 구성 및 주요 기능

#### 5.3.1 시스템 구성도

본 연구에서 개발하여 구축한 상수도 시설관리 시스템은 크게 6개의 세부시스템으로 구성되어 있으며, 각 세부시스템은 다시 2~11개의 모듈시스템으로 구성되어 있다. 그림 5.3은 상수도 시설관리 시스템을 구성하고 있는 세부시스템의 구성도이다.

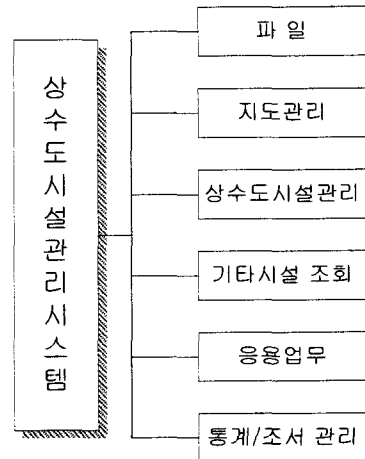


그림 5.3 세부시스템 구성도

#### 5.3.2 주요기능

##### 1) 상수시설물 관리

주요 상수시설물인 수원지, 역지변, 이토변, 그리고, 수원지에서 수용가까지 연결해주는 상수관의 관리가 가능하다.

그림 5.4는 상수시설물 중 수원지를 조회후 보수이력을 관리하는 화면이다. 사용자는 수원지를 검색한 후 수원지의 만수면적, 홍수위, 갈수위, 평수위, 유효저수량, 준공일자, 관리기관 등과 같은 보수이력정보를 입력, 수정, 저장, 삭제할 수 있다.

##### 2) 기타시설물 관리

상수도 관리업무를 위해서는 상수시설물 뿐만 아니라, 상수시설물과 관련된 각종 시설물도 함께 관리하여야 한다. 관련 시설물 중에서 수용가가 위치하고 있는 건물과 수도관이 매설되어 있는 도로의 관리는 특히 중요하다고 할 수 있다.

그림 5.5는 건물 관리기능을 실행한 화면으로, 상

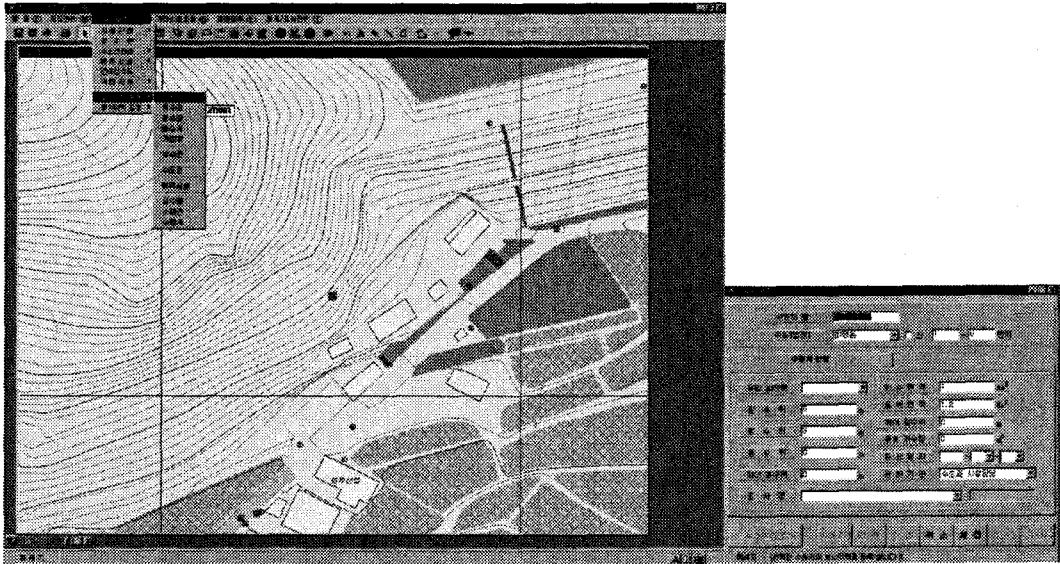


그림 5.4 수원지 관리기능 화면(수원지 보수이력 등록)

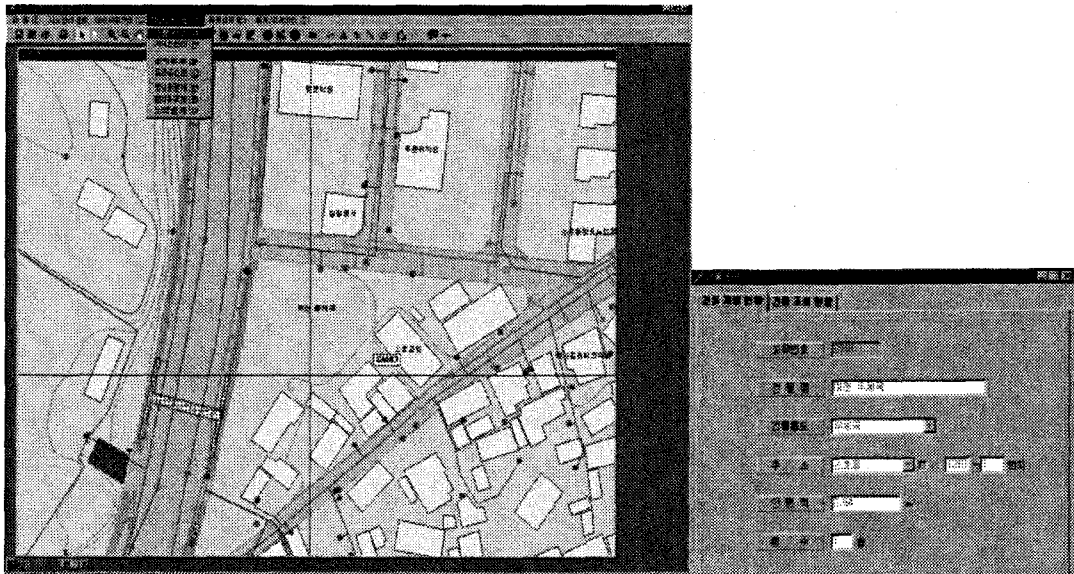


그림 5.5 건물 관리기능 화면

수 수용가의 위치, 수용가의 고유번호, 건물명, 건물주소, 건물면적 및 층수 그리고 용도 등의 현황이 함께 출력되므로 위치확인이 용이하고 관리가 매우 용이하도록 하였다.

### 3) 도면 관리 방법

현재 지방자치단체에서 상수도업무와 관련하여 사

용하는 도면은 상수도 관망도, 지형도, 항측도, 지적도 등이 있다. 이러한 도면은 각 담당 부서에서 별도로 관리하고 있으며, 필요한 작업을 위해서는 각 부서의 허가를 얻어 필요한 부분을 복사하여 사용하는 경우가 대부분이다. 또한 이러한 도면은 종이로 되어 있기 때문에 기후의 변화나 보관상태에 따라 신축이 일어



나게 되며, 수정과 갱신이 어렵고 원하는 작업을 위해서는 서로 다른 도면을 중첩해야 하는 등 많은 단점이 있다.

본 연구에서 개발된 상수도관리시스템은 각종 도면을 수치데이터의 형태로 저장하고 있기 때문에 데이터의 변형이 없고, 정보의 수정과 갱신이 용이하며, 사용자의 간단한 인터페이스를 통해 작업 수행에 용이한 도면을 생성하여 출력할 수 있도록 하였다.

#### 4) 대장 및 조서 관리 방법

지방자치단체에서 상수도업무와 관련하여 사용하고 있는 대장은 급수관리와 관련된 대장 7종류, 상수 시설과 관련된 대장 9종류, 간이상수도과 관련된 대장 5종류, 노후관 관리와 관련된 대장 2종류, 누수관리와 관련된 대장 3종류로 총 26종류이며, 이 중에서 중복 사용되는 대장은 3종류이다. 여기에 각종 관련 조서를 포함하면 그 양이 매우 방대해진다.

이처럼 각 업무마다 많은 수의 대장을 관리하고 있고, 업무별로도 중복 사용되는 대장이 있어 상수도 시설의 현황을 파악할 수 있는 자료인 각종 대장의 관리에 많은 어려움을 겪고 있다. 또한 상수도시설과 관련된 대장의 작성과 유지관리에 대한 법적인 근거가 미비하여 지방자치단체마다 보유하고 있는 대장과 조서의 종류에 있어서 동일한 성격의 대장이라 할지라도 그 명칭이 상이한 경우도 있는 것으로 확인되었다. 그리고 대부분의 대장과 조서의 관리가 수작업에 의존하고 있기 때문에 자료의 이기시 오류가 발생되기 쉽고, 보관중에 자료를 훼손하거나 분실할 위험이 따른다.

본 연구에서 개발하여 구축한 시스템은 상수도시설과 관련된 각종 현황을 데이터베이스로 구축하여 자료의 훼손 및 분실의 위험이 극히 적고, 방대한 양의 데이터를 일정한 체계에 의해 관리할 수 있다.

### 5.4 시스템 성능 분석

본 연구에서 개발된 상수도관리시스템과 타 지방자치단체 중 S시와 B시에서 운영중인 시스템을 기능 측면, 처리속도측면 그리고 운영의 편리성 측면에서 상호 비교하였다. 3개시의 시스템을 상호 비교하기 위

해 우선 동일서버에 3개시에서 구축한 시스템을 운영할 수 있도록 제반 환경을 구성하였으며, 운영용 컴퓨터도 동일한 성능의 PC를 사용하였다. 특히, 네트워크의 부하로 인한 오차를 최소화하기 위해 사용자가 없는 심야시간대에 측정을 하였다.

#### 5.4.1 기능 분석

시스템의 기능분석을 수행하기 위해, 기구축된 타 지방자치단체의 상수도관리시스템이 가지고 있는 기능 수와 본 연구에서 구축한 상수도관리시스템의 기능 수를 상호 비교하였다. 시스템 기능의 기준을 본 연구에서는 시스템상에서 실행할 수 있는 메뉴로 정의하였으며 각 상위메뉴에 포함된 하위 메뉴까지를 포함하였다. S와 B시의 시스템에 포함되어 있는 기능 수가 각각 21개, 24개인데 비해, 본 연구에서 개발한 시스템이 가지고 있는 기능수는 26개로 상대적으로 많은 기능을 가지고 있었다. 이것은 개발한 시스템이 타 지방자치단체의 시스템 기능을 대부분 포함하고 있으며, 본 연구에서 목표로 한 공통기능의 컴포넌트화를 이루었다고 평가할 수 있다.

#### 5.4.2 처리속도 분석

각 기능별 처리속도는 응용시스템 구축에 활용된 GIS 툴의 종류와 구현기술에 의해 좌우되는 경우가 많다. 기능별 처리속도를 비교 분석한 결과, 일부기능에서는 S시와 B시의 시스템에 비해 빠르게 나타났으나 일부기능에서는 느리게 나타났다. 결론적으로 처리속도는 일방적으로 어느 GIS 툴로 작성된 것이 우수하더라도는 평가하기가 어려웠다. 다만 본 연구에서 비교한 시스템간의 응답속도 평가에 있어서는 개발한 시스템의 평균 응답시간이 S시와 B시에서 구축한 시스템 응답시간보다 짧아 상대적으로 우수하다고 평가할 수 있었다.

표 5.2는 두 지방자치단체의 상수도관리시스템과 개발한 시스템과의 비교를 나타낸 것으로 작업을 시작한 순간부터 종료가 되는 순간까지 걸리는 시간을 초시계로 측정하여 정리한 것이다. 총 17개의 메뉴를 수행하는데 소요된 시간은 그림 5.6과 같이 개발한 시스템이 619초로 1개의 메뉴를 수행하는데 평균 36.41

초, S시와 B시의 시스템에서 소요된 시간이 각각 650초, 593초로 평균 38.24초, 34.89초가 걸렸다.

이러한 결과는 본 연구에서 개발한 시스템이 S시와 B시에서 구축한 시스템에 비해 전체적인 처리속도 측면에서 우수하다고 평가할 수 있으나 일부 메뉴에 대해서는 부분적으로 개선이 필요함을 알 수 있었다.

표 5.2 상수도시스템의 응답시간 평가 (단위:초)

평가 기능	S 시	B 시	Y시
<b>1. 상수시설관리</b>			
수원지	32	22	21
정수장	35	35	33
배수관	41	45	35
급수관	41	41	39
수도전	49	32	36
제수변	52	52	59
유량계	22	21	18
간이상수도	15	19	28
계	287	267	269
평 균	35.88	33.38	33.63
<b>2. 기타시설관리</b>			
건물관리	28	28	35
지적선관리	42	33	40
실폭도로관리	31	31	27
계	101	92	102
평 균	33.67	30.67	34.00
<b>3. 응용업무</b>			
사진등록	55	43	52
공사대장	34	44	33
누수이력	19	13	21
횡단면도	36	22	19
계	144	122	125
평 균	36.00	30.50	31.25
<b>4. 통계/조서관리</b>			
관로조서	61	55	61
변류조서	57	57	62
계	118	112	123
평 균	59.00	56.00	61.50
총 계	650	593	619
평 균	38.24	34.88	36.41

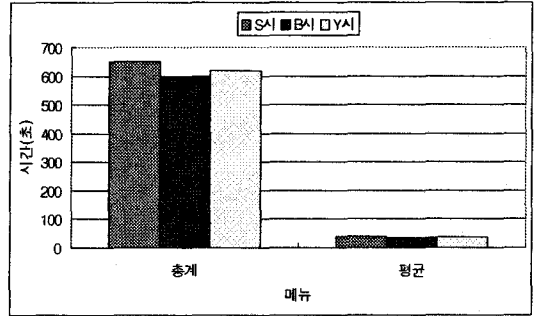


그림 5.6 상수도시스템 17개 메뉴의 총 응답시간과 평균 응답시간

#### 5.4.3 운영의 편리성 분석

본 연구를 통해 개발된 상수도관리 시스템을 실제 운영하면서 타 지방자치단체에서 운영중인 상수도 시스템들과 운용 편리성 측면을 비교하였다. 편리성의 평가 요소로는 동일한 업무를 실행하기 위한 최종적인 메뉴 위치가 몇 개의 메뉴단계를 거치는지, 실제 실행이 이루어지기 위해 메뉴선택을 제외하고 마우스를 몇 회나 눌러야 되는지 그리고 실행전이나 실행과정에서 키보드 입력을 몇 글자 해야 하는지를 측정하였다.

평가방법으로는 동일 서버에 설치된 S시, B시 그리고 본 연구에서 개발한 상수도관리시스템을 동일한 성능을 가진 PC상에서 동시에 작동시켜 상호 비교하였다. 측정단위는 주요 업무 기능 단위로 실시하였으며, 유사 기능(예 : 제수밸브관리, 공기밸브관리)들은 하나만을 측정 대상으로 하였다.

편리성의 비교 분석은 표 5.2에서 알 수 있듯이 일부 항목에서 개발한 시스템이 다른 시스템에 비해 다소 떨어지는 결과를 보였지만 전체적으로는 단계나 횟수 모두 다른 시스템에 비해 상대적으로 우수한 결과를 나타내었다.

#### 1) 메뉴단계 평가

메뉴단계 평가는 초기메뉴에서 단위작업 수행시까지 거치는 메뉴단계의 횟수를 측정한 것으로 표 5.3은 메뉴단계 평가 결과를 정리한 것이다.

그림 5.7은 상수도시스템의 총 메뉴단계와 평균 메

뉴단계이다.

표 5.3 상수도 시스템의 메뉴단계 평가  
(단위:단계)

평가 기능	S 시	B 시	Y시
1. 상수시설관리			
수원지	4	4	3
정수장	4	4	3
배수관	3	5	3
급수관	3	5	3
수도전	2	4	2
제수변	5	5	3
유량계	5	5	3
간이상수도	2	4	2
계	28	36	22
평균	3.50	4.50	2.75
2. 기타시설관리			
건물관리	4	4	4
지적선관리	4	4	4
실폭도로관리	4	4	3
계	12	12	11
평균	4.00	4.00	3.67
3. 응용업무			
사진등록	3	4	3
공사대장	3	4	3
누수이력	3	4	3
횡단면도	4	4	3
계	13	16	12
평균	3.25	4.00	3.00
4. 통계/조서관리			
관로조서	3	3	3
변류조서	3	3	3
계	6	6	6
평균	3.00	3.00	3.00
총계	59	70	51
평균	3.47	4.12	3.00

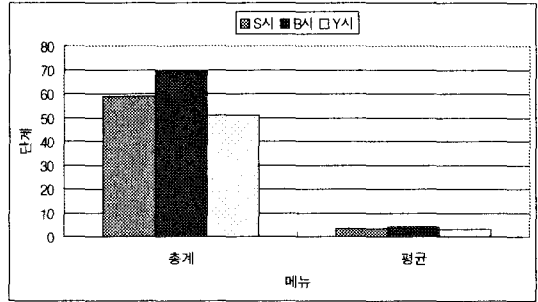


그림 5.7 상수도시스템 17개 메뉴의 총 메뉴단계와 평균 메뉴단계

2) 마우스입력 횟수 평가

마우스입력 횟수 평가는 초기메뉴에서 단위작업 수행시까지의 마우스 입력횟수를 평가한 것으로서, 평가한 결과는 표 5.4와 같다.

표에서 알 수 있듯이 개발한 시스템의 마우스입력 횟수가 S시와 B시의 마우스입력 횟수보다 전체적으로 같거나 많게 나타났다. 그림 5.8은 상수도시스템의 총 마우스입력 횟수와 평균 마우스입력 횟수이다.

표 5.4 상수도 시스템의 마우스입력 횟수 평가  
(단위 : 회)

평가 기능	S 시	B 시	Y시
1. 상수시설관리			
수원지	2	2	3
정수장	2	2	3
배수관	3	3	3
급수관	3	3	3
수도전	2	2	3
제수변	2	2	3
유량계	2	2	3
간이상수도	3	2	2
계	19	18	23
평균	2.38	2.25	2.88
2. 기타시설관리			
건물관리	3	2	3
지적선관리	3	2	3
실폭도로관리	3	2	4
계	9	6	10
평균	3.00	2.00	3.33

평가 기능	S 시	B 시	Y 시
3. 응용업무			
사진등록	3	3	4
공사대장	3	3	3
누수이력	3	3	3
횡단면도	3	3	2
계	12	12	12
평 균	3.00	3.00	3.00
4. 통계/조서관리			
관로조서	3	3	3
변류조서	3	3	3
계	6	6	6
평 균	3.00	3.00	3.00
총 계	46	42	51
평 균	2.71	2.47	3.00

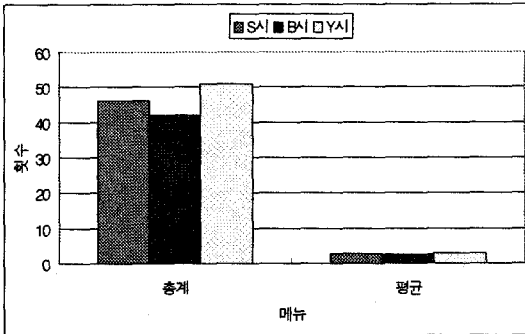


그림 5.8 상수도시스템 17개 메뉴의 총 마우스입력 횟수와 평균 마우스입력횟수

### 3) 키보드입력 횟수 평가

키보드입력 횟수 평가는 사용자가 원하는 단위작업 수행시 필요한 키보드입력 횟수를 측정하여 표 5.5는 키보드입력 횟수를 평가하여 정리한 것이다. 표에서 알 수 있듯이 개발한 시스템의 키보드입력 횟수가 16.76회로 S시와 B시의 시스템 키보드입력 횟수보다 다소 많은 것으로 나타났으며 이 부분에 대한 개선이 필요함을 알 수 있었다.

그림 5.9는 상수도시스템의 총 키보드입력 횟수와 평

균 키보드입력 횟수이다.

표 5.5 상수도 시스템의 키보드입력 횟수 평가 (단위 : 회)

평가 기능	S 시	B 시	Y 시
1. 상수시설관리			
수원지	23	21	25
정수장	23	21	23
배수관	12	10	14
급수관	11	10	14
수도전	8	14	10
제수변	15	20	21
유량계	17	33	18
간이상수도	4	9	12
계	113	138	137
평 균	14.13	17.25	17.13
2. 기타시설관리			
건물관리	15	10	17
지적선관리	15	10	10
실폭도로관리	9	10	12
계	39	30	39
평 균	13.00	10.00	13.00
3. 응용업무			
사진등록	3	9	17
공사대장	30	33	29
누수이력	32	20	20
횡단면도	10	14	12
계	75	76	78
평 균	18.75	19.00	19.50
4. 통계/조서관리			
관로조서	17	16	19
변류조서	19	9	12
계	36	25	31
평 균	18.00	12.50	15.50
총 계	263	269	285
평 균	15.47	15.82	16.76

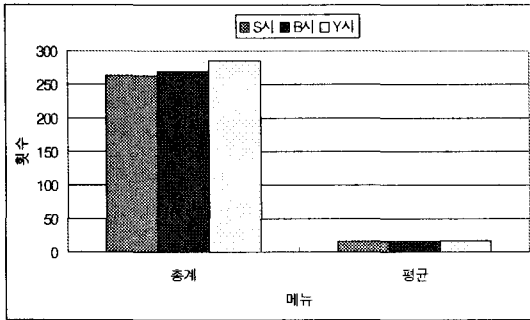


그림 5.9 상수도시스템 17개 메뉴의 총 키보드입력 횟수와 평균 마우스입력횟수

### 5.5 상수도관리시스템 일반화결과 분석

상수도관리시스템은 구축한 지방자치단체의 업무 특성상 약간의 차이는 존재하나 대부분 유사한 기능들이 포함되어 있다. 국가적인 차원으로 볼 때, 향후 지방자치단체에서 상수도관리시스템을 구축하는데 소요되는 많은 비용을 절감하기 위해서는 기 구축된 각 지방자치단체별 상수도관리시스템을 비교 분석하여 일반화한 후, 각 지방자치단체에 싼 가격으로 보급하는 것이 바람직할 것으로 생각된다.

먼저, 기 구축된 타 지방자치단체의 상수도관리시스템 중에서 최근에 상수도 지하시설물 전산화 사업을 완료한 B시와 S시 그리고 본 연구대상지인 여수시(Y시)를 택하여 시스템의 구성을 상호 비교분석 함으로서 1차 시스템 구성도를 도출하였다.

3개시의 1차 업무기능을 단위업무에 따라 분류한 결과, 3개시 모두 유사한 단위시스템 기능을 가지고 있었으나 단위업무를 포함하는 2차 업무기능에서는 다소간의 차이를 보였다. 자세한 내용은 표 5.6과 같다.

3개시의 시스템 구성도를 상호 비교하여 도출된 1차 시스템 구성도를 수자원공사에서 구축한 광역상수도관리시스템과 비교하여 최종 시스템 구성도를 결정하였다.

표 5.7은 일반화 과정을 통해 결정된 최종 상수도관리시스템의 구성도를 나타낸 것이다.

표 5.6 B시, S시 및 Y시의 시스템 구성 비교(일부)

B시			S시			Y시		
1차	2차	3차	1차	2차	3차	1차	2차	3차
			기본기능			기본기능		
			작업영역			작업공간저장		
			법례			도면창저장		
			레이어관리			도면출력		
			추석보기			지도관리		
			현재좌표			시설물선택		
			화면 돌보기			선택취소		
			사용자영역등록			작업지역변경		
			사용지정영역			확대		
			색인도로 전환			축소		
			위치검색			이동		
			시설물 검색			전체보기		
			상수관로 검색			사용자정의 축척		
			수용가 검색			초기지도창		
			출력설정			지도창복사		
		프린터		레이어관리				
			축척			라벨올리기		
			출력			범례여닫기		
			도업 출력			도곽출력		
			파워포인트출력			도면제작		
						주제도제작		
상수도관망관리						상수시설관리		
도면조회						상수관		
시설물 조회						수도전관리		
시설물 위치도보기 및 출력						수도전		
단면도보기 및 출력						전용수도전		
누수예상 지역 조회 및 출력						간이상수도		

표 5.7 일반화를 통해 생성된 상수도관리시스템의 기능 구성(일부)

1차기능	2차기능	3차기능
파일	테이블 저장, 작업공간저장, 도면창저장, 도면출력, 시스템종료	
지도관리	시설물 선택, 선택 취소	
	작업지역변경	확대, 축소, 이동, 전체보기, 사용자정의 축척
	초기지도창, 지도창복사, 레이어관리, 라벨올리기, 범례여닫기, 도곽중심지정, 도면제작, 주제도제작	
상수시설 관리	시설관리	수원지, 취수장, 정수장, 배수지, 가압장, 저수조관리
	상수관	취수관, 도수관, 급수관, 송수관, 배수관, 공업용수관, 소방관, 광역상수도

최종적으로 일반화된 상수도관리시스템의 기능을 S 시, B시 외의 타 지방자치단체인 T시와 K시에서 운영하고 있는 시스템의 기능과 비교하였다.

표 5.8은 최종적으로 일반화된 상수도관리시스템 기능과 T시와 K시의 시스템에 포함되어 있는 유사기능을 비교한 것이다.

최종적으로 일반화된 시스템의 기능은 총 26개인데 반해 T시와 K시는 각각 23개, 24개로 본 연구에서 제시한 최종 시스템에 포함된 기능이 1~2개 더 많음을 알 수 있었다.

즉, T시와 K시의 업무모델 중 상수도관리 정보화가 이루어진 것은 최종 일반화된 26개 단위업무 중 각각 23개와 24개로서, 이는 각각 88.5%, 92.3%의 업무기능 일치정도를 나타냈다.

표 5.8 일반화된 시스템 기능과 지방자치단체의 시스템 유사기능 비교

일반화된 시스템 기능	T시	K시
시설관리	시설물관리	상수시설관리
상수관관리	상수관망관리	상수관관리
수도전관리	전용수도전관리	수도전관리
변류시설관리	변류시설물관리	변류시설관리
간이상수도관리	간이상수도관리	간이상수시설관리
기타자료관리	기타자료관리	기타자료관리
보수이력등록	보수이력등록	보수이력등록
보수이력조회	보수이력조회	보수이력조회
건물관리	건물관리	건물관리
지적선관리	지적선관리	지적선관리
실폭도로	도로정보관리	도로정보관리
도로중심선		
행정동경계	동경계관리	행정동관리
법정동경계		법정동관리
도곽경계	도곽경계	도곽경계
속성보기	속성보기	정보보기
거리계산	거리계산	거리계산
사진관리	시설물사진관리	사진관리
코드관리		
공사대장관리	공사대장관리	공사대장관리
상수누수이력관리	상수누수이력관리	상수누수이력관리
상수노후관로검색	상수노후관로검색	상수노후관로검색
횡단면도	횡단면도	횡단면도
사용자명령	사용자명령	사용자명령
상수통계	상수통계	상수통계
임의구역 시설통계	임의구역 시설통계	임의구역 시설통계

## 6. 결론

본 연구는 GIS를 이용한 상수도시설물 DB 구축 및 관리시스템 개발에 관한 연구로서, 여수시 일부를 연구대상지역으로 선정하여 다음과 같은 결과를 얻음

수 있었다.

상수도시설물 DB 구축에 있어서 탐사 및 구축장비에 대한 허용오차를 규정하고 철저한 품질관리를 통해 지하시설물도 작업규칙 허용범위 내의 정확도를 확보할 수 있었으며, 기존에 특정시설물로부터의 이격거리 등으로 표현했던 상수관로상의 변류시설들을 GIS 데이터모델인 라우트시스템과 이벤트 DB 테이블을 이용하여 표현함으로써 각종 변류시설들을 추가시 정확한 평면좌표값을 활용하지 않더라도 기존의 변류시설로부터의 연장거리가 기재된 공사대장을 이용하여 정확한 위치를 표현할 수 있도록 하였다.

상수도관리시스템을 개발하기 위해, 다른 2개 지방자치단체의 상수도관리시스템과 비교 분석하여 1차 시스템구성도를 도출하고, 다시 수자원공사에서 구축한 광역상수도관리시스템과 비교 분석하여 최종 시스템 구성도를 도출하여 일반화를 시켰다.

개발한 상수도관리시스템은 상수관련 부서의 업무 분석과 실무자 면담을 통해 구축된 것으로서 다양한 정보검색, 추가, 수정, 삭제가 가능하게 하므로써 기존의 문서위주의 업무효율성을 크게 향상시킬 수 있었으며, 개발한 상수도관리시스템과 다른 2개 지방자치단체의 시스템을 기능, 처리속도 그리고 운영의 편리성 측면에서 비교 분석하여 각 시스템의 장단점을 평가하므로써 개선점을 도출하였다.

### 참 고 문 헌

1. 강영욱, 조태영, 1996, 『지하매설물의 효율적 관리를 위한 데이터베이스 구축방안』, 서울시정개발연구원.
2. 광주광역시, 1995, 『상수도관망관리시스템』, 광주광역시청.
3. 국가GIS추진위원회, 1995, 『국가지리정보체계 구축 기본계획』.
4. 맑은 물 연구센터, 1996, 『모델도시의 상수 수질 향상을 위한 공급 및 이용시스템 개선에 대한 연구』, 한국과학기술원.

5. 문송천, 1998, 『데이터베이스 시스템 총론』, 형설출판사.
6. 유복모, 1996, 『지형공간정보론』, 동명사.
7. 조우석, 1996. 12., "공간정보 데이터베이스 설계 및 세부추진방안 연구", 국토개발연구원.
8. 최병길, 정영동, 김영근, 2000, "GIS를 이용한 가스관의 안전 관리시스템 개발", 한국측량학회지, 제 18권 제 1호, pp. 11~17.
9. Breunig, M., 1996, *Integration of Spatial Information for Geo- Information Systems*, Springer.
10. Burrough, P. A., 1998, *Principle of Geographical Information Systems for Land Resource Assessment*, Oxford University Press, New York.
11. Stand, E. J., 1995, "GIS thrives in three-tier enterprise environments", GIS World, Vol.8, No.6, pp. 38-40.
12. ESRI, 1996, *Dynamic Segmentation*.
13. Max, J. E. 1998, "Appropriate Conceptual Database Schema Designs for Two-Dimensional Spatial Structures", Technical Papers of ACSM-ASPRS. Vol 5, pp. 167-179.
14. Shyn, C. W. and Lee, C., 1993, *Extension to Object-Oriented Data Models for GIS Application*, Proc. Far East Workshop on GIS(FEGIS), Singapore, pp. 7-20.
15. Huxhold, W. E. and Levinsohn, A. G., 1995, *Managing Geographic Information System Projects*, New York Oxford.

(2002년 2월 20일 원고접수)