

GIS 기반 상수도 관망관리시스템 구축의 개선 방안에 관한 연구

연 상 호¹

A Study on the Improvement Methods for Water Supply Facility Management System Implementation by GIS

Sang-Ho Yeon¹

요 약

본 연구는 중소도시에서 산재되어 있는 상수도 관망관리를 위하여 GIS의 적용시 개선되어야 할 중요한 문제점을 파악하여 그 방안을 도출하기 위한 것으로 제천시의 관망도를 중심으로 분석·정리하였다. 이를 위하여 현재의 상수도 업무를 중심으로 관련분야와의 연계방안과 그 모형을 도출하였으며, 기 설치되어 운영하고 있는 상수도 시설물 관리시스템과의 비교를 통하여 문제점을 찾아 그 개선 방안을 제시하였다. 그 연구결과로 GIS에 의한 상수도관망관리시스템 구축에서는 관망시설정보, 누수방지시설정보, 조건에 따른 관망해석의 정보뿐만 아니라 수치지형정보, 도면전산화정보, 관련 수용가별 정보 등과의 연계를 통한 개발적용이 이루어질 때에 더욱 많은 효과를 기대할 수 있었다.

주요어: GIS, 상수도, 관망관리

ABSTRACT

The study was aimed to extract the improvement measures for the problem on GIS application GIS for water supply and sewerage pipeline facility management in the Jechon city. For this, it performed of analysis of their working and modeling with other relational contents of the water and sewer facility management. As the results, the implementation of water and sewer facility management system by use of GIS has to applying development through relational analysis not only pipeline facility and leaking water protection, pipeline network analysis but also digital topography, drawing data, water user's information.

KEYWORDS: GIS, Water Supply and Sewage, Pipeline Network Management

2000년 10월 2일 접수 Received on October 2, 2000

* 이 논문은 1999년 연희정보통신 위탁연구비에서 일부 지원되었음.

¹ 세명대학교 건설공학부 (yshsmu@semyung.ac.kr) School of Construction Engineering, Semyung University

서 론

21세기의 지구건설의 개발방향은 우주, 해양, 지하개발이 될 것이라고 한다.

그 만큼 우리가 살아가는 지구표면의 개발과 이용에는 이제 많은 한계가 발견되고 있는 것이다. 전국토의 도시화 공간이 점점 증가하고 대부분의 인구가 도시공간에 밀집하여 살아 가야하는 현실에서 지하공간의 개발과 이용은 필연적인 요구로 나타나고 있다.

사실 지하공간의 이용은 고대시대부터 시작되었고, 각종 자연재해와 인공적인 재난으로부터 자신을 보호하고 살아남기 위한 공간으로서의 일차적인 이용에서 산업사회의 각종 자원과 시설의 저장과 관리를 위한 구체적인 활용으로 발전되어져 온 것이다.

정보통신과 같은 새로운 시대가 급속히 도래하면서 각종 유틸리티의 지하공간의 확보와 시설물의 건설은 우리로 하여금 지구의 새로운 공간으로서의 지하세계를 점차로 문명의 세상으로 변화시킬 수 있기를 바라고 있는 것이다.

현재 도심지 지하에 연결되어 있는 상수도 관리를 목적으로 하는 상수도 시설관리시스템을 3~4년만에 걸쳐 개발하여 적용하고 있으나, 그 효과가 두드러지게 나타나지 못하고 있다. GIS기술은 초기의 지도입력 및 편집단계에서부터 출발하여 시설물의 정보를 관리하는 분야로의 비약적인 발전을 거듭하고 있다.

최근에는 인터넷과의 결합을 통하여 공간지리정보의 대다수 공유를 통하여 커다란 부가정보의 가치를 높여가고 있는 것이다. 이러한 GIS의 적용효과가 가장 큰 상수도 관망관리시스템 구축은 지방정부에서의 업무개선효과와 더불어 지하시설물의 효율적 관리 및 비용절약을 목적으로 가장 적합한 활용분야를 맞이하고 있다.

현재 여러 지방 정부가 개발해오고 있는 상수도의 개발적용은 구축 시에 많은 문제점을 노출하고 있어 이의 개선이 시급히 요청되고 있는 실정이다.

또한 중소도시에 맞는 상수도 관망관리시

스템의 개발과 적용이 시급히 요청되고 있어, 본 연구에서는 인구 10만 정도의 중소규모의 시설 및 업무 현황을 중심으로 가장 적합한 상수도 관망관리시스템 구축을 GIS를 이용하여 집중적으로 조사하고 검토한 결과로서 가장 합리적인 상수도 관망관리시스템 구축시의 개선방안을 제시하는 것으로 접근하였다.

연구범위 및 연구목적

상수도와 하수도의 관망관리를 위해서는 업무에 대한 분야별 시스템 구축 계획 및 설계를 실시하고, GIS의 공통 데이터베이스 구축 및 시스템 개발이 이루어지도록 한다. 이때 반드시 기존 데이터베이스 및 시스템과의 연계성을 고려해야 하며, 국가 차원의 초고속 정보통신망 사업과도 연계되도록 구성한다.

일반적으로 지리정보시스템의 적용은 업무수행을 위한 시스템 개발과 더불어 정보산업을 활성화하고 정보서비스를 제공하기 위한 정보유통기구로서의 역할을 수행하도록 해야 한다. 도시 구성 주체들의 편의와 안전을 담당하는 도시기반시설에 대한 종합 데이터베이스를 구축하고, 이를 기반으로 지하시설물의 효과적인 관리 및 도시기반 정보의 유지관리 체계를 구축하여 신속하고 안전한 도시정보 관리체계를 통합하고 이를 지원하는 행정업무의 효율성을 확보하는 것을 연구 목적으로 한다.

상수도 관망관리시스템

1. 기본구상

본 연구에서 구축하고자 하는 대상 시스템은 현재 지리정보와 관련된 시설물 관리 관련 업무로만 제한하되 유관 기관과의 연계 및 향후 시스템의 확장을 고려하여 시스템을 구축할 수 있어야 한다.

이에 대해서 세부적으로 살펴보면 우선 관리자보다는 사용자 중심의 시스템 구축이 되도록 해야 한다. 즉 시스템화 대상 업무분석을 통한 업무기능

구조화, 사용자 요구사항의 충실한 반영, 단위시스템 간의 연계통합 방안 모색하고, GUI, Dialog, 윈도우, 자료입출력 등에 관한 사용자 인터페이스 방식의 표준화 규정준수를 통해 사용자들이 일관성 있는 감각을 갖고 시스템을 이용할 수 있도록 지원하며, 다층구조의 클라이언트/서버 구조형태의 시스템을 구성해야 한다. 그 다음으로는 유지, 관리가 용이한 시스템을 구축하도록 한다.

즉 S/W 업그레이드, 유지보수 및 순환근무 등을 고려한 개발을 해야하며 분청과 구청 읍·면·동의 업무 특성을 파악하여 자체 운영을 전제로 한 시스템 설계한다. 전담추진조직운영하며, 장기적 지원 및 기본방향 정립하도록 한다. 또한 효율적인 자료관리가 되어야 한다.

데이터 중심의 데이터베이스 설계와 조직과 업무변경에 독립된 데이터베이스 설계를 하며, 데이터베이스가 시스템 설계의 핵심이 되도록 설계하고, 개별시스템에 국한되지 않고 향후 확장될 많은 시스템을 수용할 수 있도록 한다.

그리고, 설계시 공동DB 및 분산DB의 최적화를 고려하고, 자료의 관리 표준화가 되도록 하며 표준화된 시스템 도입을 통한 용이한 시

스템 확장지원이 되어야 한다.

이를 위해서는 표준화 규정을 준수한 시스템 구축을 목표로 하고, 표준화를 통한 시행착오 등의 낭비요인을 제거해야 한다. 개방환경을 제공하여 업무 변화에 따른 유연한 대처와 용이한 시스템 확장 및 유관기관과의 연계 지원이 가능해야 하며, 각종 법규 및 규칙을 준수한 데이터 표준화와 국가 표준화 규정 준수하여 시스템 개발의 표준화를 통한 재활용성을 증대시킬 수 있도록 한다.

이와 함께 전문 기술인력 확보 및 훈련이 동시에 이루어지도록 한다. 구축해야 할 데이터베이스의 효율적인 운영전문 기술인력 확보 및 훈련하며, 프로젝트 초기부터 실무 담당자를 참여로 자연스럽게 충실한 기술 이전이 되도록 하고, 기술인력 양성으로 잦은 기술인력 이동에 따른 운용공백 방지하도록 한다.

2. 기본 정보시스템 구축 모형

중소도시 지리정보시스템 구축 분야 중 2개 부문(상수도, 하수도)에 대하여, 각 분야별로 시스템

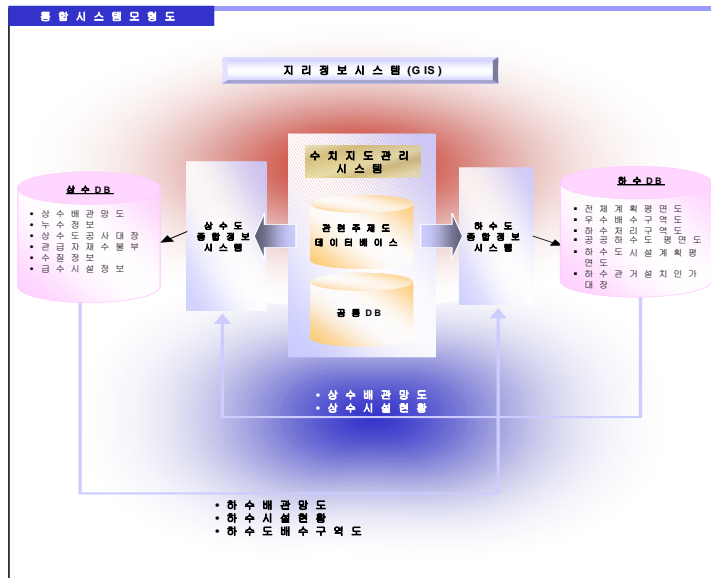


FIGURE 1. Basic system configuration for water supply and sewage

구축 계획 및 설계를 실시, 분야별 공통 데이터베이스 구축 및 시스템 개발이 이루어 지도록 해야 한다. 이때 반드시 기존 데이터베이스 및 시스템(예, 행정전산망, 요금징수관리, 도면관리 등)과의 연계성을 고려해야 하며, 국가 차원의 초고속 정보통신망 사업과 연계되도록 구성한다.

중소도시 지리정보시스템은 업무수행을 위한 시스템 개발과 더불어 사회간접자본으로 위한 정보 유통기구로서의 역할을 수행하도록 한다.

도시 구성 주체들의 편의와 안전을 담당하는 도시기반시설에 대한 종합 데이터베이스를 구축하고 이를 기반으로 시설물의 효율적인 관리 및 도시기반 정보의 유지관리체계를 구축하여 신속하고 안전한 도시관리 체계를 통합하고 이를 지원하는 행정업무의 효율성을 확보하도록 한다. 이러한 지리정보시스템의 기본 모형을 살펴보면 그림 1과 같다.

3. 목표 시스템 구성 총괄도

제천시를 대상으로 할 때, 구축되어야 할 목표 시스템의 구성 총괄도는 그림 2와 같다.

4. 상수도 GIS 대상업무 관리시스템

제천시를 토대로 지리정보시스템상의 상수도 관리시스템을 더욱 세밀히 분해해서 살펴보면 먼저 상수도 종합관리시스템은 다섯 부분으로 나뉘어 살펴 볼 수 있다.

상수도 종합관리시스템은 네 부분으로 나뉘어 살펴 볼 수 있는데, 관망관리와 상수도 시설물관리 그리고 긴급상황관리를 담당하는 상수도 시설관리가 그 첫째이며, 상수도에 대한 향후 수요를 예측하는 시스템인 수요예측관리, 그리고 공사대장도면을 관리하고 설계를 관리하는 문서대장관리, 다음으로 상수도 계량기를 관리하고 저수조 또한 관리하는 수용가 시설관리 등으로 관리시스템 업무가 구성되어 있다.

현행업무분석연구

1. 상수도 관망관리 업무내용

상수도 관망관리 업무는 대부분 상수도 사업소 및 각 지소에서 관장한다. 따라서 상수도시스템구축 및 총괄관리 업무는 상수도사업소와 분

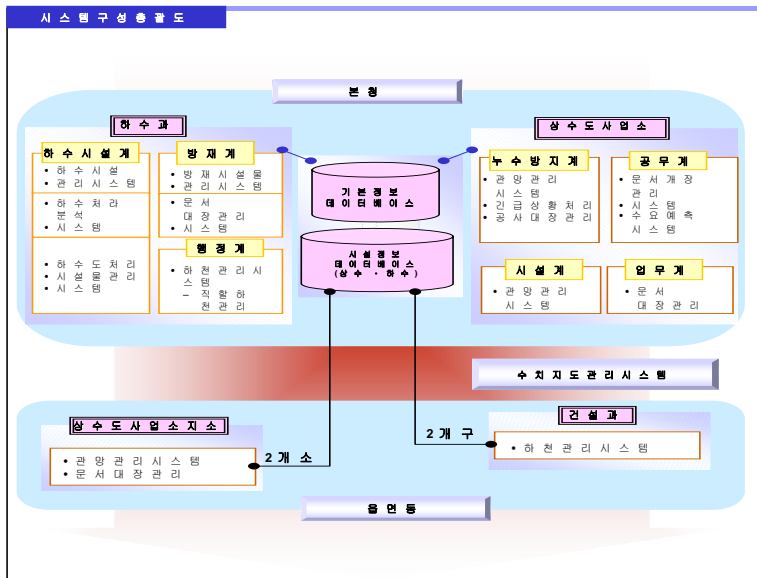


FIGURE 2. The target system of the study area, Jechon city government

청에서 업무를 분장하여 수행한다. 상수도관리 업무분석을 통해 사용자 요구 분석, 현행 문제점 및 개선방안이 도출되어야 하며, 각 단위 업무별 소요정보 유형을 도출하도록 해야 한다. 이러한 업무 분석의 결과, 상수도 관망관리 업무는 단위 업무 기능별로 상수도 행정관리, 상수도 공사관리, 상수도시설물유지관리, 수 운용 관리 및 수 질관리, 그리고 상수행정과 관련된 민원관리로 나누어 질 수 있다. 상수도 관망관리정보시스템 구축을 위한 시설물관리 관련 현행 업무처리 흐름을 살펴보면 상수도/시설물 대장, 건설현황대장 등의 업무를 하는 상수도 종합계획관리와 상수도 공사관리 그리고 상수도 시설관리, 요금정보와 특별회계 그리고 민원정보 등을 제공하는 민원관리, 물운용정보를 제공하고 상수도 급수 현황을 보여주는 물 운용관리 마지막으로 상수도 관로대장을 관리하고 수질정보를 피하는 수질관리 등 상수도에 관련된 모든 상수도 관리업무들은 일정한 어느 한 분야의 업무만을 피해 진행되는 것이 아니라 제 갖기 서로 연결되어 진행될 때 비로소 업무 처리를 원활히 할 수 있는 것이다.

상수도 관망관리 업무별 개선방안 연구

1. 상수도 관망관리 업무별 개선 제안사항 분석

효율적인 상수도 관망관리시스템 구축을 위한 관련 시설물에 대한 기존의 각종 설비의 이력카드와 도면에 대한 자료분석을 통하여 정확하고 안전한 데이터의 취득이 시스템 설계에 반영하여야 한다. 따라서 효율적인 관망관리를 위하여 관망관련 도면관리전산화, 통계자료전산화, 문서관리전산화 등을 통하여 업무간에 유기적인 연계가 이루어지도록 해야 한다. 이에 대한 각 단위업무별 개선사항을 좀더 상세히 살펴보자면 우선 상수도 시설관리 측면에서는 시설, 설비에 관한 현황 및 이력관리 그리고 도면 관리가 필요하고, 가압장 현황과 설비 이력카드의 활용이 시급하다. 또한 이력자료의 DB화를 피하고 통계자료의 전산

화가 시행되어야 할 것이다. 다음으로 시설물 유지관리 측면을 살펴보자면 자료작성 시 소요되는 비용과 생성 자료의 질 향상을 통하여 업무의 능률을 향상시키도록 해야하며, 시스템 구축 시 시설관리에 대한 중장기 기본계획을 반영해야 할 것이다. 또한 도면관리에 있어서도 앞으로는 전산화를 통한 관리가 이루어져야 하며 시스템 구축으로 도면관리에 소요되는 시간의 절감을 꾀할 수 있을 것이다.

시설물 조사를 통한 정확하고 안전한 데이터 관리와 관망관리의 전산화 그리고 관계도면을 각 구청과 협의하여 관리하는 방향이 모색되어야 하며, 통계관리 면에서도 현 시대의 수요에 맞춰서 분석과 수요예측 그리고 시설물별 조건검색 시스템을 행할 수 있도록 통계작성과 분석에 전산화를 이용해야 한다.

문서대장관리를 할 때도 수탁 급수공사 설계의 전산화와 공사관리나 그 밖의 공사비 산정시에도 전산화를 통하여 보다 신속하고 정확한 업무가 이루어 질 수 있도록 상수도 관망관리의 업무가 개선되어야 할 것이다.

2. 개선을 위한 상수도 시설관리 정보유형

효율적인 상수도 관망관리시스템 구축을 위한 관련 시설물에 대한 기존의 각종 설비의 이력카드와 도면에 대한 자료분석을 통하여 정확하고 안전한 데이터의 취득이 시스템 설계에 반영하여야 한다. 따라서 효율적인 관망관리를 위하여 관망관련 도면관리전산화, 통계자료전산화, 문서관리전산화 등을 통하여 업무간에 유기적인 연계가 이루어지도록 해야 한다. 이에 대한 각 단위업무별 개선사항을 정리하였다.

우선 단위 업무로는 상수관망관리와 상수시설물 관리 그리고 수용가시설 관리와 통계관리, 문서대장관리로 볼 수 있으며, 그에 대한 하위 업무를 살펴보면 상수관망관리에는 상수관로정보와 누수정보, 관망해석 정보 등의 하위업무가 있으며 상수시설물 관리에는 시설물 도면정보와 시설물 대장정보의 하위업무가 있다.

수용가시설 관리는 하위업무로써 계량기이력 정보를 포함하며, 기존 대장을 통한 수작업을 행하는 통계관리와, 주공설계도면이나 별도관리 그리고 상수도과 공사대장 수작업 관리를 하는

문서대장관리로 하위 업무를 살 펴 볼 수 있다. 각 하위업무에 대한 정보유형을 보면, 상수로관로 정보에는 현황도와 지적도, 지하매설물도 및 각종 축적의 배관망도, 관경·관중·시

TABLE 1. The function of each unit works

단위업무	세부업무	업무기능
상수도 시설관리	관망 관리	<ul style="list-style-type: none"> ·관로에 대한 도면 및 주요사항 자료의 관리 ·관로부설, 이설, 개제, 갱생 이력관리 ·관로대장 및 시설의 보수이력자료 이용한 관로개체 계획 지원 ·굴착공사 시 지하 매설물 정보조회 ·자료의 검색 및 조회, 도면 제작 및 통계자료 출력
	누수관리	<ul style="list-style-type: none"> ·출수불량/누수 등 사고 이력과 누수탐사실적 입력 ·누수위치 및 누수 다발지역 조회, 노후관 정보조회 ·누수탐사실적과 원별누수발생 및 복구현황 조회 ·노후관 분포도 조회 ·누수관련 통계량 보고서 출력
	관망해석	<ul style="list-style-type: none"> ·배수량 분석 및 누수량 추정, 급수확장계획 수립지원 ·최대, 최소수요시 관망 내 압력분포 출력 ·입력부족 시 수요 급수량 출력
	상수도 시설물 관리	<ul style="list-style-type: none"> ·변류의 위치, 변실도면, 가압장현황도, 배수지 현황도 입력 ·누수발생시단수지역을 최소화 하기 위한 변류위치조회 ·가압장현황도 관리 및 조회, 구내배관도, 수배전시설 및 결선도, 건물 상세도 ·배수지현황도 관리 및 조회, 시설물 도면 출력
	시설물대장 관리	<ul style="list-style-type: none"> ·변류대장 및 변실대장 입력, 가압장대장 입력 ·배수지대장, 단수시 제수변 조작을 위한 정보조회 ·변류현황, 가압장현황, 배수지현황 출력 ·대장작성 및 각종 통계자료 출력
긴급 상황 관리	재해관리	<ul style="list-style-type: none"> ·전체피해상용 조회 및 통계 작성 ·재해시 복구 계획 지원 분석
수요예측 시스템	수요예측 분석	<ul style="list-style-type: none"> ·인구 및 산업현황 등 각종 현황 자료를 분석하여 중단기 상수도 수요 예측 및 이에 따른 시설확장 계획입력, 수정, 조회, 삭제
문서대장 관리시스템	설계관리	<ul style="list-style-type: none"> ·공사설계정보입력/출력/ 조회 ·설계변경내용입력/수정
	공사대장· 도면관리	<ul style="list-style-type: none"> ·공사도면정보입력,출력,조회-공사설계도면, 공사준공도면,공사관련도면 ·공사대장정보입력, 변경내용수정-공사설계내역서, 일위대가표 등 ·공사대장관리 및 작성, 공사현황위치도 출력
수용가시설관리	계량기관리	<ul style="list-style-type: none"> ·계량기이력정보입력, 계량기 사용정보입력, 계량기이력, 사용정보수정 ·계량기현황조회, 시효만료계량기파악, 계량기정보분석을 통한 계량기 고장여부 파악 ·시효만료계량기분포도 및 목록출력, 계량기현황통계자료출력
	급수전관리	<ul style="list-style-type: none"> ·급수전이력정보입력, 급수전 공사정보입력, 신규급수전입력 ·급수전 관리정보수정, 급수전 현황조회, 급수공사내역의 조회, 개조대상 급수전 정보조회 ·대상 급수전 분포도 및 목록출력, 급수전 현황출력 ·통계자료 출력

설년도, 관로이설과 개채이력등의 정보유형임을 살펴볼 수 있고 누수정보는 누수위치, 누수원인, 누수량, 구역개량사업 내역과 누수탐사위치, 누수사고처리내역의 정보가 있다.

그리고 관로저항계수, 소요단수량, 매설상도, 양정계수, 배수지 수위 등의 정보유형을 갖는 관망해석 정보가 있으며, 시설물 도면정보는 가압장현황도(구내배관도, 수배전시설, 결선도, 건물상세도), 배수지현황도(구조도, 건물상세도)의 정보유형이다. 시설물 대장정보는 변류대장과 변실대장, 배수지대장으로 구성되었고, 계량기 이력정보는 시설물 조사를 통한 정확하고 안전한 데이터 관리, 관망관리의 전산화와 관계도면을 각 구청과 협의하여 관리하고 있다. 또한 기존 대장을 통한 수작업은 통계작성 및 분석에 있어 전산화 (분석/수요예측, 시설물별 조건검색 시스템)을 피하고 있으며, 주공설계도면 및 별도관리, 상수도, 공사대장 수작업 관리 역시 전산화를 통해서 수탁급수 공사 설계와 공사비 산정 그리고 공사관리까지 모든 사항을 전산망을 통해 업무처리를 하는 것으로 설정해야 한다.

3. 상수도 업무별 요구기능 분석

현 중소도시에서 이러한 상수도 시설 정보의 개선안을 실행화 하기 위해서는 그 밖의 제반요소가 필요한데 상수도 관망관리 업무와 연계하여 요구되어지는 기능을 분석해보면,

크게는 전체공통업무 체계기능과 상수도 시설관리시스템 그리고 문서대장관리 시스템, 설계관리 시스템과 MIS시스템과 연계된 기능이 필요하다 할 것이다.

즉, 상세입력이 가능하고 현황과 이력조회, 정보와 통계분석 기능 그리고 수치지도연계기능을 갖춘 전체공통업무가 선행되어야 하며, 다음으로는 배수·급수·송수·공업용수·취수관망관리와 상수도시설물관리, 준공도관리, 상세도 관리, 누수 및 이력관리, 변류위치도관리, 긴급상황을 처리하는 기능을 두루 겸비한

상수도 시설관리시스템이 요구되어진다.

문서대장관리시스템 또한 급수전대장관리, 계량기카드관리, 공사대장관리, 벨류류대장관리, 급수공사설계 카드관리가 가능해야 하며, 향후 구축될 행정정보 종합관리시스템과의 연계를 위해 MIS 확대방안을 고려한 시스템이 나와야 할 것이다.

또한 정보화 시대에 발 맞추어 빠른 정보 변화에 민감하고 그 특성에 맞도록 지역정보화 사업과의 연계를 통한 인터넷 GIS의 확대역시 고려되어야 한다.

개선된 목표 시스템

1. 상수도 관리 시스템 목표기능

위에서 살펴 본 바와 같이 상수도 관망관리시스템에 있어 보다 효율적이고 체계적인 관리시스템이 될 수 있도록 국가에서 뿐만 아니라 각 지방자치단체 차원에서도 끊임없는 노력을 기울이고 있는 것은 표 1과 같은 업무기능이 기대되어 질 수 있기 때문이다.

2. 개선된 목표시스템 구성도

위의 모든 사항을 수렴한 상수도 시설물 관망관리 시스템을 살펴보자면 그림 3과 같은 개선된 체계로 구성됨을 알게 될 것이다.

결 론

GIS 기반에서의 상수도관망관리를 위하여는 지하시설물의 정확한 위치파악이 선행되어야 하며, 시스템 개발과 구축을 위한 현행 업무의 흐름과 내용을 면밀하게 검토하고 분석하여, 각 단위업무별 연계성과 기능을 분석하여 각각의 업무가 관망관리시스템 구축 시에 충분히 반영 될 수 있도록 해야 한다.

또한 현재 구축되어져 있는 관망관리는 도면관리시스템 위주로 구성되기 쉬우므로 현업

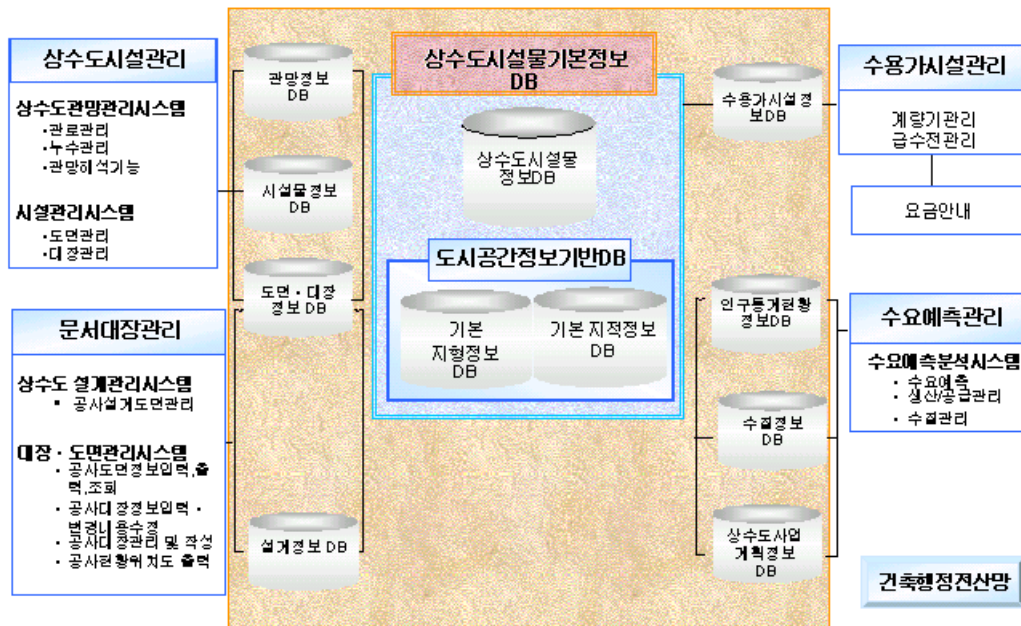


FIGURE 3. Improved target system for Water supply network management

에서의 활용을 위해서는 지형공간정보에서의 수치지형도 및 지적도, 건축물 대장, 지질정보, 도로도, 기존의 상수도 현황도와의 종합적인 연결성과 공통성을 공간적인 상관관계를 고려하여 설계되어야 하며, 서로 다른 형태의 도형데이터와 여러 문서 및 통계자료를 쉽게 연계시킬 수 있는 메타데이터 처리와 개방형 GIS의 환경에 적합하도록 시스템설계가 이루어지도록 해야 할 것이다.

따라서 본 연구결과, GIS에 의한 상수도 관망관리시스템 구축 시에는 단순히 상수도 관망시설 및 누수방지를 관망도와 대장에만 의존할 것이 아니라 관련 도시계획도와 수치지형도, 도로 및 도시계획도, 기타환경오염 가능성, 각종 토목공사 등과의 공통성과 관련 업무분석을 통한 연계방안이 이루어지도록 하는 것이 관망관리시스템 구축시 개선효과를 크게 할 수 있을 것으로 파악되었다. **KAGIS**

참고문헌

- 국립지리원. 1998. 수치지도 위치정확도에 관한 연구. 33쪽.
- 국토개발연구원. 1996. 지하매설물 관리체계 설계 및 운영방안 연구. 42-45쪽.
- 대구광역시. 1999. 도시정보체계 기본계획연구 보고서. 52-55쪽.
- 연상호 등. 1994. GIS 개론 및 연습, 한울아카데미. 20-22쪽.
- 연상호. 1998. 도심지에서의 지하매설물 탐사 측량 기법에 관한 연구. 한국지리정보학회 1998 추계 학술발표논문집.
- 유복모. 1997. 지형공간정보론. 문운당. 558쪽.
- 조우석 등. 1996. 공간정보 데이터베이스 설계 및 세부 추진방안 연구. 국토개발연구원.
- Lufu, D.L. 1998. Dynamic Segmentation. Proceedings of the 20th ACRS. 68쪽. **KAGIS**