

GIS에 의한 수치지도 제작과 상수도 관리에 관한 연구

A Study on the Digital Map Production and Water Supply management in GIS

강준묵* · 윤희천** · 한승희***

Kang, Joon-Mook · Yoon, Hee-Cheon · Han, Seung-Hee

요 旨

사회의 격변화로 모든 정보는 신속하고 정확한 것을 요구하게 되었고, 상수도 등 국토키반시설은 그 복잡성과 급격한 변화에 따라 2차원적인 정보관리의 한계를 맞게 되었다. 현재 대부분의 수치지도 제작 자료는 tablet을 가지고 수동적인 디지털이징에 의해 얻어지고 있다. 최근 고가의 스캐너가 대중화되고 스캐닝의 전·후 처리의 소프트웨어가 개발되어 앞으로 그 활용이 기대되고 있다.

본 연구에서는 tablet으로 디지털이징 한 것보다 스캐닝의 방법이 수치지도 제작을 위해 편리하고 또한 벡터화된 도면의 3차원 모델링에 대한 가능성을 제시하였다. 상수도 사업에 있어서는 계획 및 수행에 필요한 신속·정확한 정보의 제공으로 효율적인 도면관리, 업무의 능률화 및 고도화를 기하였다. 또한 시민의 요구에 대한 서비스의 향상과 여타 시스템과의 연계를 통해 종합정보시스템으로 가능성을 제시하였다.

ABSTRACT

Since society rapidly change, we need accurate and rapid information. Due to complication and rapid change of national infrastructure system, we meet a limitation of 2-D information management. Currently most digital cartographic data is acquired by manual digitizing with a tablet. Recently high cost scanner is widely used and preprocessing and postprocessing software of scanning are developed, so we expect its availability.

In this study, we know that scanning is more convenient than digitizing with a tablet for digital mapping, also, possibility of 3-D modeling of vectorized document is suggested. Because information rapidly provided in the planning and implementation, operation efficiency and advance are achieved in water supply project. Improvement of service for need of citizen and possibility combined information system connected with other system is presented.

1. 서 론

사회의 격변화로 인구, 토지, 환경 및 교통의 정보는 신속하고 정확한 것을 요구하게 되었고, 또한 국토 기반시설인 도로, 상·하수도, 전기, 전화, 가스, 소방 등의 복잡성과 급격한 변화에 따라 이런 3차원적인 정보는 2차원적 평면지도인 인쇄지도에 의한 정보관리의 한계를 맞게 되었다.

그러므로 종래의 지도나 도면관련 자료는 관리 운 영상 많은 문제점을 갖고 있다. 이러한 욕구를 만족 시키기 위해 다양한 정보를 컴퓨터로 일괄 관리함 으로서 업무의 효율화, 신속화, 간소화를 실현하고 시 민의 서비스 향상을 도모할 수 있는 지형정보 시스템 (GIS)의 구축이 요구하게 되었다.^{1,5)} 이러한 시스템을 활용하기 위해서는 여기에 이용되는 지도나 도면을 수치 정보화함이 절대적이다. GIS는 공간좌표 또는 지리좌표에 관계된 모든 형태의 지형·지리정보를 효 율적으로 수집, 저장, 갱신, 분석, 디스플레이 하기 위해 구축된 하드웨어, 소프트웨어, 지형·지리자료,

*충남대학교 공과대학 교수

**충남대학교 대학원 박사과정

***천안공업전문대학 토목과 전임강사

인적자원의 통합체로 각종 통계자료와 공간정보를 목적에 따라 관리, 분석 사용할 수 있도록 하는 일체의 조직을 말하는 것으로 지형정보의 위치를 보편적 좌표체계로 정의하고, 각종 속성(attribute)들을 정리하여 사상(entity)과 사상을 공간적 상호관계(위상관계)로 연결하여 실제 세계를 표현할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 기존의 지도관리 및 이용의 한계를 극복할 수 있는 GIS/mapping 시스템의 기능을 통해 수치지도를 제작하고, 또한 효율성 있는 상수도 관리 환경을 만들어 이를 실제 적용해 봄으로써 그 효율성을 알아보는데 목적이 있다.

2. 연구내용 및 방법

2.1 DTM 생성

공간상에 나타나는 연속적인 기복의 변화를 수치적으로 표현하는 수치지형 모델(Digital Terrain Model; DTM)은 지형의 3차원 표현, 군사적 목적, 조경 설계, 도로의 부지 및 댐의 위치선정, 지형의 통계적 분석과 비교, 경사도, 사면방향도, 경사 및 단면의 계산과 음영기복도의 제작 등 광범위하게 이용된다.²⁾

본 연구에서는 대전직할시 유성구 일대를 연구대상 지역으로 선정하였으며, 이를 DTM으로 구축하기 위해 기존 지도인 축척 1:25,000도엽 2장을 스캐닝하여 그림 1과 같은 방법으로 수치지도를 제작하고 각 등고선과 도로에 표고값(Z)을 부여하여 3차원 모델링을 실시한다. 또한 3차원적 표현의 이해를 위해 렌더링(rendering)을 한다.³⁾

2.2 상수도 관리를 위한 base map 제작

인간 생활을 유지하는데 “생명선”이라 할 수 있는 깨끗한 물의 확보를 사명으로 하는 상수도 사업체는 효율적인 사업 운영과 주민으로부터의 다양한 요구에 올바르게 서비스하는 사명이 요구되고 있다.

근대 상수도는 수요에 만족하는 물의 확보, 기상 이변 등에 대한 대책, 상수도관 파열 등에 대한 대응에 중점을 두었다. 이 다음 단계로 과거 부실한 관로의 유지관리와 좋은 물을 마시고 싶어 하는 질적인 요구의 대응이 닦쳐온다. 이러한 문제해결을 위해 GIS의 도입이 절실히 요청된다.

본 연구에서는 대전직할시 유성구 온천동 일대의

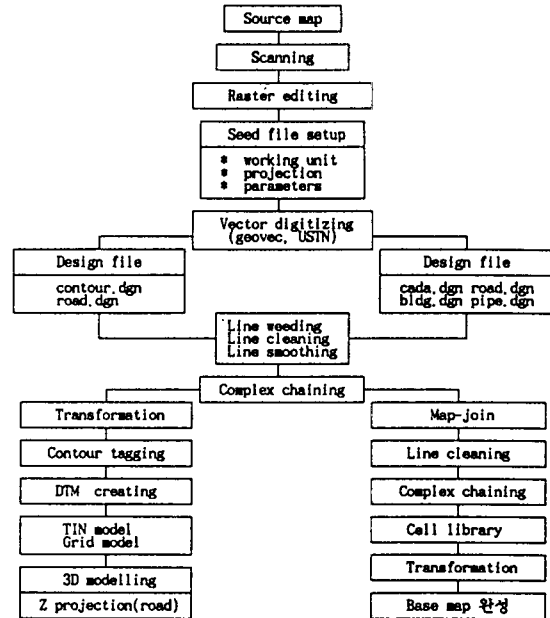


그림 1. 3차원 모델링과 베이스 맵 작성의 흐름도

축척 1:500 상수도 관망도 10장(약 400 m×400 m)을 그림 1과 같은 방법으로 실시하여 base map을 작성한다. 따라서 도면 관리의 효율화, 업무의 효율화, 업무의 고도화를 도모하고자 한다.^{4,5)}

3. 데이터 구축 방법

3.1 대상지역의 수치지도 제작과 3D 모델링

수치지도(digital map)의 제작을 위해서는 지형·지리정보의 가장 기초가 되는 지도나 도면을 입력하여 수치정보화 하여야 한다. 도면정보의 입력은 GIS를 구축함에 있어 가장 많은 시간과 인력이 투자되는 단계이며 자료의 질이나 정보의 양을 결정하여야 하므로 자료의 입력 전에 그 입력도면의 축척, 입력내용, 입력수단, 추구하는 정확도 등을 미리 정해야 한다.

자료의 입력방법으로는 직접 도면을 이용하여 입력하는 방법과 위성자료나 항공자료 등을 이용하여 도면정보를 추출하는 간접적인 입력방법이 있다. 직접입력은 수동입력(digitizing)과 자동입력(scanning)으로 구분된다.^{6,8)}

본 연구에서는 대상지역을 대전직할시 유성구 일대로 축척 1:25,000도엽 2장(NJ52-13-20-1금남, NJ52-



그림 2. 벡터라이징된 대상지역

13-20-3유성)으로 DTM을 작성하였다. 래스터 자료를 얻기 위해 스캐너로 해상도 400 dpi로 스캐닝하여 자료의 압축이 많아 저장공간이 절약되는 런 렉스 엔코드(run length encoded) 형태로 래스터 화일을 얻었다.^{2,9)} 이렇게 획득된 래스터 자료를 필요한 부분만 남기고 정리한 후 벡터라이징을 실시하였다. 또한 벡터라이징된 design file은 line weeding, line creaning, line smoothing을 하여 정리한 다음 하나의 등고선이 일체가 되도록 complex chaining을 실시하므로써 design file을 구축하였다. 그림 2는 연구 대상 지역을 벡터라이징한 도면이다.

지도상의 좌표는 특정지역의 표현에 알맞은 좌표 체계로 변환하는 것이 필요하다. 본 연구에서는 source map에 표시된 도곽 경위도 좌표값을 기준점(control point)으로 잡아 최소제곱법(least square method)으로 TM(Transverse Mercator) 좌표체계를 적용한 Tokyo 원점의 타원체(Bessel 1841)로 변환한다.¹⁰⁾ 이렇게 획득된 자료는 2차원적이기 때문에 각 등고선과 spot height에 표고(Z)값을 부여하여 모델 작성에 필요한 3차원 자료를 만들어 TIN model, grid model을 형성하였다. 또한 벡터라이징한 도료를 Z projection하여 3차원 모델링을 완성한다. 3차원적 표현의 이해를 위해 렌더링(rendering)을 실시하였다. 그림 3은 대상지역을 등고선으로 3차원 모델링한 것이다.

3.2 상수도 도면의 벡터라이징

대상지역에 대한 축척 1:500 상수도 관망도 10장을 해상도 400 dpi로 각각 스캐닝하여 얻은 래스터 자



그림 3. 대상지역의 3차원 모델링

표 1. 상수도 급배수관의 도면정보

| Feature name (diameter/mm) | layer | color | WT. | type |
|-------------------------------|-------|-------|-----|----------|
| 300 | 41 | 34 | 3 | 1-string |
| 200 | 42 | 50 | 3 | " |
| 150 | 43 | 66 | 3 | " |
| 100 | 44 | 8 | 3 | " |
| 080 | 45 | 3 | 3 | " |
| 075 | 46 | 13 | 3 | " |
| 050 | 50 | 39 | 1 | " |
| 040 | 47 | 79 | 1 | " |
| 025 | 48 | 55 | 1 | " |
| 020 | 31 | 71 | 1 | " |
| 016 | 32 | 87 | 1 | " |
| 015 | 33 | 47 | 1 | " |
| 013 | 34 | 5 | 1 | " |

료를 상수도 관경 별로 레이어를 달리하여 13개 레이어로 벡터라이징을 실시하였으며 이들 선의 색, 선의 굵기를 달리하고, 알맞은 선의 형태를 정하여 표 1과 같이 자료를 구축하였다. 또한 상수도 관망도에는 관의 재질(PVC, PE, CIP 등), 제수변(cont), 공기변(air), 이토변(soil), 탱크, 소화전(fire), 밸브, 급수전(supply) 등의 여러 시설물들의 도면상에서 여러 가지 기호로 사용되는데 이들은 연속적이고 반복적으로 사용하여야 한다. 따라서 이들은 셀 라이브러리(cell library)을 이용하여 편리하게 사용하였으며, 각각의 셀은 역시 레이어, 색, 굵기, 형태를 정하여 베이스 맵(base map)을 구축하였다. 표 2는 본 연구에서 사용된 10개의 셀 라이브러리를 나타낸 것이다.

지적도의 경우 지적 경계선은 1-string으로, 지번은

표 2. Cell Library

| Shape | name | color | WT. | layer |
|-------|--------|-------|-----|-------|
| ○ | cont | 42 | 2 | 11 |
| Ⓟ | PVC | 32 | 2 | 12 |
| Ⓒ | CIP | 51 | 2 | 13 |
| PE | P.E. | 154 | 2 | 19 |
| Ⓐ | air | 45 | 2 | 18 |
| Ⓓ | soil | 171 | 2 | 15 |
| □ | tank | 166 | 1 | 20 |
| ↑ | fire | 8 | 2 | 14 |
| ⊗ | valve | 39 | 1 | 16 |
| ○ | supply | 39 | 1 | 17 |

표 3. 지적 베이스 맵의 도면정보

| Feature name | layer | color | WT. | type |
|--------------|-------|-------|-----|----------|
| Boundary | 54 | 45 | 1 | 1-string |
| parcel | 21 | 3 | 1 | text |

표 4. 도로 베이스 맵의 도면정보

| Feature name | layer | color | WT. | type |
|--------------|-------|-------|-----|----------|
| Drive way | 6 | 3 | 2 | 1-string |
| Sidewalk | 17 | 3 | 0 | " |

텍스트로 베이스 맵을 작성했으며, 도로망은 차도(drive way)와 보도(sidewalk)로 구분하여 벡터라이징을 실시하였다.^{11,12)} 또한 건물도 상업지(commercial)과 주거지(residential)로 레이어를 구분하여 벡터라이징을 실시하여 10장 각각의 베이스 맵을 얻는다. 표 3, 4, 5는 지적도, 도로망, 건물에 대한 베이스 맵 구축 내용이다. 이렇게 획득된 베이스 맵에는 작업의 진행과정에서 발생한 불필요한 버텍스(vertex)가 생기므로 line weeding, line cleaning, line smoothing을 한 후 각 독립된 라인을 complex chaining으로 일체화 한다. 다음 각 10장 도엽의 베이스 맵을 하나의 도면으로 통합하기 위해 각 도엽의 도곽 점 4개를 기준점으로 사용하여 맵조인(mapjoin)을 실시하였다. 이렇게 통합된 1장의 도면은 다시 맵조인된

표 5. 건물 베이스 맵의 도면정보

| Feature name | layer | color | WT. | type |
|--------------|-------|-------|-----|---------|
| Commercial | 8 | 4 | 2 | polygon |
| Residential | 5 | 4 | 2 | " |

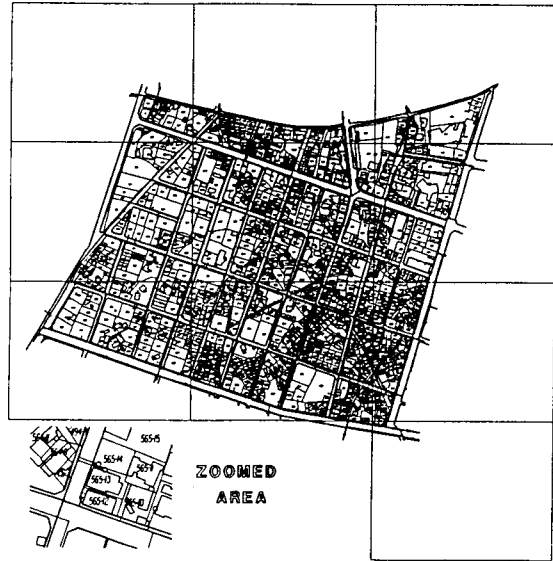


그림 4. 10장 도엽을 맵조인한 대상지역

부분의 라인을 연결한 후 각 레이어별로 다시 line weeding, line cleaning, line smoothing 그리고 complex chaining을 하여 최종 베이스 맵을 완성한다.

그림 4는 10개의 각 도면을 맵조인(mapjoin)하여 하나의 도면으로 통합한 베이스 맵을 나타낸 것이며, 그림 5에서 a는 상수도 급배수관, b는 도로망도, c는 도로망도, d는 건물도에 대해 최종적으로 완성한 베이스 맵을 나타낸 것이다

3.3 데이터베이스(D/B) 설계

데이터베이스는 여러 화일에 수록되어 있는 자료들로 구성된다. 한개 또는 그 이상의 화일에서 자료를 손 쉽게 처리하려면, 화일을 어떤 구조나 조직으로 설정해 놓아야 한다. 잘 알려진 데이터베이스 구조로는 위계적 자료구조(hierarchical data structure), 망상구조(network systems), 관계적 자료구조(relational database structure) 등이 있으나 여기서는 포인터나 위계가 없고, 튜플(tuple)이라는 간단한 레코드에

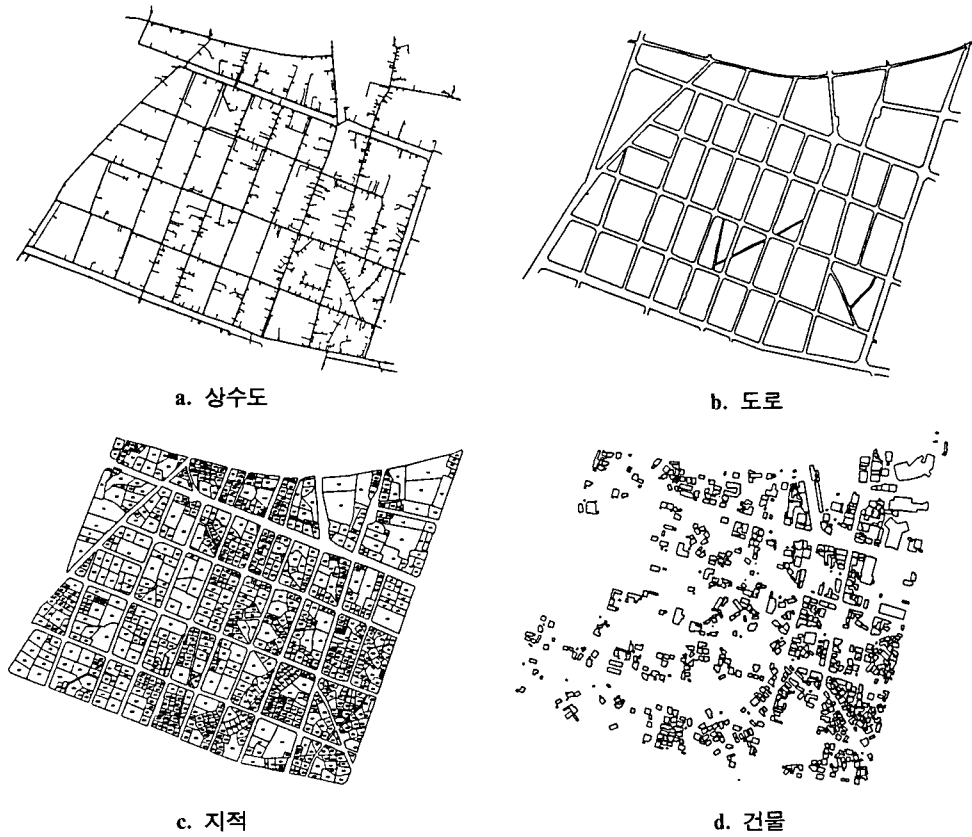


그림 5. 각 카테고리 에 대한 베이스 맵

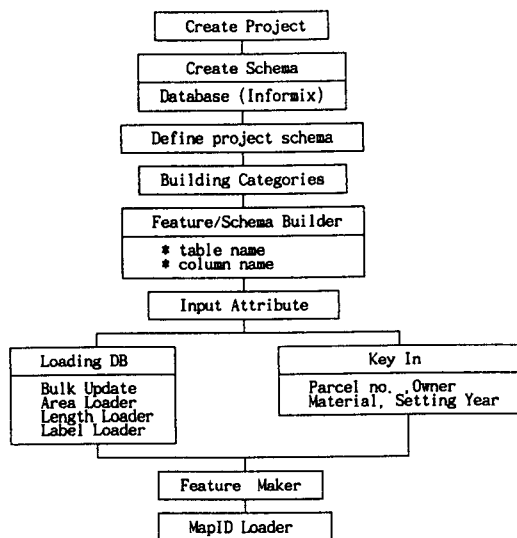


그림 6. D/B 구축과 속성입력에 대한 흐름도

저장되어 유연성이 크고, 자료의 가감이 용이하며 부울 논리(boolean logic)나 수학적 연산(mathematical

operation)을 이용하면 모든 요구를 만족시킬 수 있는 관계적 자료구조를 사용하였다.⁵⁾

상수도 GIS의 데이터베이스는 도형과 속성의 두 종류의 많은 데이터가 요구된다. 관망도에서 처럼 도면상에 개개의 수요자 주택을 모두 표시할 필요가 있으며, 각 가정의 급수전(meter)의 설치상황을 상세히 파악해야만 한다.

그림 6은 데이터베이스 구축과 속성 입력의 과정을 도시한 것이다.

표 6, 7은 상수도 급배수관과 지적도의 카테고리에 대한 각각의 자료의 내용과 자료의 형태를 나타낸 것이다. 본 연구에서는 상수도 급배수관의 경우 관의 매설년도 등 6가지의 데이터베이스로 설계하였고, 지적도의 경우도 표 7에서 보는 바와 같이 6가지의 데이터베이스로 설계하였다. 그러나 수용가 관리, 체납관리 등 필요한 사항을 추가하여 설계할 수 있다.

3.4 속성자료의 입력

표 6. 상수도 급배수관의 속성정보

| Category | feature name | table name | column name | data type |
|----------|--------------|------------|--------------|-----------|
| pipe | PIPE | pipe-line | set-year | integer |
| | | | set-com | char |
| | | | prod-com | char |
| | | | pip-diameter | integer |
| | | | pip-length | real |
| | | | pip-material | char |

속성자료의 도면정보의 공간적, 비공간적 속성을 설명하는 부분과 각종 통계자료, 현장조사 자료 그리고 행정자료에서 추출한 수치들로 대별될 수 있다. 도면에 나타난 점, 선, 면 등의 어떤 공간적 사상을 표현하고 있는가를 나타낸 도면정보와 각종 통계자료, 현장조사자료 그리고 행정자료에서 추출·입력된 수치를 연결하여야 한다.

속성자료와 도면정보와의 연결은 외부에서 입력되는 것과 일단 입력된 도면정보를 이용하여 내부적 계산에 의해 구축되는 속성으로 구분할 수 있다. 외부에서 입력되는 속성자료는 외부의 데이터베이스에서 입력한 정보를 Informix 데이터베이스로 구축하여 속성자료를 구축하고 공간정보와 연결될 수 있는 동일한 ID를 포함시켜 도면정보와 연결하여 지형·지리 정보로 저장하는 방법과 도면의 도형에 정보를 직접 입력하는 방법이 있다.

본 연구에서는 외부의 데이터베이스에서 입력한 정보를 Informix 데이터베이스로 구축하여 속성정보를 입력하였다.

3.4.1 상수도

상수도에 사용된 13개의 관경은 이를 레이어별로 구분하여 베이스 맵을 구축하였기 때문에 레이어별로 bulk updata를 통해 관경(pipe diameter)을 짧은 시간에 동시에 데이터베이스에 입력할 수 있었다. 또한 매설된 관의 길이(pipe length)는 length loader를 이용해 자체적으로 계산하여 데이터베이스에 입력하였으며, 나머지 관의 재질(pipe material), 매설년도(set year) 등은 키를 통해 직접 자료를 데이터베이스에 입력하였다.

3.4.2 지적도

대상지역이 대전시 유성구 온천동의 동일한 동명

표 7. 지적도의 속성정보

| Category | feature name | table name | column name | data type |
|-----------|--------------|------------|----------------|-----------|
| Cadastral | PARCEL-POINT | parcel | county-name | char |
| | | | parcel-no | integer |
| | | | owner | char |
| | | | parcel-area | real |
| | | | parcel-around | real |
| | | | assessed-value | real |

이므로 bulk updata를 통해 동명(county name)을 동시에 데이터베이스에 입력하였다. 각 지번별 대지면적(parcel area)은 area loader를 이용해 구축된 지적도의 면적을 계산하였다. 또한 대지 경계선 길이(parcel around)는 perimeter loader를 이용 자동 계산한다. 지번(parcel number) 역시 베이스 맵 구축시 키인(keyin)한 도면정보를 label loader를 이용 데이터베이스에 입력한다. 대지 주인(owner)은 직접 키인하여 입력하고 지가는 입력된 단가를 이용 자동적으로 계산하여 입력하였다. 따라서 지적데이터에 대해 설계된 데이터베이스 구축을 완성하였다.

4. 분 석

데이터베이스 구축이 완성되면 이들 도면 정보와 속성정보를 분석하기 위해 각 그래픽 요소들 간의 위상관계(topology)를 분석할 수 있는 위상관계 화일(topological file)을 구축하여야만 한다. 따라서 Topo Builder를 이용 지적에 관한 그래픽 요소의 위상관계를 구축하고, 또한 상수도관망에 대한 그래픽 요소들 간의 위상관계를 구축하였다. 다음 이들 상수도 자료와 지적 자료를 서로 연관시켜 분석하기 위해서 지적에 관해 구축된 위상관계와 상수도관망에 대해 구축된 위상관계를 하나로 통합하였다.

이렇게 구축된 데이터베이스의 위상관계를 정하므로써 그림 7과 같이 GDL 분석과 query 분석으로 자료를 분석하였다.

4.1 지적 Data 분석

지금까지 구축된 자료를 이용하여 분석을 실시하였다. 그림 8은 대지면적 200 m² 단위별로 구분하여

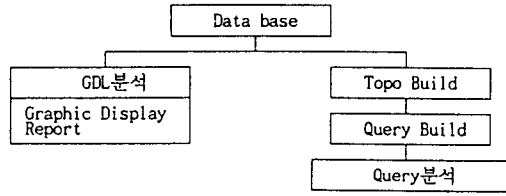


그림 7. 자료 분석을 위한 과정

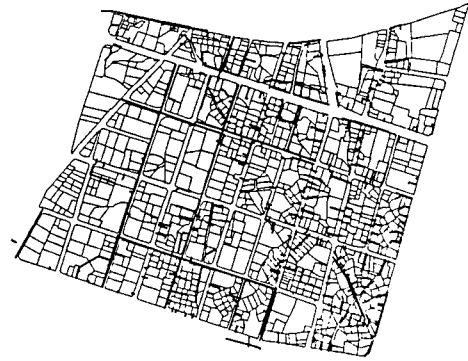


그림 9. PVC 재질의 상수도관

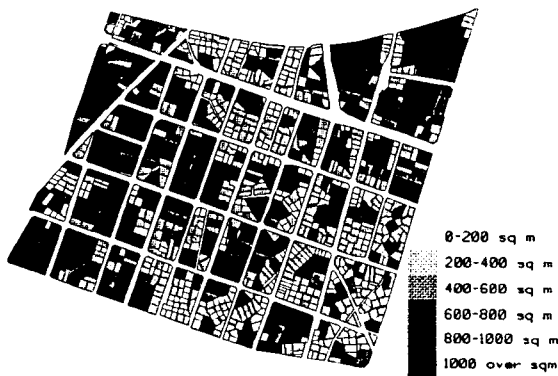


그림 8. 200 m² 단위별 대지면적 분류



그림 10. 1975년에 매설된 상수도관

지적도를 디스플레이한 것이다. 이를 가구원과 주택 규모와 함께 연계하면 예상 급수량을 예측할 수 있으며, 또한 매설 및 교체해야 할 급수관의 직경을 결정할 수 있다. 필요 지번에 대한 자료를 GDL(Geo Database Locate)를 이용하여 화면상에 디스플레이 하였다. 이를 이용하여 각 지번에 대한 수용가의 각종 정보를 관리할 수 있다.

4.2 상수도 Data 분석

실제 상수도 관망을 관리하기 위해 특정 년도와 특정 재질에 대한 분석을 실시하였다. 그림 9는 대상지역에서 가장 노후화되어 교체가 불가피한 1975년에 매설된 상수도 급배수관을 지적도와 중첩(overlap)하여 디스플레이한 것이다. 그림 10은 요즘 인체의 유해관계로 문제가 되어 폴리에틸렌(PE)관이나 스테인리스 스틸(stainless steel)관으로 교체하는 PVC관 역시 지적도와 중첩하여 디스플레이한 것이다. 그림 11은 1986년에 매설한 PVC관을 디스플레이한 것이다. 또한 표 8은 상수도 급배수관에 대한 자료를 매설년도별 레포트로 출력한 것이다. 이렇게 그래픽적인 디스플레이 뿐만 아니라 레포트로도 매설년도, 관경,

재질, 관의 길이 등을 출력할 수 있다. 따라서 신관 설계, 개수관 및 폐지관에 대한 작업과 정보관리를 효율적으로 할 수 있으며, source map의 효율적 관리와 정보의 공유를 가능하게 할 수 있다. 또한 항상 최신정보를 유지할 수 있으며 다양한 도면편집 및 출력이 가능하게 한다.

4.3 지적 data와 상수도 data의 통합분석

각각 다른 카테고리과 레이어로 구축된 지적자료와 상수도자료를 결합하여 분석할 수 있다. 대지면적과 주택규모, 가구원수와 연계하여 예상 급수량을 산정할 수 있으며 이에 알맞은 급수계획을 세울 수 있다. 또한 향후 급수를 위한 급수관 매설 공사를 실시하여야 할 대지를 그래픽적으로, 레포트로 쉽게 파악할 수 있으므로 사고시 신속한 대응, 도수 등 물의 관리를 체계적이고 합리적으로 할 수 있다. 그리고 상수도 급배수관에 대한 완충지역(buffer zone) 생성을 통해

표 8. 매설년도별 상수도관의 레포트(page 1 of 15)

| no. | set-year | diameter | material | length |
|-----|----------|----------|----------|--------|
| | 1975 | 75 | CIP | 0.11 |
| | 1975 | 75 | CIP | 0.86 |
| | 1975 | 75 | CIP | 1.08 |
| | 1975 | 75 | CIP | 0.49 |
| | 1975 | 75 | CIP | 0.65 |
| | 1975 | 75 | CIP | 6.90 |
| | 1975 | 100 | CIP | 12.46 |
| | 1975 | 150 | CIP | 11.70 |
| | 1975 | 100 | CIP | 12.10 |
| | 1975 | 300 | CIP | 619.86 |
| | 1975 | 150 | CIP | 554.57 |
| | 1975 | 150 | CIP | 478.51 |
| | 1975 | 150 | CIP | 20.06 |
| | 1975 | 150 | CIP | 243.61 |
| | 1975 | 150 | CIP | 244.10 |
| | 1975 | 150 | CIP | 122.48 |
| | 1975 | 150 | CIP | 83.15 |
| | 1975 | 150 | CIP | 223.88 |
| | 1975 | 150 | CIP | 126.45 |
| | 1975 | 150 | CIP | 359.73 |
| | 1975 | 150 | CIP | 17.32 |
| | 1975 | 150 | CIP | 139.45 |
| | 1975 | 150 | CIP | 147.71 |
| | 1975 | 150 | CIP | 69.52 |

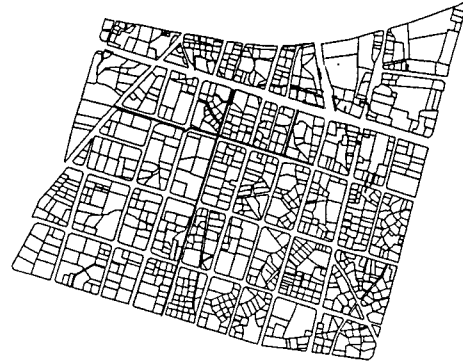


그림 11. 1986년 매설된 PVC 재질의 상수도관

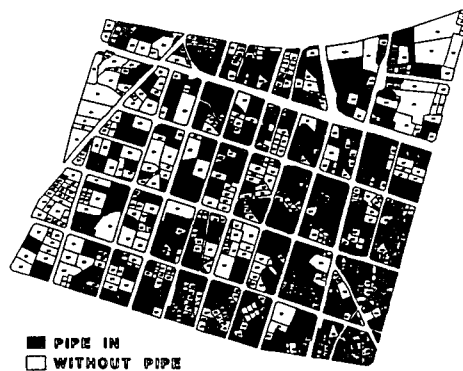


그림 12. 상수도관 매설여부에 따른 지적도

토공량과 그에 따른 작업량, 비용 등을 파악할 수 있다. 따라서 수요자 요구에 알맞은 양질의 물공급이 가능할 것이다. 그림 12는 급수관이 매설된 대지와 향후 매설하여야 할 대지를 구분하여 그래픽으로 나타낸 것이다.

5. 결 론

이상의 대전직할시 유성구 일대를 GIS에 의해 수치지도를 제작하고 상수도 관리에 관한 연구를 수행한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 수치지도제작과 3차원적 모델링을 통해 지형의 경사, 사면방향, 음영기복도 등의 분석을 통해 전체적 특징을 쉽게 파악할 수 있었으며, 도면관리를 효과적으로 할 수 있다.
- 2) 래스터 자료를 얻기 위해 도면을 해상도 400 dpi로 스캐닝하여 런타임 인코딩 형태로 저장하면 2진

코드에 비해 약 1/7 정도 데이터 양을 축약할 수 있으며, 기존 지도를 source map으로 이용함으로써 상당한 오차가 수반됨으로 항공사진, 지상사진, GPS 등에 대한 실측 데이터를 이용함이 바람직하다.

- 3) 상수도 노후관 복구, 신관설계, 급배수 관망관리, 시설물 현황관리 등을 효과적으로 할 수 있으므로 상수도의 효율적인 자료관리, 업무의 효율화, 고도화를 할 수 있으며 대민서비스의 향상을 기할 수 있다.
- 4) 본 데이터와 벡터화된 여타 도로, 지적, 전기, 통신, 행정망 등의 도시관련 타 정보시스템과의 자료 공유를 통해 종합정보 시스템으로 확장이 가능하다.

감사의 글

본 연구를 위해 필요한 자료를 협조해 준 대전시 상수도사업본부 유성지소와 시스템을 제공해 주시고 후원해 주신 INTERGRAPH KOREA 사에 깊은 감

사를 드립니다.

참고문헌

1. 강준목, 한승희, 윤희천, 박대욱, 'Digital Map 작성과 상수도 관리에 관한 연구', 대학토목학회 학술회 개요집(II), 1993, pp. 403-406.
2. P.A. Burrough, Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment, Clarendon press Oxford, 1986, pp. 16-25, 40-54.
3. Jonathan Raper, Three dimensional applications in Geographical Information Systems, Taylor & Francis, 1989, pp. 11-18.
4. John A. Thorpe, 'Digital Mapping for Utility Companies', Journal of Surveying Engineering, Vol. 116, No. 1, February, 1990, pp. 13-16.
5. 田靖彦, Mapping System, 日本日刊工業新聞社, 1989, pp. 112-122.
6. I.D.H. Shepherd, 'Information Integration and GIS', Geographical Information Systems, Longman Scientific & Technical, Vol. 1, 1991, pp. 337-356.
7. Wim G.M. Van Der Knaap, 'The Vector to Raster Conversion: (mis)use in Geographical Information Systems', Int. J. Geographical Information Systems, 1992, Vol. 6, No. 2, pp. 159-170.
8. Robert T. Becker, Hugh A. Devine, 'Raster-to Vector Conversion of Scanned Documents for Resource Management', ASPRS/ACSM/RT92 Technical Papers, Vol. 3, August, 1992, pp. 105-114.
9. Stan Aronoff, Geographic Information System: A Management Perspective, WDL, 1989, pp. 166-180.
10. Keith C. Clarke, Analytical and Computer Cartography, Prentice Hall, 1990, pp. 102-114, 144-152.
11. Gary J. Hunter & Ian P. Williamson, 'The Development of a Historical Digital Cadastral Database', Int. J. Geographical Information Systems, 1990, Vol. 4, No. 2, pp. 169-179.
12. Najeh Tamin, 'Upgrading Boundary Information Obtained from Digitized Tax Maps for the Purpose of Creating a Digital Cadastral Overlay', URISA Proceedings, Vol. 1, July, 1992, pp. 46-55.