

## 실시간 지하시설물 데이터베이스 구축을 위한 자료 변환 프로그램 개발

### The Development of Data Transformation Program for Establishing the Real-Time Database in Underground Utility

최석근\* · 박경식\*\* · 임인섭\*\*

Choi, Seok-Keun · Park, Kyeong-Sik · Lim, In-Seop

#### 要 指

기존의 지하시설물 데이터베이스 구축은 자료수집과정이 여러 단계로 이루어져 있고, 수치도면을 작성하거나 필요에 따라 수작업에 의한 종·횡단면도를 작성하는 등의 여러 작업과정으로 이루어져 정확도 문제와 시간·경제적인 많은 손실을 가져왔다. 본 연구는 현재 지하시설물도 구축을 위해 비효율적으로 이루어지고 있는 자료수집 및 처리기법의 문제점을 해결하기 위하여 현장에서의 자료수집과 동시에 직접 실시간으로 수치자료를 획득하고, 평면도 및 종·횡단면도를 작성할 수 있는 자료변환에 의한 실시간 지하시설물 종·횡단면도 작성 프로그램을 개발하였다. 그 결과 작업과정에서의 불필요한 시간을 절약하고, 자료 수집 및 이기과정에서의 오차발생을 최소화하므로써 정확도의 향상과 시간·경제적으로 효율적인 지하시설물 데이터베이스를 구축할 수 있도록 하였다.

#### ABSTRACT

In traditional method, the establishment of database for current data of underground utilities would frequently occur a lot of losses in the time, economic effect and problems of accuracy because the procedure for the generations of transverse and vertical section mapping would be composed of many steps and the establishment of underground utility is inefficiently accomplished. The goals of this study are 1) to obtain digital information and data acquisition simultaneously by realtime in the field, 2) to develop the computer program of generation of transverse and vertical section mapping based on the plan for data transformation. As a result of this study, the establishment of database for underground utilities is able to save the time and improve economic effect and accuracy while minimizing errors in rewriting and acquiring data.

#### 1. 서 론

최근 정부에서 추진하고 있는 지식정보데이터베이스 구축 사업의 일환으로 정보화 근로사업의 지하시설물 데이터베이스 구축사업이 이루어지고 있고, 전국 7개 시 및 유관기관(가스공사, 한국통신공사, 난방공사, 상·하수도, 기타 등) 등에서도 시민들의 안전과 시설물 유지관리를 위한 많은 지하시설물 데이터베이스 구축 작업이 이루어지고 있다.<sup>1)</sup> 현재의 작업 과정은 기존 1/1,000 지도를 확대한 1/500 축척지도를 현장에서 지하시

설물 탐사하여 지도상에 표기하고, 실내에서 수치지도로 삽입·수정한 후, 필요에 따라 수작업에 의한 종·횡단면도를 작성하는 작업과정으로 이루어지고 있다. 그러나, 지하시설물 관련기관에서의 최종 성과물은 NGIS 도면(1/1,000)을 Base Map으로 확대한 수치지도(1/500)를 도곽으로 지하시설물에 관련된 자료와 관련 기관별로 지하시설물의 정확한 위치를 알 수 있는 도로의 종·횡단면도를 필요로 하고 있다. 따라서, 요구되는 결과를 얻기 위해서는 현장 탐사에 의한 도면 표기작업과 함께 이들 결과를 실내에서 수치지도로 제작하고, 기존 도로나 지형·지물을 따라 종·횡단면도를 작성해야하는 등의 여러 작업과정이 이루어져 정확도 문제와 시간·경

\*대구미래대학 지적과 조교수

\*\*충북대학교 대학원 토목공학과 박사과정

제적인 많은 손실을 야기시키고 있는 실정이다.

그러므로, 본 연구는 현재 지하시설물 구축을 위해 비효율적으로 이루어지고 있는 기존 자료처리기법의 문제점을 해결하기 위하여 현장에서의 자료수집과정에서 자료탐사와 동시에 실시간으로 수치자료를 획득하고, 평면도 및 종·횡단면도를 작성할 수 있는 자료변환에 의한 실시간 지하시설물 종·횡단면도 작성 프로그램을 개발하고자 한다.

따라서, 본 연구는 실시간 지하시설물 데이터베이스 구축을 위한 자료변환 프로그램을 개발하므로써 자료

수집과정에서의 불필요한 작업시간을 절약하고, 자료 수집 및 이기과정에서의 오차발생을 최소화하여 정확도 및 자료의 신뢰성을 향상시키며, 시간·경제적으로 큰 효과를 가져올 수 있도록 하므로써 정부가 추진하고 있는 정보화근로사업의 데이터베이스 구축사업과 국내 S/W 기술발전에 기여하는데 그 목적이 있다.

## 2. 지하시설물 정보분석 및 측량기법

지하시설물에 대한 기본 자료수집은 사전에 시설물

표 1. 지하시설물 자료조사 및 탐사내용

시설물 종류	현지조사 사항	지하시설물 조사·탐사			대장작성	비고
		지상조사	관로탐사	관로조사		
상수도	지상상수관 및 소화전, 급수/저수/취수탑, 맨홀	제수변, 지수전, 이토변, 역지변, 공기변, 감압변, 유량계, 안전변, 맨홀, 수원지, 취수장, 정수장, 배수지, 가압장, 저수조, 지하소화전	취수관 도수관 송수관 배수관	관중/관경 설치년도 위치/심도	수도전, 가정진입관, 상수대장	급수구역 배수구역 자료제공시 작성
하수도	종말처리장, 맨홀(우/오수,히수, 집수정), 하천경계, 하수환기구	측구(L, LO, LU, JL형) 우수받이, 토구, 관말, 유수지, 침전지, 펌프장	관로 오수관로 하수관로 하수BOX	관중/관경 설치년도 위치/심도 유수방향	종·횡단면도, 매물변실,구경, 관저고,구배, 하수대장	처리구역 배수구역 자료제공시 작성
전기	지상송전선, 전주, 송전탑, 전기맨홀	맨홀 Pad TR(변압기) Pad SW(스위치)	지중선로 (고·저압) 송전선로	관중/관경 설치년도 위치/심도		배전선로 한전에서 조사·관리
통신	전화주, 전화/통신맨홀, 데이콤맨홀	맨홀	지중선로	관 중 설치년도 위치/심도		
송유관	지상송유관	맨홀	관로	관중/관경 설치년도 위치/심도		
가스	지상가스관 가스맨홀	밸브, 수취기, 가바나 TEST BOX(TB)	고압관 중압관 저압관	관중/관경 설치년도 위치/심도	종·횡단면도	
지역 난방		맨홀	관로	관중/관경 설치년도 위치/심도		상수시설과 유사
기타	도로	도로 종류 도로 시설물 도로 폭원			대장조사, 도로번호 /시·종점	
	공동구	맨홀		관중, 설치 년도, 위치	(통신, 전기, 상수도)	자료제공시 입력
	지하철	입구, 환기구				자료제공시 입력
	지하도/상가,지하보차도, 터널 등 입구					자료제공시 입력

에 관련된 기본자료와 매설관로의 관종별 개략적인 위치 및 재질 등 대상지역을 파악하고, 이에 따른 인원 및 장비투입과 교통, 안전계획 등을 수립하여 지하시설물에 대한 자료조사 및 탐사시 정확성 향상과 장비의 효율성을 확보할 수 있도록 하여야 한다.

### 2.1 지하시설물의 정보분석

지하시설물은 공공 성격을 가진 중요한 도시기반시설로서 도시 유기체로서의 기능과 시민이 도시적 생활과 활동을 영위하는데 필요한 사회기반시설이다. 따라서, 각 시설물의 시설기준 및 특징과 계통을 파악하여 지하시설물 매설시 합리적 배치와 사후 안전관리를 위한 시설물 현황, 위치관계, 시설기준 등을 정확히 조사하는 것은 한 도시의 효율성과 편리성뿐 만 아니라 도시의 존립마저 좌우할 만큼 중요한 국가 기간적 요소이다.<sup>2)</sup>

본 연구의 지하시설물 조사·탐사는 상·하수도, 가스, 통신, 전기, 난방열관, 송유관, 등 기타 여러 지하시설물들과 그와 관련된 지상시설물을 대상으로 정보분석하여 현장에서 직접 지하시설물 데이터베이스를 구축하는데 필요한 프로그램 개발을 성공적으로 수행할 수 있도록 하였다. 지하시설물 조사·탐사시 관련된 시설물별 자료조사 사항은 표 1과 같다.<sup>3)</sup>

### 2.2 지하시설물 측량방법

지하시설물측량은 현장조건과 시설물의 현황에 따라 측량기법 및 장비 등을 선택하여야 하며, 측량기법은

표 2. 지하시설물의 측량방법 및 특징

대상	측량방법	특징	측량장비	비고
금속관로 및 케이블	직접 전자 유도법	정확도 양호하나 작업방법 곤란	RD 400 MPL	상수도 가스 난방
	간접 전자 유도법	정확도 떨어지나 작업방법 간편	RD 400 MPL	
비금속관로	지중 레이더법	얕은 심도관측 진도율 심도결정 측량기술 숙련요 토목구조물관측	SIR 10 KODEN PulseEkko	관경 200 mm 이상
	전자 유도법	통신 공관에 적용 탐침 비전도체 적용	RD 400 MPL RD 400 MPL	가스 하수도
매몰 변측량	자장법		RD 312 FM880B	제수 변될개

전자유도측량법, 지중레이더측량법, 음파측량법 등 전자유도방식과 레이더방식을 이용한 측량기법 등으로 그 특징은 표 2와 같다.

지하에 매설된 단일 전도체를 탐사하는 경우에는 단일 안테나를 사용하여 쉽게 찾을 수 있지만, 매설된 파이프나 케이블은 보통 다른 전도체와 인접해 있는 경우가 많고, 그 위에 전력선이나 다른 전원에 의해 전파를 간섭받게 된다. 전자유도 탐사 수신기는 동일 신호를 탐사하기 위해서 두개의 수평 안테나가 약 400 mm정도 떨어져 있는 이중 안테나를 사용하여 탐사하며, 재질별 지하시설물 탐사방법은 그림 1과 같다.<sup>4)</sup>

탐사결과의 정확도 평가는 탐사지점의 측선을 시험 굴착하여 눈으로 확인하는 방법과 비굴착방식인 지중레이더 탐사방법이 있다. 직접굴착시 전자유도방식은 탐사측점에 대하여 약 1 Km마다 1지점씩 시험 굴착하거나 부분적으로 지중레이더 탐사법으로 탐사하여 탐사결

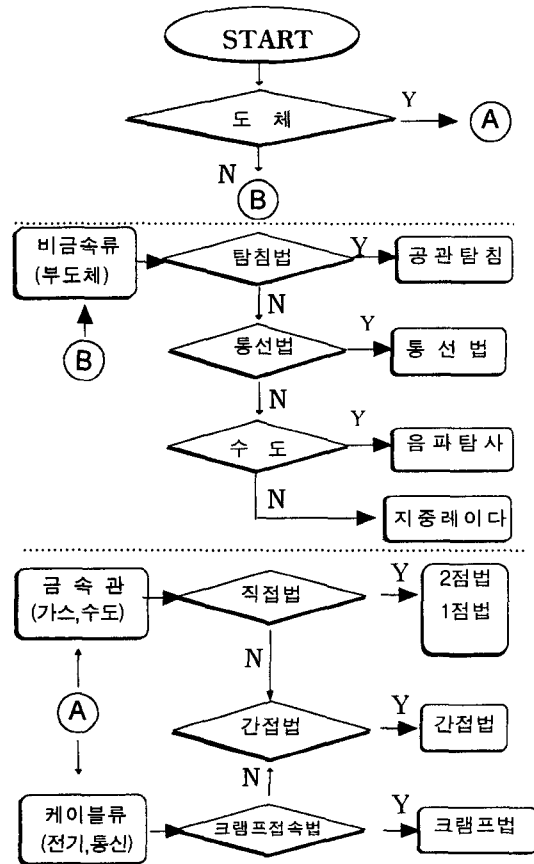


그림 1. 지하시설물에 따른 측량방법

과를 비교·분석하므로써 재탐사 유무와 구간을 결정하고, 오차원인을 분석하여 탐사정확도 향상 및 자료기반 구축을 위한 자료로 이용한다. 지중레이다 탐사에 의한 정확도는 지하시설물 위치 및 심도뿐 만 아니라 상대비교로 개략적인 관의 크기를 측정할 수 있고, 그 밖에 시설물 크기나 두께, 철근배치 상황, 공동 등을 조사·분석할 수 있다. 현재 지하시설물의 정확도 평가는 땅을 굴착하여 육안 확인하는 방법이 가장 많이 이용되고, 조사 및 탐사 정확도 확보를 위해 지하시설물을 매설하여 흙을 복개하기 전에 관련 부서에 통보하여 즉시 측량을 완료한 후 복개함으로써 정확한 시설물 위치와 재질, 매설년도, 상태 등을 파악한다. 지하시설물 측량에서는 절대좌표를 사용하고, 수평위치(X, Y)는 TM 좌표, 수직위치(Z)는 아스팔트나 콘크리트 포장 덧씌우기나 도로성토를 할 경우 대비하여 평균해수면 높이를 적용한다.

지하시설물 탐사오차에는 탐지기 자체오차와 수치지도면 오차, 이기오차, 디지털이저나 스캐너 입력오차, 도면신축오차 등이 있다.

### 2.3 지하시설물 데이터베이스 구축방법

지하시설물의 측량범위는 관로를 기준으로 좌·우 2m 인접한 시설물을 대상으로 하고, 1/500 도면에 축선을 20~30m 간격으로 표기하며, 변곡지점 등에 대해서도 탐사하여 도면에 이기한다. 또한, 도면과 주요 지형

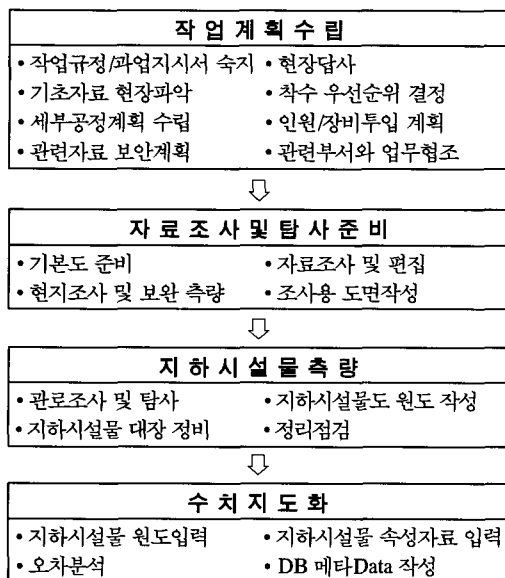


그림 2. 지하시설물 데이터베이스 구축 흐름도

· 지물이 현저한 차이가 있을 때는 재 측량하여 도면을 수정한다. 도면작성은 지상 시설물 조사를 실시하여 지형·지물의 상위지점을 측량하고, 지하시설물 탐사를 걸쳐 탐사지점의 위치와 심도를 표기한 후 도로에 못 등으로 표시한다. 도로의 표기는 위치좌표(상대좌표, 절대좌표)와 심도를 정확히 측정하여 도면에 이기하고, 미흡하거나 불확실한 부분은 재탐사하며, 이상이 없을 경우 도면 작성, 수정 및 출력하여 현장 확인한다.<sup>9)</sup>

### 3. 지하시설물 데이터베이스 구축 프로그램 개발

지하시설물 데이터베이스 구축은 관련자료의 복잡성 및 다양성과 구축 시간이 많이 소요되는 특성에 따라 계획수행의 목표 및 추진원칙이 정확히 정립되지 않으면 프로그램 개발과정에서의 비효율적인 요소가 발생할 수 있다. 따라서, 프로그램 개발에 앞서 개발의 효율성을 확보하기 위한 목표 및 원칙을 확립하고, 정보분석에서 파악된 관련자료를 통해 프로그램을 구성한다.

#### 3.1 프로그램의 개발목표 및 추진원칙

지하시설물은 도시 근간이 되는 주요 시설로서 효율적인 데이터베이스 구축을 위해서는 관련정보를 사전에 정확히 수집하여 현장 관측시간을 최소화하고, 관측과 동시에 요구되는 정확도를 만족할 수 있어야 하며, 보다 안전한 지하시설물 관리로 경제성 확보 및 대민 서비스를 향상할 수 있어야 한다. 따라서, 본 연구는 대민 서비스 향상에 최종 목표를 두고 지하시설물 자료수집 및 처리의 신속·정확성, 경제성, 안전성 확보 등에 목표를 설정하였다.

프로그램 개발원칙은 정보분석에서 파악된 자료를 기준으로 프로그램 개발의 최종 목표 달성을 위하여 기본원칙을 설정하였다. 현행 지하시설물 데이터베이스 구축의 문제점은 탐사시간이 많이 소요되고, 관측된 자료를 수치지도로 수정·편집하는데 따른 시간 및 비용이 비효율적으로 이루어지고 있으며, 여러 작업과정이 단락되어 있어 자료의 손실 및 오차발생 가능성이 있는 등 많은 문제점이 나타났다. 따라서, 이들 제약조건을 극복하고 성공적인 프로그램 개발을 위해서는 이들 요소를 극복한 프로그램 개발원칙과 PC에서 편리하게 구동할 수 있도록 환경을 설정해야 한다.

표 3. 프로그램 개발 원칙 및 환경

	주요내용	설명 및 사양
개발 원칙	• 다량 DATA 처리 및 변환	측량 자료를 GRAPHIC 자료로 변환
	• 자동 종·횡단면도 생성	
개발 환경	• 사용자의 편리한 환경	GUI의 Windows 환경
	• 개발 언어	GUI의 Visual C++ 4.0 V
	• 운용 환경	PC, RAM 32이상, HD 1GB
	• 운용 체계	Window NT 4.0

3.2 자료변환 프로그램 설계

본 연구에서는 현황도에서 지하시설물 위치를 표현하기 위한 자료변환과 단면도에서 종·횡단도를 작성하기 위한 자료변환 등으로 프로그램을 개발하였다. 현장 측량 자료는 Text 자료이기 때문에 관측과 동시에 현황도에 지하시설물의 위치를 표현하기 위해서는 Graphic (Vector) 자료로 변환하여야 한다. 자료변환을 위하여 현황도에서 종단 측량자료를 각 Layer 별로 분류하여 Layer별 색과 Line type을 각각 지정하고, Entity 위치정보도 Point로 분류하여 설정하였다. 또한, 종·횡단면도 자동 생성을 위한 자료변환은 종단측량자료의 Entity를 Poly-line으로 하고, 횡단측량자료의 Entity 중 지반고는 Poly-line, 대상자료는 원(실선)으로 표시하였으며, 지반고는

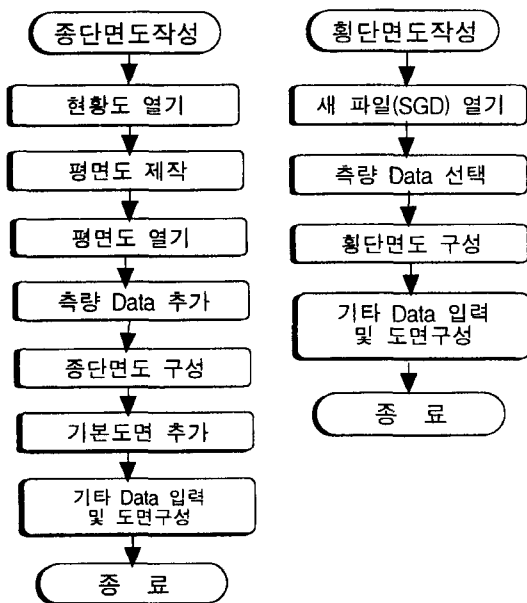


그림 3. 프로그램 개발 흐름도

표 4. 종·횡단면도 측량 Data 자료변환 형식

종별	종·횡단면도 형식	비고
Number	측점번호(Long-4Byte)	횡단면도는 동일 형태로 2코드로 분류
Point_x	측점 X 좌표(Double-8Byte)	
Point_y	측점 Y 좌표(Double-8Byte)	
Point_z	지반고(Double-8Byte)	
Depth	심도(Double-8Byte)	
Cord	코드(Short-2Byte)	

표 5. 종·횡단측량자료 Code 및 Layer 분류

구분	Layer	Color	Line type	비고
종 단 면 도	상수도	W	청색(2)	실선
	하수도	S	보라색(14)	실선
	통신	T	녹색(3)	실선
	가스	G	황색(11)	실선
	전 력	P	적색(4)	실선
횡단면도	측점번호	흰색	실선	

점선으로 나타나도록 설계하였다.

자료변환에 의한 현황도 제작 및 종·횡단측량 프로그램 개발의 전체 흐름도는 그림 3과 같다.

관측된 측량 자료변환은 자료 파일을 읽어서 메모리로 변환하도록 하였고, 현황도의 측량 자료변환은 Text 자료로 만든 메모리를 Vector 자료로 전환하도록 하였다. 측량 자료에서 코드가 같은 것은 선형으로 표현하고, 그 코드를 생성된 선형 Layer가 되도록 그림 4와 같이 개발하였다.

측량 자료의 메모리 설정은 선택된 측량 데이터 파일을 읽어서 메모리로 변환하기 위해 Text 파일로 되어있는 측량 데이터 파일을 열고, 그 자료의 Line 수를 계산하여 계산된 수 만큼 메모리를 재배치한 후, 측량 데이터를 메모리로 옮기도록 그림 5 및 6과 같이 개발하였다.

3.3 자료변환에 의한 종·횡단면도 생성 프로그램 개발

지하시설물 데이터베이스 구축 프로그램은 기본 메뉴에서 현장 측량 자료를 표현하기 위한 자료변환과정을 통하여 평면도를 작성하고, 종·횡단면도 생성하였다. 또한, 생성된 각 단면도를 화면상에서 재구성시키는 파일 Merge 과정으로 프로그램을 개발하였다. 메인

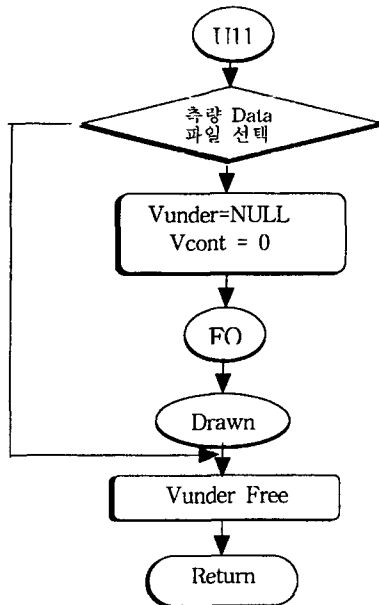


그림 4. 자료변환을 위한 측량 자료 설정 흐름도

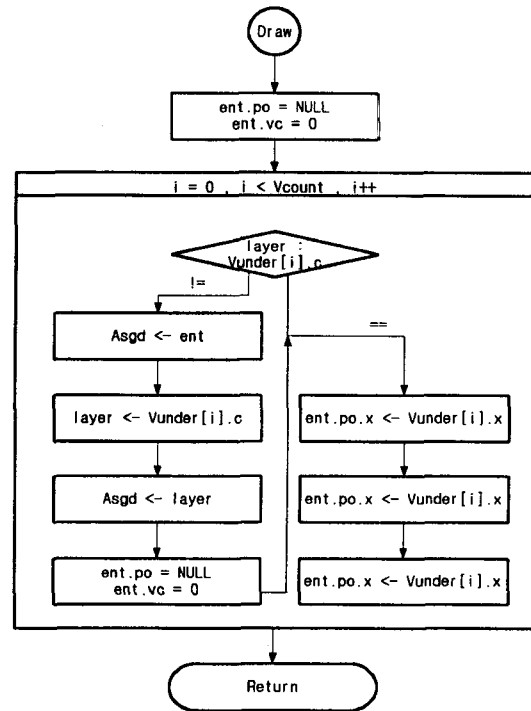


그림 6. Text 자료의 Vector 자료로 변환 흐름도

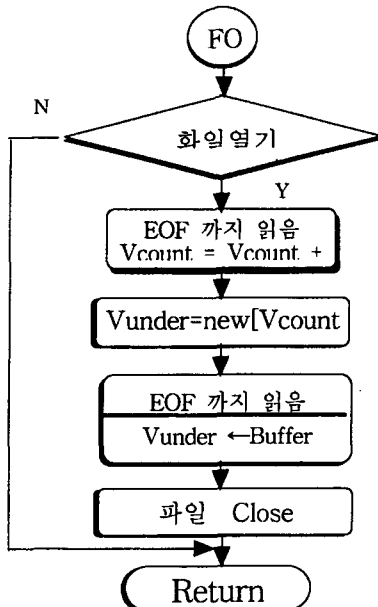


그림 5. 측량 자료의 메모리 설정 흐름도

프로그램은 Pop-up 메뉴에 Application/ Underground/ 평면도/Adding들을 차례로 선택하여 각각의 기능을 수행할 수 있도록 하였다. 또한, 공통 Dialog Box 측량 자료를 선택하면 측량 자료가 저장되어 Vector 자료로 변환되고, View\_window에 나타나면서 변환된 측량 자

료를 반환하도록 하였다.

도곽 설정을 위한 수치기본도의 화면설정은 Pop-up 메뉴의 Application/Underground/기본도면을 선택하여 View\_window가 열려있는지, 또는 2차원인지를 판별하고, 메모리와 Setting 값을 초기화하도록 하였다.

필요한 범위의 평면도 설정을 위해 Pop-up 메뉴 평면도의 [Process]를 선택하고, 현황도상에서 원하는 종·횡단면도 Fence를 설정하기 위해 마우스 왼쪽, 오른쪽 버튼을 이용하여 처음 왼쪽 버튼으로 설정하고자 하는 기준점을

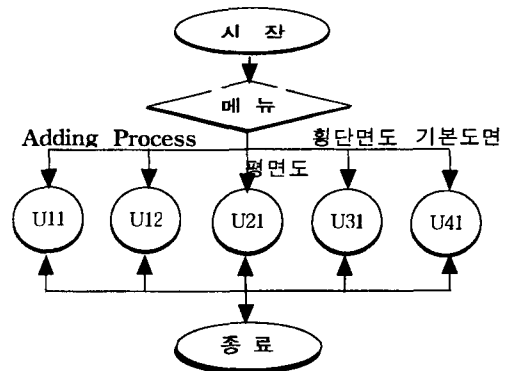


그림 7. 자료변환에 의한 프로그램 개발 흐름도

잡고, 다시 왼쪽 버튼으로 거리와 각도를 결정한 후, 왼쪽 버튼으로 Fence의 폭을 결정하여 필요한 자료를 다른 파일로 저장하도록 하였다. 오른쪽 버튼은 앞에서 설정한 모든 환경을 해제하여 명령을 취소하도록 하였고, 마우스 이동기능은 설정된 영역을 유지하면서 원하는 위치로 회전변화하도록 하였다. 평면도 설정을 위해 필요한 영역 결정 및 평면도 작성 흐름도는 그림 8과 같다.

중단면도는 결정된 평면도상에서 Pop-up 메뉴의 Application/Underground/중평면도를 선택하여 평면도와 중단면도를 작성하도록 처리하였다. 이를 위해 공통 Dialog Box에서 측량 자료를 선택하면 측량 자료를 읽어 메모리로 변환한 뒤 다시 Vector 자료로 바꾸어 View\_window에 그리도록 하였으며, 측량 자료를 읽어 만든 메모리를 참조하여 중단면도를 생성하고 메모리를 해제하도록 하였다.

삽입된 측량 자료의 시작점을 기준으로 지반고를 설정하고, 지반고를 기준으로 자료를 선형 변환하였으며, 이 선형 y값은 측량 자료의 지반고와 심도 값을 계산하도록 그림 9와 같이 프로그램 개발하였다.

횡단면도는 수평위치 결정을 위한 관측장비를 이용하여 도로나 지하시설물의 직각방향으로 20 m 마다 횡단측량을 실시하고, 횡단측량자료를 Pop-up 메뉴의 Application/Underground/횡단면도를 선택하여 작성하

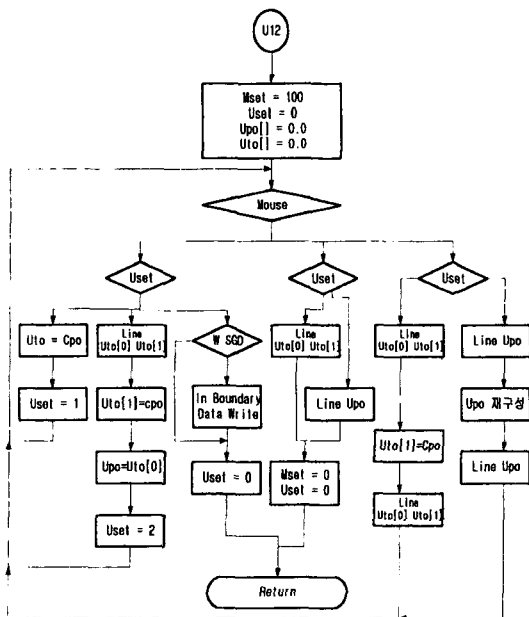


그림 8. 자료변환에 의한 평면도 작성 흐름도

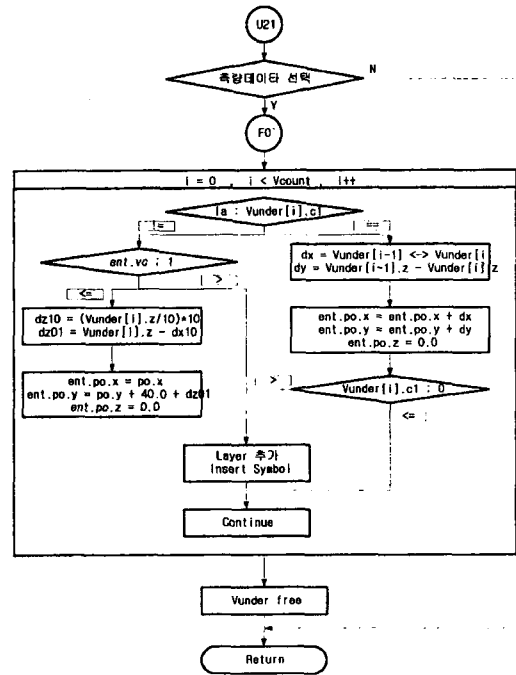


그림 9. 자료변환에 의한 중단면도 작성 흐름도

도록 하였으며, 공통 Dialog Box의 측량 자료를 선택하면 측량 자료는 저장되고, 그 저장된 자료를 이용하여 횡단면도를 생성하고 메모리는 해제하도록 하였다.

또한, 횡단면도 작성을 위해 메모리의 내용을 읽어서 축점 번호가 같은 것은 지반고 자료를 형성시키도록 하였으며, 같은 축점 자료 중 관측된 지하시설물은 심도를 이용하여 지정된 색으로 나타나도록 그림 10과 같이 개발하였다.

개발된 프로그램은 자료 입·출력과 변환, Merge, 3차원자료 정의 기능, Graphic 자료 Layer, Color, Line-type 등을 필요 부분 View하는 기능, 기타 등의 기본기능과 좌표변환 및 역변환, 현황도 및 평면도 작성, 자료 변환에 의한 중·횡단면도 작성 등의 응용기능으로 표 6 및 7과 같이 개발하였다.

### 3.4 실시간 지하시설물 데이터베이스 구축

본 연구의 수평위치 관측은 Total Station을 이용하였고, 이를 전자야장 및 컴퓨터와 연결하여 사용하였다. 자료취득은 지하매설물 측량에 많이 이용되는 전자유도탐사법을 이용하여 지하시설물의 정확한 위치와 심도를 탐사한 후 지상 표시하고, 지형측량과 동시에 지

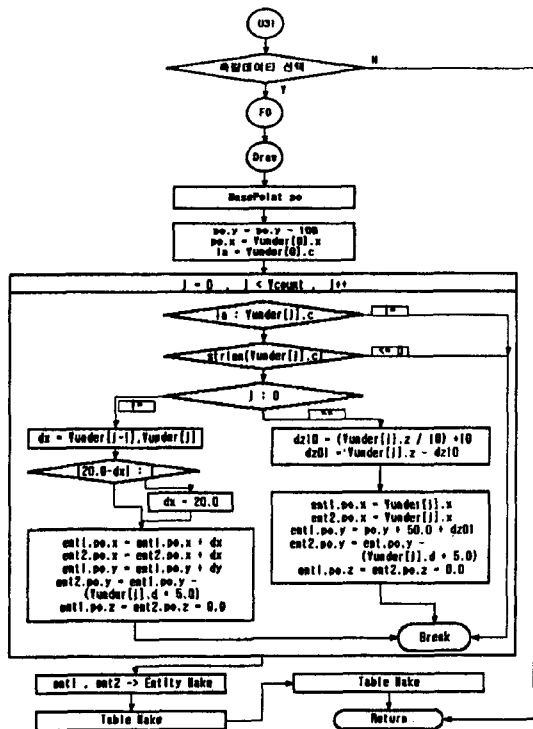


그림 10. 자료변환에 의한 횡단면도 작성 흐름도

표 6. 개발 프로그램의 기본기능

내용	기본기능내용
메뉴	
Conversion	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DXF(R12) format을 SGD format으로 변환</li> <li>• DGN format을 SGD format으로 변환</li> <li>• SGD format을 DXF(R12) format으로 변환</li> <li>• SGD format을 DGN format으로 변환</li> </ul>
Merge	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SGD 파일에서 다른 파일로 분리, 저장</li> <li>• 두 SGD 파일을 하나의 SGD 파일로 합침</li> </ul>
3D View	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3차원 형태의 자료를 볼 수 있는 기능</li> <li>• Top/Bottom, Back, Front, Left · Right Isometric</li> <li>• 원하는 방향을 정의할 수 있는 GUI환경 제공</li> </ul>
On/Off	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Graphic 자료 속성 Layer, Color, Linetype 등 전체 자료에서 원하는 부분을 View하는 기능</li> </ul>
Management	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Layer Table Control 기능</li> <li>• Color Table Control 기능</li> <li>• Symbol Table Control 기능</li> </ul>

상에 표시된 지하매설물의 위치와 심도를 관중별 코 드화하여 취득하였다. 데이터베이스 구축은 Total Station에서 자료를 직접 전자야장에 저장하고 개발된 소프트웨어로 Down-load하여 구축하는 방법과 Total Station에 직접 컴퓨터를 연결하여 실시간으로 구축하는

표 7. 개발 프로그램의 응용기능

기능	응용기능내용
메뉴	
투영변환	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bessel을 WGS84 타원체로 변환/역변환</li> <li>• TM 좌표를 UTM 좌표로 변환/역변환</li> <li>• TM 좌표를 경위도 좌표로 변환/역변환</li> <li>• UTM을 경위도 좌표로 변환/역변환</li> </ul>
Image Process	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiff 파일을 Open, Save, Close 기능</li> <li>• BMP format을 Tiff format으로 변환</li> <li>• Wrapping 기능</li> </ul>
추가	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 측량 자료를 현황도(Graph:SGD)에 추가</li> </ul>
평면도 처리	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 종단면도에 사용할 평면도를 현황도에서 잘라 다른 파일로 저장</li> </ul>
중평면도	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 설정 평면도를 종단면도와 도표를 만듦</li> </ul>
횡단면도	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 횡단측량 자료(Text file)로 단면도 구성</li> </ul>
기본도면	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 도면구성을 위해 사용되는 자료를 추가</li> </ul>

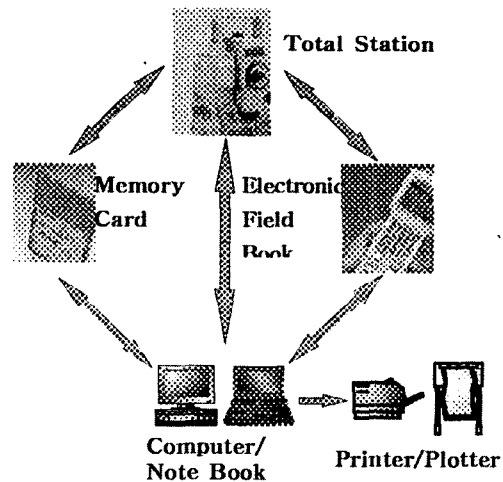


그림 11. 실시간 지하시설물 데이터베이스 시스템

두 경로로 이루어져 상황에 따라 편리하게 이용할 수 있도록 하였다.

본 연구 수행을 위해 관측된 대상지역은 인천광역시 서구 지역으로 지하시설물 탐사대상 범위는 400 m이고, 지하시설물로 상·하수도, 전기, 가스, 통신 등의 시설물들이 매설되어 있다. 대상지역의 수치지형도는 그림 12와 같다.

본 연구는 300 m 범위에 걸쳐 지하시설물 데이터베이스를 구축하였고, 평면도는 Pop-up 메뉴의 [평면도]를 선택하여 전체 현황도에서 필요로 하는 평면도 영역에 대한 Fence를 설정하여 데이터베이스 구축 및 중·횡단면도 작성에 그림 13과 같이 이용하였다.



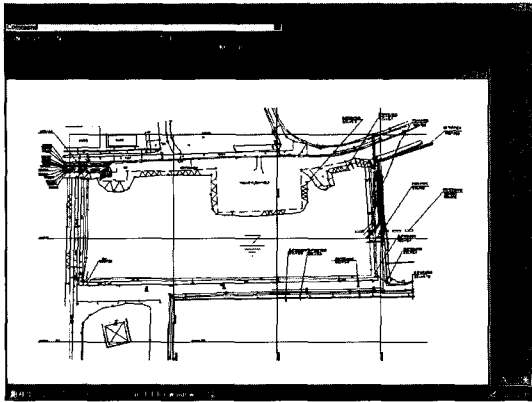


그림 12. 대상지역의 현황도 화면

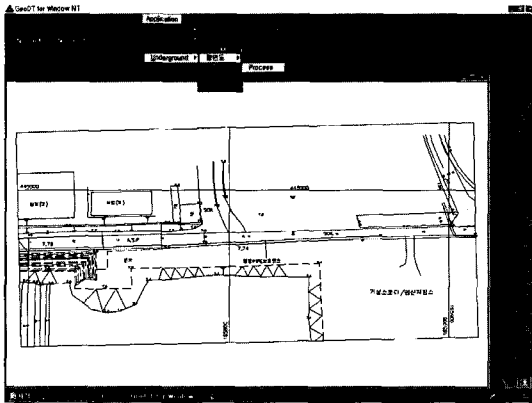


그림 13. Fence 설정에 의해 편집된 평면도 화면

Total Station을 이용하여 각 지하시설물의 종단측량을 실시하였고, 이 자료를 이용한 종단면도 작성은 Pop-up 메뉴 [중평면도] 측량자료를 선택하면 즉시 Vector 자료로 변환되어 View\_window에 그려진다. 이와 같이 개발된 프로그램과 본 연구의 시스템을 이용하여 대상지역의 위치정보를 취득하였고, 관측자료를 이용하여 종단면도를 작성하였다. 평면좌표의 기준은 중부원점으로 하였고, 각 시설물의 지반고는 편의상 임의 점을 기준으로 관측하였다. 종단측량에 의한 관측자료는 상수도 관에 대한 자료만을 삽입하였고, 종단면도는 그림 14와 같다.

횡단측량은 Total Station을 이용하여 지하시설물의 종방향에 직각이 되도록 20 m 간격으로 하였고, 횡단면도는 300 m 길이에 대한 횡단측량 자료와 지하시설물 탐사자료를 이용하여 20 m 간격으로 15개의 횡단면도를 작성하였으며, 한 화면에 12개의 횡단면도가 작성

표 8. Total Station을 이용한 종단측량 자료

측점	X	Y	지반고	심도	코드
72	165704.4230	444973.8680	57.80	0.8	W
73	165709.2370	444974.0170	57.80	0.8	W
74	165729.1580	444974.6340	57.80	0.8	W
75	165749.0920	444975.3780	57.90	0.8	W
76	165769.2710	444976.1030	58.00	0.8	W
77	165789.0520	444976.6620	58.00	0.8	W
78	165808.9270	444977.2760	57.90	0.8	W
79	165829.1320	444978.1540	58.00	0.8	W
80	165848.8310	444979.3660	57.90	0.8	W
81	165869.0100	444979.6970	57.90	0.8	W
82	165888.7640	444980.0870	57.90	0.8	W
83	165908.7640	444980.6950	57.90	0.8	W
84	165928.7640	444981.2430	58.00	0.8	W
85	165948.7640	444981.6930	57.90	0.8	W
145	165717.4080	444977.8930	57.80	0.8	BM3
146	165909.2370	444977.8930	57.80	0.8	IP2

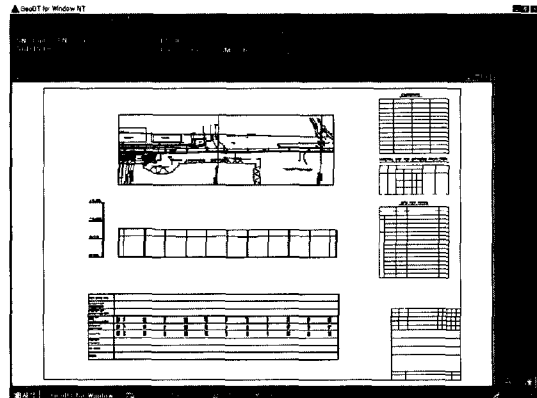


그림 14. 자료변환에 의한 종단면도 생성

되도록 배치하였다. 이를 위해 Pop-up 메뉴의 [횡단면도]를 선택하여 관측된 자료를 읽으면 즉시 횡단면도가 작성되고, 횡단면도에 나타난 지하시설물은 각 대상물의 심도에 따라 지정된 색과 실선으로 나타나게 하였으며, 지반고는 점선으로 표현되도록 하였다.

횡단면도 작성을 위하여 이용된 관측 자료는 전체 자료중 표 9와 같이 한 단면에 대한 자료만 삽입하였고, 횡단측량에 의해 나타난 전체 화면은 그림 15와 같다.

본 연구의 자료변환과 중·횡단면도 작성에 걸리는 시간은 자료선택 및 기본도면을 배치하는데 약 5분 이내에서 처리되기 때문에 일반적 방법에 의한 중·횡단면도 작성의 시간·경제적 비교·분석은 수록하지 않았다. 또한, 종단면도에서의 지반고는 평균해수면으로

표 9. 횡단측량에 의한 관측 자료

측점	X	Y	지반고	심도	코드
1	165709.2370	444980.3400	57.80	0.0	NO11
2	165709.2370	444977.8930	57.80	0.8	NO11-G
3	165709.2370	444977.2680	57.80	0.8	NO11-T
4	165709.2370	444976.1180	57.80	0.8	NO11-S
5	165709.2370	444975.0180	57.80	0.8	NO11-P
6	165709.2370	444976.0170	57.80	0.8	NO11-W
7	165709.2370	444973.3240	57.80	0.0	NO11
8	165709.2370	444972.1220	57.80	0.0	NO11
9	165729.1580	444981.0910	57.80	0.0	NO12

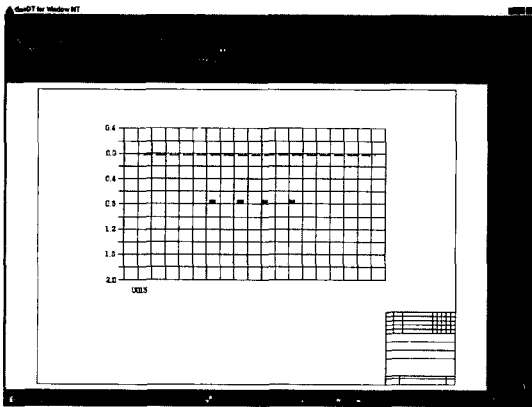


그림 15. 자료변환에 의한 횡단면도 화면

부터의 높이로 지형 변화가 거의 없는 지역이다. 기본도면에는 도곽과 사업명, 사업자 등의 범례를 표시하게 하였고, 종·횡단면도를 기본도면에 삽입하여 원하는 크기로 출력할 수 있게 하였다.

#### 4. 결 론

본 연구에서는 최근 정부가 추진하고 있는 정보화 근로사업의 효율적인 추진과 시민의 안전 확보 및 대민 서비스 향상에 기여할 수 있도록 하기 위하여 실시간 지하시설물 데이터베이스 구축을 위한 자료변환 프로그램을 개발하였으며, 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. Text 자료를 Graphic 자료로 변환하는 프로그램을 개발하여 측량장비와 컴퓨터/전자야장을 연결·사용함으로써 취득된 자료가 직접 컴퓨터에 기록·처리되기 때문에 현장에서 정확한 지하시설물 데이터베이스를

구축할 수 있으며, 현장에서 자료를 확인하며 작업할 수 있기 때문에 자료의 오류이나 누락없이 정확한 지하시설물 자료를 획득할 수 있다.

2. 자료변환에 의한 종·횡단면도 작성 프로그램을 개발하므로써 수평위치 및 심도자료를 입력하면 즉시 종·횡단면도가 생성되므로 종래의 종·횡단면도를 작성하는데 걸리는 많은 시간을 최소화할 수 있기 때문에 짧은 시간에 많은 양의 데이터베이스를 구축할 수 있을 것이다.

3. 지하시설물의 위치에 따라 종단면도를 현장 측량과 동시에 작성할 수 있기 때문에 지하시설물 전체 현황을 쉽게 파악할 수 있고, 사용자가 원하는 간격으로 횡단면도를 작성할 수 있으므로 현장에서 지하시설물별로 정확한 위치를 확인할 수 있으며, 종·횡단면도를 이용하여 필요시 정확한 자료제공은 물론, 지하 굴착시 시설물 파손으로 인한 인적·물적인 손실을 최소화할 수 있다.

또한, 본 연구에서는 효율적인 지하시설물 데이터베이스 구축의 가능성을 알 수 있었으나, 몇몇 지하시설물을 대상으로 연구되었으므로 향후 전체 지하시설물을 대상으로 지속적인 연구를 통하여 상용화할 수 있는 시스템을 개발하므로써 광범위한 대상지역 데이터베이스 구축에 기여할 수 있도록 많은 연구를 수행할 것이다.

#### 감사의 글

이 논문은 1997년 한국학술진흥재단의 자유공모과제 연구비에 의하여 연구되었으며, 이에 감사드립니다.

#### 참고문헌

1. 김재영, 신동빈, "국가 지리정보체계 구축방안", 국토개발연구원, 1995.
2. 유복모, "지형공간정보론", 동명사, 1996, 638-656.
3. Choi, Seok-Keun, Lee, Hyun-Jik, Lee, Jae-Dong, Lee, Jae-Kee, "Underground Facilities Detecting Accuracy", GIS Asia Pacific Conference, 1997. 1-4.
4. 이재기, 최석근, 이재동, 이현직, "UTIC System을 이용한 지하시설물 자료 기반구축에 관한 연구", 한국측지학회지, 제13권, 제2호, 1995, 135-140.
5. 이재동, "지형공간정보의 자료기반구축을 위한 지하시설물의 정확도", 충북대학교 대학원 박사학위논문, 1998.