

지하시설물도 데이터베이스의 품질향상에 관한 연구

신동빈* · 박경호** · 김지홍**

A Study on the Quality Control of Underground Facility Database

Dong-Bin Shin* · Kyung-Ho Park** · Ji-Hong Kim**

요 약

지하시설물도 작성 과정은 현장 조사·탐사와 데이터 입력 과정 등 다양한 작업절차가 포함되어 있으며, 이러한 작업과정상에서 발생될 수 있는 문제들을 효율적으로 제거함으로써 지하시설물도 품질을 확보할 수 있다. 이 연구의 목적은 지하시설물도 전산화사업의 검수결과 및 경험을 토대로 지하시설물도 구축시 발생될 수 있는 오류요인들을 작업 과정별로 체계적으로 분석하며, 지하시설물도 품질확보 방안을 제시하는데 있다. 이를 위해 첫째, 일반적인 지하시설물 구축절차와 구축절차별 오류유형을 분석하였다. 둘째, 도출된 오류유형에 대한 오류발생빈도를 분석하였다. 지하시설물 구축절차별 오류유형 및 오류발생빈도 분석 결과 작업절차 및 지침의 세분화 미흡, 단계별 검수 수행 미흡, 지하시설물도 작성관련 규정상의 불필요한 작업규정 등이 주요 오류발생 요인으로 작용하는 것으로 파악되었다. 따라서 지하시설물도 데이터베이스의 품질향상방안으로 지하시설물도 구축과정에 대한 프로토타입의 활용, 지하시설물 구축단계별 검수수행, 지하시설물도 작성관련 범규 보완, 지하시설물 구축관련 최신기술 도입방안을 제시하였다.

ABSTRACT : The generation of the underground facility map includes field survey, data input and data processing etc. The quality of the underground facility map can be secured by eliminating the problems from the map generation process. The purpose of this study is to set up the method for quality control of underground facility map based on the empirical approach to eliminate error factors. In the process of generating the underground facility map, this study analyzed the error factors each and the frequency of each error factor. The occurrence of the errors was caused by the insufficiency of the detailed map generation process, the omission of the audit process, and the unnecessary existing regulations. Additionally, to eliminate error factors, this study proposed the use of prototype for map generation process, the use of audit for each map generation process, the improvement of existing map generation regulations, and the introduction of recent map generation techniques like mobile surveying system.

국·영문 Keyword : Underground facility map(지하시설물도), Underground facility database(지하시설물 데이터베이스), Quality control(품질관리)

*국토연구원 GIS연구센터 ** G608 컨설팅그룹

1. 서론

지하시설물 전산화의 목적은 상·하수도, 광역상수도, 가스, 전기, 통신, 송유관, 난방열관 등 지하에 매설된 시설물의 위치 및 속성을 조사·탐사하고 데이터베이스로 입력함으로써, 지하시설물을 체계적, 과학적으로 관리하고자 함에 있다. 지하시설물 중에서 가스, 전기, 통신, 송유, 난방열관 전산화는 90년대 초반부터 각 관리기관별로 구축 중에 있으며, 상·하수는 90년대 후반부터 본격적으로 구축되기 시작하였다. 지하시설물은 관리기관이 서로 다르기 때문에 관련자료의 통합활용이 어려우며, 또한 시설물들의 종류가 다양하고 좁은 지역에 집중적으로 매설되어 있어 유지관리도 매우 어려운 것이 사실이다. 따라서, 관리기관별로 구축된 지하시설물의 정확도가 확보되지 않으면, 향후 데이터의 통합활용시 더 많은 예산이 낭비될 우려가 있다.

지하시설물도 전산화사업이 시작되면서 정확도를 확보하기 위한 기준으로서 지하시설물도 작성작업규칙 및 관련지침 등이 제시되었다. 그러나, 지하시설물도 전산화사업을 추진하면서 이러한 작업규정이 실제 지하시설물 데이터베이스 구축 업무에 적용됨에 따라 작업절차 및 지침에서 다소 미흡하거나 불필요한 부분들이 드러났다. 예를 들면, 현장 조사탐사 결과에 대한 야장, 원도 등의 구체적인 도면 표기방법, 시설물이 복잡한 지역에서의 상세도 표기방법 등 세부적인 작업규칙 또는 지침이 부족하다는 문제점들이 발생하였고, 이러한 세부 작업규칙 또는 지침의 미비는 작업과정이 복잡한 지하시설물 데이터베이스 구축시 품질을 저하시키는 주요 요인으로 작용되었다.¹⁾ 이러한 세부작업규칙 또는 지침상의 미흡하거나 불필요한 부분들에 의해 발생하는 오류에 대해 분석함으로써 제반오류를 감소시킬 수 있는 대안의 제시가 가능할 것이다. 따라서 지하시설물 데이터베이스 구축절차별 오류유형, 오류요인, 오류발생빈도 등을 지하시설물 데이터베이스 구축 절차 및 지침 마련 측면에서 분석하고 지하시설물 데이터베이스 품질향상을 위해 지하시설물 데이터베이스 구축 절차상의 문제점 해결방안이 필요하다.

지하시설물 데이터베이스 품질향상을 위한 기존 연구는 지하시설물 측량의 정확도 향상방안에 대한 연구²⁾ 등이 있다. 주요 연구결과는 지하시설물 측량시 수치측량시스템 도입, 지하시설물도 제작과정 중에 현지조사를 현지측량으로 대체, 지하시설물 관리를 위한 기준점 설치, 지하시설물도 허용오차의 정립 등을 내용으로 하고 있다. 또한, 지하시설물도작성작업규칙상의 미비점도 일부 지적하고 있지만, 지하시설물도 제작 과정별로 체계적인 오류요인 분석과 제작 절차 및 지침의 체계화 측면에서의 품질향상 방안마련을 위한 접근은 다소 미흡하였다.

본 연구의 목적은 지하시설물도 전산화사업의 검수결과 및 경험을 토대로 지하시설물도 구축시 발생될 수 있는 오류요인들을 지하시설물도 전산화 과정별로 체계적으로 분석하고, 이를 근거로 지하시설물도 품질확보 방안을 제시하는데 있다. 이를 위하여 본 연구에서는 1998년부터 2001년도에 전국 13개 거점도시에서 상·하수도 전산화사업을 수행한 각 지자체 사업결과물에 대한 분석을 연구 범위로 설정하였다.

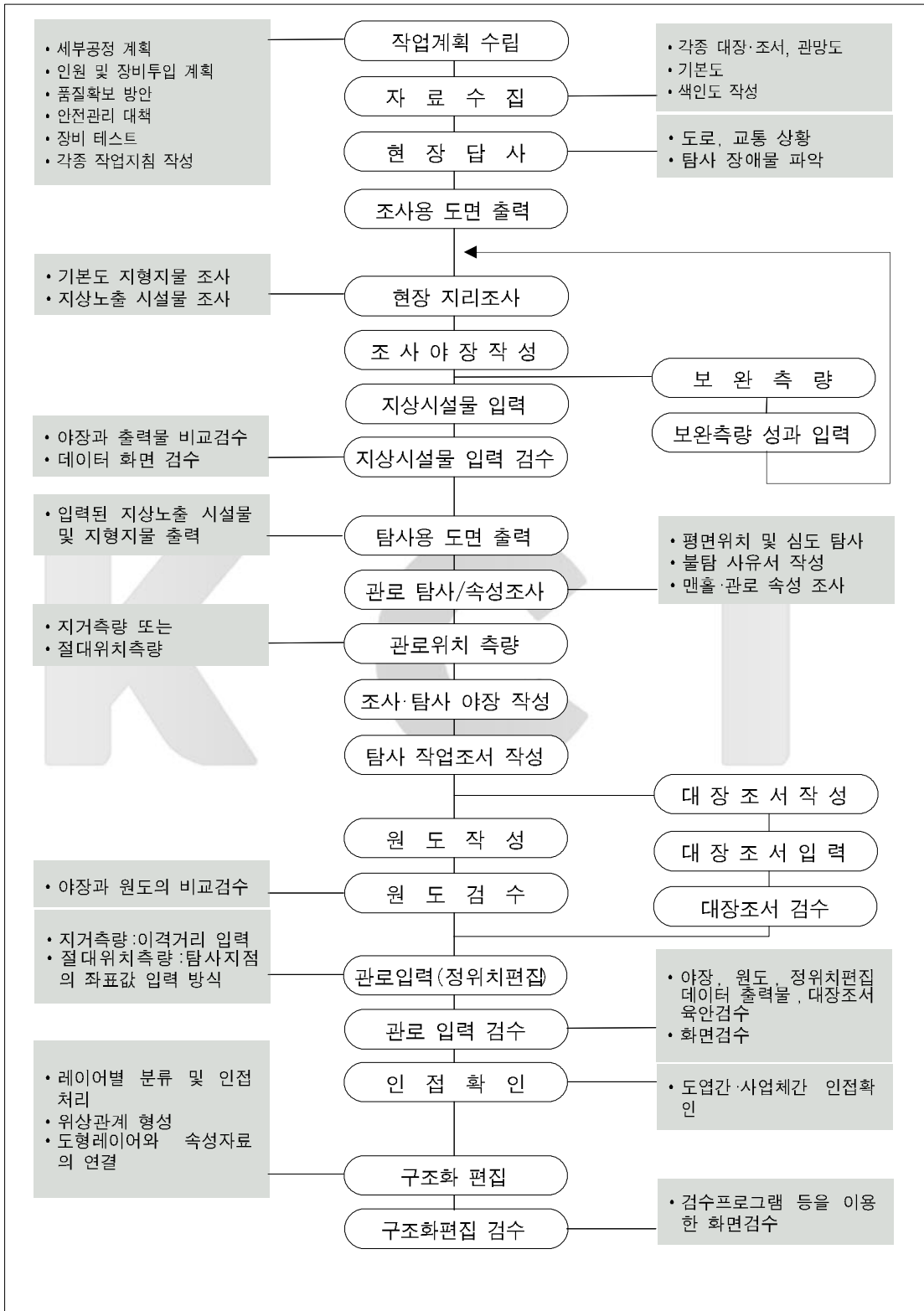
2. 지하시설물 데이터베이스 구축 절차

지하시설물 데이터베이스 구축 과정은 대략 현장 조사·탐사 과정, 조사·탐사 성과에 대한 데이터 입력 과정(정위치편집), 대장작성 및 속성입력 과정, 지리정보 데이터 생성과정(구조화 편집)으로 나뉜다.³⁾ 각 단계별로 구체적인 작업방법은 시설물 관리기관 여건, 사업자의 관련 전문지식 등에 따라 다를 수 있다. 예로써, 현장 조사·탐사시 시설물의 위치측정 방법 중에서 지거측량 또는 기준점을 이용한 측량(절대위치측량) 방법이 있으며, 현장 야장 작성 및 원도 작성 방법이 지자체별 또는 컨소시엄 사업체별로 서로 다르게 작성될 수 있다. 이렇게 지하시설물 구축 방법이 서로 상이한 것은 지하시설물도작성 작업규칙에서 작업과정별로 상세한 지침이 부족한 데에 기인하며, 이것이 데이터의 품질관리를 어렵게 하는 주요 요인 중의 하나이다. 지하시설물도 데이터베이스 구축시 컨소시엄 사업체별 또는 작업 수행자간의 일관된 작업 수행은 일정 수준의 품질확보를 위한 필요조건 중 하나이다. 따라서, 지하시설물도 구축과정 및 상세 작업방법을 지자체 여건 등에 알맞게 구조화할 필요성이 있다. <그림 2-1>은 지하시설물 데이터베이스 구축을 위한 일반적인 작업절차이며, 사업수행업체 여건 등에 따라 다소 변형되어 실무에 적용된다.

2.1 작업계획 수립

지하시설물 구축에 대한 세부적인 작업계획을 수립하는 단계로 조사·탐사 및 데이터베이스 구축을 위한 세부 공정계획을 수립하고, 인원 및 장비투입계획, 각종 작업지침, 품질확보 방안, 보안 및 안전대책 등을 수립해야 한다. 세부 공정계획은 조사·탐사 및 데이터베이스 구축 단계를 세분하여 수립해야 한다. 특히, 조사·탐사 작업지침, 야장작성 지침, 원도작성 지침, 데이터 입력 지침 등을 상세히 작성하고 모든 작업자가 공유할 수 있어야 하며, 변경된 사항에 대해서 지속적으로 관리될 수 있어야 한다.

〈그림 2-1〉 지하시설물 데이터베이스 구축 절차



2.2 현장지리조사 및 자료입력

기본도의 정확도를 확인하고, 누락된 지형지물에 대한 조사, 현지보완측량, 지상에 노출된 지하시설물을 조사하고 데이터로 입력하는 과정이다. 여기에서 지하시설물 위치측량시 지거측량을 사용하는 경우에는 기본도의 정확도 확인과정이 매우 중요하다. 지하시설물 위치는 기본도의 지형지물로부터의 상대적인 이격거리를 측정하므로, 기본도가 현황과 상이한 경우에는 측정된 지하시설물의 위치도 부정확해지기 때문이다. 지하시설물 위치측량시 국가기준점으로부터의 절대위치측량 방법도 활용되고 있으나, 지거측량에 비해서 지하시설물 관리자가 현장에서 직접 확인하는 데에는 어려움이 따르므로 기본도가 부정확할 경우 활용성 측면에서는 다소 떨어진다고 볼 수 있다. 기본도가 현황과 상이한 경우에는 현지보완측량을 실시하도록 하고 있다. 현지보완측량 과정에서는 토탈스테이션을 이용한 측량 방법을 사용하고 있으나, 도로선 위의 측량점과 다른 측량점 사이의 측정되지 않은 점에 대한 위치 정확성을 보장할 수 없다는 한계가 있다.

2.3 관로 조사·탐사 및 정위치편집

관로 조사·탐사 및 입력 과정은 탐사장비를 이용하여 관로의 위치 및 심도를 탐사 및 측량하고 관로의 속성을 조사한 후 데이터 입력틀을 활용하여 데이터로 입력하는 과정이다. 관로 조사·탐사 및 데이터 입력과정은 구체적으로 조사·탐사, 야장작성, 원도작성, 데이터 입력의 순서로 이루어진다.

2.4 구조화 편집

완성된 지하시설물도를 지하시설물 응용시스템에서 활용할 수 있도록 정위치편집이 완료된 지하시설물 데이터를 지리정보 데이터 형태로 변환 및 가공하는 과정이다. 이는 지리정보 데이터 편집소프트웨어를 이용하여 지하시설물 및 관로의 위상관계를 형성하고 속성 데이터베이스와 연결하는 작업으로 이루어진다.

3. 지하시설물 데이터베이스의 품질요소 및 오류유형

3.1 지리정보데이터베이스의 품질요소

일반적으로 품질확보(Quality Control)라 함은 소비자의 요구를 만족시킬 수 있는 제품 또는 서비스 전체의 특성에 대하여 어떤 표준이나 한계를 정해놓고 이에 맞도록 행동을 제어해 나가는 것을 뜻한다⁴⁾. 즉, 지리정보데이터베이스 품질확보는 구축되는 지리정보데이터베이스

의 실제 성과를 측정하고 이를 표준과 비교하여 성과와 표준간의 차이가 발생한 경우 그 원인을 찾아서 수정조치하는 것을 의미한다. 외국의 지리정보데이터이스 품질확보는 SDTS(Spatial Data Transfer Standard)에서 규정한 품질기준⁵⁾, 영국 OS(Ordnance Survey)에서 규정한 품질기준⁶⁾ 등이 있다. 외국의 지리정보데이터베이스 품질기준의 주요 내용은 데이터 연혁, 위치정확성, 속성정확성, 논리적 일관성, 완전성, 현재성 등으로 구성된다. 국내의 지리정보데이터베이스 품질확보 기준과 관련해서는 수치지도작성작업규칙상에 수치지도 검수 관련 조항과 검수항목이 마련되어 있으나, 지하시설물 데이터베이스 검수관련 조항 및 검수항목은 마련되어 있지 않은 상황이다. 따라서, 본 연구에서는 외국의 지리정보데이터베이스 품질확보 기준의 주요 내용을 지하시설물 데이터베이스 품질요소에 적용하여 품질측정방법을 도출하도록 하겠다.

3.2 지하시설물 데이터베이스의 품질요소

지하시설물 데이터베이스의 품질확보란 작성된 지하시설물도가 제시된 작업절차 및 표준을 준수했는지를 파악하고, 향후 이용목적에 얼마나 적합한지를 판단하여 잘못된 부분에 대해서 수정·보완하도록 조치하여 완전한 데이터를 구축하도록 하는 일련의 과정이라 할 수 있으며, 흔히 “지하시설물 데이터베이스 검수”라고도 불린다. 지리정보시스템을 구축하는 과정에서 데이터 구축 부문은 전체 지리정보시스템 구축비용중에 상당한 부분을 차지하고 있으며, 구축된 데이터의 정확도가 보장되지 않으면 시설물 관리뿐만 아니라 데이터 분석에 의한 의사결정에 큰 오류를 범할 수 있기 때문에 철저한 품질관리가 요구된다. 지하시설물 품질확보는 제작된 지하시설물 데이터의 오류를 최소화시켜 지하시설물도 이용효율을 향상시키고, 추후 유지관리비용도 절감할 수 있도록 해 준다. 외국의 지리정보데이터베이스 품질기준을 지하시설물 데이터베이스 품질요소에 적용하면 다음과 같다.

데이터 연혁은 데이터 생성과정과 관련하여 원시자료에 대해 설명하는 부분으로 지하시설물도에서는 성과관리 파일이 이에 해당된다. 위치정확성은 실제계의 대상에 대한 수치표현이 실제 공간위치와의 일치성을 나타내는 것으로, 지하시설물도에서 위치정확성을 확보하기 위해 ‘현장지리조사, 지상시설물 입력, 관로 조사·탐사, 야장작성, 원도작성, 정위치편집’의 각 단계별 품질관리를 의미한다. 속성정확성은 관련 지하시설물 속성 또는 제원의 정확도에 대한 것으로 ‘관로 조사·탐사, 야장작성, 원도작성, 정위치편집’ 단계에서의 품질관리를 의미한다. 논리적 일관성은 데이터들 상호간의 관계에 대한 충실성을 나타내며, 지하시설물도에서는 조사·탐사된 관로 연결의 일관성 및 위상구조 작성의 일관성에 대한 품질관리를 의미하게 된다. 완전성은 지도제작과 관련된 선택기준, 정의, 규칙 등의 정보를 제공하는데, 지하시설물도에서는 정위치편집 데이터의 표준기호 및 심볼 사용 적정성, 속성설계내역과 속성코드와의 일치성 등에 대한 품질관리가 필요하다. 현재성은 데이터 갱신정도에 대한 측정값을 나타내며 지하시설물도에서는 기본도 데이터 보완작업의 현재성 및 현장에서의 관로 조사·탐사의 현재성에 대한 품질관리를 의미한다.

3.3 지하시설물 데이터베이스 품질 측정방법

지하시설물 데이터베이스 품질요소에 대하여 지하시설물도 제작단계별로 측정방법을 체계화하면 <표 3-1>과 같이 나타낼 수 있다.

<표 3-1> 지하시설물 제작과정별 품질요소 및 측정방법

제작과정 품질요소	현장 지리조사	지상시설 물입력	관로조사 ·탐사	야장작성	원도작성	정위치 편집	구조화 편집
데이터 연혁						○	
위치정확성	○	○	○	○	○	○	
속성정확성			○	○	○	○	
논리적일관성			○				○
완전성		○				○	○
현재성	○		○				
품질 측정방법	현장검수	육안검수 화면검수	현장검수	육안검수	육안검수	육안검수 화면검수	화면검수

지하시설물도의 품질 측정방법은 현장검수와 데이터검수로 나뉜다. 현장검수는 지하시설물도 제작에 활용할 기본도의 정확도 및 현재성 측정을 위해 수행하는 기본도검수와 지하시설물 조사·탐사 성과의 정확도 측정을 위해 수행하는 조사·탐사 검수로 구분된다. 또한, 데이터검수는 지하시설물 원도 등이 적절히 입력되었는지 확인하는 육안검수와 지하시설물 레이어, 속성, 관로연결 등이 작업규정 및 표준에 적합한지 확인하는 화면검수로 구분된다. 지하시설물도 품질 측정 방법별 현장검수항목 및 데이터검수 항목은 <표 3-2> 및 <표 3-3> 과 같다.

<표 3-2> 지하시설물도 현장검수 항목

검수 방법	품질항목	검수 항목
기본도 검수	위치정확성	○지형지물의 위치정확성 ○지상노출 지하시설물 위치정확성
	현재성	○지형지물(도로, 건물, 주기, 전주, 전력주 등)의 누락 ○지형지물의 오기 ○지상노출 지하시설물(맨홀, 변류 등) 누락 ○지상노출 지하시설물 오기
조사·탐사 검수	위치정확성	○관로 위치정확성
	속성정확성	○관로속성(제원, 관종, 관경, 심도, 연장, 유수방향 등) 누락 ○관로속성(제원, 관종, 관경, 심도, 연장, 유수방향 등) 오기
	논리적일관성	○관로 누락 ○속성 표기의 일관성 ○관로 연결의 논리적 일관성
	현재성	○대장조서 자료에 의한 데이터 입력
	기타	○타시설물 탐사 ○탐사되는 관로의 불탐처리

〈표 3-3〉 지하시설물도 데이터검수 항목

검수 방법	품질 항목	검수 항목
육안검수	위치정확성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 현장지리조사 야장과 출력도의 시설물 일치성 ○ 조사·탐사 야장, 원도, 출력도의 관로 일치성 ○ 원도와 출력도의 도곽경계 일치성 ○ 조사·탐사 야장, 원도, 출력도 인접도엽 관로 일치성
	속성정확성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 조사·탐사 야장, 원도, 출력도의 제원표기 정확성 ○ 현장지리조사 야장과 출력도의 시설물 심볼 일치성 ○ 조사·탐사 야장, 원도, 출력도의 관로 심볼 일치성 ○ 출력도의 시설물 누락 여부
화면검수	데이터 연혁	<ul style="list-style-type: none"> ○ 도곽좌표 및 좌표단위 정확성 ○ 도엽번호 부여의 정확성 ○ 데이터 읽기 정확성 ○ 성과관리파일 작성의 정확성 ○ 레이어 분류 및 심볼의 정확성
	위치정확성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 인접도곽 경계 일치성 ○ 인접도엽 관로의 일치성
	속성정확성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 속성데이터의 정확성 ○ 관로 연장의 일치성
	논리적 일관성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 전체 관로의 연결성 ○ 관로방향의 논리적 일관성 ○ 관로상에 존재하지 않는 지상노출 지하시설물 ○ 도곽경계에 대한 기준선 초과 및 미달 오류 ○ 데이터 중복 오류 ○ 면의 미폐합 오류 ○ 레이블 누락 및 중복 오류 ○ 노드 생성 오기 및 미생성 오류
	완전성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 데이터 설계서와 속성데이터의 일치성 ○ 레이어 및 심볼의 정확성 ○ 레이어 및 필드의 누락 오류

3.4 지하시설물 데이터베이스의 오류유형

지하시설물 데이터베이스를 구축하는 과정에서 제작과정별로 현장검수 항목과 데이터검수 항목을 구분 앞절에서 언급하였다. 이 절에서는 지하시설물도 전산화사업의 성과물에 대한 검수과정에서 지하시설물도 구축 절차별로 발생될 수 있는 오류의 유형 및 원인과 오류사례 등에 대해 기술하였다.

3.4.1 작업계획 수립단계 오류

작업계획 수립단계에서 발생하는 오류는 주로 의사소통과 관련되어 발생하는 오류라 할 수 있다. 작업계획 수립단계에서는 관련 작업지침을 토대로 각종 작업과 관련된 교육을 시행하게 되는데 이때 작업자의 부주의가 실제 작업에서 많은 오류를 발생시킨다. 예로서, 관로 심도 측정시 지침상에는 하단심도를 측정하도록 되어 있으나, 실제 작업에서는 상단심도 또는 하단심도를 측정하여 측정값들간에 일관성을 유지하지 못하는 경우가 있다. 또한 지거측량을

수행할 때 지거측량의 기준이 되는 선을 건물경계선과 도로경계선을 혼합해서 사용하게 되는 경우도 있다. 작업계획 수립단계에서는 교육자와 작업자들간에 명확한 의사소통을 해서 불필요한 오해가 발생되지 않도록 해야 한다.

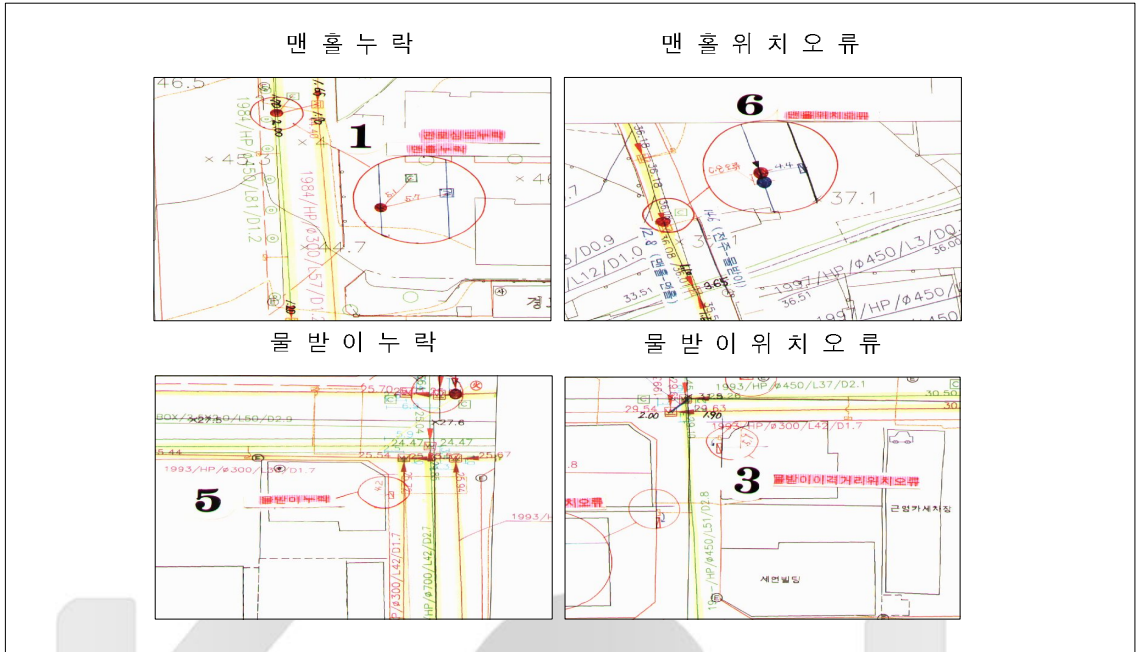
3.4.2 현장조사 및 자료입력 단계 오류

현장조사과정에서는 다양한 오류가 발생할 수 있다. 특히 시설물의 누락이나 오기 등에 관한 오류가 많이 발생할 수 있다. 자료입력과정에서 발생하는 오류는 육안검수와 화면검수를 통해 확인할 수 있다. 현장조사 및 자료입력 단계에서 발생할 수 있는 오류유형 및 사례는 <표 3-4> 및 <그림 3-1>과 같다.

<표 3-4> 현장조사 및 입력 오류유형

검수 방법	오 류 유 형	오 류 원 인
기본도 검수	<ul style="list-style-type: none"> ○ 건물, 신설 및 확장도로, 전력주, 통신주, 기타시설물맨홀 등의 누락, 오기 ○ 상수맨홀, 변류, 소화전, 급수탑, 물받이, 측구 등의 누락, 오기 ○ 건물, 신설 및 확장도로, 전력주, 통신주, 기타시설물맨홀 등의 위치 오류 ○ 상수맨홀, 변류, 소화전, 급수탑, 물받이, 측구 등의 위치 오류 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 지형지물이 변경된 지역에서의 현장확인 미흡 ○ 신설, 확장도로 지역의 도시계획도 도로선 입력 ○ 현장조사도면의 복잡성 및 일관성 미흡 ○ 상수맨홀 조사 누락 (맨홀내부의 변류에 대해서만 조사) ○ 기본도 조사 및 조사·탐사 항목의 중복
육안 검수	<ul style="list-style-type: none"> ○ 건물, 신설 및 확장도로, 전력주, 통신주, 기타시설물맨홀 등의 누락, 오기 ○ 건물, 신설 및 확장도로, 전력주, 통신주, 기타시설물맨홀 등의 심볼 오기 ○ 건물, 신설 및 확장도로, 전력주, 통신주, 기타시설물맨홀 등의 위치 오류 ○ 상수맨홀, 변류, 소화전, 급수탑, 물받이, 측구 등의 누락, 오기 ○ 상수맨홀, 변류, 소화전, 급수탑, 물받이, 측구 등의 제원표기 및 심볼 오기 ○ 상수맨홀, 변류, 소화전, 급수탑, 물받이, 측구 등의 위치 오류 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 스캐닝에 의한 데이터 입력시 위치정확도 검증 미흡 ○ 데이터 입력 작업자의 현장야장 및 이기도면에 대한 이해력 부족 ○ 이기도면 작성의 일관성 미흡 및 복잡성 ○ 작업자의 실수
화면 검수	<ul style="list-style-type: none"> ○ 건물, 신설 및 확장도로, 전력주, 통신주, 기타시설물맨홀 등의 레이어 오기 ○ 상수맨홀, 변류, 소화전, 급수탑, 물받이, 측구 등의 레이어 오기 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 작업자의 실수

<그림 3-1> 현장지리조사 및 입력 오류사례



3.4.3 관로 조사·탐사 및 정위치편집 오류유형

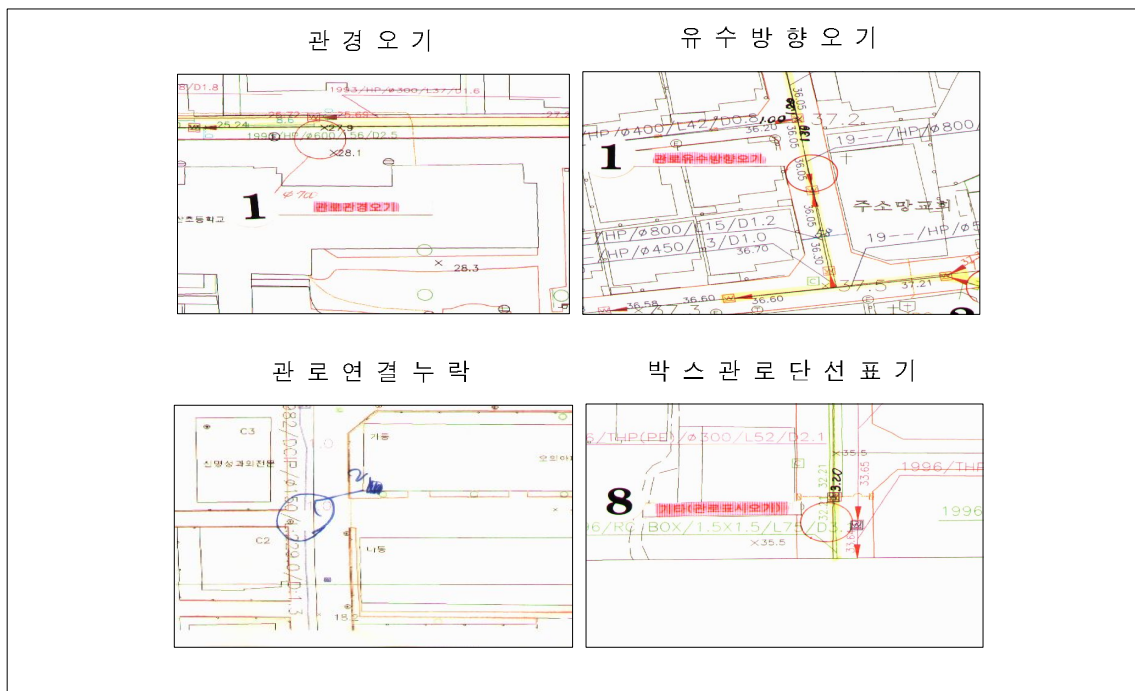
현장 조사·탐사 과정에서는 탐사 작업자의 경험 미숙에 의한 탐사오류, 지형지물이 현황과 다른 지역에서의 관로 위치오류 등이 발생된다. 데이터입력 작업자는 현장야장 및 원도에 작성된 도면을 근거로 입력작업을 수행하므로 야장작성 및 원도 작성 작업지침이 중요한 이유가 여기에 있다. 데이터 검수결과 야장, 원도, 입력된 데이터가 상호 불일치하는 경우가 종종 발생하게 된다.

또한, 정위치편집과정은 관로 등 도형정보 뿐만 아니라 대장조서 데이터 입력을 포함한다. 데이터 입력은 야장 및 원도에 작성된 관로의 위치, 심도, 제원 등의 내역을 관로 입력 지침에 따라 데이터로 입력하는 과정이다. 관로입력 지침에는 지하시설물 레이어 및 심볼 설계 내역, 시설물 입력방법, 제원입력 방법 등이 정의되어야 하며, 국가지리정보체계에서 정의하고 있는 표준 레이어에 정의되어 있지 않은 시설물의 경우에는 계획기관과 협의후 추가 작성되어야 한다. 관로의 위치 입력시에는 지거측량의 경우 기준되는 지형지물로부터 이격거리를 직접 입력하는 방법이 사용되며, 절대위치측량의 경우 토탈스테이션을 이용한 측량 등 측량성과를 다각측량계산부에 의해 계산된 x,y 좌표를 직접 입력하는 방법이 사용되고 있다. 관로의 제원표기는 지하시설물도작성 작업규칙에 따라 입력된다. 입력이 완료되면, 도엽간 인접확인 작업을 실시하며, 필요한 경우 현장확인 작업이 수반된다. 관로조사·탐사 및 입력 오류유형 및 사례는 <표 3-5> 및 <그림 3-2>와 같다.

〈표 3-5〉 관로조사·탐사 및 입력 오류유형

검사 방법	오류 유형	오류 원인
조사·탐사 검수	<ul style="list-style-type: none"> ○ 관로속성(관종·관경·심도·연장·유수방향) 누락 ○ 관로속성(관종·관경·심도·연장·유수방향) 오기 ○ 관로 누락 ○ 관로 위치오류 ○ 부제수변, 바이패스관 누락 ○ 하수관로와 물받이의 연결 누락 ○ 제수변 연결오류(소화전용 제수변을 본관 제수변에 연결) ○ 제수변 방향오류 ○ 제수변 심볼방향 표기오류 ○ 불규칙적인 탐사에 의한 관로 선형 오류 ○ 폐관 또는 타시설물 탐사 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기본도와 현황이 상이한 지역에서의 상대적 위치측정의 기준점 선정 미흡 ○ 현장조사야장, 이기도면, 원도의 복잡성 및 일관성 미흡 ○ 관로가 여러 개 병행 매설된 지역에서 직접법 및 간접법에 의한 탐사 어려움 ○ 상수맨홀 내부조사 미흡 ○ 곡선관로 구간에서 탐사간격 설정 미흡 ○ 교통량 과다지역 탐사 미흡 ○ 탐사자의 경험 미숙
육안 검수	<ul style="list-style-type: none"> ○ 원도와 출력도의 도곽경계 불일치 ○ 관로 제원(관종·관경·심도·연장·유수방향) 표기 오기 ○ 관로 심볼표기 오기 ○ 관로의 상·하월 표기 오기 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 스캐닝에 의한 데이터 입력시 위치정확도 검증 미흡 ○ 데이터 입력 작업자의 현장야장 및 이기도면에 대한 이해력 부족 ○ 이기도면 작성의 일관성 미흡 및 복잡성 ○ 작업자의 실수
화면 검수	<ul style="list-style-type: none"> ○ 도곽좌표 및 도엽번호 오기 ○ 설계서와 입력된 데이터의 형식 오기 ○ 관로 레이어 및 심볼 분류 오기 ○ 관로의 분기점과 상·하수시설물에서 노드 미생성 오기 ○ 인접도엽간의 관로 인접 오류 ○ 속성데이터 오기 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 현장야장 및 이기도면에 대한 이해력 부족 ○ 지하시설물도작성 작업규칙 적용 미흡 ○ 인접도엽에 대한 인접확인 작업 누락 ○ 작업자의 실수

〈그림 3-2〉 관로조사·탐사 및 입력 오류 사례



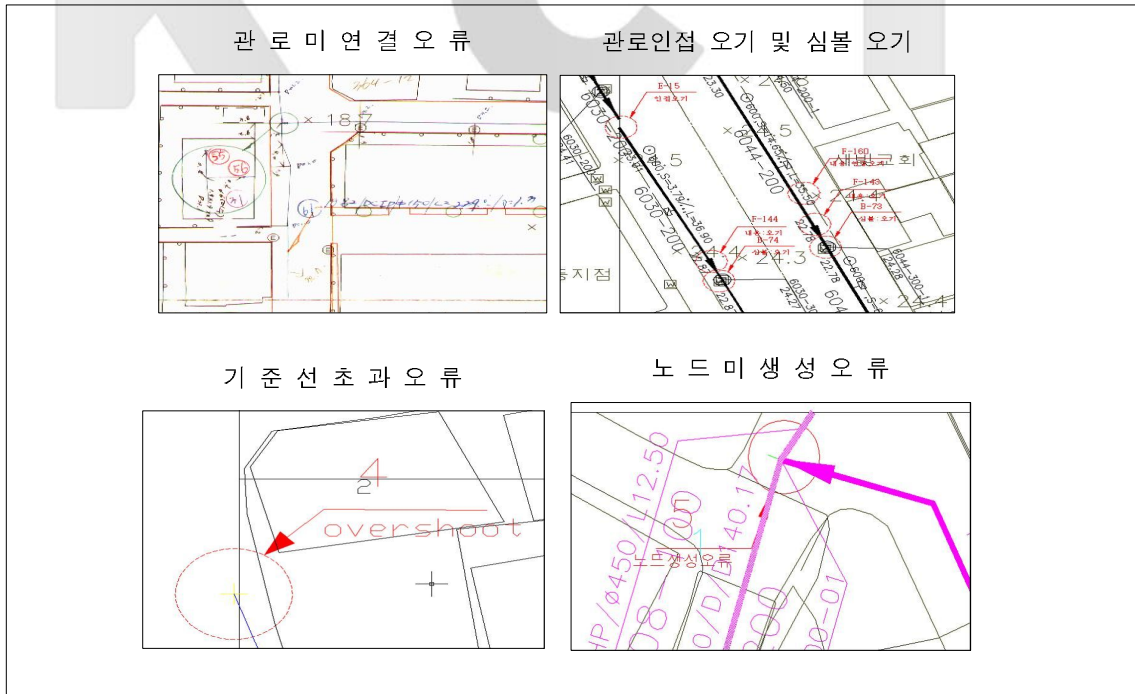
3.4.4 구조화편집 오류유형

구조화 편집 오류 유형 및 사례는 <표 3-6>과 <그림 3-3>과 같다.

<표 3-6> 구조화편집 오류유형

검수 방법	오류 유형	오류 원인
시스템 검수	<ul style="list-style-type: none"> ○도곽좌표 및 도엽번호 오기 ○데이터 읽기 오류 ○도곽경계에 대한 기준선 초과 및 미달 ○관로상에 존재하지 않는 지상노출 지하시설물 ○관로방향(유수방향)의 오기 ○레이어 및 속성필드의 누락 ○데이터 중복 ○면의 미폐합 오류 ○레이블 누락 및 중복 오류 ○노드 생성 오기 및 미생성 오류 ○전체 관로에 연결되지 않는 관로 	<ul style="list-style-type: none"> ○데이터 설계서 준수 미흡 ○현장야장 및 이기도면에 대한 이해력 부족 ○지하시설물도작성작업규칙 적용 미흡 ○데이터 설계서 변경시 변경된 내용에 대한 반영 미흡 ○원시 속성자료 미비 ○데이터 설계 및 시설물관리 기준이 지하 시설물도작성작업규칙의 노드생성 기준과 상이함 ○작업자의 실수

<그림 3-3> 구조화 편집 오류 사례



4. 지하시설물도 오류발생 빈도 분석

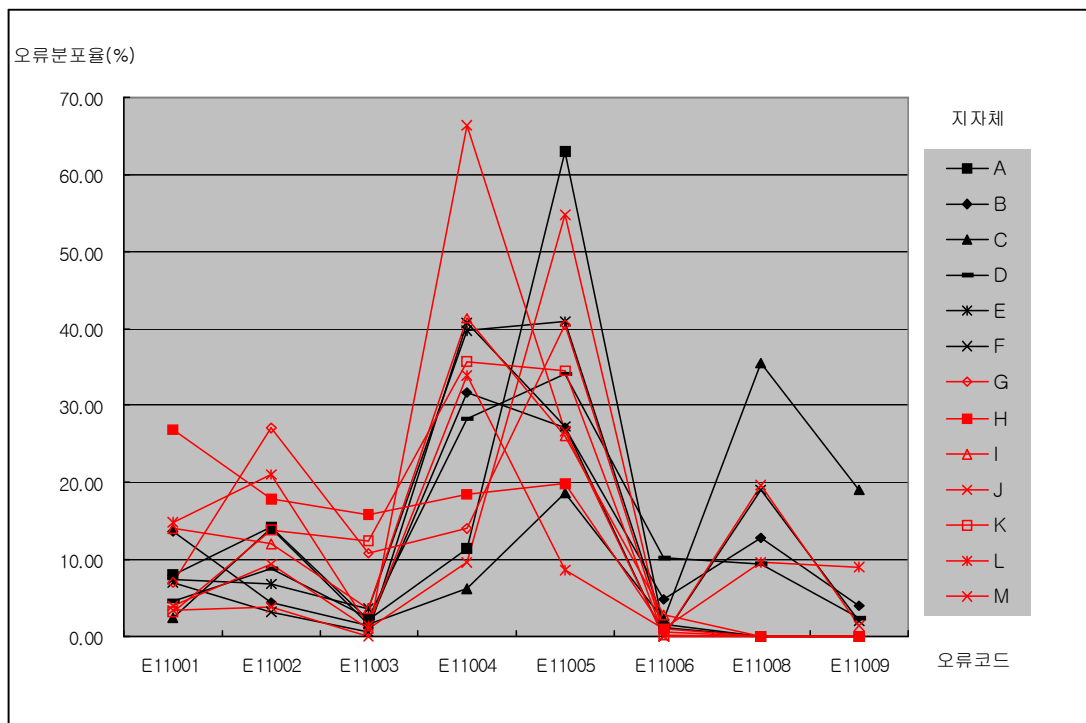
본 연구의 대상으로 정한 13개 지자체의 성과물을 점검해 본 결과 3장에서와 같이 지하시설물 데이터베이스를 구축하는 과정에서 발생하는 각종 오류에 대한 유형 및 원인 그리고 사

례를 살펴볼 수 있었다. 4장에서는 앞에서 언급된 오류의 유형들에 대한 발생빈도를 분석해 보았다. 본 연구에서는 1999년 지하시설물도 수치지도화사업 성과확보의 일환으로 수행된 13개 지자체의 데이터 검수결과 중 1차검수에서 발생된 오류빈도를 분석하였다. 데이터 검수는 총 2차례에 걸쳐 수행되었으나 2차검수 데이터는 1차검수에서 발생한 오류들이 대부분 수정되어 오류가 거의 없는 상태의 성과를 가지게 되므로, 1차 검수결과를 중심으로 분석하였다. 13개 지자체의 성과물에 대한 데이터검수는 전체물량을 대상으로 수행하였다.

〈표 4-1〉 육안검수 오류유형

오류코드	오류내용
E11001	원도와 출력도의 도곽경계 불일치
E11002	시설물 누락
E11003	심볼의 모양이 불일치
E11004	시설물의 위치 불일치
E11005	제원 표기 내용 상이
E11006	독립된 시설물
E11008	제원 표기 누락
E11009	원도에 없는 시설물 표기

〈그림 4-1〉 육안검수 오류유형에 따른 오류발생 빈도



4.1 육안검수에 의한 오류발생 빈도 분석

<표 4-1>은 육안검수 오류유형을 나타내고 있고, <그림 4-1>은 육안검수 결과에 따른 13개 지자체 지하시설물 데이터의 오류유형에 따른 오류발생 빈도를 나타내었다.

육안검수결과에 나타난 오류유형별 발생빈도를 분석해보면, 각 지자체별로 다소의 차이는 있었지만, 대부분의 지자체에서 시설물 누락, 시설물 위치불일치, 시설물에 대한 제원(속성정보) 표기의 누락 및 오기의 발생빈도가 높게 나타났다. 이는 현장야장, 원도, 입력된 데이터 등 작업 단계별로 발생하는 성과물에 대한 검토가 미흡했거나 작업과정상의 일관성이 부족해서 발생한 결과로 분석할 수 있다.

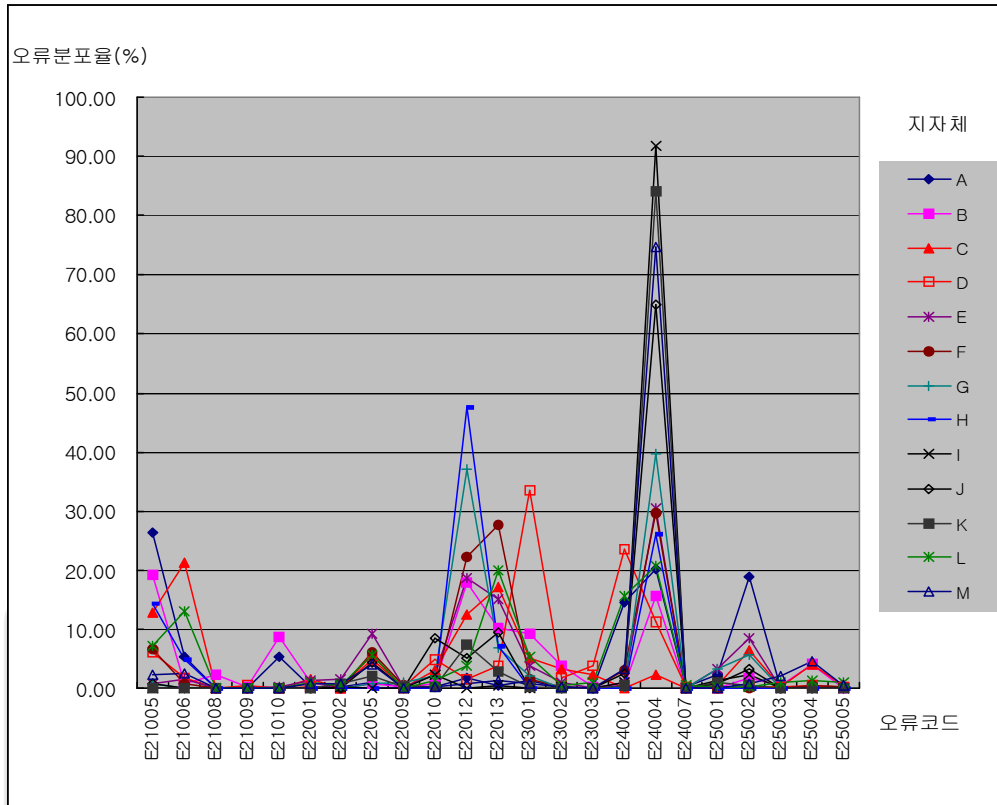
4.2 화면검수 오류발생 빈도 분석

<표 4-2>는 화면검수 오류유형을 나타내고 있고, <그림 4-2>는 화면검수 결과에 따른 13개 지자체 지하시설물 데이터의 오류유형에 따른 오류발생 빈도를 나타낸다

<표 4-2> 화면검수 오류유형

오류코드	오류내용	오류코드	오류내용
E21005	레이어 분류 부정확	E23001	시설물이 관로상에 미존재
E21006	레이어 심볼 부정확	E23002	시설물의 위치 부정확
E21008	도곽좌표 부정확	E23003	시설물 누락
E21009	좌표단위 부정확	E24001	속성 데이터가 미입력
E21010	인접도곽의 경계 불일치	E24004	속성 데이터의 값 불일치
E22001	도곽선의 기준선초과오류	E24007	인접도엽에 레이어 미존재
E22002	도곽선의 기준선미달오류	E25001	인접도엽에 연결되는 데이터 미존재
E22005	관로에 가상노드 존재	E25002	인접도엽에 연결데이터 속성 불일치
E22009	도형데이터 중복	E25003	인접도엽에 연결데이터 속성 불일치
E22010	단독 존재 선형데이터	E25004	인접도엽에 연결관로 불일치
E22012	변류에서 관로노드 미생성	E25005	인접도엽 없음
E22013	관로 교차지점에 노드 미생성		

<그림 4-2> 화면검수 오류유형에 따른 오류발생 빈도



화면검수결과 발생한 오류유형별 발생빈도를 분석한 결과 각 지자체별로 다소의 차이는 보이지만 대부분의 지자체에서 관로의 교차지점과 시설물에서 노드 미생성 오류와 시설물에 대한 속성데이터의 값이 일치하지 않는 오류가 다른 오류의 발생빈도보다 높게 나타났다. 일반적으로는 작업 단계별로 발생하는 성과물에 대한 부주의한 검토가 주원인이지만, 작업자들 상호간의 업무적 연관성 또는 작업과정상의 일관성을 유지하지 못해 발생한 결과로 분석할 수 있다.

지하시설물도에 대한 육안검수에서 오류발생 빈도가 높게 나타난 시설물누락, 시설물 위치 불일치, 시설물 제원 표기의 누락 및 오기 오류들은 지하시설물도 작업과정 중에서 현장조사 탐사 결과에 대한 야장작성, 원도작성, 작성된 야장 또는 원도를 이용한 데이터입력 과정 중에서 대부분 발생되었다. 지하시설물도에 대한 화면검수에서 오류발생 빈도가 높은 노드 미생성 오류는 정위치편집 과정에서 발생되었으며, 속성데이터 값의 불일치 오류는 작성된 야장 및 원도를 이용하여 데이터로 입력하는 과정에서 발생되었다. 또한, 오류 발생빈도가 높은 지자체의 경우 현장 조사탐사 성과를 야장 및 원도로 작성하고 데이터로 입력하는 과정 중에서 구체적인 작업절차 및 지침이 미비한 경우가 많았다. 따라서, 지하시설물도 데이터검수 결과 오류발생 요인을 줄이기 위해서는 현장 조사탐사 성과, 야장 작성, 원도 작성, 데이터 입력 등의 각 단계별로 구체적인 작업절차 및 지침 마련이 필요하다. 아울러, 각 단계별로 적절한 검수과정이 마련되어야 한다.

5. 지하시설물도 품질확보 방안

앞 장에서 지하시설물 데이터베이스를 구축하는 과정과 구축과정에서의 오류 유형 및 원인, 오류발생 빈도 등을 검토해 보았다. 그 결과 여러 단계의 구축과정을 거쳐 제작되는 지하시설물 데이터베이스는 작업과정에서 일관성을 유지할 수 있도록 하는 것이 품질에 상당한 영향을 끼침을 알 수 있었다. 5장에서는 여러 단계를 거쳐 제작되는 지하시설물도의 품질확보를 위한 방안에 대해 분석·정리하였다.

지하시설물도는 ‘기본도 출력, 현장지리조사, 현장지리조사 야장작성, 현장지리조사 사항 DB입력, 현장조사·탐사, 현장조사·탐사 야장작성, 현장조사·탐사 이기도면 작성, 현장조사·탐사 원도작성, 현장조사·탐사 성과 DB입력, 도엽간 인접확인, 데이터 변환, 구조화편집’ 등의 다양한 과정을 통해 작성된다. Deming은 품질 문제의 80%는 작업과정상에 있으며, 오직 20%만이 개개인의 작업능력과 관련된다고 주장하였다. 따라서 품질문제의 80%는 효율적인 처리과정을 개발함으로써 제거될 수 있다고 하였다.⁷⁾ 지하시설물도 오류 내용 중 상당부분이 여러 단계의 작업과정을 거치면서 현장탐사 및 측량작업과 데이터 입력 등 서로 다른 전문분야를 가진 작업자들간의 자료 처리과정에서 나타나는 경우가 많이 있다. 지하시설물도 품질확보를 위해서는 지하시설물도 작업단계별 처리 과정을 효율적으로 개발 및 관리함으로써 목표를 달성할 수 있을 것이다.

앞서 분석된 오류들을 효과적으로 제거하여 고품질의 지하시설물 데이터베이스를 획득하기 위해서는 다음과 같은 방안을 제시할 수 있다. 첫째, 지하시설물 구축과정 및 방법에 대한 프로토타입을 활용하는 것이다. 검수를 통하여 발생된 오류유형들을 살펴보면, 현장조사탐사, 야장작성, 원도작성, 데이터 입력 등의 과정에서 동일한 작업자가 아닌 서로 다른 전문분야의 작업자들이 작업을 수행하면서 발생된 오류가 많다. 따라서, 현장조사탐사, 야장작성, 원도작성, 데이터 입력, 정위치편집, 구조화편집 등의 지하시설물 데이터베이스 구축작업에 대하여 각 작업별로 세부활동의 정의, 구체적인 작업지침 등을 마련하여 작업자간의 차이로 발생될 수 있는 작업방법의 일관성 문제를 해결할 수 있을 것이다. 둘째, 지하시설물 구축단계별로 검수가 수행되어야 한다. 구축 단계별 검수수행으로 단계별 산출물에 대한 주요 오류유형의 도출 및 오류발생원인을 분석하고, 이러한 오류원인을 지하시설물도 프로토타입과 연계하여 프로토타입의 세부활동 및 작업지침을 보완함으로써 성과물의 품질을 향상시킬 수 있을 것이다. 셋째, 지하시설물도작성관련 법규의 보완이 필요하다. 수치화된 데이터에 부적합한 지하시설물 원도 작성 과정의 생략, 지하시설물 구축단계별 검수공정의 추가 등의 법규보완으로 성과물의 품질향상을 도모할 수 있을 것이다. 넷째, 지하시설물 데이터베이스 구축관련 최신기술의 도입이 필요하다. 현장수치측량시스템의 도입을 통하여 현장조사탐사 성과의 이기과정, 야장작성 과정을 생략하는 등 지하시설물도 제작공정을 줄임으로써 성과물의 품질을 향상시킬 수 있다.

5.1 지하시설물도 구축과정에 대한 프로토타입 활용

지하시설물도 작성을 위한 작업계획 수립시 지하시설물도 작성 단계별로 작업지침 및 방법이 상세히 작성되어야 한다. 지하시설물도 구축과정과 방법에 대하여 표준작업절차를 확립하는 것을 지하시설물도 프로토타입이라 할 수 있다. 여기에서 표준작업절차는 모든 시설물관리기관에서 공통적으로 활용가능한 작업절차라기보다는 해당 시설물관리기관의 지하시설물 데이터베이스 구축사업에 가장 적합한 작업절차를 말한다. 물론 지하시설물도작성 작업규칙 및 세부지침이 마련되어 있으나, 지하시설물을 구축하려는 관리기관의 상황이나 관리방법이 서로 다르고 지하시설물관리 시스템 개발이 있는 경우 데이터베이스 설계서와 상이한 경우도 종종 발생한다. 지하시설물 데이터베이스 구축시 실무작업을 수행하는 현장 및 실내작업팀별, 컨소시엄을 구성하는 경우 컨소시엄 구성업체별로 작업지침 및 방법이 표준화되지 않는다면, 작업자간에 서로 다른 작업방법으로 작업이 이루어지게 되고, 그 이후 작업공정에서는 이전 단계에서 작성된 작업성과물을 올바르게 이해하기 어렵게 된다. 따라서 초기 작업표준 설정 작업은 매우 중요한 과정이라 할 수 있다. 작업표준이 설정되면 작업자는 이를 숙지하여 작업에 임해야 하며, 작업 진행중에 일부 작업지침 또는 방법이 변경될 경우, 모든 작업자가 변경사항을 숙지하도록 하여 작업의 일관성을 유지해야 한다.

지하시설물도 프로토타입 작성 및 활용절차는 다음과 같다. 먼저, 지하시설물도 구축을 위한 계획수립단계에서부터 현장조사, 탐사, 데이터입력, 구조화편집, 단계별 검수 등 지하시설물도 구축 전체 과정에 대한 작업항목, 활동, 사용자료, 주요 산출물, 오류발생 원인 등에 대한 표준작업절차 및 지침을 정의한다. 작업지역에서 샘플도업을 선정하고 현장조사, 탐사, 데이터입력, 구조화편집, 단계별 검수 등 프로토타입에 정의된 작업절차 및 지침을 준수하며 시범작업을 수행한다. 시범작업 수행 결과에 대한 지하시설물도 품질검증 과정을 통해 정의된 프로토타입상에서 미흡한 작업절차 및 지침을 도출하고, 보완한 후 본격적으로 지하시설물도 구축작업을 수행한다. 지하시설물도 프로토타입은 지하시설물도 구축과정 및 지침을 미리 검증하여 작업과정상에서 발생할 수 있는 오류원인을 파악할 수 있는 장점이 있다. 본격적으로 지하시설물도를 구축하는 과정중에서도 예상하지 못했던 문제점들이 발생할 수 있으므로 그때마다 완성된 프로토타입의 피드백 과정을 통해 지하시설물도의 품질을 확보해야 한다. 지하시설물도 구축절차 및 지침에 대한 프로토타입 중에서 지하시설물도 탐사작업부문의 프로토타입 정의 사례는 <표 5-1>과 같다.

5.2 지하시설물도 구축단계별 검수수행

지하시설물도 작성 단계별로 다단계 중복검수 과정이 필요하다. 지하시설물도는 현장작업 과정과 실내작업 과정으로 구분될 수 있으며, 각 과정별로 효율적인 검수과정을 통해서 오류를 효과적으로 감소시킬 수 있다. 일반적으로 지하시설물도 작성과정에 대한 검수는 현장지리조사검수, 현장조사·탐사검수, 육안검수, 시스템검수(화면검수, 자동프로그램검수) 등으로 구분될 수 있다. 그러나, 실제 지하시설물도 구축작업에서 지하시설물도 검수는 지하시설물도를 작성하는 과정과 밀접한 관련을 갖고 수행되어야 한다. 예를 들어, 지하시설물도 작업절차에

따라서 현장지리조사와 현장조사·탐사가 병행되는 경우, 현장탐사도면에 대한 야장작성 절차가 생략되는 경우가 있다. 그러므로, 지하시설물도 구축작업절차 및 성과물에 알맞게 단계별 검수과정을 효과적으로 조정하여 적용해야 할 것이다.

〈표 5-1〉 지하시설물 탐사작업에 대한 프로토타입 작성 사례

작업 항목	활 등	사용자료	산출물
I. 탐사 작업 준비	1. 조사팀과의 면담을 통하여 탐사시 주의사항 검토		면담기록
	2. 조사탐사 작업계획이 미비하거나, 지하시설물 조사과정에서 누락된 부분. - 자료조사 보완 및 자료 수집 - 탐사 지침서 보완 작성	지하시설물 위치정보, 각종 도면, 관리대장조서, 설계도면 또는 준공도면, 기타 관련자료, 조사·탐사 작업계획서	탐사도면
	3. 기존배관망도의 관로위치를 탐사용 도면에 이기	1/500 조사도면, 조사탐사 지침서, 배관망도, 현황도 대장	1/500 탐사도면
	4. 탐사작업시 필요한 준비물 점검	안전장비 보유문서 및 측량성과 관련 자료	탐사준비물점검목록
II. 관로조사 등 지하시설물에 대한 탐사	1. 지하시설물 탐사작업계획 재확인	조사·탐사 작업계획서	
	2. 역할에 따른 작업자의 업무 재구분	조사·탐사 작업계획서	작업분할 구조
	3. 지하시설물의 평면위치 탐사 및 깊이 측정	탐사장비, 탐사용 도면, 평판	탐사결과가 기입된 현장도면
	4. 관로 이격거리 측정	측량장비, 탐사용 도면, 평판	이격거리가 기입된 현장도면
	5. 지하시설물 속성조사	맨홀 개폐도구, 탐사용 도면	지하시설물 속성이 기입된 현장도면
	6. 불탐지역 표시	탐사용 도면	불탐지역 현황, 원인 등이 기입된 현장도면
	7. 불탐현황 파악 및 불탐율 검사	불탐지역 관련 도면	불탐현황 관련문서
	8. 불탐지역에 대한 재탐사	탐사용 도면, 불탐현황 관련문서	불탐지역에 대한 재탐사 결과
	9. 불탐지역에 대한 굴착	불탐현황 관련문서, 굴착작업계획서	불탐지역 굴착관련 결과자료
	10. 현장 조사·탐사 성과에 대한 야장작성	조사·탐사성과, 백상지, 야장작성지침	작성된 현장야장
	11. 시설물별 대장조서 작성	관련대장	시설물조서
	12. 지하시설물에 대한 조사탐사에 대한 작업 조서 작성	현장야장	지하시설물 작업조서
III. 지하시설물도 원도 작성	1. 지하시설물 원도 작성을 위하여 기도를 필름지에 출력	수치지도, 필름용지	지하시설물 기도
	2. 내업 작업자에 대한 원도 이기 교육 실시	원도 작성지침	
	3. 원도 작성	조사탐사 야장, 시설물조서	작성된 지하시설물 원도
	4. 원도 이력사항 기입	지하시설물 원도	지하시설물 원도
IV. 검수	1. 현장 조사탐사 검수	조사탐사 도면, 야장, 조사탐사 관련 장비, 조사탐사 검수지침	조사탐사검수결과(도면, 검수표)
	2. 야장과 원도의 육안비교검수	조사탐사 야장, 원도	육안검수결과(도면 검수표)
	3. 검수결과 분석 및 오류 수정	검수결과	수정된 야장, 수정된 원도

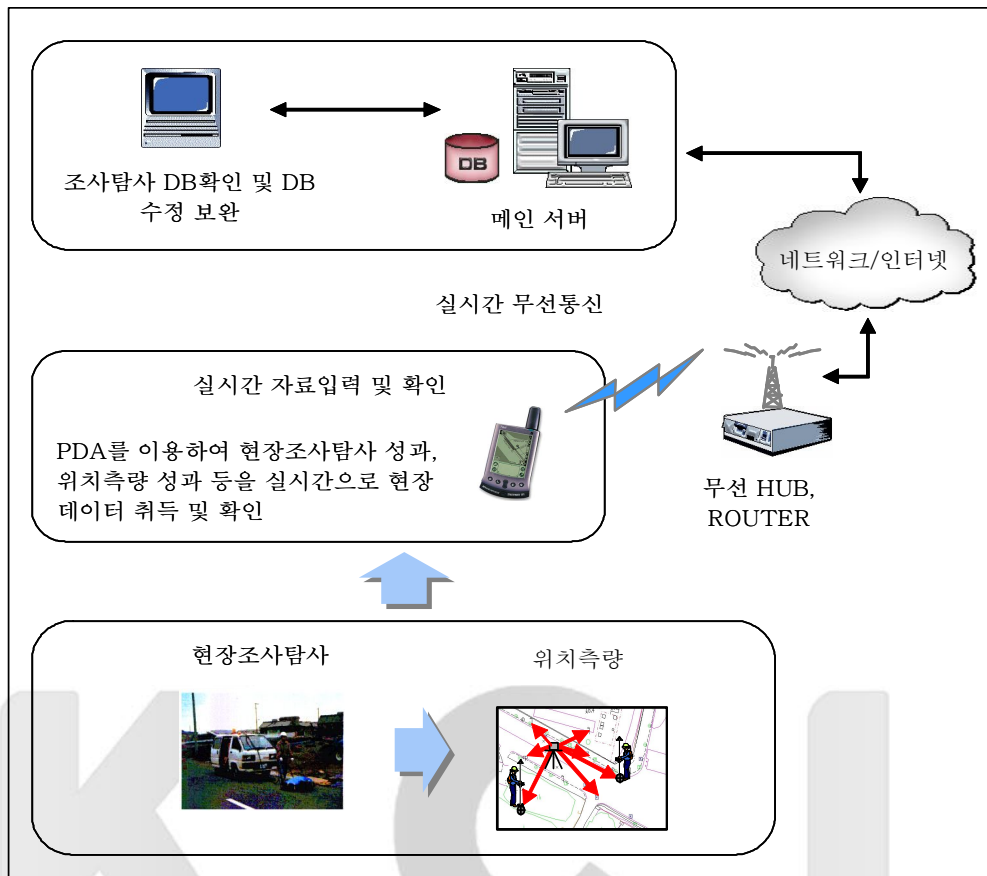
5.3 지하시설물도 구축관련 법규 보완

지하시설물도작성 작업규칙 및 세부지침상의 불필요한 작업절차의 제거 또는 개선이 이루어져야 한다. 불필요한 작업절차의 제거는 원도작성 부분이 대표적인 사례인데, 현재의 지하시설물도 작성지침에 의하면, 지하시설물도 입력작업을 위해서 현장야장을 사용하여 원도를 작성해야 하나, 대부분 원도는 데이터 입력이 완료된 이후에 작성하고 있다. 그 원인은 원도 작성용 용지가 값비싼 필름지로 규정되어 있어 수정작업이 발생할 경우에는 비용낭비 요소가 되고, 또한 원도작성 이전에 현장야장을 깨끗한 도면에 이기하는 과정을 통해서 이기도면을 작성하므로, 이러한 이기도면을 사용해서도 충분히 데이터 입력에 활용이 가능하기 때문이다. 작업절차의 개선은 지하시설물도 주요 제작 공정별로 검수공정을 효과적으로 추가함으로써 오류를 효과적으로 감소시킬 수 있다.⁸⁾

또한, 지하시설물 위치정확도의 정립이 필요하다. 기존의 규정상에는 지하시설물 위치정확도는 현재 탐사장비 오차 이외에는 정확도 관련 기준이 없는 실정이다. 따라서 지하시설물 위치정확도는 최종적으로 지하시설물도가 작성되기까지 사용되어지는 기본도, 측량오차, 탐사장비 오차, 탐사오차, 이기오차, 입력오차 등이 종합적으로 고려되어야 한다.⁹⁾

5.4 지하시설물도 구축관련 최신기술 도입

지도제작 방법에 대한 최신기술 도입이 필요하다. 외국의 경우에는 종이지도에 의한 수동적 현장조사 방식을 벗어나 휴대용 컴퓨터에 의한 현장 수치측량시스템이 보편화되어 가는 추세이다. 휴대용 컴퓨터에 의한 현장 수치측량시스템(또는 디지털 매핑)은 경제성, 작업효율성 및 정확성 등을 보장하므로, 선진외국의 경우 시설물관리회사는 물론이고 지도제작기관에서도 현장측량시스템 또는 현장조사시스템으로 많이 사용되고 있다. 오늘날 외국의 기관들은 측량시 초기자료로 수치지도를 준비하며, 일단 수치지도가 준비되면 현장에서 수치측량시스템에 의해 매핑 및 자료수집이 동시에 완성되며, 지리정보 자료로 즉시 변환되어 무선통신이 연결된 컴퓨터시스템인 경우 지하시설물 관리기관으로 전송하게 된다. <그림 5-1>은 PDA를 이용한 현장 수치측량시스템을 이용한 지하시설물도 구축사례를 보여준다.¹⁰⁾



<그림 5-1> 현장 수치측량시스템을 이용한 지하시설물도 구축사례

이러한 자동화된 현장 수치측량시스템은 지하시설물도 구축 작업단계를 획기적으로 줄일 수 있어 다음과 같은 장점을 갖는다. 첫째, 작업과정에서의 누락 및 오기로 인한 오류 발생 가능성을 최소화하고 측량 정확도를 향상시킨다. 둘째, 지하시설물 탐사과정에 대한 작업시간을 단축함으로써 경제성을 향상시킨다. 셋째, 지하시설물도 구축 완료후 지하시설물 관리기관의 담당자에 의한 현장의 지하시설물 관련정보의 신속한 확인이 가능하여 업무효율성을 증가시킨다.

6. 결 론

지하시설물도 작성 과정은 현장 조사·탐사와 데이터 입력 과정 중에서 다양한 작업절차가 포함되어 있으며, 이러한 작업과정상에서 발생할 수 있는 문제들을 효율적으로 제거함으로써 지하시설물도 품질이 확보될 수 있다. 본 연구에서는 여러 지자체의 상·하수도 지하시설물도 검수를 통하여 오류발생 원인을 분석하였으며, 해당 지하시설물 관리기관의 지하시설물 데이터베이스 구축사업에 대하여 실무적인 입장에서 프로토타입을 활용한 지하시설물도 제작 과정의 표준화 등을 통하여 품질을 향상시킬 수 있는 방안을 제시하였다. 이와 더불어 지하시설물도작성 관련 법제도의 개선 및 새로운 기술도입에 의한 지하시설물도 제작 방법도 제시하였다. 실제로 2001년 지하시설물도 수치지도화사업에서는 지하시설물도 프로토타입을 활용하

였다. 그 결과 해당 지자체의 지하시설물도 구축사업을 수행하는 사업수행업체 측에서는 전체 작업 프로세스를 충분히 분할하고 세분화함으로써 사업관리적인 측면과 품질관리 측면에서 긍정적인 반응을 나타냈다. 한편, 프로토타입을 활용하여 지하시설물 데이터베이스를 구축한 경우에 대해서는 전수검수가 아닌 샘플검수를 수행하였으므로 품질향상 정도를 객관적으로 평가하기에는 다소 무리가 있는 실정이다.

지하시설물 조사·탐사는 보이지 않는 시설물의 위치측정이라는 측면에서 매우 어려운 작업이며, 데이터 입력에 사용되는 중간산출물들의 다양성 및 복잡성에 의해 오류발생의 여지가 상존해 있는 것이 사실이다. 일단 지하시설물도 제작이 완료된 이후에는 지하시설물의 유지관리 과정이 매우 중요하다고 할 수 있다. 지하시설물 공사로 인한 매설 시점의 준공도의 정확한 관리가 이루어진다면 탐사를 통해서 지하시설물을 구축하는 것보다 훨씬 정확한 정보를 얻을 수 있다. 따라서, 지하시설물 구축 이후 관로의 신설, 확장, 유지보수 등 지하시설물 자료의 변동사항이 발생된 경우에는 이를 적시에 변경할 수 있는 관리체제 마련이 필수적으로 이루어져야 한다.

참 고 문 헌

- 1) 국토연구원, 1998년 정보화근로사업 지하시설물도 검수보고서, 1999
- 2) 국토연구원, 1998년 정보화근로사업 지하시설물 측량의 정확도 향상방안 연구, 1999
- 3) 국립지리원, 지하시설물도작성작업규칙, 1997
- 4) 국토연구원, 토지특성도 검수보고서 2000
- 5) National Institute of Standards and Technology, Federal Information Processing Standard Publication 173 (Spatial Data Transfer Standard Part 1. Version 1.1), U.S. Department of Commerce, 1994
- 6) Ordnance Survey, "Quality System Specification", Crown, 1995
- 7) Epner, M., and P. Barbara, "Competitive Utility Environments Require Total Quality Management Techniques", GIS World, Vol.6, No.3, 1993
- 8) 건설교통부, 도로 및 지하시설물 통합 정보관리 GIS 국제세미나(도로기반 시설물정보의 품질수준 확보방안, 박흥기), 2002
- 9) 국토연구원 GIS연구센터 지하시설물 정보화팀, 지하시설물 조사·탐사 및 전산화 방법 개선 토론회 자료집, 2000
- 10) 건설교통부, 지하시설물 통합관리시스템 구축 시범사업, 2002