

지하시설물 정확도 향상을 위한 Data Life Cycle 상의 개선방안 도출

- 영천시, 경주시, 구리시의 사례를 중심으로 -

Development of Improvement Plan on Data Life Cycle for Accuracy Improvement of Underground Facilities

- Focusing on the Cases of Yeongcheon-Si, Gyeongju-Si, and Guri-Si -

강동오* · 이효상** · 강승모*** · 김종진****

Kang, Dong Oh · Li, Hyo Sang · Kang, Seung Mo · Kim, Jong Jin

요약

본 연구의 목적은 지하시설물 정확도 개선을 위해 지방자치단체의 실무담당자 심층면담과 지하시설물 데이터 특성을 고려하여 데이터 개선 계획·생성·구축·관리·보관·활용 단계의 개선방안을 제시하는데 있다. 도출된 결과는 첫째, 계획단계의 사업 추진방안은 지방자치단체 지하시설물 정확도 개선사업의 예산 설계의 적정성 검토, 사업 대상지역 선정의 적정성 검토가 필요하다. 둘째, 생성·구축단계의 사업 추진방안은 DB 정확도 저하 우려지역 추출, 현장도면 및 정위치편집 데이터 일치성 점검, 구조화편집 데이터 성과의 주요 오류사항 점검이 필요하다. 셋째, 관리단계의 사업 추진방안은 불탐구간 관리 및 점검, 불탐 원인의 적정성 점검, 상·하수·전력·통신 시설물 밀집지역 성과점검, 속성 및 논리 오류검사가 필요하다. 넷째, 보관·활용단계의 사업 추진방안은 지방자치단체 UIS의 테이블정의서 준수 여부 점검, 데이터 로딩의 적정성 여부 점검이 필요하다. 도출된 사업 추진방안을 통해 데이터 측면에서는 성과의 품질 확보와 성과의 신뢰도를 향상시킬 수 있다고 판단된다. 또한, 국가적 측면에서는 국가 예산 절감과 행정업무의 일관성을 확보할 수 있다고 판단된다.

주요어 : 지하시설물 정확도 개선, 데이터 라이프 사이클, 도시기반시설물의 체계적 관리, 지하안전사고 예방

ABSTRACT

The purpose of this study is to present measures to improve the data improvement plan, generation, construction, management, storage, and utilization stage in consideration of in-depth interviews with local governments and data characteristics of underground facilities. The results derived are that first, the project promotion plan at the planning stage needs to review the appropriateness of the budget design of the underground facility accuracy improvement project of local governments and review the

* 주저자, 정회원·전주대학교 부동산학과 박사과정(E-mail: d2143@lx.or.kr)

** 정회원·신한대학교 토지행정학과 조교수(E-mail: hs72@shinhan.ac.kr)

*** 전주대학교 부동산학과 박사과정(E-mail: smkang@lx.or.kr)

**** 교신저자, 전주대학교 부동산학과 교수(E-mail: jongjink66@naver.com)

appropriateness of the selection of the project target area. Second, the project promotion plan at the creation and construction stage needs to extract areas that are feared to degrade DB accuracy, check the consistency of field drawings and location editing data, and check major errors in structured editing data performance. Third, the project promotion plan at the management stage requires management and inspection of non-detection sections, adequacy check of the cause of non-detection, performance check in areas where water, sewage, power, and communication facilities are concentrated, and attribute and logical error check. Fourth, the project promotion plan at the storage and utilization stage needs to be checked for compliance with table definitions by local governments UIS and for the appropriateness of data loading. It is judged that the derived project promotion plan can secure the quality of performance and improve the reliability of performance in terms of data. In addition, from a national perspective, it is judged that it is possible to reduce the national budget and secure consistency in administrative work.

Keywords : Improvement of Accuracy of Underground Facilities, Data Life Cycle, Systematic Management of Urban Infrastructure, Prevention of Underground Safety Accidents

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 필요성

우리나라는 1994년 아현동 가스폭발사고(사망자 12명, 부상자 101명)와 1995년 대구 지하철 공사장 가스 폭발 사고(사망자 101명, 부상자 202명, 재산피해 540억)가 발생하여 도로기반 시설물의 중요성을 인식하여 지하시설물 전산화사업을 시작하였다. 1996년 지하시설물 전산화사업이 시작된 후 지방자치단체에서 관리 중인 지하시설물(상수, 하수)는 일부 지방자치단체를 제외하고 구축 완료되었다. 현재 지방자치단체에서 구축하여 국토교통부에서 운영 중인 지하시설물 통합관리시스템에 탑재된 상수관로 데이터는 약 124,818km이며, 광역상수관로 데이터는 약 5,406km, 하수관로 데이터는 약 124,167km이다.¹⁾

그러나 과거 지하시설물 전산화사업 당시 도면 이기에 따른 초기 데이터의 정확도 미비, 탐사의 한계 등 다양한 제약사항을 해소하고 데이터의 정

확도를 향상시키기 위해 국토교통부와 지방자치단체가 협력하여 일부 지역을 대상으로 ‘지하시설물 정확도 데이터 개선사업’을 추진하고 있다. 지하시설물 데이터 정확도 개선사업은 22년 10개 권역 25개 지방자치단체를 대상으로 실시 중이며 향후 지속적으로 대상지역을 확산 할 예정이다. 그러나 과거 구축 방식을 기초로 한 측량방법과 성과 검증방식으로 <표 1>에서 보는 바와 같이 지하시설물 데이터의 불탐, 미분류 정보, 작업자 오류 등 데이터의 정확도 개선이 미비한 실정이다.

<표 1> 지하시설물 데이터 불탐 물량 및 미분류 물량

구분	불탐 물량	미분류 물량
상수	43,752km	3,642km
하수	10,697km	2,838km

자료: 지하시설물관리체계 고도화 완료보고서, 공간정보품질관리원, 2021, p.77.

또한, KT 아현지사 화재(약 80억 재산피해), 일산 백석역 인근 온수관 파열 사고(사망자 1명, 부

1) 새한향업(주)컨소시엄, 「지하시설물관리체계고도화 완료보고서」, 공간정보품질관리원, 2021, pp.26-30.

상자 30명) 등 최근까지 지속적으로 발생하고 있는 지하안전사고를 예방하고, 데이터 정확도 문제 해소하기 위해서는 효율적인 지하시설물 데이터 정확도 개선사업 시행이 필요한 시점이다. 더불어 지하안전관리에 관한 특별법에 근거한 지하안전평가 를 위해 제작 중인 3차원 지하공간통합지도의 정확도 향상을 위해서는 지하시설물 데이터의 정확도 향상이 필요하다.



자료: 연합뉴스 지하공간통합지도 시설물별 데이터 오류율
 <<https://www.yna.co.kr/view/GYH20191014000200044>>

(그림 1) 지하공간통합지도(3차원 지하시설물) 별 데이터 오류율

1.2 연구의 목적 및 방법

본 연구는 지하시설물 데이터 정확도 개선사업 추진 중인 자치단체를 대상으로 계획·생성·구축·관리·보관·활용 등 Data Life Cycle 상의 개선방안을 도출하고자 한다.

개선방안을 도출하기 위해 22년에 지하시설물 정확도 데이터 개선사업 지역 중 연차별로 지속적으로 정확도를 개선하고 있는 지방자치단체(구리시)와 새롭게 정확도를 개선하는 지방자치단체(경주시, 영천시) 등 정확도 개선의 특성(연차별, 신규)을 고려하여 3개 지방자치단체를 선정하였다.

본 연구의 범위는 현재 지하시설물 데이터 정확도 개선사업을 추진 중인 지방자치단체(구리시, 영

천시, 경주시)를 대상으로 지하시설물 전산화 현황(데이터 구축현황, 관련 시스템)을 분석하고, 관련 자치법규(지하시설물 데이터 관련)를 분석하였다. 또한, 결과를 도출하기 위해 2022년 9월 27일부터 2022년 12월 3일 까지 약 2개월 간 18인을 대상으로 8회에 걸쳐 연구자가 심층면담을 실시하였다. 심층면담 결과는 Data Life Cycle의 주요 항목(구축·관리·활용)을 준용하여 정리하였다. 마지막으로 지방자치단체 데이터 관리방안은 Data Life Cycle의 데이터 생명주기를 참고하여 계획(Plan)·생성·구축(Generate)·관리(Manage)·보관·활용(Archive) 등 단계별로 주요사항을 제시하였다.

본 연구의 분석방법은 관련 법률, 규정 등 관련 법제도와 중앙행정기관의 보도자료, 통계자료 등 정책자료, 단행본, 논문 등 문헌조사를 통한 연구를 수행하였다.

1.3 선행연구 고찰 및 차별성

최근 디지털 트윈국토, 메타버스 등 4차 산업혁명 기술에 기반한 지상·지하 데이터의 연계 및 품질 확보를 위해 다양한 분야의 연구가 진행되고 있다.

최정규(2023)는 가스관로를 대상으로 2D-Helmert과 Affine 방법으로 좌표변환을 실시하여 기 구축된 지하시설물 데이터의 위치정확도 보완방안을 제시하였다.

김원대 외(2021)는 정확한 지하시설물 정보를 관리하기 위해 해외의 지하시설물 품질등급제를 조사·분석하고 우리나라 적합한 품질등급제를 제시하였다.

이민규 외(2020)는 3차원 지하공간통합지도(지하시설물) 모델의 가공 및 갱신 자동화 구축 프레임워크를 제시하여 효율적인 데이터 구축방안을 제시하였다.

배종욱(2020)는 지하시설물(가스관로)를 대상으로 도로굴착공사를 통해 취득된 위치정보(실측데이터)와 전자유도탐사법을 이용한 위치정보(탐사

데이터)를 비교·분석하여 기술적 측면과 법제도 측면의 개선방안을 제시하였다.

황대중(2014)는 지방자치단체에서 구축·관리 중인 상수, 하수관로를 대상으로 직접관로측량방법과 간접측량방법으로 취득된 데이터의 정확도와 구축비용을 비교·분석하여 효율적인 자료취득방법을 제시하였다.

민관식 외(2011)는 체계적인 도시계획 수립과 관리를 위해 항공사진을 활용하여 하수 지하시설물도를 시범 구축하여 기존의 지하시설물도와 연계 및 그 활용 가능성을 제시하였다.

신운수(2006)는 지하시설물 관리기관이 보유 중인 지하시설물 데이터의 위치정확도 저하원인을 분석하고 시설물별 위치정확도를 분석하였다.

기존 연구의 결과를 살펴보면, 특정 지하시설물 데이터를 대상으로 측량방법(직접측량방법, 간접측량방법, 탐사방법)에 따른 위치정확도를 비교·분석하여 효율적인 정확도 향상방안을 제시하고 있다. 또한, 효율적인 자료취득방법 및 자동 구축방안(3D)을 제시하고 있다.

본 연구는 지하시설물 데이터를 직접 생산·구축·관리·갱신하고 정확도를 개선하기 위한 주체인 지방자치단체의 실무담당자 측면의 Data Life Cycle 상의 개선방안을 도출하는데 기존 연구와 차별성을 갖는다.

2. 지방자치단체 주요현황 및 심층면담 분석

2.1 지하시설물 전산화 추진현황

구리시의 경우 <표 2>에서 보는 바와 같이 2001년 GIS 기본계획을 기초로 약 1,008km의 지하시설물 데이터를 구축하였으며, 2019년부터 2022년 까지 DB 정확도 향상을 위해 지하시설물 정확도 개선사업을 추진하였다.

<표 2> 구리시 지하시설물 전산화 현황

구분	명칭	기간
기본 계획	구리시 GIS 기본계획	2007
데이터 현황	[총연장: 1,008km] 상수: 233km, 하수: 217km, 통신: 243km, 전력: 61km, 가스: 232km, 난방: 22km	
정확도 개선	지하시설물 정확도 개선 (1차)	2019.4.~2019.12
	지하시설물 정확도 개선 (2차)	2020.6~2020.12
	지하시설물 정확도 개선 (3차)	2022.5~2022.12
시스템	지하시설물통합관리시스템	2006~

자료: 국가공간정보정책 시행계획, 국토교통부, 2019, p.78 및 지하공간통합지도 제안요청서, 한국국토정보공사, 2019, p.27.

영천시의 경우 <표 3>에서 보는 바와 같이 2004년 GIS 기본계획을 기초로, 약 2,286km의 지하시설물 데이터를 구축하였으며, 2018년부터 2021년까지 DB 정확도 향상을 위해 지하시설물 정확도 개선사업을 추진하였다.

<표 3> 영천시 지하시설물 전산화 현황

구분	명칭	기간
기본 계획	영천시 GIS 기본계획	2004
데이터 현황	[총연장: 2,286km] 상수: 912km, 하수: 667km, 통신: 485km, 전력: 59km, 가스: 145km, 송유: 18km	
정확도 개선	행정공간정보 지원체계 고도화 및 지하시설물 DB 정확도 개선사업(1단계)	2018.3~2019.6
	행정공간정보 지원체계 고도화 및 지하시설물 DB 정확도 개선사업(2단계)	2021.3~2021.12
시스템	지하시설물통합관리시스템	2009~

자료: 국가공간정보정책 시행계획, 국토교통부, 2019, p.86 및 지하공간통합지도 제안요청서, 한국국토정보공사, 2021, p.19.

경주시의 경우 <표 4>에서 보는 바와 같이 약 4,944km의 지하시설물 데이터를 구축하였으며, 2013년부터 2020년까지 지하시설물 전산화사업(읍면지역)을 추진하였으며, DB 정확도 향상을 위해 2022년 지하시설물 정확도 개선사업을 추진하였다.

<표 4> 경주시 지하시설물 전산화 현황

구분	명칭	기간
데이터 현황	[총연장: 4,944km]상수: 1,437km, 하수: 1,397km, 통신: 1,195km, 전력: 163km, 가스: 752km	
신규 구축	도로와 지하시설물 전산화사업(읍면지역)	2013~2020
정확도 개선	지하시설물 정보 수정·갱신 구축 사업	2022~2022
시스템	지하시설물통합관리시스템	2009~

자료: 국가공간정보정책 시행계획, 국토교통부, 2019, p.85 및 지하공간통합지도 제안요청서, 한국국토정보공사, 2021, p.20.

2.2 지하시설물 데이터 관련 자치법규 현황 분석

구리시의 경우 <표 5>에서 보는 바와 같이 경우 지하안전위원회에 관한 조례, 공간정보시스템 운영 규정, 공간정보 보안 관리 규정을 제정·운영하고 있다. 지하안전위원회에 관한 조례는 지하안전관리에 관한 특별법에 따라 지반침하 예방 및 지하안전관리에 관한 종합적인 시책을 수립·시행을 위해 세부사항을 제정하고 있다. 공간정보시스템 운영 규정은 국가공간정보 기본법에 따라 공간정보체계의 효율적인 구축과 종합적인 활용 및 관리에 관한 사항을 규정하고 있다. 공간정보 보안 관리 규정은 국가공간정보 기본법 및 국가공간정보 보안관리 기본지침에 따라 공간정보 보안업무 수행에 필요한 사항을 규정하고 있다.

<표 5> 구리시 지하시설물 데이터 관련 조례 현황

명칭	소관부서	제정일자
구리시 지하안전위원회에 관한 조례	도로과	2018.10
구리시 공간정보시스템 운영 규정	정보통신과	2016.5
구리시 공간정보 보안 관리 규정	정보통신과	2023.4

자료: 국가법령정보센터 홈페이지 구리시 조례 참고 연구자 정리, <<https://www.law.go.kr/>>

영천시의 경우 <표 6>에서 보는 바와 같이 지하안전 관리 및 유지에 관한 조례, 공간정보 보안 관리 규정을 제정·운영하고 있다. 지하안전 관리 및 유지에 관한 조례는 지하안전관리에 관한 특별법에 따라 지반침하 예방 및 지하안전관리에 관한 종합적인 시책을 수립·시행을 위해 세부사항을 제정하고 있다. 공간정보 보안관리 규정은 국가공간정보 기본법 및 국가공간정보 보안관리 기본지침에 따라 공간정보 보안업무 수행에 필요한 사항을 규정하고 있다.

<표 6> 영천시 지하시설물 데이터 관련 조례 현황

명칭	소관부서	제정일자
영천시 지하안전 관리 및 유지에 관한 조례	안전재난 하천과	2022.8
영천시 공간정보 보안관리 규정	건축지적과	2018.12

자료: 자치법규정보시스템 홈페이지 영천시 조례 참고 연구자 정리, <www.elis.go.kr/locgovair/locgovSeAlrList>

경주시의 경우 <표 7>에서 보는 바와 같이 공간정보 보안관리 규정을 제정·운영하고 있다. 공간정보 보안관리 규정은 국가공간정보 기본법 및 국가공간정보 보안관리 기본지침에 따라 공간정보 보안업무 수행에 필요한 사항을 규정하고 있다.

<표 7> 경주시 지하시설물 데이터 관련 조례 현황

명칭	소관부서	제정일자
경주시 공간정보 보안관리 규정	토지관리과	2019.1

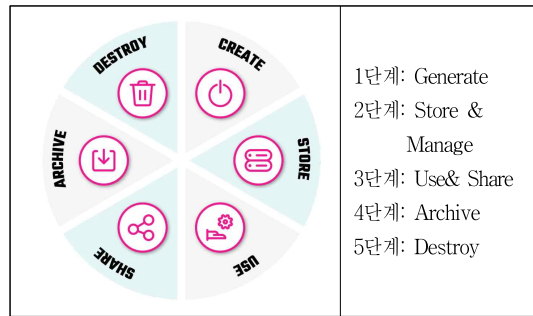
자료: 자치법규정보시스템 홈페이지 경주시 조례 참고 연구자 정리, <www.elis.go.kr/locgovallr/locgovSeAlrList>

구리시, 영천시, 경주시 자치법규 분석결과 도출된 문제점은 첫째, 지하시설물 데이터 정확도 개선사업을 위한 실무부서(정보통신과 등)와 관계부서(상·하수도과) 데이터 제공 방법·갱신주기·활용방안에 관한 세부 규정이 미비한 실정이다. 두 번째는, 지하시설물 데이터 갱신, 정확도 개선 등 다양한 정보의 변경에 따른 DB 이력관리 방안이 미비하다. 세 번째는, 지하시설물 데이터 정확도 개선사업에서 생산된 DB를 지방자치단체에서 운영 중인 공간정보시스템에 탑재하고 활용하는 등의 시스템 측면의 세부 운영기준도 미비한 실정이다.

2.3 지방자치단체 실무담당자 심층면담 분석

지하시설물 정확도 개선사업의 효율적 추진방안을 도출하기 위해 구리시, 영천시, 경주시의 실무담당자를 대상으로 연구자가 심층면담을 실시하였다. 면담 대상자는 지하시설물 정확도 개선사업의 주관부서(사업발주 및 감독 부서)인 구리시 정보통신과, 영천시 지적정보과, 경주시 토지정보과의 실무담당자 8인을 대상으로 총 5회에 걸쳐 심층면담을 실시하였다. 또한, 지하시설물을 신규로 매설, 갱신, 활용하는 구리시, 영천시, 경주시의 상·하수도과 담당자 10인을 대상으로 총 3회에 걸쳐 심층면담을 실시하였다.

면담 결과는 일련의 Data Life Cycle를 참고하여 구축·관리·통합·활용 단계로 구분하여 정리하였다.



(그림 2) Data Life Cycle 모식도

구리시의 경우 <표 8>에서 보는 바와 같이 불탐구간 검증 및 관리, 구축 성과의 오류검사, 불탐구간에 대한 별도 관리, 온라인 검사체계 구현, 우수 선진사례 발굴을 통한 타 지방자치단체 공유·확산 등 의견을 제시하였다.

<표 8> 구리시 실무담당자 심층면담 결과

구분	세부내용
구축	- 불탐구간과 GPR탐사구간에 대한 실질적인 검증방안 필요 - 조사·측량 성과에 대한 검증은 실측(재측) 방법은 실효성이 떨어짐
관리	- 불탐구간에 대한 시스템 테이블을 별도로 관리하는 것이 효율적임
통합	- 구축 성과에 대해 1차 오류검사를 수행할 수 있는 온라인 체계를 구현하는 것이 필요
활용	- 지방자치단체마다 DB를 관리하는 방법이 상이하기 때문에 우수 선진사례를 발굴하는 것이 필요
기타	- 체계적인 지하시설물 정보 관리를 위해 관련 실무부서(도로과, 상하수도과)와 유기적인 협력체계 구축·운영 필요

영천시의 경우 <표 9>에서 보는 바와 같이 관련 부서와 협력하여 사업 대상지 선정, 데이터 오류 개선, 불탐 원인 규명 및 관리, 시스템 탑재 시 기본정보 구축 및 관리 등 의견을 제시하였다.

<표 9> 영천시 실무담당자 심층면담 결과

구분	세부내용
구축	- 정확도 개선 사업 계획 시 관련 실무부서 (도로과, 상하수도과)와 협력하여 사업대상지 선정 필요 - 구축 시 발생할 수 있는 데이터 위상구조 (Topology)에 대한 오류 개선 필요
관리	- 정확한 불탐 원인 규명이 필요하고, 이에 대한 관리 필요
활용	- 구축 성과를 시스템에 탑재 경우 기본정보 (탑재 시점, 탑재 통계) 구축·관리 필요

경주시의 경우 <표 10>에서 보는 바와 같이 안정적 사업 추진을 위한 사업계획 및 발주를 위한 가이드라인, 구축 성과 검사방법, 불탐 방지를 위한 최신 측량기술 적용, 관련 법제도 개정 및 시스템 통합 구축 등 의견을 제시하였다.

<표 10> 경주시 실무담당자 심층면담 결과

구분	세부내용
구축	- 안정적 사업 추진을 위한 사업계획 및 발주에 필요한 가이드라인 제정 필요 - 구축 성과 점검을 실내에서 할 수 있는 사항과 실외에서 할 수 있는 사항으로 구분 필요
관리	- 불탐 방지를 위한 최신 측량기술 적용과 이에 대한 법제도 필요
활용	- 실무부서 간 지하시설물 정보 공유를 위해 통합 시스템을 구축하고 DB를 연계 필요
기타	- 효율적인 지하시설물 정보 관리를 위해 도로법, 건설법 등 관련법을 개정하는 것이 필요

2.4 시사점 도출

지방자치단체의 지하시설물 정확도 향상을 위한 자치법규 측면의 개선사항은 첫째, 사업의 주관부서장이 지하시설물 데이터를 총괄 관리하고,

실무부서 간의 데이터 제공·갱신·개선을 위한 상호협력체계를 구축할 수 있도록 관련 조례가 제정·운영되어야 할 것이다. 둘째, 신속·정확한 지하시설물 데이터 갱신을 위해서는 각 지방자치단체 실정에 맞는 관련 조례가 제정·운영되어야 할 것이다.

실무담당자 심층면담 결과 Data Life Cycle 측면의 개선사항은 첫째, 정확한 데이터 구축을 위한 정확한 불탐 원인을 규명하고, 이를 지속적으로 관리하여 향후 탐사가 가능하게 유도하는 것이다. 둘째, 데이터 정확도 개선을 위한 다양한 데이터 검사방법(내업, 외업 측면)과 시스템 탑재 시 정보 유실을 예방하기 위한 정보 관리, 관련 법제도(지하시설물 관련 법률, 자치법규 등) 개정 등으로 분석되었다. 세 번째는, 지하시설물 데이터를 효율적으로 공유·활용하고 현업에 적용하기 위해 데이터 및 시스템을 관리하는 주관부서와 직접 지하시설물을 현장에서 공사·시공·관리·감독하는 실무부서와의 유기적인 협력체계 구현이 필요한 것으로 조사되었다.

3. 지하시설물 Data Life Cycle 상의 개선방안 도출

3.1 개요

지하시설물 정확도 향상을 위해 Data Life Cycle은 심층면담 결과와 지하시설물 데이터 특성을 고려하여 도출하였다. <표 11>에서 보는 바와 같이 Data Life Cycle을 준용하여 계획·생성·구축·관리·보관·활용 등으로 구분하여 지방자치단체 실무담당자가 지하시설물 데이터를 효율적으로 구축·점검·관리·활용할 수 있는 방안을 제시하였다.

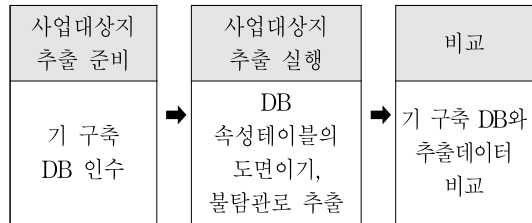
〈표 11〉 Data Life Cycle 상의 개선방안 요약

단계	주요내용
계획 (Plan)	① 사업 예산 설계의 적정성 검토 ② 사업 대상지역 선정의 적정성 검토
생성·구축 (Generate)	① DB 정확도 저하 우려지역 추출 ② 현장도면 및 정위치편집 데이터 일치성 점검 ③ 구조화편집 데이터 성과의 주요 오류사항 점검
관리 (Manage)	① 불탐구간 관리 및 점검 ② 불탐 원인의 적정성 점검 ③ 상·하수·전력·통신 시설물 밀집지역 성과점검 ④ 속성 및 논리 오류 검사
보관·활용 (Archive)	① 지방자치단체 UIS 테이블정의서 준수 여부 점검 ② 데이터 로딩의 적정성 여부 점검

3.2 계획단계의 개선방안

계획단계(Plan)의 개선방안은 지하시설물 정확도 개선사업 예산 설계의 적정성 검토, 사업 대상 지역 선정의 적정성 검토 등 2가지 사항이다. ‘정확도 개선사업 예산 설계의 적정성 검토’는 정확도 개선사업의 예산이 적합하게 설계되었는지를 점검하는 것이다. 정확도 개선사업은 원칙적으로 기 구축지역(과거 조·탐사, 도면이기 등으로 데이터를 구축한 지역) 중 정확도 개선이 필요한 지역(도면이기, 불탐)을 대상으로 수행함을 원칙으로 하고 있으며, 과거 구축사업에서 설치·측량된 공공기준점의 재활용과 기 구축 정위치·구조화편집 성과를 편집하게 됨에 따라 기준점측량 비용의 미계상과 정위치·구조화편집 비용은 10% 적용하여 사업을 설계하도록 권고하고 있어 이에 대한 검토가 필요하다. ‘사업 대상지역 선정의 적정성 검토’는 정확도 개선사업 대상인 도면이기, 불탐 지역을 적정하게 선정하였는지를 말한다. 정확도 개선사업은 원칙적으로 기 구축지역 중 정확도 개선이 필요한 지역(도면이기, 불탐)을 대상으로 수행함을 원칙으로

로 하고 있어 기 구축 DB를 기반으로 탐사구분 정보가 도면이기, 불탐, 미 분류인 지역을 추출하여, 정확도 개선사업 대상지역으로 선정된 구간과 육안비교를 실시하여 사업대상지의 적정성을 검토해야 한다.



(그림 3) 사업 대상지 선정의 적정성 검토 절차

또한, 도로과, 상하수도과 등 지하시설물 데이터를 관리하고 있는 관련 부서가 추진하고 있는 별도 외주용역의 과업지시서 상 과업범위와 도로 굴착인가시스템을 통한 굴착여부 확인으로 중복 사업수행 여부를 검토해야 한다.



(그림 4) 사업 대상지 선정의 적정성 검토내용

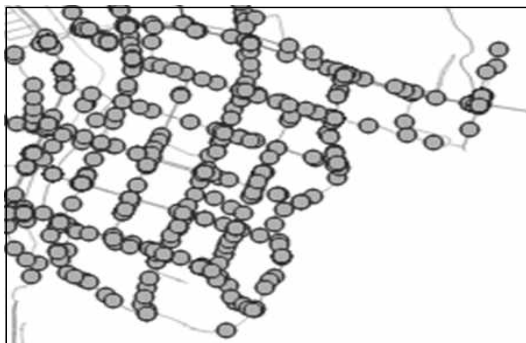
3.3 생성·구축단계의 개선방안

생성·구축단계(Generate)의 개선방안은 DB 정확도 저하 우려지역 추출, 현장도면 및 정위치편집 데이터 일치성 점검, 구조화편집 데이터 성과의 주요 오류사항 점검 등 3가지 사항이다. ‘DB 정확도 저하 우려지역 추출’은 지하 선로의 곡선구간, 분기점 등 DB 구축 및 탐사 시 오류가 많이 발생하는 지역을 추출하여 점검하는 것을 말한다. 정확도 개선사업 성과의 위치정확도 검증은 공공측량성과심사 과정을 통해 주로 수행되나, 곡선

구간 등은 정확도 저하 발생 소지가 높아 추가적인 위치정확도 검증 바람직하며 GIS 데이터는 측점을 연결하여 선형으로 구현하므로, 곡선구간(곡관), 관로 간 분기점(분기)을 추출하여 위치정확도 점검이 필요하다. 위치정확도 점검은 곡관·분기 지역, 관경·관재질 변경구간을 GIS 툴을 이용하여 추출하여 검증구간을 설정하고, DB 구축 시 발생할 수 있는 오류를 최소화하기 위해 최종성과와 중간성과를 비교하여 그 일치여부를 육안으로 점검하는 것이 필요하다.



(그림 5) 곡선구간 자동 추출 예시



(그림 6) 분기구간 자동 추출 예시

‘현장도면 및 정위치편집 데이터 일치성 점검’은 조사·탐사의 성과인 현장도면과 전산 편집한 정위치편집 데이터의 일치 여부를 점검하는 것을 말한다. 현장도면과 정위치편집 성과는 DB 구축 특성상 서로 다른 작업자가 수행하므로, 현장상황의 오인 등이 발생할 수 있어, DB구축 과정 중 점검

을 통해 반복적인 오류요인을 소거할 필요가 있다. ‘구조화편집 데이터 성과의 주요 오류사항 점검’은 구축 성과의 속성정보와 시스템 테이블정의서에서 규정된 규격의 부합여부를 점검하는 것을 말한다. 구조화편집 과정에서 가장 비중이 높은 비율로 발생하는 단독관·이격관 존재, 숫자로 정의된 필드 값 오타 등의 오류를 점검이 필요하다.

3.4 관리단계의 개선방안

관리단계(Manage)의 개선방안은 불탐구간 관리 및 점검, 불탐原因的 적정성 점검, 상·하수·전력·통신 시설물 밀집지역 성과점검, 속성 및 논리 오류 검사 등 4가지 사항이다.

‘불탐구간 관리 및 점검’은 불가항력적 사유로 불탐이 발생할 경우 불탐 사유, 불탐 해소 노력 등이 잘 기록·관리하는 것을 말한다. 향후 지속적인 불탐구간 관리 및 점검을 통해 정확도 개선의 기회를 모색해야 하고, 표준 불탐조서 상 내용의 충족여부를 점검해야 한다. ‘불탐原因的 적정성 점검’은 다양한 사유로 불탐이 발생할 수 있어, 불탐 원인을 유형화하고 불탐조서에 명시된 불탐 사유가 적정한지를 점검하는 것을 말한다.

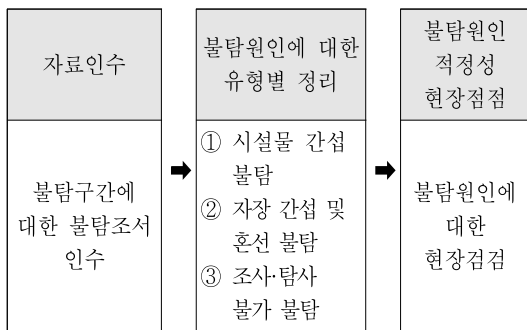


(그림 7) 불탐조서 세부 작성내용

[그림 8]에서 보는 바와 같이 불탐 원인을 유형화하고 불탐조서에 명시된 불탐 사유가 적정한지를 점검하는 것을 말한다. 점검절차는 [그림 9]에서 보는 바와 같이 자료인수 → 불탐원인에 대한 유형별(시설물 간섭, 자장 간섭, 조사·탐사 불가) 정리 → 불탐 원인의 적정성 현장점검 등의 순서로 이루어진다.



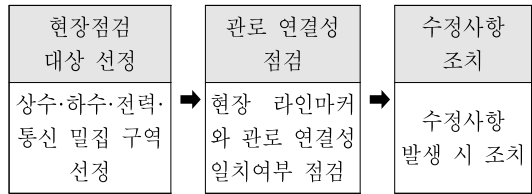
(그림 8) 불탐의 유형별 원인



(그림 9) 불탐 원인의 적정성 점검절차

‘상·하수·전력·통신 시설물 밀집지역 성과점검’은 지방자치단체 관리대상인 상·하수 시설물 외 유관기관이 관리 중인 지하시설물 데이터(전력·통신·난방·가스·열수송)가 밀집한 구간의 조사·탐사 수행 시 관로의 복잡성으로 인하여 시설물을 오탐사하는 경우를 대비하여 지하시설물 데이터가 밀집한 교차로를 중심으로 도면을 출력하여 현장에 표시된 측량점과 도로라인 또는 건물 등을 기준으로 연결성의 일치 여부를 검사하는 것을 말한다. 점검절차는 [그림 10]에서 보는 바와 같이 현장점검 대상 선정 → 관로 연결성 점검 → 수정사항 조

치 순서로 이루어진다.



(그림 10) 시설물 밀집지역 성과점검 절차

‘속성 및 논리 오류 검사’는 <표 12>에서 보는 바와 같이 심도, 관로 연장, 관재질, 관경 등 주요 속성정보의 오류 여부와 지하 관로가 도로에 있지 않는 경우, 지하 관로가 건물에 중첩된 경우 등 공간 상 논리 오류를 검사하는 것을 말한다.

<표 12> 속성 및 논리 오류 검사내용

구분	주요내용
심도 오류	- 단순오기 혹은 미입력에 의해 발생 - 관라벨값(현장에서 조·탐사하여 작성한 도면 성과)을 참고하여 개선
관로 연장 오류	- 단순오기 혹은 미입력에 의해 발생 - 관라벨값(현장에서 조·탐사하여 작성한 도면 성과)을 참고하여 개선
관재질 오류	- 단순오기 혹은 미입력에 의해 발생 - 관라벨값(현장에서 조·탐사하여 작성한 도면 성과)을 참고하여 개선
관경 오류	- 단순오기 혹은 미입력에 의해 발생 - 관라벨값(현장에서 조·탐사하여 작성한 도면 성과)을 참고하여 개선
관로 도로 미중첩	- 도로가 없는 곳에 관로 존재 여부 - 실제관로의 존재여부 분류 및 개선
관로 건물 중첩	- 건물과 중첩되는 관로 존재 - 실제건물 중첩 오류분류 및 개선

3.5 보관·활용단계의 개선방안

보관·활용단계(Archive)의 개선방안은 지방자치단체에서 운영 중인 UIS(Urban Information System)의 테이블정의서 준수 여부 점검, 데이터

로딩의 적정성 여부 점검 등 2가지 사항이다. ‘지방자치단체 UIS의 테이블정의서 준수 여부 점검’은 구축성과의 속성정보와 테이블정의서의 부합여부를 점검하는 것을 말한다. UIS 운영을 위한 데이터 스키마, 속성정보 등 기 설계된 테이블정의서와 구축된 DB 성과의 부합여부를 점검하는 것이 필요하다. 따라서 구축된 DB 성과의 필드명, 필드길이, PK 등 테이블정의서와 부합여부를 점검해야 한다.

‘데이터 로딩의 적정성 여부 점검’은 구축된 DB 성과를 지방자치단체가 운영 중인 UIS에 완전하게 탑재(로딩)하는 것을 점검하는 것을 말한다. 현재 지방자치단체의 상·하수도과, 도로과 등 다양한 지하시설물 정보를 개별 구축하고 있어 UIS를 운영하고 있는 실무부서는 모든 정보를 취합하고, 중복데이터를 삭제하고, 동일 정보가 변경된 경우 이력·관리하는 것을 말한다.

상하수도부서 DB (Total: 26)		지자체 시스템 DB (Total: 29)	
FTR_CDE	FTR_IDN	ftr_cde	ftr_idn
1	S8001	S8001	724001
2	S8001	S8001	724001
3	S8001	S8001	724001
4	S8001	S8001	724001
5	S8001	S8001	725001
6	S8001	S8001	725001
7	S8001	S8001	725002
8	S8001	S8001	725002

(그림 11) 데이터 로딩 적정성 점검 내용

4. 결론

본 연구의 목적은 지하시설물 정확도 향상을 위한 Data Life Cycle 상의 개선방안을 도출하였다.

특히, 지하시설물 데이터를 기반으로 3차원 모델을 구축하는 지하공간통합지도 관련 연구는 다양하게 진행되어 왔지만, 실질적으로 지하시설물 데이터 구축·관리·운영하는 지방자치단체 실무

담당자 측면의 사업 추진 시 고려사항과 데이터 관리방안을 도출한다는 점에서 본 연구가 의의가 있다.

본 연구에서는 심층면담 결과 및 지하시설물 데이터 특성을 고려하여 Data Life Cycle 상의 개선방안을 도출하였다.

첫째, 계획단계(Plan)의 개선방안은 지하시설물 정확도 개선사업의 예산 설계의 적정성 검토, 사업 대상지역 선정의 적정성 검토가 필요하다. 계획단계의 데이터 관리를 통해 기존 성과의 재활용과 성과의 품질확보, 중복사업 방지 등을 통해 지방자치단체 예산의 절감 효과가 있을 것이다.

둘째, 생성·구축단계(Generate)의 개선방안은 DB 정확도 저하 우려지역 추출, 현장도면 및 정위치편집 데이터 일치성 점검, 구조화편집 데이터 성과의 주요 오류사항 점검이 필요하다. 생성·구축단계의 데이터 관리를 통해 GIS 데이터에서 발생할 수 있는 오류를 사전에 점검하여 정확한 데이터를 구축하고, 작업자의 반복된 실수로 인한 오류를 점검하여 데이터의 신뢰도를 향상시킬 수 있을 것이다.

셋째, 관리단계(Manage)의 개선방안은 불탐 구간 관리 및 점검, 불탐 원인의 적정성 점검, 상·하수·전력·통신 시설물 밀집지역 성과점검, 속성 및 논리 오류 검사가 필요하다. 지방자치단체 실무담당자의 심층면담 시 공통적으로 중요하게 생각하고 있는 사항은 불탐 데이터의 원인 규명과 관리방안이다. 따라서 불탐 원인에 대한 유형별 정리와 이에 대한 현장점검을 통해 불탐 데이터를 지속적으로 관리하여 향후 탐사가 가능하게 유도할 수 있다고 생각한다. 또한, 구축된 성과에 대한 오류검사를 통해 무결점의 데이터를 구축할 수 있고, 데이터의 신뢰도를 확보할 수 있을 것이라 기대된다.

넷째, 보관·활용단계(Archive)의 개선방안은 지방자치단체 UIS(Urban Information System)의 테이블정의서 준수 여부 점검, 데이터 로딩의 적정성 여부 점검이 필요하다. 보관·활용단계 데이터

관리를 통해 정보통신과, 지적정보과, 토지정보과, 상하수도과, 도로과, 건설과 등 지하시설물 데이터를 직·간접적으로 활용하는 실무부서에 정확한 정보를 활용할 수 있으며, 원하는 정보를 쉽게 활용할 수 있을 것이다.

마지막으로, 지방자치단체 지하시설물 데이터 관리가 체계적으로 실행될 수 있도록 도로법, 수도법, 하수도법, 국가공간정보기본법, 공간정보 구축 및 관리 등에 관한 법률 등 관련 법률 개정이 필요하고, 데이터 관리 측면의 실효적인 내용을 포함하는 지방자치단체 조례 제정이 필요하다. 또한, 신속·정확한 지하시설물 데이터 갱신을 통해 도로굴착, 굴착허가, 인허가 등 지방자치단체 행정업무에 활용하고, 지방자치단체 실무부서 간 상호협력체계를 구성하여 지하안전관리체계를 확립해야 한다.

지하시설물 데이터는 지하안전관리를 위한 국가 기반 인프라이며 핵심 인프라이다. 과거부터 지하시설물 정확도 향상을 위한 자료취득방법과 측량방법 측면의 많은 연구가 진행되었으며 관련 규정(공공측량 작업규정, 지방자치단체 자체 지침)이 제정·운영되고 있다. 그러나 지하시설물 데이터의 생애주기 측면의 규정과 지침이 부족한 실정이다. 따라서 지속적으로 추진되고 있는 지하시설물 정확도 개선 지방자치단체가 본 연구 성과를 활용하고, 이를 위한 법적 기반이 마련되어야 한다고 사료된다. 이를 통해 지하시설물 데이터의 신뢰도를 확보하고 오류를 최소화할 수 있을 것이라 기대된다. 또한, 지방자치단체 행정업무 편의를 도모하고, 도시기반시설물의 체계적 관리를 통해 국가 예산 절감과 행정업무의 일관성을 확보할 수 있을 것이다. 더불어 공간정보 기반의 상수도 누수 예측, 하수 역류, 도시시설물 점용, 굴착 인·허가(굴착 안정성 등) 등 지방자치단체 행정업무 효율성을 증대시킬 수 있을 것이라고 기대된다.

〈참고문헌〉

1. 공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률[법률 제18936호, 2022.6.10., 일부개정]
2. 공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률 시행령[대통령령 제33525호, 2023.6.9., 일부개정]
3. 공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률 시행규칙[국토교통부령 제1223호, 2023.6.9., 일부개정]
4. 공공측량 작업규정[국토지리정보원고시 제2023-792호, 2023.2.14., 일부개정]
5. 국가공간정보기본법[법률 제17942호, 2021.3.16., 일부개정]
6. 국가공간정보정책 시행계획, 국토교통부, 2019.
7. 국가법령정보센터 홈페이지, <<https://www.law.go.kr/>>
8. 김계현·정명호·우제윤·구지희·하태준, “지하시설물 데이터베이스 구축의 품질향상에 관한 연구”, 『대한토목학회논문집』, 제22권 4-D호, 2002.
9. 김원대·이강원, “지하시설물 정보 관리 개선을 위한 품질관리 사례 분석 연구”, 『한국지도학회논문집』, 제21권 1호, 2021.
10. 배종욱, “3차원 지적 구축을 위한 지하시설물 정보의 정확도 개선방안 연구”, 석사학위논문, 청주대학교 사회복지·행정대학원, 2020.
11. 새한항업(주)컨소시엄, 『지하시설물관리체계고도화 완료보고서』, 공간정보품질관리원, 2021.
12. 신운수, “지하시설물도의 위치정확도 비교 연구”, 석사학위논문, 서울시립대학교 도시과학대학원, 2006.
13. 이민규·최성식·전홍수·김성수, “3차원 지하시설물 가공 및 부분갱신 자동화 기술개발”, 『한국지리정보학회논문집』, 제23권 4호, 2020.
14. 지하안전관리에 관한 특별법[법률 제18350호, 2021.7.27., 일부개정]
15. 지하안전관리에 관한 특별법 시행령[대통령령 제32697호, 2022.6.14., 타법개정]

16. 지하안전관리에 관한 특별법 시행규칙[국토교통부령 제1104호, 2022.1.28, 일부개정]
 17. 지하공간통합지도 제안요청서, 한국국토정보공사, 2019.
 18. 정다운·유선철·민경주·이지연·안종욱, “지하시설물 데이터 모델에 관한 연구”, 「대한공간정보학회 추계학술대회논문집」, 2020.
 19. 자치법규정보시스템 홈페이지,
<www.elis.go.kr/locgovallr/locgovSeAlrList>
 20. 지하정보활용지원센터 홈페이지,
<<https://www.jihacenter.or.kr/>>
 21. 황대중, “효율적인 상·하수도 관로 DB구축 방법 연구”, 석사학위논문, 서울시립대학교 도시과학대학원, 2014.
 22. 2023년 지하정보통합체계 운영관리 제안요청서, 한국국토정보공사, 2023.
- (접수일 2023.07.05., 심사일 2023.07.19., 심사완료일 2023.07.31.)