

지하시설물도 현황 및 정확도 분석

Status and Accuracy Analysis of Underground Facility Maps

배경호, 허민, 이용욱, 정의환

Bae, Kyoung-Ho·Heo, Min·Lee, Yong-Wook·Jeong, Eui-Hwan

- 1) 정희원, 대한측량협회 측량정보기술연구원, (E-mail : khbae@kasm.or.kr)
- 2) 정희원, 대한측량협회 측량정보기술연구원, (E-mail : heomin@korea.com)
- 3) 정희원, 대한측량협회 측량정보기술연구원, (E-mail : ywlee@kasm.or.kr)
- 4) 정희원, 대한측량협회 측량정보기술연구원, (E-mail : ehjeoung@kasm.or.kr)

Abstract

As the centralization of city, underground facilities is increasing and being more important. And there were many underground facilities accidents in Korea. It is very important to update and to have high quality accuracy of underground facilities maps. But the underground facilities maps are mapped and updated by each institutes. So it is difficult to verify the accuracy of the data.

In this study, To analyze the accuracy of maps, Surveying of underground facilities for 18 GUs in Seoul is performed during 3 years using Electromagnetic Induction Method, Total Station and GPS.

In conclusion, Horizontal accuracy of 6 underground facilities management institutes is 73cm(2004), 78cm(2005) and 75cm(2006).

Keyword : 지하시설물도, 정확도, GPS, 전자유도 탐사법

1. 서론

도시의 집중화로 지하시설물이 폭발적으로 증가하였으며, 그에 따른 지하시설물도의 중요성이 부각되고 있다. 94년 아현동 도시가스공급기지 폭발 사고와 95년 대구 지하철공사장 가스폭발 사고는 대표적인 지하시설물의 관리부재의 참사로 많은 인명피해와 재산상의 피해를 야기하였다.

하지만 지하시설물도는 자료의 최신성과 정확성이 확보되어야 하나, 현재의 지하시설물도는 각 기관별 작성 및 갱신체계를 구비하고 있어, 자료의 최신성과 정확성을 검증하기 힘든 상황이다.(손홍규 등, 2004, 이재기 등, 1997, 박운용 등, 2003)

따라서, 본 연구에서는 서울특별시의 6대 유관 기관의 지하시설물도의 정확도를 분석하고자 2004년부터 3년간 18개 자치구에 대하여 약 150~200m의 대상구간의 선정하여 지하시설물에 대한 조사/탐사 작업을 수행하였다. 이를 위하여 서울특별시 1급, 2급 도시기준점을 이용하여 대상구간에 시통가능한 기준점을 매설하여 Total Station과 GPS를 이용하여 지하시설물의 위치측량을 수행하였다.

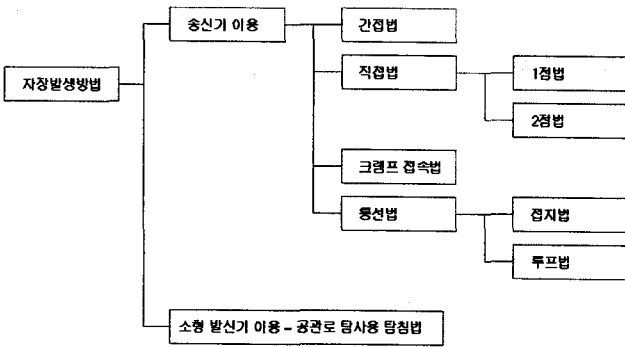
본 연구에서는 각 기관에서 입수한 기존 지하 시설물도와 조사/탐사 결과의 정위치편집 도면을 통하여 기관별 지하시설물도의 정확도를 비교분석하였으며, 정확도 향상 방안에 관한 연구를 수행하였다.

2. 지하시설물 측량

2.1 전자유도 탐사법

전자유도 탐사법(Electromagnetic Induction Method)은 전도체에 전기가 흐르면 도체 주변에 자장이 형성된다는 전기장 법칙에 따라 전류가 통하는 물체는 동심원적인 자장을 형성하며, 그 크기는 전류의 강도 및 거리에 따라 좌우되는 원리에 기초한다. 전자유도 탐사법은 지표로부터 매설된 금속관로 및 케이블을 탐사와 탐침(Sonde)을 이용한 공관로나 비금속관로를 탐지할 수 있으며, 장비 가격이 비교적 저렴하고 조작성 용이하며 운반이 편리하여 지하시설물 탐지기법 중 가장 보편적으로 이용되는 방법이다. 측정하는 방

법 및 자장을 발생시키는 방법에 따라 아래 그림 1과 같이 분류된다. (이강원 등)



<그림1> 전자유도 탐사법 분류

2.2 지중레이다 탐사법

지중레이다(GPR : Ground Penetration Radar)는 전자파의 전파와 반사파의 성질을 이용하여 지중의 각종 현상을 밝혀내는 최신의 물리탐사법의 일종인 레이더 기술로 개발되었다. GPR 탐사법은 원래 남극과 북극의 빙하 두께측정에 사용되어왔으나, 1980년대 이후 상업적 이용이 가능한 탐사법으로써 고주파 대역(6~1800MHz) 전자파(Electromagnetic Wave)를 송신기에 의하여 지하 또는 인공의 구조물로 방사시켜 서로 전기적 물성이 다른 지하매질 또는 인공 구조물의 경계면에서 반사되는 파를 수신기로 수집하여 기록한 뒤, PC에 의한 파표처리와 해석과정을 거쳐 지하 또는 인공 구조물의 구조와 상태를 규명한다. GPR 탐사법의 종류는 반사법, CMP법, 투과법등이 있다. (이종출, 2003, 문두열 등)

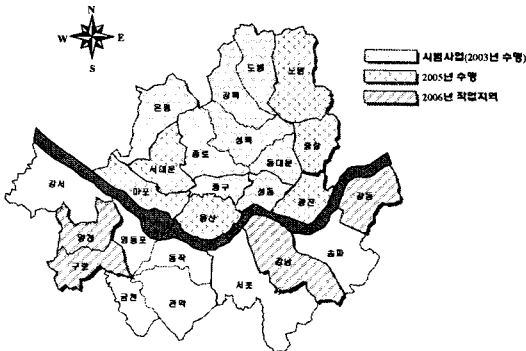


그림 2 연구대상지 선정

2.3 지하시설물도 정확도

현재, 지하시설물도의 정확도는 공공측량의 작업규정 세부기준에는 명확하게 정의되지 않고 있다. 하지만 탐사장비의 심도허용범위 30cm(공공측량의 작업규정 세부기준 제 303조), 위치측량의 허용오차 10cm(공공측량의 작업규정 세부기준 운용세칙 제 169조), 정위치 편집 정확도 20cm(공공측량의 작업규정 세부기준 제 332조)를 고려한다면 1/1,000 지하시설물도의 최종 정확도는 30cm 이내여야 한다.

최종 정확도

$$\begin{aligned}
 &= \sqrt{(\text{탐사오차})^2 + (\text{측량오차})^2 + (\text{입력오차})^2} \\
 &= \sqrt{(20\text{cm})^2 + (10\text{cm})^2 + (20\text{cm})^2} \\
 &= 30\text{cm}
 \end{aligned}$$

3. 지하시설물도 정확도 분석

지하시설물도의 현황 및 정확도 분석을 위해 서울특별시의 18개 자치구에 대하여 구당 20개의 대상구간을 선정하였다. 대상구간은 평균 150~200m이며 구간선정기준은 명시적 오류구간, 탐사장비의 특성을 고려 및 인접지역 등 현장여건을 감안하여 선정하였다. 또한 조사/탐사된 지하시설물의 위치측량을 위하여 구간 내 시통가능한 기준점을 각 구간당 2개씩 매설하였으며, 서울시 소유의 1급, 2급 도시기준점을 이용한 DGPS 기법을 이용하여 성과값을 산출하였다.

아래 좌측 그림은 연구대상지역을 도식화한 그림이며, 우측 그림은 연구대상지의 구간선정을 나타낸 그림이다.



그림 3 대상구간 선정 위치도

대상구간 내 조사/탐사 및 위치측량을 수행하였으며, 이 때 측량 결과의 신뢰성 향상을 위해 도로선형 등 주위 현황에 대한 보완측량을 실시하였다. 이는 기관별 입수한 1/1,000 수치지도와 지하시설물도와 비교분석하기 위함이며 선정된 대상구간에서 20.0m 간격을 정확도를 비교분석하였다. 측량결과는 정위치 편집작업을 통하여 최종 정확도 분석자료를 산출하였으며 각 시설물별, 연차별 분석을 수행하였다.

3.1 시설물별 정확도 분석

서울특별시 강북 14개 자치구와 한강 이남 4개 자치구에 대한 각 지하시설물별 위치정확도를 나타내고 있다. 가스, 하수, 전기, 상수, 난방, 통신 순으로 위치정확도가 우수함을 알 수 있었다. 또한 지하시설물의 위치정확도의 허용범위인 30cm를 만족하는 것은 가스공사뿐이었다. 통신관로는 유연한 관로의 특성으로 인해 정확도가 불량함을 알 수 있었다. 아래 표와 그림에서는 서울특별시 18개 자치구에 대한 지하시설물도의 위치정확도를 나타내고 있다.

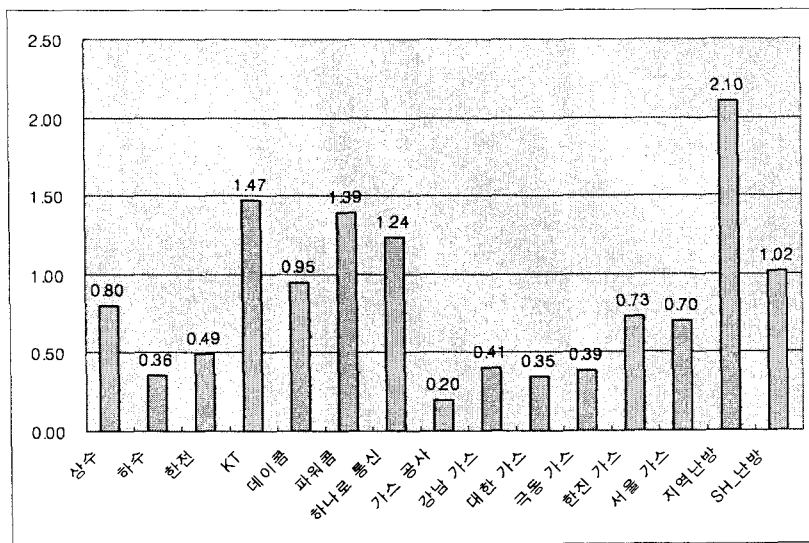


그림 4 시설물별 위치정확도 평균값

표 1. 구별 및 자치구에 따른 시설물별 위치정확도

구 분	상수	하수	한전	KT	데이콤	파워콤	하나로 통신	가스공사	강남 가스	대한 가스	극동 가스	한진 가스	서울 가스	지역 난방	SH_난방
명 균	0.80	0.36	0.49	1.47	0.95	1.39	1.24	0.20	0.41	0.35	0.39	0.73	0.70	2.10	1.02
동대문구	0.66	0.29	0.53	1.07			0.84	0.29			0.43				
성동구	0.79	0.36	0.26	1.37			1.43	0.32			0.40				
성북구	0.73	0.42	0.62	1.14	0.65		1.10				0.60	0.93			
은평구	0.50	0.35	0.63	1.38			0.77						0.65		
중구	0.75	0.56	0.31	0.71	1.50		1.67				0.37				
강북구	0.77	0.44	0.69	1.05			0.87					0.73			
도봉구	1.02	0.34	0.41	1.75			1.07					0.68			0.39
종로구	1.10	0.32	0.65	2.18			1.91	0.28			0.31		1.48		
광진구	0.65	0.17	0.53	0.98			0.89				0.34				
마포구	1.35	0.34	0.64	2.27			1.11	0.13					0.58		
서대문구	0.56	0.34	0.63	1.70		1.39	0.76	0.13			0.35		0.51		
노원구	1.35	0.53	0.52	1.86			2.67	0.16				0.57			0.74
중랑구	0.71	0.22	0.39	1.17			1.05				0.29				2.22
용산구	0.67	0.26	0.29	1.35	1.35		0.87				0.41		0.52		
양천구	0.50	0.25	0.57	1.78			0.77		0.38				0.45		0.73
구로구	0.70	0.38	0.36	1.43			0.33	0.12	0.43						
강남구	0.90	0.43	0.41	1.99	0.31			0.13		0.41				2.10	

3.2 연차별 분석

연차별 지하시설물도의 정확도를 분석한 결과, 위치 정확도의 평균값은 73cm(2004년), 78cm(2005년), 그리고 75cm(2006년)로 비교적 균일한 결과를 획득할 수 있었다. 위치정확도는 가스, 하수, 전기, 상수, 난방, 통신으로 순으로 정확도가 높음을 알 수 있었다. 하지만 지하시설물도 위치 정확도의 허용범위인 30cm를 만족하는 기관은 가스공사뿐이다.

특이사항은 통신(데이콤)의 경우는 06년 연구에서는 한 구간에 대한 조사/탐사가 이루어졌기 때문에 일시적으로 정확도가 높게 나타나고 있으며, SH 난방은 자체적으로 별도의 조사/탐사 작업을 수행하여 갱신하여 정확도가 향상되었지만 06년 연구대상지역에서는 한 구간에서 오차가 많이 발생하여 상대적으로 평균값이 높게 나타남을 알 수 있었다.

4. 결론

본 연구에서는 서울특별시의 18개 자치구에 대한 지하시설물도의 정확도를 분석하였으며 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 지하시설물도의 위치정확도를 명확하게 규정되어 있지 않고 있으나, 탐사장비와 위치측량의 허용오차 및 정위치 편집 정확도를 고려하면,

1/1,000 지하시설물도의 최종 정확도는 30cm 이내여야 함을 알 수 있었다.

2. 서울특별시에 소재한 6대 지하시설물의 3년간 정확도를 분석한 결과, 시설물별 유사한 결과 값을 획득할 수 있었다. 시설물별 정확도는 가스, 하수, 전기, 상수, 난방, 통신으로 순으로 높음을 알 수 있었다.

3. 시설물별 위치정확도에서 최종 정확도 30cm를 만족하는 지하시설물도는 가스공사이며, 타 기관의 지하시설물도는 최종 정확도를 만족시키지 못하는 상황이었다.

이상의 결론으로 현재 지하시설물도의 위치정확도는 개선되어야 하며, 이를 위해 각 기관별 지하시설물도의 최신성과 정확성을 확보하여야 한다. 굴착현장측량 등의 수시갱신체계과 더불어 도시기준점 체계 정비 및 기준점 밀도가 증가된다면 지하시설물도의 정확도 향상에 기여할 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 서울시 지하시설물 정확도 심사평가용으로 수행되었으며, 서울시 지리정보담당관실과 중앙향업(주)의 자료협조에 감사드립니다.

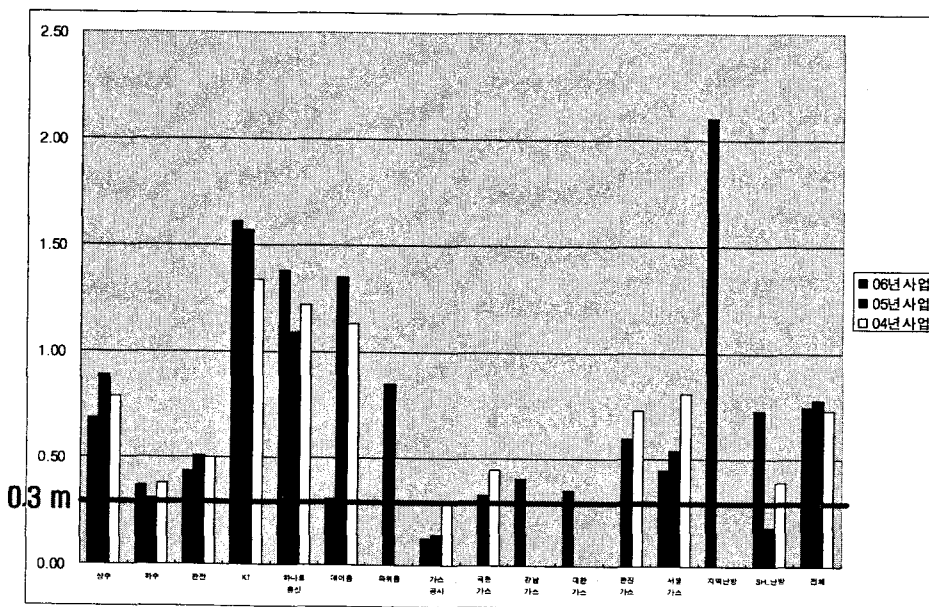


그림 5 연차별 위치정확도 평균값

참고문헌

- 이종출, 이영대, 이현재, 장호식(2003), 지하레이더를 이용한 고고학적 유적지 탐사에 관한 연구, 한국측량학회 춘계학술발표대회, pp. 513~516
- 손홍규, 한춘득, 김기홍, 손덕재(2004), 지상·지하 시설물의 위치정보 신뢰성 분석, 한국측량학회 학술발표대회, pp. 405~410
- 문두열, 이용희, 신병철(2002), GPR의 매설물 검출 능력 측정에 관한 연구, 한국측량학회 제20권 제1호, pp. 77~84
- 박운용, 이종출, 정성모(2003), RTK-GPS를 이용한 지하시설물의 위치 정확도 분석, 한국측량학회 제21권 제3호, pp. 237~243
- 이강원(1995), 지하시설물 조사 실무 효율화 방안, 한국지형공간정보학회 GSIS Tutorial 자료집, pp. 159~182
- 대한측량협회 공공측량작업규정