

도로와 지하시설물 정보의 효율적인 통합관리에 관한 연구

김명호* · 신동빈** · 김감래***

Kim, Myong-Ho · Shin, Dong-Bin · Kim, Kam-Lae

요 약

현행 도로기반시설물의 정보화추진계획은 각각의 지방자치단체와 시설물 관리기관별로 수립되어 있어서 관리기관간 구축정보의 공유 및 활용에 어려움이 있다. 따라서, 도로기반시설물 정보를 공동으로 구축함으로써 도로기반시설물정보의 공유 및 활용을 통해 소요비용의 중복투자를 방지하고, 정보화사업의 시너지효과를 창출하기 위해 본 연구를 진행하게 되었다. 본 연구에서는 관리기관별로 추진되고 있는 도로기반시설물 정보화사업에 대하여 통합추진방안을 제시함으로써 관리기관간의 정보공동활용 기반을 조성하고 구축된 정보의 유지관리 및 갱신방안을 도출하여 사업의 효율성을 제고하고자 한다. 또한, 도로기반시설물 통합관리 사업추진 시 발생할 수 있는 문제에 대해 사전점검 및 해결방안을 모색하여 향후 확대적용을 위한 제도마련과 지침제정을 도모한다.

키워드 : 도로기반시설물정보의 공유 및 활용, 중복투자방지, 통합추진방안, 제도 및 지침제정

제1절 연구개요

1. 연구배경

현재 도로기반시설의 정보화추진계획은 시설물 관리기관별로 추진 중에 있어 관리기관간 구축정보의 공유 및 활용이 미흡한 실정이다. 이에 따른 지하 시설물의 부정확한 정보로 인해 대형가스사고 등이 연이어 발생함에 따라 각 시설물 담당기관과 지방자치단체의 관련 시설물 담당자들 사이에 도로기반시설물 정보를 공유함으로써 안전사고 예방 및 재난, 재해 발생 시 공동 대처하는 기반조성이 요구되고 있다.

2. 연구목적

도로기반시설물 정보화사업은 다부처, 다기관에 의해 수행되는 사업으로 사업추진시 발생할 수 있는 문제에 대한 사전점검 및 해결방안을 모색하여 향후 전국적으로 확대적용을 위한 제도마련과 지침제정을 통해 도로기반시설물 정보화사업의 합리적인 추진을 도모하는데 목적이 있다.

3. 연구범위

본 연구의 공간적 연구범위는 도로와 지하시설물 통합관리 시범사업 대상지역인 청주시를 대상으로 하며 관련시설물의 범위는 도시내 도로와 도시간을 연결하는 도로 중 도시내에 설치되어 있는 도로와 도로상·하부공간에 설치 혹은 매설되어 있는 도로시설물 및 7대 지하시설물을 도로기반시설물이라 한다.

4. 시범사업체계

본 연구의 시범사업체계는 <그림 1-1>과 같다.

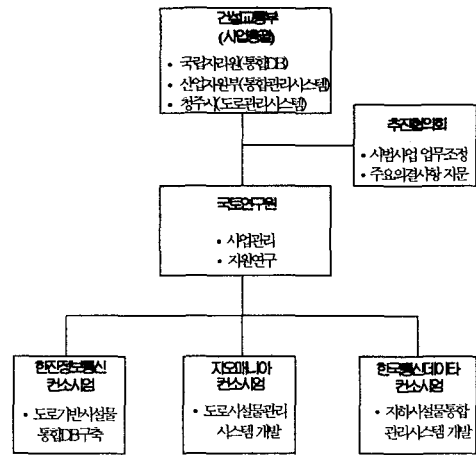


그림 <1-1> 시범사업 체계도

제2절 도로와 지하시설물정보의 통합관리

1. 선행사업 및 해외사례 분석

* 명지대학교 토목환경공학과 박사과정

** 국토연구원 GIS연구센터 책임연구원

*** 명지대학교 토목환경공학과 교수

1.1 선행 사업 분석

'97년도 지하시설물 관리체계 개발 시범사업에서는 도로기반시설물 정보에 대해 개별적으로 정보를 취득하였으나, 본 연구에서는 도로기반시설물 정보의 통합구축을 통하여 비용절감 및 관리시설물별 정확도 향상에 중점을 두고 있다. 또한, '98 정보화근로사업에서는 구축된 정보의 공유가 이루어지지 않아 정보공동활용의 효과를 얻기 힘들었지만, 본 연구에서는 도로기반시설물간 정보를 공유하여 정보공유의 시너지 효과를 극대화했다.

1.2 해외사례 분석

아시아 3개국(일본, 홍콩, 싱가포르) 지하시설물 관련 현황분석 결과 지하시설물의 기본도는 표준화되는 것이 바람직하며, 기본도 표준화에 따른 통합스키마의 선정과 정보 활용성의 측면에서 현장의 수요가 반영될 수 있도록 시설물간 상호참조를 통한 공유방안을 제안하고 또한, 도로굴착작업시 안전성확보를 위해 작업규정 위반에 대한 감시체계와 처벌규정 강화 방안을 제시하였다.

2. 신기술 적용

2.1 GPS-VAN 측량

본 연구에서 시범사업지역에 GPS-VAN을 적용해본 결과 복잡한 도심지역에서는 도로변의 노상주차 및 기타시설물 등의 장애 및 수신상의 문제로 인해 자료취득율이 낮았고 그에 따른 시설물의 보완측량이 필요하였으며 취득된 영상의 엘베도 현상(반사)에 따라 지하시설물탐사위치에 대한 영상취득이 어려웠다. 하지만, 도심지역이 아닌 택지조성지구와 같은 개활지에서는 수신율이 양호해서 Totalstation 측량, GPS-RTK 측량에 비해 단시간에 많은 작업을 할 수 있었다.

2.2 GPS-RTK 측량

GPS-RTK 측량의 장점은 두 대 이상의 수신기로 단시간 내(측점당 관측소요시간: 1-2분) 측정이 가능하며 반경 2km이내의 현장에서 2cm 이내의 정확도를 갖는다. 하지만, 복잡한 도심지 및 고층건물지역의 경우 GPS 수신율이 낮아서 수신기와 위성간에 기하

학적 배치 등으로 전일 취득된 위치라 해도 다른 시간대에 따라 성과 취득여부가 달라졌으며, 이에 따라 보완측량 작업량이 증가하였다.

하지만, 복잡한 도심지를 벗어나 측량을 하였을 경우, 단시간내(점당 관측소요시간 1~2분) 많은 관측점의 측정이 가능하였으며 약 2cm의 정확도를 나타냈다.

2.3 전자야장(PDA)의 활용

본 연구에서 적용한 전자야장의 기능은 도형데이터 편집기능과 벡터 데이터 압축기능, 속성정보 연계기능, 무선통신을 이용한 자료전송기능이며, 실제 현장 적용시 측량성과의 실시간 입력이 가능하였고 측량성과의 이기에 따른 데이터 누락 및 손실을 최소화하였으며, 현장에서 속성 데이터 및 심볼 입력, 도면편집이 가능하였다. 하지만, 시설물 위치측량시 관측이후 속성정보입력에 걸리는 시간으로 인해 작업의 효율성이 떨어졌으며, 이 기종 Totalstation과의 연계문제와 내구성 문제가 발생하였다.

따라서, 전자야장은 데이터 구축에 적용하기보다는 향후 데이터 유지관리 및 갱신에 응용한다면 소수의 인원으로 구성된 시설물 관리자나 관련 담당 공무원으로 하여금 업무의 효율성을 높이는 방안이 될 수 있다.

2.4 지하시설물 조사 및 탐사

지하시설물 조사 및 탐사에서는 기존의 지하시설물 탐사방식(전자파 유도 탐사기법) 이외의 음파측량기법, 지중레이더 측량기법을 적용하여 지하시설물 일괄 탐사시 문제점을 비교분석 하였다.

<표 2-2> 탐사 방법 및 장비별 비교표

대상 재질	탐사장비	탐사 기법	세부기법	특징	비고
금속관 케이블 매몰선	RD400 MPL시리즈	전자파 유도법	직접법 간접법	정확도는 높으나 작업이 까다로움 정거리탐사 가능, 작업이 간편	상수도 가스 난방
비금속 관로	SIR10 Koden PulseEko	지중레 이다법		비교적 얇은 심도(약 3m) 시설물관측 다른 물체로 인한 반사파로 인해 CRT 화면상의 판독이 어려움	공관로 하수도 가스관 등 관경 100mm이상
	RD400 MPL시리즈				전자파 유도법
금속	RD312 FT80 FM880B	자장 유도법	직접법		매몰선

<표 2-2>와 같이 적용한 결과 지하시설물 탐사시 가장 효율적인 탐사 방법은 전자파 유도법이었고 그중 시설물에 직접 수신기를 접지하는 직접법이 가

장 정확도가 높게 나타났다.

3. 신기술 적용 결과

본 연구에서는 청주시 시범사업지역에 신기술을 적용하여 전체적인 작업공정상에 효율성과 도로기반 시설물별 정확도 향상 및 비용절감 효과를 도모하였다. 도로기반시설물 위치측량은 GPS-VAN, RTK, Totalstation을 적용하여 그 활용도와 작업공정 및 비용 감소비율을 분석하였다.

<표 2-3> 위치측량 방법별 작업량 및 정확도 비교표

대상 시설	측량 방법	기술자등급	작업 시간	작업 용량	정확도	비고
가스	지거 측량	초급기술자 2명	28 시간	1.1km	하	
		중급측량기능사 2명				
가스	T/S 측량	초급/중급기술자 각1명	28 시간	1.4km	상	
		중급측량기능사 2명				
도로	GPS-VAN	고급기술자 1명	28 시간	7.08 km	상	VAN에 의한 실취득률 38.5%
		중급기술자 2명				나머지 61.5%는 T/S보완측량
가스	GPS-RTK	초급/중급기술자 각1명	28 시간	1.3km	상	RTK에 의한 실취득률 55%
		중급측량기능사 2명				나머지 45%는 T/S보완측량

<표 2-3>과 같이 적용한 결과 지하시설물 위치 측량은 지형·지물에 따라 다르게 적용될 수 있으나 Totalstation을 적용하는 것이 그 활용도와 정확도 측면에서 합리적이었다. 그리고, 기존의 지거측량과 Totalstation 측량의 작업공정을 비교하여 다음과 같은 개정품셈항목을 도출하였으며, 개정품셈 적용결과 비용절감 효과를 산출하였다.

<표 2-4> 개정품셈 구성항목 및 비용절감 효과

지하시설물도작성	세부작업	품셈항목	비고	비용 절감 효과
1. 계획 및 작업관리	계획 및 작업관리	지하시설물도 작성	연장(km)	17.63
2. 자료조사 및 편집	자료조사 및 편집	지하시설물도 작성	연장(km)	-3.56
3. 지상 시설물 조사	현지보완 측량	지형현황측량	연장(km)	8.62
	도시기준점 측량	기준점 측량	점	
	지상시설물 조사	지하시설물도 작성	연장(km)	
4. 관로조사 및 탐사	탐사위치측량(T/S)	시가지노선-중심선측량	연장(km)	-7.48
	관로조사 및 탐사	지하시설물도 작성	연장(km)	
5. 편집	편집	지하시설물도 작성	연장(km)	52.44
	성위치편집	성위치편집	연장(km)	
	구조화편집	구조화편집	연장(km)	
6. 대장조서 작성	대장조서 작성	지하시설물도 작성	연장(km)	-7.48
	속성DB구축 (자료입력)	소프트웨어 사업대가	스트로크	48.94
총 비용절감 효과				30.08%

상기 <표 2-4>의 절감효과(%)는 각 작업공정당 기존 품셈 대비 비용절감 퍼센트이며 본 연구의 시설물별 일괄 조사 및 탐사후 통합 절대측량을 실시

하여 구축된 품셈자료를 분석한 결과 개별 구축에 비해 약 30%의 비용절감 효과가 있음을 알 수 있었다.

4. 도로관리시스템 개발

본 연구에서는 굴착업무에 필요한 행정업무와 정보갱신 작업의 일원화를 위한 도로관리 시스템을 개발하였다. 도로관리시스템 업무는 도로시설물관리, 포장관리, 점용료관리, 굴착허가관리로 나눌 수 있으며, 향후 전국에 확대 적용할 수 있는 도로관리 시스템 표준설계서를 작성하였다.

5. 지하시설물통합관리시스템 개발

7대 지하시설물에 대해 유관기관간 시스템의 상호연계성을 확보하고 정보를 공유하기 위해 통합 스키마를 제시하였으며, 시설물별로 각기 다른 GIS 운영환경으로 구축되어 있는 지하시설물 정보를 개방형 GIS 컴포넌트 S/W기술을 활용하여 지방자치단체와 유관기관간의 실시간 정보공유가 가능한 상호참조체계를 구현하였다.

5.1 정보공유를 위한 통합스키마 제시

지하시설물은 시설물의 특성상 보안과 관련된 정보가 많고, 시설물관리기관의 영업상 비밀정보가 많은 것도 특징이라고 할 수 있다. 따라서 이에 대한 대안으로 제시되는 것이 통합데이터베이스의 구축이라 할 수 있다.

지하시설물에 대한 통합데이터베이스 구축에 있어 기본적인 원칙이 되는 것은 도시의 안전이며, 각 기관은 안전한 굴착공사를 위하여 최소한의 시설물 정보를 제공하여야 한다. 또한 통합데이터베이스의 구축에 있어 공유되는 시설물 정보는 각 기관이 공개1)를 원칙으로 하며 통합데이터베이스 구성 정보에 대한 시설물 기관의 지속적인 정보갱신과 유지관리가 필요하다.

다음 <표 2-5>의 도로기반시설물 통합데이터베이스구축안은 '지하시설물도수지도화사업 관련 규정집'(건설교통부, 2000)과 과천시, 서울시의 자료를 비교·검토 후 대상안을 선정하였으며, 안전한 도로굴

1) 도로기반시설물에 대한 정보의 공개범위에 있어 시설물의 특성상 모든 시민을 대상으로 하는 것이 아니라 안전한 굴착공사와 정보화 추진에 있어 중복지자 방지가 목적이므로 이에 관련한 기관들을 대상으로 한다.

작공사를 위하여 반드시 제공되어야 하는 정보와 시설물관리기관에서 보안관계상 문제가 없는 공개자료를 대상으로 최종 선정하였다.

<표 2-5> 지하시설물 통합스키마 구축대상안

대상	DB구축 시설물
상수도	상수도맨홀, 상수관, 상수터널, 제수밸브, 역지밸브, 이토밸브, 배기밸브, 감압밸브, 안전밸브, 소화전, 급수탑
하수도	하수맨홀, 하수관거(암거, 개거), 박스외곽선
가스	가스맨홀(천연가스, LPG), 가스배관(천연가스, LPG), 정압기, 가스밸브, TEST BOX(방식전위관측함)
전기	전기맨홀(배전-지중, 송전-지중), 고압/저압입상주(배전-가공전주), 관로(배전-지중관로, 송전-지중관로), 전력구(배전-지중전력구, 송전-지중전력구), 개폐기(배전-지중개폐기), 변압기(배전-지중변압기), 지중환기구(배전-지중환기구)
통신	통신맨홀(시내, 시외), 통신주(시내, 시외), 통신지하관로(시내, 시외), 통신구
지역난방	난방맨홀, 열배관, 누수감지기설치함, 핸드홀, 에어벤트
송유관	송유관, 밸브, 저유소, 기타 송유시설

제3절 연구결과

본 연구는 시범사업지역을 선정하여 도시기반 시설물 정보를 일괄 구축하고 도로관리 시스템 및 지하시설물 통합관리시스템을 구축하여 향후 전국적으로 도시기반시설물 통합관리를 하기 위한 연구로 수행결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 도로기반시설물 정보 일괄 구축에 가장 적합한 위치측량 및 탐사방법을 제시함으로써 작업공정을 개선하고 정확도가 향상되었다.
2. 신기술적용과 도로기반시설물 정보 일괄구축에 따른 새로운 작업공정에 의해 품셈개정(안)을 도출하였다.
3. 기존의 개별 도로기반시설물 구축비용 대비 일괄구축시 30%의 비용 절감 효과를 도출하였다.
4. 도로기반시설물 구축시 개선된 작업공정을 통하여 발생할 수 있는 문제점을 효율적으로 제거함으로써 품질을 확보할 수 있었다.
5. 전자야장(PDA) 적용을 통한 도로기반시설물 갱신 방안을 제시하였다.
6. 지방자치단체별로 각기 구축되어 있는 도로기반시설물 정보를 공유하기 위해 통합 스키마를 제시하였다.

본 연구를 통해 제시된 도로관리 시스템을 통해 굴착업무에 필요한 행정업무와 정보공유 및 갱신 작

업을 일원화하였고, 지하시설물 통합관리시스템 개발로 지방자치단체와 유관기관간의 실시간 정보공유가 가능해짐에 따라 안전사고를 미연에 방지할 수 있게 되었다.

참 고 문 헌

1. 국토연구원 수치지도 정확도 향상방안 연구, 1997
2. 김동욱, 「정보공동이용의 활성화 전략」, 정보화저널 Vol.4, No.3 : pp.14~30. 경기 : 한국전산원, 1997
3. 한국전산원 「주요 공공정보의 공동활용현황 및 표준화 대상 분석」, 1998.12
4. 연세대학교, 신동빈, 수치지도 자료기반의 신뢰성 향상에 관한 연구, 1998
5. 한국전산원 「주요공공정보의 공동활용 현황 및 표준화 대상분석」, 1998
6. 국토연구원 1998년 정보화근로사업 지하시설물도 검수보고서, 1999
7. 국토연구원 1998년 정보화근로사업 지하시설물 측량의 정확도 향상방안 연구, 1999
8. 국토연구원 선진GIS국가의 지하시설물 통합관리방안 연구, 1999년
9. 서울특별시, 도로관리시스템 구축사업 보고서, 1999년
10. 한국전산원 「정보공동이용 연계·통합 모델 및 추진절차에 관한 연구」, 1999
11. 부산광역시, 「도시정보시스템(UIS)발전방향 연구」, 1999
12. 행정자치부, 「행정정보 공동이용 시스템 구축설계(결과보고서)」, 1999
13. 한국전산원 「지리정보 DB의 설계를 위한 데이터모델 표준화 연구」, 1999.11
14. 국토연구원 1998년 정보화근로사업 지하시설물도 검수결과, 2000
15. 도시정보(UIS)기반 구축방안 수립연구, 한국건설기술연구원, 2000
16. 건설교통부, 「GIS구축현황(지방자치단체 및 시설물관리기관)」, 2000