

GIS를 이용한 교통안전 프로그램 개발
- 교통안전시설물 유지·관리시스템 -
Development of Traffic Safety Programs Using GIS
- For Maintenance of Traffic Safety Devices -

장 덕 명

이 호 원

(도로교통안전협회, 교통과학연구원, 연구위원) (도로교통안전협회, 교통과학연구원, 연구원)

목차

- | | |
|------------------------|---------------------|
| I. 서론 | 2. 전자지도 구축 |
| II. 교통안전시설물 유지·관리 개선사항 | 3. 시스템 모듈화 |
| III. 시스템 개발 | IV. 결론 및 추후 연구과제 |
| 1. 자료 수집 및 D/B 구축 | <부록> 개발 시스템 출력화면 사례 |
-

ABSTRACT

교통소통과 안전을 위해서는 체계적이고도 획일적인 교통안전시설물의 설치 및 관리가 요구된다. 앞으로 교통안전시설물에 많은 투자가 절실히 요구되며, 계속 늘어나고 있는 자동차 등 여러 가지 교통여건을 감안하면, 교통안전시설물에 대한 수요는 더욱 증가할 것으로 예상된다. 지리정보시스템 (GIS)을 활용하게 되면 급증하는 교통안전시설물의 조사 및 유지·관리업무를 제한된 인력과 예산으로 수행할 수 있게된다. 그러므로 교통안전시설물의 체계적인 유지·관리를 위해선 GIS의 활용은 필수적이라 하겠다. 또한 신설 및 교체수량의 정확한 예측 등과 같은 효과를 거둘 수 있어 효율적인 예산을 집행할 수 있게된다.

본 연구는 지리정보시스템 (GIS)을 이용하여 교통안전시설물 유지·관리 시스템 개발에 목적이 있으며, 특히 개발된 시스템은 실무담당자 활용에 편의를 도모하는데 주안점을 두었다.

1. 서론

교통소통과 안전을 위해서는 체계적이고도 획일적인 교통안전시설물의 설치 및 관리가 요구된다. 앞으로 교통안전시설물에 많은 투자가 절실히 요구되며, 계속 늘어나고 있는 자동차 등 여러 가지 교통여건을 감안하면, 교통안전시설물에 대한 수요는 더욱 증가할 것으로 예상된다. 지리정보시스템 (GIS)을 활용하게 되면 급증하는 교통안전시설물의 조사 및 유지·관리업무를 제한된 인력과 예산으로 수행할 수 있게된다. 그러므로 교통안전시설물의 체계적인 유지·관리를 위해선 GIS의 활용은 필수적이라 하겠다. 또한 신설 및 교체수량의 정확한 예측 등과 같은 효과를 거둘 수 있어 효율적인 예산을 집행할 수 있게된다.

본 연구는 경찰청 지원연구 사업으로 서울지방경찰청의 협조아래 도로교통안전협회가 주관이 되어 GIS 전문업체인 우대기술단과 하와이대학이 공동으로 연구를 수행하였다. 3차년도 지속 연구 사업으로서 1995년을 1차년도로 연구에 착수하여, 연구의 방향 및 계획을 수립하였고, 데모시스템을 개발하였다. 2차년도 ('96년)에는 기존 각 기관 및 부처에서 사용하고 있는 지리정보시스템 및 기초 전자도로지도 (Base Map)들을 조사·분석하였으며, 본 과제에 활용 적합한 전자지도 (Base Map) 및 패키지 (Package)를 우선적으로 선정하였고, 선정된 패키지에 적합한 초기프로그램 개발 및 데이터베이스 구축방안을 제시하였다. 3차년도 ('97년)에는 실제 적용을 위한 실험연구 (Pilot Study)를 위한 단계로, 서울시 도심권내에 있는 강남구를 실험 대상지역으로 선정하여 개발된 전산프로그램을 수정·보완 및 실제 적용상의 문제점을 개선하여 활용에 완전한 최종 프로그램을 개발하였다.

II. 교통안전시설물 유지·관리 개선사항

1. 교통안전시설물 유지·관리의 문제점

부적절한 관리유지로 인한 시설물의 기능장애는 시설의 수명을 단축시키고, 정지, 지체, 사고에 의한 도로이용자 비용의 증대, 연료소모 및 배출가스로 인한 공기오염도 증가하게 된다. 1975년 'Tillotson'은 루프검지기 단선 등과 같은 단순한 고장이 심각한 지체를 유발하며, 만약 검지기 고장에 의한 고정신호 운영은 평상시 일일 지체의 1/2이 증가한다고 발표했다. 1970년 런던시의 신호기 고장으로 연간 약 £4,000 (9,000,000원)의 각 교차로 접근로당 지체비용이 소요된다고 보고된 바 있다. 'Hulscher'는 New South Wales 자료에서 정전 또는 신호기 고장시의 사고율은 평상시보다 8배 높으며, San Francisco에서는 밤 12시후 신호기 점멸운영시 교통사고가 약 3배 높다고 보고했다. LA 교통국의 'Rowe'는 하드웨어 고장으로 연료소모율이 0.5% 증가 (2.8 백만 Gallon 추가연료소모)하며, 즉, 연간 \$3,600,000 (32억원)이 손실된다고 보고하였다.

교통신호기의 관리운영의 문제점으로 전문인력의 부족을 우선적으로 들 수 있다. 1995년 현재 전국에 전자신호기 3,489기와 일반신호기 7,485기로 총 10,972기의 신호기가 설치되어 운영중이다. 해당 교차로의 소통과 안전에 직접적인 영향을 미치는 신호기를 효율적으로 운영하기 위해서는 전문인력의 확보가 필수적이다. 주요 선진국의 경우 대략 인구 5만명당 1인의 신호전문인력을 최소기준으로 하고 있다. 일례로, 미국 LA시의 경우 현장출동 신호기 전기기술자 61명 및 교통공학자 4명을 포함한 76명의 관리유지 실무자가 3,669기의 신호기를 관리유지하고 있다. 우리나라의 경우도 이러한 최소기준이 필요하며, 전국적으로 약 200명 이상의 전문인력이 필요함을 의미한다.

1993년 현재 국내 도로의 연장길이는 일본에 비하여 5.5% 수준으로 매우 부족한 현실이다 (<표 1> 참조). 도로 부족과 함께 표지판의 경우 최소 2배 가량이 그 수가 부족한 것으로 나타났다. 우리 나라는 신호등의 70% 이상이 대도시에 설치되어 있는 등 교통안전시설의 설치가 체계적이지 못한 것으로 드러났다.

<표 1> 도로연장에 대한 안전시설 설치 밀도

구분	도로연장(Km)	도로 1Km 당 설치 개소		
		신호등	안전표지	횡단보도
한국	61,294	0.13	5.98	0.65
일본	1,124,844	0.13	9.48	0.73
미국	※ 1 마일당 안전표지 및 안내표지 : 15개 (약 9.4개/ Km당)			

자료) 한국 : 도로교통안전백서, 1993/ 일본 : 안전백서, 1993.

교통안전표지의 비효율적인 관리는 교통사고의 증가 및 정부책임 부담액의 증액에 따른 국비의 낭비와 같은 심각한 문제를 준다. 교통사고 피해에 의한 정부대상 손해배상 청구소송 (Tort Liability)으로 인한 미국 주교통부의 손실액은 지난 10년간 (1975~1985) 19배나 증가하였다. 이러한 손실액의 큰 비율은 교통안전표지와 관련된 소송으로 지출되어 왔으며, 교통안전시설과 관련한 손해배상 청구소송은 전체 청구소송의 약 29%를 차지하는 것으로 조사된 바 있다. 매년 행정군 (County) 교통국은 25%, 시 (City) 교통국은 37%에 달하는 교통안전시설관련 손해배상 청구소송을 시민으로부터 받고 있다.

교통안전표지의 관리는 단순히 보수 및 교체이나, 이를 위하여 관리유지를 필요로 하는 시설물을 파악하고, 대응책을 마련하여, 결함을 제거하기 위한 과정의 개발을 포함한다. 또한 교통안전시설물 관리는 표지판, 지주, 기타 부속품의 제조 및 조달을 포함하며, 표지판의 시인성 향상을 위한 청소작업도 포함된다. 현장관리 업무에는 설치, 보수, 교체, 반사재 덧씌우기, 세척, 가로수 가지치기 등이 포함된다. 교통안전시설의 효율적인 관리를 위해서는 업무분장 및 책임은 명확히 구분되는 조직구성 체계가 요구된다. 미국의 경우 교통안전시설물의 정기점검 및 관리유지를 위하여, 최근에는 민간 시설업체를 고용하여 활용하는 주정부 및 지방정부 교통부가 증가하는 추세에 있다. 이러한 경향은 정부의 제한된 예산, 장비 및 관리실무자의 능력에 기인한다.

우리 나라의 경우 대도시 교통소통 증진과 교통불편 최소화를 위해 소통저해요인의 적극적인 제거와 교통안전시설물 관리 체계화가 요구된다. 그러나 교통안전시설 및 전문인력이 매우 부족하여 교통안전시설에 대한 체계적인 설치 관리가 이루어지고 있지 못하는 실정이다. 또한 건설부, 시·군청, 도로공사가 관할하는 도로안내표지와 경찰청 관할 교통안전표지의 연계성 결여로 운전자들이 혼란을 겪고 있다.

교통안전시설물을 조사하고 대장을 기록하는데 있어서 일반적인 이기오차 등의 문제 외에 실제 기록되어야 할 항목의 미기재, 또는 조사 항목에 대한 이해부족으로 대장을 잘못 기재하는 경우와 도식화가 필요한 경우 도식방법에 대한 설명이 부족하며, 교통안전시설물에 대한 자료를 찾지 못하는 경우도 많이 존재하는데 특히 설치일과 같은 자료는 표지판이나 제어기 등에 반드시 기록하도록 되어 있지만 현실적으로는 기재가 되어 있지 않은 것이 대부분이다.

도로교통안전협회의 안전시설요원이 조사하는 관리대장의 항목에는 일단 전체 교통안전시설물 중에서 신호기와 안전표지등 일부 기재만 가능하므로, 이외의 노면표시, 기타 시설물 등은 누락되어 있어 실제로 관리되지 않고 있는 상태이다. 한편 부분적으로 교차로 상세도를 제작함으로써 추가적인 위치정보의 조사가 가능하나, 향후 실질적인 지리정보시스템(GIS) 구축에 있어서 도형정보만으로는 그 사용성을 기대할 수 없으며, 현실적으로 효과적인 관리가 이루어질 수 없다. 또한 관리대장이 그 제작에 있어서 기존 문서 위주의 개념에 의하여 작성되어 이를 기반으로 대장을 전산화하였을 경우 많은 자료의 유실과 재조사, 또는 변환 등의 작업을 필요로 하게 된다. 교통안전시설물 위치의 경우, 실측된 좌표개념이 아닌 주소와 개념적인 위치로 규정되고 있어 도형정보로서의 사용이 곤란하며, 실제 이러한 경우 GIS에 적용을 위해서는 도로의 상세 도면을 통한 재조사가 필수적으로 요구되어 이후 다시 기존 자료와의 연결 작업도 필요로 한다.

그러나 현재는 전담실무요원이 부족할 뿐만 아니라, 지역별로 고르게 배정되어 있지 못한 실정이다. 또한 예산의 부족으로 인하여 신호기 및 안전시설물의 설치, 관리 업무가 제대로 이루어지고 있지 못하고 있다. 다음은 교통안전시설물 설치 및 관리의 문제점을 구체적으로 요약한 것이다.

- 교통안전시설물 설치이후 체계적인 유지 보수 관리의 미흡
- 설치장소 일자 및 주요 부품별 내구연한에 관한 체계적인 이력관리의 미흡으로 매년 신설 교체 수량의 정확한 예측 곤란
- 현재 부족전담요원 만으로는 막대한 수량의 시설물관리에 원천적 한계 노출
- 교통안전시설물 설치관리 일련의 과정에 과학적 전문 기법적용의 결여
- 예산부족으로 인한 교통안전시설물의 미비

2. 교통안전시설물 유지·관리의 개선(안)

급속히 증가하는 차량의 수요에 비해 도로의 공급이 충족되지 못하는 현실에서 효율적인 교통의 소통과 안전을 위해서는 체계적이고도 확실적인 교통안전시설물의 설치 및 관리가 요구되어진다. 근간 대도시내 주요 간선도로의 교통운영체계 개선사업 및 전국의 교통사고 잦은 지점에 대한 시설보강 사업이 이루어지고 있다. 앞으로 교통안전시설물에 대한 많은 투자가 절실히 요구되며, 계속 늘어나고 있는 자동차 등 여러 가지 교통여건을 감안하면 교통안전시설물에 대한 수요는 더욱 증가할 것으로 예상된다. 교통안전시설물은 늘 변화하는 교통상황에 탄력적이고 효율적으로 적용할 수 있어야 한다. 또한 계속 증가하는 교통안전시설물의 유지관리를 위해 전문인력의 확보가 시급하다. 그러나 급증하는 교통안전시설물을 제한된 인력과 예산으로 효율적인 설치 및 관리를 위해선 전산화 사업이 필요하다.

현재 도로교통안전협회에서는 도로교통법 상에 규정된 교통안전시설물(신호기, 안전표지등) 관리를 위한 지리정보시스템을 연구 중에 있고, 서울시 구청별로 서울시에서 관리하는 시설물(도로안내표지, 가로등, 주차장 등)에 대해 GIS를 이용하여 관리하는 시스템을 구축 중에 있다. 이처럼 각 기관별로 구축되고 있는 시스템은 교통안전 및 소통에 반드시 필요하다. 그러나 종합적인 교통안전시설물 관리 및 운영 시스템이 아니기 때문에 많은 예산낭비가 초래될 수 있다. 그러므로 추후 교통안전, 교통소통 및 각 부처별로 관리되고 있는 교통안전시설물의 종합적이고, 체계적인 관리시스템이 구축되어야 한다. 운전자에게 고도의 안전과 소통의 제공을 보장하는 교통안전시설의 효율적인 관리를 위해서는 기존/신규 설치되는 교통안전표지와 도로환경조건의 완벽한 정보의 확보가 이루어져야만 한다. 이러한 정보는 문제점 인식 및 분석, 관리유지, 공사계획 및 예산책정, 관련 부서의 업무협조 등을 위한 기본 데이터이다. 교통안전시설물 관리의 중요 요소는 시설

물의 종류, 상태, 위치 등과 같은 정밀하고 상세한 정보의 유효성에 있으며, 이력관리 세부항목은 다음과 같다:

- 위치, 종류, 크기 및 상태에 의한 모든 교통안전표지의 분류
- 안전표지 상태의 분석과 관련하여, 설치기준에 준한 표지판 설계 및 장소교체 또는 설치목적에 적절히 달성하기 위한 표지판 및 지주의 보수 및 교체
- 기존 및 향후 교통안전표지 설치 결정을 위한 정보관리제도를 설립하여, 효율적인 교통안전표지 관리계획 수립

III. 시스템 개발

1. 자료 수집 및 D/B 구축

실험대상지역으로 강남경찰서 관할지역을 선정하여 도로교통안전협회 서울지부에서 조사한 교통안전시설물(신호기, 안전표지, 기타 교통안전시설물)을 대상으로 교통안전시설물의 위치 및 고유번호를 AutoCAD (R12)에 전산입력 하였다. 속성정보는 Visual Basic 프로그램 언어로 전산입력양식을 작성하여 마이크로소프트 엑셀 (MicroSoft Excel 7.0)에 저장하였다.

강남경찰서 관할지역내의 '96년 교통안전표지 수는 5,872개이며, 이중 93.3%인 5,479개의 교통안전표지를 Database로 구축하였다. 강남구 교통안전시설물의 위치 및 속성 자료 전산입력에 연인원 64명이 소요되었다.

교통안전시설물의 위치를 확인하여 강남구 수치지도 위에 시설물 위치에 시설물 일련번호를 캐드 (CAD)에서 입력하였고, 입력한 캐드 데이터를 Arc/Info에서 변환하여 도형 데이터를 구축하였다. 데이터 검증을 위하여 변환된 도형 데이터를 ArcView에서 속성 데이터와의 연계성 확인을 하여, 불일치 및 중복 입력 등에 대한 데이터를 확인하였다. 교통안전시설물의 속성 데이터는 엑셀 (Excel)에서 시설물의 일련번호와 내역을 입력하였고, 도형 데이터와 연계를 확인하기 위하여 Arc/View의 속성 데이터 포맷 (Data Format)인 "DBF"형식으로 변환 (Convert)하여 Arc/View에서 도형 데이터와의 연결을 확인하였다. 확인된 데이터는 응용프로그램에서 사용하기 위하여 Access에서 Import시켜 Access D/B로 속성 데이터를 구축하였다.

2. 전자지도 구축

국립지리원에서 제작중인 지형도는 1:1,000의 주기는 6개월, 1:5,000의 경우 2년, 1: 25,000은 5년을 주기로 갱신하는 것으로 지형도의 갱신작업을 계획하고 있으며, 이러한 갱신작업의 기술개발을 통하여 갱신속도의 증가와 갱신비용의 감소를 추구하고 있다. 본 연구에서는 차선 및 주요 건물 등이 교통안전시설물의 위치 확인에 참고 자료로 활용되어야 하므로 축척은 1:1000을 사용하였다.

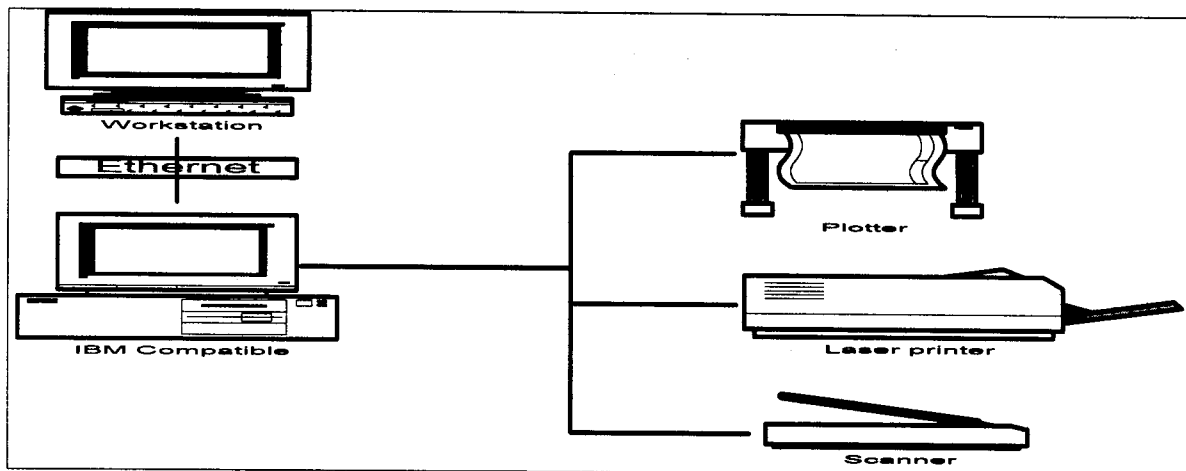
전자지도를 구축하는 데에는 막대한 비용과 인력이 필요하므로, 본 연구에서는 1994년 교통개선사업을 목적으로 강남구에서 이미 구축된 1:1,000 도면을 사용하였다. 과거에 구축된 전자지도이므로 도로구조의 변경, 건물 신축 등으로 현재의 실 데이터와는 약간의 차이점이 있을 수 있다. 또한 도로의 외곽선(보도포함), 아스팔트 부분, 행정경계(구, 동 경계), 도로 구간작도 등의 시설물관리에 필요한 기초 데이터를 추가하였으며, 현장조사에 의한 일부구간에 대하여 노면표시에 대한 도면을 새로 작성하였다.

3. 시스템 모듈화

기본 개발 도구는 Visual Basic, Map/Object를 사용하여 개발하였으며, 속성 데이터관리 엔진은 검색속도 및 안전성을 위하여 Access를 사용하였다. 도형 자료의 입력 및 수정작업을 AutoCad에서 수행하였고, Arc/Info에서 좌표변환, 검증 및 Map/Object의 도형 포맷으로 변환하였다. 속성 자료의 입력은 D/B와 Excel을 이용하여 입력, 수정하고 Access에서 Import하여 최종 Access Format으로 속성 D/B를 구축하였다. 다음 <표 2>는 최종 프로그램을 개발한 H/W와 S/W 환경을 요약한 것이다. 또한 <그림 1>은 시스템 체계도를 보여주고 있다.

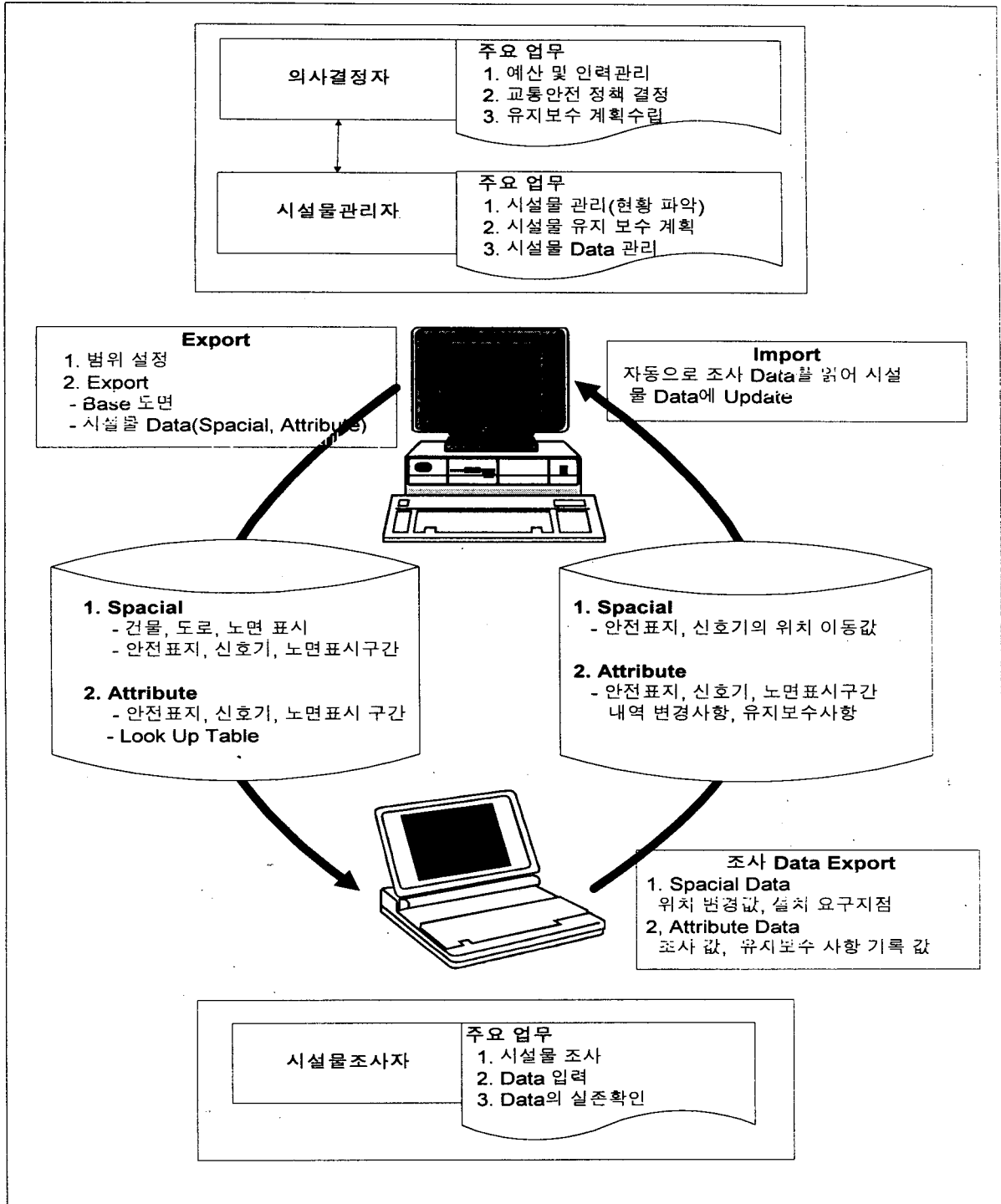
<표 2> 최종 프로그램 H/W와 S/W 환경

하드웨어 (H/W)	소프트웨어 (S/W)
<ul style="list-style-type: none"> ○ Sun Compatible Work/Station ○ IBM compatible: <ul style="list-style-type: none"> - CPU: 586 Pentium - RAM: 32 MB - HDD: 2 GB ○ A4 Size Color Scanner ○ Laser Printer, A0 Size Color Inkjet Plotter 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Arc/Info R7.0.4: 도형 Data구축 (CAD Format을 Shape Format으로 변환) ○ Visual Basic, Map/Object: Customizing ○ AutoCad R12: 도형 Data 구축 ○ EXCEL: 속성 Data 구축 및 수정 ○ D/B: 속성 Data 구축 ○ Access: 속성 Data관리



<그림 1> 시스템 체계도

교통안전시설물 관리를 위한 지리정보시스템 (GIS)의 모듈은 다음과 같이 두가지로 구성하는 것이 바람직하다고 조사되었다. 첫째 현장에서 시설물의 위치 및 속성을 입력할 수 있는 모듈과, 둘째 입력된 자료를 바탕으로 교통안전시설물을 관리할 수 있는 모듈이다. 다음 <그림 2>는 교통안전시설물 부문 모듈을 나타내고 있다.



<그림 2> 교통안전시설물 부문 모듈화

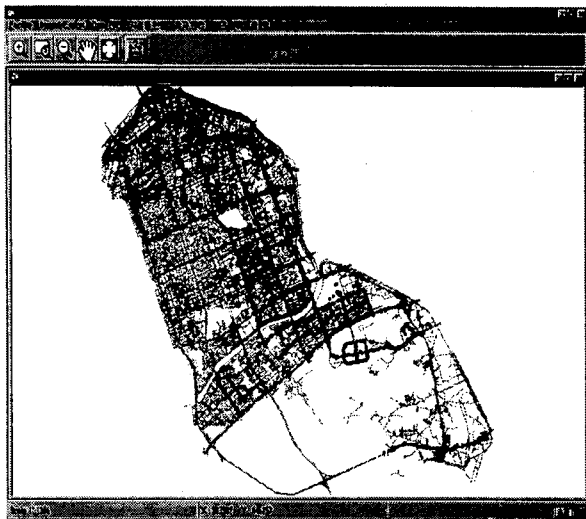
IV. 결론 및 추후 연구과제

지리정보시스템의 발달로 공간자료를 데이터베이스화하여 전산처리가 가능하게 되었다. 지리정보시스템으로 정밀한 도로망을 포함한 교통안전시설 자료의 공간정보와 속성정보를 전산화한다면, 교통안전시설에 대한 정확하고 효율적인 설치, 관리 및 운영을 수행할 수 있으며, 연계성 있는 교통안전시설을 설치할 수 있고, 이력관리를 통한 교통안전시설물의 정확한 교체 수량을 파악할 수 있어 예산의 효율적인 집행이 가능해진다. 이러한 효율적인 시스템을 구축하기 위해선 얼마나

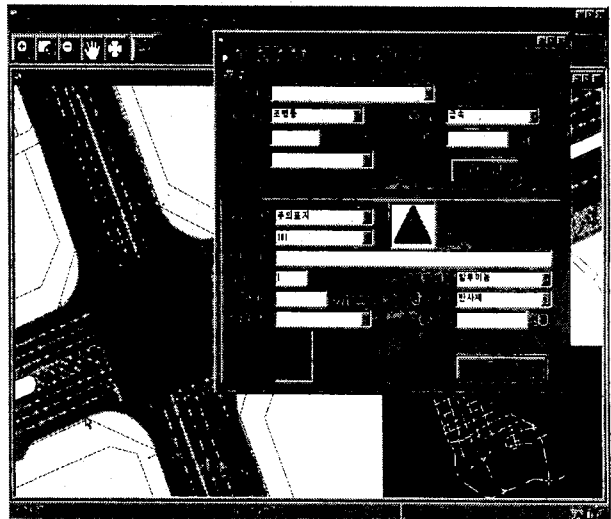
정확한 현장 데이터를 조사하고, 전산입력 하느냐에 달려 있다. 또한 지리정보시스템은 초기 시스템 구축비용은 많이 투입된다. 한 연구보고서의 편익 (B/C) 분석 결과에 따르면, 공공행정에 GIS를 활용할 경우 5년 정도는 초기 투자비용으로 인하여 편익을 얻는 것에 비해 비용이 더 소요 되는 것으로 나타나나, 그 이후에는 편익이 비용을 훨씬 웃도는 것으로 나타났으며, GIS를 활용함으로써 양질의 행정서비스를 제공하거나 관리업무의 간소화로 행정 생산성을 증대시키는 등의 효과를 볼 수 있다고 조사되었다

그러므로 현행 교통안전시설물 관련 제반 문제점을 해결하고, 교통안전시설물의 설치 및 관리업무를 능률적으로 수행하고, 교통사고 자료의 과학적인 검색 및 분석을 하기 위해선 GIS를 구축 활용해야 한다고 사료되는 바이다.

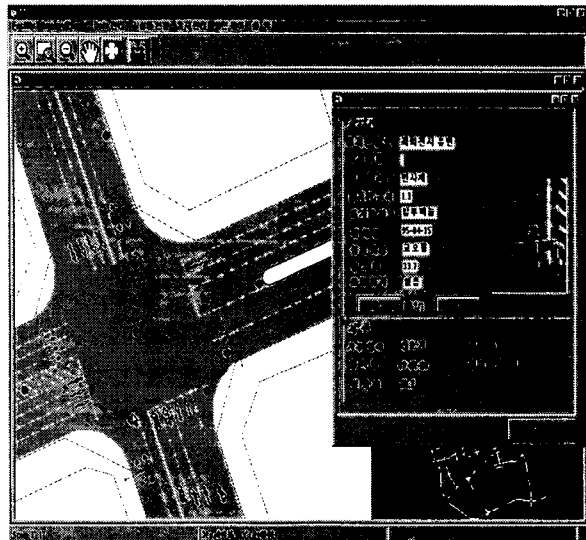
<부록> 개발 시스템 출력 화면 사례



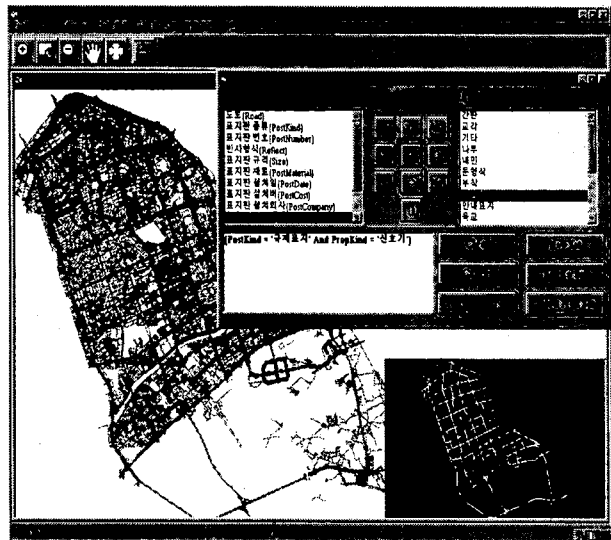
[사례 1] 강남경찰서관내 교통안전시설



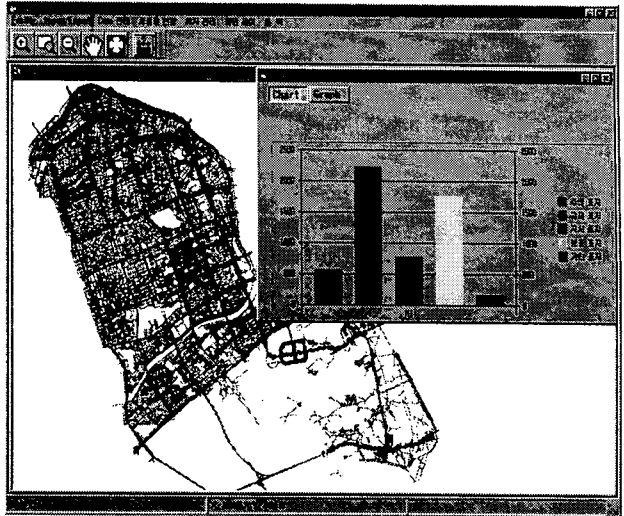
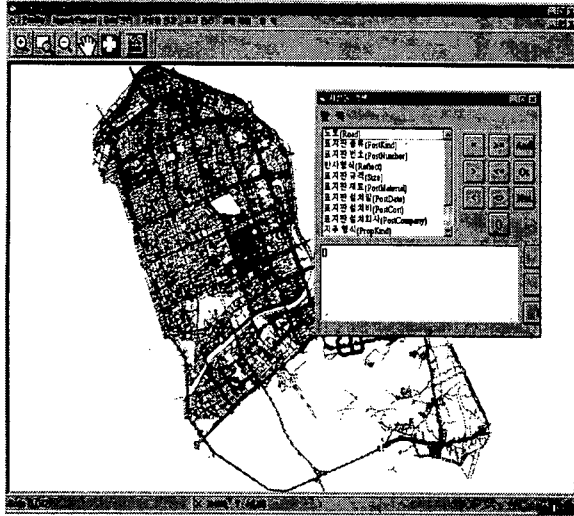
[사례 2] 교통안전시설물 컴퓨터 입력화면



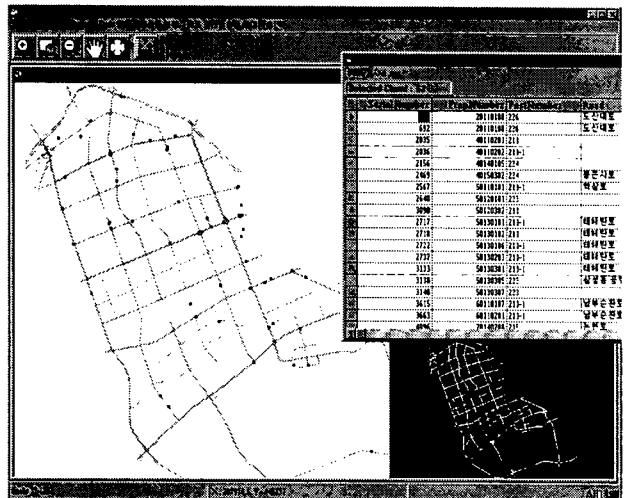
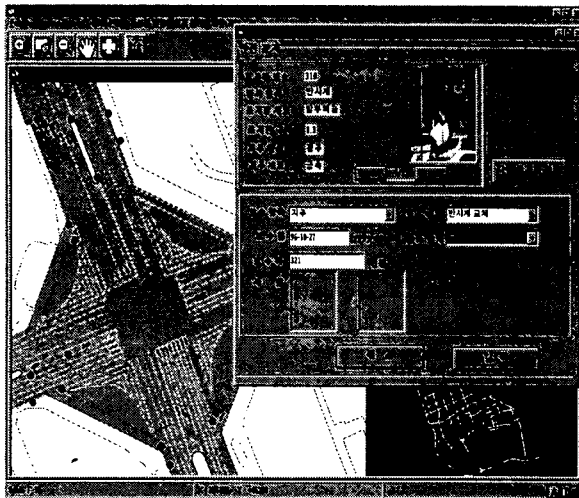
[사례 3] 속성정보 개별검색



[사례 4] 조건검색 (규제표지+신호등 지주)

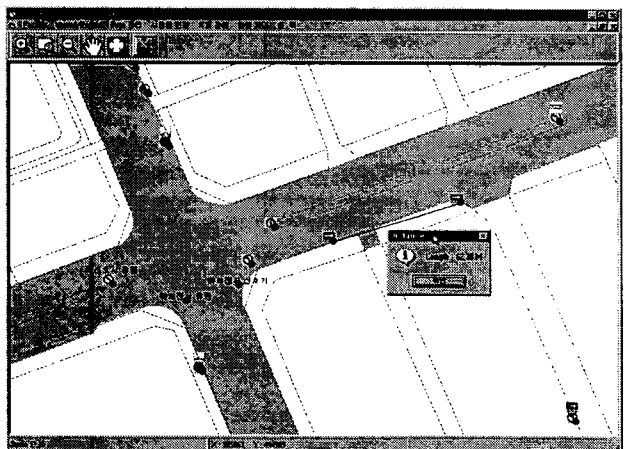
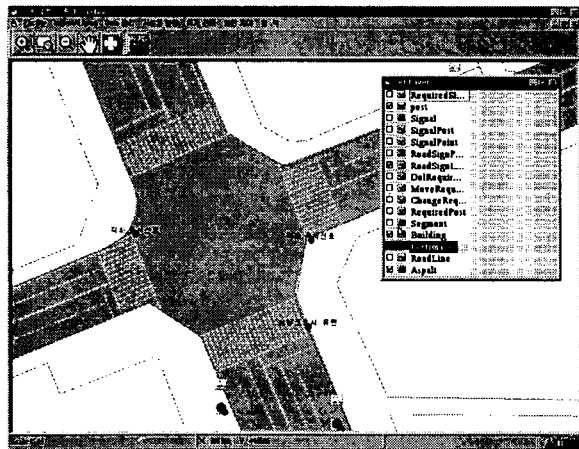


[사례 5] 조건검색 (규제표지+신호등지주) [사례 6] 교통안전시설물 통계 (그래프)



[사례 7] 유지보수 입력화면

[사례 8] 공간분석



[사례 9] 시설물 이미지

[사례 10] 시설물간 거리 측정